



NEDO 先導研究プログラム

NEDO Feasibility Study Program



2018~2019

NEDO 先導研究プログラム

NEDO Feasibility Study Program

事業の背景・目的

本事業は、我が国の省エネルギー、新エネルギー、CO₂削減等に資するエネルギー・環境分野(エネルギー・環境新技術先導研究プログラム【エネ環】)及び新産業創出に結びつく産業技術分野(新産業創出新技術先導研究プログラム【新新】)の中長期的な課題を解決していくために必要となる技術シーズ、特に既存技術の延長とは異なる、2030年を目途とした持続可能なエネルギー供給の実現や、新産業創出による産業競争力の向上に有望な技術の原石を発掘し、将来の国家プロジェクト等に繋げていくことを目的としています。

なお、【エネ環】は2014年度から、【新新】は2018年度から実施しています。

イメージ図



事業スキーム

公募開始前に、本事業で取り組むべき研究開発内容の情報提供依頼 (RFI: Request for Information) を行い、提供いただいた情報を参考の上、対象となる研究開発課題を設定し、研究開発テーマの公募を行います。その中で、優れた研究開発テーマについて、産学連携の体制で先導研究を実施します。

対象となる研究開発テーマ

- ・省エネルギー、新エネルギー、CO₂削減等に資するエネルギー・環境分野
- ・新産業創出に結びつく産業技術分野

研究開発テーマの実施期間・規模

対象者	企業、大学等による産学連携体制	大学・公的研究機関のみ(※)
事業形態	委託(NEDO100%負担)	
費用	1億円以内/年・件 ただし、技術開発の困難性等により特に必要と認められる場合においては、事業の進捗状況を踏まえた上で、増額することができる。	2千万円以内/件
事業期間	原則1年(12か月)以内(最長2年)	1年(12か月)以内
対象技術分野	【エネ環】省エネルギー、新エネルギー、CO ₂ 削減等に資するエネルギー・環境分野 【新新】新産業創出に結びつく産業技術分野 ～公募ごとに研究開発課題を設定します。	

※：産学連携体制の例外(大学等のみ)。将来的に産学連携となる研究開発体制の具体的な想定があり、かつ、少なくとも現時点で連携先となる企業を模索する具体的な取り組みが行われていることを前提とします。

プログラムの設定

研究開発をより効果的に推進するため、関連する複数の研究開発テーマを一つに束ねた「プログラム」を設定しています。「プログラム」は研究開発の方向性を明確にした上で、複数の研究開発テーマを一体的に実施することを目的としたものです。

2018年度設定プログラム

(1)CO ₂ フリー水素研究開発	(5)省エネルギー社会を支える革新的機能性材料技術の開発
(2)画期的なエネルギー貯蔵技術の開発	(6)革新的化学プロセス技術の開発
(3)画期的なエネルギー変換技術の開発	(7)革新的磁性材料の開発
(4)IoT社会に向けたデバイス技術の開発	

開発テーマ数(2018年11月現在)

採択年度	2014	2015	2016	2017	2018	合計
採択件数	36	30	12	32	エネ環 27 新新 12	149

開発中テーマ

CO₂フリー水素研究開発

- | | |
|---|----|
| ①超高変換効率新規プロトン導電デバイスの開発 (2017年度採択) | P7 |
| Development of Ultrahigh Efficiency Proton-Conducting Electrochemical Devices | |
| ②高温化対応PEFC用革新的シナジー触媒の開発 (2018年度採択) | P8 |
| Innovative synergy electrocatalysts for high temperature PEFC | |
| ③革新的非白金触媒のビルドアップ的作製方法の研究開発 (2018年度採択) | P9 |
| Build-up approach for the development of innovative Pt-free catalysts | |

画期的なエネルギー貯蔵技術の開発

- | | |
|--|-----|
| ④ヒドリドを利用した新規エネルギーデバイスの開発 (2016年度採択) | P10 |
| Development of Novel Energy Devices using H ⁻ Conduction | |
| ⑤革新的亜鉛-黒鉛二次電池の研究開発 (2018年度採択) | P11 |
| Innovative Zinc-Graphite Rechargeable Batteries | |
| ⑥高濃度水系電解液を用いるデュアルインターカレーション2次電池 (2018年度採択) | P12 |
| Dual intercalation rechargeable battery using Highly concentration aqueous electrolyte | |
| ⑦劣化フリー蓄電池実現のための溶媒制御型電解液の研究開発 (2018年度採択) | P13 |
| Solvation-controlled Electrolyte Solutions for Highly Durable Storage Batteries | |

画期的なエネルギー変換技術の開発

- | | |
|---|-----|
| ⑧温度変化発電を利用した廃熱回生技術の研究開発 (2017年度採択) | P14 |
| Pyroelectric waste heat recovery technology based on temperature variations | |
| ⑨LNG冷熱利用熱音響エンジン発電技術の研究開発 (2017年度採択) | P15 |
| Thermoacoustic electric generator for utilizing cold exergy stored in liquefied natural gas | |
| ⑩IoT社会を支える分散型独立電源の技術開発 (2018年度採択) | P16 |
| Autonomous Power Supply for IoT Devices using Small Temperature Difference | |

IoT社会に向けたデバイス技術の開発

- | | |
|--|-----|
| ⑪α型酸化ガリウム高品質自立基板の研究開発 (2016年度採択) | P17 |
| Development of high-quality freestanding α-Ga ₂ O ₃ substrates | |

省エネルギー社会を支える革新的機能性材料技術の開発

- | | |
|---|-----|
| ⑫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 (2016年度採択) | P18 |
| Innovative materials and devices using nanocrystal engineering | |
| ⑬室温プリントドエレクトロニクスによる次世代IoTデバイス配線・実装技術の開発 (2017年度採択) | P19 |
| Room-Temperature Printed Electronics for future IoT devices | |
| ⑭ナノ半導体材料の高度構造制御と革新低コスト半導体デバイスの研究開発 (2017年度採択) | P20 |
| Advanced structure control of semiconductor nanomaterials and ultralow cost semiconductor devices | |
| ⑮藻類由来金属微小コイル分散によるギガ・テラヘルツ帯電波吸収の研究開発 (2018年度採択) | P21 |
| GHz-THz Electromagnetic Wave Absorption Material of Spirulina-templated Metal Microcoils | |
| ⑯単粒子解析を活用したレーザー照明用蛍光体の開発 (2018年度採択) | P22 |
| Discovery of phosphors for laser-driven lighting by the single-particle-diagnosis approach | |
| ⑰超微細半導体用革新的ウェットプロセス・装置技術の開発 (2018年度採択) | P23 |
| Equipment Technology for Advanced Wet Process in Further Miniaturized Semiconductor Devices | |

革新的化学プロセス技術の開発

- | | | |
|---|---|-----|
| ⑱ | 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 (2016年度採択)
Development of the Flow Fine Synthesis for Production of Fine Chemicals | P24 |
| ⑲ | 天然ガス低温改質による低CO ₂ 排出水素・化学品革新製造 (2018年度採択)
Innovative production of hydrogen and chemicals by low-temperature natural gas reforming | P25 |
| ⑳ | 有機溶剤の超ろ過膜法開発による化学品製造プロセス革新 (2018年度採択)
Innovation in chemical production process by organic solvent hyper filtration membrane method | P26 |

革新的磁性材料の開発

- | | | |
|---|---|-----|
| ㉑ | 磁気テープにおけるミリ波記録方式の開発研究 (2017年度採択)
Development of a millimeter wave assist magnetic recording method on magnetic tape | P27 |
| ㉒ | ナノ結晶クラスター組織からなる革新的磁性材料の創製 (2017年度採択)
Innovative magnetic material consisting of nanocrystal cluster organizations | P28 |
| ㉓ | 次世代ヒートポンプ実現のための高感度メタ磁性材料の研究開発 (2018年度採択)
High sensitivity meta-magnetic materials for realization of next generation heat pump | P29 |

プログラム設定のない研究開発テーマ

- | | | |
|---|--|-----|
| ㉔ | 極微小液滴が形成する反応場を用いたナノ材料の構造・機能制御技術の研究開発 (2017年度採択)
Controlling Structure and Function of Nano-Materials by Use of Micro-Droplet Reaction Field | P30 |
| ㉕ | フレキシブル・超軽量SHJ太陽電池およびタンデム化の要素技術の開発 (2018年度採択)
Flexible, ultra-lightweight SHJ solar cells/modules and elemental technologies toward tandem structures | P31 |
| ㉖ | テラワットPV社会を牽引する低コスト・長寿命・高効率な多接合化太陽電池の開発 (2018年度採択)
Development of low cost, long life, high efficiency multi-junction solar cells for terawatt PV society | P32 |
| ㉗ | 定置用ボイラーから排出される低濃度NO _x の有用物質変換可能な触媒の開発 (2018年度採択)
Catalytic conversion of the low concentration NO _x to useful organic compounds | P33 |
| ㉘ | CCS/触媒化学の融合によるCO ₂ 転換技術の開発 (2018年度採択)
Developments in CO ₂ conversion processes on catalysts-incorporation into CCS system | P34 |
| ㉙ | 異なる電極活性点を利用したCO ₂ からのC ₂ 化合物製造技術およびシステムの研究開発 (2018年度採択)
Hybrid Electrocatalysts for C ₂ Production from CO ₂ and the Appropriate System | P35 |
| ㉚ | SILP触媒を用いた流通型CO ₂ 直接利用ヒドロホルミル化反応の開発 (2018年度採択)
Continuous-flow hydroformylation process with CO ₂ using SILP catalysts | P36 |
| ㉛ | 鉄鉱石の劣質化に向けた高級鋼材料創製のための革新的省エネプロセスの開発 (2018年度採択)
Innovative and integrated high-grade steel making processes coping with inevitable degradation of iron ore | P37 |
| ㉜ | 革新的次世代軽量高強度構造材の研究開発 (2018年度採択)
Innovative next-generation light-weight and high-strength structural materials | P38 |
| ㉝ | 革新的ハイブリッド飛行システムの研究開発 (2018年度採択)
Research and Development of Innovative Hybrid Flight System | P39 |
| ㉞ | 革新的航空機用電気推進システムの研究開発 (2018年度採択)
Development of innovative electric propulsion systems for aircrafts | P40 |
| ㉟ | エクセルギー損失削減のための熱交換・熱制御技術 (2018年度採択)
Heat exchange and thermal control for exergy loss reduction | P41 |
| ㊱ | 大容量蓄電池の動的状態解析に関する研究開発 (2018年度採択)
Dynamic Analysis of Large Capacity Batteries | P42 |

開発中テーマ

③7 ZEV用電池製造のための革新的異物検出技術の研究開発 (2018年度採択) Next generation inspection apparatus for batteries of zero emission vehicles	P43
③8 CFRP・異種接合材のための革新的X線検査システムの開発 (2018年度採択) The innovative X-ray inspection system for CFRP and bonded dissimilar materials	P44
③9 積層造形プロセスに応用可能なリアルタイムCAEの開発 (2018年度採択) Development of real-time simulation applicable to additive manufacturing	P45
④0 ドローン運用高度化のための革新的熱電発電システムの開発 (2018年度採択) Innovative Thermoelectric Power Generation System for Advanced Operation of Drones	P46
④1 大深度・極限環境に適応する掘削物揚重用ぜん動ポンプの研究開発 (2018年度採択) Peristaltic transportation system for lifting excavated soil in deep underground and extreme environments	P47
④2 次世代産業用ソフトロボットの実現に向けた革新的MR材料×駆動機構の融合研究開発 (2018年度採択) Smart Soft Robots for Advanced Industries (SRAI)	P48
④3 超高感度センサシステムのためのナノ界面技術・回路の統合開発 (2018年度採択) Nanoscale surface control and circuit techniques for ultra-high sensitive sensor system	P49
④4 心疾患予防のための目視型プラズモンフルカラーセンサーの開発 (2018年度採択) Full Color Plasmon Sensor for Early Detection of Heart Disease by naked eyes	P50
④5 超微小ノイズ計測システムの汎用化に資するナノ界面制御技術の研究開発 (2018年度採択) Nanoscale interface control for realizing general-purpose ultra-small noise evaluation system	P51
④6 電力非依存型多機能生物デバイスの開発に不可欠な基盤技術の確立 (2018年度採択) Development of electricity-independent multifunctional biodevices	P52
④7 ヒト嗅覚システムを活用した匂いセンサの開発 (2018年度採択) Development of odor sensor utilizing human olfactory system	P53
④8 ヒトマイクロバイオームの産業利用に向けた、解析技術及び革新的制御技術の開発 (2018年度採択) Human microbiome analytical and innovative modulation technology for industrial application	P54
④9 日本人の体質を反映するヒトフローラマウスの開発と実証 (2018年度採択) Human gut-flora associated mice based on the constitutional medicine for Japanese	P55
⑤0 “竹由来ナノセルロース・ハニカム筋樹脂”製造法の開発 (2018年度採択) Development of nanocomposites reinforced by embedded bamboo-nanocellulose honeycomb	P56
⑤1 分子触媒システムによる木質バイオマス変換プロセスの研究開発 (2018年度採択) Wood biomass conversion by the molecular catalysis system	P57

直近の終了テーマ

⑤②	低コスト高純度水素製造技術と革新的エネルギーシステムの研究開発 (2017年度採択) The innovative energy system for low-cost and high purity hydrogen production technology	P58
⑤③	有機ハイドライド電解合成用電極触媒の研究開発 (2017年度採択) R & D of Electrocatalysts for Electrosynthesis of Organic Hydride	P59
⑤④	酸化物系全固体二次電池実現のブレークスルーとなる固固界面制御技術開発 ((2017年度採択) Design of solid/solid interface for practical use of all solid-state secondary battery	P60
⑤⑤	熱安全性に優れた革新的な全固体有機蓄電池の創製 (2017年度採択) Innovative all solid organic rechargeable battery with high thermal stability	P61
⑤⑥	革新的高飽和磁束密度・低鉄損軟磁性粉体の開発 (2017年度採択) Soft magnetic powders with high magnetic flux density and low core loss	P62
⑤⑦	優れた高温特性を有する革新的交換結合磁石の研究開発 (2017年度採択) Innovative Exchange-Coupled Magnets with Superior Magnetic Properties at High Temperatures	P63
⑤⑧	革新的正方晶FeCo多元合金磁石の物質・組織デザイン (2017年度採択) Materials and Structural Design of Tetragonally Distorted FeCo Based Alloys for Innovative Permanent Magnets	P64
⑤⑨	超低損失と高飽和磁化を両立した軟磁性粉末材料の技術開発 (2017年度採択) Development of Super Low Loss and High Saturation Magnetization Soft Magnetic Powder	P65
⑥⑩	完全レア・アースフリー人工L1 ₀ -FeNi磁石の基礎物性の解明 (2017年度採択) Clarification of fundamental physical properties of artificially produced rare-earth free FeNi Magnet	P66
⑥⑪	ヘテロナノ組織を活用した革新的”超”高強度銅合金の設計技術および製造技術の研究開発 (2017年度採択) Designing and manufacturing technology of “Ultra-” high-strength copper alloys brought by formation of hetero-nano microstructure	P67
⑥⑫	リチウム金属蓄電池実現のブレークスルーとなる新規濃厚電解液の研究開発 (2016年度採択) Development of Concentrated Electrolytes for Realization of Lithium Metal Batteries	P68
⑥⑬	金属空気二次電池のための複合アニオン化合物を基軸とした革新的高活性空気極 (2016年度採択) Novel Highly Active Air Electrodes with Mixed Anion Compounds for Rechargeable Metal-Air Batteries	P69
⑥⑭	革新的エネルギー貯蔵システム等を活用した超分散エネルギーシステムの研究 (2016年度採択) A research on energy systems with super-distributed energy resources including innovative energy storage technologies	P70
⑥⑮	高濃度電解液を用いる革新的デュアル炭素電池の研究開発 (2016年度採択) Development of novel dual carbon battery using highly concentrated electrolyte	P71
⑥⑯	量産型コンパクト超電導磁気エネルギー貯蔵デバイスの研究開発 (2016年度採択) Stacks of superconductive coils buried in traversable spiral trenches on Si wafers for electrical power storage compatible with mass production	P72
⑥⑰	CO ₂ フリー革新的超高難易度酸化反応の研究開発 (2016年度採択) R&D of the Challenging Aerobic Oxidation Reactions without CO ₂ Emission	P73
⑥⑱	ビッグデータ適応型の革新的検査評価技術の研究開発 (2016年度採択) Innovative analysis/evaluation technology with adaptability to big data	P74

終了テーマ

※実施テーマ名と委託先のみ列記しています

P75

超高変換効率新規プロトン導電デバイスの開発

Development of Ultrahigh Efficiency Proton-Conducting Electrochemical Devices

研究開発の背景

従来にない、80%以上の高いエネルギー変換効率かつ低コスト化が実現可能な新規プロトン導電性セラミック電気化学デバイスの実現に向け、本プロジェクトでは、従来型の燃料電池システムや電気分解システムのエネルギー変換効率を凌駕する循環型のカーボンフリーなエネルギーシステムの基本技術の構築を目指します。開発技術を本格的な水素社会へ実装することにより、超高効率燃料電池や高効率・低コスト水素製造、化学工業における電気化学リアクターなど、水素エネルギーバリューチェーンにおける水素製造・利用デバイスとして貢献します。

研究開発項目

1. 新規プロトン導電性材料化技術の開発
2. 高性能電極材料化技術の開発
3. 電極-電解質接合技術の開発
4. 新規プロトン導電デバイス用シール技術開発
5. 電気化学デバイスのシステムシミュレーション

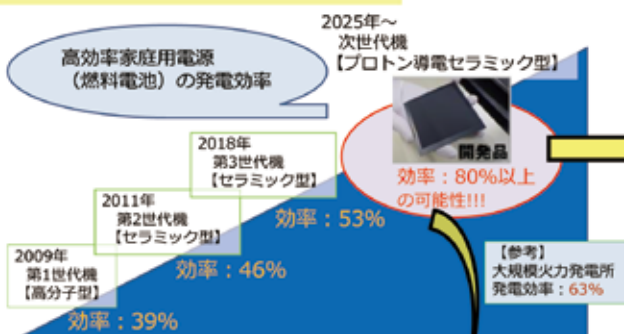
研究開発の内容と目標

潜在性のあるプロトン導電デバイスですが、①CO₂安定性とプロトン導電性・輸率のトレードオフ、②プロトンキャリア電極として材料・構造設計指針がない、③大面積セル化技術がない、などの課題を有しているため、長期にわたり実用デバイスが実現していませんでした。本プロジェクトでは、①計算科学による材料設計、実環境計測による動作現象解明、②材料化技術、大型セル化技術、シール技術、③システムシミュレーションなどを連携推進することで、原子レベルからシステムレベルまで一貫した課題解決に取り組んでいます。

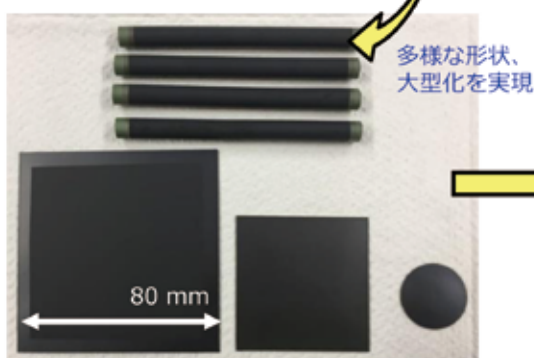
研究開発の実施体制

パナソニック株式会社
 国立研究開発法人産業技術総合研究所
 株式会社ノリタケカンパニーリミテド
 一般財団法人ファインセラミックスセンター
 国立大学法人東北大学
 国立大学法人宮崎大学
 国立大学法人横浜国立大学

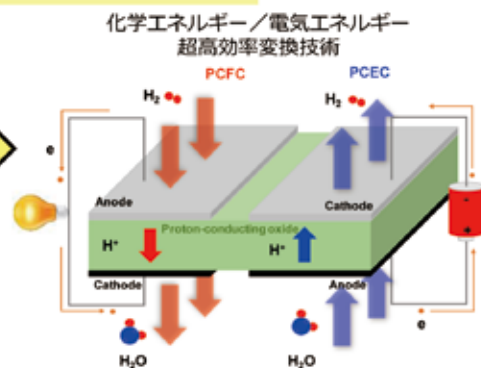
ターゲットの一例（燃料電池）



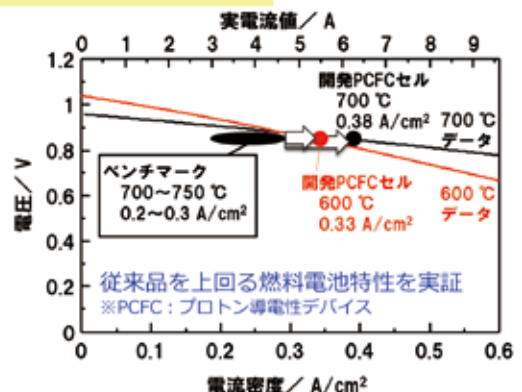
試作したプロトン導電デバイス



開発デバイスの概要



従来品と開発品の比較



革新的非白金触媒のビルドアップ的作製方法の研究開発

Build-up approach for the development of innovative Pt-free catalysts

研究開発の背景

環境負荷低減、エネルギーセキュリティの確保、新規産業創出などの社会的課題を解決する方策として、水素エネルギーを利活用する社会（水素社会）の実現が期待されており、燃料電池はその実現に必須のエネルギー変換デバイスとして位置づけられています。現在実用化されている固体高分子形燃料電池（PEFC）の電極触媒には、単体又は合金として白金が用いられていますが、白金は希少かつ高価であることから、2025年度以降の燃料電池の大量普及期を見据え、白金代替電極触媒の開発がこれまで以上に強く求められています。

研究開発項目

1. 新規触媒物質の合成と電気化学評価
2. 新規触媒物質の構造解析
3. 新規触媒物質のPEMFC単セル試験
4. 新規触媒物質のAEMFC単セル試験
5. 非白金触媒先導研究アドバイザリー会議の開催

研究開発の内容と目標

これまで、鉄、窒素、炭素源を含む前駆体を熱処理して得られた物質が、PEFC用非白金触媒として盛んに研究されてきましたが、その触媒活性点は熱処理中にブレイクダウン的に生成するので、活性点の高密度化等の制御が困難でした。*

本先導研究では、従来の非白金触媒の作製方法とは異なり、高活性かつ高耐久な非白金系触媒活性点を、ボトムアップ的に高密度に導入する手法を集中的に開発します。触媒活性点の高密度化が可能となれば、非白金触媒が様々な燃料電池で利用可能となり、水素社会の実現に大きく貢献します。
 (*) NEDO「固体高分子形燃料電池利用高度化技術開発事業」(H27～)の研究開発テーマとして実施。

研究開発の実施体制

国立大学法人東京工業大学

国立大学法人静岡大学

国立大学法人熊本大学

旭化成株式会社

これまでのカーボン系非白金触媒

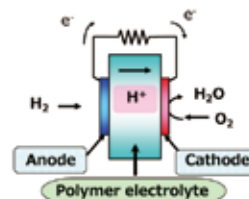
Particle size: 60 nm
 C: 90.9%, H: trace,
 N: 2.8%, Fe: 2.0%
 BET: 1300 m² g⁻¹

クラスター状
 Metal
 +
 Fe_xN_y

活性点はFe, N, Cを含む前駆体の熱処理中に、ブレイクダウン的に偶然生成する
 → 活性点の高密度化等の制御が困難

本先導研究

新規錯体合成 → 高次構造制御 → 構造決定
 電気化学測定
 単セル試験



活性点をビルドアップ的に作製する手法を集中的に開発し、高性能化の指針を得る
 → アプリケーション分野を明確化する

ヒドリドを利用した新規エネルギーデバイスの開発

Development of Novel Energy Devices using H⁻ Conduction

研究開発の背景

持続可能社会の実現に向け、電気化学反応を利用した蓄電・発電への需要が高まっています。現在、リチウム二次電池や燃料電池を越える次世代エネルギーデバイスの開発を指向した研究が盛んに行われていますが、実現には、新物質開発に基づく新たな作動原理のデバイスを開発する試みが必要になります。

我々は、新たなヒドリド(H⁻)のイオン導電現象に着目しています。H⁻は高速イオン導電に適した特徴(一価、適度な大きさ、大きな分極率)を有し、Mgと同程度の酸化還元電位(-2.25 V vs. SHE)を持つことから、高エネルギー密度のエネルギーデバイスへの応用が期待されます。

研究開発の内容と目標

当グループが世界に先駆けて開発したH⁻導電性の固体電解質を用いた電気化学反応を構築し、新しい作動原理のエネルギーデバイス創製を目指します。

H⁻はリチウム二次電池のような固体内へのインターカレーション反応からヒドリド還元のような分子反応まで、多様な反応系に応用できる可能性があります。本研究開発では、H⁻導の高速イオン導電現象および、H⁻とH⁺間の水素の電荷移動(H⁻ ⇌ H⁺ + 2e⁻)が関与する種々の素反応を検証し、新規エネルギーデバイス創製に資する研究シーズの抽出を行います。

研究開発項目

1. H⁻導電体の高性能化・電解質性能の検証
2. H⁻・e⁻混合伝導体の開発
3. H⁻導電を利用した水素吸蔵・放出デバイス開発
4. H⁻導電を利用した水素化・脱水素化デバイス開発
5. H⁻デバイスの応用可能性の検証

研究開発の実施体制

国立大学法人東京工業大学
大学共同利用機関法人自然科学研究機構分子科学研究所
パナソニック株式会社

H⁻を利用した電気化学デバイスの創出に向けて

□ H⁻の特徴

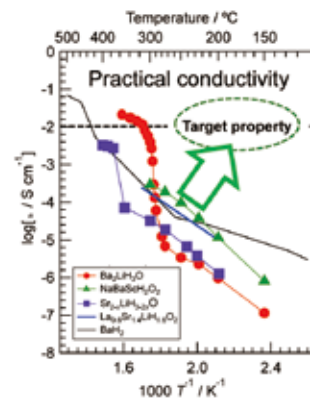
- 卑な酸化還元電位 (-2.25 V vs. SHE)
- 中温域で高速イオン導電
- 水素の電荷自由度 (H⁻ → H⁺ + 2e⁻)

高活性の電荷担体
反応性: H⁻ >> H⁺

□ 電気化学反応を利用することの利点

電流(電圧)によるH⁻の供給 → 高活性の反応場の構築・反応の制御

➡ 新しい化学反応の創出、反応速度の促進



開発したH⁻導電体のイオン導電率

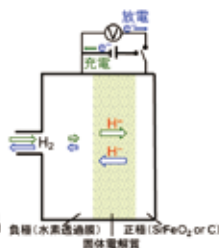
H⁻導電、水素の電荷移動を利用した素反応開拓

➢ H⁻インターカレーション反応

- 水素吸蔵合金
- カーボン材料
- 酸化物(酸水素化物)
- 窒化物

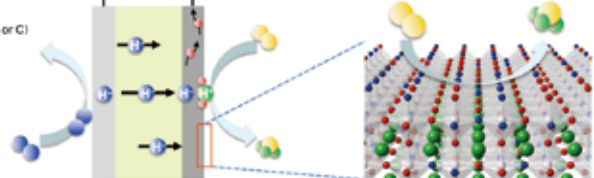
熱と圧力変化による水素吸蔵・放出から電気化学反応による制御へ

- 水素吸蔵量の増大(高容量)
- 新物質の創成(新機能, 新規物性)
- 蓄電機能の発現



➢ 水素化・脱水素化デバイス

- 1/2O₂ + 2H⁻ ⇌ H₂O + 2e⁻
- 1/2N₂ + 3H⁻ ⇌ NH₃ + 3e⁻
- CO₂ + 8H⁻ ⇌ CH₄ + 2H₂O + 8e⁻
- C₂H₄ + 2H⁻ ⇌ C₂H₆ + 2e⁻ etc.



革新的亜鉛-黒鉛二次電池の研究開発

Innovative Zinc-Graphite Rechargeable Batteries

研究開発の背景

次世代の電気エネルギー貯蔵システムとして、金属負極を用いた二次電池は、低コスト、高エネルギー密度を実現できる蓄電デバイスとして期待されています。金属負極材料として、様々な金属材料群が検討されていますが、高安全性を指向する二次電池系では、水溶液をベースとする亜鉛、鉄を負極に用いた研究例が多くあります。中でも、亜鉛はアルカリ水溶液中で安定であり、電気化学的に酸化・還元が容易であり、また近年デンドライト抑制技術に関する研究開発も進んでいることから、サステナブルな電池材料として優れ、低コストで高安全な二次電池の構築が可能です。しかし、効率と信頼性の点で課題があり、これまで実用化には至っていません。また、一方で正極は空気中の酸素を利用した空気極が検討されていますが、可逆性やエネルギー効率の観点から課題が多く残されています。また、電池形態が開放形となるため、空気中の二酸化炭素による影響があり、エネルギーシステム全体としての容積やコストの面で課題もあります。

研究開発の内容と目標

二次電池の果たす役割は重要なものとなっており、電池の低コスト化、高エネルギー密度化が一層強く求められています。そこで、亜鉛と黒鉛を用いた革新的アルカリ二次電池を構築するため、以下の三つの研究内容を遂行いたします。

- ・ 亜鉛負極では、添加剤や水酸化物イオン伝導性ポリマーによる亜鉛酸イオンの輸送制御に加え、充放電モードの制御の適用や、電極状態解析のフィードバックにより、長寿命化を図ります。
- ・ ポリマー電解質では強塩基性雰囲気でも劣化せず、さらに耐酸化性に優れた電解質を合成します。
- ・ 黒鉛正極では、水の共挿入を抑制し、水酸化物イオンの挿入脱離反応に伴う障壁を低減する界面設計を行います。

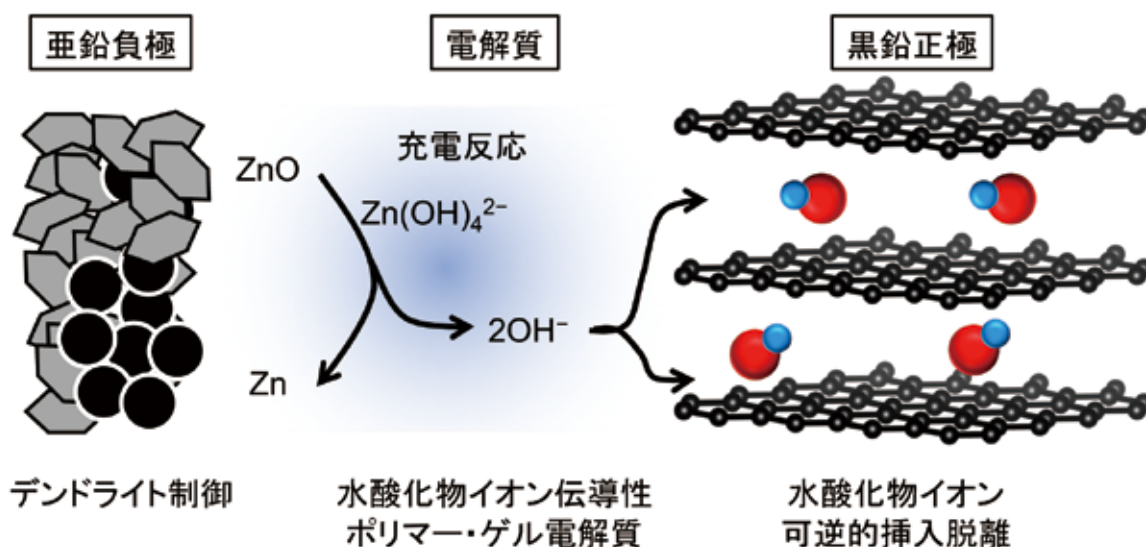
これらの開発成果をもとに 亜鉛-黒鉛二次電池のフルセル化を行います。

研究開発項目

1. 亜鉛負極の長寿命化
2. 水酸化物イオン伝導性ポリマー・ゲル電解質の創成
3. 水酸化物イオンを可逆に挿入脱離する黒鉛正極の設計
4. 亜鉛-黒鉛二次電池のフルセル化

研究開発の実施体制

国立大学法人京都大学
 国立大学法人東京工業大学
 国立大学法人山口大学
 トヨタ自動車株式会社



高濃度水系電解液を用いるデュアルインターカレーション2次電池

Dual intercalation rechargeable battery using highly concentration aqueous electrolyte

研究開発の背景

現在までの電池では主にカチオンの酸化・還元反応を利用して蓄電を行ってきた。一方で、電池内の電解液にはアニオンも含有されているにも関わらず、電池の蓄電反応には全く用いられていない。そこで、現在需要の高い高エネルギー、高容量な2次電池の開発を目的に、蓄電へのアニオンとカチオンの電気化学的な挿入反応を行う、新しい水系電解液を用いるデュアルインターカレーション2次電池(DIB)の開発を行う。水系電解液を用いる電池は、高濃度に支持塩を溶解できるので、デュアルインターカレーション型電池では、エネルギー密度の向上が期待できる。

研究開発項目

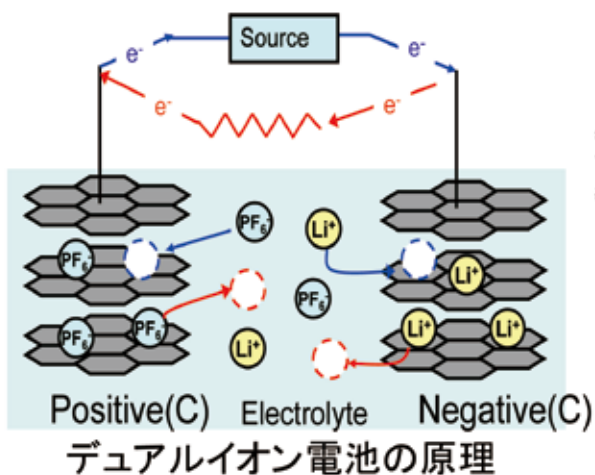
1. DIB用高濃度水系電解液の基礎的検討
2. 水系電解液に適した炭素正極の開発
3. 水系電解液に適した負極材料の開発
4. コイン電池を用いる電池としての課題抽出

研究開発の内容と目標

本研究では負極に活性炭へのLiの吸着やLi(La)TiO₃などに着目し、高濃度水系電解液を用いることで、従来のデュアル炭素電池に比べて大きなエネルギー密度の電池の開発を行う。目標として正極、負極、電解液の電池作動特性を検討し、最適化を行うとともに、正極、負極の目付比などの電池条件を最適化し、電池として電極の膨張・収縮の充放電特性やエネルギー密度に及ぼす影響を明確にする。支持塩の種類や電気分解を抑制し、クーロン効率の向上に有効な添加物などの開発を行い、2-3V程度の開回路電位を有する新しい水系DIBの基礎的な知見を得ることを目標とする。

研究開発の実施体制

国立大学法人九州大学
平河ヒューテック株式会社



革新電池への展開

水系高濃度電解液の基礎科学の展開
2.5V程度の放電電位とセルとして
150Wh/kg, 3000W/kgを見通せるセル
の基礎データの取得
DFT計算による挿入形式の解明

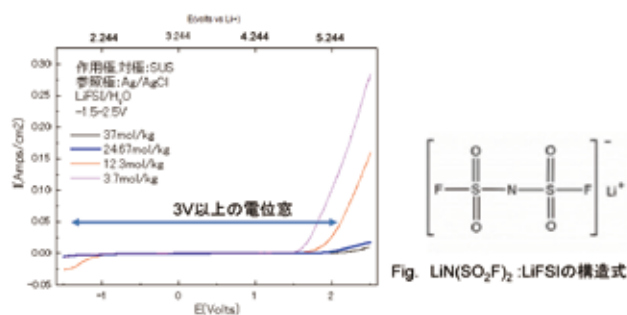
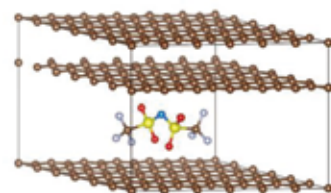


Fig. LiFSI水系電解液のサイクリックボルタモトリー

高濃度化することにより電気分解電圧が上昇
→ 水系電解液で3V近い高い放電電位の達成の可能性

炭素中にインターカレートしたTSFIアニオンの最適化モデル



DFT計算によるインターカレーション機構の解明

劣化フリー蓄電池実現のための溶媒和制御型電解液の研究開発

Solvation-controlled Electrolyte Solutions for Highly Durable Storage Batteries

研究開発の背景

温室効果ガス削減などエネルギー・環境分野の中長期的な課題を解決するためには大規模蓄電池や電気自動車の普及が不可欠です。その鍵を握るデバイスが蓄電池であり、エネルギー密度の高いリチウムイオン電池 (LIB) が最有力候補ですが、電池寿命の短さが電気自動車の本格的普及の妨げになりつつあります。電池の劣化を抑えて10~15年以上の長寿命を達成するためには電解液の耐久性を極限まで高める必要があります。本研究開発では高耐久性電解液を開発することにより超長寿命を有する劣化フリー-LIB実現のブレークスルーを目指します。

研究開発項目

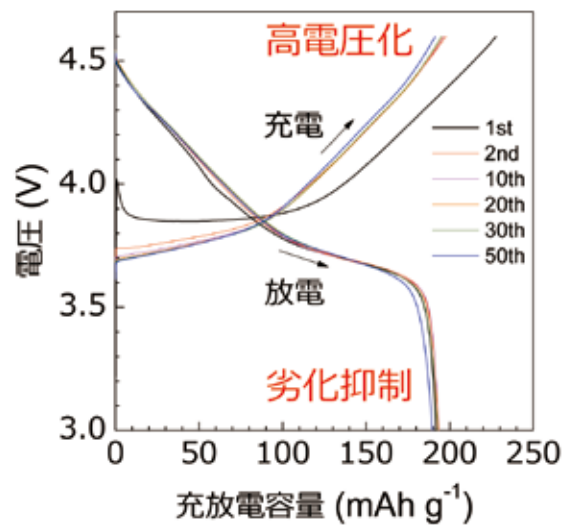
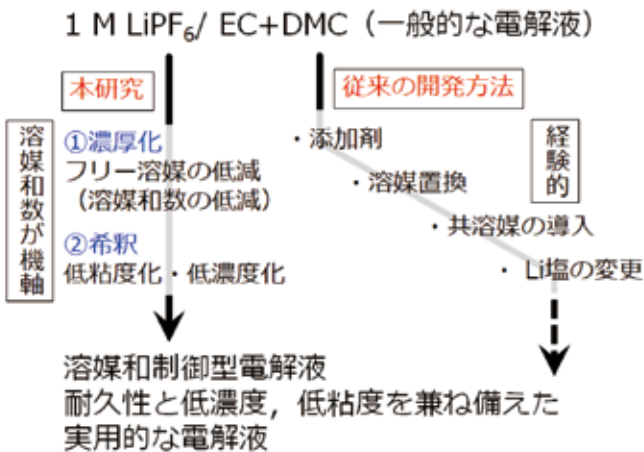
1. 濃厚電解液の希釈による高電位正極用電解液の開発
2. 希釈電解液を用いた上限5V級正極の充放電評価
3. 希釈電解液を用いた黒鉛負極への適合性評価

研究開発の内容と目標

本研究開発では耐久性を極限まで高めたLIB用電解液を開発し、1500サイクルの超長寿命を有するLIBの実現を目指します。電解液濃度を極度に高めて溶媒分子をLi+に溶媒和させることで耐酸化性を向上させ、これを、リチウム塩を溶かさな液体で希釈することによって濃度と粘度を現行電解液並みに下げて実用的な電解液とします。このような溶媒和制御型電解液の性能を極限まで追求することにより、上限5V級正極を用いて100サイクル後の容量維持率98.5%以上、放電容量200 mAh/gを達成可能な高耐久性電解液を開発します。

研究開発の実施体制

学校法人同志社同志社大学



溶媒和制御型電解液を用いた Li|LiNi_{0.5}Co_{0.2}Mn_{0.3}O₂ セルの充放電曲線の一例

温度変化発電を利用した廃熱回生技術の研究開発

Pyroelectric waste heat recovery technology based on temperature variations

研究開発の背景

日本で1年間に生成される廃熱エネルギー量は、年間発電量に相当する「1兆kWh」に達し(経済産業省発表)、この廃熱エネルギーを有効活用する技術の創生こそが低炭素社会実現に不可欠かつ最優先課題の一つです。そこで本テーマでは、新原理に基いたエネルギー回生技術への挑戦を行っています。例えば、内燃機関を有する自動車の場合、走行エネルギーと同等以上に存在する排ガスエネルギー(熱損失)の「温度変化」に着目し、熱と電気の変換技術を研究開発しています。今後、自動車のみならず、社会に貢献できる環境新技術として、更なる性能向上に取り組みます。本産官学連携チームは「捨てるな!熱」をスローガンに、廃熱無き世界の実現を目指します。

研究開発の内容と目標

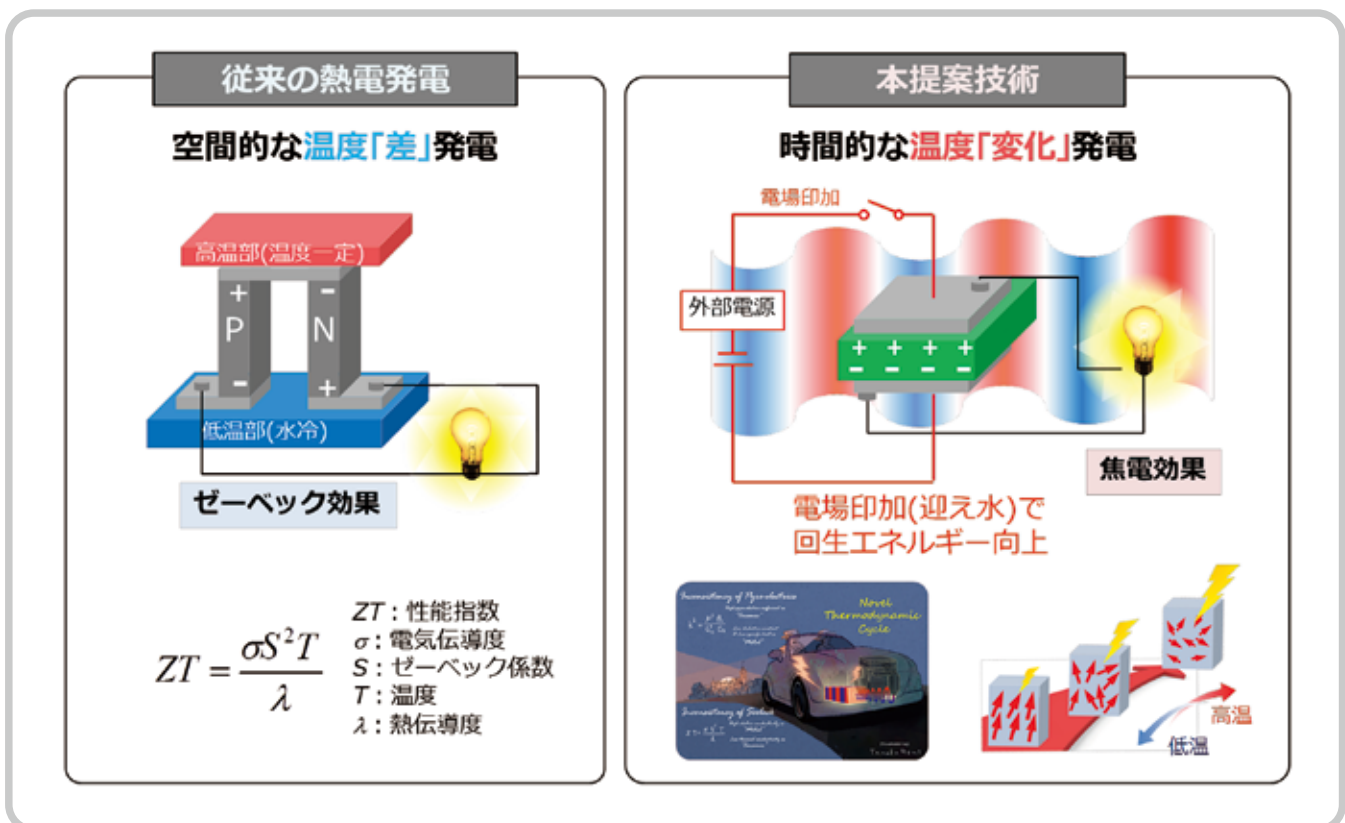
革新・画期的な廃熱回生技術として、従来の空間的な温度差による発電(ゼーベック効果)ではなく、自動車が走行中に排出する排ガスエネルギーの経時的な温度変化を活用する廃熱回生技術を研究開発しています。本テーマは、温度変化により材料から発生する起電力(焦電効果)をベースに、その温度変化に合わせて迎え水のように外部から少しの電気を材料に入力(電気-熱力学サイクル)することで、より大きなエネルギーを高効率で回生できる技術開発です。この技術を用いることで、従来の熱交換器と水冷装置が不要なコンパクト・軽量・低コストなシステムを実現し、自動車の廃熱を初めとした幅広い環境分野の高効率エネルギー回生技術として、低炭素社会実現に貢献します。

研究開発項目

1. 発電メカニズムの理論構築
2. 計算科学手法を援用した実験的材料探索
3. 発電サイクルの高効率化
4. 未利用熱を模擬した温度変化に伴う材料特性評価

研究開発の実施体制

ダイハツ工業株式会社
 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
 学校法人関西学院関西学院大学
 国立大学法人大阪大学
 国立大学法人長岡技術科学大学



LNG 冷熱利用熱音響エンジン発電技術の研究開発

Thermoacoustic electric generator for utilizing cold exergy stored in liquefied natural gas

研究開発の背景

天然ガスは化石燃料の中でCO₂排出原単位が小さく、将来的に燃料としての消費量が急速に増大すると予想されている。天然ガスは液化天然ガス(LNG)として日本に輸入(8900万トン/年)されており、その温度は-160℃である。つまり、燃焼熱以外に蒸発潜熱および顕熱を冷熱エクセルギーとして有している。現状では、LNGの多くの部分が海水と熱交換することで、加熱され気化されており、冷熱エクセルギーは環境に捨てられている。輸入量の大きさ、および単位質量あたりの冷熱エクセルギーの大きさから、LNGの冷熱エクセルギーの有効利用が実現できればその省エネルギー効果は大きい。

研究開発の内容と目標

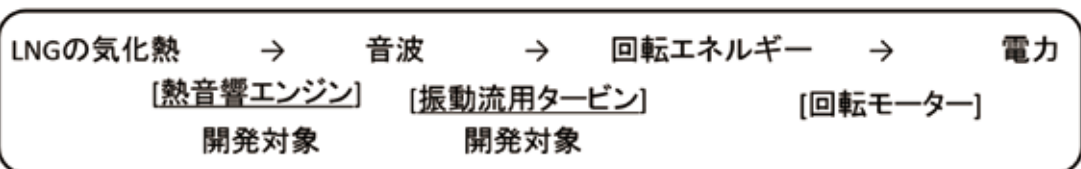
LNGの冷熱エクセルギーを有効利用するシステムを実用化するためには、そのシステム効率だけでなく、導入・維持コストも重要となる。高効率・低コストを実現可能な熱機関として熱音響エンジンが挙げられる。熱音響エンジンの研究課題としては、熱を取り込む熱交換器の開発、出力(音波)を電力に変換する機構の開発がある。そこで、本研究開発テーマでは熱音響エンジン用の熱交換器と衝動タービンを用いた音波-電力変換機構を開発し、冷熱エクセルギーを用いた熱音響発電システムの実現可能性を示すことを目標とする。

研究開発項目

1. 冷熱利用熱音響エンジンの設計手法の確立
2. 振動流用タービンの開発
3. 出力100Wの冷熱駆動熱音響エンジンの開発
4. 振動流用高性能熱交換器の開発

研究開発の実施体制

国立大学法人東京農工大学
東京ガス株式会社
国立大学法人電気通信大学



熱音響エンジン

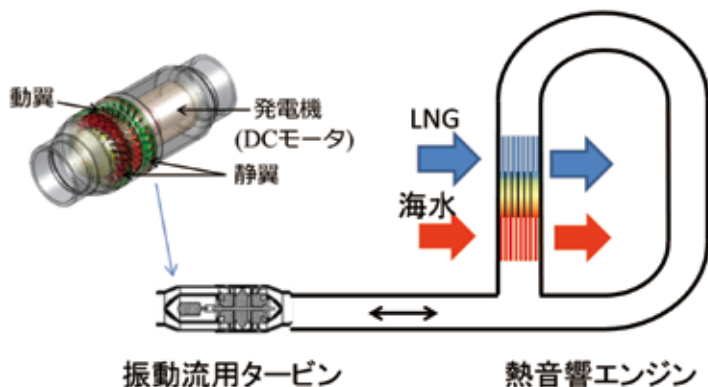
温度勾配によって引き起こされる流体の自励的振動をエネルギー変換に利用

- ・可動部を持たない
- ・多様な熱源の利用可
- ・自動車のエンジンに匹敵する効率

振動流用タービン

音波による流体の振動運動を回転エネルギーに変換

- ・1 Hz以下の振動には実績あり
- ・大出力化に向いている



開発中の熱音響エンジン

IoT社会を支える分散型独立電源の技術開発

Autonomous Power Supply for IoT Devices using Small Temperature Difference

研究開発の背景

IoT社会の到来に向け、多数のセンサー等に電力を供給する独立電源の開発が求められています。

本研究開発テーマは、環境中の僅かな温度差を利用することを可能とする、革新的な温度差発電素子を開発します。広範利用のための必須条件として、無害かつ低コストのありふれた元素のみから構成される高出力発電材料を開発し、産業部門を中心としてCO₂の大幅削減にも資する、微小温度差を活用した独立電源技術の創出を行います。

研究開発の内容と目標

社会実装に向けて解決すべき項目は、(1)デバイスの駆動に必要な発電能力、(2)材料の資源性・コスト・リサイクル性、(3)製造コスト、(4)材料の耐酸化性、(5)材料の加工性、(6)材料の機械強度・モジュールの耐久性、を全てクリアする必要があります。

これらを同時に満たす革新的材料を開発し、中温域まで使用可能な各種IoT用センサーへ電力を供給する小型独立電源を開発します。環境低負荷・耐久性に優れた温度差発電の素子化技術を構築し、100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ の高出力密度を目指します。

研究開発項目

1. 組成・組織・プロセス最適化
2. コンビナトリアルバルク合成・マッピング計測
3. 素子の発電性能評価
4. 接合技術の研究
5. 低コスト基板の検討

研究開発の実施体制

国立研究開発法人 物質・材料研究機構
 国立大学法人 茨城大学
 アイシン精機株式会社

高出力バルク発電素子の開発

■ 発電性能向上に向けた材料設計

計算科学による特性予測

複合組織化

- ① 単相化・最適組成・プロセス最適化
- ② 複合組織化・組織最適化
 - ・ 一方向凝固
 - ・ 放電プラズマ焼結によるハイブリッド構造の導入

高出力バルク発電素子を開発

コンビナトリアル合成・マッピング計測

温度差発電モジュール化技術の構築

■ 高信頼性モジュールの設計

- ① 接合技術の構築
 - 出力特性を最大化 → 金属中間層の選定
 - 十分な接合強度 → 反応性の低い材料の選定

・ 電気的・熱的接触抵抗の最小化
 ・ 高出力・高耐久性の温度差発電モジュール
- ② 低コスト化に向けた基板の選定
 - 現状 セラミックス基板
 - 新技術 金属基板の採用等, 新たな構造の検討

α型酸化ガリウム高品質自立基板の研究開発Development of high-quality freestanding α-Ga₂O₃ substrates**研究開発の背景**

α-Ga₂O₃はバンドギャップ約5.3eVの半導体であり、パワー半導体材料としてGaNやSiCを凌ぐポテンシャルを有し、実際にSiCの物質限界を超える低オン抵抗のショットキーバリアダイオードが報告されています。その一方で、α-Ga₂O₃は異種基板へのヘテロエピ成長によってしか得られないため、高密度の結晶欠陥やその悪影響が懸念されます。また、異種基板が絶縁体なので、縦型デバイスの作製の障害となります。α-Ga₂O₃の高品質自立基板が実現できれば、これらの問題が解決され、高性能α-Ga₂O₃デバイスの実用化が期待できます。

研究開発の内容と目標

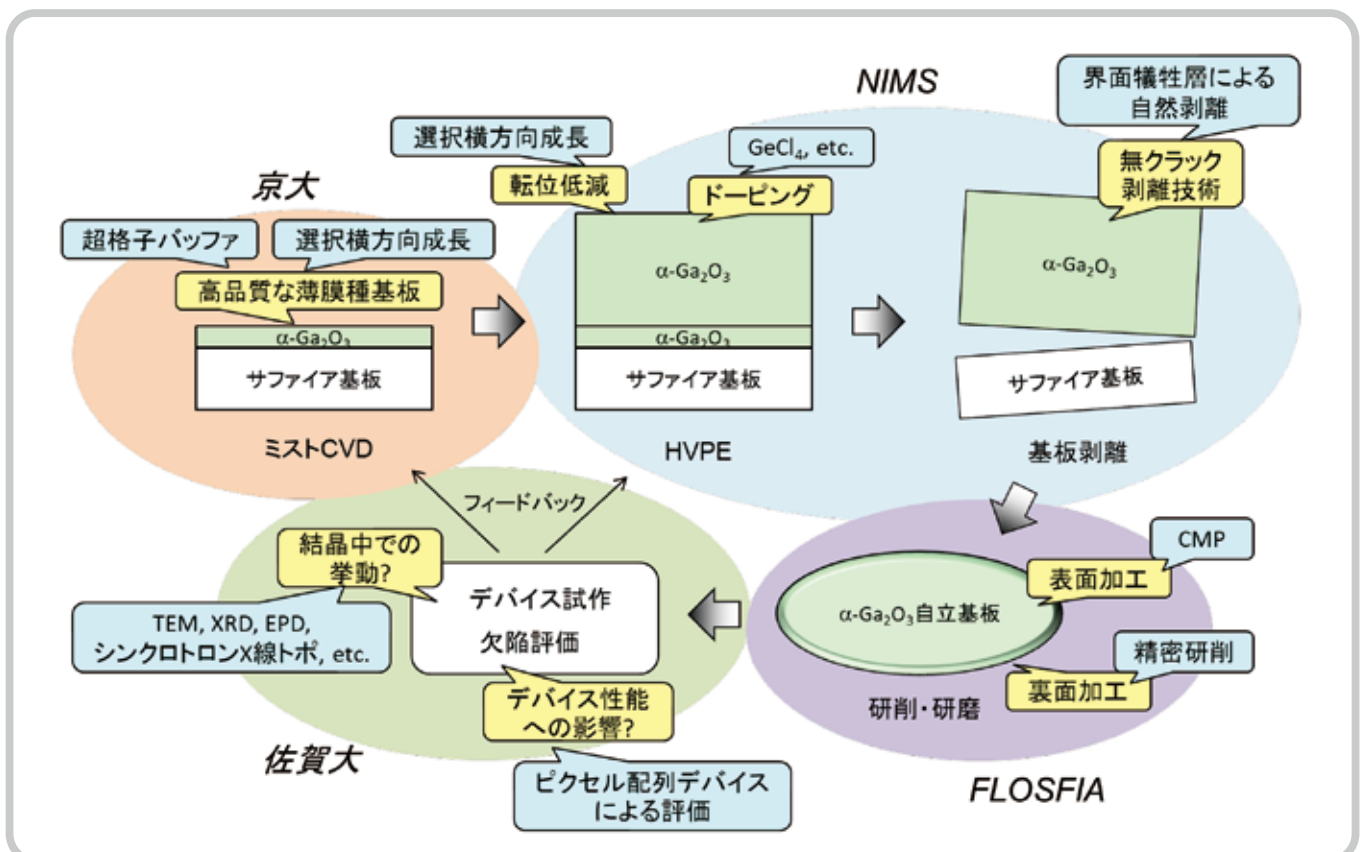
本研究開発では、高速成膜が得意なハライド気相成長法(HVPE)により異種基板上にα-Ga₂O₃厚膜を成長し、その後異種基板を取り除く方法でα-Ga₂O₃の自立結晶の作製を試みます。ミストCVDによる高品質な薄膜種結晶の作製技術およびその上のHVPEによるα-Ga₂O₃厚膜成長技術を、結晶中の欠陥挙動およびそれらのデバイス性能への影響を明らかにしながら開発します。さらに、α-Ga₂O₃結晶の研磨・研削加工技術を開発します。これらにより、φ2インチで転位密度が10⁶cm⁻²以下のα-Ga₂O₃高品質自立基板の実現を目指します。

研究開発項目

1. HVPE法によるα-Ga₂O₃の厚膜成長
2. ミストCVD法による高品質なα-Ga₂O₃薄膜種基板の開発
3. α-Ga₂O₃結晶の欠陥評価とデバイス特性への影響評価
4. α-Ga₂O₃結晶の加工技術開発

研究開発の実施体制

国立研究開発法人物質・材料研究機構
 国立大学法人京都大学
 国立大学法人佐賀大学
 株式会社FLOSFIA



ナノクリсталエンジニアリングによる材料・デバイス革新

Innovative materials and devices using nanocrystal engineering

研究開発の背景

高機能セラミックデバイスの小型化・高性能化には原料粉末の微細化が重要であるが、従来の粉砕法では微細粉の粒径分布が大きく、不定形の形状とランダムな表面形態を有し、不純物の混入や結晶欠陥の生成も避けられない。

一方、形とサイズを制御したナノメートルサイズの単結晶(ナノクリстал)は、粉砕法による微細粉の問題点を回避できる見込みがある。特にキューブ形状をしたナノクリстал(ナノキューブ)では、理論密度100%の成形体に最密充填が可能であり、界面形成による特異な物性発現など、不揃いで空隙率の多い集積体では実現不可能な高性能な物性が期待される。

本研究開発では、ナノキューブ集積体の優れた物性を応用した高性能電子デバイス・エネルギーデバイスの開発を行う。

研究開発の内容と目標

低環境負荷である溶液プロセスを用いたナノキューブ合成技術の開発およびセラミックデバイスの小型化・高性能化を目指す。特に高容量強誘電体メモリ、超高性能誘電エラストマー、高機能光学フィルム等の革新的デバイスを実現することを目的とする。

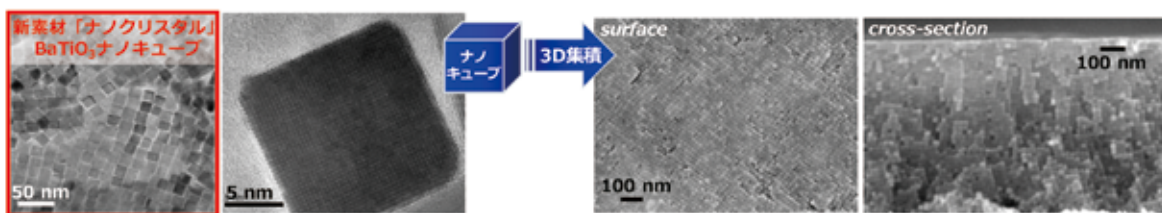
チタン酸バリウムをはじめとする誘電体・強誘電体ナノキューブの結晶方位を揃えた三次元規則配列集積体の形成技術を開発する。また、ナノキューブの自己組織化による表面・形状の制御技術および高次階層構造形成技術の開発を通じてナノキューブの基礎的性質を解明し、各種電子デバイスへの適用を検討する。さらに、ナノキューブの量産化に向けた設備設計や製造プロセスのスケールアップに伴う課題を抽出し、量産化技術を確認する。

研究開発項目

1. ナノキューブ合成技術の開発
2. 高次階層構造形成技術の開発
3. 疑似整合界面形成技術の開発
4. ナノキューブの基礎的性質の解明
5. ナノキューブ量産化技術の確立

研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所
堺化学工業株式会社
ラピスセミコンダクタ株式会社

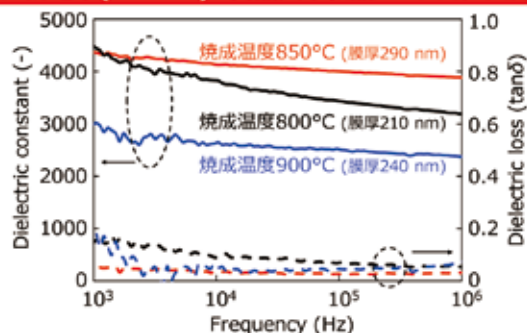


BaTiO₃ナノキューブ

産総研・特許第5618087号, 特許第5637389号

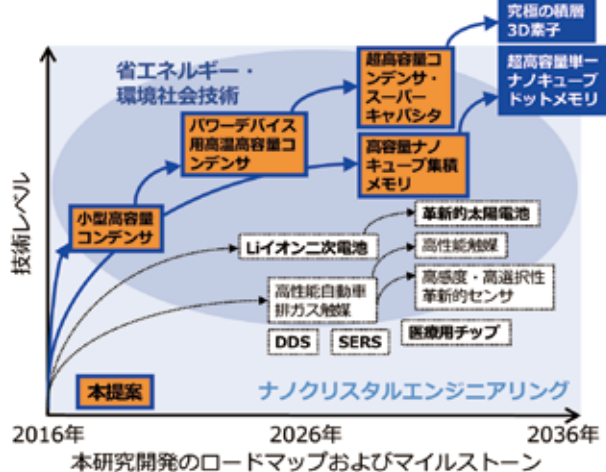
BaTiO₃ナノキューブの三次元規則配列集積体

巨大誘電率(>4000)=高品質単結晶+3次元直交界面



BaTiO₃ナノキューブ三次元規則配列集積体の誘電特性

K. Mimura and K. Kato, Jpn. J. Appl. Phys. 53, 09PA03 (2014)



本研究開発のロードマップおよびマイルストーン

室温プリントドエレクトロニクスによる次世代IoTデバイス配線・実装技術の開発

Room-Temperature Printed Electronics for future IoT devices

研究開発の背景

身の回りの様々なものを通信機能によって相互に接続する「モノのインターネット (IoT)」に向けて、一般的な情報家電に加え、照明やディスプレイといった大面積デバイスや、小型のウェアラブル端末まで、様々な形状やサイズ、用途を持つデバイスが必要とされています。本提案の「室温プリントドエレクトロニクス」技術は、室温導電性金属ナノインクを配線材料に用いることで、非加熱の印刷プロセスによって、あらゆる材料の表面に自在に配線や素子を形成することができます。本技術によって、革新的なフレキシブル性やウェアラブル性を備えたIoTデバイスが実現できます。

研究開発の内容と目標

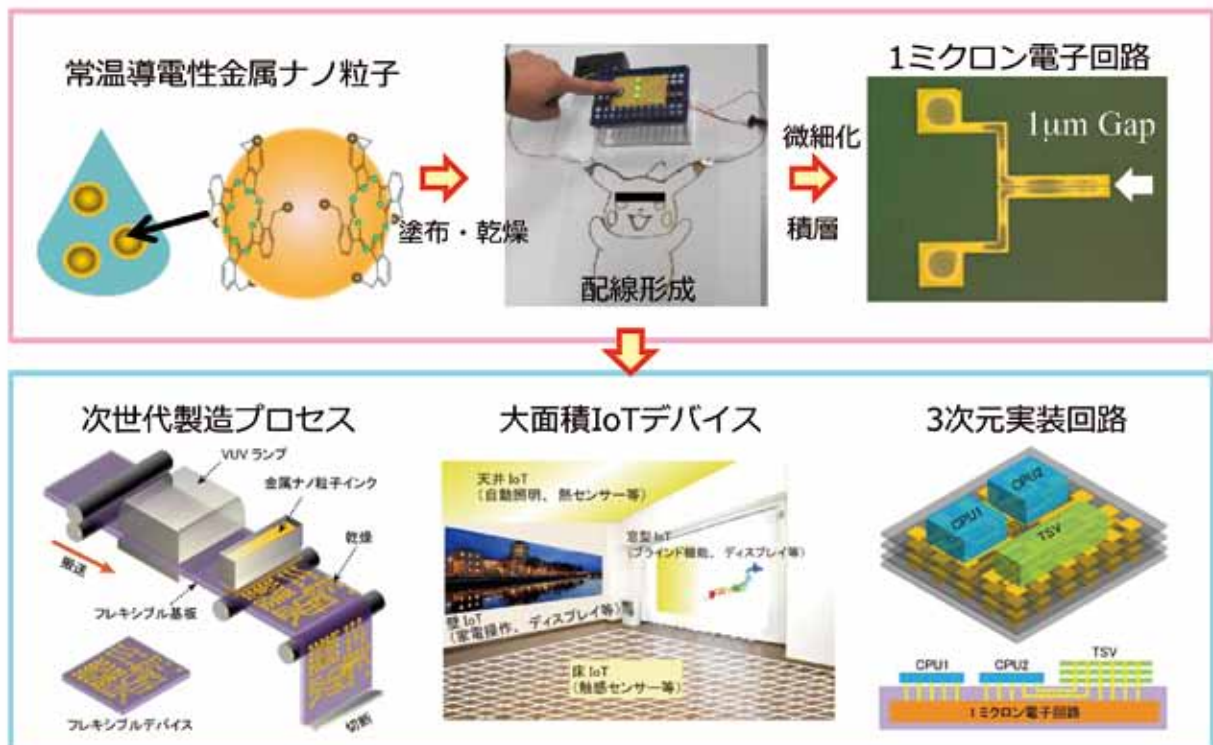
次世代IoTに用いる配線・素子形成技術には、1) サブミクロンの配線幅で回路を形成できること、2) 自在に積層・3次元化が行えること、3) LSIやその他モジュールの直接接合・実装が可能であること、4) 印刷TFTの回路を組み込むこと、といった特徴が必要です。本先導研究では、世界で初めて室温・溶液プロセスによる配線・トランジスタ素子の形成を可能とする「室温プリントドエレクトロニクス」を3次元配線・回路形成技術に展開し、既存の真空・フォトリソ工程では実現できない画期的なマルチスケール半導体素子製造技術を実現します。

研究開発項目

1. 室温導電性金属ナノ粒子
2. 室温、オール印刷の配線・素子形成技術
3. 印刷配線への実装技術
4. 次世代IoTデバイスへの適用

研究開発の実施体制

国立研究開発法人物質・材料研究機構
株式会社C-INK



ナノ半導体材料の高度構造制御と革新低コスト半導体デバイスの研究開発

Advanced structure control of semiconductor nanomaterials and ultralow cost semiconductor devices

研究開発の背景

持続型未来社会では、あらゆる物にデバイスが装着され、情報の収集・蓄積・通信・解析が行われる、いわゆるIoT社会の到来が予測されています。このようなデバイスは2030年には1兆個を超えると試算されており、広く普及させるためには低コストと高性能を兼ね備えた半導体デバイスが必要です。そこで、現行のシリコンデバイスのような真空や高温を駆使して多量のエネルギーを消費する高コストな製造プロセスから脱却し、省エネルギー・低コストの印刷技術により製造可能であり、かつ高性能な革新的半導体デバイスが期待されています。

研究開発の内容と目標

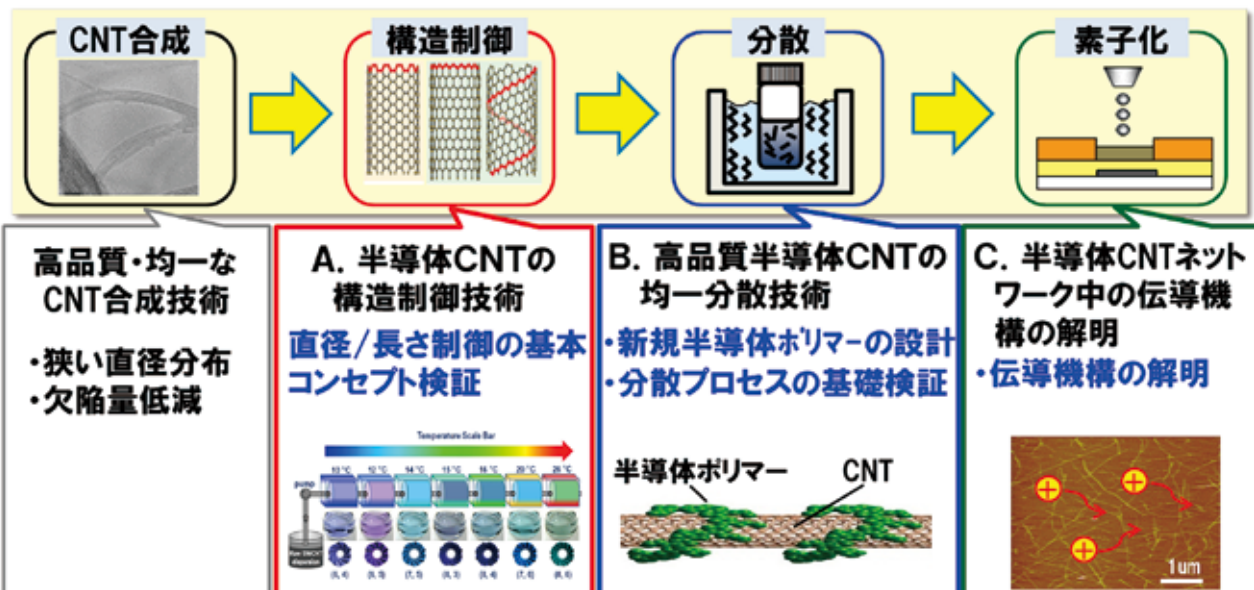
本研究では、半導体材料として、シリコンを上回る高い性能ポテンシャルを有する半導体カーボンナノチューブ(CNT)に着目し、その飛躍的な性能向上に向けた基本検証を実施します。具体的には、①半導体CNTの高度な構造制御(直径・長さ制御)技術、②高度に構造制御された半導体CNTの均一分散技術、③半導体CNTの伝導機構の解明、に取り組み、既存のシリコン半導体と移動度等の性能を同程度に引き上げるための課題を抽出し、その実現可能性と方向性を提示することを目標とします。

研究開発項目

1. 半導体CNTの高度な構造制御(直径/長さ)技術の開発
2. 高度に構造制御された半導体CNTの均一分散技術の開発
3. 半導体CNTの伝導機構の解明

研究開発の実施体制

東レ株式会社
 国立研究開発法人産業技術総合研究所
 (再委託先)
 国立大学法人東京大学



藻類由来金属微小コイル分散によるギガ・テラヘルツ帯電波吸収の研究開発

GHz-THz Electromagnetic Wave Absorption Material of Spirulina-templated Metal Microcoils

研究開発の背景

今後ますます発展する高速大容量の情報通信市場、IoTインフラ市場、車ほかの自動運転市場など超高度ワイヤレス社会を支える革新的な製造技術のひとつに広帯域の電磁吸収材料やその高機能化が喫緊の課題である。本研究開発では、金属 μ コイルの試験研究レベルの量産化と広帯域軽量電磁波吸収としての分散フィルム化や含有塗料化など用途開発のための材料開発を行う。実験室レベルでは、藻類スピルリナの形状固定、無電解めっきなど金属 μ コイルの各製造プロセスを確立し、得られた金属 μ コイルの分散フィルムの作製とそのギガ・テラヘルツ帯の高効率電磁波吸収を確認している。

研究開発の内容と目標

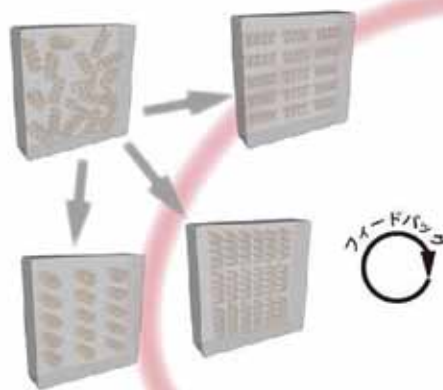
微生物や生物組織の3次元微細構造を鋳型に金属、無機材料など異種材料に構造転写し、新機能を開拓するバイオテンプレート技術は、環境低負荷な次世代のものづくりに繋がるものである。本研究開発は、マイクロメートルスケールのらせん形状をもつ藻類スピルリナを鋳型に、無電解めっきを施し、従来の精密加工では困難な金属マイクロコイルの量産プロセスの開発と、金属マイクロコイルを低密度分散した高分子フィルムのギガ・テラヘルツ帯高効率電磁波吸収を実証する。具体的には、実用技術へ向けたフィルム化、塗料化など利用形態を広げる電波吸収材料の製造技術を確立する。

研究開発項目

1. スピルリナ製造のスケールアップ
2. 無電解めっき工程のスケールアップ
3. 金属 μ コイルを分散したフィルム化と塗料化
4. 電波吸収材料評価

研究開発の実施体制

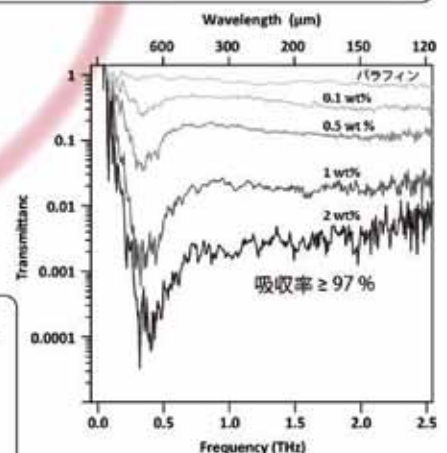
学校法人同志社 同志社大学



- 電磁波応答特性評価に適したサンプル形態
→マトリクスへの分散
- 均一に等方分散する方法
- マトリクス中の配向を制御する方法

電磁波応答特性の測定

- ギガヘルツ・テラヘルツ波に対する透過・反射率測定
- 円偏波特性の測定
- 藻類の構造に起因した応答特性の発現



単粒子解析を活用したレーザー照明用蛍光体の開発

Discovery of phosphors for laser-driven lighting by the single-particle-diagnosis approach

研究開発の背景

将来の低CO₂社会を実現するために、全ての照明を省エネルギーの固体照明にすることが期待されています。現在、白熱電球や蛍光灯などの室内照明は白色LEDに置き換わりましたが、高出力の屋外照明は代替に至っていません。実用化のためには高出力に耐える様々な色の蛍光体が必要ですが、現状では使用できる材料が揃っていません。新しい蛍光体の開発には未知物質の探索が必要ですが、最適組成を求める実験には多くの時間がかかり、効率的な開発手法が不可欠でした。

研究開発の内容と目標

合成粉末から取り出した一粒の粒子を用いて物質探索する「単粒子解析法」を活用してレーザー照明用途の高性能蛍光体を開発します。現行の蛍光体の材料設計や評価手法はLED用に最適化しており、レーザー照明用途に活用できる部分もありますが、新たな手法開発が必要です。特に、材料開発、評価手法、部材化技術の戦略は異なります。そこで、本研究開発では、将来のレーザー照明で重要となる蛍光体の材料技術、光学特性評価技術、プレート化技術の予備的研究を実施し、革新的なレーザー用蛍光体の開発に繋げることを目指します。

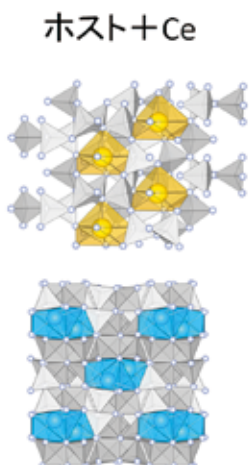
研究開発項目

1. 単粒子解析法による蛍光体の探索
2. 粉末法による蛍光体の開発
3. 光学特性評価技術の検討
4. プレート化のための原料調整の検討
5. プレート部材の作製

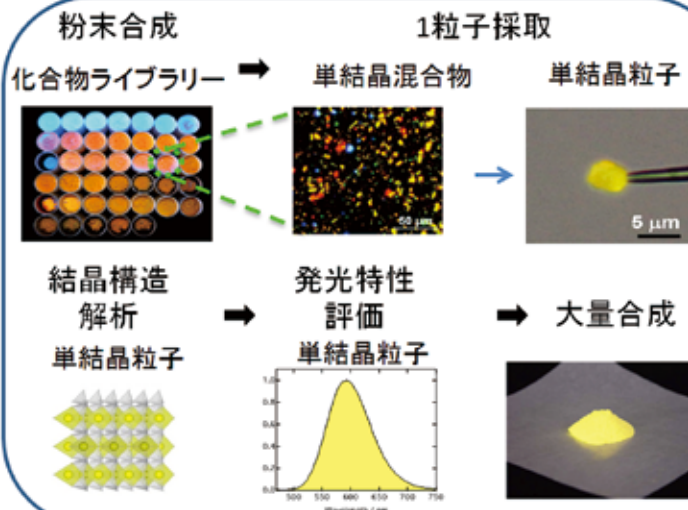
研究開発の実施体制

国立研究開発法人物質・材料研究機構
 デンカ株式会社
 国立大学法人横浜国立大学
 地方独立行政法人神奈川県立産業技術総合研究所

材料開発



評価手法: 単粒子解析法



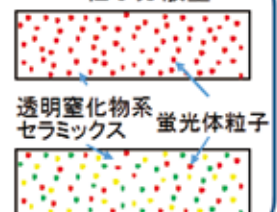
部材化技術

粒径処理

高密度成形

プレート

粒子分散型



超微細半導体用革新的ウェットプロセス・装置技術の開発

Equipment Technology for Advanced Wet Process in Further Miniaturized Semiconductor Devices

研究開発の背景

2030年の半導体集積回路の高性能化・高集積化は超微細化、3次元化と新材料導入で実現される。そのため、革新的ウェットプロセス・装置技術を構築する。

ウェットプロセス工程は、現状でも工程数の増加が他プロセスに対し顕著で、2030年時には、工程数全体の30%以上を占める重要なプロセス技術である。次世代洗浄装置技術には、①3次元トランジスタで必然的に現れる(110)シリコン結晶面の洗浄、②高アスペクトのパターン倒れ抑制、③微細パターンおよびシリコン以外新材料にも適した新洗浄薬液、が必須である。

研究開発項目

1. 環境制御型ウェットプロセス・装置技術の開発
2. 3次元トランジスタで必然的に現れる(110)シリコン結晶面の洗浄
3. 高アスペクトのパターン倒れ抑制可能なリンス・乾燥技術の開発
4. 微細パターンおよびシリコン以外新材料にも適した新洗浄薬液の開発
5. 研究開発推進委員会の開催

研究開発の内容と目標

①あらゆるシリコン結晶面に適用できる「環境制御型」洗浄装置技術の構築、②パターン倒れ抑制のための「低表面張力」リンス・乾燥技術、③微細パターン・新材料導入のための「低濃度薬液」洗浄方法の開発を行う。

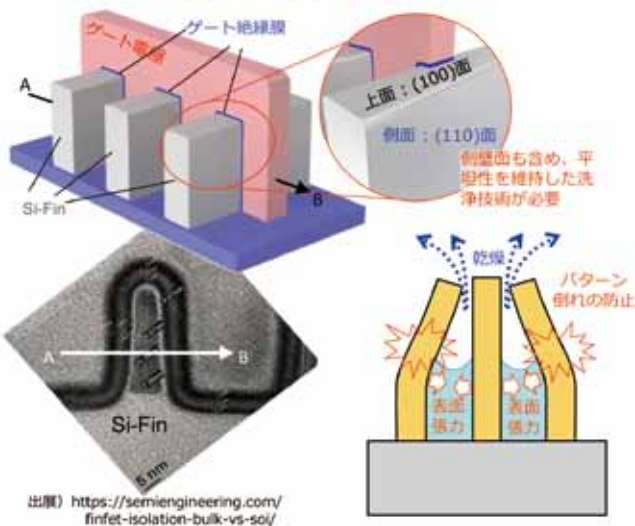
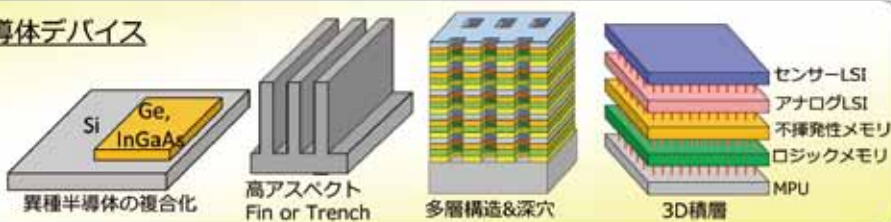
本委託研究で実現される気密性と耐薬品性を兼ね備えた全く新しい装置によって、超微細・3次元化・および新材料にも適用できる革新的ウェットプロセス・装置技術となる。本装置技術は、2030年の半導体プロセスの中核となるものであり、わが国半導体製造装置分野およびそれを支える部品・材料分野の発展に寄与する。

研究開発の実施体制

東京エレクトロン株式会社
国立大学法人東北大学

2030年までに要求される半導体デバイス

- 微細化
⇒サブ10nm
- 3D化
⇒アスペクト比100
- 半導体材料複合化
⇒Si, Ge, InGaAs, ...



本研究の開発項目

①環境制御型洗浄装置技術

- ✦ 洗浄環境中の酸素濃度の抑制・制御による、表面荒れ・表面酸化の抑制
- ✦ 表面平坦性を維持した(110)Si表面の洗浄技術

②パターン倒れ抑制技術

- ✦ パターン倒れ抑制のための「低表面張力」リンス・乾燥技術

③新材料導入のための新洗浄薬液

- ✦ 高濃度薬液に代わるオゾン水を用いた低ダメージのレジスト除去洗浄技術

実機化に向けた装置構造・構成部材の検討

出展) <https://semiengineering.com/finfet-isolation-bulk-vs-sol/>

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

Development of the Flow Fine Synthesis for Production of Fine Chemicals

研究開発の背景

ファインケミカルズにかかわる世界市場は約120兆円とされています。その製造法は、有機合成化学に立脚したバッチ法で行われ、多くの廃棄物を排出し、その処理に膨大なエネルギーが消費されています。今後、我が国の持続可能な発展のためには、このファインケミカルズ製造の効率化と、製造にともなう廃棄物の削減が必要不可欠な技術です。

本研究は、これまでバッチ法で行われてきたファインケミカルズ全般の合成を「より完全な選択性を持つ固定化触媒を利用する“フロー精密合成”を基盤に用いた製造プロセス」へ置き換え、もって、ファインケミカルズの製造にともなう廃棄物・CO₂排出量の劇的な削減を行う技術を開発するものです。

研究開発の内容と目標

多岐にわたるファインケミカルズの製造法の開発をより効率的に行うため、それに使用する反応を整理し、上位5種の反応（「基幹5反応」と定義）について反応とプロセスの両面から研究を行い、フロー法での早期実現を図ります。

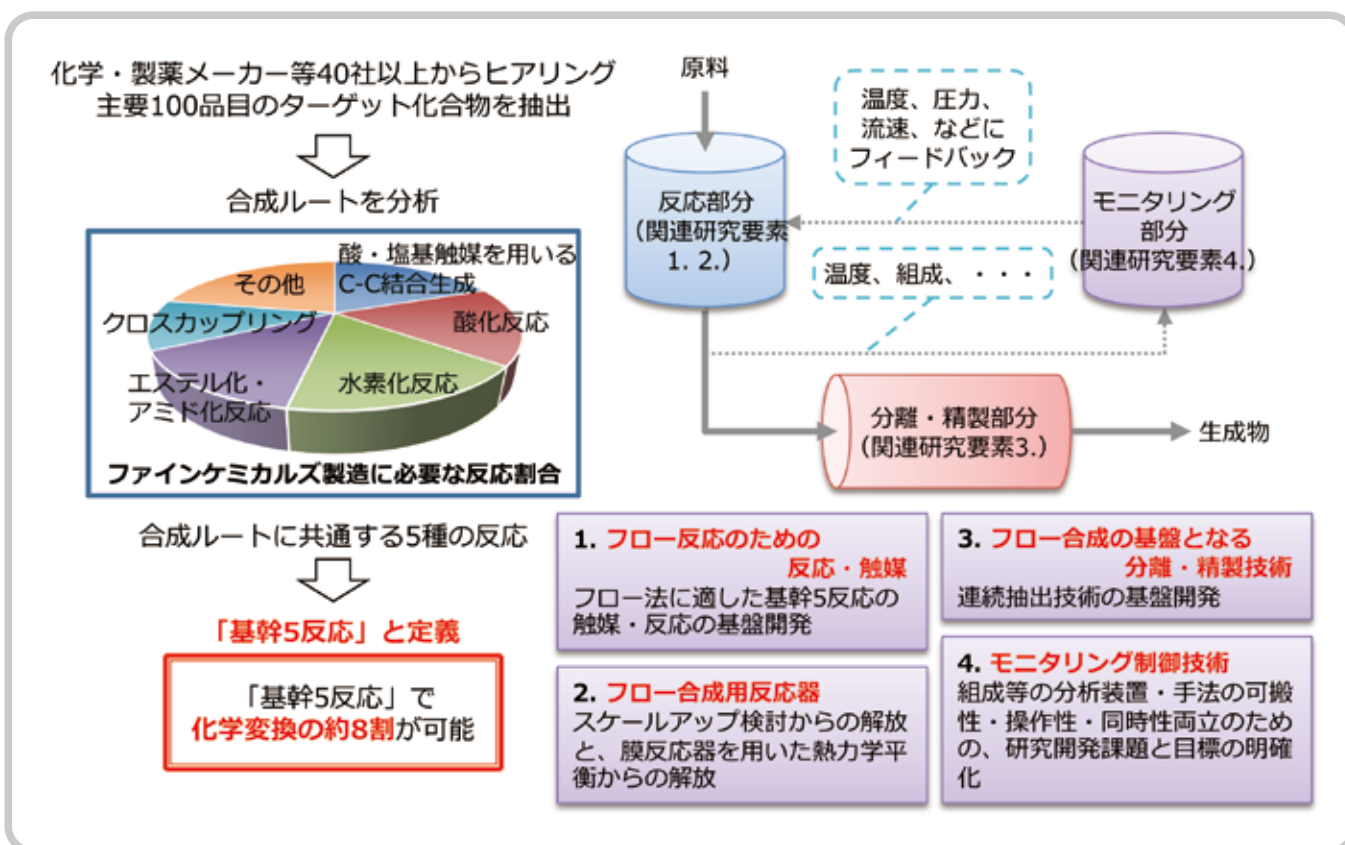
本先導研究では、基幹5反応の中でも使用頻度の高い反応をフロー法で行えることを実証するため、「1. 反応・触媒の開発」を中心に、反応開発のみでは実現し得ない、平衡移動や共生成物の分離のための「2. 合成用反応器の開発」、「3. 分離・精製技術の開発」を協調しながら進めます。さらに将来的に装置の自動化に必要な、「4. モニタリング制御技術の課題明確化」にも取り組み、フロー法でファインケミカルズを製造する技術の道筋をつけます。

研究開発項目

1. フロー反応のための反応・触媒の開発
2. 汎用性のあるフロー合成用反応器の開発
3. フロー合成の基盤となる分離・精製技術の開発
4. 反応物組成モニタリング制御技術の研究開発課題と目標の明確化

研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所
 国立大学法人東京大学
 学校法人早稲田大学
 東和薬品株式会社
 東京理化器械株式会社
 国立大学法人京都大学
 富士フィルム株式会社
 クミアイ化学工業株式会社
 日本電子株式会社



天然ガス低温改質による低CO₂排出水素・化学品革新製造

Innovative production of hydrogen and chemicals by low-temperature natural gas reforming

研究開発の背景

化学品原料である合成ガス・水素は、化石資源の水蒸気改質により得られますが、その吸熱反応では極めて高温が必要となり、大きなCO₂排出を伴います。一方、後段の化成品合成は低温発熱反応で、未利用廃熱が多く発生します。

この未利用低温廃熱で改質反応を駆動することが出来れば、近年の創エネ・グリーンエネルギー開発と同等のCO₂削減効果が期待できます。特にメタノール合成では、多くのプロセスからの未利用低温廃熱を、副生水素生成を介した電力変換に汎用利用する「低炭素型水素製造スキーム」が構築できるため、社会の全エネルギー消費に与える効果は極めて大きくなります。

研究開発の内容と目標

これまでに我々は、低温で改質反応の進行させる新しい触媒や酸素ナノキャリアを創成してきました。しかし、低温反応場では平衡が反応原系に寄るため、このような速度論制約の打破のみでは、改質反応の低温化は為し得ません。そこで、本研究開発では、分離反応場・プロセスの利用による低温平衡制約の打破の可能性について、コンセプト実証を行います。また、プロセス技術開発と技術アセスメントを連動し、開発するプロセスの動作条件と産業現場での制約条件から、国内で導入が可能となる既存プラントや新たに建設が可能な地域を提案した技術導入シナリオを作成します。

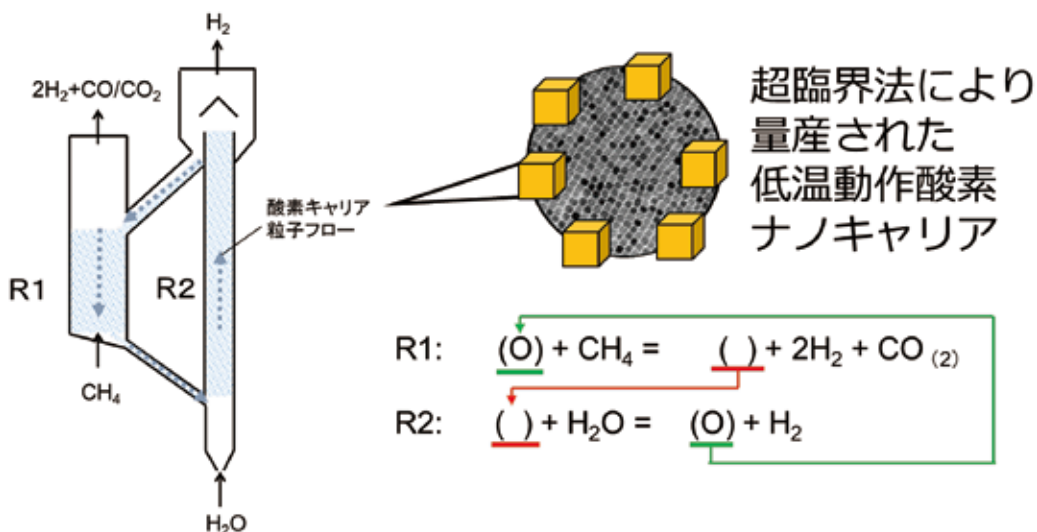
研究開発項目

1. 低温動作酸素ナノキャリア量産体制の構築
2. 2塔式循環型流動層を用いた改質反応器設計
3. 低温改質反応器の技術アセスメント
4. 低温改質反応プロセス設計
5. 酸素ナノキャリアのクラスタ化プロセス開発

研究開発の実施体制

国立大学法人東北大学 未来科学技術共同研究センター
 アートビーム有限会社
 (再委託先)
 国立大学法人新潟大学
 国立大学法人東北大学

分離反応場・プロセスによる低温平衡制約の打破： 二塔式循環型流動層



低温改質反応の実現

⇒技術アセスメントと連動した技術導入シナリオの策定

有機溶剤の超ろ過膜法開発による化学品製造プロセス革新

Innovation in chemical production process by organic solvent hyper filtration membrane method

研究開発の背景

化学品製造プロセスにおいて、有機溶剤の分離・濃縮に多用される蒸留法は、多量の熱エネルギーを必要とする極めてエネルギー消費の大きいプロセスです。一方、膜分離ろ過法は相変化を伴わないため、大幅な省エネ化が可能です。しかし従来の分離膜は耐溶剤性が低く、有機溶剤中で用いることは困難です。そこで本研究では、耐溶剤性新規分離膜の創製、及びそれを用いた化学品製造プロセスの開発を行い、直接溶剤-溶剤間の膜分離をも可能とする新規超ろ過膜法 (Organic solvent Hyper Filtration; OHFと命名) の確立を目指します。これにより、蒸留法からOHF膜法への転換を実現し、化学品製造プロセスの大幅な省エネ化を図ります。

研究開発の内容と目標

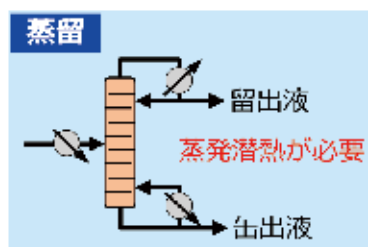
本先導研究では、有機溶剤を直接膜分離する次世代の超省エネルギー膜プロセスの実現に向け、OHF膜の創製、OHF膜モジュール化/エレメント化技術の開発、OHF膜を用いた膜分離プロセスの開発の3段階の検討を行い、蒸留法に代わり得る本技術の開発と原理検証を行います。OHF膜は、有機膜と無機膜の2つのアプローチによりナノろ過 (NF相当) からサブナノろ過 (RO相当) までの分離を行う耐溶剤性膜を開発します。これらの方法により、石油化学品、電子部品、食品 (植物油) 等の製造プロセスにおいて、溶剤と溶質の膜分離はもとより、溶剤-溶剤間の膜分離も可能とし、革新的省エネプロセスの実現を目指します。

研究開発項目

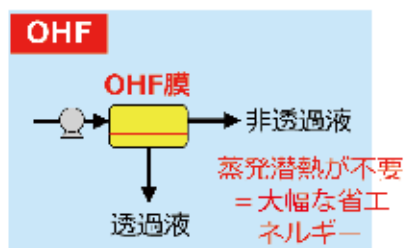
1. OHF膜の創製
2. OHF膜のエレメント化/モジュール化技術の確立
3. OHF膜プロセスのフィジビリティ評価

研究開発の実施体制

国立大学法人神戸大学
 国立大学法人広島大学
 ユニチカ株式会社
 株式会社J-オイルミルズ



ゲーム
チェンジング



A. OHF膜の創製

- 有機膜アプローチ**
- ・界面重合法
 - ・TIPS法
- 無機膜アプローチ**
- ・複合金属酸化物膜
 - ・セラミック有機無機ハイブリッド膜
 - ・ナノシート膜

B. OHF膜のエレメント化/モジュール化技術確立

- 有機スパイラルエレメント**
- ・有機平膜エレメント
- 中空糸膜モジュール**
- ・有機膜モジュール
 - ・無機膜モジュール

C. OHF膜プロセスのフィジビリティ評価

- ・石油化学品製造プロセス
 - ・電子部品製造プロセス
 - ・食品 (植物油) 製造プロセス
- 省エネ効果、経済効果等々を評価

磁気テープにおけるミリ波記録方式の開発研究

Development of a millimeter wave assist magnetic recording method on magnetic tape

研究開発の背景

磁気テープは、ビッグデータ時代のコールドデータ貯蔵システムとして注目を浴びています。磁気テープの記録密度向上には記録を担う磁性体の微粒子化が必要ですが、微粒子磁性体の課題である「磁化の熱安定性」を確保しようとする、磁化反転（書き込み）に必要なエネルギーも大きくなり、従来の記録方式での記録が困難となります。そこで本研究開発では、世界最小のハードフェライト磁石であり、世界最高周波数のミリ波共鳴吸収を示すイプシロン酸化鉄に着目した。イプシロン酸化鉄は次世代高密度磁気テープ用磁性粉として注目されており、研究代表者がフェライト磁性体最高の保磁力を示すことを2004年に発見した日本発のフェライト磁性粉です。

研究開発の内容と目標

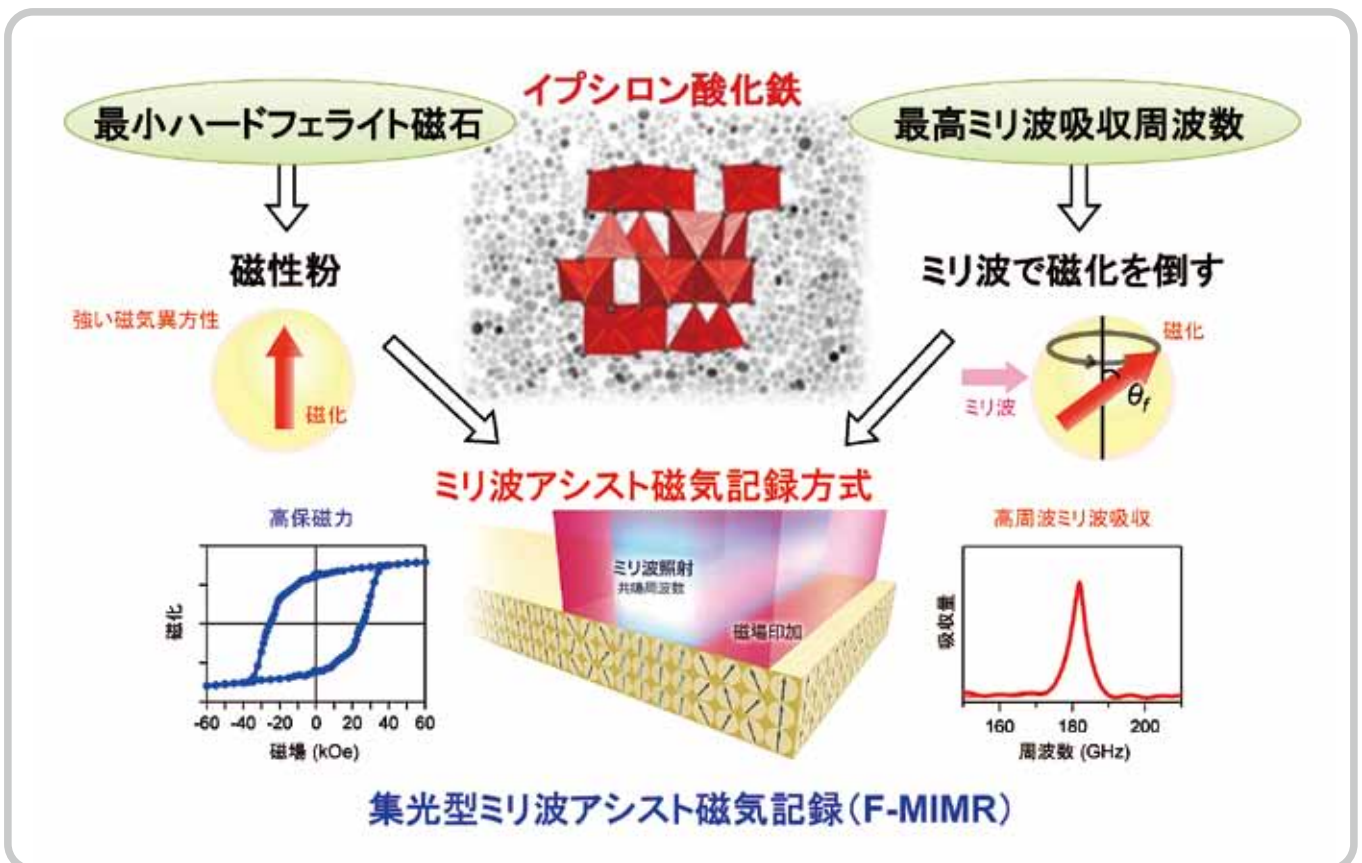
本研究開発では、微粒子化と記録適性の両立のため、イプシロン酸化鉄ナノ磁性体からなる磁気記録媒体に対してミリ波を照射し、記録時のみ磁化反転に必要な磁界を低下させ、磁界を印加することで磁化を反転させる方式「ミリ波アシスト型磁気記録方式」の開発を目指します。ミリ波を集光するリング共振器を設計および作製して、ミリ波を媒体に照射するためのデバイスを開発すると共に、磁化の熱安定性が高く照射されるミリ波に共鳴するイプシロン酸化鉄を用いた媒体を作製します。これらを組み合わせ磁化反転を実証することで、集光型ミリ波アシスト磁気記録の原理検証を行います。

研究開発項目

1. 磁性粉の設計と作製および磁気記録媒体の開発
2. 記録ヘッドの開発
3. 電磁波アシスト磁化反転の実証実験

研究開発の実施体制

国立大学法人東京大学
国立大学法人大阪大学
富士フイルム株式会社



ナノ結晶クラスター組織からなる革新的磁性材料の創製

Innovative magnetic material consisting of nanocrystal cluster organizations

研究開発の背景

電力の過半を消費しているモーターの省エネは、我が国のエネルギー戦略において極めて重要な課題の一つとなっています。モーターの効率を向上させるためには、それを構成する永久磁石材料と軟磁性材料の高性能化が必須です。本研究開発は、従来よりもはるかに高い飽和磁束密度を有する軟磁性材料を、Fe系合金粉末で実現しようとするものです。成形自由度、リサイクル性などに優れる粉末で実現することに実用材料として大きな意義があります。我が国が誇る、高度な理論計算による物性予測研究とガス反応や材料合成にかかわるプロセス技術を統合することによって、革新的な軟磁性材料の創製を図り、資源リスクを乗り越えていこうとするものです。

研究開発の内容と目標

第一原理計算によって軟磁性発現可能性が予測されたFe系合金の結晶構造を実現すべく、侵入型元素であるCやNをガス反応によって格子間に導入し、Fe原子間距離およびその侵入位置を制御する技術を確認しようとするものです。それに必要な高性能ガス反応装置を新たに設計製作し、精密な反応条件設定を可能としました。これにより粉末にナノクラスター組織を形成させるプロセス条件を明らかにしました。今後ガスを用いた固相-気相反応によってCやNの格子間導入を試み、軟磁性の発現に挑戦します。最終的には、従来よりもはるかに高い飽和磁束密度を有するFe系合金軟磁性粉末の実現を目指します。

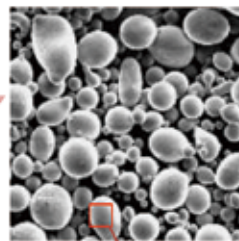
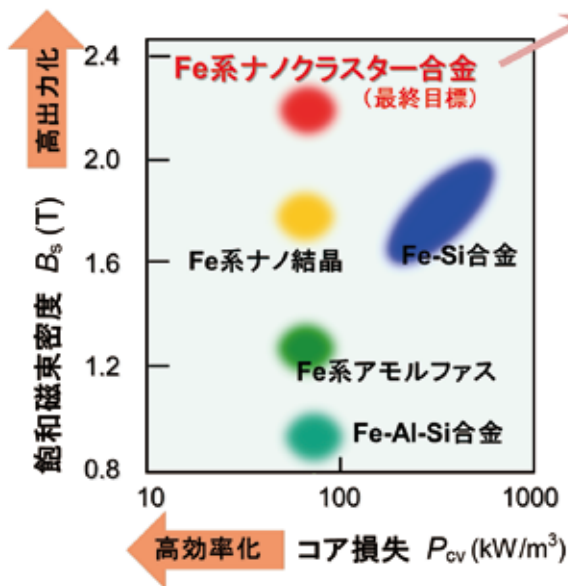
研究開発項目

1. 原料粉合成技術の確立
2. ナノクラスター組織の形成技術の確立
3. ガス反応制御による結晶構造ならびに原子配位の制御技術の確立

研究開発の実施体制

大陽日酸株式会社
 関東電化工業株式会社
 国立大学法人東北大学

Fe系軟磁性材料の特性比較

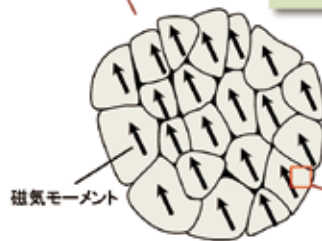


高飽和磁化軟磁性粉末

⇒成形自由度、リサイクル性、生産性に優れる。

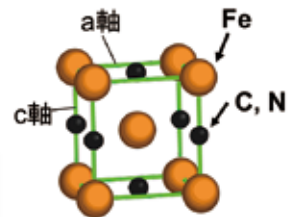
ガス反応によって形成されたナノクラスター組織

⇒ナノクラスター効果によって軟磁性が発現



侵入型元素を配位したFe系軟磁性結晶

⇒侵入型元素によって結晶構造を変化させ軟磁性が発現する原子配置の環境を創出



次世代ヒートポンプ実現のための高感度メタ磁性材料の研究開発

High sensitivity meta-magnetic materials for realization of next generation heat pump

研究開発の背景

室温磁気ヒートポンプの主要な特徴はノンフロンであることに加え、従来の蒸気圧縮式に比べ約20%の省エネの可能性があるとされています。現在、高い性能を示す磁気冷凍材料(メタ磁性)の登場、高性能永久磁石の汎用化などで、これは現実的な技術になりつつありますが、材料とシステムを統合した検討が進んでおらず、原理的な性能が引き出せてはいません。また、高い磁場発生(〜1.5T)のために大型の永久磁石が必要であり、大能力を必要とする空調機などの実用化は、重量、コスト的に不可能でした。さらに材料開発も、低磁場での高性能化、プロセス制御性、性能劣化などが未解決のままです。

研究開発項目

1. 高感度メタ磁性による磁気冷凍材料高性能化
2. 磁気冷凍材料性能劣化現象抑制条件の確立
3. 磁気ヒートポンプシステムシミュレーション
4. 磁気ヒートポンプシステム機能試作

研究開発の内容と目標

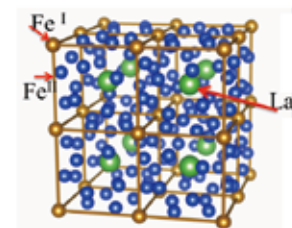
本研究では、新材料(高感度メタ磁性)の創製と、新材料に最適化した磁気ヒートポンプシステムの構築を目的としています。新材料の創製では、 $\text{La}(\text{Fe},\text{Si})_{13}\text{H}$ 化合物をベースに他元素を添加することで、低い磁場で高い性能(磁気エントロピー変化)を得ることができ、さらに長期間の使用でも性能が劣化しない高感度メタ磁性材料の実現を目指します。磁気ヒートポンプシステムの構築では、新材料によりシステムの重量、コスト等が従来より大幅に低減できる可能性があるため、シミュレーションを用いてシステムの性能が最大となる条件を算出するとともに、機能試作によりこれを検証します。

研究開発の実施体制

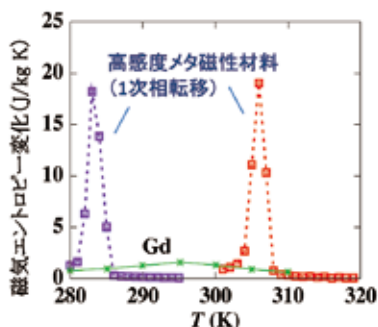
ダイキン工業株式会社

国立研究開発法人産業技術総合研究所

- 新規磁気冷凍材料(高感度メタ磁性)
 - ・低磁場で高いエントロピー変化を持つ新材料の創製
 - ・動作温度域が狭くなるため、材料を多段カスケードで重ねることで使用温度域を拡大

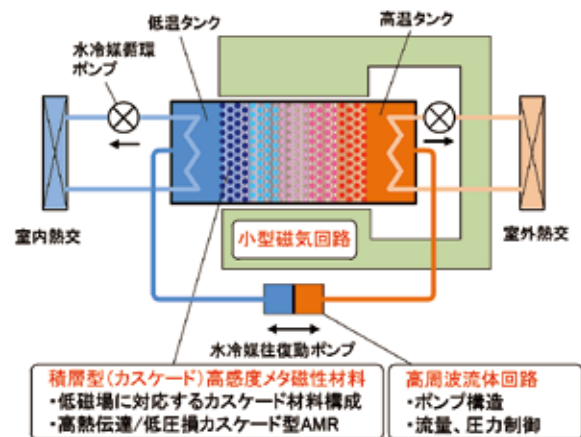


$\text{La}(\text{Fe},\text{Si})_{13}\text{H}$ 系化合物(ベース材料)



高い磁気エントロピー変化(低磁場)

- 磁気ヒートポンプシステム
 - ・新材料に最適化した次世代ヒートポンプシステム構築(シミュレーション/機能試作)
 - ・重量(サイズ)、コストを大幅に低減



次世代ヒートポンプ(空調機等)の実現



極微小液滴が形成する反応場を用いたナノ材料の構造・機能制御技術の研究開発

Controlling Structure and Function of Nano-Materials by Use of Micro-Droplet Reaction Field

研究開発の背景

金属、半導体、高分子など様々な物質から成るナノ材料の性質は、それらのサイズ・形状・構造によって大きく変化します。これらを自在に制御することにより革新的な機能をもったナノ材料の開発が可能になります。

産総研は、エレクトロスプレー法で形成した極微小液滴内で化学反応を制御する技術(フェムトリアクター技術)を開発し、従来法では困難なナノ粒子のサイズ制御や高分子の分子量制御を可能にしています。このフェムトリアクターを様々なナノ材料の合成制御に適用することにより、ナノ材料の用途開発を加速することが期待されています。

研究開発の内容と目標

フェムトリアクター技術は、試料溶液をエレクトロスプレー法によって体積フェムトリットル(10^{-15} L)レベルの帯電した極微小液滴に微細化し、その動きを静電的に制御して反応場を構成し、二液混合・分離抽出・温度制御の速度を極限まで高速化する技術です。これによってバルク液体では困難な選択的な反応制御を可能にします。本技術を以下の4分野に適用し、革新的な機能を有するナノ材料開発を行います。

(1) 量子ドット分野、(2) 高分子材料分野、(3) 金属ナノ粒子触媒分野、(4) 導電加工用金属ナノインク量産化分野。

研究開発項目

1. 量子ドット蛍光体のサイズ制御法の開発
2. 高分子化合物の分子量制御法の開発
3. 高分子ナノ粒子のサイズ制御法の開発
4. 白金族ナノ粒子触媒合成法の開発
5. 金属ナノインク量産化技術・装置の開発

研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所
日立化成株式会社
住友ベークライト株式会社
ダイキン工業株式会社
株式会社キャタラー
日華化学株式会社
三菱ケミカルエンジニアリング株式会社

フェムトリアクター応用分野の開拓

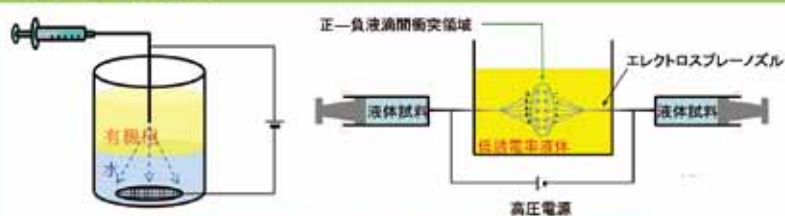
4つの分野にフェムトリアクターを応用して、ナノ構造(粒径・形状)制御技術を開発します。

- (1) 量子ドット分野、(2) 高分子材料分野、(3) 金属ナノ粒子触媒分野、
- (4) 導電加工用金属ナノインク量産化分野

フェムトリアクターの設計・カスタマイズ

様々な応用分野に対して最適なフェムトリアクターを設計します。

例) 液-液界面で反応制御する場合(左)、正-負液滴間の衝突で反応制御する場合(右)



液中エレクトロスプレーによるフェムトリアクターの設計

フェムトリアクターによる量産化実証試験

実用化に対応するため、量産化可能なエレクトロスプレーノズルの開発とナンバリングアップ試験を行います。



液中エレクトロスプレーのナンバリングアップ試験

フレキシブル・超軽量SHJ太陽電池およびタンデム化の要素技術の開発

Flexible, ultra-lightweight SHJ solar cells/modules and elemental technologies toward tandem structures

研究開発の背景

高効率、超軽量かつ形態自由度の高い(フレキシブル、半透明、超小型など)極薄型結晶シリコン太陽電池を開発し、市場規模が劇的に拡大するIoTデバイスや地上移動体(自動車、電動コミューター)用発電システムの電池寿命の伸長化や完全独立電源化を実現し、クリーンエネルギーのさらなる普及加速を進めます。

本研究では、フレキシブル超軽量太陽電池の高効率・高信頼性化技術、超薄型Siウエハ対応の革新技術、多接合化の要素技術の創出を目指します。

研究開発の内容と目標

高信頼性・超高効率かつフレキシブル超軽量太陽電池の量産実現のために、Siウエハの薄型化に加えて、フレキシブル超軽量太陽電池に対応したSHJセル、モジュールの封止・配線技術、超薄型Siウエハ対応革新光閉じ込め技術、革新的ヘテロ接合形成技術、セル・モジュール構造を統合した光制御技術の要素技術の開発を進めます。更に、超高効率化を実現するために多接合化にも取り組み、積層型素子構造開発を進める上での課題を明確化していきます。

※SHJ:Silicon Heterojunctionの略称

研究開発項目

1. フレキシブル・超軽量モジュール化要素技術
2. セル・モジュール統合光制御技術
3. フォトニック結晶による光閉じ込め技術
4. 革新的ヘテロ接合技術
5. 異種太陽電池との多接合化技術

研究開発の実施体制

パナソニック株式会社

(再委託先)

国立研究開発法人産業技術総合研究所

国立大学法人京都大学

国立大学法人岐阜大学

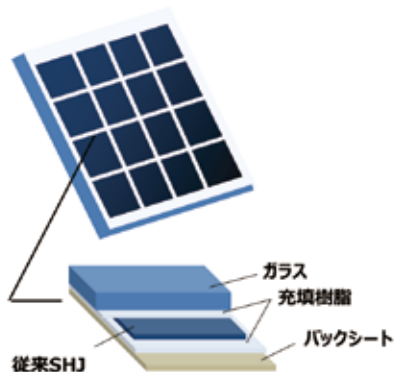
国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学

国立大学法人福島大学

国立大学法人東北大学

従来技術

現行SHJ太陽電池(ガラス)

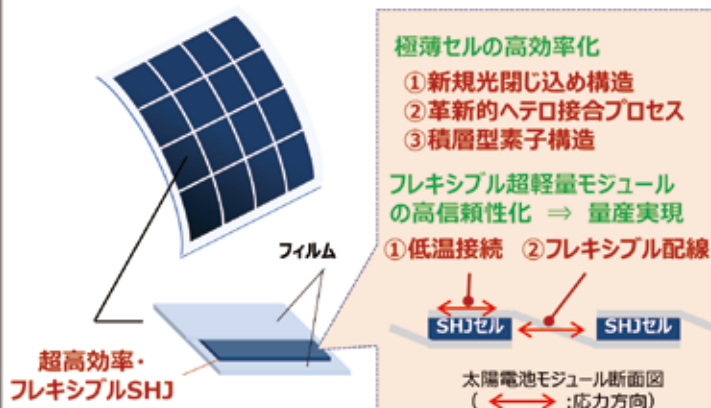


《特徴》

- ・結晶Si厚: 150 μ m
- ・カバーガラス+樹脂封止

本プロジェクトで開発する技術

フレキシブル・超軽量SHJ太陽電池



超高効率・フレキシブルSHJ

《特徴》

- ・結晶Si厚: <70 μ m
- ・フィルム封止 ⇒ フレキシブル、超軽量
- ・多接合化 ⇒ 超高効率

テラワットPV社会を牽引する低コスト・長寿命・高効率な多接合化太陽電池の開発

Development of low cost, long life, high efficiency multi-junction solar cells for terawatt PV society

研究開発の背景

世界の太陽光発電 (PV) の累積導入量は約300GW (0.3TW) と、市場の予想を大幅に上回るペースで導入が進み、PVは基幹電力としての地位を確立しつつある。PVシステムの急激なコスト低減の流れや地球温暖化対策の緊急性から、テラワットPV時代はすぐそこまで迫っている。テラワットPV時代においては、PVは電力应用だけでなく、コストが高い、性能が不十分ということで実用化が遅れていた自動車、ZEB・ZEHや熱供給などの市場に対しても低コストなエネルギーを供給することが求められている。このテラワットPV時代を実現する太陽電池には、高効率・低コスト・長寿命を同時に実現することが求められる。

研究開発の内容と目標

本提案では、テラワットPV社会を牽引する「エネルギー新時代のコメ」となりうる、高性能な太陽電池の開発を目指す。そのためには30%を超える変換効率を実現できるPV技術が必要であり、太陽光スペクトルをより有効に利用できる多接合 (タンデム) 太陽電池が有力な候補となる。

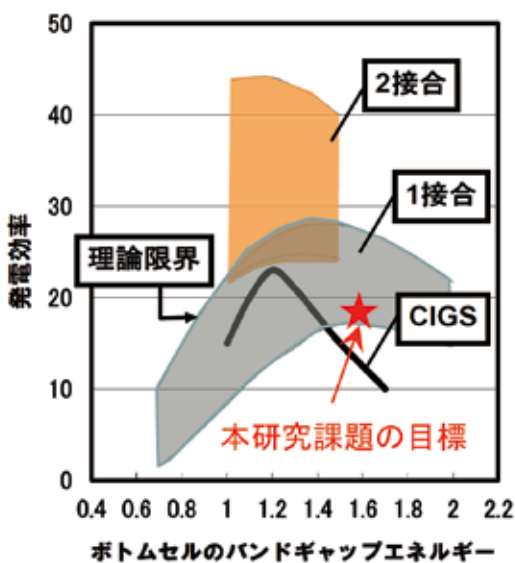
本提案では多接合 (タンデム) 太陽電池のトップセル材料として、低コスト・長寿命・長期信頼性を同時に満たすカルコゲナイド系薄膜を開発する。具体的には禁制帯幅が1.6eV以上のワイドギャップな化合物半導体を光吸収層材料に用いて、単接合セルで光電変換効率18%を達成するために必要な技術の開発を行う。

研究開発項目

1. 硫化反応によるCuInGaS系ワイドギャップ太陽電池の開発
2. CuGaSe (CGSe) 系ワイドギャップ太陽電池の開発
3. CZTS, CZTSe系ワイドギャップ太陽電池の開発
4. トップセル用最適バッファ層・透明電極層の開発

研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所
 国立大学法人東京工業大学
 学校法人立命館 立命館大学



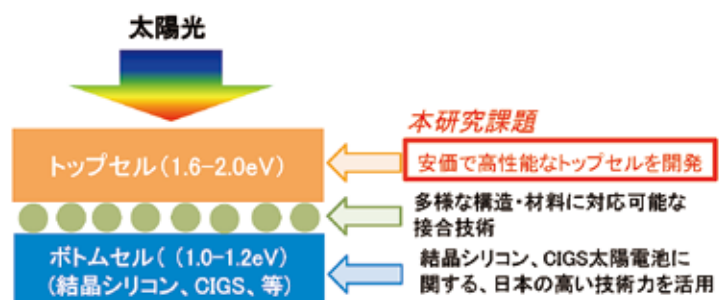
実線の曲線は、1接合CIGS太陽電池の現在の性能を示す。
 ★印は、本研究課題で目標とするトップセルの性能を示している。

30%以上の変換効率を得るためには多接合化は必須

しかしながら実用レベルで高効率、高信頼性、低コストを両立するトップセル材料がない

高性能なトップセルの開発が最重要課題

本テーマでは多結晶薄膜太陽電池として既に商品化されているCIGS系薄膜等、カルコゲナイド系材料を中心とした新材料の探索・スクリーニングを実施する



定置用ボイラーから排出される低濃度NOxの有用物質変換可能な触媒の開発

Catalytic conversion of the low concentration NOx to useful organic compounds

研究開発の背景

化石燃料および生産活動(ゴミ)を燃焼させるボイラーには、必ずNOxが微量含まれます。現行は、NH₃による選択触媒還元によりN₂に無害化し排出するのみでした。化石燃料の燃焼に伴うNOxのガス濃度は数100ppmレベル(石炭火力では、250 ppm程)ですが、ガス処理量が非常に多いため累積では、100万kW級の火力発電所では年間約7千tのNOxを生成しています。日本国内においても主要な火力発電所は、100基以上存在するため、基幹化学品合成の基質量としては十分であり、ファインケミカルズに応用できれば、経済的メリットも勘案できます。

本研究開発では、この低濃度NOxを化成品合成における基質として考え、有用化学物質への変換を目的とした触媒開発を行い、低濃度NOxが化成品合成に使用できることを実証します。

研究開発の内容と目標

希薄NOxを用いた有用化合物合成用触媒の開発を実施します。

低濃度NOxを直接利用した①芳香族・シクロヘキサンをモデル基質としたニトロ化反応、および②亜硝酸エステルの合成をモデル反応に必要な触媒の開発を行います。触媒のスクリーニング試験を実施し、希薄NOxの有用物質への変換に適用できるか検討を行い、さらに高活性な触媒の開発を行います。また、NOxの変換反応のメカニズム解明を実施します。③NO導入と有機基質導入をパルスで実施し、不均一系で可逆かつ連続的に生成物が得られるか検討を行います。NOの転化率80%、有機基質の転化率99%を目標とします。

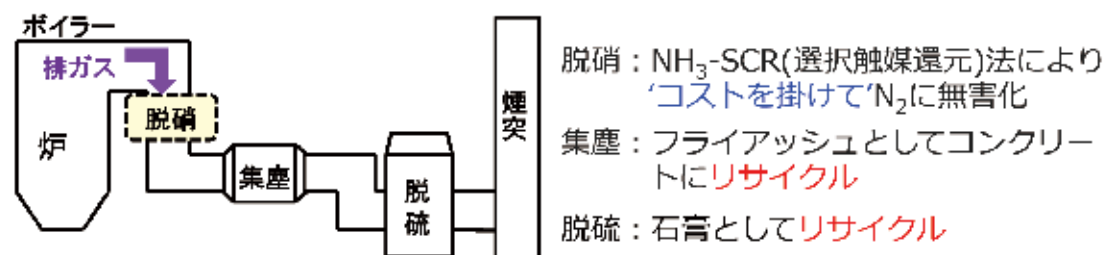
研究開発項目

1. 低濃度NOxを用いた芳香族・シクロヘキサノンのニトロ化および反応メカニズムの解明
2. 低濃度NOを用いた亜硝酸エステルの合成および反応メカニズムの解明
3. 低濃度NOxを用いた吸蔵型触媒による有用生成物のパルス合成

研究開発の実施体制

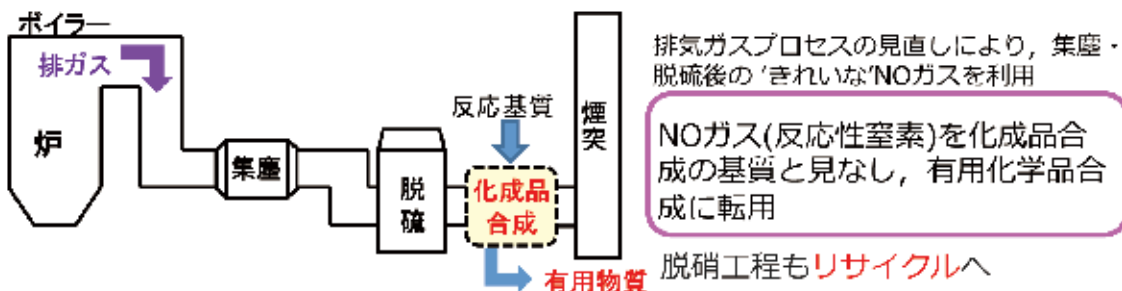
公立大学法人 首都大学東京

● 現行の排ガス処理システム



現行の排ガス処理システムは、NOx処理以外ではリサイクル過程が確立していますが、NOx処理ではコストを掛けて無害化しています。NOx排出量は、希薄ですが多量という特徴があります。

● 提案する排ガス処理システムおよび触媒の開発



CCS/触媒化学の融合によるCO₂転換技術の開発

Developments in CO₂ conversion processes on catalysts—incorporation into CCS system

研究開発の背景

現在抱えている新エネルギー・CO₂削減等のエネルギー・環境分野の中長期的な喫緊の課題について、本テーマでは大量なCO₂削減を可能とするCO₂回収・貯留(CCS)技術の中核とした新たな利用方法を用いることでそれらの課題解決を目指している。具体的には、既存のCCS技術と、CO₂を有用物質へと転換可能な触媒化学技術を融合させることで、従来の地上施設の利用では不可能であった、大規模なCO₂転換反応が期待でき、かつCO₂削減効果の増大が見込まれます。さらに、そのシステム開発に伴い、より安全なCCS技術の確立につながる事が期待できます。それに伴い、これまで以上に技術に対する信頼度が向上し、一層の幅広い技術展開が可能となります。

研究開発項目

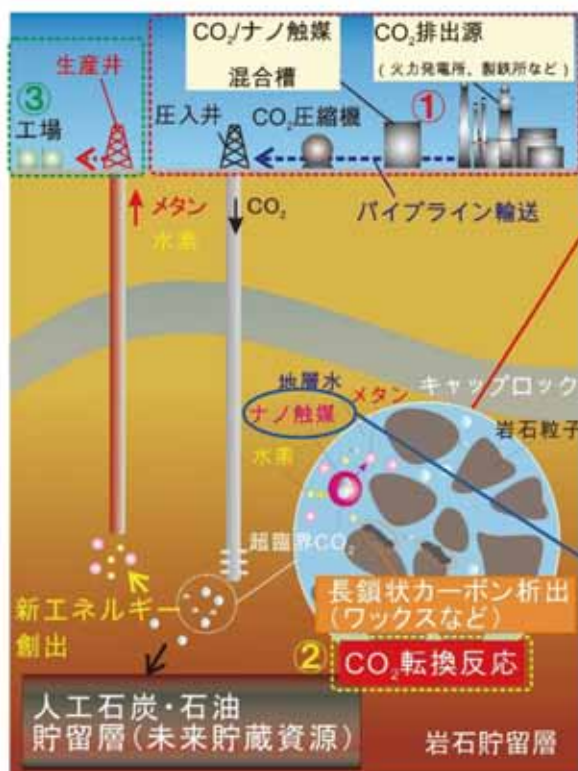
1. 模擬地層環境CO₂転換反応評価技術の確立
2. 地層環境適応型ナノ触媒開発

研究開発の内容と目標

本事業は、CO₂と触媒を同時に圧入し、地下の特異条件と触媒化学効果の両面を利用した大規模なCO₂転換技術の開発を目標としています。本システムの実現のためには、地中環境下でCO₂転換の反応速度をいかに制御するかが重要な鍵となります。すなわち、地層へのCO₂圧入中に、固体等の転換物質が岩石中の細孔を閉塞させ、圧入圧を上昇させる危険を伴うと予想されるためです。そのため、本研究では、本来のできる限り短時間で反応する質の良い触媒開発とは異なり、地中貯留条件に適した、数年から数十年の長期スパンで反応する緩和型触媒開発を行います。また、地層全体を均一な反応場として利用するため、触媒の流動性・分散性を高める開発も同時に行っていく予定です。

研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所
(委託先)



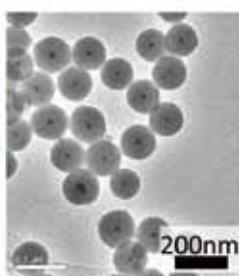
CCS/ナノ触媒融合システム全体の概要

模擬地層環境CO₂転換反応評価



- 岩石/触媒/水/CO₂相互作用の解明
- 岩盤空隙の触媒分散性評価

地層環境適応型ナノ触媒開発



- 圧入時流動性
- 岩盤空隙拡散性
- 緩和型反応性 (数年~100年の反応)
- 環境親和性 (安全性・コスト)

異なる電極活性点を利用したCO₂からのC2化合物製造技術およびシステムの研究開発

Hybrid Electrocatalysts for C2 Production from CO₂ and the Appropriate System

研究開発の背景

COP21の合意を受けて、温室効果ガスであるCO₂の大幅な削減目標を達成し、エネルギー・環境分野の中長期的な課題を解決していくためには、既存技術の延長だけでは、不十分であり、従来の発想によらない革新的な技術の開発や新しいシステムの構築が求められています。再生可能エネルギーをはじめとする電力をエネルギー源としてCO₂を還元し、基礎化成品等の有用な物質に転換・再利用することは、CO₂削減の一つの方法として期待されております。

しかし、従来の報告では、CO₂とH₂Oを原料とした場合、C1-C3化合物を生成することができるカソード電極材として、唯一の単体として銅が知られておりますが、その反応機構については、未だ明らかとなっており、不明な点が多くある状況です。

研究開発の内容と目標

再生可能エネルギーをはじめとする電力をエネルギー源として、CO₂とH₂Oから基礎化成品(エチレンなどのC2化合物)を直接製造するシステム開発を目指します。これまでの研究では、カソード電極に多結晶銅を用いることで、比較的安定的にメタンを製造できることを確認しておりますが、より付加価値の高いC2化合物を高い反応選択性で生成させるためには、触媒を付加した電極の開発が重要となります。そこで、本研究開発では、メタンを安定的に生成する銅材をベースとし、同一電極上に触媒を付加した電極による反応メカニズム検討、電極材料の開発および開発した触媒付加型電極を組み込んだ電解槽を用いたCO₂有効利用のシステム全体の構築を目指します。

研究開発項目

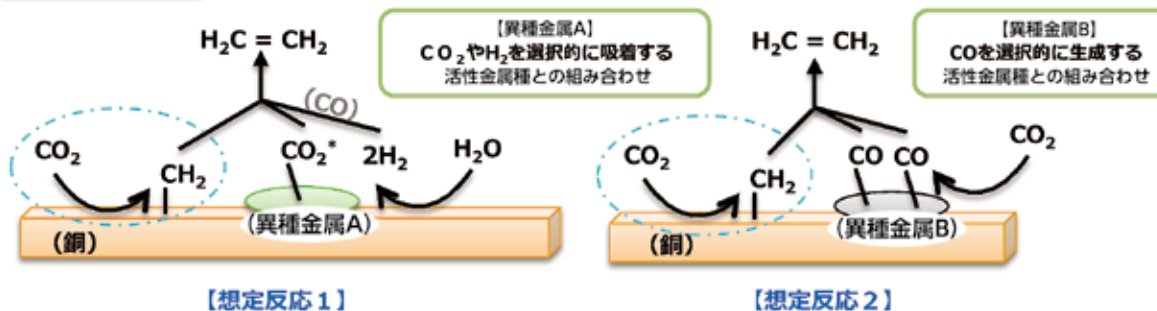
1. CO₂還元反応メカニズム検討
2. 触媒付加型電極材料の開発
3. CO₂還元物質の生成挙動の評価/プロセス概念構築

研究開発の実施体制

国立研究開発法人理化学研究所
古河電気工業株式会社
千代田化工建設株式会社



着想ポイント



SILP触媒を用いた流通型CO₂直接利用ヒドロホルミル化反応の開発

Continuous-flow hydroformylation process with CO₂ using SILP catalysts

研究開発の背景

ヒドロホルミル化反応は、化学産業において高級アルデヒドや高級アルコールを合成するため用いられている基幹プロセスであり、年間1000万トン以上もの化学品合成に利用されています。現行のプロセスでは原料の一つに有毒な一酸化炭素を用い、バッチ式の反応装置で製造が行なわれていますが、本研究開発では(1)一酸化炭素を二酸化炭素で代替する触媒の開発と(2)その触媒を用いた流通式プロセスの開発に取り組みます。本プロセスの実現により、化学産業の基幹プロセスにおける二酸化炭素利用の可能性が広がることが期待されています。

研究開発の内容と目標

これまでの研究により、一酸化炭素を二酸化炭素で代替することを可能にするヒドロホルミル化反応用の錯体触媒系をいくつか開発してきましたが、これらの均一系触媒では触媒の回収と再利用に問題がありました。そこで、本研究開発では、イオン液体を用いて錯体触媒を固体担体に担持した触媒を開発します。このような触媒はSILP(Supported Ionic Liquid Phase)触媒と呼ばれるもので、錯体触媒の固定化・再利用を可能にするだけでなく、薄膜状の反応場により、反応速度の大幅な向上も期待することができます。

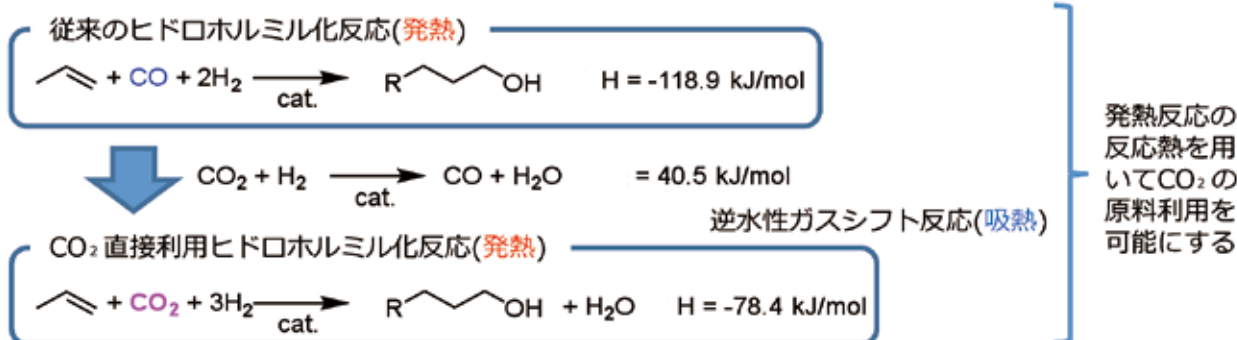
研究開発項目

1. CO₂利用ヒドロホルミル化用SILP触媒の開発
2. SILP触媒を用いたCO₂利用ヒドロホルミル化反応のフロープロセス化

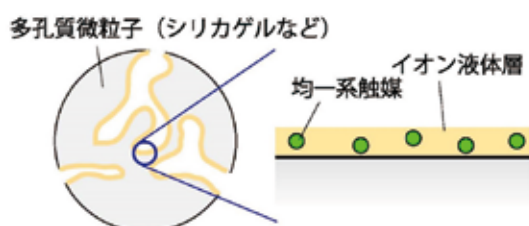
研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所
 国立大学法人北海道大学 触媒科学研究所

CO₂直接利用ヒドロホルミル化反応用触媒の開発



SILP触媒の反応場による反応速度の向上



SILP(Supported Ionic Liquid Phase)触媒

- ✓ 多孔質担体の表面に触媒を含むイオン液体を薄膜状に吸着
- ✓ イオンの反応場+高界面面積による大幅な反応速度の向上
- ✓ 固定床流通式反応器による連続化が可能

鉄鉱石の劣質化に向けた高級鋼材料創製のための革新的省エネプロセスの開発

Innovative and integrated high-grade steel making processes coping with inevitable degradation of iron ore

研究開発の背景

我が国の輸入鉄鉱石は、今後劣質化(不純物増による鉄含有量の低下)および鋼材の特性を劣化させるリンの濃度上昇(2030年前後に急激に上昇)が予測され、超高強度鋼材を始めとした高級鋼の品質低下や脱リンのためのエネルギー使用量・CO₂排出量の大幅な増加が懸念されています。これにより、鉄鋼業のみならず、低リン鋼を前提とした自動車用熱延・冷延・表面処理高張力鋼板、建築・造船・エネルギー用高張力厚板、ラインパイプ・油井管用高張力鋼等の高級鋼に依存している我が国の主要産業の国際競争力の大きな低下も懸念されています。

研究開発項目

1. 鉄鉱石中のリン賦存・不純物分布状態の評価
2. 鉄鉱石の脱リン・不純物除去
3. 脱リン超微粉鉄鉱石の塊成化
4. 回収リン資源の有効活用
5. 全体プロセス評価

研究開発の内容と目標

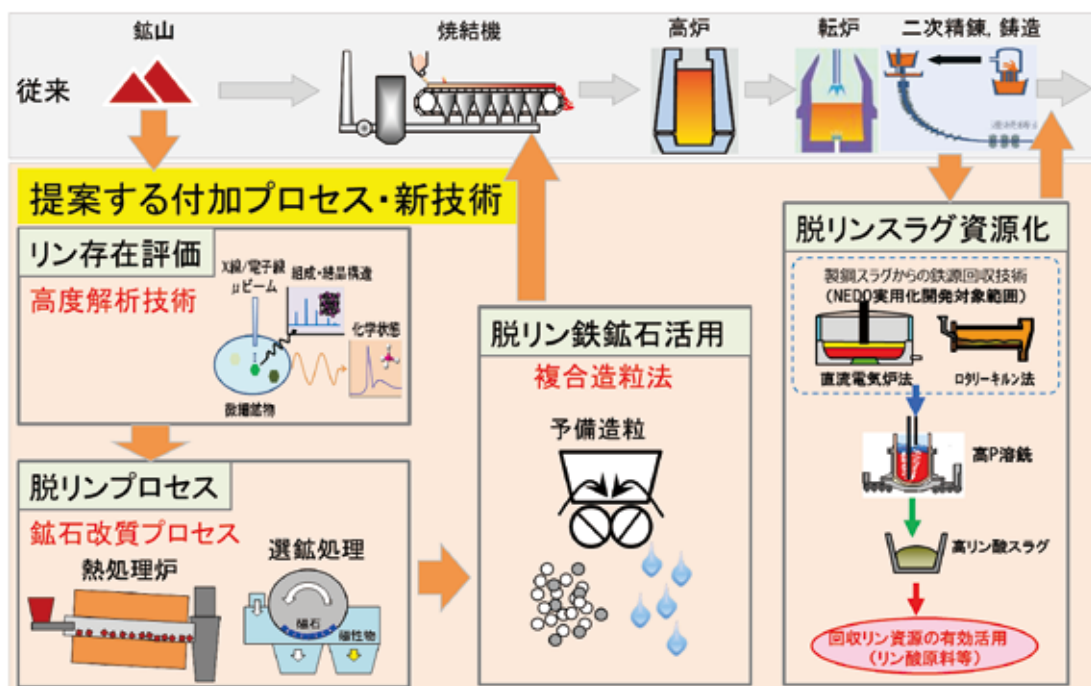
本研究開発では、これまでに例の無い「鉄鉱石の脱リン処理・不純物除去プロセス」を新たに構築することによって、超高強度高級鋼材等の品質レベルを資源劣質化に拘わらず維持し、かつ、製鉄から製鋼工程に至るスラグ等の潜熱・顕熱等を制御し、資源劣質化による熱ロス増等を低減する革新的省エネプロセスを開発することを目標としています。

先導研究では、脱リンプロセスを中心に、革新プロセス構築のための各キーテクノロジーのFS研究を実施します。

研究開発の実施体制

新日鐵住金株式会社
 JFEスチール株式会社
 一般財団法人金属系材料研究開発センター
 (共同実施)
 国立大学法人東北大学
 国立大学法人九州大学
 国立大学法人秋田大学
 国立大学法人北海道大学
 学校法人日本工業大学
 国立大学法人東京大学
 学校法人立命館

「鉄鉱石の脱リン処理・不純物除去プロセス」構築のためのキーテクノロジー



革新的次世代軽量高強度構造材の研究開発

Innovative next-generation light-weight and high-strength structural materials

研究開発の背景

省エネルギーや機能性向上等の観点より輸送機器や構造物等に対して、その軽量化や高強度化が求められています。カーボンナノチューブ(CNT)は、炭素繊維より10倍以上高強度で、かつ密度が鋼の1/4程度と軽量であることから、従来材料を革新する次世代軽量高強度材料として実用化することが期待されています。しかし、集合線化しても現状では無配向に集合した組織となりCNTの持つ高特性が反映されず、実用レベルの強度特性が得られていません。本研究開発では、新たなCNT成長法及び集合化技術により実用化可能な高強度線材化技術を開発します。

研究開発の内容と目標

新たに見出した、層流中を飛翔する過程でCNTが剪断応力(引張力)を受けて長尺変形成長する現象に対して、本研究開発では、このCNT成長機構を解明するとともに、CNT同士を高配向かつ密に集合し、組織の不均一性によって生じる応力集中を低減する事により高強度線化する技術を開発します。合成条件の最適化による個々のCNTの長尺化及び結晶性向上とともに高速粘性流プロセスによる長尺CNTの配向集合線化技術を開発し、10GPa以上の引張強度を有する線材の実証と連続合成法の実現を目指します。

研究開発項目

1. 長尺CNT成長機構の解明と合成条件の最適化
2. 集積化と連続合成法の開発
3. 成長法の理論解析

研究開発の実施体制

国立大学法人筑波大学
住友電気工業株式会社
(再委託)
一般財団法人高度情報科学技術研究機構

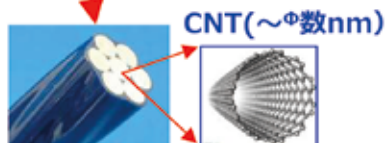
実用化イメージ(2030年~)



(提供：三井住友建設)

長スパン架橋

(補強線：強度~数10GPa)



(提供：大林組)

宇宙エレベーター

(超高張力ケーブル：強度>100GPa)

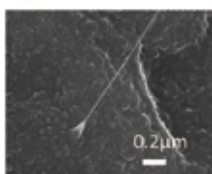
・新しい熱塑性変形型の超長尺CNT合成法(※FB成長法)に基づく高張力線

- ・引張力で熱塑性変形が生じ、基部のコーン中の欠陥が移動・再構成しCNTが高品質化・長尺化する
→高配向・集合化による高強度線化技術を開発
(※FB：Floating Bridge)

コーン/CNT構造

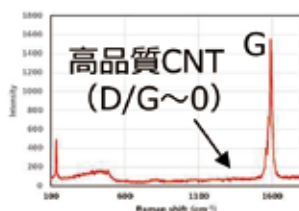


構造モデル

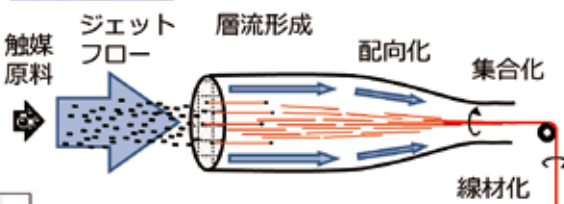


コーン/CNT
のSEM像

ラマン分析



量産イメージ



開発目標

- ・Φ1μmで10GPaの破断応力
- ・連続合成方法、連続集積化技術

革新的ハイブリッド飛行システムの研究開発

Research and Development of Innovative Hybrid Flight System

研究開発の背景

近距離移動手段の革新として、“空飛ぶクルマ”が実証段階に入りつつあり、さらに次のステージとして旅客機のボリュームゾーンである1,000マイル超を飛行する電動飛行システムの技術開発が注目される。旅客輸送量は年率5%の伸びを示しているが、CO₂排出量削減が喫緊の課題であり、2050年に2005年比50%のCO₂削減が求められている。同時に輸送量の増大による“空の渋滞”への対応も求められており、これらの課題への解決策として、姿勢制御に利用できる高応答性を持ち、高高度減圧環境に適合した軽量で高出力な電動機の開発が待ち望まれている。

研究開発の内容と目標

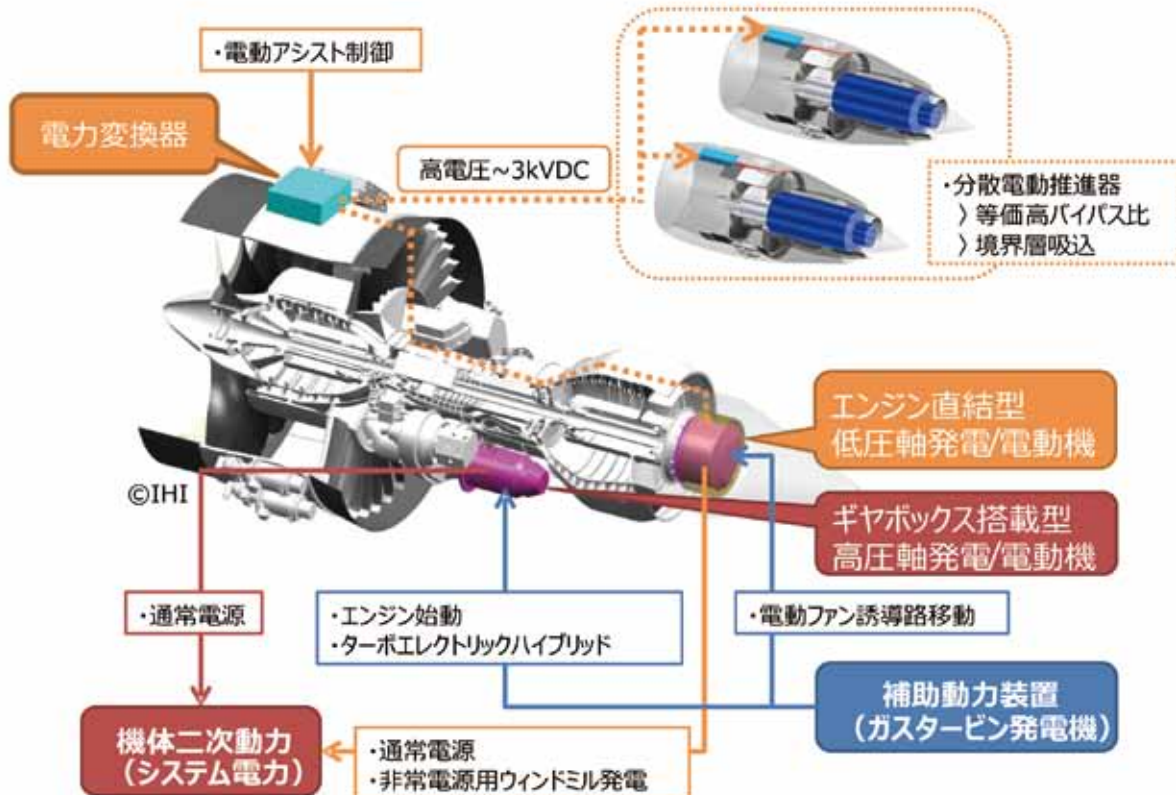
電動機の高出力密度化には高電圧化が有効であるが、減圧環境下ではアーク放電短絡及びコロナ放電による絶縁劣化等が発生しやすくなる。それを防止する高耐電圧の絶縁被膜を開発し、高電圧化を達成する。電動機を制御する電力変換器も高出力密度化が必要であるが、航空機の電磁両立性の要求は厳しく、フィルタ回路が重くなる。そこでなめらかな波形制御の実現によりノイズを抑制しつつフィルタの軽量化を図る。航空機の主推進力となる電動ファンについては、常電導及び超電導での電動ファンの実現性について試設計により課題を示す。これらの検討により、航空機システム電動化による革新的ハイブリッド飛行システムの将来像を示す。

研究開発項目

1. 革新的飛行システムを実現する
高密度化・高電圧化要素技術の研究開発
2. 航空機用高電圧システムを実現する
電力変換器ユニットの研究開発
3. 航空機用ハイブリッドシステムを実現する
電気機械ユニットの研究開発

研究開発の実施体制

株式会社IHI
(再委託先)
国立大学法人北海道大学
三菱電機株式会社
国立大学法人東京大学
国立大学法人秋田大学



航空機システム電動化による革新的ハイブリッド飛行システムの想定適用例

革新的航空機用電気推進システムの研究開発

Development of innovative electric propulsion systems for aircrafts

研究開発の背景

航空機分野におけるCO₂のみならずNO_xやPMなども含めた低エミッション、更には低騒音、低損失性を実現するために、航空機の電気推進化を目指します。本研究では、今後導入数が最も見込まれる1通路100~200人乗り航空機(B737相当)の電気推進システムを開発対象とします。発電機、ケーブル、モータ等の連係推進システム全体に超電導技術を導入することにより、現行のジェットエンジンシステムと比較して高出力密度の推進システムの実現をめざします。

研究開発項目

- 航空機用超電導推進システム概念設計
 - 航空機用超電導回転機概念設計
 - 航空機用超電導ケーブル概念設計
 - 航空機用超電導推進システム概念設計
- 航空機用超電導推進システム要素技術試作実証
 - 航空機用超電導回転機部分の試作
 - 航空機用超電導ケーブルモデルの試作

研究開発の内容と目標

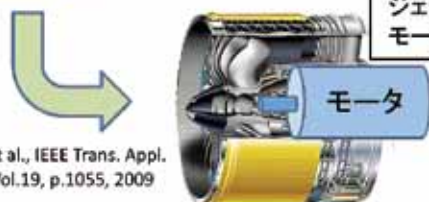
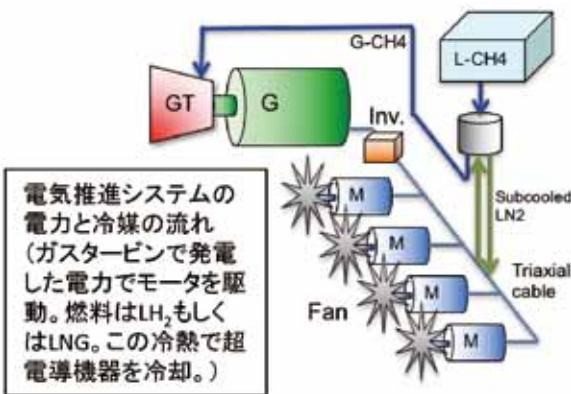
本事業においては、提案者等がこれまで電力応用や医療機器応用を対象に開発してきた超電導関連技術(超電導線材、ケーブル、回転機、及び冷凍技術等)を基礎に、各コンポーネントを航空機仕様とするための革新的な概念を取り入れた設計を行い、期待できるメリット(出力密度等)を定量的に試算します。また、同概念を具現化するために必要な要素技術を選択し、部分要素モデルの試作と評価を行います。さらに、回転機の重量の軽減に効果的であると期待される超電導シートによるシールド能力検証を行います。これにより世界に先駆けて、航空機に対応した小型・軽量・高効率の大出力電気推進システムの実現可能性を検証します。

研究開発の実施体制

国立大学法人九州大学
 富士電機株式会社
 昭和電線ケーブルシステム株式会社
 国立研究開発法人産業技術総合研究所



Copyright © 2018 NEDO



C.A.Luongo et al., IEEE Trans. Appl. Supercond., Vol.19, p.1055, 2009



ALCA(JST先端的低炭素化技術開発)で開発中の全超電導モータ(鉄不使用)

エクセルギー損失削減のための熱交換・熱制御技術

Heat exchange and thermal control for exergy loss reduction

研究開発の背景

エクセルギー損失を削減するためには、熱需要の削減とともに、燃焼させずに熱を得ることが重要です。そのためには、熱再生やヒートポンプに代表される熱利用技術の普及が不可欠です。これらの熱技術への期待は大きいものの、性能向上を実現しつつ、従来の延長線上にない抜本的な低コストを実現しなければ大幅な普及は望めません。その性能とコストを決める重要な要素の一つが熱交換技術です。しかしながら、着霜、ドレン排出、冷媒選定、冷媒分配、塵詰まり、加工法、安全性といった多くの課題が残されています。シーズ技術である材料技術・熱技術と、産業・民生用途の新規なニーズを融合させることで、これらの課題解決に重点的に取り組みます。

研究開発項目

1. 気液二相流動予測技術と超多自由度設計技術の開発
2. 濡れ性と表面構造による相変化熱輸送制御
3. 熱交換プロセス用次世代計測技術の開発
4. 革新的アルミニウム製熱交換器の材料設計技術開発と将来計画の策定

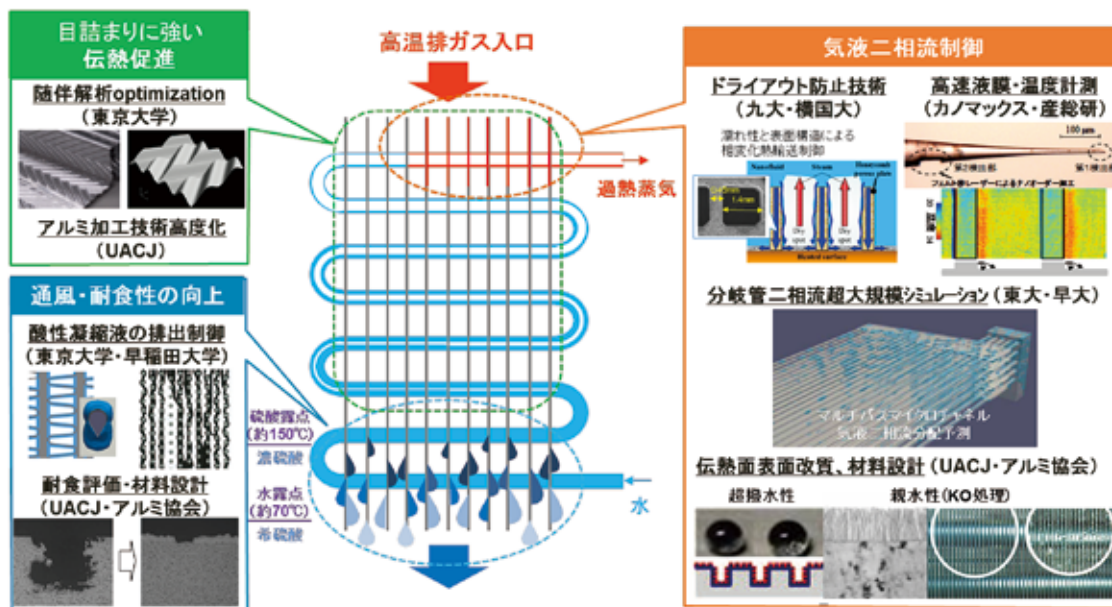
研究開発の内容と目標

本事業では、エクセルギー損失削減を実現する上で技術面での鍵となる熱交換・熱制御技術の研究開発を実施するとともに、コンソーシアムの骨格をなす開発プラットフォームの内容や仕組みの基本設計を行います。

具体的には、大規模数値シミュレーションや表面改質技術、計測技術を駆使して熱交換設計を革新することで、従来技術では実現できなかったドライアウト防止・凝縮水排出性向上・二相流分配等の課題を克服します。そして、自動車分野で大きな成功を収めているアルミニウムなどの新たな機能性素材を適用した高性能・低コスト熱交換器・機器の産業および民生用途への展開を目指します。

研究開発の実施体制

国立大学法人東京大学
 学校法人早稲田大学
 国立大学法人九州大学
 国立大学法人横浜国立大学
 日本カノマックス株式会社
 国立研究開発法人産業技術総合研究所
 株式会社UACJ
 一般社団法人日本アルミニウム協会
 (再委託先)
 国立大学法人静岡大学



ボトルネックを新技術で解決(排熱回収熱交換器の例)

大容量蓄電池の動的状態解析に関する研究開発

Dynamic Analysis of Large Capacity Batteries

研究開発の背景

電気自動車が広く社会に普及し、用いられる蓄電池の高エネルギー密度・高容量化が進む中、安全性の高い蓄電池開発の低コスト化に貢献し、我が国の自動車産業・電池産業の競争力を維持・発展させるために、極限使用条件下で蓄電池内部の動的挙動を観察する安全性試験技術が求められています。現在、蓄電池の安全性試験として、釘刺し試験、過充電試験、温度ストレス試験等が行われていますが、現状の試験では、蓄電池の外観の観察に留まり、内部の状態は観測出来ていません。そこで、本事業では、高強度・高エネルギー放射光X線を用いて、安全性試験環境下に置かれた小型蓄電池(18650電池相当)内部の動的挙動を観察・記録するシステムを開発します。

研究開発項目

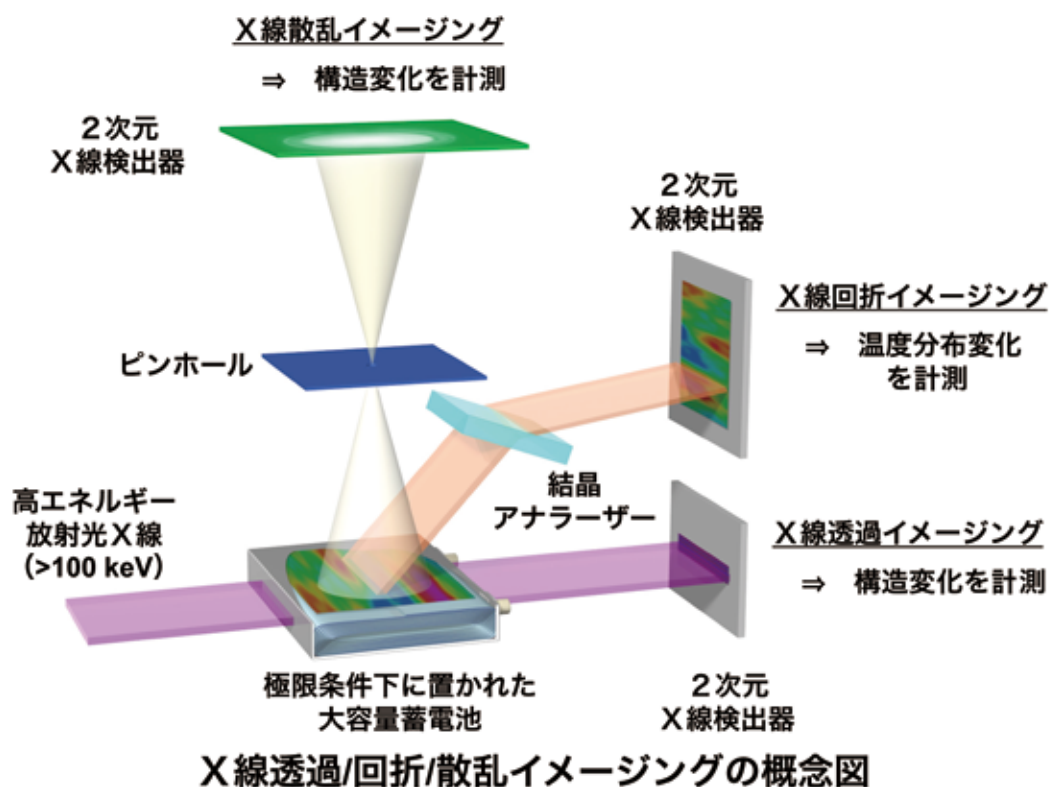
1. 蓄電池安全性試験プロトタイプ・システムの開発
2. 蓄電池内部の構造変化を観察する技術開発
3. 蓄電池内部の温度分布を計測する技術の研究開発
4. 高エネルギー放射光X線利用技術開発の海外動向調査

研究開発の内容と目標

耐爆機能を備えたX線透過イメージング・システムのプロトタイプ開発と、X線イメージング技術の実行可能性研究として、X線透過イメージング技術の高度化(トモグラム像取得)、X線散乱イメージング技術の開発、X線回折イメージング技術の研究開発を行います。X線透過イメージング像の取得は10 μ mの空間分解能、10ミリ秒の時間分解能を目標とし、その高度化技術であるトモグラム像取得は1Hzの取得頻度を目標とします。また、X線散乱イメージングは200 μ mの空間分解能、10ミリ秒の時間分解能を目標とします。X線回折イメージングは、蓄電池内部の温度分布変化を1mmの空間分解能で計測することを目標とします。

研究開発の実施体制

公益財団法人高輝度光科学研究センター
 日産自動車株式会社
 株式会社本田技術研究所
 パナソニック株式会社
 国立大学法人京都大学
 学校法人立命館



ZEV用電池製造のための革新的異物検出技術の研究開発

Next generation inspection apparatus for batteries of zero emission vehicles

研究開発の背景

排気ガスを出さない無公害車(ZEV:Zero Emission Vehicle)は我が国にとって極めて重要な産業となっていきます。ZEV用途では軽量・コンパクトで大容量の高性能電池を低コストで製造できることが求められます。性能、安全性、歩留まり向上を実現するため、不良原因となる微小金属異物を製造プロセスの各段階で検出できる微小金属異物検出技術への期待が非常に大きいのが現状です。

研究開発の内容と目標

異物検査技術にはX線による非破壊検査が有効ですが、検出器性能の向上が必要となってきています。そこで、先端放射光施設SPring-8のために理化学研究所が開発している次世代CMOSX線画像検出器技術を活用して、ZEV用電池製造に求められる検出部を含めた高性能化を実現します。

この先導研究によって、最先端の科学研究のための計測要素技術開発と生産を含めた社会的要請の強い分野の計測分析システムを結び付け、我が国の科学技術力の強化と社会課題解決の新しいスキームを確立します。

研究開発項目

- A) 次世代CMOS直接検出型システムの研究開発
- B) 電池系材料のハイスループット異物検査方法の研究開発

研究開発の実施体制

国立研究開発法人理化学研究所
株式会社日立ハイテクサイエンス

大型放射光施設SPring-8
X線自由電子レーザー施設SACLA



SPring-8/SACLAのために開発されている次世代のX線画像検出技術



*次世代X線CMOSイメージセンサの例

ZEV用異物検査装置



先端科学研究のために開発されている超高性能検出技術をZEV用異物検査装置に融合させるための検出器技術、検査装置システム技術の新規開発を行い、革新的異物検査技術を実現します

CFRP・異種接合材のための革新的X線検査システムの開発

The innovative X-ray inspection system for CFRP and bonded dissimilar materials

研究開発の背景

自動車、航空機用の超軽量化によるエネルギー利用効率向上のため、CFRP等の複合材料や異種接合材料の開発が進んでいます。これらの部材は、現状では材料中の微小な欠陥を非破壊で高精度に全数検査する手法が存在しないため、欠陥の存在を考慮して安全な強度を確保するために重量が増加し、エネルギー消費増につながっています。本研究開発では、重量を極限まで低減した部材製造に向け、CFRPおよび異種接合材料のインライン全数計測を可能とする高速X線非破壊検査システムの基本技術を開発します。材料内部の欠陥を100 μ m以下の精度で検知可能であり、検査速度は毎秒メートルオーダーを実現する基本技術の確立を目指します。

研究開発の内容と目標

本研究開発では、左記の課題を解決するために、プラズマディスプレイ製造技術を活用した狭ピッチセル方式シンチレータの開発と、液晶ディスプレイの要素技術を活用したIGZOセンサの開発を実施し、それらの適用により従来技術では不可能な高解像度・高速撮像が可能なX線カメラを開発します。

また、材料の破壊挙動解析に用いられるデジタル画像相関法とX線検査技術を組み合わせることにより、材料内部の欠陥が強度に及ぼす影響を動的に解析する新規な欠陥分析技術を開発し、インライン検査において検出すべき欠陥を明確化するための基礎技術を確立します。

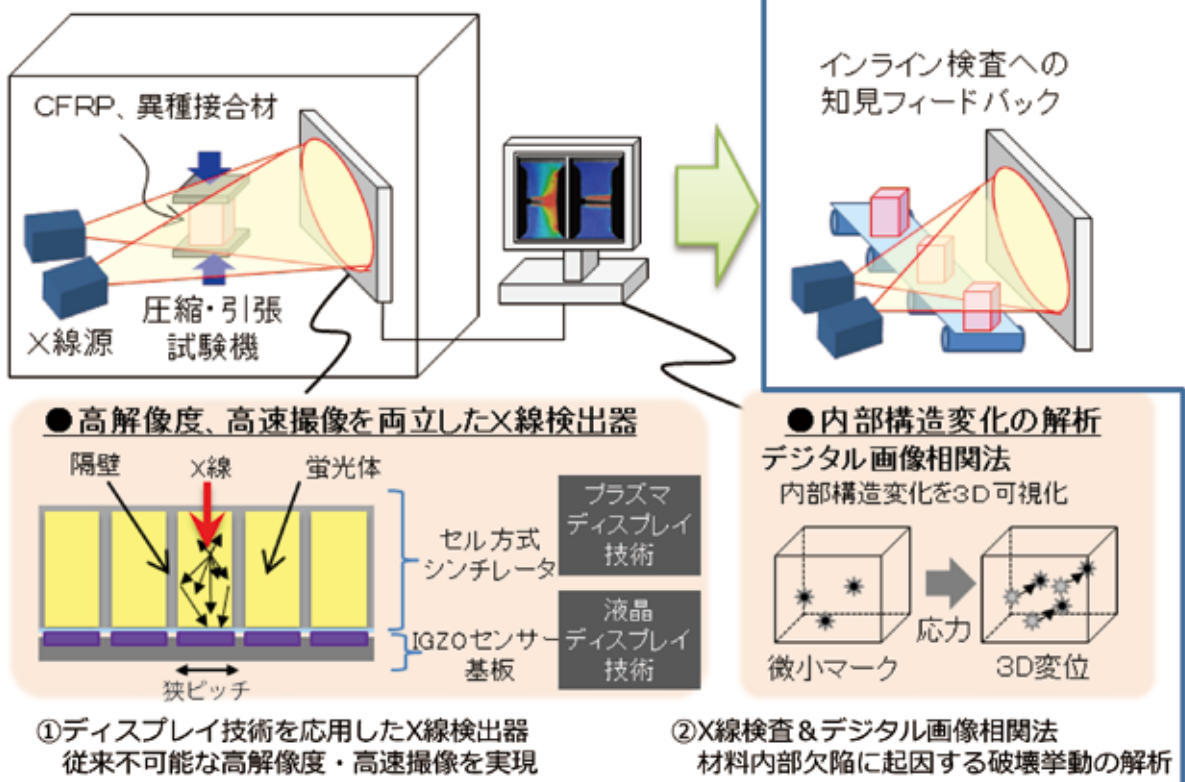
研究開発項目

1. 狭ピッチセル方式シンチレータの開発
2. IGZOセンサの開発
3. セル方式シンチレータ、IGZOセンサを適用したX線カメラの開発と評価
4. 内部欠陥と材料強度の相関解明のための新規分析技術の開発

研究開発の実施体制

東レ株式会社
 国立研究開発法人産業技術総合研究所
 株式会社東レリサーチセンター

CFRPおよび異種接合材料のインライン全数計測を可能とする技術の開発



積層造形プロセスに応用可能なリアルタイムCAEの開発

Development of real-time simulation applicable to additive manufacturing

研究開発の背景

金属3D積層造形技術は、一層毎に金属の粉末を溶融凝固させ、これを繰り返すことにより自由な3D形状の造形が可能で、鋳造や鍛造などとともに素形材技術として発展が期待されています。

今後、積層造形技術は高速化、大型化により汎用な加工技術として進展すると同時に、設計技術やシミュレーション技術等についても進展し、相互に融合した高度なCyber-Physicalシステムが実現し、より高付加価値、高信頼性の部材が短期間で製造可能な素形材技術の創出が期待されます。本研究では、Cyber-Physical両システムの融合技術・応用技術の研究開発を行います。

研究開発の内容と目標

相互に融合したCyber-Physicalシステムの実現には、シミュレーション (CAE) 技術、設計技術の高速高精度化、積層造形技術では高速高精度モニタリングの実現などCyberとPhysicalの両システムの高度化が必要であるとともに、それらを連携するシステムの構築が不可欠です。

本研究では、流動・伝熱凝固等の現象を精緻に練成し、かつ高速なCAE技術の開発、Cyber-Physicalシステムの融合を目指したCyber環境データフォーマットの策定、各種インタフェースの開発等を行います。また実プロセスの高速モニタリング、CAEの高精度化に必要なデータベースの構築等を行います。

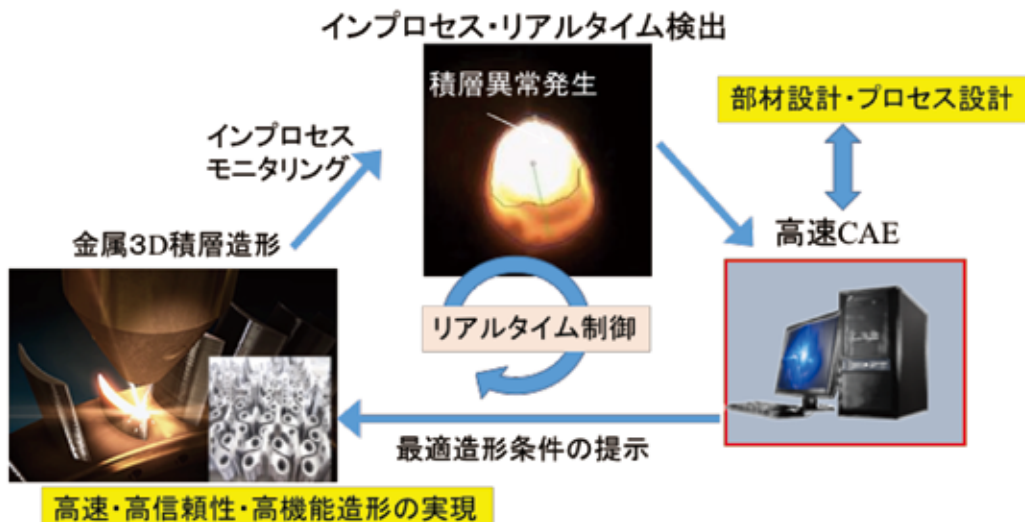
研究開発項目

1. リアルタイムCAE解析環境の構築に向けた超高速CAE技術の研究開発
2. Cyber環境データフォーマットの策定
3. Cyber環境との各種インタフェースの開発
4. 実プロセスでの実証評価に向けた課題抽出と検証

研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所
 学校法人早稲田大学
 技術研究組合次世代3D積層造形技術総合開発機構 (TRAFAM)
 日産自動車株式会社
 (再委託先)
 株式会社 | H I

Cyber-Physicalシステムの融合の例



ドローン運用高度化のための革新的熱電発電システムの開発

Innovative Thermoelectric Power Generation System for Advanced Operation of Drones

研究開発の背景

ドローンは、農業、物流、災害対応など幅広い分野において活躍が期待されていますが、その運用にあたって、長時間駆動するための電源はアキレス腱となっています。本研究開発は、エネルギー源の観点からドローンの社会実装に貢献する基盤技術の構築を目指します。具体的には、全く新しい燃焼器一体型の高効率・高発電密度の熱電発電システムを提案します。本技術を発展させることによって、家庭用カセットボンベを使ってペイロード5kg程度のドローンを1時間以上飛行させることが可能となり、現在用いられているリチウムイオン電池に対して、飛行時間、低温耐性などの観点から圧倒的有利となる独自性の高いシステムが実現できます。

研究開発の内容と目標

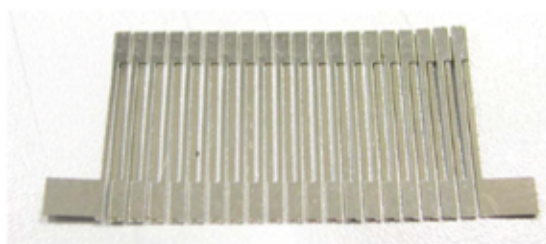
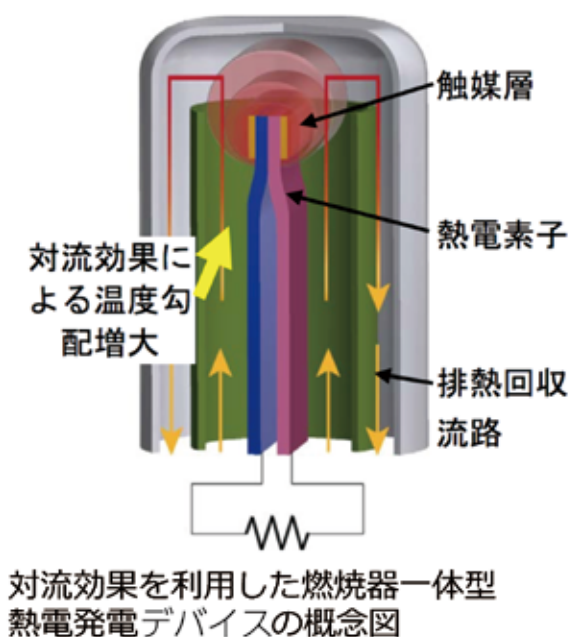
本研究開発では、信頼性・加工性の高い金属系熱電材料を用いて、高発電密度の発電システム (10 W/cm^3) の提案を目標とします。金属系熱電材料の性能指数ZTは一般に低いので、熱電素子の高温端に触媒燃焼層を設けることで局所加熱を可能とし、動作温度を上げ、また、対流効果により熱伝導ロスを低減させ、発電効率の向上を図ります。そのため、金属系熱電材料の探索と薄膜熱電素子の製作技術の確立、Pd:ナノポーラスアルミナによる触媒燃焼を用いた熱電素子の高温ジャンクション部の局所加熱方法の確立、熱電素子外側流れの対流効果を用いた熱回収による等価的ZT値の向上、小規模モジュール試作と実現可能性の評価、マイクロ流路内での燃焼の安定条件の解明を行います。

研究開発項目

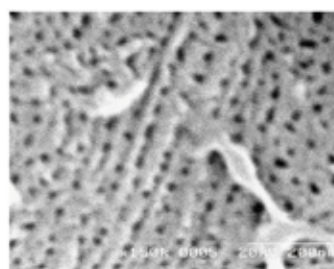
1. マイクロ燃焼の安定化技術の開発
2. 薄膜熱電素子の開発
3. 燃焼器一体型熱電モジュールの発電性能評価

研究開発の実施体制

国立大学法人東京大学
国立研究開発法人産業技術総合研究所



金属材料（クロメル，アルメル）を用いた薄型熱電素子のプロトタイプ (Yamamoto et al., 2004)



コールドスプレー法を用いたナノポーラスアルミナ触媒担体 (Kamijo et al., 2009)

大深度・極限環境に適応する掘削物揚重用ぜん動ポンプの研究開発

Peristaltic transportation system for lifting excavated soil in deep underground and extreme environments

研究開発の背景

特に土地が高度利用される大都市では、建物の地下が深くなるため、工事期間が掘削工事に大きく左右されることがあります。そのため、掘削物の揚重デバイスの効率向上と操作者の高齢化への対応が、喫緊の課題となっています。また、有望な新産業として期待される海底・月面の資源開発を実現するためには、空气中・1G重力を前提とする従来デバイスを抜本的に進化させる必要があります。そこで本研究開発は、大腸のぜん動運動を機械的に模倣することを主として、いずれの環境下においても従来より高効率で、かつ省人化された運用が可能な揚重デバイス(ぜん動ポンプ)の実現を目指します。

研究開発の内容と目標

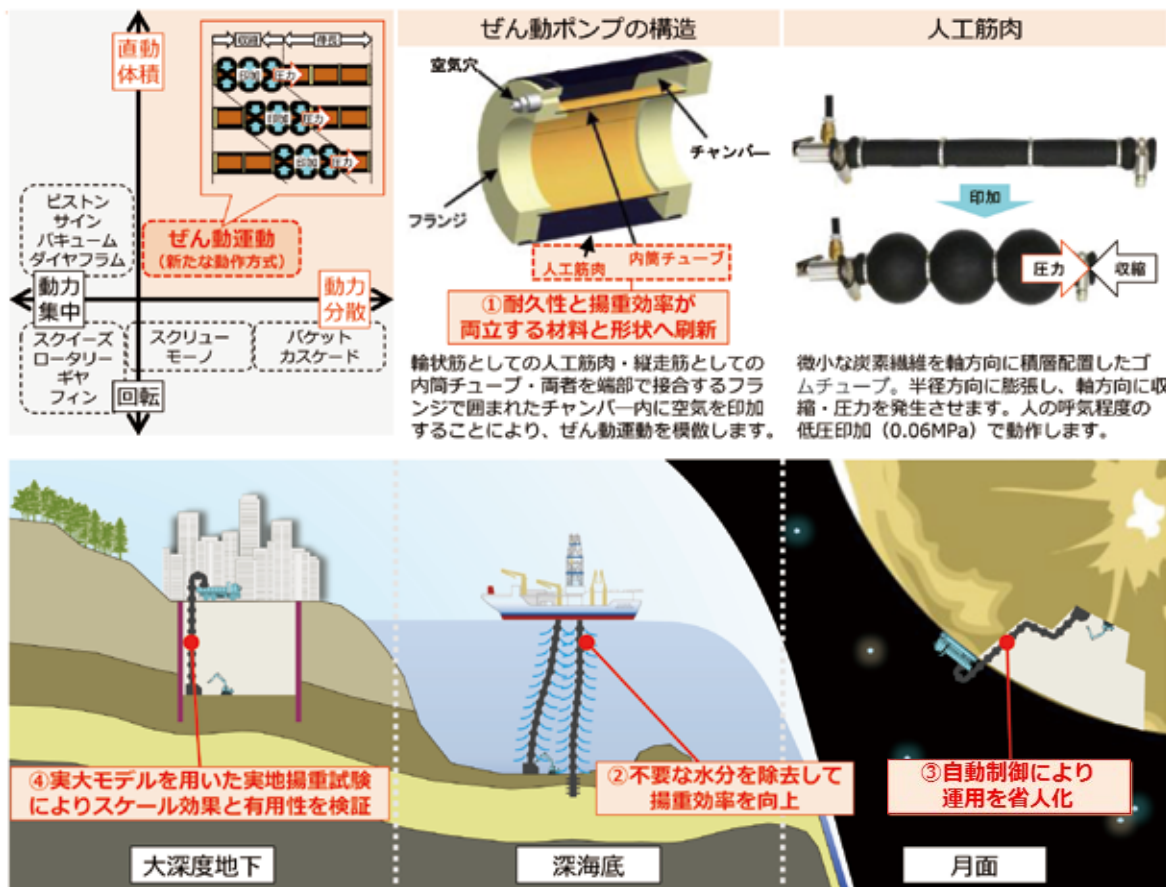
①実用性を確保するため、ぜん動ポンプの主要部材である人工筋肉と内筒チューブ(下図参照)について、耐久性と揚重効率が両立する材料と形状を明らかにします。②掘削物から不要な水分を除去することで揚重効率を向上させるため、ぜん動運動に最適な脱水方式を明らかにし、脱水効率とメンテナンス性が両立する機構を開発します。③運用を省人化するため、ぜん動ポンプの自動制御方法を開発します。④上記3つを実装した実大モデルを製作し、これを用いた実地揚重試験を通じて、ぜん動ポンプのスケール効果と有用性を検証します。

研究開発項目

1. 人工筋肉と内筒チューブの刷新
2. 脱水機構の研究開発
3. 自動制御方法の研究開発
4. 実大モデルによる統合的な性能評価

研究開発の実施体制

株式会社竹中工務店
学校法人中央大学



次世代産業用ソフトロボットの実現に向けた革新的MR材料×駆動機構の融合研究開発

Smart Soft Robots for Advanced Industries (SRAI)

研究開発の背景

本研究開発は、2030年の次世代産業用ソフトロボットの実現に向けたものであり、「高機能な磁場応答 (Magneto-rheological: MR) 材料の創製」、「革新的なスマート流体駆動機構の開発」を軸としたロボットアームシステムの創出を行います。「材料×機構×制御・AI」の融合に基づく、新たなものづくりの形を提案し、新規産業技術基盤の構築に向けた研究開発成果(多目的最適化MR流体・多機能駆動機構モジュール)を得るとともに、そのアプリケーションとして開発する協働型ソフトロボットの2021年以降の実用化を目指します。先導研究期間では、「材料×機構」に注力し、ロボットの構成要素として、アクチュエータ、ブレーキ、クラッチ等の新規構成方法について検討します。

研究開発項目

1. ロボット向けEHAが具備すべき高機能単位技術の構築研究と基本設計の確立
2. ロボット向けMR流体材料が具備すべき高機能単位技術の構築研究と基本配合の確立
3. MR流体材料とEHAの融合による新規ソフトロボットアーム開発と最適化設計の評価

研究開発の内容と目標

次世代産業用ソフトロボット (Smart Soft Robots for Advanced Industries: SRAI) とは、従来にない、高出力・高バックドライバビリティ・高応答性・低慣性・低速円滑制御性・長寿命・本質的安全性を具備したロボットシステムのことを指します。SRAIが有すべきこれらの機能を実現するために、粘弾性を高速かつ任意に調整できるMR流体と高い力密度と制御性を有する電気静油圧アクチュエータ (Electro-Hydrostatic Actuator: EHA) を組み合わせるというコアアイデアを元に、SRAI構成に不可欠なMR流体(沈降抑制等)およびEHA機構(逆可動性能向上等)それぞれの高機能化を行います。材料×機構の融合成果を多関節ソフトロボットアームの創製に応用し、SRAI構成方法の構築を図ります。

研究開発の実施体制

学校法人早稲田大学
日本ペイントホールディングス株式会社

産業用ロボット

電気静油圧アクチュエータ (Electro-Hydrostatic Actuator: EHA) を用いた油圧駆動システム

- 内部漏れ許容という機構を有する油圧駆動装置
- 高いエネルギー効率、低速度域を含めた高い制御性能、良好な逆可動性を有する



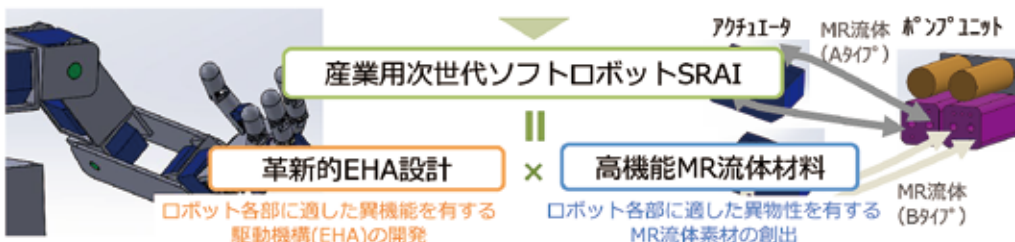
ソフトロボット

磁場応答性材料 (MR流体) を用いた環境調和性 (逆可動性) の高いロボット構成要素

- 1-10μmの鉄粒子を潤滑油に分散させた非0.01μ液
- 外部からの磁場強度に応じて、見かけ上の粘性が、急速・連続的・可逆的に変化



粘弾性を高速かつ任意に調整できるMR流体と高い力密度と制御性を有するEHAの組み合わせ (融合) は、SRAIの実現に大きな潜在性を有していると考えた。



超高感度センサシステムのためのナノ界面技術・回路の統合開発

Nanoscale surface control and circuit techniques for ultra-high sensitive sensor system

研究開発の背景

次世代IoT社会では各種センサ端末が重要な役割を担います。従来、大型で高価な装置が必要であった分子センサを、集積化により低コストでポータブルサイズで実現できれば、水素インフラやヘルスケアなど様々な分野に適用することが可能となり、新たな応用を切り開くことができます。ただし、小型・低コスト化した場合においても、必要となる感度を確保しつつ、低電力で動作し、分子識別などの機能性を実現することが重要となります。

本研究では、ナノセンサと回路技術を統合的に開発することで、小型、低電力で動作する超高感度なセンサシステムの実現を目指します。

研究開発項目

1. 高感度・広帯域センサシステムの回路技術およびセンサ・回路統合
2. 高感度・高速グラフェンナノセンサデバイスの技術開発
3. 酸化物ナノセンサデバイスの技術開発

研究開発の内容と目標

グラフェンおよび酸化物半導体を用いたナノセンサを製作し、チャンネル表面修飾等のナノ界面制御技術の導入によって感度向上とノイズ低減を実現します。

センサフロントエンド回路として、発振器ベースのアンプレス高感度抵抗デジタル変換システムの集積化により、広帯域化と消費電力を削減します。

センサと回路の統合開発により、分子の吸脱着に起因した信号揺らぎのメカニズムを解明し、従来困難であった超高感度の分子検出および識別の手法を開発します。

研究開発の実施体制

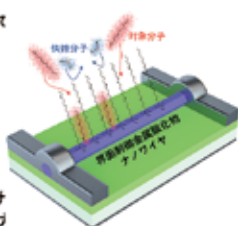
学校法人慶應義塾大学
国立大学法人九州大学

従来センサ技術

- ・信号変化量小
- ・雑音大
- ・応答が遅い

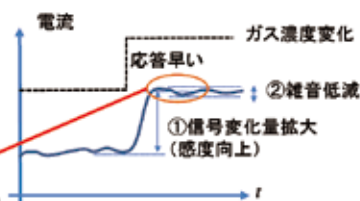
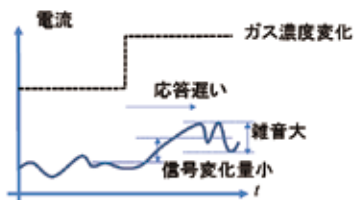
本事業で開発

有機分子(ODPA)で



- 高感度ナノセンサ
- ・信号変化量拡大
- ・雑音低減
- ・応答高速化

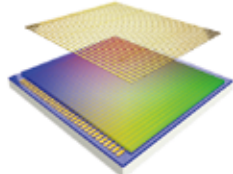
③標的分子の吸脱着に起因した信号ゆらぎを識別に利用



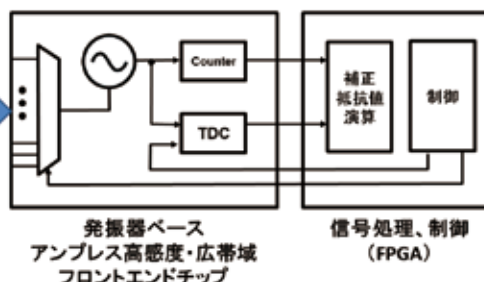
ナノ界面制御技術を用いた、高感度センサデバイスの特徴

ナノセンサ素子

異種材料集積化センサアレイチップ



2次元センサアレイチップ



集積化ナノセンサシステムのイメージ

心疾患予防のための目視型プラズモンフルカラーセンサーの開発

Full Color Plasmon Sensor for Early Detection of Heart Disease by naked eyes

研究開発の背景

健康長寿社会の実現には、何よりも「未病」段階で疾患を早期発見し、生活習慣の改善など対策を講じることが大切です。例えば虚血性心疾患は、私たちの命をある日突然奪う恐ろしい病気です。しかし自覚症状がない段階から定期的に通院して心臓の状態をチェックするというのは現実的ではありません。我々は、家庭で簡単に尿から心臓の異常をチェックできる、目視検出型バイオセンサーの開発を目指します。これにより医師不足が深刻化する地域においても格差なく未病社会を確立できるとともに、我が国の喫緊の課題である国民医療費の削減にも貢献できると考えます。

研究開発の内容と目標

尿中のピコモルオーダーの極めて微量の心疾患バイオマーカーを目視で検出するためには、これまでにはない革新的技術が必要です。本事業では、近年我々が発見した金属微粒子積層膜の「電磁誘起透明化」現象を利用して、従来技術に比べて100倍を超える鮮やかな色変化を示す超高感度目視型バイオセンサーの開発に取り組みます。具体的には、電磁気シミュレーションによる微粒子積層基板のデザインと作製、高選択性と高SN比を実現する新規ポリマーリンカーの開発により、最大のS/N比を有するプラズモンフルカラーセンサーの構築を目指します。

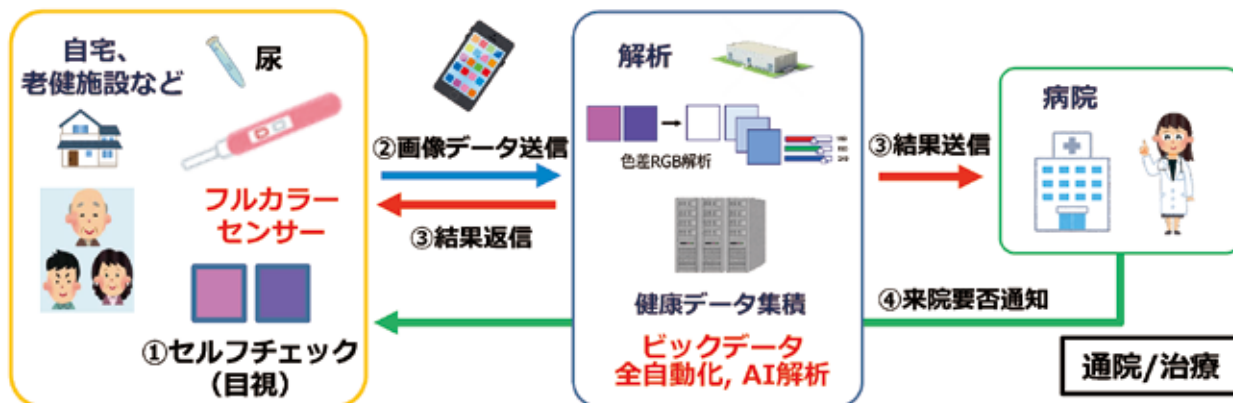
研究開発項目

1. プラズモンフルカラー基板の作製と検証
2. S/Nを最大にするセンサー界面の構築
3. 電磁気シミュレーションによるプラズモン呈色の予測と解析

研究開発の実施体制

国立大学法人九州大学
東レ株式会社
公立大学法人大阪府立大学

階層的健康管理システム



積極的自己管理

健康診断/データ集積

AI予測医療

スマホ画像からデジタル信号に変換/ビックデータ解析

- ◆ 予防医療(健康増進)の普及
- ◆ 未病社会の実現

- 国民医療費の削減
- 医師不足解消
- 地域差のない平等な社会を実現

超微小ノイズ計測システムの汎用化に資するナノ界面制御技術の研究開発

Nanoscale interface control for realizing general-purpose ultra-small noise evaluation system

研究開発の背景

現在のIoTビジネスの取り組みは、比較的大きな信号の計測が主流であり、その容易さから飽和傾向にあります。一方、「実空間における社会的価値の高い信号」は、容易に計測できない微小な信号で、その計測には、信号ノイズ比(S/N比)の向上が極めて重要となります。そのため、S/N比向上のための技術開発を実施するためには、計測目的とする微小信号よりも更に小さい「超微小ノイズを計測する手段」が必要となります。汎用性が高く、誰でも手軽に超微小低ノイズを評価するシステムが実現すれば、低ノイズを扱う材料・プロセス・デバイス・回路の研究開発が大きく前進することは確実であり、次世代のIoT社会において大きなアドバンテージとなります。

研究開発の内容と目標

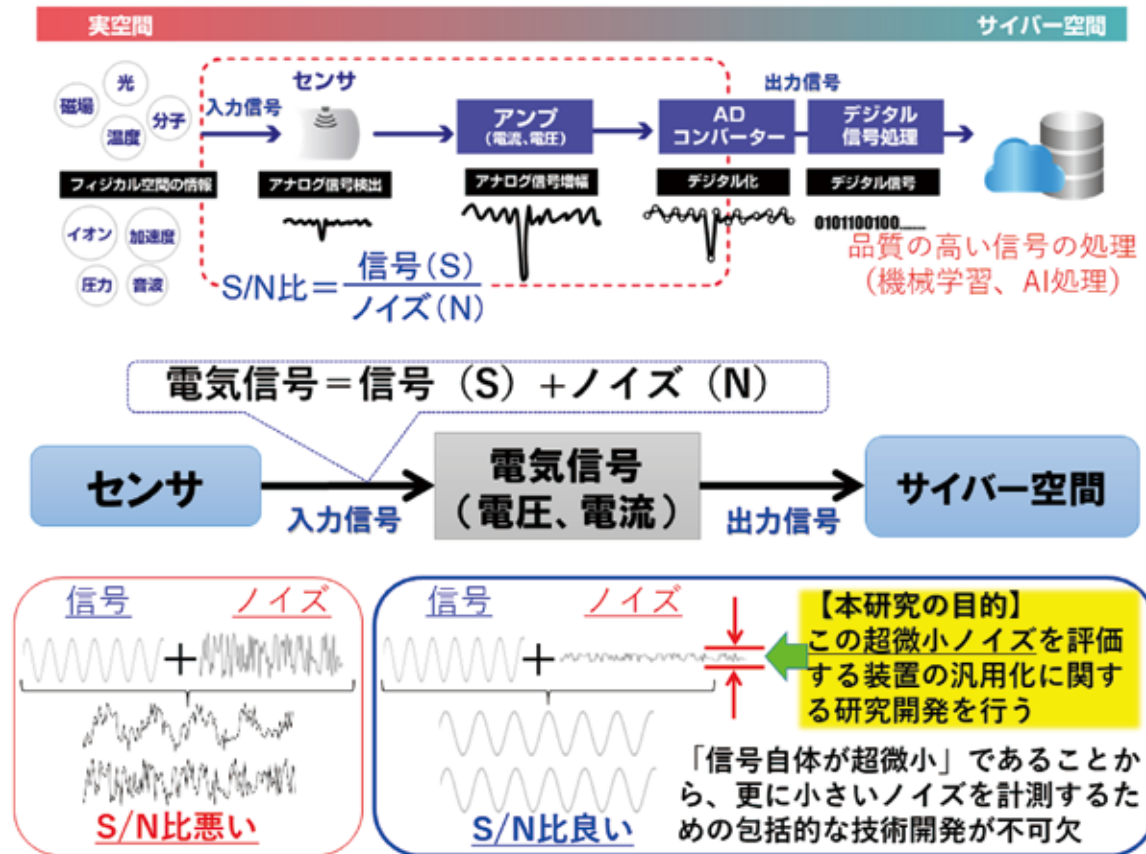
本研究では、エレクトロニクスシステムの主要構成である「トランジスタ」「配線」「回路素子(抵抗、コンデンサ、インダクタ)」、これらの素子において発生するノイズを低減するための材料開発とプロセス開発を実施し、それらの成果を統合することで「汎用性超微小ノイズ評価システム」のプロトタイプを試作します。誰でも手軽に超微小ノイズを計測できる世界観「超低ノイズ計測ものさし(スケール)」を創り出し、超微小ノイズ計測実現による材料性能指標、プロセス性能指標を提案することでノイズを除去する技術開発を加速します。これにより、微小信号計測を身近なものとし、次世代IoT社会の実現に貢献することを目標とします。

研究開発項目

1. ナノ界面制御材料およびプロセスの研究開発
2. ナノ界面制御を活用したシステムの研究開発と最適化

研究開発の実施体制

国立大学法人大阪大学



電力非依存型多機能生物デバイスの開発に不可欠な基盤技術の確立

Development of electricity-independent multifunctional biodevices

研究開発の背景

生物の中で植物と光合成細菌のみが、太陽光を利用して炭素固定する光合成能を有します。一方、発光生物は電力に依存しない化学発光の仕組みを有します。本課題では、発光生物における発光基質の生合成に関わる遺伝子を同定し、植物ゲノムへの実装を目指します。これが実現すれば、電力に依存しない光源や太陽光非依存型二酸化炭素固定装置、環境汚染物質の発光による検出装置など、新規生物デバイスの開発基盤技術が確立されます。これらは電力フリーで稼働することから、低炭素社会の実現に貢献するとともに、非送電地域においても実装可能であるため、新産業創出に資すると期待されます。

研究開発の内容と目標

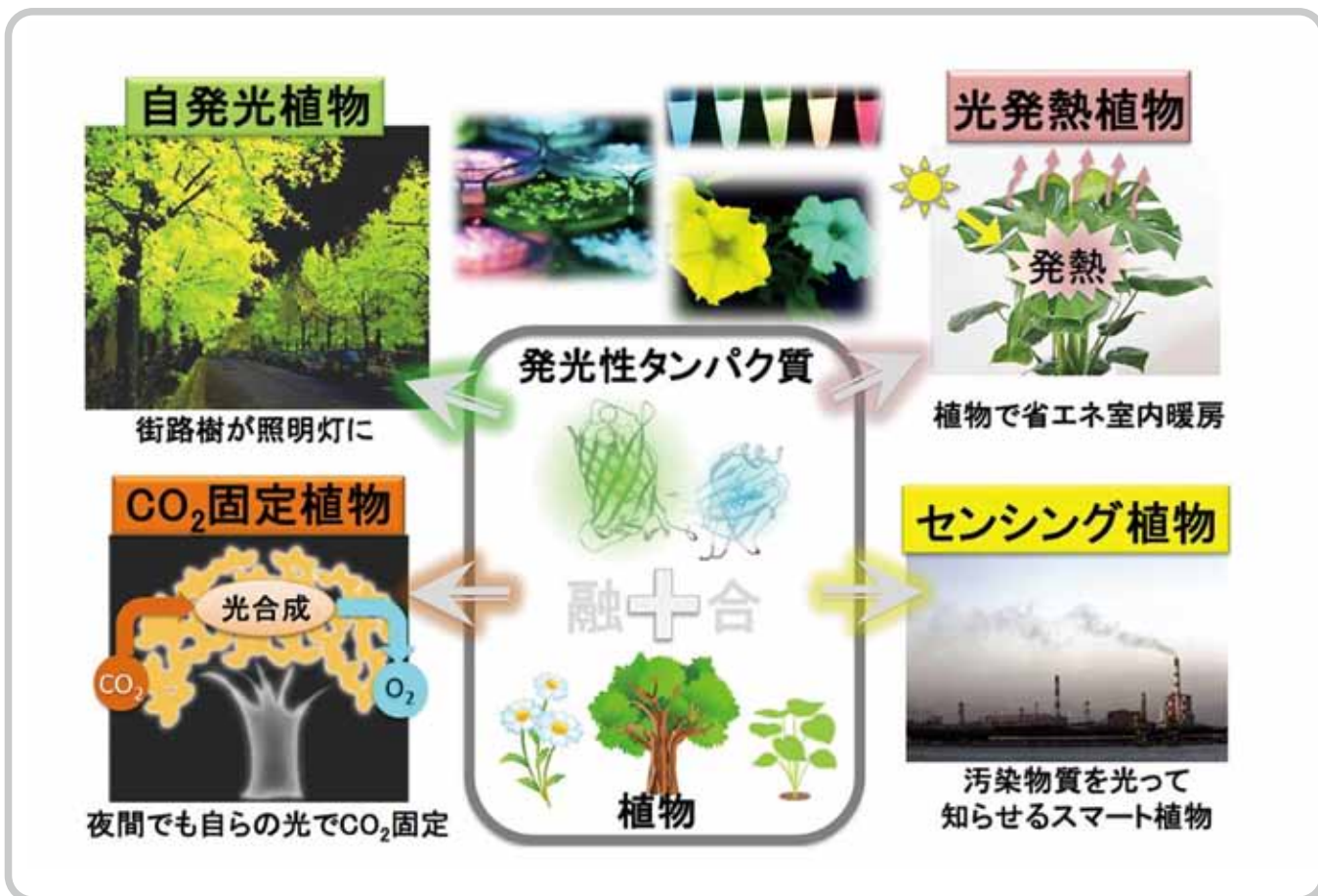
発光キノコの発光タンパク質(ルシフェラーゼ)遺伝子を同定し、加えて発光基質(ルシフェリン)生合成経路に係る遺伝子を同定します。更に、ルシフェラーゼと蛍光タンパク質との融合によって発光強度の増加が起こることが知られていることから、新規ルシフェラーゼと様々な色の蛍光タンパク質との融合タンパク質を作成し、さらに明るく多様な発光色のルシフェラーゼの開発を目指します。最終的にルシフェラーゼ遺伝子とルシフェリン生合成遺伝子を植物に導入し、自発光植物を作成します。この植物は、自身が発する光によって光合成を行うことが期待されます。

研究開発項目

1. ルシフェリンの生合成経路の解明
2. ルシフェリン・ルシフェラーゼ反応の発光輝度の増強
3. 二酸化炭素固定機能の強化
4. 研究開発推進委員会の開催

研究開発の実施体制

国立大学法人大阪大学



ヒト嗅覚システムを活用した匂いセンサの開発

Development of odor sensor utilizing human olfactory system

研究開発の背景

匂いが重視される製品の開発や製造、品質管理などの現場では、ヒトの鼻で匂いの質、香調の違いを判定する官能評価が必須の工程となっています。

このヒトの感覚による官能評価は高い感度は得られますが、個人の感覚に依存しており、経験や表現力などの個人の技量や体調、疲労度などの影響を受けやすいなど、高い再現性を維持するには留意すべき点も多く、官能評価のシステム化は香料産業、および匂いが関わる様々な製品を製造する産業界において、長年の課題となっています。また既存の匂いセンサは、特定の匂い物質に対する感度や応答の再現性は実用レベルに達しているものもありますが、ヒト嗅覚を代替するには至っていません。

研究開発項目

1. 嗅覚受容体安定発現細胞の作製技術
2. 細胞による匂い検出システムの構築技術
3. 細胞の匂い応答の情報処理技術

研究開発の内容と目標

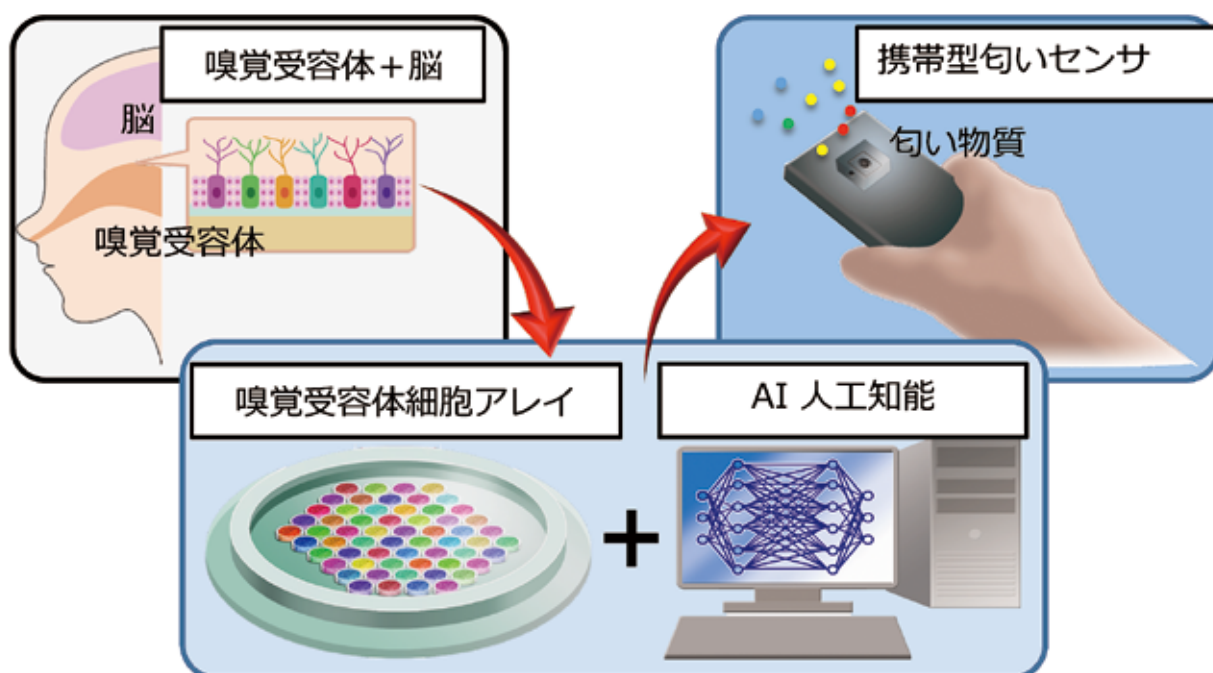
本先導研究では、ヒト嗅覚受容体を発現させた培養細胞からなる細胞アレイと、生体を模倣した匂い情報処理機構を統合したバイオハイブリッド匂いセンサの基盤技術構築を図ります。

まず、ヒト嗅覚受容体安定発現細胞を効率よく作製する技術を考案します。続いて、同技術により作製した安定発現細胞からなる細胞アレイでセンサチップを作製し、このチップを用いた携帯型匂い検出デバイスを構築します。併せて、人工知能により嗅覚受容体の応答パターンを解析し、匂い識別が可能な情報処理技術を開発します。

本提案の実現は、産業界での官能評価の代替等、ヒト嗅覚システムを活用した匂いセンサの市場開拓へと繋がります。

研究開発の実施体制

高砂香料工業株式会社
国立大学法人東京大学



ヒトマイクロバイオームの産業利用に向けた、解析技術及び革新的制御技術の開発

Human microbiome analytical and innovative modulation technology for industrial application

研究開発の背景

ヒトマイクロバイオームの解析では、次世代シーケンサーを利用した、マイクロバイオームを構成する微生物の種類と量の計測が出発点となる。一方で、その解析結果の信頼性、研究・検査機関間のデータの比較互換性の乏しさが懸念されており、解析結果の精度管理のために標準化などの取り組みが各国で始まっている。ヒトマイクロバイオームの産業利用のためには、コホート研究などを通じた大規模なヒトマイクロバイオーム関連ビックデータの構築が不可欠であるが、それに先駆けて計測技術の標準化と計測の精度管理方法の確立を実施することは、国内で質の高いデータベースを構築する上で不可欠な課題である。

研究開発の内容と目標

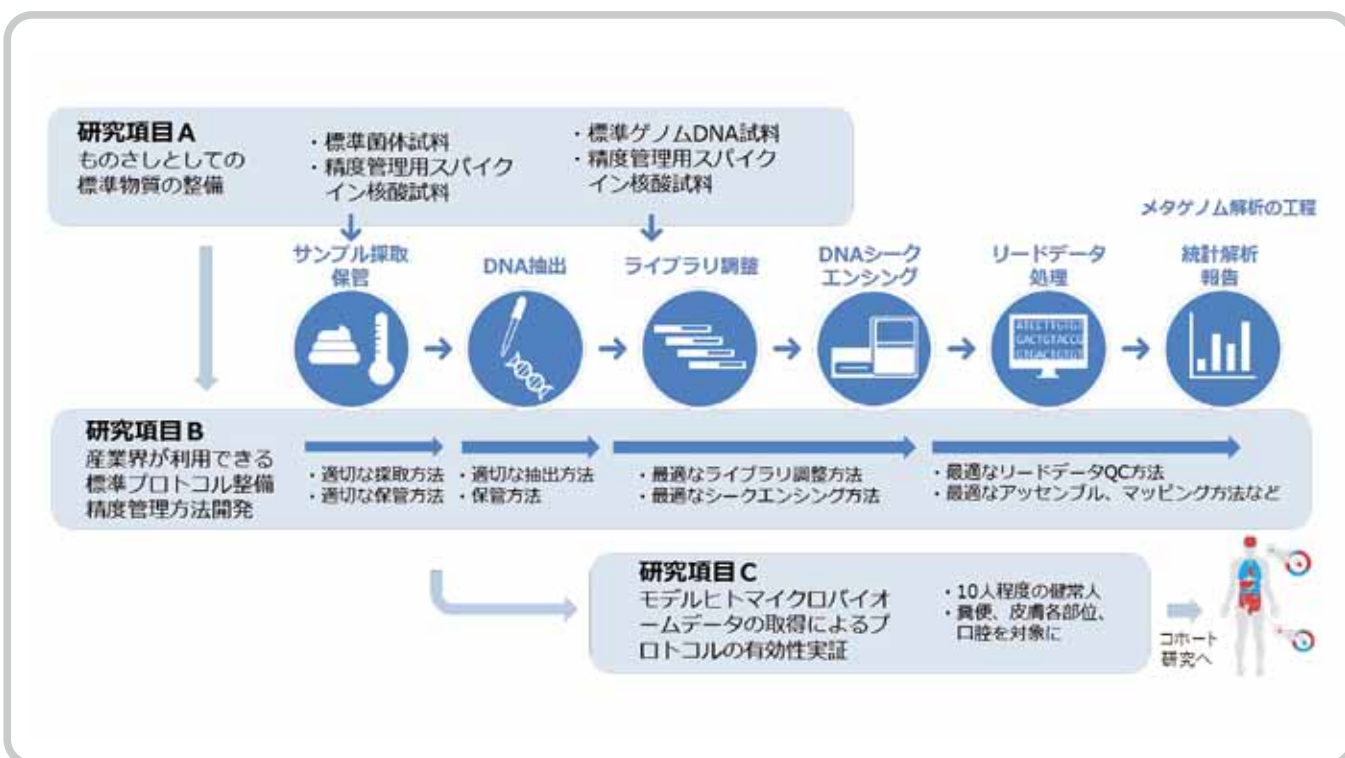
本提案課題では、ヒトマイクロバイオームの産業利用に係る国内産業の競争力強化のための計測標準基盤を整備するとともに、基盤となるモデル健常人マイクロバイオームデータを整備する。①マイクロバイオーム計測(16S rRNA遺伝子アンプリコン解析、ショットガンメタゲノム解析)において、国内産業界が求める用途や仕様に基づいた標準物質を開発・整備する、②ヒトマイクロバイオームの代表例としてまずヒト糞便(モデルマウス糞便を含む)マイクロバイオームを想定し、国内産業が実施でき、かつその計測結果の比較互換性が担保できるショットガンメタゲノム解析の標準的プロトコルを整備する、③開発した標準的プロトコルを利用し、小規模の日本人健常人マイクロバイオームデータを取得、標準的プロトコルの有用性を実証することを目指す。

研究開発項目

- ・マイクロバイオーム計測の信頼性担保のための標準物質開発
- ・マイクロバイオーム計測の標準プロトコルの開発
- ・開発したプロトコルによる健常人モデルヒトマイクロバイオームデータの取得

研究開発の実施体制

一般社団法人日本マイクロバイオームコンソーシアム
 国立研究開発法人産業技術総合研究所
 独立行政法人製品評価技術基盤機構
 国立研究開発法人理化学研究所



日本人の体質を反映するヒトフローラマウスの開発と実証

Human gut-flora associated mice based on the constitutional medicine for Japanese

研究開発の背景

腸内の多様な微生物群がヒトの健康維持や疾患に深く関与することが明らかとなり、機序に基づく健康食品、医薬品の開発において新たな標的となりつつある。一方で、コホート研究のみから腸内細菌叢とヒトの生理機能との関連性を定量的に表現することは困難な状況である。そこで食品メーカーや医薬品メーカーの要求に耐えうる、再現性と均一性を備えたヒトフローラマウスの標準を提示できるまでの基盤研究および社会実装プロセスは重要であり、大きな期待が寄せられている。

体質医学の情報に基づいた本研究開発は、日本人の健康増進や疾病予防を実現する食生活について、体質別の基本的な情報を得るための実験系構築を可能とする。

研究開発の内容と目標

ヒトの免疫機能(炎症制御機能など)を中心に、生体高次機能を高度にシミュレーションするヒトフローラマウスを作成し、将来的には食と疾病リスクの関係性について統計学的にも評価可能な前臨床試験系として確立する。

体質医学にもとづく便サンプルの分類と解析を進めつつ、選定された便サンプルを用いてヒトフローラマウスを作成する。まずアレルギー疾患リスクの高いヒトフローラマウスを作成し、それをプロトタイプとして将来的には各種疾病の試験系を構築することを目標とする。

様々な薬や食べ物の研究開発を促進することが期待される。

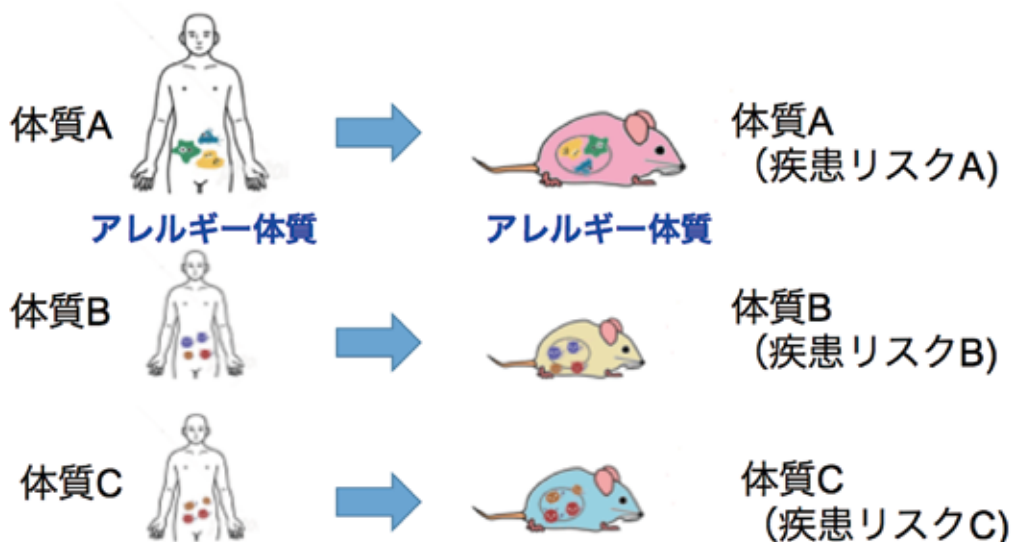
研究開発項目

1. 日本人の8体質別・腸内細菌叢のタイピング
2. アレルギー疾患リスクの高い体質からヒトフローラマウスの作製(順次作製)
3. ヒトフローラマウスの免疫機能解析
4. 日本人体質別ヒトフローラマウスの市場調査
5. 海外体質別ヒトフローラマウスの市場調査

研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所
日本クレア株式会社
アクア・ゼスト株式会社

体質医学 × ヒトフローラマウス



Generation of human gut-flora associated mice based on the constitutional medicine
体質医学的観点に立脚したフローラマウスの作成

“竹由来ナノセルロース・ハニカム筋樹脂” 製造法の開発

Development of nanocomposites reinforced by embedded bamboo-nanocellulose honeycomb

研究開発の背景

プラスチック樹脂製品は、我々の生活に欠かせないものとなっており、国内で年間約1000万トン生産されています。しかし、環境負荷の観点からその使用量削減が課題となっており、樹脂強度を維持したままでの製品の形状軽量化が求められています。

最近、セルロースナノファイバー(=ナノセルロース)が樹脂補強材として広く研究されてきていますが、親水性のナノセルロースと疎水性の樹脂との混合が難しいという課題がありました。そのため、エネルギー消費を抑え、かつ効率的な補強効果を実現する新たな樹脂複合化技術の開発が希求されています。

研究開発の内容と目標

鉄筋コンクリートのように、ナノセルロースで形成されるハニカムパターン骨格を芯として内包する新規汎用樹脂「ナノセルロース・ハニカム筋樹脂」の製造法を開発します。その際、両親媒性ナノセルロースを用いることにより、樹脂との融合が容易で、より低エネルギー消費での複合化プロセスとなることを検証します。

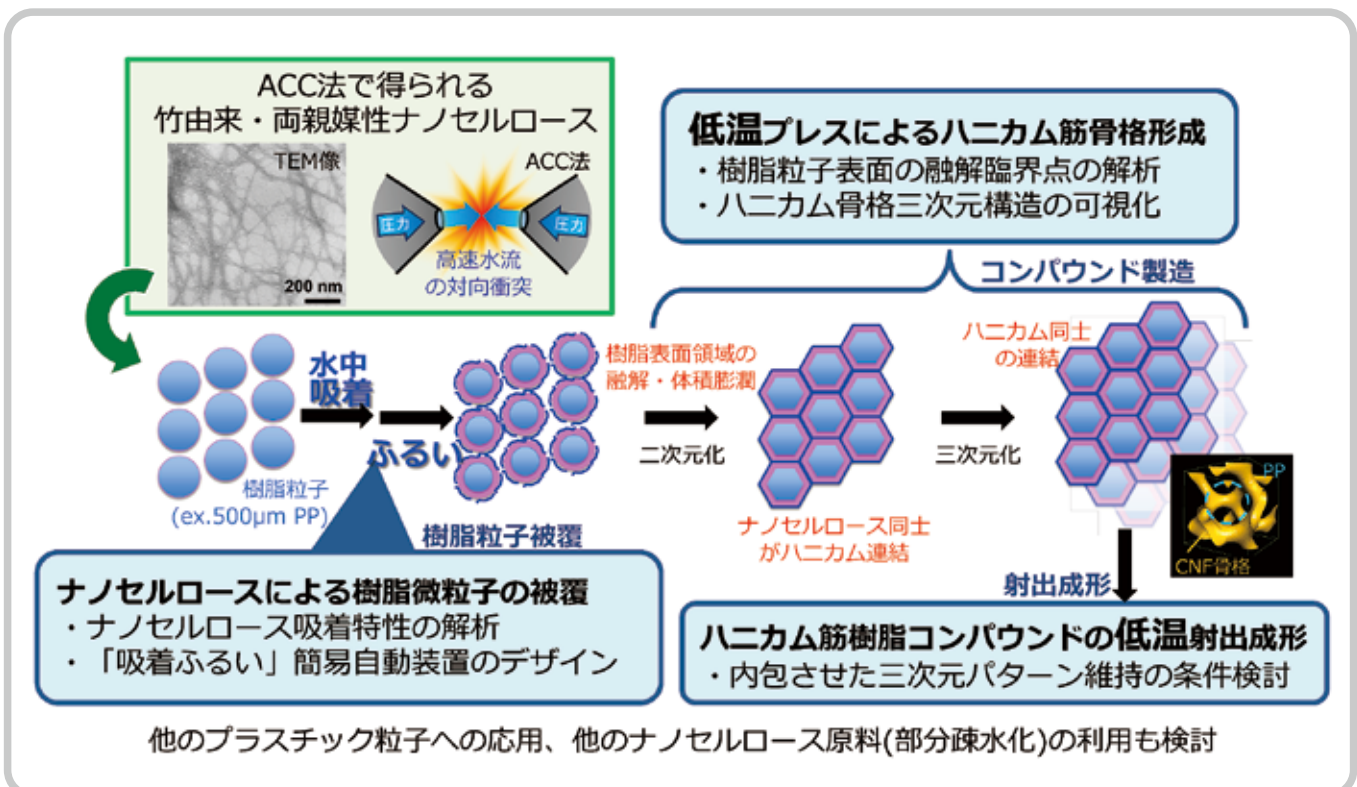
さらに、化学処理のない水中カウンターコリジョン(=ACC)法で製造される非木材「竹」由来の疎水性表面を多く持つ両親媒性ナノセルロースに加え、他の方法で製造される部分的に表面疎水化した木材由来ナノセルロースも原料として検討します。

研究開発項目

1. ナノセルロース被覆樹脂粒子の特性解析
2. ハニカム内包樹脂コンパウンド製造法の最適化
3. 上記樹脂コンパウンド温射出成形の検討
4. 樹脂被覆プロセス簡易自動装置のデザイン

研究開発の実施体制

国立大学法人九州大学
中越パルプ工業株式会社



分子触媒システムによる木質バイオマス変換プロセスの研究開発

Wood biomass conversion by the molecular catalysis system

研究開発の背景

脱石油系資源により持続可能な社会を実現するために、森林資源から化学的なプロセスを経て複数の有用物質を産出する技術を確立することにより、石油化学産業に替わる「森林化学産業」を創出することを目指す。

本研究開発では、森林資源の中でも物質変換の難易度が高いスギ及びヒノキ材を当面の対象として、常温常圧等の極めて穏和な条件下にて、スギ及びヒノキ材の全構成成分を一括して分解・変換・分離することにより、複数の有用物質を直接かつ選択的に獲得することができる画期的な併産プロセスの確立を目的とする。

研究開発の内容と目標

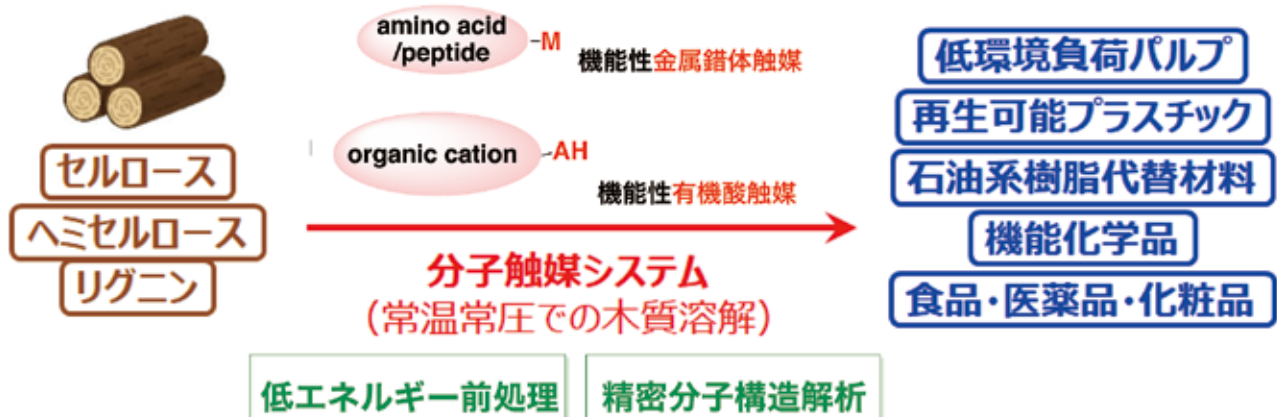
スギ及びヒノキ材に含まれるセルロース、ヘミセルロース、リグニンの各木質成分を選択的に分解する触媒系を開発し、それらを併用した混合触媒系により、スギ及びヒノキの木粉を直接水溶液化するプロセスを確立する。併せて、非水溶媒と水との二相系により生成物を連続的に抽出・分離することにより、工業的に利用可能なプロセスを確立する。また、スギ及びヒノキ材を粉砕やマイクロ波処理等することにより、木質成分と触媒系との効率的な接触を促進する技術を開発する。加えて、木質成分の変換前・中・後の挙動をNMRにて解析することにより反応機構を解明する。

研究開発項目

1. 分子触媒システムの研究開発及び木質バイオマス変換プロセスの研究開発
2. 木質バイオマス前処理・溶解条件の研究開発
3. 分子触媒システムによって変換される木質バイオマスのNMR法による構造解析
4. 木質バイオマス変換プロセスの工業化検討及び生成物の用途開発

研究開発の実施体制

国立大学法人京都大学
株式会社ダイセル



低コスト高純度水素製造技術と革新的エネルギーシステムの研究開発

The innovative energy system for low-cost and high purity hydrogen production technology

研究開発の背景

将来の水素社会到来に向けCO₂フリーの安価な水素製造方法が期待されています。再生可能エネルギーを用いた水素製造法は、風力・太陽光発電などの電力を用いて水を電気分解する方法が有望ですが、副生水素や化石燃料改質と比較して製造コストが高い問題があります。現在、系統電力、風力・太陽光発電などの電源から水電解法で水素を製造すると、そのコストは水電解装置の設備費を含まない場合でも76-136円/Nm³と試算され、目標とされている水素製造コスト30円/Nm³を実現するためには、極めて安価な再生可能エネルギーを確保することに加え、水電解装置のコスト低減と電解効率向上が不可欠です。

研究開発の内容と目標

本研究開発では水素イオンのみを伝導する事が可能なプロトン伝導性セラミックスを電解質に用い、プロトン輸率を劇的に高めた革新材料を見出し、これを用いた低コスト高純度水素製造に資する実用サイズのセルの開発、更に工場等から排出される中低位廃熱の利用も含めた熱マネジメント、水電解システムの基本設計、水素製造コスト試算を行い、低コスト水素を得るためのシステム実現に向けた課題・対策を明らかにします。最終的には中低位廃熱の利用のみならず、水電解により生じる酸素を燃焼炉に還流することで削減される燃料費分の効果も加味し、30円/Nm³を大幅に下回るポテンシャルを示し、水素を貯蔵媒体とする革新的エネルギーシステムとしての実現を目指します。

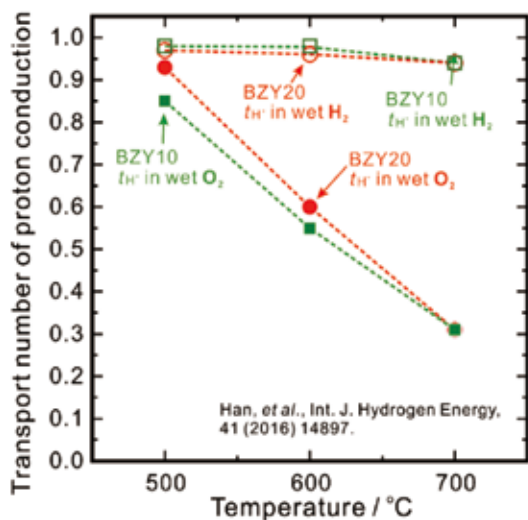
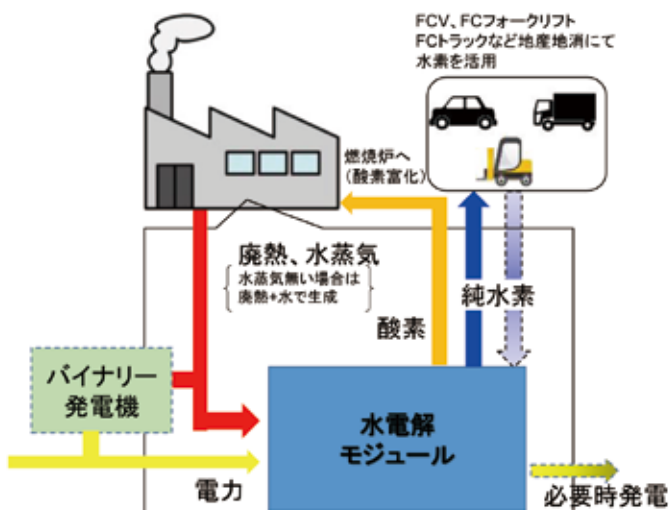
研究開発項目

1. 高効率水電解セル材料の基礎検討
2. 単セル製造・評価技術の開発
3. 全体システム基本設計および効率試算
4. システムコスト、水素製造コスト試算

研究開発の実施体制

住友電気工業株式会社
 国立大学法人京都大学
 株式会社 I H I

プロジェクト概要



加湿水素と加湿酸素雰囲気下における
 プロトン輸率の温度依存性

有機ハイドライド電解合成用電極触媒の研究開発

R & D of Electrocatalysts for Electrosynthesis of Organic Hydride

研究開発の背景

現在、再生可能エネルギーの有効利用において時間的変動、空間的局在が課題となっています。再生可能エネルギーを水素エネルギーとして大規模に貯蔵、輸送する事がこの問題の解決策として検討されています。水素エネルギーのキャリアには液体水素、有機ハイドライド、液化アンモニアが代表として挙げられますが、有機ハイドライドは特に長距離輸送・長時間貯蔵に適していると考えられます。水素エネルギー社会実現の為に、このようなエネルギー変換プロセスの高効率化技術開発が求められます。

本研究では、再生可能エネルギーから得られた電力を用いてエネルギーキャリアを合成するため、有機ハイドライドの新規高効率合成システムの提案、実現性の確認を行いました。

研究開発の内容と目標

有機ハイドライドの中でも取扱いや毒性の面で実用的な、トルエンメチルシクロヘキサン系に注目しています。新規合成システムである直接電解水素化法は、従来型の水電解から得られた水素を用いる方法より理論的に約10%エネルギー削減が可能です。この利点を生かすためにも水素化を行うカソード触媒の技術開発が不可欠です。

本研究では貴金属の複合材料の各成分元素が各々の役割を担う機能化カソード触媒を開発するために、触媒組成、形状や粒径が活性に及ぼす影響の調査を行いました。

本課題において水素化プロセスを機能制御したIrRu/C触媒の合成に成功し、本触媒が市販のPt/C、PtRu/Cよりも潜在的に触媒活性が高い事を実証しました。

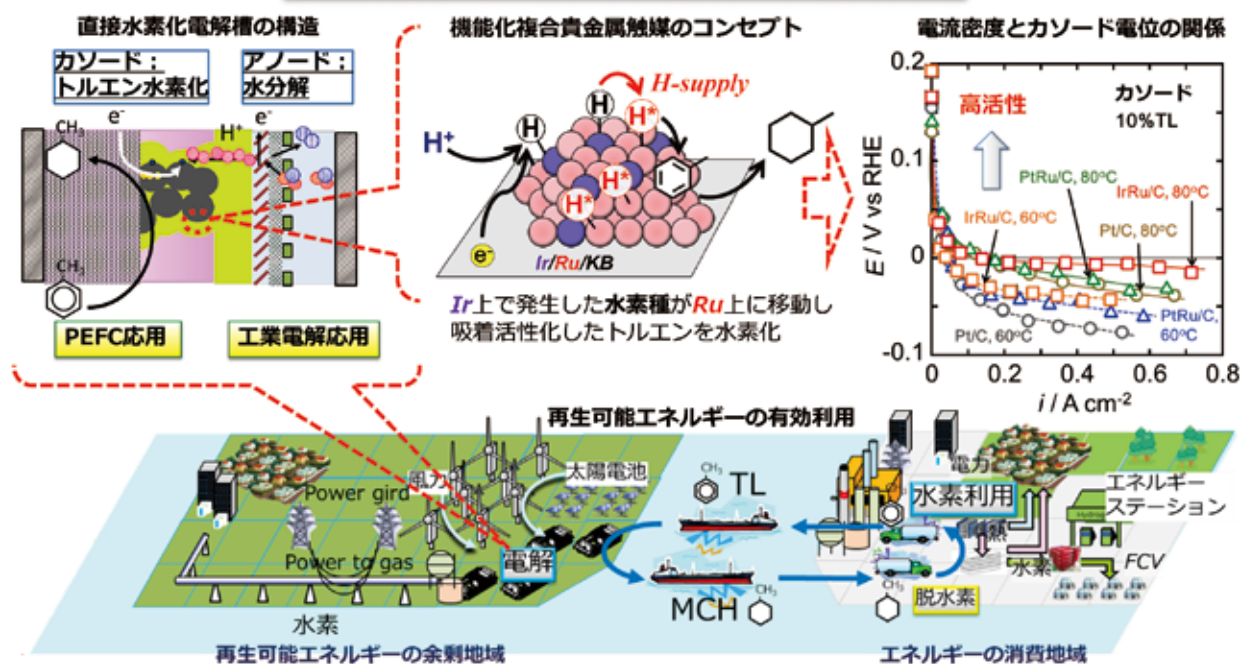
研究開発項目

1. カソード触媒の性能評価
2. カソード触媒の反応解析
3. 貴金属組成と水素化および水素反応活性の評価
4. 複合金属系カソード触媒の設計及び合成

研究開発の実施体制

国立大学法人横浜国立大学
国立大学法人東京工業大学
公立大学法人大阪府立大学

役割分担した吸着サイトを持つ新規触媒開発



熱安全性に優れた革新的な全固体有機蓄電池の創製

Innovative all solid organic rechargeable battery with high thermal stability

研究開発の背景

温室効果ガスの大幅削減には、電気自動車の普及が不可欠です。そのキーとなる蓄電池は高容量化の流れを受け、資源リスクの回避、低コスト化、安全性の向上が求められています。現在主流のリチウムイオン電池では解決が難しいと考えられるこれらの課題を解決するためには、電池性能を落とすことなく、材料レベルから抜本的な見直しをする必要があります。

本研究開発では、電池材料として将来的に低コスト化が可能な有機正極と、熱安全性が高い有機イオン結晶性固体電解質を組み合わせることでこれまでに例のない全固体有機蓄電池の研究開発に取り組みました。

研究開発の内容と目標

遷移金属複合酸化物正極に代わりキノン構造を有する有機正極を、また可燃性のカーボネート系有機電解液や界面形成の課題のある無機固体電解質に代わり難燃性の有機イオン結晶性固体電解質を用いた全固体有機蓄電池の検討を行いました。試作セルで充放電に成功し、セルを折り曲げて動作可能な「フレキシブルな固体電池」の実現性を確認できました(写真)。材料としては有機正極へのLiの出し入れ機構を確認し高電圧化や高耐久化の指針を得ました。また有機イオン結晶性固体電解質では-50~150℃の広い作動温度領域を確認でき、さらに従来の2倍程度のイオン伝導度まで改良できました。

研究開発項目

1. 有機正極の開発と充放電機構解明
2. 有機イオン結晶性固体電解質の改良
3. 全固体有機蓄電池のセル設計

研究開発の実施体制

日産自動車株式会社

国立研究開発法人産業技術総合研究所

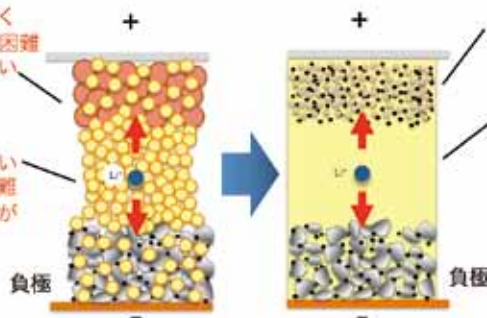
無機材料から有機材料へ

遷移金属複合酸化物正極
(Ni、Coなど)

- ・ 資源リスク高く
- ・ 低コスト化が困難
- ・ 熱安全性が低い

無機固体電解質

- ・ 環境負荷が高い
- ・ 界面形成が困難
- ・ 電極製造工程が複雑



有機正極

- ・ 資源リスク低く
- ・ 低コスト化が可能
- ・ 熱安全性が高い

有機イオン結晶性
固体電解質

- ・ 吸熱特性があり
- ・ 発火リスクが低減
- ・ 界面形成が容易
- ・ 電極製造工程が簡便

試作した全固体有機蓄電池
柔軟性に富み曲げてOK

革新的高飽和磁束密度・低鉄損軟磁性粉体の開発

Soft magnetic powders with high magnetic flux density and low core loss

研究開発の背景

地球環境に優しい輸送手段として電気自動車(EV)やハイブリッドカー(HV)等のいわゆる次世代自動車は今後益々増加することが予想されています。HV、EVはそれぞれ、CO₂排出量をガソリン車の約1/2~1/3、約1/4に低減すると見込まれており、特にEVは、再生可能エネルギー等の割合の高い電力を用いることで、発電から走行までのCO₂排出量を大幅に削減することが可能となります。省エネルギー・低CO₂社会の実現には次世代自動車の普及は不可欠であり、本研究開発テーマはそれを加速する高効率モータに必須である低エネルギー損失型の軟磁性材料の開発を行います。

研究開発の内容と目標

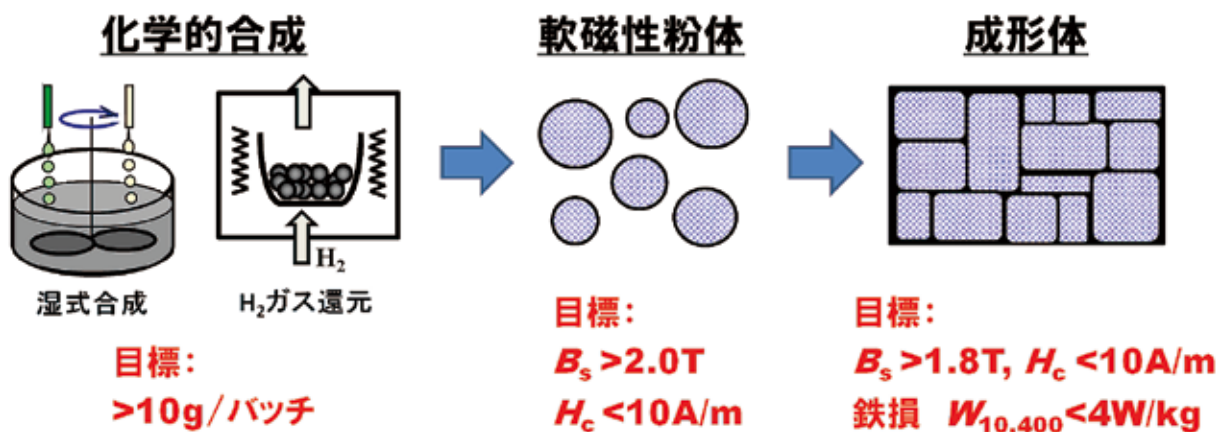
高性能モータやコイル用のコア材料に求められる高い飽和磁束密度(B_s)と低い保磁力(H_c)を併せ持つ軟磁性粉体を作製し、その磁気特性、特に周波数特性を評価し、低鉄損材料の可能性を明らかにします。粉体特有の高い成形自由度を活かした高密度成形技術開発を行うと共に、既存の軟磁性粉体では困難な焼結プロセスによる高強度成型も試みます。具体的には、予備実験で見いだされた2.0T以上のB_sと10A/m以下のH_cを併せ持つ軟磁性粉体系を対象として、成形体で1.8T以上のB_sかつ10A/m以下のH_cを実現すると共に、3W/kg@400Hz・1T台の鉄損失を有する焼結材料の可能性を明らかにすることを目指します。

研究開発項目

1. 合金組成最適化及び合成プロセスのスケールアップ
2. 固化・焼結による高密度成形技術の開発
3. 低鉄損化技術の開発

研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所



- 粉体状の軟磁性材料を化学的に合成
- 粉体特有の高い成形自由度を活かした高密度成形技術開発
- 独自に見いだした軟磁性粉体系：**B_s > 2.0T・H_c < 10A/m**

優れた高温特性を有する革新的交換結合磁石の研究開発

Innovative Exchange-Coupled Magnets with Superior Magnetic Properties at High Temperatures

研究開発の背景

Nd-Fe-B 系磁石は、ハイブリッド自動車や電気自動車等に広く用いられ、我が国の省エネ技術を支える重要な部品となっています。自動車用の高性能磁石では、特に150~200℃の温度での十分な保磁力を得るため、現在は、Ndの一部をDyで置換して高性能化した磁石が主流です。しかし、Dyは安定供給に不安がある希少資源であるため、Dyを使わない磁石が求められていました。Dyを使用しない磁石開発として、磁石の微細組織を制御して特性を向上する研究が進められていますが、単純に保磁力を増加させる開発方針では、室温では必要以上に高保磁力となり着磁に問題を生じる結果となっていました。

研究開発の内容と目標

本研究開発では、室温付近での不必要な高保磁力を低減させ、高温での保磁力を向上させる、という開発方針のもと、磁石の微細組織制御によって特性を改善する研究を進めております。これまでの研究で、10nm 程度のナノ層を高速で積層して超多周期ナノ積層構造を創製すると、層間に発生する交換結合により磁石特性を変えられることが分かっております。ナノ層の微細・化学・磁区構造を解明し、最適ナノ組織を設計することにより、Nd-Fe-B 磁石の保磁力とその温度依存性を改善し、150~200℃でNd-Fe-B 磁石を上回る特性を有するDyフリー磁石を開発します。

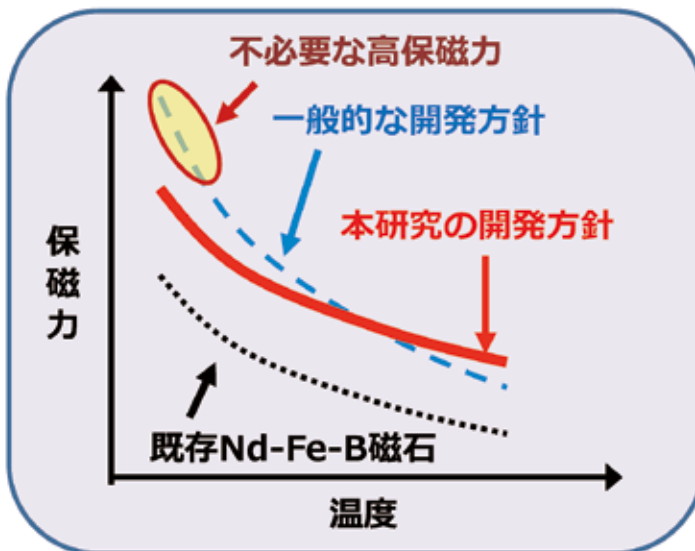
研究開発項目

1. 最適ナノ組織の設計
2. 層型交換結合厚膜磁石の開発
3. 積層型交換結合厚膜磁石の異方化
4. 積層型交換結合磁石の微細・化学・磁区構造の解明

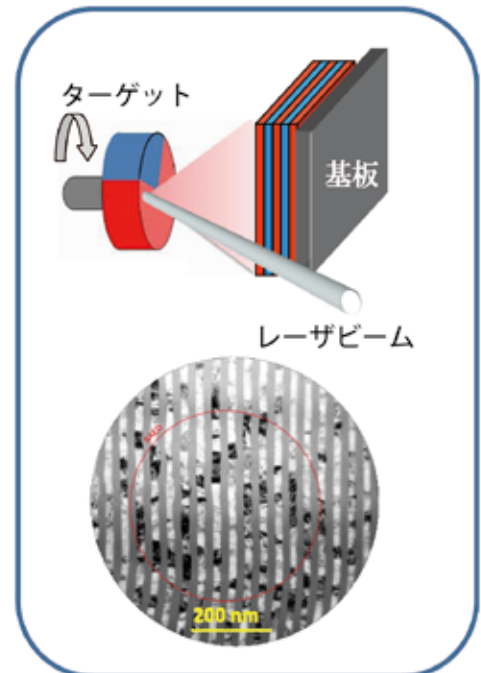
研究開発の実施体制

国立大学法人長崎大学
国立大学法人九州大学

高保磁力
保磁力の温度依存性改善 } 同時達成！



本研究開発で目指す磁気特性



ナノ層マニピュレーション技術
と超多周期ナノ積層構造

革新的正方晶FeCo多元合金磁石の物質・組織デザイン

Materials and Structural Design of Tetragonally Distorted FeCo Based Alloys for Innovative Permanent Magnets

研究開発の背景

省エネルギー・省資源の観点から、モータをはじめとする電気・機械変換機器の高効率化のために希少元素を含まず高飽和磁化 (M_s)・高キュリー温度 (T_c)・高磁気異方性 (K_u) を兼ね備える新たな永久磁石の開発が強く要請されています。FeCo合金は磁性材料中で最大の M_s と高 T_c をもつ材料ですが、さらに正方歪(軸比 $c/a \sim 1.2$)を付与すれば、 2 MJ/m^3 を越える巨大な結晶磁気異方性が発現することが、理論と基礎実験で示されています。本プロジェクトでは、既存の永久磁石材料を超える高 M_s ・高 T_c ・高 K_u 並びに最大エネルギー積を有する革新的永久磁石創出をめざして、第1原理計算によって安定な正方晶FeCo-XY合金を探索し、磁気異方性を計算するとともに金属組織のデザインを行います。

研究開発項目

1. 正方晶FeCo基合金の磁性と結晶構造に関する計算
 - 1-1. 合金・化合物の安定性に関する第1原理計算
 - 1-2. 磁気異方性に関する第1原理計算
2. 正方晶FeCo基多元合金・化合物を用いた永久磁石デザイン

研究開発の内容と目標

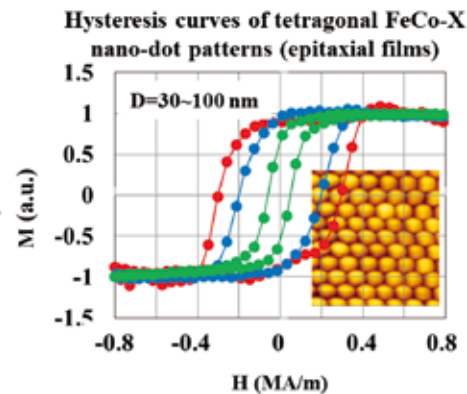
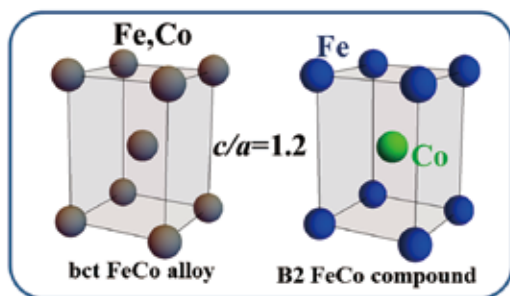
FeCo合金は体心立方格子で、正方歪を有する平衡相は存在しません。これに対して、本プロジェクトは軸比 $c/a = 1.1 \sim 1.2$ を有する正方晶FeCo-XY合金の創成を目的としています。正方晶FeCo合金が実現すれば、大きな磁気異方性が発現することは、エピタキシャル膜による実験で示されており、ナノスケールの単磁区微粒子では、永久磁石特性が発現することが明らかになっています(下図参照)。

本研究の目的は(1)、(2)です。

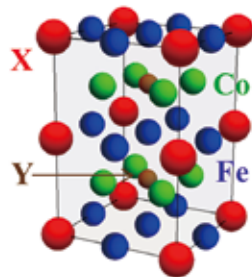
- (1) 第1原理計算によってFeCo-XY多元合金・化合物の形成エネルギーを計算し、正方晶FeCoが安定となる添加元素X, Yを探索し、あわせてX, Y元素の磁気異方性への影響を明らかにします。
 - (2) FeCo-XY多元合金が永久磁石特性を発現するための最適な金属組織をデザインします。
- これらの検討により、正方晶FeCo多元合金磁石の実現をめざします。

研究開発の実施体制

国立大学法人秋田大学



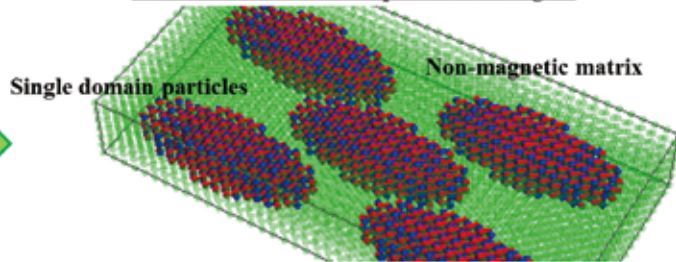
[1] Exploration of the tetragonal Fe-XY alloys by the first principles calculations



(Images of tetragonal FeCo-XY alloys with huge magnetic anisotropy)



[2] Design of metallurgical structure of FeCo-XY bulk materials for innovative permanent magnet



Development of an innovative permanent with $(BH)_{max} > 500 \text{ kJ/m}^3$ and with high Curie temperature .

超低損失と高飽和磁化を両立した軟磁性粉末材料の技術開発

Development of Super Low Loss and High Saturation Magnetization Soft Magnetic Powder

研究開発の背景

本技術開発では、モータのような電磁気応用機器が内蔵する圧粉鉄心の材料となる鉄粉の磁気特性向上に取り組みます。鉄の磁気特性は、鉄の結晶の向きに依存して変化します。本技術開発では、磁気特性が最大となるように鉄の結晶の向きを揃えた鉄粉を作製し、モータの効率の改善に貢献することを目指します。開発の結果として創出される、低損失、高飽和磁化モータの実用化により、材料単体の寄与だけで、少なくとも国内において70億kWhの電力削減と国内総排出量の0.8%分のCO₂削減が期待されます。また、本材料は粉末形状かつ、優れた磁気特性(飽和磁束密度)を持つため、鉄心に応用することで、圧粉鉄心の特徴である3次元的な鉄心形状設計のみならず、この優れた磁気特性によるモータの小型化が期待されます。

研究開発の内容と目標

モータ鉄心用の軟磁性材料には①低ヒステリシス損、②低渦電流損、③高飽和磁束密度の三つの特性が要求されます。しかし、従来の電磁鋼板、鉄粉末、ナノ結晶鉄合金は、これらの全特性を満足しておりません。我々は、磁気特性が最大となるように鉄の結晶の向きが揃ったランダムキューブ組織を有するモータ鉄心用鉄粉を開発し、全特性を満足する革新的磁性粉末材料を創出します。さらに、ランダムキューブ組織の高度化により鉄心の鉄損を低減すると同時に飽和磁束密度を高め、かつ圧粉鉄心中の粉末間の絶縁被膜の高機能化によって渦電流損と保磁力を低減します。そして、本材料を使ってモータを試作し、実用化に向けて取り組むべき課題を明らかにします。

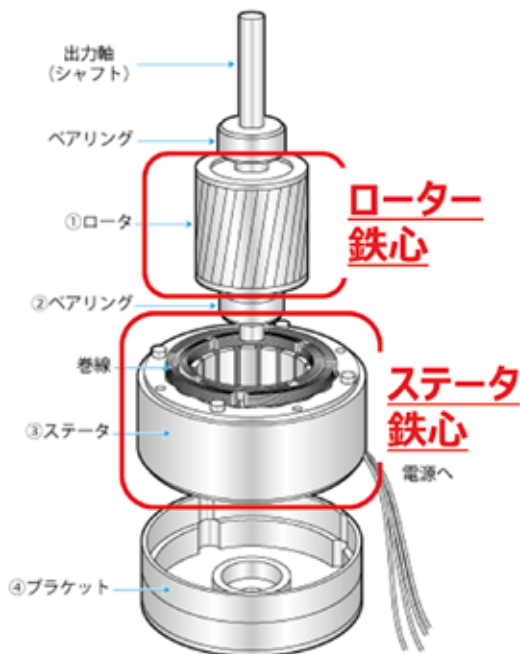
研究開発項目

1. ランダムキューブ組織の高度化技術の開発
2. 絶縁被膜の高機能化技術の開発
3. ランダムキューブ組織を有する偏平粉末によるモータの試作と用途開発

研究開発の実施体制

独立行政法人国立高等専門学校機構 岐阜工業高等専門学校
 国立大学法人名古屋工業大学
 国立大学法人岐阜大学

モーターの構造



鉄心が支配するモータ特性と各鉄心材料の得失

	エネルギー変換効率		出力密度
	ヒステリシス損特性	渦電流損特性	磁束密度
従来技術1 電磁鋼板	○	×	◎
従来技術2 純鉄粉末	×	○	○
開発中 ナノ結晶合金	◎	△	△

現状の材料：得意不得意を持つ

提案する技術
金属粉末の結晶方位の制御技術(世界初)

本研究開発の目的

全特性に優れる低損失かつ
 高磁束密度の鉄粉末を創出

結晶方位制御 純鉄粉末	○	○	○
----------------	---	---	---

参考図出典：日本電産様ホームページ
<http://www.nidec.com/ja-JP/technology/motor/basic/00002/>

完全レア・アースフリー人工L1₀-FeNi 磁石の基礎物性の解明

Clarification of fundamental physical properties of artificially produced rare-earth free FeNi Magnet

研究開発の背景

次世代自動車や家電、産業機械の心臓部である モータに用いられているNd磁石は、30年ほど前に 我が国で開発され、その工業化においても世界を リードしてきました。しかし、材料の基本特許の失効によるアドバンテージの消失や、レア・アースの調達 不安は、我が国省エネ技術の基盤を揺るがしかねない重大なリスクとなっています。このために、レア・アースへ依存しない革新的・新規高性能磁石の開発が喫緊の最重要課題となっています。現在、高性能磁石の高温特性劣化防止に必須とされるDy(ジスプロシウム)添加量の減少が試みられています。しかしこれが実現した場合においても、Nd(ネオジム) 含有を前提とすることから、依然としてレア・アース 供給問題に端を発する資源問題は残り、我が国の 将来における技術的優位性を確保できず、根本的な解決に至りません。

研究開発の内容と目標

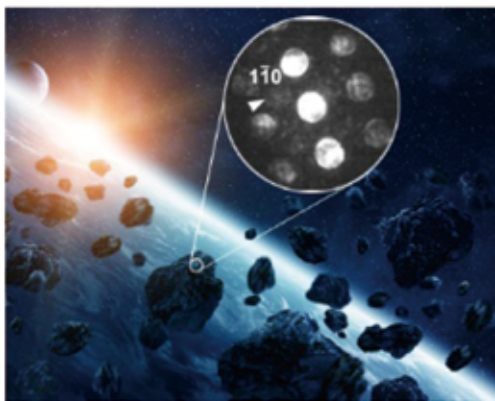
我々は、アモルファス合金からナノ結晶化時の高速拡散に着目し、アモルファス相から直接L1₀-FeNi規則相の析出に成功しています。隕石中にごく微量含まれる天然L1₀-FeNi規則相は、優れた硬磁性を持つとの報告があり、計算においても同様の特性が予測されています。本研究開発では、この人工的に作製された規則相の硬磁性および磁石材料としての基礎物性を把握し、次世代磁石材料としてのポテンシャルを明らかにします。具体的には、現在得られている試料中の規則相の体積分率を10%から20%程度まで向上させ、規則相単独の測定を容易にします。そのために、最適合金探索とナノ結晶化プロセスの最適化を図ります。次に、示差走査熱量計(DSC)による熱分析、振動試料型磁力計(VSM)による磁気特性の測定、高分解能電子顕微鏡観察及びマイクロマグネティクスシミュレーションなどにより、基礎物性を詳細に把握します。

研究開発項目

- ・L1₀-FeNi規則相に対する最適合金系探索・創製プロセスの最適化
- ・人工的L1₀-FeNi規則相の基礎物性の把握

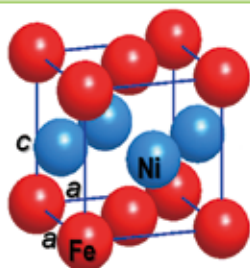
研究開発の実施体制

国立大学法人東北大学
未来科学技術共同研究センター

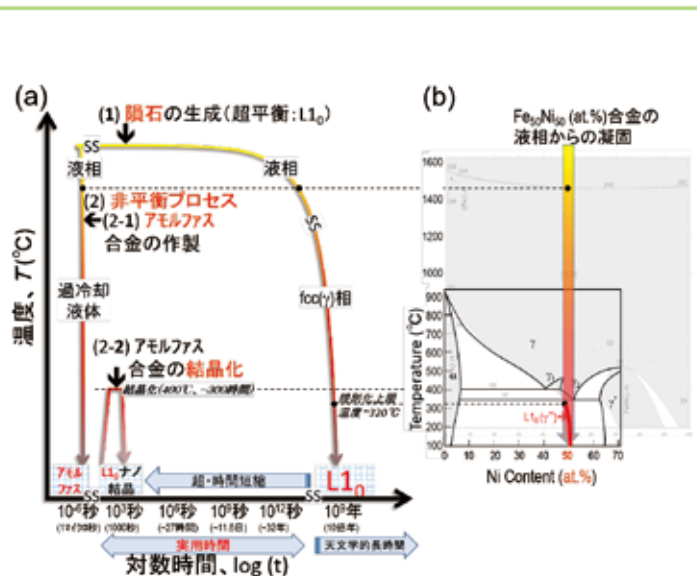


L1₀FeNi

正方晶、
格子定数: a, c



L1₀-FeNi結晶構造



ヘテロナノ組織を活用した革新的“超”高強度銅合金の設計技術 および製造技術の研究開発

Designing and manufacturing technology of “Ultra-” high-strength copper alloys brought by formation of hetero-nano microstructure

研究開発の背景

IoT、自動運転化等による各種エレクトロニクスデバイスの多機能化・超小型化が進展するのに伴い、現用の銅合金が持つ特性の範囲では、強度や信頼性の面で対応が厳しくなってきた。このため、これらの課題を克服できる“超”高強度銅合金の開発が不可欠になっている。

本研究では、多機能化・超小型化に対応可能なヘテロナノ組織を有する“新基軸の銅合金製品”を開発し、強度と導電率を両立する全く新しい銅合金を創出し、省エネに資することを目的とする。

研究開発の内容と目標

本研究では、組成と用途の異なる3種類の銅合金について、“ヘテロナノ組織”の形成可否とその高度化や従来の強化機構との融合の可能性を小規模試作で検証する。計算材料科学による合金組成設計、金属組織設計、加工プロセス設計および性能設計の妥当性を検証するとともに、銅合金の更なる「超高強度化」「高導電性」「高耐熱性」「耐疲労特性」等の性能向上の可能性を見極める。その成果に基づく、最終的な目標は以下の通り。

- Cu-Zn-Si系 自動車の自動運転化への貢献
- Cu-Ni-Si系 IoT機器の小型化への貢献
- Cu-Be系 ロボットの信頼性強化への貢献

研究開発項目

1. ヘテロナノ組織創成と評価技術の開発
2. 革新的な“超”高強度銅合金の開発
3. 計算材料科学導入による革新的銅合金設計とプラットフォームの構築
4. “超”高強度銅合金の市場調査

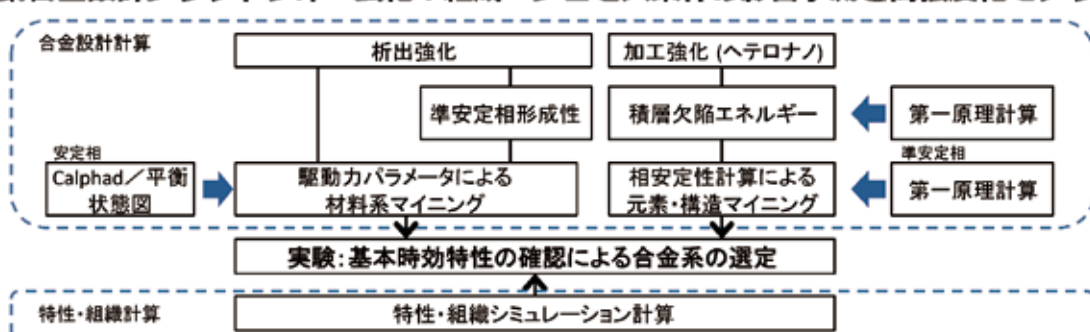
研究開発の実施体制

一般社団法人日本伸銅協会
 国立大学法人豊橋技術科学大学
 国立大学法人金沢大学
 国立大学法人東北大学多元物質科学研究所
 古河電気工業株式会社
 株式会社神戸製鋼所
 日本ガイシ株式会社
 J X 金属株式会社
 (再委託先)
 国立研究開発法人物質・材料研究機構

●ヘテロナノ組織創成と“超”高強度銅合金の開発

材料系	目標値	強度	導電率	曲げ加工性	ヘテロノ発現
Cu-Zn-Si		1.0GPa	24%	△	◎
Cu-Ni-Si		1.2GPa	21%	△	◎
Cu-Be-Co		1.8GPa	22%	○	◎

●銅合金設計プラットフォーム化：組成・プロセス条件の影響予測と高強度化モデリング



リチウム金属蓄電池実現のブレークスルーとなる新規濃厚電解液の研究開発

Development of Concentrated Electrolytes for Realization of Lithium Metal Batteries

研究開発の背景

2050年に温室効果ガス半減などの目標を達成し、エネルギー・環境分野の中長期的な課題を解決するためには、電気自動車(EV)の普及が不可欠です。現在、EV用蓄電池としては、蓄電池の中でもエネルギー密度の高いリチウムイオン電池(LIB)が用いられていますが、現状のエネルギー密度(150Wh/kg)では航続距離が200km程度しか得られず、航続距離500km以上を可能とする高エネルギー密度蓄電池の開発が将来のEVの普及の鍵となると考えられています。本開発ではリチウム金属を負極として用いる高エネルギー密度リチウム金属蓄電池の開発を通してEV自動車の普及を目指しました。

研究開発の内容と目標

本開発ではリチウム金属負極の最大の課題であるデンドライト析出を抑制可能な濃厚電解液の開発を目指しました。その結果、下記の成果が得られました。

1. エーテル系に加え、カーボネート系溶媒でも濃厚化によるデンドライト生成抑制を実証。
2. LiFSI/DMC濃厚電解液により、100回以上のサイクル特性および97%以上の高い平均クーロン効率を実証(図3)。
3. 次世代4V級正極を組み合わせたコイン電池を試作、50サイクルまでの容量維持率が41.2%で目標値(80%)に届かなかったが、今後負極クーロン効率のさらなる向上を目指していく。

研究開発項目

1. リチウム負極用新規濃厚電解液の開発
2. 4V級正極と組み合わせたリチウム金属蓄電池の試作と実証
3. 濃厚電解液中でのリチウム金属析出挙動の解析

研究開発の実施体制

学校法人同志社 同志社大学

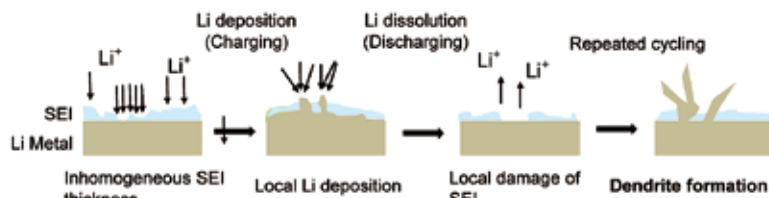


図1 リチウムデンドライトの生成メカニズム

濃厚電解液による抑制
 ・局所的電流集中の抑制
 ・溶媒分解の抑制と薄くて均一な膜厚のSEI形成
 ・核生成の抑制と結晶成長の促進

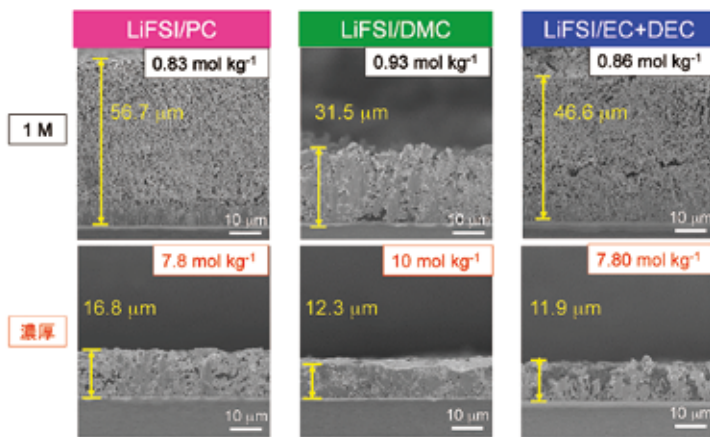


図2 種々のカーボネート系電解液でのリチウム析出形態 (濃厚化により緻密なリチウム金属の析出)

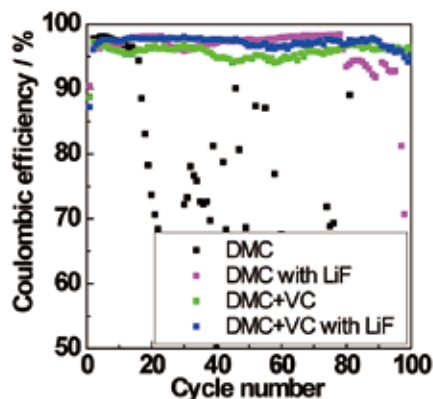


図3 LiFSI/DMC(+VC)濃厚電解液中でのリチウム析出溶解サイクルのクーロン効率 (条件: 1 mA/cm², 1 mAh/cm²)

金属空気二次電池のための複合アニオン化合物を基軸とした革新的高活性空気極

Novel Highly Active Air Electrodes with Mixed Anion Compounds for Rechargeable Metal-Air Batteries

研究開発の背景

次世代の電気エネルギー貯蔵システムとして、金属空気二次電池は、低コスト、高エネルギー密度が実現可能な蓄電デバイスとして期待されています。しかし、キーマテリアルである空気極の触媒活性が現状では十分ではなく、充放電に伴う大きな過電圧が生じます。過電圧は電池の効率を下げだけでなく、副反応を加速させ、ひいては電池の寿命を縮めるおそれがあります。そこで、金属空気二次電池のエネルギー利用効率を高め、また、信頼性を向上させるために、空気極触媒の酸素発生(充電)および酸素還元(放電)の活性を一段階高いレベルへ引き上げることが求められています。

研究開発の内容と目標

本研究開発では、次に掲げる研究項目を遂行し、水溶液電解質を用いた金属空気二次電池が2030年に本格的実用化することに向け、ブレークスルー技術を創出し、効率および信頼性に関わる課題解決を目指します。

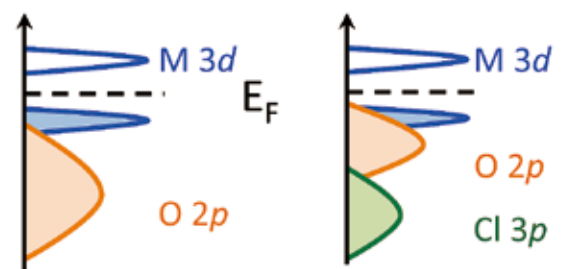
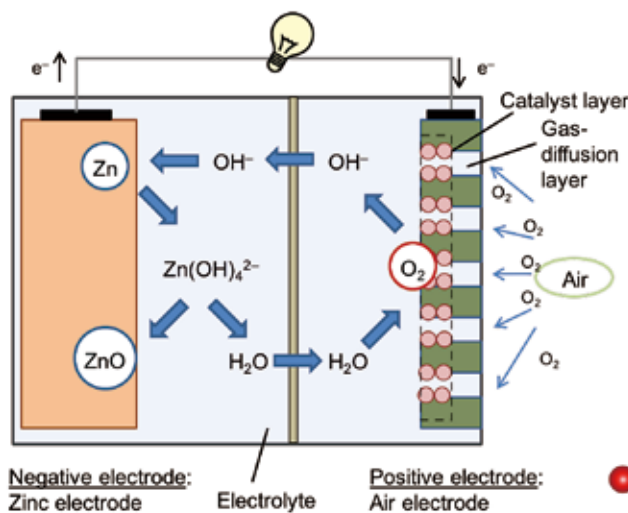
- ①充放電効率の高い空気極触媒の開発
- ②長寿命、信頼性向上のための空気極劣化抑制技術の開発

研究開発項目

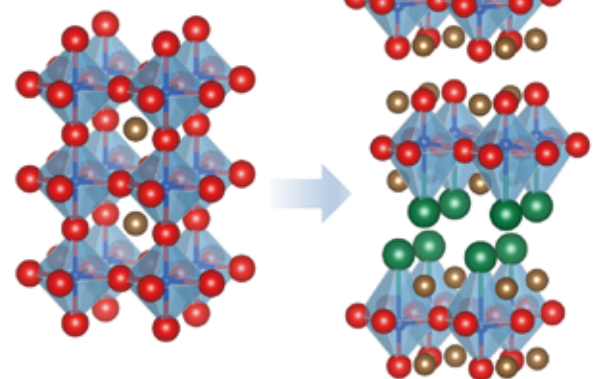
1. 複合アニオン化合物による高効率充放電を 実現する空気極触媒
2. 電極のカーボンフリー化による長寿命・高信頼性を有する空気極

研究開発の実施体制

国立大学法人京都大学



電子構造の変化



ペロブスカイト酸化物 複合アニオン化合物

酸素以外のアニオンを含む
新規複合アニオン触媒

ペロブスカイト関連
新規化合物 $ABO_{3-y}X_y$ $A_2BO_{4-y}X_y$
 $X = N^{3-}, Cl^-, Br^-, F^-$ など高い自由度



革新的エネルギー貯蔵システム等を活用した超分散エネルギーシステムの研究

A research on energy systems with super-distributed energy resources including innovative energy storage technologies

研究開発の背景

エネルギー部門の低炭素化のためには、再生可能エネルギー発電を大規模に導入し、同時に省エネルギーを実現することが必要となります。再生可能エネルギー発電の導入量増加に伴って、その出力変動量も増加するために、需要変動と合わせた大きな出力変動に対応するための需給調整力が必要となります。需要家における電力需要のデマンドレスポンスや、電力や熱の貯蔵システムなどが新たな調整資源となります。

本研究では、従来とは量的・質的に異なる需給調整力の活用を可能とするため、発電領域・配電領域・需要領域を相互に連携し、各領域から提供される調整力を管理するシステムの実現を目的としました。

研究開発の内容と目標

将来のシステム検討としてシミュレーションを中心とした本検討では、電力システム全体のシミュレーションでは、発電領域・配電領域・需要領域の三領域で、需給バランス・電圧・潮流などの解析につき、各領域の制約条件を、相互の関係を考慮して評価しました。

これにより、諸頼の超分散エネルギーシステムにおいて、三領域における需給調整力の評価を適切に行う連成解析を目指す手法を開発しました。この手法を用いて、新たな需給調整力を活用した、再生可能エネルギー発電の出力制御量を80%以上低減するシステムとその運用・制御手法を開発し、それらの結果から革新的エネルギー貯蔵システムの必要仕様を明らかにしました。

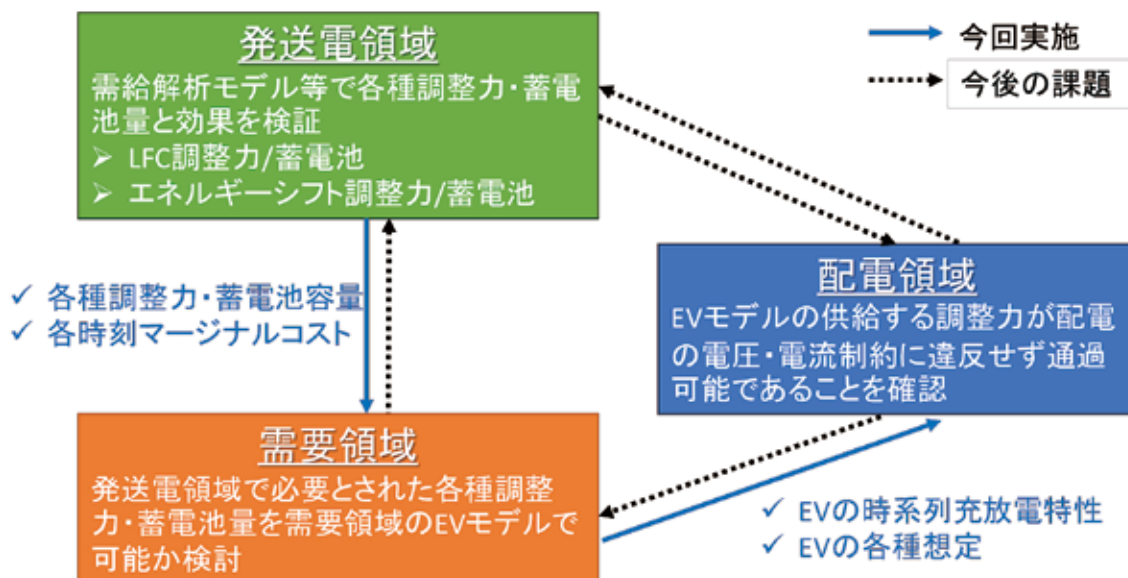
研究開発項目

1. 各資源が持つ調整力とその総合評価
2. 発電領域
3. 配電領域
4. 需要領域

研究開発の実施体制

国立大学法人東京大学
 国立大学法人横浜国立大学
 国立大学法人名古屋大学
 株式会社構造計画研究所
 株式会社JPビジネスサービス

発電・配電・需要領域連成解析



高濃度電解液を用いる革新的デュアル炭素電池の研究開発

Development of novel dual carbon battery using highly concentrated electrolyte

研究開発の背景

現在、ブレーキの回生やハイブリッド自動車、再生可能エネルギー、電力貯蔵分野では、高出力密度で、レート特性に優れた、安全、繰り返し充放電が可能な革新電池の開発が望まれている。本研究開発では正極、負極にともに黒鉛を用いるデュアル炭素電池(DCB)においてLiTFSI(リチウムビス(トリフルオロメタン)スルホニル)イミド)からなる高濃度電解液を用い、室温での充放電を実現するとともに、大きな充電容量と繰り返し特性を達成する。インターカレートされた炭素中での状態を量子計算や種々の電気化学的な分析法を用いて明らかにし、エネルギー密度について、大きく性能を上したセルの実用化を実現する基本技術の確立を行う。

研究開発の内容と目標

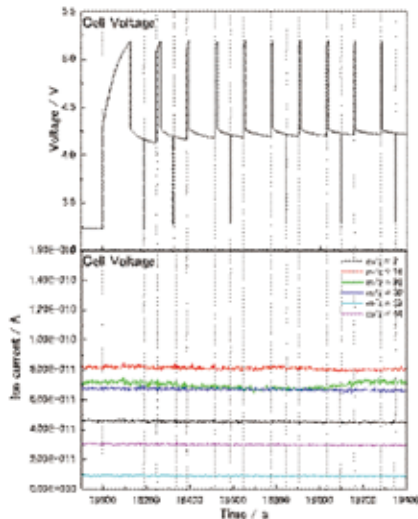
電解液にPCやDMCなどの有機物または水系を用い、電池を試作し、その充放電特性を明確にした。また従来の研究ではインターカレートしたアニオンの状態はほとんど検討されていないので、NMRやラマン分光法を用いて、インターカレーションしたアニオンの状態を検討するとともに、分子動力的計算(DFT計算)を併用して、インターカレートされたアニオンのエネルギー状態などを明確にした。電解液濃度4M, LiTFSIを含む有機電解液の高性能化、放電電位4-5V、放電容量110mAh/g, 繰り返し100サイクルの劣化率3%以下、500サイクル、初回のクーロン効率95%以上、初期クーロン効率と不可逆容量の関係を明確にし、副反応を抑制する方法を明確にした。

研究開発項目

1. 高濃度電解液を用いる革新的デュアル炭素電池の開発
2. LiTFSI系水溶液を用いるDCBの開発
3. 炭素中に挿入されたアニオンの解析

研究開発の実施体制

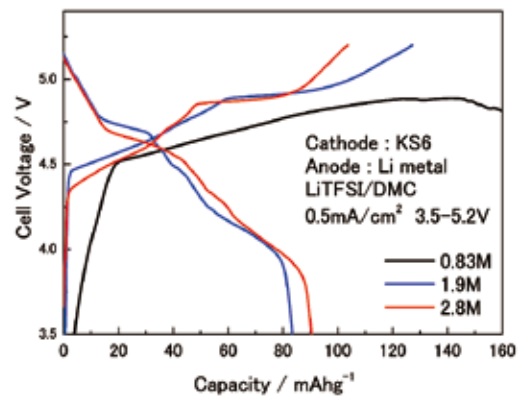
国立大学法人九州大学



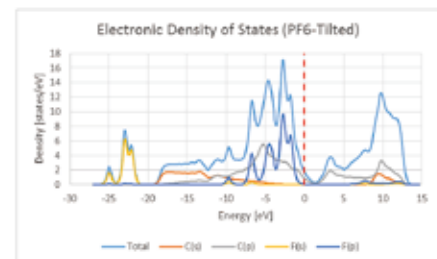
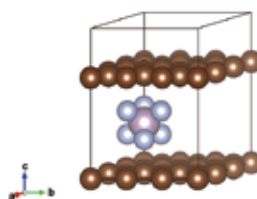
炭素コートによる正極ガス発生抑制

【達成状況】

- LiTFSI/PC-DMCで3.5Mの溶解、110mA/cm²平均電位4.5Vでの充放電の達成
- LiTFSI-LiPF₆の支持塩で110mAh/g, 300サイクルの劣化なしを確認
- クーロン効率99%の達成



図LiTFSIを支持塩とするセルの充放電特性



DFT計算によるインターカレーション機構の解明

量産型コンパクト超電導磁気エネルギー貯蔵デバイスの研究開発

Stacks of superconductive coils buried in traversable spiral trenches on Si wafers for electrical power storage compatible with mass production

研究開発の背景

超電導コイルに蓄電する超電導磁気エネルギー貯蔵装置(SMES)は、蓄電池と異なり化学反応を伴わず劣化が少ない上、高速充放電が可能な利点がある。従来、超電導線材を曲げて作る直径数mの大型設備でしたが、ここでは量産可能なMEMS技術を用いパターニングにより超電導薄膜コイルを形成します。ただし、コイルに働く電磁応力に耐えるため単結晶Siウェハに反応性イオンエッチングで穿った螺旋状溝内に超電導薄膜を形成、ウェハの材料強度により電磁応力を克服します。このSiウェハを積層、ユニット化しコンパクトで低コストのSMESを実現、二次電池、キャパシタに続く普及型電力貯蔵装置の選択肢を提供します。

研究開発の内容と目標

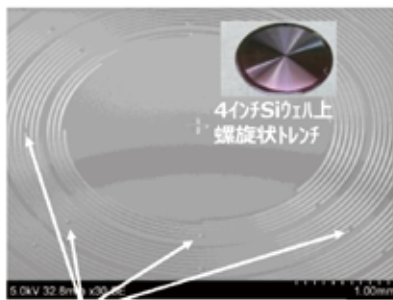
超電導転移温度15.5KのNbN螺旋溝内螺旋コイルで原理検証した超小型SMESに、NbNに替え、将来の水素エネルギー社会で普及する液体水素冷熱(20K)の利用が可能な銅系酸化物高温超電導体YBCOの適用を進めます。臨界電流密度18倍、電力貯蔵密度324倍が期待されますが、電磁応力がSiの材料力学耐力の4GPaを超える可能性があり、コイル設計に工夫を要します。配向成膜技術の確立が不可欠で、Si基板上へのY₂O₃安定化ZrO₂膜の配向成長、CeO₂薄膜の配向成長を実現したうえで、スパッタ YBCO膜の配向成長、MOD法YBCO膜の配向成長を順次実現します。YBCO膜の腐食が起きないCuめっき技術の確立も必要となります。

研究開発項目

1. 断線を回避する螺旋状トレンチの設計・製作
2. Si上YBCO配向膜の成膜と超電導特性の確認
3. Si基板/YBCO配向膜上のCuめっき技術確立
4. 化学機械研磨による螺旋コイルの磨き出し
5. 磁場→応力計算による性能・コスト試算

研究開発の実施体制

国立大学法人名古屋大学
 学校法人トヨタ学園豊田工業大学
 学校法人関東学院関東学院大学



4インチSiウェハ上螺旋状トレンチ
 満同土を接続するバイパス
 図1. 断線回避,大電流化のための並列・阿弥陀籤型螺旋状トレンチ

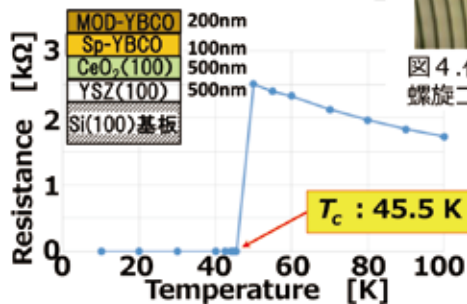


図2. Si上でもYSZ(100),CeO₂(100)を介しSrTiO₃単結晶上と同等のYBCO超電導特性を得。酸素雰囲気熱処理でT_c: 90K達成見込み

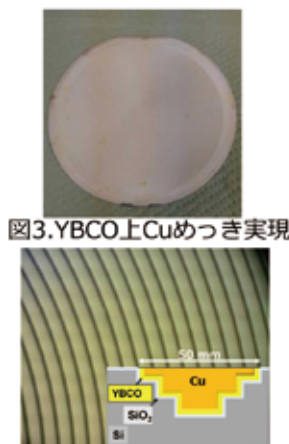


図3.YBCO上Cuめっき実現
 図4.化学機械研磨による螺旋コイル磨き出し

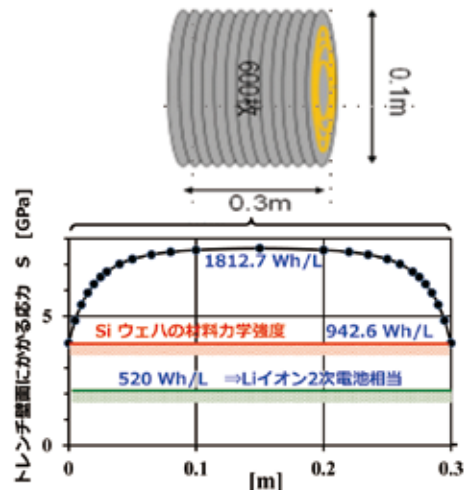


図5.Siコイル600枚スタックの磁場→応力計算例

表1. 性能・コスト試算例

	コスト/kWh	寿命	体積蓄電密度	重量蓄電密度	重量出力密度
従来SMES	4.8億円	20-30年	0.9Wh/ℓ	0.3Wh/kg	1-16 kW/kg
本研究SMES	286万円	20-30年	399Wh/ℓ	187Wh/kg	0.6-10 MW/kg
キャパシタ	679万円	8-20年	5Wh/ℓ	5Wh/kg	70kW/kg
Liイオン二次電池	22万円	5-25年	520Wh/ℓ	201Wh/kg	2kW/kg

CO₂フリー革新的超高難易度酸化反応の研究開発R&D of the Challenging Aerobic Oxidation Reactions without CO₂ Emission

研究開発の背景

酸化反応は全化学工業プロセスの約30%に達するとも言われ、高分子合成と並んで工業的に最も重要な反応の一つです。現在、酸化反応の多くのプロセスでは、高温・高圧を必要とします。酸化剤としては、ハロゲンや重金属が用いられており、生成物の当モル量生成する重金属廃棄物の処理には多大なエネルギーが必要となっています。省エネの観点から、近年では常温・常圧、さらには、かつ安全性に優れた空気中の酸素を酸化剤として利用する触媒的酸素化反応が注目されています。さらには重金属フリーの酸化触媒を開発することが出来れば、さらに大きな省エネ効果が期待できます。

研究開発の内容と目標

革新的酸化剤を用いて、超高難易度酸化反応の開発を行います。その中でも最も酸化するのが困難であると言われているメタン・エタンをはじめとする飽和アルカンの常温・常圧酸化触媒反応系の構築を目指します。この反応系を用いて、各種バルク化成品合成から医薬などの精密化学品までを網羅できる酸化反応プロセスの開発を行います。さらに選択光触媒反応系とフロー反応プロセスを組み合わせることによって、高効率・高選択的酸化反応法を達成し、従来法の工程数を削減することによって、大幅な省エネ化を実現します。

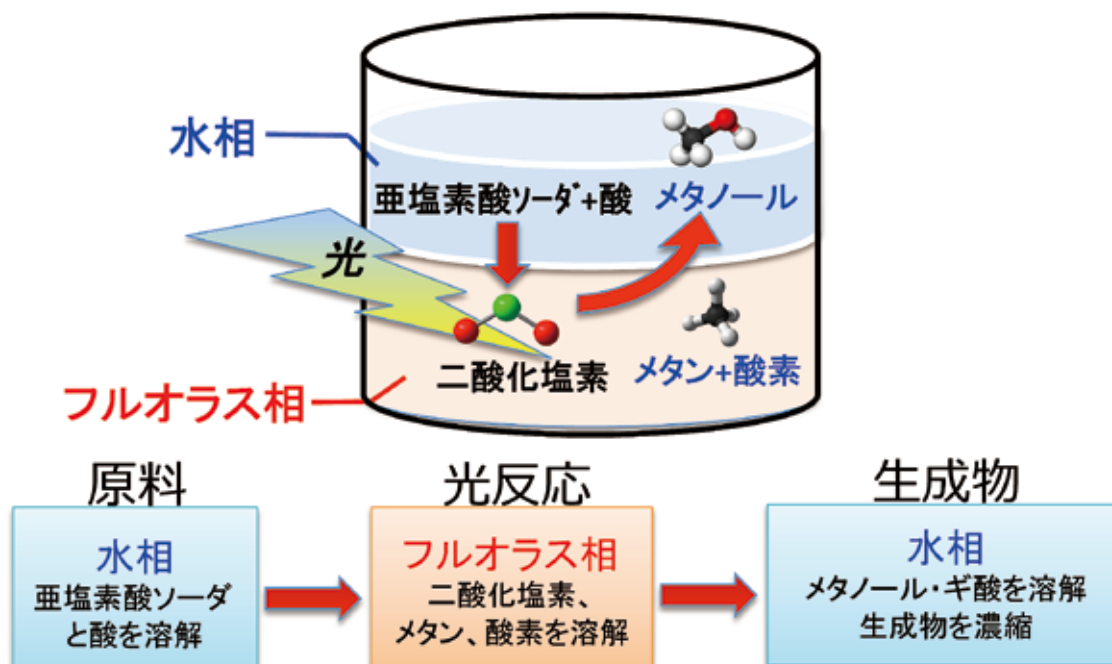
研究開発項目

1. 革新的光触媒を用いた酸化反応の開発
2. フォトレッドクス触媒を用いた反応効率の向上
3. 種々の基質への応用展開
4. フロー法を用いた連続反応システムの構築

研究開発の実施体制

国立大学法人大阪大学

二酸化塩素を用いたメタンから常温常圧メタノール合成



ビッグデータ適応型の革新的検査評価技術の研究開発

Innovative analysis/evaluation technology with adaptability to big data

研究開発の背景

ナノテクノロジーを基盤とする我が国のものづくり(素材・部材)産業の国際競争力を維持・発展させる上では、個別多様化するナノオーダーの構造体の統合解析ニーズに迅速に応える計測解析技術力の提供が不可欠です。その際、一つの計測装置の中に複数の計測要素を詰め込むこれまでの方式から脱却し、複数の個別計測分析装置をサイバー空間で結合することにより統合解析性能を保証すること、さらには、計測技術とAI技術等を統合して革新的検査評価技術の基盤を構築することが必要になっています。即ち革新的なCPS(cyber physical system)型複合計測装置の基盤技術の開発・確立が喫緊の課題となっています。

研究開発の内容と目標

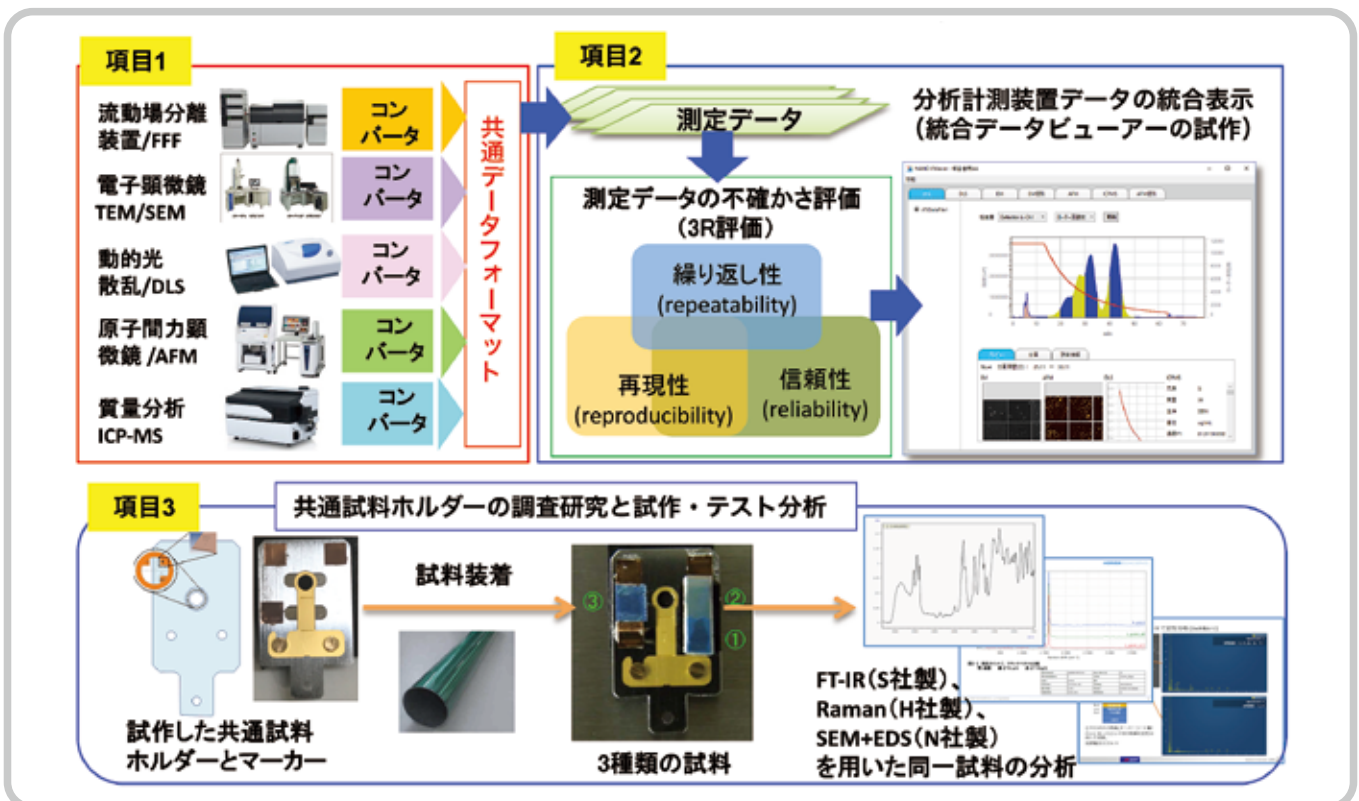
本研究開発では、電子顕微鏡(SEM・TEM)、原子間力顕微鏡、動的光散乱装置、遠心型流動場分離装置、誘導結合プラズマ質量分析装置からなるナノ粒子のサイズ計測用複合計測システム(プロトタイプ)を活用し、CPS型複合計測装置の開発基盤を構築しました。各装置の動作状態、試料処理等の測定環境情報等も測定データに加える共通データフォーマットを策定し、データコンバータを開発しました。更に、ナノ粒子の複合計測システム用の統合ビューアーを開発し、個別データを活用する統合解析の有効性を検証・評価しました。合わせて、共通試料ホルダの調査と精密位置決め用のメーカー試作を行い、同一試料の持ち回り評価試験を実施して、現状の課題を抽出しました。

研究開発項目

1. 共通データフォーマットを用いたデータコンバータの開発
2. 統合的データ表示を活用したナノ材料検査技術の開発と評価
3. 革新的検査技術に向けたビッグデータ環境の利活用に関する調査

研究開発の実施体制

国立大学法人名古屋大学
 国立大学法人九州工業大学
 国立研究開発法人産業技術総合研究所
 株式会社島津製作所
 日本電子株式会社
 株式会社堀場製作所
 株式会社日立ハイテクノロジーズ
 (再委託先)
 株式会社日立ハイテクサイエンス



終了テーマ

⑥9 大型超軽量構造材料のAI利用・高解像度計測技術の研究開発 (2016年度採択)	東レ株式会社 国立研究開発法人産業技術総合研究所	
⑦0 データセンタ向け低消費電力・超多ポート高速光スイッチシステムの研究開発 (2015年度採択)	一般財団法人光産業技術振興協会 国立大学法人名古屋大学 日本電信電話株式会社 国立研究開発法人産業技術総合研究所	
⑦1 ナノソルダー技術とサステナブル社会実装応用に関する研究開発 (2015年度採択)	国立大学法人東北大学 パナソニック株式会社 住友金属鉱山株式会社 国立大学法人群馬大学 国立大学法人大阪教育大学	
⑦2 中性粒子ビーム励起表面反応による新物質創製 (2015年度採択)	国立大学法人東北大学流体科学研究所 東京エレクトロン株式会社	
⑦3 革新的分離技術の導入による省エネ型基幹化学品製造プロセスの研究開発 (2015年度採択)	学校法人早稲田大学 学校法人芝浦工業大学 国立大学法人広島大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 NOK株式会社 国立大学法人京都大学 日揮株式会社 国立大学法人山形大学	
⑦4 空気と水をアンモニアに転換する常温常圧1段階プロセス (2015年度採択)	国立大学法人九州工業大学 荏原実業株式会社 新日鉄住金エンジニアリング株式会社 国立大学法人東京工業大学	
⑦5 低環境負荷アンモニア製造法の研究開発 (2015年度採択)	国立大学法人名古屋工業大学 日揮株式会社 学校法人名古屋電気学園愛知工業大学	
⑦6 正浸透膜法を用いた革新的省エネ型水処理技術の開発 (2015年度採択)	国立大学法人神戸大学 国立大学法人広島大学 国立大学法人徳島大学 国立大学法人山口大学 東洋紡株式会社	
⑦7 生物表面模倣による難付着・低抵抗表面の開発 (2015年度採択)	三菱レイヨン株式会社 国立研究開発法人産業技術総合研究所 株式会社日立製作所 国立大学法人北海道大学 学校法人千歳科学技術大学	
⑦8 超精密原子配列制御型排ガス触媒の研究開発 (2015年度採択)	一般財団法人ファインセラミックスセンター 国立大学法人東京大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 栃木県産業技術センター アシザワ・ファインテック株式会社 三菱化学株式会社	
⑦9 超高性能バルク熱電材料(ZT \geq 20)の創製 (2015年度採択)	住友電気工業株式会社 学校法人トヨタ学園豊田工業大学	(再委託先) 国立大学法人東北大学
⑧0 革新的ナノスケール制御による高効率熱電変換システムの実現 (2015年度採択)	国立大学法人茨城大学 国立大学法人埼玉大学 有限会社飛田理化硝子製作所 国立研究開発法人産業技術総合研究所	

⑧1 電解還元によるCO ₂ の革新的固定化研究開発 (2015年度採択)	国立大学法人長岡技術科学大学 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 堺化学工業株式会社 日揮触媒化成株式会社	
⑧2 金属水素間新規熱反応の現象解析と制御技術 (2015年度採択)	株式会社テクノバ 日産自動車株式会社 国立大学法人九州大学 国立大学法人東北大学	(再委託先) 国立大学法人名古屋大学 国立大学法人神戸大学
⑧3 超臨界地熱開発実現のための 革新的掘削・仕上げ技術の創出 (2015年度採択)	国立大学法人東京大学 国立大学法人東北大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 地熱エンジニアリング株式会社 地熱技術開発株式会社	(再委託先) 帝石削井工業株式会社
⑧4 低電力積層型半導体用高密度自己組織化配線技術 の研究開発 (2015年度採択)	国立大学法人東北大学 株式会社東芝 国立研究開発法人物質・材料研究機構 国立大学法人東京大学	
⑧5 プラスチック光ファイバが創る 超省電力8Kネットワーク社会の実現 (2015年度採択)	学校法人慶応義塾	
⑧6 大規模高速センシングシステムの開発とその応用 (2015年度採択)	国立大学法人東京大学 株式会社エクスビジョン	
⑧7 ビッグデータ処理を加速・利活用する脳型推論シ ステムの研究開発～新原理デバイス・回路による超高 速・低消費電力ハードウェア技術の開発とそのシス テム化～ (2015年度採択)	国立研究開発法人産業技術総合研究所 学校法人早稲田大学 パナソニックセミコンダクターソリューションズ株式会社 国立大学法人北海道大学	
⑧8 革新的な省エネルギー型データベース問合せコン パイラの研究開発 (2015年度採択)	国立大学法人東京大学 株式会社日立製作所	
⑧9 高性能暗号を活用した革新的ビッグデータ処理の 研究開発 (2015年度採択)	国立大学法人東京大学 国立大学法人横浜国立大学 国立大学法人神戸大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 電子商取引安全技術研究組合	(再委託先) セコム株式会社
⑨0 GMR素子のスピン注入磁化反転を用いた 電動アクチュエータの研究開発 (2015年度採択)	学校法人芝浦工業大学 国立大学法人東北大学	
⑨1 正方晶B2・FeCo基金金による 革新的永久磁石の開発 (2015年度採択)	国立大学法人秋田大学 国立大学法人東北大学 公立学校法人滋賀県立大学	
⑨2 新機能材料創成のための高品位レーザー加工技術 の開発 (2015年度採択)	国立大学法人京都大学化学研究所 国立大学法人大阪大学接合科学研究所	
⑨3 特長ある機能性液体材料の実用化に向けた研究 (2015年度採択)	国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学	
⑨4 動静脈産業連携による循環制御型資源再生技術 (2015年度採択)	国立研究開発法人産業技術総合研究所 大栄環境株式会社 DOWAエコシステム株式会社 東芝環境ソリューション株式会社 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社	
⑨5 多孔性材料と金属触媒との革新的複合化技術によ る高性能水素貯蔵材料の研究 (2015年度採択)	パナソニック株式会社 国立大学法人北海道大学	

終了テーマ

⑨6 次世代亜鉛空気電池による分散型蓄エネルギーシステムの研究開発 (2015年度採択)	シャープ株式会社 株式会社日本触媒	(再委託先) 国立大学法人京都大学 地方独立行政法人大阪市立工業研究所 国立大学法人京都大学
⑨7 蓄電池代替、埋込み超電導蓄電コイル積層体の研究開発 (2015年度採択)	国立大学法人名古屋大学 学校法人トヨタ学園豊田工業大学 学校法人関東学院大学 株式会社D-process アイシン精機株式会社	
⑨8 バイオミメティックな超分子ナノ空間の創出によるCO ₂ の高効率回収、及び資源化技術の研究開発 (2015年度採択)	パナソニック株式会社 国立大学法人大阪大学	(再委託先) 公立学校法人大阪市立大学
⑨9 CO ₂ レーザ照射による超臨界水雰囲気高温岩体の掘削システム開発 (2015年度採択)	日本海洋掘削株式会社 株式会社超臨界技術研究所 株式会社テルナイト 国立大学法人東北大学 国立大学法人大阪大学	
⑩0 量子ダイナミクス理論に基づく革新的省エネルギー水素社会実現の研究開発 (2014年度採択)	国立大学法人大阪大学 国立大学法人東京大学 川崎重工株式会社	
⑩1 Nb窒化物系光触媒材料を用いた高効率太陽光水素生成デバイスの研究開発 (2014年度採択)	パナソニック株式会社 国立大学法人京都大学	
⑩2 ナノカーボンハイブリッドを素材とした低コスト超高耐久性次世代燃料電池の実現 (2014年度採択)	国立大学法人九州大学 株式会社トクヤマ 株式会社ADEKA	
⑩3 未利用廃熱回収を可能とする温度差を必要としない革新的発電材料の研究開発 (2014年度採択)	国立大学法人九州大学 高周波熱錬株式会社 ボッシュ株式会社	
⑩4 データセンタの省電力化を実現する大容量・高速光アーカイブシステムの研究開発 (2014年度採択)	学校法人東京理科大学 特定非営利活動法人ナノフォトニクス工学推進機構	
⑩5 トリリオンセンサ社会を支える高効率MEMS振動発電デバイスの研究 (2014年度採択)	技術研究組合NMEMS技術研究機構	(再委託先) 国立大学法人東京大学
⑩6 IoT時代のCPSに必要な極低消費電力データセントリック・コンピューティング技術 (2014年度採択)	学校法人中央大学 株式会社東芝 株式会社Preferred Networks (PFN)	
⑩7 低炭素社会構築に向けたオフグリッドエネルギーハーベストデバイスの開発 (2014年度採択)	国立大学法人東京大学先端科学技術研究センター ビフレストック株式会社 株式会社リコー	
⑩8 究極の省エネを実現する「完全自動化」自動車に不可欠な革新認識システムの研究開発 (2014年度採択)	国立大学法人東京大学 国立大学法人電気通信大学 一般財団法人マイクロマシンセンター 株式会社デンソー	
⑩9 無冷却高圧タービン動翼を実現する最先端超高温材料の研究開発 (2014年度採択)	株式会社IHI 国立大学法人東北大学	
⑩0 エネルギー効率の飛躍的向上のための高性能超高純度鉄基耐熱合金等の研究開発 (2014年度採択)	国立大学法人東北大学 東邦亜鉛株式会社	
⑩1 フェムトリアクター化学プロセスの研究開発 (2014年度採択)	国立研究開発法人産業技術総合研究所 日華化学株式会社 アピックヤマダ株式会社	(再委託先) 国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学

⑪⑨ 高品質/高均質薄膜を実現する非真空成膜プロセスの研究開発 (2014年度採択)	国立大学法人京都大学 公立大学法人高知工科大学 国立大学法人東京大学 株式会社FLOSFIA
⑪⑩ 革新的な高熱効率を有する自発予圧縮機構付き回転デトネーションエンジンの研究開発 (2014年度採択)	国立大学法人名古屋大学 学校法人慶應義塾 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 株式会社IHIエアロスペース・エンジニアリング 株式会社ネッツ
⑪⑪ 生物・有機合成ハイブリッド微生物による100%グリーンジェット燃料生産技術の開発 (2014年度採択)	公益財団法人地球環境産業技術研究機構 (再委託先) 国立大学法人京都大学
⑪⑫ 高温岩体発電に向けた超耐食タービンのためのマルチビームレーザ表面改質の研究 (2014年度採択)	富士電機株式会社 国立大学法人大阪大学
⑪⑬ 島弧日本のテラワットエネルギー創成先導研究 (2014年度採択)	国立研究開発法人産業技術総合研究所 富士電機株式会社 地熱エンジニアリング株式会社 国立大学法人東北大学
⑪⑭ 地熱発電量を10倍化する酸性熱水利用および還元井減衰防止技術の開発 (2014年度採択)	九電産業株式会社 国立大学法人九州大学
⑪⑮ 省エネセラミックコンプレッサ技術開発 (2014年度採択)	国立研究開発法人産業技術総合研究所 株式会社ノリタケカンパニーリミテド 一般社団法人日本ファインセラミックス協会
⑪⑯ 超高気体透過分離薄膜を用いたエネルギー起源CO ₂ の抜本的削減 (2014年度採択)	公立大学法人首都大学東京 日本バイリーン株式会社
⑪⑰ 高機能CO ₂ 選択透過膜を用いた低コスト省エネルギー型CO ₂ 分離・回収技術の開発 (2014年度採択)	学校法人早稲田大学 国立大学法人広島大学 国立大学法人神戸大学 株式会社ルネッサンス・エナジー・リサーチ
⑪⑱ 新材料/新構造メモリデバイス基盤技術の研究開発 (2014年度採択)	株式会社東芝 国立研究開発法人産業技術総合研究所
⑪⑲ ULPセンサモジュールの研究開発 (2014年度採択)	株式会社東芝 公立大学法人兵庫県立大学 学校法人立命館 大日本印刷株式会社 国立研究開発法人産業技術総合研究所 国立大学法人神戸大学 国立大学法人東京工業大学 国立大学法人豊橋技術科学大学 国立大学法人東京大学
⑪⑳ センサモジュールの研究開発 (2014年度採択)	テセラ・テクノロジー株式会社 国立大学法人東京大学 国立大学法人弘前大学 国立大学法人東北大学 アルプス電気株式会社 東京応化工業株式会社
⑫① トリリオンノード(1兆個の端末ノード)の実現に向けての先導研究~Cyber-Physical Systemを実現する超低消費電力・小型化技術に向けて~ (2014年度採択)	株式会社半導体理工学研究センター 国立大学法人東京大学

終了テーマ

⑮ pn制御有機半導体単結晶太陽電池の開発 (2014年度採択)	大学共同利用機関法人自然科学研究機構分子科学研究所 日本化薬株式会社 国立大学法人豊橋技術科学大学 公立大学法人大阪府立大学
⑯ 再生可能エネルギー大量導入時代の系統安定化 対応先進ガスタービン発電設備の研究開発 (2014年度採択)	一般財団法人電力中央研究所 三菱重工業株式会社 三菱日立パワーシステムズ株式会社 株式会社IHI 川崎重工業株式会社 株式会社東芝 国立研究開発法人産業技術総合研究所
⑰ 吸熱的低温改質反応による革新的中低温排熱利用 技術の開発 (2014年度採択)	国立大学法人東北大学 日揮株式会社 日揮触媒化成株式会社
⑱ 超高温領域未利用エネルギー貯蔵技術の研究開発 (2014年度採択)	株式会社四国総合研究所 学校法人玉川学園玉川大学
⑲ 革新的機能性絶縁材料の先導研究 (2014年度採択)	学校法人早稲田大学 国立大学法人名古屋大学 国立大学法人九州工業大学 国立大学法人豊橋技術科学大学 ナガセケムテックス株式会社 富士電機株式会社 一般財団法人電力中央研究所
⑳ ナノディフェクト・マネジメントの基盤技術の 研究開発 (2014年度採択)	株式会社東芝
㉑ 制御高度化により自動車等を省エネルギー化する 低レイテンシコンピューティングの研究 (2014年度採択)	日本電気株式会社 国立大学法人東京大学
㉒ 可変バリア機能の発現に基づく革新的エネルギー 制御材料基盤技術開発 (2014年度採択)	国立大学法人東北大学 クニミネ工業株式会社 コニカミノルタ株式会社 株式会社東洋高圧 富士フイルム株式会社 ユニチカ株式会社 日邦産業株式会社 国立研究開発法人産業技術総合研究所
㉓ 封止が不要な酸素・水分に強い有機EL材料の 研究開発 (2014年度採択)	国立大学法人九州大学 保土谷化学工業株式会社 株式会社コムラテック 株式会社デンソー
㉔ 超省電力発光デバイスの開発 (2014年度採択)	国立大学法人東北大学 DOWAホールディングス株式会社
㉕ 鉄鋼部品の設計・製造・利用を革新する 高硬度-高強度-高靱性過共析鋼の研究開発 (2014年度採択)	国立大学法人大阪大学 株式会社小松製作所 山陽特殊製鋼株式会社
㉖ 高信頼IoT社会を実現する分散型基盤 アーキテクチャの研究開発 (2017年度採択)	学校法人早稲田大学 日本電気株式会社
㉗ 更なる省エネ照明社会の実現に資する IoTステーション (2017年度採択)	国立大学法人大阪大学 株式会社SCREENホールディングス

<p>⑬⑧ 生産性と省エネ化を向上させる 認知行動支援VR/AR技術の開発 (2017年度採択)</p>	<p>国立研究開発法人産業技術総合研究所 三菱電機株式会社 国立大学法人東京大学 学校法人名古屋電機学園愛知工業大学 公益財団法人共用品推進機構 株式会社フォーラムエイト</p>
<p>⑬⑨ 超微小な出力信号の検出を実現する ナノテク材料の研究開発 (2017年度採択)</p>	<p>国立大学法人大阪大学 国立大学法人東京工業大学 日本メクトロン株式会社</p>
<p>⑬⑩ 回路・ナノセンサーの融合による高精度信号センシング技術の研究開発 (2017年度採択)</p>	<p>学校法人慶應義塾</p>
<p>⑬⑪ 三次元金属積層造形における新合金開発のための合金設計シミュレーション技術の開発 (2017年度採択)</p>	<p>一般財団法人金属系材料研究開発センター (再委託先) 国立研究開発法人物質・材料研究機構 新日鐵住金株式会社 日立金属株式会社 JX金属株式会社 古河電気工業株式会社</p> <p>技術研究組合次世代3D積層造形技術総合開発機構 (共同研究) 国立大学法人熊本大学</p>
<p>⑬⑫ 精密制御技術を駆使した脱硝触媒の高度利用技術開発 (2017年度採択)</p>	<p>国立研究開発法人産業技術総合研究所 学校法人中央大学 新日鐵住金エンジニアリング株式会社 国立大学法人九州大学 学校法人成蹊学園 太陽化学株式会社 一般財団法人ファインセラミックスセンター</p>
<p>⑬⑬ 地域バイオマスからの化成品マルチ生産システム開発 (2017年度採択)</p>	<p>国立大学法人九州大学 秋田県食品総合研究センター 国立大学法人東北大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 一般財団法人バイオインダストリー協会 住友ベークライト株式会社 花王株式会社 国立大学法人京都大学 国立大学法人徳島大学</p>
<p>⑬⑭ バイオベース化合物の連続分離変換プロセス (2017年度採択)</p>	<p>京都府公立大学法人京都府立大学 長瀬産業株式会社 日本乳化剤株式会社</p>
<p>⑬⑮ 機動性に優れた広負荷帯高効率GTの開発 (2017年度採択)</p>	<p>一般財団法人電力中央研究所 三菱重工業株式会社</p> <p>(再委託先) 国立研究開発法人物質・材料研究機構 国立大学法人東京大学 国立大学法人京都大学</p>
<p>⑬⑯ ロボット撮影による高解像度再現可能な三次元モデルと社会実装具体化の研究開発</p>	<p>富士フイルム株式会社 株式会社イクシスリサーチ グットジャパン株式会社 国立大学法人北見工業大学</p> <p>(再委託先) 夢想科学株式会社</p>
<p>⑬⑰ 劣悪環境下での作業機械のロボット化技術の開発 (2017年度採択)</p>	<p>国立大学法人東北大学 株式会社佐藤工務店 学校法人早稲田大学</p> <p>(再委託先) 三洋テクニクス株式会社 コーワテック株式会社</p>
<p>⑬⑱ 生体機能を直接利用したバイオハイブリッドセンサの開発 (2017年度採択)</p>	<p>国立大学法人東京大学</p>
<p>⑬⑲ 生物機能としての生体情報のAI活用による生活環境制御 (2017年度採択)</p>	<p>国立大学法人東京大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 大日本印刷株式会社 日本電気株式会社 株式会社リコー</p>



国内拠点

●本部

〒212-8554
神奈川県川崎市幸区大宮町1310
ミューザ川崎セントラルタワー(総合案内16F)
TEL: 044-520-5100(代表) FAX: 044-520-5103

●関西支部

〒530-0001
大阪府大阪市北区大深町3-1
グランフロント大阪 ナレッジキャピタル タワーC 9F
TEL: 06-4965-2130 FAX: 06-4965-2131

海外事務所

●ワシントン

1717 H Street, NW, Suite 815
Washington, D.C. 20006, U.S.A.
TEL: +1-202-822-9298
FAX: +1-202-733-3533

●欧州

10, rue de la Paix
75002 Paris, France
TEL: +33-1-4450-1828
FAX: +33-1-4450-1829

●北京

2001 Chang Fu Gong Office Building,
Jia-26, Jian Guo Men Wai Street,
Beijing 100022, P.R.China
TEL: +86-10-6526-3510
FAX: +86-10-6526-3513

●シリコンバレー

3945 Freedom Circle, Suite 790,
Santa Clara, CA 95054 U.S.A.
TEL: +1-408-567-8033
FAX: +1-408-567-9831

●ニューデリー

15th Floor, Hindustan Times House,
18-20 Kasturba Gandhi Marg,
Connaught Place,
New Delhi 110001, India
TEL: +91-11-4351-0101
FAX: +91-11-4351-0102

●バンコク

8th Floor, Sindhorn Building Tower 2,
130-132 Wittayu Road, Lumpini,
Pathumwan
Bangkok 10330, Thailand
TEL: +66-2-256-6725
FAX: +66-2-256-6727