

平成28年度
研究評価委員会
(計量標準総合センター)
評価報告書

平成29年6月



国立研究開発法人

産業技術総合研究所 評価部

評価報告書 目次

1. 評価委員会議事次第	1
2. 評価委員	3
3. 評価資料（主な業務実績等（委員会開催時 ¹ ））	5
4. 評価資料（説明資料（委員会開催時 ¹ ））	21
5. 評価資料（主な業務実績等（年度末確定値））	89
6. 評価委員コメント及び評点	91

¹ 平成 29 年 2 月 7 日

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
平成 28 年度 研究評価委員会（計量標準総合センター）
議事次第

日 時：平成 29 年 2 月 7 日（火）10:00-17:00

場 所：国立研究開発法人 産業技術総合研究所 つくば中央第 3 事業所（3-9 棟 3 階 第 4-6 会議室）

開会挨拶	理事 島田 広道	10:00-10:05
委員等紹介・資料確認	評価部研究評価室 田中 洋平	10:05-10:10

計量標準総合センターによる説明（質疑含む） （議事進行：初澤 毅 評価委員長）

1. 領域の概要と研究開発マネジメント

（1）領域の概要 （説明 10 分）	10:10-10:20 計量標準総合センター長 三木 幸信
-----------------------	----------------------------------

（2）領域の研究開発マネジメント （説明 20 分、質疑・評価記入 30 分）	10:20-11:10 研究戦略部長 臼田 孝
--	----------------------------

2. 「橋渡し」のための研究開発

（1）「橋渡し」につながる基礎研究（目的基礎研究） （説明 15 分、質疑・評価記入 20 分）	11:10-11:45 分析計測標準研究部門長 野中 秀彦
---	----------------------------------

（2）「橋渡し」研究前期における研究開発 （説明 15 分、質疑・評価記入 20 分）	11:45-12:20 物質計測標準研究部門長 藤本 俊幸
--	----------------------------------

昼食・休憩（40 分）	12:20-13:00
-------------	-------------

現場見学会（80 分）	13:00-14:20
-------------	-------------

（3）「橋渡し」研究後期における研究開発 （説明 15 分、質疑・評価記入 20 分）	14:20-14:55 工学計測標準研究部門長 高辻 利之
--	----------------------------------

休憩（30 分・休憩場所でのデモ展示含む）	14:55-15:25
-----------------------	-------------

3. 知的基盤の整備 （説明 20 分、質疑・評価記入 20 分）	15:25-16:05 物理計測標準研究部門長 中村 安宏
--------------------------------------	----------------------------------

総合討論・評価委員討議・講評 （議事進行：初澤 毅 評価委員長）

総合討論（総合センター等への質疑を含む）	（15 分）	16:05-16:20
評価委員討議（総合センター等役職員 退席）	（15 分）	16:20-16:35
評価記入（総合センター等役職員 退席）	（15 分）	16:35-16:50
委員長講評（総合センター等役職員 着席）	（5 分）	16:50-16:55

閉会挨拶	理事 島田 広道	16:55-17:00
------	----------	-------------

評価委員

計量標準総合センター

委員長	氏名	所属	役職名
○	初澤 毅	国立大学法人 東京工業大学 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所	教授
	金澤 秀子	慶應義塾大学 薬学部	教授
	虎尾 彰	JFEテクノリサーチ株式会社 知的財産事業部 グループ知財支援部	主査
	野田 華子	アンリツ株式会社 技術本部	先進技術開発センター長
	橋本 秀樹	株式会社 東レリサーチセンター	取締役 営業部門長
	堀井 茂	一般社団法人 日本計量機器工業連合会	専務理事

所属・役職名は委員会開催時。

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
平成 28 年度 研究評価委員会（計量標準総合センター）
評価資料（主な業務実績等）

1. 領域の概要と研究開発マネジメント

（1）領域の概要

計量標準総合センター（NMIJ）は、2001年4月の独法産総研の発足以来、それまで欧米に比べ不十分とされた計量標準の整備と供給（産総研法第11条に定める第3号業務）を主要課題として活動してきた。この間、2010年までに欧米諸国に比肩しうる計量標準を整備するという、知的基盤整備計画（2000年度～2010年度）を達成し、2010年度～2014年度の産総研第3期中期目標期間では、それまでに確立した計量標準の維持・高度化を継続しつつ、環境、エネルギー、医療、健康に寄与する計量標準を中心とした60を超える計量標準を立ち上げた。一方、貿易の技術的障害に関する協定（WTO/TBT）を契機として国際的な基準認証の同等性・整合性が求められる中、国際的には国際比較を通じた計量標準の同等性評価、国内的には国家標準への校正ルート（所謂トレーサビリティ制度）の確立が求められた。このため、NMIJは国家標準の整備にとどまらず、国際比較の立案遂行など国際同等性確保のスキーム作り、タイ国家計量標準機関の設立などの途上国支援、国内校正ラボの整備のための標準供給体制の整備も同時並行的に行った。また、法定業務である特定計量器の型式承認、基準器検査、計量人材の育成を着実に執行してきた。これらの活動を通じて、米・独とならび質量定義改定に対応した世界4カ国の一角を占めるなど、国家計量標準機関としての国際的プレゼンスは2000人以上の職員を擁する米国立標準技術研究所（NIST）、ドイツ物理工学研究所（PTB）などに次ぐ地位を占めるに至った。

このようにNMIJ設立当初の目標が順調に達成される一方、産業構造審議会及び日本工業標準調査会の合同会議である「知的基盤整備特別委員会」の中間報告（「知的基盤整備・利用促進プログラム」2012年8月）では、中小企業なども含むユーザーサイドでの計量標準の活用状況はまだ不十分であると指摘されている。また基本的な標準が整備される一方で計量標準への個別ニーズは量目・範囲ともますます多岐に渡り、特に標準物質では組成や濃度など無限とも言える組み合わせが求められている。このような背景を踏まえ経済産業省が中心となって策定した計量標準整備計画(2013年度から2022年度まで)では、整備状況の進捗をチェックするとともに、ユーザーニーズを調査し、その結果を整備計画に反映させる機動的な計量標準の整備が求められている。

さらに、2010年までの整備計画達成にともない市場の目が最新の計測課題の解決に向けられ、計量標準に加えて計測技術の開発も不可欠であることを指摘する声も聞かれるようになった。同時に、計量標準について卓越した実力を有するNMIJに対し、標準と技術的に近接する計測技術についても研究開発を期待し、発展的に製品化や事業化を意図するユーザーも少なくない。このような計量標準を取り巻く事業環境の変化とほぼ時を同じくして、産総研第4期中長期目標期間では、橋渡し機能の強化が最大の目標となり、技術シーズから事業化まで切れ目なくつなぐ機能が強化されている。NMIJにおいても上述した計量標準の的確な整備と普及に加えて、計量標準に関連した計測技術の開発を行い、目的基礎研究の成果創出や技術シーズの産業界への橋渡しを行うことが求められている。以上のことから、第4期ではこれまで通り以下を中核となるミッションとして位置づけ、

（中核となるミッション）

- ・ 確立した計量標準の着実な維持と供給
- ・ ユーザーニーズ調査に基づいた計量標準の開発と供給
- ・ 国際的な枠組みでの計量標準確立への貢献
- ・ 計量法業務の的確な遂行

これに加えて新たな挑戦として、
(新たな挑戦)

- ・計量標準の整備によって築かれた高精度計測技術とその派生技術を生かした橋渡し機能強化
- ・長期的な観点から、将来の科学や産業で必要とされる計量標準や知的基盤の整備に向けた目的基礎研究の推進

に注力することとした。

また、上記の目標を効率的に遂行するため、第3期までは全ての量目について計量標準を担っていた計測標準研究部門を技術分野ごとに分割し、以下の4研究部門、1普及センター体制とした。これにより、各研究部門の長を関連技術分野の市場ニーズ（標準・計測）を把握する司令塔として明確化して、これまで以上に市場との連携を緊密化する。さらに、研究部門ごとに標準と計測のバランスを勘案して、部門の事業効率を最適化する役割を付与した。

- ・工学計測標準研究部門：質量、力学、長さ・幾何学、流体の各標準および法定計量
- ・物理計測標準研究部門：時間周波数、温度、電磁気、放射測光の各標準
- ・物質計測標準研究部門：化学・材料系の物質量や幾何学量等に係わる標準物質および各標準
- ・分析計測標準研究部門：音響、量子放射の各標準および将来の計量標準を目指した先端的分析機器の開発
- ・計量標準普及センター：計量標準の品質管理、計量法に係る計量技術に関する関係機関との調整、国内の計量技術者の計量技術レベル向上のための計量教習など

(2) 領域の研究開発マネジメント

平成28年度の研究開発の方針は、予定されている計量標準の整備に必要な研究開発を適切に行うこと、技術コンサルティングの拡大等により更なる外部資金獲得を目指すとともに、持続的発展のために必要な策を検討し、実施に移すこととしている。領域内のすべての活動は研究ユニットや担当部署で行なわれることに鑑み研究ユニット、研究戦略部、計量標準普及センターと領域の役割分担も整理しつつ、連絡や協議を綿密に行い、NMIJとしての一体感を継続する。年度計画に基づいた全体的な取り組みは以下の通り。

① 計量標準の整備と利活用促進

2013年度から2022年度までの計量標準整備計画に基づき、新たな計量標準を開発すると共に、イノベーションの創出や利活用の観点から、これまでの計量標準の精度向上、普及技術の開発にも取り組んだ。その代表的成果を以下に示す。

(社会の安全・安心への貢献)

がん治療のための放射線・放射能標準の整備、蓄電デバイスの安全性評価基準の確立に向けた蓄電池の内部インピーダンス標準の整備、マラリア診断デバイスの実用化を可能とする標準の開発など

(次世代計量標準の開発)

国際キログラム原器の安定性を超える精度でキログラムの実現に成功、2018年に見込まれるキログラムの普遍的な定義への改定への貢献、単結晶の原子ステップを利用したものさしの開発など

(計量標準の利活用を促進するセンサー・標準器開発)

電磁波の位相・振幅相関を利用した農産物等の水分量の高速センサーの開発、次世代薄板ガラスの残留歪み計測のための高速位相計の開発、高温熱電対標準の整備、微量水分計の範囲拡大、定量NMRとクロマトグラフィーを組み合わせた新規計測法など

② 法定計量業務の実施と人材の育成

産総研は国家計量機関として、計量法に基づき国家計量標準を社会に供給する責務を担って

いる。また、一般の測定器より強い法規制を受ける特定計量器の試験も産総研の役割とされている。本年度の業務の実績（いずれも 2016 年 11 月末時点）は、国家計量標準の供給が 284 件、産総研依頼試験が 196 件、標準物質の頒布が 1,338 件である。さらに、特定計量器に関する試験は、基準器の検査が 1,156 件、型式承認試験が 61 件である。年度末時点では前年度とほぼ同程度の実施件数が見込まれる。また、計量士等への教習や講習、幅広い計量人材に向けた研修の今年度の参加者は合計で 679 名であり、累積ベースで 26,000 名の修了生数を達成した。

③ 計量標準の普及活動

計量標準の効率的な利用と利用者の拡大を図るため、標準整備や供給に関する PDCA サイクルの実施、産総研内での供給体制の整備と外部への技術支援、国内外の関連機関との連携を図った。具体的成果として、最新のニーズに基づいて整備計画を見直し、また標準供給に関して産総研内のマネジメントシステムの維持・管理、計量法校正事業者登録制度（JCSS）への技術支援を実施した。さらに、共同研究等の実施により国内校正事業者の能力向上や競争力強化を支援した。国際連携では、アジア太平洋計量計画（APMP）など国際的な団体での議長国ポストを獲得するなど、産総研のプレゼンスを向上させた。

④ 計量標準に関連した計測技術の開発

計量標準と計測技術は不可分の関係にあり、特に正確な目盛を必要とする計測技術の開発は計量標準と表裏一体である。また計量標準と計測技術は高感度センサーの開発に結びつくなど、標準・校正という枠を超えて「橋渡し」研究へとつながる可能性をもつ。このような認識の元、今年度は引き続き計量標準と計測技術の一体的開発を行った。同時に、計量標準の供給を通して構築した校正に関わる人材との緊密な関係をベースに、製品の開発・設計レベルでの連携を強める仕組みの構築に努めた。このような方針の下で、当領域が行う研究開発の方向性は、大きく以下の 3 つに分けられる。

- ・これまでにない定量化、分析技術など「測定評価方法の開発」
- ・測定評価方法を計測器・測定器に一般化させる「装置化」
- ・計量計測技術により品質向上、製品開発を支援する「ソリューション」の提供

これら技術的課題を解決するための研究開発に取り組み、2 章に挙げた具体的成果を得た。

（2-1）技術的ポテンシャルを活かした指導助言等の実施

・技術的指導助言等の取組状況（モニタリング指標） (技術コンサルティング)

昨年度新制度として開始した技術コンサルティングについては、計測分析・計量標準校正などに関する基盤的かつ先端的な技術や豊富な知識を元に、認証や校正に関する技術指導、計測機器の特性や信頼性評価、製品化のためのアドバイスなど、コンサルティング業務をさらに拡大して実施した。契約数は 106 件（2016 年 12 月 20 日現在、昨年度同時期に比べ 2.5 倍）、契約金額は約 1.1 億円（2016 年 12 月 20 日現在、昨年度同時期に比べ 4.6 倍）に上る。

(分析計測機器の公開)

TIA の先端機器共用イノベーションプラットフォームおよび文科省事業・微細構造解析プラットフォームに参画して先端分析計測機器を公開している。企業や大学研究機関に対して技術相談、技術補助、技術代行などで約 50 件の計測分析の支援（2016 年 12 月末現在）を実施した。また、これをきっかけに共同研究や受託研究等にも発展している。

(計測クラブ活動)

国家計量標準を普及かつ共有する場として、19 の計測クラブを運営している。それぞれの計測クラブで、研究会・講演会（21 件）、技術相談、情報発信等を行い、約 3,100 人の登録会員との交流を通じ産業ニーズの把握及び施策への反映に努めた。

(ピアレビューアーの派遣)

国際的に認められた計量計測標準に関する知見および技術ポテンシャルを活かして、13名の研究者を5ヶ国の国家計量標準機関へと派遣し、技術審査員(ピアレビューアー)としての活動を実施した。

以上、技術的指導助言等の取組状況においては、新制度である技術コンサルティング業務を積極的に活用しながら、技術指導や信頼性評価に取り組み、昨年度の取組みをさらに発展させ、契約件数(前年度同月比2.5倍)、金額(同4.6倍)とも大きく伸ばした。また、先端的な分析計測機器の公開や、活発な計測クラブ活動を介した広報、普及、情報収集に努め、海外5カ国での技術審査にも貢献した。

(2-2) マーケティング力の強化

・マーケティングの取組状況(モニタリング指標)

(連携の推進体制)

計量標準総合センター長(理事)、研究戦略部長、研究企画室長、各ユニット長、各研究部門の連携担当、イノベーションコーディネータ、知財オフィサーをメンバーとする技術マーケティング会議をNMIJ内に設置し、連携活動の情報共有、方針等の決定、かつ、連携活動を主導する体制とした。この会議を月1回程度開催し、かつ、研究現場では、部門幹部等がコーディネータ的に活動し、研究員によるボトムアップの連携活動を促進した。これらの取組みおよび昨年度1年間の連携活動の分析により、同一企業の複数部署への連携の促進、技術コンサルティングのノウハウの共有や最適化、個々の研究者の技術マーケティング能力の強化につながった。

(企業との連携)

計量標準総合センター長を筆頭とする幹部で、包括連携を進めている企業等を訪問するなどし、トップ会談等で組織的な連携の構築と強化を図った。また、連携担当や研究者が産総研テクノブリッジフェア(つくば、北海道、福井、石川、九州・沖縄、大手企業)等の展示会に出展、その後、企業との技術交流会等に参加するなど個別連携の展開も図った。

(コンソーシアム活動)

ナノテクノロジーの進展に重要なナノ材料の評価手法・装置の開発をオールジャパン体制で推進するため、2013年6月に島津製作所、日本電子、リガク、日立ハイテクノロジーズ、堀場製作所の5社と産総研でコンソーシアムを設立した。2016年4月からスタートした第2期では、ナノ材料規制における該否判定への利用に向けてナノ粒子複合計測システムプロトタイプの高度化を進め、新たに材料系メーカーをメンバーに加え、個別材料系への詳細な適応を進めている。

以上、マーケティングの取組状況においては、独自の技術マーケティング会議を通じた所内連携体制の元、積極的な企業訪問等のトップマネジメントを行う一方で、研究者による産総研テクノブリッジフェア出展や、企業連携のノウハウ共有等のボトムアップによる個々の研究者のマーケティング力の向上も図るなど、橋渡しを推進するための組織的な活動に取り組んだ。その結果、企業への橋渡しや民間資金獲得額の目標達成(見込)などにつなげることができた。

(2-3) 大学や他の研究機関との連携強化

・大学や他の研究機関との連携状況(モニタリング指標)等

(産技連活動)

産業技術連携推進会議では電磁環境分科会(EMC研究会、香川、11/10-11、参加機関数42)、計測分科会(傘下の材料評価技術研究会、温度・熱研究会、形状測定研究会、香川、12/1、参加機関数58機関)、分析分科会(香川、12/1、参加機関数32)及び知的基盤部会総会(香川、12/2、参加機関数48)を全国の地域公設試験研究機関と連携して開催、共通の課題解決に関する情報交

換を実施した。また、近年の急速な LED 照明の普及に対応し、光放射計測研究会を新設し、研究会を開催するなどの活動を開始した。

(国際連携活動)

メートル条約に関連した活動では、国際度量衡委員会の委員ポストを維持し、同委員会や傘下の諮問委員会、作業部会に多数の専門家を派遣するなど国際計量活動に貢献した。またアジア太平洋計量計画 (APMP) の議長ポストを獲得し、今期より活動を開始した。アジア地域を中心として9 か国に 28 名の専門家を派遣し、派遣先の国家計量システムへの技術審査・アドバイスや技術研修を行ったほか、APMP による途上国向け招聘事業を活用して 11 か国から 25 名を招聘・研修を行うなど、我が国の計量分野の国際的プレゼンスを向上した。

(全国の地域公設試験研究機関等との連携)

産総研の 3D 幾何計測技術を中核技術とし、3D 計測と 3D 造形の連携により、モノづくりのクローズドループ化を進めるプロジェクト(所内競争的予算)において、全国 45 地域公設試+17 企業+3 有識者による地域連携体制を構築した。これにより地域企業が頼る地域公設試の技術力を向上させると共に、セミナーの開催や 3D 測定ユーザー向け教科書の共同執筆などを通し、3D スキャナの性能や精度の評価技術の普及に貢献した。

以上、大学や他の研究機関との連携においては、産業技術連携推進会議や 3D 計測プロジェクトを通じた全国の公設試験研究機関との広範な連携ネットワークによる橋渡し拠点を構築し、地域企業からの計測ニーズへの対応力向上に貢献した。国際度量衡委員会をはじめとした国際計量関係の委員会や作業部会等の重要ポストを獲得・維持すると共に、多数の専門家を派遣して国際計量分野の発展に寄与した。

(2-4) 研究人材の拡充、流動化、育成

・産総研イノベーションスクール及びリサーチアシスタント制度の活用等による人材育成人数(評価指標)

(イノベーションスクール等)

イノベーション人材育成人数は、今年度の目標 6 人に対して、イノベーションスクール生(博士課程) 1 名とリサーチアシスタント生 8 名の計 9 名を受け入れ、目標を達成した。また、ポストドク 5 名、技術研修生 87 名(うち連携大学院生 6 名)も受け入れて指導している(2016 年 12 月時点)。連携大学院の客員教授等は、7 大学に対し 12 名を派遣した。

若手研究者の人材育成に関する事業として、ナノテクキャリアアップアライアンス事業において、博士後期学生～若手研究者を対象に光周波数計測技術ならびに先端量子ビーム分析法に関する 2 つの講義・実習コースを開催した。また修士学生～若手研究者向けの TIA 連携大学院の事業の一環として、筑波大学や高エネルギー加速器研究機構と協力して、先端計測・分析サマースクールを開講し、陽電子消滅や過渡吸収分光など最先端の計測・分析技術に関する講義を 10 名以上の参加者に対して行った。更にインターンシップを当領域が主体となって 2017 年 2 月中旬に開催する予定である。

国際的な人材育成に関する事業として、インドネシアで行われた国際プロジェクトでの質量校正の研修に 4 名の専門家を派遣し、13 経済圏・21 名の研修生に技術指導を行った。また日本で実施したレーザー干渉計を用いた長さ校正の研修に 10 か国・15 名の研修生が参加し、産総研の 8 名の専門家が技術指導を行った。

以上、研究人材の拡充、流動化、育成においては、イノベーション人材における採用人数の数値目標を達成するとともに、新規の人材育成事業としてナノテクキャリアアップアライアンス事業やインターンシップなどをスタートさせ、質量や長さの校正技術に関する国際的な人材育成の支援なども行うことで、国内外の人材育成・連携活動に幅広く貢献した。

2. 「橋渡し」のための研究開発

(1) 「橋渡し」につながる基礎研究（目的基礎研究）

① 具体的な研究開発成果（評価指標）

将来の「橋渡し」に繋がる技術シーズや、世界トップレベルの成果の創出を目指した「目的基礎研究」においては、これまで当領域が築いてきた精密計測技術における強みを生かし、計量標準機関の競争力根幹に関わる計測、分析、評価技術について、量子化による高分解能化・高精度化、分析技術の開発・効率化、新たな現象を評価する技術の開発に取り組んだ。

具体的な研究開発成果は以下の通りである。

- ・ 電磁力によるトルク計測技術に関する研究：ワットバランス法の原理に基づいた新しいトルク計測技術に関する研究を行い、トルク変換器を安全に取り付けることができる過負荷防止機能付きカップリング等の要素技術を開発することにより、高い微小領域への拡張性を有した世界で初めての電磁力による方法で SI トレサブルなトルクの実現に成功した。これらの成果について、本分野で波及効果大きな国際誌 1 報、特許出願を 1 件行った。
- ・ 原子ステップを利用した微小段差試料の提案と作製：究極に小さな段差のひとつとして、サファイアの原子ステップを基準としたナノ段差試料の開発を進めた。単原子ステップからなる両段差構造を誘起することに成功し、信頼性のあるナノメートルスケールのものさしを現場に届けられる技術を確立した。加えて、ナノメートルオーダーの長さ標準として ISO に提案を予定している。
- ・ 未利用熱の活用に向けた新規熱電材料の探索技術の開発：高効率な新規熱電材料を探索するための計測技術として、交直（AC-DC）変換の国家標準を活用し、世界初のゼーベック係数（熱電変換係数）の絶対値を測定する新手法を開発し、素材メーカーと共同研究を開始した。これらの成果について、論文投稿を 2 報行うとともに、特許 1 件、外部受賞 2 件、外部資金 2 件を得た。
- ・ セシウム原子の共鳴を利用した新たな電磁波計測技術の開発：セシウム原子を封入したガラスセルとレーザーで構築された電磁波強度分布システムを世界に先駆けて開発し、アンテナやケーブルなどを使用せずにワイヤレスで電磁波の波長以下の高分解能測定を可能にした。（プレス発表：2016 年 7 月 11 日、タイトル：「セシウム原子の共鳴を利用した新たな電磁波計測技術の開発」、論文 1 報、外部資金 1 件）
- ・ 二段修飾によるタンパク質の高感度・高精度分析法開発：目的に適したタンパク質の誘導体化反応を二段階で行う新規誘導体化法を開発し、汎用質量分析装置でも生体試料中の微量ペプチドやインスリンを高感度かつ高精度に測定することを可能とした。これらの成果に関して、国際誌 1 報、国際学会 1 件を行った。
- ・ 定量 NMR 法とクロマトグラフィーを組合わせた新規計測法：定量 NMR とクロマトグラフィーを組み合わせた新規計測法を開発し、国際単位系にトレサブルな基準物質を一つ用意することで、混合標準液中の多成分を同時に値付けすることが可能な、世界的に類を見ない効率的で新しい計測技術を確立した。
- ・ 生体計測のための光イメージング技術の研究：光を用いて生体組織などの多重散乱媒質内部の断層をより深く高精度にイメージングする技術を実現すべく、量子光を使用せずに白色光で動作可能な計測システムの開発に取り組んだ。本年度は、開発中のシステムで問題となっていた不要な像（アーティファクト）について、簡単かつ効果的に軽減する計測手法を考案し、その効果を実証した。これらの成果について、論文発表 2 報を行った。
- ・ 放射線損傷における基礎過程の解明：低エネルギー電子が生体損傷に大きな影響を与えることが知られており、低エネルギー電子発生メカニズムを探索した。他機関との連携のもとで NMIJ が持つ放射線計測技術により、日本初の短波長自由電子レーザー装置である SCSS 試験加速器から供給される強力な極紫外光パルスでネオン原子の集団に照射すると多くの電子が数珠つなぎで飛び出してくる新しい現象を発見するとともに、安定な 2 価イオンが原子集団の中に存在すると周囲にある原子をイオン化して低エネルギー電子を放出する新しい現象を解明することに成功した。得られた成果は、即効性があり世界に公表可

能な国際誌 Nature Communications (IF: 11.47) にて 2 報を報告した。

② テーマ設定の適切性 (モニタリング指標)

当領域がコアとなる競争力をもつと考えられる研究テーマを設定するため、各部門が所掌する単位に関連して、正確な目盛 (国家標準とのトレーサビリティ) を必要とする計測技術を中心的な競争力と位置付け、計量標準機関としてのコアコンピタンスの醸成に資する研究、具体的には量子単一ユニット標準への挑戦、標準を内包 (Intrinsic) する計量標準への挑戦、高感度、高分解能、高精度な標準への挑戦、計測場を乱さない新規技術、標準供給を効率化するゲームチェンジ、新たな分析及び計測技術への挑戦を研究開発の基本的なありかたとしている。また、将来的な製品化や事業化を見据えて、市場への円滑な導入を先導するため、研究開発の結果を基盤的な試験法や計測法として ISO や JIS などに標準化する道筋も重視している。さらに、自前主義から脱却し外部との適切な連携を構築することも競争力確保の観点から重要である。この際、国内の校正事業を網羅的に把握している利点を最大限に生かして、校正から連続して広がる計測の現場や製品開発レベルでの連携を拡充する仕組みの構築に努めているところである。これらの観点はそれぞれのテーマにおいて下記の通り適切に反映されている。

- ・ 電磁力によるトルク計測技術に関する研究：トルク計測技術を競争力としてワットバランス法の知見を援用した量子標準の開発に挑戦した。
- ・ 原子ステップを利用した微小段差試料の提案と作製：最高精度の長さ計測技術を競争力として ISO 化も視野に入れた単一原子を基準とする intrinsic な計量標準の確立に挑戦した。
- ・ 未利用熱の活用に向けた新規熱電材料の探索技術の開発：交直 (AC-DC) 変換の国家標準を活用した新たな計測技術の開発に挑戦した。
- ・ セシウム原子の共鳴を利用した新たな電磁波計測技術の開発：最高精度の電磁波計測技術と量子計測技術を融合し、計測場を乱さない新しい計測技術を開発した。
- ・ 二段修飾によるタンパク質の高感度・高精度分析法開発：高感度生体成分定量分析技術やタンパク質分析技術を競争力とした新たな分析技術の開発に挑戦した。
- ・ 定量 NMR 法とクロマトグラフィーを組み合わせた新規計測法：定量 NMR 法とクロマトグラフィーを組み合わせることで標準供給を効率化するゲームチェンジを図った。
- ・ 生体計測のための光イメージング技術の研究：光イメージング技術を競争力とした新たな分析計測技術の開発に挑戦した。
- ・ 放射線損傷における基礎現象の解明：最高精度の放射線計測技術を競争力とし、大学との連携により新たな分析計測技術に挑戦した。

以上、正確な目盛を競争力の源泉としつつ、世界トップレベルの成果を生み出しており、テーマ設定として適切である。

③ 論文数 (モニタリング指標) の目標値と実績値

インパクトファクター付き専門誌等の論文数の今年度の目標値は 200 報 (前年度比 108 %) である。2016 年 12 月時点においては 129 報で前年度同月比 111 % で推移していることから年度末での目標を達成する見込みである。

以上、潜在的な社会的ニーズを見据えた上で、計量標準機関の競争力根幹に関わる計測、分析、評価技術について、量子化による高分解能化・高精度化、分析技術の開発・効率化、新たな現象を評価する技術の開発に取り組んだ。なかでも、ワットバランス法の原理を用いた電磁力によるトルクを実現し、微小領域への高い拡張性を有する世界で初めての電磁力による国際単位系にトレーサブルなトルク標準を確立したほか、高効率な新規熱電材料を探索するための計測技術となるゼーベック係数 (熱電変換係数) の絶対値を測定する世界初の新手法を開発するなど、世界トップレベルの成果の創出や新たな産業分野の基盤として必要な技術シーズを実現した。

(2) 「橋渡し」研究前期における研究開発

① 具体的な研究開発成果（評価指標）

将来の産業ニーズや技術動向等を予測し、企業からの受託研究に結び付くことを目指す「橋渡し前期」研究においては、新たな測定評価法の開発と共に、ユーザーの階層を広げる装置化にも重点的に取り組んだ。具体的な研究開発成果は以下の通りである。

- ・ 材質識別可能な流れ場粒子径計測法：ナノ材料製造ラインにおける品質管理では、粒子径計測および目的外粒子識別が不可欠とされている。これに対し、流れ場中での高精度に粒子径分布と材料識別の同時計測が可能な新規計測法の開発と実用化を目指した。これまで粒径標準など個別標準・校正要素技術を複合し、流れ場中における粒子径算出と材料識別の同時計測を達成する画期的な材料識別型粒子径評価技術を構築し、実用化に向けたプロトタイプ装置を製作した。（出願済み関連特許 5 件、民間企業共同研究 2 件、登録済み知財及び実施契約 5 件、開発装置実用化 PJ 参加企業 28 件）
- ・ 角度測定を利用した超高精度な表面形状測定：角度測定を利用した超高精度表面形状測定装置を改良し、裏面反射の影響により測定が困難であった平行平板の表面形状を、測定サイズ 1000 mm の大口径であっても測定精度 3 nm 以下で測定可能な技術として実現した。半導体製造装置等の性能向上に資する技術として期待される。（出願済み特許 1 件、民間企業共同研究 6 件）
- ・ 電磁波の位相・振幅相関を利用した新しいセンシング法：数 GHz の電磁波を農産物に照射し、農産物の内部を通過した電磁波の位相の変化量と振幅の変化量との関係から、ほぼリアルタイムで水分量を測定できる技術を開発した。これにより、従来の検査法では不可能であった農産物の水分量の全数検査、包装状態での水分量の検査などに対応可能な計測技術であることを実証した。（プレスリリース 1 件 2016 年 12 月 13 日：タイトル「農産物の水分量を電磁波で簡便に計測する技術を開発 ー生産現場での農産物の品質管理が容易にー」、特許：1 件、共同研究 1 件、受託研究 2 件、共同研究内諾 1 件、技術コンサル内諾 1 件）
- ・ リチウムイオン電池の非破壊評価技術：高精度インピーダンス計測技術を利用して、リチウムイオン蓄電池の劣化などの内部状態を、非破壊に評価する技術開発を行った。インピーダンス測定から推定した内部抵抗の充放電依存性を検証すると共に、電池内部を部材別に評価する手法を開発した。また、電池材料企業と技術コンサルティングを締結し、当該企業が開発中の蓄電池の評価を行い、電池材料開発の効率的な推進に貢献した。（技術コンサルティング 1 件、連携協議 4 社）
- ・ 新規マラリア診断デバイスの実用化を可能とする標準の開発：マラリアは世界 3 大感染症の一つ（年間感染者数 3 億人以上）であり、交通機関の発達による感染拡大、地球温暖化による媒介昆虫の分布拡大、薬剤耐性マラリアの出現が問題となっている。これに対し、診断者に依存しない測定精度管理方法、感染赤血球（マラリア原虫）と同様の蛍光を示す模擬微粒子及び、DNA 微小スポット基板を開発した。また、高感度マラリア診断デバイス試作機を用いたウガンダ共和国でのフィールド試験を実施した。（製品化を 2017 年度に予定）
- ・ 微小領域変形分布計測技術：サンプリングモアレ法によるサブミクロンサイズにおける材料変形挙動の解明するため、ナノインプリントを施した被測定物の顕微鏡観察像から二次モアレを利用してひずみ分布計測を行う技術が必要とされている。そこで、電子デバイスの熱的負荷に伴うひずみ分布変化を評価できるサブミクロンサイズの格子模様の形成技術に取り組み、炭素繊維強化複合材料 (CFRP) やチタン合金の破壊起点となるひずみ集中部を可視化する技術の開発に成功した。（特許：2 件）

② テーマ設定の適切性（モニタリング指標）

「橋渡し前期」においては、主に国家プロジェクトやコンソーシアムなどの資金活用の下、

将来の技術動向や受託研究へ結び付く成果を目指している。当領域では、これまで校正事業者のみを対象としていた計測技術を発展させ、ユーザーの階層を広げる新たな価値創造に重点を置いた。これらの観点はそれぞれのテーマにおいて下記の通り適切に反映されている。

- ・ 材質識別可能な流れ場粒子径計測法の開発：本計測コンセプト実現に向けた要素技術開発が NEDO プロジェクトに採択されるとともに、実用化に向けて装置メーカー等との資金提供型共同研究を開始した。
- ・ 角度測定を利用した超高精度な表面形状測定：角度標準による技術を活用し、大口径と超高精度を両立し、産業の幅広いユーザーニーズに対応した。
- ・ 電磁波の位相・振幅相関を利用した新しいセンシング法の開発：電磁波標準により、水分量の定量化という価値創造した。
- ・ リチウムイオン電池の非破壊評価技術の開発：電気標準に基づく蓄電池測定装置とインピーダンス精密測定技術による価値創造をなすとともに、共同研究によるユーザーを拡げた。
- ・ 新規マテリアル診断デバイスの実用化を可能とする標準の開発：有機組成標準における定量・同等性評価技術を診断装置の評価に発展し、価値創造した。

以上、これまでのユーザー階層を広げる新たな価値創造を得たこれらの課題は、テーマ設定として適切である。

③ 知的財産創出の質的量的状況（実施契約等件数）（評価指標）

特許の実施契約数は今年度 12 月時点で 75 件であり、前年度同月時と比較して 106 % の増加である。また、目標値は前年度同月比 106 % であるので、目標は達成見込みである。知財実施および知財譲渡における新規案件を着実に獲得し続ける一方で、知財実施では長く活用される継続案件を多く含むなど、質的状況においても良好な知財創出が得られている。

④ 戦略的な知的財産マネジメントの取組状況（モニタリング指標）

知財マネジメントにおいては、専任の Patent オフィサーの助言の元、知的財産の活用範囲を見極めながら、国内特許および必要に応じて国際特許取得を目指すなどの戦略的な取り組みを実施している。

⑤ 公的資金獲得額（その他の指標）

公的資金は、今年度 12 月時点で 9.0 億円を獲得しており（前年度同月比 170 %）目標は達成見込みである。

以上、将来の高まりが予測される産業ニーズや技術動向を把握し、民間企業とも連携しながら、新たな測定評価法の開発、付加価値を創造すると共に、ユーザーの階層を広げる装置化にも重点的に取り組んだ。なかでも、流れ場粒子径計測法によるナノ材料複合計測システムの開発は、先端材料の品質管理に転換したことで、適正管理の必要性から急速な需要の増加が見込まれ、国際標準化に向けたプロジェクトが進行するなど、今後益々の企業との連携、受託研究等に結び付くことが大いに期待できる。

(3) 「橋渡し」研究後期における研究開発

① 具体的な研究開発成果（評価指標）

事業化に向けた「橋渡し後期」研究では、計測技術の民間への技術移転や製品化に重点を置きつつ、製品開発における性能評価など計量計測技術によるソリューションの提供にも取り組んだ。具体的な研究開発成果は以下の通りである。

- ・ 実時間位相計測技術の産業応用：ガラス製造時の歪み検査で問題となっている検査速度を高速化するために、レーザー干渉計用の信号位相計測技術を援用し、従来比約 10 倍の速さ

で液晶パネル等のガラス検査を行える「複屈折計測装置」を企業と共同開発した。2017年4月の展示会での参考出展を予定している。また本技術に関する論文発表・特許出願（国内2件、国際1件）を行った。

- ・ 高温用白金抵抗温度計の開発：白金抵抗温度計で実現される最高温度 962℃において 1 mK の安定度をもった温度計をセンサー構造の改善や熱処理技術などにより開発し、またその性能を国家標準に基づき実証した。これら成果をプレス発表や論文発表（2件）するとともに、その技術を用いた温度計が開発の連携先企業から製品化された。（プレスリリース 2016年6月27日：タイトル「1000℃付近の高温で使用できる高精度な温度計を開発—高温域での温度測定・温度制御技術の向上に貢献—」）
- ・ 電気材料の電磁波特性評価技術の開発：伝送路設計や電磁波吸収体等の設計・開発を可能とする材料の誘電率・透磁率および電磁波吸収・遮蔽の諸特性評価技術として測定周波数帯域を 100 GHz 以上へと拡大するとともに、モンテカルロ法による誘電率計測の不確かさ解析法を開発した。これらの開発した技術を活用した共同研究や技術コンサルティングを推進した。
- ・ トレーサビリティの確保されたアミノ酸混合標準液の製品化：アミノ酸多種混合標準液は食品分野などで需要が高いが、その物性から精確な調製や安定性の確保が難しかった。そこで食品ならびに診断用のアミノ酸標準液について、吸湿等の影響を排した精確な調製法を確立し、高精度・高安定な標準液の供給に道を拓いた。
- ・ 鉄鋼部材評価に資する非破壊欠陥検査装置開発：金属部材中の原子欠陥の解析は自動車のフレームなどの構造疲労の要因解明に重要であるが、解析には専門的な知見・技術が必要であった。そこで実用的な陽電子消滅計測技術、高性能陽電子線源、専用ソフトウェアの開発、ラボ据置型プロトタイプ機のブラッシュアップにより、小型（約 40 cm）かつ試料を置くだけで測定できるユーザーフレンドリーな装置の市販化を実現した。
- ・ 校正用標準場と線量計の特性評価：国際放射線防護委員会の 2012 年勧告により原発・医療機関等では水晶体の被ばく管理が今後必須になり、水晶体の被ばく評価に必要な 3 mm 線量標準や放射線標準場等を開発した。これらの標準・技術を用いて、例えば企業が開発した水晶体被ばく管理用の線量計に対し、特性評価・信頼性付与を資金提供型共同研究等において行うことで、製品化を推進し、また個人線量測定サービスの構築・被ばく管理を支援した。
- ・ 撮影するだけで橋のたわみを計測する技術の開発：橋梁の安価・簡便な健全度評価手法であるサンプリングモアレ法によるたわみ計測技術の適用範囲を、従前の周期的構造を有する橋梁から、周期的構造を持たない一般的な橋梁へ拡張するための技術・計測アルゴリズムを確立した。本手法の精度が従来技術である変位計と同程度であることを道路橋での計測にて実証し、簡便な代替技術として AIST 技術移転ベンチャーへの橋渡しを行った。（プレスリリース 2016年8月31日：タイトル「デジタルカメラで撮影するだけで橋のたわみを計測する技術の開発—健全性評価における計測時間とコストを大幅削減—」、特許出願（1件））
- ・ インフラ維持管理用超小型 X 線検査装置：インフラ整備の実用化を目指して、小型軽量・低消費電力・長寿命・高エネルギー X 線の発生や検出が可能といった条件を満足する従来にない X 線非破壊検出装置（特に X 線源と検出器）を開発し、バッテリー駆動型インフラ検査ロボットに搭載するとともに、プラント配管検査に十分な能力を有することを実証した。（プレスリリース 2016年12月21日：タイトル「インフラ点検ロボットに搭載できる高エネルギー X 線非破壊検出装置を開発—ポータブルバッテリーで駆動し、インフラ構造物などを現場で容易に非破壊検査—」、特許1件、実用化共同研究3件）

② 民間からの資金獲得額（評価指標）

民間資金の目標額 4.8 億円に対し、2016 年 12 月時点で 3.7 億円強が達成されており（前年同月比 111%）、目標をほぼ達成できる見込みである。なお 2015 年度は目標額 3.6 億円に対し、約 4.1 億円を達成した。このように産総研第 4 期中期計画の最初 2 年間において、民間企業からの資金

提供型共同研究費などを多く獲得し、産総研における計量標準の領域で培われた高精度な計測技術に対して、広く産業界からの関心を得ることができ、「橋渡し」機能の強化に大きく貢献した。

③ 中堅・中小企業の資金提供を伴う研究契約件数の大企業に対する比率（モニタリング指標）

中小企業の研究契約件数の大企業に対する比率は 2016年12月時点で約91%であり、大企業のみならず中堅・中小企業にも注力している。

④ 事業化の状況（その他の指標）

白金抵抗温度計や陽電子による非破壊欠陥検査装置が開発先企業から製品化・市販化が開始され、複屈折計測装置の製品化にも目途がついた状況である。またインフラ検査技術に関しても、たわみ計測技術を道路橋に適用し、本技術の産総研ベンチャーへの橋渡しを進めてきた。

以上、資金提供型共同研究等を活用した民間企業との共同研究に積極的に取り組み、インフラ検査や非破壊検査、食品分析など社会的な要請に応える研究開発を行った。また温度校正、電磁場特性測定や放射線校正など当領域独自の技術により、企業の製品化やサービスの向上に貢献した。特に非破壊欠陥検査装置の市販化などは、「橋渡し」研究後期の目指すべき「事業化」を達成する顕著な成果である。

3. 知的基盤の整備

(1) 国の知的基盤整備計画に基づいて着実に知的基盤の整備に取り組んでいるか。

① 計量標準及び標準物質の整備状況（評価指標）

計量標準の根幹をなす、SI基本単位については2018年に予定される定義改定に備え、物理定数による質量を国際キログラム原器の安定性を超える精度で実現し、2018年に予定されるキログラム定義改定に技術的エビデンスを与えた。科学技術、計量学における国際的なプレゼンスを高めたと同時に、次世代質量標準の実現方法を確立した。

経済産業省が主導して2013年度から2022年度までの計量標準整備計画を策定した「計量標準に関する新たな整備計画」（2013年7月）に対しては、年度ごとの整備目標を明示的に社会に示して計画の着実な実現に努めるとともにパブリックコメントに対応し、計画の見直しを継続的に行っている。今年度は計画に従い、物理標準についてはエネルギーの効率的な利用に資する照度応答度の不確かさ低減、蓄電池内部インピーダンス測定などを実現した。また標準物質・化学系校正技術の立ち上げについては水道水質検査方法の改正に対応したトリクロロ酢酸標準液などの標準物質供給を開始した。

以上のとおり国家計量標準機関としての責務を果たし、知的基盤の整備に的確に取り組んだ。加えて、整備のために生まれた技術や知見は「橋渡し」のための研究開発へと展開されている。

② 計量標準の普及活動の取組状況（モニタリング指標）

整備された計量標準を社会や産業界が最大限に活用して便益を増進させるため、計量標準の利用促進が重要な課題である。産総研は、これまで以上に普及活動の取り組みを強化し、利活用の環境整備に向けて積極的な働きかけを行なっている。

(標準整備の計画とPDCA)

社会的なニーズの変化や技術動向を的確に把握し、標準整備の優先順位や標準供給の改廃を含めて、標準整備の計画を不断に見直す。その為、ホームページを通じて広くコメントを募るとともに、計量標準関連事業者の団体である「計測標準フォーラム」会員機関から組織的に意見を募り、産業界ニーズ等を踏まえた適切なPDCAサイクルを実施した。

(着実な標準供給とJCSSへの支援)

産総研の供給する国家計量標準に基づく計量器の校正・試験は、国内で行われる多様で膨大な

測定にとって、測定の日盛を担保する最上位の技術的な根拠となっている。それらの業務を、国際規格のマネジメントシステムに準拠し実施している。

本年度は、標準供給の実績は480件（うち依頼試験196件、計量法校正事業者登録制度（JCSS）における校正事業者向け284件、2016年11月末集計）を実施した。

また、社会がこれら産総研からの標準供給を受けとり広げる仕組みであるJCSSへの技術的な支援も精力的に行っている。

JCSSの登録・認定審査に向けての関連委員会（技術アドバイザー派遣（44件、2016年12月末集計）、校正事業者評定委員会（9回、予定含む）、試験事業者評定委員会（8回、予定含む）、標準物質生産者評定委員会（2回））に多くの職員が参画し、円滑なJCSSの運営に寄与した。

（標準物質の頒布）

試験機関等における各種化学分析の信頼性確保に資するため、各種標準物質の生産、頒布、維持管理を、標準物質に関する国際規格ISO Guide34に準拠し、実施している。今年度の頒布数は1,338件（2016年11月末集計、2017年3月末2,000件見込）であった。

また、標準物質の利活用の普及のため、関連展示会への出展や、標準物質セミナーを開催した。

（校正、標準物質供給のメニュー充実）

新たな社会ニーズ等に対応するため技術開発により可能となった校正・試験や標準物質の追加を逐次行っている。今年度は、校正・試験の12項目と標準物質6種（ともに年度内予定を含む）を追加した。現在約610細目の校正・試験と292種の標準物質頒布が可能となっている。

また、新たに「特定標準器による校正等」5件が計量行政審議会計量標準部会に承認された。

（国内連携：情報提供、事業者間の比較試験、資金提供型共同研究）

国内の主なステークホルダーは、標準供給を担う校正関連の事業者、計測や校正を活用する事業者であり、計量標準と計測技術を一体化した連携活動を展開している。特に当領域は、校正・試験や分析の能力向上を図る比較試験や共同研究に特長があり、本年度は大豆中の農薬残留分析技能向上のため、89の分析機関が参加する比較試験プログラムを実施した。

（国外連携：国際機関での幹事ポスト、専門家の派遣と招聘）

国際単位系（SI）の確立に責任を持つ国際度量衡局（BIPM）との連携では、国際度量衡委員ポストを継続して獲得し、メートル条約の国際度量衡総会、国際度量衡委員会、諮問委員会、作業部会に専門家を派遣した。さらに、計量器の円滑な通商を支える国際法定計量機関（OIML）について、国際法定計量委員会第二副委員長ポストを継続して獲得し、同委員会に専門家を派遣した。この他、アジア太平洋計量計画（APMP）での技術委員長のポストを継続し、さらに議長ポストを獲得、二国間MoUに基づく技術専門家の派遣（9カ国へ28名）と招聘、主にアジア地域を中心とした研修生の受け入れ（11カ国から25名）を実施し、我が国の計量分野での国際的なプレゼンスの向上に努めた。

（2）計量法に係る業務を着実に実施しているか。

① 計量法に係る業務の実施状況（評価指標）

（JIS等技術文書の策定等と試験検査業務の着実な実施）

電気自動車の新エネルギーとして利用される水素燃料を計量するため、水素燃料計量システム規格（水素燃料計量システムー自動充填用一、JISB8576:2016）を世界に先駆けて作成した。また、積算熱量計（JISB7550）、ガラス製温度計（JISB7411）、ガラス製体温計（JIST1140）、液化石油ガス用浮ひょう型密度計（JISB7525-2）など、計量器14器種のJIS規格作成に関する業務を行った。

また、計量法の法令改正等にも技術面での検討を行い、タクシメーター、非自動はかり、水道メーター、燃料油メーター、ガスメーターなど7機種及び自動はかり（新たに特定計量器に追加）4機種に関する経済産業省令や関係省令及び告示の改廃、など経済産業省の改正作業を支援した。

一方、国内の取引・証明における計量器の正確さを担保するため、定常的な法律業務として、計量器の試験やそれらの基準器の検査を行っている。今年度は、基準器検査 1,156 件（2016 年 11 月末集計）、特定計量器の型式承認試験 61 件（2016 年 11 月末集計）を遅滞することなく、品質マニュアルに則り適切な管理の下で着実に実施した。

（法定計量に係る人材の育成）

国内に 3 万 3 千人の登録がある計量士は、計量器の検査や計量管理を主な職務とし、取引証明において適正な計量を確保するための重要な人材である。産総研は、計量士を育成するための教習や講習、幅広い計量人材に向けた研修を実施しており、本年度も昨年度を上回る 679 名の受講生を迎え入れた。また、本年度は、管理職教習の見直しや基礎計量教習の新設、地域開催の研修の充実などにも努めている。さらに、計量士国家試験の問題作成や、資格認定委員会にも多数の職員が尽力している。一方、広く法定計量に関わる人材の能力向上を図るため、法定計量セミナーや法定計量クラブを開催した。これらの教習やセミナーなど合わせて今年度は 32 回（予定含む）開催した。

以上、計量標準総合センターは知的基盤の整備について、ニーズに基づいた適切で計画的な計量標準の整備、計量標準の円滑な利用に向けた環境整備、着実な業務の実施を通して、我が国の国家計量機関としての機能を十分に果たしている。なかでも、本年度は新しい質量の定義に対応した一次標準の実現体制を確立した。さらに、計量法校正事業者登録制度（JCSS）における校正事業者向けの校正等が 284 件（2016 年 11 月末時点、以下同じ）、一般ユーザー向け依頼試験が 196 件、標準物質の頒布が 1,338 件、基準器検査 1,156 件、型式承認 61 件、2017 年 3 月末見込みで計量研修生 679 名（昨年度 610 名）を受け入れるなど、知的基盤の整備に着実に取り組んでいる。

4. 前年度評価コメントへの対応

前年度にいただいた評価コメント等を踏まえ行った主な取り組みを下記に示す。

1. 領域の概要

（2）研究開発の概要

① 計量標準の整備と利活用促進

- ・ 新しい基本量定義や実現方法に関して、トレーサビリティ体系との整合性がどのようになるか、一層の説明が必要と感じる。
- 昨年度、本年度に計量標準フォーラム講演会を実施し（2016 年 2 月 17 日、2016 年 9 月 29 日）、海外の有識者を招くなど新しい基本量定義や実現方法に関しての普及活動を実施している。

② 法定計量業務の実施と人材の育成

- ・ 産総研が実施する講習、研修、クラブ等の活動が産業界に広く周知されていない面がある。今後、更に参加者を増やすための PR 方法、周知方法の検討が必要と考える。
- NMIJ ウェブサイト（<https://www.nmij.jp/>）で各種講習、研修および計測クラブ活動の周知を実施している他、了承が得られている方にはお知らせのメールを送付するなど参加率を高める工夫を行っている。また計量士向けへの情報発信として、計量ジャーナルの産総研コーナー等で定期的に講習会情報を発信している。
- ・ 法定計量業務では、より効率的な業務実施、例えば民間試験機関の活用等に取り組むべきではないか。
- 関係省庁と定期的に会合を持ち、この問題も含めた情報交換を行っている。今般の計量法の改正を受け、型式承認試験成績書の受け入れにおいては、ISO17025 認定試験所の活用が行え

るような体制の整備を検討している。

③ 計量標準の普及活動

- ・ クラブ活動、成果発表会などは、参加者から最新の情報が得られる、業務遂行上、非常に有益な内容であるなど高い評価がある。一方で、会員でなければ存在そのものを知ることができないなどの意見もあり、そうした要望にどう応えてゆくか検討する必要がある。
- NMIJ ウェブサイト (<https://www.nmij.jp/>) で成果発表会の告知を行っている他、計測クラブへの入会も随時受け入れている。本年度の産総研テクノブリッジフェアや展示会 (JASIS2016、計量計測展など) で両活動に関するパンフレットを作成、配布した。

2. 「橋渡し」のための研究開発

(2) 「橋渡し」研究前期における研究開発

- ・ 研究テーマの目標やスケジュール、さらにはどういった分野での効果が期待されるか等、進捗情報の開示が重要となる。
- 研究の目的や得られた成果は、随時、学会、論文誌などで報告するとともに、プレスリリース発表、NMIJ ホームページ上での紹介など、進捗情報の公開に努めている。

(3) 「橋渡し」研究後期における研究開発

- ・ 高度な計測機器ばかりでなく、スマホの計量計測への活用などで、NMIJ ブランドの計測アプリ+センサーを供給できる可能性があるのではないかと。ソフト関連はブレークするとデファクトスタンダードになる可能性があり、NMIJ のお墨付きであれば信頼性も大きいので、研究活動の宣伝戦略の一環としてこの種の開発にも取り組んでみたいかがであろう。
- スマホの活用とまでは行かないが、NMIJ で今まで培ってきた高度な計測技術をユーザーフレンドリーな一般的な装置・機器へと落とし込んで市販化に成功したものとして、本年度成果の鉄鋼部材評価用の非破壊検査装置などの例がある。

3. 知的基盤の整備 (計量標準)

- ・ 質量標準におけるプランク定数の決定などは、計量標準のみならず物理学的に貢献するところが大きいので、国際的・学術的貢献としてもっと成果を強調してほしい。
- 研究成果については Metrologia や IEEE など多くの論文として公表するとともに、各学会、計測標準フォーラム、大学での講義など多くの場を通じてその普及活動を行っている。今後もこれらの広報活動を継続するとともに、効果の高いタイミングでプレス発表なども検討している。各種学会、文部科学省、経済産業省からも表彰いただいている。
- ・ 整備が不十分な標準は、何が該当するのか、何に注力して整備、研究・開発を進めていくのか大筋の計画、工程を明らかにしてほしい。実行していく上の課題、人材やシーズ技術として足りないもの、外部機関や国際的連携で進めることの利点、早期実用化等の可能性などについての見解や具体的な取組み計画を発信してほしい。
- 標準整備計画を策定する段階、及びその後の見直しをタイミングで工程を常に再検討している。NMIJ だけ開発することの負担が大きなものは、国際協力を進めており、例えば ACRM では、日中韓で年 1 回の会議を通じ、研究者の相互交流と理解を深め、技術の共有、標準物質原料の共有など共通の標準物質開発や国際比較の共同提案など、協力して取り組んでいる。
- ・ 国際機関で重要なポジションを得て日本が将来イニシアチブをとるように努力すべき。国際機関で活躍する人材の養成や次世代を担う若い研究者の養成に力を入れることが望ましい。
- CIPM 委員、OIML 副委員長、APMP 議長等の幹部ポストを獲得・維持している。BIPM のサマーセミナーや Emerging Scientist WS といった国際的な場に多くの若手研究者を派遣しており、次代を担う若手の育成の一助としている。独自の若手向け中・長期留学制度も創設した。

4. 「橋渡し」のための関連業務

(1) 技術的ポテンシャルを活かした指導助言等の実施

- ・ 当該業務は特に中小企業に有益であるが、企業側への宣伝が十分とはいえない。中小企業は自らの情報収集力が弱く、研究所からの情報発信を待つことが多い。更なる活用のための施策が必要ではないか。
- NMIJ の技術コンサルティング事例が多く掲載された企業連携のパンフレットを作成したほか、日経 BP テクノロジーオンラインに技術コンサルティングの広告記事(提供技術の具体例)を公開した。

(3) 大学や他の研究機関との連携強化

- ・ 大学との連携や企業からの技術者受入れがまだまだ少ない。また、他省庁管轄国研との共同研究活動テーマを探索する仕組みは構築できないものか。
- H28年度はこれまでに、大学や企業から共同研究等で産学官来所者 169 名を受け入れている。また東大との連携ラボである先端オペランド計測技術オープンイノベーションラボラトリにも当領域から多くの研究員(11名)が参画している。
- ・ 国際連携活動を通じ、日本の技術力の高さ、優位さを大いにアピールし、日本企業の海外活動の支援を希望する。
- NMIJ ウェブサイト (<https://www.nmij.jp/>) で各種情報の提供を行い、普及啓発を行っている他、本年度は普及パンフレット「計量標準をビジネスツールに」を 9,000 部作成・印刷し、地方公設試験所を通じて配布した。その他、計測クラブを実施、計量標準の普及に努めている。

(4) 研究人材の拡充、流動化、育成

- ・ センターの規模や学術・技術レベルからすると、大学院生の受け入れが少ない。一層の PR とプログラムの充実が望まれる。
- ポスドク 5 名を採用し、RA やイノベーションスクール生の 7 名に研究指導や技術指導をしている。平成 28 年度は、技術研修生約 52 名を受け入れている。

5. 総合評価

- ・ 計量計測の世界は広い影響力を持つ。それだけに研究シーズ・ニーズも多岐に渡る。研究テーマの選定方法、ターゲットの明確化、進捗状況等を迅速に情報開示する必要がある。
- 例えば、第 5 世代移動体通信はより高い周波数にシフトすることが分かっている。このニーズに先んじた計測器の開発・公開(技術コンサルティング等)を実施している。技術戦略マップでは将来技術も提示している。
- ・ 産総研のリクルート情報が今一つわかりにくく、学生にアピールしない。国内の人材育成にしっかり取り組んでほしい。
- 新しいリクルート用パンフレットでは、採用案内であることを明示するとともに、人材育成の取り組みや、採用された者の出身分野を明記し、特定分野の者しか採用されないのではないかと学生の不安を軽減するための工夫を行っている。

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

平成28年度 研究評価委員会

(計量標準総合センター)

説明資料

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

計量標準総合センター

2017年2月7日

1. 平成28年度の目標と主な実績

<目標>

- (1)「橋渡し」のための研究開発：計量標準に関連した計測技術の開発
- ・目的基礎研究として、ワットバランス法を利用したトルク標準など量子化による高分解能化・高精度化、分析技術の開発・効率化、新たな現象を評価する技術の研究開発に注力する。
 - ・橋渡し研究(前期)として、電磁波を利用したセンシング技術など新たな測定評価法や付加価値を実証すると共に、ユーザーの階層を広げる装置化に関する研究開発に注力する。
 - ・橋渡し研究(後期)として、アミノ酸混合標準液の技術移転や温度センサの共同開発など、民間企業との共同研究に取り組み、製品化に貢献する研究開発に注力する。
- (2)計量標準の知的基盤の整備
- ・物理標準：非ニュートン粘性、変流器、照度応答度等の物理標準の開発・範囲拡張・高度化等の整備を知的基盤整備計画に沿って行う。
 - ・標準物質：既存標準物質の安定性評価を行い供給を継続するとともに、知的基盤整備計画に沿って、水道法等の規制に対応した基準物質の開発並びに特定標準物質の濃度校正方法の開発を行う。
 - ・計量法に係る業務については、特定計量器の基準器検査、型式承認試験等の効率的な実施に取り組む。
 - ・計量教育、計量講習、計量研修を実施し、法定計量技術に関わる人材育成を行う。
 - ・計量標準の利用を促進するため、情報提供及び講習・技能研修活動の拡充を図り、計量標準に関連する工業標準化、国際標準化へ貢献する。
 - ・国際比較等を通じて計量標準の管理を行い、計量法トレーサビリティ制度に定められた参照標準等の供給を行う。
- (3)「橋渡し」のための関連業務
- ・ユーザーの計測課題を解決するため、開発した計測・解析手法や装置を利用して、技術指導や機器公開による計測支援等を行う。
 - ・スペクトルデータや熱物性データ、国内外の計量標準サービスに関する情報を更新・拡充する。

<実績>

- (1)
- ・トルクの新しい計測基盤技術として、ワットバランス法に関する知見を用いた電磁力によるトルクの実現に成功し、世界で初めて国際単位系SIにトレーサブルなトルク標準の実現を国際誌に論文発表および特許出願。
 - ・流れ場中における高精度な粒子径算出と材料識別の同時計測を達成する画期的な材料識別型粒子径評価技術を構築し、参加企業28件の開発装置実用化プロジェクト、成果活用による民間企業共同研究2件を行い、民間技術の向上や新規参入に結び付け。
 - ・電気材料の電磁波特性評価として、圧縮空気ステージを用いた不確かさ低減、モンテカルロ法によるミリ波帯(~110 GHz)誘電率計測の不確かさ解析法を開発し、国際標準化提案、ライセンスと15件の共同研究に展開。
 - ・放射線標準の技術を用い、水晶体被ばく評価に必要な標準、新規格に対応する放射線標準等を開発。企業が開発した線量計等の特性評価、線量評価における信頼性を与える製品化やサービスを支援。(共同研究・受託研究費獲得額 1,040万円)
- (2)
- ・物理定数による質量を現物の国際キログラム原器の安定性を超える精度で実現。2018年に予定されるキログラム定義改定に技術的エビデンスを与えた。
 - ・水道水質検査方法の改正に対応したトリクロロ酢酸標準液ほかの標準物質の供給を開始(予定)。
 - ・計量法校正事業者登録制度(JCSS)における校正等284件、依頼試験196件、標準物質頒布1,338件、基準器検査1,156件、型式承認61件(2016年11月末実績)、計量研修生679名を達成(2017年3月末見込)。
 - ・アジア太平洋計量計画(APMP)の議長ポストを獲得。二国間MoUに基づく技術専門家の派遣(9カ国へ28名)と招聘、主にアジア地域を中心とした研修生の受入れ(11カ国から25名)を実施、我が国の計量分野での国際的プレゼンス向上に努めた。
- (3)
- ・計測分析・校正など豊富な技術や知識を活用し、認証や校正に関する技術指導、計測機器の特性や信頼性評価、製品化のためのアドバイスなどの技術コンサルティング業務を実施、契約数106件(2016年12月20日現在)、昨年度同時期と比べ2.5倍
 - ・独自の技術マーケティング会議を通じた所内連携体制の下、橋渡し推進のための組織的な活動として、企業訪問等のトップマネジメント、テクノブリッジフェア出展等ボトムアップ活動、さらに産業技術連携推進会議や3D計測プロジェクトを通じた全国公設試との広範なネットワークによる橋渡し拠点を構築した。こうした戦略的なマーケティング活動の結果、企業への橋渡しや民間資金獲得額の目標達成(2017年3月末見込)につなげることができた。

2. 特筆すべき成果

【目的基礎】

- ・トルクの新しい計測基盤技術として、ワットバランス法の原理を用いた電磁力によるトルクを実現し、世界で初めて国際単位系（SI）にトレーサブルなトルク標準を確立、国際誌に論文発表および特許出願
- ・高効率な新規熱電材料を探索するための計測技術として、世界初のゼーベック係数（熱電変換係数）の絶対値を測定する新手法を開発し、素材メーカーと共同研究を開始。これらの成果について、論文投稿2報、特許1件、外部受賞2件、外部資金2件
- ・定量NMRとクロマトグラフィーを組み合わせた新規計測法を開発し、国際単位系にトレーサブルな基準物質を一つ用意することで、混合標準液中の多成分を同時に値付けすることが可能な、世界的に類を見ない効率的で新しい計測技術を確立
- ・当領域の最高精度の放射線計測技術をキーテクノロジーとし、大学との連携により新しい低エネルギー電子の放出過程を世界で初めて観測、新たな分析計測技術の開拓に貢献。論文2報（Nature Communications、共著）

【橋渡し前期（H28に新規に受託したNEDOプロ、超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト等）】

- ・先端ナノ計測評価技術開発(※)
- ・高輝度・高効率次世代レーザー技術開発 他
- ・公的資金の獲得状況は、2016年12月時点で9.0億円（前年度同月比170%）と高い伸び率
- ※ナノ材料製造ラインにおける品質管理に不可欠な、流れ場中での粒子径分布と材料識別の同時計測が可能な、画期的な新規計測法を開発（関連特許出願5件、企業共同研究2件、登録済み知財及び実施契約5件、開発装置実用化PJ参加企業28件）

【橋渡し後期（H28年度に受入れた民間資金等）】

- ・放射線標準の技術を用いて、水晶体被ばく評価に必要な標準、新規格に対応する放射線標準場等を開発し、企業が開発した線量計等の特性評価、線量評価における信頼性を与える製品化やサービスを支援（共同研究・受託研究費獲得額 1,040万円）
- ・2016年12月時点における民間企業との共同研究等による民間資金獲得額は3.7億円（前年同月比111%）、前年度に続き本年度も目標額を達成見込み
- ・技術コンサルティング制度を活用した連携を拡大強化し、本年度は12月時点で1.1億(106件)、前年同時期0.24億(43件)と比べ4.6倍の実績

【知的基盤】

- ・2018年の国際度量衡委員会で上程される、130年ぶりのキログラム定義改定の技術的エビデンスとして決定打となる、現物のキログラム原器の安定性を超える精度で質量を実現。米、加、独と共に物理定数から実現した質量の値を十分に小さな不確かさの範囲で相互に一致させた。国際的なプレゼンスの向上と同時に、商取引の根幹を支える次世代の質量標準を確立
- ・電気自動車の新エネルギーとして利用される水素燃料を計量するため、水素燃料計量システム規格を世界に先駆けてJISとして制定し、既存の国際法定計量機関勧告（OIML R139 自動車用圧縮気体燃料）を水素ディスペンサに対応できるよう主導し、改定プロジェクトチームの共同議長を獲得
- ・医療用核種の放射能標準の開発、水道法等の規制に対応した標準物質等、国民の健康や安心・安全に関するニーズや告示改正に機動的に対応して計量標準を整備（依頼試験12項目（2017年1月現在、3月末見込み5件含む）、標準物質6件（3月末見込み））
- ・2016年11月末において計量法校正事業者登録制度（JCSS）における校正事業者向けの校正等が284件、一般ユーザー向け依頼試験が196件、標準物質の頒布1,338件、基準器検査1,156件、型式承認試験61件実施、計量研修生は2017年3月末にて679名を受入れの見込み。さらに、JIS規格作成（積算熱量計、ガラス製温度計等）や計量法の法令改正作業も支援

1. 領域の概要と研究開発マネジメント

(1) 領域の概要

計量標準総合センター センター長

三木幸信

2017年2月7日

産総研の人員

研究職員数(うち外国籍)	2,284名(116名)
●うちパーマナント	1,925名
●うち任期付	359名
事務職員数(うち外国籍)	686名(1名)

2016.7.1 現在 職員合計2,970名(117名)

役員	13名
招聘研究員	185名
ポスドク	190名
テクニカルスタッフ	1,487名

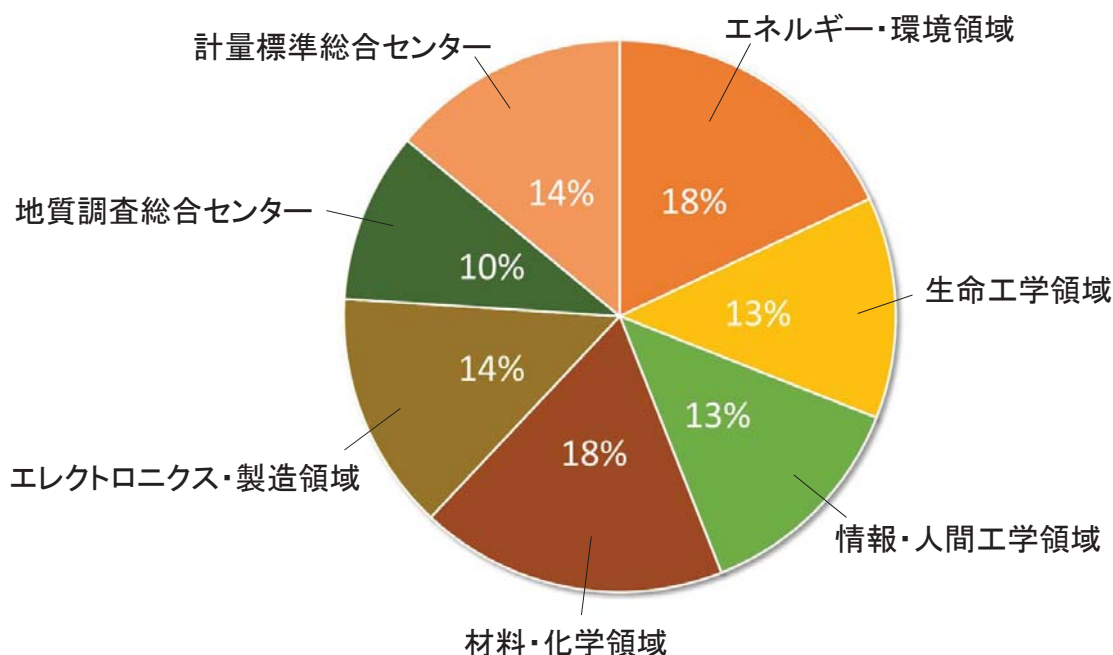
●産学官連携制度等による研究員等受入実績数

企業から	1,856名
大学から	1,924名
独法・公設試等から	936名 (うち外国籍456名)

(2015年度受入延べ数)



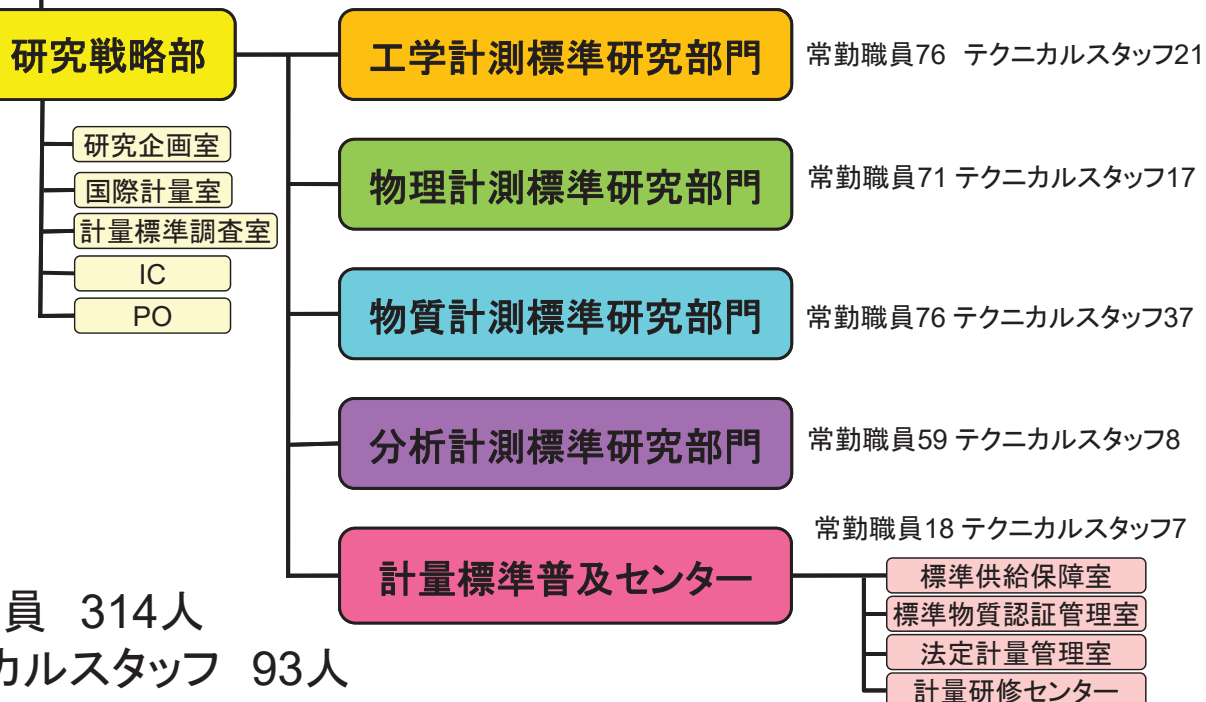
領域別の研究職員構成 (2016年7月1日現在)



NMIJ 組織概要 (2016年10月1日時点)

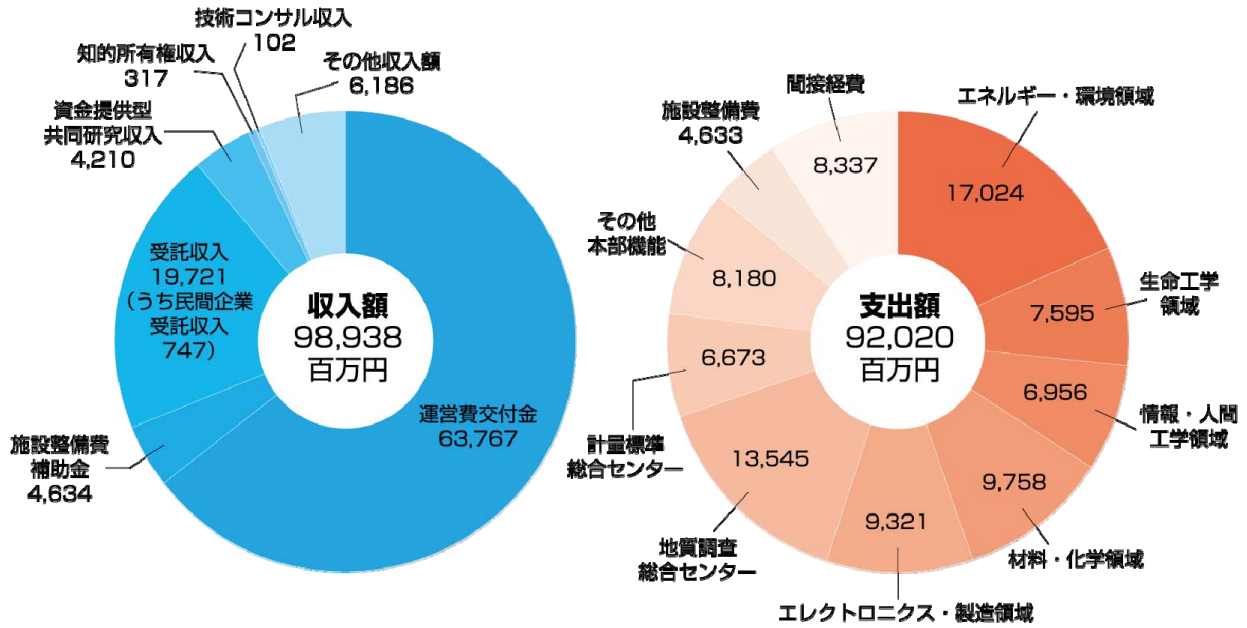
計量標準総合センター (National Metrology Institute of Japan)

常勤職員 14 テクニカルスタッフ 3



産総研全体の予算

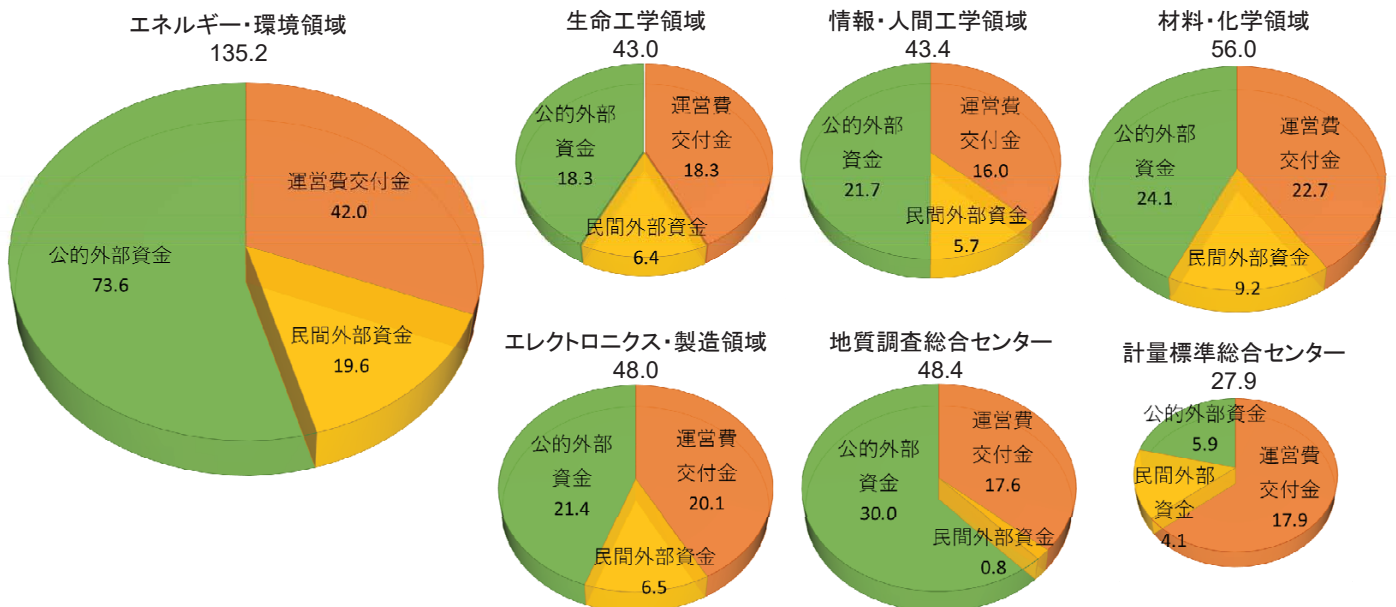
2015年度決算額 (単位:百万円)



[注1] 百万円未満四捨五入のため、合計と一致しないことがある。
 [注2] 収入及び支出の額は、独立行政法人通則法第38条に規定する「決算報告書」の決算額である。

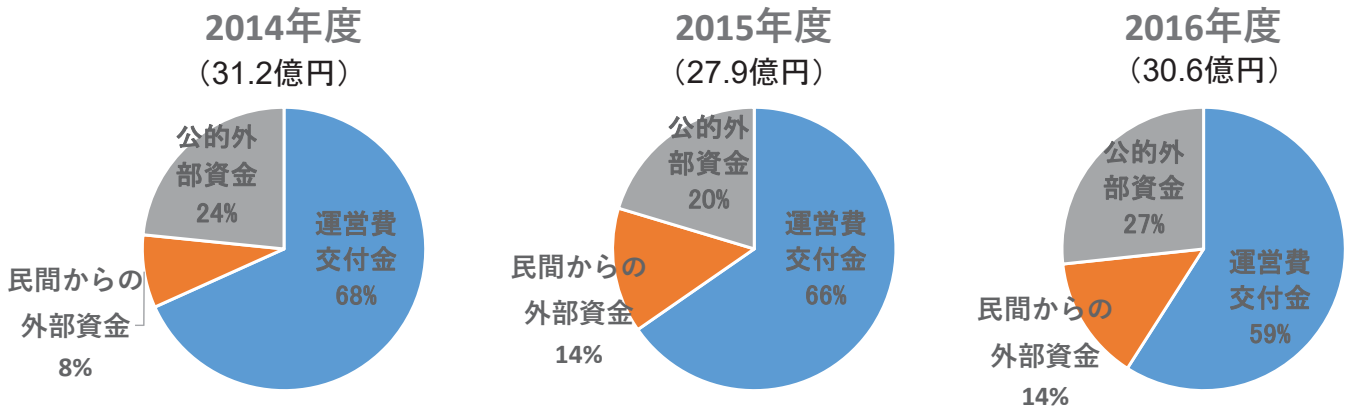
7研究領域の予算

2015年度予算額 (単位:億円)



[注1] 千万円未満四捨五入のため、合計と一致しないことがある。

当領域における予算構成



(億円)	2014年度	2015年度	2016年度
運営費交付金(※)	21.3	18.0	16.8
民間からの外部資金	2.6	4.1	4.8
公的外部資金	7.3	5.8	9.0
合計	31.2	27.9	30.6

(※実質配分、所内競争的予算は除く)

昨年度の年度目標に対する実績

	民間資金 (億円)	論文発表数	RA、IS生 (採用人数)	知財実施 (件)
目標	3.6	185	5	80
実績	4.1	197	6	83

主要な指標について全て目標を達成
 依頼試験、基準器検査、jcss校正、計量士教習も前年度並みの実績

参考・産総研内他領域の民間資金獲得状況

(億円)	エネ・環境	生命	情報・人間	材料・化学	エレ・製造	地質	計量
目標	24.7	7.7	7.3	10.0	9.6	1.5	3.6
実績	19.6	6.4	5.7	9.2	6.5	0.8	4.1
達成率	79%	83%	78%	92%	68%	53%	114%

民間資金獲得に関して、昨年度は当領域が唯一年度目標をクリア
 今年度もほぼ達成見込み

産総研を巡る動きと当領域の対応

- 第4期(H27年4月より5年間)の開始
民間資金獲得が目標として設定
→ 当該年度領域として唯一目標を達成
新たな連携制度(技術コンサルティング)の導入
→ 産総研全体の契約件数の65%が当領域
- 平成28年10月1日付で特定国立研究開発法人に指定
中長期計画の改定:標準化への寄与が明示
→ 以前から多数の標準化に関与(産総研が役職を勤める国際委員会のうち約1/3ポストに当領域関係者が対応)
→ H28年度工業標準化事業表彰(産業技術環境局長賞受賞)
産総研の2030年に向けた研究戦略を策定
→ 主要課題であるデジタルもの作り(3次元形状計測)、水素社会の実現(水素流量)、単一電子・光子・原子の計測(量子標準)、分子レベルの素材制御(標準物質)、社会リスク低減(インフラ診断)等を先導

産総研への期待に的確に対応

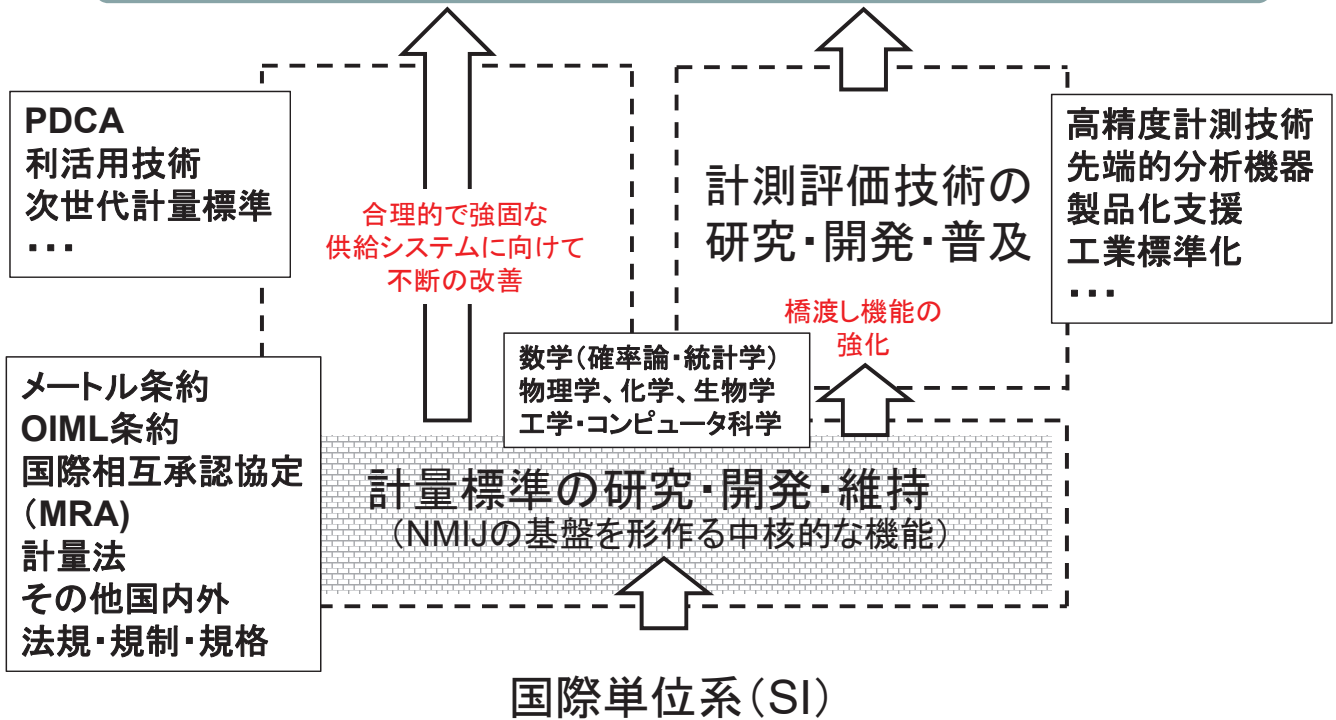
知的基盤整備と計量標準供給への対応

- 計量標準の整備
→ 業界との対話により整備計画の見直しを行い整備項目を的確に達成
→ 質量定義改定に対応し現示手段を実現(達成したのは世界4カ国のみ)
- 計量標準の普及
→ 昨年度並みのjcss校正に加え技術コンサルを援用した校正+αの付加価値の提供、標準物質頒布数は順調に増加
→ 各種セミナー・計測クラブの開催、比較試験プログラム・普及啓発資料提供
- 法定計量業務
→ 経常的な計量教習の実施に加え、全国でセミナーを開催
→ JIS原案作成
- 国際計量標準への寄与
→ 国際ポスト獲得、途上機関への支援、水素ディスペンサ国際勧告文書対応

当領域固有業務へも的確に対応

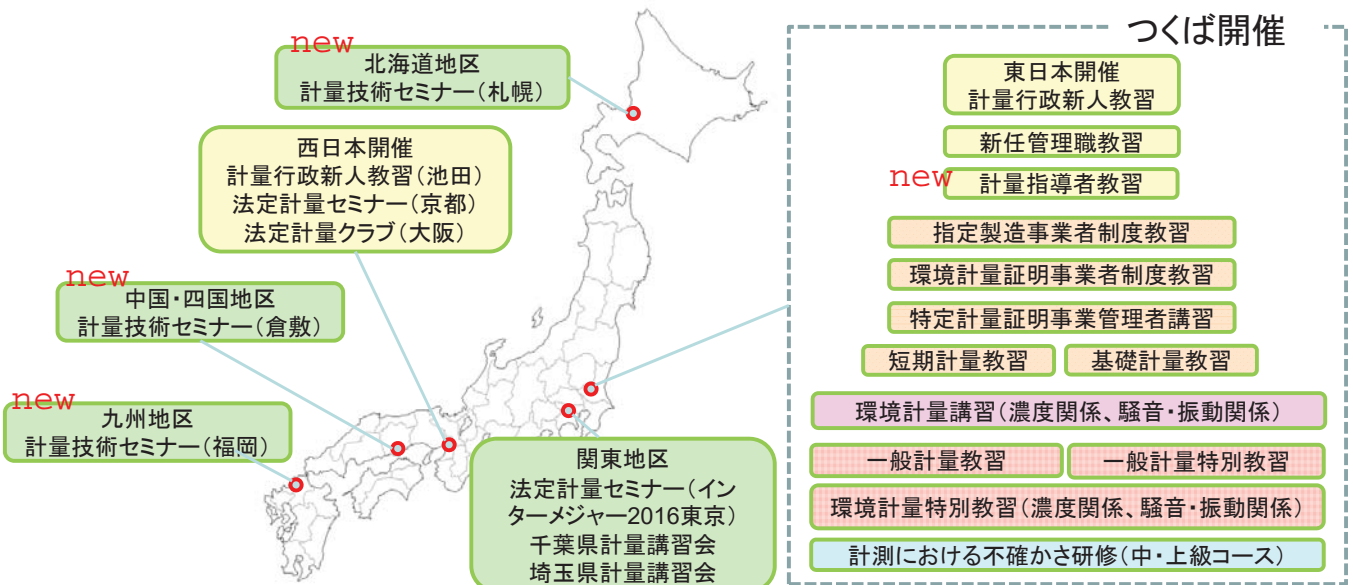
計量標準総合センターの業務

計量標準を核として知的基盤・橋渡しのデュアルユースへ



知的基盤の普及：法定計量に係る人材の育成

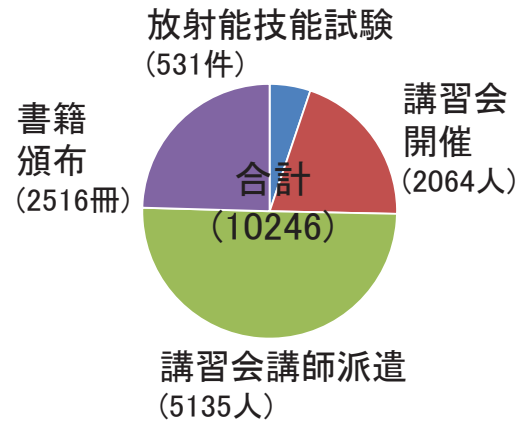
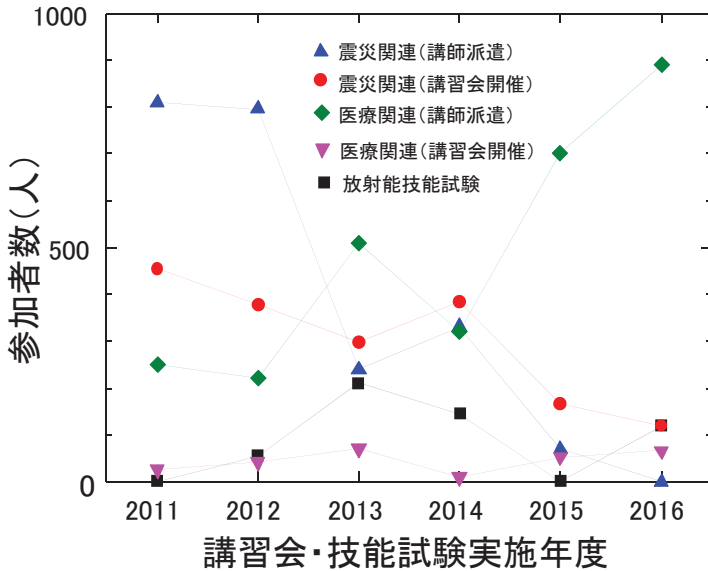
平成28年度末で、計量研修センターは単年度ベースで**679名**（見込数：修了証書発行分**533名**＋未発行分**146名**）。その他、法定計量セミナー、クラブ、計量講習会などで述べ410名の参加。



知的基盤の普及

- 東日本大震災後の放射線・放射能に関する対応 -

2011年の震災以来、医療や環境放射線計測に関する講習会や技能試験を開催し、解説書を配布した。その参加者数、頒布数を合計すると1万件を超え、安全と健康に関して社会貢献をしてきた。



知的基盤の普及：国際支援

- タイNIMTの研究者が日本の大学において博士号を取得するための受入研究室の選定や関係形成を行った。帰国後、両国間の理解と連携促進に資すると期待される。
- インドネシアで行われた国際プロジェクトの研修に4名の専門家を派遣し、13経済圏・21名の研修生に**質量校正の技術指導**を行った。
- レーザー干渉計を用いた**長さ校正の研修**を日本で実施した。10か国・15名の研修生に対し、産総研の8名の専門家が技術指導を行った。深い知識と実際に使える技術の指導が好評であった。
- ベトナムにおいて不確かさ関連のセミナーを、過去6年間に亘り10回以上継続的に行ってきた。その功績が高く評価され、**ベトナム科学技術大臣から表彰**を受けた(外国籍受賞は珍しいと言われる・2016年10月)。



1. 領域の概要と研究開発マネジメント

(2) 領域の研究開発マネジメント

計量標準総合センター 研究戦略部長

臼田孝

2017年2月7日

第3期までの主要課題と成果

- 産総研第1, 2期(2001~2009年度)
 - 欧米諸国に比肩しうる計量標準の整備
- 産総研第3期(2010~2014年度)
 - 環境、エネルギー、医療、健康に寄与する計量標準の整備

得られた能力

欧米諸国並みの一次標準

計量標準の開発により培った計測・分析技術と計量標準の一体的開発能力

一次校正事業者に対しての国内供給体制

国際比較で培った同等性評価技術

国際ポスト取得とルールメイキングへの関与

第4期の領域目標・戦略

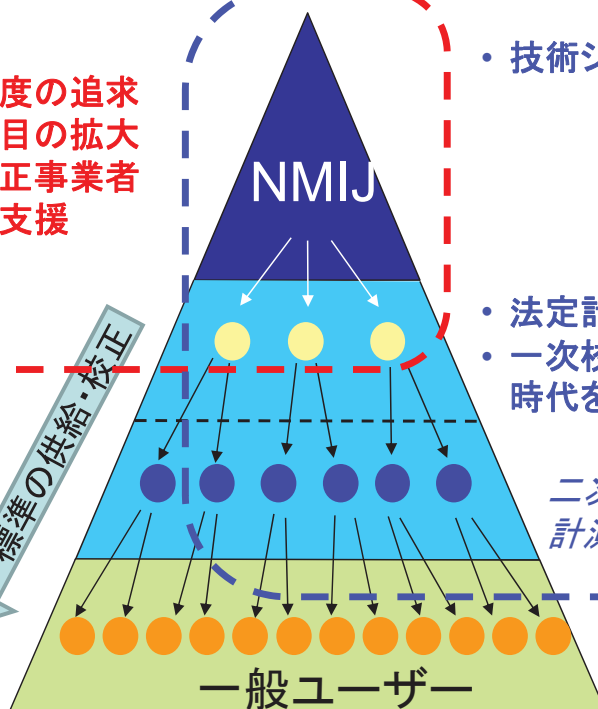
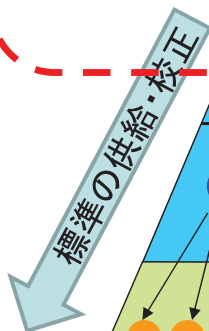
- 継続的な計量標準、法定計量業務の供給
- さらなる計量標準の精度向上、効率的開発
- 標準供給サービスから一歩進んだソリューション提供、標準化支援、技術の普及
- 計量標準、精密計測技術を新たな産業技術へ転換するデュアルユース開発、産総研他領域や企業との協業による研究開発

ポストMRA、ポスト原器(SI定義改定)時代の計量トレーサビリティシステムに向けた研究開発

第4期における研究開発の方向性

第3期までの主な研究開発エリア

- 精度の追求
- 量目の拡大
- 校正事業者の支援

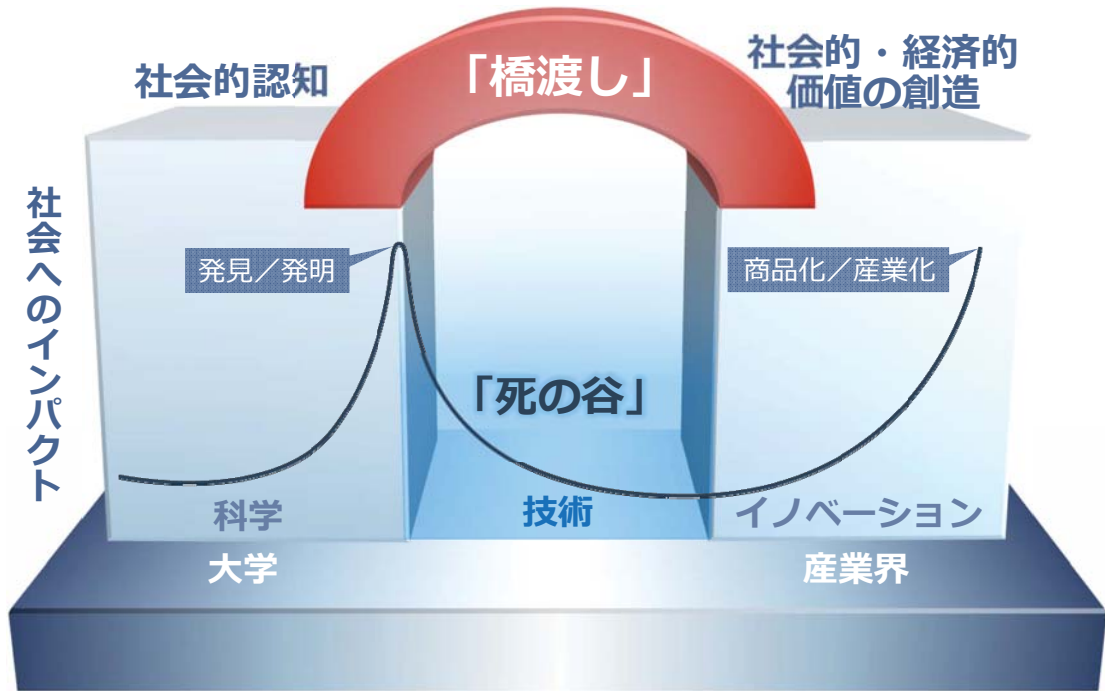


第4期からの主な研究開発エリア

- 技術シーズ: 開発した計量標準
MRAに対応した同等性評価技術
国際ネットワーク
計量標準と計測・分析技術の一体的開発
- 法定計量業務の実施と人材の育成
- 一次校正事業者: 継続的な校正と、ポスト原器時代を踏まえたトレーサビリティ技術の開発

二次校正事業者 計測技術のユーザー 従来の間接的対応から直接的橋渡しへ

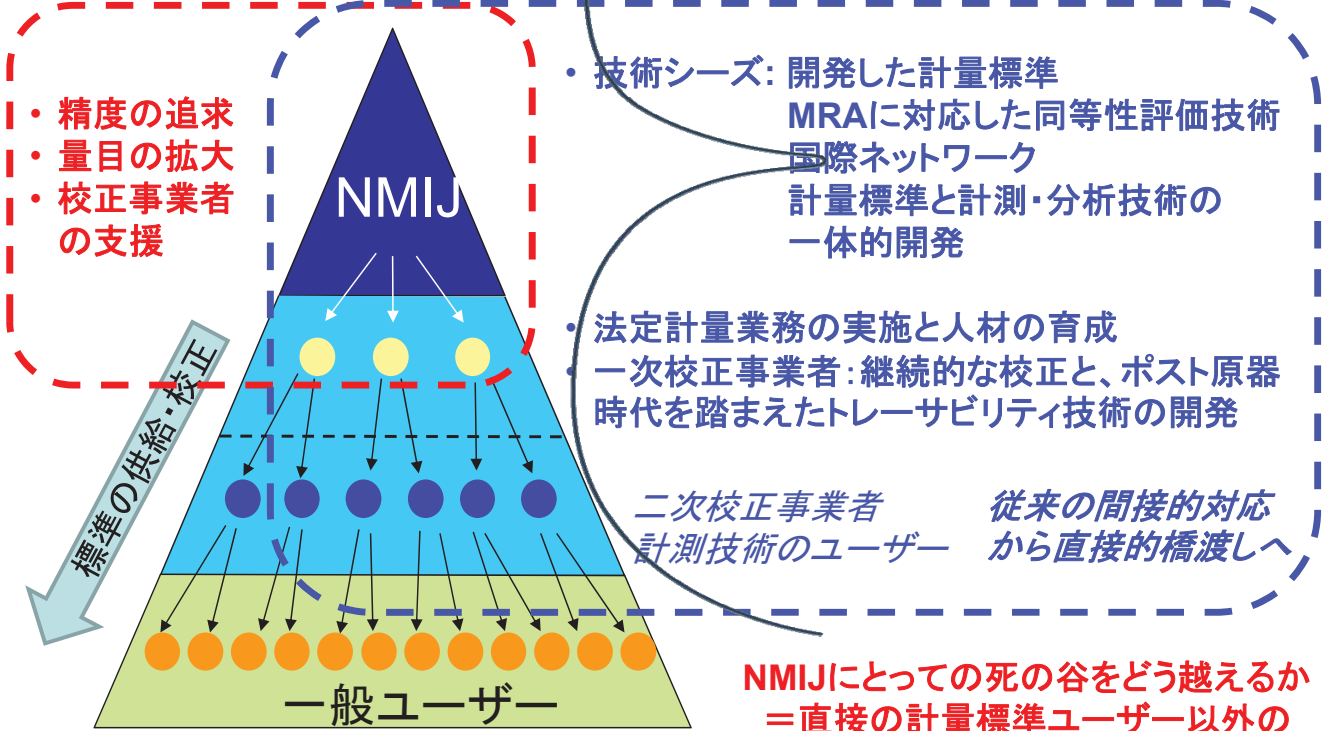
産総研の橋渡し機能



当領域にとっての橋渡し機能

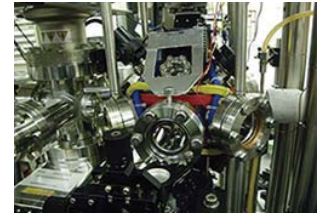
第3期までの主な研究開発エリア

第4期からの主な研究開発エリア

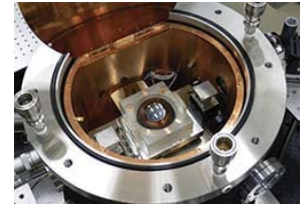


当領域の特徴

- 標準確立のための技術開発
- 顧客は自身 + 標準供給事業者
- **それ自体の(営利)事業化は難しい**



光格子時計



アボガドロ定数

領域のコアコンピタンス

- A 標準・校正技術等
- B 計測・分析技術等

関与のフェーズ

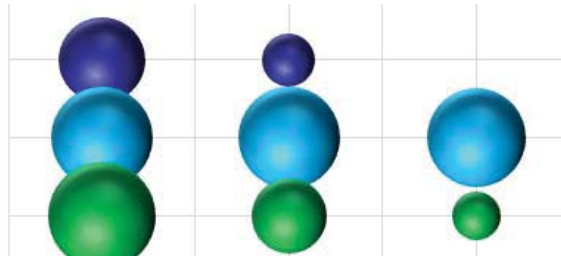
1. の技術開発
2. による分析評価
3. を応用した製品等開発

領域のコアコンピタンスを磨くことで企業ニーズの各フェーズに関与

民間資金獲得状況から見た当領域の特徴

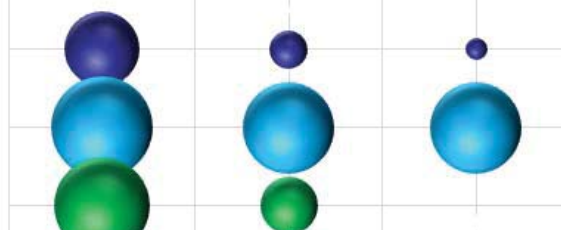
A.標準・校正技術による連携

- A-1.標準・校正技術の開発
- A-2.標準・校正技術による分析・評価
- A-3.標準・校正技術を応用した製品開発



B.計測・分析技術による連携

- B-1.計測・分析技術の開発
- B-2.計測・分析技術による分析・評価
- B-3.計測・分析技術を応用した製品開発



共同研究

受託研究
契約形態

コンサル

技術の種類

- A 標準・校正技術等
- B 計測・分析技術等



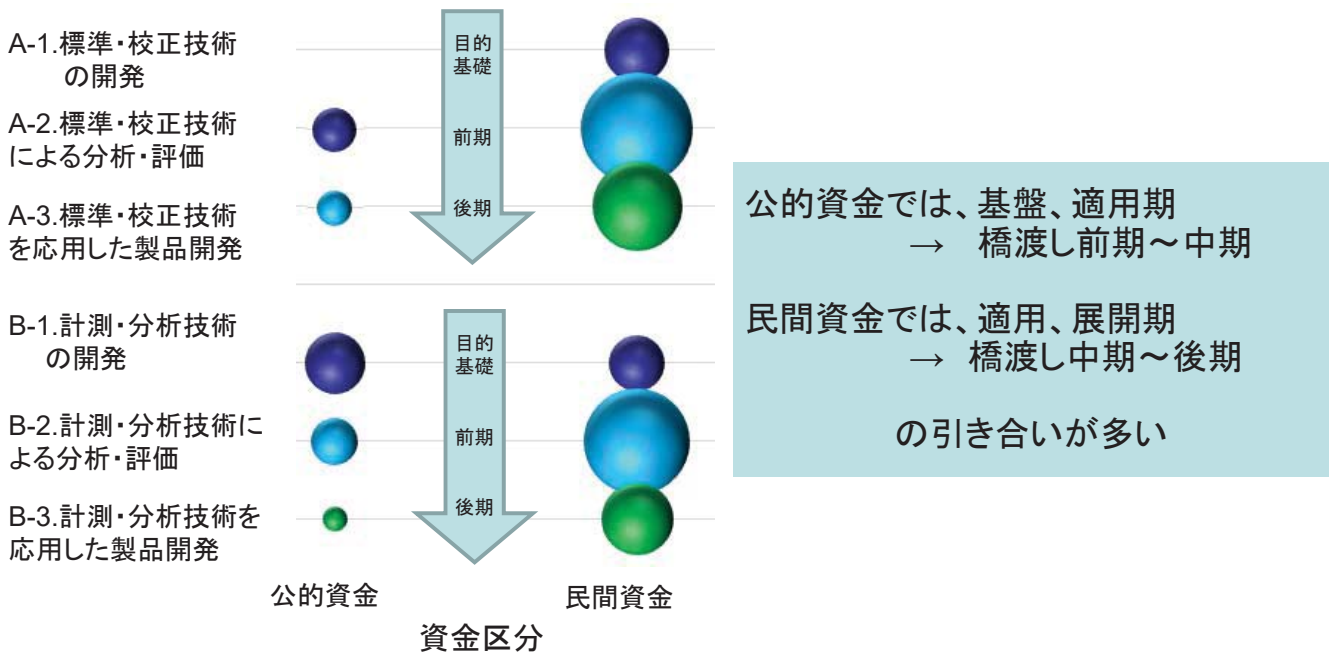
関与のフェーズ

1. の技術開発
2. による分析評価
3. を応用した製品等開発

のマトリクスで分析(件数ベース)

いずれもフェーズ2のニーズが高い。
企業が抱える課題へのソリューション。特にコンサルでは顕著

公的資金も同様に分類(件数ベース)



運営費交付金や公的資金で基盤開発
→民間資金での連携へつなげる

校正・依頼試験

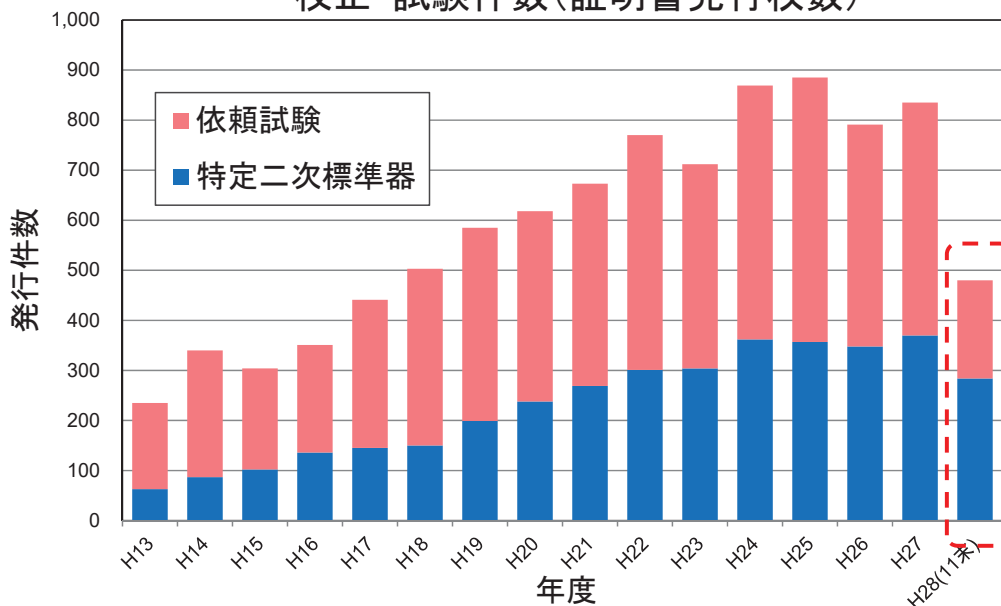
- 計量標準総合センターの業務として実施する(三号業務)
- 校正・依頼試験の費用は定められている。
- 結果は校正証明書として発行される。
- 校正・依頼試験の対象は決められた校正器物のみである。
- 校正・依頼試験は決められた方法・手順で実施され定期的監査を受ける。
- 新たな校正品目・項目の制定は一定数以上の需要の存在する案件に限られ、また制定には長時間を要する。

計測技術コンサルティング

- 校正・依頼試験のリストにない測定・分析対象や条件・手法による測定・分析の実施。
- 依頼者の要望に応じたオーダーメイドの測定・分析の実施。
- 測定・分析の原理や手法に関する情報提供・技術指導。

校正・試験業務とコンサルティング

校正・試験件数(証明書発行枚数)



計量法に基づく特定二次標準器校正、依頼試験とも前年度並みまたは増加見込み。さらにコンサルティング(前年同月比2.5倍の伸び42件→106件:契約締結ベース)によりサービスを加速。

コンサルティングに対する産業界の反応

- 計測のスペシャリストによる高度な技術指導の有償化は理解できる。
- 無償だと依頼しにくい。有償化によりサービスの確実性・継続性が確保されれば有り難い。

研究者にとっての利点

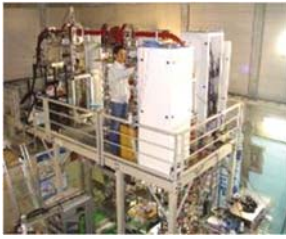
- 負荷が限定的>公開知見の提供、時間契約
- 複数企業に同内容のコンサルティングが可能
- 産業界ニーズ(問題)把握の好機



連携の入り口として有効に機能 大型連携へのステップ

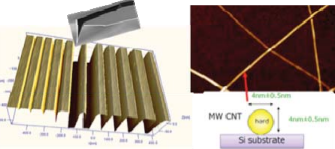
- 企業との連携チャネルが増えると共にコンプライアンス面の配慮も重要に

NMIJとしてのブランド・信頼性の維持と
ユーザーニーズへの対応・顧客満足の上両立を目指す

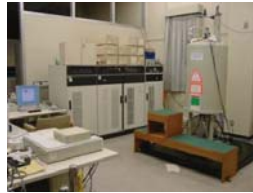
基盤技術段階でのパートナーシップ構築 - 先端計測分析機器の公開による計測支援 -



- 産総研:イノベーション創出機器 共用プラットフォーム(IBEC) 
- 文科省:ナノテクノロジープラットフォーム 微細構造解析プラットフォーム 

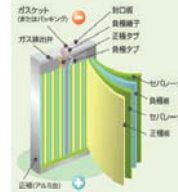
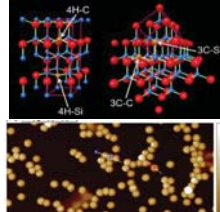


カーボンナノチューブのサイズ測定例



先端的な計測・分析技術や装置を開発、公開
(IBEC、ナノテックプラットフォーム事業)

大学や企業の研究開発、材料開発等を支援

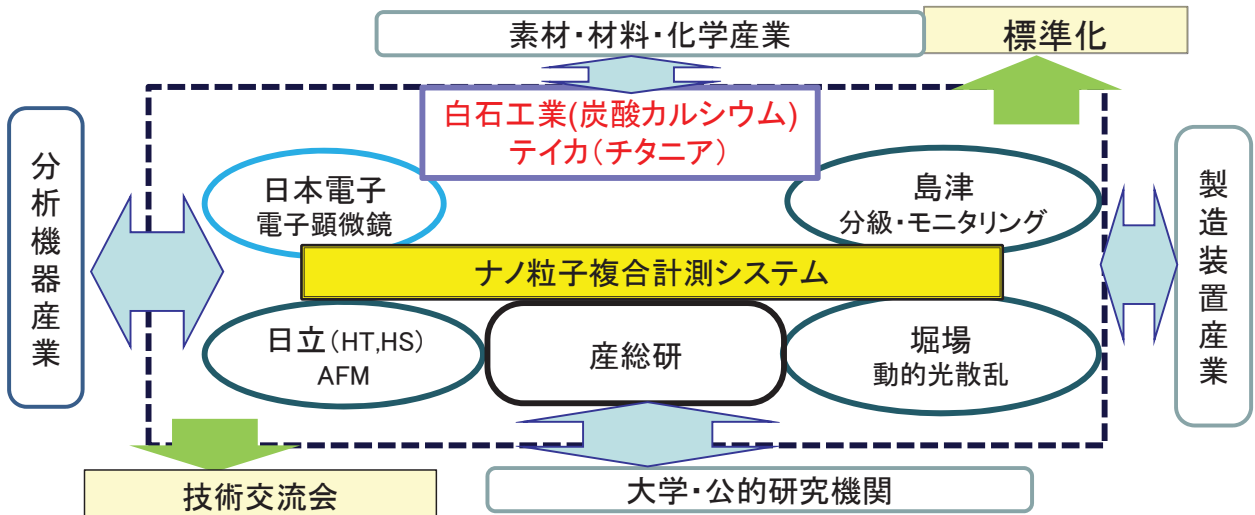


- ・技術相談
 - ・技術補助
 - ・技術代行
 - ・機器利用
 - ・共同研究
- 支援件数(文科省事業)
H27: 65件
H28: 50件(途中集計)
利用の約半数は企業
公開利用から共同研究や受託研究にも展開

基盤技術段階からの組織的連携

- ナノ計測ソリューションコンソーシアム (COMS-NANO) -

ナノテクノロジーの進展に重要なナノ材料の評価手法・装置の開発をオールジャパン体制で推進するため、2013年6月に島津製作所、日本電子、リガク、日立ハイテクノロジーズ、堀場製作所の5社と産総研でコンソーシアムを設立した。2016年4月からスタートした第2期では、ナノ材料規制における該否判定への利用に向けてナノ粒子複合計測システムプロトタイプの高高度化を進めるとともに、新たに材料系メーカーをメンバーに加え、個別材料系への詳細な適応を進めている。



H28年度では複合計測システムのコンセプトを国際標準化提案し、正式な作業項目として承認、登録された。

地域創生への寄与

ー 産業技術連携推進会議(産技連)活動 ー

産技連知的基盤部会

- ◇計測分科会
 - ・材料評価技術研究会
 - ・形状計測研究会
 - ・温度・熱研究会
 - ・光放射計測研究会(新設)
- ◇分析分科会
- ◇電磁環境分科会
 - ・EMC研究会
- ◇地質地盤情報

- 全国の地域公設試験所と連携
- 宮城県、島根県、東京都、香川県で討論会・講演会を開催
- のべ参加人数は約500名
- 急速なLEDの普及に対応し、光放射計測研究会を新設



香川県高松市で開催した形状計測研究会

成果普及、広報、中小企業支援・計測クラブ等の活動

国家計量標準を普及かつ共有する場として19の計測クラブを運営

会員: 約3,100名

(※複数のクラブへの重複参加を含む)

主な活動

- ・研究会・講演会
- ・共同研究の開催
- ・技術相談
- ・情報発信、解説
計量標準、国際計量活動
経産省の施策
- ・要望の施策への反映

分野	名称	今年度の主な実績
長さ 幾何学量	長さクラブ	長さクラブ講演会(2017年2月24日開催 開催予定)
	CMMユーザーズクラブ	第5回CMMユーザーズクラブ講演会(2017年3月中旬開催予定)
力 圧力 真空	カ・トルク計測クラブ	NMIJカ・トルク計測クラブ第6回全体会合(2016年11月30日開催、37名)
	圧力真空クラブ	2016年度 圧力真空クラブ研究会(2017年2月24日開催予定)
音響 振動	超音波音場計測クラブ	第12回超音波音場計測クラブ会合(2017年2月17日開催予定)
	振動計測クラブ	第14回振動計測クラブ(2017年2月21日開催予定)
流量	流量計測クラブ	第12回NMIJ流量計測クラブ会合(2016年11月29日開催 52名参加) 第13回NMIJ流量計測クラブ会合(2017年1月30日開催予定)
	固体熱物性クラブ	平成28年度固体熱物性クラブ全体会合(第12)(2017年2月3日、25名(予定))
物性 材料	流体物性クラブ	第11流体物性クラブ会合(2017年2月21日~28日のいずれかで開催予定)
	定量NMRクラブ	定量NMRクラブ第5回会合(2016年12月2日 75名参加)
	pHクラブ	pHクラブ会合(2017年3月中旬から下旬に開催予定)
	標準ガスクラブ	平成28年度標準ガスクラブ・温室効果ガス観測データ標準化ワーキンググループ合同講演会(2017年2月17日開催予定)
時間・周波数・ 電気・温度・ 湿度・光	不確かさクラブ	不確かさクラブ第3次事例研究会(4回開催、2016年4月21日、7月27日、9月20日、12月13日、2017年3月3日(予定))
	物理計測クラブ	第2回物理計測クラブ及び見学会(2016年11月25日。講演 5件83名参加、見学会開催49名参加)
放射線・放射能 中性子計測 クラブ	放射線・放射能・ 中性子計測 クラブ	第23回放射線・放射能・中性子計測クラブ研究会 - 線量計の分離校正 - (2016年5月26日61名参加) 第24回放射線・放射能・中性子計測クラブ研究会 - 医療用ラジウム223 - (2016年11月22日40名参加)
	法定計量	法定計量クラブ 第8回 NMIJ 法定計量クラブ(2017年3月7日開催予定)

各研究開発段階における方向性・意識付け

目的基礎: 計量標準機関としてのコアコンピタンスの醸成に資する研究

- 量子標準への挑戦
- 標準を内包 (Intrinsic) する計量標準への挑戦
- 校正能力の向上、定量化・精度向上への挑戦

橋渡し前期: ユーザーの階層を広げる新たな価値創造

- 企業における計測技術、計測装置開発への寄与
- 計測技術による製品価値、企業価値向上への寄与

橋渡し後期: 企業への計測技術の移転、製品化

- 民間への技術移転に重点、民間校正設備の精度向上も視野
- 計測装置自体の製品化

次世代のテーマ、若手研究者の育成

- Emerging Scientist Workshop (日中韓共同若手研究者WS)への派遣(11名)
- メトロロジーサマースクールへ(国際度量衡局主催若手研究者合宿)への派遣(7名)

次世代のテーマ、若手研究者の育成

- 在外研究(派遣中・終了・及び予定)
 - NPL、大学(米1, 欧1)、BIPM、PTB、NIST、CERN
(うち3件を領域フェロースhip事業として支援)
- 萌芽研究加速制度(領域事業)
 - (上限250万円、14件採択)
 - 若手研究者を対象に領域内で審査、助成
 - テーマ例:
 - ✓ 光放射圧を用いた微小質量計測技術
 - ✓ 圧力媒体による圧力センサーへの影響評価
 - ✓ ピトー静圧管の形状最適化
 - ✓ 機械学習による超解像度熱画像計測の開拓、等

参考: 昨年度ご講評

- 情報収集力の弱い中小企業に向けた施策が必要
- 産総研のプレゼンスを高めるための活動強化として・・・マスコミを積極的に活用したPR強化が必要である。
- 計量計測にかかわる人材を養成できる、まとまったコースが大学に存在しないため、・・・次世代の専門家教育への貢献に期待。
- リクルート情報が今ひとつわかりにくく、学生にアピールしない。国内の人材育成にしっかり取り組んで欲しい。
- 橋渡しに加えて、国際貢献や次世代人材育成にも更なる取り組みが必要である。
- 法定計量の存在・普遍性は「あるのが当たり前」という意識で捉えられやすい。国民の支持を得るために、たゆまぬ情報発信や・・・必要であろう。

メディアを通じたサービスの広報

人材育成・リクルーティング

先端計測・分析サマースクール

- 修士学生～若手研究者向けのTIA連携大学院の事業の一環
(学生は旅費・宿泊費補助、筑波大の単位取得可能)
- 筑波大主催、NMIJとKEK共催の下、3回目の開催
- 全体で3日間、NMIJはその内1日を担当。十数名の参加
(内容: 小型X線発生装置開発、過渡吸収分光法、陽電子消滅法、施設見学)

インターンシップ

- H28年度からのNMIJを主体とした**新規活動**
- H29.2.14～18の5日間の予定



<https://tia-edu.jp/sentan2016/>

人材育成・リクルーティング

ナノテクキャリアアップアライアンス(CUPAL)事業

・博士後期学生～若手研究者向けを対象に下記2コースを開催

①光周波数計測技術入門コース 2日間、2名参加

光周波数コムの原理と応用に関する講義・実習

②先端量子(X線・陽電子)ビーム分析法入門コース 3日間、2名参加

陽電子、X線など量子ビーム発生と応用に関する講義・実習

(いずれも参加者の今後の研究に活かせる内容であったとの回答)

国外連携：国際機関での幹事ポスト、 専門家の派遣・招聘

* 国際度量衡局(BIPM)との連携

- メートル条約、メートル法

- ・国際度量衡委員ポストを継続獲得
- ・国際度量衡委員会に専門家を派遣
- ・諮問委員会、作業部会に専門家を派遣

* 国際法定計量機関(OIML) - 計量器の円滑な通商

- ・国際法定計量委員会第二副委員長ポストを継続獲得
- ・国際法定計量委員会およびOIML総会に専門家を派遣

* アジア太平洋計量計画(APMP)における先導的活動

- ・技術委員長の3ポストを継続・獲得
- ・今期(2016/11-)議長のポストを獲得

* アジア太平洋法定計量フォーラム(APLMF)での活動

- ・APLMF総会の日本開催を主催(約20か国から50名以上が参加)

* 二国間MoU等に基づく技術専門家の派遣と

アジア地域を中心とした専門家派遣と研修生受入 **研修生招聘**
→ 我が国の計量分野の国際的プレゼンス向上

- ・派遣(peer reviewer、講師、技術指導など) : 9か国へ28名
- ・招聘(MEDEAプロジェクトの研修など) : 11か国から25名

専門家を派遣した委員会等

日程	諮問委員会等(分野)	参加人数
2016/1/21-22	新SIタスクフォース	1
2016/2/23-25	CCMWG(質量関連量、重力)	1
2016/3/14-15	CIPM MRA Review WG	1
2016/3/16-17	JCRB(地域計量組織・国際度量衡局合同委員会)	3
2016/3/17-18	CCRI(II)WG(放射線)	1
2016/3/18	CCPR(測光・放射測定)、 CCAUV(音響・超音波・振動)	1
2016/4/15-22	CCQM(物質量)	11
2016/6/13	CC議長会議	1
2016/6/14-16	CCU(単位)	2
2016/6/26-7/2	CCTWG(温度)	2
2016/7/10-15	CCEMWG(電気・磁気)	2
2016/7/10-16	CODATA(科学技術データ)	1
2016/9/14-15	JCRB	2
2016/9/22-23	CCPR(測光・放射測定)	2
2016/9/28-29	WADA	1
2016/10/3-4	CCQMWG(物質量)	3
2016/10/4-6	CCQMWG(物質量)	1
2016/10/11-16	CCQMWG(物質量)	1
2016/10/18-19	CCLWG(長さ)	1
2016/11/24,26-28	NMI長、CIPM	1
2016/11/3-4	CCRI(II)WG(放射線)	1
2017/1/20-21	新SIタスクフォース	1
2017/3/14-18	JCRB	2
2017/3/20-24	CCEM	2

法定計量に係る人材の育成

- 計量教習、計量講習、計量研修、法定計量セミナー、法定計量クラブなど合わせて**32回(予定含む)**開催し、国内計量関係技術者の技術力向上に貢献。
 - JIS改定に伴う説明会及び講習をタイムリーに実施した。
 - **地域開催の計量技術セミナーを新設した。**
- 計量士の資格認定に関わる作業にNMIJまたは職員が協力。
 - 国家試験問題作成委員として延べ40名が参加。
 - 計量行政審議会計量士部会委員として延べ**5名**が参加。
 - 計**255名**の計量士候補を講習会(延べ**10回**)に受け入れた。
- 国内計量関係機関の初任者や海外途上国計量関係機関からの初学者に対し計14件の見学対応で支援。

領域の研究開発マネジメント総括

- 「橋渡し」における領域の強みを分析
- 分析に基づく橋渡し各ステージを意識付け
- 橋渡しのアーリーステージから連携を強化する
試み(機器公開、標準化までを視野に入れた
コンソーシアム、等)を加速
- 知的基盤の整備、普及も例年並みに実施し、
さらに新たな連携策(コンサルティング等)で
ユーザーを開拓
- 計量計測の専門機関として教育機能を強化

2. 「橋渡し」のための研究開発

(1) 「橋渡し」につながる基礎研究 (目的基礎研究)

分析計測標準研究部門長

野中秀彦

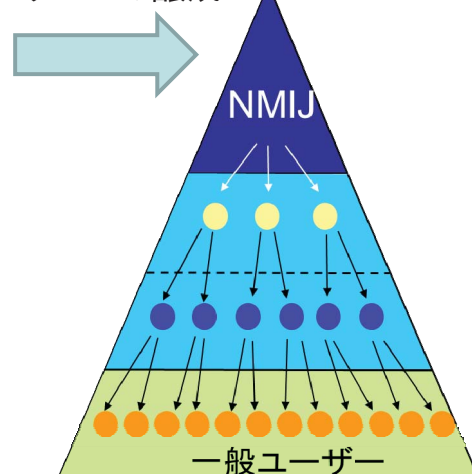
2017年2月7日

目的基礎研究における戦略

計量標準機関としてのコアコンピタンスの醸成に資する研究

- ・ 単一電子、単一光子、単一原子といった量子単一ユニット標準への挑戦
- ・ 標準を内包 (Intrinsic) する計量標準への挑戦
- ・ 高感度、高分解能、高安定度な標準への挑戦
- ・ 計測場を乱さない新規技術
- ・ 標準供給を効率化するゲームチェンジ
- ・ 新たな分析、計測技術への挑戦

計量標準機関としての
コアコンピタンスの醸成



本日紹介する目的基礎研究テーマ

課題名	研究の概要	備考
電磁力によるトルク計測技術に関する研究	ワットバランスの原理に基づくトルク計測技術 →量子標準	ポスター 発表有り
原子ステップを利用した微小 段差試料の提案と作製	サファイア原子ステップを基準としたナノ段差 試料→Intrinsic標準	ポスター 発表有り
未利用熱の活用に向けた新規 熱電材料の探索技術の開発	高効率な新規熱電材料の計測技術 →新たな計測・分析技術	
セシウム原子の共鳴を利用した 新たな電磁波計測技術を開発	ラビ振動(セシウム原子の共鳴現象)による 電磁界強度測定→計測場を乱さない計測技術	ポスター 発表有り
二段修飾によるタンパク質の 高感度・高精度分析法開発	誘導体化を利用するタンパク質の高感度測定法 を開発→新たな計測・分析技術	ポスター 発表有り
定量NMR法とクロマトグラフィー を組合わせた新規計測法	ひとつの基準物質から混合標準液中の他成分 を同時に定量化→標準供給を効率化	ポスター 発表有り
生体計測のための光イメージング 技術の研究	量子光を利用しない光CTの実現 →新たな計測・分析技術	
放射線損傷における基礎過程の 解明	物質の多重励起状態からの緩和メカニズム について解明→新たな計測・分析技術	

(1) 目的基礎研究(昨年度ご講評への対応)

- 計量標準はすべての研究、産業、社会と深いかかわりを持つだけに
シーズ・ニーズも多岐にわたる。研究テーマの選定方法、研究ターゲット
を明確にする必要がある。
 - 計測クラブ、コンサルティング等でボトムアップのニーズを把握しつつ、計測学として
の方向性(量子化等)を踏まえて検討
- ピンポイントの応用がターゲットとなる場合が多いと思われるので、技術
の狭小化に注意して研究開発に取り組んでほしい。
 - センサーネットワーク、IoTなどトレンドにも配慮しつつコアコンピタンスの向上に傾注
- 企業での研究開発が、より製品開発に近い応用研究に向かっており、
5年、10年先の差別化要因となる基礎研究が減ってきている。将来産業
界で必要となる技術取得のための基礎研究もこれまでどおり積極的に
進めてほしい。
 - まさに計量標準機関としての根幹に関わるので若手育成も含めて展開

「電磁力によるトルク計測技術に関する研究」 (目的基礎)

研究の目的

- 自動車内電動機器、OA機器等に使用される**高性能小型モータ**の性能評価、微小精密機器の**組立・制御**に必要とされている10 mN・mを下回る**微小トルク計測技術**の確立
- プランク定数の絶対測定におけるワットバランス法の原理に基づいた、**電磁力**による新しいトルクの計測技術の開発

H28年度成果

- 電磁力による方法で、**世界で初めて**国際単位系SIにトレーサブルなトルクの実現に成功
- ワットバランス法の原理に基づいた**世界で唯一**のトルク標準機の開発に成功
- トルク変換器を安全に取り付けることができる過負荷防止機能付きカップリング等の**要素技術**を開発

「電磁力によるトルク計測技術に関する研究」

重力による方法 (従来法)



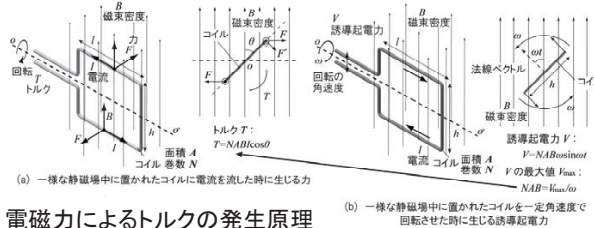
実荷重式トルク標準機

長さの国家標準にトレーサブルなモーメントアームの先端に、質量の国家標準にトレーサブルなおもりを載せる(重力を負荷する)ことで、トルクを実現

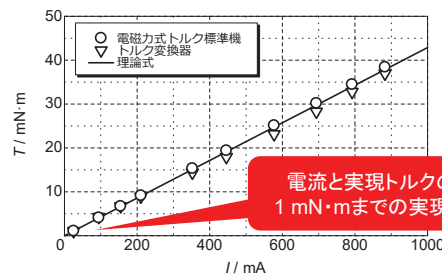
- 世界中のトルク標準機は、全て重力による方法を採用
- 微小領域への拡張が困難

電磁力による方法

- 高い微小領域への拡張性
- 世界で唯一の電磁力による方法に基づくトルク標準機を開発



電磁力によるトルクの発生原理



電磁式トルク標準機

技術開発 の要点

産総研の**トルク計測技術**と**ワットバランス法**に関する**知見**を用いて**電磁式トルク標準機**を開発。電磁力による方法で、**世界で初めて国際単位系SIにトレーサブルなトルクの実現に成功**。目的基礎研究を継続。

成果リスト 論文発表：IF付国際誌1報、特許出願：1件

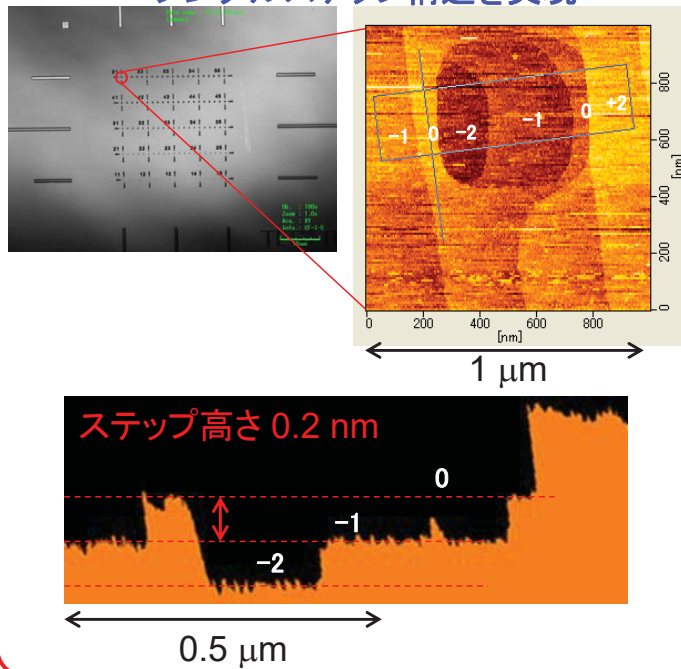
「原子ステップを利用した微小段差試料の提案と作製」 (目的基礎)

研究の目的

- ナノメートルサイズの物質や現象を扱うナノテクノロジーを利用した新材料や新機能の研究開発が進められている。ナノテクノロジーの基盤となるものさしとして、半導体製造技術による微細構造を利用したものは限界にきており、究極のものさしとして、透過型電子顕微鏡におけるシリコン単結晶格子像の格子間隔を利用する技術が進んでいる。
- ナノスケール高さの固有測定標準の有力候補として、原子ステップ構造がある。
- サファイアの原子ステップを基準としたナノ段差試料を提案、作製した。

H28年度成果

単原子層からなる シングルステップ構造を実現

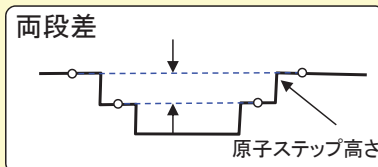
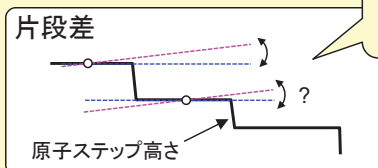


「原子ステップを利用した微小段差試料の提案と作製」

結晶表面のステップテラス構造⇒ナノのものさしへ

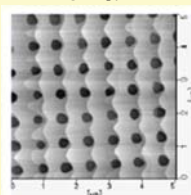
- シリコン (Si)、炭化シリコン (SiC)、サファイア (Al₂O₃)、ダイヤモンド (C) ...

⇒ほとんどが片段差



段差の定義が
困難

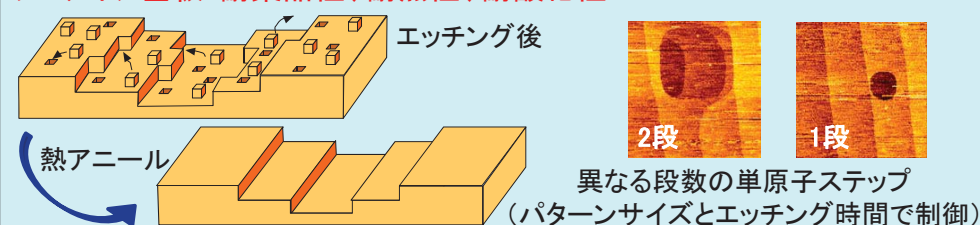
- FIB直接加工 ⇒ マルチステップ構造



一段の正確なステップ数が不明なため、段差値の不確かさが大きい

竹内他, J. Ceram. Soc. Japan, 113, 478 (2005)

サファイア基板: 耐薬品性、耐熱性、耐酸化性



技術開発 の要点

市販のサファイア基板に対して微細加工技術を用いた表面修飾を行い、その仕上げ処理として熱アニール処理を行った結果、単原子層から成る原子ステップ構造を誘起させることに成功。より信頼性のあるものさしを現場に届けられる技術が確立できた。

成果リスト ISOへ提案予定 1 件

「未利用熱の活用に向けた新規熱電材料の探索技術の開発」 (目的基礎)

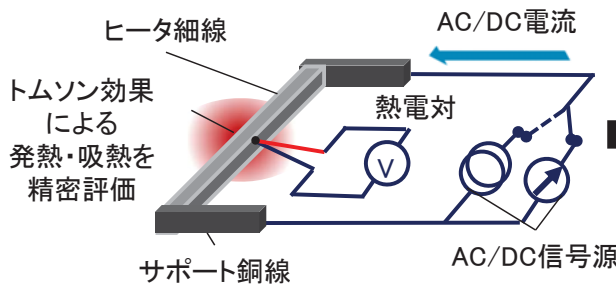
研究の目的

- 熱電変換効率の高い新規熱電材料を、効率よく探索できる技術を開発する。
- 具体的には、様々な材料のゼーベック係数(熱電変換係数)を計測する技術を開発する。

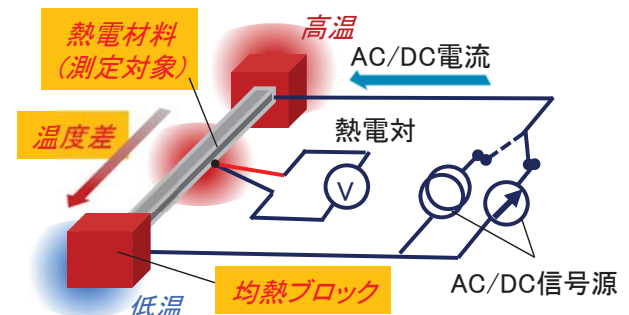
H28年度成果

- 交直(AC-DC)変換の国家標準を活用し、**世界初のゼーベック係数の絶対値を測定する新手法**を開発
- 共同研究企業が開発した熱電材料を高精度に評価

交直変換標準の実現



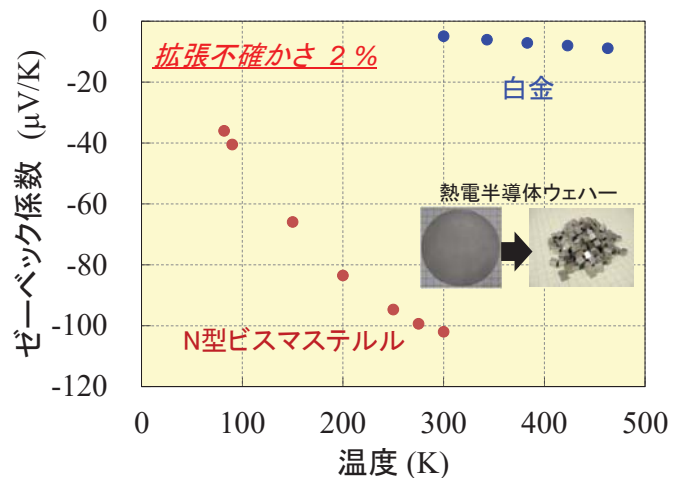
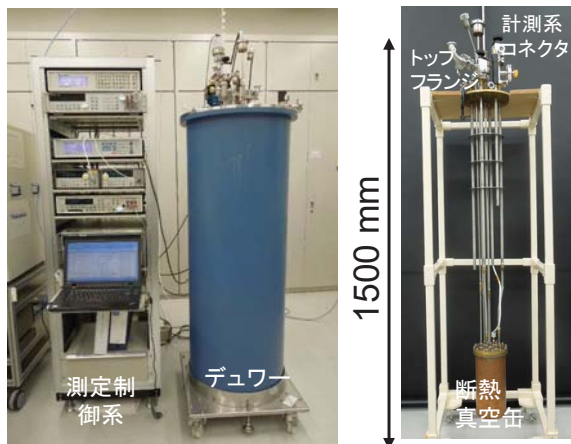
トムソン効果の精密測定からゼーベック係数を導出



「未利用熱の活用に向けた新規熱電材料の探索技術の開発」

成果① 交直変換標準を活用し、世界初のゼーベック係数の絶対値を計測する手法を開発

成果② 共同研究企業が開発した熱電材料のゼーベック係数を高精度に測定



技術開発の要点

ゼーベック係数の絶対値を測定する手法を

産総研の**交直差(AC-DC差)測定技術**と**低温温度制御技術**を用い開発
 今後は、ゼーベック係数の測定精度の向上を目指すとともに、新熱電材料の探索研究を行う。

成果リスト 論文投稿：2報、特許：1件、外部受賞2件、外部資金2件

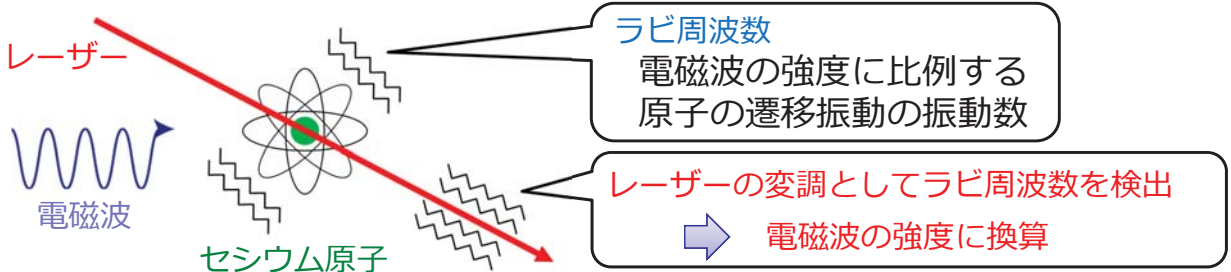
「セシウム原子の共鳴を利用した新たな電磁波計測技術を開発」 (目的基礎)

研究の目的

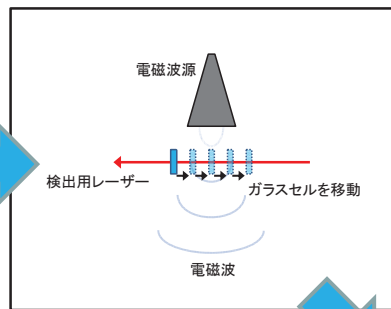
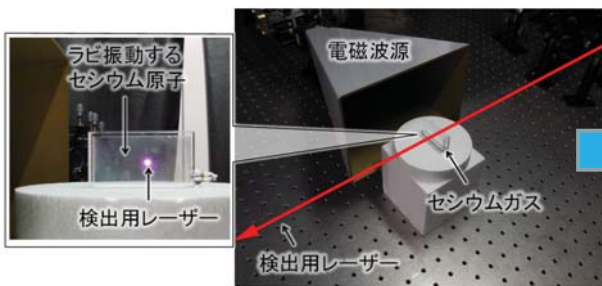
- 新たな測定原理による電磁波計測技術を開発する。
- アンテナやケーブルを使用せず、高分解能でワイヤレスな測定システムを開発する。
開発した新たな電磁波計測システム

H28年度成果

- セシウム原子を封入したガラスセルとレーザーで構築された、電磁波強度分布測定システムを**世界に先駆けて**開発した。
- 電磁波の**波長以下(1 cm)の高分解能測定**を実現した。



「セシウム原子の共鳴を利用した新たな電磁波計測技術を開発」



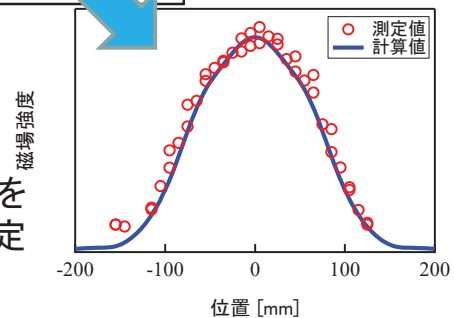
セシウム原子が入ったガラスセルを移動させながら電磁波分布を測定

電磁波分布測定システムを構築

本手法では**世界初**、従来のアンテナによる測定に対して、**小型(高分解)**で**ワイヤレス**という利点を持つ。

プレス発表 (2016/7/11)
「セシウム原子の共鳴を利用した
新たな電磁波計測技術を開発」

電磁波源の分布を
高分解に測定



技術開発の要点

産総研の**電磁波計測技術**と**量子計測技術**を組み合わせることで、**新たな電磁波測定技術**を実現
今後、測定可能な**周波数範囲の拡張**や**測定精度**の向上が目標

成果リスト

プレス：1件、論文：1報、外部資金：1件

「二段修飾によるタンパク質の高感度・高精度分析法開発」 (目的基礎)

研究の目的

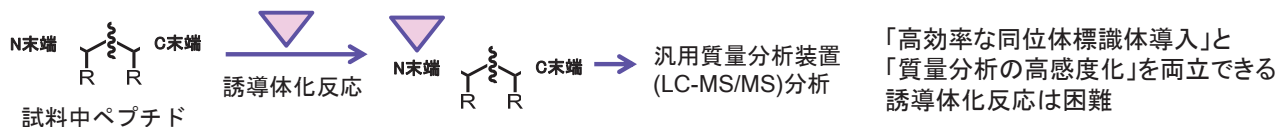
- 各種診断マーカーとして定量される生体内の微量タンパク質を高感度かつ高精度に定量する技術の開発
- 産総研の高感度生体成分定量分析技術やタンパク質分析技術を活用した新規誘導体化法の開発により、生体内微量タンパク質の安定同位体標識導入と高感度な質量分析を目指す

H28年度成果

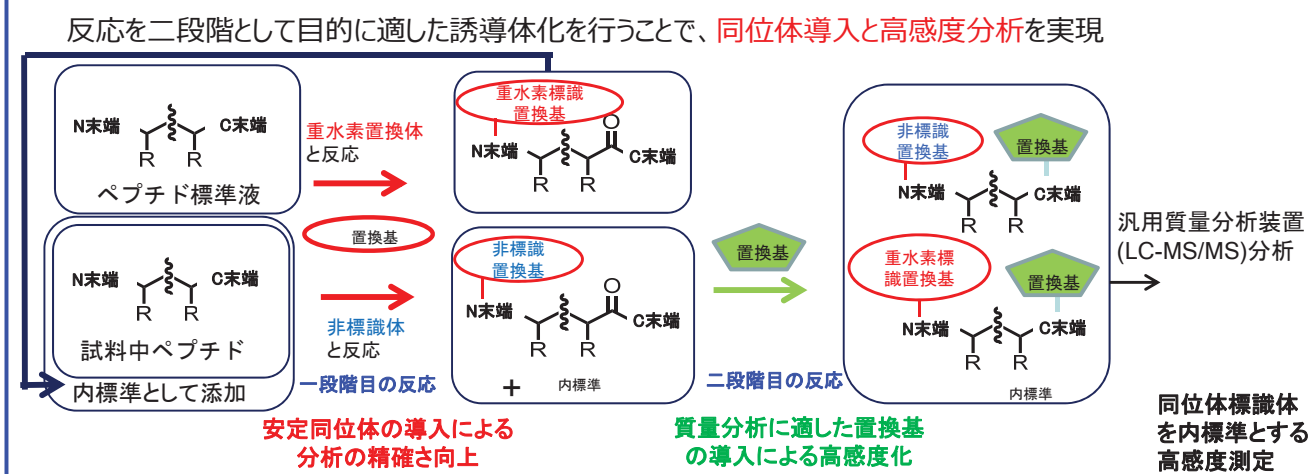
- 目的に適したタンパク質の誘導体化反応を二段階で行う新規誘導体化法を設計
- 汎用質量分析装置で、生体試料中の微量生理活性ペプチドやインスリンなどの高感度測定を実現
- 安定同位体標識体を内標準として使用し、高精度な測定を達成
- 日常検査法に対する参照値決定法として利用可能(測定法間の値の不一致を解決できる可能性)

「二段修飾によるタンパク質の高感度・高精度分析法開発」

従来技術



今回開発した誘導体化法



研究の要点

誘導体化を活用することで、汎用の質量分析装置で、生体試料中の微量ペプチドやインスリンの高感度化と高精度化の両方を達成
今後、高分子量タンパク質などへ適用範囲を拡大

成果リスト

論文発表：IF付国際誌1報、国際学会発表1件

「定量NMR法とクロマトグラフィーを組合わせた新規計測法」 (目的基礎)

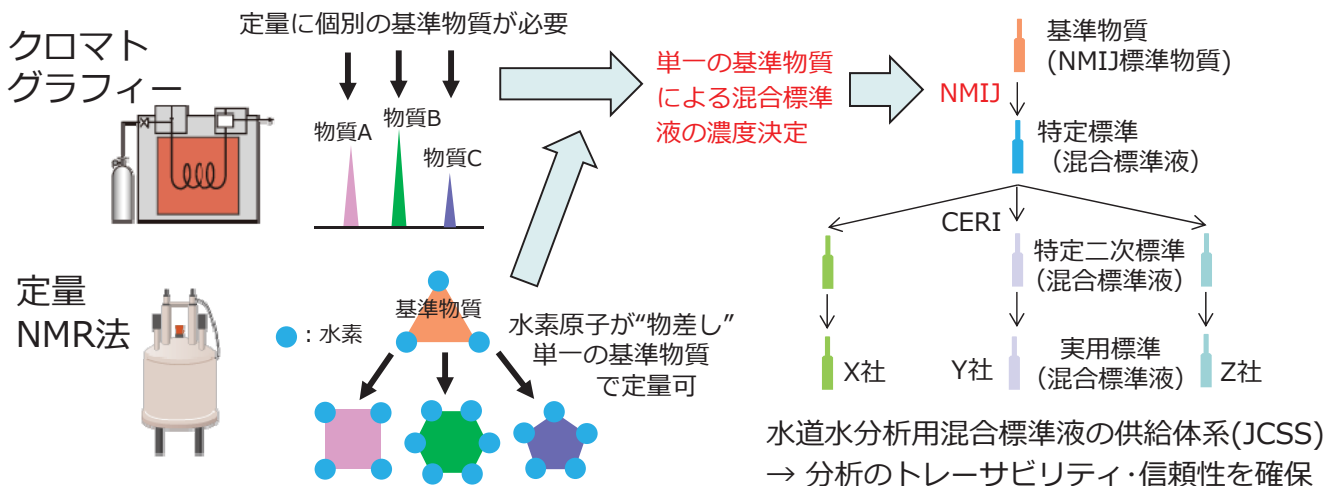
研究の目的

- 定量NMR法の開発により、食品・環境分野の計量の基になる高純度有機標準物質について整備の迅速化を達成したが、高純度品として取扱いが困難なものなどは、標準液として供給することが望まれる。
- 定量NMR法とクロマトグラフィーを組合わせることで、単一の基準物質を用いて有機混合標準液中の各成分の同時個別値付けを可能にする、新規計測法を開発する。

H28年度成果

- 定量NMR／クロマトグラフィーを、環境汚染物質である多環芳香族炭化水素類混合標準液の定量に適用し、単一の基準物質を用いて2成分を同時・個別に濃度評価することに成功
- 水道水質検査に用いるフェノール類6種混合標準液、非イオン界面活性剤標準液等の値付けに適用し、校正サービスを立ち上げ（平成29年4月開始予定）

「定量NMR法とクロマトグラフィーを組合わせた新規計測法」



技術開発の要点

産総研が実用化した定量NMR法をクロマトグラフィーと組合わせることで、単一の基準物質から有機混合標準液の同時・個別の値付けができる技術を確認、有機標準液 (JCSS) の整備に適用を検討中

成果リスト

日本分析化学会年会で発表、国際誌に論文投稿中 (一報)

基礎技術確立済み ⇒ 平成29年度橋渡しの段階へ (校正サービス開始)

「生体計測のための光イメージング技術の研究」 (目的基礎)

研究の目的

- 予防医学のための健康診断機器として、低侵襲かつ高精度な光イメージング技術が有望
- 量子光学を利用した光断層イメージング(量子OCT)は有効な技術だが実現が困難
- 古典光の利用でも量子OCTと同程度の性能を示す新原理を構築し、実現性の高い計測システムとして実用化する。

量子OCT

・分散に不感
・分解能2倍向上
↓
量子もつれ光子対が必須
(実現の難易度=高い)

Inspire

古典的な対応技術

量子もつれ現象を
信号処理で再現
↓
白色光を使って、
ほぼ同じ性能を実現
(実現の難易度=低い)

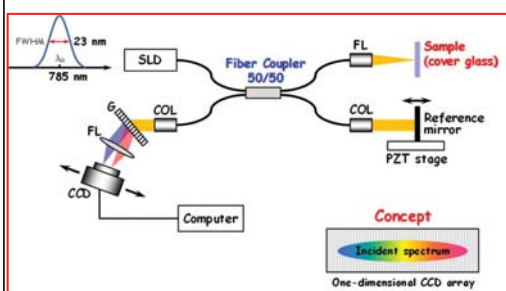
H28年度成果

- 量子OCTと共通する問題である**不要な像(アーティファクト)**を**簡単かつ効果的に低減**する手法を考案し、その効果を実証することに成功。
→ Journal of Optics 誌
[J. Opt. **18** (2016) 075601]

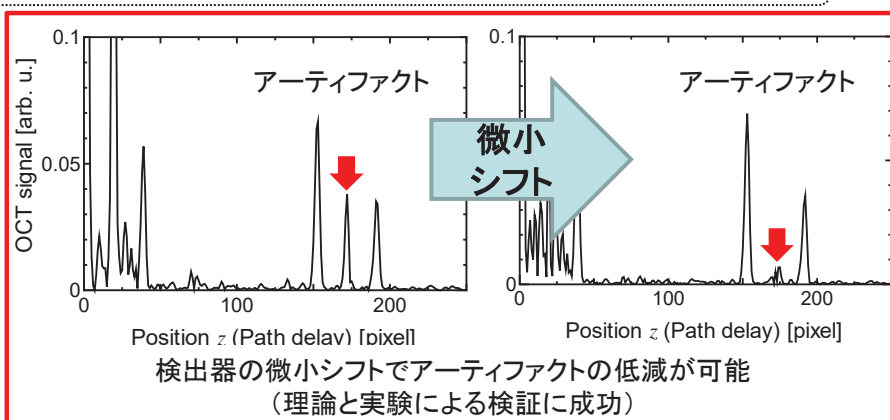
「生体計測のための光イメージング技術の研究」

【特長】

- 量子もつれ現象を信号処理で再現することで、白色光で動作可能に(量子光不要)
- 分散の自動補償、空間分解能が従来型OCTの約1.4倍向上(量子OCTと同程度)
- 不要な像(アーティファクト)の問題を解決



量子OCTを古典的に実現する光学系
(2015年 J. Opt.誌で発表)



検出器の微小シフトでアーティファクトの低減が可能
(理論と実験による検証に成功)

研究の 要点

量子OCTの優れた計測性能を、古典光で再現する新しいアプローチ
→ 計測現場で使用可能な新原理・計測システムの創出
【今後の方針：他の技術と比較した優位性を確保（基礎研究の展開）】

成果リスト

書籍「Progress in Optics」(Elsevier 社)より執筆依頼(2017年4月刊)
招待講演：国際1件、国内1件 論文発表：IF付国際誌2報

「放射線損傷における基礎過程の解明」 (目的基礎)

研究の目的

- DNAの損傷に低エネルギー電子の寄与が大きいとの報告。
- 低エネルギー電子の生成過程を解明することで、放射線損傷を制御し、放射線治療の高度化に貢献する。
- 生体内を模擬する原子の集合体(クラスター)に放射線を照射し、低エネルギー電子の生成過程を解明する。
- NMIJは、レーザーパルス絶対強度測定、電子・イオン同時計測技術を開発し、成果に貢献

H28年度成果

大きなNeクラスターに極紫外領域自由電子レーザーパルス光を照射

レーザーにより誘起されたクラスターの内部エネルギーにより、連鎖的に低エネルギー電子が放出される過程を解明

Nature Communications, 7, 13477 (2016)
2016年12月5日 プレスリリース

Ne・Kr混合クラスターにX線を照射

2価のネオンイオンが、クリプトン原子から電子を奪い、低エネルギー電子を放出させる過程を解明

Nature Communications, 8, 14277 (2017)
2017年1月30日 プレスリリース

2種類の低エネルギー電子放出過程の観測に成功

ビーム強度診断装置の校正 (NMIJ)

クラスタ生成装置、ネオン・クラスタ、集光鏡、電子、運動量画像型電子分光器

計測システム (X線レーザーと電子測定器)

NMIJが開発した強度測定装置を用いて事前に校正

新過程1: 励起されたネオンクラスターから低エネルギー電子が連鎖して放出
Nature Communications, 7, 13477 (2016)
2016年12月5日 プレスリリース

NMIJが開発した電子・イオン同時測定装置の概略と写真

新過程2: 2価イオンの近くに原子が存在すると電子を奪い低エネルギー電子を放出
Nature Communications, 8, 14277, (2017)
2017年1月30日 プレスリリース
東北大学、京都大学、理研、広島大学、JASRIとの共同研究

放射線計測技術により新しい低エネルギー電子の放出過程を観測
今後はより現実に近いモデル系にて検証 (目的基礎研究を引き続き実施)

H28年度: Nature Communications (IF: 11.47) 2報、プレスリリース 2件

(1) 目的基礎研究(総括)

– 具体的な研究開発成果(評価指標)

- 計量標準機関の競争力根幹に関わる計測、分析、評価技術について、量子化による高分解能化・高精度化、分析技術の開発・効率化、新たな現象評価する技術の開発に取り組んだ

– 論文数(モニタリング指標)

- 実績値(12月時点): 129報 (前年度同月比: 111%)
⇒ 目標値(前年度比108%)を達成見込

– テーマ設定の適切性(モニタリング指標)

- 電気量、力学量、化学量等を包含する総合計量標準機関としての強みを活かし、量子標準の開発(ワットバランス援用トルク標準、原子ステップ援用段差標準、等)、効率的な分析技術(NMRとクロマトの組み合わせによる分析法)、等の開発に取り組んだ。
- 知的基盤整備と一体的に研究開発に取り組んだ。

2. 「橋渡し」のための研究開発

(2) 「橋渡し」研究前期における研究開発

物質計測標準研究部門長

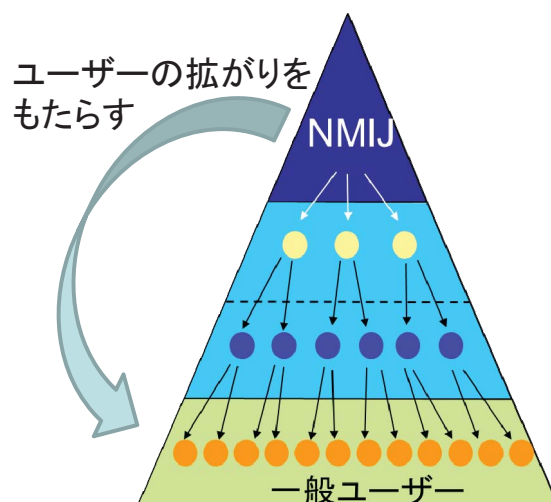
藤本俊幸

2017年2月7日

橋渡し研究前期における戦略

NMIとしてのコアコンピタンスを元に
ユーザーの階層を広げる新たな価値創造

- 計量標準を付加価値として新たなユーザーに拡げる
- 企業における計測技術、計測装置開発支援
- 計測技術による製品価値、企業価値の向上
- 社会の安全、安心への貢献



本日紹介する橋渡し研究前期テーマ

課題名	研究の概要	備考
材質識別可能な流れ場粒子径計測法の開発	ナノ粒子測定技術を融合し材料を識別しつつ 精確なナノ粒子評価を実現 → 先端材料の品質管理に転換	
角度測定を利用した超高精度な表面形状測定	角度計測を利用して超高精度並行平板形状測定を実現→ 角度から平行度へのユーザー拡大	ポスター発表有り
電磁波の位相・振幅相関を利用した新しいセンシング法の開発	電磁波計測技術を利用して医薬・食品の水分分析を実現→ 電磁波標準を他産業へ展開	ポスター発表有り
リチウムイオン電池の非破壊評価技術の開発	インピーダンス標準技術を用いて蓄電池の劣化を評価→ 電気標準をデバイス評価に展開	
新規マラリア診断デバイスの実用化を可能とする標準の開発	他領域で開発された診断機器を評価→ 定量・同等性評価技術を診断装置の評価に展開	
微小領域変形分布計測技術の開発	顕微観察モアレにより微小領域の変形・ひずみを定量測定→ モアレ法を新たな領域に応用	

(2) 橋渡し研究前期(昨年度ご講評への対応)

- 研究テーマの目標やスケジュール、さらにはどういった分野での効果が期待されるか等、進捗情報の開示が重要となる。
 - 年間のプレスリリース数は増加傾向(昨年度8件に対し2017年1月時点で12件)
 - 計測クラブ、展示会、成果報告会において発表
- 社会実装が可能なものについては前倒し、難しいものは基礎研究継続など、柔軟な運用がなされるとより有効な研究領域と考えられる。
 - インフラ診断やナノ計測などについてはパートナーとの連携により社会実装の加速を検討
- コンソーシアムの有効活用も効果的であるが、大企業中心になりがちなので、ベンチャー等を集めた仕組みも良いのではないかと。
 - 計測クラブ(無料の広報活動)やコンサルティング(少額から産総研の技術を利用する機会の提供)により中小企業への橋渡しも促進

「材質識別可能な流れ場粒子径計測法の開発*」 (橋渡し前期)

研究の目的

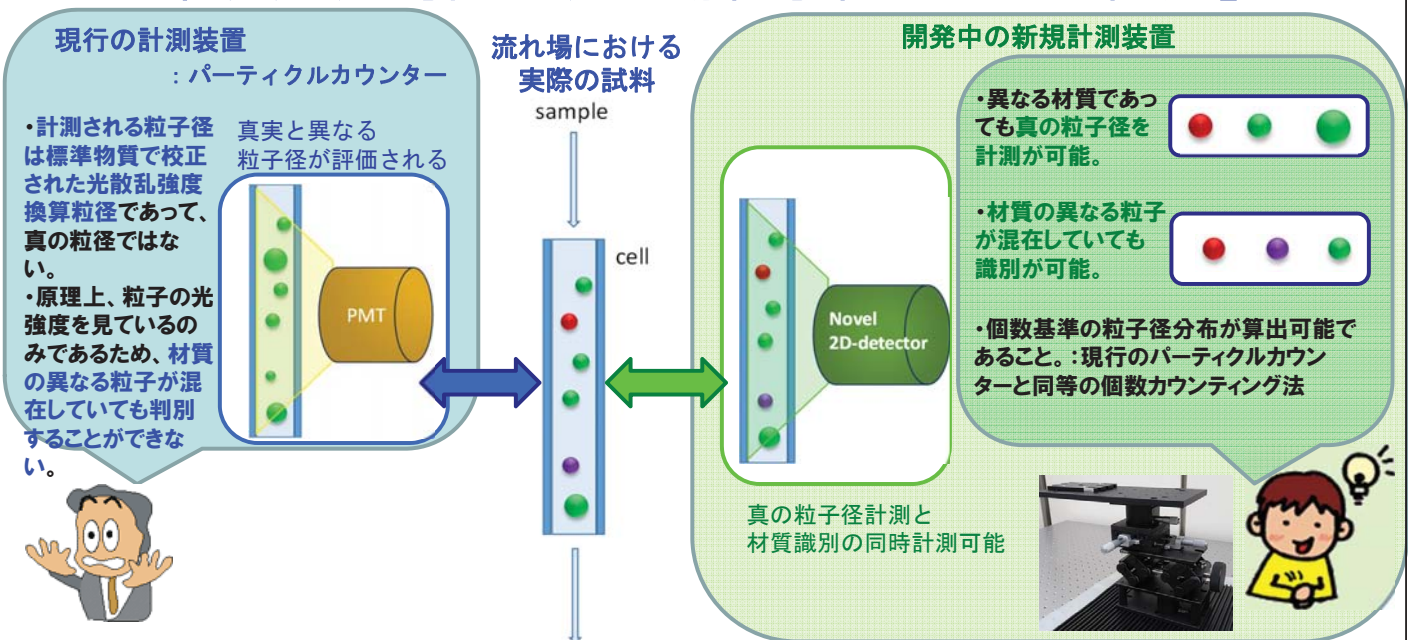
- ナノ材料製造ラインにおける品質管理に不可欠な粒子径計測および目的外粒子識別のために、流れ場中での新規計測法を開発する。
- 新規計測法の実用化に向けて、プロトタイプ装置を製作するとともに、精確な粒径ならびに粒径分布の評価を可能とする手法を確立し、ユーザビリティを考慮した解析ソフトを開発する。

*超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト

H28年度成果

- 新規計測法に係る基本特許1件出願、計測光学系に係る特許1件出願
- 関連するノウハウ登録5件実施、同ノウハウに関し、関連企業よりの実施契約が5件
- 関連する論文2件掲載済み、1件投稿中
- 本計測コンセプト実現に向けた要素技術開発がNEDOプロに採択されるとともに、実用化に向けて装置メーカー等との資金提供型共同研究を2件開始

「材質識別可能な流れ場粒子径計測法の開発」



技術開発の要点

これまで困難であった流れ場中における精確な粒子径算出と材料識別の同時計測を達成する**画期的な材料識別型粒子径評価技術の構築**

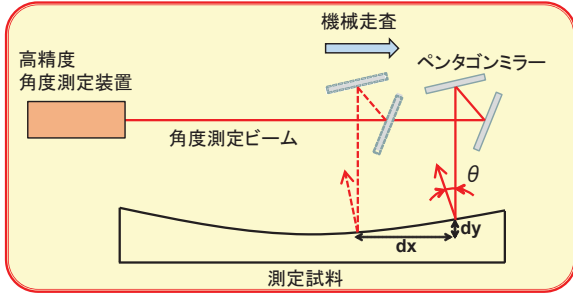
成果リスト

出願済み関連特許5件、成果活用による民間企業共同研究2件、登録済み知財（+実施契約）5件、出口：開発装置実用化PJ参加企業28件

「角度測定を利用した超高精度な表面形状測定」 (橋渡し前期)

研究の目的

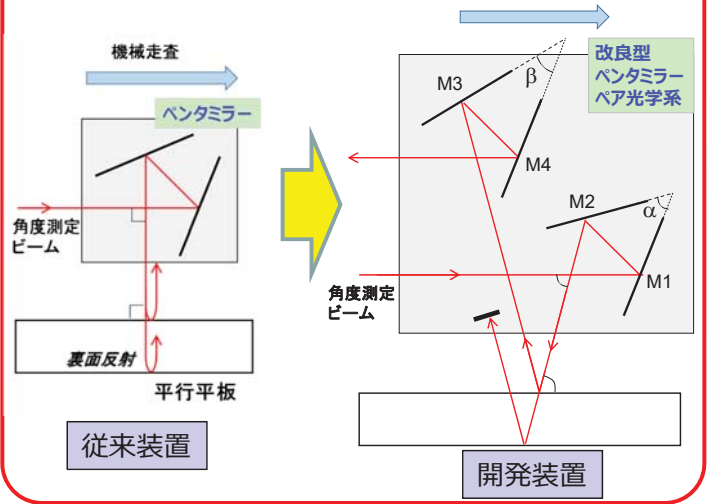
- 半導体露光装置や放射光施設で用いられるX線用ミラー等に必要とされる**超高精度かつ大口径**な表面形状計測技術の開発
- 産総研の**角度標準技術**を活用した**世界最高精度**の測定装置



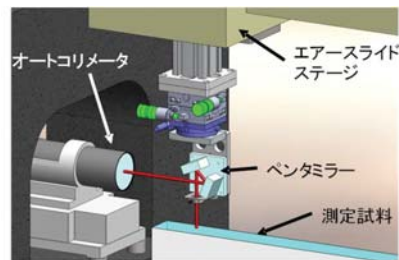
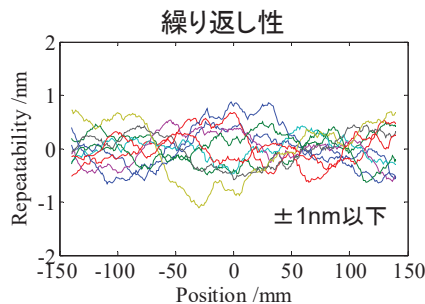
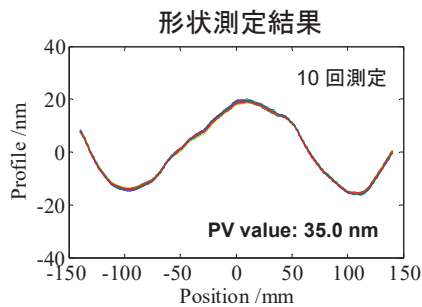
- 高精度角度測定装置により、表面の角度変化を測定
- 角度変化の積分により表面形状を算出
- ペンタゴンミラーにより、機械走査に伴う角度ぶれの影響を除去

H28年度成果

- 裏面反射の影響により、**これまで測定が不可能**であった平行平板表面の測定技術を開発
- 斜め入射光学系の導入により、裏面反射の影響を除去



「角度測定を利用した超高精度な表面形状測定」



- 測定サイズ：～1000 mm
- 繰り返し性：±1 nm以下
- 測定精度：3 nm以下
- 平行平板も測定可能

角度測定による超高精度表面形状測定

技術開発の要点 産総研の**角度標準技術**を活用した**大口径**かつ**超高精度**な表面形状測定装置を開発 → 半導体製造装置などの性能向上に資する技術

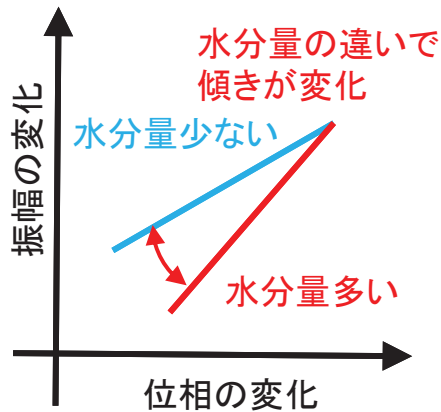
成果リスト 論文発表：3報、特許：1件、民間企業共同研究6件

「電磁波の位相・振幅相関を利用した新しいセンシング法の開発」 (橋渡し前期) H28年度成果

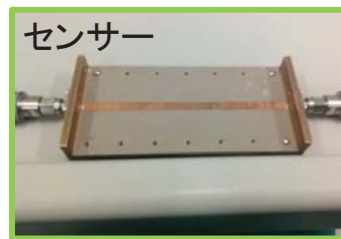
研究の目的

- 電磁波を用いて、農産物や医薬品などの水分含有量や品質を非破壊で計測するためのセンシング技術を開発する。

センサーを伝搬する電磁波の振幅と位相変化の相関を利用する

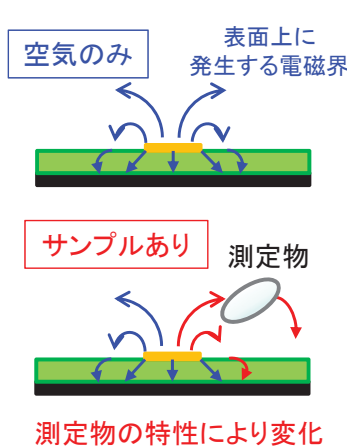
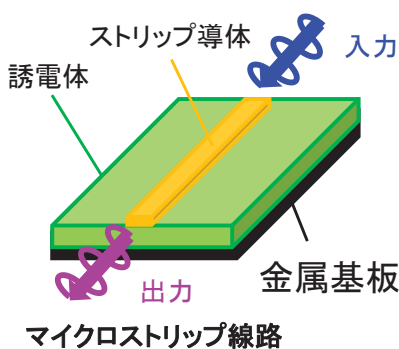


- 計測対象の体積情報が不要な非破壊計測技術を実現。これにより、農産物の水分量の全数検査が可能。
- サンプルの水分量が、包装した状態のままでも計測可能なことを実証。

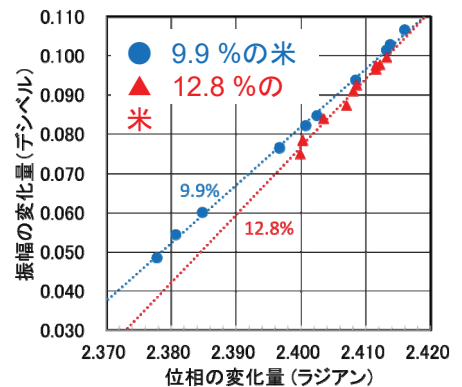
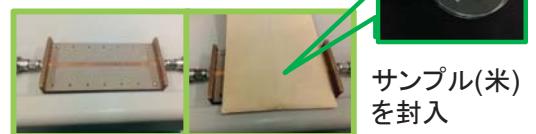


「電磁波の位相・振幅相関を利用した新しいセンシング法の開発」

原理



包装したままでも測定可能



測定物の有無で変化する電磁波の振幅変化と位相変化を測定して解析→測定物の特性を**非破壊で計測**

□ **プレス発表:平成28年12月13日**

「農産物の水分量を電磁波で簡単に計測する技術を開発」

技術開発の要点

電磁波の振幅と位相の変化から、包装や箱詰めされた状態でも、大量のサンプルを1秒以下で簡単に非破壊計測できる技術を開発

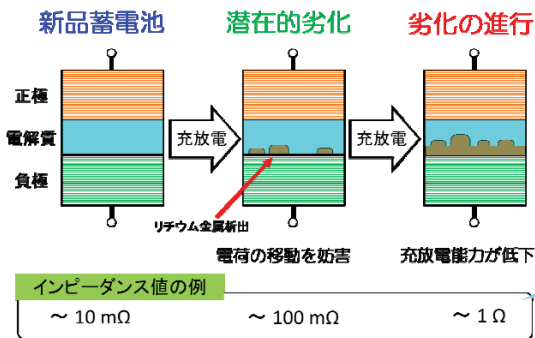
成果リスト

論文投稿：1報、プレスリリース1件、特許：1件、共同研究1件、受託研究2件、共同研究内諾1件、技術コンサル内諾1件

「リチウムイオン電池の非破壊評価技術の開発」 (橋渡し前期)

研究の目的

- 精密電気計測により、蓄電池の劣化を早期に検出する。
- 国家標準に基づく高精度なインピーダンス計測を利用し、蓄電池内部を非破壊に評価する技術を開発する。



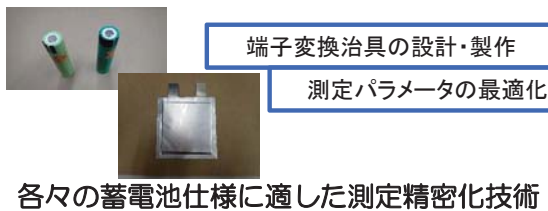
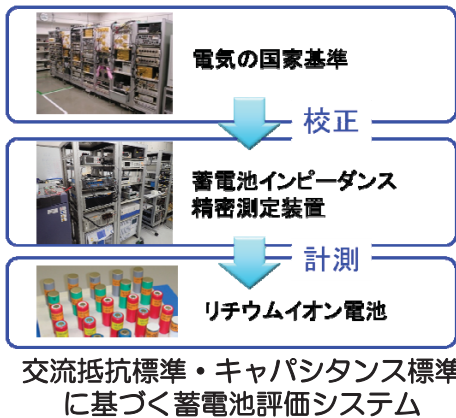
H28年度成果

- 国内の電池材料メーカーが開発中のリチウムイオン電池を対象に、**精密インピーダンス計測を実施**
- 充放電による**電極材の劣化傾向を短期間で把握**

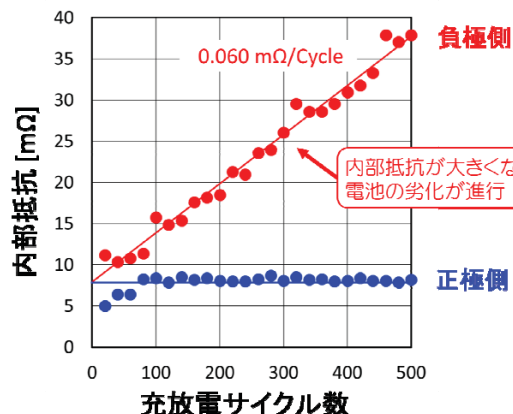
➡ 新たな電池材料の効率的な開発に貢献

インピーダンスの精密計測により少ない充放電回数で劣化を検出

「リチウムイオン電池の非破壊評価技術の開発」



高精度な測定から劣化の指標となる値を推定
⇒ 少ない充放電回数で劣化の傾向を把握



インピーダンス測定から推定した内部抵抗の充放電依存性の例

技術開発の要点

産総研が保有する**電気の国家標準**に基づく蓄電池測定装置と**インピーダンス精密測定技術**による測定の高精度化

成果リスト

技術コンサルティング（1件）、連携協議（4社）を実施

「新規マラリア診断デバイスの実用化を可能とする標準の開発」 (橋渡し前期)

研究の目的

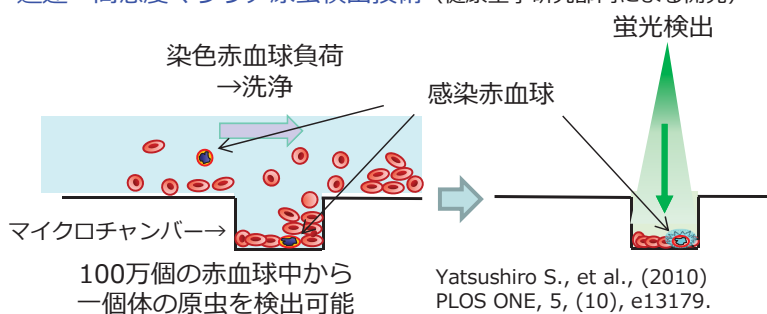
- マラリアは世界3大感染症の一つ(年間感染者数3億人以上)であり、交通機関の発達による感染拡大、地球温暖化による媒介昆虫の分布拡大、薬剤耐性マラリアの出現が問題となっている。
- 健康工学研究部門:細胞チップを用いた迅速・高感度マラリア原虫検出技術を開発
- 物質計測標準研究部門:測定精度管理による信頼性向上

H28年度成果

- 健康工学研究部門
フィールド試験:プロトタイプを用いたウガンダ共和国での実証試験を実施
- 物質計測標準研究部門
測定環境およびオペータスキルに対してロバストな測定精度管理方法を確立。このため、感染赤血球(マラリア原虫)と同様の蛍光を示す模擬微粒子及び、DNA微小スポット基板を開発した。

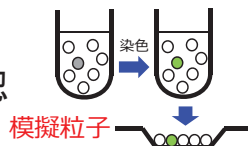
「新規マラリア診断デバイスの実用化を可能とする標準の開発」

迅速・高感度マラリア原虫検出技術 (健康工学研究部門による開発)

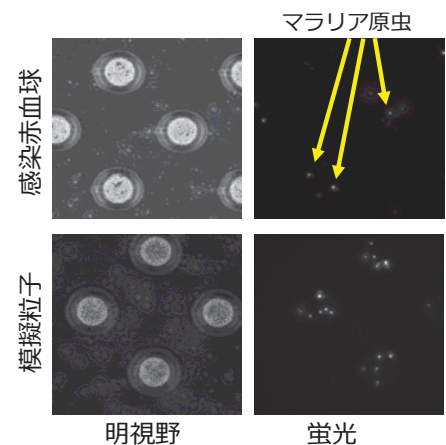
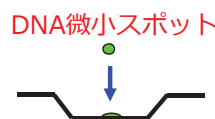


測定精度管理技術 (物質計測標準研究部門により開発中)

分析操作の
妥当性を確認



装置性
能を確認



サイズ・蛍光強度が感染赤血球と類似した模擬粒子の調製法を確立

技術開発 の要点

測定環境およびオペータスキルに対してロバストな測定精度管理方法の確立
測定精度管理用として感染赤血球模擬粒子 (DNA固定化シリカゲル粒子) ならびに
DNA微小スポット基板を開発

成果リスト

診断装置: 論文発表 (Sci Rep. 2016 Jul 22;6:30136: 実証試験)
製品化 (2017年度を予定)
感染赤血球模擬粒子の合成: 日本分析化学会年会で発表

「微小領域変形分布計測技術の開発」 (橋渡し前期)

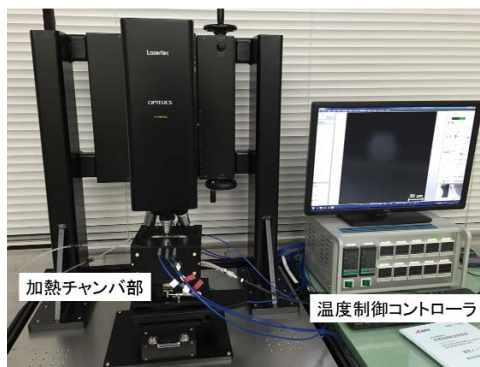
研究の目的

- 微小な変形を拡大して観察することができるモアレ技術を利用した微小領域のひずみ分布評価技術の開発
- 熱、力学的負荷を与えた際の材料のひずみ分布を観察

H28年度成果

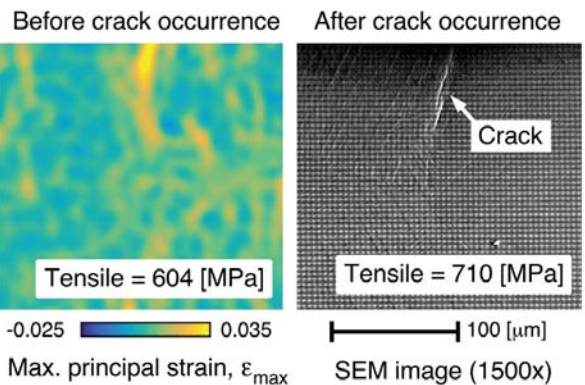
- 電子デバイスの熱的負荷に伴うひずみ分布変化を評価できる技術を開発
- 繊維強化複合材料(CFRP)やチタン合金の破壊起点となるひずみ集中部可視化

「微小領域変形分布計測技術の開発」



開発されたマイクロスケールでの全視野ひずみ測定試験装置

- 電子デバイスの熱ひずみ分布を測定できる技術を開発
→ 壊れにくい電子デバイス設計に貢献



チタン合金のひずみ分布と破壊箇所応力604MPaに観察された応力集中部においてき裂が発生

- SIP「微細加工施設及び陽電子施設を中心とした先端計測技術開発と拠点形成」
→ CFRP複合材やチタン合金などの破壊メカニズムの解明に貢献

技術開発の要点

ナノインプリントによる観察物へのサブミクロンサイズの格子模様の形成とサンプリングモアレを組み合わせることで**広視野高精度**なひずみ分布計測を実現 **(世界初)**

成果リスト 論文発表：1報、特許：2件

(2) 橋渡し研究前期(総括)

- 具体的な研究開発成果(評価指標)
 - 既存の計量標準、分析技術を用いて**新たなユーザーを獲得した**
 - 既存の計量標準、分析技術を**企業価値の向上や製品付加価値につなげた**
- 知的財産創出の質的量的状況(実施契約件数等)(評価指標)
 - **実績値(12月時点):75件(前年度同月比106%)**
⇒ **目標値(前年度比106%)を達成見込**
- 公的資金の獲得状況
 - **今年度12月時点で9.0億円(前年度同月比170%)⇒目標達成**
- テーマ設定の適切性(モニタリング指標)
 - プレスリリースや展示会出展等で**多くの企業から照会を受ける**など、企業ニーズ、社会ニーズに密着した課題について多くの成果を挙げた。

2. 「橋渡し」のための研究開発

(3) 「橋渡し」研究後期における研究開発

工学計測標準研究部門長

高辻利之

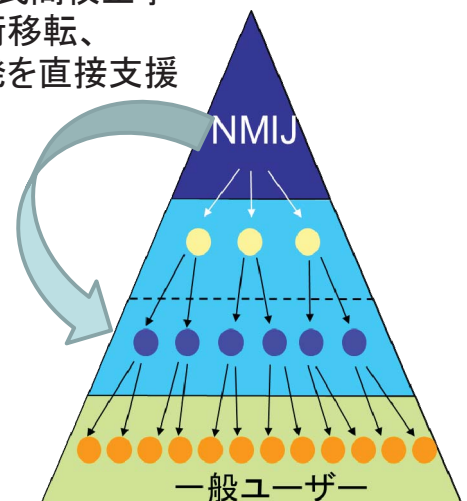
2017年2月7日

橋渡し研究後期における戦略

企業への計測技術の移転、製品・企業活動の付加価値向上、
計測技術自体の製品化

- 民間への技術移転
- 民間校正設備の精度向上、
新たなトレーサビリティ技術
(センサー・校正装置)の開発
- 校正、計測技術による製品価値、
企業価値の向上
- 計測装置自体の製品化

トレーサビリティ中間層の
担い手である民間校正事
業者への技術移転、
計測機器開発を直接支援



本日紹介する橋渡し研究後期テーマ

課題名	研究の概要	備考
実時間位相計測技術の産業応用	振動計測で培った位相評価技術を製造プロセスのIn-situ計測に転化→ 共同製品化	
高温用白金抵抗温度計の開発	校正技術によって企業が開発する計測器を評価、向上の指針提供→ 新製品の開発	
電気材料の電磁波特性評価技術の開発	材料の誘電率・透磁率・吸収遮蔽特性評価を開発→ 共同研究、コンサルの開始	
トレーサビリティの確保されたアミノ酸混合標準液の製品化	調製技術、安定化ノウハウを技術移転	
鉄鋼部材評価に資する非破壊検査装置開発	ナノ空孔標準によって陽電子消滅の信頼性を付与した非破壊検査装置→ 製品化	見学有り
校正用標準場と線量計の特性評価	放射線校正における標準場を開発・提供→ 企業の線量計開発へ貢献	
撮影するだけで橋のたわみを計測する技術の開発	ラボレベルからフィールドレベルへの診断装置の実現→ 製品化、技術移転	見学有り
インフラ維持管理用超小型X線検査装置開発	小型X線源・検出器を組み合わせることでインフラ診断装置を試作→ 新たな価値の提示	見学有り

(3) 橋渡し研究後期(昨年度ご講評への対応)

- 共同研究を、中堅・中小企業が更に利用しやすくするための方策を考える必要がある。企業にとっては研究費用であり、事例を含めたPRをすれば更に多くの実績が見込めるのではないかと思う。ニーズはたくさんある。
 - コンサルティングによる利用機会の向上、プレスリリースや展示会機会の更なる向上
- 研究活動進行中のテーマ、プロジェクトはどのくらいあり、途中での評価、Go/Stop判断がどのようにされているのかが不明である。各種の判断がどのような時間軸でされており、効率的な道筋・経過を実現するための統制・管理業務がなされているのかについても説明が欲しい。
 - 毎月の領域マーケティング会議で情報を共有
- テーマの選択に関して、企業の志向、政策への追従に過度に走らぬよう、産総研のスタンスを維持してほしい。
 - 上記同様、マーケティング会議で情報を共有し方向性を議論
- 資金提供型の共同研究(ニーズ志向)は有効であり拡大が望まれるが、今後重要と思われるテーマ(シーズ志向)に対して、産総研が主導して企業と共同開発することも重要ではないか。
 - まずは連携の機会を増やし、その中で企業への大型案件の提案も視野

「実時間位相計測技術の産業応用」 (橋渡し後期)

背景<技術シーズ>

- NMIJの振動加速度標準の要素技術として **デジタル位相計測技術**を開発していた
- 計算負荷の小さい独自の演算方式※によって、高速(従来比数十倍以上の μs オーダー)での位相計測が可能

※ Meas. Sci. Tech., 27 8, 085001 (2016); Patent Application PCT/JP2015/081984

プロジェクト

(静岡県先端企業育成プロジェクト推進事業補助金)

ガラス検査装置メーカーと組み、**従来比10倍以上(世界最高)**の計測速度の装置を開発へ

国内ガラス産業の生産性向上へ



従来装置 Model ABR-10A (ユニオプト株式会社提供)

目的<産業ニーズ>

- ガラス製造時の残留歪み検査装置(レーザー干渉計)では、内部の**アナログ位相計が速度制約**となり、タクトタイム(検査速度)が向上できなかった

「実時間位相計測技術の産業応用」

開発内容

産総研:「位相計」の高速化

※ 企業がそれ以外の部分を高速化

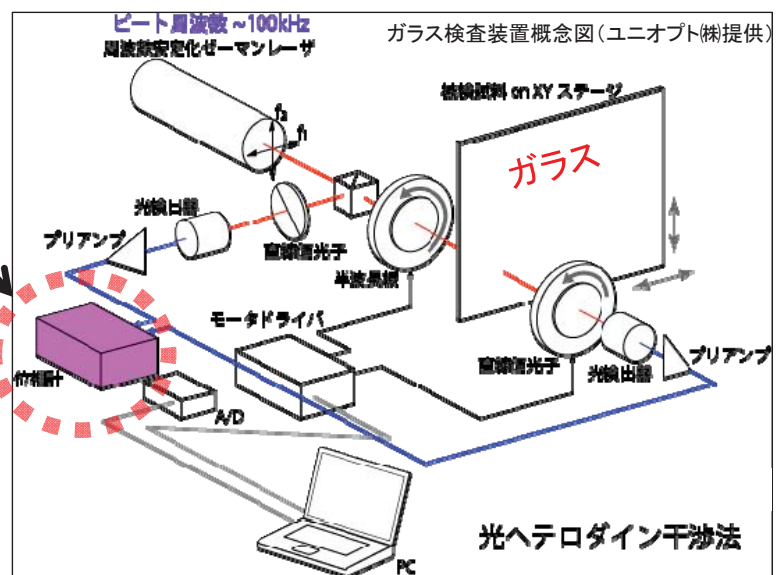
位相計単体の応答速度

旧型(アナログ): 6×10^3 °/s

新型(デジタル): 5.4×10^7 °/s

約 10,000 倍を達成

※ 装置全体ではモータ等の制約のため、約10倍が限界



高速に連続製造される次世代薄板ガラスのリアルタイム検査へ

進捗および成果

- 順調に開発が進んでおり、2017年4月の展示会で参考出展の予定
- 論文発表:1報、特許出願:国内2件・国際1件、国際学会発表:1件

「高温用白金抵抗温度計の開発」 (橋渡し後期)

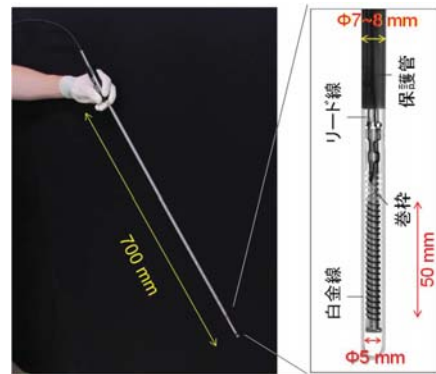
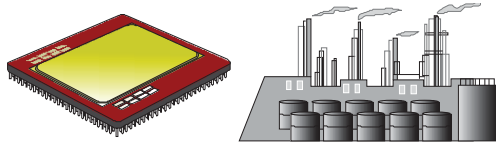
研究の目的

H28年度成果

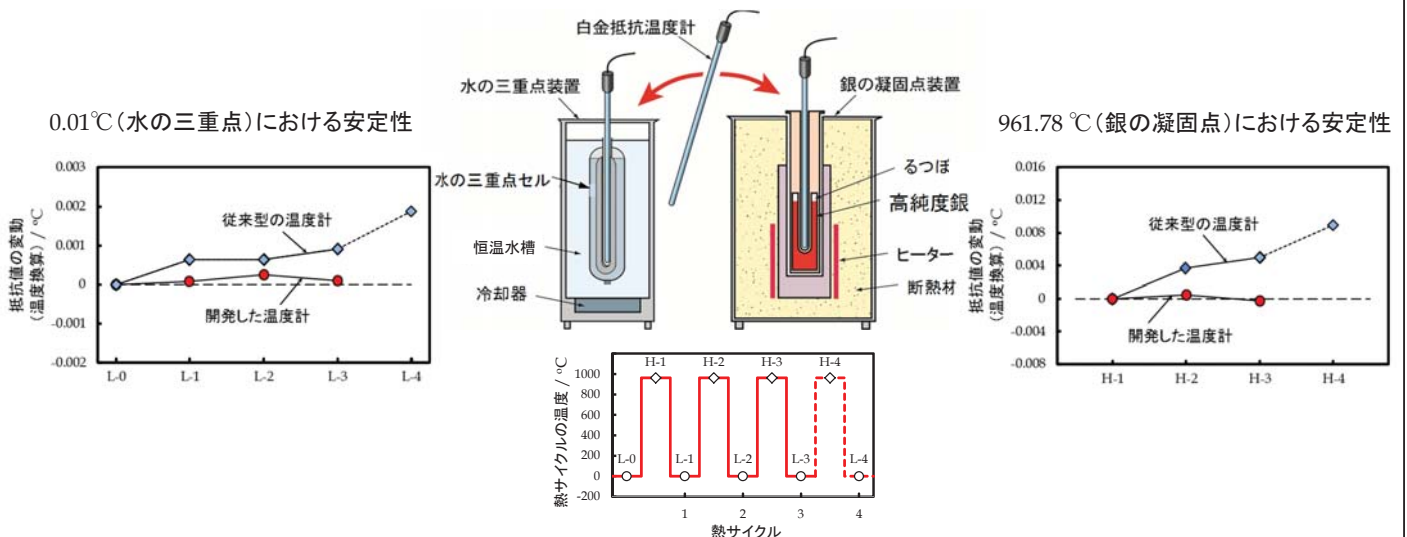
- 1000℃付近において、0.01℃よりも高い精度で温度測定ができる温度計を開発する。
- 急激な温度変化に対する安定度も評価

- 1000℃付近において **±0.001℃の安定性をもった新規白金抵抗温度計を開発**
- 産総研の国家標準(温度標準)に基づきその**性能を実証**
- 共同研究企業より製品化

高温での製品作成の
温度制御の高精度化



「高温用白金抵抗温度計の開発」



センサー構造の改善および熱処理試験により製作、水の三重点および銀点で評価

□ **プレス発表:平成28年6月27日、「1000℃付近の高温で使用できる高精度な温度計を開発」**

技術開発の要点

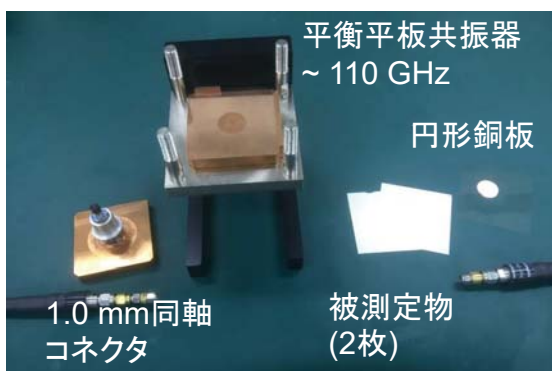
高温域において**白金線の抵抗値を安定化させる熱処理技術と高精度な温度測定技術**

成果リスト 論文発表:2報、プレス:1件、製品化(企業)

「電気材料の電磁波特性評価技術の開発」 (橋渡し後期)

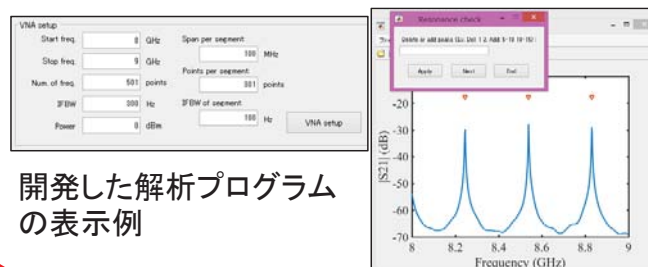
研究の目的

- 電気材料の誘電率・透磁率等の諸特性の測定技術を確立する。
- 産総研独自の電磁波計測技術・ノウハウを用いて、不確かさを明確した測定を実現する。

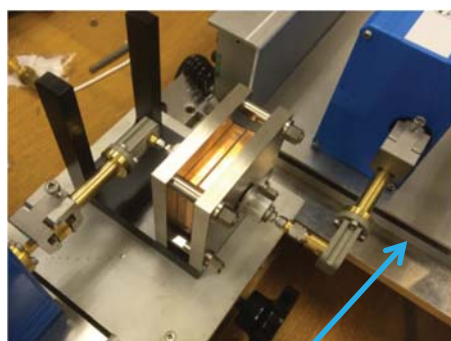


H28年度成果

- ミリ波帯(~110 GHz)で、電気材料の電磁波特性を高精度に測定するシステムを構築
- 圧縮空気ステージを用いた**不確かさ低減**や、モンテカルロ法による誘電率計測の**不確かさ解析法**を開発し、**共同研究(15件)**や**ライセンス(1件)**を実施



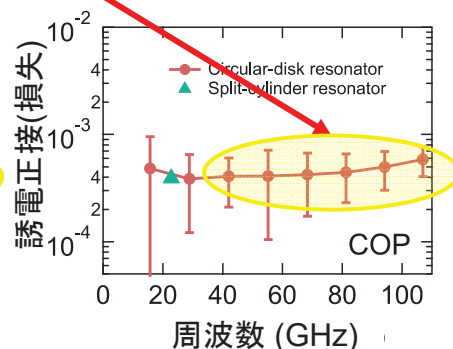
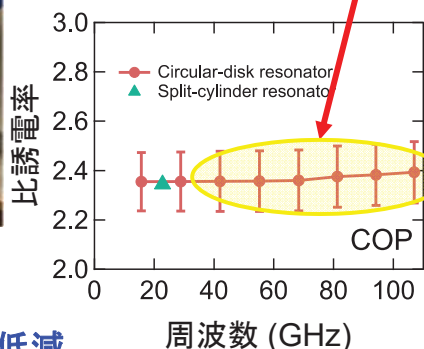
「電気材料の電磁波特性評価技術の開発」



圧縮空気ステージでケーブル不要な接続を実現

→ 接続による不確かさを低減

不確かさを付与した
ミリ波帯までの測定を実現



技術開発の要点

産総研の**高周波インピーダンス標準の開発**で培った計測技術を活用して**電気材料の電磁波特性の超高精度な測定手法**を開発

→ **ミリ波帯(~110 GHz)において不確かさが明確な測定技術を確立**
(世界初)

成果リスト

論文2件、特許出願1件、共同研究等15件、ライセンス1件、戦略予算(他領域連携)3件、国際標準化1件(提案準備中)

「トレーサビリティの確保されたアミノ酸類混合標準液の製品化」 (橋渡し後期)

研究の目的

- アミノ酸類は食品・医療・生化学等の分野で広く測定されており、SIトレーサビリティの確保された多種混合標準液が求められているが、部分的にしか供給されていない。
- アミノ酸類はSIトレーサブルな値が付与された純物質が少ない。また、その物性から精確な調製や安定性の確保が難しいとされているが、これらの課題を克服した世界的に類を見ない多種アミノ酸類混合標準液を製品化する。

H28年度成果

- 食品ならびに診断用のアミノ酸標準液について、吸湿等の影響を排した精確な調製法を確立し、高精度・高安定な標準液の供給に道を拓いた。

「トレーサビリティの確保されたアミノ酸類混合標準液の製品化」

精確な調製 法の確立

安定化技術 の確立

技術開発 の要点

産総研の認証標準物質および校正サービスでアミノ酸類純物質のSIトレーサビリティを確保し、吸湿やコンタミネーションを排除した精確な調製法を確立。さらに、アミノ酸の不安定化原因の究明により標準液の安定化に成功した

成果リスト

アミノ酸学会で発表（アミノ酸混合標準液確立のための安定性）
新アミノ酸分析研究会で発表（アミノ酸混合標準液確立のための安定性）

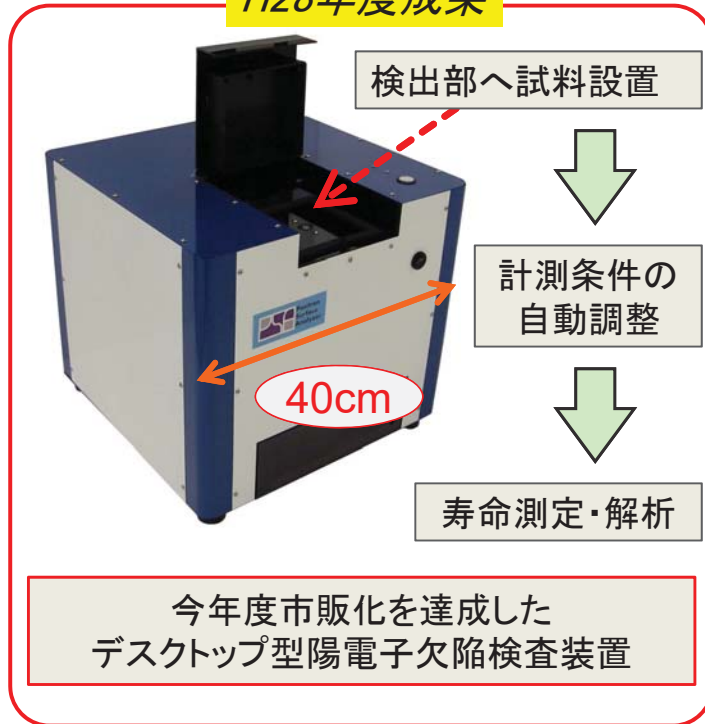
「鉄鋼部材評価に資する非破壊欠陥検査装置開発」 (橋渡しし後期)

研究の目的

- 航空機のタービン、自動車のフレームなどの構造疲労の要因である、金属部材中の原子欠陥の解析を容易にするため、汎用的な非破壊欠陥検査装置を開発
- 2011年度サポイン事業にて開発したラボ据置き型プロトタイプ機をブラッシュアップすることにより、小型化とユーザーフレンドリー化を同時に達成

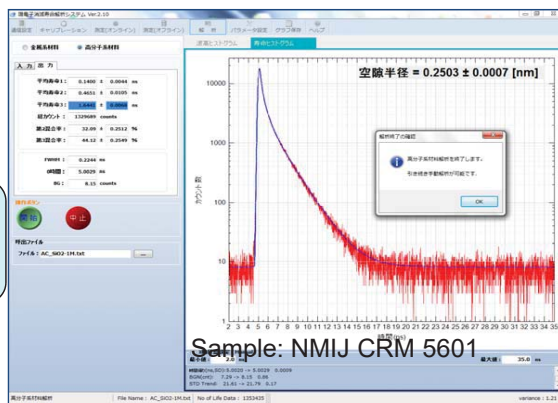
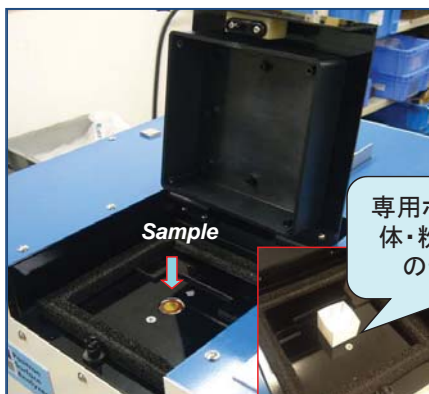


H28年度成果



「鉄鋼部材評価に資する非破壊欠陥検査装置開発」

専門でない技術者でも各種部材の原子欠陥を非破壊解析できる「陽電子寿命法」による検査装置の市販型実用器



従来、特別な形状のサンプルを用意する必要があったが、試料台に置くだけで測定が可能に

キャリブレーションから解析までを自動で実現する専用ソフトウェアを開発

技術開発の要点

専用制御ソフトウェア搭載の寿命計測コンパクトシステムを実現
陽電子線源（放射線同位体）の取り扱いを簡便にする特許技術

成果リスト

論文1件、特許出願1件、プレス発表2件、JASIS2016にて展示
(’15以前関連成果：論文4件、特許登録2件、プレス発表2件)

「校正用標準場と線量計の特性評価」 (橋渡し後期)

研究の目的

- 従来の校正システムや放射線照射サービス業者では対応できない、放射線の試験校正のニーズがある。
- 産総研の校正用照射施設と測定技術を基礎技術として活用し、測定サービス業者・線量器メーカーが要求する個別の試験・校正を実施。線量計の特性評価や照射試験を行い、製品化に貢献した。

H28年度成果

新規格・規制への対応 (水晶体の被ばく線量評価)

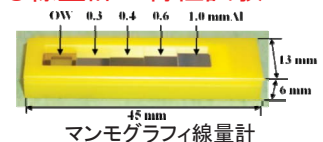
- ICRP*が水晶体の被ばく線量を評価するように勧告
- 水晶体被ばく線量評価技術の開発
- 水晶体被ばく線量を測定する線量計の特性を評価し、個人線量測定サービス構築を支援



β線の国家標準器を用いてβ線による水晶体の被ばく線量を評価

新製品の開発段階における線量計の特性試験

- マンモグラフィ線量計
- 高線量用の線量計
- 個人線量計の新規格対応の照射試験



積算線量計のJIS改正
2017-2018年頃

個人線量計

* ICRP (International Commission on Radiological Protection, 国際放射線防護委員会)

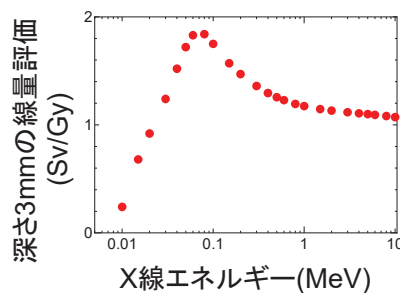
水晶体被ばく線量評価手法などを開発し、校正サービス業者・線量計メーカーの個々のニーズに対応した試験・評価を提供

水晶体の被ばく評価のために、組織の深さ3 mmにおける線量標準を開発

背景

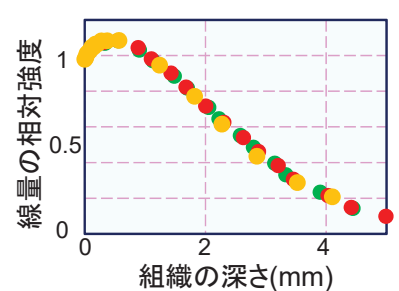
- ICRP(国際放射線防護委員会)は、2012年に水晶体の被ばく線量の限度を1年あたり150 mSvから20 mSvに引き下げる勧告
- 今後、原子力発電所・医療機関では水晶体の被ばく管理が必須
- 水晶体の被ばく評価には、人体の表面から3 mm深さにおける被ばく線量の評価が必要だが、標準がない
- 水晶体の被ばく線量測定サービスが行われていない

X線の水晶体被ばく線量標準の開発



電子光子輸送計算により、空気カーマ当たりの組織深さ3 mmの線量を評価した。

β線の水晶体被ばく線量標準の開発



組織の深さに対するβ線の線量を国家標準器を用いて測定し、組織深さ3 mmにおけるβ線の線量を評価した。

放射線標準の技術を用いて、水晶体被ばく評価に必要な標準、新規格に対応する放射線標準場等を開発した。これらの標準・技術を用いて企業が開発した線量計等の特性を評価し、線量評価における信頼性を与え、製品化やサービスを推進させた。

H28年度 共同研究・受託研究費獲得額 1,040万円

「撮影するだけで橋のたわみを計測する技術の開発」 (橋渡し後期)

研究の目的

- 橋梁の健全度評価手法の一つであるたわみ計測を安価・簡便に実現する技術の開発
- 規則模様を有する構造物を撮影したデジタル画像に、間引き、および線形補間といった画像処理を施して得られるモアレ縞の位相変化から変位分布を評価する技術の確立



H28年度成果

- 橋梁のたわみ量を橋軸方向から計測する技術を確立
- 技術を道路橋の他、鉄道橋にも適用し、従来センサーと同等の精度を有することを実証



「撮影するだけで橋のたわみを計測する技術の開発」

高速道路の他、鉄道橋でも計測を実施し、その有効性を実証。従来たわみ計測に用いられてきた変位計の代替技術としてAIST技術移転ベンチャーに橋渡し



技術開発の要点

橋台にカメラを据えて撮影することで峡谷や海に架かる橋のたわみ計測を可能する計測アルゴリズムを開発し、カメラを用いたたわみ計測の適用性を大幅に拡大

成果リスト 特許1件

「インフラ点検ロボット用高エネルギーX線検査装置開発」 (橋渡し後期)

研究の目的

- ロボットに搭載して現場で効率的に検査を行うための超小型X線源と検出器からなる非破壊検査技術開発
- バッテリー駆動X線非破壊検査装置を搭載した自動検査システム開発 **NEDO PJ他**

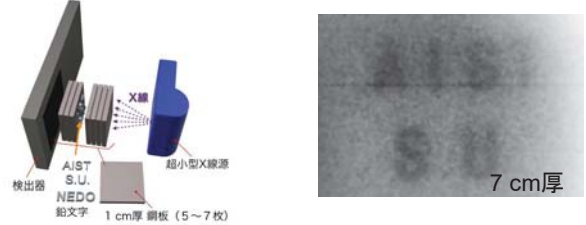
インフラ構造物 膨大な検査箇所
内部の詳細検査が必要
電源確保が難しい



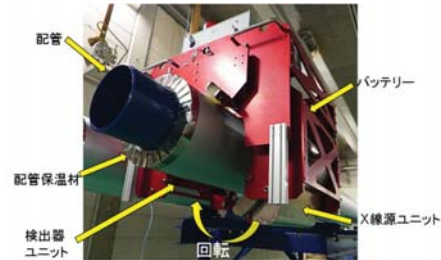
**電池駆動ロボットに搭載可能な
高エネルギーX線非破壊検査技術が必要**

H28年度成果

- 鉄7cm厚のイメージングが可能
な電池駆動X線装置を開発



- インフラ点検ロボットに搭載し、
詳細な検査が可能に



プラント配管自動検査ロボットに搭載したX線検査装置

「インフラ点検ロボット用高エネルギーX線検査装置開発」



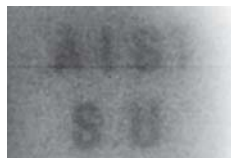
カーボンナノ構造体X線源
光変換型検出器



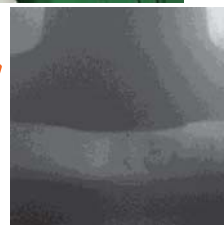
検出器



鉄5cm厚 0.1秒1ショット
のX線による透過イメージ



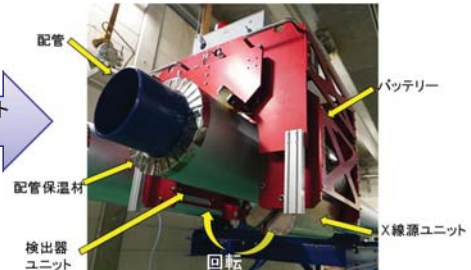
鉄7cm厚 18ショットの
X線による透過イメージ



金属部材内部の透過
像を容易に撮影可能

ロボット
搭載

配管X線検査ロボット



プラント配管の減肉の
高精度自動検査が可能に

**プラントだけでなくさまざまな
インフラの検査が可能に**

技術開発 の要点

現場自動検査のための**ロボットに搭載可能な超小型線非破壊検査装置**を
産総研の**カーボンナノ構造体技術**と**放射線検出器技術**を用いて開発

成果リスト

プレスリリース、特許：1件、実用化共同研究:3件

(3) 橋渡し研究後期(総括)

– 民間からの資金獲得額(評価指標)

- 12月時点で3.7億 (前年度同月比111%の伸び。昨年度目標値3.6億は既にクリア)

極めて困難な目標を産総研で唯一2年連続達成見込み

- 総額だけでなくコンサル契約が2.5倍(前年度同月比)等、多数の新規ユーザーを獲得
- 中堅・中小企業比率(中堅・中小企業数 / 大企業数)が高い(モニタリング指標)
 - 基準値:35% ⇒ 12月時点で:91% (中堅・中小企業支援にも注力)
- 事業化の状況(モニタリング指標)
 - 白金抵抗温度計や陽電子消滅による非破壊検査装置が製品化
 - たわみ計測が可能な技術を道路橋などに現場に適用

3. 知的基盤の整備

物理計測標準研究部門長

中村安宏

2017年2月7日

国の知的基盤整備計画に基づいて着実に知的基盤の整備に取り組んでいるか

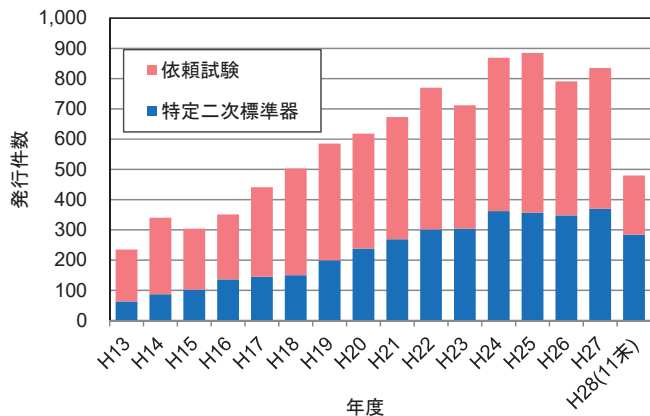
① 整備状況

- 物理標準においては、リチウムイオン電池における劣化の早期発見等のために必要な交流インピーダンス評価装置(1 ~ 100 Ω / 1 kHz)などの標準を整備した。
- 化学標準物質においては水道水質基準に対応した、有機体炭素標準液などの標準物質を整備したほか、定量NMR等による校正方法の技術移転によりNMIJトレーサブルな依頼試験を可能とする環境整備を行った。
- 今年度も引き続きPDCAを主体的に行い、弊所ウェブサイトにてユーザーニーズの調査および集約を行った。個別コメントについては対応中であると共に、主要計量関連団体と対応に関わる協議を行い、対応可能なものについては整備計画へ反映した。

国の知的基盤整備計画に基づいて着実に知的基盤の整備に取り組んでいるか

②普及状況 校正、依頼試験およびJCSSへの寄与

校正・試験件数(証明書発行枚数)



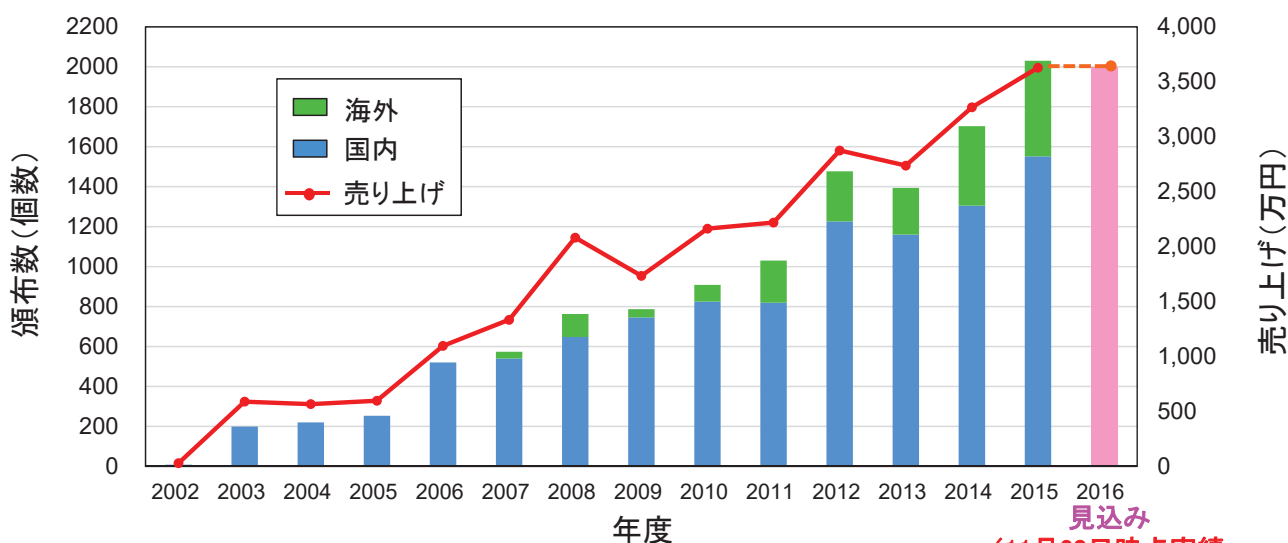
事業者審査への技術アドバイザー派遣他、各種委員会に参画し、計量法校正事業者登録制度(JCSS)を強力に支援。



計量法に基づく特定二次標準器校正マネジメントシステム下で着実に実施し、計量トレーサビリティの普及に貢献。また技術コンサルティングにより依頼試験+αのソリューションを提供

一部再掲

②普及状況 標準物質の供給



見込み
(11月30日時点実績
頒布数:1,338個、
売上:2,206万円)

- 主な頒布: 環境・食品分析用が約32 %
有機標準物質が約38 % (うちバイオ分析用が57 %)
- 頒布の傾向: 今年度4月から頒布開始した貝毒分析用標準液2種が全体の約13 %いずれも件数ベース

知的基盤の整備（昨年度ご講評への対応①）

質量標準におけるプランク定数の決定などは、計量標準のみならず物理学的に貢献するところが大であるので、国際的・学術的貢献としてもっと成果を強調してほしい。

- プランク定数に基づく質量定義に基づきアボガドロ数を介して独力で質量を現示できることをパイロット比較で実証
→現在 日、米、加、独の4カ国のみ
- 国際セミナー（インターメジャー2016）、国際学会（SICE2016）等を通じてセッション、見学会等を開催
- 国際ジャーナルでオープンアクセス論文を公表

知的基盤の整備（昨年度ご講評への対応②）

グローバル化時代を迎え、貿易の円滑化、国際取引の公正化を進めるために標準化は大きな役割を果たしており、作成過程において幹事国、委員長等の主要ポストを得、主導権を握ることは重要である。研究テーマについても早い段階から国際標準化を図るという目標を定め、準備を整えることが重要と考える。

水素ディスペンサ校正試験装置の開発と工業標準化活動の推進（OIML勧告の改正を主導的に提案）している。

知的基盤の整備（昨年度ご講評への対応③）

国際機関で重要なポジションを得て日本が将来イニシアチブをとるよう
に努力すべき。国際機関で活躍する人材の養成や次世代を担う若い研究者
の養成に力を入れることが望ましい。

* 国際度量衡局（BIPM）との連携

・国際度量衡委員ポストを継続獲得、諮問委員会、作業部会に専門家を派遣

* 国際法定計量機関（OIML） - 計量器の円滑な通商

・国際法定計量委員会第二副委員長ポストを継続獲得、専門家を派遣

* アジア太平洋計量計画（APMP）における先導的活動

・技術委員長の3ポストを継続・獲得、今期（2016/11-）議長のポストを獲得

* アジア太平洋法定計量フォーラム（APLMF）での活動

・APLMF総会の日本開催を主催（約20か国から50名以上が参加）

* 二国間MoU等に基づく技術専門家の派遣と

アジア地域を中心とした専門家派遣と研修生受入 → 国際的プレゼンス向上

・派遣（peer reviewer、講師、技術指導など）：9か国へ28名

・招聘（MEDEAプロジェクトの研修など）：11か国から25名

一部再掲

様々なチャネルを通じて国際人材の育成と登用を継続

法定計量に係る人材の育成

- 計量教習、計量講習、計量研修、法定計量セミナー、法定計量クラブなど合わせて32回（予定含む）開催し、国内計量関係技術者の技術力向上に貢献。
 - JIS改定に伴う説明会及び講習をタイムリーに実施した。
 - 地域開催の計量技術セミナーを新設した。
- 計量士の資格認定に関わる作業にNMIJまたは職員が協力。
 - 国家試験問題作成委員として延べ40名が参加。
 - 計量行政審議会計量士部会委員として延べ5名が参加。
 - 計255名の計量士候補を講習会（延べ10回）に受け入れた。
- 国内計量関係機関の初任者や海外途上国計量関係機関からの初学者に対し計14件の見学対応で支援。

再掲

本日紹介する知的基盤研究テーマ

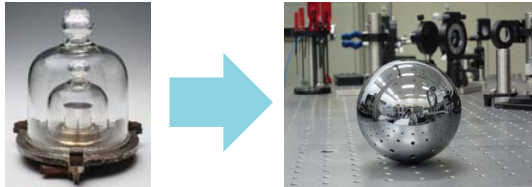
課題名	ポイント	備考
キログラムの定義改定に関する研究	最も基本的な知的基盤の整備、国際貢献、科学的プレゼンス	見学有り
水素計量関連技術の開発と標準化	法定計量、国際標準化	
3D計測エボリューション	公設試のネットワークを活用した知的基盤の普及	ポスター発表有り
高温熱電対標準の整備	知的基盤の整備	
高抵抗の精密測定に関する技術支援	知的基盤の整備(拡張)、普及	ポスター発表有り
有機化合物のスペクトルデータベース(SDBS)の高度化	データベースとしての知的基盤の普及	ポスター発表有り
がん治療のための放射線・放射能標準の整備	知的基盤の整備	

「キログラムの定義改定に関する研究」

(知的基礎)

研究の目的

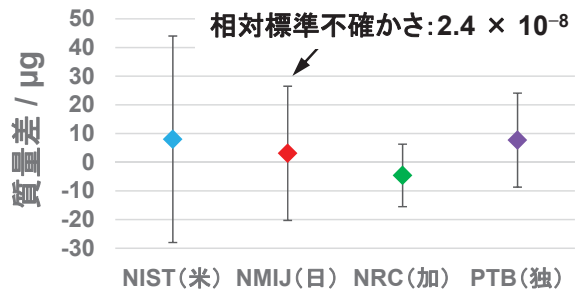
- 人工物によって定義される最後のSI基本単位「キログラム」の定義を改定し、より安定で普遍的な単位を実現する
- 130年ぶりの定義改定に貢献し、**原子の数**にもとづく**新しい質量標準**を開発する



キログラム原器 1 kgの²⁸Si濃縮結晶球

H28年度成果

- キログラム原器の安定性を超える精度での質量標準の開発に成功
- 国際度量衡委員会が主催するキログラムの実現に関する**Pilot Study**に参加
- 日、米、加、独が共通の**プランク定数**から実現した質量が高い精度で整合
- 2018年に予定されているキログラムの定義改定に道を拓く



「キログラムの定義改定に関する研究」

研究の背景

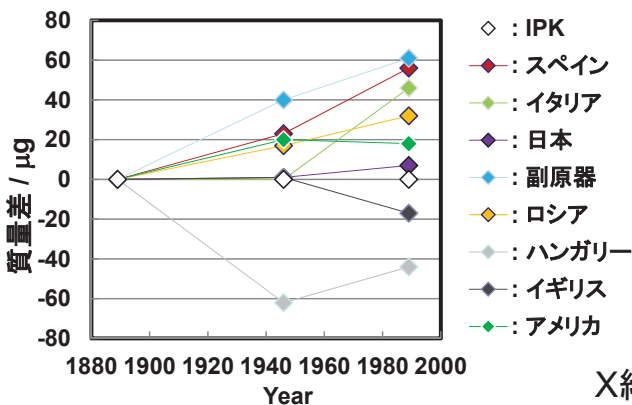


国際キログラム原器 (IPK)

現在の定義

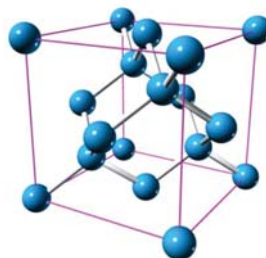
将来の定義

²⁸Si同位体濃縮によるモル質量計測の高精度化



キログラム原器の質量安定性: 5×10^{-8}

5 kgの²⁸Si同位体濃縮結晶



結晶の体積

モル質量

$$N_A = \frac{V}{a^3/8} \cdot \frac{M}{m}$$

格子定数

結晶の質量

X線結晶密度法によるアボガドロ定数 N_A の精密測定

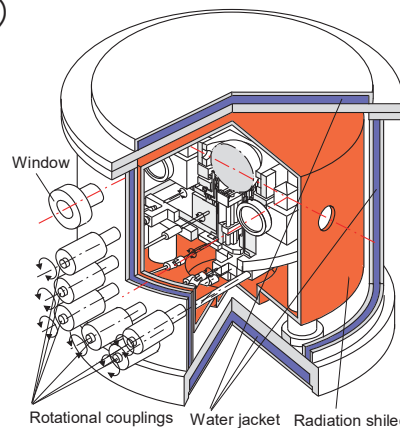
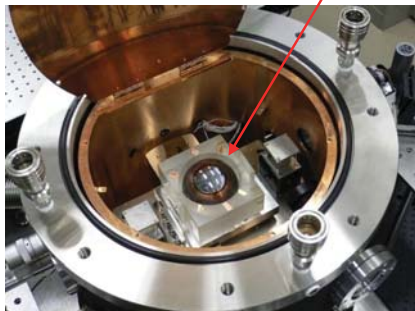
原子の数によるキログラムの実現

「キログラムの定義改定に関する研究」

技術開発の要点

レーザー干渉計によるシリコン球体の直径のサブナノメートル計測

1 kgの²⁸Si濃縮結晶球体 (直径約94 mm)



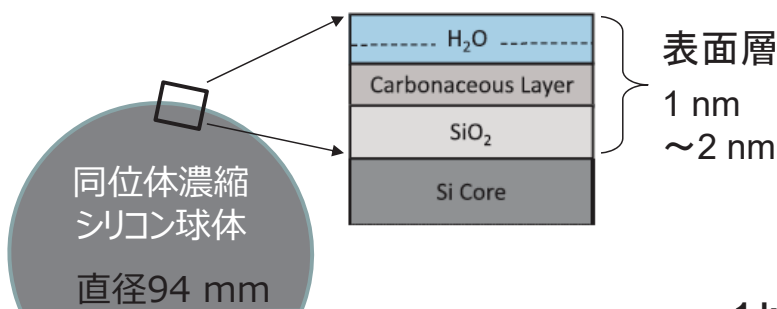
温度の安定性と均一性 < 1 mK

- 約1000方位からの直径測定
- 直径測定の標準不確かさ: 0.5 nm
- 体積測定の相対標準不確かさ: 2.0×10^{-8}

「キログラムの定義改定に関する研究」

技術開発の要点

X線光電子分光法 (XPS) によるシリコン球体の表面評価



1 kgのSi球体でも評価可能な大型XPSを開発

- 表面層の厚さのサブナノメートル計測は表面層の質量の高精度評価に不可欠
- シリコン球体の**表面分析技術**を開発



²⁸Si同位体濃縮球体のための回転試料台の開発

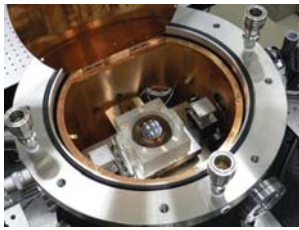
- 球形状のシリコン表面層の厚さをサブナノメートルで計測することに成功
- 表面層の組成評価が可能
- 表面層の質量の精密評価に貢献

「キログラムの定義改定に関する研究」

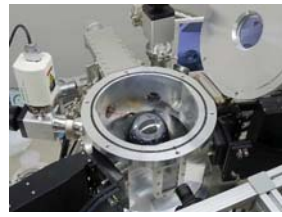
技術開発の要点

キログラムの実現方法を確立

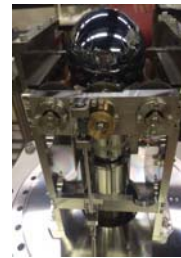
シリコン球の直径
及び体積の測定



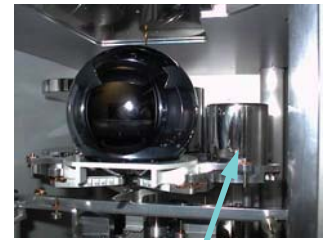
空気中と真空中に
おけるエリプソメトリー



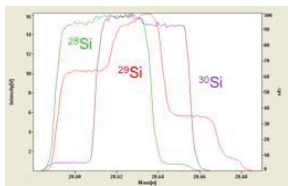
X線光電子
分光法(XPS)



真空天びんによる
超精密質量比較



Siモル質量の高精度測定



マルチコレクタICP質量分析法による
Siのシグナルプロファイル



キログラム実現の
標準不確かさ: 24 μg

国際キログラム原器
(IPK)の質量の長期
安定性: 50 μg

IPKの質量の長期安定性よりも良い精度でのキログラムを実現に
成功しているのは今のところ**日本、米国、ドイツ、カナダ**の4カ国のみ

「キログラムの定義改定に関する研究」

シリコン球の質量: $m_{\text{sphere}} = m_{\text{core}}$ [結晶部分の質量] + m_{SL} [表面層の質量]

モデル式の開発

電子の質量 質量比 シリコン原子の数 不純物と点欠陥の影響

$$m_{\text{core}} = \frac{2hR_{\infty}}{c\alpha^2} \frac{\sum_i f_i A_r(^i\text{Si})}{A_r(\text{e})} \frac{8V_{\text{core}}}{a^3} - m_{\text{deficit}}$$

不確かさの評価

キログラム実現の不確かさ要因	相対標準不確かさ / 10 ⁻⁹	割合 (%)
球体の結晶部分の体積: V_{core}	20	70
表面層の質量: m_{SL}	8.9	15
モル質量: M	5.4	6
格子定数: a	5.4	6
不純物と点欠陥	3.8	3
合計	24	100

成果リスト

2016年度の国際学会発表5件、国際学会招待講演1件

2016年度の論文発表: インパクトファクター付英文誌7報受理

「水素計量関連技術の開発と標準化」

流量測定：公正な取引の実現

水素ディスペンサ校正試験装置の開発と工業標準化活動の推進(OIML勧告の改正を主導的に提案)

圧力測定：安心・安全の確保

気体高圧力標準を開発 20 MPa → 70 MPa → 100 MPa
(2010年度) (2014年度) (2017年度予定)

「水素計量関連技術の開発と標準化」

工業標準活動

- 2016年5月 JIS B8576「水素燃料計量システムー自動車充填用」制定
- 2016年10月 第51回国際法定計量委員会(CIML)
 - 既存の国際法定計量機関勧告(OIML R 139 自動車用圧縮気体燃料)を、水素ディスペンサに対応できるように改正することを、日本から提案。
 - 提案が認められ、日本とオランダが改正プロジェクトチームの共同議長となった。
- 2016年11月 関係各国に対して改正方針に対するアンケートを実施。
 - 13カ国から返信。これを受けて、改正方針素案を作成。
- 2017年1月 改正プロジェクトチーム参加締切。
- 2017年2月 改正プロジェクトチームの初会合を横浜にて開催予定。

我が国の水素ステーションの現状と普及見通し(参考)

- 現在82カ所。2025年までに320カ所。

「3D計測エボリューション／CMMの都市伝説」 (知的基盤)

研究の目的

- 3D計測と3D造形の連携により、ものづくりのクローズドループ化・高度化へ貢献
- 産総研の3D計測技術と公設研との連携ネットワークの発展的深化による橋渡し拠点の構築

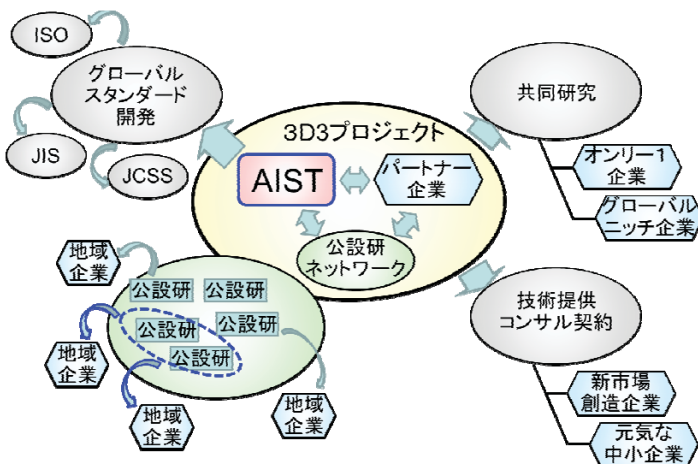
H28年度成果

- 全国45公設研+17企業+3有識者による地域連携の立上げ

産総研の3D計測技術をベースに、3D計測・3D造形の専門家が集う最大規模の研究連携体制を実現

- 普及が進むCMMについて、ユーザー向け教科書を公設研担当者と共に執筆

「3D計測エボリューション／CMMの都市伝説」



3D計測・3D造形の統合型精度評価技術の産業界への波及（プロジェクト終了時）

- 地域企業が頼る地域公設研の情報不足・連携不足をブーストして技術力向上に貢献



CMMユーザー向け教科書「CMMの都市伝説」（第2部）の公設研担当者との共同執筆と普及

- ISO国際標準化プロジェクトリーダ2件、JIS工業標準化（予定）貢献1件

技術開発の要点

産総研の3D計測技術と公設研地域ネットワークによる「そこに行けば何とかしてくれる」連携拠点づくり

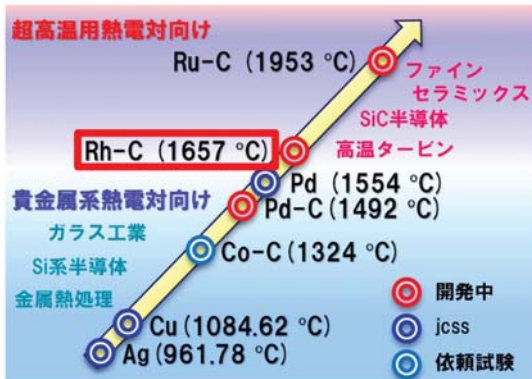
成果リスト

セミナー2件、企業共同研究9件、知財2件、論文2報

「高温熱電対標準の整備」 (知的基盤)

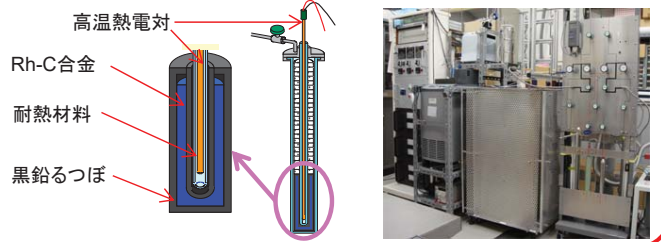
研究の目的

- 材料製造プロセス等の、温度測定精度向上を目指す
- 産総研の技術である金属-炭素共晶点による熱電対校正技術で、1600 °Cの温度標準を開発



H28年度成果

- Rh-C共晶点実現装置を開発し不確かさ評価を実施 (大型のRh-C共晶点セルでは**世界初**)
- 標準開発を完了し、**H29年度から供給を開始**する予定。



鉄鋼、ガラス、セラミックスの製造プロセスの温度管理の高度化により、品質向上と高付加価値化に期待

「高温熱電対標準の整備」

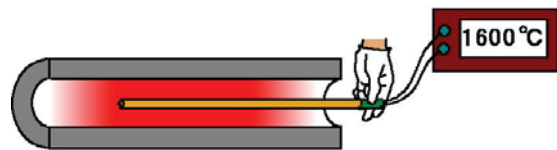
製品の品質管理

高付加価値製品の開発

エネルギー効率の向上



高精度な温度測定が必要



現状:産総研から供給されている熱電対による温度標準の上限は1554 °C



1600 °Cを超えた1657 °Cで熱電対による標準供給を開始

技術開発の要点

製造プロセスに必要な1600 °C近傍での**熱電対校正装置**を産総研の技術である**金属-炭素共晶点**を用いて開発 (大型のRh-C共晶点セルは**世界初**)

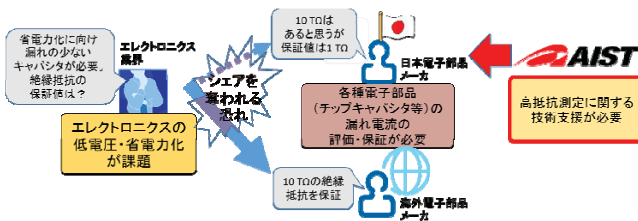
成果リスト

技術コンサルティング (4件)、標準供給

「高抵抗の精密測定に関する技術支援」 (知的基盤)

研究の目的

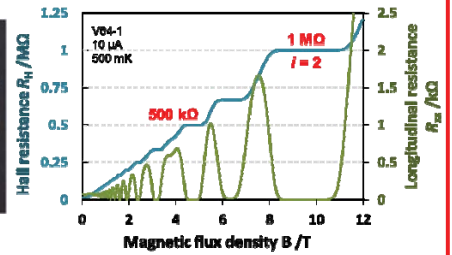
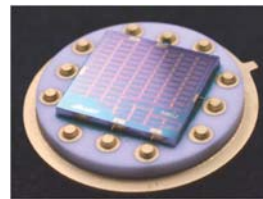
- 高抵抗量子化ホール素子に基づく高抵抗測定の信頼性の確認と向上をはかる。
- 『精密電気計測コンソーシアム』を立ち上げ、産業界の高抵抗測定技術のレベルアップを支援する。



電子部品の小型化・省エネ化に伴う高抵抗(微小電流)測定のニーズの高まり

H28年度成果

- 1 MΩ量子ホールアレー素子を開発し、それを基準に量子効果による高抵抗標準の信頼性を10 TΩまで検証。



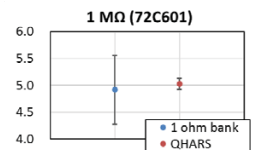
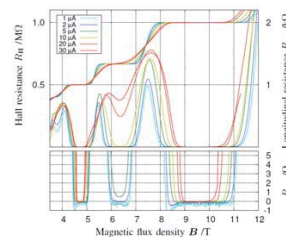
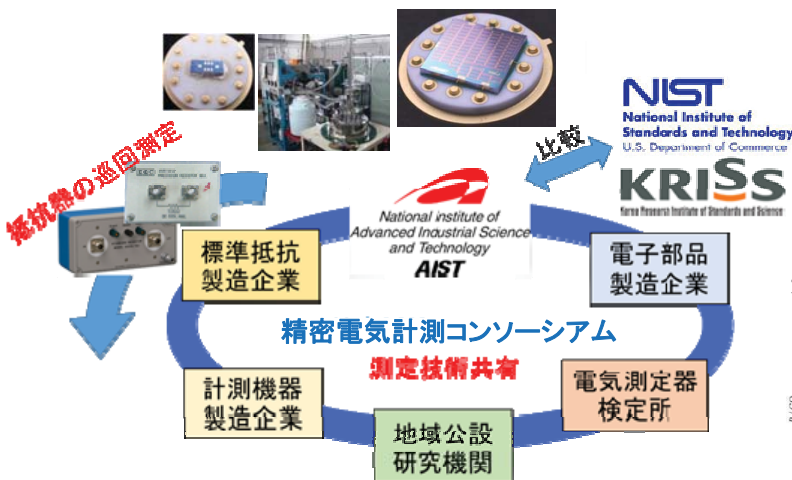
- コンソーシアム参加企業(12社)間で高抵抗精密測定の巡回比較を実施。異なる測定法をもつ企業間において測定値の整合性を確認。

「高抵抗の精密測定に関する技術支援」

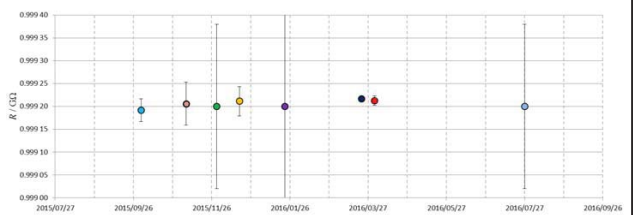
1 MΩ量子ホールアレー素子の開発とそれを用いた企業間の測定能力の確認・向上

『完全に量子化された素子』の実現

測定システムの不確かさ評価



巡回比較による企業間の技術の整合性確認



技術開発の要点

高抵抗量子ホールアレー素子に裏付けられた高抵抗測定技術に基づく高抵抗精密測定の技術支援

成果リスト

論文2報、コンサル1社、共同研究2社、コンソ12社

「有機化合物のスペクトルデータベース(SDBS)の高度化」 (知的基盤)

研究の目的

- 信頼性の高いスペクトル情報を公開・発信することで、研究開発、品質管理、教育現場などでのリソースを削減する。
- 1980年代より一般的な有機化合物の信頼性の高いスペクトルを継続して独自に収集。
- スペクトルデータの新規収集、公開の継続およびインターネット上の利用者の利便性向上を目指した技術的検討。

H28年度成果

- JAPANリンクセンター主催のDigital Object Identifier (DOI) 登録実験(H27FY)に参加して得た知見に基づき、個々の化合物およびスペクトル情報へ直接アクセスができるようにする改良を実施。現在運用開始に向け準備中。
- 公開ページのセキュリティの強化を実施。
- ユーザーからのデータ利用許諾への対応(4件許諾)。

「有機化合物のスペクトルデータベース(SDBS)の高度化」

- 各スペクトルに直接アクセスできる「ランディングページ」を整備
 - スペクトルごとに個別のURLを割当てたページを整備し、SDBSの検索機能を利用せずにデータまで直接アクセス可能にした。H29年度前半公開予定。
 - 化合物のランディングページも同様。
- 国際度量衡局主催のInternational Metrology Resource Registryの立ち上げに参加。SDBSの情報へのリンク作成。
- 新規データの収集(MS:73, IR 179, ¹H NMR: 64, ¹³C NMR: 64)。

スペクトルのランディングページ例

技術開発の要点

成果リスト

スペクトルデータとURLとの1対1対応化
情報共有の簡易化とユーザーの検索利便性の向上

データ利用許諾 (4件)
アクセス件数1168万PV (9-11月) (うち国外980万PV)

「がん治療のための放射線・放射能標準の整備」 (知的基盤)

研究の目的

測定装置の校正を、正確・迅速・安定的に行うため、日本の国家計量標準を整備する。

- 患部に挿入して管組織に照射する、がん治療用イリジウム192密封小線源の放射線標準
- 患者が内服するがん治療薬ラジウム223の放射能標準

ラジウム223溶液の例



病院で線量測定に用いられる井戸形電離箱



H28年度成果

がん治療用イリジウム192密封小線源

- 国際比較により妥当性を確認し、校正事業者を通じて標準供給を開始
- 治療時における線源位置測定装置の開発

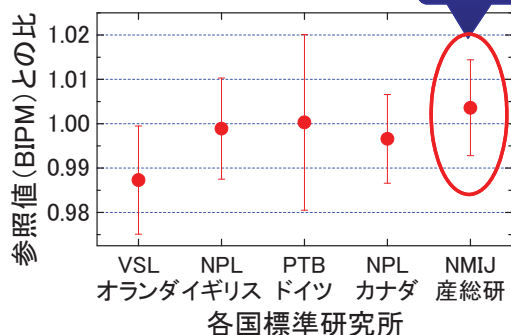
がん治療薬ラジウム223

- 産総研にてラジウム223の放射能の標準供給を開始

(H27年度は、イリジウム192密封小線源の放射線標準の確立、ラジウム223の放射能計測技術の開発を行った。)

「がん治療のための放射線・放射能標準の整備」

がん治療用イリジウム192密封小線源標準



イリジウム192密封小線源について国際比較により産総研の値の妥当性を確認

がん治療薬ラジウム223放射能標準



3H絶対測定装置の開発



241Amの放射能絶対測定

3Hからのβ線の検出効率に基づきβ線放出核種の検出効率を計算、評価した。α線放出核種には241Amを用いた。

技術開発の要点

産総研のγ線計測技術、放射能計測技術により治療用放射線・放射能標準の供給を実現

成果リスト

標準供給開始 2 件、プレス発表 2 件、論文 2 報 (うち 1 報査読中)、共同研究 (資金有) 2 件、受託研究 (資金有) 1 件

3. 知的基盤の整備(総括)

- 計量標準及び標準物質の整備状況(評価指標)
 - 物理標準、化学標準物質について整備計画を達成
 - 新しい質量の定義に対応した一次標準の実現体制を確立すると共に国際計量標準に対して顕著な貢献
(130年に一度の大改定に米、独、カナダと共に貢献)
- 計量標準の普及活動の取り組み状況(モニタリング指標)
 - 唯一の国家計量標準機関として校正業務を遂行
 - 地域公設試を通じた地域支援、中小企業支援を遂行
 - 熱物性データベースの普及では1000万PV以上のアクセス
(産総研トップ)
- 計量法にかかる業務の実施状況(評価指標)
 - 計量法にかかる基準器検査、型式承認を実施
 - 法定計量人材の育成を実施(講習、研修、セミナーを多数開催)
 - 計量士の育成業務も継続

評価資料（主な業務実績等（年度末確定値））

議事 1. 領域の概要と研究開発マネジメント

各種指標	委員会説明	年度実績（確定値）	備考
民間からの資金獲得額	3.7 億円	4.7 億円	
リサーチアシスタント採用数	8 名	9 名	
イノベーションスクール採用数	1 名	1 名	
大企業に対する中堅・中小企業の研究契約件数の比率	91%	79%	
技術コンサルティング	106 件 1.1 億円	172 件 1.4 億円	
計測クラブの研究会・講演会	21 件	22 件	
2 国間 MoU に基づく技術専門家派遣	9 か国 28 名	9 か国 30 名	
途上国向け技術研修生受入	11 か国 25 名	12 か国 27 名	
ポスドク （うちイノスク生）	5 名（1 名）	4 名（1 名）	
技術研修生 （うち連携大学院生）	87 名（6 名）	96 名（6 名）	
連携大学院客員教授および 准教授	7 大学 12 名	7 大学 12 名	

・ [国際連携活動実績：領域の研究開発マネジメント] 海外研究機関との研究覚書協力：4 件

議事 2. (1) 「橋渡し」につながる基礎研究（目的基礎研究）

各種指標	委員会説明	年度実績（確定値）	備考
論文の合計被引用数	2,524 報	2,700 報	委員会で報告なし
論文発表数	129 報	204 報	
知的財産の実施契約等件数	75 件	81 件	目的基礎、橋渡し前期、橋渡し後期の合計値

議事 2. (2) 「橋渡し」研究前期における研究開発

各種指標	委員会説明	年度実績（確定値）	備考
知的財産の実施契約等件数	75 件	81 件	目的基礎、橋渡し前期、橋渡し後期の合計値
公的資金獲得額	—*	6.5 億円	

*委員会説明では、定義（一般管理費の扱い等）の異なる値を用いていたため、本表には示さない。

議事 2. (3) 「橋渡し」研究後期における研究開発

各種指標	委員会説明	年度実績（確定値）	備考
民間からの資金獲得額	3.7 億円	4.7 億円	議事 1 の項で示した指標の再掲
大企業に対する中堅・中小企業の研究契約件数の比率	91%	79%	議事 1 の項で示した指標の再掲
知的財産の実施契約等件数	75 件	81 件	目的基礎、橋渡し前期、橋渡し後期の合計値

- ・ [プレス発表：「橋渡し」研究後期における研究開発]測定に必要な時間を短縮する新たなガス・水蒸気透過率測定装置を開発（3月31日）

http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2017/pr20170331/pr20170331.html

議事 3. 知的基盤の整備

各種指標	委員会説明	年度実績（確定値）	備考
国家計量標準の供給	284 件	419 件	
産総研依頼試験	196 件	314 件	
標準物質頒布	1,338 件	2,131 件	
基準器検査	1,156 件	1,794 件	
特定計量器の型式承認	61 件	83 件	
技術アドバイザー派遣	44 件	61 件	
校正事業者評定委員会	9 回	9 回	
試験事業者評定委員会	8 回	8 回	
標準物質生産者評定委員会	2 回	3 回	
新規校正・試験項目	12 項目	10 項目	
新規標準物質	6 種	6 種	
特定標準器による校正の上程(jcss サービスの開始)	5 件	5 件	
計量研修	679 名	676 名	
法定計量に関連する教習およびセミナー	32 回	33 回	

【総括表：領域全体の年度実績】

(一部再掲、目的基礎、「橋渡し」前期、「橋渡し」後期の重複なし)

評価指標/モニタリング指標	年度実績（確定値）	領域としての目標値
民間からの資金獲得額	4.7 億円	4.8 億円
論文の合計被引用数	2,700 報	2,400 報
論文発表数	204 報	200 報
リサーチアシスタント採用数	RA+IC 合計で 10 名	RA+IC 合計で 6 名
イノベーションスクール採用数		
知的財産の実施契約等件数	81 件	85 件

評価委員コメント及び評点

1. 領域の概要と研究開発マネジメント

(評価できる点)

- ・民間資金の獲得目標を達成されている。また、注力されている橋渡しに加え、国立研究開発法人となられたことで迅速に標準化へも注力されている。
- ・計測技術コンサルティング業務の導入により、民間が NMIJ の高い技術力を容易に利用できる仕組みを作られ、実際に活用されている。
- ・コンサルタント業務を通して、企業など実際に課題を抱える方との交流をすることで世の中の問題を共有し、研究の方向性を見出そうとしている。
- ・得られた知見や成果を論文発表やプレスリリースにより産学と共有されている。
- ・2000～2010 年度知的基盤整備計画、2013～2022 年度計量標準整備計画、2010～2014 年度産総研第 3 期中期目標結果の成果、今後の課題を適切に分析・評価している。第 4 期中長期計画はそれらを踏まえており、これまでの 4 項目のミッションに加え、高精度計測技術及びその派生技術を生かした「橋渡し機能の強化」、「将来の科学や産業で必要とされる計量標準や知的基盤の整備に向けた目的基礎研究の推進」を目標に、技術シーズから事業化までの機能強化の実施、体制を整えられたことは評価できる。基礎研究はすぐに成果が見えるものでなく、また利益に結びつかないため企業では扱いにくい。NMIJ 等の研究機関が長期に取り組むことで、10 年、20 年先に成果が表れると考えている。大いに期待したい。
- ・領域の研究開発マネジメントでは、2018 年にもキログラムの定義が変更となるが、再定義の国際プロジェクトで中心的な機関の一つとして活動されており、国として高く評価されていることは技術発展への寄与だけでなく、日本の発言力を維持するうえでも意義あることと考える。なお、変更の際は産業界に混乱が生じないよう十分配慮いただきたい。
- ・法定計量業務については、型式試験、各種相談、問い合わせにも迅速、適切に対応いただいております。産業界の評価は高い。また、校正・依頼試験、コンサルティング業務は前年度実績を大きく上回っており、成果普及・広報の一環である計測クラブ活動も活発に行われており評価できる。特に計測クラブ、成果発表会等の活動では、適切に研究情報が開示されており、貴重な情報収集の場として多くの企業が参加するなどきわめて評価は高い。
- ・産総研は発足時から計量標準の整備を推し進められ、先進国と遜色ない充実したものとなった。目標達成に向け、管理層から研究現場まで一貫した目的意識のもとで取り組まれてきたことは評価される。
- ・わが国で 3 機関のみの特定国立研究開発法人として新たに指定され、卓抜した研究機関としての位置付けや体制が整った。
- ・橋渡しのための研究開発スキームが、順調に推移している。
- ・民間へのコンサルティングを開始し、好評を得ている。
- ・外部資金獲得に関して注力し、産総研の他領域に比べて、現時点で唯一、数値目標を達成している。
- ・論文発表などにより学術的貢献をしている。また、一般への広報にも努めている。
- ・人材育成に関して、サマースクールやインターンシップを提供している。
- ・民間資金が計画を上回っていること。
- ・コンサルティングなどの試みが軌道に乗ってきている。中小企業を含めた産業界では、分析・解析などで困っている人が多いので、今後とも進めてください。
- ・目標に基づいて活動し、目標通りの成果が得られている。
- ・各研究部門の組織、人材配置を柔軟かつ最適にすることで社会からの多様な要求に応えるべく様々な取り組みが進められ、かつそれらの実効性を評価、改善、模索している状況が見られる。民間からの資金獲得額も目標をクリアしており、保有する革新的な技術シーズを掘り下げ、民間の事業につなげる橋渡し研究が上手く実行されているものと評価できる。
- ・各種の仕組みや制度を構築して所外との連携体制を改善、強化しつつあり、国内外でのチャネル形成にも努め、人材受入れ、教育や交流活動を進めようとしている。その結果として、技術的指導助言等コンサルティング、外部研究機関との連携、人材の育成・交流、地域創生活動など、多くの局面、フェーズでの進展、成果が見られており、マーケティング力強化による効果が十分に発現されているものと評価できる。
- ・計量標準の整備について、次世代計量標準の質量定義の国際的な改定に関して、精度が達成したのは 4 力国のみということ等について、我が国の技術水準の高さを証明できたことは大いに評価できる。
- ・新しい試みである技術コンサルティングの活用により技術的ポテンシャルを活かした指導助言等の契約

件数や金額が前年度と比較して大幅に増加したことは評価できる。

- ・技術マーケティング能力の向上を目指した取り組みは、企業への橋渡しや民間資金獲得額の目標達成などの結果に繋がっている。
- ・大学や他の研究機関との連携については全国の公設試験研究機関との連携や国際度量衡委員会のポスト獲得など積極的な国際活動推進も重要なことと評価できる。
- ・研究人材の拡充、流動化、育成については、積極的に推進するように努力している。

(改善すべき点及び助言)

- ・国際的に最高レベルの研究開発とコンサルティング、実用化、標準化は別のスキルが必要になると思う。外部への教育については言及があったが、内部での教育体制についてはあまり触れられず、日々の業務の中でマネジメントされているとのコメントだったと記憶している。企業での研究開発は短期で成果を得られるものが増えてきており、NMIJには基礎研究にもっと力を入れていただきたい。出口はNMIJの中だけでなく日本中にあると思うので、出口探査のためのマーケティングとフィードバック、成果のアピールを強化していくことで、基礎研究の意義を拡大し、基礎研究の強化に取り組んでいただきたい。
- ・19の計測クラブを運営とあるが、物理計測クラブは多くの分野がひとつになってしまったので、興味のある分野の情報を得る機会が減ってしまった。具体的には、高周波クラブで拝聴していたようなテーマがこの2年ほどないのが残念。
- ・各種の標準供給、普及活動、人材育成に意欲的に取り組まれていることは十分理解できるが、同様の標準機関であるNIST、PTBと比較し、人員、予算の面で大きく見劣りする。昨年にも報告したが、アジア諸国の計量標準機関を訪問するとPTBの影響を強く感じるし、最近では中国の存在感が急速に高まっている。予算、人員は国の施策によるところが大きいが、2000人規模とテクニカルスタッフを含む400人規模では、同じ先進国、先端技術の競争にしのぎをけずる国としては差がありすぎる。粘り強く政府関係者に理解を求める必要を感じる。また、これまで築いてきた各国とのパイプの有効活用による情報収集能力の向上、産業界を含めたフォローアップの活動が重要と考える。
- ・新たな事業として技術コンサルタント業務に取り組まれているが、限られたマンパワーで実施するには、Drクラスの研究者がコンサルの実務作業に従事することは生産的でない。PTBのようにDr、研究員、実験エンジニアなど幅広い人材により、研究開発から産業までの橋渡し研究を展開することで研究効率が上がるのではないかと。大学でも、研究コーディネーターに民間人や経済の専門家など他分野から人材を登用し、イノベーション創出を推し進めている。特に、途上国での知的基盤整備への国際協力事業などではNMIJの人数では十分な活動ができるとは思えない。幅広い人材確保を考えていくべきである。そうした意味合いもあるが、今後は、若手研究者の育成が大きなテーマとなる。今年のある業界団体の新年賀詞交歓会の席上、経産省の糟谷製造産業局長が、IEC、ISOをはじめとする国際会議に出席する方の年齢層をみると、中国、韓国では30~40才台が5割~6割、対し我が国は5%と極端に少なく、10年先を考えると、とした趣旨のあいさつをされていた。産総研では若手研究者を海外研究機関に派遣したり、招聘、交流を実施するなど育成に努められているが、これを一層推進し、世界の研究機関に伍してゆける人材育成に努めていただきたい。
- ・自己努力による外部資金獲得が順調に推移しており問題ないと考えますが、これになじまない基礎的部分もあるので、こちらの手当てが縮小されないように注意していただければと思います。
- ・コンサルティングには、計測だけではなく、製造や開発など幅広い知識がある方がさらに有効に進められる。分析等をあまり知らない人への問題解決のための提案力・コミュニケーション力を高めるような人材育成や仕組みを考えてもらえるとよいと思います。
- ・民間企業との人材交流(研修)制度も検討してほしいと思います。
- ・大学や他の研究機関の基礎研究から生まれた優れた技術シーズを汲み上げ、その「橋渡し」を進めることも中期計画には盛り込まれているとのことであるが、具体的な取り組みやその成果についての説明が少ないように感じられた。つくば地区のTIA連携やOIA、OILの推進状況について、もう少し紹介があると良かった。このような活動を通じた人材発掘、シナジーの発揮、リクルートへの活用などを更に進めていくとの方向性を示して欲しい。
- ・公的資金の獲得などについて他の研究領域と比較しても少ないと思われる。標準・校正など公的資金が獲得しにくい分野についても、その重要性を省庁にも広報するなどして、新しい資金獲得につなげる努力が望まれる。
- ・アジアへの国際展開をさらに強化すべきである。
- ・若手の積極的な活用をさらに推進することも取り組みとして必要。

2. 「橋渡し」のための研究開発

(1) 「橋渡し」につながる基礎研究（目的基礎研究）

（評価できる点）

- ・非常に高度な技術に基づく研究と、他の分野ですでに確立されている基礎技術を転用したものの両方に取り組んでいることから、長期的な視点で取り組む研究開発と橋渡しが容易と思われる研究開発の両方にバランスよく取り組んでいると考えられる。
- ・定期的に技術交流を実施され、グループ間でのコラボレーションにより新たな研究成果の獲得や、他グループで実施されている研究成果を利用することによる効率的な研究開発に取り組んでいる。
- ・経済活動のグローバル化のもと、国際間、企業間の競争は厳しさを増している。産業界としてはスピード感を持ってグローバル市場への展開、付加価値の高いビジネスモデルの構築などに取り組み、産業基盤である科学技術を支えるための技術革新に努める必要がある。そうしたなかにあつて、産総研が築いてきた精密計測技術における強みを生かし、産業界への橋渡し研究を中核のミッションとして位置づけ積極的に取り組まれていることは評価される。さらにこれを進めていただきたい。
- ・紹介されている研究テーマには世界初で初めてのものもあり、意欲的に基礎研究に取り組まれていることがわかる。さらに、いずれも論文発表、国際規格への提案予定、特許出願、あるいは計測クラブなどで情報開示されており、産業界でも研究の進捗状況を容易に情報収集可能となるなど評価できる。
- ・知的基盤整備を目指す研究開発では、技術戦略マップなど産業ニーズを調査し、研究テーマの選定を行っており、基礎研究としても常に産業ニーズを反映したもので高く評価できる。
- ・モノに依存しない標準として、電磁力や量子現象への標準移行を進めており、特に、質量標準の脱分銅化が現実のものとなってきたこと。130年ぶりの基本量大改定の技術力を持つ国際的な機関であること。
- ・生体関連計測など医療面への研究展開を進めていること。
- ・論文数が目標を上回っており、十分な活動がされている。
- ・量子計測など先端的に取り組んでいる。
- ・量子標準への挑戦、標準を内包する計量標準への挑戦、高性能計測・分析技術の研究開発実践等、設定している目標は高度で魅力的である。具体的なテーマ内容、アプローチやアイデア、進展状況などの説明により、多分野での研究活動を進めて成果を得つつあること、論文等での成果公表を適切に行っていることなどを理解することができ、活発な研究活動が進められている点で評価することができる。今後の更なる進展により「橋渡し」につながることで、多くのテーマが継続的に提起されることを期待したい。
- ・世界初の技術として電磁力による国際単位系にトレーサブルなトルク標準を確立したことについて論文および特許取得した。
- ・未利用熱の活用において新規な熱電材料を探索するための高効率な計測技術（ゼーベック係数の絶対値を測定）を開発し、成果を論文に投稿し、受賞もあるなどの点は評価できる。
- ・計測場を乱さない電磁波計測技術、たんぱく質の高感度・高精度分析法の確率は重要な技術として評価できる。
- ・これまで開発してきた定量 NMR と既存技術のクロマトグラフィーを組み合わせることで新規計測法を構築することにより、標準物質の整備につなげようとする試みは興味深い。
- ・放射線計測技術による研究成果が Nature Communications に 2 報掲載されるなど国際的にも高く評価される研究を継続している。
- ・目標とする論文数を達成見込みであることは評価できる。

（改善すべき点及び助言）

- ・選定したテーマや目標値が、産業界が利用するのに十分なレベルかどうかを理解するために、目標と成果を数値で表していただきたい。例えば、電磁波計測技術では対応可能な周波数情報、生体計測のための光イメージング技術の研究では、生体で計測可能な深度など。数値目標は長期的な研究テーマの場合には途中で変更があるかもしれないが、こういった産業界からの意見を元に（具体的に何を測定対象とすることで）目標値を定めたか、という情報があると納得度が増すと考える。
- ・基礎研究には、もっと長期的なスパンで公的機関しかできないようなテーマへの取り組みが増えることを期待する。
- ・橋渡しの観点からすると、最終的には産業化、商品化となるが、国際間の競争はますます厳しさを増している。そうしたなかにあつてオープンにできる技術とクローズする技術をあらかじめ明確にしたうえで研究を進める必要がある。産総研と共同研究を行っている企業は多く、産総研の持つ高精度計測技術、知見等に大きな期待を寄せている。その一方で、企業ニーズに合ったシーズがあるのか分かりにくいと

いった意見も寄せられている。研究テーマの最終的に目指すところ、ロードマップ、進捗状況などの開示方法の工夫をお願いしたい。

- ・ 質量標準改定に関しては特別のことだと思うので、できればNHKの朝夕7時のニュースや特番で取り上げられ、国民に広く知られるようになればベストです。ただ、そう簡単に実現しないと思うので、地道に発信するしかないでしょう。
- ・ 中長期の計画・方向性・マトリクス（あるかもしれませんが）に基づいてテーマ選定を行うことが重要であると思います。
- ・ 生体イメージングなど、多くの国内外の大学や研究所が手掛けているものもあるので、産総研として他との差別化・特徴を明確にする方がよいと思います。
- ・ 将来的に産業界からのニーズの展開、増大が見込まれ、技術開発テーマとしても高度であるため、産総研の保有シーズを活用しつつ取り組むべき新たな最優先テーマを選択・設定し、実行することが重要である。そのためには、外部からの技術シーズの取り込みや人材の活用・連携、組織的な実行体制構築なども益々有効になってくると思われるが、それらの取り組み状況はどのようになっているのか。その説明については不足していると感じる。
- ・ 基礎研究については、国際的な学術雑誌への掲載等で成果をプレスリリースなどで大きく広報することにより、社会にアピールし、公的資金の獲得につなげる努力を継続してほしい。
- ・ 知的財産獲得についても今後も積極的に行い、産業化につなげてほしい。

(2)「橋渡し」研究前期における研究開発

(評価できる点)

- ・ テーマを適切に設定することで、公的資金を目標を超えて公的資金を獲得している。
- ・ 具体的な対象を定めて計測を実現し、それをアピールすることで橋渡し後期や別の研究開発テーマ（測定対象）の創出へとつなげている。
- ・ 評価指標として、産業ニーズ、技術動向を予測し、新たな測定法の開発、ユーザ階層を広げる装置化に重点を置き取り組んだことは評価できる。計量計測機器メーカーにとっては産総研がもつ高精度計測技術、その派生技術への関心は高く、技術移転は魅力的である。産総研が戦略として企業における計測技術、計測装置開発支援、製品価値、企業価値向上に取り組むことは産業界の計量計測技術の底上げに繋がり歓迎できる。
- ・ 紹介されている6テーマについてはいずれも特許出願されていたり、民間企業との共同研究、プロジェクト事業などに結びついており、適切である。
- ・ 社会ニーズを捉えた研究開発を適切に進めるとともに、国際的な貢献も視野に入れている。
- ・ マラリア診断デバイス用においては、必要な要素技術も含めて開発しており、システムティックな取り組みを行っている。
- ・ 指標値について目標を十分に上回っており、成果は高い。
- ・ 今回発表されたテーマはいずれも興味深いものであり、さらに進めてもらえるとうよいと思います。特に非破壊評価法はニーズも大きく期待しています。また、寿命予測などもあると多くのところで役に立つと思います。
- ・ 「粒子径計測」、「表面形状計測」、「電磁波利用水分計測」など産業界でのニーズが高く、装置化により多大なメリットが見込まれる様々なテーマに取り組んでいる。知財取得、受託・共同研究への取り組みも適切に行われており、論文発表や民間企業との連携も含めて具体的な成果を得ている点で評価できる。計測手法も多岐に亘り、適用分野の拡大、新たな手法への進展も期待されるので、今後も多くのテーマ提案、設定を期待する。
- ・ 計測技術を発展させ、ユーザーを広げる新たな価値創造につなげる努力をしている。
- ・ 流れ場粒子径計測法によるナノ材料製造ラインにおける品質評価に不可欠な材料識別・粒子径を同時に測定可能な複合計測システムは、NEDOプロジェクトに採択され、実用化に近づいていることなど橋渡しの成功につながる事例として評価できる。
- ・ 知的財産創出についても目標値に達成しており、公的資金獲得も昨年度比170%であることなど評価できる。
- ・ マラリア診断デバイスについて感染模擬粒子による精度管理法を確立したことは、実用化に大きな貢献をしている。

(改善すべき点及び助言)

- ・ 具体的に対象を決めて取り組んでいることを評価した反面、橋渡し前期としてはあまりにも対象を特定

しすぎているのではないかと感じる。この技術がどのような対象に適用可能かも含めてまとめられていると適用範囲が広げられる（アピールした際に、受け取る側が自分の持つ課題解決につながるかどうかという見方ができる）のではないかと感じた。

- ・IoT に代表される第4次産業革命が進展するなか、大量の情報を収集するセンサーとしての役割を計量計測機器が担うこととなり、企業は一層の信頼性ある製品の供給、技術開発のスピードアップが求められる。製品開発にあたっては、マーケットを育て、拡大するために活用するオープンな技術と、利益等を確保するためのクローズな技術とがあるが、橋渡しの前提として企業を含む関係者で知材に関わる点を十分議論し、明確にしたうえで研究開発を進める必要がある。また、同じような目的で、同時期に競合企業から共同開発の申し入れがあった場合はどうするか等についても予めルールを決めておく必要がある。
- ・医療用機器開発などは世間にアピールすると思うので、出口をもっと強調したらいかがでしょうか。
- ・3次元データの表示の方法や解析法など、よりアプリケーション的なものも開発していただけるとよいと思います。
- ・ひずみ分析などについては、ラマンなど他手法と比べた違いなどを明確にした方がよいと思います。
- ・テーマ実行に際して、国際連携を模索した事例はなかったのかどうか、もしあれば紹介して欲しい。また、中長期的な知的財産マネジメントの取り組み状況について、国際出願の方針も含めて説明が必要である。
- ・独自に開発する力がある大企業ばかりでなく、ベンチャーや中小企業と共同研究することにより実用化を促進する取り組みを行って頂きたい。
- ・基礎研究に近いものもある半面、実用化に近いものもあり、橋渡し前期の位置づけが、少しわかりにくい。
- ・プレスリリースなどにより研究の進捗状況を積極的に広報することを継続していただきたい。

(3)「橋渡し」研究後期における研究開発

(評価できる点)

- ・コンサル契約により、NMIJの技術が産業界に直接貢献している
- ・潜在的なニーズに応える体制（コンサルタント制度の確立、イノベーションコーディネータの確保）を整え、ニュースリリース、インターネットでの発信などにより成果を産業界にアピールし、活動を拡大させている。
- ・紹介されている8項目とも、成果目標が明確であり、企業との共同研究、製品化、コンサルの開始、技術移転等がなされるなど、橋渡しの成果といえる。
- ・民間からの資金獲得額は目標達成見込みであり、昨年の委員会で指摘された資金提供を伴う契約件数の大企業への偏りはなく、研究活動に対する進捗率の統制・管理、さらには研究テーマの選択等にあたっては、研究ユニット、研究戦略部など関係部署と緊密な連携のもと決定、推進されており評価できる。
- ・企業との共同研究により、プロトタイプから実機レベルへの開発が進んでいる。
- ・コンサルティング制度により、民間ニーズに合致する新しいスキームを開始したこと。
- ・民間資金の獲得額が2年連続で目標を超えている。他の指標も高い。
- ・小型化や可搬型というニーズの高い分野で多くの成果が上がっていることは評価できます。陽電子消滅が可搬型になるのは非常におもしろく、多くの場面で役に立つと思います。
- ・多数のテーマにて具体的な成果を得ており、民間からの資金獲得額も増加していること、コンサルティング契約も増加し、特に中堅・中小企業からの比率も高いこと、製品化につながる民間への貢献度も高いことなど、「橋渡し」研究後期として十分な役割を果たしている。成果の公表、知的財産マネジメントも適切に進めていると思われる。
- ・高温用白金抵抗温度計の製品化、トレーサビリティの確保されたアミノ酸混合標準液の製品化、鉄鋼部材評価に資する非破壊欠陥検査装置の製品化など多くの研究が実用化につながっており橋渡し後期の実績として評価できる。
- ・今後原発や医療機関で必要となる水晶体被ばく線量評価のための校正用標準場と線量標準を開発した。
- ・民間からの資金獲得も増加しており、また大企業のみならず中堅・中小企業にも注力している。
- ・コンサル契約が2.5倍になったことは大きな成果である。

(改善すべき点及び助言)

- ・産総研は基礎研究から応用計測研究まで幅広い研究を実施されており、その内容を積極的に情報発信されるようになってきた。そうしたことの成果が、共同研究、コンサルティング業務の増大につながっているのではないかと。その一方で、組織が大きいだけに外から眺めているだけではなかなか適切なシーズを探し出すことは難しく、いろいろな機会を通じ産業界へ適切な情報発信をお願いしたい。また、橋渡しの前期と後期の違いがあまり明確でなく、掲げる研究テーマが持つ橋渡しの役割もいまひとつ明確でない。
- ・基準器検査などの法定計量関連業務に関しては、手数料をとれないものもあることを、社会に強調する。
- ・研究者へのインセンティブ付与についても、マネジメント上の工夫として説明資料化しておいたらいかがでしょうか。
- ・テーマを考える際には、マーケットの大きさ（採算性）だけでなく、社会的なインパクトも考慮して進めてほしいと思います。
- ・企業以外、国研とのテーマ連携（設定や実行）や人材交流などの取り組みが少ないように思われる。計測標準に関係するテーマが少ないことに依るのかと思われるが、高度でかつ産業界からのニーズが高い、機関や省庁を越えた共通的な計測技術開発のニーズは多くあると推察される。もし情報共有やテーマ探索の取り組み事例があるのであればそれらの補足説明が欲しい。
- ・今後も広報活動を積極的に続けていただきたい。

3. 知的基盤の整備

(評価できる点)

- ・整備計画に基づいて、着実に標準の整備・更新、定義の変更への対応に取り組んでいる。
- ・共同研究、コンソーシアムの立ち上げなど、産業界との協働に取り組んでいる。
- ・高度というイメージからなじみが薄かったり、理解が進みにくい分野であるため、より理解を深めるために独自の教科書を作成するなど努力している。
- ・人材育成に取り組んでいる
- ・計量標準及び標準物質の整備では、計量標準整備計画に基づき着実に整備が進められており、また、その進捗状況、ニーズに応じた計画の見直しなども定期的に行われている。特定二次標準器の校正、依頼試験の件数、JCSS 校正証明書発行件数は、年度により増減は見られるものの右肩上がり推移しており、そうした整備計画の概要、経過等も INTERMEASURE 展、JASIS 展をはじめとする各種展示会、あるいは計測標準フォーラム等の機会に発表されるなど、国家計量標準機関としての役割を十分に果たしている。
- ・国際取引の公正化を進めるうえで標準化は大きな役割を担っており、我が国が標準化を優位に進めるためにも国際機関の主要ポストの獲得、主導権を握ることが重要であることは昨年の委員会で意見として出されている。国際度量衡委員、OIML 国際法定計量委員会第二副委員長ポスト、APLMF の技術委員長ポストの継続獲得、その他の国際委員会に積極的に専門家を派遣していることは評価できるし、新たに、APMP の議長ポストの獲得、水素社会を睨んだ水素ディスペンサーの性能評価方法を検討するプロジェクトのコンビナーを獲得するなど、着実に我が国のプレゼンス向上に努められており、評価できる。
- ・計量法に係る業務では、水素燃料計量システムをはじめとする JIS 規格の取りまとめに尽力されており、また、特定計量器技術基準の JIS 化にあたって積極的に取り組まれている。
- ・知的基盤整備計画に基づき、標準供給体制が高度に整備されていること。
- ・ISO をはじめとする国際規格委員会等へのコミットを行っていること。
- ・質量標準の脱モノ化について、世界に誇れる標準設定技術を開発したこと。
- ・計量標準等については着実に成果があげられている。
- ・重要になってきている 3D 計測に対しても取り組んでいることは、価値があることだと思います。
- ・中期的な計量標準整備計画に沿った活動を推進するべく、多様な領域にて多くの成果を出している点で評価できる。特に、「キログラムの定義改正に関する研究」では、国際連携により確実な結果を得て貢献していることは大きな成果である。また、「3D 計測エボリューション」では広域で官民にまたがる連携組織を構築し、重要な基盤技術について実用的な活動を進めている点で注目される。その他に産業界や社会の利益につながる多くの知的基盤整備テーマを実行しており、確実な成果へ結びつけている点でも評価できる。計量標準の普及活動、計量法に係る業務推進などはセンターがこれまでも注力して実施してきたことであるが、定常的に安定して関与、推進すべき業務であり、疎かにできない重要なミッションである。これらに対しては、十分な活動、成果を得ていると判断できる。
- ・知的基盤の整備という目標達成については 物理標準 8 件、化学標準物質 100 件近くを整備するな

どの実績は評価できる。標準物質の供給も順調に伸びている。

- ・ JCSS における校正も着実に実行している。
- ・ 新しい質量の定義に対応した一次標準の実現体制の確立、およびプランク定数に基づく質量定義により独力で質量を現示できることを実証したことで、技術レベルの高さを国際的にも証明できたことは評価できる。
- ・ 熱物性のデータベースでは1000万PV以上のアクセスを得るなど普及に努めている。

(改善すべき点及び助言)

- ・ NMIJ をもっと知って頼りにしてもらおうということが HP から感じにくい。依頼試験で対応できないものは、技術コンサルタント等で対応するということが問い合わせをしなくてもわかるページ作りが望ましい。
- ・ キログラムの定義改定について産総研の関係者は、展示会、セミナー等いろいろな機会を通じ2018年に変更となる旨を周知されており、また、一般紙の紙面でも解説されるなどPRに努められている。重さは社会生活との関わりが深く、キログラムの定義変更は一般の方にも計量に関心を寄せてもらう絶好の機会である。政府、業界を巻き込みさらにPRを積極的に行われることをお願いしたい。
- ・ 我が国の計量制度は国民生活・経済社会における取引の信頼性を確保し、安全・安心の基盤として機能してきたが、執行する各自治体の財政状況もあり法と実態に乖離が生じている。この状況に対応するため昨年、計量行政審議会が開催され、その答申を受け政省令の改正が進められているが、今回の改正においては計量士の活用がポイントとなっており、その育成が喫緊の課題となっている。計量研修センターの研修定員の増加などについて検討いただきたい。
- ・ 計量標準総合センターの社会的存在意義なので、地道に伸ばして行ってほしいです。
- ・ スペクトルDBや図の出し方など、ソフト的な標準も重要なので、今後も新たなものも含めて整備の計画ができるとういと思います。
- ・ 社会のニーズが高まり新たに必要とされている重要な標準、また、国際比較などから整備が不足、不十分な標準などに該当し、整備、研究・開発が急がれるテーマもあると思われるので、それらに関する概略計画、工程等を明らかにして欲しい。実行していく上では、何が課題であり、人材やシーズ技術として足りない物は何か、外部機関や国際的連携を進めることの利点や早期実用化などは有り得るのか、などについても、見解や具体的な取組み計画を発信して欲しい。
- ・ 計量法の改定に伴い、計量士等の人材育成と活用について新たな方向性を考えてほしい。
- ・ 継続して新しい質量の定義に関する広報を積極的に行い、産総研の研究が子供から大人まで身近な関心としてとらえられるようなアピールを行ってほしい。

4. 領域全体の総合評価

(評価できる点)

- ・ 技術コンサルタント制度を開始し、規模を拡大していることから取り組みに対して非常に迅速に成果を出されている。
- ・ 豊富かつ高度な技術力を保有し、産業界の課題問い合わせを受け付け、ワンストップでそれに応える方針を打ち出している。
- ・ 成果をアピールし、さらに産業界からの問い合わせが増加するなど、マーケティング活動も実を結んでいる。
- ・ 昨年の評価結果を踏まえ良く改善に取り組まれている。
- ・ 計量標準の整備計画を立案し、計画に沿って研究開発、標準設定・維持、供給システムの構築まで一貫したニーズ対応を図る組織運営がなされている。
- ・ 計量計測機器業界は中堅中小企業を主体に構成されており、厳しいグローバルな競争時代を迎えこれからのものづくりの方向性を見通すことができず閉塞感が漂っている。自社でしか提供できない技術、製品、サービスを持つことが重要であることは誰も理解するが、人・もの・お金の面の制約もあり必ずしも思うようにはっていない。産総研は基礎研究から高精度計測技術まで幅広い多様な計測シーズを持ち、研究者の層も厚く、企業から見れば宝の山であり、将来の可能性を見せてくれる研究機関である。是非、今後とも多様な技術シーズ、総合力をもって産業界をご支援いただきたい。
- ・ 国内に3機関のみの特定研究開発法人として新体制でスタートし、領域としても順調に推移している。民間ニーズを捉えた「橋渡し」のスキームがうまく稼働し、産業界との連携、コンサルティング、イノベーションコーディネータなどによる外部資金獲得対策など、自己努力を強力に進めている。結果とし

て外部資金の獲得目標を達成している。

- ・メートル条約関連の基本量の改訂や関連技術の開発に地道に取り組み、質量標準の新たな定義に貢献するなど、世界に誇れる成果を挙げている。また、アジアや発展途上向けの研究協力、機器開発などにも取り組んでいる。
- ・人材の育成に関しても積極的に取り組み、学生へのインターンシップや広報活動への新たな取り組みとともに、計量士などの本来の専門家養成にも着実に取り組んでいる。また、国際的機関への貢献を念頭に、次世代の計量専門家養成に取り組んでいる。
- ・コンサルティングや橋渡しなど外向きの意識を持って活動していることが、よくわかる。その他についても改善しようとする意欲が見られる。
- ・目標が明確になっており、成果がわかりやすい。
- ・中長期計画に沿った着実な研究遂行、課題の克服、それらを支える研究マネジメントの充実化と新規取り組みなどにより、全般的に高度で多くの成果が得られている点で評価できる。「橋渡し」については、段階的に上手く進められているものと感じられる。外部資金取得拡大、コンサルティング充実による産業界サポートも順調であり、基礎技術の高度化から標準供給を基本とする知的基盤の整備、産業界への寄与に至る多くの側面での活動がバランス良く推進されている。
- ・若手の育成について、萌芽研究支援を若手研究者に研究助成を行うなど支援をしている。また本年度新たに NMIJ を主体としたインターンシップを行うなど積極的に取り組んでいる。応募者が多く、本年度は 3 分の 1 の学生を受け入れる予定であるなど評価できる。
- ・技術コンサルティングの活動が適切な役割を果たしているように思われる。昨年と比較して大きく伸びていることは評判が良いということであると思われる。
- ・論文や特許取得をはじめプレスリリースなどの広報も増加している点は評価できる。

(改善すべき点及び助言)

- ・NMIJ でしか実現できないことが一般的に知られていないということを企業内で実感することがある。人づてのアピールだけではなく、評価会の場でご説明いただいた意気込みなどが、産業界に伝わるようにする工夫が必要と感じた。
- ・企業での研究開発は短期で成果を得られるものが増えてきており、NMIJ には基礎研究にもっと力を入れていただきたい。標準に関しては利益に直結しないため企業では取り組めない分野だが、産業界を下支えするものであるため、今後も強化をお願いしたい。
- ・領域が実施する研究開発から標準供給まで、企業ニーズを十分とらえたものであると評価している。ただ、昨今のモノ作りでは、急速な技術発展を遂げたアジア勢に対抗するため、新たなイノベーションによる新製品の開発に取り組んでいかなければならない。
- ・計量標準総合センターには、計量・計測分野のリーダーとして、産学連携による新技術の創出に向けた研究開発の方向性を示していただき、企業開発現場に対し更なる技術支援を強化してほしい。また、更なるグローバル展開に向けた幅広い人材の確保と、人材育成を希望する。一方で、日ごろ、法定計量業務に係り産総研と付き合いの深い企業からは、法定計量以外の分野でどんな研究をされているのかわからないとの意見もあり、PR の方法、工夫を一層期待したい。
- ・計量・計測の世界はやはり地味で、広報努力の割に注目度、リターンが少ないと思いますが、地道に着実に情報発信を続けてください。
- ・コンサルティングをさらに強化するためには、専門能力以外に広い知見やコミュニケーション能力が必要となるので、そのような教育・研修の場も考えるとよいと思います。このようなもののマーケティングは、どうしても供給者目線になりがちなので、受ける側の視点を持っていくと、よりスムーズになると思います。どこをターゲットにするかということをはっきりさせていかないとうまくいかないと思います。
- ・民間の受けが良いものだけではなく、社会的インパクトのあるテーマを進めてもらえると企業としては助かると思います。
- ・報告はわかりやすくよかったが、最後に今後の課題等をまとめてもらえるとよいのではないかと思います。
- ・産業界のニーズを的確に探索し、スピーディな研究推進と実用化を図るだけでなく、確実かつ多大な金額的価値・効果創出（及び具体的数値の提示も）を進めていただきたい。より高度な技術開発に取り組み、社会から期待され、アピールする知名度の高い組織体に益々なることを期待します。
- ・今後はインターンシップなどの取り組みを積極的に行うことにより、若く優秀な人材の獲得が期待できる。将来的には大学で講義できないような専門的な内容も含め、大学の単位になるような活動に発展さ

せていただきたい。

- ・今後も継続して長期的な視点に立った基礎研究にも力を入れて強化してほしい。
- ・広報について、最先端の興味深い成果が出ているのであるから、一般の方にも産総研の成果がわかるような、社会的にNMIJを認識してもらえようような新しい視点での努力を続けて頂きたい。

5. 評点一覧

評価委員 (P, Q, R, S, T, U) による評価

評価項目	P	Q	R	S	T	U
領域の概要と研究開発マネジメント	A	A/B	A	A	A/B	A
「橋渡し」のための研究開発						
「橋渡し」につながる基礎研究（目的基礎研究）	A/B	A	A	A/B	A	A
「橋渡し」研究前期における研究開発	A	A	A	A/B	A	A
「橋渡し」研究後期における研究開発	S/A	A	A	A	A/B	A
知的基盤の整備	A/B	A	S/A	A/B	A	S/A
領域全体の総合評価	S/A	A	S/A	A	A	A

6. その他のコメント

- ・NMIJのHPは硬くて近づきたい気がします。（堀場製作所さんのHPは、”はかる”を非常にうまく表現されています）評価会場でご説明いただいた意気込みなどが産業界に伝わるよう、まずはHPを変えられるとよいのではないのでしょうか？ まず、NMIJをご存じない方に、NMIJしかできないことがあること、産業界の方の課題を解決する意思があることが伝わるような表現になるとよいかと思えます。
- ・キログラム原器を間近で拝見する得難い機会でした。ありがとうございました。
- ・質疑の時間はもう少し短めで(20→10分など)、その分、見学や休憩のバッファ時間を増やしていただくほうが有難いです。
- ・民間企業との人材交流も考えると良いと思います。1年程度でお互いに行き来ができるとメリットも大きいのではないかと思います。
- ・計測技術は、サイエンスから工学、産業、社会生活に至る様々な分野で基本となる基盤要素技術である。「計測技術」を体系的に学び、「計測」を支えている数学や物理学的な捉え方を深く理解、修得することは、高度な基礎を身に付け、応用力に富んだ人材を育成する上で重要である。一方、現状は、大学から「計測工学科」が無くなり、計測関連の学協会や計測機器メーカーは苦戦を強いられているのが実情である。このような状況を改善・打破し、計測技術という重要な基盤を強化することは、製造業、産業界の基礎体力を維持、成長させる上で重要であると考えられる。このような観点からも産業技術総合研究所・計量標準総合センターの貢献が益々期待されると考えている。是非、技術力の発揮、人材育成の面で牽引役となって活動していただきたく、よろしく願いたい。
- ・つくば地区には多くの国研があるが、これまでに技術交流や共同・連携研究活動の実績のない機関との連携を広めて新たなニーズを探索する必要はないのだろうか？具体的な実績や成果についての事例を知りたい。
- ・技術的先進性や国際貢献をよりアピールして人材の集まる研究機関となるべく、活動していただきたい。研究者のリクルート活動については苦戦しているように伺っているが、実情はどのようなものであるか。若手研究者育成、戦力・総力アップ、人材の流動性向上等のための所としての取組みや改善のための方策を知りたい。インターン制度についてはより充実して欲しい。受け入れ側の負担は増えるが、期間を延ばして内容充実化を図っていただきたい。
- ・インダストリ4.0やソサイアティ5.0などで表現される世の中の動きの中で、特にIoT分野での産総研の活動として具体的な研究活動はあり得るのでしょうか？研究活動としては馴染まないようにも思われますが、産業界のニーズと照らし合わせると何らかの接点や寄与できる方策はあり得るのかどうか、説明があると良かった。
- ・昨年度と比較しても、今年度は昨年反省点も踏まえ、大幅に改善されていることが明確であった。技術コンサルタントなどの新しい活動も順調で、論文をはじめ特許取得にたいする取り組みも前向きで向上している。今後もさらなる活動の活発化を心掛け、産総研NMIJが誇る技術レベルの高さを広く国民に広報していくことが重要であると考えます。

平成 28年度 研究評価委員会（計量標準総合センター） 評価報告書

平成 29年 6月 19日

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 評価部

〒305-8561 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 1

つくば中央 1-2 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。



AIST16-X00007-2