

**平成28年度
研究評価委員会
(材料・化学領域)
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 ））	19
5. 評価資料（主な業務実績等（年度末確定値））	73
6. 評価委員コメント及び評点	75

¹ 平成 29 年 3 月 2 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（材料・化学領域）
議事次第

日 時：平成 29 年 3 月 2 日（木）10:00-17:25

場 所：国立研究開発法人 産業技術総合研究所 中部センター 産学官連携研究棟 連携会議場

開会挨拶 評価部長 加藤 一実 10:00-10:05
 委員等紹介・資料確認 評価部研究評価室 大橋 文彦 10:05-10:10

領域による説明（質疑含む）（議事進行：平尾 一之 評価委員長）

1. 領域の概要と研究開発マネジメント 10:10-11:15
 （説明 30 分、質疑・評価記入 35 分） 材料・化学領域長 村山 宣光

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） 11:15-12:20
 （説明 30 分、質疑・評価記入 35 分） 材料・化学領域長 村山 宣光

昼食・休憩（45 分） 12:20-13:05

現場見学会（60 分） 13:05-14:05

（2）「橋渡し」研究前期における研究開発 14:05-15:10
 （説明 30 分、質疑・評価記入 35 分） 材料・化学領域長 村山 宣光

（3）「橋渡し」研究後期における研究開発 15:10-16:15
 （説明 30 分、質疑・評価記入 35 分） 材料・化学領域長 村山 宣光

休憩（15 分） 16:15-16:30

総合討論・評価委員討議・講評（議事進行：平尾 一之 評価委員長）

総合討論（領域等への質疑を含む）（15 分） 16:30-16:45

評価委員討議（領域等役職員 退席）（15 分） 16:45-17:00

評価記入（領域等役職員 退席）（15 分） 17:00-17:15

委員長講評（領域等役職員 着席）（5 分） 17:15-17:20

閉会挨拶 理事 島田 広道 17:20-17:25

評価委員

材料・化学領域

委員長	氏名	所属	役職名
○	平尾 一之	京都大学大学院 工学研究科 材料化学専攻 無機構造化学分野	教授
	安藤 元英	株式会社 日産アーク デバイス解析部	技術コーディネーター
	大江田 憲治	株式会社 住化技術情報センター	取締役
	渋江 和久	株式会社 UACJ	取締役兼常務執行役員
	鷹野 景子	国立大学法人 お茶の水女子大学 基幹研究院 自然科学系	教授
	長瀬 公一	東レ株式会社 研究・開発企画部	主席部員

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（材料・化学領域）
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）領域全体の概要・戦略

材料・化学領域では、材料技術と化学技術の融合による、部素材のバリューチェーン強化の実現を念頭に、機能性化学品の付加価値を高めるための技術開発、および新素材を実用化するための技術開発を通じて、素材産業や化学産業への技術的貢献を目指す。第 4 期における研究開発においては、最終製品の競争力の源となる革新的部材・素材を提供することを目指し、材料の研究と化学の研究との統合によって、グリーンサステイナブルケミストリーの推進及び化学プロセスイノベーションの推進に取り組む。また、ナノカーボンをはじめとするナノ材料の開発とその応用技術、新たなものづくり技術を牽引する無機機能材料、及び省エネルギー社会構築に貢献する先進構造材料と部材を開発する。これら研究開発課題を領域に所属する研究者 424 名(内、常勤研究職員 373 名)が以下の 5 つの研究部門 (Research Institute: RI)、4 つの研究センター (Research Center: RC) において実施する。

研究開発課題項目	研究部門(RI)	研究センター(RC)
① グリーンサステイナブルケミストリーの推進	機能化学RI (つくば,中国) 部門長: 北本大 研究職員数: 64	触媒化学融合RC (つくば) センター長: 佐藤一彦 研究職員数: 51
② 化学プロセスイノベーションの推進	化学プロセスRI (東北つくば) 部門長: 濱川聡 研究職員数: 52	
③ ナノカーボンをはじめとするナノ材料の開発とその応用技術の開発	ナノ材料RI (つくば) 部門長: 佐々木毅 研究職員数: 51	ナノチューブ実用化RC (つくば) センター長: 畠賢治 研究職員数: 12 機能材料コンピューショナルデザインRC (つくば) センター長: 浅井美博 研究職員数: 29
④ 新たなものづくり技術を牽引する無機機能材料の開発	無機機能材料RI (中部関西) 部門長: 淡野正信 研究職員数: 56	磁性粉末冶金RC (中部) センター長: 尾崎公洋 研究職員数: 24
⑤ 省エネルギー社会構築に貢献する先進構造材料と部材の開発	構造材料RI (中部) 部門長: 田澤真人 研究職員数: 54	

(ユニット間兼務を含む)

平成 28 年度では、環境、エネルギー、資源問題を材料から解決し、持続社会の構築に寄与するとともに、ものづくり日本の経済成長を材料から支えることが可能な優れた機能材料であるバルク磁性材料とそれらを活用するデバイス技術を集中的・効率的に開発することを目的として、磁性粉末冶金研究センターを新たに設立した。大学等の基礎研究と、産総研の目的基礎研究・応用技術開発を融合し、産業界へ技術の「橋渡し」を推進する目的で、大学等のキャンパス内に設置する産学官連携研究拠点「オープンイノベーションラボラトリ」、通称「OIL (オー・アイ・エル)」の整備として、材料・化学領域では、実環境動的計測技術の高度化で新材料・革新デバイスの実現を目指す産総研・東大 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 (OPERANDO-OIL) と、計算科学による部素材の機能向上等の産業利用に関わる橋渡し研究として、数理活用材料解析での世界に先駆けた 卓越研究シーズの提供を目指した、産総研・東北大 数理先端材料モデリングオープンイノベーションラボラトリ (MathAM-OIL) をそれぞれ設置した。

領域の運営にあたっては、領域長、研究戦略部長、研究企画室長、(以下「領域三役」、研究ユニット長の間で常に情報共有を図り、十分な議論を踏まえて領域の運営を行う。特に、予算執行、職員採用、人事異動については、領域全体の最適化を基本として合理的かつ機動的に行う。

時間軸を意識した研究開発の PDCA マネジメントを徹底化するため、Technology Readiness Level (TRL)を用いる。TRL とは、技術開発研究過程において、重要な要素技術の成熟度を推定するため用いられる方法である。通常、TRL=9 を最も成熟した技術とし、1 から 9 までの値でスケールすることによって、異なるタイプの研究・技術でもそれらの成熟度を均一にチェックすることが可能になる。各研究課題が第 4 期開始時に TRL 上でどのフェーズにあり、第 4 期終了時にどのフェーズまで進めるのかを定め、常にこの目標と進捗状況とを比較することで、重点化する研究課題の選択や研究計画の見直しを機動的に行う。具体的には、各研究ユニットで数名の外部有識者をアドバイザーとして招へいし、11 月頃に各研究ユニットでアドバイザーとの意見交換を実施する。その結果を踏まえて、12 月に領域戦略部による各研究ユニットのヒアリングを実施する。以上の進捗確認を行って TRL のリバイスを実施する。

研究開発の進め方に関しても、目的基礎研究と「橋渡し」研究の両立のために、「民間資金を獲得すると目的基礎研究が加速され、それが新たな民間資金の獲得につながる」新しいモデルの構築を目指す。研究者個人だけではこのモデルの実現は困難であり、研究グループ／チームの総合力によって、企業との調整時間の増大や論文化へのタイムラグ等の課題の解決を図る。同時に、民間資金獲得の成功事例から抽出される方法論の職員全員での共有、(株)産業革新機構とユニットとの意見交流会による知財マネジメント強化といった、領域主導のアクションにより、職員一人一人の意識改革を行う。

さらに本領域の目指す新しい研究推進のモデル構築への意識改革を明確にし、その浸透を図るために、昨年度、「夢の素材で人を巻き込み、グローバルな価値を創る」との領域ビジョンを策定した。本ビジョンは、グローバルな価値創造に向けた研究課題を明確化し、領域の強みとコア技術、そして強化すべき課題を整理するものであると同時に、新事業のヒント提供等、材料・化学分野の企業経営者との対話ツールとしても、領域の活動の象徴となるものである。平成 28 年度は、領域ビジョンを全職員で共有し、主要な項目についてのアクションを開始した。具体的には、領域研究戦略を、平成 28 年 6 月 28 日に公表した産業技術総合研究所の 2030 年に向けた研究戦略へ反映（環境調和を牽引する新素材・新化学プロセス技術、コンピューテーショナルデザインによる新機能性材料開拓、環境変化にアクティブに応答する高付加価値材料、食糧や水の安定供給を実現する新素材やシステムに資する研究での 4 項目）した。さらに、それらの具体的な研究展開検討のための若手・中堅でのワーキングの立上げと議論を実施した。また、人材育成の一環として、ユニット長のロールモデルの作成と職員との共有と議論を進めた。

領域の研究ユニットが所在する東北センター、中部センター、関西センター、中国センターとつくばセンター間での連携した研究開発を実施し、地方創生に貢献する。そのため、関連する地域センターの研究拠点としての魅力向上に向け、平成 28 年度では、つくばセンターから地域センターへの研究人材の異動を伴う研究の支援と、地域センターにおける大型の先端装置導入支援を実施した。

(2) 技術的ポテンシャルを活かした指導助言等の実施

領域が掲げたビジョンに則り、「夢の素材」による「産業界、経済界、行政の方々と連携」した、「グローバルな価値の創造」に向け、受託研究だけでなく、領域各研究ユニットの持つポテンシャルを活かした技術コンサルティングの獲得に向けた活動を行った。具体的には、産業技術連携推進会議での活動、企業との交流会実施などが挙げられる。技術相談において、領域、研究ユニット、関係地域センターによって回答した案件が 1,394 件であった。今年度、12 月末時点で共同研究・受託研究契約数は、大企業 178 件、中堅・中小企業 83 件（契約総数に対する中堅・中小企業の比率は 31.8%）となり、橋渡し研究が展開されている。また、技術コンサルティングとして、平成 27 年度は 2 社であったが、平成 28 年度は計 10 社から依頼があり、コンサルティング契約が成立（コンサルティング収入は今年度 14,704 千円：27 年度 3,500 千円）し、目に見える成果を上げた。

また、領域が持つ技術シーズの紹介、産業応用に向けた提言、「橋渡し」研究強化のプラットフォームとして、接着・接合技術コンソーシアムが新規に設立されるなど、本領域戦略部及び所属ユニットが主体で、計 12 の産総研コンソーシアム（全産総研コンソーシアムの約 3 割）が活動している。

さらに、エネルギー・環境領域との連携により、産総研がハブとなって、燃料電池の飛躍的な電極反応向上や高電流密度を達成する革新材料・セルスタック技術を創製するため、企業連携での固体酸化物エネルギー変換先端技術の開発を推進する「固体酸化物エネルギー変換先端技術コンソーシアム（ASEC）」を 13 機関と立上げる等、領域間の枠組みを超えた取り組みでも目に見える成果を上げた。

また、高熱伝導窒化ケイ素材料の高出力パワーモジュール用メタライズ放熱基板への実用化に重要な信頼性評価に関する国際標準化の動きとして、「高熱伝導窒化ケイ素メタライズ放熱基板」に関して、薄板の破壊靱性測定法に関する国際標準化活動も進めている。

(3) マーケティング力の強化

領域のマーケティング力強化策へのアクションとして、平成 28 年度は、全研究ユニットでの企業相談等の状況報告を毎月集約し、研究戦略部として解析を行い、適宜研究ユニット幹部と情報共有を進めた。それにより、領域ビジョン「夢の素材で人を巻き込み、グローバルな価値を創る」により、職員一人一人の意識改革を徹底すると同時に、研究戦略部の企業との連携窓口としての連携主幹を 3 名増員し、企業とのコミュニケーションを円滑に実施し、マーケティング力強化も推進した。また、産総研で年に一度開催されるテクノブリッジフェアにおいては、理事長・領域長と領域アテンド招待企業との面談により、13 社と意見交換を行った。

技術を展開する新たな企業等の開拓を目的とし研究戦略の中身を構築するための内部議論として、平成 27 年度に設置した「スポーツ工学プロジェクト」に加え、新たに「食糧・水 WG」、「アクティブマテリアル WG」設置し、さらに平成 29 年 1 月に「環境調和材料 WG」を立ち上げ、ニーズ調査、トレンド分析から素材調査研究までをカバーするとともに、新規の技術領域の創成による研究マーケティング拡大を図った。

また、材料・化学領域の企業連携担当と研究者間の情報共有のために地域センターでの意見交換会を行うことで、更なる技術シーズ発掘を図っている。

これら、領域独自の組織的マーケティング力強化の取り組みにより、民間資金獲得目標額を着実に増加（12 月末で昨年度の民間資金獲得額を達成）することができている。さらに、マーケティング情報収集の機動性向上により、これまで領域として未開拓で、今後大きな受託研究が期待される業界とのマッチングを進めるといった着実な成果も上がっている。さらに、例えば食料や水に関する材料といった新たな分野での素材技術活用も検討し、展示会での調査やヒアリングを進め、技術マーケティングの解析により、新たに材料・化学領域で開拓すべき研究テーマの検討につながっている。

以上、マーケティング力の強化が、民間資金獲得額の増加に結びつくとともに、未開拓であった研究市場の発見、開拓に向けた研究体制構築の始動につながった。

(4) 大学や他の研究機関との連携強化

平成 26 年度より導入されたクロスアポイントメント制度を積極的に活用し、組織を越えた連携により領域の研究開発力強化を進めている。特に、平成 28 年度は、新たなフロー精密化学に関するコンソーシアム設立や、オープンイノベーションのための大学キャンパス内へのオープンイノベーションラボラトリ (OIL) 設立に伴い、東京大学及び東北大学との 4 名のクロスアポイントメントを成立させ、昨年度の北海道大学、名古屋大学、神戸大学、東京工業大学、筑波大学等と合わせ、計 15 件のクロスアポイントメントを成立させることで、人的交流と連携強化に向けたプラットフォーム構築を引き続き推進した。

また、大学との研究マッチング検討のための研究交流会として、領域主導にて東京理科大学との連携交流会の実施や、北海道大学、理化学研究所、物質・材料研究機構等と触媒材料の新たな設計手法を議論するためのキャタリストインフォマティクスに関する連携シンポジウムなども実施した。

海外の研究機関との連携については、フラウンホーファー生産技術・応用マテリアル研究所 IFAM での接着技術に関するワークショップ実施、フラウンホーファーセラミック技術システム研究所 IKTS への訪問、スイスの材料科学研究所 (Empa) との MOU 締結を行い、順調な成果を上げた。

(5) 研究人材の拡充、流動化、育成

産総研では、優れた研究開発能力を持った大学院生等をリサーチアシスタント (RA) として雇用し、社会ニーズの高い研究開発プロジェクトに参画させる、産総研 RA 制度を実施している。本領域では、領域が一元的に RA の雇用予算を管理し、従来の採用だけでなく、クロスアポイントメント制度と RA 雇用を組み合わせた採用を推進している。熊本大学とは、この方式により、優秀な若手人材の確保と同時に、効率的な「橋渡し」研究人材の育成と拡充を図っている。さらに、平成 28 年度では、大学キャンパス内への産総研設置による OIL 開設にともなって、東京大学等からの産総研 RA の採用を積極的に推進した。その結果、本年度は目標数を超える RA28 名 (実績値) の採用を進めた。また、イノベーションスクール制度による 5 名の育成を担当した。

材料・化学領域の職員の人材育成としては、産総研フェロシップ制度による若手研究職員の海外在外研究 (今年度新規 3 名) を実施した。また、領域戦略部が企画したワーキンググループにおいて、若手・中堅職員の育成も領域として計画的に進めている。さらに、領域ビジョンの共有をしっかりと進め、領域に所属する全研究職員に、領域が解決すべき課題の共有や連携研究のマインドを形成させるために、領域ワークショップを開催し、各研究ユニ

ットにおける研究開発の進捗状況を相互理解し、研究ユニット間の交流を深めることで、個々の研究職員の研究開発へのアクティビティをより高める活動を行った。

次に人材の流動化については、上記記載の通り、イノベーションスクール制度等、流動化を前提とした採用・育成を継続的に行っており、また、「橋渡し」機能・マーケティング機能強化に資する企業からの人材受け入れも 29 名に及んでいる。これとは別に、領域が担当する 5 件の技術研究組合から計 30 名をパートナー研究員または産学官来訪者として企業から受け入れた。また、省庁や NEDO などへの外部出向 6 件、企業や大学への異動 5 件、地方自治体関係機関 1 件と、活発な人材流動実績を挙げた。

また、新規採用として、文部省が進めている卓越研究員制度により 2 名の採用を進め、有能な人材の雇用に努めるとともに、企業経験キャリアのある実践力の高い職員の採用も積極的に行った。

人材育成の目標数 12 名に対して RA 採用及びイノベーションスクール人材での件数として実績値 33 は目標値を既に超え、その他企業人材の受け入れ、外部出向についても 71 の流動化の実績をあげている。

2. 「橋渡し」のための研究開発

「橋渡し」のために目的基礎研究、「橋渡し」研究前期、「橋渡し」研究後期を推進する上で、材料・化学領域では戦略課題として 5 つの研究開発課題項目を設定した。それぞれの課題項目における第 4 期中長期計画は次の通りである。

【課題項目①】 グリーンサステイナブルケミストリーの推進

再生可能資源等を用いて、高効率かつ低環境負荷で、各種の基礎及び機能性化学品を製造し、高度利用するための基盤技術を確立する。また、空気を新たな資源として利用可能な触媒技術の開発にも取り組む。

【課題項目②】 化学プロセスイノベーションの推進

各種の基礎及び機能性化学品等の製造プロセスの高効率化・省エネルギー化を実現するための化学プロセス技術を開発する。また、高温・高圧等の特異な反応場を積極的に利活用し、精密な制御が可能な新しい化学プロセス技術を開発する。

【課題項目③】 ナノカーボンをはじめとするナノ材料の開発とその応用技術の開発

ナノカーボン高効率合成及びナノカーボン複合材料製造技術等、ナノ材料のナノ構造精密制御技術や複合化技術、及び先端計測技術を開発する。また、材料・デバイス開発促進のために、高度な計測技術、理論・計算シミュレーションを利用した材料開発を行う。

【課題項目④】 新たなものづくり技術を牽引する無機機能材料の開発

無機系新素材の創製とスケールアップ製造技術及び部材化技術を開発し、資源制約の少

ない元素だけを使った高耐熱磁石等の、耐環境性及び信頼性に優れた各種の産業部材を提供する。

【 課題項目⑤ 】 省エネルギー社会構築に貢献する先進構造材料と部材の開発

省エネルギー社会構築を目指し、軽量構造材料などの設計やプロセス技術の開発によって、輸送機器の軽量化に資する構造部材、ならびに広い温度領域を想定し、各温度領域に適した熱制御部材を開発する。

(1) 「橋渡し」につながる基礎研究 (目的基礎研究)

研究開発の初期として、基本的にはTRL「1. 基本現象の発見、原型装置の開発」から「2. 原理・現象の拡張」、「3. 技術コンセプトの確認」までの段階を目的基礎研究と位置づけ、課題項目①-⑤に対応させ主要な研究成果を記載する。

まず、課題項目①では、単層カーボンナノチューブ分散剤として、従来のスチルベン系とは異なり、アゾベンゼンのシストランス光異性化を利用した分散剤を開発することで、光による可逆的な分散制御が可能となった。また、昨年度までの徐放性に関わる分子会合制御技術を活かし、今年度は水に濡れると内包物を放出する球状ナノカプセルの大量合成に成功した。さらに、これまで合成が困難もしくは多段階合成を必要とした構造制御シロキサン化合物において、イリジウム触媒とホウ素触媒の利用によりシロキサン結合を3つの触媒反応をワンポットで形成する技術を開発した。課題項目①に対応付けられる研究成果でIF10以上の論文の発表数は今年度12月末時点で1報となる。

次に、課題項目②では、新規高機能界面活性剤として、昨年度の環状ペプチド界面活性剤(サーファクタン)の開発で得られた知見を活かし、今年度は洗剤酵素を阻害しない新規環状界面活性剤の合成に成功した。さらに、界面評価手法「減衰振動法」を活用し、天然由来のカゼインペプチドの界面活性を向上させた。また、酵素反応場の高度化を目指し、2種類の酵素をメソポーラスシリカに固定化することで、高効率・持続的な酵素反応を可能にする物質変換システムを構築し、酵素の繰り返し使用への耐久性が5回(昨年度は2回目で急激に低下)へと向上した。さらに「高圧CO₂噴霧技術の開発」における成果を活用し、高圧CO₂を利用した大処理量(t/h)を実現できるマイクロ混合器を開発し、黒液(ろ過液)からのバニリン抽出に適用することで、疎水性有価物を含む水溶液から有価物を抽出する高速液液分離技術を実証した。

課題項目③では、蛍光マーカーの高度化を目指し、カーボンナノチューブ(CNT)構造分離技術の中で3種類の界面活性剤を用いたゲルカラム法で分離した近赤外発光可能な単一構造CNTを蛍光マーカーに用いることで、血管造影感度が従来と比較して100倍向上した。また、電子顕微鏡等による原子レベルでの評価技術としての適用範囲拡充を目指し、昨年度の構造イメージングの成功に加え、今年度は電子銃単色化(エネルギー分解能20倍以上向上)により、

CNT1 本毎の電子状態や、欠陥構造における原子構造と電子状態を原子レベルで解明した。さらに、材料機能を原子レベルで理解する上で材料を構成する原子配列を簡潔に表現する手法として、アモルファス材料などの不規則構造を有する物質の表記のために、多面体タイリングを用いて不規則原子配列を簡単に表記できる数的手法を開発した。課題項目③に対応付けられる研究成果で Nano Lett., ACS Nano, J. Am. Chem. Soc. などの IF10 以上の論文の発表数は今年度 12 月末時点で 11 報となる。

課題項目④では、チタン酸バリウムナノキューブ集積体における昨年度の特異な高誘電特性の発見について、今年度は、計算科学的アプローチを用いてこの現象が界面での格子歪に起因していることを明らかにし、基本的原理の確証を得た。また、エントロピクス材料では、昨年度の磁気熱量金属材料の部材化促進に加え、本年度は金属絶縁体転移を利用したスピン＋電荷の複合エントロピー増大によってセラミックス系に拡張したエントロピクス材料の開発に成功した。課題項目④に対応付けられる研究成果で IF10 以上の論文の発表数は今年度 12 月末時点で 2 報となる。

課題項目⑤では、電析バルクナノ結晶合金の熱脆化を抑制する技術として、昨年度第一原理計算で探索した硫黄を無害化する可能性のある軽元素を添加する技術を開発することで、バルクナノ結晶の耐熱性を向上させた。また、自己修復機能を有するこれまでにない耐久性に優れた防曇処理技術として、水溶性ポリマーであるポリビニルピロリドン (PVP) とアミノ基終端したナノメートルサイズの粘土粒子から構成される超親水性ハイブリッドゲルを用いたコーティング技術を開発した。さらに、CFRP (炭素繊維強化プラスチック) 製造に伴う廃棄物の低減のための再利用化技術として、リサイクル炭素繊維を用いてサイジング剤フリーで高曲げ強度を有する CFRP の成形プロセスを開発した。

領域では、各課題項目における目的基礎研究を強化すべく、萌芽的研究プロジェクトにおいて、昨年度 21 件に対して今年度 28 件の研究提案を採択することでシーズ技術の開発を拡充した。総発表論文数は 12 月末時点の実績値 325 であり、年度末には目標の 450 報を達成できる見通しである。IF 値 5 以上の雑誌への掲載率が約 2 割 (64 報) と高く、また、2013 年-2015 年までの論文被引用数は 10,359 (実績値) で今年度目標値 10,400 にほぼ到達している。特に、被引用数 50 以上の論文が 13 報ある。さらに、材料・化学領域には、今年度、John Jeppson Award (米国セラミックス協会)、日本セラミックス協会学術賞、文部科学大臣表彰 科学技術賞、電気科学技術奨励賞、日本セラミックス協会進歩賞、井上研究奨励賞受賞、トライポロジー学会奨励賞、日本油化学会オレオマテリアル部会オレオマテリアル賞、日本化学会コロイドおよび界面化学部会科学奨励賞、マテリアルライフ学会奨励賞などを受賞した多数の研究職員が所属しており、研究水準の高い人材が多いことは特筆すべきことである。

(2) 「橋渡し」研究前期における研究開発

基本的にはTRL「3. 技術コンセプトの確認」から、「4. 応用的な開発」「5. ラボテスト」までを、「橋渡し」研究前期と位置付け、研究項目①-⑤に対応させ主要成果を記載する。

課題項目①では、D-アミノ酸の生産技術開発では、昨年度に得られた生産酵素の高次構造情報をもとに、基質特異性の改変を進め、酵素活性の向上に成功した。また、生産物からは、L-アミノ酸は検出されず、高純度なD-アミノ酸であることが分かった。また、酵母によるエタノール製造に関しては、昨年度に大量培養装置の設計及び予備運転を実施したことで、今年度、遺伝子組み換え酵母の有効性（2種の糖を同時発酵）をパイロットスケールで確認し、1トンの乾燥バイオマスから380L以上のエタノール生産に成功した。さらに、エネルギーキャリアとしてアンモニアから高純度水素を生成できる新規のRu/MgO触媒を共沈法により開発し、1,000 ppm以下までアンモニアを分解できることを確認し、加えて、10倍スケールでの触媒調製技術を確立した。

課題項目②では、CREST事業で進めている高圧水素製造技術において、昨年度得られた水素製造技術に関する指針を基に、製造・精製を連続化するため、本年度はイリジウム触媒の利用によりギ酸からの効率のよい高圧ガス発生に成功し、高圧水素精製法を開発した。省エネ化への膜分離技術開発では、昨年度得られた無機物質の膜化に関する設計指針を踏まえ、企業との共同研究で高シリカチャバザイト長尺管状膜(1 m)製造の歩留まりをほぼ100%(昨年度10%)に向上させた。さらに、有機ハイドライド由来水素精製の炭素膜において、昨年度見出した膜製造条件の最適化により、水素選択性の要求スペックを満足しつつ水素透過速度を向上させることに成功した。また昨年度見出した膜製造技術を膜メーカーへ技術移転し、モジュール化に成功した。

課題項目③では、昨年度の工業用グラフェンの高品質化（透過率95%、平均シート抵抗130Ω）に加え、今年度は、良質な粒界接続により高移動度のグラフェンの合成を可能にする反応容器のH₂O分圧制御法を開発し、連続成膜時に大張力を印加した銅箔基材上で、歪のないグラフェン粒界の接続に成功した。また、物質吸蔵・変換用ナノ粒子の開発において、プルシアンブルーをベースに金属置換、組織制御により、ppmオーダーの希薄アンモニアを短時間で除去でき、多孔質材料では最高の21.9 mmol/gの容量のアンモニア吸着材を開発した。さらに、材料機能シミュレーション技術において、劣化現象が重要な対象であるフィルター充填高分子材料において破壊挙動を粗視化MDシミュレーションで解析し、破壊時におけるキャビティの生成・合一過程がフィルター・高分子間相互作用に依存することを明らかにした。

課題項目④では、ナノクリスタルの開発において、企業との共同研究によって、チタン酸バリウムナノキューブの量産技術として、パイロットスケールでの50Lバッチ合成2回で、約100gのキューブ状粉末を得ることに成功した（従来のラボスケールでは100mL容器で数100mg）。無機多孔質粒子を用いた抗体医薬精製カラム担体の開発では、昨年度開発した様々な粒子形状を持つ多孔質シリカ粒子を用いて検討し、本年度、担体形状と表面構造の最適化によって、企業との共同研究で50回程度の使用に耐えうる高リサイクル特性を実現した。

Sm-Fe-N系異方性磁石の開発では、プレス圧力や潤滑材料の検討により、配向度が95%以上(昨年度80%)に向上した。また、磁性微粉末合成では、低温での還元拡散法によってサブミクロンサイズの微細粉末の合成に成功し、保磁力2.5 T以上(従来のマイクロメートルオーダーの粒子は約1.5~2 T)を達成した。

課題項目⑤では、輸送機器用の軽量構造部材である難燃性マグネシウム合金に関して、晶出物密度の極小化と晶出物形状の球状化によって、引張強度367 MPa、破断伸び17%(平均値)と機械的強度を向上させ(昨年度強度352 MPa、伸び14%(平均値))、1 m級のマグネシウム合金押出材の作製にも成功した。また、企業・大学等と共同でセラミックス3D造形法のうち「粉末積層造形法」の開発と技術プラットフォーム構築を進め、今年度、アルミナ多孔体や反応焼結炭化ケイ素を対象に造形条件の探索を行い、従来の成形技術では作製困難な構造・形状の各種モデル部材の作製が可能になった。セラミックス基高気孔率ファイバーレス断熱材料の開発では、耐熱性の向上と低熱伝導・高強度を両立させるプロセス因子を検討し、1450℃耐熱(平成27年度は1400℃耐熱)で、高強度・低熱伝導率(15 MPa, 0.3 W/(m・K))を有する材料が得られた。

国家プロジェクト(PJ)の新規獲得に関しては、NEDO事業「超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト」の採択、NEDOエネルギー・環境新技術先導プログラムにおける「ナノクリスタルエンジニアリングによる材料・デバイス革新」と「ファインケミカルズ製造のためのフロー精密合成の開発」の2件の採択、さらに、農水省 革新的技術開発・緊急展開事業(うち地域戦略プロジェクト:実証研究型)では「畜舎内環境管理と悪臭対策技術確立による養豚生産性向上」の採択が主要なPJとして特筆すべきものである。

この他の成果を含め、12月末時点で知財出願118件(内、単願65件)であり、昨年同時期と比較して上回っている。所内全領域(7領域)の出願数(385件)に対する比率は3割である。国外(PCT)出願は33件である。実施契約等件数200件(全て実績値)であり、年度末までに実施契約等件数目標値230の達成が見込める。

(3)「橋渡し」研究後期における研究開発

TRL「6.実証・プロトタイプ機(システムレベル)」以降の位置付けを「橋渡し」研究後期と位置付け、研究項目①-⑤に対応させ主要成果を記載する。

課題項目①では、天然物(砂など)からのテトラアルコキシシラン直接合成において、本年度は、コルコート株式会社と共同で、無機脱水剤であるモレキュラーシーブを利用することで、昨年度報告した有機脱水剤を用いる技術よりも高効率に一段階で直接合成できる技術を開発した。今後2~3年でパイロットスケールでの検証を行い、テトラアルコキシシラン販売の事業化を目指している。

課題項目②では、昨年度得られた改質リグニンと粘土鉱物からなる耐熱性ガスバリア膜材料に関して、膜前駆体である塗工液の塗布条件検討により長尺膜化に成功し、共同研究先企業において30 cm幅の均一厚の長尺膜の試作が進んでいる。また、産総研で開発した透明不燃粘土膜「クレスト」をプラスチック表面に塗工することで、軽量、強固、透明性そして不燃性を有する新規材料ができ、企業と共同でこの材料による不燃照明カバーを開発した。さらにこのクレスト塗工技術を用いた照明カバーが東京の地下鉄駅に設置された。

課題項目③では、カーボンナノチューブ（CNT）に関しては、CNT合成法として産総研が開発したスーパーストック法に関する蓄積技術を基に、企業冠ラボとして「日本ゼオン-産総研カーボンナノチューブ実用化連携研究ラボ」（2016/7/1-2020/6/30年1億円）を設置し、第二工場用の低コスト化技術開発に着手した。さらに、今年度、NEDOプロジェクトにおいて単層CNT融合新材料研究開発機構と共同で世界最高水準の耐熱・高強度のCNT複合体であるスーパーエンジニアリングプラスチックを開発した。また、これらの研究開発過程で蓄積した複合化技術などの基盤技術を基に、CNT複合材料の新規用途研究、共通基盤技術研究、部材製造プロセス技術研究、及び営業戦略検討を進める目的で「日本ゼオン・サンアロー・産総研CNT複合材料研究拠点」がスタートした。

課題項目④では、ハイブリッドアクチュエータ（HBA）の開発では、薄型点字ディスプレイ開発に向けて企業と共同でHBA試験用プロトタイプを試作・評価を進めた。また、健康管理のために開発した呼気ガス検出器に関して、プロトタイプ機を病院に設置し、平成28年度は健康状態モニタリング実証を進めている。今後は検出器とシステムの課題抽出を行い、平成29年の実用化を目指し改良研究を行っている。さらに、マイクロチューブSOFC高性能化・耐久性向上に関して、産総研研究成果であるDFT法による電気化学評価アルゴリズムを基に企業が開発したインピーダンス解析支援ソフトウェアが販売開始となり、橋渡し研究が順調に進展した。

課題項目⑤では、企業と共同で開発した常圧焼結セラミックス製法によって、高性能な B_4C （炭化ホウ素）製スピーカー振動板が企業により製品化され、車載用スピーカーの構成部品として販売開始された。この他に、産総研で開発した木質流動成形技術をシーズにした企業との共同研究によって、木・竹材のスピーカー部材（一体薄肉振動板と任意局面をもつエンクロージャー）が実用化されるとともに、課題項目②で企業と共同開発した素材「ポリマー・クレイ・ナノコンポジット」がハイルドライバー方式スピーカーの振動フィルムとして実用化された。また、マイクロ領域の評価装置の実用化研究として、透明プローブと光学顕微鏡を組み合せ、高い圧力が発生する先端部に光を透過させる顕微方式により開発した顕微インデントについて、ベンチャーの設立を目指して技術開発を進めている。さらに、窒化ケイ素メタライズ放熱基板では、昨年度過酷な温度サイクル化でのメタライズ放熱基板の劣化・損傷メカニズムを解明したことにより、企業との共同実施によって1000回サイクルにも耐えうる

高い耐熱温度サイクル性と放熱性を併せ持つ窒化ケイ素メタライズ基板を実現した。本開発技術をもとに、今後2～3年で薄板基板の供給体制を整備し事業化を目指している。

以上、その他の研究成果に加え、平成28年12月末時点で民間企業から1,005,000千円(実績値)の研究資金を獲得し、昨年度の確定値(924,000千円)をすでに超えている。そのうち約30%の研究契約件数が中堅中小企業からのものである。なお、年度末までには更なる民間資金の獲得が見込まれる。

3. 前年度評価コメントへの対応

(1) 領域全体の概要・戦略

◎ フラウンホーファー研究所など、類似した研究所と材料・化学領域とのベンチマークを行い、一層の実力アップにつなげていくべき。

対応) 平成28年度は、研究テーマや研究体制での規模感等が近い、海外機関としてのベンチマークとなるスイスの材料科学研究所(Empa)等とのトップ面談と研究所と領域でのロードマップ議論や研究連携の議論を進めるMOU締結を進めた。また、セラミックス系でフラウンホーファー研究所とのトップ面談等での意見交換を実施した。

◎ 化学、材料の場合、実用化までに時間がかかる、当初予定していなかった分野で実用化できる、という事がしばしばある。この点をマネジメントにどのように取り組んでゆくか検討して欲しい。

対応) 幅広い領域研究の活用展開を検討するように、領域としてはユニットからの企業等での面談状況の情報把握や、企業の種々のセクションとの面談や議論を積極的に進めた。また、領域内で、食糧・水・農業素材技術や新たなスマートアクティブ素材技術など関する若手とのワーキングを設置・議論をし、2030-2050年を見据えた研究戦略についても議論を進めた。

◎ 地域センターの強化では、具体的活動を示し、望むこととすれば、数値化をし、経年変化を議論して欲しい。

対応) 平成28年度の地域センターの強化策として、つくばセンターから地域センターへの研究者の移動と地域センターでの研究立上げを支援する領域戦略予算を実施した。さらに、地域センターの研究能力や魅力を向上するために通常予算では導入しにくい数億円規模の大型先端機器導入支援を行った。

◎ NIMSでも企業との連携を強めている様子が見えるので、回答にもあった「切磋琢磨と連携」の姿勢で、国の研究機関として、大学(学)との連携も含めて将来計画を立てて欲しい。

対応) 平成 28 年度は、大学の研究シーズや人材連携を活用する新たなオープンイノベーションの仕組みとして、大学への産総研研究拠点の設置（オープンイノベーションラボラトリ：OIL）を積極的に行っている。材料・化学領域が担当する OIL として、東京大学 柏キャンパスにおいて実環境での動的計測技術開発を活用する新素材やプロセス研究を実施し、産業界への橋渡しを進める「産総研・東大 先端オペランド計測 OIL」、および、東北大学 片平キャンパスにおいて計算科学や数理技術を活用する、「数理マテリアルインフォマティクス」での部素材技術開発拠点として「産総研・東北大 数理先端材料モデリング OIL」を設置し、学との連携による「橋渡し」のスピードアップの仕組みを構築した。

◎ 産総研で量産化できる訳では無いので、常にベンチャーも含めた民間企業との連携を視野に入れる様なロードマップにするべきだと考える。

対応) ナノチューブ実用化研究センター等では、「日本ゼオン-産総研 カーボンナノチューブ実用化連携研究ラボ」を設立し、企業での開発ロードマップに沿って研究を行うために、企業技術者が産総研に常駐し、次世代合成技術開発などを加速する仕組みを実施した。

（２）技術的ポテンシャルを活かした指導助言等の実施

◎ 技術コンサルティングの件数は増やしたほうが良い。金額はともかく、件数は大幅に増やすべき。

対応) 平成 28 年度では 10 社との技術コンサル件数となり、昨年度（2 社）よりニーズおよび件数が増加し対応を進めた。

◎ 公設試験所等との連携を取り、地方での取り組みを進めて欲しい。

対応) 産技連を通じた公設試験所との意見交換を進めるとともに、平成 28 年度は、産総研 IC を軸とした連携での地域拠点としての石川サイト、福井サイトの開設に伴い、公設試験所等の担当者と相談をし、複合材料などの地域企業ニーズの把握と材料・化学領域での研究のマッチング等を進めた。

（４）大学や他の研究機関との連携強化

◎ グローバル化の大きな流れの中、国際連携は必要となってきた。海外との連携では、一層の積極的な推進が望まれる。

対応) 平成 28 年度では、スイス Empa、ドイツ フラウンホーファー セラミックス・システム研究所（IKTS）との連携についてトップ面談等での意見交換を進めた。また、アジアの材料関係研究所との連携支援として、海外からの若手研究者の受入への支援を進めた。

◎ クロスアポイントメントの実施は先進的な取り組みなので、成果や課題を発信するなど、国内の他機関におけるクロスアポイントメント実施の先行好事例を示して欲しい。

対応) 接着・接合界面解析技術の産総研への構築の為、東工大とのクロスアポイントメントで接着・界面現象研究ラボのラボ長として活躍頂くとともに、接着技術に関するコンソーシアム型共同研究制度により複数企業との連携へ展開した。また、新たなフロー精密化学合成での国内の産学連携研究を進める為に、触媒化学融合研究センターでは東大よりキーパーソンをクロスアポイント招聘し、国内化学企業等を含めた産総研コンソーシアム FlowST を設立し、国家プロジェクトを立ち上げる活動等を行った。

(5) 研究人材の拡充、流動化、育成

◎ 産業界とのより密接な連携の為、企業からの研究者を産総研のキャンパスに受け入れ、少なくとも5年程度の共同研究を進めて行く事が重要。

対応) 共同研究については企業の希望に沿って進めているが、連携での協議によってはより長いスパンで、産総研への常駐研究で、研究を進めるよう議論ができるよう進めた。具体的には、平成28年度より開始した冠ラボ制度では、より大型かつ長期的に企業が産総研に滞在してメリットをもって研究できるよう進める事が可能となった。また、材料・化学領域で牽引した大型の国プロ等での集中研では、技術研究組合等との共同研究により、企業技術者の常駐研究が3～5年で実施できるよう体制づくりを進めた。

◎ 大学との人事交流や大学生のインターシップ受入によって、若い世代に研究職というものを知ってもらい、研究者を目指す若者を増やす事に貢献して欲しい。

対応) 材料・化学領域として、大学との連携交流会の実施、産総研 RA 制度を活用する学生の受入と産総研での研究実施を積極的に支援した。

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
(材料・化学領域)

説明資料

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
材料・化学領域

目次

1. 領域の概要と研究開発マネジメント
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)
 - (2) 「橋渡し」研究前期における研究開発
 - (3) 「橋渡し」研究後期における研究開発

1. 領域の概要と研究開発マネジメント

材料・化学領域のビジョン

夢の素材で人を巻き込み、 グローバルな価値を創る

◆夢の素材とは？

- 新たな機能を発現する素材や特性が飛躍的に向上した素材

◆人を巻き込むとは？

- 産業界、経済界、行政、海外研究機関の方々との連携を先導すること

◆グローバルな価値とは？

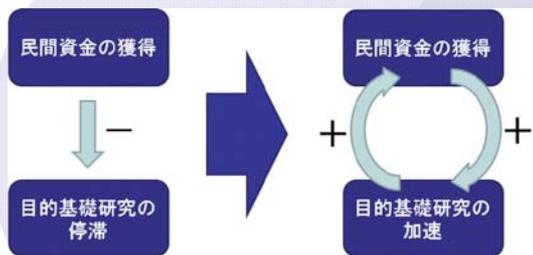
- 「産業革新」、「省エネ」、「環境調和」、「快適」を支える国際産業競争力
- 新興国の人口爆発と経済的発展に起因する「エネルギー」、「資源」、「食料」、「水」問題の解決のための独自技術
- 「健康」、「家族」、「経済」などの人にとって欠かせない価値

研究開発課題項目	研究部門(RI)	研究センター(RC)
① グリーンサステイナブルケミストリーの推進	機能化学RI (つくば、中国) 部門長: 北本大 研究職員数: 64	触媒化学融合RC (つくば) センター長: 佐藤一彦 研究職員数: 51
② 化学プロセスイノベーションの推進	化学プロセスRI (東北、つくば) 部門長: 濱川聡 研究職員数: 52	
③ ナノカーボンをはじめとするナノ材料の開発とその応用技術の開発	ナノ材料RI (つくば) 部門長: 佐々木毅 研究職員数: 51	ナチューブ実用化RC (つくば) センター長: 畠賢治 研究職員数: 12 機能材料コンピューテーショナルデザインRC (つくば) センター長: 浅井美博 研究職員数: 29
④ 新たなものづくり技術を牽引する無機機能材料の開発	無機機能材料RI (中部、関西) 部門長: 淡野正信 研究職員数: 56	磁性粉末冶金RC (中部) センター長: 尾崎公洋 研究職員数: 24
⑤ 省エネルギー社会構築に貢献する先進構造材料と部材の開発	構造材料RI (中部) 部門長: 田澤真人 研究職員数: 54	

(ユニット間兼務を含む)

目的基礎研究と「橋渡し」研究を同時に行える一人二役人材

職員一人一人の意識改革



22の研究戦略課題策定

研究項目	アウトカム			
	産業革新	環境調和	快適	省エネ
1. グリーンサステイナブルケミストリーの推進		×××		○○
2. 化学プロセスイノベーションの推進	△△△	...		○
3. ナノカーボンをはじめとするナノ材料の開発とその応用技術の開発	▲▲	22の戦略課題...		
4. 新たなものづくり技術を牽引する無機機能材料の開発	■ ■ ■			×××
5. 省エネルギー社会構築に貢献する先進構造材料と部材の開発	...		▲▲▲	

TRLを用いた戦略課題のPDCAサイクル

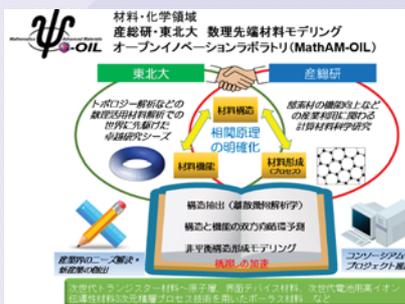


地域センターの魅力向上

大学連携

グローバル連携

オープンイノベーションラボラトリー



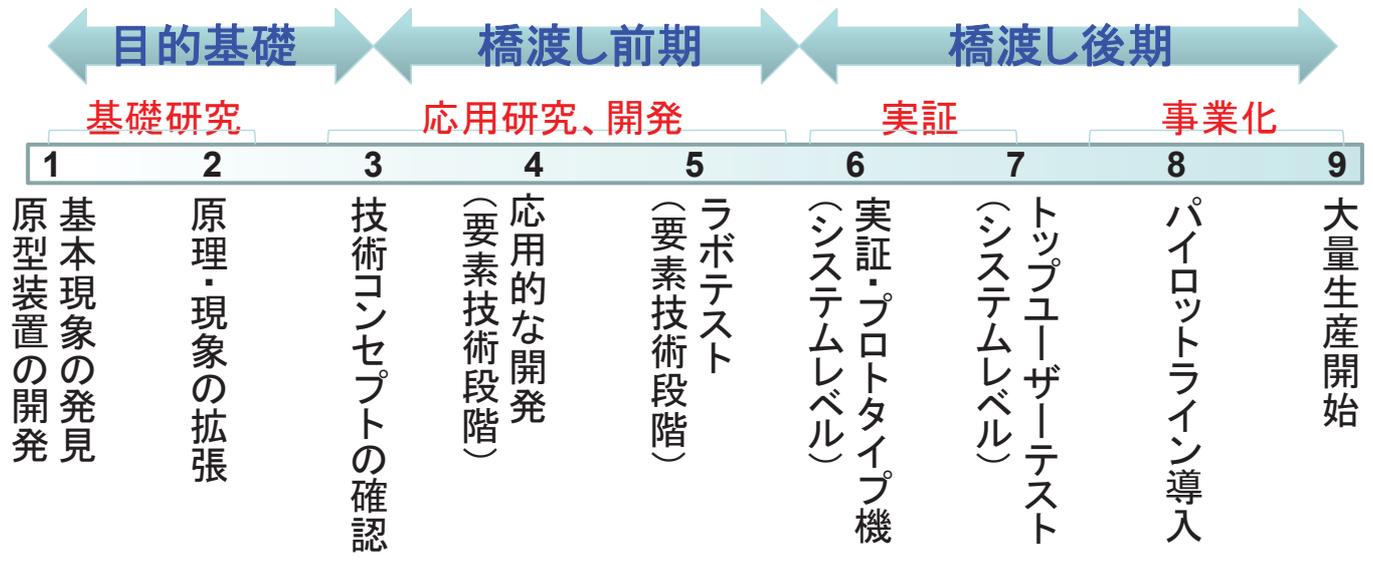
◆EmpaとのMOU

◆アジアの研究機関との連携支援

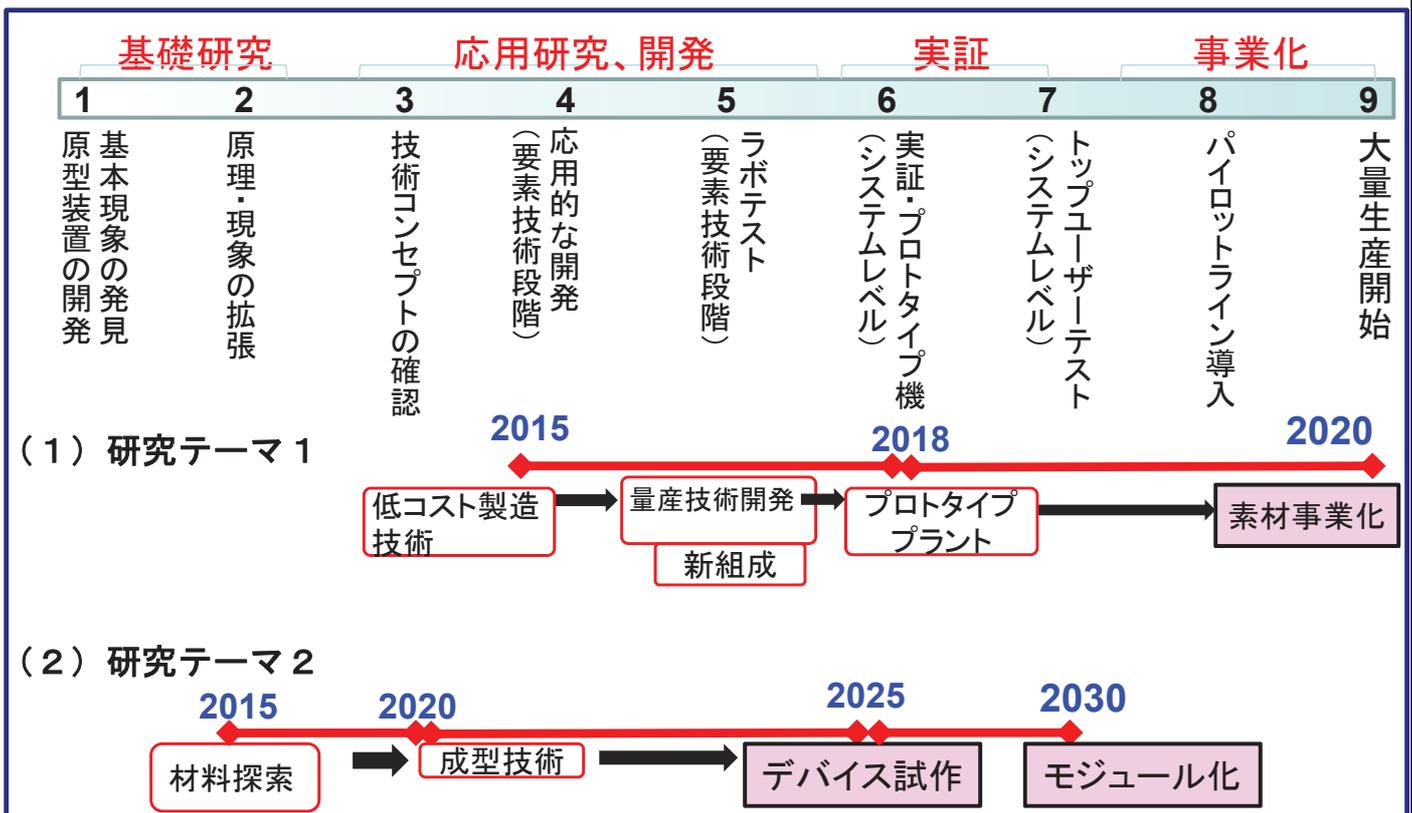
◆Fraunhofer セラミクス・システム研究所 (IKTS)との連携

Technology Readiness Level (TRL)とは？

➤ 重要要素技術の成熟度を推定、異なるタイプの研究・技術の成熟度を均一にチェックする方法

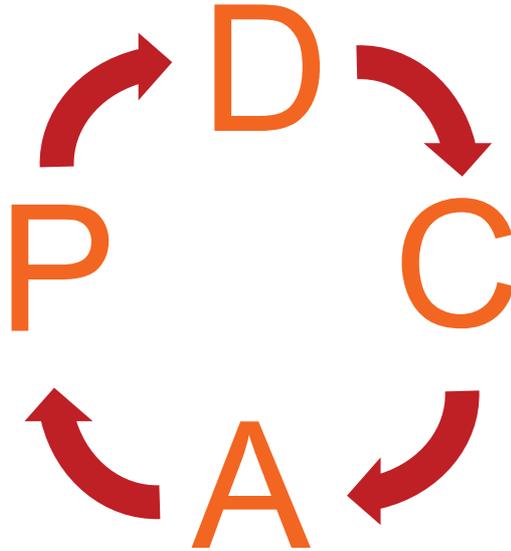


TRLロードマップ



- ・領域萌芽研究
- ・領域戦略プロジェクト
- ・研究戦略ローリングのためのWG活動

- ・研究戦略
- ・年度目標
- ・年度計画



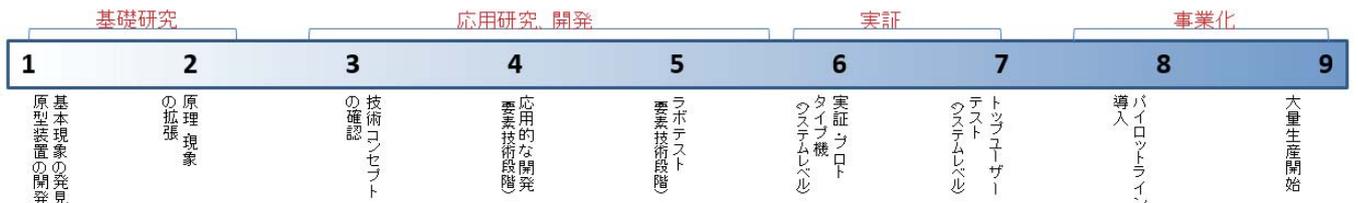
- ・研究ユニットと有識者との意見交換(11月)

- ・領域戦略部による研究ユニットヒアリング(12月)

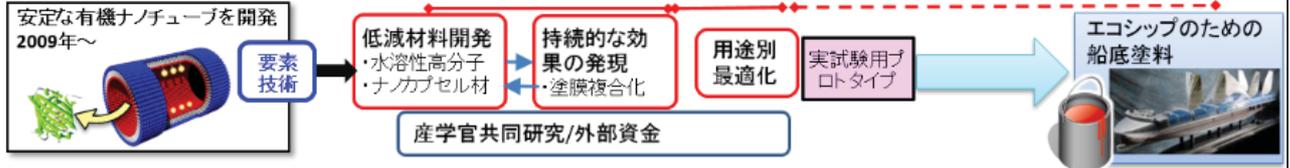
- ・領域評価(翌年2~3月)

- ・TRLロードマップのリバイス
- ・研究課題の見直し(新規/終了)
- ・体制の見直し

戦略課題2) 化学材料の創製・高機能化技術

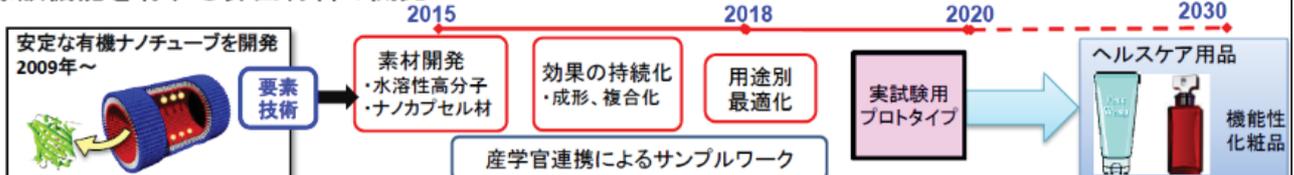


(1) 摩擦を低減する界面材料の開発



見直し

(1) 徐放機能を有する界面材料の開発



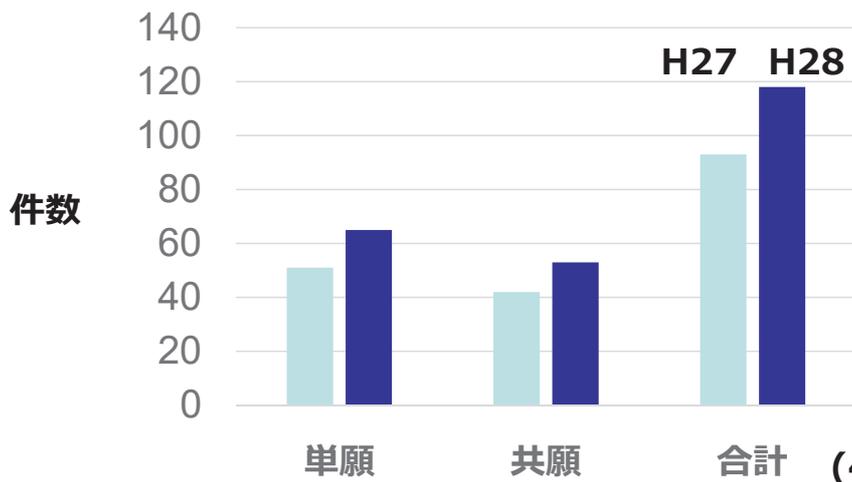
平成28年度領域目標と実績(12月末現在)

	平成28年度 目標値	12月末現在 実績	参考 平成27年度 実績
民間資金獲得額 (億円)	13.3	10.1 前年同月比 23%増	9.24
論文の合計被引用数 (件)	10,400	10,359	10,351
論文発表数 (報)	450	325 前年同月比 14%増	508
実施契約等件数 (件)	230	200 前年同月比 5%増	232
人材育成 (人)	12	33	10

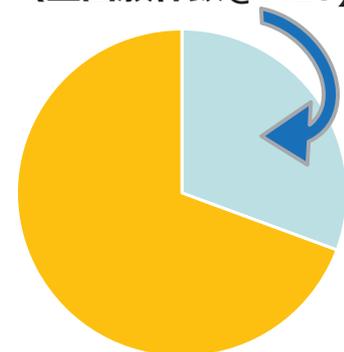
知財出願状況

◆平成28年度の単願・共願での特許出願件数は118件(平成27年度93件)で産総研全体385件の3割

◆国外(PCT)出願は33件



材料・化学領域 118件
(全出願件数@H28)



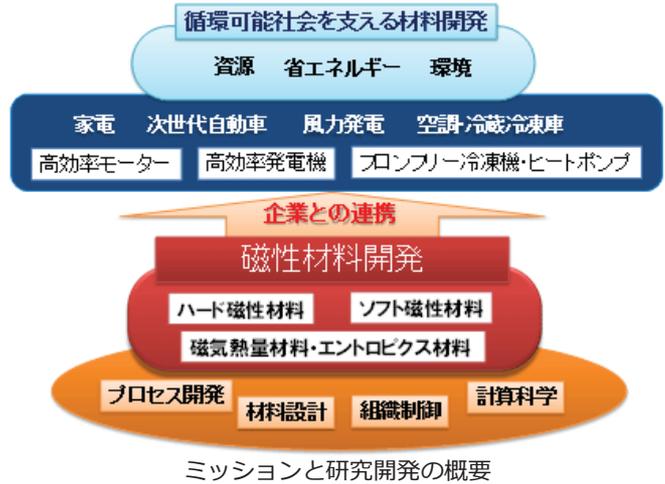
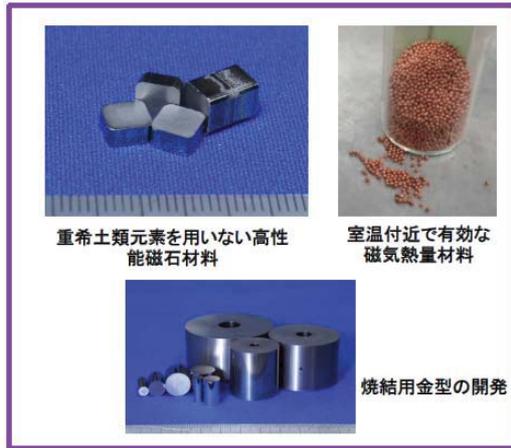
産総研 全体 385件

体制：磁性粉末冶金研究センターの設立

「MagMet」 (平成28年4月設立)

○新規磁石材料の粉末からバルクまでの一貫した製造プロセスを実用化するための製造プロセス開発。

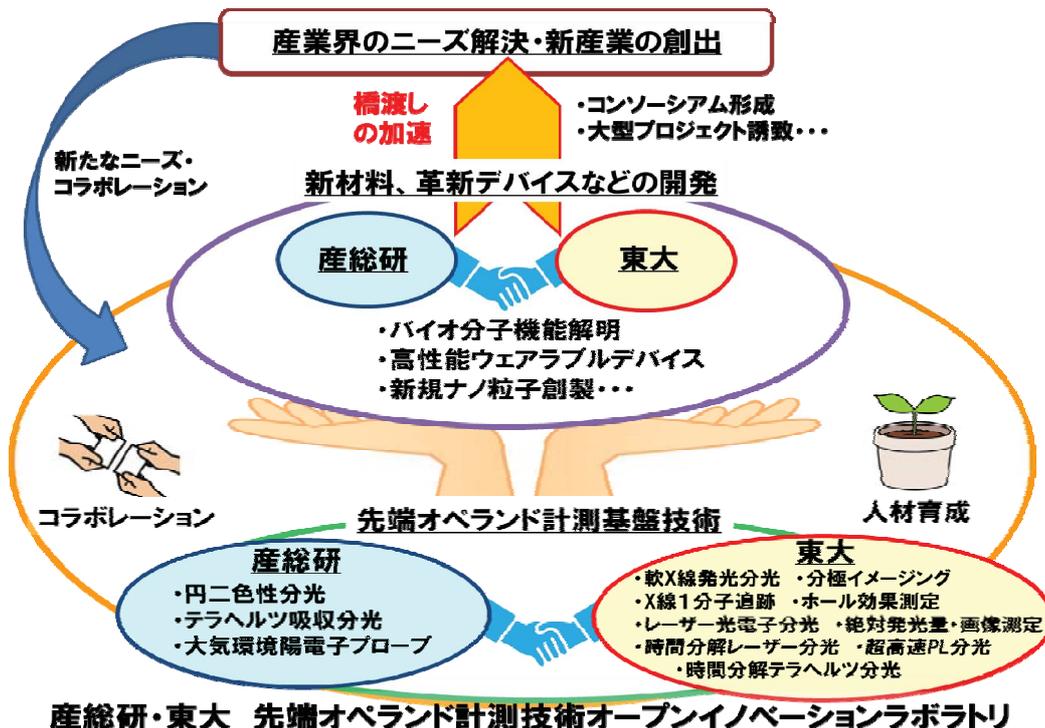
○スピンにより熱を制御する新規エントロピクス材料の高性能化による新原理の冷凍システムの基盤技術開発。



体制：産総研・東大OILの設立 (平成28年6月設立)



材料・化学領域
産総研・東大 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
(OPERANDO-OIL)

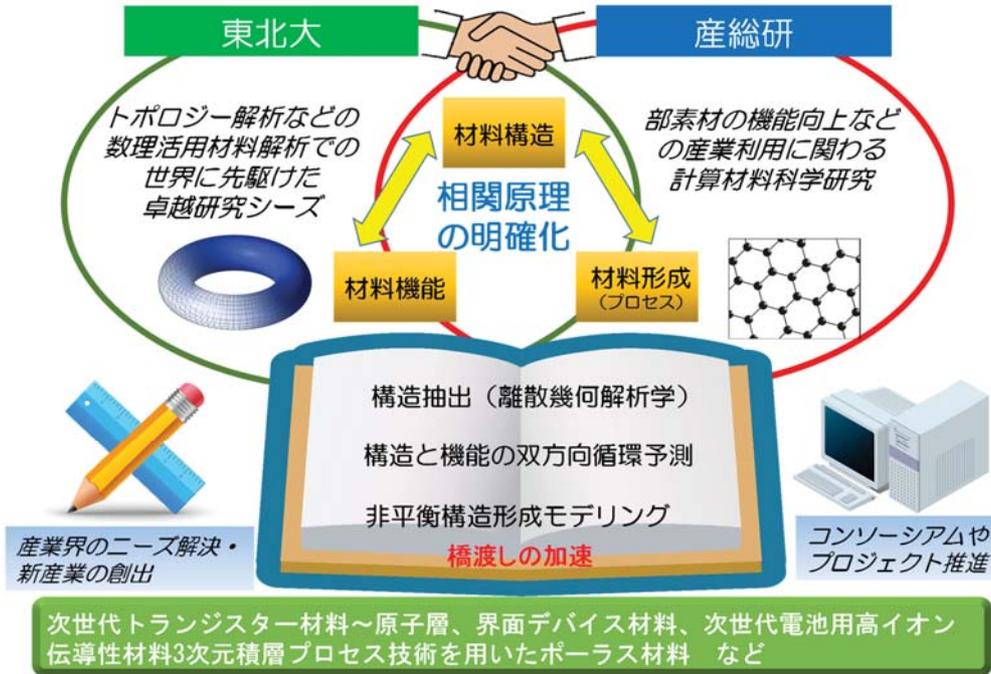


産総研・東大 先端オペランド計測技術オープンイノベーションラボラトリ

体制：産総研・東北大OILの設立（平成28年6月設立）



材料・化学領域
産総研・東北大 数理先端材料モデリング
オープンイノベーションラボラトリー(MathAM-OIL)



材料・化学領域ビジョンの産総研研究戦略への反映 2030年を目指した産総研の研究戦略



目的基礎研究推進のための主な取り組み

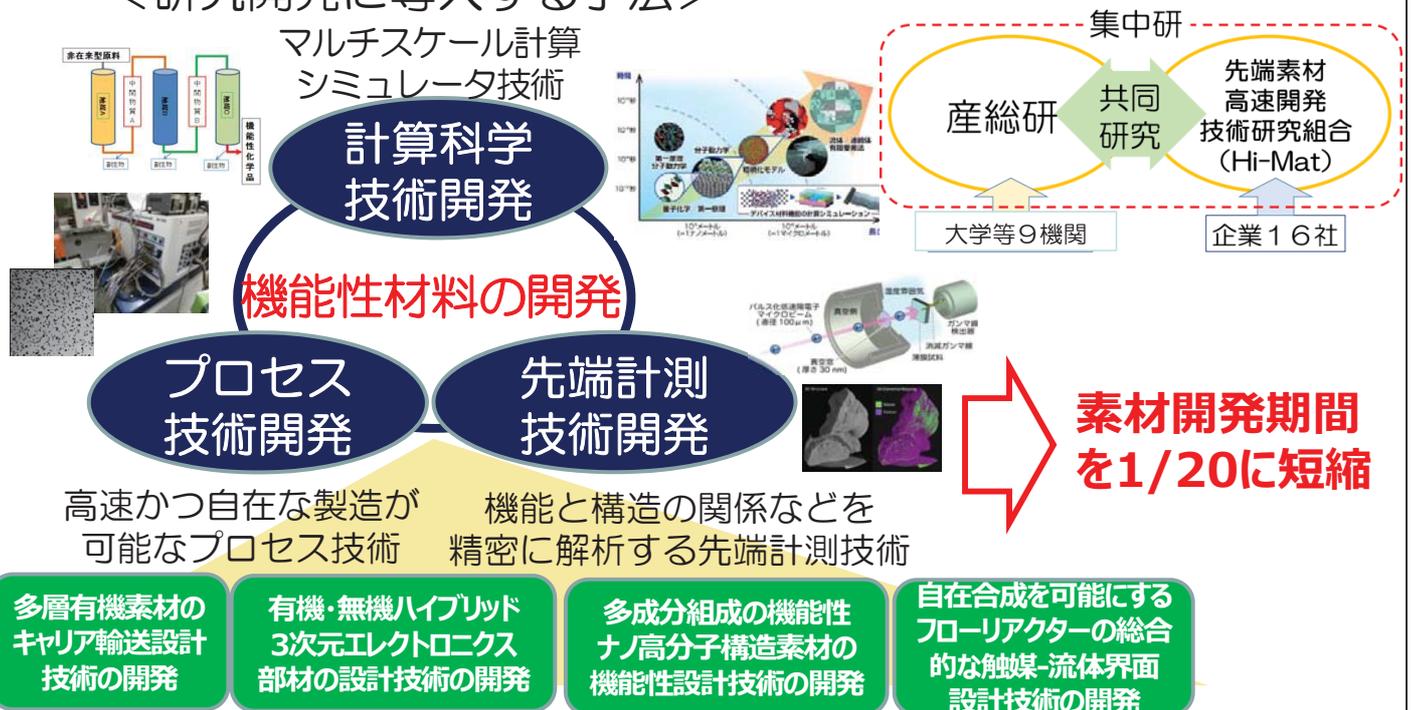
- ◆ 領域萌芽研究の拡充
- ◆ アクティブマテリアルWG
- ◆ 食糧・水WG
- ◆ 環境調和材料WG(平成29年1月より)

橋渡し前期研究推進のための主な取り組み

超先端材料超高速開発基盤技術開発プロジェクト

経済産業省/NEDO：平成28年～33年

＜研究開発に導入する手法＞



橋渡し後期研究推進のための取り組み

◆日本ゼオン-産総研 カーボンナノチューブ 実用化連携研究ラボ



◆DIC-産総研化学ものづくり連携研究室



産総研東北センター内

国際標準

平成28年度の主要な活動と成果

【コンバーナ】

- ISO/TC61(プラスチック)/SC5(物理・化学的性質)/WG22(生分解度)

【プロジェクトリーダー】

- ISO/TC45(ゴム及びゴム製品)/SC2(試験及び分析)/WG5(化学試験法)
- ISO/TC61(プラスチック)/SC5(物理・化学的性質)/WG23(バイオベースプラスチック)
- ISO/TC206(ファインセラミックス)/WG6(モノリシックセラミックス/機械的性質)



➤ 機能化学RI 平成28年度 発行 規格

- ⇒ ISO/TC61(プラスチック)/SC5(物理化学的性質)/WG23(バイオプラスチックの試験法)
発行: ISO 16620-4: 2016

“Plastics — Biobased content — Part 4: Determination of the biobased mass content”
バイオマスプラスチック度の分析法 - 第4部: バイオベース質量度

標準基盤研究 「バイオプラスチック製品中のバイオマスプラスチック度の測定方法の標準化」

➤ 構造材料RI 平成28年度 提案 規格

- ⇒ ISO/TC206(ファインセラミックス)
提案: ISO/NP 21618

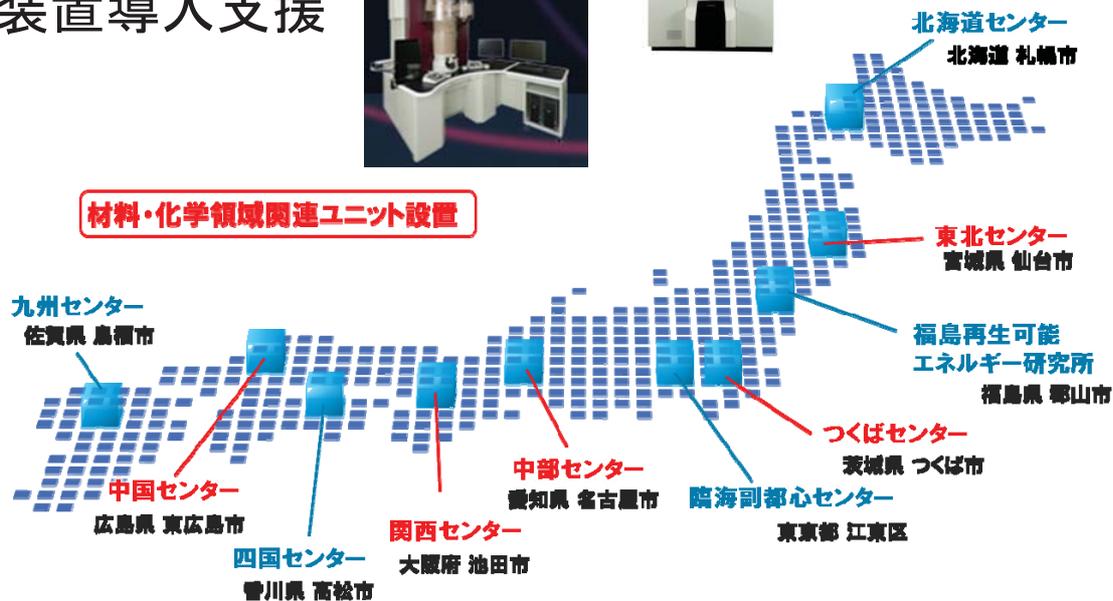
“Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) — Test method for fracture resistance of monolithic ceramics at room temperature by indentation fracture (IF) method”
JIS R 1760「ファインセラミックスの室温での圧子圧入(IF法)による破壊抵抗試験方法」(H28.7.20発行)のISO化
標準基盤研究 「パワーデバイス用セラミックス放熱基板の機械的特性試験手法の標準化」



地域センターの研究機能強化

◆つくばセンターから地域センターに異動して行う
研究の支援

◆先端装置導入支援



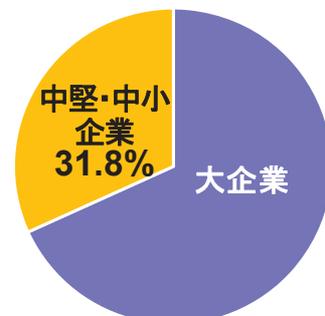
技術的ポテンシャルを活かした指導助言等の実施

◆技術相談件数 1394件（平成27年度 1453件）

◆共同研究・受託研究契約数

大企業 178件（平成27年度 180件）

中堅・中小企業 83件（平成27年度 76件）



契約総数 (261件)

◆技術コンサルティング

10社 コンサルティング契約成立（平成27年度 2社）

コンサルティング収入 14,704千円（平成27年度 3,500千円）

マーケティング力の強化

- ◆研究戦略部の企業との連携窓口
連携主幹3名 増員
⇒ 企業とのコミュニケーションを円滑化

- ◆企業との意見交換 (@テクノブリッジフェア)
アテンド招待企業との面談 13社
⇒ 企業との連携を強化(開発技術の売り込み等)

- ◆企業連携担当と研究者間の情報共有
地域センターでの意見交換会
⇒ 更なる技術シーズの発掘



スポーツ工学PJの進展

- ◆スポーツシューズの高機能化
【サポイン(戦略的基盤技術高度化支援事業)】
「セルロースナノファイバーとゴム材料との複合化技術を活用した
環境配慮型超軽量・高機能シューズの開発」
- ◆木質バット
【日本野球機構(NPB)等との連携】
 - ・木製バットの性能評価の高度化による安全性の向上
 - ・国産低密度木材の適用技術の開発による良質素材の枯渇への対応



- ◆対外連携体制の構築
【JSPS新学術領域研究への提案】
・マテリアルを中心としたスポーツ工学領域の提案
(産総研、物材機構、4大学の連携体制)

広報活動

◆化学フェスタ

- ・2016年11月15日(日本化学会主催)
- ・産総研特別企画(講演:8件)
「健康・スポーツ工学の発展を加速する機能材料」
- ・基調講演:文部科学省 相馬りか上席研究官、
早稲田大学 鈴木克彦 教授

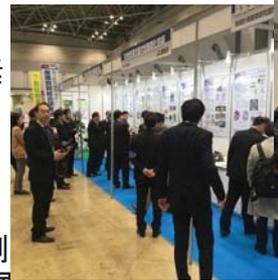


健康・スポーツ工学の
発展を加速する
機能材料



◆アグリビジネス創出フェア

- ・2016年12月14日～16日@東京ビッグサイト(農林水産省主催)
- ・基調講演「持続可能な社会に向けた産総研の取り組み」
/中鉢理事長
- ・「食糧生産に貢献する新素材技術」、「水浄化に貢献する新素材技術」、「天然資源の高付加価値化技術」として9件の出展



◆nano tech2017

- ・2017年2月15日～17日@東京ビッグサイト
- ・nano tech2017 全体テーマ「異分野融合で加速する知の共創」
- ・産総研出展メインテーマ「スマートライフ新素材」で40件の出展



広報活動

nano tech 2017 大賞(プロジェクト賞)の受賞



高性能アンモニア吸着剤の分子モデル(左)、
実物(中央)と悪臭対策での利用モデル(右)

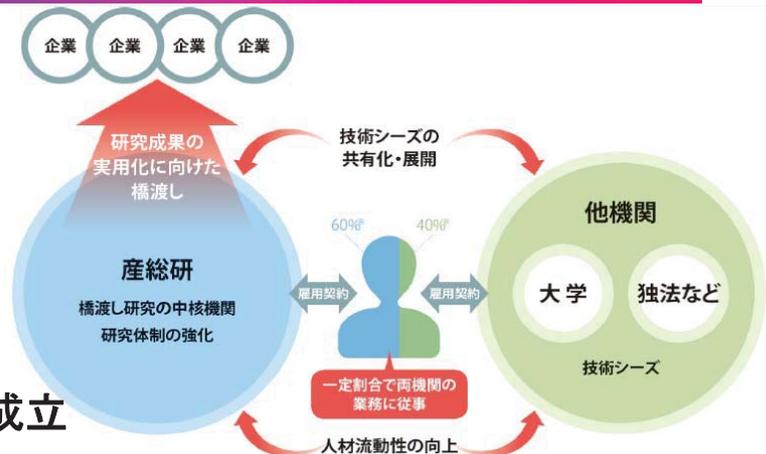
「畜産現場のアンモニア臭を効率よく除去する吸着剤」が「nano tech 2017 第16回 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議(2月15～17日)」において、nano tech大賞(プロジェクト賞:ライフナノテクノロジー部門)を受賞。

大学や他の研究機関との連携強化

◆クロスアポイントメント

- ・平成28年度(新規)
東京大学及び東北大学(4名)
- ・平成27年度(継続)
北海道大学、名古屋大学、
神戸大学、東京工業大学、
筑波大学 等

計 15件 クロスアポイントメント成立



◆大学や国内の研究機関との連携

北海道大学、理化学研究所、物質・材料研究機構等

⇒ キャタリストインフォマティクスに関する連携シンポジウム(触媒材料の新たな設計手法を議論)などを実施

◆海外の研究機関との連携

フラウンホーファー生産技術・応用マテリアル研究所(IFAM)

⇒ 接着技術に関するワークショップ実施

在外研究

平成28年度 領域フェローシップ

◆「電解質高分子のイオン結合機構を用いた三次元規則性多孔質材料の開発」

メルボルン大学(オーストラリア・ビクトリア州)

◆「多孔質材料の開発及び分離応用に関する研究」

カリフォルニア大学バークレー校(アメリカ合衆国・カリフォルニア州)

◆「環境応用型オルガノゲルを用いた付着防止コーティング材料の開発」

トロント大学(カナダ・トロント)



研究人材の拡充、流動化、育成

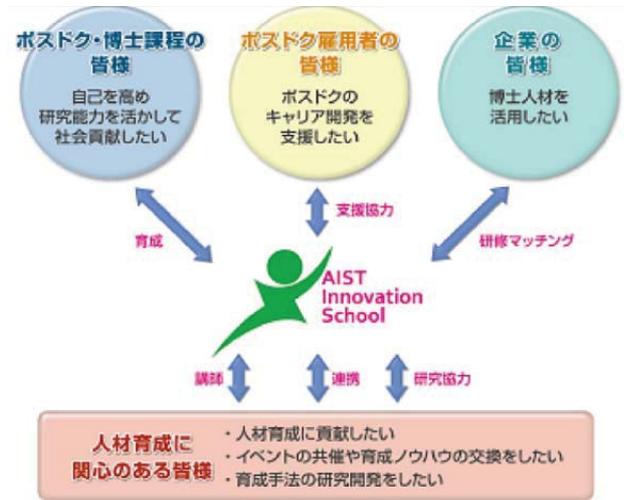
◆オープンイノベーションラボラトリ(OIL)開設に伴う人材拡充
⇒ 東京大学等からの人材(産総研RA)の採用を積極的に推進

◆リサーチアシスタント(RA)

- ・目標数の倍以上超える
28名(実績値)の採用

◆イノベーションスクール制度

- ・5名の育成を担当



◆有能な人材の雇用

⇒ 文部省が進めている卓越研究員制度で2名採用

◆実践力の高い職員を補充

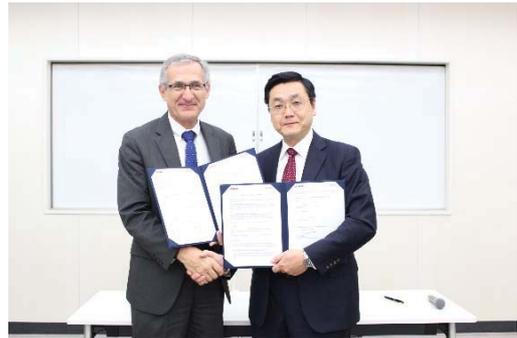
⇒ 企業経験キャリアのある人材を採用

前年度評価コメントへの対応

H27年度評価では、更なるグローバル化を望むという趣旨のコメントが主要なものであった。

グローバル戦略

◆EmpaとのMOU



◆アジアの研究機関との連携支援



◆フラウンホーファー セラミックス・システム研究所 (IKTS)との連携



スイス連邦材料科学技術研究所(Empa) EMPA

Empa: Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology

Empa, スイスのETHドメインの材料科学技術に関する国立研究所
(所長 Dr Gian-Luca Bona氏)

- ・職員数 942名(研究者501名、テクニカルスタッフ400名、その他41名)
- ・予算約169ミリオンスイスフラン(178.3億円@2015年度)
60%は政府資金、公的ファンド20%、民間資金20%。
- ・チューリッヒ工科大学とは兄弟関係(人事交流)。
- ・フラウンホーファーとマックスプランクの間(基礎研究の維持、論文発表実績も重視)。
- ・Empaでは国内外のトップ研究者、企業CTOとの意見交換によりビジョンを作成。
- ・研究成果のベンチャー化も重視(5年後に80%は残っている)。
- ・企業とのコンソーシアム形式でのパイロット実証(日本での国プロ)実施。
- ・IBM等との分析技術開発での連携も実施。

2.「橋渡し」のための研究開発

【 課題項目毎の主要な研究成果 】

研究開発課題項目	目的基礎研究	「橋渡し」研究前期	「橋渡し」研究後期
① グリーンサステイナブルケミストリーの推進	<ul style="list-style-type: none"> 新規シロキサン結合形成法 ナノカーボン分散技術 (アゾベンゼン) 徐放性有機ナノカプセル 	<ul style="list-style-type: none"> D-アミノ酸生産 アンモニア分解触媒 酵母によるエタノール生産 (非可食性バイオマスからの生産) 	<ul style="list-style-type: none"> 砂からテトラアルコキシシラン高効率合成
② 化学プロセスイノベーションの推進	<ul style="list-style-type: none"> 超臨界省エネ分離 (マイクロ混合器による液液分離) 界面活性剤代替材料 (カゼインペプチド) 酵素-メソポーラス複合体 (固定化酵素反応) 	<ul style="list-style-type: none"> カーボン分離膜 (水素高選択性) ギ酸からの高圧水素製造 ゼオライト分離膜 (長尺膜 1m) 	<ul style="list-style-type: none"> クレーストー改質リグニンの長尺膜 クレースト耐熱性照明カバー
③ ナノカーボンをはじめとするナノ材料の開発とその応用技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> 電顕技術 (エネルギー分解能 20倍) アモルファス等の不規則原子配列の構造記述法 CNT近赤外蛍光マーカー 	<ul style="list-style-type: none"> グラフェンフィルムプロセス ブルシアンブルーアンモニア吸着材 ファイバー充填高分子の破断現象のOCTA (粗視化MD)シミュレーション 	<ul style="list-style-type: none"> CNT冠ラボ CNT複合材料研究拠点 (基盤技術: 高耐熱エンジニアリングプラスチック/CNT複合材等)
④ 新たなものづくり技術を牽引する無機機能材料の開発	<ul style="list-style-type: none"> セラミックス系エントロピクス材料 チタン酸バリウムナノキューブ集積体の高誘電特性起源解明 	<ul style="list-style-type: none"> ナノクリスタルの50L容合成 微細化磁性粉末 (保磁力向上) 異方性焼結磁石 (配向度向上) バイオカラム (医薬精製用カラム担体) 	<ul style="list-style-type: none"> ハイブリッドアクチュエータ (点字) 呼気ガス検出器 電気化学評価可能なインピーダンス解析ソフトウェア
⑤ 省エネルギー社会構築に貢献する先進構造材料と部材の開発	<ul style="list-style-type: none"> バルクナノ結晶の熱脆性抑制 サイジング剤フリーの熱硬化性CFRP再利用材料 自己修復可能な防曇皮膜 	<ul style="list-style-type: none"> マグネシウム合金押出材 (1m級押出材) 3Dセラミックス造形 高気孔率高性能断熱材 	<ul style="list-style-type: none"> 窒化ケイ素メタライズ放熱基板 スピーカー音発生部品3種 (B₄C, 木質, クレースト*) 顕微インデント

* 課題項目②の研究成果

(1)「橋渡し」につながる基礎研究(目的基礎研究)

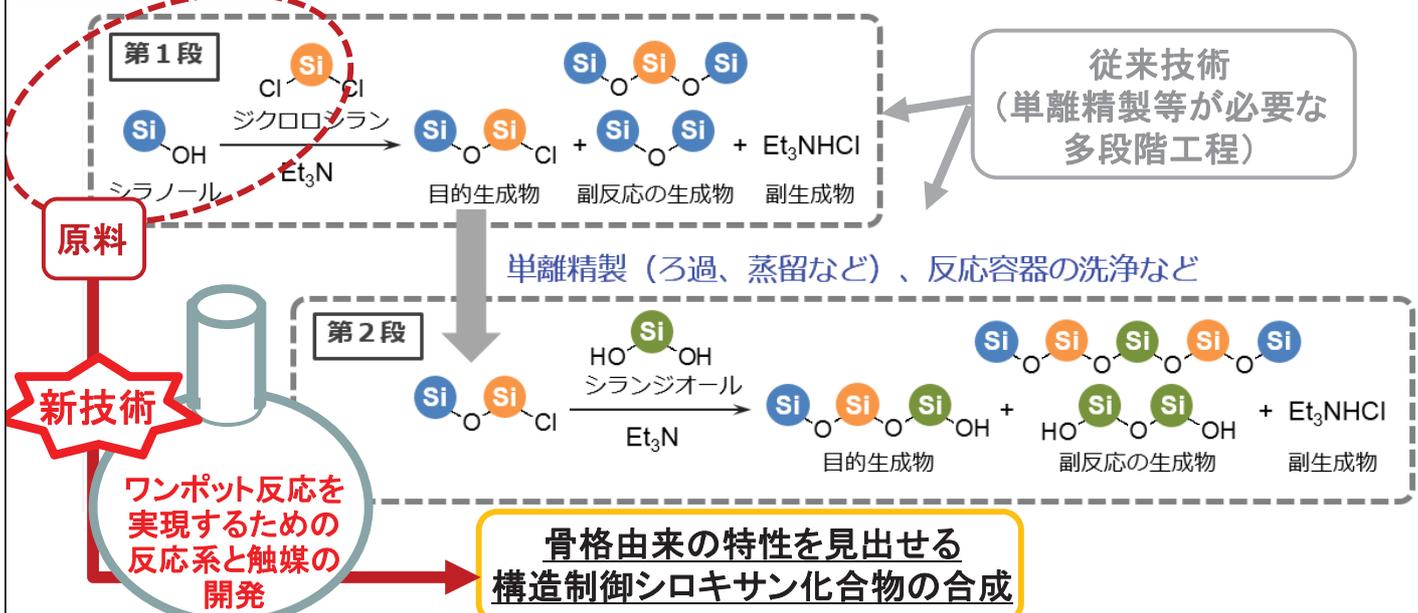
研究テーマ

精密構造制御のためのシロキサン結合形成技術の開発

目的と計画

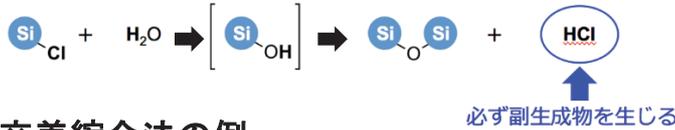
- ・有機高分子部材を凌駕するシリコン部材製造法の開発。
- ・連続する複数のシロキサン結合を一挙に、かつ精密に形成するワンポット合成技術の開発。

研究アプローチ



従来手法

・加水分解／脱水縮合法の例

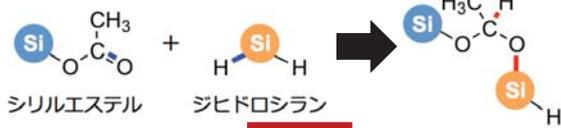


・交差縮合法の例

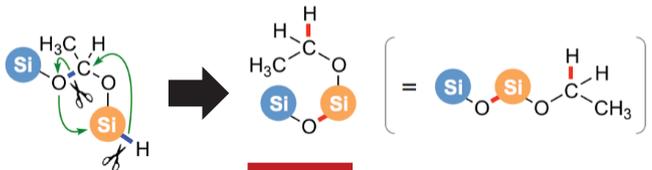


今回の手法

・ヒドロシリル化



・転位反応

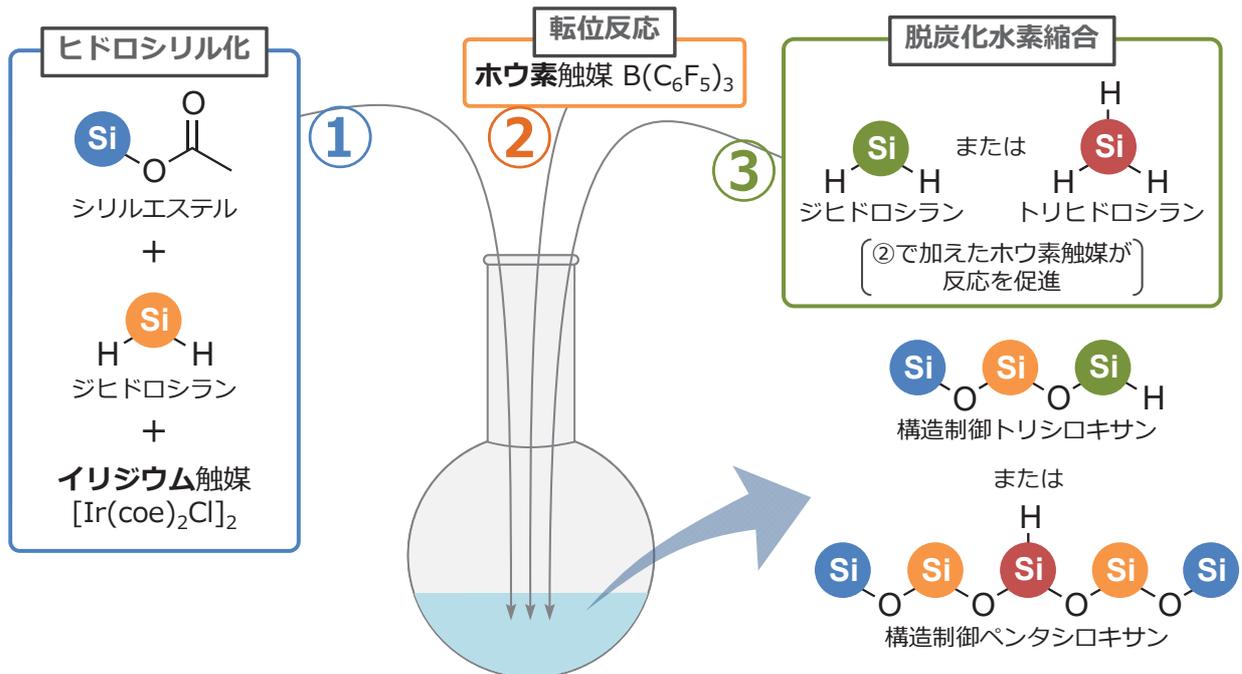


・脱炭化水素縮合



H28年度成果

ヒドロシリル化→転位反応→脱炭化水素縮合により連続する複数のシロキサン結合を一挙に形成



✓一つの反応容器に①→②→③の順に試薬を入れるだけで構造制御シロキサンを簡便に形成する技術を開発

成果発表: *Angew. Chem. Int. Ed.* (DOI:10.1002/anie.201611623), VIP (Very Important Paper)

A Journal of the Gesellschaft Deutscher Chemiker
Angewandte Chemie
 International Edition
 GDCh
 www.angewandte.org



By-Product-Free Siloxane-Bond Formation and Programmed One-Pot Oligosiloxane Synthesis

Authors

Dr. Kazuhiro Matsumoto,
 Dr. Kappam Veetil Sajna,
 Dr. Yasushi Satoh,
 Dr. Kazuhiko Sato,
 Dr. Shigeru Shimada

2 February 2017

DOI: 10.1002/anie.201701293

Angew. Chem. Int. Ed. (2017) の
 表紙に掲載

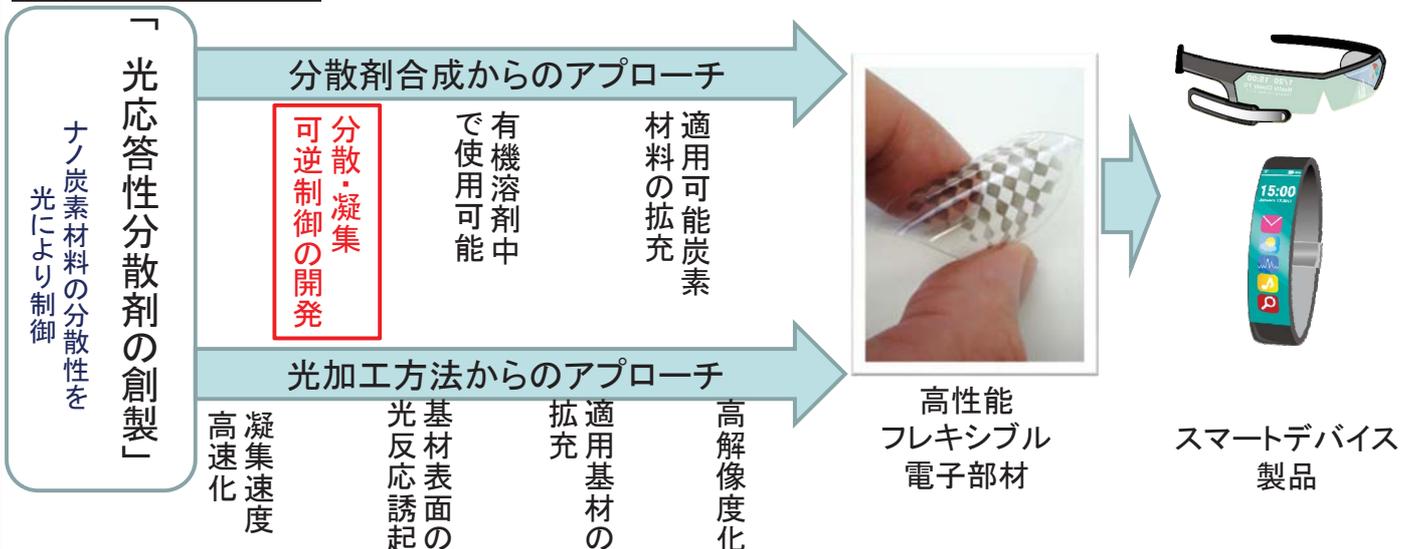
研究テーマ

研究項目③「ナノカーボンをはじめとするナノ材料の開発とその応用技術の開発」との連携課題

ナノ炭素材料の分散・加工技術の開発
 目的と計画

- ・フレキシブルデバイスの開発促進。
- ・光応答性分散剤を用いて、分散剤が残留しないCNTパターンニング技術を開発する。

研究アプローチ



H28年度成果

✓ 単層CNTの水中での分散・凝集を、光によって可逆的に制御することに成功した。

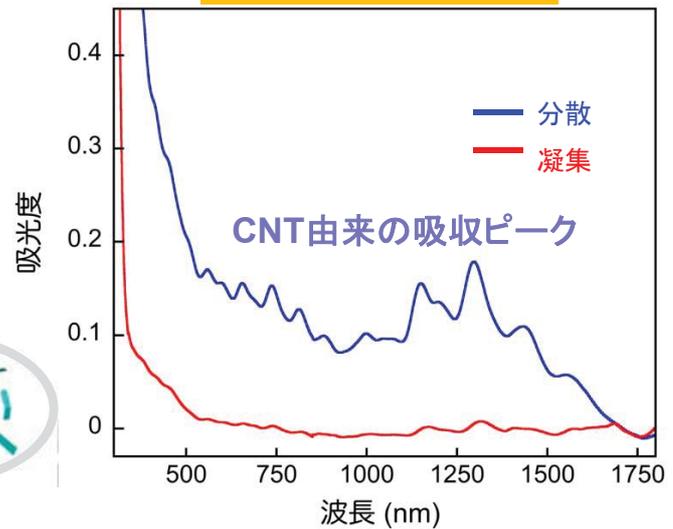
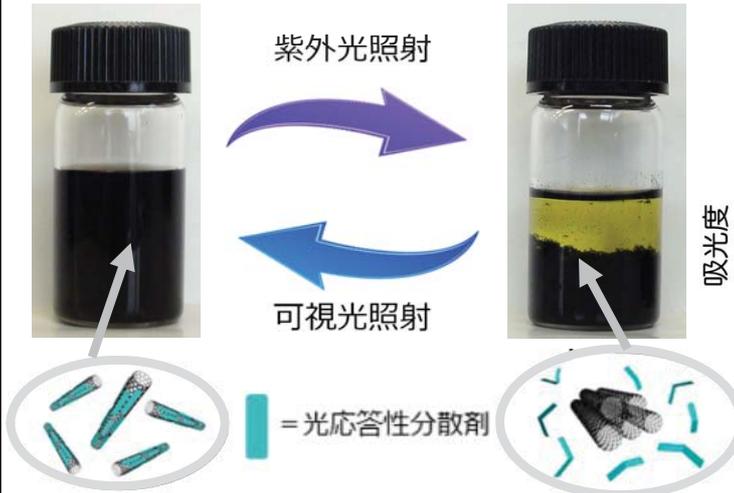
従来の光応答性分散剤
スチルベン型

新規開発した光応答性分散剤
アゾベンゼン型



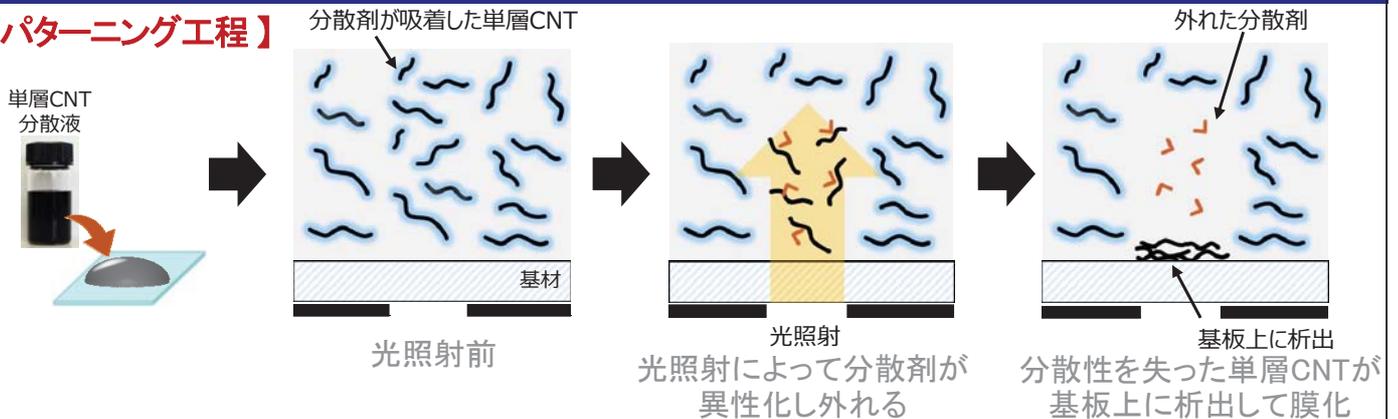
アゾベンゼン型分散剤

分散液の吸収スペクトル



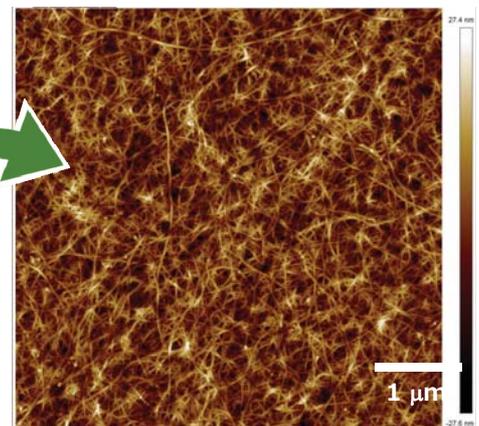
成果発表: Chem. Lett. 45, 1307 (2016).

【パターニング工程】



10 mm

(左) 様々な基板上に作製した単層CNTのパターン薄膜
(右) 原子間力顕微鏡像



✓ アゾベンゼン系分散剤を利用し、
光照射によって作製した単層CNTパターン薄膜

研究テーマ

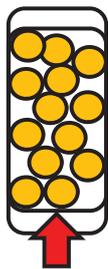
マイクロ混合器を用いた高圧CO₂による水溶液中の有価物高速液液抽出技術

目的と計画

- ・完全無溶剤での天然物・医薬品抽出や高機能栄養補助食品向け抽出の技術開発。
- ・「水溶液中の有価物抽出」が可能となる大処理量型マイクロ混合器を用いた連続液液抽出技術を開発する。

研究アプローチ

従来型 高圧CO₂抽出

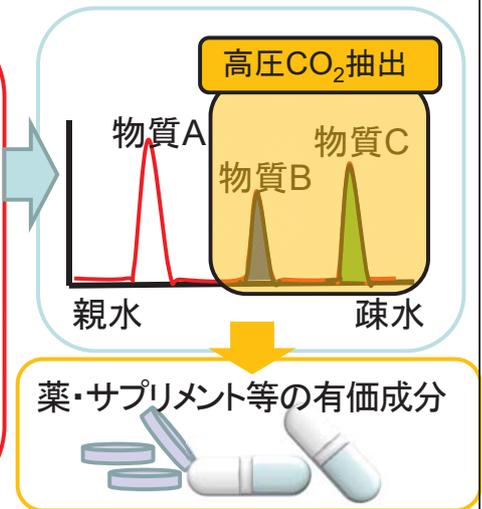
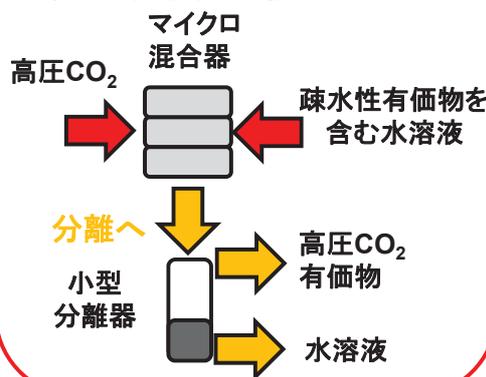


[課題]

- ・固形物中の有価物物質移動律速
- ・大型圧力容器必要
- ・非効率なバッチ処理

超臨界CO₂

マイクロ混合器を利用した高速液液抽出技術の開発



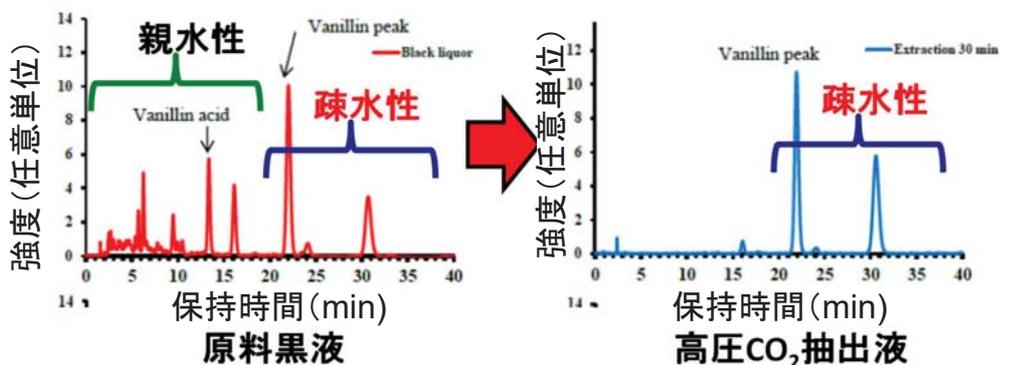
H28年度成果

NEDOバイオマスPJ, エネ環先導研究FlowST

大処理量型マイクロ混合器 抽出例: アルカリ酸素蒸解リグニンろ液中のバニリンの高速抽出
抽出温度・圧力: 40°C・20MPa, 混合器～分離器滞留時間: 10s



- ・300°C・30MPa
- ・流路分割数: 85~120
- ・高圧CO₂水溶液系
- ・処理量: 5t/h (ミキサー圧損1MPa条件)



- ✓ マイクロ混合器で瞬時に疑似均一流体を形成し、即座に小型分離器で液液分離を実施。
- ✓ 親水性有価物は水に残し、疎水性有価物は高圧CO₂抽出液に回収。
- ✓ 大型圧力容器を使わずに連続・高速・精密に抽出する技術を実証。
- ✓ 成果発表: AIST単願基本特許4件準備中(出願後に論文・学会発表を予定)

研究テーマ

研究項目①「グリーンサステイナブルケミストリーの推進」との連携課題

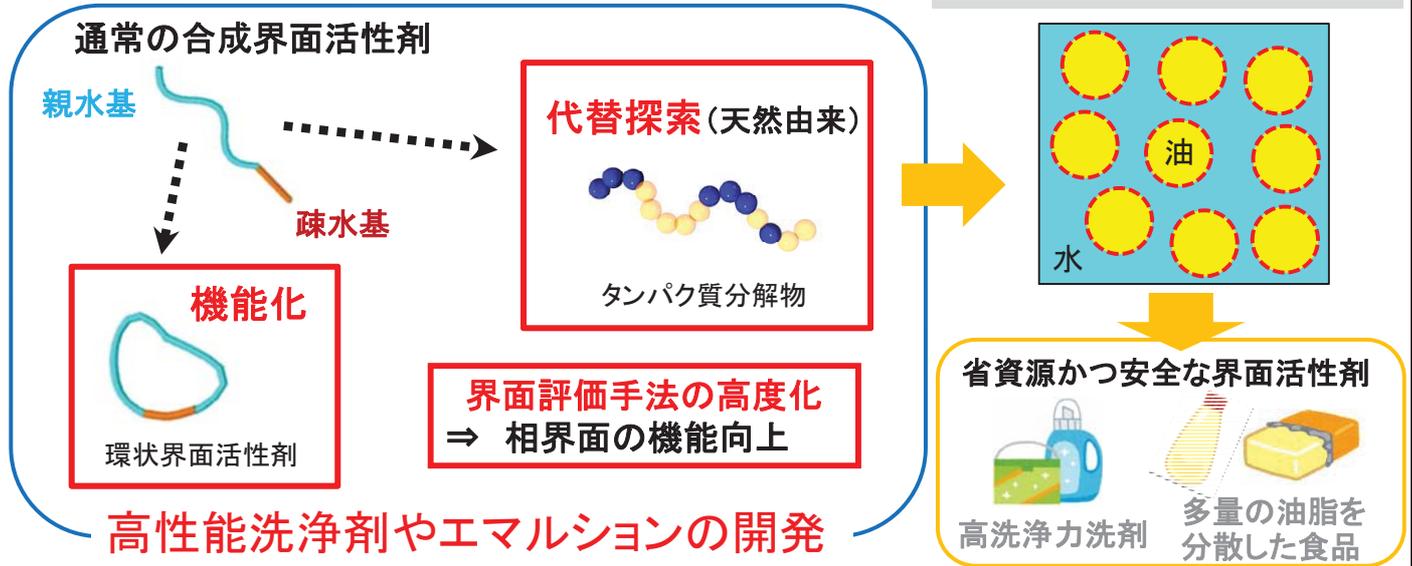
新規界面活性物質の開発

目的と計画

- ・高性能かつ低環境負荷の洗浄・乳化・分散技術の開発。
- ・新規界面活性物質の構造の拡充と、構築される相界面の機能向上。

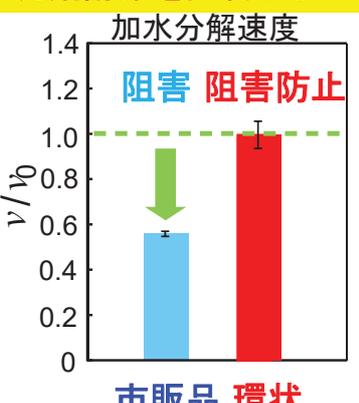
研究アプローチ

高性能洗浄・乳化・分散技術

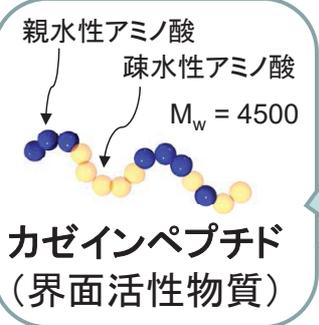


H28年度成果

通常界面活性剤

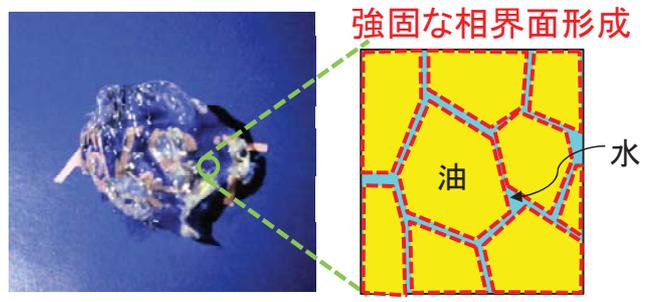


環状体の合成に成功



界面評価手法の高度化
『減衰振動法』

通常界面活性剤と比較して
一桁高い界面粘度



多量の油を水に分散したエマルジョンの調製に成功 (高内相ゲルエマルジョン)

✓ 環状化による洗剤酵素の活性維持。カゼインペプチドを用いて、高性能エマルジョンの調製に成功。 成果発表: *Langmuir* **32**, 8374 (2016).

研究テーマ

単色化電子源を備えた低加速電子顕微鏡によるCNTの物性評価

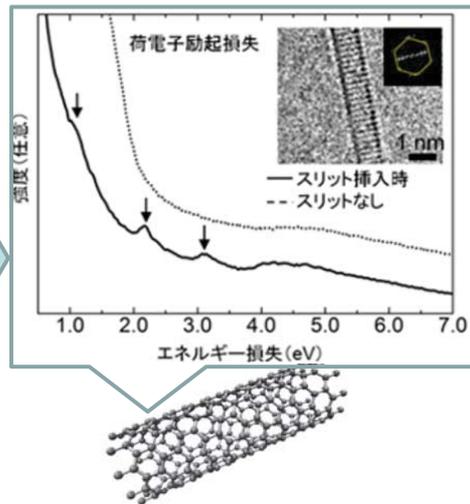
目的と計画

- ・世界最高性能の電子顕微鏡による最先端の研究を展開。
- ・電子顕微鏡等による構造・元素解析の評価手法の高度化による原子レベルでの化学結合や構造解析への適応範囲拡充。

研究アプローチ

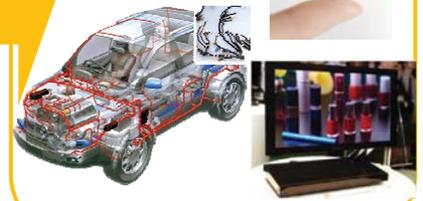
【 評価手法の高度化 】
新型電子源の開発

評価手法の高度化による
単一CNTの物性評価



構造由来の物性情報で
材料設計を促進

省エネ、高機能化に貢献

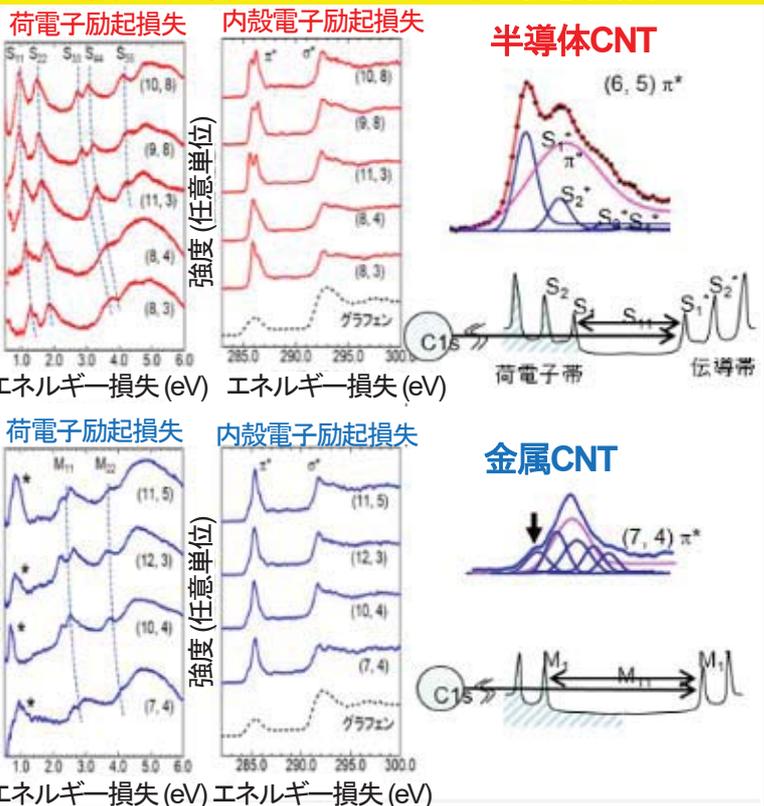


H28年度成果

✓ 電子源の単色化により、半導体、金属CNT1本ごとの物性評価や構造由来の物性測定に成功。

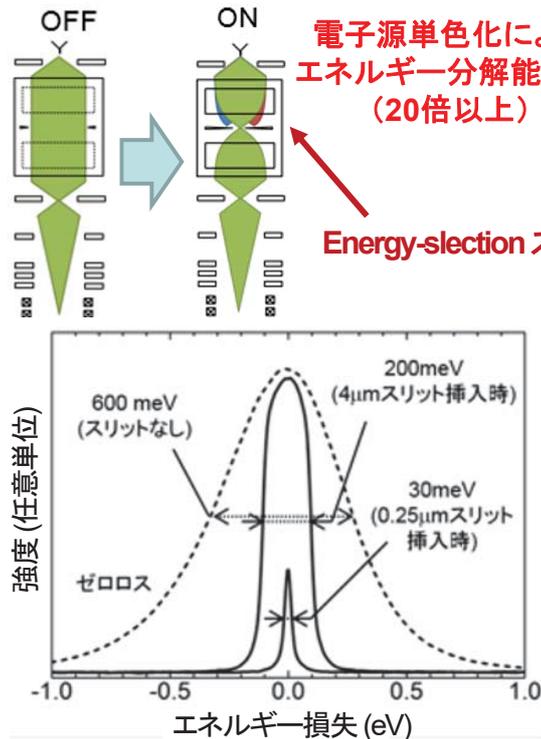
電子源単色化による

金属、半導体CNT1本ごとの電子状態を評価



電子源単色化による
エネルギー分解能向上
(20倍以上)

Energy-slection スリット



成果発表: Nano Lett. 16, 3661 (2016).

研究テーマ

不規則な原子配列を表記できる数理的手法の開発

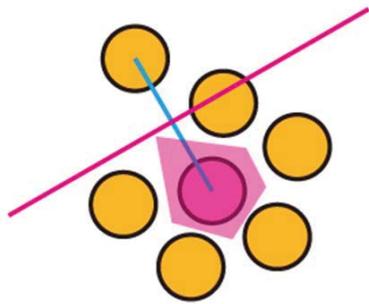
目的と計画

- ・ 計算機での材料設計を容易にする不規則構造表現技術の開発。
- ・ ボロノイ多面体および多面体タイリングの新たな命名法の開発。

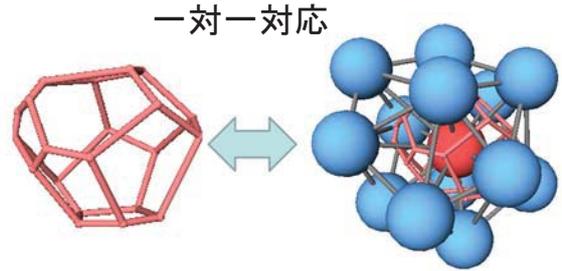
研究アプローチ

ボロノイ分割法

ボロノイ多角形: 2つの原子の垂直二等分線で囲まれる多角形



三次元に拡張



ボロノイ多面体の形

中心の原子の周りに隣接原子がどのように配置しているか

- ・ 赤色の原子のボロノイ領域は五角形。
- ・ 赤い原子は5個の原子に囲まれている。

従来のボロノイ多面体の命名法と問題点

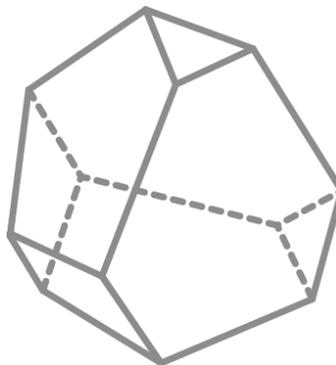
ボロノイ指標

$\langle n_3, n_4, n_5, n_6 \rangle$

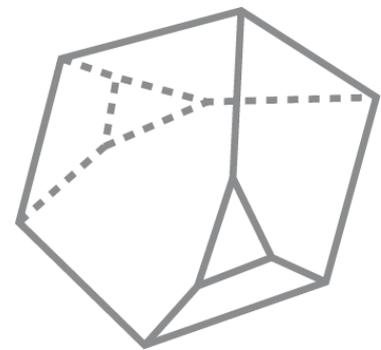
- n_3 : 三角形の数
- n_4 : 四角形の数
- n_5 : 五角形の数
- n_6 : 六角形の数

ボロノイ指標の問題点

異なる多面体が同じ指標を持つ



$\langle 2, 2, 2, 2 \rangle$



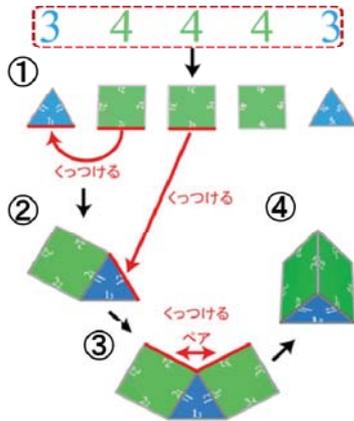
$\langle 2, 2, 2, 2 \rangle$

✓ Lazerらによって、ボロノイ指標の問題点を克服したWeinbergコードワードが導入されたが、非常に長いコードワード。

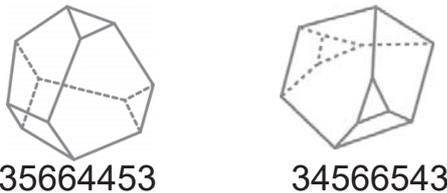
H28年度成果

- ・ボロノイ多面体を構成する多角形の接合の順番をルール化した命名法の開発。
- ・多面体タイリングの命名法を初めて開発。

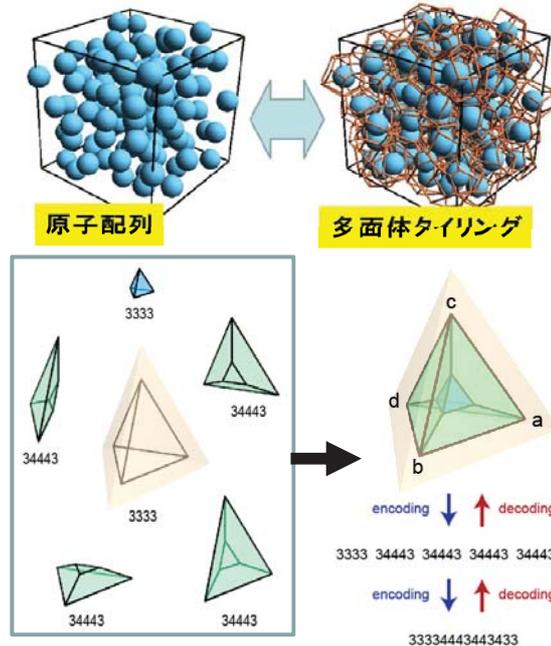
三角柱の「名前」(多面体コードワード)



✓ Weinbergコードワードより簡潔



✓ 多面体タイリングの命名法の開発



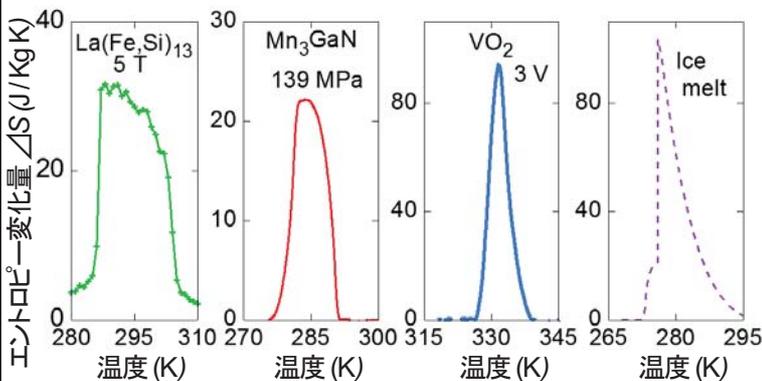
成果発表: *Scientific Reports* 6, 23455 (2016)、*Scientific Reports* 7, 40269 (2017).

研究テーマ

エントロピクス材料における固体熱量効果増強の探索計画

- ・エントロピクス材料の高性能化。
- ・固体を保持した電子相変化に伴う冷熱変化を利用した熱制御材料開発のための電子スピンエントロピーの解明・制御。

研究アプローチ



目標材料・デバイス

- * 固体ヒートポンプ (磁気冷凍 etc.)
- * ソリッドフェーズチェンジ蓄冷 (蓄熱構造材 etc.)
- * アクティブ蓄熱デバイス (電場駆動熱コンデン etc.)

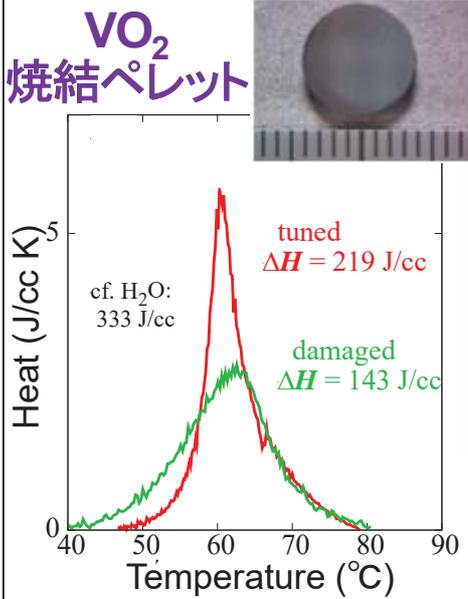
磁気熱量効果 圧力熱量効果 電気熱量効果 比較: 水の融解エントロピー

各種“固体”の巨大熱量効果

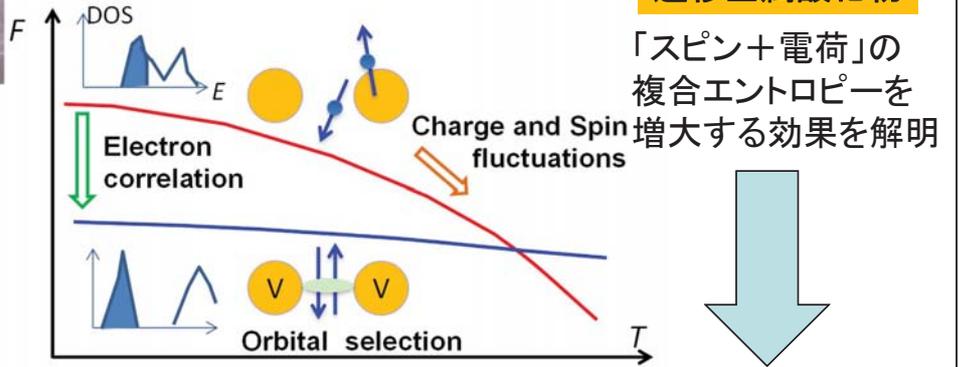
← 電子自由度 (電荷+スピンのエントロピー)

* 固体性状を保った(溶けない)熱制御材料

H28年度成果



固体酸化物における
熱量効果を保持した
部材化技術



遷移金属酸化物

「スピン+電荷」の
複合エントロピーを
増大する効果を解明

ユビキタス酸化物をエントロピクス材料へ

物質	LiVO ₂	VO ₂	MgTi ₂ O ₄	氷	パラフィン
転移モード	MIT	MIT	MIT	溶解	溶解
転移温度(°C)	100	65	-10	0	20
潜熱(J/cc)	722	240	42	333	200

MIT: 金属-絶縁体転移

✓ セラミックス系に拡張したエントロピクス材料の開発。

成果発表: *Phys. Chem. Chem. Phys.* **18**, 30824 (2016).

研究テーマ

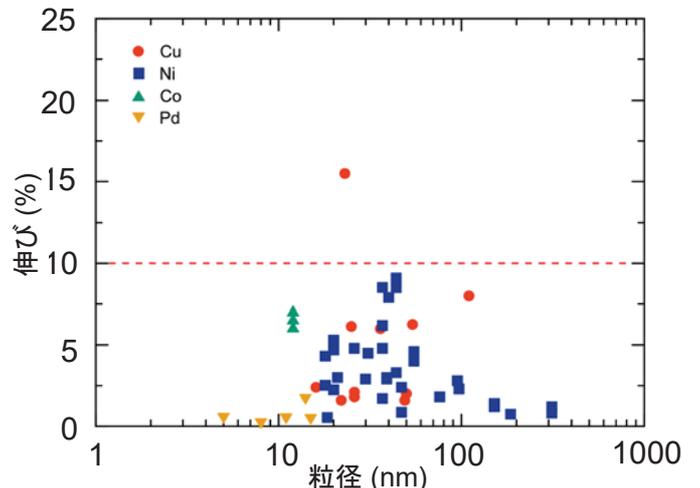
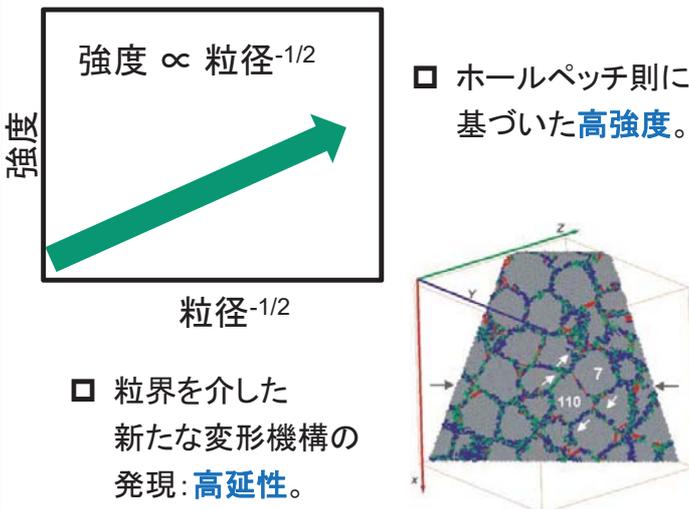
電析バルクナノ結晶合金の熱脆化抑制：電析部材の長寿命化に向けて
目的と計画

- ・強度と延びを両立した革新的な金属材料の開発。
- ・電析プロセスを利用したバルクナノ結晶合金(粒径100 nm以下)の開発。

バルクナノ結晶合金の可能性と研究動向

高強度と高延性の両立：トレードオフの打破

ナノ結晶金属の引張伸びと粒径の関係



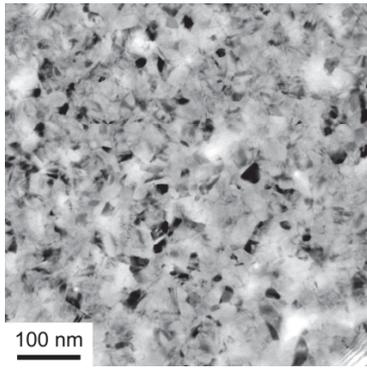
高延性を実現した例はほとんどない

研究アプローチ

現状：高強度と高延性を有した電析バルクナノ結晶Ni-W合金を創出。

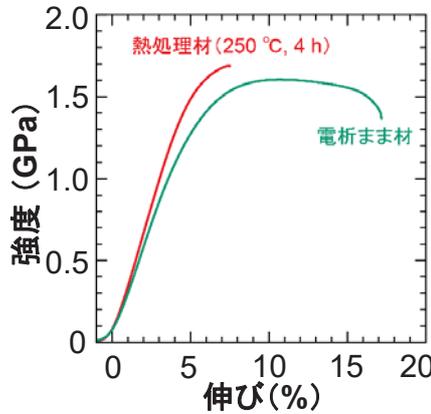
従来技術

電析プロセスによる高延性
バルクナノ結晶Ni-W



問題点

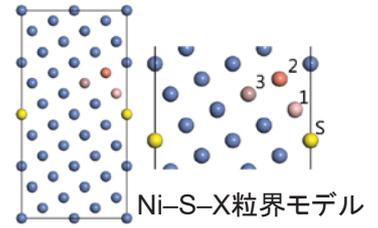
・熱脆化



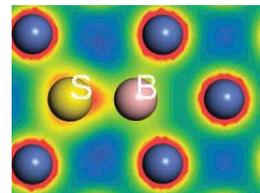
要因：硫黄の粒界偏析
⇒ 粒界結合力の低下

対策

・粒界結合強化元素の探索



・溶質間相互作用の理解



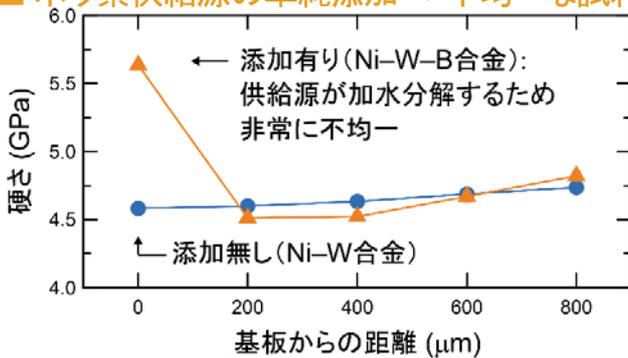
課題：電析プロセスに由来の不純物(硫黄)に起因して熱脆化が発生。

対策：硫黄を無害化する元素を理論計算により探索し、プロセスに反映。

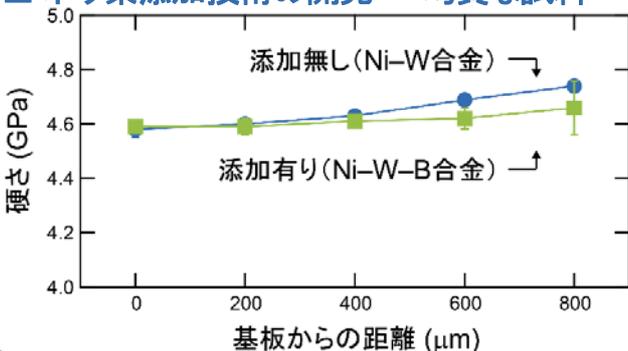
H28年度成果

バルクナノ結晶Ni-W-B合金

■ホウ素供給源の単純添加 ⇒ 不均一な試料

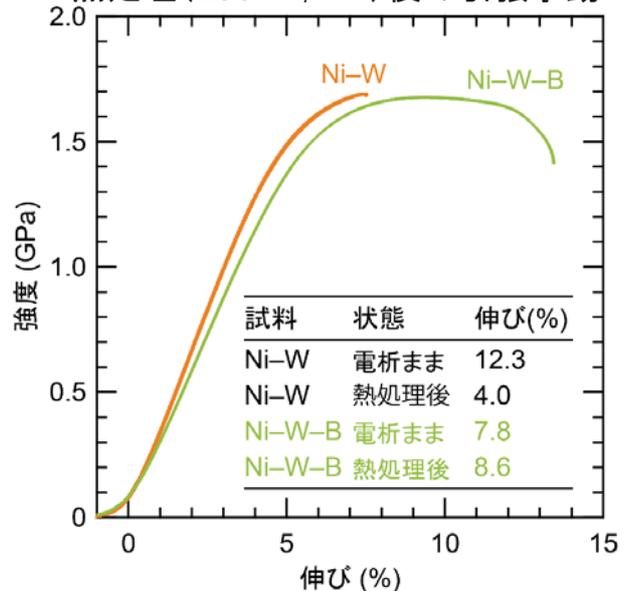


■ホウ素添加技術の開発 ⇒ 均質な試料



熱脆化の抑制を実現

熱処理 (250 °C, 4 h) 後の引張挙動



✓ ホウ素添加技術の開発によって
電析部材の耐熱性向上。
⇒ 電析部材の適用環境の拡大。

研究テーマ

リサイクル炭素繊維のCFRP再利用化技術の開発

目的と計画

- ・廃棄処理への対応策としてのリサイクル炭素繊維利用技術の開発。
- ・リサイクル炭素繊維を用いたCFRPの物性と信頼性向上。

研究アプローチ

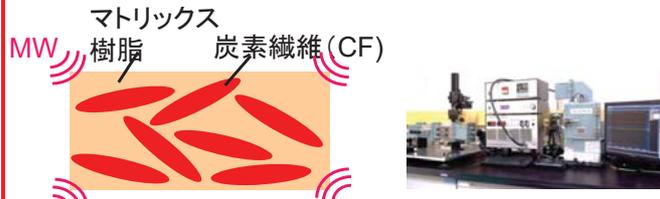
炭素繊維再利用の必要性

- ・製造時の端材の増加 (CFRPの30~40%、数万トン、廃棄は埋立)
- ・自動車リサイクル法

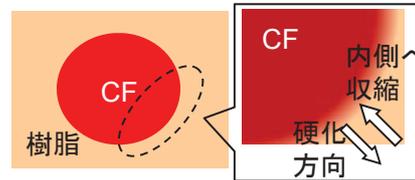
リサイクル炭素繊維の課題

- ・不連続繊維であるため再サイジングが困難
- ・リサイクル処理における機械特性低下とサイジング剤の除去によってCFRPの信頼性低下

リサイクル炭素繊維を用いたCFRPへの再利用技術の開発

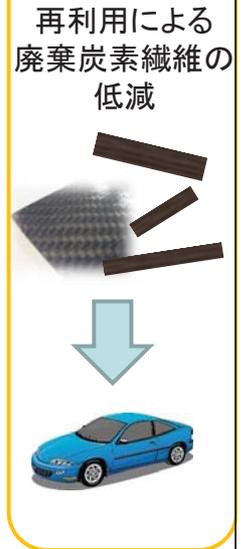


CFRPへのマイクロ波(MW)照射
⇒ CFの選択加熱(繊維界面からの樹脂硬化)

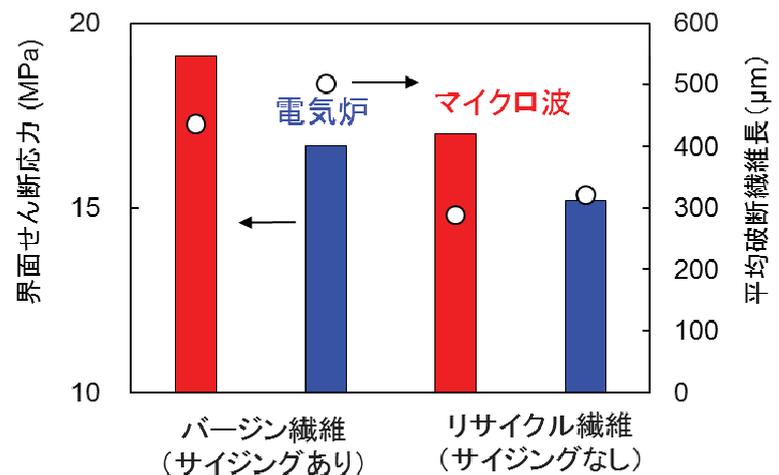
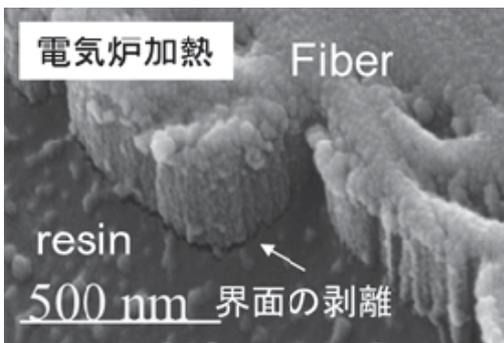
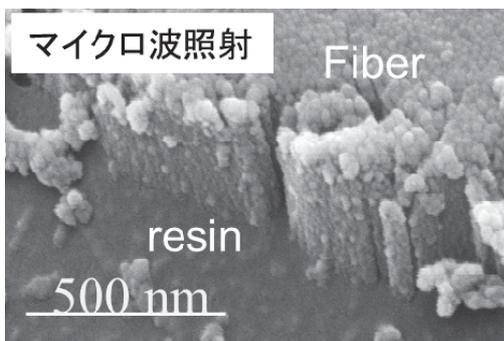


マトリックスのエポキシ樹脂の収縮率は5~10%

繊維に向かって樹脂を収縮
⇒ 界面密着性および機械特性向上が期待



H28年度成果



マイクロ波照射によって密着性が向上
⇒サイジングフリーのリサイクル炭素繊維と樹脂の密着性向上に成功

マイクロ波照射によってリサイクル繊維を用いたCFRP部材の強度が10%向上

✓リサイクル炭素繊維のCFRPへの再利用プロセスを開発。

成果発表: *Composite Interfaces* **23**(5), 395 (2016)、*Advanced Composite Materials*, **25**, 71 (2016).

(2)「橋渡し」研究前期における研究開発

研究テーマ

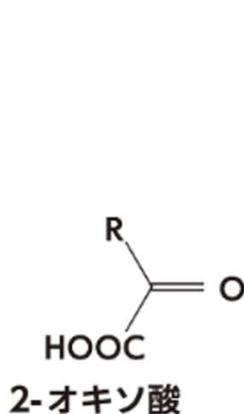
バイオベース化学品生産の高効率化

目的と計画

- ・酵素を利用したバイオベース化成品の生産。
- ・生産酵素の構造解析、構造情報を活用した酵素改変によって、D-アミノ酸生産効率向上。

研究アプローチ

耐熱性・基質特異性の改変



酵素

バイオベース化成品の生産効率化



化粧品



医薬品



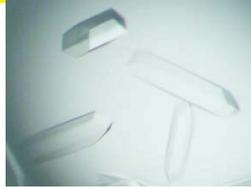
農薬・肥料



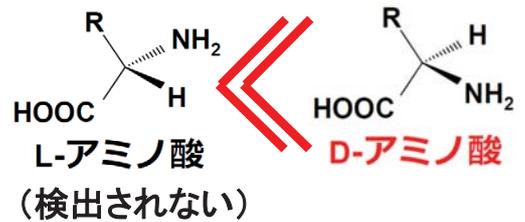
H28年度成果

D-アミノ酸脱水素酵素－活性中心

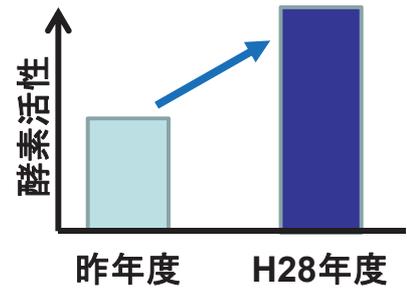
構造情報を基に酵素を改変



本酵素の利用によりD-アミノ酸を選択的に生産可能



酵素改変により、酵素活性が増加 (D-アミノ酸生産効率の向上)



✓ 単結晶X線構造解析 (@SPring-8) で得られた情報をもとに、酵素を改変し、高純度D-アミノ酸の生産効率を向上。

研究テーマ

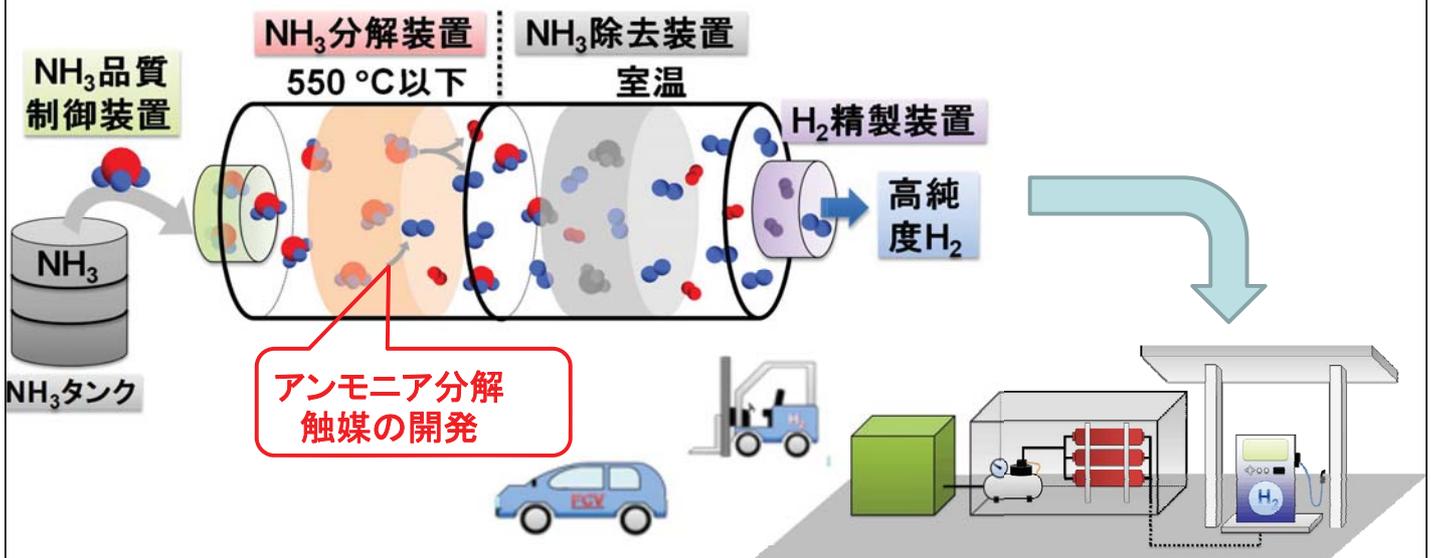
エネルギーキャリア関連研究成果 その1

アンモニア分解のための高性能新規触媒の開発

目的と計画

- ・燃料電池用の水素製造のための技術開発。
- ・共沈法によって高分解能を有する新規触媒の開発と、パイロットプラント用触媒調製技術の開発。

研究アプローチ

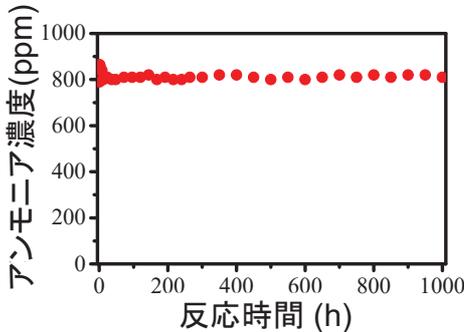


H28年度成果

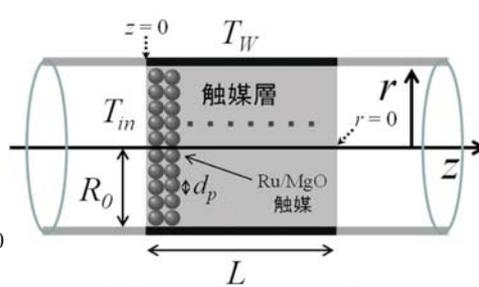
Ru/MgO触媒:
工業化できる耐久性能(数年程度使用可能)

触媒の大量調製や成型技術などの工業触媒開発

1000時間程度触媒性能を維持できることを確認



速度論解析に基づく触媒反応システム的设计



充填層モデル反応器の概略図



工業触媒化

10倍にスケールアップ

- ・1000ppm(アンモニア分解反応の化学平衡値)以下まで分解
⇒ 残留アンモニアによる電極の劣化を低減できる
- ・500°Cで化学平衡値に到達(従来触媒では、600°C以上でも到達できない)

✓アンモニア分解による高純度水素製造のシステム化。

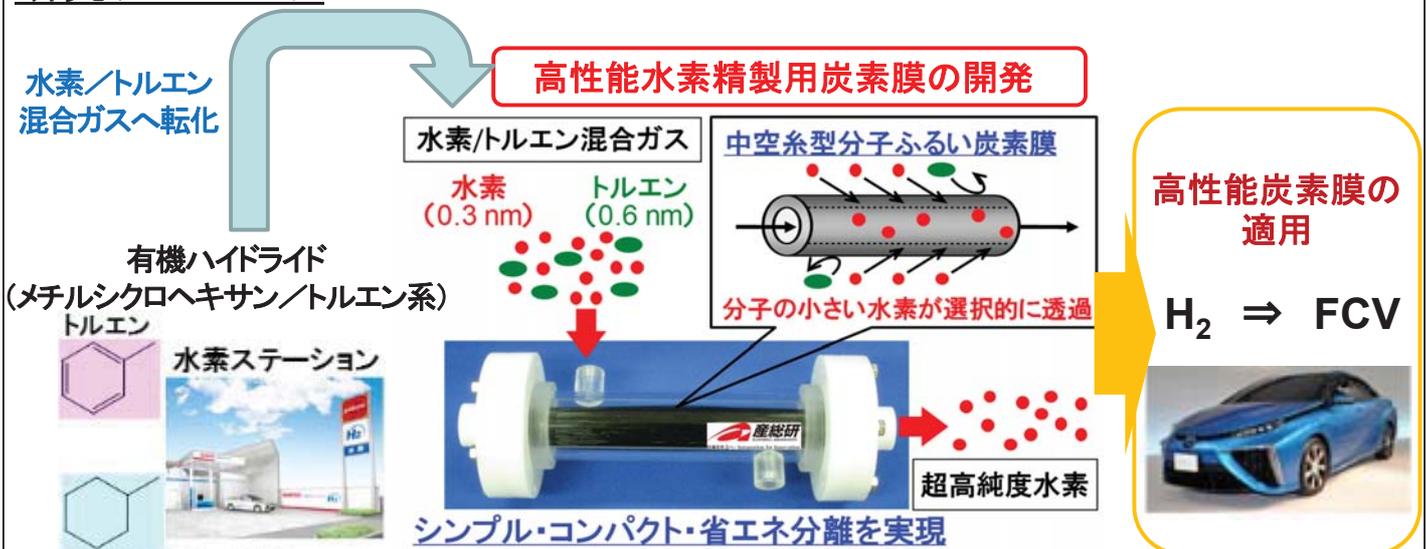
研究テーマ

超高純度水素精製用の炭素膜モジュールの開発

目的と計画

- ・炭素膜による有機ハイドライド型水素エネルギーキャリアの実現。
- ・中空糸炭素膜の製造方法の最適化による分離性能の向上。

研究アプローチ



H28年度成果

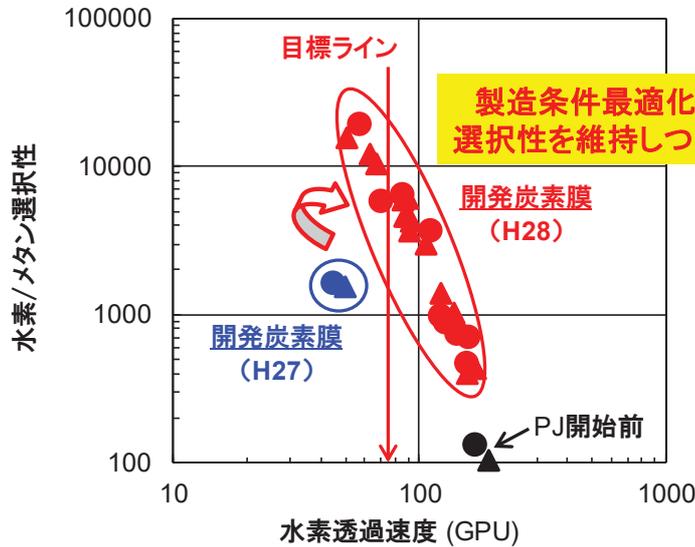
炭素膜の分離性能に影響する主な因子

- 焼成温度、焼成時間
 - 焼成雰囲気(炭素源となるプロピレンガスを同時供給:特許出願・公開済)
- について、重点的に検討

昨年度見出した実用的な炭素膜製造技術を膜メーカーに技術移転



膜メーカー作製中空糸炭素膜モジュール試作品でも性能確認



FCV用超高純度水素純度のスペック
精製水素中炭化水素濃度2ppm以下(C1換算)

- ✓ 水素/トルエン混合ガス条件下でも要求水素純度を達成。
- ✓ 膜メーカーで炭素膜モジュール試作、優れた分離性能を確認。

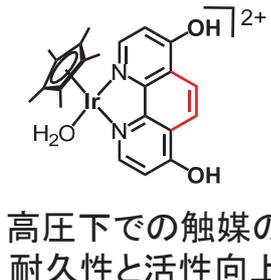
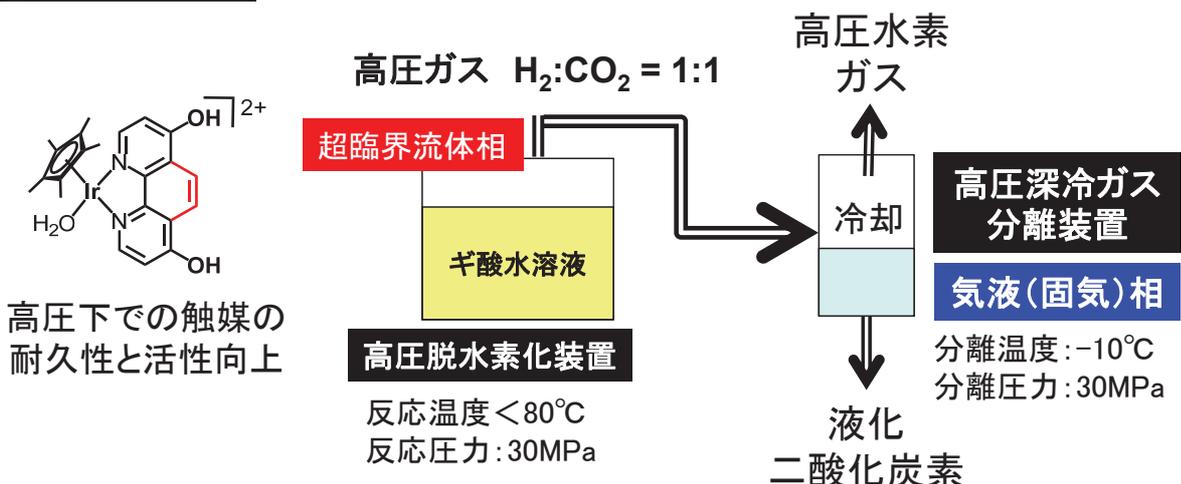
研究テーマ

ギ酸からの高圧水素製造技術の開発

目的と計画

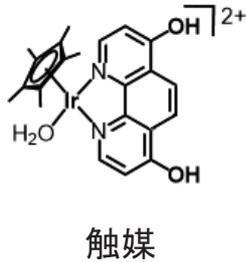
- ・燃料電池車等に必要高圧水素の簡便な供給システムの開発。
- ・高効率イリジウム触媒によるギ酸の分解反応からのガス発生現象を利用した高圧水素製造技術の開発。

研究アプローチ

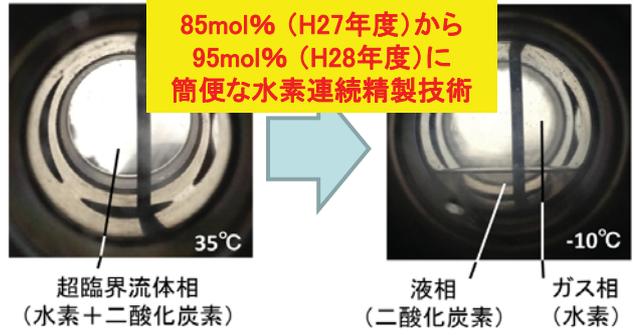
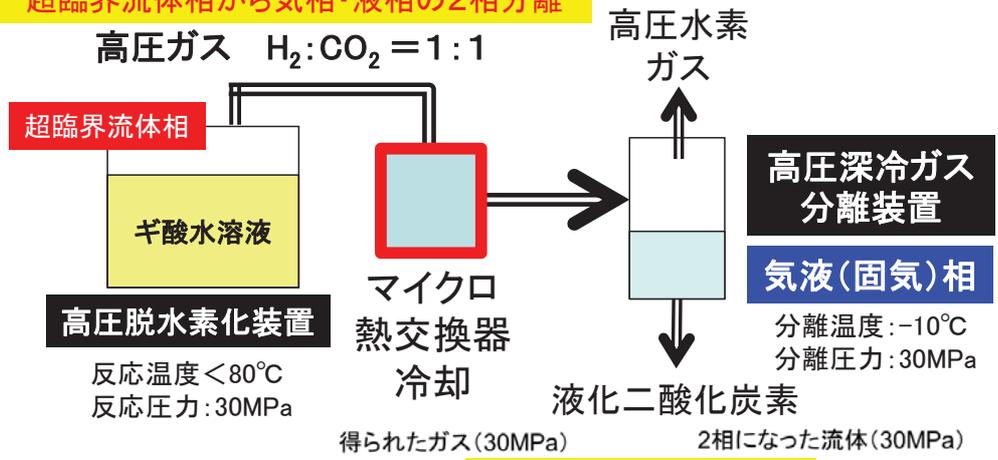


H28年度成果

JST CREST「再生可能エネルギーからのエネルギーキャリアの製造とその利用のための革新的基盤技術の創出」PJにおける「ギ酸の脱水素化反応による高圧水素の高効率製造技術の開発」



マイクロ熱交換器を用いた-10℃への急冷
超臨界流体相から気相・液相の2相分離



✓ 高圧ガスの相平衡制御による
簡便な高圧水素製造技術を開発。

85mol% (H27年度)から
95mol% (H28年度)に
簡便な水素連続精製技術

研究テーマ

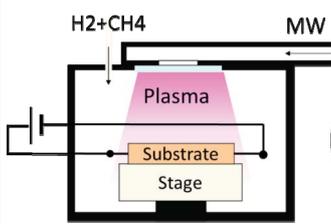
フレキシブルデバイスに向けた工業用グラフェンの開発

目的と計画

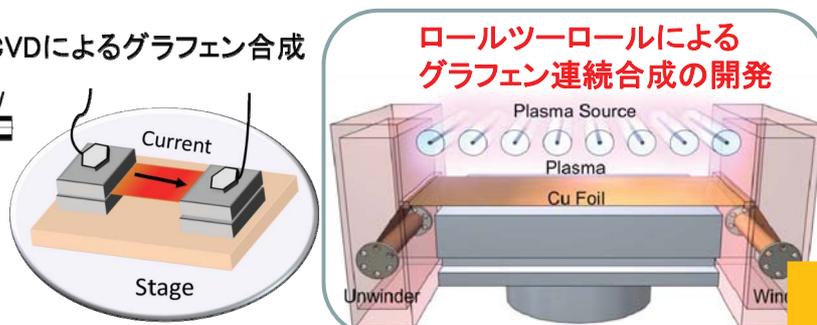
- ・高品質グラフェンの高スループット合成技術と応用技術の開発。
- ・「グラフェンの高速プラズマCVD法」、「ロールツーロール合成技術」、「高品質転写・ドーピング手法」によるグラフェン透明導電フィルム形成技術の確立と革新的デバイスの実証。

研究アプローチ

低炭素源濃度プラズマCVDによるグラフェン合成



H₂ + Small Amount of CH₄



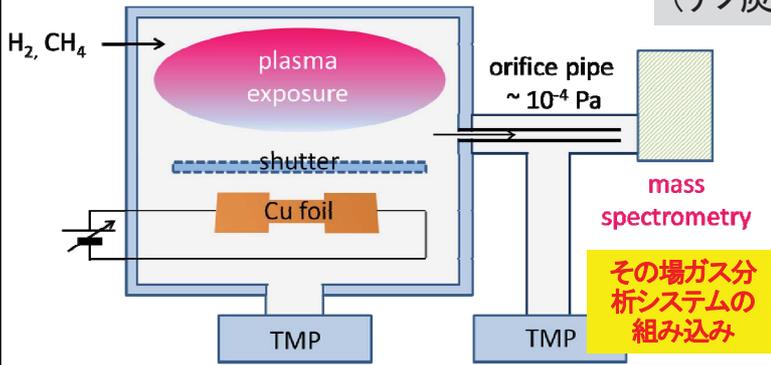
高品質転写・ドーピング技術の開発

高速・低消費電力・高感度・エネルギー自立型デバイス

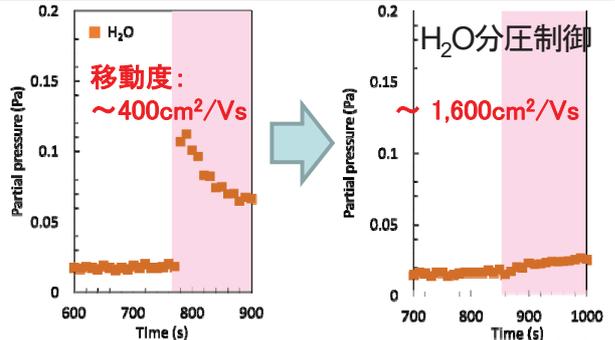
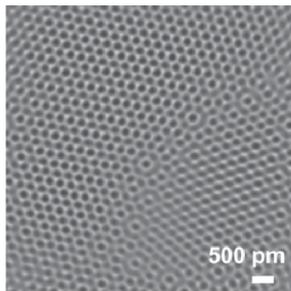


H28年度成果

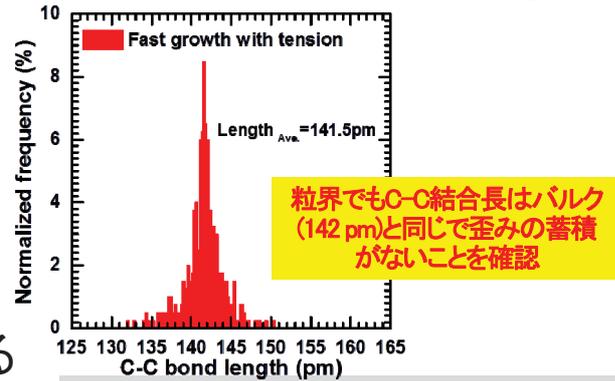
低炭素社会を実現するナノ炭素材料実用化PJ
(ナノ炭素材料の革新的薄膜材料形成技術)



連続合成したグラフェン



現在はさらに向上して5,000cm²/Vsを達成



- ✓ 高移動度グラフェン合成を可能にする H₂O分圧制御法を開発。
- ✓ 歪のないグラフェン粒界の接続に成功。

成果発表: *Carbon* 108, 351 (2016)、*JJAP* (2017) in press.

研究テーマ

悪臭物質除去のための物質吸蔵用ナノ粒子の開発

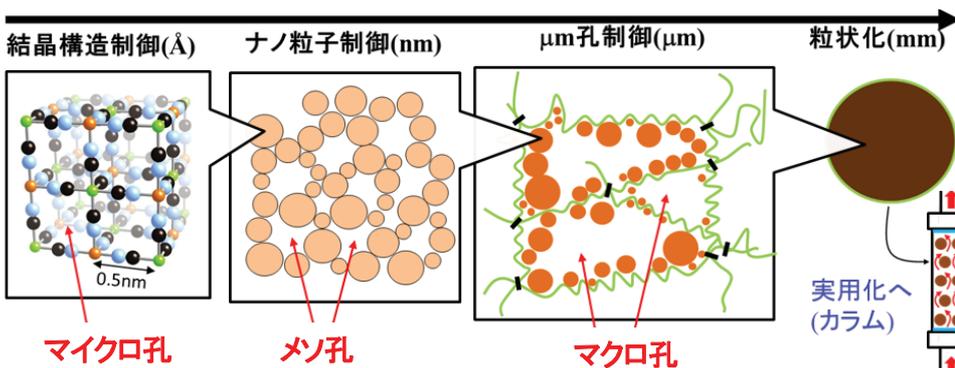
目的と計画

- ・養豚舎などにおけるアンモニア除去のための吸着材の開発。
- ・多孔性配位高分子ナノ粒子の構造設計により、特定の物質を選択的に吸着するナノ粒子を開発。

研究アプローチ

プルシアンブルー類似体における
マイクロ孔～マクロ孔を利用した吸着材の開発

プルシアンブルー類似体の構造設計と多段階空孔設計

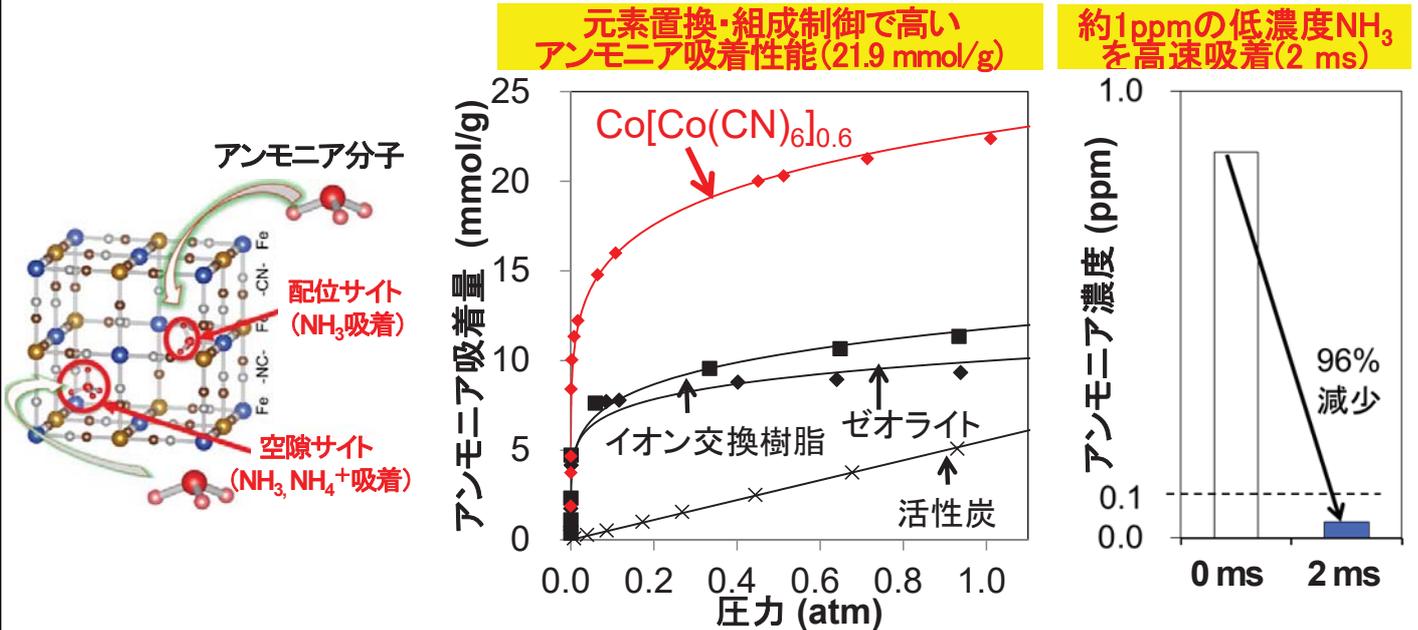


大気中の悪臭物質除去



H28年度成果

畜産における悪臭除去への利用を目指したテーマ：
農林水産省革新的技術開発・緊急展開事業(うち地域戦略プロジェクト) 採択



✓ プルシアンブルー類似体の元素置換・組成最適化によって、多孔質材では最高性能のアンモニア吸着材を開発。

成果発表: *J. Am. Chem. Soc.* **138**, 6376 (2016).

研究テーマ

粗視化MDを用いたフィラー充填高分子材料の破壊

目的と計画

- ・ ナノコンポジット材料における材料機能シミュレーション技術開発。
- ・ ゴム等の高分子材料の開発時に適用できる(力学的特性や破壊挙動の予測等に適用可能な)粗視化MDシミュレーション技術の開発。

研究アプローチ



H28年度成果

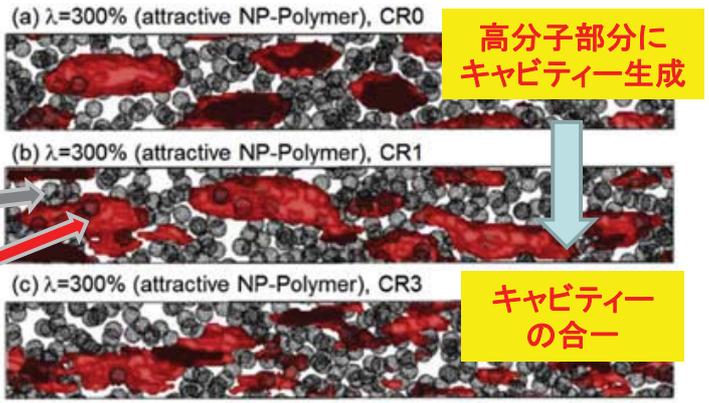
NEDO「超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト」
 文科省
 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点及び革新的
 ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラにおける研究

✓ フィラー充填高分子材料について高分子粗視化モデルを用いてモデル化し、その伸張破壊挙動について、OCTA/COGNACを用いて粗視化MDシミュレーションを実行した。

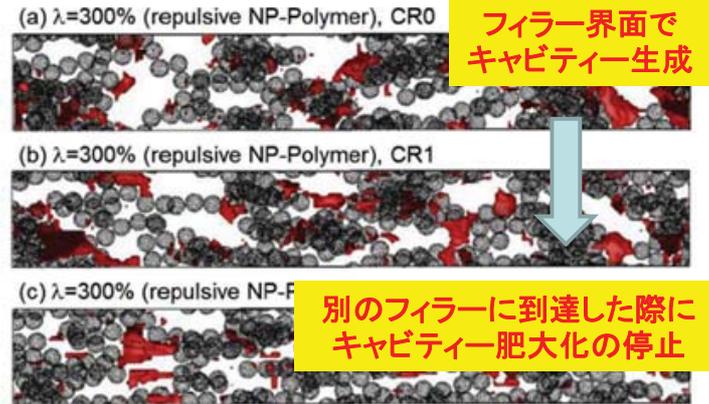
✓ フィラー・高分子間相互作用(引力・斥力)に依存して、キャビティ生成および合一過程が異なることが示され、異なるメカニズムで破壊が進行することを示した。

成果発表: *Polymer* **99**, 368 (2016).

フィラー・高分子間引力相互作用



フィラー・高分子間斥力相互作用



フィラー充填高分子における伸張破壊シミュレーション

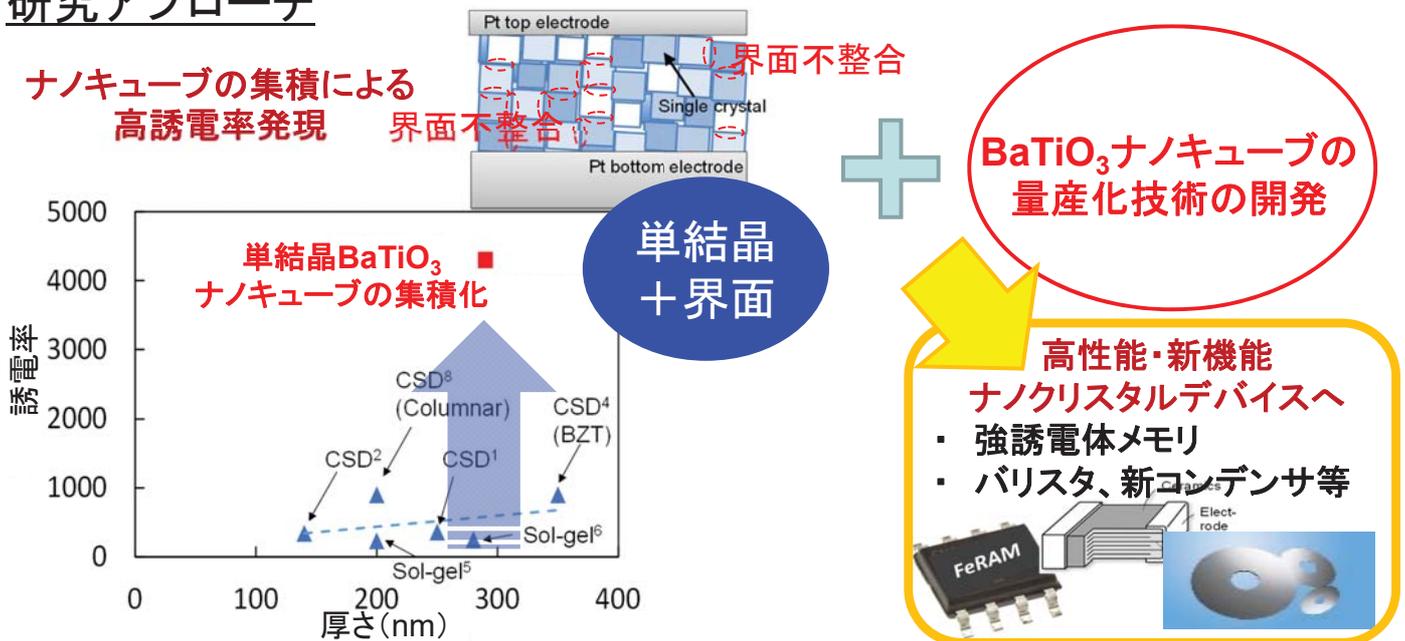
研究テーマ

次世代誘電デバイスに向けたナノクリスタル合成の量産化

目的と計画

- ・高性能・新機能ナノクリスタルデバイスの実現。
- ・企業との共同研究により、チタン酸バリウムナノチューブの量産技術開発。

研究アプローチ



H28年度成果

共同研究先
企業
高度粉末製造
技術



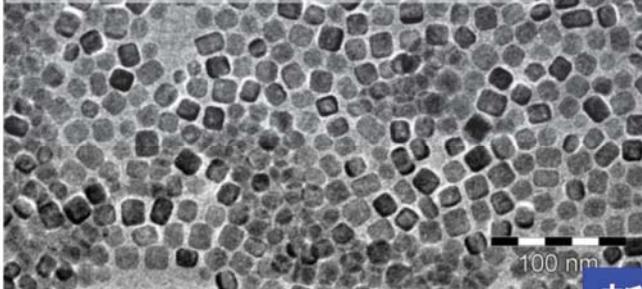
産総研
ナノクリスタル
技術

- ・NEDOエネ環先導P採択・開始
- ・JST A-Step採択・開始
- ・文部科学大臣表彰・科学技術賞
- ・日本・米セラミックス協会フェロー表彰
- ・日本セラミックス協会進歩賞受賞

工業レベルで合成
条件の最適化

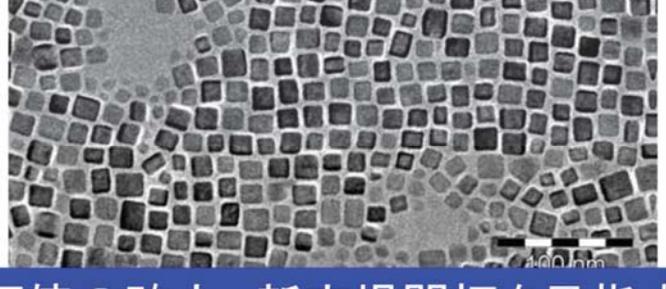
初期段階:

- ・キューブ形状が不均質
- ・サイズが不均一



100gオーダー:

- ・{100}表面のキューブ
- ・サイズ分布小



新価値の確立、新市場開拓を目指す

✓ 共同研究先企業においてBaTiO₃ナノキューブのパイロットスケール(50L)による形状制御と100gオーダー合成の成功。

研究テーマ

ネオジム磁石を超える異方性Sm-Fe-N磁石の開発

目的と計画

- ・モーター用途に向けた高耐熱性焼結磁石の開発。
- ・高性能Sm-Fe-N系異方性焼結磁石のためにボトムアップで磁石粉末を合成する。

研究アプローチ

磁気特性・耐熱性の高いSm-Fe-N磁性材料

磁性材料の基本物性

磁性材料	異方性磁界 H_A (MA/m)	飽和磁化 J_s (T)	キュリー温度 T_c (°C)
Sm ₂ Fe ₁₇ N ₃	20.7	1.57	477
Nd ₂ Fe ₁₄ B	6.1	1.61	315

・Sm₂Fe₁₇N₃は、ネオジウム磁石の3倍の異方性磁界を持つため、3T程度の保磁力が期待

しかし ⇒ 現状では1T程度

* Sm₂Fe₁₇N₃は粉末での値

Sm-Fe-Nの物性を引き出した
材料開発

H28年度

粉末レベルでの高保磁力の
発現を実証する

粉末の微細化による高保磁力化

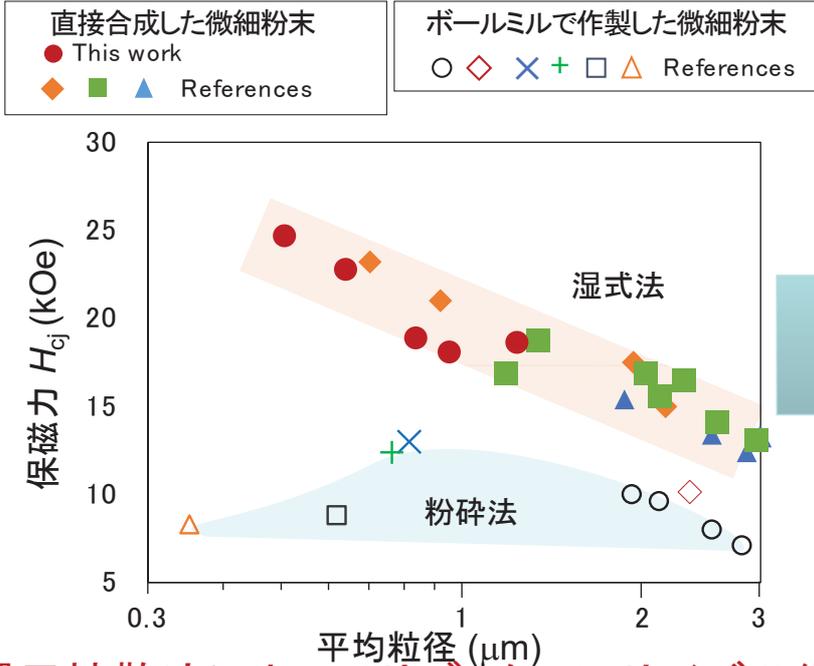
粒子表面制御により焼結可能な
粉末の合成へ

H28年度成果

粒子の保磁力はその表面状態に影響されやすく、粉碎法のような物理的な微細化プロセスでは、表面の劣化(歪、割れなど)が保磁力を低下させると推定

高保磁力が見込まれる湿式法によるサブミクロン粒子の合成

微細化することにより保磁力が増加することを証明



重希土類元素を使用しない素材で高保磁力磁石の開発に目途

✓低温での還元拡散法によってサブミクロンサイズの微細粉末の合成に成功し、保磁力2.5T以上を達成。

成果発表: *Journal of Alloys and Compounds* **695**, 1617 (2016).

研究テーマ

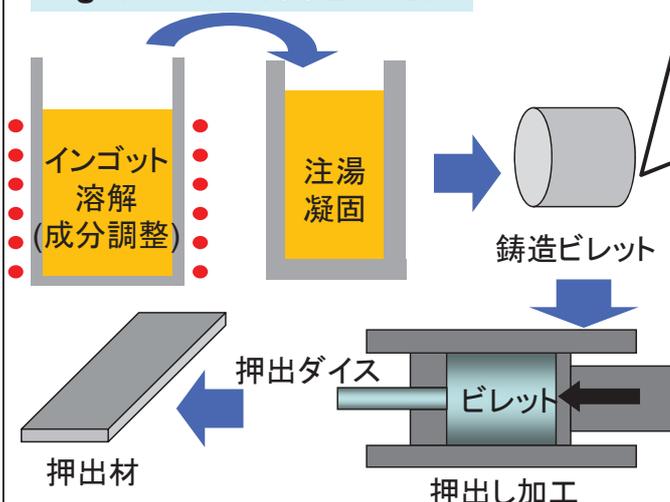
マグネシウム合金の機械的強度の向上と部材設計の高度化

目的と計画

- ・大型輸送機器用の省エネルギー軽量部材の開発。
- ・晶出物の極小化と形状の球状化による難燃性マグネシウム合金の機械的特性向上およびメートル級押出材の開発。

研究アプローチ

Mg合金押出材製造の流れ



押出材の強度・延性のバランスを改善のために
押出前ビレット組織の最適化



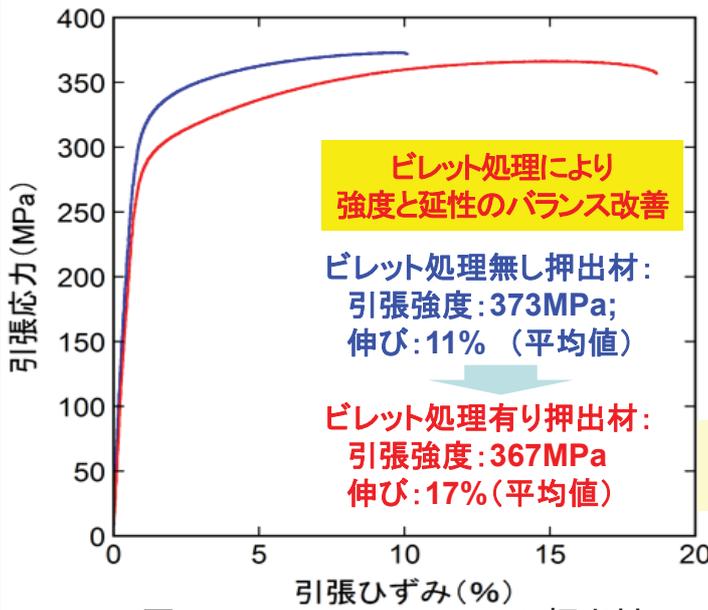
晶出物極小化・球状化処理

鉄道(高速鉄道) 構造部材



H28年度成果

NEDO「革新的新構造材料等研究開発」の新構造材料技術研究組合 (ISMA) に参画



ビレット処理により
強度と延性のバランス改善

ビレット処理無し押出材:
引張強度: 373MPa;
伸び: 11% (平均値)

ビレット処理有り押出材:
引張強度: 367MPa
伸び: 17% (平均値)

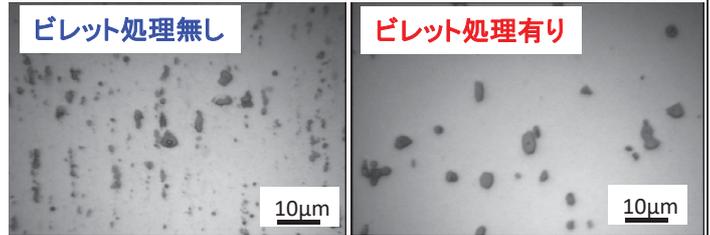
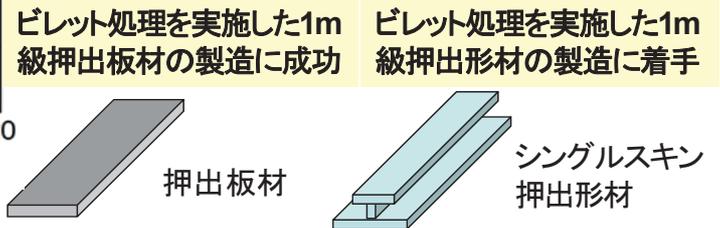


図 AZX912 押出材の断面組織
(押出材の晶出物の球状化・密度減少)



✓ ビレット処理により引張強度367MPa、破断伸び17%へ機械的強度向上、連携企業において1m級押出材の製造に成功。

研究テーマ

セラミックス系素材の3次元積層技術による複雑形状造形

目的と計画

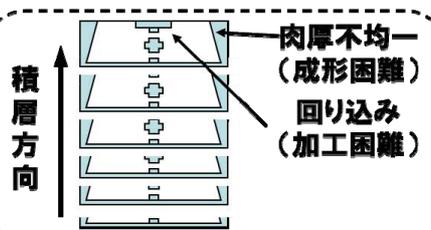
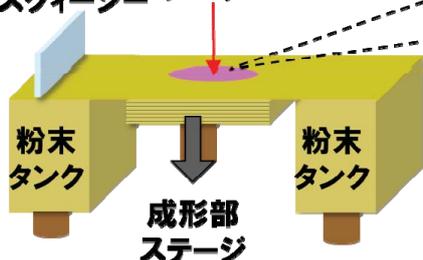
- 成形困難な中空構造やリブ構造を可能にする積層技術の開発。
- アルミナや反応焼結炭化ケイ素を対象に、粉末積層方式での造形条件を探索し、3Dモデル部材の作製を行う。

研究アプローチ

造形方式

セラミックス樹脂混合粉末をレーザー加熱にて選択的に溶融・固化

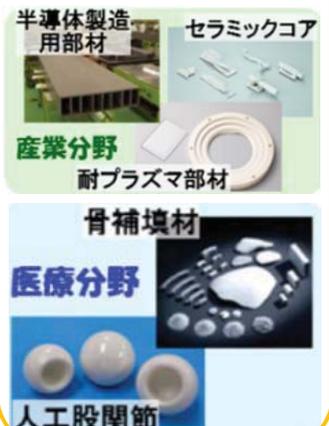
スクイジー レーザー



後処理



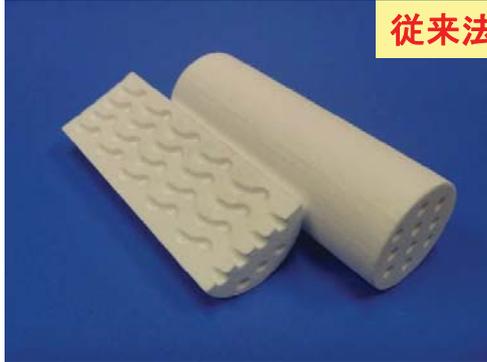
複雑構造部材



H28年度成果

SIP「革新的設計生産技術」のうち
「高付加価値セラミックス造形技術の開発」

従来法では作製困難な形状品を試作



アルミナ製
らせん穴フィルター

従来造形法：
ストレート穴
↓
3D造形法：
らせん穴



反応焼結炭化ケイ素製
トラス構造品

従来造形法：
壁構造
↓
3D造形法：
トラス構造

反応焼結炭化ケイ素で従来品に迫る物性を達成

	AIST 3D造形品	従来品 (非3D品)
ヤング率 (GPa)	317	340
曲げ強度 (MPa)	284	320

✓ 造形条件の探索によって複雑構造の3Dモデル部材の作製に成功。

(3)「橋渡し」研究後期における研究開発

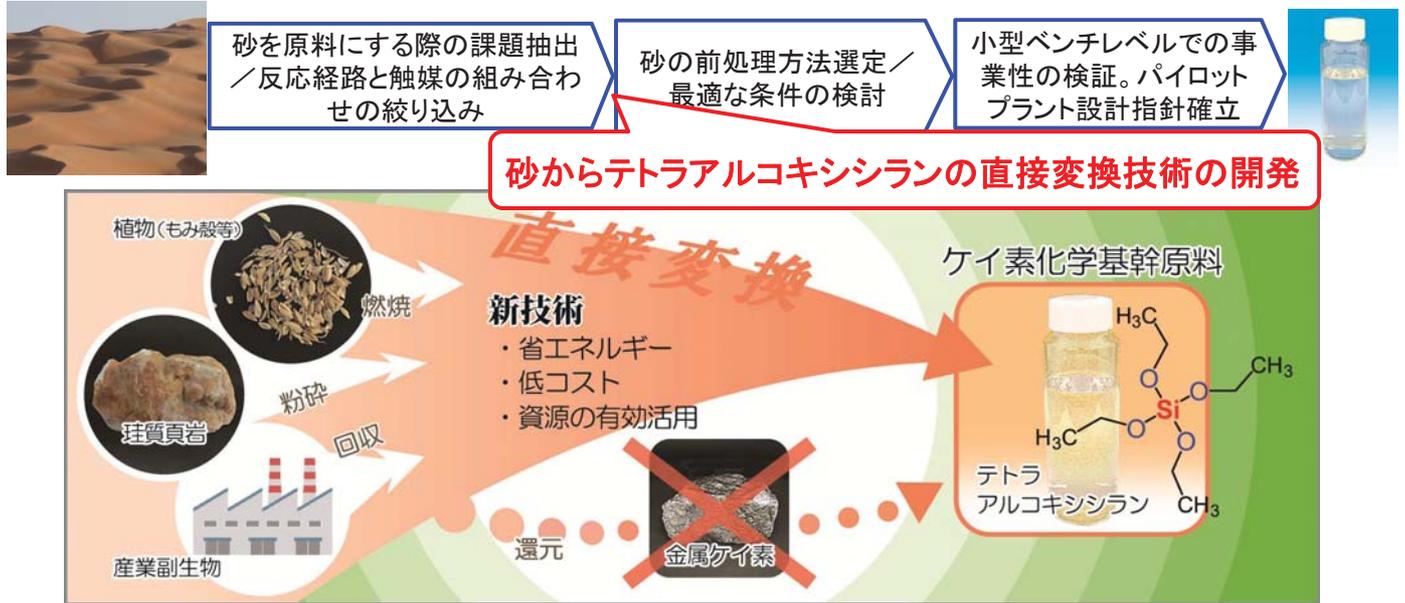
研究テーマ

砂からテトラアルコキシラン高効率合成

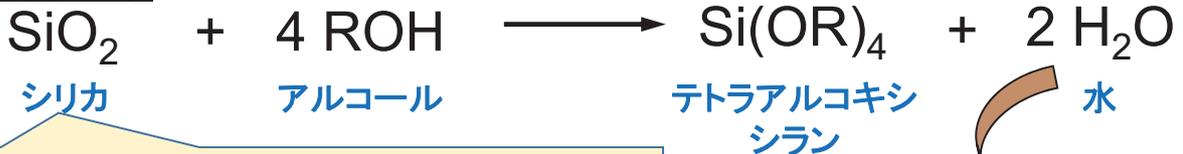
目的と計画

- ・エネルギー多消費な金属ケイ素生産工程を経由しない合成技術の開発。
- ・砂からケイ素化学産業の基幹原料であるテトラアルコキシランを直接合成する。

研究アプローチ



H28年度成果



反応系中から除去
分離・回収・再利用が容易な無機脱水剤

ケイ素源	テトラエトキシシランの収率(反応時間3 h)	原料のSiO ₂ 純度	原料の由来
砂	51%	90%	青森県夏泊半島産珪質頁岩を粉碎
もみ殻燃烧灰	78%	93%	農業副産物であるもみ殻を焼成
産業副産物	72%	95%以上	合成石英製造時の副生物

✓テトラアルコキシランを高効率に合成できる反応プロセスを開発。

コルコート(株)は、今後2~3年でパイロットスケールでの検証を行い、テトラアルコキシラン販売の事業化を目指している。

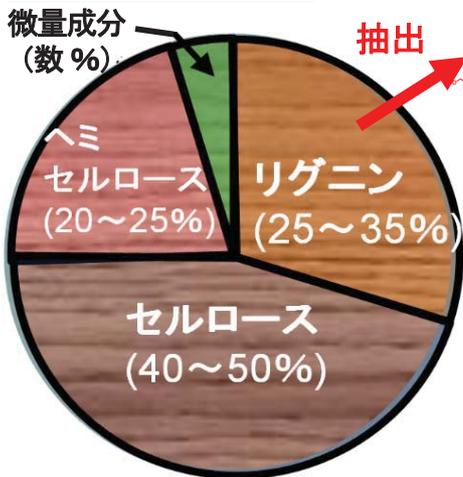
研究テーマ

粘土鉱物-改質リグニンからなる高付加価値製品の開発

目的と計画

- ・次世代耐熱性ガスバリア膜材料の実用化。
- ・粘土鉱物と改質リグニンをナノコンポジット化した膜材料の連続製造法の確立。

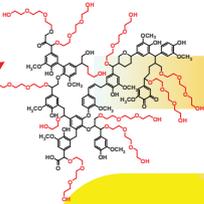
研究アプローチ



木質物質の有効利用

森林総研の開発した抽出法による改質リグニンに注目

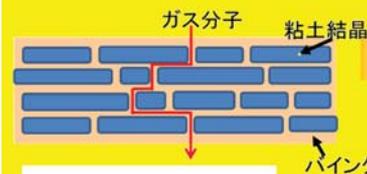
改質リグニン



抽出

バインダー成分としてナノコンポジット化

板状の粘土結晶の配向による無機有機複合膜(クレスト)



ガスバリア性・耐熱性膜材料の塗工条件検討

- ・特殊粘土開発
 - ・ナノコンポジット化
 - ・膜製造プロセス
- 産総研のシーズ技術
- ・膜連続製造技術
- 企業のコア技術

ナノコンポジット膜の長尺化

「主な用途:電気絶縁」



H28年度成果

SIP (次世代農林水産業創造技術)
「地域のリグニン資源が先導するバイオマス利用システムの技術革新」



膜前駆体である塗工液の塗布条件の検討により長尺化



30cm幅の均一厚の長尺膜作製に成功

住友精化(株)へ塗工条件を提供

共同研究先企業の塗工用実機で長尺膜の試作検討中

✓ 粘土鉱物と改質リグニンから成る耐熱性ガスバリア膜の長尺化に成功。



2023年に改質リグニンのプラント操業を開始するとともに、ナノコンポジット膜の事業化を目指し取り組んでいる。

研究テーマ

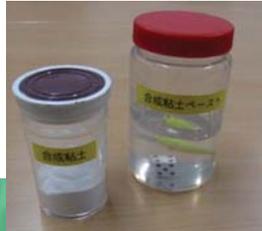
透明不燃性粘土膜の塗工技術による不燃性透明材の開発

目的と計画

- ・不燃性透明材の実用化。
- ・産総研が開発した透明粘土膜「クレスト」をプラスチック表面へ塗工することで、不燃性照明カバーを開発。

研究アプローチ

スプレー塗布可能な
粘土ペースト



塗工技術開発によって
プラスチック素材へ不燃性付与



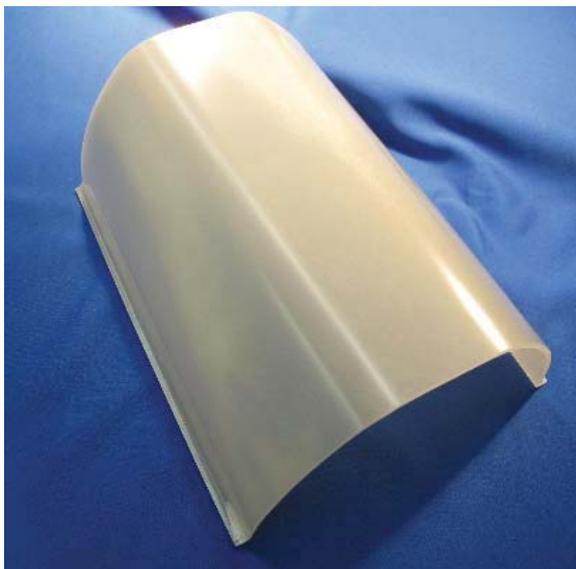
不燃性照明カバーの開発



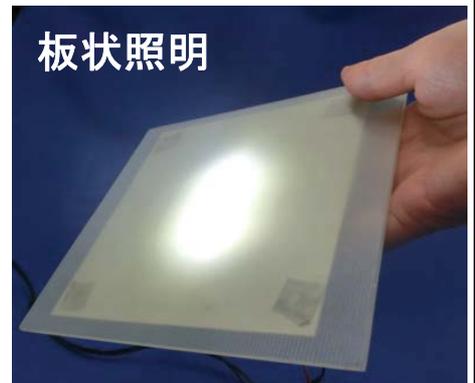
H28年度成果

開発した不燃照明カバー

- ・鉄道車両用材料 燃焼試験 不燃合格
- ・プラスチック光拡散板よりも高い光透過性 (60~70%)



板状照明



✓(株)宮城化成との共同研究で、透明不燃粘土膜の塗工技術による不燃照明カバーを開発

東京メトロ溜池山王駅 ホームに設置

研究テーマ

CNTの低コスト量産技術開発

目的と計画

- ・組織間融合による技術集結でCNT合成の技術開発促進。
- ・スーパーグロス単層カーボンナノチューブのさらなる低コスト量産技術開発に向けた合成技術確立と製造コスト低下。

研究アプローチ

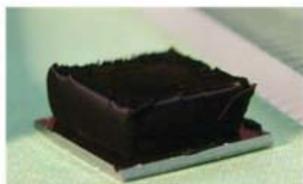


H28年度成果

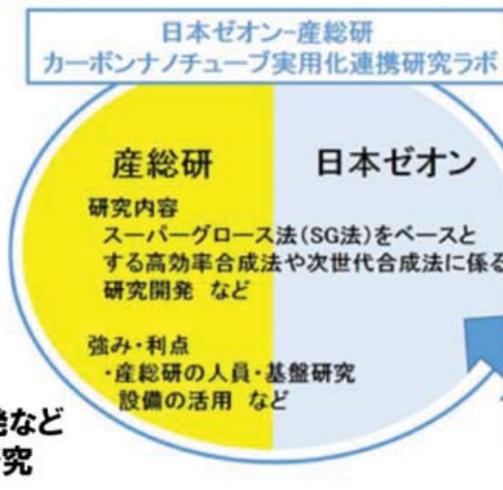
連携研究ラボ設立で
第2工場用低コスト化技術に着手

【連携研究ラボの概要】

- ・ 連携研究ラボ長: 上島 貢(日本ゼオン株式会社)
- ・ 予算: 1億円/年×3年間
- ・ 人員: 計10名



評価技術・リスク評価・用途開発など
広くCNT産業振興に努める研究



スーパーグロスCNTの
量産工場

日本ゼオン

✓ 企業冠ラボとして「日本ゼオン-産総研カーボンナノチューブ実用化連携研究ラボ(2016/7/1-2020/6/30)」の設置。

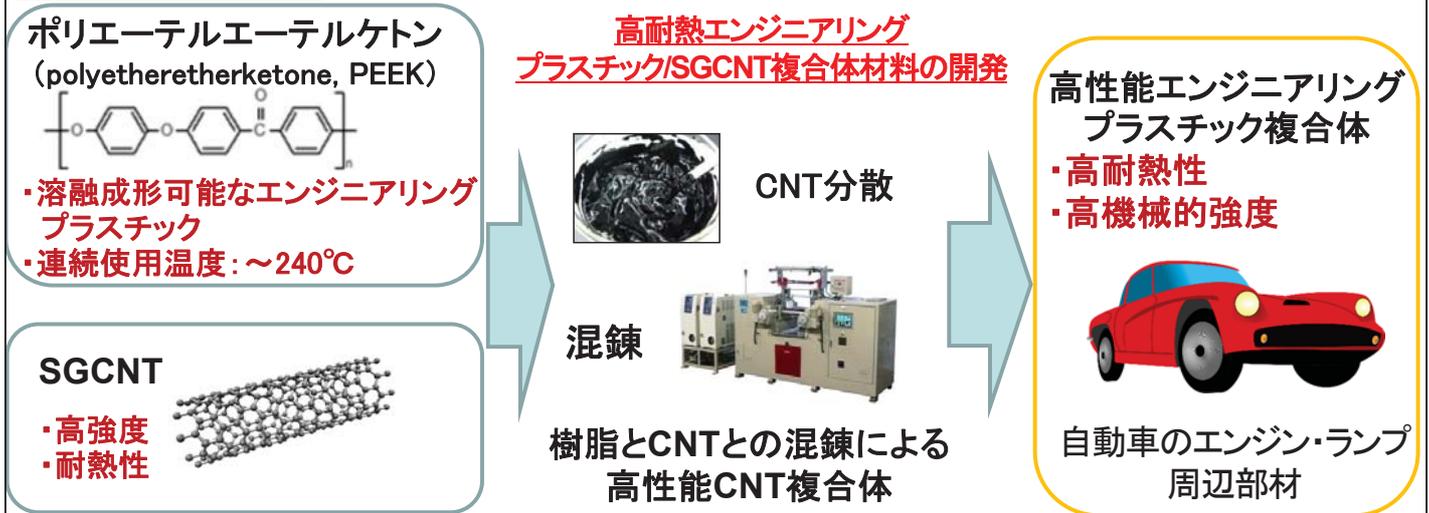
研究テーマ

CNTとプラスチックによる耐熱・高強度のCNT複合体の開発

目的と計画

- ・CNTの軽量・高強度・耐熱性を利用した樹脂系材料の高性能化。
- ・スーパージョイント法によって合成した単層カーボンナノチューブ(SGCNT)とポリエーテルエーテルケトン(PEEK)との複合化により、耐熱・高強度のCNT複合体を開発。

研究アプローチ



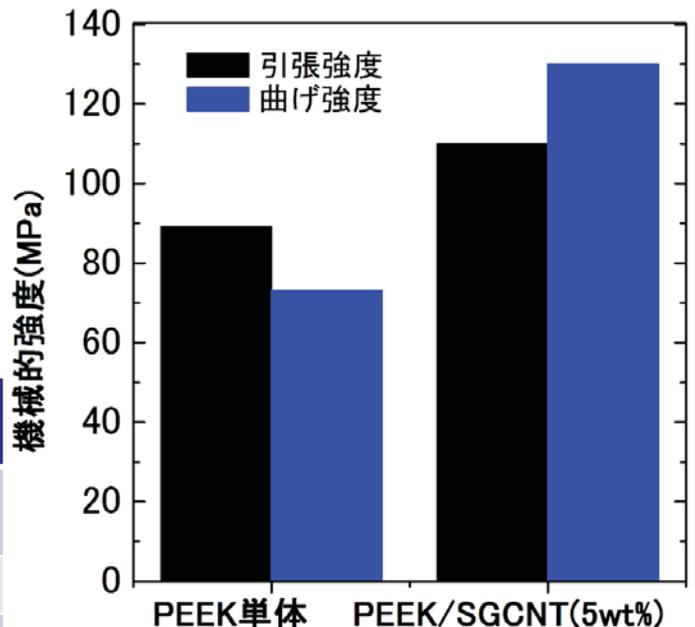
H28年度成果

NEDO「低炭素社会を実現するナノ炭素材料実用化プロジェクト」



耐熱性と機械的特性の比較

	PEEK単体	PEEK/SGCNT (5wt%)
重量変化率 (%) (450°C, 2h)	-18	-0.5
引張強度 (MPa)	~89	~110
曲げ強度 (MPa)	~73	~130



✓ 有機溶媒に難溶なPEEKへのCNTの複合化技術により、耐熱性400°C以上、曲げ強度1.8倍と熱的特性や機械的強度を大きく向上。

軽量化が求められる自動車部材、航空・宇宙産業用部材などへの適用が期待。

H28年度成果

2017年2月開始

日本ゼオン・サンアロー・産総研
CNT複合材料研究拠点

- ・ 代表 畠賢治
- ・ 予算 企業提供
- ・ 人員 20名



- ・ 日本ゼオン、サンアロー、産総研の三機関共同研究
- ・ CNT複合材料研究開発（CNTゴム、CNT樹脂のマスターバッチと成形体）（主としてSGCNT）
- ・ 商品開発・量産を前提としたプロセス開発。技術営業、研究開発、製造プロセス開発を一体で遂行
- ・ 基礎研究の成果を迅速に商品開発、製造に反映
- ・ →日本のCNT複合材料開発のセンターを目指す

研究項目③「ナノカーボンをはじめとするナノ材料の開発とその応用技術の開発」との連携課題

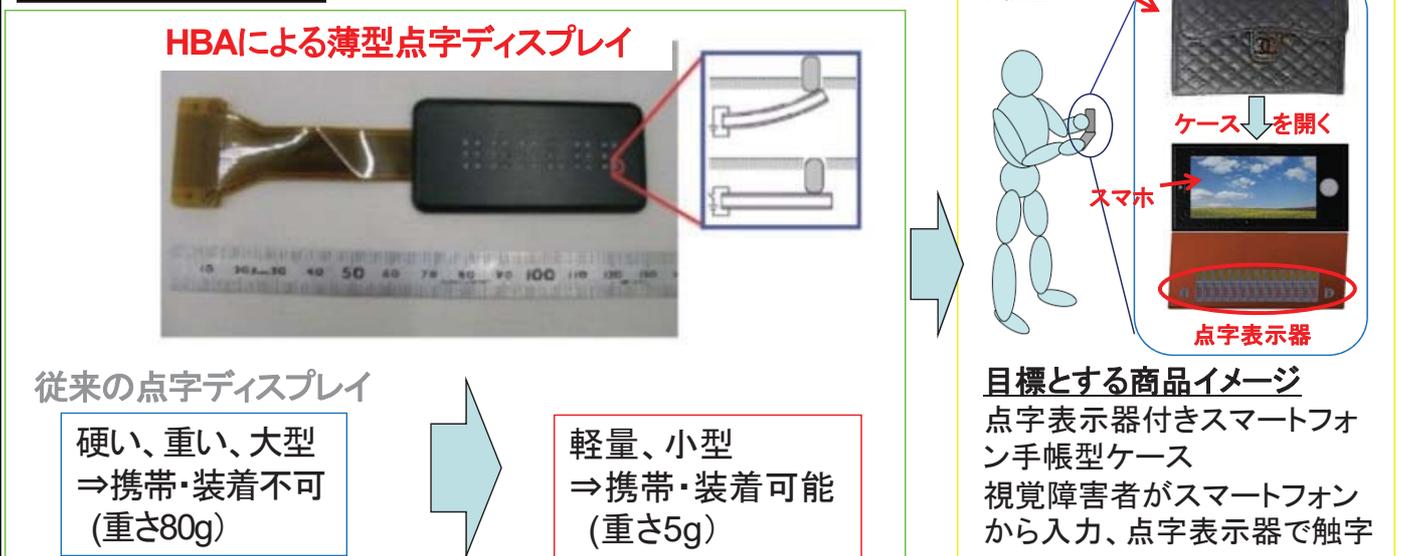
研究テーマ

超薄型軽量点字デバイス用HBA技術の開発

目的と計画

- ・ 携帯可能な点字デバイス開発のためのハイブリッドアクチュエータ(HBA)技術の開発。
- ・ 薄型軽量点字デバイス開発に向けて原理試作機を開発・作製。

研究アプローチ



研究テーマ

ヘルスケア応用のセンシング技術

目的と計画

- ・ヘルスケア新産業創出を目指したヘルスケア部材開発。
- ・独自のセラミックセンサ素子技術を応用し、デバイスへの実装と実用化に向けたプロトタイプの開発。

研究アプローチ





腸内細菌の活動を示す水素ガスの検出

健康モニタリング用システムへ搭載・実証(名古屋大学病院・腸内水素)



肺がん患者と健常者を識別するため、呼気中の揮発性有機化合物(VOC)の検出

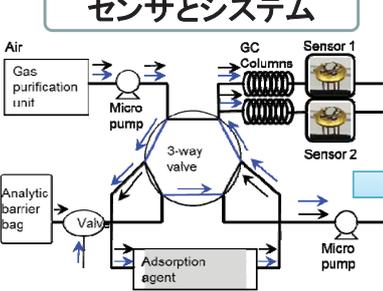
肺がんスクリーニング用システムの開発・実証(愛知県がんセンター)

H28年度成果

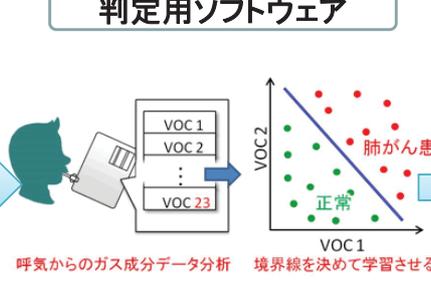
PJ(「知の拠点あいち」重点研究プロジェクト 超早期診断技術開発プロジェクト)後の共同研究

✓ 病院へ設置したプロトタイプ機により健康状態モニタリングを実証。

センサとシステム



判定用ソフトウェア



呼気からのガス成分データ分析 境界線を決めて学習させる

臨床での検証開始



がんセンターでの実証実験の様子



2016年10月3日放送
もうがんにならない! 早期発見&最新予防SP
最新がん検査 呼気VOC検知器

医療従事者が簡単に使えるプロトタイプを実証、実用化に向けての課題抽出

平成29年の実用化を目指し改良研究に取り組んでいる。

研究テーマ

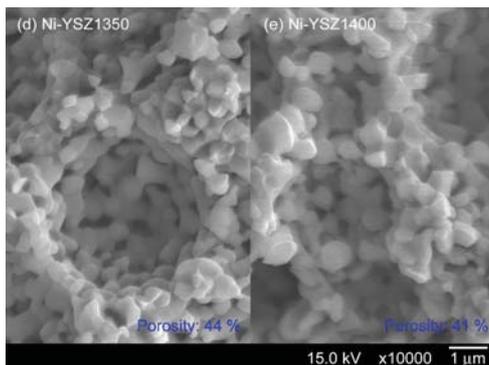
高度な電気化学評価技術の実用化

目的と計画

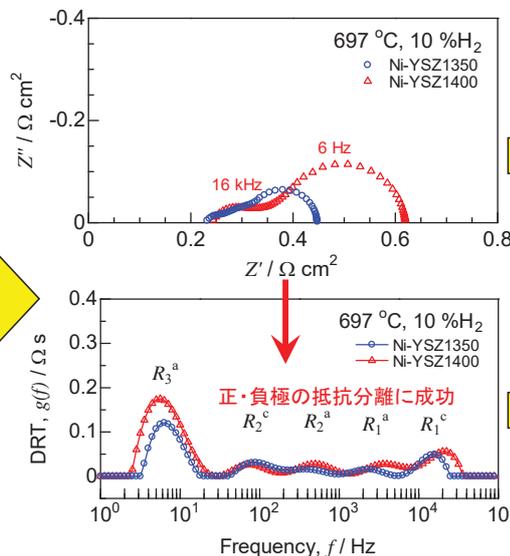
- ・マイクロチューブSOFC高性能化・耐久性向上のための評価技術の実用化。
- ・ポータブル燃料電池システム向けナノ構造電極の開発で蓄積してきた高度な電気化学評価技術を産業界で活用するための汎用ソフトウェアを開発する。

研究アプローチ

Ni-YSZ1350 Ni-YSZ1400



高性能・高耐久ナノ構造電極の開発



高度な電気化学評価技術の開発

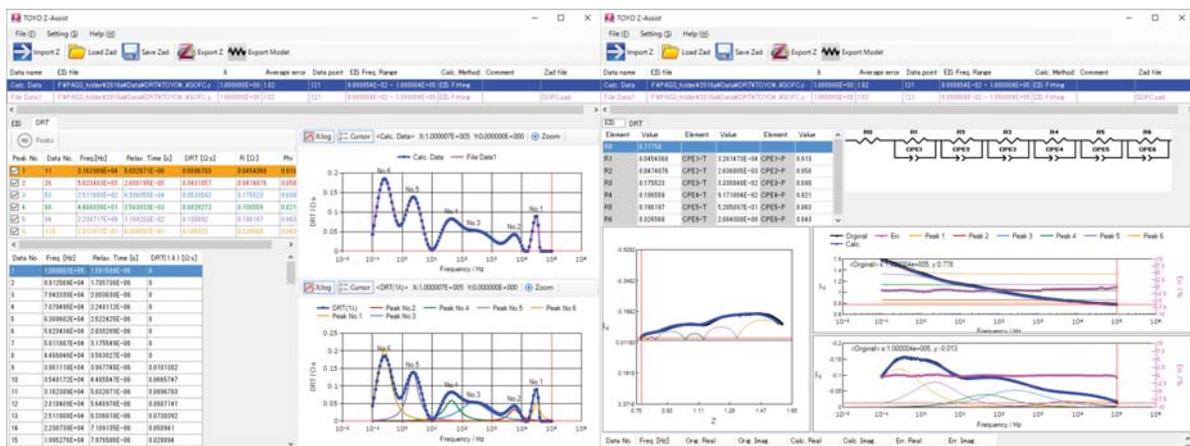
ナノ構造電極
開発への
フィードバック

産業界での
評価技術の
活用
↓
ソフトウェア
開発

昨年度
ポータブル燃料電池システム向けナノ構造電極の開発を通じて、
高度な電気化学評価アルゴリズムを構築

H28年度成果

- ✓ 電気化学評価技術を装置メーカーへライセンス供与し、販売開始。
- ✓ 本ソフトウェアを利用した技術コンサルティングを2件実施。



インピーダンス解析支援ソフトウェア「Z-ASSIST」
(東陽テクニカ2016年11月8日プレスリリースより)

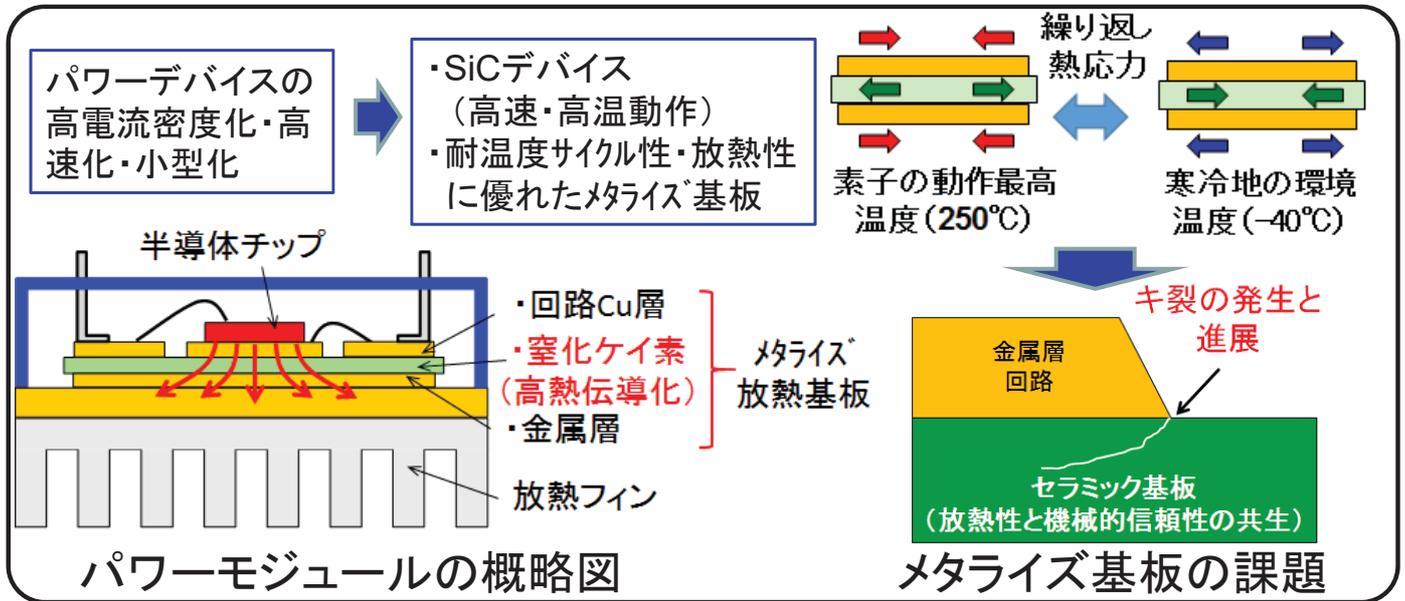
研究テーマ

次世代放熱基板の開発

目的と計画

- ・パワエレ基板の実用化。
- ・優れた耐温度サイクル性、機械的信頼性、並びに放熱性を併せ持つ窒化ケイ素メタライズ放熱基板を開発。

研究アプローチ



H28年度成果

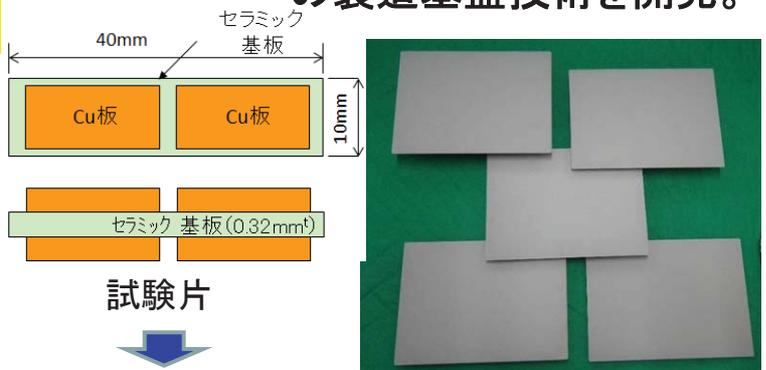
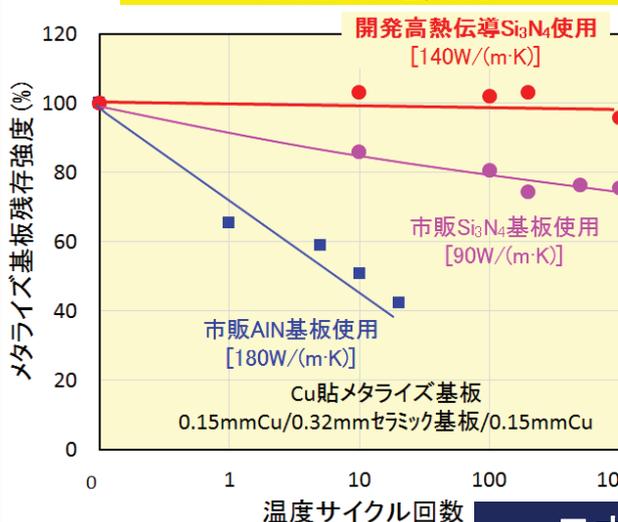
デンカ(株)、日本ファインセラミクス(株)との共同実施

SIP「次世代パワーエレクトロニクス: SiC次世代パワーエレクトロニクスの統合的研究開発」及び参画企業からの再委託

✓ 高い耐温度サイクル性と放熱性を併せ持つ窒化ケイ素メタライズ基板を実現。

✓ シート成形手法による高熱伝導Si₃N₄薄板基板の製造基盤技術を開発。

1000回の温度サイクルに耐える熱耐久性を実現



日本ファインセラミクス(株)は、今後2~3年で薄板基板の供給体制を整備し事業化を目指している。

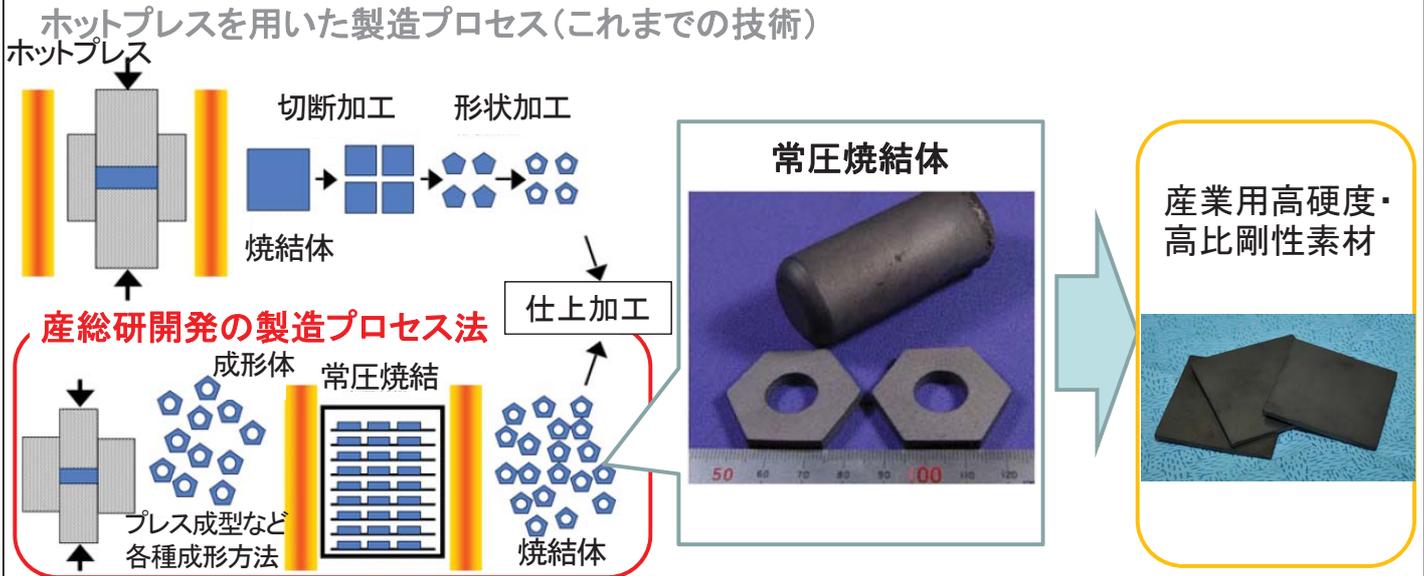
研究テーマ

炭化ホウ素セラミックス (B₄C) の常圧焼結法の実用化

目的と計画

- ・硬質軽量部材用セラミックスを安価に製造可能な技術の実用化。
- ・還元雰囲気焼成で粉末表面酸化物除去による焼結特性改善。

研究アプローチ



H28年度成果

	機械的特性の比較		
	試作常圧焼結材	A社ホットプレス材	B社ホットプレス材
密度 (g/cm ³)	2.45	2.51	2.51
曲げ強度 (MPa)	500	550	425
硬さ (GPa)	29	30	28
ヤング率 (GPa)	430	440	440

車載用スピーカーのツイーター(高音用)振動板として採用
(写真: 試聴用にブックシェルフ型エンクロージャーにセットしたもの)



- ✓ 美濃窯業(株)と共同で開発した常圧焼結セラミックス製法によって、高性能なB₄C(炭化ホウ素)製スピーカー振動板が三菱電機(株)により製品化。
- ✓ 車載用スピーカーの構成部品として販売開始。同社最高グレード。

連携先企業より製品化されたスピーカー音発生部品 3種

常圧焼結法による B₄C 素材の活用

- ・B₄C スピーカー振動板として世界最速の毎秒12,700mの伝搬速度を実現
- ・高い伝搬速度と最適な構造を実現し、原音に近い音を再生



B₄C高音質スピーカー振動板

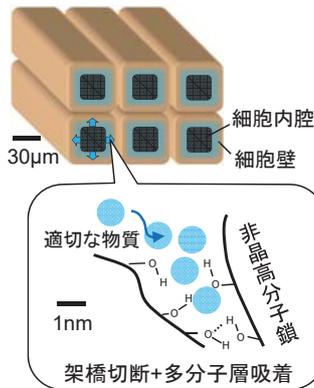


B₄C振動板を組み込んだ高音用ユニット

常圧焼結セラミックス製法:美濃窯業(株)様と共同開発
 スピーカー振動板:三菱電機(株)様

流動成形技術による 木質素材の活用

適切な物質の含浸の模式図



スピーカーキャビネット

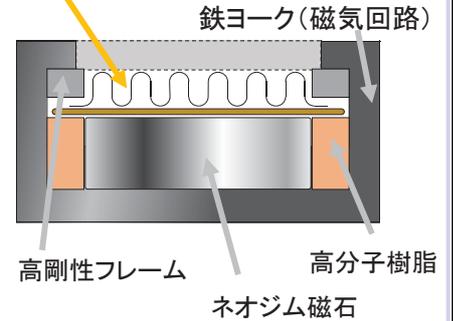


スピーカーコーン

スピーカー振動板、キャビネット:
 チョダ工業(株)様と共同開発

粘土鉱物複合化技術による ポリマー・クレイ・ナノコンポジット素材の活用*

ポリマー・クレイ・コンポジット振動フィルム



ハイルドライパー方式トゥイーター (高音用スピーカー)

*課題項目②の成果

ポリマー・クレイ・ナノコンポジット住友精化(株)様と共同開発
 高音用スピーカー:オオアサ電子(株)様

技術を社会へ Integration for Innovation

105

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

材料・化学領域

1. 平成28年度の目標と主な実績

<目標>

- (1) グリーンサステナブルケミストリーの推進**
 - ・D-アミノ酸の生産技術開発において酵素の耐熱性・基質特異性の改変等を実施する。
 - ・高機能な有機ケイ素部材の製造プロセスを実現するための触媒技術及び触媒プロセス技術に関し、シラノール類の効率的な製造法を見出す。
- (2) 化学プロセスイノベーションの推進**
 - ・粘土膜等との材料複合化技術に基づいた分離・遮蔽特性を制御する技術開発を目指す。
 - ・高機能な分離膜の開発を目指し、昨年度得られた無機物質の膜化に関する設計指針を踏まえて、企業と共同で支持基材、合成条件等の最適化を図る。
- (3) ナノカーボンをはじめとするナノ材料の開発とその応用技術の開発**
 - ・ナノカーボンの複合化技術や集積技術等のさらなる高度化により、従来の部材では実現できなかった特性を有するデバイスが作成可能なインク材料やゴム等の新材料を開発する。
 - ・低次元ナノ複合体粒子の最適な構造設計技術を明らかにし、水中のイオンもしくは気体分子を吸着する、高い選択性を示す化合物を見出す。
 - ・材料機能、デバイス機能、反応プロセス、固・流体のマクロ特性等に対して、高い予測性能を持つ計算シミュレーションの基盤技術を開発する。
- (4) 新たなものづくり技術を牽引する無機機能材料の開発**
 - ・チタン酸バリウムナノキューブの量産技術を企業と共同開発するとともに、これまでに開発したナノクリスタルの応用部材サイズへ展開可能な三次元配列技術を見出す。
 - ・耐熱性・耐候性のSm-Fe-N異方性焼結磁石の磁気特性をさらに向上させ、高性能モーター用磁石として実用させるための課題を抽出する。
- (5) 省エネルギー社会構築に貢献する先進構造材料と部材の開発**
 - ・高い放熱性と信頼性を兼ね備えたメタライズ放熱基板の企業への技術移転を加速するとともに、加速劣化試験法を開発する。
 - ・セラミックス3D造形法については、各種形状を持つモデル部材焼結体を試作する。
 - ・難燃性マグネシウム合金を中心とする展伸材の高強度化と高延性化を両立するラボスケールの材料設計手法を見出す。

<実績>

- ・D-アミノ酸生産酵素の高次構造情報を活用した酵素の基質特異性の改変により、L-アミノ酸が検出されないほど高選択率で、既知の酵素よりも生産効率の高い酵素への改良に成功。
 - ・多段階合成を必要とした精密構造制御シロキサン化合物をワンポットで簡便に合成可能なイリジウム-ホウ素触媒技術を開発。
- ・膜前駆体である塗工液の塗布条件検討により、改質リグニンと粘土鉱物からなる耐熱性ガスバリア膜材料にて、均一厚で30cm幅の長尺膜を作製する事に成功。
 - ・水素精製用炭素膜で水素選択性の要求スペックを満足しつつ水素透過速度を向上させることに成功。膜メーカーへ製造技術を技術移転しモジュール化に成功。
- ・これまで複合化が困難であったポリエーテルエーテルケトン(PEEK)とCNTの複合材料を開発し、耐熱性400℃以上、曲げ強度1.8倍と熱的特性や機械的強度を大きく向上。
 - ・プルシアンブルーをベースに金属置換、組織制御により、市販のイオン吸着材の2倍の吸着容量を有し、かつ、ppmオーダーの希薄アンモニアを短時間で除去できる吸着材を開発。
 - ・材料機能を理解する上で必要不可欠な原子配列表記手法として、多面体タイリングを用いてアモルファス材料等の不規則構造の簡便な数理的表記手法を開発。
- ・これまで大量合成が困難だった単分散チタン酸バリウムナノキューブ粒子を、企業との共同研究により、50Lパイロットスケールにて100gオーダーで合成する事に成功。
 - ・Sm-Fe-N系異方性焼結磁石の開発では、プレス圧力や潤滑剤の検討により、配向度が95%以上のバルク焼結磁石の作製に成功。
- ・企業との共同実施により、高い耐温度サイクル性(-40~250℃、1000サイクル後でも初期強度維持)と放熱性を併せ持つ窒化ケイ素メタライズ基板を実現。
 - ・3D造形に最適なアルミナや炭化ケイ素原料を開発し、従来の成形技術では作製困難な複雑な構造・形状の各種モデル部材の作製に成功。
 - ・引張強度367MPa、破断伸び17%の機械的強度を有するマグネシウム合金の開発。1m級押出材を企業と共同で作製に成功。

2. 特筆すべき成果

【目的基礎】

- ・IF10以上の論文誌に掲載された論文数は14報。
- ・具体的には、電子顕微鏡の電子源の単色化で20倍以上エネルギー分解能向上されることによって原子レベルでの構造と物理特性を解明した成果が高IF論文誌**Nano Letters**に掲載。
- ・大司達樹首席研究員（構造材料研究部門）がセラミックス材料科学分野で権威ある**John Jeppson Award**を受賞（米国セラミックス協会）。また、武仲能子主任研究員（機能化学研究部門）が**日本油化学会オレオマテリアル賞**や**日本化学会コロイドおよび界面化学部会 科学奨励賞**等を受賞。

<高IF筆頭論文トップ3>

1. R. Senga *et al.*, "Electron Spectroscopy of Single Quantum Objects To Directly Correlate the Local Structure to Their Electronic Transport and Optical Properties", *Nano Letters* 16, 3661 (2016). [IF: 13.592]
2. T. Tsuji *et al.*, "Unexpected Efficient Synthesis of Millimeter-Scale Single-Wall Carbon Nanotube Forests Using a Sputtered MgO Catalyst Underlayer Enabled by a Simple Treatment Process", *Journal of the American Chemical Society* 138, 16608 (2016). [IF: 12.113]
3. A. Takahashi *et al.*, "Historical Pigment Exhibiting Ammonia Gas Capture beyond Standard Adsorbents with Adsorption Sites of Two Kinds", *Journal of the American Chemical Society* 138, 6376 (2016). [IF:12.113]

【橋渡し前期（H28年度に新規に受託した主なNEDOプロ等）】

- ・ NEDO「**超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト**」（PL村山宣光領域長）（機能材料コンピュータシミュレーション研究センター等）採択。
- ・ NEDOエネルギー・環境新技術先導プログラム「**ナノクリスタルエンジニアリングによる材料・デバイス革新**」（無機機能材料研究部門）、**「ファインケミカルズ製造のためのフロー精密合成の開発**」（触媒化学融合研究センター）の2件が採択。
- ・ 農水省 革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト：実証研究型）**「畜舎内環境管理と悪臭対策技術確立による養豚生産性向上**」（ナノ材料研究部門）採択。

【橋渡し後期（H28年度の主な実績）】

- ・ コルコート株式会社と砂や灰などからケイ素化学の基幹原料のテトラアルコキシシランを短時間に高収率で直接合成する技術を開発。
- ・ 日本ゼオン株式会社とSGCNTの高効率合成法、ならびに次世代合成法によるCNTの量産化に係る研究開発を推進する**「日本ゼオン-産総研 カーボンナノチューブ実用化連携研究ラボ**」を産総研内に設立し、次世代合成技術開発などを加速。
- ・ CNT複合材料の新規用途研究、共通基盤技術研究、部材製造プロセス技術研究、及び営業戦略検討を進める**「日本ゼオン・サンアロー・産総研 CNT複合材料研究拠点**」をスタート。
- ・ 企業との共同研究により、クレースト技術を活用した光透過性樹脂への表面コート技術を開発し、**東京メトロ溜池山王駅内の難燃性照明カバー**に試験的利用。
- ・ 産総研発の新素材（クレースト、常圧焼成B₄C、流動成形木質材料）を活用する**スピーカー音発生部品の製品化**。

今後の課題

◆分子合成研究と素材化研究の連携

◆産業の根幹に係わる研究開発課題の発掘 （技術マーケティングの深化）

◆CNTに続く新素材の探索と開発

◆新化学技術推進協会(JACI)、 ナノテクノロジービジネス推進協議会(NBCI)等 との連携強化

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	10.1 億円	11.6 億円	
リサーチアシスタント採用数	28 名	31 名	
イノベーションスクール採用数	5 名	5 名	
大企業に対する中堅・中小企業の研究契約件数の比率	46.6%	41.1%	
新聞報道件数	176 件	255 件	
オープンイノベーションラボラトリ(OIL)の設立数	2 件	2 件	
企業連携による冠ラボや研究拠点等の設立数	3 件	3 件	
国際標準（ISO/IEC 等）、国内標準（JIS）における新規提案・発行規格数	国際 新規提案 1 件 発行 1 件 国内 発行 1 件	国際 新規提案 1 件 発行 1 件 国内 新規提案 1 件 発行 1 件	
国内外規格・標準化活動における役職者（コンビーナ、プロジェクトリーダー）	コンビーナ：1名 プロジェクトリーダー：2名	コンビーナ：1名 プロジェクトリーダー：2名	

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	10,359 件	10,767 件	
論文発表数	325 報	497 報	
知的財産の実施契約等件数	200 件	218 件	合計値
IF5 以上の論文誌への掲載数	64 報	98 報	
被引用数 50 以上の論文数	13 報	18 報	

- ・ [受賞実績：「省エネルギー社会構築に貢献する先進構造材料と部材の開発」に関する課題] 「セラミックス粉体の湿式解砕・分散処理技術と解砕粉体の応用」について、業界に評価される顕著な成果を挙げ、更なる研究業績を期待できる研究テーマの研究・技術者に贈られる第 34 回永井科学技術財団賞（奨励賞）を受賞した。（3 月 2 日）
- ・ [プレス発表：「ナノカーボンをはじめとするナノ材料の開発とその応用技術の開発」に関する課題] 脂肪を燃焼させる褐色脂肪組織を簡便な装置でリアルタイム可視化 —メタボリックシンドローム治療薬開発の加速に期待—（3 月 21 日）
http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2017/pr20170321/pr20170321.html
（新聞掲載件数：2 件）

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	200 件	218 件	合計値
公的資金獲得額	—*	13.6 億円	
国家プロジェクト獲得数	4 件	4 件	

*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。

- ・ [プレス発表：「ナノカーボンをはじめとするナノ材料の開発とその応用技術の開発」に関する課題]炭素繊維強化樹脂（CFRP）への密着性に優れためっき方法を開発—雷による被害をめっきで解決—（3月9日）
http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2017/pr20170309_2/pr20170309_2.html
（新聞掲載件数：3件）
- ・ [プレス発表：「新たなものづくり技術を牽引する無機機能材料の開発」に関する課題]200℃から800℃の熱でいつでも発電できる熱電発電装置—冷却水不要のポータブルな空冷式熱電発電装置の開発—（3月23日）
http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2017/pr20170323/pr20170323.html
（新聞掲載件数：4件）

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	10.1 億円	11.6 億円	
知的財産の実施契約等件数	200 件	218 件	合計値
企業連携による冠ラボや研究拠点等の設立数	3 件	3 件	

- ・ [受賞実績：「新たなものづくり技術を牽引する無機機能材料の開発」に関する課題]「セラミックス触媒を集積化したセンサデバイスの研究開発」について、業界に評価される顕著な成果を挙げ、更なる研究業績を期待できる研究テーマの研究・技術者に贈られる第34回永井科学技術財団賞（学術賞）を受賞した。（3月2日）
- ・ [プレス発表：「ナノカーボンをはじめとするナノ材料の開発とその応用技術の開発」に関する課題]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
（新聞掲載件数：3件）

【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	11.6 億円	13.3 億円
論文の合計被引用数	10,767 件	10,400 件
論文発表数	497 報	450 報
リサーチアシスタント採用数	31 名	12 名
イノベーションスクール採用数	5 名	
知的財産の実施契約等件数	218 件	230 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)

- ・世界の AIST という観点から、Empa、Nanotec、フラウンホーファとの連携開始は高く評価される。外部研究機関との連携は、大いに研究組織の強靱化につながる。
- ・技術コンサルティングが 10 社となり、大きく進展した。産学連携強化のよい契機並びに産総研の見える化につながる。
- ・超先端材料超高速開発基盤技術開発プログラムを昨年開始し、企業 16 社と連携し、先端素材超高速開発技術研究組合を設立し、橋渡し前期研究を加速することができた。
- ・2030 年を目指した研究戦略を明確にし、磁性粉末冶金研究センター、産総研・東大 OIL、産総研・東北大 OIL などの新たな研究体制を構築することができた。
- ・人材育成の目標を大きくクリアし、産総研全体の特許の 3 割を出願したことは、高く評価できる。
- ・農水省のプロジェクトにも参画することができた。食糧や水の安定供給を目指す研究テーマのスタートポイントになる。
- ・目的基礎研究から橋渡し研究までをバランス良く管理している。ただ研究者に基礎研究と橋渡し研究を同時に求めることは重要であるが、研究者個人としては戸惑うことも多いので、十分なケアが必要である。
- ・TRL を用いて研究者に自分の研究のポジションを明確にさせることは重要である。
- ・地域センターへの研究費を付けた異動は、地域活性化にも繋がると考える。
- ・東大 OIL、東北大 OIL の設立は評価できるが、目的基礎研究から橋渡し研究のバランスを掲げる産総研としては、目的基礎研究に比重が傾かないように注意が必要である。
- ・グローバル戦略として Empa、Fraunhofer、NANOTEC との連携は評価できるが、具体的に何を進めるかを明確にして欲しい。大学、企業とは異なった戦略があると思う。例えば、水・食料といったグローバルな課題において、アジア地区での共同 PJ 等に繋げることができれば面白いと考える。
- ・技術コンサルティング、中小企業との共同研究契約数の増加等評価できる。
- ・数値目標をほぼ達成している。ロードマップの見直しを適宜進めており、大学との連携による OIL については新しい取り組みであり、今後の展開を大いに期待する。
- ・産総研と大学の融合による成果の早期創出を狙い、東大に先端オペランドオープンイノベーションラボラトリーを又東北大学に数理先端材料モデリングオープンイノベーションラボラトリーの 2 つを設置した点。
- ・技術コンサルティングが 10 件と前年の 5 倍となり、コンサルティング収入も 1,470 万円と前年の 4.2 倍になっている点。
- ・特許出願件数が 118 件と、前年度を上回っており、しかも産総研全体の 3 割を占めている点。
- ・TRL による課題の PDCA が機能していること。
- ・平成 28 年度領域目標がほぼ達成されていること。
- ・東大および東北大と OIL が新設されたこと。
- ・広報活動が化学、アグリ、ナノと他分野に亘って実施されたこと。
- ・グローバル戦略が動き出したこと。
- ・昨年より、かなり改善されている。この調子で進んでいただきたい。

(改善すべき点及び助言)

- ・地域連携については、中部、東北、中国それぞれで成果が出ているが、地域の大学との連携のほか、地方自治体、地域の民間企業との連携にも注力が必要。
- ・産業界との連携では、製品化に近くなれば、会社からのプレスリリース等で成果の見える化が進む。日本ゼオン、DIC、サンアローなどはそのような例と思う。年度報告書などに、より多くの会社名が出てくるのが望まれる。
- ・産学連携は、国内企業を優先すべきであるが、パートナー企業がなければ、知的財産の手当てや契約条件をしっかりと組んで、海外企業とも連携すべきである。日本企業がすべての産業分野でトップを走っているわけではなく、また、財政上の制約も往々にしてある。慎重に、ではあるが、今後の可能性を追求すべき状況かもしれない。
- ・材料・化学領域で全体の研究のポートフォリオを作って欲しい。概観することで、目的基礎研究、橋渡し

し研究のバランスが図れると共に、実用化に向けたパイプラインを認識することも可能となる。

- ・国際的にみて女性研究者比率の低い現状があり、国の研究機関として比率向上に先頭に立って貢献していただきたい。積極的なインターンシップは今後の課題ということでありましたが、若手人材の育成につながる重要な活動ですので、前向きに検討いただきたい。
- ・技術相談と技術コンサルティングの定義を説明資料にも明示して欲しい。
- ・技術相談は地味な活動であるが、一つの情報源であり重要視し、これに費やす時間を惜しまないようにすることを希望する。また、気軽に相談できるよう敷居を低くする手立て等の環境整備をして欲しい。
- ・民間資金獲得額の12月末の実績値(10.05億円)は、共同研究・受託研究契約数の大企業178件と中堅・中小企業83件の合計金額か？大企業と中堅・中小企業の分類は資本金で分類しているのか(製造業では3億円)？
- ・民間資金の種類および企業の分類に則り、第4期期間中の内訳データを開示できる様にしておいて欲しい。
- ・北米との協業の検討。
- ・海外留学の増員 全職員が経験できる人数を派遣すべき。
- ・論文の共著者に大学や海外の研究者をおおいに入れる努力をすると本領域の国内外での評価は画期的に上がると思われる。
- ・民間からの資金を一層獲得できるように取り組んでもらいたい。

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)

- ・ヒドロシリル化→転移反応→脱炭化水素縮合により連続する複数のシロキサン縮合を一挙に形成する技術を開発した。炭素系部材を超える高機能有機ケイ素部材製造の道を開く成果である。Angew. Chem. Int. Ed. の Very Important Paper に選ばれた。新たな挑戦が実を結んだ例である。
- ・計算機を用いた材料設計が進みだしているが、その際の不規則構造の表現方法が鍵となっている。多面体や多面体タイリングの作り方を短くまとめて”名前”とする数理的方法(三角柱:34443など)の創出により、不規則元素配列の分類に規則性を持ち込み一つの基準を作ることを達成した。これに関しては、Scientific Reports に2論文を報告した。
- ・環境変化に対応し、環境適応獲得が可能なアクティブマテリアルの開発は、挑戦的なテーマであり、そのためのWGを構築したことは、評価できる。
- ・産業分野への応用展開が広い基礎的なテーマを研究していることは評価できる。
- ・シロキサン結合形成技術の開発 効率、コストが実用化の重要なファクターとなる。
- ・ナノ炭素材料の分散・加工技術 分散液で光を当てた場合の感度、解像度が実用化の重要なファクターとなる。
- ・新規面活性物質の開発 環状海面活性剤はどのような原理的利点があるか明確にしてほしい。
- ・電析バルクナノ結晶合金の熱脆化抑制 楽しみな成果が得られている。
- ・研究項目①から⑤にわたって、基礎研究として、興味深い顕著な研究成果を挙げている。
- ・萌芽的研究プロジェクトの採択が28件であり、前年度の21件を大幅に増加した点。
- ・構造制御シロキサンの簡便形成技術を開発したこと。
- ・セラミクス系エントロピクス材料の開発。
- ・当研究のいくつかは科研費にかなり採択されているので現状では大変良いが、基礎研究の段階では、さらにもっと多く採択されるようにすべきである。
- ・カーボンナノチューブ上にアゾベンゼンの光異性化を利用した分離はナノ粒子に適応しコアシェル構造を作れると次のステージにあげられると思う。

(改善すべき点及び助言)

- ・研究開発課題項目の①グリーンサステイナブルケミストリーの推進、③ナノカーボンをはじめとするナノ材料の開発とその応用技術の開発で、特出すべき成果が得られたが、5つの研究項目ごとの本年の評価も重要。目的基礎研究なので、2~3年の幅で見るべきだが、論文被引用数の時系列解析、課題ごと、個人ごとの解析等を通じて、研究グループの力量把握に努め、一層の成果達成につなげていただきたい。もちろん、研究数、研究資金などの分母を加味した評価をお願いしたい。
- ・目的基礎研究として挙げているテーマのそれぞれのTRLを示してほしい。TRLの中で企業との連携のタイミングについても議論してほしい。昨年度からの差異を示して欲しい。目的基礎研究で特許取得数に

ついて管理必要。

- ・ 挑戦的萌芽研究など萌芽的研究への研究助成の可能性があると考えられる。
- ・ 萌芽的研究の減少が継続される場合は、未来に対する危機的状態と認識すべきである。
- ・ 萌芽的研究が、どの様にして生まれ、どの様に発展し、終わったかの記録を残して欲しい。例えば、産総研コンソーシアムの中で具体化し、3年間萌芽的研究として研究した後企業との共同研究に繋がったとか、若手・中堅のワーキンググループで具体化し、2年間の萌芽的研究を経て国家プロジェクトに採択された。また、萌芽的研究プロジェクトの採択数と共に、中止した数も明示して欲しい。
- ・ 各ステージ（基礎、橋渡し前期、橋渡し後期）における特許出願件数をまとめてほしい。
- ・ 科研費の挑戦的研究の萌芽研究にもっと応募すべきである

（２）「橋渡し」研究前期における研究開発

（評価できる点）

- ・ バイオベース化学品生産の高効率化の研究テーマでは、微生物からの酵素精製、酵素タンパクの結晶化、3次元構造解析、蛋白質工学による触媒活性改良と、一連の解析を進め、2-オキソ酸から選択的にD-アミノ酸を生成する系を構築した。このような多岐に及ぶ一括りの技術を保有していることは大きな強みである。
- ・ 悪臭物質除去のための物質吸蔵用ナノ粒子の開発では、プルシアンブルー類似体の元素置換・組成最適化により、多孔質材料では最高性能のアンモニア吸着剤を開発できた。農水省革新技術開発・緊急展開事業に採択された。
- ・ 次世代誘電デバイスに向けたナノクリスタル合成の量産化では、産総研ナノクリスタル技術(NEDO 先導P採択、各賞受賞)と共同研究先企業との連携で、チタン酸バリウムナノチューブのパイロットスケール(50 L)による形状制御と100 Gオーダー合成に成功した。
- ・ 新規PJ獲得では、NEDOでは、環境技術先導プログラムの2件ほか、農水省緊急展開事業などの採択を得た。
- ・ 知財出願では、昨年を上回るペースとなっており(118件)、所内7領域の約30%となっている。
- ・ バイオベース化学品生産の高効率化 コスト、D-アミノ酸の価格がポイントになると考える。
- ・ フィラー重点高分子材料の破壊 破壊メカニズムは重要と考える。
- ・ 次世代誘電デバイスに向けたナノクリスタル合成の量産化は今後の楽しみな成果である。
- ・ ネオジウム磁石を超える異方性焼結磁石の高度化は今後の楽しみな成果であり、国プロに頼らない研究。このような研究が増えると産総研の存在感が高くなると考える。
- ・ 「橋渡し」研究前期として、十分な研究成果が出ている。複数の外部大型資金を得ており、今後「橋渡し」研究後期に発展的につながって行くことが期待される。
- ・ 膜分離技術開発で炭素膜の長尺管製造の高歩留まりを達成し、膜メーカーへその技術を移転し、モジュール化に成功した点。
- ・ 企業との共同研究によりチタン酸バリウムナノチューブの量産化技術を開発し、次世代誘電デバイスの早期実用化に向けプロジェクト化した点。また、多くの賞を受賞した点。さらには(元)村田製作所の専門家を巻き込んだ点。
- ・ 3D造形法を使って、従来、成形できなかったセラミックス部品の製作に成功した点。
- ・ 物質吸蔵用ナノ粒子で農林水産省のプロジェクトに採択された点。しかもナノテク展で表彰された点。
- ・ 目的・目標が明確であること。
- ・ 焼結技術などこれまでの蓄積された基盤技術を今日的な課題解決に向けて活用されていることで、産総研のもつ伝統的な強みを活かしていること。
- ・ マルチスケールシミュレータは異色だが興味ある。
- ・ 橋渡し前期らしい内容でどれも興味深かった。

（改善すべき点及び助言）

- ・ D-アミノ酸の生産については大きなブレークスルーがあったが、ビジネス展開としての化成品のターゲット選定が重要と思われる。
- ・ 産学連携の下、製品化まで持っていくことは、容易ではない。1～2年のお付き合いで製品化となるとは考えず、この「橋渡し」研究前期からの民間企業参画に力を入れてはどうだろうか。早期のニーズ把握で、後期開発研究の成功確率が上がるのではないだろうか。
- ・ 橋渡し研究においては、進捗度合い、今後の目標がわかるようにTRLをつけて欲しい。
- ・ 国プロに採択されることが橋渡し研究の条件となると、時々の科学技術政策に左右される。フランフォ

一ファアのように企業の拠出金に対して補助金を出すようなシステムが必要。

- ・他領域への展開、協力をより一層進めて欲しい。ターゲットの設定、企業との連携等についても重要と考える。
- ・粗視化シミュレーション計算の貢献が可能であり、計算と実験の協同が重要な時代になっている。マルチスケール計算のシームレス化を目指して取り組んでいることは理解できたが、実験とのつながり（実験との協同）がわかるようにして欲しい。
- ・歩留まりに関しては、n数を増やした数値が欲しい。
- ・次世代誘電デバイス部品の実用化は、我が国の電子部品のさらなる国際競争力強化に繋がるもので、大いに期待したい。
- ・ギ酸からの水素発生は酢酸から作れるとよい。ナノ化による保持力の増加と粒径の関係はメカニズムも含めて詳細に調べてほしい。とくに高温にしたときの保持力と粒径の関係について、3Dによるセラミックス成形はレーザー照射のやり方をガルバノミラーに変えるなど改良して欲しい。以上の三つはとくに興味深かったので提案する。

(3)「橋渡し」研究後期における研究開発

(評価できる点)

- ・粘土鉱物-改質リグニンからなる高付加価値製品の開発では、ガスバリア性・耐熱性膜材料の塗工条件を検討し、耐熱性ガスバリア膜の長尺化に成功した。企業の膜連続製造技術と連携した成果。
- ・CNTとプラスチックによる耐熱・高強度のCNT複合体の開発では、有機溶剤に難溶なPEEKとSGCNTとの混練により、高性能CNT複合体が得られた（耐熱性400℃以上、曲げ強度1.8倍）。自動車のエンジン・ランプ周辺部材への利用が期待され、日本ゼオン・サンアロー・産総研でCNT複合材料研究拠点を立ち上げた。
- ・次世代放熱基板の開発では、高い耐温度サイクル性と放熱性を併せ持つ窒化ケイ素メタライズ基板を開発した。今後の2～3年で部材供給体制を整備し、事業化を目指す。また、企業連携で開発した常圧焼結セラミックス製法により、高性能なB₄C(炭化ホウ素)製スピーカー振動板が製品化された。
- ・健康管理のために開発した呼気ガス検出器に関して、プロトタイプ機を病院に設置して、モニタリング実証を開始した。
- ・粘土鉱物-改質リグニンからなる高付加価値製品の開発：メッセージとしては高いが、実用性能発揮にリグニンが障害にならないか？
- ・透明不燃性粘土膜の塗工技術。
- ・CNTの低コスト量産技術開発、CNTとプラスチックによる耐熱・高強度のCNT複合体の開発、複合材料研究拠点 産総研の実用化のモデルになるかもしれない。
- ・前期を通らず、この時点で入ってくるテーマが増えることは、産業振興という点で意味がある。
- ・企業との多数の連携事例（製品化）があり、顕著な成果が挙げられていると考えられる。日本ゼオンとの共同のラボを研究所の設立およびサンアローを加えてCNT複合材料研究拠点の形成は、「橋渡し」研究後期の象徴的な成果として評価できる。
- ・クレストを塗工した照明カバーが地下鉄駅に設置され、実環境での評価をしている点。
- ・CNTでは世界最高水準の複合体スーパーエンジニアリングプラスチックを開発した点。また、次のステップへの進展に向けた手立てが打たれている点（実用化連携研究ラボの設置、CNT複合材料研究拠点の設置）。
- ・パワーエレ用の高い耐熱性と放熱性を併せ持つ窒化ケイ素メタライズ基板を実現した点。
- ・製品化された開発品が増えた点。
- ・企業への橋渡し研究がうまく実施されていること。
- ・成果が見えている。
- ・シリカをテトラエトオキシシランに変える技術はコストダウンになるのですばらしい。
- ・ほとんどのテーマが実用化に近づいており、感心した。

(改善すべき点及び助言)

- ・ナノコンジット膜の長尺化に成功したので、具体的な製品への利用に一層の注力をお願いしたい。CNTとプラスチックによる耐熱・高強度複合体については、具体的な自動車メーカーなどとの連携を推進していただければと思う。日本のCNT複合材料開発のセンターを目指し、さらに多くの民間企業との連携強化が望まれる。
- ・呼気ガス検出器はビジネス化に向けて相当の競合状態になっているので、民間企業との連携やビジネス

モデルにつき、十分な検討が必要と思われる。

- ・総じてのコメントになるが、「橋渡し」研究後期ということなので、連携した民間企業と製品開発の具体的計画を有するレベルを目指していただきたい。
- ・実用化における産総研の役割、一歩踏み込んだ産業化への貢献等、CNT の事例が良い機会になるように考える。
- ・企業との連携について、広く広報していくことが産総研のプレゼンスを上げることになるのではないか。
- ・クレーストを塗工した照明カバーは、短期間で実用化して欲しい。
- ・開発した商品については、年毎の売上実績（数量、金額）をまとめ明示するようにして欲しい。（インピーダンス解析支援ソフト、炭化ホウ素製スピーカー振動板、木・竹材スピーカー部材、スピーカー振動フィルム）
- ・日本ではベンチャー企業が育ちにくいと言われているが、事業化に当たっては産総研材料・化学領域発のベンチャー設立に挑戦して欲しい。
- ・大企業に採用してもらうためには展示会に出展して、もっとアピールすべきである。
- ・一方、大変困窮しているが技術力の高いベンチャー企業を支援する方策を考えてほしい。たとえば、産業革新機構のファンドを産総研がイニシアチブをとって配布する仕組みなどが望まれる。

3. 領域全体の総合評価

（評価できる点）

- ・毎年の評価の後、着実に改善を進めており、PDCA が機能し、年々、よい方向に向かっている。研究推進の現場のみならず、支えるスタッフのマネジメント能力も高いものになりつつある。
- ・世界の産総研であり、材料・化学領域はその中核をなしていることを実績で示しつつある。
- ・目的基礎研究と「橋渡し」研究を同時に行える一人二役人材をつくるという目標は、的を射ている。研究の不連続な面をしっかりと意識して、基礎研究には大きなイノベーションの種があり、開発研究のブレークスルーを目指す中で、まったく新たな研究領域が創出される。
- ・目的基礎研究、橋渡し研究と全体にマネジメントできており、実用化に近い橋渡し研究後期が増えていることは、産総研の存在感を高めている。
- ・CNT の成功、さらにこの産業を育てるための協力の在り方等産総研の存在意義を考える上で重要である。継続的な研究、開発支援が可能となる仕組みを確立することが重要である。
- ・領域長のリーダーシップのもと、各研究部門、各センターにおける研究活動を精力的に展開し、顕著な成果を挙げている。研究のステージに応じて、産業界との連携にも積極的に取り組んでいる。
- ・大学内のオープンイノベーションラボラトリーの設置、CNT の企業冠ラボや研究拠点の設置、リサーチアシスタント制度と結びつけた優秀な人材確保等、攻めの諸策を実施している点。
- ・国家プロジェクト4件が新規に採択された点。
- ・現時点で民間資金を前年同月比23%増しで獲得している点。
- ・研究者が数々の賞を受賞している点。特に、John Jeppson Award の受賞を評価する。
- ・「技術を社会へ」が具体的に開発実用化例として出てきている。
- ・基礎研究-応用・実用化への推進がTRLを通して、推進・管理されている。また、TRLに沿って、説明をされており、理解しやすい。
- ・卓越人材採用と活用が期待されます。
- ・すべてにわたって昨年よりもレベルが高くなっている印象をもった。

（改善すべき点及び助言）

- ・投入資金、人材に見合った成果が出ているかは、永遠のテーマである。民間企業ではないので、毎年というよりは、2～3年くらいの時間枠で、じっくりテーマの評価をした方が、結果的に成果があがるのではないかと思う。
- ・マネジメントに100%はないので、目を外に向けて、良いシステムは積極的に取り入れてほしい。特に、グローバルな連携を加速して、世界のトップ研究所との密接な関係を構築してほしい。米国、ヨーロッパ、アジアの優秀な研究者をどう研究所に呼び込んでいくか、5年くらいの具体的な計画を立てて、進めていくと効率的かもしれない。
- ・各グループの構成員の数がやや少ない印象をもった。プロジェクトでは、倍くらいの人数をかけて、一気にワンステップあげるなどの試みも必要かもしれない。
- ・目的基礎研究の段階から他領域との連携が必要かもしれない。さらに最初のテーマ設定においても、領

域間に面白いテーマがあるかもしれない。

- ・知財戦略については、資金面の問題もあるが実用化に結び付けるためには重要なので、強化してほしい。
- ・技術コンサルティング業務は、国の機関として重要な業務と考えられる。
- ・地方の技術の底上げ・活性化の観点で、目に見える活動も実施して欲しい。例えば、地方の企業と一緒に、世界的に注目される製品を生み出す等。
- ・特許に関し、支出と収入はどの様になっているか？また、出願数に対する審査請求率、権利（公告）化率はどの様になっているか？
- ・審査請求率の 93%、権利化率の 73%は、思っていたより高いのではないか。是非、類似の機関とのデータと比較することも必要。特許収支は、黒字化と量の維持拡大の両面の努力が必要になり、目標値の設定が期待される。
- ・国研である産総研が国益と国際協調のバランスをとりながら、グローバル市場で日本企業を支援・先導するような研究開発が望まれる。
- ・卓越した人材の育成・採用をどのように実施し続けるのか？産総研のシステムとして織り込むのか？
- ・若手技術者に常に刺激を与え、困難な研究開発に挑戦する風土を作り上げてほしい。
- ・実験補助者を採用し、研究者が知的作業に没頭できる環境とすべき。
- ・来年は、もっとイノベーションが起きているという観点での話も聞けるとよい。

4. 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	A	A/B	A	S
「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	A	A	B	A/B	A
「橋渡し」研究前期における研究開発	A	A	S/A	A	A/B	A
「橋渡し」研究後期における研究開発	S/A	S	S	S/A	A	S
領域全体の総合評価	A	S/A	S/A	A/B	A/B	A

5. その他のコメント

- ・CNT について、ビジネス化が進みだしたので、次の鍵になる材料分子を設定していくことは重要と思われる。たとえば、今後の進展が期待され、わが国のアドバンテージがある CNF などは、候補のひとつではないか。

平成 28年度 研究評価委員会（材料・化学領域） 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-X00004-2