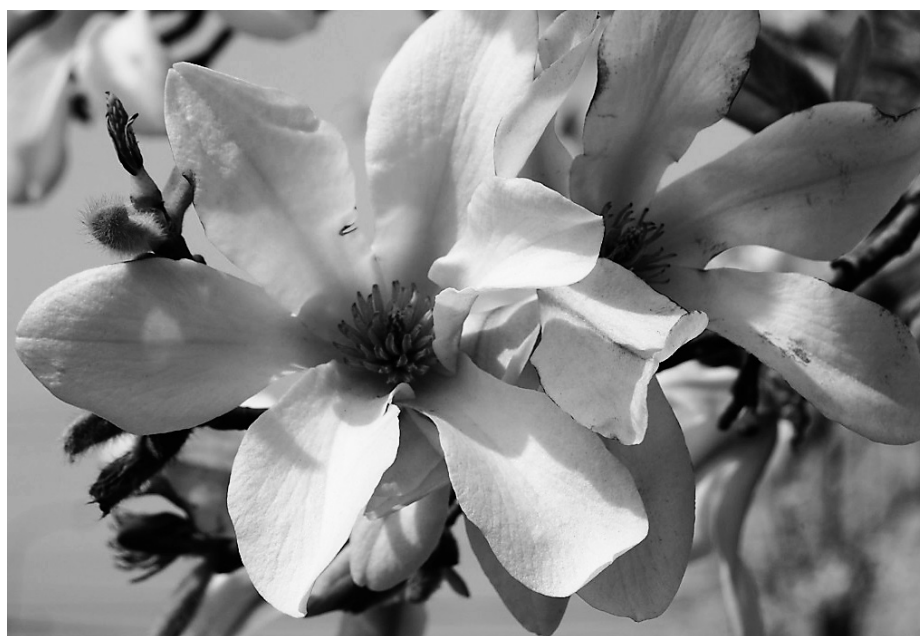


平成24年度
研究ユニット評価報告書



平成25年4月



独立行政法人
産業技術総合研究所 評価部

はじめに

本報告書は、平成24年度に実施した、独立行政法人産業技術総合研究所（産総研）の研究ユニットの活動の評価結果及び評価委員と研究ユニットとの意見交換等についてとりまとめたものである。

産総研における研究ユニットの活動の評価は、平成17年度からの第2期中期目標期間の移行時に、以前のアウトプットに力点をおいた評価から、将来期待される産業・社会上の意義によるアウトカム創出の視点からの評価としている。

また、平成22年度からの第3期中期目標期間において、産総研では「21世紀型課題の解決」と「オープンイノベーションハブ機能の強化」を大きな柱に位置付けている。このため、上記のアウトカムの視点からの評価を継続するとともに、技術・学術的視点に対して企業経験者等による産業化の経営的視点等の評価委員を多くするなどの外部評価委員の評価の強化を図り、また外部連携等のイノベーション推進への取り組みの評価の比重を大きくするなどの見直しを行っている。

本年度は21の全研究部門と9研究センターについて評価委員会を実施した。評価委員会は研究ユニット毎に隔年度に実施しており、これらの研究ユニットが前回実施した平成22年度は、第3期の最初の年度でありロードマップ等の計画を中心に評価を行っている。これに対して、本年度はその後の2年間の進捗状況を含む評価を行った。

本年度における評価の見直しとして、新たな知識の発見・解明とともに、新たな概念や技術体系の構築等、既存の知識の融合・適用を主体とする研究開発も同様に評価することを明確にして、産総研のミッションにより一層対応する評価とした。これは、産総研における研究開発の進展及びオープンイノベーションハブ機能の強化がすすむなかで、多様な取り組みが行われていることに対応したものである。

また、評価委員会においては、各評価項目の説明に対する評価委員からの質疑応答の時間、及び総合討論や委員討議の時間を従来よりも長く確保することなどにより、それらの充実を図った。

本年度評価委員会を開催しない研究ユニットについては、本年度発足の1つの研究センターについて開始時意見交換会を、10研究センターでは評価委員と研究ユニットとの意見交換を行った。これらにより、評価委員の評価対象の理解を深め評価の信頼性向上を図るとともに、評価委員からの助言を得る機会としてその充実を図った。

本報告書は、これらについてまとめたものであり、本研究所の今後の研究活動や運営に活かされ、ひいては産業や社会のイノベーションに寄与することを期待する。

平成25年4月
独立行政法人 産業技術総合研究所 評価部

平成24年度 研究ユニット評価報告書目次

はじめに

第1章 平成24年度研究ユニット評価報告書の概要	1
第2章 研究ユニット評価システムの概要	3
2-1 評価の趣旨・目的	3
2-2 第3期中期目標期間における研究ユニット評価	3
2-2-1 評価の主な改善事項	3
2-2-2 研究ユニット評価の実施時期	3
2-3 平成24年度研究ユニット評価の実施概要	4
2-3-1 実施対象研究ユニット	4
2-3-2 評価の対象期間	4
2-3-3 評価委員の構成	5
2-3-4 評価項目	5
2-3-5 評価の方法、提出資料	6
2-3-6 評価結果の記入(評価コメントと評点)	6
2-3-7 評価結果の取り扱いと活用	7
2-3-8 平成24年度研究ユニット評価の主な改善事項	7
2-4 平成24年度研究ユニット評価委員意見交換の実施概要	10
2-4-1 実施の目的と方法・形式	10
2-4-2 実施対象研究ユニット	10
第3章 評価結果	11
3-1 研究ユニット評価結果	11
環境・エネルギー分野	
3-1-1 ユビキタスエネルギー研究部門	12
3-1-2 環境管理技術研究部門	15
3-1-3 環境化学技術研究部門	19
3-1-4 エネルギー技術研究部門	23
3-1-5 安全科学研究部門	27
3-1-6 水素材料先端科学研究センター	30
3-1-7 メタンハイドレート研究センター	33
3-1-8 太陽光発電工学研究センター	35
ライフサイエンス分野	
3-1-9 健康工学研究部門	39
3-1-10 生物プロセス研究部門	42
3-1-11 バイオメディカル研究部門	45
3-1-12 ヒューマンライフテクノロジー研究部門	48
3-1-13 バイオメディシナル情報研究センター	52
情報通信・エレクトロニクス分野	
3-1-14 知能システム研究部門	55
3-1-15 情報技術研究部門	59
3-1-16 ナノエレクトロニクス研究部門	63
3-1-17 電子光技術研究部門	67
3-1-18 セキュアシステム研究部門	70
3-1-19 ネットワークフォトニクス研究センター	73
3-1-20 サービス工学研究センター	76
3-1-21 フレキシブルエレクトロニクス研究センター	79
ナノテクノロジー・材料・製造分野	
3-1-22 先進製造プロセス研究部門	82
3-1-23 サステナブルマテリアル研究部門	86

3-1-24 ナノシステム研究部門	89
3-1-25 ナノチューブ応用研究センター	93
計測・計量標準分野	
3-1-26 計測標準研究部門	96
3-1-27 計測フロンティア研究部門	101
地質分野	
3-1-28 地圏資源環境研究部門	105
3-1-29 地質情報研究部門	109
3-1-30 活断層・地震研究センター	112
3-2 第3期中期計画項目毎のユニット戦略課題の評価結果	114
3-2-1 「Ⅰ グリーン・イノベーションを実現するための研究開発の推進」	118
3-2-2 「Ⅱ ライフ・イノベーションを実現するための研究開発の推進」	145
3-2-3 「Ⅲ 他国の追従を許さない先端的技術開発の推進」	153
3-2-4 「Ⅳ イノベーションの実現を支える計測技術の開発、評価基盤の整備」	159
3-2-5 「別表2 地質の調査(地質情報の整備による産業技術基盤、社会安全基盤の確保)」	162
3-2-6 「別表3 計量の標準(計量標準の設定・供給による産業技術基盤、社会安全基盤の確保)」	167
第4章 評価結果概評	170
4-1 全体概評	170
4-2 分野別概評	175
4-2-1 環境・エネルギー分野	175
4-2-2 ライフサイエンス分野	179
4-2-3 情報通信・エレクトロニクス分野	182
4-2-4 ナノテクノロジー・材料・製造分野	185
4-2-5 計測・計量標準分野	187
4-2-6 地質分野	189
4-3 中期計画の大分類等毎の評点分布	191
4-4 中期計画の大分類等毎の主な評価結果	193
4-5 主な成果例	197
第5章 評価結果の分析	204
5-1 事例紹介	204
5-2 評価コメントの分析	207
5-2-1 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップの評価コメント	207
5-2-2 ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプットの評価コメント	216
5-2-3 イノベーション推進への取り組みの評価コメント	227
5-2-4 研究ユニット運営の取り組みの評価コメント	234
5-3 評点の頻度分布	240
5-4 前回評価結果等の指摘事項への対応状況	243
5-5 評価システム等に対するコメント	248
別紙1: 研究ユニット一覧	250
別紙2: 外部評価委員一覧	252
別紙3: 内部評価委員一覧	261
別紙4: 平成24年度研究ユニット評価委員会等開催日程	262
別紙5: 平成24年度研究資源配分表	264
別紙6: 研究ユニット評価委員会要領	265
別紙7: 研究ユニット評価委員が利害関係者であることの判断基準について	266
別紙8: 研究ユニット評価に係る秘密保持に関する誓約事項	268
別紙9: 研究ユニット評価実施要領	269
別紙10: 研究ユニット評価資料作成要領	273
別紙11: 研究ユニット評価 評価用紙	278
別紙12: 評価システム等に対するコメントと回答	285

おわりに

第1章 平成24年度研究ユニット評価報告書の概要

本報告書では、平成24年度に実施した研究ユニットの活動の評価について報告する。

研究ユニット評価委員会は各研究ユニットにおいて隔年で開催しており、今年度は21研究部門と9研究センターを対象に実施した。そのほかの研究ユニットについては、今年度発足の1研究センターについて開始時意見交換会を、10研究センターで多様な形式による評価委員との意見交換を行った。

本報告書では、評価等の実施方法、評価結果とその概評についてまとめるとともに、評価コメントや評点の分析結果等を示す。また、評価委員の名簿等の資料を別紙に示す。各章の概要は以下のとおりである。

第2章では、研究ユニットの評価について、その趣旨とともに、第3期における評価の主な改善事項と平成24年度における評価委員の構成、評価項目、評価の方法等の概要を示す。

評価委員の構成は、第3期の平成22年度から研究ユニット毎に外部評価委員が4～7名程度であり、産総研の職員の内部評価委員は2名で首席評価役が担当している。また、外部評価委員は、主に産業化のための経営的視点及び社会的視点の評価委員の割合を6割程度にして、技術・学術的な視点の評価委員を4割程度にしている。

評価項目は、「研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ」、「ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット」、「イノベーション推進への取り組み」及び「研究ユニット運営への取り組み」である。これらのうち、「ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット」は、研究ユニットに設定されている1～7程度のユニット戦略課題毎に評価を行う。

これらについて、研究ユニットは事前に評価資料を作成するとともに、評価委員会において説明のプレゼンテーション及び評価委員との質疑応答を行う。これらをもとに、評価委員は評価コメント及び評点を付すこととしている。

第3章では、上記の方法で実施した評価の結果を示す。

研究ユニット毎の評価結果では、研究ユニットのミッションと第3期中期計画の担当項目とともに、評価項目毎の評価コメント及び評点をとりまとめて示す。第3期では新たに「今後の方向性と助言」のコメントを得ており、その内容を含めて示している。

また、ユニット戦略課題の評価結果について、それぞれ対応している中期計画項目毎に並べて整理した結果を示す。

第4章では、前章における研究ユニット毎の評価結果をもとに、全体概評、分野別概評、大分類等毎の評点分布と主な評価結果及び「主な成果例」についてまとめる。

全体概評では、本評価の要点とその評価項目毎の評価結果の主要な内容及び助言として指摘されている今後の主要な課題と方向性についてまとめる。

分野別概評では、産総研の6研究分野（環境・エネルギー分野、ライフサイエンス分野、情報通信・エレクトロニクス分野、ナノテクノロジー・材料・製造分野、計測・計量標準分野、地質分野）毎に、分野及び研究ユニットの概評を示す。

次に、評価結果における研究ユニットの研究開発と中期計画項目との対応関係、及びこれらのユニット戦略課題毎の評点から求めた中期計画の大分類等毎の評点の頻度分布を示す。

さらに、この大分類等毎の主な評価結果を示す。

また、「主な成果例」について、中期計画の大分類等毎に示す。

第5章では、本評価の事例紹介、評価コメントと評点の分析結果、前回評価結果等の指摘事項

第1章

への対応及び評価システム等に対するコメントについてまとめる。

5-1に、事例紹介として、本年度は「イノベーション推進への取り組み」をとりあげ、その事例を示す。

5-2に、評価コメントについて、「研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ」、「ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット」、「イノベーション推進への取り組み」、「ユニット運営の取り組み」の評価項目毎に、「評価できる点」、「問題点、改善すべき点」及び「今後の方向性と助言」の各欄の内容の構成と代表的な指摘例を整理して示す。

5-3に、評点の統計値等の分析結果について、平成22、23年度とあわせて、研究部門と研究センター・研究ラボとに区分した結果を示す。

5-4には、研究ユニットにおいて前回の研究ユニット評価の結果等で指摘された事項の対応について、評価資料の記載内容を整理して示す。

5-5に、評価システムについて外部評価委員から寄せられたコメントの内容についてまとめる。

別紙には、別紙1～別紙4に、研究ユニットの一覧表と今年度における研究ユニット評価等の実施内容、外部評価委員の名簿、内部評価委員の担当一覧、及び研究ユニット評価の開催日程を示す。

別紙5に、各研究ユニットの人員及び予算等の資源配分表を示す。

別紙6～別紙11に、本研究ユニット評価の実施に関する、産総研の要領等の規定、及び研究ユニット評価の実施要領と資料作成要領並びに評価用紙をあわせて示す。

別紙12には、外部評価委員から寄せられた評価システムに対するコメントとそれに対する回答を示す。

第2章 研究ユニット評価システムの概要

2-1 評価の趣旨・目的

産総研は発足以来、基礎的研究の成果を民間企業が行う製品化につなぐため、本格研究（注1）を推進してきた。平成22年度からの第3期中期目標期間はこれまでの実績をさらに発展させ、「持続的発展可能な社会」の実現に向けて、「21世紀型課題の解決」「オープンイノベーションハブ機能の強化」を柱に取り組んでいる。このミッションの実現のための中核となる各研究ユニットは、社会・経済的価値の創出をもたらす成果を着実に挙げる事が求められている。

第3期の研究ユニット評価では、イノベーションの創出に資することを重視した「アウトカムの視点からの評価」（注2）を継続し、研究遂行の計画の妥当性、得られた成果の適切性、イノベーション推進への取り組みの外部貢献及び研究ユニットの運営について、評価を実施する。研究ユニット評価は、以下の3つを主な目的としている。

- ・ 研究ユニットの研究活動の活性化・効率化を図る。
- ・ 評価結果を産総研の経営判断に活用する。
- ・ 産総研の活動を公開し、透明性の確保と国民の理解を得る。

2-2 第3期中期目標期間における研究ユニット評価

2-2-1 評価の主な改善事項

第3期における研究ユニット評価では第2期に導入した「アウトカムの視点からの評価」を維持するとともに、「外部評価委員の評価の強化」、「イノベーション推進への取り組みの評価の強化」、「評価の負担の軽減」等の改善によって、研究ユニット評価の実効性、効率性を向上させることを目指している。

- (1) 従来2つあった評価委員会（成果評価と中間・最終評価）を研究ユニット評価に一本化し、外部評価委員を増やした。また外部評価委員の委員構成を見直すとともに、外部評価委員に対する評点配分を高め（外部評価委員：内部評価委員＝7：3（従来は6：4））、外部の評価を強化する改善を進めた。
- (2) アウトカムの視点からの評価を維持するとともに、新たに「イノベーション推進への取り組み」状況とその効果を評価項目として加えた。
- (3) 評価項目の整理と整合化、評価資料の簡素化及び評価情報の共有を図り、評価に係わる研究ユニット及び評価委員の負担の軽減を図った。また研究現場見学会開催の推奨、事前説明等の充実により、評価者が評価対象を把握・理解する機会を拡大し、評価の信頼性の向上を図った。

2-2-2 研究ユニット評価の実施時期

研究ユニット評価は、隔年を原則とし、研究部門ではその評価の継続性から第3期開始年度から奇数年度（1、3、5年目）、研究センター及び研究ラボは設立後の偶数年度（2、4、6年目）に実施する。また、研究ユニット設立の経緯も踏まえ柔軟な実施スケジュールとする。（なお、平成20年度以前に開始した研究ユニットについては、従来、設立後の奇数年度に実施していたが、それを継続する）。研究ユニット評価を実施しない年度には、評価委員との「意見交換」あるいは「開始時意見交換会」を実施し、前述の研究現場見学会等と併せて、研究ユニット評価の信頼性の向上を図る。

第2章

2-3 平成24年度研究ユニット評価の実施概要

2-3-1 実施対象研究ユニット

平成24年度の研究ユニット評価委員会の実施対象研究ユニットは、以下のとおりである。

- ・ 研究部門(21)
 - ユビキタスエネルギー研究部門
 - 環境管理技術研究部門
 - 環境化学技術研究部門
 - エネルギー技術研究部門
 - 安全科学研究部門
 - 健康工学研究部門
 - 生物プロセス研究部門
 - バイオメディカル研究部門
 - ヒューマンライフテクノロジー研究部門
 - 知能システム研究部門
 - 情報技術研究部門
 - ナノエレクトロニクス研究部門
 - 電子光技術研究部門
 - セキュアシステム研究部門
 - 先進製造プロセス研究部門
 - サステナブルマテリアル研究部門
 - ナノシステム研究部門
 - 計測標準研究部門
 - 計測フロンティア研究部門
 - 地圏資源環境研究部門
 - 地質情報研究部門
- ・ 研究センター(9)
 - 水素材料先端科学研究センター
 - メタンハイドレート研究センター
 - 太陽光発電工学研究センター
 - バイオメディシナル情報研究センター
 - ネットワークフォトンクス研究センター
 - サービス工学研究センター
 - フレキシブルエレクトロニクス研究センター
 - ナノチューブ応用研究センター
 - 活断層・地震研究センター
- ・ 研究ラボ(0)

2-3-2 評価の対象期間

評価の対象期間は、原則として当該年度及びその前年度の2年間（平成23年度と平成24年度）であり、実績のデータ（特許、論文等）については平成24年9月30日までの過去2年間である。なお、水素材料先端科学研究センター、バイオメディシナル情報研究センター及びナノチューブ応用研究センターについては、平成24年度末設置期限の予定で設立されており、評価委員会を6月及び7月に開催した。

2-3-3 評価委員の構成

研究ユニット評価委員会は外部評価委員と内部評価委員とで構成する。外部評価委員は、当該研究分野に対する俯瞰的視点を有していることに加えて、当該研究ユニットのユニット戦略課題（注3）に対して、高い見識を有する、①技術・学術的な視点、②産業化の経営的な視点、③社会的な視点の評価委員から構成する。人数は研究ユニット毎に4～7名程度である。内部評価委員は2名で、首席評価役が担当した。

外部評価委員の選出は評価部内に選定委員会を設けて行った。外部評価委員については、第3期から、その強化を図るため人数を増やすとともに、産業化の経営的視点及び社会的視点の評価委員の割合を6割程度以上にしている。

2-3-4 評価項目

「研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ」（注4）、「ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット」、「イノベーション推進への取り組み」、「研究ユニット運営の取り組み」の4項目である。

(1) 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

研究ユニットの研究開発の計画全体を対象に、中期計画における目標の達成及び中長期的な展開等の妥当性について評価する。

（主要な評価事項）

- ・ 中期計画における目標とその達成に関する計画・進捗（中期目標期間のはじめの時期は計画を対象にし、その後進捗を含める）
- ・ 中長期的視点からの研究ユニットの目標（方針）
- ・ 内外との連携及び国内外における優位性・特徴
- ・ 研究ユニット全体の計画におけるユニット戦略課題の相互関係と展開

(2) ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

ユニット戦略課題毎に以下の項目について評価する。

1) ロードマップ

中期計画における目標、アウトカムとその実現に向けたロードマップの妥当性等について評価する。

（主要な評価事項）

- ・ アウトカムの確性
- ・ アウトカムへの道筋（研究開発の内容や連携等の方策）及びマイルストーン（注4）の設定の妥当性
- ・ 必要な技術要素の把握の妥当性
- ・ 他機関との優位性等の比較（ベンチマーク（注4））の妥当性

2) アウトプット（成果）

アウトプットのアウトカム実現への寄与とその世界水準を基準とする質の高さ等について評価する。なお、政策ニーズ対応研究や知的基盤研究にあつては、長期的政策推進計画や国の整備計画等との整合性も考慮して評価する。

（主要な評価事項）

- ・ アウトカム実現への寄与
- ・ 世界水準を基準とする質
- ・ これまでのロードマップに示されていない顕著な成果（過去の研究開発によるアウトカムの実績を含む）

(3) イノベーション推進への取り組み

成果の発信やイノベーションハブによる国、社会への貢献等に向けた取り組みとその効果につ

第2章

いて評価する。

（主要な評価事項）

- ・ 成果の発信や研究ポテンシャルによる、国、社会、産業界、学界、及び国際、知的基盤等への貢献の取り組みとその効果
- ・ 産業人材育成を含む、産学官連携、地域連携等のイノベーションハブとしての取り組みとその効果

（4）研究ユニット運営の取り組み

研究ユニット運営における活動の活性化とポテンシャル向上への取り組みとその効果等について評価する。

（主要な評価事項）

- ・ 所内連携や分野融合
- ・ 資金獲得・効率的活用
- ・ 組織運営や体制の整備
- ・ 内部人材育成
- ・ 挑戦課題の推進

なお、評価にあたっては、研究ユニットの種類（研究部門・センター・ラボ）（注5）、研究の性格（先端・政策ニーズ対応・知的基盤）（注6）及び中期目標期間に対する評価の実施時期の違いも十分に考慮する。

2-3-5 評価の方法、提出資料

以下の資料を評価委員会へ提出する。

（1）評価資料

研究ユニットは研究ユニット評価資料作成要領（別紙10）に従って、評価項目に対する資料を研究ユニット評価委員会が開催される1ヶ月前までに、電子ファイルで評価部に提出し、評価部が評価委員会の開催前に評価委員に送付する。

（2）プレゼンテーション資料

当日のプレゼンテーションにおいて、評価資料の主要な項目に関する説明を行う際の資料である。

2-3-6 評価結果の記入（評価コメントと評点）

外部評価委員は「ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット」及び「イノベーション推進への取り組み」について、コメントとともに、評点を付す。そのほかの評価項目に対するコメントも可能な限り記す。

内部評価委員は、「研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ」について「ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット」も考慮して評点を付し、コメントを記す。また、「イノベーション推進への取り組み」及び「研究ユニット運営の取り組み」についても評点を付し、コメントを記す。「ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット」については、コメントを記す。

（1）評価コメント

評価コメントは、評価の根拠のコメントのほかに、今後の方向性と助言を記述する。

（2）評点

評点は、以下を基本とする。

- A（優れている、4点）
- B（概ね適切、3点）
- C（要改善、2点）
- D（不適切、1点）

なお、特記的に優れているものについてはAA（5点）とすることができる。また、それぞれの評点の間を認め、例えばAとBの間の場合、A/Bとする。

(3) 総合点の算出

表2-3-1における評点の重み付けにより、総合点を算出する。ユニット戦略課題については、研究ユニットが設定した課題の重み（1又は2）を掛けて加重平均を取り、ユニット戦略課題の総合点とする。

表2-3-1 評価項目と評価及び評点の重み付け

評価項目	外部評価委員		内部評価委員	
	評価	評点重み付け	評価	評点重み付け
研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	評価コメント		評価コメント 評点(*)	0.1
ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット	評価コメント 評点	0.6	評価コメント	
イノベーション推進への取り組み	評価コメント 評点	0.1	評価コメント 評点	0.2
研究ユニット運営の取り組み	評価コメント		評価コメント 評点	

* ユニット戦略課題も考慮する

2-3-7 評価結果の取り扱いと活用

評価委員のコメント、評点は、委員名を匿名化して研究ユニットに回付する。評価委員のコメントに事実誤認があると研究ユニットが指摘し、評価部が必要と認めた場合、その指摘を評価委員に回付する。評価委員はこれを参考にしてコメントあるいは評点を修正することができる。

1) 研究ユニット運営への反映

研究ユニットは、その活性化、効率化を目的として評価を研究活動や運営に活用する。また評価での指摘事項については、研究ユニット評価を実施しない年度に行う評価委員との意見交換や次回の研究ユニット評価委員会で対応状況を報告し、評価の実効性の向上に資する。

2) 産総研経営判断への反映

評価結果は予算ヒアリング等研究資源配分に参考資料として活用するとともに、研究ユニットの組織見直しにかかわる研究ユニット活動総括・提言委員会での審議に基礎資料として活用する。

3) 評価結果の公開

評価結果は、透明性の確保と国民の理解のため評価報告書として作成し公開する。

2-3-8 平成24年度研究ユニット評価の主な改善事項

平成24年度研究ユニット評価における主な改善事項は以下のとおり。

1) 既存の知識を含む融合・適用を主体とする研究開発を評価することを明確化

「先端研究」の評価に、既存の知識の融合・適用を主体とする研究開発を含むことを明確にし、その内容を評価用紙等に示すとともに評価委員会で説明した。

2) 質疑等の時間を確保

研究ユニット評価委員会の質疑の時間、及び総合討論や委員討議の時間を従来より長く確保した。

3) 関連する他研究ユニットの研究ユニット長等の出席による評価委員会の活用

11研究ユニットの評価委員会に、のべ15の他研究ユニット、19名の研究ユニット長等がオブザーバー参加をした。

【注1】 本格研究

高度化・多様化、かつ急速に変化する社会経済ニーズに対応するためには個別の知識領域を融合していく研究が重要である。産総研では、未知現象より新たな知識の発見・解明を目指す研究を「第1種基礎研究」、経済・社会ニーズへ対応するために異なる分野の知識を幅広く選択、融合・適用する研究を「第2種基礎研究」と位置付け、全ての研究ユニットは、研究テーマの設定を未来社会像に至るシナリオの中で位置付け、シナリオから派生する具体的な研究課題に分野の異なる研究者が幅広く参画できる総合的な体制を確立し、「第2種基礎研究」を軸に、「第1種基礎研究」から「製品化研究」（単に「開発・実用化」とも言われる）にいたる連続的な研究を「本格研究」として推進することを組織運営理念の中核に据えている

【注2】 「アウトカムの視点」からの評価

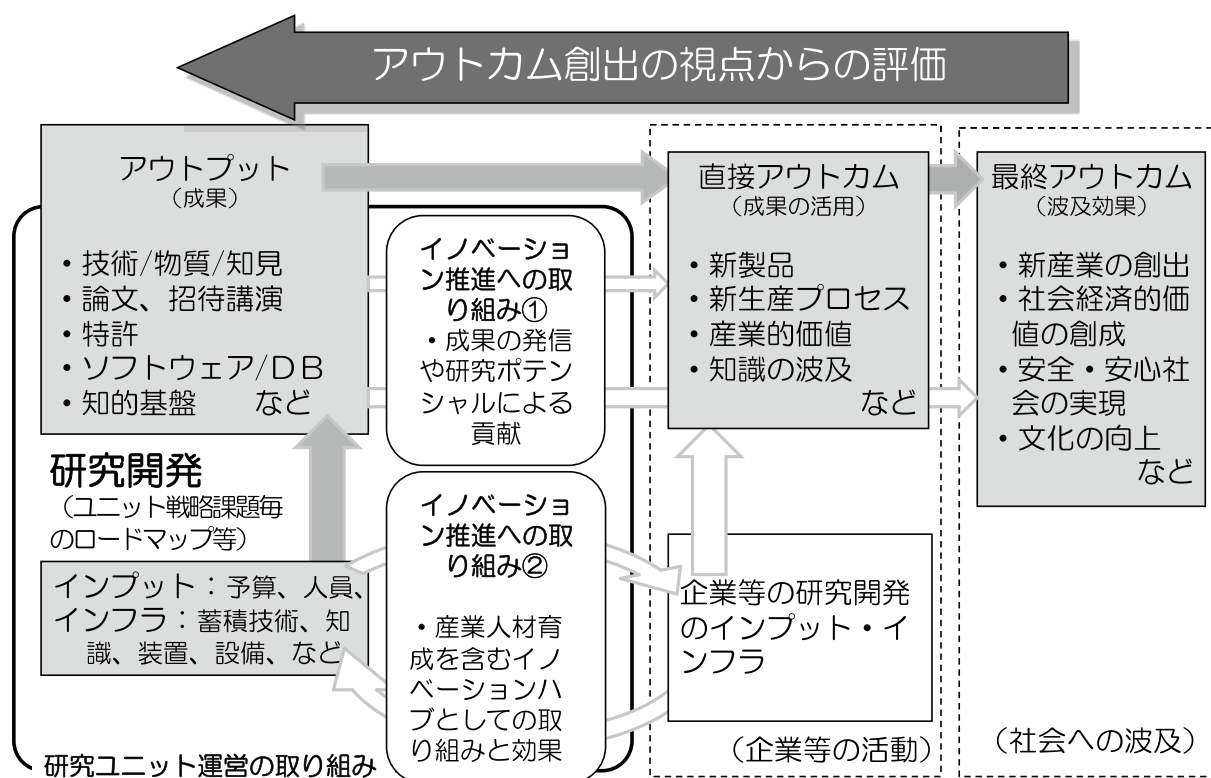


図2-3-1 アウトカムの視点からの研究ユニット評価の内容

1) アウトカム

研究開発の直接の成果（アウトプット）によりもたらされる社会・経済等への効果。成果の科学技術的又は社会・経済的な価値が実現した状態。

2) アウトカムの視点からの研究ユニット評価

アウトカムの視点からの研究ユニット評価の枠組みを上図に示す。期待されるアウトカムに向けてロードマップ、アウトプット、イノベーション推進への取り組み、及び研究ユニット運営の取り組みが適切であるかどうかを評価する。

【注3】 ユニット戦略課題

第3期においては、従来「重点課題」としていたものから、年度当初の予算配分に対応して設定されたユニット戦略課題に変更している。

【注4】 ロードマップ、マイルストーン、ベンチマーク

- ・ **ロードマップ**:期待されるアウトカム、アウトカム実現のためのマイルストーン、技術要素、及びベンチマーク等を、時間軸とともに具体的に示した研究遂行の計画図又はアウトカム実現につながる構想図。
- ・ **マイルストーン**:アウトカム実現に至るまでの目標となるステップの目安。
- ・ **ベンチマーク**:アウトカム実現に至るために、競合する又は連携する世界のトップ機関の技術ポテンシャルやパフォーマンス等との比較。

【注5】 研究ユニットの種類

- ・ **研究部門**:産総研ミッションと中長期戦略の実現に向け、研究ユニット長のシナリオ設定と研究者の発意に基づく研究テーマ設定を基本とし、一定の継続性を持って研究を進める研究ユニット。
- ・ **研究センター**:研究部門からの派生ないし社会からの要請に応じて、特定の課題を解決するための技術、知識を早期に産み出すことを主目的に、研究ユニット長の強いリーダーシップのもと、集中的かつ時限的に研究を進める研究ユニット。設置年限は3～7年間（継続は、原則、禁止）。
- ・ **研究ラボ**:研究部門の新設や研究センター化等の展開を目指して、異分野融合性の高いテーマ、行政ニーズ対応型のテーマ等について、機動的・時限的に研究を推進する研究ユニット。設置年限は最長3年。

【注6】 研究の性格

- ・ **先端研究**:国際的な産業競争力強化、新産業の創出に向けて、幅広いスペクトルでの探索と分野融合によるイノベーションを推進する研究。
新たな知識の発見・解明とともに、新たな概念や技術体系の構築等、既存の知識を含めた融合・適用を主体とする研究開発を含む。
- ・ **政策ニーズ対応研究**:行政ニーズに対応して、又は、将来の行政ニーズを予見して実施する必要のある政策推進のための研究。
- ・ **知的基盤研究**:国自らが高い技術的裏付けを有し、一元的・一体的にその整備を進めていくことが要求されており、産総研が責任をもって実施すべき研究。

第2章

2-4 平成24年度研究ユニット評価委員意見交換の実施概要

2-4-1 実施の目的と方法・形式

本年度研究ユニット評価委員会を開催しない研究ユニットは、評価委員の評価対象を把握・理解する機会の拡大を図るとともに研究ユニット評価を補完し、評価の信頼性を向上させる事を目的として、評価委員との「意見交換」、「開始時意見交換会」を実施する。

- ・ 開始時意見交換会

ミッションや研究開発計画等について、評価委員の理解を助け、助言を受けることを主旨として、新設の研究センター及び研究ラボの発足の1年以内に実施する。

対象研究ユニットは、①研究ユニットのミッション（設立の趣旨等）、②研究開発の全体計画の概要、③個別の研究開発の計画、④外部との連携の構想、⑤研究ユニットの体制、を含むプレゼンテーションを行う。その質疑等を行い、評価委員は文書によるコメントを提出するが、評点はつけない。

- ・ 評価委員意見交換

評価委員が評価対象の把握・理解を深めることを主旨として、研究ユニットが主体となって、研究ユニット評価委員会を開催しない年度に実施する。

研究ユニットは、①研究現場見学会、パネル展示・説明会、意見交換会、②オープンラボ・ユニット主催シンポジウム等の機会における意見交換、③個別訪問による意見交換、の形式から選択して実施する。

2-4-2 実施対象研究ユニット

平成24年度の研究ユニット評価委員意見交換の実施対象研究ユニットと実施形式は、以下のとおりである。

- ・ 開始時意見交換会

バイオマスリファイナリー研究センター

- ・ 評価委員意見交換

新燃料自動車技術研究センター（委員会）
コンパクト化学システム研究センター（個別訪問）
先進パワーエレクトロニクス研究センター（シンポジウム）
糖鎖医工学研究センター（委員会）
生命情報工学研究センター（シンポジウム）
幹細胞工学研究センター（委員会）
デジタルヒューマン工学研究センター（委員会）
ナノスピントロニクス研究センター（委員会、見学会）
集積マイクロシステム研究センター（シンポジウム）
生産計測技術研究センター（委員会、見学会）

注) 見学会:研究現場見学会及びパネル展示・説明会による意見交換

委員会:意見交換会（委員会形式による意見交換）

シンポジウム:オープンラボ・ユニット主催シンポジウム等の機会における意見交換

個別訪問:個別訪問による意見交換

第3章 評価結果

3-1 研究ユニット評価結果

平成24年度研究ユニット評価の結果を示す。

- * 評点一覧の記述中、評価項目は以下の省略名にて表記した。
研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ: ユニット全体のシナリオ・ロードマップ
研究ユニット運営の取り組み: ユニット運営の取り組み
- * 評点は以下の計算式により算出した。
総合評点（総合点）＝「研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ」×0.1＋「ユニット戦略課題の総合点」×0.6＋「イノベーション推進への取り組み、外部評価委員」×0.1＋「イノベーション推進への取り組み、内部評価委員」×0.05＋「研究ユニット運営の取り組み」×0.15
- * ユニット戦略課題の総合点は、各研究ユニットが設定した課題毎の重み(1又は2)を掛けた加重平均

第3章

3-1-1 ユビキタスエネルギー研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

家電や自動車などエネルギー需要者側におけるエネルギー消費の削減を目指し、蓄電池、燃料電池などの新しい小型・移動型電源技術の研究開発を行うとともに、照明をはじめとする家電製品での省エネ・省資源化に資するため、材料基礎からシステム化まで通した研究に取り組む。また、新たなイノベーションシステム構築を目指し、関西地域での家電・電池産業及び技術系有力大学の集積を背景に、ナショナルプロジェクトや研究コンソーシアム等を通じたオープンイノベーションのハブ(研究・連携拠点)としての役割を果たす。

第3期中期計画課題

- ・ I-2-(1)-①「次世代自動車用高エネルギー密度蓄電デバイスの開発」(IV-1-(1)-④へ一部再掲)
- ・ I-2-(2)-②「燃料電池による高効率エネルギー利用技術の開発」
- ・ I-2-(2)-④「省エネルギー型建築部材及び家電部材の開発」
- ・ I-2-(3)-②「ディスプレイ及び入出力機器の省エネルギー化」
- ・ I-4-(1)-①「ソフトマテリアルを基にした省エネルギー型機能性部材の開発」(Ⅲ-2-(1)-①へ再掲)
- ・ Ⅲ-1-(1)-②「情報入出力機器のフレキシブル、小型化のためのデバイスの研究開発」
- ・ IV-1-(1)-④「蓄電池構成材料の評価及び解析技術の開発」(I-2-(1)-①を一部再掲)

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

短期的には、リチウムイオン電池、固体高分子形燃料電池、蛍光ランプ・LEDの分野でのアウトプットを目指す。中長期的には、ポストリチウムイオン電池技術、ダイレクト燃料電池技術、自然光の高度利用技術の研究展開を目指す。アウトカムの導出、イノベーションへの展開においては、産業、大学との連携が不可欠との認識で、特に電池産業、家電産業、素材産業、自動車産業等との連携を重視して社会展開を図ることとしている。

関西の産官学の特徴を考慮した連携体制を構築し、その中心的役割を担いながら、エネルギー関連研究を推進している。蓄電池をはじめ社会ニーズの高い技術を開発するための技術ポテンシャルと人材を有し、得られた研究成果は、歴史的な活動継続性もあいまって、世界的にも揺るぎない優位性を持つものと評価できる。また、技術研究組合の拠点や大学などとの連携拠点としての活動は、オープンイノベーションのハブとして極めて有効で、これらの特徴を活かしてイノベーション創生につながる研究を展開している。関西地域に産業集積度の高い家電・蓄電池分野はアジア各国からの追い上げが厳しく、地域産業の競争力を今後とも維持してゆくために、本研究ユニットの貢献は高いものと認められる。

一方、公開すべき成果と国家的観点で知財保護すべき成果の見極めの厳格化等、知財に対する考え方の整理が必要である。これは特に、リチウムイオン電池関係のような国際的競争が激化してきている分野に顕著である。

今後は、これまで以上に産学官連携の中核となるべきであり、そのためにも、現在行われているオープンイノベーション構想を軸に、強い信頼を産学から得て、発展してゆくことが期待される。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】高エネルギー密度蓄電デバイスの研究

運輸部門の石油依存度及びCO₂排出量の大幅な低減とエネルギー効率の格段の向上を実現する次世代自動車普及の鍵となる蓄電池に関して安全かつ低コストの高エネルギー密度電池材料の開発を目指している。また、実用化のための性能及び耐久性に係る評価技術の開発を産学官連携プロジェクトへの参画を通して実施している。

基礎から応用に至るまで、新規材料の探索、性能の向上、次世代に向けた蓄電池構想、緻密な基礎研究等、世界最高水準の研究を展開しており、数多くの論文発表、特許出願(海外出願)、招待講演を行い、世界をリードする質の高いアクティビティを維持していることは高く評価できる。具体的には、ナノ材料科学などの現象解析的取り組みにより、電池診断技術等、基盤技術と実用化を下支えし、現行タイプLIBの高密度化(高容量化)、高信頼性化に加え、空気電池やイオウ系正極材料など萌芽的次世代技術の取り組み等、社会の要請に対応した、戦略的かつバランスの良い研究を実施している。地域連携への貢献の一環としての諸活動も、非常に活発で、かつ有意義に機能している。

一方、電極材料、電解質材料等の要素技術の取り組みに加えて、全電池として集約した形を世にアピー

ルできるような取り組みが必要と思われる。また、知的財産については、研究者の情報発信、成果報告に対するモチベーションを失わないような配慮もした上で、基礎研究に関する研究成果情報等の管理を再考する必要がある。また、解析から得られた結果をうまく知財化する取り組みが不十分である。

今後は、車載用の蓄電デバイスだけでなく、他のテーマと融合して、定置用や社会インフラ用の高性能大型蓄電デバイスについても取り組むことが望ましい。また、引き続き、民間企業、特に中小の企業でも次世代電池技術開発に参入しやすいような環境の整備を進めることも必要と思われる。

【ユニット戦略課題2】 固体高分子形燃料電池の研究

家庭での省エネルギー化推進を目指して固体高分子形燃料電池（PEFC）コジェネレーションシステムのより一層の普及のために、燃料電池の大幅な低コスト化と高耐久性の両立を図る技術として、白金の使用低減及び電池劣化の抑制に資する技術研究を行っている。また、水素以外の燃料を直接電気に変換するダイレクト燃料電池の研究を通して、新たな燃料電池系の探索を進めている。

PEFCの低コスト化・高耐久性化に向け、カソードにおいては酸化チタン系担体を用いた触媒の改良、アノードにおいては錯体系耐CO触媒の開発等の要素技術の開発を推進し、着実な成果を挙げていることは評価できる。さらにエネファームの成果に続き、エタノール、ヒドラジン誘導体、アルカリ形燃料電池など次世代のダイレクト燃料電池を多面的に模索して、新たなフィールドを開拓していることも評価できる。

一方、中長期的視点に立った研究開発戦略は必ずしも明確でない。現在の研究開発はそれぞれ有用ではあるものの、将来の大きな流れを作る研究というよりも、既存技術の改良という面が強い。PEFCに関連する技術課題の障壁のブレークスルーは容易ではないので、これまでの常識を超える思い切ったチャレンジやアイデアの創出が必要であり、また、PEFC技術開発の多くを占める自動車会社との課題の共有化やより密接な連携についても模索する必要がある。

今後も、これまで通り非常に高いレベルの研究を進めるとともに、ダイレクト燃料電池では、本研究ユニット主導のモデルを提示し、国家的方針形成の中軸を目指す必要がある。また、燃料電池にこだわらずに、大型電力貯蔵を目指した高温動作の熔融塩電池など、原発事故やNAS電池の火災事故を踏まえたニーズの変化に配慮した方向性の転換の検討も必要である。

【ユニット戦略課題3】 省エネルギー型家電部材の開発

省エネルギー化を目指した照明材料としての希土類蛍光ランプで使用されるTb（テルビウム）、Eu（ユウロピウム）の使用量の低減と、ランプの光利用効率の向上の技術開発、及び照明、電池、情報家電などの用途を目指した省エネ型家電部材の材料合成、デバイスへのプロセッシング、特性計測評価技術に資する研究を実施している。

時間軸と社会情勢の変化を意識した多面的研究展開を行っており、長期的取り組みとして、「未利用太陽光利用技術」に焦点を当てて取り組んでいる点は適切と評価できる。具体的には、レアアースである蛍光体のTb、Eu低減技術の開発や廃蛍光体の磁化率による分離回収技術の開発、また、樹脂フィルムをモールドに用いた低コスト化技術の確立による、太陽電池パネルにも応用可能なガラスへのナノインプリント技術の開発等の成果が挙げられている。

一方、「未利用太陽光利用技術」以外では、この1～2年で成果が期待できる短期的なテーマが多く、これらを引き継ぐ長期的なロードマップが未完成であり、産業界へ技術移転を実現するための定量的で明確な技術目標の設定が必要である。

今後は、廃蛍光体の分離技術の検証では、パイロットプラントから事業化スケールを視野に入れた規模に展開することが重要と思われる。また、「未利用太陽光利用技術」は10年以上先を目指す研究であり、保有技術にあまり拘らず、これから人材を集め育成し技術的蓄積を進めるといった方向性が適当と思われる。

3. イノベーション推進への取り組み

技術研究組合LIBTECやオープンイノベーションの取り組みは非常に有意義であり評価できる。特にLIBTECとの連携は大変重要であり、中心メンバーとして活動するなどハブ機能を発揮しており、非常に良い状況にあるものと認められる。また企業のニーズや意見を把握するため、各企業を廻ってニーズを聞くなど、懸命な努力がなされている。学会への貢献、標準化への貢献、必要な研究人材の育成に努め、産業の基盤づくりに貢献している。オピニオンリーダーとしての国や国内企業への貢献も十分である。

一方、実際に取り組んでいるレベルは高いものの、それが世の中に十分に認知されていない。研究成果はもちろんのこと、学会活動や技術研究組合活動等での十分な貢献があるので、国際的アピールという面も含めて、情報発信をもっと積極的に行う必要がある。

今後も、産学官連携の中心的存在としての活躍を期待したい。情報発信に関しては、研究グループ毎に

第3章

目標化するなど、さらなる積極的な広報活動に取り組むことが望ましい。また、共同研究のコンソーシアム化等の連携に関しては、個々の研究者任せにせず、機関として積極的に取り組むことができるシステムの構築に期待する。また、強力な技術開発力や関連産業の集約力、海外との関係の広さを活用して、国家戦略提言などへの積極的かつ継続的な働きかけや、海外各国の技術情報や政策の紹介等の場の提供に期待する。

4. 研究ユニット運営の取り組み

予算面では、運営費交付金が徐々に減少していく中、資金獲得先を多様化させるように指導し、各研究グループの予算確保に努めているものと認められる。人材育成に関しては、従来から関西地区の有力大学、有力企業とのアライアンスには積極的であり、そのような活動を通じて人材を育成しているものと認められる。また、基礎・基盤研究者と応用開発研究者とを一つのグループに入れることにより、技術的に深みのある、第一級の研究開発を推進できる体制づくりをするとともに、技術の伝承を重視したアットホームな研究ユニット運営を実施しており、評価できる。研究テーマを先導的産業技術の育成（ α ミッション）、産業基盤技術の提供（ β ミッション）、コア・コンピタンスの強化（ γ ミッション）に分類し、進捗・成果を管理していることは有効な取り組みと認められる。

一方、高い研究レベルを有することを踏まえ、知財保護の考え方と取り扱い方の再検討が必要である。ユニット戦略課題間で論文や知財による成果発信の姿勢に差異が見られるので、バランスのとれたサポート体制が必要と思われる。特に、若手人材の育成では、論文と知財のバランスの点に配慮した指導が必要である。

今後は、大きなリソース獲得が困難な国内経済状況を踏まえ、大学・企業とのリソース融通や相互の効果的運用や、積極的な交流により海外の大学の研究者を国内へ定着させることを推進する方向性が有効と思われる。また、一部のテーマについてはやや縮小気味であり、人やテーマのシフトも含めて、中長期テーマの増強と技術の融合の検討が必要と思われる。

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	U	評点
ユニット戦略課題1	高エネルギー密度蓄電デバイスの研究	2	AA/A	A	AA/A	AA/A	A	AA/A	4.3
ユニット戦略課題2	固体高分子形燃料電池の研究	1	A	A/B	A	A	A/B	A	3.8
ユニット戦略課題3	省エネルギー型家電部材の開発	1	A/B	A/B	A/B	A/B	B	A	3.5
戦略課題総合点									4.0
イノベーション推進への取り組み			A	A	AA/A	A	A/B	A/B	3.9

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A/B	A	3.8
イノベーション推進への取り組み	A	AA/A	4.3
ユニット運営の取り組み	B	A/B	3.3
総合評点			3.9

3-1-2 環境管理技術研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

持続的発展可能な社会の実現に向け、経済産業の発展と安全・安心な環境を両立させるため、産業起源の環境負荷の管理・低減・再資源化及び快適環境の構築に関する科学技術研究開発を行い、環境技術産業の振興・創出を図るとともに環境関連政策の立案・実効へ貢献する。

第3期中期計画課題

- ・ I-3-(3)-②「レアメタル等金属や化成品の有効利用、リサイクル、代替技術の開発」
- ・ I-5-(5)-①「環境負荷低減を目指した浄化技術の開発」
- ・ I-5-(5)-②「自然浄化能の強化による環境修復技術の開発」
- ・ I-6-(3)-①「先端科学技術のイノベーションを支える安全性評価手法」
- ・ I-6-(6)-①「環境負荷物質及び環境浄化能の計測手法の開発」
- ・ I-6-(6)-②「産業活動の環境影響評価」
- ・ I-6-(6)-③「二酸化炭素貯留技術の環境影響評価」(別表2-2-(1)-②より一部再掲)
- ・ I-6-(6)-④「生態系による二酸化炭素固定能評価」
- ・ 別表2-1-(3)-①「衛星画像情報及び地質情報の統合化データベースの整備」(IV-2-(2)-①へ再掲)

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

研究ユニット全体の目標である「環境・資源制約を克服した産業・社会の実現のための技術革新」を達成するため、4つのユニット戦略課題、「有害化学物質リスク削減技術」、「リサイクル技術」、「地球温暖化解明・対策評価技術」、「環境診断技術」を立てて、リスク削減とリサイクルの両方に役立つ技術など、産業界・社会が受け入れやすい技術開発を目指している。

環境問題の解決に関わる4つのユニット戦略課題を定め、環境診断、化学物質リスク削減、リサイクル、温暖化対策のそれぞれについて、様々な個別研究テーマを適切にオーガナイズしている事や、産総研内の他研究分野との連携が積極的に行われ、また産総研外でも、環境省の国立環境研究所や文科省の物質・材料研究機構などとも協力して研究を進めていること、さらに戦略メタル国内資源循環プロジェクトのように企業、自治体、大学とのパイプを太くし研究拠点化を目指し、国内資源循環の研究をリードしている点などが評価できる。また、国際標準化への取り組みもアウトカムの一形態として高く評価する。

一方、民間企業や公設研などとの人材交流が十分とは言えず、担当者が現場の状況を把握するなど、現場の課題に取り組んでいる公設研との連携を進める必要がある。また、両端の高みを目指すという方針自体は良いが、設定されているテーマが多く、重要なテーマに絞ることの検討も必要である。

今後、スマートウォータープロジェクトや戦略メタルプロジェクトなど、本研究部門が深くかかわるプロジェクト研究での成果を期待するとともに、JIS、ISOへの活動をさらに進めることを期待したい。二酸化炭素の回収・貯蔵(CCS)関連も横断的なモニタリング技術でISO化を推進するとともに、学術的に価値の高い研究と産業として価値の高い技術開発のバランスを取った研究の進展に期待する。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

[ユニット戦略課題1] 環境診断技術の開発

安全・安心な社会、循環型社会、低炭素型社会実現のための基礎をなす知的基盤技術として位置付けており、最先端の科学的知見の獲得や最高水準の環境計測・解析技術の開発及び標準化を目指している。

独自原理のDNAチップ、新たな展開を見せる水晶振動子センサー、深紫外光照射による微量金属分析法、高機能発光酵素、iPS細胞センサーなど、独創性の高い多様な先端研究が多数進められており評価できる。特に、有害物質の迅速検出法において、人工有機フッ素化合物(PFOS類)の高感度分析法を開発し、特許出願に至った事は高く評価できる。この他にもナノ粒子のリスク評価も着実に進展しており、オンサイトモニタリング技術について、全有機炭素分析と重金属の測定に画期的な技術開発を行った事なども評価できる。

一方、テーマが多く、それぞれの研究について世界の中での位置付けや、アウトカムへの道筋における位置付けが明確に示されていない。有害物質センサーの開発は、現場での測定が重要で、水銀検知センサーなどは、ゴミ焼却炉などでトライしながら開発を行う必要がある。また、生体診断技術の着眼点は良いが、実用化には長い年月が必要と予想され、コスト的にも大幅な削減が求められる。環境微生物の分析は基礎研究としては興味深い、目標は「迅速検出技術の開発」であるので、その目標達成に向かう方向性を示

第3章

す必要がある。テーマの中には最終目標への到達度の観点から少し遠い課題もあり、どのような道筋で目標に到達するか戦略を練り明確化することが重要である。

今後はセンシングの対象範囲を土壌などにも広げ、知的基盤技術としての環境診断技術を、企業・工業会などとの連携のもと幅広く国際規格として提案することも望まれる。アジア戦略としてのスマートウォータープロジェクトなど、これまで培ってきた環境計測技術のさらなる展開と、情報分野との融合による環境情報産業の創出など、社会的な展開においても、今後の発展を期待したい。

【ユニット戦略課題2】有害化学物質リスク削減技術の開発

有害化学物質による健康リスクを低減し「安全・安心な社会」を実現するという政策ニーズに対応した先端技術開発を実施する。このため、環境触媒技術（化学系）、相変化制御技術（物理系）及びバイオ応用技術（生物系）と異なるバックグラウンドを有する研究員が協力し、各種産業プロセス、特に中小事業所から排出される環境負荷物質の高効率処理技術とともに、環境の浄化・修復技術を開発する。

ナノ材料の活用に特色があり、可視光にตอบสนองする空気浄化用新規光触媒の開発など、新規な研究が行われており、多くの学術論文が報告されていることは評価できる。また、PFOS類関連物質の分解・無害化の研究の進展と環境挙動の観測開始や、プラズマ触媒複合化技術による反応機構の解明と最適触媒探索・利用法、日本の環境に適合した植物による土壌浄化の技術など、高い機能が期待される開発を行っていることも評価できる。

一方、全体として研究テーマの相互関係が不明確で、チームが一体となって目標達成へ向かっているように見えない。また、技術の独自性・独創性や国際競争力といった視点からの位置付けを明確に示す必要がある。有害物質削減技術の開発においては、適用施設、処理ガス量、経済性などの目標をはっきりさせ、マイクロ・ナノバブルにおいては、他の技術との比較も含めて、本技術の有効性を定量的に示す必要がある。

近年、土壌汚染対策法の関係で例えばガソリンスタンド跡地の処理など、現場には多くの課題が残されており、これら個別の技術開発に加えて、ユニット戦略課題全体のロードマップを整理すると、視点がより明確になる。また、有害物は分解することで二次的な有害物に変わることもあり、本質的な排出抑制技術の開発が重要となるので、ユニット戦略課題1の研究開発と共同でこれらの課題にも力を発揮することが期待される。また、福島関連の問題や海外の汚染地域の問題を研究ユニットとして協力して研究を行うようなテーマなども検討し、リスク削減技術のさらなる展開を期待したい。

【ユニット戦略課題3】リサイクル技術の開発

「循環型社会」を実現するという政策ニーズに対応した先端技術開発を実施する。このため、国のレアメタル確保戦略に基づいて、未利用資源活用及びリサイクルを推進し、資源最適利用システム構築並びに戦略的希少元素安定供給に貢献するための研究を進める。

電子素子類の気流選別システムは風速分布制御に関するユニークな着想を含むなどレベルが高い。ハードディスクドライブからネオジム磁石を選別回収するセパレーターを実用化するなど、戦略メタル国内資源循環プロジェクトの開始・先導において、生産技術側にまで踏み込んだ見直しとシステム化を目指している点も評価できる。また、有機資源循環利用においても、経済性評価を実施してメリットを明らかにし、「有機資源循環利用―再資源化ガイドライン」を策定し、開発途上国へも国連組織を通じて提案する予定であることや、震災復興の現場で有害物質を含む廃棄物の適正処理に当研究部門の技術をいち早く応用できた事なども評価できる。

一方、どのようなアウトカムか、その見通しが必ずしも明確ではない。レアメタル、レアアースの回収は、既に数多くの機関で研究されているテーマであり、開発技術と他技術とのコストや性能の比較を明確に示す必要がある。また、廃棄物の適正処理に関しては、スケールアップファクターも含めて明確にし、産業界と連携し、特に家電製品に用いられる部品は、小型化・複雑化が著しく、リサイクルを難しくしていることから、よりターゲットを絞った効率的な技術開発を目指す必要がある。

現状では個人研究がベースで線が細い印象がある。今後研究の進捗状況等により、ポストクなどの人的資源を集中投入するなど、組織的に取り組むことが重要である。また、リサイクル技術の開発については、生産メーカーとの連携が必要であり、リサイクルの立場から生産メーカーに働きかけるとともに、広く企業、自治体、大学を取り込んだ活動を期待する。さらに、今後は製品設計の段階から、リサイクルされることを意識して設計・製造されるようにしてゆくための指針等の作成の面でも、当研究部門の貢献が期待される。

【ユニット戦略課題4】地球温暖化関連物質の環境挙動解明と二酸化炭素対策技術評価

「低炭素型社会」を実現するという政策ニーズに対応した先端技術開発を実施する。現在の地球の状況

を正確に把握し、地球温暖化のもたらすリスクを明らかにし、それからの回避策を的確に選んで持続可能な社会に変革することを目標とする国の大きな研究戦略に沿って、これら対策技術開発のうち、大気中からのCO₂の隔離・固定に対する評価技術及び適応策と産業活動の環境影響評価を行う。

アジアで最長の長期モニタリングによる一次データの取得を継続的・体系的に行っており、解析や関連機関とのデータ共有も適切に実施されている事や、標準ガスの開発など地道で長期的なテーマを、研究者のモチベーションを保ちながら継続的に実施していることは評価できる。CO₂固定化技術において、海洋グループの製鋼スラグ浚渫土で造成した干潟・藻場生態系の評価は、ユニークで期待される。

一方、このユニット戦略課題は地球規模の対策であるため、内外との比較によるアピールが求められる。また、グループの大きさの割に扱うテーマの数が多い点と、テーマによってはその規模が大きい印象がある。適切な数と規模のテーマに絞り込み、目標を明確にすることの検討が必要である。また、CO₂の固定能測定技術、隔離技術のリスク評価技術などにおいては国際標準化の取り組みをさらに強化することも望まれる。

今後は、学術的な研究から進めて得られた成果についても、上手にアウトプットを発信することが必要である。特にモニタリング分野など、短期間で成果を示すことが困難なケースでは、他機関との優位性や比較の妥当性、世界水準を基準とする質や国際的な連携体制などの点を明確に説明することが重要である。海域でのCO₂貯留隔離の環境影響に関する評価技術は、重要な研究・技術であり、地質分野等との連携も含めて、CO₂地層貯留の研究への貢献が期待される。

3. イノベーション推進への取り組み

イノベーションスクールなどでの人材育成や企業との共同研究などを積極的に進めており、戦略メタル国内資源循環プロジェクト、アジア・スマートウォーターなどのプロジェクト開始により、イノベーションハブとしての機能を本格的に開始している。特にスマートウォーターに関する研究拠点化では、多分野に分散している水に関する技術・体制を整備しつつ、企業と連携して日本の水ビジネスを強化しようとしており評価できる。また、知的財産、国プロの先導、コンソーシアム、共同研究などに積極的に取り組んでおり、工場排水試験方法、光触媒材料等の標準化に多数の改定案を提出していることや、二酸化炭素の標準ガス作成、JIS及びISOの標準規格作成に大きく貢献している事なども評価できる。

一方、多くの技術要素について開発研究を展開しているが、どこまでを産総研が育て、どこからを民間企業に技術移転するか、そのメリハリを明確化する必要がある。また、行政や産業界を巻き込み、研究成果を売り込んでいく必要がある。そのためには、使われる分野の明確化、及びコストパフォーマンスについて、研究開始の段階から議論するとともに、種々の意見交換ネットワーク等を活用して情報を共有しつつ、ビジネスモデルの提案もできる人材の育成が必要である。

今後、イノベーション推進への取り組みという難しい課題について、全体戦略に基づいて取り組みを整理し、得意とする分野への選択と集中が必要である。また、イノベーションハブとして、より多くの民間企業との接触の機会を増やし、企業によって実用化されるものはできるだけ手離れ良く企業に技術移転し、次の新たなテーマに取り組めるようにすることが望まれる。

4. 研究ユニット運営の取り組み

部門長がリーダーシップを発揮して全体を良く統括するとともに、研究の活性化に努力しており、実験設備の共同使用やスペースの集約化、光熱水費を節約し、研究費の増分に活用している。全体として自由な発想を大事にしながらも、連携や共同研究を推し進め、新規採用者・任期付研究員に対するケアや若手研究者のモチベーション向上については、部門長・グループ長の連携で適切に対応していると評価できる。

一方、予算の重点配分については、運営費交付金の総額と個々のインセンティブ経費との量的関係が明確でなかった。また、部門内でのコミュニケーションは工夫されているが、それぞれの研究開発が個別に進められているので、さらに相互の課題の相乗効果を図る必要がある。中小事業を含め、産業界の現状把握を一層進めるために、人材育成とも併せて、工場など現場を知る機会を多く作る必要がある。

今後、開発された多くの基礎技術が、地球温暖化対策などの大きなテーマの中に生かされ、我が国の環境管理に貢献することとともに、政策提言など、当研究部門の培ってきた技術的バックグラウンドを政策面にも発揮することを期待する。人材育成では、若手研究者の環境に気を配り、産総研内において、スマートコミュニティの観点から新たな研究・技術の発掘がされるよう、より強力な連携・協力を進めることを期待する。また、モニタリングのように継続してこそ価値が出るテーマは、技術の継承を担保するためグループ内の年齢構成にも配慮することにより、さらなる継続的な発展を期待したい。

第3章

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	U	評点
ユニット戦略課題1	環境診断技術の開発	1	A	A	A	AA/A	B	B	3.8
ユニット戦略課題2	有害化学物質リスク削減技術の開発	1	B	A/B	A/B	B	B	B	3.2
ユニット戦略課題3	リサイクル技術の開発	1	A/B	A/B	A	A	B	A	3.7
ユニット戦略課題4	地球温暖化関連物質の環境挙動解明と二酸化炭素対策技術評価	1	B	A/B	A/B	A/B	A	B	3.4
戦略課題総合点									3.5
イノベーション推進への取り組み			B	A	A	A	B	B	3.5

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A/B	A	3.8
イノベーション推進への取り組み	A	AA/A	4.3
ユニット運営の取り組み	A	A	4.0
総合評点			3.6

3-1-3 環境化学技術研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

環境と経済発展の両立を可能とする化学産業への貢献を目指し、グリーンサステナブルケミストリー(GSC)に基づく「環境共生化学」を基本理念として、環境負荷となる廃棄物を生み出すことなく、再生可能資源を用いて最小のエネルギー使用量で、選択的に目的製品を製造する技術の開発に取り組む。

第3期中期計画課題

- ・ I-3-(1)-①「バイオマスを利用する材料及びプロセス技術」
- ・ I-5-(1)-④「レーザー加工による製造の効率化」
- ・ I-5-(2)-①「環境負荷物質の排出を極小化する反応、プロセス技術」
- ・ I-5-(2)-②「化学プロセスの省エネルギー化を可能とする分離技術」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

短・中期的観点から既存産業の環境負荷低減技術及びエネルギー効率向上技術の研究開発を、長期的観点からは上記最終ゴールを目指す画期的産業技術の研究開発をバランス良く進めることが目標である。産総研が産業技術向上のための公的研究開発機関であることを踏まえ、特に異分野の融合には新産業技術創出のための核となる化学技術の特徴を活かし、常に積極的に取り組むとともに、製品をイメージし、企業ニーズに適応した研究開発を行っている。

グリーンサステナブルケミストリー(GSC)並びに環境共生化学を標榜して、環境負荷物質の排出極小化、省エネ化、再生可能資源の利用等、目標が明確であることは評価できる。産業界へのアウトプットを意識したユニット戦略課題はそれぞれ進捗も順調で、課題4と5を加えてより強力な推進体制となった。国の研究機関として、先端化学材料の評価技術を積極的に主導する姿勢もよい。短期的及び中長期的視点のバランスがよく、産学官連携も活発である。経済のグローバル化と原料確保の視点から、東南アジアや米国との連携を積極的に進めて、日本の化学産業の優位性確保への貢献を期待する。

一方、国内外における優位性・特徴に対する説明が不足している。数値目標の設定でもより明確な説明が必要で、研究開発の効果はGSCの指標で示す必要がある。研究課題がビジネスとして成功する要因について掘り下げた検討が必要である。目標や計画はローリングプランとして見直す(確認する)議論が必要である。各ユニット戦略課題については、昨今の資源・エネルギーを取り巻く劇的な変化に対応した研究の方向性も必要である。アウトカム達成に加えて、次の研究立案に資する材料、コアとなる研究成果を得ることも重要である。戦略的海外連携という面はやや弱い。

今後、バイオ技術や物理的手法をうまく取り込みながら、長期的な視点でのミッション遂行が望まれる。環境負荷低減への貢献はテーマ毎に意識されているが、省エネ省資源の観点や間接的な影響を考えると、トータルでプラスになっているか判断は難しい。さらに検証を掘り下げることが重要である。課題毎にアウトカムへの貢献を確認し、研究者と共有しながら研究を進めることも必要である。研究部門全体の課題、環境・エネルギー分野内研究ユニット等の組織、内外機関との連携などを整理したマップ的資料があるとよい。優先順位の低い課題も存在してよい。それらの存在理由を共有するための基本的な設計図にもなる。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】再生可能資源を利用する材料・プロセス技術

国際競争力のある産総研独自のバイオ由来化学品生産プロセスの確立を目指し、各基盤技術の確立を図るとともに実用化指向の全体プロセス設計・評価を行っている。具体的には、バイオエタノール等の低級アルコールをオレフィン等の有用化合物に変換する触媒や製造プロセスの開発に加え、バイオ法と化学法のベストミックスによる基幹化学物質(有機酸等)や機能性素材(バイオ界面活性剤等)の量産技術に取り組み、これらバイオベース化学品の用途開拓も進めて幅広い産業分野への導入を目指している。

化石燃料からバイオ資源型への移行は現代社会及び産業界の要請を反映した的確なロードマップ、アウトカムとなっており、研究ユニットの特徴を生かしたバイオ法と化学法のベストミックスの考え方は現実的で、評価できる。固体酸触媒を用いるバイオエタノールからプロピレンへの変換で効率40%のプラント稼働を成功させるとともに、バイオプロセスに特徴的な光学活性品の製造にも可能性を示している。

一方で、プロピレン収率35%以上といった数値目標の難易度・現状の国際水準との対比は示されていない。ビジネスにつなげるには、石油化学と比較したコスト目標設定が重要である。現時点の達成度の算出根拠や副生グリセリンなど原料の安定調達性なども不透明である。純化学工業は精製された原料を要求す

第3章

るのに対し、微生物による変換では精製度が低くても対応できることなど、バイオ法の特徴や優位性はもっと強調できる。グリセリン酸やレブリン酸からの化学品合成が環境負荷低減になるのか、LCA的な評価をあらかじめ示す必要があるし、産総研がどこまでスケールアップをやるべきかは議論がある。

バイオリファイナリーは重要な研究開発であるが、今後、石油、天然ガス等の価格変動で評価が急転する可能性もある。定期的に目標を見直しつつ、確固とした信念による研究開発継続が望まれる。実プロセスで不純物の処理など現実的な問題に対処することは重要である。産総研内のバイオマス化学研究連合が強力に発展することを期待する。雇用も含めた産業構造の変革や海外への技術移転の上で、基幹物質の持続的製造プロセス確立は極めて意義深い。我が国の産業目標としてのビジョンを示して、内外へのアピールを期待する。

【ユニット戦略課題2】環境負荷物質の排出を極小化する反応・プロセス技術

反応過程で発生する副生廃棄物等の環境負荷物質の排出を極小化する化学反応システムを開発し、それによりクリーンかつ省資源・省エネルギーなプロセスによる高機能部材製造技術の開発を目指す。「過酸化水素による選択酸化技術」、「ナノ空孔反応場利用技術」、「ヘテロ元素系反応技術」のサブテーマからなっている。

過酸化水素による選択酸化技術は産業上の成果を挙げており、工業的な手法として一つの分野を確立しつつあることは評価できる。高付加価値製品合成のために、近年発達が著しいナノ空間材料を利用するとともに、リン、フッ素などのヘテロ元素を含む材料の新しい合成法を提案し、有機ケイ素は未来開拓プロジェクトとして研究の加速が期待される。新規に開発した難燃剤やフッ素系発泡剤もこの分野での優位性を示している。プロセスの無駄を示すE因子（副生成物量/目的生成物量）の低減を目指す価値は高い。

一方、ロードマップの目標設定では「化学産業」や「廃棄物」の範囲が不明確で、10%という数値の解釈が難しい。目標とする反応率や選択率についても掲げる数値の根拠、意義を明確に示す必要がある。用いる独自技術の内容や優位性に加えて、個別の研究成果の産業・社会へのインパクト、メリットがわかりにくい。E因子などGSC特有の指標で効果を示す必要があり、最終目標値に加えて、途中経過でも評価がなされれば研究進捗の見極めにも有効である。CO₂からの有用化学品創出はマスコミ受けしやすいが、CO₂と反応できるのは化学ポテンシャルの高い（価格も高い）分子に限られる。企業サイドの評価に留意し、利点を冷静に検討して進めることが必要である。

今後、一般社会や産業界に存在感を示すには、「これができたらこうなる」というストーリーの平易かつ具体的なアピールが必要になる。どのような基盤技術を発展させていくかを明確にし、内外との協力を深めてほしい。有機ケイ素研究は画期的で、高度な構造制御による革新的な触媒の創出と、それに続く高性能部材の創出につながる。問題点を一つずつ解決して成功することを期待する。企業への個別のソリューション提供に終わることなく、技術として一般化する（科学/化学規則の提示など）より高い方向を目指すことが望まれる。

【ユニット戦略課題3】化学プロセスの省エネ化を可能とする分離技術

原理的に高効率な膜分離法及び産業分野で広く利用されている吸着分離に関して、膜素材・吸着剤の開発から、モジュール化・システム化・評価・解析などの性能実証までに必要なすべての技術を発展・融合するとともに、技術の用途開拓を積極的に推進し、広く社会に貢献することを目指している。

膜分離プロセスの評価解析手法として、圧力依存性を導入した基礎式は極めて実用的で、評価できる。適用分野が比較的想像しやすい技術であり、具体的なアウトカムの提示が明確である。企業への技術紹介や性能実証を容易にするために、自らモジュールや厚膜固定基板等を試作・提供していることも評価される。ヒートポンプ材料として新規ナノ吸着剤を開発し、低温でのデシカントサイクルを可能にしている。

一方、達成目標と企業のニーズの要求レベルの関係や他機関に対する優位性は明確ではない。例えば省エネ効果、装置コスト低減による投資効果、気体分離膜の必要性、市場性等を明示する必要がある。ナノ多孔質吸着材など、省エネ目標値は素晴らしいが、現状での到達レベルはわからない。各技術の産業インパクトと対比の上成果を評価することが重要である。

分離機能については、今後、もう少し基盤に戻った研究が必要である。現在は気体分離が中心であるが、水処理等も視野に入れた基礎的な取り組みを期待したい。ユニット戦略課題間や所内連携（コンパクト化学システム研究センターや先進製造プロセス研究部門など）から新たな基盤研究や応用展開が生まれる。これまで気体分離膜で真に実用化されたものはなく、気体分離膜をフィールドに定着させるため（実工場でのパイロット運転から）、企業の強力的な共同開発体制が重要である。分離膜は対象や用途によってきめ細かなカスタマイズが必要であり、早い段階で産業界と接触し、実用化に必要な基準や仕様を把握することが望まれる。

【ユニット戦略課題4】産業の環境負荷低減を図るレーザー化学技術

レーザー応用技術をベースに、光反応の特異性に着目し、ポリマー・ガラス・セラミックスなど様々な材料の化学特性に対応した光化学表面反応プロセスについて、省エネルギー型レーザー局所場処理技術として研究開発を推進している。具体的には、自動車等の輸送機器の抜本的軽量化に資する難加工性複合材料の革新的加工技術及び省工程オンデマンド加工技術の開発を行っている。

レーザー化学と材料のグループが融合して、分子構造・メソスケール構造を理解した新材料の加工技術を開発することは評価できる。レーザー加工技術を産業界の環境負荷低減に生かすべく、自動車製造工程に適用するためのタクトタイム（部材処理時間）として明確な目標を設定している。炭素繊維強化プラスチック（CFRP）など異質材料の利用拡大を予測した切断技術開発に加えて、基礎技術向上のための研究計画も同時に設定し、半導体製造への展開も視野に入れて微弱出力レーザーにも取り組んでいる。

一方、化学的な手法を活用して得られる知見について、具体的な内容が掴みにくい。加工技術の現状と問題点などと対比の上で、研究開発の目標を示す必要がある。局所場技術の国内外に対する優位性や技術開発のスピード感も明らかではない。光反応にこだわり過ぎると、市場の小さい研究に陥る危険性がある。省エネや環境負荷低減については、他の課題と同じ指標での評価が必要である。

加工法と新規材料の開発は車の両輪であり、今後は研究部門内で他の研究課題、メンバーとのシナジーを考慮し、人材の融合も含めてユニークな成果を得ることを期待したい。所内の他の研究グループとの目的の違いや特徴をアピールするとともに、研究ユニット内連携を活発化し、相乗効果や研究の骨太化を期待する。光化学反応利用の加工技術はシーズ指向的でもある。早い段階からオープンイノベーション型、また企業と組んで市場ニーズを開拓する必要があり、工作機械メーカー等との協調・競争も期待する。レーザーによる熱反応の解明や微弱出力レーザーの進展（解像度向上）にも期待する。

【ユニット戦略課題5】先端化学材料の評価技術

化学材料の耐久性評価としての加速劣化試験法の開発、構造・機能評価法の高度化、材料設計指針の確立を推進している。加速劣化試験法開発では汎用耐候性試験装置を用い、OHラジカル等に関する大気化学の知見を積極的に活用した独自の試験法を開発し、構造・機能評価法の高度化では多様な評価・分析装置を用いた新しい評価法を開発し、劣化機構の解明を目指している。材料設計指針の確立ではこれらの結果をフィードバックして、既存材料の改良や新規材料の創出を目標としている。

技術研究組合CEREBAIにおけるオープンイノベーションを支援する研究開発として、化学材料の耐久性等共通基盤的な評価研究を設定したことは、化学産業の国際競争力の強化につながり、評価できる。工業製品の評価基準は材料劣化による事故防止や高耐久化設計を促進するばかりでなく、世界の技術の先導にもつながる。公的研究機関の実施内容として、アウトカムは明確である。意識して多分野／異分野のメンバーを集める組織編成もよい。企業一社では提案が難しい評価方法もあり、新たな技術基盤づくりが期待される。水蒸気バリア性等の評価法はそれぞれ全く異なるが、劣化試験法などの開発と機能評価の高度化、さらにはその総体としての国際標準化というプロセスは集中することでスケールメリットが得られる。

一方、ユニット戦略課題としては当面所内ニーズに沿うかたちでも、ロードマップ等を早急に設定することが必要である。水蒸気バリア性のように、企業等で既に評価がなされているものは比較優位性を明確にする必要がある。モジュール性能（製造メーカーは非公開）と素材性能の関連が不明確な状況では本研究の出口は担保されない。その相互関係を明確にする仕組み作り（組織・運営・技術組合など）が当面の課題である。

今後は、開発した評価技術が国際的な標準規格、評価方法として認められることが最終ゴールとなる。個別の事情を抱えた産業界、研究組合、産総研との間の上手な協調・競争によりwin-win関係の実現を期待する。論理的な検討が必要な複合材料では、計算科学の支援など、大学を加えた総合的な検討体制もありうる。材料劣化の機構解明と制御は工業製品の品質と我が国産業の国際競争力を高める。大学でも研究が少ないので、個別の事象の中に共通点を見いだすなど地道かつ果敢に挑戦し、理論を含めて学問としての体系化を期待したい。競合メーカーが参加する研究組合内では従来、踏み込んだ評価はできなかったが、個別共同研究等で補完できればより魅力的になる。単なる共同利用センターではない機能を強調してよい。多くの分野の研究者が関わり、分野融合促進も期待できる。ものづくりそのものではないので、携わる研究者のモチベーションを高めるために、新たなルール作りが望まれる。

3. イノベーション推進への取り組み

独自の水平・垂直連携の考えのもとに、イノベーションハブを意識した取り組みを展開している点は評価できる。複数の技術研究組合と連携を組み、運営のできる人材を配するなど中心的な役割を担うとともに、

第3章

産業と密接な研究体制を作り上げることで、オープンイノベーションに尽力し、迅速な製品化に貢献している。水蒸気バリア性、バイオマス含有量の計算法、生分解性、フッ素系冷媒燃焼性に係る評価など、評価方法や材料の国際標準化での貢献は高く評価できる。大学との交流や地域・中小企業への目配りも適切である。ポストクの脱アカデミア志向など、産業人材育成に大きな効果を挙げている。

一方で、イノベーションに対してもっと高い目標と国際的なベンチマークを設定し、ビジョンを共有し、世界に冠たる組織としての運営も必要である。多くの機関との連携が示される中で、国際的な連携はあまり見えていない。オープンにできるプロジェクトは自由に行い、クローズドなものでは適切な契約を行うなどして推進する必要がある。関係業種においてはこの研究部門の認知度は高いと思われるが、広報活動や一般啓発にさらに積極的に取り組むことで、研究活動や成果が理解されるような努力が求められる。

今後、評価技術の国際標準化では、各国の企業がせめぎあう中でどのような方法で競争力強化に活かすかについての戦略作りを期待したい。研究者として大学と国研の双方を経験する人事交流ができることよい。海外への長期派遣や受け入れに加えて、産業界で需要の高い化学工学等の人材供給も期待される。産業基幹材料と化学プロセスの革新は極めて重要であり、社会や研究情勢の変化を捉えて計画等を見直すなど、迅速で柔軟な対応が必要である。産業界の理解者として国政、国策への主体的な提言も期待する。イノベーションハブの構築には至っていないが、目標地点は見えている。連携業務が過度の負担にならないように留意しつつ、内外の機関との一層の連携と成果発信が望まれる。

4. 研究ユニット運営の取り組み

多様な研究グループの自律性を尊重しつつ、一つのストーリーで束ねあげ、個性を持ち機能的に動く研究部門に進化したことは評価できる。進捗の把握と方向性の助言など、ユニット運営に必要なPDCAサイクルが回っている。競争的外部資金獲得に向けた支援体制、所内連携、分野融合への取り組みは良好で、トータルとして大きな予算を獲得して多くのプロジェクトを実施している。部門内部グラントを設定し、新たなシーズ創出と若手育成を結びつけている。若手に早くからリーダーとして責任を持たせていることも評価できる。研究スペース集約化や機器の共用化も積極的で、研究の効率化・合理化を図っている。

一方で、技術研究組合への人的資源を投入し、職員が二足のわらじを履く状況もある。組合は活動の場を広げる一方、過重労働負担や本来の研究業務の質・量の低下を招かないよう、多方面からの対策が必要である。メディアを過剰に意識する必要はないが、目的・目標の設定・表明に社会や学界へのインパクトを意識すると一層の説得力を持つ。評価資料作りや発表会準備などで、広報担当とのよき連携が望まれる。中小企業については、額が少なくとも共同ファンド等で優先させるようなシステムが必要である。内部人材育成や研究ユニットのポテンシャル向上のためにも、若手研究員の貢献や萌芽的研究の成果を「見える化」する努力が必要である。

今後とも積極的な運営に加えて、成果のインパクトを幅広にとらえてアピールする積極性も必要である。技術研究組合や材料評価研究などは、かえって論文等の成果を増やすという説明であった。是非そうなるように実績をあげるとともに、他の課題でも論文化とともに、意欲的な知財確保を期待する。

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	U	評点
ユニット戦略課題1	再生可能資源を利用する材料・プロセス技術	1	A	A/B	B	A	AA/A	A/B	3.8
ユニット戦略課題2	環境負荷物質の排出を極小化する反応・プロセス技術	1	A	A/B	AA/A	A/B	A	A	3.9
ユニット戦略課題3	化学プロセスの省エネ化を可能とする分離技術	1	A	A/B	B	A/B	AA/A	A	3.8
ユニット戦略課題4	産業の環境負荷低減を図るレーザー化学技術	1	A	B	A/B	A/B	A	A	3.7
ユニット戦略課題5	先端化学材料の評価技術	1	A	B	A	A	A	AA	4.0
戦略課題総合点									3.8
イノベーション推進への取り組み			AA/A	A/B	C	A	AA/A	A	3.8

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A	A	4.0
イノベーション推進への取り組み	A	A	4.0
ユニット運営の取り組み	A/B	A	3.8
総合評点			3.8

3-1-4 エネルギー技術研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

太陽光、風力、水素、クリーン燃料等のクリーン・エネルギーの研究開発、燃料電池等分散型エネルギー源の開発、蓄電、蓄熱、水素貯蔵等のエネルギー貯蔵技術の開発、及びこれらの技術を体系的に統合化し電力・ガス・熱の需給を適切にマネジメントする分散型エネルギーネットワークの研究開発を行い、高効率・低環境負荷で柔軟性・利便性の高いエネルギー供給が可能な総合エネルギー産業の成長と、我が国の長期的エネルギービジョン、エネルギー政策の立案に貢献する。

第3期中期計画課題

- ・ I-1-(2)-②「風力発電の高度化と信頼性向上」
- ・ I-1-(2)-④「次世代型太陽光エネルギー利用技術」
- ・ I-1-(3)-①「エネルギーネットワーク技術の開発」(I-2-(2)-①へ一部再掲)
- ・ I-2-(1)-①「次世代自動車用高エネルギー密度蓄電デバイスの開発」
- ・ I-2-(1)-②「燃料電池自動車用水素貯蔵技術の開発」
- ・ I-2-(2)-①「エネルギーマネジメントシステムのための技術開発」(I-1-(3)-①を一部再掲)
- ・ I-2-(2)-②「燃料電池による高効率エネルギー利用技術の開発」
- ・ I-2-(2)-③「未利用熱エネルギーの高度利用技術の開発」
- ・ I-3-(2)-②「次世代ガス化プロセスの基盤技術の開発」
- ・ I-6-(1)-①「革新的なエネルギーシステムの分析、評価」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

再生可能エネルギーを大量に導入しつつ、高効率なエネルギー需給、エネルギー利用効率の向上を実現する分散型エネルギーネットワークシステムの構築を目指している。多様な技術を導入して構築したサブシステムを、それぞれの特性を活かしたエネルギー・オプションとして分散配置するとともに、全体を統合して効率よく運用するシステムの構築は、エネルギー危機に対する「備え」としても有効である。このため革新的なコンセプトに基づく材料の開発から、熱電変換素子、色素増感太陽電池、革新型二次電池等デバイス開発、固体酸化物形燃料電池(SOFC)等システム開発、最終的なエネルギーネットワークの実証など、基礎から出口直前に至るまでの広範囲の段階にまたがる本格研究を通して分散型エネルギーネットワークシステムの実用化を目指している。

エネルギー全体の課題を俯瞰的に捉え、システム技術と個別技術の両面でバランスよく網羅し、高水準での確かな課題・テーマを設定していることは評価できる。材料の劣化メカニズムの解明やエネルギー技術導入シナリオ分析等、産総研ならではの客観的、第三者的、公的ポジションでの基盤技術にも取り組んでいる。大震災以後、急激に変化しているエネルギー問題に対し、ロードマップを改定するとともに、福島新拠点の設立や次世代風力発電技術開発など組織的な対応も評価される。

一方、全体的に研究ユニットが取り組む技術が実現した場合の社会等に対するインパクト・貢献度合いが分かりにくい。取り組むべき対象フィールドを把握し、全体像の中で各要素研究の位置付けを明確に設定する必要がある。ユニット戦略課題の切り分けについては、過去の経緯に引きずられずに枠組みの変更を検討する必要がある。目標設定の妥当性、資源配分(人材・設備・予算)の考え方、計画に対する進捗・課題、他の機関に対する優位性・連携・競合・すみ分け等の説明も必ずしも十分ではない。

東日本大震災以降、エネルギー研究はスピード感が求められている。社会情勢や政策の変化に対応して、戦略や研究課題も柔軟かつ的確な見直しが必要である。各々の課題の複雑な関連性を整理し、技術のステップアップへの道筋と課題を全員で共有するためにも、ステージゲート法などの研究開発マネジメント管理手法の体系的導入は検討に値する。また、所内の力を結集して進める分野と外部機関との協力や交流によって進めるべき分野の位置付けを明確にするとともに、対象フィールドを、必ずしもエネルギーシステムの構成要素だけではなく、現状把握(統計データベース化)、評価(分析、モデリング)、設計(デザイン)、予測(シミュレーション)とするような研究体制も検討する必要がある。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】高効率エネルギーマネジメントシステム技術に関する研究

時間変動の大きな再生可能エネルギー群を蓄電システムへの依存をできるだけ少なくしつつ大量に導入するために、電力及び熱エネルギーネットワークにおけるエネルギー平準化のための要素技術、これらを

第3章

つなぐ電力変換器群等のハード技術、及びそれらをインテリジェントに制御するソフト技術の開発を行い、新しいエネルギーマネジメントシステムの提案に取り組んでいる。

SiCを凌駕するダイヤモンド半導体などパワーデバイスでは世界最高水準の研究開発で、電力変換の技術革新を進めている点は評価できる。寒冷地等のエネルギー利用を考慮して風力発電と温水蓄熱とを組み合わせるなど、変動の大きい分散エネルギー源の発電適地を拡大している。次世代風力発電における日本独自のモデルの構築とIEC国際標準化への取り組みは意義が大きい。

一方、システム技術ではなくシステムのための技術開発になっており、全体的に本技術が実現した場合の社会へのインパクト・貢献度合が分かりにくい。パワーデバイスでは新型半導体への移行需要、耐久性、信頼性、コスト等、様々なシナリオで臨むことが求められる。

要素技術からではなく、「エネルギーマネジメントシステム」を中心に据えた研究手法の位置付けが重要である。要素技術では電気自動車（EV）への充電や家庭用コジェネレーションなど、系統安定化を実現する対象機器の範囲を広げるとともに、気象情報やビッグデータの解析・活用も期待される。国際標準化の対象は数多く存在するので、保有する基盤技術や人的資源を活用して取り組みの幅を広げることが期待される。

【ユニット戦略課題2】住宅用エネルギーシステム技術に関する研究

電力・熱統合型大規模エネルギーネットワークの下流側に位置する個別・集合住宅への自然エネルギーの導入拡大のためには、太陽光発電、蓄電池などの個別技術の高度化とともに、電力の負荷平準化と新たな運用を可能とする技術の導入が不可欠であり、要素技術とエネルギーシステム管理手法を総合的に開発する橋渡し研究を進めている。

システム技術（マネジメント）と個別技術（太陽光変換技術、二次電池、キャパシタ等）の両面を対象とし、後者では酸化物光電力水素製造やCO₂とギ酸の相互変換など極めて革新的な技術にも取り組んでいることは評価できる。

一方、住宅用マネジメントシステム（HEMS）に特化するのであれば、企業の取り組みとは異なる達成目標の差別化や高度化が必要となる。電気のみならず、熱エネルギーの利用、高効率化も大きな課題である。個人住宅向けにはコストやシンプルさも重要であり、もう少し大きな単位での熱電利用も含めるとよい。キャパシタ等の蓄電池関連技術では民間企業との役割分担が分かりにくく、色素増感太陽電池では太陽電池の普及や価格低下も踏まえた用途や価格目標等の再考が必要である。

今後はデマンドレスポンスなどの要素も取り入れた統合制御が重要になるので、将来のHEMS機能のあり方、市場性や経済効果も視野に入れた目標設定が必要である。住宅構造や素材等を研究する部門との連携により、また国際共同研究のようなスキームを効果的に活かして、さらに省エネルギーに対応する必要がある。ソフトと組み合わせたソリューションの研究も重要で、自らがシステム設計に乗り出すことも期待される。

【ユニット戦略課題3】次世代高効率分散電源技術に関する研究

エネルギーネットワークシステムにおいて重要となる分散電源として期待されるSOFCをさらに高効率化・高信頼化するため、燃料利用率の向上や排熱の有効利用、劣化機構解明・信頼性向上技術、水電解・燃料電池を組み込んだ統合型水素エネルギーシステムの研究に取り組んでいる。

4万時間で性能低下10%未満という目標のもとに、SOFCの劣化機構解明、信頼性向上、高耐久化に関して着実な成果を挙げたことは評価できる。世界に先駆けた商品化を支える基盤技術としてアウトカムに貢献した。更なる高効率化として、残留燃料有効利用、排熱有効利用の観点から複数の手段が検討されており、順調に進展している。統合型水素エネルギーシステム等、先を見た独自性の高い研究に取り組む一方、ナノドットでバルクな熱電変換素子で大幅な性能向上を実現している点を高く評価する。

一方、SOFCでは効率や耐久性の目標が低い。耐久性は不十分でも効率だけなら60%の装置（低位発熱量:LHV）が外国で既に販売されている中、もっとチャレンジングな目標設定が必要である。将来、石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）、コンバインドサイクル発電（CC）、水素への発展を提案しているが、技術仕様の具体的な目標や課題設定は不明確である。結果として複雑で取り扱いが難しいシステムとならないよう留意が必要である。様々な技術からなる本課題では固体高分子形燃料電池（PEFC）における定置用と輸送用との研究連携等、内部の連携体制がわかりにくい面がある。

燃料電池の耐久性は10年以上（連続稼働で9万時間）が要求されており、今後は材料開発や生産技術にまで踏み込んだ、さらなる進展を期待する。燃料電池利用の拡大にはコスト低減の研究に加えて、バイオマス等の液体燃料のハンドリング技術が極めて重要であり、この分野での研究の発展が大いに望まれる。SOFC以外の水素、IGFC、CCなどの技術分野への展開もロードマップに掲げて推進することが望まれる。

熱電変換材料研究においては表に出にくい基礎研究部分の強化を期待する。

【ユニット戦略課題4】水素エネルギー技術に関する研究

2020年代後半以降に期待される燃料電池自動車の本格普及実現に向け、その鍵となる水素の貯蔵技術の開発が求められている。既存水素貯蔵材料の改良では産業界の求めるレベルへの到達は困難であり、新たな材料設計技術の開発に向けて長期的視野に立った基盤研究を実施し、同時に普及初期（2015～20年頃）での部分導入に対応した材料開発を進めている。

最先端の解析装置を駆使して水素貯蔵の特性や反応機構の高度な解明を行い、特性低下要因として格子欠陥等を明らかにして、積層合金の開発につなげたことは評価できる。産総研の知財公開に伴う波及効果も大きい。

一方、本課題の名称は幅広いが、内容は金属系水素吸蔵合金の開発のみである。水素貯蔵は各種の研究が行われており、金属系水素貯蔵の優位性や実現可能性はライバル研究との比較が必要である。構造解析等の著しい進展が、目標値である貯蔵量に反映されていない点も惜まれる。2030年までに5質量%という目標はかなりハードルが高いように感じられる。自動車業界と直結した研究であり、企業の研究開発との相違点の明確化とともに、目標性能の設定のためにも燃料電池自動車（FCV）開発企業との連携が必要である。

今後は、経済産業省のFCV普及シナリオとより整合を図って研究開発の管理と見直しを進め、他の要素研究、システム研究との関わりも明示することが期待される。中性子線回折、陽電子消滅などの手法は他の材料研究の基礎を担うことも可能であり、国際拠点化などこの強みを十分に生かした展開を期待する。

【ユニット戦略課題5】エネルギー資源変換技術に関する研究

クリーンコールテクノロジー（CCT）の中核技術として石炭火力を中心とする利用技術の低炭素化を進めることが喫緊の課題である。このため大規模発電用ガス化システム開発に資する基盤技術を開発している。さらに、低品位炭から灰分を除去した無灰炭の製造技術を開発するとともに、それをを用いた高効率低温触媒ガス化技術の開発を進めている。

「エクセルギー再生産」という概念はそれほど新しくはないが、これを大規模スケールで実現しようとするのは貴重な取り組みであり、基礎と応用の両面から着実に研究を進めていることは評価できる。石炭のデータベースセンター、石炭中微量元素の分析方法の標準化等、産総研ならではの内容で、外部との連携も適切である。

一方で、民間でもガス化の技術開発は進んでおり、産官学の役割分担をもう一度確認する必要がある。他機関との比較の上で産総研の強みとする基盤技術とは何か、実用プロセスのどこに位置付けているかを明確にし、民間では踏み込めない領域に特化した技術開発を進めるべきである。プラント内部は相当の高温でかつ研磨剤に等しい粒子が高速で循環することから、性能目標を明確にし、メンテナンス、寿命、更新を含めたコスト試算も必要である。

石炭ガス化複合発電（IGCC）やIGFCはコスト高であるが、熱技術として技術基盤を底上げするポテンシャルを有する。現時点では発電コストには必ずしもこだわらず、化学エネルギー再生ならではの価値や目標の設定が望ましい。大型炉の設計技術やエンジニアリング技術も必要で、適切な連携が求められる。非在来型資源への応用や、コストダウンによる発展途上国向けビジネスとしても有望であり、海外との共同取り組みを期待する。

【ユニット戦略課題6】エネルギー技術評価に関する研究

持続可能な社会の構築に必要な革新的エネルギー関連技術にかかわるロードマップやシナリオの分析、評価、策定等を行い環境・エネルギー関連の政策立案等に貢献する。具体的には、エネルギー技術導入シナリオ分析・評価と、国際枠組みにおける緩和技術普及メカニズムの研究を実施している。

政策ニーズ対応研究であり、必ずしもマイルストーン等は明確ではないが、中長期的視点で国の施策に寄与する計画は評価できる。大震災で前提条件が大きく変化し不透明性の増大する現状下、公的で客観的なポジションで革新的エネルギーシステムの導入可能性評価を迅速かつ着実に推進している。重要で微妙な問題を含むが注意深く科学的に議論し、国内外の政策や標準化にも貢献している。

研究手法としては、MARKALというツールに依存しすぎている面があり、エネルギー総合工学研究所、三菱総合研究所、日本総合研究所等他機関のモデルと比較をした上で、長所・短所を加味した評価も必要である。研究成果は著名な国際誌に発表し、成果発信という形で国際社会に貢献する必要がある。

今後のエネルギー需給分析には複雑な国際情勢を踏まえたグローバルなデータベース構築と解析が不可欠である。経済産業省、国立環境研究所、地球環境産業技術研究機構、エネルギー総合工学研究所、民間

第3章

シンクタンクその他、より一層の国際機関や海外の研究者との交流や積極的なコラボレーションが重要になる。中立な立場で経済学などとも組み合わせると、エネルギー戦略の切り札となり得る。体系的シミュレーションにもっと力を入れて、発言力の強化を図るべきである。政策提言に加えて、技術開発部隊を持つ自らの方針決定にも役立つような、他のシンクタンクにはまねのできないアプローチが望まれる。国際標準化での主導的立場も期待される。

3. イノベーション推進への取り組み

我が国最大級のエネルギー研究組織として、多くの情報発信や積極的な産学官連携等により、着実に社会に成果を還元していることは評価できる。米クリーン・エネルギー技術協力や国際標準化の取り組みを通して、日本の技術の海外展開を加速する機能を担っている。国内外と広く共同連携することにより、研究に広がりが出てきた。

一方、日米協力等が外部や上部からの要請で始まっているように、組織として受動的な面がある。大学や企業ではできない社会貢献を目指して、自らが発案してより積極的に取り組む必要がある。外部資金や共同研究は多いが、企業からの資金提供型共同研究の比率は低い。NEDO等他機関との連携強化の方策を組織全体で考えていく必要がある。イノベーションハブは形成途上にあり、材料や情報通信分野を巻き込んだ所内でのハブが見えるようになるとよい。研究成果の対外的PRは不十分で、専門家のみではなく、一般人にも分かり易く取り組みや研究成果を広報して、社会からの評価を高める努力が必要である。

今後は異業種との交流から生まれるイノベーションが期待される。エネルギー技術開発や評価の研究を行う外部機関は多いので、産総研の特徴を明らかにした上での連携や優位性アピールが望まれる。国際標準化においては組織的な活動に加えて、日本の顔として交渉の舞台でリーダーシップを発揮できる専門家の育成が求められる。

4. 研究ユニット運営の取り組み

早期に成果を達成すべく新たな研究センターを生み出し、着実に次の種を育成している点は評価に値する。適切な組織運営や内部連携を進め、地味ながらも研究者の育成と社会への成果還元を進めてきた。複数のサイトにまたがる大所帯を束ねつつ、当該分野の中核研究ユニットとして所内外と連携し、日米研究協力の推進、福島新拠点設置における風力発電グループの新設など、柔軟な運営を行っている。

一方で、常識を打ち破るイノベーション的成果は少ない。イノベティブな研究ができる環境・しくみ等の整備、さらなる異業種連携・交流の推進が必要である。研究者の自由な発想に基づいた萌芽研究ではない、産総研としての基礎研究を戦略的に選択・強化することが求められる。次世代を担う若手研究者が少ないことが問題であるが、在外研究以外にも若手研究者の育成方法を工夫し、技能の伝承、職場の活性化、年齢構成の是正を図るべきである。外部資金の活用は大切であるが、研究マネジメントの一貫性も重要である。

今後は、大手企業など国内外の機関との連携や共同開発をさらに拡大するとともに、よい発想と成果を生む柔軟な組織を保つ工夫を期待する。産業のための最先端の基礎研究というジャンルが確立できるとよい。イノベーションのみならず、技術のインキュベーションへも発展させ、ビジネスマインドを持った研究業務を進めることが期待される。

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, ...)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	U	V	評点
ユニット戦略課題1	高効率エネルギーマネジメントシステム技術に関する研究	1	B	A/B	A/B	AA/A	A/B	A	AA/A	3.8
ユニット戦略課題2	住宅用エネルギーシステム技術に関する研究	1	A/B	A/B	A/B	A	A/B	A	A	3.7
ユニット戦略課題3	次世代高効率分散電源技術に関する研究	1	B	A	A	A	A/B	AA/A	A	3.9
ユニット戦略課題4	水素エネルギー技術に関する研究	1	A/B	B	A/B	A/B	B/C	A/B	A	3.4
ユニット戦略課題5	エネルギー資源変換技術に関する研究	1	B	A	A/B	A	A	A	A	3.8
ユニット戦略課題6	エネルギー技術評価に関する研究	1	B/C	A/B	A/B	B	A	A/B	A	3.4
戦略課題総合点										3.7
イノベーション推進への取り組み			B	B	A/B	A/B	A	A	A	3.6

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A	A/B	3.8
イノベーション推進への取り組み	A	A	4.0
ユニット運営の取り組み	A	A/B	3.8

総合評点

3.7

3-1-5 安全科学研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

安全と持続可能性を同時に追求する科学を確立し、豊かで安全な社会を実現するために、環境保全、産業安全や持続可能性に関わる評価手法を開発し、その評価結果やデータの発信と市民・産業界・行政での普及を支援する。また、評価結果に基づく政策提言や評価手法の国際標準化などへの取り組みを通じて、産業の国際競争力の強化に貢献する。

第3期中期計画課題

- ・ I-3-(3)-①「マテリアルフロー解析」
- ・ I-6-(2)-①「サステナブルシステム及び技術評価」
- ・ I-6-(2)-②「持続性指標の活用による低炭素社会システムの評価」
- ・ I-6-(3)-①「先端科学技術のイノベーションを支える安全性評価手法」
- ・ I-6-(4)-①「産業保安のための安全性評価技術、安全管理技術」
- ・ I-6-(5)-①「リスクトレードオフを考慮した評価及び管理手法の開発」
- ・ I-6-(5)-②「爆発性化学物質の安全管理技術の開発」
- ・ IV-2-(3)-②「社会の安全・安心を支えるデータベースの整備」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

事故や災害の被害予測、技術や製品の健康・環境・経済への影響評価など、幅広い分野にわたる評価技術を総合し、科学的な評価のみならず社会的な評価も同時に行うため、総合的なリスク評価・管理手法を開発し、その普及と標準化を目指している。

政策ニーズ対応型研究を中心に、化学物質リスク、LCA（ライフサイクルアセスメント）、爆発・産業保安の実績をバックグラウンドとして、安全科学研究に向けたロードマップを設定し、評価手法の開発、調査結果やデータの発信と活用、産業の国際競争力強化に取り組んでいる。研究を進めるに当たって、科学的な評価だけでなく社会的な評価も同時に行う総合的な手法の開発に取り組むとともに、新技術・新社会システムを対象とする姿勢は独法の研究組織としては適切であり、我が国のリスク研究をリードしている。

一方、3つの研究センターを再編して発足した「安全科学」を標榜する研究部門としての優位性や特徴を明示し、課題相互の連携や協力による融合・統合を推進する方策を明確に提示する必要がある。また、安全科学の意義を広く一般国民に周知し、成果のアピールをより積極的に行う必要がある。

今後は産業ニーズと社会ニーズのバランスに配慮し、独自性のある研究成果を挙げることを期待する。その際、安全科学の対象は製造時の作業環境や製品の使用・廃棄時の環境などに大別され、対応する法律も異なることに留意する必要がある。領域横断のテーマについては、他の研究機関や大学との共同研究が欠かせないので、当研究部門の強みとニーズの把握を行い、取り組みの明確化と組織の方向付けが望まれる。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】新規技術体系のリスク評価・管理手法の研究

持続発展可能な社会に向けて、新規技術の開発を促進しリスク評価・管理のあり方を検討するため、重要な事例研究としてナノ材料のリスク評価手法に関する研究を進めている。ナノ材料のリスクを明らかにし、健全な技術開発と市場化を図るため、代表的なナノ材料のリスク評価書の作成や許容暴露濃度の提案に加え、実社会でのリスク評価・管理に資する事業者による自主安全管理技術、及び行政による管理のための効率的な有害性評価技術の開発を行っている。

ナノ材料を対象にして、安全な管理技術と有害性評価技術に着目したリスク評価手法の構築を進めており、産総研の知見を発展させた挑戦的な課題である。成果として、ナノ材料の作業環境における許容暴露濃度を提案し、作業者を対象としたリスク評価書を公表している点は国際的に高く評価される。また実用性の観点から、事業者によるナノ材料の簡易自主安全管理技術の構築、行政側のナノ材料の効率的な有害性評価技術の構築という、両者の補完的アプローチは安全性を確保する点で優れている。

一方、ナノ材料に関して最も曝露量が多い作業環境（吸入）に着目してリスク評価を行っている点は合理的であるが、ナノ材料のライフサイクルの観点から、他の曝露シナリオ（経皮、経口）の検討も必要である。また、自主安全管理技術の構築について、「自主」であるため当事者のデータの信頼性の確保、法規制における役割との関連を明確にすることが求められる。

ナノリスクに対しては、一般国民も高い関心を寄せているので、社会に広く周知することが望まれる。

第3章

確立された評価手法の構築過程が他の技術にどこまで適用できるのか、適用するためのマニュアルを含めた検討に期待する。また、産業界における材料開発と同時進行で優れた成果を得ているので、更なる情報発信やデータの検証を進め、欧米を代表する研究機関との連携強化にも期待する。

【ユニット戦略課題2】フィジカルハザード評価と産業保安に関する研究

化学物質の燃焼・爆発の安全に係る政策ニーズ及び国際標準化対応のために総合的な研究を実施している。特に、公共の安全確保や産業保安技術の向上に重点を置いて、燃焼・爆発及び関連する現象の評価・管理技術や企業等の保安向上に対する意識、取り組みに対するポテンシャルをはかる産業保安力の評価手法の開発について重点的に研究を推進している段階にある。

産業保安力評価システムを開発し、新型火薬庫に関する行政対応でも成果を挙げており、日本の提案した爆発性評価試験方法は国連で採択されている。爆発現象の解明については、数値シミュレーション技術を開発し、とりわけスケールの小さい実験を通じて、実際の爆発を推定する技術は高い。また、爆発反応の科学に関しては、標準的な発熱分解エネルギーの計測手法の確立と標準化に取り組んでいる。

一方、RISCAD（リレーショナル化学災害データベース）はアクセス数が多く有用であるが、他の化学物質関連データベースとの相互連携が求められる。また、爆発現象の解明や爆発反応の科学についてはこれまでの進捗がわかりにくいので、基本的な評価手法を早期に確立する必要がある。

平成24年11月から事業者による保安力評価システムが試行されたが、今後、本システムが十分に活用されていくかどうかを調査し、研究の方向性を客観的に検討することが望まれる。また、保安力評価手法などについては、アジア地域のみならず、国際標準化を迅速に進めて、国内外にアピールすることを期待する。アウトカムの観点から、企業等の保安力向上へのモチベーションを培う活動をさらに続けることを期待する。

【ユニット戦略課題3】リスクトレードオフ評価・管理手法の研究

経済産業省の技術戦略マップ2011年の化学物質リスク評価・管理技術開発に係わる技術ロードマップでは、2010年頃から2020年頃までは化学物質管理の第3世代と位置付けられている。この技術マップに対応して、化学物質間のリスク（代替物質のリスク等）のトレードオフを考慮したリスク管理手法、データ等の不確実性を前提としたリスク管理手法、分解や反応生成（生体中含む）を考慮した環境中運命モデル、製品からの直接暴露の評価手法等を重要課題に設定し、技術開発を行っている。

暴露解析モデル・ツール、ヒト健康及び生態影響評価手法、リスク評価・管理手法、多様なリスクの解析・統合化手法を開発しており、限られた試験結果でも評価ができる手法開発（種感受性分布推定等）は、化審法（化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律）におけるリスク評価に対して強力な支援ツールである。また、iAIR（室内暴露評価ツール）を含む暴露評価モデルはPCでダウンロードできるので、多くの自治体、民間団体、研究者が採用している。ヒト健康及び生態影響評価手法についてはガイダンス文書を取りまとめ、公開している。

一方、高い専門知識のないユーザーであってもモデル・ツールを自主的に使用でき、行政でのリスク評価・管理が進展するように、入力パラメーターの簡素化等の改良が必要である。また、リスクトレードオフは結論を簡潔に強調するよりも、その手順に内包される不確実性の丁寧な解釈が重要である。目標やベンチマークについては精緻なモデルに入り込むのではなく、ユーザーの多様な要望に対処できる開発が求められる。

今後は、有害性推定手法や曝露評価モデルは他の行政機関でも類似する研究を行っているので、ツールの乱立でなく、国内モデル統一の牽引役を期待する。また、化学物質の大気と水におけるリスク評価はますます重要になってくるので、その方向性を柱に研究を推進することを期待する。一般国民にはリスクトレードオフの概念が浸透していないので、その意味を社会に広く伝える努力が必要である。

【ユニット戦略課題4】新規社会システムのライフサイクル評価手法の研究

社会システムの個々の構成要素と環境問題の関係だけでなく、システム全体が与える新しい影響領域を評価する手法の検討を通じ、普及の見込まれる影響評価手法を開発する。ケーススタディを通じて、直接・間接影響の要因、重要な影響領域の抽出を行い、影響の定量化手法の確立を行う。これらの手法を活用して、国、地方自治体、企業、研究機関等と連携し、政策等に貢献する。

カーボンフットプリントやウォーターフットプリントのインベントリ・データを作成して実務面の成果を挙げることができた。LCAへの取り組みを基礎に素材と資源フローを展開して、産業主体や政府部門の利用に供することができた。影響評価手法の開発においては、従来の温暖化、エネルギー、オゾン層、有害化学物質に加えて、水・土地・希少資源にも注目し、興味深い研究を進展させている。

一方、インベントリデータベースについては網羅性を獲得して国内利用者向けの情報バンクとして運用しているが、同時により独創的な研究も進め、特に英文での成果の発信に努めることが求められる。現状ではユニット戦略課題を構成するサブ項目が寄せ集めに見えるので、検討が必要である。また、新技術がもたらす社会への影響なども十分精査することが望まれる。

研究成果と評価手法を提示するだけでなく、国民・社会に行動変化をもたらす解決策、提言あるいは「研究者としての主張」に期待する。また、新規社会システムを対象とする研究は従来のLCA等の積み上げ型ではなく、より探索的でシナリオ構築的なフレームを必要とするため、技術イノベーションだけでなく、社会的要素の組み換え、社会実験を伴う実装、参加型観察をとまなう行動変容分析が必要である。

3. イノベーション推進への取り組み

リスク評価書やツールが法令改正や社会の安全基準に役立っており、ナノ材料や爆発性評価試験法などは法令に関する行政貢献、自主管理支援の産業貢献、国際標準化において着実な進展がある。また、機関連携、委員委嘱、取材・報道などが活発であり、この研究部門に対する内外の期待がうかがえる。自然科学だけでなく社会科学的な評価手法を研究対象とする当研究部門からのベンチャー起業は貴重である。

一方、安全科学研究という観点からは、もっと市民とのコミュニケーションを深め、産業界及び消費者から信頼が得られるよう、工夫と努力が必要である。また、国際標準や産業人材育成を進めるに当たって、研究部門としての目的、実施体制、責任体制をより明確にする必要がある。

今後、将来の目標である総合的リスク評価・管理技術の開発に向けて、産学官を結集する仲間作りを強化し、国際標準化を通じて国際競争力の強化を図ることを期待する。また、海外や市民に直接関係するマスコミへの広報に努め、安全な社会構築への直接の貢献も活動の視野に入れることを期待する。

4. 研究ユニット運営の取り組み

当研究部門は内外の異なる研究分野との連携により評価手法の統合化を図っており、異分野を巻き込んだ複合的な研究開発を活発に行っている。また、若手人材の育成のために、チャレンジ研究の枠の設定や海外への研究者派遣を行っている。

一方、研究水準が極めて高い集団であるが、その成果を社会へ環流させるような仕組み作りが必要である。例えば、国内外でのプレゼンスを高めるために、国際機関の委員会などへの人材派遣が求められる。また、ユニット運営については産業界や実務家からの期待と公的研究機関として果たすべき責務が大きいことを自覚することが肝要である。

今後、当研究部門は産総研の多くの研究ユニットと接点を持っているので、ハブ組織として今後のさらなる活動を期待する。また、一般市民の中で、安全科学研究のステータスを向上させるための活動を実施することが求められる。

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	U	評点
ユニット戦略課題1	新規技術体系のリスク評価・管理手法の研究	1	A/B	B	A/B	A	A/B	AA/A	3.7
ユニット戦略課題2	フィジカルハザード評価と産業保安に関する研究	1	A/B	A	B	A	A	A/B	3.7
ユニット戦略課題3	リスクトレードオフ評価・管理手法の研究	1	A	A	A/B	A	A	AA/A	4.0
ユニット戦略課題4	新規社会システムのライフサイクル評価手法の研究	1	A	A	A/B	A	A/B	A	3.8
戦略課題総合点									3.8
イノベーション推進への取り組み			A/B	B	B	B	A	A	3.4

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A/B	A	3.8
イノベーション推進への取り組み	A/B	A/B	3.5
ユニット運営の取り組み	A	A/B	3.8
総合評点			3.7

第3章

3-1-6 水素材料先端科学研究センター

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

安心・安全と経済性が両立する水素エネルギー社会を目指して、水素材料強度データベース(DB)及び水素破面と組織DBを構築する。また、燃料電池車や水素ステーションの高圧水素容器開発指針、水素輸送技術開発指針を関連業界に提案し、評価・設計手法及び実証実験手法を確立する。さらに、水素関連機器の開発促進・安全性向上に寄与するために、水素と高分子材料の関係や水素とトライボロジーの関係を解明するとともに、水素基礎物性DBを構築し、これらを関連業界に公開して、その利用普及を進める。

第3期中期計画課題

- ・ I-2-(1)-②「燃料電池自動車用水素貯蔵技術の開発」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

水素エネルギー社会の実現に不可欠な「水素を長期間安全に利用するための学術的な基盤」を確立することを目的とし、水素を取り扱う容器や機器における金属材料の水素脆化や高分子材料の劣化、トライボロジー等、水素に関わる現象や挙動の基礎的メカニズムを解明するとともに、基礎的な水素物性のDBを関係産業界が活用できるようにすることで、水素利用技術の信頼性向上と安全性確立に取り組んでいる。

材料評価技術や材料探索指針の獲得を目指し、水素材料の疲労・脆化機構等の解明により、本研究センター設立から7年間で世界に先駆けた各種データを集積したことは大いに評価できる。知見の普及に必要なDB・書籍を発行し、利用できるところまで完成度を高めている。高分子材料の評価を新たに加えるなど、課題の重要性や研究の進展に応じた計画の見直し・再編もなされた。大学を中心に集中的な施設整備が行われ、つくばの研究チームとも連携して世界最大規模の水素材料研究拠点を築き上げた。大学の研究能力と産総研の運営ノウハウを融合させ、先端的知見の体系化を実現した。サンディア国立研究所等、内外における連携も評価できる。

一方で、アウトカムと7年間の到達目標については、それらの相互関係を含めて具体的イメージがやや曖昧であった。独立的に進んできた各課題間の整合性や展開を検討する必要がある。各チームの成果を踏まえたシステム設計例を示せなかったこと、外的要因ではあるが海外に向けて世界的データの幅広い公開ができなかったことは惜まれる。政策的目標と研究現場目標とのマッチングは今後工夫すべき課題である。得られた多くの知見を安全基準に関する規制の見直しやコスト削減に結びつけるには、もう少し実証的な試験・研究が必要である。設計指針や脆化防止技術は今後、前倒し提供が求められる可能性が高い。

今後は安全で一層安価な水素製造・供給・利用システムの設計例を示すなど、水素社会の実現に向けて、安全確保とコスト低減を視野に入れたビジョンを提示し、世界の規制をリードする役割を期待する。本研究ユニットは、「技術を社会に」を実現する重要な典型例になりうる。また、国際標準化への活発な取り組みと、我が国の規格・規制を見直す積極的な提言が期待される。技術の国際展開については、先進国や経済発展の著しい地域での展開など、具体像を考慮すべき時期である。これにより、人材育成の戦略も変化する。なお、これまでの研究活動と設備が有効に維持されるよう、継続した予算確保が望まれる。材料開発そのものや規制等の社会システム検討を含めた総合的な研究開発拠点とすることも一つの方向性である。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】高圧水素物性及び水素と材料の相互作用に関する研究

水素材料強度DB及び水素破面と組織DBの構築、燃料電池車及び水素ステーション用高圧水素容器開発指針・水素輸送技術開発指針の提案、評価設計手法及び実証実験手法の開発を進めている。また、水素と高分子材料の関係や水素とトライボロジー(摩擦、摩耗、潤滑現象)の関係を解明し、その利用普及を進めるために水素基礎物性DBを構築している。

水素のPVT(圧力・体積・温度)性質、粘度及び熱伝導率を測定するための高温・高圧試験機器を開発し、水素構造材料DB、トライボアトラス、高圧水素基礎物性DB等を構築・公開(一部限定)したことは高く評価される。取得した各種データは世界的にトップレベルである。超高強度鋼など実際の材料における問題から水素脆化メカニズム解明が鍵であることを指摘、さらに他の材料との比較から、このメカニズムが一般的な材料にも適応できる可能性を示唆した。ゴム材料への影響メカニズム解明とともに、世界初の各種ゴム材の評価DBを作成し、既製品の組み合わせ等により安価で安全なシール材を開発できることを示した。基礎物性DBにより、水素社会で用いる各種機器の設計や適正コスト計量が可能となった。40MPaまでの高圧水素環境下でのトライボロジー特性がどのように変化するかをそのメカニズムと合わせて明ら

かにし、今後の部品での解析に必要な基礎を与えたことは評価できる。

一方で、既存材料（もしくは実用可能材料）を対象として評価設備を整備し、評価設備によって得られたデータをDB化した、という研究の構図の重要性をしっかりとアピールする必要がある。DBには評価手法を明記し、他機関でのデータ取得を可能にすることも必要である。計測ノウハウを習得するプログラムを追加するとよい。また、制度上の問題を解決して、構築されたDBの全面的な公開を検討する必要がある。なお、研究課題は総花的になつては効果が少ないので、課題毎に成果レベルと必要性から優先順位をつけ、最も優先順位の高いテーマに特化して研究を進める必要がある。外部機関（産業界等）との共同研究や研究連携は、秘密保持に配慮した上で見える化が必要である。

今回のデータは実用化に必要な最小限のものであり、今後は1000MPa超級高強度鋼での水素脆化の基本原理の早期解明を含めて、より幅広い材料でのデータ取得に期待する。現在のDB構築はボトムアップ的な作業である。金属材料開発等の専門家を内在させて、要求性能水準を見据えた系統的な材料探索を行っていく必要もあろう。企業とも協力し、実証的な方向に歩を進めることを期待する。公開DBは一層の利活用のために、DBの国際標準となるような仕掛けを検討する必要がある。本ユニット戦略課題の成果を活用する戦略として、安全で一層安価な材料やシステムの具体的な提案が重要である。例えば、1)現状材料での水素ステーション設計指針、2)新材料への展開を含む水素ステーションの低コスト化指針、のような二つのターゲットに各チームが協力して取り組む仕組みがあるとよい。実用化後に起きる問題を解析する手法を確立しているので、企業からの困りごと相談的な機能も期待する。

【ユニット戦略課題2】水素脆化現象の計測と評価に関する研究

燃料電池車、水素蓄圧器等の技術指針や材料利用指針を提供するため、超高压水素脆化評価基準及び超高压水素脆化DBの整備を進めるとともに、微小領域の水素脆化現象観察手法を確立し、この手法を利用して、脆化防止技術の開発を進めている。水素容器・蓄圧器の国際標準化を目指して、米国サンディア国立研究所との日米共同研究プロジェクトも推進している。

210MPaまでの超高压水素雰囲気中材料試験装置を開発して水素脆化現象を計測し、超高压水素脆化DBを整備したことは高く評価される。ロードマップ及びマイルストーンの設定は概ね適切であり、各テーマの進捗度は高い。走査型プローブ顕微鏡等を用いてミクロな視点から水素脆化現象の解明を試み、結晶の変態のその場観察ができる手法を開発した。超高压下での亀裂生成メカニズムを明確に示し、原子・分子レベルでの表面物性評価技術を確立した。つくば地区の装置群を企業に開放し、共通課題の解決のために活用した。より現実条件に近い評価手法を九州大学側に「技術移転」したことは重要な貢献である。

一方、超高压水素脆化DBをどのように生かすかを今後、真剣に検討する必要がある。必要ならば外国の力も借りて、DBの超高压水素脆化評価基準を含めて早期公開を図るべきである。高压下・高温下など、考えうる特殊環境下での評価まで広げることも重要である。計測のノウハウを伝授するプログラムも考えるとよい。これらの評価技術が我が国の産業に反映され、国内の適切な規制に役立つ方向に、より一層、力を入れてほしい。硬度と弾性率を計測するナノインデンテーションはかなり基礎的なテーマなので、九州大学との連携などの工夫を前面に出して位置付けを明確にする必要がある。日米共同研究では役割分担が若干不明確であるために、日本側の成果を対外的にアピールできない懸念がある。

今後は、マクロからミクロにわたる領域の脆化現象の解明と評価を、シミュレーションを含めて推進することが望まれる。亀裂発生メカニズムと材料または、複合材料特性に関して多くの知見獲得を期待する。脆化評価基準及びDBの整備から、早期に脆化防止技術の開発へとつなげているとともに、安全な水素社会の確立を目指したリスクマネジメント手法の確立が必要である。開発された水素用材料試験方法についても国際標準化が必要である。標準化で主導的な役割を果たし、その貢献が表に見えることが望ましい。プロジェクト推進の仕組みとしては、九州大学の材料強度特性チームと一体運営され、規格化などを産総研が先導していくのが国際競争上も強く適切である。

3. イノベーション推進への取り組み

水素利用に不可欠な物性データを整備して構築した水素構造材料、水素物性、水素トライボロジー及びゴム材料のDBは多くの企業・研究機関で有効に活用されている。データを広く活用する新規枠組みを作り、仲間作りを行ったことも高く評価される。産学・産官連携において模範となる事業展開がなされ、規制見直し、国際標準化に必要な取り組みにも着手している。水素利用技術に関する知識を持つ多くの人材を育成し、社会に供給した。水素先端世界フォーラム開催など国際的な普及活動や人材育成を兼ねた見学コースの設定など、自動車メーカーや地域を巻き込んでイノベーションハブとしての機能を果たしている。

水素技術の社会へのPR活動・浸透は十分である一方、安全・安心で安価な水素製造・供給・利用の独自システムの提案に至っていない。真の意味でのイノベーションとして、発想の転換や切り口の斬新さはみられ

第3章

なかった。

今後の知的基盤（DB）戦略は、国策、産業界メリットなどのメリハリの利いたターゲットを持って推進することが望まれる。現在のDBに追加・改定していく仕組みが重要であり、国内のあらゆるメーカーがデータを使えるようPRするとともに、世界にも公開し、安全で安価な水素社会を構築するためのデファクトスタンダードにすることが望まれる。九州大学との連携継続・強化は人材育成の観点からも重要である。今後、NEDO事業において実施するとしても、大学と産総研の良さを両立できる仕組みを維持し、DBのように大学では難しい事業にも引き続き取り組むことを期待する。規制の見直しや国際標準化が、最終的には我が国産業の国際競争力強化に結びつくよう、より戦略的に且つ長期的視点で取り組むことを期待する。種々の制約を打破するために、関連機関に対しても大胆な提言等を発信することが期待される。

4. 研究ユニット運営の取り組み

研究体制と設備を整備することにより水素材料技術に関する国際研究拠点を形成し、多くの研究者を束ねてプロジェクトを組織的な成功に導きつつある。研究センター長のリーダーシップに加え、いろいろな組織から参加した副センター長も役割を分担して活躍した。産総研と大学が一緒になって1つの国家プロジェクトを進めた意義は大きい。また、プロジェクトの目標を明確にしたことにより、参加した学生を含め全員がやるべきことを共有化できている。プロジェクト全体の目標と自分の役割、責任を自覚した学生の進歩は非常に速く、このような環境で学生を育てることは重要である。学生からの人気も高く、人材育成も有効に機能している。

しかしながら、大学側に比べて、産総研側のメリットや連携の意義が見えにくいところがある。今回、成果に結びついた要因を、両者が単独の場合と比較して検証するとよい。

今後は、「安全と危機管理」を最大テーマにする必要がある。想定外や安全神話を作らずに、個別技術の連結手法、全体的な安全意識の醸成方法、最悪の事故を防ぐフェイルセーフ対策等を課題とすることが望まれる。2015年に予定されている燃料電池車の発売の後に、さらにいろいろな課題が見えてくるので、引き続き駆け込み寺的機能を有する組織が必要である。これまでに整備したDBに加えて、施設や機器も広く活用されるよう、運用面における工夫が求められる。産業界との有償共同研究の一層の推進強化や中核的若手研究者の活用と育成も期待する。

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	評点
ユニット戦略課題1	高圧水素物性及び水素と材料の相互作用に関する研究	2	AA/A	AA/A	A	AA/A	4.4
ユニット戦略課題2	水素脆化現象の計測と評価に関する研究	1	A	A	A/B	A/B	3.8
戦略課題総合点							4.2
イノベーション推進への取り組み			A	AA/A	B	AA	4.1

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A/B	A	3.8
イノベーション推進への取り組み	A	A	4.0
ユニット運営の取り組み	A/B	A	3.8

総合評点

4.1

3-1-7 メタンハイドレート研究センター

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

メタンハイドレート資源から天然ガスを安定かつ経済的に採取する生産技術の研究開発を推進し、商業化を実現するための技術整備を行うとともに、産業への橋渡しとして中核的役割を發揮する。

第3期中期計画課題

- ・ I-3-(2)-①「メタンハイドレートからの天然ガス生産技術の開発」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

メタンハイドレート資源開発において、天然ガスを安定かつ経済的に採取する生産技術の開発を行うとともに、メタンハイドレート資源開発の基礎を支え、経済性を高めるためのハイドレート機能を活用した技術開発を推進している。

設立4年目の研究センターとして、メタンハイドレートから天然ガスを経済的に採取するための実用化を主眼として、メタンハイドレート資源生産技術と機能活用技術に関するユニット戦略課題を設定している。経済産業省の委託研究を核として、中長期的な視点から研究を進め、研究レベルは高く国内外において優位性を有している。また、国内外との連携や共同研究を積極的に進めており、ユニット戦略課題と民間企業・大学との連携による研究アライアンス事業の相互関係を適切に整理し、相乗効果を得ている。

一方、ロードマップにおいてマイルストーンや数値目標を明確にし、研究成果からアウトプットにつながる技術シナリオ及び海洋産出試験後の商業化に至るプロセスの明示が一層求められる。

今後、エネルギー問題の動向、平成24年度末の海洋産出試験の結果、及び民間企業の参入などにより、ロードマップの修正や研究目標・計画などの見直しが見込まれるので、それらに柔軟に対応することが期待される。また、ユニット戦略課題の研究進展に加えて、相乗効果をめざして、2課題の連携強化を図り、研究体制や人材配置・育成を工夫することを期待する。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】メタンハイドレート資源生産技術の開発

メタンハイドレート資源生産技術の開発について、①メタンハイドレートの生産レートの向上と安定な生産技術の確立を目指した「高度生産手法の開発」、②安定な操業技術の確立と社会受容性の確保のための「地層特性評価技術の開発」及び③信頼性のある生産性予測技術を確立するための「生産性予測技術の開発」を主要研究課題として取り組んでいる。

海洋産出試験に向けた技術開発はロードマップに沿って順調に進捗しており、生産性の向上のための技術開発も適切であり、実施の段階に到達した。特に減圧法による生産技術開発は成果を挙げ、大型産出試験装置によるシミュレーションの検証も進めつつある。また、地層力学挙動解析シミュレーターの高度化と高速化が図られ、坑井周辺地層の力学的挙動の理解がより進んだ。

一方、海洋産出試験や大型試験装置の結果については、積極的に試験の実態や成果を公開し、我が国の技術の優位性を世界に示すことが重要である。また、石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）、企業、大学との密な連携の継続及び環境影響評価への対応が今後求められる。なお、大型装置の維持管理費については、今後多額の予算が必要と思われるので、適切な対応が求められる。

今後、海洋産出試験や大型試験装置を活用して得られた結果を積極的に公開し、我が国の技術の優位性を世界に示すことを期待する。また、内外の情勢の変化、及び海洋産出試験の着実な成果と新たに表出する課題に対して機動的に研究計画を見直し、2016年以降、さらに長期の産出試験を通じた技術課題の解決とコスト削減に向けて、長期的な視点に立脚した技術課題を明らかにしていくことを期待する。

【ユニット戦略課題2】ガスハイドレート機能活用技術の開発

メタンハイドレート資源開発の経済性を総合的に高めるため、資源開発の研究基盤となるガス包蔵特性、力学特性、熱特性、包接分子選択性、相平衡特性など、物理的特性の解明に向けた研究に取り組み、それらの研究成果を応用した新産業の創出によって資源開発の経済性の向上を目指す。

天然ガス輸送貯蔵媒体としてのハイドレート及びセミクラスレートによるガス分離／精製技術に関する研究は進捗しており、民間企業との共同研究により実用化に結びつく多くの成果を挙げている。他の課題についてもロードマップに沿って研究を進捗させており、論文、特許などに成果を挙げている。

一方、実用化に結びつく多くの成果を挙げているガス分離／精製技術については、世界的な研究動向の

第3章

中で、本研究ユニットの独自性と優位性を明示する必要がある。また、本課題は研究対象が幅広いので、研究資源を考慮し、研究が発散することのないよう留意が必要である。

今後、ガスハイドレート産業創出イノベーション（GHIC）などを通じた民間企業との連携を積極的に進めて実用化につなげ、早期の技術移転や特許等の獲得などの成果に期待したい。また、ハイドレート応用技術は様々なアイデアをもとにして研究開発が進むと考えられるので、現在進めている技術以外に、メタンハイドレート資源開発の経済性を高める技術や新産業創出につながる展開にも期待する。

3. イノベーション推進への取り組み

本研究センターの学術、産学官連携、国際への貢献は顕著であり、研究アライアンス事業に基づく講演会・取材などへの積極的な対応、若手研究者等の受け入れによる技術的な研修など、イノベーション推進への取り組みが多面的に行われている。また、メタンハイドレート総合シンポジウム（CSMH）による国内関係者（研究者）間の交流、8th International Workshop on Methane Hydrate Research & Development（2012 Fiery Ice, Sapporo）の開催による国際貢献、実験・分析装置利用の研修員の受け入れや人材育成などを実施している。

一方、海洋産出試験の開始などを受けて、メタンハイドレートが社会的に注目されるようになると、研究成果や内容を正確に理解してもらえるような幅広い情報提供が必要になる。このためには、ホームページ、ニュースレターなどの一層の充実を図り、広く国民に対して積極的かつ戦略的な情報発信を行うことが求められる。

今後、メタンハイドレート資源の可能性やプラスの面だけでなく、リスクや問題点などを含む多面的で適切な情報を国内外に発信するため、たとえば、サイエンスコミュニケーターの配置など、情報発信の態勢を整えることが望まれる。また、本研究センターが保有する施設をさらに有効利用するため、大学をはじめとする公共性のある研究組織との連携や研修員の受け入れをさらに進めることを期待する。

4. 研究ユニット運営の取り組み

産総研内外との連携に基づいて、大規模なプロジェクトを円滑に遂行して、成果を挙げており、予算の効率的な使用にも努力している。また、生物プロセス研究部門や地圏資源環境研究部門との共同研究による新しい展開も進めている。研究拠点が北海道とつくばに分かれているが、研究者の交流を密にするなどにより意思疎通を確保する工夫がなされている。高圧の大型試験設備等の使用に際しては事故防止のために教育訓練等、十分な安全確保が行われている。

一方、大型の委託費を使った政策対応の研究において、契約職員も含めて人材の確保・育成、構成員に対する過剰な負担や偏りが生じないよう、研究ユニット長の適切な運営が必要である。メタンハイドレートに対して世の中が過剰な期待とならず、同時に関心を失わないように、両面に配慮した広報が必要である。

今後、若手研究者の人材育成・研究の推進・技術向上にはそれぞれの実情に合わせたきめ細かなキャリアパス指導が必要であり、若手研究員の新たな発想が大きな成果獲得につながるようなフレキシブルな運営を期待する。また、資源として重要な対象であるガスハイドレートの研究分野は、学術的にも重要な課題であるとともに、様々な技術への応用にも期待できるので、今後とも幅広い視野での技術の利用拡大を期待する。

5. 評点一覧

外部委員（P, Q, R, …）による評価

（課題番号）	評価項目（課題名）	（重み付け）	P	Q	R	S	T	U	評点
ユニット戦略課題1	メタンハイドレート資源生産技術の開発	2	AA/A	A	AA/A	A	AA	A	4.3
ユニット戦略課題2	ガスハイドレート機能活用技術の開発	1	A	A	A	A/B	A	A	3.9
戦略課題総合点									4.2
イノベーション推進への取り組み			A	AA/A	A	A/B	A	A/B	3.9

内部委員（J, K）による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A	A/B	3.8
イノベーション推進への取り組み	A/B	A	3.8
ユニット運営の取り組み	A	A	4.0
総合評点			4.1

3-1-8 太陽光発電工学研究センター

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

エネルギー供給の安全保障と低炭素化、経済発展、国内雇用創出を同時に実現するために、太陽光発電に関連する技術分野に体系的かつ包括的に取り組み、太陽光発電の技術及び普及の持続的発展に貢献する。また、福島県に設立される福島新拠点での研究開発に参画し、再生可能エネルギー関連新産業創出と、それによる東日本大震災からの復興に資することを目指す。

第3期中期計画課題

- ・ I-1-(1)-①「太陽光発電の共通基盤技術の開発及び標準化」(IV-3-(1)-②へ再掲)
- ・ I-1-(1)-②「太陽光発電の長寿命化及び高信頼性化」
- ・ I-1-(1)-③「太陽光発電の高効率化」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

中期目標である太陽電池の変換効率の相対値で10%の性能向上、モジュール寿命を30年以上に延ばす信頼性向上、基準セル供給や新型太陽電池評価技術など共通基盤技術の開発を達成するために、競争的資金による大型プロジェクトへの企業との共同参加、外部資金獲得による設備などの拡充、国際人材、企業人材、学生などのマンパワー強化に重点的に取り組み、国際的に認知度を高めることによってさらに技術開発を加速することを戦略としている。産総研の中立的立場を活用し、わが国の太陽光発電技術研究開発を主導する中核研究機関として、国内外から高く評価される活動を展開することを目指している。

材料別のチーム編成から技術的性格による編成に転換し、時代の要請に適合する研究組織となったことは評価できる。研究開発計画は入念に検討されており、達成目標、中長期的な展開、及びユニット戦略課題の相互関係も概ね妥当である。日本の太陽電池研究の中心地として、総合的に産業界・学界からの期待に応える成果が出ている。コンソーシアム活動や実用化ライン構築等により、企業の技術開発を力強くサポートしている。内外の関係機関との連携も活発で、産学官連携のハブとして機能し、競争関係にもある米国の国立再生可能エネルギー研究所(NREL)、ドイツのフラウンホーファー研究機構とともに、世界的な研究拠点として認知されている。

一方、開発目標「相対値で10%性能向上」は必ずしも十分ではない。個々の太陽電池の出口イメージを明確にして、世界の動向に従って高める必要がある。各種の評価・診断技術と薄膜系デバイスに重点が置かれているが、産業の中心である結晶シリコン太陽電池の技術革新には廉価な高品質単結晶成長法開発と超薄型ウェハ化が必要である。産業界ではコストパフォーマンス向上が最も重要であり、効率向上に加えてコスト面も考慮する必要がある。

今後は蓄電、配電システムを含む総合エネルギー利用技術が重要になる。コストパフォーマンスに影響を及ぼす要因分析などのシステム論的分析に基づき、必要な研究テーマを位置付けるとともに、所内外の連携／切り分けをマネジメントする必要がある。人的ネットワークを拡げて世界の潮流を的確に把握し、組織運営や人材育成の面でも中核となって世界をリードする技術を開発しつつ、産業競争力強化に向けた技術開発戦略提言機能も強化し、産業界を牽引することが期待される。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】太陽光発電の共通基盤技術の戦略的標準化

我が国のエネルギー・環境問題対策に関する太陽光発電システムの普及拡大方針(例えばNEDO太陽光発電ロードマップPV2030+)に対応するために、その基盤となる評価・標準技術(基準セル校正技術、高精度性能評価技術、屋外発電量評価技術)及びシステム技術(システムの長期的な保守点検・故障診断技術、安全性向上技術、発電量予測技術)を開発するとともに、産業界への供給・標準化・ガイドライン提案・技術移転等による実用化を図っている。

システムの信頼性や故障診断等を早くから検討し、成果を挙げていることは評価できる。公的な研究機関として、少ない陣容で各方面からの様々な問題に対応している。太陽電池性能評価技術と基準セル校正技術は世界最高水準にあり、内外の研究開発の促進に大きく貢献している。連携も活発であり、コンソーシアム等仲間作りにもつながっている。

一方、評価技術に偏ることなく、同一組織でデバイスと評価・標準技術を開発している特徴を生かして、評価で得られる知見を開発に反映させて、競争力強化に活用する必要がある。安全性の研究では欧米に遅れている部分がある。メーカーの情報開示不足もあるが、メーカーとの情報交換や解析技術を強化して課

第3章

題を解決することが必要である。太陽電池の普及によりこの分野の研究業務拡大が予想されるので、外部機関との役割分担、教育システム作りなど、今こそ優れたマネジメントが必要になる。国際的評価法の確立も標準化の際の発言力確保に重要である。

今後も公的機関として製品の信頼性を高める評価・標準への取り組みは重要で、人材育成を含む短期的成果と、長期的な産業競争力への貢献が期待される。標準化の過程で重要となる国内企業の特許状況の調査・把握のための体制や、国際交流によって諸外国の情報が自然に集まる体制構築も必要である。何を共通基盤技術としてどこを個別企業の差別化技術とするのか等、産業界との情報交換や技術移転にも工夫が必要である。公的機関として政策提言が必要な分野でもあり、大型システムであっても安全性、信頼性も含めた発電能力の評価に取り組むことが望まれる。

【ユニット戦略課題2】 薄膜太陽電池高効率化

太陽光発電ロードマップPV2030+をターゲットとして、薄膜太陽電池の革新的な高効率化・低コスト化技術を開発することにより、日本の薄膜太陽電池産業の牽引を目指している。基礎研究では革新的な次世代技術の開拓を進め、応用研究では研究成果の企業への技術移転を加速している。

優れた光閉じ込め技術や透明導電膜を開発し、4種類の薄膜太陽電池（薄膜シリコン、化合物系薄膜、有機薄膜、及び色素増感）で世界最高レベルの成果を挙げていることは評価できる。効率を追うだけでなく、基礎的な研究にも努力が払われており、材料・プロセス技術はディスプレイやイメージセンサなどのデバイスにも波及効果が高い。企業や大学との協力によって人材の育成にも貢献している。

一方で、研究対象は総花的である。各方式の位置付け、必要性、求められる目標水準等を明確にし、特徴を主張できる対象に注力する必要がある。電力向け薄膜太陽電池での相対的変換効率10%向上との目標は必ずしも十分ではなく、少なくとも絶対値で18%以上を目指す必要がある。変換効率が低いと架台や工事費など面積比例の周辺コストがかさみ、実用化は難しい。産総研が世界をリードしてきた薄膜シリコン太陽電池は最近の結晶シリコン太陽電池の価格や性能に追いついていないので、開発のスピードを上げるか、高性能化への技術探索研究に集中する必要がある。フレキシブル太陽電池は市場が限定的である。普及の観点からはコスト・供給力にも指標が必要で、共同研究先への技術移転の迅速化が課題である。

太陽電池の種類に関しては選択と集中が重要になる。変換効率及び資源量も含めた将来見込みが重要である。当落線以下のテーマは研究開発を外部に頼み、評価など支援に徹することも有効であろう。費用対性能向上のために、材料／装置コストを下げるのか、変換効率を上げるのかを総合的に勘案した課題設定が必要で、薄膜ならではの用途開発に注力するなど、市場への出口をより強く意識することが望まれる。世界最高性能更新への挑戦も期待される。

【ユニット戦略課題3】 実用化加速ライン整備

高性能の太陽電池セル・モジュールを実現することを目的として、商用サイズの太陽電池モジュールの試作・評価・信頼性試験が可能な実用化加速ラインを九州センター内に構築し、「高信頼性太陽電池モジュール開発・評価コンソーシアム」に提供している。また福島新拠点には薄型ウェハに対応した加速ラインを構築し、インゴットのスライスによるウェハ製造工程、セル製造工程、モジュール製造工程、信頼性試験までを一貫して研究開発できる場を「結晶シリコンPVコンソーシアム」に提供する計画である。

多数の材料、部材、セル及び装置メーカーからなるコンソーシアムを組織し、開発・評価を実践したことは評価できる。モジュール周辺部材を例に劣化要因を明らかにし、IEC規格を大幅に上回る高信頼性モジュールを開発するなど、信頼性向上に資する評価試験、要因分析、対策の一貫したプロセスを達成した。新規参入企業に有益な加速テストラインは産業の裾野を拡大し、会員間の秘密保持も留意されている。

一方、実用化加速ラインは検討すべき生産方式を固定化する危険もあり、臨機応変に対応できる装置構成の柔軟性が望まれる。次世代のモジュールはどうあるべきかの発信も必要である。現在の産業の基盤である結晶シリコン太陽電池に対する技術開発は手薄であり、福島新拠点の完成を待つことなく計画線表を前倒しし、世界と勝負できる技術水準に引き上げる技術開発の強化も必要である。既に薄型ウェハを用いて変換効率23%を実現しているメーカーもあり、結晶シリコンPVコンソーシアムの本格的活動を前に、目標数値は再検討も必要である。

さらに、新構造の結晶シリコン太陽電池の試みを早期に進めるなど、関連機関の要望等を拠点設計に十分反映させることが望まれる。何に注力すべきか、どの製造方式が必要なのか、深い議論が必要な段階である。単純に薄膜化を図るだけでは世界競争の中での差別化は難しく、階層的にも多岐にわたる業務の整理が望まれる。国際競争力として差別化できる先端技術を開発し、強い特許を取得してメーカーに供与することで、国内産業の振興に一層寄与することを強く期待する。

【ユニット戦略課題4】革新的太陽電池技術開発

現在、単接合の太陽電池の変換効率は、研究室レベルでは熱力学的な理論限界に迫っている。本課題では太陽電池の変換効率の飛躍的な向上を目指して、多接合化とともに新規材料探索、新概念・原理の実証やそれらを使った太陽電池デバイス技術の開発を実施している。

一貫した方針に沿って、メカニカルスタック（個別に作製した太陽電池を光学的、電氣的、機械的に接合する技術）等をコンセプトとして種々の要素技術を検討していることは評価できる。最重要指標である変換効率は、期間内の目標は別として、効率40%超という最終目標は挑戦的である。多くの研究機関との連携で、利用可能な要素技術は早期に実用化研究に移行できる体制を組んでおり、日本の太陽電池研究のハブとしてうまく機能している。

一方で、革新的太陽電池を一通り研究しているが、本研究センターで重点化すべきテーマが不明確である。外部資金に依存するために、本研究センター独自の提案を出しにくい印象も受ける。太陽電池を革新するアイデアは今後もまだ豊富に提案される可能性があり、本研究センターがアイデア提案の場の中心となるよう、広い分野の研究者との交流を促進するなど、一層開放的な組織となるべきである。現状で報告されている効率は不十分で、多様なアプローチを進める前に、グローバルに研究動向を把握し、世界最高水準の効率をいずれかの手法で実現し、それをキープしつつ多様なアプローチを進めることが望まれる。

今後は各要素技術の成果から目指すべき太陽電池の構造を決め、技術の可能性検証に取りかかる時期になる。産総研ですべてはカバーできないので、関係機関との連携を意識して、エマージングな技術課題を速やかに外部資金プロジェクトへ提案し取り組むことを期待する。多接合型ではトップセルの性能改善、特にポテンシャルを左右する開放端電圧（Voc）の改善が大切であり、集光しないならばコスト面での早期評価も必要である。特にこの分野では、幅広い研究を行う余裕と息の長い支援が必要で、知的刺激を活発化させる意味からも広い分野の研究者との交流及び積極的な国際交流が一層望まれる。

3. イノベーション推進への取り組み

わが国の中核拠点として複数のコンソーシアムを組織し、素材メーカーを含む数多くの共同研究等を着実に実施しており、オープンイノベーションハブとしての貢献は際立って高い。産業人材育成についても、企業等から多数の研究者の出向を受け入れる等、大きく貢献している。アジア基準認証や国際標準化など、中立的な研究機関ならではの業務にも積極的で、太陽電池の信頼性向上に大いに寄与している。

一方、外部資金への依存度が高く、外部資金が求める研究の方向性という制約はあるが、その中でも、より積極的に内外の研究グループと交流し、的確にイノベーション課題を見出す努力が必要である。社会科学的なアプローチも検討する必要がある。新研究センターの枠組みが整ったばかりであるが、イノベーション視点でPDCAサイクルを実践することが大切である。国際標準化では産業界が積極的に参加できる仕組みが必要である。3つの研究拠点は戦略的な活用を行う必要があり、試作ラインではトレーニングセンター等を考える選択肢もある。コンソーシアム活動や標準化などを進める上では知財戦略を明確に打ち出す必要があり、ポートフォリオ化して周知すると特徴が明確になる。

今後、発電原理すら革新する新提案が出される可能性がないとは言えない。それらに柔軟に対応できる余裕の部分、絶えず確保することを期待する。また、NEDO等からの研究課題の実施だけでなく、技術開発戦略の面でより多くの貢献を期待したい。関連予算を一手に引き受けて、産総研からさまざまなプレイヤーに再委託する形も検討する必要がある。

4. 研究ユニット運営の取り組み

新しい研究センターが発足し、NEDO等の外部資金を継続的に獲得するなど、太陽電池研究の中心として十分な努力を行っていることは評価できる。所内連携や分野融合で限られた人員を活用し、効率的に研究を推進している。内部・外部の人材の育成についても良い成果を生んでいる。太陽電池関連組織の事務局や幹事所となるなど、随所にリーダーシップが示されている。信頼性評価・故障診断技術ではメンバーのモチベーションも高く、研究者が評価されにくかった分野にも取り組んでいる。

一方、研究テーマが外部資金に拘束される傾向があるため、新たなシーズの研究成果も出せる自由な雰囲気作りも必要である。運営に関わる問題は、主に福島新拠点絡みでこれから顕在化してくると思われる。不足するリソースの確保に向けた体制の整備が必要である。

ポスドク研究員、研究補助技術職員など契約職員が多いので、今後はその育成と移動（就職など）について組織的な取り組みが必要である。大学、企業も含めた人材のサーキュレーションも有効である。福島新拠点に絡む組織体制・連携体制など、その中で研究員が十分に能力を発揮できるような研究ユニット運営に配慮が求められる。短期的なミッションを抱えながらも基礎研究をバランスよく進めて、ブレークスルーの実現が期待される。

第3章

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	評点
ユニット戦略課題1	太陽光発電の共通基盤技術の戦略的標準化	2	B	A	A	A	AA/A	3.9
ユニット戦略課題2	薄膜太陽電池高効率化	1	A/B	B/C	A	A	A	3.6
ユニット戦略課題3	実用化加速ライン整備	1	A	A/B	B	A/B	AA/A	3.7
ユニット戦略課題4	革新的太陽電池技術開発	1	A	B	B	B/C	A	3.3
戦略課題総合点								3.7
イノベーション推進への取り組み			A/B	A/B	B	A	A	3.6

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	AA/A	A	4.3
イノベーション推進への取り組み	AA	AA/A	4.8
ユニット運営の取り組み	AA/A	A	4.3
総合評点			3.9

3-1-9 健康工学研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

人間生活における人体の健康維持管理に関する研究開発を進める。「100歳を健康に生きる」技術の開発を目指し、人間の健康状態を計測・評価し、その活動を支援するため、先端的なバイオ技術と材料・システム開発技術を融合し、健康な生活の実現に寄与する技術を確立する。その達成のため、人間の身近な健康維持、向上に関する工学的研究に焦点を絞った研究開発の推進、産総研における健康工学関連研究ユニットの連携体制構築と地域の健康関連産業の活性化への貢献、及び広く産業界、大学における人材育成をミッションとする。

第3期中期計画課題

- ・ I-5-(3)-②「生体高分子や生体システムの高機能化によるバイオプロセスの高度化」(I-3-(1)-③へ再掲)
- ・ II-1-(1)-①「幹細胞等を利用した再生医療等に資する基盤技術及び標準化技術の開発」
- ・ II-1-(2)-①「ナノテクノロジーと融合した生体分子の計測、解析技術の開発と標準化」
- ・ II-1-(2)-③「有用生体分子の構造、機能解析に基づく創薬基盤技術の構築、改良とその分子の高度生産技術の開発」
- ・ II-2-(1)-①「脳神経機能及び認知行動の計測技術の開発と人間の心と行動の理解、モデル化、予測技術の開発」
- ・ II-2-(2)-①「分子計測による心身の健康状態のモニタリング、管理技術の開発」
- ・ II-2-(2)-②「健康リスクのモニタリング及び低減技術、健康維持技術と健康情報の管理及び活用技術の開発」
- ・ II-2-(3)-③「人間の心身活動能力を補い社会参画を支援するためのインターフェース等の技術開発」
- ・ III-1-(1)-②「情報入出力機器のフレキシブル、小型化のためのデバイスの研究開発」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

持続的で安心かつ豊かな生活の構築に貢献するため、人間の身近な健康維持・向上に関する工学的研究に焦点を絞る。先端的研究(「バイオマーカーの機能解析・同定とその検知デバイス技術開発」、「健康リスク計測とリスクモニタリング技術の開発」、「組織・細胞の機能の再生・代替技術の開発」、「細胞機能計測・操作技術の開発」、及び「ヒト生理機能解析技術の開発」)と地域連携、人材育成を行っている。

「健康」を「工学」という全く新しい視点に対して、十分な実績のある研究グループのポテンシャルを最大限に活用した目標設定と計画が的確に立てられ、優れた研究成果を蓄積している。国際標準化に貢献するもの、「診断」という領域に「工学」から果敢に先見性を持って取り組むもの、など特筆すべき特徴を有している。研究拠点が関西と四国にまたがる本研究部門の特徴を意識し、積極的に地域連携や健康関連産業の振興を図る計画とその実質的な展開も高く評価することができる。

一方、ユニット戦略課題の相互関係を再度見直して可能な連携を促進するなどにより、研究開発の効率化が求められる。また、重要テーマについてさらに詳細なロードマップを作り、中間点での確認と状況に応じた修正が必要である。

今後は、出口に近いテーマをきちんと把握し、実用化までの道のり(期間、問題点、特許など)を示すとともに、プライオリティーの高い課題については、重点的な資源(人員、資材)投資などタイムリーな支援体制強化により、その実用化を加速することを期待する。また、産総研内の関連分野をはじめ、医療現場、企業との更なる連携強化が期待される。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】バイオマーカーの機能解析・同定とその検知デバイス技術開発

生体における機能の解明によって、健康状態や未病状態の科学的評価が可能なバイオマーカーを探索・同定し、さらにそれらのマーカーや既存のマーカーを迅速、簡便に測定することが可能なデバイスの開発を行っている。

生活習慣病、ストレスに関する先導的研究成果をもとに、的確なアウトカムとその道筋の設定、本研究部門の有する技術要素とその展開が具体的に設定され、優位性の自己評価も妥当である。酸化ストレス、脳疾患関連バイオマーカーなどに関して優れた成果を挙げている。産総研の他研究部門・分野でのチップ化技術、検出技術を統合する産総研ベストチップの構想は、その成果が期待される場所である。

第3章

一方、このユニット戦略課題が担うテーマ全般に関して、被験者数・検体数を増やすとともに、長期的な経過のフォローにより有用性検証を着実にを行うことに留意するべきである。開発すべきバイオマーカーの選択については、現状に固執するのではなく、社会や臨床現場の要請を勘案した柔軟な対応が必要になる。

今後、トランスレーショナルリサーチ（TR）を展開する上で、医療機関と相互にメリットがある形で連携を進めることが求められる。バイオチップ技術の研究では、コスト面も含めて既存の健診システムなどと比較して格段に優れていることをアピールできることが必要である。「未病」の評価は困難さを伴うが、バイオマーカーの測定データに基づき、それを数値化し「発症リスク」という言葉で表現することに関しては、医療機関をはじめ社会のコンセンサスが得られるか、慎重な検討が求められる。

【ユニット戦略課題2】健康リスク計測とリスクモニタリング技術の開発

身体内部あるいは環境に存在する健康阻害因子を高精度に計測・評価し、因子そのもの、あるいは健康への影響を効果的に低減するための技術開発を目指している。また、選択性ナノ材料によるリスク削減システムにおけるリスク物質の高感度モニタリングシステムの開発、及びマラリアやインフルエンザの診断装置の実証研究を行っている。

内外の競合技術や機関の比較について具体的に提示し、自身の研究や技術レベルが客観的に把握されている。ロードマップは概ね適切と判断できる。マラリアなどの原虫感染症診断システムの開発は、論文発表や知財を確保した後に、企業との共同による診断装置開発、WHOへの技術のアピール、フィールドでの実証研究を開始するなどの着実な進展が評価できる。また同様のマイクロチャンパー技術を用い、がん転移の早期発見などに役立つ血中循環がん細胞（CTC）検出デバイスの開発も企業と共同で進められている。有害物質などの分離計測技術や工業用粒子のリスク評価技術についても、他の追従を許さない独自性があり今後の社会貢献が期待される。

全般的に、知財確保に留意しながら成果発表や広報などによる情報発信を強化することが必要である。今後は、感染症の診断装置ではその使用現場での検証を、また有害物の選択的認識・分離処理に関しては、合理的な量・コスト（生産・運転）を意識して、実用化の可能性を早期に検証しておく必要がある。CTCの検出技術については他の技術との比較を詳細に行い、医療機関との連携を進めることにより、早期の実用化を目指すことが期待される。

【ユニット戦略課題3】組織・細胞の機能の再生・代替技術の開発

再生医療の早期実用化を目指して細胞の分化誘導技術や組織形成技術の開発を行っている。また、環境変化に自律的に応答する材料の開発を行って細胞、組織の代替技術の確立を目指している。

アウトカムの設定とそれに至るロードマップは明解で、妥当と判断される。臨床機関をはじめ、内外の機関との連携で臨床応用を目指した研究が展開され、一定の成果が出ていることは高く評価できる。間葉系幹細胞（MSC）研究において、患者MSCからの遺伝子改変MSCや遺伝子改変iPS-MSC、健常者iPS-MSCの作製など、着実に進展していることも評価できる。

一方、再生医療技術の取り組みの課題については、さらに国内の医療機関との連携を進め、より広範囲での実施を可能にする体制の構築が必要である。

研究内容や到達目標が、産総研内の他の研究ユニット（幹細胞工学研究センターやヒューマンライフテクノロジー研究部門など）や戦略課題1のうつ病関連研究と関連する部分がある。相互に適正な連携を図るか、あるいは「健康（幸）工学」としての特徴を意識して出すことが求められる。

【ユニット戦略課題4】細胞機能計測・操作技術の開発

遺伝子、細胞、情報、ナノテクノロジーなどの研究を統合し、健康・医療に関わる知的・技術基盤の形成と応用技術の創出を目指している。

的確なアウトカムを設定し、世界的に高く評価できる数多くのアウトプットがある。酸化ストレス、バイオマーカー高感度検出に関しては、量子ドットと表面プラズモン励起増強蛍光法をはじめとした特筆すべき成果も多い。酵母育種に関しても、着実に成果を挙げている。

一方、高感度検出技術では、競合する技術と定量的な比較が必要である。またロードマップには、より具体的な目標を設定しながら段階的にアウトカムに近づく流れを描き、それを担当者が共有することが重要である。

本ユニット戦略課題に含まれる研究課題は、いずれもシーズ育成的な基盤技術の開発要素を多分に含む。そのため産業界のニーズ把握に努め、適宜、ユニット戦略課題間や産総研内の連携を進めるとともに、必要があれば計画を組み替える柔軟性を持った研究推進が期待される。

【ユニット戦略課題5】 ヒト生理機能解析技術の開発

非侵襲脳機能・生理機能計測技術を基盤に、高次脳機能障害の高度診断技術と聴覚機能障害の補償技術、高臨場感・快適環境の設計技術及び日常健康モニター技術の開発を目指している。

ロードマップは具体的なマイルストーンの設定と段階的な研究開発の計画が描かれており、妥当である。他機関との連携も適切に進められている。生体安全性に資する標準化や規格化への積極的な関与などは、高く評価される。

一方、ロードマップに示された達成目標と実績を勘案すると、製品化に向けた研究開発の進展をより加速する努力が必要である。また、それぞれの課題は順調に進行しているが、課題間の連携がやや乏しい。

今後は、内外の関連研究との比較分析やユーザーニーズの把握に努め、実用化への道のりを今一度精査することが期待される。ヒトでの非侵襲的機能解析技術の開発という大きな課題の中で、各課題の統合・骨太化を目指す方向性も考えられる。

3. イノベーション推進への取り組み

「出口を見据えた研究開発」を重視する姿勢を打ち出し、社会、産業界に広く成果の発信を行っている。生体安全に関する国際標準化や、感染症診断システムの現地使用に関するWHOへの働きかけなどは、特筆すべき成果といえる。産学官連携・地域連携等のイノベーションハブとしての取り組みについても、継続的な努力が認められる。

なお、多数の技術相談実績があるが、その成果や顧客満足度については、フォローアップ等によりさらに踏み込んだ検証が求められる。研究シーズと業界や企業現場のニーズのマッチングについては、今後も継続した努力が必要である。

現在も地域と密着した産官学の連携へ向けた取り組みは進められてはいるが、今後はさらに地元企業のニーズを探り、連携事業へとつなげる努力を期待する。また、学生の受け入れを積極的に進めることが求められるが、そのためにも学生にとって魅力ある広報活動に努めてもらいたい。健康に関するガイドライン作成や国際標準化は産総研に期待される重要な活動であり、継続した積極的取り組みが期待される。

4. 研究ユニット運営の取り組み

研究部門長と幹部の強力なリーダーシップのもとで優れた研究ユニット運営と体制の整備がなされている。特に、2つの地域に分かれた研究拠点を一体的に運営するための工夫や研究ユニット内相互理解の促進は高く評価される。現在の幹部構成やグループ編成にも概ね無理が無く、分かりやすい組織体制と良好な指揮系統が機能していると認められる。月例報告書の試みは、ユニット幹部による研究動向の遅滞のない掌握、及び研究者間の理解を進め交流の端緒となるというメリットに留まらず、二次的にはコンプライアンスの意識向上にも寄与するものとして評価できる。

重点テーマの指定やアウトカムに近いテーマをいかに加速し、それを実現させるかなど、今まで以上にスピード感を持って研究ユニットが運営されることを期待する。また、成果をより早く実用化し社会に提供するために、後ひと押しで大きな成果につながるプロジェクトへの重点的な予算配分や研究人材配置など、アクセントをつけた運営が期待される。

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	U	V	評点
ユニット戦略課題1	バイオマーカーの機能解析・同定とその検知デバイス技術開発	1	B	A	A/B	AA/A	A	A	A	3.9
ユニット戦略課題2	健康リスク計測とリスクモニタリング技術の開発	1	AA/A	AA	A	AA/A	A	AA/A	AA	4.5
ユニット戦略課題3	組織・細胞の機能の再生・代替技術の開発	1	B	B	A/B	AA/A	A	A	AA/A	3.8
ユニット戦略課題4	細胞機能計測・操作技術の開発	1	B	A	A/B	AA/A	A	A	A	3.9
ユニット戦略課題5	ヒト生理機能解析技術の開発	1	A	A	A/B	A	A	A	A/B	3.9
戦略課題総合点										4.0
イノベーション推進への取り組み										3.6

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A	A	4.0
イノベーション推進への取り組み	A	AA/A	4.3
ユニット運営の取り組み	A	A	4.0
総合評点			4.0

第3章

3-1-10 生物プロセス研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

バイオプロセスによる高効率な物質生産を目指した基礎的・基盤的研究から実用化研究に至るまでの一貫した研究を行い、化石燃料代替物質、化成品原料、医薬化学品、有用タンパク質、生物資材など、物質循環型社会の実現並びに高品位な物質生産技術の開発に貢献する。

第3期中期計画課題

- ・ I-5-(3)-①「微生物資源や有用遺伝子の探索と機能解明」(I-3-(1)-②へ再掲)
- ・ I-5-(3)-②「生体高分子や生体システムの高機能化によるバイオプロセスの高度化」(I-3-(1)-③へ再掲)
- ・ I-5-(3)-③「遺伝子組換え植物作出技術と生産システムの開発」
- ・ I-5-(5)-②「自然浄化能の強化による環境修復技術の開発」
- ・ II-1-(2)-②「身体状態の正確な把握に資する糖鎖やタンパク質等のバイオマーカーの探索、検知法開発とその実用化」
- ・ II-1-(2)-③「有用生体分子の構造、機能解析に基づく創薬基盤技術の構築、改良とその分子の高度生産技術の開発」
- ・ II-1-(3)-②「システム生物学的解析を用いた創薬基盤技術の開発」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

ミッションを達成するために(1)微生物・各種生物遺伝子資源の探索並びに探索技術の開発、(2)遺伝子情報を高速で解析する技術、有用遺伝子をin silicoで探索する技術の開発、(3)各種ゲノム・生体分子情報をもとに遺伝子組み換え植物・微生物・動物などによる有用物質生産技術の開発、(4)タンパク質・核酸・生体関連化学物質材料などの開発に取り組んでいる。また本研究部門は北海道センターとつくばセンターにまたがって活動し、北海道センターでは多様な地域連携を行いつつ、特に次世代アグリバイオテクノロジー研究拠点として地域貢献を果たしている。

研究ユニット構成員の研究要素とポテンシャルを把握し、その能力が発揮されるように配慮したシナリオ・ロードマップとなっている。個々の研究グループの研究活動は活発で、多くの研究は国際的にも高い水準にあると評価できる。中でも昆虫の共生細菌に係る重要な新知見の発見や、遺伝子組換え植物工場を利用した有用物質生産が承認申請に至ったことなどは特に優れた成果といえる。

一方、研究部門全体のロードマップについては、ユニット戦略課題間の相互連携が見える工夫が求められる。また、植物工場など比較的大きな予算が投入されている実用化課題では、より明確なマイルストーンや達成目標を示す必要がある。今後は、研究の進展に伴う適切な人材配置を行いながら、現在の研究開発の発展的な展開を期待する。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】バイオプロセス基盤技術を支える新規微生物・動物・植物の探索技術の開発

未知・未培養微生物の分離培養並びにこれまでにない探索・培養技術の開発を行っている。また、極限環境微生物由来の新規有用遺伝子資源探索、微生物間相互作用の機構解明やシグナル物質の発見・同定・機能解明、及び微生物-動物(昆虫等)間共生に関する基礎的研究を行っている。

本ユニット戦略課題を推進する3つのグループは、対象とする生物資源は異なるがいずれも「画期的な技術革新に展開しうる新規遺伝子資源及び生物機能の探索、解明」を目指した研究を展開し、着実な進捗を見せている。特に、微生物と他の生物との共生関係に関する基盤研究では、昆虫に農薬耐性を持たせる共生細菌の発見や昆虫が共生細菌を次世代に伝える機構の解明など、新知見の発見及び著名な国際誌への論文発表は高く評価できる。また、低温性真菌ライブラリーの充実とその活用研究は産業利用への展開が期待できるものとして評価できる。微生物関連の研究では、日本の中核的研究拠点として大きな役割を果たしている。

昆虫の先進的な研究成果からは、新たな応用展開が考えられる。それに関連した知的財産の取得や産業界との連携を促進するため、組織的な支援策を検討することが求められる。また、新規微生物関連の知見の蓄積をはじめ、本研究部門の研究成果が社会で有効活用されるために、データベースや検索システムの構築など、ITとの連携についても、今後検討することが期待される。

【ユニット戦略課題2】大量ゲノム情報時代に即応した遺伝子情報解析技術の開発研究

多様な環境下で生息する微生物・生物系集団を大きなゲノムプールとして捉えるメタゲノムライブラリー、メタトランスクリプトームライブラリーを高速で処理・解析する技術並びに目的遺伝子を活性として高いスループットでスクリーニングするシステムの開発を目指している。また、大量のゲノム情報を産業へ利用するための技術開発、特に生命情報特有のゆらぎや誤差などを考慮した情報技術処理技術の確立と実証を進めている。

大規模ゲノム情報に基づいたバイオプロセス設計や有用遺伝子探索、メタゲノムアプローチによる新規遺伝子資源の利活用などのアウトカムに向かって、現状の技術要素把握と必要な連携を意識したアプローチを続けている。この評価期間中には、セルロース系バイオマスの糖化率向上に有効な新規酵素の発見や二次代謝系遺伝子の高精度予測技術の開発など、次の展開に繋がる重要な進捗がみられた。本ユニット戦略課題で進めている研究開発は、民間企業で推進することが難しい課題への挑戦であり、それを大学、企業と連携しながら主導していることは高く評価できる。

一方、研究ユニット内での知的基盤整備に力を入れる必要がある。生産したデータを他のグループが効率良く参照する事や、構築したプロセスや生産パイプラインを産業上有効に活用するために外部と積極的に共同研究を推進することが望まれる。本ユニット戦略課題で推進する「有用遺伝子」、「有用酵素」、「有用プロセス」の探索・同定・利用で標榜する「有用」の社会的な根拠や要請を敏感に把握しながら、研究に反映させることが期待される。

【ユニット戦略課題3】遺伝子組換え植物・微生物等による有用物質生産技術の開発研究

完全密閉型植物工場を活用し、遺伝子組換え植物を用いた機能性物質や医薬品原材料の生産基盤技術の開発、産総研で独自に開発した遺伝子サイレンシング技術（CRES-T法）を中心とした植物の転写制御改変技術を用いた新機能・新規表現型植物の作出技術の開発、及び遺伝子組換え等微生物を用いた機能性物質や医薬品原材料の生産基盤技術の開発を行っている。

いずれのサブテーマにおいても実質的な進捗が認められる。中でも世界初の閉鎖型遺伝子組換え植物工場での植物栽培方法の確立は特筆すべき成果といえる。産業化に向けての安全性試験内容の考案や各種認可申請に関してもノウハウを蓄積しており、高く評価できる。民間単独ではリスクが大きく産総研が民間と共同して取り組む価値がある課題である。産業化を通じた地域振興を実現している点も評価できる。

本ユニット戦略課題の中で植物と微生物による物質生産技術開発を目指しているが、サブテーマ間相互の連携や相乗効果が出るような工夫が求められる。植物工場の設置や医薬品原料生産に係る認可申請手続き等、研究開発以外の諸業務については、今後も研究者が必要以上に時間を取られないような配慮が研究ユニットに求められる。

いずれのサブテーマも、産業界との連携を一層強めることにより、実用化に向けた研究開発の加速を期待する。また今後安全性に関する議論の際には、フェイルセーフの考えに基づき、例えば非食用植物で生産することなど、研究部門内外の英知を動員し方向性を検討することが期待される。

【ユニット戦略課題4】タンパク・核酸・生体関連化学物質等バイオ関連材料開発とその応用技術の開発研究

核酸の効率的化学修飾技術、酸化還元酵素の電極上駆動技術、電気化学顕微鏡による1細胞動態評価技術の開発と実用化を目指している。また、糖鎖や生体機能物質の創製技術研究とそれらの利用展開研究、複合糖質の生合成並びに分析に関する基盤研究とその応用展開、不凍タンパク質等の生産技術及び利用技術の開発を行っている。

核酸医薬を目指した核酸の化学修飾に関する一連の研究では、企業との連携によりコスト意識を持った研究開発を進めている。各研究グループは、それぞれの分野で著名な国際誌への論文発表や特許などによる成果発信を行っており評価できる。

一方、ユニット戦略課題4は多くのサブテーマを包含しているが、全体として何を指そうとしているのか、ミッションのさらなる明確化が求められる。また、より具体的なマイルストーンの設定により研究遂行の手引きとなるロードマップが作成されることを期待する。本ユニット戦略課題は、比較的製品化への出口に近い部分を担っており、ベンチマークと市場ニーズの把握に努め、産業化へ向けた研究開発推進を期待する。

3. イノベーション推進への取り組み

基礎研究の重視と実用化研究への注力、成果の発信、大学や外部研究機関との連携、世界水準へのキャッチアップ、研究対象やアプローチに関するダイバーシティの保持、所内の横の連携等、様々なイノベー

第3章

ション推進上の努力や取り組みが行われている。昆虫、微生物に関する新知見の発見や知的基盤の拡充、国内外の企業や研究機関をリードする植物工場とその生産利用技術の開発は、各界（国、社会、産業界、学界など）への貢献として高く評価される。

一方、出口に近いものの展開、あるいは出口につなげるためのアウトリーチ活動については、個々の研究者による自発的な活動以外に、産総研の産学官連携窓口及び地域連携ネットワークを利用した積極的な取り組みが今後も必要である。低温真菌ライブラリーや難培養微生物など、バイオリソースやデータベースを含む知的基盤整備の加速が望まれる。

今後は、地域の民間企業との連携をさらに拡大・強化し、イノベーションハブ拠点形成に貢献することを期待する。さらに海外の大学・研究機関との交流も積極的に推進することが望ましい。また、知的基盤についてはさらにその整備に積極的に取り組み、将来的には他のライフサイエンス分野の知的基盤をも含めた横断的な利用を可能にする統合的プラットフォームの構築を目指す必要がある。

4. 研究ユニット運営の取り組み

研究部門として多様な研究内容が含まれるが、研究者の独立性を重視しつつ研究部門全体のパフォーマンスを高めるマネジメントが行われている。すなわち、研究ユニット内の研究要素と研究人材のポテンシャルを把握し、多様性を重視する方針に基づいて適切な指導を行っている。外部予算獲得に向けた研究員の指導や中堅以下の研究員を中心とする所内ワーキンググループの結成など、内部人材育成への積極的な取り組みが評価できる。またウェブサイトを通じた研究部門の活動状況の発信と研究者のモチベーション向上のツールとする新たな試みは、今後の効果が期待される。

一方、所内連携や分野融合に関しては今後さらなる努力が必要と思われる。また、異分野との融合研究や企業との連携、産業化の過程で必要になる法整備など業務面において、各種コーディネーター機能を充実させ研究者の負担を軽くすることが求められる。

今後は、微生物全般に関してまとまりのある現研究体制を生かし、世界的ネットワークを広げてゆくべきである。また、製品評価技術基盤機構（NITE）や理化学研究所とも有効な連携を推進することが求められる。外部連携機関の研究員や学生を積極的に受け入れ、現在のポテンシャル維持とさらなる展開に努めることが期待される。

5. 評点一覧

外部委員（P, Q, R, …）による評価

（課題番号）	評価項目（課題名）	（重み付け）	P	Q	R	S	T	U	評点
ユニット戦略課題1	バイオプロセス基盤技術を支える新規微生物・動物・植物の探索技術の開発	1	A	AA/A	A	A	A	AA/A	4.2
ユニット戦略課題2	大量ゲノム情報時代に即応した遺伝子情報解析技術の開発研究	2	A/B	A	A	A	A/B	A	3.8
ユニット戦略課題3	遺伝子組換え植物・微生物等による有用物質生産技術の開発研究	2	AA	A	A	A	AA/A	AA	4.4
ユニット戦略課題4	タンパク・核酸・生体関連化学物質等バイオ関連材料開発とその応用技術の開発研究	2	A/B	A/B	A	A	B	A	3.7
戦略課題総合点									4.0
イノベーション推進への取り組み			A	A	A	A/B	A/B	A	3.8

内部委員（J, K）による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A/B	A/B	3.5
イノベーション推進への取り組み	A	B	3.5
ユニット運営の取り組み	A/B	B	3.3
総合評点			3.8

3-1-11 バイオメディカル研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

生体分子の構造・機能を理解・解明するとともに、それらの知見を活用して有用な分子の開発や細胞テクノロジーを進展させることにより、新しい創薬基盤技術・医療基盤技術を確立する。さらに創薬・医療に関わる基礎・基盤技術の動向把握に努め、将来に向けた技術の芽を発掘し、育成する。

第3期中期計画課題

- ・ I-5-(5)-②「自然浄化能の強化による環境修復技術の開発」
- ・ II-1-(1)-③「医療機器開発に資する先端技術の開発と実用化に向けた基盤整備」
- ・ II-1-(2)-①「ナノテクノロジーと融合した生体分子の計測、解析技術の開発と標準化」
- ・ II-1-(2)-②「身体状態の正確な把握に資する糖鎖やタンパク質等のバイオマーカーの探索、検知法開発とその実用化」
- ・ II-1-(2)-③「有用生体分子の構造、機能解析に基づく創薬基盤技術の構築、改良とその分子の高度生産技術の開発」
- ・ II-1-(3)-②「システム生物学的解析を用いた創薬基盤技術の開発」
- ・ II-2-(2)-①「分子計測による心身の健康状態のモニタリング、管理技術の開発」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

生体の異常や疾病に関わる生体分子の構造・機能の解明及び計測・解析技術の開発、生体リズムの攪乱に関連する疾患を改善するための物質探索や発症メカニズムの解明、細胞の機能を制御する抗体・蛋白質・核酸医薬等のバイオ医薬品に関連した基盤技術の開発、疾病の診断に必要なマーカーの高感度検出に求められるセンサー開発等の各研究課題に取り組むことで、「先進的・総合的な創薬基盤技術・医療基盤技術の開発」及び「健康な生き方を実現する技術の開発」を推進している。

ライフサイエンス分野における当該研究部門の位置付けがきちんと説明されており、また研究部門のミッション、研究体制も明確で分かりやすい。ユニット戦略課題には、生体分子の構造・機能解析から、ナノバイオを用いた計測技術まで幅広い領域を取り入れ、先進的・総合的な研究開発・技術開発を目指していると評価できる。また、各研究グループの独立性・自主性を尊重するとともに、グループ間の協力体制、内外との連携を推進しようとする姿勢も評価できる。

一方、評価診断技術の成果が創薬にどうつながるのかわかりにくく、研究部門全体で基礎研究と技術開発をバランスさせる必要がある。ベンチマークも定性的であり、優位性があるとしている点は評価技術が中心である。また、多くの研究グループのテーマを束ねた構造で、アウトカムの視点からもう少しテーマを絞った集中的な取り組みが必要である。

今後は、経済産業省所管の研究機関として製薬企業や健康産業を大きく変化させるような基盤技術を開発することが期待される。そのためには、大学とは異なる組織力を生かして目標に向かって一体感を高め、対外的にも強くアピールする骨太な研究開発の推進が求められる。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

[ユニット戦略課題1] 生体分子の構造・機能解析と高機能化

生体分子の構造や機能の計測技術と測定装置の開発、タンパク質の改変や遺伝子定量・核酸標準物質の開発などにより、「創薬・製薬」関連領域、及び「医療機器・医療計測」関連領域における基盤技術の構築を目指し、生体分子の構造と機能に立脚した課題解決型研究開発を行っている。

全体的に現在の医薬品産業の課題を捉え、産業振興のための基盤技術創生に向けて適切なロードマップを作成している。「創薬・製薬基盤技術」と「医療機器・医療計測技術」を区別して研究を進めている点も評価できる。また、RNA関連タンパク質とRNAの複合体の詳細な機能構造解析や低分子量の微小タンパク質の設計などで世界トップレベルの評価を受けており、大気圧電子顕微鏡や連続クロマトグラフィーシステムなどは、顕著なアウトカム成果として評価できる。

しかしながら全体としての方向感が見えにくく、戦略課題として太い柱となるテーマを絞る必要がある。また、アウトカムへの道筋が明確でなく、より明確な数値目標を立てて開発する必要がある。創薬・製薬基盤技術では、糖鎖などの技術も重要であり、他研究部門との技術連携もロードマップに加える必要がある。

今後は、アウトカムがもたらす経済効果を数値的に見積もり、重要性をアピールするとともに、戦略課題や各研究開発の意義を明確化する必要がある。各研究グループの研究者が目標に向かって一体的に取り

第3章

組める体制を構築し、抗体精製技術などにおいては積極的な海外展開を目指すことが求められる。また、標準物質の供給は長期継続が可能な体制構築・運営を心掛け、大気圧電子顕微鏡などの製品化に結び付いたものは、産総研の成果として宣伝する一方、できるだけ手離れ良く民間企業に技術移転し、より高いターゲットを目指すことにより、さらなる発展を期待したい。

【ユニット戦略課題2】 生体メカニズムの解明とその制御物質の探索

睡眠障害などの生体リズム障害、体内時計に関連する高血圧、血栓症などの生活習慣病、及びがんを主な疾患ターゲットとして、健康状態をモニタリングするためのバイオマーカー開発、及びこれら疾患の予防や改善を目的とした、天然物に由来する生理活性物質の開発を目指している。

生体リズムの攪乱に関連した様々な研究を系統的に実施し、生体リズムを制御する物質の探索、動物実験などによる制御物質の機能の解明、その分子機構の解明が並行して行われている。生活環境と生体リズムについて広く討議するニュートリズム検討会の設立など、積極的なニーズの収集体制の構築を行っていることや、インドの伝統的医学（アールユヴェーダ）で用いられる薬草アシュワガンダを素材にしたインドとの連携なども評価できる。

しかしながら、産業的価値のあるアウトカムに至る道筋が明確に示されておらず、医薬品リード化合物の定義や目標などをより明確にする必要がある。また、創薬に重点を置きすぎているきらいがある。創薬をサポートする「基盤技術開発」に重点を置き、安易に領域を広げすぎず、深く掘り下げる研究姿勢が求められる。

今後、脳科学や生活習慣病に関連した診断法や治療法のアウトカムを出す方向性で研究を進め、多くの人々がストレスの多い現代社会に比較的マイルドな方法で適応できるようになることを期待したい。当研究部門が生体メカニズムに関する研究のメッカとして、確実な地盤を築き上げてくれることを期待する。

【ユニット戦略課題3】 健康・疾患に関連する細胞制御分子の解明と利用

脳神経系などの疾患関連新規バイオマーカーを探索するとともに、これらの分子、あるいはそれを高機能化した分子を用いて細胞の機能異常の検出や、それを制御する技術を開発し、健康の増進や疾患の予防・診断・治療に貢献することを目指す。

バイオ医薬品創出に資する基盤技術開発という高い目標を掲げ、ロードマップに沿って研究が進められている。核酸ライブラリーやペプチドライブラリーの作製技術は有用性が期待できる優れた研究である。また疾患モデル生物の作製やシグナル分子解析技術も、基盤技術として重要なもので、独自の技術開発により世界的水準を維持していると評価できる。

一方、アウトカムを創薬基盤技術とする以上、より具体的で実用化に結び付く目標設定が必要である。また、各研究グループの方向感がそろっていないように見受けられ、ベンチマークにおいても国内外の研究機関に対する優位性が十分に示されているとは言えない。当研究グループとして基礎・基盤的研究に注力するか、あくまで創薬に結びつける方向で突き進むかについての検討が必要である。

今後真のアウトカムにつなげるためには、企業との早めの連携や研究グループの密な連携を図り、効果的に研究を推進することが望まれる。研究対象とする疾患について製薬企業の動向を大局的に把握し、既成の技術改善に留まらず、希少疾病用医薬品への貢献など、より独創性の高い基盤技術開発に挑戦することを期待する。

【ユニット戦略課題4】 ナノバイオ技術融合による極微量生体分子の計測解析技術開発

超高感度、極微量計測に必要なバイオセンサーに要求される高選択的な分子認識法やナノ薄膜電極材料、1細胞での計測が可能なナノ針等のデバイスなどの各要素技術の開発とその成果を利用し、ナノバイオ技術融合による極微量生体分子の計測解析技術の開発とそのデバイス開発を展開している。

高い研究レベルを維持し、ナノテクなど産総研内の他分野の研究グループや外部の医療機関との連携を積極的に推進しており、ベンチマーク比較により、これらの技術が世界トップレベルにあることが示されている。また、一人当たりの発表論文数や招待講演数、特許出願数などが抜きんでて多い事も評価できる。ナノニードル技術を利用した細胞内の特定分子の抽出・検出を可能とした新規セルソーター開発や電気化学センサー用の炭素薄膜電極は、今後広い分野での利用が期待される。

一方、最終的な目標やアウトカムの設定がやや曖昧で、提示されている各技術の現時点での世界での位置付け、優位性については具体的な数値を示したマイルストーンやベンチマーク評価を示す必要がある。セルソーターでは創薬や医療診断に直結するターゲットを設定し、その有用性をアピールするとともに、細胞の分画精度を高めることが必要で、DNAメチル化検出技術の開発では、複数塩基レベルで変化を観察できるシステムに進化させていく必要がある。

今後、アウトカムに結びつける上で市場ニーズとのマッチングが重要である。計測・解析機器の個々の市場は小さいので、意欲のある中小企業と連携をさらに進めることが求められる。また、産総研内や医療機関を含めた外部組織との連携を深め、アウトカム実現に向け研究を飛躍させる必要がある。診断機器の検出感度をもう1桁上げることができれば現在の医療を大きく変えられる可能性があり、ロードマップの前倒し達成を期待する。

3. イノベーション推進への取り組み

生体リズムの積極的な活用を目指すニュートリズム検討会の中核となって新しい研究の流れを作り出すとする試みや、大学院生の受け入れ、連携大学院の客員教員の委嘱を受けるなどして人材育成にも取り組んでいる点などは評価できる。日印ジョイントプロジェクトの取り組みや標準物質の取り組みもイノベーション推進として評価できる。また、生物資料をそのまま走査電子顕微鏡で観察できる資料ホルダーを製品化し、核酸標準物質の製品化を行いDNAマイクロアレイ解析の品質管理に貢献したなど、それぞれの研究グループが着実に研究を進め、国際的トップジャーナルに発表しているなどの多くのアウトプットを出していることも評価する。

しかしながら、産総研の理念・ミッションに従った研究開発がより強く求められている状況において、医薬品産業を底上げする研究成果や殻を破るような挑戦的なテーマの創出が望まれる。また、イノベーション推進への取り組みは、個別的にはなされているが、ハブを形成するには至っていない。産総研の貢献が目に見えるように、広報活動にも力を入れる必要がある。

今後は基盤技術を中心に取り組み、重要な経済効果の大きいアウトカムを出すべく、産総研として産業の活性化に資する研究開発を目指すことが求められる。研究者の意識改革により全体的な底上げを行い、国の科学技術開発の方針や社会の流れに対応し、大学ではできないような柔軟な組織作りとハブ化を考える必要がある。

4. 研究ユニット運営の取り組み

中長期的な視点に立って研究組織が見直され、数年毎に大きな改組が行われており、多様な研究者と様々な研究テーマを抱えながら、組織の方向性を示し、研究者間の連携を深めつつ、基盤技術創出に向かって着実な成果を挙げている。グループ職員とのコミュニケーションを重視した運営を目指し、研究者が安心して研究できる環境が整備され、かなりの外部資金を獲得している事なども評価できる。

一方、基礎的な研究やボトムアップ的な研究を重要視しているが、社会の要請に添ったトップダウン的な研究・技術開発に軸足をさらに移す必要がある。大学の研究室や企業で行っている研究でなく、産総研でしかできない挑戦的課題に取り組むことが望まれる。また、企業などへの成果紹介、成果の発信にさらに力を入れる必要がある。特許実施件数に対して実施料が少ない点も問題である。

今後は、研究結果がどれくらい経済に貢献したのか検証するとともに、科研費等を含め、外部資金獲得の際には、研究部門の方針に沿ったものであるか否か、審査する仕組みを考えることが望まれる。また、女性研究者の育成にさらに注力し、女性の視点を積極的に取り入れることも期待したい。人材育成に関しては、産総研で長く研究するだけでなく、国内外の企業や大学との人事交流などで多面的な価値観を持つ研究者の育成が必要で、海外の最先端の研究所に一定期間滞在させるなど、若手研究者に刺激を与え、我が国のバイオメディカル産業の発展に寄与することを期待する。

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	U	V	評点
ユニット戦略課題1	生体分子の構造・機能解析と高機能化	1	B	A	B	A	B	AA/A	B	3.5
ユニット戦略課題2	生体メカニズムの解明とその制御物質の探索	1	B	A/B	A	B	A/B	AA/A	B	3.5
ユニット戦略課題3	健康・疾患に関連する細胞制御分子の解明と利用	1	B	A/B	B	A	B	A	B/C	3.3
ユニット戦略課題4	ナノバイオ技術融合による極微量生体分子の計測解析技術開発	1	A/B	AA/A	AA/A	B	A/B	A	A/B	3.8
戦略課題総合点										3.5
イノベーション推進への取り組み			B	B	B	A/B	B	A	C	3.1

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	AA/A	A	4.3
イノベーション推進への取り組み	A	A/B	3.8
ユニット運営の取り組み	A	AA/A	4.3
総合評点			3.7

第3章

3-1-12 ヒューマンライフテクノロジー研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

我々人間が、自立して知的で快適な生活を安心して送ることを可能とするため、人間の心身活動を深く理解する研究を行うとともに、技術のユーザーである人間側に視点をおき、人間の能力発揮及び機能回復を支援するための研究をする。具体的には、脳機能及び認知行動の計測・評価技術の開発と人間の心と行動の理解、モデル化、予測技術の開発、日常生活における人間の生理・心理・行動の統合的計測と生理機能や認知機能の理解に基づいた心身機能を維持あるいは回復促進、さらに心身活動能力を増進させるための支援技術の開発、人間にとって軽負荷な医療技術の開発をするとともに、これらの技術の社会への導入のための活動を行う。

第3期中期計画課題

- ・ II-1-(1)-②「組織再生技術や生体材料技術を利用した喪失機能の代替デバイス技術の開発」
- ・ II-1-(1)-③「医療機器開発に資する先端技術の開発と実用化に向けた基盤整備」
- ・ II-2-(1)-①「脳神経機能及び認知行動の計測技術の開発と人間の心と行動の理解、モデル化、予測技術の開発」
- ・ II-2-(1)-②「日常生活における人間の生理、心理及び行動の統合的計測と健康生活への応用技術開発とその国際標準化」(IV-3-(1)-③へ再掲)
- ・ II-2-(3)-①「生体情報計測に基づく軽負荷医療及び遠隔医療支援技術の開発」
- ・ II-2-(3)-②「身体生理機能や認知機能の理解に基づき心身機能を維持増進する技術や回復(リハビリテーション)する技術の開発」
- ・ II-2-(3)-③「人間の心身活動能力を補い社会参画を支援するためのインターフェース等の技術開発」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

新しい視点、チャレンジ性を重視して、5つのユニット戦略課題を推進する。これにより、個人の能力に適合した作業の選定、心身の適応機能の維持・向上、高齢者・障害者のQOL(生活の質)向上、新規な身体機能回復技術、低負荷で着実な治療・代替機器というアウトカムを目指している。また、研究成果を社会に活かす方策としての工業標準化及び産業界の当該研究開発の推進策としてのガイドラインの策定についても、継続的に推進している。

高齢化社会を迎える日本において、人間福祉医工学と脳科学が融合した研究分野の推進は適切である。人間特性に関しては、多方面からのアプローチを行い、多様な人材により、医工学での基礎から臨床応用までシームレスに実用化を推進しており、高齢者・障害者の特性といった視点で取り組んでいることは評価できる。研究ユニットの有するポテンシャルを把握し、構成学的に考えられたユニット戦略課題の展開の道筋が明示されている点も評価できる。

一方、人間の幸福ということを目標にするならば、社会学的な面でのロードマップの検討が必要で、そのようなアドバイスを受けられる仕組みの構築が望まれる。また、内外との連携に努力している様子はいかがだが、国内外の研究動向の中での自らの位置付けを詳しく把握する必要がある。

今後は、開発成果をより一層実用性の高いものとするために、医療や福祉の現場との共同研究を積極的に増やす必要がある。また、人間の能力を伸ばすような環境や機器に関する技術開発をもっと前面に出す必要があり、高齢者の機能の低下のみでなく優れている面を明らかにすることも望まれる。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

[ユニット戦略課題1] 人間の状況認知・遂行能力の評価・支援技術の開発

少子高齢化社会における高齢者の就労拡大を目指して、能力の多様性にも配慮しながらその人に合った適切なタスクを選定するための能力・タスク適合性評価法や適合を支援する技術を構築し、また、そのためのパフォーマンスの計測・評価、ディマンズの計測・評価、ディマンズとパフォーマンスの適合性の評価の研究開発に取り組んでいる。

高度な脳機能を生理計測から解明しようという挑戦的な課題であり、研究項目を体系的にブレークダウンした点や、自己充足感の得られる知的作業の提供を課題として取り上げている点が評価できる。全脳代謝に関して、血液で推定する試みは独創的で評価できる。

一方、脳のパフォーマンスの計測は認知症のマーカーの研究と同様、非常にニーズの高い分野であり、脳計測で脳機能の衰えの様子は推定できるようになったと考えられるので、今後は認知との関係を明らか

にする必要がある。カーナビ使用時の認知特性については、脳の酸素量測定で十分な対応関係が得られることを示すために一層のデータ蓄積が必要である。挑戦的なテーマであり、マイルストーンを具体的なものにするための検討が当面の課題である。

今後の方向性として、認知機能は環境や人間のさまざまな内部状態によって影響を受けるので、人間の状態や環境についてのデータも同時に計測するようにすることが必要と思われる。また、年齢や能力による違い、健常者と患者による違いなど様々な条件でのデータ収集も計画する必要がある。本課題と「社会ニーズ」との関係性や、最新の技術とのベンチマークも必要である。

【ユニット戦略課題2】心身の適応能力の向上のための評価・支援技術の開発

心理的側面と身体的側面の相互連関にも着目しながら、心身適応特性を適正に計測し、メカニズムレベルで探求することによって、心身の適応能力改善を支援するための技術開発を行っている。具体的には、血管の硬さ計測技術／超音波による血管機能計測、心循環機能・自律神経機能の評価技術、温熱快適性や睡眠特性の計測・評価技術、リラクゼーション効果の計測・評価技術などを用いて、精神的リラクゼーションや休息・睡眠などによって身体の適応状態を維持改善する課題に取り組むとともに、身体への刺激によって心や認知機能の適応性を改善する課題にもチャレンジしている。

動脈硬化を血圧と同時に測定できる装置は、医療現場だけでなく広くニーズがあるので、企業と協力して動脈硬化計測機器を製品化したことは評価できる。これを用いて動脈硬化計測や睡眠と記憶に関する研究などの健康やストレスの問題に直結する身近な題材を扱っており、テーマ設定の視点が適切である。「健康≠病気がない状態」という考え方を工学的技術的なアプローチで実践するという視点も良い。

一方、計測系の研究と心理学や行動科学との研究のシナジー効果が不明である。前者の生理指標等の計測技術は一定レベルにあるが、後者の情動や睡眠に関する研究は、発生する現象のメカニズムの解明が不足している。

今後の方向性として、何か一つの象徴的なテーマを設定し、課題全体が収斂していくようなマネジメントを行うことが必要と考えられる。断眠研究については睡眠専門の精神科医と協力して医学的にも立証することが必要である。

【ユニット戦略課題3】生活自立支援のための身体機能回復技術の開発

加齢や障害によって機能が欠損・低下しても充実した日常生活を送るための身体的機能回復とQOL向上を目指し、機能回復メカニズムに基づいたニューロリハビリ技術、QOL向上のための食生活・介護・リハビリ支援技術に関する研究開発を行っている。

失われた機能の代償のメカニズム解明や誤嚥性肺炎の防止などの社会的ニーズをよく認識している点や、これまでの動物実験でのノウハウを駆使してモデル動物をリハビリへ応用することを具体化している点などが評価できる。また、研究テーマ設定からアウトカムまでアプローチが論理的であり、自立支援のための身体機能回復技術を、神経細胞レベル、身体機能レベル、生活環境レベルの3段階にレベル分けした構成は、アウトカムを意識した総合的な優れた取り組みとして評価できる。

一方、運動機能の回復と神経系の代償作用については先行研究との比較が必要である。サルを用いた脳活動計測や神経生理学的なエビデンスの蓄積が進んでいるが、ヒトに適用・演繹するまで大きな距離がある。また、筋電、嚥下音、MRIなどで定量的に嚥下を取り扱う姿勢は評価できるが、リハビリについてはロードマップが不明であり、飲食物を認識するセンサー機能などについても検討が必要である。

今後の方向性としては、嚥下動作だけではなく、食べるためのリハビリ支援の全体像（＝どういうことが達成できたら良いのかという仮説）を持った上で、嚥下動作に焦点を当てるなどのアプローチが必要である。また、病気の治癒だけでなく身体機能を回復させる取り組みは重要であるため、関係機関と連携して、より体系的に取り組むことが必要であり、現場の理学療法士等との定期的な情報交換も有益である。

【ユニット戦略課題4】安全で負担の少ない医療機器、医療高度化の支援技術の開発

組織誘導性生体材料を基盤として、その臨床開発と関連する基礎研究、次世代人工心臓（バイオリズドポンプ）、低侵襲がん治療に関する研究開発を行い、骨疾患、心疾患、がんへの対策に取り組んでいる。機械と生体材料の組み合わせを実現している点やナノ粒子アジュバント（免疫賦活剤）は従来にはない発想として評価でき、病院と共同で薬事のためのガイドライン作成を通じて制度改善にも貢献しているものと認められる。

一方、临床上及び医療経済上のベネフィットについても調査・検討し、エビデンスの蓄積を進めるべきである。また、補助人工心臓については、内皮細胞を張り付けても血栓ができないかなど医学的な検証が極めて重要である。

第3章

今後の方向性として、この課題はトランスレーショナルリサーチ（TR）、医療ロボットの安全性の標準化、医療機器標準化など、社会に対して産総研が顕著な貢献ができるころなので、医薬品、組織、細胞と材料や医療機器の組み合わせ製品の安全性や有効性、また、リスク管理の状況や実現可能なベネフィットなどを評価する方法についても検討が望まれる。

【ユニット戦略課題5】人間生活製品、福祉、医療技術の標準化研究

人間工学及び医療技術の領域における標準化研究の推進、及びそれに関連するガイドラインの策定を図るために、アクセシブルデザイン技術（高齢者・障害者を含むより多くの者に適合した製品環境・設計技術）の標準化、映像の生体安全性に関する標準化、医療機器に対するガイドラインの策定と標準化を推進している。

標準化にあたって多くの実証データを収集している点は高く評価でき、ガイドライン策定時に、開発者向けだけでなく審査者向けのものも同時に作成するというのは良い発想である。また、アクセシブルデザイン等、高齢化社会のニーズに適したテーマを設定している点も評価できる。

一方、医療機器のガイドラインについては、規格作成開始から完成まで一層の時間短縮が望まれる。

今後は、アクセシブルデザインでは国際的に先行しているので、国際競争力アップに結びつける戦略も提案する必要があり、国際規格では各国の合意形成の方法について有効な戦略を検討する必要がある。また、開発ガイドラインについては、コンビネーション製品や医療技術にもスコープを広げて検討すると良い。医療機器については、ガイドラインによって承認所要期間が短縮できたかどうか評価する仕組みの検討が望まれる。

3. イノベーション推進への取り組み

身体や生活の安全性に関する各種標準化や医療機器開発ガイドラインの作成では、関係省庁との連絡や産業界との連携を積極的に行い、関係産業の活性化・育成、国際競争力の強化という点で大きな貢献を果たしていると評価できる。人材育成は、イノベーションスクールへの貢献、研究成果報告会の開催、研究奨励賞の設置等に取り組んでおり、積極的と評価できる。

一方、医療や福祉の現場との連携が不十分と思われ、十分な研究資源配分が望まれる。また、脳画像、色覚・色、におい等のDBについてはメンテナンス方法が検討課題である。なお、一部はすでに取り組まれているが、成果の発表や課題の共有の場として、国際的なシンポジウムの主催や共催、研究テーマ毎のワークショップや人材育成のプログラムもより積極的に企画する必要がある。

今後も、企業とのパートナーシップや企業の機器開発のサポート体制等の一層の充実が望まれる。その一環として、臨床・非臨床データや「健康」状態を表すデータなどの蓄積が望まれ、One to Oneのパートナーシップ型とコンソーシアム型での企業との連携のより戦略的な推進を検討する必要があると考えられる。

4. 研究ユニット運営の取り組み

若手研究者の育成として、定期的な研究成果発表会の開催や研究奨励賞など、積極的にチャレンジ性や研究の面白さを評価しモチベーションを高くさせていることは評価できる。また、資源配分を配慮することに関しては、ユニット戦略課題の性格により、研究者個人とのコミュニケーションなどを通じて、研究部門全体でマネジメントができているものと評価される。

一方で、論文発表が不十分であり、また、社会ニーズを把握する仕組みの強化が望まれる。最先端の研究でなくても、ガイドラインのように地道な活動も大切であり、研究の成果にベネフィットやバリューがあることを明確にし、研究開発への投資を誘発していく活動も重要である。

今後も二つの研究部門を統合したスケールメリットを考慮した運営が重要であり、スケールメリットを実践する具体策として、研究部門共通のプラットフォーム技術となる可能性のあるデータマイニングや機械学習の研究をサポートする体制の整備が考えられる。内部人材の育成については、研究者が研究所の中だけでなく、広い分野の研究者等と接触できるような機会を増やす必要がある。なお、ユニット戦略課題によっては、それを構成するグループ間の連携が不十分なので、連携による相乗効果がより具体的に現れてくるようなマネジメントが望まれる。

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	U	評点
ユニット戦略課題1	人間の状況認知・遂行能力の評価・支援技術の開発	1	B	A/B	B	A	A/B	A	3.5
ユニット戦略課題2	心身の適応能力の向上のための評価・支援技術の開発	1	B	B	B/C	A/B	A/B	A/B	3.2
ユニット戦略課題3	生活自立支援のための身体機能回復技術の開発	1	B	B	B/C	A	A/B	B	3.2
ユニット戦略課題4	安全で負担の少ない医療機器、医療高度化の支援技術の開発	1	A	AA/A	A/B	AA/A	A	A/B	4.0
ユニット戦略課題5	人間生活製品、福祉、医療技術の標準化研究	1	A/B	A/B	A	A	AA	A	4.0
戦略課題総合点									3.6
イノベーション推進への取り組み			B	A/B	B/C	A	AA/A	AA/A	3.7

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A	AA/A	4.3
イノベーション推進への取り組み	A	A	4.0
ユニット運営の取り組み	A	A	4.0
総合評点			3.7

第3章

3-1-13 バイオメディシナル情報研究センター

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

ポストゲノム時代の創薬・医療領域の研究開発では、生命現象の理解に基づく革新的基盤技術の開発及び大量のデータの統合的利用技術が必要となる。そこで本研究センターでは、①独自に構築した世界屈指の研究リソースやデータベースを発展させるとともに、これらを活用した本格研究を展開し、産業界への橋渡し研究を加速する。②同時にイノベーションハブ機能を強化し、生命現象解明に基づく次世代創薬産業創生につながる研究開発を推進することにより、新規研究領域の開拓及び提案を目指す。③またこうした研究開発を通じて、創薬基盤技術に貢献しうる優秀な人材を養成する。これら3本の柱を有機的に連携させつつ意欲的に遂行することにより、創薬開発プロセスの効率化・高度化を図るとともに、生命科学における新パラダイム創出を目指す。

第3期中期計画課題

- ・ II-1-(1)-①「幹細胞等を利用した再生医療等に資する基盤技術及び標準化技術の開発」
- ・ II-1-(2)-①「ナノテクノロジーと融合した生体分子の計測、解析技術の開発と標準化」
- ・ II-1-(2)-②「身体状態の正確な把握に資する糖鎖やタンパク質等のバイオマーカーの探索、検知法開発とその実用化」
- ・ II-1-(2)-③「有用生体分子の構造、機能解析に基づく創薬基盤技術の構築、改良とその分子の高度生産技術の開発」
- ・ II-1-(3)-①「配列情報と分子構造情報を用いた創薬支援技術開発」
- ・ II-1-(3)-③「バイオデータベース整備と利用技術の開発」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

質量分析システムを活用して、タンパク質相互作用の解析から創薬標的を見つけ出す手法を駆使するとともに、世界トップランクのクリーンルームに設置された解析システムを用いて創薬基盤技術の確立と移転を実現することを目標としている。また、機能性RNAと疾患との接点を探索し新規創薬シーズの提案を目指す。さらに、極低温電子顕微鏡、X線回折及びNMRによる構造解析技術、構造に立脚してin silicoスクリーニングを行う新規創薬基盤技術の確立を目指す。

生体物質の検出・同定・機能評価、立体構造解析などの高い技術、及び貴重なバイオリソースを活用して、「創薬基盤技術の確立と実証」、「研究リソースの充実と活用」、「周辺技術の改良と実用化」をアウトカムとする適切なロードマップが描かれている。中期計画並びに研究戦略との対応は妥当である。

一方、全体計画の中での研究開発の進捗状況について、さらに明示的に提示することが求められる。また、4つのユニット戦略課題の連携や関連性を示すことにより、この戦略課題構成の必然性が明確にわかるように努める必要がある。

今後は、本研究センターに薬理学的研究要素を加えることを検討する必要がある。また、創薬に資する成果が、今後継続して産業・社会に活用され、その展開が続くような方策を産総研として練る必要がある。貴重なバイオリソースやデータベースの維持管理についても、責任を持って維持管理する組織的な対応が期待される。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】タンパク質機能解析に関する研究

質量分析システムの超々高感度化・自動化を進めるとともに、ヒト完全長cDNAのリソースを活用し、タンパク質のネットワーク情報から効率よく創薬ターゲットを決定するスクリーニング基盤技術の構築を目指している。さらに、化合物ライブラリーとハイスループットスクリーニング系を用いて抗腫瘍効果などを示すヒット化合物を中心に、動物レベルでの検証研究を開始する。

3つのサブチーム（質量分析、ヒト完全長cDNA、化合物ライブラリー）とも、所内外の機関と緊密な連携を図り、いずれも高い成果を挙げている。その中でも高精度で再現性の高い汎用ヒト型ロボットの開発と新規iPS細胞誘導遺伝子Glis1の発見は特筆すべき成果といえる。

一方、研究センターが保有するバイオリソースからの創薬シーズ探索とその評価を進める中で、必要な知財の確保には留意する必要がある。共同研究などにより研究が幅を増す傾向にあるが、マンパワーを考慮すると研究が分散しないように、また後継者育成を勘案した研究推進が求められる。

ここで構成されるチームが保有する技術やバイオリソースは、産学官において幅広い利用と研究展開が

見込まれるため、今後も産総研内外の研究機関や企業と連携を密にし、創薬・医療産業に資する貢献を期待する。また、産総研は標準化についての経験が豊富であり、国の研究機関としてたとえば発現タンパク質のプロファイリングなどバイオ分野での標準化戦略を考える時機が到来している。

【ユニット戦略課題2】機能性RNAに関する研究

機能性RNAの新規機能や作用機序の解明といった基礎知見の収集と研究分野の基礎骨格を確立するとともに、疾患との接点を探索・実証し、新規なゲノム創薬基盤を提供することを目指している。

機能性RNAという新しい研究領域において、早い時期にその重要性に着目し、研究基盤の確立と作用機序に関する研究に着手した。その結果、核内構造体の発見とその生物学的意義、疾患との関連など、独創的で世界をリードする研究を展開していることは高く評価できる。

一方、萌芽的研究ゆえの問題ではあるが、他のユニット戦略課題と比較して出口戦略が不透明である。時間軸を意識した研究マネジメントが必要である。

今後は、創薬標的探索型アプローチを強めるべくロードマップを再検討するのがひとつの方向性ではあるが、むしろ現チームからは、さらに優れた生物科学の基盤的知見が得られことが期待される。そのため、本戦略課題のチームが基盤研究に専念できる環境（組織）づくりを検討するという方向性も考えられる。

【ユニット戦略課題3】統合データベース（モデル事業ゲノム情報統合プロジェクト、経済産業省統合データベースプロジェクト）

ヒト分子情報に関連する統合データベースの構築を通じて知的基盤の整備を担い、産総研をはじめとする国内外の実験的研究者にとって役立つデータや解析ソフトウェアを提供することにより、ライフ分野基礎研究及び創薬研究の加速化を目指している。

ヒト分子情報の統合データベースH-InvDBについて、新しい情報の追加と内容の充実が図られ、また経済産業省主導の事業であるMEDALSの運営が着実に行われ、それらの利用が拡大していることは評価できる。成果（公開データベース等）に対する客観的な評価尺度を導入し自己分析している点も評価できる。

一方、バイオ関係のデータベースでは世界標準となっているNCBI（National Center for Biotechnology Information、米国）や類似データベースとの対比や位置付けを明示し、それに対する優位性や意義を議論し、無為な重複を避け優位性の強化を図る必要がある。

今後は、創薬関連産業に資するデータベース、例えば単一塩基多型（SNP）と疾患との関係のデータベースや自己免疫疾患に関するデータベースなどの拡充が期待される。また、省庁統合データベースの構築に際してリーダーシップの発揮を期待するが、そのためには、後継人材の育成やデータベースの維持管理などのために人的資源の投入を検討することが求められる。

【ユニット戦略課題4】生体高分子立体構造情報解析に関する研究

「タンパク質立体構造に指南された創薬」戦略を実現する基盤技術の開発を目指す。特に膜タンパク質や複合体の立体構造の決定、相互作用解析、計算科学的な解析による創薬ヒット候補化合物の探索を可能とする技術の開発・改良を行うとともに、企業とも連携して実用化に向けた検証も進めている。

タンパク質の高分解能構造解析、リガンド分子との相互作用解析、分子シミュレーション解析の3つの研究要素を組み合わせて目指すアウトカム「タンパク質の立体構造に指南された創薬」の設定とそれに向けた段階的なロードマップは明解である。個々の要素技術は高い水準にあり、企業展開を意識した成果を挙げている。特にペプチドリガンドから非ペプチド化合物を推測するプログラムを開発し、それをを用いてリード化合物の発見とその評価過程に入っていることは、今後期待できる成果として評価できる。

一方、リード化合物の最適化研究などは、製薬メーカーとの実質的な連携の推進が必須である。それを強化するためには、成果発信やアウトリーチ活動により本戦略課題担当チームの研究活動や成果をよりアピールする努力が求められる。

創薬研究の初期ステージであるHit to Leadにおいてそのプロセスを支援する「DIRECTION法」の開発は意義がある。このステージで多種多様なドラッグブルな化合物が提示されることを期待する。また、非ペプチドリード化合物の最適化とその後の開発は企業に任せ、研究センターでは他の標的でのリード化合物発見に集中することもひとつの重要な方向性である。

3. イノベーション推進への取り組み

世界トップレベルの研究リソースと技術開発力を活用し、創薬基盤研究として着実に成果を挙げている。イノベーション推進に向けた取り組みも熱心で、共同研究を行った相手機関へのアンケートにおいて高い評価を得ており、イノベーションハブとしての機能を十分に果たしていると評価できる。

第3章

大きな学協会での多数の招待講演があることは、この研究センターの成果の質の高さを物語っている。一方、主導的な活動として国際シンポジウムやワークショップの主催、講習会を含む啓蒙活動などにより、国内外でのプレゼンスの向上とイノベーションハブ機能の積極的なアピールを図る努力が必要である。

今後は、研究センターが蓄積、集積している貴重なバイオリソースや技術が、社会、産業界、アカデミアなどで有効活用されるような努力が望まれる。資金提供型共同研究で実施した汎用ヒト型ロボットの開発は、企業連携が極めて有効に機能した例として、他研究ユニットでも参考になる。バイオ産業以外での広範な用途が考えられることから、各方面からの需要に関する情報を収集しながら今後の戦略的な展開を期待したい。

4. 研究ユニット運営の取り組み

革新的な研究成果の獲得を目指して、研究員の内発的な研究意欲を尊重し、萌芽的研究を奨励するボトムアップ的なマネジメントは評価できる。またそれにより世界をリードする成果を出している。ライフサイエンス研究を推進する公的研究機関は多いが、本研究ユニットは創業に活用する基盤技術開発に特化して高い成果を創出している研究ユニットとして評価できる。

一方、若手研究員の数に限られており、この研究ユニットで蓄積した研究資源やノウハウなどの知財や研究ポテンシャルを引き継ぐ内部後継者の育成に関しては検討が必要である。これは分野及び組織として取り組む課題でもある。

今まで蓄積し保有する天然物化合物ライブラリーやヒト完全長cDNAライブラリーなどの研究リソース、及び創業のための基盤技術を一般に活用できるように整備し、公開することが期待される。また、研究テーマの中には他の研究ユニットとの連携により、より革新的な課題に挑戦できそうなものもある。今後はこれら関連する研究ユニットとの連携を進め、さらなる研究促進を図ることが重要である。

5. 評点一覧

外部委員 (P, Q, R, ...)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	評点
ユニット戦略課題1	タンパク質機能解析に関する研究	2	A	AA		AA	A	4.5
ユニット戦略課題2	機能性RNAに関する研究	2	A/B	A/B		B	A	3.5
ユニット戦略課題3	統合データベース	2	B	A		A	A/B	3.6
ユニット戦略課題4	生体高分子立体構造情報解析に関する研究	2	A	A		A	A/B	3.9
戦略課題総合点								3.9
イノベーション推進への取り組み			A	A		A	A	4.0

内部委員 (J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A	A	4.0
イノベーション推進への取り組み	A	AA/A	4.3
ユニット運営の取り組み	A/B	A	3.8
総合評点			3.9

3-1-14 知能システム研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

人間の行動を支援あるいは代行する、知能情報処理・ロボティクスに関わる技術を知能システム技術と位置付け、その基礎原理、要素技術、システム化技術の研究開発を行い、成果を社会に普及させる努力を通じ、持続的発展可能な社会実現・産業競争力強化に貢献する。

第3期中期計画課題

- ・ I-2-(1)-⑤「市街地移動システム技術の開発」
- ・ II-3-(1)-②「生活安全のためのセンサを用いた見守り及び異常検出技術」
- ・ II-3-(2)-①「ロボットの安全性評価のためのリスクマネジメント技術の開発」(IV-3-(1)-④へ再掲)
- ・ II-3-(2)-②「高信頼ロボットソフトウェア開発技術」(IV-3-(1)-⑤へ再掲)
- ・ III-1-(2)-①「製造の省力化、高効率化のための産業用ロボット知能化技術」
- ・ III-3-(1)-②「サービスの幅広い選択を可能にする技術」
- ・ III-3-(3)-①「QOL向上のための生活支援ロボット基盤技術」
- ・ III-3-(3)-②「サービス産業のためのロボット自律移動技術」
- ・ III-3-(4)-①「メディア処理技術とインタラクション技術を融合したコンテンツサービス創出、利活用技術」
- ・ III-3-(4)-③「新サービスの創出のためのヒューマノイド基盤技術」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

「出口を見据えた基礎研究の推進」を基本運営方針とし、アウトカムの社会的有用性の精査を前提として、中長期的基礎研究を推進している。「市街地移動システム技術の開発」(グリーン・イノベーション課題)及び「生活支援ロボットの安全の確立」、「安全な個人データ利活用技術」(ともにライフ・イノベーション課題)をユニット戦略課題の中核に設定し、サービス省力化、製造の効率化、新サービス創出を目指した先端技術開発を展開している。

基本運営方針をもとに、基礎研究だけでなく、「サービス」や「安全」、そのための標準化、及び認証などを研究開発項目として、マーケットを意識したテーマを多数掲げ、産業界への貢献に資する内容で構成されている点は高く評価される。また、人間中心のロボティクス、支援型ロボティクスを明確な目標としている点は適切である。

一方、本研究部門として達成すべき目標が曖昧であり、技術によってどういう社会を目指すのか等、具体的に定義することが必要である。また、シナリオについては、基礎研究を含めた長期のシナリオとして明確にすることが望まれる。

今後の方向性として、本研究部門で開発された革新的な技術を速やかに産業化するために、企業との連携の機会をさらに増やすことが必要と思われる。また、高度な技術のインテグレーションにフォーカスしている点は適切であるが、安全、プライバシーなどはそのような場合に生ずる特有の課題なので、他にもこのような課題がないか検討が望まれる。各研究グループが個別に活動している印象があるが、研究部門全体の将来像等に関して、ボトムアップ的なものにトップダウン的な手法を適切に組み合わせる必要がある。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

[ユニット戦略課題1] 市街地移動システム技術の開発

高齢者等の新しい移動手段としての利用が期待されている次世代パーソナルモビリティ等の搭乗型移動支援システムに加えて、市街地環境全体にセンサネットワーク等を設置し知能化することによって支援することも含めた形で研究開発を行っている。さらに、市街地を結ぶ輸送システム技術として、省エネルギーで走行可能とするトラックの自動運転・隊列走行技術を開発している。

市街地移動システムや自律走行車いすのような移動手段は、今後の低炭素社会、高齢化社会では確実に必要になるので、つくば市のロボット特区を利用した実証実験は真に実用化を試みるという点で評価できる。その中で、環境の3次元モデルの構築、移動支援、自立走行などは、高い研究レベルにあると評価でき、特に多数のビークルが同時に動くときの協調、最適化、情報共有などの技術では世界をリードできる可能性がある。

第3章

一方、自動車メーカーとの連携や国際標準への取り組み、国際特許出願、国際誌への発表等、国際的な成果発信が不足している。また、アウトカムとして、市街地移動に関する技術が列挙されているが、むしろ直接的なアウトカムとしては機能的ベネフィットを示す方が良いと思われる。また、低炭素型交通システムを実現する上で、当該研究の必要性、解決すべき課題、Human Machine Interface (HMI) 及び受動的な安全技術についての安全性確保を実現する考え方などが不明確である。

今後の方向性として、クラウドを活用したデータ収集・共有・配信の重要性が高まると思われる。このため、今後における研究展開として同様の開発を志向している外国のグループ等と開発の初期段階から積極的な連携を進め、クラウド活用方法等の共通化を目指す必要がある。都市交通分野において、人間と機械の共存型の移動システム（比較的低速なもの）にフォーカスして研究を進めれば世界を先導する研究に発展するものと期待できる。ロボット特区での研究開発を粘り強く継続し、日本の社会制度・法制度を変革させるほどのインパクトを期待する。

【ユニット戦略課題2】生活支援ロボットの安全の確立

機能安全の国際規格に適合可能なロボットの安全規格を定めるため、ロボットの安全性を試験・評価するための技術を開発する。また、ロボットの安全技術としてのセンサー技術、制御技術、インターフェース技術、ロボットの安全性を検証するためのリスクアセスメント技術を開発している。

安全に関する標準化の活動は、ロボットを社会に普及させる上で極めて重要で、ロボットの安全認証の国際標準化を目指し、機能安全対応RTミドルウェア「RTMSafety」がIECの認証を取得したことは高く評価できる。また、ロボットと人が混在する環境下で安全性を評価する技術及び安全性を高める技術が相互に影響しあうロードマップは、規格認証とそれを実現普及するものとして有効であり、アウトカムは明確である。

一方、想定事故シナリオシミュレーションは、どの程度現実を再現可能か、ユーザーにとってどの程度役立つかを評価しつつ開発を進めることが必要である。

今後の方向性として、生活支援ロボットの実用化のためには安全の確保が最大の課題であり、国際標準規格化に向けて、日本が主導権をとれるように関係省庁とも十分に協議し、効果的な戦略を立てる必要がある。安全認証については、セキュリティやリライアビリティなどにも関連するので、産総研内での連携も望まれる。組み込み系のソフトウェア開発については、強い影響力を持つソフトウェアがあり、対抗するのか、連携して新たなテクノロジーを普及させるのかを検討する必要がある。

【ユニット戦略課題3】安全な個人データ利活用技術

個人のプライバシーを担保しながら個人データの社会的な共有と活用を促進して産業や文化の振興を図るため、本戦略課題では、個人データをその発生源で分析してプライバシーレベルに応じて使い分けるとともに、個人が本人のデータを蓄積・管理して他者と自由かつ安全に共有できるようにする技術を開発し、自治体等の公共機関や産総研ベンチャーを含む民間企業との連携を通じてその成果の事業化による社会実装を目指す。

生活支援ロボットの実際の使用の際に、個人データの安全な取り扱いが重要であり、スマートセンサー、個人データ格納基盤とプライバシーやセキュリティの問題を関連させて行う研究の重要性は極めて高く、研究目標の設定は妥当であり、個々のテーマは学術的に魅力的であり、先進的な取り組みと認められる。また、ベンチャー企業を設立している点も評価できる。

一方、個人データの自律分散管理のためにこのような技術が必要な理由が明確で無い。また、方法論の新規性と具体性が不明確で、個人データの管理方法や信ぴょう性の保証方法など、公的な問題も含めた課題設定が必要である。

今後の方向性として、成果の実際の社会への実装、適用例を増やして行き、そのフィードバックにより改善を積み重ねることが重要と思われる。また、プライバシーを考慮した動線検出などの要素技術に要求される機能仕様が明確になるよう検討する必要がある。

【ユニット戦略課題4】サービスの省力化のためのロボット化（機械化）技術

高齢化社会におけるQOL向上を目指し、生活支援ロボットを実現するための基盤技術を開発することを目指して、本戦略課題では、高齢者・障害者の自立や介護支援ロボットを実現するための要素技術、及び支援ロボットの評価・設計技術を確立する。また、非製造業のロボット技術（RT）応用ニーズに応える形で、屋内外の具体的な作業（土木・建設分野、物流分野、農業分野、サービス分野など）を想定した自律移動システム技術を開発する。

関与する研究グループが研究課題の位置付けを正確に把握し、協力して取り組む体制は、サービスとい

う広い範囲のロボット技術の検討には適切であると認められる。個別要素技術として、マイクロレンズアレイを用いた視覚マーカ―や高速3次元計測は非常に高度な技術であり、独自のデバイスとしてロボット技術への適用が期待できる。

一方、介護ロボットのコストベネフィット分析は重要だが、分析結果と実際の現場の評価との整合性の検証が必要である。また、低コスト化ばかりでなく高齢者のQOLの向上に関する配慮も必要である。課題全体では、自立介護の支援技術と建設機械の自律移動技術とでは、目指す方向が異なると考えられ、結果として柱が不明瞭となっている。

今後の方向性として、生活支援ロボットの必要性は非常に高いので、実用化の姿が見えるようにする必要がある。介護ロボットでは、ユーザーのニーズや事業化の可能性、導入のメリット等も評価しつつ、開発を進める必要がある。

【ユニット戦略課題5】製造の省力化・高効率化のための産業用ロボット知能化技術

セル生産による生産性向上の限界を打破するためには、製造における組立、選別、検査などの工程においてITを活用し、製造プロセスの省力化・高効率化、セル生産におけるロボットの導入、自動化を進める必要がある。そのために本戦略課題では、産業用ロボットの知能化技術の研究開発を行う。

製造業では、現在でもロボット化すべき課題が多く、知能化やシミュレーション研究の推進は適切と認められ、アウトカムを実現するための技術要素及びその開発戦略は明確である。先端研究としての価値も高く、着実に研究が進んでおり、成果が期待される。弾性変形を伴う物理シミュレーションは良い技術である。

一方、セル生産を導入する対象が明確でなく、メリットや新規性、産業への技術移転の道筋等が不明確である。具体的な点では、2次元データから3次元問題への拡張方法が不明であるので、シミュレーターの計算結果と実機のセンサー情報をどのように比較して評価するのか明確にする必要がある。また、国際競争力強化のためには、特許、論文等の成果発信など、より積極的なアピールが必要である。

今後の方向性として、製造現場は急速に海外に流出しており、国内製造業の国際競争力を維持するためには企業の現場が緊急に必要とする技術を見極めて研究を進めることが必要である。産業の大きな変革における差別化技術の動向にも注意が必要である。特に、第3の産業革命は、製造技術とITの融合によって初めて可能になるもので、本研究ユニットの役割は極めて大きい。

【ユニット戦略課題6】新サービスの創出のためのヒューマノイド基盤技術

ヒューマノイドの実用化には遠隔操作技術、動作計画技術、人動作模擬技術を含む基本技術のスペックアップやヒューマノイドを用いたコンテンツを容易に作成する技術、ヒューマノイドによる動作アシスト機器の評価技術が必要であり、その解決に向けて、従来から、大学、製造メーカー、コンテンツクリエイター、顧客とともに研究を進めている。また、福島第一原子力発電所の事故を受け、災害対応ロボットの实用化に向け、製造メーカー、顧客とともに研究を進めている。

世界的にあまり例のない研究テーマであり、オリジナリティが高く、技術水準も非常に高いと認められる。ヒューマノイドロボットの歩行技術については、不整地歩行技術など顕著な成果を挙げている。原発事故を意識した機動的なテーマ設定をしており、社会的な必要性は高い。

一方、人間にとって困難な行為を可能にするロボットの特徴をもっと活用する方法を考える必要がある。

今後の方向性として、災害対応では、これまでの蓄積を活かし、海外機関を上回る技術を示す必要がある。そのためには災害対応に集中した戦略やロードマップが必要であり、ロボットによる災害対応代替機能のコンセプトを定義する必要がある。

3. イノベーション推進への取り組み

つくば市のロボット特区等における大規模実証実験、国際標準化活動、大規模なソフトウェアの公開、ベンチャー企業の設立等、産総研らしいイノベーションへの取り組みであり、成果が顕在化しており評価できる。生活支援ロボット安全検証センターを立ち上げてロボットの実用化に不可欠な安全試験／認証体制を確立することにより民間の事業化を支援していることや、ロボットソフトウェア開発環境（ROBOS SA）の公開によりロボット関連技術の底上げ・教育に注力していることも高く評価できる。

一方、ロボットソフトウェア基盤については、国際的な評価を得られるように、国際的に著名なジャーナルへの論文投稿、国際会議での発表など、社会や世界への情報発信が必要であり、さらなる努力が求められる。産業界との連携においては、共同研究はされているが、産総研のシーズが実際に製品化、事業化に結びついているか明らかではなく検証することが必要である。併せて、知財獲得へのより積極的な取り組みも必要である。

第3章

今後の方向性として、ロボットソフトウェア基盤については、枠を超えて国外（特にアジア）への参加呼びかけが重要となってくるので、その際、権利保護が難しいと思われるSystems Modeling Language（SysML）モデルなどの知財化を戦略的に行うのが望ましい。また、個別の技術も重要だが、社会への具体的貢献が見えるようにするために、システムインテグレーションと実際への適用に注力することが肝要である。

4. 研究ユニット運営の取り組み

外部資金を十分獲得し、基礎的な研究から社会実装まで、幅広い研究活動を行っている点や、各研究グループが、必要以上の制約を受けずに研究開発を進めている点は評価でき、個々の研究者の能力を引き出すとともに、広範な研究を推進しているものと認められる。体制としては研究資質・年齢のバランスに配慮した研究グループを組織し、研究活性化を促すとともに、ソフトウェアプラットフォーム研究班を設置し、研究ユニットのコア技術を強化・共通基盤化して研究開発を効率的に推進していることも評価できる。

一方、研究者によるシーズドリブンな研究が多く、社会の要請に応える研究開発がまだ少ない。一部にはメンバー全員が方向性を共有しているとは言えない課題もある。分野融合や企業連携などへの積極的な参加も含め内部人材育成・啓蒙に力を入れる必要がある。

今後の方向性として、各研究グループが独自に活動することも先端研究には必要であるが、研究を効率的に推進する観点から、多くの研究グループが共通の目標に向けて力を合わせ、場合によっては各研究グループが全体との整合性のために協調することも重要である。

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	U	評点
ユニット戦略課題1	市街地移動システム技術の開発	2	A	A	A	A/B	A/B	A	3.8
ユニット戦略課題2	生活支援ロボットの安全の確立	2	A	B	AA/A	A	A	A/B	3.8
ユニット戦略課題3	安全な個人データ利活用技術	1	B	B/C	B/C	B/C	B/C	A/B	2.8
ユニット戦略課題4	サービスの省力化のためのロボット化(機械化)技術	1	B/C	B	A/B	B	AA/A	A	3.4
ユニット戦略課題5	製造の省力化・高効率化のための産業用ロボット知能化技術	1	B	B/C	B	B/C	A	A/B	3.1
ユニット戦略課題6	新サービスの創出のためのヒューマノイド基盤技術	1	B	A	AA/A	B	A/B	B	3.5
戦略課題総合点									3.5
イノベーション推進への取り組み			A/B	A	A	A/B	A	B	3.7

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A	A	4.0
イノベーション推進への取り組み	AA/A	A	4.3
ユニット運営の取り組み	A	A	4.0
総合評点			3.7

3-1-15 情報技術研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

情報技術関連の先端的研究開発を実施する公的な研究組織として、技術成果を社会に還元する。具体的には情報技術(IT)に関わる基礎分野から応用分野までをカバーし、社会インフラとしてのITを提供する技術と利用者指向でITを利用する技術の研究開発を対象領域とする。高効率なエネルギー管理システム、情報通信の省エネルギー技術、ITによる生活安全技術、高度情報サービスプラットフォームの構築、技術融合による新サービスの創出、地球資源等の有効利用を支援するデータベースなどの研究開発を実施する。さらに所内の他分野と積極的に連携し、融合課題を推進する。

第3期中期計画課題

- ・ I-1-(3)-①「エネルギーネットワーク技術の開発」(I-2-(2)-①へ一部再掲)
- ・ I-2-(2)-①「エネルギー管理システムのための技術開発」(I-1-(1)-①を一部再掲)
- ・ I-2-(3)-④「ソフトウェア制御による情報処理システムの省エネルギー化」
- ・ II-3-(1)-②「生活安全のためのセンサを用いた見守り及び異常検出技術」
- ・ III-1-(1)-⑤「高効率な設計とシミュレーションのための高性能計算技術」
- ・ III-3-(2)-①「クラウドの適用範囲を広げるミドルウェア技術」
- ・ III-3-(2)-②「スケーラブルな知識基盤を構築するサービス指向ミドルウェア」
- ・ III-3-(4)-①「メディア処理技術とインタラクション技術を融合したコンテンツサービス創出、利活用技術」
- ・ III-3-(4)-②「地理空間情報の高度利用技術と新サービス創出」
- ・ III-3-(5)-②「情報システムの高信頼、高安全、高可用化技術」(IV-3-(1)-⑦へ再掲)
- ・ 別表2-1-(3)-①「衛星画像情報及び地質情報の統合化データベースの整備」(IV-2-(2)-①へ再掲)

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

「ITによる活力ある社会の実現」をアウトカムに設定し、多種・大量データを提供できるIT基盤(プラットフォーム)の開発、実世界のデータ活用(コンテンツ)技術の開発、応用としてのサービス創出の三階層の研究開発を進めている。具体的には、次世代クラウド技術などのIT基盤技術、衛星画像やWebコンテンツ、センサーなどのコンテンツに関連する技術、インタラクティブサービスや土地利用・資源探査、エネルギー可視化などのサービス応用などに関わる技術をもとに、複数の視点から研究課題のポートフォリオを設定し、研究シナリオを策定している。研究連携では、情報通信のプラットフォーム技術を中心に、国際連携を通して実証実験による国際標準化を加速するとともに、企業連携を通して標準化による産業界への技術導入促進を進めている。

なお、研究期間終了時の目標と途中のマイルストーン及び研究の進捗度と最終目標との関係をより明確にするとともに、ある程度の時間スケールを示すダイナミックなロードマップの策定も求められる。また、グローバルな観点での研究開発の戦略性を明示するとともに、他の研究ユニットとの連携及びユニット戦略課題の関連付けを明確にすることも必要である。さらに、全体ロードマップやシナリオにおいては、より対象を広げたグローバルな動向調査との関連でリスク分析をすることも重要である。

本研究部門の優位性と位置付けをより明確にするため、世界的な研究拠点との比較を明示するなど、研究部門全体のベンチマーキングを定期的に行うことが望まれる。また、日本の企業力を高めるため、市場戦略に基づく技術開発戦略と知財戦略及び標準化戦略は鼎の形態にすることが必要であり、技術のオープン/クローズ戦略を熟慮し、日本技術のビーコンとなることを期待したい。さらに、社会科学分野の研究機関等との交流を行い、研究部門のアウトカム・アウトプットを社会に還元する際、社会の受容性を提示することも重要である。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】スマートグリッド通信技術

「持続可能なスマートグリッドの構築」をアウトカムに設定し、電力線通信(PLC)技術を用いた電力モニタリングシステムの開発を進めている。高ノイズ耐性PLC方式と時系列データ解析手法をコア技術として、太陽光発電モニター用PLC開発に対するロードマップ及びマイルストーンを策定している。

アウトプットとして、太陽電池パネル組み込み用モニター通信装置(子機)の小型化かつ低コスト化に成功するとともに、実証試験を進めるなど着実な成果を挙げている。また、クラウドを活用したメガソー

第3章

ラー用モニタリングシステムの開発とともに、不具合検知アルゴリズムの開発を進めるなど、将来エネルギーシステムを支える重要な社会インフラ構築への取り組みは高く評価できる。さらに、特許など知財権と標準化への対応及び、技術移転並びにコンソーシアム設立にみられる成果普及への取り組みも活発である。

なお、量産化時の製造コスト及びノイズとの関連での情報伝送の信頼性や誤り率などの具体的な性能とともに、開発時期やその性能評価試験を明記した、より詳細なロードマップの策定も必要である。また、論文などの外部発表による成果発信も求められる。

今後、社会インフラの技術開発においては、産業界全体と連携・議論し、中長期にわたるロードマップの策定と共有が重要であり、特に海外市場における産業競争力強化につながる戦略作りも期待される。また、本PLCの適用分野を明確にするとともに、実用性を実証することが重要である。現在ハード構築からソフト・コンテンツのフェーズに移りつつあり、異なる分野の人材やグループとの連携も期待される。

【ユニット戦略課題2】生活支援・生活安全技術

「安全安心な社会の実現に向けた共通基盤構築」をアウトカムに設定し、特に医療支援技術の開発を進めている。具体的には、高次局所自己相関（HLAC）特徴に基づくパターン認識技術と機械学習手法をコア技術として、これを活用した病理画像診断支援システム開発に対するロードマップを策定している。

アウトプットとしては、病理診断支援システムを開発し、胃生検画像データに対する評価試験において過検出率の改善に成功するとともに、リアルタイムで結果をフィードバックできる内視鏡診断支援システムの開発を進めるなど、成果を挙げている。また、特許出願、特に海外特許出願も積極的に進めている。

なお、他の研究部門へ異動した時のサブテーマの状況や異動の背景を説明するとともに、最終ターゲット、現時点の開発達成度、今後の改良点や新たに取り組む点と達成のための要件など、マイルストーンや課題をより明確化したロードマップの策定が求められる。

今後、医療機関や産業界との目標の共有や協業が必須であり、具体的な戦略作りを行うとともに、特定疾患群への効果を確認後は、開発した技術の汎用化と商品化は企業へ技術移転して促進することも望まれる。また、応用分野の開拓と並行して、コア技術を高度化する戦略を明確化することも重要である。

【ユニット戦略課題3】次世代クラウド技術

「次世代クラウドによる新規産業の創出」をアウトカムに設定し、次世代クラウドの3つの基本技術（省エネルギー構築運用技術、クラウド間連携技術、高速大容量データ処理技術）の開発を進めている。技術要素として、クラウド管理技術、動的ネットワークデプロイ技術、高速マップリデュース技術などを設定し、ロードマップ及び中期計画でのマイルストーンを策定している。ベンチマークでは、要素技術毎に競合する技術との性能比較によって、開発を進めている技術の優位性と位置付けを提示している。

アウトプットとして、データセンターの省電力化を図るための次世代モジュール型データセンターを企業と共同で構築し、従来に比べて30%の電力削減効果を実証したことは評価できる。クラウド間連携技術では、スケールメリットが出る程度まで普及させることを目的に、多数のパートナーを発掘し共同プロジェクトを進めている。また、Open Grid Forumにおいて動的ネットワークデプロイインターフェースの策定をリードするとともに、インタークラウド資源管理フレームワーク及び大容量データを従来よりも高速処理可能なSSS-マップリデュースを構築し、オープンソースとして公開するなど、成果を挙げている。さらに、国際標準化への積極的な取り組みは高く評価できる。

なお、ロードマップでは、最終的な目標、現時点での達成度、今後実施すべき課題など、より具体的に示すことが必要である。ベンチマークでは、競合研究機関の明示と定量的な比較を示すとともに、時間軸と性能軸による技術マップ上にて、本ユニット戦略課題の位置付けをより明確化することは重要である。また、次世代クラウドの3つの基本技術の相互関連を示すことも求められる。

次世代モジュール型データセンター等はビジネス案件でもあり、今後、参加企業と協力して知財権を確実に確保し、ビジネスに結び付けることが望まれる。また、世界で通用するクラウド技術を開発するためにも、GICTF（グローバルクラウド基盤連携技術フォーラム）などとの強固な連携も期待される。

【ユニット戦略課題4】衛星画像の整備/地理空間情報の高度利用技術

「地理空間情報を用いる新サービスの創出」をアウトカムに設定し、公的データアーカイブの構築、IT基盤としてのミドルウェアの構築並びに応用サービス構築と運用に関わる研究開発を進めている。衛星画像情報アーカイブの管理・運用技術、地理情報システム実装技術、ビッグデータ解析及び異種データ統合技術などを技術要素として、産総研ならではの貴重かつ価値ある課題を設定し、新しい産業創出を視野に入れたスケールの大きい取り組みを含むロードマップを策定している。

アウトプットとしては、ASTERやPALSARなどの経済産業省が有する地球観測衛星アーカイブをクラウド上に構築し、地質分野と連携して都市マップ/道路マップ及び全球シームレス総天然色マップの作成を行うとともに、衛星データ利用促進のためのプラットフォームの構築、などの成果を挙げている。また、東日本大震災で被災したGEO Gridの早期復旧とデータ提供のため災害対応タスクフォースを設立し、内外の関係研究機関の協力のもと、解析データの生成・提供を開始したことは評価できる。

なお、最終的な目標、現時点での達成度とともに、ある程度の時間スケールも設定されたダイナミックなロードマップとマイルストーンの策定も求められる。また、本研究開発と関連・競合する他研究機関の動向や相互の位置付けを明確にすることも重要である。

今後も、環境や防災、社会インフラ整備に関わる産業創出では、さらなる重点化を図るとともに、リーダーシップを発揮してこの産業創出を促進するための戦略を具体化することも期待したい。また、地理空間情報分野のこれまでの成果を活かしながら、さらに、広い分野への応用とそれを支えるインフラ構築に取り組むとともに技術開発のみならずサービス体制の提案・構築も望まれる。さらに、ナショナルセキュリティに関わるデータや技術の取り扱いを含む衛星画像などでは、セキュリティ確保についての具体的な手段や取り組みも重要となる。

【ユニット戦略課題5】 情報システムの高信頼・高安全・高可用化技術

「ソフトウェア開発のJapan Brandの確立」をアウトカムに設定し、情報システムのライフサイクルを支援するツールチェーンの開発を進めている。Linuxでの多言語ライブラリーや汎用アプリケーションゲートウェアなどのソフトウェア開発実績をもとに、日本のIT産業のなかで多くを占めるVSE（小規模ソフトウェア開発組織）に焦点を合わせ、VSE標準の普及のためのデプロイメント・パッケージ（DP）開発に注力し、ロードマップを策定している。

アウトプットとしては、Basic Profile（BP）用DPを開発し、アルファ版を公開するとともに、アカデミアの協力を得ながら、PBL（ソフト開発演習）用DPの開発に着手した点は評価できる。

なお、本ユニット戦略課題を分担していたグループの異動に伴い、ユニット戦略課題全体のシナリオに対して実施している技術開発の位置付けをより明確にすることが求められる。さらに、BP用DPIに関する妥当性確認と改訂及びPBL用DPIに加えて、より一層多くの研究成果の発信が必要である。

今後、ISO/IECのJTC1（情報処理・通信標準化担当技術委員会）における国際規格開発の場で、日本のプレゼンスを上げるとともに、日本のビジネス力強化も念頭に置いて活躍することを期待したい。また、VSE標準の普及は重要であり、業界との連携を初期段階から取り組むとともに、産業界で施行の後、ある程度実用性を確認できたものを大学等で広めることも検討することが望まれる。さらに、国内外に多数あるソフトウェア工学の取り組みを把握し、その活動マップの中での位置付けを明示することも重要である。

【ユニット戦略課題6】 コンテンツサービス創出・利活用技術

「メディアコンテンツを活用し、創造できる社会の実現」をアウトカムに設定し、ユーザー貢献増幅型Webコンテンツ活用技術及び音楽情報処理技術の開発を進めている。音楽音響信号理解技術、音声言語情報処理技術、インタラクション技術並びにソーシャルメディア技術などのコア技術をもとに、ロードマップ及び数値目標のあるマイルストーンを策定している。ネットワーク社会に相応しい新たな技術研究開発イノベーションモデルの実践とともに、今後のコンテンツサービスのイノベーションに資する新たな利用者価値パラダイムの創出を目的とした世界のトップを走る研究活動であり、高く評価できる。

アウトプットとして、能動的音楽鑑賞Webサービス「Songle」並びに音声検索Webサービス「PodCastle」とともに発語阻害システム「SpeechJammer」などオリジナリティの高い成果とともに、歌声合成システム「VocalListner」（ぼかりす）を技術移転し、製品化されるなど、優れた成果を挙げている。さらに、これらの成果をプレス発表や報道で積極的に発信し高く評価できる。

なお、本研究開発と競合する他研究機関の動向や相互の位置付けをより明確にすることが望まれる。

今後、より多様な先端的プレーヤーを取り込むなど利活用の拡大を加速させるためには、産業界をはじめ大学なども巻き込み、イノベーションクラスターを構築するとともに、このクラスターの中核となるため、産業と研究を繋ぐコーディネーターの強化も重要である。また、音響信号処理や機械学習に関わる基礎的基盤的な技術開発を深化させるとともに、新たな基礎研究にも注力することを期待したい。

3. イノベーション推進への取り組み

開発した技術をサービスにまで昇華し公開することを基本方針として、企業との共同研究、国際的コミュニティ創出に向けた国際共同研究、震災関連情報の発信等の社会貢献など、イノベーション推進に取り組んでおり、研究部門全体としてイノベーションハブの役割を担っていることは高く評価できる。具体

第3章

的には、歌声合成技術「VocalListener」の技術移転と社会的関心の喚起、スマートグリッド技術、学習技術を応用した医療システムなど、産業界との協業や新たな事業創出にむけた精力的な開発活動を進めている。また、GEO Gridによる環境フラックスに関する環境観測コミュニティのアジア展開並びに災害対応タスクフォースの設立と迅速な震災関連情報の発信など、国、社会への貢献も評価できる。さらに、日本の弱点である国際標準化への貢献も拡大している。

なお、イノベーションハブとしての役割については、グローバルな視点からの分析を行うとともに、研究部門内に常に様々な「多様性」を維持し、相互にコンセプトを衝突させながらイノベーションを生み出す努力も重要である。また、技術移転では、研究テーマ設定時から、アウトプット先となりうる組織や人との協力関係の強化も求められる。

技術主導でイノベーションが数多く生み出された時代から、イノベーション創出には、技術にビジネスモデルとユーザー価値を組合せることが求められる時代へと状況は大きく変化しつつあり、この変化と日本特有の社会構造的課題を前提に、我が国の産業技術の発展を推進する公的研究機関の役割とビジョンを検討することを期待したい。また、情報技術の国際的な研究拠点として、学術面でのより積極的な活動と学界への貢献も期待される。

4. 研究ユニット運営の取り組み

「研究分野間、研究者間の壁をなくし、積極的な融合の奨励」を基本方針として、人材リソースや研究資金の様々な制約の中で、それらを適切に配分し、効率良く運営を行っている。具体的には、異分野との知識融合型連携を推進し、GEO Gridでは地質分野と、半導体CADではデバイス関連の研究ユニットと、バイオCADではライフ系分野と積極的に連携し、分野融合プロジェクトを行っていることは評価できる。研究資金運営では、政府系大型プロジェクトに立案段階から積極的に関与する方針のもと活動し、多くの大型プロジェクトの獲得に成功している。人材育成では、プロジェクト遂行での研究代表者のリーダーシップを尊重することによってリーダーとしての育成を図るとともに、専門領域の高度化に加え融合的な課題に取り組みせることによって、視野の広い若手研究者の育成を進めている。

なお、研究部門内、部門間の組織再編は、活力ある研究開発にとって重要ではあるが、再編の狙いを所内外に明確に示すとともに、研究部門のシナリオをもとにして、ユニット戦略課題の整理と再編が求められる。また、企業との連携強化には、技術移転及び産業界からの資金獲得に、より一層の注力が必要である。

今後、ビジネスの創造に当たっては、技術開発戦略を根幹とした知財戦略と標準化戦略が重要であり、標準化等で民間企業では遂行が困難な課題へのさらなる取り組みを期待したい。また、イノベーションハブの役割を果たすため、公的研究機関として、全てのステークホルダーを戦略的かつ能動的につなぐ役割の強化も望まれる。さらに、部門やグループにとらわれない、より柔軟なプロジェクト型のチームを編成する運営モデルを部分的に取り入れることも重要である。

5. 評点一覧

外部委員 (P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	評点
ユニット戦略課題1	スマートグリッド通信技術	2	A		AA/A	AA/A	A	4.3
ユニット戦略課題2	生活支援・生活安全技術	2	A/B		A	AA/A	B	3.8
ユニット戦略課題3	次世代クラウド技術	2	A/B	A	AA/A	A	A	4.0
ユニット戦略課題4	衛星画像の整備/地理空間情報の高度利用技術	2	A	A	A	AA	B	4.0
ユニット戦略課題5	情報システムの高信頼・高安全・高可用化技術	1	A/B	A/B	B	A/B	C	3.1
ユニット戦略課題6	コンテンツサービス創出・利活用技術	2	AA/A	AA/A	AA	AA	A	4.6
戦略課題総合点								4.0
イノベーション推進への取り組み			A	A	A	AA/A	C	3.7

内部委員 (J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A/B	A	3.8
イノベーション推進への取り組み	A	A	4.0
ユニット運営の取り組み	A/B	A/B	3.5
総合評点			3.9

3-1-16 ナノエレクトロニクス研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

ナノエレクトロニクスにおける日本の産業競争力強化や新産業の創出を目指し、競争力の源泉となるコア技術を開発する。ナノスケールデバイスの構造、材料、作製プロセス、設計、システム化、解析評価技術に関する研究蓄積と研究開発リソースを活かし、産総研内外との研究ネットワーク構築を強化、進展させ、技術集積ハブとなることを目指す。

第3期中期計画課題

- ・ I-2-(3)-①「電子デバイス及び集積回路の省エネルギー化」
- ・ I-4-(3)-①「ナノスケールロジック・メモリデバイスの研究開発」(Ⅲ-1-(3)-①へ再掲)
- ・ I-4-(3)-②「ナノフォトニクスデバイスの研究開発」(Ⅲ-1-(3)-②へ再掲)
- ・ I-5-(1)-①「多品種変量生産に対応できる低環境負荷型製造技術の開発」
- ・ II-3-(1)-①「生活安全のためのセンサシステムの開発」
- ・ III-1-(1)-④「ナノ電子デバイスの特性予測と設計支援技術」
- ・ III-1-(2)-②「組み込みシステムの最適設計技術」
- ・ IV-1-(2)-③「デバイス、システム評価のための先端計測機器の開発」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

ナノエレクトロニクスのコアとなる独自技術の高度化を行うことに加え、研究開発段階から産業界と連携する体制を作り、開発したデバイス技術を企業が効率的に市場投入できるよう、各技術を製造装置や開発ツールなどの有形のアウトプットまでに仕上げることを目指している。

各研究者の専門性を重視し、高い技術ポテンシャルを維持した上で、外部との連携による多くの研究プロジェクトに参画し、集積回路プロセスライン等を活用してオープンイノベーション拠点を目指す方向性は妥当である。“More Moore”だけでなく、“More than Moore”の領域にも従来にも増して力を入れていることは、産業界の動向と一致している。リソース配分に優先順位をつけるとともに、現場の活性化を目的とした工夫がみられ、時代に合わせて組織を変革しようとする努力が認められる。

しかし、全体のロードマップがまだ十分に描かれておらず、日本の半導体産業が苦境にある中で、短期的及び中長期的な役割を抜本的に考え直す必要がある。“More than Moore”の方向でも多数ある選択肢から何を選択するのか、戦略が必要である。競合する海外の研究拠点に対する優位性と特徴を示し、本研究部門の位置付けをより明確にすることが求められる。

今後は、国の中核機関として、将来必要となる根幹の技術を見極め、つくばイノベーションアリーナ(TIA)などを主導する積極的な役割が望まれる。産総研だけで行えることは限られているが、世界の研究趨勢をふまえて国際的な分業の中でオープンイノベーションを構想するとともに、日本の半導体産業が将来再浮上できるよう、着実に技術を蓄積することを期待する。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

[ユニット戦略課題1] シリコンナノデバイスの研究開発

シリコン半導体の更なる微細化を可能とする新規な材料、プロセスを開発し、それを基にした新機能、新原理シリコンナノデバイスの実現、並びに、集積回路化により、更なる低消費電力化を実現するための研究開発を進めている。

独自技術を進めて、デバイスメーカーに対して明確に技術的方向性を示し、装置・材料メーカーを通して日本の強みを強化する方向は適切である。技術的優位性は高く、FinFET(フィンゲート型電界効果トランジスタ)におけるオン電流ばらつきの要因解明、世界最小特性ばらつきのアモルファス金属ゲートFinFETの開発など、優れた成果を多く挙げている。多くのプロジェクトに参画し、TIAに貢献している。将来日本の半導体企業が復活する日のため、世界トップレベルの日本のコア技術を継承する意味でも価値がある。

ただし、超微細集積回路の開発は産総研で担うには設備と人員に不足がある。優れた研究成果の使い道が見えにくくなっており、シリコンフォトニクス以外にも出口を明示することが必要である。半導体チップメーカーに対しても魅力があるようなデバイス構造やプロセスに挑戦することが求められる。成果発信は国際会議での発表が中心になっているが、論文発表にもより積極的に注力する必要がある。

今後の研究の方向性について、新機能・新原理デバイス技術にシフトしつつあることは妥当であるが、まだ萌芽的な段階が多く、将来の潮流となるプロセス技術やデバイス化技術をできるだけ早く見極める努力

第3章

が必要である。一方、“More Moore“（スケーリングCMOS）の本流技術については、そのインテグレーション設備が産総研内で揃わない場合の方策を検討し、海外企業との連携に対するスタンスも含めた産総研としての戦略的判断が求められる。日本がこの分野を維持できるよう、若手研究者への技術継承の役割も期待する。

【ユニット戦略課題2】新材料・新構造インテグレーションの研究開発

微細化以外の手法により半導体デバイスの低消費電力化及び高機能化を実現するため、新材料や新デバイス構造の研究開発を進める。これまでに開発してきたコア技術を活用して、(1)シリコン上の異種材料集積化技術、(2)低電圧動作CMOS技術、(3)X線撮像デバイス技術、(4)FeFET（強誘電体ゲート電界効果トランジスタ）を用いたNANDフラッシュメモリー技術、(5)相変化材料技術、を研究している。

萌芽的研究から応用研究に及ぶ幅広い課題を展開しており、それぞれ明確な目標のもと、内外と活発に連携し、世界的に優れた成果を発信している。異種材料集積技術と新規不揮発メモリ集積技術は、傑出した独自の製造方法をうまく確立できれば日本産業の強みとなる可能性が高い。ゲルマニウムとⅢ-V族半導体は現時点では世界レベルを追い続けることが大切である。相変化メモリの研究は、独創性もパフォーマンスも高く、優れた成果を挙げている。フィールドエミッター技術を用いた医療用X線撮像デバイスの研究は、シーズとニーズがマッチした理想的な流れで展開している。

ただし、方向性がやや拡散しており、競合研究機関との定量的な比較を含むベンチマークを示し、日本としての強みと最適なターゲットを特定し、スピード感をもって推進することが望まれる。X線撮像デバイスについては、感度の目標値を明確にして実用化レベルまで完成させるべきである。

今後、シリコンと異種材料の集積技術について、“More than Moore”の方向性を強化してロードマップに明示するとともに、保有コア技術の位置付けをより明確にし、今後の応用の視点から、外部を巻き込んで開発を推進することを期待する。不揮発性メモリについては、早期の実用化につなげるため、重点化すべき技術を選定し、リソースを集中する時期に来ていると考えられる。

【ユニット戦略課題3】半導体設計・製造技術の研究開発

半導体製品の多様化に対応するため、極低消費電力集積回路システム及び多品種少量生産技術の産業化をアウトカムに設定し、これまでに開発してきたコア技術を活用して、(1)3次元実装技術、(2)低消費電力FPGA（プログラム可能な論理ゲート集積回路）チップ技術、(3)ミニマルファブシステム（半導体チップの局所クリーン化生産システム）、の技術開発を行っている。

3次元実装技術は、放熱とインターコネクトという基幹技術を取り上げていることは時宜を得ており、高熱伝導ヒートスプレッダーやウェットエッチング加工などの成果が評価できる。低消費電力FPGAについては、以前よりも現実に近づいた目標設定であると認められる。独自の構想に基づくミニマルファブに関しては、粘り強い努力の結果、多数の民間企業を巻き込んだコンソーシアムと技術研究組合の体制が整い、実際に各装置の開発が加速され、産業界からの注目度も高まるなど、ハイリスク・ハイリターンの研究をビジネス展開まで考慮しながら推進している点が高く評価される。

ただし、このユニット戦略課題の大きさに比べてリソースが限られており、担当する3つの研究チームが個別に活動していることも課題であり、内部及び外部との連携をさらに強化することが望まれる。論文発表による成果発信も、より精力的にかつ積極的に行うことが必要である。3次元実装技術は熱を含むシミュレーションなどにより力を入れる必要があり、ミニマルファブは具体的な素子、マスク枚数、プロセス工程数を仮定して実用性を議論する必要がある。

今後は、市場変化に対する予測と研究開発の達成目標を含むマイルストーンをより明確にし、最終目標と産業界へのアウトカムを提示することが望まれる。半導体設計という観点からは、FPGAなどのツールのなものだけでなく、新しいデバイスを出現させるようなアーキテクチャの検討も重要である。ミニマルファブは、中小企業やこれまで半導体になじみのない領域にも大きく広がる可能性があり、そのためには少量多品種生産が可能である利点を最大に生かす応用をできるだけ早く特定し、利用のための設計・シミュレーションのサポートも検討し、成功例につなげることを期待する。

【ユニット戦略課題4】ナノ計測エレクトロニクスの研究開発

3次元的なナノデバイスの構造に対し、ナノメートルの分解能で必要な特性を測定するため、高度計測結果からシミュレーションを援用して解析するハイブリッド計測技術を開発しており、デバイス試作プロセスや計測技術の研究開発と連携し、先進的な統合的シミュレーション・プラットフォームの構築を目指している。

ラマン分光法による局所応力計測やSTM（走査型トンネル顕微鏡）による半導体デバイスのポテンシャ

ル計測などの先端的計測手法にTCAD (Technology CAD) 技術を組み合わせたハイブリッド計測技術を用いて、直接測定困難なナノスケールでの応力評価、ポテンシャル分布計測を可能にした点は、優れた研究成果である。計測データの定量解析のための実用シミュレーターとして早期の完成が期待される。

ただし、デバイスや集積回路の製造におけるこの技術の有用性が十分に示されていない。集積回路の微細化や新半導体材料の導入などに必要な実用の計測技術という視点でロードマップを策定する必要があり、そのための課題や達成目標をより具体的に示すことが必要である。ラマンシミュレーターは現時点では統合・調整ができていますが、さらに14nmより微細な領域での適用可能性が課題である。

今後は、将来のナノデバイス計測・設計プラットフォームの全体構想を明確にし、その中で本技術の位置付けを明示するとともに、産業ニーズに即応した計測対象の選定を行うよう、産業界との継続的な情報交換が望ましい。シリコンで確立した技術のゲルマニウムやⅢ-V族半導体などの新材料への展開や、分析機器メーカーとの共同による新たな応用の探索、さらに将来的には、製造装置も絡めたin situ (その場) 計測とTCADを繋げたりリアルタイムな最適生産なども期待できる。

【ユニット戦略課題5】超伝導集積エレクトロニクスの研究開発

高精度計測・低雑音計測の心臓部となる超伝導デバイス及び計測システムを開発し、国民の安全・安心に資する有害元素分析器、大気中のガスや放射性物質のモニター、核関連施設内での核反応解明・核物質管理用の非破壊検査分光器や、産業発展に不可欠な基盤技術である電気標準への応用を行っている。

日本の高度な超伝導研究に立脚し、集積デバイス技術を結びつけて世界をリードする装置やシステムを実現しており、所内の計測標準関連研究部門や外部の国際超伝導産業技術研究センター (ISTEC) との連携も強化されていることが評価できる。具体的には、超伝導SQUID素子によるX線・ガンマ線分析器の多画素化のための基盤技術と、ラックマウント型プログラマブルジョセフソン電圧標準システムの開発を行い、着実に成果を挙げており、特に後者は電圧標準という基盤技術を支える意味で産総研にふさわしい社会貢献研究である。

ただし、非破壊検査分光器などのニーズについて、具体的に要求される性能と、それに対する本技術の貢献を明示する必要がある。全体として、研究部門の中での位置付けや他のユニット戦略課題との関連性が分かりにくいいため、“Beyond CMOS”の観点から超伝導エレクトロニクスの将来像を検討し、議論することが望まれる。

今後は、ファンドリー機能に加え、外部研究機関との連携により、インパクトの大きな次の研究を牽引するシナリオを作り、研究開発ベンチャーの設立、研究コンソーシアムの形成など、日本の超伝導エレクトロニクス研究の中核拠点となる積極的な努力とともに、世界をリードできる広がりのある将来技術への布石も追求することを期待する。

3. イノベーション推進への取り組み

TIA活用の3プロジェクトへの参画による研究推進やこれを通じた人的なネットワークの構築、ミニマルファブ構想推進のためのコンソーシアム活動と大型プロジェクトの立ち上げ、技術研究組合設立への主導的役割など、イノベーションハブとしての産業界への貢献は評価できる。また、中小企業との研究開発連携も強化し、多くの共同研究や中小企業支援事業の採択につながっており、人材育成にも貢献している。

ただし、日本の国際競争力強化のために産総研が取り組むべきストーリーが明確になっていない。TIA ナノエレクトロニクスの持続的発展を掲げているものの、具体的な中身が示されておらず、そこで実施されているプロジェクトへの貢献度がよく見えない。

今後は、日本の半導体及びエレクトロニクス復権を図るため、自前主義を捨て、大企業も含めたイノベーション人材や研究コアの大結集が必要である。TIAを活用した産業人材育成については、その効果を検証しながら、外部に対してより積極的にアピールを行い、本格的に取り組むことが望まれる。ベンチャー強化、特に研究開発型ベンチャーを多く育てていくことが重要であり、また、最先端技術に関する国際的な研究連携に関する基本戦略 (知財戦略も含めた) の策定も必要である。

4. 研究ユニット運営の取り組み

外部の資金を積極的に獲得するとともに、効率を高めるべく、組織改変や設備の統廃合、TIAとの連携強化など、前向きかつ積極的に取り組んでいる姿勢は評価できる。デバイス研究開発には不可欠な多くの種々なクリーンルームを、専用と汎用に分類しながら部門共有インフラとして適切に維持・運営を行っている。ポストドク等の人材育成に関しても、企業との共同研究などOJTを通じて着実にやっている。

ただし、国際的な研究拠点を目指し、海外からの人材・資金を呼び込むことも必要である。TIAの位置付け並びに産総研とTIAの関係については、内部で議論を深め、全員で方向感を共有することが望まれる。

第3章

今後は、現在行っている研究が社会や学術に対して持つ意義について常に自己省察や討議を行い、将来を見据えて日本が持ち続けるべき技術を明確にすることが重要である。産総研が頼られる存在になるため、企業にとって魅力的なロードマップと研究運営を示すとともに、挑戦的な研究課題に取り組む若手や次の中核となる研究者の育成を期待する。

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	U	評点
ユニット戦略課題1	シリコンナノデバイスの研究開発	1	B	A/B	B	AA/A	B	A/B	3.4
ユニット戦略課題2	新材料・新構造インテグレーションの研究開発	1	A/B	A	A/B	A	B/C	A	3.6
ユニット戦略課題3	半導体設計・製造技術の研究開発	2	A	B	B	A	B/C	A/B	3.3
ユニット戦略課題4	ナノ計測エレクトロニクスの研究開発	1	A	A/B	B	A/B	B	A	3.5
ユニット戦略課題5	超伝導集積エレクトロニクスの研究開発	1	A/B	A/B	B	A/B	B	A/B	3.3
戦略課題総合点									3.4
イノベーション推進への取り組み			A/B	A/B	B/C	AA/A	A/B	A/B	3.5

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A	B	3.5
イノベーション推進への取り組み	A/B	A/B	3.5
ユニット運営の取り組み	A/B	B	3.3
総合評点			3.4

3-1-17 電子光技術研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

電子と光の特性を最大限に活かした情報処理・通信技術の高度化と新たな可能性の追求を行う。光インターコネクションや生体情報センシングなどの融合領域の新技术、量子情報処理や強相関電子系、超伝導、有機材料など、新しい応用の拡がりを目指した理論・材料・素子の研究開発を進めるとともに、レーザー基盤研究に基づく新しい光加工プロセスや、光・電子による新しい計測システムまで、幅広い課題解決手段によるイノベーションを推進する。

第3期中期計画課題

- ・ I-2-(3)-③「光ネットワークによる情報通信の省エネルギー化」(Ⅲ-1-(1)-③へ一部再掲)
- ・ I-4-(3)-②「ナノフォトニクスデバイスの研究開発」(Ⅲ-1-(3)-②へ再掲)
- ・ I-5-(1)-④「レーザー加工による製造の効率化」
- ・ II-3-(1)-①「生活安全のためのセンサシステムの開発」
- ・ Ⅲ-1-(1)-①「情報処理の高度化のための革新的電子デバイス機能の開発」
- ・ Ⅲ-1-(1)-②「情報入出力機器のフレキシブル、小型化のためのデバイスの研究開発」
- ・ Ⅲ-1-(1)-③「光通信の波長及び空間の高密度化」(I-2-(3)-③を一部再掲)
- ・ IV-1-(2)-③「デバイス、システム評価のための先端計測機器の開発」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

企業連携による実用化を目的とした研究と、次世代のシーズ育成を目的とした基盤技術の高度化を並行して進め、幅広いフェーズに展開するとともに、大学や独立行政法人と実用化企業との間をつなぐイノベーションハブ機能を効果的に果たすことを目指している。

電子と光の融合を研究ユニットの方針とし、新規な領域を開拓しようとする姿勢は評価できる。ユニット戦略課題の設定と中期計画の目標・計画は概ね妥当であり、中長期的アウトカムは明確である。種蒔きから開花間近までの様々な研究フェーズが混在しているが、個々の研究課題に対して適切な指標でその性格を判断して進捗管理・運営を行っている。多くの世界トップレベルの基盤技術を持ち、NEDO先導プロジェクト等に参画して貢献するなど、高い技術レベルで日本の電子光技術の研究開発をリードしている。

ただし、現時点での多くの研究テーマはまだ融合領域の新テーマとは言い難い。各ユニット戦略課題の目標が定量的でなく、ベンチマークが不足している。単に「通信の大容量化」や「Beyond CMOS」などの一般的なトレンドを語るだけでは不十分である。先鋭的な研究に当面の重点を置いて進めてもよいが、10年以上先を見据えた研究ロードマップを作成することが望まれる。

電子光融合領域は、新しいことが魅力ではなく、世の中のニーズに応える新領域でなければならない。基礎技術や先端技術においても、産業応用へのアウトプットの重要性を十分考慮し、目指す提供価値の視点でベンチマーキングをする必要がある。電子技術と光技術の双方の英知が融合する方向で、新規な研究ターゲットを模索し、今後の方向性と組織の目標を明確なメッセージとして示すことが望まれる。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

[ユニット戦略課題1] 光情報技術

光デバイスに関して、化合物半導体光源デバイス、ポリマー光配線技術、シリコンフォトニクスの技術を中心に次世代の機器内光ネットワーク(光インターコネクション)への展開を図るとともに、大型プロジェクトに参画している。ネットワーク技術に関して、次世代大容量光伝送のための集積化光源に対応した光信号処理・計測技術の研究展開を図るとともに、量子情報通信の研究にも取り組んでいる。

機器内光通信や光ネットワークを実現し、情報伝送の広帯域化、省エネルギー化と基幹ネットワークの安全・安心を担保するセキュリティ向上を目指すアウトカムは適切である。「光インターコネクション」に関して、今年度から開始のプロジェクトにおいて適切な研究の方向性が認められ、量子ドット面出射光源技術及びポリマー光配線・回路技術の開発を順調に進めている。「コヒーレント技術」に関しては、技術蓄積を活かした研究目標の選定と応用指針を示し、コヒーレント光伝送用のレーザー光源の開発で成果を挙げている。

ただし、同時進行的に進められている多数のテーマの達成度は必ずしも明確でない。世界の大学や研究機関との比較など、より詳細なベンチマーキングが必要である。特に、「光インターコネクション」は、世界的に激しい競争下にあり、実用化・商用化に向けて知財戦略、標準化戦略が重要である。また、大型プロ

第3章

プロジェクトに参加するにあたり、産学官連携のハブとしてより積極的な役割が求められる。

この研究ユニットの方向性に沿う未来開拓プロジェクトがスタートしたところでもあり、日本のこの分野での優位性を維持していくため、単に研究の分担に留まらず、全体の方向性を牽引する努力が国の研究機関の役割として期待される。研究ユニット独自の要素技術は、さらに実用化、標準化に向けた研究開発を進め、特に「コヒーレント技術」に関しては、さらに関連企業と協力して進めることが望ましい。

【ユニット戦略課題2】省エネ型パワーフォトリクス

コア技術としてのレーザー技術をベースに、次世代ものづくり技術としてのレーザー加工の開発を他研究ユニットとも協力して行うとともに、加工や計測の基盤技術としてのレーザー光源開発を連携させて推進している。

ロードマップは、革新的で産業応用に結びつくレーザー応用装置・機器の実用化を目指し、適切な技術要素がマイルストーンに設定されている。これまで培ってきた技術基盤に基づく研究ポテンシャルは高く、産業応用に結びつく有用な成果が出ており、外部研究機関との共同開発も積極的に進められている。また、計測応用面でも先端的研究が推進されており、超短パルスレーザーのサブフェムト秒領域での電界波形整形技術は最先端科学への利用も期待される。

ただし、ユニット戦略課題名の「省エネ型」の意義が分かりにくい。加工においてレーザーは一つの手段にすぎず、省エネという視点で他の加工方法と比較することが必要である。また、最先端の技術を先導しているわりには論文や特許の数が少なく、製品化を意識した研究開発としてはコストという観点でのベンチマークが不足している。レーザー光源については、先行するドイツなどの研究も含め、より詳細なベンチマーキングが求められる。

今後は、化学的・機械的なプロセスなど様々な応用を展望し、産総研内はもちろん、関連企業や外国研究機関などとの連携を一層深めて、成果の実用化を早期に目指すことを期待する。超短パルスレーザー光源などの基盤技術についても、最先端科学への利用を積極的に進めるとともに、出口イメージを意識し、企業との連携により実用化を目指す必要がある。さらに、研究部門としてレーザー光源の研究開発の位置付けを再検討し、電子と光の融合効果によるアウトプット、及び実用化の実績が出ることを期待する。

【ユニット戦略課題3】高感度センシング

安全安心な社会を実現するため、広範囲でいつ発生するかわからない異常を迅速にセンシングする技術、及びイメージングを用いて異常を明確化させる技術を開発している。

特に社会的ニーズの高いウイルスや細菌の高感度センシングについて、検出、定量、識別などのマイルストーンが的確に立てられ、小型検出装置のアウトカムも明確である。実用化に向けて着実に進んでおり、インフルエンザウイルスや重金属などに対する検出感度を飛躍的に向上させたこと、体内奥深くの情報を可視化できる生体イメージング技術を開発したこと、導波モードセンサーを手のひらサイズに小型化し商品化したことなど、既にいくつかの顕著な成果を挙げており、高く評価できる。

ただし、個々の基盤技術の優位性について、最新のベンチマークを常に作成し、実現可能性とコストパフォーマンスを明確にし、適切な方向性を探ることが必要である。産総研内の他分野の研究ユニットでも同様の研究開発をしており、連携と役割分担が望まれる。実用化において障害となる諸要因の抽出と具体的な解決策の提示はまだ十分でない。病理に関するセンシングは医工連携の重要な領域であるが、将来の製品化・実用化には認可というバリアも存在するので、戦略的な対応が必要となる。

今後は、開発した技術のユニークな応用先を開拓し、社会貢献を果たすことを期待する。その場合、技術的な性能だけでなく、使う側のスキルや使い易さも重要な開発項目となるため、外部との連携をさらに重視して研究開発を進めることが望まれる。将来の生活を変えるために有用なセンシングという視点での高い目標設定を期待する。

【ユニット戦略課題4】新原理エレクトロニクス

超伝導体、強相関酸化物、有機半導体を主な対象として革新的な機能性材料を開発するとともに、低環境負荷の各種素材やデバイス、シリコン半導体の限界を超えた極限的な省エネルギーデバイス技術の研究開発を進めている。

世界をリードすべき革新的材料技術として、ロードマップにはほぼ妥当な内容が示されている。個々の技術はいずれも学術的に世界トップレベルの先端的研究であると評価できる。特に、強相関酸化物の物理の分野では、強誘電抵抗スイッチングメモリ、室温での強相関電子転移の電界制御など、着実な成果を挙げている。超伝導関係は、鉄系超伝導体について比較的高い転移温度をもつ新材料を4種見出すとともに、線材の試作を行うなど、活発な研究開発が行われている。また、新たな酸化物発光デバイスは電子・光融合

技術として期待される。

ただし、論文数に比して特許出願数が少ないなど、実用化までにはまだかなりの技術的革新が必要である。基礎研究について無理に応用を強調しすぎる必要はないが、産業界との連携をより一層推進し、産業応用との間を埋める課題抽出とその解決のための方向性を探る努力が不可欠である。より詳細なベンチマーキングにより、対象を絞っていくことや、新しい領域への踏み込みも必要である。

今後は、理論と実験の連携を強め、基礎技術を着実に積み上げ、研究レベルの高さを世界に示すとともに、将来の集積化技術へも視野を広げることが望まれる。実用のメモリ開発は大変ハードルが高いが、引き続き他国の追随を許さない研究に注力し、現在のデバイスでは達成できない、高い目標設定を望む。ハイリスク・ハイリターンの研究分野であるだけに、新原理デバイスの開発・実用化が社会にもたらすインパクトを分かりやすく伝える工夫が求められる。

3. イノベーション推進への取り組み

海外を含む外部との共同研究、国のプロジェクトや技術研究組合への参画など、産官学連携活動は活発であり、研究成果の発信もほぼ妥当である。知財取得、ベンチャー創出の提案なども着実に行われており、基盤技術を直接的に役立てる連携を推進している。独自の実験装置技術を知財権利化し、中小企業やベンチャー創出によって製品化につなげる取り組みも行われている。

ただし、まだ多くが既存の概念や専門の範囲に留まっており、新しい研究ユニットという視点でのイノベーションハブとしての活動がまだ不十分である。「光と電子の融合」による新しい技術体系を構築する試みを期待する。なお、外国人研究者などを含めた産業人材育成の方針を明確にすることと、展示会出展やプレス発表などによる積極的な情報発信に一層力を入れることが望まれる。

今後は、世界トップレベルの基盤技術を維持し、先端的研究を行っている内外の大学や公的研究機関との連携により、電子光分野でのオープンプラットフォームを目指し、世界をリードする研究部門となることを期待する。そのためには、研究部門の目指す独自の価値を表現し、アイデンティティを確立していくことが重要である。また、優秀な若手が長期間、安心して挑戦的な課題に打ち込める環境を構築することも必要である。

4. 研究ユニット運営の取り組み

発足後短期間に、研究部門長のリーダーシップのもと、アウトカムに向けたユニット戦略課題のシナリオが研究部門内で比較的良好に共有され、成果の産業化への意識が高まり、シナジー効果も少しずつ生まれている。幅広く外部資金を獲得しており、挑戦的な研究課題の設定や、酸化物材料研究者間の積極的な意見交換に代表される研究部門内の横断的な取り組みも含め、ほぼ妥当な組織運営が行われている。

ただし、電子と光の融合という目標に向けて、相乗効果と問題点を自己点検し、対応方針を示す必要がある。もちろん、アウトカムを主張し過ぎるあまり、先鋭的な基盤研究が委縮しないような運営も大切であり、海外研究者などとの交流を通じた研鑽にもさらに取り組むことが望まれる。なお、リーダークラスはより客観的な目線を持ち、市場という視点でのベンチマークを意識する必要がある。

今後は、研究部門の大きな方針を意思統一することが必要で、融合領域のマネジメントが大きな課題である。新たなテーマにも果敢に挑戦する必要がある。そのためにはグローバルな優れた人材を確保する一方、テーマを絞ることも必要である。基礎研究は個別的な外部資金によるシーズ育成が主となっているが、大学などとの差別化のため、連携や融合による優位性の強化が鍵となる。

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, ...)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	U	評点
ユニット戦略課題1	光情報技術	1	A	A	A/B	B/C	A	A	3.7
ユニット戦略課題2	省エネ型パワーフォトニクス	1	A/B	B	A	A/B	AA/A	A	3.8
ユニット戦略課題3	高感度センシング	2	AA/A	A	A/B	A	AA	AA/A	4.3
ユニット戦略課題4	新原理エレクトロニクス	2	A	AA/A	A	B	AA/A	AA/A	4.1
戦略課題総合点									4.0
イノベーション推進への取り組み									3.5

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A/B	A/B	3.5
イノベーション推進への取り組み	A	B	3.5
ユニット運営の取り組み	A/B	A/B	3.5
総合評点			3.8

第3章

3-1-18 セキュアシステム研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

ITのセキュリティと信頼性を確保するための研究開発により、ITサービスが安全に行われる情報基盤を確立し、イノベーションの創出に貢献する。制度、規格、標準、また安全性の評価技術によってセキュリティや信頼性を可視化することによって、産業に安全の価値を付加する。

第3期中期計画課題

- ・ II-3-(1)-④「消費者の情報や権利を保護するための情報セキュリティ対策技術」
- ・ III-3-(5)-①「情報システム製品のセキュリティ評価技術」(IV-3-(1)-⑥へ再掲)
- ・ III-3-(5)-②「情報システムの高信頼、高安全、高可用化技術」(IV-3-(1)-⑦へ再掲)

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

「産業・社会のITの安全維持」をアウトカムに設定し、IT安全研究のCOEを目標に、新安全技術の開発、安全性の可視化技術の開発並びに将来の脅威予測についての先行研究などを行っている。当初の中期計画及び研究戦略に加え、新たに急浮上した重要インフラの制御システムセキュリティ課題や暗号化情報処理技術などにも対応できる体制・組織を整備し、新研究部門として発足した。

ITの安全性に関する幅広いステークホルダーを視野に入れ、対象領域や情報の性質などの分析をもとに研究課題を設定し、研究シナリオを策定している。また、学術的なアウトプットだけでなく標準化委員会への貢献をはじめ、幅広い研究活動を目標に掲げている。研究連携では、内閣官房情報セキュリティセンター(NISC)や独立行政法人 情報通信研究機構(NICT)、独立行政法人 情報処理推進機構(IPA)などの政府系公的機関との連携・協力を積極的に進めるとともに、技術研究組合(制御システムセキュリティセンター CSSC、電子商取引安全技術研究組合 ECSEC)との強い連携のもと、産業界のセキュリティ研究を先導している。

なお、セキュリティ研究開発では、中長期的な課題と緊急性の高い課題があり、行政ニーズ対応が主な課題については、研究期間を限定しダイナミックな到達目標を含むシナリオ・ロードマップを策定することが必要である。一方、中長期的な課題については、未来像を想定したロードマップを策定するとともに、研究のより大型化が求められる。

今後、制御システムセキュリティの研究成果を現実の生産設備に適用する場合、リスクや対策とその容易さも業界毎に異なるため、現実適合する方策については関連企業などと協議しながら貢献することも期待される。また、ベンチマーキングでは、セキュリティ関連技術の世界的な研究拠点との比較を明示することによって、本研究部門の優位性と位置付けをより明確にすることが望まれる。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】ITサービスの安全性向上

「プライバシーと情報利活用が両立する社会の実現」をアウトカムに設定し、一般ユーザーに近い課題や安全上の問題点に取り組みながら、ITサービスセキュリティ技術の開発を進めている。鍵管理技術、ヒューマンファクター、標準化などのコア技術をもとにして、政策提言・技術文書及び実サービス展開についてロードマップを策定している。

アウトプットとしては、視覚的秘密分散法(VSSS)を用いてMITB(マン・イン・ザ・ブラウザー)攻撃にも安全な銀行振込法の開発など実用的な成果を挙げている。また、Webアプリケーションの脆弱性分析支援機関、ISO/IEC JTC1 SC27、CRYPTRECなどのセキュリティ政策に関わる政府系委員会や標準化団体、業界団体での標準化活動に貢献するとともに、技術支援やスマートフォンプライバシーに関するパブリックコメントを提出するなどの取り組みも見られる。さらに、取材・報道を通しての成果発信は積極的である。

なお、より難しい中長期的な研究課題を選定する必要があり、一方ではインパクトの大きな研究開発を行い、成果を大型化する戦略策定も求められる。また、重複や欠落のないセキュリティ技術ガイドラインを作成するためには、標準化活動のスクールの絞り込み方も検討することが必要である。

今後、現実発生した個別の攻撃と対策から、より大きなセキュリティ問題を解決できる汎用的な研究課題並びに基礎技術や広く横展開可能な研究課題などの設定を期待する。ベンチマークでは、本ユニット戦略課題の位置付けをより明確にするため、競合研究機関の明示や定量的な技術比較を行うことも重要である。

【ユニット戦略課題2】産業インフラ防御のための制御システム安全

「重要インフラのセキュリティ強化と国際競争力強化」をアウトカムに設定し、制御システムの安全に関わる高可用セキュリティ技術及びICチップセキュリティに対する試験・評価技術の開発を、それぞれ技術研究組合（CSSC、ECSEC）と連携しながら進めている。制御システム系全体に対する脅威と対策に関する技術マップを作成し、その分析及びポートフォリオをもとに、ロードマップを策定している。

アウトプットとしては、デバイス偽造検出技術としてSilicon PUF（物理的クローン不能関数）の評価手法を提案・開発するとともに、技術組合CSSCとの連携のもと、下位層からの攻撃検知防御に関する仕様設計を策定するなど、着実に成果を挙げている。また、消費電力解析用や漏えい電磁波解析耐性計測用の暗号デバイス評価環境の開発、乗っ取り対策に向けた多重承認／多端末認証に関する理論研究などでも成果を挙げつつある。デバイスや評価環境などの外部提供にも積極的であることも評価できる。

なお、全体の技術マップの中で、他の研究組織で行う課題と担当する課題を仕分けするとともに、課題間の相互関係や連携関係を明確にすることは重要である。また、技術マップは状況変化に応じて、常に更新することも求められる。さらに、デバイスの安全性・信頼性の向上については、社会への実装のプロセスをより明確にすることが求められる。

今後、産総研における研究開発とCSSC及びその組合員会社における研究開発との最適バランスを図るとともに、CSSCとの役割分担や研究成果の貢献度を明示することも重要である。また、本ユニット戦略課題の研究を加速するためには、技術導入や米国との積極的な共同研究も望まれる。さらに、新しい研究分野であるため、研究活動の足場となる国内学会で、新領域の学術分野を立ち上げることも期待される。

【ユニット戦略課題3】安全なシステム開発技法

「安全なシステム設計技法及び安全な開発ツール・環境の普及」をアウトカムに設定し、高信頼ソフトウェアの開発工程全体を俯瞰しつつ、ソフトウェアの安全な設計・実装技術、ソフトウェア安全性に対する検査・保証技術、ソフトウェア誤動作の抑止技術などの開発を、企業と連携して進めている。また、テスト自動生成、形式検証、モデル検査、安全性認証、安全な言語処理系などのコア技術をもとに、共同研究及びツールの産業展開を設定したロードマップ及びマイルストーンを策定している。

アウトプットとしては、並行プログラムの自動解析システムCOMPASUの開発やソフトウェア実装の形式検証を進めるとともに、形式記述（FOT記述、SENS記述）の開発及びこれら支援ツールによるシステムテストの自動生成などの適用実験・技術評価を企業と共同で進め、着実に成果を挙げている。また、関西地区での検証クラスター「さつき」による組込みシステム検証サービスや「組込み適塾」による組込みシステム技術者育成など、産学官連携のハブ機能形成に向けた活発な活動は高く評価できる。

なお、開発している安全なシステム開発技法を、組込み分野以外の領域にも広げることも求められる。また、ツールの開発や産業界への提供では、利用可能な範囲や効果の検証方法を検討しておくとともに、継続的に行うべきユーザーサポートへの取り組みも検討しておくことは重要である。

今後、IPA SEC（情報処理推進機構ソフトウェア・エンジニアリング・センター）との役割分担を検討しつつ、連携した取り組みを期待したい。また、検証クラスター「さつき」では、全国共同利用・共同研究施設としての活用とともに、ソフトウェア検証を共同基盤化できる施設としての活用が期待される。ツールの開発と適用のさらなる進展のため、国内だけでなくアジア地域など海外での利用とともに海外人材の育成を行い、日本技術の普及に貢献することも望まれる。

【ユニット戦略課題4】次世代システム安全基盤の整備

「次世代セキュリティ技術の実システムでの運用」をアウトカムに設定し、高機能アクセス制御暗号技術の開発及び種々の暗号・認証技術に対する安全性解析評価研究を進めている。公開鍵暗号、電子署名設計技術、関数暗号などのコア技術をもとに、基盤的研究から実システムへの応用研究まで並行して取り組むロードマップを策定している。また、技術要素毎にベンチマークも定性的に提示している。

アウトプットとしては、安全性証明についての基盤的研究や既存の暗号技術の安全性評価など、多くの暗号理論で優れた成果を挙げており、暗号技術に関しては、世界トップレベルにある。これらの成果は、この分野で権威のある国際会議での論文採択や招待講演、多くの受賞にも繋がっており、高く評価できる。また、ライフ系研究ユニットとの共同研究による化合物データベースの秘匿検索システムの開発や、NHK技研との共同研究による「ハイブリッドキャスト」の高安全化にも貢献している。

なお、実用化に向けては、より多くの企業関係者との情報交換を進めるとともに、産業・社会の現場での適切なニーズの把握が必要である。また、暗号理論分野で挙げている優れた成果を広くアピールするためにも、国際会議だけでなく、より広範囲な情報理論をも含む、著名な国際誌での成果発信も重要である。

第3章

今後は、クラウドコンピューティングに適した次世代暗号技術の開発を目標とするなど、次のIT技術のパラダイムシフトに向けた中長期的な研究シナリオの策定が望まれる。また、要素技術では、世界のトップを目指した最先端技術を開発し、将来の実用化に繋げることが期待される。さらに、暗号技術の産業・社会での価値を増大させるため、証明可能安全性の対象を暗号技術以外に広げることも望まれる。

3. イノベーション推進への取り組み

公的機関として、多くの企業が産業化に乗り出せる環境づくりやハブ機能形成を基本方針として、新機能暗号などの基盤技術や評価技術の開発に注力するとともに、安全に関わる制度やガイドラインの提案、国際標準規格の策定と技術の普及への貢献など、活発にイノベーション推進に取り組んでいる。具体的には、技術研究組合CSSCやECSECとの連携による政策貢献、政府系セキュリティ関連各種委員会への積極的な参加とISO/EC情報セキュリティ技術の標準化や暗号リストの解説作成などIT安全の規格や制度への貢献を果たしている。また、海外の標準化団体にも参画し、今後重要性を増す国際標準化に積極的に関わる方針も適切である。関西地区において、組込みシステム検証技術に関して多くの民間企業との共同研究やサービス提供など、地域連携イノベーションハブ機能の役割を果たすとともに、組込みシステム技術連携研究体との協力のもと、積極的に産業人材育成活動を行うなど、高く評価できる。

なお、目標とする「新規技術の社会実装による産業・社会への貢献」を実現するには、法律や制度、産業界の動向などを把握しながら、総務省や情報通信研究機構等と連携しつつ、本研究部門内に社会の新たな仕組みを構築するための内部組織を編成することも重要となる。また、アウトカムを明確にするため、抽象的な設定に加えて具体的な事例や望ましい状態を提示することも求められる。

今後、世界有数のセキュリティ技術の研究拠点形成に向けたグローバルな展開が必要であり、より積極的な国際標準化活動とともに、学術面でのより大きな成果が望まれる。また、大学と連携して、優秀な院生やポスドクなどの若手人材を活用しながら、企業とのプロジェクトベースの研究を増強するフラウンホーファー型研究の推進を、より一層加速することも期待される。

4. 研究ユニット運営の取り組み

「グループ研究の奨励」と「研究時間の確保」を基本方針として、研究ユニット運営に取り組むとともに、先端研究と行政ニーズ対応研究をバランスよく組み合わせ、研究部門の社会的価値を高める工夫は評価できる。具体的には、ユニット戦略課題の新規設定に合致した研究グループ編成と研究グループ規模の大型化、15%の個人研究の奨励、アンケート形式の自己評価実施と個人面談、などに取り組んでいる。資金獲得では、他分野の研究ユニットとの協力のもと分野融合研究を推進するとともに、民間企業との共同研究による外部資金獲得も進めている。

なお、研究部門としては、陣容規模の拡大も必要であり、長期的には研究人材の強化とともに、短期的にはより一層の外部資金獲得を図り、ポスドク、連携大学院生、企業や海外からの研究員などを増員する努力も必要である。また、外部連携では、所内にノウハウや知識を蓄積する方法や工夫を図るとともに、標準化を提案し推進するために、海外企業とのさらなる連携強化も重要である。

新しく研究組織・体制を整備してまだ半年余りであり、運営の効果を判断するには時期尚早と思われる。今後、その効果を反映した活発な研究活動や優れた成果を期待したい。また、今後も新たなセキュリティ課題や展開が発生する可能性も高いため、柔軟に計画の見直し、修正を行うことが望まれる。

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, ...)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	評点
ユニット戦略課題1	ITサービスの安全性向上	1	B	A/B	B/C	A	A	3.4
ユニット戦略課題2	産業インフラ防御のための制御システム安全	1	B	A/B	B	A	A	3.5
ユニット戦略課題3	安全なシステム開発技法	2	A	AA/A	B/C	AA/A	AA/A	4.0
ユニット戦略課題4	次世代システム安全基盤の整備	2	A	A/B	B	AA/A	AA/A	3.9
戦略課題総合点								3.8
イノベーション推進への取り組み			A/B	A	B	AA/A	A	3.8

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A/B	A/B	3.5
イノベーション推進への取り組み	A/B	A	3.8
ユニット運営の取り組み	A/B	A/B	3.5
総合評点			3.7

3-1-19 ネットワークフォトリクス研究センター

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

超低消費電力で巨大な情報を扱うことの出来るダイナミック光パスネットワーク構想の下に、超高速光送受信装置と関連した超高速光デバイス、光パスの切り替えのための小型・大規模光スイッチ、ダイナミックに変動する光パスに対応して伝送路特性を最適に保つためのパスコンディショニング技術の研究開発を行う。また、内外との連携により、パス網を中心とするネットワークのアーキテクチャを設計・提案する。これらの研究により、現状より3~4桁低い電力で高精細映像などの巨大な情報を扱うことのできる、将来の光ネットワークの実現に貢献する。

第3期中期計画課題

- ・ I-2-(3)-③「光ネットワークによる情報通信の省エネルギー化」(Ⅲ-1-(1)-③へ再掲)

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

「低消費電力で高精細映像の巨大情報を扱えるネットワーク基盤の実現」をアウトカムに設定し、ダイナミック光パスネットワーク(DOPN)構想のもと、従来ネットワークより3~4桁省エネルギーでルーティングできるネットワーク技術の開発を行っている。具体的には、次世代のネットワークに向けたキーデバイスや信号処理技術などの基盤となる要素技術開発から、テストベッドの実現とフィールド実証までを目指し、本研究センターが保有するコア技術を基に、ロードマップ及び数値目標のあるマイルストーンを詳細に策定している。また、拡大された「光ネットワーク超低エネルギー化拠点」事業を中心に、民間企業との強い連携のもと、活発な研究開発で成果を挙げている。

なお、極めて挑戦的な目標であることから、その実現可能性についてより説得力のある説明と見通しを提示するとともに、ゴールに至る段階的な目標と計画の設定が求められる。また、中心的な研究目標「光パスネットワークの構築」に対して、各ユニット戦略課題の位置付けと相互関係を、より明確にした研究シナリオ・ロードマップの策定も必要である。

今後、激しく変化する情報通信技術(ICT)市場のニーズを機敏に捉え、絶えずシナリオ・ロードマップの見直しを柔軟に行うことも期待される。このためにも、情報通信研究機構(NICT)、NTT等とのより踏み込んだ議論や連携の強化も望まれる。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】ネットワークサブシステムに関する研究開発

「光パスネットワークのフィールド実証」を短期的アウトカムに設定し、光パスネットワーク構想並びにそのアーキテクチャ設計のもと、DOPNのテストベッド構築と動作検証を目指している。技術要素として、光ノード技術、光パスコンディショニング技術及び超高速伝送技術を設定し、これらに基づきロードマップ並びにマイルストーンを策定している。また、ベンチマークでは、従来技術との性能比較を定量的に行い、独自に開発してきた技術の優位性と位置付けを明示している。

アウトプットとして、ダイナミックスイッチー光時分割多重(OTDM)伝送技術をデモ装置にまで完成度を高め、NHK技研公開にてスーパーハイビジョン非圧縮映像信号の超高速光LAN上での伝送実験を実施し、広く一般に効果を示したことは高く評価できる。また、独自開発のパラメトリック可変分散補償(P-TDC)については、広帯域性や高速応答性などの基本性能からフィールド試験での長期安定性まで含めた検証を行っている。これらの成果は、多くの国際会議やシンポジウムでの招待講演を通じて発信しており、光パスネットワーク構想の積極的な普及活動として評価できる。

なお、大画面で超高精細動画を視聴するという未来像から、スマートフォンやタブレット端末の中小画面による標準精細動画を視聴する未来像に変貌しつつあり、パケット通信との親和性が高いパスネットワークの要素技術を並行して検討しておくことも必要である。また、システム全体としてOTDM方式の優位性やデジタルコヒーレンス技術など他の方式との比較を定量的に行うことも求められる。

今後、既存の粒度の細かいIPネットワークと本研究が推進しているDOPNとの組み合わせや共存構想並びに導入シナリオなどについて、他研究ユニット、他研究機関とも協力してさらに検討を進めることが期待される。また、国際的な普及活動を活発化するためには、論文発表(特にフルペーパー)や新聞発表のより一層の推進とともに、国際特許取得などより積極的な知財獲得活動も望まれる。

第3章

【ユニット戦略課題2】ルーティング用光スイッチに関する研究開発

「光パスネットワークのフィールド実証」を短期的アウトカムに設定し、ユニット戦略課題1と連携しながら、シリコンフォトニクスによる光マトリックススイッチ並びに波長選択スイッチの開発を進めている。マトリックススイッチ集積技術及び波長選択スイッチ作製技術などを技術要素として、ロードマップを策定するとともに、32×32マトリックススイッチの実現を第3期中期計画でのマイルストーンとして明記している。ベンチマークでは、開発中の光スイッチと他機関で開発されている光スイッチとの性能比較を定量的に行い、優位性と位置付けを提示している。

アウトプットとして、シリコンフォトニクスによる8×8モノリシック光スイッチの開発は、光ネットワークの基盤デバイスとして期待できるものであり、評価できる。さらに、32×32へのマトリックススイッチの大規模化・高度化に向けて、低漏話交差や異偏波用交差などによる高性能化を図るとともに、駆動用CMOS回路とのモノリシック集積化を行っている。また、並行して、検査・校正作業の自動化、組立装置、選別装置などの導入も進めている。

なお、DOPNで目標とするシステム性能をもとにして、光スイッチに要求される性能及びマトリックス規模や構成を明確にするとともに、システムアーキテクチャに関する世界の標準となるような規格を確立することが求められる。また、サブナノ秒への高速化は、光ネットワークの基本デバイスとして必須であり、デバイス仕様とその最終目標設定において、システムサイドとの一層の連携が必要である。

今後、光スイッチ機能としては、自律的維持機能だけでなく、ネットワークアーキテクチャ面／サービスマン／保守運用面からの要求についての検討を進めることを期待したい。大規模化や偏波無依存に重要な、導波路や各種部品及びスイッチ単体の性能や安定性についての設計を徹底させるため、また、デバイス試作回数の削減や各製造プロセスの条件許容度の拡大に活用するためにも、シミュレーション技術の積極的な導入も重要である。

【ユニット戦略課題3】光信号処理デバイスに関する研究開発

「光パスネットワークへの超高速技術の導入」を短期的なアウトカムに設定し、産総研オリジナル技術であるISBT素子（半導体量子井戸のサブバンド間遷移を利用した素子）を用いた次世代通信用光デバイス技術の確立を中心に、研究開発を進めている。技術要素として、ISBT素子の高性能化技術、ISBT素子を用いた位相変調光信号処理デバイス技術、化合物半導体技術を利用した新規光源開発技術などを設定し、ロードマップを策定している。また、ベンチマークでは、ISBT素子と従来の光信号処理デバイスとの性能比較により、ISBT素子の優位性と位置付けを提示している。

アウトプットとしては、ISBT素子とマイケルソン干渉計とをモノリシックに集積化した超高速光ゲートスイッチを開発して、172GbsのOTDM光信号切り替え伝送実験に貢献し、その有効性を実証したことは評価できる。また、ISBT素子による位相変調信号のコヒーレント波長変換や、注入同期半導体レーザーによる位相制御光源の動作確認など、コヒーレント技術への取り組みも強化している。さらに、本研究で培われた高度な化合物半導体作製技術を利用したⅡ-VI族半導体レーザーや量子カスケードレーザー-QCLDなど派生技術応用でも企業と共同で開発を進めており、公的な研究機関の役割を果たしている。

なお、研究テーマが多岐にわたっており、研究の目的と目標がやや不明確な面が散見される。ISBT素子の研究の出口の明確化とともに、課題の明確化と解決の目処について、期限を区切って整理することが必要である。また、他の2つの戦略課題との関係（技術的な相補関係や連携関係など）を明示するとともに、本研究課題の位置付けとアプローチをより明確にすることが求められる。さらに、波長可変レーザーのベンチマークでは、他方式との定量的な比較を行い、優位性を提示することが求められる。

今後も化合物半導体集積化プロセス技術は、重要な基盤技術であり、これを担う国の中心的な組織としての進展も期待したい。また、QCLDやグリーンLDは、技術移転や製品化などアウトカムへの加速が必要であるが、本研究センターのミッションの中での継続については検討することも必要である。

3. イノベーション推進への取り組み

現在の通信トラフィックの増大に対応した消費電力増大の問題を抜本的に解決するという明確な目標のもと、DOPN構築をミッションとして、企業と連携して上位レイヤーからデバイスまでの垂直統合の研究開発で大きなイノベーションを起こすことを目指している。国際会議での多くの招待講演とともに国際ワークショップ、シンポジウムを主導し、成果を積極的に発信することにより、産総研の光パスネットワーク概念の普及に努めていることは評価できる。また、スーパーハイビジョンを含む映像配信の公開デモ実験を企業との連携のもと積極的に行うとともに、標準化活動に取り組み始めるなど、社会や産業界への貢献度も高い。さらに、企業10社と連携した「光ネットワーク超低エネルギー化拠点」事業を企画・運営し、イノベーションハブとしての役割を果たすと同時に、この事業を通して、若手研究者の人材育成も

積極的に推進している。

なお、世界から注目されるプロジェクトとして認知されるためには、技術だけではなくコンセプトについても、欧米への説得力が重要であり、ネットワークのマイグレーション戦略や導入戦略についてのシナリオを確立させると同時に、国際標準化活動のより一層の加速が求められる。

社会的なサービスをめざす技術である以上、今後、生活者の感覚を取り入れるなど大規模画像情報等に対する社会的ニーズを把握し、研究開発の方向性に反映させることが期待される。また、イノベーション推進には、事業に熟知したシステム技術者の参画とともに、プロセス関連設備を移転・集結した後は、関連する産総研内のデバイスグループや外部企業・大学等との連携、協力のより一層の強化と促進が重要である。

4. 研究ユニット運営の取り組み

「光ネットワーク超低エネルギー化拠点」事業のために、研究センター全体が目標に向かって一丸となって活発に研究活動を推進するとともに、この事業を通して、資金の効率的な活用、公開デモなどを活用したOJTによる内部人材育成などを推進しており、適切である。また、システム指向の応用研究以外に基礎的な挑戦的課題への取り組みも実施されており、基礎と応用の両面から研究推進を図っている。さらに、複数の研究ユニットと連携するとともに、国際ワークショップなどを通じて若手研究者の視野の拡大を図るなど、適切な運営も評価できる。

なお、研究テーマの多様性に対して研究人員の不足が見られる。ポスドクを含めた、より一層の人員確保に注力するとともに、研究人員の規模に応じて研究テーマの絞り込みが求められる。また、「拠点」プロジェクトのスケールアップに伴った、研究成果のより一層の発信と蓄積が求められる。

今後、研究規模及び人的リソースが増えるに従い、研究内容の発散が危惧されるため、大きな目標とミッションに照らし効率的、効果的な運営を引き続き実施することが望まれる。その際、研究センター内のシステムグループと、デバイスグループの間に良い意味での緊張感、競合・競争関係があることも重要である。また、DOPN構想をより広く発信し、かつ本研究センターのプレゼンスを高めるためにも、社会に与えるインパクトが大きいNatureやScienceなどの著名な国際誌への投稿も期待したい。

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	評点
ユニット戦略課題1	ネットワークサブシステムに関する研究開発	1	A	A/B	A	A	A	3.9
ユニット戦略課題2	ルーティング用光スイッチに関する研究開発	1	A	B/C	B	A/B	A	3.4
ユニット戦略課題3	光信号処理デバイスに関する研究開発	1	B	A	B	A	A	3.6
戦略課題総合点								3.6
イノベーション推進への取り組み			B	A	A/B	A	B	3.5

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A	A/B	3.8
イノベーション推進への取り組み	A	B	3.5
ユニット運営の取り組み	A/B	B	3.3
総合評点			3.6

第3章

3-1-20 サービス工学研究センター

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

サービス産業の生産性向上の実現、すなわち、サービス利用者にとっての価値の向上とサービス提供側の効率化の双方を同時に実現するサービス工学基盤技術を開発することをミッションとし、その普及を目標とする。

第3期中期計画課題

- ・ Ⅲ-3-(1)-①「サービス最適設計ループ構築のためのサービス工学基盤技術」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

平成23年度までは既存サービスの効率化に資する技術開発を中心課題とし、24年度以降は、インターフェース技術、大規模データのモデル化技術、マルチエージェント・シミュレーション技術を中核技術として、公的サービスの効率化、製造業のサービス化、新サービス創出・既存サービスの再発明をアウトカムに設定し、センシング適用技術、サービスモデリング技術、サービス設計支援技術の各要素技術の開発を進めるとともに、「サービス利用者・提供者の行動理解のための視線計測と屋内測位の統合」、「介護サービスの生産性向上技術の開発」のユニット戦略課題を設定し、ロードマップを策定している。

社会実装を重視した総合的な視点で研究開発が実施されており、サービスの最適設計サイクルの導入・展開を支える汎用的な技術モジュールを開発し、これらからなる技術プラットフォームを構築するという方向性は適切であり、人と人の関係に対してIT支援を行う点、労働集約的なサービス領域を対象としている点などは評価できる。個別には、社会実装を重視した実効性のあるレベルの高い研究開発を行うとともに、研究室での実験に留まらず実社会への適用に基づいた研究開発を行っている点、サービス工学研究の困難性を踏まえ、研究成果の実社会への適用を推進するための解決方針を策定している点、特に、「サービス工学」の社会的認知度を高めようとしている点、等が高く評価される。

一方、全体の研究方針がやや短期的で、中長期的な目標が大括りであり、具体的なゴールと達成ルートがやや不明確である。個別の問題の事例研究が多く、テーマが拡散しているため、そろそろ絞り込むことが必要である。たとえば、災害時の避難誘導や救急医療まで研究対象に加えることが適切かどうか、本来の問題意識に立ち返って対象とすべきサービスの範囲を検討することが望まれる。なお、災害対策それ自体は非常に重要なテーマであり、独立に推進する必要があることはいうまでもない。

今後は、事例研究のみならず、研究センター全体としての目標とその達成のための戦略、オリジナルな方法論、要素技術、システム技術などを明確化する必要がある。また、開発された技術の利用を拡大するためには、汎用技術モジュールを様々な条件に応じたサービス設計に適用するノウハウが必要となるので、コンサルタント業者と連携した取り組みが必要である。サービス学会の設立を踏まえ、さらに「サービス学」、「サービス工学」というものを確立することが期待される。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】 サービス利用者・提供者の行動理解のための視線計測と屋内測位の統合

工学モデルに基づくマルチエージェント・シミュレーション・人間行動モデル構築のための測位観測技術・オークションによる交渉安定化技術を用いて、社会的サービスの安定化・円滑化を促進する技術の構築を進めている。

多くの企業などとの共同研究を精力的に行い、人の行動計測をはじめとして、高い水準の技術開発を実施しており、これまで開発してきた要素を統合し、実際のサービス現場に適用することによってサービス生産性向上に寄与した点が評価できる。要素技術として最適設計ループの出発点である行動計測を効率良く実施するための小型・軽量の計測装置（PDR）を開発・改良し、利便性を向上し、生産性向上のために多様な局面で役立つツールであることを実証するとともに、本ツール活用の方法論を蓄積した点も評価できる。また、サービス利用者・提供者のミクロな行動理解に向けた技術要素を取り上げ、さらに、社会モデルというマクロな人間行動理解技術へと展開しようとする点は妥当である。

一方、様々な取り組みが行われているものの、個別事例研究が多く、全体の目標に対する達成度や、本技術を産業界に広く適用させていくための戦略が不明である。特に行動の可視化技術として現場に適用可能なことは示されたが、顧客満足度や企業収益にどう貢献したのか示されておらず、実証実験を踏まえた人の行動の分析・理解・一般化は進捗不足である。

今後は、個別論で終わらせることなく、共通プラットフォームの可能性や、モジュール化とその汎用性

の検討、社会実装性の向上を通じたノウハウの可視化等へ展開することが必要である。店舗のコンセプトの刷新などにつながるような本当のイノベティブな技術を目指すことが必要である。また、位置測定などの要素技術の技術的運用性を高める方向性はベンチャー等に早期に移行し、研究センターとしては、サービス工学としての行動理解に特化させる方向性が望ましい。効果の実際の現場での適用事例の蓄積については、サービスの向上に寄与したかの実証に重点を置き、実証できない分野からは撤退することも検討する必要があると思われる。

〔ユニット戦略課題2〕 介護サービスの生産性向上技術の開発

介護サービス及び介護と密接に関連するヘルスケアサービスにおける、品質を維持した生産性の改善を目指し、間接業務（現場作業分析の結果、記録、転記、統計処理など）の効率化のための情報共有支援システムを構築し、同時に取得されたデータの共有知としての知識化を図る。

民間で行う介護事業の生産性向上は、今後の日本社会にとって非常に重要なテーマといえ、公的サービスと市場経済の境界領域にあるので、産総研が取り組むことに意義がある。特に、現場の調査から「情報の共有化」という課題を抽出し、情報技術を用いて解決しようとしていること、また、現場ワークショップのような形で現場のユーザーとの価値共創を目指すことは意義がある。発生するイベントに対して逐次対応を行う業務現場における業務の可視化・分析技術を開発し、業務に関わるメンバーの主体的な業務フローの見直し及び再設計するための方法論（現場参加型開発）の確立に取り組んでおり、介護サービスの生産性を最も阻害している要因の分析結果に基づき、生産性向上を目指している点が評価される。

一方、研究内容については、関連する先行研究の調査が不足しており、ニーズというより技術ありきのテーマに留まっている。また、既存の介護サービスにおける、介護支援システム等の開発ベンダーやIT機器メーカーと役割分担し、主導的な役割を果たして、この分野の取り組みを戦略的に進めていく道筋が不明確である。個別には、現場共有支援システムの成果である申し送りの短縮時間割合が不明であり、捻出した時間の有効活用による介護サービスの付加価値の創出への取り組みが必要である。介護現場での生産性とは何か、患者側にとっての満足度に関わる指標を明らかにして現場分析する必要がある。なお、現場の「コミュニティ形成」は、重要なことではあるが、容易ではなく、慎重な準備が必要である。

今後は、新規性を明確にして、競争力のある技術を目指す必要がある。間接業務の効率化が単なる省力化の方向に向かうのではなく、直接業務の充実・向上、それによる利用者の満足度の向上、従事者の満足度とモラルの向上につながるよう進める必要があり、楽だけでなく楽しく使えるような情報共有システムを目指すことを期待する。また、介護現場では、先進技術への拒否感もあり、介護保険制度に関連がないと資金投資も難しいので、まず現場ニーズをよく把握し、優先順位を明らかにすることが重要である。

3. イノベーション推進への取り組み

日本のサービス工学研究の中心拠点として先端研究の推進に留まらず、開発技術の現場適用まで推進し、オープンイノベーションハブを目指して取り組んでいることは評価される。また、戦略的な知財化と企業向けライセンス、開発技術を活用したベンチャー企業の設立など、技術移転を意識した取り組みも評価される。地域で中小サービス事業者数百社を束ねた研究会を発足させるとともに、地域企業や大学・研究機関との連携プロジェクトの実施のほか、サービス学会の設立への協力、サービス工学コンソーシアムの運営、多数の出版やシンポジウム開催などサービス工学の啓蒙活動といった取り組みを精力的に展開している。

一方、オープンイノベーションのハブを目指すという構想に対して、成果が挙がる段階にはまだ至っていない。特に、データのアーカイブについては進展が不明確である。また、自らの研究成果を挙げることで、外部の研究に貢献することの間にトレードオフの懸念がある。さらに、産総研の研究センターならではのハブとして、どのような機能を目指すのか（たとえば、人、技術、知識、データ、あるいは資金の集積地など）を明確化する必要がある。

今後の方向性としては、ハブとしてのイメージの具体化、すなわち、技術開発のみを行うのか、コンサルティングまで行うのかを明らかにして、進めるべきであり、場合によっては、「コンサルタントのコンサルタント」を行うということも検討に値する。サービス工学コンソーシアム、サービス学会等と連携し、我が国のサービス産業の生産性に関する研究開発及び推進活動が、製造業で行われているように定着していくよう尽力を期待する。また、マスメディアを通じてのサービス工学の認知度向上も必要であり、これまでに開発した事例の多くはマスメディアが十分興味を引く内容であると思われる。

4. 研究ユニット運営の取り組み

現場への実装とそこからのフィードバックに基づく研究開発を指向している点、企業などとの共同研究

第3章

を積極的に行っている点、経済産業省、CREST、RISTEX等の外部資金を精力的に獲得している点を評価する。また、産総研内の他の研究組織に対して、サービス工学戦略会議を通じて連携を図っている点も評価できる。

一方、“アプリケーションドリブン”という表現は、シーズとなる技術ありきという印象であり、むしろ本研究センターが目指すべきは、“ニーズドリブン”であり、シーズや方法論をいかに組み合わせるかを達成するかというソリューション導出ではないかと思われ、検討が望まれる。現時点の開発ツールはラボベースであり、本研究センターの研究員以外が生産性向上のツールとして活用するにはハードルが高く、研究開発結果をプラットフォーム化・パッケージ化するための体制整備が必要である。

今後は、サービス工学分野の研究者に留まらず、地域企業にも積極的に働きかけ啓蒙していく「サービス工学伝道者」として、また地域における新たなサービス創造の牽引役として、存在感を高めていくことを期待するとともに、企業が行えないような基礎研究、基盤技術や新規方法論の確立、新たな枠組みやプラットフォームの構築、体系化などにも注力する運営が望まれる。また、サービス分野は他の分野に比べて研究開発者のセンスが特に問われるので、現場との連携による人材育成に期待する。

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	U	評点
ユニット戦略課題1	サービス利用者・提供者の行動理解のための視線計測と屋内測位の統合	1	A	A/B	A/B	A/B	AA/A	A	3.8
ユニット戦略課題2	介護サービスの生産性向上	1	B	B/C	B/C	A	B	A/B	3.1
戦略課題総合点									3.5
イノベーション推進への取り組み			B	A	B	B/C	A	AA/A	3.5

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	AA	B/C	3.8
イノベーション推進への取り組み	AA/A	A/B	4.0
ユニット運営の取り組み	A	B	3.5
総合評点			3.5

3-1-21 フレキシブルエレクトロニクス研究センター

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

ディスプレイやセンサーなどの情報通信端末機器の使用利便性の向上及び省エネルギー化の促進を目指して、軽い、薄い、落としても壊れない、形状自由度が高いという特徴を備えたフレキシブルデバイスの開発に取り組む。また、フレキシブルデバイスを省エネルギー・省資源・高生産性で製造する技術として、印刷法を駆使したデバイス製造技術（プリンテッドエレクトロニクス技術）の開発に取り組む。さらに、これらの技術に係る材料基盤・計測標準化技術の開発に取り組む。

第3期中期計画課題

- ・ I-2-(3)-②「ディスプレイ及び入出力機器の省エネルギー化」
- ・ I-5-(1)-①「多品種変量生産に対応できる低環境負荷型製造技術の開発」
- ・ III-1-(1)-②「情報入出力機器のフレキシブル、小型化のためのデバイスの研究開発」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

次の3つをユニット戦略課題として設定している。①デバイス技術:フレキシブルTFT（薄膜トランジスタ）の開発を中心に、入力・出力端末デバイス技術の開発も行い、市場開拓の礎とする。②製造プロセス技術:大面積・高精細印刷製造技術を中心に、省エネ・高生産性製造技術の開発に取り組む、フレキシブルTFT製造技術の確立を図る。③基盤技術:フレキシブルデバイスの高機能化をもたらす革新的技術と、そのための機構解析、評価、標準化技術の開発に取り組む。

この分野の産業化における国際競争は熾烈であり、技術的にハードルの高い「次世代入出力ディスプレイ」を開発ターゲットとし、得られた技術を適宜比較的ハードルの低い用途にも広める方針は適切である。技術研究組合との一体的な運営により、先導技術開発と実用化技術開発の連携が具体化できる体制を確保している点が優れており、日本の集中研究拠点としての良いスタートを切っている。既に世界最高の成果がいくつか得られており、国際的にも優位性を確保していると判断される。

ロードマップは正確な現状分析に立脚しているものの、そこから将来へ向かって目標をより鮮明にすることが望まれる。「次世代入出力デバイス」を開発する過程で完成度が高まっていく各種要素技術を、それ以外の用途開発に展開する道筋はまだ明確でない。各々のユニット戦略課題の位置付けと相互関係、共通目標をより明確にするとともに、次世代プリンテッドエレクトロニクス技術研究組合（JAPER）との一体的な計画策定、事業実施が重要である。

今後は、研究チーム間の相互連携を強め、より集中的に研究開発を推進することが必要である。たとえば、大面積入出力デバイス用アクティブマトリクスに関して、より具体的なデバイスイメージを作るための検討をすることなどが考えられる。「次世代入出力デバイス」以外の開発には企業等との連携が不可欠であり、独自性を確保しつつ、企業等との役割分担をより明確化したシナリオ展開が求められる。現在妥当と思われる方針や計画であっても、数年先にもそうあり続ける保証は無いので、広く情報を収集、分析する体制を活用し、計画の随時見直しやリソースの配分などに関する研究センター長の強いリーダーシップに期待する。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】フレキシブルデバイスの開発研究

情報通信機器における製造・使用の両面でのイノベーション実現のため、柔軟性を有するフィルム基板上に室温や大気中といった温和な条件で電子素子や回路を形成するフレキシブルデバイス技術を開発し、超薄型、軽量、形状自由度、大面積、耐衝撃性、省電力性など、ユーザビリティに優れた情報入出力インターフェースデバイスの創出を先導することを目指している。

ロードマップではフレキシブルデバイスに必要な項目をカバーしている。これまでの主要な成果は、ユニット構成員の高いポテンシャルに起因しており、全体として順調に進捗している。特に、トップエミッション型有機EL(電界発光)ディスプレイに不可欠な透明カソードの低損傷製造技術、カーボンナノチューブを用いた熱電変換フィルム、アルミニウムを用いたRF(ラジオ波)IDタグなど、個々の技術に関して世界をリードできる先進的成果を挙げていることが評価できる。

この戦略課題の目標が、研究センター全体の目標(入出力ディスプレイ/バックプレーンの開発)に必ずしも対応していないことが課題である。目標としている「次世代入出力デバイス」の仕様がまだ明確でないため、開発した各要素技術の達成度が判断しにくい。研究リソースの観点からも、取り組むテーマが

第3章

やや広すぎるとの懸念もある。ELディスプレイ技術等、国内外の競争が激しい状況においては、国際的な優位性を保つため、方向性を整理する必要がある。

今後は、目標やロードマップについて、研究センター全体の目標やアウトカムの観点からの見直しを行うとともに、これまでに得られた要素技術等をもとに、今後の展開・複合化等をわかりやすい形でマッピングし、前進させていくことを期待する。TFTアレイの基盤技術についても、すべてに必要な重要領域として、一定の取り組みが必要である。さらに、タブレット端末という形で入出力が統合されたデバイスが存在する現在では、単に要素技術を追求するだけではなく、フレキシブルデバイスの明確な優位性を示す利用例が提示されることを期待する。

【ユニット戦略課題2】プリンタブルデバイス製造技術の開発研究

フレキシブルデバイスの省エネルギー・省資源・高生産性製造プロセス技術として、印刷プロセスに立脚したデバイス製造技術の開発を行い、特に、高精細・大面積・低温プロセスを目標に据え、実証デバイスの試作による実用化提案も目指している。

ロードマップはフレキシブルデバイスの製造に必要なプロセス技術が適切に設定されており、目標技術の数値化、マイルストーン、ベンチマーキング、開発課題の洗い出しも明確である。高精細印刷技術、低温プロセスでの金属配線技術など、すでに革新的な成果が出ていることが高く評価される。特に、酸素ポンプ技術を併用したスーパーインクジェット技術により線幅 $5\mu\text{m}$ の微細銅配線を作製した成果は世界最高水準にあり、シリコン太陽電池などへの波及効果も期待される。シリコンゴム刷版を用いて $0.5\mu\text{m}$ 角ドットアレイの作製に成功したマイクロコンタクトプリント技術も世界最高精度であり、実用化に向けた展開が期待できる。

ただし、研究シナリオについて、研究センターの主要テーマである入出力インターフェースデバイス開発に向けてのプロセス技術開発と、その他の周辺・派生技術の研究開発とを区別して提示することが望まれる。高精細化、生産効率、高信頼性はトレードオフの関係にあるので、性能に関しては多角的に示す必要がある。試料調製においては、コロイド化学に属する分野も重要な研究課題となる。なお、プリンタブル技術は万能ではないので、デバイスへの適用にあたっては、総合的観点から適切な選択を行うことも必要となる。

今後は、スーパーインクジェット法とマイクロコンタクトプリント法の相補関係を明示し、それぞれの技術の位置付けとターゲットとする用途開発をより明確にすることが望ましい。研究センター全体の目標であるデバイス開発の観点から、ユニット戦略課題1との連携を深めるとともに、技術研究組合JAPERからニーズに対応する課題設定も望まれる。特に、印刷プロセスの要である低温化・短時間化に関して、TFTの全工程の視点から課題抽出を行う必要がある。なお、この研究内容は独立した要素技術としても存在意義があるので、周辺の応用にも積極的に取り組むことも期待する。

【ユニット戦略課題3】有機エレクトロニクス材料の評価基盤技術の研究

有機半導体・導電体・強誘電体などの有機エレクトロニクス材料について、基礎物性・薄膜プロセス等の材料基盤技術、並びに評価・標準化・計測に関する基盤技術の開発を行っている。特に、プロセス適合性をもつ高性能材料の開発、材料の特質に立脚した革新的印刷プロセスの開発、及び高性能化に必要な微視的材料評価技術の開発を進めている。

基礎研究としては非常に高いレベルにある。インクジェット法、有機半導体層の新しいプロセス技術、ユニークな有機強誘電体材料、有機半導体層内のキャリア挙動の新しい解析技術など、学術的な面を中心に成果が挙げられている。特に、ダブルショット法による有機単結晶薄膜のインクジェット印刷技術を開発し、高品質薄膜成長により高移動度のデバイス性能を達成したこと、及び、ポリマー半導体の簡易製膜技術として、特殊なシリコンゴムスタンプを用いたプッシュコート製膜法を開発したことは、国内外から注目される極めて高水準の成果である。

ただし、研究センターの目標に対する本ユニット戦略課題の位置付けをより明確化することが必要である。「原理の産業技術化」を通じたアウトカムを目指しているが、効果を具体的な形で示しにくいおそれがある。研究ユニットの最重要課題に対してどのように貢献できるかを広い視点で再吟味し、たとえば、微視的評価技術の成果をユニット戦略課題2の印刷技術にフィードバックすることなどが求められる。

今後は、開発された成果、たとえば高移動度の有機FETを組み込んだディスプレイの試作など、見える形での提示を期待する。評価解析技術については、デバイス性能の高度化のため、材料及びプロセスにおける課題が明確な場合に有力な武器になるので、課題の明確化を先行させることが鍵である。なお、本テーマは独立したチームが担当するのではなく、産業基盤に向けてデバイスやプロセスを担当するチームの中で分担する体制も選択肢になりうる。

3. イノベーション推進への取り組み

自前主義ではなく、拠点形成とハブ機能の推進を前面に打ち出し、実際に多くの所外組織と連携し、日本国内のハブとしての体制を整え、世界的にも稀有な存在として機能していることを高く評価する。多数の企業人材受入や技術相談への対応、国内外企業約90社から構成されたコンソーシアムの設立と運営などにより、イノベーションハブ機能としての役割を果たしている。産業や技術の動向情報を広く収集し、多くの企業を束ね、機動的に目標を設定するとともに、著名な国際誌への成果発信、プレス報道、多数の招待講演、国際標準化への関与など、学术界や社会への貢献も果たしている。

技術研究組合との関係について、さらに具体的なレベルでの双方向の強い連携が求められる一方、研究センターの機動性を活かして独自性を示す工夫や、最先端技術に関する国際的な研究連携の戦略を練ることも必要である。また、従来エレクトロニクス製品が使われてこなかった場面での利用も視野に入れ、サービス産業や建築、医療など、非エレクトロニクス系産業の取り込みも検討課題である。

今後は、日本としての産業化ターゲットの絞り込みについて、産業界とさらに議論を重ねるとともに、研究センターの成果を技術移転していくための時期やシナリオについても、技術研究組合との議論を通して検討を進めておくことが望まれる。さらに、フレキシブルデバイスの新しいニーズを掘り起こすため、従来の取り組みを超えた試みが必要な局面になっており、たとえば、技術開発成果を試作物という目に見える形で、非エレクトロニクス系産業の展示会などで披露する機会を増やすことが有効と考えられる。

4. 研究ユニット運営の取り組み

研究センター長の一貫したリーダーシップのもと、大型プロジェクトなど多くのアライアンスへ積極的に参画しており、成果の発信、普及、人材育成などを含め、適切に行われている。特に、工学から理学、計測から合成まで、幅広い研究者の思考法やマインドに対応するきめ細かなマネジメントが行われている点が優れている。技術研究組合との強い連携に加え、海外の研究団体などと柔軟に連携することにより、研究員が十分に活躍できる場を作り、国際的なアピール能力向上につなげている点も評価できる。

研究チーム間の連携はまだ十分ではないので、基礎・材料研究と実用化に近い研究をつなぎ、シナジー効果を出すための工夫を具体化する必要がある。海外も含めた企業の開発動向などの最新情報を、研究センター全体で共有し、絶えず自らの技術の位置付けを再確認することが肝要である。先端研究への関わり具合や活躍度など、これから次第に研究員毎に大きな差が出てくる可能性があり、全体をうまくまとめていけるかどうか問われる。

今後は、研究センター長が強いリーダーシップを維持しつつ、主要プロジェクトが終了する2015年度までに主要な成果を達成すべく、構成員全員の意識を揃えた集中的な取り組みを期待する。それとともに、その先を見据えた挑戦的な研究テーマを各戦略課題の中で位置付けることも必要である。人材育成の面では、インターンシップなども活用した積極的な育成を期待する。

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	U	評点
ユニット戦略課題1	フレキシブルデバイスの開発研究	1	A	B	A	B/C	A	B/C	3.3
ユニット戦略課題2	プリンタブルデバイス製造技術の開発研究	1	AA/A	A/B	A	B	AA	A/B	3.9
ユニット戦略課題3	有機エレクトロニクス材料の評価基盤技術の研究	1	AA	B	A	B/C	AA/A	B	3.7
戦略課題総合点									3.6
イノベーション推進への取り組み			A	A	AA/A	B	AA	A/B	4.0

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A	A	4.0
イノベーション推進への取り組み	AA/A	AA	4.8
ユニット運営の取り組み	A	A	4.0
総合評点			3.8

第3章

3-1-22 先進製造プロセス研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

「最小の資源」「最小のエネルギー」「最小の廃棄物」で「最大限の機能・特性」を発揮する製品を「高効率」で作る製造プロセス技術(ミニマルマニファクチャリング)に関する研究開発を先導することにより、我が国の製造産業の持続的発展、すなわち、我が国の製造産業の環境との調和と国際競争力の向上に貢献する。また、中小企業など多数の企業の課題解決や人材を育成するための「ものづくり支援」ツールの開発と普及を行う。

第3期中期計画課題

- ・ I-4-(1)-③「無機・有機ナノ材料の適材配置による多機能部材の開発」(Ⅲ-2-(1)-③へ再掲)
- ・ I-5-(1)-①「多品種変量生産に対応できる低環境負荷型製造技術の開発」
- ・ I-5-(1)-②「高性能セラミック部材と表面加工技術を用いた省エネルギー製造技術の開発」
- ・ I-5-(1)-③「資源生産性を考慮したエネルギー部材とモジュールの製造技術の開発」
- ・ I-5-(1)-⑤「製造分野における製品設計・概念設計支援技術の開発」
- ・ I-5-(1)-⑥「現場の可視化による付加価値の高い製造技術の開発」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

我が国の製造産業の課題解決を通して、グリーン・イノベーションによる新規需要の創出のため、6つのユニット戦略課題に取り組む。ユニット戦略課題1~3は、具体的な応用を定めた出口指向の課題であり、ユニット戦略課題4~6は、多様な応用に適用可能な共通基盤的な技術開発を担う課題である。長期シナリオとしては、この6つの戦略課題から省資源・省エネ型のオンリーワン部材技術と革新的システム設計・加工プロセス技術に重点化を図り、ミニマルマニファクチャリングの実現・技術体系構築を通して、省資源・省エネ・安全安心社会の実現に貢献することとしている。

製造業のグローバル化と国際競争の激化並びに資源制約、環境制約に対応する世界をリードするインパクトの高いユニット戦略的課題に取り組んでおり、長期的ロードマップも明確であり、ミニマルマニファクチャリングのコンセプトと各ユニット戦略課題の関連性が鮮明になってきた。さらに横断的な研究班の設置など、研究部門全体として活力のある組織に進化していることは高く評価できる。

一方、全体の目的について、省エネなど若干抽象的な表現が散見されるので、もう少し明確な表現で補足することが望まれる。また、国際標準における主としてアジア諸国との公的研究機関との連携に関しては、より具体的な取り組みを明記する必要があると思われる。

今後も、産業界等のニーズ変化や関連技術の進歩の状況を迅速に把握し、ロードマップの方向性、研究の優先順位を見直すなどの柔軟な対応が必要である。また、グリーン・イノベーションの観点から、材料と製造プロセスに関する世界一の研究拠点と評価されるよう、課題の選択とその遂行に注力する必要がある。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】高性能セラミック部材と表面加工技術を用いた省エネルギー製造技術の開発

製造産業における生産からリサイクルに至るプロセス全体の省エネルギー化を図るために、素材、機械等の基幹産業を対象とし、熱利用の高効率化、低摩擦化、長寿命化等を可能とする高性能セラミック部材の製造技術、並びに素形材への表面機能付与プロセス技術等の加工技術の開発に取り組んでいる。

断熱機能部材、ナノスライプ摺動材等は産業応用が省エネに直結する技術課題であり、ロードマップにも無理がないものと認められる。また、革新的セラミックス部材等製造技術については、2倍以上の断熱効果というマイルストーンを、また、表面機能付与プロセス技術についても摺動面の摩擦低減20%というマイルストーンを2年前倒しでそれぞれ達成しており、その後も技術移転など実用化に向けた検討がされており、高く評価できる。いずれも世界初の成果であり、優位性は明らかである。

一方、アウトカムの表現はやや抽象的なので、現段階で想定される具体的な製品名や適用物の例示、有効活用モデルを作ることなど、適用後の効果、即ち産業界に与えるインパクトもイメージして推進することが必要である。また、前倒しで達成した2テーマの新たなマイルストーンについて、革新的セラミックス部材等製造技術では実用化のための適用事例を想定し具体的な手法を明確にすることが必要であり、表面機能付与プロセス技術ではナノスライプ材料を種々のDLC(ダイヤモンド状炭素)へと拡張し摩擦係数低減と耐久性・信頼性等を評価することが必要である。

今後の方向性として、蓄熱研究を電動車両の空調システムへ応用することが有効でありインパクトも大

きいと考えられる。また、ユニット戦略課題における問題点を明確にし、次のステップである実用化研究についても分かり易く説明することが必要である。セラミックスの設計・寿命評価技術やDBの整備、標準化などロードマップでは表現しづらい産業基盤支援の活動にもリソースを割くことが望まれる。

【ユニット戦略課題2】多品種変量生産に対応できる低環境負荷型製造技術の開発

多様なニーズに応え、かつ、部材・デバイス・製品製造に関する省資源・省エネルギーに貢献するため、必要な時に必要な量だけの生産が実効的に可能であり、かつ多品種変量生産、生産歩留まり向上に対応できる製造基盤技術を確立するため、高速オンデマンド微細パターン形成技術や欠陥検出技術、環境対応部材のオンデマンド成形技術などの開発を進めている。

国内産業の空洞化、部品品質の確保など新たな課題が出て来ている状況を打破する施策として本ユニット戦略課題があると理解でき、研究の位置付けが明確な点が評価できる。オンデマンド関連課題のための3つの要素技術を世界に先駆けて開発し、レーザー援用インクジェット法、塗布光照射法、マグネシウム合金の溶湯圧延のいずれも今回のマイルストーンを達成しており評価できる。

一方、スピニング加工による成形技術の高度化は、構造最適化を組み合わせることでより付加価値のある商品を生み出す可能性があるが、産業界へのインパクトが不明確である。オンデマンド加工技術では、対応可能な上限のロット数や種類の数が重要なので、本技術の有効性を実証するため多品種変量生産システムの具体例を示してゆく必要がある。

今後の方向性として、直ぐに実用化につながるリペア技術や、開発のためのプロトタイプング・微小ロットの加工と、本格的な多品種変量生産システムとを分けて考える必要があり、前者では、関連産業の競争力強化に向けて積極的に発信する必要があり、一方、後者では、適用可能なロット数が生産性の向上（コスト削減）に伴ってどのように増加するかを明確にし、適用可能な業種を拡大してゆく必要がある。

【ユニット戦略課題3】資源生産性を考慮したエネルギー部材・モジュールの製造技術の開発

資源制約の受けにくい材料を用いる独創的なものづくり技術により、太陽電池、固体酸化物形燃料電池、蓄電池、熱電変換、超電導、動力変換等に関わるエネルギー部材・モジュール製造技術開発を進め、希少資源の使用量を少なくし、従来に比べて小型、軽量で同等以上の性能を実現する高度集積化製造技術や高スループット製造技術開発を展開している。

希少資源の使用量削減に関して、貴金属触媒を使用しないマイクロSOFC（固体酸化物形燃料電池）等を実現しており、資源拘束下でのチャレンジに拠る大きな成果は高く評価できる。次世代のリチウムイオン電池の開発に向けた新規材料開発等ではマイルストーンを前倒しして達成し、一部については企業へ技術移転を開始している点が評価でき、自動車用電池の高容量化と低コスト化が達成され実用化に近づくものと期待される。

一方、部材、最終製品の国際比較、見直しなどのポジショニングについて明示する必要があり、また、2030年からの実用化に対し、中間段階のマイルストーン等が設定されておらず、検討が必要である。また、電池関連技術については、世界的に研究開発が加速しており、一般のエンジニアにも開発の流れを俯瞰して理解できるような電池技術の未来予測と当該技術との関連を示すことが望まれる。

今後、早期実用化のためには、複数の課題の研究を並行して実施する必要があり、環境整備など他機関との役割分担の調整などでの貢献も検討する必要がある。もちろん、市場普及段階で先行者が敗北する場合もあるが、常に性能やコストの観点で勝てる技術開発を主導する必要がある。特に、蓄電池技術では産業界の意見を吸収しながら戦略的な知財確保や国策提言を行うなど、積極的な貢献を期待する。

【ユニット戦略課題4】無機・有機ナノ材料の適材配置による多機能部材の開発

異種材料をナノレベルで融合することで従来の無機及び有機等の単独材料には無い多機能を有する部材（ハイブリッドコンポーネント）の製造技術開発が求められている。そのようなニーズに対応するため、セラミックス、金属、ポリマー、シリコン等の異種材料のマルチスケールでの適材配置による多機能部材の研究開発を進めている。

自動車の軽量化は環境対応のために重要な課題であり、材料置換による車体の超軽量化を考慮して設定された研究目標は適切なものと評価できる。また、異種材料を混在させて活用する際の課題（接合／融合／適材配置等）を把握しており、最も重要な技術要素であるマルチスケール接合・融合化技術について、各多機能部材に対応した技術開発を推進した。これによりマイルストーンを前倒しして達成したことは評価でき、優位性も高い。

一方、ミニマルマニュファクチャリングにおける本ユニット戦略課題の位置付けが不明確である。また、具体的なターゲット産業や製品をイメージし、実用化に向けた目標設定と達成度を明示する必要がある。

第3章

今後の方向性として、企業ニーズに十分配慮し、異種材料の接合・接着技術と革新的な高速／低コスト成形プロセス研究を推進する必要がある。また、マトリックス樹脂の高熱伝導化によるCFRP（炭素繊維強化プラスチック）の高速成形に関しては、目標とする成形時間から熱伝導率を逆算して材料の目標を明確にすることで開発の進展が期待できる。

【ユニット戦略課題5】 製造分野における製品設計・概念設計支援技術の開発

機械やシステムの基本設計に必要とされる材料・部材の加工に対する信頼性、機械寿命、リサイクル性を予測するために、実際の運用を想定した評価試験と計算工学手法を融合したトータルデザイン支援技術を開発している。また、製品設計時に必要となる情報を設計上流段階から活用できるように、構成材料、部材のプロセス技術、メンテナンス技術、環境負荷特性評価技術、収益性分析技術等を包含したトータルデザイン支援技術の開発により上流設計を強化し、製品設計時に必要となる情報・条件を確定するための設計手法・設計環境を構築している。

技術伝承は早急な対応が必要な課題であるが、本ユニット戦略課題の成果を活かすことで、設計自由度の高い設計初期段階での検討に過去の知識を反映させることが可能と考えられ、産業界の課題に的確に対応しているものと評価できる。また、本課題でのトータルデザインは、機能が既知と仮定して、加工と寿命とリサイクル性の最適化に注視したものとなっており、経験者が少ない新しい機械要素材料への適用を想定したものであり、一見簡単そうでも実際には非常に複雑である。この課題に対してデザイン・ブレイン・マッピングツールを実装して全体を俯瞰できるシステムを構築したことは評価できる。

一方、本技術を多くの事例に適用し問題点を洗い出して改良することが望まれる。特に、企業からの意見を参考にデザイン・ブレイン・マッピングツールを改良することが必要である。また、方法論と成果については不明な点が多く、もっと、シンプルに、売れる新しい顧客価値のある新製品作りに役立つツールの開発という方向を検討することが必要である。

部品加工の信頼性、機械の寿命、リサイクル性予測を対象とした支援ツールの構築は世界的にも初めての試みであり、他のツールと同等に使用できるように早期の完成を目指すことが望ましい。本技術は、技術伝承と短期開発における検討不足を改善する優れた技術であり、その活用方法を、より明確に産業界へ伝える必要がある。

【ユニット戦略課題6】 現場の可視化による付加価値の高い製造技術の開発

ものづくり現場の技術力向上、IT化促進、技能継承を支援することを目的として、製造現場の情報の流れの可視化と利便性の高い製造情報の共有技術、高効率・低環境負荷な加工技術の開発、ものづくりの技能・技術の抽出・解析・蓄積技術の開発、これら技能・技術を可視化活用する装置の開発を行う。

製造プロセスの高度化及び技能を継承するための、ものづくり現場の技能を可視化する技術、利便性の高い製造情報の共有技術、高効率かつ低環境負荷な加工技術の開発に取り組み、普及も主導的に行っている。構築した支援システムのレベルは非常に高く他国に対する優位性も十分にあるものと認められる。

一方、技術の共有化とノウハウの取扱いは難しく、ノウハウのデジタル化や誰でも使えることを強調し過ぎると、技術情報の流出に対する懸念が増大するが、実際には、自社のためのツールを意欲的に構築し、社内でプラットフォーム等を活用する風土を育むことが競争力強化に繋がることをより明確にする必要がある。

今後は、鋳造等では革新的な技術が期待されているのでミニマルマニファクチャリングに関する鋳造技術の高度化にも注力することが望ましく、開発早期化のための可視化支援やデータチェック（評価）プログラム等への指向へ研究内容を変化することが必要と思われる。また、対象となる製品によって、製造工程も異なり、必要な加工技術も異なるが、データベースやテンプレートの重要性は同じであり、本研究の考え方／コンセプトをより鮮明にした方が、発展性があると思われる。もちろん、現状のシステムの継続的なメンテナンス・改善も地道ではあるが大切である。

3. イノベーション推進への取り組み

材料と製造プロセスは日本が世界に誇るべき分野であり、国家的プロジェクトの実施や新規のプロジェクト立案への貢献等、将来にわたって高いポテンシャルを維持することが肝要である。また、公設研と連携して中小企業のものづくり支援に取り組んでいることは地味であるが重要な活動として評価できる。知財の出願件数、実施件数は十分と認められ、産業基盤の発展に大きく貢献しているものと評価できる。なお、海外の公的研究機関との戦略的連携を進め研究を促進する姿勢は評価できるが、日本産業の発展を第一に十分配慮し推進すべき（技術流出対策）との意見もあった。

一方、産業界の動向の注視だけでは新たな視点からの研究が遅れる懸念が有り、シーズ研究も推進して

世界をリードする技術／世界の動向を変える技術への取り組みも望まれる。

今後も、材料・製造技術の研究開発の中核として企業との共同研究や技術移転を進めることが適切と思われる。また、技術伝承の観点から、知識を頭で理解するだけでなく身についたものとするプロセスや人材育成支援技術の重要性も高い。中長期的な視点では、国内企業の海外展開も考慮してグローバルな成果の普及についても検討が必要となるものと思われる。

4. 研究ユニット運営の取り組み

ミニマルマニュファクチャリングという大目標を掲げ、資源制約、環境制約下での材料と製造プロセスに対応した新しい研究開発体制を構築、研究部門長の強いリーダーシップにより効率的に研究ユニットを運営していることは評価できる。また、研究グループの枠を超えた組織である4つの研究班を設置し、横断的な研究を推進する体制を整備していることは評価でき、特にCFRPの研究班を設置したことは時宜を得たものである。企業からの外部資金の比率が他の研究ユニットより高く、民間に開かれた組織としての運営体制も評価できる。

一方、人材の育成については、人材の流動化と若手研究者の強化に向けた組織運営・施策、若手研究員の貢献や萌芽的研究の成果の「見える化」など、新たな工夫が望まれる。

今後の方向性としては、各グループ間でのシナジー効果が出るような工夫が必要であり、例えば熟練設計技術者の不足を補い、さらに発展することを目指しているシステム化技術を中心として進めることが考えられる。また、基礎・基盤研究レベルアップと共に具体的な実用化に繋げる挑戦的な課題を設定し、それを推進するため、企業との積極的な連携、ヒアリングができる体制、施策の検討が必要である。

5. 評点一覧

外部委員 (P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	評点
ユニット戦略課題1	高性能セラミック部材と表面加工技術を用いた省エネルギー製造技術の開発	2	A/B	A/B	A	A	A	3.8
ユニット戦略課題2	多品種変量生産に対応できる低環境負荷型製造技術の開発	2	AA/A	A/B	A	A	A/B	3.9
ユニット戦略課題3	資源生産性を考慮したエネルギー部材・モジュールの製造技術の開発	2	A	AA/A	A	AA/A	A/B	4.1
ユニット戦略課題4	無機・有機ナノ材料の適材配置による多機能部材の開発	1	B	A/B	A	A/B	A	3.6
ユニット戦略課題5	製造分野における製品設計・概念設計支援技術の開発	1	B/C	B	B/C	B/C	B	2.7
ユニット戦略課題6	現場の可視化による付加価値の高い製造技術の開発	1	B/C	B	B/C	A	B	3.0
戦略課題総合点								3.7

イノベーション推進への取り組み

A A A/B AA/A A 4.0

内部委員 (J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A	AA/A	4.3
イノベーション推進への取り組み	AA/A	AA/A	4.5
ユニット運営の取り組み	A	A	4.0
総合評点			3.8

第3章

3-1-23 サステナブルマテリアル研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

材料から素材、部材にわたる技術開発によって、社会の持続的発展を可能とする産業技術の確立に貢献することを目指す。具体的には、レアメタル等の金属資源の代替材料技術及び使用量削減技術の開発、省エネルギーと快適性の両立を目的とした建築部材の開発、及び輸送機器の軽量化による燃費向上に資する軽量金属材料についての研究を行う。

第3期中期計画課題

- ・ I-2-(1)-③「軽量合金による輸送機器の軽量化技術の開発」
- ・ I-2-(2)-④「省エネルギー型建築部材及び家電部材の開発」
- ・ I-3-(3)-②「レアメタル等金属や化成品の有効利用、リサイクル、代替技術の開発」
- ・ IV-2-(3)-③「ものづくりを支えるデータベースの整備」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

次の3つの課題に取り組んでいる。①金属の省使用・代替材料に関して、産総研のレアメタル研究の産業界での認知度を上げ、産学官の垂直連携により産業に貢献できる成果を生み出す。②省資源型環境改善建築部材として窓部材や内外壁材の機能性を追求し、建材実験棟を利用した実環境下での省エネ特性評価を行う。③輸送機器軽量化のためのマグネシウム合金材料の利用拡大のため、室温加工性や振動吸収特性などに優れた素材開発を行う。

「サステナブルマテリアル」を標榜してきたことの先進性ととも、骨太に設定している3つの戦略課題を着実に前進させていることは適切である。資源問題への対応等、国家的な課題について、短期対応と中長期見通しのロードマップを作り、具体的に対応策について研究開発をしており、目標は概ね妥当である。レアメタルのプロセス技術、調光ガラス、マグネシウム合金の鍛造技術などは国内外に優位性を持つ。特に、レアメタルのテーマは個々の目標が明確で、材料メーカーが事業化を検討する橋渡し前の段階まで達成しており、公的研究機関としての役割を果たしている。

ただし、長期的視点からの全体目標に対して、中期的目標に偏りがあり、優先順位にずれがある。10年～15年先の市場ニーズが高いと判断できる要素技術群を選択し、集中的に開発することが重要である。建築部材と軽量合金については、省エネルギーの定量的効果が不明瞭であり、材料の製造、使用、リサイクルを含めたライフサイクルアセスメントと結びつけることが必要である。

今後は、資源や素材に関する国際的環境の急激な変化に対応しながら、絶えずシナリオ・ロードマップの見直しを柔軟に行うことを期待する。たとえば外部の専門家による市場予測の指標も参考にしながら、社会・産業界との連携をより深めるための諸策を積極的に実行することが望まれる。高い目標を掲げる研究部門として、個々の研究グループの集合から、有機的に機能するようになることを期待する。現在は政策ニーズ対応の研究開発であるが、より本質的・根源的な観点でユニット戦略課題の見直しを行う時期に来ている。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】レアメタル等金属の省使用・代替材料の開発

限りある資源をより広く効果的に利用できる社会の実現を目指し、レアメタルの機能を代替できる材料の探索ないし構造の創り込みを中心に、低環境負荷・省エネルギーを出口とした素材・部材及び周辺技術の開発を企業と連携しながら行っている。

経済産業省のレアメタル確保戦略に基づいて定められた代替材料開発の研究課題について、開発目標をほぼ達成し、実用化レベルに達していることが高く評価される。ほとんどの重要なレアメタルをカバーし、産総研のもつ総合力を活かし、分野融合型研究ハブの中心として機能しながら、材料設計からプロセス技術までを担当し、目標値をクリアしてきている。個々のテーマでは、世界トップレベルの実用化技術の開発に成功しており、特に、サマリウム鉄系磁石の開発によりジスプロシウム添加ネオジム磁石代替の可能性が出てきたことは顕著な成果である。展示会やシンポジウムなどで積極的に成果のアピールを行っていることも評価できる。

ただし、個別テーマは目標を達成しているものの、それらの成果から次の展開の芽が充分に出ていないこと、及び、企業が事業化するまでの技術移転が公的支援なしでは継続できないことが課題である。産業化へのハードルを越えるためには、具体的な実現コストを評価する手段やコスト指標を示すことが望まれる。なお、サマリウム鉄系磁石はレアメタル対策としては過渡的なものであり、早急に希土類を使わない

次世代の磁石の開発に取り組むことが必要である。

今後も高い研究レベルを維持し、目標を達成していくとともに、研究成果を大きなアウトカムにつなげるため、企業との実用化フェーズの研究開発の発展を期待する。省レアメタル・代替材料の対象範囲を広げ、低コストの視点を強め、より特徴ある材料を開発することが必要である。当初目標を達成した省タングステンについて、次の目標設定を独自の調査と技術シーズで提案することが必要である。使用量削減だけでなく、リサイクルまで考慮した戦略に基づいて開発を進める必要がある。個々のテーマの推進に加え、共通する基盤的な技術の蓄積、開発した各要素技術の特許やノウハウなどを知的財産として確保していくことや、国際標準化活動も重要である。

【ユニット戦略課題2】省資源型環境改善建築部材の開発

本課題は、省エネルギーと快適性の両立を目的とした建築部材の開発であり、具体的には、調光窓材、木質材料、調湿材料、外壁材等の機能向上を図るとともに、フィールド実験棟を用いて実使用環境での省エネルギー性能評価データの蓄積を行っている。

全体としてユニークな研究が多く、技術レベルも高い。特に、調光ミラーは材料としてかなり成熟したレベルに達し、Mg-Y合金多層膜からなるガスクロミック型調光ミラーで1万回以上の繰り返し耐性を実証するなど、優れた成果を挙げている。高性能吸放湿材料や保水性セラミックスなど、環境ハーモニック建材の中のいくつかの要素技術を提示している。木製サッシ流動成形の研究は、木材由来資源の有効利用につながるもので、公的機関で研究する意義が認められる。いずれも、長期にわたる研究で材料性能を改善してきており、フィールド実験棟でのデータ取得や、コンソーシアム活動をリードしていることも評価できる。

ただし、種々の異なる材料を「快適な省エネ」で無理にまとめている側面もあり、各材料の特徴的な性質が建築の省エネルギー・環境負荷低減に与える効果について、明確に示されていない。利用形態による特徴やコストなどを他の材料と比較することによって、各テーマの必然性や最終目標を説明することが必要である。また、このような材料開発において重要な、最終ユーザー企業との関係構築がまだ不十分である。「死の谷」を克服するための研究課題を設定し、実用化規模も意識して取り組むことが必要である。さらに、建築や人間工学などの分野との連携強化も重要である。

今後は、建設業や住宅メーカーなどの企業との連携を強め、その中でフィールド実験棟を活かすよう期待する。将来の環境適合住宅への組み込みがポイントであり、地域における特徴を出しやすい分野であることから、その方向を強化することも重要である。なお、フィールド実験棟での試験は誤差が大きいいため、その前に小型実験室や環境試験室レベルでの試験と数値シミュレーションによる評価を確立して、最終的に実験棟で確認するという手順が望ましい。また、各材料に関する基盤的な研究成果については論文などでより積極的に発信することを期待する。

【ユニット戦略課題3】軽量合金による輸送機器の軽量化材料技術の開発

運輸部門のエネルギー消費における低炭素化を目的として、マグネシウム・アルミニウム等の軽量合金部材の利用拡大を可能とするため、これらの材料の機械的特性の向上を図り、特に、圧延板製造技術の開発や低コスト表面処理技術等の確立を目指している。

このアウトカムに向けて、アルミニウムと共存してマグネシウムを利用するハーモナイゼーション技術の確立を目指していることは概ね適切である。マグネシウム合金の材料構造設計、プロセス技術、解析技術、加工技術など、多様な要素技術が体系的に蓄積されており、研究レベルも高く、国内外において優位性をもつと認められる。また、電磁振動連続 casting、セミソリッド casting（固液混合状態からの casting）などの技術をアルミニウム合金に適用し、その有効性を確かめている。

ただし、輸送機器用軽量合金として最優先にマグネシウムが選定された理由と、その研究を継続する合理的な説明が必要である。現実にはマグネシウム合金の国内応用の成長率が低いので、その理由を検討して用途を探る必要がある。資源産出国の偏在などの問題もあるため、サプライチェーン全体での最適な使われ方を検討し、技術支援・技術移転まで含めた総合プロデューサーとして事業支援する戦略が必要になる。国内外のマグネシウム合金製造企業が持つ技術に対するベンチマーキングや、他の軽量化材料（炭素繊維など金属以外の素材も含めて）との定量的な性能比較も必要である。

今後は、マグネシウムの現状に対する認識をもとに、それをどう打開するかにかかっており、そのためには、「マグネシウムありき」の発想ではなく、これまで培われた知の集積を活用して、「軽量金属の有効活用・高度活用」の切り口から産業発展へ大きく寄与することが望まれる。そうした方向で今後の大型プロジェクトに採用されるように技術シーズを高める必要があり、特にマグネシウム以外の素材との複合化・接合が技術のポイントになる。中部地区に多くの自動車部品工場が存在するので、研究会を設置し、開発

第3章

部材を見出すことが望まれる。また、これまでに蓄積した技術は、将来、自動車や航空機などの用途以外でも、軽量化ニーズが高い機器が登場すれば、再び開花する可能性があるため、知的財産をパッケージとして確保しておくことが不可欠である。

3. イノベーション推進への取り組み

各ユニット戦略課題について、シンポジウム開催や展示会への参加、プレス発表など、成果を積極的に発信することにより、研究開発の中核となるようネットワークの構築を進めている点は評価できる。中部地区を中心に中小企業をも含めた企業との共同研究にも活発に取り組む、地域連携でのイノベーションハブとしての役割も果たしている。企業からの共同・委託研究件数がほぼ安定しているのは存在価値を認められているためと推測できる。特に、レアメタルの代替、省使用に関しては産業化に繋がる技術開発が行われており、新たに高効率モーター用磁性材料の開発に向けた技術研究組合の設立に至ったことは評価できる。

一方、産業人材育成の取り組みはまだ充分とはいえない段階である。企業連携を積極的に推進している割には特許出願が少ないことが懸念される。知的財産は海外とのポジショニングや優位点等を総合的に評価する必要がある。ノウハウなどの技術蓄積は、優位性のある領域を企業に対してもっと宣伝する必要がある。

今後は、より最終ユーザーを考えた技術開発の方向に持っていくことが望ましく、大手企業との大型共同研究を組んで、大きな相乗効果を生み出す戦略も重要になる。国内外の経済情勢や技術動向を踏まえて将来必要となる技術を見出す努力をする必要がある。新しく設立された技術研究組合の場などを活用し、産業人材育成にも取り組むことが期待される。また、行政との連携により、調湿による快適性などの価値を低炭素住宅の評価基準に織り込むことなどを検討するのも一案である。

4. 研究ユニット運営の取り組み

各ユニット戦略課題が必要な要素技術の組み合わせで構成されているのは適切であり、レアメタルタスクフォースや環境ハーモニック研究会、材料フォーラムなどを通じて所内連携と分野融合に努めていることも評価できる。NEDOからの大型の外部資金が減少する中でも、競争的外部資金を獲得している。シンポジウムや大規模展示会での成果発信による認知度向上に努め、コンソーシアム等の活動を通じて産業界との接点を増やす努力をしていることも評価できる。

ただし、資金の効率的利用や内部人材育成などの取り組みはやや不十分で、次のシーズとなりうる萌芽的研究に予算が十分確保できていないことも課題である。全体として研究水準の更なる向上のための取り組みが必要であり、論文発表についても、研究レベルを維持するためには基礎研究も同時に行い、著名な国際誌への投稿を増やす努力も望まれる。

今後は、研究部門として次のテーマを育てる仕組みを作ることが望ましい。最新情報を全員で共有する仕組みを作る、研究部門全体の活動を対外的にアピールする場を設定する、海外研究機関との交流を増やす、といった活性化の方策が考えられる。人材育成について、新製品・新産業創出などのアウトカム創出をよく理解し、将来の行政ニーズを予見する力を育むとともに、企業と事業内容まで踏み込んで議論し、相手の信頼を得ることができるよう実力ある人材の育成が望まれる。

5. 評点一覧

外部委員 (P, Q, R, …) による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	U	評点
ユニット戦略課題1	レアメタル等金属の省使用・代替材料の開発	2	AA/A	AA/A	A	A/B	A	AA	4.3
ユニット戦略課題2	省資源型環境改善建築部材の開発	1	A/B	B/C	A/B	B/C	B	A	3.2
ユニット戦略課題3	軽合金による輸送機器の軽量化材料技術の開発	1	A	B	B	B	A	A	3.5
戦略課題総合点									3.8
イノベーション推進への取り組み			B	B	A/B	B	A	A	3.4

内部委員 (J, K) による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A/B	B	3.3
イノベーション推進への取り組み	A/B	A/B	3.5
ユニット運営の取り組み	B	B	3.0
総合評点			3.6

3-1-24 ナノシステム研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

ナノレベルの新物質創製からデバイス実現までの道筋を、ナノ材料の開発から、それらナノ材料が複合・融合化された、より高度なシステムの開発までを段階的に推進する。そのため、要素技術としてのナノ材料の開発だけではなく、これらをつなぐ理論及び計算シミュレーション、計測技術に基づく機能予測、構造形成プロセスの革新・最適化や劣化予測、及びナノ安全・リスクの視点等を活用した研究活動を展開し、これらをテクノロジーブリッジとして重要視する。これらを横軸として、他分野との積極的な連携を行い、革新デバイスの構築を核とするオープンイノベーションを展開する。

第3期中期計画課題

- ・ I-4-(1)-①「ソフトマテリアルを基にした省エネルギー型機能性部材の開発」(Ⅲ-2-(1)-①へ再掲)
- ・ I-4-(1)-②「高付加価値ナノ粒子製造とその応用技術の開発」(Ⅲ-2-(1)-②へ再掲)
- ・ I-4-(1)-④「ナノ構造を利用した革新的デバイス材料の開発」(Ⅲ-2-(1)-④へ再掲)
- ・ I-4-(1)-⑤「材料、デバイス設計のための高予測性シミュレーション技術の開発」
(Ⅲ-2-(1)-⑤へ再掲)
- ・ I-4-(2)-①「ナノチューブ系材料の創製とその実用化及び産業化技術の開発」(Ⅲ-2-(2)-①へ再掲)
- ・ I-6-(3)-①「先端科学技術のイノベーションを支える安全性評価手法」
- ・ II-1-(1)-①「幹細胞等を利用した再生医療等に資する基盤技術及び標準化技術の開発」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

5つのユニット戦略課題を設定し、その遂行にあたり、研究資源を「グリーンシステム」、「ITシステム」、「ソフトシステム」、「テクノロジーブリッジ」の4つの領域(アウトカム)に配置・按分している。研究部門内の計算・シミュレーショングループと実験を主とするグループとの融合を果たし、国内的にも極めてユニークな組織となっており、社会の要請に基づく研究戦略は適切である。この理論・シミュレーションと実験の協働をテクノロジーブリッジとして実現しようとする取り組みは優れている。

一方、ナノメカニクス、「創・省・集エネシステム」、ナノ光電子素子を出口と掲げているが、本研究部門が有する技術的な蓄積及び強みをそこにどのように結びつけていくのか、具体的なシナリオが必要である。また最終的な製造・製品を具体的にイメージ出来る道筋を、適切なマイルストーンとともに示すことが求められる。

実際の研究運営では、技術マップを描き、どこまでを自分たちが担い、またどこからを他部門あるいは企業に導出していくのかを適切に判断することが望まれる。震災後の放射性セシウム(Cs)除染では、迅速に集中して対応したことは高く評価できるが、今後はできるだけ早い時機に企業に橋渡しを行い、実用化を促すことが期待される。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】高予測性シミュレーション

「理論シミュレーションに基づくR&D加速事例の増加」をアウトカムとして設定している。ナノシステム材料の高予測性設計に必要な理論・アルゴリズム・プログラム等の高い理論的研究、及び企業で行われる技術開発に近い視点を持った研究により、IT、環境・エネルギー分野のナノシステム新材料・デバイスの開発に寄与するロードマップが描かれている。低電圧駆動ナノデバイス、有機フレキシブル熱電素子、高性能磁石などをマイルストーンとして設定している。

戦略課題のアウトカムに向けた「テクノロジーブリッジ」としての役割が明確に現われている。著名な国際誌に多数論文を発表するなど、質の高い研究を遂行している。また、本課題の研究者主導で、文科省、JST、NEDO、所内戦略予算などの競争的予算を多く獲得していることは高く評価される。

一方、新現象の予測等で実験を先導できる提案型の理論・シミュレーションを目指すことが望まれる。理論計算から予測されその有効性が証明された材料やデバイスの知財確保に努める必要がある。「テクノロジーブリッジ」としての役割を果たした事例は、本研究ユニットの成果としてより積極的に発信することが望まれる。

今後は、最先端分野に取り組んでいる外部の研究部隊とも積極的に交流を進め、研究ユニット内外で実施される実験をドライブするような影響力を発揮することが期待される。さらに、より付加価値の高い製品・材料開発に結び付く課題を選択し、シミュレーション技術による開発支援が求められる。

第3章

【ユニット戦略課題2】 ソフトマテリアル

光機能性分子・超分子・液晶・高分子・ゲル・コロイド等、機能性ソフトマテリアルに関連する広範な研究者を擁し、階層を越える自己組織化理論と階層シームレスのシミュレーション研究では国内外を先導した実績がある。これらの人的優位性を統合的に活用し、革新的な材料やデバイスの設計開発を通じて次世代のグリーン・イノベーションに貢献する研究開発を進めている。

昆虫のような柔らかいロボットを最終的なアウトカム目標に設定し、機能性ゲルを用いたソフトアクチュエータ、自己修復材料、易解体材料等の技術的マイルストーンを配置したロードマップは適切である。マイルストーンに設定されている技術的課題に関して、国内外の他機関との比較・優位性が適切に評価されている。光による可逆的な反応に基づく再利用可能な材料開発、有機電界発光素子、微細な溝に閉じ込めた液晶の新たな配向構造の発見、球状錯体の形成過程の解明など、世界トップレベルの成果と、特許などのアウトプットは高く評価される。

大きな成果が着実に出ている半面、将来の大きな展開につながる革新的な研究も同時に進める必要がある。ソフトマテリアル自体にまだ多くの基盤研究要素が残っており、もう少し設計合成などの物質科学的研究にも力点を置く必要がある。また、産業界、あるいは他部門との連携でどのような応用の可能性があるのか、出口へ向かってのシナリオを描くことが重要である。

今後、出口に近いフェーズにある研究は、産業界や応用研究を行っている他の研究ユニットとの連携をはかり、産業化へのシナリオをより具体的に描きながら進めること、またその際には、できるだけ早い段階で製品に求められる特性や仕様を把握し、コスト意識を持って進めることが期待される。

【ユニット戦略課題3】 高付加価値ナノ粒子

高付加価値ナノ粒子は、その生産速度とストック中の再凝縮がネックとなり産業応用が進んでいない。本戦略課題では、オンデマンドで必要量を生産する技術を開発することで、グリーンデバイス製造プロセスへの本格的な応用を図る。また、ナノ粒子の高付加価値化とその利用技術の開発により、グリーン・イノベーションへの貢献や国際競争力強化などを目標としている。

これらの目標達成のため、アウトカムを中長期的なものとする短期的なものの2段階を設定し、それに応じたロードマップ及びマイルストーンの設定は、研究の展開をより具体化するものとして妥当である。プルシアンブルー（PB）型ナノ粒子を応用したCs汚染物回収プロセス技術の開発は既にも実証試験にも成功しており、原発事故対応という緊急性に答える集中的な取り組みとして高く評価される。

ナノ粒子合成・改質から塗布・パターンニングまでを一貫してオンデマンドで行うシステムの構築が、どの様に具体的な産業に寄与するのかロードマップで示すこと、またベンチマークでは、相応・類似する研究・技術開発を行っている国内外の競合機関との質的比較をすることが必要である。

今後は、Cs回収大規模プロジェクトで開発した技術を速やかに企業に橋渡しし、新たな次の展開に挑戦することが期待される。

【ユニット戦略課題4】 CNT・革新デバイス

金属型と半導体型の単層カーボンナノチューブ（CNT）を高効率で連続的に分離する技術、ナノギャップ電極間で生じるスイッチ現象を利用した不揮発性メモリ、エバネッセント光（近接場光）—伝搬光変換を可能とするV字溝型ナノ構造について、基本的な特許を取得している。今後実用化に至るまでには、単層CNTの非侵襲かつ高収率での分散、不揮発性メモリの高度集積化、V字溝型ナノ構造の最適化とその大面積化・低コスト化などの課題が残されており、現在その解決に向けて企業と共同で橋渡し研究が進められている。

将来の産業創出につながる集積回路、メモリ、LEDなどの開発に資するロードマップが描かれている。そこに示された技術開発要素毎の道筋は、計画の中期と最終にマイルストーンを設定し適切である。LED高効率光取り出しに全反射を利用する技術、さらに、金属のみをチャンネルに利用したナノギャップ不揮発性メモリ技術、用途別CNT分離技術など、従来にない革新的な産総研独自技術を多数開発した。これらの成果は、著名な国際誌を含む多数の論文として発表し、また特許出願も意欲的に行っており、高く評価できる。企業や技術研究組合との連携も積極的に行われていると認められる。

一方、アウトカムに向けた展開シナリオが弱い。CNTの金属・半導体分離技術の開発は、低コスト化による産業化の可能性追求を加速する必要がある。ナノギャップはTIAを進めているナノエレクトロニクス技術研究組合の中に組み込むなどして、他の類似技術とのベンチマークを行い、どう進めるべきか検討が必要である。LED高効率取り出し技術も企業への技術移転を積極的に進める必要がある。

製品化アウトカムのフェーズにおいては、研究ユニット内連携に留まらず、より応用的な研究ユニット

や産業界との連携が必須であり、特許戦略、知財管理に十分留意しながら、精力的な研究及び実用化展開が期待される。

【ユニット戦略課題5】 バイオ、ナノリスク

本ユニット戦略課題では、再生医療などをターゲットとした細胞の分離操作技術の構築を目指している。そのための要素技術となる、オンチップ細胞分離操作技術、細胞の足場材料として必要なバイオマテリアル技術、得られた細胞を足場材料とともに三次元培養し組織を構築する技術などの開発を進めている。また、ナノ材料の安全性は、社会的関心が高く、リスク評価と将来のリスク管理に向けた手法や技術の基礎的研究も行っている。

ナノリスク評価技術では、国際標準化を視野に入れて進めている点が評価できる。三次元細胞培養装置の開発や魚コラーゲンでの強い骨分化能の発見とその培養基材などへの利用は、今後の応用展開に繋がる技術として期待される。

一方、テーマが多岐にわたり、将来へつながる大型成果が見えづらい。ある時点でテーマの絞り込みと集中化を検討することが求められる。また、本戦略課題の中で進められているバイオ関連の技術や材料研究（企業との実用化研究に進んでいるもの以外）については、競合技術や市場の調査により、さらに高い基準や新たな仕様を目指すことが必要で、ライフサイエンス分野の研究ユニットや他機関とのより緊密な協力関係の構築により、多面的な評価に耐えるものに仕上げる必要がある。

「臨床研究」を含むロードマップの部分は、保有する研究要素の現状とポテンシャルを考慮し、必要な連携を書き込むとともに、マイルストーン設定による着実な評価・見直し過程を組み込むことが求められる。ナノリスク評価は主力を専門の研究ユニットに移し、材料ベースのナノバイオ技術に注力することが望まれる。

3. イノベーション推進への取り組み

TIA、技術研究組合、企業との積極的な連携や、経済産業省をはじめとする各省庁、経団連、ナノテクノロジービジネス推進協議会（NBCI）等との積極的な交流（意見交換、情報収集）を評価する。知財確保と技術移転への取り組みは、研究ユニット独自にナノシステム研究部門（NRI）イノベーションオフィスを設けて戦略的に対応し実効的な効果を挙げていることは評価できる。

NRIイノベーションオフィスで知財の確保に注力しているが、その後の産業応用を促進するための知財活用戦略も明確にする必要がある。グローバル・オープンイノベーション時代の知財の活用戦略を先導して推進することが求められる。多様な技術を保有する本研究ユニットのメリットを生かしつつ、テーマの骨太化を図ることも必要である。

国際連携や国際標準化においても積極的な取り組みが行われているが、日本を代表するイノベーションハブとして、さらに議論を尽くして、戦略的な推進の牽引役となることを期待する。「NRIイノベーションオフィス」は独自の取り組みであり、産総研知財部門や産学官連携推進部門ではカバーしきれない部門内研究成果（ポテンシャル）の事前の発掘やフォロー、産業界へのアウトリーチ、海外共同研究を活発化させ、若手の研究者を派遣するなど、細やかな活動が今後も期待される。

4. 研究ユニット運営の取り組み

ボトムアップで提案のあった挑戦的課題に対して、研究ユニット運営経費から一部を留保した加速資金を集中的に配分することができるシステム、各研究員のエフォート20%を研究ユニット長が確保し、社会情勢や部門ミッションの優先度に応じてトップダウン課題の解決にあたらせることができるシステムなど、実効的な工夫が行われている。月刊技術情報誌PENの継続的な発行に対する努力は評価できる。

一方、グローバル化の流れの中での知財の活用戦略の構築が課題である。テーマによっては、当該研究ユニットだけで取り組むより、産総研全体での取り組みとした方が強力になると想定されるものもあり、大局的な対応が実現することを期待する。

研究者個々人のレベルは高く、多様なテーマは萌芽的課題として温存する一方、出口に近づいている課題については、より積極的な集中投資により、できるだけ早く実用化を目指す活動を期待する。また、産総研内で同様の研究開発を実施している研究ユニットとのマッチングを促進し、効率的な研究推進と技術移転を図り、技術移転後は速やかに新規なテーマにチャレンジしていくことにより、ナノシステム研究のさらなる進化を期待する。

第3章

5. 評点一覧

外部委員 (P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	評点
ユニット戦略課題1	高予測性シミュレーション	2	A	A/B	AA	AA/A	A	4.2
ユニット戦略課題2	ソフトマテリアル	1	AA/A	B	AA/A	B	A	3.8
ユニット戦略課題3	高付加価値ナノ粒子	2	A	A/B	AA	A	AA/A	4.2
ユニット戦略課題4	CNT・革新デバイス	1	A/B	B	AA/A	B	A/B	3.5
ユニット戦略課題5	パイオ、ナノリスク	1	A	B	A	A/B	A	3.7
戦略課題総合点								4.0
イノベーション推進への取り組み			A	A	AA	A	A	4.2

内部委員 (J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A/B	A/B	3.5
イノベーション推進への取り組み	A	A	4.0
ユニット運営の取り組み	A	A	4.0
総合評点			4.0

3-1-25 ナノチューブ応用研究センター

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

新産業創生で期待されるナノ構造体の代表であるナノチューブ構造体に着目し、これまで産総研において開発してきたカーボンナノチューブと有機ナノチューブを主軸とし、高機能性を付加しそれらの用途開発を進め、我が国の新たな産業育成に貢献する。また、ナノチューブ材料の国際標準化にも貢献する。さらに、ナノチューブ材料を含むナノ構造体の最高性能計測・分析技術の開発を独自に発展させ、世界をリードするナノチューブ材料の総合研究センターへの発展を目指す。

第3期中期計画課題

- ・ I-4-(2)-①「ナノチューブ系材料の創製とその実用化及び産業化技術の開発」(Ⅲ-2-(2)-①へ再掲)
- ・ IV-1-(2)-②「超高感度、高分解能透過電子顕微鏡の研究開発」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

ナノチューブ構造体による「新産業創出」をアウトカムに設定し、ナノチューブ材料の総合研究センターの形成を目標に、種々のナノチューブ材料の大量合成技術や構造制御/複合化技術など基盤技術の開発を基にして、高機能を付加した電子材料や高強度構造材料、薬剤用材料など多様な用途開発を進めている。具体的には、カーボンナノチューブ(CNT)技術、有機ナノチューブ(有機NT)技術並びに計測・分析技術に関わる優れたコア技術に、新たにグラフェン技術を加えた技術要素を基に、新しい産業シーズを目指したロードマップ並びにマイルストーンを詳細に策定している。また、中期計画及び研究戦略との位置付けは妥当である。ナノチューブ(NT)材料に関わる基盤的な成果を挙げ、研究活動全体として世界的な優位性を保持するとともに、大型の外部予算プロジェクトを牽引し、技術研究組合単層CNT融合新材料研究開発機構(TASC)との共同開発によって実用化・産業化・標準化など用途開発でも多くの優れた成果を挙げ、高く評価できる。

なお、用途開発では現在実用化されている製品の代替技術としての位置付けも重要ではあるが、単一なカイラリティ(CNTの性質を決める螺旋度)を有するCNTの作製法などナノチューブ構造特有かつ絶対的優位性に富む材料開発とともに、その特有の性質を活かした新機能性を有する応用開発にも注力することが望まれる。また、大きな視点で成果の総括を行うとともに、より広い研究シナリオの策定と組織運営体制の議論を深め、それらを総合してナノチューブ研究全体の今後の研究計画並びにロードマップを柔軟かつ戦略的に策定することが求められる。

今後は、事業化を目指す企業群に対して、実用化時に顕在化する技術的課題を解決する基本指針を提示するなど役割分担体制の構築を行うとともに、産総研独自の新しい用途開発の提案と実証も求められる。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】カーボンナノチューブの実用化・産業化・標準化のための研究開発

スーパーグロース合成法並びに改良直噴熱分解合成(eDIPS)法をコア技術として、「単層CNTを用いた新産業創成」をアウトカムに設定し、単層CNTの量産化技術、構造制御技術、薄膜化技術、成型加工技術などの開発を進めるとともに、ゴムや金属などとの融合技術、フィルムエレクトロニクスへの応用技術などの用途開発を推進している。技術要素毎にロードマップを策定するとともに定量的なマイルストーンを詳細に設定している。また、ベンチマークでは、各要素技術について国内外の競合研究機関を明示し、優位性や特徴を把握している。

アウトプットとしては、スーパーグロース法では、用途開発を加速化するため単層CNT量産技術(0.6 kg/日の実証プラント)の開発を実現するとともに、単層CNTの質の多様性に向けた基盤技術への取り組みとその知見は、今後の製品化段階において大いに利用されるものと高く評価できる。さらに、各種材料との融合による単層CNT複合材料(導電性ゴム材、導電性樹脂材、銅CNT複合材など)の開発など、数多くの優れた成果を挙げている。一方、eDIPS法では、CNT合成での反応機構の解明など基礎的な成果とともに、単層CNTの短尺化技術開発とこれを用いた塗布型トランジスタへの応用技術、電界誘起層形成法による金属半導体分離技術開発など用途開発に向けた成果を挙げており、評価できる。特に、CNT電子特性のチューブ径効果の解明は、今後のチューブ製造技術開発に非常に重要である。

なお、スーパーグロース法では、用途に応じた製造段階において、欠陥の種類や数を原子レベルで制御するなどより合成技術の高度化が求められる。eDIPS法CNTを用いた薄膜トランジスタ開発では、競合材料である有機系材料と比較しながらCNTの独自性や特徴を明示することによって、CNTデバイスの優位性

第3章

をより明確化することが必要である。

今後、国際的な視点での戦略をもって実用化への努力をすることを期待する。また、単一カイラリティチューブ作製に焦点を絞った独創性のある手法の開発にも着手するとともに、これらCNT特有の性質を利用した新規デバイス機能の探索にも期待する。

【ユニット戦略課題2】 ナノチューブ複合材料の創製・実用化のための研究開発

CNT技術と有機NT技術の融合による「新バイオ産業育成への貢献」をアウトカムに設定し、カーボン/有機ハイブリッドNT技術の開発及び有機NTの実用化・産業化を目標に研究開発を進めている。ナノカーボンの構造制御技術、機能性有機物とCNTとの複合化技術並びに有機NTのテーラード化技術を技術要素として、ロードマップ及びマイルストーンを定性的に設定している。また、ベンチマークでは、各要素技術に関する国内外の競合研究機関との比較から把握されている。

アウトプットとしては、カーボン・有機ハイブリッドの機能性NT開発では、ペリレン(C₂₀H₁₂)内包CNTによるイメージングプローブの開発や薬物送達システム(DDS)応用に向けたナノホーンの生体内動態の定量解析の成功、難治性疾患治療を目指した経口剤への応用、CNTの遠赤外吸収帯の起源解明など、基盤的な研究成果を挙げている。一方、有機NT開発では、テーラード化技術を基に、抗癌剤など薬剤徐放機能をもつ有機NTの開発、タンパク質リフォールディング機能をもつ有機NTゲルの開発に成功するとともに、これら機能を利用した治療用コンタクトレンズへの応用など着実に成果を挙げ、評価できる。成果は、著名な国際誌への論文発表や特許出願で発信するとともに、国際標準化活動にも取り組んでいる。

なお、DDS応用では、既に製品として使用されている、あるいは開発段階にある多くのナノキャリア材料との比較を念頭に置いて、NT特有のユニークな機能を見出すことも求められる。

今後、機能性NT用途開発で期待の大きな革新的DDS開発には、先端的材料研究のみならず、バイオ、ナノテク、素材、IT、イメージング、分析など多くの幅広い異分野研究者が連携する研究フォーメーションも求められる。また、CNTと有機NTの融合技術やシナジー効果によるNT特有のユニークな機能の創成を期待するとともに、CNTと有機NTの優位性を用途に応じて活かす研究チームの再編成も望まれる。

【ユニット戦略課題3】 グラフェン系ナノ材料の研究開発

グラフェンによるレアメタル対策技術開発を通じて、「新規産業創成への貢献」をアウトカムに設定し、大面積グラフェン導電膜の開発を進めている。特に、本研究センター独自のマイクロ波プラズマCVD法をコア技術とし、大面積グラフェン合成技術及びグラフェン用途開発を主な技術要素として設定するとともに、ロードマップ並びに数値目標のあるマイルストーンを策定している。また、ベンチマークでは、各要素技術に関する国内外の競合研究機関との比較を明示しつつ、本研究センターの位置付けを提示している。

アウトプットとしては、マイクロ波プラズマCVD法による低温(300℃)合成グラフェン膜の高品質化を進め、目標性能(透過率87%、シート抵抗500Ω/sq以下)を達成するなど、先行するグラフェン開発グループに短期間で急速に近づく成果を挙げている。また、ロールtoロール合成技術を開発し、幅300mmの大面積グラフェン透明導電フィルムの合成に成功するとともに、技術研究組合TASCと共同で、グラフェン静電容量型タッチパネルの試作と動作確認にも成功し、評価できる。

なお、先行する熱CVD法に対して、低温製膜できるマイクロ波プラズマCVD法の優位性を確立するためには、低温下でのグラフェン成長における炭素原子や炭素クラスターの表面拡散問題など、成長過程の基盤的解明と知見の蓄積が必要不可欠であり、計測・分析グループとの連携強化が求められる。

競争の激しい開発分野でもあるため、今後、海外企業との連携も将来的には視野に入れる必要があるが、その際の研究開発戦略については、関係機関と十分に議論・検討を行うことが重要である。

【ユニット戦略課題4】 世界最高性能計測・分析技術の研究開発

「革新的な評価・観察技術の確立」をアウトカムに設定し、世界最高の空間分解能及びソフトマターの原子レベルでの直接観察を目指した超高感度・高分解能透過型電子顕微鏡(TEM)の開発を進めている。高性能新型電子顕微鏡技術、低損傷・高分解能化技術などを技術要素として、ロードマップ及びマイルストーンが設定されている。また、ベンチマークでは、最先端電子顕微鏡の諸性能に関する国内外の競合研究機関との比較を明示し、優位性や特徴を把握している。

アウトプットとしては、球面収差・高次収差補正装置の開発に成功し、波長比として世界最高分解能(17λ)をもつ超高性能TEMの開発に成功するとともに、新原理に基づく色収差補正を実現し、カーボンナノチューブに内包する単層WS₂の点欠陥や氷分子など軽元素物質の観察にも成功するなど学術的に優れた成果を挙げている。これらの成果は、NatureやPhysical Review Lettersなど多くの著名な国際誌での論文発表並びに国際学術会議での招待講演などで積極的に発信し、高く評価できる。

なお、企業連携を通じて開発した技術は、我が国の産業振興のため、提携企業のみならず電子顕微鏡産業において共有できる知見として積極的に活かすことが望まれる。また、学術的論文だけではなく、特許出願など知財権の確保も重要であり、研究センター全体で知財獲得活動をより積極的にサポートすることも必要である。

今後も最高性能の分析・評価技術として、新材料開発（炭素系に限らず、より幅広いソフトマター）や新機能開拓に威力を発揮するとともに、時間分解能への挑戦など最先端技術の高度化と深化が期待される。

3. イノベーション推進への取り組み

NTやグラフェンに関する独自の最先端技術に基づき、産総研を研究拠点としたオープンイノベーション型産学官連携を積極的に推進している。特に、スーパーグロース法やeDIPS法による単層CNTの産業応用に向けて、技術研究組合の研究開発を牽引し、多数の企業との共同研究を推進するとともに、スーパーグロースCNT実証プラントの立ち上げや多数の企業に対するサンプル提供を実施し、社会や産業界へ貢献している。さらに、つくばイノベーションアリーナ（TIA）拠点の設立・運営への積極的な取り組みやTASCとの産学官連携などによって産業人材育成を行い、イノベーションハブ機能の役割も果たし、高く評価できる。また、CNT凝集状態評価法などCNT評価法の国際標準化活動も進めている。

なお、知的財産の取り扱いに関する新たな試みは大胆であり、用途開発を加速させる一方、限られた企業のみへの知財移譲の弊害も検討しておくことが求められる。また、CNTなど最先端技術に関する国際的な研究連携に対する基本戦略の策定とともに、知的財産の有効利用のための戦略組織や国際を含む特許戦略全般を統合・マネジメントできる人材の強化も望まれる。

今後も、先導的研究に関する国際的な連携を深めるとともに、定期的な国際会議の開催などにより、ナノチューブの世界拠点として日本の優位性を発信することが期待される。

4. 研究ユニット運営の取り組み

研究者の創意を最大限に活かし、研究者個人への信頼と期待に基づき運営を行うことを理念として、先端的かつ世界的水準のNT応用研究を遂行できる人材を確保するとともに、チーム長の強いリーダーシップのもと、チーム運営、資金獲得、内部人材育成を進めており、研究ユニット運営は順調である。外部資金の獲得も十分なされており、本研究センターのプレゼンスを表すものと判断できる。また、萌芽的研究から実用化研究まで、異分野との融合課題も含め、バランスよく優れた成果を挙げていることは評価できる。

なお、CNTと有機NTでは個々で優れた成果を挙げているが、両者の融合による際立った相乗効果を得るまでには至らなかった点もあり、今後の組織設計においては再検討が必要である。また、研究センターとして成熟度が増すに従い、個々の研究チームの研究活動の接点が少なくなりつつある。研究センター全体の活動を活性化するための運営上の工夫も期待される。

今後、用途開発に重点を置くユニット戦略課題では、挑戦的な研究課題への取り組みにもより注力することが求められる。また、この分野において、顔が見える次の中核となる研究者の育成も期待される。

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	評点
ユニット戦略課題1	カーボンナノチューブの実用化・産業化・標準化のための研究開発	1	A	A	AA	AA	AA/A	4.5
ユニット戦略課題2	ナノチューブ複合材料の創製・実用化のための研究開発	1	B	A/B	A	A	A	3.7
ユニット戦略課題3	グラフェン系ナノ材料の研究開発	1	A/B	A/B	AA	AA	A	4.2
ユニット戦略課題4	世界最高性能計測・分析技術の研究開発	1	A/B	A	AA	A	AA	4.3
戦略課題総合点								4.2
イノベーション推進への取り組み			B	B	A	A	A	3.6

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	AA/A	A	4.3
イノベーション推進への取り組み	AA/A	AA/A	4.5
ユニット運営の取り組み	A	A/B	3.8
総合評点			4.1

第3章

3-1-26 計測標準研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

我が国経済活動の国際市場での円滑な発展、国内産業の競争力の維持・強化、グリーン・イノベーション及びライフ・イノベーションの実現に貢献するため、計量の標準の設定、維持、供給、計量器の検定、検査、計量標準に係わる研究、開発、及びこれらに関連する業務、並びに計量に関する教習を行う。その際、メートル条約及び国際法定計量機関を設立する条約のもと、計量標準と法定計量に関する国際活動において我が国を代表する職務を果たす。

第3期中期計画課題

- ・ IV-2-(1)-①「スペクトルデータベースの整備」
- ・ IV-2-(1)-②「熱物性を中心とした材料計量データベースの整備」
- ・ 別表3-1-(1)-①「新エネルギー源の利用に資する計量標準」
- ・ 別表3-1-(1)-②「省エネルギー技術の開発と利用に資する計量標準」
- ・ 別表3-1-(1)-③「バイオマス資源の利用技術に資する計量標準」
- ・ 別表3-1-(1)-④「資源再利用システムの信頼性評価に資する計量標準」
- ・ 別表3-1-(2)-①「医療の信頼性確保に資する計量標準」
- ・ 別表3-1-(2)-②「食品の安全性確保に資する標準物質」
- ・ 別表3-1-(2)-③「生活環境の健全性確保に資する計量標準」
- ・ 別表3-1-(3)-①「国際通商を支援する計量標準」
- ・ 別表3-1-(3)-②「ナノデバイス、ナノ材料の開発と利用に資する計量標準」
- ・ 別表3-1-(3)-③「ロボットシステム利用の安全性確保に資する計量標準」
- ・ 別表3-2-(1)-①「国家計量標準の維持、供給」(計量標準管理センター)
- ・ 別表3-2-(2)-①「省エネルギー技術の利用を支援する計量標準」
- ・ 別表3-2-(2)-②「産業現場計測器の信頼性確保に資する計量標準」
- ・ 別表3-2-(2)-③「中小企業の技術開発力向上に資する計量標準」
- ・ 別表3-2-(3)-①「計量標準政策に関する調査と技術支援」(計量標準管理センター)
- ・ 別表3-2-(4)-①「計量標準供給制度への技術支援」(計量標準管理センター)
- ・ 別表3-2-(5)-①「計量トレーサビリティ体系の高度化、合理化」
- ・ 別表3-3-(1)-①「法定計量業務の実施と法定計量政策の支援」(計量標準管理センター)
- ・ 別表3-3-(2)-①「適合性評価技術の開発と工業標準化への取組」(計量標準管理センター)
- ・ 別表3-4-(1)-①「次世代計量標準の開発」
- ・ 別表3-4-(2)-①「計量標準におけるグローバルな競争と協調」(計量標準管理センター)
- ・ 別表3-4-(3)-①「計量標準分野における校正、法定計量分野における適合性評価の国際協力の展開」(計量標準管理センター)
- ・ 別表3-5-(1)-①「計量の教習」(計量標準管理センター)
- ・ 別表3-5-(2)-①「計量の研修と計量技術者の育成」(計量標準管理センター)

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

計測の信頼性のトレーサビリティの源泉となる最高精度の国家標準を開発し、国内のユーザーに提供するとともに、技術イノベーションを支える先端的な計測機器・ものづくりと生産性向上のための計測技術の開発、及び知的基盤としてのデータベースの構築を担っている。

産業界のニーズと国家戦略に沿った計量標準整備の新たな方向を提示し、それに沿って600種の基盤的な国家計量標準を世界的に見て遜色ないレベルに整備している。計量標準とそれを支える試験、評価、検査等の範囲拡張に関しても、民間校正事業者や地方自治体の関係機関との密接な連携と役割分担により、着実な標準の供給を実施している。国内計量システムと国際計量システムの整合の確保、及びトレーサビリティ体系の維持のため、国内外の連携を着実に推進している。

一方、国家戦略である「グリーン・イノベーション」「ライフ・イノベーション」とユニット戦略課題との関係を分かりやすく表現し、また国の知的基盤整備計画におけるポートフォリオの中で、計量標準及び当研究部門の位置付けを明確にすることが求められる。基盤技術高度化戦略、人材育成及び震災対応についてはより明確な目標・計画の設定が必要であり、外部資金獲得への展開についてはそれぞれの研究者、研究ユニットが内向きにならず、より積極的に公募への申請を行うこと等が望まれる。

今後、計量標準が国家戦略の実現をどのように支えていくのか、設定した研究テーマがどのような社会

背景で必要になるのかを考察し、計量標準の開発により想定されるアウトカムの俯瞰的な検討とシナリオの明確化に期待する。我々の日常生活の変化は著しく、特に東日本大震災以降、安全安心に対する要求が高まっているため、社会インフラの維持と安全安心に資する計量標準の切り口が必要である。計量標準に関する業務は目につきにくく地味なので、日頃の成果を積極的にPRし存在感を示すことが望まれる。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】グリーン・イノベーションの実現を支える計量標準の整備

2009年末に政府が発表した「新成長戦略（基本方針）」を受けて、「グリーン・イノベーションの実現を支える計量標準の整備」を目標に掲げ、省エネルギー技術や新燃料等の開発、評価を計量の面から支えることを目的として、その整備を行っている。

4つのサブテーマ、中間目標及びアウトカムがロードマップ上に適切に示されている。特にニーズの高い、新エネルギー開発及び省エネルギー技術に対するテーマ設定は評価でき、蓄電・キャパシタ標準、バイオ燃料などの高圧気体圧力標準、気体・液体の流量標準やPVT標準、時間周波数遠隔校正装置の開発などにおいて高い研究ポテンシャルを活かして開発を進めている。これらの新規標準の開発に加え、高温・高圧下の液体密度の世界最高精度での測定、体系的な熱力学状態式の開発、データベースの公開などに成果を挙げている。また、供給された標準が国際的に最高レベルであることを示すため、計量標準の国際相互承認協定に基づき、校正・測定能力の登録を進めている。

一方、グリーン・イノベーションにかかる計量標準について数多くの重要な開発を行っているが、その効果や成功の具体例を示し、貢献度をもっとPRする必要がある。特にベンチマークのうち、「世界トップクラス」の技術については、日本の計量標準分野のプレゼンス向上のためにも、広く公表することが望ましい。ニーズの高いテーマに関しては、積極的に産業界からの意見をもっと求め、スピード感を持って、重要な課題に対する計測技術に関する研究を進めることが必要である。

今後、関連する国際機関とも連携し、世界的なリーダーシップを取り、日本の計量標準分野のプレゼンス向上への貢献に期待する。特にリチウム電池や燃料電池、バイオマスなどの研究は、これからの日本をリードする研究課題であるので、産業界のニーズをとらえた積極的な対応が望まれる。また、LEDやバイオ燃料などの性能評価に関して、我が国の評価手法が国際的にも標準的な技術となるよう、標準規格化に関する一層の活躍を期待する。

【ユニット戦略課題2】ライフ・イノベーションの実現を支える計量標準

ライフ・イノベーションの実現に向けた諸施策を支える知的基盤としての計量標準の整備を担い、医療分野における超音波及び放射線の標準に関する研究、検査医学や臨床検査を支える標準物質の開発に関する研究、食品の安全性確保に資する標準物質及び技能向上支援に関する研究、及び生活環境や地球環境をモニターするための標準ガスや標準溶液の開発に関する研究を進めている。

医療用リニアックやマンモグラフィの線量標準、超音波パワー計測、臨床用標準物質、食品の安全性確保に資する標準物質などに関して高い開発技術レベルを示している。水道法の改正に対応し、有機標準液の種類を大幅に拡張したことや、福島原発事故対応で放射性セシウムを含む玄米を標準物質として頒布するなど、社会ニーズの変化への素早い対応も評価できる。また、標準を作るだけに留まらず、規格化や技能試験実施への貢献、分析技術者の技術向上支援、人材育成にも取り組んでいる。

一方、今後の医療計測の発展やそれに向かう俯瞰的なシナリオが不十分である。したがって、計量標準の分野から貢献できる課題について現在の研究部門が持つシーズに閉じるのではなく、他研究ユニット・他省庁との連携も視野に入れる必要がある。例えば、医療用診断装置に使用可能なマイクロ波や磁気関連の標準等は必要である。

ライフ・イノベーションにむけた標準については、食品・医療・農政との境界領域にあるものが多数あることから、標準・計測技術の開発には、省庁を超えた他機関及び外国の標準機関との連携・分担が求められる。放射線計測の標準物質に関しては、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構や他の機関との連携で進めている点が評価できる一方、公的研究機関としてニーズの高い課題を設けて、放射線計測技術及び標準物質を開発することを期待する。産総研内の他分野とも連携しつつ、安全・安心に必要な標準の開発と維持が望まれる。

【ユニット戦略課題3】産業の国際展開を支える計量標準

産業界の要望に応じて先端産業に不可欠であり、さらに産業を加速するための計量標準を先導して整備するため、「国際通商を支える計量標準」、「ナノデバイス・ナノ材料の開発・利用に資する計量標準」、「ロボッ

第3章

トシステム利用の安全性確保に資する計量標準」の整備を進めている。

国際競争力のある産業を下支えする計量標準は、いずれも我が国産業の国際通商の円滑化に必要な国際規格・規制に対応したものであり、産業界における技術革新を先導し、製品の国際展開を支援している。高周波標準の供給領域の拡大、ナノテク開発に必要な標準物質の開発・整備供給、ロボットシステムの安全に資する力学や振動標準等についての計量標準に重点を置き、高い研究ポテンシャルを示している。国際計量連絡会などを通じて省庁関係者の共通認識の浸透に貢献しており、省庁の壁を越える取り組みを行っている。

一方、重点化の課題選択では、現状分析、政策的必要性と国際競争力、及び他の課題との関係等、ベンチマークの記載に工夫が必要である。特にベンチマークに「世界初、世界最高」とあるが、エビデンスがそろっていないとはいえない。また、対応する研究室・研究員の規模に比べて、アウトカム設定が十分でない。陽電子、測長AFM等の技術は、この研究部門でしか成しえない課題と認識し、今後これらの評価技術を普遍化していく方策についての視点が求められる。

必要とされる標準に応じてできるだけ素早い対応と、優先基準の明確化、さらには需要の少なくなった標準の供給体制見直しなど、整備計画の見直しが常に求められる。その中で、アトムテクノロジーへと進化していく時代背景において、より小さなスケールを目標とする標準物質及び標準計測技術の開発をスピーディーに行うことを期待する。また、利用の拡大が予想される介護用ロボットや生活支援ロボットなどに対応するため、安全性の評価などに必要な標準をいち早く整備し、日本のロボット産業を大きな柱に育てることが望まれる。さらに、近年の電磁波利用は、通信に用いられるキロヘルツから爆発物検知のテラヘルツ域まで拡大しているため、それらに対応した標準を早急に整備することを期待する。

【ユニット戦略課題4】標準の高度化と次世代標準の開発

国家計量標準の整備と国内の計量トレーサビリティ体系の構築のため、着実な標準供給、標準供給範囲の拡大、合理的な供給方法の開発、計量標準と規格の組み合わせなどにより、信頼性の向上を目指している。

利便性の高い標準として、小型の電圧・抵抗標準、リアルタイム電気標準器、定量NMR法による一つの標準物質による多種類物質の校正などの技術開発を進めている。次世代計量標準に係る挑戦的課題として、光格子時計やアボガドロ数等の研究等では、世界をリードする成果により国際的なステータスを得つつある。供給体制維持の技術マニュアルや生産手順マニュアルは整備されており、高度な計量標準の確立のための技術水準を保持している。標準物質の頒布数も増加している。

一方、ベンチマークに比べてエビデンスの公開が少ないことから、最先端の技術を広く内外に公表するとともに国際論文の執筆を促進することが必要である。また、ニーズの高い企業や産業への応用を見据えたスピーディーな開発が必要になるので、今後は目標を明確にしたマイルストーンの作成が求められる。国際協調による標準供給の体系化を主導する立場からも課題設定に取り組む必要がある。

今後、国際的観点から標準の高度化と次世代標準の開発に関するシナリオ・ロードマップを作成し、標準供給体系化を主導することを期待する。これらの開発には、幅広い計測の知識と経験に加えて最先端の技術の融合が必要であるため、常に技術の継承と進展を同時並行で進めることが求められる。また、国際競争力のある主要企業との連携や共同研究を活発に行い、先端的な技術開発を推進することを期待する。

【ユニット戦略課題5】法定計量と工業標準化の推進

消費者が身近に接する広範囲な計量器の信頼性を確保するため、法定計量における工業標準化を推進し、関連する工業標準化の推進や効率化等の改善、及び新型計量器や内蔵ソフトウェアに対応する技術開発を実施している。

計量法に基づく法定計量及び工業標準化に関して、品質管理システムを確立しており、新規技術に関する国際標準化に関しては欧米並みの水準に達している。国際法定計量機構（OIML）勧告の取り入れにより国際的整合性を保つとともに、国内の意見を反映させた国際標準の制定にも貢献している。ISO/IEC等の標準規格を制定する委員会に定常的に委員を派遣し、我が国の意見を反映させるとともに、それらの規格をJIS規格に取り入れるなど、世界レベルの貢献を行っている。

一方、標準化の対象、時期、優先度などについて「見える化」が求められる。スピーディーな技術開発と工業標準の確立により国際標準をリードすることも必要である。法定計量分野では、今までになかった電力メータのスマート化やソフトウェアの検証、頑健性評価などへの対応が必要である。WEBサイトに公開の多数の標準物質やサービスについて、よりわかりやすく使いやすくする必要がある。

今後、合理的な計量法制度の改正、特に基準器検査の改革、型式承認と製品認証制度の改革やトレーサビリティ供給体系の整合化に向けて、産総研がリーダーシップを発揮することを期待する。また法定計量

器標準の国際展開において、個々の計量器の特性だけでなく、インフラ整備やソフトウェア等の検討のため、行政との共同姿勢と体制整備が必要であり、そのための人材確保が望まれる。国際法定計量機構の勧告を遵守し、国際規格に我が国の要望を反映させることにより、我が国の計量システムを維持することを期待する。

3. イノベーション推進への取り組み

計量標準・標準物質の供給、トレーサビリティの維持を通じて、産業界との連携を着実に維持、拡大させるとともに、国際競争力の強化に貢献している。RoHS対応標準物質やスペクトルデータベースなど、付加価値の高いデータベースの供給を行っており、この分野に寄与するところが大きい。サービス提供や品質管理、国際同等性を確立するための様々な活動、さらにセミナー、講演会、展示会、成果発表会などを企画・運営し、研究成果の発信と啓発を行っている。また、検定・検査技術習得のための研修を実施しているほか、民間専門家を養成するため、一般計量士、環境計量士の育成を推進している。

一方、計量標準は我が国の知的基盤に関するソフトインフラであり、開発した計量標準の維持管理は社会の長期的な安定的発展のために重要であるので、標準維持管理については限られた人員と予算で可能な範囲を見極め、長期的スパンで安定的に発展させることが必要である。計測クラブについては産業界のニーズを把握できる絶好な機会であるので、規模の拡大や運営のあり方も含めた新たな展開が求められる。産総研を中心として大学、研究機関を巻き込んだ拠点形成と戦略課題の練り上げが必要である。

今後、国家成長戦略におけるイノベーションの進展に対して、計量標準の果たす役割を明示した活動を期待する。そのためには産業界を中心にニーズ調査を行い、ニーズに対応したデータベース化、例えば、ナノテクノロジー、電池材料、レアメタル代替材料など、新しい課題に向けた課題設定と産業界との連携強化が望まれる。データベースの構築による標準化の推進と産業技術活動の支援は、産総研に期待されるアウトカムの一つであり、今後サーバーのクラウド化などにより使い勝手を良くし、さらなる発展を期待する。また、アジア太平洋計量計画（APMP）を通じてリーダーシップを強化し、米国・韓国・中国などとの2国間連携や東南アジア地域などの途上国支援、国際計量システムへの貢献を継続し、今後ともアジア地域の意見を国際活動に反映させ、我が国のプレゼンスを向上させることを期待する。

4. 研究ユニット運営の取り組み

公的機関として標準研究を進めるにあたって、組織体制（科室制、計量標準管理センター）及び知的基盤整備計画等をもとに適切なマネジメントが行われている。東日本大震災後に計量標準供給業務を早期に回復し、放射線測定に関するサービスを実施することができた。新規採用研究者に対して教育担当者をおき、調査研究等の活動を通じて人材育成に取り組んでいる。次世代標準に関する国際プロジェクトの推進やエンドユーザーのニーズに応じた供給システム構築を通じて、関連研究機関及び民間企業と積極的に連携している。

一方、ニーズに応じて計量標準を整備する場合、計測クラブや計量標準フォーラム等の活動を通じてユーザーのニーズを集約することだけでなく、もっと産業界の様々な意見を直接取り入れることが求められる。また、計量標準研究関連の研究者は大学では極めて少数であるので、学生に魅力のある研究現場であることをアピールし、産総研の活動を積極的にPRする必要がある。

今後、産総研の戦略や知的基盤の整備計画に沿って、着実に我が国の計量標準を維持・整備し、我が国の製造業の発展に貢献することを期待する。また標準の研究については、日本全体の技術伝承が重要であるので、民間の経験者の有効活用なども視野に入れた施策に期待する。当研究部門及び計量標準総合センターの活動を積極的に広報し、産業界との連携や大学等の教育機関へのアピールを一層推進することが望まれる。

第3章

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	評点
ユニット戦略課題1	グリーン・イノベーションの実現を支える計量標準の整備	1	A	A	A/B	A/B	A	3.8
ユニット戦略課題2	ライフ・イノベーションの実現を支える計量標準	1	A	A	A	A	A	4.0
ユニット戦略課題3	産業の国際展開を支える計量標準	1	A	A	B	A	A/B	3.7
ユニット戦略課題4	標準の高度化と次世代標準の開発	1	AA	AA/A	AA/A	A	AA	4.6
ユニット戦略課題5	法定計量と工業標準化の推進	1	A	A	A/B	A/B	AA	4.0
戦略課題総合点								4.0
イノベーション推進への取り組み			A/B	A/B	A/B	A/B	A	3.6

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A	A	4.0
イノベーション推進への取り組み	A	A	4.0
ユニット運営の取り組み	A	A/B	3.8

総合評点 3.9

3-1-27 計測フロンティア研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

基礎科学の成果として発見された物理化学現象等を活用して、先端計測分析技術を開発し、事業化可能なレベルまで仕上げる。そのために、先端計測分析機器開発(ハード)、計測分析手法開発(ソフト)、知識の体系化(標準とデータベース)の3つのフロンティアを開拓し、開発した先端計測機器を共用公開し、市販装置では不可能な高度な計測分析をユーザーに提供する。機器公開により、事業化が可能な段階になった機器や要素技術を、産業界にトランスファーして製品化することにより、日本分析機器産業界に貢献するとともに、標準化により普及を促進する。

第3期中期計画課題

- ・ IV-1-(1)-①「有機・生体関連ナノ物質の状態計測技術の開発」
- ・ IV-1-(1)-②「ナノ材料プロセスにおける構造及び機能計測並びにその統合的な解析技術の開発」
- ・ IV-1-(1)-③「インフラ診断技術の開発」
- ・ IV-1-(2)-①「材料評価のための先端計測及び分析機器開発」
- ・ IV-2-(3)-③「ものづくりを支えるデータベースの整備」
- ・ IV-3-(1)-①「物質の分析・評価技術の開発と標準化」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

ライフ、グリーン、安全安心の分野において、既存の市販装置では測定できない対象を観測可能にする先端計測機器を開発し、計測機器としてシステム化されたものを共用公開する。これにより、計測データを蓄積・分析し、計測機器を課題解決が可能な分析機器として事業化可能なレベルまで仕上げ、分析機器産業界にトランスファーする。また、国際標準化とデータベース整備により普及を促進する。

計測技術を分析技術に仕上げて普及させると言う研究ユニット全体の方針と実効性を、計測機器の国際的なシェアの推移に関する詳細な調査結果とともに示している。特に、技術開発に関する3つのユニット戦略課題を横系に、先端計測分析機器の公開と標準化、データベース化を縦系にしたロードマップはユニークで、全体のシナリオを示すものとして評価できる。

一方、当研究ユニットの方向性を示すシナリオの妥当性は認めるが、その実現行程のロードマップが示されていない。具体的な研究グループ間の交流やシナジー効果が発揮されているのかどうか、個々の研究課題、及びつくばセンターと中部センターとの位置付けや役割分担などをより明確にする必要がある。また、ハードからソフトへは、日本のものづくり全般に求められているテーマであり、計測機器の分野においても、ソフト重視の視点が必要である。

今後は、応用分野内の研究グループの連携がより進み、シナジー効果が発揮されることを期待する。また、簡便さや汎用性といった側面がセンサー類でも重要になっており、今期開発した小型放射線積算線量計などの使い勝手の良い機器類の開発を期待する。ライフサイエンスに関わる計測機器類は今後力を入れるべき分野であり、市場を確保している米国やドイツを参考にすることが望まれるが、単に欧米システムへの傾倒ではなく、米国、欧州各国、アジア各国などの国際的な成功事例を抽出し分析することで、変化に対応し続ける強靱な体制作りが行われることを期待する。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】有機・生体関連ナノ物質の状態計測技術の開発

分子から組織レベルを対象とした、ライフ・イノベーションのための先端計測技術を開発する。市販機器や既存分析技術では対応できない未踏領域の計測技術開拓のために、検出同定技術、構造解析技術、イメージング技術など、従来不可能あるいは非常に困難であった対象の観測を可能にする先端計測技術開発を推進する。

超伝導のイオン検出器やX線・テラヘルツ波を使ったイメージングなど、分析装置として自立できるレベルに達しており、論文成果発信や学会等での受賞も評価できる。また、質量分析装置、生体イメージングといった分野にフォーカスし、特に運動エネルギー測定により中性フラグメントまで質量分析を可能としたことは、新しい分析技術と評価できる。この他にも、物質の左右円偏光の不等吸収現象を利用した円二色性分光へのユニークな着眼や、X線位相コントラストイメージングでは今まで見えにくかったものを見やすくするなどの画期的な進展が認められる。電子スピン共鳴測定用の標準物質を頒布した点も評価できる。

第3章

一方、どのように、バイオテクノロジー分野で日本の競争力を高めていくかという戦略が明確に示されず、技術の俯瞰に基づく長期的な戦略の構築が必要である。また、製品化に至るにはコスト面やメンテナンスについても検討する必要がある。円二色性分光に関しては、技術移転により他の放射光設備で同様の計測を可能にすることと、小型のラボベース装置の開発と公開を行うことを目標に、研究をより一層加速する必要がある。また、テラヘルツ波によるイメージングは、既に実用化が進んでおり、これから何を目標として研究開発を行うか、具体的な出口イメージを明確にする必要がある。

今後は、開発された先端技術が実際の分析応用に活用できるよう、民間の企業との連携を強化し、製品化されることを期待する。また、開発した技術の応用分野に関して、これまでと違う視点から新規普及領域を探索する試みと、新しい計測技術を早期に公開可能とする体制の整備が望まれる。

【ユニット戦略課題2】 ナノ材料プロセスにおける構造及び機能計測並びにその統合的な解析技術の開発
グリーン・イノベーションに資するナノ材料やデバイスの開発を支援するために、先端計測技術を開発する。具体的には、透過型電子顕微鏡では観測が難しい原子～ナノレベル欠陥、水素や軽元素の計測を可能にする。

陽電子ビームの大気中への取り出しに成功した点は大きな進歩であり、また、時間分解超高速分光計測は多くの分野における過渡現象を解明する手段として期待できる。この技術による次世代太陽電池材料の解析・評価研究は時宜を得たテーマであり、色素増感太陽電池の性能向上へ有用な情報を提供できる可能性のあるものとして評価できる。

一方、各サブテーマのアウトプットは極めて先端的で興味を持てる反面、分析技術としてのアウトカムが概念的で、道筋が見えにくい。広く応用の可能性を調査する手立てが必要で、全体を俯瞰した統合的な戦略を検討する必要がある。また、今ある技術シーズの研究開発を行うだけでなく、どのような技術が将来必要とされるか、定期的に見直しをすることが必要である。

今後、より積極的に開発した技術を産業界にアピールし、資金提供型の共同研究などが活発に行われ、資金的、人材的な資源確保に繋がることを期待する。例えば、これまで軽元素の分析ができないことはX線分析の欠点だったが、新しい計測・分析手法が見いだされつつあることは朗報であり、ガスや液体分離膜などの高機能薄膜の評価技術など、我が国の産業発展に大いに貢献できると期待される。また、計算科学的手法の高度化や、複数マップ情報間の2次元相関解析を重視するのは当を得ており、統合的な解析技術の開発をさらに推進する必要がある。

【ユニット戦略課題3】 インフラ診断技術の開発

既に映像化超音波探傷、FBG（ファイバ・ブラッグ・グレーティング）光ファイバセンサーによる振動検出、及び小型X線源作製技術について基本的な特許は取得しているが、実用化に至るには現場適用に適した更なる技術改良が必要であり、その改良に向けて企業とともに橋渡し研究を進めている。2011年からデジタルカメラを利用した高精度変位計測に関する研究を開始し、インフラ診断技術への展開を図っている。

ハンディX線源の応用を考えるコンソーシアムを組織したことや、超音波可視化探傷装置の技術移転ベンチャーが立ち上がっていること、及び宇宙航空研究開発機構や物質・材料研究機構などの主要関連機関と連携して研究を促進していることは評価できる。また、原発事故を受けて開発したポケットサイズの超小型放射線計測機器は、当研究ユニットの技術力を生かした素早い社会貢献として高く評価できる。

一方、従来技術の改良・利用が目立ち、オリジナル技術が少ないように思われる。超音波やX線技術などの先鋭化をもっと意識する必要がある。また、映像化超音波探傷技術やサンプリングモアレ変位計測技術の解析で、画像処理技術を活用しているが、最先端の画像処理技術取り入れのためには画像グループとの連携が必要で、より多くのグループと連携してフィールドテストを行い、検査機器メーカーやプラントメーカーへ有用性をアピールする必要がある。

今後、どこで誰がどのように使うのか、よりコンセプトを明確にして開発に取り組むとともに、それらの技術を引き継ぎ、製品化する企業を探して速やかに技術移転を行い、優れた開発技術成果を埋もれさせない努力が必要である。個別的には、宇宙構造物や風力発電装置などの構造物健全性のモニタリングは重要なテーマで、ニーズは間違いなく膨むと予想される。また、超音波、X線、変位計測のいずれも有望で、製品として今後どうするかを検討しつつ、さらなる高みを目指すことが望まれる。

【ユニット戦略課題4】 材料評価のための先端計測及び分析機器開発

ユニット戦略課題1、2、3で開発し、計測装置としてシステム化されたものを、ナノテクノロジープラットフォーム事業にて共用公開する。産総研の組織としては、先端機器共用イノベーションプラットフォーム

ム (IBEC) の先端ナノ計測施設 (ANCF) と位置付ける。市販の計測分析装置では対応できない課題の解決にチャレンジする。また、ユーザーニーズに対応した装置の改良を行って先端計測分析装置の完成度を高め、事業化可能なものを分析機器産業界に技術移転する。

最先端の装置を公開して同時にニーズ把握と改良を行い、装置実用化に向けて努力をしており、これら装置公開の実績が挙がってきている。装置ユーザーの中での企業の割合は、企業ニーズへの対応の程度を示す重要な指標であり、またオンリーワン機器も散見され、公開する意義は大きい。

一方、人手の面での制約などから、中小企業やベンチャーに広く門戸を開いて機器の利活用を促すようにはなっていない。産総研は中小・ベンチャー企業の指南役の機能も求められており、対応を検討する必要がある。また、高度利用を継続的に可能とするため、必要な人材の配置が望まれる。

今後とも装置公開は他分野の研究者や企業研究者と情報交流をする良い機会であり、継続する必要がある。また、ユーザーニーズに基づく機器の改良を進めると同時に、適切な経済性で提供できるような工夫も、機器メーカーと共に進める必要がある。機器メーカーや材料、加工メーカーにどのようにアピールしていくのか、例えば産総研メールマガジンでの詳解やユーザーズミーティングなども積極的に仕掛けるなど、一層の展開が望まれる。

【ユニット戦略課題5】物質の分析・評価技術の開発と標準化

性能・安全性等に関する評価技術を開発し、その標準化・民間移転に取り組むことによって、民間による規格への適合性評価機能の強化に貢献する。また、評価技術の開発に必要な標準試料・物質の開発、データベースの拡充にも取り組む。ユニット戦略課題4において公開している先端分析装置の標準化により普及を促進する。

ISOへの提案、JISへの規格化に取り組んでいる点は評価できる。また、固体NMRと内殻電子分光といった基礎固体物性に関わる特徴的な各種データベース整備も着実な進展が見られ、各方面で有効活用されていること、原子間力顕微鏡関係の標準試料作成やその技術移転なども評価できる。

一方、標準の重要性が高まっているなか、その意義を明確にし、より高いハードルにチャレンジする必要がある。例えば、標準化に取り組み難い生体関連系への計測手段などにも視点を向けるべきである。ただし、標準化には長期間の継続的な関わりが不可欠で、それらの労力が個人のボランティア的な活動にならないよう適切な対応が必要である。

今後は、ISOやIECの場で日本が新たなWG設立を提案してコンビーナに就任できるように努力する必要がある。その際、単に1件のプロジェクトリーダーとなるだけでなく、研究ユニットの先端技術をまとめて複数の標準化が見込める分野を提案して、日本がコンビーナをとるように進めることが望ましい。また、データベースは広く利用されることによりさらに充実していく要素もあるので、公開した後の反響についても継続的にウォッチし、よりよいものへ仕上げる努力が必要である。

3. イノベーション推進への取り組み

産業界をはじめとする外部との連携の一環としてコンソーシアムを設けていることやオンリーワンの先端計測技術と機器を保有し、公開して計測分野の発展に寄与していることは、イノベーション推進への取り組みとして好ましく、評価できる。また、当該研究ユニットの開発した技術を取り入れた標準規格の制定が着実に進展していることや、震災復興に向けて超小型放射線量計を短期日で開発したことなどは、常に高い技術力を維持している証左であり、評価できる。

一方、コンソーシアム等は、所属する研究者の質と量から見て、研究者の数が十分とは言えず、コンソーシアムの運営に専門スタッフを割り当てるなどして、充実・強化する必要がある。また、中部センターグループの存在価値が明確ではない。見せ方をもう少し工夫するとともに、産業基盤がある中部地方における地域貢献について一層の努力を図る必要がある。各ユニット戦略課題において、死の谷を乗り越えつつあることは評価するが、製品化されて世に出ない限り、最終的なアウトカムには結び付かないことに留意して製品化を目指す必要がある。

今後、コンソーシアム活動や機器公開を通じた開発機器の周知と他分野の研究者との交流によるニーズ把握、さらに海外研究機関とは人的交流などをより一層発展させ、開発した技術のグローバル展開が図られることを期待する。また、技術の伝承等についても今後重要な問題となることから、人材育成とともに対応策を講じ、さらなる発展を期待したい。

4. 研究ユニット運営の取り組み

提案制度が実行され、若手研究者が自分で提案してボトムアップで研究ができる体制を作り、共同研究への発展や科研費の採択率上昇など、外部資金獲得にも成果を挙げている点は評価できる。また、世界で

第3章

ここにしかない先端計測技術をもってTIA-nanoへ参加することは、これまで以上に広く科学技術分野の発展に寄与することになると期待できる。この他にも、科研費への応募書類の査読や、1ヶ月毎の活動報告、萌芽的テーマ予算への配分など、地道にユニット運営に努力していることは評価できる。

一方、計測器に組み込まれるソフト関連の研究が人員不足などから中止となっているが、ソフト関連分野への注力が必要である。また、研究で開発された特殊な装置には開発者だけが知っているノウハウが組み入れられており、誰もが使いこなせる訳ではないので、知財も勘案しながら、汎用品としての使いやすさを目指す必要がある。また、論文そのままのような難解な説明文が散見されるので、多くのユーザーに興味を抱かせるような情報発信が必要である。

今後は、公開した計測技術だけでなく、幅広く情報交換して、新しいニーズをつかむ努力が求められる。また、論文や技術移転だけに留まらず、日本を代表する研究所として引き続き挑戦的な研究課題にも取り組み、日本国内だけでなく国際的な連携・共同研究等も進めることを期待する。人材育成は非常に難しいが、重要なポイントであり、研究ユニット内の後進の人材育成にも取り組むとともに、現場の研究者が疲弊しないよう、適切な人材配置と運営がなされるよう心掛ける必要がある。

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	U	評点
ユニット戦略課題1	有機・生体関連ナノ物質の状態計測技術の開発	2	A	B	A	AA	AA	AA	4.3
ユニット戦略課題2	ナノ材料プロセスにおける構造及び機能計測並びにその統合的な解析技術の開発	1	A	B	AA/A	AA	AA/A	AA	4.3
ユニット戦略課題3	インフラ診断技術の開発	1	A/B	B	A	AA	A/B	A	3.8
ユニット戦略課題4	材料評価のための先端計測及び分析機器開発	2	AA/A	B/C	AA/A	AA	A/B	A	4.0
ユニット戦略課題5	物質の分析・評価技術の開発と標準化	1	A	B	A	AA/A	A/B	A	3.8
戦略課題総合点									4.1
イノベーション推進への取り組み			A	B/C	A	AA	A	AA/A	4.0

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A/B	A/B	3.5
イノベーション推進への取り組み	AA/A	AA	4.8
ユニット運営の取り組み	A	A	4.0
総合評点			4.0

3-1-28 地圏資源環境研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

社会生活の改善と向上を図り人類の持続可能な発展に貢献するため、地圏環境の場と機能の利用と保全及び地圏に存在する天然資源の持続的かつ安定的な供給の実現にむけた研究開発と知的基盤整備を行う。そのなかで、地質分野における基盤的研究に基づいて、主として国の政策に対応した研究開発を行い、他分野との融合研究を推進する。

第3期中期計画課題

- ・ 別表2-1-(2)-①「都市域及び沿岸域の地質調査研究と地質情報及び環境情報の整備」
- ・ 別表2-2-(1)-①「土壤汚染評価技術の開発」
- ・ 別表2-2-(1)-②「二酸化炭素地中貯留評価技術の開発」(I-6-(6)-③へ再掲)
- ・ 別表2-2-(1)-③「地層処分にかかわる評価技術の開発」
- ・ 別表2-2-(2)-①「鉱物及び燃料資源のポテンシャル評価」(I-3-(3)-③へ一部再掲)
- ・ 別表2-2-(2)-②「地下水及び地熱資源のポテンシャル評価」(I-1-(2)-③へ一部再掲)
- ・ 別表2-4-(1)-②「地質情報の普及」
- ・ 別表2-4-(2)-①「緊急地質調査、研究の実施」
- ・ 別表2-5-(1)-①「国際研究協力の強化、推進」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

地圏環境の場と機能の利用と保全及び地圏に存在する天然資源の持続的かつ安定的な供給を目標として、土壤汚染の評価、二酸化炭素の地中貯留評価、高レベル放射性廃棄物の地層処分にかかる評価、鉱物・燃料資源ポテンシャル評価、地下水・地熱資源ポテンシャル評価に関する技術開発を実施している。また、これらの成果を知的基盤情報として整備している。

CO₂削減、レアメタル高騰、油価高騰などの社会情勢に対応したユニット戦略課題を設定し、東日本大震災後の再生可能エネルギー開発への取り組みも強化している。また、中立的な立場から中長期的国策プロジェクトに参画し、産総研内の他の研究ユニット、国内の研究機関、大学、民間企業、自治体との連携を図っている。

一方、分野内はもとより産総研内の他分野との連携と人材交流を一層促進することが必要である。また、国際誌や国際学会等での発表を通じて、さらなる成果の発信が望まれる。

今後、多様な専門分野の研究者を擁する中立的立場の研究機関のメリットを活かして異分野との連携を強化し、新たな技術開発の展開を期待する。また、共同研究などの海外との連携及び対象地域の拡大によって国際競争力を増強し、日本発の技術が国内のみならず海外での資源開発や環境保全に貢献することを期待する。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

[ユニット戦略課題1] 土壤汚染評価技術の開発

土壤汚染に起因するリスクの評価技術と対策技術の開発・検証、及びその普及により、人間の生活環境内における環境汚染リスクを低減し、安全・安心な社会の構築に寄与することを目標としている。また、土壤汚染リスクの調査及び対策技術の開発により震災復興を支援している。

地圏環境リスク評価システムであるGERAS-3は標準的な手法として認知され、民間事業所におけるリスク管理への利用が進んでいる。また、土壤汚染評価技術を活用して、震災復興支援のため津波堆積物の環境リスク評価、放射性セシウムの河川水域調査、土壤調査などに成果を挙げている。

一方、我が国においてリスク評価を定着させるためには、具体的な目標を設定した研究の推進が求められる。セシウムの調査は様々な機関で行われているため、情報を得る側も混乱していることから、広く情報共有と役割分担を行う必要がある。また、表層土壤の地球化学調査は重要であるので、早期に全国を網羅できる体制の構築が望まれる。

今後は、土壤汚染評価手法について経済リスクの分析や生態系モデルの開発に着手し、統合化リスク管理手法を確立することを期待する。また、除染作業で発生する大量の低レベル廃棄物の中間貯蔵施設について、除染、保管、輸送などの経済的負担も加味した総合的なリスク評価に取り組むことを期待する。

第3章

【ユニット戦略課題2】 二酸化炭素地中貯留評価技術の開発

地球温暖化対策として重要な二酸化炭素回収・貯留（CCS）技術に関して、長期的なCO₂挙動の解明、地中貯留の実施における安全性評価に必要な貯留メカニズムの解明、モニタリング及びモデリング技術の開発等基盤技術の研究開発を重点的に推進している。

貯留層内でのCO₂の挙動や弾性波と電磁気的な方法を合わせたモニタリング手法については、国内唯一の高度な技術を有しており、国際誌への公表や国際学会での発表も多数行われている。また、日本の地質の特徴に応じて、沿岸域を研究対象として砂泥互層や断層の評価技術に重点をおいた研究方針も適切である。

一方、弾性波補完モニタリングは、技術的に広範な展開が期待できる課題であるので、他の研究機関や企業との連携拡大を図ることが必要である。また、研究ユニットの国際的な優位性をアピールし、積極的な情報発信が必要であり、学会発表に加えてマスコミ報道などを活用した一般社会へのアピールも増大させる必要がある。

今後、国が実施するCCS大規模実証実験に参加し、研究ユニットのモニタリングやセンシングの基礎技術が一層向上することを期待する。その際、海外の先端的機関との連携を深め、中核機関の立場として研究を推進することが望まれる。

【ユニット戦略課題3】 地層処分にかかわる評価技術の開発

本ユニット戦略課題は資源エネルギー庁の計画に合致した研究開発であり、高レベル放射性廃棄物地層処分事業に資するため、処分場候補地の地質構造・断層評価技術の開発、地下水流動の総合評価技術の開発、及び沿岸域地質／地下水に係るデータベースの整備を実施している。

地層処分に係る評価技術について、沿岸域の塩淡水境界に関する水文学的研究や世界初の試みの浅海域用電磁探査技術などの先駆的な研究を進めている。また、福島地下水分布・流動の把握について、長年蓄えられてきた地質情報に基づいて迅速に地下モデルの構築を行った。

一方、地層処分に係る研究機関との意見交換では、研究実施前だけでなく実施後にも成果を融合するための議論が望まれる。また海底電磁探査装置や帯水層データベースの開発は、二酸化炭素の地中貯留などの他の課題にも適用できる基盤的技術であるので、外部資金の有無に左右されない安定した技術開発が望まれる。

今後、地層処分の評価技術については、公的研究機関として科学的な観点から着実な技術開発と施策側への適切な提言・助言を期待する。また浅海域電磁探査など物理探査に関する技術は、地層処分に係る地質学的解釈だけでなく、二酸化炭素地層貯留や地下水ポテンシャル評価との相互利用や連携に期待する。

【ユニット戦略課題4】 鉱物・燃料資源のポテンシャル評価

喫緊の課題であるレアアースを中心とするレアメタル等の金属鉱物資源、ベントナイト等の非金属鉱物資源、水溶性天然ガス、メタンハイドレートなどの燃料地下資源について、我が国及び世界各地における資源ポテンシャル評価及び資源化のための特性解明と実用化に向けた研究を実施している。

レアメタルなどの資源評価や採取技術の開発を進めており、多数の国際誌論文が公表され、成果を挙げている。ハスクレイを用いたCO₂回収と園芸作物への活用はCO₂削減と収穫増の両方を実現できる技術である。また、微生物研究が、枯渇油田の天然ガス再生やCCSに貢献する可能性を示すことができた。

一方、レアメタル鉱床資源ポテンシャル評価については成果の創出が急務であるので、ポテンシャルマップの完成予定を明示することが必要である。また、研究者の数などの研究資源も限られていることから、研究課題の選定も必要である。

世界的に未だ探鉱余地のあるガス資源、水溶性ガス田、メタンハイドレートに関しては、当研究ユニットの知見・技術による海外ガス資源の探鉱開発と権益取得への貢献が期待される。また、エネルギー資源の増産に寄与する可能性のある地下微生物の研究などの強化が望まれる。

【ユニット戦略課題5】 地下水・地熱資源のポテンシャル評価

我が国の水資源確保・安定供給の観点から地下水資源ポテンシャル評価に関する研究、及び再生可能エネルギーの利用拡大のための地熱資源ポテンシャル評価に関する研究を行っている。また、今後新規に整備される産総研の福島新拠点において、地熱・地中熱利用に関する研究体制の整備を進めている。

水文環境図や地下水資源ポテンシャルについては、新しいコンセプトの情報収集やデータベースによる発信が行われている。地熱資源のための観測・解析・モデリング技術や資源評価技術は技術的優位性が保たれている。再生可能エネルギー開発の社会ニーズに迅速に対応し、地熱・地下水利用に取り組んでいる。

一方、地下水流動シミュレーションに関する産総研の優位性を明示し、地下水資源などの産業利用実現

への橋渡しの検討が求められる。また、国際的位置付けについてのアピールも望まれる。地熱資源量評価については高温・中温・低温熱水資源量の評価のみならず、高温岩体資源などの再評価も併せて行う必要がある。

今後、地下水汚染リスク評価などの影響予測により、安心して使える水資源の確保に関して震災復興に貢献することを期待する。また、地熱発電は温泉との共存が重要な課題であるので、当研究ユニットの適切なモニタリングと生産管理に関する技術開発を期待する。地中熱については地域を拡大し、積極的なポテンシャルマップの作成の促進が望まれる。

【ユニット戦略課題6】地圏の資源環境に関する知的基盤の構築

地圏における物質循環を中心とした資源及び環境に関する調査研究に基づき、土壤汚染、地熱資源、鉱物資源、燃料資源等に関する知的基盤の情報を整備するとともに、データベース構築、地圏資源環境に関する地球科学図を作成し、産業界、政府自治体、一般社会が必要とする情報を提供する。

全国堆積層データベース、地熱資源情報データベース、鉱物資源図、燃料資源図など、多岐にわたる情報を社会に提示しており、ホームページを通じた公表により利用が年々容易になってきている。また、CCOP（東・東南アジア地球科学計画調整委員会）等を通じて、東・東南アジア地域の水資源、地熱資源、鉱物資源等の地球科学情報のとりまとめに貢献している。

データベースのフォーマット統一やGIS化は急務であり、オリジナルデータに関してはその位置とデータの属性などをトレーサブルにする必要がある。また、成果物（各種マップなど）の産業界や一般へのアピールを積極的に行い、各種学会や学術的なイベントなどでの宣伝をはじめ、ホームページなどでの公表を進めてほしい。

我が国の地圏環境・資源に関する各種地球科学図の出版やデータベースについては今後とも着実な進捗を図り、使いやすい形式での提供を期待する。また資源ポテンシャルマップや土壤汚染リスク情報は、地権者の利害関係等の問題はあがるが、中立機関である産総研として科学的で信頼される評価結果の公開を期待する。

3. イノベーション推進への取り組み

土壤汚染リスク評価技術は自治体や民間企業への普及が進められており、レアメタル研究は民間企業等の資源探査に貢献している。地熱・地中熱、二酸化炭素地中貯留評価、地下水資源にかかる研究も地圏の資源・環境に関する基盤情報の整備・普及に貢献している。ポストドクの指導や、企業との連携を実施している。シンポジウム、一般公開、地質情報展、産技連などを通じて他研究ユニットとも連携して、成果の広報に努めている。

一方、人員構成を見ると海外の研究者の割合が少なく、積極的な海外への職員派遣や海外の研究者との連携強化が求められる。各研究グループの年齢構成を考慮しつつ、積み上げた技術や知識が途切れることのないよう、特に世代を越えた連携と人材の強化に関する努力が望まれる。学会や学術イベント、ホームページなどを利用して、産業界や一般に対して各種マップなどの成果をもっとアピールすることが必要である。

今後も地質調査総合センターの機能を活用した成果普及と国際研究協力を進め、テレビや新聞、ホームページなどのメディアを利用した広報活動を強化することにより、研究成果が一般にも認知されることを期待する。また、福島新拠点における地熱・地中熱の開発システムに向けた展開を期待する。

4. 研究ユニット運営の取り組み

外部資金獲得に積極的に取り組み、経済産業省のみならず環境省など関連省庁や民間の資金を獲得している。内部の人材育成については、部門競争グラントの実施や個人の能力を生かした挑戦課題の推進を図り、意欲の向上を図っている。地質関連研究ユニットとの連携や、産総研他分野との連携も推進している。

一方、融合研究については、具体的にどのように連携・分担しているかを明示する必要がある。公的研究機関として、関連省庁に対して、国としての地下資源の確保について科学的根拠に基づく提言や助言をより精力的に行うことが求められる。

今後、資源、環境、CO₂削減などで国際競争力を維持増強し、日本発の技術・知見に基づく海外への展開を目指すために、研究者、特に若手の長期海外派遣の推進に期待する。また、放射能汚染対策及び東北の復興においてさらに存在感を高めることを期待する。

第3章

5. 評点一覧

外部委員 (P, Q, R, …) による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	U	評点
ユニット戦略課題1	土壌汚染評価技術の開発	2	A/B	A	AA	A	A	A	4.1
ユニット戦略課題2	二酸化炭素地中貯留評価技術の開発	1	A/B	A/B	A	A	A/B	A	3.8
ユニット戦略課題3	地層処分にかかわる評価技術の開発	1	A	A/B	A	A/B	A	A/B	3.8
ユニット戦略課題4	鉱物・燃料資源のポテンシャル評価	1	A	A/B	A	AA/A	A/B	A	3.9
ユニット戦略課題5	地下水・地熱資源のポテンシャル評価	1	A	A	A	A/B	AA/A	A/B	3.9
ユニット戦略課題6	地圏の資源環境に関する知的基盤の構築	2	B	A	A	A	A	A	3.8
戦略課題総合点									3.9
イノベーション推進への取り組み			A/B	A/B	A	A/B	A/B	A	3.7

内部委員 (J, K) による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A/B	A/B	3.5
イノベーション推進への取り組み	A	A	4.0
ユニット運営の取り組み	A	A/B	3.8
総合評点			3.8

3-1-29 地質情報研究部門

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

公的機関が担うべき「地質の調査」を行い、日本の国土及び周辺海域を対象として地質学的な実態を明らかにし、陸域・海域の地質情報を国の知的基盤として整備するとともに、その科学的根拠に基づいて、国土の利用と地球環境への影響評価及び火山等の地質災害軽減のための将来予測に資する地質情報を社会に提供する。

第3期中期計画課題

- ・ 別表2-1-(1)-①「陸域の地質調査と地質情報の整備」
- ・ 別表2-1-(1)-②「海域の地質調査と海洋地質情報の整備」
- ・ 別表2-1-(1)-③「地球科学基本図等の高精度化」
- ・ 別表2-1-(2)-①「都市域及び沿岸域の地質調査研究と地質情報及び環境情報の整備」
- ・ 別表2-1-(3)-①「衛星画像情報及び地質情報の統合化データベースの整備」(IV-2-(2)-①へ再掲)
- ・ 別表2-2-(2)-①「鉱物及び燃料資源のポテンシャル評価」(I-3-(3)-③へ一部再掲)
- ・ 別表2-2-(3)-①「地質現象の長期変動に関する影響評価技術の開発」
- ・ 別表2-2-(3)-②「地質環境の隔離性能に関する評価技術の開発」
- ・ 別表2-3-(2)-①「火山噴火推移予測の高精度化」
- ・ 別表2-4-(1)-②「地質情報の普及」
- ・ 別表2-4-(2)-①「緊急地質調査、研究の実施」
- ・ 別表2-5-(1)-①「国際研究協力の強化、推進」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

最新の地質情報を整備し、その科学的根拠に基づいて地球の過去・現在を知り、地質情報を国の知的基盤として整備することを目標とする。このため、地質情報の調査・解析技術を高度化し、社会ニーズに対応した整備・統合・利用を推進する。

地質の調査を行う日本で唯一のナショナルセンターとして、陸域・海域・沿岸域・平野域の地質調査を着実にを行い、その成果を図幅として出版し、データベースの整備と更新を随時行っている。特に20万分の1の地質図の全国完備及び更新は知的基盤として最も重要であり、評価できる。さらに、国連大陸棚限界委員会において、我が国の大陸棚延伸認可に貢献したことは高く評価できる。

一方、アウトカムに関して、どのようなニーズ調査からこれらの目標が立てられたのか不明確で、限られた期間・リソースの中から具体的な到達点を明確に示す必要がある。また、ユニット戦略課題毎の研究人員や、本来業務である知的基盤情報の整備と先端的研究とのバランスにも留意が必要である。

今後は、我が国唯一の地質調査を継続的に実施している公的な中立機関として、知的基盤としての地質情報整備を加速化し、国土の防災・減災に関する政策提言なども含めた積極的な情報発信と、我が国における地質調査技術の継承や若手研究者の育成などにおいて、一層の活躍と発展を期待する。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】陸域・海域の地質調査および地球科学基本図の高精度化

国の知的基盤整備計画に基づき国土の地球科学的実態を解明し、地質図・地球物理図・地球化学図などの地球科学基本図を体系的に整備して社会に提供する。また、海底地質・地球物理・堆積物に関する基礎情報を取得し、海洋地質図として提供する。さらに沿岸域における活断層評価の高度化のため、地質図の空白域である都市域及び沿岸域の地質について調査研究を進める。

限られたリソースの中で、かつ東日本大震災で被災しながらも、陸域・海域・沿岸域の各種地質図・地球科学図を、計画通り着実に整備・出版している。特に、5万分の1及び20万分の1地質図幅、20万分の1日本シームレス地質図のそれぞれの用途を明確にし、体系的整備が行われている点や、ボーリングデータの処理解析システムの開発により、地下地質構造の可視化を達成していることは評価できる。

一方、高精度化を行う対象に関し、広くニーズを把握し、様々なコミュニティと議論・調整を行う必要がある。また、地質図の品質管理及びトレーサビリティの観点から、発行から長期間経過した図幅についても、ルートマップや野帳などの保管整備と電子化に取り組む必要がある。さらに、地質の調査業務を維持・推進するための人材育成を含む長期的な体制構築が必要である。

5万分の1地質図幅は国土の基本情報として重要であり、今後とも継続した整備活動が望まれる。また海

第3章

洋研究については、地質を基本にして資源・環境・防災を統合したシナリオのもと、他機関との連携を活用して推進していくことを期待する。

【ユニット戦略課題2】衛星画像情報および地質情報の統合化

衛星情報やシームレス化・デジタル化されたさまざまな地質情報を統合することによって、新たな視点の地質情報を得ることを目的として研究を実施する。

20万分の1シームレス地質図というツールを開発して防災情報などの重ね合わせを可能とし、地質情報を専門家以外にも分かりやすい形で公開し、地質情報の重要性に関する社会認識の向上に大きく貢献した。さらに衛星などから取得した膨大なデータを戦略的に統合してデータベース化する事により、新たなイノベーションの創生に向けた基盤情報を提供しており、社会の安全・安心へ大きく貢献している。

一方、衛星画像情報として整備している高性能光学センサーからの時系列情報が、「地質情報との統合化」の中でどのように位置付けられるのか、明確にする必要がある。また、海洋地質図との関連が不連続であり、この点に関する改善も検討する必要がある。

今後はアウトソーシングなども十分に活用し、調査研究を十分に行う事ができるような環境整備が望まれる。地質調査情報センターが中核となって情報分野とも連携し、GEOGrid課題を推進していくことが期待される。また、近年露頭状況により地質調査は次第に困難になりつつあるため、アーカイブ手法を確立し、地質図系データバンクを充実させる必要がある。

【ユニット戦略課題3】陸域の鉱物資源のポテンシャル評価

微小領域分析・同位体分析手法などを開発し、レアメタル等鉱物資源の成因解明に基づく新しい鉱床探査法を開発し、国の緊急課題である「レアメタルの長期的安定供給」に資する地質情報を創出する。

陸域の鉱物資源のポテンシャル評価、中でもレアメタル等鉱物資源の長期的安定供給に資する地質情報は、国として整備すべき重要な課題であり、レアメタルの存在形態の解明や有用金属の抽出技術を確立し、新たな資源開発の流れを作ったことは評価できる。

一方、基礎研究とアウトカムとの関連性が分かりにくい。低品位鉱からのレアメタルの回収は、ナノ粒子を現実的に回収できるのかがキーポイントで、この点をロードマップ上で明確に示す必要がある。

今後、学術的成果が地圏資源環境部門との連携に有効に作用し、さらに資源政策にも反映されることを期待する。また、低品位鉱処理技術の開発やレアアース以外の主要金属資源の開発に関する調査・研究も重要で、スタッフの充実により資源調査の技術者養成と技術の継承が確実に進むことを期待したい。

【ユニット戦略課題4】放射性廃棄物地層処分の安全規制の支援研究

高レベル放射性廃棄物の地層処分事業に対する国の規制行政を支援する目的で、将来の安全審査に向けた基本的考え方にとりまとめを行うべく、必要となる自然事象や地下水流動に関する調査・評価手法の構築及びその適用性の確認や不確実性を低減するための手法の整備を行う。

国の高レベル放射性廃棄物の地層処分事業に対する基本的考え方にとりまとめのため、地層処分に必要な地球科学的知見を一つの組織で網羅的に整備し、着実に質の高い成果を挙げていることは評価できる。

しかしながら、基礎的研究がどのように国の行う評価作業に生かされるのか、その具体的展開が見えない。また、得られた成果やデータが、委託終了後データベースなどからどのように公表されるか明確に示されていない。国民の関心事であり、経済活動に対する影響が大きい課題であるので、国の機関として独自予算で進めるといった側面も含めて検討する必要がある。

今後、地層処分のみならず、火山噴火などの自然事象や地下水流動に関する調査、評価手法の構築、及びデータベース化などは、広く国土の安全を保証する上で重要なテーマと考えられることから、ナショナルセンターとして、他機関との役割分担・研究連携を明確にした上で、地層処分を含めた安全性評価研究の中心的役割を積極的に果たすことを期待する。

【ユニット戦略課題5】火山噴火推移予測の高度化

火山噴火による災害を最小限にして、安全で安心な社会を実現するためには、火山噴火の予知、火山活動推移を予測することが重要である。このため、火山地質図作成などの活火山や噴火現象に関する地質情報に関する知的基盤の構築を担うとともに、噴火の準備過程と噴火過程の実態解明、及び噴火推移の支配要因の解明を目的とした研究を進めている。

日本の火山の地質を網羅的に研究し、その成果を火山地質図やデータベースの形で公表している点は評価できる。特に新燃岳など、火山噴火に関する緊急調査を行い、火山灰観察手法を気象庁に技術移転したなど、社会に貢献している点は高く評価できる。

一方、数百年～数千年に一度というような低頻度巨大火山噴火は、火山地質学的な手法でのみ明らかにできる現象である。この課題に対して網羅的に対応できる研究ユニットとしての自負を持って、国・地方自治体・地域住民に対して正確で確かな情報を発信することが望まれる。そのため、火山噴火推移が社会へ与える影響を具体的に検討し、どのようなパラメーターがどの程度の精度や範囲で得られているかを明確にし、全国火山データベースの完成を急ぐ必要がある。

今後は、大学附置研究所などの他研究機関が収集したデータを含めて解析し、大規模災害がどのような過程で生じるのかを明らかにするとともに、火山噴火予測や活動の推移に関する一般化を行い、日本の火山の噴火シナリオを網羅的に情報発信できる、火山地質ナショナルセンターとなることが期待される。

3. イノベーション推進への取り組み

当研究部門の長年の研究成果を基に「大陸棚画定調査」で中心的な役割を担い、我が国の大陸棚延伸に貢献したことは特記すべき成果として高く評価できる。アジアでの共同研究も順調に進展しており、積極的に外部との連携を実施している。地質図をはじめ多くの成果を標準化やフォーマット統一により、使いやすく、利用しやすい形で情報発信を行っているほか、地質関係の人材育成に努め、地質地盤情報に関する合同研究会やシンポジウムを開催し、イノベーションハブとして機能していることなども評価できる。

しかしながら、統合した地質情報のアウトカムが漠然としており、ニーズに対するアウトプット及びアウトカムにどの様に役立つかを明示する必要がある。また、地質図や地球科学図のデータの質・精度と限界など、利用者に誤解を生じないように伝える工夫が必要である。

今後は、鉱物資源の安定確保のために、アジア・アフリカとの連携を強め、国際的リーダーシップの一層の発揮を期待したい。また、「地質の調査」におけるナショナルセンターの重要なミッションとして、我が国における地質調査技術の推進と技術の継承・普及活動及び人材育成のため、学協会、民間、大学などとのさらなる連携の強化が望まれる。

4. 研究ユニット運営の取り組み

研究グループをベースにした基礎・萌芽研究と、グループ横断的なプロジェクト研究によるマトリックス方式により、効率的な研究部門の運営を行っている。公的機関が担うべき「地質の調査」の基幹組織として、国土及び周辺海域の地質に関する知的基盤の整備と情報発信の中核的役割を果たしており、高く評価できる。また、GEOGridプロジェクトについて、シームレス地質図の公表や体制整備により、地質の重要性を示すことができたことなども、着実なユニット運営の成果として評価できる。

一方、これまで野外調査技術者は大学での長期野外調査の中で育成されていたが、大学では次第に地質関係の学生が減少している現実があり、当研究部門の重要性が増している。学会などの場で優秀な新人の発掘など、人材獲得に向けたより積極的な活動が望まれる。

地質調査と地質図を含む地球科学基本図の高精度化は当研究部門の主要な柱であり、今後とも継続的な重点整備と、地質調査情報センターを中核とするより一層の地質分野全体の連携活動が必要である。また、人材育成については、大学・企業・行政機関（国・自治体）との相互連携が重要であり、ナショナルセンターとして他機関との連携を図りつつ、人材育成にも積極的に関与することを期待する。

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, …)による評価									
(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	T	評点	
ユニット戦略課題1	陸域・海域の地質調査および地球科学基本図の高精度化	2	A	AA/A	A	A	AA/A	4.2	
ユニット戦略課題2	衛星画像情報および地質情報の統合化	1	A	AA/A	AA/A	A/B	AA/A	4.2	
ユニット戦略課題3	陸域の鉱物資源のポテンシャル評価	1	A/B	A	A/B	A	A/B	3.7	
ユニット戦略課題4	放射性廃棄物地層処分安全規制の支援研究	1	A	A	B	A	A	3.8	
ユニット戦略課題5	火山噴火推移予測の高度化	1	B	A	A/B	A	A/B	3.6	
戦略課題総合点								4.0	
イノベーション推進への取り組み			A	A	A/B	A	A	3.9	
内部委員(J, K)による評価									
評価項目		J	K	評点					
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ		A	A/B	3.8					
イノベーション推進への取り組み		A	A	4.0					
ユニット運営の取り組み		A	A/B	3.8					
総合評点								3.9	

第3章

3-1-30 活断層・地震研究センター

(ミッション及び中期計画等における位置付け)

地震による被害を出来るだけ少なくするため、活断層及びプレート沈み込み境界で発生する地震に関する調査研究を通じてその発生履歴やメカニズムを解明し、将来発生する地震の予測及び評価精度を向上させる。また活断層及び地震に関する情報を社会に提供する。

第3期中期計画課題

- ・ 別表2-1-(2)-①「都市域及び沿岸域の地質調査研究と地質情報及び環境情報の整備」
- ・ 別表2-3-(1)-①「活断層評価及び災害予測手法の高度化」
- ・ 別表2-3-(1)-②「海溝型地震及び巨大津波の予測手法の高度化」
- ・ 別表2-4-(2)-①「緊急地質調査、研究の実施」
- ・ 別表2-5-(1)-①「国際研究協力の強化、推進」

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

地震・津波災害の軽減という最終的なアウトカムに向けて、地質学から地球物理学、地震工学など幅広い専門に基づいて、野外調査・観測で得られる情報から地震・津波を予測するためのモデルの構築及びそのモデルの妥当性の野外調査での検証により、地震・津波の予測の信頼性向上を図る。

地形・地質学と地球物理学の連携により過去の地震・津波の履歴・規模・メカニズムを解明し、将来の地震・津波の発生場所・規模・時期を予測し、被害をできるだけ軽減するという目標は適切である。また、地質調査を活かした研究手法は他機関に対して優位であり、研究シナリオでは調査・解析とモデル構築をよりの確にする相乗効果を図っている。東北地方太平洋沖地震では、自らも被害を受けたにもかかわらず、津波をはじめとする調査を進め、新しい研究成果を得て公表した。

一方、地震後の地震・津波予測に対する社会からの期待はきわめて大きいことから、社会への情報発信については、情報のレベルや多様性、相手側のニーズや立場の違いなどを考慮する必要がある。また人材活用については、産総研内の交流を図り、大学、国の機関・研究機関との協力・協調を進める必要がある。

地震・津波予測を地形・地質からのアプローチにより科学的に研究することは公的研究機関としてきわめて重要な責務であり、今後とも研究の推進に期待する。活断層、地下水、地殻応力などのデータベース構築は、整備・更新・継続のための体制の検討を行い、その利用促進については、ユーザーの要望を詳細かつ広範、定期的にリサーチすることが望まれる。また、所内連携などによるリスクコミュニケーション手法の開発・普及を行い、地震・津波に関連する複合災害（都市災害、インフラ機能損失やエネルギー停止による社会の混乱など）にも的確に対応することを期待する。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

【ユニット戦略課題1】活断層評価及び災害予測手法の高度化

地形・地質による活断層評価技術と地球物理的な観測・モデリング技術を融合させて、内陸地震の発生場所・規模・時期・災害の予測精度の向上を目指した研究を実施し、政府の進める活断層調査に継続的に貢献するための情報整備を行っている。

活断層調査について毎年10数断層の調査を行い、原子力施設の安全審査にも直結する「ずれ」の研究にも取り組んできた。活断層に関して我が国で最も信頼できるデータベースを構築し、活断層のモデル化に関して大きな進展をもたらした。また、地震発生シミュレーションや地殻深部・断層深部の研究では、大阪府を南北に貫く上町断層帯について、地形・地質学的知見と地球物理学的知見の融合による総合評価を行った。

一方、東北地方太平洋沖地震を受けて活発化が懸念されている内陸活断層について、その活動をより具体的に明らかにするなど、減災に向けた有効な成果を公表することが求められる。

活断層の補完調査及び「ゆれ」、「ずれ」の研究など、地震災害防止に貢献できる基礎的かつ実証的な研究に引き続き期待する。また活断層の再評価が、国の地震調査委員会の評価改訂やその他の機関の防災事業等に十分に反映されることが望まれる。さらに地震発生予測高度化に関する研究が、住民や行政にわかりやすいリアリティのある防災対策の提示に資することを期待する。

【ユニット戦略課題2】海溝型地震評価の高度化

近い将来、確実に発生する東海・東南海・南海地震の数日前予測の研究と、地震・津波規模と長期的予測の

研究を実施し、地殻変動・地震発生モデルの構築を目指し、また政府が進める海溝型巨大地震の調査・研究への貢献を視野に入れた研究を実施している。

地下水観測網の充実とその精度の高さにより、ゆっくりすべりなどの新知見が明らかになり、国の地震調査委員会・地震防災対策強化地域判定会などでの重要な責務を果たしている。また、津波堆積物による巨大津波の研究では、当研究センターは日本及び世界のトップに立っており、東北地方太平洋沖地震により当研究センターの津波堆積物調査の成果の有効性とこれまでの成果が改めて認識された。

一方、社会やマスコミからの期待と研究成果（科学的根拠）との間に乖離があることを理解し、説明責任と研究成果のアピールを効果的に行う必要がある。また、高い精度での観測データ蓄積・解析に基づいて、短期予測が可能になる道筋と、短期予測と長期予測の繋がりをより明示することが望まれる。

今後、東海・東南海・南海の予測については、過去の情報・科学的根拠を基礎にした実証的な研究を継続し、短期的な変動から長期的な変動をシームレスに解明することによって、研究成果が将来予測の精度向上と自治体の具体的な防災対策につながることを期待する。また、古地震・古津波の研究については、民間技術者も含めた人材の育成、自治体の防災行政や教育の活用にも期待する。

3. イノベーション推進への取り組み

地震調査研究本部をはじめとする国への貢献は大きく、国の原子力政策にかかる防災にも貢献している。活断層データベースは最も網羅的で信頼できる情報であり、社会ニーズに込んでいる。研究成果の出版、地方自治体への研修・講演なども十分である。自治体や産業界との協働による政策課題への挑戦や共同研究は、自治体の防災・応急対策体制確立や企業継続計画（BCP）に役立つことが期待される。防災科学技術研究所との共同研究は成果が挙がっており、産総研の保有するデータや研究ポテンシャルの強みが発揮されている。

一方、活断層、地下水、地殻応力などのデータベースについては、多様な地質関連データベースとの統合、他機関との連携を視野に入れて、さらなる充実が求められる。人材育成の観点から、当研究センターは社会全体の知識の普及のため大学との連携により民間企業の技術者養成にも努めることが望まれる。

今後、イノベーションハブの役割を果たすため、都市計画や住宅設計等に関して、建設会社、化学プラント会社、エネルギー産業などとの連携に期待する。また、活断層情報について自治体等や利用者へのニーズ調査を行い、当研究センターの成果を自治体の地域防災計画やハザードマップ作成に活かすことが求められる。自治体・公設研を通じて地域企業の情報共有を行い、安全科学部門や地質分野の他研究ユニット等との連携によりBCPに資する被害想定への取り組みにも期待する。

4. 研究ユニット運営の取り組み

適切な研究管理・組織運営により、多様な専門分野の研究者が連携して相乗効果を挙げており、セミナー開催や融合課題の導入など、さまざまな方策で研究者の能力向上に努めている。特に研究ユニット内の新規課題公募により、若手研究者の活躍や新たな研究展開が進んでいる。多くの外部資金も獲得している。

一方、産総研内における他研究ユニットとの連携・協力が不可欠である。人材育成については、留学・出向など外部での経験を積み、幅広い知識とバランス感覚を持った研究者の養成が求められる。また研究水準を高めるために、挑戦的な課題に対しても積極的かつ継続的な取り組みが望まれる。

今後、長期的な見通しをもったシナリオのもと、地形・地質・地球物理・工学の研究者の融合・連携と基礎から応用まで幅広い研究を統合的に継続することを期待する。

5. 評点一覧

外部委員(P, Q, R, …)による評価

(課題番号)	評価項目(課題名)	(重み付け)	P	Q	R	S	評点
ユニット戦略課題1	活断層評価及び災害予測手法の高度化	1	A/B	A/B	A	A/B	3.6
ユニット戦略課題2	海溝型地震評価の高度化	1	AA/A	AA/A	AA	AA	4.8
戦略課題総合点							4.2
イノベーション推進への取り組み			A	A	AA/A	A/B	4.0

内部委員(J, K)による評価

評価項目	J	K	評点
ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	A	A	4.0
イノベーション推進への取り組み	A	AA/A	4.3
ユニット運営の取り組み	AA/A	A	4.3
総合評点			4.2

第3章

3-2 第3期中期計画項目毎のユニット戦略課題の評価結果

本節では、平成24年度の評価結果のうち「ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット」の評価結果を第3期中期計画項目毎に整理した。

各ユニット戦略課題について、計画番号、研究ユニット名、ユニット戦略課題番号、ユニット戦略課題名、ユニット戦略課題評点、評価結果の順に示す。

第3期中期計画における研究開発の計画の詳細については、「鉱工業の科学技術」、「地質の調査」、「計量の標準」の3つの別表の下に、大分類、大項目、中項目、小項目が配置されている。計画番号はこの別表あるいは大分類、大項目、中項目の順に記した番号（例 I-1-(1)、Ⅲ-1-(1)）である。1つの計画番号に複数のユニット戦略課題が対応しているケースがある。また1つのユニット戦略課題が複数の計画番号に該当しているケースがあり、その場合は、複数の計画番号を記す。小項目単位での第3期中期計画項目の再掲がある場合には再掲されている計画番号の後ろに（再）として示す。

大分類、大項目、中項目は以下のとおり。

【別表1】 鉱工業の科学技術

I グリーン・イノベーションを実現するための研究開発の推進

- 1 再生可能エネルギーの導入拡大技術の開発
 - 1-(1) 太陽光発電の効率、信頼性の向上技術
 - 1-(2) 多様な再生可能エネルギーの有効利用技術
 - 1-(3) 高効率なエネルギーマネジメントシステム
- 2 省エネルギーによる低炭素化技術の開発
 - 2-(1) 運輸システムの省エネルギー技術
 - 2-(2) 住宅、ビル、工場の省エネルギー技術
 - 2-(3) 情報通信の省エネルギー技術
- 3 資源の確保と高度利用技術の開発
 - 3-(1) バイオマスの利用拡大
 - 3-(2) 化石資源の開発技術と高度利用技術
 - 3-(3) 資源の有効利用技術及び代替技術
- 4 グリーン・イノベーションの核となる材料、デバイスの開発
 - 4-(1) ナノレベルで機能発現する材料、多機能部材（Ⅲ-2-(1)へ再掲）
 - 4-(2) ナノチューブ、炭素系材料の量産化技術と応用（Ⅲ-2-(2)へ再掲）
 - 4-(3) ナノエレクトロニクスオープンイノベーションの推進（Ⅲ-1-(3)へ再掲）
- 5 産業の環境負荷低減技術の開発
 - 5-(1) 製造技術の低コスト化、高効率化、低環境負荷の推進
 - 5-(2) グリーンサステナブルケミストリーの推進
 - 5-(3) バイオプロセス活用による高効率な高品質物質の生産技術
 - 5-(4) 省エネルギー性に優れたマイクロ電子機械システム製造技術（Ⅲ-2-(3)へ再掲）
 - 5-(5) 環境負荷低減技術、修復技術

6 持続発展可能な社会に向けたエネルギー評価技術、安全性評価及び管理技術並びに環境計測及び評価技術の開発

- 6-(1) 革新的なエネルギーシステムの分析、評価
- 6-(2) 持続発展可能な社会と産業システムの分析
- 6-(3) 先端科学技術のイノベーションを支える安全性評価手法
- 6-(4) 産業保安のための安全性評価技術、安全管理技術
- 6-(5) 化学物質の最適管理手法の確立
- 6-(6) 環境の計測技術、生体及び環境の評価技術

II ライフ・イノベーションを実現するための研究開発の推進

1 先進的、総合的な創薬技術、医療技術の開発

- 1-(1) 細胞操作及び生体材料に関する技術の応用による医療支援技術
- 1-(2) 生体分子の機能分析及び解析に関する技術
- 1-(3) 情報処理と生物解析の連携による創薬支援技術や診断技術

2 健康な生き方を実現する技術の開発

- 2-(1) 人の機能と活動の高度計測技術
- 2-(2) 生体情報に基づく健康状態の評価技術
- 2-(3) 健康の回復と健康生活を実現する技術

3 生活安全のための技術開発

- 3-(1) ITによる生活安全技術
- 3-(2) 生活支援ロボットの安全の確立

III 他国の追従を許さない先端的技術開発の推進

1 高度な情報通信社会を支えるデバイス、システム技術の開発

- 1-(1) デバイスの高機能化と高付加価値化技術
- 1-(2) IT活用によるシステムの高効率化及び高機能化
- 1-(3) ナノエレクトロニクスオープンイノベーションの推進（I-4-(3)を再掲）

2 イノベーションの核となる材料とシステムの開発

- 2-(1) ナノレベルで機能発現する材料、多機能部材（I-4-(1)を再掲）
- 2-(2) ナノチューブ、炭素系材料の量産化技術と応用（I-4-(2)を再掲）
- 2-(3) 省エネルギー性に優れたマイクロ電子機械システム製造技術（I-5-(4)を再掲）

3 情報通信基盤を利用したサービス生産性の向上と新サービスの創出への貢献

- 3-(1) 科学的手法に基づくサービス生産性の向上
- 3-(2) 高度情報サービスプラットフォームの構築
- 3-(3) サービスの省力化のためのロボット化（機械化）技術
- 3-(4) 技術融合による新サービスの創出
- 3-(5) 情報基盤における安全性や信頼性の確立

IV イノベーションの実現を支える計測技術の開発、評価基盤の整備

1 技術革新、生産性向上及び産業の安全基盤の確立のための計測基盤技術

第3章

- 1-(1) 産業や社会に発展をもたらす先端計測技術、解析技術及び評価基盤技術
- 1-(2) 先端計測技術及び分析機器の開発
- 1-(3) 生産性向上をもたらす計測ソリューションの開発と提供

- 2 知的基盤としてのデータベースの構築と活用
 - 2-(1) 標準化を支援するデータベース
 - 2-(2) 資源等の有効利用を支援するデータベース
 - 2-(3) 社会の持続的な発展を支援するデータベース

- 3 基準認証技術の開発と標準化
 - 3-(1) 適合性評価技術

【別表2】 地質の調査（地質情報の整備による産業技術基盤、社会安全基盤の確保）

- 1 国土及び周辺域の地質基盤情報の整備と利用拡大
 - 1-(1) 陸域・海域の地質調査及び地球科学基本図の高精度化
 - 1-(2) 都市域及び沿岸域の地質調査研究と地質情報及び環境情報の整備
 - 1-(3) 衛星画像情報及び地質情報の統合化と利用拡大

- 2 地圏の環境と資源に係る評価技術の開発
 - 2-(1) 地圏の環境の保全と利用のための評価技術の開発
 - 2-(2) 地圏の資源のポテンシャル評価
 - 2-(3) 放射性廃棄物処分の安全規制のための地質環境評価技術の開発

- 3 地質災害の将来予測と評価技術の開発
 - 3-(1) 活断層調査、地震観測等による地震予測の高精度化
 - 3-(2) 火山噴火推移予測の高精度化

- 4 地質情報の提供、普及
 - 4-(1) 地質情報の提供、普及
 - 4-(2) 緊急地質調査、研究の実施

- 5 国際研究協力の強化、推進
 - 5-(1) 国際研究協力の強化、推進

【別表3】 計量の標準（計量標準の設定・供給による産業技術基盤、社会安全基盤の確保）

- 1 新たな国家計量標準の整備
 - 1-(1) グリーン・イノベーションの実現を支える計量標準の整備
 - 1-(2) ライフ・イノベーションの実現を支える計量標準の整備
 - 1-(3) 産業の国際展開を支える計量標準の整備

- 2 国家計量標準の高度化
 - 2-(1) 国家計量標準の維持、供給
 - 2-(2) 国家計量標準の高度化、合理化
 - 2-(3) 計量標準政策に関する調査と技術支援
 - 2-(4) 計量標準供給制度への技術支援

- 2-(5) 計量トレーサビリティ体系の高度化、合理化
- 3 法定計量業務の実施と関連する工業標準化の推進
 - 3-(1) 法定計量業務の実施と法定計量政策の支援
 - 3-(2) 適合性評価技術の開発と工業標準化への取組
- 4 国際計量標準への貢献
 - 4-(1) 次世代計量標準の開発
 - 4-(2) 計量標準におけるグローバルな競争と協調
 - 4-(3) 計量標準分野における校正、法定計量分野における適合性評価の国際協力の展開
- 5 計量の教習と人材の育成
 - 5-(1) 計量の教習
 - 5-(2) 計量の研修と計量技術者の育成

第3章

3-2-1 「I グリーン・イノベーションを実現するための研究開発の推進」

グリーン・イノベーションを実現するためには、二酸化炭素等の温室効果ガスの排出量削減と、資源・エネルギーの安定供給の確保を同時に図る必要がある。温室効果ガスの排出量削減のため、再生可能エネルギーの導入と利用拡大を可能とする技術及び運輸、民生等各部門における省エネルギー技術の開発を行う。資源・エネルギーの安定供給のため、多様な資源の確保と有効利用技術、代替材料技術等の開発を行う。将来のグリーン・イノベーションの核となるナノ材料等の融合による新機能材料や電子デバイスの技術の開発を行う。産業部門については、省エネルギー技術に加えて環境負荷低減や安全性評価と管理、廃棄物等の発生抑制と適正処理に関する技術の開発を行う。

I-1-(1)、IV-3-(1) (再) 太陽光発電工学研究センター [ユニット戦略課題1] 太陽光発電の共通基盤技術の戦略的標準化 3.9

我が国のエネルギー・環境問題対策に関する太陽光発電システムの普及拡大方針(例えばNEDO太陽光発電ロードマップPV2030+)に対応するために、その基盤となる評価・標準技術(基準セル校正技術、高精度性能評価技術、屋外発電量評価技術)及びシステム技術(システムの長期的な保守点検・故障診断技術、安全性向上技術、発電量予測技術)を開発するとともに、産業界への供給・標準化・ガイドライン提案・技術移転等による実用化を図っている。

システムの信頼性や故障診断等を早くから検討し、成果を挙げていることは評価できる。公的な研究機関として、少ない陣容で各方面からの様々な問題に対応している。太陽電池性能評価技術と基準セル校正技術は世界最高水準にあり、内外の研究開発の促進に大きく貢献している。連携も活発であり、コンソーシアム等仲間作りにもつながっている。

一方、評価技術に偏ることなく、同一組織でデバイスと評価・標準技術を開発している特徴を生かして、評価で得られる知見を開発に反映させて、競争力強化に活用する必要がある。安全性の研究では欧米に遅れている部分がある。メーカーの情報開示不足もあるが、メーカーとの情報交換や解析技術を強化して課題を解決することが必要である。太陽電池の普及によりこの分野の研究業務拡大が予想されるので、外部機関との役割分担、教育システム作りなど、今こそ優れたマネジメントが必要になる。国際的評価法の確立も標準化の際の発言力確保に重要である。

今後も公的機関として製品の信頼性を高める評価・標準への取り組みは重要で、人材育成を含む短期的成果と、長期的な産業競争力への貢献が期待される。標準化の過程で重要となる国内企業の特許状況の調査・把握のための体制や、国際交流によって諸外国の情報が自然に集まる体制構築も必要である。何を共通基盤技術としてどこを個別企業の差別化技術とするのか等、産業界との情報交換や技術移転にも工夫が必要である。公的機関として政策提言が必要な分野でもあり、大型システムであっても安全性、信頼性も含めた発電能力の評価に取り組むことが望まれる。

I-1-(1) 太陽光発電工学研究センター [ユニット戦略課題2] 薄膜太陽電池高効率化 3.6

太陽光発電ロードマップPV2030+をターゲットとして、薄膜太陽電池の革新的な高効率化・低コスト化技術を開発することにより、日本の薄膜太陽電池産業の牽引を目指している。基礎研究では革新的な次世代技術の開拓を進め、応用研究では研究成果の企業への技術移転を加速している。

優れた光閉じ込め技術や透明導電膜を開発し、4種類の薄膜太陽電池(薄膜シリコン、化合物系薄膜、有機薄膜、及び色素増感)で世界最高レベルの成果を挙げていることは評価できる。効率を追うだけでなく、基礎的な研究にも努力が払われており、材料・プロセス技術はディスプレイやイメージセンサなどのデバイスにも波及効果が高い。企業や大学との協力によって人材の育成にも貢献している。

一方で、研究対象は総花的である。各方式の位置付け、必要性、求められる目標水準等を明確にし、特徴を主張できる対象に注力する必要がある。電力向け薄膜太陽電池での相対的変換効率10%向上との目標は必ずしも十分ではなく、少なくとも絶対値で18%以上を目指す必要がある。変換効率が低いと架台や工事費など面積比例の周辺コストがかさみ、実用化は難しい。産総研が世界をリードしてきた薄膜シリコン太陽電池は最近の結晶シリコン太陽電池の価格や性能に追いついていないので、開発のスピードを上げるか、高性能化への技術探索研究に集中する必要がある。フレキシブル太陽電池は市場が限定的である。普及の観点からはコスト・供給力にも指標が必要で、共同研究先への技術移転の迅速化が課題である。

太陽電池の種類に関しては選択と集中が重要になる。変換効率及び資源量も含めた将来見込みが重要である。当落線以下のテーマは研究開発を外部に頼み、評価など支援に徹することも有効であろう。費用対性能向上のために、材料/装置コストを下げるのか、変換効率を上げるのかを総合的に勘案した課題設定が必要で、薄膜ならでは用途開発に注力するなど、市場への出口をより強く意識することが望まれる。

世界最高性能更新への挑戦も期待される。

I-1-(1) 太陽光発電工学研究センター [ユニット戦略課題3] 実用化加速ライン整備 3.7

高性能の太陽電池セル・モジュールを実現することを目的として、商用サイズの太陽電池モジュールの試作・評価・信頼性試験が可能な実用化加速ラインを九州センター内に構築し、「高信頼性太陽電池モジュール開発・評価コンソーシアム」に提供している。また福島新拠点には薄型ウェハに対応した加速ラインを構築し、インゴットのスライスによるウェハ製造工程、セル製造工程、モジュール製造工程、信頼性試験までを一貫して研究開発できる場を「結晶シリコンPVコンソーシアム」に提供する計画である。

多数の材料、部材、セル及び装置メーカーからなるコンソーシアムを組織し、開発・評価を実践したことは評価できる。モジュール周辺部材を例に劣化要因を明らかにし、IEC規格を大幅に上回る高信頼性モジュールを開発するなど、信頼性向上に資する評価試験、要因分析、対策の一貫したプロセスを達成した。新規参入企業に有益な加速テストラインは産業の裾野を拡大し、会員間の秘密保持も留意されている。

一方、実用化加速ラインは検討すべき生産方式を固定化する危険もあり、臨機応変に対応できる装置構成の柔軟性が望まれる。次世代のモジュールはどうあるべきかの発信も必要である。現在の産業の基盤である結晶シリコン太陽電池に対する技術開発は手薄であり、福島新拠点の完成を待つことなく計画線表を前倒し、世界と勝負できる技術水準に引き上げる技術開発の強化も必要である。既に薄型ウェハを用いて変換効率23%を実現しているメーカーもあり、結晶シリコンPVコンソーシアムの本格的活動を前に、目標数値は再検討も必要である。

さらに、新構造の結晶シリコン太陽電池の試みを早期に進めるなど、関連機関の要望等を拠点設計に十分反映させることが望まれる。何に注力すべきか、どの製造方式が必要なのか、深い議論が必要な段階である。単純に薄膜化を図るだけでは世界競争の中での差別化は難しく、階層的にも多岐にわたる業務の整理が望まれる。国際競争力として差別化できる先端技術を開発し、強い特許を取得してメーカーに供与することで、国内産業の振興に一層寄与することを強く期待する。

I-1-(1) 太陽光発電工学研究センター [ユニット戦略課題4] 革新的太陽電池技術開発 3.3

現在、単接合の太陽電池の変換効率は、研究室レベルでは熱力学的な理論限界効率に迫っている。本課題では太陽電池の変換効率の飛躍的な向上を目指して、多接合化とともに新規材料探索、新概念・原理の実証やそれらを使った太陽電池デバイス技術の開発を実施している。

一貫した方針に沿って、メカニカルスタック（個別に作製した太陽電池を光学的、電気的、機械的に接合する技術）等をコンセプトとして種々の要素技術を検討していることは評価できる。最重要指標である変換効率は、期間内の目標は別として、効率40%超という最終目標は挑戦的である。多くの研究機関との連携で、利用可能な要素技術は早期に実用化研究に移行できる体制を組んでおり、日本の太陽電池研究のハブとしてうまく機能している。

一方で、革新的太陽電池を一通り研究しているが、本研究センターで重点化すべきテーマが不明確である。外部資金に依存するために、本研究センター独自の提案を出しにくい印象も受ける。太陽電池を革新するアイデアは今後もまだ豊富に提案される可能性があり、本研究センターがアイデア提案の場の中心となるよう、広い分野の研究者との交流を促進するなど、一層開放的な組織となるべきである。現状で報告されている効率は不十分で、多様なアプローチを進める前に、グローバルに研究動向を把握し、世界最高水準の効率をいずれかの手法で実現し、それをキープしつつ多様なアプローチを進めることが望まれる。

今後は各要素技術の成果から目指すべき太陽電池の構造を決め、技術の可能性検証に取りかかる時期になる。産総研ですべてはカバーできないので、関係機関との連携を意識して、エマージングな技術課題を速やかに外部資金プロジェクトへ提案し取り組むことを期待する。多接合型ではトップセルの性能改善、特にポテンシャルを左右する開放端電圧（Voc）の改善が大切であり、集光しないならばコスト面での早期評価も必要である。特にこの分野では、幅広い研究を行う余裕と息の長い支援が必要で、知的刺激を活発化させる意味からも広い分野の研究者との交流及び積極的な国際交流が一層望まれる。

I-1-(2)、I-2-(2)、I-1-(3) (再) エネルギー技術研究部門 [ユニット戦略課題1] 高効率エネルギーマネジメントシステム技術に関する研究 3.8

時間変動の大きな再生可能エネルギー群を蓄電システムへの依存をできるだけ少なくしつつ大量に導入するために、電力及び熱エネルギーネットワークにおけるエネルギー平準化のための要素技術、これらをつなぐ電力変換器群等のハード技術、及びそれらをインテリジェントに制御するソフト技術の開発を行い、新しいエネルギーマネジメントシステムの提案に取り組んでいる。

SiCを凌駕するダイヤモンド半導体などパワーデバイスでは世界最高水準の研究開発で、電力変換の技

第3章

術革新を進めている点は評価できる。寒冷地等のエネルギー利用を考慮して風力発電と温水蓄熱とを組み合わせるなど、変動の大きい分散エネルギー源の発電適地を拡大している。次世代風力発電における日本独自のモデルの構築とIEC国際標準化への取り組みは意義が大きい。

一方、システム技術ではなくシステムのための技術開発になっており、全体的に本技術が実現した場合の社会へのインパクト・貢献度合が分かりにくい。パワーデバイスでは新型半導体への移行需要、耐久性、信頼性、コスト等、様々なシナリオで臨むことが求められる。

要素技術からではなく、「エネルギーマネジメントシステム」を中心に据えた研究手法の位置付けが重要である。要素技術では電気自動車（EV）への充電や家庭用コジェネレーションなど、系統安定化を実現する対象機器の範囲を広げるとともに、気象情報やビッグデータの解析・活用も期待される。国際標準化の対象は数多く存在するので、保有する基盤技術や人的資源を活用して取り組みの幅を広げることが期待される。

I-1-(2)、I-1-(3)、I-2-(1)、I-2-(2) エネルギー技術研究部門 [ユニット戦略課題2] 住宅用エネルギーシステム技術に関する研究 3.7

電力・熱統合型大規模エネルギーネットワークの下流側に位置する個別・集合住宅への自然エネルギーの導入拡大のためには、太陽光発電、蓄電池などの個別技術の高度化とともに、電力の負荷平準化と新たな運用を可能とする技術の導入が不可欠であり、要素技術とエネルギーシステム管理手法を総合的に開発する橋渡し研究を進めている。

システム技術（マネジメント）と個別技術（太陽光変換技術、二次電池、キャパシタ等）の両面を対象とし、後者では酸化物質光電力水素製造やCO₂とギ酸の相互変換など極めて革新的な技術にも取り組んでいることは評価できる。

一方、住宅用マネジメントシステム（HEMS）に特化するのであれば、企業の取り組みとは異なる達成目標の差別化や高度化が必要となる。電気のみならず、熱エネルギーの利用、高効率化も大きな課題である。個人住宅向けにはコストやシンプルさも重要であり、もう少し大きな単位での熱電利用も含めるとよい。キャパシタ等の蓄電池関連技術では民間企業との役割分担が分かりにくく、色素増感太陽電池では太陽電池の普及や価格低下も踏まえた用途や価格目標等の再考が必要である。

今後はデマンドレスポンスなどの要素も取り入れた統合制御が重要になるので、将来のHEMS機能のあり方、市場性や経済効果も視野に入れた目標設定が必要である。住宅構造や素材等を研究する部門との連携により、また国際共同研究のようなスキームを効果的に活かして、さらに省エネルギーに対応する必要がある。ソフトと組み合わせたソリューションの研究も重要で、自らがシステム設計に乗り出すことも期待される。

I-1-(3)、I-2-(2) 情報技術研究部門 [ユニット戦略課題1] スマートグリッド通信技術 4.3

「持続可能なスマートグリッドの構築」をアウトカムに設定し、電力線通信（PLC）技術を用いた電力モニタリングシステムの開発を進めている。高ノイズ耐性PLC方式と時系列データ解析手法をコア技術として、太陽光発電モニター用PLC開発に対するロードマップ及びマイルストーンを策定している。

アウトプットとして、太陽電池パネル組み込み用モニター通信装置（子機）の小型化かつ低コスト化に成功するとともに、実証試験を進めるなど着実な成果を挙げている。また、クラウドを活用したメガソーラー用モニタリングシステムの開発とともに、不具合検知アルゴリズムの開発を進めるなど、将来エネルギーシステムを支える重要な社会インフラ構築への取り組みは高く評価できる。さらに、特許など知財権と標準化への対応及び、技術移転並びにコンソーシアム設立にみられる成果普及への取り組みも活発である。

なお、量産化時の製造コスト及びノイズとの関連での情報伝送の信頼性や誤り率などの具体的な性能とともに、開発時期やその性能評価試験を明記した、より詳細なロードマップの策定も必要である。また、論文などの外部発表による成果発信も求められる。

今後、社会インフラの技術開発においては、産業界全体と連携・議論し、中長期にわたるロードマップの策定と共有が重要であり、特に海外市場における産業競争力強化につながる戦略作りも期待される。また、本PLCの適用分野を明確にするとともに、実用性を実証することが重要である。現在ハード構築からソフト・コンテンツのフェーズに移りつつあり、異なる分野の人材やグループとの連携も期待される。

I-2-(1) 知能システム研究部門 [ユニット戦略課題1] 市街地移動システム技術の開発 3.8

高齢者等の新しい移動手段としての利用が期待されている次世代パーソナルモビリティ等の搭乗型移動支援システムに加えて、市街地環境全体にセンサネットワーク等を設置し知能化することによって支援す

ることも含めた形で研究開発を行っている。さらに、市街地を結ぶ輸送システム技術として、省エネルギーで走行可能とするトラックの自動運転・隊列走行技術を開発している。

市街地移動システムや自律走行車いすのような移動手段は、今後の低炭素社会、高齢化社会では確実に必要になるので、つくば市のロボット特区を利用した実証実験は真に実用化を試みるという点で評価できる。その中で、環境の3次元モデルの構築、移動支援、自立走行などは、高い研究レベルにあると評価でき、特に多数のビークルが同時に動くときの協調、最適化、情報共有などの技術では世界をリードできる可能性がある。

一方、自動車メーカーとの連携や国際標準への取り組み、国際特許出願、国際誌への発表等、国際的な成果発信が不足している。また、アウトカムとして、市街地移動に関する技術が列挙されているが、むしろ直接的なアウトカムとしては機能的ベネフィットを示す方が良いと思われる。また、低炭素型交通システムを実現する上で、当該研究の必要性、解決すべき課題、Human Machine Interface (HMI) 及び受動的な安全技術についての安全性確保を実現する考え方などが不明確である。

今後の方向性として、クラウドを活用したデータ収集・共有・配信の重要性が高まるとされる。このため、今後における研究展開として同様の開発を志向している外国のグループ等と開発の初期段階から積極的な連携を進め、クラウド活用方法等の共通化を目指す必要がある。都市交通分野において、人間と機械の共存型の移動システム（比較的低速なもの）にフォーカスして研究を進めれば世界を先導する研究に発展するものと期待できる。ロボット特区での研究開発を粘り強く継続し、日本の社会制度・法制度を変革させるほどのインパクトを期待する。

I-2-(1) サステナブルマテリアル研究部門 [ユニット戦略課題3] 軽量合金による輸送機器の軽量化材料技術の開発 3.5

運輸部門のエネルギー消費における低炭素化を目的として、マグネシウム・アルミニウム等の軽量合金部材の利用拡大を可能とするため、これらの材料の機械的特性の向上を図り、特に、圧延板製造技術の開発や低コスト表面処理技術等の確立を目指している。

このアウトカムに向けて、アルミニウムと共存してマグネシウムを利用するハーモナイゼーション技術の確立を目指していることは概ね適切である。マグネシウム合金の材料構造設計、プロセス技術、解析技術、加工技術など、多様な要素技術が体系的に蓄積されており、研究レベルも高く、国内外において優位性をもつと認められる。また、電磁振動連続鋳造、セミソリッド鋳造（固液混合状態からの鋳造）などの技術をアルミニウム合金に適用し、その有効性を確かめている。

ただし、輸送機器用軽量合金として最優先にマグネシウムが選定された理由と、その研究を継続する合理的な説明が必要である。現実にはマグネシウム合金の国内応用の成長率が低いので、その理由を検討して用途を探る必要がある。資源産出国の偏在などの問題もあるため、サプライチェーン全体での最適な使われ方を検討し、技術支援・技術移転まで含めた総合プロデューサーとして事業支援する戦略が必要になる。国内外のマグネシウム合金製造企業が持つ技術に対するベンチマーキングや、他の軽量化材料（炭素繊維など金属以外の素材も含めて）との定量的な性能比較も必要である。

今後は、マグネシウムの現状に対する認識をもとに、それをどう打開するかにかかっており、そのためには、「マグネシウムありき」の発想ではなく、これまで培われた知の集積を活用して、「軽量金属の有効活用・高度活用」の切り口から産業発展へ大きく寄与することが望まれる。そうした方向で今後の大型プロジェクトに採用されるように技術シーズを高める必要があり、特にマグネシウム以外の素材との複合化・接合が技術のポイントになる。中部地区に多くの自動車部品工場が存在するので、研究会を設置し、開発部材を見出すことが望まれる。また、これまでに蓄積した技術は、将来、自動車や航空機などの用途以外にも、軽量化ニーズが高い機器が登場すれば、再び開花する可能性があるため、知的財産をパッケージとして確保しておくことが不可欠である。

I-2-(1) 水素材料先端科学研究センター [ユニット戦略課題1] 高圧水素物性及び水素と材料の相互作用に関する研究 4.4

水素材料強度DB及び水素破面と組織DBの構築、燃料電池車及び水素ステーション用高圧水素容器開発指針・水素輸送技術開発指針の提案、評価設計手法及び実証実験手法の開発を進めている。また、水素と高分子材料の関係や水素とトライボロジー（摩擦、摩耗、潤滑現象）の関係を解明し、その利用普及を進めるために水素基礎物性DBを構築している。

水素のPVT（圧力・体積・温度）性質、粘度及び熱伝導率を測定するための高温・高圧試験機器を開発し、水素構造材料DB、トライボアトラス、高圧水素基礎物性DB等を構築・公開（一部限定）したことは高く評価される。取得した各種データは世界的にトップレベルである。超高強度鋼など実際の材料における問

第3章

題から水素脆化メカニズム解明が鍵であることを指摘、さらに他の材料との比較から、このメカニズムが一般的な材料にも適応できる可能性を示唆した。ゴム材料への影響メカニズム解明とともに、世界初の各種ゴム材の評価DBを作成し、既製品の組み合わせ等により安価で安全なシール材を開発できることを示した。基礎物性DBにより、水素社会で用いる各種機器の設計や適正コスト計量が可能となった。40MPaまでの高圧水素環境下でのトライボロジー特性がどのように変化するかをそのメカニズムと合わせて明らかにし、今後の部品での解析に必要な基礎を与えたことは評価できる。

一方で、既存材料（もしくは実用可能材料）を対象として評価設備を整備し、評価設備によって得られたデータをDB化した、という研究の構図の重要性をしっかりとアピールする必要がある。DBには評価手法を明記し、他機関でのデータ取得を可能にすることも必要である。計測ノウハウを習得するプログラムを追加するとよい。また、制度上の問題を解決して、構築されたDBの全面的な公開を検討する必要がある。なお、研究課題は総花的になっては効果が少ないので、課題毎に成果レベルと必要性から優先順位をつけ、最も優先順位の高いテーマに特化して研究を進める必要がある。外部機関（産業界等）との共同研究や研究連携は、秘密保持に配慮した上で見える化が必要である。

今回のデータは実用化に必要な最小限のものであり、今後は1000MPa超絶高強度鋼での水素脆化の基本原則の早期解明を含めて、より幅広い材料でのデータ取得に期待する。現在のDB構築はボトムアップ的な作業である。金属材料開発等の専門家を内在させて、要求性能水準を見据えた系統的な材料探索を行っていく必要もあろう。企業とも協力し、実証的な方向に歩を進めることを期待する。公開DBは一層の利活用のために、DBの国際標準となるような仕掛けを検討する必要がある。本ユニット戦略課題の成果を活用する戦略として、安全で一層安価な材料やシステムの具体的な提案が重要である。例えば、1)現状材料での水素ステーション設計指針、2)新材料への展開を含む水素ステーションの低コスト化指針、のような二つのターゲットに各チームが協力して取り組む仕組みがあるとよい。実用化後に起きる問題を解析する手法を確立しているの、企業からの困りごと相談的機能も期待する。

I-2-(1) 水素材料先端科学研究センター [ユニット戦略課題2] 水素脆化現象の計測と評価に関する研究 3.8

燃料電池車、水素蓄圧器等の技術指針や材料利用指針を提供するため、超高圧水素脆化評価基準及び超高圧水素脆化DBの整備を進めるとともに、微小領域の水素脆化現象観察手法を確立し、この手法を利用して、脆化防止技術の開発を進めている。水素容器・蓄圧器の国際標準化を目指して、米国サンディア国立研究所との日米共同研究プロジェクトも推進している。

210MPaまでの高圧水素雰囲気中材料試験装置を開発して水素脆化現象を計測し、超高圧水素脆化DBを整備したことは高く評価される。ロードマップ及びマイルストーンの設定は概ね適切であり、各テーマの進捗度は高い。走査型プローブ顕微鏡等を用いてマイクロな視点から水素脆化現象の解明を試み、結晶の変態のその場観察ができる手法を開発した。超高圧下での亀裂生成メカニズムを明確に示し、原子・分子レベルでの表面物性評価技術を確立した。つくば地区の装置群を企業に開放し、共通課題の解決のために活用した。より現実条件に近い評価手法を九州大学側に「技術移転」したことは重要な貢献である。

一方、超高圧水素脆化DBをどのように生かすかを今後、真剣に検討する必要がある。必要ならば外国の力も借りて、DBの超高圧水素脆化評価基準を含めて早期公開を図るべきである。高圧下・高温下など、考えうる特殊環境下での評価まで広げることも重要である。計測のノウハウを伝授するプログラムも考えるとよい。これらの評価技術が我が国の産業に反映され、国内の適切な規制に役立つ方向に、より一層、力を入れてほしい。硬度と弾性率を計測するナノインデンテーションはかなり基礎的なテーマなので、九州大学との連携などの工夫を前面に出して位置付けを明確にする必要がある。日米共同研究では役割分担が若干不明確であるために、日本側の成果を対外的にアピールできない懸念がある。

今後は、マクロからマイクロにわたる領域の脆化現象の解明と評価を、シミュレーションを含めて推進することが望まれる。亀裂発生メカニズムと材料または、複合材料特性に関して多くの知見獲得を期待する。脆化評価基準及びDBの整備から、早期に脆化防止技術の開発へとつなげているとともに、安全な水素社会の確立を目指したりリスクマネジメント手法の確立が必要である。開発された水素用材料試験方法についても国際標準化が必要である。標準化で主導的な役割を果たし、その貢献が表に見えることが望ましい。プロジェクト推進の仕組みとしては、九州大学の材料強度特性チームと一体運営され、規格化などを産総研が先導していくのが国際競争上も強く適切である。

I-2-(1)、IV-1-(1) ユビキタスエネルギー研究部門 [ユニット戦略課題1] 高エネルギー密度蓄電デバイスの研究 4.3

運輸部門の石油依存度及びCO₂排出量の大幅な低減とエネルギー効率の格段の向上を実現する次世代自動車普及の鍵となる蓄電池に関して安全かつ低コストの高エネルギー密度電池材料の開発を目指している。また、実用化のための性能及び耐久性に係る評価技術の開発を産学官連携プロジェクトへの参画を通して実施している。

基礎から応用に至るまで、新規材料の探索、性能の向上、次世代に向けた蓄電池構想、緻密な基礎研究等、世界最高水準の研究を展開しており、数多くの論文発表、特許出願（海外出願）、招待講演を行い、世界をリードする質の高いアクティビティーを維持していることは高く評価できる。具体的には、ナノ材料科学などの現象解析的取り組みにより、電池診断技術等、基盤技術と実用化を下支えし、現行タイプLIBの高密度化（高容量化）、高信頼性化に加え、空気電池やイオウ系正極材料など萌芽的次世代技術の取り組み等、社会の要請に対応した、戦略的かつバランスの良い研究を実施している。地域連携への貢献の一環としての諸活動も、非常に活発で、かつ有意義に機能している。

一方、電極材料、電解質材料等の要素技術の取り組みに加えて、全電池として集約した形を世にアピールできるような取り組みが必要と思われる。また、知的財産については、研究者の情報発信、成果報告に対するモチベーションを失わないような配慮もした上で、基礎研究に関する研究成果情報等の管理を再考する必要がある。また、解析から得られた結果をうまく知財化する取り組みが不十分である。

今後は、車載用の蓄電デバイスだけでなく、他のテーマと融合して、定置用や社会インフラ用の高性能大型蓄電デバイスについても取り組むことが望ましい。また、引き続き、民間企業、特に中小の企業でも次世代電池技術開発に参入しやすいような環境の整備を進めることも必要と思われる。

I-2-(1) エネルギー技術研究部門 [ユニット戦略課題4] 水素エネルギー技術に関する研究 3.4

2020年代後半以降に期待される燃料電池自動車の本格普及実現に向け、その鍵となる水素の貯蔵技術の開発が求められている。既存水素貯蔵材料の改良では産業界の求めるレベルへの到達は困難であり、新たな材料設計技術の開発に向けて長期的視野に立った基盤研究を実施し、同時に普及初期（2015～20年頃）での部分導入に対応した材料開発を進めている。

最先端の解析装置を駆使して水素貯蔵の特性や反応機構の高度な解明を行い、特性低下要因として格子欠陥等を明らかにして、積層合金の開発につなげたことは評価できる。産総研の知財公開に伴う波及効果も大きい。

一方、本課題の名称は幅広いが、内容は金属系水素吸蔵合金の開発のみである。水素貯蔵は各種の研究が行われており、金属系水素貯蔵の優位性や実現可能性はライバル研究との比較が必要である。構造解析等の著しい進展が、目標値である貯蔵量に反映されていない点も惜しまれる。2030年までに5質量%という目標はかなりハードルが高いように感じられる。自動車業界と直結した研究であり、企業の研究開発との相違点の明確化とともに、目標性能の設定のためにも燃料電池自動車（FCV）開発企業との連携が必要である。

今後は、経済産業省のFCV普及シナリオとより整合を図って研究開発の管理と見直しを進め、他の要素研究、システム研究との関わりも明示することが期待される。中性子線回折、陽電子消滅などの手法は他の材料研究の基礎を担うことも可能であり、国際拠点化などこの強みを十分に生かした展開を期待する。

I-2-(2)、IV-2-(3) サステナブルマテリアル研究部門 [ユニット戦略課題2] 省資源型環境改善建築部材の開発 3.2

本課題は、省エネルギーと快適性の両立を目的とした建築部材の開発であり、具体的には、調光窓材、木質材料、調湿材料、外壁材等の機能向上を図るとともに、フィールド実験棟を用いて実使用環境での省エネルギー性能評価データの蓄積を行っている。

全体としてユニークな研究が多く、技術レベルも高い。特に、調光ミラーは材料としてかなり成熟したレベルに達し、Mg-Y合金多層膜からなるガスクロミック型調光ミラーで1万回以上の繰り返し耐性を実証するなど、優れた成果を挙げている。高性能吸放湿材料や保水性セラミックスなど、環境ハーモニック建材の中のいくつかの要素技術を提示している。木製サッシ流動成形の研究は、木材由来資源の有効利用につながるもので、公的機関で研究する意義が認められる。いずれも、長期にわたる研究で材料性能を改善してきており、フィールド実験棟でのデータ取得や、コンソーシアム活動をリードしていることも評価できる。

ただし、種々の異なる材料を「快適な省エネ」で無理にまとめている側面もあり、各材料の特徴的な性質が建築の省エネルギー・環境負荷低減に与える効果について、明確に示されていない。利用形態による特

第3章

微やコストなどを他の材料と比較することによって、各テーマの必然性や最終目標を説明することが必要である。また、このような材料開発において重要な、最終ユーザー企業との関係構築がまだ不十分である。「死の谷」を克服するための研究課題を設定し、実用化規模も意識して取り組むことが必要である。さらに、建築や人間工学などの分野との連携強化も重要である。

今後は、建設業や住宅メーカーなどの企業との連携を強め、その中でフィールド実験棟を活かすよう期待する。将来の環境適合住宅への組み込みがポイントであり、地域における特徴を出しやすい分野であることから、その方向を強化することも重要である。なお、フィールド実験棟での試験は誤差が大きいため、その前に小型実験室や環境試験室レベルでの試験と数値シミュレーションによる評価を確立して、最終的に実験棟で確認するという手順が望ましい。また、各材料に関する基盤的な研究成果については論文などでより積極的に発信することを期待する。

I-2-(2) ユビキタスエネルギー研究部門 [ユニット戦略課題2] 固体高分子形燃料電池の研究 3.8

家庭での省エネルギー化推進を目指して固体高分子形燃料電池（PEFC）コジェネレーションシステムのより一層の普及のために、燃料電池の大幅な低コスト化と高耐久性の両立を図る技術として、白金の使用低減及び電池劣化の抑制に資する技術研究を行っている。また、水素以外の燃料を直接電気に変換するダイレクト燃料電池の研究を通して、新たな燃料電池系の探索を進めている。

PEFCの低コスト化・高耐久性化に向け、カソードにおいては酸化チタン系担体を用いた触媒の改良、アノードにおいては錯体系耐CO触媒の開発等の要素技術の開発を推進し、着実な成果を挙げていることは評価できる。さらにエネファームの成果に続き、エタノール、ヒドラジン誘導体、アルカリ形燃料電池など次世代のダイレクト燃料電池を多面的に模索して、新たなフィールドを開拓していることも評価できる。

一方、中長期的視点に立った研究開発戦略は必ずしも明確でない。現在の研究開発はそれぞれ有用ではあるものの、将来の大きな流れを作る研究というよりも、既存技術の改良という面が強い。PEFCに関連する技術課題の障壁のブレークスルーは容易ではないので、これまでの常識を超える思い切ったチャレンジやアイデアの創出が必要であり、また、PEFC技術開発の多くを占める自動車会社との課題の共有化やより密接な連携についても模索する必要がある。

今後も、これまで通り非常に高いレベルの研究を進めるとともに、ダイレクト燃料電池では、本研究ユニット主導のモデルを提示し、国家的方針形成の中軸を目指す必要がある。また、燃料電池にこだわらずに、大型電力貯蔵を目指した高温動作の熔融塩電池など、原発事故やNAS電池の火災事故を踏まえたニーズの変化に配慮した方向性の転換の検討も必要である。

I-2-(2)、I-2-(3)、I-4-(1)、Ⅲ-1-(1)、Ⅲ-2-(1) (再) ユビキタスエネルギー研究部門 [ユニット戦略課題3] 省エネルギー型家電部材の開発 3.5

省エネルギー化を目指した照明材料としての希土類蛍光ランプで使用されるTb（テルビウム）、Eu（ユウロピウム）の使用量の低減と、ランプの光利用効率の向上の技術開発、及び照明、電池、情報家電などの用途を目指した省エネ型家電部材の材料合成、デバイスへのプロセッシング、特性計測評価技術に資する研究を実施している。

時間軸と社会情勢の変化を意識した多面的研究展開を行っており、長期的取り組みとして、「未利用太陽光利用技術」に焦点を当てて取り組んでいる点は適切と評価できる。具体的には、レアアースである蛍光体のTb、Eu低減技術の開発や廃蛍光体の磁化率による分離回収技術の開発、また、樹脂フィルムをモールドに用いた低コスト化技術の確立による、太陽電池パネルにも応用可能なガラスへのナノインプリント技術の開発等の成果が挙げられている。

一方、「未利用太陽光利用技術」以外では、この1～2年で成果が期待できる短期的なテーマが多く、これらを引き継ぐ長期的なロードマップが未完成であり、産業界へ技術移転を実現するための定量的で明確な技術目標の設定が必要である。

今後は、廃蛍光体の分離技術の検証では、パイロットプラントから事業化スケールを視野に入れた規模に展開することが重要と思われる。また、「未利用太陽光利用技術」は10年以上先を目指す研究であり、保有技術にあまり拘らず、これから人材を集め育成し技術的蓄積を進めるといった方向性が適当と思われる。

I-2-(2) エネルギー技術研究部門 [ユニット戦略課題3] 次世代高効率分散電源技術に関する研究 3.9

エネルギーネットワークシステムにおいて重要となる分散電源として期待されるSOFCをさらに高効率化・高信頼化するため、燃料利用率の向上や排熱の有効利用、劣化機構解明・信頼性向上技術、水電解・燃料電池を組み込んだ統合型水素エネルギーシステムの研究に取り組んでいる。

4万時間で性能低下10%未満という目標のもとに、SOFCの劣化機構解明、信頼性向上、高耐久化に関して着実な成果を挙げたことは評価できる。世界に先駆けた商品化を支える基盤技術としてアウトカムに貢献した。更なる高効率化として、残留燃料有効利用、排熱有効利用の観点から複数の手段が検討されており、順調に進展している。統合型水素エネルギーシステム等、先を見た独自性の高い研究に取り組む一方、ナノドットでバルクな熱電変換素子で大幅な性能向上を実現している点を高く評価する。

一方、SOFCでは効率や耐久性の目標が低い。耐久性は不十分でも効率だけなら60%の装置（低位発熱量：LHV）が外国で既に販売されている中、もっとチャレンジングな目標設定が必要である。将来、石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）、コンバインドサイクル発電（CC）、水素への発展を提案しているが、技術仕様の具体的な目標や課題設定は不明確である。結果として複雑で取り扱いが難しいシステムとならないよう留意が必要である。様々な技術からなる本課題では固体高分子形燃料電池（PEFC）における定置用と輸送用との研究連携等、内部の連携体制がわかりにくい面がある。

燃料電池の耐久性は10年以上（連続稼働で9万時間）が要求されており、今後は材料開発や生産技術にまで踏み込んだ、さらなる進展を期待する。燃料電池利用の拡大にはコスト低減の研究に加えて、バイオマス等の液体燃料のハンドリング技術が極めて重要であり、この分野での研究の発展が大いに望まれる。SOFC以外の水素、IGFC、CCなどの技術分野への展開もロードマップに掲げて推進することが望まれる。熱電変換材料研究においては表に出にくい基礎研究部分の強化を期待する。

I-2-(3)、Ⅲ-1-(1) (再) ネットワークフォトリクス研究センター [ユニット戦略課題1] ネットワークサブシステムに関する研究開発 3.9

「光パスネットワークのフィールド実証」を短期的アウトカムに設定し、光パスネットワーク構想並びにそのアーキテクチャ設計のもと、DOPNのテストベッド構築と動作検証を目指している。技術要素として、光ノード技術、光パスコンディショニング技術及び超高速伝送技術を設定し、これらに基づきロードマップ並びにマイルストーンを策定している。また、ベンチマークでは、従来技術との性能比較を定量的に行い、独自に開発してきた技術の優位性と位置付けを明示している。

アウトプットとして、ダイナミックスイッチー光時分割多重（OTDM）伝送技術をデモ装置にまで完成度を高め、NHK技研公開にてスーパーハイビジョン非圧縮映像信号の超高速光LAN上での伝送実験を実施し、広く一般に効果を示したことは高く評価できる。また、独自開発のパラメトリック可変分散補償（P-TDC）については、広帯域性や高速応答性などの基本性能からフィールド試験での長期安定性まで含めた検証を行っている。これらの成果は、多くの国際会議やシンポジウムでの招待講演を通じて発信しており、光パスネットワーク構想の積極的な普及活動として評価できる。

なお、大画面で超高精細動画を視聴するという未来像から、スマートフォンやタブレット端末の中小画面による標準精細動画を視聴する未来像に変貌しつつあり、パケット通信との親和性が高いパスネットワークの要素技術を並行して検討しておくことも必要である。また、システム全体としてOTDM方式の優位性やデジタルコヒーレンス技術など他の方式との比較を定量的に行うことも求められる。

今後、既存の粒度の細かいIPネットワークと本研究が推進しているDOPNとの組み合わせや共存構想並びに導入シナリオなどについて、他研究ユニット、他研究機関とも協力してさらに検討を進めることが期待される。また、国際的な普及活動を活発化するためには、論文発表（特にフルペーパー）や新聞発表のより一層の推進とともに、国際特許取得などより積極的な知財獲得活動も望まれる。

I-2-(3)、Ⅲ-1-(1) (再) ネットワークフォトリクス研究センター [ユニット戦略課題2] ルーティング用光スイッチに関する研究開発 3.4

「光パスネットワークのフィールド実証」を短期的アウトカムに設定し、ユニット戦略課題1と連携しながら、シリコンフォトリクスによる光マトリクススイッチ並びに波長選択スイッチの開発を進めている。マトリクススイッチ集積技術及び波長選択スイッチ作製技術などを技術要素として、ロードマップを策定するとともに、32×32マトリクススイッチの実現を第3期中期計画でのマイルストーンとして明記している。ベンチマークでは、開発中の光スイッチと他機関で開発されている光スイッチとの性能比較を定量的に行い、優位性と位置付けを提示している。

アウトプットとして、シリコンフォトリクスによる8×8モノリシック光スイッチの開発は、光ネットワークの基盤デバイスとして期待できるものであり、評価できる。さらに、32×32へのマトリクススイッチの大規模化・高度化に向けて、低漏話交差や異偏波用交差などによる高性能化を図るとともに、駆動用CMOS回路とのモノリシック集積化を行っている。また、並行して、検査・校正作業の自動化、組立装置、選別装置などの導入も進めている。

なお、DOPNで目標とするシステム性能をもとにして、光スイッチに要求される性能及びマトリクス

第3章

規模や構成を明確にするとともに、システムアーキテクチャに関する世界の標準となるような規格を確立することが求められる。また、サブナノ秒への高速化は、光ネットワークの基本デバイスとして必須であり、デバイス仕様とその最終目標設定において、システムサイドとの一層の連携が必要である。

今後、光スイッチ機能としては、自律的維持機能だけでなく、ネットワークアーキテクチャ面／サービスマン／保守運用面からの要求についての検討を進めることを期待したい。大規模化や偏波無依存に重要な、導波路や各種部品及びスイッチ単体の性能や安定性についての設計を徹底させるため、また、デバイス試作回数の削減や各製造プロセスの条件許容度の拡大に活用するためにも、シミュレーション技術の積極的な導入も重要である。

I-2-(3)、Ⅲ-1-(1) (再) ネットワークフォトニクス研究センター [ユニット戦略課題3] 光信号処理デバイスに関する研究開発 3.6

「光パスネットワークへの超高速技術の導入」を短期的なアウトカムに設定し、産総研オリジナル技術であるISBT素子(半導体量子井戸のサブバンド間遷移を利用した素子)を用いた次世代通信用光デバイス技術の確立を中心に、研究開発を進めている。技術要素として、ISBT素子の高性能化技術、ISBT素子を用いた位相変調光信号処理デバイス技術、化合物半導体技術を利用した新規光源開発技術などを設定し、ロードマップを策定している。また、ベンチマークでは、ISBT素子と従来の光信号処理デバイスとの性能比較により、ISBT素子の優位性と位置付けを提示している。

アウトプットとしては、ISBT素子とマイケルソン干渉計とをモノリシックに集積化した超高速光ゲートスイッチを開発して、172GbpsのOTDM光信号切り替え伝送実験に貢献し、その有効性を実証したことは評価できる。また、ISBT素子による位相変調信号のコヒーレント波長変換や、注入同期半導体レーザーによる位相制御光源の動作確認など、コヒーレント技術への取り組みも強化している。さらに、本研究で培われた高度な化合物半導体作製技術を利用したⅡ-VI族半導体レーザーや量子カスケードレーザーQCLDなど派生技術応用でも企業と共同で開発を進めており、公的な研究機関の役割を果たしている。

なお、研究テーマが多岐にわたっており、研究の目的と目標がやや不明確な面が散見される。ISBT素子の研究の出口の明確化とともに、課題の明確化と解決の目処について、期限を区切って整理することが必要である。また、他の2つの戦略課題との関係(技術的な相補関係や連携関係など)を明示するとともに、本研究課題の位置付けとアプローチをより明確にすることが求められる。さらに、波長可変レーザーのベンチマークでは、他方式との定量的な比較を行い、優位性を提示することが求められる。

今後も化合物半導体集積化プロセス技術は、重要な基盤技術であり、これを担う国の中心的な組織としての進展も期待したい。また、QCLDやグリーンLDは、技術移転や製品化などアウトカムへの加速が必要であるが、本研究センターのミッションの中での継続については検討することも必要である。

I-2-(3)、Ⅲ-1-(1) フレキシブルエレクトロニクス研究センター [ユニット戦略課題1] フレキシブルデバイスの開発研究 3.3

情報通信機器における製造・使用の両面でのイノベーション実現のため、柔軟性を有するフィルム基板上に室温や大気中といった温和な条件で電子素子や回路を形成するフレキシブルデバイス技術を開発し、超薄型、軽量、形状自由度、大面積、耐衝撃性、省電力性など、ユーザビリティに優れた情報入出力インターフェースデバイスの創出を先導することを目指している。

ロードマップではフレキシブルデバイスに必要な項目をカバーしている。これまでの主要な成果は、ユニット構成員の高いポテンシャルに起因しており、全体として順調に進捗している。特に、トップエミッション型有機EL(電界発光)ディスプレイに不可欠な透明カソードの低損傷製造技術、カーボンナノチューブを用いた熱電変換フィルム、アルミニウムを用いたRF(ラジオ波)IDタグなど、個々の技術に関して世界をリードできる先進的成果を挙げていることが評価できる。

この戦略課題の目標が、研究センター全体の目標(入出力ディスプレイ/バックプレーンの開発)に必ずしも対応していないことが課題である。目標としている「次世代入出力デバイス」の仕様がまだ明確でないため、開発した各要素技術の達成度が判断しにくい。研究リソースの観点からも、取り組むテーマがやや広すぎるとの懸念もある。ELディスプレイ技術等、国内外の競争が激しい状況においては、国際的な優位性を保つため、方向性を整理する必要がある。

今後は、目標やロードマップについて、研究センター全体の目標やアウトカムの観点からの見直しを行うとともに、これまでに得られた要素技術等をもとに、今後の展開・複合化等をわかりやすい形でマッピングし、前進させていくことを期待する。TFTアレイの基盤技術についても、すべてに必要な重要領域として、一定の取り組みが必要である。さらに、タブレット端末という形で入出力が統合されたデバイスが存在する現在では、単に要素技術を追求するだけではなく、フレキシブルデバイスの明確な優位性を示す利

用例が提示されることを期待する。

I-2-(3)、I-4-(3)、Ⅲ-1-(1)、Ⅲ-1-(3) (再) 電子光技術研究部門 [ユニット戦略課題1] 光情報技術 3.7

光デバイスに関して、化合物半導体光源デバイス、ポリマー光配線技術、シリコンフォトニクスを中心に次世代の機器内光ネットワーク（光インターコネクション）への展開を図るとともに、大型プロジェクトに参画している。ネットワーク技術に関して、次世代大容量光伝送のための集積化光源に対応した光信号処理・計測技術の研究展開を図るとともに、量子情報通信の研究にも取り組んでいる。

機器内光通信や光ネットワークを実現し、情報伝送の広帯域化、省エネルギー化と基幹ネットワークの安全・安心を担保するセキュリティ向上を目指すアウトカムは適切である。「光インターコネクション」に関して、今年度から開始のプロジェクトにおいて適切な研究の方向性が認められ、量子ドット面出射光源技術及びポリマー光配線・回路技術の開発を順調に進めている。「コヒーレント技術」に関しては、技術蓄積を活かした研究目標の選定と応用指針を示し、コヒーレント光伝送用のレーザー光源の開発で成果を挙げている。

ただし、同時進行的に進められている多数のテーマの達成度は必ずしも明確でない。世界の大学や研究機関との比較など、より詳細なベンチマーキングが必要である。特に、「光インターコネクション」は、世界的に激しい競争下にあり、実用化・商用化に向けて知財戦略、標準化戦略が重要である。また、大型プロジェクトに参加するにあたり、産学官連携のハブとしてより積極的な役割が求められる。

この研究ユニットの方向性に沿う未来開拓プロジェクトがスタートしたところでもあり、日本のこの分野での優位性を維持していくため、単に研究の分担に留まらず、全体の方向性を牽引する努力が国の研究機関の役割として期待される。研究ユニット独自の要素技術は、さらに実用化、標準化に向けた研究開発を進め、特に「コヒーレント技術」に関しては、更に関連企業と協力して進めることが望ましい。

I-2-(3)、I-4-(3)、Ⅲ-1-(3) (再) ナノエレクトロニクス研究部門 [ユニット戦略課題1] シリコンナノデバイスの研究開発 3.4

シリコン半導体の更なる微細化を可能とする新規な材料、プロセスを開発し、それを基にした新機能、新原理シリコンナノデバイスの実現、並びに、集積回路化により、更なる低消費電力化を実現するための研究開発を進めている。

独自技術を進めて、デバイスメーカーに対して明確に技術的方向性を示し、装置・材料メーカーを通して日本の強みを強化する方向は適切である。技術的優位性は高く、FinFET（フィンゲート型電界効果トランジスタ）におけるオン電流ばらつきの要因解明、世界最小特性ばらつきのアモルファス金属ゲートFinFETの開発など、優れた成果を多く挙げている。多くのプロジェクトに参画し、TIAに貢献している。将来日本の半導体企業が復活する日のため、世界トップレベルの日本のコア技術を継承する意味でも価値がある。

ただし、超微細集積回路の開発は産総研で担うには設備と人員に不足がある。優れた研究成果の使い道が見えにくくなっており、シリコンフォトニクス以外にも出口を明示することが必要である。半導体チップメーカーに対しても魅力があるようなデバイス構造やプロセスに挑戦することが求められる。成果発信は国際会議での発表が中心になっているが、論文発表にもより積極的に注力する必要がある。

今後の研究の方向性について、新機能・新原理デバイス技術にシフトしつつあることは妥当であるが、まだ萌芽的な段階が多く、将来の潮流となるプロセス技術やデバイス化技術をできるだけ早く見極める努力が必要である。一方、“More Moore”（スケーリングCMOS）の本流技術については、そのインテグレーション設備が産総研内で揃わない場合の方策を検討し、海外企業との連携に対するスタンスも含めた産総研としての戦略的判断が求められる。日本がこの分野を維持できるよう、若手研究者への技術継承の役割も期待する。

I-2-(3)、I-4-(3)、Ⅲ-1-(3) (再) ナノエレクトロニクス研究部門 [ユニット戦略課題2] 新材料・新構造インテグレーションの研究開発 3.6

微細化以外の手法により半導体デバイスの低消費電力化及び高機能化を実現するため、新材料や新デバイス構造の研究開発を進める。これまでに開発してきたコア技術を活用して、(1)シリコン上の異種材料集積化技術、(2)低電圧動作CMOS技術、(3)X線撮像デバイス技術、(4)FeFET（強誘電体ゲート電界効果トランジスタ）を用いたNANDフラッシュメモリー技術、(5)相変化材料技術、を研究している。

萌芽的研究から応用研究に及ぶ幅広い課題を展開しており、それぞれ明確な目標のもと、内外と活発に連携し、世界的に優れた成果を発信している。異種材料集積技術と新規不揮発メモリー集積技術は、傑出した独自の製造方法をうまく確立できれば日本産業の強みとなる可能性が高い。ゲルマニウムとⅢ-V族半

第3章

半導体は現時点では世界レベルを追い続けることが大切である。相変化メモリの研究は、独創性もパフォーマンスも高く、優れた成果を挙げている。フィールドエミッター技術を用いた医療用X線撮像デバイスの研究は、シーズとニーズがマッチした理想的な流れで展開している。

ただし、方向性がやや拡散しており、競合研究機関との定量的な比較を含むベンチマークを示し、日本としての強みと最適なターゲットを特定し、スピード感をもって推進することが望まれる。X線撮像デバイスについては、感度の目標値を明確にして実用化レベルまで完成させる必要がある。

今後、シリコンと異種材料の集積技術について、“More than Moore”の方向性を強化してロードマップに明示するとともに、保有コア技術の位置付けをより明確にし、今後の応用の視点から、外部を巻き込んで開発を推進することを期待する。不揮発性メモリについては、早期の実用化につなげるため、重点化すべき技術を選定し、リソースを集中する時期に来ていると考えられる。

I-2-(3)、I-5-(1)、III-1-(2) ナノエレクトロニクス研究部門 【ユニット戦略課題3】半導体設計・製造技術の研究開発 3.3

半導体製品の多様化に対応するため、極低消費電力集積回路システム及び多品種少量生産技術の産業化をアウトカムに設定し、これまでに開発してきたコア技術を活用して、(1)3次元実装技術、(2)低消費電力FPGA（プログラム可能な論理ゲート集積回路）チップ技術、(3)ミニマルファブシステム（半導体チップの局所クリーン化生産システム）、の技術開発を行っている。

3次元実装技術は、放熱とインターコネクトという基幹技術を取り上げていることは時宜を得ており、高熱伝導ヒートスプレッダーやウェットエッチング加工などの成果が評価できる。低消費電力FPGAについては、以前よりも現実に近づいた目標設定であると認められる。独自の構想に基づくミニマルファブに関しては、粘り強い努力の結果、多数の民間企業を巻き込んだコンソーシアムと技術研究組合の体制が整い、実際に各装置の開発が加速され、産業界からの注目度も高まるなど、ハイリスク・ハイリターンの研究をビジネス展開まで考慮しながら推進している点が高く評価される。

ただし、このユニット戦略課題の大きさに比べてリソースが限られており、担当する3つの研究チームが個別に活動していることも課題であり、内部及び外部との連携をさらに強化することが望まれる。論文発表による成果発信も、より精力的にかつ積極的に行うことが必要である。3次元実装技術は熱を含むシミュレーションなどにより力を入れる必要があり、ミニマルファブは具体的な素子、マスク枚数、プロセス工程数を仮定して実用性を議論する必要がある。

今後は、市場変化に対する予測と研究開発の達成目標を含むマイルストーンをより明確にし、最終目標と産業界へのアウトカムを提示することが望まれる。半導体設計という観点からは、FPGAなどのツールのなものだけでなく、新しいデバイスを出現させるようなアーキテクチャの検討も重要である。ミニマルファブは、中小企業やこれまで半導体になじみのない領域にも大きく広がる可能性があり、そのためには少量多品種生産が可能である利点を最大に生かす応用をできるだけ早く特定し、利用のための設計・シミュレーションのサポートも検討し、成功例につなげることを期待する。

I-3-(1) 環境化学技術研究部門 【ユニット戦略課題1】再生可能資源を利用する材料・プロセス技術 3.8

国際競争力のある産総研独自のバイオ由来化学品生産プロセスの確立を目指し、各基盤技術の確立を図るとともに実用化指向の全体プロセス設計・評価を行っている。具体的には、バイオエタノール等の低級アルコールをオレフィン等の有用化合物に変換する触媒や製造プロセスの開発に加え、バイオ法と化学法のベストミックスによる基幹化学物質（有機酸等）や機能性素材（バイオ界面活性剤等）の量産技術に取り組み、これらバイオベース化学品の用途開拓も進めて幅広い産業分野への導入を目指している。

化石燃料からバイオ資源型への移行は現代社会及び産業界の要請を反映した的確なロードマップ、アウトカムとなっており、研究ユニットの特徴を生かしたバイオ法と化学法のベストミックスの考え方は現実的で、評価できる。固体酸触媒を用いるバイオエタノールからプロピレンへの変換で効率40%のプラント稼働を成功させるとともに、バイオプロセスに特徴的な光学活性品の製造にも可能性を示している。

一方で、プロピレン収率35%以上といった数値目標の難易度・現状の国際水準との対比は示されていない。ビジネスにつなげるには、石油化学と比較したコスト目標設定が重要である。現時点の達成度の算出根拠や副生グリセリンなど原料の安定調達性なども不透明である。純化学工業は精製された原料を要求するのに対し、微生物による変換では精製度が低くても対応できることなど、バイオ法の特徴や優位性はもっと強調できる。グリセリン酸やレブリン酸からの化学品合成が環境負荷低減になるのか、LCA的な評価をあらかじめ示す必要があるし、産総研がどこまでスケールアップをやるべきかは議論がある。

バイオリファイナリーは重要な研究開発であるが、今後、石油、天然ガス等の価格変動で評価が急転す

る可能性もある。定期的に目標を見直しつつ、確固とした信念による研究開発継続が望まれる。実プロセスで不純物の処理など現実的な問題に対処することは重要である。産総研内のバイオマス化学研究連合が強気に発展することを期待する。雇用も含めた産業構造の改革や海外への技術移転の上で、基幹物質の持続的製造プロセス確立は極めて意義深い。我が国の産業目標としてのビジョンを示して、内外へのアピールを期待する。

I-3-(2) メタンハイドレート研究センター [ユニット戦略課題1] メタンハイドレート資源生産技術の開発 4.3

メタンハイドレート資源生産技術の開発について、①メタンハイドレートの生産レートの向上と安定な生産技術の確立を目指した「高度生産手法の開発」、②安定な操業技術の確立と社会受容性の確保のための「地層特性評価技術の開発」及び③信頼性のある生産性予測技術を確立するための「生産性予測技術の開発」を主要研究課題として取り組んでいる。

海洋産出試験に向けた技術開発はロードマップに沿って順調に進捗しており、生産性の向上のための技術開発も適切であり、実施の段階に到達した。特に減圧法による生産技術開発は成果を挙げ、大型産出試験装置によるシミュレーションの検証も進めつつある。また、地層力学挙動解析シミュレーターの高度化と高速化が図られ、坑井周辺地層の力学的挙動の理解がより進んだ。

一方、海洋産出試験や大型試験装置の結果については、積極的に試験の実態や成果を公開し、我が国の技術の優位性を世界に示すことが重要である。また、石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)、企業、大学との密な連携の継続及び環境影響評価への対応が今後求められる。なお、大型装置の維持管理費については、今後多額の予算が必要と思われるので、適切な対応が求められる。

今後、海洋産出試験や大型試験装置を活用して得られた結果を積極的に公開し、我が国の技術の優位性を世界に示すことを期待する。また、内外の情勢の変化、及び海洋産出試験の着実な成果と新たに表出する課題に対して機動的に研究計画を見直し、2016年以降、さらに長期の産出試験を通じた技術課題の解決とコスト削減に向けて、長期的な視点に立脚した技術課題を明らかにしていくことを期待する。

I-3-(2) メタンハイドレート研究センター [ユニット戦略課題2] ガスハイドレート機能活用技術の開発 3.9

メタンハイドレート資源開発の経済性を総合的に高めるため、資源開発の研究基盤となるガス包蔵特性、力学特性、熱特性、包接分子選択性、相平衡特性など、物理的特性の解明に向けた研究に取り組み、それらの研究成果を応用した新産業の創出によって資源開発の経済性の向上を目指す。

天然ガス輸送貯蔵媒体としてのハイドレート及びセミクラスレートによるガス分離／精製技術に関する研究は進捗しており、民間企業との共同研究により実用化に結びつく多くの成果を挙げている。他の課題についてもロードマップに沿って研究を進捗させており、論文、特許などに成果を挙げている。

一方、天然ガス輸送貯蔵媒体としてのハイドレート及びセミクラスレートによるガス分離／精製技術については、世界的な研究動向の中で、本研究ユニットの独自性と優位性を明示する必要がある。また、本課題は研究対象が幅広いので、研究資源を考慮し、研究が発散することのないよう留意が必要である。

今後、ガスハイドレート産業創出イノベーション(GHIC)などを通じた民間企業との連携を積極的に進めて実用化につなげ、早期の技術移転や特許等の獲得などの成果に期待したい。また、ハイドレート応用技術は様々なアイデアをもとにして研究開発が進むと考えられるので、現在進めている技術以外に、メタンハイドレート資源開発の経済性を高める技術や新産業創出につながる展開にも期待する。

I-3-(2) エネルギー技術研究部門 [ユニット戦略課題5] エネルギー資源変換技術に関する研究 3.8

クリーンコールテクノロジー(CCT)の中核技術として石炭火力を中心とする利用技術の低炭素化を進めることが喫緊の課題である。このため大規模発電用ガス化システム開発に資する基盤技術を開発している。さらに、低品位炭から灰分を除去した無灰炭の製造技術を開発するとともに、それを用いた高効率低温触媒ガス化技術の開発を進めている。

「エクセルギー再生産」という概念はそれほど新しくはないが、これを大規模スケールで実現しようとするのは貴重な取り組みであり、基礎と応用の両面から着実に研究を進めていることは評価できる。石炭のデータベースセンター、石炭中微量元素の分析方法の標準化等、産総研ならではの内容で、外部との連携も適切である。

一方で、民間でもガス化の技術開発は進んでおり、産官学の役割分担をもう一度確認する必要がある。他機関との比較の上で産総研の強みとする基盤技術とは何か、実用プロセスのどこに位置付けているかを

第3章

明確にし、民間では踏み込めない領域に特化した技術開発を進めるべきである。プラント内部は相当の高温でかつ研磨剤に等しい粒子が高速で循環することから、性能目標を明確にし、メンテナンス、寿命、更新を含めたコスト試算も必要である。

石炭ガス化複合発電（IGCC）やIGFCはコスト高であるが、熱技術として技術基盤を底上げするポテンシャルを有する。現時点では発電コストには必ずしもこだわらず、化学エネルギー再生ならではの価値や目標の設定が望ましい。大型炉の設計技術やエンジニアリング技術も必要で、適切な連携が求められる。非在来型資源への応用や、コストダウンによる発展途上国向けビジネスとしても有望であり、海外との共同取り組みを期待する。

I-3-(3) サステナブルマテリアル研究部門 【ユニット戦略課題1】レアメタル等金属の省使用・代替材料の開発 4.3

限りある資源をより広く効果的に利用できる社会の実現を目指し、レアメタルの機能を代替できる材料の探索ないし構造の造り込みを中心に、低環境負荷・省エネルギーを出口とした素材・部材及び周辺技術の開発を企業と連携しながら行っている。

経済産業省のレアメタル確保戦略に基づいて定められた代替材料開発の研究課題について、開発目標をほぼ達成し、実用化レベルに達していることが高く評価される。ほとんどの重要なレアメタルをカバーし、産総研のもつ総合力を活かし、分野融合型研究ハブの中心として機能しながら、材料設計からプロセス技術までを担当し、目標値をクリアしてきている。個々のテーマでは、世界トップレベルの実用化技術の開発に成功しており、特に、サマリウム鉄系磁石の開発によりジスプロシウム添加ネオジム磁石代替の可能性が出てきたことは顕著な成果である。展示会やシンポジウムなどで積極的に成果のアピールを行っていることも評価できる。

ただし、個別テーマは目標を達成しているものの、それらの成果から次の展開の芽が充分に出ていないこと、及び、企業が事業化するまでの技術移転が公的支援なしでは継続できないことが課題である。産業化へのハードルを越えるためには、具体的な実現コストを評価する手段やコスト指標を示すことが望まれる。なお、サマリウム鉄系磁石はレアメタル対策としては過渡的なものであり、早急に希土類を使わない次世代の磁石の開発に取り組むことが必要である。

今後も高い研究レベルを維持し、目標を達成していくとともに、研究成果を大きなアウトカムにつなげるため、企業との実用化フェーズの研究開発の発展を期待する。省レアメタル・代替材料の対象範囲を広げ、低コストの視点を強め、より特徴ある材料を開発することが必要である。当初目標を達成した省タングステンについて、次の目標設定を独自の調査と技術シーズで提案することが必要である。使用量削減だけでなく、リサイクルまで考慮した戦略に基づいて開発を進める必要がある。個々のテーマの推進に加え、共通する基盤的な技術の蓄積、開発した各要素技術の特許やノウハウなどを知的財産として確保していくことや、国際標準化活動も重要である。

I-3-(3) 環境管理技術研究部門 【ユニット戦略課題3】リサイクル技術の開発 3.7

「循環型社会」を実現するという政策ニーズに対応した先端技術開発を実施する。このため、国のレアメタル確保戦略に基づいて、未利用資源活用及びリサイクルを推進し、資源最適利用システム構築並びに戦略的希少元素安定供給に貢献するための研究を進める。

電子素子類の気流選別システムは風速分布制御に関するユニークな着想を含むなどレベルが高い。ハードディスクドライブからネオジム磁石を選別回収するセパレーターを実用化するなど、戦略メタル国内資源循環プロジェクトの開始・先導において、生産技術側にまで踏み込んだ見直しとシステム化を目指している点も評価できる。また、有機資源循環利用においても、経済性評価を実施してメリットを明らかにし、「有機資源循環利用－再資源化ガイドライン」を策定し、開発途上国へも国連組織を通じて提案する予定であることや、震災復興の現場で有害物質を含む廃棄物の適正処理に当研究部門の技術をいち早く応用できた事なども評価できる。

一方、どのようなアウトカムか、その見通しが必ずしも明確ではない。レアメタル、レアアースの回収は、既に数多くの機関で研究されているテーマであり、開発技術と他技術とのコストや性能の比較を明確に示す必要がある。また、廃棄物の適正処理に関しては、スケールアップファクターも含めて明確にし、産業界と連携し、特に家電製品に用いられる部品は、小型化・複雑化が著しく、リサイクルを難しくしていることから、よりターゲットを絞った効率的な技術開発を目指す必要がある。

現状では個人研究がベースで線が細い印象がある。今後研究の進捗状況等により、ポスドクなどの人的資源を集中投入するなど、組織的に取り組むことが重要である。また、リサイクル技術の開発については、生産メーカーとの連携が必要であり、リサイクルの立場から生産メーカーに働きかけるとともに、広く企

業、自治体、大学を取り込んだ活動を期待する。さらに、今後は製品設計の段階から、リサイクルされることを意識して設計・製造されるようにしてゆくための指針等の作成の面でも、当研究部門の貢献が期待される。

I-3-(3)、I-6-(5) 安全科学研究部門 [ユニット戦略課題3] リスクトレードオフ評価・管理手法の研究 4.0

経済産業省の技術戦略マップ2011年の化学物質リスク評価・管理技術開発に係わる技術ロードマップでは、2010年頃から2020年頃までは化学物質管理の第3世代と位置付けられている。この技術マップに対応して、化学物質間のリスク（代替物質のリスク等）のトレードオフを考慮したリスク管理手法、データ等の不確実性を前提としたリスク管理手法、分解や反応生成（生体中含む）を考慮した環境中運命モデル、製品からの直接暴露の評価手法等を重要課題に設定し、技術開発を行っている。

暴露解析モデル・ツール、ヒト健康及び生態影響評価手法、リスク評価・管理手法、多様なリスクの解析・統合化手法を開発しており、限られた試験結果でも評価ができる手法開発（種感受性分布推定等）は、化審法（化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律）におけるリスク評価に対して強力な支援ツールである。また、iAIR（室内暴露評価ツール）を含む暴露評価モデルはPCでダウンロードできるので、多くの自治体、民間団体、研究者が採用している。ヒト健康及び生態影響評価手法についてはガイダンス文書を取りまとめ、公開している。

一方、高い専門知識のないユーザーであってもモデル・ツールを自主的に使用でき、行政でのリスク評価・管理が進展するように、入力パラメーターの簡素化等の改良が必要である。また、リスクトレードオフは結論を簡潔に強調するよりも、その手順に内包される不確実性の丁寧な解釈が重要である。目標やベンチマークについては精緻なモデルに入り込むのではなく、ユーザーの多様な要望に対処できる開発が求められる。

今後は、有害性推定手法や曝露評価モデルは他の行政機関でも類似する研究を行っているので、ツールの乱立でなく、国内モデル統一の牽引役を期待する。また、化学物質の大気と水におけるリスク評価はますます重要になってくるので、その方向性を柱に研究を推進することを期待する。一般国民にはリスクトレードオフの概念が浸透していないので、その意味を社会に広く伝える努力が必要である。

I-4-(1)、Ⅲ-2-(1) (再) 先進製造プロセス研究部門 [ユニット戦略課題4] 無機・有機ナノ材料の適材配置による多機能部材の開発 3.6

異種材料をナノレベルで融合することで従来の無機及び有機等の単独材料には無い多機能を有する部材（ハイブリッドコンポーネント）の製造技術開発が求められている。そのようなニーズに対応するため、セラミックス、金属、ポリマー、シリコン等の異種材料のマルチスケールでの適材配置による多機能部材の研究開発を進めている。

自動車の軽量化は環境対応のために重要な課題であり、材料置換による車体の超軽量化を考慮して設定された研究目標は適切なものと評価できる。また、異種材料を混在させて活用する際の課題（接合／融合／適材配置等）を把握しており、最も重要な技術要素であるマルチスケール接合・融合化技術について、各多機能部材に対応した技術開発を推進した。これによりマイルストーンを前倒して達成したことは評価でき、優位性も高い。

一方、ミニマルマニュファクチャリングにおける本ユニット戦略課題の位置付けが不明確である。また、具体的なターゲット産業や製品をイメージし、実用化に向けた目標設定と達成度を明示する必要がある。

今後の方向性として、企業ニーズに十分配慮し、異種材料の接合・接着技術と革新的な高速／低コスト成形プロセス研究を推進する必要がある。また、マトリックス樹脂の高熱伝導化によるCFRP（炭素繊維強化プラスチック）の高速成形に関しては、目標とする成形時間から熱伝導率を逆算して材料の目標を明確にすることで開発の進展が期待できる。

I-4-(1)、Ⅲ-2-(1) (再) ナノシステム研究部門 [ユニット戦略課題1] 高予測性シミュレーション 4.2

「理論シミュレーションに基づくR&D加速事例の増加」をアウトカムとして設定している。ナノシステム材料の高予測性設計に必要な理論・アルゴリズム・プログラム等の高い理論的研究、及び企業で行われる技術開発に近い視点を持った研究により、IT、環境・エネルギー分野のナノシステム新材料・デバイスの開発に寄与するロードマップが描かれている。低電圧駆動ナノデバイス、有機フレキシブル熱電素子、高性能磁石などをマイルストーンとして設定している。

戦略課題のアウトカムに向けた「テクノロジーブリッジ」としての役割が明確に現われている。著名な

第3章

国際誌に多数論文を発表するなど、質の高い研究を遂行している。また、本課題の研究者主導で、文科省、JST、NEDO、所内戦略予算などの競争的予算を多く獲得していることは高く評価される。

一方、新現象の予測等で実験を先導できる提案型の理論・シミュレーションを目指すことが望まれる。理論計算から予測されその有効性が証明された材料やデバイスの知財確保に努める必要がある。「テクノロジーブリッジ」としての役割を果たした事例は、本研究ユニットの成果としてより積極的に発信することが望まれる。

今後は、最先端分野に取り組んでいる外部の研究部隊とも積極的に交流を進め、研究ユニット内外で実施される実験をドライブするような影響力を発揮することが期待される。さらに、より付加価値の高い製品・材料開発に結びつく課題を選択し、シミュレーション技術による開発支援が求められる。

I-4-(1)、Ⅲ-2-(1) (再) ナノシステム研究部門 [ユニット戦略課題2] ソフトマテリアル 3.8

光機能性分子・超分子・液晶・高分子・ゲル・コロイド等、機能性ソフトマテリアルに関連する広範な研究者を擁し、階層を越える自己組織化理論と階層シームレスのシミュレーション研究では国内外を先導した実績がある。これらの人的優位性を統合的に活用し、革新的な材料やデバイスの設計開発を通じて次世代のグリーン・イノベーションに貢献する研究開発を進めている。

昆虫のような柔らかいロボットを最終的なアウトカム目標に設定し、機能性ゲルを用いたソフトアクチュエータ、自己修復材料、易解体材料等の技術的マイルストーンを配置したロードマップは適切である。マイルストーンに設定されている技術的課題に関して、国内外の他機関との比較・優位性が適切に評価されている。光による可逆的な反応に基づく再利用可能な材料開発、有機電界発光素子、微細な溝に閉じ込めた液晶の新たな配向構造の発見、球状錯体の形成過程の解明など、世界トップレベルの成果と、特許などのアウトプットは高く評価される。

大きな成果が着実に出ている半面、将来の大きな展開につながる革新的な研究も同時に進める必要がある。ソフトマテリアル自体にまだ多くの基盤研究要素が残っており、もう少し設計合成などの物質科学的研究にも力点を置く必要がある。また、産業界、あるいは他部門との連携でどのような応用の可能性があるのか、出口へ向かってのシナリオを描くことが重要である。

今後、出口に近いフェーズにある研究は、産業界や応用研究を行っている他の研究ユニットとの連携をはかり、産業化へのシナリオをより具体的に描きながら進めること、またその際には、できるだけ早い段階で製品に求められる特性や仕様を把握し、コスト意識を持って進めることが期待される。

I-4-(1)、Ⅲ-2-(1) (再) ナノシステム研究部門 [ユニット戦略課題3] 高付加価値ナノ粒子 4.2

高付加価値ナノ粒子は、その生産速度とストック中の再凝縮がネックとなり産業応用が進んでいない。本戦略課題では、オンデマンドで必要量を生産する技術を開発することで、グリーンデバイス製造プロセスへの本格的な応用を図る。また、ナノ粒子の高付加価値化とその利用技術の開発により、グリーン・イノベーションへの貢献や国際競争力強化などを目標としている。

これらの目標達成のため、アウトカムを中長期的なものとして短期的なもの2段階を設定し、それに応じたロードマップ及びマイルストーンの設定は、研究の展開をより具体化するものとして妥当である。プルシアンブルー（PB）型ナノ粒子を応用したCs汚染物回収プロセス技術の開発は既にも実証試験にも成功しており、原発事故対応という緊急性に答える集中的な取り組みとして高く評価される。

ナノ粒子合成・改質から塗布・パターンニングまでを一貫してオンデマンドで行うシステムの構築が、どの様に具体的な産業に寄与するのかロードマップで示すこと、またベンチマークでは、相応・類似する研究・技術開発を行っている国内外の競合機関との質的比較をすることが必要である。

今後は、Cs回収大規模プロジェクトで開発した技術を速やかに企業に橋渡しし、新たな次の展開に挑戦することが期待される。

I-4-(1)、I-4-(2)、Ⅲ-2-(1) (再)、Ⅲ-2-(2) (再) ナノシステム研究部門 [ユニット戦略課題4] CNT・革新デバイス 3.5

金属型と半導体型の単層カーボンナノチューブ（CNT）を高効率で連続的に分離する技術、ナノギャップ電極間で生じるスイッチ現象を利用した不揮発性メモリ、エバネッセント光（近接場光）— 伝搬光変換を可能とするV字溝型ナノ構造について、基本的な特許を取得している。今後実用化に至るまでには、単層CNTの非侵襲かつ高収率での分散、不揮発性メモリの高度集積化、V字溝型ナノ構造の最適化とその大面積化・低コスト化などの課題が残されており、現在その解決に向けて企業と共同で橋渡し研究が進められている。

将来の産業創出につながる集積回路、メモリ、LEDなどの開発に資するロードマップが描かれている。そこに示された技術開発要素毎の道筋は、計画の中期と最終にマイルストーンを設定し適切である。LED高効率光取り出しに全反射を利用する技術、さらに、金属のみをチャネルに利用したナノギャップ不揮発性メモリ技術、用途別CNT分離技術など、従来にない革新的な産総研独自技術を多数開発した。これらの成果は、著名な国際誌を含む多数の論文として発表し、また特許出願も意欲的に行っており、高く評価できる。企業や技術研究組合との連携も積極的に行われていると認められる。

一方、アウトカムに向けた展開シナリオが弱い。CNTの金属・半導体分離技術の開発は、低コスト化による産業化の可能性追求を加速する必要がある。ナノギャップはTIAで進めているナノエレクトロニクス技術研究組合の中に組み込むなどして、他の類似技術とのベンチマークを行い、どう進めるべきか検討が必要である。LED高効率取り出し技術も企業への技術移転を積極的に進める必要がある。

製品化アウトカムのフェーズにおいては、研究ユニット内連携に留まらず、より応用的な研究ユニットや産業界との連携が必須であり、特許戦略、知財管理に十分留意しながら、精力的な研究及び実用化展開が期待される。

I-4-(2)、Ⅲ-2-(2) (再) ナノチューブ応用研究センター [ユニット戦略課題1] カーボンナノチューブの実用化・産業化・標準化のための研究開発 4.5

スーパーグロース合成法並びに改良直噴熱分解合成(eDIPS)法をコア技術として、「単層CNTを用いた新産業創成」をアウトカムに設定し、単層CNTの量産化技術、構造制御技術、薄膜化技術、成型加工技術などの開発を進めるとともに、ゴムや金属などとの融合技術、フィルムエレクトロニクスへの応用技術などの用途開発を推進している。技術要素毎にロードマップを策定するとともに定量的なマイルストーンを詳細に設定している。また、ベンチマークでは、各要素技術について国内外の競合研究機関を明示し、優位性や特徴を把握している。

アウトプットとしては、スーパーグロース法では、用途開発を加速化するため単層CNT量産技術(0.6 kg/日の実証プラント)の開発を実現するとともに、単層CNTの質の多様性に向けた基盤技術への取り組みとその知見は、今後の製品化段階において大いに利用されるものと高く評価できる。さらに、各種材料との融合による単層CNT複合材料(導電性ゴム材、導電性樹脂材、銅CNT複合材など)の開発など、数多くの優れた成果を挙げている。一方、eDIPS法では、CNT合成での反応機構の解明など基礎的な成果とともに、単層CNTの短尺化技術開発とこれを用いた塗布型トランジスタへの応用技術、電界誘起層形成法による金属半導体分離技術開発など用途開発に向けた成果を挙げている。特に、CNT電子特性のチューブ径効果の解明は、今後のチューブ製造技術開発に非常に重要である。

なお、スーパーグロース法では、用途に応じた製造段階において、欠陥の種類や数を原子レベルで制御するなどより合成技術の高度化が求められる。eDIPS法CNTを用いた薄膜トランジスタ開発では、競合材料である有機系材料と比較しながらCNTの独自性や特徴を明示することによって、CNTデバイスの優位性をより明確化することが必要である。

今後、国際的な視点での戦略をもって実用化への努力をすることを期待する。また、単一カイラリティチューブ作製に焦点を絞った独創性のある手法の開発にも着手するとともに、これらCNT特有の性質を利用した新規デバイス機能の探索にも期待する。

I-4-(2)、Ⅲ-2-(2) (再) ナノチューブ応用研究センター [ユニット戦略課題2] ナノチューブ複合材料の創製・産業化のための研究開発 3.7

CNT技術と有機NT技術の融合による「新バイオ産業育成への貢献」をアウトカムに設定し、カーボン/有機ハイブリッドNT技術の開発及び有機NTの実用化・産業化を目標に研究開発を進めている。ナノカーボンの構造制御技術、機能性有機物とCNTとの複合化技術並びに有機NTのテーラード化技術を技術要素として、ロードマップ及びマイルストーンを定性的に設定している。また、ベンチマークでは、各要素技術に関する国内外の競合研究機関との比較から把握されている。

アウトプットとしては、カーボン・有機ハイブリッドの機能性NT開発では、ペリレン(C₂₀H₁₂)内包CNTによるイメージングプローブの開発や薬物送達システム(DDS)応用に向けたナノホーンの生体内動態の定量解析の成功、難治性疾患治療を目指した経口剤への応用、CNTの遠赤外吸収帯の起源解明など、基盤的な研究成果を挙げている。一方、有機NT開発では、テーラード化技術を基に、抗癌剤など薬剤徐放機能をもつ有機NTの開発、タンパク質リフォールディング機能をもつ有機NTゲルの開発に成功するとともに、これら機能を利用した治療用コンタクトレンズへの応用など着実に成果を挙げ、評価できる。成果は、著名な国際誌への論文発表や特許出願で発信するとともに、国際標準化活動にも取り組んでいる。

なお、DDS応用では、既に製品として使用されている、あるいは開発段階にある多くのナノキャリア材

第3章

料との比較を念頭に置いて、NT特有のユニークな機能を見出すことも求められる。

今後、機能性NT用途開発で期待の大きな革新的DDS開発には、先端的材料研究のみならず、バイオ、ナノテク、素材、IT、イメージング、分析など多くの幅広い異分野研究者が連携する研究フォーメーションも求められる。また、CNTと有機NTの融合技術やシナジー効果によるNT特有のユニークな機能の創成を期待するとともに、CNTと有機NTの優位性を用途に応じて活かす研究チームの再編成も望まれる。

I-4-(2)、Ⅲ-2-(2) (再) ナノチューブ応用研究センター [ユニット戦略課題3] グラフェン系ナノ材料の研究開発 4.2

グラフェンによるレアメタル対策技術開発を通じて、「新規産業創成への貢献」をアウトカムに設定し、大面積グラフェン導電膜の開発を進めている。特に、本研究センター独自のマイクロ波プラズマCVD法をコア技術とし、大面積グラフェン合成技術及びグラフェン用途開発を主な技術要素として設定するとともに、ロードマップ並びに数値目標のあるマイルストーンを策定している。また、ベンチマークでは、各要素技術に関する国内外の競合研究機関との比較を明示しつつ、本研究センターの位置付けを提示している。

アウトプットとしては、マイクロ波プラズマCVD法による低温(300℃)合成グラフェン膜の高品質化を進め、目標性能(透過率87%、シート抵抗500Ω/sq以下)を達成するなど、先行するグラフェン開発グループに短時間で急速に近づく成果を挙げている。また、ロールtoロール合成技術を開発し、幅300mmの大面積グラフェン透明導電フィルムの合成に成功するとともに、技術研究組合TASCと共同で、グラフェン静電容量型タッチパネルの試作と動作確認にも成功し、評価できる。

なお、先行する熱CVD法に対して、低温製膜できるマイクロ波プラズマCVD法の優位性を確立するためには、低温下でのグラフェン成長における炭素原子や炭素クラスターの表面拡散問題など、成長過程の基盤的解明と知見の蓄積が必要不可欠であり、計測・分析グループとの連携強化が求められる。

競争の激しい開発分野でもあるため、今後、海外企業との連携も将来的には視野に入れる必要があるが、その際の研究開発戦略については、関係機関と十分に議論・検討を行うことが重要である。

I-5-(1)、Ⅲ-1-(1) フレキシブルエレクトロニクス研究センター [ユニット戦略課題2] プリントブルデバイス製造技術の開発研究 3.9

フレキシブルデバイスの省エネルギー・省資源・高生産性製造プロセス技術として、印刷プロセスに立脚したデバイス製造技術の開発を行い、特に、高精細・大面積・低温プロセスを目標に据え、実証デバイスの試作による実用化提案も目指している。

ロードマップはフレキシブルデバイスの製造に必要なプロセス技術が適切に設定されており、目標技術の数値化、マイルストーン、ベンチマーキング、開発課題の洗い出しも明確である。高精細印刷技術、低温プロセスでの金属配線技術など、すでに革新的な成果が出ていることが高く評価される。特に、酸素ポンプ技術を併用したスーパーインクジェット技術により線幅5μmの微細銅配線を作製した成果は世界最高水準にあり、シリコン太陽電池などへの波及効果も期待される。シリコーンゴム刷版を用いて0.5μm角ドットアレイの作製に成功したマイクロコンタクトプリント技術も世界最高精度であり、実用化に向けた展開が期待できる。

ただし、研究シナリオについて、研究センターの主要テーマである入出力インターフェースデバイス開発に向けてのプロセス技術開発と、その他の周辺・派生技術の研究開発とを区別して提示することが望まれる。高精細化、生産効率、高信頼性はトレードオフの関係にあるので、性能に関しては多元的に示す必要がある。試料調整においては、コロイド化学に属する分野も重要な研究課題となる。なお、プリントブル技術は万能ではないので、デバイスへの適用にあたっては、総合的観点から適切な選択を行うことも必要となる。

今後は、スーパーインクジェット法とマイクロコンタクトプリント法の相補関係を明示し、それぞれの技術の位置付けとターゲットとする用途開発をより明確にすることが望ましい。研究センター全体の目標であるデバイス開発の観点から、ユニット戦略課題1との連携を深めるとともに、技術研究組合JAPERからニーズに対応する課題設定も望まれる。特に、印刷プロセスの要である低温化・短時間化に関して、TFTの全工程の視点から課題抽出を行う必要がある。なお、この研究内容は独立した要素技術としても存在意義があるので、周辺の応用にも積極的に取り組むことも期待する。

I-5-(1)、Ⅲ-1-(1) フレキシブルエレクトロニクス研究センター [ユニット戦略課題3] 有機エレクトロニクス材料の評価基盤技術の研究 3.7

有機半導体・導電体・強誘電体などの有機エレクトロニクス材料について、基礎物性・薄膜プロセス等の材料基盤技術、並びに評価・標準化・計測に関する基盤技術の開発を行っている。特に、プロセス適合性をも

つ高性能材料の開発、材料の特質に立脚した革新的印刷プロセスの開発、及び高性能化に必要な微視的材料評価技術の開発を進めている。

基礎研究としては非常に高いレベルにある。インクジェット法、有機半導体層の新しいプロセス技術、ユニークな有機強誘電体材料、有機半導体層内のキャリア挙動の新しい解析技術など、学術的な面を中心に成果が挙がっている。特に、ダブルショット法による有機単結晶薄膜のインクジェット印刷技術を開発し、高品質薄膜成長により高移動度のデバイス性能を達成したこと、及び、ポリマー半導体の簡易製膜技術として、特殊なシリコンゴムスタンプを用いたプッシュコート製膜法を開発したことは、国内外から注目される極めて高水準の成果である。

ただし、研究センターの目標に対する本ユニット戦略課題の位置付けをより明確化することが必要である。「原理の産業技術化」を通じたアウトカムを目指しているが、効果を具体的な形で示しにくいおそれがある。研究ユニットの最重要課題に対してどのように貢献できるかを広い視点で再吟味し、たとえば、微視的評価技術の成果をユニット戦略課題2の印刷技術にフィードバックすることなどが求められる。

今後は、開発された成果、たとえば高移動度の有機FETを組み込んだディスプレイの試作など、見える形での提示を期待する。評価解析技術については、デバイス性能の高度化のため、材料及びプロセスにおける課題が明確な場合に有力な武器になるので、課題の明確化を先行させることが鍵である。なお、本テーマは独立したチームが担当するのではなく、産業基盤に向けてデバイスやプロセスを担当するチームの中で分担する体制も選択肢になりうる。

I-5-(1)、IV-1-(2) 電子光技術研究部門 [ユニット戦略課題2] 省エネ型パワーフォトニクス 3.8

コア技術としてのレーザー技術をベースに、次世代ものづくり技術としてのレーザー加工の開発を他研究ユニットとも協力して行うとともに、加工や計測の基盤技術としてのレーザー光源開発を連携させて推進している。

ロードマップは、革新的で産業応用に結びつくレーザー応用装置・機器の実用化を目指し、適切な技術要素がマイルストーンに設定されている。これまで培ってきた技術基盤に基づく研究ポテンシャルは高く、産業応用に結びつく有用な成果が出ており、外部研究機関との共同開発も積極的に進められている。また、計測応用面でも先端的研究が推進されており、超短パルスレーザーのサブフェムト秒領域での電界波形整形技術は最先端科学への利用も期待される。

ただし、ユニット戦略課題名の「省エネ型」の意義が分かりにくい。加工においてレーザーは一つの手段にすぎず、省エネという視点で他の加工方法と比較することが必要である。また、最先端の技術を先導しているわりには論文や特許の数が少なく、製品化を意識した研究開発としてはコストという観点でのベンチマークが不足している。レーザー光源については、先行するドイツなどの研究も含め、より詳細なベンチマーキングが求められる。

今後は、化学的・機械的なプロセスなど様々な応用を展望し、産総研内はもちろん、関連企業や外国研究機関などとの連携を一層深めて、成果の実用化を早期に目指すことを期待する。超短パルスレーザー光源などの基盤技術についても、最先端科学への利用を積極的に進めるとともに、出口イメージを意識し、企業との連携により実用化を目指す必要がある。さらに、研究部門としてレーザー光源の研究開発の位置付けを再検討し、電子と光の融合効果によるアウトプット、及び実用化の実績が出ることを期待する。

I-5-(1) 先進製造プロセス研究部門 [ユニット戦略課題1] 高性能セラミック部材と表面加工技術を用いた省エネルギー製造技術の開発 3.8

製造産業における生産からリサイクルに至るプロセス全体の省エネルギー化を図るために、素材、機械等の基幹産業を対象とし、熱利用の高効率化、低摩擦化、長寿命化等を可能とする高性能セラミック部材の製造技術、並びに素材材への表面機能付与プロセス技術等の加工技術の開発に取り組んでいる。

断熱機能部材、ナノストライプ摺動材等は産業応用が省エネに直結する技術課題であり、ロードマップにも無理がないものと認められる。また、革新的セラミックス部材等製造技術については、2倍以上の断熱効果というマイルストーンを、また、表面機能付与プロセス技術についても摺動面の摩擦低減20%というマイルストーンを2年前倒しでそれぞれ達成しており、その後も技術移転など実用化に向けた検討がされており、高く評価できる。いずれも世界初の成果であり、優位性は明らかである。

一方、アウトカムの表現はやや抽象的なので、現段階で想定される具体的な製品名や適用物の例示、有効活用モデルを作ることなど、適用後の効果、即ち産業界に与えるインパクトもイメージして推進することが必要である。また、2テーマともマイルストーンを前倒しで達成しているため、それぞれ新たなマイルストーンを設定しているが、革新的セラミックス部材等製造技術では実用化のための適用事例を想定し

第3章

具体的な手法を明確にすることが必要であり、表面機能付与プロセス技術ではナノストライプ材料を種々のDLC（ダイヤモンド状炭素）へと拡張し摩擦係数低減と耐久性・信頼性等を評価することが必要である。

今後の方向性として、蓄熱研究を電動車両の空調システムへ応用することが有効でありインパクトも大きいと考えられる。また、ユニット戦略課題における問題点を明確にし、次のステップである実用化研究についても分かり易く説明することが必要である。セラミックスの設計・寿命評価技術やDBの整備、標準化などロードマップでは表現しづらい産業基盤支援の活動にもリソースを割くことが望まれる。

I-5-(1) 先進製造プロセス研究部門 [ユニット戦略課題2] 多品種変量生産に対応できる低環境負荷型製造技術の開発 3.9

多様なニーズに応え、かつ、部材・デバイス・製品製造に関する省資源・省エネルギーに貢献するため、必要な時に必要な量だけの生産が実効的に可能であり、かつ多品種変量生産、生産歩留まり向上に対応できる製造基盤技術を確立するため、高速オンデマンド微細パターン形成技術や欠陥検出技術、環境対応部材のオンデマンド成形技術などの開発を進めている。

国内産業の空洞化、部品品質の確保など新たな課題が出て来ている状況を打破する施策として本ユニット戦略課題があると理解でき、研究の位置付けが明確な点が評価できる。オンデマンド関連課題のための3つの要素技術を世界に先駆けて開発し、レーザー援用インクジェット法、塗布光照射法、マグネシウム合金の溶湯圧延のいずれも今回のマイルストーンを達成しており評価できる。

一方、スピニング加工による成形技術の高度化は、構造最適化を組み合わせることでより付加価値のある商品を生み出す可能性があるが、産業界へのインパクトが不明確である。オンデマンド加工技術では、対応可能な上限のロット数や種類の数が重要なので、本技術の有効性を実証するため多品種変量生産システムの具体例を示してゆく必要がある。

今後の方向性として、直ぐに実用化につながるリペア技術や、開発のためのプロトタイピング・微小ロットの加工と、本格的な多品種変量生産システムとを分けて考える必要があり、前者では、関連産業の競争力強化に向けて積極的に発信する必要があり、一方、後者では、適用可能なロット数が生産性の向上（コスト削減）に伴ってどのように増加するかを明確にし、適用可能な業種を拡大してゆく必要がある。

I-5-(1) 先進製造プロセス研究部門 [ユニット戦略課題3] 資源生産性を考慮したエネルギー部材・モジュールの製造技術の開発 4.1

資源制約の受けにくい材料を用いる独創的なものづくり技術により、太陽電池、固体酸化物形燃料電池、蓄電池、熱電変換、超電導、動力変換等に関わるエネルギー部材・モジュール製造技術開発を進め、希少資源の使用量を少なくし、従来に比べて小型、軽量で同等以上の性能を実現する高度集積化製造技術や高スループット製造技術開発を展開している。

希少資源の使用量削減に関して、貴金属触媒を使用しないマイクロSOFC（固体酸化物形燃料電池）等を実現しており、資源拘束下でのチャレンジに拠る大きな成果は高く評価できる。次世代のリチウムイオン電池の開発に向けた新規材料開発等ではマイルストーンを前倒しして達成し、一部については企業へ技術移転を開始している点が評価でき、自動車用電池の高容量化と低コスト化が達成され実用化に近づくものと期待される。

一方、部材、最終製品の国際比較、見直しなどのポジショニングについて明示する必要があり、また、2030年からの実用化に対し、中間段階のマイルストーン等が設定されておらず、検討が必要である。また、電池関連技術については、世界的に研究開発が加速しており、一般のエンジニアにも開発の流れを俯瞰して理解できるような電池技術の未来予測と当該技術との関連を示すことが望まれる。

今後、早期実用化のためには、複数の課題の研究を並行して実施する必要があり、環境整備など他機関との役割分担の調整などでの貢献も検討する必要がある。もちろん、市場普及段階で先行者が敗北する場合もあるが、常に性能やコストの観点で勝てる技術開発を主導する必要がある。特に、蓄電池技術では産業界の意見を吸収しながら戦略的な知財確保や国策提言を行うなど、積極的な貢献を期待する。

I-5-(1) 先進製造プロセス研究部門 [ユニット戦略課題5] 製造分野における製品設計・概念設計支援技術の開発 2.7

機械やシステムの基本設計に必要とされる材料・部材の加工に対する信頼性、機械寿命、リサイクル性を予測するために、実際の運用を想定した評価試験と計算工学手法を融合したトータルデザイン支援技術を開発している。また、製品設計時に必要となる情報を設計上流段階から活用できるよう、構成材料、部材のプロセス技術、メンテナンス技術、環境負荷特性評価技術、収益性分析技術等を包含したトータルデザイン支援技術の開発により上流設計を強化し、製品設計時に必要となる情報・条件を確定するための設計手

法・設計環境を構築している。

技術伝承は早急な対応が必要な課題であるが、本ユニット戦略課題の成果を活かすことで、設計自由度の高い設計初期段階での検討に過去の知識を反映させることが可能と考えられ、産業界の課題に的確に対応しているものと評価できる。また、本課題でのトータルデザインは、機能が既知と仮定して、加工と寿命とリサイクル性の最適化に注視したものとなっており、経験者が少ない新しい機械要素材料への適用を想定したものであり、一見簡単そうでも実際には非常に複雑である。この課題に対してデザイン・ブレイン・マッピングツールを実装して全体を俯瞰できるシステムを構築したことは評価できる。

一方、本技術を多くの事例に適用し問題点を洗い出して改良することが望まれる。特に、企業からの意見を参考にデザイン・ブレイン・マッピングツールを改良することが必要である。また、方法論と成果については不明な点が多く、もっと、シンプルに、売れる新しい顧客価値のある新製品作りに役立つツールの開発という方向を検討することが必要である。

部品加工の信頼性、機械の寿命、リサイクル性予測を対象とした支援ツールの構築は世界的にも初めての試みであり、他のツールと同等に使用できるように早期の完成を目指すことが望ましい。本技術は、技術伝承と短期開発における検討不足を改善する優れた技術であり、その活用方法を、より明確に産業界へ伝える必要がある。

I-5-(1) 先進製造プロセス研究部門 [ユニット戦略課題6] 現場の可視化による付加価値の高い製造技術の開発 3.0

ものづくり現場の技術力向上、IT化促進、技能継承を支援することを目的として、製造現場の情報の流れの可視化と利便性の高い製造情報の共有技術、高効率・低環境負荷な加工技術の開発、ものづくりの技能・技術の抽出・解析・蓄積技術の開発、これら技能・技術を可視化活用する装置の開発を行う。

製造プロセスの高度化及び技能を継承するための、ものづくり現場の技能を可視化する技術、利便性の高い製造情報の共有技術、高効率かつ低環境負荷な加工技術の開発に取り組み、普及も主導的に行っている。構築した支援システムのレベルは非常に高く他国に対する優位性も十分にあるものと認められる。

一方、技術の共有化とノウハウの取扱いは難しく、ノウハウのデジタル化や誰でも使えることを強調し過ぎると、技術情報の流出に対する懸念が増大するが、実際には、自社のためのツールを意欲的に構築し、社内でプラットフォーム等を活用する風土を育むことが競争力強化に繋がることをより明確にする必要がある。

今後は、鑄造等では革新的な技術が期待されているのでミニマルマニファクチャリングに関する鑄造技術の高度化にも注力することが望ましく、開発早期化のための可視化支援やデータチェック（評価）プログラム等への指向へ研究内容を変化することが必要と思われる。また、対象となる製品によって、製造工程も異なり、必要な加工技術も異なるが、データベースやテンプレートの重要性は同じであり、本研究の考え方／コンセプトをより鮮明にした方が、発展性があると思われる。もちろん、現状のシステムの継続的なメンテナンス・改善も地道ではあるが大切である。

I-5-(1) 環境化学技術研究部門 [ユニット戦略課題4] 産業の環境負荷低減を図るレーザー化学技術 3.7

レーザー応用技術をベースに、光反応の特異性に着目し、ポリマー・ガラス・セラミックスなど様々な材料の化学特性に対応した光化学表面反応プロセスについて、省エネルギー型レーザー局所場処理技術として研究開発を推進している。具体的には、自動車等の輸送機器の抜本的軽量化に資する難加工性複合材料の革新的加工技術及び省工程オンデマンド加工技術の開発を行っている。

レーザー化学と材料のグループが融合して、分子構造・メソスケール構造を理解した新材料の加工技術を開発することは評価できる。レーザー加工技術を産業界の環境負荷低減に生かすべく、自動車製造工程に適用するためのタクトタイム（部材処理時間）として明確な目標を設定している。炭素繊維強化プラスチック（CFRP）など異質材料の利用拡大を予測した切断技術開発に加えて、基礎技術向上のための研究計画も同時に設定し、半導体製造への展開も視野に入れて微弱出力レーザーにも取り組んでいる。

一方、化学的手法を活用して得られる知見について、具体的な内容が掴みにくい。加工技術の現状と問題点などと対比の上で、研究開発の目標を示す必要がある。局所場技術の国内外に対する優位性や技術開発のスピード感も明らかではない。光反応にこだわり過ぎると、市場の小さい研究に陥る危険性がある。省エネや環境負荷低減については、他の課題と同じ指標での評価が必要である。

加工法と新規材料の開発は車の両輪であり、今後は研究部門内で他の研究課題、メンバーとのシナジーを考慮し、人材の融合も含めてユニークな成果を得ることを期待したい。所内の他の研究グループとの目的の違いや特徴をアピールするとともに、研究ユニット内連携を活発化し、相乗効果や研究の骨太化を期

第3章

待する。光化学反応利用の加工技術はシーズ指向的でもある。早い段階からオープンイノベーション型、また企業と組んで市場ニーズを開拓することが必要で、工作機械メーカー等との協調・競争も期待する。レーザーによる熱反応の解明や微弱出力レーザーの進展（解像度向上）にも期待する。

I-5-(2) 環境化学技術研究部門 [ユニット戦略課題2] 環境負荷物質の排出を極小化する反応・プロセス技術 3.9

反応過程で発生する副生廃棄物等の環境負荷物質の排出を極小化する化学反応システムを開発し、それによりクリーンかつ省資源・省エネルギーなプロセスによる高機能部材製造技術の開発を目指す。「過酸化水素による選択酸化技術」、「ナノ空孔反応場利用技術」、「ヘテロ元素系反応技術」のサブテーマからなっている。

過酸化水素による選択酸化技術は産業上の成果を挙げており、工業的な手法として一つの分野を確立しつつあることは評価できる。高付加価値製品合成のために、近年発達が著しいナノ空間材料を利用するとともに、リン、フッ素などのヘテロ元素を含む材料の新しい合成法を提案し、有機ケイ素は未来開拓プロジェクトとして研究の加速が期待される。新規に開発した難燃剤やフッ素系発泡剤もこの分野での優位性を示している。プロセスの無駄を示すE因子（副生成物量/目的生成物量）の低減を目指す価値は高い。

一方、ロードマップの目標設定では「化学産業」や「廃棄物」の範囲が不明確で、10%という数値の解釈が難しい。目標とする反応率や選択率についても掲げる数値の根拠、意義を明確に示す必要がある。用いる独自技術の内容や優位性に加えて、個別の研究成果の産業・社会へのインパクト、メリットがわかりにくい。E因子などGSC特有の指標で効果を示すことが必要で、最終目標値に加えて、途中経過でも評価がなされれば研究進捗の見極めにも有効である。CO₂からの有用化学品創出はマスコミ受けしやすいが、CO₂と反応できるのは化学ポテンシャルの高い（価格も高い）分子に限られる。企業サイドの評価に留意し、利点を冷静に検討して進めることが必要である。

今後、一般社会や産業界に存在感を示すには、「これができたらこうなる」というストーリーの平易かつ具体的なアピールが必要になる。どのような基盤技術を発展させていくかを明確にし、内外との協力を深めてほしい。有機ケイ素研究は画期的で、高度な構造制御による革新的な触媒の創出と、それに続く高性能部材の創出につながる。問題点を一つずつ解決して成功することを期待する。企業への個別のソリューション提供に終わることなく、技術として一般化する（科学/化学規則の提示など）より高い方向を目指すことが望まれる。

I-5-(2) 環境化学技術研究部門 [ユニット戦略課題3] 化学プロセスの省エネ化を可能とする分離技術 3.8

原理的に高効率な膜分離法及び産業分野で広く利用されている吸着分離に関して、膜素材・吸着剤の開発から、モジュール化・システム化・評価・解析などの性能実証までに必要なすべての技術を発展・融合するとともに、技術の用途開拓を積極的に推進し、広く社会に貢献することを目指している。

膜分離プロセスの評価解析手法として、圧力依存性を導入した基礎式は極めて実用的で、評価できる。適用分野が比較的想像しやすい技術であり、具体的なアウトカムの提示が明確である。企業への技術紹介や性能実証を容易にするために、自らモジュールや厚膜固定基板等を試作・提供していることも評価される。ヒートポンプ材料として新規ナノ吸着剤を開発し、低温でのデシカントサイクルを可能にしている。

一方、達成目標と企業のニーズの要求レベルの関係や他機関に対する優位性は明確ではない。例えば省エネ効果、装置コスト低減による投資効果、気体分離膜の必要性、市場性等を明示する必要がある。ナノ多孔質吸着材など、省エネ目標値は素晴らしいが、現状での到達レベルはわからない。各技術の産業インパクトと対比の上成果を評価することが重要である。

分離機能については、今後、もう少し基盤に戻った研究が必要である。現在は気体分離が中心であるが、水処理等も視野に入れた基礎的な取り組みを期待したい。ユニット戦略課題間や所内連携（コンパクト化学システム研究センターや先進製造プロセス研究部門など）から新たな基盤研究や応用展開が生まれる。これまで気体分離膜で真に実用化されたものはなく、気体分離膜をフィールドに定着させるため（実工場でのパイロット運転から）、企業の強力な共同開発体制が重要である。分離膜は対象や用途によってきめ細かなカスタマイズが必要であり、早い段階で産業界と接触し、実用化に必要な基準や仕様を把握することが望まれる。

I-5-(2) 環境化学技術研究部門 [ユニット戦略課題5] 先端化学材料の評価技術 4.0

化学材料の耐久性評価としての加速劣化試験法の開発、構造・機能評価法の高度化、材料設計指針の確立を推進している。加速劣化試験法開発では汎用耐候性試験装置を用い、OHラジカル等に関する大気化学

の知見を積極的に活用した独自の試験法を開発し、構造・機能評価法の高度化では多様な評価・分析装置を用いた新しい評価法を開発し、劣化機構の解明を目指している。材料設計指針の確立ではこれらの結果をフィードバックして、既存材料の改良や新規材料の創出を目標としている。

技術研究組合CEREBEAにおけるオープンイノベーションを支援する研究開発として、化学材料の耐久性等共通基盤的な評価研究を設定したことは、化学産業の国際競争力の強化につながり、評価できる。工業製品の評価基準は材料劣化による事故防止や高耐久化設計を促進するばかりでなく、世界の技術の先導にもつながる。公的研究機関の実施内容として、アウトカムは明確である。意識して多分野／異分野のメンバーを集める組織編成もよい。企業一社では提案が難しい評価方法もあり、新たな技術基盤づくりが期待される。水蒸気バリア性等の評価法はそれぞれ全く異なるが、劣化試験法などの開発と機能評価の高度化、さらにはその総体としての国際標準化というプロセスは集中することでスケールメリットが得られる。

一方、ユニット戦略課題としては当面所内ニーズに沿うかたちでも、ロードマップ等を早急に設定することが必要である。水蒸気バリア性のように、企業等で既に評価がなされているものは比較優位性を明確にする必要がある。モジュール性能（製造メーカーは非公開）と素材性能の関連が不明確な状況では本研究の出口は担保されない。その相互関係を明確にする仕組み作り（組織・運営・技術組合など）が当面の課題である。

今後は、開発した評価技術が国際的な標準規格、評価方法として認められることが最終ゴールとなる。個別の事情を抱えた産業界、研究組合、産総研との間の上手な協調・競争によりwin-win関係の実現を期待する。論理的な検討が必要な複合材料では、計算科学の支援など、大学を加えた総合的な検討体制もありうる。材料劣化の機構解明と制御は工業製品の品質と我が国産業界の国際競争力を高める。大学でも研究が少ないので、個別の事象の中に共通点を見いだすなど地道かつ果敢に挑戦し、理論を含めて学問としての体系化を期待したい。競合メーカーが参加する研究組合内では従来、踏み込んだ評価はできなかったが、個別共同研究等で補完できればより魅力的になる。単なる共同利用センターではない機能を強調してよい。多くの分野の研究者が関わり、分野融合促進も期待できる。ものづくりそのものではないので、携わる研究者のモチベーションを高めるために、新たなルール作りが望まれる。

I-5-(3)、II-1-(2)、III-1-(1)、I-3-(1)（再）健康工学研究部門 [ユニット戦略課題4] 細胞機能計測・操作技術の開発 3.9

遺伝子、細胞、情報、ナノテクノロジーなどの研究を統合し、健康・医療に関わる知的・技術基盤の形成と応用技術の創出を目指している。

的確なアウトカムを設定し、世界的に高く評価できる数多くのアウトプットがある。酸化ストレス、バイオマーカー高感度検出に関しては、量子ドットと表面プラズモン励起増強蛍光法をはじめとした特筆すべき成果も多い。酵母育種に関しても、着実に成果を挙げている。

一方、高感度検出技術では、競合する技術と定量的な比較が必要である。またロードマップには、より具体的な目標を設定しながら段階的にアウトカムに近づく流れを描き、それを担当者が共有することが重要である。

本ユニット戦略課題に含まれる研究課題は、いずれもシーズ育成的な基盤技術の開発要素を多分に含む。そのため産業界のニーズ把握に努め、適宜、ユニット戦略課題間や産総研内の連携を進めるとともに、必要があれば計画を組み替える柔軟性を持った研究推進が期待される。

I-5-(3)、I-5-(5)、I-3-(1)（再）生物プロセス研究部門 [ユニット戦略課題1] バイオプロセス基盤技術を支える新規微生物・動物・植物の探索技術の開発 4.2

未知・未培養微生物の分離培養並びにこれまでにない探索・培養技術の開発を行っている。また、極限環境微生物由来の新規有用遺伝子資源探索、微生物間相互作用の機構解明やシグナル物質の発見・同定・機能解明、及び微生物－動物（昆虫等）間共生に関する基礎的研究を行っている。

本ユニット戦略課題を推進する3つのグループは、対象とする生物資源は異なるがいずれも「画期的な技術革新に展開しうる新規遺伝子資源及び生物機能の探索、解明」を目指した研究を展開し、着実な進捗を見せている。特に、微生物と他の生物との共生関係に関する基盤研究では、昆虫に農薬耐性を持たせる共生細菌の発見や昆虫が共生細菌を次世代に伝える機構の解明など、新知見の発見及び著名な国際誌への論文発表は高く評価できる。また、低温性真菌ライブラリーの充実とその活用研究は産業利用への展開が期待できるものとして評価できる。微生物関連の研究では、日本の中核的研究拠点として大きな役割を果たしている。

昆虫の先進的な研究成果からは、新たな応用展開が考えられる。それに関連した知的財産の取得や産業界との連携を促進するため、組織的な支援策を検討することが求められる。また、新規微生物関連の知見

第3章

の蓄積をはじめ、本研究部門の研究成果が社会で有効活用されるために、データベースや検索システムの構築など、ITとの連携についても、今後検討することが期待される。

I-5-(3)、II-1-(3)、I-3-(1) (再) 生物プロセス研究部門 [ユニット戦略課題2] 大量ゲノム情報時代に即応した遺伝子情報解析技術の開発研究 3.8

多様な環境下で生息する微生物・生物系集団を大きなゲノムプールとして捉えるメタゲノムライブラリー、メタトランスクリプトームライブラリーを高速で処理・解析する技術並びに目的遺伝子を活性として高いスループットでスクリーニングするシステムの開発を目指している。また、大量のゲノム情報を産業へ利用するための技術開発、特に生命情報特有のゆらぎや誤差などを考慮した情報技術処理技術の確立と実証を進めている。

大規模ゲノム情報に基づいたバイオプロセス設計や有用遺伝子探索、メタゲノムアプローチによる新規遺伝子資源の利活用などのアウトカムに向かって、現状の技術要素把握と必要な連携を意識したアプローチを続けている。この評価期間中には、セルロース系バイオマスの糖化率向上に有効な新規酵素の発見や二次代謝系遺伝子の高精度予測技術の開発など、次の展開に繋がる重要な進捗がみられた。本ユニット戦略課題で進めている研究開発は、民間企業で推進することが難しい課題への挑戦であり、それを大学、企業と連携しながら主導していることは高く評価できる。

一方、研究ユニット内での知的基盤整備に力を入れる必要がある。生産したデータを他のグループが効率良く参照する事や、構築したプロセスや生産パイプラインを産業上有効に活用するために外部と積極的に共同研究を推進することが望まれる。本ユニット戦略課題で推進する「有用遺伝子」、「有用酵素」、「有用プロセス」の探索・同定・利用で標榜する「有用」の社会的な根拠や要請を敏感に把握しながら、研究に反映させることが期待される。

I-5-(3)、I-3-(1) (再) 生物プロセス研究部門 [ユニット戦略課題3] 遺伝子組換え植物・微生物等による有用物質生産技術の開発研究 4.4

完全密閉型植物工場を活用し、遺伝子組換え植物を用いた機能性物質や医薬品原材料の生産基盤技術の開発、産総研で独自に開発した遺伝子サイレンシング技術（CRES-T法）を中心とした植物の転写制御改変技術を用いた新機能・新規表現型植物の作出技術の開発、及び遺伝子組換え等微生物を用いた機能性物質や医薬品原材料の生産基盤技術の開発を行っている。

いずれのサブテーマにおいても実質的な進捗が認められる。中でも世界初の閉鎖型遺伝子組換え植物工場での植物栽培方法の確立は特筆すべき成果といえる。産業化に向けての安全性試験内容の考案や各種認可申請に関してもノウハウを蓄積しており、高く評価できる。民間単独ではリスクが大きく産総研が民間と共同して取り組む価値がある課題である。産業化を通じた地域振興を実現している点も評価できる。

本ユニット戦略課題の中で植物と微生物による物質生産技術開発を目指しているが、サブテーマ間相互の連携や相乗効果が出るような工夫が求められる。植物工場の設置や医薬品原料生産に係る認可申請手続き等、研究開発以外の諸業務については、今後も研究者が必要以上に時間を取られないような配慮が研究ユニットに求められる。

いずれのサブテーマも、産業界との連携を一層強めることにより、実用化に向けた研究開発の加速を期待する。また今後安全性に関する議論の際には、フェイルセーフの考えに基づき、例えば非食用植物で生産することなど、研究部門内外の英知を動員し方向性を検討することが期待される。

I-5-(3)、II-1-(2)、I-3-(1) (再) 生物プロセス研究部門 [ユニット戦略課題4] タンパク・核酸・生体関連化学物質等バイオ関連材料開発とその応用技術の開発 3.7

核酸の効率的化学修飾技術、酸化還元酵素の電極上駆動技術、電気化学顕微鏡による1細胞動態評価技術の開発と実用化を目指している。また、糖鎖や生体機能物質の創製技術研究とそれらの利用展開研究、複合糖質の生合成並びに分析に関する基盤研究とその応用展開、不凍タンパク質等の生産技術及び利用技術の開発を行っている。

核酸医薬を目指した核酸の化学修飾に関する一連の研究では、企業との連携によりコスト意識を持った研究開発を進めている。各研究グループは、それぞれの分野で著名な国際誌への論文発表や特許などによる成果発信を行っており評価できる。

一方、ユニット戦略課題4は多くのサブテーマを包含しているが、全体として何を指そうとしているのか、ミッションのさらなる明確化が求められる。また、より具体的なマイルストーンの設定により研究遂行の手引きとなるロードマップが作成されることを期待する。本ユニット戦略課題は、比較的製品化への出口に近い部分を担っており、ベンチマークと市場ニーズの把握に努め、産業化へ向けた研究開発推進

を期待する。

I-5-(5) 環境管理技術研究部門 [ユニット戦略課題2] 有害化学物質リスク削減技術の開発 3.2

有害化学物質による健康リスクを低減し「安全・安心な社会」を実現するという政策ニーズに対応した先端技術開発を実施する。このため、環境触媒技術（化学系）、相変化制御技術（物理系）及びバイオ応用技術（生物系）と異なるバックグラウンドを有する研究員が協力し、各種産業プロセス、特に中小事業所から排出される環境負荷物質の高効率処理技術とともに、環境の浄化・修復技術を開発する。

ナノ材料の活用に特色があり、可視光に応答する空気浄化用新規光触媒の開発など、新規な研究が行われており、多くの学術論文が報告されていることは評価できる。また、PFOS類関連物質の分解・無害化の研究の進展と環境挙動の観測開始や、プラズマ触媒複合化技術による反応機構の解明と最適触媒探索・利用法、日本の環境に適した植物による土壌浄化の技術など、高い機能が期待される開発を行っていることも評価できる。

一方、全体として研究テーマの相互関係が不明確で、チームが一体となって目標達成へ向かっているように見えない。また、技術の独自性・独創性や国際競争力といった視点からの位置付けを明確に示す必要がある。有害物質削減技術の開発においては、適用施設、処理ガス量、経済性などの目標をはっきりさせ、マイクロ・ナノバブルにおいては、他の技術との比較も含めて、本技術の有効性を定量的に示す必要がある。

近年、土壌汚染対策法の関係で例えばガソリンスタンド跡地の処理など、現場には多くの課題が残されており、これら個別の技術開発に加えて、ユニット戦略課題全体のロードマップを整理すると、視点がより明確になる。また、有害物は分解することで二次的な有害物に変わることもあり、本質的な排出抑制技術の開発が重要となるので、ユニット戦略課題1の研究開発と共同でこれらの課題にも力を発揮することが期待される。また、福島関連の問題や海外の汚染地域の問題を研究ユニットとして協力して研究を行うようなテーマなども検討し、リスク削減技術のさらなる展開を期待したい。

I-6-(1) エネルギー技術研究部門 [ユニット戦略課題6] エネルギー技術評価に関する研究 3.4

持続可能な社会の構築に必要な革新的エネルギー関連技術にかかわるロードマップやシナリオの分析、評価、策定等を行い環境・エネルギー関連の政策立案等に貢献する。具体的には、エネルギー技術導入シナリオ分析・評価と、国際枠組みにおける緩和技術普及メカニズムの研究を実施している。

政策ニーズ対応研究であり、必ずしもマイルストーン等は明確ではないが、中長期的視点で国の施策に寄与する計画は評価できる。大震災で前提条件が大きく変化し不透明性の増大する現状下、公的で客観的なポジションで革新的エネルギーシステムの導入可能性評価を迅速かつ着実に推進している。重要で微妙な問題を含むが注意深く科学的に議論し、国内外の政策や標準化にも貢献している。

研究手法としては、MARKALというツールに依存しすぎている面があり、エネルギー総合工学研究所、三菱総合研究所、日本総合研究所等他機関のモデルと比較をした上で、長所・短所を加味した評価も必要である。研究成果は著名な国際誌に発表し、成果発信という形で国際社会に貢献する必要がある。

今後のエネルギー需給分析には複雑な国際情勢を踏まえたグローバルなデータベース構築と解析が不可欠である。経済産業省、国立環境研究所、地球環境産業技術研究機構、エネルギー総合工学研究所、民間シンクタンクその他、より一層の国際機関や海外の研究者との交流や積極的なコラボレーションが重要になる。中立な立場で経済学などとも組み合わせると、エネルギー戦略の切り札となり得る。体系的シミュレーションにもっと力を入れて、発言力の強化を図るべきである。政策提言に加えて、技術開発部隊を持つ自らの方針決定にも役立つような、他のシンクタンクにはまねのできないアプローチが望まれる。国際標準化での主導的立場も期待される。

I-6-(2) 安全科学研究部門 [ユニット戦略課題4] 新規社会システムのライフサイクル評価手法の研究 3.8

社会システムの個々の構成要素と環境問題の関係だけでなく、システム全体が与える新しい影響領域を評価する手法の検討を通じ、普及の見込まれる影響評価手法を開発する。ケーススタディを通じて、直接・間接影響の要因、重要な影響領域の抽出を行い、影響の定量化手法の確立を行う。これらの手法を活用して、国、地方自治体、企業、研究機関等と連携し、政策等に貢献する。

カーボンフットプリントやウォーターフットプリントのインベントリ・データを作成して実務面の成果を挙げることができた。LCAへの取り組みを基礎に素材と資源フローを展開して、産業主体や政府部門の利用に供することができた。影響評価手法の開発においては、従来の温暖化、エネルギー、オゾン層、有害化学物質に加えて、水・土地・希少資源にも注目し、興味深い研究を進展させている。

一方、インベントリデータベースについては網羅性を獲得して国内利用者向けの情報バンクとして運用

第3章

しているが、同時により独創的な研究も進め、特に英文での成果の発信に努めることが求められる。現状ではユニット戦略課題を構成するサブ項目が寄せ集めに見えるので、検討が必要である。また、新技術がもたらす社会への影響なども十分精査することが望まれる。

研究成果と評価手法を提示するだけでなく、国民・社会に行動変化をもたらす解決策、提言あるいは「研究者としての主張」に期待する。また、新規社会システムを対象とする研究は従来のLCA等の積み上げ型ではなく、より探索的でシナリオ構築的なフレームを必要とするため、技術イノベーションだけでなく、社会的要素の組み換え、社会実験を伴う実装、参加型観察をとまなう行動変容分析が必要である。

I-6-(3)、II-1-(1) ナノシステム研究部門 [ユニット戦略課題5] バイオ、ナノリスク 3.7

本ユニット戦略課題では、再生医療などをターゲットとした細胞の分離操作技術の構築を目指している。そのための要素技術となる、オンチップ細胞分離操作技術、細胞の足場材料として必要なバイオマテリアル技術、得られた細胞を足場材料とともに三次元培養し組織を構築する技術などの開発を進めている。また、ナノ材料の安全性は、社会的関心が高く、リスク評価と将来のリスク管理に向けた手法や技術の基礎的研究も行っている。

ナノリスク評価技術では、国際標準化を視野に入れて進めている点が評価できる。三次元細胞培養装置の開発や魚コラーゲンでの強い骨分化能の発見とその培養基材などへの利用は、今後の応用展開に繋がる技術として期待される。

一方、テーマが多岐にわたり、将来へつながらる大型成果が見えづらい。ある時点でテーマの絞り込みと集中化を検討することが求められる。また、本戦略課題の中で進められているバイオ関連の技術や材料研究（企業との実用化研究に進んでいるもの以外）については、競合技術や市場の調査により、さらに高い基準や新たな仕様を目指すことが必要で、ライフサイエンス分野の研究ユニットや他機関とのより緊密な協力関係の構築により、多面的な評価に耐えるものに仕上げる必要がある。

「臨床研究」を含むロードマップの部分は、保有する研究要素の現状とポテンシャルを考慮し、必要な連携を書き込むとともに、マイルストーン設定による着実な評価・見直し過程を組み込むことが求められる。ナノリスク評価は主力を専門の研究ユニットに移し、材料ベースのナノバイオ技術に注力することが望まれる。

I-6-(3)、I-6-(6) 環境管理技術研究部門 [ユニット戦略課題1] 環境診断技術の開発 3.8

安全・安心な社会、循環型社会、低炭素型社会実現のための基礎をなす知的基盤技術として位置付けており、最先端の科学的知見の獲得や最高水準の環境計測・解析技術の開発及び標準化を目指している。

独自原理のDNAチップ、新たな展開を見せる水晶振動子センサー、深紫外光照射による微量金属分析法、高機能発光酵素、iPS細胞センサーなど、独創性の高い多様な先端研究が多数進められており評価できる。特に、有害物質の迅速検出法において、人工有機フッ素化合物（PFOS類）の高感度分析法を開発し、特許出願に至った事は高く評価できる。この他にもナノ粒子のリスク評価も着実に進展しており、オンサイトモニタリング技術について、全有機炭素分析と重金属の測定に画期的な技術開発を行った事なども評価できる。

一方、テーマが多く、それぞれの研究について世界の中での位置付けや、アウトカムへの道筋における位置付けが明確に示されていない。有害物質センサーの開発は、現場での測定が重要で、水銀検知センサーなどは、ゴミ焼却炉などでトライしながら開発を行う必要がある。また、生体診断技術の着眼点は良いが、実用化には長い年月が必要と予想され、コスト的にも大幅な削減が求められる。環境微生物の分析は基礎研究としては興味深い、目標は「迅速検出技術の開発」であるので、その目標達成に向かう方向性を示す必要がある。テーマの中には最終目標への到達度の観点から少し遠い課題もあり、どのような道筋で目標に到達するか戦略を練り明確化することが重要である。

今後はセンシングの対象範囲を土壌などにも広げ、知的基盤技術としての環境診断技術を、企業・工業会などとの連携のもと幅広く国際規格として提案することも望まれる。アジア戦略としてのスマートウォータープロジェクトなど、これまで培ってきた環境計測技術のさらなる展開と、情報分野との融合による環境情報産業の創出など、社会的な展開においても、今後の発展を期待したい。

I-6-(3) 安全科学研究部門 [ユニット戦略課題1] 新規技術体系のリスク評価・管理手法の研究 3.7

持続発展可能な社会に向けて、新規技術の開発を促進しリスク評価・管理のあり方を検討するため、重要な事例研究としてナノ材料のリスク評価手法に関する研究を進めている。ナノ材料のリスクを明らかにし、健全な技術開発と市場化を図るため、代表的なナノ材料のリスク評価書の作成や許容暴露濃度の提案に加

え、実社会でのリスク評価・管理に資する事業者による自主安全管理技術、及び行政による管理のための効率的な有害性評価技術の開発を行っている。

ナノ材料を対象にして、安全な管理技術と有害性評価技術に着目したリスク評価手法の構築を進めており、産総研の知見を発展させた挑戦的な課題である。成果として、ナノ材料の作業環境における許容暴露濃度を提案し、作業者を対象としたリスク評価書を公表している点は国際的に高く評価される。また実用性の観点から、事業者によるナノ材料の簡易自主安全管理技術の構築、行政側のナノ材料の効率的な有害性評価技術の構築という、両者の補完的アプローチは安全性を確保する点で優れている。

一方、ナノ材料に関して最も曝露量が多い作業環境（吸入）に着目してリスク評価を行っている点は合理的であるが、ナノ材料のライフサイクルの観点から、他の曝露シナリオ（経皮、経口）の検討も必要である。また、自主安全管理技術の構築について、「自主」であるため当事者のデータの信頼性の確保、法規制における役割との関連を明確にすることが求められる。

ナノリスクに対しては、一般国民も高い関心を寄せているので、社会に広く周知することが望まれる。確立された評価手法の構築過程が他の技術にどこまで適用できるのか、適用するためのマニュアルを含めた検討に期待する。また、産業界における材料開発と同時進行で優れた成果を得ているので、更なる情報発信やデータの検証を進め、欧米を代表する研究機関との連携強化にも期待する。

I-6-(4)、I-6-(5)、IV-2-(3) 安全科学研究部門【ユニット戦略課題2】フィジカルハザード評価と産業保安に関する研究 3.7

化学物質の燃焼・爆発の安全に係る政策ニーズ及び国際標準化対応のために総合的な研究を実施している。特に、公共の安全確保や産業保安技術の向上に重点を置いて、燃焼・爆発及び関連する現象の評価・管理技術や企業等の保安向上に対する意識、取り組みに対するポテンシャルをはかる産業保安力の評価手法の開発について重点的に研究を推進している段階にある。

産業保安力評価システムを開発し、新型火薬庫に関する行政対応でも成果を挙げており、日本の提案した爆発性評価試験方法は国連で採択されている。爆発現象の解明については、数値シミュレーション技術を開発し、とりわけスケールの小さい実験を通じて、実際の爆発を推定する技術は高い。また、爆発反応の科学に関しては、標準的な発熱分解エネルギーの計測手法の確立と標準化に取り組んでいる。

一方、RISCAD（リレーショナル化学災害データベース）はアクセス数が多く有用であるが、他の化学物質関連データベースとの相互連携が求められる。また、爆発現象の解明や爆発反応の科学についてはこれまでの進捗がわかりにくいので、基本的な評価手法を早期に確立する必要がある。

平成24年11月から事業者による保安力評価システムが試行されたが、今後、本システムが十分に活用されていくかどうかを調査し、研究の方向性を客観的に検討することが望まれる。また、保安力評価手法などについては、アジア地域のみならず、国際標準化を迅速に進めて、国内外にアピールすることを期待する。アウトカムの観点から、企業等の保安力向上へのモチベーションを培う活動をさらに続けることを期待する。

I-6-(6)、別表2-1-(3)、IV-2-(2)（再）環境管理技術研究部門【ユニット戦略課題4】地球温暖化関連物質の環境挙動解明と二酸化炭素対策技術評価 3.4

「低炭素型社会」を実現するという政策ニーズに対応した先端技術開発を実施する。現在の地球の状況を正確に把握し、地球温暖化のもたらすリスクを明らかにし、それからの回避策を的確に選んで持続可能な社会に変革することを目標とする国の大きな研究戦略に沿って、これら対策技術開発のうち、大気中からのCO₂の隔離・固定に対する評価技術及び適応策と産業活動の環境影響評価を行う。

アジアで最長の長期モニタリングによる一次データの取得を継続的・体系的に行っており、解析や関連機関とのデータ共有も適切に実施されていることや、標準ガスの開発など地道で長期的なテーマを、研究者のモチベーションを保ちながら継続的に実施していることは評価できる。CO₂固定化技術において、海洋グループの製鋼スラグ浚渫土で造成した干潟・藻場生態系の評価は、ユニークで期待される。

一方、このユニット戦略課題は地球規模の対策であるため、内外との比較によるアピールが求められる。また、グループの大きさの割に扱うテーマの数が多い点と、テーマによってはその規模が大きい印象がある。適切な数と規模のテーマに絞り込み、目標を明確にすることの検討が必要である。また、CO₂の固定能測定技術、隔離技術のリスク評価技術などにおいては国際標準化の取り組みをさらに強化することも望まれる。

今後は、学術的な研究から進めて得られた成果についても、上手にアウトプットを発信することが必要である。特にモニタリング分野など、短期間で成果を示すことが困難なケースでは、他機関との優位性や比較の妥当性、世界水準を基準とする質や国際的な連携体制などの点を明確に説明することが重要であ

第3章

る。海域でのCO₂貯留隔離の環境影響に関する評価技術は、重要な研究・技術であり、地質分野等との連携も含めて、CO₂地層貯留の研究への貢献に期待される。

3-2-2 「Ⅱ ライフ・イノベーションを実現するための研究開発の推進」

ライフ・イノベーションを実現するためには、疾病や事故の予防、治療や介護支援の充実に加えて、健康で安全な生活を送りやすくすることが必要である。疾病を予防し、早期診断を可能とするため、生体分子の機能分析、解析技術等の開発を行う。疾病の革新的治療技術を実現するため、効率的な創薬技術の開発、先進的な医療支援技術の開発を行う。健康を維持増進し、心身ともに健康な生き方を実現するために必要な計測、評価技術等の開発を行う。また、社会生活の安全を確保するための情報通信技術（IT、センサー）や生活支援ロボットの安全を確立するための技術開発を行う。

Ⅱ-1-(1)、Ⅱ-1-(2)、Ⅱ-1-(3) バイオメディシナル情報研究センター [ユニット戦略課題1] タンパク質機能解析に関する研究 4.5

質量分析システムの超々高感度化・自動化を進めるとともに、ヒト完全長cDNAのリソースを活用し、タンパク質のネットワーク情報から効率よく創薬ターゲットを決定するスクリーニング基盤技術の構築を目指している。さらに、化合物ライブラリーとハイスループットスクリーニング系を用いて抗腫瘍効果などを示すヒット化合物を中心に、動物レベルでの検証研究を開始する。

3つのサブチーム（質量分析、ヒト完全長cDNA、化合物ライブラリー）とも、所内外の機関と緊密な連携を図り、いずれも高い成果を挙げている。その中でも高精度で再現性の高い汎用ヒト型ロボットの開発と新規iPS細胞誘導遺伝子Glis1の発見は特筆すべき成果といえる。

一方、研究センターが保有するバイオリソースからの創薬シーズ探索とその評価を進める中で、必要な知財の確保には留意する必要がある。共同研究などにより研究が幅を増す傾向にあるが、マンパワーを考慮すると研究が分散しないように、また後継者育成を勘案した研究推進が求められる。

ここで構成されるチームが保有する技術やバイオリソースは、産学官において幅広い利用と研究展開が見込まれるため、今後も産総研内外の研究機関や企業と連携を密にし、創薬・医療産業に資する貢献を期待する。また、産総研は標準化についての経験が豊富であり、国の研究機関としてたとえば発現タンパク質のプロファイリングなどバイオ分野での標準化戦略を考える時機が到来している。

Ⅱ-1-(1)、Ⅱ-1-(2)、Ⅱ-1-(5) バイオメディカル研究部門 [ユニット戦略課題1] 生体分子の構造・機能解析と高機能化 3.5

生体分子の構造や機能の計測技術と測定装置の開発、タンパク質の改変や遺伝子定量・核酸標準物質の開発などにより、「創薬・製薬」関連領域、及び「医療機器・医療計測」関連領域における基盤技術の構築を目指し、生体分子の構造と機能に立脚した課題解決型研究開発を行っている。

全体的に現在の医薬品産業の課題を捉え、産業振興のための基盤技術創生に向けて適切なロードマップを作成している。「創薬・製薬基盤技術」と「医療機器・医療計測技術」を区別して研究を進めている点も評価できる。また、RNA関連タンパク質とRNAの複合体の詳細な機能構造解析や低分子量の微小タンパク質の設計などで世界トップレベルの評価を受けており、大気圧電子顕微鏡や連続クロマトグラフィーシステムなどは、顕著なアウトカム成果として評価できる。

しかしながら全体としての方向感が見えにくく、戦略課題として太い柱となるテーマを絞るべきである。また、アウトカムへの道筋が明確でなく、より明確な数値目標を立てて開発する必要がある。創薬・製薬基盤技術では、糖鎖などの技術も重要であり、他研究部門との技術連携もロードマップに加える必要がある。

今後は、アウトカムがもたらす経済効果を数値的に見積もり、重要性をアピールするとともに、戦略課題や各研究開発の意義を明確化する必要がある。各研究グループの研究者が目標に向かって一体的に取り組める体制を構築し、抗体精製技術などにおいては積極的な海外展開を目指すことが求められる。また、標準物質の供給は長期継続が可能な体制構築・運営を心掛け、大気圧電子顕微鏡などの製品化に結び付いたものは、産総研の成果として宣伝する一方、できるだけ手離れ良く民間企業に技術移転し、より高いターゲットを目指すことにより、さらなる発展を期待したい。

Ⅱ-1-(1) 健康工学研究部門 [ユニット戦略課題3] 組織・細胞の機能の再生・代替技術の開発 3.8

再生医療の早期実用化を目指して細胞の分化誘導技術や組織形成技術の開発を行っている。また、環境変化に自律的に応答する材料の開発を行って細胞、組織の代替技術の確立を目指している。

アウトカムの設定とそれに至るロードマップは明解で、妥当と判断される。臨床機関をはじめ、内外の機関との連携で臨床応用を目指した研究が展開され、一定の成果が出ていることは高く評価できる。間葉系幹細胞（MSC）研究において、患者MSCからの遺伝子改変MSCや遺伝子改変iPS-MSC、健常者iPS-MSCの作製など、着実に進展していることも評価できる。

第3章

一方、再生医療技術の取り組みの課題については、さらに国内の医療機関との連携を進め、より広範囲での実施を可能にする体制の構築が必要である。

研究内容や到達目標が、産総研内の他の研究ユニット（幹細胞工学研究センターやヒューマンライフテクノロジー研究部門など）や戦略課題1のうつ病関連研究と関連する部分がある。相互に適正な連携を図るか、あるいは健康（幸）工学としての特徴を意識して出すことが求められる。

II-1-(1)、II-2-(3) ヒューマンライフテクノロジー研究部門 [ユニット戦略課題4] 安全で負担の少ない医療機器、医療高度化の支援技術の開発 4.0

組織誘導性生体材料を基盤として、その臨床開発と関連する基礎研究、次世代人工心臓（バイオリズドポンプ）、低侵襲がん治療に関する研究開発を行い、骨疾患、心疾患、がんへの対策に取り組んでいる。

機械と生体材料の組み合わせを実現している点やナノ粒子アジュバント（免疫賦活剤）は従来にはない発想として評価でき、病院と共同で薬事のためのガイドライン作成を通じて制度改善にも貢献しているものと認められる。

一方、临床上及び医療経済上のベネフィットについても調査・検討し、エビデンスの蓄積を進めるべきである。また、補助人工心臓については、内皮細胞を張り付けても血栓ができないかなどなどの医学的な検証が極めて重要である。

今後の方向性として、この課題はトランスレーショナルリサーチ（TR）、医療ロボットの安全性の標準化、医療機器標準化など、社会に対して産総研が顕著な貢献ができるところなので、医薬品、組織、細胞と材料や医療機器の組み合わせ製品の安全性や有効性、また、リスク管理の状況や実現可能なベネフィットなどを評価する方法についても検討が望まれる。

II-1-(1)、II-2-(1)、IV-3-(1) (再) ヒューマンライフテクノロジー研究部門 [ユニット戦略課題5] 人間生活製品、福祉、医療技術の標準化研究 4.0

人間工学及び医療技術の領域における標準化研究の推進、及びそれに関連するガイドラインの策定を図るために、アクセシブルデザイン技術（高齢者・障害者を含むより多くの者に適合した製品環境・設計技術）の標準化、映像の生体安全性に関する標準化、医療機器に対するガイドラインの策定と標準化を推進している。

標準化にあたって多くの実証データを収集している点は高く評価でき、ガイドライン策定時に、開発者向けだけではなく審査者向けのものも同時に作成するというのは良い発想である。また、アクセシブルデザイン等、高齢化社会のニーズに適したテーマを設定している点も評価できる。

一方、医療機器のガイドラインについては、規格作成開始から完成まで一層の時間短縮が望まれる。

今後は、アクセシブルデザインでは国際的に先行しているので、国際競争力アップに結びつける戦略も提案する必要があり、国際規格では各国の合意形成の方法について有効な戦略を検討する必要がある。また、開発ガイドラインについては、コンビネーション製品や医療技術にもスコープを広げて検討すると良い。医療機器については、ガイドラインによって承認所要期間が短縮できたかどうか評価する仕組みの検討が望まれる。

II-1-(2)、II-1-(3) バイオメディシナル情報研究センター [ユニット戦略課題4] 生体高分子立体構造情報解析に関する研究 3.9

タンパク質立体構造に指南された創薬戦略を実現する基盤技術の開発を目指す。特に膜タンパク質や複合体の立体構造の決定、相互作用解析、計算科学的な解析による創薬ヒット候補化合物の探索を可能とする技術の開発・改良を行うとともに、企業とも連携して実用化に向けた検証も進めている。

タンパク質の高分解能構造解析、リガンド分子との相互作用解析、分子シミュレーション解析の3つの研究要素を組み合わせる目指すアウトカム「タンパク質の立体構造に指南された創薬」の設定とそれに向けた段階的なロードマップは明解である。個々の要素技術は高い水準にあり、企業展開を意識した成果を挙げている。特にペプチドリガンドから非ペプチド化合物を推測するプログラムを開発し、それをを用いてリード化合物の発見とその評価過程に入っていることは、今後に期待できる成果として評価できる。

一方、リード化合物の最適化研究などは、製薬メーカーとの実質的な連携の推進が必須である。それを強化するためには、成果発信やアウトリーチ活動により本戦略課題担当チームの研究活動や成果をよりアピールする努力が求められる。

創薬研究の初期ステージであるHit to Leadにおいてそのプロセスを支援する「DIRECTION法」の開発は意義がある。このステージで多種多様なドラッグブルな化合物が提示されることを期待する。また、非ペプチドリード化合物の最適化とその後の開発は企業に任せ、研究センターでは他の標的でのリード化合

物発見に集中することもひとつの重要な方向性である。

Ⅱ-1-(2)、Ⅱ-2-(2) バイオメディカル研究部門 [ユニット戦略課題2] 生体メカニズムの解明とその制御物質の探索 3.5

睡眠障害などの生体リズム障害、体内時計に関連する高血圧、血栓症などの生活習慣病、及びがんを主な疾患ターゲットとして、健康状態をモニタリングするためのバイオマーカー開発、及びこれら疾患の予防や改善を目的とした、天然物に由来する生理活性物質の開発を目指している。

生体リズムの攪乱に関連した様々な研究を系統的に実施し、生体リズムを制御する物質の探索、動物実験などによる制御物質の機能の解明、その分子機構の解明が並行して行われている。生活環境と生体リズムについて広く討議するニュートリズム検討会の設立など、積極的なニーズの収集体制の構築を行っていることや、インドの伝統的医学（アールユヴェーダ）で用いられる薬草アシュワガンダを素材にしたインドとの連携なども評価できる。

しかしながら、産業的価値のあるアウトカムに至る道筋が明確に示されておらず、医薬品リード化合物の定義や目標などをより明確にする必要がある。また、創薬に重点を置きすぎているきらいがある。創薬をサポートする「基盤技術開発」に重点を置き、安易に領域を広げすぎず、深く掘り下げる研究姿勢が求められる。

今後、脳科学や生活習慣病に関連した診断法や治療法のアウトカムを出す方向性で研究を進め、多くの人々がストレスの多い現代社会に比較的マイルドな方法で適応できるようになることを期待したい。当研究部門が生体メカニズムに関する研究のメッカとして、確実な地盤を築き上げてくれることを期待する。

Ⅱ-1-(2)、Ⅱ-1-(3) バイオメディカル研究部門 [ユニット戦略課題3] 健康・疾患に関連する細胞制御分子の解明と利用 3.3

脳神経系などの疾患関連新規バイオマーカーを探索するとともに、これらの分子、あるいはそれを高機能化した分子を用いて細胞の機能異常の検出や、それを制御する技術を開発し、健康の増進や疾患の予防・診断・治療に貢献することを目指す。

バイオ医薬品創出に資する基盤技術開発という高い目標を掲げ、ロードマップに沿って研究が進められている。核酸ライブラリーやペプチドライブラリーの作製技術は有用性が期待できる優れた研究である。また疾患モデル生物の作製やシグナル分子解析技術も、基盤技術として重要なもので、独自の技術開発により世界的水準を維持していると評価できる。

一方、アウトカムを創薬基盤技術とする以上、より具体的で実用化に結び付く目標設定が必要である。また、各研究グループの方向感がそろっていないように見受けられ、ベンチマークにおいても国内外の研究機関に対する優位性が十分に示されているとは言えない。当研究グループとして基礎・基盤的研究に注力するか、あくまで創薬に結びつける方向で突き進むかについての検討が必要である。

今後真のアウトカムにつなげるためには、企業との早めの連携や研究グループの密な連携を図り、効果的に研究を推進することが望まれる。研究対象とする疾患について製薬企業の動向を大局的に把握し、既成の技術改善に留まらず、希少疾病用医薬品への貢献など、より独創性の高い基盤技術開発に挑戦することを期待する。

Ⅱ-1-(2)、Ⅱ-2-(2) バイオメディカル研究部門 [ユニット戦略課題4] ナノバイオ技術融合による極微量生体分子の計測解析技術開発 3.8

超高感度、極微量計測に必要なバイオセンサーに要求される高選択的な分子認識法やナノ薄膜電極材料、1細胞での計測が可能なナノ針等のデバイスなどの各要素技術の開発とその成果を利用し、ナノバイオ技術融合による極微量生体分子の計測解析技術の開発とそのデバイス開発を展開している。

高い研究レベルを維持し、ナノテクなど産総研内の他分野の研究グループや外部の医療機関との連携を積極的に推進しており、ベンチマーク比較により、これらの技術が世界トップレベルにあることが示されている。また、一人当たりの発表論文数や招待講演数、特許出願数などが抜きんでて多い事も評価できる。ナノニードル技術を利用した細胞内の特定分子の抽出・検出を可能とした新規セルソーター開発や電気化学センサー用の炭素薄膜電極は、今後広い分野での利用が期待される。

一方、最終的な目標やアウトカムの設定がやや曖昧で、提示されている各技術の現時点での世界での位置付け、優位性については具体的な数値を示したマイルストーンやベンチマーク評価を示す必要がある。セルソーターでは創薬や医療診断に直結するターゲットを設定し、その有用性をアピールするとともに、細胞の分画精度を高めることが必要で、DNAメチル化検出技術の開発では、複数塩基レベルで変化を観察できるシステムに進化させていく必要がある。

第3章

今後、アウトカムに結びつける上で市場ニーズとのマッチングが重要である。計測・解析機器の個々の市場は小さいので、意欲のある中小企業と連携をさらに進めることが求められる。また、産総研内や医療機関を含めた外部組織との連携を深め、アウトカム実現に向け研究を飛躍させる必要がある。診断機器の検出感度をもう1桁上げることができれば現在の医療を大きく変えられる可能性があり、ロードマップの前倒し達成を期待する。

II-1-(2)、II-2-(2) 健康工学研究部門 [ユニット戦略課題1] バイオマーカーの機能解析・同定とその検知デバイス技術開発 3.9

生体における機能の解明によって、健康状態や未病状態の科学的評価が可能なバイオマーカーを探索・同定し、さらにそれらのマーカーや既存のマーカーを迅速、簡便に測定することが可能なデバイスの開発を行っている。

生活習慣病、ストレスに関する先導的研究成果をもとに、的確なアウトカムとその道筋の設定、本研究部門の有する技術要素とその展開が具体的に設定され、優位性の自己評価も妥当である。酸化ストレス、脳疾患関連バイオマーカーなどに関して優れた成果を挙げている。産総研の他研究部門・分野でのチップ化技術、検出技術を統合する産総研ベストチップの構想は、その成果が期待される場所である。

一方、このユニット戦略課題が担うテーマ全般に関して、被験者数・検体数を増やすとともに、長期的な経過のフォローにより有用性検証を着実にを行うことに留意するべきである。開発すべきバイオマーカーの選択については、現状に固執するのではなく、社会や臨床現場の要請を勘案した柔軟な対応が必要になる。

今後、トランスレーショナルリサーチ（TR）を展開する上で、医療機関と相互にメリットがある形で連携を進めることが求められる。バイオチップ技術の研究では、コスト面も含めて既存の健診システムなどと比較して格段に優れていることをアピールできることが必要である。「未病」の評価は困難さを伴うが、バイオマーカーの測定データに基づき、それを数値化し「発症リスク」という言葉で表現することに関しては、医療機関をはじめ社会のコンセンサスが得られるか、慎重な検討が求められる。

II-1-(3) バイオメディシナル情報研究センター [ユニット戦略課題2] 機能性RNAに関する研究 3.5

機能性RNAの新規機能や作用機序の解明といった基礎知見の収集と研究分野の基礎骨格を確立するとともに、疾患との接点を探索・実証し、新規なゲノム創薬基盤を提供することを目指している。

機能性RNAという新しい研究領域において、早い時期にその重要性に着目し、研究基盤の確立と作用機序に関する研究に着手した。その結果、核内構造体の発見とその生物学的意義、疾患との関連など、独創的で世界をリードする研究を展開していることは高く評価できる。

一方、萌芽的研究ゆえの問題ではあるが、他のユニット戦略課題と比較して出口戦略が不透明である。時間軸を意識した研究マネジメントが必要である。

今後は、創薬標的探索型アプローチを強めるべくロードマップを再検討するのがひとつの方向性ではあるが、むしろ現チームからは、さらに優れた生物科学の基盤的知見が得られことが期待される。そのため、本戦略課題のチームが基盤研究に専念できる環境（組織）づくりを検討するという方向性も考えられる。

II-1-(3) バイオメディシナル情報研究センター [ユニット戦略課題3] 統合データベース（モデル事業ゲノム情報統合プロジェクト、経済産業省統合データベースプロジェクト） 3.6

ヒト分子情報に関連する統合データベースの構築を通じて知的基盤の整備を担い、産総研をはじめとする国内外の実験的研究者にとって役立つデータや解析ソフトウェアを提供することにより、ライフ分野基礎研究及び創薬研究の加速化を目指している。

ヒト分子情報の統合データベースH-InvDBについて、新しい情報の追加と内容の充実が図られ、また経済産業省主導の事業であるMEDALSの運営が着実に行われ、それらの利用が拡大していることは評価できる。成果（公開データベース等）に対する客観的な評価尺度を導入し自己分析している点も評価できる。

一方、バイオ関係のデータベースでは世界標準となっているNCBI（National Center for Biotechnology Information、米国）や類似データベースとの対比や位置付けを明示し、それに対する優位性や意義を議論し、無為な重複を避け優位性の強化を図る必要がある。

今後は、創薬関連産業に資するデータベース、例えば単一塩基多型（SNP）と疾患との関係のデータベースや自己免疫疾患に関するデータベースなどの拡充が期待される。また、省庁統合データベースの構築に際してリーダーシップの発揮を期待するが、そのためには、後継人材の育成やデータベースの維持管理などのために人的資源の投入を検討することが求められる。

Ⅱ-2-(1)、Ⅱ-2-(3) 健康工学研究部門 [ユニット戦略課題5] ヒト生理機能解析技術の開発 3.9

非侵襲脳機能・生理機能計測技術を基盤に、高次脳機能障害の高度診断技術と聴覚機能障害の補償技術、高臨場感・快適環境の設計技術及び日常健康モニター技術の開発を目指している。

ロードマップは具体的なマイルストーンの設定と段階的な研究開発の計画が描かれており、妥当である。他機関との連携も適切に進められている。生体安全性に資する標準化や規格化への積極的な関与などは、高く評価される。

一方、ロードマップに示された達成目標と実績を勘案すると、製品化に向けた研究開発の進展をより加速する努力が必要である。また、それぞれの課題は順調に進行しているが、課題間の連携がやや乏しい。

今後は、内外の関連研究との比較分析やユーザーニーズの把握に努め、実用化への道のりを今一度精査することが期待される。ヒトでの非侵襲的機能解析技術の開発という大きな課題の中で、各課題の統合・骨太化を目指す方向性も考えられる。

Ⅱ-2-(1)、Ⅳ-3-(1) (再) ヒューマンライフテクノロジー研究部門 [ユニット戦略課題1] 人間の状況認知・遂行能力の評価・支援技術の開発 3.5

少子高齢化社会における高齢者の就労拡大を目指して、能力の多様性にも配慮しながらその人に合った適切なタスクを選定するための能力・タスク適合性評価法や適合を支援する技術を構築し、また、そのためのパフォーマンスの計測・評価、ディマンズの計測・評価、ディマンズとパフォーマンスの適合性の評価の研究開発に取り組んでいる。

高度な脳機能を生理計測から解明しようという挑戦的な課題であり、研究項目を体系的にブレークダウンした点や、自己充足感の得られる知的作業の提供を課題として取り上げている点が評価できる。全脳代謝に関して、血液で推定する試みは独創的で評価できる。

一方、脳のパフォーマンスの計測は認知症のマーカーの研究と同様、非常にニーズの高い分野であり、脳計測で脳機能の衰えの様子は推定できるようになったと考えられるので、今後は認知との関係を明らかにする必要がある。カーナビ使用時の認知特性については、脳の酸素量測定で十分な対応関係が得られることを示すために一層のデータ蓄積が必要である。挑戦的なテーマであり、マイルストーンを具体的なものにするための検討が当面の課題である。

今後の方向性として、認知機能は環境や人間のさまざまな内部状態によって影響を受けるので、人間の状態や環境についてのデータも同時に計測するようにすることが必要と思われる。また、年齢や能力による違い、健常者と患者による違いなど様々な条件でのデータ収集も計画する必要がある。本課題と「社会ニーズ」との関係性や、最新の技術とのベンチマークも必要である。

Ⅱ-2-(2) 健康工学研究部門 [ユニット戦略課題2] 健康リスク計測とリスクモニタリング技術の開発 4.5

身体内部あるいは環境に存在する健康阻害因子を高精度に計測・評価し、因子そのもの、あるいは健康への影響を効果的に低減するための技術開発を目指している。また、選択性ナノ材料によるリスク削減システムにおけるリスク物質の高感度モニタリングシステムの開発、及びマラリアやインフルエンザの診断装置の実証研究を行っている。

内外の競合技術や機関の比較について具体的に提示し、自身の研究や技術レベルが客観的に把握されている。ロードマップは概ね適切と判断できる。マラリアなどの原虫感染症診断システムの開発は、論文発表や知財を確保した後に、企業との共同による診断装置開発、WHOへの技術のアピール、フィールドでの実証研究を開始するなどの着実な進展が評価できる。また同様のマイクロチャンバー技術を用い、がん転移の早期発見などに役立つ血中循環がん細胞（CTC）検出デバイスの開発も企業と共同で進められている。有害物質などの分離計測技術や工業用粒子のリスク評価技術についても、他の追随を許さない独自性があり今後の社会貢献が期待される。

全般的に、知財確保に留意しながら成果発表や広報などによる情報発信を強化することが必要である。

今後は、感染症の診断装置ではその使用現場での検証を、また有害物の選択的認識・分離処理に関しては、合理的な量・コスト（生産・運転）を意識して、実用化の可能性を早期に検証しておく必要がある。CTCの検出技術については他の技術との比較を詳細に行い、医療機関との連携を進めることにより、早期の実用化を目指すことが期待される。

第3章

II-2-(3) ヒューマンライフテクノロジー研究部門 [ユニット戦略課題2] 心身の適応能力の向上のための評価・支援技術の開発 3.2

心理的側面と身体的側面の相互関連にも着目しながら、心身適応特性を適正に計測し、メカニズムレベルで探求することによって、心身の適応能力改善を支援するための技術開発を行っている。具体的には、血管の硬さ計測技術／超音波による血管機能計測、心循環機能・自律神経機能の評価技術、温熱快適性や睡眠特性の計測・評価技術、リラクゼーション効果の計測・評価技術などを用いて、精神的リラクゼーションや休息・睡眠などによって身体の適応状態を維持改善する課題に取り組むとともに、身体への刺激によって心や認知機能の適応性を改善する課題にもチャレンジしている。

動脈硬化を血圧と同時に測定できる装置は、医療現場だけでなく広くニーズがあるので、企業と協力して動脈硬化計測機器を製品化したことは評価できる。これを用いて動脈硬化計測や睡眠と記憶に関する研究などの健康やストレスの問題に直結する身近な題材を扱っており、テーマ設定の視点が適切である。「健康≠病気がない状態」という考え方を工学的技術的なアプローチで実践するという視点も良い。

一方、計測系の研究と心理学や行動科学との研究のシナジー効果が不明である。前者の生理指標等の計測技術は一定レベルにあるが、後者の情動や睡眠に関する研究は、発生する現象のメカニズムの解明が不足している。

今後の方向性として、何か一つの象徴的なテーマを設定し、課題全体が収斂していくようなマネジメントを行うことが必要と考えられる。断眠研究については睡眠専門の精神科医と協力して医学的にも立証することが必要である。

II-2-(3) ヒューマンライフテクノロジー研究部門 [ユニット戦略課題3] 生活自立支援のための身体機能回復技術の開発 3.2

加齢や障害によって機能が欠損・低下しても充実した日常生活を送るための身体的機能回復とQOL向上を目指し、機能回復メカニズムに基づいたニューロリハビリ技術、QOL向上のための食生活介護・リハビリ支援技術に関する研究開発を行っている。

失われた機能の代償のメカニズム解明や誤嚥性肺炎の防止などの社会的ニーズをよく認識している点や、これまでの動物実験でのノウハウを駆使してモデル動物をリハビリへ応用することを具体化している点などが評価できる。また、研究テーマ設定からアウトカムまでアプローチが論理的であり、自立支援のための身体機能回復技術を、神経細胞レベル、身体機能レベル、生活環境レベルの3段階にレベル分けした構成は、アウトカムを意識した総合的な優れた取り組みとして評価できる。

一方、運動機能の回復と神経系の代償作用については先行研究との比較が必要である。サルを用いた脳活動計測や神経生理学的なエビデンスの蓄積が進んでいるが、ヒトに適用・演繹するまで大きな距離がある。また、筋電、嚥下音、MRIなどで定量的に嚥下を取り扱う姿勢は評価できるが、リハビリについてはロードマップが不明であり、飲食物を認識するセンサー機能などについても検討が必要である。

今後の方向性としては、嚥下動作だけではなく、食べるためのリハビリ支援の全体像（＝どういうことが達成できたら良いのかという仮説）を持った上で、嚥下動作に焦点を当てるなどのアプローチが必要である。また、病気の治癒だけでなく身体機能を回復させる取り組みは重要であるため、関係機関と連携して、より体系的に取り組むことが必要であり、現場の理学療法士等との定期的な情報交換も有益である。

II-3-(1) 情報技術研究部門 [ユニット戦略課題2] 生活支援・生活安全技術 3.8

「安全安心な社会の実現に向けた共通基盤構築」をアウトカムに設定し、特に医療支援技術の開発を進めている。具体的には、高次局所自己相関（HLAC）特徴に基づくパターン認識技術と機械学習手法をコア技術として、これを活用した病理画像診断支援システム開発に対するロードマップを策定している。

アウトプットとしては、病理診断支援システムを開発し、胃生検画像データに対する評価試験において過検出率の改善に成功するとともに、リアルタイムで結果をフィードバックできる内視鏡診断支援システムの開発を進めるなど、成果を挙げている。また、特許出願、特に海外特許出願も積極的に進めている。

なお、他の研究部門へ異動した時のサブテーマの状況や異動の背景を説明するとともに、最終ターゲット、現時点の開発達成度、今後の改良点や新たに取り組む点と達成のための要件など、マイルストーンや課題をより明確化したロードマップの策定が求められる。

今後、医療機関や産業界との目標の共有や協業が必須であり、具体的な戦略作りを行うとともに、特定疾患群への効果を確認後は、開発した技術の汎用化と商品化は企業へ技術移転することも望まれる。また、応用分野の開拓と並行して、コア技術を高度化する戦略を明確化することも重要である。

II-3-(1) 電子光技術研究部門 [ユニット戦略課題3] 高感度センシング 4.3

安全安心な社会を実現するため、広範囲でいつ発生するかわからない異常を迅速にセンシングする技術、及びイメージングを用いて異常を明確化させる技術を開発している。

特に社会的ニーズの高いウイルスや細菌の高感度センシングについて、検出、定量、識別などのマイルストーンが的確に立てられ、小型検出装置のアウトカムも明確である。実用化に向けて着実に進んでおり、インフルエンザウイルスや重金属などに対する検出感度を飛躍的に向上させたこと、体内奥深くの情報を可視化できる生体イメージング技術を開発したこと、導波モードセンサーを手のひらサイズに小型化し商品化したことなど、既にいくつかの顕著な成果を挙げており、高く評価できる。

ただし、個々の基盤技術の優位性について、最新のベンチマークを常に作成し、実現可能性とコストパフォーマンスを明確にし、適切な方向性を探ることが必要である。産総研内の他分野の研究ユニットでも同様の研究開発をしており、連携と役割分担が望まれる。実用化において障害となる諸要因の抽出と具体的な解決策の提示はまだ十分でない。病理に関するセンシングは医工連携の重要な領域であるが、将来の製品化・実用化には認可というバリアも存在するので、戦略的な対応が必要となる。

今後は、開発した技術のユニークな応用先を開拓し、社会貢献を果たすことを期待する。その場合、技術的な性能だけでなく、使う側のスキルや使い易さも重要な開発項目となるため、外部との連携をさらに重視して研究開発を進めることが望まれる。将来の生活を変えるために有用なセンシングという視点での高い目標設定を期待する。

II-3-(1)、IV-1-(2) ナノエレクトロニクス研究部門 [ユニット戦略課題5] 超伝導集積エレクトロニクスの研究開発 3.3

高精度計測・低雑音計測の心臓部となる超伝導デバイス及び計測システムを開発し、国民の安全・安心に資する有害元素分析器、大気中のガスや放射性物質のモニター、核関連施設内での核反応解明・核物質管理用の非破壊検査分光器や、産業発展に不可欠な基盤技術である電気標準への応用を行っている。

日本の高度な超伝導研究に立脚し、集積デバイス技術を結びつけて世界をリードする装置やシステムを実現しており、所内の計測標準関連研究部門や外部の国際超伝導産業技術研究センター（ISTEC）との連携も強化されていることが評価できる。具体的には、超伝導SQUID素子によるX線・ガンマ線分析器の多画素化のための基盤技術と、ラックマウント型プログラマブルジョセフソン電圧標準システムの開発を行い、着実に成果を挙げており、特に後者は電圧標準という基盤技術を支える意味で産総研にふさわしい社会貢献研究である。

ただし、非破壊検査分光器などのニーズについて、具体的に要求される性能と、それに対する本技術の貢献を明示する必要がある。全体として、研究部門の中での位置付けや他のユニット戦略課題との関連性が分かりにくいいため、“Beyond CMOS”の観点から超伝導エレクトロニクスの将来像を検討し、議論することが望まれる。

今後は、ファンドリ機能に加え、外部研究機関との連携により、インパクトの大きな次の研究を牽引するシナリオを作り、研究開発ベンチャーの設立、研究コンソーシアムの形成など、日本の超伝導エレクトロニクス研究の中核拠点となる積極的な努力とともに、世界をリードできる広がりのある将来技術への布石も追求することを期待する。

II-3-(1) セキュアシステム研究部門 [ユニット戦略課題1] ITサービスの安全性向上 3.4

「プライバシーと情報利活用が両立する社会の実現」をアウトカムに設定し、一般ユーザーに近い課題や安全上の問題点に取り組みながら、ITサービスセキュリティ技術の開発を進めている。鍵管理技術、ヒューマンファクター、標準化などのコア技術をもとにして、政策提言・技術文書及び実サービス展開についてロードマップを策定している。

アウトプットとしては、視覚的秘密分散法（VSSS）を用いてMITB（マン・イン・ザ・ブラウザー）攻撃にも安全な銀行振込法の開発など実用的な成果を挙げている。また、Webアプリケーションの脆弱性分析支援機関、ISO/IEC JTC1 SC27、CRYPTRECなどのセキュリティ政策に関わる政府系委員会や標準化団体、業界団体での標準化活動に貢献するとともに、技術支援やスマートフォンプライバシーに関するパブリックコメントを提出するなどの取り組みも見られる。さらに、取材・報道を通しての成果発信は積極的である。

なお、より難しい中長期的な研究課題を選定する必要があり、一方ではインパクトの大きな研究開発を行い、成果を大型化する戦略策定も求められる。また、重複や欠落のないセキュリティ技術ガイドラインを作成するためには、標準化活動のスクールの絞り込み方も検討することが必要である。

今後、現実には発生した個別の攻撃と対策から、より大きなセキュリティ問題を解決できる汎用的な研究

第3章

課題並びに基礎技術や広く横展開可能な研究課題などの設定を期待する。ベンチマークでは、本ユニット戦略課題の位置付けをより明確にするため、競合研究機関の明示や定量的な技術比較を行うことも重要である。

II-3-(1) セキュアシステム研究部門 [ユニット戦略課題4] 次世代システム安全基盤の整備 3.9

「次世代セキュリティ技術の実システムでの運用」をアウトカムに設定し、高機能アクセス制御暗号技術の開発及び種々の暗号・認証技術に対する安全性解析評価研究を進めている。公開鍵暗号、電子署名設計技術、関数暗号などのコア技術をもとに、基盤的研究から実システムへの応用研究まで並行して取り組むロードマップを策定している。また、技術要素毎にベンチマークも定性的に提示している。

アウトプットとしては、安全性証明についての基盤的研究や既存の暗号技術の安全性評価など、多くの暗号理論で優れた成果を挙げており、暗号技術に関しては、世界トップレベルにある。これらの成果は、この分野で権威のある国際会議での論文採択や招待講演、多くの受賞にも繋がっており、高く評価できる。また、ライフ系研究ユニットとの共同研究による化合物データベースの秘匿検索システムの開発や、NHK技研との共同研究による「ハイブリッドキャスト」の高安全化にも貢献している。

なお、実用化に向けては、より多くの企業関係者との情報交換を進めるとともに、産業・社会の現場での適切なニーズの把握が必要である。また、暗号理論分野で挙げている優れた成果を広くアピールするためにも、国際会議だけでなく、より広範囲な情報理論をも含む、著名な国際誌での成果発信も重要である。

今後は、クラウドコンピューティングに適した次世代暗号技術の開発を目標とするなど、次のIT技術のパラダイムシフトに向けた中長期的な研究シナリオの策定が望まれる。また、要素技術では、世界のトップを目指した最先端技術を開発し、将来の実用化に繋げることが期待される。さらに、暗号技術の産業・社会での価値を増大させるため、証明可能安全性の対象を暗号技術以外に広げることも望まれる。

II-3-(2)、IV-3-(1) (再) 知能システム研究部門 [ユニット戦略課題2] 生活支援ロボットの安全の確立 3.8

機能安全の国際規格に適合可能なロボットの安全規格を定めるため、ロボットの安全性を試験・評価するための技術を開発する。また、ロボットの安全技術としてのセンサー技術、制御技術、インターフェース技術、ロボットの安全性を検証するためのリスクアセスメント技術を開発している。

安全に関する標準化の活動は、ロボットを社会に普及させる上で極めて重要で、ロボットの安全認証の国際標準化を目指し、機能安全対応RTミドルウェア「RTMSafety」がIECの認証を取得したことは高く評価できる。また、ロボットと人が混在する環境下で安全性を評価する技術及び安全性を高める技術が相互に影響しあうロードマップは、規格認証とそれを実現普及するものとして有効であり、アウトカムは明確である。

一方、想定事故シナリオシミュレーションは、どの程度現実を再現可能か、ユーザーにとってどの程度役立つかを評価しつつ開発を進めることが必要である。

今後の方向性として、生活支援ロボットの実用化のためには安全の確保が最大の課題であり、国際標準規格化に向けて、日本が主導権をとれるように関係省庁とも十分に協議し、効果的な戦略を立てる必要がある。安全認証については、セキュリティやリライアビリティなどにも関連するので、産総研内での連携にも望まれる。組み込み系のソフトウェア開発については、強い影響力を持つソフトウェアがあり、対抗するのか、連携して新たなテクノロジーを普及させるのかを検討する必要がある。

3-2-3 「Ⅲ 他国の追従を許さない先端的技術開発の推進」

様々な資源、環境制約問題を乗り越えて我が国の国際競争力を強化するためには、技術指向の産業変革により新産業を創出する必要がある。特に、情報通信産業の上流に位置付けられるデバイスの革新とともにデバイスを製品へと組み上げていくシステム化技術の革新が重要である。そのため、競争力強化の源泉となる先端的な材料、デバイス、システム技術の開発を行う。また、情報通信技術によって生産性の向上が期待できるサービス業の発展に資するため、サービス生産性の向上と新サービスの創出に貢献する技術の開発を行う。さらに、協調や創造によるオープンイノベーションの仕組みを取り入れた研究開発を推進する。

Ⅲ-1-(1)、Ⅲ-3-(2)、Ⅰ-2-(3) 情報技術研究部門 【ユニット戦略課題3】次世代クラウド技術 4.0

「次世代クラウドによる新規産業の創出」をアウトカムに設定し、次世代クラウドの3つの基本技術（省エネルギー構築運用技術、クラウド間連携技術、高速大容量データ処理技術）の開発を進めている。技術要素として、クラウド管理技術、動的ネットワークデプロイ技術、高速マッピングリデュース技術などを設定し、ロードマップ及び中期計画でのマイルストーンを策定している。ベンチマークでは、要素技術毎に競合する技術との性能比較によって、開発を進めている技術の優位性と位置付けを提示している。

アウトプットとして、データセンターの省電力化を図るための次世代モジュール型データセンターを企業と共同で構築し、従来に比べて30%の電力削減効果を実証したことは評価できる。クラウド間連携技術では、スケールメリットが出る程度まで普及させることを目的に、多数のパートナーを発掘し共同プロジェクトを進めている。また、Open Grid Forumにおいて動的ネットワークデプロイインターフェースの策定をリードするとともに、インタークラウド資源管理フレームワーク及び大容量データを従来よりも高速処理可能なSSSマッピングリデュースを構築し、オープンソースとして公開するなど、成果を挙げている。さらに、国際標準化への積極的な取り組みは高く評価できる。

なお、ロードマップでは、最終的な目標、現時点での達成度、今後実施すべき課題など、より具体的に示す必要がある。ベンチマークでは、競合研究機関の明示と定量的な比較を示すとともに、時間軸と性能軸による技術マップ上にて、本ユニット戦略課題の位置付けをより明確化することは重要である。また、次世代クラウドの3つの基本技術の相互関連を示すことも求められる。

次世代モジュール型データセンター等はビジネス案件でもあり、今後、参加企業と協力して知財権を確実に確保し、ビジネスに結び付けることが望まれる。また、世界で通用するクラウド技術を開発するためにも、GICTF（グローバルクラウド基盤連携技術フォーラム）などとの強固な連携も期待される。

Ⅲ-1-(1) 電子光技術研究部門 【ユニット戦略課題4】新原理エレクトロニクス 4.1

超伝導体、強相関酸化物、有機半導体を主な対象として革新的な機能性材料を開発するとともに、低環境負荷の各種素材やデバイス、シリコン半導体の限界を超えた極限的な省エネルギーデバイス技術の研究開発を進めている。

世界をリードすべき革新的材料技術として、ロードマップにはほぼ妥当な内容が示されている。個々の技術はいずれも学術的に世界トップレベルの先端的研究であると評価できる。特に、強相関酸化物の物理の分野では、強誘電抵抗スイッチングメモリ、室温での強相関電子転移の電界制御など、着実な成果を挙げている。超伝導関係は、鉄系超伝導体について比較的高い転移温度をもつ新材料を4種見出すとともに、線材の試作を行うなど、活発な研究開発が行われている。また、新たな酸化物発光デバイスは電子・光融合技術として期待される。

ただし、論文数に比して特許出願数が少ないなど、実用化までにはまだかなりの技術的革新が必要である。基礎研究について無理に応用を強調しすぎる必要はないが、産業界との連携をより一層推進し、産業応用との間を埋める課題抽出とその解決のための方向性を探る努力が不可欠である。より詳細なベンチマーキングにより、対象を絞っていくことや、新しい領域への踏み込みも必要である。

今後は、理論と実験の連携を強め、基礎技術を着実に積み上げ、研究レベルの高さを世界に示すとともに、将来の集積化技術へも視野を広げることが望まれる。実用のメモリ開発は大変ハードルが高いが、引き続き他国の追従を許さない研究に注力し、現在のデバイスでは達成できない、高い目標設定を望む。ハイリスク・ハイリターンの研究分野であるだけに、新原理デバイスの開発・実用化が社会にもたらすインパクトを分かりやすく伝える工夫が求められる。

第3章

Ⅲ-1-(1) ナノエレクトロニクス研究部門 [ユニット戦略課題4] ナノ計測エレクトロニクスの研究開発 3.5

3次元的なナノデバイスの構造に対し、ナノメートルの分解能で必要な特性を測定するため、高度計測結果からシミュレーションを援用して解析するハイブリッド計測技術を開発しており、デバイス試作プロセスや計測技術の研究開発と連携し、先進的な統合的シミュレーション・プラットフォームの構築を目指している。

ラマン分光法による局所応力計測やSTM（走査型トンネル顕微鏡）による半導体デバイスのポテンシャル計測などの先端的計測手法にTCAD（Technology CAD）技術を組み合わせたハイブリッド計測技術を用いて、直接測定困難なナノスケールでの応力評価、ポテンシャル分布計測を可能にした点は、優れた研究成果である。計測データの定量解析のための実用シミュレーターとして早期の完成が期待される。

ただし、デバイスや集積回路の製造におけるこの技術の有用性が十分に示されていない。集積回路の微細化や新半導体材料の導入などに必要な実用の計測技術という視点でロードマップを策定する必要があり、そのための課題や達成目標をより具体的に示すことが必要である。ラマンシミュレーターは現時点では統合・調整ができていますが、さらに14nmより微細な領域での適用可能性が課題である。

今後は、将来のナノデバイス計測・設計プラットフォームの全体構想を明確にし、その中で本技術の位置付けを明示するとともに、産業ニーズに即応した計測対象の選定を行うよう、産業界との継続的な情報交換が望ましい。シリコンで確立した技術のゲルマニウムやⅢ-V族半導体などの新材料への展開や、分析機器メーカーとの共同による新たな応用の探索、さらに将来的には、製造装置も絡めたin situ（その場）計測とTCADを繋げたリアルタイムな最適生産なども期待できる。

Ⅲ-1-(2) 知能システム研究部門 [ユニット戦略課題5] 製造の省力化・高効率化のための産業用ロボット知能化技術 3.1

セル生産による生産性向上の限界を打破するためには、製造における組立、選別、検査などの工程においてITを活用し、製造プロセスの省力化・高効率化、セル生産におけるロボットの導入、自動化を進める必要がある。そのために本戦略課題では、産業用ロボットの知能化技術の研究開発を行う。

製造業では、現在でもロボット化すべき課題が多く、知能化やシミュレーション研究の推進は適切と認められ、アウトカムを実現するための技術要素及びその開発戦略は明確である。先端研究としての価値も高く、着実に研究が進んでおり、成果が期待される。弾性変形を伴う物理シミュレーションは良い技術である。

一方、セル生産を導入する対象が明確でなく、メリットや新規性、産業への技術移転の道筋等が不明確である。具体的な点では、2次元データから3次元問題への拡張方法が不明であるので、シミュレーターの計算結果と実機のセンサー情報をどのように比較して評価するのか明確にする必要がある。また、国際競争力強化のためには、特許、論文等の成果発信など、より積極的なアピールが必要である。

今後の方向性として、製造現場は急速に海外に流出しており、国内製造業の国際競争力を維持するためには企業の現場が緊急に必要とする技術を見極めて研究を進めることが必要である。産業の大きな変革における差別化技術の動向にも注意が必要である。特に、第3の産業革命は、製造技術とITの融合によって初めて可能になるもので、本研究ユニットの役割は極めて大きい。

Ⅲ-3-(1)、Ⅲ-3-(4)、Ⅱ-3-(1) 知能システム研究部門 [ユニット戦略課題3] 安全な個人データ活用技術 2.8

個人のプライバシーを担保しながら個人データの社会的な共有と活用を促進して産業や文化の振興を図るため、本戦略課題では、個人データをその発生源で分析してプライバシーレベルに応じて使い分けるとともに、個人が本人のデータを蓄積・管理して他者と自由かつ安全に共有できるようにする技術を開発し、自治体等の公共機関や産総研ベンチャーを含む民間企業との連携を通じてその成果の事業化による社会実装を目指す。

生活支援ロボットの実際の使用の際に、個人データの安全な取り扱いは重要であり、スマートセンサー、個人データ格納基盤とプライバシーやセキュリティの問題を関連させて行う研究の重要性は極めて高く、研究目標の設定は妥当であり、個々のテーマは学術的に魅力的であり、先進的な取り組みと認められる。また、ベンチャー企業を設立している点も評価できる。

一方、個人データの自律分散管理のためにこのような技術が必要な理由が明確で無い。また、方法論の新規性と具体性が不明確で、個人データの管理方法や信ぴょう性の保証方法など、公的な問題も含めた課題設定が必要である。

今後の方向性として、成果の実際の社会への実装、適用例を増やして行き、そのフィードバックにより

改善を積み重ねることが重要と思われる。また、プライバシーを考慮した動線検出などの要素技術に要求される機能仕様が明確になるよう検討する必要がある。

Ⅲ-3-(1) サービス工学研究センター [ユニット戦略課題1] サービス利用者・提供者の行動理解のための視線計測と屋内測位の統合 3.8

工学モデルに基づくマルチエージェント・シミュレーション・人間行動モデル構築のための測位観測技術・オークションによる交渉安定化技術を用いて、社会的サービスの安定化・円滑化を促進する技術の構築を進めている。

多くの企業などとの共同研究を精力的に行い、人の行動計測をはじめとして、高い水準の技術開発を実施しており、これまで開発してきた要素を統合し、実際のサービス現場に適用することによってサービス生産性向上に寄与した点が評価できる。要素技術として最適設計ループの出発点である行動計測を効率良く実施するための小型・軽量の計測装置（PDR）を開発・改良し、利便性を向上し、生産性向上のために多様な局面で役立つツールであることを実証するとともに、本ツール活用の方法論を蓄積した点も評価できる。また、サービス利用者・提供者のミクロな行動理解に向けた技術要素を取り上げ、さらに、社会モデルというマクロな人間行動理解技術へと展開しようとする点は妥当である。

一方、様々な取り組みが行われているものの、個別事例研究が多く、全体の目標に対する達成度や、本技術を産業界に広く適用させていくための戦略が不明である。特に行動の可視化技術として現場に適用可能なことは示されたが、顧客満足度や企業収益にどう貢献したのか示されておらず、実証実験を踏まえた人の行動の分析・理解・一般化は進捗不足である。

今後は、個別論で終わらせることなく、共通プラットフォームの可能性や、モジュール化とその汎用性の検討、社会実装性の向上を通じたノウハウの可視化等へ展開することが必要である。店舗のコンセプトの刷新などにつながるような本当のイノベティブな技術を目指すことが必要である。また、位置測定などの要素技術の技術的運用性を高める方向性はベンチャー等に早期に移行し、研究センターとしては、サービス工学としての行動理解に特化させる方向性が望ましい。効果の実際の現場での適用事例の蓄積については、サービスの向上に寄与したかの実証に重点を置き、実証できない分野からは撤退することも検討する必要があると思われる。

Ⅲ-3-(1) サービス工学研究センター [ユニット戦略課題2] 介護サービスの生産性向上技術の開発 3.1

介護サービス及び介護と密接に関連するヘルスケアサービスにおける、品質を維持した生産性の改善を目指し、間接業務（現場作業分析の結果、記録、転記、統計処理など）の効率化のための情報共有支援システムを構築し、同時に取得されたデータの共有知としての知識化を図る。

民間で行う介護事業の生産性向上は、今後の日本社会にとって非常に重要なテーマといえ、公的サービスと市場経済の境界領域にあるので、産総研が取り組むことに意義がある。特に、現場の調査から「情報の共有化」という課題を抽出し、情報技術を用いて解決しようとしていること、また、現場ワークショップのような形で現場のユーザーとの価値共創を目指すことは意義がある。発生するイベントに対して逐次対応を行う業務現場における業務の可視化・分析技術を開発し、業務に関わるメンバーの主体的な業務フローの見直し及び再設計するための方法論（現場参加型開発）の確立に取り組んでおり、介護サービスの生産性を最も阻害している要因の分析結果に基づき、生産性向上を目指している点が評価される。

一方、研究内容については、関連する先行研究の調査が不足しており、ニーズというより技術ありきのテーマに留まっている。また、既存の介護サービスにおける、介護支援システム等の開発ベンダーやIT機器メーカーと役割分担し、主導的な役割を果たして、この分野の取り組みを戦略的に進めていく道筋が不明確である。個別には、現場共有支援システムの成果である申し送りの短縮時間割合が不明であり、捻出した時間の有効活用による介護サービスの付加価値の創出への取り組みが必要である。介護現場での生産性とは何か、患者側にとっての満足度に関わる指標を明らかにして現場分析する必要がある。なお、現場の「コミュニティ形成」は、重要なことではあるが、容易ではなく、慎重な準備が必要である。

今後は、新規性を明確にして、競争力のある技術を目指す必要がある。間接業務の効率化が単なる省力化の方向に向かうのではなく、直接業務の充実・向上、それによる利用者の満足度の向上、従事者の満足度とモラルの向上につながるよう進めるべきであり、楽だけでなく楽しく使えるような情報共有システムを目指すことを期待する。また、介護現場では、先進技術への拒否感もあり、介護保険制度に関連がないと資金投資も難しいので、まず現場ニーズをよく把握し、優先順位を明らかにすることが重要である。

第3章

Ⅲ-3-(3) 知能システム研究部門 [ユニット戦略課題4] サービスの省力化のためのロボット化(機械化)技術 3.4

高齢化社会におけるQOL向上を目指し、生活支援ロボットを実現するための基盤技術を開発することを目指して、本戦略課題では、高齢者・障害者の自立や介護支援ロボットを実現するための要素技術、及び支援ロボットの評価・設計技術を確立する。また、非製造業のRT(ロボット技術)応用ニーズに応える形で、屋内外の具体的な作業(土木・建設分野、物流分野、農業分野、サービス分野など)を想定した自律移動システム技術を開発する。

関与する研究グループが研究課題の位置付けを正確に把握し、協力して取り組む体制は、サービスという広い範囲のロボット技術の検討には適切であると認められる。個別要素技術として、マイクロレンズアレイを用いた視覚マーカや高速3次元計測は非常に高度な技術であり、独自のデバイスとしてロボット技術への適用が期待できる。

一方、介護ロボットのコストベネフィット分析は重要だが、分析結果と実際の現場の評価との整合性の検証が必要である。また、低コスト化ばかりでなく高齢者のQOLの向上に関する配慮も必要である。課題全体では、自立介護の支援技術と建設機械の自律移動技術とでは、目指す方向が異なると考えられ、結果として柱が不明瞭となっている。

今後の方向性として、生活支援ロボットの必要性は非常に高いので、実用化の姿が見えるようにする必要がある。介護ロボットでは、ユーザーのニーズや事業化の可能性、導入のメリット等も評価しつつ、開発を進める必要がある。

Ⅲ-3-(4) 知能システム研究部門 [ユニット戦略課題6] 新サービスの創出のためのヒューマノイド基盤技術 3.5

ヒューマノイドの実用化には遠隔操作技術、動作計画技術、人動作模擬技術を含む基本技術のスペックアップやヒューマノイドを用いたコンテンツを容易に作成する技術、ヒューマノイドによる動作アシスト機器の評価技術が必要であり、その解決に向けて、従来から、大学、製造メーカー、コンテンツクリエイター、顧客とともに研究を進めている。また、福島第一原子力発電所の事故を受け、災害対応ロボットの実用化に向け、製造メーカー、顧客とともに研究を進めている。

世界的にあまり例のない研究テーマであり、オリジナリティが高く、技術水準も非常に高いと認められる。ヒューマノイドロボットの歩行技術については、不整地歩行技術など顕著な成果を挙げている。原発事故を意識した機動的なテーマ設定をしており、社会的な必要性は高い。

一方、人間にとって困難な行為を可能にするロボットの特徴をもっと活用する方法を考える必要がある。

今後の方向性として、災害対応では、これまでの蓄積を活かし、海外機関を上回る技術を示す必要がある。そのためには災害対応に集中した戦略やロードマップが必要であり、ロボットによる災害対応代替機能のコンセプトを定義する必要がある。

Ⅲ-3-(4)、別表2-1-(3)、Ⅳ-2-(2)(再) 情報技術研究部門 [ユニット戦略課題4] 衛星画像の整備/地理空間情報の高度利用技術 4.0

「地理空間情報を用いる新サービスの創出」をアウトカムに設定し、公的データアーカイブの構築、IT基盤としてのミドルウェアの構築並びに応用サービス構築と運用に関わる研究開発を進めている。衛星画像情報アーカイブの管理・運用技術、地理情報システム実装技術、ビッグデータ解析及び異種データ統合技術などを技術要素として、産総研ならではの貴重かつ価値ある課題を設定し、新しい産業創出を視野に入れたスケールの大きい取り組みを含むロードマップを策定している。

アウトプットとしては、ASTERやPALSARなどの経済産業省が有する地球観測衛星アーカイブをクラウド上に構築し、地質分野と連携して都市マップ/道路マップ及び全球シームレス総天然色マップの作成を行うとともに、衛星データ利用促進のためのプラットフォームの構築、などの成果を挙げている。また、東日本大震災で被災したGEO Gridの早期復旧とデータ提供のため災害対応タスクフォースを設立し、内外の関係研究機関の協力のもと、解析データの生成・提供を開始したことは評価できる。

なお、最終的な目標、現時点での達成度とともに、ある程度の時間スケールも設定されたダイナミックなロードマップとマイルストーンの策定も求められる。また、本研究開発と関連・競合する他研究機関の動向や相互の位置付けを明確にすることも重要である。

今後も、環境や防災、社会インフラ整備に関わる産業創出では、さらなる重点化を図るとともに、リーダーシップを発揮してこの産業創出を促進するための戦略を具体化することも期待したい。また、地理空間情報分野のこれまでの成果を活かしながら、さらに、広い分野への応用とそれを支えるインフラ構築に取り組むとともに技術開発のみならずサービス体制の提案・構築も望まれる。さらに、ナショナルセキュリティ

ティに関わるデータや技術の取り扱いを含む衛星画像などでは、セキュリティ確保についての具体的な手段や取り組みも重要となる。

Ⅲ-3-(4) 情報技術研究部門 [ユニット戦略課題6] コンテンツサービス創出・利活用技術 4.6

「メディアコンテンツを活用し、創造できる社会の実現」をアウトカムに設定し、ユーザー貢献増幅型Webコンテンツ活用技術及び音楽情報処理技術の開発を進めている。音楽音響信号理解技術、音声言語情報処理技術、インタラクション技術並びにソーシャルメディア技術などのコア技術をもとに、ロードマップ及び数値目標のあるマイルストーンを策定している。ネットワーク社会に相応しい新たな技術研究開発イノベーションモデルの実践とともに、今後のコンテンツサービスのイノベーションに資する新たな利用者価値パラダイムの創出を目的とした世界のトップを走る研究活動であり、高く評価できる。

アウトプットとして、能動的音楽鑑賞Webサービス「Songle」並びに音声検索Webサービス「PodCastle」とともに発語阻害システム「SpeechJammer」などオリジナリティの高い成果とともに、歌声合成システム「VocalLister」（ぼかりす）を技術移転し、製品化されるなど、優れた成果を挙げている。さらに、これらの成果をプレス発表や報道で積極的に発信し高く評価できる。

なお、本研究開発と競合する他研究機関の動向や相互の位置付けをより明確にすることが望まれる。

今後、より多様な先端的プレーヤーを取り込むなど利活用の拡大を加速させるためには、産業界をはじめ大学なども巻き込み、イノベーションクラスターを構築するとともに、このクラスターの中核となるため、産業と研究を繋ぐコーディネーターの強化も重要である。また、音響信号処理や機械学習に関わる基礎的基盤的な技術開発を深化させるとともに、新たな基礎研究にも注力することを期待したい。

Ⅲ-3-(5)、Ⅳ-3-(1) (再) 情報技術研究部門 [ユニット戦略課題5] 情報システムの高信頼・高安全・高可用化技術 3.1

「ソフトウェア開発のJapan Brandの確立」をアウトカムに設定し、情報システムのライフサイクルを支援するツールチェーンの開発を進めている。Linuxでの多言語ライブラリーや汎用アプリケーションゲートウェアなどのソフトウェア開発実績をもとに、日本のIT産業のなかで多くを占めるVSE（小規模ソフトウェア開発組織）に焦点を合わせ、VSE標準の普及のためのデプロメント・パッケージ（DP）開発に注力し、ロードマップを策定している。

アウトプットとしては、Basic Profile（BP）用DPを開発し、アルファ版を公開するとともに、アカデミアの協力を得ながら、PBL（ソフト開発演習）用DPの開発に着手した点は評価できる。

なお、本ユニット戦略課題を分担していたグループの異動に伴い、ユニット戦略課題全体のシナリオに対して実施している技術開発の位置付けをより明確にすることが求められる。さらに、BP用DPIに関する妥当性確認と改訂及びPBL用DPIに加えて、より一層多くの研究成果の発信が必要である。

今後、ISO/IECのJTC1（情報処理・通信標準化担当技術委員会）における国際規格開発の場で、日本のプレゼンスを上げるとともに、日本のビジネス力強化も念頭に置いて活躍することを期待したい。また、VSE標準の普及は重要であり、業界との連携を初期段階から取り組むとともに、産業界で施行の後、ある程度実用性を確認できたものを大学等で広めることも検討することが望まれる。さらに、国内外に多数あるソフトウェア工学の取り組みを把握し、その活動マップの中での位置付けを明示することも重要である。

Ⅲ-3-(5)、Ⅳ-3-(1) (再) セキュアシステム研究部門 [ユニット戦略課題2] 産業インフラ防御のための制御システム安全 3.5

「重要インフラのセキュリティ強化と国際競争力強化」をアウトカムに設定し、制御システムの安全に関わる高可用セキュリティ技術及びICチップセキュリティに対する試験・評価技術の開発を、それぞれ技術研究組合（CSSC、ECSEC）と連携しながら進めている。制御システム系全体に対する脅威と対策に関する技術マップを作成し、その分析及びポートフォリオをもとに、ロードマップを策定している。

アウトプットとしては、デバイス偽造検出技術としてSilicon PUF（物理的クローン不能関数）の評価手法を提案・開発するとともに、技術組合CSSCとの連携のもと、下位層からの攻撃検知防御に関する仕様設計を策定するなど、着実に成果を挙げている。また、消費電力解析用や漏えい電磁波解析耐性計測用の暗号デバイス評価環境の開発、乗っ取り対策に向けた多重承認／多端末認証に関する理論研究などでも成果を挙げつつある。デバイスや評価環境などの外部提供にも積極的であることも評価できる。

なお、全体の技術マップの中で、他の研究組織で行う課題と担当する課題を仕分けするとともに、課題間の相互関係や連携関係を明確にすることは重要である。また、技術マップは状況変化に応じて、常に更新することも求められる。さらに、デバイスの安全性・信頼性の向上については、社会への実装のプロセスをより明確にすることが求められる。

第3章

今後、産総研における研究開発とCSSC及びその組合員会社における研究開発との最適バランスを図るとともに、CSSCとの役割分担や研究成果の貢献度を明示することも重要である。また、本ユニット戦略課題の研究を加速するためには、技術導入や米国との積極的な共同研究も望まれる。さらに、新しい研究分野であるため、研究活動の足場となる国内学会で、新領域の学術分野を立ち上げることも期待される。

Ⅲ-3-(5)、Ⅳ-3-(1) (再) セキュアシステム研究部門 [ユニット戦略課題3] 安全なシステム開発技法 4.0

「安全なシステム設計技法及び安全な開発ツール・環境の普及」をアウトカムに設定し、高信頼ソフトウェアの開発工程全体を俯瞰しつつ、ソフトウェアの安全な設計・実装技術、ソフトウェア安全性に対する検査・保証技術、ソフトウェア誤動作の抑止技術などの開発を、企業と連携して進めている。また、テスト自動生成、形式検証、モデル検査、安全性認証、安全な言語処理系などのコア技術をもとに、共同研究及びツールの産業展開を設定したロードマップ及びマイルストーンを策定している。

アウトプットとしては、並行プログラムの自動解析システムCONPASUの開発やソフトウェア実装の形式検証を進めるとともに、形式記述（FOT記述、SENS記述）の開発及びこれら支援ツールによるシステムテストの自動生成などの適用実験・技術評価を企業と共同で進め、着実に成果を挙げている。また、関西地区での検証クラスター「さつき」による組込みシステム検証サービスや「組込み適塾」による組込みシステム技術者育成など、産学官連携のハブ機能形成に向けた活発な活動は高く評価できる。

なお、開発している安全なシステム開発技法を、組込み分野以外の領域にも広げることも求められる。また、ツールの開発や産業界への提供では、利用可能な範囲や効果の検証方法を検討しておくとともに、継続的に行うべきユーザーサポートへの取り組みも検討しておくことは重要である。

今後、IPA SEC（情報処理推進機構ソフトウェア・エンジニアリング・センター）との役割分担を検討しつつ、連携した取り組みを期待したい。また、検証クラスター「さつき」では、全国共同利用・共同研究施設としての活用とともに、ソフトウェア検証を共同基盤化できる施設としての活用が期待される。ツールの開発と適用のさらなる進展のため、国内だけでなくアジア地域など海外での利用とともに海外人材の育成を行い、日本技術の普及に貢献することも望まれる。

3-2-4 「IV イノベーションの実現を支える計測技術の開発、評価基盤の整備」

イノベーションの実現と社会の安全・安心を支えるために必要な、基盤的、先端的な計測及び分析技術並びに生産現場に適用可能な生産計測技術の開発を行う。また、信頼性ある計測評価結果をデータベース化し、産業活動や社会の安全・安心を支える知的基盤として提供する。さらに、製品の安全性や適正な商取引、普及促進に必要となる製品やサービスの認証を支える評価技術の開発を行い、試験評価方法の形で提供するとともにその標準化を行う。

IV-1-(1) 計測フロンティア研究部門 [ユニット戦略課題1] 有機・生体関連ナノ物質の状態計測技術の開発 4.3

分子から組織レベルを対象とした、ライフ・イノベーションのための先端計測技術を開発する。市販機器や既存分析技術では対応できない未踏領域の計測技術開拓のために、検出同定技術、構造解析技術、イメージング技術など、従来不可能あるいは非常に困難であった対象の観測を可能にする先端計測技術開発を推進する。

超伝導のイオン検出器やX線・テラヘルツ波を使ったイメージングなど、分析装置として自立できるレベルに達しており、論文成果発信や学会等での受賞も評価できる。また、質量分析装置、生体イメージングといった分野にフォーカスし、特に運動エネルギー測定により中性フラグメントまで質量分析を可能としたことは、新しい分析技術と評価できる。この他にも、物質の左右円偏光の不等吸収現象を利用した円二色性分光へのユニークな着眼や、X線位相コントラストイメージングでは今まで見えにくかったものを見やすくするなどの画期的な進展が認められる。電子スピン共鳴測定用の標準物質を頒布した点も評価できる。

一方、どのように、バイオテクノロジー分野で日本の競争力を高めていくかという戦略が明確に示されておらず、技術の俯瞰に基づく長期的な戦略の構築が必要である。また、製品化に至るにはコスト面やメンテナンスに関しても検討する必要がある。円二色性分光に関しては、技術移転により他の放射光設備で同様の計測を可能にすることと、小型のラボベース装置の開発と公開を行うことを目標に、研究をより一層加速する必要がある。また、テラヘルツ波によるイメージングは、既に実用化が進んでおり、これから何を目指して研究開発を行うか、具体的な出口イメージを明確にする必要がある。

今後は、開発された先端技術が実際の分析応用に活用できるよう、民間の企業との連携を強化し、製品化されることを期待する。また、開発した技術の応用分野に関して、これまでと違う視点から新規普及領域を探索する試みと、新しい計測技術を早期に公開可能とする体制の整備が望まれる。

IV-1-(1)、IV-1-(2) 計測フロンティア研究部門 [ユニット戦略課題2] ナノ材料プロセスにおける構造及び機能計測並びにその統合的な解析技術の開発 4.3

グリーン・イノベーションに資するナノ材料やデバイスの開発を支援するために、先端計測技術を開発する。具体的には、透過型電子顕微鏡では観測が難しい原子～ナノレベル欠陥、水素や軽元素の計測を可能にする。

陽電子ビームの大気中への取り出しに成功した点は大きな進歩であり、また、時間分解超高速分光計測は多くの分野における過渡現象を解明する手段として期待できる。この技術による次世代太陽電池材料の解析・評価研究は時宜を得たテーマであり、色素増感太陽電池の性能向上へ有用な情報を提供できる可能性のあるものとして評価できる。

一方、各サブテーマのアウトプットは極めて先端的で興味を持てる反面、分析技術としてのアウトカムが概念的で、道筋が見えにくい。広く応用の可能性を調査する手立てが必要で、全体を俯瞰した統合的な戦略を検討する必要がある。また、今ある技術シーズの研究開発を行うだけでなく、どのような技術が将来必要とされるか、定期的に見直しをすることが必要である。

今後、より積極的に開発した技術を産業界にアピールし、資金提供型の共同研究などが活発に行われ、資金的、人材的な資源確保に繋がることを期待する。例えば、これまで軽元素の分析ができないことはX線分析の欠点だったが、新しい計測・分析手法が見いだされつつあることは朗報であり、ガスや液体分離膜などの高性能薄膜の評価技術など、我が国の産業発展に大いに貢献できると期待される。また、計算科学的手法の高度化や、複数マップ情報間の2次元相関解析を重視するのは当を得ており、統合的な解析技術の開発をさらに推進する必要がある。

第3章

IV-1-(1) 計測フロンティア研究部門 [ユニット戦略課題3] インフラ診断技術の開発 3.8

既に映像化超音波探傷、FBG（ファイバ・ブラッグ・グレーティング）光ファイバセンサーによる振動検出、及び小型X線源作製技術について基本的な特許は取得しているが、実用化に至るには現場適用に適した更なる技術改良が必要であり、その改良に向けて企業とともに橋渡し研究を進めている。2011年からデジタルカメラを利用した高精度変位計測に関する研究を開始し、インフラ診断技術への展開を図っている。

ハンディX線源の応用を考えるコンソーシアムを組織したことや、超音波可視化探傷装置の技術移転ベンチャーが立ち上がっていること、及び宇宙航空研究開発機構や物質・材料研究機構などの主要関連機関と連携して研究を促進していることは評価できる。また、原発事故を受けて開発したポケットサイズの超小型放射線計測機器は、当研究ユニットの技術力を生かした素早い社会貢献として高く評価できる。

一方、従来技術の改良・利用が目立ち、オリジナル技術が少ないように思われる。超音波やX線技術などの先鋭化をもっと意識する必要がある。また、映像化超音波探傷技術やサンプリングモアレ変位計測技術の解析で、画像処理技術を活用しているが、最先端の画像処理技術取り入れのためには画像グループとの連携が必要で、より多くのグループと連携してフィールドテストを行い、検査機器メーカーやプラントメーカーへ有用性をアピールする必要がある。

今後、どこで誰がどのように使うのか、よりコンセプトを明確にして開発に取り組むとともに、それらの技術を引き継ぎ、製品化する企業を探して速やかに技術移転を行い、優れた開発技術成果を埋もれさせない努力が必要である。個別的には、宇宙構造物や風力発電装置などの構造物健全性のモニタリングは重要なテーマで、ニーズは間違いなく膨むと予想される。また、超音波、X線、変位計測のいずれも有望で、製品として今後どうするのかを検討しつつ、さらなる高みを目指すことが望まれる。

IV-1-(2) ナノチューブ応用研究センター [ユニット戦略課題4] 世界最高性能計測・分析技術の研究開発 4.3

「革新的な評価・観察技術の確立」をアウトカムに設定し、世界最高の空間分解能及びソフトマターの原子レベルでの直接観察を目指した超高感度・高分解能透過型電子顕微鏡（TEM）の開発を進めている。高性能新型電子顕微鏡技術、低損傷・高分解能化技術などを技術要素として、ロードマップ及びマイルストーンが設定されている。また、ベンチマークでは、最先端電子顕微鏡の諸性能に関する国内外の競合研究機関との比較を明示し、優位性や特徴を把握している。

アウトプットとしては、球面収差・高次収差補正装置の開発に成功し、波長比として世界最高分解能（17λ）をもつ超高性能TEMの開発に成功するとともに、新原理に基づく色収差補正を実現し、カーボンナノチューブに内包する単層WS₂の点欠陥や氷分子など軽元素物質の観察にも成功するなど学術的に優れた成果を挙げている。これらの成果は、NatureやPhysical Review Lettersなど多くの著名な国際誌での論文発表並びに国際学術会議での招待講演などで積極的に発信し、高く評価できる。

なお、企業連携を通じて開発した技術は、我が国の産業振興のため、提携企業のみならず電子顕微鏡産業において共有できる知見として積極的に活かすことが望まれる。また、学術的論文だけではなく、特許出願など知財権の確保も重要であり、研究センター全体で知財獲得活動をより積極的にサポートすることも必要である。

今後も最高性能の分析・評価技術として、新材料開発（炭素系に限らず、より幅広いソフトマター）や新機能開拓に威力を発揮するとともに、時間分解能への挑戦など最先端技術の高度化と深化が期待される。

IV-1-(2) 計測フロンティア研究部門 [ユニット戦略課題4] 材料評価のための先端計測及び分析機器開発 4.0

ユニット戦略課題1、2、3で開発し、計測装置としてシステム化されたものを、ナノテクノロジープラットフォーム事業にて共用公開する。産総研の組織としては、先端機器共用イノベーションプラットフォーム（IBEC）の先端ナノ計測施設（ANCF）と位置付ける。市販の計測分析装置では対応できない課題の解決にチャレンジする。また、ユーザーニーズに対応した装置の改良を行って先端計測分析装置の完成度を高め、事業化可能なものを分析機器産業界に技術移転する。

最先端の装置を公開して同時にニーズ把握と改良を行い、装置実用化に向けて努力をしており、これら装置公開の実績が挙がってきている。装置ユーザーの中での企業の割合は、企業ニーズへの対応の程度を示す重要な指標であり、またオンリーワン機器も散見され、公開する意義は大きい。

一方、人手の面での制約などから、中小企業やベンチャーに広く門戸を開いて機器の利活用を促すようにはなっていない。産総研は中小・ベンチャー企業の指南役の機能も求められており、対応を検討する必要がある。また、高度利用を継続的に可能とするため、必要な人材の配置が望まれる。

今後とも装置公開は他分野の研究者や企業研究者と情報交流をする良い機会であり、継続する必要がある。また、ユーザーニーズに基づく機器の改良を進めると同時に、適切な経済性で提供できるような工夫も、機器メーカーと共に進める必要がある。機器メーカーや材料、加工メーカーにどのようにアピールしていくのか、例えば産総研メールマガジンでの詳解やユーザーズミーティングなども積極的に仕掛けるなど、一層の展開が望まれる。

IV-2-(3)、IV-3-(1) 計測フロンティア研究部門 [ユニット戦略課題5] 物質の分析・評価技術の開発と標準化 3.8

性能・安全性等に関する評価技術を開発し、その標準化・民間移転に取り組むことによって、民間による規格への適合性評価機能の強化に貢献する。また、評価技術の開発に必要な標準試料・物質の開発、データベースの拡充にも取り組む。ユニット戦略課題4において公開している先端分析装置の標準化により普及を促進する。

ISOへの提案、JISへの規格化に取り組んでいる点は評価できる。また、固体NMRと内殻電子分光といった基礎固体物性に関わる特徴的な各種データベース整備も着実な進展が見られ、各方面で有効活用されていること、原子間力顕微鏡関係の標準試料作成やその技術移転なども評価できる。

一方、標準の重要性が高まっているなか、その意義を明確にし、より高いハードルにチャレンジする必要がある。例えば、標準化に取り組み難い生体関連系への計測手段などにも視点を向けるべきである。ただし、標準化には長期間の継続的な関わりが不可欠で、それらの労力が個人のボランティア的な活動にならないよう適切な対応が必要である。

今後は、ISOやIECの場で日本が新たなWG設立を提案してコンビーナに就任できるように努力する必要がある。その際、単に1件のプロジェクトリーダーとなるだけでなく、研究ユニットの先端技術をまとめて複数の標準化が見込める分野を提案して、日本がコンビーナをとるように進めることが望ましい。また、データベースは広く利用されることによりさらに充実していく要素もあるので、公開した後の反響についても継続的にウォッチし、よりよいものへ仕上げる努力が必要である。

第3章

3-2-5 「別表2 地質の調査(地質情報の整備による産業技術基盤、社会安全基盤の確保)」

活動的島弧に位置する我が国において、安全かつ安心な産業活動や生活を実現し、持続可能な社会の実現に貢献するために、国土及び周辺地域の地質の調査とそれに基づいた地質情報の知的基盤整備を行う。地球をよく知り、地球と共生するという視点に立ち、地質の調査のナショナルセンターとして地質の調査研究を行い、その結果得られた地質情報を体系的に整備する。地質情報の整備と利便性向上により産業技術基盤、社会安全基盤の確保に貢献する。また、地質の調査に関する国際活動において我が国を代表し、国際協力に貢献する。

別表2-1-(1)、別表2-1-(2) 地質情報研究部門 [ユニット戦略課題1] 陸域・海域の地質調査及び地球科学基本図の高精度化 4.2

国の知的基盤整備計画に基づき国土の地球科学的実態を解明し、地質図・地球物理図・地球化学図などの地球科学基本図を体系的に整備して社会に提供する。また、海底地質・地球物理・堆積物に関する基礎情報を取得し、海洋地質図として提供する。さらに沿岸域における活断層評価の高度化のため、地質図の空白域である都市域及び沿岸域の地質について調査研究を進める。

限られたリソースの中で、かつ東日本大震災で被災しながらも、陸域・海域・沿岸域の各種地質図・地球科学図を、計画通り着実に整備・出版している。特に、5万分の1及び20万分の1地質図幅、20万分の1日本シームレス地質図のそれぞれの用途を明確にし、体系的整備が行われている点や、ボーリングデータの処理解析システムの開発により、地下地質構造の可視化を達成していることは評価できる。

一方、高精度化を行う対象に関し、広くニーズを把握し、様々なコミュニティと議論・調整を行う必要がある。また、地質図の品質管理及びトレーサビリティの観点から、発行から長期間経過した図幅についても、ルートマップや野帳などの保管整備と電子化に取り組む必要がある。さらに、地質の調査業務を維持・推進するための人材育成を含む長期的な体制構築が必要である。

5万分の1地質図幅は国土の基本情報として重要であり、今後とも継続した整備活動が望まれる。また海洋研究については、地質を基本にして資源・環境・防災を統合したシナリオのもと、他機関との連携を活用して推進していくことを期待する。

別表2-1-(2)、別表2-3-(1) 活断層・地震研究センター [ユニット戦略課題1] 活断層評価及び災害予測手法の高度化 3.6

地形・地質による活断層評価技術と地球物理的な観測・モデリング技術を融合させて、内陸地震の発生場所・規模・時期・災害の予測精度の向上を目指した研究を実施し、政府の進める活断層調査に継続的に貢献するための情報整備を行っている。

活断層調査について毎年10数断層の調査を行い、原子力施設の安全審査にも直結する「ずれ」の研究にも取り組んできた。活断層に関して我が国で最も信頼できるデータベースを構築し、活断層のモデル化に関して大きな進展をもたらした。また、地震発生シミュレーションや地殻深部・断層深部の研究では、大阪府を南北に貫く上町断層帯について、地形・地質学的知見と地球物理学的知見の融合による総合評価を行った。

一方、東北地方太平洋沖地震を受けて活発化が懸念されている内陸活断層について、その活動をより具体的に明らかにするなど、減災に向けた有効な成果を公表することが求められる。

活断層の補完調査及び「ゆれ」、「ずれ」の研究など、地震災害防止に貢献できる基礎的かつ実証的な研究に引き続き期待する。また活断層の再評価が、国の地震調査委員会の評価改訂やその他の機関の防災事業等に十分に反映されることが望まれる。さらに地震発生予測高度化に関する研究が、住民や行政にわかりやすいリアリティのある防災対策の提示に資することを期待する。

別表2-1-(3)、IV-2-(2) (再) 地質情報研究部門 [ユニット戦略課題2] 衛星画像情報及び地質情報の統合化 4.2

衛星情報やシームレス化・デジタル化されたさまざまな地質情報を統合することによって、新たな視点の地質情報を得ることを目的として研究を実施する。

20万分の1シームレス地質図というツールを開発して防災情報などとの重ね合わせを可能とし、地質情報を専門家以外にも分かりやすい形で公開し、地質情報の重要性に関する社会認識の向上に大きく貢献した。さらに衛星などから取得した膨大なデータを戦略的に統合してデータベース化する事により、新たなイノベーションの創生に向けた基盤情報を提供しており、社会の安全・安心へ大きく貢献している。

一方、衛星画像情報として整備している高性能光学センサーからの時系列情報が、「地質情報との統合化」

の中でどのように位置付けられるのか、明確にする必要がある。また、海洋地質図との関連が不連続であり、この点に関する改善も検討する必要がある。

今後はアウトソーシングなども十分に活用し、調査研究を十分に行う事ができるような環境整備が望まれる。地質調査情報センターが中核となって情報分野とも連携し、GEOGrid課題を推進していくことが期待される。また、近年露頭状況により地質調査は次第に困難になりつつあるため、アーカイブ手法を確立し、地質図系データベースを充実させる必要がある。

別表2-2-(1) 地圏資源環境研究部門 [ユニット戦略課題1] 土壤汚染評価技術の開発 4.1

土壤汚染に起因するリスクの評価技術と対策技術の開発・検証、及びその普及により、人間の生活環境内における環境汚染リスクを低減し、安全・安心な社会の構築に寄与することを目標としている。また、土壤汚染リスクの調査及び対策技術の開発により震災復興を支援している。

地圏環境リスク評価システムであるGERAS-3は標準的な手法として認知され、民間事業所におけるリスク管理への利用が進んでいる。また、土壤汚染評価技術を活用して、震災復興支援のため津波堆積物の環境リスク評価、放射性セシウムの河川水域調査、土壤調査などに成果を挙げている。

一方、我が国においてリスク評価を定着させるためには、具体的な目標を設定した研究の推進が求められる。セシウムの調査は様々な機関で行われているため、情報を得る側も混乱していることから、広く情報共有と役割分担を行う必要がある。また、表層土壤の地球化学調査は重要であるので、早期に全国を網羅できる体制の構築が望まれる。

今後は、土壤汚染評価手法について経済リスクの分析や生態系モデルの開発に着手し、統合化リスク管理手法を確立することを期待する。また、除染作業で発生する大量の低レベル廃棄物の中間貯蔵施設について、除染、保管、輸送などの経済的負担も加味した総合的なリスク評価に取り組むことを期待する。

別表2-2-(1)、I-6-(6) (再) 地圏資源環境研究部門 [ユニット戦略課題2] 二酸化炭素地中貯留評価技術の開発 3.8

地球温暖化対策として重要な二酸化炭素回収・貯留（CCS）技術に関して、長期的なCO₂挙動の解明、地中貯留の実施における安全性評価に必要な貯留メカニズムの解明、モニタリング及びモデリング技術の開発等基盤技術の研究開発を重点的に推進している。

貯留層内でのCO₂の挙動や弾性波と電磁気的な方法を合わせたモニタリング手法については、国内唯一の高度な技術を有しており、国際誌への公表や国際学会での発表も多数行われている。また、日本の地質の特徴に応じて、沿岸域を研究対象として砂泥互層や断層の評価技術に重点をおいた研究方針も適切である。

一方、弾性波補完モニタリングは、技術的に広範な展開が期待できる課題であるので、他の研究機関や企業との連携拡大を図ることが必要である。また、研究ユニットの国際的な優位性をアピールし、積極的な情報発信が必要であり、学会発表に加えてマスコミ報道などを活用した一般社会へのアピールも増大させる必要がある。

今後、国が実施するCCS大規模実証実験に参加し、研究ユニットのモニタリングやセンシングの基礎技術が一層向上することを期待する。その際、海外の先端的機関との連携を深め、中核機関の立場として研究を推進することが望まれる。

別表2-2-(1) 地圏資源環境研究部門 [ユニット戦略課題3] 地層処分にかかわる評価技術の開発 3.8

本ユニット戦略課題は資源エネルギー庁の計画に合致した研究開発であり、高レベル放射性廃棄物地層処分事業に資するため、処分場候補地の地質構造・断層評価技術の開発、地下水流動の総合評価技術の開発、及び沿岸域地質/地下水に係るデータベースの整備を実施している。

地層処分に係る評価技術について、沿岸域の塩淡水境界に関する水文学的研究や世界初の試みの浅海域用電磁探査技術などの先駆的な研究を進めている。また、福島地下水分布・流動の把握について、長年蓄えられてきた地質情報に基づいて迅速に地下モデルの構築を行った。

一方、地層処分に係る研究機関との意見交換では、研究実施前だけでなく実施後にも成果を融合するための議論が望まれる。また海底電磁探査装置や帯水層データベースの開発は、二酸化炭素の地中貯留などの他の課題にも適用できる基盤的技術であるので、外部資金の有無に左右されない安定した技術開発が望まれる。

今後、地層処分の評価技術については、公的研究機関として科学的な観点から着実な技術開発と施策側への適切な提言・助言を期待する。また浅海域電磁探査など物理探査に関する技術は、地層処分に係る地質

第3章

学的解釈だけでなく、二酸化炭素地層貯留や地下水ポテンシャル評価との相互利用や連携に期待する。

別表2-2-(1)、別表2-2-(2)、I-1-(2) (再)、I-3-(3) (再)、I-6-(6) (再)、別表2-1-(2) 地圏資源環境研究部門 [ユニット戦略課題6] 地圏の資源環境に関する知的基盤の構築 3.8

地圏における物質循環を中心とした資源及び環境に関する調査研究に基づき、土壤汚染、地熱資源、鉱物資源、燃料資源等に関する知的基盤的情報を整備するとともに、データベース構築、地圏資源環境に関する地球科学図を作成し、産業界、政府自治体、一般社会が必要とする情報を提供する。

全国堆積層データベース、地熱資源情報データベース、鉱物資源図、燃料資源図など、多岐にわたる情報を社会に提示しており、ホームページを通じた公表により利用が年々容易になってきている。また、COP（東・東南アジア地球科学計画調整委員会）等を通じて、東・東南アジア地域の水資源、地熱資源、鉱物資源等の地球科学情報のとりまとめに貢献している。

データベースのフォーマット統一やGIS化は急務であり、オリジナルデータに関してはその位置とデータの属性などをトレーサブルにする必要がある。また、成果物（各種マップなど）の産業界や一般へのアピールを積極的に行い、各種学会や学術的なイベントなどでの宣伝をはじめ、ホームページなどでの公表を進めてほしい。

我が国の地圏環境・資源に関する各種地球科学図の出版やデータベースについては今後とも着実な進捗を図り、使いやすい形式での提供を期待する。また資源ポテンシャルマップや土壤汚染リスク情報は、地権者の利害関係等の問題はありますが、中立機関である産総研として科学的で信頼される評価結果の公開を期待する。

別表2-2-(2)、I-3-(3) (再) 地圏資源環境研究部門 [ユニット戦略課題4] 鉱物・燃料資源のポテンシャル評価 3.9

喫緊の課題であるレアアースを中心とするレアメタル等の金属鉱物資源、ベントナイト等の非金属鉱物資源、水溶性天然ガス、メタンハイドレートなどの燃料地下資源について、我が国及び世界各地における資源ポテンシャル評価及び資源化のための特性解明と実用化に向けた研究を実施している。

レアメタルなどの資源評価や採取技術の開発を進めており、多数の国際誌論文が公表され、成果を挙げている。ハスクレイを用いたCO₂回収と園芸作物への活用はCO₂削減と収穫増の両方を実現できる技術である。また、微生物研究が、枯渇油田の天然ガス再生やCCSに貢献する可能性を示すことができた。

一方、レアメタル鉱床資源ポテンシャル評価については成果の創出が急務であるので、ポテンシャルマップの完成予定を明示することが必要である。また、研究者の数などの研究資源も限られていることから、研究課題の選定も必要である。

世界的に未だ探鉱余地のあるガス資源、水溶性ガス田、メタンハイドレートに関しては、当研究ユニットの知見・技術による海外ガス資源の探鉱開発と権益取得への貢献が期待される。また、エネルギー資源の増産に寄与する可能性のある地下微生物の研究などの強化が望まれる。

別表2-2-(2)、I-1-(2) (再) 地圏資源環境研究部門 [ユニット戦略課題5] 地下水・地熱資源のポテンシャル評価 3.9

我が国の水資源確保・安定供給の観点から地下水資源ポテンシャル評価に関する研究、及び再生可能エネルギーの利用拡大のための地熱資源ポテンシャル評価に関する研究を行っている。また、今後新規に整備される産総研の福島新拠点において、地熱・地中熱利用に関する研究体制の整備を進めている。

水文環境図や地下水資源ポテンシャルについては、新しいコンセプトの情報収集やデータベースによる発信が行われている。地熱資源のための観測・解析・モデリング技術や資源評価技術は技術的優位性が保たれている。再生可能エネルギー開発の社会ニーズに迅速に対応し、地熱・地下水利用に取り組んでいる。

一方、地下水流動シミュレーションに関する産総研の優位性を明示し、地下水資源などの産業利用実現への橋渡しの検討が求められる。また、国際的位置付けについてのアピールもほしい。地熱資源量評価については高温・中温・低温熱水資源量の評価のみならず、高温岩体資源などの再評価も併せて行う必要がある。

今後、地下水汚染リスク評価などの影響予測により、安心して使える水資源の確保に関して震災復興に貢献することを期待する。また、地熱発電は温泉との共存が重要な課題であるので、当研究ユニットの適切なモニタリングと生産管理に関する技術開発を期待する。地中熱については地域を拡大し、積極的なポテンシャルマップの作成の促進が望まれる。

別表2-2-(2)、I-3-(3) (再) 地質情報研究部門 [ユニット戦略課題3] 陸域の鉱物資源のポテンシャル評価 3.7

微小領域分析・同位体分析手法などを開発し、レアメタル等鉱物資源の成因解明に基づく新しい鉱床探査法を開発し、国の緊急課題である「レアメタルの長期的安定供給」に資する地質情報を創出する。

陸域の鉱物資源のポテンシャル評価、中でもレアメタル等鉱物資源の長期的安定供給に資する地質情報は、国として整備すべき重要な課題であり、レアメタルの存在形態の解明や有用金属の抽出技術を確立し、新たな資源開発の流れを作ったことは評価できる。

一方、基礎研究とアウトカムとの関連性が分かりにくい。低品位鉱からのレアメタルの回収は、ナノ粒子を現実的に回収できるのかがキーポイントで、この点をロードマップ上で明確に示す必要がある。

今後、学術的成果が地圏資源環境部門との連携に有効に作用し、さらに資源政策にも反映されることを期待する。また、低品位鉱処理技術の開発やレアアース以外の主要金属資源の開発に関する調査・研究も重要で、スタッフの充実により資源調査の技術者養成と技術の継承が確実に進められることを期待したい。

別表2-2-(3) 地質情報研究部門 [ユニット戦略課題4] 放射性廃棄物地層処分の安全規制の支援研究 3.8

高レベル放射性廃棄物の地層処分事業に対する国の規制行政を支援する目的で、将来の安全審査に向けた基本的考え方にとりまとめを行うべく、必要となる自然事象や地下水流動に関する調査・評価手法の構築及びその適用性の確認や不確実性を低減するための手法の整備を行う。

国の高レベル放射性廃棄物の地層処分事業に対する基本的考え方にとりまとめのため、地層処分に必要な地球科学的知見を一つの組織で網羅的に整備し、着実に質の高い成果を挙げていることは評価できる。

しかしながら、基礎的研究がどのように国の行う評価作業に生かされるのか、その具体的展開が見えない。また、得られた成果やデータが、委託終了後データベースなどからどのように公表されるか明確に示されていない。国民の関心事であり、経済活動に対する影響が大きい課題であるので、国の機関として独自予算で進めるといった側面も含めて検討する必要がある。

今後、地層処分のみならず、火山噴火などの自然事象や地下水流動に関する調査・評価手法の構築、及びデータベース化などは、広く国土の安全を保障する上で重要なテーマと考えられることから、ナショナルセンターとして、他機関との役割分担・研究連携を明確にした上で、地層処分を含めた安全性評価研究の中心的役割を積極的に果たすことを期待する。

別表2-3-(1) 活断層・地震研究センター [ユニット戦略課題2] 海溝型地震評価の高度化 4.8

近い将来、確実に発生する東海・東南海・南海地震の数日前予測の研究と、地震・津波規模と長期的予測の研究を実施し、地殻変動・地震発生モデルの構築を目指し、また政府が進める海溝型巨大地震の調査・研究への貢献を視野に入れた研究を実施している。

地下水観測網の充実とその精度の高さにより、ゆっくりすべりなどの新知見が明らかになり、国の地震調査委員会・地震防災対策強化地域判定会などでの重要な責務を果たしている。また、津波堆積物による巨大津波の研究では、当研究センターは日本及び世界のトップに立ち、東北地方太平洋沖地震により当研究センターの津波堆積物調査の成果の有効性とこれまでの成果が改めて認識された。

一方、社会やマスコミからの期待と研究成果（科学的根拠）との間に乖離があることを理解し、説明責任と研究成果のアピールを効果的に行う必要がある。また、高い精度での観測データ蓄積・解析に基づいて、短期予測が可能になる道筋と、短期予測と長期予測の繋がりをより明示することが望まれる。

今後、東海・東南海・南海の予測については、過去の情報・科学的根拠を基礎にした実証的な研究を継続し、短期的な変動から長期的な変動をシームレスに解明することによって、研究成果が将来予測の精度向上と自治体の具体的な防災対策につながることを期待する。また、古地震・古津波の研究については、民間技術者も含めた人材の育成、自治体の防災行政や教育の活用にも期待する。

別表2-3-(2)、別表2-4-(2)、別表2-5-(1) 地質情報研究部門 [ユニット戦略課題5] 火山噴火推移予測の高度化 3.6

火山噴火による災害を最小限にして、安全で安心な社会を実現するためには、火山噴火の予知、火山活動推移を予測することが重要である。このため、火山地質図作成などの活火山や噴火現象に関する地質情報に関する知的基盤の構築を担うとともに、噴火の準備過程と噴火過程の実態解明、及び噴火推移の支配要因の解明を目的とした研究を進めている。

日本の火山の地質を網羅的に研究し、その成果を火山地質図やデータベースの形で公表している点は評価できる。特に新燃岳など、火山噴火に関する緊急調査を行い、火山灰観察手法を気象庁に技術移転した

第3章

など、社会に貢献している点は高く評価できる。

一方、数百年～数千年に一度というような低頻度巨大火山噴火は、火山地質学的手法でのみ明らかにできる現象である。この課題に対して網羅的に対応できる研究ユニットとしての自負を持って、国・地方自治体・地域住民に対して正確で的確な情報を発信することが望まれる。そのため、火山噴火推移が社会へ与える影響を具体的に検討し、どのようなパラメーターがどの程度の精度や範囲で得られているかを明確にし、全国火山データベースの完成を急ぐ必要がある。

今後は、大学附置研究所などの他研究機関が収集したデータを含めて解析し、大規模災害がどのような過程で生じるのかを明らかにするとともに、火山噴火予測や活動の推移に関する一般化を行い、日本の火山の噴火シナリオを網羅的に情報発信できる、火山地質ナショナルセンターとなることが期待される。

3-2-6 「別表3 計量の標準(計量標準の設定・供給による産業技術基盤、社会安全基盤の確保)」

我が国経済活動の国際市場での円滑な発展、国内産業の競争力の維持、強化、グリーン・イノベーション及びライフ・イノベーションの実現に貢献するため、計量の標準の設定、計量器の検定、検査、研究、開発、維持、供給及びこれらに関連する業務、並びに計量に関する教習を行う。その際、メートル条約及び国際法定計量機関を設立する条約の下、計量標準と法定計量に関する国際活動において我が国を代表する職務を果たす。

具体的には、産業構造審議会産業技術分科会、日本工業標準調査会合同会議知的基盤整備特別委員会の方針、見直し等を踏まえて、計量標準に関する整備計画を年度毎に改訂し、同計画に基づき計量標準の開発、維持、供給を行う。計量標準、法定計量に関して国際基準に適合した供給体制を構築して運営し、国家計量標準と発行する校正証明書及び法定計量の試験結果の国際相互承認を進めるとともに、我が国の供給体系の合理化を進める。特に、新規の整備及び高度化対象となる計量標準に関しては、先端技術の研究開発や試験評価方法の規格化と連携して一体的に開発を進める等、迅速に整備し、供給を開始する。また、我が国の法定計量の施策と、計量標準の戦略的活用に関して、経済産業省の政策の企画、立案に対して技術的支援を行う。

別表3-1-(1) 計測標準研究部門 [ユニット戦略課題1] グリーン・イノベーションの実現を支える計量標準の整備 3. 8

2009年末に政府が発表した「新成長戦略(基本方針)」を受けて、「グリーン・イノベーションの実現を支える計量標準の整備」を目標に掲げ、省エネルギー技術や新燃料等の開発、評価を計量の面から支えることを目的として、その整備を行っている。

4つのサブテーマ、中間目標及びアウトカムがロードマップ上に適切に示されている。特にニーズの高い、新エネルギー開発及び省エネルギー技術に対するテーマ設定は評価でき、蓄電・キャパシタ標準、バイオ燃料などの高圧気体圧力標準、気体・液体の流量標準やPVT標準、時間周波数遠隔校正装置の開発などにおいて高い研究ポテンシャルを活かして開発を進めている。これらの新規標準の開発に加え、高温・高圧下の液体密度の世界最高精度での測定、体系的な熱力学状態式の開発、データベースの公開などに成果を挙げている。また、供給された標準が国際的に最高レベルであることを示すため、計量標準の国際相互承認協定に基づき、校正・測定能力の登録を進めている。

一方、グリーン・イノベーションにかかる計量標準について数多くの重要な開発を行っているが、その効果や成功の具体例を示し、貢献度をもっとPRする必要がある。特にベンチマークのうち、「世界トップクラス」の技術については、日本の計量標準分野のプレゼンス向上のためにも、広く公表することが望ましい。ニーズの高いテーマに関しては、積極的に産業界からの意見をもっと求め、スピード感を持って、重要な課題に対する計測技術に関する研究を進めることが必要である。

今後、関連する国際機関とも連携し、世界的なリーダーシップを取り、日本の計量標準分野のプレゼンス向上への貢献に期待する。特にリチウム電池や燃料電池、バイオマスなどの研究は、これからの日本をリードする研究課題であるので、産業界のニーズをとらえた積極的な対応が望まれる。また、LEDやバイオ燃料などの性能評価に関して、我が国の評価手法が国際的にも標準的な技術となるよう、標準規格化に関する一層の活躍を期待する。

別表3-1-(2) 計測標準研究部門 [ユニット戦略課題2] ライフ・イノベーションの実現を支える計量標準 4. 0

ライフ・イノベーションの実現に向けた諸施策を支える知的基盤としての計量標準の整備を担い、医療分野における超音波及び放射線の標準に関する研究、検査医学や臨床検査を支える標準物質の開発に関する研究、食品の安全性確保に資する標準物質及び技能向上支援に関する研究、及び生活環境や地球環境をモニターするための標準ガスや標準溶液の開発に関する研究を進めている。

医療用リニアックやマンモグラフィーの線量標準、超音波パワー計測、臨床用標準物質、食品の安全性確保に資する標準物質などに関して高い開発技術レベルを示している。水道法の改正に対応し、有機標準液の種類を大幅に拡張したことや、福島原発事故対応で放射性セシウムを含む玄米を標準物質として頒布するなど、社会ニーズの変化への素早い対応も評価できる。また、標準を作るだけに留まらず、規格化や技能試験実施への貢献、分析技術者の技術向上支援、人材育成にも取り組んでいる。

一方、今後の医療計測の発展やそれに向かう俯瞰的なシナリオが不十分である。したがって、計量標準の分野から貢献できる課題について現在の部門が持つシーズに閉じるのではなく、他研究ユニット・他省庁との連携も視野に入れる必要がある。例えば、医療用診断装置に使用可能なマイクロ波や磁気関連の標準

第3章

等が必要である。

ライフ・イノベーションにむけた標準については、食品・医療・農政との境界領域にあるものが多数あることから、標準・計測技術の開発には、省庁を超えた他機関及び外国の標準機関との連携・分担が求められる。放射線計測の標準物質に関しては、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構や他の機関との連携で進めている点が評価できる一方、公的研究機関としてニーズの高い課題を設けて、放射線計測技術及び標準物質を開発することを期待する。産総研内の他分野とも連携しつつ、安全・安心に必要な標準の開発と維持が望まれる。

別表3-1-(3) 計測標準研究部門 [ユニット戦略課題3] 産業の国際展開を支える計量標準 3.7

産業界の要望に応じて先端産業に不可欠であり、さらに産業を加速するための計量標準を先導して整備するため、「国際通商を支える計量標準」、「ナノデバイス・ナノ材料の開発・利用に資する計量標準」、「ロボットシステム利用の安全性確保に資する計量標準」の整備を進めている。

国際競争力のある産業を下支えする計量標準は、いずれも我が国産業の国際通商の円滑化に必要な国際規格・規制に対応したものであり、産業界における技術革新を先導し、製品の国際展開を支援している。高周波標準の供給領域の拡大、ナノテク開発に必要な標準物質の開発・整備供給、ロボットシステムの安全に資する力学や振動標準等についての計量標準に重点を置き、高い研究ポテンシャルを示している。国際計量連絡会などを通じて省庁関係者の共通認識の浸透に貢献しており、省庁の壁を越える取り組みを行っている。

一方、重点化の課題選択では、現状分析、政策的必要性と国際競争力、及び他の課題との関係等、ベンチマークの記載に工夫が必要である。特にベンチマークに「世界初、世界最高」とあるが、エビデンスがそろっていないとはいえない。また、対応する研究室・研究員の規模に比べて、アウトカム設定が十分でない。陽電子、測長AFM等の技術は、この研究部門でしか成しえない課題と認識し、今後これらの評価技術を普遍化していく方策についての視点が求められる。

必要とされる標準に応じてできるだけ素早い対応と、優先基準の明確化、さらには需要の少なくなった標準の供給体制見直しなど、整備計画の見直しが常に求められる。その中で、アトムテクノロジーへと進化していく時代背景において、より小さなスケールを目標とする標準物質及び標準計測技術の開発をスピーディーに行うことを期待する。また、利用の拡大が予想される介護用ロボットや生活支援ロボットなどに対応するため、安全性の評価などに必要な標準をいち早く整備し、日本のロボット産業を大きな柱に育てることが望まれる。さらに、近年の電磁波利用は、通信に用いられるキロヘルツから爆発物検知のテラヘルツ域まで拡大しているため、それらに対応した標準を早急に整備することを期待する。

別表3-2-(1)、別表3-2-(2)、別表3-2-(5)、別表3-4-(1) 計測標準研究部門 [ユニット戦略課題4] 標準の高度化と次世代標準の開発 4.6

国家計量標準の整備と国内の計量トレーサビリティ体系の構築のため、着実な標準供給、標準供給範囲の拡大、合理的な供給方法の開発、計量標準と規格の組み合わせなどにより、信頼性の向上を目指している。

利便性の高い標準として、小型の電圧・抵抗標準、リアルタイム電気標準器、定量NMR法による一つの標準物質による多種類物質の校正などの技術開発を進めている。次世代計量標準に係る挑戦的課題として、光格子時計やアボガドロ数等の研究等では、世界をリードする成果により国際的なステータスを得つつある。供給体制維持の技術マニュアルや生産手順マニュアルは整備されており、高度な計量標準の確立のための技術水準を保持している。標準物質の頒布数も増加している。

一方、ベンチマークに比べてエビデンスの公開が少ないことから、最先端の技術を広く内外に公表するとともに国際論文の執筆を促進することが必要である。また、ニーズの高い企業や産業への応用を見据えたスピーディーな開発が必要になるので、今後は目標を明確にしたマイルストーンの作成が求められる。国際協調による標準供給の体系化を主導する立場からも課題設定に取り組む必要がある。

今後、国際的観点から標準の高度化と次世代標準の開発に関するシナリオ・ロードマップを作成し、標準供給体系化を主導することを期待する。これらの開発には、幅広い計測の知識と経験に加えて最先端の技術の融合が必要であるため、常に技術の継承と進展を同時並行で進めることが求められる。また、国際競争力のある主要企業との連携や共同研究を活発に行い、先端的な技術開発を推進することを期待する。

別表3-3-(1)、別表3-3-(2) 計測標準研究部門 [ユニット戦略課題5] 法定計量と工業標準化の推進

4.0

消費者が身近に接する広範囲な計量器の信頼性を確保するため、法定計量における工業標準化を推進し、関連する工業標準化の推進や効率化等の改善、及び新型計量器や内蔵ソフトウェアに対応する技術開発を実施している。

計量法に基づく法定計量及び工業標準化に関して、品質管理システムを確立しており、新規技術に関する国際標準化に関しては欧米並みの水準に達している。国際法定計量機構（OIML）勧告の取り入れにより国際的整合性を保つとともに、国内の意見を反映させた国際標準の制定にも貢献している。ISO/IEC等の標準規格を制定する委員会に定常的に委員を派遣し、我が国の意見を反映させるとともに、それらの規格をJIS規格に取り入れるなど、世界レベルの貢献を行っている。

一方、標準化の対象、時期、優先度などについて「見える化」が求められる。スピーディーな技術開発と工業標準の確立により国際標準をリードすることも必要である。法定計量の分野では、今までになかった電力メータのスマート化やソフトウェアの検証、頑健性評価などへの対応が必要である。WEBサイトに公開の多数の標準物質やサービスについて、よりわかりやすく使いやすくする必要がある。

今後、合理的な計量法制度の改正、特に基準器検査の改革、型式承認と製品認証制度の改革やトレーサビリティ供給体系の整合化に向けて、産総研がリーダーシップを発揮することを期待する。また法定計量器標準の国際展開において、個々の計量器の特性だけでなく、インフラ整備やソフトウェア等の検討のため、行政との共同姿勢と体制整備が必要であり、そのための人材確保が望まれる。国際法定計量機構の勧告を遵守し、国際規格に我が国の要望を反映させることにより、我が国の計量システムを維持することを期待する。

第4章 評価結果概評

本章では、前章における研究ユニット毎及び第3期中期計画項目毎に整理したユニット戦略課題の評価結果等をもとに、全体概評、分野別概評、大分類等毎の評点頻度分布と主な評価結果及び「主な成果例」についてまとめる。

全体概評では、評価結果の概要、評価項目毎の主要な評価コメントの内容、及び「今後の課題と方向性」の助言の主要な内容についてまとめる。

分野別概評では、産総研の研究分野毎に、その概評及び研究ユニット毎の評価結果の要点を示す。

次に、評価結果における研究ユニットの研究開発と中期計画項目との対応関係、及びこれらのユニット戦略課題毎の評点から求めた中期計画の大分類等毎の評点の頻度分布を示す。

さらに、この大分類等毎の主な評価結果を示す。

最後に、「主な成果例」について、中期計画の大分類等毎に示す。

4-1 全体概評

平成22年度からの第3期中期目標期間の研究ユニット評価の評価項目は、「研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ」、「ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット」、「イノベーション推進への取り組み」及び「研究ユニット運営の取り組み」である。これらのうち、「ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット」は研究ユニットに設定される1～7程度のユニット戦略課題毎に評価を行う。

なお、評価項目毎の評価の具体的な内容の評価事項は、別紙9の研究ユニット評価実施要領に示すとともに、別紙11に示す評価用紙に記載している。

本年度の評価結果のうち、評点は、研究ユニット毎の総合点の平均値が、研究ユニット全体で3.8、研究部門が3.8、研究センターが3.9である。研究部門は前回評価の平成22年度の3.8と、研究センターは平成23年度の3.9と同じである。

なお、評点の区分は、第3期から「A:優れている(4)、B:概ね適切(3)、C:要改善(2)、D:不適切(1)、特記的に優れているものをAA(5)」としており、第2期における「A:適切(4)」を変更している。

評点の頻度分布に関する詳細は第5章の5-3を参照されたい。

評価コメントは、「評価できる点」と「問題点・改善すべき点」に加えて、「今後の方向性と助言」のコメントを求めている。

本年度評価を実施した研究ユニット全体での、コメントの内容の構成や比率等及び具体例の詳細については、第5章の評価項目毎の評価コメントの分析結果を参照されたい。

なお、本年度の研究ユニット評価の主要な改善事項は以下である。

評価の内容では、ユニット戦略課題の研究の性格の3区分（先端研究、政策ニーズ対応研究、知的基盤研究）のうち、「先端研究」の評価に、既存の知識の融合・適用を主体とする研究開発を含むことを明確にし、評価の際に考慮することとした。

また、評価委員会の進行に関して、第3期に外部評価委員を増員したこともあり、質疑時間が不足していたため、質疑時間を説明時間以上とした。これらにより、例えば研究部門では前回平成22年度と比較して、評価項目に関する質疑時間が研究ユニット平均で17分、総合討論及び委員討議の時間を含めると平均25分長くなった。

また、関連する他研究ユニットの研究ユニット長等の出席による評価委員会の活用について、

従来から出席を認めているが、本年度は積極的に促した。この結果、のべ15の研究ユニットの研究ユニット長等が評価委員会にオブザーバー参加をして、他の研究ユニットの活動や評価委員会の状況等を知る機会とした。

以下に、評価項目毎の評価コメントの主要な内容について、評価の高い場合と低い場合について、研究部門と研究センターとによる違いを含めて示す。

また、産総研の研究開発の全般について、「研究成果の水準は高く」評価されるが、助言として「今後に向けた課題と方向性」の検討が必要とされていることが多い。この主要な内容をまとめて示す。

(1) 評価項目毎の主要な評価コメントの内容

1) 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

本評価項目は、研究ユニットにおける研究開発全体を対象に、中期計画における目標の達成及び中長期的な展開等の妥当性について評価する。

本評価項目の評点は内部評価委員が付し、外部評価委員は評価コメントのみである。

比較的評価の高い研究ユニットにおける主要な内容は、研究部門では、広い領域を取り入れて先進的・総合的な研究開発・技術開発を目指していることや、多方面からのアプローチを行い基礎から応用までシームレスに実用化を推進していること。それらの研究開発を、グループ間の協力体制、内外との連携を推進して進めていることや、専門分野の異なる研究者が融合して進めていること。及びそれらによって、着実な進展が認められ、一部は企業との連携により、実用化を果たしていることが評価されている。

研究センターでは、課題の発展により創製される新しい産業のシーズを目指した柱が示されそれらの目標・方針が明確で位置付けも妥当であること。大型のプロジェクト等を牽引し、企業の技術開発を力強くサポートしていることや、少人数であるが幅広い対応ができる体制が組み立てられていること。及びそれらにより、産業界・学界からの期待に応える十分な成果が出ていること等が評価されている。

一方、比較的評価が低い研究ユニットにおける主要な内容は、研究部門では、将来へ向けて目指していることが不明確で研究部門全体のロードマップ・シナリオがやや見えにくく、長期計画やシナリオが分かり難いこと。問題点を捉えているがその処方箋については明示できていないことや、長期的あるいは短期的な研究計画については示されているが中期的な戦略や道筋が必ずしも明確でないとの指摘が比較的多い。

研究センターでは、中長期的な目標に対してその実現可能性や見通しを提示するとともにその段階的な目標と計画の明確化、及びユニット戦略課題の位置付けと相互関係の明確化が必要との指摘がある。

2) ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

研究ユニットに設定される1～7程度の「ユニット戦略課題」毎に評価を行う。「ユニット戦略課題」は、それぞれ中期計画の項目と対応付けられており、多くの場合に複数の研究開発からなる。

評価の内容は、ロードマップについて、中期計画における目標、アウトカムとその実現に向けた妥当性について評価するとともに、アウトプット（成果）について、アウトカム実現への寄与とその世界水準を基準とする質の高さ等について評価する。

なお、本評価項目の評点は、外部評価委員によるものであり、内部評価委員は評価コメントのみである。

第4章

本年度の評価において比較的高い評価のユニット戦略課題は、「海溝型地震評価の高度化」、「コンテンツサービス創出・利活用技術」及び「標準の高度化と次世代標準の開発」等である。

これらについて、日本及び世界のトップに立っていることは明らかであること、基礎と応用の両輪を連動させている優れた研究であること、世界のトップを走る我が国でも数少ない研究活動、あるいは標準の基幹をなす研究・開発が行われており、国際的にもリードする立場を誇っている点などが評価されている。

これらを含む比較的高い評価の高いユニット戦略課題の主要な指摘内容は、研究部門と研究センターにおいて同様であり、研究成果は世界のトップレベルであることとともに、基礎研究からその応用、さらには産業化に至るまで実施しており、産総研の存在価値を極限に高めていることをはじめとして、「要素技術の研究成果は世界のトップレベル」や「世界的にも通用」など大部分の研究開発の水準は高いと指摘されている。

また、比較的低い評価の低い場合の主要な内容としては、研究部門では、目標設定の明確化と、独自性・必要性と優位性を分かり易く説明すること、及び成果のアピールが不十分との指摘がある。一方、研究センターでは、これらと同様の内容のほかに、次世代の技術はどうあるべきかの発信も必要であることや、競争が激しい部分においてどのように国際的な優位性を保つか整理する必要があるとの指摘がある。

3) イノベーション推進への取り組み

本評価項目は、成果の発信やイノベーションハブによる国、社会への貢献等に向けた取り組みとその効果について評価するものである。具体的には、1) 成果の発信や研究ポテンシャルによる、国、社会、産業界、学界、及び国際、知的基盤等への貢献の取り組みとその効果、2) 産業人材育成を含む、産学官連携・地域連携等のイノベーションハブとしての取り組みとその効果、について評価することとしている。

本評価項目については、外部評価委員と内部評価委員のそれぞれから評点及び評価コメントを得ている。

評価の比較的高い研究ユニットの事例では、研究部門及び研究センターに共通的であり、世界的に独自性・優位性のある存在であることや先端技術・機器を保有し、技術研究組合、省庁、企業等と積極的に連携していること、産業や技術の情報を広く収集し活用していること、成果が企業、研究機関、行政等に活用されていること、人材育成に積極的に取り組んでいること等が評価されている。

一方、比較的低い評価の低い場合の内容として、より幅広く外部との連携や発信を行う必要があることや、国際標準や人材育成等について研究ユニットとしての目的や実施体制等を明確にすること、あるいは企業連携を積極的に行っていることに対して知財獲得数等の実績が少ないといったことが課題として指摘されている。

4) 研究ユニット運営の取り組み

本評価項目は、研究ユニット運営における活動の活性化とポテンシャル向上への取り組みとその効果等について評価するものである。所内連携や分野融合、資金獲得・効率的活用、組織運営や体制の整備、内部人材育成及び挑戦課題の推進等の評価事項について評価することとしている。

本評価項目の評点は内部評価委員が付し、外部評価委員は評価コメントのみである。

比較的高い評価の研究部門では、多様な研究者と様々な研究テーマを行いながら、組織として方向性を示し、研究者間の連携を深めようと努力していること。かつて所属が異なっていたメンバー間の意見交換や情報共有もなされていること。研究者が安心して研究できる環境が整備され、

また多くの外部資金を獲得できていること。個々の研究者の能力を引き出すとともに、総合的な研究を推進していること。研究ユニットのコア技術を強化・共通基盤化し研究開発を効率的に推進していることなどが評価されている。

研究センターでは、限られた人員の活用など、随所にリーダーシップが示されていること。信頼性評価・故障診断技術など、メンバーのモチベーションも高く、研究者が評価されにくかった分野にも取り組んでいること。多様な専門分野の研究者が連携して相乗効果を挙げていることや、必ずしも潤沢とは言えない人員で、所内連携や分野融合を図りながら、効率よく研究が進められていること等が評価されている。

一方、比較的评价が低い研究部門の場合では、それぞれの研究開発を個別に進めている傾向があるので、さらに相互の課題の関係や相乗効果を図る必要があること。また、所内連携や分野融合に関して不十分、もしくは説明不足であること。所内の他研究部門との連携について、目標、役割、効果に関する説明が必要であること。及び、新しい研究テーマへの挑戦も広げる必要があることが指摘されている。

また、研究センターでは、メンバーが十分に戦略的思考を共有できていない可能性があり、改善が必要。外部との連携では、所内にノウハウや知識を蓄積する方法や工夫を策定することが必要。標準化を提案し推進するために、海外企業とのさらなる連携強化も重要といったことが指摘されている。

(2) 今後の主要な課題と方向性の指摘内容

上記のように、大部分の研究開発は「研究成果の水準」は高いと評価されている一方、助言として「今後の主要な課題と方向性」の検討が必要とされていることが多い。

これらには、企業活動や社会との相互関係あるいは研究開発全体の構成に関する指摘が多く、具体的にどうするかについて評価委員にも議論があるが、今後の産総研の活動をよりの確にするためにも重要な事柄である。

これらの主要な内容を整理して以下に示す。

1) 実用化等に向けた一定の段階に達し今後の展開の明確化が必要

産総研における研究開発の進展に伴って、実用化等に向けた今後の展開の明確化が必要になっているとする指摘である。

早急な検討が必要とする例としては「企業へ渡すことと新たに開発すべき項目を決めるステージ」、「エンジニアリング面での問題解決を意識して図らないと事業化は進展しない」といったことがある。

また、今後の先を見通した対応が必要としていることとして、「実用化に向けて進捗した段階に入ったときの研究所の役割について明確にしておく必要」、「日本がリーダーシップをとるのは難しいのが現実だろうが、国の研究所だからできることはあるはず」等の指摘がある。

2) 研究開発以外の取り組みも重要

研究開発の進展や新たな取り組みに関して、研究開発だけでなく、企業あるいは一般社会の理解や浸透に向けた活動が必要になっているとの指摘である。

研究成果や今後の構想のアピールが必要とすることとして、「世界中の同業者をひきつけ牽引し、結果的に分野全体を前進させるための派手さ、ユニークさ、スピード感、サプライズをもう少し出した方がよい」との指摘がある。

また、外部に対して、「今後は「なぜこの研究が必要なのか」について説明する必要がある」、「新規領域に対する取り組みを組織の共同の取り組みとして方向づけるのはユニット長はじめトップの責務」、「将来を見据えた国家戦略の実現をどう支えていくのか、分かり易いシナリオとロードマップを作成して欲しい」といった指摘がなされている。

第4章

3) 全体的な方向性についてさらに検討が必要

研究開発の全体的な方向性の明確化が必要とする指摘であり、従来からも同様なことが指摘されているが、さらに検討が必要とされている。

この例としては、「どこまでを自分たちが担い、どこから他部門あるいは企業に外出しをしていくのか、テーマと人の多様性を担保・見えるようにする」、「短期的な答えと中長期における意味づけを議論することが求められている」、「将来に向けた研究開発の方向性では選択肢が多数あるので何を進路としていくかを示すべき」といった指摘がある。

4) 研究開発の多様性と焦点を当てるテーマのバランスについて

研究ユニットで実施する研究開発の全体の構成については、従来は選択と集中によって絞るべきとの意見が比較的多かったが、新たな展開を求めることや多様性を考慮する指摘が多くなっている。

それらでは、「トップダウン的にミッション、ベネフィット、実現のための優位性のある技術あるいは新たに獲得しなければならない技術等を定義しても良い」ということとともに、「旗幟鮮明に。旗が状況に応じて変化してもそれについての明瞭な説明があれば構わない」、「不透明である技術動向に鑑み技術的多様性を維持していくこともありえる。英知を結集して方針を議論し組織運営に反映」といった指摘がある。

4-2 分野別概評

4-2-1 環境・エネルギー分野

環境・エネルギー分野では、グリーン・イノベーションを目指して、温室効果ガスの排出量削減のための再生可能エネルギーの利用拡大や省エネルギー、資源の確保と有効利用、産業の環境負荷低減、様々な新技術やリスクの評価、安全の管理等を目指した技術の開発を進めている。

今年度は、5研究部門（ユビキタスエネルギーRI、環境管理技術RI、環境化学技術RI、エネルギー技術RI、安全科学RI）、3研究センター（水素材料先端科学RC、メタンハイドレートRC、太陽光発電工学RC）の研究ユニット評価を実施した。また、今年度発足したバイオマスリファイナリーRCでは委員会形式で開始時意見交換会を、3研究センター（新燃料自動車技術RC、コンパクト化学システムRC、先進パワーエレクトロニクスRC）については評価委員意見交換を実施した。

東日本大震災及び原子力発電所事故を契機に、従来の地球温暖化防止への対応だけでなく、再生可能エネルギーや分散型エネルギーネットワークシステムの開発が喫緊の課題となっている。エネルギー技術開発においてもスピード感が求められており、技術研究組合やコンソーシアムといった制度を活用して、産学官連携のオープンイノベーションの推進が図られている。このような対外連携に加えて、省エネルギーや分散型システムの観点からは、一層幅広い技術のシナジーが必要であり、分野にとらわれない産総研内の連携強化が望まれる。

一方、環境技術の分野では、製造プロセスの省エネルギー化・低環境負荷化のみならず、高効率なリサイクル技術や環境浄化技術が求められている。その際に、長寿命化のための材料評価、化学物質や産業活動の安全性評価、新技術の有効性評価といった評価技術はすべての技術開発の共通基盤技術であり、公的研究機関としての産総研への期待は一層高まっている。

ユビキタスエネルギーRI

家電や自動車などエネルギー需要者側におけるエネルギー消費の削減を目指し、蓄電池、燃料電池などの新しい小型・移動型電源技術の研究開発を行うとともに、照明をはじめとする家電製品での省エネ・省資源化に資するため、材料基礎からシステム化まで一貫した研究を進めている。

ナノ材料科学などの現象解析的取り組みにより、現行タイプのリチウムイオン電池の高密度化（高容量化）、高信頼性化に加え、空気電池やイオウ系正極材料など萌芽的次世代技術の取り組み等、社会の要請に対応した、戦略的かつバランスの良い研究が実施されている。

公開すべき成果と国家的観点で知財保護すべき成果の見極めをより一層厳しくすることが必要になっている。

実施している技術研究組合の拠点や大学などとの連携拠点としての活動は、オープンイノベーションのハブとして極めて有効である。今後も、これまで以上に産学官連携の中核となり、現在のオープンイノベーション構想を軸に、強い信頼を産学から得て、発展してゆくことが期待される。

環境管理技術RI

持続的発展可能な社会の実現を目指し、経済産業の発展と安全・安心な環境を両立させるため、環境負荷の管理・低減・再資源化及び快適環境の構築に関する研究開発を行い、環境技術産業の振興・創出を図るとともに環境関連政策の立案・実効へ貢献する。このため、環境問題の解決に関わる環境診断技術の開発、有害化学物質リスク削減技術の開発、リサイクル技術の開発、そして地球温暖化関連物質の環境挙動解明と二酸化炭素対策技術評価からなる4つのユニット戦略課題を立て、産業界・社会が受入れやすい技術の開発を実施している。

これまで、独自原理のDNAチップや水晶振動子センサー、深紫外光照射による微量金属分析法

第4章

及び高機能発光酵素など、極めて独創性の高い多様な先端研究が多数進められており、その他にも空気浄化に適した新規光触媒の開発や、複管・連続式気流選別機による小型家電破砕物などからの有用物リサイクル技術の開発、大気中CO₂濃度の長期モニタリングや固定化技術など、環境管理に関する様々な先端的研究活動を精力的に展開していることは評価される。

今後は、より多くの民間企業との接触の機会を増やし、産業化に結びつきそうなものはできるだけ企業に技術移転していく一方、産総研内のナノテクや地質など他分野との交流をさらに積極的に進め、研究の幅を広めるとともに、新たな研究・技術のニーズやシーズの発掘に努め、産総研の環境管理技術研究を代表する部門として、継続的な発展が期待される。

環境化学技術RI

環境と経済発展の両立を可能とする化学産業への貢献を目指し、グリーンサステナブルケミストリー（GSC）に基づく「環境共生化学」を基本理念として、環境負荷となる廃棄物を生み出すことなく、再生可能資源を用いて最小のエネルギー使用量で、選択的に目的製品を製造する技術の開発に取り組んでいる。

環境負荷物質の排出極小化、省エネ化、再生可能資源の利用等の明確な目標のもとに、バイオマス由来の基幹化学物質製造プロセスの開発、ナノ空間反応場を利用したリン、フッ素等のヘテロ元素を含む材料の開発、新規膜素材・吸着材による分離技術が開発されている。新たに、レーザー化学を基礎とした炭素繊維強化プラスチック等の加工技術と、先端化学材料の評価技術としての劣化機構解明の課題を加えて、より強力な推進体制となった。いずれも産業界のニーズを強く意識しており、研究ユニット間並びに産学官の連携も活発である。

技術的にはバイオ手法や物理的手法をうまく取込みながら、今後は経済のグローバル化と原料確保の視点から、東南アジアや米国との連携を積極的に進めて、日本の化学産業の優位性確保への貢献が期待される。研究開発の効果についてはGSCの指標を活用するなどして、検証を掘り下げることが重要である。

エネルギー技術RI

太陽光、風力、水素、新燃料等のクリーン・エネルギーの研究開発、燃料電池等分散型エネルギー源の開発、蓄電、蓄熱、水素貯蔵等のエネルギー貯蔵技術の開発、及びこれらの技術を体系的に統合化し電力・ガス・熱の需給を適切にマネジメントする分散型エネルギーネットワークシステムの研究開発を行い、高効率・低環境負荷で柔軟性・利便性の高いエネルギー供給が可能な総合エネルギー産業の成長と、日本のエネルギー政策や長期エネルギービジョンへの貢献を目指している。

革新的なコンセプトに基づく材料の開発から、熱電変換素子、色素増感太陽電池、革新型二次電池等デバイス開発、固体酸化物形燃料電池等システム開発、最終的なエネルギーネットワークの実証など、エネルギー全体の課題を俯瞰的に捉え、システム技術と個別技術の両面でバランスよく網羅して研究開発を推進していることが評価される。材料の劣化メカニズム解明やエネルギー技術導入シナリオ分析等の基盤技術に加えて、大震災以後の急激な情勢変化に対応して、福島新拠点の設立や次世代風力発電技術開発など組織的な対応も評価される。

今後も社会情勢や政策の変化に対応して、戦略や研究課題も柔軟かつ的確な見直しが必要である。各々の課題の複雑な関連性を整理し課題を共有するためにも、研究開発マネジメント手法の体系的導入や、研究対象をエネルギーシステムの構成要素だけでなく、現状把握、評価、設計、予測まで含めるような研究体制も検討する必要がある。

安全科学RI

安全と持続可能性を同時に追求する科学を確立し、豊かで安全な社会を実現するために、環境保全、産業安全や持続可能性に関わる評価手法を開発し、その評価結果やデータの発信と市民・産業界・行政での普及を実施している。具体的には事故や災害の被害予測、技術や製品の健康・環境・経済への影響評価など、幅広い分野にわたる評価技術の総合的なリスク評価・管理手法の開発、普及、標準化を進めている。

政策ニーズ対応型研究を中心に、化学物質リスク、LCA（ライフサイクルアセスメント）、爆発・

産業保安の実績を背景として、安全科学研究のロードマップを設定し、評価手法の開発、調査結果やデータの発信と活用、産業の国際競争力強化に取り組んでいる。成果として、ナノ材料の作業環境における許容暴露濃度を提案し、作業者を対象としたリスク評価書を公表している。また、産業保安力評価システムを開発し、新型火薬庫に関する行政対応で成果を挙げており、日本の提案した爆発性評価試験方法は国連で採択されている。化学物質リスクに関しては、暴露解析モデル・ツール、ヒト健康及び生態影響評価手法、リスク評価・管理手法、多様なリスクの解析・統合化手法を開発している。ライフサイクル評価手法については、LCAへの取り組みを基礎にして素材と資源フローを展開しており、産業主体や政府部門の利用に供している。

今後、将来の目標である総合的リスク評価・管理技術の開発に向けて、産業ニーズと社会ニーズのバランスに配慮し、独自性のある研究成果を挙げることが期待される。また、海外や市民に直接関係するマスコミへの広報に努め、安全科学の意義を広く一般国民に周知し、安全科学研究の地位を向上させるための活動を実施することが望まれる。当研究部門は産総研の多くの研究ユニットとの接点を持っていることから、ハブ組織として今後のさらなる活動も期待される。

水素材料先端科学RC

安全・安心と経済性が両立する水素社会の構築に向けて、水素材料強度及び水素破面と組織のデータベース構築、燃料電池車や水素ステーションにおける高圧水素容器や水素輸送技術の評価・設計手法等の確立、高分子材料への影響やトライボロジーの解明、水素基礎物性データベースの構築と普及を進めている。

材料評価技術や材料探索指針の獲得を目指し、水素材料の疲労・脆化機構等の解明により、世界に先駆けて本研究センター設立から7年間で各種データを集積した。知見の普及に必要なデータベース・書籍を公開し、利用できるところまで完成度を高めている。高分子材料の評価を新たに加えるなど、課題の重要性や研究の進展に応じた計画の見直し・再編もなされた。大学を中心に集中的な施設整備が行われ、つくばにある研究チームとも連携して世界最大規模の水素材料研究拠点を築き上げ、先端的知見の体系化を実現している。

今後は安全で一層安価な水素製造・供給・利用システムの設計例を示すなど、水素社会の実現に向けて、安全確保とコスト低減を視野に入れたビジョンを提示し、世界の規制をリードする役割が期待される。また、国際標準化への活発な取り組みと、日本の規格・規制を見直す積極的な提言が期待される。これまでの研究成果と設備を活用しつつ、材料開発そのものや規制等の社会システム検討を含めた総合的な研究開発拠点とすることも新たな方向性である。

メタンハイドレートRC

メタンハイドレート資源から天然ガスを安定かつ経済的に採取する生産技術の研究開発を推進し、商業化を実現するための技術整備を行うとともに、産業への橋渡しとして中核的役割を發揮している。

メタンハイドレートから天然ガスを経済的に採取するための実用化について、メタンハイドレート資源生産技術と機能活用技術に関するユニット戦略課題を設定し、経済産業省の委託研究を中心にして、中長期的な視点から研究を進めている。研究レベルは高く国内外において優位性を有しており、国内外との連携や共同研究も積極的に推進している。成果としては、減圧法による生産技術開発が進捗し、大型産出試験装置によるシミュレーションの検証も進めつつある。また、地層力学挙動解析シミュレーターの高度化と高速化が図られ、坑井周辺地層の力学的挙動の理解がより進んだ。天然ガス輸送貯蔵媒体としてのハイドレート及びセミクラスレートによるガス分離／精製技術に関する研究は、民間企業との共同研究により実用化に結びつく多くの成果を挙げている。

今後、エネルギー問題の動向、平成24年度末の海洋産出試験の結果、及び民間企業の参入などにより、ロードマップの修正や研究目標・計画などの見直しが見込まれるので、それらに柔軟に対応し、更なる研究の推進が期待される。また、ユニット戦略課題の研究進展に加えて、相互の連携強化により相乗効果が得られるように、研究体制や人材配置・育成を工夫することも望まれる。ガスハイドレートの研究分野は、学術的にも重要な課題であるとともに、様々な技術への応用に

第4章

も期待できるので、今後とも幅広い視野での技術の利用拡大が期待される。

太陽光発電工学RC

エネルギー供給の安全保障と低炭素化、経済発展、国内雇用創出を同時に実現するために、太陽光発電に関連する技術分野に体系的かつ包括的に取り組み、相対値で10%以上の太陽電池の変換効率向上、モジュール寿命で30年以上という信頼性の向上、基準セル供給や新型太陽電池評価技術など共通基盤技術の開発などを目指している。

研究チームを技術的性格で再編し、信頼性評価等の共通基盤技術の標準化、各種薄膜太陽電池の高効率化、九州センター及び福島新拠点における実用化加速ラインの整備、将来に向けた革新的太陽電池の技術開発などを推進している。総合的に産業界・学界からの期待に応える成果が出ており、コンソーシアム活動や実用化ライン構築等により、企業の技術開発を力強くサポートしている。内外の関係機関との連携も活発で、産学官連携のハブとして機能し、競争関係にもある米・独の研究機関とともに世界的な研究拠点として認知されている。

今後は既存のロードマップに囚われることなく、各種の太陽電池の出口イメージを明確にして、性能目標を高めていく必要がある。結晶シリコン太陽電池の技術革新、製品のコストパフォーマンスを考慮した技術開発、蓄電・配電システムを含む総合エネルギー利用技術、産業競争力強化に向けた技術開発戦略提言機能の強化など、産業界のさらなる要請に応える活動も期待される。

4-2-2 ライフサイエンス分野

ライフ・イノベーションを実現するためには、疾病や事故の予防、治療や介護支援の充実に加えて、健康で安全な生活を送りやすくすることが必要である。疾病を予防し、早期診断を可能とするため、生体分子の機能分析、解析技術等の開発を行う。本目標を達成するために、新たな健康評価技術や創薬支援技術、個人の状態に合わせて健康維持・増進・回復を支援する技術、バイオプロセスを用いた環境負荷低減技術、医工学基盤技術などを中心に研究開発を展開している。

今年度は、4研究部門（健康工学RI、生物プロセスRI、バイオメディカルRI、ヒューマンライフテクノロジーRI）、1研究センター（バイオメディシナル情報RC）の研究ユニット評価を実施した。また、3研究センター（生命情報工学RC、幹細胞工学RC、糖鎖医工学RC）については評価委員意見交換を実施した。

産総研における当該分野の研究は、国民の健康維持・増進に資することを主なアウトカムとする課題が多く、その基盤とする研究は概ね良好な評価を受けている。実用化が強く望まれる分野であることから、常に、実社会への展開の道筋をロードマップ等にまとめて意識することが重要である。実用化研究においては、産業界や臨床現場との密接な連携のもとで推進しており、技術や行政判断などに関する国内外の動向を常に把握し、戦略的に推進することが不可欠な分野である。

健康工学RI

肉体的・精神的に健康な生活の実現に向けて、人間の健康状態を計測・評価し、その活動を支援するため、先端的なバイオ技術と材料・システム開発技術を融合し健康な生活の実現に寄与する技術の開発を進めている。

細胞チップを用いた病原性原虫感染症の早期診断システムはWHOでのアピールや現地でのフィールド試験が始まるなどの進展があったことが評価された。間葉系幹細胞(MSC)研究では、患者のMSCから遺伝子改変MSCやiPS-MSCの作製に成功し、また量子ドットと表面プラズモン励起増強蛍光法の開発などバイオマーカーの高感度検出及び創薬・医療への利用に向けた進展があった。映像の生体安全性に関して国際標準化に向けた意欲的な活動も高く評価される。さらに、地域の健康関連産業の活性化及び産業技術人材の育成を研究ユニットのミッションとして明確に位置付け、四国6大学と産総研合同のワークショップや「分子複合医薬品研究会」、「ヘルスケアイノベーションフォーラム」などを主導しており、地域戦略に基づくハブ機能を積極的に果たしている。

今後、マーカーやデバイス開発においては、検体数や被験者数を増やすとともに、継続的な経過のフォローにより、それらの有効性検証を確実に進める必要がある。またトランスレーショナルリサーチを展開する上で、医療機関と相互にメリットのある形でさらに連携を強化することが期待される。

生物プロセスRI

バイオプロセスによる高効率な物質生産を目指し、基盤的研究から実用化研究に至るまでの一貫した研究の中で、化学燃料代替物質、化成品原料、医薬化学品、有用タンパク質、生物資材など、物質循環社会の実現並びに高品位な物質生産技術の開発を進めている。

新規有用微生物の探索や微生物と動物（昆虫等）との共生関係に関する基盤研究では、継続的に新知見を発見するとともに著名な国際誌に論文を発表している。微生物関連の研究では日本の中核的研究拠点としての役割を果たしていることが評価される。民間企業では推進が難しい大規模ゲノム情報に基づくバイオプロセス設計や有用遺伝子探索などを、企業と連携しながら主導して推進していることも評価された。世界初の閉鎖型遺伝子組換え植物工場での植物栽培方法の確立は特筆すべき成果であり、産業化に向けての安全性試験や許認可のノウハウの蓄積は、今後の産業貢献にとって非常に重要と認められる。核酸医薬を目指した核酸の化学修飾に関する一連の研究では、企業と連携しコスト意識を持った開発が進められていることも評価された。

第4章

研究グループ間あるいは他研究ユニットと連携を組むことにより、効果的な研究推進・拡大が期待できるものもある。研究ユニット運営においてこのような体制に誘導していく努力が期待される。本研究部門は、北海道における大学や研究機関、地域企業との共同研究や人材育成に大きく貢献しており、今後もイノベーションハブとして活発な取り組みが期待される。

バイオメディカルRI

生体分子の構造・機能を理解・解明し、有用な分子の開発や細胞テクノロジーを進展させることにより新しい創薬・医療の基盤技術を確立することを目指している。このため、生体分子の構造・機能解析と高機能化、生体メカニズムの解明とその制御物質の探索、健康・疾患に関連する細胞制御分子の解明と利用、そしてナノバイオ技術融合による極微量生体分子の計測解析技術開発等の研究課題に取り組んでいる。

RNA関連タンパク質とRNAの複合体の詳細な機能構造解析や低分子量の微小タンパク質の設計などに関する研究で世界トップレベルの評価を受けている。また、大気圧電子顕微鏡の製品化や抗体医薬品の製造コスト削減に資する連続クロマトグラフィーシステム、ナノニードル技術を利用した新規セルソーターの開発などは、顕著な成果として評価できる。この他にも、ニュートリウム検討会の設立など、バイオメディカル研究のハブ機能を果たしつつ、産総研内の他分野の研究グループや、外部の医療機関との連携を積極的に推進している。

今後、基盤的研究及び研究開発された技術について、世界的視点からの位置付けや優位性について、客観的に評価することが重要である。その中で出口に近く経済効果も大きい課題については、重点化や柔軟な組織作りとハブ化により、展開の加速を図ることが期待される。

ヒューマンライフテクノロジーRI

自立して知的で快適な生活を安心して送ることを可能とするため、人間の心身活動を深く理解する研究を行うとともに、技術のユーザーである人間側に視点をおき、人間の能力発揮及び機能回復を支援するための研究を進めている。

骨疾患や心疾患治療に利用するための組織誘導性生体材料と医療部材や医療機械の組み合わせ製品の技術開発や、ナノ粒子アジュバント（免疫賦活剤）によるがん免疫療法への利用など、独創的な発想による開発推進と、実際に臨床応用にまで進展している点が評価される。動脈硬化計測機器については、企業と組んで製品化まで進めている。また、アクセシブルデザインのデータベース化や標準化、医療機器ガイドラインの策定、レギュラトリーサイエンスの支援の領域では、政策や市場を明確に視野に入れた積極的な活動により、産総研の特質・位置付けを活かした産業振興への貢献が評価された。

生活自立支援のための身体機能回復技術については、個々の要素技術は優れているが、それらを統合して機能回復に至るロードマップをより明確にして開発を進める必要がある。また、成果をより一層実用性の高いものとするために、医療や福祉の現場との共同研究等をこれまで以上に積極的に増やすことが望まれる。

バイオメディシナル情報RC

タンパク質相互作用ネットワーク解析や、創薬標的として重要なタンパク質の構造解析を行い、またイン・シリコ解析などを駆使して生体機能を制御する化合物を創製するなど、創薬基盤技術の開発を行っている。また種々のバイオリソースからの有用物質の探索・同定を進めている。

企業と共同で開発した高精度で再現性の高い汎用ヒト型ロボット、及び新規iPS細胞誘導遺伝子 Glis1 の発見は特筆すべき成果として評価される。機能性RNAに関する研究では、核内構造体の発見とその生物学的意義及び疾患との関連について優れた成果を挙げ国内外でも先行している。ヒト分子情報の統合データベース H-InvDB は内容の充実が図られ、また MEDALS も着実に利用が拡大している。ペプチドリガンドから非ペプチド化合物を推測するプログラムやリード化合物の最適化に有効な「DIRECTION法」の開発も創薬を支援する技術として高く評価される。

今後は、本研究センターが蓄積する貴重なバイオリソースや技術が産業界・アカデミアで有効活用されるよう、アウトリーチ活動を積極的に行い、臨床機関や企業との連携により創薬・医療産業

に資する貢献が期待される。生命情報に関するデータベースや解析プログラムについては、その利用拡大に向け講習会などによる人材育成を積極的に行うことが求められる。

第4章

4-2-3 情報通信・エレクトロニクス分野

情報通信・エレクトロニクス分野では、新しいデバイス機能とIT（情報技術）の有効活用による省エネルギー化を目的に、グリーンITと革新デバイスに関する技術開発を進めるとともに、安全やサービスへの応用による健全な社会の発展に貢献することを目的に、ディペンダブルITシステム及び情報化サービスに関する技術の開発を進めている。

今年度は、5研究部門（知能システムRI、情報技術RI、ナノエレクトロニクスRI、電子光技術RI、セキュアシステムRI）、3研究センター（ネットワークフォトンクスRC、サービス工学RC、フレキシブルエレクトロニクスRC）の研究ユニット評価を実施した。また、2研究センター（デジタルヒューマン工学RC、ナノスピントロニクスRC）については評価委員意見交換を実施した。

電子デバイスの省エネルギー化によるグリーン・イノベーション推進では、特性ばらつきが世界最小のFinFET（電界効果トランジスタ）の実現、超高速光LAN上でのスーパーハイビジョン配信の実証実験、世界最高性能のマイクロコンタクトプリントの開発など、ITによる生活安全技術開発によるライフ・イノベーション推進では、つくばモビリティロボット実験特区での公道走行実験、スマートデバイスで操作できる超小型バイオセンシングシステムの開発など、情報化サービス技術開発では、能動的音楽鑑賞サービス「Songle」の一般公開、要素技術の統合によるサービス生産性向上の実証など、ディペンダブルITシステムに関する技術開発では、関西地区での組込みシステム産業に向けた産学官連携ハブ機能の構築など、企業や公的機関との積極的な連携のもと優れた成果を挙げている。また、セキュアな社会実現のためのITの研究開発と産業に安全の価値を付加することを目標に、情報系研究ユニットを再編し、新たにセキュアシステム研究部門を設立し、研究開発を加速させている。

今後、激しく変化する情報通信エレクトロニクス市場のニーズを機敏に捉え、日本としての産業化ターゲットの方向性について技術研究組合や産業界とさらなる議論と検討を重ねるとともに、日本の産業技術の発展を推進する公的研究機関の役割とビジョンについても検討を加えた上で、絶えずシナリオ・ロードマップの見直しを柔軟に行うことが求められる。

知能システムRI

生活支援、サービス産業、製造業への応用を目標に、ロボットの安全性評価技術、高信頼性ロボットソフトウェア開発技術を基幹技術として特徴付け、知能情報処理・ロボティクスに関わる基礎原理、要素技術、システム化技術の研究開発を進めている。

市街地移動システムや自律走行車いすのような移動手段は、今後の低炭素社会、高齢化社会では確実に必要になるので、つくばモビリティロボット実験特区における実証実験は真に実用化を試みるという点で評価される。また、安全に関する標準化の活動は、ロボットを社会に普及させる上で極めて重要で、開発したミドルウェアがIECの認証を取得したことは高く評価される。

今後は、産業用ロボット知能化技術では、セル生産方式を導入する対象等を明確にする必要がある。また、本研究部門で開発された革新的な技術を速やかに産業化するために、企業との連携の機会をさらに増やすことが望まれる。各研究グループが独自に活動することも先端研究には必要だが、多くの研究グループが共通の目標に向けて協調することも重要である。

情報技術RI

ITによる活力ある社会の実現を目標にして、多種・大量データを提供できるIT基盤（プラットフォーム）の開発、実世界のデータ（コンテンツ）活用技術の開発、応用としてのサービス創出の3階層を設定するとともに、スマートグリッド通信技術、生活支援・生活安全技術、次世代クラウド技術、衛星画像の整備／地理空間情報の高度利用技術、情報システムの高信頼・高安全・高可用化技術、コンテンツサービス創出・利活用技術の開発を進めている。

太陽電池パネル組み込み用モニター通信装置の小型化・低コスト化の実現、病理診断支援システムの開発、次世代モジュール型データセンターの構築と電力削減効果の実証、METI衛星アーカイ

ブのクラウド上への構築と活用、能動的音楽鑑賞Webサービス「Songle」や音声検索Webサービス「PodCastle」の開発など多くの成果を挙げるとともに、情報通信のプラットフォーム技術を中心に、国際連携を通じた実証実験による国際標準化の加速並びに企業連携を通じた標準化による産業界への技術導入促進を進めている。

なお、本研究部門の優位性と位置付けをより明確にするため、世界的な研究拠点との比較を明示するなど、部門全体のベンチマーキングを定常的に行うことが望まれる。また、ある程度の時間スケールを示すダイナミックなロードマップを策定するとともに、研究の進捗度と最終目標との関係をより明確にすることも求められる。

ナノエレクトロニクスRI

ナノエレクトロニクスのコアとなる独自技術の高度化を行うとともに、研究開発段階から産業界と連携する体制を構築し、技術集積の拠点となることをミッションとして、シリコンナノデバイス、新材料・新構造インテグレーション、半導体設計・製造技術、ナノ計測エレクトロニクス、超伝導集積エレクトロニクスの研究開発を行っている。

高い技術ポテンシャルを維持した上で、外部との連携による多くの研究プロジェクトに参画しており、FinFET技術、相変化材料メモリ技術、フィールドエミッター方式X線撮像デバイス、3次元実装用高熱伝導ヒートスプレッダー、小型ジョセフソン電圧標準システムなどの開発において成果を挙げるとともに、独自提案技術であるミニマルファブについて、多数の民間企業を巻き込んで積極的に開発を推進していることが評価される。

今後は、半導体産業の国際的潮流が急速に変化していることを踏まえ、新機能・新原理デバイス技術の開発にさらに力を入れ、将来のエレクトロニクスに必要な根幹技術を見極めるとともに、国際的な連携と知財に関する基本戦略を定め、オープンイノベーションを主導する積極的な役割が期待される。

電子光技術RI

電子と光の特性を最大限に活かした情報処理・通信技術の高度化と新たな可能性の追求をミッションとして、光情報技術、省エネ型パワーフォトリクス、高感度センシング、新原理エレクトロニクスに関する研究開発を行っている。

多くの世界トップレベルの基盤技術を持ち、日本の電子光技術の研究開発をリードしている。特に、次世代機器内通信のための光インターコネクション技術の開発における大きな貢献が期待される。微量のウィルス・重金属等を対象とする高感度センシング技術は、明確なマイルストーン設定のもと、実用化に向けて着実に進展している。基礎研究では、強相関酸化物と超伝導材料などの革新的材料技術に関して継続的に高い水準の成果を挙げている。

今後は、電子技術と光技術の融合による、社会的ニーズに応える新しい研究ターゲットを模索し、研究部門の目指す大目標を対外的に明示した上で、内外の先端的研究機関と連携し、世界をリードする研究部門を目指すことが期待される。

セキュアシステムRI

産業・社会のITの安全維持とIT安全研究のCOEとなることを目標に、ITサービスの安全性向上、産業インフラ防御のための制御システム安全、安全なシステム開発技法、次世代システム安全基盤の整備など、新安全技術及び安全性の可視化技術の開発を進めるとともに、将来の脅威予測についての先行研究を行っている。

安全性証明についての基盤的研究など暗号理論で優れた成果を挙げるとともに、MITB（マン・イン・ザ・ブラウザー）攻撃に対する安全な銀行振込法の開発、技術研究組合との連携による下位層からの攻撃検知防御に関する仕様設計の策定、並行プログラムの自動解析システムCONPASUの開発、形式記述（FOT記述、SENS記述）の開発及びこれら支援ツールによる適用実験・技術評価推進など、多くの成果を着実に挙げている。また、関西地区での組込みシステム検証サービスや組込みシステム技術者育成など、産学官連携のハブ機能形成に向けた活発な活動は高く評価される。

第4章

なお、セキュリティ研究開発では、中長期的な課題と緊急性の高い課題があり、行政ニーズ対応が主な課題については、研究期間と到達目標への柔軟な対応をふまえたダイナミックなシナリオ・ロードマップの策定が必要である。一方、中長期的な課題については、未来像を想定したロードマップを策定するとともに、研究のより大型化が求められる。

ネットワークフォトニクスRC

従来ネットワークより3~4桁少ない消費電力で、高精細映像の巨大情報を扱えるネットワーク基盤の実現を目標にして、ダイナミック光パスネットワーク構想のもと、テストベッドの実現とフィールド実証を目指し、ネットワークサブシステム、ルーティング用光スイッチ、光信号処理デバイスに関する研究開発を進めている。

光時分割多重（OTDM）伝送技術の高度化及びこれを用いたスーパーハイビジョン非圧縮映像信号の超高速光LAN上での伝送の実証実験、シリコンフォトニクスによる8×8モノリシック光スイッチの開発、独自のISBT素子とマイケルソン干渉計をモノリシックに集積化した超高速光ゲートスイッチの開発など、民間企業との強い連携のもと、独自性の高い成果を挙げている。

今後、激しく変化する情報通信技術市場のニーズを機敏に捉え、絶えずシナリオ・ロードマップの見直しを柔軟に行うことが期待される。このためにも、情報通信研究機構やNTT等とのより踏み込んだ議論や連携の強化も望まれる。

サービス工学RC

サービス産業の生産性向上の実現、すなわち、サービス利用者にとっての価値の向上とサービス提供側の効率化の双方を同時に実現するサービス工学基盤技術の開発と普及を目指し、インターフェース技術、大規模データのモデル化技術、マルチエージェント・シミュレーション技術の中核技術として、センシング適用技術、サービスモデリング技術、サービス設計支援技術の各要素技術の開発を進めている。

多くの企業などとの共同研究を精力的に行い、人の行動計測をはじめとして、高い水準の技術開発を実施しており、これまで開発してきた要素を統合し実際のサービス現場に適用することによってサービス生産性向上に寄与できた点が評価される。特に、「サービス工学」の社会的認知度を高めようとしている点等が高く評価される。

一方、個別の問題の事例研究が多く、テーマが拡散しているため、絞り込みが必要である。今後は、事例研究のみならず、研究センター全体としての目標とその達成のための戦略、オリジナルな方法論、要素技術、システム技術などを明確化すべきである。サービス学会の設立を踏まえ、「サービス学」、「サービス工学」の確立への更なる寄与が期待される。

フレキシブルエレクトロニクスRC

ディスプレイやセンサーなどの情報通信端末機器のためのフレキシブルデバイスの開発と、それに係る製造技術、材料基盤・計測標準化技術の開発をミッションとして、フレキシブルデバイスの開発、プリンタブルデバイス製造技術、有機エレクトロニクス材料の評価基盤技術に取り組んでいる。

技術研究組合との一体的な運営により、日本の集中研究拠点として順調なスタートを切り、既に世界最高の成果がいくつか得られるなど、国際的にも優位性を確保している。具体的には、トップエミッション型有機ELディスプレイに不可欠な透明カソードの低損傷製造技術、酸素ポンプ技術を併用したスーパーインクジェット技術による世界最高水準の微細銅配線作製技術、ダブルショット・インクジェット印刷による有機単結晶薄膜成長技術など、高水準の成果を挙げている。

今後は、技術研究組合との強い連携のもと、目標とする「次世代入出力デバイス」のより具体的なデバイスイメージを描き、各研究チームの計画を研究センター全体の目標に合わせ、研究チーム間の相互連携を強めてシナジー効果を出すとともに、フレキシブルデバイスの新しいニーズを掘り起こすための努力も望まれる。

4-2-4 ナノテクノロジー・材料・製造分野

ナノテクノロジー・材料・製造分野では、第3期中期計画のうち、主にグリーン・イノベーションの推進のため、イノベーションの核となる材料・デバイス、産業の環境負荷低減技術、省エネルギーによる低炭素化技術、資源の確保と高度利用技術、再生可能エネルギーの導入拡大技術等の研究開発を行い、特に拠点化によるオープンイノベーションの推進に力を入れている。

今年度は、3研究部門（先進製造プロセスRI、サステナブルマテリアルRI、ナノシステムRI）、1研究センター（ナノチューブ応用RC）の研究ユニット評価を実施した。また、1研究センター（集積マイクロシステムRC）については、評価委員意見交換を実施した。

希少資源使用量削減のための代替材料や製造プロセスの開発、カーボンナノチューブ（CNT）の量産技術、ナノ粒子による環境浄化技術など、積極的な産学官連携による実用化に向けた研究開発において、独自性の高い成果を挙げていることが高く評価された。一方、研究ユニットの戦略・運営に関して、変化する社会的ニーズや技術動向を迅速に把握し、ロードマップを柔軟に見直すことの必要性や、イノベーションハブ機能をさらに活性化するための人材育成の重要性などが指摘された。

分野全体を通じて、グリーン・イノベーションのための材料・製造技術は着実に進展しており、産業界との適切な協力と分担によって、より集中的かつ効率的な研究開発を進め、グローバルな課題解決に貢献することが期待される。

先進製造プロセスRI

日本の製造産業の環境との調和と国際競争力の向上のため、最小の資源、最小のエネルギー、最小の廃棄物で最大限の機能・特性を発揮する製品を高効率で作る製造プロセス技術（ミニマル・マニュファクチャリング）に関する研究開発を進めている。また、中小企業など多数の企業の課題解決や人材を育成するための「ものづくり支援」ツールの開発と普及を進めている。

希少資源の使用量削減に関して、貴金属触媒を使用しないマイクロ固体酸化物形燃料電池等を実現しており、資源的制約に対する挑戦で大きな成果を得たことは高く評価できる。一方、「デザイン・ブレイン・マッピングツール」については、新しい顧客価値のある新製品作りに役立つツールとして改良することが望まれる。

今後も、迅速に産業界等のニーズ変化や関連技術の進歩の状況を把握し、ロードマップの方向性、研究の優先順位を見直すなどの柔軟な対応が望まれる。中長期的な視点では、国内企業の海外展開も考慮してグローバルな成果の普及についても検討が必要となるものと思われる。また、技術伝承の観点から、知識を頭で理解するだけでなく身についたものとするプロセスや人材育成支援の重要性も高い。

サステナブルマテリアルRI

材料から素材、部材にわたる技術開発によって、社会の持続的発展を可能とする産業技術の確立に貢献することをミッションとし、レアメタル等金属の省使用・代替材料の開発、省資源型環境改善建築部材の開発、及び、軽量合金による輸送機器の軽量化材料技術の開発を行っている。

レアメタル代替材料に関しては、多くの技術課題について開発目標をほぼ達成して実用化レベルに達しており、サマリウム鉄系磁石の開発など、顕著な成果が挙げられている。建築部材では、合金多層膜からなるガスクロミック型調光ミラーで高い繰り返し耐性を実証するなどの成果を挙げている。軽量合金については、マグネシウム合金の材料構造設計、プロセス技術、解析技術、加工技術など、多様な要素技術が体系的に蓄積されており、対外的優位性を確立している。

ただし、こうした成果が必ずしも産業化に直結していない現状もあることから、今後は、資源や素材に関する国際的環境の急激な変化に対応しながら、絶えずシナリオ・ロードマップの見直しを柔軟に行うとともに、社会・産業界との連携をさらに深め、より最終ユーザーを考えた技術開発の方向に持っていくことや、それを担う実行力ある人材の育成が望まれる。

第4章

ナノシステムRI

ナノ材料の開発を進めるとともに、各種シミュレーション技術に基づく機能予測やナノ構造体製造プロセスの最適化を行っている。またナノ構造体の特徴を活かしたデバイスの研究開発を進めている。

光による可逆的な反応に基づく再利用可能な材料開発、有機電界発光素子、微細な溝に閉じ込めた液晶の新たな配向構造の発見、球体錯体の形成過程の解明など世界トップレベルの成果と特許などが高く評価される。また、LED高効率光取出し技術、ナノギャップ不揮発メモリ技術、用途別CNT分離技術など革新的な独自技術を開発した。プルシアンブルー型ナノ粒子を応用したセシウム汚染物回収プロセス技術の開発は既に実証試験にも成功している。ナノリスク評価技術では、国際標準化を視野に入れて進めている点が評価される。

一方、ナノ材料に関する理論・シミュレーションなどによる「テクノロジーブリッジ」の成功事例については、より広く認知される努力が求められる。また、応用の出口に近づいている研究課題については、集中投資や適切な企業とのマッチング促進などにより、研究者が先端研究に集中できる環境づくりが求められる。「NRIイノベーションオフィス」はこの研究部門独自の取り組みで、成果の事前発掘や産業界へのアウトリーチなど細やかな活動が今後も期待される。

ナノチューブ応用RC

ナノチューブ構造体による新産業創出とナノチューブ材料の総合研究拠点の形成を目標に、CNTの実用化・産業化・標準化技術、CNTと有機ナノチューブ（有機NT）からなるナノチューブ融合材料の創製・産業化技術、グラフェン系ナノ材料技術、及び、世界最高性能計測・分析技術の研究開発を進めている。

「スーパーグローブ法」による単層CNT量産技術の実現やCNT複合材料の開発、マイクロ波プラズマCVD法による低温合成グラフェン膜の高品質化など、技術研究組合との共同により産業化に向けた開発で多くの優れた成果を挙げるとともに、「eDIPS法」による単層CNT合成での反応機構の解明、ペリレン分子内包CNTによるイメージングプローブの開発、抗癌剤等の薬剤の徐放機能をもつ有機NTの開発、世界最高の波長比空間分解能をもつ超高性能透過型電子顕微鏡の開発など、ナノチューブ材料に関わる基盤的・基礎的な成果を挙げ、世界的な優位性を保持しており、高く評価される。

今後は、CNTの事業化を目指す企業群に対して、実用化時に想定される技術的課題を解決する指針を提示するなどの役割を担うとともに、産総研独自の新しい用途開発の提案と実証も求められる。

4-2-5 計測・計量標準分野

計測・計量標準分野では、産業の基礎である計測の信頼性を担保する最高精度の国家標準を開発・維持・供給するとともに、技術イノベーションを支える先端的な計測・分析機器の研究開発、ものづくりと生産性向上に必要な計測技術の開発、及び知的基盤としてのデータベースの構築を担っている。このため、国家標準とそのトレーサビリティの信頼性を、メートル条約及び国際法定計量機関を設立する条約のもと、世界全体で共有するための技術開発とシステムの維持を国に代わって実施するとともに、計測・分析技術に関する基礎研究から課題解決型の技術開発に至る幅広い研究開発を、分野全体として系統的に進めている。

今年度は、2研究部門（計測標準RI、計測フロンティアRI）の研究ユニット評価を実施した。また、1研究センター（生産計測技術RC）については評価委員意見交換を実施した。

計測技術は本質的に分野横断的な性格が強く、これまでも産総研内外の他の技術分野と連携しつつ研究開発を進めてきた。今後もこの動きをさらに推進するとともに、産総研全体として取り組みの強化が図られている国際標準化や国際規格の策定、国際基準認証システムの構築などに関する活動についても、中核的な役割を担っていくことが期待される。

計測標準RI

日本の経済活動を国際市場で円滑に発展させ、産業競争力を維持・強化し、グリーン・イノベーション及びライフ・イノベーションの実現に貢献するため、計量の標準の設定・維持・供給、計量器の検定・検査、計量標準に係わる研究・開発、及びこれらに関連する業務、並びに計量に関する教習などを、日本を代表する計量機関として、その責務を果たしている。

産業界のニーズと国家戦略に沿った計量標準整備の新たな方向を提示し、それに沿って600種の基盤的な国家計量標準を、世界的に見て遜色のないレベルに整備している。また、民間校正事業者や地方自治体の関係機関との密接な連携と役割分担により、着実な標準の供給を実施している。利便性の高い標準として、小型のリアルタイム電気標準器、及び定量NMR法により一つの標準物質から多物質の校正を可能にするなどの実用的な技術開発も進めている。さらに、次世代計量標準に向けた挑戦的課題として、光格子時計やアボガドロプロジェクトなどの先端的研究においても、世界をリードする成果が認められたことは高く評価される。

今後、計量標準の開発により想定されるアウトカムの俯瞰的な検討とシナリオの明確化を行い、産総研の戦略や知的基盤の整備計画に沿って、着実に日本の計量標準を維持・整備し、日本の製造業の発展に貢献することが期待される。さらに、人々の日常生活の変化は著しく、特に東日本大震災以降、安全安心に対する要求が高まっているため、社会インフラの維持と安全安心に資する計量標準の切り口が求められる。

計測フロンティアRI

基礎科学の成果として発見された物理化学現象等を活用して先端計測分析技術を開発し、これを分析技術として事業化可能なレベルまで仕上げる。また、開発した先端計測機器を共用公開し、従来の市販装置では不可能な高度な計測分析をユーザーに提供することにより、新たな需要を開拓し、日本の分析機器産業界に貢献する。

これまでの成果として、超伝導のイオン検出器や質量分析装置、X線・テラヘルツ波を使った生体イメージングなどは、分析装置として自立できるレベルに達しており、多数の論文成果発信や学会から多くの受賞を得たことなどは評価される。また、陽電子ビームの大気中への取りだしに成功した点は大きな進歩であり、今後の展開が期待される。さらに超高速分光計測による次世代太陽電池材料の解析・評価研究は時宜を得たテーマで、色素増感太陽電池の性能向上への有用な情報を提供できる可能性のある技術として評価される。

今後は、公開した計測技術だけでなく、コンソーシアム活動や機器公開を通じて異分野との情報交換により新しいニーズをつかみ、挑戦的な研究課題にも取り組むことが期待される。また、

第4章

技術の伝承等についても今後重要な問題となると予想されることから、人材育成についても対応策を講じ、日本における先端計測・分析技術の中心的存在となることが期待される。

4-2-6 地質分野

地質分野は、安心・安全で持続可能な社会の実現に向けて、「地質の調査」ミッションを担う地質調査総合センター（GSJ）として、長期的視点に立って日本及び周辺海域の地質学的研究を実施し、信頼性の高い地質情報を知的基盤として整備している。そして、これらの知見を基盤として、地震・火山等の地質災害の軽減に資する地質情報を提供するとともに、地圏環境の場と機能の利用と保全及び地圏に存在する天然資源の持続的かつ安定的な供給を実現するための研究開発を実施している。

本分野では、3研究ユニット（地圏資源環境RI、地質情報RI、活断層・地震RC）が、深部地質環境研究コア、地質調査情報センター、地質標本館との連携のもとGSJとして活動している。今年度は、2研究部門（地圏資源環境RI、地質情報RI）、1研究センター（活断層・地震RC）の研究ユニット評価を実施した。

本分野では、「地質の調査」ミッションにかかる課題について長期的な視点から研究開発を続けている。さらに東日本大震災の復興に関連して、津波堆積物、地下水流動、地盤・液状化調査などについて成果を挙げており、福島新拠点における地熱資源や地中熱利用に関する研究体制の整備を進めた。今後、活動的島弧である日本の地質学的な特徴を理解し、防災に強い安全・安心な社会構築に貢献するため、社会への迅速かつ有効な地質情報の提供をさらに推進することが望まれる。

地圏資源環境RI

社会生活の改善と向上を図り人類の持続可能な発展に貢献するため、地圏環境の場と機能の利用と保全及び地圏に存在する天然資源の持続的かつ安定的な供給の実現に向けた研究開発と知的基盤整備を行っている。そのなかで、地質分野における基盤的研究に基づいて、主として国の政策に対応した研究開発を行い、他分野との融合研究を推進している。

ユニット戦略課題として、土壌汚染評価、二酸化炭素地中貯留評価、高レベル放射性廃棄物の地層処分にかかる評価、鉱物・燃料資源ポテンシャル評価、地下水・地熱資源ポテンシャル評価に関する技術開発などを実施し、中立的な立場から中長期的国策プロジェクトへの参画や各機関との連携を図っている。成果として、地圏環境リスク評価システムであるGERAS-3は標準的な手法として認知され、民間事業所におけるリスク管理への利用が進んでいる。レアメタルなどの資源評価や採取技術の開発も進めており、論文の公表も顕著である。また、全国堆積層データベース、地熱資源情報データベース、鉱物資源図、燃料資源図など、多岐にわたる情報を社会に公表しており、ホームページを通じて利便性を向上させている。国際活動については、CCOP（東・東南アジア地球科学計画調整委員会）等を通じて、東・東南アジア地域の水資源、地熱資源、鉱物資源等の地球科学情報のとりまとめに貢献している。

今後、多様な専門分野の研究者を擁する中立研究機関のメリットを活かして異分野との連携を強化し、新たな技術開発の展開が期待される。また、共同研究などの海外との連携及び対象地域の拡大によって国際競争力を増強し、日本発の技術が国内のみならず海外での資源開発や環境保全に貢献することが望まれる。さらに福島新拠点における地熱・地中熱の開発システムに向けた展開が期待される。

地質情報RI

日本の国土及び周辺海域を対象として地質学的な実態を明らかにし、科学的根拠に基づいて地球の過去・現在を知り、最新の地質情報を国の知的基盤として整備するため、陸域・海域の地質調査及び地球科学基本図の高精度化、衛星画像情報及び地質情報の統合化、陸域の鉱物資源のポテンシャル評価、放射性廃棄物地層処分の安全規制の支援研究、そして火山噴火推移予測の高度化に関する研究開発を実施している。

これまで、地質の調査を行う日本で唯一のナショナルセンターとして地質調査を着実にを行い、その成果を各種地質図・地球科学図などの図面類として公表し、データベースの整備と更新も随時

第4章

行っている。特に20万分の1の地質図の全国完備及び5万分の1地質図幅の作成は知的基盤として最も重要であり、それを基にした20万分の1シームレス地質図のウェブ公開では高速かつ選択表示の高機能化を実現し、情報の統合化と利便性の向上を図ることができた。また、火山地質図作成等の活火山や噴火現象に関する地質情報に関する知的基盤の構築を進めている点も、日本の防災・減災に貢献するものとして評価される。さらに、国連大陸棚限界委員会において、日本の大陸棚延伸認可に貢献したことも高く評価される。

地質調査は産総研が国から託された業務の主要な柱であり、今後とも継続的な重点整備と、地質分野全体の連携活動が必要である。また、ナショナルセンターとして大学や公設研などの他機関との連携を図りつつ、人材育成にも積極的に貢献することが期待される。

活断層・地震RC

地震・津波災害の軽減という最終的なアウトカムに向けて、地質学から地球物理学、地震工学など幅広い専門に基づいて、野外調査・観測で得られる情報から地震・津波を予測するためのモデルの構築及びそのモデルの妥当性の野外調査での検証により、地震・津波の予測の信頼性向上を図っている。

地形・地質学と地球物理学の連携により過去の地震・津波の履歴・規模・メカニズムを解明し、将来の地震・津波の発生場所・規模・時期を予測し、被害をできるだけ軽減するという目標を設定している。地質調査を活かした研究手法は他機関に対して優位であり、研究シナリオでは調査・解析とモデル構築をよりの確にする相乗効果を図っている。成果としては、地下水観測網の充実とその精度の高さにより、「ゆっくりすべり」などの新知見を明らかにし、国の地震調査委員会・地震防災対策強化地域判定会等で重要な責務を果たしている。また、津波堆積物による巨大津波の研究では、当研究センターは世界のトップに立ち、平成23年東北地方太平洋沖地震により当研究センターの津波堆積物調査の成果の有効性とこれまでの成果が改めて認識された。

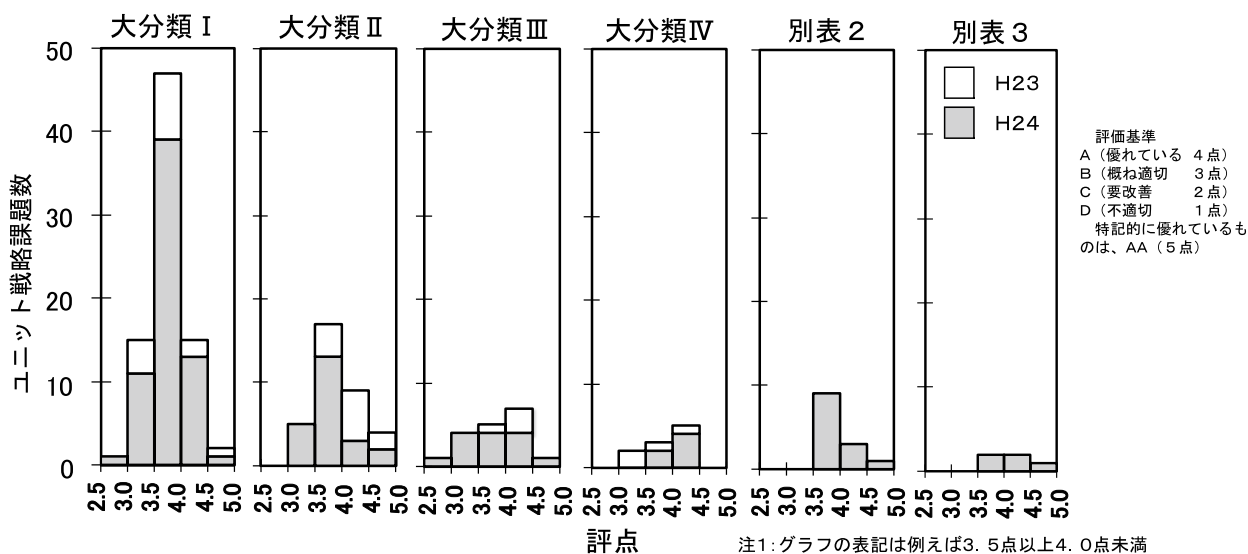
地震・津波予測を地形・地質からのアプローチにより科学的に研究することは公的研究機関としてきわめて重要な責務であるので、長期的な見通しをもったシナリオのもと、今後とも地形・地質・地球物理・工学の研究者の融合・連携と、基礎から応用まで幅広い研究を統合的に継続することが期待される。また、地震・活断層情報について自治体等や利用者へのニーズ調査を行い、当研究センターの成果を自治体の地域防災計画やハザードマップ作成に活かすことが望まれる。さらに、自治体・公設研を通じて地域企業の情報共有を行い、安全科学研究部門や地質分野の他研究ユニット等との所内連携により企業継続計画（BCP）に資する被害想定への取り組みも期待される。

第4章

各ユニット戦略課題の評点をもとに、第3期中期計画項目の別表1の大分類、別表2及び別表3毎の評点分布を示すと、図4-3-1のとおりである。ユニット戦略課題が複数の大分類等に跨がる場合には、いずれかの大分類等に分類した。

前述のように、平成23年度及び平成24年度の評価では、評価委員会を開催したいずれの研究ユニットでも評点を付している。この2年間の評価結果を合わせたものは、第3期中期計画の項目をほぼ網羅している。

この2年間を合わせた結果では、各大分類等における評点分布は、「大分類Ⅲ」及び「大分類Ⅳ」が4.0～4.5の頻度が最も高く、「大分類Ⅰ」、「大分類Ⅱ」及び別表2では3.5～4.0の頻度が最も高くなっている。



別表1：鉱工業の科学技術

大分類Ⅰ：グリーン・イノベーションを実現するための研究開発の推進

大分類Ⅱ：ライフ・イノベーションを実現するための研究開発の推進

大分類Ⅲ：他国の追従を許さない先端的技術開発の推進

大分類Ⅳ：イノベーションの実現を支える計測技術の開発、評価基盤の整備

別表2：地質の調査（地質情報の整備による産業技術基盤、社会安全基盤の確保）

別表3：計量の標準（計量標準の設定・供給による産業技術基盤、社会安全基盤の確保）

注1：グラフの表記は例えば3.5点以上4.0点未満のユニット戦略課題数を示す。

注2：複数の大分類に跨がるユニット戦略課題は、いずれかに分類した。

図4-3-1 ユニット戦略課題評点の第3期中期計画の大分類等毎の分布

4-4 中期計画の大分類等毎の主な評価結果

本節では、本年度の評価結果について、第3期中期計画項目の別表1の大分類、別表2及び別表3の大分類等毎に評価結果の主な内容を示す。

(1) 「I グリーン・イノベーションを実現するための研究開発の推進」

本年度の評価対象には、「再生可能エネルギーの導入拡大技術の開発」、「省エネルギーによる低炭素化技術の開発」、「資源の確保と高度利用技術の開発」、「グリーン・イノベーションの核となる材料、デバイスの開発」、「産業の環境負荷低減技術の開発」及び「持続発展可能な社会に向けたエネルギー評価技術、安全性評価及び管理技術並びに環境計測及び評価技術の開発」がある。これらの大項目における主な評価の結果は次の通りである。

- ・ 太陽光発電の効率・信頼性向上、多様な再生可能エネルギーの有効利用、及びそれらを含むエネルギーマネジメントシステム等の研究開発では、スマートグリッドの構築に関する通信技術について構成機器の小型化かつ低コスト化等の着実な成果を挙げていること、太陽電池性能評価と基準セル構成技術について世界最高の水準であり内外の研究開発の促進に大きく貢献していること、及び地熱資源の資源評価技術等について技術的優位性が保たれ社会ニーズに迅速に対応していること等が高く評価されている。なお、革新的太陽電池の技術開発について重点化すべきテーマを明確にしてより一層多様なアプローチを進めることが求められている。
- ・ 運輸システム、住宅・ビル・工場、及び情報通信の省エネルギー技術の研究開発では、燃料電池車及び水素ステーション用高圧水素容器開発に関して水素構造材料等のデータベースの構築と利用を進めたこと、高エネルギー密度電池デバイスの研究について高密度化（高容量化）・高信頼性化に加え空気電池やイオウ系正極材料など次世代技術に取り組んだこと、及び固体酸化物形燃料電池の研究開発について劣化機構解明・信頼性向上・高耐久化に関する着実な成果を挙げたこと等、多くの研究開発が高く評価されている。なお、省資源の建築部材に関する研究開発では、最終ユーザ企業との関係構築をより一層進めることが求められている。
- ・ バイオマスの利用拡大、化石資源の開発技術と高度利用技術、資源の有効利用技術及び代替技術では、メタンハイドレート資源生産技術の開発について生産性向上のための技術開発が適切で実施の段階に達したこと、レアメタル等金属の省使用・代替材料の開発について重要なレアメタルをカバーするとともに世界トップレベルの実用化技術の開発に成功していること、及び化学物質間のリスク（代替物質のリスク等）のトレードオフを考慮したリスク管理手法等の研究についてその手法開発がリスク評価の強力な支援ツールであることなど、多くの研究開発が高く評価されている。
- ・ ナノレベルで機能発現する材料・多機能部材、ナノチューブ・炭素系材料の量産化技術と応用の研究開発では、用途開発を加速化するための単層CNT量産技術の実現と単層CNTを利用した複合材料の開発等の数多くの成果を挙げ特に高く評価されている。また、高付加価値ナノ粒子の研究開発についてプルシアンブルー型ナノ粒子を応用したCs汚染物回収技術が実証試験に成功し、緊急性に応えた集中的な取り組みとして高く評価されている。
- ・ 製造技術の低コスト化・高効率化・低環境負荷、グリーンサステナブルケミストリー、バイオプロセス活用による高効率な高品質物質の生産技術、及び環境負荷低減・修復技術の研究開発では、遺伝子組換え植物・微生物等による有用物質生産技術の研究開発において閉鎖型遺伝子組換え植物工場での植物栽培方法の確立等が特に高く評価されている。また希少資源の使用量削減に関する貴金属触媒を使用しないマイクロ固体酸化物燃料電池等の実現、及び化学材料の耐久性等共通基盤的な研究開発の実施が高く評価されている。一方、製造分野における製品設計・概念設計支援技術の開発では技術を多くの事例に適用し問題点を洗い出して改良をする必要性があること等が指摘されている。
- ・ 革新的なエネルギーシステムの分析・評価、持続発展可能な社会と産業システムの分析、先端科

第4章

学技術のイノベーションを支える安全性評価手法、産業保安のための安全性評価技術・安全管理技術、及び環境の計測技術・生体及び環境の評価技術では、新規社会システムのライフサイクル評価手法の研究についてカーボンフットプリント等のイベントリ・データの作成による実務面の成果等、及び環境診断技術の開発について独創性の高い多様な先端研究が進められていること等が比較的高く評価されている。

(2) 「Ⅱ ライフ・イノベーションを実現するための研究開発の推進」

本年度の評価対象には、「先進的、総合的な創薬技術、医療技術の開発」、「健康な生き方を実現する技術の開発」及び「生活安全のための技術開発」が含まれる。これらの大項目における主な評価結果は次の通りである。

- ・ 細胞操作及び生体材料に関する技術の応用による医療支援技術、生体分子の機能分析及び解析に関する技術及び情報処理と生物解析の連携による創薬支援技術や診断技術の研究開発では、タンパク質機能解析に関する研究における高精度で再現性の高い汎用ヒト型ロボットの開発と新規iPS細胞誘導遺伝子の発見等が特に高く評価されている。また、人間生活製品・福祉・医療技術の標準化の研究について多くの実証データを収集し、また高齢化社会等のニーズに適したテーマを設定していること、バイオマーカーの機能解析・同定等の研究開発について酸化ストレスや脳疾患関連バイオマーカーなどの優れた成果を挙げていることが評価されている。なお、健康・疾患に関連する細胞制御分子に関する研究開発では、アウトカムを創薬基盤技術とする以上、より具体的な目標設定が必要であること等が指摘されている。
- ・ 人の機能と活動の高度計測技術、生体情報に基づく健康状態の評価技術、及び健康の回復と健康生活を実現する技術の研究開発では、健康リスク計測とリスクモニタリング技術の研究開発について開発されたマラリアなどの原虫感染症診断システムがフィールドでの実証研究の開始に進む等の着実な進展がみられることなどから特に高く評価されている。一方、心身と適応能力の向上に関する研究開発では、計測系の研究と心理学や行動科学の研究とのシナジー効果のより一層の明確化が望まれている。
- ・ ITによる生活安全技術、及び生活支援ロボットの安全の確立の研究開発では、社会ニーズの高いウイルスや細菌の高感度センシングについて実用化に向けた着実な進展と検出感度の飛躍的向上等の成果を挙げ高く評価されている。

(3) 「Ⅲ 他国の追従を許さない先端的技術開発の推進」

本年度の評価対象には、「高度な情報通信社会を支えるデバイス、システム技術の開発」及び「情報通信基盤を利用したサービス生産性の向上と新サービスの創出への貢献」がある。これらの大項目における主な評価の結果は次の通りである。

- ・ デバイスの高機能化と高付加価値化技術、及びIT活用によるシステムの高効率化及び高機能化の研究開発では、超伝導体、強相関酸化物等の革新的な機能材料と極限的な省エネルギーデバイス技術の新原理エレクトロニクスの研究開発について、学術的に世界トップレベルの先端研究であり着実な成果を挙げていることから高く評価されている。一方、ITを活用した製造の省力化等の研究開発についてシミュレータの計算結果と実機のセンサー情報との比較・評価の方法の明確化等が求められている。
- ・ 科学的手法に基づくサービス生産性の向上、サービスの省力化のためのロボット化（機械化）技術、技術融合による新サービスの創出、及び情報基盤における安全性や信頼性の確立の研究開発では、コンテンツサービス創出・利活用技術の研究開発についてコンテンツサービスのイノベーションに資する新たな利用者価値パラダイムの創出を目的とした世界のトップを走る研究活動を進めているとして特に高く評価されている。また、安全なシステム開発技法の研究開発に

ついて、支援ツールによるシステムテストの自動生成などの適用実験等を企業と共同で進め着実に成果を挙げていること等が評価されている。一方、安全な個人データ利活用技術の研究開発では、個人データの信ぴょう性の保証方法などの公的な問題に関わる課題設定の必要性が指摘されている。

(4) 「Ⅳ イノベーションの実現を支える計測技術の開発、評価基盤の整備」

本年度の評価対象には、「技術革新、生産性向上及び産業の安全基盤の確立のための計測基盤技術」及び「知的基盤としてのデータベースの構築と活用」がある。これらの大項目における主な評価の結果は次の通り。

- ・ 産業や社会に発展をもたらす先端計測技術、解析技術及び評価基盤技術、並びに先端計測技術及び分析機器の開発では、有機・生体関連ナノ物質の状態計測技術の研究開発について超伝導のイオン検出器やX線・テラヘルツ波を使ったイメージングなど分析装置として自立できるレベルに達していること等が、また世界最高性能計測・分析技術の研究開発ではソフトマターの原子レベルの直接観察を目指した超高感度・高分解能透過型電子顕微鏡の開発を進め世界最高分解能の開発に成功していること等が高く評価されている。
- ・ 社会の持続的な発展を支援するデータベースでは、物質の分析・評価技術の開発と標準化の研究開発について基礎固体物性に関わる特徴的な各種データベースの整備が着実に進展し各方面で有効活用されていること等が評価されている。

(5) 「別表2 地質の調査（地質情報の整備による産業技術基盤、社会安全基盤の確保）」

本年度の評価対象には、「国土及び周辺域の地質基盤情報の整備と利用拡大」、「地圏の環境と資源に係る評価技術の開発」、「地質災害の将来予測と評価技術の開発」がある。これらの大項目における主な評価結果は次の通りである。

- ・ 陸域・海域の地質調査及び地球科学基本図の高精度化、都市域及び沿岸域の地質調査研究と地質情報及び環境情報の整備、並びに衛星画像情報及び地質情報の統合化と利用拡大では、陸域・海域の地質調査及び地球科学基本図の高精度化について、限られたリソースの中でかつ東日本大震災で被災しながらも、陸域・海域・沿岸域の各種地質図・地球科学図を計画通り着実に整備・出版するとともに用途を明確にして体系的整備が行われていること、衛星画像情報及び地質情報の統合化について地質情報を専門家以外にも分かりやすい形で公開しその社会認識の向上に大きく貢献していること等が高く評価されている。
- ・ 地圏の環境の保全と利用のための評価技術の開発、地圏の資源のポテンシャル評価、及び放射性廃棄物処分の安全規制のための地質環境評価技術の開発では、土壌汚染評価技術の開発について地圏環境リスク評価システムの民間事業所におけるリスク管理への利用が進んでいること等が、また鉱物・燃料資源のポテンシャル評価の研究開発についてレアメタルなどの資源評価や採取技術の開発を進めるとともに微生物研究が枯渇油田の再生に貢献する可能性を示したことなどが評価されている。
- ・ 活断層調査、地震観測等による地震予測の高精度化、及び火山噴火推移予測の高精度化の研究開発では、津波堆積物による巨大津波の研究について平成23年東北地方太平洋沖地震によりその調査の有効性とこれまでの成果が改めて認識され、特に高く評価されている。

(6) 「別表3 計量の標準（計量標準の設定・供給による産業技術基盤・社会安全基盤の確保）」

本年度の評価対象には、「新たな国家計量標準の整備」、「国家計量標準の高度化」、「法定計量業務の実施と関連する工業標準化の推進」がある。これらの大項目における主な評価結果は次の通りである。

第4章

- ・ グリーン・イノベーションの実現を支える計量標準の整備、ライフ・イノベーションの実現を支える計量標準の整備、及び産業の国際展開を支える計量標準の整備では、ライフ・イノベーションを支える計量標準の研究開発について、医療用リニアックやマンモグラフィーの線量標準、超音波パワー計測、臨床用標準物質及び食品の安全性確保に関する標準物質についての高い開発技術レベルと福島原発事故対応などの社会ニーズへの素早い対応等が評価されている。
- ・ 国家計量標準の維持・供給、高度化・合理化では、標準の高度化と次世代標準の開発について、利便性の高い標準として一つの標準物質によって多種類物質の校正を行うことや、次世代計量標準に係る光格子時計などの研究開発が国際的なステータスを得つつあるとして特に高く評価されている。
- ・ 法定計量業務の実施と法定計量政策の支援、適合性評価技術の開発と工業標準化への取り組みでは、法定計量と関連する工業標準化の推進について、品質管理システムを確立して新規技術に関する国際標準化は欧米なみの水準に達していることや国内の意見を反映させた国際標準の制定にも貢献していること等が高く評価されている。

4-5 主な成果例

本節では、今年度の評価結果等における主な成果について、第3期中期計画項目の別表1の大分類、別表2及び別表3に区分して示す。

(1) 「I グリーン・イノベーションを実現するための研究開発の推進」

テーマ名	概要	研究ユニット名
太陽光発電の共通基盤技術の戦略的標準化 ～太陽電池性能評価技術の開発～	太陽電池の性能評価を高精度化するために、温度・照度補正や分光感度測定技術を開発した。国内コンソーシアムに加えて、欧米やアジアとの連携により、各種新型太陽電池の性能評価で有効性を確認した。これらはIEC 60891等として国際標準化されており、太陽電池の発電量評価や高信頼性化に役立つものである。	太陽光発電工学RC I-1-(1)-① IV-3-(1)-②
高効率エネルギーマネジメントシステム技術に関する研究 ～ダイヤモンドパワーデバイス開発～	ダイヤモンドを電子放出源としたPIN接合ダイオードを製作し、高耐圧の真空パワースイッチとして10kVで動作することを実証した。これまでの種々のパワーデバイス開発に加えて、SiCを凌駕する世界最高水準の超高耐圧小型パワースイッチの実用化に道を開いた。	エネルギー技術RI I-1-(3)-① I-2-(2)-①
高エネルギー密度蓄電デバイスの研究 ～低コスト・低資源負荷のコバルトフリー正電極材料の開発～	コバルトフリーの正電極材料として、鉄マンガ系酸化物正電極材料があるが、放電電圧が低くサイクル寿命も短かった。鉄等の一部をニッケルで置換するなど改良することによって、初期放電電圧3.5V、初期放電容量250mAh/gと、既存の世界最高水準のコバルト系材料に匹敵する性能を達成した。	ユビキタスエネルギーRI I-2-(1)-① IV-1-(1)-④
高圧水素物性及び水素と材料の相互作用に関する研究 ～高圧水素用構造材料特性データベースの構築～	120MPa高圧水素疲労試験機等を用いて、各種構造材料の水素中における疲労強度、疲労破面、水素拡散速度、固溶度等を調べ、50種類の水素構造材料データベースに取りまとめた。200部以上が企業・学協会等に提供され、燃料電池自動車の市場導入を目指した技術開発や規制見直し作業を支えている。	水素材料先端科学RC I-2-(1)-②
市街地移動システム技術の開発 ～つくばモビリティロボット実験特区での公道走行実験～	高齢社会に貢献する移動支援ロボット（自律走行車いす）は、GPSに頼らず屋内等でも使用可能なレーザーレンジファインダにより大規模3次元環境地図を自動生成し高精度走行が可能なもので、走行精度20cmを達成した。つくばモビリティロボット実験特区で公道走行実験を行い、移動支援サービスへの活用を実証中である。	知能システムRI I-2-(1)-⑤
次世代高効率分散電源技術 ～固体酸化物形燃料電池（SOFC）の信頼性向上・高耐久化技術～	空気極での不純物濃度測定等により、SOFCの劣化機構を解明し、セル・スタック製造会社に対策を提言した。信頼性向上、高耐久化に関して着実な成果を挙げ、4万時間で性能低下10%未満という目標をほぼ達成した。家庭用燃料電池システムなど、世界に先駆けた商品化を支える基盤技術としてアウトカムに貢献した。	エネルギー技術RI I-2-(2)-②
シリコンナノデバイスの研究開発 ～特性ばらつきが世界最小のFinFETを実現～	FinFET（フィン型マルチゲート電界効果型トランジスタ）の開発において、物性ばらつきが少ない非晶質金属ゲート電極材料を開発し、これまで報告された中で世界最小の特性ばらつきを達成した。14nm世代以降の集積回路の性能と歩留まりの向上、消費	ナノエレクトロニクスRI I-2-(3)-①

第4章

	電力低減への貢献が期待される。	
ネットワークサブシステムに関する研究開発 ～超高速光LAN上でのスーパーハイビジョン配信実験の実証～	高速低電力の160Gbps光LAN-SANシステムを構築し、2チャンネルの非圧縮スーパーハイビジョン信号の配信実験に世界で初めて成功した。今後、光パスネットワークのフィールド実証への展開が期待される。	ネットワークフ ォトニクスRC I-2-(3)-③ Ⅲ-1-(1)-③
再生可能資源を利用する材料・プロセス技術 ～バイオアルコールからの基幹物質製造技術～	セルロース系エタノールから、基幹化学原料であるプロピレンを製造する酸化系触媒を開発するとともに、0.1t/dのベンチプラントを建設し、収率40%での稼働を成功させた。バイオ法と化学法の組合せにより、バイオプロセスに特徴的な光学活性品の製造にも可能性を示している。	環境化学技術RI I-3-(1)-①
腸内共生細菌による宿主昆虫の農業耐性形質獲得 ～昆虫の形質獲得に関する新発見及び産業応用への可能性～	農業分解能力のある環境中の細菌が、農業害虫として知られているカメムシ類の腸内に取り込まれて共生細菌となり、それが宿主昆虫に農業耐性能力を賦与する可能性を証明した。殺虫剤耐性は遺伝的に決定されていると思われていた生物学の常識を覆すもので、新しい害虫駆除技術として応用できる可能性を示唆する発見といえる。	生物プロセスRI I-3-(1)-② I-5-(3)-①
レアメタル等金属の省使用・代替材料の開発 ～ジスプロシウムを使わない高性能な等方性焼結磁石～	サマリウム-鉄-窒素系磁石粉末をパルス通電焼結法により低温で高密度に焼結することにより、等方性磁石として最高レベルの性能（最大エネルギー積129kJ/m ³ ）をもつ磁石を開発した。今後、さらなる性能向上により、高性能磁石分野におけるジスプロシウム資源問題解決への貢献が期待される。	サステナブルマ テリアルRI I-3-(3)-②
レアメタル等金属・化成品の有効利用・リサイクル・代替技術の開発 ～プリント基板からのタンタルコンデンサの回収～	プリント基板破砕物からタンタルコンデンサのみを選択的に自動で回収する高精度気流選別技術を確立し、これを核にした物理選別プロセス技術を開発した。このプロセスにより純度70～97%のタンタルコンデンサを回収することに成功した。	環境管理技術RI I-3-(3)-②
カーボンナノチューブの実用化・産業化・標準化のための研究開発 ～単層CNT量産化実証プラントの開発と運用～	用途開発を加速化するため、スーパーグロース法を用いた単層CNT量産技術（0.6kg/日の生産量）の実証プラントを実現するとともに、サンプル提供を開始した。今後、実証プラントの運用実績を高めた後、将来的には商業生産への移行が期待される。	ナノチューブ応 用RC I-4-(2)-① Ⅲ-2-(2)-①
プリンタブルデバイス製造技術の開発 ～世界最高性能のマイクロコンタクトプリント～	シリコーンゴム刷版を用いたマイクロコンタクトプリントにより、蛍光色素インクで0.5μm角ドットアレイを作製し、自己組織化しないインクとしては世界最高分解能を達成した。ディスプレイのバックプレーン用薄膜トランジスタなどに要求される高精度パターンニングへの応用が期待される。	フレキシブルエ レクトロニクス RC I-5-(1)-①
資源生産性を考慮したエネルギー部材・モジュールの製造技術の開発 ～低温域でのメタン燃料の直接改質発電を世界で初めて実証～	メタンなどの炭化水素燃料を直接改質して利用できる機能性触媒層（貴金属を用いない）を付加した電極技術を開発し、450～650℃の低温域でのメタン直接改質発電を世界で初めて実証した。本技術により、既存実用セルの2倍の2W/cm ³ （600℃）の高集積化が実現された。	先進製造プロセ スRI I-5-(1)-③
植物工場における物質生産技術 ～遺伝子組換え植物と植物工場を用いた医薬品製造に向けて～	遺伝子組換え植物の栽培及び収穫した植物からの原料精製の全工程を同一施設内で行う密閉型遺伝子組換え植物工場システムの開発を進めている。薬事法に対応したインターフェロンなどの医薬品原材料生産プロセスを確立し、その安全性・コスト性の実証研究を行った。現在申請中の製造薬承認申請が認可さ	生物プロセスRI I-5-(3)-③

	れば、世界初の遺伝子組換え植物由来の医薬品製造技術として新産業の創出に繋がる。	
有害物質の迅速検出法の開発 ～水中の全有機炭素及び重金属オンサイトモニタリング技術の開発～	有害・高価な試薬を必要としない、無試薬光反応を利用した前処理技術を開発し、有機態炭素、ヒ素、セレンを無試薬で、約1分間で無機化に成功し、淡水中の全有機炭素測定に十分適用可能なことを示した。	環境管理技術RI I-6-(3)-① I-6-(6)-①

(2) 「II ライフ・イノベーションを実現するための研究開発の推進」

テーマ名	概要	研究ユニット名
安全で負担の少ない医療機器技術、医療高度化の支援技術の開発 ～第三世代生体材料の本格研究の展開とTR戦略～	これまでに確立した血液ポンプ設計評価技術と第三世代生体材料（組織誘導性生体材料）技術を組み合わせ、血栓のできにくいバイオリズドポンプ（人工補助心臓）を開発し、ポンプ単体で既存のものより優れた溶血特性を持つことを確認した。これは抗血栓性を持たせるためにポンプ内に血管内皮細胞を固定したもので、90日の連続運転による耐久性試験をクリアした。	ヒューマンライフテクノロジーRI II-1-(1)-② II-2-(3)-①
人間生活製品、福祉、医療技術の標準化研究 ～医療機器の開発ガイドラインと審査ガイドライン策定への寄与～	医療機器産業の育成・新規参入、国際競争力の強化のためには、円滑な開発と効率的な薬事申請、迅速な薬事審査が必要なため、経済産業省、厚生労働省の連携によるガイドライン策定作業に寄与し、この2年間に開発ガイドライン8品目、評価ガイドライン6品目の策定に寄与し、薬事承認の迅速化に貢献した。	ヒューマンライフテクノロジーRI II-1-(1)-③ II-2-(1)-② IV-3-(1)-③
医療機器開発に資する先端技術の開発と実用化に向けた基盤整備 ～大気圧電子顕微鏡の開発～	開放環境で液中試料が観察できる大気圧走査電子顕微鏡（ASEM）の改良を行うとともに、そのアプリケーション開発に向けて観察例の蓄積を進めた。その過程で、1μm以下のタンパク質微結晶を観察することに成功した。また、マイコプラズマを免疫電顕法によりラベルし、水溶液中でそのまま同定することにも成功した。	バイオメディカルRI II-1-(1)-③
ナノテクノロジーと融合した生体分子の計測、解析技術の開発と標準化 ～新規セルソーターシステムの開発～	4インチのシリコンウエハに対して、光リソグラフィとドライエッチングによって、10mm角あたりにおよそ1万～4万本の、直径330nm、長さ11μmのナノニードルを配列したアレイ作製に成功した。また、ピエゾモーターによる動作装置を作製し、ナノニードルを用いた細胞操作システムを完成した。	バイオメディカルRI II-1-(2)-①
汎用ヒト型ロボットシステムの開発 ～高精度・再現性・汎用化の実現～	通常の研究環境で用いる道具・機器類を使い、また人の微妙な動きを精密に再現することのできる双腕ロボットを民間企業との共同研究で開発し製品化した。高い精度と再現性を達成し、煩雑なサンプル処理の自動化を可能にする世界初のヒト型ロボットシステムである。今後、ライフサイエンス分野を始めとして広く産業利用が期待される。	バイオメディシナル情報RC II-1-(2)-①

第4章

<p>有用生体分子の構造、機能解析に基づく創薬基盤技術の構築、改良とその分子の高度生産技術の開発 ～創薬標的候補分子の作用機序解析～</p>	<p>RNA関連タンパク質とRNAの複合体の詳細な機能構造解析を行い、RNA合成、RNA修飾反応の動的分子機構を解明した。今後、発生、分化、癌化などに関与するRNA合成、代謝分子装置の解析や、RNAプロセス異常に起因する疾患等においてRNA代謝を制御する新たな薬剤等の開発に貢献することが期待される。</p>	<p>バイオメディカルRI II-1-(2)-③</p>
<p>単一の機能性RNAによる遺伝子発現調節機構の発見 ～核内低分子RNA及びそれと複合体を形成するタンパク質の同定～</p>	<p>DNAと共に染色体を構成するヒストンというタンパク質の遺伝子発現が、細胞核内のU7核内低分子RNA(U7RNA)によって、細胞内の状態に応じて促進/抑制の両方向の発現調節を受けることを発見した。また、これと複合体を形成して制御機能を発揮するタンパク質も高感度質量分析により同定した。RNA機能を利用した遺伝子発現調節技術など、創薬開発への貢献が期待される。</p>	<p>バイオメディシナル情報RC II-1-(3)-①</p>
<p>映像の生体安全性に関する知的基盤構築・国際標準化推進 ～ISO/Image Safety～</p>	<p>映像酔い、光感受性発作、立体視覚疲労等の映像が生体に与える悪影響について、大規模な被験者データを収集した。関連する業界や国内利害関係者の意見を吸い上げ、安全で快適な映像デバイス設計に資する国際標準化に向けた活動を主導している。</p>	<p>ヒューマンライフテクノロジーRI II-2-(1)-②</p>
<p>原虫感染症診断システム ～細胞チップによる迅速かつ高感度検出～</p>	<p>細胞の数と位置の制御及び単層配列が可能となるような細胞チップを開発した。これを用い、染色等により原虫などの感染症の診断を手軽に行うことができる。企業との共同研究により、この細胞チップの簡易型検出装置を開発し製品化した。その感度と判定時間は既存の診断手法より遥かに優れており、WHOを始めとしてワールドワイドにアピールし、またフィールドでの検証が進められている。</p>	<p>健康工学RI II-2-(2)-①</p>
<p>生活習慣病の早期診断のためのマルチマーカー計測システムの開発 ～産総研独自の酸化ストレスマーカー～</p>	<p>糖尿病の早期診断に有効なバイオマーカー群の検証を行い、産総研独自の酸化ストレスマーカーを得た。マイクロ流体デバイス及びプラズモン高感度計測システムを組み合わせた装置を作製し、極微量の血液から生活習慣病に関するマルチマーカーの検出が可能なシステムを開発した。</p>	<p>健康工学RI II-2-(2)-②</p>
<p>高感度センシング ～スマートデバイスで操作できる超小型バイオセンシングシステムを開発～</p>	<p>高効率に局在プラズモンを発生できる「フジツボ型」サブ波長構造を発見し、それを利用してタンパク質やホルモンなどの生体物質を高感度に検出できるバイオセンサーチップを作製し、手のひらサイズの光学計測器と操作端末（スマートデバイス）を組み合わせたシステムを開発した。臨床現場でのポイントオブケア検査や在宅診断への展開が期待される。</p>	<p>電子光技術RI II-3-(1)-①</p>

(3) 「Ⅲ 他国の追従を許さない先端的技術開発の推進」

テーマ名	概要	研究ユニット名
サービス利用者・提供者の行動理解のための視線計測と屋内測位の統合 ～要素技術の統合によるサービス生産性向上の実証～	現場で効率よく行動計測を実施可能な小型軽量の計測装置を開発し、屋内インタラクティブモデリング技術や業務分析支援技術など他の要素技術と統合して、実際のサービス現場に適用し、売上向上などに寄与することが実証された。また実施例の蓄積も順調に進んでいる。	サービス工学RC Ⅲ-3-(1)-①
コンテンツサービス創出・利活用技術 ～能動的音楽鑑賞サービス「Songle」の一般公開～	インターネット上の楽曲の中身を自動解析する音楽鑑賞システムを開発し、Webサービス「Songle」として一般公開する実証実験を開始した。ユーザーがサービスの品質を向上できるユーザー貢献増幅型Webコンテンツ活用技術の一つとして、発展が期待される。	情報技術RI Ⅲ-3-(4)-①
安全なシステム開発技法 ～関西地区での組込みシステム産業に向けた産学官連携ハブ機能の構築～	検証クラスター「さつき」による組込みシステム検証サービス並びに施設サービスを提供するとともに、「組込み適塾」による高度組込みシステム技術者育成など、関西地区において産学官連携のハブ機能構築に向けた活発な活動を推進している。今後、より広範囲への展開も期待される。	セキュアシステムRI Ⅲ-3-(5)-① Ⅲ-3-(5)-②

(4) 「Ⅳ イノベーションの実現を支える計測技術の開発、評価基盤の整備」

テーマ名	概要	研究ユニット名
有機・生体関連ナノ物質の状態計測技術の開発 ～超伝導質量分析装置～	超伝導を使うことにより、従来不可能な、イオンの電荷数測定、分子量に依存しない検出効率、運動エネルギー測定による中性フラグメントの質量分析といった粒子検出性能を達成し、糖タンパク質を加水分解する酵素であるリゾチーム多量体の識別などに成功した。	計測フロンティアRI IV-1-(1)-①
有機・生体関連ナノ物質の状態計測技術の開発 ～バイオイメーキング技術の開発～	生体組織中の病変部等の観察のために、小型電子加速器によるX線位相コントラストとテラヘルツ波を活用し、位相コントラストイメーキングに成功した。また、世界初の医療応用を実現した。	計測フロンティアRI IV-1-(1)-①
ナノ材料プロセスにおける構造及び機能計測並びにその統合的な解析技術の開発 ～陽電子欠陥アナライザ、軽元素X線吸収分光技術の開発～	陽電子ビームによる高分子材料等の大気中実環境測定を実現するため、マイクロビーム化したエネルギー可変陽電子ビームを厚さ30nmの極薄SiN真空窓を通し、大気中に陽電子ビームを取り出して、薄膜の陽電子寿命測定を行うことに成功した。ガスや液体の分離膜やガスバリア膜など高機能薄膜の実際の使用状態に近い条件での評価が可能になり、構造と機能との関係をより詳細に評価できるようになると期待される。	計測フロンティアRI IV-1-(1)-②
インフラ診断技術の開発 ～ハンディX線源非破壊検査技術の開発～	高出力・長寿命の針葉樹型カーボンナノ構造体の電子源を用いた、ヒーター・フィラメント不要で、乾電池駆動の可搬型X線源と、検出系及び断層解析装置を開発し、金属バルブのX線透過像に成功した。プラント配管の検査やコンクリート構造物の検査など、その場での内部構造の診断への活用が	計測フロンティアRI IV-1-(1)-③

第4章

	期待される。	
熱物性を中心とした材料計量データベースの整備～分散型熱データベースの公開～	分散型熱物性DBは、約3,600種類の物質の約10,800件の熱物性データを公開。年間アクセス約120万件（国内企業約23万件）。「新編熱物性ハンドブック」や「電子機器の熱流体解析入門」などの書籍にも引用されている。	計測標準RI IV-2-(1)-②

(5) 「別表2 地質の調査（地質情報の整備による産業技術基盤、社会安全基盤の確保）」

テーマ名	概要	研究ユニット名
陸域・海域の地質調査及び地球科学基本図の高精度化 ～知的基盤の構築～	防災や産業立地等の基礎となる地質図整備計画について、20万分の1地質図幅の全国完備を達成し、平成23年度及び24年度中に「野田」「熱海」など5万分の1地質図10図幅11区画、「日高舟状海盆海底地質図」など海洋地質図11図を整備した。また、国連大陸棚限界委員会での日本の大陸棚延伸認可や沖縄海域調査での熱水活動域の発見などの成果を挙げた。	地質情報RI 1-(1)-①, ②, ③
衛星画像情報及び地質情報の統合化 ～地質情報の公開と利便性の向上～	20万分の1シームレス地質図のWeb公開については、高速かつ選択表示の高機能化による利便性の向上を実現した。また、スマートフォン版では火山や活断層の情報との統合化を進め、GPSを用いて現在地点の地質表示を可能にした。	地質情報RI、地質調査情報センター、活断層・地震RC、地質標本館 1-(3)-①
土壤汚染評価技術の開発、地下水及び地熱資源のポテンシャル評価 ～東日本大震災復興への貢献～	震災復興支援のため、土壤汚染評価技術を活用した津波堆積物の環境リスク評価、放射性セシウムの河川域調査、土壤汚染調査、地下水調査などに成果を挙げた。また、今後整備される産総研福島新拠点における再生可能エネルギーのうち、地熱資源・地中熱利用に関する研究体制の整備を進めた。	地圏資源環境RI 2-(1)-① 2-(2)-②
鉱物及び燃料資源のポテンシャル評価 ～資源の安定供給～	南部アフリカ、南米、中央アジア、東南アジアなどにおいて、希土類元素・リチウムを中心としたレアメタル鉱床の資源ポテンシャル調査を実施し、それらの調査結果に基づいて、アジアの鉱物資源図の作成や世界のレアメタルの関するデータベースの構築を行った。	地圏資源環境RI 2-(2)-①
海溝型地震及び巨大津波の予測手法の高度化 ～津波シミュレーションの高度化～	地震災害軽減に関して、津波堆積物を用いた過去の地震の実態復元が有効であることを示し、さらに津波堆積物の分布域と実際の浸水域の差に注目し、津波堆積物調査による浸水限界の推定に関する課題を明らかにした。これらを踏まえて、南海トラフをはじめ各地での古地震・古津波調査を進めた。	活断層・地震RC 3-(1)-②

(6) 「別表3 計量の標準 (計量標準の設定・供給による産業技術基盤、社会安全基盤の確保)」

テーマ名	概要	研究ユニット名
グリーン・イノベーションを支える計量標準 ～省エネルギー技術の開発と利用に資する計量標準～	車載レーダやイメージングに必要な高周波標準の開発、照明用LEDの評価に必要な測光放射標準の開発、及び新規代替冷媒のPVT性質の測定による最適な作動流体の選定と状態方程式の開発など、グリーン・イノベーションを支える計量標準の開発において成果を挙げている。	計測標準RI 1-(1)-②
ライフ・イノベーションを支える計量標準 ～食品の安全性確保に資する標準物質～	これまでに8件（有機組成標準3件、環境標準5件）の新規標準物質を開発し、さらに5件の新規の標準物質の供給開始準備中と着実な進展が見られる。特に、東京電力福島第一原子力発電所事故に対応し、新たに玄米（放射性セシウム分析用）を食品総合研究所と協力して開発し、2012年8月末から頒布を開始した。	計測標準RI 1-(2)-②
計量トレーサビリティ体系の高度化、合理化 ～標準物質の1対多型校正技術の開発～	定量NMR技術により、分子構造に依存しないH-1核の信号強度を基準とすることで、異なる有機化合物間でも共通に存在する水素に基づく比較が可能となる。この技術を基に、国家標準物質の整備されていない実用標準物質（分子内に水素を含むもの）の値付けを実施する校正技術を確立した。	計測標準RI 2-(5)-①
次世代計量標準の開発 ～放射高温標準の開発～	新たに2500℃を超える金属炭化物-炭素包晶点を提案、開発を進め、共晶点による2500℃までの標準供給を世界に先駆け実施した。この研究を基に国際共同プロジェクトが実施され、温度の一次標準に金属-炭素共晶点が定義実現法として採用される見込みである。	計測標準RI 4-(1)-①
次世代計量標準の開発 ～アボガドロ定数精密測定～	人類史上初の基礎物理定数による質量標準確立のために、アボガドロ定数の精密測定を行い、2011年にシリコン28同位体濃縮結晶を用い、 3×10^{-8} の世界最高精度でアボガドロ定数を測定した。	計測標準RI 4-(1)-①
次世代計量標準の開発 ～光格子時計の開発～	NMIJが世界をリードするファイバコムの技術も活用し、Yb（イッテルビウム）及びSr（ストロンチウム）光格子時計の絶対周波数を最高の精度で決定した。この研究で開発した、 ^{171}Yb 原子を用いた光格子時計は、現状では60万年に1秒の誤差で動作するが、改良を施すことにより原理的には宇宙年齢137億年間時計を動かし続けても誤差は1秒もない時計が実現できると期待される。	計測標準RI 4-(1)-①

第5章 評価結果の分析

本章では評価委員から得られた評価コメント及び評点等の主な内容や傾向等の分析を行う。

第2章で示した研究ユニット評価システムに従って、外部評価委員と内部評価委員により、4つの評価項目について、文書による評価コメントと評点が提出される。評価コメントは別紙11に示す評価用紙の「評価できる点」、「問題点・改善すべき点」、「今後の方向性と助言」の3つの記入欄に記述されたものである。

5-1では、事例紹介として「イノベーション推進への取り組み」の詳細な内容について紹介する。5-2では、評価項目毎に、コメントの概要及び内容の構成について整理し、全体的な傾向や主な内容について紹介する。5-3では評点の分析結果をまとめる。5-4では前回の評価結果等で受けた指摘事項に対する研究ユニットの対応状況について、評価資料に研究ユニットが記載した内容の整理を行う。5-5では評価用紙のその他の意見の「評価システムについて等」の記入欄に記載された外部評価委員からのコメントについて取りまとめている。

5-1 事例紹介

研究ユニットにおける「イノベーション推進への取り組み」の事例として、高い評価を受けた「ナノシステム研究部門」における取り組みを紹介する。

1) ナノシステム研究部門のイノベーション推進への取り組みについての考え方・目標

当研究ユニットは、多分野の専門家100名を有し、そのポテンシャルを活かしてイノベーションを誘発する鍵は、水平連携と成果の見える化であるとしている。全員が発表する報告会や都内で開催する「連携促進フォーラム」は内外にオープンで、ここから毎年複数の共同研究が生まれている。一方、イノベーションにはタイミングも重要で、進捗状況の異なるアジア圏との連携強化を進めている。

2) 具体的な取り組み

本研究ユニットでは、研究開発成果を産総研内や外部の企業・研究組織と結び付けてオープンイノベーションを推進する仕組みとして、研究部門長下に3つの独自組織を設けている。具体的には、知財戦略策定と遂行や企業連携推進のための知的財産分野の経験者を擁した「NRIイノベーションオフィス」、社会情勢と技術トレンドの把握とその情報発信のための「ナノテクノロジー戦略室」、及び「NRIアートセンター」である。

以下に、「イノベーション推進への取り組み」の2つの主要な評価内容について、それぞれの具体的な取り組みについて示す。

① 成果の発信や研究ポテンシャルによる外部貢献の取り組みとその効果

・ 実用化及び普及:

「NRIイノベーションオフィス」における知財戦略は、“企業が安心して使える知財”と特許査定率向上の両立である。

複数の技術研究組合（BEANS, FC-Cubic, TASC, CEREB, MINIMAL, MagHEM）と連携しており、参加研究員を派遣している。

・ 標準化:

ISO/TC266 Biomimeticsの国際標準化に向けて、「ナノテクノロジー戦略室」が新学術領域「生物規範工学」の関係大学や企業並びにドイツ規格協会（DIN）と連携しつつ、検討を進めている。

・ 政策的貢献:

研究者のエフォートの一部（20%）を研究ユニット長が管理することにより、本研究ユニットのポテンシャル（電気化学的手法によるナノ粒子応用核燃料廃棄物処理技術）をCs除染実証プラントとして結実させており、国策へ臨機応変に対応している。

・ 国際貢献:

MOUを締結している海外（カナダ、韓国、中国）の研究機関等と合同ワークショップを開催している。

- ・ 情報発信等：

「ナノテクノロジー戦略室」は、月刊技術情報誌PENを国内配信しているが、さらに国際配信に向けて、中国科学院、韓国、フラウンホーファー協会などと協議を進めている。

一方、経団連、新化学技術推進協会（JACI）、ナノテクノロジービジネス推進協議会（NBCI）の研究開発関連の委員会活動に参加することにより、研究ニーズの収集にも努めている。

また、産総研への研究の理解を深めてもらうための出前講座も（大学、高専、高校等を対象として）積極的に開講し、対話型広報活動に取り組んでいる。

② イノベーションハブとしての取り組みとその効果

- ・ 人材育成：

海外の連携機関への研究者の派遣、海外機関からの研究者の招聘に取り組んでいる。

一方、国内においては、産総研イノベーションスクール及び専門技術者短期育成事業を通じて人材を育成し、その人材を企業や公的研究機関の開発担当者や専門技術者として輩出している。
- ・ 外部連携：

中小企業庁の戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン）や産総研の中小企業共同研究スタートアップ事業に参画することによって、中小企業との連携を積極的に推進している。サポインでは、毎年複数の事業課題が採択されている。

「NRIイノベーションオフィス」では、連携先企業探索を目的として、連携促進フォーラム、連携セミナー主催、企業訪問や企業からの講師招聘を積極的に行っている。また、本研究ユニットの研究者には、展示会（Nanotech, Printable Electronics, InterOpto等）への出展や企業向け講演会での講演を推奨しており、潜在顧客企業のニーズの把握に努めている。このような活動が、平成23年度と24年度で69件の資金提供型共同研究へ結びついた。

また、カナダ・国立ナノテクノロジー研究所（NINT）、韓国・電子通信研究所（ETRI）、中国・華東理工大学とMOUを締結している。インド・Indian Institute of Technology(IIT) BombayとはMOUに準ずるGeneral Agreementを締結している。さらに、IMEC（ベルギー）、ドイツ・ドレスデン工科大学、タイ国・NANOTECとは連携を前提に人的交流を進めている。（タイ国・NANOTECとは、1年以内に共同研究テーマの選定を目指すLOIを2013年1月に締結した）

- ・ 拠点形成：

エコタイヤの開発を目的とした産総研コンソーシアムを設立し、企業群（約10社）を牽引している。

3) 評価コメント

本研究ユニットに対する評価委員からの代表的コメントを以下に示す。

○ 評価できる点

- ・ ユニット報告会、連携促進フォーラムなどの取り組みにより、ナノシステム部門の目標が共有化されつつある。原発事故により生まれた問題にすばやく対応できた。
- ・ 国の福島復興政策に基づくシーズ研究を活かしたCs除染実証プラントへの展開は、組織の高いイノベーションポテンシャルを示している。
- ・ 知財確保と技術移転への取り組みは、NRIイノベーションオフィスを設けて戦略的に行われている。
- ・ 産学官連携や産業人材育成にも積極的な取り組みが行われている。
- ・ TIA、技術研究組合、経産省をはじめとする各省庁、経団連、NBCI、企業、との積極的な連携を評価。
- ・ 国際協力、企業研究の牽引等様々な努力をされているのは、大変結構。

● 問題点・改善すべき点

- ・ NRIイノベーションオフィスで知財の確保に力をいれていることは理解できたが、その活用戦略が良く見えない。グローバル・オープンイノベーション時代の知財の活用戦略でも先導して欲しい。
- ・ 部門内の知財対策やイノベーション推進室、そして月刊技術情報誌の発行などが、少数の限られたメンバーで実施されており、今後の継続性が心配される。

第5章

△ 今後の方向性と助言

- ・ 国際連携や国際標準化においても積極的な取り組みが行われているが、日本を代表するイノベーションハブとして、さらに議論を尽くして、牽引役となる戦略的な推進を期待する。
- ・ 「NRIイノベーションオフィス」は独自の取り組みであり、産総研知財部門や産学官連携推進部門ではカバーしきれない研究部門内研究成果（ポテンシャル）の事前の発掘やフォロー、産業界へのアウトリーチ、海外共同研究を活発化させ、若手の研究者を派遣するなど、細やかな活動を今後とも期待する。
- ・ イノベーションの進展度合いを測定する評価指標を作ったかどうかと考える。最終指標を成立させるための要素も重要。

4) ユニット戦略課題と外部連携との関係の位置付け

産総研におけるイノベーション推進戦略の目標である“オープンイノベーションハブ機能の強化”を支える一つの活動として、外部機関との産学官連携は、非常に重要である。

産総研では、この外部連携の多様な取り組みが行われるようになってきており、それぞれの取り組みとユニット戦略課題等研究開発との関係、あるいは実用化等との関係の位置付け等が外部から分かりづらくなっている。

このような取り組みの全体像の図示例として、本研究部門におけるユニット戦略課題と外部機関との連携に関するポートフォリオを図5-1-1に示す。

この図では、本研究部門における複数のユニット戦略課題に跨った連携活動は縦長楕円形で示している。

本研究部門では、すべてのユニット戦略課題を何らかの形で外部機関と連携して推進するとともに、図中の矢印に示されるような基盤研究から産業応用（個別企業との連携）までを幅広くカバーする多様な位置付けの研究課題を実施していることを示している。また、ユニット戦略課題1「高予測性シミュレーション」は、コンソーシアムや複数の活用類型の技術研究組合等、幅広い外部連携の基盤を担うことがわかる。

今後、このようなポートフォリオ等について、研究ユニットにおける連携活動をより分かり易く把握・理解されるように、様々な様式や表現の工夫をして、作成・活用していくことが必要である。

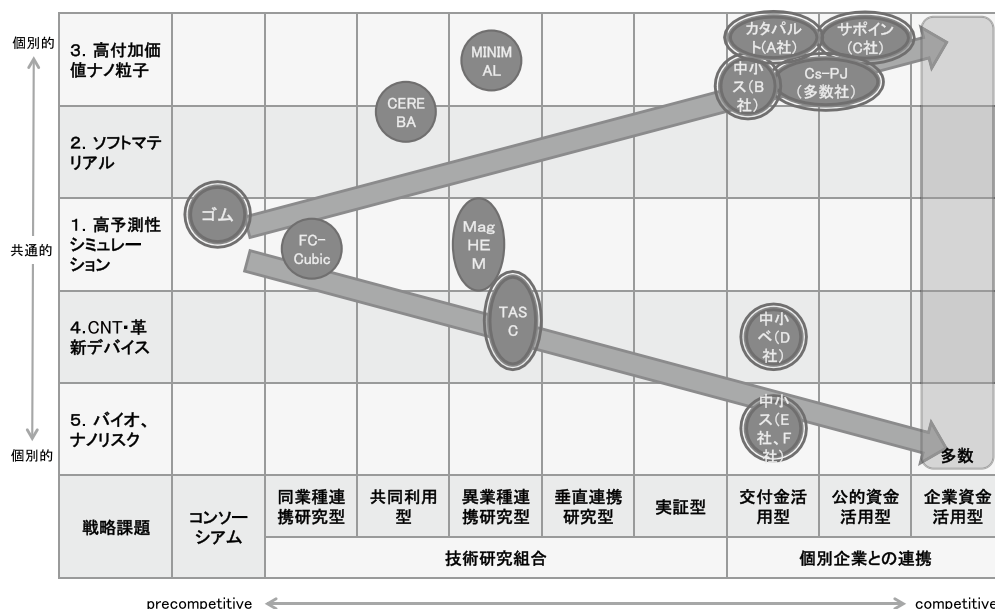


図5-1-1 ユニット戦略課題と外部機関との連携関係

- * 二重円で示したコンソーシアム、技術研究組合、及び個別企業との連携活動は、本研究ユニットが主体的に深く関わる取り組みを行っていることを示す。
- * 中小ス: 中小企業スタートアップ事業、中小ベ: 中小企業対策費事業
- * 技術研究組合の区分は、経済産業省技術振興課による活用類型（平成25年3月）による (http://www.meti.go.jp/policy/tech_promotion/kenkyuu/saishin/130301gikumi2.pdf)

5-2 評価コメントの分析

5-2-1「研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップの評価コメント」から5-2-4「研究ユニット運営の取り組みの評価コメント」では、評価項目毎に、コメントの概要及び内容の構成、主要な指摘内容について整理し、指摘内容の全体的な傾向や主な内容について紹介する。

各項目の前にある記号については、○は評価できる点、●は問題点・改善すべき点、△は今後の方向性と助言、についての評価コメントを示す。

5-2-1 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップの評価コメント

(1) 評価コメントの概要及び内容の構成

ここでは、本評価項目の「研究ユニットの研究開発の計画全体を対象に、中期計画における目標の達成及び中長期的な展開等の妥当性」に対する評価のコメントの内容をまとめる。

評価事項として、主として1)中期計画における目標とその達成に関する計画・進捗（中期目標期間の初めの時期は計画を対象にし、その後進捗を含める）、2)中長期的視点からの研究ユニットの目標（方針）、3)内外との連携及び国内外における優位性・特徴、4)研究ユニット全体の計画におけるユニット戦略課題の相互関係と展開、等を示している。

本評価項目における評価コメントの記入率は表5-2-1のとおりである。「評価できる点」については、外部評価委員97%及び内部評価委員100%と、ほぼ全員に近い評価委員が評価コメントを記入している。「問題点・改善すべき点」では9割以上の記入率であり、「今後の方向性と助言」については外部評価委員97%及び内部評価委員100%と、ほぼ全員に近い評価委員が評価コメントを記入している。

研究ユニットの計画には研究ユニットの種類が大きな要素として関わることから、本評価項目については研究部門と研究センターに大別して評価コメントについて分析を行った。

「評価できる点」では、評価事項1)と2)についてのコメントは、第3期に入って、より社会の要請に基づく目標・計画になっていることや、第2期から継続して第3期においても力点を置いている「アウトカム」を意識した出口指向の計画になっている点を評価する内容が特徴である。3)の連携に関する事項でも、出口を意識した産業界との連携が充実してきているとのコメントが多い。4)のユニット戦略課題の相互関係等の事項については、全体の計画に基づいた役割分担等、位置付けが明確であるとのコメントがされている。

「問題点・改善すべき点」では、目標や計画の内容がやや曖昧で具体性や分かり易さに欠けることがあげられている。目に見える成果がもたれられる中、現実的なロードマップの見直しが必要。限られた人員、予算、研究センターなど時限組織では、アウトカムに繋がる研究を示すべきであるなどがあげられている。優位性についてはベンチマーキングが不十分との指摘があり、ユニット戦略課題の相互関係と展開に関しては、課題間の関連性が不明確であることや、全体計画での位置付けが見え難くなっているとの指摘がある。また研究センターについては、これらに加え研究内容の絞り込み（選択と集中）や、終了後の展望を提示する必要性の指摘等がある。

「今後の方向性と助言」では「問題点・改善すべき点」の指摘について、研究計画、ロードマップのより戦略的な策定への助言がある。研究センターでは、実用化や、センター設置期限をにらみでの、より具体的な計画の見直し等の指摘もある。社会情勢を反映した柔軟なスケジュール変更や目標の再設定を検討すべきとの指摘もある。一方、研究部門では、シナリオに捕らわれすぎない、自由度・オリジナリティの追求や、長期ビジョンを持った大きな役割への助言等も認められる。また研究センター、研究部門を問わず、ユニット戦略課題の関係や、産総研内外との連携（異分野融合）に関しても、より戦略的に体制を構築すべきとの指摘がある。さらにユニット戦略課題や研究内容について、取り組んでいる中身が幅広いため、ロードマップからマイルストーン、中間点でのアウトカムなどが見えにくいなど、選択と集中を意識した方向性へのコメントも見受けられる。

次項以降では、評価事項に概ね沿って、コメントの主な指摘例について、研究部門と研究セン

第5章

ターに分けて示す。ひとつのコメントに複数の項目が記載されているものについては、項目の比重が大きい項目欄に掲載した。

表5-2-1 評価記入区分と記入率

評価記入欄	評価委員内訳	記入者数	記入率(%)
評価できる点	外部評価委員	164	97.0
	内部評価委員	60	100.0
問題点・改善すべき点	外部評価委員	154	91.1
	内部評価委員	55	91.7
今後の方向性と助言	外部評価委員	164	97.0
	内部評価委員	60	100.0

(2) 「評価できる点」の主な指摘内容

<研究部門>

○ 計画・進捗、中長期的目標の妥当性

(社会的要請、政策貢献への取り組み)

- ・ さまざまな利害が絡み合う先進的な研究分野において、中立的な研究機関として社会の要請に応じて、積極的に研究成果を公開している。企業では保証されない「知の開示と公平性」の規範を示している。
- ・ 政策ニーズ対応型研究を中心に、幅広い研究実績をバックグラウンドとして、それらの複合的・統合的な研究開発を目指している。
- ・ CO₂削減、レアメタル高騰、油価高騰などの社会情勢に柔軟に対応しており、東日本大震災後の再生可能エネルギー開発などへの取り組みも強化している。

(適切な計画立案)

- ・ エネルギー全体の課題を俯瞰的に捉え、システム技術と個別技術の両面でバランスよく網羅し、高水準での確な課題・テーマを設定している。材料の劣化メカニズムの解明やエネルギー技術導入シナリオ分析等、産総研ならではのポジション(客観的、第三者的、公的)での基盤技術にも取り組んでいる。
- ・ 全く新しい視点に対して、十分な実績のある研究グループのポテンシャルを最大限に活用した目標設定と計画が的確に立てられ、優れた研究成果を蓄積している。また国際標準化に貢献するもの、新領域に果敢に先見性を持って取り組むもの、など特筆すべき特徴を有している。
- ・ 安全性に関する幅広いステークホルダーを視野に入れ、広範な研究領域の中で重要なポイントを押さえた全体研究計画は適切。
- ・ 技術開発に関する3つの戦略課題を横系に、分析機器の公開と標準化、データベース化を縦系にしたロードマップは、ユニークで、シナリオを示すものとしては理解しやすく感じた。

(産総研中期計画との位置付け)

- ・ 研究部門再編後、中期計画に基づいてユニット戦略課題を明確に設定していることは評価。
- ・ 資源問題への対応等、国の課題について、短期対応と中長期見通しのロードマップを作り、具体的に対応策について研究開発しており、技術的にも世界トップクラスの成果をあげている。

○ 内外との連携や優位性・特徴

(産業界へ橋渡し産業競争力の向上)

- ・ 「出口を見据えた基礎研究の推進」を基本方針に、基礎研究だけでなく、「サービス」や「安全」、そのための標準化、認証など、研究開発項目として、マーケットを意識した技術開発・研究を多数かけ、産業界への貢献に資する内容で構成されていることは適切である。
- ・ レアメタルなどの省使用・代替材料の要素技術の開発は、材料メーカーが事業化を検討する橋渡し前の段階まで達成し、公的研究機関としての役割を果たしている。
- ・ 標準を支える試験、評価、検査等の範囲拡張に関して、関係機関との密接な連携と役割分担により、着実な標準の供給を行っている。

(独創的で高い研究水準)

- ・ 新技術・新社会システムを対象とする姿勢は独法の研究組織としては適切であり、我が国のリスク研究をリードし、国際的にも最先端の研究を行っている。
- ・ 各研究グループの独立性・自主性を尊重するとともに、グループ間の協力体制、内外との連携を推進しようとする姿勢も評価できる。
- ・ 多くの世界トップレベルの基盤技術を持ち、またNEDO先導プロジェクトなどにも参画して貢献するなど、高い技術レベルで日本の研究開発をリードしている。
- ・ 個々の研究グループの研究活動はきわめて活発で、多くの研究は国際的にみても高い水準にあると評価。中でも重要な新知見の発見や、有用物質生産が承認申請に至ったことなどは特筆に値する。

(幅広い連携)

- ・ 技術研究組合の拠点や大学などとの連携拠点としての活動はオープンイノベーションのハブとしての活動としても有効で、これらの特徴を活かしてイノベーション創生につながる研究を展開。
- ・ 各研究者の専門性を重視し、高い技術ポテンシャルを維持した上で、外部との連携による多くの研究プロジェクトに参画し、オープンイノベーションに積極的に取り組んでいることが評価される。
- ・ 産総研内の連携、及び国内の他機関、大学、民間、自治体との連携を適切に図りつつ、中立的な立場から中長期的に取り組むべき国策プロジェクトに参画している。

○ ユニット戦略課題の相互関係

(適切な課題分類、綿密な連携)

- ・ 産業界へのアウトプットを意識した戦略課題はそれぞれ進捗も順調である。課題4と5を加えてより強力な推進体制となった。国の研究機関として、先端化学材料の評価技術を積極的に主導する姿勢もよい。
- ・ 研究部門のミッションから各ユニット戦略課題のミッションを明確に定義し、高い研究目標を掲げていることは評価。
- ・ 種まきの研究フェーズから開花しようとしている研究フェーズまでが混在しているが、個々の研究課題に対して適切な指標でその性格を判断して進捗管理・運営を行っている。
- ・ 最終とするゴールの記載に具体性が欠けるものの、研究部門の持てる研究要素を結集して、いずれも精力的に研究が推進されている。大きな国のプロジェクトを主導的に進めるものもあり、進捗状況は概ね順調である。

(産総研中期目標を踏まえた課題設定)

- ・ 環境問題の解決に関わる4つの戦略課題を定め、環境診断、化学物質リスク削減、リサイクル、温暖化対策のそれぞれについて、様々な個別研究テーマを上手にオーガナイズしている。

<研究センター>

○ 計画・進捗、中長期的目標の妥当性

(社会的要請、政策貢献への取り組み)

- ・ 水素エネルギー社会の実現という明確な大目標と燃料電池自動車普及に向けた長期シナリオに基づくロードマップ及びマイルストーン、並びに海外研究所等、内外における連携も概ね妥当である。
- ・ 次世代のネットワークに向けたキーデバイスや信号処理技術の開発などニーズから来る明確な柱と、保有する高度なエピタキシー技術などシーズ的技術をバランスさせ、活発な研究で成果を挙げていること。
- ・ ロードマップでは効率的な減災や社会の自然災害への意識向上などを目標に掲げており、学術研究だけでなく、直接社会に貢献できる研究を目指している。

(適切な計画立案)

- ・ 生体物質の検出・同定・機能評価、立体構造解析などの高い技術、及び貴重なバイオリソースを活用して、「創薬基盤技術の確立と実証」、「研究リソースの充実と活用」、「周辺技術の改良と実用化」をアウトカムとする適切なロードマップが描かれている。中期計画並びに研究戦略との対応は妥当である。
- ・ 総合的な視点で研究開発計画を立案し、サービスの最適設計サイクルの導入・展開を支える汎用的な技術モジュールを開発し、これらからなる技術プラットフォームを構築するという方向性は適切。
- ・ 技術的にハードルの高い「次世代入出力ディスプレイ」を開発ターゲットとし、得られた技術を比較的ハードルの低い用途にも広める考え方は、技術水準を高めかつアウトカムを拡大させる上で高く評価できる。

第5章

(産総研中期計画との位置づけ)

- ・ カーボンナノチューブ、有機ナノチューブ、計測・分析技術の3本柱で、これらの課題の発展により創製される新しい産業のシーズを目指しており、その目標・方針は明確であり、中期計画及び研究戦略との位置づけも妥当。

○ 内外との連携や優位性・特徴

(産業界へ橋渡し産業競争力の向上)

- ・ コンソーシアムによる技術開発を通して、企業の技術開発を力強くサポートしている。関連企業の開発促進のための実用化ラインを構築するなど、少人数ではあるが幅広い対応ができる体制が組まれている。

(独創的で高い研究水準)

- ・ 研究設立4年目の研究センターとして、経済産業省からの委託研究を中心にして、順調な研究の進捗が認められる。また、国内外との連携や共同研究も積極的に進めており、国の政策研究に関して十分に役割を果たしている。
- ・ 社会実装を重視した実効性のあるレベルの高い研究開発を行なうとともに、研究室での実験に留まらず実社会へ適用しその結果に基づく研究開発を行っている点。
- ・ 具体的な成果としては、大量合成技術の確立や精密合成技術の開発とともに、それぞれの手法のもつ特徴を生かした応用展開があり、研究活動全体として世界的な優位性を保持していることは高く評価。

(幅広い連携)

- ・ センター内、産総研内、企業などの連携を積極的に組み、優れた実績を挙げており、それらの成果の産業界への展開努力を評価する。
- ・ 技術の集積→開拓の段階において、既に世界最高の成果が得られており、世界的に優位を保っている。

○ ユニット戦略課題の相互関係

(適切な課題分類、綿密な連携)

- ・ 2技術研究組合を産総研内に設置し、本研究センターとの一体的な運営により、先導技術の開発と実用化技術の開発の連携が具体化できる体制を確保している。
- ・ 高分子材料の評価を新たに加えるなど、課題の重要性や研究の進展に応じた計画の見直し・再編がなされたことは高く評価される。これが実施できた背景を教訓化しておくのが、産総研の役割であろう。

(産総研中期目標を踏まえた課題設定)

- ・ 材料別というチーム構成から、技術的性格によってチームを構成する組織に転換し、時代の要請に適合する研究組織となった。研究開発計画は入念に検討されており、達成目標、中長期的な展開、及びユニット戦略課題の相互関係も妥当である。

(3) 「問題点・改善すべき点」の主な指摘内容

<研究部門>

● 今後の展開

(社会情勢の変化への対応)

- ・ 目標や計画はローリングプランとして毎回見直す(確認する)議論が必要ではないか。ユニット戦略課題については、昨今の資源・エネルギーを取り巻く劇的な変化に対応した研究の方向性も必要である。
- ・ セキュリティ研究開発では、中長期的な課題と緊急性の高い課題があり、行政ニーズ対応が主な課題はおおまかな研究期間と到達目標を含んだ、ダイナミックなシナリオ・ロードマップの策定も必要。
- ・ 基盤技術高度化戦略、人材育成及び震災対応について、より明確な目標・計画を設定していただきたい。

(アウトカムの具体化、継続的な産業化への意識)

- ・ 研究目標と実施内容には隔たりのある例が見られる。研究部門全体で基礎研究と技術開発の両方がバランスし、全体としてインパクトの大きな技術開発が達成されることが望まれる。
- ・ アウトカムが提示されているが、どのような市場ニーズからこれらの目標が立てられたのか不明確。限られた期間・リソースの中での具体的な到達点を明確にして欲しい。
- ・ テクノロジーブリッジを目標とすることは産総研の研究部門として適切であるが、最終的な製造・製品

を具体的にイメージできる道筋が示されていない。

(選択と集中)

- ・ 研究部門の特徴でもあるが、多くの研究グループのテーマを束ねた構造で、アウトカムの視点からもう少しテーマを絞った集中的な取り組みが必要に感じた。
- ・ 設定されているテーマが多すぎる。チーム体制が成り立っているのか、危惧する。
- ・ 10年～15年先の社会基盤として市場ニーズが高いと判断できる要素技術群を選択し、これに開発を集中することが重要となる。

● 内外連携、ベンチマーク、優位性

(企業との役割分担)

- ・ 開発技術と産業化との橋渡し・産業応用技術のまとめ役としてのリーダーシップが期待されており、その役割に対する具体的実行策を充実させることが必要。
- ・ 技術研究組合との連携の際、研究部門としての研究の独自性の確保とともに、産総研と企業との役割分担を、より明確化したシナリオが求められる。

(研究進展のためのリーダーシップ)

- ・ 各々の課題の複雑な関連性を整理し、技術のステップアップへの道筋と課題を全員で共有するためにも、研究開発マネジメント管理手法(例えばステージゲート法など)の体系的導入は検討に値する。

(具体的説明の工夫)

- ・ 良い成果があるのに認知度が不足、アクティビティーや活動成果をもっと積極的にアピールすべき。
- ・ 国内外における優位性・特徴に対する説明が不足している。数値目標の設定でもより明確な説明が必要。「計画」などよりもこの2年間の成果に力点を置き、研究開発の効果はグリーンサステナブルケミストリー(産業国際競争力、社会の持続的発展や国民生活向上への寄与)の指標で示すべきである。
- ・ 課題選定の理由、目標設定の妥当性、資源配分(人・物・金)の考え方、実現時のインパクト、費用対効果、計画に対する進捗・課題、他の機関に対する優位性・連携・競合・住分け等の説明が少なかった。すべてのテーマにおいて従来技術と比べての効果を定量的に明示することが必要である。

● 課題間、研究グループ間の関係

(課題設定、人員配置の見直し)

- ・ 中長期の目標を高く設定し直すべき。ユニット戦略課題の相互関係をもう一度具体的に見直した方が、より効率的な相互関係が構築できる。戦略課題のプライオリティーをしっかりと決めて、実用化できるものに戦力を投入することも必要。
- ・ 研究部門として基盤研究、萌芽的・挑戦的課題への取り組みは積極的に進めるべきである。一方、限られた人材でミッションを着実に遂行するためには、トップダウンにより、これらのベクトルの方向をある程度そろえる必要がある。

(各課題の関連、研究ユニット全体との関連の整理)

- ・ 取り組むべき対象フィールドを俯瞰的に捉えて、その理解のもとに各要素研究の位置付けを明確に設定する説明が欠けている。全体像の中での個別課題の位置付けを示すべき。戦略課題の切分けも不適切である。過去の経緯に引きずられず、枠組みを変更すればよい。
- ・ グローバルな観点での研究開発の戦略性を明示するとともに、他の研究ユニットとの連携と戦略課題の関連付けを明確にすることは重要。
- ・ ミッションを達成するために、4つのユニット戦略課題を設定しており、融合の可能性を探り、一部進めてはいるが、課題相互の融合や連携を推進する方策をより明確に提示してほしい。

<研究センター>

● 今後の展開

(社会情勢の変化への対応)

- ・ 災害時の避難誘導等の研究は、それ自体は非常に重要なテーマであり、それに相応しいプロジェクトとして独立に推進すべき。
- ・ 地震後の地震・津波予測に対する社会からの期待はきわめて大きい。信頼度の高い研究成果を創出する

第5章

ことに加えて、明日にも起こるかもしれないという市民の不安に少しでも応えるための情報発信にも注力してほしい。

(アウトカムの具体化、継続的な産業化への意識)

- ・ 得られた多くの知見を安全基準に関する規制の見直しやコスト削減に結びつけるには、もう少し実証的な試験・研究が必要である。設計指針や脆化防止技術は今後、前倒し提供が求められるのではないかと。
- ・ 産業界への貢献はコストパフォーマンス向上が最も重要である。効率向上に視点が偏っているが、コスト面も考慮すべき（従来の8割の効率でもコストを半分にできる技術は有効）。
- ・ 研究センターの研究開発の全体計画を検討するにあたっては、2組合の研究開発計画等との関係が非常に重要であり、一体的な計画策定、事業実施が必須である。

(選択と集中)

- ・ 新領域の学術や新たな解析技術はこれから有用となる可能性はあるが、現段階で本研究センターの戦略に必須の基礎研究とは言い難い。
- ・ 研究対象に加えた項目は、それ自体は非常に重要なテーマであるが、対象とすべき研究の範囲を本来の問題意識に立ち返って限定し、真にサービス経済の生産性向上に資する領域に集中すべき。

● 内外連携、ベンチマーク、優位性

(企業との役割分担)

- ・ 優れた学術成果だけがあっても、エンジニアリング面での問題解決を意識して図らないと、事業化は思うように進展しないことをもっと意識することが必要。

(研究進展のためのリーダーシップ)

- ・ 研究テーマの次の効果的遂行には研究センター内の仮ターゲットとその仕様目標の共有化が前提条件となる。リーダーのリーダーシップと研究センター内議論を通じて共有化を進め、各要素技術課題に落とし込んでいただきたい。

(具体的説明の工夫)

- ・ 各チームの成果を踏まえたシステム設計例が示されればよかった。また、外的要因によるが、海外に向けて世界的データの幅広い公開ができなかった。
- ・ 成果からアウトプットにつながる技術シナリオ及び実証試験後の商業化に至るプロセスを明示するため、ロードマップにマイルストーンや数値目標を記載することが必要である。
- ・ 社会への情報発信については、情報のレベルや多様性、相手側のニーズや立場の違いなどを考慮する必要がある。

● 課題間、研究グループ間の関係

(課題設定、人員配置の見直し)

- ・ 目標をどこに設定するのか(センター設置期限の7年)、何が達成できれば成功なのかが明確でない。また、全体の目的と戦略課題、課題間との関係が不明確である。

(各課題の関連、研究ユニット全体との関連の整理)

- ・ これまでは各課題が独立的に進んできたが、ここで一度、課題間の整合性や展開を考えるべき。スタート時に定めた目標、途中で変更した目標などを、産総研を含めて客観的に評価する必要がある。
- ・ 4つのサブチームの関連性が明確ではない。外部との共同研究活性化のためにも、分かりやすい組織になることが必要。
- ・ 本研究センターの中心的な研究目標に対して、各ユニット戦略課題の位置づけと相互関係を、より明確にした研究シナリオ・ロードマップの策定が求められる。

(4) 「今後の方向性と助言」における主な指摘内容

<研究部門>

△ 計画の見直し

(柔軟な着想による新たな展開、目標の精細化)

- ・ エネルギーに関する研究は従来、長期的なスパンで実施されてきたが、東日本大震災以降、スピード感が求められている。社会情勢や政策の変化に対応して、戦略や研究課題も柔軟かつ的確な見直しが必要である。
- ・ 本研究部門は創薬、医療、食品などの基盤技術開発に力点を置いてよいと思う。基礎研究からのブレークスルーを求める声もあり、外部の期待に応え前進してほしい。
- ・ もう少し長いスパンで世の中がどうなっていくかなど未来像を設定したロードマップの策定とともに、研究の大型化を期待。
- ・ 資源や素材の国際環境が大きな潮流で変化してきており、そうした急激な環境変化に対応しながら、絶えずシナリオ・ロードマップの見直しを柔軟に行うことを期待する。
- ・ 将来を見据えた国家戦略の実現をユニット戦略がどう支えていくのか、設定した研究テーマがどのような社会背景の中で必要になったか、また開発によりどのようなアウトカムが予想できるのかを俯瞰的に検討し、シナリオ、計画及び方向性をより明確にする努力が求められる。
- ・ 我々の日常生活の変化は著しく、特に東日本大震災以降、安全安心に対する要求が高まっているため、今後はインフラの維持と安全安心に資するユニット戦略の切り口が必要である。

(具体的なマイルストーン設定、整合性のあるビジョン)

- ・ 重要テーマについては、もっと詳細なロードマップを作り、中間点での確認が必要。出口に近いテーマを明確にし、実用化までの道のり(期間、問題点、特許など)を示すとともに、重点投資などタイムリーで的確な支援強化の判断が期待される。実用化の速度を速める努力が大切。
- ・ 研究部門のミッションや位置付けをより明確にするため、ユニット戦略課題、技術レイヤー、アウトカムの相互関係や連携、相乗効果をロードマップ等に図示することも重要。

(選択と集中)

- ・ シーズ発掘は大学や企業に任せて、批判を恐れずに、何年かに1つで良いと思うので企業や産業界を大きく変化させるような基盤技術を開発してほしい。
- ・ トップダウン的及びボトムアップ的な組織運営をミックスしていく必要がある。トップダウン的には、ミッションやベネフィットの実現のための優位性のある技術あるいは、新たに獲得しなければならない技術等を定義すべき。ボトムアップ的な部分は、世界最先端に伍する研究者を育成すべき。

△ 内外連携、優位性・特徴

(産業界への効率的な働きかけ)

- ・ 産総研の立ち位置を明確にして、自己アピールをこれまで以上に大切にしながら、産学をリードする中核となるべき。そのためにも、現在行われているオープンイノベーション構想を軸に、これまで以上に強い信頼を産学から得て、発展することを期待。
- ・ 大企業、中小企業は、常に革新的な技術を求めているが、産総研の研究成果をどう使えば良いか分からない場合も多いので、企業とのコラボレーションの機会をさらに増やしていくのが良いと思われる。
- ・ 民間企業との連携を様々なチャンネルから試み、研究成果を速やかに普及させて欲しい。

(国際的優位性、波及効果の明確化)

- ・ 研究の対象は製造時の作業環境や製品の使用・廃棄の環境などに大別され、対応する法律も異なるので、産業ニーズと社会ニーズのバランスに配慮し、独自性が見える研究成果を挙げられるよう期待する。
- ・ 本研究部門の優位性と位置付けをより明確にするため、情報技術に関連する世界的な研究拠点との比較を明示するなど、研究部門全体のベンチマーキングを定常的に行うことを期待。
- ・ 国際共同研究などによる海外との連携及び対象地域の拡大による国際競争力を増強し、日本発の技術が国内のみならず海外での資源開発や環境保全に貢献することを期待する。

△ 課題間、研究グループ間、研究ユニット間の関係

- ・ 研究部門全体の課題、研究ユニット等の組織、内外機関との連携などを整理したマップ的資料があると

第5章

よい。優先順位の低い課題も存在してよい。それらの存在理由を共有するための基本的な設計図にもなる。

- ・ 領域横断のテーマについては、他の研究機関や大学との共同研究が欠かせないので、当研究部門の強みとニーズの把握を行い、取り組みの明確化と組織の方向付けに期待する。
- ・ 多くの要素技術を出口と掲げているが、当研究部門が有している技術的な蓄積、強みがそこにどう結びついていくのか、具体的なシナリオが必要。どこまでを自分たちが担い、どこから他研究部門に、あるいは企業に外出しをしていくのか、技術マップを描く必要がある。
- ・ 産総研は広範囲な優秀な研究者を数多く有する中立の研究機関であり、その特徴とスケールメリットを活かして異分野との連携を強化し、新たな技術開発を図ることを期待する。

<研究センター>

△ 計画の見直し

(柔軟な着想による新たな展開、目標の精細化)

- ・ 現在妥当と思われる方針や計画であっても、数年先にもそうあり続ける保証は無い。広く情報を収集、分析する体制を活用し、計画の随時見直しやリソースの配分などに関するトップの強いリーダーシップにも期待したい。
- ・ 所内連携などによるリスクコミュニケーション手法の開発・普及を行い、地震・津波に関連する複合災害(都市災害、インフラ機能損失やエネルギー停止による社会の混乱など)にも的確に対応することを期待する。

(具体的なマイルストーン設定、整合性のあるビジョン)

- ・ 目指す社会の実現に向けて、安全確保とコスト低減を視野に入れたビジョンを示すべき。たとえば、安全で一層安価な製造・供給・利用システムの設計例を示し、世界の規制をリードする役目を期待する。
- ・ 技術研究組合と一緒に5年で実用化を目指す課題と、研究センター独自にその先の10年後の実用化を目指す課題というように、区別して明示すると良い。

(選択と集中)

- ・ コストパフォーマンスに影響を及ぼす要因分析などのシステム論的な分析に基づき、必要な研究テーマを位置付けるとともに、所内外の連携/切り分けをマネジメントしていただきたい。
- ・ 人員が限られているにもかかわらず、大きな予算を託されて責任も増大しているので、業務の絞り込みも必要である。

△ 内外連携、優位性・特徴

(産業界への効率的な働きかけ)

- ・ 開発された技術をユーザー等に導入してもらうためには、様々な条件に応じた適切なサービス設計を行うための汎用技術モジュールの適用に関するノウハウが必要となるので、コンサルタント業者と一体となった取り組みが必要。
- ・ 今後は事業化を目指す企業群に対して、本質的な機構・原理の解明を進める研究センター側の基盤研究が、実用化時に浮上するいろいろな問題を解決する指針を与える体制の構築も重要。
- ・ 人的ネットワークを拡げて世界の潮流を的確に把握し、組織運営、人材育成などの面でも中核となるべき。産業競争力強化に向けた技術開発戦略提言機能を強化し、産業界を牽引して欲しい。

(国際的優位性、波及効果の明確化)

- ・ 国際標準化への活発な取り組みと、我が国の規格・規制を見直す積極的な提言を期待したい。技術の国際展開については、対先進国and/or経済発展ゾーンでの展開など、具体像を考慮すべき時期である。これにより、人材育成の戦略も変化しよう。
- ・ 次の課題に向けた技術の集中・開拓・評価を恒常的に行うことで、常に世界をリードするグループであり続けて貰いたい。
- ・ データベース整備は、整備・更新・継続のための組織の検討が必要である。また、その利用促進については、ユーザーの要望を詳細かつ広範、定期的によりサーチすることが必要である。

△ 課題間、研究グループ間、研究ユニット間の関係

- ・ 2つのユニット戦略課題の研究進展に加えて、両者の連携強化により相乗効果を発揮できるように、研

- 究体制や人材配置・育成を工夫することを期待する。
- ・ 研究チーム間の相互連携が強まれば、さらに強い研究開発を推進できるものと考えられる。
 - ・ 産総研内の限られた開発リソースで、次世代入出力デバイス以外の開発を進めるのは限界があるとみられるので、外部の力の活用が不可欠であろう。

5-2-2 ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプットの評価コメント

(1) 評価コメントの概要及び内容の構成

本評価項目は、研究ユニットにおけるユニット戦略課題毎に、中期計画における目標、アウトカムとその実現に向けたロードマップの妥当性、及び世界水準を基準としたその質の高さを含めたアウトプットのアウトカム実現への寄与について評価を行うものである。

本評価項目における評価コメントの記入率は表5-2-2のとおりである。「評価できる点」については、外部評価委員及び内部評価委員ともに、全員が評価コメントを記入している。「問題点・改善すべき点」、「今後の方向性と助言」についても8割以上の記入率であり、ほぼどちらかの区分にコメントが記入されている。

ロードマップの評価事項としては、①アウトカムの的確性、②アウトカムへの道筋（研究開発の内容や連携等の方策）及びマイルストーンの設定の妥当性、③必要な技術要素の把握の妥当性及び④他機関との優位性等の比較（ベンチマーク）の妥当性があり、アウトプットに関する評価事項としては、①アウトカム実現への寄与、②世界水準を基準とした質、③これまでのロードマップに示されていない顕著な成果等である。

ロードマップの評価事項における、「評価できる点」では、ロードマップは、明確なアウトカムの設定に基づいて策定されているものであることから、アウトカムがどのような社会貢献をするかといった成果物（アウトプット）による効果（インパクト）を分かりやすく表現・説明することが求められており、全体としてアウトカム実現に向けてロードマップに沿った開発計画がなされているなど、政策的目標に関わるアウトカムに関しては、肯定的に評価されている。

「問題点・改善すべき点」としては、研究開発の意義は社会的重要性から吟味することが必要である。したがって、説明不足（分かり難い）や具体性のないアウトカムやアウトプットの設定の場合には、その目標達成に向かう課題設定（実現に向けたステップ）が曖昧となり、アウトカムに対するマイルストーンとの関係も不明確であるとの指摘がある。また、時間軸を考慮し、経済性や実現可能性の高い具体性のあるマイルストーンやベンチマーク（独自開発した個別技術と従来技術との性能比較、優位性と位置付け）の見直し、研究の進捗状況や社会情勢を反映したロードマップの適宜見直し（前倒し）も必要であると指摘されている。

「今後の方向性と助言」では、アウトカムの実現に向けて取り組む研究開発課題とそれに関わるマイルストーンや要素技術は密接に関係しており、それらの設定等を一体的に評価する反面、実用化等の視点から課題の絞込みも必要との指摘も見受けられる。

また、研究開発課題の展開における実証等の必要性、課題間連携等の関係強化による研究促進、産総研内外機関との連携体制構築、実現するための産業界との連携とその推進（オープンイノベーション・ハブ機能の活用）の必要性の指摘が多い。

アウトプットに関する評価事項では、「評価できる点」としては、研究開発成果の社会還元として、外部機関への技術移転（民間企業との共同研究）、ベンチャー創出・支援研究事業などアウトカム実現へつながりつつあることが肯定的に評価されている。成果の世界水準との比較において、卓越した研究成果は高く評価されている。一方、「問題点・改善すべき点」としては、インプット（予算・研究者規模）とアウトプットとのバランスから研究成果の発信量の不足（協業組織との関係上の制約や秘密保持への配慮もあるが）、アウトカムとの関係を明確にする等の研究開発の内容に関する課題及び実施状況の説明不足が指摘されている。

「今後の方向性と助言」については、学術論文、特許出願、規格化・標準化、あるいは成果の発信として広報活動に関しても、肯定的に評価されているが、国際競争力強化のために国際特許を出願するなど、今後も引き続き様々な方法で研究成果を発信して行くことが期待されている。また、データベースやシステム構築に関しては、社会の情勢に応じた開発技術の導入意義を明示すべきとの指摘があった。

今後も産総研内外、大学等の連携をより積極的に進め、ユニット戦略課題への多角的なアプローチを意識した場（ハブ機能）を活用した取り組みが必要とのコメントが得られた。

表5-2-2 評価記入区分と記入率

評価記入欄	評価委員内訳	のべ記入者数	記入率(%)
評価できる点	外部評価委員	706	98.5
	内部評価委員	252	100.0
問題点・改善すべき点	外部評価委員	630	87.9
	内部評価委員	218	86.5
今後の方向性と助言	外部評価委員	697	97.2
	内部評価委員	249	98.8

(2) 「評価できる点」の主な指摘内容

○ ロードマップ全体としての評価

(連携してアウトカムの実現へ)

- ・ 低炭素型社会を実現するという政策ニーズに対応し、産総研内の多くの研究ユニットと連携・役割分担し、二酸化炭素の隔離・固定評価及び産業活動の環境影響評価に関する活発な技術開発を行っている。アウトカム目標に至るロードマップには、当研究ユニットが培ってきた評価技術やモニタリング結果を活用し、それぞれの技術要素毎の目標に加えて社会状況、社会展開予想が適切に組み合わせられており、妥当である。
- ・ 構成メンバーの研究ポテンシャルを把握しそれらを束ねた3つのサブテーマを立て、設定したアウトカム実現に向けて研究を推進するロードマップは妥当と判断される。いずれも優れた研究基盤を有し、得意とする領域で研究を展開しており、順当な進捗状況と伺える。ユニット戦略課題内の相互の連携やマイルストーンの設定も適切である。
- ・ 様々な先端化学材料が出現する中、その評価技術を定めることは、材料劣化により発生する事故を防ぐためにも重要であり、国の機関が主導して行うべきものである。アウトカムは明確であり、そのために産業界と良く連携しながら技術研究組合を立ち上げ、その中で主導的な役割をしていることは高く評価できる。
- ・ ナノ材料を中心として、リスク評価手法の提案から自主管理手法や多様な材料の評価技術へと進むロードマップは適切で、アウトカムへの道筋が示されている。当該研究ユニットに不足する技術は内外との連携でカバーしつつ、ナノ材料リスク評価書など世界的にも独自の成果を挙げている。

(研究開発の進展)

- ・ 全体的にロードマップに沿って、研究が進捗しているものと評価される。とくに個々の研究項目については、長い期間の技術と知見の蓄積を踏まえて、より詳細かつ高度な研究に進化していると思われる。
- ・ これまでに、既に重要な成果が挙げられており、生体、薬効機能解析等に有用な実験手法が構築されると期待される。それ以外の課題についても興味深い成果が着実に挙げられており、全体として適切なロードマップをもとに順調に研究が進捗していると判断する。
- ・ 細胞機能の計測、操作に関する技術開発を課題としており、遺伝子、細胞、情報、ナノテクノロジー等に関する研究成果を統合して独創的な細胞計測、操作システムが開発されてきている。

(政策ニーズへの対応等)

- ・ モニタリングによる一次データの取得を継続的・体系的に行っており、解析や関連機関とのデータ共有も適切に実施されている。
- ・ 循環型社会の実現という政策ニーズをアウトカム目標に据え、当研究ユニットが培ってきた物理選別技術、湿式プロセッシング技術、精密反応技術を基礎にそれぞれ適切な技術的マイルストーンを配したロードマップは妥当であると評価出来る。特に震災復興の現場で有害物質を含む廃棄物の適正処理に当研究ユニットの技術がいち早く応用された点など、高く評価したい。
- ・ 本戦略課題では、3つの知的基盤（標準化）にかかわる活動を推進しており、それぞれのロードマップは長期的な政策や国の整備計画を考慮して描かれていると認められる。特に、それぞれのサブテーマで具体的な事案での標準化等の手続きについて進捗があることは、大変高く評価できる。

第5章

- ・ エネルギー技術評価の研究組織を保持しており、政府系委員会への政策提言に、分析結果を提供して貢献していること。

○ アウトカムの設定

(明確な設定)

- ・ 高レベル放射性廃棄物の地層処分に際し、国民の安全安心を確保するために、自然事象や地下水流動に関する調査・評価手法を構築することは極めて重要である。中立機関として、公平な立場からこれらの知見を提供できるのは、産総研のみであり、アウトカムの設定は的確である。
- ・ 化石燃料に依存した化成品製造からバイオ資源型へ移行するための技術開発は、現代社会及び産業界の要請を反映した的確なロードマップ、アウトカムとなっている。
- ・ 工業製品の評価基準は材料劣化による事故防止や高耐久化設計を促進するばかりでなく、世界の技術の先導にもつながる。国の機関として、アウトカムは明確である。難しい分野での成果を期待する。
- ・ 生活習慣病、ストレスに関して研究ユニットが培ってきた技量をうまく発揮し、的確なアウトカムとその道筋の設定、当該研究ユニットの有する技術要素とその展開が具体的に設定され、優位性も妥当。

(大きな貢献が期待される設定)

- ・ 戦略課題を構成する各技術には長期的なスケジュールとともに、明確なマイルストーンが示され、ロードマップとしてわかりやすいものになっている。先端研究として、新技術・新材料にも積極的に挑戦しており、個々の課題はアウトカムに繋がる重要な成果を挙げている。
- ・ 民間企業で推進することが難しい課題への挑戦であり、それを産総研内の研究ユニット、大学、企業と連携しながら主導していることを高く評価。
- ・ 先導的研究成果をもとに、的確なアウトカムとその道筋の設定、当該研究ユニットの有する技術要素とその展開が具体的に設定され、優位性も妥当である。アウトカム実現もほぼ確実であり、その基準は世界的に見ても高い。

○ マイルストーン、ベンチマークの設定等

(明確な設定)

- ・ 具体的に数値目標をあげ、実用化までのステップを明確にするとともに、我が国の新しい産業創出を視野に入れたスケールの大きい取り組みも評価。
- ・ この戦略課題では、個々の技術開発に向けて、適宜マイルストーンを設定しロードマップは妥当である。内外の競合についても具体的に提示され、自身の研究や技術レベルの客観的な把握も適切と判断できる。
- ・ ロードマップについては、2020年代以降のアウトカムに向けて、2年後、5年後、その先のマイルストーンなどが的確に描けている。
- ・ ロードマップには、研究課題各々について、具体的なマイルストーンを設定しながらアウトカムに至る研究開発の道筋が描かれ、適切と認められる。また、それぞれに長期にわたって着実に研究開発が進められてきており、中間目標はいずれもほぼ達成できている状況である。論文発表や特許などの成果や、外部予算の獲得実績も高く評価できる。

(技術課題の把握)

- ・ 異質材料の利用拡大を予測した技術開発に加えて、半導体製造への展開も睨んで取り組んでいる。研究ユニットの組織展開として戦略性を感じさせる。
- ・ 本課題でのトータルデザインは、機能が既知として加工と寿命とリサイクル性に注視したものとなっており、一見簡単でも実際には非常に複雑であり、全体を俯瞰できるシステムを構築したことを評価。
- ・ 革新的製造技術、材料技術、計測技術を技術要素として設定するとともに、ロードマップ並びにマイルストーンを定性的に策定されている。また、ベンチマークでは、各要素技術に関する国内外の競合研究機関との比較によって、定性的に把握されている。

(適切なベンチマークの設定)

- ・ これまで培ってきた技術基盤と今後の目標設定は明快であり、その研究ポテンシャルも極めて高い。
- ・ ベンチマークでは、独自に開発した個別技術と従来技術との性能比較を定量的に行い、優位性と位置づけを提示。
- ・ サービス利用者・提供者のミクロな行動理解に向けた技術要素を取りあげるとともに、ミクロな理解技術を拡充させ社会モデルというマクロな人間行動理解技術へと展開しようとする点は妥当。

○ アウトカム実現へ積極的な連携

(産総研内部での連携による成果)

- ・ 研究課題の位置付けに関して、自己の位置取りを正確に把握し、各研究グループが協力して取り組む体制は、サービスという広い範囲の技術検討には適切である。
- ・ ナノ材料のリスク評価・管理技術に関する研究では、補完する必要な部分は他研究ユニットと連携しながら、進捗していると認められる。
- ・ 産業界や社会への出口を意識して、さらに産総研内の研究ポテンシャルを集約・連携を目指し、標準の開発を進めている。

(外部機関との連携による成果)

- ・ 企業や大学との協力によって人材の育成にも貢献している。効率を追求研究だけでなく、基礎的な研究にも努力が払われている。
- ・ 多くの研究機関との連携は、長期に渡るテーマであるだけに適切なアプローチと言える。他機関をうまくオーガナイズし、日本の太陽電池研究のハブとしてうまく機能している。
- ・ 材料系と機械系が有機的に連携した研究開発が行われており、外部機関と共同で薬事のためのガイドライン作成も行い、制度改善にも貢献している。

(新たな連携形態の試み)

- ・ 技術研究組合を設立し、オープンイノベーションを主導している。その研究開発支援として、共通基盤的な評価研究を設定し、産業界の国際競争力の強化が期待できる。
- ・ 企業一社では提案が難しい評価方法もあり、新たな技術基盤づくりが期待される。意識して多分野／異分野のメンバーを集めた組織編成もよい。陽電子消滅等の高価な機器の活用にも有効である。
- ・ 研究開発を行った先端的な装置を、外部に公開することにより、日本における研究の進展をサポートするという意味で、大変重要な社会貢献を行っている。また、その際に外部研究者との議論により新たな研究テーマへ繋がっており、研究ユニットにおける他の研究の展開へも図られている。

(実用化のための民間との連携)

- ・ 多数の材料、部材、セル及び装置メーカーからなるコンソーシアムを組織し、開発・評価を実践した。加速テストラインは新規参入企業に有益で産業界の裾野を拡大する。会員間の秘密保持も留意されている。
- ・ 民間単独ではリスクが大きく産総研が民間と共同して取り組む価値がある課題である。個別デバイスにターゲットを定めたのも良いマイルストーンである。
- ・ 一連の研究では、企業との連携によりコスト意識を持った研究開発を進めている。各研究グループも、著名な国際誌への論文発表や特許などによる成果発信を行っている。
- ・ 企業と共同で開発した装置は、高い実験精度、再現性、スループットを実現。これは、今後創薬や標準化での大きな利用・展開が期待できるものとして高く評価される。
- ・ 開発技術はビジネス展開まで考慮しながら進められており、大変評価できる。多数の民間企業を巻き込んだ技術研究組合、コンソーシアムなどの体制が整い、各装置の開発が加速されており、産業界からの注目度も高まっている。

(製品化への取り組み)

- ・ アウトプットとして、オリジナリティの高い成果とともに技術移転し、製品化されるなど、優れた成果を挙げている。さらに、これらの成果をプレス発表や報道で積極的に発信し、授賞にも繋がり、高く評価。
- ・ 用途開発を加速化する上で必要とされた量産技術の開発を実現するとともに、質の多様性に向けた基盤技術への取り組みとその知見は、今後の製品化段階において大いに利用されるものと高く評価。
- ・ これまで当該研究ユニットが開発した計測装置を共用公開し、装置の性能向上目標をマイルストーンとしたロードマップはユニークである。これらの計測装置は、いずれも市販されておらず、世界最高レベルの測定装置群であり、実際に応用してもらうことで製品化に繋がることが期待できる。

(技術移転が進展している)

- ・ 企業と連携して量産化開発 (LSI化) を推進するとともに、知財権 (特許など) や標準化への対応を考

第5章

慮に入れている点も評価。また、技術移転やコンソーシアム設立にみられる成果普及への取り組みも評価。

- ・ フィールドエミッター技術を用いた医療用X線撮像デバイスの研究は、シーズがあり、それに応えるテクノロジーのニーズがあったという、極めて理想的な流れで展開している。日本の先端技術が「死の谷」を超えるモデルとして、こういった研究開発が花開くことを期待したい。
- ・ 次世代のリチウムイオンの開発に向けた新規酸化物系固体電解質材料の開発や超電導デバイスでの研究開発では、マイルストーンを前倒しして達成、一部については、企業へ技術移転を開始。

○ アウトカムに繋がる研究成果

(実用化に近い成果)

- ・ 高精細印刷技術、低温プロセスでの銅配線技術など、革新的な成果が出ており、大いに期待される。特に銅配線技術については極めて高いレベルにあり、シリコン太陽電池への波及効果も期待される。
- ・ 材料製造技術は、材料特性効果を2年前倒しで達成、摩擦低減に関してもマイルストーンの目標を達成しており、両技術とも、現在、実用化に向けて検討しており、いずれの課題も世界初の技術であり、優位性は明らか。
- ・ 材料としてかなり成熟したレベルに達し、繰り返し耐性を実証するなど、優れた成果を挙げている。
- ・ レアメタルの物理選別技術、金属精製・改修技術、有機資源の循環利用技術開発等の課題は、それぞれ順調に進展しており、特に物理選別技術では、デバイスを選別するセパレーターが実用化になったことは大変素晴らしいことだと評価します。
- ・ 個々のサブテーマについて主に次世代技術の開発が進められており、個別のデバイス開発など興味深い成果が得られているものと認められる。今後それぞれを専門とする研究ユニットに技術移転しさらなる実用化に向けた研究開発に進展することを期待する。
- ・ 天然ガス輸送・貯留技術開発からガス分離・精製技術開発、熱媒体開発などの挑戦的研究が実施され成果を挙げてきている。特に、民間企業との共同研究も順調に進められており、実用化に結びつく多くの成果が挙げられていることは高く評価できる。

○ 知的基盤整備への貢献

- ・ 諸特性を測定するための高温・高圧試験機器を開発し、DB等を構築・公開（一部限定）した。取得した各種データは世界的にトップレベル。全体のマイルストーンはややぼやけているが、サブテーマのマイルストーンは妥当。
- ・ 新規標準の開発に加え、世界最高精度で測定し、データベースに纏めて公開するなどの優れた成果を挙げている。
- ・ 化学物質の発熱分解エネルギー計測の標準化、爆発現象の解明やシミュレーション技術は他機関との比較において優位な研究ポテンシャルを有しており、保安データベース及び化学災害データベースの開発は社会へ貢献している。

○ 政策ニーズへ対応している

- ・ 高感度分析法を開発し、特許出願もしたことは大きい。有害物質を含む廃棄物の適正処理に当研究ユニットの技術をいち早く応用できた。
- ・ 技術開発とは異なる政策ニーズ対応研究であり、必ずしもマイルストーン等は明確ではないが、中長期的視点で国の施策に助言できる計画となっている。政策決定と結びつく経産省系の重要な研究である。
- ・ 標準物質、食品の安全性確保に資する標準物質などに関して高い開発技術レベルを示している。

○ 技術普及のための積極的な取り組み

- ・ 実用性の観点から、事業者によるナノ材料の簡易自主安全管理技術の構築、行政側のナノ材料の効率的な有害性評価技術の構築という補完的アプローチは安全性を確保する観点から非常に優れている。
- ・ 今後の低炭素社会、高齢化社会では確実に必要になるので、特区を利用した実証実験は、実用化への試み、社会への情報発信として有意義。
- ・ 多くの企業との共同研究を積極的に進めるとともに、成果を元に技術相談活動にも主体的に取り組んでいる点は評価できる。

○ 論文、講演等での成果発信

- ・ 数多くの論文、特許出願（海外出願）、招待講演をこなし、日本のメーカーを束ね、世界をリードする質の高いアクティビティを維持。
- ・ 光生体プローブ、量子ドット、新原理に基づく生体分子測定法の開発など、著名な国際誌への論文成果についても高く評価される。
- ・ 基礎研究において世界トップレベルの研究を実施し、継続的に優れた論文や報道として発信しており、極めて高く評価。
- ・ 学術的に優れた成果を挙げるとともに、これらの成果は、NatureやPhysical Review Lettersなど多くの著名な国際誌での論文発表並びに国際学術会議での招待講演などで積極的に発信している点など、高く評価。

(3) 「問題点・改善すべき点」の主な指摘内容

● ロードマップの改善等

（時間軸を考慮してロードマップを策定することが大切）

- ・ この1～2年で成果が期待できる（残された期間が）短期的なテーマが多く、これらを引き継ぐ長期的なロードマップが未完成。
- ・ ロードマップに関してはタスクリストとしては良いが、どの程度の達成度が求められているのか、具体的なマイルストーンの設定すら難しい状況と考えられ、ロードマップの精緻化が当面の課題。
- ・ 開発時期を含めたスピード感のあるロードマップやマイルストーンの策定が必要で、実現するための課題をもっと明確に提示すべき。
- ・ 最終的な目標／現時点での達成度／今後実施すべき課題などとともに、ある程度の時間スケールも設定されたダイナミックなロードマップとマイルストーンの策定も必要。

（適宜見直すことが必要）

- ・ 研究課題毎にその内容の成果レベルと必要性を考えて優先順位をつけ、最も優先順位の高いテーマに特化して研究を進めるべきであろう。総花的な成果になっては効果が少ない。
- ・ グローバルに研究動向を把握し、様々なアプローチを評価し、（必要に応じ研究者を招聘することも含め）重要なものを取り入れるといった取り組みかたを検討いただきたい。
- ・ リソース、目的の観点で実際に取り組むテーマがやや幅が広がりすぎている感もある。
- ・ 社会の大きな期待に加えて、津波浸水域と堆積物の関係を記録することは今しかできない緊急かつ重要な課題である。

（研究課題間等の連携強化を期待）

- ・ 極めて競争が厳しく、技術進化のテンポが速い。一方、ナノ技術に関しても同様で、一つの研究ユニット規模では、そのレベルを維持することは容易でなく、情報通信や環境エネルギー分野などにも広がっている技術を糾合し、オール産総研で取り組む体制を築いて欲しい。
- ・ 全体の技術マップの中で、他の研究組織で行う課題と担当する課題を仕分けするとともに、課題間の相互関係や連携関係を明確にすることは重要。また、技術マップは状況変化に応じて、常にアップデートすることも必要。
- ・ 各課題には問題点等は全く見いだせない。広範な研究領域をカバーしていることもあるが、研究課題間、グループ間でのより積極的な連携研究が期待される。

（成果のアウトカム実現への具体性が不明確）

- ・ 量産化時の製造コスト、情報伝送の信頼性や誤り率などの具体的な性能とともに、開発時期やその性能評価試験を明記した、より詳細なロードマップの策定も必要。
- ・ 新材料の導入などに必要な技術という視点でロードマップが書かれるべきである。実用のシステムを開発するための課題や達成目標をより具体的に示すことが必要。
- ・ 省エネに繋がることは理解できるが明確な記述が無く、本戦略課題の位置づけが不明確。

（外部機関・企業との連携、分担が必要）

- ・ 産総研が保有する技術や、民間企業との役割分担が分からない。昨今の太陽電池の価格低下等も踏まえ、用途や価格目標等の再考が必要。
- ・ この分野の業務拡大が予想される。外部機関との住み分け、教育システム作りなど今こそ優れたマネジ

第5章

メントが必要。国際的評価法の確立も標準化の際の発言力確保に重要である。

- ・ 関連組織との役割分担や連携の提示、産業界等のニーズの汲み上げや具体的な連携を明示すること。
- ・ 大型プロジェクトに参加するにあたり、得意技術の部分で研究開発を担当するだけでなく産学官連携のハブとしてより積極的な役割を果たそうという意識がやや希薄ではないだろうか。

● アウトカムの設定の見直しが必要

(設定したアウトカムとマイルストーンの関係が低い)

- ・ それぞれの研究の世界の中での位置付けや、アウトカムへの道筋の中での位置付けが明確ではない。また、テーマが乱立している。
- ・ 特に、どこまで達成すると産業界へのアウトカムが実現するのか定量的で明確な技術目標設定が必要。
- ・ 各サブテーマのアウトプットの興味深さに比べ、アウトカムが概念的で、道筋が見えにくい。この課題で引き続きすすめるなら、どうしてグリーン・イノベーションが対象なのか、説明が必要。

(曖昧なアウトカムの設定)

- ・ 最終的な目標やアウトカムの設定がやや曖昧な部分がある。開発技術が各種用途に直結するターゲットを設定し、その有用性をアピールすることが必要。
- ・ 本研究ユニットのメインテーマに対する本戦略課題の位置付けとアプローチをより明確化することが望まれる。先端革新技術を他の2つの産業基盤技術と並べて戦略課題とするのはやや無理があり、「原理の産業技術化」を通じたアウトカムと言っても、今後成果を具体的な形で示しにくいおそれがある。
- ・ アウトカムの表現はやや抽象的で、現段階で想定される具体的な製品名や適用物の例示、有効活用モデルを作ることなど、適用後の効果／産業界に与えるインパクトもイメージして推進する事が必要。

(市場価値を考慮したアウトカムの設定が必要)

- ・ 数値目標設定を高く評価するが、その難易度・現状の国際水準との対比が示されていない。ビジネスにつなげるには、コスト目標設定も重要である。現時点の達成度の算出根拠、原料の安定調達性なども不透明である。
- ・ 民生用エネルギー分野では、電気のみならず、熱エネルギーの利用、高効率化も大きな課題であり、熱利用分野での今後の成果も期待したい。技術だけでなく、コスト、シンプルさの検討もお願いしたい。
- ・ 国内応用の成長率が低く、産業応用面での成果を見るにはコスト問題や資源偏在等の課題にも対応する必要がある。

● マイルストーン、ベンチマークの設定等の改善が必要

(マイルストーンでは具体的目標が必要)

- ・ 産総研の製造支援技術により、製造コストをどの程度カットできるのか明確な数値目標を立てて開発すべき。また、中間目標は具体的、且つ明確に書くべき。定義、目標を明確にしておく必要がある(活性、物性、安全性など)。
- ・ 最終ターゲット、現時点の開発達成度、今後の改良点や新たに取り組む点と達成のための要件など、マイルストーンや課題を明確化したロードマップの策定が必要。
- ・ 最終目標に対する現在までの達成度と最終目標の達成に向けた今後の見通しについて、より明確な記述が必要。
- ・ 実用化のための適用事例を想定し具体的な手法を明確にすることが必要。また耐久性・信頼性等を評価することが必要。

(ベンチマークの優位性を明確にする必要がある)

- ・ 本技術の有効性を他の技術との比較も含めて、定量的に示すべきである。
- ・ 数多くの機関で研究されているテーマであり、開発技術と他技術とのコストや性能の比較を明確に示す必要がある。
- ・ 達成目標と企業のニーズの要求レベルの関係や他機関に対する優位性を明確にする必要がある。例えば省エネ効果、装置コスト低減による投資効果、気体分離膜の必要性、市場性等を明確にして欲しい。
- ・ 個々の基盤技術の優位性について、しっかりした最新のベンチマークを常に作成して適切な方向性を探ることが必要である。
- ・ システムの構築が、どの様に具体的な産業に寄与するのかロードマップで示すこと。ベンチマークでは、相応・類似する研究・技術開発を行っている国内外の競合機関との質的比較をすることが必要である。
- ・ ベンチマークに「世界初、世界最高」とあるが、すべての項目にエビデンスがそろっていないとはいえない

い。また、対応する研究室・研究員の規模に比べて、アウトカムは十分とはいえない。

(要素技術の妥当性が不明確、技術課題の把握が不十分)

- ・ 研究ユニットの大きさの割には扱うテーマの数が多い。テーマによってはその規模が大き過ぎ、取り組みがやや散漫の印象を受けた。適切な数と規模のテーマに絞り込み、目標を明確にすることが望まれる。
- ・ 化学的な手法をどう活かして、どのような知見が生まれるのか、具体的な内容が掴みにくい。加工技術の現状と問題点、当該技術がないと直面する課題など対比の上で、研究開発の目標を示すべき。
- ・ 様々な取り組みが行われているが、個別なアイデア研究のようなものが多く、依頼に対して個別に対応しているというイメージが強く、全体の目標に対する達成度が不明確。
- ・ マグネシウム合金の問題点をよく考えて用途を考える必要がある。資源供給の点で課題もあるので、サプライチェーン全体でどのような使われ方が最適かを検討してほしい。

● 成果の発信量が不足している

(インプットとアウトプットのバランスが適切でない)

- ・ 各グループの方向感がそろっていないように見える。また、公表論文数が少なく、発表した雑誌レベルも高くない。
- ・ 協業組織との関係上の制約と理解するが、成果物の中で論文などの外部発表が少ないこと。

(海外へ向けて成果の発信を)

- ・ 国際会議等の開催などの日本のオピニオンリーダーとして世界に発信する表舞台での活動が必要。
- ・ 昨今は我が国のみを想定したエネルギー需給想定はほとんど意味をなさず、複雑な国際情勢を踏まえたグローバルなベースデータ構築と解析が不可欠。今後、より一層の海外機関等との連携強化を期待する。
- ・ 国際競争力強化のため、国際特許出願、国際論文誌等の成果発信など、より積極的なアピールが必要。

(特許出願と論文発表は両立を)

- ・ 論文数に比して特許の出願数が少ない。産業界との連携をより一層推進することを期待する。
- ・ オリジナリティの高い技術開発の成果にもかかわらず、特許出願が少なく思われる。国際的な普及活動を活発化するためには、国際特許など知財獲得活動もより積極的にすることが必要。
- ・ 優れた技術開発を進めているので、学術的論文発信だけでなく、特許出願など知財権の確保も重要である。この知財獲得活動には、研究者だけでなく、研究ユニットとしてサポートすることも必要。

(成果の発信方法について検討を)

- ・ 産総研の公的研究機関としての立場から、より多くの利用者がより容易にデータ活用ができるよう、技術開発のみならずサービス体制の提案・構築にも、リソース配分が必要。
- ・ 過去に行ってきた基礎研究が現在は応用研究に発展している実例をアピールすべき。
- ・ 成果物(各種マップなど)の産業界や一般へのアピールが弱いと思われるので、各種学会や学術的なイベントなどでの宣伝をはじめ、HPなどでも公表を進めてほしい。
- ・ これまで得られた成果物について、外部データベース、解析ソフトなどと比較して、具体的にどのような優位性があるかを明示した方がよいと考える。

● アウトカム実現への取り組みについて検討が必要

(企業との連携が必要)

- ・ 自動車業界と直結した研究であり、企業の研究開発との相違点の明確化が必要。目標性能の設定のためにも応用先であるFCV開発企業との連携が必要だが、FCV以外への応用や展開もあるのではないか。
- ・ 秘密保持に配慮した上で、外部機関(産業界等)との共同研究や研究連携の見える化が必要である。
- ・ 解析技術等を駆使して課題を解決すべき。コンソーシアム等を活用して、メーカーともっと情報交換をしてほしい。また、強みである信頼性評価、劣化機構解明と合わせて最終ユーザーの利益を考えていただきたい。
- ・ 産業的には、多大な貢献がある研究が推進されているので、提携している企業のみならず、我が国の産業振興の上で複数の企業で共有できる知見となって行くことを期待。
- ・ 技術的に野心的かつ発展の余地が大きい課題であるので、他研究機関や企業との一層の連携を図っていただきたい。

(外部からの評価が重要)

第5章

- ・このような材料開発はやはり、最終ユーザーとの情報交換が重要である。ユーザーとの関係構築に今一步の感があるので、ぜひ具体的な使用例を見出し、現状を突破して欲しい。
- ・企業などの外部機関がどの点に関心を示し、どう実用化を図るかという、外部との対話が大きな課題。
- ・ニーズの高いテーマに関しては、積極的に産業界からの意見をもっと求め、スピード感を持って、重要な課題に関する研究を進めていただきたい。

(特許が活用されることを検討する必要がある)

- ・解析から得られた結果をうまく特許化する出願のスキルの点等で不十分。また、特許の活用法について、明確な戦略を構築すべき。
- ・研究試薬も含めて海外企業が強く、日本企業の実用化には、知的財産取得、技術移転先の限定等の施策が必要。

(4)「今後の方向性と助言」の主な指摘内容

△ 設定したアウトカムの意義を分かりやすく表現・説明する必要

- ・モニタリング分野などは短期間での成果を示すのは困難な場合も多いと思われる。常に他機関との優位性やその比較の妥当性、世界水準を基準とする質を意識した研究を実施し、その点を明確に説明してほしい。
- ・要素技術からではなく、基本に立ち返り、取り組むべき対象、目標設定、アプローチ手法、成果還元の意義など、よく考えて位置付けることが重要。
- ・他の多くのモデルに対する優位性をより明確にし、アウトカムとしての社会システム改革実現への具体的成果の「見える化」を期待する。
- ・産業の未来を見通して進めるべき研究の方向性の提示、及び、大学とのすみ分けと大学の活用方針の明確化、などを通じて自他ともに認める産総研のあるべき姿を明示することが必要。
- ・戦略課題の産業応用における次なる課題や従来技術からの転換に際しての問題点を明確にし、次のステップである実用化研究についても分かりやすく説明することが必要。

△ ロードマップを改善・見直すことが必要

(技術の進展に対応した見直し)

- ・今後は製品設計の段階から、リサイクルされることを意識して設計・製造されるよう、リサイクルのための指針等を作成するなどの面でも、当研究ユニットの能力を発揮して欲しい。
- ・将来のあり方を視野に入れるとともに、市場性や諸般の経済効果も視野に入れた目標設定が必要である。
- ・今後、国際競争力のある広角的なシステム化技術が必要になる。公的研究機関として政策提言が必要な分野でもあり、大型システムでも安全性、信頼性も含めた発電能力の評価に重点的に取り組んでほしい。
- ・産総研は標準についての経験が豊富であり、国の研究機関としてバイオ分野での標準化戦略を考えるべき時である。
- ・出口に近いフェーズにある研究は、産業界や他の応用部門との連携を進め、産業化へのシナリオをより具体的に描いて欲しい。
- ・今ある技術シーズを延長するだけでなく、どのような技術が将来必要とされるか、定期的に見直しをする事が必要。

(時間軸を考慮して展開すべき)

- ・社会インフラの技術開発においては、産業界全体と連携・議論し、10年～20年のスパンでのロードマップを作り、共有することが重要。特に、海外市場における産業競争力強化につながる戦略作りを期待。
- ・長期的な視点から、産業界のできない時間のかかる基礎的研究テーマを遂行することは重要である。但し、同時に、産業界を取り巻く環境の深刻化を考えると、研究を加速し、一日も早い実用化を期待したい。
- ・手短な課題からスタートしているように思われる。研究を進めながら、その中から中長期的なテーマ、基礎技術や広く横展開可能なテーマを見出していきたい。

(コスト評価も考慮すべき)

- ・費用対性能向上のために、材料／装置コストを下げるのか、変換効率を上げるのかを総合的に勘案した課題設定が必要。用途開発に注力するなど、市場への出口をより強く意識してほしい。

- ・ 市場普及段階で先行者が敗北する場合もあり常に性能やコストの観点で勝てる技術開発を主導すべき。
- ・ 海外産業との競争力を向上できる「低コスト」の視点をより具体的に強め、特徴ある材料を開発することを期待。

△ ベンチマークやマイルストーンはロードマップ策定に必要な情報

- ・ 他の方法に対する優位性や実現可能性を定量的に示して、大いにアピールして進めるべき。
- ・ 最新の技術とのベンチマークによりポジショニングの明確化が必要。
- ・ 他の手法とのベンチマークは必須であり、「省エネの度合い」などを意識して示すと良い。
- ・ 本戦略課題の位置付けをより明確にするため、ベンチマークでは、コア技術に関して競合研究機関の明示や定量的な技術比較を行うことも重要。

△ 研究成果の知財化（標準化）は戦略的な視点で取り組むことが必要

- ・ 国際競争力として差別化できる先端技術を開発し、将来の方向性を示して産業界を牽引してほしい。強い特許を取得してメーカーに供与することで、国内産業の振興に一層寄与することを強く期待する。
- ・ 日本の産業界が世界への優位性を是非とも確保したいところであり、産業界の意見を吸収しながら戦略的な知財確保や国策提言など、積極的な貢献を期待。
- ・ 今後、性能評価に関して、我が国の評価手法が国際的にも標準的な技術となるよう、標準規格化に関する一層の活躍を期待する。
- ・ 今後利用の拡大に対応するため、安全性の評価などに必要な標準をいち早く整備し、大きな柱に育てることを期待する。
- ・ 評価技術を標準化するメリットは大変大きい。今後は産総研のオリジナルな技術だけではなく、日本で開発された評価技術を標準化し普及させるといふことに取り組んでほしい。

△ 研究成果をフォローアップすることが大切

- ・ どの様な利用法が可能で有効であるか等の点について企業と機器開発方向性を検討して行く段階であろう。
- ・ ユーザーのニーズや事業化の可能性、導入のメリット、デメリットなども評価し、何が重要かを見極めながら開発を進めるべき。併せて有用性の客観的な評価方法を検討すべき。
- ・ 産業界のニーズに即応した対象の選定を行うよう、常に交流と情報収集を行って頂きたい。
- ・ 具体的な産業界でのトライアルを早期に行い、その中で課題を見出しつつ開発を進めるべき。
- ・ データベースについては、使ってもらってさらに充実してくる要素もあるので、公開した後の反響についてもウォッチングし、より良いものへ仕上げてもらいたい。

△ 研究成果の発信方法には工夫や戦略が必要

- ・ 一般社会や産業界に存在感を示すには、「これができたらこうなる」というストーリーの平易かつ具体的なアピールが必要。どのような基盤技術を発展させて行くかを明確にし、内外との協力を深めてほしい。
- ・ 社会のライフラインや行政、さらには国際社会での利用においては、法律や制度の整備や国際間での調整など、社会科学的な課題が多い。次世代技術の研究開発においては、そのような課題に萎縮することなく、積極的な技術提案、社会提言を進めることを期待。
- ・ 少量多品種の生産が可能である利点を最大に生かせる応用を早く特定して、一例でも成功例を出してほしい。
- ・ 今後は手法の確立による精度の向上、民間技術者も含めた人材の育成、自治体の防災行政や教育の活用など、これまでとは次元の異なる活動にも期待する。

△ アウトカムを実現するための体制づくりが大切

（外部（内部）連携の必要性）

- ・ 知的基盤技術としての環境診断技術を企業・工業会との連携のもと幅広く国際規格を提案して行くことが実用化の推進になると考える。
- ・ シーズ指向的でもあり、早い段階からオープンイノベーション型、また企業と組んで市場ニーズを開拓すべき。工作機械メーカー等との協調・競争も期待する。
- ・ 民間企業との連携を積極的に進めて実用化につなげ、早期に技術移転や特許等の獲得など、一層の進展と成果発信を期待したい。

第5章

- ・ 他の技術との比較を詳細に行い、医療機関との連携を進めることにより、早期の実用化を目指す。
- ・ 厳密な基準では非常に困難な目標である。内部でもよく議論し、真のアウトカムにつなげるためには、企業との早めの連携などの方策も必要と思われる。
- ・ 基盤技術においても、常に成果の出口イメージを意識して企業や他研究ユニットとの連携により実用化を目指し、産総研で開発された優れた基盤技術が生かされることを期待する。
- ・ 今後の実用的なレベルでの応用展開においては、企業と連携することにより、求められる特性や仕様の把握、コスト意識などを早い段階で持つことが必要である。
- ・ 今後は、開発された先端技術が実際の分析応用に活用できるよう、民間の企業との連携を強化し、製品化されることを期待する。

△ 今後も継続した取り組みを要望

- ・ アジア戦略として、これまで培ってきた計測技術のさらなる展開が期待できる。また、情報分野との融合による環境情報産業の創出を目指すなど、社会的な展開においても、今後の発展を期待したい。
- ・ 重要な研究開発分野であるが、石油、天然ガス等の短期的な価格変動で評価が急転する可能性もある。定期的に目標を見直しつつ、確固とした信念で研究開発を継続してほしい。
- ・ 実験特区での研究開発を粘り強く継続し、日本の社会制度・法制度を変革させるほどのインパクトを期待。
- ・ 我が国が強みとして頑張っているのが素材産業で、ガスや液体分離膜などの高機能薄膜の評価技術など、今後我が国の産業発展に貢献できると期待される。
- ・ 材料技術は日本が高い国際競争力を有する分野であり、今後の継続的な製造業の発展には欠かせない分野でもある。材料メーカー及びそれを利用している製造業に従事する企業から広くニーズを聞き取り、今後も新規材料とその製造プロセスの創出に十分な資源を当てて取り組んでいただきたい。

5-2-3 イノベーション推進への取り組みの評価コメント

本節は、第3期に入り評価の大きな評価項目としてとりあげた「イノベーション推進への取り組み」における評価コメントの内容をまとめる。

(1) 評価コメントの概要及び内容の構成

「イノベーション推進」という場合、包含する内容は広い。研究ユニット評価における本評価項目の観点、イノベーション推進における主として「外部貢献」の取り組みとその効果である。

評価事項として、主として①成果の発信や研究ポテンシャルによる、国、社会、産業界、学界、及び国際、知的基盤等への貢献の取り組みとその効果等、②産業人材育成を含む、産学官連携、地域連携等のイノベーションハブとしての取り組みとその効果、等を示している。

ここでは、評価コメントの内容を、1)国・社会・産業界・学界等への貢献、2)国際貢献、3)知的基盤、4)外部人材育成、5)産学官連携、6)地域連携、の6つの内容に分類して、それらの頻度の割合を概略的に把握した。これまで評価コメントの内容として「7)その他」を設けていたが、「イノベーション推進における外部貢献の取り組み」という評価の趣旨について、外部評価委員に対する説明が十分浸透してきたため、コメントはほぼ、1)から6)の項目に分類可能となった。なお、これまでの「その他」に該当するコメントとしては、「該当の研究分野における世界的な拠点化」に関する包含的なコメントのほかに、5-2-2で挙げられる個別の研究課題についての指摘、5-2-4の研究ユニットのマネジメントに関する事項、あるいは「イノベーション推進への取り組み」の観点そのものの指摘、等のコメントが含まれていた。得られたコメントの頻度を、図5-2-1に示す。

外部評価委員、内部評価委員ともに「評価できる点」「問題点・改善すべき点」や「今後の方向性と提言」において、「産学官連携」についてのコメント数が一番多く、次に「国・産業界・学界等への貢献」そして「知的基盤」の順にコメントが多く記されており、「人材育成」や「地域連携」の項目は「産学官連携」などの項目と複合でコメントが得られており比較的少なかった。

「国・社会・産業界・学界等への貢献」については、評価できる点として、コンソーシアム活動とこれによる新しい国家プロジェクトの先導並びに新規技術研究組合の設立など、産業界への貢献が多数取り上げられている。一方、問題点・改善すべき点としては、製品化の一手手前という「出口に近いもの」の展開として、アウトリーチ活動の不足、最終的アウトカムに結びつける活動について一層の推進が望まれるなどの指摘があり、今後の方向性と助言としては、情報発信による成果の広報活動、事業化への橋渡し、産業の活性化に資する研究開発を目指すべきとの指摘など、研究開発から事業化までの連携の強化策の提示がある。

「産学官連携」では、技術研究組合やTIAの場を活用した融合研究が推進されている点等があげられている。一方、問題点・改善すべき点としては、多くの技術要素について開発研究を展開しているが、どこまでを産総研が育て、どこから民間企業に技術移転するか、などの明確化が必要との指摘がある。

「知的基盤」については、国際標準化は我が国全体の問題であるが、産総研主導（リーダーシップ）のもと、総合的な取り組みに対する発信、並びに産業界が積極的に参加できる仕組みづくりが必要との指摘も見受けられる。

なお、本評価項目における評価コメントの記入率は表5-2-3のとおりである。評価できる点については、外部評価委員及び内部評価委員ともに、高い評価コメント記入率である。問題点・改善すべき点についての記入率は若干低いものの、今後の方向性と助言については9割以上の評価者がコメントを記入している。

次項以降では、評価事項に概ね沿って、コメントにおける主な指摘例について示す。

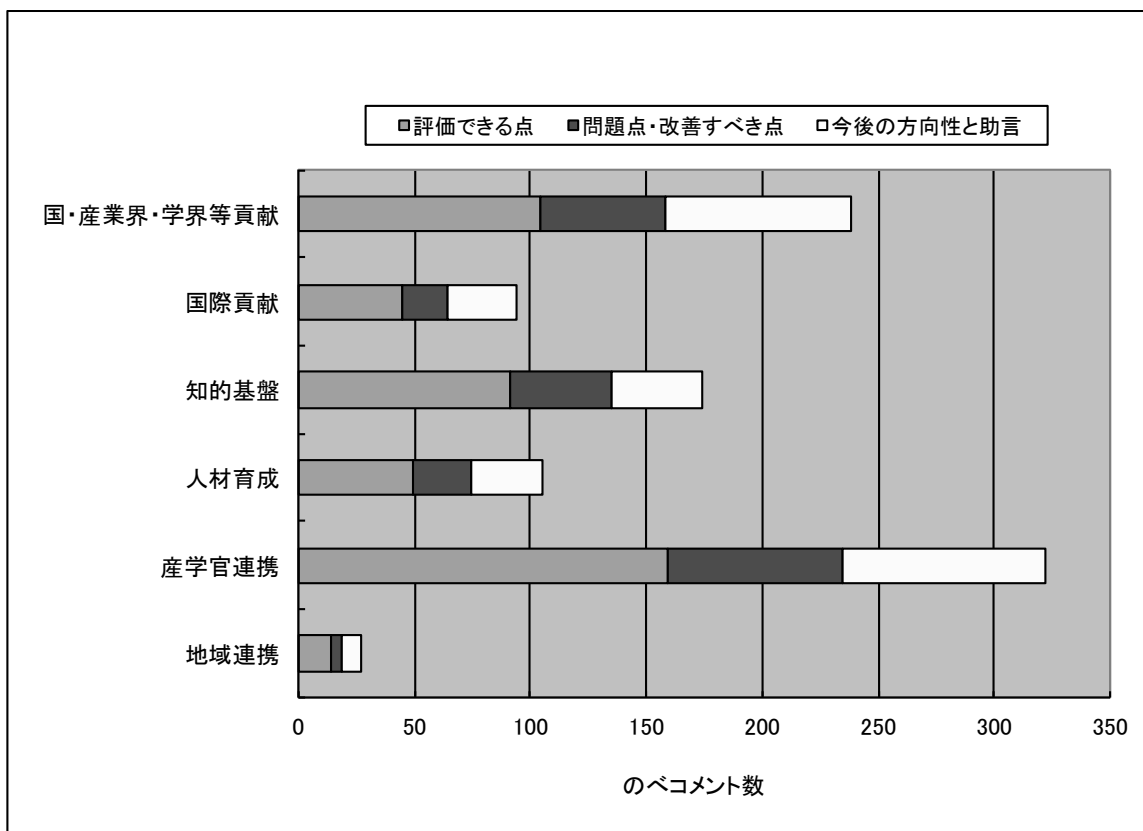


図5-2-1 イノベーション推進への取り組みの評価コメント内容

表5-2-3 評価記入区分と記入率

評価記入欄	評価委員内訳	記入者数	記入率(%)
評価できる点	外部評価委員	164	97.0
	内部評価委員	60	100.0
問題点・改善すべき点	外部評価委員	135	79.9
	内部評価委員	54	90.0
今後の方向性と助言	外部評価委員	158	93.5
	内部評価委員	60	100.0

(2) 「評価できる点」の主な指摘内容

○ 国・社会・産業界・学界等への貢献

- ・ 独自の水平・垂直連携の考えのもとに、イノベーションハブを意識した取り組みを展開している。先端材料の基盤づくりは着実で、企業の自社開発品のベンチマーク設定に役立つ。
- ・ 開発した技術をサービスにまで昇華し公開することを基本方針として、企業との共同研究、国際的コミュニティ創出に向けた国際共同研究、震災関連情報の発信等の社会貢献などへの取り組みを評価。
- ・ プロジェクトへの参画による研究推進やこれを通じた人的なネットワークの構築のためのコンソーシアム活動とこれによる新しい国家プロジェクトの立ち上げ並びに新規技術研究組合設立への主導的役割など、産業界への貢献は評価できる。また、中小企業との研究開発連携も強化し、多くの共同研究や中

小企業支援事業の採択に繋がっている。

- ・ 技術研究組合との連携による政策貢献、政府系各種委員会への積極的な参加と標準化や解説作成など安全の規格や制度への貢献を行なっていること。
- ・ 著名な国際誌に成果を発信するとともにプレス報道や多数の招待講演を行うなど、学术界や社会への貢献も果たしている。また、多数の企業人材受入や技術相談対応、国内外企業から構成されたコンソーシアムの設立と運営など、イノベーションハブ機能としての役割も果たしている。
- ・ 国の福島復興政策に基づくシーズ研究を活かしたCs除染実証プラントへの展開は、組織の高いイノベーションポテンシャルを示している。
- ・ 国への貢献は極めて大きく、国の政策、原子力政策にかかる防災にも大きく貢献している。

○ 国際貢献

- ・ 米国との技術協力や国際標準化の取り組みを通して、日本の技術の海外展開をアクセラレートする機能を担っている。国内外と広く共同関係をする事により、研究に広がりが出てきた。
- ・ 公的機関として、多くの企業が産業化に乗り出せる環境づくりやハブ機能形成を基本方針として、基盤技術や評価技術の開発に注力するとともに、安全に関わる制度やガイドラインの提案、国際標準規格の策定と技術の普及への貢献などへの取り組みを評価。
- ・ ヨーロッパ産業協会のバイスプレジデントの一人として国際標準化プロセスに関与していることは非常に重要であり、努力を評価する。
- ・ アジア基準認証などのオープンイノベーションハブとして際立って高い貢献を行なっているものとして評価できる。主体であるセルメーカー以外に、モジュール化、システム化では、多くの素材メーカーも関与するところであり、コンソーシアムを通じて産業人材の育成への期待にも応えているものと認められる。

○ 知的基盤

- ・ 社会実現に不可欠な物性データを整備し、DBを構築した。DBは多くの企業・研究機関で有効に活用されている。データを広く活用する新規枠組みを作り、仲間作りを行ったことも評価される。
- ・ 標準物質の製品化を行い解析の品質管理に貢献したなど、それぞれのグループが着実に研究を進めて国際的にトップジャーナルに発表が出来る。
- ・ 地質図をはじめ、多くの成果を標準化やフォーマット統一により使いやすく、利用しやすい形で情報発信を行っている。

○ 外部人材育成

- ・ 大学との交流も過不足なく、地域や中小企業への目配りもなされている。ポスドクの脱アカデミア志向など、産業人材育成に大きな効果を挙げており、取り組みの姿勢も良好である。
- ・ 人材育成は、イノベーションスクールの開催、研究成果報告会の開催、研究奨励賞の設置等に取り組んでおり、他の研究機関に比べて積極的。
- ・ 世界トップレベルの研究リソースを用いて、多くの外部研究者を指導するなど、イノベーションハブとしての機能を十分に果たしていると評価できる。
- ・ 技術研究組合、多数の企業との共同研究を推進し、技術移転活動を通じて産業技術人材育成にも貢献していることを高く評価。

○ 産学官連携

- ・ 各企業を廻ってニーズを聞くなど、企業のニーズや意見を把握する懸命な努力がなされオピニオンリーダーとしての国や国内企業への貢献も十分。
- ・ 研究拠点化では、多分野に分散している技術、体制を整備しつつ企業と連携して日本のビジネスを強化しようとしている。
- ・ 複数の技術研究組合と連携を組み、運営のできる人材を配するなど中心的な役割を担っている。産業と密接な研究体制を作り上げることで、オープンイノベーションに尽力し、迅速な製品化に貢献している。
- ・ 複数のコンソーシアムを組織し、わが国の中核拠点として、多くの素材メーカーとも連携している。数多くの共同研究等が着実に推進され、オープンイノベーションハブとしての貢献は際立って高い。
- ・ 産総研のおかれた現状、問題点を正確に理解し、基礎研究の重視と実用化研究への注力、成果の発信、大学や外部研究機関との連携、世界水準へのキャッチアップ、ダイバーシティの保持、所内の横の連携等、様々な分野についてマネジメント上の努力、取り組みが行われている。

第5章

- ・ 各種標準化やガイドラインの作成では、関係省庁との連絡や産業界との連携を積極的に行い、関係産業の活性化・育成、国際競争力の強化という点で大きな貢献を果たしていると評価。
- ・ 日本のハブとして体制を整え、実際に機能していることは非常に高く評価したい。日本の産業界で、このレベルの体制を整えるのは難しいであろう。世界的にも稀有な存在であり、この分野での日本の活躍を期待させる。
- ・ 自前主義ではなく、拠点形成とハブ機能の推進を前面に打ち出しており、考え方が大いに評価できる。しかも、実際に多くの所外組織と連携して取り組みを機能させている。
- ・ 成果公表やシンポジウム開催を定期的に行い、一般公開などを通じて他研究ユニットと連携して広報に努めている。産技連を通じて福島等での地域展開も積極的に行っている。

○ 地域連携

- ・ 「出口を見据えた研究開発」を重視する姿勢を打ち出し、社会、産業界に広く成果の発信を行っている。国際標準化、WHOへの働きかけなど、特筆すべき成果であり、その貢献度は高い。産学官連携・地域連携等のイノベーションハブとしての取り組みについても、継続的な努力の蓄積と成果を高く評価。
- ・ 地域においては、中小サービス事業者数百社を束ねた研究会を発足させるとともに、地域企業や大学・研究機関との連携プロジェクトも展開。
- ・ 公設研ネットを活用したものづくり支援は中小企業支援の特長的な取組みであり、地味であるが重要。
- ・ 中小企業をも含めた企業との共同研究にも活発に取り組み、地域連携でのイノベーションハブとしての役割も果たしている。

(3) 「問題点・改善すべき点」の主な指摘内容

● 国・社会、産業界・学界等への貢献

- ・ 優秀な人材がいる産総研では、イノベーションに対してもっと高い目標を設定して、国際的なベンチマークを設定し、ビジョンを共有して世界に冠たる組織であるとの運営を行って頂きたい。
- ・ 規制の見直しや国際標準化が、最終的には我が国産業の国際競争力強化に結びつくよう、より戦略的に、且つ長期的視点に立って取り組むことを期待する。種々の制約を打破するために、関連機関に対しても大胆な提言等を発信することを期待したい。
- ・ 社会的に注目されるようになって、研究成果や内容を正確に理解してもらえるような幅広い情報提供が期待される。そのために、ホームページ、ニュースレターなどの一層の充実を図り、産学官のみならず、広く国民に対して、積極的、戦略的な情報発信が必要である。
- ・ 出口に近いものの展開、あるいは出口に繋げるためのアウトリーチ活動については、個々の研究者が自発的に行う以外に研究ユニットが支援、あるいはイノベーションコーディネータなどにより組織的に取り組むことが必要。
- ・ 最終的に求められる「新規技術を社会に実装し広く産業・社会に貢献する」を実現するには、法律や制度、産業界の動向などを適確に把握しながら、所管官公庁とも連携しつつ社会の新たな仕組みを構築する「社会実装企画」チームが必要。
- ・ 製品化の一手手前で止まっている研究成果が多い気がする。死の谷を乗り越えつつあることは評価するが、やはり製品化して世に出ない限り、最終的なアウトカムには結び付かないことに留意して欲しい。
- ・ アウトカムについて、漠然としたイメージがあり、ニーズに対するアウトプット及びアウトカムによる社会貢献の提示が望まれる。

● 国際貢献

- ・ 多くの機関との連携が示される中で、国際的な連携はあまり見えなかった。オープンにできるプロジェクトは自由に行い、クローズドなものでは契約をきっちり行うなどして更に進めるべきであろう。
- ・ 産総研全体の方針が求められる問題ではあるが、今後、最先端技術に関する国際的な研究連携に対する基本戦略（知財戦略も含めた）の策定も必要と思われる。

● 知的基盤

- ・ 現在のデータベースを更に追加・改定していくための仕組みが必要であり、産総研の中での受け皿も必要。産総研が目に見えないところで、活躍されているのであろうが、その貢献が見えにくい。
- ・ 国際標準化では、産総研主導のもと、産業界が積極的に参加できる仕組みを作る必要がある。また、標準化を進める上で、知財戦略を明確に打ち出してゆく必要もある。

- ・ 国際標準化への取り組みは、我が国全体の問題であるが、今後ともリーダーシップを発揮され、総合的な取り組みに対する発信を期待します。
- ・ 情報通信分野や環境・エネルギー分野と連携して、情報の整備と統合による地図系データバンクの構築を目指している。当研究ユニットが進めている活断層、地下水、地殻応力などの各データベースについては、多様な地質関連データベースとの統合、他機関との連携を視野に入れて、さらに充実を図っていただきたい。

● 外部人材育成

- ・ 人材育成面での報告が不十分。意識的に取り組むべき。
- ・ 産業人材育成、イノベーションハブとしての取り組みについては十分に手が回っていないように見える。
- ・ 人材育成の観点から、当研究ユニットは社会全体の人材育成と知識の普及の役割を持つので、大学との連携とともに、民間企業の技術者養成に努めてほしい。また、産業人材としては、狭い知識ではなく幅広い知見を有し、総合的かつバランスをもって知見を取り扱える人材が必要である。

● 産学官連携

- ・ 多くの技術要素について開発研究を展開しているが、どこまでを産総研が育て、どこからを民間企業に技術移転するか、そのメリハリを明確化する必要がある。
- ・ 研究対象が広範囲であるためか、対外的にイノベーションハブを形成しているとはいいがたい。まずは分野内で、次に材料や情報通信分野を巻き込んだ所内でのハブが見えるようになるとよい。また、研究成果を対外的にPRできていない。研究開発分野へのみの発信ではなく、一般人にも分かり易く研究成果や取り組みを広報して、社会からの評価を高める取り組みを行うべきである。
- ・ 枠組みが整った後は、イノベーションの結果が求められるが、現時点では大きな成果は出ていない。イノベーション視点でPDCAを実践することが大切と思われる。
- ・ イノベーション創出の取り組みは個別にはなされているが、ハブを形成するには至っていない。また、産総研の貢献がわかるようなかたちで、広報活動にも力を入れる必要がある。
- ・ 医療や福祉の現場との連携が不十分。手間がかかり大変だが、そこにも十分な人的資源を投入すべき。
- ・ 産業界との連携においては、産総研のシーズを製品化なり事業化するという点がまだ弱い。共同研究はあるが、どの程度真剣に産総研のシーズの事業化を考えているのかが不明。開発されたモジュールがどの程度使われているかを検証し、あまり使われていない場合は、原因を究明することが必要。
- ・ オープンイノベーションのハブを目指すという構想の点では成果に至っていない。データのアーカイブについて進展が不明。自分たちの研究成果を挙げることで、外部の研究に貢献することの間にあるトレードオフが未解決の懸念。

● 地域連携

- ・ 地域イノベーションについては、大学、研究機関を巻き込んだ拠点形成と知的基盤への取り組み、戦略課題の練り上げが必要である。
- ・ この研究ユニットは、政策提言ができる十分なポテンシャルを有しており、例えば地域の経済産業局や地域の行政などと連携して取り組む必要がある。
- ・ 地域センターグループの存在価値がはっきり見えてこない。見せ方をもう少し工夫するとともに、産業基盤がある地方における地域貢献について一層の努力をはかってほしい。

(4) 「今後の方向性と提言」における主な指摘内容

△ 国・社会・産業界・学界等への貢献

- ・ 強力な技術開発力や関連産業の集約力を背景として、国家戦略提言などへの積極的かつ継続的な働きかけに期待。
- ・ 研究者の意識改革が必要であり、全体的な底上げが急務であると感じた。国の科学技術開発の方針、社会の流れに対応した柔軟な組織作りと、トップダウン的な運営によりイノベーションハブ化ができると思う。大学でできないような柔軟な組織作りとハブ化を考えて欲しい。
- ・ 技術主導でイノベーションが数多く生み出された時代から、技術とビジネスモデルとユーザー価値を組合せたイノベーションへと時代の状況は大きく変化。この変化と日本特有の社会構造的課題を前提に、今後の我が国の産業技術の発展を推進する公的研究機関の役割とビジョンを検討することを期待。
- ・ 最終的には社会的なサービスをめざす技術である以上、その受け手である生活者の感覚を取り入れることが必要。社会的ニーズを把握し、研究開発の方向性に反映させることを期待。

第5章

- ・ 将来の行政ニーズを予見した研究への取り組みが弱いので、国内外の経済情勢や技術動向を勉強して将来重要となる技術を見出す力を養う努力をすべきである。
- ・ テレビや新聞やWebなどのメディアを利用した一般向け成果発信を強化し、研究成果が一般にも認知されるようにメディアへの露出を進めてほしい。

△ 国際貢献

- ・ 国際連携や国際標準化においても積極的な取り組みが行われているが、日本を代表するイノベーションハブとして、さらに議論を尽くして、牽引役となる戦略的な推進を期待する。
- ・ 独自の取り組みであり、産総研知財部門や産学官連携推進部門ではカバーしきれない研究ユニット内研究成果（ポテンシャル）の事前の発掘やフォロー、産業界へのアウトリーチ、海外共同研究を活発化させ、若手の研究者を派遣するなど、細やかな活動を今後とも期待する。
- ・ 技術研究組合での研究開発には今後も最大限の貢献を期待するとともに、つくばイノベーションアリーナのコア領域として国際的に開かれた研究展開を行い、顕著な世界的成果が生み出されることを期待。
- ・ アジア太平洋地域での途上国支援や2国間連携、国際計量システムへの貢献を継続し、今後ともアジア地域の意見を国際活動に反映させ、我が国のプレゼンスを向上させることを期待する。
- ・ 海外研究機関とは人的交流などを通じた連携が一定に図られているようだが、グローバル化にさらに力を入れていただきたい。
- ・ 技術だけでなくコンセプトについて欧米への説得力が重要。技術についてはプロトタイプシステムで実証するとともに、ネットワークのマイグレーション戦略、導入戦略についても欧米が納得するシナリオを確立させると同時に、国際標準化活動のより一層の加速が必要。

△ 知的基盤

- ・ 評価技術の国際標準化は重要であるが、各国の企業がせめぎあう中でその技術をどのような形で競争力強化に活かすかについての戦略作りを期待したい。
- ・ 国際標準化においては、組織的な活動に加えて、リーダーシップを発揮できるような、日本の顔として交渉の舞台で活躍できる専門家の育成に努めていただきたい。
- ・ 国際標準化は国際競争力強化策のひとつであるので、戦略的に国際標準にすべき技術分野の設定をして研究を進めることを期待する。
- ・ 信頼性評価や長寿命化等で圧倒的な強みを誇る世界的な研究センターとなっていたいただきたい。
- ・ 知的基盤整備を積極的に進めるとともに、それらを横断的に利用可能とするため、他の分野の知的基盤との統合化を検討すべき。
- ・ 産総研は、大学や企業とは異なる立場で研究を進めていくことをミッションで明確にして、ライフ・イノベーションを実現させるための革新的な基盤技術開発を推進して欲しい。

△ 外部人材育成

- ・ イノベーション推進策とともに人材育成策もPDCAサイクルを実践して向上を図るべき。3つの研究拠点は戦略的に活用検討を行う必要があり、トレーニングセンター等を考える選択肢もある。
- ・ 地元企業のニーズを探り、連携事業へとつなげる方策のほか、若手研究者の育成に向けた取り組みも積極的に進めてほしい。
- ・ 人材育成については、連携大学院の活用は育成可能な人材数も限定されるので、企業人材の受け入れや企業との連携による人材育成等についてもさらに注力することを期待。
- ・ 新しく設立された技術研究組合の場を活用する産業人材育成にも取り組むことが期待される。
- ・ ナショナルセンターとしての重要なミッションである我が国における調査技術の推進と技術の継承・普及活動、人材育成を目的として学協会、民間、大学などとさらなる連携を図ってほしい。

△ 産学官連携

- ・ 民間だけでなく、国及び地方自治体との連携を図って、研究事業を展開してほしい。
- ・ イノベーションハブとして、より多くの民間企業との接触の機会を増やし産業化に結び付きそうなものはできるだけ手離れ良く企業に技術移転し、次の新たなテーマに取り組めるようにして欲しい。
- ・ 産総研の特徴を明らかにした上での優位性アピールや連携が必要である。共同研究等の成果はもっとあるはず。広報における工夫も重要である。
- ・ 将来の目標である総合的リスク評価・管理技術の開発に向けて、産学官を結集する仲間作りを強化してほしい。

- ・ 企業とのパートナーシップや企業機器や技術開発のサポート体制の充実を検討すべき。その一環として、データの構築の支援、経済性の評価データやデータの蓄積などを推進すべき。
- ・ 研究ユニットでの成果を技術移転していくための時期やシナリオについても、技術研究組合との連携や議論を通して検討を進めておくことが望まれる。
- ・ 本研究ユニットのように多くの資金提供型共同研究を実施しているところでは、研究者のモチベーションを下げることはないように、バランスを考えた運営と研究者への適切な助言が必要。
- ・ 企業との連携は、大きな相乗効果が生まれるような共同研究を増やしてゆくことが重要である。
- ・ 産業界を中心にニーズ調査を行い、それに対応したデータベース化など、新しい課題に向けた課題設定と産業界との連携強化が望まれる。

△ 地域連携

- ・ 自治体等へのニーズ調査や利用者のフォロー調査を行い、当研究ユニットの学識を自治体における地域防災計画やハザードマップ作成に活かすことを期待する。
- ・ 地域の民間企業との連携をさらに拡大・強化し、イノベーションハブ拠点形成に貢献することを期待する。海外の大学・研究機関との交流も積極的に推進することが望ましい。

5-2-4 研究ユニット運営の取り組みの評価コメント

本節では、「研究ユニット運営における活動の活性化とポテンシャル向上への取り組みとその効果」に対する評価項目のコメントについてまとめる。

(1) 評価コメントの概要及び内容の構成

本評価項目における主たる評価事項として、1)所内連携や分野融合、2)資金獲得・効率的活用、3)組織運営や体制の整備、4)内部人材育成、5)挑戦課題の推進、等がある。評価コメントの内容を、これら5事項にその他を加えた6つの事項に分類して、それらの頻度の割合を概略的に把握した。その結果を図5-2-2に示す。

外部評価委員、内部評価委員ともに「評価できる点」「問題点・改善すべき点」や「今後の方向性と助言」の各評価事項において、「組織運営や体制の整備」についてのコメント数が一番多く、次に「所内連携や分野融合」そして「資金獲得・効率的活用」の順にコメントが多く記されており、「内部人材育成」の項目は「組織運営や体制の整備」などの項目と複合でコメントが得られており、「挑戦課題の推進」は比較的少なかった。この傾向に加え外部評価委員においては「その他」に分類されるコメントとして成果の発信、資金獲得につながるPRなども多い。

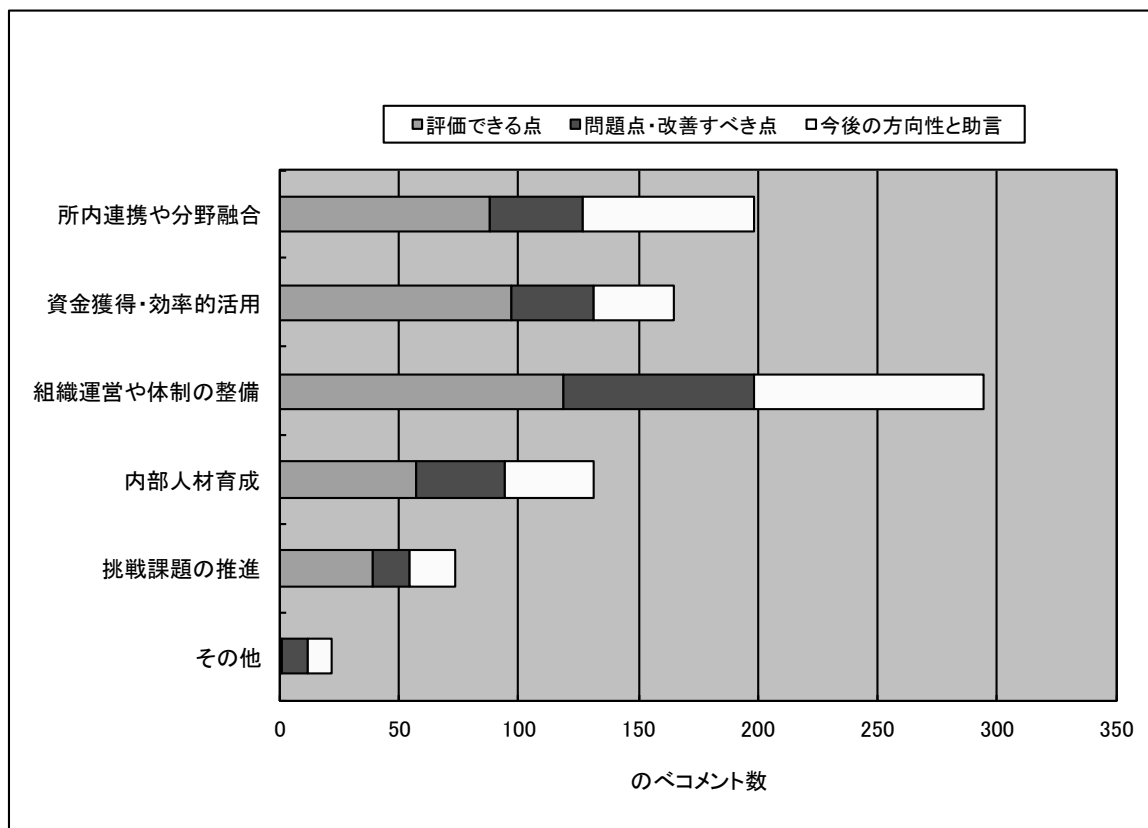


図5-2-2 研究ユニット運営の取り組みへの評価コメント内訳

「所内連携や分野融合」については、評価できる点として、連携（他研究ユニット、技術研究組合、外部研究機関など）や融合が推進されていることや、連携によって研究開発の効率が上がっている点等があげられている。一方、問題点・改善すべき点としては連携の一層の推進が望まれるなどの指摘があり、今後の方向性と助言としては、所内連携をさらに強化する必要性の指摘や、具体的な連携の強化策の提示がある。

「組織運営や体制の整備」については研究者間のコミュニケーションがよくとれているとの評

価や、基礎的研究とプロジェクト研究のバランスがよくとれているとの評価がある。反面、問題点・改善すべき点としても、基礎研究と応用研究のバランスが課題であるとするコメントも多く、さらに実効的な研究ユニット内の連携が必要、あるいは研究テーマや成果に対する適切な研究ユニット内の評価と対応が必要との指摘がされている。今後の方向性と助言としては、適切な人材の獲得や配置、課題の選択と集中、シーズ発掘や新領域の開拓などの工夫、研究グループ間の効果的な連携体制の構築及び工夫の必要性等が指摘されている。

なお、本評価項目における評価コメントの記入率は表5-2-4のとおりである。評価できる点については、外部評価委員及び内部評価委員ともに、高い評価コメント記入率である。問題点・改善すべき点についての記入率は若干低いものの、今後の方向性と助言については9割以上の評価委員がコメントを記入している。

次項以降では、評価事項に概ね沿ったかたちで、コメントの主な指摘例について示す。

表5-2-4 評価記入区分と記入率

評価記入欄	評価委員内訳	記入者数	記入率(%)
評価できる点	外部評価委員	159	94.1
	内部評価委員	60	100.0
問題点・改善すべき点	外部評価委員	127	75.1
	内部評価委員	52	86.7
今後の方向性と助言	外部評価委員	158	93.5
	内部評価委員	60	100.0

(2) 「評価できる点」の主な指摘内容

○ 所内連携や分野融合

- ・ 研究分野を問わず内外との連携が多く、異なる分野の研究者を束ねて評価手法の統合化を図っている。
- ・ 他研究ユニットとの連携がなされており、また、研究ユニット内部のセミナーも頻繁に開催し、かつて所属が異なっていたメンバー間の意見交換や情報共有もなされている。研究ユニット長のリードにより、研究活動が活性化されていることが随所にかがわれる。
- ・ 複数の研究ユニットと連携するとともに、国際ワークショップなどを通じて若手研究者の視野の拡大を図るなど、適切な運営も評価。
- ・ 国際プロジェクトの推進やエンドユーザーのニーズに応じた供給システム構築などを通じて、関連研究機関及び民間企業と積極的に連携している。

○ 資金獲得・効率的活用

- ・ 競争的外部資金獲得に向けた支援体制、所内連携、分野融合への取り組みは良好。これらが効を奏して、トータルとして大きな予算を獲得して多くのプロジェクトを実施している。
- ・ 産総研内外との連携に基づいて、大規模なプロジェクトを円滑に遂行し、成果を挙げている。予算の効率的な使用にも努力している。
- ・ 戦略課題の性格により、資源配分を配慮することに関して、研究者個人とのコミュニケーションなどを通じて、研究ユニット全体でマネジメントができているものと評価。
- ・ 「研究分野間、研究者間の壁をなくし、積極的な融合の奨励」を基本方針として、人材リソースや研究資金の様々な制約の中で、それらを適切に配分し、効率良く運営。
- ・ 効率を高めるべく、組織改変や設備の統廃合、TIAとの連携強化など、前向きかつ積極的に取り組んでいる姿勢は高く評価したい。
- ・ 多くの種々なクリーンルームを、専用と汎用に分類しながら研究ユニット共有インフラとして適切に維持・運営を行なっている点は評価できる。
- ・ 資金獲得では、他分野の研究ユニットとの協力による分野融合研究を推進するとともに、民間企業との共同研究による外部資金獲得も奨励。

第5章

- ・ 現場への実装とそこからのフィードバックに基づく研究開発を指向している点、企業などとの共同研究を積極的に行っている点、経済産業省、CREST、RISTEX等の外部資金を精力的に獲得している点を評価。
- ・ 外部資金の獲得については積極的な取り組みが進み、経済産業省原課のみならず環境省など関連する他省、民間の資金を活用できている。

○ 組織運営や体制の整備

- ・ 多様な研究グループの自律性を尊重しつつ、一つのストーリー（ミッション）で束ねあげ、個性を持ち機能的に動く研究ユニットに進化した。進捗の把握と方向性の助言など、研究ユニット運営に必要なPDCAサイクルが回っている。若手、中堅、幹部層とそれぞれの伸ばし方に意を払った成果であろう。
- ・ 複数のサイトにまたがる大所帯を束ねつつ、当該分野の中核研究ユニットとして、所内外と連携している。日米研究協力の推進、福島拠点設置における、グループの新設など、柔軟な運営を行っている。
- ・ 限られた人員の活用など、随所にリーダーシップが示されている。信頼性評価・故障診断技術など、メンバーのモチベーションも高く、研究者が評価されにくかった分野にも取り組んでいる。
- ・ 多種多様な研究課題・人材が集まる中、研究ユニット長と幹部の強力なリーダーシップのもとで、研究課題や研究ユニット運営に関してそれぞれ責任分担を明確にし、優れた研究ユニット運営と体制の整備がなされている。拠点間交流の工夫、研究発表会合宿（徹底議論）などの工夫を評価。
- ・ 研究ユニットとして多様な研究内容が含まれるが、研究者の独立性も重視しつつ研究ユニット全体としてマネジメントしている。研究ユニット内の研究要素と研究人材のポテンシャルを把握し、多様性を重視する方針に基づいて適切な指導を行う運営努力が認められる。
- ・ 「グループ研究の奨励」と「研究時間の確保」を基本方針として、研究ユニット運営に取り組むとともに、先端研究と行政ニーズ対応研究をバランスよく組み合わせ、研究ユニットの社会的価値を高める工夫は評価。
- ・ 工学から理学、計測から合成まで非常に幅広い研究者の思考法やマインドに個別に対応するマネジメントが行われている。多様な構成員によるプロジェクト型事業の成功のためには一貫したリーダーシップが極めて重要であるが、現時点では研究ユニット長の方針は明確である。
- ・ ボトムアップで提案のあった挑戦的課題に対して、研究ユニット運営経費から一部を留保した加速資金を集中的に配分することができるシステム、各研究ユニット員のエフォート20%を研究ユニット長が確保し、社会情勢や研究ユニットミッションの優先度に応じてトップダウン課題の解決にあたらせることができるシステムなど、実効的な工夫が行われている。
- ・ 研究グループをベースにした基礎・萌芽研究と、グループ横断的なプロジェクト研究によるマトリックス方式により、効率的な研究ユニット運営を行っている。

○ 内部人材育成

- ・ 新規採用者・任期付研究員に対するケアや若手研究者のモチベーション向上については、研究ユニット長・グループ長の連携で適切に対応している。今後も若手の育成に期待する。
- ・ 若手人材の育成のために、チャレンジ研究の枠を設けたり、海外への研究者派遣を推進したりしている。
- ・ 外部予算獲得に向けた研究員の指導や中堅以下の研究員を中心とする所内ワーキンググループの結成など、内部人材育成への積極的な取り組みが評価できる。またウェブサイトを通じた研究ユニットの活動状況の発信と研究者のモチベーション向上のツールとする新たな試みは、今後の効果が期待される。
- ・ 人材育成では、研究代表者のリーダーシップを尊重したリーダー人材の育成を行うとともに、専門領域の高度化に加え融合的な課題に取り組ませることによって、視野の広い若手研究者の育成を図っている。
- ・ 新規採用研究者に対して新人教育の担当者をおき、調査研究等の活動を通じて人材育成に取り組んでいる。
- ・ 研究管理や情報共有、セミナー開催や融合課題の導入など、さまざまな方策で研究者の能力向上に努めている。研究ユニット内の新規課題公募により、若手研究者の活躍や新たな研究展開が進んでいる。

○ 挑戦課題の推進

- ・ 研究ユニット内部グラントを設定し、挑戦的課題を推進する試みも評価できる。新たなシーズ創出と若手育成を結びつけている。若手に早くからリーダーとして責任を持たせていることも評価できる。
- ・ 定期的な研究成果発表会の開催や研究奨励賞など、積極的にチャレンジ性・研究の面白さを評価しモチベーションを高くさせていることを評価。
- ・ 革新的な研究成果の獲得を目指して、研究員の内発的な研究意欲を尊重し、萌芽的研究を奨励するポト

ムアップ的マネジメントは評価できる。またそれにより成果も出してきている。

- ・ システム指向の応用研究以外に基礎的な挑戦的課題への取り組みも実施されており、基礎と応用の両面から研究を運営している点も評価。
- ・ 内部の人材育成については、研究ユニット競争グラントの実施や個人の能力を生かした挑戦課題の推進を図り、意欲を向上させる取り組みを行っている。

(3) 「問題点・改善すべき点」の主な指摘内容

● 所内連携や分野融合

- ・ 研究ユニット内でのコミュニケーションは工夫され効果が上がってきているが、それぞれの研究開発を個別に進めている感があるので、さらに相互の課題の関係や相乗効果を図ってほしい。
- ・ 具体的な連携の可能性を持つ課題が多くあり、さらに所内連携を強化。
- ・ 所内連携や分野融合に関してはやや不十分、もしくはやや説明不足。研究レベルでの異分野との融合や産業化の過程で必要になる法整備などを相談する各種コーディネーターがうまく機能していない。
- ・ 融合分野として発足した目標に向けて、相乗効果と問題点を自己点検し、対応方針を示す必要がある。
- ・ テーマによっては、当該研究ユニットだけで取り組むより、産総研全体での取り組みとした方が良さそうなものもあり、分野企画室とも連携して、より大きなスケールでの対応が実現することを期待。

● 資金獲得・効率的活用

- ・ 中小企業については、共同ファンド等で額が少なくとも優先させるようなシステムが必要と考える。
- ・ 研究の成果にベネフィットやバリューがあることを明確にし、研究開発への投資を誘発していく活動も重要。
- ・ イノベーションハブを目指す際、実用化における企業の本気度を知るためにも、産業界からの資金獲得は重要。
- ・ 研究ユニットの陣容としてはもう少し規模の拡大も必要。長期的には常勤研究員を増すとともに、短期的にはより一層の外部資金獲得を図り、ポスドク、連携大学院生、企業や海外からの研究員などを増員する努力も必要。

● 組織運営や体制の整備

- ・ 技術研究組合へ人的資源を投入し、職員が二足のわらじを履く状況もある。組合は活動の場を広げる一方、過重労働負担や本来の研究業務の質・量の低下を招かないよう、多方面からの対策が必要である。
- ・ 大型の委託費を使った政策対応の研究において、契約職員も含めて人材の確保・育成、構成員に対する過剰な負担や偏りのないように、研究ユニット長の運営に期待する。
- ・ 研究ユニット内、研究ユニット間の組織再編は、活力ある研究開発にとって重要ではあるが、再編の狙いを所内外に明確に示すとともに、研究ユニットのシナリオをもとに、ユニット戦略課題の整理と再編が必要。
- ・ 研究テーマの多様性に対して研究人員が少ないので、ポスドクを含めた、より一層の人員確保に注力することが重要。あるいは、研究人員の規模に応じて研究テーマの絞り込みも必要。
- ・ 人材の目標に向けたチャレンジの評価、若手の発掘・育成が今後の課題であり、人材の流動化と低年齢化に向けた組織運営・施策、若手研究員の貢献や萌芽的研究の成果の「見える化」等、新たな工夫が必要。
- ・ 研究ユニットとして成熟度が増すに従い、個々の研究チームの研究活動の接点が少なくなりつつある。研究ユニット全体の活動を活性化するための運営上の工夫も期待。
- ・ 多くのプロジェクトを抱えながら、常勤研究者を思うように増やせない状況で、特に震災対応などで負荷が一部に集中し、オーバーワークとならぬよう心掛けてほしい。
- ・ マスコミ対応件数として端的に示されるように、一時的に種々の要請が殺到して多忙を極めてしていると推察するが、本来の研究水準を落とすことのないよう留意いただきたい。

● 内部人材育成

- ・ 戦略課題間で論文や特許による成果発信の姿勢に差異。バランスのとれたサポート体制が必要。若手人材の育成では、特に、この点に配慮した指導が必要。
- ・ 内部人材育成や研究ユニットのポテンシャル向上のためにも、若手研究員の貢献や萌芽的研究の成果について、何らかの方法で「見える化」をする努力が必要と思われる。

第5章

- ・ 若手研究員の数に限られており、この研究ユニットで蓄積した研究資源やノウハウなどの知財や研究ポテンシャルを引継ぐ内部後継者の育成に関しては検討が必要。分野及び組織として取り組む課題でもある。
- ・ 人材育成では、若手研究員を採用し、留学・出向など外部での経験を通じて、幅広い知識とバランス感覚を持つ研究者を養成することが必要である。

● 挑戦課題の推進

- ・ 萌芽研究は思いつきであり、産総研としての基礎研究ではない。戦略的に基礎研究分野を選択し、強化することが期待される。さらに産業のための最先端の基礎研究というジャンルを確立していただきたい。
- ・ 実に多種多様の研究開発が実施されているが、限られた人員と予算であることから、トップダウン的にターゲットを絞った、チャレンジングなテーマに集中投資が必要に感じる。
- ・ 研究水準を高めるために、挑戦的な課題に対しても積極的かつ継続的な取り組みを期待する。

● その他

- ・ 政策提言など、当研究ユニットの培ってきた技術的バックグラウンドを政策面にも発揮して欲しい。
- ・ 研究テーマが外部資金に拘束される傾向があり、それだけに、新たなシーズの研究成果も出せる自由な雰囲気作りも期待したい。

(4) 「今後の方向性と助言」における主な指摘内容

△ 所内連携や分野融合

- ・ ユニット戦略課題によっては、それを構成するグループ間の連携が不十分なので、緩やかなマネジメントによって、連携による相乗効果がより具体的に現れてくることを期待。
- ・ 各研究グループが全く独自に活動することも先端研究には必要だが、それでは大学と大差がない。多くのグループが共通の目標に向けて力を合わせ、場合によっては各研究グループが全体との整合性のためにその独自性を若干抑えることも重要であり、もう少しトップダウンで研究戦略を立案すべきである。
- ・ 今後の成長のためのキーは、ニーズに基づいたオープンイノベーションである。ニーズ主体に発想する方向に変革しつつあるが、さらにそれを強化されることを期待。

△ 資金獲得・効率的活用

- ・ 大きなリソース獲得が困難な状況下では、大学・企業とのリソース融通や相互の効果的運用、オープンイノベティブな海外の大学の研究者の積極活用と、国内での定着を推進するような制度整備も有効。
- ・ 成果をより早く実現化し社会に提供するために、後ひと押しで大きな成果に繋がるプロジェクトへの重点的な予算配分や研究人材配置など、アクセントをつけた運営が適宜必要。
- ・ 融合領域をどのようなマネジメントで進めていくのかは大きな課題であろう。新たなチャレンジには果敢に挑戦すべきである。そのためには止めるテーマを決めることも重要。
- ・ 研究者個人レベルは非常に高く、多様なテーマは大事な種として残す一方、出口に近づいている課題については、より積極的な集中投資により、出来るだけ早く実用化を目指す活動を期待する。あるいは、出口に近い研究開発を担当する研究ユニットとのマッチングを促進し、研究ユニット研究者が効率よく本来の先端開発研究に集中する時間を確保する。

△ 組織運営や体制の整備

- ・ モニタリングのように継続してこそ価値が出るテーマは、常に複数の担当者を配置し、且つ技術の継承を担保するためグループ内の年齢構成にも配慮することにより、さらなる継続的な発展を期待したい。
- ・ 今後とも積極的な運営を期待するとともに、次回は評価資料記載の具体的成果のアピールを是非お願いしたい。新たな研究課題の設定の考え方、方針、仕組みについても評価の場で提示されるとよい。
- ・ 技術のイノベーションのみならず、技術のインキュベーションへも発展させ、ビジネスマインドを持った研究業務を進めて頂きたい。
- ・ 短期的なミッションを抱えながらも基礎研究をバランスよく進めて、ブレークスルーを実現してほしい。
- ・ 戦略課題の一部は、可能であれば、社会への貢献が分かりやすい題名に変更し、グループ体制とシナリオがマッチした形態となるような方策を検討すべき。
- ・ 研究ユニット長が強いリーダーシップを発揮できる制度・体制の確立が必要である。研究員のモチベーションを高く維持するために、研究ユニットの状況に合った評価基準が必要。

- ・ 材料基礎研究として長期的に取り組むべき課題は、産総研の中でしっかり位置づけて継続することを期待。

△ 内部人材育成

- ・ 若手研究者や契約職員の人材育成・研究の推進・技術向上には、それぞれの実情に合わせたきめ細かなキャリアパス指導が必要である。また、若手研究員の新たな発想が大きな成果獲得につながるよう、フレキシブルな運営を期待したい。
- ・ サービス分野は他の分野に比べて研究開発者のセンスが特に問われるので、人材育成の取り組みについて、たとえば現場との連携を重視した結果、こういうセンスの良い人材が育ってきたという実例を示せるように、効果が上がることを期待。
- ・ 技術移転のためには、研究者も事業内容についてまで踏み込んで議論する能力が必要で、企業側から信頼感を得るまでの人間関係を築くことが必要。

△ 挑戦課題の推進

- ・ 大学や企業と異なる視点での革新的な基盤技術開発に努力して欲しい。
- ・ ビジネスの創造に当たっては、技術開発戦略を根幹とした知財戦略と標準化戦略が重要であるが、標準化等々で民間企業では遂行が困難な課題への更なる取り組みを期待。
- ・ プロジェクト研究と基礎的・基盤的な研究のバランスを十分に配慮しながらも、挑戦的な研究課題に取り組む若手研究者並びに顔が見える次の中核となる研究者の育成と研究環境整備にも期待したい。
- ・ 基礎・基盤研究レベルアップと共に具体的な実用化に繋げる挑戦的な課題を設定、推進することが好ましい。そのためにも、企業との積極的な連携、ヒアリングができる体制、施策を検討することが好ましい。

△ その他

- ・ 開発された多くの基礎技術が、地球温暖化対策などの大きなテーマの中に生かされ、我が国の環境管理に貢献してくれることを期待する。
- ・ 研究結果がどれくらい経済に貢献したのか検証すべきである。
- ・ 学術的評価や社会に与えるインパクトが大きいNatureやScienceなどの科学誌では、人工物でも大きなユニークさがあれば受け入れられる。これらの著名な国際誌に投稿することも期待。論文掲載されれば、本研究ユニットのプレゼンスを高めることに貢献し、たとえ掲載されなくても、その査読や評価のプロセスから得られる指摘や議論はかなり有益。
- ・ 公開した技術だけでなく、幅広く情報交換して、新しいニーズをつかむ努力をしてほしい。

5-3 評点の頻度分布

本節では、評点の頻度分布の検討結果について報告する。

本年度の21研究部門及び9研究センターの評価結果における評点の統計値について示す。また、本年度の場合と同じ研究ユニットを多く含む平成22年度の結果、及び平成23年度の研究センター・研究ラボの場合を含めて、研究部門と研究センター・研究ラボとに分け、それらにおける評点の頻度分布等の違いや変化等について示す。

(1) 評価項目と評価基準

評点は、外部評価委員と内部評価委員とで付している評価項目に違いがある。

外部評価委員は、「ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット」及び「イノベーション推進への取り組み」の評点を付している。なお、このうち、ユニット戦略課題毎の評点は、研究ユニットによる課題毎の重みづけ（1あるいは2）の加重平均によって、研究ユニット全体の「ユニット戦略課題総合点」を算出している。

一方、内部評価委員は、「研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ」、「イノベーション推進への取り組み」及び「研究ユニット運営の取り組み」の3項目の評点を付している。

評点の評価基準はいずれも、A（優れている、4点）、B（概ね適切、3点）、C（要改善、2点）、D（不適切、1点）とし、特記的に優れているものについてはAA（5点）とすることができる。また、中間的な評点（例えばA/B:3.5点）も選択できることにしている。第2期まではAを「適切」としていたが、平成22年度の第3期から「優れている」としている。

なお、平成24年度は、評価を行った研究ユニット30の全てから評点を得た。評価委員は、のべ229名（外部評価委員169名、内部評価委員のべ60名）である。また、平成23年度は11研究センターと2研究ラボの評点を得ている。平成22年度は第3期の最初の年度であり、新設・再編の研究ユニットを除く14研究部門と9研究センターの評点を得ている。

(2) 平成24年度における評点の統計値

本年度の30研究ユニット全体における評価項目毎の評点の統計値を、表5-3-1に示す。

総合評点の平均値は3.8である。外部評価委員による「ユニット戦略課題総合点」及び内部評価委員の「研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ」と「ユニット運営の取り組み」の平均値も同様に3.8である。これらに対して、外部評価委員による「イノベーション推進への取り組み」が平均値3.7とやや低く、中央値も3.7である。一方、内部評価委員による「イノベーション推進への取り組み」が平均値及び中央値がそれぞれ4.1、4.0と高くなっている。また、標準偏差も0.4と他と比較して最も大きくなっている。

表5-3-1 平成24年度の研究ユニット全体の主な評価項目の評点と総合評点

	外部評価委員		内部評価委員			総合評点
	戦略課題総合点	イノベーション推進	研究ユニット全体	イノベーション推進	ユニット運営	
平均値	3.8	3.7	3.8	4.1	3.8	3.8
中央値	3.9	3.7	3.8	4.0	3.8	3.8
最大値	4.2	4.2	4.3	4.8	4.3	4.2
最小値	3.4	3.1	3.3	3.5	3.0	3.4
標準偏差	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3	0.2

* 戦略課題総合点:ユニット戦略課題総合点（研究ユニットが定めた重みづけ（1あるいは2）によるユニット戦略課題の評点の加重平均）

* イノベーション推進:「イノベーション推進への取り組み」、研究ユニット全体:「研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ」、ユニット運営:「研究ユニット運営の取り組み」

* 統計値は各研究ユニット評価結果の評点一覧に示す評点の値より算出

(3) 平成24年度と平成22、23年度の評点の統計値の比較

各研究ユニットの評価は隔年度で実施しており、本年度実施した研究ユニットの多くは平成22年度にも評価を実施している。一方、研究ユニットにおいても、研究部門、研究センターと研究ラボでは、設置の目的や期限等が異なっている。したがって、ここでは、平成22年度、平成23年度を含めて、研究部門とその他の研究センター・研究ラボに分けて、それらの評点の頻度分布について比較する。それぞれの統計値の一覧表を、表5-3-2に示す。

表5-3-2 平成22、23、24年度の主な評価項目の評点と総合評点

委員 評価	評価項目	年度	平均値		中央値		最大値		最小値		標準偏差	
			研究部門	研究センター	研究部門	研究センター	研究部門	研究センター	研究部門	研究センター	研究部門	研究センター
外部評価委員	戦略課題総合点	H24	3.8	3.9	3.8	3.9	4.1	4.2	3.4	3.5	0.2	0.3
		H23	—	4.0	—	3.9	—	4.9	—	3.4	—	0.4
		H22	3.8	3.9	3.9	4.0	4.1	4.3	3.2	3.5	0.2	0.3
	イノベーション推進	H24	3.7	3.8	3.7	3.9	4.2	4.1	3.1	3.5	0.2	0.2
		H23	—	3.8	—	3.7	—	4.4	—	3.1	—	0.3
		H22	3.8	3.7	3.8	3.7	4.2	4.3	3.3	3.1	0.2	0.4
内部評価委員	研究ユニット全体	H24	3.8	4.0	3.8	4.0	4.3	4.3	3.3	3.8	0.3	0.2
		H23	—	3.8	—	3.8	—	4.5	—	3.0	—	0.4
		H22	3.7	3.9	3.8	4.0	4.3	4.5	3.3	3.3	0.3	0.3
	イノベーション推進	H24	4.0	4.2	4.0	4.3	4.8	4.8	3.5	3.5	0.4	0.4
		H23	—	3.9	—	4.0	—	4.5	—	3.3	—	0.4
		H22	3.8	3.9	3.8	4.0	4.3	4.5	3.3	3.0	0.3	0.5
	研究ユニット運営	H24	3.7	3.9	3.8	3.8	4.3	4.3	3.0	3.3	0.3	0.3
		H23	—	3.8	—	3.8	—	4.5	—	3.0	—	0.4
		H22	3.6	3.6	3.5	3.8	4.3	4.0	3.0	3.0	0.4	0.4
総合評点	H24	3.8	3.9	3.8	3.9	4.0	4.2	3.4	3.5	0.2	0.2	
	H23	—	3.9	—	3.9	—	4.6	—	3.5	—	0.3	
	H22	3.8	3.8	3.8	3.8	4.0	4.2	3.3	3.3	0.2	0.3	

* 研究センターの欄のうち平成23年度は研究ラボと合わせた結果の統計値を示す。

* その他の評価項目の名称等は、表5-3-1と同じ

* 統計値は各研究ユニット評価結果の評点一覧に示す評点の値より算出

研究部門と研究センターとの比較では、平均値及び中央値の大部分が、同様か、研究センターの方が高い。この傾向と異なる主な部分は、外部評価委員の「イノベーション推進への取り組み」であり、平成22年度の平均値及び中央値の両方で研究部門の方が高い。

標準偏差の値は、大部分が研究部門の方が小さく、内部評価委員の「研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ」の平成24年度の値のみ研究センターの方が小さい。

総合評点及び評価項目のそれぞれの変化では、総合評点は、研究センターの平均値及び中央値が平成22年度よりも平成24年度が高くなっており、研究部門に対しても高い値になっている。

外部評価委員による「ユニット戦略課題総合点」の平均値はこの3年間の研究部門、研究センターにおいて同様であるが、中央値は平成22年度よりも平成24年度の方が、研究部門及び研究センターの両方で低くなっている。

また、外部評価委員の「イノベーション推進への取り組み」の評点の平均値等は、総合評点に対して低く、特に研究部門の値は平成24年度の方が低くなっている。

内部評価委員の「研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ」は、平均値が平成24年度に高くなり、平均値は総合評点と同様の値になっている。

一方、内部評価委員の「イノベーション推進への取り組み」については、平成24年度の値が大きくなっており、その他の評価項目と比較しても最も高い値である。

第5章

内部評価委員の「研究ユニット運営の取り組み」は、平成22年度から平成24年度に高くなっているが、その他の評価項目と比較して低い値である。

(4) ユニット戦略課題の研究部門と研究センターの評点の頻度分布の変化と差異

前項における評点の年度による変化では、総合評点は同様なし研究センターで高くなっているが、ユニット戦略課題総合点の中央値が研究部門及び研究センターで若干低くなっている。また、研究部門と研究センターでは統計値に違いがある。これらの点について、ユニット戦略課題の評点の頻度分布から検討する。

図5-3-1に研究部門におけるユニット戦略課題の評点の頻度分布を示す。平成22年度及び平成24年のいずれも3.8の階級に多い頻度分布であり、その分布に顕著な違いはないことが示されている。度数の詳細をみると、平成22年度では、最頻値の3.8よりも高い評点の度数の総数が低い評点の度数よりも多いことに対して、平成24年度では3.8よりも低い方が多くなっている。このような頻度分布の違いによって中央値が平成24年度に低くなっている。

図5-3-2に研究センター・ラボの場合の頻度分布を示す。本図では、平成22年度及び平成23年度では、3.9及び4.0の階級の度数が比較的多いが、平成24年度には3.9の階級の度数が最も多くなるとともに、3.6の度数も多くなっている。このような頻度分布の変化が、ユニット戦略課題総合点の統計値で中央値が低くなる変化に表れていると考えることができる。

これらの研究部門と研究センター・研究ラボとを比較すると、研究部門の3.8が最も多い頻度分布に対して、研究センター・ラボでは3.9、4.0付近に比較的多く、3.6前後及び4.3付近にも多い。研究部門に比べると、研究センターでは比較的高い評点のユニット戦略課題が多い一方、比較的低い評点のユニット戦略課題は、研究部門の場合と同様の比率である。

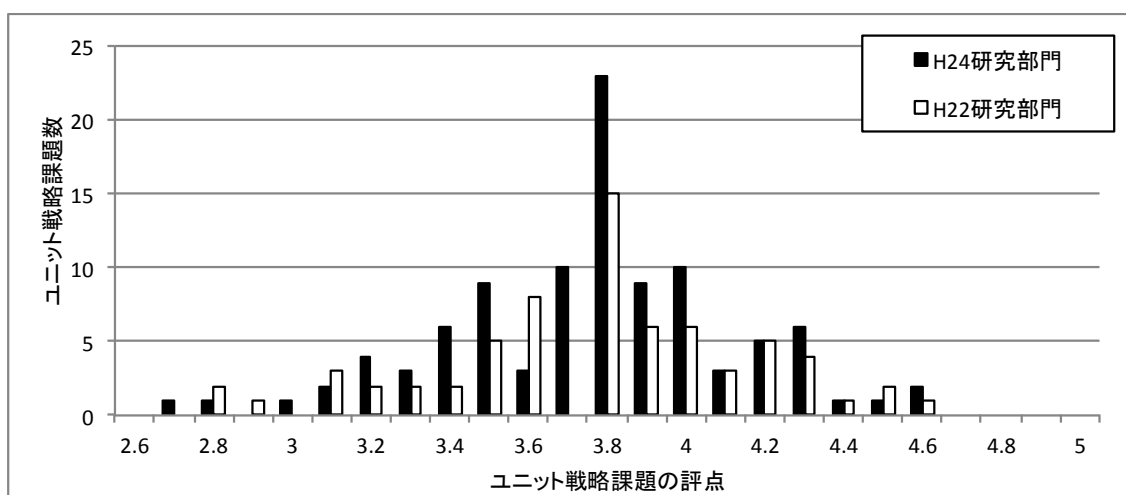


図5-3-1 研究部門におけるユニット戦略課題の評点の平成22年度と24年度の頻度分布

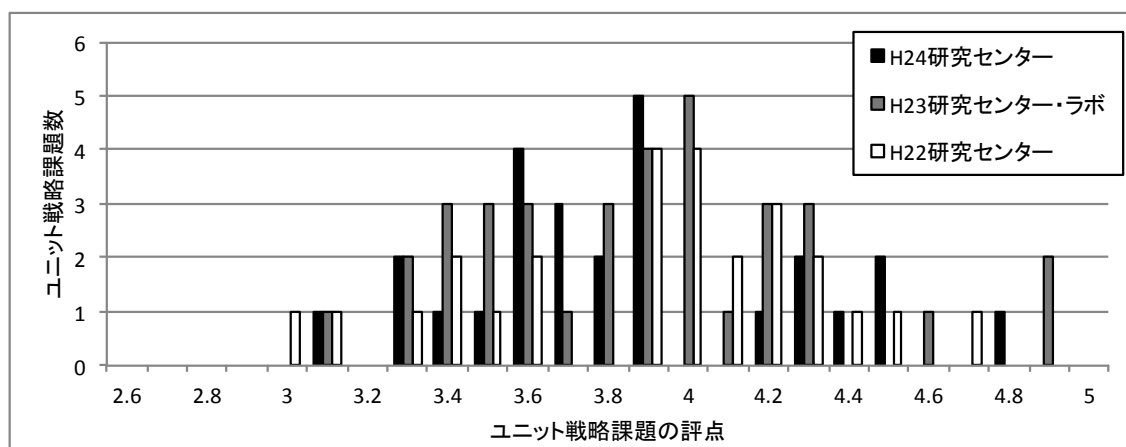


図5-3-2 研究センター・ラボにおけるユニット戦略課題の評点の平成22、23、24年度の頻度分布

5-4 前回評価結果等の指摘事項への対応状況

研究ユニットの評価結果は、研究ユニットが適切に対応し改善に役立てることが期待される。平成21年度の評価委員会から、前回の評価結果での指摘事項を踏まえた対応状況を評価資料に報告することとしている。具体的には、前回評価で受けた指摘事項から主なもの5件程度を研究ユニットが選び、それについて、研究ユニットの対応状況及び役立った点等を、それぞれ200文字程度以内で記載するよう求めている。

今年度評価対象となった30研究ユニットのうち、対応する2年前の平成22年度に「前回評価」があったのは、25研究ユニットである。一方、「前回評価」がない5研究ユニットのうち、4研究ユニットは、研究ユニットの判断で、「前回評価」に代えて前年度の開始時意見交換会での指摘事項に対する対応状況を、また、1研究ユニットは前研究ユニットでの指摘事項に対する対応状況を記載している。以下、これらの回答の性質の違いは区別せず、対応状況をとりまとめた結果について報告する。なお、記載件数は、合計167件である（表5-4-1）。

表5-4-1 前回指摘事項の記載数

研究分野	平成24年度研究ユニット評価の実施数	平成22年度評価があった研究ユニット数	前回評価がなく、前年開始時意見交換会等について回答した研究ユニット数	記載項目数
環境・エネルギー	8	7	1	51
ライフサイエンス	5	5	0	24
情報通信・エレクトロニクス	8	4	4	42
ナノテクノロジー・材料・製造	4	4	0	24
計測・計量標準	2	2	0	11
地質	3	3	0	15
合計	30	25	5	167

取り上げられた指摘事項の分類には若干の困難がある。たとえば、研究成果の活用や普及のあり方についての意見は、ユニット戦略課題への指摘でありながら、研究ユニットの運営方法への指摘の性質も持っている、等である。このことを踏まえつつ、指摘事項毎に属性の重複がないように分類した結果を表5-4-2に示す。

表5-4-2 前回指摘事項の分類

指摘の内容	(件)	内訳	(件)
研究の内容(目標、計画、進め方等)	93	研究計画	22
		目標設定	10
		アウトカム	9
		ロードマップ	18
		ユニット戦略課題	34
成果の利用、普及等	18	技術の普及	6
		情報発信	12
連携、協力等	33	内部連携	10
		外部連携	23
ユニットの運営関連	23	資金獲得、設備等	5
		人材育成、コミュニケーション等	13
		リーダーシップ等	5
合計	167		167

第5章

取り上げられている指摘の多くは、研究の内容に関することで、計画や目標設定をよりの確なものにすべきこと、より進めるべき研究内容へのアドバイス、などが主なものである。次に多いのは産総研外との連携の勧めであり、これに次ぐのが、成果の普及に関してと、ユニットの組織体制や人材の必要性や育成についての指摘である。

次に、評価委員の指摘事項の代表例と対応状況についての研究ユニット側の回答例を、指摘の内容毎にまとめて、表5-4-3～表5-4-6に示す。ここでは、個々の研究ユニット名や、テーマ名等の情報は除いて要約している。

表5-4-3 研究内容に関する前回の評価結果等の指摘事項及び研究ユニットの対応状況

研究計画に関する指摘	対応状況についての研究ユニットの回答内容
タイムレンジが異なる研究テーマが混在している。これを整理して、総合的、体系的な研究枠組みが必要である。	タイムレンジを考慮した開発マップを作成し、昨年の意見交換会にて提示した。このマップ作成で、それぞれの研究者の目標設定、開発への期待度等を改めて認識できた。他の研究テーマについても、研究の熟度を意識したマップを作成した。
目標設定に関する指摘	対応状況についての研究ユニットの回答内容
それぞれの技術がバラバラに開発されているように見えるので、それぞれどのようなレベルであるべきかを定義してから、目標を設定すべき。	戦略課題の中ではバラバラに個別の技術開発をするのはやめ、記録・分析を行い、そこから必要な機能を定義したり、既存の技術を評価したりする研究に、方針を転換した。
アウトカムに関する指摘	対応状況についての研究ユニットの回答内容
前回複数の評価委員から、成果目標（アウトカム）として、「…候補物質を〇〇種類以上…」というような数値目標を挙げることが不適切であるとの指摘を受けた。	根拠の無い数値目標を掲げるような目標レベル設定を取りやめ、これまでの研究成果を踏まえた具体的な対象物質の絞り込み、または、実用可能性を重視した物質探索を目指す目標設定に変更した。
アウトカムとして挙げている項目について、目指すべきゴールのイメージ、インパクト、可能性、また、何故、そのゴールを選んだのかの説明が不足している。	東日本大震災対応として短期的なアウトカムとしてCs除染の実証、長期的なアウトカムとしてエネルギー需給バランスの改善への貢献、災害に強い社会の創出を掲げた。
ロードマップに関する指摘	対応状況についての研究ユニットの回答内容
研究開発の全体計画について：センター設立期間に合わせた達成目標や短中期ロードマップがあった方が良い。	今回のロードマップではセンター設立期間内とそれ以降のロードマップを示した。また、目標設定等に関しては個々のプロジェクトの中で機動的に見直しを行っており、変化の激しい市場情勢などに機敏に対応するよう努めている。
ロードマップが意欲的でなく、短視眼的である。着手可能な部分のみを扱っている。挑戦的な戦略が見えない。	これまでのプロジェクト中心のロードマップを改め、挑戦的なテーマを含めた中長期的なロードマップとした。
研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップに関して、テーマの間の具体的繋がり、イノベーションに繋がるビジョン等が不明確である。	戦略課題毎のロードマップを見直し、早期に実現すべき課題と長期的に取り組む課題を整理するとともに、それぞれのアウトカムを明確化した。また、ユニットで進める研究開発における中長期的展望・ビジョンを明らかにするとともに、ユニットが一体となった方向性のある研究開発をすすめることとした。

研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップについて、用途開発から製品化へのプロセスが進む中で、コストに対する意識も必要になってきます。依然、高価なものというイメージが一般には根強いようです。	実用化を進める上で、コストが重要な課題であり、その解決のために、実証プラントの開発等を進め、コストの目標として、現状の市販価格の1/100～1/1000を目指して開発を進めている。
長期シナリオにおける、リスク評価、資源視点の課題、政策課題、知的基盤の課題などが羅列的に提示されているが、横断的課題の関連がわかると、戦略課題間の位置付けがさらに理解しやすくなると思われる。	長期シナリオを一枚紙で示す際のわかりやすさについて検討を進める。ロードマップでは説明しきれない点はプレゼンの中で説明したが、一枚紙そのものも分かり易くしなければならないと再認識した。課題において、横断的な研究開発を進めるとともに、研究成果のデータベース化や統合化により、知的基盤研究の成果発信の効果を一層高めるようにする。

ユニット戦略課題に関する指摘	対応状況についての研究ユニットの回答内容
各戦略課題の技術的関連性が曖昧で、類似の技術を重複して開発しているような印象を受ける。	ユニット戦略課題と中期計画小項目を1対1に対応させており、中期計画自体の冗長性に起因してご指摘の様な問題点が発生しておりました。今回、2つの小項目を束ねてユニット戦略課題を構成し、この問題の解決を図りました。
戦略課題のタイトルと実際の開発技術は異なる点に重点がおかれているので、誤解が無いようにすべきである。	前回の戦略課題のタイトルは、関連する技術をまとめたタイトルになっていた。今回、評価する技術と、信頼性高く作る技術とを一緒にした。
ユニット戦略課題におけるグループ間の連携や役割分担が見えない。	各グループが有するコア技術を統合して、戦略課題を設定した。ポートフォリオを作成し、グループと戦略課題の関係を明確にした。
目標が不明確な課題がある。ニーズ、世界レベルを調査し、それに合わせた具体的な研究目標やアウトカム、それに至るロードマップとマイルストーンの設定が必要。	ロードマップを全面改定した。マイルストーン、アウトプット、アウトカム、シナリオを明確にした。

表5-4-4 成果の利用、普及に関する前回の評価結果等の指摘事項及び研究ユニットの対応状況

技術の普及に関する指摘	対応状況についての研究ユニットの回答内容
新規技術について、ユニットで目指すものをクリアにするとともに、評価手法を普及させるための方策を考えるべきである。	前回意見交換会資料で表現していた内容を、さらに具体化して「新規技術が持つべき特徴」という形で整理した。今後、新規技術の手法開発の指針として位置付け、さらに議論を重ねていく。また、国際機関への発信、行政との連携、事業者への普及に関する戦略の議論を活発化させ、研究開発の途上であっても、打てるものから積極的に布石を打っていくこととした。
貴重なデータについて、その信頼性を確保するとともに、データが有効に活用されるための方策を明確にすることが求められる。	秘密保持が担保される範囲においてデータを提供するスキームを構築した。関連材料データベースは、技術研究組合、関連協会他に提供され、規制見直し作業及び官庁申請に貢献した。

第5章

情報発信に関する指摘	対応状況についての研究ユニットの回答内容
民間へのアピール、ユーザーサイドとの意見交換を積極的に行うなど、情報発信の方法を考えるべき。	成果報告会を展示会と併催とし、機器メーカーやユーザーとの交流を促進した。ユニットホームページをリニューアルし、成果物を電子化、ダウンロード可能とした。外部からの問い合わせや取材申込が増えた。情報発信力を格段に向上させた。

表5-4-5 連携、協力等に関する前回の評価結果等の指摘事項及び研究ユニットの対応状況

内部連携に関する指摘	対応状況についての研究ユニットの回答内容
関連する研究ユニットと連携して、産総研としての全体像を描き、その共通認識のもとで各ユニットが取り組んでいくことが望まれる。	ユニット戦略課題の一環として、他の研究ユニットと連携して、新しい戦略課題を開始した。
ユニット内での連携が見えにくかった。	各課題の担当が、チーム間連携で構成されていることを明示した。こうした取り組みにより、年度毎にダイナミックにユニット内連携を調整している。

外部連携に関する指摘	対応状況についての研究ユニットの回答内容
社会的要請から研究のスピードアップと成果の早期の実用化が強く求められる。	研究の加速のためには、基礎研究に強みを有する大学との連携の推進が重要であり、複数の技術開発において、大学との研究協力を特に積極的に推進している。企業との連携も、積極的に推進し、実用化を早めるように努力しています。
各活用技術の社会的必要性や背景、実用上の優位性等については、関連する研究部門と連携を強化してより主体的に精査しておくことが望まれる。	技術開発については、実用上の優位性を精査することが重要と認識している。その一つの判断として企業からの外部資金の獲得がある。企業においてLCAや経済性評価がなされており、本研究ユニットにおいて企業からの派遣研究員を受け入れて事業化のための必要な開発課題に取り組んでいる。

表5-4-6 ユニット運営に関する前回の評価結果等の指摘事項及び研究ユニットの対応状況

資金獲得、設備等に関する指摘	対応状況についての研究ユニットの回答内容
部門全体の活性化、戦略課題の推進を図る上で外部資金の獲得が重要となるので、競争的資金への申請を活性化することが望まれる。	競争的資金への応募を奨励しているが、個人の努力に依存している状態であり、まだ組織的、制度的な対応が不十分な状態である。JSTや復興促進プログラム、経産省のサポイン等の企業との実用化を目指すものは産学官連携推進部との連携を密にして予算獲得の実績が挙げられている。
強いところを伸ばすのは普通だが、弱いところを認識して対策を取ることが必要。	部門内の連携・融合が十分ではない。戦略課題間をまたがる研究課題を設定し、内外の競争的資金を獲得することを奨励している。また、評価・管理手法の開発において、部門内で弱いところについては外部連携を一層推進していく。
状況に応じ集中的な研究資源投入、経営戦略によるトップダウン的運営。	震災の影響で運営費交付金の削減があった際には、一定割合のインセンティブ予算を部門の留保とし、重要な案件の海外出願知財や重点テーマの継続実施の財源とした。

人材育成、コミュニケーション等に関する指摘	対応状況についての研究ユニットの回答内容
若手研究者や中堅研究者の人材育成に十分配慮してほしい。	ユニット内若手海外派遣予算や重点化研究予算を設定し、海外機関とのネットワークの形成や、チャレンジングな課題に挑戦させるとともに、個人評価では各自オフロード課題を設定させそのチャレンジ度を評価するようにしている。
イノベーションハブとなるためには、ユニット内の情報を一元化し、それらを横断的に利用可能な知識センターの充実をすべきである。	評価委員会での意見はイノベーション推進に関わる記述に対して向けられたものであり、同様の意見を他の評価委員からも頂いた。これに関してはユニットの責任者、知財担当者、さらには産総研イノベーション担当部署の連携が不可欠な課題であり、真摯に受け止め、あるべき姿について協議を重ねている。
課題の果たす役割は、技術の信頼性確保だけではなくもっと多様に考えられるのではないかという気がする。イノベーションにとって課題の持つ意味・貢献の可能性をもっと掘り起こしてほしいという気がする。イノベーション政策への取り組みがボトムアップベースであることは、ユニットの持つ技術範囲に限られてしまう懸念がある。	これまでもイノベーションと課題との関連は欧米で議論され、製品品質の向上、研究開発の効率化、生産性の向上、流通コストの削減等、様々な社会的・経済的価値の創出が示されている。当ユニットの研究成果も、多様な価値を生み出してきたと考えるが、十分に分析・整理ができていない。今後はPDCAサイクルを通して、イノベーションへの貢献を明示的に示していく必要があると考える。同時に、技術シーズだけが優先されることのないよう、意見調整の場を新たに設けて研究計画の精査に努める。

リーダーシップ等に関する指摘	対応状況についての研究ユニットの回答内容
研究ユニット運営に関して、研究ユニット全体の纏まりが不十分である。部門長のリーダーシップのもとで、イノベーションに役立つものを優先的に明確にしていく必要がある。	産総研全体の第3期数値目標に対してのユニットとしての数値目標を明示し、この目標に向かっての進捗状況を確認しつつ、研究を推進している。前回のユニット評価の後、6つの戦略課題毎に、研究テーマの絞り込みを行った。また、戦略課題間の連携を積極的に進め、そのシナジー効果が発揮される国プロを立ち上げることができた。
個別の課題はよいが、若手が活躍出来るシナリオになっていない。マネジメントに疑問がある。	戦略課題名が難解であり、ユニットの全体計画を分かりにくいものにしていった。そこで、ライフ・イノベーションのための技術開発など分かり易いサブタイトルを付けた。従来、戦略課題が並列に並んでいるだけであったが、課題間の関係を明確にし、シナリオを示した。
特に規格化、標準化は重要な課題にもかかわらず研究体制が貧弱。マネージメントクラスがリーダーとなって拡充すべき。	担当者1名の体制から、グループリーダーを責任者とする新たな戦略課題を設定した。この課題に専従している部門員に加えて、他の戦略課題の部門員が関わっている標準化活動を集約した。

第5章

5-5 評価システム等に対するコメント

外部評価委員から評価システムに関するコメントを得て、評価システムを改善する一助としている。ここでは、外部評価委員からのコメントを整理した結果の内容を示す。

なお、評価委員による主なコメントの具体的な内容とそれに対する回答は、「別紙12:評価システム等に対するコメントと回答」に示している。

(1) 概要

「評価システムについて」のコメントは、評価用紙の「その他の意見」という記入項目の中にあり、意見がある場合に記入するように求めている。評価委員会に出席した169名の外部評価委員のうち58%にあたる98名の記入があった（単に「なし」等を除く）。これは、過去5年で最も低い平成21年度よりは高いが、平成19年度、平成20年度と並ぶ低い比率である。（23年度:67名中44名、22年度:162名中107名、21年度:58名中28名、20年度:148名中87名、19年度:96名中55名）。

コメントの総数は、1人の評価委員が複数の内容を記述している場合を含め、のべ141件である。これらのコメントを「肯定的なコメント」と「提言・改善等のコメント」に大きく分類したところ、それぞれ21件、120件となり、「提言・改善等のコメント」の割合が、ここ5年間で最も大きくなった。その理由としては、新任の評価委員が多いことなどが考えられる。（23年度:「肯定的」11件、「提案・改善」45件、その他3件、22年度:「肯定的」24件、「提案・改善」102件、その他6件、21年度:「肯定的」10件、「提案・改善」26件、その他1件、20年度:「肯定的」33件、「提案・改善」と「要望」64件、その他5件、19年度:「肯定的」20件、「提案・改善」と「要望」27件、その他11件）。

(2) 肯定的なコメント

肯定的なコメントとしては、評価システムが有効に機能し全体として適切であるとする意見が多い。PDCAサイクルを回す努力をしていること、外部評価委員を増やし、多様な視点を取り入れていること、などが評価されている。この他に、評価しやすいタイムスケジュールであること、評価資料、説明資料が分かりやすく作成されていること、など個別的なコメントもあった。

(3) 提案・改善等のコメント

評価システムに対する提案・改善等の意見としては、評価システム全体、評価の視点等に関する意見と評価項目・評価基準に対する意見とが最も多かった。それに続いて、評価委員会の時間に関する意見、評価作業の負担や評価委員構成に関する意見も見られた。また、評価システムに対する意見とは異なるが、評価資料の記載、説明内容などに対するコメントも多く見られた。

- ・ 評価システム全体、評価の視点等に関する意見（25件）
- ・ 評価項目・評価基準に関する意見（24件）
- ・ 評価委員会の時間に関する意見（12件）
- ・ 評価作業の負担に関する意見（7件）
- ・ 評価委員構成に関する意見（5件）
- ・ 評価資料の記載、説明内容などに関する意見（38件）
- ・ その他（9件）

(4) まとめ

評価システムについて、外部からの多様な視点を取り入れていることを含め、システム全体が

有効に機能しているという肯定的なコメントがあった。これは、平成22年度の第3期評価システムの立ち上げ、評価委員意見交換の実施とともに、「質疑等の時間を確保」するなどの平成24年度に行った改善点の効果によるものと考えられる。

一方、評価の視点や評価項目などに関する提案、評価資料の記載内容や委員会での説明内容の充実が求められており、評価委員の研究内容の理解を深める工夫をさらに進めていく必要がある。

別紙1:研究ユニット一覧

(平成25年2月末現在)

環境・エネルギー分野

研究ユニット名	研究ユニット長	副研究ユニット長	今年度の実施内容
ユビキタスエネルギー研究部門	小林 哲彦	谷本 一美	研究ユニット評価
環境管理技術研究部門	田尾 博明	近藤 裕昭、田中 幹也	研究ユニット評価
環境化学技術研究部門	柳下 宏	大森 隆夫、北本 大	研究ユニット評価
エネルギー技術研究部門	角口 勝彦	宗像 鉄雄、竹村 文男、小原 春彦	研究ユニット評価
安全科学研究部門	四元 弘毅	本田 一匡	研究ユニット評価
水素材料先端科学研究センター	村上 敬宜	光山 準一、松岡 三郎、栗山 信宏	研究ユニット評価
新燃料自動車技術研究センター	後藤 新一	濱田 秀昭	意見交換
メタンハイドレート研究センター	成田 英夫	海老沼 孝郎、天満 則夫	研究ユニット評価
コンパクト化学システム研究センター	花岡 隆昌	角口 達朗	意見交換
先進パワーエレクトロニクス研究センター	奥村 元	山口 浩	意見交換
太陽光発電工学研究センター	近藤 道雄	仁木 栄、三戸 章裕	研究ユニット評価
バイオマスリファイナリー研究センター	平田 悟史	榊 啓二	開始時意見交換会

ライフサイエンス分野

研究ユニット名	研究ユニット長	副研究ユニット長	今年度の実施内容
健康工学研究部門	吉田 康一	達 吉郎	研究ユニット評価
生物プロセス研究部門	鎌形 洋一	湯本 勲、扇谷 悟	研究ユニット評価
バイオメディカル研究部門	近江谷 克裕	本田 真也、亀山 仁彦	研究ユニット評価
ヒューマンライフテクノロジー研究部門	赤松 幹之	本間 一弘、横井 孝志	研究ユニット評価
糖鎖医工学研究センター	成松 久	後藤 雅式	意見交換
生命情報工学研究センター	浅井 潔	藤 博幸	意見交換
バイオメディカル情報研究センター	嶋田 一夫	上田 太郎、須貝 潤一	研究ユニット評価
幹細胞工学研究センター	浅島 誠	中西 真人、鈴木 理	意見交換

情報通信・エレクトロニクス分野

研究ユニット名	研究ユニット長	副研究ユニット長	今年度の実施内容
知能システム研究部門	比留川 博久	横井 一仁、大場 光太郎	研究ユニット評価
情報技術研究部門	伊藤 智	工藤 知宏	研究ユニット評価
ナノエレクトロニクス研究部門	金丸 正剛	青柳 昌宏	研究ユニット評価
電子光技術研究部門	原市 聡	小森 和弘、栗津 浩一	研究ユニット評価
セキュアシステム研究部門	松井 俊浩	竇木 和夫	研究ユニット評価
ネットワークフォトンクス研究センター	石川 浩	挾間 壽文	研究ユニット評価
デジタルヒューマン工学研究センター	持丸 正明	加賀美 聡	意見交換
ナノスピントロニクス研究センター	湯浅 新治	福島 章雄	意見交換
サービス工学研究センター	持丸 正明	内藤 耕、本村 陽一	研究ユニット評価
フレキシブルエレクトロニクス研究センター	鎌田 俊英	長谷川 達生	研究ユニット評価

ナノテクノロジー・材料・製造分野

研究ユニット名	研究ユニット長	副研究ユニット長	今年度の実施内容
先進製造プロセス研究部門	村山 宣光	飯田 康夫、市川 直樹	研究ユニット評価
サステナブルマテリアル研究部門	中村 守	小林 慶三、田澤 真人	研究ユニット評価
ナノシステム研究部門	山口 智彦	浅井 美博、池上 敬一、菅原 孝一	研究ユニット評価
ナノチューブ応用研究センター	飯島 澄男	湯村 守雄、佐々木 毅	研究ユニット評価
集積マイクロシステム研究センター	前田 龍太郎	廣島 洋、伊藤 寿浩	意見交換
ダイヤモンド研究ラボ	鹿田 真一	茶谷原 昭義	*)

*)最終年度であり、首席評価役ら評価部との意見交換を実施した。

計測・計量標準分野

研究ユニット名	研究ユニット長	副研究ユニット長	今年度の実施内容
計測標準研究部門	千葉 光一	新井 優、高辻 利之、大嶋 新一、 藤本 俊幸	研究ユニット評価
計測フロンティア研究部門	大久保 雅隆	山内 幸彦、齋藤 直昭	研究ユニット評価
生産計測技術研究センター	坂本 満	野中 秀彦	意見交換

地質分野

研究ユニット名	研究ユニット長	副研究ユニット長	今年度の実施内容
地圏資源環境研究部門	駒井 武	中尾 信典、光畑 裕司	研究ユニット評価
地質情報研究部門	牧野 雅彦	宮崎 一博、池原 研、田中 裕一郎	研究ユニット評価
活断層・地震研究センター	岡村 行信	桑原 保人	研究ユニット評価

別紙2:外部評価委員一覧

- ・五十音順で示す。氏名の下線は研究ユニット評価委員会における委員長を表し、(欠)は今年度の欠席の評価委員を表す。
- ・所属・職名は研究ユニット評価委員会または意見交換の実施時のものを表す。
- ・担当は各研究ユニットの評価部研究評価推進室の担当者とその期間、及び今年度実施内容を表す。
([ユ]:研究ユニット評価、[開]:開始時意見交換会、[意]:意見交換)。

1. 環境・エネルギー分野

ユビキタスエネルギー研究部門 (研究部門長:小林 哲彦)

(担当:島崎 毅 (2012.4-2013.3)) [ユ]

嘉数 隆敬	大阪ガス株式会社 理事/本社支配人
金村 聖志	首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 教授
<u>加納 健司</u>	京都大学大学院 農学研究科 応用生命科学専攻 教授
行天 久朗	パナソニック株式会社 先端技術研究所 グリーンイノベーション推進室 室長
向殿 充浩	シャープ株式会社 研究開発本部 材料・デバイス技術研究所 副所長
光田 憲朗	三菱電機株式会社 先端技術総合研究所 主管技師長

環境管理技術研究部門 (研究部門長:田尾 博明)

(担当:菅原 順 (2012.4-2012.6)、黒河 治久 (2012.6-2013.3)) [ユ]

岩崎 好陽	公益社団法人におい・かおり環境協会 会長
花輪 公雄	東北大学 理事
平島 剛	九州大学大学院 工学研究院 地球資源システム工学部門 教授
<u>前田 瑞夫</u>	独立行政法人理化学研究所 基幹研究所前田バイオ工学研究室 主任研究員
明賀 春樹	オルガノ株式会社 執行役員 開発センター長
横山 宏	社団法人産業環境管理協会 理事

環境化学技術研究部門 (研究部門長:柳下 宏)

(担当:金澤 健治 (2012.4-2012.5)、秋田 知樹 (2012.6-2013.3)) [ユ]

秋鹿 研一	放送大学 東京渋谷学習センター 客員教授/東京工業大学 名誉教授
家藤 治幸	愛媛大学 農学部 客員教授/広島大学大学院 生物圏科学研究科 非常勤講師
小藤 浩恭	味の素ファインテクノ株式会社 執行役員/新領域事業推進部長
瀬戸口 泰史	みずほ情報総研株式会社 プリンシパル 環境エネルギー第2部 次長
都留 稔了 (欠)	広島大学大学院 工学研究院 化学工学専攻 教授
長瀬 公一	東レ株式会社 研究・開発企画部 担当部長
沼口 徹	岡山大学 教育研究プログラム戦略本部 上級リサーチ・アドミニストレーター

エネルギー技術研究部門 (研究部門長:角口 勝彦)

(担当:三浦 俊明 (2012.4-2012.5)、秋田 知樹 (2012.6-2013.3)) [ユ]

穴水 孝	東京ガス株式会社 燃料電池事業推進部 部長
池辺 裕昭	株式会社エネット 代表取締役社長 (先進パワーエレクトロニクス研究センター評価委員兼任)
池松 正樹	JX日鉱日石リサーチ株式会社 取締役常務執行役員
菅野 了次	東京工業大学大学院 総合理工学研究科 物質電子化学専攻 教授
中田 俊彦	東北大学大学院 工学研究科 技術社会システム専攻 教授 (バイオマスリファイナリー研究センター評価委員兼任)
深野 行義	大阪ガス株式会社 技術戦略部長
<u>吉田 英生</u>	京都大学大学院 工学研究科 航空宇宙工学専攻 教授

安全科学研究部門（研究部門長：四元 弘毅）

（担当：金澤 健治（2012.4-2012.5）、三浦 俊明（2012.5-2013.3））[ユ]

宇於崎 裕美	有限会社エンカツ社 代表取締役 社長
西條 辰義	大阪大学 社会経済研究所 教授
服部 順昭	東京農工大学大学院 農学研究院 環境資源物質科学部門 教授
原田 房枝	ライオン株式会社 研究開発本部 環境・安全性評価センター 所長
盛岡 通	関西大学 環境都市工学部 都市システム工学科 教授
米田 稔	京都大学大学院 工学研究科 都市環境工学専攻 教授 （地圏資源環境研究部門評価委員兼任）

水素材料先端科学研究センター（研究センター長：村上 敬宜）

（担当：金澤 健治（2012.4-2013.3））[ユ]

小島 康一	トヨタ自動車株式会社 第1技術開発本部 FC技術部 部長
佐藤 順一（欠）	株式会社IHI 検査計測 代表取締役社長
長井 寿	独立行政法人物質・材料研究機構 ナノ材料科学環境拠点 マネージャー
深堀 美英	ロンドン大学 クイーンメリーカレッジ 材料科学科 Visiting Academic
本田 國昭	株式会社ガスアンドパワー 常勤監査役

新燃料自動車技術研究センター（研究センター長：後藤 新一）

（担当：加野 直巳（2012.4-2012.5）、唐澤 廣和（2012.6-2013.3））[意]

青山 信一	株式会社日刊自動車新聞社 編集局 論説委員
石原 篤（欠）	三重大学大学院 工学研究科 分子素材工学専攻 教授
浦野 保則	日野自動車株式会社 パワートレイン実験部 企画・総括室 室長
澤 一誠	三菱商事株式会社 新エネルギー・電力事業本部 アジア・大洋州事業ユニット シニアマネージャー （バイオマスリファイナリー研究センター評価委員兼任）
塩路 昌宏	京都大学大学院 エネルギー科学研究科 エネルギー変換科学専攻 教授
茂木 和久	トヨタ自動車株式会社 東富士研究所 エンジン技術開発部 主査

メタンハイドレート研究センター（研究センター長：成田 英夫）

（担当：金澤 健治（2012.4-2012.5）、秋田 知樹（2012.6-2013.3））[ユ]

井田 徹治	一般社団法人共同通信社 編集局 編集委員室 編集委員
内田 隆	秋田大学大学院 工学資源学研究所 地球資源学専攻 教授
小野崎 正樹	一般財団法人エネルギー総合工学研究所 プロジェクト試験研究部 研究理事・部長
金子 勝比古	北海道大学大学院 工学研究院 環境循環システム部門 教授
木村 健	関東天然瓦斯開発株式会社 取締役/茂原鉱業所 工務部長
森田 浩仁	一般財団法人日本エネルギー経済研究所 理事/電力・石炭ユニット担任

コンパクト化学システム研究センター（研究センター長：花岡 隆昌）

（担当：金澤 健治（2012.4-2012.5）、秋田 知樹（2012.6-2013.3））[意]

岡田 清	東京工業大学 理事/副学長
岡田 佳巳	千代田化工建設株式会社 技術開発ユニット 技師長/水素貯蔵輸送タスクグループ グループリーダー
黒田 一幸	早稲田大学 理工学術院 教授
齋藤 昭則	秋田県産業技術総合研究センター 所長
中條 哲夫	昭和電工株式会社 執行役員 研究開発部管掌/事業開発センター長

先進パワーエレクトロニクス研究センター（研究センター長：奥村 元）

（担当：金澤 健治（2012.4-2012.5）、秋田 知樹（2012.6-2013.3））[意]

池辺 裕昭	株式会社エネット 代表取締役社長 （エネルギー技術研究部門評価委員兼任）
木村 紀之	大阪工業大学 工学部 電気電子システム工学科 教授

別紙2

鈴木 彰 立命館大学 総合科学技術研究機構 客員教授
播磨 弘 京都工芸繊維大学大学院 工芸科学研究科 教授
米津 宏雄 豊橋技術科学大学 名誉教授
渡部 平司 大阪大学大学院 工学研究科 生命先端工学専攻 教授

太陽光発電工学研究センター（研究センター長：近藤 道雄） （担当：吉村 隆（2012.4-2013.3））[ユ]

一木 修 株式会社資源総合システム 代表取締役社長
岡田 光浩 株式会社三菱総合研究所 戦略コンサルティング本部 産業戦略グループ 主任研究員
柏木 孝夫（欠） 東京工業大学 統合研究院 ソリューション研究機構 特命教授
津田 信哉 パナソニック株式会社 R&D本部 全社CTO室 室長/全社技術戦略室 室長
藤岡 洋 東京大学 生産技術研究所 物質・環境系部門 教授
松村 英樹 北陸先端科学技術大学院大学 マテリアルサイエンス研究科 教授/特別学長補佐

バイオマスリファイナリー研究センター（研究センター長：平田 悟史） （担当：加野 直巳（2012.4-2012.5）、唐澤 廣和（2012.6-2013.3））[開]

磯貝 明 東京大学大学院 農学生命科学研究科 生物材料科学専攻 教授
井上 貴至 株式会社三菱総合研究所 環境エネルギー研究本部 副本部長/主席研究員
坂 志朗 京都大学大学院 エネルギー科学研究科 エネルギー社会・環境科学専攻 教授
澤 一誠 三菱商事株式会社 新エネルギー・電力事業本部 アジア・大洋州事業ユニット シニアマネージャー
（新燃料自動車技術研究センター評価委員兼任）
中田 俊彦 東北大学大学院 工学研究科 技術社会システム専攻 教授
（エネルギー技術研究部門評価委員兼任）
西山 理郎 三菱重工環境・化学エンジニアリング株式会社 九州支店 主査

2. ライフサイエンス分野

健康工学研究部門（研究部門長：吉田 康一） （担当：菅原 順（2012.4-2012.9）、山口 博隆（2012.10-2013.3））[ユ]

赤池 昭紀 名古屋大学大学院 創薬科学研究科 教授/京都大学大学院 薬学研究科 名誉教授
秋澤 俊史 摂南大学 薬学部 臨床分析化学研究室 教授
伊藤 菁菫 株式会社ニュージェン・ファーマ 特別顧問/長浜バイオ大学 客員教授
（バイオメディカル研究部門及び糖鎖医工学研究センター評価委員兼任）
木下 聡 株式会社読売新聞大阪本社 編集局 科学部 次長
（幹細胞工学研究センター評価委員兼任）
津本 浩平 東京大学 医科学研究所 疾患プロテオミクスラボラトリー 教授
西本 尚弘 株式会社島津製作所 基盤技術研究所 マイクロTASユニット ユニット長/主幹研究員
伏見 豊 株式会社伏見製薬所 代表取締役社長

生物プロセス研究部門（研究部門長：鎌形 洋一） （担当：菅原 順（2012.4-2012.9）、山口 博隆（2012.10-2013.3））[ユ]

黒川 顕 東京工業大学大学院 生命理工学研究科 生命情報専攻 教授
児島 宏之 味の素株式会社 理事/バイオ・ファイン事業本部 バイオ・ファイン研究所 プロセス開発
研究所長
田口 精一 北海道大学大学院 工学研究院 生物機能高分子部門 教授/理化学研究所 客員主管研究
員
富田 房男 北海道大学 名誉教授/日本バイオテクノロジー情報センター 代表
富田 稔 株式会社三菱総合研究所 戦略コンサルティング本部/環境・エネルギー研究本部 首席研
究員
中谷 和彦 大阪大学 産業科学研究所 教授

バイオメディカル研究部門 (研究部門長:近江谷 克裕)

(担当:菅原 順 (2012.4-2012.9)、小島 直 (2012.10-2013.3)) [ユ]

阿部 皓一	エーザイフード・ケミカル株式会社 顧問
伊藤 菁莪	株式会社ニュージェン・ファーマ 特別顧問/長浜バイオ大学 客員教授 (健康工学研究部門及び糖鎖医工学研究センター評価委員兼任)
牛田 充彦	株式会社じほう 出版局 ファームテクジャパン編集部 編集者
黒川 勉	元 和光純薬工業株式会社 ゲノム研究所 所長
後藤 祐児	大阪大学 蛋白質研究所 教授
玉置 俊晃	徳島大学大学院 ヘルスバイオサイエンス研究部 部長/徳島大学 医学部 部長
末永 智一	東北大学 原子分子材料科学高等研究機構 教授

ヒューマンライフテクノロジー研究部門 (研究部門長:赤松 幹之)

(担当:折田 秀夫 (2012.4)、三浦 俊明 (2012.5-2013.3)) [ユ]

青木 和夫	日本大学大学院 理工学研究科 医療・福祉工学専攻 教授
大西 昭郎	東京大学公共政策大学院 特任教授
岡田 真人	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 複雑理工学専攻 教授
高橋 真理子	株式会社朝日新聞社 東京本社 報道局科学医療グループ 編集委員 (バイオメディシナル情報研究センター評価委員兼任)
土井 美和子	株式会社東芝 研究開発センター 首席技監 (サービス工学研究センター評価委員兼任)
原 正樹	株式会社アイブラネット 取締役

糖鎖医工学研究センター (研究センター長:成松 久)

(担当:加野 直巳 (2012.4-2012.5)、唐澤 廣和 (2012.6-2013.3)) [意]

伊藤 菁莪	株式会社ニュージェン・ファーマ 特別顧問/長浜バイオ大学 客員教授 (健康工学研究部門及びバイオメディカル研究部門評価委員兼任)
今井 浩三	東京大学 医科学研究所 教授/附属病院長
中島 元夫	SBIファーマ株式会社 執行役員チーフサイエンティフィックオフィサー/医薬開発本部 本部長
長洲 毅志	エーザイ株式会社 理事/チーフサイエンティフィックオフィサー付担当部長
本家 孝一	高知大学 教育研究部 医療学系 基礎医学部門 教授

生命情報工学研究センター (研究センター長:浅井 潔)

(担当:菅原 順 (2012.4-2012.9)、山口 博隆 (2012.10-2013.3)) [意]

五斗 進	京都大学 化学研究所 バイオインフォマティクスセンター 准教授
清水 謙多郎	東京大学大学院 農学生命科学研究科 教授
菅野 純夫	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授
寺西 豊	京都大学大学院 医学研究科 メディカルイノベーションセンター 副センター長 特任教授
松田 秀雄	大阪大学大学院 情報科学研究科 バイオ情報工学専攻 教授
横田 博	第一三共株式会社 研究開発本部 研究開発企画部 参事 (バイオメディシナル情報研究センター評価委員兼任)

バイオメディシナル情報研究センター (研究センター長:嶋田 一夫)

(担当:菅原 順 (2012.4-2012.9)、三浦 俊明、小島 直 (2012.10-2013.3)) [ユ]

岡田 典弘 (欠)	東京工業大学大学院 生命理工学研究科 生体システム専攻 教授
高橋 真理子	株式会社朝日新聞社 東京本社 報道局科学医療グループ 編集委員 (ヒューマンライフテクノロジー研究部門評価委員兼任)
竹中 登一	アステラス製薬株式会社 最高科学アドバイザー
西村 善文	横浜市立大学大学院 生命ナノシステム科学研究科 教授
芳賀 達也	東京大学 名誉教授/東京大学 先端科学技術研究センター 客員研究員
横田 博	第一三共株式会社 研究開発本部 研究開発企画部 参事 (生命情報工学研究センター評価委員兼任)

別紙2

幹細胞工学研究センター（研究センター長：浅島 誠）

（担当：加野 直巳（2012.4-2012.5）、唐澤 廣和（2012.6-2013.3））[意]

大隅 典子（欠）	東北大学大学院 医学系研究科 附属創生応用医学研究センター 脳神経科学コアセンター 発生発達神経科学分野 教授
岡本 哲治	広島大学 理事/副学長
柿谷 均	公益財団法人相模中央化学研究所 酵素工学グループリーダー
木下 聡	株式会社読売新聞大阪本社 編集局 科学部 次長 （健康工学研究部門評価委員兼任）
西島 和三	持田製薬株式会社 医薬開発本部 専任主事/東北大学 未来科学技術共同研究センター 客員教授
野田 政樹	東京医科歯科大学 難治疾患研究所 先端分子医学研究部門 分子薬理学 教授

3. 情報通信・エレクトロニクス分野

知能システム研究部門（研究部門長：比留川 博久）

（担当：菅原 順（2012.4-2012.9）、山口 博隆（2012.10-2013.3））[ユ]

浅間 一	東京大学大学院 工学系研究科 精密工学専攻 教授 （サービス工学研究センター評価委員兼任）
榊原 伸介	ファナック株式会社 常勤顧問/ロボット研究所 名誉所長
首藤 俊夫	株式会社三菱総合研究所 科学・安全政策研究本部 主席研究部長
菅野 重樹	早稲田大学 創造理工学部 総合機械工学科 教授
馬場口 登	大阪大学大学院 工学研究科 電気電子情報工学専攻 教授
丸山 宏	大学共同利用機関法人情報・システム研究機構 統計数理研究所 副所長

情報技術研究部門（研究部門長：伊藤 智）

（担当：吉村 隆（2012.4-2013.3））[ユ]

國井 秀子	リコーITソリューションズ株式会社 取締役 会長執行役員
合田 忠弘	九州大学大学院 総合理工学研究院 融合創造理工学部 教授
後藤 厚宏	情報セキュリティ大学院大学 情報セキュリティ研究科 教授
武山 政直	慶応義塾大学 経済学部 教授
平田 圭二	公立はこだて未来大学 システム情報科学部 複雑系知能学科 教授
前川 徹（欠）	サイバー大学 IT総合学部 教授/一般社団法人コンピュータソフトウェア協会 専務理事

ナノエレクトロニクス研究部門（研究部門長：金丸 正剛）

（担当：黒河 治久（2012.6-2013.3））[ユ]

浅見 直樹	日経BP社 執行役員
有門 経敏	東京エレクトロン株式会社 開発部門開発企画室 フェロー
上田 潤	一般社団法人半導体産業研究所 企画部長
圓福 敬二	九州大学大学院 システム情報科学研究院 教授
小倉 基次	大阪大学 産業科学研究所 特任教授
藤田 博之	東京大学 生産技術研究所 教授/副所長

電子光技術研究部門（研究部門長：原市 聡）

（担当：吉村 隆（2012.4-2013.3））[ユ]

秋光 純	青山学院大学 理工学部 物理・数理学科 教授
工藤 一浩	千葉大学大学院 工学研究科 人工システム科学専攻 教授
佐野 雄二	株式会社東芝 電力システム社 電力・社会システム技術開発センター 技監
田原 修一	日本電気株式会社中央研究所 支配人
長谷川 英一	一般社団法人電子情報技術産業協会 常務理事
松島 裕一	早稲田大学 研究戦略センター 教授/グリーン・コンピューティング・システム研究機構 機構長

(ネットワークフォトンクス研究センター評価委員兼任)

セキュアシステム研究部門 (研究部門長:松井 俊浩)

(担当:吉村 隆 (2012.4-2013.3)) [ユ]

遠藤 直樹 東芝ソリューション株式会社 技術統括部 技監
 佐々木 良一 東京電機大学 未来科学部 教授/内閣官房 情報セキュリティセンター 情報セキュリティ補佐官
 鈴木 剛 東洋エンジニアリング株式会社 エンジニアリング統括本部 エンジニアリング技術部 技術部長
 関口 和一 (欠) 株式会社日本経済新聞社 論説委員兼産業界編集委員
 高木 剛 九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 数学テクノロジー先端研究部門 教授
 渡辺 政彦 キャッツ株式会社 取締役副社長/組込みソフトウェア研究所 所長

ネットワークフォトンクス研究センター (研究センター長:石川 浩)

(担当:吉村 隆 (2012.4-2012.5)、黒河 治久 (2012.6-2013.3)) [ユ]

久間 和生 三菱電機株式会社 常任顧問
 小林 功郎 東京工業大学 名誉教授
 馬場 俊彦 横浜国立大学大学院 工学研究院 知的構造の創生部門 教授
 松島 裕一 早稲田大学 研究戦略センター 教授/グリーン・コンピューティング・システム研究機構 機構長
 (電子光技術研究部門評価委員兼任)
 村上 孝三 大阪大学大学院 情報科学研究科 教授

デジタルヒューマン工学研究センター (研究センター長:持丸 正明)

(担当:吉村 隆 (2012.4-2013.3)) [意]

岩崎 弘利 株式会社デンソーアイティラボラトリ CTO
 上田 敏 財団法人日本障害者リハビリテーション協会 顧問
 (サービス工学研究センター評価委員兼任)
 久野 譜也 筑波大学 体育系 教授/株式会社つくばウエルネスリサーチ 代表取締役社長
 姫野 龍太郎(欠) 独立行政法人理化学研究所 情報基盤センター センター長
 廣瀬 通孝 東京大学大学院 情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻 教授
 藤田 祐志 株式会社テクノバ 常務取締役

ナノスピントロニクス研究センター (研究センター長:湯浅 新治)

(担当:島崎 毅 (2012.4-2012.5)、黒河 治久 (2012.6-2013.3)) [意]

大石 基之 株式会社日経BP 日経ものづくり 副編集長
 佐藤 勝昭 独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業(さきがけ) 研究領域「革新的次世代デバイスを目指す材料とプロセス」研究総括
 城石 芳博 株式会社日立製作所 研究開発本部 主管研究長
 田中 雅明 東京大学大学院 工学系研究科 電気系工学専攻 教授
 埴 健三 昭和電工株式会社 研究開発本部 技術戦略室 技術戦略担当部長
 松山 公秀 九州大学大学院 システム情報科学研究院 教授

サービス工学研究センター (研究センター長:持丸 正明)

(担当:金澤 健治 (2012.4-2012.5)、黒河 治久 (2012.6-2012.9)、山口 博隆 (2012.10-2013.3)) [ユ]

淺間 一 東京大学大学院 工学系研究科 精密工学専攻 教授
 (知能システム研究部門評価委員兼任)
 上田 敏 財団法人日本障害者リハビリテーション協会 顧問
 (デジタルヒューマン工学研究センター評価委員兼任)
 及川 雅稔 地方独立行政法人北海道立総合研究機構 産業技術研究本部企画調整部 企画課長
 谷崎 隆士 近畿大学 工学部 情報システム工学科 教授
 土井 美和子 株式会社東芝 技術企画室 産学連携担当理事
 (ヒューマンライフテクノロジー研究部門評価委員兼任)

別紙2

水野 誠 明治大学 商学部 准教授

フレキシブルエレクトロニクス研究センター (研究センター長: 鎌田 俊英)
(担当: 折田 秀夫 (2012. 4)、三浦 俊明 (2012. 5-2013. 3)) [ユ]

石原 聰 独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター ナノテクノロジー・材料ユニット 特任フェロー
大久保 聡 株式会社日経BP 日経エレクトロニクス編集部 編集長
蔵田 哲之 三菱電機株式会社 液晶事業統括部 統括部長
高田 俊二 元 富士フイルム株式会社/千葉大学 融合科学研究科
中村 貴義 北海道大学 電子科学研究所 有機電子材料研究分野 教授
宮野 健次郎 独立行政法人物質・材料研究機構 フェロー

4. ナノテクノロジー・材料・製造分野

先進製造プロセス研究部門 (研究部門長: 村山 宣光)
(担当: 折田 秀夫 (2012. 4)、三浦 俊明 (2012. 5-2013. 3)) [ユ]

帯川 利之 東京大学 生産技術研究所 機械・生体系部門 教授
塩崎 弘隆 三菱自動車工業株式会社 開発本部 機能実験部 担当部長
茂垣 康弘 株式会社IHI 技術開発本部 プロジェクトセンター 所長
高見 則雄 株式会社東芝 研究開発センター 首席技監
出川 通 株式会社テクノ・インテグレーション 代表取締役社長
北條 純一 (欠) 九州大学大学院 工学研究院 応用化学部門 教授

サステナブルマテリアル研究部門 (研究部門長: 中村 守)
(担当: 折田 秀夫 (2012. 4)、三浦 俊明 (2012. 5-2013. 3)) [ユ]

岩田 利枝 東海大学 工学部 建築学科 教授
梅本 実 豊橋技術科学大学 工学部 機械工学系 教授
大谷 要 大建工業株式会社 エコ事業統括部 エコ事業品質保証部 部長
中村 崇 東北大学 多元物質科学研究所 教授
根本 泰弘 日立オートモティブシステムズ株式会社 技術開発本部 本部長
丸山 正明 技術ジャーナリスト
(ナノチューブ応用研究センター評価委員兼任)

ナノシステム研究部門 (研究部門長: 山口 智彦)
(担当: 島崎 毅 (2012. 4-2013. 3)) [ユ]

安蘇 芳雄 大阪大学 産業科学研究所 産業科学ナノテクノロジーセンター 教授
亀井 信一 株式会社三菱総合研究所 人間・生活研究本部 本部長
肥塚 裕至 (欠) 菱電化成株式会社 取締役社長
曾根 純一 独立行政法人物質・材料研究機構 理事
高尾 正敏 大阪大学 大型教育研究プロジェクト支援室 特任教授
土井 正男 公益財団法人豊田理化学研究所 フェロー

ナノチューブ応用研究センター (研究センター長: 飯島 澄男)
(担当: 吉村 隆 (2012. 4-2013. 3)) [ユ]

秋吉 一成 京都大学大学院 工学研究科 高分子化学専攻 教授
阿知波 洋次 首都大学東京大学院 理工学研究科 分子物質化学専攻 客員教授
粟野 祐二 (欠) 慶應義塾大学 理工学部 電子工学科 教授
榎 敏明 東京工業大学大学院 理工学研究科 化学専攻 名誉教授
川合 眞紀 独立行政法人理化学研究所 理事/東京大学大学院 新領域創成科学研究科 物質系専攻 教授
丸山 正明 技術ジャーナリスト
(サステナブルマテリアル研究部門評価委員兼任)

集積マイクロシステム研究センター（研究センター長：前田 龍太郎）

（担当：折田 秀夫（2012.4）、三浦 俊明（2012.5-2013.3））〔意〕

石井 仁 豊橋技術科学大学 テーラーメイド・バトンゾーン教育推進本部 特任教授
 Ilijic Thomas 在日フランス大使館 原子力部 アタシエ/CEA最先端技術局 日本代表
 岩本 隆 慶應義塾大学大学院 経営管理研究科 特任教授/株式会社ドリームインキュベータ
 特別顧問
 二口 友昭 富山県工業技術センター 次長/機械電子研究所 所長
 本目 精吾（欠）株式会社エリオニクス 代表取締役会長
 山田 一郎 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 人間環境学専攻 教授

5. 計測・計量標準分野

計測標準研究部門（研究部門長：千葉 光一）

（担当：加野 直巳（2012.4-2012.5）、唐澤 廣和（2012.6-2013.3））〔ユ〕

大竹 英世 トヨタ自動車株式会社 計測技術部 主査
 鈴木 孝治 慶應義塾大学 理工学部 応用化学科 教授
 武田 貞生（欠）一般財団法人日本規格協会 専務理事
 初澤 毅 東京工業大学 精密工学研究所 高機能化システム部門 教授
 林 俊一 新日鐵住金株式会社 技術開発本部 先端技術研究所 解析科学研究部 部長
 古田 一吉（欠）セイコーインスツル株式会社 研究開発センター 技術企画管理部 部長
 本多 敏 慶應義塾大学 理工学部 物理情報工学科 教授

計測フロンティア研究部門（研究部門長：大久保 雅隆）

（担当：島崎 毅（2012.4-2013.3））〔ユ〕

伊吹山 正浩 電気化学工業株式会社 中央研究所 技監/副所長
 榎 学 東京大学大学院 工学系研究科 マテリアル工学専攻 教授/専攻長
 高山 光男 横浜市立大学学術院 国際総合科学群 自然科学系列 教授
 藤村 秀夫 大日本印刷株式会社 研究開発センター 副センター長
 山下 郁雄 株式会社日刊工業新聞社 元論説委員長
 鷺尾 方一 早稲田大学 理工学術院総合研究所 理工学研究所 教授

生産計測技術研究センター（研究センター長：坂本 満）

（担当：島崎 毅（2012.4-2013.3））〔意〕

大西 忠治 株式会社日鉄エレックス 取締役/技術管理部長
 尾形 仁士 三菱電機株式会社 社友
 鹿毛 浩之 九州工業大学 理事・副学長
 河住 春樹 一般社団法人日本計量振興協会 専務理事
 澤田 廉士 九州大学 工学研究院 機械工学部門 教授

6. 地質分野

地圏資源環境研究部門（研究部門長：駒井 武）

（担当：加野 直巳（2012.4-2012.5）、島崎 毅（2012.6-2013.3））〔ユ〕

井尻 裕二 大成建設株式会社 原子力本部 原子力技術第三部 部長
 小川 康雄 東京工業大学 火山流体研究センター 教授
 海江田 秀志 一般社団法人電力中央研究所 地球工学研究所 地圏科学領域 上席研究員
 名古屋 悟 株式会社環境新聞社 東京本社 編集部 サブデスク
 星 一良 石油資源開発株式会社 アジア・オセアニア事業本部 本部長補佐
 米田 稔 京都大学大学院 工学研究科 都市環境工学専攻 教授
 （安全科学研究部門評価委員兼任）

別紙2

地質情報研究部門（研究部門長：牧野 雅彦）

（担当：島崎 毅（2012.4-2012.5）、唐澤 廣和（2012.6-2013.3））〔ユ〕

小嶋 智	岐阜大学 工学部 社会基盤工学科 教授
三箇 智二	JX日鉱日石探開株式会社 取締役/探査事業部 副事業部長
田中 和広	山口大学大学院 理工学研究科 教授/副研究科長
成田 賢	応用地質株式会社 代表取締役社長
藤井 敏嗣（欠）	特定非営利活動法人環境防災総合政策研究機構 専務理事/環境・防災研究所 所長
前川 寛和	大阪府立大学大学院 理学系研究科 教授/科長/理学部長

活断層・地震研究センター（研究センター長：岡村 行信）

（担当：加野 直巳（2012.4-2012.5）、唐澤 廣和（2012.6-2013.3））〔ユ〕

今泉 俊文	東北大学大学院 理学研究科 地学専攻 教授/地学専攻長
宇根 寛	国土交通省国土地理院 関東地方測量部 部長
武村 雅之（欠）	名古屋大学 減災連携研究センター エネルギー防災寄附研究部門 教授
中川 和之	株式会社時事通信社 山形支局長
山崎 晴雄	首都大学東京 都市環境科学研究科 地理環境科学域 教授

別紙3:内部評価委員一覧

内部評価委員（氏名五十音順）

赤穂 博司（首席評価役）	環境・エネルギー分野、 <u>情報通信・エレクトロニクス分野</u> 、 <u>ナノテクノロジー・材料・製造分野</u>
阿部 修治（首席評価役）	ライフサイエンス分野、 <u>情報通信・エレクトロニクス分野</u> 、 <u>ナノテクノロジー・材料・製造分野</u>
永壽 伴章（首席評価役）	環境・エネルギー分野、 <u>ライフサイエンス分野</u> 、 <u>情報通信・エレクトロニクス分野</u> 、 <u>ナノテクノロジー・材料・製造分野</u> 、 <u>計測・計量標準分野</u>
久保 泰（首席評価役）	環境・エネルギー分野、 <u>ライフサイエンス分野</u> 、 <u>ナノテクノロジー・材料・製造分野</u>
栗本 史雄（首席評価役）	環境・エネルギー分野、 <u>ライフサイエンス分野</u> 、 <u>情報通信・エレクトロニクス分野</u> 、 <u>計測・計量標準分野</u> 、 <u>地質分野</u>
竹内 浩士（首席評価役）	<u>環境・エネルギー分野</u> 、 <u>ライフサイエンス分野</u> 、 <u>地質分野</u>
檜野 良穂（首席評価役）	環境・エネルギー分野、 <u>ライフサイエンス分野</u> 、 <u>情報通信・エレクトロニクス分野</u> 、 <u>ナノテクノロジー・材料・製造分野</u> 、 <u>計測・計量標準分野</u> 、 <u>地質分野</u>

下線は内部評価委員の主担当分野を表す。

別紙4:平成24年度研究ユニット評価委員会等開催日程

研究ユニット評価委員会

開催日	曜日	時間	研究ユニット名	評価委員会開催場所	内部評価委員	備考*)
2012/06/25	月	13:00-18:00	水素材料先端科学研究センター	九州大学伊都キャンパス 稲盛財団記念館 1階 稲盛ホール	竹内、檜野	
2012/06/27	水	14:00-19:00	バイオメディカル情報研究センター	臨海副都心センター 会議室1 (別館11階 11205~6室)	久保、檜野	見学会
2012/07/11	水	13:00-19:15	ナノチューブ応用研究センター	つくば中央第5事業所 第2~4会議室 (5-2棟 6601~3室)	赤穂、阿部	
2012/10/03	水	12:00-17:30	健康工学研究部門	四国センター 講堂 (講堂棟 1011室)	久保、永壽	見学会、ポスター
2012/10/10	水	13:00-17:55	フレキシブルエレクトロニクス研究センター	つくば中央第2事業所 交流会議室2 (本部・情報棟 01304室)	阿部、赤穂	
2012/10/16	火	11:00-17:30	ユビキタスエネルギー研究部門	関西センター 第9会議室 (人間計測連携研究棟 1002室)	永壽、久保	
2012/10/22	月	13:00-17:15	メタンハイドレート研究センター	北海道センター 中講堂 (第一研究庁舎 2002-1室)	栗本、竹内	見学会
2012/10/29	月	13:30-18:20	活断層・地震研究センター	つくば中央第7事業所 第2会議室 (7-3C棟 211室)	栗本、竹内	ポスター
2012/10/31	水	12:30-18:35	ネットワークフォトンクス研究センター	つくば中央第2事業所 第1AV室 (2-1棟 D821-2室)	赤穂、阿部	見学会
2012/10/31	水	13:00-18:20	ヒューマンライフテクノロジー研究部門	つくば中央第6事業所 第1-3会議室 (6-9棟 228-1~3室)	永壽、久保	見学会
2012/11/05	月	12:15-17:15	生物プロセス研究部門	臨海副都心センター 会議室1 (別館11階 11205~6室)	久保、阿部	
2012/11/05	月	10:30-18:10	エネルギー技術研究部門	つくば中央第7事業所 第2会議室 (7-3C棟 211室)	竹内、永壽	ポスター
2012/11/06	火	10:00-17:30	ナノエレクトロニクス研究部門	つくば中央第7事業所 第2会議室 (7-3C棟 211室)	阿部、赤穂	
2012/11/06	火	13:00-17:50	先進製造プロセス研究部門	中部センター 大会議室1,2 (事務管理棟 3階)	永壽、久保	見学会
2012/11/07	水	12:30-17:15	サステナブルマテリアル研究部門	中部センター 連携会議場 (OSL棟 3階)	阿部、赤穂	ポスター
2012/11/09	金	11:00-17:50	ナノシステム研究部門	つくば中央第5事業所 第2~4会議室 (5-2棟 6601~3室)	久保、檜野	
2012/11/12	月	13:00-18:10	計測フロンティア研究部門	つくば中央第2事業所 第6会議室 (2-12棟 203-6室)	檜野、永壽	見学会
2012/11/13	火	13:00-17:35	サービス工学研究センター	臨海副都心センター 多目的室 (別館11202~3室)	永壽、阿部	
2012/11/14	水	10:00-17:00	環境管理技術研究部門	つくば西事業所 第2会議室 (西-1棟 2301室)	檜野、栗本	ポスター
2012/11/20	火	10:40-17:40	知能システム研究部門	つくば中央第2事業所 第6会議室 (2-12棟 203-6室)	永壽、赤穂	見学会
2012/11/20	火	11:45-17:30	バイオメディカル研究部門	つくば中央第6事業所 第1~3会議室 (6-9棟 228-1~3室)	檜野、竹内	ポスター
2012/11/21	水	10:00-17:55	計測標準研究部門	つくば中央第3事業所 第4~6会議室 (3-9棟 3階会議室)	栗本、檜野	ポスター
2012/11/21	水	13:00-18:00	太陽光発電工学研究センター	つくば中央第2事業所 第6会議室 (2-12棟 203-6室)	竹内、永壽	
2012/11/27	火	10:00-17:20	地圏資源環境研究部門	つくば中央第7事業所 第2会議室 (7-3C棟 211室)	栗本、檜野	見学会、ポスター
2012/11/27	火	11:00-17:20	環境化学技術研究部門	つくば中央第5事業所 第3~4会議室 (5-2棟 6602~6603室)	竹内、久保	見学会
2012/11/28	水	10:00-17:40	地質情報研究部門	つくば中央第7事業所 第2会議室 (7-3C棟 211室)	檜野、栗本	ポスター
2012/11/28	水	13:00-19:30	セキュアシステム研究部門	つくば中央第2事業所 第1AV室 (2-1棟 D821-2室)	赤穂、阿部	ポスター
2012/11/30	金	10:40-17:25	安全科学研究部門	つくば中央第5事業所 第2~4会議室 (5-2棟 6601~3室)	栗本、竹内	
2012/11/30	金	13:00-19:10	電子光技術研究部門	つくば中央第2事業所 ネットワーク会議室 (本部・情報棟 01306-2室)	阿部、檜野	

2012/12/04	火	10:00-17:40	情報技術研究部門	つくば中央第2事業所 ネットワーク会議室 (本部・情報棟 01306-2 室)	赤穂、栗本	ポスター
------------	---	-------------	----------	---	-------	------

下線は主担当首席評価役を表す。

*) 見学会: 研究現場見学会

ポスター: ポスター展示または成果品の展示とユニット担当者による説明

開始時意見交換会

開催日	曜日	時間	研究ユニット名	開始時意見交換会開催場所
2013/02/01	金	13:00-17:10	バイオマスリファイナリー研究センター	東京本部 大会議室 (経済産業省 別館 10階 1007室)

評価委員意見交換

開催日	曜日	時間	研究ユニット名	評価委員意見交換開催場所	開催形式※)
2012/10/31	水	12:30-14:00	生命情報工学研究センター	臨海副都心センター 生命情報工学研究センター内会議室 (別館 10106 室)	シンポジウム
2012/11/19	月	13:00-17:00	デジタルヒューマン工学研究センター	臨海副都心センター 第1会議室 (本館 4階 412 室)	委員会
2012/11/22	木	17:00-19:00	先進パワーエレクトロニクス研究センター	きらっ都プラザ (京都産業会館) 2階 第一会議室	シンポジウム
2012/12/14	金	14:00-17:15	集積マイクロシステム研究センター	つくば東事業所 国際セミナー室 (東-4G 棟 1A1)	シンポジウム
2013/01/23	水	13:30-17:00	ナノスピントロニクス研究センター	つくば中央第2事業所 第7輪講室 (2-1 棟 M304 室)	委員会, 見学会
2013/02/04	月	11:30-14:30	ナノスピントロニクス研究センター	つくば中央第2事業所 ユニット会議室 (2-1 棟 C314 室)	委員会, 見学会
2013/02/08	金	13:00-17:30	幹細胞工学研究センター	つくば中央第4事業所 第1会議室 (4-1 棟 2213 室)	委員会
2013/02/21	木	11:00-16:20	生産計測技術研究センター	九州センター 大会議室 (第1 棟 2010 室)	委員会, 見学会
2013/02/27	水	12:50-16:30	糖鎖医工学研究センター	つくば中央第2事業所 第5会議室 (2-12 棟 106-5 室)	委員会
2013/02/28	木	13:00-16:40	新燃料自動車技術研究センター	臨海副都心センター 多目的室 (別館 11202~3 室)	委員会

* ナノスピントロニクス研究センターは、外部評価委員の都合により2回に分けての開催。

※) 開催形式

見学会: 研究現場見学会による意見交換

委員会: 委員会形式による意見交換

シンポジウム: オープンラボ・ユニット主催シンポジウム等の機会における意見交換

評価委員意見交換 (個別訪問)

研究ユニット	意見交換開催日時等
コンパクト化学システム研究センター	2012/11/19, 2013/01/22 (2件), 2013/01/28 (2件)

別紙5：平成24年度研究資源配分表

(平成25年2月現在)

研究分野	研究ユニット名	研究職員(人)	契約職員(人)	運営費交付金		委託費等		総予算	
				総額(百万円)	総額/研究職員数(百万円/人)	総額(百万円)	総額/研究職員数(百万円/人)	総額(百万円)	総額/研究職員数(百万円/人)
環境・エネルギー	ユビキタスエネルギー研究部門	69	104	599	9	822	12	1,421	21
	環境管理技術研究部門	60	62	544	9	365	6	909	15
	環境化学技術研究部門	53	47	622	12	643	12	1,265	24
	エネルギー技術研究部門	117	154	1,079	9	1,062	9	2,141	18
	安全科学研究部門	45	61	620	14	428	10	1,048	24
	水素材料先端科学研究センター	4	30	96	24	295	74	391	98
	新燃料自動車技術研究センター	13	39	619	48	194	15	813	63
	メタンハイドレート研究センター	10	37	113	11	928	93	1,041	104
	コンパクト化学システム研究センター	27	38	380	14	213	8	593	22
	先進パワーエレクトロニクス研究センター	22	44	879	40	1,734	79	2,613	119
	太陽光発電工学研究センター	37	69	1,923	52	1,598	43	3,521	95
バイオマスリファイナリー研究センター	20	39	229	11	267	13	496	24	
ライフサイエンス	健康工学研究部門	64	75	535	8	407	6	942	14
	生物プロセス研究部門	69	87	595	9	672	10	1,267	19
	バイオメディカル研究部門	77	84	629	8	513	7	1,142	15
	ヒューマンライフテクノロジー研究部門	85	98	478	6	341	4	819	10
	糖鎖医学研究センター	7	41	303	43	294	42	597	85
	生命情報工学研究センター	15	29	328	22	223	15	551	37
	バイオメディシナル情報研究センター	11	44	379	34	461	42	840	76
	幹細胞工学研究センター	17	25	254	15	165	10	419	25
情報通信・エレクトロニクス	知能システム研究部門	71	41	528	7	453	6	981	13
	情報技術研究部門	38	25	772	20	410	11	1,182	31
	ナノエレクトロニクス研究部門	47	75	879	19	1,949	41	2,828	60
	電子光技術研究部門	59	43	451	8	265	4	716	12
	セキュアシステム研究部門	34	33	266	8	191	6	457	14
	ネットワークフォトリクス研究センター	13	20	178	14	669	51	847	65
	デジタルヒューマン工学研究センター	15	36	120	8	276	18	396	26
	ナノスピントロニクス研究センター	12	12	182	15	212	18	394	33
	サービス工学研究センター	19	42	202	11	201	11	403	22
フレキシブルエレクトロニクス研究センター	21	19	276	13	222	11	498	24	
材料・製造	先進製造プロセス研究部門	103	77	678	7	426	4	1,104	11
	サステナブルマテリアル研究部門	59	31	377	6	152	3	529	9
	ナノシステム研究部門	90	101	924	10	615	7	1,539	17
	ナノチューブ応用研究センター	23	43	400	17	197	9	597	26
	集積マイクロシステム研究センター	23	39	271	12	562	24	833	36
標準・計測	計測標準研究部門	240	126	1,978	8	734	3	2,712	11
	計測フロンティア研究部門	57	38	321	6	262	5	583	11
	生産計測技術研究センター	28	41	295	11	52	2	347	13
地質	地圏資源環境研究部門	66	47	972	15	2,168	33	3,140	48
	地質情報研究部門	106	91	1,212	11	301	3	1,513	14
	活断層・地震研究センター	30	18	1,224	41	1,264	42	2,488	83
	合計	1,976	2,205	23,710	12	23,206	12	46,916	24

注1) 研究職員数は、平成25年2月現在の研究ユニットに配属されている職員(職員と任期付き職員)を示す。契約職員数は、平成25年2月現在の第一号職員(産業技術総合研究所特別研究員)、第二号職員(テクニカルスタッフ)、第三号職員(アシスタント)、第四号職員(技術専門職)、第五号職員(招へい研究員)の総和である。

注2) 運営費交付金、委託費等(助成金、共同研究費を含む)は、研究ユニット配賦額であり、一般管理費控除後の額である。平成25年2月現在のデータであり、一部予算の移動があるため確定配賦額ではない。前身の研究ユニットでの執行済み額は含まれていない。前年度予算残繰越額及び契約済み繰越額が含まれている。

別紙6:研究ユニット評価委員会要領

制定 平成17年4月1日 17要領第19号
(16要領第41号の全部改正)

最終改正 平成22年10月1日 22要領第126号 一部改正

(趣旨)

第1条 この要領は、独立行政法人産業技術総合研究所（以下「研究所」という。）の研究ユニット評価委員会の組織、運営等に関して必要な事項を定めるものとする。

(設置)

第2条 理事長は、独立行政法人産業技術総合研究所組織規程（22規程第50号）第6条第2項に規定する研究ユニット及び組織規則（22規則第5号）第6条に規定する連携研究体（以下「研究ユニット等」という。）について評価を行う必要があると認めるときは、当該研究ユニット等ごとに、研究ユニット評価委員会（以下「委員会」という。）を置くものとする。

(任務)

第3条 委員会は、研究ユニット等が行う業務又は活動に関して、次に掲げる事項について評価を行う。

- 一 研究の実施体制
- 二 研究の進捗状況
- 三 研究成果
- 四 その他必要と認める事項

2 委員会は、原則として、当該研究ユニット等の新設の日以後2年ごとに、前項の評価を行うものとする。

(組織)

第4条 委員会は、次に掲げる者（以下「委員」という。）をもって組織する。

- 一 研究ユニット等の行う業務又は活動に高い見識を有する者のうちから理事長が委嘱する者
 - 二 役員又は職員のうちから理事長が指名する者
- 2 委員会に委員長を置き、理事長が委員のうちから指名する。
- 3 委員長は、委員会の会務を総理する。
- 4 委員長に事故があるときは、理事長があらかじめ指名する者が、その職務を代理する。

(任期)

第5条 委員の任期は、2年以内とし、再任を妨げない。

2 理事長は、特別な事由があると認める場合は、委員を解任することができる。

(開催)

第6条 委員会は、理事長の命を受けて、評価部長が招集する。

(公開)

第7条 委員会は、委員による率直かつ自由な意見交換を確保するため、原則として非公開とする。ただし、委員長は、必要があると認める場合は、委員以外の者に委員会の傍聴を認めることができる。

2 委員会の議事要旨は、公開するものとする。

3 委員長は、必要があると認める場合は、委員以外の者に委員会の出席を求め、その意見を聴くことができる。

(評価結果)

第8条 評価結果は、評価部長がとりまとめ、理事長に報告する。

2 理事長は、評価結果を、委員のリストを付して公開するものとする。

(事務)

第9条 委員会の事務は、研究評価推進室が行う。

附 則（17要領第19号・全部改正）

この要領は、平成17年4月1日から施行する。

附 則（20要領第59号・一部改正）

この要領は、平成20年4月1日から施行する。

附 則（22要領第126号・一部改正）

この要領は、平成22年10月1日から施行する。

別紙7: 研究ユニット評価委員が利害関係者であることの判断基準 について

制定 第14000-20011001-1号 平成13年10月1日
最終改正 第10140100-E-20120402-001号 平成24年4月1日 一部改正

独立行政法人産業技術総合研究所(以下「産総研」という。)の研究ユニット評価委員会の組織、運営等に関して、公正性かつ、透明性を確保する観点から、研究ユニット評価委員会要領(22要領第126号)第4条第1項第1号で規定する委員(委嘱予定の者も含む)(以下、「委員」という。)と被評価研究ユニット(以下「研究ユニット」という。)との利害関係を判断する基準について必要な事項を定めるものとする。

- 1 委員が所属する機関(以下「所属機関」という。)が、次の各号のいずれかに該当する場合に、利害関係があるものとみなす。ただし、委員の所属する部署が当該業務等を実施する部署と異なることあるいは委員の役職等が当該業務等に関する権限を有していないことなどにより、研究ユニットの評価への影響がないと判断する場合はこの限りではない。
 - 一 研究ユニットに所属するグループ長、チーム長、室長等(以下「グループ長等」という。)以上の研究者と現在又は直近の過去3年間、共同研究、受託研究等の連携業務において、当該研究ユニットと関係を有するあるいは有したこと、又は近い将来関係を有する見込みがある場合。
 - 二 研究ユニットに所属するグループ長等以上の研究者と現在又は直近の過去3年間、同一の技術研究組合に参画することにより、当該研究ユニットと関係を有するあるいは有したこと、又は近い将来関係を有する見込みがある場合。
 - 三 研究ユニットの業務に重要な役割を果たす研究用機器の納入(予定も含む)等を行っている場合。
 - 四 研究ユニットの業務に関して、計量法計量標準供給制度に基づき、産総研から直接標準の供給を受けている、又は特定計量器の型式承認を受けている場合。
 - 五 研究ユニットが研究資源配分などへ関与している研究プロジェクトへ参加している場合。
 - 六 研究ユニットの職員が関与する産総研技術移転ベンチャーと競合関係にある場合。
- 2 委員が、次の各号のいずれかに該当する場合に、利害関係があるものとみなす。ただし、研究ユニットの評価への影響がないと判断する場合はこの限りではない。
 - 一 産総研の役職員等(雇用契約あるいは産総研各制度による契約又は委嘱により在籍)であった経歴を有し、産総研の役職員等でなくなってから3年を経過していない場合。
 - 二 研究ユニットに所属するグループ長等以上の研究者と直近の過去3年間に産総研以外の同一機関に勤務した経歴を有する場合。
 - 三 研究ユニットが参加している研究プロジェクトに係る研究資源配分などへ関与している場合。
- 3 その他、委員及び/又は所属機関が、研究ユニットの評価を行ううえで評価に影響を及ぼす関係を研究ユニットとの間に有する場合に、利害関係があるものとみなす。

附 則(第14000-20011001-1号)
この基準は、平成13年10月1日から施行する。

附 則(第14000-20040830-002号・一部改正)
この基準は、平成16年8月1日から施行する。

附 則（第14000-20050113-001号・一部改正）
この基準は、平成17年1月13日から施行する。

附 則（第14000-20050401-001号・一部改正）
この基準は、平成17年4月1日から施行する。

附 則（第10140100-E-20120402-001号・一部改正）
この基準は、平成24年4月1日から施行する。

この基準における「部署」の単位は、大学・大学院の場合には学部学科・研究科専攻等、独立行政法人等の場合には研究センター・研究部門等を、企業等（営利法人）の場合には従業員規模等がより大きな事業部等を指すものとする（原則、中小企業基本法第2条に定義する中小企業は除く。）。

別紙8：研究ユニット評価に係る秘密保持に関する誓約事項

制定 第 10140100-E-20100715-001 号 平成 22 年 7 月 15 日

私は、独立行政法人産業技術総合研究所（以下「産総研」という。）研究ユニット評価（以下「本件目的」という。）に伴う委員会等（評価委員会、意見交換会、現場見学会などを含む。）に際して、産総研の役員および職員より開示される一切の秘密情報につきまして、以下の事項を遵守することを誓約します。

- 第1条 産総研より開示または提供される秘密情報とは、本項第一号および第二号に規定する技術情報および事業情報を総称したものをいいます。
- 一 技術情報とは、次のものをいいます。
- イ 産総研より本件目的に係り開示または提供される技術的情報であって、秘密である旨の表示がなされている資料に記録されたもの（書類、電子データを格納した電子媒体等の有体物）。
- ロ 産総研より本件目的に係り開示される技術的情報であって、口頭または視覚的方法で開示され、かつ開示に際し秘密である旨明示され、開示後30日以内に書面で産総研から通知されたもの。
- 二 事業情報とは、次のものをいいます。
- イ 産総研より本件目的に係り開示または提供される事業、運営等に係る技術情報以外の情報であって、秘密である旨の表示がなされている資料に記録されたもの（書類、電子データを格納した電子媒体等の有体物）。
- ロ 産総研より本件目的に係り開示される事業、運営等に係る技術情報以外の情報であって、口頭または視覚的方法で開示され、かつ開示に際し秘密である旨明示され、開示後30日以内に書面で産総研から通知されたもの。
- 2 前項に基づき定義された秘密情報は、次の各号の一に該当することが客観的に立証できる情報は、含まないものとします。
- 一 産総研から開示または提供を受ける前に既に保有し、または第三者から秘密保持の義務を負うことなく入手していたもの。
- 二 産総研から開示または提供を受ける前に既に公知または公用となっているもの。
- 三 産総研から開示または提供を受けた後に当事者の責によらず公知となったもの。
- 四 産総研から開示または提供を受けた後に、正当な権限を有する第三者から、秘密保持の義務を負うことなく入手したもの。
- 五 書面により産総研から事前の承諾を得たもの。
- 六 産総研から知り得た情報によらないで独自に開発したことが書面により立証できるもの。
- 七 法令または裁判所の命令により開示を義務づけられるもの。
- 第2条 本件目的以外に、産総研より開示された秘密情報を使用しないものとします。ただし、本件目的以外の使用を希望する場合には、産総研にその旨を通知して協議の上、必要な場合には別途その取り扱いを定めることとします。
- 第3条 秘密情報について、厳に秘密を保持するものとし、書面による産総研の承諾なくして、第三者に漏洩しないものとします。
- 第4条 産総研から開示または提供を受けた秘密情報について、本件目的の範囲を超える目的のために秘密情報の一部または全部を複製しないものとします。
- 第5条 産総研から開示または提供を受けた秘密情報にアクセスした者の記憶に留まるアイデア、コンセプト等により、発明、考案、または意匠の創作等（以下「発明等」という。）をなしたときは、産総研に通知し、権利の帰属、出願の可否、取扱い等について別途協議の上決定致します。
- 第6条 上記事項は、秘密情報が公開されない限り、開示の日から起算した3年間後の年度末まで有効に存続するものとします。

附 則

この誓約事項は、平成 22 年 7 月 15 日から施行する。

別紙9: 研究ユニット評価実施要領

制定 第 10140100-E-20100715-002 号 平成 22 年 7 月 15 日

平成 23 年 6 月 30 日 一部改正

最終制定 第 10140100-A-20120511-001 号 平成 24 年 5 月 11 日 一部改定

本実施要領は、「研究ユニット評価委員会要領」に基づき、研究ユニット評価の実施に必要な事項について定める。また、研究ユニット評価委員会の委員のうち外部評価委員の構成及び選定については、「研究ユニット評価外部評価委員の候補者選定実施要領」による。

1. 研究ユニット評価の目的

研究ユニット評価は、以下を目的とする。

- ① 研究活動の活性化・効率化を図ること
- ② 評価結果を産総研の経営判断に活用すること
- ③ 産総研の活動を公開し、透明性の確保と理解を得ること

2. 評価の実施時期・内容

研究ユニット評価の実施時期は、隔年度を基本とし、研究センター及び研究ラボはその発足時期を、研究部門においては中期目標期間を基準に、各年度に実施する研究ユニットを別途定める。

なお、研究ユニット評価の実施時期等によって、本実施要領に定める評価の対象期間、評価内容及び評価結果の記入等の事項の一部を変更することができる。

3. 評価の対象期間

評価の対象期間は、原則として、当該年度及びその前年度の 2 年間とし、実績のデータ(特許、論文等)については当該年度の 9 月 30 日までの過去 2 年間とする。

4. 評価内容

本評価では、本格研究の推進の観点から、中期目標の達成とアウトカムの実現に向けた①研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ、②ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット、③イノベーション推進への取り組み及び④研究ユニット運営の取り組みについて評価を行う。

これらの評価にあたっては、研究ユニットの種類(研究部門・センター・ラボ)、研究の性格(先端・政策ニーズ対応・知的基盤)及び中期目標期間に対する評価の実施時期の違いも十分に考慮する。

(1) 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

研究ユニットの研究開発の計画全体を対象に、中期計画における目標の達成及び中長期的な展開等の妥当性について評価する。

(主要な評価事項)

- ・ 中期計画における目標とその達成に関する計画・進捗(中期目標期間のはじめの時期は計画を対象にし、その後進捗を含める)
- ・ 中長期的視点からの研究ユニットの目標(方針)
- ・ 内外との連携及び国内外における優位性・特徴
- ・ 研究ユニット全体の計画におけるユニット戦略課題の相互関係と展開 等

(2) ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット

ユニット戦略課題毎に以下の項目について評価する。

なお、主たる研究の性格のうち、「先端研究」には、新たな知識の発見・解明とともに、新たな概念や技術体系の構築等、既存の知識を含めた融合・適用を主体とする研究開発を含み、それらの位置づけや外部連携の実績等も考慮して評価する。「政策ニーズ対応研究」や「知的基盤研究」においては、長期的政策推進計画や国の整備計画等との整合性も考慮して評価する。

また、ミッションに地域貢献があり、それに対応する研究開発が含まれる場合には、ロードマップやアウトプットのアウトカム実現への寄与における地域貢献の妥当性も考慮する。

1) ロードマップ

中期計画における目標、アウトカムとその実現に向けたロードマップの妥当性等について評価する。

(主要な評価事項)

- ・アウトカムの的確性
 - ・アウトカムへの道筋(研究開発の内容や連携等の方策)、及びマイルストーンの設定の妥当性
 - ・必要な技術要素の把握の妥当性
 - ・他機関との優位性等の比較(ベンチマーク)の妥当性等
- 2) アウトプット(成果)
アウトプット(成果)のアウトカム実現への寄与とその世界水準を基準とする質の高さ等について評価する。
(主要な評価事項)
- ・アウトカム実現への寄与
 - ・世界水準を基準とする質
 - ・これまでのロードマップに示されていない顕著な成果等
- (3) イノベーション推進への取り組み
成果の発信やイノベーションハブによる国、社会への貢献等に向けた取り組みとその効果について評価する。
(主要な評価事項)
- ・成果の発信や研究ポテンシャルによる、国、社会、産業界、学界、及び国際、知的基盤等への貢献の取り組みとその効果等
 - ・産業人材育成を含む、産学官連携・地域連携等のイノベーションハブとしての取り組みとその効果等
- (4) 研究ユニット運営の取り組み
研究ユニット運営における活動の活性化とポテンシャル向上への取り組みとその効果等について評価する。
(主要な評価事項)
- ・所内連携や分野融合
 - ・資金獲得・効率的活用
 - ・組織運営や体制の整備
 - ・内部人材育成
 - ・挑戦課題の推進等 等
5. 評価の手順等
研究ユニット評価委員会は、委員会配布資料(研究ユニット作成資料、事務局による参考資料等)及び資料の説明・質疑に基づいて評価を行う。
評価委員会に出席しない委員が書類のみによって評価することは行わない。
- (1) 研究ユニット作成資料及び評価委員会における説明・質疑
研究ユニットは、前項の評価事項に対応する以下の資料を作成し、評価委員会で説明するとともに、評価委員との質疑応答を行う。
- 1) 評価資料(研究ユニットが事前に評価部に提出)
「研究ユニット評価資料作成要領」に示す様式に従い作成された資料とする。評価委員会が開催される1ヶ月前までに、電子ファイルで評価部に提出する。
評価部は、提出資料に必要な事項が記載されていない場合にはその修正を求める。
 - 2) プレゼンテーション資料(委員会当日、研究ユニットが配布。平日2日前までにその時点の資料を評価部に送付)
当日のプレゼンテーションにおいて、上記の評価資料の主要な項目に関する説明を行う資料とする。
 - 3) 評価委員会における説明・質疑
研究ユニットは、評価委員会において、前項の評価項目の順に評価資料の説明を行う。
なお、評価委員の質疑の時間を確保するため、説明時間は、質疑の時間以下とする。
- (2) 評価委員による評価結果の記入
評価委員は原則として全項目について評価する。
評価コメント及び評点を評価用紙に記入し、委員会終了後1週間以内に事務局に提出する。
評価委員による評価コメントと評点を表1に示す。
外部委員は「ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット」及び「イノベーション推進への取り組み」について、コメントとともに、評点を記す。そのほかに対するコメント

も可能な限り付すものとする。

内部委員は、「研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ」について「研究ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット」も考慮して評点を記し、コメントを付す。また、「イノベーション推進への取り組み」及び「研究ユニット運営の取り組み」についても評点を記し、コメントを付す。

1) 評価コメント

評価コメントは、評価の根拠のコメントのほかに、今後の方向性と助言を記述する。

2) 評点

評点は、以下を基本とする。

A(優れている、4点)

B(概ね適切、3点)

C(要改善、2点)

D(不適切、1点)

なお、特記的に優れているものについてはAA(5点)とすることができる。また、それぞれの評点の間の評点を認め、例えばAとBの間の場合、A/Bとする。

3) 評価結果の取り扱い

評価コメント及び評点は、評価委員名を匿名化して研究ユニットに回付する。評価委員のコメントに事実誤認があると研究ユニットが指摘し、評価部が必要と認めた場合、その指摘を評価委員に回付する。評価委員はこれを参考にしてコメントあるいは評点を修正することができる。

4) 総合点の算出

表1における評点の重み付けにより、総合点を算出する。この場合、ユニット戦略課題については、研究ユニットが設定した課題の重み(1又は2)を掛けて加重平均を取り、ユニット戦略課題の総合点とする。

表1 評価項目と評価及び評点の重み付け

評価項目	外部評価委員		内部評価委員	
	評価	評点 重み付け	評価	評点 重み付け
研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ	・評価コメント	/	・評価コメント ・評点(*)	0.1
ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット	・評価コメント ・評点	0.6	・評価コメント	/
イノベーション推進への取り組み	・評価コメント ・評点	0.1	・評価コメント ・評点	0.2
研究ユニット運営の取り組み	・評価コメント	/	・評価コメント ・評点	

* ユニット戦略課題も考慮する

5) 評価委員によるその他の意見

評価委員は、その他の意見として、以下の項目のコメントを付すことができる。

- ・ 研究ユニットについて
- ・ 評価システムについて

6. 評価結果の報告

評価結果は、評価部長がとりまとめて理事長に報告する。

7. 留意事項

研究ユニット評価における、秘密保持、提出資料等の「法人文書としての取り扱い」及び「著作権の対応」等は、それぞれ関連する法令及び所内規定等に基づいて対応することとする。評価における資料・情報の取り扱いの留意点を「研究ユニット評価資料作成要領」に示す。

別紙9

8. その他

なお、研究センター及び研究ラボの終了予定年度に、研究ユニット評価と研究ユニット活動総括・提言委員会を実施する場合には、研究ユニット評価を原則として当該年度の6月頃に実施することとし、その場合には事前の連絡を当該研究ユニットに行い、当該研究ユニットは実施に必要な準備を行うこととする。

別紙10:研究ユニット評価資料作成要領

制定 第 10140100-A-20110630-002 号 平成 23 年 6 月 30 日

(研究ユニット評価実施要領から分離改定)

最終制定 第 10140100-A-20120511-002 号 平成 24 年 5 月 11 日 一部改定

(必要なときは、次の内容をご記入ください)

地震の影響等の状況の大きな変化とその対応の概要について、必要なときは、項目6「その他」にまとめて記載してください。また、研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップの変更やユニット戦略課題毎の影響、及びユニット経営における工夫等は、それぞれ該当する場所に記載してください。データ表は、必要なときは研究開発の実施以外の経費を分けて記入してください。

なお、評価委員会では、上記の全体概要について、必要に応じて冒頭に説明を行ってください。

A 記入様式

研究ユニットは、評価資料を以下の様式に従って作成してください。また、項目7「研究成果等に関するデータ表」は、評価部から配布する入力用シートを用いてください(なお、研究テーマDBの利用については評価部と協議してください)。

- ① 書式:
ソフト:MSワード
用紙サイズ:A4(縦)、43字/行、50行/ページ
マージン:上下、左右各20mm
フォント:MSゴシック10.5ポイント。
- ② 提出方法: メール添付で提出
- ③ 提出期限: 委員会開催日の1ヶ月前
- ④ 提出先: 評価部の各研究ユニット担当者

B 表題及び研究ユニット名

表題:研究ユニット評価資料(平成〇〇年度実施)

研究ユニット名:〇〇〇〇〇

C 記載内容

以下の項目について、明確、簡潔に提示してください。

1. 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ(3ページ以内(図表を含む、以下同様))

- 1) ミッション
- 2) 中期計画における目標及び研究戦略における位置付け
- 3) 中長期的視点からの研究ユニットの目標(方針)
- 4) 内外との連携及び国内外における優位性・特徴
- 5) 研究ユニット全体の計画

ユニット戦略課題の相互関係と展開を含めた、研究ユニット全体の計画の要点を記載し、そのシナリオ・ロードマップを図示してください。また、多様な研究開発を含む場合に、必要なときは、それぞれの研究開発の段階、及び産業・社会での普及状況等との関係の位置づけをポートフォリオ等で分かりやすく示してください。

なお、研究センター及び研究ラボについては、終了後の展開・発展を含めて示してください。

2. ユニット戦略課題毎のロードマップ・アウトプット(各ユニット戦略課題毎5ページ以内)

以下の項目について、ユニット戦略課題毎にまとめてください。

ユニット戦略課題は、研究テーマDBに登録した「ユニット戦略課題」(課題数3~6)と一致させてください。

2.1. ユニット戦略課題1:課題名

(1) 課題の概要

1) 課題の性格及び本格研究における位置付け

主たる研究の性格（先端研究、政策ニーズ対応研究、知的基盤研究）、及びこの課題における主要な研究開発の最終的なアウトカムに向けた位置付けを示してください。

なお、「先端研究」においては、新たな知識の発見・解明のほか、新たな概念や技術体系の構築等、既存の知識を含めた融合・適用等を主体とする場合、その中核的な研究開発等の主要な位置づけと意義を示してください。「政策ニーズ対応研究」や「知的基盤研究」にあつては、関連する長期的政策推進計画や国の整備計画等についても示してください。

また、研究開発に地域貢献を含む場合には、その位置づけと意義をここに示すとともに、以下の項目(2)のロードマップにおける位置づけ及び(3)のアウトプットにおいてアウトカム実現への寄与の具体的内容等を示してください。

2) 課題の重み（1又は2）

基本は1とし、特段重要と考える場合は2としてください。この課題の重みは、ユニット戦略課題の総合点を計算する際の加重係数となります。

3) 対応する中期計画項目：番号及び項目名（小項目及び小項目の一部を担当する場合にはその部分までを示してください、○ー（○）ー<○>、「……」）

4) 参画研究グループ／チーム名（他研究ユニットを含む）

5) 研究予算の内訳等

前年度及び今年度の予算額（運営費交付金、外部予算）を示してください。

（「研究成果等に関するデータ表」を補足する特徴的なことや記載が難しい内容を示してください。特にない場合、「研究成果等に関するデータ表」参照）としてもかまいません。）

6) その他

産業変革イニシアティブ課題や連携研究体の研究課題がある場合、ユニット戦略課題との関係を記述してください。

ユニット戦略課題と密接に関係して実施している技術研究組合の研究開発がある場合で、必要なときは、その関係及び可能な範囲で資源（産総研からの人員等）を記載してください。

また、それらの成果を項目(3) 1)「主な成果及び進捗」に記載する場合には、技術研究組合での成果と分かるようにしてください。

なお、技術研究組合に関する取り組みが必要なときは、「イノベーション推進への取り組み」の評価項目でアピールしてください。

(2) ロードマップ

中期目標期間中を中心に、研究ユニットの種類や研究の性格を考慮して作成してください。

1) ロードマップ

以下の全項目の関係を含むロードマップの要点を記載し、ロードマップを図示してください。また、多様な研究開発が含まれる場合、必要なときは、それぞれの研究開発の段階及び産業・社会での普及状況等との関係の位置づけをポートフォリオ等で分かりやすく示してください。

① 想定するアウトカム

② マイルストーン：中期計画における目標、アウトカム実現に至るまでの年度目標、その達成に向けた方策（研究開発の内容や連携等）

③ 技術要素：アウトカム実現に向けて必要となる技術要素及びユニット戦略課題遂行のために研究ユニットが有するコア技術

なお、前回の評価委員会等におけるロードマップから変更がある場合には、その内容及び背景等をあわせて説明してください。

2) ベンチマーク

本課題や技術要素に関する研究ユニットの国内外の位置付けと優位性・特徴について、外部連携状況を含めて、図表を活用して簡潔に示してください。

(表の例)

課題又は技術等	国内外の位置付け	優位性・特徴
** 課題		
**に関する技術		

(3)アウトプット（成果）（数値は「研究成果等に関するデータ表」に記載）

1) 主な成果及び進捗（図を含めて1ページ程度）

研究開発の主な成果について、ロードマップにおけるアウトカムとの関係及びその世界水準が分かるように説明してください。

また、これまでのロードマップに記載されていない顕著な成果や過去の研究開発によるアウトカムの実績等がある場合には、その意義を含めて記載してください。

2) 代表的な成果のエビデンス

各ユニット戦略課題に関連する代表的な成果について、各年度について全項目であわせて10件程度を示してください。項目選択や順序、様式は任意です。

2. 2. ユニット戦略課題2：課題名

（以下、各ユニット戦略課題について、上記の項目で記述してください）

3. イノベーション推進への取り組み

イノベーション推進への取り組みに関する研究ユニットの考え方及び主要な目標について、200字以内で記述してください。

また、以下の取り組みについて、研究ユニットの特徴等に基づいて、アピールしたい順番にそれぞれ3事項以内を記載してください。効果等の欄には、外部への貢献や企業等の相手における効果等を記述してください。

(1) 成果の発信や研究ポテンシャルによる、国、社会、産業界、学界、及び国際、知的基盤等への貢献の取り組みと効果等。

取り組みの事項と内容 (200字以内)	効果等 (100字以内)
1. (事項名)	
2.	
3.	

(2) 産業人材育成及び産学官連携・地域連携等のイノベーションハブとしての取り組みと効果等。

取り組みの事項と内容 (200字以内)	効果等 (100字以内)
1. (事項名)	
2.	
3.	

別紙10

4. 研究ユニット運営の取り組み

研究ユニットの活動の活性化とポテンシャル向上への取り組みとその効果について、以下の5項目及びその他の事項を、アピールしたい順に可能な限り記載してください。（ただし、リスク管理・コンプライアンスは含みません）

- ・ 資金獲得・効率的活用の工夫
- ・ 組織運営や体制の整備等の工夫
- ・ 内部人材育成の工夫
- ・ 所内連携や分野融合等の工夫
- ・ 挑戦課題の推進等の工夫

取り組みの事項と内容 (200字以内)	効果等 (100字以内)
1. (事項名)	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	

5. 前回評価結果等の指摘事項に対する対応

前回の評価結果等の主な指摘事項5件程度について、研究ユニットの対応状況及び役立った点等を記載してください。

前回評価結果等の 指摘事項	指摘事項の対応状況 (200字以内)

6. その他

その他のアピールしたい点、及び今後の課題や意見等がある場合に記載してください（省略可、1ページ以内）

7. 研究成果等に関するデータ表

研究成果等の主要なデータについて、別途評価部が配布するデータシートに記入してください。（なお、前述のように、研究テーマDBの利用については、評価部と協議してください）。

8. 評価における資料・情報の取り扱いの留意点

1) 秘密保持に関する留意点

- ・ 「研究ユニット評価資料」は、その一部を評価結果の報告書等によって公表することがあるので、秘密情報は掲載しないでください。
- ・ その他のプレゼンテーション資料や配布資料及び口頭での説明等における秘密情報の取扱いは、共同研究等の秘密保持契約を結んでいる場合にはそれに従ってください。共同研究の相手先の名称等を含めて、必要なときは相手先に書面による承諾を得てください。
- ・ その他を含む秘密情報の取り扱いとして、評価委員と秘密保持に関する誓約をとりかわします。この場合においても、秘密情報の部分を特定して示すことなど、秘密情報の表示等の要件を満たす必要がありますので、適切に対応してください。

2) 法人文書としての取り扱い

- ・ 「研究ユニット評価資料」のほか、プレゼンテーション資料及び配布資料は、法人文書で、情報公開の開示請求の対象であり、保存期間等の適切な管理が必要です。

3) 著作権の対応

- ・ 「研究ユニット評価資料」は、評価部において複写等を行うので、著作権法に従ったものとするとともに、別途手続きが必要な資料や図表等は用いないでください。
- ・ プレゼンテーション資料及び配布資料は、原則著作権の許諾等が不要なものとしませんが、必要な場合には研究ユニットで手続き等を行い、その許諾された範囲で複写等を行ったものを提出してください。

別紙11:研究ユニット評価 評価用紙

ここには外部委員用の評価用紙を示す。内部委員用は評点を記載する用紙が異なる。

平成24年度

研究ユニット評価用紙

外部委員用

産業技術総合研究所 評価部

研究ユニット: △△研究センター

委員氏名: 外部〇〇 委員

評価用紙の構成 (水色の部分が、ご記入いただくシートとなっています。)

- 表紙(このページ)
- 記入要領
- 研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ
(ユニット戦略課題のロードマップ・アウトプット)
- ユニット戦略課題1 ○○○○○○の開発
- イノベーション推進への取り組み
- 研究ユニット運営の取り組み
- その他の意見

評価用紙は、e-mail添付ファイルとしてお送りしますので、電子ファイルにてご提出頂ければ幸いです。
評価委員会終了後一週間以内の提出にご協力をお願い致します。

平成24年度

研究ユニット評価 評価用紙 (産業技術総合研究所)

— 記入要領 —

1. 記入項目(シート別)について

この表に示す項目について、コメント、評点の記入をお願いいたします。

評価項目	外部委員		内部委員	
	コメント	評点	コメント	評点
全体ロードマップ	○	/	○	○
各戦略課題	○	○	○	/
イノベーション	○	○	○	○
ユニット運営	○	/	○	○
その他	○	/	/	/

1-1 コメントについて

コメント欄には、評価の根拠を「評価できる点」及び「問題点・改善すべき点」に記述していただくとともに、可能な限り、今後の展開に関する助言及びその他について「今後の方向性と助言等」の欄に記述していただくようにお願いします。

各項目について、簡潔に200字以内でご記入ください。

全ての項目にコメントいただく必要はありませんが、できるだけ多くの項目にご記入ください。

1-2 評点について

評点の指針は以下のとおりです。

- A (4点): 優れている。
- B (3点): 概ね適切。
- C (2点): 要改善。
- D (1点): 不適切。

特記的に優れている場合にはAA(5点)とすることができます。

また、それぞれの評点の間は、例えばAとBの間の場合、A/Bを選んで下さい。

2. 評価にあたっての留意点

評価にあたっては、研究ユニットの種類(研究部門・センター・ラボ)、研究の性格(先端・政策ニーズ対応・知的基盤)及び中期目標期間に対する評価の実施時期の違いも考慮して総合的な判定をお願いします。”研究の性格”は評価資料の「研究成果等のデータ表」をご参照下さい

研究ユニットは以下のように位置づけられています。

研究センター: 研究部門からの派生ないし社会からの要請に応じて、特定の課題を解決するための技術、知識を早期に産み出すことを主目的に、研究ユニット長の強いリーダーシップのもと、集中的かつ限定的に研究を進める研究ユニット。設置年限は3～7年間。

研究部門: 産総研ミッションと中長期戦略の実現に向け、研究ユニット長のシナリオ設定と研究者の発意に基づく研究テーマ設定を基本とし、一定の継続性を持って研究を進める研究ユニット。

研究ラボ: 研究部門の新設や研究センター化等の展開を目指して、異分野融合性の高いテーマ、行政ニーズ対応型のテーマ等について、機動的・限定的に研究を推進する研究ユニット。設置年限は最長3年。

研究の性格は以下のとおりです(評価では本評価用紙の「ユニット戦略課題」の下部に留意点を示しましたので、考慮ください)。

- (a) **先端研究:** 国際的な産業競争力強化、新産業の創出に向けて、幅広いスペクトルでの探索と分野融合によるイノベーションを推進する研究。
- (b) **政策ニーズ対応研究:** 行政ニーズに対応して、または、将来の行政ニーズを予見して実施する必要のある政策推進のための研究。
- (c) **知的基盤研究:** 国自らが高い技術的裏付けを有し、一元的・一体的にその整備を進めていくことが要求されており、産総研が責任をもって実施すべき研究。

3. 記入上の注意

- ・水色の欄へご記入ください。
- ・Excelのセル内での改行は、Alt+Enterで実行できます。
- ・記入されたコメントがセル内に納まりきらず、後ろの部分が表示されていないような場合、行の高さを変更していただいても結構です。(変更されなくても構いません。)

・ご返送いただいた後、プログラムによる文書処理を行いますので、エクセルの行や列の追加や削除、セルの結合、シート名の変更は、なさらぬようお願い致します。

記入上の注意

- ・水色の欄へご記入ください。
- ・Excelのセル内での改行は、Alt+Enterで実行できます。
- ・記入されたコメントがセル内に納まりきらず、後ろの部分が表示されていないような場合、行の高さを変更していただいても結構です。(変更されなくても構いません。)
- ・ご返送いただいた後、プログラムによる文書処理を行いますので、エクセルの行や列の追加や削除、セルの結合、シート名の変更は、なさらないようにお願い致します。

△△研究センター

外部〇〇委員

研究ユニット全体のシナリオ・ロードマップ

研究ユニットの研究開発計画全体を対象に、中期計画における目標の達成及び中長期的な展開の妥当性について、以下の事項を主要な内容として評価してください。

- ① 中期計画における目標とその達成に関する計画・進捗
(中期目標期間のはじめの時期は計画を対象にし、その後進捗を含める)
- ② 中長期的視点からの研究ユニットの目標(方針)
- ③ 内外との連携及び国内外における優位性・特徴
- ④ 研究ユニット全体の計画におけるユニット戦略課題の相互関係と展開

評点は必要ございません。コメントをご記入ください。

評価できる点	問題点、改善すべき点

今後の方向性と助言

記入上の注意

- 水色の欄へご記入ください。
- Excelのセル内での改行は、Alt+Enterで実行できます。
- 記入されたコメントがセル内に納まりきらず、後ろの部分が表示されていないような場合、行の高さを変更していただいても結構です。(変更されなくても構いません。)
- ご返送いただいた後、プログラムによる文書処理を行いますので、エクセルの行や列の追加や削除、セルの結合、シート名の変更は、なさらないようにお願い致します。

△△研究センター

外部〇〇委員

ユニット戦略課題1

〇〇〇〇〇〇の開発

ユニット戦略課題毎に、以下の事項を主要な内容として評価してください。

ロードマップ

中期計画における目標、アウトカムとその実現に向けたロードマップの妥当性等について評価してください。

- ① アウトカムの的確性
- ② アウトカムへの道筋(研究開発の内容や連携等の方策)、及びマイルストーンの設定の妥当性
- ③ 必要な技術要素の把握の妥当性
- ④ 他機関との優位性等の比較(ベンチマーク)の妥当性

アウトプット(成果)

アウトプット(成果)のアウトカム実現への寄与とその世界水準を基準とする質の高さ等について評価してください。

- ① アウトカム実現への寄与
- ② 世界水準を基準とする質
- ③ これまでのロードマップに示されていない顕著な成果

評点

←セルをクリックして、お選びください。

- A (4点): 優れている。
 - B (3点): 概ね適切。
 - C (2点): 要改善。
 - D (1点): 不適切。
- 特記的に優れている場合には AA(5点)とすることができます。
また、中間的な評点は、例えばAとBの間の場合、A/Bをお選び下さい。

評点判断の根拠	
評価できる点	問題点、改善すべき点

今後の方向性と助言

評価の際には、以下についても考慮してください。

- 「先端研究」には、新たな知識の発見・解明とともに、新たな概念や技術体系の構築等、既存の知識を含めた融合・適用を主体とする研究開発を含み、それらの位置づけや外部連携の実績等も考慮して評価する。
- 「政策ニーズ対応研究」や「知的基盤研究」においては、長期的政策推進計画や国の整備計画等との整合性も考慮して評価する。
- また、ミッションに地域貢献があり、それに対応する研究開発が含まれる場合には、ロードマップやアウトプットのアウトカム実現への寄与における地域貢献の妥当性も考慮する。

記入上の注意

- ・水色の欄へご記入ください。
- ・Excelのセル内での改行は、Alt-Enterで実行できます。
- ・記入されたコメントがセル内に納まりきらず、後ろの部分が表示されていないような場合、行の高さを変更していただいても結構です。(変更されなくても構いません。)
- ・ご返送いただいた後、プログラムによる文書処理を行いますので、エクセルの行や列の追加や削除、セルの結合、シート名の変更は、なさらないようにお願い致します。

△△研究センター

外部〇〇 委員

イノベーション推進への取り組み

成果の発信やイノベーションハブ等による国、社会への貢献等の以下の事項の取り組みと効果等について、研究ユニットが提示する内容の妥当性を評価してください。

- ① 成果の発信や研究ポテンシャルによる、国、社会、産業界、学界、及び国際、知的基盤等への貢献の取り組みとその効果等
- ② 産業人材育成を含む、産学官連携・地域連携等のイノベーションハブとしての取り組みとその効果等

評点

--

←セルをクリックして、お選びください。

- A (4点): 優れている。
- B (3点): 概ね適切。
- C (2点): 要改善。
- D (1点): 不適切。

特記的に優れている場合には AA(5点)とすることができます。
また、中間的な評点は、例えばAとBの間の場合、A/Bをお選び下さい。

評点判断の根拠	
評価できる点	問題点、改善すべき点

今後の方向性と助言

記入上の注意

- ・水色の欄へご記入ください。
- ・Excelのセル内での改行は、Alt-Enterで実行できます。
- ・記入されたコメントがセル内に納まりきらず、後ろの部分が表示されていないような場合、行の高さを変更していただいても結構です。(変更されなくても構いません。)
- ・ご返送いただいた後、プログラムによる文書処理を行いますので、エクセルの行や列の追加や削除、セルの結合、シート名の変更は、なされないようお願い致します。

△△研究センター

外部〇〇 委員

研究ユニット運営の取り組み

研究ユニット運営における活動の活性化とポテンシャル向上に関する以下の事項の取り組みと効果等について、研究ユニットが提示する内容の妥当性を評価してください。

- ・ 所内連携や分野融合
- ・ 資金獲得・効率的活用
- ・ 組織運営や体制の整備
- ・ 内部人材育成
- ・ 挑戦課題の推進等
- ・ その他

評点は必要ございません。コメントをご記入ください。

評価できる点	問題点、改善すべき点

今後の方向性と助言

記入上の注意

- ・水色の欄へご記入ください。
- ・Excelのセル内での改行は、Alt-Enterで実行できます。
- ・記入されたコメントがセル内に納まりきらず、後ろの部分が表示されていないような場合、行の高さを変更していただいても結構です。(変更されなくても構いません。)
- ・ご返送いただいた後、プログラムによる文書処理を行いますので、エクセルの行や列の追加や削除、セルの結合、シート名の変更は、なさらないようにお願い致します。

△△研究センター

外部〇〇委員

その他の意見

ご意見等があれば、ご記入ください。評点は必要ございません。

研究ユニットについて	評価システムについて等

別紙12: 評価システム等に対するコメントと回答

● 肯定的なコメント

□ 評価システムは有効に機能し全体として適切

- ・ 評価の最大のポイントはPDCAサイクルを本当に回すことである。評価のための評価ではどうにもならないが、産総研では各センターの評価に本部の評価部がかなりコミットし、大きな戦略に生かしているように見えるので、評価システムとしては妥当であると思われる。
- ・ 現行の評価システムで問題はない。
- ・ 評価委員会の組織と実施要領は良いと思います。
- ・ 研究ユニット評価の3つの目的を実践していくための本評価システムやスケジュールの基本方針は妥当と考えられる。
- ・ 評価しやすいタイムスケジュールが組まれていたと思います。
- ・ 法人の多くの評価系は、形式的に終わり、時間と労力を費やすだけのミッシンググループに陥りやすいなか、本評価システムはかなり有効に機能していると思われ、よく練られていると思われる。
- ・ 評価システムとその運営はかなり良いほうだと思う。
- ・ 今実施されている評価システムは大変充実したシステムだと思います。一般に評価システムを構成すると評価を気にした研究活動が先行されることが多くなるかと思いますが、しかし、外部評価委員としてこのシステムに触れ感じるのは、評価させるための研究ではなく、独法産総研としてアウトカムを常に志向した研究活動がなされていることです。
- ・ これこそが評価システムの目標であり、研究員の方々が社会を意識した活動を行うことが目標と意識できる、評価システムとなることが重要です。その観点からみると戦略課題の解決のため頑張っている部門メンバーの成果を聞き、この評価システムは機能していると判断します。
- ・ 大変すばらしい活動かと思います。
- ・ 評価システムは、他機関の評価システムと較べても、優れていると思う。特に、「評価資料」とパワーポイント図面は、分りやすくまとめられ、評価がしやすく構成されていた。
- ・ きっちりしたシステムを作り、十分な評価体制ができている様子である。
- ・ 産総研における研究評価制度は十分に機能しているように思う。各研究員に研究の目的、成果の活用方法を考えてもらうことは、非常に重要なことと思う。
- ・ 充分機能していることが分かり安堵している。
- ・ 外部評価委員を増やし、外部の多様な意見を取り入れる方針も良いと思う。
- ・ 詳細な資料が作成されており、大変な時間が割かれているのがわかる。
- ・ 期間を通して務めさせていただき、やはり継続性は大事と実感しました。3年目辺りから、よく理解できるようになりました。最初の頃は、研究ユニット側の説明の仕方も正直言って稚拙でしたが、最終的には他の模範となるような説明ぶりとなりました。
- ・ 短時間で研究開発テーマや活動内容を理解して評価することは困難だが、課題の説明や研究開発テーマの発表に工夫いただいております、かなりわかりやすくなってきているように感じる。
- ・ 評価委員会において、成果説明などが表面的なものとなっているが、これは時間制約があり仕方のないこと、と理解している。これをフォローするため、本研究ユニットが、各委員の専門分野に重点をおいた事前説明を行っているのは意義がある。評価部において、事前説明の必要性が論議されているように聞かすが、可能な限り今後も続けていただきたい。
- ・ 今回見学に参加して実際の装置を見て研究者から説明を受けることにより研究への理解が深まった。評価のスケジュールの中で見学を必ず行うようにすべきであるように思う。
- ・ 評価委員会に先立ち、午前中に見学もさせていただきありがとうございました。とてもいい勉強になりました。お忙しい中、御礼申し上げます。

●提言・改善等のコメント

□ 評価システム全体、評価の視点等に関する意見

外部評価委員によるコメントの要旨	評価部の回答
<ul style="list-style-type: none"> ・ 外部環境の変化に対応し、研究の活性化、成果創出に繋がる柔軟かつ効果的な評価システムに改善する必要がある。 ・ 共同研究先等の顧客満足度の視点も重要 など 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 産業・社会貢献に向けた取り組みを適切に評価できるシステムを目指して、改善を怠らないよう心がけます。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 本ユニットの設置から2年経過して、世の中の環境はどんどん変化しています。本分野の重要性はイノベーションの具体的に担う（役立つ）産総研でしか出来ない機能として益々高まってきています。今後のさらなる変化に対応した、マネジメントの変化や目標の変化対応を評価できるように評価システムも変化されることを望みます。 ・ 産総研が、開発したものがどのようにユーザーで活用されているのか、満足度も含め評価する仕組みが必要と感じます。 ・ どうしても研究成果（アウトプット）中心の評価となってしまうので、アウトカムという観点からは、産総研のCS（顧客満足度）という視点も重要ではないか。 ・ 外部資金獲得額や社外研究者数は一つの指標ではあるが、どれだけ役に立った（役立ちそう）かについては、共同研究先から直接評価してもらうほか、産総研として産業界にどのユニットがどのように評価されているか等の調査も有効であると思われる。 ・ 評価委員の適正や評価結果を評価するシステムも必要ではないだろうか。 ・ 評価方式で改善すべきは、次年度以降の研究企画や予算付けに反映する枠組みにすべきことである。既存の多くの評価は、評価をしても次年度以降の事業に反映できず、予算の枠組みは概算要求時に概ね決まっていて、「評価は評価として実務的に行われるに過ぎない」というシステム不全が、評価に対する熱意を失わせる。また、評価の日をなんとか切り抜ければ、評価者との正式の意見交換はないので、穏当にという対応行動になりやすい。 ・ 今回は、評価の対象となる研究ユニットが、研究部門であったが、関連する研究センターや、産総研組織全体として、これまでどのような評価や課題点が指摘されてきたかの概要が、予め把握できていると、当該ユニットに特化した評価がやりやすくなると思われる。 ・ 国の研究だけでなく研究開発全般について言えるが、国際的なコミュニティ作りや国際規格に向けた発信などがますます重要になりつつあり、産総研の研究部門の枠を超えた産総研全体、さらに、我が国の産官学全体のより一層の戦略的な連携、共同歩調が必要になりつつあると思われる。従って、評価システムも、各研究ユニットの研究成果の評価にとどまらず、我が国全体の中での戦略的位置づけも評価して欲しい。 ・ 評価システムは、イノベーションにどう取組むべきかの戦略設定に応じて評価基準が変わるべきと考えられる。その意味で、現状の評価項目や指標が必ずしも適切と言い難い。時代の変化に即した研究テーマの設定や、研究への取り組み方の変革と、評価システムの変革はセットで考えるべきであり、そのどちらかが欠けてもイノベーションが促進されない。 ・ 当日のプレゼンテーションに参加した評価委員のみの意見を聴取しているが、当日のプレゼンテーション自身もかなり駆け足であり、個別の案件をきちんと評価できるとはいいがたいので、書面審査による評価意見の提出も認めてはどうか。もちろん、実地でプレゼンテーションを聞き質疑を行うことが標準です。 	

□ 評価項目・評価基準に関する意見

外部評価委員によるコメントの要旨	評価部の回答
<ul style="list-style-type: none"> ・ 評価項目、評価データは産業・社会への貢献を適切に評価ができるように更に改善する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 産総研の多様な研究開発に適した評価項目や評価基準の設定を目指していきます。
<ul style="list-style-type: none"> ・ アウトカムの具体性にあまり重点を置かないようにしてほしい。良いアウトプットがあれば、市場性、商品性を考慮して企業側からの共同研究があると思いますので、その時点でアウトカムは十分に評価されるべきとおもいます。アウトカムの評価は5年後10年後さらにその先に決まるもので、短期には予想できないとおもいます。 ・ 本評価では言及記載しなかったが、「アウトカム」の視点での評価であれば、（MOUの有無にかかわらず）「共同研究」やその成果についても（と言うより、その内容や成果こそ）評価の対 	

象とすべきではないか？

- ・ 次につながる芽を摘まないような評価であって欲しい。予算等のインセンティブとセットになった評価であることも必要と思われる。技術組合と分けて評価するのは困難な課題もあると考えられる。一体の評価の中で、ユニットの位置付けを含めて評価すべきのように思われる。
- ・ 当該研究ユニットに限らない問題点ですが、イノベーション推進を評価するには、技術移転件数やノウハウの取得件数などを含まないと、評価できない時代に入っていると思います。
- ・ 短期間のロードマップで約束した目標への達成度と共に、基盤的研究の継続等を進めていることについての評価軸を持つても良いのではないかと。
- ・ 多岐にわたる研究領域を包含している当該研究ユニットにおいては、一軸での評価がきわめて困難である。複数軸によるきめ細かい評価システムの設定が、各々のグループ長の動機づけをさらに高めるものと思われる。対外的なアピールをさらに強固なものにするためにも、評価システムの整備を強く期待したい。
- ・ 研究の評価は、設定テーマの最終目標とその成果で実施すべきであるが、テーマ設定に達成の困難度を加えて、その成果を評価すべきと思う。大事な点は如何に多くのチャレンジングなテーマ設定をできるかであると思う。
- ・ 評点については、「テーマ・成果の評価」と「プロセスの評価」に分けたほうが評価しやすい。
- ・ 研究ユニットの目標を明確化し、それに対してどの程度達成しているかを自己評価するような枠組みがあるとよい。

□ 評価委員会の時間に関する意見

外部評価委員によるコメントの要旨	評価部の回答
<ul style="list-style-type: none"> ・ 評価の内容が多岐にわたっており、短時間では十分に理解するのが難しい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 意見交換の機会を有効に活用するとともに、評価委員会の開催時間を長く取る等の努力をして行きたいと考えています。
<ul style="list-style-type: none"> ・ あまりにも短時間で詰め込まれて、適切な質疑・討論ができない。 ・ 評価委員会の開催は年1回だけで、委員会終了後に求められる評価結果提出までの期間も短い。事前に資料配布はあるものの、内容が専門的なだけに、担当者から実際に説明を聞かないと理解しづらい。にもかかわらず、評価委での個々の説明時間は短く、しかも集中的に行われる。評価委員会の議題を分割し、間隔を空けて2回開くなど、もう少し改善の余地はないだろうか。 ・ 部門内各研究の成果発表については、発表時間が短く感じます。質疑の時間は最後に集約した方が、発表される方もより多くの情報を発表できるので、評価する側も評価しやすくなるのではないかと思います。 ・ 評価会議は十分な説明時間と質疑の必要性からして、午後の半日ではなく、午前からの終日とするのが良いのではないだろうか。 ・ 半日でも一日でも時間的には変わらないので、もっと多くの研究内容を聞きたかった。研究発表を聞けば、どの程度のアクティビティーが有るかはすぐに判断出来る。評価委員に取っては、資料を読む時間が節約できる。 	

□ 評価作業の負担に関する意見

外部評価委員によるコメントの要旨	評価部の回答
<ul style="list-style-type: none"> ・ 評価のための資料や会議の準備のために研究者の時間が費やされ、本来の研究業務を圧迫しているのではないかと。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究ユニットの評価を隔年とするなど評価の効率化を図っていますが、さらに改善を継続して行きたいと考えています。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 評価のための準備が、所員に新たな業務を強いていることが心配である。元々、発表には慣れている人達なので大きな負担ではないと思うが、同様な業務が繰り返したら、合計では相当な時間が取られているはずである。所員には、ペーパーワークが増えない工夫を望みたい。 ・ これだけ多数の幹部が丸1日缶詰になる必要があったのか。発言しない（する必要のない？）出席者も少なからずいたように思う。資料の作成も含めて、もうすこし評価の負担を軽くしても良いのではないかと。 ・ 本ユニットに限る話ではないが、産総研の評価は評価部と研究ユニットの双方にかなりの負担をかけているのではないかとおもう。もう少し軽量化しても良いのではないかと。例えば一般向けの成果発表会や、オープンハウスに外部評価委員を招待すれば、研究現場の負担は減るのではないかと。 	

□ 評価委員構成に関する意見

外部評価委員によるコメントの要旨	評価部の回答
<ul style="list-style-type: none"> ・ 学術面だけでなく、産業界に立った視点での評価委員を増やす必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 平成24年度から、産業化視点及び社会的視点による評価をいただける方々の割合を増やしています。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 工学系（大学教員ではなく、企業などで製品化を経験したことのある、エンジニアリングの重要性が理解できる方）や技術経営（MOT）の評価委員をもう少し増やした方がよいと感じました。学術面では、当該ユニットは優れた評価を獲得済みです。これに対して、エンジニアリング面でのノウハウや知的財産を具体的に評価できる方の意見を聞かないと、今後の展望を考えるヒントが得られないと思います。 ・ 複数分野からの外部審査員及び内部審査員を配置したことは、評価の適正さにとって重要なことと考える。余裕があれば、理工系以外から弁理士や知財担当者、特許審議官、経営観点の審査員なども今後配置すると、社会のニーズや趨勢を見誤ることなく意見を吸い上げることができる。 	

□ 評価資料の記載、説明内容に関する意見

外部評価委員によるコメントの要旨	評価部の回答
<ul style="list-style-type: none"> ・ 資料の記載内容や方法について、評価に必要な情報を分かりやすく掲載することなどの改善が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 評価に必要な情報をわかりやすく掲載・説明する工夫をより一層図るように行きます。
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 萌芽的な研究から応用研究まで幅広い研究課題がある。それぞれの課題について何をアウトカムとするかを明示したほうが良いと思われる。 ・ 資料の内容が評価する側にとってわかりにくい。目標の設定、その目標に対する達成度などが分かりやすくなっているとより評価はやりやすいと感じる。 ・ 基礎研究、産業化に近い研究等多様な研究が含まれることはよいが、特性の相違を含めた評価システムが必要。上記の視点を含め、個々の研究の位置づけを示すポートフォリオがあれば、理解しやすい。 ・ 技術水準を評価に含めるのであれば、ベンチマークを評価資料に必ず含めるようにすべきである。 ・ ベンチマークは2つのレベルで実施してほしい。1つは部門全体としてのベンチマークで、世界の研究機関とのベンチマークを、2つめは各研究テーマのベンチマークである。ユニット全体や部門全体のベンチマークは、相対的な比較には有効であるが、全体の平均となり曖昧なものになりやすい。各担当には自明であっても、研究テーマ毎のベンチマークを示すことが重要と思う。 ・ 重点課題毎に、アウトカムやアウトプットの説明にばらつきがあるように感じた。プレゼンにおいてもある程度、統一的なフォーマットがあるとよいかもしれない（一部の重点課題は、予算額や人員、論文業績など述べていないケースもあった）。 ・ 今回は初めてなので、研究が以前に比べてどの程度進んだのかがわからなかった。アウトプットのみでなく、研究の進行状況を評価に加えたほうがよいと思う。 ・ 課題・テーマ選定の理由・妥当性、目標設定の妥当性、資源配分（人・物・金）の考え方、実現した場合の社会等へのインパクトの大きさ、費用対効果、計画に対する進捗・課題、他の研究機関・大学に対する優位性等、も説明頂きたい。 ・ ベンチマークの記載はあるものの、絶対成果の説明だけでは、世の中の水準や競争相手のレベルが分かりにくいものもある。説明に工夫が必要。 ・ 一日中座りっぱなしで長いプレゼンを聞いているのでは、集中力が続きません。プレゼンで全体・総括的な話を聞いたうえで、個別技術の話は現場を訪問して、研究者から直接聞きたかった。

□ その他の意見

- ・ 正直難解である。言葉の定義が曖昧なので、それぞれについて評価を問われても回答がしにくいです。今後改善頂けましたら幸いです。
- ・ イノベーションの発揮のためには自由な雰囲気が必要である。研究者の能力が最大限に引き出せるよう、過度なマネジメントとならないようにして欲しい。
- ・ 産総研全体あるいは国の問題とも思うが、国際化推進のなかで知財のプロテクションをどう考えていくかも重要な視点である。
- ・ 評価委員のコメントは思いがけない方向からの鋭い指摘がある反面、単にその場の思い付きをもらったに過ぎないということもありがちである。実際そのような場面も経験した。評価委員が言ったからといって、単なる思い付きに付き合う努力をするべきではない。評価される側の方が問題点を切実に感じていることが多く、評価をいわばてこ入れに使いたいと思う事もあるだろう。せつかく多くの時間を費やしたのだから、点数を付けるのが目的ではなく、今後の研究のベクトルをそろえるのに役立つような纏め方が望まれる。

おわりに

本報告書では、平成24年度に実施した21研究部門と9研究センターの研究ユニット評価の結果、及びその他の研究ユニットにおける開始時意見交換会と評価委員意見交換の開催状況について報告した。

本年度の評価結果では、研究開発について、多くの研究ユニットで世界のトップに立っていることや、基礎と応用の両輪を連動させている優れた研究であること、あるいは標準の基幹をなす研究・開発が行われており国際的にもリードする立場を誇っていることなどが高く評価されている。また、量産技術の実現と製品化段階に大いに利用される基盤技術の知見など、実用化に向けた研究開発の着実な進展が高く評価されている。

外部連携や人材育成等のイノベーション推進への取り組みの評価では、世界的に独自性・優位性があることや先端技術・機器等を保有し、技術研究組合、省庁、企業等と積極的に連携していること、産業や技術の情報を広く収集し活用していること、成果が企業、研究機関、行政等に活用されていること、及び人材育成に積極的に取り組んでいること等が高く評価されている。

上記のように産総研の大部分の研究開発の「研究成果の水準」は高いと評価されている一方、研究開発の進展に伴い、「今後の主要な課題と方向性」として多くの助言が得られている。

これらの内容には、実用化等に向けた一定の段階に達しており今後企業等外部の機関との役割分担を含む展開の明確化が必要であること、研究開発以外の取り組み例えば世界中の同業者を引き付ける新たな構想のアピール等をより一層積極的に行うこと、あるいは「なぜこの研究が必要なのか」をもっと一般国民に知らせることが必要とするなどの指摘がある。さらに、研究開発の多様性の確保と焦点を当てるテーマとのバランスをどうするかについても多くの指摘がある。

このような、企業活動や社会との相互関係あるいは研究開発全体の構成についてどのようにするべきかについては、評価委員にも議論があるが、今後の産総研における活動をよりの確にするためには、それらの方針を明確にすることが重要である。

本年度評価委員会を開催しない研究ユニットについては、評価委員の評価対象の理解を深めるとともに助言を得る機会として開始時意見交換会や評価委員意見交換を行った。

これらを含め、産総研における活動の進展とそれを取り巻く状況の変化に対応した、より適切な評価がなされるように、今後も引き続き改善を行い、より一層適切なものとしていきたい。

末筆ながら、本評価にご尽力いただいた評価委員各位、及び評価資料の作成をはじめとする研究ユニットの関係者等、評価の実施に協力していただいた関係者各位に感謝申し上げます。

平成24年度 研究ユニット評価報告書

平成25年4月23日

独立行政法人 産業技術総合研究所 評価部

〒305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第2

つくば本部・情報技術共同研究棟

電話 029-862-6096

<http://unit.aist.go.jp/eval/ci/>

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。



AIST06-X00003-8