



NEDO 先導研究プログラム

NEDO Feasibility Study Program



2024年度

NEDO先導研究プログラム

- ・エネルギー・環境新技術先導研究プログラム
- ・エネルギー・環境分野における革新的技術の国際共同研究開発
- ・新産業・革新技術創出に向けた先導研究プログラム
(マテリアル・バイオ革新技術先導研究プログラムを含む)
- ・未踏チャレンジ



https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100100.html

事業・プロジェクト概要

事業期間：2014年度～、予算額：52.4億円（2024年度）

持続的かつ強靱な社会・経済構造の構築に対応するためには、革新的な技術の開発が必要となっています。このため、2030年頃の実用化を目指す国家プロジェクトの推進に加え、「未来も技術で勝ち続ける国」を目指して今のうちから2040年以降を見据えた「技術の原石」を発掘し、将来の国際競争力を有する有望な産業技術の芽を育成していくことが重要となります。

近年の厳しい競争環境の中、研究開発期間は成果を重視し短期化しており、事業化まで10年以上を要する研究開発は困難な状況にあり、こうした状況を放置した場合、将来の産業競争力強化や新産業創出を目指す国家プロジェクトに繋がる新技術が枯渇していく恐れがあります。

そこで、本制度は、脱炭素社会の実現や新産業の創出に向けて、2040年以降（先導研究開始から15年以上先）に実用化・社会実装が期待される要素技術を発掘・育成し、国家プロジェクトを含む産学連携体制による共同研究等につなげていくことを目的とします。

事業構成図

【2023 年度公募・採択から】

NEDO先導研究プログラム

新技術先導研究プログラム

[略称]

エネルギー・環境新技術先導研究プログラム

エネ環

エネルギー・環境分野における革新的技術の国際共同研究開発

国際

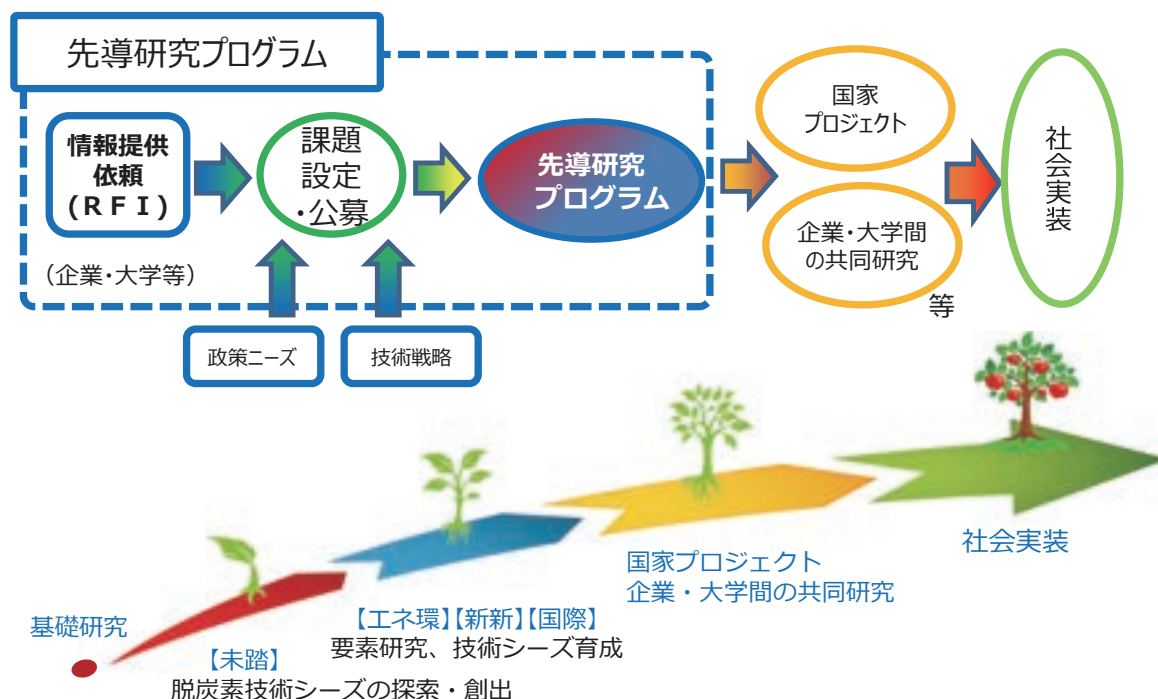
新産業・革新技術創出に向けた先導研究プログラム

新新

未踏チャレンジ

未踏

位置づけイメージ



RFI(Request for Information)とVIP(Visionary Incubation Program)

先導研究プログラムでは、公募における技術課題を設定するため(※)、情報提供依頼(RFI)を行っています。提供いただいた情報は、新技術先導研究プログラムの公募における技術課題を設定するための基礎情報として活用するとともに、NEDO技術戦略や他事業・制度の検討等に活用しています。

※未踏チャレンジは、公募課題ではなく領域を設定しているため、RFIは不要です。

「NEDO先導研究プログラム／新技術先導研究プログラム」

に係る情報提供依頼 (RFI) について

➡ https://www.nedo.go.jp/koubo/SM2_100001_00072



また、RFIに応じて提出された情報のうち、課題設定に至らなくとも、更に議論を深めたり、よりアイデアを熟成させられる可能性があるもの(有望な技術シーズ)を対象に、VIPワークショップを開催し、産学官で技術や社会像(ビジョン)を議論、共有することで、新しい技術のネットワークやコミュニティの形成・拡大をはかり、次回以降のRFIへつなげる支援を行っています。

➡ https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100100.html のVIPの説明の項を参照ください。

採択テーマ数 (2024年10月現在)

採択年度	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	合計
エネ環	36	30	12	32	27	44	50	28	21	16	21	317
国 際	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	9	14
新 新	—	—	—	—	12	6	5	4	3	9	4	43
マテ先	—	—	—	—	—	—	—	8	3	—	—	11
未 踏	—	—	—	8	4	9	8	7	8	7	7	58

443

脱炭素社会の実現や新産業の創出に向けて、2040年以降（先導研究開始から15年以上先）の実用化・社会実装を見据えた革新的な技術シーズを発掘・育成し、国家プロジェクトを含む産学連携体制による共同研究等につなげていくことを目的として、先導研究を実施します。

本事業の実施にあたっては、今後取り組むべき研究開発内容について情報提供依頼（RFI：Request for Information）を行うなど、広く研究開発に関する情報を収集した上で、予め本事業の公募対象となる研究開発課題を設定し、公募を行います。

研究開発テーマの選定に当たっては、革新性及び独創性や将来的な波及効果を重視することにより優良案件の採択を促進し、選定された研究開発テーマについて、海外の研究機関等とも連携しつつ先導研究を実施することで、産業技術に発展させていくための要素技術を育成することを目標とします。

研究開発の実施期間が3年の研究開発テーマについては、研究開発進捗や成果、国家プロジェクトを含む産学連携体制による共同研究等の実現可能性等の観点より、原則2年目に外部性を取り入れた中間評価を実施し、3年目の実施の可否や3年目の実施内容を決定します。

事業スキーム

エネルギー・環境新技術先導研究プログラム

	2023、2024年度採択	2022年度採択
対象とする研究開発テーマ	脱炭素社会の実現に資する有望な技術であり、2040年以降の実用化・社会実装を見据えた革新的な技術	
事業形態	委託	
実施体制	産学連携体制のみ ※大学・公的研究機関等のみは不可	産学連携体制 例外として、大学・公的研究機関等のみも可
実施期間	最大3年間 ※2年目に中間評価	最大2年間 ※1年目に中間評価 大学・公的研究機関等のみの場合は1年間
事業規模	1年目：1億円以内 2年目：5,000万円以内 3年目：5,000万円以内 ※中間評価の結果による	1年目：1億円以内 2年目：1億円以内 ※中間評価の結果による (大学・公的研究機関等のみの場合は1年目2,000万円以内)

※大学・公的研究機関等：国公立研究機関、国公立大学法人、大学共同利用機関法人、公立大学、私立大学、高等専門学校、並びに国立研究開発法人、独立行政法人、地方独立行政法人及びこれらに準ずる機関。（以下、同じ）

エネルギー・環境分野における革新的技術の国際共同研究開発

国際

	2023、2024年度採択
対象とする研究開発テーマ	脱炭素社会の実現に向けて、2040 年以降の実用化・社会実装を見据えた革新的な技術であり、我が国大学・公的研究機関等が諸外国の研究機関等との間で連携・協力して行うことを前提としたもの
事業形態	委託
実施体制	産学連携体制／大学・公的研究機関等のみ
実施期間	最大 3 年間 ※ 2 年目に中間評価
事業規模	初年度：2,500 万円以内 2 年度：5,000 万円以内 3 年度：5,000 万円以内 ※中間評価の結果による 4 年度：2,500 万円以内 ※中間評価の結果による
その他	海外機関との共同研究による提案が前提

※2024年10月現在、2024年度採択テーマについては海外研究機関との国際共同研究契約等の締結に向け作業中のため、各テーマの概要については以下の採択テーマ一覧をご参照ください。

【参考】2024年度採択テーマ一覧

課題	テーマ名	実施体制
観測困難箇所における風況観測データ解析手法の高度化に関する国際共同研究開発	複雑地形上におけるドップラーライダーによる乱流計測の国際共同研究開発	学校法人足利大学 学校法人近畿大学
希少金属に依存しない系統用次世代レドックスフロー電池に関する国際共同研究開発	ユビキタス元素レドックスフロー電池の国際共同研究開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所
	非金属系蓄電物質を用いた系統用次世代レドックスフロー電池に関する国際共同研究開発	学校法人早稲田大学
使用済みリチウムイオン電池の劣化診断技術及び多元素水平リサイクルプロセス技術に関する国際共同研究開発	使用済みリチウム二次電池パックの劣化診断技術に関する国際共同研究開発	国立大学法人東海国立大学機構（名古屋大学） 一般財団法人電力中央研究所 国立大学法人京都大学 学校法人立命館
革新的水素製造・輸送・貯蔵技術に関する国際共同研究開発	ローカル水素供給を実現するアンモニア分解システムに関する国際共同研究開発	国立大学法人東京工業大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 一般財団法人電力中央研究所
	革新的固体電解質セルを用いる中温水蒸気電解の国際共同研究開発	国立大学法人九州大学 株式会社ノリタケカンパニーリミテド
	過酷条件でのアンモニア吸蔵・放出評価に関する国際共同研究開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所
航空・次世代空モビリティ分野における革新的モビリティ推進機構に関する国際共同研究開発	高電圧を用いた固形電気空力推進システムの日米国際共同研究開発	学校法人慶應義塾
欧州等海外の規制に合致するバイオマスプラスチック類に関する国際共同研究開発	未利用植物由来バイオマス資源循環プロセス国際共同研究開発	国立大学法人信州大学 学校法人同志社

新産業・革新技术創出に向けた先導研究プログラム

新新

※2022年度採択までは「新産業創出新技术先導研究プログラム」。
2023年度採択より「マテリアル・バイオ革新技术先導研究プログラム」を統合。

	2024年度採択	2023年度採択
対象とする研究開発テーマ	新産業・革新技术創出に向けた有望な技術であり、事業開始後 15 年から 20 年以上先の社会実装を見据えた革新的な技術	
事業形態	委託	
実施体制	産学連携体制のみ ※大学・公的研究機関等のみは不可	産学連携体制 例外として、大学・公的研究機関等のみも可
実施期間	最大 3 年間 ※ 2 年目に中間評価	最大 3 年間 ※ 2 年目に中間評価 大学・公的研究機関等のみの場合は 1 年間
事業規模	1 年目：1 億円以内 2 年目：5,000 万円以内 3 年目：5,000 万円以内 ※中間評価の結果による	1 年目：1 億円以内 2 年目：5,000 万円以内 3 年目：5,000 万円以内 ※中間評価の結果による (大学・公的研究機関等のみの場合は 1 年目 2,000 万円以内)

マテリアル・バイオ革新技术先導研究プログラム

マテ先

※2022年度採択まで(2023年度採択より「新産業・革新技术創出に向けた先導研究プログラム」に統合)。

	2023、2024 年度採択	2022 年度採択
対象とする研究開発テーマ	—	新産業創出に向けたマテリアル・バイオ分野の技術であり、事業開始後 15 年から 20 年以上先の実用化・社会実装を見据えた革新的な技術
事業形態	—	委託
実施体制	—	産学連携体制 例外として、大学・公的研究機関等のみも可
実施期間	—	最大 3 年間 ※ 1 年目に中間評価 大学・公的研究機関等のみの場合は 1 年間
事業規模	—	1 年目：1 億円以内 2 年目：1 億円以内 ※中間評価の結果による 3 年目：1 億円以内 ※中間評価の結果による (大学・公的研究機関等のみの場合は 1 年目 2,000 万円以内)

※2023年度採択より「未踏チャレンジ2050」から名称変更

本事業は、事業開始後30年先を見据えた温室効果ガスの抜本的な排出削減を実現する技術について、既存技術の延長線上になく、従来の発想によらない革新的な脱炭素技術シーズを探索・創出し、将来の国家プロジェクト化や社会実装への道筋を示し、温室効果ガスの抜本的な排出削減に貢献することを目標とします。

本事業の実施にあたっては、設定された5つの研究領域について脱炭素技術シーズを公募します。また、事業開始後2～3年程度経過した時点で外部性を取り入れた中間評価を実施し、3～4年目以降の実施の可否や実施内容を決定します。

事業スキーム

	2023、2024 年度採択	2022 年度採択
対象とする研究開発テーマ	脱炭素社会の実現に資する有望な技術であり、事業開始後 30 年先の実用化・社会実装を見据えた革新的な技術	2050 年頃を見据えた温室効果ガスの抜本的な排出削減を実現する革新的な技術
事業形態	委託	委託
実施体制	産学連携体制／大学・公的研究機関等のみ	産学連携体制 例外として、大学・公的研究機関等のみも可
実施期間	最大 5 年間 ※ 2 ～ 3 年目に中間評価	最大 5 年間 ※ 2 ～ 3 年目に中間評価
事業規模	年間 500 万円～ 2,000 万円以内	年間 500 万円～ 2,000 万円以内
その他	年齢制限なし 領域を設定(技術要素に関連する領域に提案)	年齢制限あり(提案時点で 40 歳未満) 領域を設定(技術要素に関連する領域に提案)

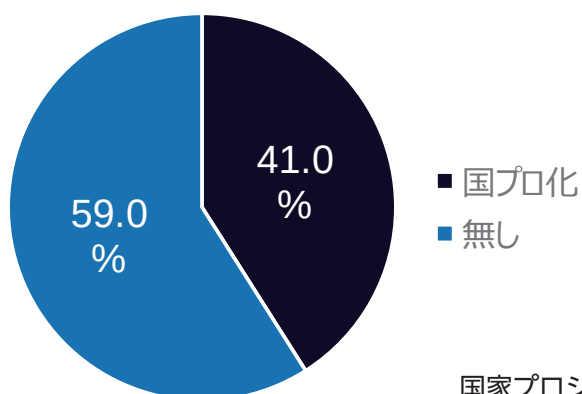
特徴

未踏チャレンジでは、各研究領域においてプログラムオーガナイザー（PO）を配置し、NEDO担当者と共に事業者を支援します。POからの専門的助言等による「研究開発の加速」とNEDO担当者の伴走による産学連携体制構築・強化による「社会実装に向けた支援」とで、大学・国研の革新的・独創的シーズ技術を次ステップに繋げていきます。

（参考）2024年度公募の研究領域：①次世代省エネエレクトロニクス、②環境改善志向次世代センシング、③導電材料・エネルギー変換材料、④未来構造・機能材料、⑤CO₂有効利用

また、本事業は、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）未来社会創造事業の「地球規模課題である低炭素社会の実現」と協力事業関係にあります。

国家プロジェクト化等の状況 ～NEDO実施アンケート結果より～



国家プロジェクト化率
(本プログラム終了後の全研究開発テーマ)

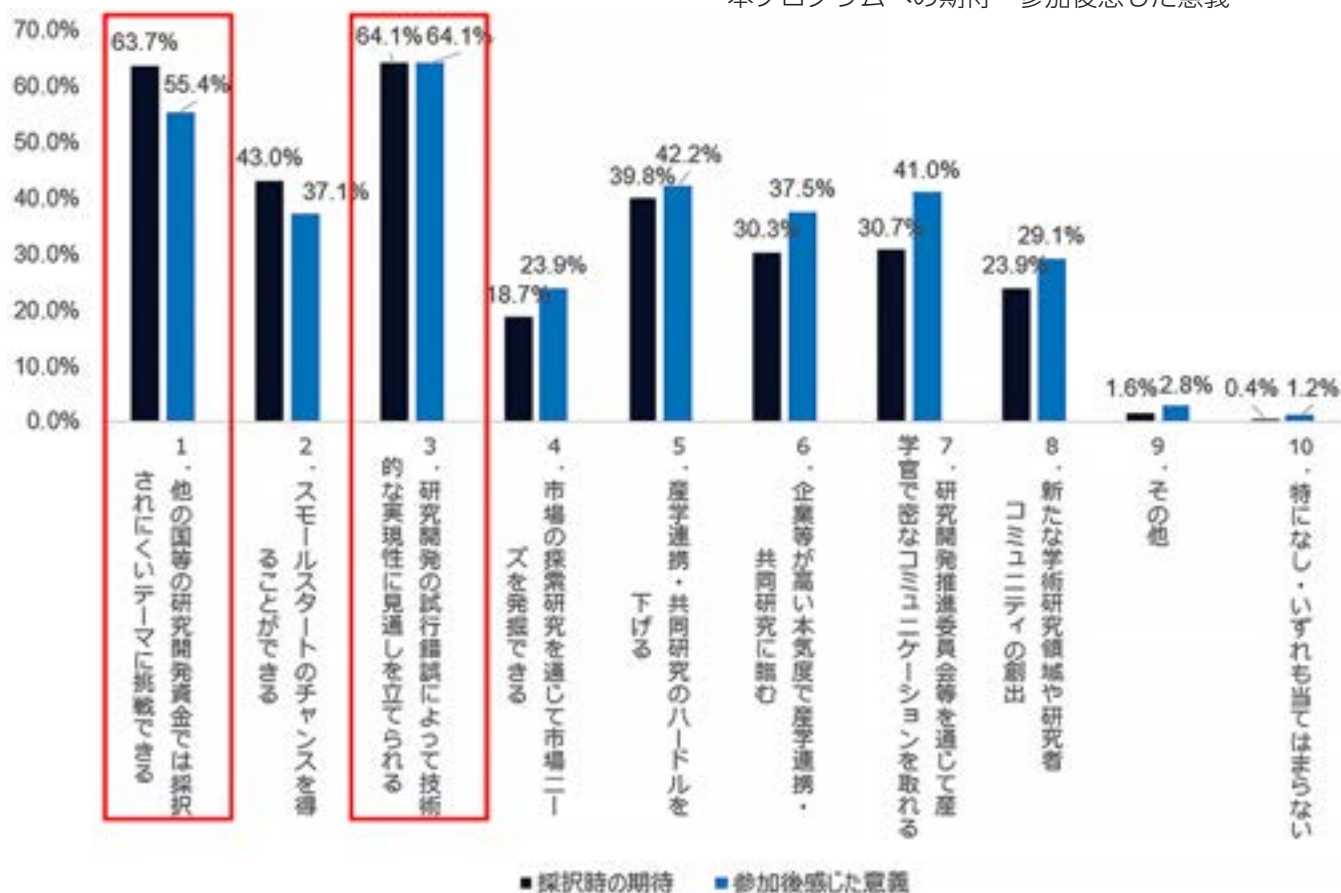
左表は、先導研究プログラムがアウトカム指標としている「国家プロジェクト化等の状況」を表しています。

過去調査回答も反映した本プログラム終了後の研究開発テーマ全体における国家プロジェクト化した割合を算出した結果、その数値は41.0%となりました。

本プログラムの意義・効果 ～NEDO実施アンケート結果より～

先導研究プログラム実施者の99%が何らかの意義を感じています。感じた意義としては、「他の国等の研究開発資金では採択されにくいテーマに挑戦できる」「研究開発の試行錯誤によって技術的な実現性に見通しを立てられる」といった回答が多いです(下表)。

本プログラムへの期待・参加後感じた意義



出典：本ページは 2023 年度成果報告書 NEDO 先導研究プログラム /NEDO 先導研究プログラムにおける成果把握・要因分析調査（2023 年度）より一部抜粋したものです。本パンフレットへ転載するにあたり、表現等を一部加工しています。なお、当該成果報告書につきましては、本パンフレット最終ページの成果報告書データベースのリンクからダウンロードいただけます。

エネ環

2024年度採択

I-A1課題	太陽電池のリサイクル資源を経済合理性を持って太陽電池製造に利活用する革新的技術の開発	
(001)	易分解・軽量高剛性・低環境負荷サステナブルPVモジュール開発	14
I-B1課題	浮体式洋上風力発電システムの設計合理化に向けた革新的解析・評価技術の活用研究	
(002)	浮体式洋上風力発電のHPCとAI連携活用型解析技術の基盤開発	15
I-C1課題	空飛ぶクルマ・ドローン量産化時代に対応する機体長寿命化技術	
(003)	CFRP製モビリティ機体の量産システム開発	16
I-C2課題	空飛ぶクルマ向け安全飛行技術の研究開発	
(004)	デジタルフライングカーによる緊急時機体評価システムの構築	17
I-D1課題	微細藻類由来SAF製造における乾燥・抽出工程の革新的な高効率化・低コスト化技術の開発	
(005)	液化アンモニアによる湿潤藻類からの成分抽出技術の開発	18
I-E1課題	ベースメタルの資源循環を促進するための革新的なリサイクル技術	
(006)	低温型電解法によるアルミニウムの高純度化プロセスの研究開発	19
I-F1課題	大幅省エネ実現に向けたプラント熱利用の最適制御技術開発	
(007)	製造加熱プロセス熱流計測によるデジタルツイン高度化の研究開発	20
I-G1課題	革新的な触媒や複合化技術等により、生物特有の化学構造を活かして得られる機能性プラスチック・ポリマーおよびその原料モノマーの開発	
(008)	糖骨格利用型バイオテレフタル酸合成の研究開発	21
I-H1課題	蓄電池の資源リスクフリー化	
(009)	省資源・軽量・高性能な有機リチウムイオン二次電池の研究開発	22
(010)	革新的ナノ均一構造正極による超高速充放電亜鉛二次電池の開発	23
I-I1課題	ダイヤモンドパワーMOSFETのデバイス性能向上に関する研究開発	
(011)	社会実装を見据えた縦型ダイヤモンドMOSFETの要素技術開発	24
(012)	ダイヤモンドパワー半導体技術の研究開発	25
I-I2課題	革新的な構造、材料を用いた次世代メモリ技術に関する研究開発	
(013)	トポロジカル物質を用いたユニバーサルメモリの研究開発	26
I-J1課題	船舶用小型アンモニア除害・回収・再利用システムの開発	
(014)	アンモニア除害、回収、再利用技術の研究開発	27

I-K1 課題 農山漁村における自律分散型ネットワークを活用した次世代エネルギーマネジメント技術開発	
(015) 革新的VEMSの開発とモデル地域実証	28
(016) 農林水産業の生産管理とエネルギー需給が連携するL-EMS開発	29
I-L1 課題 脱炭素化に向けた次世代航空機向けアンモニア燃焼技術の検討	
(017) アンモニア燃焼ハイブリッド航空推進システムの検討	30
I-L2 課題 航空機向けの革新的検査技術開発	
(018) 持続可能な航空機生産に関する研究開発	31
I-M1 課題 人造黒鉛における化石由来原料依存からの脱却に資する革新的製造技術の開発	
(019) 黒鉛材料の非化石原料化に向けた研究開発	32
I-N1 課題 非化石エネルギーの利用促進に向けた革新的な飛行モビリティに関する技術開発	
(020) ウェアラブルな飛行モビリティ技術の研究開発	33
I-O1 課題 複雑かつ大型機械装置等の解体における革新的ロボットシステムの開発	
(021) 強化学習による解体計画と物体操作の自律化の研究開発	34
2023年度採択	
I-A1 課題 次世代型超高効率太陽光パネルの実現に向けた要素技術の研究開発	
(022) オンシリコン多接合型太陽電池の研究開発	35
(023) リサイクル容易な曲面・超軽量結晶Si太陽電池モジュールの開発	36
I-B1 課題 風力発電の調査開発・O&Mの高度化に向けた革新的解析・評価技術の開発	
(024) 大型風洞設備による浮体式風車ウエイク現象の評価技術の研究開発	37
I-C1 課題 半導体の性能を最大限引き出す革新的なパワーデバイス/IC/レーザーデバイスの開発	
(025) 超高出力・多波長・集積型深紫外半導体レーザーの研究開発	38
(026) SiCスマートパワーIC技術の研究開発	39
I-D1 課題 革新的水素製造・利用技術の開発	
(027) ガス循環によるメタンからの水素製造と二酸化炭素資源化	40
I-E1 課題 温室効果ガスの回収・貯留・高付加価値製品の合成に資する革新技術の開発	
(028) CO ₂ とH ₂ からの低温メタノール合成に関する研究開発	41
(029) 高選択なタンデム電解によるCO ₂ を用いた有価物の直接合成法	42
I-F1 課題 航空機におけるエネルギー転換技術開発	
(030) 燃料電池航空機の革新的エネルギー転換、推進システム技術の研究	43

I-F2課題 革新型モーターの研究開発

- (031) モーターの超高回転化による自動車用電動駆動システムの省資源化 44

I-F3課題 航空機向け革新的部素材・製造プロセス技術の開発

- (032) リサイクル炭素繊維の連続化技術および航空機適用技術の研究 45

I-G1課題 環境負荷低減を実現するための、バイオマスの微細構造を活用した機能性材料の開発

- (033) セルロースナノファイバー半導体材料の研究開発 46

I-H1課題 アンモニア分解システムと吸着技術の開発

- (034) アンモニアから直接水素を製造できる貴金属フリー膜反応器の開発 47

I-I1課題 産業・物流のスマート化に向けた次世代ロボット技術の研究開発

- (035) 異種・多様なロボットを支える継続学習型ソーシャルツイン基盤 48

I-J1課題 革新的な高機能鋼材製造技術の開発

- (036) 鉄スクラップ由来のトランプ元素影響軽減技術に関する研究開発 49

2022年度採択

I-F1課題 昇温幅100℃以上で駆動する革新的なヒートポンプ、廃熱発電及びそれらを実現するための熱交換、蓄熱等も含めた熱マネジメント高度化技術開発

- (037) 革新ローレンツサイクル熱マネジメント技術 50

国際

2023年度採択

課題-1 革新的スマートコミュニティ技術の国際共同研究開発

- (038) エネルギーシェアリングに向けたデータ駆動型DSR制御技術の国際共同研究開発 51

課題-3 グリーンモビリティの実現に資する革新的部材・デバイス等の国際共同研究開発

- (039) 革新的プロセスによる高周波用ポスト電磁鋼板の国際共同研究開発 52

- (040) 航空機の高効率・高性能化を目指した気流制御デバイスの国際共同研究開発 53

新 新

2024年度採択

II-A1課題 量子コンピュータの大規模化に資する次世代部素材の設計・評価技術の開発

(041) 次世代量子コンピュータの部素材開発とフレームワーク構築 54

II-B1課題 ロボットシステム等の実産業への適用に向けた論理性や信頼性を飛躍的に向上する
新たなAI技術の研究開発

(042) 二重過程理論に基づく研磨技能の模倣学習の研究開発 55

II-C1課題 合成生物学的手法を用いたバイオ製品の市場規模拡大に資する基盤技術の開発

(043) 微生物合成ブロック共重合体の研究開発 56

II-D1課題 未利用原料を活用した希少資源回収技術の開発

(044) 製造業分野で重要な高純度リンマテリアルの循環利用技術開発 57

2023年度採択

II-A1課題 量子効果を活用した革新的計測・センシング技術の開発と産業応用探索

(045) 量子トレーサブル超微小電流センシングの開拓 58

II-C1課題 革新的な合成生物学的手法を活用した物質生産基盤技術の開発

(046) セルフリー×デジタル技術を用いた革新的物質生産基盤技術の開発 59

II-C2課題 バイオ研究の高精度化・ハイスループット化に必要な技術開発

(047) AI×ロボティクスによるバイオ分子設計デジタルラボの研究開発 60

II-D1課題 マテリアル実用化期間を劇的に短縮するプロセス間・計測間の高度連携技術の開発

(048) 非平衡系MISキームによる未来材料開発期間の劇的短縮 61

(049) 半導体プロセスメタファクトリーの基盤技術開発 62

II-D2課題 革新的なクリティカルメタル等の希少資源の使用量削減・効率的利用および代替技術の開発

(050) 不燃性ガス田における高効率ヘリウム膜分離回収技術の開発 63

II-E1課題 デジタル・AI・ロボット技術、特に次世代センシングやXR技術を活用した新産業創出や
生産性の向上につながる革新的研究開発

(051) ヒト嗅覚受容体応答に基づく世界初の匂い情報DXの研究開発 64

マ テ 先

2022年度採択

A課題 マテリアル開発手法のDX革新に資する基盤技術の開発

(052) 革新的異種柔軟材料3D／4Dものづくり基盤の構築	65
--------------------------------	----

C課題 バイオ産業化を加速するデジタル・ロボット技術等を活用した革新的な生体関連分子及びその機能の改変・構築基盤技術の開発

(053) 電力非依存型発光生体分子の改変と樹木への実装	66
------------------------------	----

未 踏

A領域 次世代省エネエレクトロニクス

(054) 全通信波長帯で動作する光クロスコネクトチップレットの開発 (2024年度)	67
(055) 少数のキャリアを活用する省エネルギー光電融合情報基盤の開発 (2023年度)	68
(056) 高耐圧・低損失ダイヤモンドパワーデバイスの開発 (2022年度)	69
(057) デジタルアクティブゲート技術を駆使した ノイズフリー・パワエレ電力ネットワークの創生 (2021年度)	70
(058) コンパクトで安価かつ汎用的な限流遮断器の開発 (2021年度)	71
(059) 低消費電力フレキシブルCMOSの創製 (2020年度)	72
(060) スマートグリッドの先へ導くパワエレ技術 (2020年度)	73

B領域 環境改善志向次世代センシング

(061) 切り紙型熱電デバイスによる自立無線センサシステムの研究開発 (2024年度)	74
(062) 量子メタマテリアルが拓く温室効果ガス・熱流『見える化』技術 (2024年度)	75
(063) ゴニオ極性材料の開拓と革新的熱電モジュールの開発 (2023年度)	76
(064) メタサーフェスSiハイパースペクトル赤外光センシングデバイス (2023年度)	77
(065) アモルファス半導体を使った革新的環境ガスセンシング技術の開発 (2022年度)	78
(066) 自立センサノードのためのバイオミメティック汎用電源回路 (2022年度)	79
(067) 昇圧回路不要の熱電発電デバイス (2021年度)	80
(068) 涙液糖発電センサとパッシブ通信による自立血糖モニタコンタクト (2021年度)	81
(069) 厳環境対応SiC量子センサーの開発 (2020年度)	82
(070) 光波発電を用いた赤外光エネルギー利用 (2020年度)	83

C領域 導電材料・エネルギー変換材料

- (071) 高品質二次元層状磁石を用いた磁気熱電デバイスと
低環境負荷作成プロセスの開発 (2024年度) 84
- (072) 超単色電子ビーム平面型超伝導電子源の開発 (2024年度) 85
- (073) ドープフリー二次元有機透明金属電極膜の開発 (2023年度) 86
- (074) 熱線遮蔽能を有する発電窓ガラスの研究開発 (2023年度) 87
- (075) 卓上NMRに適するリング状強力超電導バルク磁石の開発 (2022年度) 88

D領域 未来構造・機能材料

- (076) 安価に合成可能な原子クラスター材料の触媒展開に向けた研究開発 (2024年度) 89
- (077) 極限環境において高強度・高靱性な異種接合に関する研究開発 (2023年度) 90
- (078) 革新的セラミック材料設計のための材料パターン情報学の創成 (2022年度) 91
- (079) 環境・健康・安全に配慮した電力機器用SF6代替ガスの創成 (2022年度) 92
- (080) 高次機能の実現を目指すナノ材料の精密制御手法の開発 (2021年度) 93
- (081) チタン合金の新規リサイクルプロセスの開発 (2020年度) 94

E領域 CO₂有効利用

- (082) 金属3D積層造形触媒反応管の設計と二酸化炭素資源化反応 (2024年度) 95
- (083) CO₂によるプロパン酸化脱水素に有効な多元素酸化物担体の開発 (2023年度) 96
- (084) 中温電解によるCO₂由来化成品原料合成 (2022年度) 97
- (085) 光アシスト型逆シフト反応触媒システムの開発 (2022年度) 98
- (086) 二酸化炭素回収と資源化の複合化技術開発 (2020年度) 99

易分解・軽量高剛性・低環境負荷サステナブルPVモジュール開発

Recyclable and reliable PV module with light weight, high rigidity and sustainability

研究開発の目的

易分解と高信頼性という相反する要素を同時に満たすと共に、軽量、高剛性、低環境負荷(非毒性)といった付加価値を有するサステナブルPVモジュールを実現します。

研究開発の背景、将来展望

現在、PVモジュールのリサイクルでは、製造に最もエネルギーを要し、かつ資源の確保に地政学的リスクを孕んでいるシリコンのリサイクルは未開拓です。本提案では従来の有価金属やガラスに加えてシリコンのリサイクルを容易にする新たな易分解構造を有するPVモジュールを開発することを目的とします。

このことにより、高機能かつ資源循環しやすいPVモジュールを実現し、サプライチェーンにおける資源調達リスクを低減するとともに、新たな付加価値を生むPVモジュール製造を国内産業として復活させ、日本型サーキュラーエコノミーを実現することを目指します。

研究開発項目

1. 易分解PVモジュール構造の設計と発電性能、信頼性能の評価
2. PVモジュールの分解技術の開発・実証とLCA評価
3. 大気圧プラズマによるPVモジュールの分解後工程技術の開発
4. PVモジュールから取り出したセルの再生技術の開発と実証
5. 低環境負荷PVモジュールのBIPV適用への評価と要素技術開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

易分解PVモジュール構造としてハニカム構造を採用し、軽量、高剛性、低環境負荷でありながら易分解性を併せ持つ新たなPVモジュールを提案します。

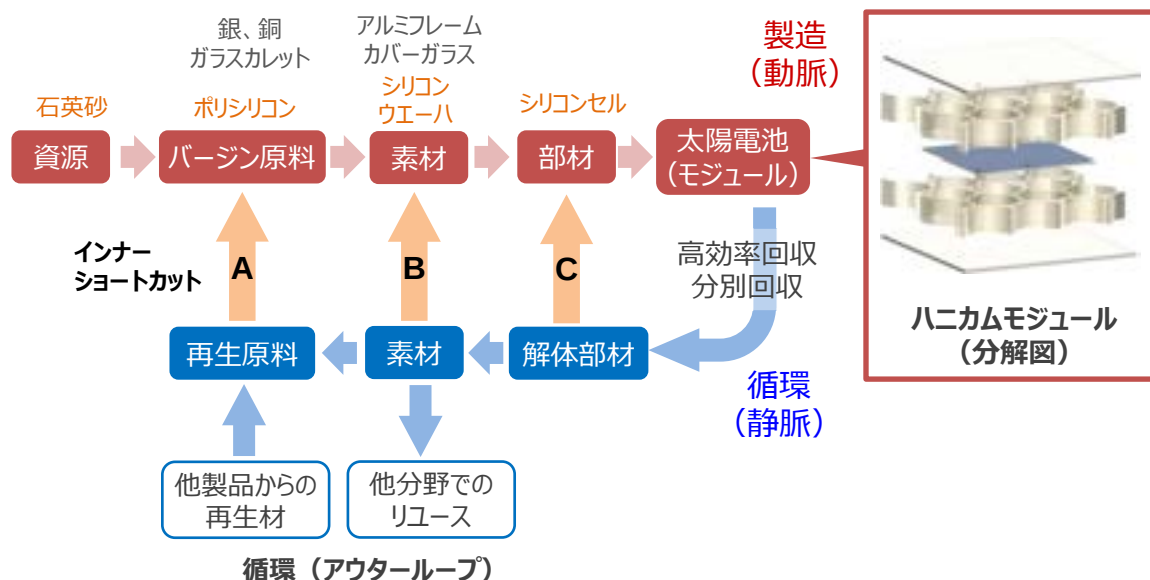
PVモジュールに要求される様々な性能、信頼性に関する要件を満足するような新しいモジュールを開発、検証を行います。

PVモジュールを設計、試作、分解し、セルを再生することが可能であることを実証し、LCA評価によって従来の製品に対して環境負荷が低減できることを定量的に評価します。

この技術をBIPVを最初のターゲットとして社会実装することを目指します。これにより、太陽光発電の環境性能を大幅に高めるとともに、製造、廃棄時の環境負荷を低減します。またこの技術を軸とした新しいものづくり産業の創出を目指すとともに、様々なサプライチェーンのリスクから解放されることを目指します。

研究開発の実施体制

学校法人早稲田大学
国立大学法人東京工業大学
国立大学法人九州大学
国立研究開発法人産業技術総合研究所
株式会社カネカ



浮体式洋上風力発電のHPCとAI連携活用型解析技術の基盤開発

Integrated HPC and AI Simulation Technologies for Floating Offshore Wind Energy

研究開発の目的

「富岳」等の高性能シミュレーション(HPC)とAI連携手法に基づき、浮体式洋上ウィンドファームの実スケールバーチャル実証試験環境の構築に向けた基盤技術を開発します。

研究開発の背景、将来展望

浮体式洋上風力発電では風向風速、波潮流、風車、浮体等との連成現象が重畳する極めて複雑なマルチスケール非線形連成現象が発生するため、従来は計算リソースの制限から高精度のシミュレーションができず、想定外の疲労損傷、発電量低下、O&Mコスト上昇等で事業リスクが大きくなっています。

そこで、本研究では「富岳」等で発電量や、主要構成機器の構造健全性や累積疲労損傷などを包括的に高精度に解析・評価します。

さらに、HPC解析結果をAIで学習し、高精度低計算量なサロゲートモデルを開発します。

研究開発項目

1. 乱流場、発電性能、流体力の高精度評価
2. 構造健全性と疲労損傷の高精度評価
3. 風車ブレードの構造応答と疲労損傷に関する高精度低計算量サロゲートモデル構築
4. 既存連成解析コード高速化、浮体解析高精度化
5. 主要構成機器のジェネリックモデル構築、システムバリデーション

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

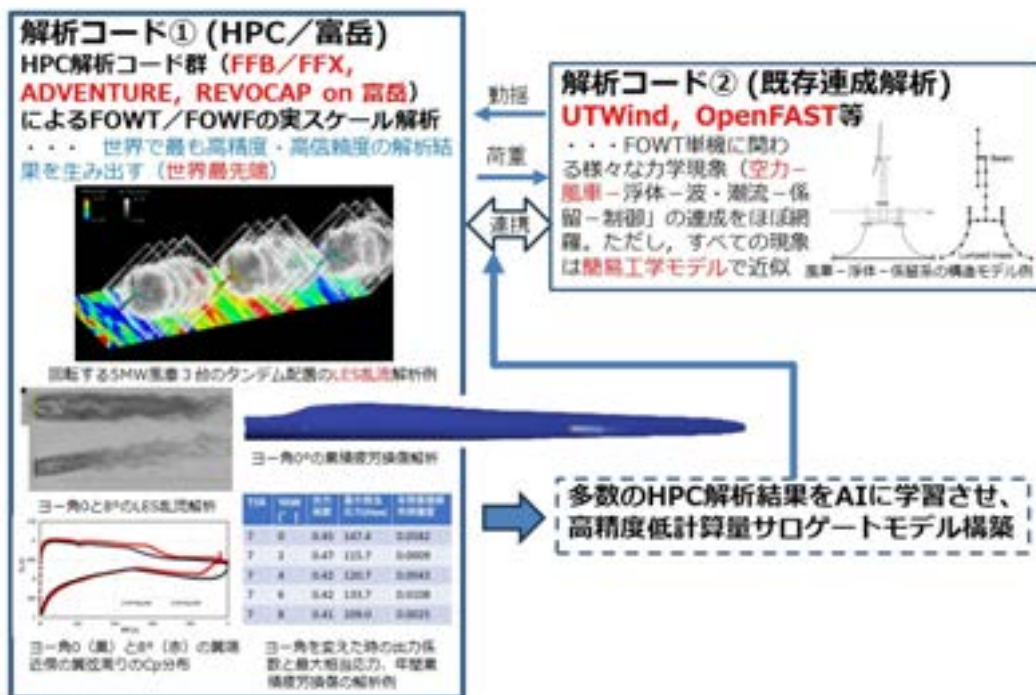
浮体式洋上風車の実機条件を想定し、様々な風向風速・波潮流条件を選定し、ウェイクを介した風車間相互作用や浮体の動揺を考慮した条件で、「富岳」等のHPCを使った乱流解析、流体構造連成解析、疲労損傷解析を行い、風車特性、発電性能、風車内に発生する応力や疲労損傷の高精度評価を実現します。

本研究を通して、洋上風力発電事業の工学共通基盤となるHPC解析ツールや解析DBを構築し、これらを活用して、今後、継続的にHPC解析事例を蓄積していくことにより、日本の厳しい気象海象条件をきめ細かく網羅できるようになり、着実な低コスト化に結び付けます。

本成果は、厳しい気象海象下で浮体式洋上風力発電を展開することが希求されている東アジア等の諸外国においても必須の技術となり、今後の国際連携や日本の洋上風力発電技術の輸出競争力を高める取組みともなります。

研究開発の実施体制

国立大学法人東京大学
国立大学法人豊橋技術科学大学
株式会社ウインドエネルギーコンサルティング
東芝エネルギーシステムズ株式会社
電源開発株式会社
一般財団法人日本海事協会



CFRP製モビリティ機体の量産システム開発

Advanced air mobility frame of CFRP compatible with mass production

研究開発の目的

ドローン・UAMといった量的な生産が必要なCFRP製機体の画一的品質と安全信頼性を高め、長寿命化に貢献する技術コンセプトを創出します。

研究開発の背景、将来展望

2040年に向けてドローン・UAMの需要は飛躍的に拡大します。これら次世代モビリティには、エネルギー効率、ペイロード、飛行時間の観点から軽量性に優れた炭素繊維複合材料(CFRP)のフレームが数多く採用されます。

一方、現状機体生産システムでは、高レート生産と経済合理性から、高品質のCFRP製機体を量産するには課題があります。

将来的に画一的な仕様で安全信頼性を高めた超軽量CFRP製機体を、量的に安定供給する技術基盤を構築することで、次世代モビリティ産業の成熟に貢献するとともに、新たな事業の成長を促進します。

研究開発項目

1. CFRP製機体のコンセプト設計
2. CFRP製部材の開発
3. CFRP製モジュールの信頼性評価

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

本事業では、まず、ドローン機体をモデルにフレームを機能毎に分割したモジュールを設計し、各機能モジュールをジョイント方式で組み立てる量産システムを検証します。

このシステムを実現するため、モジュールは構成部材を完全に一体化(母材破壊)させ、従来接合部材より高い品質と信頼性を定量的に示します。さらに、モジュールの性能向上と画一的な仕様への展開を試みます。

ジョイント方式は、モジュールを短時間で脱着できる効率的なアセンブリ構造を開発します。機能モジュール単位での部材交換や換装の簡便化を図り、機体のメンテナンス性向上や長寿命化の効果を定量化します。

社会実装に向けドローンの実機試験で実績と知見を蓄積するとともに、UAMへの拡張を検証します。

研究開発の実施体制

東レ株式会社

(再委託先)

東レ・カーボンマジック株式会社

国立大学法人東京工業大学

国立研究開発法人産業技術総合研究所

CFRP製部材

- ・超軽量設計
- ・高性能材料

CFRP製モジュール

- ・一体化設計
- ・品質安定性



ジョイント方式

- ・構造設計
- ・脱着性



- 信頼性評価（モジュール）
- 取扱性評価（ジョイント）
- 耐久性評価（機体）

図 CFRP製モビリティ機体の開発コンセプト

デジタルフライングカーによる緊急時機体評価システムの構築

Emergency aircraft evaluation system using the digital flying car

研究開発の目的

仮想空間で飛行試験ができる「デジタルフライングカー」を用いて空飛ぶクルマの緊急時の機体評価システムを構築します。

研究開発の背景、将来展望

今後爆発的な市場拡大が確実視されている「空飛ぶクルマ」は、ものづくり大国である日本において重要な産業分野になると考えられています。この空飛ぶクルマの実用化には機体に対する安全性、開発者に対する安全性、そして飛行経路の下に暮らす人々の安全性を担保する必要があります。つまり安全な機体を安全な環境下で開発し、万一の緊急時に万全の対応ができることです。そのための有効な手段としてシミュレーション技術が挙げられます。実験レスを実現できるレベルでの計算技術を構築できれば安全性は著しく向上します。また緊急時の具体的な対策としてパラシュートの有効性も検討します。

研究開発項目

1. デジタルフライングカー高精度化
2. 風洞装置による実機評価環境の整備
3. パラシュートシミュレーターの開発
4. パラシュート素材の選定および開発
5. ステアラブルパラシュートシステム開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

2022年度NEDO事業でプロトタイプを完成させた空飛ぶクルマ流体物体連成シミュレーションによる仮想実験環境「デジタルフライングカー」を深化させ、実機実験が困難な墜落を含む緊急時の機体挙動を評価できるシステムを開発します。具体的には風洞装置を用いた試験結果をフィードバックさせることでシミュレーション精度を実用レベルまで向上させ、絶対安全な環境下での機体落下やパラシュート降下を評価可能なシステムを構築します。本システムが完成すると安全な機体、安全な開発環境だけでなく、機体の開発速度やコスト抑制の飛躍的な向上が期待できます。また本プロジェクトでは緊急時の具体的な対策として、落下時に機体をコントロールし安全な着地を実施できるステアラブルパラシュートシステムも開発します。

研究開発の実施体制

国立大学法人京都工芸繊維大学
東レ株式会社
(再委託先) 日本化薬株式会社



デジタルフライングカーと研究開発概要

液化アンモニアによる湿潤藻類からの成分抽出技術の開発

Components extraction from wet microalgae using liquid ammonia

研究開発の目的

CO₂排出量削減効果の高い微細藻類由来SAFを安価で大量に確保するため、エネルギー消費量の小さい新たな成分抽出技術を開発します。

研究開発の背景、将来展望

カーボンニュートラル社会の実現には、大型機器による運輸部門のCO₂排出削減が重要です。国際民間航空機関は2050年までに国際線のCO₂排出を実質ゼロに、日本政府も2030年までに国際線燃料の10%をSAFに置き換える計画です。そのため、CO₂排出量削減に有効なSAFを安価で大量に確保する必要があります。微細藻類は増殖が速く食料との競合が小さいため、有望なSAF原料です。微細藻類由来SAFのCO₂排出量削減効果を高めるためには、微細藻類の乾燥および細胞破碎工程のエネルギー消費量を低減することが重要です。

研究開発項目

1. 液化アンモニアによる抽出技術の開発
2. 抽出成分および固体残渣の有効利用に向けた評価分析
3. 抽出プロセスのエネルギー収支解析

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

本研究開発では、SAF製造における微細藻類の乾燥、細胞破碎工程のエネルギー消費量を低減するため、アンモニアを抽出溶媒とする新たな成分抽出技術を開発します。アンモニアは圧力・温度操作により容易に液体-気体間の相変化を起こし、液化状態のアンモニアは、未乾燥、未破碎の湿潤微細藻類から直接有機物を抽出することができます。また、常温付近での液体から気体への相変化を利用したアンモニアの分離回収も可能です。本技術で得られる成分を詳細に分析することで、エネルギー消費量を現行技術の1/2以下にする新プロセスのシステムを設計するとともに、社会実装に向けた技術課題を明確化します。CO₂排出削減効果が大きく、経済性の高い国産SAF製造技術を確認することで、微細藻類由来SAFとアンモニアの利用拡大を促進し、カーボンニュートラル社会の実現に貢献します。

研究開発の実施体制

一般財団法人電力中央研究所
(再委託先) 国立大学法人東京大学、
一般社団法人日本微細藻類技術協会

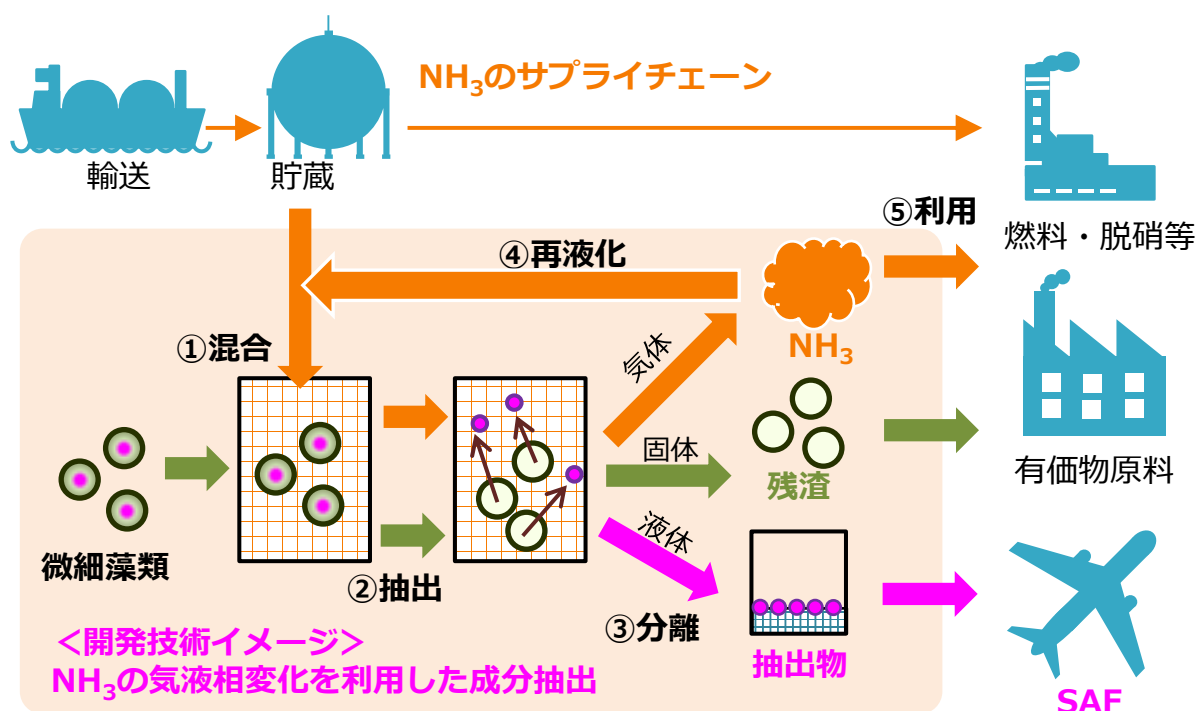


図 液化アンモニアによる成分抽出技術の社会実装イメージ

低温型電解法によるアルミニウムの高純度化プロセスの研究開発

High purification process for aluminum by low-temperature electrolysis method

研究開発の目的

低温型電解液によるアルミニウムの電解精製をパイロットプラント規模で行うための要素技術の研究開発を行います。

研究開発の背景、将来展望

本研究は、鋳物材や、埋め立て処理レベルの低品質のアルミニウムを電解精製によってアップグレードすることで、展伸材やそれ以上の純度のアルミニウムを創り出し、国内におけるアルミニウムの循環を目指すための研究開発を行います。この開発技術によって、現在埋め立て処理されているアルミニウム合金から純度の高いアルミニウムを回収でき、合金元素も再利用することが可能となり、海外からの新地金、再生地金の輸入減少による環境負荷低減およびアルミニウム電解産業の競争力維持・強化に貢献することを目指します。

研究開発項目

1. 電解槽の設計
2. 精製Alの形態・純度の制御
3. 電解液の設計・清浄化
4. アノードの設計
5. 雰囲気制御

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

実施者らは、低温型の電解液を用い、従来の三層電解法よりも極端に温度の低い150℃で電解精製を行うことで、鋳物材(ADC12) から新地金以上の高純度のアルミニウムへアップグレードできること、電極間距離の短縮化によって三層電解法の半分以下の電力原単位でアルミニウムが製造できることに「ラボスケール」で成功しました。

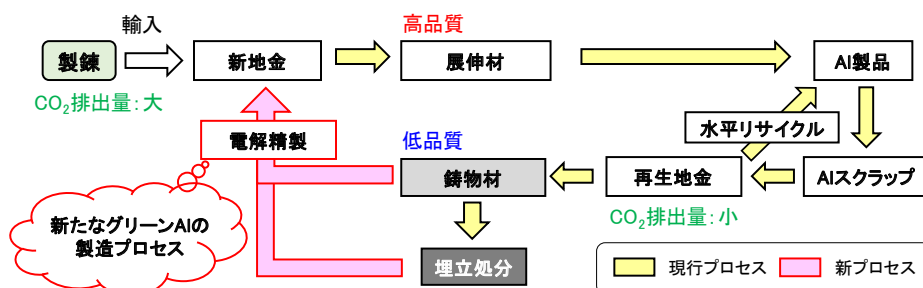
本技術をパイロットプラント規模で行うために、左記の研究開発項目にある要素技術を開発し、「ラボスケール(回収量1g〜)」から「パイロットプラント(回収量1kg〜)」へのスケールアップに向けた指針を確定させます。

本技術は新たなグリーンアルミニウムの製造プロセスとしての社会実装を目指しており、電力原単位の低下に伴うCO₂排出量の大幅な削減は、アルミニウム産業のみならず、地球規模で大きなインパクトを与えます。

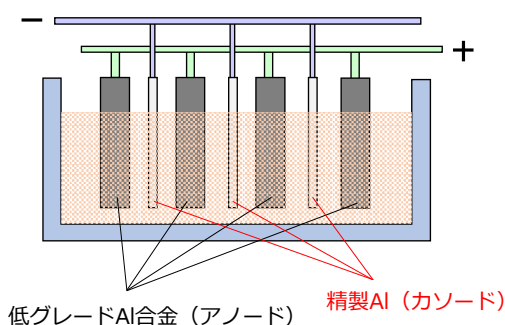
研究開発の実施体制

株式会社UACJ
 国立大学法人北海道大学
 国立大学法人岩手大学
 国立大学法人千葉大学
 国立大学法人京都大学
 日本軽金属株式会社

< 現行プロセスに新プロセスを加えたAlのリサイクルフロー >



< 低温型電解精製法のパイロットプラント(イメージ図) >



< 実施体制および研究開発項目 >



製造加熱プロセス熱流計測によるデジタルツイン高度化の研究開発

Heat flow measurement and digital twin for advanced manufacturing heating processes

研究開発の目的

製品品質の維持向上と製造加熱プロセス全体の構成要素を連動させた形で、プロセス運転条件の最適化及び総投入熱量の最小化を実現する技術を創出します。

研究開発の背景、将来展望

炭素国境調整措置の導入により、製品の品質、性能、コストに加えて、製造時に排出したCO₂量が国際的製品競争力要素に付加されます。製造時のCO₂排出量を精緻に参照する仕組みの導入が必要となります。

本研究開発では、製造加熱プロセスにおける潜在的に削減可能な過剰投入エネルギーに着目し、革新的熱計測技術開発と製造加熱プロセスデジタルツイン構築により、将来的に「グリーン製造加熱プロセス」の実現を目指します。

研究開発項目

1. 多様熱源に対応する熱計測技術開発
熱流量計測、スパースセンシング熱計測
2. デジタルツイン基幹モデル開発
銅加工プロセス、ガラス溶解プロセス、セラミックス焼成プロセス
3. バリューチェーン構築コンソーシアム活動

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

製造加熱プロセスにおける潜在的な削減可能熱量の見える化に向けて、従来は実現が難しいとされてきた「中高温度域における熱流量の精緻計測(独自技術)」を実現する技術を開発します。また、これまで成功例のない中高温度領域製造加熱プロセスのデジタルツインを開発します。特にプロセス状態だけでなく、製品品質も予測可能なモデルの開発を通して、製品品質の保証と加熱プロセス運転条件の最適化を行うことで過剰投入熱量を削減する「グリーン製造加熱プロセス」基礎原理実証を行います。さらに、産学連携コンソーシアムを設置し社会実装に向けた成果の横展開およびバリューチェーン構築を図ります。

研究開発の実施体制

学校法人東京理科大学
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
国立大学法人東北大学
学校法人加計学園 岡山理科大学
学校法人東京電機大学
東洋ガラス株式会社
三菱マテリアル株式会社
日本ガイシ株式会社



糖骨格利用型バイオテレフタル酸合成の研究開発

Bio-based terephthalic acid synthesis utilizing sugar structures

研究開発の目的

糖骨格を利用し、持続可能でコスト競争力のあるバイオテレフタル酸(TPA)を製造する技術を研究・開発します。

研究開発の背景、将来展望

ポリエチレンテレフタレート(PET)は繊維・樹脂・フィルムなど広く社会に使用されている材料で、TPAとエチレングリコール(EG)から製造されます。EGをバイオマス原料から製造する技術は確立されている一方、TPAを低コストでバイオ化する技術が確立されていません。これはTPAを構成する芳香環を効率よく形成することが難しいためです。本研究開発では、バイオマス原料である糖が保有する環状炭素骨格(糖骨格)を利用することで芳香環を効率よく形成させ、持続可能でコスト競争力のあるバイオTPAを合成する技術の創出を目指します。

研究開発項目

1. 糖由来化合物からの芳香族中間体合成反応の研究開発
2. 芳香族中間体からのTPA合成反応の研究開発
3. プロセス化に向けた技術開発
4. 経済性・環境性の評価

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

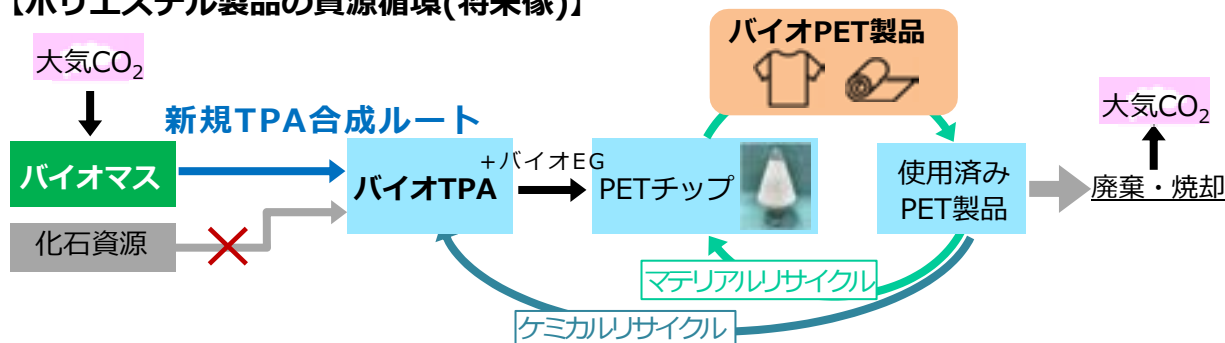
本研究では、バイオマス原料である糖から効率よくTPAを合成する方法の開発を目指します。糖からの高効率合成法が確立されている独自の糖由来化合物を出発物質とし、①糖由来化合物の芳香族化反応、②生成した芳香族中間体からTPAを合成する反応からなる、新規TPA合成ルートを着想しました。固体触媒技術を駆使した反応開発を進めることにより、高収率・高濃度での変換反応系を構築します(研究開発項目1、2)。さらに、スケールアップによる技術検証、プロセス設計などのプロセス化に向けた技術開発(研究開発項目3)を行い、経済性・環境性を両立したバイオTPA合成技術を確立します(研究開発項目4)。

将来的には本研究により構築する技術をバイオTPAの生産技術へと進化させ、PET製品のバイオ化率向上に貢献します。

研究開発の実施体制

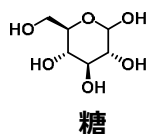
東レ株式会社
(再委託先) 日揮ホールディングス株式会社
国立大学法人北海道大学

【ポリエステル製品の資源循環(将来像)】

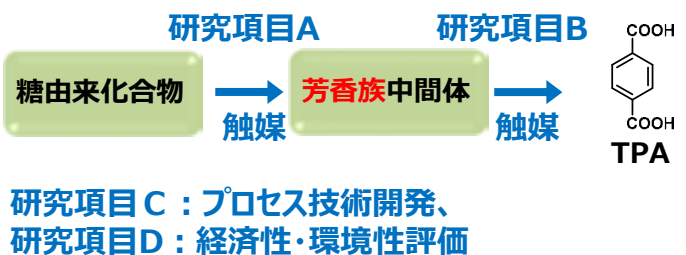


【新規TPA合成ルート】

非可食バイオマス



本研究開発のスコープ



省資源・軽量・高性能な有機リチウムイオン二次電池の研究開発

Resource-saving, light-weight, and high-performance organic lithium-ion battery

研究開発の目的

資源リスクフリーかつ軽量・高性能なリチウムイオン二次電池の開発に向け、有機電極活物質の探索と電極の設計に関する研究を行います。

研究開発の背景、将来展望

電気自動車やロボット、太陽光エネルギーの効率的活用に向けた電力貯蔵など、現代および未来社会のインフラとして蓄電池の高性能化が必要不可欠です。本研究では、有機リチウムイオン二次電池により、資源リスクフリー、軽量、高性能化を目指します。本研究開発により、ドローンの航続距離の大幅な延長、屋根や屋上に設置可能な大容量定置電源、空飛ぶ通信基地局の実現など、未来社会のインフラに必要な蓄電池の実現につなげます。

研究開発項目

1. 有機電極活物質の探索
2. 活物質の高分子化とナノ構造制御
3. 有機電極活物質の充放電機構解明
4. 電極構造の最適化による性能向上

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

独自技術の小規模データでも適用可能なマテリアルズインフォマティクスを活用し、無数に存在する有機化合物から、電極活物質の候補となる化合物を効率的に抽出します。また、その低分子化合物の重合とナノ構造制御による高性能化を行います。無機電極活物質とは異なる、有機電極活物質に特有の充放電機構を解明することで新たな知見を得るとともに、導電助剤との複合状態など電極構造の最適化を行うことで高性能化を目指します。これらの研究を通じて、正・負極の高エネルギー密度化と繰り返し特性をもつセルの作製を目指します。このような有機リチウムイオン二次電池の研究開発に産学連携で取り組むことで、2040年以降の資源リスクフリーな電池の社会実装に向けた基盤技術の確立が見込まれます。

研究開発の実施体制

学校法人慶應義塾
ソフトバンク株式会社



本研究の目指す「省資源・軽量・高性能な有機リチウムイオン二次電池の研究開発」の実現に向けた研究内容とその将来展望

革新的ナノ均一構造正極による超高速充放電亜鉛二次電池の開発

Ultrahigh-rate zinc secondary batteries by innovative homogeneous-nanostructured cathodes

研究開発の目的

ナノ均一構造正極(RSW電極) からなる低地政学的リスク・安全・高容量・高速充放電可能な亜鉛二次電池(ZIB)の開発を目指します。

研究開発の背景、将来展望

カーボンニュートラル社会の実現に向けて、再生可能エネルギーの貯蔵源や車載用蓄電池として、蓄電池の市場規模が急激に増加すると予測されています。リチウムイオン電池(LIB)が蓄電池の中心を占めると予測されますが、その安定供給、安全性に課題があり、また、用途拡大のためには充放電速度の向上も求められます。これら課題を解決するため、資源供給リスクを考慮したサプライチェーンの確保、安全な回収とそのリユース・リサイクルが容易な二次電池の開発が急務です。本事業では、高容量・安全・資源リスクが小さい亜鉛(図1)を用いたZIBに注目します。高速充放電・高容量ZIBは、エネルギー産業のゲームチェンジャーとして期待されます(図2)。

研究開発項目

1. ナノ粒子の溶媒分散化とCNTとの複合化技術の開発
2. CNTの溶媒分散化技術の開発
3. 分散液塗布法による電極作製技術の開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

既存電極は正極活物質の本来の性能を発揮できていません。山形大学では正極活物質ナノ粒子とカーボンナノチューブ(CNT)が均一混合されたRSW電極を用いて、超高速充放電可能なZIBの作製に成功しました(図3)[1、2]。本事業では、プルシアンブルー類似体(PBA)等を活物質とする低地政学的リスク・安全・高容量・高速充放電可能なZIBの作製を目指します。この課題達成に向けて、(i)活物質のナノサイズ制御・分散液の作製、(ii)CNT分散液の作製とその評価手法の確立、(iii)塗工によるRSW電極作製技術の確立、に取り組みます。本事業では、1分以下で充放電可能な電池の作製、 $>300 \text{ mAh g}^{-1}$ の容量を示す電池を開発します。

本事業の達成によって、低地政学的リスク・安全・持続可能な二次電池を創製できます。LIBを含めた多くの電池市場を置き換える高付加価値・革新的な技術を提供します。

研究開発の実施体制

国立大学法人山形大学
株式会社大阪ソーダ
エムテックススマート株式会社

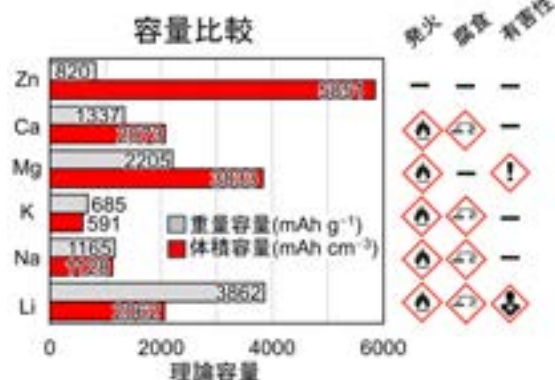


図1. 金属の重量容量/体積容量の比較と発火性等の比較。Adv. Energy Mater. 2020, 2000787および厚生労働省安全データシートを参考に作成。

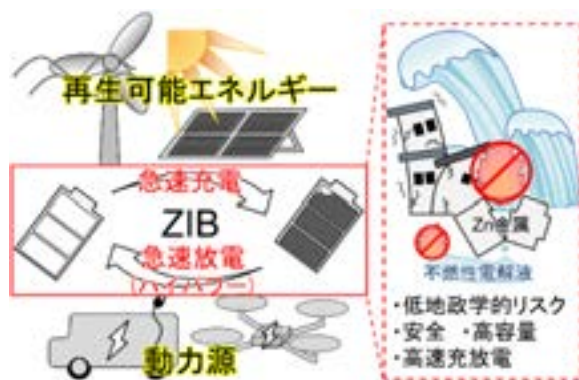


図2. ZIBが中心となるエネルギーサイクルとZIBの特性。ZIBは災害時のリスクマネジメントが容易です。

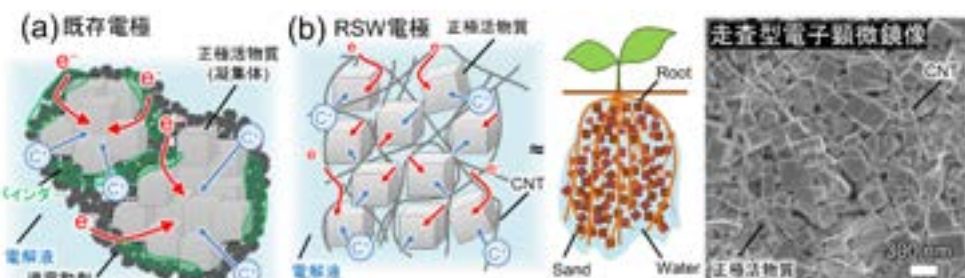


図3 (a) 既存電極と(b)RSW電極の構造モデル。既存電極では凝集により機能低下を引き起こす。植物の根(Root)-砂(Sand)-水(Water)をイメージさせることからRSW電極と名付けた。C⁺はカチオンを示す。

[1] J. Mater. Chem. A, 2023, 11, 26452-26464. [2]. PCT/JP2022/032132.

社会実装を見据えた縦型ダイヤモンドMOSFETの要素技術開発

Vertical diamond MOSFETs technology for future sustainable society

研究開発の目的

2050年カーボンニュートラル社会の実現に貢献するため、社会実装を見据えた縦型ダイヤモンドMOSFETの大電流化、および高耐圧化に向けた要素技術開発を行います。

研究開発の背景、将来展望

ダイヤモンドは、優れた半導体物性から、Si（シリコン）や次世代パワー半導体として社会実装が進められているSiC（炭化ケイ素）／GaN（窒化ガリウム）と比較して、高性能（大電流、低損失、高耐圧）になり得る潜在能力を有しています。そのポテンシャルを活かしたダイヤモンドパワーMOSFETは、様々な応用が考えられています。例えば、再生エネルギー分野における系統連系インバータへの応用や、次世代モビリティシステムのパワーエレクトロニクス機器への応用などが期待されています。ダイヤモンドは、他の半導体材料と比べて、極めて高い熱伝導率であることから、これらのシステムの小型化にも貢献すると期待されています。

研究開発項目

1. 大電流化に向けた要素技術の開発
2. 高耐圧化に向けた要素技術の開発

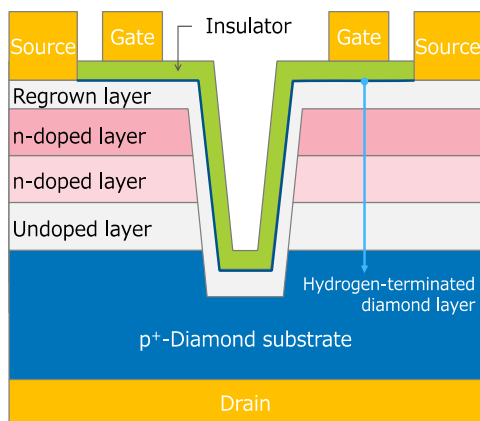
研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

人口増加や人工知能の登場により、エネルギー需要が爆発的に増加することが予想される中、カーボンニュートラルの実現に向けて、パワーデバイスの省エネ化、高効率化を図り、CO₂削減に取り組んでいくことが求められています。ダイヤモンドは、高密度の2次元正孔ガス(2DHG: Two-Dimensional Hole Gas) をトレンチエッチング面を含むダイヤモンド表面に形成することができるため、縦型ダイヤモンドパワーMOSFETが実現できます。また、ダイヤモンドは圧倒的に高い熱伝導率から、縦型デバイスの集積密度を格段に高めることができるため、大電流化が期待できます。さらに、他の半導体材料と比較して、高い絶縁破壊電界を有することから、高耐圧化も期待できます。本研究開発では、この縦型ダイヤモンドパワーMOSFETの社会実装に向け、これまで開発されてきた縦型ダイヤモンドパワーMOSFETの従来特性を引き上げるための、大電流化、および高耐圧化を実現する要素技術を開発します。

研究開発の実施体制

株式会社Power Diamond Systems
学校法人早稲田大学
国立大学法人九州工業大学

縦型ダイヤモンドMOSFET



カーボンニュートラル実現に向けて社会実装される ダイヤモンドMOSFETアプリケーション例



本研究開発の対象： 緑枠 オレンジ枠 を想定

ダイヤモンドパワー半導体技術の研究開発

Diamond Power Semiconductor Technologies

研究開発の目的

大電流・高耐圧化及び小型化に有利な反転層縦型ダイヤモンドMOSFET技術の開発とダイヤモンドパワーMOSFETの早期実現を可能にするダイヤモンドヘテロエピウェハの有効性を検証します。

研究開発の背景、将来展望

ダイヤモンドは極めて高い物性・耐放射性を有することから、究極の半導体といわれています。1980年台にダイヤの気相合成技術が報告され、ダイヤ半導体の研究がスタートしましたが、ダイヤウェハの大口径化及び反転層MOSFETの実現が困難であったことから未だダイヤ半導体は実用化されていません。本研究開発では、世界で初めて反転層ダイヤMOSFETを実現した金沢大学、産業技術総合研究所と、世界最大級の2インチダイヤウェハ技術を有するOrbray社と、パワー半導体の世界トップレベルメーカーの東芝デバイス&ストレージ社がダイヤパワーMOSFET技術を開発し、社会実装を実現することでカーボンニュートラルや宇宙ビジネスの加速を目指します。

研究開発項目

- A-1. 縦型ダイヤMOSFET技術の開発
- A-2. ダイヤMOSFET実装技術の開発
- B-1. ダイヤ(111)ヘテロエピウェハ技術の開発
- B-2. ダイヤウェハの高度化技術の開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

- A-1. 縦型ダイヤモンドMOSFET技術の開発
高耐圧・大電流動作を可能にする反転層型のダイヤモンド縦型V字トレンチ構造MOSFETを開発します。
- A-2. ダイヤMOSFET実装技術の開発
ダイヤモンドMOSFETの実装技術を開発し、ディスクリートダイヤモンドMOSFETを作製・評価します。
- B-1. ダイヤ(111)ヘテロエピウェハ技術の開発
反転層チャネル動作の縦型プレーナー構造MOSFETに必要なダイヤモンド(111)ヘテロエピウェハの開発を行います。
- B-2. ダイヤウェハの高度化技術の開発
インチサイズの大面積ヘテロエピウェハの高品質化・高度化技術を開発し、究極の半導体特性を生かした省エネルギー化の実現時期の加速に資することを目指します。

研究開発の実施体制

国立大学法人金沢大学
国立研究開発法人産業技術総合研究所
Orbray株式会社
(再委託先) 東芝デバイス&ストレージ株式会社



トポロジカル物質を用いたユニバーサルメモリの研究開発

Universal memory using topological materials

研究開発の目的

トポロジカル物質を用いた省電力なユニバーサルメモリを開発し、急増する半導体の演算電力需要を抑制することが目的です。

研究開発の背景、将来展望

AI等のソフトウェアが急激な成長を遂げ、人々の生活はますます便利で豊かになっています。その一方で、それを支える為にデータセンタなどの半導体で消費される演算電力も急激に増加しており、2050年カーボンニュートラルを目指す上でのボトルネックとなっています。トポロジカル物質を用いた磁気メモリは動作電力が従来の技術と比較して劇的に小さく、この問題の解決策の1つとなります。このメモリ技術の開発を通じて新たなソフトウェアサービスの導入と環境負荷の低減を両立する、サステナブルな社会の実現を目指します。

研究開発項目

1. トポロジカル物質を用いた磁気メモリ(トポロジカル物質メモリ)試作
2. トポロジカル物質メモリを用いた新規コンピューティングのメモリ技術
3. トポロジカル物質メモリ性能向上の為に物理的・材料的ソリューション

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

トポロジカル物質であるMn₃Snの薄膜を中心とした積層膜構造による磁気メモリ(トポロジカル物質メモリ)デバイスを試作・評価し、シミュレーションを通じて最適な膜材料や積層組み合わせを求めます。

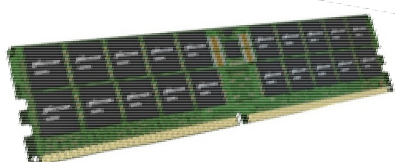
トポロジカル物質メモリの高速かつ省電力である特長により、現在の主流であるDRAM、SRAMなどによる階層構造のメモリの課題を解決し、コンピュータアーキテクチャの変革をもたらすユニバーサルメモリを実現する可能性を実証します。メモリデバイスの開発のみならず、安定性や性能の向上に寄与するため材料物性の改善にも取り組んでまいります。半導体メモリの電力消費を抑制することで、主記憶容量が大容量化するAIの演算を担うデータセンタ等の消費電力を劇的に低減することによって、様々な分野でのAIの実装がサステナブルに行われる社会を実現します。

研究開発の実施体制

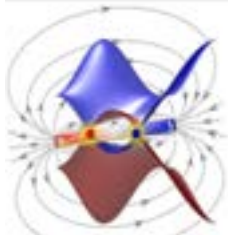
TopoLogic株式会社
 国立大学法人東京大学
 (再委託先) JSR株式会社
 (再委託先) 国立大学法人京都大学



メモリ階層構造の課題と、ユニバーサルメモリへの期待



メモリ技術の適用先の一つ
DRAMチップ



トポロジカル物質
のバンド構造



試験中の半導体メモリ素子

アンモニア除害、回収、再利用技術の研究開発

Ammonia removal and reuse technology

研究開発の目的

アンモニア燃料船・運搬船に搭載可能な、吸着剤を用いたアンモニア除害・回収・再利用技術を開発し、サプライチェーン全体で利用可能な技術への拡大を目指します。

研究開発の背景、将来展望

2050年のカーボンニュートラル実現に向けて、アンモニア(NH_3)は水素キャリアや脱炭素燃料として注目されています。日本の貿易の99%を担う船舶では、 NH_3 燃料エンジンの開発が進められていますが、その社会実装のためには、 NH_3 の除害技術が必須です。本研究では、 NH_3 を除害するだけでなく、除害した NH_3 や除害に使用した吸着剤・水の再利用を可能とする技術を検討します。この技術は、安全の確保や環境負荷低減にとどまらず、船上・沿岸関連設備の省スペース化と運用コストの低減を実現し、 NH_3 利用による社会のカーボンニュートラル化に貢献します。

研究開発項目

1. 高性能アンモニア吸着剤の開発
2. アンモニア吸着剤の性能評価手法の確立
3. 船上・陸上のアンモニア除害シナリオの検討
4. 除害・回収・再利用システムの概念設計と評価
5. 活用シナリオ拡大、業界基準策定のための調査

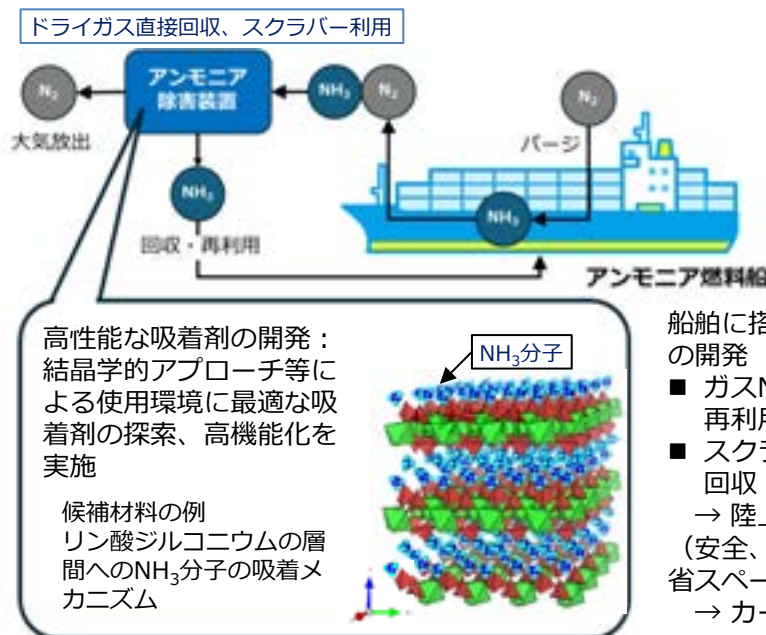
研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

本研究では、開発する吸着剤を用いた NH_3 除害・回収・再利用システムが、既存技術と競争力を持つ条件を見出すため、まず、船上および陸上施設でのシステムの利用方法を明確にします。吸着剤の開発では、 NH_3 の除害・回収を目指すだけでなく、 NH_3 と吸着剤の再生利用を視野に入れます。このため、吸着剤の NH_3 吸脱着性能の評価手法を確立するとともに、システム設計側から要求される性能要件をもとに、高い NH_3 吸脱着性能を持つ吸着剤の探索と開発、実用化に向けた成形技術の検討を進めます。最終的には、大気放出時の NH_3 濃度25ppm以下を達成するシステムの概念設計と評価に繋がります。現在、このようなシステムは検討されておらず、将来的には業界基準化や国際標準化により、日本の産業競争力強化にも寄与します。

研究開発の実施体制

国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所
 国立大学法人山梨大学
 国立大学法人新潟大学
 日本郵船株式会社
 株式会社IHI
 大陽日酸株式会社
 一般社団法人クリーン燃料アンモニア協会

吸着剤を利用したアンモニア除害・回収・再利用システム



日常的なオペレーションでアンモニアの排出（パージ）が必要になると想定されるケース

- 通常または緊急での燃料切替
燃料供給配管内のパージ
- エンジン等のメンテナンス
エンジンや燃料供給装置など

船舶に搭載可能な小型で高機能なシステムの開発

- ガス NH_3 の直接回収（ NH_3 、吸着剤の再利用）
- スクラバー利用時の処理水からの NH_3 回収（ NH_3 、吸着剤、水の再利用）
→ 陸上設備への利用拡大
（安全、環境負荷低減、資源の有効利用
省スペース、低コスト化）
→ カーボンニュートラル実現に貢献

革新的VEMSの開発とモデル地域実証

Innovative VEMS development and model area demonstration

研究開発の目的

農山漁村において一次産業用需要施設および再エネ発電設備を束ねてエネルギーマネジメントするシステム(Village Energy Management System; VEMS)を構築し、再エネの導入が進む宮古島をモデル地域として実証を行います。

研究開発の背景、将来展望

農山漁村には多様な再エネが賦存しており、脱炭素社会実現のためには、それらの再エネ由来の電力を利用することが有効です。しかし、再エネ電源は出力が変動しやすく、系統電力品質を不安定にします。VEMSには、需給コントロールにより再エネの出力変動を吸収・調整する役割が求められ、また農山漁村において基幹産業である一次産業への再エネ有効活用を促進して地域を活性化することが期待されています。将来的にVEMSは電力だけでなく、熱、水素等も扱うシステムへ拡張し、他分野のEMSとも連携して、農山漁村の自律分散型エネルギーシステムの構築と脱炭素社会の実現を推進します。

研究開発項目

- A. VEMSの開発
- B. VEMS実証
- C. 国家プロジェクト化および社会実装に向けた課題整理

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

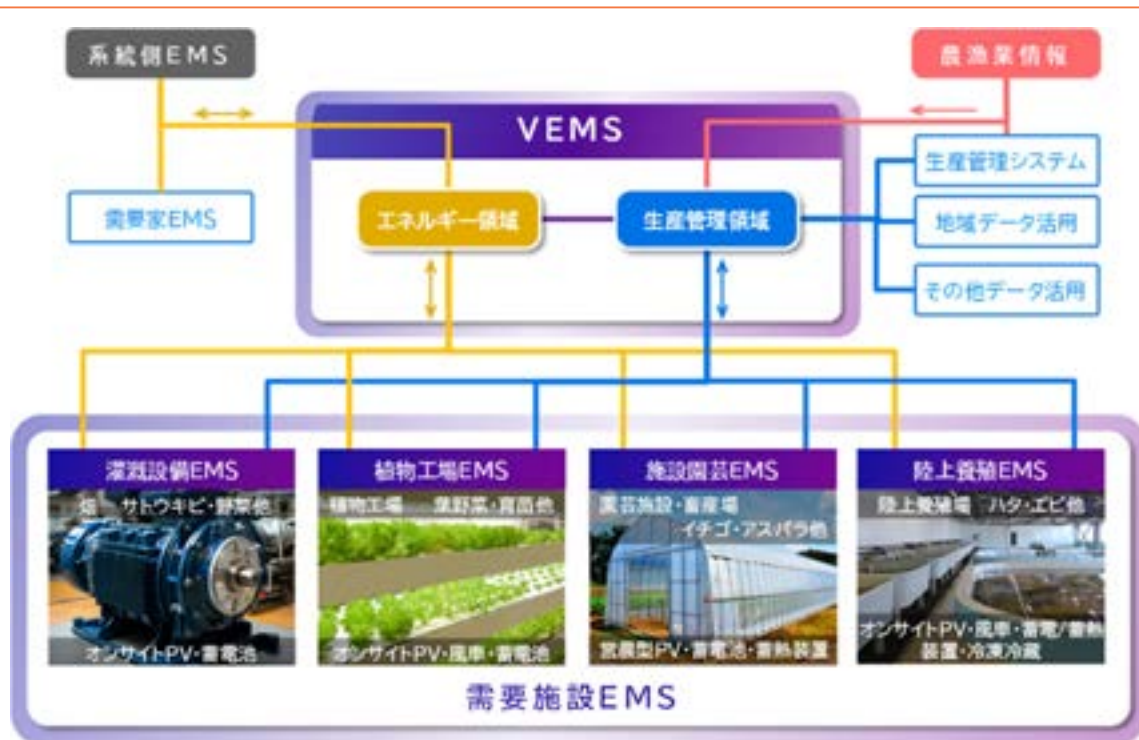
農漁業情報プラットフォームやその他のEMS等と通信し、PV・風力発電の発電状況や蓄電池の残量に応じて、灌漑、陸上養殖、植物工場や施設園芸などの一次産業用需要施設の運転を制御するVEMSを開発します。

本VEMSを活用し、系統からのデマンドレスポンス要請を受けて一次産業需要施設の電力需給バランスをコントロールし、系統電力を安定化するシステムを構築します。また、再エネの有効活用により農漁業の生産性向上およびコスト低減を実現するエネルギーマネジメント技術を開発します。

VEMSの社会実装により、一次産業用需要施設がデマンドレスポンスに対応することで、再エネの出力変動を吸収・調整することが可能になります。また、再エネ利用型農漁業の普及により農山漁村の活性化が期待されるとともに、賦存する再エネの活用により脱炭素社会の実現に貢献します。

研究開発の実施体制

一般財団法人電力中央研究所
株式会社ネクステムズ
国立大学法人佐賀大学
国立大学法人東京大学



宮古島におけるVEMS実証のイメージ図

農林水産業の生産管理とエネルギー需給が連携するL-EMS開発

Local Energy Management System (L-EMS) for Integrating Production Management and Energy Supply in Agriculture, Forestry, and Fisheries

研究開発の目的

農山漁村で生じたエネルギーを地域内で地産地消することにより、地域経済の活性化とCO₂を削減する持続可能な社会の実現に寄与します。

研究開発の背景、将来展望

農山漁村には、太陽光・小水力・風力などエネルギーの供給源とそのエネルギーを利用する農林水産業が存在します。これまで必要なエネルギーは電力・石油・ガス会社から購入したり、地域で生じたエネルギーは電力会社へ販売するのが一般的でした。しかし近年、社会情勢の変化からエネルギーの価格は高騰し、また、エネルギー供給は不安定な時代に突入しました。また、農産物の生産から排出される温室効果ガスも削減が求められています。

そこでエネルギー利用の高い農林水産業の分野で、農産物の収益を下げずにエネルギーの利用を効率化するシステムを開発します。

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

農山漁村でエネルギー管理を行うシステムはありましたが、規格はバラバラで、農林水産業に適した仕組みではありませんでした。

本研究では、農林水産分野を統一して管理するシステム構築を目指し、IoT技術を活用し、エネルギー利用に関わる環境要素や生産要素をリアルタイムで制御する技術を開発します。これにより電力会社は需要動向に応じて電力削減や売量に応じて電気料金の値引きや買取料金の割り増し(インセンティブ型デマンドレスポンス:以下DR)を行うことができます。また、市況情報を生産に取り込むことにより、最適価格で販売が可能になります。こうした価格変動に応じて、生産者が最適な販売できるエネルギーマネジメントシステムを開発し、収益が1.5%向上する条件を明らかにします。

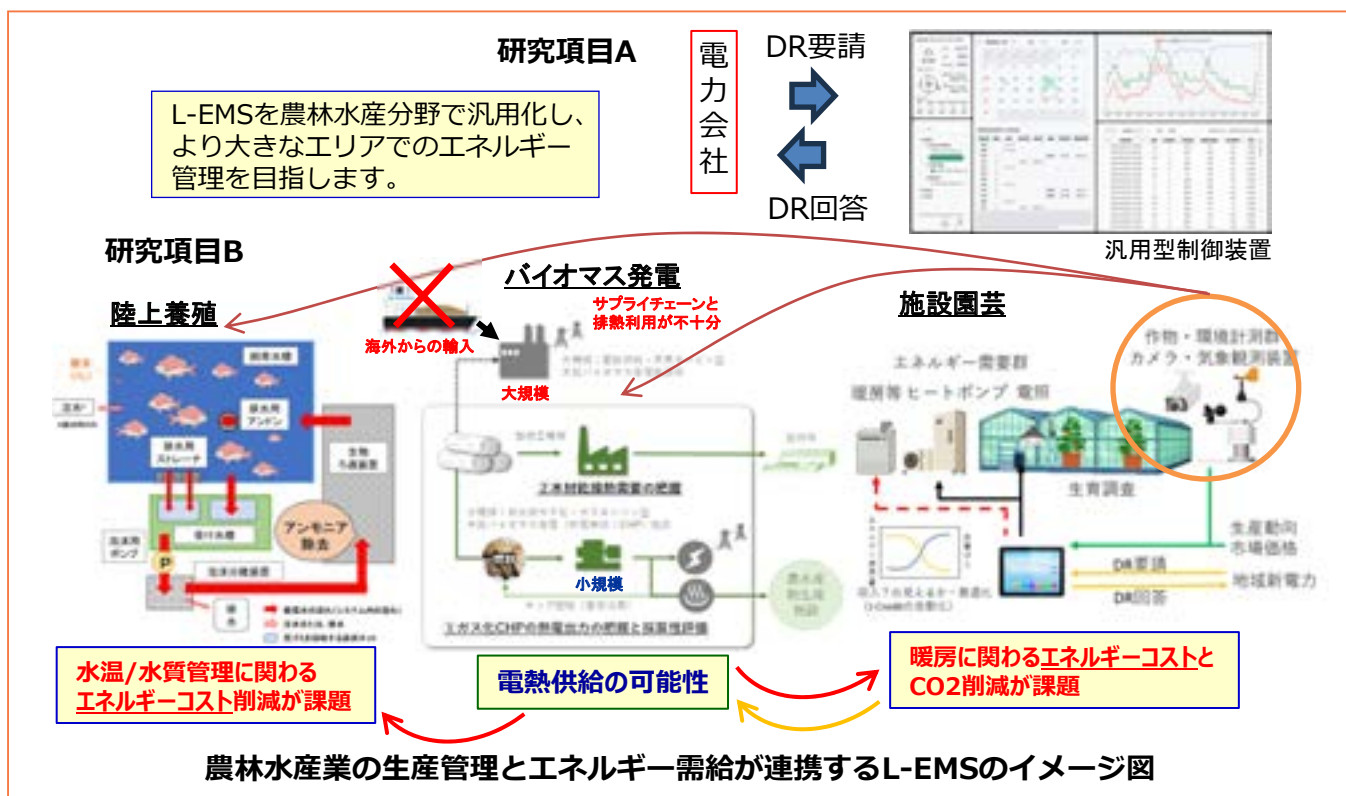
加えて、系統電力に頼らない農林水産業を構築することで、災害に強く消費者に安定した農林水産物を提供することが可能となります。

研究開発項目

1. データ活用型L-EMSの見える化技術の開発
2. 見える化プラットフォームの農林漁業への導入
3. データ駆動型施設園芸のL-EMS調査
4. 木質バイオマス利用施設におけるL-EMS調査
5. 閉鎖循環式陸上養殖の再エネ利用に向けた基盤技術の開発

研究開発の実施体制

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
国立研究開発法人森林研究・整備機構
公立大学法人札幌市立大学
国立研究開発法人水産研究・教育機構
株式会社NTTアグリテクノロジー
持続未来株式会社



アンモニア燃焼ハイブリッド航空推進システムの検討

Ammonia combustion hybrid air propulsion system

研究開発の目的

本研究では、脱炭素社会の実現に向けて、アンモニアガスタービンによるハイブリッド電動航空機の実現可能性を検証します。

研究開発の背景、将来展望

航空輸送の電動化において、電池を用いる純電動航空機より、ガスタービンを発電に用いるハイブリッド化に期待が集まっています。一方、脱炭素の観点から、水素キャリアによる発電を考えると、運搬並びに貯蔵が容易でコストが安いことから、アンモニアが注目されています。特に、アンモニア発電の鍵技術であるアンモニア燃焼については、我が国が世界のトップを走っています。そこで本研究では、アンモニア燃焼によるハイブリッド電動航空機の実現可能性を検証します。

研究開発項目

1. アンモニアハイブリッド航空機のプロトタイプ
2. アンモニアハイブリッド推進システムの研究開発
3. 航空用アンモニア燃焼器の基礎研究

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

アンモニアハイブリッド航空機のプロトタイプでは、小型機から大型機へ技術波及が行われることを想定し、機体概念検討を通じリージョナル機のカーボンフリーなハイブリッド化を検討します。アンモニアハイブリッド推進システムの研究開発では、詳細な性能評価を実施するためのシミュレーション技術開発を行うとともに、アンモニアを使用した航空用ガスタービン燃焼器の概念設計を実施します。航空用アンモニア燃焼器の基礎研究では、旋回流燃焼器内部の燃焼特性をレーザー計測を用いて詳細に検討するとともに、アンモニアの着火遅れ時間を計測し、反応管を用いた化学種計測を行います。これらの実験からアンモニア燃焼の特性を基礎的に解明し、上述のシミュレーション技術の基盤とします。

国際民間航空機関では、2050年カーボンニュートラルを目指しており、本研究の成果が社会実装されると、目標実現に大きく近づくことができます。

研究開発の実施体制

国立大学法人東北大学
三菱重工航空エンジン株式会社
国立大学法人広島大学



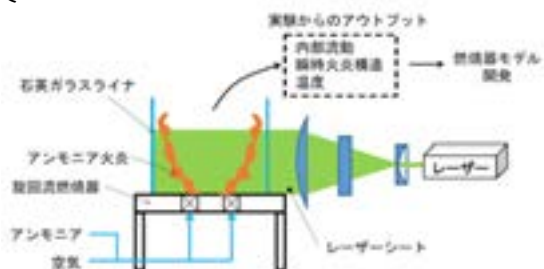
旋回流中のアンモニア火炎



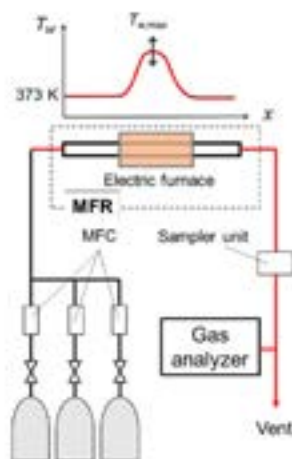
ハイブリッド電動航空機イメージ



衝撃波管



アンモニア火炎に対するレーザ計測



反応管実験装置概略図

持続可能な航空機生産に関する研究開発

R&D for Sustainable Airframe Production

研究開発の目的

リードタイム削減によるカーボンニュートラル対応と労働力不足対策の取り組みとして、航空機検査プロセスの自動化技術・省人化技術の要素技術を開発します。

研究開発の背景、将来展望

航空機の生産は、その構造が大型かつ複雑であるため、自動化によって品質(再現性確保)を型式証明に適合するレベルにすることが難しいのが現状です。また流れ作業ができず、人が機体に乗って作業する労働集約型の産業です。したがって、国内でも顕著となりつつある少子高齢化による労働力不足への対策が急務であり、将来の需要に対応するためには生産の継続的な効率化が必要です。このような課題を解決するために、航空機生産の自動化技術を開発することは、日本の航空機産業を持続させるために不可欠です。

本研究開発は、2030年代半ばに予定されている次期民間航空機開発における日本の地位を維持・発展させ、さらに、自動化技術は製造期間の短縮につながり、航空機製造時に発生するCO₂の削減にも寄与します。

研究開発項目

1. 外観検査自動化技術の研究
2. 通し穴開けのin-situ検査技術の研究

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

<外観検査自動化技術の研究内容>

航空機の外観検査は、検査員の目視判定で行われており、画像処理による検査は信頼性が証明されていないことと、判定理由が示せないことから実現していません。そこで、画像認識AIと言語AIを組み合わせたマルチモーダルAI判定技術を開発し、判定理由を検査員と同様に説明でき、同等の判定結果を示す「AI検査員」開発を目指します。また、画像取得の自動化も目指し、人共存型ロボットを活用する航空機の複雑な組立構造に柔軟に対応できる技術を開発します。

<通し穴開けのin-situ検査技術の研究内容>

航空機部品の締結にはリベットやボルトが用いられますが、高い精度要求のため、部品を重ねて通し穴を開けますが、合わせ面に隙間が生じるとバリや切削粉が噛み込むため一旦分解して検査を行う必要があります。そこで、穴開け時の振動や加工反力をセンシングし、隙間やバリ、切削粉をその場で検査する技術を開発します。

<目標成果と社会実装する価値>

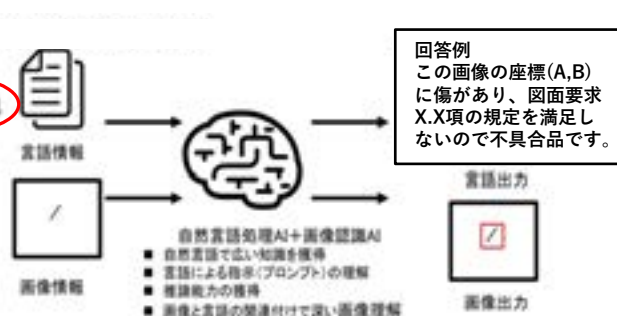
本研究開発により、2040年には検査員を含む国内航空機技能者の26%削減、CO₂の年間5万t削減が可能と試算しています。また、この技術は鉄道車両や橋梁などの検査への展開も期待できます。

研究開発の実施体制

国立大学法人東海国立大学機構、川崎重工業株式会社、株式会社SUBARU、三菱重工業株式会社、(再委託先) 国立大学法人宇都宮大学



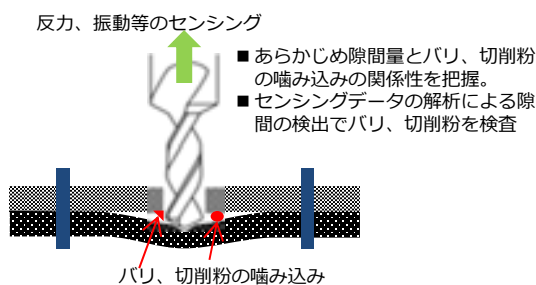
国内重工A社航空宇宙部門における雇用可能人員予測



マルチモーダルAI判定技術の概要



作業者と共存可能なロボットによる画像取得の要素技術



通し穴開けのin-situ検査技術の概要

黒鉛材料の非化石原料化に向けた研究開発

Synthesis of non-fossil-based pitch for graphite

研究開発の目的

非化石資源を原料とするピッチ(グリーンピッチ)の合成技術を開発することで、化石資源由来の原料供給懸念の解決に資する黒鉛材料製造法を提案し、要素技術の確立を目指します。

研究開発の背景、将来展望

黒鉛材料は、軽量で高強度であることに加え、耐薬品性、耐熱性等に優れるため、電炉製鉄用の黒鉛電極、半導体製造用の黒鉛るつぼ等の様々な用途で使用されており、カーボンニュートラルの実現に必要な基幹材料の一つとして、今後の需要拡大が見込まれます。一方で、黒鉛材料の原料である化石資源由来のコールタールならびFCCボトム油の生産量が将来的に減少することが懸念されています。

そこで本研究開発では、黒鉛材料を今後も継続利用できる社会を実現するため、化石資源依存から脱却し、安定供給可能な非化石資源を原料とする黒鉛材料製造法の確立を目指します。

研究開発項目

1. 木質系バイオマス、廃プラ等からのピッチ基材転換技術開発
2. 使用済み黒鉛からのピッチ基材転換技術開発
3. CO₂からのピッチ基材転換技術開発
4. グリーンピッチの特性制御技術開発

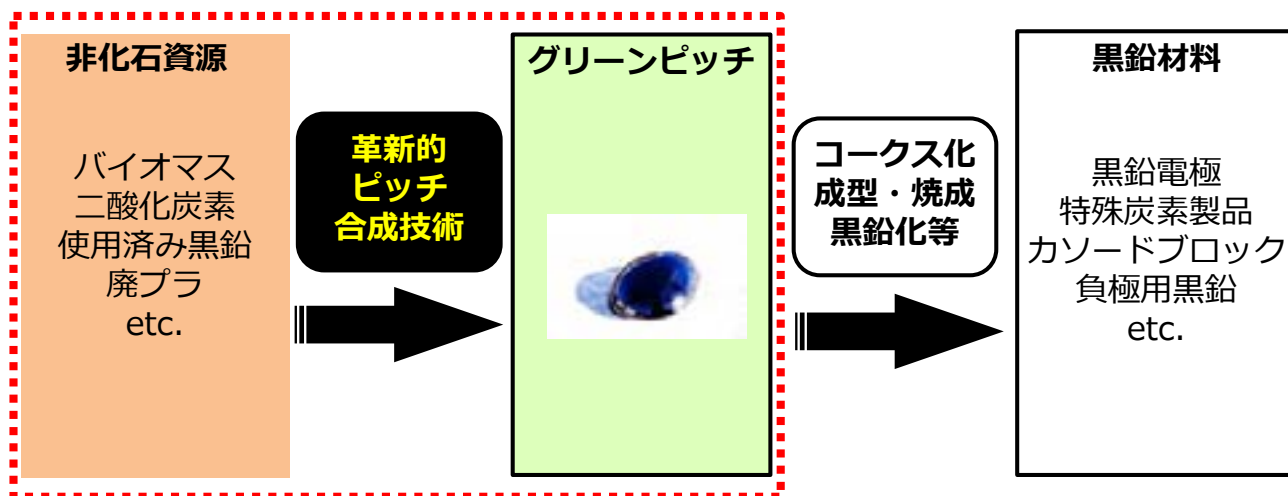
研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

黒鉛材料における化石資源依存からの脱却を実現するには、非化石資源から黒鉛材料の前駆体となるピッチを合成することが重要です。本研究開発では、木質系バイオマス、廃プラスチック(廃プラ)、CO₂、使用済み黒鉛等の非化石資源を出発原料とするピッチの合成技術開発を行います。具体的には、各種非化石資源を原料として、主に酸素含有量および芳香族性を制御することで、黒鉛材料の原料として適用可能な特性を持つグリーンピッチの合成を目指します。

本提案技術によりグリーンピッチを合成することができれば、既存の産業技術であるディレードコーカー等に適用でき、これまでに確立している炭素化・黒鉛化技術によって早期社会実装が可能であると考えています。さらに、社会実装が実現すれば、原料の安定供給によって黒鉛材料の継続利用が可能なる社会を実現できるだけでなく、国内黒鉛産業の強化にもつながら、黒鉛材料を利用するあらゆる産業に極めて大きなインパクトがあると考えています。

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
SECカーボン株式会社
(再委託先) アイ・エムセップ株式会社
東洋炭素株式会社
日鉄ケミカル＆マテリアル株式会社



非化石資源を原料とする黒鉛製造法

ウェアラブルな飛行モビリティ技術の研究開発

Technology of wearable aviation mobility

研究開発の目的

洋上風力発電等、アクセスが難しい非化石エネルギーインフラの保守・運用や、災害時の救助・復旧のために、本研究では、人そのものの飛行を可能とするウェアラブルな飛行技術を開発します。

研究開発の背景、将来展望

洋上風力発電などのアクセスが難しいインフラでは、安定した保守・運用が重要です。現状、船舶等による作業員の移動において作業経路やスケジューリング、悪天候時の安全性に制約があります。

本研究開発では、新たなエアモビリティにより作業員の移動能力を革新し、保守・点検フローのあり方を刷新します。これにより我が国における非化石エネルギーの導入拡大に貢献します。また災害時等の救助・ライフライン復旧に貢献します。特に人が着用して、人そのものが飛行する技術を実現することで、離着陸場所を選ばずに空中作業が可能となり、個人単位での柔軟な飛行運用が実現します。

研究開発項目

1. 人マシンインタフェース技術の開発
2. 人飛行性能の高度化
3. 飛行モビリティ社会実装の計画策定

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

ウェアラブルな飛行モビリティ技術では、人間の飛行安定性を理論解析し、安定的な人の飛行を解釈・設計します。その上で、ハンズフリーでの空中作業、直感的な操作性、飛行中の身体への負荷低減といった装置性能を創出します。人と装置が一体化する「人マシンインタフェース技術」を構築し、ホバリング試験により技術実現性を実証します。

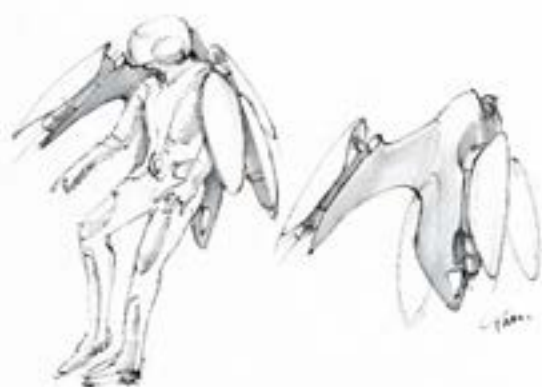
将来的な飛行性能の高度化にも取り組みます。複合材料の適用による装置の軽量化、耐風性・推力操作効率に関する検証とコンセプトモデル設計を実施します。

ユースケース調査とステークホルダーとの連携も実施します。発電インフラの保守・運用の高度化や、災害時の救助・復旧活動の強靱化について具体的なシナリオを描き、安定した非化石エネルギー供給や災害に対する強靱化に貢献します。

研究開発の実施体制

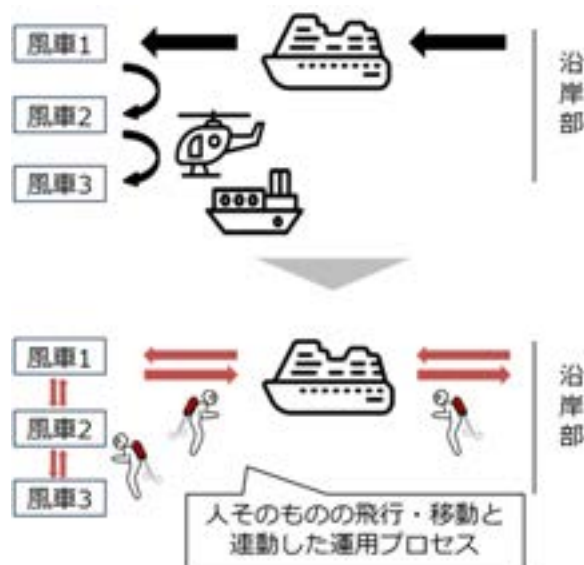
emblem株式会社
(再委託先)
美津濃株式会社
ミズノテクニクス株式会社
株式会社スカイワード・オブ・モビリティーズ
国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

飛行システムのイメージ



(東京大学 山中俊治によるスタイリング)

インフラ保守の運用刷新



強化学習による解体計画と物体操作の自律化の研究開発

Autonomous disassembly planning and manipulation through reinforcement learning●

研究開発の目的

既知部品の小変更品の解体を自律的に計画し実行するロボットシステムを開発します。複数の小変更品の解体を試行する事で、システムの汎用性および有用性を確認します。

研究開発の背景、将来展望

近年、持続可能な社会の実現に向け、再生材の大幅な利用拡大を通じた資源循環経済への転換が求められています。しかし、現在の廃車を破砕し材料ごとに選別するプロセスでは、高純度再生材の抽出は困難であり、破砕前に車を材料毎に精緻に解体することが求められます。一方、解体事業では、深刻な労働力不足への対応や安全な労働環境の整備が課題となっています。課題を解決するためには、「精緻解体」の自動化への転換が必要です。本研究開発では汎用的に解体するロボットシステムを開発し、自動車解体へ適用することにより資源循環型社会の実現を目指します。

研究開発項目

1. 自律解体システム向け複数ロボットアームの動作経路生成アルゴリズムの開発
2. シミュレーション上での強化学習による解体作業の自律化
3. ロボットの機構的な特性や力学作用の特性を考慮した解体計画の生成

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

本研究開発では、既知部品に対し部分的に変更のある自動車部品を解体対象とし、解体目的(=解体結果を部品としてリユースするか材料としてリサイクルするか)やその特徴に基づき解体計画を生成します。さらに解体計画に基づきロボットが解体ツールを切り替えながら自動車部品を自動解体する解体システムを開発します。本研究開発では以下の項目を評価し、車解体事業の省人化や安全性の向上を確認します。合わせて解体システムを社会実装する際の課題を明確化します。

- ・人の介入を低減しながらの解体の実現
 - ・主要な性能課題5件に対し、従来手法比10%の性能改善
 - ・従来の解体工程に対する、金額的価値、所要時間コスト、所要装置コストの改善
- 本解体システムの実用化により、有限である資源を効率的に利用し、我が国の持続可能な経済発展に貢献します。

研究開発の実施体制

株式会社デンソー
国立研究開発法人産業技術総合研究所
国立大学法人大阪大学

目指すクルマの循環社会

使い終わり

回収



自動車解体システム

解体



再生



資源の再利用



クルマ解体

部品解体

分離処理

再生材の水平サイクル

取組み範囲

部品解体
・製品仕様
・材料情報



AI

解体計画



単一材料ごとに解体

- ・金属系
- ・レアメタル系(基板)
- ・樹脂系

解体計画生成

- ・車部品の特徴に合わせ自律的に最適な解体ツールを選定する
- ・解体計画を汎用的に生成する

自律解体

- ・シミュレーション上の強化学習により解体対象との相互作用を学習する事で解体ツールや解体対象を自律的に操作する

オンシリコン多接合型太陽電池の研究開発

On-silicon multi-junction solar cells

研究開発の目的

モビリティ用途へ利用可能である超高効率な多接合型太陽電池を低コスト基板上へ形成することを目的とした研究を行っています。

研究開発の背景、将来展望

太陽電池を設置面積の限られたモビリティ用途で使用するためには変換効率の高い太陽電池が必要です。多接合型III-V族太陽電池は、最も高い変換効率が期待される太陽電池であり、宇宙用などで使われていますが、基板や製造プロセスコストが高く、低価格化が課題となっています。本研究では、超高効率な多接合型太陽電池を低コストシリコン基板上へ形成することで低価格化を実現し、一般用途で利用促進されることにより大規模な社会実装を目指しています。

研究開発項目

1. 高品質SiGe形成技術の開発
2. SiGeのポリッシング技術開発
3. 熱処理のスケールアップ検討
4. SiGe上へのIII-V族化合物太陽電池積層技術の開発

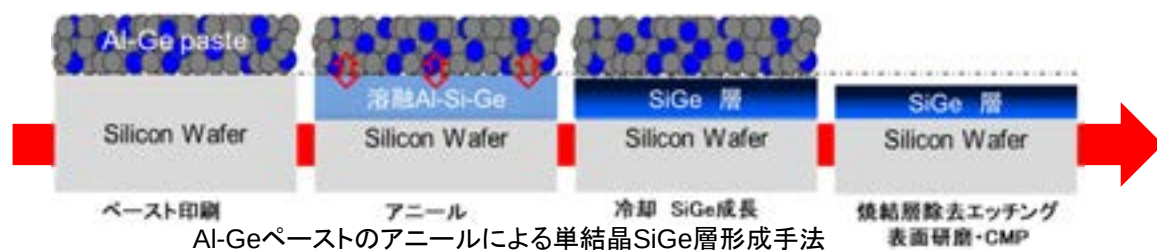
研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

本研究開発では、スクリーン印刷と非真空でのアニールプロセスによる簡易な手法で、単結晶シリコンゲルマニウム(SiGe)層を形成する新規技術を利用しています。従来は高価なGe基板上に結晶成長させる必要のあるIII-V族太陽電池を、SiGe層を格子間隔を緩和するバッファ層として上層部に形成することで、低コストなオンシリコン多接合型太陽電池を実証します。

目標として、Si基板への高品質の単結晶SiGe層形成技術を確認し、6inchサイズへのスケールアップを実証します。さらにSiGe層上へのIII-V族太陽電池層の積層と太陽電池動作の実証を目指しています。本技術は、超高効率太陽電池の大規模社会実装とカーボンニュートラル実現に貢献する革新的な技術です。

研究開発の実施体制

国立大学法人大阪大学
東洋アルミニウム株式会社
国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学
国立研究開発法人産業技術総合研究所



世界最高水準の高効率太陽電池を搭載した電動車

NEDO「太陽光発電システム搭載自動車検討委員会」中間報告書より抜粋
https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP2_100060.html

リサイクル容易な曲面・超軽量結晶Si太陽電池モジュールの開発

Recyclable, curved and ultra-lightweight crystalline Si photovoltaic modules

研究開発の目的

封止材を使用しない、または剥離可能な、軽量、曲面、リサイクル可能な新概念結晶Si太陽電池モジュールを作製する技術を確認します。

研究開発の背景、将来展望

近未来に予測されている太陽電池モジュールの大量廃棄時代に備え、廃棄やリサイクルに適した太陽電池モジュールの開発と普及が急務となっています。また、太陽光発電のさらなる導入をすすめるべく、耐荷重が小さく、平面でない建造物にも設置可能な太陽電池モジュールの開発も求められています。本事業では、封止材を使用しない、あるいは剥離可能な封止材を使用した曲面・軽量の新概念結晶シリコン太陽電池モジュールを作製する技術を確認し、太陽光発電のさらなる普及拡大とともに、封止材由来の劣化を無くすことによるモジュールの長寿命化、分解可能である特長を生かした部材の高いリサイクル性を実現します。

研究開発項目

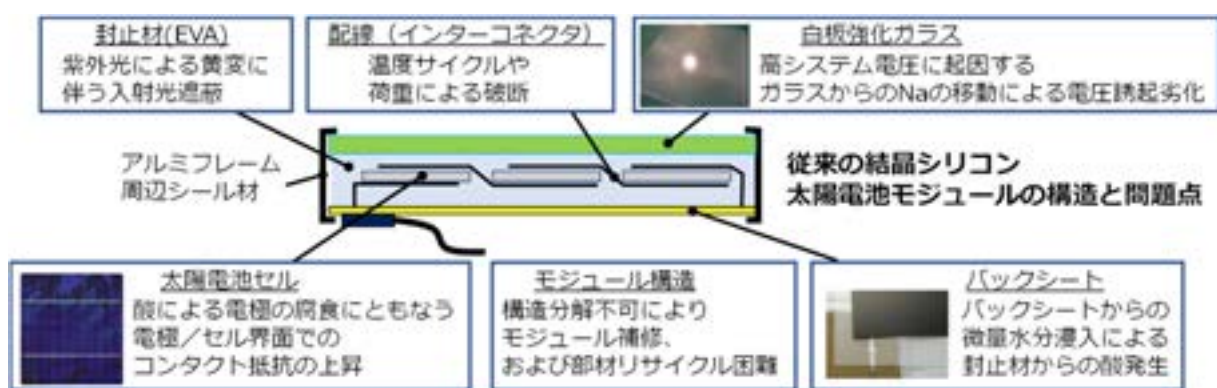
1. モジュール構造の開発
2. リサイクル可能な封止材料の調査・検証とセル間接続方法の開発
3. 複合加速試験による評価
4. 光反射損失低減構造の開発
5. 放熱機構の開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

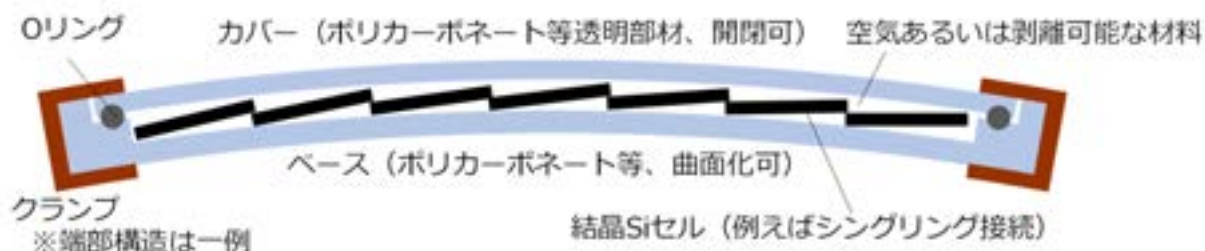
開発する新概念モジュールでは、機械的強度、多量の水分浸入、セルの温度上昇、光学損失などが課題です。これらの課題について、水分浸入を抑止できるモジュール構造の開発、リサイクル可能な封止材の使用、放熱膜の利用などにより解決を目指します。また、新概念モジュールに適したセル間の接続方法や、プラスチック材料自体の長期信頼性を確保するための手法についても開発します。以上の取り組みを通して、既存の結晶Si太陽電池モジュールと同等程度の発電性能を有する、曲率半径 3 m 以下、長辺1 m以上の新概念モジュールを具現化するとともに、新概念モジュールの量産化に必要な基盤技術を確認します。この新概念モジュールの社会実装を進め、廃棄物処理の問題の解決とともに、耐荷重や形状の問題で設置が難しかった建材への太陽光発電導入の促進にも貢献します。

研究開発の実施体制

国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学
京セラ株式会社
国立大学法人新潟大学
学校法人青山学院青山学院大学
国立大学法人東海国立大学機構岐阜大学



開発する太陽電池モジュールの構造



大型風洞設備による浮体式風車ウエイク現象の評価技術の研究開発

Evaluation technology of floating wind turbine wake phenomenon by large wind tunnel facility

研究開発の目的

風と波が同時に作用する浮体式風車ウエイク現象に関する要素技術開発を遂行し、解決すべき今後の技術課題の整理を行います。

研究開発の背景、将来展望

風車群から構成される大規模洋上ウィンドファームでは、風車ウエイクが相互に干渉し、下流側風車群の発電量の低下や風荷重の増大に直接的な影響を与えます。特に、今後導入が期待される浮体式風車では、周波数の異なる風と波が同時に作用することもあり、ウエイク現象はさらに複雑な様相を呈します(図1)。本研究では、浮体式大規模洋上ウィンドファームの適切な普及に資する日本独自の革新的な風況予測手法の確立と社会実装を目指します。

研究開発項目

1. 浮体式風車ウエイクの風洞実験技術の開発
2. 大型風車のラボスケール風車模型の開発
3. セミサブ型に対応可能なラボスケール浮体動揺模擬加振装置の開発
4. 浮体式風車ウエイクの工学数式モデルの開発
5. 状態監視技術を活用した風車ウエイク影響評価法の開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

本研究では、大型風洞設備による浮体式風車ウエイク現象の理解と評価技術の開発を行います(図2)。また、浮体式風車に適用可能な工学数式モデルを検討します(図3)。さらに、沿岸域風車を活用した各種計測を実施し、本提案手法へフィードバックし、サイト計測の技術課題を明らかにします(図4)。

本研究を遂行することは、浮体式風車ウエイクの相互干渉現象の高精度予測と、それに対応する風車運用制御の実現に繋がります。結果として、大規模洋上ウィンドファームの国内導入促進に多大な貢献を果たします。

研究開発の実施体制

国立大学法人九州大学(応用力学研究所)
東芝エネルギーシステムズ株式会社
日立造船株式会社
国立大学法人九州大学(情報基盤研究開発センター)
日本精工株式会社

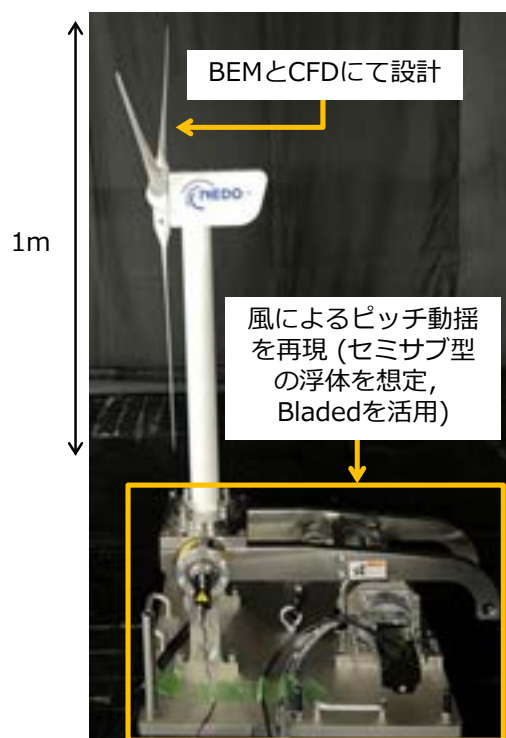


図2 本PJで製作した15MW風車模型(1/240)と加振装置

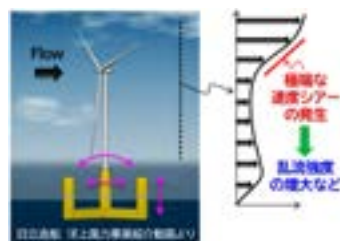


図1 日本独自の革新的な風況予測手法の重要性

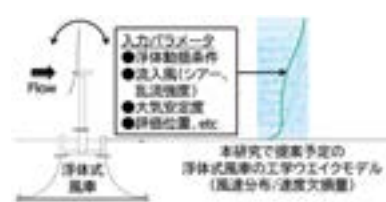


図3 浮体式風車ウエイクの工学数式モデルの作成イメージ図

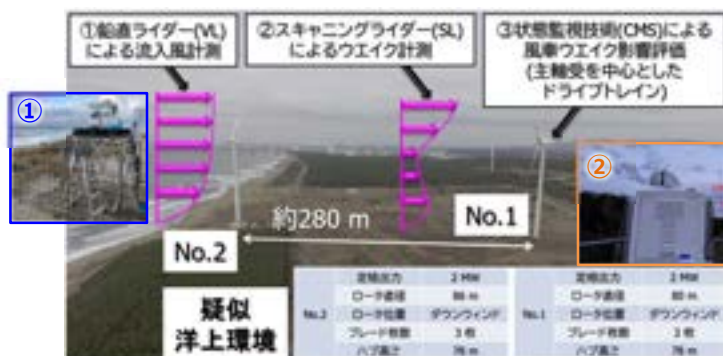


図4 秋田県雄物川風力発電所を活用した風車ウエイク影響評価

超高出力・多波長・集積型深紫外半導体レーザーの研究開発

Development of ultra-high power, multi-wavelength, integrated deep-UV laser diodes

研究開発の目的

本研究課題では、UV-B領域(波長: 280~315 nm) の深紫外半導体レーザー(LD) を集積化し、高出力・多波長なレーザー光源を実現することを目的としています。

研究開発の背景、将来展望

波長が100~315nmの深紫外レーザーは、光子エネルギーが約4eV以上と非常に高く、照射された物質の吸光率も高いため、金属や樹脂、ガラスの微細加工、リソグラフィ、紫外線硬化、接着、乾燥、光分析、医療、バイオテクノロジーなど、幅広い分野で活用されています。

現状、深紫外レーザーには、エキシマレーザーのようなガスレーザーや、YAGレーザーの高調波などの固体レーザーが多く使用されています。しかし、これらのレーザーは大型で低効率、短寿命、電力消費が大きい、高コスト、実現可能な波長が限られているなどの課題があります。また、エキシマレーザーは貴ガスやハロゲンガスの混合を使用するため、安定供給が難しいという課題もあります。

研究開発項目

1. UV-B LDの開発
AlGaIn結晶の開発、LD構造の開発、縦型デバイスプロセスの開発、端面ミラーの開発
2. UV-B LDの集積化技術の開発
UV-B LDの集積化、UV-B LDと可視LD・赤外LDとのハイブリッド化、およびそのデバイス特性、信頼性やビーム品質の評価
3. 集積UV-B LDの有用性の実証、ニーズ探索や世界戦略の策定

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

2020年に世界で初めて動作を実証したUV-B LDを集積化し、高出力・多波長・小型・高効率・長寿命・低消費電力・低コストといった革新的な性能を持つレーザー光源を実現することを目指します。また、これらの集積型LDの性能と信頼性を評価し、その有用性を実証するとともに、ニーズの探索および世界戦略の策定を行い、課題を抽出します。

さらに、既存の可視・赤外LDとのハイブリッド化も図り、これらのLDが日本の強みである工作機械や加工などの分野に貢献する光源となることを目指します。

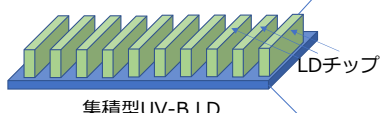
今後、事業の推進を通じて、我が国の産業発展や光源の高効率化によるグリーンイノベーションへの寄与が期待されます。

研究開発の実施体制

学校法人名城大学
国立大学法人三重大学
ウシオ電機株式会社
株式会社日本製鋼所
(再委託先) 三井情報株式会社
西進商事株式会社

本提案で解決する課題

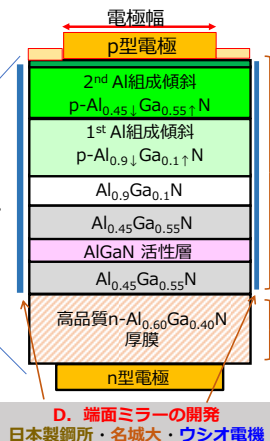
1. UV-B LDの特性向上
2. LDの集積化技術
3. 有用性の実証、ニーズ探索や世界戦略の策定



集積型UV-B LD

E. LDの集積化
ウシオ電機・名城大

F. 有用性の実証、ニーズ探索や世界戦略の策定
名城大・ウシオ電機・日本製鋼所・西進商事・三重大・三井情報

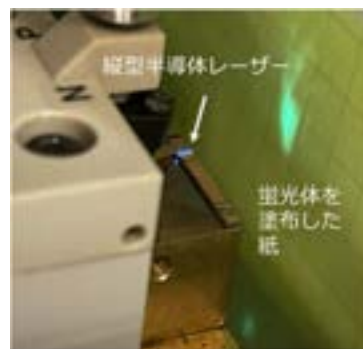


B. LD構造の開発
名城大・ウシオ電機・三重大

C. 縦型デバイスプロセスの開発
名城大・ウシオ電機・三重大・西進商事

A. AlGaIn結晶の開発
三重大・名城大

D. 端面ミラーの開発
日本製鋼所・名城大・ウシオ電機



世界初の縦型深紫外LDの室温動作の実証

● 本課題の目標：超高出力・多波長・集積型深紫外半導体レーザー

SiCスマートパワーIC技術の研究開発

SiC smart power IC

研究開発の目的

「誰もが簡単に」SiCパワーデバイスの省エネ性能を最大限引き出せる技術を開発します。

研究開発の背景、将来展望

豊かな脱炭素社会の実現に向け、省エネ性能に優れたSiCパワーデバイスに期待が寄せられています。しかしながら現状では、省エネ性能に大きく影響する高速スイッチングを実現するために、駆動回路設計に高いノウハウが要求され、またその性能も制限されています。「誰もが簡単に」SiCパワーデバイスが本来持っている超高速スイッチング性能を最大限引き出せる技術を開発できれば、高性能なSiCパワーデバイスの爆発的な普及拡大につながり、大幅なCO₂排出削減が可能となります。

研究開発項目

- A. 超高速スイッチング技術の開発
 - A-1. 超高速スイッチング及びサージ電圧低減技術の開発
 - A-2. 自律的なゲート制御による並列動作時の電流アンバランスノイズ低減技術の開発
- B. SiCスマートパワーICを活用した外部保護回路技術の開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

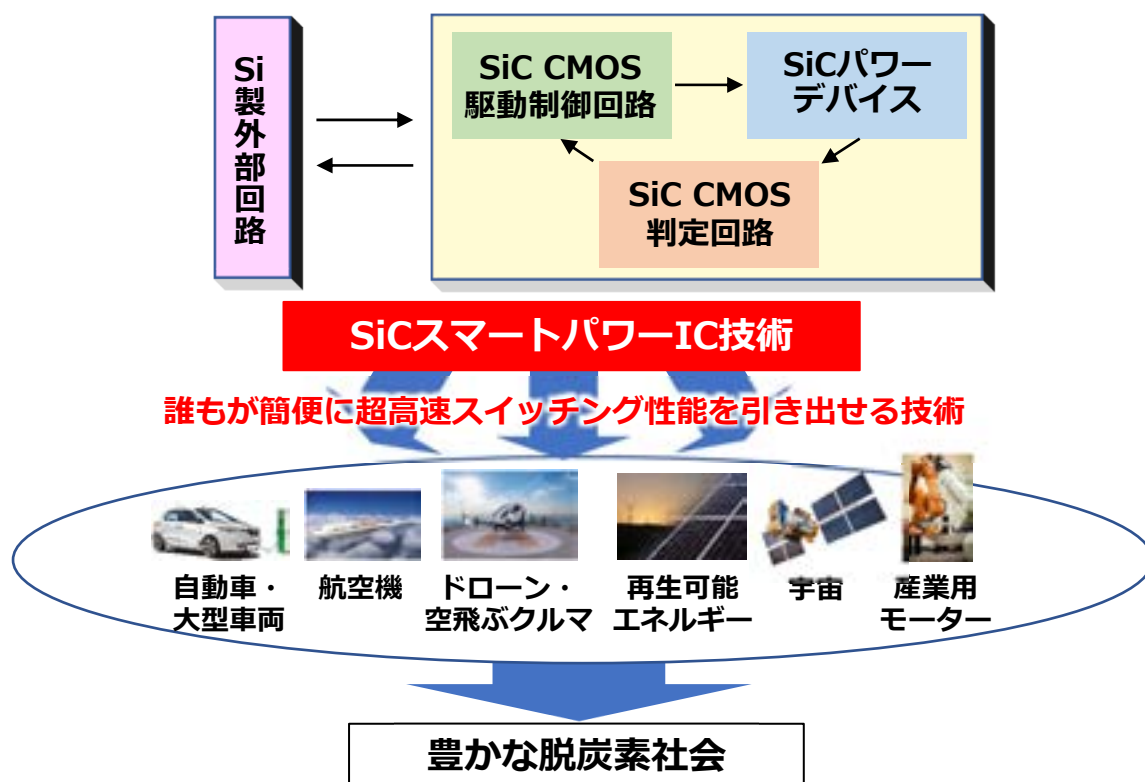
SiCパワーデバイスの高速スイッチングにおける問題は、パワーデバイスと駆動回路との距離に応じたノイズが発生し、高速スイッチングが阻害されることです。本研究開発では、独自技術であるSiC CMOS技術を活用し、高速・高精度ゲート制御を可能とするSiC駆動制御回路を開発します。従来のSi駆動回路では熱の問題で不可能であった近接配置を実現し、新たな付加価値を創出します。

具体的な目標として以下の項目に取り組みます。300V/nsを超える超高速スイッチングの実現と、サージ電圧低減を目指します。センサ・判定回路を含む世界初のSiCスマートパワーICを新規開発し、自律的なゲート制御を実現します。さらに、Si製外部回路と連携したシステムを開発し、革新的なパワーデバイス保護技術開発を行います。

以上の研究開発の社会実装を世界に先駆けて実現することにより、今後ますます拡大するパワーデバイス市場に新たな価値を導入し、大きなシェア獲得を目指します。

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
サンケン電気株式会社



ガス循環によるメタンからの水素製造と二酸化炭素資源化

Carbon Dioxide Utilization through Gas-cyclic Hydrogen Production from Methane●

研究開発の目的

本研究は、高付加価値「親水性炭素」と、CO₂ゼロエミッション「クリーン水素」を、メタン(CH₄)を原資として製造するための材料、ならびに化学反応システムの開発を目的とします。

研究開発の背景、将来展望

化石資源依存からの脱却と水素社会の構築が急務となっています。本研究は、持続可能な水素社会の実現にむけて、バイオガスやシェールガス、廃プラスチック再処理ガスなど、CH₄を含むさまざまな炭化水素資源から親水性炭素とクリーン水素を製造する「ガス循環型反応システム」の開発と社会実装を目指します。同システムの普及により、地域偏在性の低い炭化水素資源を利用したクリーン水素の安定製造・供給とともに、親水性炭素製品販売益によるクリーン水素価格の低減が可能になります。

研究開発項目

1. 直列大型水素製造システムによるマス・エネルギーバランス評価
2. ガス循環小型システムの構築・動作実証
3. 親水性炭素選択製造のための触媒開発
4. 電顕による微細構造観察支援
5. 炭素析出の機構解明と機能探索

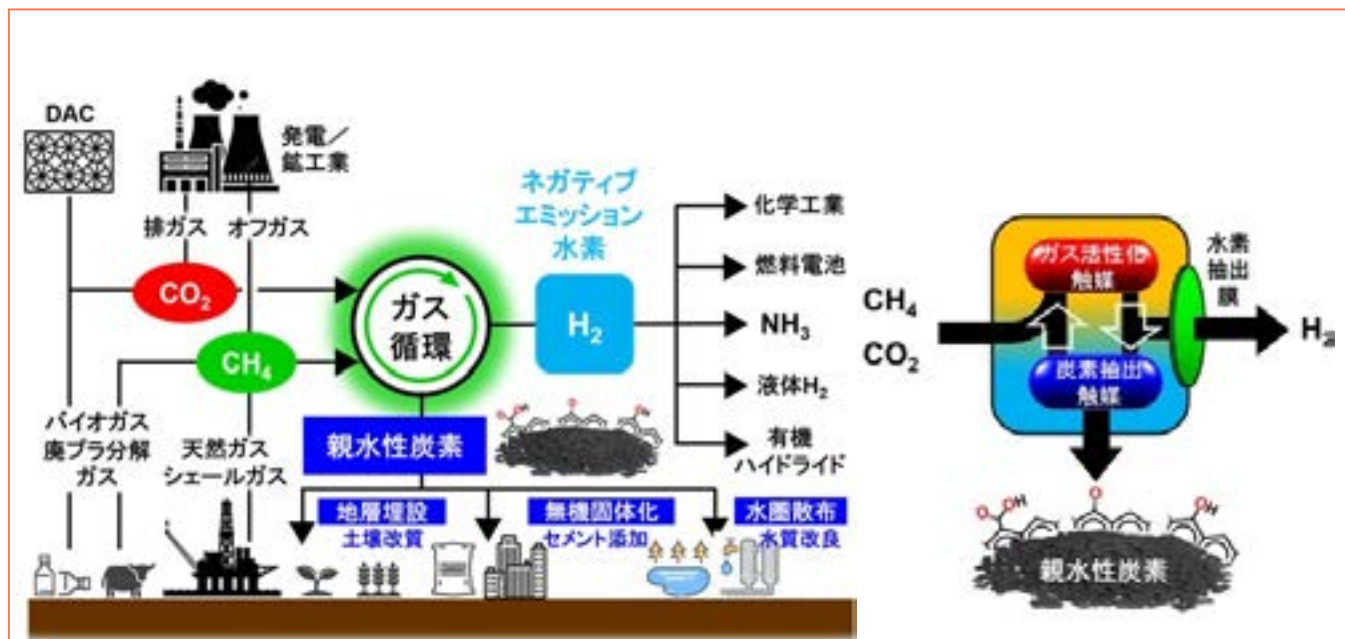
研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

炭化水素からの水素製造に伴って発生する大量(水素重量の3倍以上)の固体炭素の取り扱いに関しては、機能特性の創発、付加価値の創出、ならびに、販売路/処理法の開拓が課題です。本研究は、CH₄をCO₂と触媒上で活性化して一酸化炭素(CO)と水素の混合ガスに変え、そこから固体炭素と水素を抽出した後、消費されたCH₄とCO₂を追加した上で再び初段の触媒に帰還するガス循環型の化学反応システム、ならびに、要素技術材料の開発により、上記の課題にこたえます。

ガス循環型反応システムにおいては、CH₄活性化と炭素抽出の反応場が空間的に分離されているため、環境浄化機能に優れた「親水性炭素」の製造が可能です。さらに、循環ガス中のCO₂はシステムの内部にとどまり、外界に放出されることがないため、CO₂ゼロエミッション「クリーン水素」の製造が可能です。

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
株式会社荏原製作所
高知県立大学法人高知工科大学
国立大学法人東京工業大学



ガス循環型水素製造システムの将来像。

システムの動作原理と構成要素。

CO₂とH₂からの低温メタノール合成に関する研究開発

Low-temperature methanol synthesis from CO₂ and H₂

研究開発の目的

100℃台の低温域においてCO₂とH₂からのメタノール合成を達成する革新的触媒系を開発します。

研究開発の背景、将来展望

持続可能な低炭素社会を実現するためには、CO₂を再生可能なH₂で還元し、有用な化成品へ変換する触媒プロセスを確立する必要があります。なかでも基幹化学品であるメタノールを、CO₂の水素化により合成する触媒プロセスは工業的価値が高いです。CO₂/H₂からのメタノール合成も一部商業運転が開始されていますが、現行触媒(Cu系触媒)を用いる場合には高温が必要となり、平衡収率が低下します。

そこで本研究では、低温でCO₂/H₂からのメタノール合成を達成する固体触媒を開発し、2050年カーボンニュートラルの実現に資する触媒プロセスの構築を目指します。

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

100℃台の低温域でも、200℃以上で作動する現行Cu系触媒に匹敵する活性を示す革新触媒の開発を目指します。触媒開発に加えて、開発した触媒系の作用機構調査も行い、学理の解明も行います。

低温メタノール合成系自体がこれまでに実用化例のない革新的なプロセスであるため、プロセス・経済性シミュレーションも行い、社会実装に向けてプロセス全体をデザインします。

開発する新規触媒プロセスは、低エネルギーで温室効果ガスであるCO₂からの燃料および化成品合成を行うものであり、カーボンニュートラル社会の構築に大きく貢献します。また、本技術の社会実装は、循環型経済の推進やエネルギーセキュリティの向上にも大きく貢献することが期待されます。

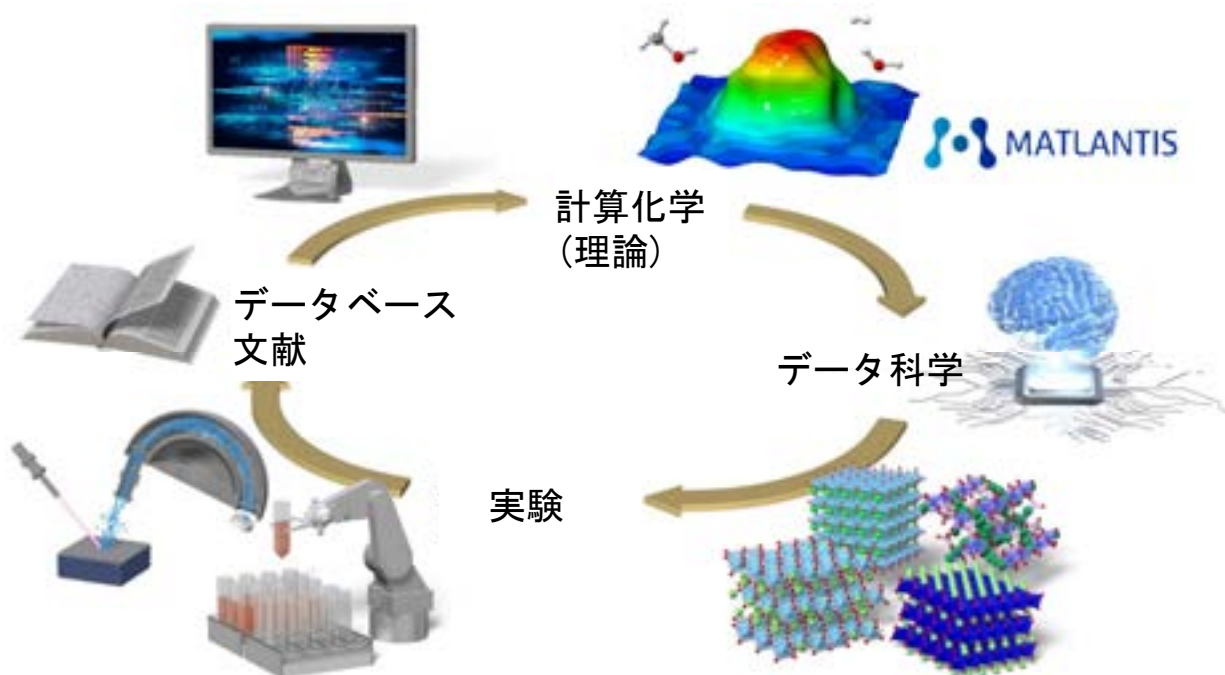
研究開発項目

1. 低温メタノール合成触媒の開発
2. 低温メタノール合成触媒系の機構解明
3. 低温メタノール合成触媒系の実証試験
4. 低温メタノール合成触媒系の経済性調査

研究開発の実施体制

国立大学法人北海道大学
ENEOS株式会社

実験・理論・データ科学を用いたCO₂/H₂からの低温メタノール合成触媒開発



高選択なタンデム電解によるCO₂を用いた有価物の直接合成法

Direct synthesis of CO₂-derived valuables by highly selective tandem electrolysis

研究開発の目的

脱炭素社会の実現を目指し、電気化学的手法によりCO₂から直接、高付加価値な化成品を製造することを目的として研究開発を行います。

研究開発の背景、将来展望

現在、持続可能な社会を実現すべく、CO₂から有価な化成品を製造する手法の開発が活発に行われています。その取り組みの多くは一酸化炭素(CO)やメタノールなどの汎用化成品を製造する技術です。これらの汎用化成品は、スケールメリットがなければ採算が取りづらいことから、大量のCO₂を排出する事業所でないと使用できない問題があります。

一方で、脱炭素社会の実現のためには大規模CO₂排出源だけでなく、中小規模のCO₂排出源に対しても対策が必須です。我々はこの社会的な要求に応えるべく、規模が小さくても採算が取れる技術として、CO₂から高付加価値の化成品を直接製造できる手法を本事業にて研究開発を行っています。

研究開発項目

1. タンデム電解に用いる触媒の開発
2. タンデム電解用セルの設計・開発
3. タンデム電解プロセスの開発・実証

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

我々は中小規模のCO₂排出源に対するCO₂活用法として、カソード電極でCO₂をCOに還元したあと、アノード電極でそのCOから高付加価値な化成品(C₃化成品)を製造するタンデム電解手法の開発を行います。

本事業でタンデム電解手法を実現するために積水化学および東京工業大学がもつCO₂電解触媒の開発実績と物質・材料研究機構が持つ電子顕微鏡を用いた触媒構造の分析技術を連携させることで、高選択なタンデム電解用触媒を開発します。また、横浜国立大学が持つこれまでに蓄積した有機電解セルの知見をもとにタンデム電解セルを具現化させ、タンデム電解による製造法の実証評価を行い、早期に本技術の実用化を目指します。

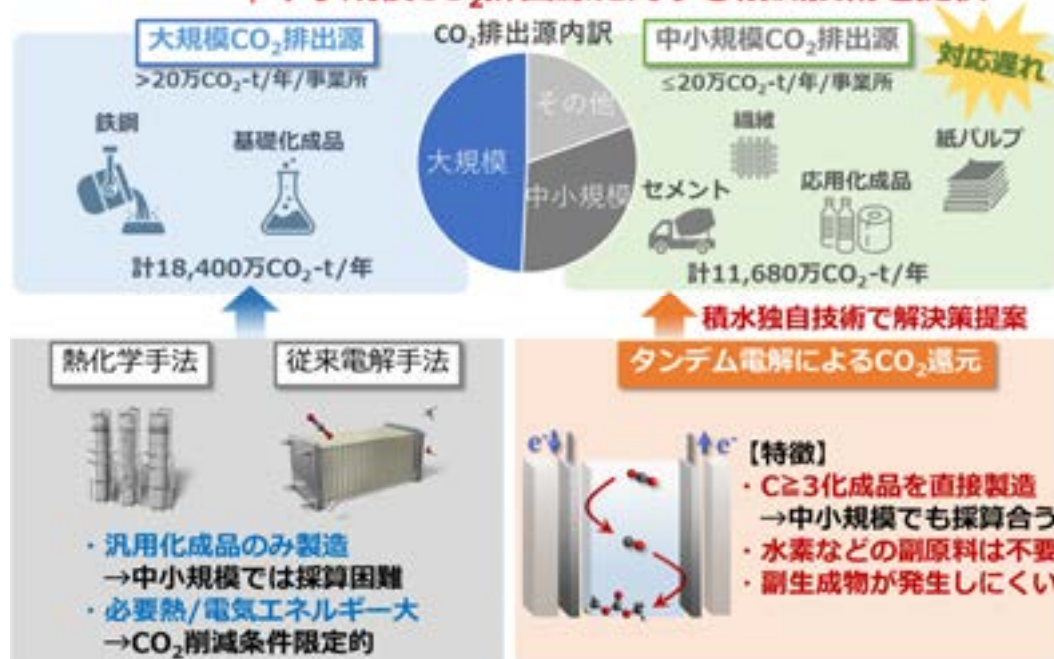
本手法は副原料なしでCO₂から高付加価値な化成品を直接製造できることから、社会実装されることにより、中小規模の事業所でもCO₂削減効果があり、事業性が見込め、脱炭素社会の実現に貢献できます。

研究開発の実施体制

積水化学工業株式会社
国立大学法人東京工業大学
国立研究開発法人 物質・材料研究機構
国立大学法人横浜国立大学

開発目的：2050年のカーボンニュートラル実現に貢献

↑ 中小規模CO₂排出源に対する削減技術を提供



燃料電池航空機の革新的エネルギー転換、推進システム技術の研究

Innovative energy conversion and propulsion system technology for fuel cell aircraft

研究開発の目的

水素燃料電池を動力源とする航空機について民間航空機市場のカーボンニュートラルへの移行に貢献できる可能性を検討しています。

研究開発の背景、将来展望

地域間短距離航空路線の小型プロペラ旅客機の動力源のタービンエンジンに比して燃料電池は熱効率高く、エネルギー消費を節約できる可能性を有しています。一方、燃料電池はタービンエンジンに比して重量と容積が大きいこと、水素燃料は液化した場合でも比重が小さく燃料タンクが大きくなること等の制約があります。

事前検討で想定した燃料電池システム仕様で航空機を構成すると市場に適合する輸送能力が得られませんでした。燃料電池システムの性能向上を図って市場に適合する輸送能力を有する航空機を構成することが期待されます。

研究開発項目

1. 燃料電池・高電力システム設計概念検討
2. 縦型GaNパワー半導体モデル構築／評価検証
3. 燃料電池特性評価・推進システム評価技術
4. 水素システムアーキテクチャ要件検討
5. 全機トレードスタディ・フリート／ネットワーク分析・ライフサイクルアセスメント

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

我が国の自動車産業は世界に先駆けて燃料電池車の市販を開始し、「NEDO燃料電池・水素技術開発ロードマップ」に示されている目標に向けて、継続的に性能向上に取り組んでいます。

初期検討として座席数40席級のプロペラ機について、NEDOロードマップ燃料電池単体性能を基に航空機搭載を配慮した主要構成部品を組み合わせた推進システムを装備した機体を構成したところ、2030年目標の燃料電池で現行タービンエンジン機と伍する輸送能力を得られる可能性が示されました。

この初期検討を発展させて座席数70席級のプロペラ機の成立性の検討に着手しており、70席級まで拡張することで地域間短距離航空路線網のほぼ全域をカバーして現行タービンエンジン機を代替する可能性が出てきます。

本研究では機体構成検討に加え、燃料製造から消費までを含めたライフサイクル分析も行い、カーボンニュートラルへの移行に貢献する可能性を検討しています。

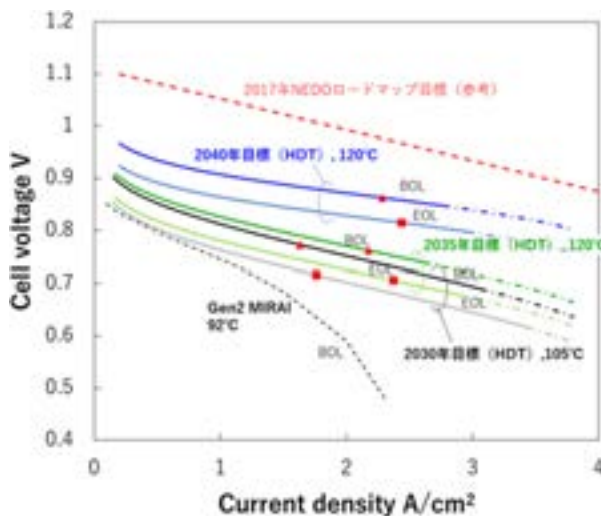
研究開発の実施体制

Boeing Japan株式会社

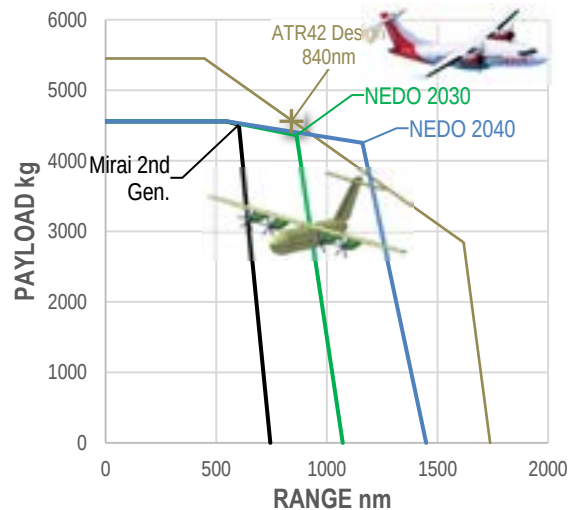
(再委託先)

国立大学法人九州大学

国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学



水素燃料電池スタックの目標 I-V 特性
(NEDO燃料電池・水素技術開発ロードマップ)



40席級 プロペラ機 ペイロード・レンジ線図
(参照機ATR42と燃料電池航空機の比較)

モーターの超高回転化による自動車用電動駆動システムの省資源化

Resource saving of electric drive system for automobiles by ultra-high rotation of e-motor

研究開発の目的

モーターを超高回転化することで小型化を実現し、レアアース等高機能材料の省資源化と製造時CO₂排出量を低減して環境車の普及に繋がります。

研究開発の背景、将来展望

2050年カーボンニュートラル実現のためには環境車の普及が必須です。今後、電動駆動システムを搭載する環境車の台数は急激な増加が予測されており、それに伴ってモーター製造に必要な材料資源の不足と製造時CO₂の増加が予想されます。これら課題を同時に解決する為の主要な手段がモーターの小型化です。モーターの超高回転化を研究することで、出力を維持しつつモーターの小型化を実現させます。

研究開発項目

1. 超高回転モーターにおける出力密度と効率の向上
2. 超高回転を実現する制御技術の開発
3. 超高回転域における各エネルギー損失推定精度の向上
4. 超高回転域での信頼性課題となる振動と電食への対応技術開発
5. 超高回転システム構築と実機での検証

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

モーターの超高回転化(5万rpm超=現状実力の約3倍、出力密度10kW/kg以上)により、モーター構成材料の省資源化と製造時CO₂排出量の低減(いずれも現状比で約50%以上)を目指します。

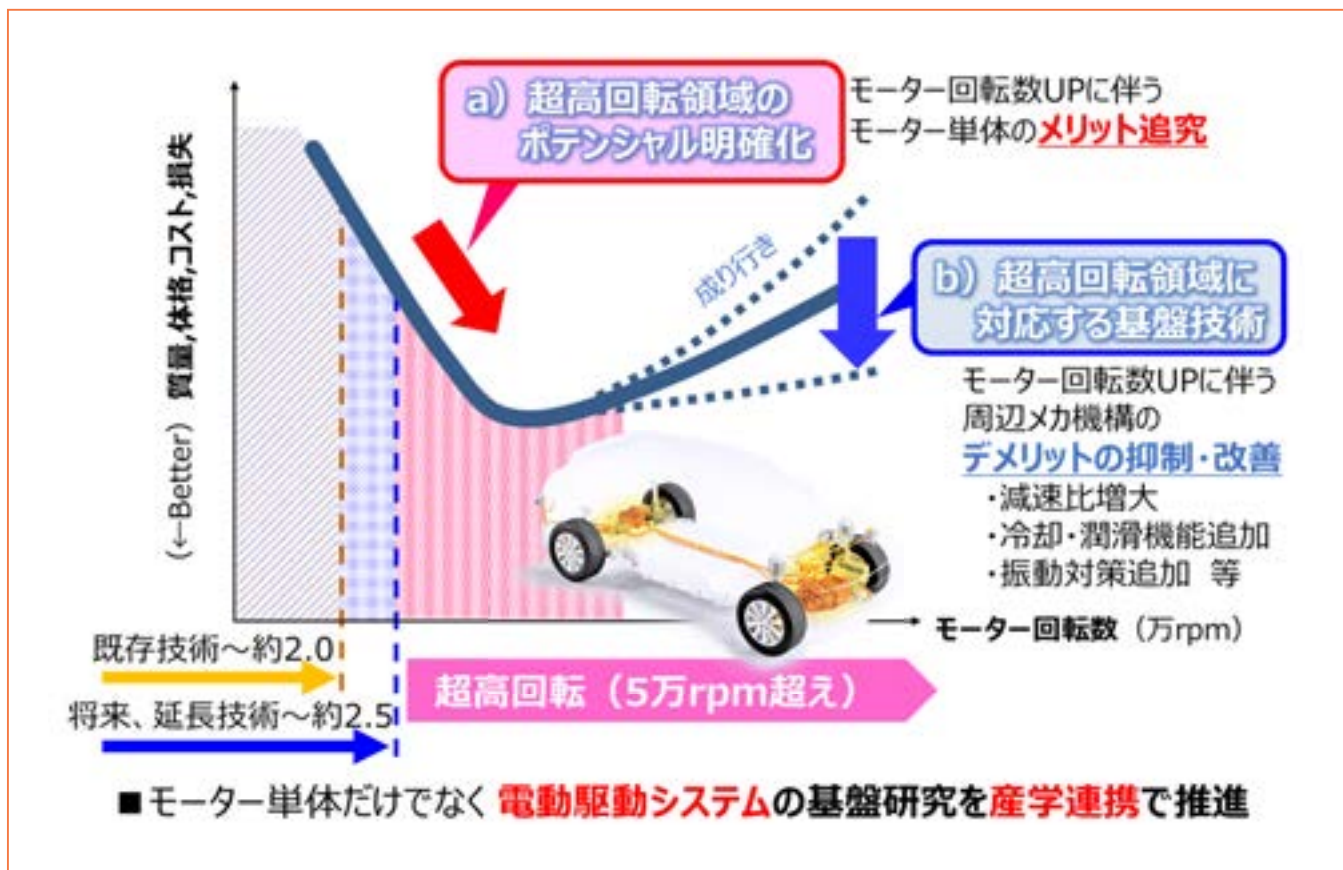
超高回転化実現にあたっては、回転体の支持構造、冷却や潤滑機構、振動対策、磁気設計の研究に加えて、高速スイッチング等の新制御に関する基本原理、現象の発見、確認を進め、車両搭載を想定した電動駆動システムの構築と実機検証を実施します。

モーターの小型化を実現することで、材料資源不足へのリスク対応や環境改善に貢献します。

研究開発の実施体制

自動車用動力伝達技術研究組合

- (再委託先) 国立大学法人名古屋工業大学
- (再委託先) 学校法人東京電機大学
- (再委託先) 国立大学法人千葉大学
- (再委託先) 国立大学法人岡山大学
- (再委託先) 国立大学法人横浜国立大学
- (再委託先) 学校法人東京理科大学
- (再委託先) 国立大学法人北海道大学



リサイクル炭素繊維の連続化技術および航空機適用技術の研究

Continuous recycled carbon fiber and aircraft application technology

研究開発の目的

不連続・不均一なリサイクル炭素繊維を、連続で均一な繊維として再生する技術を開発し、航空機構造および内装部材への適用可能な中間基材および適用技術の研究開発を行います。

研究開発の背景、将来展望

2030年代後半から全複合材旅客機B787、A350の退役が始まり、高付加価値な炭素繊維強化複合材(CFRP)の廃材が急増し、その再生利活用技術の構築が喫緊の課題となっています。

高い強度特性と信頼性が求められる航空機材料として使える技術を確認し、次世代航空機の水平リサイクル技術と環境負荷低減を実現します。

研究開発項目

1. リサイクル方向CF再生技術の研究
2. リサイクル方向CF中間基材化技術の研究
3. リサイクル方向CF中間基材を用いた航空機構造部材の設計および製造プロセスの研究
4. リサイクル方向CF中間基材および不連続リサイクルCFを用いた航空機内装部材の設計および製造プロセスの研究

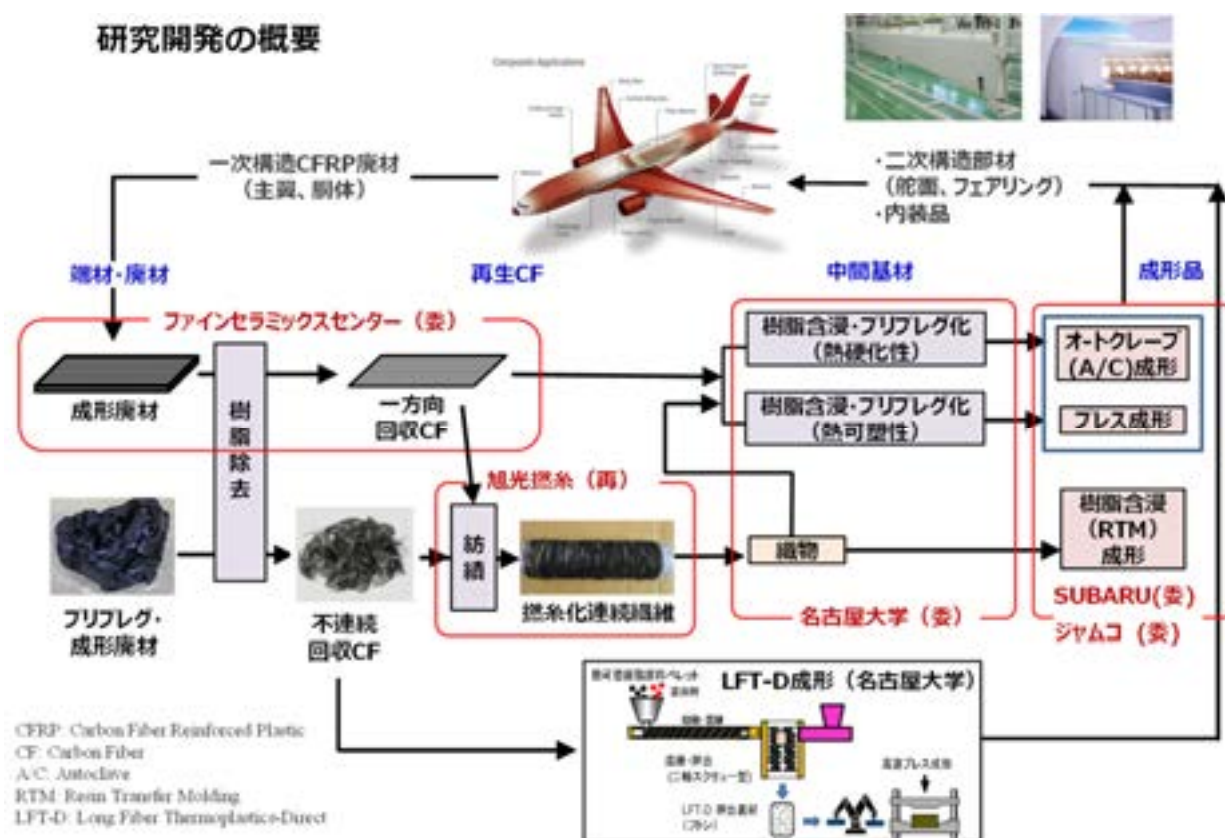
研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

連続繊維回収法としてはケミカルリサイクル法がありますが、大型有限長の航空機CFRP成形廃材からの連続繊維再生には困難を伴います。この解決技術として、本研究では電磁的エネルギーを用いて、高効率にかつ有限長の連続繊維(リサイクル方向CF)の形で再生する技術を開発します。また、このリサイクル方向CFを用いて、航空機部材成形用のプリプレグ化および撚糸化による中間基材技術を開発し、世界に先駆けて航空機用の水平リサイクルCF材の開発に取り組めます。さらに航空機構造および内装部材への適用研究を行い、次段階で想定している実証研究への展開を念頭においた開発技術の有効性評価を行います。

研究開発の実施体制

国立大学法人東海国立大学機構
一般財団法人ファインセラミックスセンター
株式会社SUBARU
株式会社ジャムコ
(再委託先) 旭光撚糸株式会社

研究開発の概要



セルロースナノファイバー半導体材料の研究開発

Cellulose Nanofiber Semiconducting Materials

研究開発の目的

セルロースナノファイバー（CNF）を電子デバイスなどへ応用展開することを目指し、CNFの作製と半導体特性評価に関する先導的研究を行うことを目的としています。

研究開発の背景、将来展望

東北大学による、ケナフ製CNFにおける半導体特性の発見に基づき、本研究チームは、より多種のCNFを対象としてバイオ半導体材料として開発できる可能性を探索します。CNFの開発は、これまで我が国が世界を牽引している分野であり、今後も先導すべき課題であると位置づけられています。本研究は、先行する国内のCNF作製技術を活かして、天然由来素材であるCNFを用いた電子デバイス・センサーなどの開発を通して、自然と調和した環境配慮型エレクトロニクス産業を創成することを目指します。

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

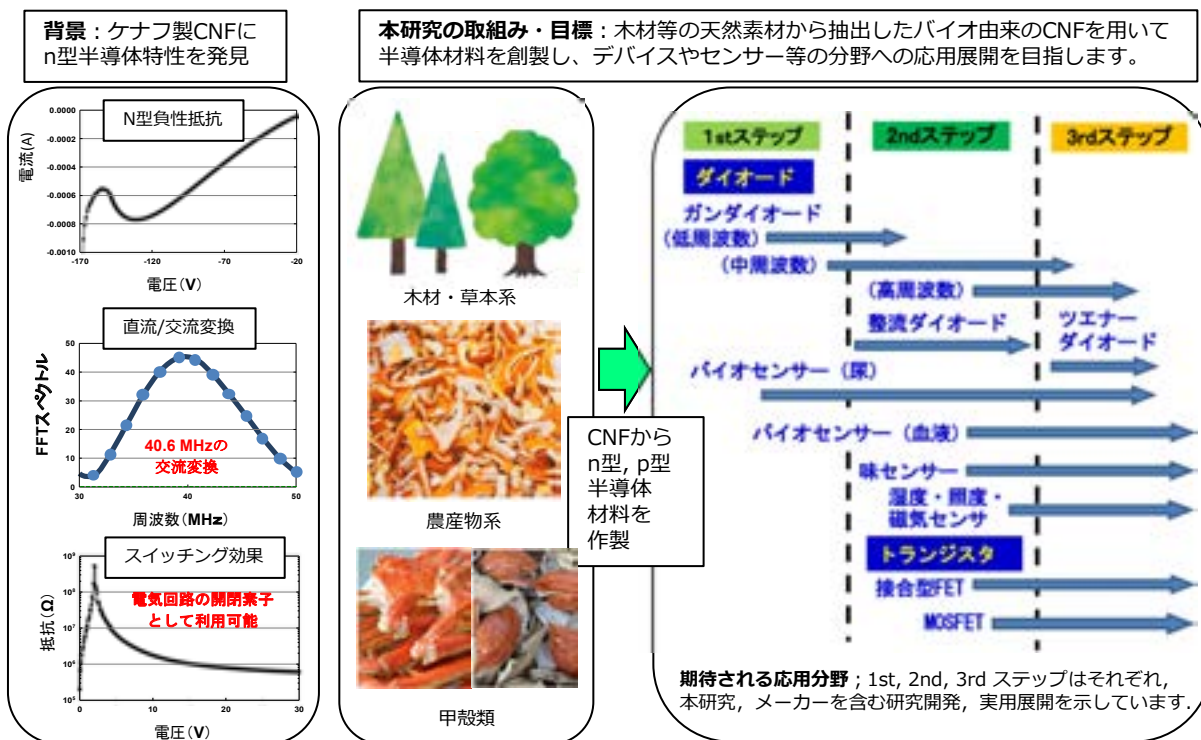
本研究では、木材・草本系や農産物系のCNFに加えて、甲殻類を出発原料とするキチン・キトサンナノファイバーも対象とした、作製技術開発と半導体特性評価に関する検討を行います。これまでの検討により、ケナフに加えて、いくつかの木質系および甲殻類から作製したサンプルにおいて、半導体特性が発現する可能性を見出しました。今後、この知見に基づき、実用化の前提となる半導体特性の繰り返し安定再現性に関する検討を重点的に行います。添図には1stステップ(本研究)の目標とともに、2ndステップ(メーカーを含む研究開発)、3rdステップ(実用展開)において期待される応用分野を例示しています。この応用展開において、半導体材料の多様化が図られるとともに、デバイスの軽量化・柔軟性、低コスト化ならびに環境負荷低減に貢献できることが期待されます。

研究開発項目

1. 解織方法の検討
2. n型半導体材料の開発と特性評価
3. p型半導体材料の開発と特性評価
4. バイオ半導体製造とプロセス検討

研究開発の実施体制

国立大学法人東北大学
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
大干製紙株式会社



アンモニアから直接水素を製造できる貴金属フリー膜反応器の開発

Precious-metal-free membrane reactor for direct hydrogen production from ammonia

研究開発の目的

アンモニアから直接かつ高効率に水素を分離・精製する膜反応器の開発を目指します。

研究開発の背景、将来展望

脱炭素燃料として期待されるアンモニアは、水素キャリアとしての期待も高く、アンモニアから効率よく水素を製造可能な新技術の創出が望まれています。競合技術として、①アンモニアを触媒により水素と窒素に分解後、吸着法により水素を分離する方法、または②分解触媒と水素分離膜を一体化し、一段階で水素を得る膜反応器(メンブレンリアクタ)法が挙げられます。しかし、前者は多段プロセス、後者は分離膜に希少で高価な貴金属を使用しています。そのため、分解／分離の一体化と貴金属不使用を両立した、高効率、資源リサイクル、かつ低コストなアンモニアからの水素製造技術が期待されています。

研究開発項目

1. ラボスケール・メンブレンリアクタの試作・評価
2. ベンチスケール・メンブレンリアクタの設計・試作・実証試験
3. 新規アンモニア分解触媒の開発
4. 既存ニッケル触媒によるアンモニア分解水素製造試験
5. 新規ニッケル触媒によるアンモニア分解水素製造試験

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

アンモニアから水素のみを直接分離・精製するために、ニッケル系アンモニア分解触媒とバナジウム系水素分離合金膜とを組み合わせた貴金属フリーメンブレンリアクタを開発します。メンブレンリアクタでは、触媒がアンモニアを水素と窒素とに分解すると、直ちに合金膜が水素のみを選択的に分離・精製します。アンモニアから超高純度水素が直接得られるだけでなく、触媒上から水素が取り除かれることによってアンモニア分解反応が促進されます。この仕組みを利用して触媒性能の向上を図ることで、ルテニウムやパラジウムなどの希少で高価な貴金属を使用しないメンブレンリアクタの開発を目指します。開発された新技術は燃焼や発電用途をはじめ、半導体や化成品の製造プロセスなど、多分野における水素・アンモニアの利活用を促進させ、カーボンニュートラルの実現に貢献します。

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
鈴鹿工業高等専門学校
太陽鋳工株式会社
国立大学法人山梨大学

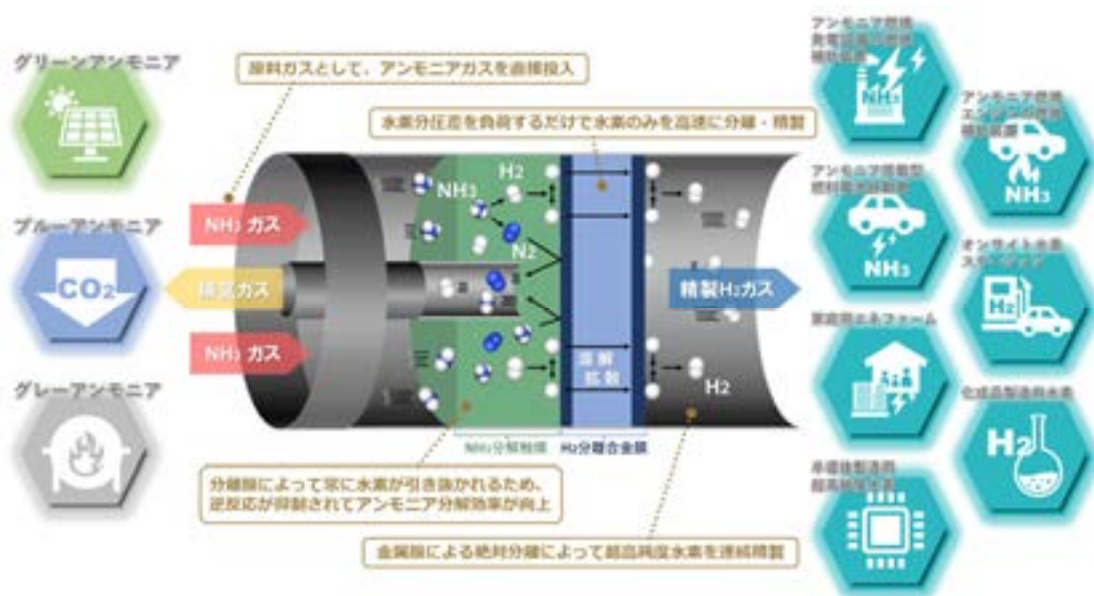


図 アンモニア分解触媒と水素分離合金膜とを組み合わせメンブレンリアクタの模式図

異種・多様なロボットを支える継続学習型ソーシャルツイン基盤

SocialTwin : Improved Performance through Data Cycling for Autonomous Mobile Robots

研究開発の目的

繁華街など人混みを含む歩行空間数km圏内を自律走行する移動ロボットを対象とした、ロボットの自律走行技術の社会実装を加速させます。

研究開発の背景、将来展望

2040年には、人の生活空間のあらゆるところで、移動を伴う各種の自律サービスが当たり前存在するようになります。一方で、様々な場所/状況/ロボットに対し、従来の手作業での地図データ整備やチューニングには限界があります。個々の作り込みを最小に移動サービスを実現するには、ロボット自身が学習したり、データを共用する仕組みが必要です。自律走行の技術発展および社会実装の早期実現を目指し、ロボットから走行データを共有することにより地図データの随時更新の流れを作り、これに基づく自動化や性能向上を実現するための技術開発に取り組みます。またデータ循環を支えるインタフェースを構築し、事業参画・サービス導入を拡大する仕組みを実現します。

研究開発項目

1. 雑踏下の移動ロボット動作学習と測位困難箇所の自動推定
2. 大規模な移動体分析・予測
3. ロボットカメラによる地図更新と品質管理
4. 共有地図の整備および効率的な更新手法
5. 媒介SYSによる地図配信機能とロボット測定データ収集機能

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

2040年、日常生活空間に移動を伴う各種自律サービスが当たり前存在する社会とすべく、

- 1) 地図維持管理や事業参画の障壁低減
自律走行を伴うビジネス参入を容易に
- 2) 雑踏を含む数km圏内の完全自律走行を
通年の常設稼働に耐えるレベルへ
を達成するため以下の内容に取り組みます。

研究項目A. 異種・多数のロボットと接続する継続学習型ソーシャルツインの開発

- A-1: 多数の人の中で動作する自律走行ロボット技術開発
- A-2: 広域空間での多数移動体を支える時空間データ処理基盤開発

- A-3: 大規模な3次元地図の自動更新・品質管理技術開発

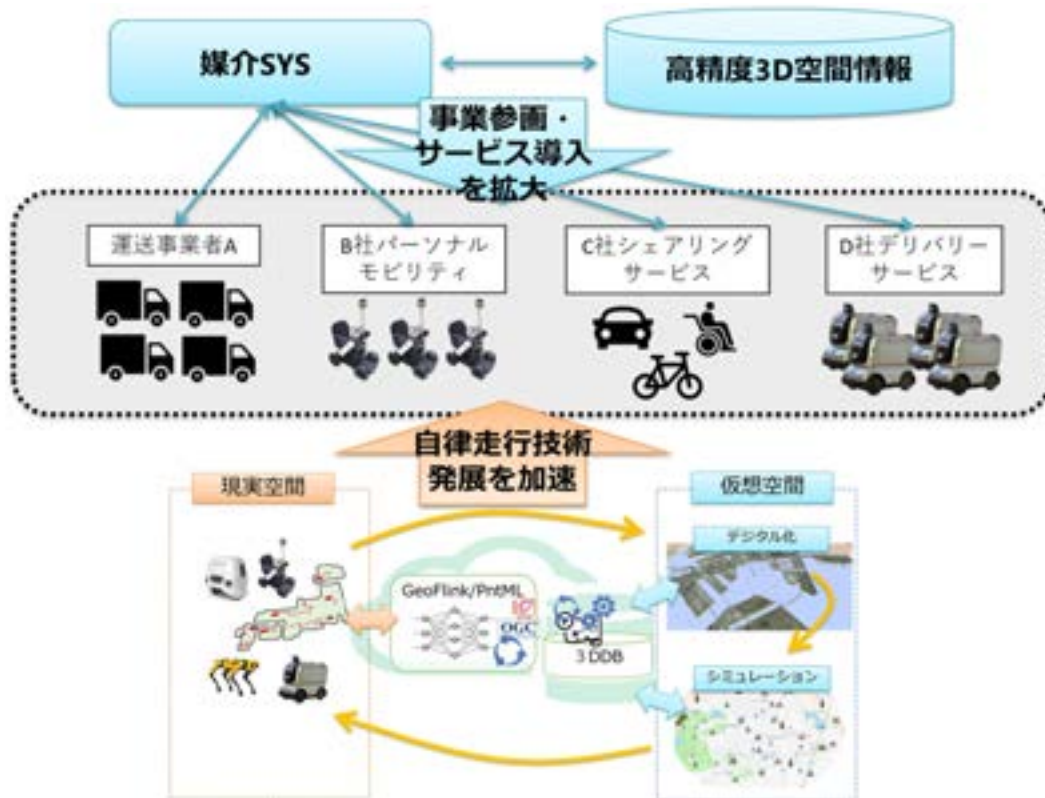
研究項目B. 民間センシングデータの活用による共有地図の整備・共用、更新手法の開発

- B-1: 様々な民間センシングデータを活用した共有地図の整備、更新手法検討

- B-2: 共有地図のデータ配信及びログデータによる共有地図更新への活用検討

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
エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社



鉄スクラップ由来のトランプ元素影響軽減技術に関する研究開発

Technology reducing the effect of tramp elements from iron scrap

研究開発の目的

本事業では、鉄スクラップ由来のトランプ元素であるCu、Sn等による赤熱脆性に着目し、この影響の軽減を目指します。

研究開発の背景、将来展望

日本では、カーボンニュートラルの観点から、鉄スクラップを原料とする電炉プロセスが注目されています。しかし電炉法では、原料の鉄スクラップに分離が困難なトランプ元素が不純物として混入しているため、国際競争力のある高級鋼材を製造するには限界があります。このため、トランプ元素による悪影響を抑制するための技術開発が求められています。

トランプ元素であるCu、Sn等による赤熱脆性への影響の軽減技術は、電炉法での高級鋼材の製造を加速化し、鉄鋼業でのCO₂削減に貢献します。

研究開発項目

1. 赤熱脆性指標用のデータ取得
2. 地鉄での低融点金属挙動の研究
3. 3次元アトムプローブによる粒界偏析の研究
4. Cu液相スケール排出機構の研究
5. 地鉄スケール界面近傍での割れ現象の研究

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

東北大学は、赤熱脆性域でのトランプ元素の挙動評価技術を開発し、地鉄表面割れ機構に関する知見等に基づいて、トランプ元素の影響を軽減するための改善策を導出します。23年度は、同評価技術確立のために、測定条件の検討を行いました。

JFEスチールは、熱間圧延における地鉄表面割れの程度を定量化する赤熱脆性指標を確立し、東北大学が得た知見と共に材料データベースを構築します。これにより、赤熱脆性による地鉄表面割れを抑制した鋼材を製造するための最適条件を導出します。23年度は東北大学で評価するためのモデル鋼を作製し、赤熱脆性指標評価のための実験環境を整えました。最終目標としては、赤熱脆性指標を基準に、本研究開発前に対して20%の改善を目指します。

研究開発の実施体制

JFEスチール株式会社
国立大学法人東北大学



図1. 鋼材加熱段階での酸化挙動とCuの存在状態の変化

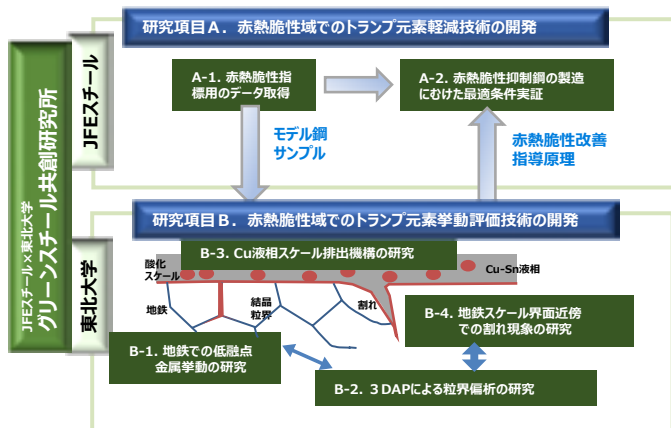


図2. 研究体制イメージ

カーボンサイクル・マテリアル産業の成長戦略「工程表」より

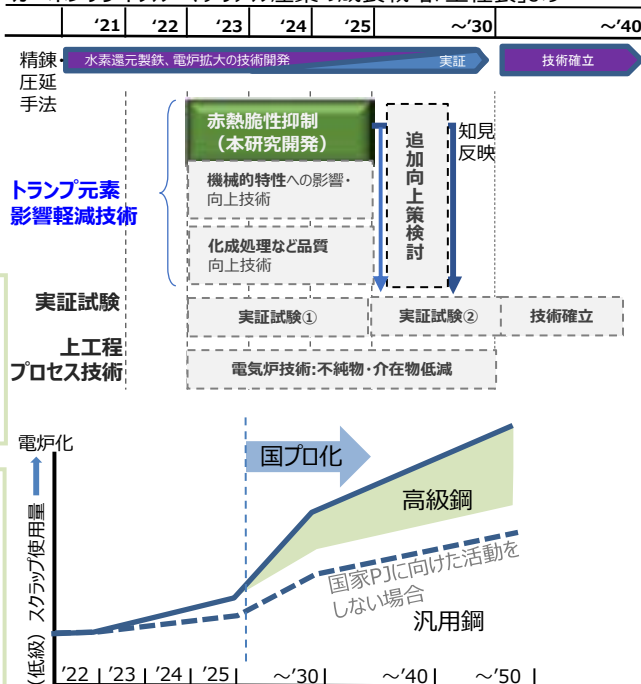


図3. 社会実装イメージ

革新ローレンツサイクル熱マネジメント技術

Advanced Lorenz Cycle (ALC) Thermal Management Technologies

研究開発の目的

本先導研究では、100°C以上の大温度グライドで駆動可能な革新ローレンツサイクル(ALC)の設計指針を確立し、概念設計を行ないます。

研究開発の背景、将来展望

カーボンニュートラル社会の達成に向けて産業分野かつ民生分野のエネルギー需要に対応しつつ、CO₂を排出しないグリーン電力を用いた高効率な温冷熱エネルギー変換技術開発が重要になっています。特にデータセンターやコールドチェーンセンターのような新産業ではマイナス数十度から150℃程度の温度需要が見込まれるため、昇温幅100℃程度で駆動するヒートポンプや有機ランキンサイクルを駆使した熱と電力の双方向変換を可能とするエネルギーシステム開発と、それを運用するためのAIを用いた新しい熱マネジメント技術が同時に必要になっています。

研究開発項目

1. 革新ローレンツサイクル要素技術の開発
 - ・有機ランキンサイクルの開発
 - ・ヒートポンプサイクルの開発
2. 革新ローレンツサイクルのシステム評価解析運用技術開発
 - ・産業部門施設における革新ローレンツサイクルの導入効果の評価解析技術開発
 - ・民生用熱需給運用効率最大化を達成するシステム開発

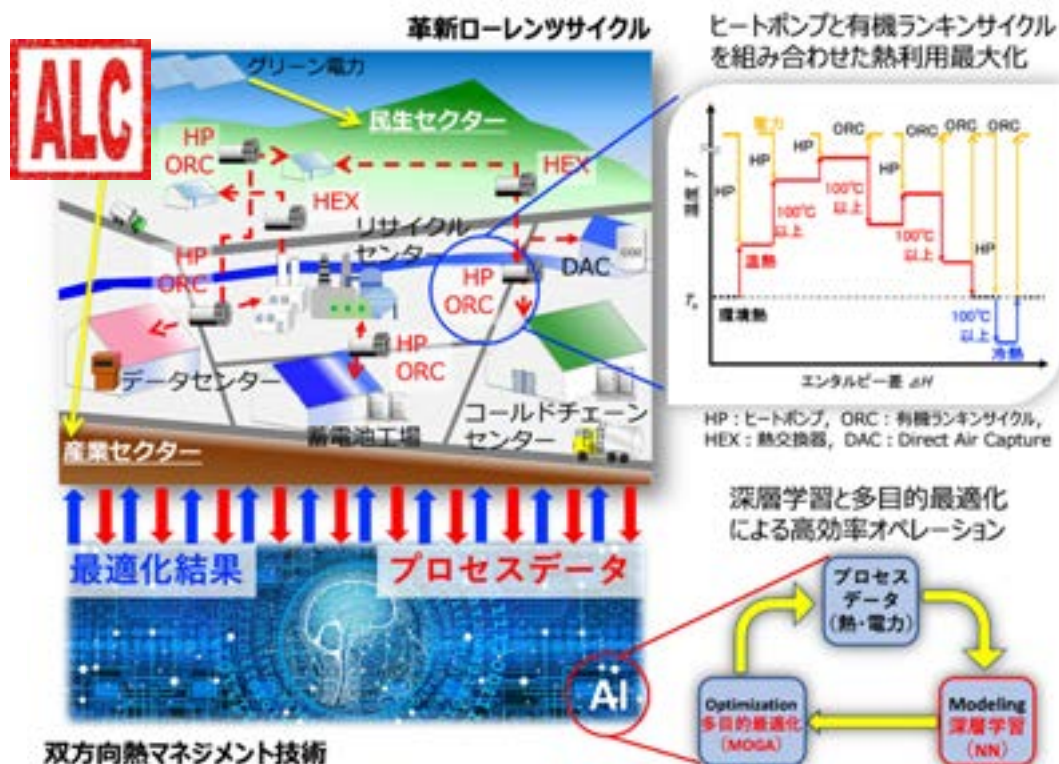
研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

本先導研究では、100℃以上の大温度グライドで駆動可能な革新ローレンツサイクル(ALC)に基づくヒートポンプおよび有機ランキンサイクルの設計指針を確立し、概念設計をおこないます。電気⇄熱、昇温⇄降温といった双方向性を有する機器を、エネルギーシステムへ実装するためのAIを用いた熱マネジメント技術も構築します。さらに、様々な産業および民生分野を対象に、プロセスシステム設計と省エネ性・経済性の評価解析をおこないます。

このようなALCを用いた双方向統合型熱マネジメント高度化技術を開発して、省エネルギーとCO₂削減に際立った技術開発を達成することで、我が国に新しい基幹的な産業を生み出すことについても検討します。

研究開発の実施体制

国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学
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
ヤンマーエネルギーシステム株式会社
株式会社ノーリツ
株式会社Sassor
株式会社エイゾス



エネルギーシェアリングに向けたデータ駆動型DSR制御技術の 国際共同研究開発

Data-Driven DSR Control Technology for Energy Sharing

研究開発の目的

日米エネルギービッグデータを用いて、家庭のエネルギーニーズに基づいたDSR制御技術を開発し、効率的なエネルギーシェアリングを実現することを目指します。

研究開発の背景、将来展望

2050年までにカーボンニュートラル社会を実現するためには、産業、業務、家庭、運輸など全ての部門で温室効果ガス(GHG) 排出量を大幅に削減する必要があります。特に家庭部門は部門別でも高い削減目標が設定されているものの、生活者の多様なニーズの存在により画一的な方法ではGHG 排出削減を行うことはできません。

本研究では、エネルギービッグデータを活用することで、家庭のエネルギーニーズを把握し、個々のニーズを満たす形でエネルギー消費を削減可能なDSR(発電、蓄電、負荷機器) 制御技術を開発することでこの問題の解決を目指します。

研究開発項目

1. ビッグデータを活用した需給予測モデル開発
2. データ駆動型外部DSR制御スキームの開発
3. データ駆動型系統解析技術の開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

本研究では、日本の家庭エネルギービッグデータとその解析知見、米国(カリフォルニア大学デービス校) のDSR制御に関する実証的知見を融合し、地域内エネルギーシェアリングを実現するデータ駆動型家庭DSR制御技術を開発します。

本研究は以下の3点を核として実施します。

①エネルギー需給予測モデル開発:エネルギービッグデータを活用し、家庭のエネルギー需給を高精度に予測するモデルを開発します。

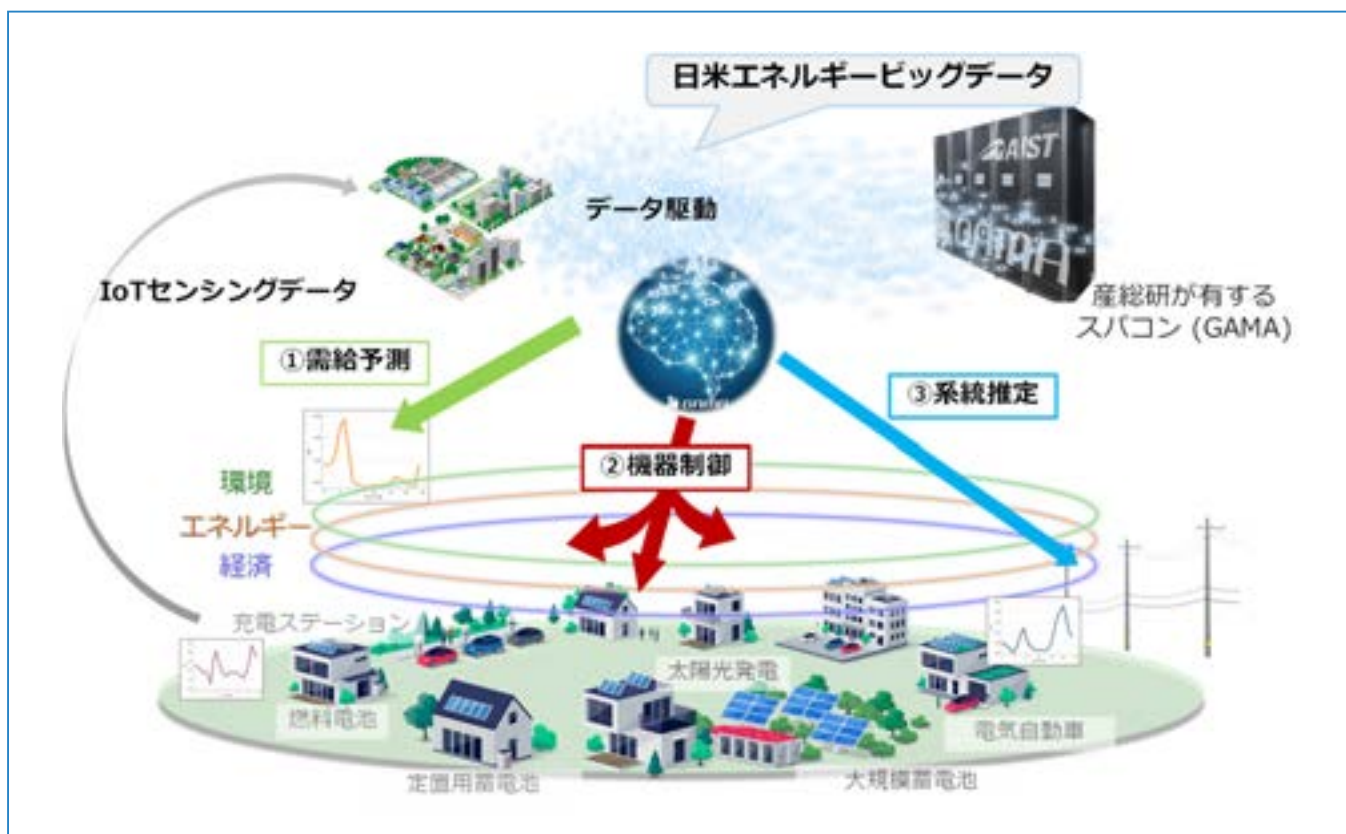
②DSR制御アルゴリズム: 家庭内のDSR機器を各家庭のニーズを満たしつつ効率的に外部制御するアルゴリズムを開発し、DSR制御向けの価格プランを設計します。

③系統解析技術: DSR機器の制御における配電系統への影響を評価するため、データ駆動型系統解析技術を開発します。

これらの研究により、2040年までにエネルギーシェアリング・DSR制御により家庭部門のGHG排出量を年間2746万トン削減することを目指します。

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



革新的プロセスによる高周波用ポスト電磁鋼板の国際共同研究開発

Post-electromagnetic steel sheets for high-frequency applications using innovative processes

研究開発の目的

モーターの小型化・軽量化のため、モーターコアを構成する軟磁性材料として、ポスト電磁鋼板となる高周波駆動可能な高磁束密度を有する新規ナノ結晶合金の開発を目指します。

研究開発の背景、将来展望

グリーンモビリティの実現には省エネルギー化と環境保護を両立する電動化デバイスの小型化・軽量化が重要です。その実現に対しモーターコアを構成する軟磁性材料には高磁束密度化と高周波駆動化が強く求められますが、現行の電磁鋼板では対応が難しくなりつつあります。本研究開発では、ポスト電磁鋼板として高周波駆動可能な高磁束密度を有する新規ナノ結晶合金の開発を目指すものです。高周波駆動実現の鍵は、これまであまり着目されていなかった低磁歪化であり、革新的プロセスとして超急速加熱法により、従来の材料設計の範囲を超えたナノ結晶合金設計とその開発を目標とします。

研究開発項目

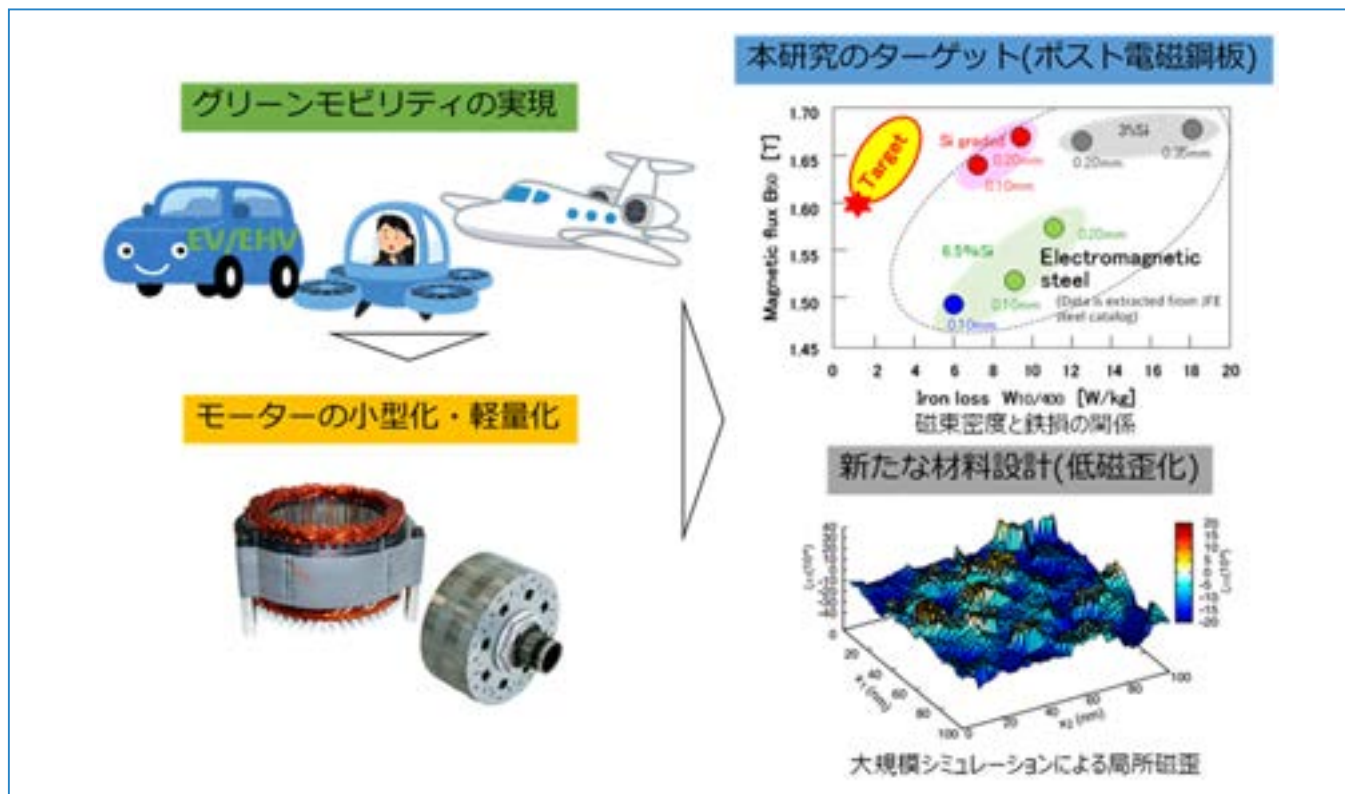
1. 損失の解析、物性評価
2. 磁歪と損失に関する理論計算
3. 磁区および磁気特性の計測評価・解析
4. マルチスケール組織解析
5. ポスト電磁鋼板の材料創製

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

これまでに進めてきた革新的プロセスを基にした新たな材料設計指針を確立し、急冷凝固、超急速加熱熱処理などの材料プロセスにより、電磁鋼板では実現できない磁束密度と極低鉄損を両立したナノ結晶軟磁性材料の開発を推進します。具体的には、モーター用の標準的なベンチマーク条件である1 T励磁、400 Hz駆動周波数において鉄損1 W/kg以下、飽和磁化1.6 T以上で磁歪定数が5 ppm以下かつ大気中での液体急冷が可能な新合金を開発することを目指とします。電動モビリティ応用に向けて将来的には、1 T励磁、4 kHz駆動周波数における鉄損25 W/kg以下を目標としています。これらの鉄損値は、同等の飽和磁化を有する既存のナノ結晶材料の6割程度です。また、中間評価までに10 kHzから数100 kHz帯域の鉄損データについても既存材と併せて鉄損データを取得し、高周波域での本開発材の優位性を示す予定です。

研究開発の実施体制

国立大学法人東北大学
(共同実施先)
国立大学法人大阪大学
国立研究開発法人物質・材料研究機構
(海外共同研究先)
Monash University (オーストラリア)



航空機の高効率・高性能化を目指した気流制御デバイスの 国際共同研究開発

Airflow Control Devices for High Efficiency and Performance of Aircraft

研究開発の目的

高周波で鳥の羽ばたきに似た運動をするフラッピングジェットを用いて、次世代航空機周りの高速気流を能動制御する方法を開発します。

研究開発の背景、将来展望

低炭素社会・持続可能社会を可能とする水素航空機や電動航空機の開発において、我国の競争力を飛躍的に強化するには、航空機の高効率化に繋がる数百m/sの高速気流の能動制御技術を確立する必要があります。また、環境に配慮した航空機を開発する上で、機体各部から発生する空力音を低減する技術の開発も急務です。本研究では、高周波で鳥の羽ばたきに似た運動をする超音速の噴流(高周波フラッピングジェット)を発生するデバイスを用いた高速気流の能動制御手法を確立し、次世代航空機の高効率化・低騒音化の実現を目的とします。

研究開発項目

1. デバイスを用いた境界層流れ制御法の開発
2. デバイスを用いた流体騒音低減法の開発
3. デバイス配置最適化手法の開発
4. 実機気流風洞におけるデバイスの実証
5. 実機気流風洞における計測技術の開発

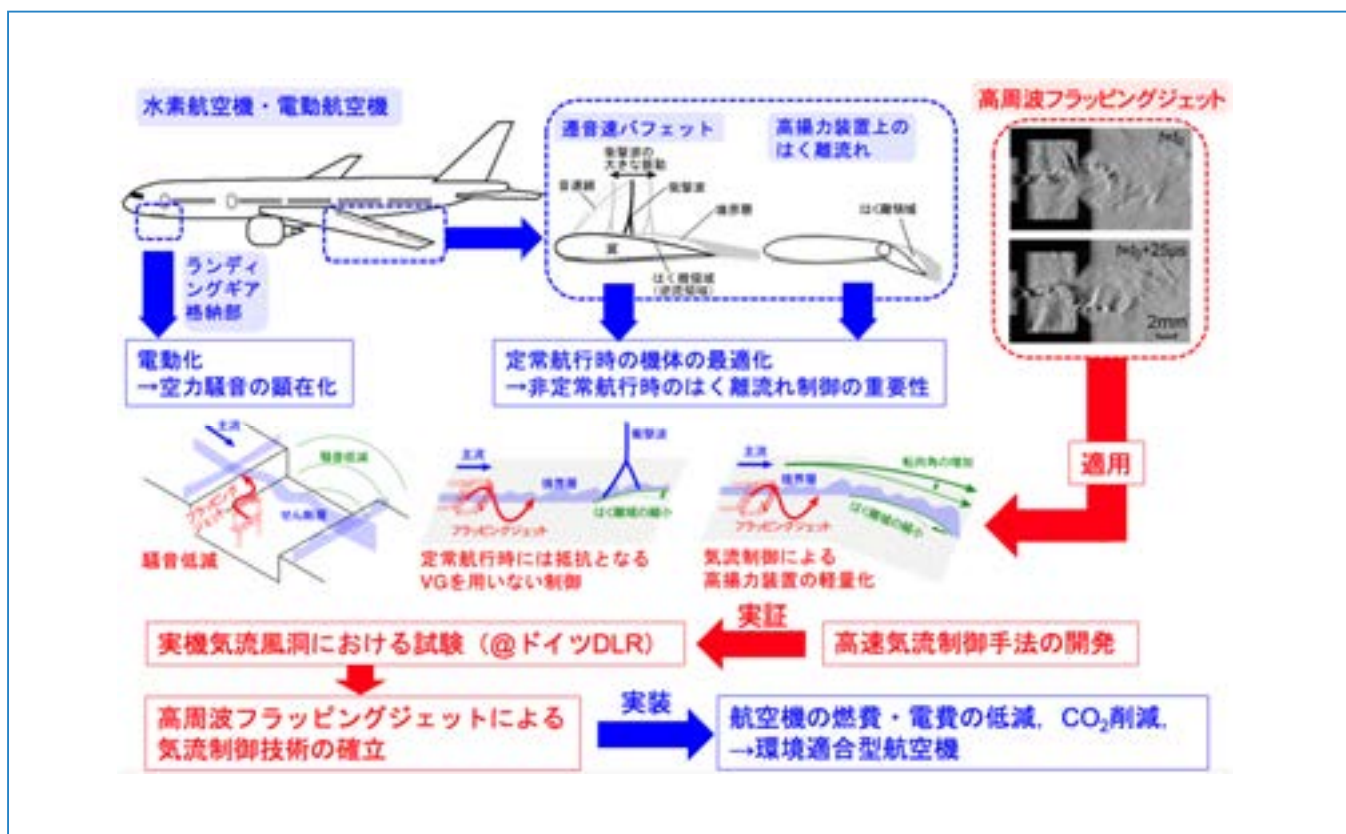
研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

本研究開発では、騒音の原因となるランディングギア格納部を模擬したキャビティ周りの流れと機体表面や翼面上に現れるはく離流れを高周波フラッピングジェット発生デバイスにより能動流制御する手法を確立します。具体的には、数百m/sの高速気流中にデバイスから発生する流体構造を最先端の光学気流計測法により明らかにし、最先端の最適化手法を用いることで、デバイスが最も効率良く高速気流を制御する条件を決定します。さらに、ドイツのDLR(ドイツ航空宇宙センター)にある実機気流風洞において、開発した制御手法の試験をすることで、本手法が航空機へ適用できることの実証を試みます。

本手法が確立されれば、空力抵抗源である航空機機体面にある渦発生器を取り除くことができ、高揚力装置の軽量化を実現できると考えられ、世界の二酸化炭素年間排出量を800万トン~1200万トン削減できると試算されます。

研究開発の実施体制

学校法人トヨタ学園豊田工業大学
学校法人名古屋電気学園愛知工業大学
学校法人東京電気大学
国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学
学校法人早稲田大学



次世代量子コンピュータの部素材開発とフレームワーク構築

Components and supplier support framework for next-generation quantum computers

研究開発の目的

本事業では、商用化を見据えた実用的な次世代量子コンピュータの実現に欠かせない新規部素材を開発するフレームワークを構築することを目的としています。

研究開発の背景、将来展望

商用化を見据えた量子コンピュータの大規模化に伴って、消費電力が爆発的に増加するため、部品類の小型化や高密度化、低消費電力化が求められます。そのためには、システムレベルの検討に基づく部素材の開発・動作実証・製品化や評価技術が必要です。本事業は、産総研G-QuATにて整備・運用を進めている設計・評価プラットフォームを活用し、システムレベルの検討に基づき設計・試作、実動作環境での動作保証・評価に至るまでの工程をシームレスに実現するサプライヤー支援ワークフレームの構築とその普及を図るものです。

研究開発項目

1. 量子コンピュータの部素材開発スキームの確立
2. 実証事例としての部素材開発
 - 2-1. 高性能小型低温低雑音アンプの開発
 - 2-2. 断熱インターフェースの開発
 - 2-3. 小型アイソレータの開発

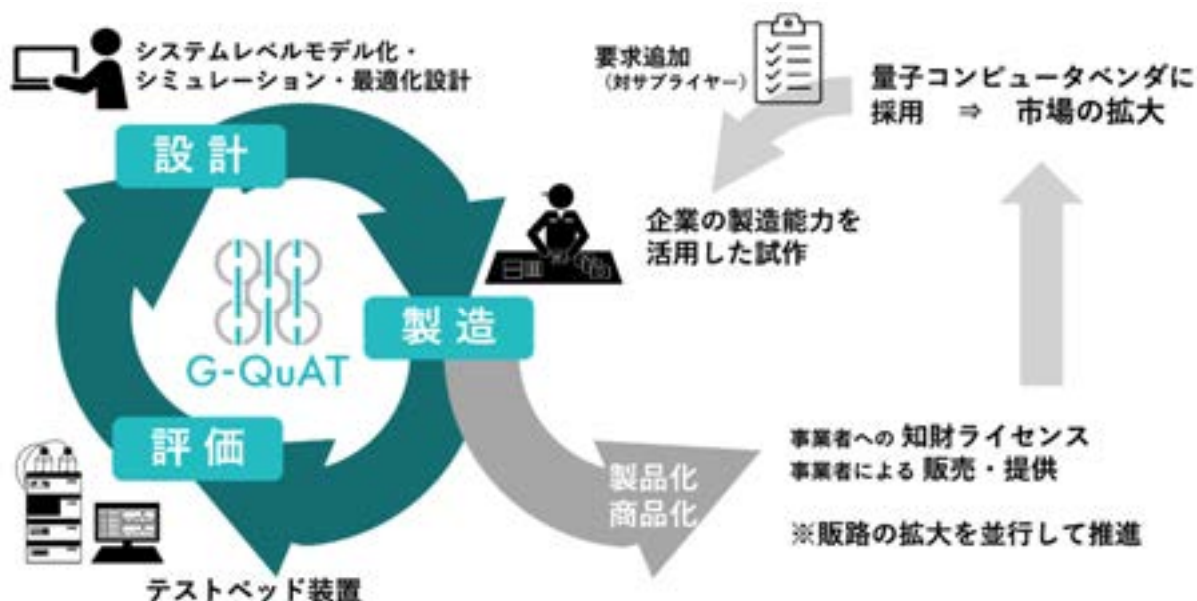
研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

左記に示した部素材開発フレームワークの実証のため、事例として、高密度かつ熱流入を抑制した配線、小型かつ低消費電力な増幅器やアイソレータなどの高性能部素材開発を行います。これらだけで量子コンピュータの産業化に向けた課題を解決できるわけではありませんが、大きな課題となっている冷凍機内スペースの制限、熱流入、発熱への対応、といった冷却能力の限界を解決するために高い効果を発揮するものとして本事業の実施期間で取り組む開発課題としています。

これらの取り組みを通して既存エレクトロニクス企業への「手本」となり、次世代量子コンピュータ向け部品類の開発に対する企業の参入障壁を下げることによるサプライチェーンの構築や市場形成、次世代量子コンピュータの実現によるサービス開発の加速による価値創出を目指します。

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
株式会社アドバンテスト研究所



二重過程理論に基づく研磨技能の模倣学習の研究開発

Imitation learning for polishing skills based on dual process theory

研究開発の目的

コンタクトリッチタスクを自律的に計画するロボットの実現を目指し、その最初の応用例として研磨技能の模倣学習を扱います。

研究開発の背景、将来展望

研磨作業は、数百ミクロン単位のずれが品質に大きな影響を与えるため自動化が困難で、依然として人手に頼らざるを得ない部分が多いのが現状です。厳しい物理制約を伴うタスクでは接触の感覚が鍵になることから、本研究開発では研磨における接触時の物理制約をロボットが自律的に解くための技能の階層モデルとその教示技術を開発します。技能の階層モデルを基盤としたロボットの社会実装を進めることで産業における研磨作業をロボットで代替し、他のコンタクトリッチタスクへの展開を狙います。

研究開発項目

1. 二重過程理論を応用した研磨技能モデルの開発
2. 技能モデルの特徴量抽出のための教示技術の確立
3. 寸法の異なる部品の研磨自動化と実証試験

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

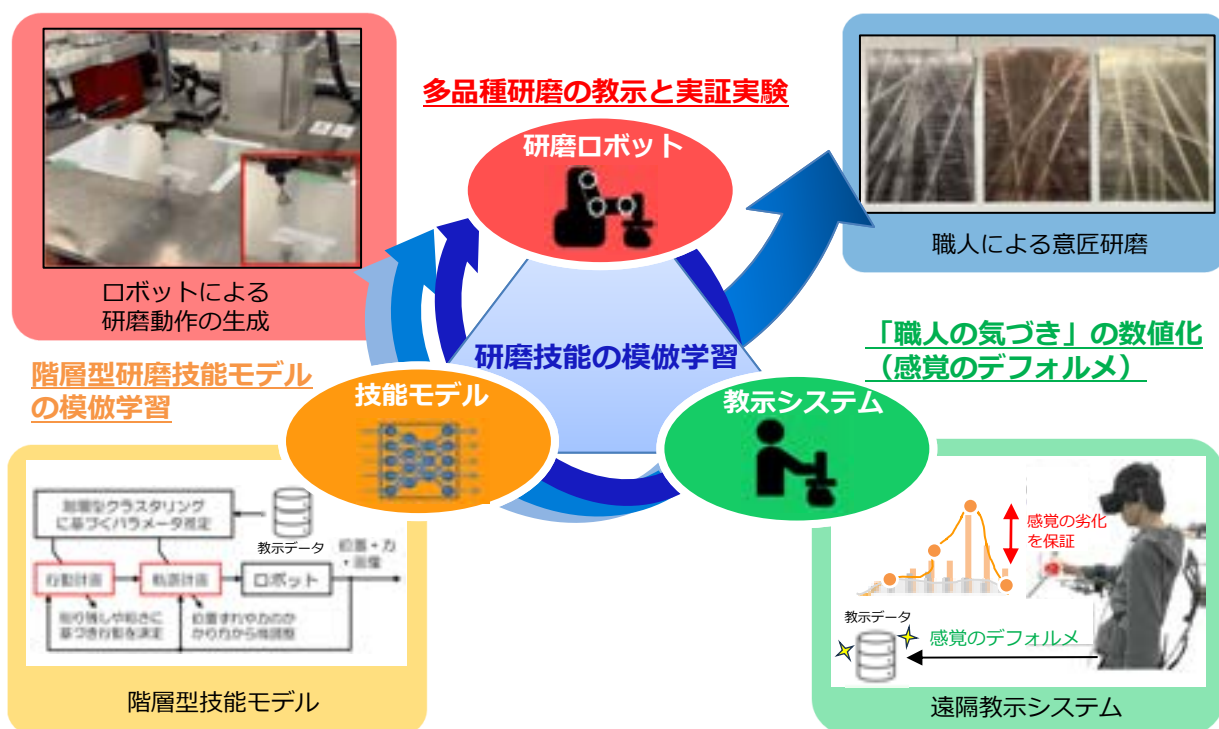
職人の研磨技能をロボットに教示するためには、職人の感覚に相当する特徴量の抽出とロボットでの再現方法が必要となります。

従来のロボット教示システムでは、教示の際に感覚が劣化するという問題がありました。そこで感覚に必要な信号を補強するデフォルメ処理を開発します。本技術により教示時の感覚の劣化が補償されることを物理・心理の両方から定性的に実証し、職人の感覚に対応する特徴量を抽出します。さらに、行動計画と軌道計画を同時に学習する二重過程理論を実装した技能モデルを研磨に応用することで寸法の異なる部品に対して動作生成を行う研磨ロボットを実現します。

これらの技術により、Slerの介入なしの自動研磨を実現し、寸法が異なる部品への対応を可能にします。さらには職人の細やかな意匠を模倣することで、意匠建材に新たな市場が創成されるものと期待されます。

研究開発の実施体制

国立大学法人埼玉大学
株式会社新光ステンレス研磨
学校法人中央大学
国立大学法人東京工業大学



微生物合成ブロック共重合体の研究開発

Microbial production of block copolyesters

研究開発の目的

独自の微生物システムを駆使してバイオマスを原料としてブロック共重合体を合成し、環境低負荷型のプラスチック材料へと応用利用します。

研究開発の背景、将来展望

プラスチックなどの様々な化成品を、再生可能なバイオマスを原料として合成する技術の開発が求められています。微生物によるポリエステル合成系は、様々なバイオマスを原料として、高分子量のポリマーを合成できる優れたシステムですが、バイオマスを原料とした合成の効率と、材料として利用する際に必要となる幅広い物性を発揮させることの両立が課題でした。本技術開発では、高分子の中のモノマー配列を制御可能な微生物ポリエステル合成系を活用し、従来の材料よりも幅広く利用できる新素材を合成することに取り組みます。目標とする技術の開発により、持続可能性の高いプラスチック産業を創出します。

研究開発項目

1. 新規ポリマー生成酵素群の開発
2. ポリマー生産系の効率化
3. ブロック共重合体を利用した材料開発

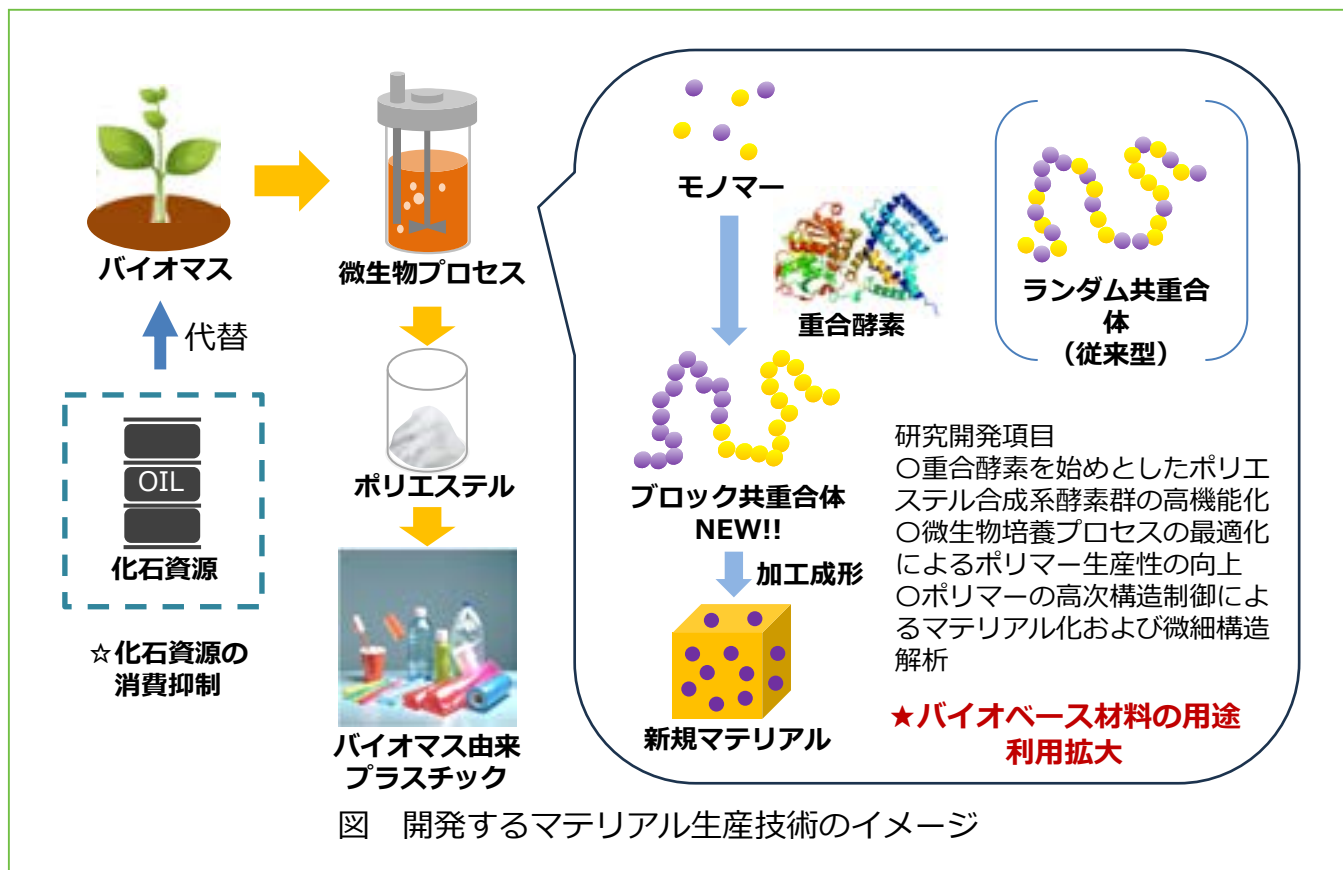
研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

共重合体は、一つの高分子の中に複数の性質の異なる構造を持つことにより、特徴的な物性を発揮します。微生物ポリエステル合成系は、重合酵素の働きによりポリマーが合成されますが、酵素は精密な分子認識能を持つため、多くの場合一つの酵素により一つの化合物しか合成できません。本事業では、一つの酵素で二つの構造を有するブロック共重合体を合成できる特殊な重合酵素を対象として、分子進化の手法を適用することで、目的とするポリマーを自在に組み合わせる重合できる改良型重合酵素を開発します。加えて本事業では、高分子加工技術、微細構造解析技術を駆使して、合成する新規ポリマーの性能を最大限発揮する加工方法の開発にも取り組みます。本事業を通して、新材料の開発に加えて、バイオマスからの高付加価値の化成品を生産する新しい合成原理を確立します。

研究開発の実施体制

国立大学法人北海道大学
静岡県公立大学法人 静岡県立大学
国立大学法人金沢大学
株式会社力ネカ

新
新



製造業分野で重要な高純度リンマテリアルの循環利用技術開発

Phosphorus recovery and recycling toward material industry

研究開発の目的

国内の未利用リン資源より回収したリン酸を高純度リンマテリアルへと高付加価値化し、製造業分野で循環利用を可能とするためのシーズ技術の開発に取り組みます。

研究開発の背景、将来展望

「高純度リンマテリアル」は、EV電池や再エネ発電蓄電池など、脱炭素社会に欠かせない装置の製造に重要です。これらの材料は「黄リン」を共通の原料として製造されていますが、その生産には未だに19世紀後半に開発された電気抵抗溶融法が用いられており、環境に大きな負荷を与えています。また、我が国は黄リンを輸入に依存しており、経済安全保障上のリスクもあります。本研究では、国内の未利用リン資源を高純度リンマテリアルへと高付加価値化することを目指し、回収リンを原子および分子のレベルで精製し、わが国の幅広い製造業分野で循環利用を可能とする技術の確立を目指します。

研究開発項目

1. リン酸を分子レベルで超高純度に精製するシーズ技術開発
2. リンを原子レベルで超高純度に精製するシーズ技術開発
3. 有機リン化合物を超高純度で製造するシーズ技術開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

国内製造業分野などで発生するリン含有廃棄物および副産物(未利用リン資源)を輸入リン鉱石や黄リンなどの代替出発原料として、[研究項目A] リン酸を分子レベルで超高純度(エレクトロニクスグレード)に精製するシーズ技術開発、[研究項目B] 粗リン酸を遷移金属リン化合物触媒や水素化物による還元または原子状水素発生装置などによる水素ラジカル還元により亜リン酸に変換し、亜リン酸の不均化反応により黄リンを製造(原子レベルでの精製)するシーズ技術開発、および[研究項目C] 粗リン酸および粗亜リン酸よりリン酸エステルおよび有機亜リン酸エステルを合成し蒸留分離等により高純度精製するシーズ技術の開発に取り組めます。これにより、従来主に農業分野における肥料用途にほぼ限定されていた回収リンのリサイクル用途を拡大します。

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
下関三井化学株式会社
三井化学株式会社
米山化学工業株式会社
国立大学法人佐賀大学
(再委託先)
国立大学法人室蘭工業大学
香川高等専門学校

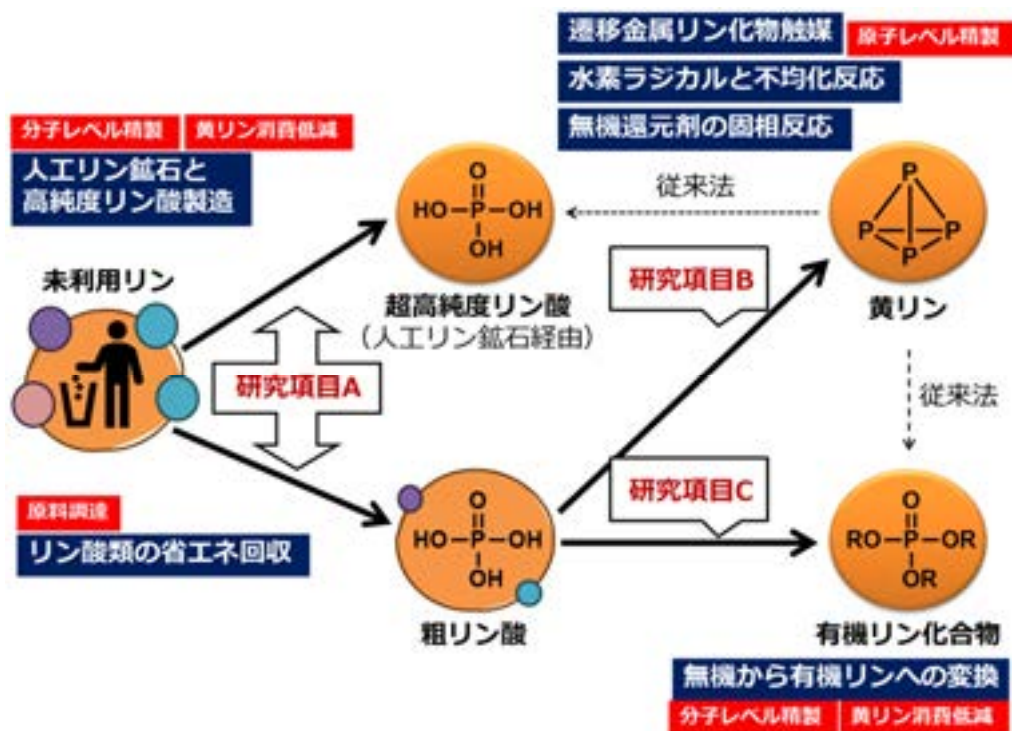


図. 未利用リン資源から製造業分野で重要な高純度リンマテリアルへの高付加価値化

量子トレーサブル超微小電流センシングの開拓

Quantum-traceable ultra-small current sensing

研究開発の目的

革新的な量子技術の駆使によって量子トレーサブルな超微小電流センサを開発し、大気汚染物質や放射線量などの環境測定精度を1桁以上高めることを目的とします。

研究開発の背景、将来展望

医療用・環境放射線計測、環境中汚染物質の計測にはエレクトロメータが用いられていますが、従来技術では更なる高精度化は困難で、計測精度の律速となっています。本研究ではこれまでに開発した量子電流素子と量子ホール効果抵抗標準を用い、量子トレーサブルな超高抵抗器ベースの革新的超微小電流センサを開発することにより微小電流計測で律速されている社会問題の解決を図ります。開発するセンサは極めてロバストで、社会実装することで現場測定に革新を起こします。

研究開発項目

1. 超微小電流センシング技術の開発
2. 超微小電流センサに向けた高安定低ノイズ超高抵抗器の開発
3. 超微小量子電流源素子の開発
4. 単一電子移送の自動調整および検出技術の開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

単一電子移送素子による量子電流源、そして国家標準である量子ホール効果抵抗標準を駆使し、量子トレーサブルな超微小電流センサを開発します。この開発によって、大気汚染物質や放射線量などの環境測定精度の1桁以上の向上を目指します。また、環境測定のほか、半導体製造ラインのリアルタイムなクリーン度管理や、医療用放射線の線量管理などにおける精度向上など、具体的な応用も見据えています。広範なセンシング技術に大きな変革をもたらし、安全安心な社会の実現を通じて直接的に国民のQuality Of Life向上にも繋がります。

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
株式会社日本ファインケム
日本電信電話株式会社
国立大学法人東京工業大学

社会ニーズ

- ・ 環境測定精度向上とリアルタイム測定
粒子状物質・PM2.5
クリーンルームのクリーン度
環境中の放射線量
- ・ 医療用放射線の線量管理の高精度化

しかし、標準化ができない・規格が存在しない、精度保証が未熟

フェムトアンペアからアトアンペアレベルの超微小電流の測定技術の未確立が全ての原因！

量子トレーサブル超微小電流センサ

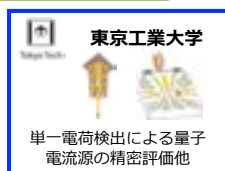
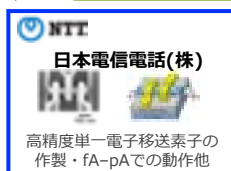
量子ホール効果抵抗標準



超安定低ノイズ超高抵抗素子



単一電子電流標準(エラー補償)



超微小電流計測の社会ニーズとそれに向けた取り組み

セルフリー×デジタル技術を用いた革新的物質生産基盤技術の開発

Innovative basic technology for material production using cell-free x digital technology

研究開発の目的

in vitro で生体反応を実現するセルフリー技術とデジタル技術の融合で生物の制約を超えたバイオものづくり基盤技術の開発をめざしています。

研究開発の背景、将来展望

2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、生物を用いたバイオものづくりに注目が集まっています。この方法は化石燃料を使用しない物質生産方法として有用ですが、生命活動維持に必要な条件は物質生産に最適な条件ではないため、合成可能な物質が限定されるという課題がありました。

本事業が着目するセルフリー系は、細胞内で物質を合成・生成するために必要な要素だけを取り出しin vitro で反応させるため、こうした細胞の制限にとらわれない革新的なバイオものづくり基盤技術の実現が期待されます。

研究開発項目

- A. セルフリー酵素配列提案技術の開発
 - A-1. 物性予測AIの構築
 - A-2. 酵素改変提案AIの構築
 - A-3. AI技術手法評価及び改良提案
- B. セルフリーハイスループット自動評価技術の開発

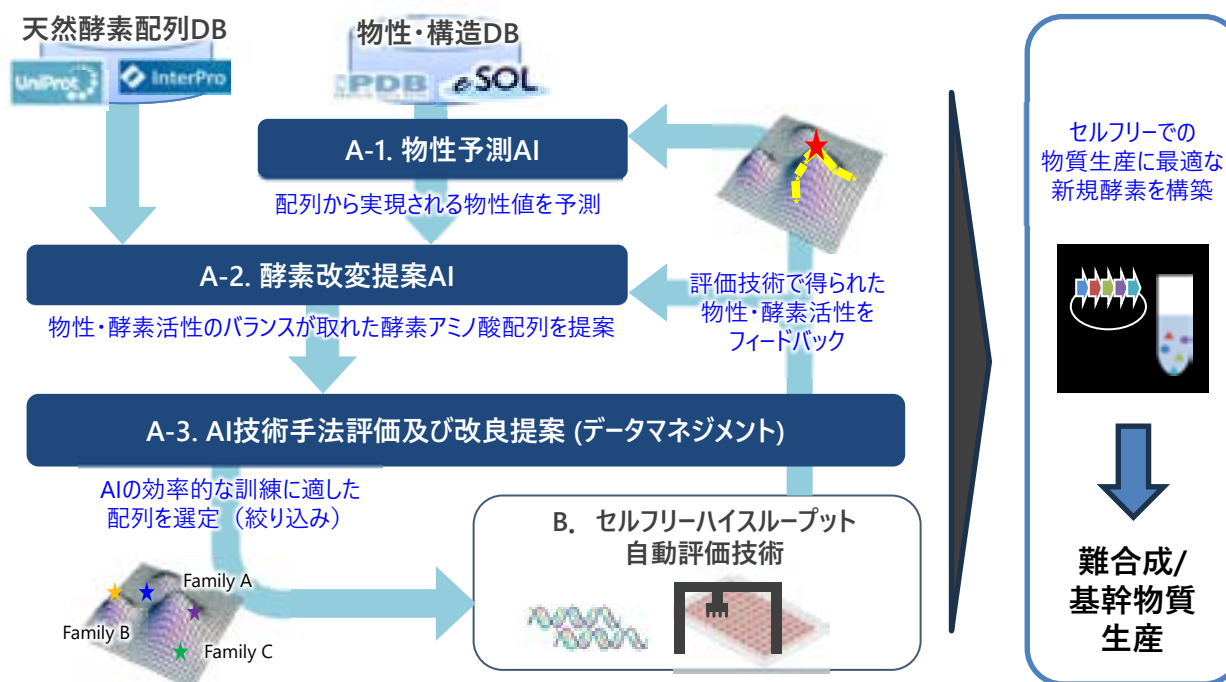
研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

セルフリーによる物質合成は、生体外での反応となるため、反応条件や組成に適した酵素の改良が必要となります。具体的には、セルフリー反応に適した物性(可溶性・熱安定性)と、物質合成に適した活性のバランスが取れたアミノ酸配列のデザインが必要となり、既知の天然タンパク質配列を基にした既存技術では実現困難という課題がありました。

そこで、本事業では、A.セルフリー酵素配列提案技術、及び、B.セルフリーハイスループット自動評価技術から構成するセルフリー酵素創出システムを開発します。Aではセルフリー反応に適した酵素のアミノ酸配列を提案する酵素配列提案AIと、物性値を予測する物性予測AIを開発し、物質合成に適切な機能を付与した新規酵素アミノ酸配列を提案します。Bでは、自動化装置を活用してセルフリー反応・評価系をハイスループット化し、A で開発する AI の予測精度を上げるために必要なデータを効率的に取得する技術を構築します。これらにより、物質合成に適切な機能を付与した新規酵素アミノ酸配列を提案する技術を確認します。

研究開発の実施体制

株式会社日立製作所
学校法人早稲田大学



AI×ロボティクスによるバイオ分子設計デジタルラボの研究開発

Biomolecule design digital laboratory by AI and robotics

研究開発の目的

バイオ分子設計のDBTLサイクルを加速するため、AIとロボティクスが融合した「デジタルラボ」を開発します。

研究開発の背景、将来展望

バイオ産業の国際競争力強化とバイオエコノミー社会の実現のために、酵素などのバイオ分子を合理的に設計する技術の開発が急務となっています。バイオ分子設計のDBTLサイクルの課題として、(1) 高機能配列を予測するAIの学習には依然として多数の実験データが必要なこと、(2) これらの学習データの取得に必要な複雑なバイオ実験にロボティクスが対応できないことが挙げられます。

本研究開発では、(1) 少数の実験データで予測を行える「能動的AI」技術と(2) 複雑なバイオ実験に対応できる「デジタルツイン」を利用したロボティクス技術を開発します。これら2つの革新技术を組み合わせることで、AIとロボティクスが融合した「デジタルラボ」を構築し、バイオ分子設計におけるDBTLサイクルを加速します(図1)。

研究開発項目

1. バイオ分子設計のための能動的AI技術の開発
2. バイオ分子機能評価実験を自動化するロボティクス技術の開発
3. AIとロボティクスの融合によるデジタルラボの実証

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

バイオ分子設計のDBTLサイクルを加速するために、研究開発項目1では、能動的AI技術を開発してDesign、Learnに必要な実験数を削減します。研究開発項目2では、デジタルツインを利用したロボティクス技術を開発してBuild、Testを高速化・高精度化します。研究開発項目3では、開発した技術を取り入れた新しいDBTLサイクルを酵素に適用して、従来のDBTLサイクルよりも高速に機能改良が行えることを実証します。以上を通してDBTLサイクルの10倍以上の高速化を目指します。

AIとロボティクスが融合したバイオ分子設計システムを「デジタルラボ」としてパッケージ化し、企業・大学への導入や中央ラボの設置を通して社会実装することを目指します。これにより、バイオ産業における高価値分子の創出を加速します。

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
国立大学法人東北大学
株式会社レボルカ

新
新



図1. AI×ロボティクスによるバイオ分子設計デジタルラボ

非平衡系MIスキームによる未来材料開発期間の劇的短縮

Non-equilibrium MI scheme shortens future material development

研究開発の目的

最先端計測技術に基づく非平衡系MIを実材料開発に応用することで、非平衡系MIの有効性を検証し、研究開発基盤を整備します。

研究開発の背景、将来展望

現在、マテリアルズ・インフォマティクス(MI)に代表されるデータ駆動型研究開発が、今後のマテリアル開発の基盤になると期待されていますが、MIの「入力」にあたるデータは静的な平衡系の構造・物性情報に限られています。多くの実材料は非平衡状態で使用されており、非平衡系の計測データが欠如しているため、近い将来には戦略的な限界を迎えると予想されます。

そこで本研究開発では、最先端の非平衡系4D(三次元+時間)可視化技術と材料科学、データ科学の融合により、マテリアル開発の期間を劇的に短縮する非平衡系MIという新たな潮流を生むことで、未来のマテリアル開発を先取りする挑戦を提案します。

研究開発項目

1. タイヤ用ゴム材料の耐摩耗性能向上
2. 高速4D-CT技術の開発
3. SAXS/WAXS-CT同時計測技術の開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

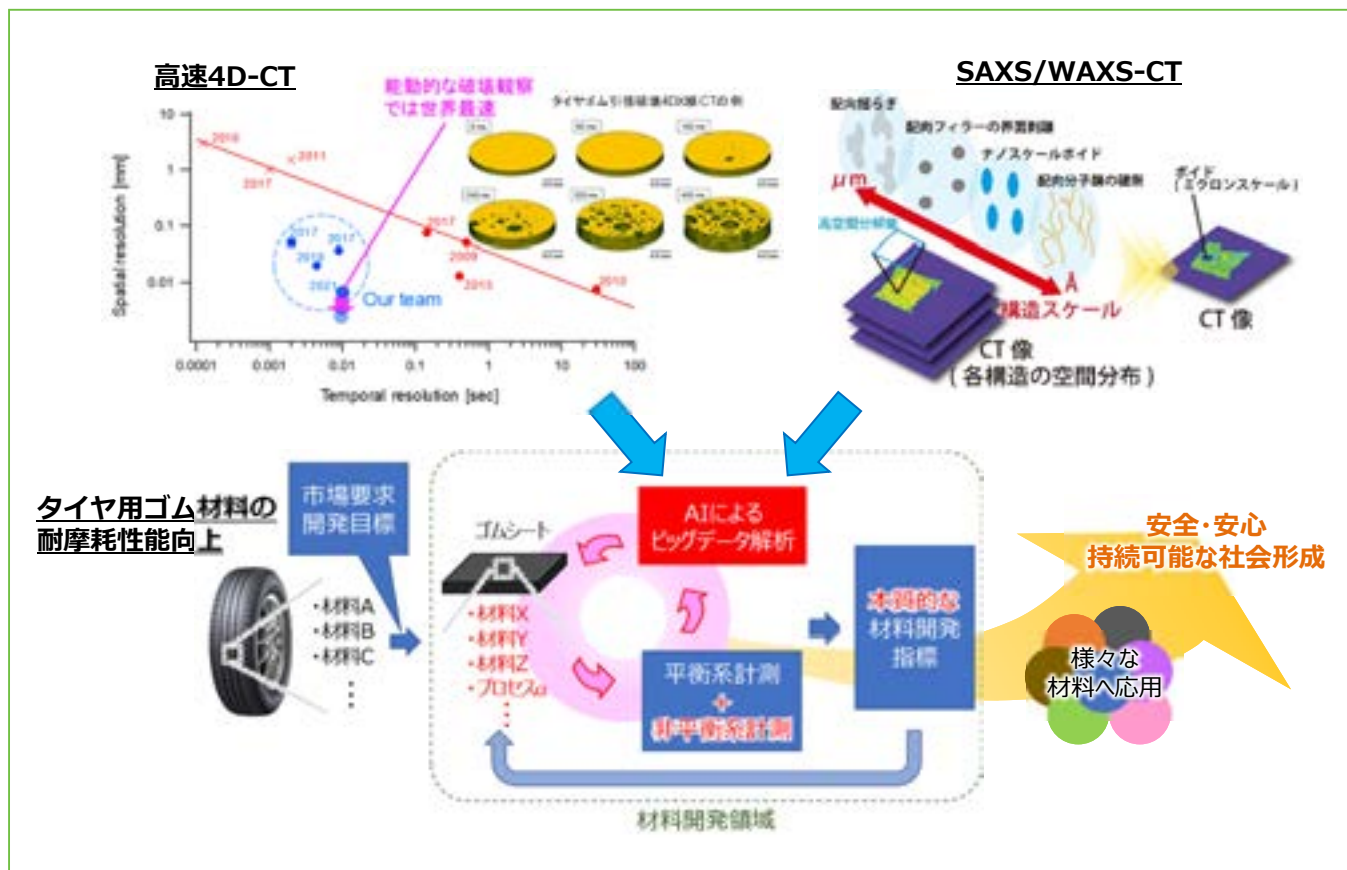
タイヤ用ゴム材料の耐摩耗性能の向上に焦点を絞り、実材料の使用環境下に対応する非平衡系の最先端計測手法として、ミリ秒時間分解能のX線高速4D-CT法、および平衡系の最先端計測手法として材料のナノスケールの情報を含むX線小角(SAXS)/広角散乱(WAXS)-CT法を開発します。開発した計測手法から得られるビッグデータを用いた非平衡系のMI活用により、タイヤ用ゴム材料の耐摩耗性能向上に寄与する新規材料開発指標を取得します。

現在までの成果として、ビッグデータ取得のための高速4D-CT装置製作およびWAXS-CT法の技術開発が完了し、ビッグデータ解析の初期検討として、4D-CT画像から得られた特徴量を用いて物性値(ひずみ量)の予測モデルを作成することができました。

非平衡系MIによる材料開発スキームを開発し、タイヤ用ゴム材料以外の材料へ応用させることで、様々な製品の長寿命化などが期待されます。

研究開発の実施体制

国立大学法人東北大学
国立大学法人京都大学
住友ゴム工業株式会社



半導体プロセスメタファクトリーの基盤技術開発

Meta-Factory Platform for Semiconductor Manufacturing Process

研究開発の目的

本研究の目的は、Siウェーハ製造から半導体デバイス製造までを企業を越えて一気通貫でプロセス最適化する仕組みを構築することです。

研究開発の背景、将来展望

先端半導体デバイスの新製品開発では、短い開発サイクルでの性能改善が求められていますが、デバイスプロセスの個々の工程最適化のみでは限界があります。近年、デバイス性能改善には、Siウェーハ内部の不純物濃度分布や欠陥密度分布をデバイス構造に応じて適切に調整する必要があることが明らかになってきました。そのため、上流のSiウェーハ製造から下流のデバイス製造までを企業を越えて最適化することが重要とされています。しかし現状、ウェーハとデバイスが一体となってプロセス最適化を行う仕組みは存在していません。本研究では、先端CMOSイメージセンサー（CIS）のノイズ特性改善をモデルケースに、SiウェーハからCIS製造までのプロセスを一気通貫で最適化する有効性を実証します。将来的には、CISの課題解決に留まらず、様々な半導体デバイスに適用可能な、メタファクトリーというプロセス全体最適化の新たな仕組みの構築を目指します。

研究開発項目

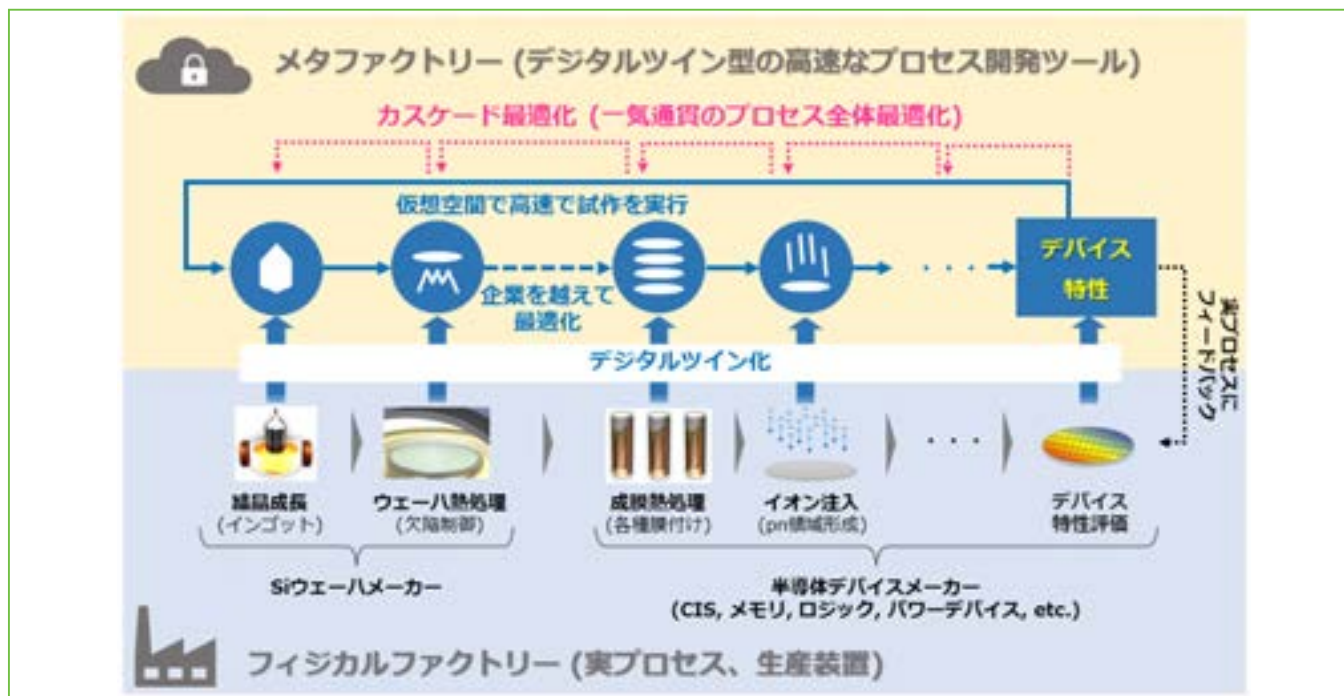
1. カスケード最適化アルゴリズムの開発
2. 実プロセスにおける効果検証
3. メタファクトリーのプロトタイプ開発
4. データ・モデル秘匿技術の調査
5. プラットフォーム化を見据えた課題抽出

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

本研究では、Siウェーハ製造プロセスからCIS製造プロセスのうち、CISのノイズ特性に関与するプロセスを選定し、それらのプロセスからSiウェーハ内部の状態を予測できるデジタルツインを構築します。そして、これらのデジタルツインを直列に繋ぎ、仮想空間上で一気通貫で全体最適化を実行できる「メタファクトリー」というアプリケーションの構築を目指します。このメタファクトリーでは、CISのノイズ特性改善を目的として、直列多段に連なる複数の工程を計算爆発せずに効率的に最適化するカスケード最適化技術を開発します。また、メタファクトリーで導出した最適条件の有効性を実際の生産ラインで検証し、CISの低ノイズ化を実証します。さらに、このメタファクトリーを将来的にCIS以外の半導体製造プロセスに横展開することを見据え、データやモデルを秘匿化しながらプロセス最適化するための技術調査や、プラットフォーム化に向けた課題抽出にも取り組みます。メタファクトリーは、開発サイクルの短期化、製品・工程の高度化・複雑化、目的の多様化、企業間連携といった近年の製造業が抱える課題を解決することのできる技術であり、本研究ではこの技術の社会実装に向けた基盤を構築します。

研究開発の実施体制

グローバルウェーハズ・ジャパン株式会社
アイクリスタル株式会社
ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式会社
国立研究開発法人理化学研究所
国立大学法人東海国立大学機構



不燃性ガス田における高効率ヘリウム膜分離回収技術の開発

◆Helium separation membrane system for N₂-based gas field

研究開発の目的

不燃性ガス田から高効率でヘリウムを分離回収し、日本への新たなヘリウムサプライチェーンの構築を目指します。

研究開発の背景、将来展望

ヘリウムは分子径が最も小さく、最も沸点(-269℃)が低いガスで、完全不活性、低溶解度、高熱伝導率、高拡散性、無刺激性、低粘性等の特性を兼ね備えています。冷却目的では窒素、不活性を生かす目的ではアルゴン等代替ガスが存在しますが、複数の特性を必要とする場合は他のガスでは代替ができません。ヘリウムの核融合による人工合成は研究途上で、低コスト・大量生産は不可能であり、現在使用されているヘリウムは地下に埋蔵する可燃性ガス(メタン主体)に随伴して生産されたものです。近年、世界的に需要と供給のバランスが崩れており、100%輸入に頼る日本は、入手困難な状況が続いています。

研究開発項目

1. 不燃性ガス田坑井元分離への適用可能性の検討
2. 高差圧分離膜の開発と評価
3. 長尺基材・片端封止型基材への膜合成技術開発

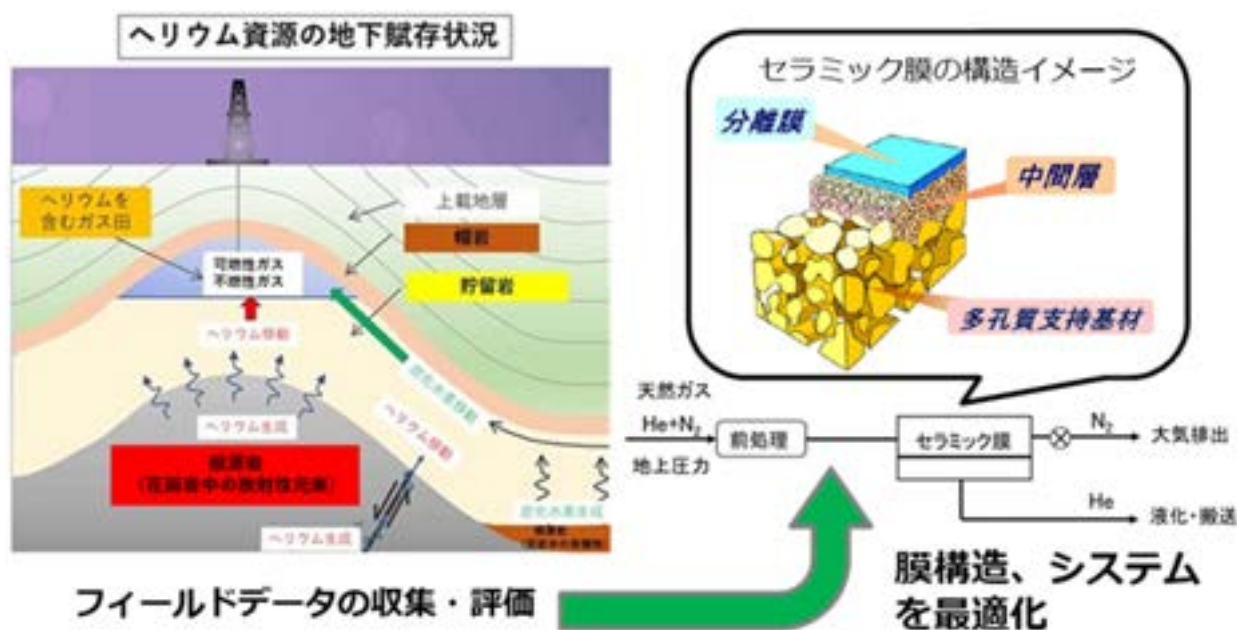
研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

本事業では、これまでメタンを主体とした可燃性ガス田と比べて資源的価値が低く、注目されていなかった窒素を主体とした不燃性ガス田からヘリウムの単独生産に向けた技術開発を行います。このヘリウム単独生産事業は、メタン等の温室効果ガスをほとんど排出せずにヘリウムを回収でき、可燃性天然ガスの処理を必要としないため、設備投資を大幅に抑制できることが期待できます。さらに、耐圧性、耐熱性に優れたセラミック膜分離システムを開発して、地下ガス層の温度・圧力エネルギーを活用した高差圧分離により、従来よりもさらに省エネ・低環境負荷の高効率膜分離プロセスを実現します。

政治的に安定な地域によるヘリウムサプライチェーンの強化により、日本へのヘリウムの供給、価格を安定化し、半導体、医療など経済の基盤となる産業の維持・構築・発展へ貢献します。

研究開発の実施体制

一般財団法人ファインセラミックスセンター
(再委託先) 公益財団法人地球環境産業技術研究機構
(再委託先) 学校法人工学院大学
石油資源開発株式会社



本事業の研究開発の概要

革新的異種柔軟材料3D/4Dものづくり基盤の構築

Innovative heterogeneous soft material 3D/4D manufacturing infrastructure

研究開発の目的

世界とは数段上の、格段に高いレベルでの、ソフト材料の3D/4Dプリンティングを推進できる基盤技術の開発に挑戦します。これによりマテリアルDX研究の新地平の開拓を目指します。

研究開発の背景、将来展望

マテリアル分野ではデジタル技術の1つである3Dプリンティングを前提とした研究として、4Dプリンティングやソフトロボティクスの研究が国際的に急伸しています。しかし、その前提となる3Dプリンティングにおいては、異種材料への対応が遅れており、多くの材料研究者や機械工学研究者が活用することができていないという課題があります。

研究開発項目

1. 4Dインクの開発
2. 4Dプリンタの開発
3. 4Dシミュレーターの開発
4. ナレッジ共有システムの開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

3Dプリンターを使用したデジタルファブ리케이션において、柔軟性と高次の機能を持つ4Dプリント材料の吐出条件を学習し、材料ベースの最適設計を目指します。

- ・3種類のインク混合における独立した化学反応
- ・最適濃度と反応特性で選んだ造形方式でのプリント
- ・造形途中の問題発生時に条件修正を提案
- ・6種の造形方式とゲル組み合わせで造形レポート作成
- ・4Dプリントシミュレーターと最適化手法で応用試作品

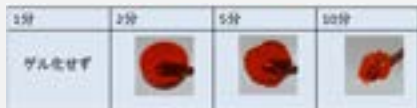
この研究は、4Dプリント材料の吐出条件の習得と最適設計の追求を通じて、格段に高いレベルでのソフト材料の3D/4D高付加価値ものづくり基盤を開発し、その社会実装を達成します。

研究開発の実施体制

国立大学法人山形大学
国立大学法人九州大学
学校法人立命館
サンアロー株式会社
株式会社LIGHTz

直交反応4Dインクの開発

レーザー照射時間による造形制御

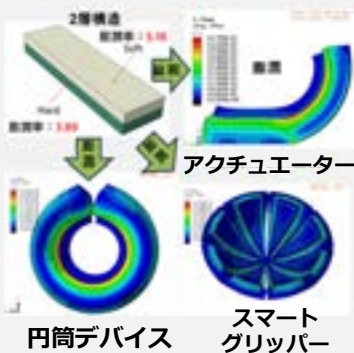


人工臓器・インプラント



送液デバイス

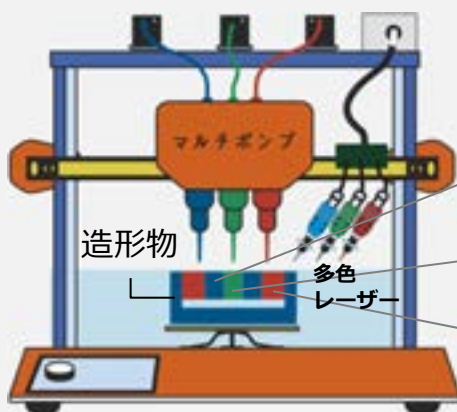
4Dシミュレーターの開発



ナレッジ共有システムの開発



4Dプリンタの開発



3種類の異種柔軟素材 (ゲルインク)

非膨潤

等方膨潤

異方膨潤

変形前



造形物



変形後

他の部品にフィット

電力非依存型発光生体分子の改変と樹木への実装

Improving electricity-independent bioluminescent proteins and their implementation in trees

研究開発の目的

電力を必要としない照明光源の開発を目指します。

研究開発の背景、将来展望

二酸化炭素の排出を伴う火力発電の世界供給量は8割以上に及びます。この状況を緩和させるには、他の発電法への転換による脱二酸化炭素化と電力消費の減少が有効です。本研究開発では、その両者を一挙に解決する手段の候補として、電力を使用せずに照明光源となり得る発光植物デバイス(Light Emitting Plant: LEP)の創出を試みます。LEPは照明光源としての役割を果たすと同時に、電力に依存せず大気中の二酸化炭素を減少させることも可能です。将来的に、電力を極力使用しない社会の実現を目指します。

研究開発項目

1. AIを利用した自発光生体分子の改良
2. 自発光植物デバイスLEPの創出
3. 不稔化技術の開発
4. 植物工場内でAIロボットを用いたカルスやクローン苗の大量製造法

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

発光生物が有する発光機能を最大限に活用して、高光度化・多色化した新規の発光生体分子をAI等を駆使して開発し、その遺伝子を樹木に組み込むことで電力不要の照明光源として利用可能な発光植物デバイスを創出します。また、遺伝子組換え体である当デバイスを社会実装するにあたって懸念される生物多様性への影響を考慮し、ゲノム編集などによって、自発光植物を不稔化する技術を開発します。さらに、グローバルな産業化に備えて、カルスやクローン苗などをロボットにより自律的に培養増殖するシステムを設計して自発光植物の大量製造を可能にする方法の開発も行います。これまでに、多色化した新規発光生体分子の開発、発光生体分子の樹木への組み込み、および樹木のクローン苗の大量増殖システムの開発を達成しました。今後、発光生体分子の高光度化を行うことにより、社会実装する価値が高まると期待されます。

研究開発の実施体制

国立大学法人大阪大学
国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学
株式会社インプラントイノベーションズ



全通信波長帯で動作する光クロスコネクotchチップレットの開発

Optical cross-connect chiplet for all communication wavelength bands

研究開発の目的

光通信における全ての波長帯に渡る波長多重信号を、波長毎に自在に接続切替できる光クロスコネクotchチップレットを開発します。

研究開発の背景、将来展望

生成AIの登場などによりデータセンターの消費電力増大が課題となっています。巨大な生成AIモデルでは、並列処理のために多数のGPUを超高速に接続しています。しかし、電気配線では高速化が困難になりつつあり、次世代技術として光配線が検討されています。本研究では、GPU等の接続を自在に切り替えるスイッチICの機能をも光化し、さらに光の全通信波長帯の活用によって通信容量を極限まで引き出すことで、社会基盤であるデータセンターの高性能化・省電力化に貢献します。

研究開発項目

1. 全通信波長帯に対応する光回路要素(波長選択カプラ、光導波路交差)の研究開発
2. 超多電極実装制御技術(超多電極実装技術、巡回制御技術)の研究開発
3. 大規模光クロスコネクotchチップレットの全通信波長帯動作の実証

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

私たちはシリコンフォトニクス技術を用いたシリコン光スイッチをいち早く開発し、その省電力性を実証してきました。光通信波長帯は1260~1675 nm (O, E, S, C, L, U-band) と非常に広帯域ですが、これまでは現在利用されている1310nm帯(O-band) や1550nm帯(C-band) での動作に限られていました。今後、大容量化の要求に応じて利用帯域は広がっていき、究極的には全通信波長帯が必要になると考えられます。

本研究では、シリコン光スイッチの進化形であり、波長多重信号の各波長チャンネル毎に接続切替を可能とする光クロスコネクotchチップレットを開発します。独自の光回路要素と大規模化に必要な超多電極実装制御技術を開発し、従来の光回路では不可能な全通信波長帯での動作を実現します。

医療健康、モビリティ、製造などあらゆる分野のスマート化・自動化等の基盤となるデータセンターの持続的な発展に貢献できると考えています。

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



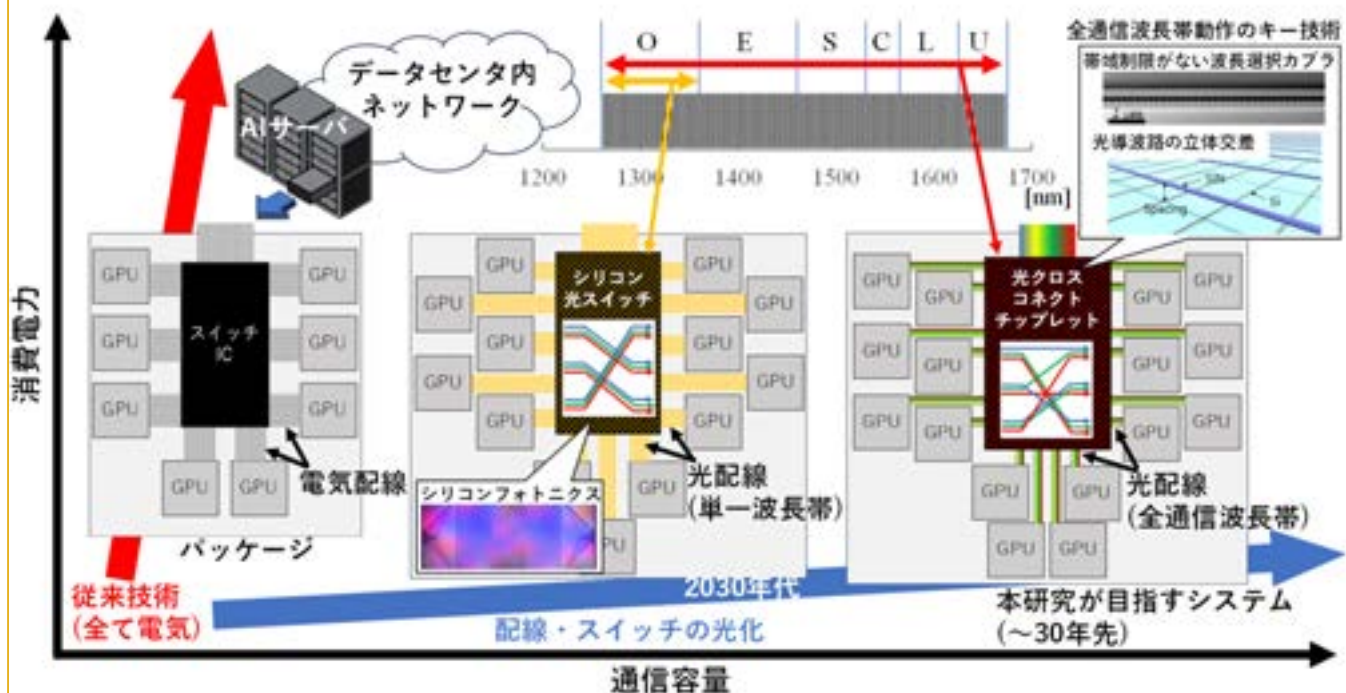
池田 和浩
産業技術総合研究所
プラットフォーム
フォトニクス研究センター
・研究チーム長



鈴木 恵治郎
産業技術総合研究所
プラットフォーム
フォトニクス研究センター
・上級主任研究員



鴻池 遼太郎
産業技術総合研究所
プラットフォーム
フォトニクス研究センター
・主任研究員



少数のキャリアを活用する省エネルギー光電融合情報基盤の開発

Energy-saving optoelectronic fusion information system utilizing a small number of carriers

研究開発の目的

実用に不可欠な室温で超高速動作し、抜本的な省エネルギーを実現できる、電子スピンと光を活用した光電融合情報基盤を開発します。

研究開発の背景、将来展望

高度な情報社会を発展させるためには、膨大な情報を高速に処理・伝送する必要があります。しかし、既存の電気配線を用いて情報伝送を高速・大容量化した場合、消費電力が急増すると同時に発熱も大きくなります。この課題に対して、短距離の信号配線に光技術を適用する光電融合技術が有効な解決策です。その中でも、これまで光通信で活用されてこなかった電子のスピンや光の偏光などの量子状態に着目し、少数のキャリアによる省エネルギーの光電融合情報基盤を開発します。すでに、半導体量子ドットを用いることで、室温で極めて高い電子スピン偏極(スピン情報の生成)を実現しています。

研究開発項目

1. 半導体量子ドットスピンLEDの高性能化
2. スピン偏極受光デバイスの開発
3. 光スピン偏極の電界制御技術の開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

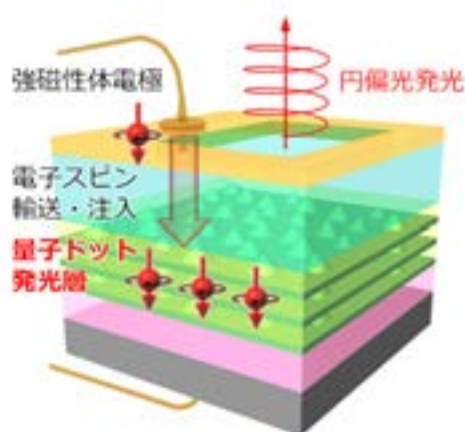
これまでに、実用の光デバイス材料であるIII-V族化合物半導体量子ドットを光学活性層に用いたスピン偏極発光ダイオード(スピンLED)を開発し、室温動作を達成しています。そこで、半導体積層構造の精密な結晶成長制御や異種材料界面の高品質化、新規なナノ量子構造の導入によりスピンLEDの高性能化を図るとともに、世界的にも研究が進んでいないスピン偏極情報を受光可能な光デバイスを開発します。また、電界印加により光スピン偏極を広範囲に制御可能な新技術の開発も目指します。以上により、実用に不可欠な室温において超高速で動作し、抜本的な省エネルギーを目指すことが可能な光電融合情報基盤の要素技術を確認します。将来的には、この技術をチップ間やボード間などの比較的短距離の光配線に応用することで、微弱な光信号での高速・大容量通信を実現し、光配線の低消費電力化に貢献します。

研究開発の実施体制

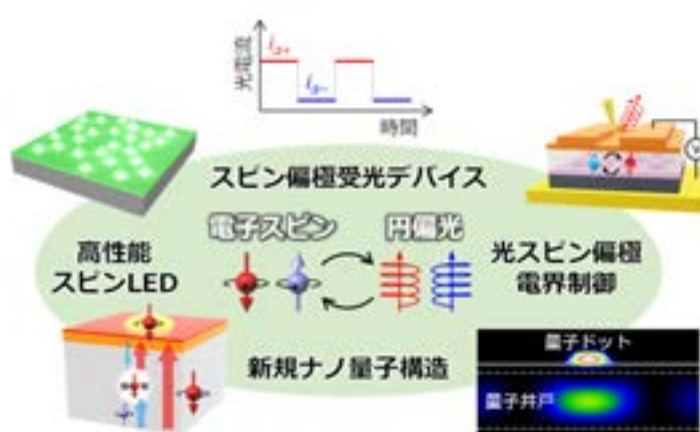
国立大学法人北海道大学



樋浦 諭志
北海道大学・准教授



量子ドットスピンLEDによる電子スピンと円偏光の光電スピン情報変換



本研究開発が目指す省エネルギー光電融合情報基盤の要素技術・要素デバイス

高耐圧・低損失ダイヤモンドパワーデバイスの開発

High-voltage low-loss diamond power devices

研究開発の目的

本研究では、優れた半導体特性を有するダイヤモンドを利用した低電力損失のパワーデバイスを開発し、脱炭素社会の実現へ貢献することを目指しています。

研究開発の背景、将来展望

ダイヤモンドは、次世代半導体材料としての利用が広がる炭化ケイ素(SiC)や窒化ガリウム(GaN)を上回る優れた物性を有しています。

しかし、ダイヤモンド電界効果トランジスタ(FET)とした場合に、ダイヤモンドの優れた物性が十分に発揮できていないのが現状です。本研究では、ダイヤモンドFETにおける課題を解決し、SiCやGaNのFETよりも電力損失の小さいダイヤモンドFETの実現を目指します。

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

ダイヤモンドFETの課題の1つは、チャネル移動度にあります。チャネル移動度は電力損失の低減などに寄与するため高いことが望まれます。これまでに報告のあるダイヤモンドFETのチャネル移動度の多くは、ダイヤモンド固有の移動度の10分の1以下の小さな値に留まっていた。本研究では、高品質な水素終端ダイヤモンド/六方晶窒化ホウ素単結晶のヘテロ構造を利用することによって $1000 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ を超える高い移動度を得るとともに、パワーデバイスに適した構造へと発展させることによって、SiCやGaNのFETよりも電力損失を低減させたダイヤモンドFETの実現を目指します。また、ダイヤモンドは地球上に豊富に存在する炭素のみで構成されている材料であることから、ダイヤモンドデバイスは、持続可能な社会の実現へも貢献できると考えています。

研究開発項目

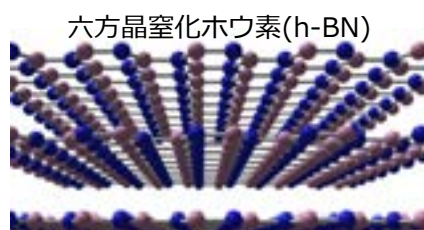
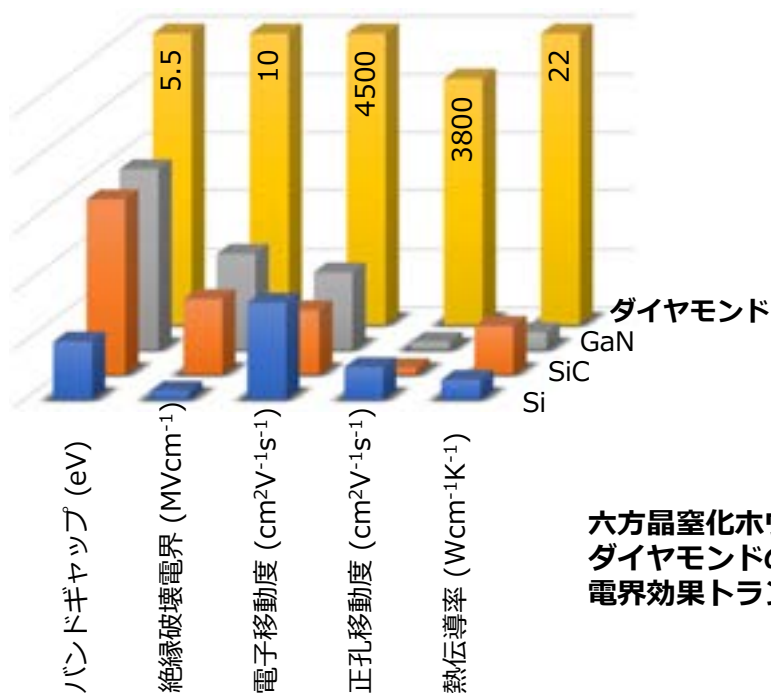
1. ダイヤモンド/h-BN界面の高品質化
2. ダイヤモンドFETの移動度と電流密度の向上
3. 高耐圧と低損失を両立させたダイヤモンドFETの開発

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



笹間 陽介
国立研究開発法人物質・材料研究機構
ICYS研究員



六方晶窒化ホウ素(h-BN)



ダイヤモンド

六方晶窒化ホウ素とのヘテロ構造を利用し、
ダイヤモンドの優れた半導体特性を活かした
電界効果トランジスタの実現を目指します

デジタルアクティブゲート技術を駆使した ノイズフリー・パワエレ電力ネットワークの創生

◆Noise-free Power Electronics Network Using Digital Active Gate Driving Technology

研究開発の目的

高効率な電力変換器の大量導入に必要な安全性確保のため、従来の個別対策では実現できない、ネットワーク規模の「ノイズフリー化技術」を確立し、将来の電化社会の安全革新を起こします。

研究開発の背景、将来展望

パワーエレクトロニクス(パワエレ) 機器は、高効率な電力変換を実現しますが、電磁ノイズによる誤動作・事故等を防ぐため、ノイズ対策部品を使った個別対策がこれまで行われてきました。

しかし、電磁ノイズの問題は電力変換器が接続されるネットワーク全体に波及するため、個別の機器設計だけではパワエレ機器の大量導入は実現困難であり、安全性の確保が課題となります。

そこで、デジタル技術を駆使したノイズオートチューニング技術を提案し、ネットワーク全体の効率と安全性を常時アップグレードできる、ノイズフリー・パワエレ電力ネットワークを創生することで パワエレ機器開発のDX を推進します。

研究開発項目

1. アクティブゲート駆動による
ノイズオートチューニング技術の研究開発
2. ノイズオートチューニングを実現する
ハードウェア基盤技術の研究開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

AI技術を適用したデジタルアクティブゲート駆動と制御ソフトウェアで特性可変としたデジタルオートチューニングユニット(DATU)を開発し、モータ駆動インバータのノイズオートチューニング技術を実装することで、電力変換器効率と電磁ノイズのトレードオフを克服する「ノイズフリー化技術」を確立し、CO₂削減を目指します。

また、ノイズオートチューニング技術を電力変換器単体だけでなく、複数の電力変換器が接続されるネットワーク規模に拡張し、電力変換器群の統括的ノイズ監視と制御が可能なノイズフリー・パワエレ電力ネットワークを創生します。

本研究開発では、複数の電力変換器が接続されるネットワークを対象として「ノイズフリー化技術」のコンセプト実証を行い、規格化・標準化を通じた社会実装と既存インフラ更新を目指します。

本提案技術は、電磁ノイズに起因する問題を低コストかつ迅速に解決し、社会システムの安全性確保に必要な電磁ノイズ規格に対する過剰マージンを適正化することで、パワエレ機器および社会インフラの高効率化とCO₂削減に貢献します。

研究開発の実施体制

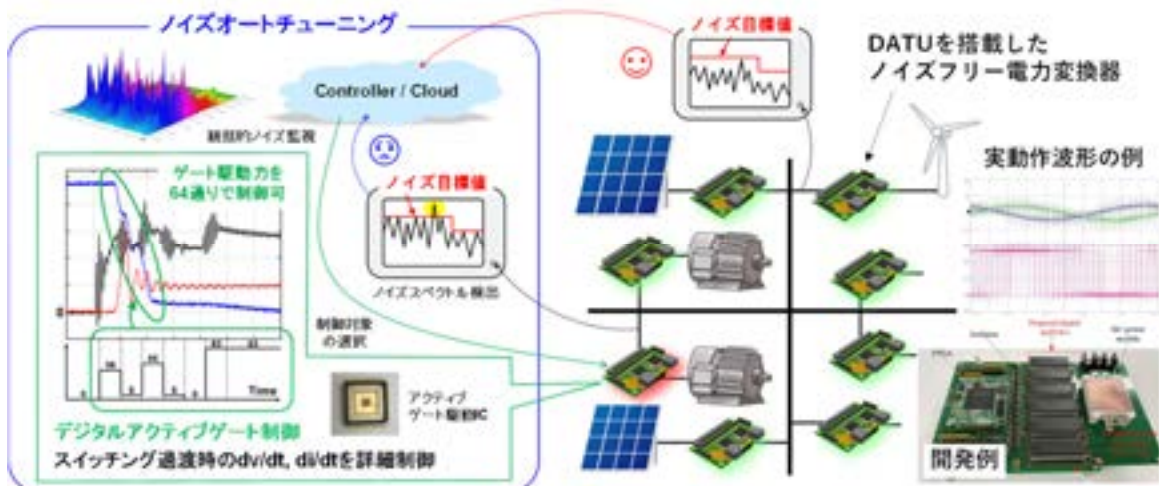
学校法人芝浦工業大学
国立大学法人横浜国立大学



畑 勝裕
芝浦工業大学・准教授



小原 秀嶺
横浜国立大学・准教授



デジタル技術を駆使したパワエレ機器開発による安全・安心・省エネな電化社会の実現へ

コンパクトで安価かつ汎用的な限流遮断器の開発

Compact, low-cost, versatile current-limiting circuit breaker

研究開発の目的

全く新しい遮断原理を採用した「限流遮断器」の開発により、パワエレ設備・再エネ電源・蓄電池・仮想発電所の連鎖的な拡充を促進し、再エネを最大限に活用した電力システムの普及を目指します。

研究開発の背景、将来展望

再エネ電源、蓄電池、仮想発電所などが大量導入された次世代の電力システムではA/D変換を削減した直流主体の運用が期待されます。しかし、現状の直流システムの事故電流遮断では、事故電流のピーク値が通電した後に遮断する方式が大半です。そのため、系統の設備にはピーク値に耐え得る余剰設計が求められ、これによる設備サイズ・コストの増大が次世代システムの障害です。

よって、系統で生じた事故電流を即座に検知し、ピークに至る前に抑制して遮断する「限流遮断器」の実現は、系統設備の過度な余剰設計を解消します。これにより、事故電流に脆弱な系統設備の保護をしつつコストを低減し、再エネが導入されたシステムの普及が可能になります。

研究開発項目

1. 高速限流ヒューズの開発
2. 絶縁回復速度に優れた機械的開閉器の開発
3. 限流遮断器に適用可能なパワエレ技術の開発
4. 超高速・高精度位置決め制御技術の開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

研究開発の内容・目標成果

限流ヒューズ、絶縁用機械開閉器、パワー半導体、ヒューズ交換用の高速制御技術を高度に融合させることで、事故電流ピーク値を一切生じさせずに即座に遮断が可能な「限流遮断器」を開発します。適用先の電圧階級は、数100 V～数10 kVを目標とします。

- 成果の1例**
- ・ DC 1.5 V/200 Aの負荷遮断
 - ・ DC 1.5 kV/10 kAの事故遮断

※ 事故電流ピークを1/5に抑えて遮断

本研究を社会実装する価値

本限流遮断器の実装により、事故電流ピークが通電しない系統が実現できます。これにより系統の安全性を確保しつつ設備サイズ・コストの削減が可能です。これは、従来の遮断器では成し得なかった「系統のコストと安全性の両立」が実現可能なことを意味します。この技術は、EVやHVDCデータセンターなどの様々な直流回路の保護にも適用が可能です。

研究開発の実施体制

国立大学法人埼玉大学、
国立大学法人東海国立大学機構
(再委託先)
国立大学法人東京大学
学校法人青山学院青山学院大学
国立大学法人金沢大学



稲田 優貴
埼玉大学・准教授



兒玉 直人
東海国立大学機構・助教



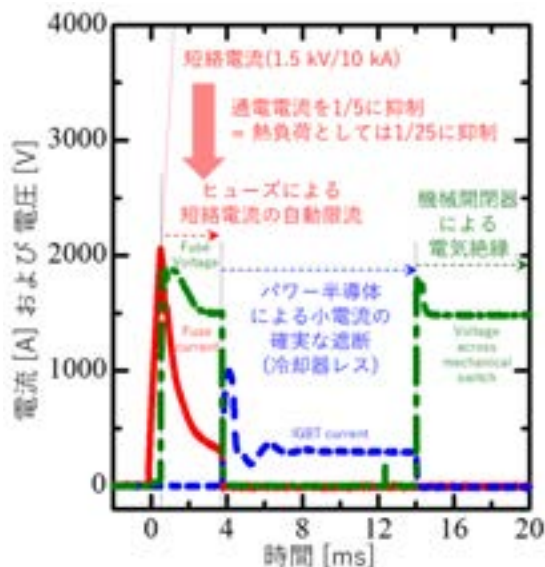
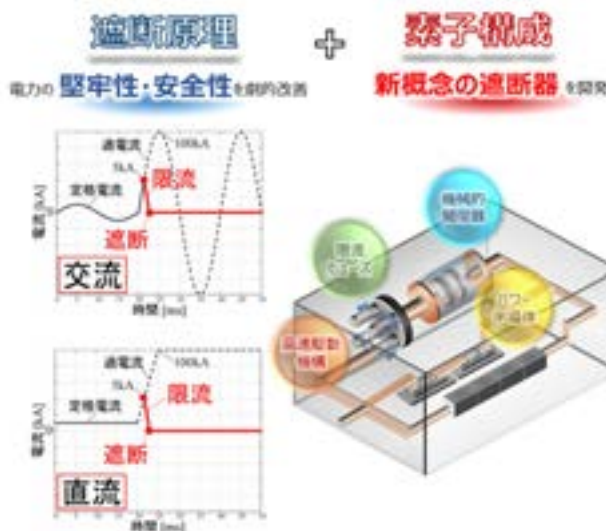
大西 亘
東京大学・准教授



全 俊豪
青山学院大学・准教授



中野 裕介
金沢大学・助教



低消費電力フレキシブルCMOSの創製

Low power consumption flexible CMOS

研究開発の目的

フレキシブルで高性能な革新的ディスプレイデバイスの開発に向け、新材料を研究します。

研究開発の背景、将来展望

温室効果ガスの排出削減が緊急の課題となっている一方、我々の身の回りの電子デバイスは加速的に増え続けています。高度IoT社会においては、低消費電力かつ汎用性の高い情報端末の開発が必要となります。Si基板上に構築されてきたCMOS回路をディスプレイ部に組み込んだ「システム・イン・ディスプレイ」は、軽量・コンパクト・低コスト・低消費電力・高速・高信頼性など、多くのメリットがあります。特に、安価・軽量・丈夫・柔軟なプラスチック上に高性能なCMOSを構築することができれば、ウェアラブルかつどこにでも設置可能な、究極の情報端末が創出されます。

研究開発項目

1. 高キャリア移動度薄膜の低温合成技術
2. フェルミ準位および粒界の制御技術
3. ソース・ドレイン接合技術
4. 低消費電力・高性能フレキシブルCMOS技術

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

フレキシブルCMOSの実現には、プラスチック上に高性能なp/nチャネル薄膜トランジスタを構築する必要があります。本研究では、高いキャリア移動度をもつGe系材料に着眼し、筑波大学の「高移動度Ge系薄膜の結晶成長技術」および九州大学の「Ge系MOSFET技術」を融合・発展させます。これまでに、世界最高性能のGe薄膜トランジスタの開発に成功しました。Si-MOSFETを上回る高移動度p/nチャネル薄膜トランジスタをプラスチック上に構築し、従来のプラスチック上Si-CMOSと比して一桁高い発振周波数(300 MHz)、および低消費電力動作(1/100)を実証することを目標とします(下図)。

研究開発の実施体制

国立大学法人 筑波大学
国立大学法人 九州大学



都甲 薫
筑波大学
准教授



山本 圭介
九州大学
准教授

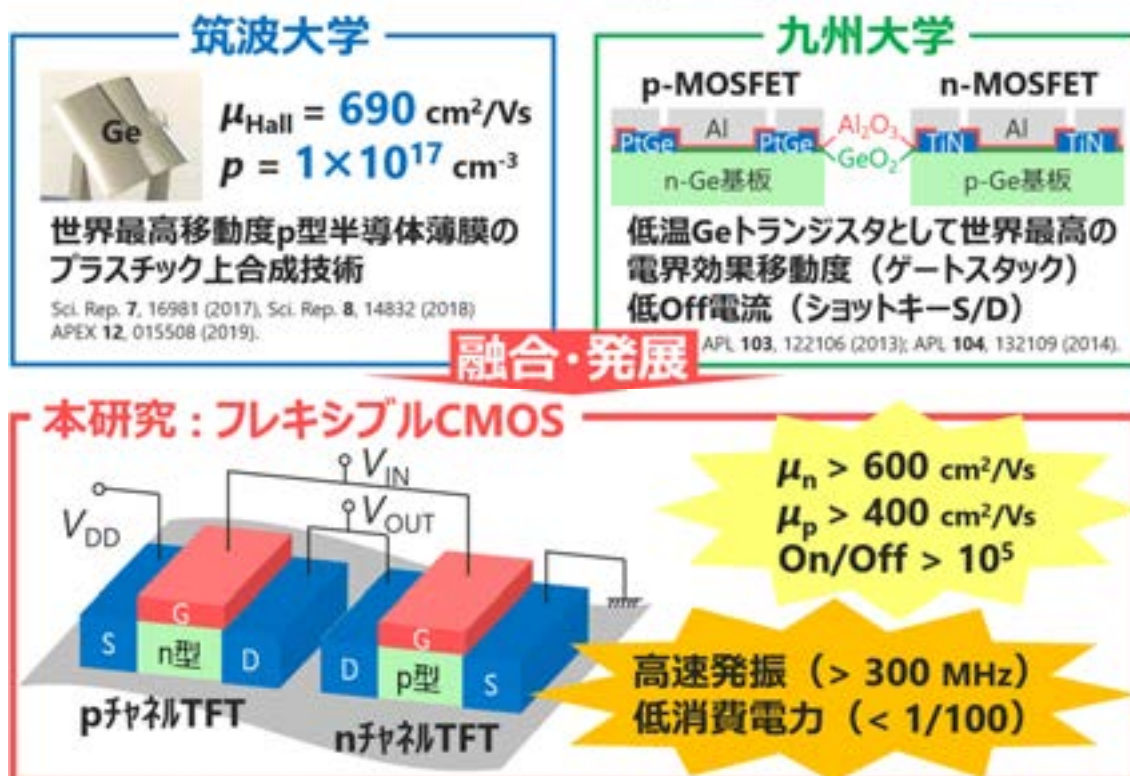


図. プラスチックフィルム上における高速演算回路の基盤となるフレキシブルCMOSの概要。

スマートグリッドの先へ導くパワエレ技術

Powerelectronics technology to lead beyond “smart grid”

研究開発の目的

効率的な電力輸送が可能となる網目状の送配電網において、全線路の潮流制御を可能とする分散型電力潮流制御装置の開発を目的とします。

研究開発の背景、将来展望

既存の送配電網は、発電所から需要家への一方向送電が前提のシステムです。自然エネルギーを導入するにあたり、送電の双方向化を行い既存システムをうまく活用してきました。しかし、想定以上の自然エネルギー発電電力によって、逆潮流による電圧上昇や容量超過などが発生し、問題となっています。

本研究では、電力輸送に有利な網目状の送配電網の実現に向けて、導入が容易な小型の電力潮流制御装置を開発します。これを送配電網の随所に分散配置し、電力潮流を能動的に制御することにより、インテリジェントかつ経済的な電力ネットワーク構築を目指します。

研究開発項目

1. 次世代の電力網として注目される網目状の送配電網に直列接続する次世代電力変換器の回路方式・制御方式・保護機能の開発
2. 電力送配電網における動作に適した超低オン抵抗・高耐久パワー半導体デバイスの開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

本研究では、次世代の電力網である網目状の送配電網導入に先駆けて、この電力潮流を分散制御する装置である直列型の電力変換器とこれに特化したパワー半導体デバイスを開発します。

本研究の直列型の電力変換器は、従来の並列型機器と比べて変圧器不要かつ、高周波スイッチングなしで動作する独自の制御法によりインダクタ不要とできるため、小型化かつ低損失化が可能となります。これまでに、超低オン抵抗デバイスとしてオン抵抗が従来比1/5以下のSiC-MOSFETを作成しました。これを用いた直列型の電力変換器は、損失0.2%（従来の並列機器の1/10以下）に低減できることを実証しました。

また、直列型電力変換器を用いて網目状の送配電線の潮流制御をすると、線路損失の最小化ができ、自然エネルギー導入量が多いほど省エネ効果が高いことを明らかにしました。

しかし、直列型機器には落雷等の事故電流が全て流入します。本研究では直列型機器実用化に向けて、事故電流が流れても壊れない短時間過負荷耐量を4倍以上にする技術を目指します。

本研究は送配電損失低減と自然エネルギー導入促進を両立する次世代インフラを構築します。

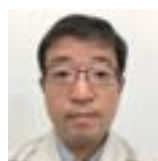
研究開発の実施体制

国立大学法人筑波大学

（再委託先） 国立研究開発法人産業技術総合研究所



萬年 智介
筑波大学 数理物質系
物理工学域・助教



染谷 満
産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域
先進パワーエレクトロニクス研究センター
パワーデバイスチーム・主任研究員



図1 電力輸送にボトルネックのない網目状送配電システム

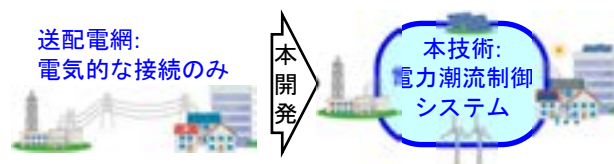


図2 最終的な社会実装イメージ:インテリジェントな電力ネットワーク

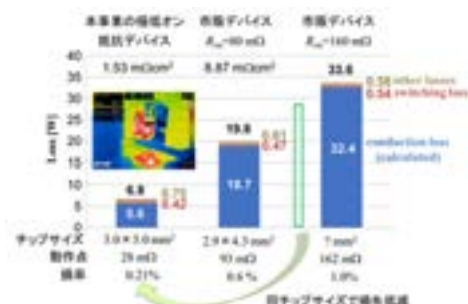


図3 ダウンスケールモデルを用いた直列型電力変換器の損失実測

切り紙型熱電デバイスによる自立無線センサシステムの研究開発

Self-powering wireless sensor system with a kirigami-type thermoelectric generator

研究開発の目的

本研究開発の目的は、切り紙構造による立体化および延伸性を備えた切り紙型熱電発電デバイスにより、身の回りにある低温熱源（～100℃）からセンサ情報を無線送信可能な自立無線センサシステムを実現することです。

研究開発の背景、将来展望

低温熱源は身の回りのさまざまな場所に存在し、エネルギー量としてみても多く存在しています。一方で、熱電発電などの技術において、低温熱源はエネルギー回収が困難な対象でもあります。このような、身の回りのいたるところに存在する熱源からエネルギーを用いて、無線送信センサシステムの自立電源として活用することができるようになれば、さまざまな場所の情報を収集することが可能となります。

研究開発項目

1. 切り紙型熱電発電デバイスの研究開発
2. 自立無線センサシステムの研究開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

低温熱源から熱電発電を行うための技術的な課題としては、放熱の課題、熱接触・貼付の課題、製造上の課題があります。本研究開発では切り紙型の熱電発電デバイスにより、これらの課題の解決を目指します。放熱の課題に対しては、切り紙構造は立体的な構造を持つため、高い放熱性能が期待できます。また熱接触・貼付の課題に対しては、切り紙構造は延伸性を有するため、プラント配管などの曲面熱源への貼付が可能となります。さらに製造上の課題に対しては、切り紙構造は平面状態で熱電素子を実装したのちに立体化させるため、細長い熱電材料を実装可能であるなど利点を有します。

熱電発電デバイスをさまざまな場所に配置して利用するにはセンサ情報を無線送信できることが重要ですので、室温付近の数十℃の温度差で無線送信を行うために必要な100μWの発電を実現することを目標としています。

研究開発の実施体制

学校法人早稲田大学

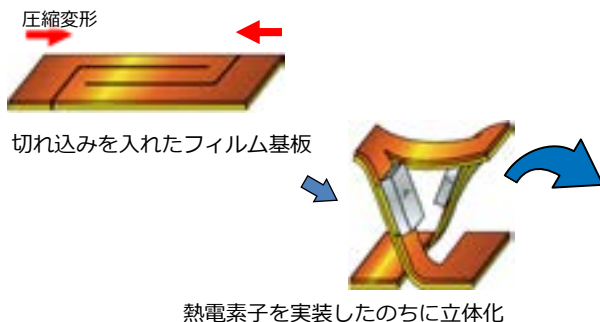


岩瀬英治
早稲田大学・教授

切り紙型熱電発電デバイス

切り紙構造による立体化 ➡ 発電量向上

切り紙構造による延伸性
➡ 曲面熱源への貼付性向上



自立無線センサシステム

身の回りにある低温熱源（～100℃）に貼付し、センサ情報を無線送信可能な、熱電発電を自立電源としたシステムを実現し、さまざまな対象での評価を行う



工場（プラント配管）、家庭、オフィス（電子機器）、インフラ建造物、田畑（農業）、森林（林業）家畜（畜産業）、野生動物 etc...

➡ 「身の回りにある低温熱源（～100℃）」および「室温付近の数十℃の温度差」での熱電発電の実用化

切り紙型熱電発電デバイスと自立無線センサシステム

Kirigami-type thermoelectric generator and self-powering wireless sensor system

量子メタマテリアルが拓く温室効果ガス・熱流『見える化』技術

Visualizing greenhouse gas emission and thermal flow based on quantum metamaterials

研究開発の目的

量子メタマテリアルを用いた中赤外光源と中赤外カメラによりガスの流れを実時間映像として『見える化』し、温室効果ガスの排出量や熱の流れを定量計測する技術を開発します。

研究開発の背景、将来展望

特定の波長の中赤外光を強く吸収する温室効果ガスは、中赤外光で容易に可視化できます。ところが、従来の中赤外技術は、高温加熱が必要な熱放射光源や有毒な元素を用いた検出器に依存していました。本研究開発では、加熱不要の新原理光源と低毒性高感度カメラの開発、温室効果ガスの排出量や熱流の画像計測の実現を通じ、社会の脱炭素化、省エネ化に貢献します。

研究開発項目

1. 量子メタマテリアル赤外光源の開発
2. 量子メタマテリアル検出器を用いた2波長赤外カメラの開発
3. ガス可視化画像からの定量計測

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

ガス可視化映像はガスの濃度だけでなく温度にも影響されるため、そのままではガス排出量は定量計測できません。本研究開発では様々な方法で温度・濃度情報を分離します。まず、量子井戸を組み込んだメタマテリアルにおける発光現象の理論的解明を進め、これを照明光源として用いることにより、ガスの温度情報の分離を実現します。本光源は、微細構造を高温に曝す必要がないため、実用的な狭帯域中赤外光源として有望です。また、量子井戸とメタマテリアルを融合した2波長検出器を多素子化し、2つの信号の比率からガス濃度の定量計測が可能な2波長カメラを実現します。最終的に、ガスの温度・濃度と映像信号の関係を表す基礎理論モデルを確立し、ガス排出量の精度30%での画像計測を目指します。また、大気中のCO₂の流動に注目し、気流による熱の移動も可視化します。

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



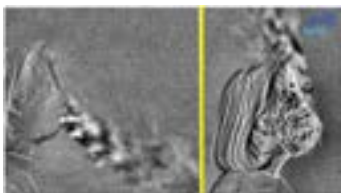
宮崎 英樹
物質・材料研究機構
上席研究員



間野 高明
物質・材料研究機構
グループリーダー



林 侑介
物質・材料研究機構
主任研究員

保有技術1：CO₂の『見える化』

呼気
NIMS YouTube



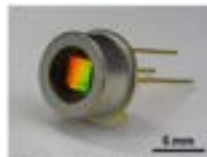
内燃機関排出ガス

CO₂排出の可視化

ドアの隙間風
(左図黒枠部拡大)

気流の可視化

保有技術2：メタマテリアル中赤外デバイス



メタマテリアル
熱放射光源



量子メタマテリアル
検出器

- 様々なガスにチューニング可能
- 従来素子を超える性能を実現

NIMS YouTube



将来像：ガスや熱の流れを見て測る社会に



ゴニオ極性材料の開拓と革新的熱電モジュールの開発

Novel transverse thermoelectric module using goniopolar materials

研究開発の目的

材料中で方向によってキャリア極性が変化するゴニオ極性材料を開発し、従来課題を解決する革新的な熱電モジュールを実現します。

研究開発の背景、将来展望

インターネットの普及によるユビキタス社会は年々進み、膨大な数のセンサーから収集した情報を活用する技術IoTが普及しつつあります。現在用いられている乾電池では交換作業が発生し、保守コストがかかるため、電池不要の自立型電源の開発が求められています。その一つとして、環境中に未利用のまま捨てられている排熱を直接電力に変換する熱電変換技術が挙げられますが、従来の熱電モジュールは、高温熱源と接触した電極界面の反応により劣化してしまうという本質的な課題を抱えています。本研究では、従来型熱電モジュールの課題を抜本的に解決する新型熱電モジュールを実現します。

研究開発項目

1. 高性能なゴニオ極性材料の作製
2. モジュール構築
3. 第一原理計算を用いた材料設計

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

ひとつの材料中でキャリア極性(p型・n型)が方向により変化するという極めて特異な「ゴニオ極性」を持つ高性能材料を新規に開発します。ゴニオ極性材料を用いた熱電モジュールでは、温度差方向と発電方向を直交させることができます。すなわち、電極界面と高温熱源を分離することで、従来の課題を抜本的に解決する革新的な熱電モジュールを実現します。

現在までに、 Mg_3Bi_2 および Mg_3Sb_2 がゴニオ極性材料であることを見出し、横方向熱電性能指数が室温で0.06であることを報告しました(Goto, Usui et al. Chem. Mater. 36, 2018 (2024))。今後は、材料のさらなる高性能化に加えてモジュール作製に取り組み、温度差200℃に対して発電量500mWを目指します。将来は、工場配管をはじめとして、世の中に膨大に存在する未利用熱の有効利用に貢献いたします。

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
国立大学法人島根大学



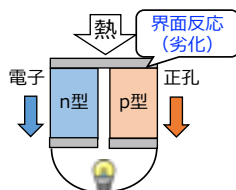
後藤陽介
産業技術総合研究所
主任研究員
実験的アプローチを担当



臼井秀知
島根大学
助教
理論的アプローチを担当

縦型から横型へ：熱電モジュール構造の刷新

従来の熱電モジュール
(縦型構造)

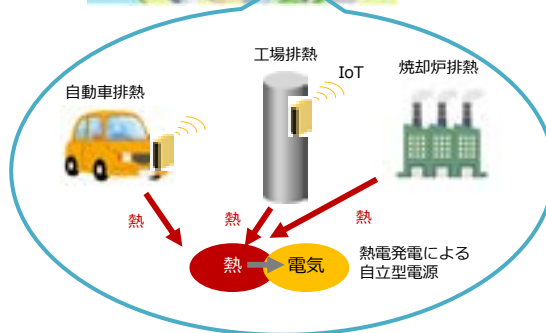


- ・ 高温部での電極界面が**必須**
- ・ **耐久性に乏しい (界面反応)**
- ・ 直列接続による高出力化
- ・ p型・n型材料が必要

ゴニオ極性材料を用いた
新型熱電モジュール
(横型構造)



- ・ 高温部での電極界面が**不要**
- ・ **高耐久性 (界面反応フリー)**
- ・ 薄型化・大面積化が容易
- ・ 材料ひとつで構成可能



メタサーフェスSiハイパースペクトル赤外光センシングデバイス

Metasurface Si Hyperspectral Infrared Sensing Device

研究開発の目的

物質固有のスペクトルを赤外光領域で分光分析できる性能を持ち、なおかつ高感度・高速に赤外線を検出できる量子型のセンシングデバイスの実現に取り組むことが本研究開発の目的です。

研究開発の背景、将来展望

最も普及している赤外光センサデバイスは熱型検知型のボロメータですが、熱型は応答速度の問題で、高速認識に不向きです。一方、量子型の赤外線検出器は、応答速度は速いものの、化合物半導体を用いて作られているので、高価で環境負荷が高い欠点があります。そこで、赤外デバイスのシリコンでの実現に取り組み、産業的・科学的に大きなインパクトを目指します。

研究開発項目

1. Si赤外光センシングデバイスの設計
2. メタサーフェスの試作
3. Si赤外光センシングデバイスの評価検証
4. 研究開発推進委員会の開催

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

本研究開発では、目標の達成のために下の図に示す、Si基板中に金属メタサーフェス構造が完全に埋没した構成のセンサを開発します。メタサーフェスとは、光の波長以下のサイズの光共鳴体をアレイ状に二次元面に配置したもので、特定の波長の光を吸収できる機能を実現できます。赤外光はシリコンを透過するので、入ってきた赤外光はシリコンの内部のメタサーフェスに到達して吸収されます。吸収されたエネルギーは、シリコンによって電流として取り出すことができます。シリコン単体では赤外光を検出することはできませんが、メタサーフェス構造とのハイブリッドにより赤外光をセンシング可能となるのがポイントです。この技術を発展させて、中赤外の光を効率よく検出可能にするのが、本研究開発が目指す目標となります。

研究開発の実施体制

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
国立研究開発法人産業技術総合研究所

研究開発の主要メンバー



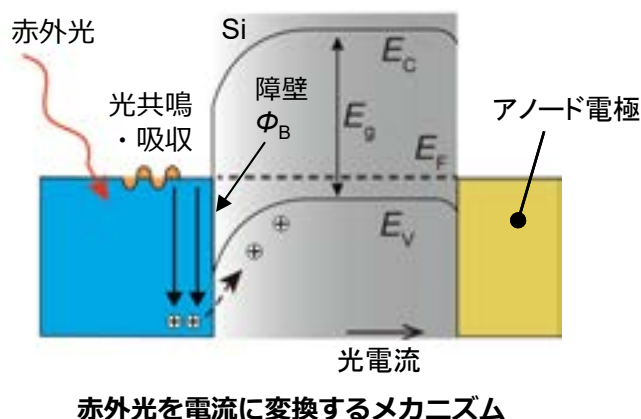
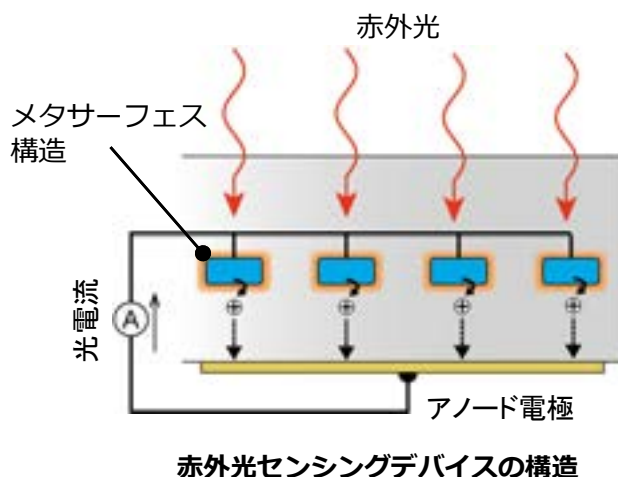
菅 哲朗
電気通信大学
・教授



倉島 優一
産業技術総合研究所
・研究グループ長



太田 亮
マイクロマシン
センター
・開発センター長



アモルファス半導体を使った革新的環境ガスセンシング技術の開発

Innovative gas sensor using amorphous semiconductors

研究開発の目的

本研究の目的は、アモルファス酸化物半導体を用いた新しい高感度・低消費電力のガスセンサを開発することです。

研究開発の背景、将来展望

ガスセンサは、現代の工業化社会に欠かせない重要な電子デバイスの一つです。今後はカーボンニュートラルの実現にむけ、様々なガスを、高感度にあらゆる場所で安定してセンシングできるシステムを構築していく必要があります。様々なセンシング方式の中で、酸化物半導体を使ったガスセンサは素子構造が単純なため小型化が容易でIoT社会にも対応した次世代センサとして期待できます。しかし酸化物半導体ガスセンサは、比較的高感度とは言われますが、それでも数ppmの検知能力にとどまります。そのうえガス選択性が悪いことや、消費電力が高いことも問題です。これらの本質的な半導体ガスセンサの問題を解決するため、1960年代より使われてきた従来材料を置き換える、革新的な半導体材料の開発が必要です。

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

本プロジェクトでは半導体ガスセンサの検知部に、アモルファス酸化物半導体を用います。アモルファス酸化物半導体とは、2004年に登場した比較的あたらしい材料系で、室温で作製しても簡単に優れた電気特性を得ることができる有用な半導体として知られています。この材料系はIGZOトランジスタとして2012年より実用化していますが、その開発過程で様々な特有の欠陥が報告されてきました。そこで本研究ではそのようなアモルファス半導体中に特有の欠陥を利用することで、 SnO_2 という旧来材料を置き換える、独創的・革新的なガスセンサ材料を開発することを目指しています。高感度化、選択性、消費電力の改善に取り組みます。とくに水素関連ガスの検出感度を向上させ、今後の水素技術の普及に貢献します。

研究開発の実施体制

国立大学法人東京工業大学

研究開発項目

1. 構造制御による高感度化
2. 構成元素の最適化と選択性向上
3. 動作温度の低温下・消費電力の低減



井手啓介
東京工業大学
助教

酸化物ガスセンサの
高感度化・選択性・低消費電力化

自立センサノードのためのバイオミメティック汎用電源回路

Biomimetic general-purpose power supply circuit for autonomous sensor nodes

研究開発の目的

環境発電用電源回路を、バイオミメティックな手法で再構築し、誰もが高性能かつ低コストを実現できるようにします。

研究開発の背景、将来展望

一般ユーザーが無線センサノードを手軽に利用できるようになるには、無線センサノードの電源となる「環境発電」を誰もが低コストに利用できなければなりません。この環境発電の利便性を決定づけるのが、発電素子から電力を取り出すための電源回路技術です。しかし環境発電の電源回路設計では、整合性・低コスト性・低消費電力性が互いにトレードオフの関係にあり、既存技術で解消することができません。本研究では、バイオミメティックな手法である「陰的制御」を世界で初めて電子回路に応用し、このトレードオフを解消します。一般ユーザーの環境発電の導入障壁を低減し、無線センサノードの普及を押しします。

研究開発項目

1. 陰的制御に基づく汎用電源回路の開発
2. 適応制御のための強化学習ユニットの開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

本研究ではまず、「陰的制御」というロボット工学で注目されてきたバイオミメティックな手法を、世界で初めて電子制御に適用します。陰的制御とは、各部位が個別に動作しているにもかかわらず、身体場を介した相互作用によって全体機能を創発するような分散制御の手法です。陰的制御を採用することで、デジタル制御のようなシステム設計の簡便さと、アナログ制御のような超低消費電力性とを、両立できると考えられます。さらに環境発電の汎用電源回路には自律的な「適応制御」が不可欠である点に着目し、陰的制御の一環として強化学習ハードウェアを開発します。必要なタイミングで間欠動作するデジタル回路ブロックを電源回路に埋め込み、消費電力を $1\mu\text{W}$ 以下に抑えたまま簡便なリアルタイム学習機能を実現します。

研究開発の実施体制

国立大学法人九州大学



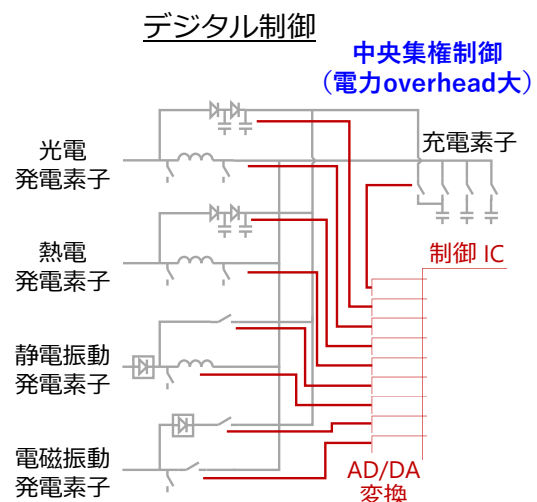
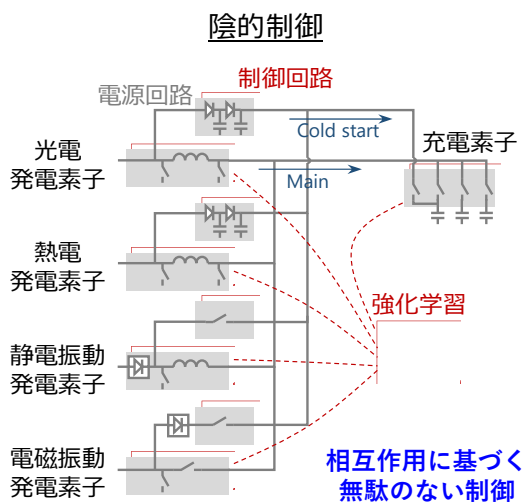
矢嶋 赳彬
九州大学大学院
システム情報科学
研究院
准教授



川上 哲志
九州大学大学院
システム情報科学
研究院
准教授



高野 恵輔
九州大学大学院
システム情報科学
研究院
研究員



昇圧回路不要の熱電発電デバイス

Thermoelectric energy harvester without the use of a DC-to-DC converter

研究開発の目的

中低温排熱からの効果的な発電を可能とする「熱電キャパシタ」の実証を目指します。

研究開発の背景、将来展望

IoTは、家庭や産業のあらゆる場面で、エネルギー投入量・投入タイミングの最小化・最適化制御につながります。しかし数兆個規模のIoTセンサに対し充電や電池交換などのメンテナンス作業を行うことは現実的ではなく、いかに電力を供給するかが課題となっています。電力の地産地消技術としての環境発電、中でも熱電発電は身の回りの排熱を利用した発電技術であることから期待されています。

研究開発項目

1. 高ゼーベック係数界面の構築
2. 熱電キャパシタの設計と試作

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

従来の熱電素子では発生電圧が低いことから昇圧が必要であり、昇圧回路とのインピーダンスマッチングまで考慮して素子を設計する必要がありました。

これに対し、新規の熱電発電デバイスとして「熱電キャパシタ」を提案します。電解液を電極で挟持した単純な構造ながらも、従来の半導体や熱化学電池以上の高い開放端電圧（温度差1度あたり数ミリ～数十ミリボルト）を発生可能です。（1）熱電モジュールの製造に係るエネルギーコストの削減や、（2）昇圧回路を省略した簡便な回路構成といった特長から、微小温度差より得られた電圧でIoTセンサを直接駆動可能にすることを目標としています。

研究開発の実施体制

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



堀家匠平
神戸大学大学院
工学研究科・准
教授

図. IoTと環境発電（熱電発電）。

膨大なセンサに対し、電力を各ユースポイントで供給する手段として環境発電が期待されています。



衛慶碩
産業技術総合
研究所ナノ材
料研究部門・
主任研究員

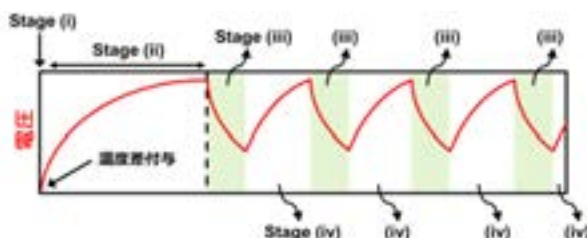
図. 熱電キャパシタの概念図。

電解液を電極で挟んだ単純な構造でありながら、高い熱起電力を発生可能です。昇圧回路不要で電力をデバイスに直結できる利点があります。



図. 熱電キャパシタの給電方式の概念図。

熱電キャパシタに温度差を与えることで電圧を発生させ（stage i~ii）、負荷の接続（閉回路：stage iii）と開放（stage iv）を繰り返すことで、断続的に給電します。



涙液糖発電センサとパッシブ通信による自立血糖モニタコンタクト

Stand-alone CMOS-based continuous glucose monitoring contact lenses using tear-glucose-driven energy-harvesting-and-sensing-combined technique and passive data communication

研究開発の目的

脱炭素社会の実現に向けて、高エネルギー効率IoTシステムの構築を目指します。

研究開発の背景、将来展望

単独自立動作型持続血糖モニタリングコンタクトレンズIoTを開発します。IoT駆動に必要なエネルギーの地産地消と常時モニタリングを同時に可能とする涙液糖発電センシング技術を開発します。また、IoTで得られたモニタリングデータの地産地消を可能とするオンデマンドパッシブ通信技術を開発します。これらを先端半導体集積回路で実証します。

研究開発項目

1. 涙液糖発電センシング・オンデマンドパッシブ通信システムの研究開発
2. 涙液糖発電センシング・パッシブ通信システムのコンタクトレンズ包埋技術の研究開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

IoTの安定駆動におけるエネルギー効率向上に向けて、エネルギー・データの地産地消技術を創出します。

涙液に含まれる涙液糖(グルコース)から発電・センシングを行い、そのデータをメモリに蓄積し、オンデマンドにパッシブ通信可能なスマートコンタクトレンズ技術を開発します。集積されたシステムを量産工程に適応可能な包埋技術を確認します。7nm/12nm世代等の先端半導体集積回路でコンセプトの実証を行います。

これによりIoTの運用において大きな電力ロスを生んでいる電力生成・通信において劇的な高エネルギー効率化を達成し、2050年におけるカーボンニュートラル社会に貢献します。

研究開発の実施体制

国立大学法人京都大学
株式会社メニコン



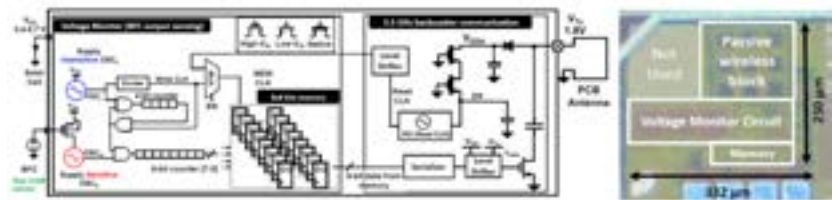
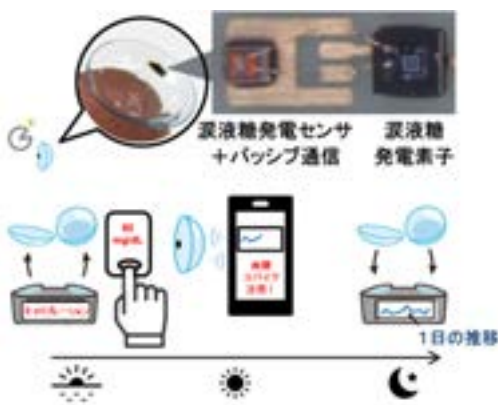
新津葵
京都大学
教授



鈴木弘昭
株式会社メニコン
研究員



林祐樹
株式会社メニコン
研究員



涙液糖駆動の単独動作可能
持続血糖モニターコンタクト

研究開発成果プロトタイプ

厳環境対応SiC量子センサーの開発

SiC-based quantum sensor for harsh environment

研究開発の目的

高温下や高放射線量率などの厳環境で動作可能な「量子センサー」の実現を目指します。

研究開発の背景、将来展望

エネルギー消費のさらなる高効率化および省エネ化(低炭素社会)を実現するためには、様々な環境下での機器や装置の動作状況や健全性の情報を取得することが要求されます。しかし、宇宙や原子力施設、地底などの厳環境下において利用可能なセンサーは限られており、既存技術のみでは十分な情報収集を行うことはできません。また、省エネ化を実現するためには、増大するセンサーのメンテナンス頻度の低減も必要不可欠となるでしょう。耐環境性の高い「量子センサー」は、メンテナンスフリーで長期間継続使用可能なセンサーとしての応用も期待されます。

研究開発項目

1. スピン欠陥の制御技術および基礎特性評価
2. スピン情報のセンシング技術の開発
3. 量子センサーの試作

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

量子センサーは、固体中のスピン欠陥(結晶中の点欠陥や不純物イオン)が有する不対電子をプローブとし、外部環境(磁場・温度)との相互作用による電子状態の変化を検出することで、外部環境の情報を得ることを原理としています。本テーマでは、結晶材料の高品質化および大口径化が可能な炭化ケイ素(SiC)半導体に着目し、量子センサーの実用化に必要な、材料合成技術やセンシング技術などの要素技術の研究開発を実施します。これまでの研究から、外部環境の温度変化に対してSiC結晶中のスピン欠陥(シリコン空孔)の電子状態の変化は小さく、広い温度範囲において校正不要で磁場をセンシングできることを明らかにしました。開発した要素技術を適用することで量子センサー(磁場センサー)を試作し、パワーデバイス等にも流れる電流の高精度検出を目標とします。

研究開発の実施体制

一般財団法人電力中央研究所
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構



村田 兎一
(研究代表者)
電力中央研究所・エネルギー変換・エネルギー変換・エネルギー変換
材料科学研究部門
主任研究員



浅田 聡志
電力中央研究所・エネルギー変換・エネルギー変換・エネルギー変換
材料科学研究部門
主任研究員



佐藤 真一郎
量子科学技術研究開発機構・高崎量子技術基盤研究所・量子機能創製研究センター
上席研究員



増山 雄太
量子科学技術研究開発機構・高崎量子技術基盤研究所・量子機能創製研究センター
主任研究員

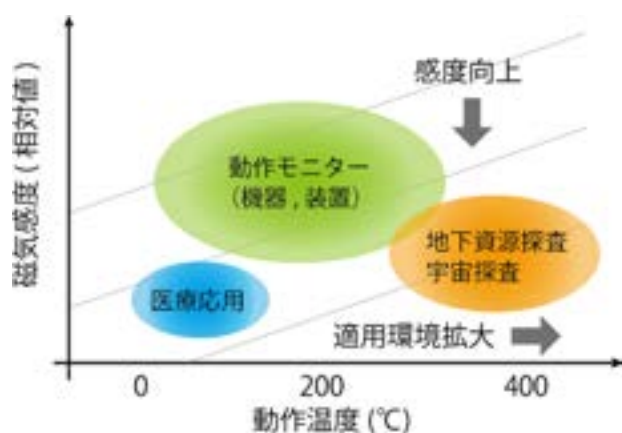


図1.量子センサーの動作環境の拡大
(適用環境の拡大には高感度化が有効となる)

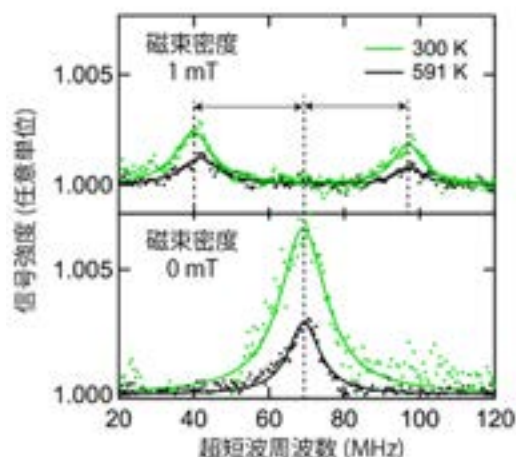


図2. スピン情報のセンシング技術
(マイクロ波共鳴を利用し、磁場や温度の環境情報を読み出す)

参考文献: J. Appl. Phys. 133, 154402 (2023)

光波発電を用いた赤外光エネルギー利用

Photoelectric conversion based on the wave nature of light for energy utilization of infrared light

研究開発の目的

本研究ではアンテナとダイオードを用いる光波発電によって、あらゆる物体から放射される赤外光のエネルギー利用を可能とする技術の確立を目指しています。

研究開発の背景、将来展望

Society5.0の社会実現に向け、あらゆるモノ・ヒトにセンサが存在することで合理的かつ効率的な情報伝送やエネルギー利用を可能とする社会形態へのシフトが予想されますが、そのための大きな課題の一つが自立型電源の確保です。無線センサ用電源としてはエネルギーハーベスティング技術の応用が望まれており本研究開発では、あらゆる物体から放出される赤外光のエネルギーハーベスティングを可能とする光波発電技術に基づいた自立型電源システムの実現を目指します。

研究開発項目

1. 光波発電用ダイオードの開発
2. アンテナダイオード結合構造の開発
3. 光波発電デバイスの電源システム化

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

環境温度物体から主に放出される赤外光は光子エネルギーが低く光電変換は困難です。本研究開発では光波発電を用いた赤外光の光電変換を目指します。これまでにマイクロ波領域の電磁波に対しては93%という非常に高い効率で実証されていますが、赤外光の場合はテラヘルツ以上の周波数に応答可能な整流素子実現が課題となり、これまでの変換効率は約 $10^{-3}\%$ に留まります。

本研究開発では金属—誘電体—金属トンネルダイオードにおけるトンネル障壁形状制御により高効率な($>10^{-1}\%$)赤外光電力変換を可能とするダイオード開発および発電構造開発を行い、環境温度物体からの赤外光エネルギーハーベスティング技術実現を目指します。これまでにダイオード特性の向上および変換効率 $10^{-5}\%$ を達成しております。

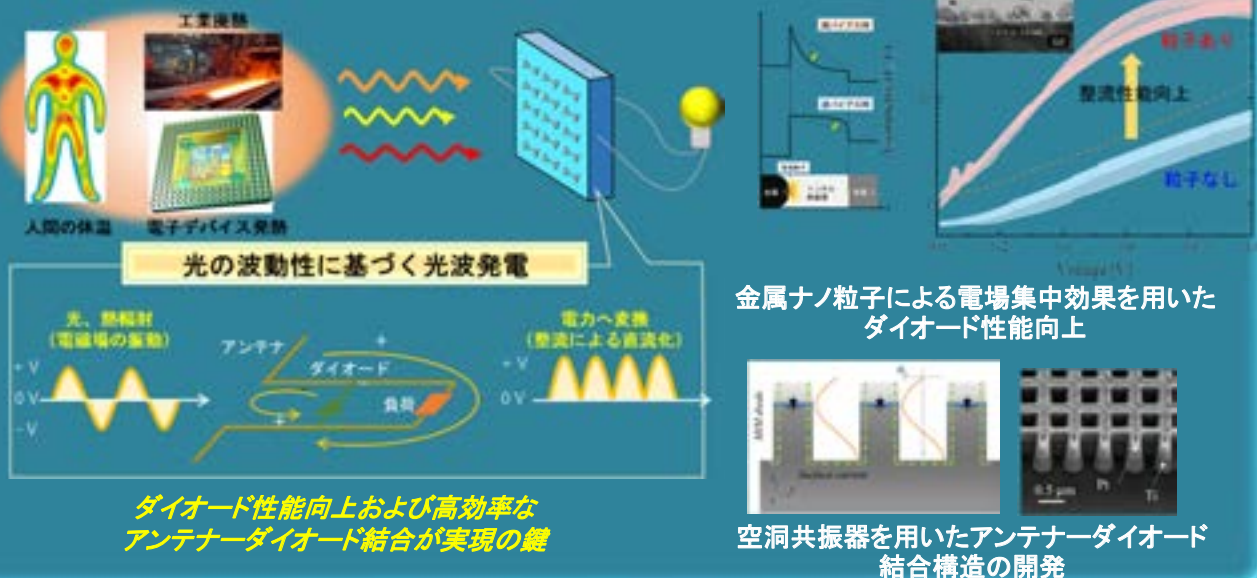
研究開発の実施体制

国立大学法人東北大学大学院工学研究科



清水 信
東北大学 大学院工学研究科・准教授

＜光波発電による赤外光電力利用のイメージ＞



高品質二次元層状磁石を用いた磁気熱電デバイスと 低環境負荷作成プロセスの開発

Efficient magneto-thermoelectric devices using above-room-temperature 2D ferromagnet

研究開発の目的

室温で磁石の性質を有する二次元層状物質を用いて、磁気・電気・熱を三次元的に制御することで、優れた性能を持つ磁気熱電素子を実現します。

研究開発の背景、将来展望

熱から電力を取り出す熱電デバイスは、環境発電技術としての将来性が期待されていますが、様々な物質パラメータを最適化するため、エネルギー変換効率を大きくできないことが、実用化に向けた最大の課題とされています。本研究では、室温で強磁性を示す二次元層状物質を用いた磁気熱電現象を用いて、熱電変換デバイスのイノベーション創出を目指します。更に、環境負荷が小さく貴金属に頼らない二次元層状強磁性薄膜の量産プロセスを開発することで、磁気熱電デバイスの社会実装に向けた課題解決を目指します。

研究開発項目

1. 二次元層状磁石の高品質合成技術の確立
2. 二次元層状磁石の磁気異方性制御技術の実現
3. 二次元層状磁石の磁気熱電係数の最大化
4. 高品質二次元層状強磁性薄膜作成装置の開発
5. 低環境負荷な磁気熱電素子の量産技術の開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

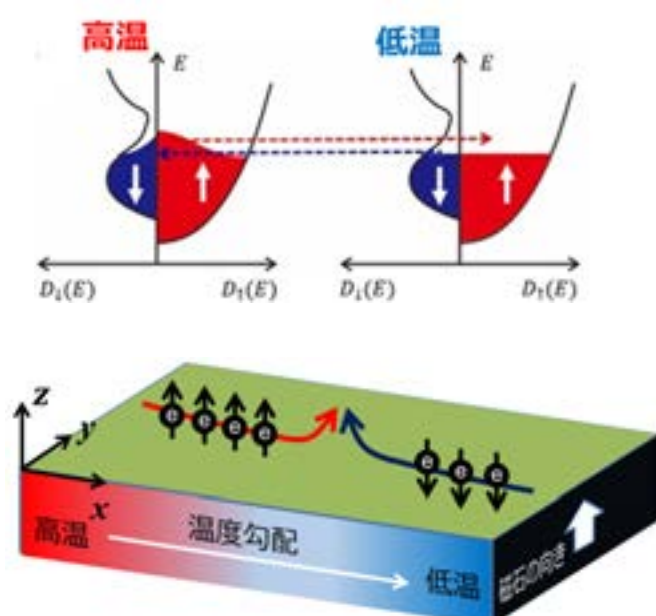
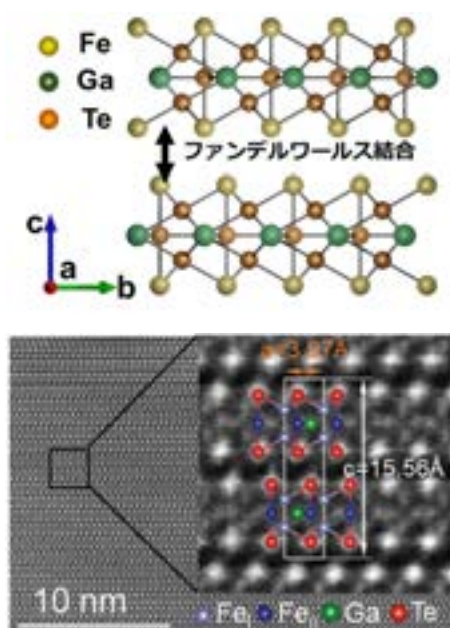
室温で強磁性を示す二次元層状強磁性体 Fe_3GaTe_2 の結晶合成技術を基軸として、不純物の極小化のみならず、組成変調や圧力・歪印加により、二次元層状強磁性体の更なる磁気・熱電特性の向上を目指します。具体的には、数原子層レベルの厚さでも、室温大気中で安定した強磁性を示す特性を活用して、極薄の二次元強磁性薄膜を作成します。更に、同薄膜が持つ極めて強い磁気異方性により、外部磁場印加無しで、異常ネルンスト効果による起電力の最大化を達成します。これらの各特性の最大化を融合することで、僅かな温度差で極めて巨大な熱勾配を強磁性体中に効果的に引き起こし、更に同物質が有する特異な熱電変換特性を用いて、磁気熱電デバイスの性能指数を飛躍的に向上させます。二次元層状強磁性体による磁気熱電デバイスは、自動車や工場等での熱機関で生じる廃熱を有効利用することで CO_2 の排出を抑え、社会便益を与えると期待しています。

研究開発の実施体制

国立大学法人九州大学
(再委託先) 学校法人近畿大学



木村 崇
九州大学大学院
理学研究院・教授



超単色電子ビーム平面型超伝導電子源の開発

Planar superconducting electron source with ultra-monochromatic electron beam

研究開発の目的

Graphene/六方晶窒化ホウ素(h-BN)/超伝導体積層型の平面型電子源を開発することで、超伝導体中の局在化した高電子状態密度分布を反映した超単色電子ビームを実現します。

研究開発の背景、将来展望

電子源は電子顕微鏡、電子ビーム分析装置、電子ビーム露光装置、半導体検査装置等で使用される重要なデバイスです。高分解能電子顕微鏡で使われているタングステン冷陰極の単色性は300meVであり、これ代わる次世代電子源は50年以上実用化されておりました。特に近年の半導体デバイスの微細化に伴い、半導体業界を中心に分解能に直結する更なる高エネルギー単色性を有する次世代電子源の開発が期待されており、超伝導体を活用した新構造平面型電子源の開発を通じて課題解決を目指します。

研究開発項目

1. 平面型超伝導電子源の開発
2. 放出電子のエネルギー単色性評価

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

産業技術総合研究所で独自開発したGrapheneとh-BNの誘導結合型リモートプラズマCVD手法を用いて、Graphene/h-BN/超伝導体積層型の平面型電子源を開発します。Graphene/h-BN積層構造により電子源内での電子散乱を極限まで抑制することで、超伝導体中の局在化した高電子状態密度分布を反映した、エネルギー幅20meV以下の超単色電子ビームを実現し、原子層物質と超伝導体を融合した新しいデバイスを創出します。本研究による高輝度、高エネルギー単色性、高安定性、長寿命、マルチ電子ビーム対応、低電圧動作を実現する革新的次世代電子源の実用化は、超高分解能分析電子顕微鏡、高スループット半導体検査装置・電子ビーム露光装置の開発や、半導体デバイスの性能向上につながり、材料科学、バイオ・医学分野や半導体製造分野の発展に大きく貢献します。

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



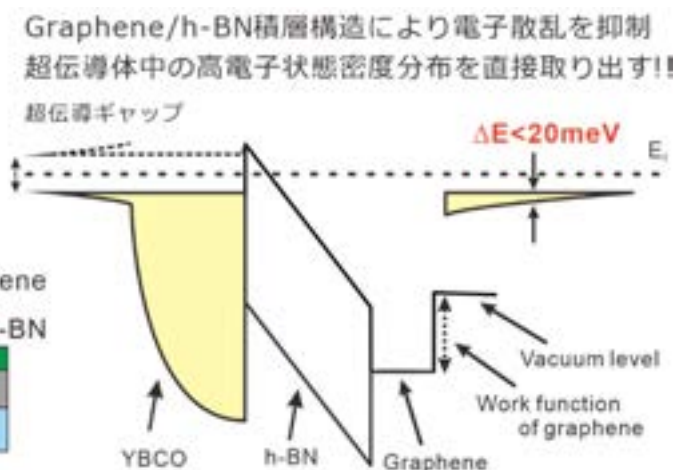
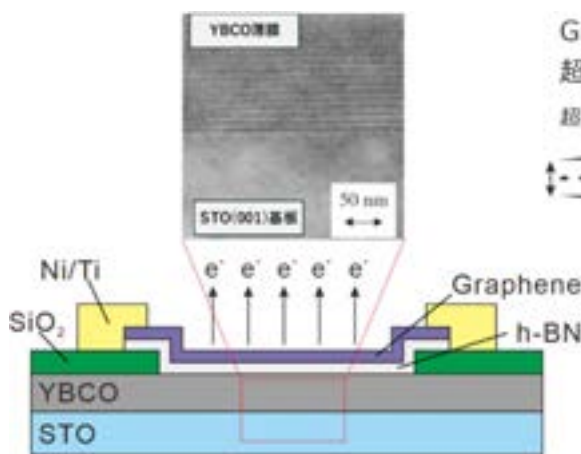
研究代表者
村上勝久
デバイス技術研究部門
上級主任研究員



高島浩
電子光基礎技術研究部門
上級主任研究員



松崎功佑
電子光基礎技術研究部門
主任研究員



Graphene/h-BN/超伝導体平面電子源からの単色電子放出

ドーピングフリー二次元有機透明金属電極膜の開発

Doping-free two-dimensional transparent organic-metal films

研究開発の目的

高い化学的安定性とITOに匹敵する性能を併せ持つ二次元有機透明電極膜を開発します。

研究開発の背景、将来展望

透明電極は多岐に渡るIT分野で重要な役割を担っています。地球上に豊富に存在する元素を用いて環境に優しいウエットプロセスで製造可能な有機材料による優れた透明電極が開発出来れば、産業界を一変するほどのインパクトがあります。二次元(量子)物質の有する優れた電子・光物性および有機物特有のフレキシブル性は、脱CO₂社会を支えるコスト低減や環境面でのメリットのみならず、既存材料では実現出来ないまだ未知のIT技術創成の高いポテンシャルを秘めています。

研究開発項目

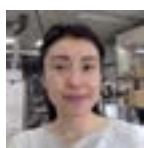
1. 有機金属単結晶成長制御
2. 二次元有機金属薄膜の合成
3. 新規有機金属分子の合成
4. 有機薄膜へのプリント配線技術の確立
5. 水系伝導性インクの開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

単一分子自己集積による有機金属分子を用いて、二次元有機透明金属電極膜を開発します。ここでは、結晶工学を駆使して弱い分子間力を合目的に配列するための単結晶成長制御技術開発を行い、ナノスケール膜厚の自己集積化金属分子膜の合成法を確立します。また、より高い伝導性の獲得を狙って、新規有機金属分子の設計・合成を行うと共に有機薄膜へのプリント配線技術および導電インク開発も同時に行います。最終目標は、標準的なITOのベンチマークを上回るシート抵抗率 $1\ \Omega/\square$ 、可視光透過率 $T(\%) > 97$ (@550 nm)の性能を達成する微小サイズの有機透明電極の試作を想定しています。

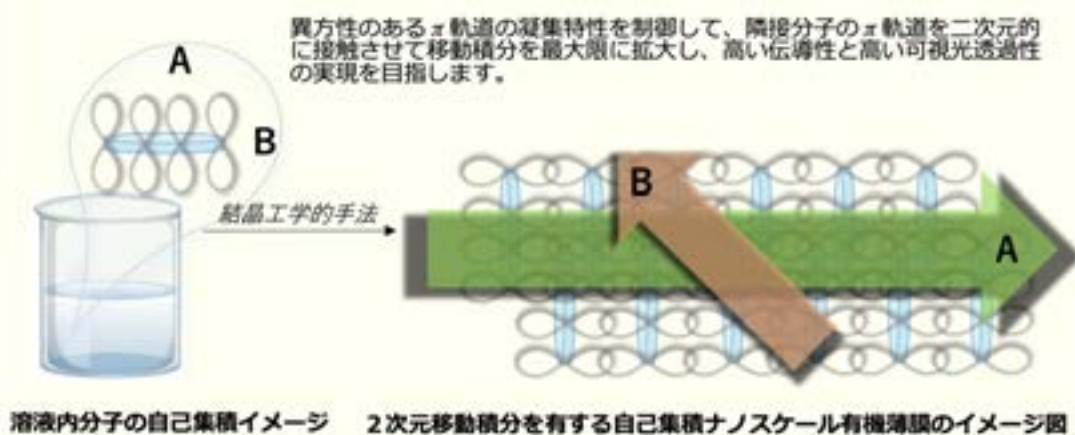
研究開発の実施体制

国立研究開発法人物質・材料研究機構



小林 由佳
国立研究開発法人 物質・材料研究機構・主幹研究員

結晶工学を駆使した有機金属分子の合目的自己集積技術の確立



熱線遮蔽能を有する発電窓ガラスの研究開発

Photovoltaic window glass with heat shielding ability

研究開発の目的

未利用エネルギー資源である赤外域の太陽光(熱線)を有効利用するために、熱線を選択的に吸収して電力に変換する透明な発電窓ガラスの開発を進めます。

研究開発の背景、将来展望

発電窓ガラスは、①発電によるエネルギー生産効果に加えて、②熱線である赤外線を電力に変換する事に由来する省エネルギー効果(熱線遮蔽効果)を有するため、透明性を活かして窓ガラスの代替品として用いることで、省エネと発電の組み合わせで大きなCO₂削減を実現できることが特徴です。

研究開発項目

1. 透明太陽電池の開発
2. 透明太陽電池の活性層の候補材料の開発
3. 熱線発電ガラスの活性層として有望な材料の量産技術の開発検討

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

窓ガラスとして使用可能な水準の透明性、耐久性を有する太陽光発電デバイスの研究開発と社会実装に向けた実証を行います。最終目標として、研究期間内に可視光透過率70%以上、変換効率2%以上を有する太陽光発電デバイスの開発を実現します。

赤外光(熱線)を選択的に吸収する無機ナノ粒子(ヘビードープ半導体ナノ粒子)の開発が順調に進んでいます。開発された新素材を太陽電池の活性層として用いる事で無色透明の太陽電池の開発が可能となります。ナノ材料の開発という材料化学と、それらを用いたデバイス開発を組み合わせることで、窓ガラスとして使用可能な透明な太陽電池の開発とそれに立脚した新しい太陽エネルギー産業の創発を目指しています。

研究開発の実施体制

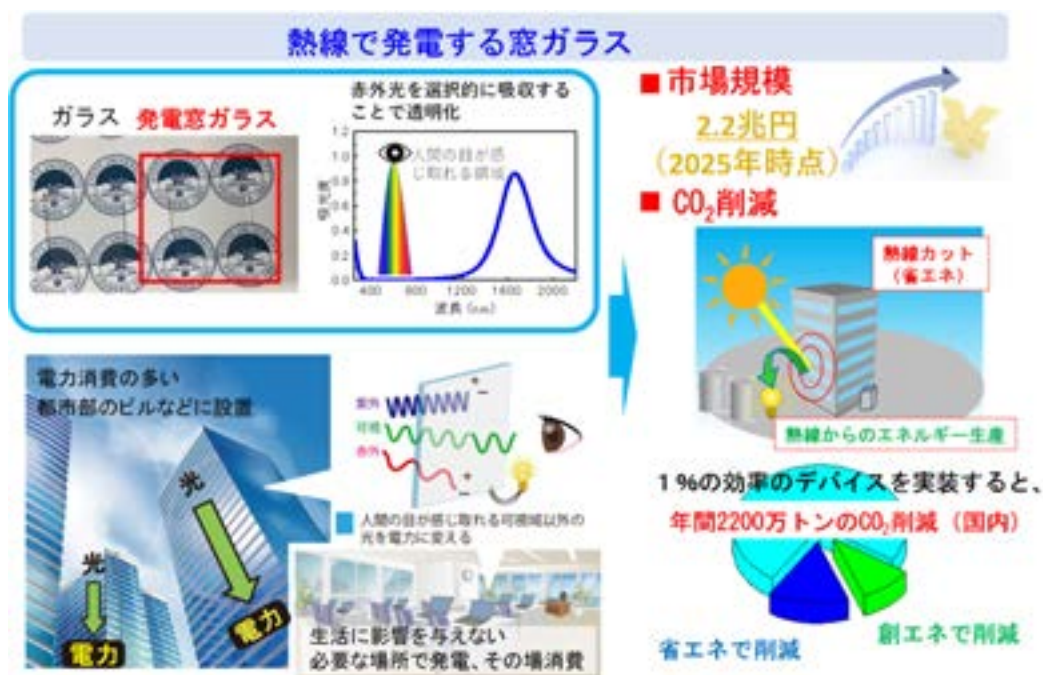
国立大学法人大阪大学
株式会社OPTMASS



坂本 雅典
大阪大学
産業科学研究所
教授
株式会社OPTMASS
取締役



中川 徹
株式会社OPTMASS
代表取締役



卓上NMRに適するリング状強力超電導バルク磁石の開発

Strong ring-shaped superconducting bulk magnets suitable for desktop NMR

研究開発の目的

液体ヘリウムを必要としない卓上サイズの超小型NMRを実現する大型・強力・均質なリング状高温超電導バルク磁石の開発を目指します。

研究開発の背景、将来展望

核磁気共鳴(NMR)装置は、有機合成、医薬や食品等の様々な産業で活用されています。NMRには時間的・空間的に極めて均一な強磁場が求められ、低温超電導体を用いた大型のコイルを液体ヘリウムで冷却することで実現しています。

しかし、近年価格の急騰に加え、将来的な枯渇が予想されており、国内の液体ヘリウム利用の過半を占めるNMR/MRIの脱ヘリウム化が急務です。液体ヘリウムを用いない高温超電導体を用いたリング状バルク磁石の開発ができれば、超小型NMRに加えて、将来多くの強磁場応用分野への産業展開が期待できます。

研究開発項目

1. 均質な超電導バルク磁石の育成
2. 大型リング状バルク磁石の直接育成
3. 中低温・強磁場着磁による電磁特性評価

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

高温超電導体を用いたバルク磁石は、これまで3次元の複雑な結晶成長に起因して、大型化に極めて長時間を要し、特にNMRに求められるリング形状のような複雑形状かつ高均質なバルクを育成することは困難でした。本事業では、複雑な育成プロセスを1次元の結晶成長に単純化する手法を考案し、原理的にサイズや形状に制限の無い均質なバルク磁石の直接育成手法の開発を進めています。強磁場が必要なモーター等の様々な応用展開が期待されますが、中でも大型(直径60 mm以上) かつ高均質なリング形状の超電導バルク磁石の開発を進め、液体ヘリウムを必要としない革新的な200MHz超級の卓上NMRへの適用を目指します。また、均質な超電導バルク磁石開発の実現により、幅広い研究機関や産業で容易に活用できるようになり、技術革新や品質管理の向上に寄与します。

研究開発の実施体制

学校法人青山学院青山学院大学

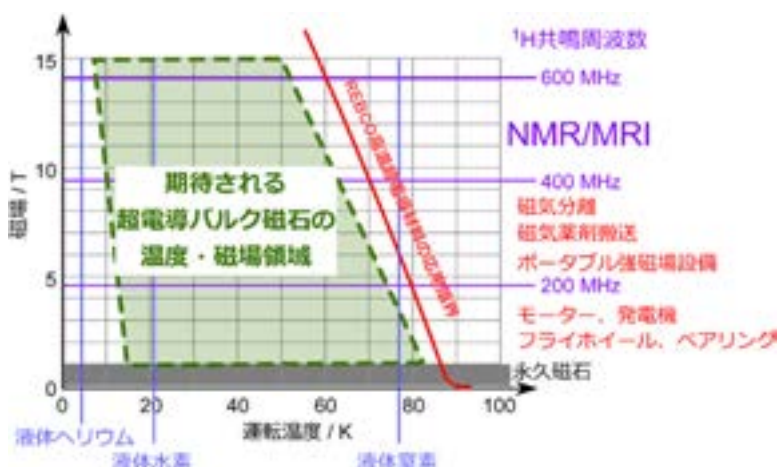


元木 貴則
青山学院大学理工学部 助教

開発を進めるリング状大型超電導バルク磁石



超電導バルク磁石を用いた
液体ヘリウムフリー小型NMRの構想



超電導バルク磁石の期待される応用領域

安価に合成可能な原子クラスター材料の触媒展開に向けた研究開発

Easy and economical synthesis of atomic cluster materials for nanocatalyst

研究開発の目的

本研究では、原子クラスター材料の社会実装を念頭に、クラスター材料を従来よりも簡便かつ大量に合成可能な汎用的手法の新規開発を目指します。

研究開発の背景、将来展望

粒径約 1 nmの極小粒子「原子クラスター」は、従来のナノ材料でさえ実現困難であった特異的な性質・機能を発現する物質群で、次世代材料の有力候補として近年大きな注目を集めています。しかし、原子レベルの精度を要する原子クラスターの合成は極めて難しいため、これまで実用的な製造技術が確立されておらず、その応用展開は未開拓の領域となっていました。本研究では、クラスターを容易に合成、かつ多様な元素に適用可能な汎用的手法を新たに開発し、産業応用への移行を視野に入れた、クラスター材料の合成ライブラリの確立を図ります。

研究開発項目

1. 容易なクラスター合成法の開発
2. 高収率合成法の確立
3. 利用可能元素の拡張性・汎用性の実証
4. 触媒反応を通じた再現性の検証

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

高分子材料をナノカプセルとして用いてクラスターを合成する、独自の合成技術を基盤とし、新たな原子集積の原理・方式の導入によりこれを拡張することで、産業応用可能なクラスター合成技術を開発します。特に、普遍的な材料と単純な操作のみを用いた「容易合成」、mg~gオーダーの「量合成」、多種類の元素を統一的に利用する「多様性指向型合成」の達成を目標とします。また同時に、従来法により得られるクラスターと同等の性質を有するか、再現性についての調査も行います。これまで前例のなかったクラスター材料のライブラリ化・ラインナップ拡充が実現すれば、触媒を始めとした様々な応用展開に繋がることから、本研究は、多数のカーボンニュートラル関連技術や資源削減関連技術の発展・実装に貢献し得る大きなポテンシャルを秘めていますといえます。

研究開発の実施体制

国立大学法人東京大学



[研究代表者]

塚本 孝政

東京大学

生産技術研究所・講師



元素統一的なクラスター製造に向けたライブラリ構築

極限環境において高強度・高靱性な異種接合に関する研究開発

High-strength and high-toughness dissimilar joints in extreme environments

研究開発の目的

トレードオフ関係ある強度と靱性の両方を飛躍的に向上させる異種接合技術を開発し、そのメカニズムを力学的に明らかにすることを目的としています。

研究開発の背景、将来展望

輸送機器によるCO₂排出削減のために、次世代エネルギーを応用した研究開発が進められています。それに伴い、構造重量の軽量化や高・低温環境における材料の長期信頼性確保が求められています。異種材料の接合技術を確立出来れば、製品性能を高めるマルチマテリアル化を次世代モビリティをはじめとする多分野へ応用することが可能です。本研究は接合界面の性状を制御することによって、高温から低温に至るまで極限環境においても高い接合特性を有し、さらにトレードオフ関係ある接合強度と層間破壊靱性の両方を飛躍的に向上させる異種接合技術を開発します。

研究開発項目

1. 金属表面の3Dナノ空間構造体の開発
2. 接合界面の化学修飾材料の開発
3. 異種接合界面の力学モデルの構築と評価

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

本研究は、陽極酸化・エッチング処理及びレーザー加工技術を組み合わせて、金属表面に3Dナノ空間構造体を作製します。さらに、その表面にシランカップリング剤を用いた化学修飾を施し、界面強度を制御して有機材料と無機材料を強固に接合します。接合性能を定量的に評価するマイクロメカニクスに基づく接合界面の力学モデルを構築し、常温環境のみならず、極限環境においてもトレードオフ関係ある接合強度と層間破壊靱性の両方を飛躍的に向上する技術の開発を目指します。

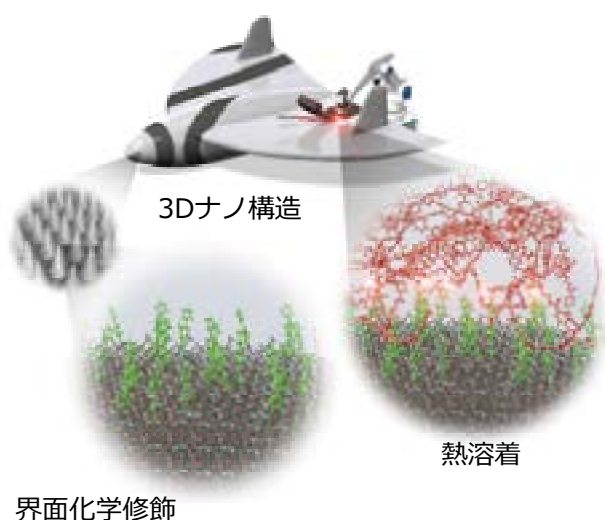
PEEK樹脂を母材とする炭素繊維強化プラスチックとアルミニウム合金の接合について常温で約17MPaの接合強度発現を実現し、-100~100度の環境下においても常温と同等以上の接合強度を発現させることに成功しました。また、界面ナノ構造によってき裂進展時に形成されるマイクロブリッジングを考慮した力学モデルを構築し、破壊靱性が大幅に向上するメカニズムを明らかにしました。

研究開発の実施体制

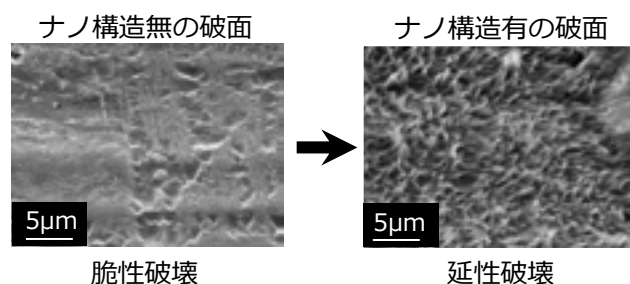
学校法人早稲田大学



細井厚志
早稲田大学・教授



金属ナノ構造作製プロセス



強度・靱性の向上/メカニズム解明

革新的セラミック材料設計のための材料パターン情報学の創成

Material pattern informatics for ceramic material design

研究開発の目的

化学反応を伴う複雑な材料パターンダイナミクスの機序解明や予測の実現へ向けた、機械学習モデルによるモデリング枠組みを開発します。

研究開発の背景、将来展望

強度と靱性を高めたセラミックス系構造材料として、規則的な材料組織構造と乱雑な材料組織構造を組み合わせたセラミックス基複合材料(CMC)のような構造が用いられています。CMCのような繊維とマトリックスという単純な構造を超えるより柔軟な材料構造の設計を実現するには、化学反応をともなうパターンダイナミクスの機序解明や予測を実現する必要がありますが、従来のように人間の洞察のみでそれを行うのは困難です。そこで、近年発展が著しい機械学習と研究者・技術者の協業によって、その困難が克服される展望が考えられます。

研究開発項目

1. 機械学習モデル構築・検証用データセット整備
2. 計測データからの構造推定手法の整備
3. 多結晶SiC形成過程の機械学習モデル構築

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

化学反応をともなうパターンダイナミクスである前駆体ポリマーからのSiC多結晶セラミックの形成過程をモデル化し予測・制御するには、化学結合の変化を伴う化学反応や、原子・分子から大域的なパターンの構造形成といった、結合状態や時間的・空間的スケールの異なる現象を統合してモデル化する必要があります。このようなパターンダイナミクスをモデル化する手法はまだ確立していません。そこで本研究提案では、パターンダイナミクスをモデルとして組み込んだ材料情報学の枠組みを構築することで、材料構造の時間発展や結晶粒、結晶粒界構造の形成過程の機序を解明するための機械学習モデルを開発し、それをを用いて材料開発者を支援する枠組みを構築することを目標とします。この枠組みが開発された暁には、幅広く材料開発の効率化に資することが期待されます。

研究開発の実施体制

国立大学法人一橋大学

(再委託先) 公益財団法人特殊無機材料研究所

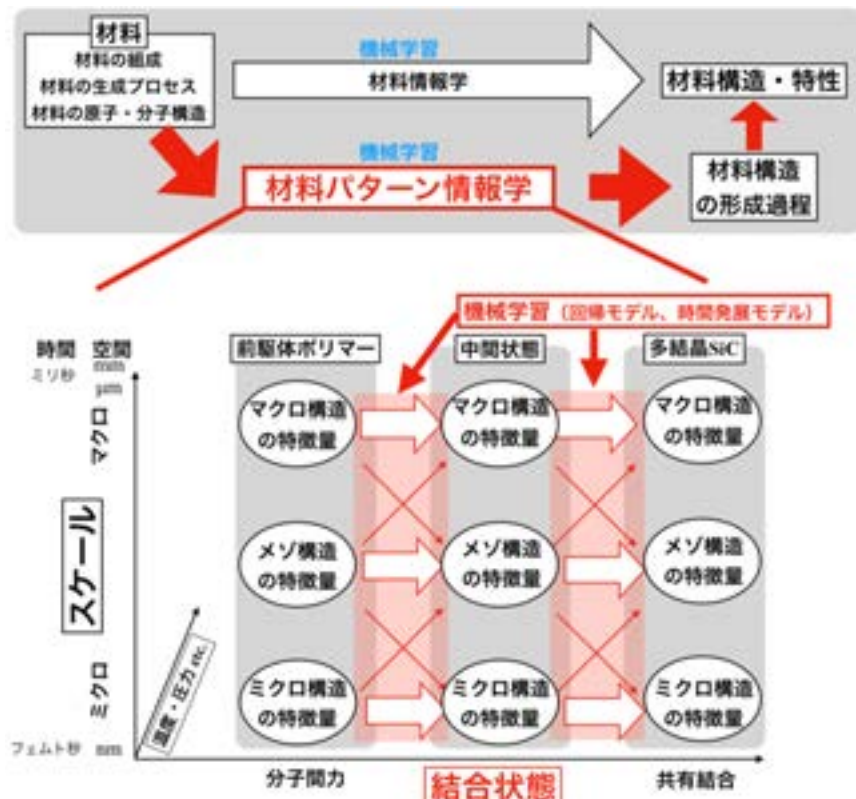


本武 陽一（研究代表者）

博士（学術）

一橋大学大学院ソーシャル・データサイエンス研究科・准教授

専門分野：データ駆動理学、解釈可能AI、物理学、機械学習



環境・健康・安全に配慮した電力機器用SF6代替ガスの創成

SF6 alternative gas free from environmental, health, and safety hazards

研究開発の目的

小さなデータセットを用いた高精度な物性予測、外挿が可能な次世代のAIモデルを開発することでSF6代替となる未踏の新ガスを開発します。

研究開発の背景、将来展望

地球温暖化ガス(主に、CO₂、メタン、N₂O、人工F-ガス)の削減に向けた取り組みが精力的に進められています。代表的なF-ガスであるSF6は最も強力な温室効果ガス(CO₂の25200倍)の一つであり、規制強化が進んでいますが、SF6はスマートで高効率な電力システムを成立させる唯一無二の基幹材料で、未だにこれを完全に代替できるガスは見つかっていません。

研究開発項目

1. 高精度物性予測モデルの開発
2. 分子構造予測AIモデル開発
3. 自律的な毒性評価AIモデルの開発
4. 物性間トレードオフ打破分子の設計
5. 新ガスによる電力機器設計方法の提案

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

第一原理計算を基本とした計算科学的な手法を用いて、巨視物性発現の物理に立脚したスマートなAIモデルを構築することで、スモールデータからなるガス分子物性の高精度予測を実現します。加え、所望物性群を持つガスの分子を広大な材料空間から生成できるAIモデルを構築することで、SF6を代替できる(絶縁破壊電界10 kV/cm以上、沸点-10℃以下、GWP10以下の)新規環境調和型高性能ガスを創成します。

設計したガスを合成し、新ガスを用いた絶縁・遮断方式の実用化に向け、評価結果をもとに電力機器設計指針を提案します。

本研究では、我が国が排出する温室効果ガスを数%削減、電力機器のライフサイクルCO₂排出量もあわせて500万ton/年以上削減しようとしています。

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



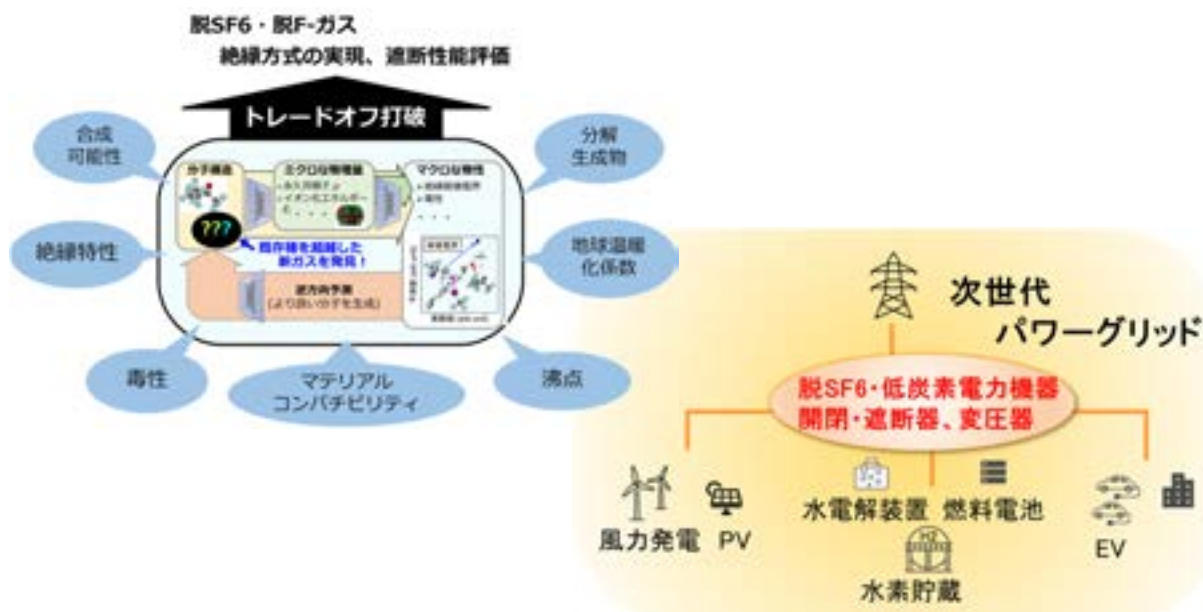
佐藤正寛
東京大学
工学系研究科
准教授



松井勇佑
東京大学
情報理工学系研究科
講師



小室 淳史
産業技術総合研究所
環境創成研究部門
研究員



スマートなAIモデルを用いた物性量のトレードオフを打破した実用的な材料設計と次世代パワーグリッドの基幹をなす新SF6代替ガスを用いた電力機器

高次機能の実現を目指すナノ材料の精密制御手法の開発

Precise control of nanomaterials aimed for multi-functions

研究開発の目的

機械を精緻に設計するように、ナノスケールで高度に制御する技術確立し、生活のありとあらゆる場面の異なるニーズに対応できる基幹技術を醸成します。

研究開発の背景、将来展望

2050年にはきっと今よりスマートで無駄のない高効率な社会が実現されているでしょう。その未来を実現するため、あらゆる場所で最高効率で機能する材料が求められています。例えば、その場所に適した発電ができる材料を開発すれば、これまで利用されてこなかったエネルギーを活用できるようになります。こうした、あらゆる場所に利用できる素材として、ナノ材料は有力です。1/100,000,000のオーダーのナノ材料は多くの材料で合成され、多様な機能をもつことから、材料の高機能化に貢献できるポテンシャルがあります。

研究開発項目

1. ナノ材料の精緻な制御
2. ナノ材料の接合手法の開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

ナノ材料のもつ多様な機能を実社会に実装するためには、ナノ材料を自在に配列する技術は極めて重要な技術シーズです。中でも、このナノ材料をできる限り精密に制御し、接合する技術は未踏技術です。本研究開発では、このナノ材料の精密制御と接合に主眼を置いて、ナノ材料を精緻に接合する技術確立することを目指しています。これにより、利用用途に応じた機能性ナノ材料を自在に創製でき、さらにこの機能を迅速に最適化できるようになります。現在までに新たな制御手法を開発し、2系統の新物質の合成に成功しています。今後この手法をさらに洗練させ、6種以上の精緻なナノ材料を創製するとともに、接合手法の開発に本格的に着手し、未踏接合技術確立します。

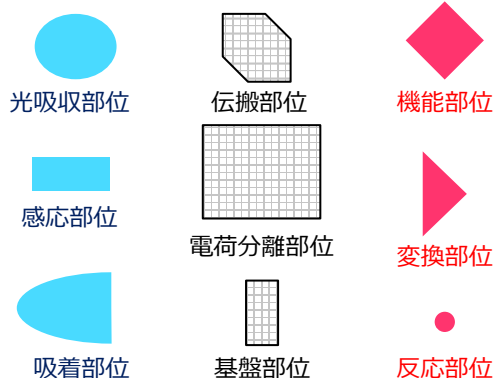
研究開発の実施体制

国立大学法人京都大学

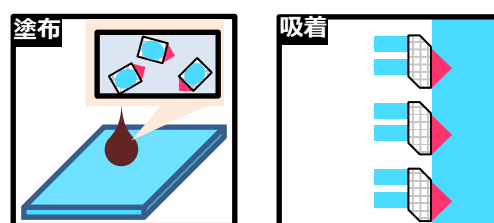


高畑遼
京都大学・助教

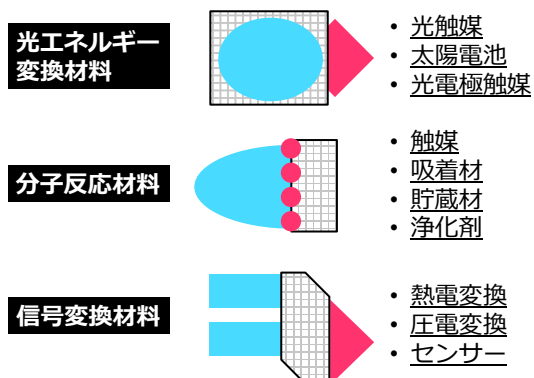
①各種機能性ナノ材料の作製



③簡便な手法によるデバイス化

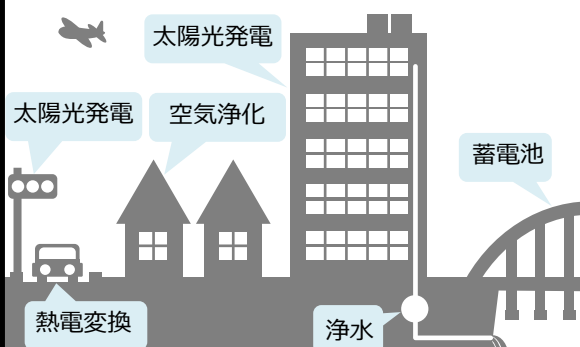


②接合による機能の高次化



④本材料の将来性

あらゆるニーズに対応可能
目的に合わせたナノ材料の設計



チタン合金の新規リサイクルプロセスの開発

New process to recycle titanium alloys

研究開発の目的

本研究では、世界に先駆けてTi合金スクラップのアップグレードリサイクル技術を開発し、Ti製品製造プロセスの消費エネルギー・CO₂排出量・環境負荷の低減を図ります。

研究開発の背景、将来展望

Tiは資源量が豊富で、耐食性に優れ、極めて高い比強度を有することから、様々な分野における未来材料として期待されています。しかし、Ti製品を鉱石から製造するプロセスは、莫大な消費エネルギー・CO₂排出を伴い、また歩留まりが低く、酸素や鉄に汚染された多量のスクラップが発生することから、高環境負荷・高コストという問題があります。本研究で開発する新しい技術によりTi製品の低価格化とそれによるTi製品の爆発的普及を実現し、ひいては、高機能のTi製品により、2050年の持続型社会の実現に大きく貢献することを目指しています。

研究開発項目

1. 脱酸限界と技術的課題の調査
2. 脱酸生成物および熔融塩除去法の開発
3. 電気化学脱酸反応の設計
4. 脱酸生成物再生手法の開発
5. 高速脱酸法の開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

Ti製品の製造過程で多量に発生するスクラップは主に鉄と酸素に汚染されています。鉄はスクラップ管理や表面洗浄により除去可能ですが、TiやTi合金スクラップからスポンジTi (バージン材料) と同程度の酸素濃度(500 mass ppm O以下) まで酸素を効率的に取り除く実用プロセスが存在していません。本研究では、希土類金属のオキシハライドの生成反応をTi合金スクラップの脱酸に応用することで、Ti合金スクラップをスポンジTiより低酸素濃度化してリサイクルする技術を開発します。希土類金属のオキシハライド生成反応、およびTi合金中に含まれるO、Fe、Al、Vなどの元素の脱酸反応中の挙動を解明することで、500 mass ppm O以下の極低酸素濃度のTi合金を製造可能なプロセスの実現を目標としています。

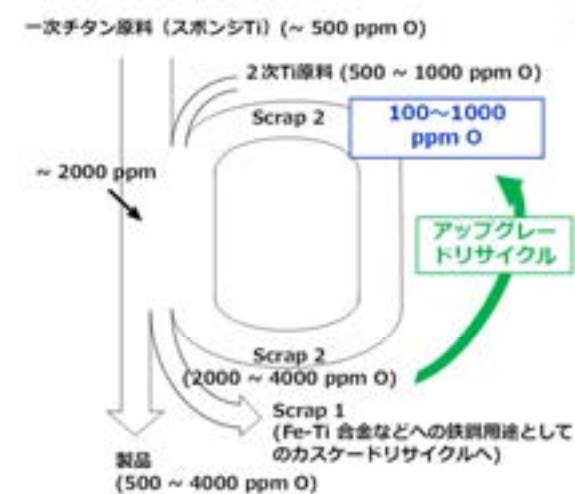
研究開発の実施体制

国立大学法人東京大学



大内隆成
東京大学生産技術研究所・講師

Ti合金のアップグレードリサイクルの意義と未来構想



- ・ 鉱石からのTi合金製品生産プロセスには、莫大な消費エネルギーとCO₂排出が伴い、多量のスクラップが発生
⇒高コスト(100 万円/トン) (cf. Al: 20 万円/トン)
- ・ 将来、チタンの生産が増えるとカスケードリサイクルに限界が生じる
- ・ 現時点では、酸素濃度が高いTiスクラップから直接酸素を除去する工業プロセスは存在しない

本研究のアプローチ

Ti合金スクラップ中の主たる不純物である酸素を除去する新しいタイプのアップグレードリサイクル法の開発

高純度・高価格のTiのバージン材 (スポンジTi) に低純度・低価格のスクラップを多量に混合可能となる

2050年の構想

- チタン製品の価格低減
- 省エネ・CO₂排出量削減



世界中からスクラップを集め、高付加価値製品として輸出する新しいビジネスモデルを構築

- 資源確保 ⇒ 資源輸出
- TiおよびTi製品製造において国際的なイニシアティブ確保
- Ti社会の実現
⇒ 省エネ・低CO₂の持続型社会構築

金属3D積層造形触媒反応管の設計と二酸化炭素資源化反応

Reactor Design by Metal 3D Additive Manufacturing and CO₂ Conversion ●

研究開発の目的

CO₂資源化反応をターゲットに、金属3D積層造形(3Dプリンティング) 技術を駆使し、低温活性・高選択性・高耐久性を兼ね備えた次世代触媒を開発します。

研究開発の背景、将来展望

金属3D積層造形技術を利用した触媒開発研究は黎明期ですが、優れた設計柔軟性に基づく反応流体制御、高い熱伝導性を利用した省エネ化、およびナノ・マイクロスケールでの結晶組織と配向性の制御といった特徴に着目し、既存触媒プロセスの高効率化、省エネ化、低コスト化はもとより、希少金属触媒の使用量を低減できるキーテクノロジーとして確立させます。最終的に2050年における30億m³/年のCO₂削減を実現する技術へと発展させるます。

研究開発項目

1. Ni製自己触媒反応管の開発(メタン合成)
2. HEA製自己触媒反応管の開発(メタン合成)
3. Ru担持型触媒反応管の開発(メタン合成)
4. Pd合金担持型触媒反応管の開発(ギ酸合成)
5. 触媒反応管の表面機能化(ギ酸合成)

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

レーザー/電子ビームで金属粉末を溶解・凝固させて金属を三次元積層造形する金属3Dプリンティング技術では、高い凝固速度やレーザー照射条件により、単結晶や多結晶などの結晶組織、異方性を制御することができます。本研究では、触媒特性と微細金属組織との関連性を解き明かし、新機能発現、新材料合成、新原理の創出を目指します。

ターゲット反応は、高密度エネルギー貯蔵法として期待されているCO₂メタン化反応、再生可能な水素エネルギーキャリアとして高いポテンシャルをもつギ酸の、液相でのCO₂水素化反応による選択的合成であります。

本研究で得られる成果により、最終的には再生可能エネルギーにより生産された水素と、製鉄所やごみ焼却所から排出されたCO₂を反応させることにより、メタン、ギ酸へと変換するエネルギーシステムの構築を目指しています。

研究開発の実施体制

国立大学法人大阪大学

国立大学法人東京工業大学



(研究代表者)
森 浩亮
大阪大学大学院
工学研究科
准教授



石川 敦之
東京工業大学
環境・社会理工学院
准教授



吉田 秀人
大阪大学
産業科学研究所
准教授



CO₂によるプロパン酸化脱水素に有効な多元素酸化物担体の開発Multinary oxide support for oxidative dehydrogenation of propane using CO₂

研究開発の目的

「CO₂を用いたプロパン酸化脱水素」に有効な触媒の耐久性を「担体の多元素化」により高め、社会実装に適した高性能触媒を開発します。

研究開発の背景、将来展望

化学産業における基幹化学品である低級オレフィンの需要は、途上国の成長を背景に今なお世界的に増加の一途をたどっています。これに伴い原料となる化石資源の消費とCO₂排出も増大するため、石油化学プロセス自体のカーボンニュートラル化を早急に進める必要があります。

例えば、低級オレフィンの1つであるプロピレンの世界市場は年間1億トン以上であり、大変規模の大きなものです。そこでプロピレン製造プロセスにCO₂を利用することができれば、CO₂の削減と有効利用に加え、化学産業のカーボンニュートラル化にも大きく貢献することができます。

研究開発項目

1. 多元素化による CeO₂担体の性能向上
2. 多元素化による性能変化に関する原理解明
3. 酸化物担体の高比表面化手法の確立
4. 触媒の最適化による高性能触媒の開発

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

本研究ではこれを可能とする反応として「CO₂を用いたプロパン酸化脱水素」に着目し、本反応を高効率に行える革新触媒の開発を目指します。具体的には、独自に開発した先行触媒(PtCoIn/CeO₂触媒)の担体である酸化セリウム(CeO₂)のセリウムサイトを多元素化することでコーク燃焼能を高め、触媒の耐久性を飛躍的に向上させることで実用に耐えうる触媒の開発につなげます。最終目標としては①プロパン・CO₂の初期転化率がともに40%以上、②プロピレン選択率95%以上、③転化率が100時間後に初期の80%を維持、を達成することを目指します。

以上の目標を達成し本触媒技術を実用化させることで、化学産業におけるカーボンニュートラル化や国際競争力の強化に資することができると期待されます。

研究開発の実施体制

国立大学法人大阪大学



古川 森也
大阪大学大学院工学研究科
教授

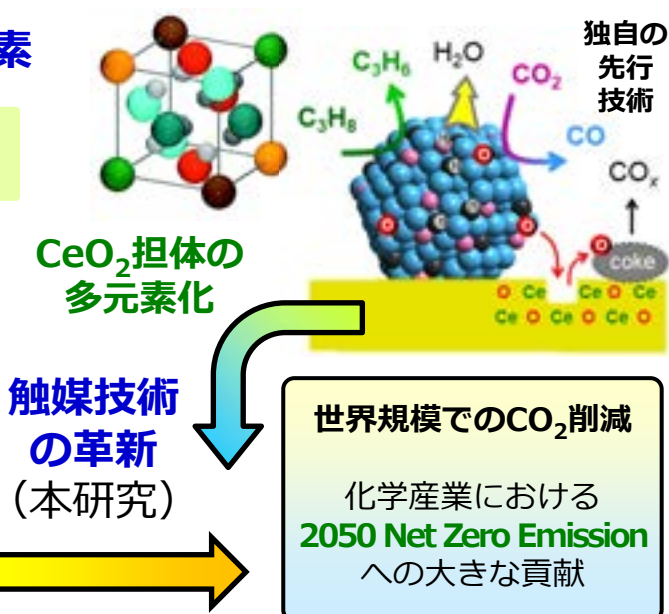


李 端行 (Li Duanxing)
大阪大学大学院工学研究科
特任助教

CO₂を用いたプロパン酸化脱水素

- ①プロピレン製造 (世界需要増加)
- ②CO₂有効利用 (CO製造)
- ③既存プロセスのカーボンニュートラル化
- ④水素を用いないCCUプロセス

同時達成可能な画期的技術



中温電解によるCO₂由来化成品原料合成Intermediate-temperature CO₂ electrolysis to chemical feedstocks

研究開発の目的

100°C以上で利用できるプロトン(H⁺)伝導膜を利用し、熱と電気エネルギーを併用して効率的なCO₂電解還元を進めます。

研究開発の背景、将来展望

2050年までの炭素循環社会実現が強く求められています。CO₂を化成品の原料として再利用する反応のひとつに、電気エネルギーを用いてCO₂を還元する反応(電解反応)があります。電解反応系を構築するためにはプロトン(H⁺)伝導膜が必須です。しかし、Nafion®など従来のイオン伝導性材料は水で湿潤させて利用する必要があり、沸点(100°C)以上でのCO₂電解はほとんど研究されていませんでした。

研究開発項目

1. 中温域で利用可能なH⁺伝導材料の開発
2. 中温域で利用可能な触媒の開発
3. CO₂由来化成品原料合成

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

本研究開発では、百数十°Cの中温域かつ無加湿あるいは低加湿(~30%RH)で固体電解質として利用できるプロトン(H⁺)伝導膜や、これに適したCO₂還元触媒を開発します。またこれらの電解質膜や触媒を用いて、CO₂ガスの高効率電解に必要な膜-電極複合体(MEA)を開発します。研究開発開始後、有機-無機ハイブリッド材料である配位高分子を用いた固体電解質膜を作成し、ここにCO₂還元触媒を固定する手法を開発しました(下図)。今後、固体電解質膜を含むMEAを加熱機構がついた電解セルに実装し、中温電解試験を進める予定です。

このたび開発する技術は、再生可能エネルギー由来の電力や現状捨てられている産業排熱を再利用した、高効率かつクリーンなCO₂由来化成品原料合成系に応用することができます。

研究開発の実施体制

国立大学法人京都大学

研究代表者

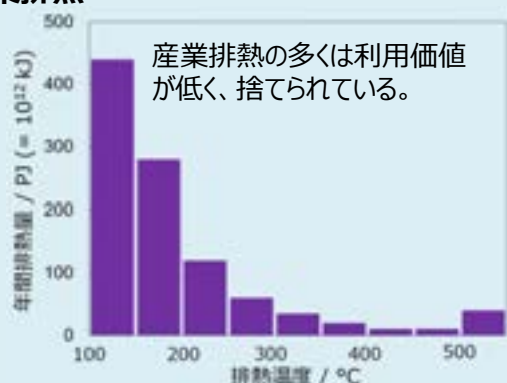


田部 博康
京都大学高等研究院
物質-細胞統合システム拠点
特定講師

研究者

魏 永生 (京都大学)
竝木 裕司 (京都大学)
他 技術補佐員

産業排熱



工場群の排熱実態調査 ((一財)省エネルギーセンター、2000年)

CO₂、排熱を同時に再利用したい

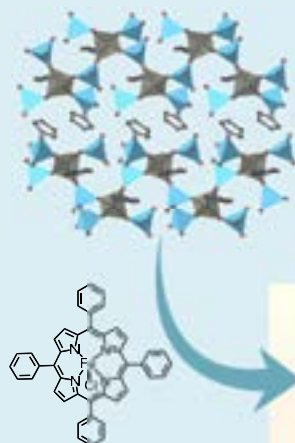
波及効果

- ◆ 余剰電力、排熱の有効活用
- ◆ 高出力・小型の中温型燃料電池に応用

関連分野に成果を波及させ、
さらなるCO₂削減に貢献

新しいプロトン(H⁺)伝導材料

例：亜鉛イオン-有機物のハイブリッド化合物



H⁺伝導度：
 $2.6 \times 10^{-4} \text{ S/cm}$
(120°C、無加湿)
融点：185 °C

融解・触媒導入・冷却



膜-電極複合体(MEA)に利用可能な
CO₂還元触媒-固体電解質複合体
(令和4、5年度の研究開発成果)

Izu, Tabe*, Namiki, Yamada, Horike*,
Inorg. Chem. **2023**, 62, 11342.

光アシスト型逆シフト反応触媒システムの開発

Light-assisted Catalytic System for Reverse Water-Gas Shift Reaction

研究開発の目的

省エネルギーで二酸化炭素(CO₂)と水素(H₂)から化学原料となる一酸化炭素(CO)を製造する触媒システムの開発を目指します。

研究開発の背景、将来展望

2050年のカーボンニュートラル社会の実現に向け、地球温暖化の原因物質である二酸化炭素(CO₂)を有効利用するための技術が求められています。CO₂を水素(H₂)と反応させて化学原料となる一酸化炭素(CO)を得る反応(逆シフト反応)は工業的に有用ですが、低温では低い反応率しか得られず非効率という課題があります。持続可能なカーボンニュートラル技術構築のためには、産業廃熱や太陽光などの有効に利用されていないエネルギーを積極的に利用し、CO₂水素化反応を効率よく促進できる触媒システムの開発が重要です。

研究開発項目

1. 逆シフト用触媒の開発
2. 触媒性能の評価
3. 光アシスト型逆シフト反応触媒システムの設計・机上評価
4. 光アシスト型反応器の試作・実証試験

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

MoやWなどを主成分とする金属酸化物は、触媒として逆シフト反応に高い触媒活性を示すと同時に、可視光から近赤外光域にかけた光を吸収し効率的に熱へと変換する特性を有しています。本研究では、このような金属酸化物を触媒に利用し、熱と光エネルギーの併用により、200℃以下の低温域でも商業化可能なレベルのCO生成速度(15 mol/kg-cat./h以上)を達成できる光アシスト型逆シフト反応触媒システムの開発を実施します。触媒の開発と性能評価、光アシスト型反応器の設計、実証試験を通じて実用性を評価します。最終的には、産業廃熱と太陽光をエネルギー源に利用して逆シフト反応を促進できる触媒システムの開発を行い、CO₂を省エネルギーで有用物質へと変換するためのクリーンな触媒技術の確立を目指します。

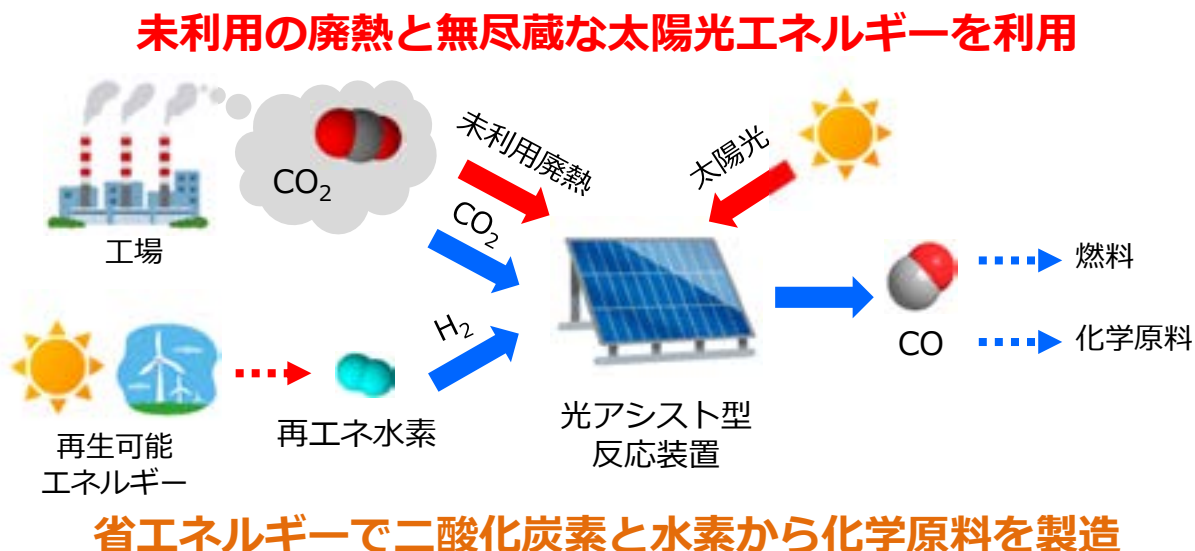
研究開発の実施体制

国立大学法人大阪大学
(再委託先) コスモ石油株式会社



(研究代表者)
桑原 泰隆

国立大学法人大阪大学
大学院工学研究科 マテリアル生産科学専攻・准教授



二酸化炭素回収と資源化の複合化技術開発

Dual functional material for CO₂ capture and conversion

研究開発の目的

二酸化炭素の回収と資源化を同時にかつ低エネルギーで進行させることのできる複合材料を開発します。

研究開発の背景、将来展望

二酸化炭素を回収し炭素含有物質へ変換(資源化)を行うプロセスは、①吸着材から二酸化炭素を回収するための高温処理、②二酸化炭素高濃度化や前処理、③資源化反応の低い反応効率、等が要因となって多量のエネルギーを必要とします。この多量のエネルギー消費は結果的に温室効果ガス発生に繋がってしまうため、回収・資源化のプロセス(カーボンリサイクル)を省エネルギー化する必要があります。

研究開発項目

1. 二酸化炭素吸着と物質変換機能の複合化技術の開発
2. 吸着した二酸化炭素の選択的変換技術の開発
3. 実証に向けた課題調査

研究開発の内容、目標成果、社会実装する価値

本未踏チャレンジでは、二酸化炭素の回収と資源化を同一材料上でかつ低エネルギーで進行させることでこの問題を解決します。具体的には、吸着した二酸化炭素を複合材料上でより吸着相互作用の弱い部分還元化合物(一酸化炭素)へ変換し、さらに物質変換の駆動力として外部刺激を用いる特異な反応場を利用することで、回収・資源化プロセスの省エネルギー化を目指します。

現在、単一材料上で吸着した二酸化炭素を選択的に一酸化炭素に変換できる材料の開発に成功しており、更なる性能向上(目標生成速度: $600 \mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$) に向け研究開発を進めています。この技術が社会実装されることで、二酸化炭素から省エネルギーかつ低コストでの化成品製造が可能となり、抜本的な温室効果ガスの削減につながります。

研究開発の実施体制

国立大学法人広島大学

国立大学法人高知大学

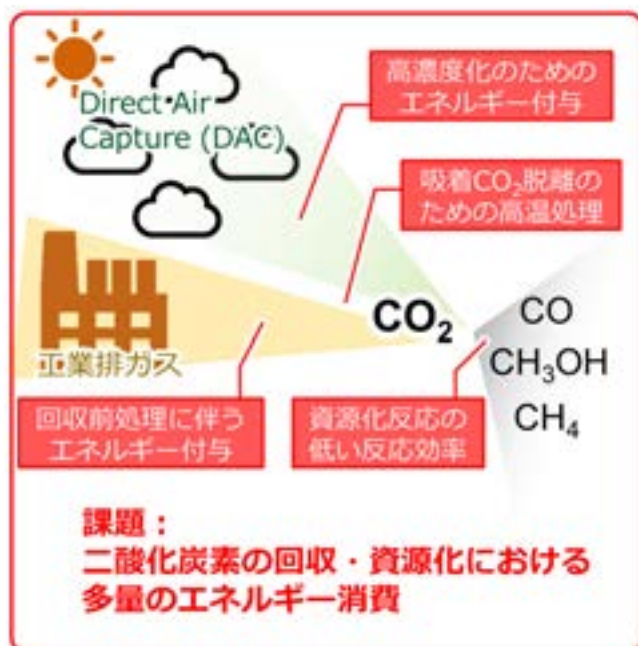
(再委託先) 中国電力株式会社



津野地 直
広島大学・助教



小河 脩平
高知大学・准教授



エネ環 2024/09/30までに終了

2023年度採択

87	繊維製品の資源循環のための選別・分離技術の研究開発	東レ株式会社 【共同実施】 国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学 【共同実施】 国立大学法人信州大学 帝人フロンティア株式会社 国立大学法人神戸大学
----	---------------------------	--

2022年度採択

88	再エネ大量導入を可能にするDCグリッド向け高効率スマートSSTの開発	国立大学法人長岡技術科学大学 国立大学法人大阪大学 ポニー電機株式会社 株式会社明電舎
89	インチ級パワー半導体-ダイア放熱ウェハ	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 株式会社ティ・ディ・シー 国立大学法人熊本大学
90	空のモビリティ用光集積型LiDARセンサ	国立大学法人横浜国立大学 一般財団法人光産業技術振興協会 【共同実施】 国立大学法人東京工業大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所
91	移動体への光無線給電システムの研究開発	学校法人名城大学 国立大学法人名古屋工業大学 学校法人千葉工業大学 国立大学法人山口大学 国立大学法人東京工業大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 ウシオ電機株式会社 河村電器産業株式会社
92	液体水素冷却高温超電導発電機の開発	三菱電機株式会社 学校法人関西学院 国立大学法人東京大学 国立大学法人京都大学 学校法人上智学院 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
93	サーマルデータを可視化するセンシング機器の研究開発	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 オムロン株式会社 株式会社村田製作所 DOWAホールディングス株式会社

94	バイオガス中二酸化炭素の有効利用技術開発	国立大学法人北海道大学 国立大学法人弘前大学 国立大学法人茨城大学 県南環境保全センター株式会社 大日機械工業株式会社
95	再生電力からの高効率NH ₃ 電解合成技術	国立大学法人北海道大学 学校法人福岡大学 国立大学法人東京大学 デノラ・ペルメレック株式会社 株式会社IHI
96	植物由来繊維資源循環プロセスの研究開発	国立大学法人信州大学 日清紡ホールディングス株式会社 日清紡テキスタイル株式会社 株式会社ナカムラサービス
97	木質CCUSを加速する資源循環システムの開発	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 京都府公立大学法人 学校法人福岡大学 旭化成株式会社 岐セン株式会社 小島プレス工業株式会社 株式会社SANKI 住友林業株式会社 【再委託】 株式会社ニトリホールディングス チヨダ工業株式会社 パナソニック株式会社
98	無水・CO ₂ 無排出染色加工技術の開発	サステナテック株式会社 【再委託】 国立大学法人京都工芸繊維大学 【再委託】 伊澤タオル株式会社 【再委託】 互応化学工業株式会社 【再委託】 福井県工業技術センター 【再委託】 東海染工株式会社 【再委託】 株式会社フジックス 【再委託】 日華化学株式会社 【再委託】 明成化学工業株式会社 国立大学法人福井大学 紀和化学工業株式会社 株式会社日阪製作所 ウラセ株式会社

99	産業廃水からの革新膜による有機資源回収	国立大学法人神戸大学 国立大学法人広島大学 国立大学法人岡山大学 日東電工株式会社 イーセップ株式会社 日清食品ホールディングス株式会社 日本リファイン株式会社 【再委託】 リファインホールディングス株式会社
100	太陽光発電のサステナビリティ向上に向けた革新的技術の研究開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所
101	直並列電源構成直流給電システムの研究開発	学校法人福岡大学 公益財団法人福岡県産業・科学技術振興財団 学校法人長崎総合科学大学 イサハヤ電子株式会社
102	空飛ぶクルマの高精度飛行予測技術開発	国立大学法人京都工芸繊維大学
103	周波数変調・モード局在複合センサの研究開発	国立大学法人東北大学
104	超極細MgB ₂ 超電導素線の研究開発	国立研究開発法人物質・材料研究機構 明興双葉株式会社
105	産業CNに向けたサーマルサーキットの開発	国立大学法人神戸大学 国立大学法人東海国立大学機構 岐阜大学 国立大学法人東京工業大学 国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学 国立大学法人岡山大学 国立大学法人九州大学 アサヒクオリティードイノベーションズ株式会社 株式会社ファンクショナル・フルイッド 日新電機株式会社 森松工業株式会社
106	IoTシステムを革新する酵素電池の開発	学校法人東京理科大学 国立研究開発法人理化学研究所 株式会社仁科マテリアル 【再委託】 国立大学法人筑波大学
107	バネフィルタによる有価金属採取技術の開発	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

2021年度採択

108	4端子タンデム太陽電池用トップセルの開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所 国立大学法人鹿児島大学 株式会社東芝 国立研究開発法人物質・材料研究機構
-----	----------------------	---

109	高効率シースルー有機薄膜太陽電池を用いた革新的発電窓の研究開発	東レ株式会社 国立大学法人広島大学
110	次世代高効率モータを実現する革新的モータプラットフォームの開発	株式会社アスター 国立大学法人茨城大学
111	車載向け超高速光通信システムの標準化に向けた研究開発	矢崎総業株式会社 国立大学法人宇都宮大学 株式会社ファイ・マイクロテック AGC株式会社
112	低騒音ダクトドロータへのバイオメティクスの応用	川崎重工業株式会社 【再委託】 学校法人君が淵学園崇城大学
113	異なるスケールで収集したデータの階層的構造を考慮したモデル化手法の構築	株式会社ザクティ 国立大学法人東京大学 株式会社ザクティエンジニアリングサービス 株式会社パスコ
114	液体水素を用いた航空機用電動推進システムの研究開発	株式会社IHIエアロスペース 【再委託】 国立大学法人東京大学
115	水素を活用した航空機のための境界層制御技術の研究開発	川崎重工業株式会社 【再委託】 国立大学法人東北大学
116	ゼロエミッションに向けた内燃機関の革新的摩擦損失低減技術	自動車用内燃機関技術研究組合 【再委託】 国立大学法人東北大学 【再委託】 国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学 【再委託】 学校法人名城大学 【再委託】 国立大学法人九州大学 【再委託】 学校法人大同大学 【再委託】 国立大学法人福井大学 【再委託】 公立大学法人兵庫県立大学 学校法人五島育英会東京都市大学 学校法人東海大学 国立大学法人千葉大学
117	エンジン排出ガス後処理装置のコンパクト化に関する技術開発	自動車用内燃機関技術研究組合 【再委託】 国立大学法人東京工業大学 【再委託】 国立大学法人広島大学 【再委託】 国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学 【再委託】 国立大学法人熊本大学 【再委託】 国立大学法人名古屋工業大学 【再委託】 国立大学法人大阪大学 【再委託】 国立大学法人茨城大学 学校法人早稲田大学
118	自動車用炭素繊維サーキュラーエコノミー・プログラムの研究開発	旭化成株式会社 学校法人東京理科大学 独立行政法人国立高等専門学校機構 北九州工業高等専門学校

119	排ガス・廃水中希薄有害物質の無害化・利用技術開発	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 住友化学株式会社 栗田工業株式会社
120	絶縁基板上大面積高品質グラフェン成膜技術の開発と光デバイス応用	国立研究開発法人産業技術総合研究所 浜松ホトニクス株式会社 国立大学法人三重大学
121	高機能テープを用いた二次元材料の革新的転写法の開発	国立大学法人九州大学 日東電工株式会社
122	サステナブルな鋼構造系インフラ用の高性能鋼材と利用技術の研究開発	国立研究開発法人物質・材料研究機構 株式会社竹中工務店 国立大学法人大阪大学 国立大学法人北海道大学
123	動的熱制御のための潜熱・伝熱ハイブリッド固体材料の研究開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所 太陽鋳工株式会社
124	リグノセルロースのワンステップ3成分分離と化学品変換の概念実証	国立大学法人神戸大学 国立大学法人金沢大学 関西化学機械製作株式会社
125	新概念結晶シリコン太陽電池モジュールの開発	国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学 国立大学法人東海国立大学機構 岐阜大学 青山学院大学 国立大学法人新潟大学
126	多様な走行環境に対応した自動運転車両及び安全性評価の研究開発	株式会社ティアフォー 国立大学法人東京大学 国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学
127	空飛ぶクルマ・大型ドローン用途向け超軽量吸音・遮音材料の開発	国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学 株式会社日本触媒
128	静音で高速な、プロペラのない空飛ぶクルマの研究開発	学校法人慶應義塾
129	バイオ分離・還元ナノ粒子化技術による貴金属回収・高付加価値化の研究開発	三菱マテリアル株式会社 公立大学法人大阪
130	二次元材料の高速・液相コーティング技術の研究開発	国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学
131	超長寿命CFRP補強コンクリートの研究開発	学校法人金沢工業大学 国立大学法人東京大学 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所
132	超長寿命グラフェン被覆鋼材および塗料の開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所 株式会社仁科マテリアル 学校法人千葉工業大学 国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学

133	システム補償型超長寿命エレクトロニクスの研究開発	国立大学法人大阪大学
134	固体－固体相転移を利用した長期蓄熱材料の開発	国立大学法人東京大学 株式会社デンソー
135	高効率ナノセルロース製造のための革新的量子ビーム技術開発	大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 国立研究開発法人産業技術総合研究所

2020年度採択

136	電力・エネルギー分散化加速に向けた高耐圧SiC-IGBTシステムの開発	株式会社日立製作所 国立研究開発法人産業技術総合研究所
137	バナジウム代替新型レドックスフロー電池の研究開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所 三菱ケミカル株式会社 小西化学工業株式会社
138	電力貯蔵用高安全・低コスト二次電池の研究開発	一般財団法人電力中央研究所 学校法人工学院大学 一般財団法人ファインセラミックスセンター 株式会社豊島製作所
139	革新的酸素富化TSAによる低環境負荷燃焼技術	国立大学法人金沢大学 株式会社西部技研 国立大学法人信州大学 国立大学法人九州大学 国立大学法人長崎大学 大阪ガスケミカル株式会社 国立大学法人大阪大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 株式会社トヨタエナジーソリューションズ 中外炉工業株式会社
140	革新的ハイブリッド分離膜と酸素富化プロセスの開発	国立大学法人信州大学 トヨタ自動車株式会社 三和油化工業株式会社 株式会社アドマテックス 国立大学法人大分大学 日本製鉄株式会社 学校法人早稲田大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 株式会社SEPINO

141	表面・構造機能化による新コンセプト熱物質交換器開発	国立大学法人東京大学 学校法人早稲田大学 株式会社UACJ 日本エクスラン工業株式会社 一般社団法人日本アルミニウム協会 国立大学法人東京工業大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 中外炉工業株式会社
142	相界面制御による熱・物質移動促進プロセス技術開発	国立大学法人九州大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 株式会社UACJ ダイカテック株式会社 株式会社長峰製作所 国立大学法人徳島大学 国立大学法人山形大学
143	革新的アンモニア燃焼による脱炭素工業炉の開発	国立大学法人大阪大学 中外炉工業株式会社 国立大学法人東京大学
144	アンモニアを燃料とした脱炭素次世代高性能工業炉の基礎研究	国立大学法人北海道大学 ロザイ工業株式会社 【再委託】 日本プラントエンジニアリング株式会社 三建産業株式会社 国立大学法人東北大学 国立大学法人広島大学
145	マリンバイオマスの多角的製鉄利用に資する研究開発	日本製鉄株式会社 【再委託】 国立大学法人北海道大学 【再委託】 関西学院大学 一般財団法人金属系材料研究開発センター 【再委託】 九州大学 日鉄ケミカル&マテリアル株式会社 【再委託】 国立大学法人静岡大学
146	機械負荷制御導入による電動農機・農業ロボットの最適エネルギー・作業管理技術の開発	国立大学法人愛媛大学 井関農機株式会社
147	農業用途を視野に入れた波長選択型有機太陽電池の研究開発	国立大学法人大阪大学 産業科学研究所 公立大学法人公立諏訪東京理科大学 国立大学法人大阪大学 大学院工学研究科 石原産業株式会社
148	植物工場向けDR・生育維持システムの基礎技術開発	一般財団法人電力中央研究所 【再委託】 沖縄電力株式会社 国立大学法人佐賀大学 株式会社ネクステムズ
149	農山村の森林整備に対応した脱炭素型電動ロボットの研究開発	国立研究開発法人森林研究・整備機構 ソフトバンク株式会社

150	畜産系バイオガスのメタノール・ギ酸変換技術の開発	エア・ウォーター北海道株式会社 【再委託】 北海道紋別郡興部町 【再委託】 岩田地崎建設株式会社 国立大学法人大阪大学
151	農山漁村地域のRE100に資するVEMSの開発	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 三菱電機株式会社 千葉エコ・エネルギー株式会社 ホルトプラン合同会社 学校法人早稲田大学 慶應義塾 国立研究開発法人産業技術総合研究所 ジオシステム株式会社 国立大学法人東京大学 国立大学法人京都大学
152	先端実装技術を用いた多重直並列構成アダプティブ電源の研究開発	公益財団法人福岡県産業・科学技術振興財団 学校法人長崎総合科学大学 イサハヤ電子株式会社 学校法人福岡大学
153	大容量洋上風力発電導入拡大のための再エネと蓄電池を伴うM-Gセット	一般財団法人電力中央研究所 【再委託】 学校法人上智学院 【再委託】 学校法人明治大学
154	電子デバイスの熱マネジメントのための接着接合技術の開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所 セメダイン株式会社
155	大型海藻類の完全利用に向けた基盤技術の開発	国立大学法人三重大学
156	海産性微細藻類培養拠点のための研究開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所 株式会社太洋サービス 国立大学法人筑波大学
157	二酸化炭素循環型地熱発電システムの開発	一般財団法人電力中央研究所 地熱技術開発株式会社 国立大学法人九州大学
158	高容量バッテリーの異常リスク低減・安全化技術開発	株式会社村田製作所 【再委託】 学校法人東京理科大学 【再委託】 国立大学法人横浜国立大学 【再委託】 一般財団法人日本航空機開発協会
159	体温でIoTデバイスを駆動する熱化学電池の開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所 東洋インキSCホールディングス株式会社 株式会社日本触媒
160	高速スイッチング可能でタフなSiCモジュール技術開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所 サンケン電気株式会社
161	高放熱大面積ダイヤモンド基盤技術の研究開発	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

162	高性能な大容量スクロール圧縮機の研究開発	学校法人大阪電気通信大学
163	磁気機能性ナノ冷凍機油による冷媒圧縮機の高効率化	国立大学法人静岡大学 株式会社デンソー 株式会社フェローテック
164	合金系潜熱蓄熱マイクロカプセルを基盤とした高速かつ高密度な蓄熱技術の研究開発	国立大学法人北海道大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 株式会社日本触媒
165	窒素資源循環のための膜分離を利用した廃水からのアンモニア高効率分離回収の研究開発	国立大学法人神戸大学 学校法人工学院大学 株式会社ダイセル 木村化工機株式会社
166	未利用冷熱による燃焼ガス中CO ₂ の回収技術の開発	国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学 東邦瓦斯株式会社
167	多層プラスチックフィルムの液相ハイブリッドリサイクル技術の開発	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 宇部興産株式会社 三菱エンジニアリングプラスチックス株式会社 東ソー株式会社 凸版印刷株式会社 東西化学産業株式会社 恵和興業株式会社
168	CFRPへの金属コールドスプレー法による耐雷性能向上に関する研究開発	国立大学法人東北大学大学院工学研究科
169	高レート生産可能な航空機構造材に関する研究	帝人株式会社 【再委託】 国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学 【再委託】 川崎重工株式会社
170	自動車の早期低炭素化を実現する内燃機関／燃料組成の開発	国立大学法人広島大学 国立大学法人大分大学 国立大学法人福井大学 国立大学法人東北大学 学校法人日本工業大学 トヨタ自動車株式会社 JXTGエネルギー株式会社 出光興産株式会社 コスモ石油株式会社
171	酸性地熱水等を用いた水素製造と元素分別回収に関する研究開発	国立大学法人東北大学大学院環境科学研究科

172	Society 5.0を実現する自律分散型IoTセンサ機器のための熱電変換電源システムの開発	国立大学法人大阪大学産業科学研究所 国立大学法人大阪大学工学研究科 国立大学法人神戸大学 国立大学法人京都大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 トッパン・フォームズ株式会社
173	環境熱を高効率で電力に変換する三次電池のための相転移ナノ材料の研究開発	国立大学法人筑波大学
174	電力スケラブルでホットスワップ可能な高信頼性ブレード型インバータシステム	国立大学法人東京大学 国立大学法人九州工業大学 東京都公立大学法人東京都立大学
175	次世代パワー半導体の高品質・高信頼性実現のための革新的放熱・故障診断技術に関する研究開発	国立大学法人大阪大学産業科学研究所 千住金属株式会社 国立大学法人大阪大学大学院工学研究科/基礎工学研究科 ヤマト科学株式会社 【再委託】 国立大学法人大阪大学産業科学研究所 株式会社ロータス・サーマル・ソリューション 【再委託】 国立大学法人大阪大学接合研究所
176	革新的CO ₂ 分離膜による省エネルギーCO ₂ 分離回収技術の研究開発	国立大学法人九州大学 東ソー株式会社
177	吸着式CO ₂ 分離回収におけるLNG未利用冷熱の活用	東邦瓦斯株式会社 国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学
178	廃プラスチックガス化処理の低温化技術の開発	国立大学法人東北大学多元物質科学研究所
179	複合プラスチックの高度分離技術開発	宇部興産株式会社 国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学
180	ポリオレフィン類の酸化的変換を鍵とするケミカルリサイクル技術の開発	国立大学法人大阪大学
181	金属ナトリウム分散体によるカルボン酸の合成技術の研究開発	株式会社神鋼環境ソリューション 国立大学法人岡山大学 国立研究開発法人理化学研究所
182	CO ₂ 利用PC製造用中間体の新規合成技術開発	三菱ガス化学株式会社 国立大学法人東北大学 日本製鉄株式会社 日鉄エンジニアリング株式会社
183	合成ガスからのバイオケミカル原料製造技術の開発	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
184	サイクロンによる気液分離機構を備えた自己熱再生型高効率酸素濃縮技術の研究開発	国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学

185	高効率エタノール直接合成触媒プロセスの開発	出光興産株式会社 日揮グローバル株式会社 日本ゼオン株式会社 横浜ゴム株式会社 国立研究開発法人産業技術総合研究所
-----	-----------------------	---

2019年度採択

186	太陽光の超広帯域利用のための有機・無機複合波長変換シートの開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所 学校法人立命館大学
187	ナノカーボンを用いる太陽光水素製造	国立大学法人岡山大学
188	高性能アニオン交換膜を用いた水電解水素製造技術の開発	タカハタプレジジョン株式会社 国立大学法人山梨大学
189	低レアメタル擬固体電池技術の研究開発	学校法人同志社 同志社大学 TDK株式会社
190	メチルシクロヘキサンの直接利用を実現する中温作動燃料電池の開発	国立大学法人京都大学 千代田化工建設株式会社
191	酸化物電解質を用いた全固体ナトリウム二次電池の研究開発	国立大学法人京都大学 国立大学法人九州大学 国立大学法人山口大学 国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学 トヨタ自動車株式会社
192	ナトリウムイオンを高効率輸送する界面接合技術の開発	国立大学法人信州大学
193	高容量コバルトフリー正極材料の研究開発	国立研究開発法人産業技術研究所
194	車載用蓄電池の内部状態解析に基づく診断技術の研究開発	国立大学法人東京工業大学 国立大学法人京都大学 学校法人早稲田大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 一般財団法人電力中央研究所
195	異種材料集積による10テラビット級低消費電力光伝送デバイス技術開発	国立大学法人東京工業大学 一般財団法人光産業技術振興協会 【再委託】 国立大学法人東京大学 【再委託】 学校法人慶応義塾 国立研究開発法人産業技術総合研究所
196	集積ハイブリッド技術による超高速光変調技術の研究開発	国立大学法人九州大学 国立大学法人宇都宮大学 アダマンド並木精密宝石株式会社
197	材料・界面制御による接触抵抗変化メモリの開発	国立大学法人東北大学

198	3次元積層強誘電体メモリを実現する分極接合技術の研究開発	国立大学法人東京工業大学
199	電磁波によるプロセスセンサー装置の研究開発	一般財団法人ファインセラミックスセンター 国立研究開発法人産業技術総合研究所 学校法人名城大学
200	超高温設備の革新的オンライン監視システムの開発	一般財団法人電力中央研究所 中国電力株式会社 北海道電力株式会社 公立大学法人大阪府立大学 沖電気工業株式会社 非破壊検査株式会社
201	流況可視化機能をもつリアルタイム超音波パルス混相流量計の開発	国立大学法人北海道大学
202	高温等過酷環境向けプロセスセンサの研究開発	株式会社XMAT 国立大学法人東北大学
203	ワイル磁性体を用いた熱発電デバイスの研究開発	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 DOWAホールディングス株式会社
204	汎用普及に資する長期安定小型熱電電池の開発	国立大学法人茨城大学 国立研究開発法人物質材料研究機構 株式会社ミツバ
205	IoT機器電源向け熱発電実装技術の研究開発	国立研究開発法人物質・材料研究機構 株式会社日立株式会社 国立研究開発法人産業技術総合研究所
206	革新的熱回収・量産技術による普及型熱電デバイスの開発	国立大学法人東京大学 東ソー株式会社 国立大学法人名古屋工業大学 学校法人早稲田大学
207	航空機向け高出力・高密度モータの技術開発	多摩川精機株式会社 【再委託】 公立大学法人公立諏訪東京理科大学
208	低CO ₂ エミッション航空機実現に向けた推進用高出力密度電気モータシステムの研究開発	シンフォニアテクノロジー株式会社 国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学
209	MW級航空機電気モータ給電システムの技術開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所 株式会社フジクラ 国立大学法人東京大学 国立大学法人京都大学 富士電機株式会社 東芝インフラシステムズ株式会社 東芝三菱電機産業システム株式会社

210	アルミニウム素材の高度資源循環システム構築	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 学校法人千葉工業大学 国立大学法人九州工業大学 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学 株式会社UACJ 株式会社神戸製鋼所 三菱アルミニウム株式会社 昭和電工株式会社 一般社団法人日本アルミニウム協会
211	アルミニウム循環社会に向けたドロスの発生抑制と高度機能材料化	国立大学法人東北大学大学院工学研究科
212	産業廃水からの反応性窒素の高濃縮・資源化技術	国立研究開発法人産業技術総合研究所 国立大学法人東京農工大学 株式会社 土壌環境プロセス研究所 国立大学法人東京工業大学
213	燃焼器から排出される窒素酸化物からのアンモニア創出プロセス開発	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 学校法人早稲田大学 国立大学法人東京工業大学 東京瓦斯株式会社 日鉄エンジニアリング株式会社
214	プラスチックの化学原料化再生プロセス開発	国立大学法人東北大学 国立大学法人弘前大学 学校法人早稲田大学 国立大学法人東京大学 JXTGエネルギー株式会社 出光興産株式会社 一般社団法人石油エネルギー技術センター
215	プラスチックの高度資源循環を実現するマテリアルリサイクルプロセスの研究開発	学校法人福岡大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学 国立大学法人東京工業大学 公立大学法人北九州市立大学 国立大学法人山口大学 旭化成株式会社 【再委託】 国立大学法人神戸大学 【再委託】 ライオン株式会社 【再委託】 メビウスパッケージング株式会社 三菱電機株式会社 花王株式会社 凸版印刷株式会社 三光合成株式会社 【再委託】 九州工業大学 【再委託】 いその株式会社 【再委託】 株式会社富山環境整備 【再委託】 株式会社プラスチック工学研究所

216	ポリアミドを基軸とする新規海洋生分解性材料の開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所 地方独立行政法人 大阪産業技術研究所和泉センター 地方独立行政法人 大阪産業技術研究所森之宮センター 三菱ケミカル株式会社 国立大学法人神戸大学
217	海洋環境を利用する新しい海洋生分解性プラスチック創出	日清紡ケミカル株式会社 【再委託】 国立研究開発法人 海洋研究開発機構 【再委託】 国立大学法人群馬大学食健康科学教育研究センター 国立大学法人群馬大学
218	優れた耐水性を有する生分解性澱粉複合材料の開発	国立大学法人大阪大学 日本食品化工株式会社
219	海洋環境調和型オールバイオマス成形品の研究開発	国立大学法人三重大学 国立大学法人東京農工大学
220	CO ₂ 原料からの新規PHAブロック共重合体の微生物合成	国立大学法人東京工業大学 国立大学法人北海道大学 学校法人近畿大学
221	様々な生分解性プラスチックの海洋分解性評価	国立大学法人東京大学 国立大学法人京都大学 国立研究開発法人海洋研究開発機構
222	航空分野における現行接合以上の信頼性を達成するマルチマテリアル3D接合・最適成形技術の開発	国立大学法人東北大学 株式会社ジャムコ 【再委託】 学校法人東京理科大学
223	複合材マルチマテリアルによる高レート／低コストに対応した航空機構造の接合・最適成形技術の研究	川崎重工業株式会社 【再委託】 津田駒工業株式会社 【再委託】 学校法人金沢工業大学
224	次世代機体構造用CFRPハイブリッド技術の研究開発	東レ株式会社 【再委託】 国立大学法人東北大学 【再委託】 学校法人金沢工業大学
225	熱制御科学による革新的省エネ材料創製プロセスの研究開発	国立大学法人九州大学（材料工学部門土山研究室） 日本製鉄株式会社 株式会社神戸製鋼所 国立大学法人東京大学 学校法人玉川学園玉川大学 学校法人工学院大学 国立大学法人福井大学 国立大学法人九州大学（機械工学部門河野研究室） 国立大学法人佐賀大学 国立大学法人京都大学
226	恒温鍛造用金型温度制御技術の研究開発	日立金属株式会社 国立大学法人東海国立大学機構 岐阜大学
227	固相生成制御型回転式高耐久・高速熱交換器の研究開発	国立大学法人東北大学多元物質科学研究所 株式会社馬淵工業所

228	高効率エネルギー回収のための熱交換・熱利用技術	国立大学法人名古屋大学 東北発電工業株式会社 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 高砂熱学工業株式会社
229	熱・電場サイクルによる低品位排熱発電の技術開発	国立大学法人長岡技術科学大学 国立大学法人大阪大学 学校法人関西学院関西学院大学 株式会社アイビーシステム

2018年度採択

230	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	パナソニック株式会社 【再委託】 国立研究開発法人産業技術総合研究所 【再委託】 国立大学法人岐阜大学 【再委託】 国立大学法人京都大学 【再委託】 国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学 【再委託】 国立大学法人東北大学 【再委託】 国立大学法人福島大学
231	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	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 学校法人立命館大学
232	高温化対応PEFC用革新的シナジー触媒の開発	国立大学法人山梨大学 日本化学産業株式会社
233	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	国立大学法人東京工業大学 国立大学法人静岡大学 国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学 旭化成株式会社
234	革新的亜鉛-黒鉛二次電池の研究開発	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
235	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	国立大学法人九州大学 平河ヒューテック株式会社
236	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	学校法人同志社
237	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	公立大学法人首都大学東京
238	CCS/触媒化学の融合によるCO ₂ 転換技術の開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所
239	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	古河電気工業株式会社 千代田化工建設株式会社

240	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	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
241	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	アートビーム有限会社 【再委託】 国立大学法人新潟大学 【再委託】 国立大学法人東北大学 国立大学法人東北大学
242	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	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
243	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	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
244	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	学校法人同志社
245	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	JFEスチール株式会社 【共同実施】 国立大学法人東北大学多元物質科学研究所 【共同実施】 国立大学法人東北大学環境科学研究所 【再委託】 学校法人福岡工業大学 【再委託】 学校法人日本工業大学 【再委託】 国立大学法人東京大学 新日鐵住金株式会社 【共同実施】 国立大学法人東北大学 【共同実施】 国立大学法人九州大学 【共同実施】 国立大学法人秋田大学 【共同実施】 国立大学法人北海道大学 一般財団法人金属系材料研究開発センター 【共同実施】 学校法人立命館大学 【共同実施】 国立大学法人東北大学大学院環境科学研究科 【共同実施】 国立大学法人東北大学多元物質科学研究所
246	革新的次世代軽量高強度構造材の研究開発	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 国立大学法人筑波大学
247	単粒子解析を活用したレーザー照明用蛍光体の開発	デンカ株式会社 国立研究開発法人物質・材料研究機構 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
248	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	東京エレクトロン株式会社 国立大学法人東北大学未来科学技術共同研究センター

249	革新的ハイブリッド飛行システムの研究開発	株式会社IHI 【再委託】 三菱電機株式会社 【再委託】 国立大学法人北海道大学 国立大学法人秋田大学 国立大学法人東京大学
250	革新的航空機用電気推進システムの研究開発	国立大学法人九州大学 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 昭和電線ケーブルシステム株式会社
251	エクセルギー損失削減のための熱交換・熱制御技術	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 【再委託】 国立大学法人静岡大学 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
252	IoT社会を支える分散型独立電源の技術開発	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
253	大容量蓄電池の動的状態解析に関する研究開発	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 学校法人立命館立命館大学
254	ZEV用電池製造のための革新的異物検出技術の研究開発	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
255	CFRP・異種接合材のための革新的X線検査システムの開発	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
256	積層造形プロセスに応用可能なリアルタイムCAEの開発	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 日産自動車株式会社 【再委託】 株式会社IHI

2017年度採択

257	超高変換効率新規プロトン導電デバイスの開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所 パナソニック株式会社 株式会社ノリタケカンパニーリミテド 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 一般財団法人ファインセラミックスセンター
258	温度「変化」発電を利用した廃熱回生技術の研究開発	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
259	LNG冷熱利用熱音響エンジン発電技術の研究開発	国立大学法人東京農工大学 東京瓦斯株式会社 国立大学法人電気通信大学
260	室温プリンテッ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	国立研究開発法人物質・材料研究機構 株式会社C-INK
261	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	東レ株式会社 国立研究開発法人産業技術総合研究所
262	磁気テープにおけるミリ波記録方式の開発研究	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
263	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	国立大学法人東北大学 太陽日酸株式会社 関東電化工業株式会社
264	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	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 三菱化学エンジニアリング株式会社 日華化学株式会社
265	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	住友電気工業株式会社 国立大学法人京都大学 株式会社IHI
266	有機ハイドライド電解合成用電極触媒の研究開発	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

267	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界面制御技術開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所 技術研究組合リチウムイオン電池材料評価研究センター 国立大学法人東京工業大学 公立大学法人大阪府立大学 香川県産業技術センター
268	熱安全性に優れた革新的な全固体有機蓄電池の創製	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
269	革新的高飽和磁束密度・低鉄損軟磁性粉体の開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所
270	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	国立大学法人長崎大学 国立大学法人九州大学
271	革新的正方晶FeCo多元合金磁石の物質・組織デザイン	国立大学法人秋田大学
272	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	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
273	完全レア・アースフリー人工L10-FeNi磁石の基礎物性の解明	国立大学法人東北大学
274	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	一般社団法人日本伸銅協会 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 国立大学法人豊橋技術科学大学 国立大学法人金沢大学 JX金属株式会社 国立大学法人東北大学
275	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	学校法人早稲田大学 日本電気株式会社
276	更なる省エネ照明社会の実現に資するIoTステーション	国立大学法人大阪大学 株式会社SCREENホールディングス
277	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	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
278	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	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
279	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	学校法人慶應義塾

280	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	一般財団法人金属系材料研究開発センター 【再委託】 技術研究組合次世代3D積層造形技術総合開発機構 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 【共同研究】 国立大学法人熊本大学 JX金属株式会社 古河電気工業株式会社
281	精密制御技術を駆使した脱硝触媒の高度利用技術開発	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 新日鉄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
282	地域バイオマスからの化成品マルチ生産システム開発	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
283	バイオベース化合物の連続分離変換プロセス	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
284	機動性に優れる広負荷帯高効率GTの開発	一般財団法人電力中央研究所 三菱重工業株式会社 【再委託】 国立研究開発法人物質・材料研究機構 【再委託】 国立大学法人東京大学 【再委託】 国立大学法人京都大学
285	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	富士フイルム株式会社 株式会社イクシスリサーチ 【再委託】 夢想科学株式会社 ダットジャパン株式会社 【再委託】 国立大学法人北見工業大学 国立大学法人北見工業大学
286	劣悪環境下での作業機械のロボット化技術の開発	国立大学法人東北大学 株式会社佐藤工務店 【再委託】 三洋テクニクス株式会社 【再委託】 コーワテック株式会社 学校法人早稲田大学

287	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	国立大学法人東京大学
288	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	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 株式会社リコー

2016年度採択

289	ヒドリドを利用した新規エネルギーデバイスの開発	国立大学法人東京工業大学 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
290	α 型酸化ガリウム高品質自立基板の研究開発	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
291	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	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
292	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	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 国立大学法人京都大学 学校法人早稲田大学 富士フイルム株式会社 東和薬品株式会社 イハラケミカル工業株式会社 東京理化器械株式会社 日本電子株式会社
293	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	学校法人同志社
294	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	国立大学法人京都大学
295	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	国立大学法人東京大学 国立大学法人名古屋大学 国立大学法人横浜国立大学 株式会社構造計画研究所 株式会社JPビジネスサービス
296	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	国立大学法人九州大学

297	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	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
298	CO ₂ フリー革新的超高難易度酸化反応の研究開発	国立大学法人大阪大学
299	ビッグデータ適応型の革新的検査評価技術の研究開発	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
300	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	東レ株式会社 国立研究開発法人産業技術総合研究所

2015年度採択

301	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	一般財団法人光産業技術振興協会 名古屋大学 日本電信電話株式会社 産業技術総合研究所
302	ナノ溶剤技術とサステナブル社会実装応用に関する研究開発	東北大学 パナソニック株式会社 住友金属鉱山株式会社 群馬大学 大阪教育大学
303	中性粒子ビーム励起表面反応による新物質創製	東北大学流体科学研究所 東京エレクトロン株式会社
304	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	早稲田大学 芝浦工業大学 広島大学 産業技術総合研究所 NOK株式会社 京都大学 日揮株式会社 山形大学
305	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	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 東京工業大学

306	低環境負荷アンモニア製造法の研究開発	名古屋工業大学 日揮株式会社 愛知工業大学
307	正浸透膜法を用いた革新的省エネ型水処理技術の開発	神戸大学 広島大学 徳島大学 山口大学 東洋紡株式会社
308	生物表面模倣による難付着・低抵抗表面の開発	三菱レイヨン株式会社 産業技術総合研究所 株式会社日立製作所 北海道大学 千歳科学技術大学
309	超精密原子配列制御型排ガス触媒の研究開発	一般財団法人ファインセラミックスセンター 東京大学 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
310	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	東北大学 株式会社東芝 独立行政法人・物質・材料研究機構 東京大学
311	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	学校法人慶応義塾
312	大規模高速センシングシステムの開発とその応用	国立大学法人東京大学 株式会社エクスビジョン
313	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～	産業技術総合研究所 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 北海道大学
314	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	東京大学 日立製作所
315	高機能暗号を活用した革新的ビッグデータ処理の研究開発	東京大学 横浜国立大学 神戸大学 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】 セコム株式会社

316	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	芝浦工業大学 東北大学
317	正方晶B2・FeCo基合金による革新的永久磁石の開発	秋田大学 東北大学 滋賀県立大学
318	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	京都大学化学研究所 大阪大学接合科学研究所
319	特長ある機能性液体材料の実用化に向けた研究	北陸先端科学技術大学院大学
320	動静脈産業連携による循環制御型資源再生技術	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 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)
321	超高性能バルク熱電材料($ZT \geq 20$)の創製	住友電気工業株式会社 【再委託】 東北大学 トヨタ学園豊田工業大学
322	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	茨城大学 埼玉大学 有限会社飛田理化硝子製作所 産業技術総合研究所
323	電解還元によるCO ₂ の革新的固定化研究開発	長岡技術科学大学 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
324	金属水素間新規熱反応の現象解析と制御技術	株式会社テクノバ 【再委託】 名古屋大学 【再委託】 神戸大学 日産自動車株式会社 九州大学 東北大学
325	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	東京大学 東北大学 産業技術総合研究所 地熱エンジニアリング株式会社 【再委託】 帝石削井工業(株) 地熱技術開発株式会社
326	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	パナソニック株式会社 北海道大学

327	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	シャープ株式会社 【再委託】 京都大学 【再委託】 大阪市立工業研究所 株式会社日本触媒 【再委託】 京都大学
328	蓄電池代替、埋込み超電導蓄電コイル積層体の研究開発	名古屋大学 豊田工業大学 関東学院大学 株式会社D-process アイシン精機株式会社
329	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	パナソニック株式会社 【再委託】 大阪市立大学 大阪大学
330	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	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

2014年度採択

331	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	大阪大学 東京大学 川崎重工業(株)
332	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	パナソニック(株) 京都大学
333	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	九州大学 (株)トクヤマ (株)ADEKA
334	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	九州大学 高周波熱錬(株) ボッシュ(株)
335	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	東京理科大学 (NPO法人)ナノフォトニクス工学推進機構
336	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	NMEMS技術研究機構 【再委託】 東京大学
337	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	中央大学 (株)東芝 (株)Preferred Networks
338	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	東京大学先端科学技術研究センター ビフレストック(株) (株)リコー

339	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	国立大学法人東京大学 国立大学法人電気通信大学 (一財)マイクロマシンセンター (株)デンソー
340	無冷却高压タービン動翼を実現する最先端超高温材料の研究開発	(株)IHI 東北大学
341	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	東北大学 東邦亜鉛(株)
342	フェムトリアクター化学プロセスの研究開発	産業技術総合研究所 日華化学(株) 【再委託】 北陸先端科学技術大学院大学 アピックヤマダ(株)
343	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	京都大学 高知工科大学 東京大学 (株)FLOSFIA
344	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	名古屋大学 学校法人慶應義塾 宇宙航空研究開発機構 (株)IHIエアロスペース・エンジニアリング (株)ネッツ
345	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	(公財)地球環境産業技術研究機構 【再委託】 京都大学
346	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	富士電機株式会社 大阪大学
347	島弧日本のテラワットエネルギー創成先導研究	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
348	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	九電産業株式会社、 国立大学法人九州大学
349	省エネセラミックコンプレッサ技術開発	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
350	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	公立大学法人首都大学東京 日本バイリーン株式会社
351	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	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
352	新材料/新構造メモリデバイス基盤技術の研究開発	株式会社東芝 産業技術総合研究所

353	ULPセンサモジュールの研究開発	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 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
354	センサモジュールの研究開発	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
355	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～	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
356	pn制御有機半導体単結晶太陽電池の開発	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
357	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	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 独立行政法人産業技術総合研究所
358	吸熱的低温改質反応による革新的な中低温排熱利用技術の 開発	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
359	超高温領域未利用エネルギー貯蔵技術の研究開発	株式会社四国総合研究所 学校法人玉川学園玉川大学
360	革新的機能性絶縁材料の先導研究	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
361	ナノディフェクト・マネジメントの基盤技術の研究開発	株式会社東芝 【再委託】 国立研究開発法人産業技術総合研究所

362	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	日本電気株式会社 国立大学法人東京大学
363	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	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 独立行政法人産業技術総合研究所
364	封止が不要な酸素・水分に強い有機EL材料の研究開発	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
365	超省電力発光デバイスの開発	国立大学法人東北大学 DOWAホールディングス株式会社
366	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	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

新新 2024/09/30までに終了

2023年度採択

367	Simulation Informed AIの研究開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所 国立大学法人大阪大学
368	効率的な分解誘導薬創成に向けた分子設計AIの基盤開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所

2022年度採択

369	フロー型精密IR分析解析技術の研究開発	国立大学法人北海道大学 メトラー・トレード株式会社
370	インセンサ・コンピューティングの研究開発	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
371	量子スピントロニクス脳磁計の開発	国立大学法人東北大学大学院工学研究科 コニカミノルタ株式会社 三菱電機株式会社 スピンセンシングファクトリー株式会社

2021年度採択

372	ICTデータ活用型アクティブ制御レーザー加工技術開発	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 国立大学法人東京農工大学 オリンパス株式会社 三菱電機株式会社
373	ワットクラス深紫外半導体レーザーの研究開発	学校法人名城大学 国立大学法人三重大学 ウシオ電機株式会社 株式会社日本製鋼所 西進商事株式会社
374	次世代交通システムを支える基盤自立電源の開発	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 株式会社アイシン 【再委託】 アイシン高丘株式会社 【再委託】 岩崎電気株式会社
375	革新的ペプチド合成とペプチド・ハイブリッド樹脂の開発	学校法人中部大学 中部大学

2020年度採択

376	デジタル駆動化学による機能性化学品製造プロセスの新基盤構築—高速遷移状態解析による合成経路探索と実証—	国立研究開発法人産業技術総合研究所 株式会社Transition State Technology 【再委託】 株式会社ナード研究所 国立大学法人山口大学 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学 公立大学法人大阪
377	IT創香×IT創薬による匂い分子設計システムの開発	高砂香料工業株式会社 国立大学法人東京工業大学
378	5G移動通信と次世代パワーエレクトロニクスの高性能化を支える高周波磁性材料の開発	国立大学法人東北大学 大学院 工学研究科 太陽日酸株式会社 関東電化工業株式会社 【再委託】 独立行政法人国立高等専門学校機構 函館工業高等専門学校
379	高速電流読み取り型DNAメモリの開発	国立大学法人大阪大学
380	ウルトラファインバブルの粒径並びにダイナミクスの新規評価手法開発	一般社団法人ファインバブル産業会 株式会社生体分子計測研究所 国立研究開発法人産業技術総合研究所 株式会社サイエンス

2019年度採択

381	高出力密度パッケージ向け塗布型機能性銅合金材料の研究開発	国立大学法人東北大学 三井金属鉱業株式会社 上村工業株式会社 【再委託】 国立大学法人大阪大学 株式会社デンソー 【再委託】 国立大学法人大阪大学
382	ポスト・ムーア時代の次世代配線開発	株式会社アルバック 株式会社荏原製作所 JX金属株式会社 株式会社マテリアル・コンセプト 国立大学法人東北大学大学院工学研究科
383	ダイヤモンド直接接合による高耐熱性界面の研究開発	公立大学法人大阪 三菱電機株式会社 アダマンド並木精密宝石株式会社 国立大学法人佐賀大学
384	自律ロボットのための革新的熱電発電システム	国立大学法東京大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 株式会社KELK ダイニチ工業株式会社
385	多能工ロボット実現のための機械的接触基盤ロボット技術開発	住友重機械株式会社【大】 【再委託】 公立大学法人首都大学東京 【再委託】 株式会社Keigan 学校法人立命館
386	食材加工サポートシステムの研究開発	国立大学法人信州大学 国立大学法人神戸大学 国立大学法人大阪大学 国立大学法人金沢大学

2018年度採択

387	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	株式会社竹中工務店 学校法人中央大学
388	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	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
389	ヒト嗅覚システムを活用した匂いセンサの開発	高砂香料工業株式会社 国立大学法人東京大学
390	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	一般社団法人マイクロバイオームコンソーシアム 【再委託】 独立行政法人製品評価技術基盤機構 【再委託】 国立研究開発法人理化学研究所 国立研究開発法人産業技術総合研究所

391	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	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
392	竹由来ナノセルロース・ハニカム筋樹脂製造法の開発	国立大学法人九州大学 中越パルプ工業株式会社
393	ドローン運用高度化のための革新的熱発電システムの開発	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
394	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	学校法人慶應義塾大学 国立大学法人九州大学
395	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	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
396	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	国立大学法人大阪大学
397	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	国立大学法人大阪大学
398	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	株式会社ダイセル 国立大学法人京都大学

マテ先 2024/09/30までに終了

2022年度採択

399	酸化スカンジウム精錬技術の高度化に向けた装置開発と応用	株式会社フルヤ金属 国立研究開発法人物質材料研究機構 国立大学法人東北大学 【再委託】 国立大学法人豊橋技術科学大学
-----	-----------------------------	---

2021年度採択

400	データ駆動科学によるスマートスケラブルケミストリーの確立	国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学 J S R株式会社 学校法人慶應義塾
401	濃縮海水を原料とするMgのグリーン新製錬技術開発	学校法人関西大学 株式会社戸畑製作所 【再委託】 独立行政法人国立高等専門学校機構 富山高等専門学校 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 一般社団法人日本マグネシウム協会

402	SiCバルク成長技術の革新に向けたプロセスインフォマティクス技術の研究開発	一般財団法人電力中央研究所 国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学 国立研究開発法人理化学研究所 Mipox株式会社 アイクリスタル株式会社
403	空間内ウイルスを強力分解する革新素材の研究開発	東レ株式会社 学校法人麻布獣医学園
404	生体無害ウイルス不活化230nm深紫外LEDパネルの研究開発	株式会社ファームロイド 国立研究開発法人理化学研究所
405	ファインセラミックスのプロセスインフォマティクス基盤構築	国立研究開発法人産業技術総合研究所 株式会社村田製作所 京セラ株式会社 日本特殊陶業株式会社 日本ガイシ株式会社 一般財団法人ファインセラミックスセンター 【再委託】 国立大学法人東京大学 一般社団法人日本ファインセラミックス協会 【再委託】 国立大学法人筑波大学 【再委託】 横浜国立大学 【再委託】 中京大学
406	人工シフェリンによるウイルス検知・可視化	国立研究開発法人産業技術総合研究所
407	水分解水素製造用光触媒結晶のマテリアルDX研究開発	国立大学法人信州大学 デクセリアルズ株式会社 【再委託】 Dexerials Precision Components株式会社

未踏 2024/09/30までに終了

2021年度採択

408	高効率太陽光CO ₂ 電解還元システムの研究開発	株式会社豊田中央研究所 国立大学法人東京大学 公立大学法人岡山県立大学
409	負のdeltaEST実現による高効率で長寿命な有機青色発光材の開発	国立研究開発法人理化学研究所 【再委託】 国立大学法人大阪大学 東レ株式会社

2020年度採択

410	低ネガワットコストモジュール設計法の創成	学校法人近畿大学
411	二酸化炭素の効率的分子変換反応の開発	国立大学法人九州大学

2019年度採択

412	二酸化炭素水素化による有用物質ワンパス合成	国立大学法人東京大学 【再委託】 国立大学法人茨城大学
413	遷移金属触媒を基盤としたCO ₂ 変換に関する技術開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所
414	二酸化炭素のリサイクル・資源化のための新しい触媒プロセス開発	東京都立大学法人 東京都立大学
415	メタンチオール経由でCO ₂ をオレフィン化する革新的物質変換系の開拓	国立大学法人静岡大学 国立大学法人九州大学
416	パワーデバイスの技術革新	国立大学法人金沢大学
417	酸化アルミニウムを用いた低価格パワーデバイスの開発	国立大学法人筑波大学
418	湿度変動発電素子の研究開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所
419	ワイヤレス電力伝送システムに資する新たな超電導デバイスの創製	国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 学校法人関西学院 関西学院大学
420	自己増殖型資源を利用したセルプラスチックス軽量素材の実現	東京工科大学 (学校法人片柳学園)

2018年度採択

421	排気ガス由来低濃度CO ₂ の有用化製品への直接変換	国立研究開発法人産業技術総合研究所 東ソー株式会社
422	CO ₂ とH ₂ からの高付加価値化学品合成に関する先導的研究	国立大学法人北海道大学
423	二酸化炭素とジオールの重合用固体触媒プロセスの開発	公立大学法人大阪 【再委託】 国立大学法人東北大学 日本製鉄株式会社
424	CO ₂ 循環型新製鉄システムの研究開発	国立大学法人九州大学

2017年度採択

425	超高効率・高出力モーターに資する世界最強磁石の開発	国立大学法人秋田大学
426	AlNを用いたヘテロ接合型超高耐圧・大電流パワーデバイスとAlN結晶評価技術の開発	一般財団法人ファインセラミックスセンター 国立大学法人山口大学
427	周波数変調・積分型MEMSジャイロスコープの開発	国立大学法人東北大学
428	磁気-熱-電気間相互作用の体系的解明と新原理デバイスの開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所 国立研究開発法人物質・材料研究機構

429	サスペンデットグラフェンを用いた低消費電力集積化センサシステムの研究開発	国立大学法人豊橋技術科学大学
430	革新的エネルギーネットワーク基盤技術の創製	国立大学法人九州大学
431	選択的酸化法による植物由来ポリマーの接着制御	国立大学法人大阪大学
432	新次元の超軽量ハイエントロピー合金等の研究開発	株式会社コベルコ科研 国立大学法人北海道大学

実績詳細はこちらも利用ください。

・過去のパンフレット

2017年度～2023年度を御覧いただけます。

https://www.nedo.go.jp/library/pamphlets/ZZ_pamphlets_00005.html



・成果報告書データベース

NEDOが実施しているプロジェクト、調査等を取りまとめた成果報告書について、公開後10年以内のものについて検索及びダウンロードができます。
ユーザ登録の上、ご利用ください。登録・ご利用は無料です。

https://www.nedo.go.jp/library/database_index.html



・2023年度NEDO先導研究プログラム報告会

2024年1月29日開催

https://www.nedo.go.jp/ugoki/ZZ_101265.html



NEDOホームページ「NEDOconnect」をご覧ください！



https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP2_100189.html



NEDO connectでは、産学連携に関心があるアカデミア・産業界両方のみなさまにお届けしたい情報を掲載しています。

NEDO先導研究プログラム、官民による若手研究者発掘支援事業(若サポ) など、テーマ公募型研究開発を活用して技術の社会実装を目指しませんか？

ぜひNEDO事業をご活用ください！



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)

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

●シリコンバレー

3945 Freedom Circle, Suite 790
Santa Clara, CA 95054 U.S.A.

TEL : +1-408-567-8033

●欧州

10, rue de la Paix
75002 Paris, France

TEL : +33-1-4450-1828

FAX : +33-1-4450-1829

●ニューデリー

15th Floor, Hindustan Times House,
18-20 Kasturba Gandhi Marg,
Connaught Place,
New Delhi 110 001, India

TEL : +91-11-4351-0101

FAX : +91-11-4351-0102

●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

●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