



NEDO 先導研究プログラム

NEDO Feasibility Study Program



2021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
- ・新産業創出新技術先導研究プログラム
- ・マテリアル・バイオ革新技术先導研究プログラム
- ・未踏チャレンジ2050



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

事業スキーム

事業期間：2014年度～、2021年度予算：48.9億円、2022年度予算：52.1億円

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ます。加えて、新型コロナウイルス感染症等の影響のため民間の研究開発投資が減退する恐れがあります。

そこで、本制度は、飛躍的なエネルギー効率の向上を含む脱炭素社会の実現に資する有望な技術、及びマテリアル・バイオ分野を含む新産業創出に結びつく技術のシーズを発掘し、先導研究を実施することにより有望な技術を育成して、将来の国家プロジェクト等に繋げていくことを目的とします。

事業概要図

NEDO先導研究プログラム

新技術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

新産業創出新技術先導研究プログラム

マテリアル・バイオ革新技术先導研究プログラム

未踏チャレンジ 2050

[略称]

エネ環

新新

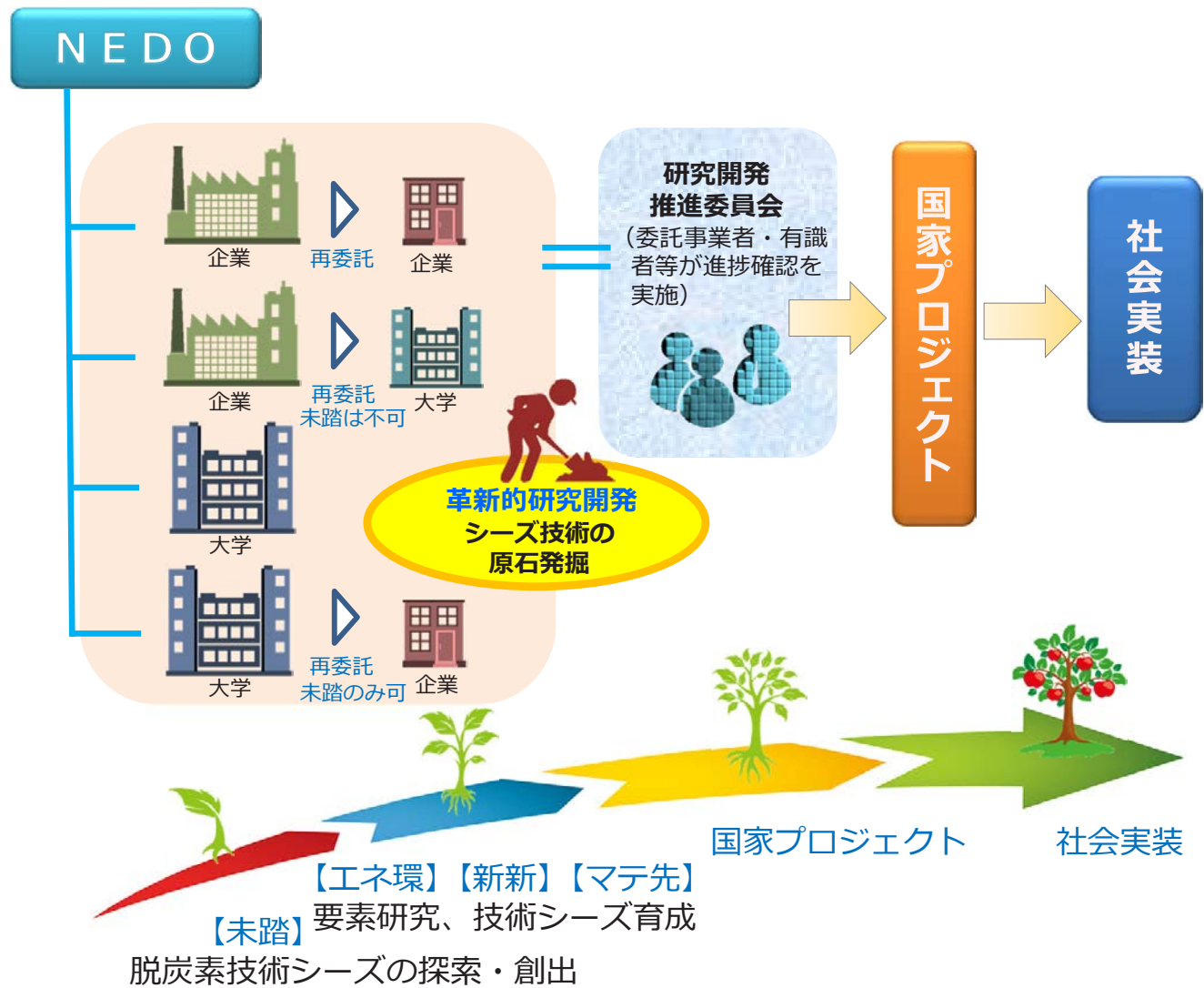
マテ先

未踏

※ 2022年度よりマテ先にバイオ分野を追加

国家プロジェクト

イメージ図



採択テーマ数 (2021年11月現在)

採択年度	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	合計
エネ環	36	30	12	32	27	44	50	28	259
新 新	—	—	—	—	12	6	5	4	27
マテ先	—	—	—	—	—	—	—	8	8
未 踏	—	—	—	8	4	9	8	7	36

330

新技術先導研究プログラム

エネ環

新 新

マテ先

事業スキーム

新技術先導研究プログラム（エネ環、新新、マテ先）

本事業ではエネルギー・環境分野において、原則として、産学連携に取り組む大学・研究機関・企業等を対象に、2040年以降を見据えた革新的な技術の提案を募集します。

また、マテリアル・バイオ分野を含む産業技術分野において、原則として、産学連携に取り組む大学・研究機関・企業等を対象に、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の提案を募集します。

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、将来の国家プロジェクト化等への道筋をつけることを目標とします。

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。

実施期間・規模

対象者	企業・大学等による産学連携体制	大学・公的研究機関のみ
事業形態	委託（NEDO100%負担）	
費用	1億円以内／年・件	2,000万円以内／年・件
事業期間	【エネ環】最長2年（途中審査あり） 【新 新】最長2年（途中審査あり） 【マテ先】最長3年（途中審査あり）	最長1年

対象とする分野

<エネルギー・環境新技術先導研究プログラム>

飛躍的なエネルギー効率の向上を含む脱炭素社会の実現に資する有望な技術であり、2040年以降の社会実装を見据えた革新的な技術を対象とします。

<新産業創出新技術先導研究プログラム>

新産業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を対象とします。

<マテリアル・バイオ革新技术先導研究プログラム>

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年以上先の社会実装を見据えた革新的な技術を対象とします。

未踏チャレンジ2050

未踏

事業スキーム

本事業は、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、2050年頃の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。

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」との協力事業として、双方で情報を共有し、それぞれのプログラムの発展のため協力して推進しています。

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。

実施期間・規模

対象者	企業、大学および公的研究機関による産学連携体制*
事業形態	委託（NEDO100%負担）
費用	500万円～2,000万円程度／年・件
事業期間	最長5年（途中審査あり）

* 大学および公的研究期間の登録研究員は40歳未満の研究員。また、条件を満たせば大学等のみによる提案も可能

対象とする分野

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を対象とします。

特徴

【未踏】では、研究開発をより効果的に推進するために、未踏チャレンジ2050の事業全体を統括するプログラムディレクター（PD）に加えて、各研究開発テーマを効率的に推進するため、各公募領域においてプログラムオフィサー（PO）を配置し、専門的見地から助言等を行うことにより効率的に研究を推進します。

（参考）2021年度の公募領域：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超電導材料・導電材料・システム開発、④未来構造・機能材料、⑤CO₂有効活用

エネ環

2021年度採択

1	4端子タンデム太陽電池用トップセルの開発 (2021年度採択)	11
	Top cell for four terminal tandem solar cell	
2	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 (2021年度採択)	12
	Energy-generating windows based on high-efficiency see-through organic photovoltaics	
3	新概念結晶シリコン太陽電池モジュールの開発 (2021年度採択)	13
	Novel-concept crystalline silicon photovoltaic modules	
4	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 (2021年度採択)	14
	Innovative Motor Platform for High Efficiency Motor of Next Generation	
5	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 (2021年度採択)	15
	Autonomous vehicle adaptable to various ODDs, and its safety validation	
6	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 (2021年度採択)	16
	Superspeed light communication system for in-vehicle	
7	低騒音ダクトドロータへのバイオミメティクスの応用 (2021年度採択)	17
	Application of biomimetics for Quiet Ducted Rotors	
8	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 (2021年度採択)	18
	Ultra-lightweight sound-absorbing and sound-insulating materials for flying cars and large drones	
9	静音で高速な、プロペラのない“空飛ぶクルマ”の研究開発 (2021年度採択)	19
	Silent, high-speed, propeller-less flying car	
10	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 (2021年度採択)	20
	Construction of modeling method considering the hierarchical structure of data collected on different scales	
11	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 (2021年度採択)	21
	Liquid Hydrogen propulsion system for electric aircraft	
12	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 (2021年度採択)	22
	Boundary layer control technique for hydrogen-fueled aircraft	
13	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 (2021年度採択)	23
	Innovative friction loss reduction of internal combustion engine for zero emission	
14	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 (2021年度採択)	24
	Technology for downsizing of engine exhaust gas aftertreatment system	
15	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 (2021年度採択)	25
	Circular Economy Program for the Automotive Carbon Fiber	
16	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 (2021年度採択)	26
	Recovery of noble metal by biosorption and its nano-functionalization	
17	排ガス・廃水中希薄有害物質の無害化・利用技術 (2021年度採択)	27
	Detoxication and utilization technology for trace harmful chemicals in exhaust gas or wastewater	
18	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 (2021年度採択)	28
	Growth of large-area high-quality graphene on insulating substrates and its application to optical devices	
19	二次元材料の高速・液相コーティング技術の開発 (2021年度採択)	29
	Facile solution-based coating of two-dimensional materials	
20	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 (2021年度採択)	30
	Innovative Transfer Method of Two-Dimensional Materials using Functional Tapes	

21	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 (2021年度採択)	31
	High-performance steel materials and utilization technology for sustainable steel infrastructure	
22	超長寿命CFRP補強コンクリートの研究開発 (2021年度採択)	32
	CFRP prestressed concrete with ultra long lifetime	
23	超長寿命グラフェン被覆鋼材および塗料の開発 (2021年度採択)	33
	Ultra-long-life graphene-coated steel materials and paints	
24	システム補償型超長寿命エレクトロニクスの研究開発 (2021年度採択)	34
	System supported ultra long-life electronics	
25	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 (2021年度採択)	35
	Dynamic thermal-management via solid-state hybrid materials with tuned latent-heat and thermal conductivity	
26	固体-固体相転移を利用した長期蓄熱材料の開発 (2021年度採択)	36
	Long-term heat storage material based on solid-solid phase transition	
27	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 (2021年度採択)	37
	Innovative quantum beam technology for high-efficiency nanocellulose production	
28	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 (2021年度採択)	38
	One-step separation of three-component of lignocellulose and its chemical conversion	

2020年度採択

29	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 (2020年度②採択)	39
	High voltage SiC-IGBT system to accelerate the decentralization of power and energy	
30	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 (2020年度②採択)	40
	Multiple series-parallel configuration adaptive power supply using advanced mounting technology	
31	バナジウム代替新型レドックスフロー電池の研究開発 (2020年度②採択)	41
	New redox flow battery that replaces vanadium ion active materials	
32	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 (2020年度②採択)	42
	M-G Set with Renewable Energy and Storage Battery for Expanding the Introduction of Large-capacity Offshore Wind Power	
33	電力貯蔵用高安全・低コスト二次電池の研究開発 (2020年度②採択)	43
	High-safety and low-cost rechargeable batteries for energy storage system	
34	革新的酸素富化TSAによる低環境負荷燃焼技術 (2020年度②採択)	44
	Innovative oxygen enriching TSA for an environmental-friendly combustion	
35	革新的ハイブリッド分離膜と酸素富化プロセスの開発 (2020年度②採択)	45
	Ultrapermearable hybrid membranes for an energy-saving oxygen-enriched process	
36	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 (2020年度②採択)	46
	Adhesive Bonding Technology for Thermal Management of Electronic Devices	
37	表面・構造機能化による新概念熱物質交換器開発 (2020年度②採択)	47
	Novel Heat and Mass Exchanger by Surface and Structure Functionalization	
38	相界面制御による熱・物質移動促進プロセス技術開発 (2020年度②採択)	48
	Heat and Mass Transfer Enhancement by Controlling Phase Interfaces	
39	革新的アンモニア燃焼による脱炭素工業炉の開発 (2020年度②採択)	49
	Decarbonized Industrial Furnace by Innovative Direct Combustion of Ammonia	
40	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 (2020年度②採択)	50
	Ammonia-fueled carbon-free next generation high-efficiency industrial furnace	

41	大型海藻類の完全利用に向けた基盤技術の開発 (2020年度②採択)	51
	Construction of core biotechnologies suitable for complete utilization of seaweeds	
42	マリンバイオマスの多角的製鉄利用に資する研究開発 (2020年度②採択)	52
	Various use of marine biomass for iron and steelmaking	
43	海産性微細藻類培養拠点のための研究開発 (2020年度②採択)	53
	Marine microalgae culture bases	
44	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 (2020年度②採択)	54
	Optimal energy and work management technology for electric agricultural machines and agricultural robots by introducing machine load control	
45	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 (2020年度②採択)	55
	Wavelength-selective organic solar cells for agricultural application	
46	植物工場向けDR・生育維持システムの基礎技術開発 (2020年度②採択)	56
	Demand response (DR) technology and growth maintenance system for plant factories	
47	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 (2020年度②採択)	57
	Decarbonized electric robot for forest management in rural area	
48	畜産系バイオガスのメタノール・ギ酸変換技術の開発 (2020年度②採択)	58
	Technology for producing methanol and formic acid from livestock-derived biogas	
49	農山漁村地域のRE100に資するVEMSの開発 (2020年度②採択)	59
	Village Energy Management System (VEMS) to contribute for RE100 in rural community	
50	二酸化炭素循環型地熱発電システムの開発 (2020年度採択)	60
	Geothermal power system by carbon dioxide circulation	
51	高容量バッテリーの異常リスク低減・安全化技術開発 (2020年度採択)	61
	Abnormal risk reduction and safety for high capacity battery	
52	体温でIoTデバイスを駆動する熱化学電池の開発 (2020年度採択)	62
	Flexible thermocells for harvesting waste heat from human body powering IoT devices	
53	高速スイッチング可能でタフなSiCモジュール技術開発 (2020年度採択)	63
	Tough SiC Power Modules with High-speed Switching	
54	高放熱大面積ダイヤモンド基盤技術 (2020年度採択)	64
	Basement technology for large areal diamond as heat dissipation structure	
55	高性能大容量スクロール圧縮機の研究開発 (2020年度採択)	65
	Development of High-Performance Large-Capacity Scroll Compressor	
56	磁気機能性ナノ冷凍機油による冷媒圧縮機の高効率化 (2020年度採択)	66
	Performance Improvement of Refrigerant Compressor by Magnetic Nano-Refrigeration-oil	
57	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 (2020年度採択)	67
	Advanced thermal energy storage technology based on micro-encapsulated alloy phase change material with high thermal response and high heat storage density	
58	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 (2020年度採択)	68
	Highly efficient separation and recovery of ammonia from wastewater using membrane separation for nitrogen resource circulation	
59	未利用冷熱による燃焼ガス中CO ₂ の回収技術の開発 (2020年度採択)	69
	CO ₂ capture technology with unused cold energy for exhaust gas	
60	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 (2020年度採択)	70
	Development of hybrid recycle process of multi-layer plastic film through liquid phase reaction	

61	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 (2020年度採択)	71
	Development of high-performance lightning protection for CFRP by metallic cold spray technique	
62	高レート生産可能な航空機構造材に関する研究 (2020年度採択)	72
	High rate production material and process for aircraft	
63	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 (2020年度採択)	73
	Co-development of IC engines and fuels for early realization of low-carbon automobiles	

新 新

2021年度採択

64	ICTデータ活用型アクティブ制御レーザー加工技術開発 (2021年度採択)	74
	ICT data-driven active laser processing	
65	ワットクラス深紫外半導体レーザーの研究開発 (2021年度採択)	75
	Watt-class deep ultraviolet semiconductor lasers	
66	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 (2021年度採択)	76
	Revolutionary Peptide Synthesis for Hybrid Peptides	
67	次世代交通システムを支える基盤自立電源の開発 (2021年度採択)	77
	Autonomous Power Supplies for the Next-generation Transportation System	

2020年度採択

68	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	78
	—高速遷移状態解析による合成経路探索と実証— (2020年度採択)	
	Digital-Data-Driven Chemical Approach for Constructing a New Synthetic Process for Functional Chemicals	
69	IT創香XIT創薬による匂い分子設計システムの開発 (2020年度採択)	79
	Odor compounds design based on computer-aided aroma and drug discovery technologies	
70	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 (2020年度採択)	80
	High frequency magnetic material supporting 5G mobile communication and next-generation power electronics	

マテ先

2021年度採択

71	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 (2021年度採択)	81
	Process informatics technique for innovation of SiC bulk growth	
72	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 (2021年度採択)	82
	Data Driven Smart Scalable Chemistry	
73	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 (2021年度採択)	83
	Construction of Process Informatics Platform for Fine Ceramics	
74	空間内ウイルスを強力分解する革新素材の研究開発 (2021年度採択)	84
	Innovative materials for powerful decomposition of viruses in indoor space	
75	人工シフェリンによるウイルス検知・可視化 (2021年度採択)	85
	Virus determination with synthetic luciferins	

76	水分解水素製造用光触媒結晶のマテリアルDX研究開発 (2021年度採択) 86 Material DX for Photocatalytic Water Splitting Crystals	86
77	生体無害ウイルス不活化230nm深紫外LEDパネルの研究開発 (2021年度採択) 87 230 nm Deep Ultraviolet LED Panels for Inactivation of Viruses	87
78	濃縮海水を原料とするMgのグリーン新製錬技術開発 (2021年度採択) 88 Green production process of Mg Metal from concentrated sea water waste	88

未 踏

2021年度採択

79	負の Δ EST実現による高効率で長寿命な有機青色発光材の開発 (2021年度採択) 89 Inverted Singlet and Triplet Excited States for Efficient Organic Light-Emitting Diodes	89
80	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年度採択) 90 Noise-free Power Electronics Network Using Digital Active Gate Driving Technology	90
81	コンパクトで安価かつ汎用的な限流遮断器の開発 (2021年度採択) 91 Compact, low-cost, versatile current-limiting circuit breaker	91
82	昇圧回路不要の熱発電デバイス (2021年度採択) 92 Thermoelectric energy harvester without the use of a DC-to-DC converter	92
83	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年度採択) 93 Stand-alone CMOS-based continuous glucose monitoring contact lenses using tear-glucose-driven energy-harvesting-and-sensing-combined technique and passive data communication	93
84	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年度採択) 94 Precise control of nanomaterials aimed for multi-functions	94
85	高効率太陽光CO ₂ 電解還元システムの研究開発 (2021年度採択) 95 Highly Efficient Solar Driven CO ₂ Reduction System	95

2020年度採択

86	低消費電力フレキシブルCMOSの創製 (2020年度採択) 96 Low power consumption flexible CMOS	96
87	スマートグリッドの先へ導くパワエレ技術 (2020年度採択) 97 Powerelectronics technology to lead beyond “smart grid”	97
88	低ネガワットコストモジュール設計法の創成 (2020年度採択) 98 Low negawatt-cost design method for power electronic modules	98
89	厳環境対応SiC量子センサーの開発 (2020年度採択) 99 SiC-based quantum sensor for harsh environment	99
90	光波発電を用いた赤外光エネルギー利用 (2020年度採択) 100 Photoelectric conversion based on the wave nature of light for energy utilization of infrared light	100
91	チタン合金の新規リサイクルプロセスの開発 (2020年度採択) 101 New process to recycle titanium alloys	101
92	二酸化炭素回収と資源化の複合化技術開発 (2020年度採択) 102 Development of dual function material for CO ₂ capture and conversion	102
93	二酸化炭素の効率的分子変換反応の開発 (2020年度採択) 103 Efficient molecular transformation reaction of carbon dioxide	103

2019年度採択

- 94 **パワーデバイスの技術革新** (2019年度採択) 104
Technological innovation of power devices
- 95 **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** (2019年度採択) 105
Aluminum-Oxide based power devices
- 96 **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** (2019年度採択) 106
Cell-plastics as light-weight materials with self-proliferating resource
- 97 **湿度変動発電素子の研究開発** (2019年度採択) 107
Development of Hygro-electric Generator
- 98 **二酸化炭素水素化による有用物質ワンパス合成** (2019年度採択) 108
One-pass synthesis of useful substances by carbon dioxide hydrogenation
- 99 **遷移金属触媒を基盤としたCO₂変換に関する技術開発** (2019年度採択) 109
Carbon Dioxide Utilization Technology by Multinuclear Transition Metal Catalyst
- 100 **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** (2019年度採択) 110
Innovative catalytic processes for CO₂ capture and utilization
- 101 **メタンチオール経由でCO₂をオレフィン化する革新的物質変換系の開拓** (2019年度採択) 111
Innovative process for CO₂ conversion to olefin via methanethiol

2018年度採択

- 102 **排気ガス由来低濃度CO₂の有用化製品への直接変換** (2018年度採択) 112
Direct Conversion of Low-Concentration CO₂ Originating from Exhaust Gas into Useful Products
- 103 **CO₂とH₂からの高付加価値化学品合成に関する先導的研究** (2018年度採択) 113
Synthesis of high value-added chemicals from CO₂ and H₂
- 104 **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** (2018年度採択) 114
Development of solid catalyst processes for direct polymerization of CO₂ and diols

2017年度採択

- 105 **超高効率・高出力モーターに資する世界最強磁石の開発** (2017年度採択) 115
Tetragonally distorted FeCo based alloys for innovative permanent magnets
- 106 **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** (2017年度採択) 116
High breakdown voltage and large current power devices using AlN-based heterostructures
- 107 **周波数変調・積分型MEMSジャイロスコープの開発** (2017年度採択) 117
Frequency Modulated and Rate Integrating Gyroscope
- 108 **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** (2017年度採択) 118
Systematic elucidation of the magneto-thermo-electric interaction and development of novel mechanism device
- 109 **サスペンデッド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** (2017年度採択) 119
Integrated sensor system using suspended graphene with low power consumption
- 110 **革新的エネルギーネットワーク基盤技術の創製** (2017年度採択) 120
Development of Fundamental Technology for Innovative Energy Network
- 111 **選択的酸化法による植物由来ポリマーの接着制御** (2017年度採択) 121
Adhesion control of biomass plastics by selective oxidation

4 端子タンデム太陽電池用トップセルの開発

Top cell for four terminal tandem solar cell

研究開発の背景

地球温暖化対策として1.5℃目標が世界的に合意され、**テラワットクラスの太陽電池の導入**と、それにふさわしい太陽電池の開発が求められている。また、電力応用だけでなく、コストが高く性能が不十分ということで実用化が遅れていた、自動車、ZEB・ZEHなどの市場に対しても低コストなエネルギーの供給が求められている。**現状主力のシリコン太陽電池は、その変換効率が理論限界に近づいている**ため、更なる効率向上を目指して、**多接合化の研究開発**が精力的に進められている。これらの高い要求に応える太陽電池には、**高効率・低コスト・低環境負荷・資源問題・長期安定性**を同時に実現することが必要である。

研究開発の内容と目標

本研究開発は、従来型の2端子型とは異なる**4端子型の太陽電池用のトップセル開発**ある。本研究開発では、ボトムセルであるSi太陽電池の性能を大きく活用することが可能な従来よりも**ワイドギャップなトップセル**を利用する。ワイドギャップで、**安定性に優れ、資源の供給不安がない条件を満たすトップセル**としてCu₂Oや硫化物系に取り組む。Cu₂Oを用いた4端子タンデム太陽電池により、すでに26.1%の変換効率を実証しており、さらなる高効率化を目指す。高効率化に向けては、バンド接合の評価をすすめ、その知見をもとに新しい光吸収層、n型層、透明導電膜の導入や評価を進める。

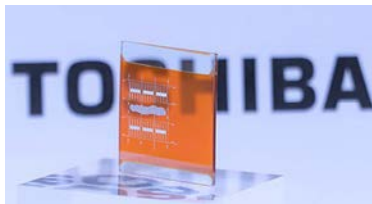
研究開発項目

1. 高効率トップセルの開発
2. トップセル用新規材料の開発
3. 広帯域透明電極とn型層の開発
4. 太陽電池材料表面・界面の電子構造、バンドプロファイル評価技術の開発

研究開発の実施体制

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
株式会社 東芝
国立研究開発法人 物質・材料研究機構
国立大学法人 鹿児島大学

Cu₂Oトップセル



短波長光



長波長光

希少金属フリートップセル



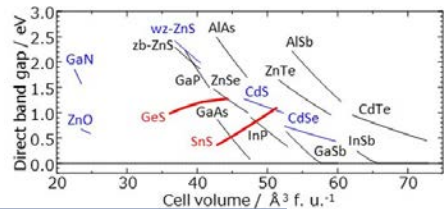
透明

トップセル

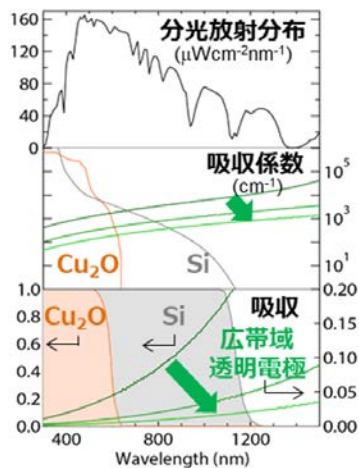
Si



DFT計算と高圧合成による材料探索

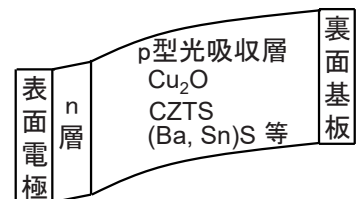
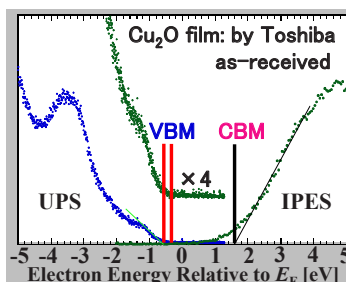


広帯域透明導電膜



4 端子型 多接合太陽電池

バンド構造・接続の評価



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

Energy-generating windows based on high-efficiency see-through organic photovoltaics

研究開発の背景

脱炭素化社会の実現に向けて、太陽光発電の導入量拡大は不可欠です。これを推進するためには、太陽電池の低コスト化および設置場所拡大が重要な課題としてあげられます。新たな設置場所として最も有望なものの一つは「窓」です。窓は住宅やビルなどあらゆる建築物に取り付けられていますので、窓に設置できれば、太陽電池の導入量拡大に大きく貢献することができます。そこで本研究では、発電層が薄くてシースルー性が高く、さらに塗布プロセスで作製できて低コスト化が期待できる有機薄膜太陽電池(OPV)を用いた高効率な「発電窓」の開発に挑みます。

研究開発の内容と目標

太陽電池を窓に用いる場合、可視光透過率と変換効率の両立が必要です。しかし、可視光透過率を上げると(発電層を薄くすると)、光吸収量が減るため出力電流が小さくなり、変換効率は低下してしまいます。そこで本研究では、可視光領域よりも長波長の近赤外領域に吸収帯を持ち、なおかつ出力電圧を高められるようなエネルギー準位を持つ革新的有機半導体を開発します。また、光透過性の高い新しい電極技術の開発も推進します。プロジェクト終了時には、住宅への導入の目安と想定される、可視光透過率50%以上、変換効率7%以上の性能を持つOPVの開発を目標とします。

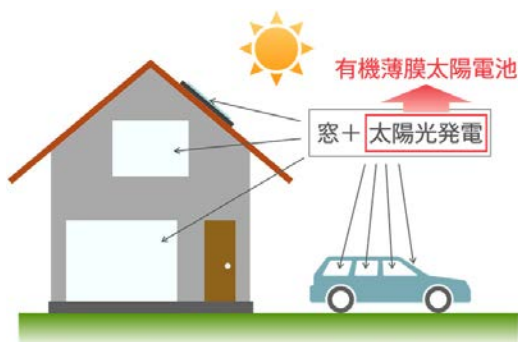
研究開発項目

1. 高効率有機半導体材料の開発
2. 透明OPV(電極技術)の開発

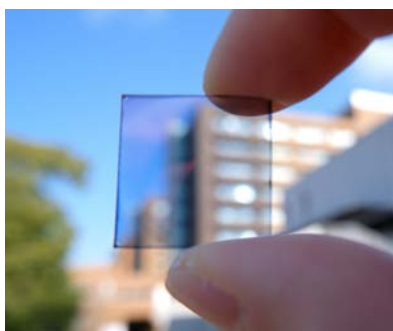
研究開発の実施体制

国立大学法人 広島大学
東レ株式会社

研究開発目標： シースルーOPVを用いた発電窓

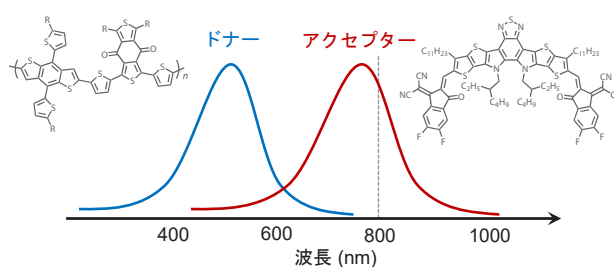


OPV発電層のシースルー性

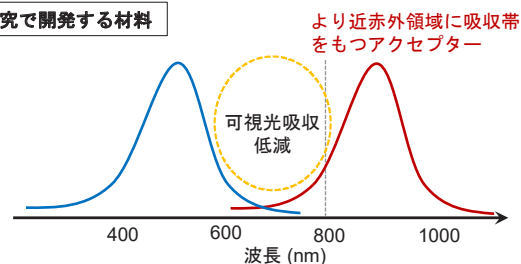


研究開発内容：

ベンチマーク材料



本研究で開発する材料



新概念結晶シリコン太陽電池モジュールの開発

Novel-concept crystalline silicon photovoltaic modules

研究開発の背景

現在最も広く用いられている結晶シリコン太陽電池モジュールの多くは、封止材で固められた構造となっています。封止材はセルを保護し、モジュールの長期信頼性を高める一方で、封止材由来の劣化現象も数多く存在します。さらに、封止材で強固に密着されたモジュールの各部材を再度分解することは困難であり、補修や廃棄時の部材分離、リサイクルの妨げとなっています。封止材の無いモジュールが実現できれば、多くの劣化現象を根本的に抑止できるばかりでなく、部材のリサイクルも容易になります。

研究開発の内容と目標

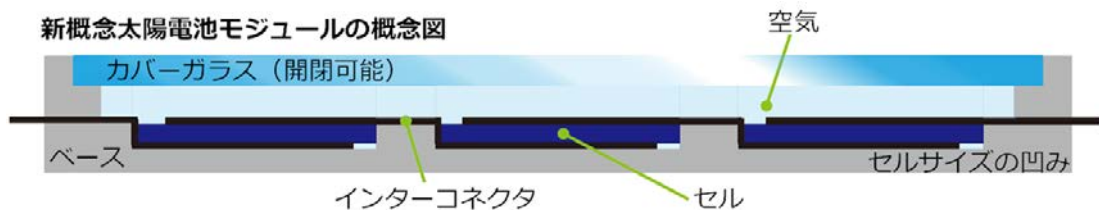
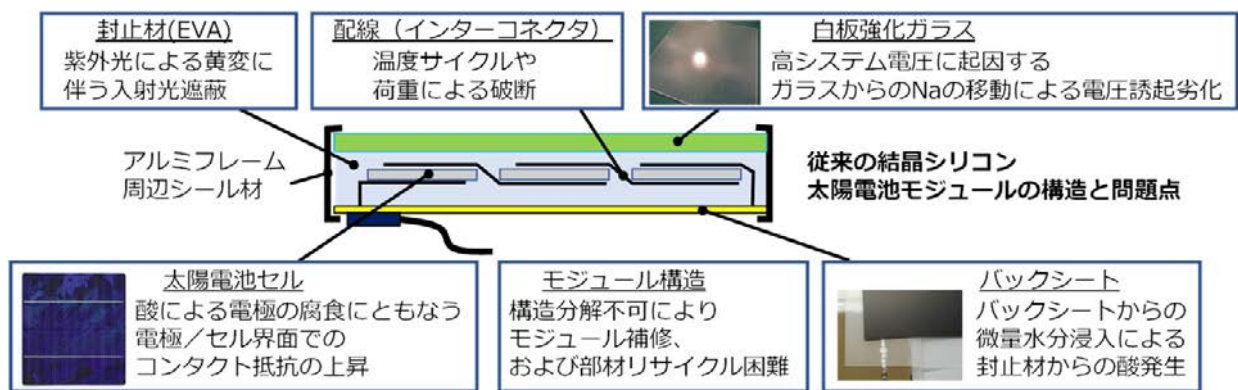
本事業では、従来のモジュールとは根本的に構造の異なる、封止材の無い結晶シリコン太陽電池モジュールを開発し、その信頼性とリサイクル性を飛躍的に向上するための基盤技術を確立します。新概念モジュールの長所として予想される長期信頼性向上への効果を確認するとともに、封止材が存在しないがゆえに懸念されるモジュール劣化の有無とその程度を明らかにします。さらに、セルの温度上昇の検証と放熱技術の開発も行います。セルを設置するベースの開発やベースに用いる材料の選定も実施します。

研究開発項目

1. 新概念モジュールの作製および電圧誘起劣化耐性・リサイクル性の検証
2. 新概念モジュールの複合加速試験による評価
3. 新概念モジュールの電気的特性に対する水耐性検証
4. 新概念モジュールの温度特性の検証と温度上昇抑止策の開発

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
 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



期待される効果

- 封止材の黄変が無い → 入射光量と意匠性維持
- Na侵入、電荷蓄積の経路が無い → 電圧誘起劣化の抑止
- 酸発生が無い → 電極腐食が無くなる
- 封止材、バックシート分のコスト低減
- セル単位での修理(取り換え)可能
- 廃棄時の分別が容易、部材リサイクル

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

Innovative Motor Platform for High Efficiency Motor of Next Generation

研究開発の背景

脱炭素社会の新たなモビリティの創出として“空の移動革命”を実現させるためには、電動化技術の革新（モータの出力密度と効率のブレークスルー）が必須です。現在、国内メーカーが販売しているドローンに搭載されているモータを比較すると、国産モータの出力密度は外国製のものと比べて大きく劣っています。さらに、トルクを高めるための構造としてアウターロータ方式が多数を占めており、これらは放熱性確保のために空気を対流させるようになっていますが、構造上振動が発生しやすく、防塵防水性能も不十分なことから耐久性に課題があります。

研究開発の内容と目標

本研究では、左記の課題を解決しながら、世界トップレベルの出力密度と効率を実現するために、熱マネジメントと軽量化の革新技術を盛り込んだ次世代モータの開発を行うことを目的としています。

さらに、総合的なモータ性能を高めるため、革新的な構造・機構に適した制御ソフトウェアと、機体の実装可能なレベルの制御器の開発を行います。

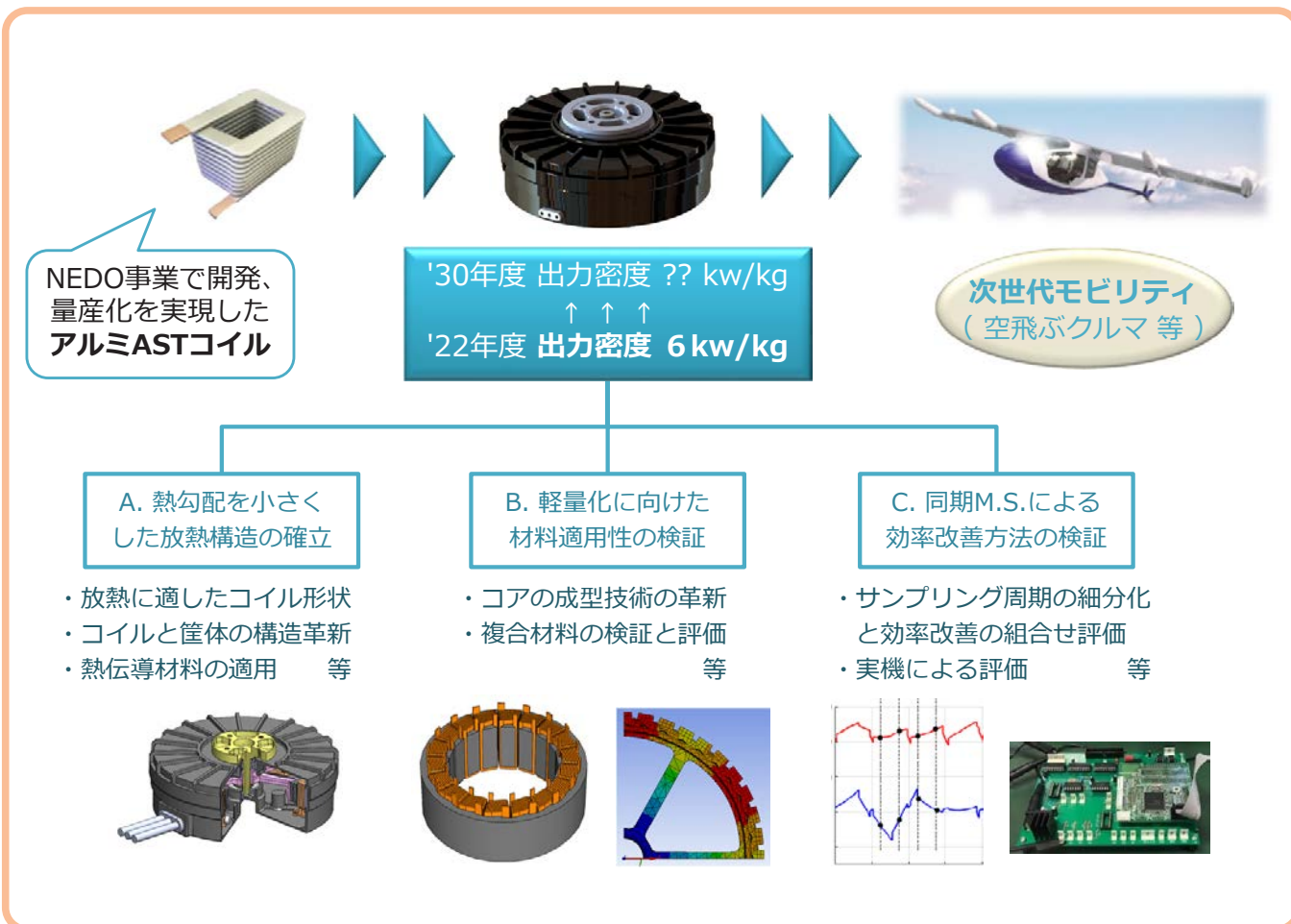
研究完了時（'22年度）で「出力密度 6kw/kg」を達成することを目標としています。

研究開発項目

- A. 熱勾配を小さくした放熱構造の確立
- B. モータ構造部品の軽量化に向けた材料適用性の検証
- C. 同期マイナーサンプリングによるモータ効率改善方法の検証

研究開発の実施体制

株式会社アスター
国立大学法人 茨城大学



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

Autonomous vehicle adaptable to various ODDs, and its safety validation

研究開発の背景

昨今の新型コロナウイルス感染症の影響による人の行動様式の変化や、よりパーソナライズされた移動に対するニーズの顕在化等、モビリティを取り巻く状況は大きく変化しています。

そのような多様化するニーズを満たす上で、既存の車両と異なる様々な走行環境や運行条件での走行が可能な自動運転車両の実現が将来的には非常に重要になってくるものと考えられます。

研究開発の内容と目標

本プロジェクトでは、様々な走行環境や運行条件での走行を可能にするセンサーや車両外装などを容易に換装可能な車両の実現を目指します。

これらの実現の為に自動運転車両のセンサーや車両外装を換装可能を行った際に生じる今後の技術的課題を洗い出すとともに、このような車両を含めた自動運転車両に求められる標準や課題について整理します。

本プロジェクトの取り組みを実現することによりコストとビジネスのバランスをとり、真の意味での自動運転の社会実装を図ります。

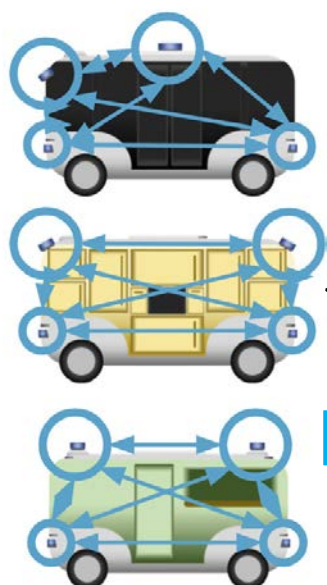
研究開発項目

1. 多様な走行環境に対応する自動運転車の標準及びソフトウェアの研究開発
2. シミュレーションを活用したセンサーコンフィギュレーション評価技術の開発
3. インフラ協調要素技術の開発

研究開発の実施体制

株式会社ティアフォー
 国立大学法人東海国立大学機構
 国立大学法人東京大学

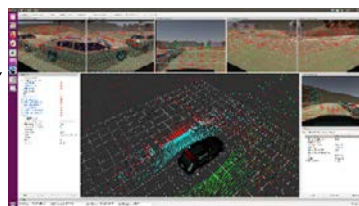
◆多様な走行環境・用途に対応できるよう、センサー間の相対位置や制御の自動キャリブレーション技術に係る研究開発



センサーコンフィギュレーションの評価

センサーコンフィギュレーションの軽量化等

◆目的とする走行環境や運行条件において想定されるユースケースに関し、視野や性能が十分なセンサーコンフィギュレーションとなっているかをシミュレーター上で簡便に評価可能とするための技術開発



◆インフラ協調によるセンサーコンフィギュレーションの軽量化に係る研究開発及びインフラ協調時における通信安定性及び安全性担保に係る研究開発



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

Superspeed light communication system for in-vehicle

研究開発の背景

第5世代移動体通信システムの登場などにより電話回線を使用した無線通信速度も30年前に比べ10万倍と増大しており、シームレスな通信インフラが整備されて始めています。一方で、車の中の通信も社会の変化に対応するよう高速化が求められています。

高速通信を電線で行うと重量増やコストアップといった課題が挙げられます。電線で大容量データをリアルタイムで伝送した場合の課題を解決する為に、軽くてノイズ耐性に優れた光通信システムが必要となります。

研究開発の内容と目標

民生の光通信の車載化と、現在の車載光通信の高速化を同時に実現する『車載向け超高速光通信システム』を実現します。

開発対象領域は、下記システムイメージになります。

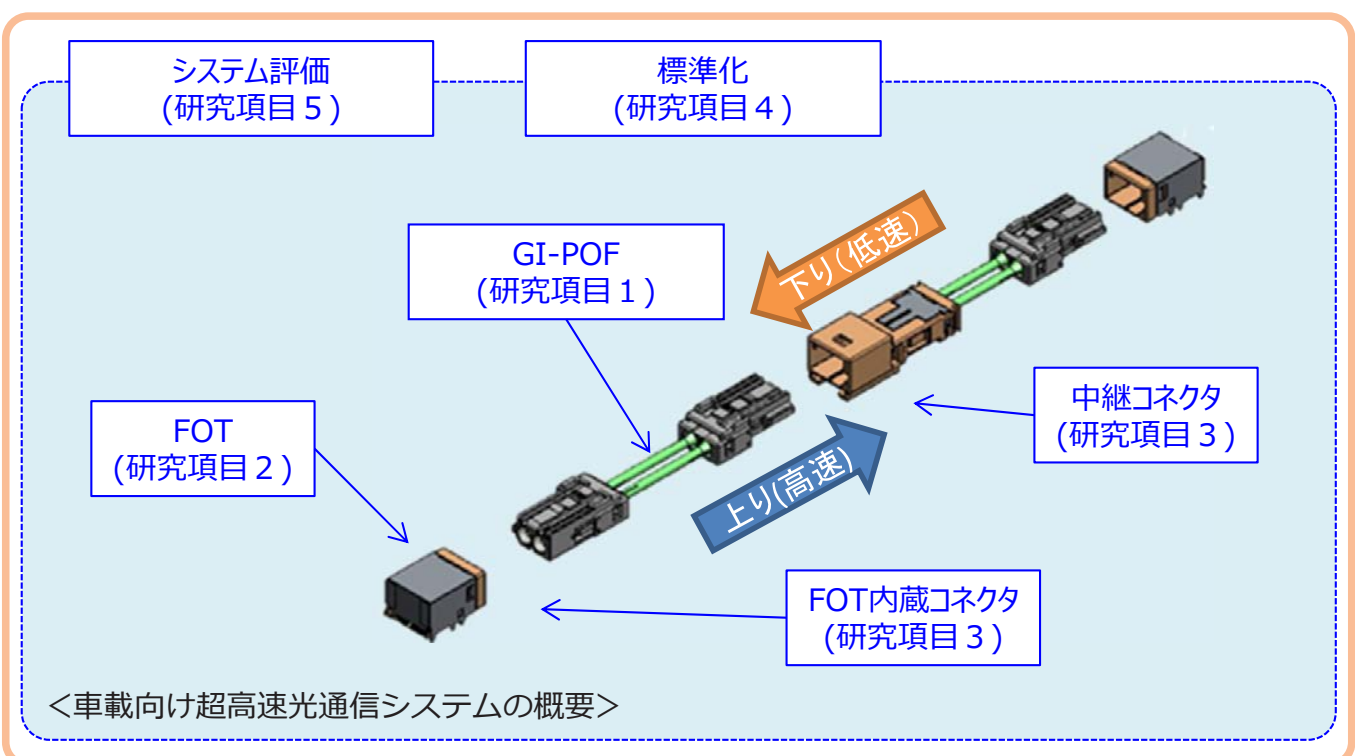
活動成果は、車載環境に適合した高品質・高信頼性の超高速車載光通信システムの開発プロジェクトに繋げ、通信システム及び車両のコスト低減、燃費向上による社会貢献だけでなく、国際標準化活動と通して国内メーカーの技術力を世界に発信できると考えます。

研究開発項目

1. 光ファイバの開発
2. FOTの開発
3. 光コネクタの開発
4. システムの評価
5. 標準化調査

研究開発の実施体制

国立大学法人宇都宮大学
 矢崎総業株式会社
 株式会社ファイ・マイクロテック
 AGC株式会社



低騒音ダクト付ロータへのバイオミメティクスの応用

Application of biomimetics for Quiet Ducted Rotors

研究開発の背景

コロナ禍後の社会では人の動きが減少するとともにEコマースが台頭し、食品、衣類、雑貨、家電等、様々な商品を居ながら入手できる物流システムが今後ますます重要になります。

一方、今後の物流量の増大に伴い、供給ドライバーの不足が深刻化することが予想でき、空飛ぶクルマ・大型ドローンを使った輸送システムの活躍が期待されます。

しかし、空飛ぶクルマ・大型ドローンの主な運用領域が都市近郊の低高度であることを考えると機体の静穏化が必須と考えます。

そこで騒音の主原因と予想されるロータの騒音を大幅に低減する技術を研究開発します。

研究開発の内容と目標

ダクト付・ロータの騒音低減のため2通りのアプローチで解決します。

- (1) ロータ回転数の低減による騒音の低減と高推力の両立
- (2) ブレードおよびロータダクト上の剥離流等による騒音の低減実現方法として
 - a) 鳥類の翼を模した低速高揚力翼型
 - b) ふくろうの風切り羽の前縁形状を模した低騒音化形状
 - c) 鮫の皮膚の低抵抗特性を利用した低騒音化表面パターン等のバイオミメティクスを駆使します。

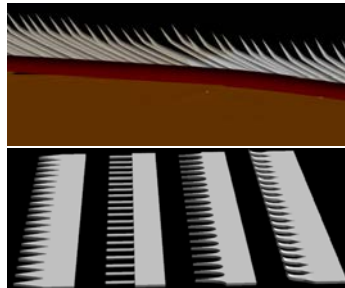
研究開発項目

1. 低騒音デバイスの研究
2. 低騒音ロータの開発
3. 低騒音ダクトの開発
4. 低騒音ダクト付ロータの性能検証

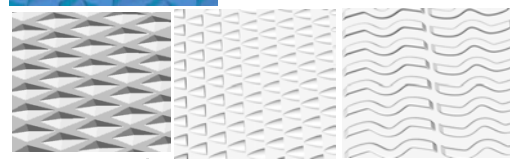
研究開発の実施体制

川崎重工業株式会社
(再委託先)
学校法人君が淵学園 崇城大学

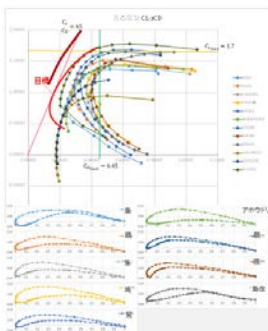
梟の風切り羽のセレーション形状を応用した低騒音デバイスをブレードおよびダクトに適用



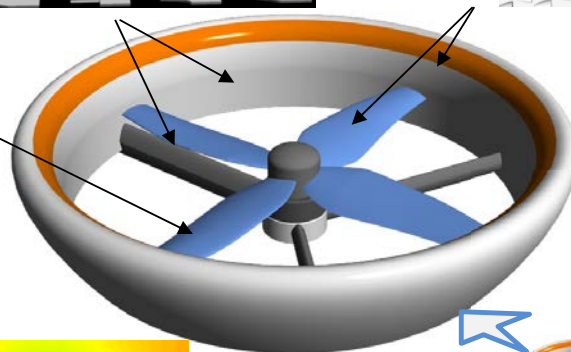
鮫の皮膚を模した表面パターンをダクトのリップ部及びブレード表面に適用



鳥類の翼型を応用したブレード翼型を適用



空飛ぶクルマ・大型ドローンへの適用



低騒音ダクト付ロータへのバイオミメティクスの応用

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

Ultra-lightweight sound-absorbing and sound-insulating materials for flying cars and large drones

研究開発の背景

次世代の移動手段や輸送手段として、空飛ぶクルマや大型ドローンが検討されています。しかし、ヘリコプターと比べて、より身近に高頻度での利用が期待される中で、社会的受容性と快適性の双方の観点から、機器の大型化に伴いプロペラ等から発生する内外への騒音をいかに抑制するかに注目が集まっています。

一方で、実施者らは、従来の材料の1/3以下の密度で高い吸音性能を示す超軽量吸音材料を開発してきました。本プロジェクトではこれらの吸音材料のさらなる性能向上と空飛ぶクルマやドローンへの適用検討を開始し、革新的な静音化技術を提案すると共に、将来の社会実装に向けた道筋を描きます。

研究開発の内容と目標

超軽量吸音・遮音材料のさらなる性能向上を目指して、吸音メカニズムの解明と材料の最適化を実施します。また、試作や特殊製品に対応できるスケールアップ技術の養成、空飛ぶクルマや大型ドローンのニーズに対応するためのプロトタイプ試作と評価を行うことを目的としています。プロトタイプ試作を通して、新たな静音化コンセプトを提案すると共に課題抽出を行い、今後の研究開発指針を得ます。最終的には、社会実装に向けたスケジュールやベンチマーク、マイルストーンを作製し、将来的なサプライチェーンを意識した次期研究開発や量産化、製品化に向けた体制を構築することを目指します。

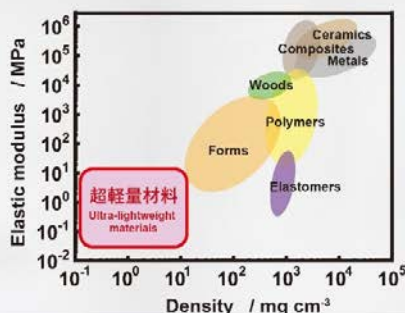
研究開発項目

1. 超軽量吸音・遮音材料の開発
2. プロセスのスケールアップ
3. 空飛ぶクルマ、ドローンへの適用検討
4. 社会実装に向けた取り組み

研究開発の実施体制

国立大学法人 東海国立大学機構
株式会社日本触媒

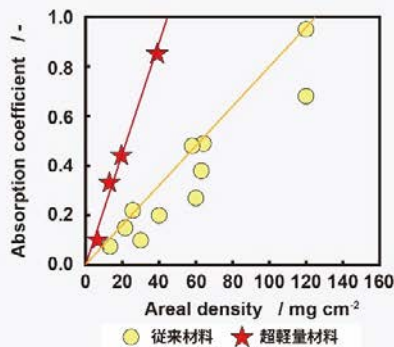
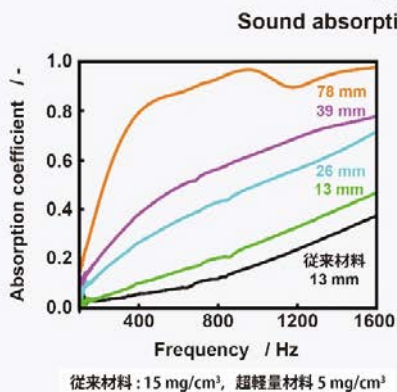
超軽量材料 Ultra-lightweight materials



空飛ぶクルマ・ドローンへの適用 Application to flying cars and drones



吸音特性 Sound absorption characteristics



圧倒的軽量な吸音材料
Overwhelmingly lightweight sound absorbing material



空飛ぶクルマや大型ドローンの騒音問題の解決

Solving the noise problem of flying cars and large drones

静音で高速な、プロペラのない“空飛ぶクルマ”の研究開発

Silent, high-speed, propeller-less flying car

研究開発の背景

空飛ぶクルマは、都市部の移動、離島や過疎地の交通観光、災害救助、救命救急医療等における利用が期待されており、研究開発が急速に進められている。しかしながら、現在実用化が進められているマルチコプタタイプの機体は、高速に回転する複数のプロペラが空気と擦れ合うことで騒音が発生するため、騒音に起因する社会受容性の低さが深刻な問題となっている。マルチコプタが発生する騒音の強度は約80 dBであり、これは地下鉄の車内の騒音に相当する。57 dBを超える音は騒音であるとされており、空飛ぶクルマの社会実装を実現するためには低騒音化は避けて通れない。

研究開発の内容と目標

本研究開発では、プラズマジェットおよびイオン風を用い、プロペラを必要としない新たな推進機構の飛行原理を応用した新たな推進機構のミニスケール試作機を製作し、諸条件下における静音性と推進力を測定し、課題抽出することで、将来の課題解決につなげる糸口を見いだす。また、研究進捗内容の議論および国家プロジェクト化に向けた検討を目的として、研究開発推進委員会を設置し、必要に応じて外部有識者を委員とした年数回程度の委員会を開催し、議論結果を生かした国家プロジェクト化のために必要な計画をまとめる。

研究開発項目

1. プロペラを必要としない新推進機構の開発
2. 研究開発推進委員会の開催

研究開発の実施体制

学校法人慶應義塾

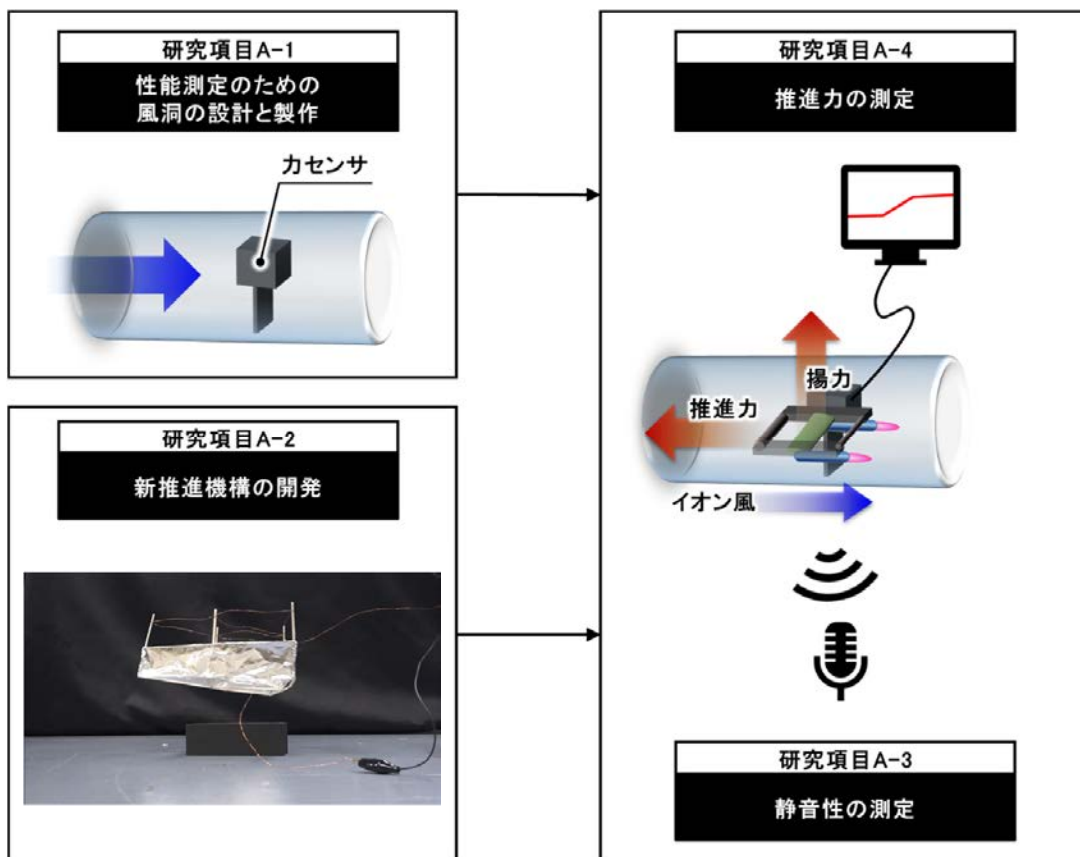


図1 研究開発の概要

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

Construction of modeling method considering the hierarchical structure of data collected on different scales

研究開発の背景

昨今、活用が始まったドローンを用いた可視光・非可視光リモートセンシングにおいて、その測定データと、地上や、航空機、衛星を使った光リモートセンシング手法間のデータ相関における課題は多く存在するが、主な課題は、測定手法間の相関性が未確立であること、その統合・補間による階層化や精度向上技術が未確立であることである。

本研究開発では、多様なスケールでのリモートセンシングデータを収集し、階層関係のモデル化を行うことで、各階層のデータを多元的に活用できる基盤を構築する。

研究開発の内容と目標

本研究開発では、ドローンリモートセンシングでの測定データと、地上、航空機、衛星を使った異なるスケールでの測定データの相関性を把握し考察するため、同じ時間かつ複数の条件下で、異なるスケールでのリモートセンシングを行い、そのデータを分析・モデル化することで相関性を定量的に把握する。これにより、ドローンリモートセンシングと従来手法の各種ローカル/リモートセンシングでのデータを横断的に収集・活用する技術基盤を確立する。その上で相関解析を行い、ドローンを含めた異なるスケールで収集したデータの階層的構造も考慮したモデル化手法を構築する。

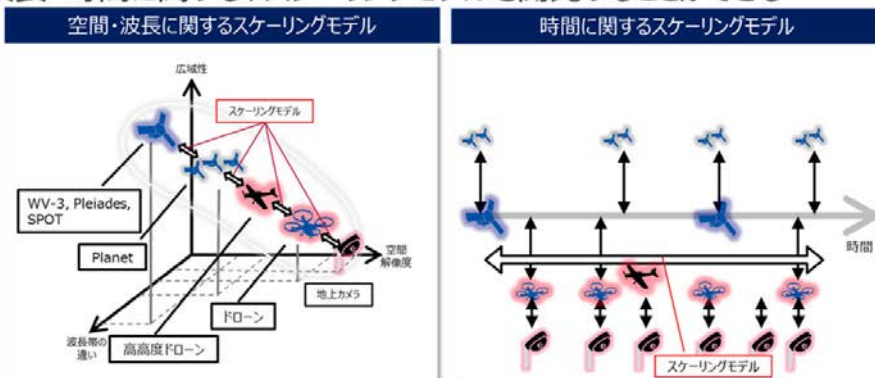
研究開発項目

1. リモートセンシング階層データのモデル化手法の研究
2. 衛星光リモートセンシングでのデータ取得と階層化活用手法の研究
3. ドローン光センシングでのデータ取得と階層化活用手法の研究
4. ドローン用光リモートセンシングシステムの開発とデータ取得

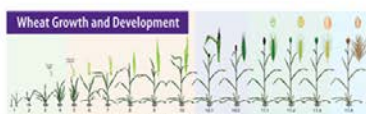
研究開発の実施体制

株式会社ザクティ
 国立大学法人東京大学
 株式会社パスコ
 株式会社ザクティエンジニアリングサービス

□ 空間・波長・時間に関する、スケーリングモデルを開発することができる



小麦仮説：
 地上測定による小麦の茎から穂への黄化進行とドローン・衛星データには相関があり、これを階層モデル化する



収穫適期予測システム

収穫順・計測点の最適化

ナラ枯れ仮説：
 第一ステップとしてミズナラを検出する必要があり、グランドトゥールースとドローン・衛星データから教師データを作成する第二ステップでは検出したミズナラの地上カメラによる枯れ進行データとドローン・衛星データの相関を取り、これを階層モデル化する



発生予測システム

早期発見システム

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

Liquid Hydrogen propulsion system for electric aircraft

研究開発の背景

航空機電動化は現状そのほとんどが数人乗りの小型機体への電池の搭載によるものであり、また、自動車などに向けた水素燃料の適用はいずれも高圧水素ガスによるものが主流となっています。本研究で適用を目指す液体水素燃料は高圧水素ガスに比較して高密度であり、単位体積当たりの貯蔵量の大幅な向上が期待されること、また、液体貯蔵とすることで、高圧水素ガス貯蔵に必要とされる厚肉複合材タンクが不要となり、タンク自体の大幅な軽量化が可能となり、それらにより航空機の効率、および航続距離を飛躍的に向上させることから、本格的な電動化航空機の実現に向け不可欠な技術となるものです。

研究開発の内容と目標

電動化航空機の推進システムにおいて、液体水素を燃料とした電動推進システムを提案し、それを可能とする軽量複合材タンクを開発します。液体水素の極低温貯蔵におけるタンクの水素漏洩を解決するため、熱可塑性樹脂を用いた樹脂ライナーおよび熱可塑性樹脂プリプレグ材料、それを適用した複合材タンクを開発します。また、液体水素の極低温貯蔵要求を考慮した、液体水素燃料に適した電動推進システムについての検討を実施し、提案します。また航空機としてのシステム検討ならびにその安全性評価と水素燃料タンクの標準化、ライフサイクル全体を考慮したCO₂削減評価の検討も実施し、本格研究のための準備を行います。

研究開発項目

1. 熱可塑性樹脂プリプレグの開発
2. 熱可塑性プリプレグを用いた複合材タンクの開発
3. 液体水素電動推進システムの研究
4. 液体水素燃料航空機のシステム検討
5. 液体水素燃料航空機のシステム社会実装に関する課題の調査と検討

研究開発の実施体制

株式会社IHIエアロスペース
(共同実施) 国立大学法人東京大学



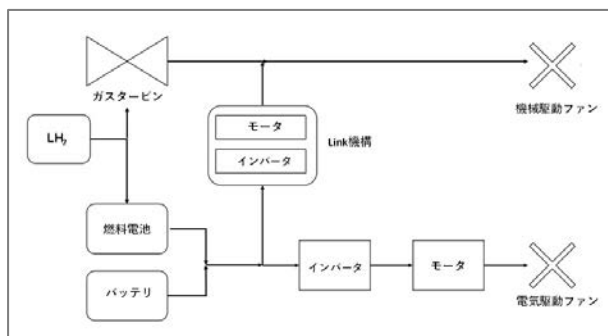
熱可塑性樹脂ライナー



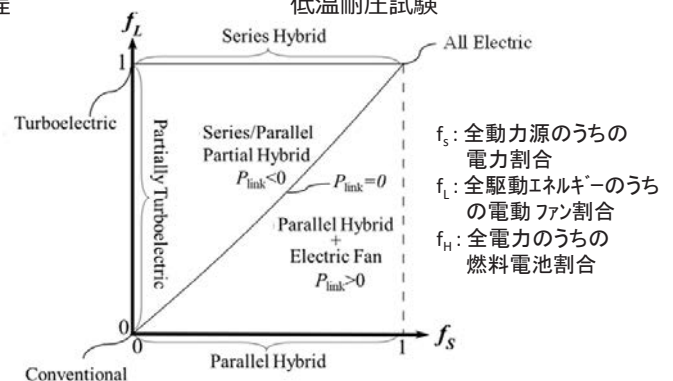
FRP化工程



低温耐圧試験



システム検討用 概念モデル



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

Boundary layer control technique for hydrogen-fueled aircraft

研究開発の背景

近年の脱炭素の社会的要請を背景に、航空機分野では水素航空機が注目を集め、開発を促進する機運が高まっています。

水素航空機を実現するためにはいくつかの技術的課題をクリアする必要がありますが、課題の一つとして機体の大型化が挙げられます。液体水素は、ジェット燃料と比べて単位燃焼エネルギー当たりの体積が約4倍となるため、従来の航空機と同等の航続性能を確保するためには約4倍の大きさの燃料タンクを搭載する必要があります。水素航空機の成熟に向けては、機体の大型化による空気抵抗の増加を低減し、燃費を向上させることが必須となります。

そこで本研究では、マイナス253℃の極低温である液体水素を活用して機体表面を冷却し、空気抵抗を低減する新しい境界層制御技術の調査研究を行います。

研究開発の内容と目標

機体表面を冷却することにより機体表面を取り巻く境界層を安定化させ、空気抵抗を低減するというアイデアは従来から研究されてきました。水素航空機では液体水素の極低温を冷却に活用することで、そのメリットを効率的に享受することができます。

しかし、過去の研究は低速域を対象としたもので、現在の旅客機が飛行する高速域については現象の原理が解明されていません。

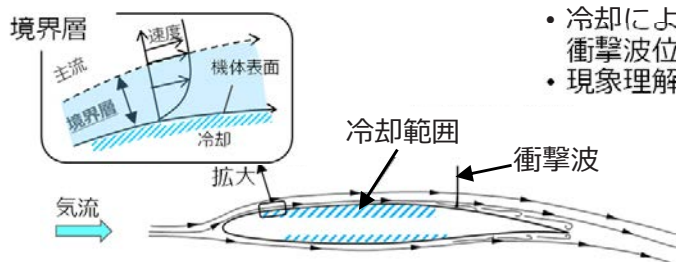
本研究では、最先端のCFD解析技術により、表面冷却による境界層安定化の原理を解明します。さらに、風洞試験等により取得したデータをもとに、期待される効果を明らかにするとともに、実用化に向けた空力的な技術課題の抽出を行います。将来の国家プロジェクトを経て、水素航空機への適用を目指します。

研究開発項目

1. 壁面冷却による境界層制御のCFD解析・分析
2. 壁面冷却による境界層制御の風洞試験

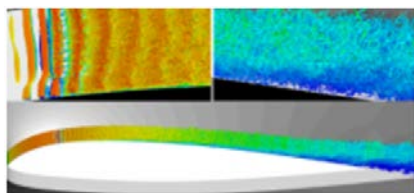
研究開発の実施体制

川崎重工業株式会社 (再委託先)
国立大学法人 東北大学



- 冷却による境界層の状態、衝撃波位置等の変化を把握
- 現象理解と原理の解明

遷音速域における流れ場現象理解

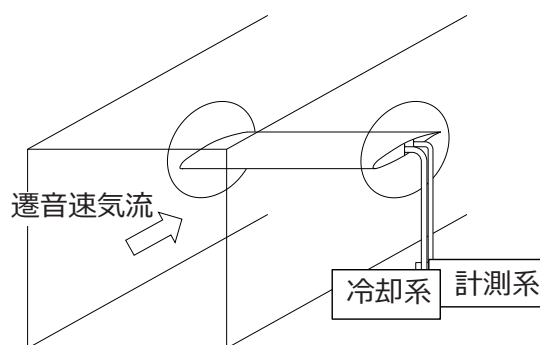


CFD解析計算例

富岳等のスパコンを用いたLES(Large Eddy Simulation)により境界層流れ場を解析

出典) 東北大学 河合研究室HP

http://www.klab.mech.tohoku.ac.jp/index_jpn.html



2次元遷音速風洞試験

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

Innovative friction loss reduction of internal combustion engine for zero emission

研究開発の背景

CO₂削減のために、自動車業界は電動化を加速しており、BEVやFCEVを市場に導入しています。BEVやFCEVは走行時においてCO₂を排出しない大きな利点がある一方、カーボンニュートラル (CN) の実現には発電所での電力製造や車両の生産から廃棄・リサイクルまでを考えたライフサイクルでのCO₂削減が求められます。内燃機関を搭載するHEV・PHEVや大型ディーゼル車においても、CN燃料 (e-fuelや水素燃料等) が導入されれば、CN化が可能になります。しかし、CN燃料は価格が高く、その普及に向けては、燃料コストの削減とともに、内燃機関搭載車における燃料消費量の大幅な削減 (エンジン熱効率の大幅な向上など) を図ることが極めて重要になっています。

研究開発の内容と目標

HEV・PHEVや大型ディーゼル車において、エンジンの高熱効率化のための重要課題の一つに摩擦損失低減があります。本研究では、革新的摩擦低減に関して、潤滑油の低粘度化および添加剤による反応膜に加え、摺動面の超低摩擦技術 (狭面積化・プロフィール変更、コーティング、テクスチャリング) と最先端のナノ/サブミクロンレベルの摺動面の超低摩擦現象の発現やメカニズムの基礎研究により、背反現象の焼付け防止やオイル消費抑制による信頼性確保のために、エンジン各部が回転・摺動する条件下での超低摩擦を発現する表面の材料・性状と潤滑剤特性を見出し、信頼耐久性確保のための方法や解析シミュレーション技法を含む基盤技術を提案します。

研究開発項目

1. HEV・PHEVの低温運転領域も見据えた革新的摩擦損失低減に関する摩擦界面の創成
2. 主運動系の焼付き現象と危険予測 (焼付き・異常摩耗) のトライボシミュレータの研究
3. HEV/PHEV用低フリクションエンジンにおけるオイル消費低減技術と予測モデル開発

研究開発の実施体制

自動車用内燃機関技術研究組合
 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
 (再委託先)
 東北大学、九州大学、東海国立大学機構名古屋大学、名城大学、大同学園大同大学、福井大学、兵庫県立大学

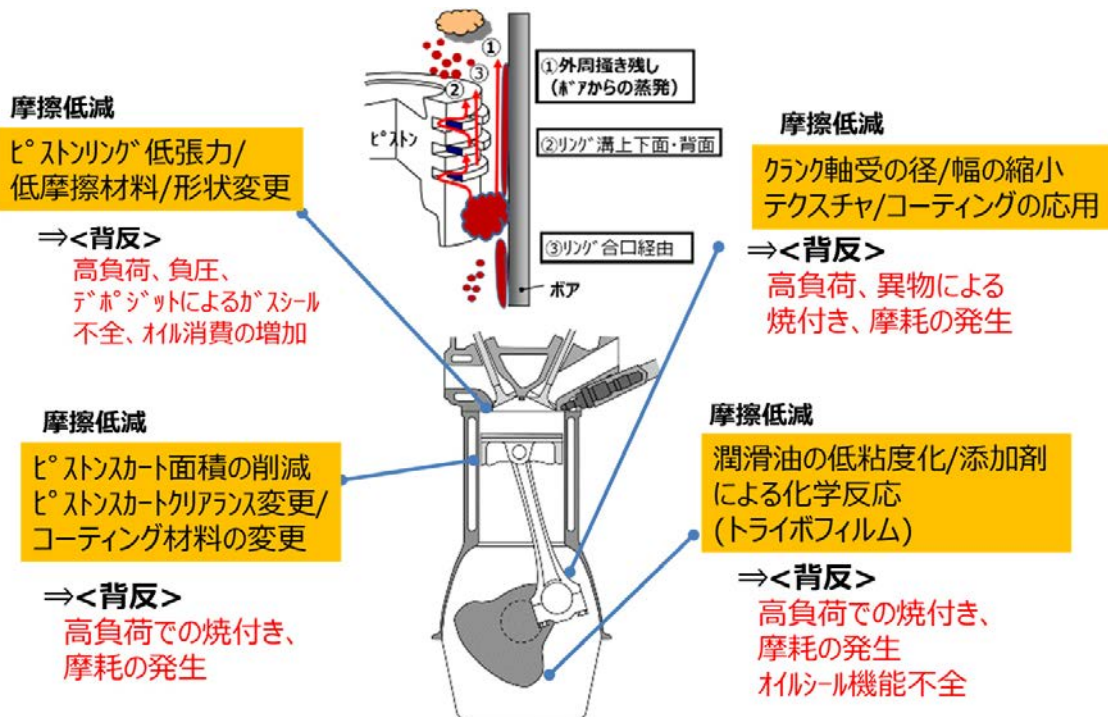


図1 研究項目 摩擦低減、焼付きとオイル消費の課題の関わり

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

Technology for downsizing of engine exhaust gas aftertreatment system

研究開発の背景

2050年のカーボンニュートラル社会の実現に向けて、カーボンニュートラル燃料（e-fuelや水素燃料等）を使用する高効率内燃機関を搭載した将来電動化車両（HEV/PHEV）では、排ガス浄化装置の低温化を伴う頻繁なエンジン始動・停止やエンジンルーム内のスペース減少が顕著となることが予想され、これらのエンジン運転条件や設置条件でも適応できる高耐久性のあるコンパクトな排出ガスのゼロエミッション化を実現する革新的な排気後処理技術の構築が不可欠となっています。

研究開発の内容と目標

高SV条件でも触媒粒子内への排ガスの拡散を促進するためにウォールフロー構造の隔壁表面に小細孔の触媒メンブレンを結合させた多重構造とし、さらにメンブレンの多層化による機能一体化（例えば吸着触媒+TWC+GPF）により排気触媒装置の占有スペースの半減の可能性を目指します。機能一体型触媒の低温排気浄化の性能を高めるために、低温時にHC、NOxなどを吸着、高温時に脱離し、実使用環境下で長期安定性を合わせ持つ吸着剤の設計指針を明らかにします。また社会実装に必要な経年変化を考慮した浄化性能の原理・現象の定式化、触媒貴金属量の低減を目指して、貴金属触媒の起動（ライトオフ）機構や熱劣化機構を解明し、触媒表面状態の制御による低温活性促進の可能性を見出します。

研究開発項目

1. 超高SV適応の多層ウォールフロー触媒に関する研究
2. 低温下におけるNOx、HC吸着材料とその特性に関する研究
3. 貴金属触媒の低温活性化と劣化抑制機構の解明

研究開発の実施体制

自動車用内燃機関技術研究組合 学校法人早稲田大学（再委託先）
東京工業大学、広島大学、東海国立大学機構名古屋大学、熊本大学、名古屋工業大学、大阪大学、茨城大学

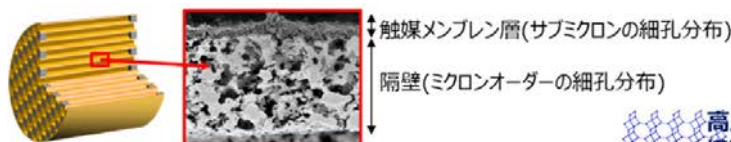


図1 超高SV適応の多層ウォールフロー触媒の構造イメージ

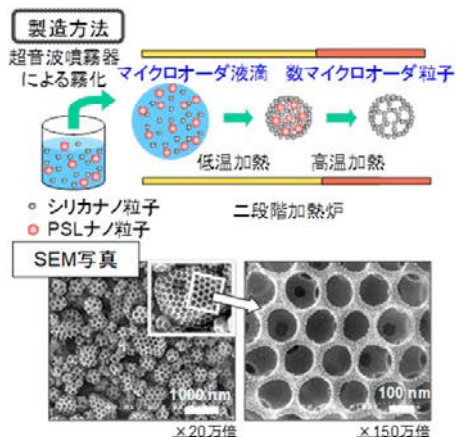


図2 触媒比表面積の増大および触媒利用率を向上するメソポーラス触媒粒子の合成と特性評価

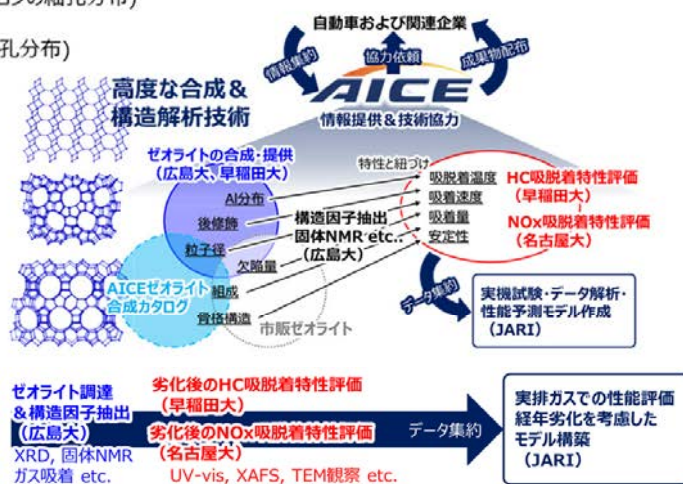


図3 低温下におけるHC、NOx吸着特性を持つ材料の探索と吸着剤の開発

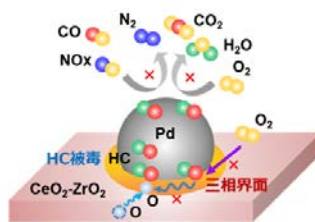


図4 ライトオフ過程における貴金属の表面イメージ

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

Circular Economy Program for the Automotive Carbon Fiber

研究開発の背景

本研究は、自動車に用いられる炭素繊維のサーキュラーエコノミーを実現するプログラムです。本プログラムの社会実装により、下記3つの課題が達成されます。

- I 自動車からの炭素繊維廃棄物を連続炭素繊維として再生産
- II 安価で高品質なCFRTP提供による自動車軽量化の推進
- III 産業界への経済効果と日本の競争力強化

既存の炭素繊維リサイクル技術は、炭素繊維を細かく切断したチョップドとしてリサイクルしています。チョップド炭素繊維は本来の連続炭素繊維製品ではないため、新しくコンポジット技術を開発する必要がありました。一方で、本プログラムでは、本来の連続炭素繊維製品として再生産するため、資源循環のサイクルを「閉じる」事ができます(図1)。

研究開発の内容と目標

本プログラムを実現する新技術として、「電解硫酸法」に着目しました。「電解硫酸法」とは、硫酸を電気分解することで生成する酸化性活性種により、CFRP/CFRTPの樹脂成分のみをCO₂と水に分解して、炭素繊維を再生産する技術です。この技術の特徴は、①全ての樹脂に適用できる、②再生産した炭素繊維の強度が低下しない、③炭素繊維を連続繊維として再生産できる、の3点です(図2)。

これまでに、要素技術開発とフィジビリティスタディ、及びステークホルダーとの関係構築を行ってきました。本先導研究では、市販の圧力タンクを用いた基礎プロセス技術開発を行います。また、スケールアップを想定した開発を行うことにより、パイロットプラントへのスムーズな移行を目指します。

研究開発項目

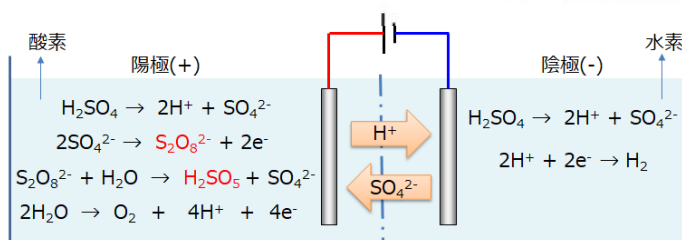
1. 圧力タンクから連続炭素繊維を再生産するプロセス技術開発
2. 電解硫酸のリサイクルプロセス技術開発
3. 電解硫酸製造用塗布型ダイヤモンド電極及び電解セルの開発

研究開発の実施体制

旭化成株式会社
 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
 学校法人東京理科大学



図1. 本プログラムの特徴



【技術の特徴】

- ① 全ての樹脂をCO₂とH₂Oに分解
- ② 強度が低下しない
- ③ 繊維状で再生産できる

図2. 新技術「電解硫酸法」

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

Recovery of noble metal by biosorption and its nano-functionalization

研究開発の背景

廃電子機器や廃家電製品の発生量は増加が続いており、これから生じるE-Scrapを環境に配慮しながら効率的に再資源化することは、循環型社会を形成していく上で非常に重要です。主にE-Scrapの再資源化は非鉄精錬会社の乾式プロセスが担っています。しかし、E-Scrap中には樹脂成分や重金属等が含まれており、製錬の操業に悪影響を与えています。また、E-Scrap中の貴金属品位の低下や、化石燃料の大量使用といった諸課題が存在するため、既存の乾式処理プロセスの延長では今後大幅にE-Scrap処理量を増加させることは難しい状況です。そこで、既存の乾式処理プロセスを補完する様な、新たな湿式処理プロセスが求められています。

研究開発の内容と目標

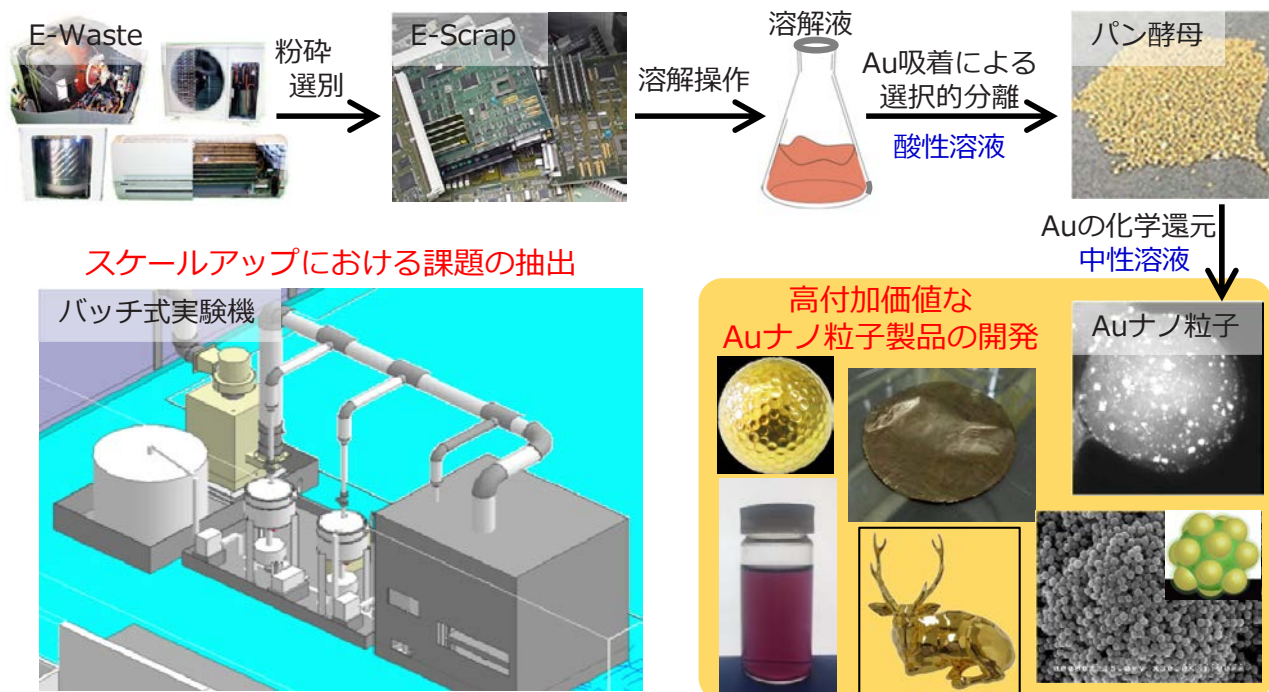
左記の課題に対し、微生物を用いてE-Scrap溶解液中の貴金属イオンを微生物細胞表面に官能基吸着させる手法（バイオソープション）を応用します。この手法は高温の焼成が不要なため低コスト・低エネルギーであり、小型の反応装置を用いた高効率な反応が実施できるという特徴があります。本研究開発では、微生物としてパン酵母を選択することで、低品位E-Scrap中のAuを選択的に分離・濃縮・回収するプロセスを確立します。また、パン酵母上で化学還元を行い、ワンステップでAuナノ粒子を生成させ、機能材としての高付加価値化に取り組みます。さらに、10kg規模のE-Scrapをバッチ処理可能な実験機を組立て、将来的な実用化に向けた課題の抽出及び解決策立案を目標としています。

研究開発項目

1. E-ScrapからのAuのバイオ分離・還元ナノ粒子化の最適化
2. 回収したナノ貴金属の高付加価値検討
3. ナノ貴金属の用途開発と商品開発
4. Auのバイオ回収・ナノ粒子化のスケールアップ
5. 研究開発推進委員会の開催
(国家プロジェクト化に向けた検討)

研究開発の実施体制

三菱マテリアル株式会社
公立大学法人大阪大阪府立大学



図：新規のAuバイオ分離・還元ナノ粒子化フロー

排ガス・廃水中希薄有害物質の無害化・利用技術

Detoxication and utilization technology for trace harmful chemicals in exhaust gas or wastewater

研究開発の背景

排ガス・廃水に含まれる水溶性有害分子（アルコール、アンモニア、廃水中有機分子など）の処理は消費エネルギーが大きく、温室効果ガスを大量に排出しています。これら水溶性有害分子を回収し、発電により濃縮エネルギーを回収しながら無害化が出来れば、原理的には外部からエネルギー投入をせず処理可能となります。

しかしながら、排ガス・廃水に大量の水分が含まれているため、既存技術では水溶性有害分子の濃縮エネルギーは多大となります。このため、発電により対象分子を無害化する技術と、省エネルギーな濃縮技術の開発が必要です。

研究開発の内容と目標

省エネルギーな水溶性有害分子の処理を実現するために、本研究開発では排ガスまたは廃水中の水溶性有害分子を、吸着剤または膜濃縮技術により水溶液として濃縮し、発電プロセスにて無害化する技術の開発を目標とします。

また、発電において既施設を活用するレトロフィットを実現するために、水溶性有害分子の発生源と発電施設のスペックや位置関係を加味した経済合理性シミュレーションを行うことで、本技術の導入効果を検証します。

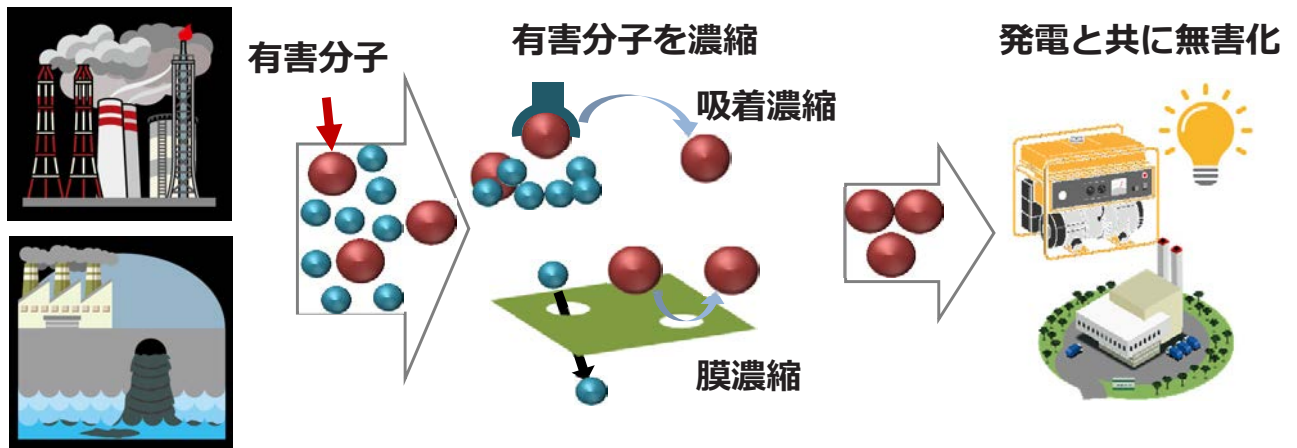
研究開発項目

- A. 排ガス・廃水中有害分子の吸着濃縮技術開発
- B. 廃水中有害分子の膜濃縮技術開発
- C. 発電設備による混焼無害化条件の検討
- D. 濃縮-混焼無害化プロセスの経済適合モデル研究

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 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

開発するプロセスの概念図



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

Growth of large-area high-quality graphene on insulating substrates and its application to optical devices

研究開発の背景

グラフェンの高い電子移動度を活用した高感度センサや低消費電力高速トランジスタは、Society 5.0の実現に必要なIoT機器の小型化、高性能化、低消費電力化にとって重要です。しかし、高い電子移動度を活用したデバイスの産業化には、高品質グラフェンやh-BN絶縁層のウェハスケール成膜技術、グラフェンのバンドギャップ形成技術等開発課題が多くあります。これらの課題解決には産官学連携が重要であり、まずは現状で成膜可能な結晶性のグラフェンを上手く活用した革新的デバイスを早期に産業化・社会実装し、2次元材料関係技術への産業界の参入を促進することが重要です。

研究開発の内容と目標

本研究開発では、産業技術総合研究所が独自開発したりモートプラズマ化学気相成長による絶縁基板上への高品質グラフェン直接成膜技術の、4インチウェハスケールへの大面積化と、成膜グラフェンの更なる高結晶化を推進します。また、グラフェンの高い電子移動度を必要としない光デバイス応用として、グラフェンを透明電極として用いた紫外光用光電子増倍管及びグラフェンを発光体として用いた赤外光源の開発、グラフェン上へのAlNのファンデルワールス・エピタキシー技術、多層グラフェンを剥離層として用いたAlN自立基板作製技術の開発を推進し、グラフェンの早期産業化を目指します。

研究開発項目

1. 絶縁基板上への大面積高結晶グラフェン成膜技術の開発
2. 光電子増倍管の試作評価
3. 赤外光源の試作評価
4. グラフェン基板上へのAlN成膜技術の開発
5. グラフェンを剥離層としたAlN自立基板作製技術の開発

研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所
浜松トニクス株式会社
国立大学法人三重大学



絶縁基板上への大面積高結晶グラフェン成膜術の開発

- ・4インチグラフェンプラズマCVD装置の開発
- ・グラフェン核密度・方向制御による成長グラフェンの高結晶化



石英基板上に500度で直接成膜した単層グラフェン

デバイスに必要なグラフェンのフィードバック

グラフェン基板提供

グラフェン基板提供

デバイスに必要なグラフェンのフィードバック



PHOTON IS OUR BUSINESS
グラフェンを用いた光デバイスの開発

- ・光電子増倍管の開発
- ・低消費電力赤外光源の開発

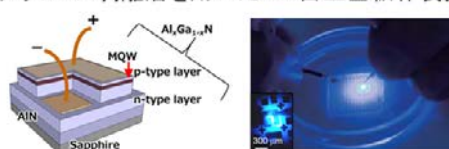


光電子増倍管



深紫外LEDの高効率化の基盤技術開発

- ・グラフェン上への高品質AlN成膜技術
- ・グラフェン剥離層を用いたAlN自立基板作製技術



紫外LED

二次元材料の高速・液相コーティング技術の開発

Facile solution-based coating of two-dimensional materials

研究開発の背景

グラフェン、酸化ナノシートなどに代表される2次元材料(ナノシート)は、原子レベルの薄さと2次元ナノ構造に起因した優れた機能(高速電子伝導、高誘電性、高い触媒性など)を発現し、次世代の電子デバイス、エネルギー分野での応用が期待されています。これまで、ナノシートのデバイス製造、応用については、アカデミアを中心に様々な研究開発が行われてきましたが、高品質なナノシート膜の大面积製膜技術が未確立なことや、現行の転写プロセスに多くの課題があり、実用化、社会実装が立ち遅れています。これらの課題を解決し、ナノシートのデバイス開発、工業化を推進するためには、ナノシート高品質膜を簡便、短時間で、大面积製膜を実現する新しいプロセスの開発が強く求められています。

研究開発の内容と目標

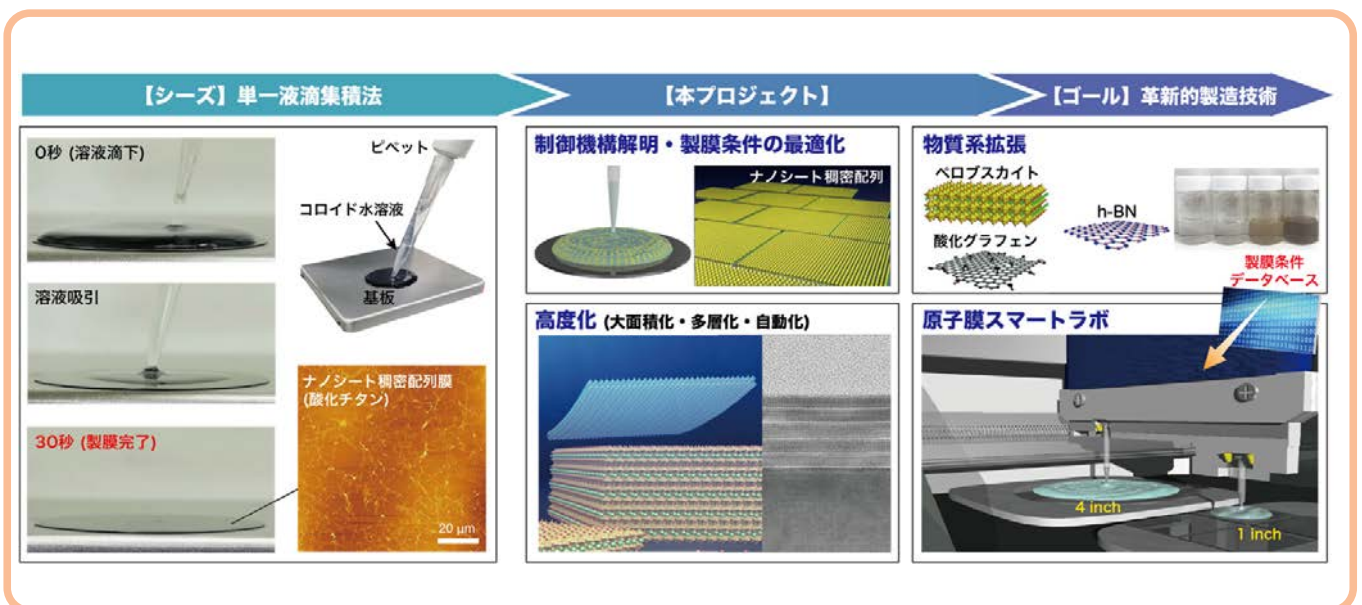
本研究では、二次元材料の産業化のボトルネックとなっている高品質・大面积薄膜の製造を簡便な液相プロセスで実現する新技術の開発を行います。我々のグループでは、無機ナノシートの薄膜製造を検討する中で、マイクロピペットを使ってコロイド水溶液を基板に1滴滴下、吸引するという簡便な操作により、約30秒という極めて短時間で稠密配列膜の製造を可能とする「単一液滴集積法」を開発しました。本研究では、「単一液滴集積法」を各種酸化ナノシート、h-BNなどの無機ナノシートに適用、発展させ、液相プロセスをベースにナノシートの高品質稠密配列膜を簡便、短時間、少量の溶液で、大面积製膜(4インチ以上)を実現する新技術を確立し、二次元材料の工業的な薄膜作製法、機能性コーティングへの応用展開を図ります。

研究開発項目

1. 単一液滴集積法の制御機構の解明
(制御機構解明、溶液・製膜条件の最適化)
2. 単一液滴集積法の高度化
(自動製膜、大面积化、積層化技術の開発)

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



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

Innovative Transfer Method of Two-Dimensional Materials using Functional Tapes

研究開発の背景

グラフェンをはじめとする二次元材料は、原子レベルの厚みにもかかわらず、優れた電子・光物性を示し、IoTやAIを中心として社会に大きなインパクトを与える可能性をもちます。

近年、大面積に二次元材料を合成する技術が進んできましたが、その利用には成長基板からシリコンなどの他の基板に「転写」するプロセスが必要です。しかし、従来の転写法には二次元材料の破損や汚染などの多くの課題があり、二次元材料の実用化や産業応用に向けて大きな課題となっていました。

研究開発の内容と目標

光などの外部刺激で粘着性が変化する高機能テープを用い、従来とは大きく異なるコンセプトによる革新的なグラフェンの「転写」技術の確立を目指して研究開発を行います。二次元材料に特化した高機能テープの開発を進めるとともに、欠陥や不純物を抑制した転写プロセスを検討していきます。さらには、グラフェン以外の二次元材料の転写技術、及び位置を制御したパターン転写法などの開発も行っていきます。

本研究開発の一連の取り組みを通じて、二次元材料を活用した各種センサーや次世代通信、量子情報などの応用開発と実用化に大きく貢献します。

研究開発項目

1. グラフェンの転写プロセスの基盤技術開発
2. グラフェン全面膜転写法の確立に向けたプロセス開発

研究開発の実施体制

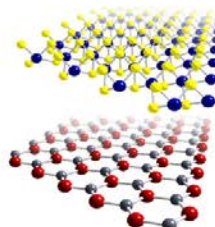
国立大学法人 九州大学
日東電工株式会社

二次元材料ファミリー



グラフェン

原子厚みの究極的な二次元構造
物質中で最高とされる移動度
透明、かつフレキシブル
炭素のみ（金属フリー）
大気中で安定



遷移金属ダイカルコゲナイド

可視域に吸収をもつ半導体
ポストシリコン半導体として期待

六方晶窒化ホウ素

原子厚みの絶縁体
グラフェンの移動度を飛躍的に向上
優れたガスバリア性と耐熱性

次世代産業創出に大きな期待

光・磁気・バイオセンサー / 超低消費電力デバイス / 次世代半導体 / 量子情報 / 高周波トランジスタ
タッチパネル/サーマルマネージメント / 高容量二次電池 / ガスバリア膜

本研究開発



革新的
転写法
の開発



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

High-performance steel materials and utilization technology for sustainable steel infrastructure

研究開発の背景

社会基盤施設に対しては生産性の向上、災害対応力の向上が求められています。特に、災害時の全国道路網の分断を避けるためには、地方道路網の維持管理とともに劣化が進む橋梁の強靭化・長寿命化が重要な課題となります。橋梁、港湾施設などの社会基盤施設には鋼構造が多く採用されていますが、さらなるインフラの超長寿命化を実現するためには、鋼橋の劣化要因とされる疲労破壊と腐食劣化を解決する革新的な技術開発が必要になります。

研究開発の内容と目標

本テーマでは、鋼構造系インフラ構造物に適応可能な高制振性、高耐食性を有する革新的構造材料と高性能接合技術に関する研究を実施します。革新的耐食耐疲労鋼の開発では、新規変形メカニズムに基づき相安定性を考慮した成分設計指針を構築します。また、固相接合が可能で接合温度を制御できる線形摩擦接合(LFW)を活用し、高機能鋼に適する革新的な接合技術を開発します。さらに、溶接性の観点から活用できなかった高P鋼や高Mn鋼に対し、溶接性要求緩和を実現し、耐食性・耐疲労に優れる革新的鋼構造部材の実現を図ります。

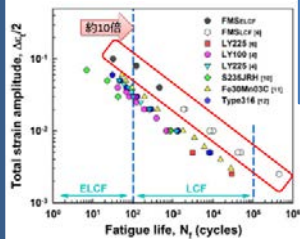
研究開発項目

- 研究項目A. 革新的な耐食耐疲労鋼の開発
- A-1. 革新的な耐食耐疲労鋼の開発
 - A-2. 耐食耐疲労鋼の溶接性の評価
 - A-3. 耐食耐疲労鋼の部材設計・評価
- 研究項目B. インフラ用鋼材の革新的摩擦接合技術の開発

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
 国立大学法人 大阪大学
 国立大学法人 北海道大学
 株式会社 竹中工務店

A; 耐食耐疲労鋼の開発



疲労寿命従来比
10倍のFMS合金

耐食性を付与

200年を超える長寿命で
サステナブルな鋼構造系
インフラの実現

プロセス技術
点検・維持管理技術

アプローチ1

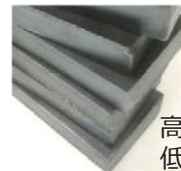
B; 革新的摩擦
接合技術

アプローチ2

既存鋼の組み合わせ

既存鋼

既存制震鋼



高耐食性
低溶接性



超長寿命CFRP補強コンクリートの研究開発

CFRP prestressed concrete with ultra long lifetime

研究開発の背景

鉄鋼材料が主体の海洋構造物は腐食などの影響により、耐用年数は20年程度といわれています。コンクリートを鉄鋼部材の代替として適用しても、補強材として使用される鉄筋の腐食は避けられません。高張力鋼を凌駕する強度を有する炭素繊維は、疲労/クリープ特性に優れ、熱的・化学的にも安定な材料であるため、耐食性に優れた長寿命構造を構築できます。鉄筋を炭素繊維複合材料 (CFRP) で構成されるCFRPより線に置き換えられれば、コンクリート製浮体構造の低コスト化・高寿命化に大きく寄与し、浮体式洋上風力発電の発電コストの大幅な削減にもつながります。そのためには、CFRPより線とコンクリート界面の耐久性と力の伝達メカニズムの解明、経年特性の評価が不可欠です。

研究開発の内容と目標

浮体式洋上風力発電など過酷な環境で運用される海洋構造物にメンテナンスフリーで安心して使い続けられるCFRPより線補強プレストレストコンクリート (CFRPC) を開発します。CFRPより線を構成するCFRPストランドの疲労/クリープ性能評価を行い、CFRPより線の強度を推定します。付着強度試験とCFRPCはりの曲げ強度試験を実施して、界面劣化が付着強度と曲げ強度に及ぼす影響を解明します。高分解能分布型光ファイバセンサを用いて、CFRPより線に作用する引張応力と界面特性を明らかにします。これらの研究成果を基に、疲労/クリープ特性、使用環境や劣化・損傷の影響を明らかにして、大型浮体構造へのCFRPC構造体の適用可能性を示します。

研究開発項目

1. CFRPより線の長期耐久性評価
2. CFRPより線とコンクリートの界面に注目したPCの耐力低下メカニズムの解明
3. 高空間分解能分布型光ファイバセンサによるCFRPより線の軸応力計測
4. 大型浮体構造へのCFRPC適用可能性調査

研究開発の実施体制

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

表面に貼り付けた光ファイバ
内部に埋め込まれた光ファイバ

高空間分解能分布型光ファイバセンサの適用
 $\lambda_B = 2n_{eff}\Lambda$

ポストテンション式PCはり

CFRPストランドのクリープ強度と疲労強度のデータベース構築

CFRPストランドの特性からCFRPより線の特性を推定する力学モデルの構築

海流、風況、係留方式などを考慮した数値解析・構造計算により、設計応力の信頼性を評価

浮体主要強度部材

安全ガイドラインより引用 (国交省海事局)

超長寿命グラフェン被覆鋼材および塗料の開発

Ultra-long-life graphene-coated steel materials and paints

研究開発の背景

鉄鋼材料は、高い強度と靱性のため巨大構造物から耐久消費財まで大量に活用されています。しかし鉄のさびや腐食の進行は極めて早いため、通常その表面は防食効果の高い金属や塗料などでコーティングされています。ところが数十年にわたるインフラの使用期間の中で、雨風や紫外線、温度変化により、徐々に腐食は進行し、近年ではインフラの保守整備や更新には膨大なコストや手間がかかるため、大きな社会問題となっています。そのため長期にわたり保守が不要で更新時期を延ばす新規の耐腐食技術の開発が急務となっています。

研究開発の内容と目標

本先導研究においては、最も強靱な物質であり、光を通さず、酸・アルカリに対しても化学的に安定なグラフェンを用いて、耐用年数の極めて長い防蝕コーティングの実現可能性を示します。①気相成長法を用いた鉄鋼材表面への多層グラフェン皮膜技術の開発、および②グラフェン複合塗料開発の2つの技術を検証し、それら被膜の耐腐食評価や力学測定を行います。

これにより大気中のみならず、塩水や酸性水溶液環境下においても腐食しない防蝕被膜の可能性を示し、100年耐久インフラの創出を目指しています。

研究開発項目

1. 鉄基板への直接成膜技術の開発
2. 塗料作製技術の開発
3. 被覆膜の特性評価

研究開発の実施体制

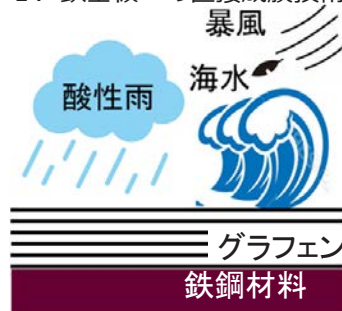
国立研究開発法人産業技術総合研究所
株式会社仁科マテリアル
国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学
学校法人千葉工業大学

現在、広く用いられている金属系の防食被膜は、金属酸化や海水の塩分・酸性雨により腐食が進行します。一方で、塗料系の材料は、主に紫外線により劣化するといわれています。本研究では、グラフェンを高い技術で膜化し、従来の防食被膜に比べて長期にわたる耐久性を付与します。保護材としての優位性を各種の評価法により示すことで、将来の超耐久インフラ実現に資する開発を行っています。

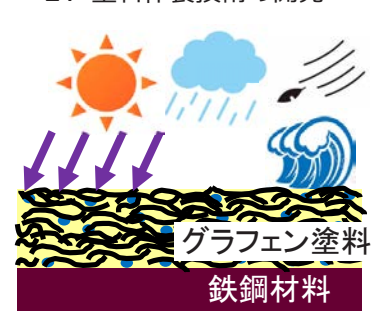
グラフェンの特徴

- 完全なガスバリア性
(酸素や水蒸気を完全にブロック)
- 高い化学的安定性と熱的安定性
(塩水や酸・アルカリに対し高耐性)
- 最も薄くて強靱な物質
- しなやかに折り曲げできる結晶
- 高い電気伝導度
- 熱伝導度の最高記録
- 太陽光では光劣化しない
- 最も黒い材料の一つ

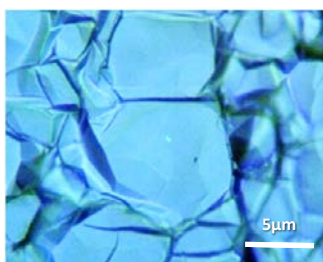
1. 鉄基板への直接成膜技術



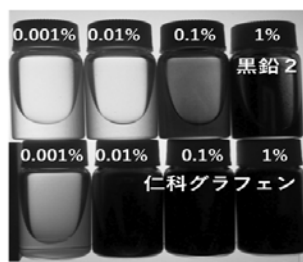
2. 塗料作製技術の開発



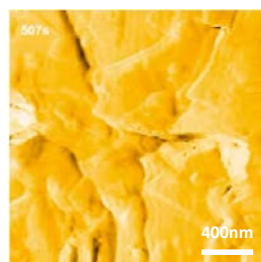
3. 被覆膜の特性評価 多層グラフェンの高品質成膜



グラフェン溶液の 光学透過率の評価



ナノレベルで腐食 進行その場観測



腐食テストピース の力学評価



システム補償型超長寿命エレクトロニクスの研究開発

System supported ultra long-life electronics

研究開発の背景

日本のインフラ構造物を数十年にわたって無人かつ低コストで維持管理することが可能な長寿命の電子部品材料およびそれを用いたセンサシステム技術を開発します。本研究により、構造物の状態を必要な時に可視化し定量評価することが可能になるため、インフラ構造物の交換時期を最適化することができ、無駄なコストとエネルギーをかけることなく社会に必要なインフラの維持管理ができるようになり、持続可能な社会の実現が可能となります。

研究開発の内容と目標

屋外環境に対して本質的に耐性が高いカーボン系材料やセラミックス系材料を対象にして、超長寿命エレクトロニクス材料の開発を行います。また、カーボン系及びセラミックス系材料は材料自体の寿命が非常に長いですが、一方で、材料の難加工性や性能ばらつきの大きさに課題を抱えています。そこで本研究では、材料自体の制御に加え、材料の弱点を補い、その強みを引き出すシステムを材料と連携させることによって、超長寿命センサシステムを開発します。

研究開発項目

- 開発項目A：カーボン系材料及びセラミックス系材料をベースとした長寿命エレクトロニクスの開発
開発項目B：デバイスばらつき補償システムの構築

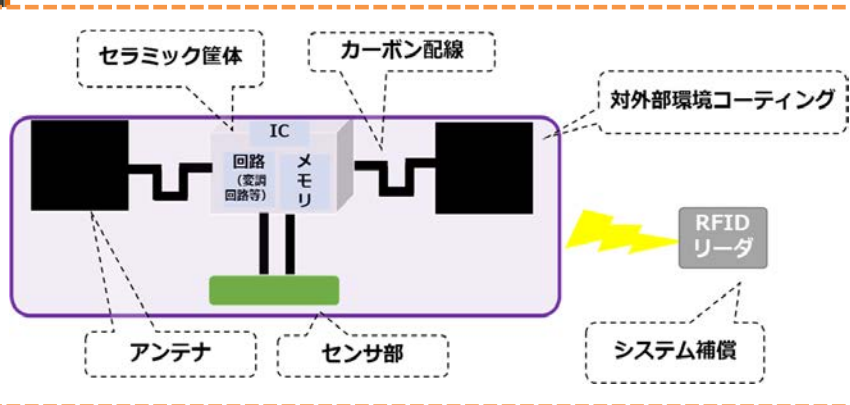
研究開発の実施体制

国立大学法人 大阪大学

適用例：橋梁の桁へRFIDタグの貼り付けや埋込



超長寿命RFIDセンサシステムのイメージ



屋外環境へ広く展開

レジリエントな都市の実現



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

Dynamic thermal-management via solid-state hybrid materials with tuned latent-heat and thermal conductivity

研究開発の背景

カーボンニュートラル社会の実現に向けて、輸送機器の電動化やスマートグリッド電力網といった電気エネルギーの高度な利用方法が重要な技術となっています。また、Si系デバイスの高性能化や、SiC 利用技術の進展を背景に、産業・運輸・民生の様々な分野でパワー半導体デバイスが普及しています。これらに伴い顕在化してきたのが、パワー半導体素子の電力損失に伴う発熱の増大です。素子温度が上昇すると、半導体ギャップに関わる物理因子や、素子・パッケージ部品への熱応力等で生じる機械因子を原因として動作停止や故障が発生します。特に、過負荷時の瞬間的な発熱への対応が困難な課題となっています。

研究開発の内容と目標

本事業では、全固体型（相転移前後で液相を生成しない）の相変化材料と金属材料とで構成されるハイブリッド材料を開発し、巨大熱容量（潜熱）と高熱伝導率を両立、さらには両者のバランスを調整することで、動作温度と熱流量の調整を熱回路で自在に設計可能な新たな熱制御材料を開発します。具体的には、ハイブリッド材の熱応答性評価、SiC半導体等に対応する高温動作型材料の開発、機械的特性の評価、原料の工業的大量合成手法の確立といった開発内容を通して、パワー半導体等で生じる瞬間的な発熱を抑制する新素材を開発します。

研究開発項目

1. パルスの非定常熱負荷に対する熱応答特性評価
2. 高温・高エネルギー密度駆動への対応
3. 機械・熱特性評価
4. ミリングレス微細原料粉末の大量合成
5. 原料粉末表面の改質

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
太陽鋳工 株式会社

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

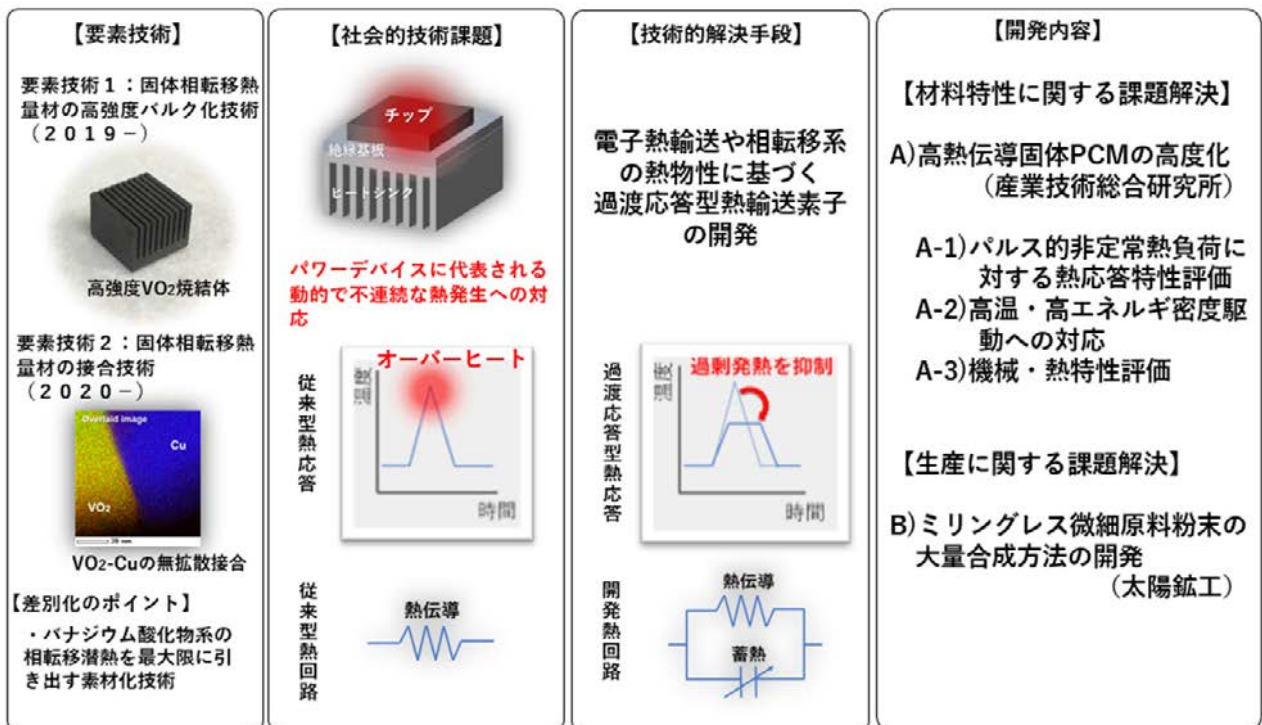


図 事業概要図

固体-固体相転移を利用した長期蓄熱材料の開発

Long-term heat storage material based on solid-solid phase transition

研究開発の背景

未利用熱の活用には蓄熱材料が用いられるが、従来の蓄熱材料では、蓄熱と放熱の間の時間ギャップが制御できず、時間軸での制御が不可能であるという問題が横たわっています。工場排熱エネルギー、自動車排熱エネルギー、発電所排熱エネルギーといった未利用熱を半永久的に保存でき、必要なときに熱エネルギーを取り出すことができる材料を開発することで、排熱エネルギーの再利用に関する技術的な課題解決の糸口となり、SDGsやCO₂削減といった観点から様々な分野で大きなインパクトを与えることが期待されます。

研究開発の内容と目標

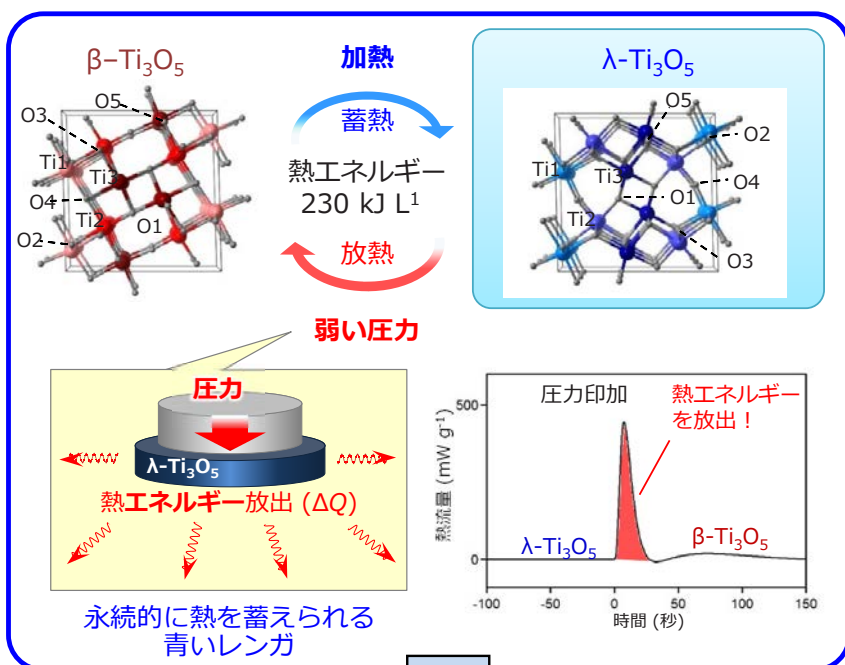
本先導研究では、研究提案者が見出した長期的に熱エネルギーを保存できる蓄熱セラミックス（ラムダ型五酸化三チタン）に注目し、その高性能化を図ることを計画しています。蓄熱温度および放熱圧力を制御するため、理論計算を行い、高性能化への設計指針を得ます。得られた指針に従い、高性能長期蓄熱材料の合成に取り組みます。また、圧力印加による熱エネルギーの放出量を測定する技術を確立するとともに、長期蓄熱材料の実装に向けた量産システムの構築を行います。

研究開発項目

1. 高性能長期蓄熱材料の開発
2. 圧力放熱量計測法の開発
3. 長期蓄熱材料の量産システムの構築

研究開発の実施体制

国立大学法人 東京大学
株式会社 デンソー



固体-固体相転移
長期蓄熱
液漏れなし
顕熱+潜熱材料
耐候性
(屋外に放置可能)
耐水性
ありふれた元素で安全・安価

実用化

量産システムの構築

材料性能

- ・蓄熱温度の幅広い制御
- ・放熱圧力の幅広い制御
- ・蓄熱量の向上
- ・顕熱 + 潜熱の組み合わせ

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

Innovative quantum beam technology for high-efficiency nanocellulose production

研究開発の背景

木材やパルプから製造される新素材であるナノセルロース (CNF) は、様々な用途展開が期待されています。しかし、木材は強靱な細胞壁構造を持ち、CNFの製造では、特殊な化学処理や多回数の機械処理が必要となり、現状、高コスト化し、社会実装が伸び悩んでおります。高エネルギー加速器研究機構 (KEK) と産業技術総合研究所 (AIST) では、電子ビームを木材に照射することで、木材組織を脆弱化できることを確認しました。このような加速器による量子ビームを用いたCNFの高効率生成のメカニズムを理解するとともに、大強度量子ビームによるCNFの製造効率を革新的に向上させていきます。

研究開発の内容と目標

本研究では、量子ビームの一つである電子ビームによる木材組織の強靱な構造を切断・破壊するメカニズムの解明を行うとともに、この新技術を用い、大強度電子ビームによるCNFの製造効率を革新的に向上させることを目的とします。加速器技術の経験を持つKEKが大強度電子ビーム源設計・開発を行い、3種類以上の木材への電子ビーム照射を実施し、高効率CNF生成の電子ビーム条件を確立していきます。さらに、CNFの中核拠点であるAISTが照射木材からのCNFの製造効率評価、得られたCNFの電子ビームによる改質特性評価、および複合材料や化学品等への利活用性評価を実施していきます。

研究開発項目

1. 大強度電子ビーム生成技術開発
2. 木材電子照射法の設計・開発
3. 照射によるナノセルロース製造効率評価
4. ナノセルロース利用性評価

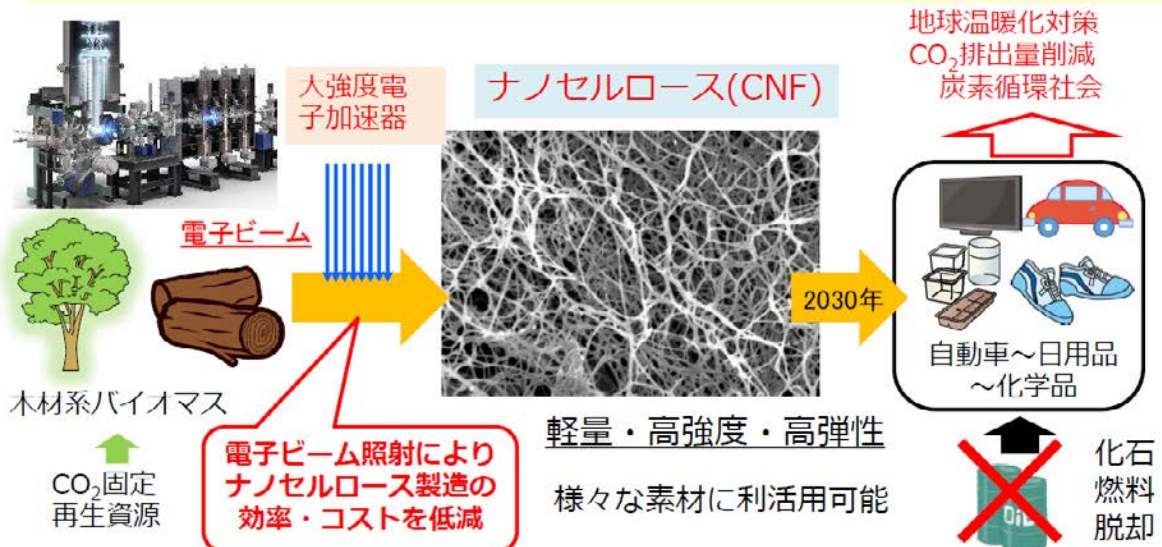
研究開発の実施体制

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

研究概要

木材、パルプからとれる新素材であるナノセルロース[セルロースナノファイバー(CNF)]はその特徴的な物性から様々な用途展開が期待されている。

課題：CNF生成には、特殊な化学処理や多数回の機械処理が必要 → 高コスト化。
解決策：従来の化学処理、機械的処理に代わり新たに電子ビームを木材に照射。
KEK-AIST共同研究で電子ビーム照射による木材組織の脆弱化を確認



大強度電子ビーム技術を用い高効率CNF生成実現を目指す→CNF低コスト安定供給へ

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

One-step separation of three-component of lignocellulose and its chemical conversion

研究開発の背景

脱化石資源・循環型社会構築を実現するために、再生可能資源のバイオマスから燃料や化学製品を生産するバイオリファインリーの発展は不可欠である。

地球上に豊富なリグノセルロースバイオマスはセルロース、ヘミセルロース、リグニンの3成分が複雑で強固な構造を形成している。この物理的強度の高さ故に、3成分を分離することが困難であり、資源化の大きな障壁となっている。

安価で高効率に3成分を分離し、バイオマスの全ての成分を余すことなく利用できる革新的かつ持続可能なプロセスの創出により、バイオリファインリー実現を飛躍的に促進することを目指している。

研究開発項目

1. バイオマス3成分・ワンステップ分離システムの開発
2. リグニン成分の化学品への変換
3. キシロース成分の化学品への変換
4. セルロース成分からのポリマー生産

研究開発の内容と目標

これまでに開発した希硫酸とブタノールを用いたバイオマス前処理法は、3成分を選択分離できる独自技術であるが、硫酸が後段の工程を阻害するため中和を要することが課題であった。我々は、硫酸と同様の効果を発現し、かつ、後段工程で資化できる代替候補としてマレイン酸を見出した。

本研究では、マレイン酸/ブタノール前処理によりリグノセルロースの3成分同時処理技術を開発する。セルロース、ヘミセルロース、リグニンをワンステップで分離し、化学的および生物的手法を駆使して、各成分を石油化学代替品やポリマー原料などの有用製品へと変化する技術創出を目指している。

研究開発の実施体制

国立大学法人 神戸大学
 国立大学法人 金沢大学
 関西化学機械製作株式会社



図 リグノセルロースバイオマスのワンステップ3成分分離と化学/生物変換

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

High voltage SiC-IGBT system to accelerate the decentralization of power and energy

研究開発の背景

電力・エネルギーシステムは分散化への対応、レジリエンス性向上の面からシステムの安定稼働が必要でありパワーエレクトロニクス機器への期待は大きくなっています。SiCパワーデバイスSiC IGBTはその高耐電圧と低導通損失から、電力系統等、大電力が要求される機器への応用に適していますが、バイポーラデバイスであるため、ターンオフ時に発生するテール電流によりスイッチング損失が大きいという課題があります。歪みの少ない交流出力が要求される無効電力補償装置 (STATCOM) 等の電力系統機器への適用には、高速スイッチング特性の改善とその駆動回路の開発が必要です。

研究開発の内容と目標

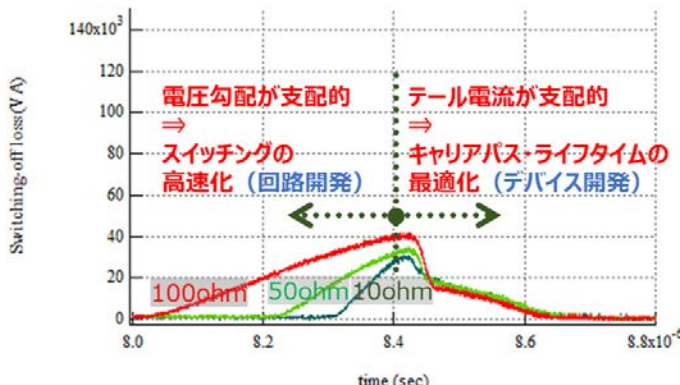
SiC-IGBTの高周波スイッチングを可能にするため、高耐圧 (6.5 kV) SiC-IGBTのデバイス構造及びそれを形成する高品質SiC厚膜エピタキシャル層設計技術の最適化を図ります。高耐圧SiC-IGBT・PNDチップを並列搭載した100A級パワーモジュールを開発し、高速スイッチング技術を開発します。上記で開発したパワーモジュールを実装した三相PWM高電圧NPCインバータを開発し、無効電力補償装置 (STATCOM) プロトタイプの基本検討を行ない、次世代電力ネットワークへのSiC電力変換器の導入効果の一例を導出します。

研究開発項目

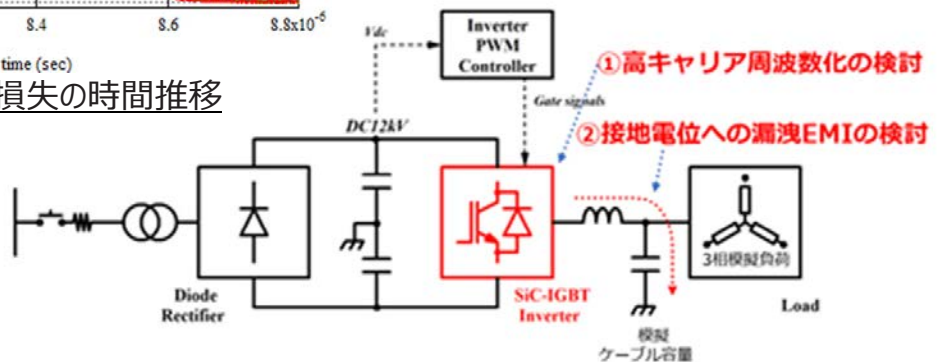
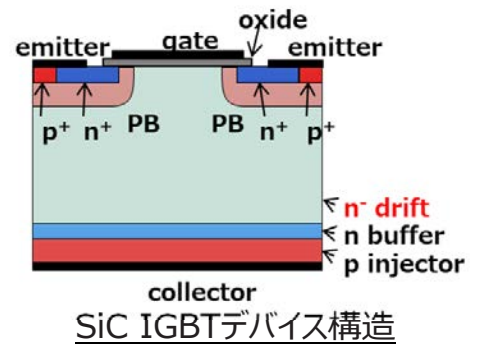
1. 高耐圧 (6.5kV耐圧) SiC-IGBT、PNダイオードデバイス開発
2. 高耐圧 (6.5kV耐圧) SiC-IGBT、PNダイオード搭載100A級パワーモジュール開発
3. 高耐圧SiCパワーモジュール高速スイッチング技術開発
4. 高絶縁ゲート電力供給回路開発
5. 三相PWM高電圧NPCインバータ開発

研究開発の実施体制

株式会社日立製作所 研究開発グループ
国立研究開発法人産業技術総合研究所



スイッチング損失の時間推移



SiC-IGBTを用いた三相PWM高電圧NPCインバータ検証試験概略

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

Multiple series-parallel configuration adaptive power supply using advanced mounting technology

研究開発の背景

近年、地球温暖化防止、低炭素社会を早期に実現するために、パワー半導体の技術革新、太陽光や風力に代表される再生可能エネルギーを利用した発電、そして電力ネットワークの高度化が期待されています。

一方で、IT機器の高度化・設置台数の急激な増加や自動車の電動化などにより機器が消費する電力は急激に増大しており、今後も増加が見込まれています。

この課題を解決するためには、再生可能エネルギーで発電した直流電力を各機器等に給電する際に交直変換を要しない直流給電ネットワークを構築し、電力変換損失を減少させることで、エネルギーをより一層有効活用することが求められています。

研究開発の内容と目標

一般的に直流給電ネットワークにおいては電圧が高いほど給電線の損失が少なく、電力変換器自体の電力効率も高くなります。しかしながら、電圧を高めて給電線や電力変換器での損失を抑制するためには、高耐圧のパワー半導体が必要で、開発には多くの費用と期間を要することから、電力変換器の高コスト化が予想されます。

そこで、本先導研究ではスイッチング特性に優れた200～500V程度の低電圧で動作するパワーMOSFETを用いた低耐圧の標準DC-DCコンバータを開発し、これらを直列に組み合わせることで、1500Vの高電圧に対応できる電源を構成し、より低コストで電力損失の少ない給電ネットワークの構築に貢献します。その際、課題となるMOSFETのスイッチング特性のアンバランスを先端実装技術で抑制する試みの特徴としています。

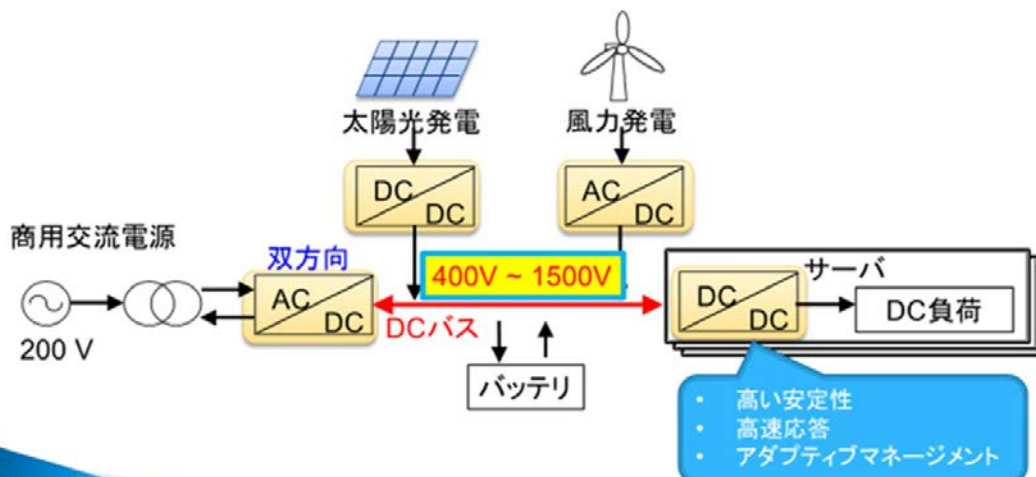
研究開発項目

1. 部品内蔵構造の先端実装技術を用いた電力変換器向けパワーモジュールの設計開発
2. 部品内蔵構造の先端実装技術を用いたハーフブリッジパワーモジュールの製作及び信頼性評価
3. 標準DC-DCコンバータおよびそれを組み合わせた多重直並列構成アダプティブ電源の設計開発
4. 標準DC-DCコンバータおよび多重直並列構成アダプティブ電源の製作と評価

研究開発の実施体制

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

DC給電システム



バナジウム代替新型レドックスフロー電池の研究開発

New redox flow battery that replaces vanadium ion active materials

研究開発の背景

政府の目標である2030年の電源構成における再生可能エネルギーの比率22-24%（課題提案当時）を達成するためには、低コストで再生可能エネルギーの大量導入を可能とする技術を速やかに開発する必要がある。変動性再生可能エネルギー利用システムを安定した高性能な蓄電池と組み合わせることにより、有効利用が実現可能となる。現在、太陽光発電等において、蓄電池を導入する経済的なメリットが未だ低く、蓄電池の普及が進んでいないのが現状である。蓄電池の導入費用の高さや安全性等の課題を解決し、家庭、商業施設、生活の場にも設置できる蓄電池開発が必要とされている。

研究開発の内容と目標

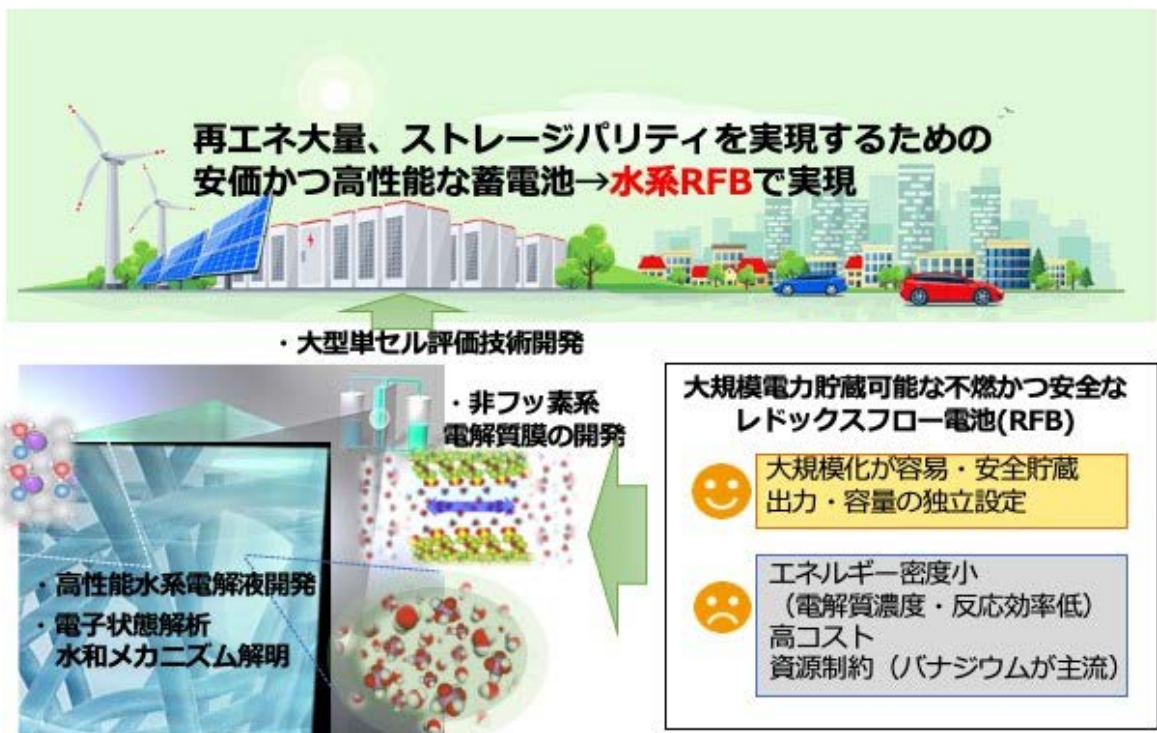
本研究開発では、大型化が容易で充放電サイクル安定性が高く、周期変動への対応が広く、大規模電力貯蔵に期待が持たれるレドックスフロー電池（RFB）の開発に取り組む。現在主流であるバナジウムRFBは、バナジウムのコストが高く、資源制約も懸念される。代替として有望なチタン-マンガン系や金属錯体材料、水系有機活性物質および低コスト・高性能電解質膜の開発を中心に、新しいRFBの研究開発を行う。様々な用途に対応できる蓄電技術のひとつとして近い将来にこれを実用化し、再生可能エネルギーのこれまで以上の大量導入とレジリエンスの同時強化を目指す。

研究開発項目

- A. バナジウム代替RFBの高性能化に向けた材料探索 (1) V系代替金属・金属錯体電解液 (2) 有機RFB電解液の開発、(3) 非フッ素系電解液の開発
- B. 放射光分光による活物質の水和メカニズム解明
- C. 大型単セル実験、評価技術の開発

研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所
三菱ケミカル株式会社
小西化学工業株式会社



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

M-G Set with Renewable Energy and Storage Battery for Expanding the Introduction of Large-capacity Offshore Wind Power

研究開発の背景

諸外国では再生可能エネルギー電源（以下、再エネ）の導入量拡大と電力システムのセキュリティ維持の両立を図るために、総需要に対し同期発電機、同期調相機などのいわゆる同期電源を、ある一定の割合以上に維持する等の対策を行っている。

わが国においても洋上風力発電の導入目標として、2030年までに1,000万kW、2040年までに3,000～4,500万kWを掲げていることから、上記の対策や再エネ（特に大容量洋上風力発電）の導入量拡大および電力システムのセキュリティ維持の両立を図ることができる技術の確立が必要となる。

研究開発の内容と目標

通常、火力発電機は再エネの発電電力の増加に伴い、下げ代の制約により停止せざるを得ない場合があるが、M-Gセットは同期電動機Mを再エネおよび蓄電池の発電電力により駆動し、同期発電機Gにより発電し系統に並列させるため、系統における同期電源の割合を低下させることなく、再エネを系統に連系できる。

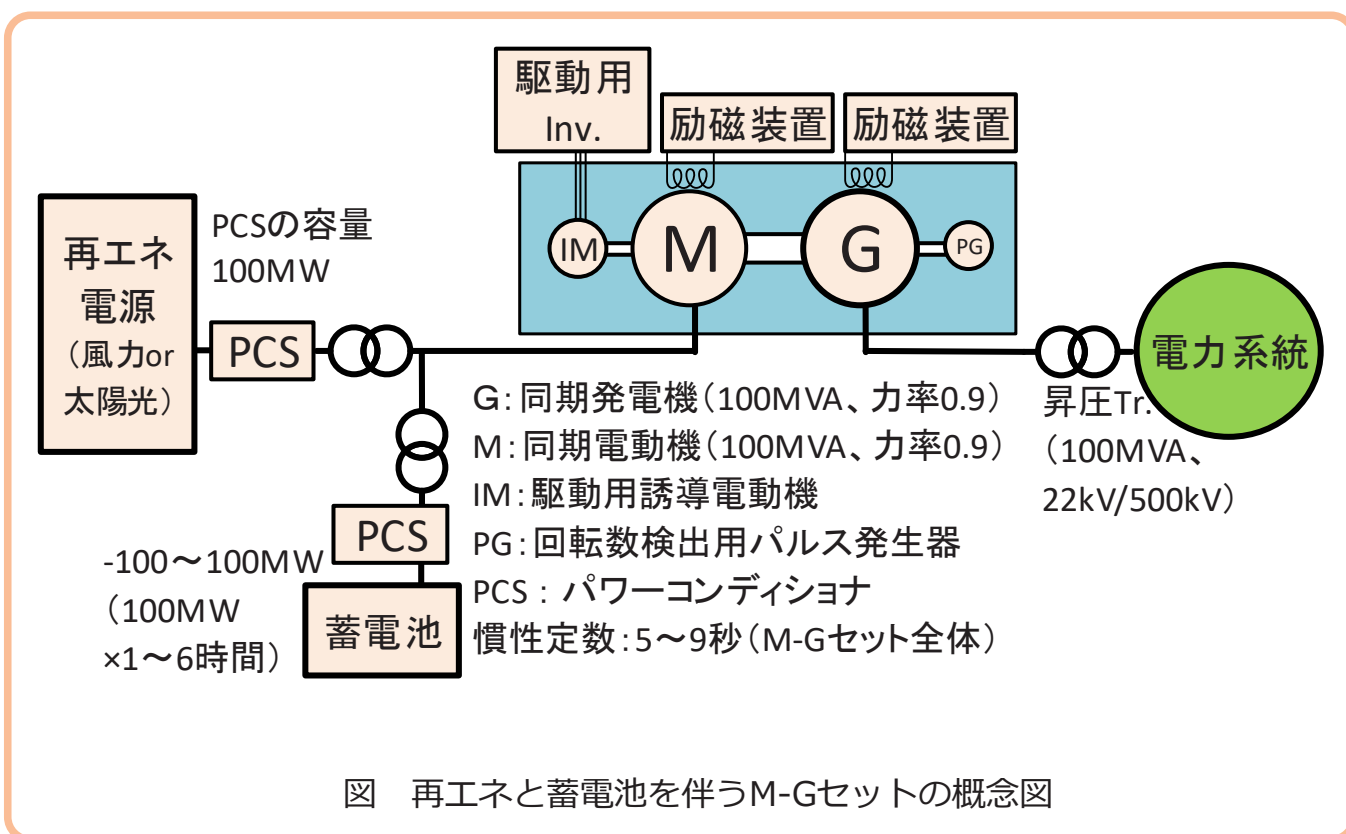
本研究では、洋上風力発電の導入量拡大および電力システムのセキュリティ維持の両立を図ることができる技術としてM-Gセットを提案し、概念設計、M-Gセットの電気・機械的な技術的課題に関する概略評価、M-Gセットの経済性評価、実用化に向けた課題の整理を行う。

研究開発項目

1. M-Gセットの概念設計
2. M-Gセットの過渡特性の概略評価
3. M-Gセットの軸トルクの概略評価
4. M-Gセットの経済性評価（コストの概算）
5. M-Gセットの実用化に向けた課題の整理（今後の課題）

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）
学校法人 上智学院
学校法人 明治大学



電力貯蔵用高安全・低コスト二次電池の研究開発

High-safety and low-cost rechargeable batteries for energy storage system

研究開発の背景

カーボンニュートラル社会の実現に向けて、変動性再生可能エネルギーが大量に導入されると、電力系統不安定化が懸念されます。その課題解決の一つとして電力貯蔵用蓄電池の導入が挙げられます。しかし既存の電力貯蔵用蓄電池では安全性等の問題から都市郊外の設置が多く、需要地である都市部への接続には、系統増強コスト増がネックです。そこで都市部に設置可能で可燃性材料を使用しない、高い安全性を有したオール酸化物型全固体電池の開発が急務です。さらに豊富な資源量を誇るNaをキャリアイオンに用いることで電池の低コスト化も図れます。

研究開発の内容と目標

オール酸化物型全固体ナトリウム電池の実用化を見据え、最大の課題である電池の高容量化を実現するために、以下の研究開発項目で取り組みます。

1. 酸化物焼結体を低融点で緻密に接合できる技術を開発します。
2. 粒子間の抵抗を低減でき、充放電による劣化を抑制できる技術を開発します。
3. 接合界面におけるマイクロ/ナノ電気化学反応のオペランド評価技術を開発します。
4. 電極活物質と固体電解質の材料合成および焼結技術を開発します。

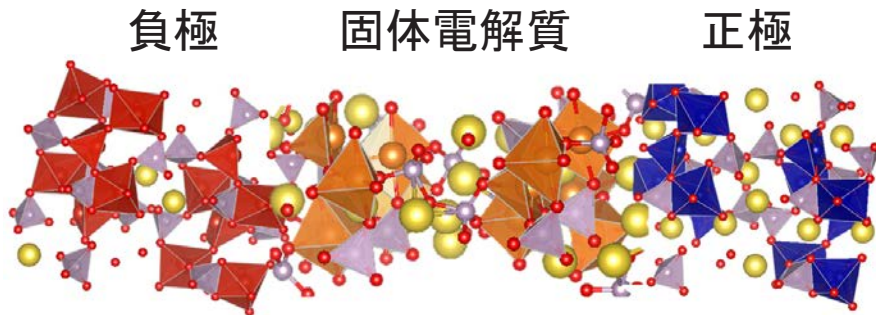
研究開発項目

1. 接合技術の開発
2. 粒子間の抵抗低減・劣化抑制技術の開発
3. 接合界面におけるマイクロ/ナノ電気化学反応のオペランド評価
4. 材料合成・焼結技術の開発

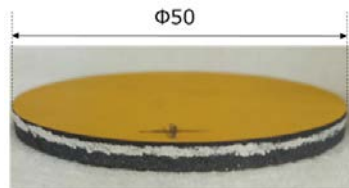
研究開発の実施体制

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

電池構成



電池サイズ



電池の安全性



Φ50mmの電池

以下の学術論文および特許をもとに本プロジェクトを開始。
 T. Kobayashi, et al., J. Power Sources, 450 (2020) 227597.
 「全固体型電池の製造方法及び全固体型電池」、特開2019-220250号。

革新的酸素富化TSAによる低環境負荷燃焼技術

Innovative oxygen enriching TSA for an environmental-friendly combustion

研究開発の背景

酸素富化燃焼は省エネルギー性に優れるだけでなく、排ガス中の二酸化炭素濃度を高めてカーボンリサイクルコストの低減にも貢献できます。さらに、バイオマス等のカーボンニュートラル燃料やカーボンフリー燃料の燃焼性向上には酸素富化雰囲気有効です。

一方、鉄鋼や発電所等から排出される、低温排熱の活用が継続的な課題となっています。この分野における酸素富化空気の潜在的需要は非常に大きいと考えられます。リアルタイム・オンサイト排熱活用型の酸素富化装置の導入は合理的であり、さらなる省エネルギーを導きます。

研究開発の内容と目標

従来型の酸素富化空気製造法とは一線を画し、燃焼装置の排熱を主駆動源として、オンサイトで適切な酸素濃度と量の酸素富化空気を製造できるハニカムロータリー式の酸素富化TSAを研究開発します。具体的取組みとして、分子ふるい炭素 (CMS) の酸素吸着量の増大とハニカム基材への担持技術を開発、また、吸着材ロータ自体の顕熱を回収し再利用できるプロセス内熱マネジメントを研究開発します。さらに、酸素富化TSAと燃焼装置との統合システム全体の省エネルギー性、経済性、酸素富化TSAの体格妥当性を確認するとともに排出NOxの低減技術を開発します。

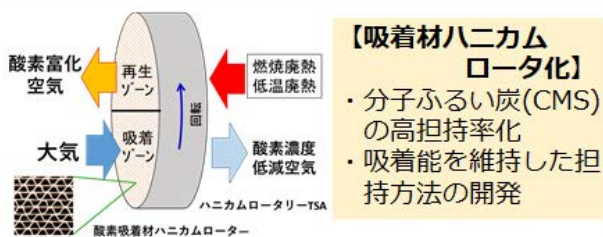
研究開発項目

1. 酸素吸着材 (分子ふるい炭素) の革新
2. ハニカムロータ化技術の確立
3. 酸素富化TSAの基盤技術開発
4. 酸素富化TSA組込み燃焼技術の基盤開発
5. 低環境負荷燃焼技術の開発

研究開発の実施体制

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
 株式会社トヨタエネルギーソリューションズ
 中外炉工業株式会社

吸着材のハニカムロータ化と酸素富化TSAの基盤技術開発



【酸素富化ロータリー-TSAの基盤開発】

- ・吸着材の迅速冷却、顕熱回収と再利用のための流路構成
- ・吸着酸素の濃縮回収するための新規再生手法

酸素吸着材の革新

【粉末状CMS(ハニカム担持用)の開発】

- ・酸素吸着容量の増大
- ・酸素/窒素分離性能の向上



分子ふるい炭(CMS)製造と、それを入力とする機械学習結果のフィードバックによる効率的な材料開発

TSA一体型燃焼装置の基盤技術開発

【省エネ型NOx低減技術】

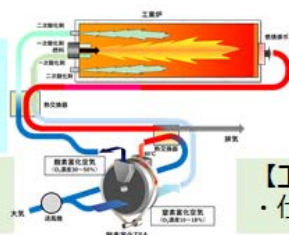
- ・酸素濃度可変利用のNOx低減技術の研究開発

【TSAとエンジンのシステム化】

- ・酸素濃度変化とエンジン排熱の供給能力変化の相互作用検討

加圧型燃焼装置 (システムが空気圧縮・排気膨張の機能を持つ)

- 【コージェネ実証】
- ・仕様検討



大気圧燃焼装置 (組合せの自由度が高い)

- 【工業炉実証】
- ・仕様検討

革新的ハイブリッド分離と酸素富化プロセスの開発

Ultrapermeable hybrid membranes for an energy-saving oxygen-enriched process

研究開発の背景

空気中の重要資源である酸素は、鉄鋼など工業炉を用いる各種製造業で大量に使用されているほか、コロナ禍に伴う医療分野での需要が急増しています。これらの酸素需要は、消費エネルギーが大きい深冷分離法による高純度酸素ではなく、省エネの膜分離法で製造可能な30%以上の濃度の富化酸素で目的に合うケースが多くあります。膜分離法による30%濃度の富化酸素を工業炉に応用すると、燃焼効率が著しく向上して、少なくとも産業部門の排出量の10%相当の4,300万トンのCO₂排出量削減が可能で、また、医療用には小型で簡便な富化酸素供給装置の開発が望まれています。これらの実現には、従来の分離膜の50倍以上の高速分離が可能な分離膜が開発されなければなりません。

研究開発の内容と目標

ゼオライトなどの多孔性の微細な結晶表面をグラフェンで包接し、平坦なグラフェンと多孔性の結晶表面間のサブナノ空間による分子篩空間を多量に創出して、高速で30%富化酸素を製造できるハイブリッド分離膜を開発します。このためにグラフェンで包接した微細な結晶粒子同士を、加圧等により密着して膜化する技術を開発し、まず小型の医療用30%富化酸素供給装置を製造できる高速分離膜技術に仕上げます。同時に、高速分離膜に固有のプロセス技術を開発して、優れた省エネ性を備えた技術とします。

高い分離性を維持しながら分離膜を大型化する研究を進めて、富化酸素を必要とする種々の産業へと応用できる技術に発展させ、二酸化炭素削減に大きく寄与できるようにします。

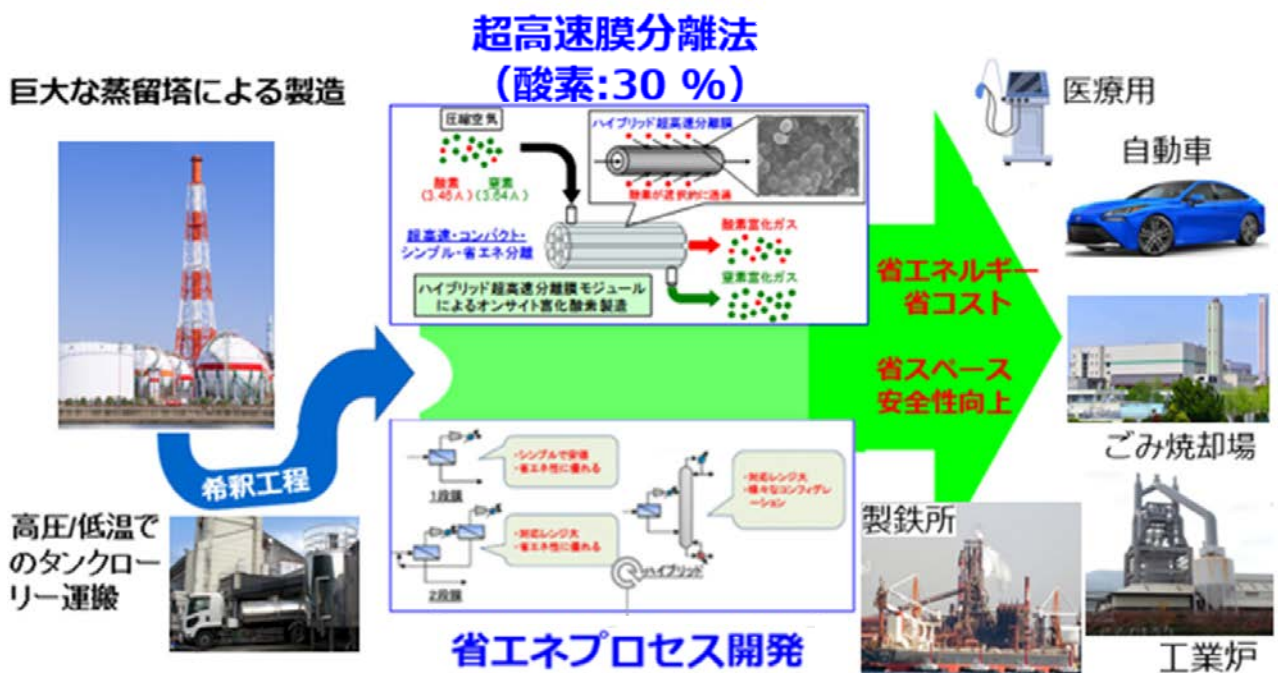
研究開発項目

1. 酸素富化用ハイブリッド分離膜材料の開発
2. 分離膜製造技術の開発
3. 省エネ型酸素富化プロセスの設計と評価

研究開発の実施体制

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、株式会社SEPINO、国立研究開発法人 産業技術総合研究所

図 高速分離膜を用いる酸素富化技術は省エネと安全を実現



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

Adhesive Bonding Technology for Thermal Management of Electronic Devices

研究開発の背景

コロナ禍を契機とした社会変革において、デジタル化への不可逆的な加速が生じ、情報端末・通信機器のより低消費電力駆動や高寿命化が求められています。電子デバイスはそのコア技術ですが、三次元IC技術による高集積化や大型化により発熱密度が高まり、誤作動や故障、低寿命化、火傷の問題が生じています。そのため、電子デバイスの放熱性の確保が重要であり、素子と放熱材料を繋ぐ様々な熱界面材料 (TIM) が用いられていますが、界面のエアギャップなどにより、十分な熱伝達性能が発揮できていません。

研究開発の内容と目標

本研究では、電子デバイスの性能・効率を極限まで高める熱マネジメントのための接着接合技術に着目し、最適な熱伝導性を発現する添加剤 (フィラー) のネットワーク構造の把握と界面熱抵抗を低減する界面構造構築の観点で、高耐熱性と振動吸収性を有する接着性熱界面材料開発、シミュレーションを用いた界面熱抵抗を低減する界面構造把握、複合構造における熱物性計測技術の検討を行います。

さらに、本研究を通じて、実用化に向けた技術課題を抽出するとともに課題解決の指針を明らかにし、その後の研究開発内容を具体化することを目標とします。

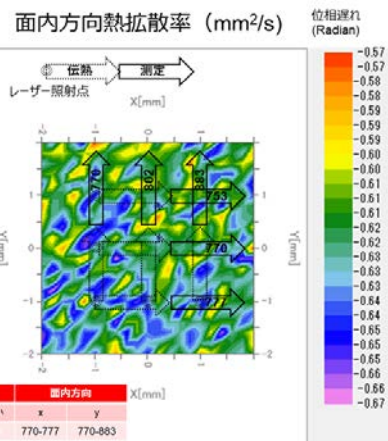
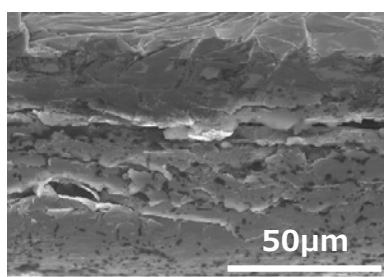
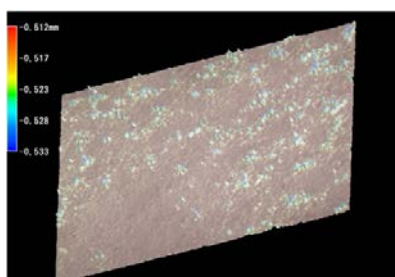
研究開発項目

1. 新規接着性TIM創出に関する検討
2. 接着基盤技術の創出に関する検討
3. シミュレーションを用いた接着剤成分の分散状態解析技術開発

研究開発の実施体制

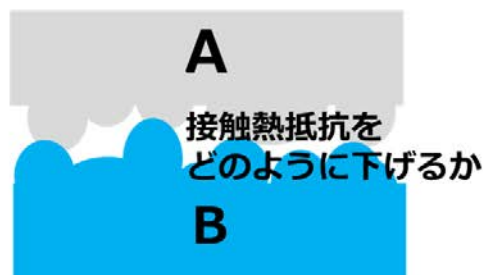
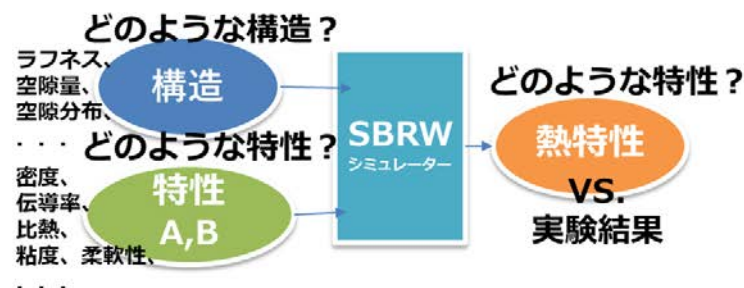
国立研究開発法人産業技術総合研究所
セメダイン株式会社

界面構造把握と熱物性計測技術の高度化



TIM界面エアギャップの可視化 TIM構造解析と熱物性との相関

マルチスケール界面系の熱シミュレーション技術開発



表面・構造機能化による新コンセプト熱物質交換器開発

Novel Heat and Mass Exchanger by Surface and Structure Functionalization

研究開発の背景

カーボンニュートラルを実現するための徹底した省エネルギー、大量の変動型再生可能エネルギーの導入といったエネルギー需給構造の変革に伴って、熱交換器や反応器にもこれまで以上にコンパクト化・軽量化・低コスト化・高応答性等のニーズが強まっています。一方で、現状技術では熱交換器の設置面積やコストが大きく大幅なコストアップを招くため、従来の延長線上にはない画期的な低コストと性能を両立する新規な熱物質交換器が求められています。材料の特性を活かしつつ弱点を補う設計や製法を開発することで、従来とは非連続的に異なる新コンセプトの熱物質交換器を創出する必要があります。

研究開発の内容と目標

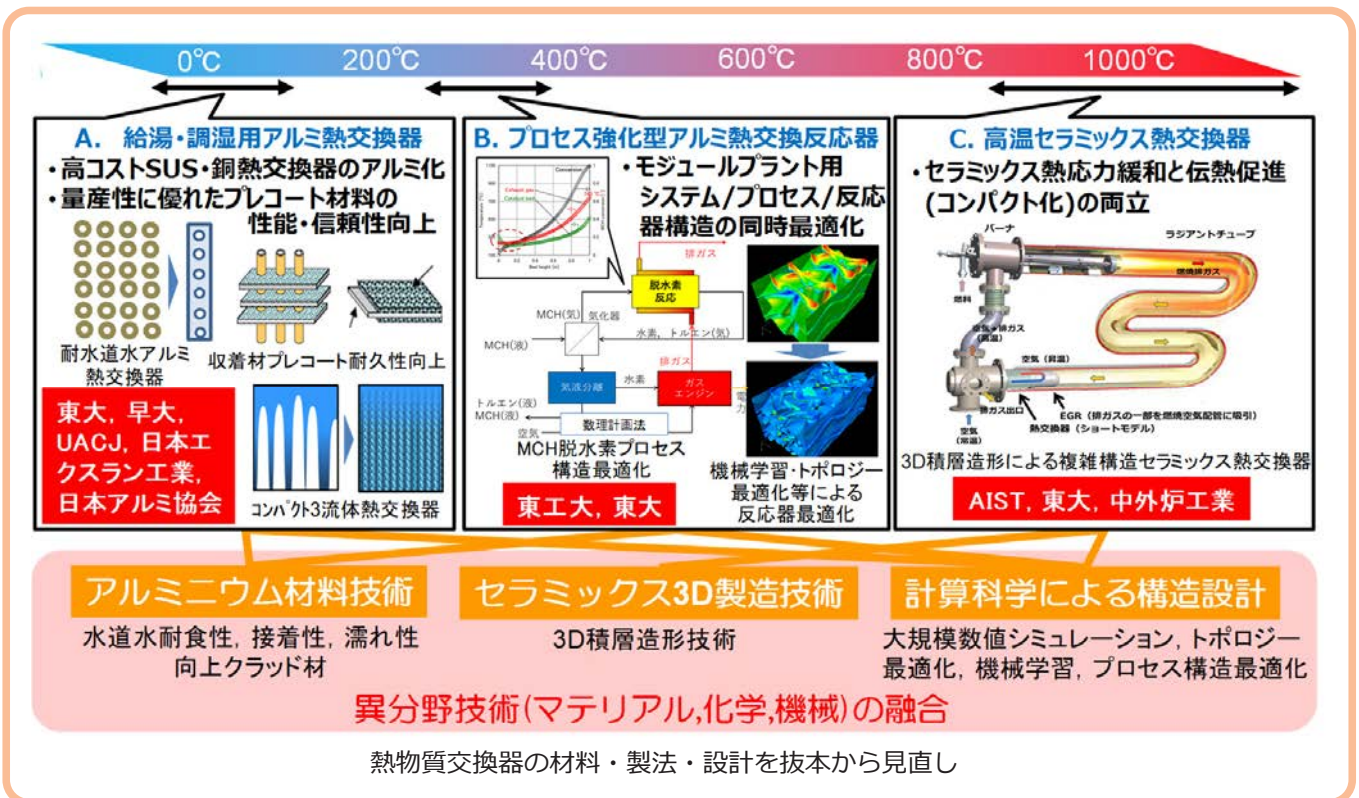
本事業では、ステンレスや銅が用いられているため低コスト化が進みにくい中低温用途における熱交換器のアルミニウムへの材料転換、金属が使用できないため熱回収が十分進んでいない900℃以上の高温熱交換へのセラミックスの適用に挑戦します。耐腐食機能を高めた表面改質アルミニウム材や、伝熱促進や応力緩和機能を有する複雑な3次元構造の付与が可能なセラミックス製造技術を開発するとともに、計算科学に基づきこれらの特性を最大限活かしつつ弱点を補う形態（形状、構造）の新コンセプトの熱物質交換器を創出することを目的としています。

研究開発項目

- A-1. アルミニウム材料高耐食性化による給湯用熱交換器の開発
- A-2. 密着性改善による収着材プレコートアルミニウム材料の開発
- A-3. 潜顕熱分離空調用3流体熱交換器の開発
- A-4. 実用化及び国家プロジェクト化に向けた将来計画の策定
- B-1. スーパーストラクチャーを用いた熱交換反応モジュールの構造機能設計
- B-2. 計算科学に基づく伝熱促進コンセプトの創成・最適設計・評価
- C-1. 3D積層造形等によるセラミックス熱交換器製造技術の開発
- C-2. 高温セラミックス熱交換器の構造設計および評価

研究開発の実施体制

- 国立大学法人 東京大学
- 学校法人早稲田大学
- 株式会社UACJ
- 日本エクスラン工業株式会社
- 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



相界面制御による熱・物質移動促進プロセス技術開発

Heat and Mass Transfer Enhancement by Controlling Phase Interfaces

研究開発の背景

計算科学による表面のミクロ・ナノ構造の設計、材料、製造加工・プロセス技術を融合することにより、低コストで高性能な熱交換技術を実現し、幅広い産業分野における利活用が可能となることを目的としている。

そのうち、本先導研究では、全く新しい伝熱や物質移動の促進手法を提案し、開発する。例えば、含水多孔体を用いた瞬間高温蒸気生成、親水・撥水コーティングおよび多孔体を用いた伝熱性能の飛躍的な向上などである。

研究開発の内容と目標

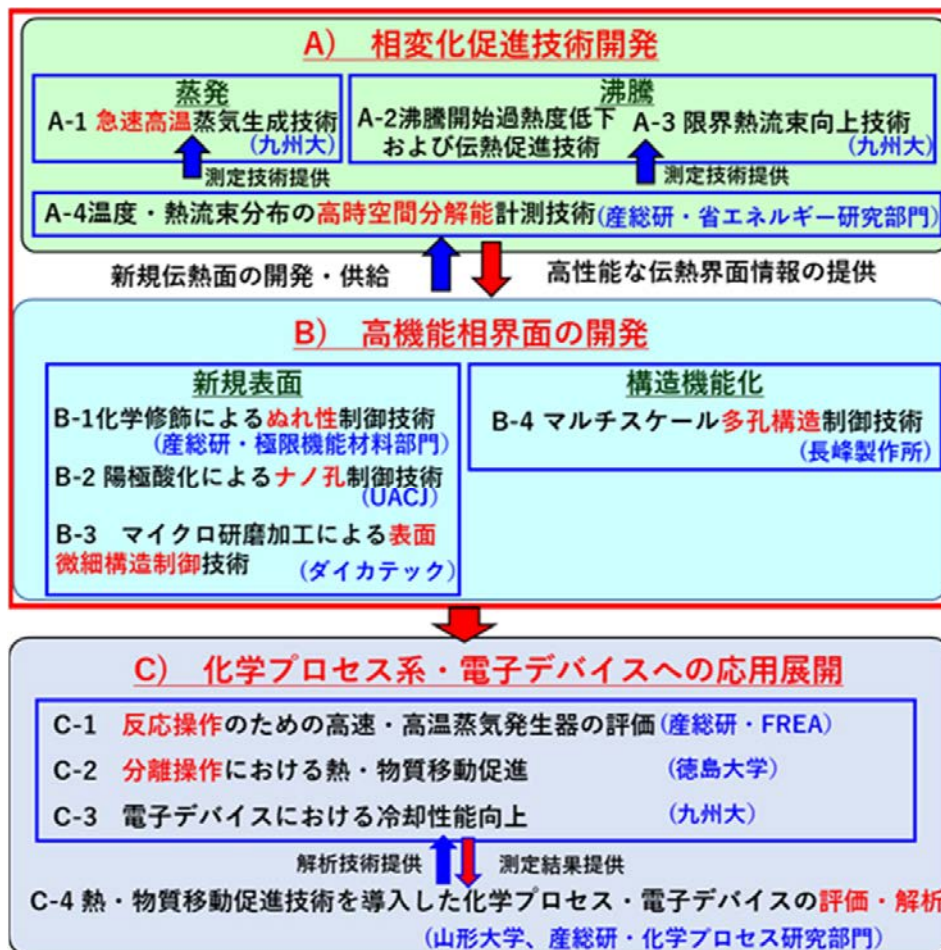
本研究開発では、熱・物質移動プロセスを大幅に促進させ化学プロセス等に適用しCO₂削減に挑む。一方で、本グループが発見した新しい伝熱や物質移動の促進手法のメカニズム自体は、物理現象が複雑であるため不明な点も多い。したがって、本研究開発では、大幅な省エネルギー化を達成するため、伝熱や物質移動の促進メカニズムを解明し、その性能を最大化させる新規表面・構造機能化技術と融合させることで伝熱促進と物質移動の大幅な改善を行う。

研究開発項目

1. 相変化促進技術の開発
「気液二相系における伝熱と物質移動の大幅な促進機構の解明」
2. 高機能相界面の開発
「ナノからマクロスケールにわたる気液の流れを制御可能な新規表面・構造機能化の創成」
3. 化学プロセス系・電子デバイスへの応用展開

研究開発の実施体制

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



革新的アンモニア燃焼による脱炭素工業炉の開発

Decarbonized Industrial Furnace by Innovative Direct Combustion of Ammonia

研究開発の背景

工業炉における高温加熱プロセスは、あらゆる産業の製造現場において必要不可欠なプロセスである一方、大量の化石燃料が消費されている。日本では現在、約40,000基の工業炉が稼働しており、そのうち燃焼式工業炉から排出されるCO₂はおよそ6,600万ton-CO₂/年で、国内総排出量の約6.2%を占める。

したがって、日本における2050年のカーボンニュートラル実現に向けて、産業界の脱炭素化対策が急速に進むと予測されるなか、燃焼式工業炉の化石燃料依存からの脱却に挑戦する意義は大きい。第一期SIPでは、化石燃料との混焼や酸素富化燃焼が必要であったが、工業炉の脱炭素化のためのアンモニア燃焼技術として、炉の低温立上時から化石燃料を使用せず、酸素富化を行わない、「アンモニア/空気専焼技術」が必要である。

研究開発項目

1. 『トリプルゼロ燃焼コンセプト』実現のための燃焼法確立
2. アンモニア改質ガスによる燃焼技術開発および改質技術開発
3. 炉内構成部材、被加熱物への影響調査とモデル化
4. 燃焼炉プロトタイプを試作・評価・設計指針獲得

研究開発の内容と目標

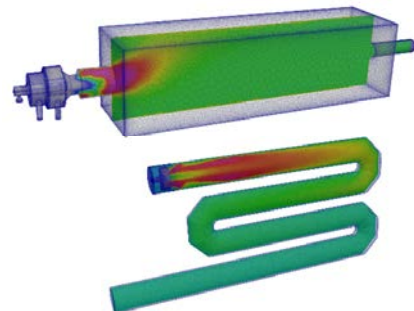
NO_xと未燃アンモニアの低減が実現されるのは極めて狭い範囲の空気比であるが、燃料過濃側ですすやCOの生成しないアンモニア燃焼の特徴を活かし、アンモニア改質ガスの燃焼技術開発を通じてCO₂、NO_x、未燃アンモニアの『トリプルゼロ燃焼コンセプト』の実現を目指す。さらに、燃焼器構成部材、被加熱物への燃焼排ガスの影響のモデル化・制御を行い、ラジアントチューブバーナ、リジエネバーナ、燃焼炉のプロトタイプを試作・評価し、アンモニア燃焼による脱炭素工業炉の社会実装に向けて次の研究開発段階における課題の抽出と整理を行う。

研究開発の実施体制

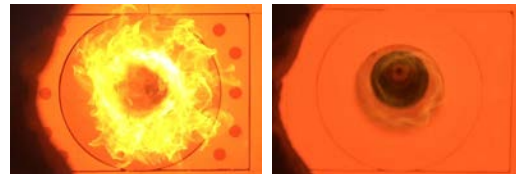
国立大学法人 大阪大学
 中外炉工業株式会社
 国立大学法人 東京大学



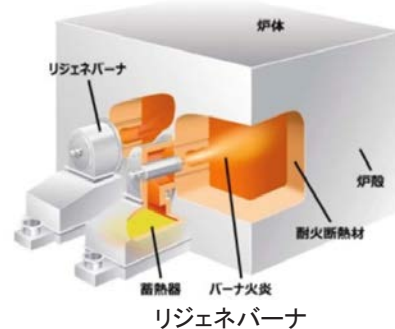
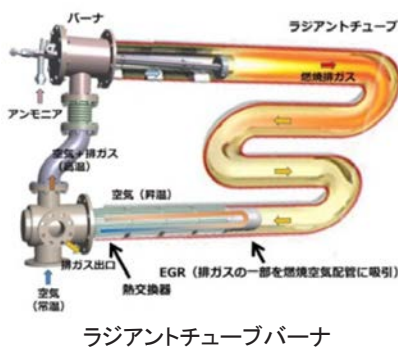
100kW級燃焼試験炉



100kW級燃焼試験炉(上)とラジアントチューブバーナ(下)の三次元数値解析



100kW級燃焼試験炉における都市ガス火炎(左)とアンモニア火炎(右)



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

Ammonia-fueled carbon-free next generation high-efficiency industrial furnace

研究開発の背景

政府が掲げる2050年までに温室効果ガスの排出を実質的にゼロとする目標達成のためには、年間約2.4億トンのCO₂が排出されている工業炉分野においても、脱炭素化が必要不可欠である。工業炉分野においては、電気炉への転換や使用する燃料のカーボンフリー燃料への転換等の根本的な対策が必要である。カーボンフリー燃料の中でもアンモニアは水素エネルギー密度が高く、貯蔵性に優れ、分子に炭素を含まないことから、直接燃焼利用できるエネルギーとしてキャリアとして注目されているが、熱効率の高い高温空気燃焼技術にアンモニアを導入するための研究開発が必要である。

研究開発の内容と目標

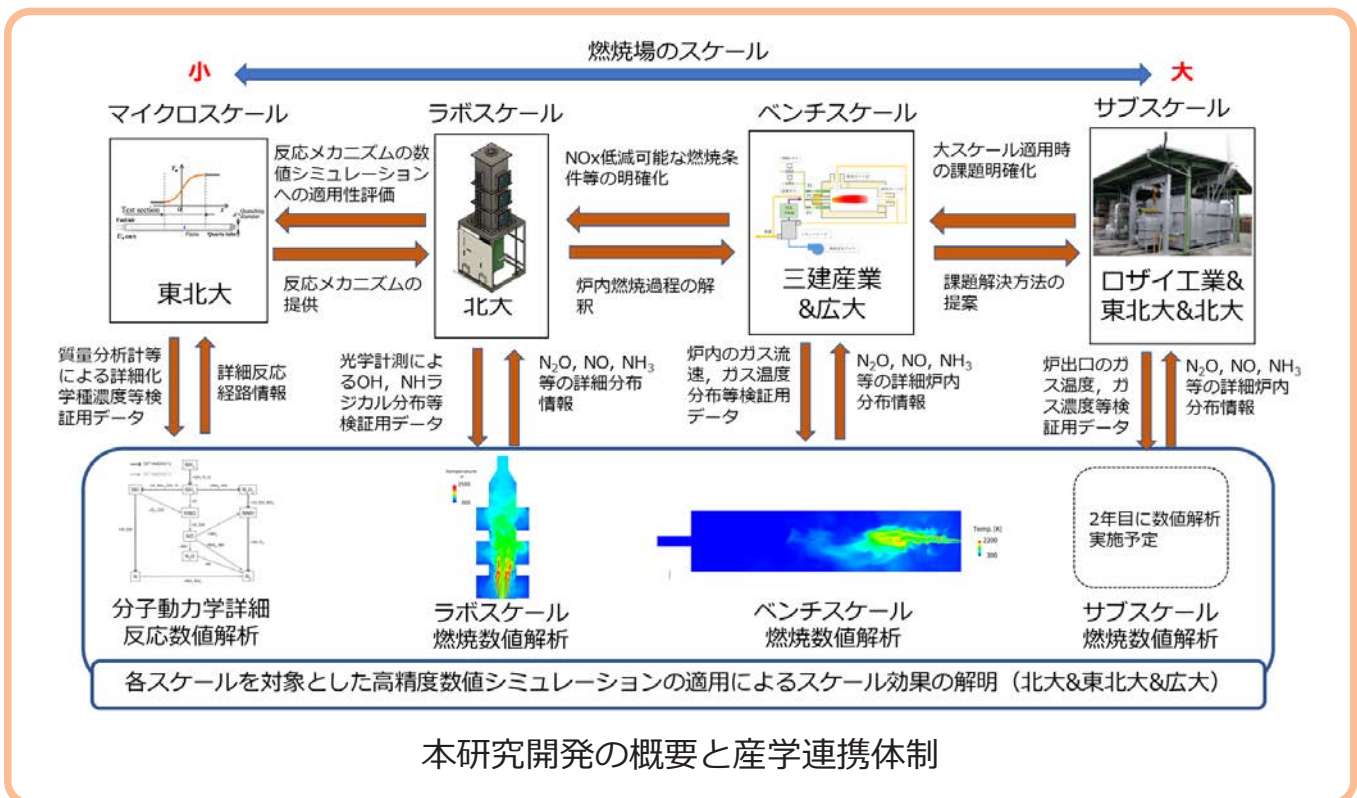
本研究開発では、高温空気燃焼バーナにアンモニアを導入した際の排ガス中NOおよびN₂Oの同時低減技術の開発を目指す。各実施機関において、スケールの異なるアンモニア混焼高温空気燃焼実験を実施し、反応性熱流体科学に基づいた現象の理解により、アンモニア混焼高温空気燃焼過程を解明する。また、各スケール燃焼場を対象として、詳細反応メカニズムを用いた数値シミュレーションを実施してスケール効果を明らかにするとともに、詳細な化学種・温度分布データを取得し、NOおよびN₂Oの同時低減技術の確立に向けた新しいバーナ設計指針を得ることを目的とする。

研究開発項目

1. サブスケール高温空気燃焼バーナへのアンモニア導入実証試験
2. アンモニア混焼用ベンチスケール実験炉の開発とアンモニア高温空気燃焼特性の解明
3. ラボスケールバーナによるアンモニア混焼高温空気燃焼過程の解明
4. N₂O分解反応過程の化学種データ取得
5. 各スケール燃焼場を対象としたアンモニア混焼数値シミュレーション

研究開発の実施体制

国立大学法人 北海道大学
ロザイ工業株式会社
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
(再委託先)
日本プラントエンジニアリング株式会社



大型海藻類の完全利用に向けた基盤技術の開発

Construction of core biotechnologies suitable for complete utilization of seaweeds

研究開発の背景

栄養塩豊かな日本の海域は、卓越した生物資源の生産量を誇ります。大型海藻類（ブルーカーボン）は、日本に特徴的かつ持続的に入手可能な唯一のバイオマス資源です。したがって、大型海藻類のバイオリファイナリーは、「オイルリファイナリーからバイオリファイナリーへの転換と脱却」をもたらす大きな可能性を秘めています。一方で、オールインワン型のブルーカーボン変換プロセスを実現するためには、「海藻類からの有用成分の抽出」、「海洋性細菌の生産する酵素群の活用」、「付加価値の高い物質への変換」に関する技術開発が解決すべき課題となっています。

研究開発の内容と目標

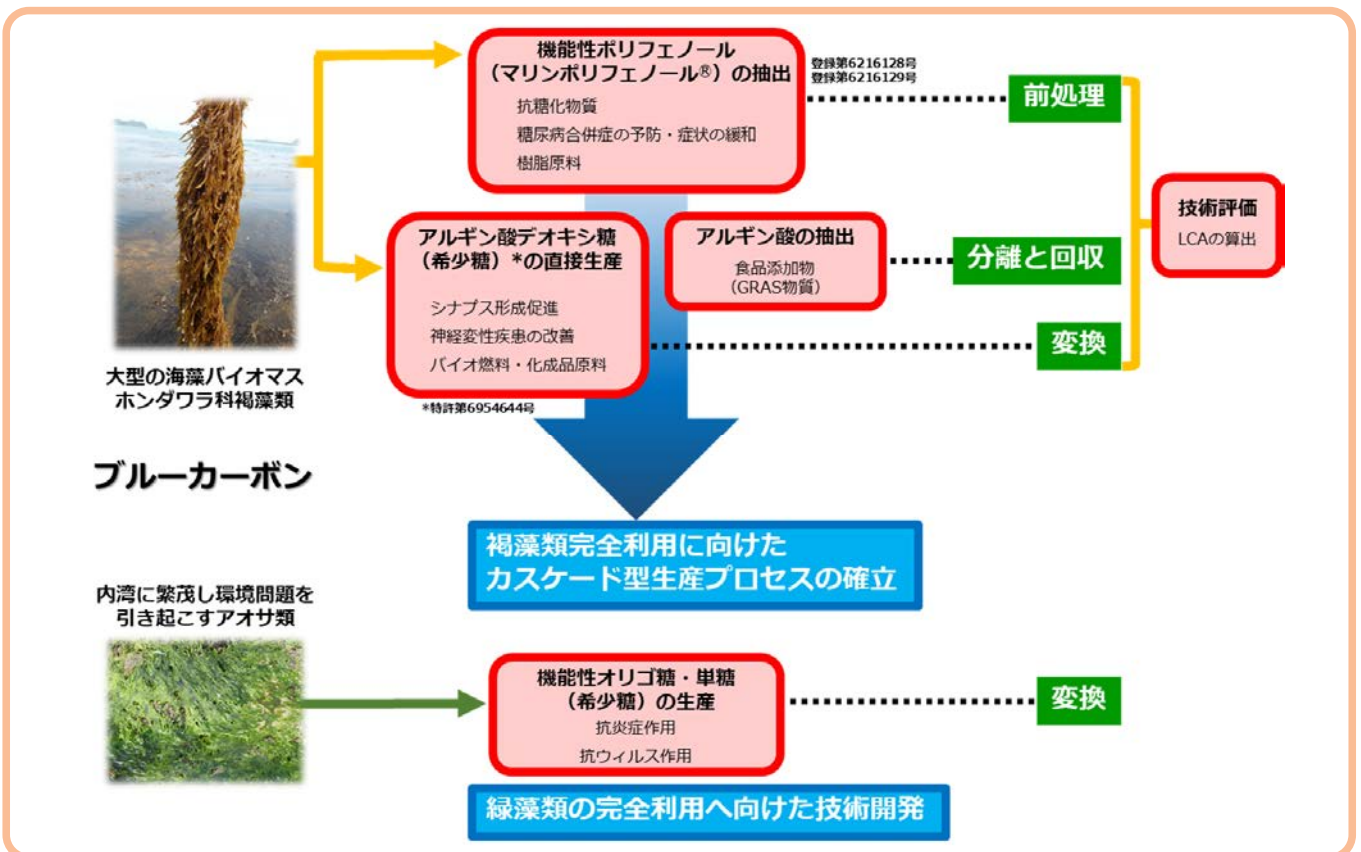
本研究では、①未利用な褐藻類からの機能性ポリフェノールの抽出（前処理）、②ポリフェノール抽出残渣からのアルギン酸の抽出（分離と回収）、③ポリフェノール抽出残渣からのアルギン酸デオキシ糖（希少糖）の直接生産（変換）、この3点について研究開発し、全てを有機的に結び付けたカスケード型生産プロセスを構築します。さらにチャレンジングな取り組みとして、④微生物分解による緑藻硫酸化多糖類からの機能性オリゴ糖と希少糖の生産（変換）、について研究を行い、「大型海藻類完全利用」の実現を目指します。

研究開発項目

1. 機能性ポリフェノール・フロロタンニン類の探索と利用法の開発
2. ポリフェノール抽出残渣からのアルギン酸及び希少糖の直接生産法の開発
3. 緑藻類硫酸化多糖分解細菌のスクリーニング及び分解酵素遺伝子ライブラリーの構築
4. 海藻類の生産に関する実態調査及び社会実装を見据えた技術と体制の取りまとめ
5. 開発した生産プロセスに関する技術評価

研究開発の実施体制

国立大学法人 三重大学



海産性微細藻類培養拠点のための研究開発

Marine microalgae culture bases

研究開発の背景

海洋水・海洋環境を利用して光合成生物を培養しCO₂固定とともに有用物質を生産する技術の開発は、カーボンニュートラルな持続可能社会の構築に不可欠です。大型藻類に比べて微細藻類は培養・収穫の自動化が可能であり、バイオマス生産性も高いことが示されています。一方、微細藻類の培養には高価な窒素源・リン酸・金属塩などの供給が不可欠で、メタン発酵消化液を各種栄養塩の供給源として低コスト・低エネルギー負荷で連続的に培養を維持できる仕組みを構築する必要があります。また、培養に適し有用物質生産が可能な藻類株の育種法を開発します。培養に必要な海水は年間を通じて性状が安定し、表層水に比べて清浄な塩性の地下水を用いて培養するために必要な情報を入手します。

研究開発の内容と目標

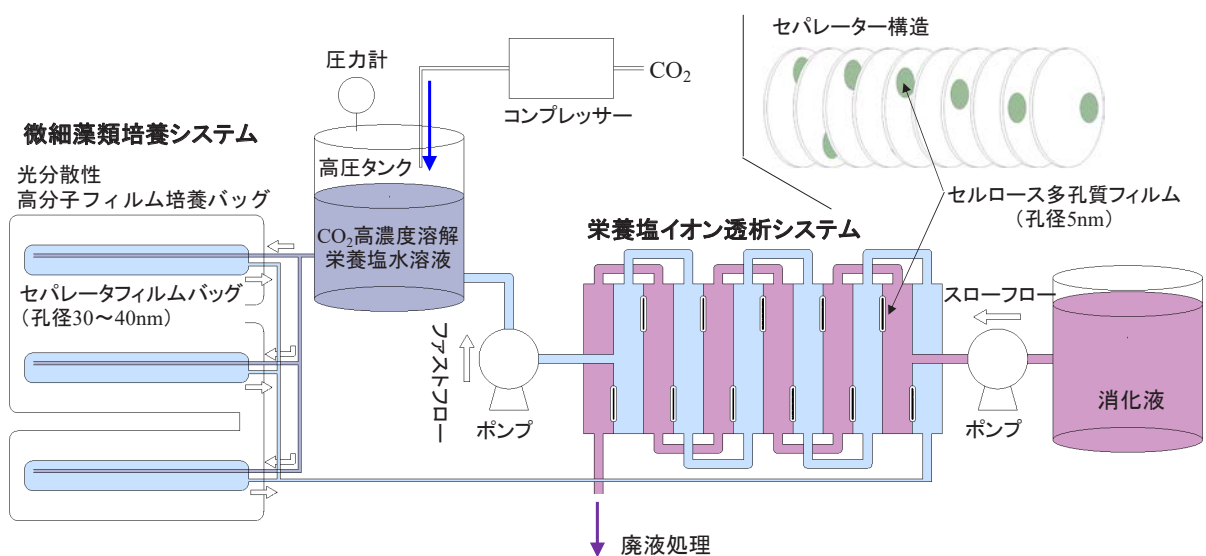
廃有機物のメタン発酵から排液として発生するメタン発酵消化液には高濃度の栄養塩成分が含まれ、その浄化処理には多くのエネルギーを消費しています。この消化液の栄養塩を半透膜を介して浸透圧によってハプト藻の培養液に供給し、浄化するとともにハプト藻を循環型高密度培養して、燃料に利用可能なアルケノンを大量生産する技術を開発します。DNA上の特定配列に配置した15Nを陽子線照射によって共鳴核反応によって配列特異的に突然変異を誘発する微生物の新規育種技術により、油脂および有用物質の生産性を向上する技術を開発します。通年にわたって塩性の地下水と表層水でハプト藻を培養し、成分分析の結果とあわせて、海産性の微細藻類の培養を安定に行うための基礎情報を取得します。

研究開発項目

1. 連続透析によるハプト藻の連続大量培養システムの構築
2. 有用物質生産のためのハプト藻の育種
3. 地下塩水利用による海産性藻類培養技術の構築

研究開発の実施体制

国立大学法人 筑波大学
 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



構築する連続培養システムの概略図。消化液・一次循環水・培養液を半透膜で区切り、消化液中の浮遊物質、細菌類が直接培養液に混入することなく、培養に影響を与えない。濾過と違い低エネルギーで運用できる。メタン発酵、発電から生じるCO₂をオンサイトで回収できる利点がある。

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

Optimal energy and work management technology for electric agricultural machines
and agricultural robots by introducing machine load control

研究開発の背景

現行の農業機械では、車速が制御パラメータとなっており、作業中の負荷状態は、振動や騒音などの情報から操縦者が経験的に検知し、異常や危険を回避してきました。しかし、電動化を進めるにあたって、既往の研究により消費エネルギーだけでなく振動や騒音も大幅に低減されることを確認しており、機械負荷の変動による異常状態を検知しにくくなるのが問題となります。すなわち、機械負荷の状態をモニタリングしながら機械制御することが農業機械の電動化には必須の技術となります。

機械負荷を最適域に保つことができれば、無駄なエネルギー消費もなくなり、機械負荷が適正域から外れた状態は、機械や作業精度の異常シグナルとなります。最適なエネルギー管理と作業管理を両立し、農業機械の安全性や作業精度を常に監視できる技術として、農業機械の自動化・ロボット化にも展開していきます。

研究開発の内容と目標

農業機械を大きく4タイプに分類しました。

Type 1：高トルク農機として、耕うん作業や草刈作業に使われるトラクタや乗用モーター

Type 2：低トルク農機として、移植、施肥、防除や土寄せなどに使われる管理機

Type 3：トルク分散農機として、作物の収穫機で刈取、搬送、脱穀、選別など複数の作業部を有するコンバイン

Type 4：小型農業ロボット

タイプごとに、機械負荷と消費エネルギーとの関係を分析していくことで、下図に示した研究目標に取り組んでいます。また、Type 4 では、機械側のアプローチだけでなく、ロボット導入の効果を十分発揮できる圃場設計についても一体的に構築することで、未来型ロボット農業の社会実装の筋道を立てようとしています。

研究開発項目

A：走行系および作業機駆動系の機会負荷制御アルゴリズムの構築

T1…電動乗用モーターのエネルギー消費削減技術の構築

T2…電動乗用管理機の最適制御システムの構築

T3…コンバイン刈取部・風選別部の電動化による作業精度検知技術の構築

B (T4)：急傾斜農地向け自律走行ロボットの機械負荷制御とロボット高適応性圃場設計

研究開発の実施体制

国立大学法人愛媛大学
(共同実施) 愛媛県農林水産研究所
井関農機株式会社

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

Type 1:高トルク農機
電動乗用モーターの
エネルギー消費削減技術の構築



Type 2:低トルク農機
電動乗用管理機の
最適制御システムの構築



Type 3:トルク分散農機
コンバイン刈取部・風選別部の
電動化による作業精度検知技術
の構築



Type 4:小型農業ロボット
急傾斜農地向け自律走行ロボットの
機械負荷制御とロボット高適応性圃場設計



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

Wavelength-selective organic solar cells for agricultural application

研究開発の背景

本研究開発は、農作物の生育に悪影響を与えることなく農地および周辺に電力を供給できるエネルギー地産地消のシステムを目指します。シリコン太陽電池を用いたソーラーシェアリングでは全波長域の光エネルギーを農業と発電で分け合うこと、重いため設置用の架台設備が必要なのが課題です。これに対して『太陽光のなかでも青色光と赤色光を透過し、緑色光だけを選択的に吸収』、かつ、『軽量、フレキシブル、安価』を併せ持つ有機太陽電池(OPV)の技術を創出します。この特徴を活かした波長選択型OPVは、農業用ハウスへの導入が可能であり、エネルギー供給、温室効果ガス削減、食料の安定供給を一挙に解決できる有望技術です。

研究開発項目

1. 緑色光波長選択的なアクセプターの開発
2. 近赤外色光選択的な有機半導体材料の開発
3. モジュール作製に向けたアクセプター合成
4. 農業用途の太陽電池評価に向けたモジュール作製
5. モジュールサイズ波長選択型OPVの太陽電池評価

研究開発の内容と目標

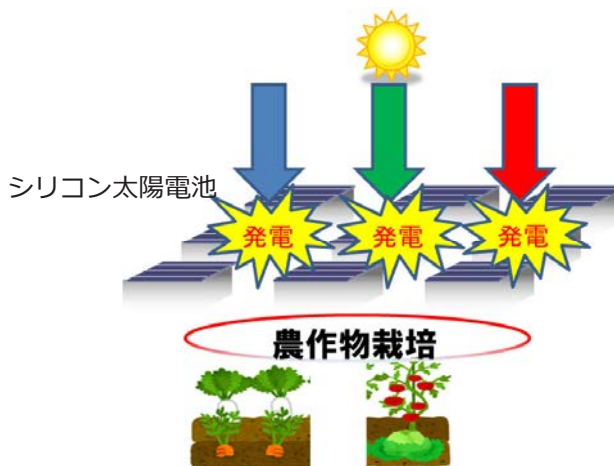
OPVの発電層はドナーとアクセプターで構成されます。本研究開発では、緑色光に対して波長選択的な高性能アクセプターを開発します。このアクセプターと低コストの緑色光選択的ドナーのポリ(3-ヘキシルチオフェン)で構成するOPVは、青、赤色光は農作物の生育に有用であるだけでなく、緑色光で発電が可能です。この波長選択型OPVが発電効率と農作物の成長に与える影響を系統的に解明します。さらに、近赤外光での発電に質する有機半導体材料の開発も行います。近赤外光を利用することができれば、農業用ハウスへの搭載において、近赤外光由来の熱が抑制できるうえに、太陽光を発電と農作物栽培に有効活用することができます。

研究開発の実施体制

国立大学法人大阪大学 産業科学研究所
 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
 公立大学法人公立諏訪東京理科大学

従来技術：ソーラーシェアリング

青、緑、赤色光：農作物の生育，発電

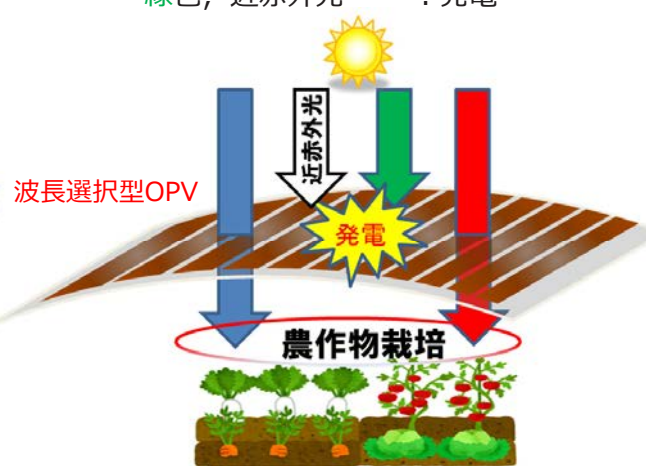


課題

- ・全波長の光を発電と農業で分け合う（農地面積が減少し，収穫量が減少）
- ・太陽電池パネルの日陰の影響
- ・重い，曲げられない
- ・大規模農地向けの設計思想

本研究開発：ソーラーマッチング

青、赤色光：農作物の生育
 緑色，近赤外光：発電



特徴

- ・発電と農作物の生育の波長帯域を分離（農地面積を確保，収穫量は増加）
- ・透過性を調節可能
- ・軽量，フレキシブル
- ・農業用ハウスに設置（貼付）可能

植物工場向けDR・生育維持システムの基礎技術開発

Demand response (DR) technology and growth maintenance system for plant factories

研究開発の背景

電力ネットワークの脱炭素化に向けて再エネの大量導入が期待されていますが、これらの出力変動に対応するためには系統柔軟性の確保が重要です。とりわけ離島では、エネルギーの需要量と供給量が小さく、再エネ導入の不安定性の問題に直面すると考えられます。人工光型植物工場は気候影響を受けないため、離島における生鮮野菜の安定供給に適していますが、既存の植物工場は栽培環境を一定に保つことを原則としており、系統電力に依存しています。植物工場の電気を再エネで賄い、ディマンド・リスポンス (DR) に対応しつつ、野菜の成長に悪影響を及ぼさない範囲で照明や空調などの電気使用量を調整できれば、次世代型ゼロエミッション植物工場が系統運用の安定化に貢献することが可能になります (図1)。

研究開発の内容と目標

宮古島に再エネで稼働する植物工場実験施設を設置し (図2)、DR発動時に想定される様々な条件で植物工場内の環境変化や植物への影響についての基礎データを取得・評価し、植物工場側での対策技術を開発します。これらをもとに、離島における電力系統の需給バランスの維持に貢献するため、野菜の成長への影響を最小化しながら植物工場内の空調・照明・水処理システム等の稼働、負荷を調整する植物工場用エネルギーマネジメントシステム (PEMS) を開発し、需給調整力をもった小規模植物工場の離島モデルを構築します。さらに電力系統の調整力リソースとしての植物工場のポテンシャル評価を行い、DR発動時における植物栽培側と系統側の課題の明確化、および対策技術の基盤を構築します。

研究開発項目

1. 再エネで稼働可能な植物工場の設計・設置
2. 環境変化が植物栽培に及ぼす影響調査
3. DR発動に応じた成長維持技術の開発
4. 植物工場用エネルギーマネジメントシステム (PEMS) の開発
5. 電力系統の調整力リソースとしての植物工場のポテンシャル評価

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
(再委託先)
沖縄電力 株式会社



図1. 島嶼部地域マイクログリッドにおける次世代型ゼロエミッション植物工場の役割



図2. 植物工場実験施設の外観写真 (上) と栽培室内のレタス栽培写真 (下)

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

Decarbonized electric robot for forest management in rural area

研究開発の背景

農山村地域の人口減少により、主伐後の再造林は3割程度しか実施されておらず、林業の持続性が損なわれており、森林が炭素吸収源として十分な機能を果たせなくなる恐れがあります。造林作業を行う現場は傾斜地であり、伐根等の障害物が散在し、地表面の凹凸が厳しく、ホイール式やクローラ式の従来型車両では移動困難であるため、ほとんどの作業は手持ち機械等による人手作業で行われており、作業能率が低い状況となっています。このため、造林現場においても移動可能な車両を導入し、人手不足の解消とともに、労働負担の低減を図る必要があります。

研究開発の内容と目標

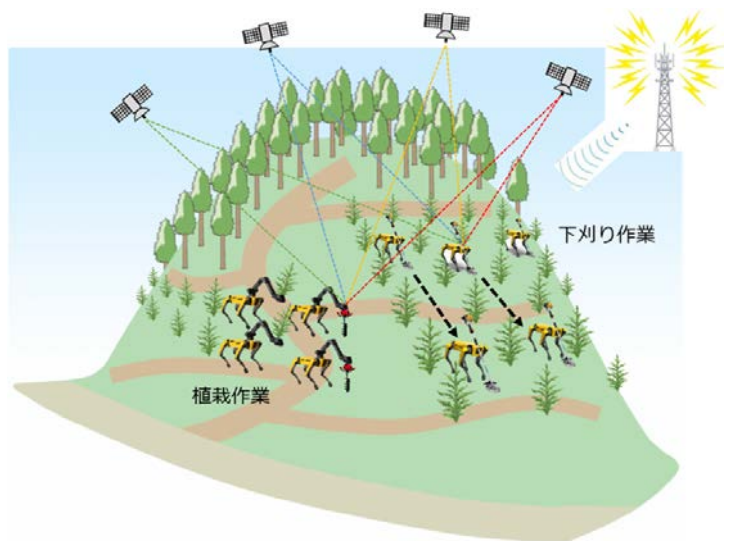
本事業では、従来の移動機構とは全く異なる4足歩行型電動ロボット (spot) を森林域に導入し、ロボットによる造林作業の可能条件を明らかにします。さらに、GNSS情報を利用して自動歩行機能を付加するとともに、複数台のロボットが互いに位置情報等を共有して、協調作業を行える装置を開発することを目指します。これらの技術が確立できることにより、苗木等の運搬作業に活用できるほか、苗木の植付、雑草木の除去等の造林作業の機械化の可能性を広げることが可能となります。

研究開発項目

1. 造林作業地における4足歩行ロボットによる作業環境条件の検討
2. 造林作業地における適切で実現可能な歩行方法の調査・検討
3. 造林作業地における自動歩行機能の開発
4. ロボット化造林作業の植栽仕様の提示
5. 複数台ロボットによる協調作業装置の開発

研究開発の実施体制

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



Spotを用いた造林作業のイメージ

畜産系バイオガスのメタノール・ギ酸変換技術の開発

Technology for producing methanol and formic acid from livestock-derived biogas

研究開発の背景

近年、北海道を中心とした酪農地域で問題となっている畜産ふん尿の適正処理に対して、バイオガスプラントにおけるメタン発酵処理技術に大きな期待が寄せられている一方、処理後に発生するバイオガスの用途が課題となっています。既存施設では、発生するバイオガス（メタン60%、二酸化炭素40%）から発電した電気を販売する再生可能エネルギーの固定価格買取制度を利用する形態が主流となっていますが、バイオガスプラントの潜在ニーズに対応し得る電力容量はほとんど残っていないのが現状です。

こうした背景を受けて、既存技術によらない、バイオガスに関する革新的な利活用方法の開発やシステムの構築が急務となっています。

研究開発の内容と目標

従来メタンの活用法である、燃焼により電気や熱エネルギーを得る手法は、その変換効率の低さや貯蔵性が課題となってきました。

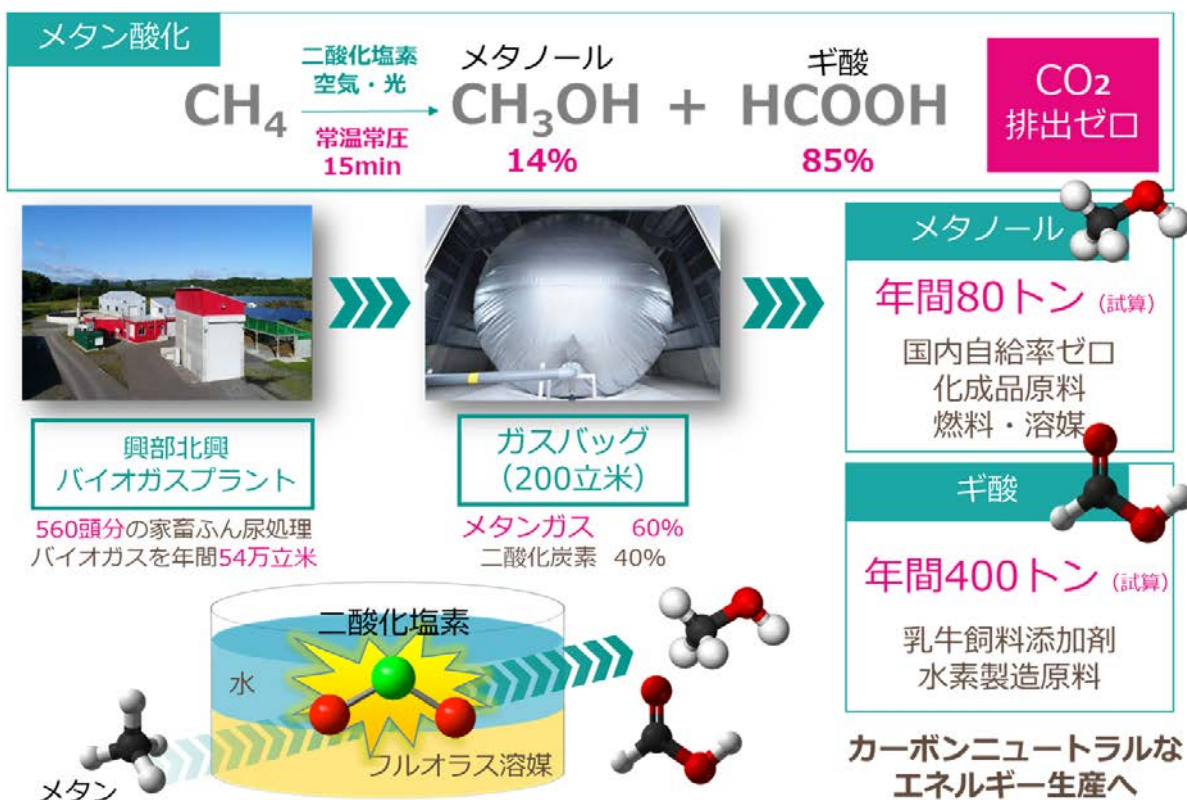
本先導研究では、これまで夢の技術とされてきたメタン酸化技術を用いて、畜産由来のバイオガスからメタノール、およびギ酸を高効率に製造する技術の開発を行います。これまでに研究されてきた、高価な触媒や高温・高圧装置が必要なメタン酸化技術とは異なり、常温・常圧かつ高い反応効率をもつ「二酸化塩素を用いたメタンの光酸化反応技術」の実用化が可能となれば、家畜ふん尿処理の適正化に向けたバイオガスプラントの導入促進のみならず、カーボンニュートラルな有用物質が生産可能となり、脱炭素社会の実現に向けて大きく貢献します。

研究開発項目

1. バイオガスの光酸化反応の開発
2. 光酸化反応パイロットプラント構築
3. 光酸化反応プラントの経済性と環境性を高める排液リサイクル技術の開発
4. 国家プロジェクト創生に向けた検討
5. 研究開発推進委員会の開催

研究開発の実施体制

エア・ウォーター北海道株式会社
 (再委託先) 北海道紋別郡興部町
 (再委託先) 岩田地崎建設株式会社
 国立大学法人大阪大学



農山漁村地域のRE100に資するVEMSの開発

Village Energy Management System (VEMS) to contribute for RE100 in rural community

研究開発の背景

農山漁村地域には太陽光、水力、風力、波力、地熱、地中熱、そしてバイオマスなど多様な再生可能エネルギーが賦存する。しかしながら、これまでエネルギーを取り出す技術の開発が進められてきたのに比べ、エネルギーを利用する技術の開発は遅れていた。現在、農山漁村地域におけるRE100を実現し、我が国のみならず世界の約1/4を占める農林水産分野のGHG削減に貢献する、地産地消型エネルギーシステムの構築を可能にする技術の開発が期待されている。

研究開発の内容と目標

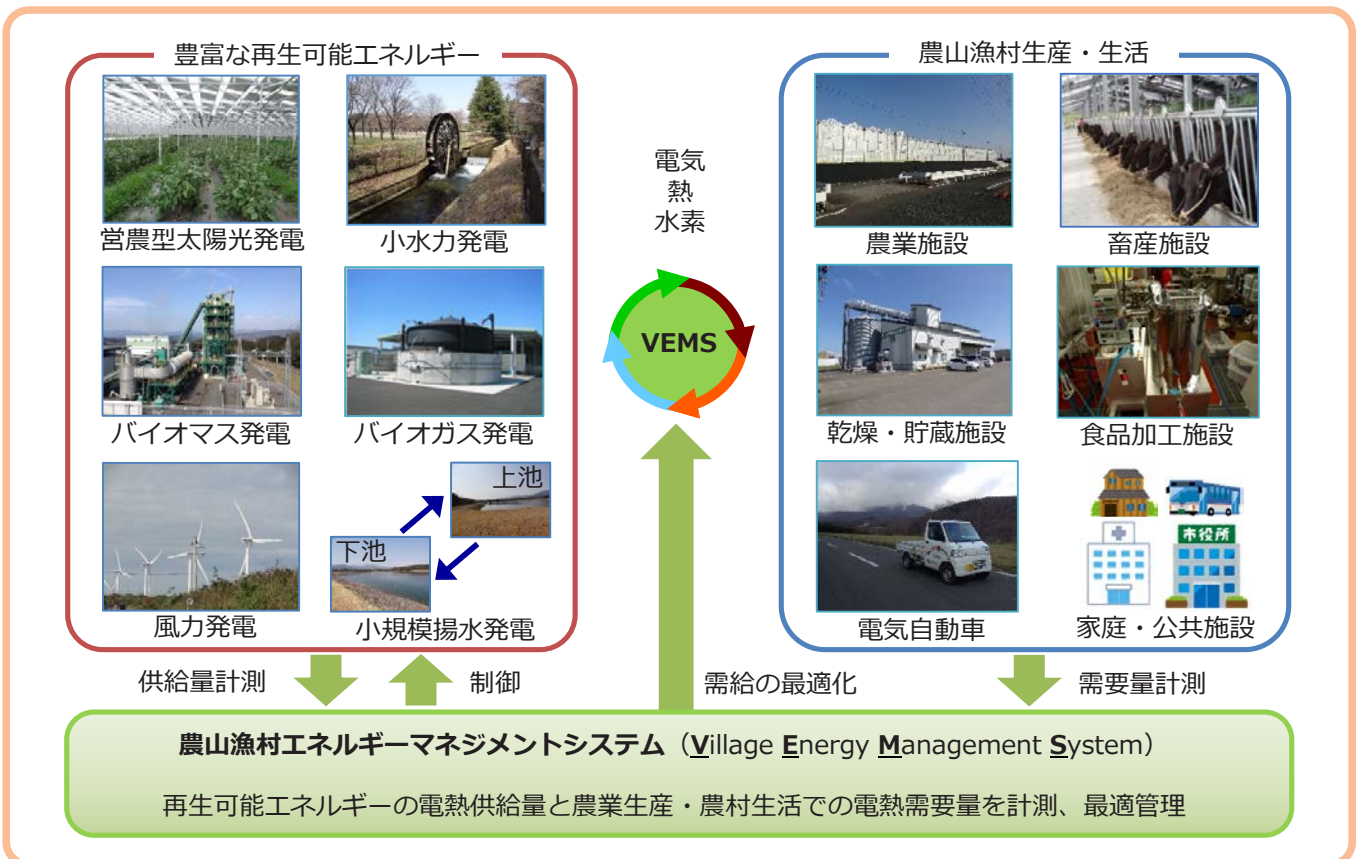
農山漁村地域の再生可能エネルギーは変動が大きく、広く散在しているため、低コストかつ効率的に利用する技術開発が求められている。そこで、地域内のエネルギー供給量と需要量の予測に基き、需給バランスを調整する農山漁村エネルギーマネジメントシステム (Village Energy Management System, VEMS) の開発により、地域内で消費される化石燃料由来のエネルギーの削減と、地域経済が持続的に潤う地産地消型エネルギーシステムを構築する。

研究開発項目

1. VEMSの要件定義
2. 需給エネルギーパターン分析
3. 太陽光、小水力、バイオマス、農業用水/地下水利用ポテンシャル評価手法構築
4. 営農型太陽光発電の地産地消条件解明
5. ゼロエネルギーグリーンハウスの要件定義

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
 国立研究開発法人産業技術総合研究所
 三菱電機株式会社
 千葉エコ・エネルギー株式会社
 ジオシステム株式会社
 ホルトプラン合同会社
 学校法人慶應義塾
 学校法人早稲田大学
 国立大学法人東京大学 生産技術研究所
 国立大学法人京都大学



二酸化炭素循環型地熱発電システムの開発

Geothermal power system by carbon dioxide circulation

研究開発の背景

二酸化炭素 (CO₂) を地熱の熱抽出媒体として利用する、CO₂循環型地熱発電システムを我が国に導入することにより、未利用の地下深部も含めた地熱発電の立地拡大、地熱発電量の飛躍的な増大、熱水が得られず廃止された地熱井の有効活用、地上設備のコンパクト化によるコスト低減・景観良化といった数多くのメリットが得られ、革新的な発電技術の創出になるものと考えられる。しかしながら、CO₂を用いた地熱発電システムについては我が国で技術開発の事例がなく、米国を含む海外においても実証されるには至っていない。また、我が国の地下岩盤は複雑な地質構造を持っていることから、これに対応する独自のCO₂循環型地熱発電システムを開発する必要があり、システム設計から現場における実証まで、一貫した研究開発の実施が求められる。

研究開発の内容と目標

[研究開発の内容]

超臨界状態のCO₂を媒体とした地下からの熱抽出に関する概念モデルの構築および地下を模擬した室内実験、CO₂による熱抽出に関する既往検討事例・海外プロジェクト研究等調査に基づく実証実験計画案の策定、超臨界状態のCO₂を利用した効率的発電システムの創出、超臨界CO₂循環システムに関する岩盤の物性変化に着目した室内試験を行う。

[目標]

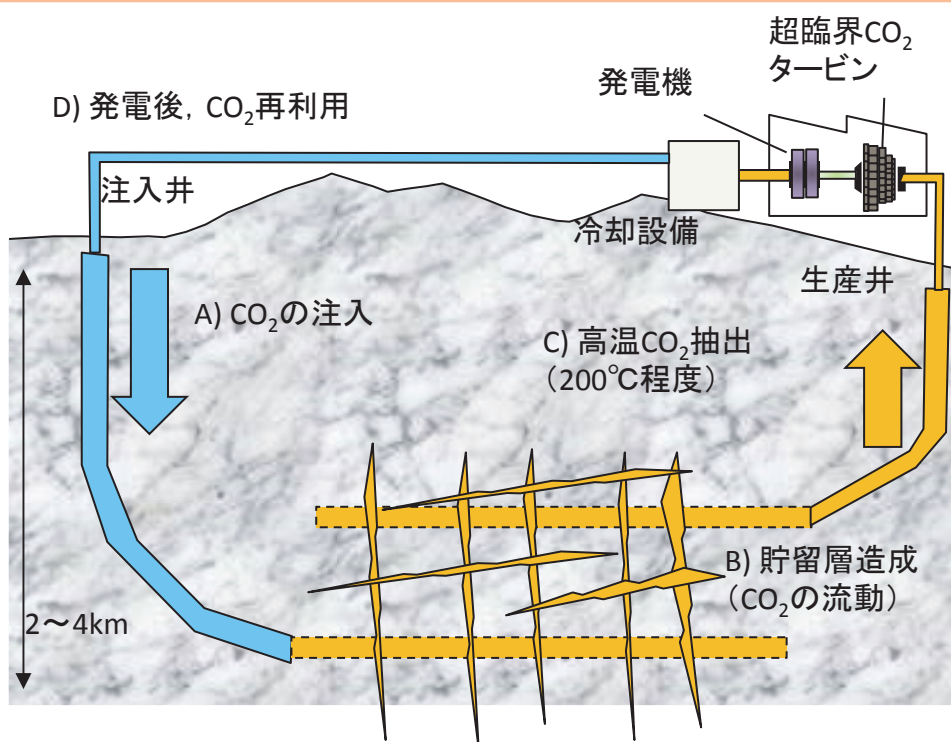
CO₂循環型地熱発電システムの創出として、想定される発電システムの実現可能性評価及び実証実験の計画策定を行う。また室内循環実験にて熱出力70Wthを確認する。CO₂循環時岩盤物性変化取得のための室内試験では、水と比較して超臨界CO₂が100倍程度の浸透率を得ること確認する。

研究開発項目

1. CO₂地熱先行事例調査・実証実験計画策定
2. CO₂循環の最適熱抽出概念モデルの提示
3. CO₂循環システムの室内実験による検証
4. CO₂循環システムの発電電力量推定
5. 室内試験によるCO₂循環時物性変化取得

研究開発の実施体制

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



CO₂を用いた熱抽出の概念図

高容量バッテリーの異常リスク低減・安全化技術開発

Abnormal risk reduction and safety for high capacity battery

研究開発の背景

航空輸送の需要の増加が予想される一方で、CO₂排出等の環境負荷を低減するために、航空機電動化に向けた技術革新が必要とされています。航空機用バッテリーに求められる特性は、機体重量への影響をより少なくするための高重量エネルギー密度と、航空用途特有の環境に適応した高安全性の両立です。とくに、航空機用バッテリーの安全化として、電池セルそのものの安全化に加え、電池モジュールとして冗長性を確保するため、電池セルの異常を早期に検出しリスク回避するための要素技術が必要となります。

研究開発の内容と目標

電池モジュールの冗長性を確保するために、電池セルの「異常検査」「異常予測」「異常回避」技術を開発します。高精度インピーダンス測定技術により異質な電池セルの早期検出を行います。充放電中における発煙・発火などの異常状態をAIにより予測する技術を確立します。さらに、電池セルの内部短絡を検出した場合に、電池モジュール内で緊急放電を行い、正常な電池セルに電力を分散させる技術を開発します。また、難燃性電解液を用いた高重量エネルギー密度リチウムイオン2次電池を開発することで、航空機用バッテリーの安全化技術を開発します。

研究開発項目

1. 異質セルの早期検出技術の研究開発
2. AIを用いた異常予測技術の開発
3. 短絡発生後の緊急放電技術の確立
4. 高重量エネルギー密度電池セルの高安全化
5. 航空機バッテリー装備技術の開発

研究開発の実施体制

株式会社村田製作所
(再委託先)
学校法人東京理科大学
国立大学法人横浜国立大学

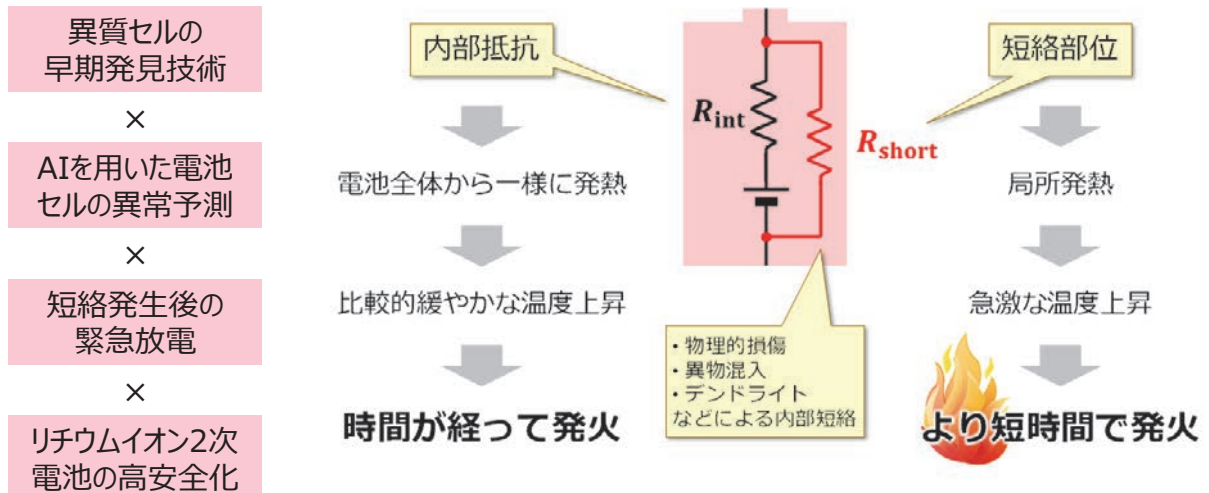


図 内部短絡による局所発熱の模式図

本テーマで開発する独自の緊急放電技術により、内部短絡部位での発熱量を減らし、発火リスクの低減を目指す。

航空機用途に適した
冗長性の確保

体温でIoTデバイスを駆動する熱化学電池の開発

Flexible thermocells for harvesting waste heat from human body powering IoT devices

研究開発の背景

身の回りの低温熱源を利用して、小温度差で発電する自立微小電源や、熱充電する電池が実現できれば、IoT社会推進に不可欠なセンサーネットワークへの実装を通して、センサーデータの質と量、通信距離の増大など、SDGsやSociety 5.0の実現に広く貢献できます。ひいては、これらによるスマートなエネルギーマネジメント等により、低炭素社会の実現に資することも期待されます。これを実現するためには、人体をはじめ様々な低温熱源への適用範囲を広げ、IoTデバイスを駆動できるように、熱起電力が高く、充電機能も併せ持ち、軽量で柔軟性のある部材・デバイスが求められます。

研究開発の内容と目標

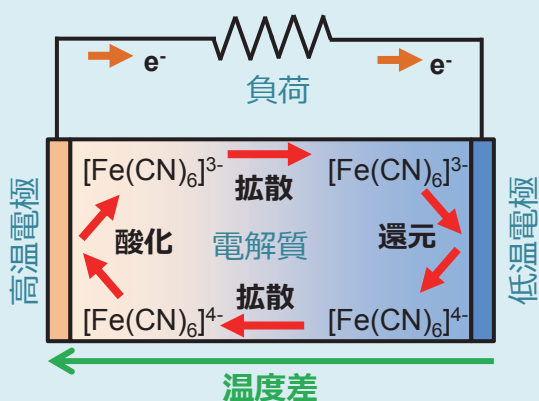
高い熱起電力の得られる熱化学電池において、有機系材料ベースでの軽量化・高出力化と共に、柔軟性と充電機能を併せ持つ、新規の熱発電デバイス実証実験に挑戦します。産業技術総合研究所の持つ熱化学電池基盤技術（高性能電解質・電極の探索、物性評価技術）と、東洋インキSCホールディングス及び日本触媒のそれぞれが持つ優れた電極及びゲル電解質の製造技術を連携させて、フレキシブル熱化学電池セルの試作と発電実証を進めます。得られたセルに充電機能も付与します。事業終了時に体温以上の熱源からミリワット級の発電を行う技術の確立を目指します。

研究開発項目

1. 高出力化のための電解質及び電極の探索と評価技術開発
2. 探索した電極の改良及び製造技術の確立
3. 高出力を維持したゲル電解質及びフレキシブル熱化学電池の作製技術確立
4. 充電型熱化学電池の要素技術開発

研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所
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

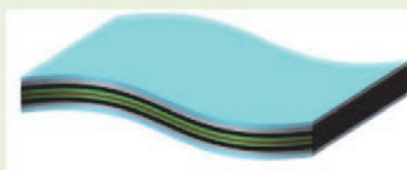


熱化学電池（連続発電型）の原理図



体温での発電・IoTデバイス駆動に成功したポータブル型熱化学電池（事業開始時）

- ・ 高出力化（高熱起電力、高電導度）を与える電解質及び電極の探索と、製造技術の確立
- ・ ゲル電解質の採用で柔軟性を付与
- ・ 酸化還元反応の組合せによる充電機能の付与



体温以上の熱源からミリワット級の発電と充電（事業終了時目標）

高速スイッチング可能でタフなSiCモジュール技術開発

Tough SiC Power Modules with High-speed Switching

研究開発の背景

CO₂排出を削減し、豊かな省エネ社会を実現するため、パワーエレクトロニクス技術が重要である。SiCなど次世代半導体では、低オン抵抗・高速スイッチングなど、高効率動作のための理想的特徴を備えているが、高速スイッチングの難しさや、高速な保護技術（サージ電圧、過電流、過昇温）の不備が、社会への大量導入を阻んでいる。

本研究では、高速スイッチングに加えて高速な保護動作について取り組むことで、壊れにくいSiCモジュールの開発に見通しを得る。さらに、SiC-CMOSドライバーを、SiC材料を用いたセンサとともに、パワーMOSFETと互換プロセスで開発することで、将来の大量導入につなげる。

研究開発の内容と目標

高速スイッチング実現のため、ゲート制御回路をSiCパワーデバイスに隣接配置し、信号の劣化を抑制しゲート駆動する。加えて、過電圧センサーをモジュール内に設置し、高速な保護動作が可能であることを実証する。また、将来の高温動作に向けて、SiC-CMOSドライバーを、SiCパワーMOSFETと互換プロセスで開発する。さらに、SiCパワーモジュールに必要なセンサ信号および測定ポイント、評価方法を検討し、劣化検出の可能性を見極める。必要なSiCセンサの構造を決定のうえ、SiC-MOSFETと同一チップに作製可能な、SiC材料を用いた温度異常検出センサを設計し、作製プロセスを構築する。

研究開発項目

- A. 高速スイッチングのための制御技術とセンシング技術
 - A-1 高精度ゲート制御および高速保護制御技術の開発
 - A-2 センシング技術の調査・開発
- B. SiCモノリシック化に向けた要素技術開発
 - B-1 SiC-CMOS技術の開発
 - B-2 SiC材料を用いたセンサ技術の開発

研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所
サンケン電気株式会社

CO₂排出量の削減、豊かな省エネ社会の実現に、次世代半導体を用いたパワエレ技術が重要

次世代半導体：低オン抵抗、高速スイッチングなど、高効率動作のための理想的特徴を兼ね備えている。

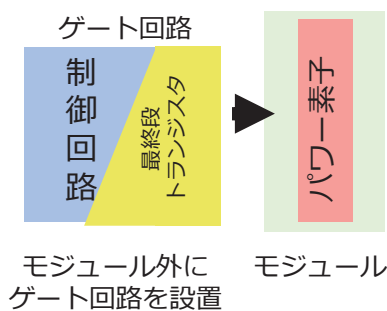
現状の問題点：

- ・難しい高速スイッチング
- ・保護技術の不備

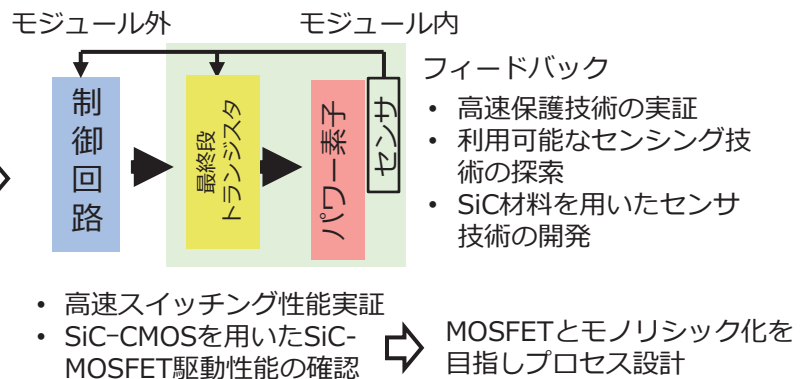


これら問題点を克服し、高速スイッチング可能で壊れにくいSiCモジュールを開発し、社会への大量導入に資する。

<現状技術>



<開発項目>



高放熱大面積ダイヤモンド基盤技術

Basement technology for large areal diamond as heat dissipation structure

研究開発の背景

GaNパワーデバイスは、5G時代以降を支える有望なデバイスとして実用化が始まったが、高出力化に伴う発熱によって、材料ポテンシャルを十分に発揮できていない。GaNの特徴が最大限に生きるGHz帯パワー領域において、この放熱問題を克服するため、日欧米ではダイヤモンドをヒートシンクとして用いて放熱し、本来の材料ポテンシャルを引き出す研究が進められている。また、SiC、GaN等のSiの次のパワーデバイスのさらなる高出力化に伴う放熱課題においても、ダイヤモンドの活用が求められている。

研究開発の内容と目標

先進パワー半導体 (SiC、GaN、Ga₂O₃ 等のワイドバンドギャップ (WBG) 半導体) の優れた特性による省エネ・低炭素化を実現するための先進パワーモジュール技術の開発を実施する。

GaN on Diamond高周波デバイスの高放熱化の可能性を見極めつつ、熱伝導率の高いダイヤモンドを活用した効率的な放熱技術の実用化に向けた可能性をA. 高放熱大面積ダイヤモンド合成技術、B. 高放熱デバイス作製と評価で、技術的な検証を行い、課題整理することを目指す。

研究開発項目

研究項目A. 高放熱大面積ダイヤモンド合成技術

A-1. マイクロ波 (2.45GHz) 重畳CVD装置によるダイヤモンド合成

A-2. マイクロ波 (915MHz) CVD装置による均一合成

研究項目B. 高放熱デバイス作製と評価

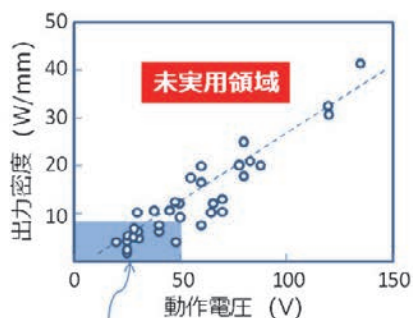
B-1. 高放熱接合技術

B-2. 高放熱構造GaNデバイス

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

三菱電機株式会社



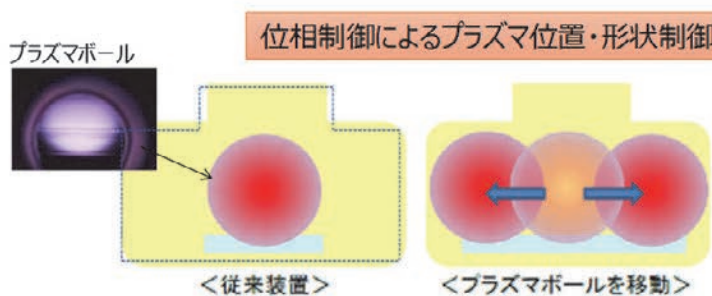
実用化領域



未実用領域を実用化領域へ

研究項目A. 高放熱大面積ダイヤモンド合成技術

A-1. マイクロ波(2.45GHz)重畳CVD装置によるダイヤモンド合成



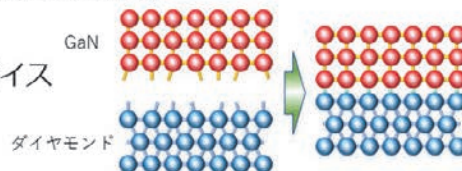
A-2. マイクロ波(915MHz) CVD装置による均一合成



研究項目B. 高放熱デバイス作製と評価

B-1. 高放熱接合技術

B-2. 高放熱構造GaNデバイス



真空中での直接接合による高熱伝導境界面

高性能な大容量スクロール圧縮機の研究開発

Development of High-Performance Large-Capacity Scroll Compressor

研究開発の背景

世界全体で温暖化ガス排出低減を実現するための、低コストで高性能な排熱活用・制御技術の開発の一環として、従来の性能を凌駕する圧縮機の開発が求められています。積極的な排熱活用にはヒートポンプ技術の利用が有効ですが、現状ではヒートポンプ性能を主に決定する圧縮機技術の制約が大きく、その圧縮機技術については、30年以上にわたり新しい圧縮機構等の開発は行われておらず、十分な大容量化も実現されていません。革新的な技術を利用した高性能かつ大容量の圧縮機を開発を通して、大容量圧縮機の将来的なステップに繋がる技術開発が望まれています。

研究開発の内容と目標

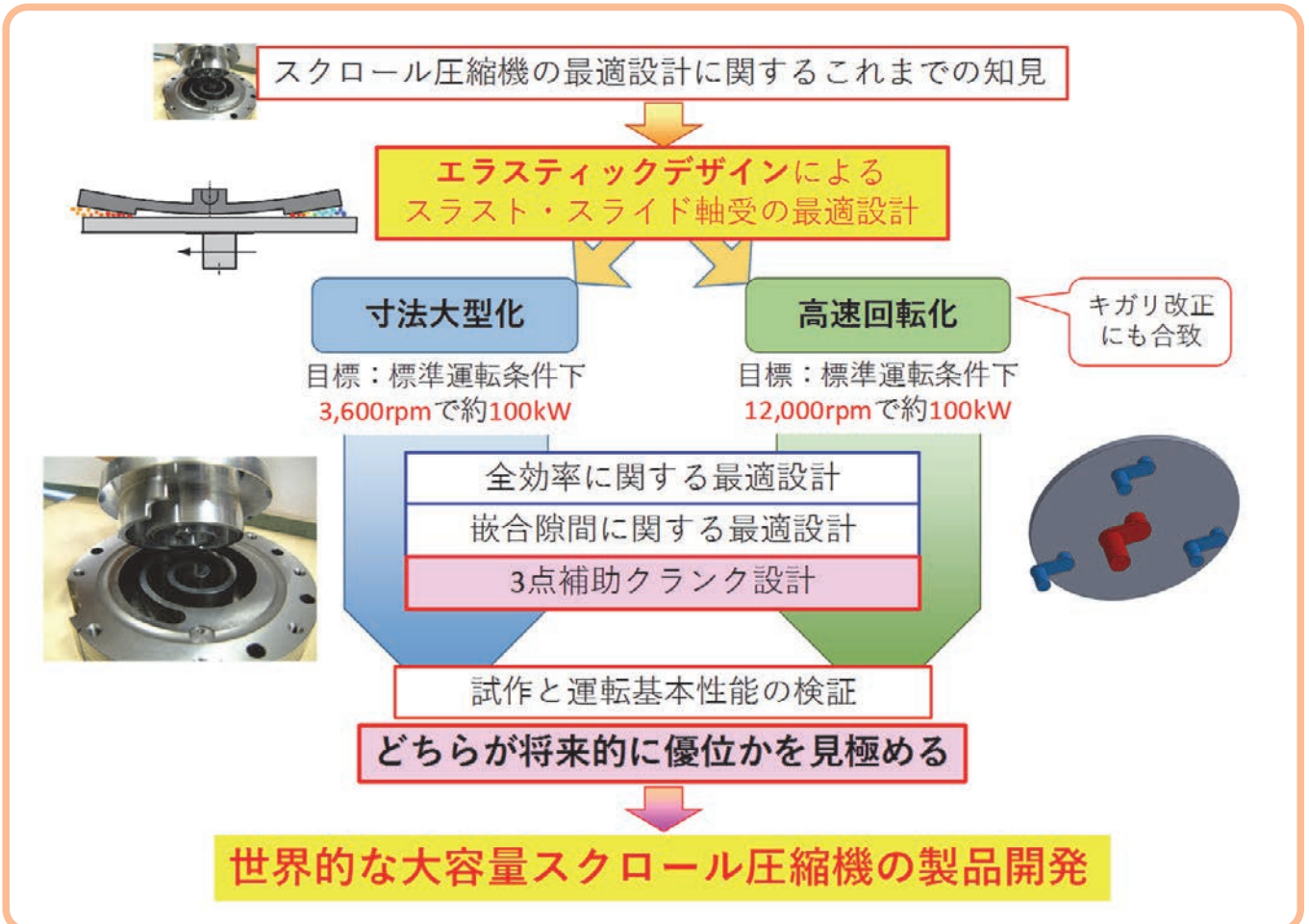
スクロール型圧縮機が大容量化に優位な特徴を多数有する点に着目し、高性能な大容量スクロール圧縮機の研究開発を行います。大容量化の方法として、寸法大型化と高速回転化の二つにチャレンジします。たわみを許容するエラスティックデザイン方式を採用してスラスト・スライド軸受を設計します。さらに、振動問題の解決およびクランク軸での荷重片持ち解消のために、補助クランク方式を導入します。また各嵌合隙間の初期値の最適設計を試みます。基本性能を検証し、大容量化の次のステップとして必要となる課題を明らかにすることを目指します。

研究開発項目

1. 全効率に関する最適設計
2. スラスト・スライド軸受の最適設計
3. 嵌合隙間に関する最適設計
4. 補助クランク方式の導入
5. 試作と総合評価

研究開発の実施体制

学校法人大阪電気通信大学



磁気機能性ナノ冷凍機油による冷媒圧縮機の高効率化

Performance Improvement of Refrigerant Compressor by Magnetic Nano-Refrigeration-oil

研究開発の背景

冷凍空調技術は現代の社会生活において必要不可欠な技術です。冷凍空調技術は空調機器のみならず、冷蔵庫、カーエアコン、産業用冷凍機器など広く利用されて現状を鑑みると、一台当たり僅かでも効率が向上出来れば地球規模での省エネルギー効果・CO₂削減効果が期待されます。

冷凍空調機器の中でも冷媒圧縮機はその消費電力の大部分を占めており、高効率化が求められます。しかしながら、これまでの技術開発によって、改善限界の水準に達しており、既存技術とは異なる手法での高効率化技術の要求が高まっています。

研究開発の内容と目標

本提案では、冷媒圧縮機の高効率化に向けて、粒径がナノオーダーの強磁性ナノ粒子を冷凍機油に添加した添加した磁気機能性ナノ冷凍機油を開発し、従来の冷凍機油に変えて磁気機能性ナノ冷凍機油を冷媒圧縮機へ適用することを目指します。

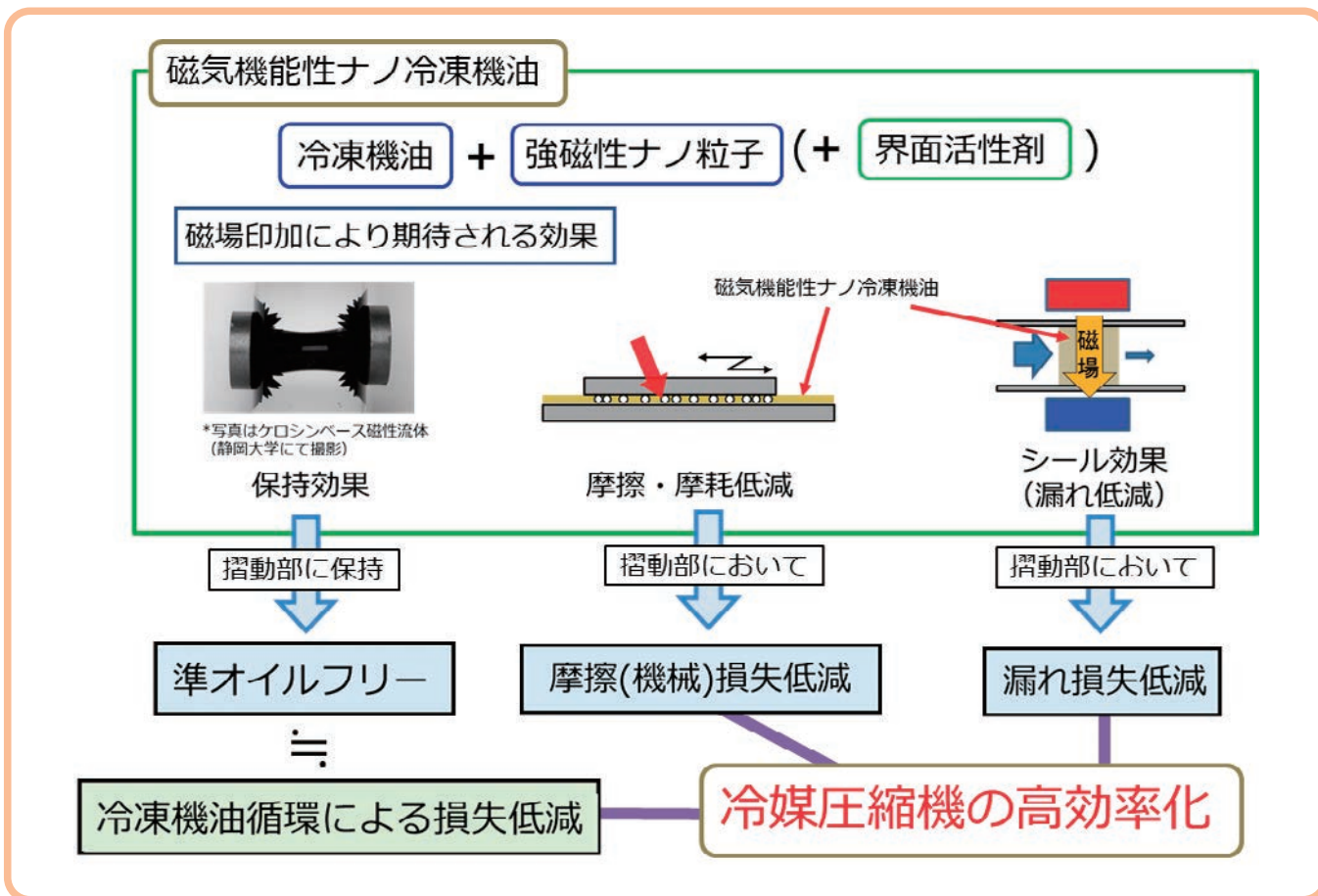
冷媒圧縮機の摺動部に磁気機能性ナノ冷凍機油を磁場で保持することで、摺動部における摩擦低減・冷媒漏れの低減の同時達成を目指し、ひいては見掛け上、冷凍機油の供給を必要としない準オイルフリーの運転を実現することで、冷媒圧縮機の高効率化を目標とします。

研究開発項目

1. 磁気機能性ナノ冷凍機油の開発
2. 磁気機能性ナノ冷凍機油の冷媒圧縮機適用法の検討とモデル試験による有効性評価
3. 磁気機能性ナノ冷凍機油と冷媒混合物の物性評価
4. 実機による磁気機能性ナノ冷凍機油適用の有効性評価

研究開発の実施体制

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マテリアルテクノロジーズ



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

Advanced thermal energy storage technology based on micro-encapsulated alloy phase change material with high thermal response and high heat storage density

研究開発の背景

本研究に先駆け、北海道大学では高い蓄熱密度と高い熱伝導性を併せ持つ合金系潜熱蓄熱マイクロカプセルの開発に成功しました。*h*-MEPCM (Hokkaido university製 Micro-Encapsulated Phase Change Material) と呼ぶこの素材は、潜熱蓄熱材である合金のコアをち密なアルミナのシェルで覆ったコア-シェル構造で、直径数十 μm 程度の微粒子です。*h*-MEPCMを原料とすることにより高蓄熱密度かつ迅速な熱応答性を持つ蓄熱体 (ハニカム等) の“ものづくり”が可能となり、再エネ、産業排熱、触媒反応、ガス分離、次世代自動車などの様々な分野における熱利用・熱制御への応用が期待できます。

研究開発の内容と目標

本研究の目的は*h*-MEPCMを基盤とした高速かつ高密度な蓄熱技術の開発です。量産化の検討が進められているAl-Si合金系*h*-MEPCM (融点: 577 $^{\circ}\text{C}$) を原料としたハニカムやペレットなど、様々な形状の高性能蓄熱体を開発します。さらに、この蓄熱体を搭載した蓄熱・熱制御モジュールのプロトタイプを設計・開発し、基礎的な熱交換性能を評価するとともに、実験値と整合性のあるシミュレーションモデルを構築します。また、得られた知見を基に導入が期待されるシステムの省エネ効果、CO₂削減効果などを試算し、社会実装に向けた今後の開発指針を明らかにする予定です。

研究開発項目

1. *h*-MEPCMをベースとした高性能蓄熱体の開発と評価
2. 開発蓄熱体を搭載した蓄熱・熱制御モジュールのプロトタイプの開発
3. 社会実装のための予備検討

研究開発の実施体制

国立大学法人北海道大学大学院工学研究院
株式会社日本触媒
国立研究開発法人産業技術総合研究所

シーズ：革新的蓄熱材“*h*-MEPCM”



特徴

- ・高蓄熱密度 $\approx 1 \text{ GJ m}^{-3}$
- ・高熱伝導率：金属級
- ・高耐久性 > 3000 cycle
- ・マイクロ粒子 $\approx 30 \mu\text{m}$
- ・優れた成型加工性

コア：合金PCM
.....
シェル：Al₂O₃

世界初の中高温用MEPCM。量産化を検討中。

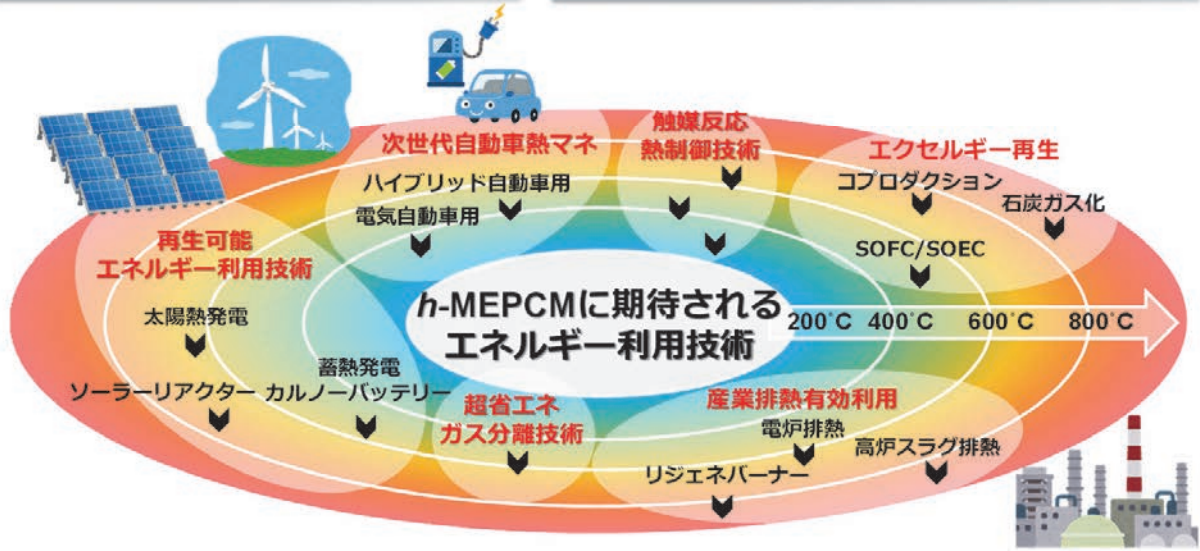
本プロジェクト：蓄熱体&モジュールの開発



蓄熱体イメージ
ハニカム、ペレット、リング、粒子、etc.

蓄熱モジュール評価装置

内容：*h*-MEPCM蓄熱体と蓄熱モジュールの性能を明確化



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

Highly efficient separation and recovery of ammonia from wastewater using membrane separation for nitrogen resource circulation

研究開発の背景

大量消費、大量排出により環境負荷が顕著となっているアンモニアについて、廃水からの省エネルギーなアンモニア回収法を膜分離法を用いることで確立し、窒素資源であるアンモニアの循環利用を可能とする革新的分離プロセスの創出を行います。人間活動による排出量が地球の限界（プラネタリー・バウンダリー）を超えているとされる窒素化合物の排出を、新たな環境負荷なく削減することで、持続可能な社会（国連SDGs）の実現を目指します。産業廃水や下水に含まれる窒素成分をアンモニアとして回収できれば、新たなエネルギー源の創出となり、またアンモニアとしての再利用が期待されます。

研究開発の内容と目標

本先導研究では、正浸透（FO）膜を用いた省エネルギーなアンモニア分離濃縮法の開発及び廃水中の窒素化合物を効果的にアンモニアに変換する技術の開発を行います。廃水をFO膜で濃縮し、有機物は嫌気性MBRでメタンとして取り出すと同時に窒素分をアンモニアに変換し、更にFO膜法による濃縮を行い、最後に省エネルギー蒸留装置を用いてアンモニアを回収します。従来のエネルギーを消費する活性汚泥処理法と異なり、ばっ気や脱窒工程が不要となるため、廃水処理に要するエネルギー収支を大幅に改善でき、従来の消費（マイナス）から創成（プラス、創エネルギー）とすることを目指します。

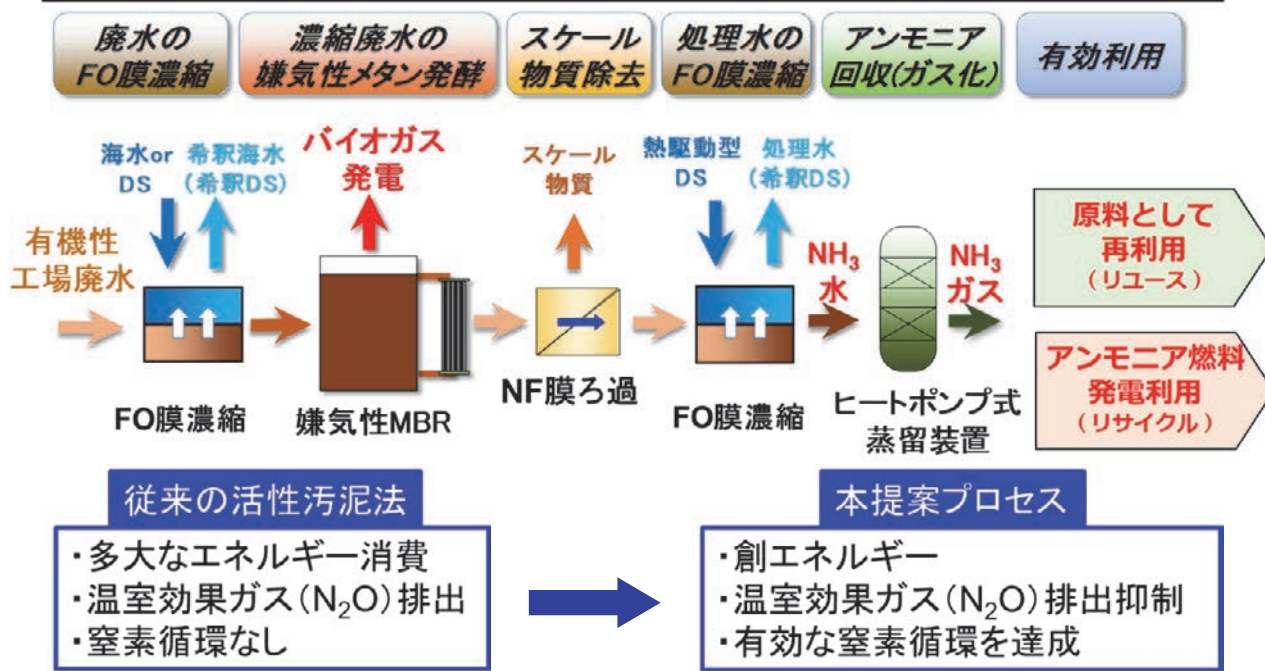
研究開発項目

1. FO膜法による廃水中アンモニアの省エネ濃縮法の開発
2. 高濃度アンモニアに対応する嫌気性MBR技術の開発
3. 濃縮廃水中のスケール物質除去膜の開発
4. アンモニア回収プロセス構築、フィージビリティ評価とラボ実証試験

研究開発の実施体制

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

膜分離法を用いたアンモニア回収プロセスにより、廃水処理をエネルギー消費型から創エネルギー型へ
アンモニア回収プロセスを創エネルギー化するキーポイントはFO膜濃縮



未利用冷熱による燃焼ガス中CO₂の回収技術の開発

CO₂ capture technology with unused cold energy for exhaust gas

研究開発の背景

パリ協定が締結され、化石燃料の燃焼に伴い発生するCO₂の分離・回収技術の社会実装が期待されています。液化天然ガス（LNG）火力発電所においては、余剰排熱が特に少なく、現在の加熱式再生方式によるCO₂の分離・回収装置は適用できません。一方、我が国は、約8,055万トン/年（2018年度実績）に上るLNGを輸入していますが、LNGを気化して利用する際、LNGの保有する-162℃の冷熱の大部分を海水や空気などの加温流体に放出しています。本研究開発では、LNG火力発電所からのCO₂の分離・回収と、未利用冷熱の利用拡大・高度利用を同時に実現する技術を創出します。

研究開発項目

1. 減圧・低温昇華槽におけるCO₂の昇華特性の評価
2. 冷熱利用による燃焼排ガス中CO₂の回収実験評価

研究開発の内容と目標

加熱式再生方式の代表であるアミン吸収プロセスを、LNGの未利用冷熱を最大限活用し、抜本的に省エネルギー化する原理技術を開発します。本技術は、再生塔内のCO₂を含む気相を、LNGの冷熱により冷却します。CO₂がドライアイスとして凝縮するまで冷却することで、気相は4kPa程度まで減圧され、平衡蒸気圧が大幅に低下します。この結果、再生塔内のCO₂を常温付近で蒸発・再生することが可能となります。これにより、従来必要とされていた再生時の加熱エネルギーを大幅に削減します。本研究開発では、実験とシミュレーションにより原理技術を実証します。

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
東邦瓦斯株式会社

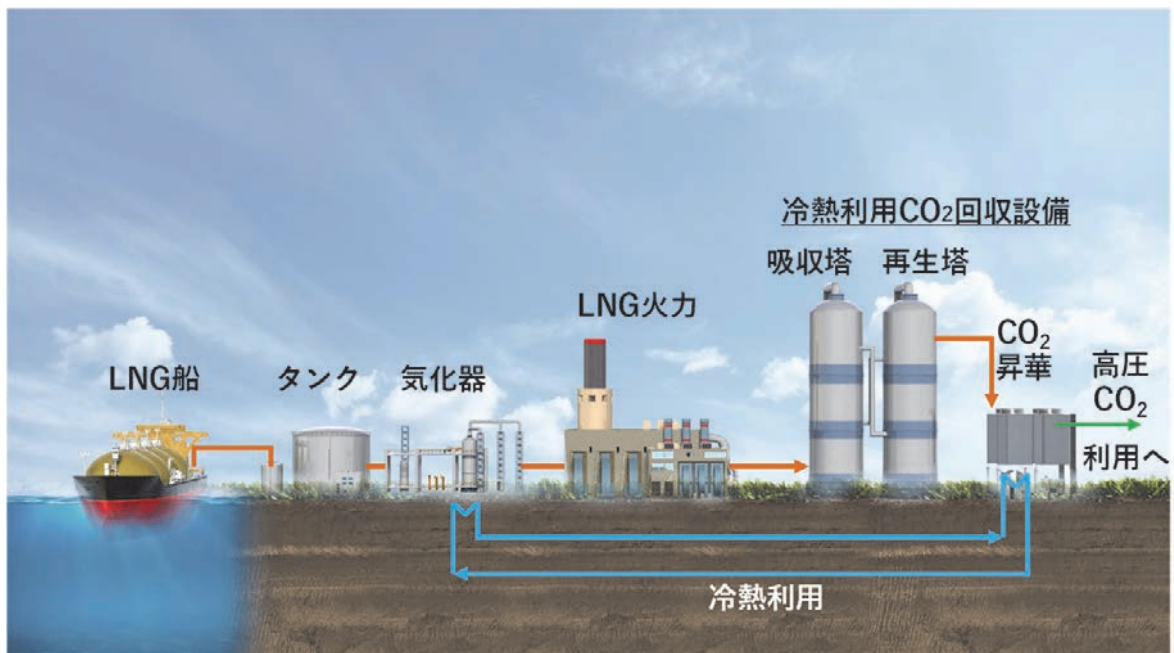


図 未利用冷熱による燃焼ガス中CO₂の回収技術

特徴

- ・ 未利用冷熱を利用し、再生塔を減圧。低温で再生。
- ・ CO₂を高圧で回収。
- ・ LNGの燃焼排ガス中のCO₂を省エネルギーで分離・回収。

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

Development of hybrid recycle process of multi-layer plastic film through liquid phase reaction

研究開発の背景

異種多層フィルムは、ガスバリアー性、保香性、遮光性といった複数の機能を有し、飲食料、医薬品、日用品等の包装・容器をはじめとし、現代の社会生活に不可欠な製品要素となっている。その反面、使用済みの異種多層フィルムに対して熔融押出や熱分解などの既存のリサイクル処理を行うと、複数素材の混合物となり、工業的な再利用は困難である。加えて、汚染されている場合、リサイクルは更に困難になる。当該事業では、異種多層フィルムに代表される複数種の素材を複合化したプラスチック成形品に対し、連続的にケミカルおよびマテリアルリサイクルできる液相ハイブリッド技術を開発する。

研究開発の内容と目標

廃プラスチックにおいて大きな割合を有する多層プラスチックおよび異種多層フィルムを対象に、水熱処理により、PETやナイロンなどの機能付与層の除去とモノマー等分解生成物のケミカルリサイクルを行うとともに、ポリエチレン等重要な基材樹脂はマテリアルリサイクルで回収するハイブリッドリサイクルを開発する。当該研究事業では、我が国が先導する単成分・多成分プラスチック・リサイクル技術を応用・発展し、添加物や機能性付与助剤の存在下での水熱分解を定量的に把握しながら、連続処理可能なハイブリッドリサイクルプロセスを開発する。

研究開発項目

1. ケミカルおよびマテリアルリサイクルの両立
2. 異種材料の分離
3. 連続プロセスの実証

研究開発の実施体制

- 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

液相分解の反応性の違い

- ✓ 付加重合系プラスチック (PE, PP) の分解は脱水縮合系プラスチック (PET, Nylon) に比べて遅い (東北大学・産総研での論文、知財が豊富)

液相ハイブリッドリサイクルの概念 (2) : 異種素材の剥離性向上

- ✓ ポリオレフィン (PO) を基材樹脂とする多層プラスチックフィルムの最適水熱処理条件の確認
- ✓ 蒸着膜等の層を有する異種多層フィルムの剥離処理の効果及び最適水熱処理条件の確認

液相ハイブリッドリサイクルの概念 (1) : 反応速度差を利用

- ✓ PE・PPはマテリアルリサイクルし、PET・Nylonはケミカルリサイクル
- ✓ 回分装置での事例はあるが連続化に対する検討は皆無
- ✓ 多岐に渡るフィルムへの適用も皆無

連続プロセスの実証

- ✓ 小型連続装置の設計・製作・実証
- ✓ 異種多層フィルムの剥離処理プロセス可能性の実証

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

Development of high-performance lightning protection for CFRP by metallic cold spray technique

研究開発の背景

近年、航空機は軽量化等の要求から、炭素繊維複合材料 (CFRP) の適用が進められています。しかし、CFRPは金属と比べ、電気抵抗が高いため、雷電流がCFRP製機体構造に流入するとそれによるジュール熱等で、材料が大きく損傷を受けることが危惧されています。そこで、CFRP製機体に耐雷性を持たせるため、CFRP表面に金属製の薄いメッシュを貼り付ける等の対策が取られていますが、製造コストの増加、被雷後の修理プロセスの煩雑化等の課題を有しており、CFRP上に高レートかつ低コストで金属成膜可能なプロセスの開発が望まれています。

本研究では、金属微粒子を未溶融のまま高速で直接噴霧して積層体を形成するコールドスプレー法を応用して、CFRP上に通電回路を高レートかつ低コストで形成可能とする研究開発を行います。

研究開発の内容と目標

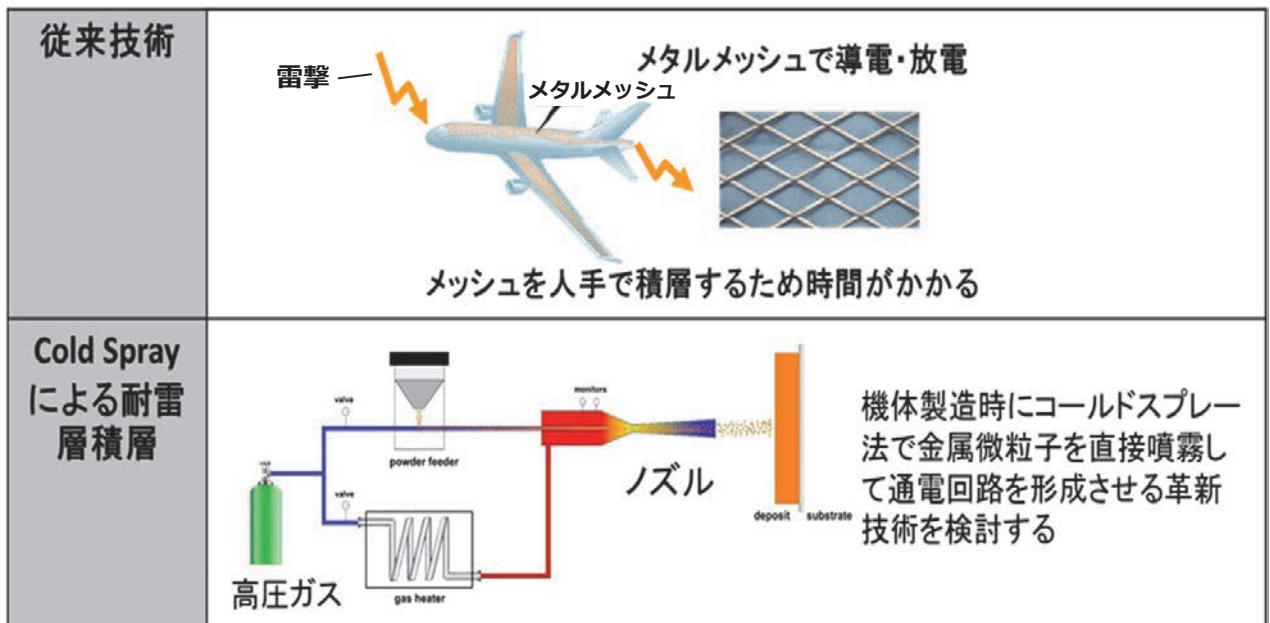
本研究に引き続いて実施する本格研究での航空機構造体の高レート低コスト製造技術確立への道筋を示すべく、コールドスプレー法によるCFRP上への直接金属積層による耐雷性能を向上するための課題抽出を行います。さらに、その耐雷性を向上した航空機部材を高レートで製造するために必要な要素技術を洗い出し、実用化に必要な課題および目標を明確にするとともに、目標達成のためのマイルストーンを策定します。コールドスプレー法によるCFRP上への金属粒子の成膜は、これまで検討例が少なくチャレンジングな課題ではありますが、CFRP上への幾何学的凹凸の付与によるインターロックを利用した機械的接合と金属皮膜/CFRP界面に薄いカーバイド系の化合物を生成させた化学的な接合の両面から、本課題の解決を目指します。

研究開発項目

1. コールドスプレープロセス基礎技術の開発
2. 耐雷性能に適したコールドスプレー積層技術の開発
3. 耐雷性能評価
4. 成膜した金属皮膜の界面強度信頼性・経年劣化評価と成膜条件最適化へのフィードバック

研究開発の実施体制

国立大学法人東北大学
東レ株式会社



従来技術と今回の提案技術

高レート生産可能な航空機構造材に関する研究

High rate production material and process for aircraft

研究開発の背景

電動化推進垂直離着陸機 (e-VTOL) は、貨物輸送や人の移動を目的とした次世代エアモビリティとして、今後急速に発展していくとされている。次世代エアモビリティが本格的に普及すると考えられる2030年頃には、必要となる機体数も多くなり、飛行機よりも自動車に近いイメージの生産レートが求められるようになって考えられている。一方で材料の強度・信頼性についてはこれまでの航空機並みのレベルを求められる可能性は高く、高レート生産性と材料信頼性の両立を実現できる材料開発、プロセス開発が求められている。本研究は当該分野の要求に応えるべく検討を始めたものである。

研究開発の内容と目標

本研究では、これまで困難であった30分タクトのプロセスで作製したサンプルでの民間航空機一次構造材レベルの機械特性を実現する。機械特性確認は、衝撃後圧縮試験 (Compaction after Impact : CAIと略す) 等により確認を行う。

また、実際のCFRPの構成に近い三相系のモデルでの解析シミュレーションを構築することで層間特性向上・耐衝撃性向上に有効なファクターを明らかにし、材料開発に展開する。

同時に次世代エアモビリティに求められるような複雑な形状を短いタクトタイムで製造するためのプロセスの検証・モデルパーツの試作を行う。

研究開発項目

1. 新規高速硬化性プリプレグ用樹脂の開発
2. 繊維／樹脂／フィラー三相系を考慮したマイクロ解析と層間靱性評価
3. 衝撃荷重を受けるCFRPのマルチスケール解析
4. 中空断面構造材成形技術の研究
5. 複雑形状構造材成形技術の研究

研究開発の実施体制

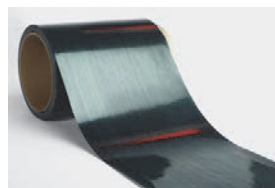
帝人株式会社
(再委託先)

国立大学法人東海大学機構名古屋大学
川崎重工業株式会社

【新規高速硬化性プリプレグ用樹脂の開発】

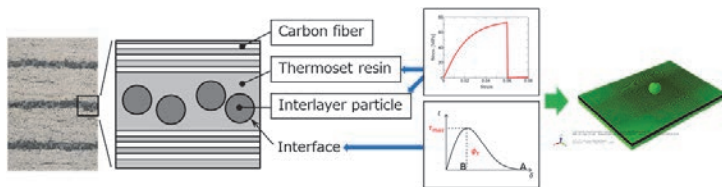
材料種別	短タクトタイム	材料信頼性 (機械特性)	複雑部品対応	材料コスト	備考
高速硬化性樹脂	20~30分 (プレス等)	△⇒○ 二次構造材レベル⇒一次構造材レベル	○ コア材との貼り合わせ等	○ 高価な材料は使用しない	信頼性 (機械特性) 以外の点では、エアモビリティに最も適している材料
従来の熱硬化性樹脂	X ~8時間程度 (2時間保持)	○ 一次構造材レベル	○ コア材との貼り合わせ等	○ 一般的に低価格	オートクレーブを用いて成形するのが一般的であり、短タクトタイムが実現できない
熱可塑性樹脂	○ ~15分 (プレス等)	○ 一次構造材レベル (PEEK等)	X コア材との貼り合わせ等が困難	△ 一次構造材レベルの材料は高価	高温 (~400℃) で溶融させて成形することからコア材との複合化や複雑な形状の形成が困難

高速硬化性樹脂を選定し、機械特性向上の開発を行う



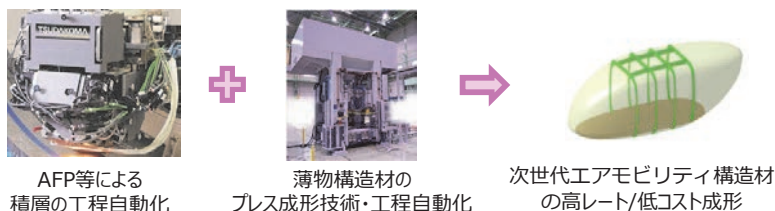
高速硬化性樹脂特有の制約下での樹脂フォーミュレーション設計等による、高強度を実現可能な組成の確立

【三相系を考慮したマイクロ／マルチスケール解析】



三相系CFRPの数値解析を通して、各材料の力学的特性や界面特性、それらの相互作用を考慮した評価を実施。

【複雑形状構造材成形技術の研究】



プレス技術やAFP積層技術等の主要な要素技術を用いたモデルパーツの試作等を通して、次世代エアモビリティの構造材向けの高レート／低コストな成形法を選定／設定。

出典) NEDO HP : https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101290.html

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

Co-development of IC engines and fuels for early realization of low-carbon automobiles

研究開発の背景

自動車から排出される二酸化炭素の大幅な削減は危急の社会的課題であり、電動化技術の推進とともに、内燃機関の熱効率を大幅に高めていくことが重要です。そのためには、SIPの革新的燃焼技術のように科学的な裏付けを明らかにしつつ、短期間で熱効率を大幅に高めるような技術を実用化していく挑戦が必要とされています。本研究はエンジン燃焼において、燃料の燃焼特性等の科学的裏付けに基づいた燃料組成と、燃焼特性に基づいたエンジン燃焼技術の協奏的开发を目指すものです。

研究開発の内容と目標

本研究開発では、科学的裏付けに基づいたガソリンエンジン燃焼に適した燃料組成の開発と、燃料の特性を活用するためのエンジン技術の開発によって、ガソリン用過給リーバーンの熱効率向上とエミッション低減を実証します。

このために、産学が連携し、過給リーンエンジンの燃焼に適した燃料組成の開発と、燃料に適した流動強化などのエンジン燃焼技術の開発を行い、実用化を見据えた二酸化炭素の排出量低減可能性を実証します。

研究開発項目

1. 低CO₂低エミッションを実現する燃料組成の燃焼特性に関する基礎研究
2. 低CO₂低エミッション対応燃料組成の提案とエンジン評価による検証
3. 優位性、市場性の検討
4. 研究開発推進委員会の開催

研究開発の実施体制

- 国立大学法人広島大学
- 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流体科学研究所
- 学校法人日本工業大学
- ENEOS株式会社
- 出光興産株式会社
- コスモ石油株式会社
- トヨタ自動車株式会社

燃料技術とエンジン技術の組み合わせで、SI過給リーバーンの熱効率向上とエミッション低減を実証

燃焼研究・モデル化（研究項目A-1～5）：成果をモデル化し、世界の研究に貢献

- ・高温の酸化反応（層流燃焼速度・消炎）
- ・低温の酸化反応（着火遅れ時間）
- モデル化を行い、エンジン実験と燃料特性を紐づけることで、2年目の燃料開発につなげる。
- ・乱流場における燃料影響 →2年目の燃料開発に提案
- ・エミッションへの影響 →2年目の燃料開発に提案

エンジン技術と燃料技術
（温度帯に分けての研究）
の組み合わせは世界初

提案 ↓ ↑ 燃料

燃料開発（研究項目B-1）

提案 ↓ ↑ エンジン結果

エンジン開発（研究項目B-2）

燃料 ↔

燃焼改善（高温の酸化反応）・ノック改善（低温の酸化反応）効果に対して、ガソリン基材とエタノールの組み合わせの効果に着目。（ガソリン基材の検討はSIPサロゲート燃料をもとに実施。）

ガソリン過給リーンバーンエンジンを選択。要素技術（流動・着火）の燃料との組み合わせの効果やエンジン燃費向上・エミッション低減についての実験を実施。

ICTデータ活用型アクティブ制御レーザー加工技術開発

ICT data-driven active laser processing

研究開発の背景

レーザー加工は、高速性・非接触性・高いデジタル親和性とプロセス自由度、多様な材料・複雑加工に対応できるポテンシャルを有しています。そこで、半導体や医療機器産業における精密微細加工や、マルチマテリアル化の加速が期待されています。一方で、パラメータ自由度の大きさから条件最適化に膨大な工数を要し、産業実装のハードルが高いことが課題となっています。そこで本事業では、情報通信技術（以下、ICT）の活用により従来にない高速最適化を実現することで、スマートレーザーファクトリーの実現や、カーボンニュートラルなど社会課題解決への貢献を目指します。

研究開発の内容と目標

本事業では、ICT技術の活用による高度な自動化と変動対応力を備え、高速最適化を実現するICT活用型アクティブ制御レーザー加工技術の開発に取り組みます。そのコア技術として、従来のレシピ型静的レーザー加工からの変革をもたらすアクティブ制御レーザー加工技術、これまで見えなかった加工現象をインプロセスで捉えICTデータを生み出すリアルタイム加工モニタリング技術、このICTデータを受けAIを駆使したICTデータ活用型高速最適化技術の基礎実証に挑戦し、次世代レベルの高品位・高生産性を目指します。

研究開発項目

1. アクティブ制御レーザー加工技術
2. リアルタイム加工モニタリング技術
3. ICT活用型高速最適化技術

研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所
 国立大学法人 東京大学
 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

次世代高品位・高生産性レーザー加工 （早期の異常検知、品質管理、歩留まり改善にも期待）



ICTデータ活用型アクティブ制御レーザー加工技術の開発コンセプトと狙い

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

Revolutionary Peptide Synthesis for Hybrid Peptides

研究開発の背景

ペプチド合成は半世紀以上昔のメリフィールドの固相合成以来、十分な研究開発が進んでいない。本研究では、1) ラセミ化のない、2) 収束型の、3) 保護基フリーのペプチドの革新的合成を開発し（具体的には従来の固相法の1/1000の価格（精製費も含む）を目標）、そのフロー合成機を設計し、様々なペプチド・ハイブリッド迅速精密合成法を完成させる。さらに、本手法を用いてマテリアルに必要なペプチドを合成し、今後のハイブリッド・ペプチドの開発の礎とする。

研究開発の内容と目標

リュープリン（子宮内膜症治療薬）を直線型と収束型で合成し、市場に提供する。また、耐性菌への新抗生物質を合成すると同時に分子修飾し、医薬品として市場に提供する。また、蜘蛛の糸人工繊維、ペプチド型接着剤、生分解性樹脂、燃料電池の電解質等のマテリアル合成に向けてペプチドを合成し今後の高分子樹脂、繊維との混合紡糸合成等を達成する。

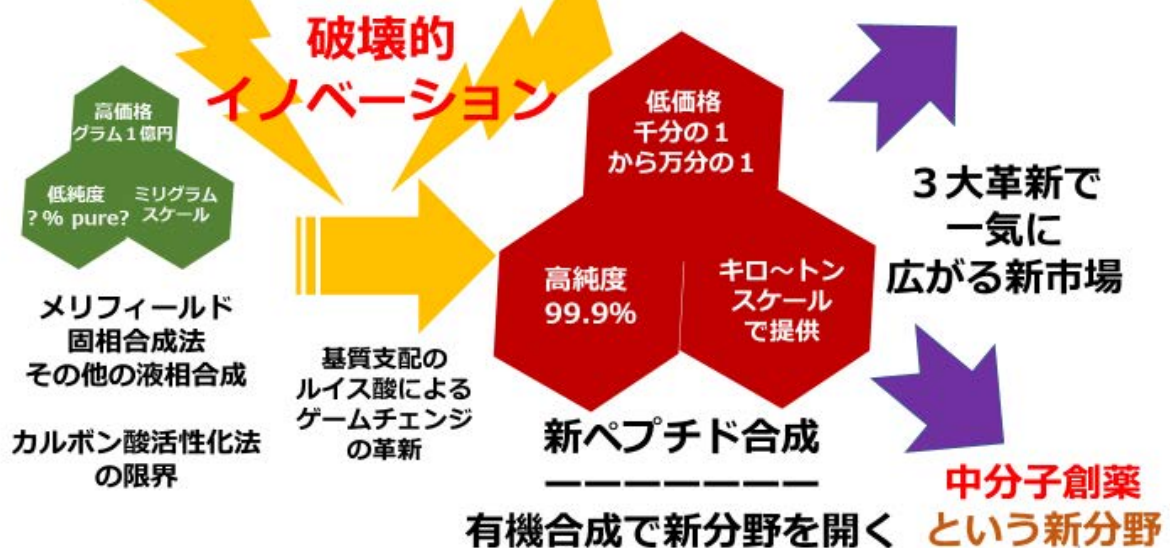
研究開発項目

1. リュープリン合成
2. DRGN-1修飾創薬
3. 蜘蛛の糸人工繊維
4. ペプチド型接着剤
5. 生分解性樹脂

研究開発の実施体制

学校法人中部大学 中部大学

固相合成の半世紀の眠りを覚ます ペプチド合成のブレークスルー発明



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—

Digital-Data-Driven Chemical Approach for Constructing a New Synthetic Process for Functional Chemicals

研究開発の背景

21世紀に入り、化学業界関連のマテリアルズインフォマティクス、ビッグデータに基づいた機械学習や計算化学に関するソフトウェア技術は大幅に進化しています。AI設計された分子の合成経路は、競争力の高い合成経路設計システム (SRDS) などが実用化されています。しかし、SRDSは標的化合物に逆合成技術を適用して反応経路を創出するために、合成経路数の発散や合成できない前駆体を与えるなどの課題を抱えています。この課題を解決するために、機能性化学品を高効率で生産可能とするin silicoスクリーニング技術の実用化を目指すとともに、計算化学ツールを実装した機能性化学品製造に関わる新産業エコシステムの創成基盤を構築することを目的とします。

研究開発の内容と目標

本研究開発では、計算化学とデータ科学を活用した高速な遷移状態解析による全く新しい合成経路探索システムの開発を行います。数多くの有機合成反応に対して、in silicoスクリーニングを短時間で行うことにより反応の可否判断を行い、それらの順序付けに基づいて標的化合物の合成経路を迅速に導出するシステムを確立します。また、合成経路の最適化に遷移状態評価を組み入れていくために、理想的反応空間といえる微細空間における合成実験の結果との適合性と、分子拡散ファクターが極小化可能となる固液二相系としてフロー型固体触媒反応との適合性を追求し、本先導研究を新時代の機能性化学品製造の推進力として機能させる端緒とします。

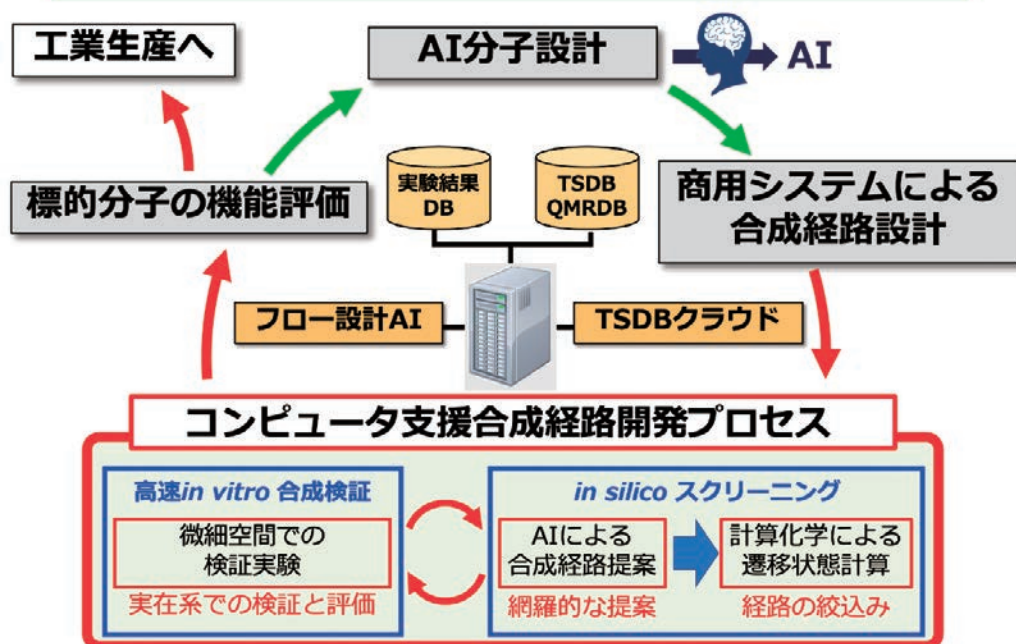
研究開発項目

1. TSDBクラウドシステムプロトタイプの開発
2. 標的化合物のin silico及びin vitro合成検証
3. ケモインフォマティクスを用いた合成経路創出
4. フローマイクロリアクターシステムを用いた標的化合物の合成検証
5. 機能性化学品の循環プロセスと共生成物を再生するプロセスの構築

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Transition State Technology
(再委託先) 株式会社ナード研究所
国立大学法人山口大学
国立大学法人東京大学
公立大学法人大阪 大阪府立大学

機能性化学品創成イノベーションサイクル



IT創香×IT創薬による匂い分子設計システムの開発

Odor compounds design based on computer-aided aroma and drug discovery technologies

研究開発の背景

香料分子は、化粧品用フレグランスや食品用フレーバーの構成要素であり、様々な商品を通して私たちの生活を豊かにする匂い物質です。

人は匂いを鼻腔の様々な嗅覚受容体を介して認識しています。この複雑な認識機構を考慮して新たな分子を設計・開発することは非常に難しく、膨大な時間とコストを要しており「匂い分子の開発効率化」は長年の課題となっています。そこで、香料に関する膨大なデータを活用し、合成化学者を支援する人工知能を開発することで、分子設計の効率化を図ります。

将来的に、社会が求める香りをいち早く提供するためのシステムを実用化し、化粧品業界や食品業界、さらには生活・健康・福祉といった産業分野への貢献を目指します。

研究開発の内容と目標

本研究では、情報科学技術 (IT) を用いた匂い分子設計技術「IT創香」と医薬分子設計技術「IT創薬」を融合し、ヒト嗅覚受容体応答パターンに基づく匂い分子設計技術確立を目指します。

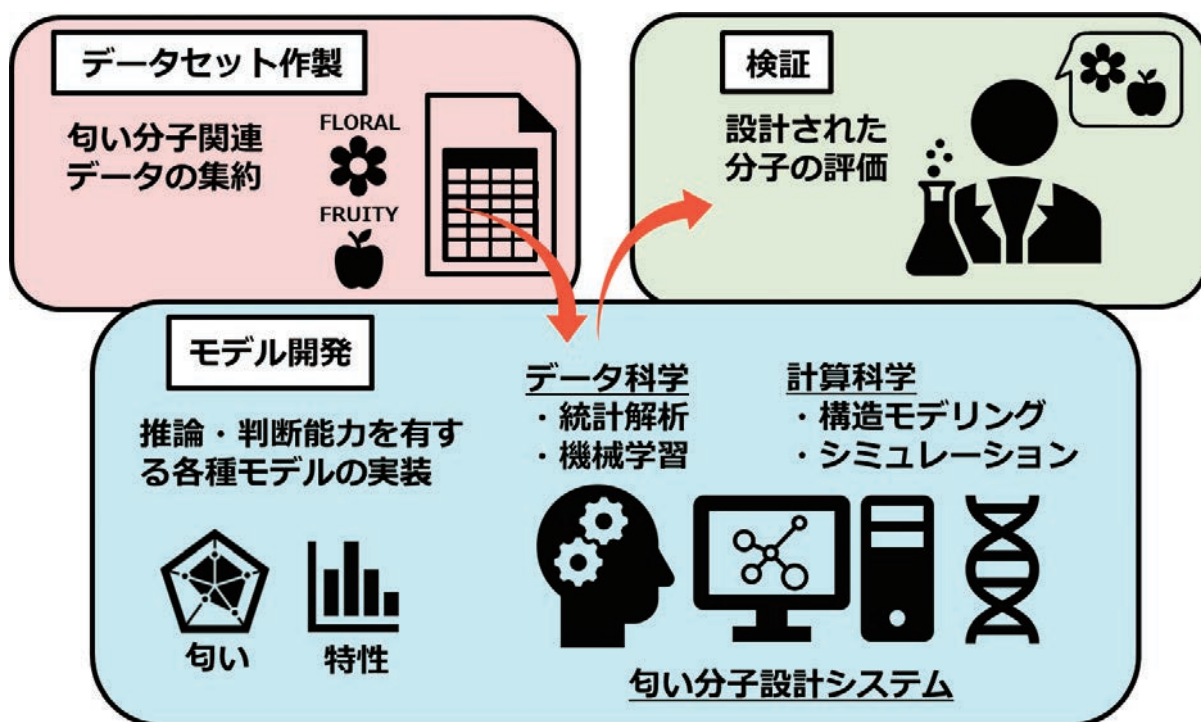
香料に関する、物理的・化学的・生物学的性質などのデータを集約し、データセットを作製します。高砂香料工業のデータサイエンス技術と、東京工業大学の計算科学技術や深層学習技術及びTSUBAME3.0等による計算資源を活用し、分子設計に必要となる推論・判断能力などを有する各種モデルの開発を行います。これらのモデルから得られた候補分子を実際に評価することでその性能を検証し、匂い分子設計システムの有用性を実証します。

研究開発項目

1. 匂い分子設計モデル用データセット作製
2. アロマインフォマティクスベースドモデル開発
3. バイオインフォマティクスベースドモデル開発
4. 匂い分子設計モデルの検証

研究開発の実施体制

高砂香料工業株式会社
国立大学法人東京工業大学



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

High frequency magnetic material supporting 5G mobile communication and next-generation power electronics

研究開発の背景

5G移動通信デバイスの急速な普及にともない、電波吸収材料は必要不可欠な磁性材料となっています。またモーター、電気自動車の電装部品の電力変換を担うパワーエレクトロニクスのキーデバイスであるインバータは半導体のスイッチングにより動作しており、使用されている磁性材料を高い周波数で動作できるようにすることが大きな省エネ効果をもたらします。これらのニーズに対して下記の2つの高飽和磁束密度 (B_s) を有する革新的な高周波磁性材料の創製を図り、国際競争力を強化しようとするものです。

- (I) 5G対象周波数0.7~6GHz、27~30GHzに対応可能な電波吸収材
- (II) 1 MHz以上の高周波領域におけるパワーデバイス用コア材

研究開発項目

1. 原料合成技術の確立
2. ガス反応メカニズムの解明
3. Fe合金ナノクラスター粒子の組成制御
4. Fe合金ナノグラニューラー粒子の組織制御
5. 高周波特性評価技術の確立

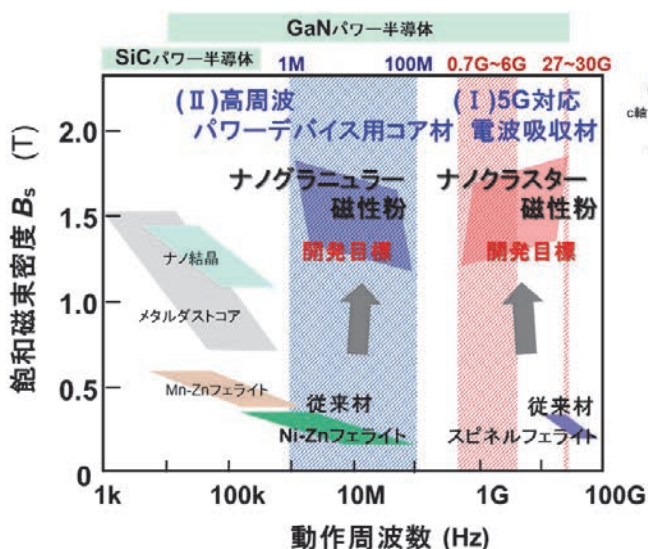
研究開発の内容と目標

高周波磁性材料 (I) と (II)、それぞれに必要な磁気特性を実現するために、新しいFe系合金粉を検討します。これは2017年度NEDO先導研究の成果に基づくもので、Feの格子間に侵入するCやNの量をガス反応プロセスによって制御して新物質を合成するものです。さらにこれらの新物質が高周波で機能するように、(I) に対してはナノクラスター組織を、(II) に対してはナノグラニューラー組織をFe系合金粉の内部に形成させる技術を構築します。これらの研究によって (I) と (II) それぞれにおいて、従来よりもはるかに高い B_s を有する高周波対応磁性粉を開発し、5G対応電波吸収材、高出力パワーデバイス用コア材を実現します。

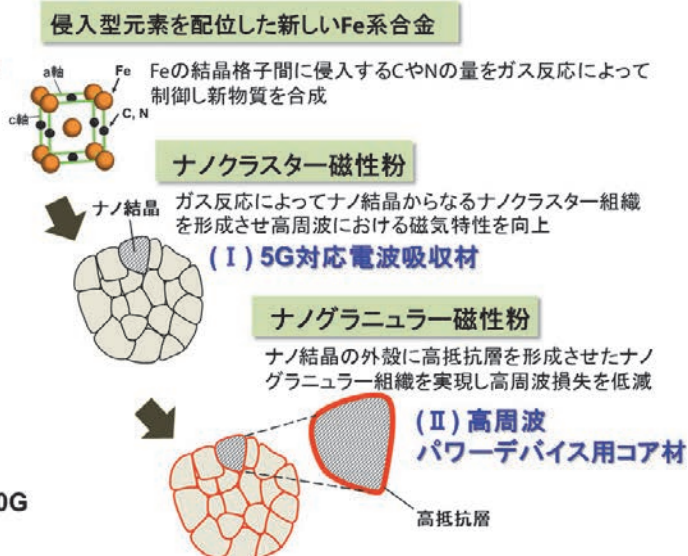
研究開発の実施体制

国立大学法人東北大学
大陽日酸株式会社
関東電化工業株式会社

■ 高 B_s 高周波磁性材料の開発目標



■ ナノクラスター、ナノグラニューラー磁性粉



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

Process informatics technique for innovation of SiC bulk growth

研究開発の背景

SiCパワーデバイスにおいては、省エネ動作や高速動作などの面でSiデバイスを凌ぐ優れた性能が実証され、一部の用途で実用化が進められています。しかしながら、SiCウェハの製造技術がSiウェハのそれと比較して生産性とコストの両面で劣っていることが、電気自動車や産業機器等での普及に対する障害となっています。SiCパワーデバイスの普及拡大を通じて2050年におけるカーボンニュートラル社会への貢献を顕著なものとするためには、特にSiCバルク成長における革新的な生産性向上や、品質向上・安定化、更なる口径拡大やコスト低減を実現することが重要です。

研究開発の内容と目標

本研究では、これらSiCバルク成長における技術課題を解決するために、A. SiCバルク成長の高精度シミュレーション技術、B. AIを駆使したリアルタイムSiC結晶成長制御技術、C. 大型SiC結晶に対する欠陥・内部歪の観察解析技術の開発に取り組むとともに、各開発項目から得られる多量のデータ群を統合してSiCバルク成長技術の革新を引き起こすためのプロセスインフォマティクスのプラットフォームを構築します。これにより、昇華法や溶液法、ガス法それぞれの手法によるSiCバルク結晶製造における生産性・品質向上やスケールアップの開発スピードの格段の向上を実現します。

研究開発項目

1. SiCバルク成長の高精度シミュレーション技術
2. AIを駆使したリアルタイムSiC結晶成長制御技術
3. 大型SiC結晶に対する欠陥・内部歪の観察解析技術

研究開発の実施体制

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

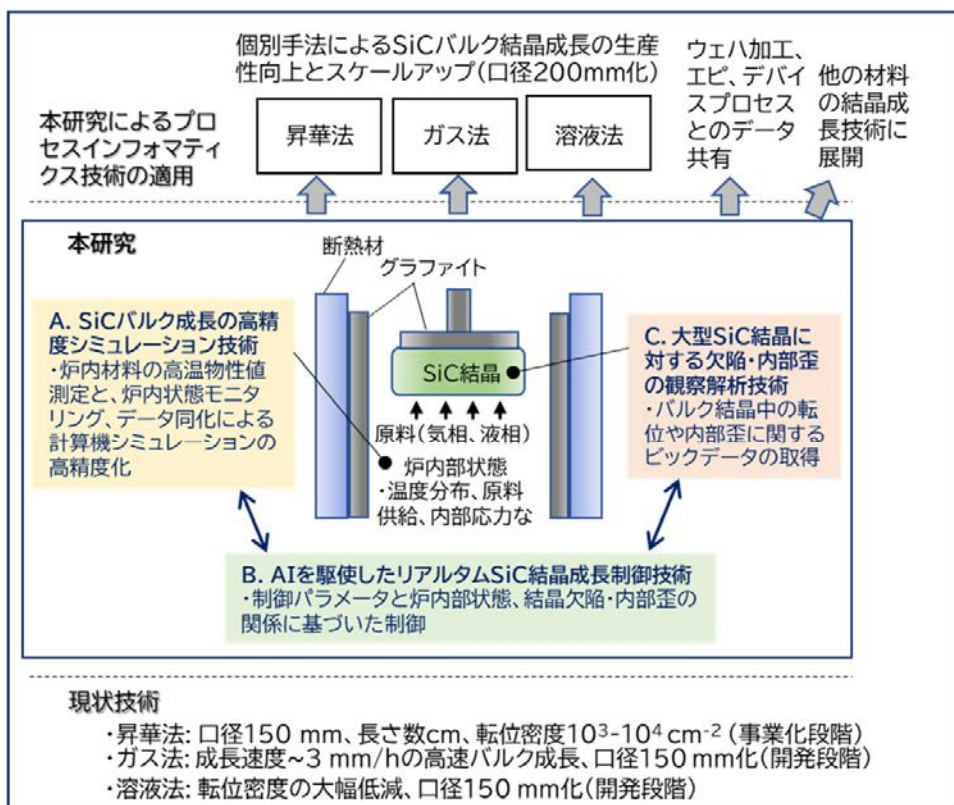


図1 本研究によるSiCバルク成長のためのプロセスインフォマティクスの概要

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

Data Driven Smart Scalable Chemistry

研究開発の背景

これまでの化学品の製造は、基礎化学品の大量生産・大量消費に向けて製造量のスケール毎の反応容器の選択、およびプロセスパラメータの設定をおこなってきました。しかし、機能性化学品では少～中量生産に対して多品種かつ迅速な供給体制が重要であり、スケール間の断絶は解決すべき技術的課題です。さらに、素材毎に異なるプロセスパラメータの設定が経験に依存した人的行為であり、大域的な最適化が難しいという課題も存在します。これらの課題を克服し、機能性化学品のマーケットのサイズに柔軟に対応できる製造技術の構築が必要です。

研究開発の内容と目標

本研究は、スケール間のプロセスエンジニアリングの断絶を克服し、機能性高分子の小中規模の多品種対応を可能とする新たな研究様式を確立することをめざします。具体的には、1L/日の合成を行う実験室レベルから2L/日、3L/日、…、10L/日という機能性化学品のマーケットのサイズに柔軟に対応できる製造技術の構築を目的とします。そのために、フロー型装置によるフローケミストリーにロボティクス、機械学習、シミュレーションを統合することで、スケールに応じたプロセス変数の最適化を行います。

研究開発項目

1. フロー実験によるフリーラジカル重合およびハイスループット化
2. 連続槽型リアクターによるスケールアップ技術開発
3. 反応速度定数予測モデルおよびスケールアップモデルの構築
4. ハイスループット理論化学計算による特徴量データベースの構築
5. 反応シミュレーションによるプロセスパラメータの探索範囲限界の決定と予測モデルの高度化

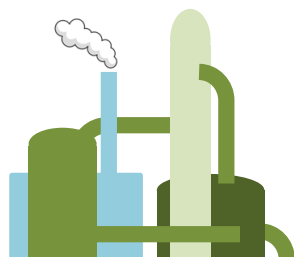
研究開発の実施体制

国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学
JSR株式会社
学校法人慶應義塾

課題



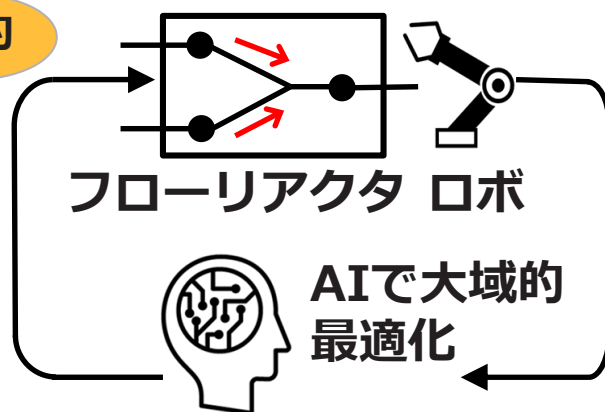
実験室



量産設備

生産量毎にプロセス最適化

目的



- 経験による局所最適化
- ノウハウが属人的
- 迅速な供給が難しい

- フローで生産量可変
- ロボ&AIで迅速な大域的プロセス最適化

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

Construction of Process Informatics Platform for Fine Ceramics

研究開発の背景

- 高い世界シェアを有する電子部品等のファインセラミックス部品の製造工程では、複雑な物理的・化学的变化（形質変化）が進行する。部材の性能や信頼性、耐久性などの製品特性は、形質変化に起因する微構造によって決定される。
- 革新製造技術の創出には、プロセス現象の理解や微構造形成メカニズムに立脚した「統合型プロセスシミュレーション技術」を基盤として、実スケールのデジタルプロセス設計が必要である。

研究開発の内容と目標

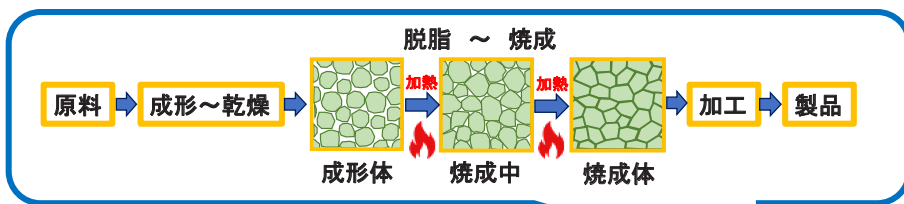
- 成形～乾燥～脱脂～焼成のファインセラミックス製造工程で生じる形質変化を計算科学を活用して予測/再現し、最適微構造のためのプロセス制御因子を迅速に解明する。
- ファインセラミックス製造に活用できるプロセスシミュレーション技術開発と、計算科学による数値実験データ検証を進める。
- Society5.0社会実現に向け、次世代ファインセラミックス部材の創出に繋がる革新プロセス設計を加速する。

研究開発項目

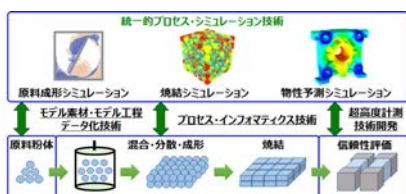
1. 統合型プロセスシミュレーション技術のための要素技術
2. 原料・成形プロセスの可視化と成形体の微構造設計技術
3. セラミックス焼結プロセス解析と高度化、信頼性評価技術 など

研究開発の実施体制

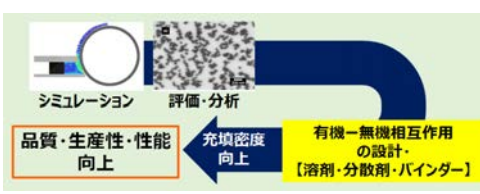
株式会社村田製作所、京セラ株式会社、日本特殊陶業株式会社、日本ガイシ株式会社、一般社団法人日本ファインセラミックス協会、一般財団法人ファインセラミックスセンター、国立研究開発法人産業技術総合研究所（再委託先）
国立大学法人東京大学、国立大学法人筑波大学、国立大学法人横浜国立大学、学校法人梅村学園中京大学



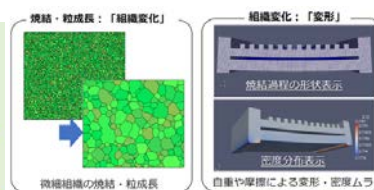
ファインセラミックスの
プロセスインフォマティクス
基盤技術開発



統合型プロセス
シミュレーション技術
のための要素技術



原料・成形プロセスの可視化
と成形体の微構造設計技術



セラミックス焼結
プロセス解析と
高度化信頼性評価技術

空間内ウイルスを強力分解する革新素材の研究開発

Innovative materials for powerful decomposition of viruses in indoor space

研究開発の背景

新型コロナウイルス感染症のパンデミックは、世界中に人的のみならず経済的にも甚大な被害をもたらしています。感染を予防しながら経済活動を続ける「新しい生活・社会様式」の実践には、病院や店舗、公共交通機関など、不特定多数の人が集まることが避けられない場所の感染リスクを低減することが重要であり、優先的に取り組むべき課題であると考えます。

本研究開発では、感染リスクの無い社会の実現を目指し、エアロゾルなど空間内に存在するウイルスを強力に除去する、革新的な抗ウイルス素材を開発し、安全性・有効性を実証することを目的とします。

研究開発の内容と目標

空間内に存在するウイルスを強力に分解するためには、これまでに無い革新的な技術が必要です。本事業では、近年発見した、ウイルスを吸着分解し、かつ人体に安全な新規ナノ材料を基本構造として、計算シミュレーション等により革新抗ウイルス素材の設計、開発に取り組みます。そして、カーテンや手摺り、空気清浄機のフィルターなど、室内で使用される製品群への展開を目指し、繊維不織布やフィルム基材に高度複合化し、実環境下における有効性を実証します。

研究開発項目

1. 抗ウイルス繊維、フィルムの開発
2. 計算シミュレーションによる材料設計技術の確立
3. ウイルス不活化メカニズム解明
4. 空間内ウイルス除去実証実験

研究開発の実施体制

東レ株式会社
学校法人麻布獣医学園 麻布大学



人工ルシフェリンによるウイルス検知・可視化

Virus determination with synthetic luciferins

研究開発の背景

現行のウイルス検出原理は、ポリメラーゼ連鎖反応 (PCR)、もしくは、抗原抗体反応に大別できます。PCRではウイルスが有する遺伝子増幅を行い、抗原抗体反応ではウイルスタンパクとイムノグロブリンとの特異的アフィニティを利用しています。新型コロナウイルスの感染拡大によって、専ら分子生物学で用いられてきた既存装置の小型化・ハイスループット化が鋭意行われています。しかしながら、既存技術の延長では簡便性や汎用性が限界に達しつつあり、パンデミック対応が難しいことが明らかになってきました。

研究開発の内容と目標

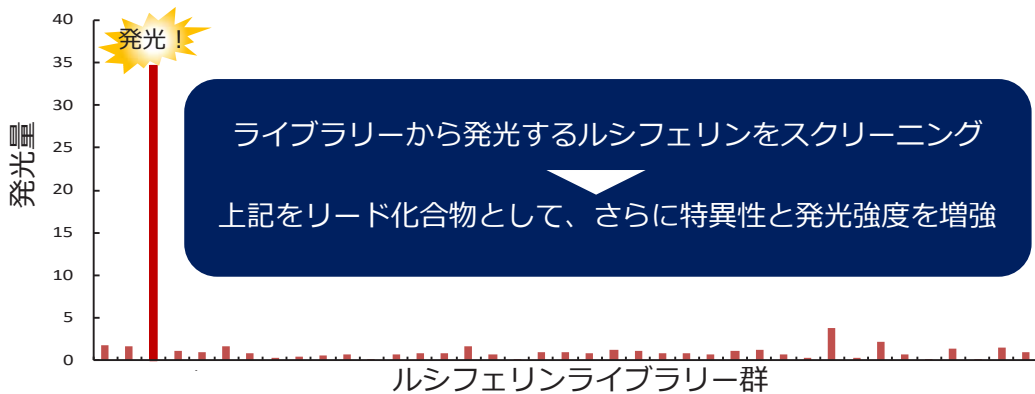
本研究では、第3のウイルス検出原理としてルシフェリン/ルシフェラーゼによる生物発光反応の利用を目指します。発光生物が有する天然ルシフェリンを母骨格とするアナログライブラリー群の合成と発光スクリーニングを実施します。ウイルスによって選択的に触媒され (分子認識機能)、光る (レポート機能) という2機能性を備えた人工ルシフェリン創成によって、「混ぜるだけ」でウイルスを発光反応で検知する新材料を見出すことを目標にしています。

研究開発項目

1. 人工ルシフェリンライブラリーの拡充
2. ウイルスからの発光スクリーニング

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



「混ぜるだけ」のウイルス検出



手指、ドアノブへスプレーするだけでウイルス可視化



感度と選択性を向上させることで、様々なアプリケーションへ展開可能

水分解水素製造用光触媒結晶のマテリアルDX研究開発

Material DX for Photocatalytic Water Splitting Crystals

研究開発の背景

持続可能な社会の達成に向け新たなエネルギーソースとして水素を用いる水素社会が提唱される。電力・運輸・熱などを水素で担い化石燃料の利用を大幅に削減、ゼロカーボン・エネルギーセキュリティなどに貢献する社会である。本社会の実現には、再生可能エネルギーを用いて高効率で水素を製造する必要がある。そのキーマテリアルとして、太陽光にて水を直接酸素と水素に分解する可視光応答性光触媒に着目、これらの材料の生産量を数gから数千kgに飛躍的に向上するスケールアップ方法論を確立し、将来的に水素社会の実現に向け高性能かつ実用的な可視光応答光触媒を供給することを目指す。

研究開発の内容と目標

可視光応答性光触媒である(酸)窒化物・(酸)硫化物結晶をスケラブルかつデータ駆動型アプローチで開発する「光触媒材料のスケールアップ方法論」の確立を目的とする。信州大学では、液相結晶育成手法の一つであるフラックス法を応用し、(酸)窒化物・(酸)硫化物の高性能化と高質なプロセスデータの蓄積を達成している。データ駆動による結晶育成条件の導出を行い、デクセリアルズ(株)での小スケール(50gバッチ、ラボスケールの約50倍)での生産を実現し、デバイス試作に資する材料供給体制を敷く。そのうえで、高品質光触媒結晶を量産化するための技術基盤を構築する。

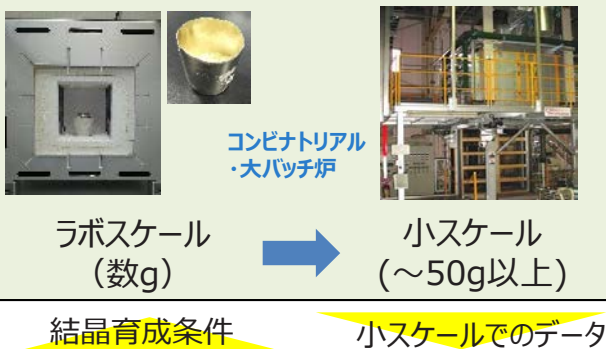
研究開発項目

1. 大域的データセット収集システムの構築により、大量データ収集と機械学習最適化を実現する。
2. スマートフラックス炉を開発し、炉内の結晶育成環境をその場観察する。
3. 小・中量産化システムおよび高速データ生産システムを開発する。

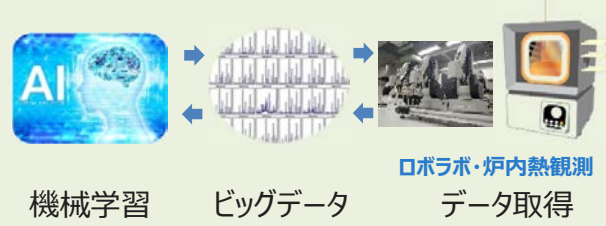
研究開発の実施体制

国立大学法人信州大学
 デクセリアルズ株式会社
 (再委託先)
 Dexerials Precision Components株式会社

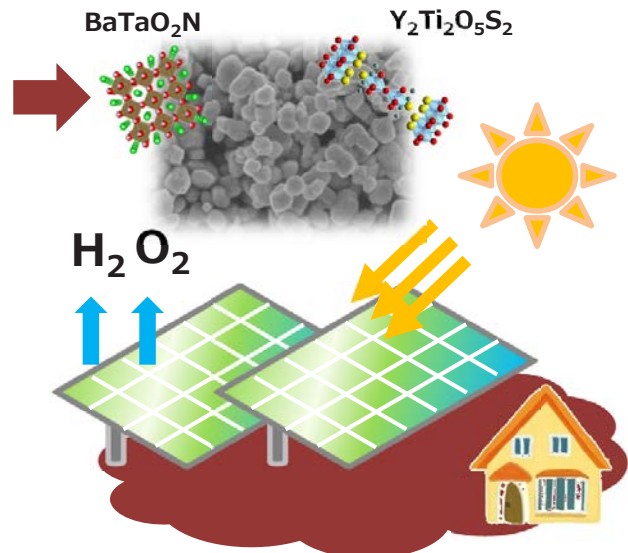
●可視光応答光触媒のスケールアップ



●データ駆動型結晶育成条件導出



**【目的】大バッチ・高品質な(酸)窒化物・(酸)硫化物結晶光触媒を開発する
 フラックス法結晶育成プロセス
 インフォマティクスのプラットフォーム構築**



生体無害ウイルス不活化230nm深紫外LEDパネルの研究開発

230 nm Deep Ultraviolet LED Panels for Inactivation of Viruses

研究開発の背景

新型コロナウイルスの世界的感染拡大によって人類は大きな混乱に見舞われており、感染症対策は全世界における緊急な課題である。

波長230 nm以下の紫外線は高い殺菌性能を持ちつつ、薬剤を使わずに非接触でウイルス不活化が可能である。非常に高い吸収率のため人体内部への侵入が極めて小さく人体への負荷が少ない。LEDは小型、堅牢で、良好なON/OFF特性を持ち、水銀やガス等を使わないことから、230 nm以下のLEDが実現できれば理想的な不活化光源となることが期待される。

With/Postコロナ社会では、変異株や未知のウイルスに対応可能な不活化技術の開発が求められており、有人環境で利用可能なウイルス不活化技術は極めて重要である。

研究開発の内容と目標

本研究では、短波長220-300 nmで世界トップクラスの実績を誇る理研の結晶成長技術をベースとして、波長230 nm以下の深紫外 LED を実装し、高効率・高出力化技術を開発する。

- ・ サファイア基板上に高品質窒化アルミニウム (AlN) 結晶を製膜し、その上に窒化アルミニウムガリウム (AlGaN) 系短波長 LED を作製する。
- ・ 短波長 LED の並列実装、熱マネジメント冷却等により高出力 LED パネルを実現する。
- ・ 新型コロナウイルスに対して、TCID50法あるいはRT-PCR法による不活化実証を行う。
- ・ 健常者ボランティアに対して光線過敏試験を行い、一定時間経過後における紅斑の有無と皮膚常在菌測定を行い、安全性を実証する。

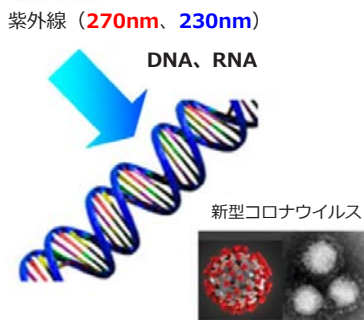
研究開発項目

1. 230nm深紫外LED技術の開発
2. 深紫外LEDパネルの開発研究
3. 新型コロナウイルス不活化実証
4. 人体皮膚への照射安全性実証

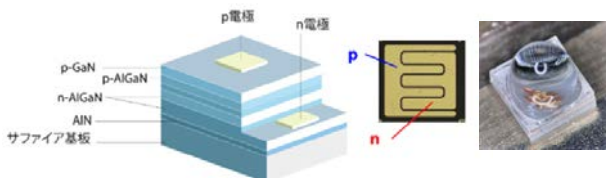
研究開発の実施体制

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

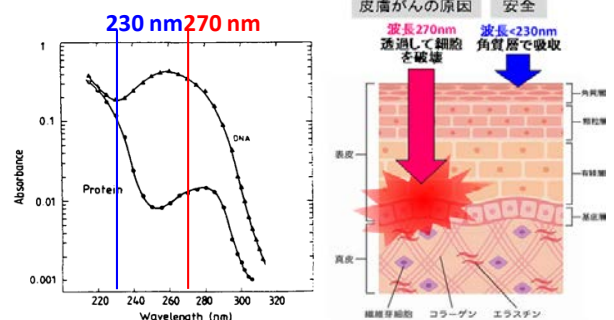
■ 紫外線はDNA, RNA に吸収され、複製作用が無くなりウイルスや細菌は不活化する



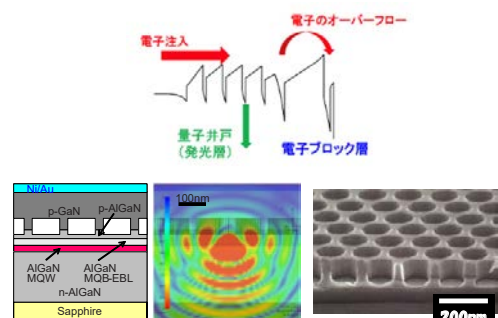
- 材料は半導体AlGaN
- 基板の上に半導体の薄い膜を積層 (深紫外LEDではサファイア基板)
- レンズを取り付けてLED実装



- 260-280 nm : DNAを攻撃
- 220-230 nm : DNA + 細胞膜を攻撃



■ 電子の状態と光の状態、それぞれを制御する構造を導入してLED効率を向上させる



濃縮海水を原料とするMgのグリーン新製錬技術開発

Green production process of Mg Metal from concentrated sea water waste

研究開発の背景

日本のマグネシウム (Mg) 需要は3.5万トンであり、Mg材料が低CO₂排出社会の実現に不可欠な材料であるだけでなく、Al材料の添加元素や鉄鋼製錬の副原料としても重要である。しかし、Mgの99%は中国からの輸入に依存しており、供給源の分散化や自国生産が資源戦略上必要である。また、現行のMg製錬法のCO₂排出量やエネルギー消費を抜本的に改善することも必要である。

Mgは海水中に豊富に存在し、日本でも「自給自足」が十分に可能な元素である。現在の国内での食塩生産工場から排出される濃縮廃海水を有効に利用することができれば、約2万トンのMgを、CO₂排出量等を削減したプロセスで生産可能と試算している。

研究開発の内容と目標

本プロジェクトでは、国内の製塩施設等で生じる「廃水」である濃縮海水を、Mg金属として回収するための新製錬技術を開発する。具体的には、すでに濃縮海水等を原料にして国内生産されているMgCl₂・6H₂Oを出発物質にして、環境に優しいとされる熔融塩電解法によってMg金属を製造する上での諸課題について検討する。さらに、濃縮海水よりMg金属を製錬する際の環境的・経済的障壁を明らかにし、実用化可能性を評価する。

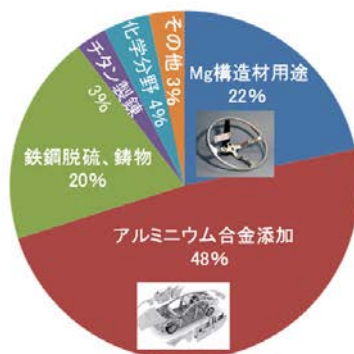
一連の研究を行うことにより、国内のMg金属の需要の数割を、国内資源を利用し、国内で生産するための基礎的技術の開発を行うとともに、その実現のために必要な諸課題を明らかにする。

研究開発項目

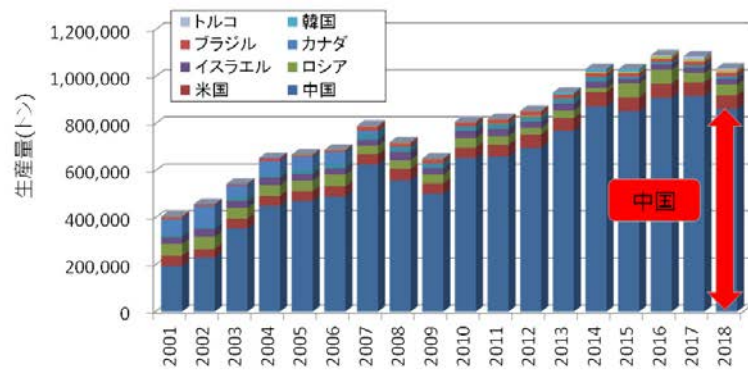
- 【研究項目A】濃縮海水から効率的にMg地金を生産する技術の開発
- 【研究項目B】濃縮海水から精製したMgインゴットの評価技術の開発
- 【研究項目C】海水由来のMg製錬プロセスのエネルギー・マテリアルフロー評価
- 【研究項目D】濃縮海水よりMgを製造するための技術・経済シナリオの構築

研究開発の実施体制

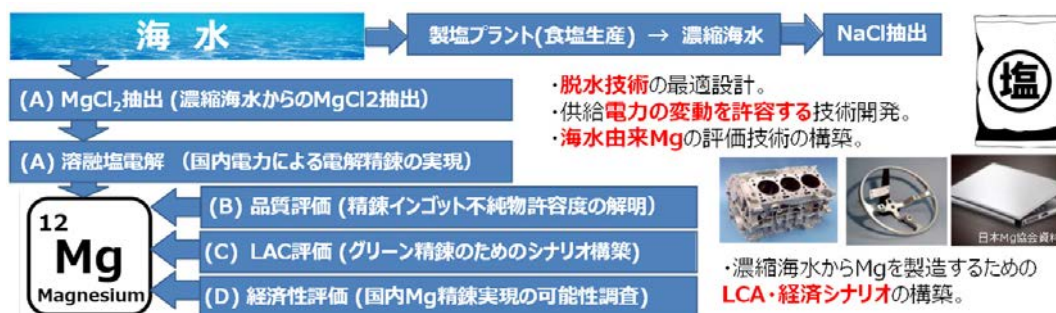
- 学校法人 関西大学
- 株式会社 戸畑製作所
- 国立研究開発法人 産業技術総合研究所
- 国立大学法人 東京大学
- 一般社団法人 日本マグネシウム協会 (再委託先)
- 独立行政法人 国立高等専門学校機構 富山高等専門学校



国内Mg需要構成(2019)



世界のMg生産推移(2001~2018)



プロジェクトの研究開発スキーム

負の Δ EST実現による高効率で長寿命な有機青色発光材料の開発

Inverted Singlet and Triplet Excited States for Efficient Organic Light-Emitting Diodes

研究開発の背景

有機ELでは注入された正孔と電子の再結合により、発光分子は一重項(S1)励起状態と三重項(T1)励起状態に分かれて励起される(電流励起)。この際前者が25%、後者が75%の割合で生成することが知られている。S1/T1からの発光はそれぞれ蛍光/燐光発光と呼ばれ、前者が許容遷移であるのに対し、後者は禁制遷移である。そのため、電流励起では注入した多くの電気エネルギーをロスすることになる。九州大学の安達教授らは、S1とT1のエネルギー差(Δ EST)を小さくすることで、T1からS1へ逆交換交差が起こり、電流励起によって生成するT1からも蛍光発光させられることを実証した。TADFと呼ばれるこの発光機構は有機ELのエネルギー利用効率を高める画期的な手法として非常に注目をされており、近年この逆交換交差を速くすることで、有機EL素子の長寿命化が検討されている。

研究開発の内容と目標

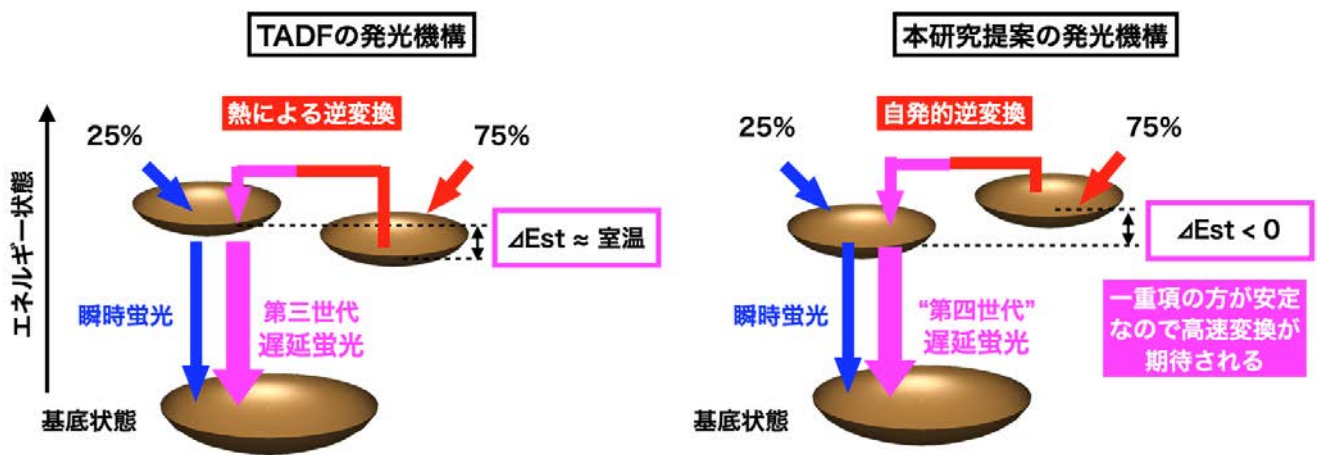
TADFではT1からS1への逆交換交差が起こるために、熱エネルギーが必要とされている。これはS1はT1に比べエネルギー準位が高く、そのエネルギー準位の差(Δ EST)は0以上(Δ EST > 0)であると信じられているからだ。この経験則はHund則と知られ、100年以上破られていない。もしこの常識を破り負の Δ ESTを有する材料を開発できたら、TADFで必要な熱活性が不要となり、逆交換交差がより速く起こることが期待される。逆交換交差が速やかに起これば、不安定な励起状態の寿命が短くなり、素子の長寿命化が期待できる。本研究開発では負の Δ ESTを有する未踏の発光材料を開発し、有機EL素子の高効率・長寿命化の同時達成を目指す。

研究開発項目

1. 負の Δ ESTを有する発光材料の計算科学的スクリーニング
2. 負の Δ ESTを有する発光材料の開発
3. 有機EL素子の長寿命化の検証

研究開発の実施体制

国立研究開発法人理化学研究所
株式会社東レ
(再委託先)
国立大学法人 大阪大学



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

研究開発の背景

電力部門の脱炭素化と最終エネルギーの電化は重要課題であり、省エネルギーかつ安定した高効率電力供給ネットワークの構築が必要です。

そこで、高効率な電力変換器の大量導入とデジタル技術を活用した電力需給の効率化と脱CO₂化（グリーンbyデジタル）の実現が重要となります。しかし、電力変換器の高効率化と電磁ノイズ低減はトレードオフの関係にあり、かつ、電磁ノイズの問題は電力変換器を接続するネットワーク全体に波及するため、持続可能な省エネ化社会を実現するには、電力変換器の効率を犠牲にすることなく、電磁ノイズを抑制する新概念の「ノイズフリー化技術」が必要です。

研究開発の内容と目標

本研究開発では、AI 技術を活用したデジタルアクティブゲート駆動を用いて、大量の電力変換器が接続されるパワーエレクトロニクス電力ネットワークのノイズフリー化を実現するノイズオートチューニング技術を構築し、電力変換器の効率と電磁ノイズのトレードオフを克服することで、CO₂削減を目指します。

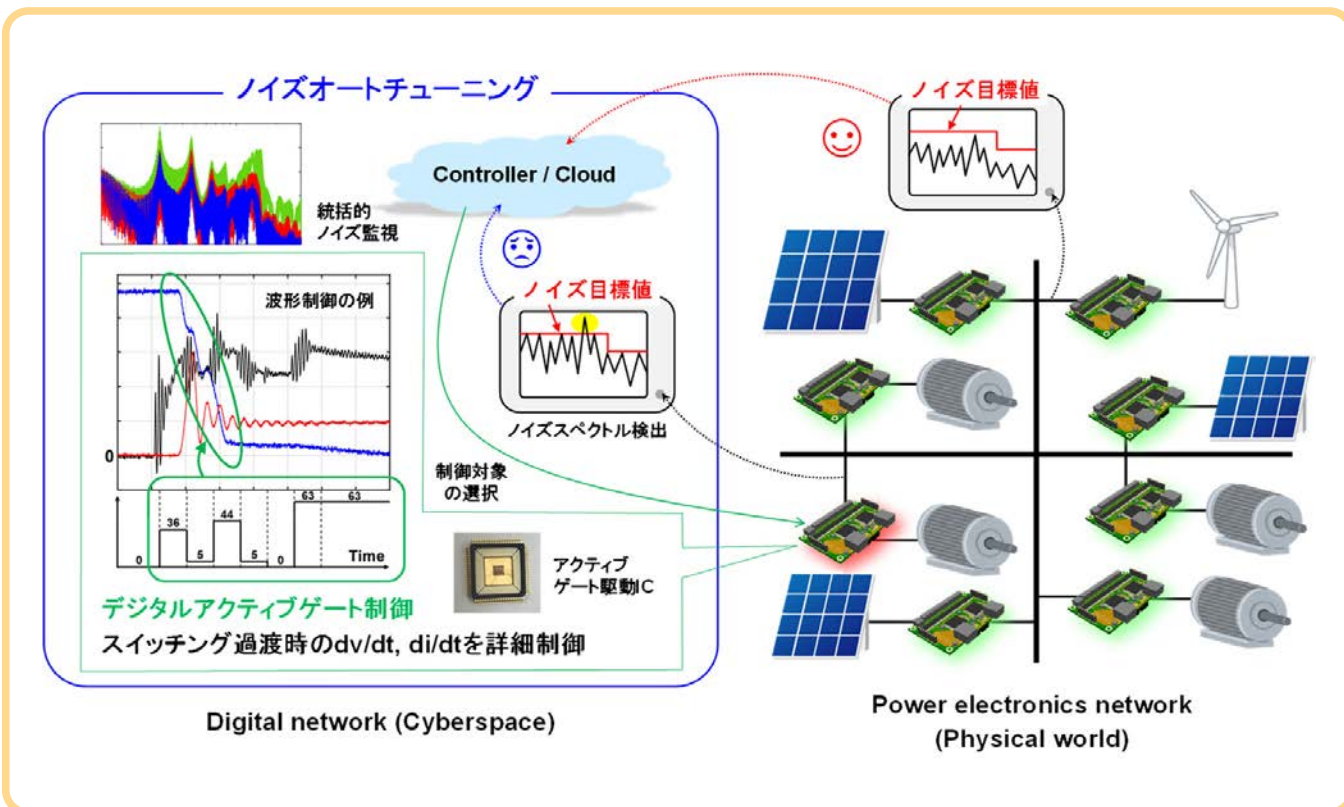
さらに、ノイズオートチューニング技術を電力変換器単体だけでなく、複数の電力変換器が接続されるネットワークレベルに拡張し、電力変換器群の統合的ノイズ削減が可能なノイズフリー・パワエレ電力ネットワークの創生を目指します。

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

研究開発の実施体制

国立大学法人 東京大学
国立大学法人 横浜国立大学



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

研究開発の背景

パリ協定2016が掲げる「抜本的なCO₂削減」を達成するには、①再生可能エネルギー電源の大量導入と②最終エネルギーの電力化率向上が必須です。これらを実現する電力システムや電化機器は、既に普及した交流だけでなく、「直流」でも運用されます(図1)。さらに、電力の安全運用は、2011年東日本大震災を機に、是が非でも死守すべき最優先事項に位置づけられています。そのため、安全安心とカーボンニュートラルが両立した社会こそが、本研究で実現を目指す未来像です。

研究開発の内容と目標

この未来社会を実現するためには、既存の交流だけでなく、急激な需要増を迎える直流にも適用できる「汎用的な安全装置 (=遮断器)」が必須となります。しかし交流に比して直流の遮断は劇的に難しいため、汎用的な遮断器は長年開発できておらず、①②の実現を阻む大きな障害となっています。そこで本研究では、過電流がピーク値に達する前に、過電流を即座に、毎回確実に抑制 (= 限流) してから遮断する革新的な動作原理を採用した「限流遮断器」を開発します(図2)。これは、従来比1/100以下のサイズ・コストにも関わらず、直流・交流・過電流値を問わず、ありとあらゆる電流が毎回確実に遮断できるため、様々な電力システムや電化機器への導入が可能です。これにより①②の実現を抜本的に推進し、大幅なCO₂削減を目指します。

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クトロニクス技術の開発
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
 国立大学法人 東京工業大学
 国立大学法人 金沢大学

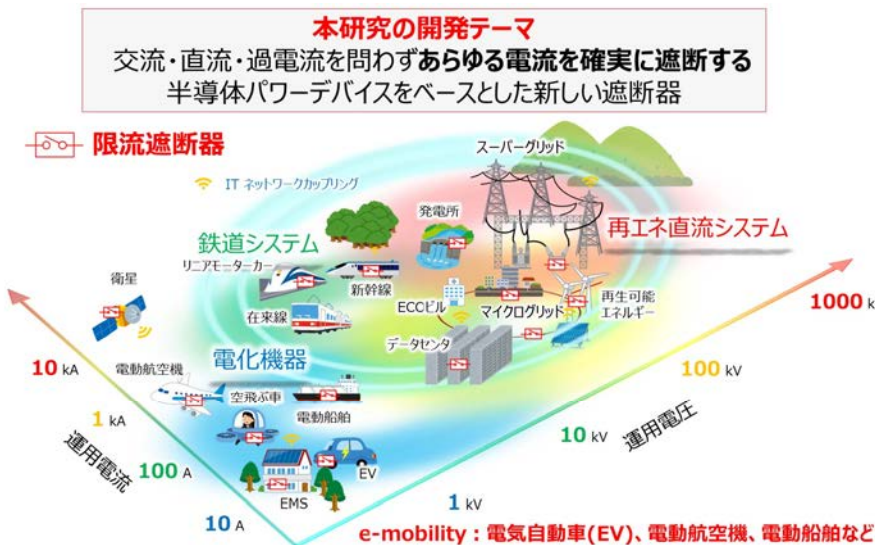


図1 限流遮断器が開き拓く持続可能なカーボンニュートラル社会

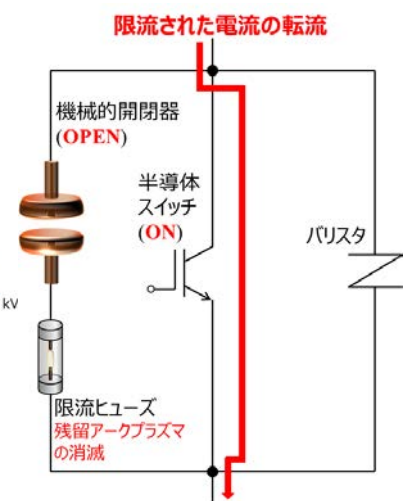


図2 限流遮断器の構成例

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

研究開発の背景

IoTは、家庭や産業のあらゆる場面においてエネルギー投入量・投入タイミングの最小化・最適化につながることから、環境改善に多大な役割を果たします。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。しかし従来の熱電素子では発生電圧が低いことから昇圧が必須であり、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。

研究開発の内容と目標

本研究開発テーマでは、中低温排熱をエネルギー源とした熱電発電デバイスとして「熱電キャパシタ」を提案します。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）を活用することで、(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ながらも、微小温度差から得られた電圧でIoTセンサを直接駆動可能といった効果の創出が期待されます。高ゼーベック係数の発現原理を実験的・理論的に究明し、新規材料・デバイスの創出ならびに簡便な回路構成によるセンサ駆動の実証を目指します。

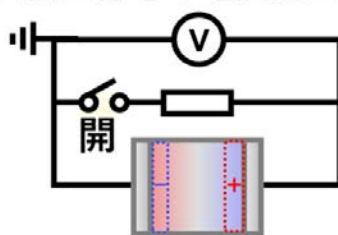
研究開発項目

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

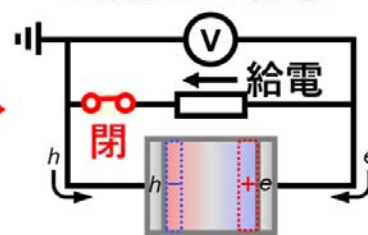
研究開発の実施体制

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

温度差付与：電圧発生



負荷接続：給電



熱電キャパシタによる給電イメージ

【従来】熱電素子（半導体）	比較表	【本提案】熱電キャパシタ
△小（数百 $\mu\text{V K}^{-1}$ 以下）	ゼーベック係数	◎大（材料によるが mV K^{-1} 以上のオーダー）
×多数必要 （数十～数百個の直列接続）	モジュールの 構成要素数	◎少数 （ 10 mV K^{-1} なら1個で半導体50個相当）
×必要（昇圧回路のインピーダンスまで 考慮して設計）	昇圧回路	◎不要
連続給電	給電方式	断続給電（負荷接続時に電流が流れる）

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

研究開発の背景

持続可能かつ豊かな生活を享受可能な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。IoTの安定駆動におけるエネルギー効率向上に向けて、エネルギーとデータの地産地消化技術を創出します。

全ての人に健康と福祉を提供することを目指し、高エネルギー効率な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。

研究開発の内容と目標

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、その涙液糖値量データをメモリに蓄積し、必要な時にのみ、すなわち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。これによりスマートコンタクトレンズなどの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

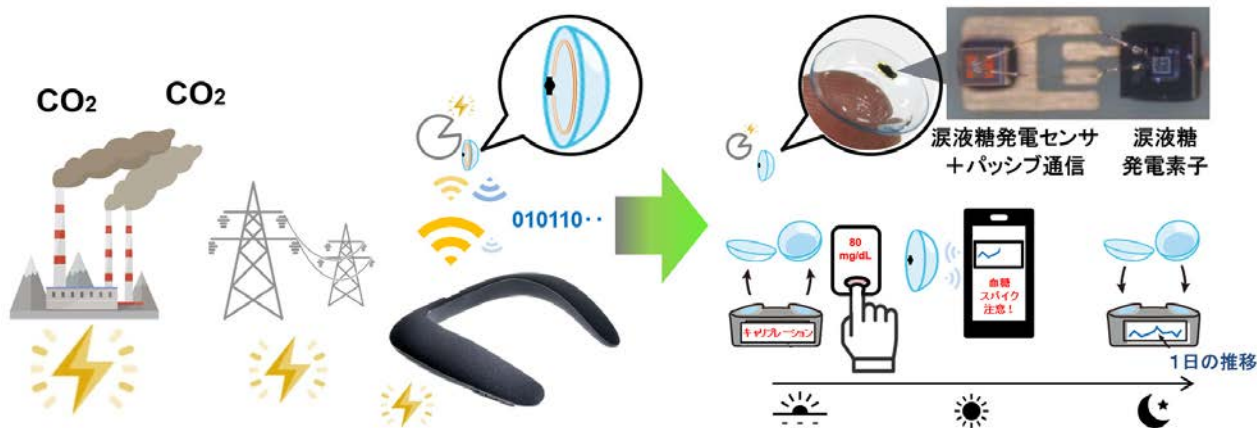
1. 涙液糖発電センシング・オンデマンドパッシブ通信システムの研究開発
2. 涙液糖発電センシング・パッシブ通信システムのコンタクトレンズ包埋技術の研究開発

研究開発の実施体制

国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学
株式会社メニコン

研究開発の概要と解決手段

- IoT版エネルギー地産地消化による電力伝送ロス削減
- 装着時にキャリブレーションし、血糖スパイク検出により予防医療に貢献
- 世界初の**涙液糖発電センサ & パッシブ通信**持続血糖モニタコンタクト
- 涙液糖発電センサ導入により、アナログ電圧印加回路を削減し低消費電力化
- オンデマンドパッシブ通信導入により、無線送信回路を削減し低消費電力化



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

研究開発の背景

2050年は、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。そんな未来において、あらゆる場所を機能化することのできる素材が自在に創製できれば、より多くの機能を広範に実装できます。もし、ナノスケールで精緻に設計した機械のように高度に作成することができれば、生活のあらゆる場面の機能化・効率化に極めて有効に働くと予想されます。この観点からナノ材料は、社会の高機能化に寄与できるポテンシャルのある材料です。ナノ材料を高効率な機能性素材として多様にアレンジできる技術が確立されれば、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が醸成されるでしょう。

研究開発の内容と目標

様々な機能を実社会に実装するため、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の一つです。中でも、このナノ材料を最大限精密に制御し、さらに接合する技術は未だ未踏の極めて難しく、しかし、将来のナノ材料の多様な多様性を利用するために必須の技術です。本研究では、ナノ材料の接合に主眼を置いて、極めて精密に制御されたナノ材料を精緻に接合する技術を開発・確立し、自在にナノ材料を制御することを目的として、研究開発を進めています。

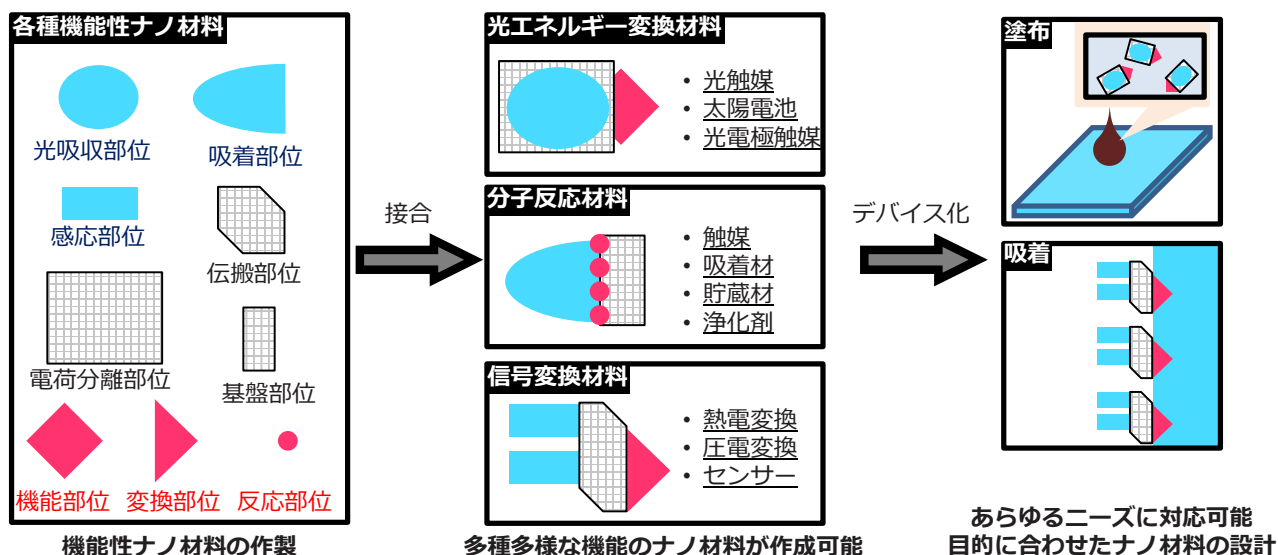
研究開発項目

1. ナノ材料の精緻な制御
2. ナノ材料の接合手法の開発

研究開発の実施体制

国立大学法人 京都大学

ナノ材料の設計性を向上



高効率太陽光CO₂電解還元システムの研究開発

Highly Efficient Solar Driven CO₂ Reduction System

研究開発の背景

太陽光を用いて水 (H₂O) から電子を取り出してCO₂を有用な炭素化合物に還元する人工光合成型反応を高効率に進行させる技術には、将来のカーボンニュートラル社会への多大な貢献が期待されています。人工光合成型の反応は、CO₂還元反応を駆動する電気化学システムと太陽電池を直接連結した太陽光CO₂電解還元システムで進行させることができます。しかし、現状の技術では、触媒に貴金属が用いられており、またその反応電位が高いことから、汎用太陽電池の出力では、高い太陽光変換効率は実現できていません。社会実装には、汎用金属を活用しかつ低電位駆動が可能なCO₂電解還元システムの開発が必要です。

研究開発の内容と目標

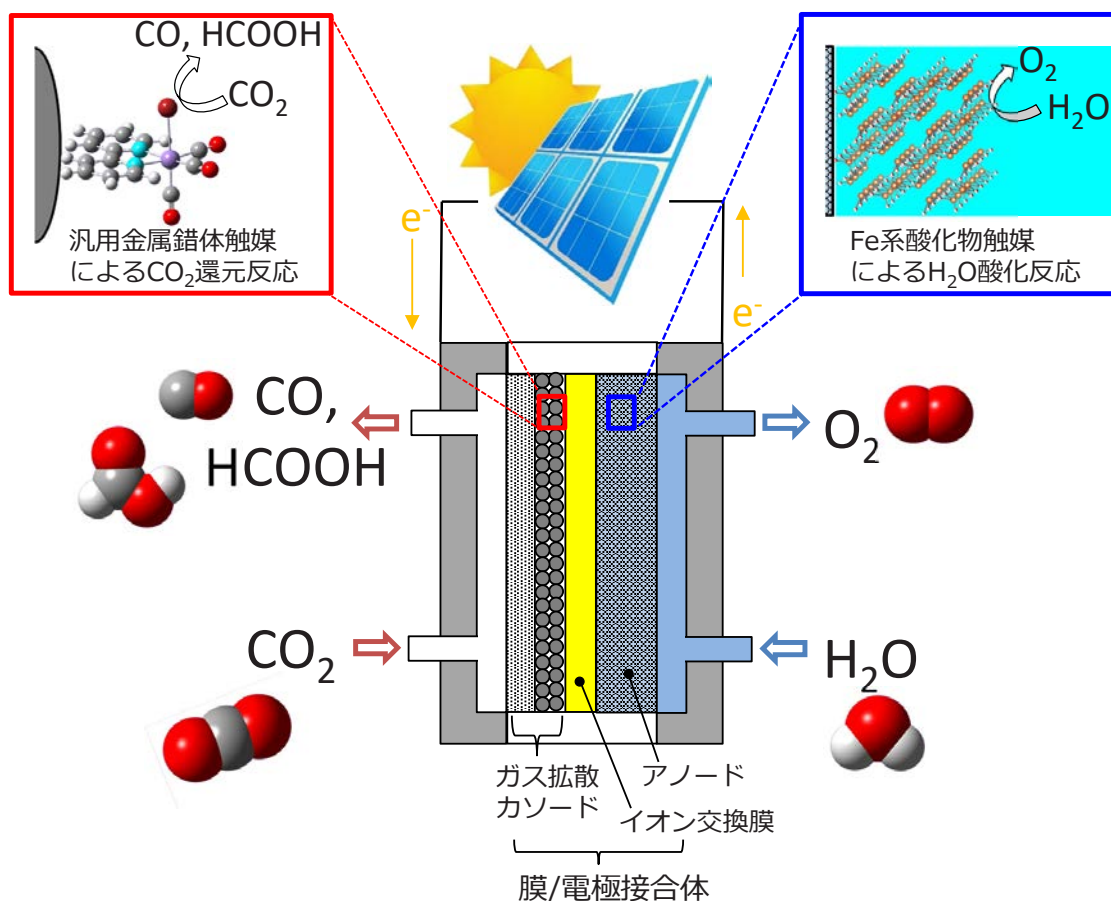
本研究では、社会実装の実現に向けて、希少金属を用いない高効率太陽光CO₂電解還元を実証します。CO₂還元触媒としてMnなどの汎用金属イオンを用いた金属錯体を、またH₂Oの酸化触媒としてFe系酸化物触媒を開発します。さらに、CO₂を従来の液相ではなく気相で反応させることができ、かつ反応系全体の電気抵抗を低減できる、膜/電極接合体を用いたガス拡散型リアクターを適用することで、CO₂電解還元反応の低電位駆動を実現させます。このリアクターと汎用金属触媒を組み合わせたCO₂電解還元システムを、汎用のシリコン太陽電池と直接連結することで、20%を超える太陽光変換効率の実現を目指します。

研究開発項目

1. 高効率太陽光CO₂ 変換の実証
2. 資源量豊富な新規CO₂還元触媒の研究開発
3. 高活性 Fe 系 H₂O 酸化触媒の研究開発

研究開発の実施体制

株式会社豊田中央研究所
 学校法人成蹊学園
 公立大学法人岡山県立大学
 (再委託先)
 国立研究開発法人理化学研究所



低消費電力フレキシブルCMOSの創製

Low power consumption flexible CMOS

研究開発の背景

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。

研究開発の内容と目標

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、世界最高水準のシーズ技術である筑波大学の「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。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。

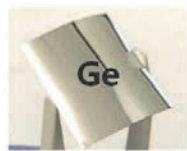
研究開発項目

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

研究開発の実施体制

国立大学法人筑波大学
国立大学法人九州大学

筑波大学

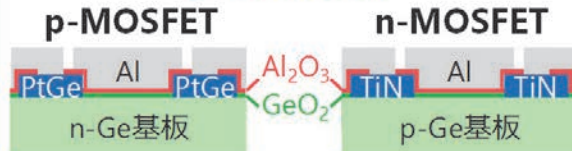


$\mu_{\text{Hall}} = 690 \text{ cm}^2/\text{Vs}$
 $p = 1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$

世界最高移動度p型半導体薄膜のプラスチック上合成技術

Sci. Rep. 7, 16981 (2017), Sci. Rep. 8, 14832 (2018)
APEX 12, 015508 (2019).

九州大学

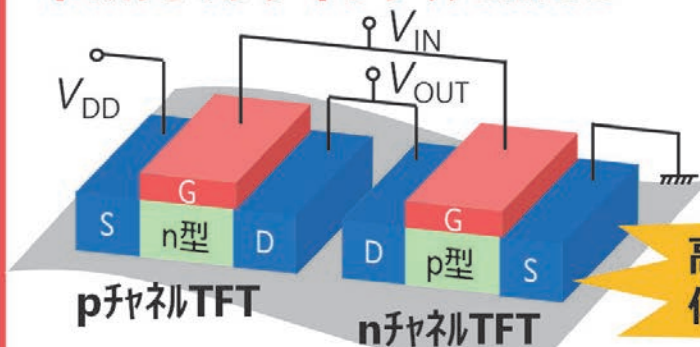


低温Geトランジスタとして世界最高の電界効果移動度 (ゲートスタック)
低Off電流 (ショットキーS/D)

APL 103, 122106 (2013); APL 104, 132109 (2014).

融合・発展

本研究：フレキシブルCMOS



$\mu_n > 600 \text{ cm}^2/\text{Vs}$
 $\mu_p > 400 \text{ cm}^2/\text{Vs}$
 $\text{On/Off} > 10^6$

高速発振 (> 300 MHz)
低消費電力 (< 1/100)

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”

研究開発の背景

世界的なエネルギー・環境問題への取り組みとして、現在、各国では、持続可能な開発目標 (SDGs) に向けて自然エネルギーの導入が進められています。効率的な電力マネジメントを行うスマートグリッドによって、自然エネルギー利用増加が期待されています。しかし、現在の送配電網では、電力の効率的な輸送ができないため、自然エネルギー活用へのボトルネックとなります。

本研究では、電力輸送に有利な網目状の送配電網普及によるボトルネック解消を目指して、網目状の送配電網の直接的かつ能動的な電力潮流制御を可能とする技術開発を行います。これにより、スマートグリッドのさらに先を見据えた新しい電力ネットワークシステムの実現を目指します。

研究開発項目

1. 送配電網に直列接続する力率調整装置の開発
2. 半導体化多頻度電力潮流切り替え器の開発
3. 短時間過負荷耐量を有する電力変換器の開発
4. 超低オン抵抗パワー半導体デバイスの開発
5. 過負荷耐量の大きいデバイスの開発

研究開発の内容と目標

本研究では、パワーエレクトロニクスの技術を基盤として、送配電網に直列接続する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。

送配電網と直列に接続する電力変換器は、印加電圧を低減できるため小型化が可能かつ、力率調整や電力潮流の制御以外に、電流遮断も可能です。しかし、落雷等の事故が生じると、直列機器を流れる電流が通常時の数十倍となり、これが最長で1秒続きます。直列機器は、事故電流に対して壊れずに耐える短時間過負荷耐量が必要となります。

本研究では、送配電網に直列接続する電力変換器の回路方式・制御法と送配電網用途に特化したパワーデバイスを開発することによって、電力変換器の短時間過負荷耐量を実現します。

研究開発の実施体制

国立大学法人筑波大学



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

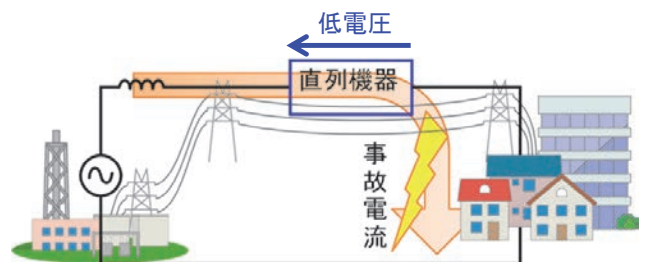


図2 送配電網に直列接続される電力変換器

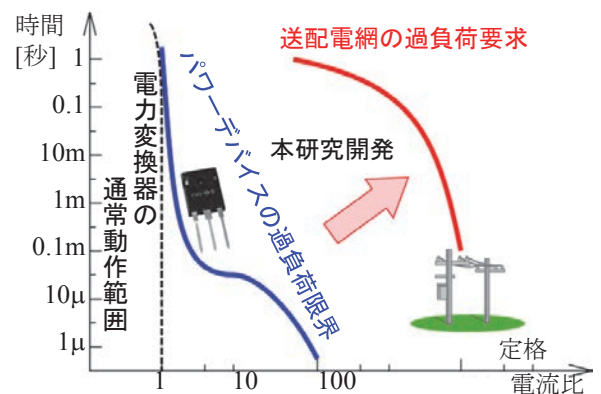


図3 機器の短時間過負荷動作範囲

低ネガワットコストモジュール設計法の創成

Low negawatt-cost design method for power electronic modules

研究開発の背景

省エネ社会の実現にはパワーエレクトロニクス機器の大規模・大量導入が不可欠です。しかし、それぞれ使用される環境も多様化するため、従来の固定された負荷を繰り返す加速試験で求めた故障率と実使用時の故障率とは大きく乖離することが想定されます。大量導入に対応して故障率を低減し、ネガワットコスト注を低減するには、故障率をベースにした信頼性の設計・評価技術について革新的なアプローチが必要となります。

注) ネガワットコストは、パワエレ機器導入に伴う節電コスト（発電コストと同じ円/kWh単位）の指標であり、導入コストと維持費コストの和を運用期間の省エネ総量で割った量

研究開発の内容と目標

本テーマでは、個々の接合材料損傷によるモジュールの性能（電気-熱-構造特性）の変動を記述可能なシミュレーションモデルとその評価法を創成することで、任意の負荷履歴における故障率が設計可能なヴァーチャルプロトタイプシステムを構築します。これにより、実機を用いた固定負荷による加速試験を採用することなく故障率を推定することが可能となります。

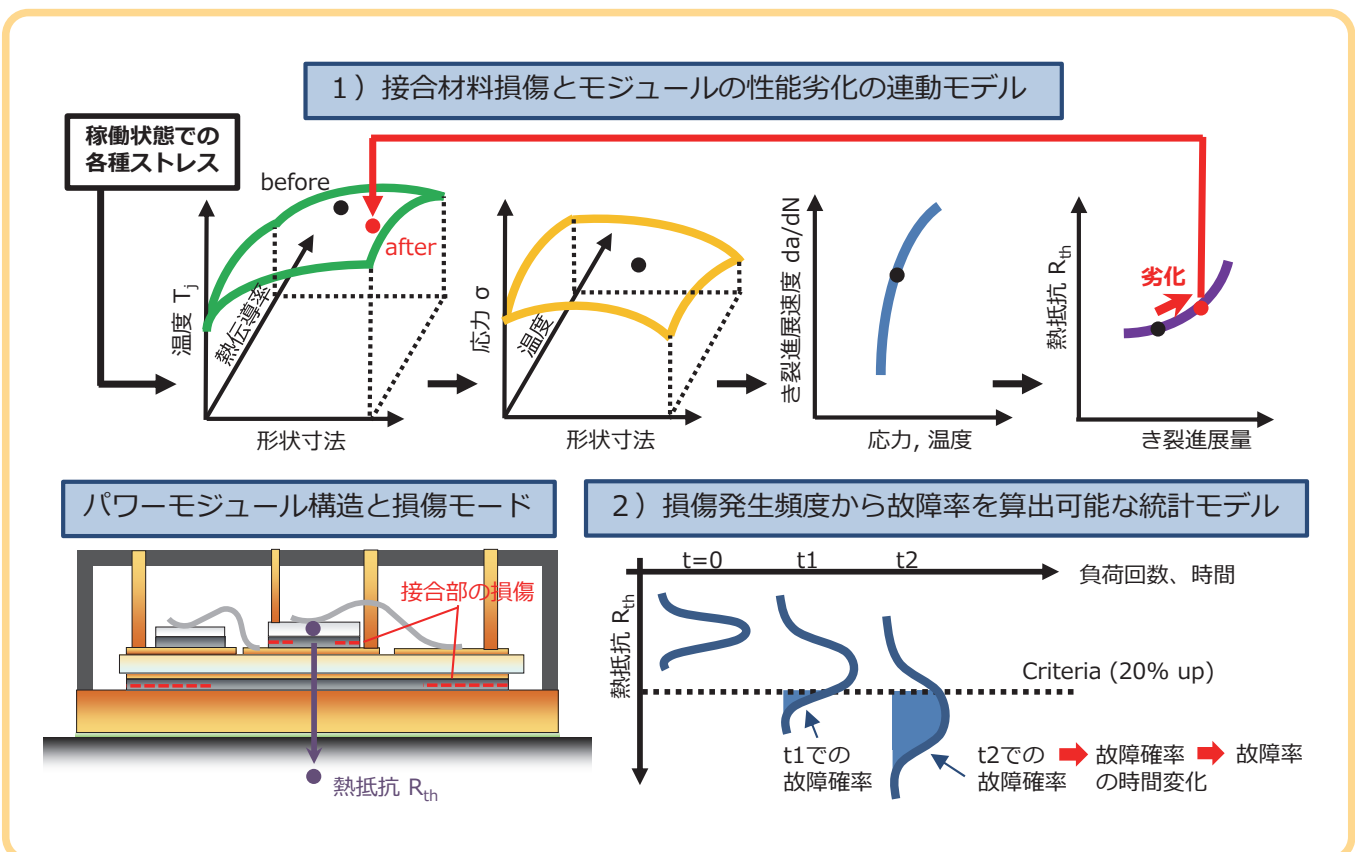
特に、1) 接合材料損傷とモジュールの性能劣化の連動モデル構築、2) 損傷発生頻度の統計データから故障率算出可能なモデル構築、が主な技術開発点です。これらを両輪として個々の信頼性物理とモジュールレベルの故障との間を一気通貫でつなぐ、世界で初めての信頼性設計法を提案、実証します。

研究開発項目

1. モジュール故障シミュレータの開発
2. 損傷-熱抵抗評価技術の開発

研究開発の実施体制

学校法人近畿大学



厳環境対応SiC量子センサーの開発

SiC-based quantum sensor for harsh environment

研究開発の背景

サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、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、低温、高温、放射線といった厳環境下において利用可能なセンサーは限られており、既存技術では情報収集が困難な現状です。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。そこで本テーマでは、メンテナンスフリーで長期間継続使用可能、かつ耐環境性の高い「量子センサー」の実現を目指します。

研究開発の内容と目標

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。動作原理上、量子センサーは極低温から高温まで動作する可能性を有しておりますが、これまで厳環境下での動作は想定されてきませんでした。本テーマでは、高品質化および大規模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。開発した要素技術を適用した量子センサー（磁場センサー）を試作し、厳環境への適用範囲を明らかにすることを目標とします。

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

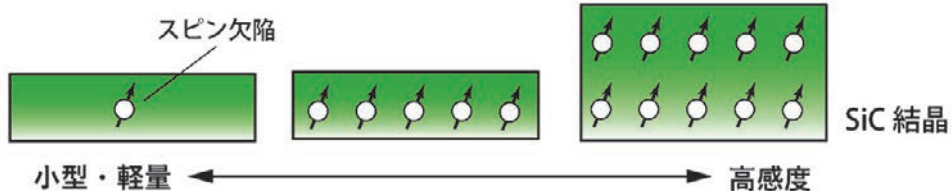


図1. SiC 結晶中のスピン欠陥を利用した量子センサー
 （結晶成長技術を用いてスピン欠陥密度を制御する）

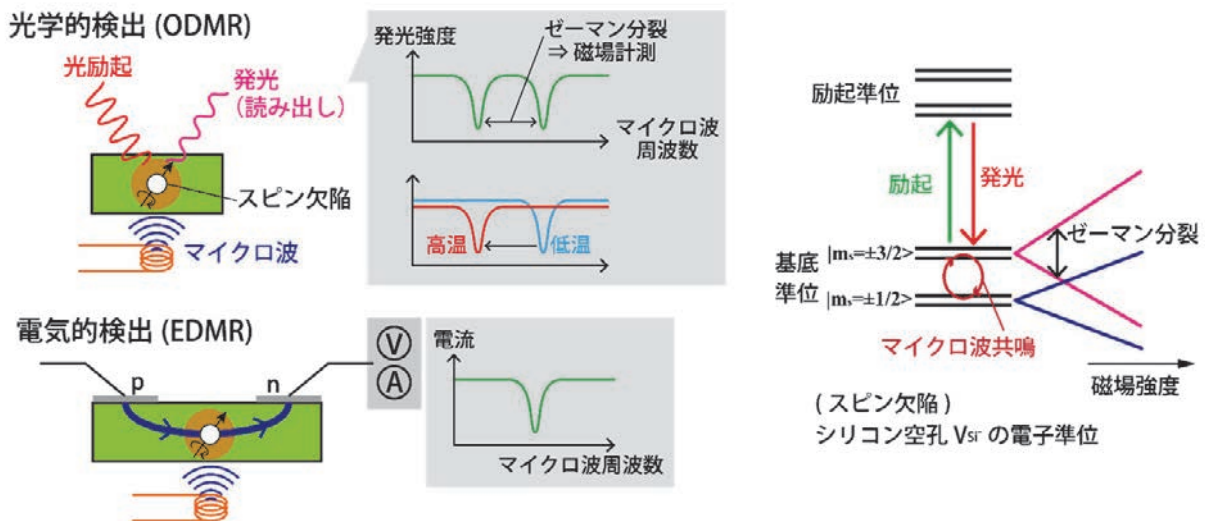


図2. スピン情報のセンシング技術
 （マイクロ波共鳴を利用し、磁場や温度の環境情報を読み出す）

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

研究開発の背景

Society5.0の社会実現に向け、無線センサ需要が近年急速に拡大しています。将来的にはあらゆるモノ・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小型かつメンテナンスフリーである必要性から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ますが、発生する電圧の安定性や発電出力の観点から決定的な技術はまだありません。これに対し本研究開発では、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。

研究開発の内容と目標

光電変換デバイスとしては光の粒子性に基づく光起電力セルが一般的ですが、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。本研究開発では光を波動すなわち電磁波として捉え、生じる電場振動の整流によって電力抽出を可能とする光波発電を用いた光電変換を目指します。この原理に基づく電力変換は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おりますが、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10-5%に留まります。

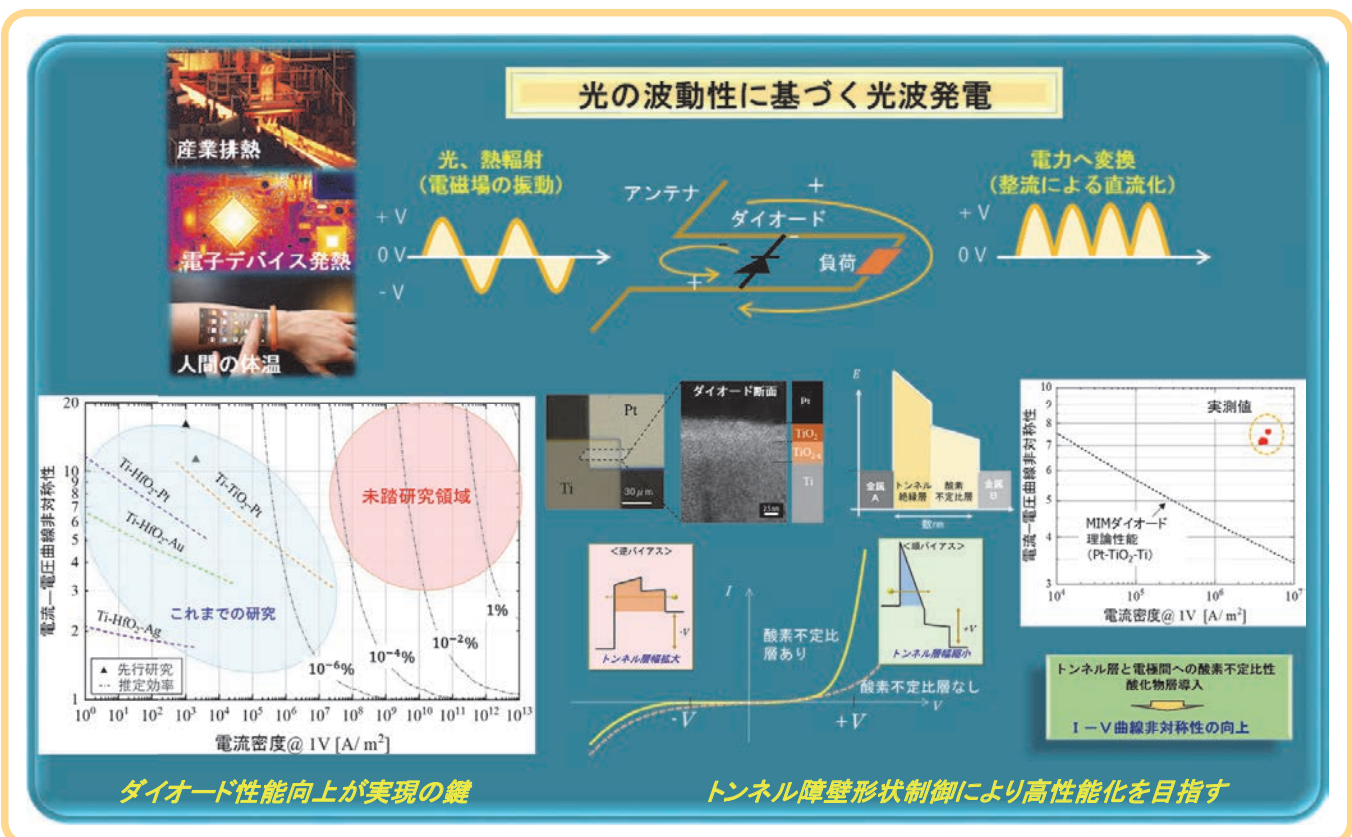
そこで本研究開発では金属—誘電体—金属トンネルダイオード構造におけるトンネル障壁形状制御により高効率な赤外光電力変換を可能とするダイオード開発および発電構造開発を行い、環境温度物体からの赤外光エネルギーハーベスティング技術の実現を目指します。

研究開発項目

1. 光波発電用ダイオードの開発
2. 光波発電用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

研究開発の実施体制

国立大学法人東北大学大学院工学研究科



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

研究開発の背景

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。この新しい技術により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。

研究開発の内容と目標

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。

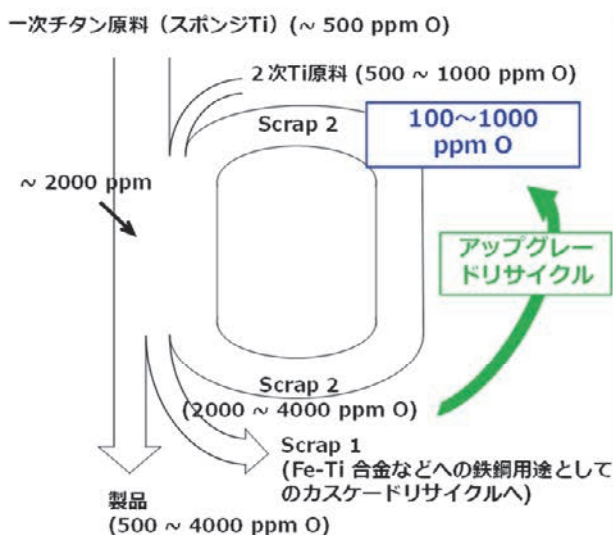
研究開発項目

1. 脱酸限界と技術的課題の調査
2. 脱酸生成物および溶融塩除去法の開発
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. プロトタイプ実証実験と市場調査

研究開発の実施体制

国立大学法人東京大学

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スキームを構築

- ▶ 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

二酸化炭素回収と資源化の複合化技術開発

Development of dual function material for CO₂ capture and conversion

研究開発の背景

二酸化炭素を回収し他の炭素原料へ変換（資源化）することができれば、温室効果ガスを削減しつつその利用も可能です。しかしながら、現状、この回収・資源化のプロセスは、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回収前処理、③二酸化炭素の還元反応（資源化）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、将来的に、根本的な温室効果ガスの削減を目指すためには、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。

研究開発の内容と目標

本未踏チャレンジでは、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。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、メタノール）へ変換し脱離させることで、回収エネルギーを低減します。また、触媒材料に生成物の過剰還元や逆反応を抑制する機能を複合化することによって、物質変換時の反応効率も改善します。さらに、これら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、これら二酸化炭素回収・資源化のさらなる低温化を目指します。

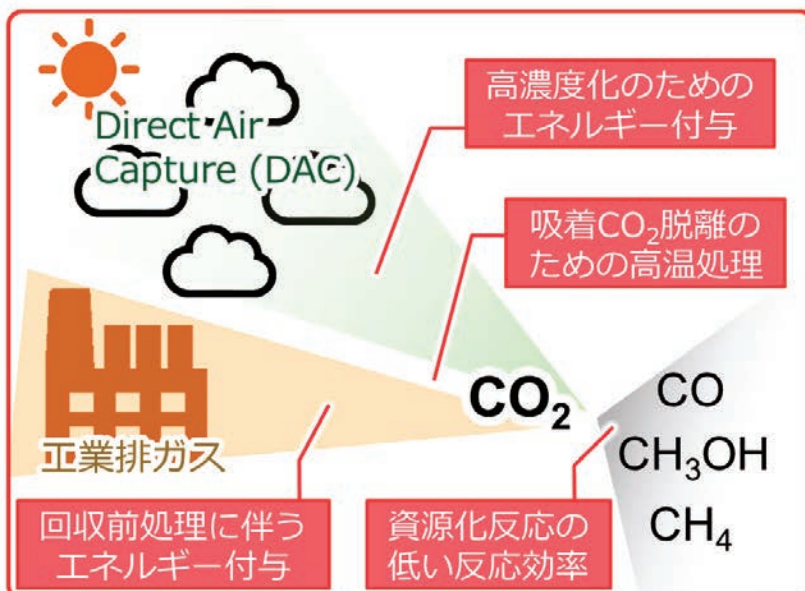
研究開発項目

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

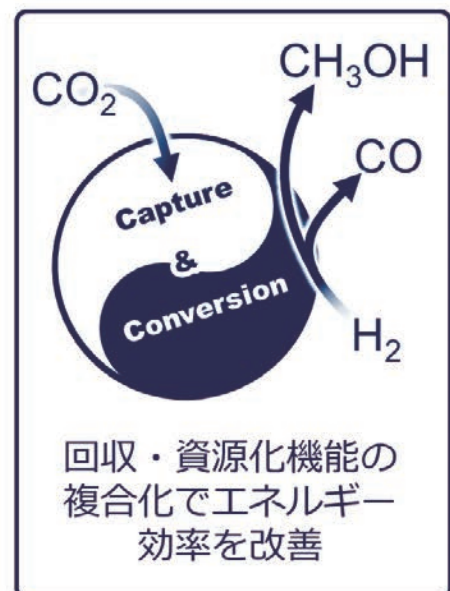
研究開発の実施体制

国立大学法人広島大学
 (再委託先)
 中国電力株式会社
 国立大学法人高知大学

背景：
 二酸化炭素の回収・資源化
 における多量のエネルギー消費



本未踏チャレンジ：
 二酸化炭素回収と資源化の複合化技術開発



二酸化炭素の効率的分子変換反応の開発

Efficient molecular transformation reaction of carbon dioxide

研究開発の背景

二酸化炭素の再資源化はエネルギー問題解決の重要課題の一つです。しかしながら二酸化炭素は非常に安定な化合物であり、その還元に必要なエネルギーが大きいことが問題として指摘されています。これまでも様々な触媒を用いた二酸化炭素還元による一酸化炭素、ギ酸、メタノールなどへの変換が研究されていますが、実際の分子変換技術の観点からは、希少元素を用いず、より穏やかな条件で広範な有用化合物への高効率変換を可能とする新手法の開発が求められています。

研究開発の内容と目標

本研究では、金属錯体を触媒として用いた二酸化炭素の効率的分子変換技術の創出を目指します。①二酸化炭素の選択的還元反応を行う金属錯体コンセプトの提案と合成 ②電気、光刺激を利用した触媒及び反応中間体の活性化による二酸化炭素の新規活性化手法の開発、に取り組みます。さらに得られた成果を元に二酸化炭素を用いた有機合成的手法による多様な化合物への高効率変換反応の開発を目標として研究を推進します。

研究開発項目

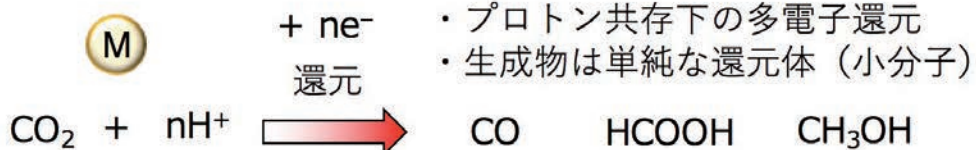
1. 二酸化炭素の選択的還元を可能にする金属錯体触媒の合成
2. 錯体の電気化学特性、反応性の検証
3. 二酸化炭素活性化手法の確立
4. 二酸化炭素を用いた有用化合物合成法の開発

研究開発の実施体制

国立大学法人九州大学

従来研究

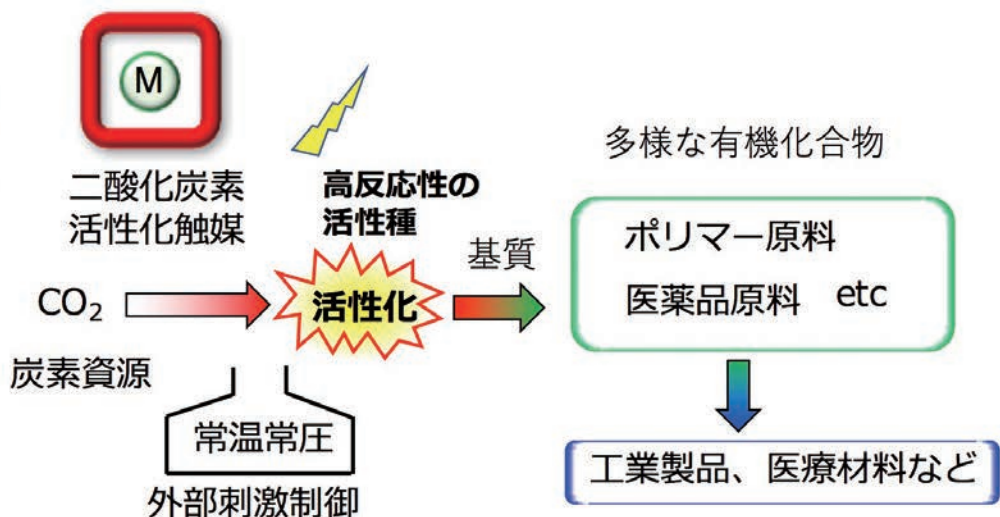
- ・ 貴金属
- ・ 貴金属錯体 (金属中心反応)



- ・ プロトン共存下の多電子還元
- ・ 生成物は単純な還元体 (小分子)

本研究

- ・ 安価な金属を使用
- ・ 二酸化炭素選択的還元を可能にする金属錯体触媒



パワーデバイスの技術革新

Technological innovation of power devices

研究開発の背景

2050年までに温室効果ガス排出を大幅削減すべく、エネルギー・環境分野の中長期的な課題を解決して低炭素社会の実現に資する、革新的な低炭素技術シーズの探索・創出が求められている。低炭素技術シーズの一つとして、新規半導体材料による超高効率パワーデバイスの開発が挙げられている。しかし、現状のパワーデバイス構造においては、ドリフト層の抵抗がオン抵抗を制限しており、新規半導体材料の高い物性値から期待されるデバイス特性には到達できていない。

研究開発の内容と目標

本研究では、優れた物性を有するダイヤモンド半導体で作製するパワーデバイスの性能を最大限に引き出すことが可能な新しいドリフトフリーの構造を提案・実証を目指す。具体的には、デバイスシミュレーションにより新規構造デバイスの有用性を示し、デバイス作製の要素技術を開発する。これらにより、パワーデバイス産業に技術革新を起こすこと、ひいては次の研究ステップへの発展、将来の国家プロジェクトに繋げていくことを目的とする。

研究開発項目

1. デバイス作製技術の開発
2. 新規デバイス構造の開発
3. ダイヤモンド成膜技術の開発

研究開発の実施体制

国立大学法人金沢大学

現状のパワーデバイス構造における課題：

「高耐圧領域でドリフト抵抗に制限される高いオン抵抗」

目標：「現状のパワーデバイス性能を凌駕する、新規デバイス構造によるドリフトフリーMOSFETの開発」

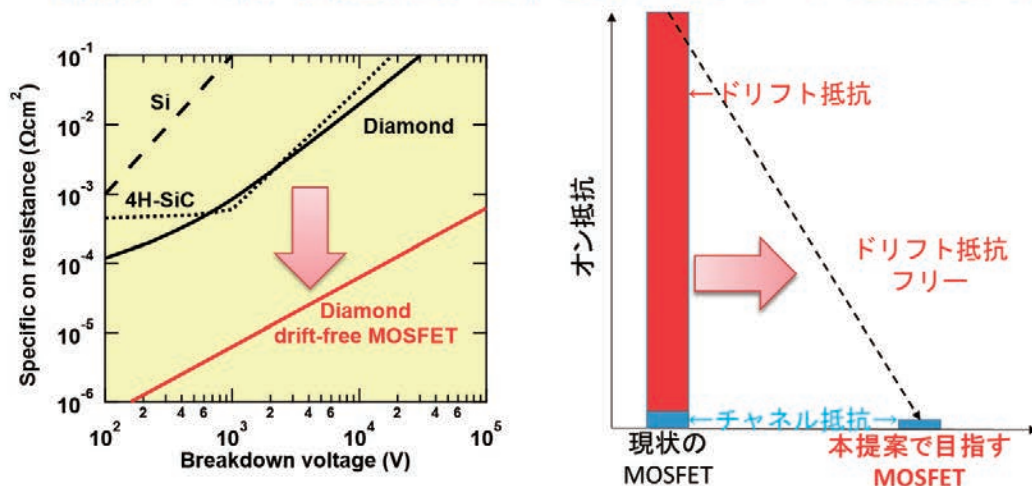


図. (左) 各材料および本研究で目指す新規構造デバイスにおけるオン抵抗と耐圧の関係と (右) オン抵抗低減のイメージ

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

Aluminum-Oxide based power devices

研究開発の背景

低炭素社会実現に向けて、機器の消費エネルギーの低減が求められています。最近、バンドギャップの大きい固体材料（ワイドギャップ材料）を用いた低損失パワーデバイスの開発が進んでいますが、高価格であるため、大きな普及に至っていません。本研究では、酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）を用いた低価格パワーデバイスを開発します。 Al_2O_3 は、最も大面積・低価格化が進んでいるワイドギャップ材料の一つです。 Al_2O_3 が電気伝導性を示した報告はなく、挑戦的な研究ですが、 Al_2O_3 パワーデバイスが実現すれば、自動車や家電などの幅広い製品に普及でき、消費エネルギーの大幅な低減が期待できます。

研究開発の内容と目標

目標

一般的に絶縁体に分類される Al_2O_3 では、大きな動作電流を持つデバイス実現が困難です。Al組成の異なる $(\text{AlGa})_2\text{O}_3$ 膜を作製し、ヘテロ界面に形成される2次元電子ガス（2DEG）層を用いて、実用レベルの電流を得ることを目指します。

内容

- ・不純物添加 Al_2O_3 結晶成長による導電性制御
- ・ Al_2O_3 に格子整合した $(\text{AlGa})_2\text{O}_3$ 結晶成長
- ・ $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{AlGa})_2\text{O}_3$ ヘテロ界面での2DEG形成

現在の成果

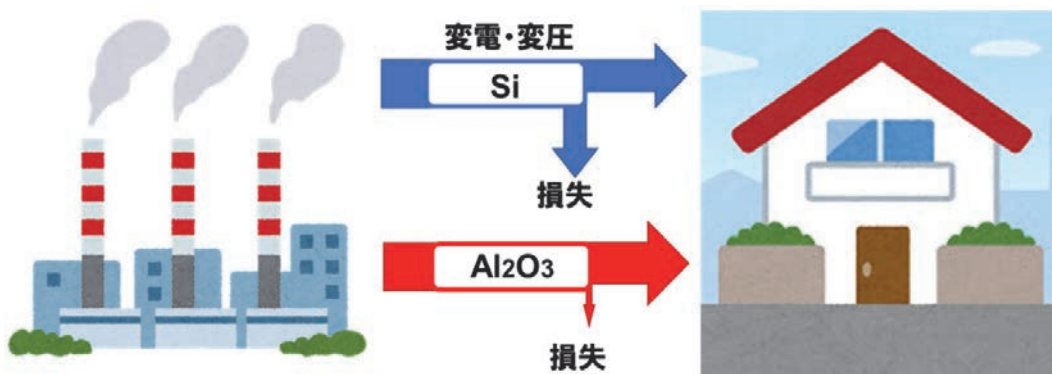
高品質 Al_2O_3 薄膜成長に成功しています。今後、導電性実現に向けて不純物添加を試みます。

研究開発項目

1. 高品質 Al_2O_3 結晶成長
2. 導電性 $(\text{AlGa})_2\text{O}_3$ 結晶成長
3. $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{AlGa})_2\text{O}_3$ ヘテロ界面で2DEG形成
4. $(\text{AlGa})_2\text{O}_3$ 層の電気的特性評価
5. Al_2O_3 ベースのパワーデバイスの作製と評価

研究開発の実施体制

国立大学法人筑波大学



酸化アルミニウム(Al_2O_3)

- 低価格・大面積・高品質基板が入手可能
- 高い絶縁破壊電界強度(高効率)

高Al組成 $(\text{AlGa})_2\text{O}_3$ 高電子移動度トランジスタ

- 格子緩和のない結晶成長が可能(高信頼性)
- 2DEGによる高電子移動度

自己増殖型資源を利用したセルプラスチック軽量素材の実現

Cell-plastics as light-weight materials with self-proliferating resource

研究開発の背景

プラスチックは軽くて丈夫であり、身の周りで多用されています。それらの多くは石油資源から製造されており、廃棄時にCO₂が発生することや分解されずに環境中に流出することなどの問題があります。そのため、バイオプラスチックが開発されていますが、原料の精製が困難であることや高コストであることからほとんど普及していません。そこで、我々は光合成により自己増殖できる緑藻細胞を素材とする「セルプラスチック」の開発を目指します。廃棄時に発生するCO₂を緑藻細胞の生産に再利用することで、実質的なCO₂ゼロエミッションが期待されます。この研究では緑藻の大量培養系の構築や細胞と充填剤とのハイブリット化に対する技術的課題の克服を目指します。

研究開発の内容と目標

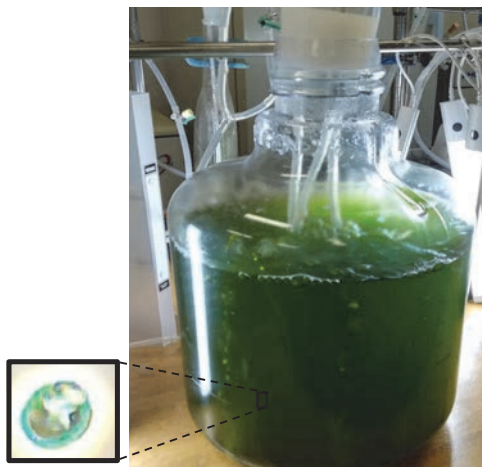
本研究開発では、緑藻を主原料とし、有機物で補強した構造をもつ「生分解性セルプラスチック軽量素材」を実現します。セルプラスチックを実際に作製するために、細胞レイヤーを作製しこれを重ね合わせ補強した素材や、レイヤー化せず細胞同士を有機物質で直接的に繋ぎ作製した素材の作製を目指します。本事業における研究開発は、2050年に温室効果ガス排出削減などを目標として、エネルギー・環境分野の中長期的な課題を解決して低炭素社会の実現に資する、革新的な低炭素技術シーズを探索・創出を目指す中で、大量生産や加工技術を設立して、ひいては地産地消を実現する系を開発し次の研究ステップへの発展、将来の国家プロジェクトに繋げていくことを目標とします。

研究開発項目

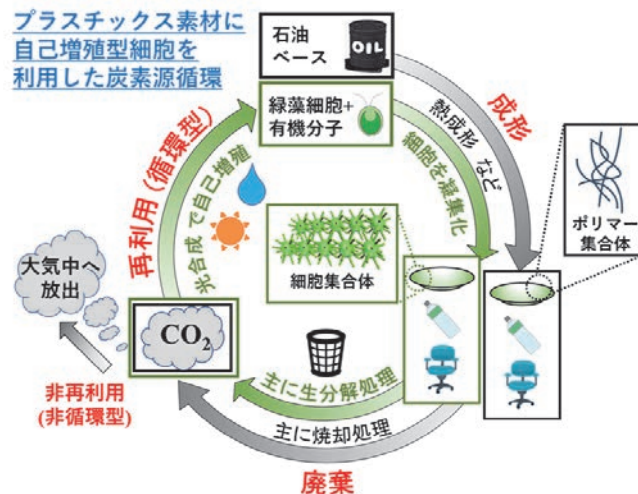
1. 細胞レイヤー複層化技術による素材の開発
2. 細胞間充填剤としてのポリマーの開発
3. 細胞接着のための微生物学的工法の開発

研究開発の実施体制

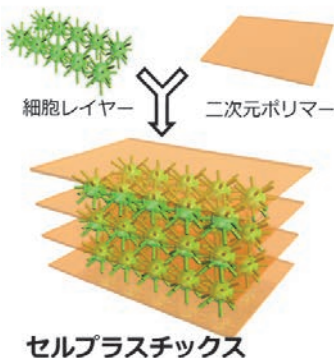
学校法人片柳学園
東京工科大学応用生物学部
東京工科大学工学部



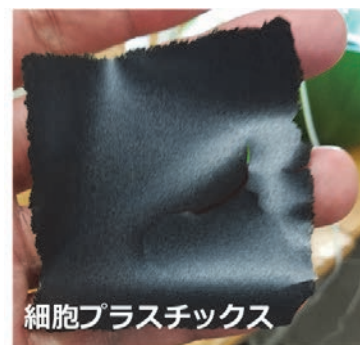
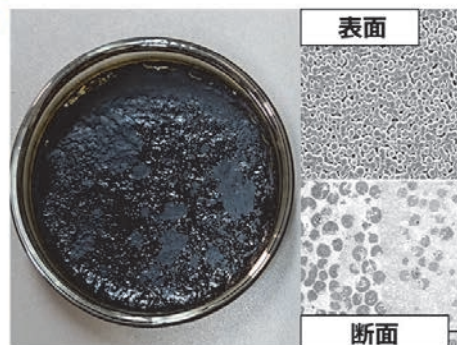
緑藻細胞とその培養



炭素循環する細胞プラスチックのイメージ



細胞レイヤー複層化技術により作製されたプラスチック素材



生分解性有機物質を充填剤として作製されたプラスチック素材

湿度変動発電素子の研究開発

Development of Hygro-electric Generator

研究開発の背景

社会のあらゆる場所に膨大な数の電子機器が設置される将来のIoT社会においては、それらの電子機器への電源供給が技術的問題になると考えられています。従来のように電源配線や電池を使用する方法は、電子機器の数が増えるにつれて配線の複雑化や電池交換コストの増加を招くため、将来的には現実的なものでなくなると考えられます。そこで、光・熱・振動などの環境中にありふれたエネルギーを使って微小な電力を生み出す環境発電技術が開発されています。しかしながら、従来の環境発電技術では発電が可能な場所の制約が大きく、「どこでも発電できる」新たな環境発電技術が求められています。

研究開発の内容と目標

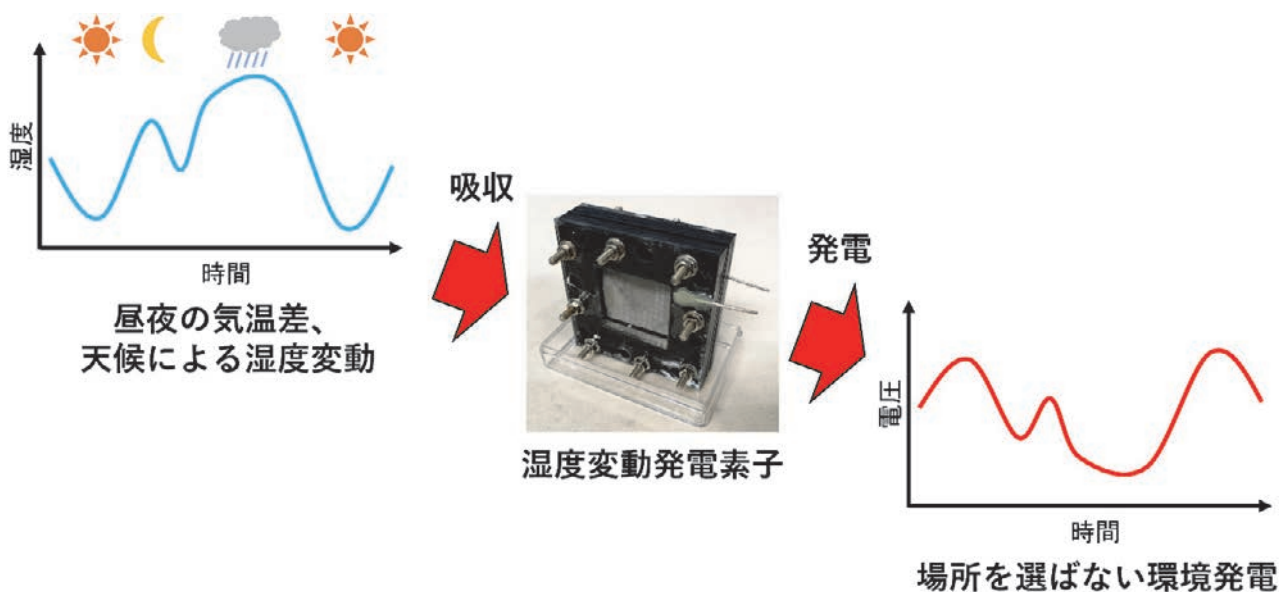
本研究では、「空気中の湿度の変動」をエネルギー源とする新たな環境発電技術を開発することで左記の課題の解決に取り組んでいます。普段あまり意識されませんが、空気中の湿度は1日の中で大きく変化しています。また、他のエネルギー源とは異なり、湿度（水蒸気）は空気中で拡散してあらゆる場所に広がるため、「どこでも発電できる」環境発電技術の創出につながることを期待できます。最終的には湿度変動を用いた発電によって数百 μ W程度の出力が得られる素子を開発し、IoT機器向けの自立電源としてセンサや省電力無線通信モジュールなどの駆動を実証することを目標としています。

研究開発項目

1. 湿度変動発電の原理検証
2. 発電性能の向上
3. 発電量シミュレーション技術の開発
4. 発電実証試験

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



湿度変動発電素子による発電イメージ図

二酸化炭素水素化による有用物質ワンパス合成

One-pass synthesis of useful substances by carbon dioxide hydrogenation

研究開発の背景

NESTI2050や内閣府“CO₂利用に当たってのボトルネック課題及び研究開発の方向性”においては、高付加価値品、特に従来のCO₂有効利用技術では合成が困難である含酸素炭化水素についての検討を国家戦略として実行していく必要があると示されています。化石資源を用いることなくCO₂を資源化するためには、既存の技術を組み合わせただけでは不十分であり、CO₂を起源としてその場で化学種を生成させ、適切な触媒上にてトラップするなどといった、CO₂水素化からはじまる多段階反応を制御可能な革新触媒が求められています。

研究開発の内容と目標

本研究は、削減すべきCO₂を原料とし、水素化によりメタノールに変換する前段の反応と、得られたメタノールを有用物質に変換する後段の反応を、連続して行うことによりワンパス（一つの反応器、特に一つの触媒）でCO₂から有用物質を得る触媒反応プロセスの開発を目的としています。そのために、CO₂水素化からはじまる多段階反応のそれぞれに適した活性点をナノサイズ制限空間内にて配置・制御・利用する技術を確認することを目指しています。

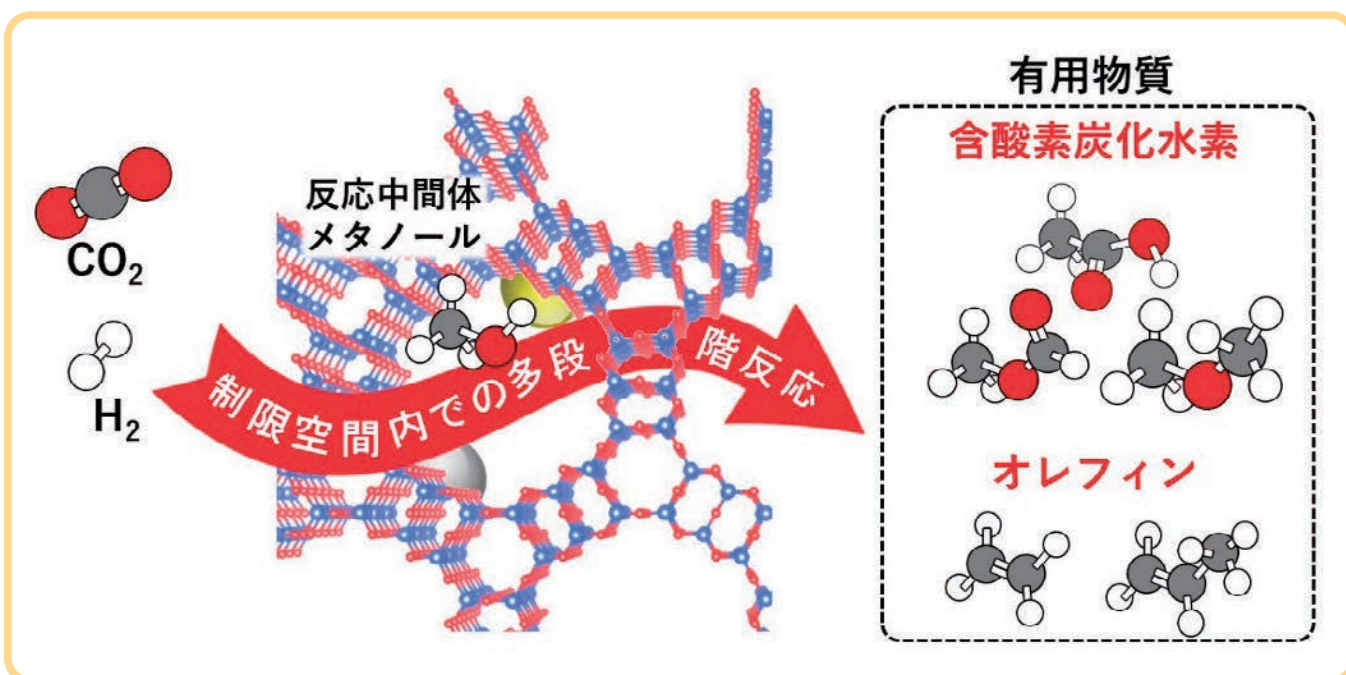
研究開発項目

1. 複合酸化物触媒の開発に関する研究
2. 複合酸化物触媒の構造の評価に関する研究
3. 新規複合酸化物触媒の酸点の定性・定量
4. 反応中間体に着目した反応機構の研究
5. CO₂水素化からのワンパス有用物質合成の研究

研究開発の実施体制

国立大学法人東京大学
(再委託先)

国立大学法人茨城大学



遷移金属触媒を基盤としたCO₂変換に関する技術開発

Carbon Dioxide Utilization Technology by Multinuclear Transition Metal Catalyst

研究開発の背景

2050年までにCO₂の排出量の大幅削減が求められ、CO₂を有用化学品へと変換し利用する技術の開発が進められています。なかでも、合成ガスから生産されるメタノールは、液体燃料や化学品の基幹原料として世界的に巨大な市場をもちます。もし、CO₂からメタノールを直接製造ができれば、排出量の削減効果が大きな生産プロセスの構築が期待できます。しかし、これまで研究されてきた固体触媒では、大きく平衡の制約がかかる200℃以上の温度が必要であり、効率的なプロセスは期待できません。このため、平衡制約の影響が小さい低温で駆動する触媒が望まれています。

研究開発の内容と目標

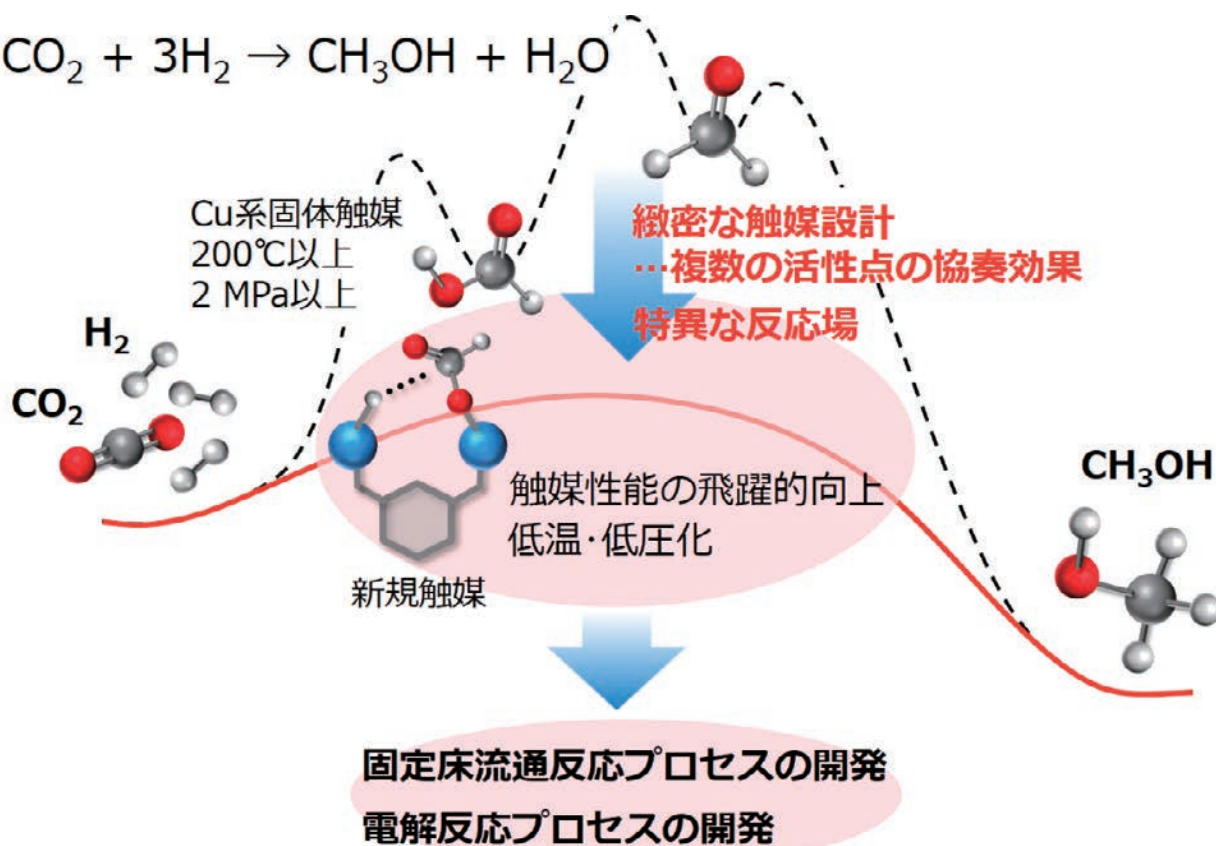
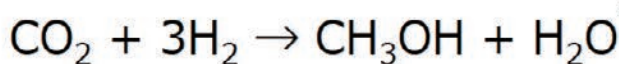
本研究開発では、CO₂からのメタノールの直接合成について、新規触媒による反応の低温・低圧化ならびに高効率な反応プロセスの構築を目的としています。具体的には、低温・低圧条件でのCO₂のメタノールへの直接変換を目指し、金属の多核化を設計指針とした新規触媒開発を行います。また、反応の生産性を向上させることを目指して、遷移金属触媒を固定化する手法ならびにフロー反応プロセスの開発を行います。さらに、遷移金属触媒と電解反応を融合し、触媒と電位制御による高選択的な反応プロセスの開発を行います。

研究開発項目

1. 多核遷移金属触媒の開発
2. フロー反応プロセスの開発
3. CO₂の電解還元反応の開発
4. 電解セルの開発

研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所



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

Innovative catalytic processes for CO₂ capture and utilization

研究開発の背景

2050年時点での二酸化炭素実質排出量0に向けて、二酸化炭素回収・利用（CCU）技術が注目を集めています。二酸化炭素の回収では、アミン吸着法が主流ですが、既存のアミン吸着法では空気中の低濃度の二酸化炭素の吸収が困難、吸収した二酸化炭素を回収する際に100℃以上の加熱が必要、といった課題が散見されます。また、回収した二酸化炭素を有用な化成品等に変換・利用することができれば、二酸化炭素を新たな炭素源とすることができ、二酸化炭素排出量削減に大きく貢献できます。持続可能な社会を実現するためには、こうした課題を克服し、低コスト・高効率な新しいCCUプロセスの開発が必要です。

研究開発の内容と目標

本研究では、二酸化炭素のリサイクル・資源化により空気がプラスチック等を作りだすネットゼロエミッション（NZE）の世界を実現するため、触媒を用いた革新的二酸化炭素固定化・利用技術の基盤構築に取り組みます。具体的には、相の違いを利用して幅広い濃度の気体の二酸化炭素（400 ppm～30%）を溶液中で反応させて固体の二酸化炭素含有化合物を生成させる高速二酸化炭素固定化技術、二酸化炭素含有化合物から二酸化炭素を低温（100℃以下）で放出する触媒反応技術、回収した二酸化炭素をバイオマス由来の化合物と反応させることでプラスチック等の有用化合物を合成する触媒反応技術をそれぞれ開発します。

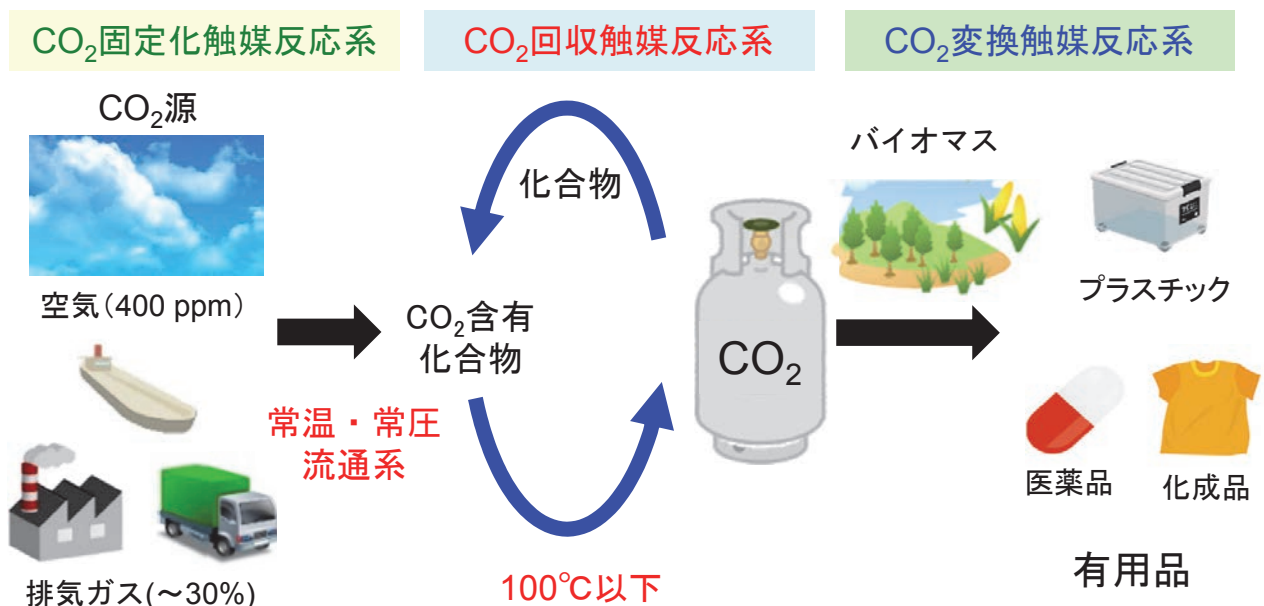
研究開発項目

1. 二酸化炭素「固定化」触媒反応系の開発
2. 二酸化炭素「回収」触媒反応系の開発
3. 二酸化炭素「変換」触媒反応系の開発

研究開発の実施体制

東京都立大学法人東京都立大学

触媒を利用した低コスト二酸化炭素回収・利用（CCU）技術の開発



メタンチオール経由でCO₂をオレフィン化する革新的物質変換系の開拓

Innovative process for CO₂ conversion to olefin via methanethiol

研究開発の背景

日本は、温室効果ガスの排出を2050年までに実質ゼロとし、脱炭素社会を実現する目標を掲げています。再生可能エネルギーの一つであるバイオマス資源の有効活用は、温室効果ガスの排出抑制に繋がり、循環型社会の形成と低炭素社会の実現が期待されています。このバイオマス資源の中でも食品廃棄物系バイオマスは、現在その多くが焼却処理されており、このような未利用資源の有効活用が一つの課題となっています。食品廃棄物系バイオマスの活用法として、食品廃棄物を発酵させてメタンを生成し、それを原料にガスエンジンで発電する方法が知られていますが、メタン発酵により大量に副生するCO₂の変換はこれまで着目されていませんでした。

研究開発の内容と目標

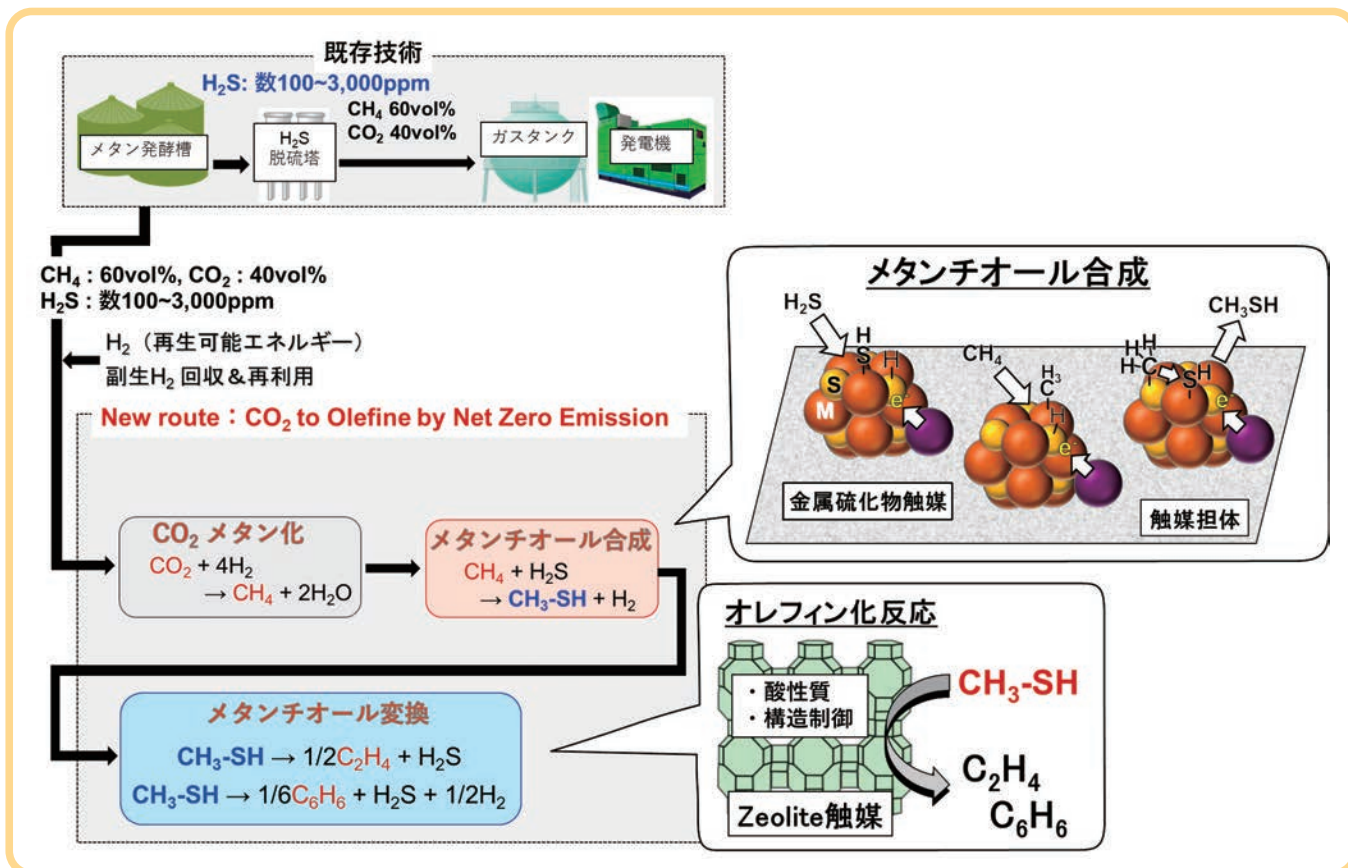
バイオガス中にはメタンやCO₂だけでなく、硫化水素も含まれます。この硫化水素を利用して高反応性の中間体を合成し、CO₂からオレフィンに転換する新しい物質変換系の開拓を目指します。CO₂を水素と反応させてメタンを製造し、生成メタンと硫化水素と反応してメタンチオールを合成します。このメタンチオールは、メタノールと構造が類似しているため、適切な触媒により軽質オレフィンへの転換が期待されます。本研究ではメタン化、メタンチオール合成やオレフィン化を高選択的に推進する触媒を開発し、さらに「Net Zero Emission」でCO₂からオレフィンを合成すべく、発熱と吸熱を高効率に熱交換できる構造体触媒反応場を創製します。

研究開発項目

1. 硫化水素共存下での高効率なCO₂からのメタン製造
2. メタンと硫化水素からのメタンチオール合成触媒の開発
3. メタンチオールを原料としたオレフィン合成触媒の開発
4. 発熱と吸熱の効率的に熱交換できる構造体触媒の開発

研究開発の実施体制

国立大学法人静岡大学
学校法人成蹊学園



排気ガス由来低濃度CO₂の有用化製品への直接変換

Direct Conversion of Low-Concentration CO₂ Originating from Exhaust Gas into Useful Products

研究開発の背景

我が国の地球温暖化対策計画に掲げられている「2050年までにCO₂排出量80%削減」を実現するため様々な対策が取られています。特に、火力発電所の排出CO₂は我が国の総CO₂排出量の約3割占めており、ベースロード電源として将来的にも重要であることから、その排出CO₂への対策が喫緊の課題となっています。これを踏まえ、火力発電所排気ガスの低濃度・低品質なCO₂を回収・貯留・利用する技術の研究が進められてきたが、既存の手法は事業者インセンティブが小さいことやコスト・エネルギー消費が大きいことが課題であり、発電所を所有する民間企業の参入には大きな障壁がありました。

研究開発の内容と目標

左記のような課題を解決するに当たり、低濃度のCO₂を濃縮・圧縮・精製を行わずに回収・利用するDirect Air Capture (DAC) 技術の活用が有効と考えられます。そこで本研究では、DAC技術を活用して、火力発電所排気ガス中の低濃度・低品質なCO₂を大きな市場規模を持つ有用化学品であり、なおかつ現行合成法の代替が求められているポリウレタン原料に直接変換する反応の開発を目指します。そして、事業者のインセンティブが大きく、なおかつ低コスト・低エネルギー消費なCO₂利用・削減技術を確立し、火力発電所を所有する民間企業が積極的にCO₂削減に参入できる仕組みを実現します。

研究開発項目

1. 排気ガス中のCO₂を利用可能とするポリウレタン原料合成プロセスの開発
2. 石炭火力発電所排気ガス分析と実証実験

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
東ソー株式会社



火力発電由来CO₂をポリウレタン原料に直接変換

民間企業にインセンティブが生まれるCO₂削減技術を実現

CO₂とH₂からの高付加価値化学品合成に関する先導的研究Synthesis of high value-added chemicals from CO₂ and H₂

研究開発の背景

温室効果ガスであるCO₂の大幅な削減を達成し、エネルギー・環境分野の中長期的な課題を解決するためには、グリーンH₂、最小限の化石資源、CO₂を原料として用途の広い高付加価値化学品を合成する革新的物質生産体系を確立させる必要があります。

そこで本研究では、温室効果ガスの排出削減と石油ミニマム利用を同時に達成する革新的有機物質生産システムの基盤技術として、CO₂とH₂をメチル基原料とする機能化学品・モノマー原料製造技術を確立します。

研究開発の内容と目標

CO₂/H₂混合ガスを用いて、One-potでベンゼン等の芳香族化合物のメチル化反応を実現します。先行例の無い本提案反応を用いて、メタノールをメチル化剤として用いる現行のメチル化プロセスと同等以上のメチル化効率を達成することを目標とします。

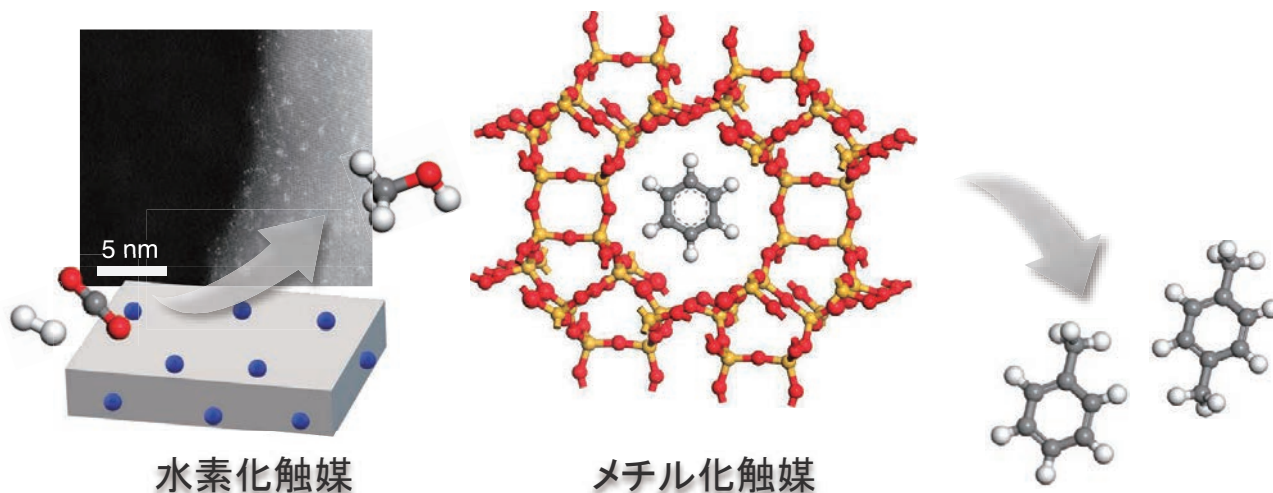
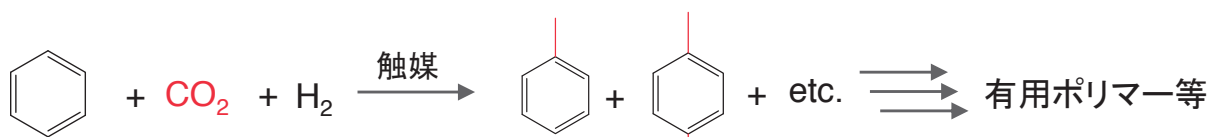
本反応は、すでに工業化されているCO₂とH₂からのメタノール製造に比べて、平衡的に有利かつ生成物として高付加価値化合物を与える点が大きなメリットです。

研究開発項目

1. CO₂水素化によるメタノール合成
2. CO₂/H₂混合ガスによる芳香族のメチル化
3. 上記反応の作用機構解明

研究開発の実施体制

国立大学法人北海道大学

CO₂/H₂混合ガスによる芳香族のメチル化

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

Development of solid catalyst processes for direct polymerization of CO₂ and diols

研究開発の背景

世界規模での地球温暖化が問題となっており、世界全体で抜本的な温室効果ガス排出削減のイノベーションを進めることは必要不可欠です。二酸化炭素を安価かつ安全なC1炭素資源と捉え、二酸化炭素を有用化学品に変換・固定化することができれば、二酸化炭素の固定化と資源の多様化を実現できる技術として期待できます。二酸化炭素の化学固定化技術として、外部からのエネルギー投入を最小限にした触媒化学プロセスの構築は必須であり、二酸化炭素の非還元変換による有機カーボネート類（有機カーボネート、カーバメート、ウレア及びこれらのポリマー）の合成は、比較的温和な条件での変換が可能と考えられます。しかし、従来の有機カーボネート類は、主に有毒なホスゲンを用いたプロセスで合成されてきました。従って、ホスゲン法に代わるグリーンな合成技術の開発が求められており、二酸化炭素を代替C1炭素源とした触媒プロセスの構築に注目が集まっています。

研究開発の内容と目標

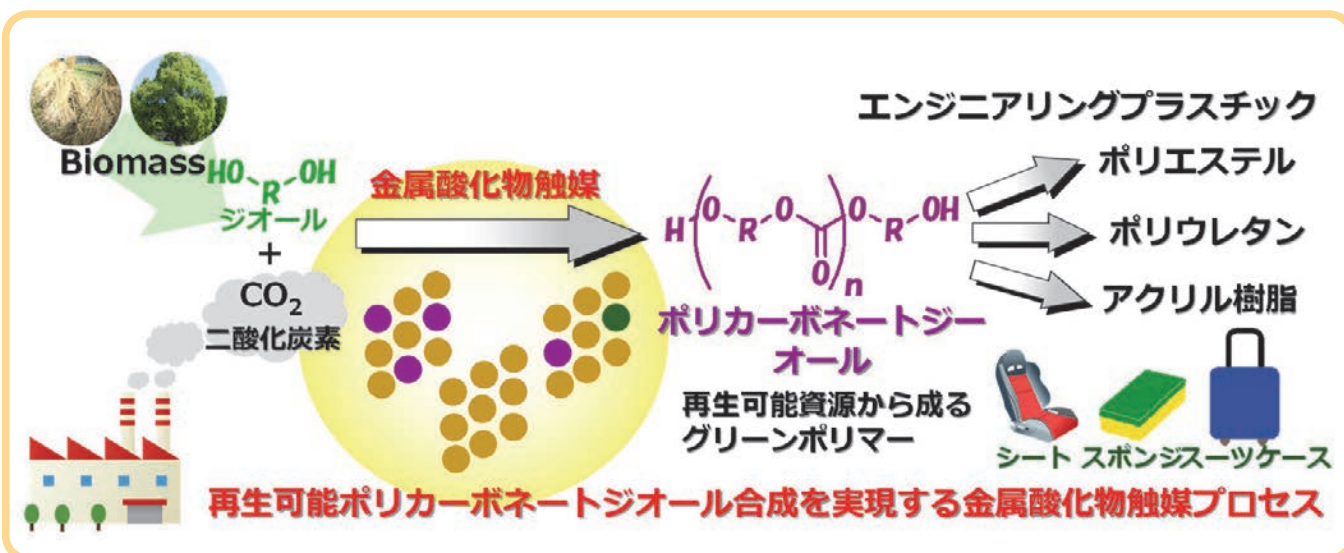
二酸化炭素の非還元変換による有機カーボネート類合成の最大の課題は、反応の平衡制約であり、反応により生成する水を効率的に除去する技術の開発が必要不可欠です。水除去技術として、物理吸着剤や反応性有機化合物などの脱水剤を利用した方法が知られていますが、脱水剤の再生・再利用が課題となります。そこで本研究では、このような脱水剤を用いず、原料、生成物、生成水の沸点差に着目し、二酸化炭素ガスの流通により、生成水を効率的に除去できるシンプルかつ汎用性の高い触媒反応プロセスを開発します。これにより、二酸化炭素とジオールからのポリウレタン原料となるポリカーボネートジオールの一段階合成を実現させます。これらの技術開発により、二酸化炭素を空气中に排出せず、ポリマー等の有用化学品合成に活用する炭素循環型社会の構築を目指します。

研究開発項目

1. 脱水剤を用いない水の効率的除去プロセスの開発、および、低圧二酸化炭素の活性化技術の開発
2. 新規触媒プロセスのLCA
3. 触媒反応プロセスの検討

研究開発の実施体制

公立大学法人大阪大阪市立大学
(再委託先)
国立大学法人東北大学
日本製鉄株式会社



超高効率・高出力モーターに資する世界最強磁石の開発

Tetragonally distorted FeCo based alloys for innovative permanent magnets

研究開発の背景

CO₂削減、省エネルギー、資源戦略の観点から、モーターの高効率化に資する高性能磁石の開発が望まれています。FeCo合金は、希土類元素を含まず、また全ての遷移金属合金の中で最大の磁化をもつことが古くから知られていましたが、結晶構造が立方晶なのでそのままでは永久磁石になりませんでした。しかし最近になって、理論と実験の両方から、FeCoの結晶構造を正方晶に変形すれば、非常に高性能な永久磁石になり得ることが示されました。現状では、実験的には厚みが数原子層の薄膜でそのことが実証されており、今後の課題は厚膜での実証とバルク化です。正方晶のFeCoは平衡相ではないので、本研究では微量の第三元素を添加するなどの工夫をしてFeCo基合金磁石の開発を進めます。

研究開発の内容と目標

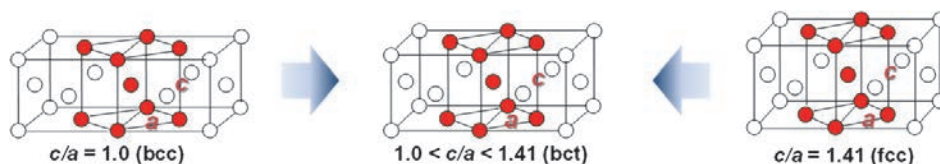
本プロジェクトでは、本来立方晶であるFeCoの結晶構造を、厚膜において無理やり正方晶化する手法を確立し、次いでバルク化の指針を立てます。まずは、FeCoを正方晶化する手段として、第三元素の添加効果を理論と実験の両面から検証します。進め方としては、第一原理計算による第三元素探索で最適解を求め、次いで成膜実験で効果を検証します。そこから得られた実験的な最適解を元に、本プロジェクトではナノテクで組織を微細加工して、良好な磁気特性が出るモデル試料を作製し、設計図の最適解を示します。次いで設計図の最適解を目標としたバルク化技術の開発を進めます。

研究開発項目

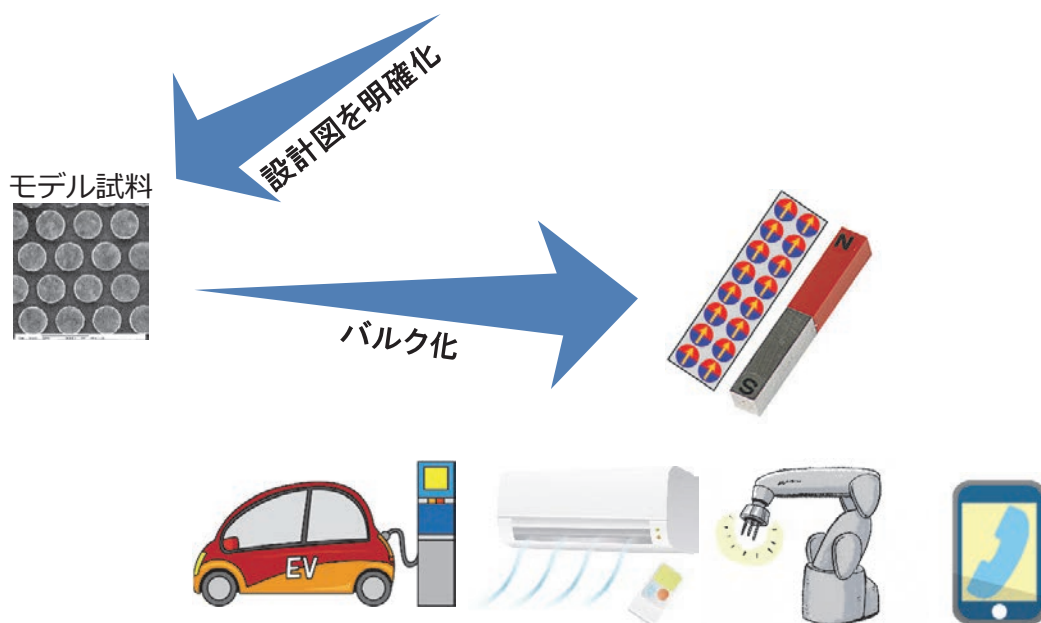
1. FeCoを正方晶化する効果をもつ第三元素の理論的探索と実験的検証
2. ナノテクノロジーを用いた組織の微細化とモデル試料の作製
3. バルク化技術の開発

研究開発の実施体制

国立大学法人秋田大学



理論と実験から有効な第三元素を明確化



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

High breakdown voltage and large current power devices using AlN-based heterostructures

研究開発の背景

近年、化石燃料消費の抑制、電気自動車の普及、再生可能エネルギーの高度な利用など、エネルギーの生産と消費の構成が大きく変わっています。2050年頃のカーボンニュートラル社会の実現に向け、エネルギー、特に電力を無駄なく高効率で利用することが必須で、高耐圧・大電流・低損失のパワーデバイスによる電力変換・制御はそのコア技術として期待されています。

こういったパワーデバイスは、従来Siを原料として作られていましたが、その性能は理論限界に近づいてきています。更に高性能のパワーデバイスの実現には、広禁制帯幅を持つ半導体が必要です。本研究は半導体の中で最大のバンドギャップを有するAlNを用いたパワーデバイスの作製と実証を行います。

研究開発の内容と目標

本研究では、高品質のAlN結晶成長技術とAlN結晶欠陥評価技術を確立した上で、革新的デバイス構造を有するN極性 (Al) GaN/AlN HEMTを作製します。

結晶成長では、有機金属化合物気相成長法を用い、サファイア基板又はAlN基板上に、上記HEMT構造における二次元電子ガス (2DEG) の発生に必要な低転位密度、低不純物密度、優れた平坦性を有する高品質N極性AlNの成膜技術を確立します。結晶欠陥評価では、エッチピット法、放射光X線トポグラフィー、透過型電子顕微鏡、多光子励起顕微鏡等を用いた多面的評価を行い、結晶品質の向上に必要な情報をフィードバックします。

高品質のN極性AlN膜を基に作製したHEMTデバイスの動作実証と性能評価を行い、高耐圧・大電流・低損失を実現するための課題を明確化します。

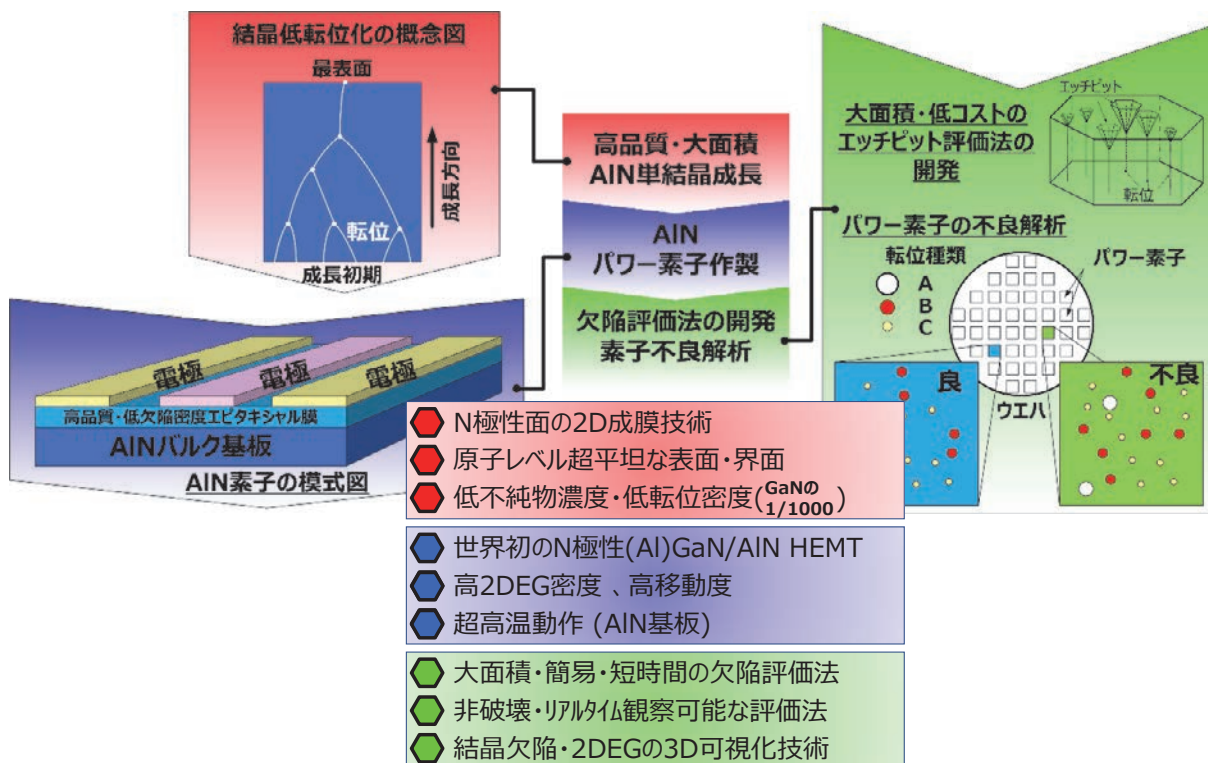
研究開発項目

1. N極性面AlNの成長と結晶性評価
2. N極性面ヘテロ接合型トランジスタの研究
3. 大面積AlN結晶の欠陥評価法の確立
4. (Al) GaN/AlNにおけるキラ欠陥の特定

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
国立大学法人山口大学

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の開発項目



周波数変調・積分型MEMSジャイロスコープの開発

Frequency Modulated and Rate Integrating Gyroscope

研究開発の背景

自動運転や小型ドローンの高精度姿勢制御・自律航行のためには、慣性センサが必須である。小型かつ低価格化が可能なのは、MEMS技術を用いたもののみであるが、現在市販されているMEMSジャイロスコープの多くは、性能の面で機械式回転ジャイロスコープやレーザージャイロスコープに劣っている。

実際のアプリケーションでは、環境温度が大きく変動するため、実用的なセンサでは温度感度が小さいことが重要である。そこで、本研究では原理的に温度感度が零である周波数変調・積分型ジャイロスコープの開発を行う。

研究開発の内容と目標

周波数変調・積分ジャイロスコープでは、独立に制御された2つの振動モードの周波数・位相の情報が必要になる。これまでに報告されているものでは、これらを2つの別々の振動子で実現したり、時分割で実現しているが、温度特性の完全補償の観点からは、これらの方法は適切ではない。

そこで、1つの振動子で2つの独立した振動モードを完全独立に制御する方法を開発し、これを用いた周波数変調・積分ジャイロスコープを実現させる。また、2つのモードの完全独立制御のために、振動子の非直交性を補償する方法を開発する。

研究開発項目

1. MEMS振動子の作製プロセスの確立
2. トリミング技術の確立
3. フィードバック技術を用いた周波数・減衰定数のマッチング手法の開発
4. オンラインミスマッチ計測技術の開発
5. ASIC (カスタムIC) の開発

研究開発の実施体制

国立大学法人東北大学

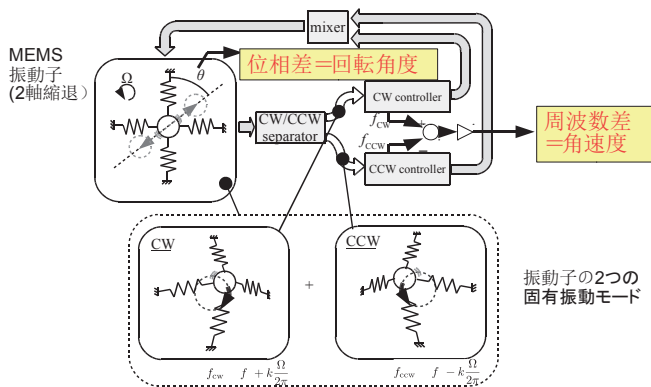


図1：周波数変調・積分ジャイロスコープのシステム

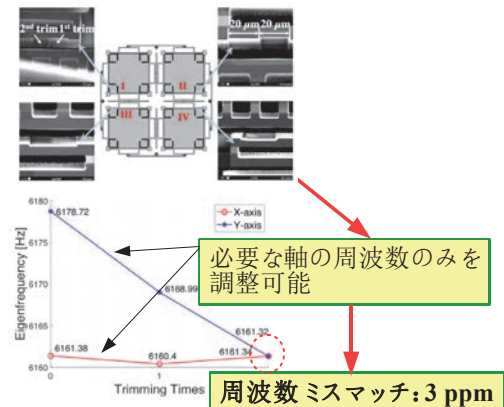


図2：非直交性補償のための周波数トリミングの結果

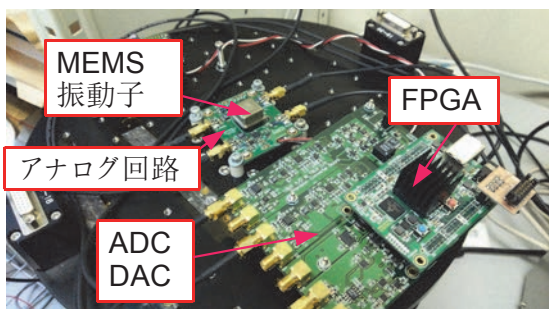


図3：ジャイロスコープの制御システム

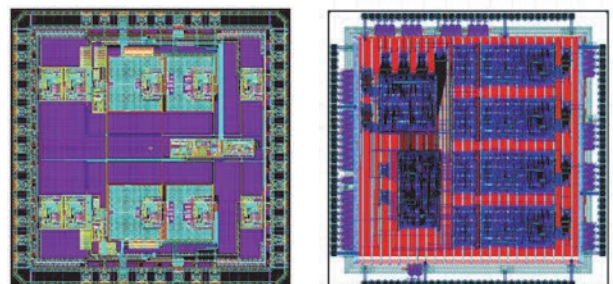


図4：ASICの開発 (左) アナログ部 (右) デジタル制御部

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

Systematic elucidation of the magneto-thermo-electric interaction and development of novel mechanism device

研究開発の背景

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、様々なものがインターネットにつながるIoTデバイスの普及と共に、今後年間数千億個のセンサが社会実装されると予想されています。それに伴い電力消費量が増加することが懸念され、環境に与える負荷を最小限にするセンサや発電技術の確立が、IoTの普及の鍵を握っています。そこで本研究では、熱電分野と磁性分野の研究者の強固な連携により「磁気-熱-電気間相互作用」を体系的に解明し、前例のない正常・異常ネルンスト効果、磁気ゼーベック効果を利用した省エネルギーデバイスを提案します。

研究開発の内容と目標

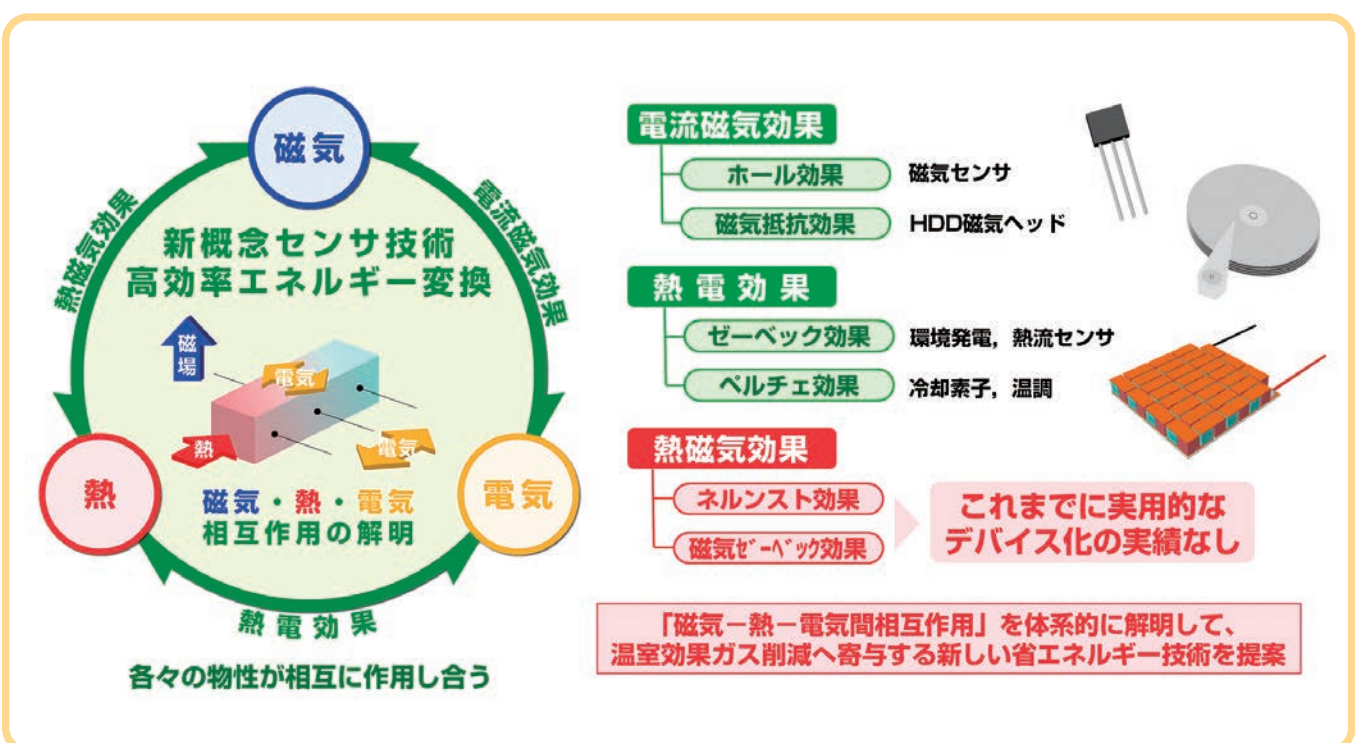
これまでにデバイス化された実績のない熱磁気効果に着目し、磁気-熱-電気間相互作用の体系的な解明と大幅な高性能化、熱磁気効果を利用した新原理デバイスの開発を行います。原理検証だけに終わらず、出口を見据えたデバイス化を実施します。具体的には、産業技術総合研究所において正常ネルンスト効果や磁気ゼーベック効果を中心とした磁場中熱・電気伝導現象の解明と高性能熱電変換デバイス開発を行い、物質・材料研究機構において大きな異常ネルンスト効果を発現する材料の開発や、磁性体・熱電体のハイブリッド材料の創製、これらの効果に基づいた熱流センサーの開発を行います。

研究開発項目

1. 磁場中の熱電物性評価技術の確立
2. 磁気-熱-電気間相互作用の学理解明
3. 正常・異常ネルンスト効果の高性能化
4. 磁性体/熱電体ハイブリッド材料の創製
5. 熱磁気効果を利用した新原理デバイス開発

研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所
国立研究開発法人物質・材料研究機構



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

Integrated sensor system using suspended graphene with low power consumption

研究開発の背景

病気に由来して特異的に増加する生体分子を微量の血液や尿から検出することによって、簡単・迅速・安価に病気の検査が可能になる。また、最近では呼気ガスや皮膚ガスからも炎症や疾患に由来する特異的なガス成分が存在することが分かっており、より侵襲性の低い診断技術として期待される。このようなマーカーを検査する装置として、タンパク質マーカーの検出には酵素結合免疫吸着法 (ELISA) が、ガス検出にはガスクロマトグラフィー質量分析法 (GC/MS)、ウイルスの感染の有無を調べるためにはPCR法を使用した測定・検査装置が普及している。しかしながら、このような既存の分析装置は、大型で消費電力が大きく、高価で長い測定時間を要するなどの課題があった。

研究開発の内容と目標

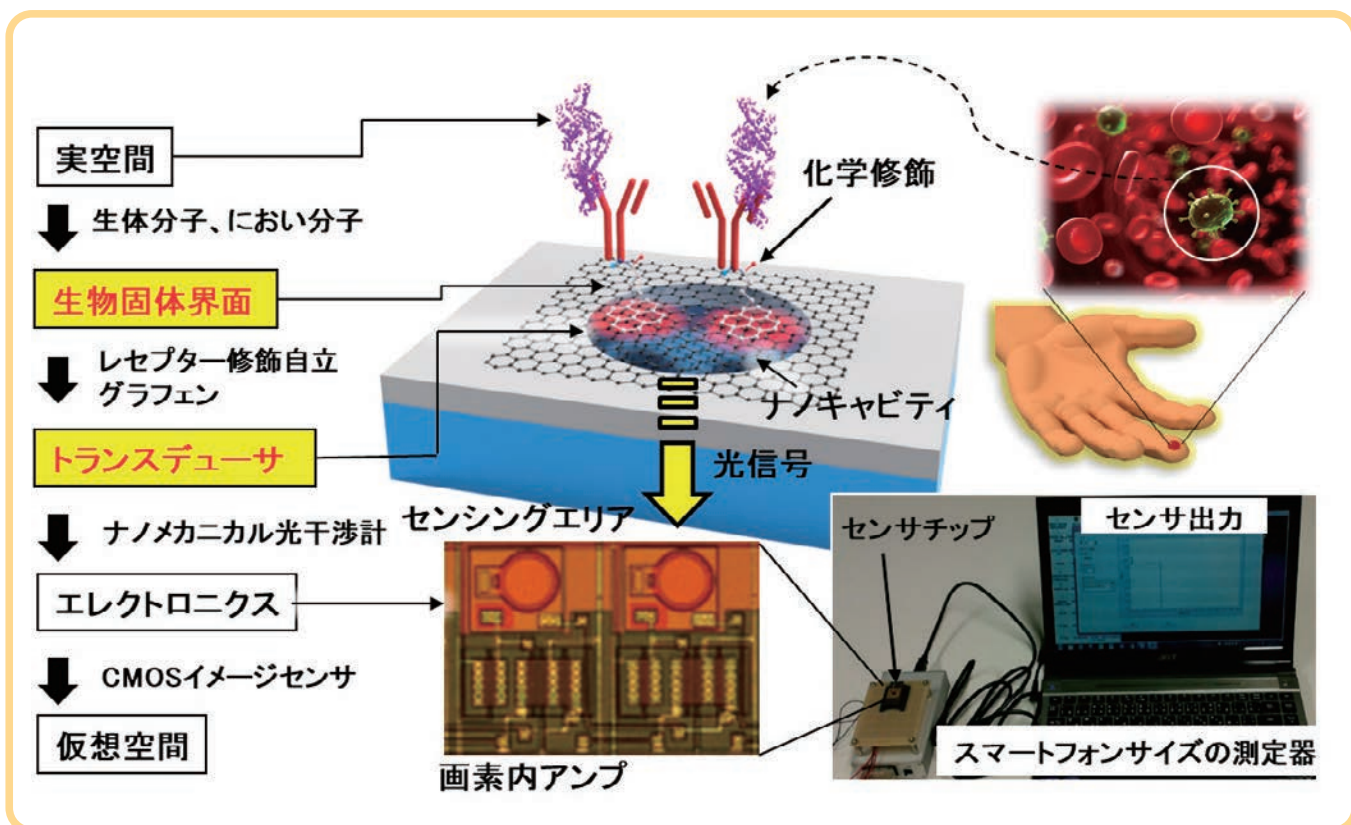
本研究では、高いキャリア移動度と機械的特性を持つグラフェンのサスペンデット構造を特徴とした、超低消費電力MEMSセンサシステムの開発を目的とする。CVDグラフェンを減圧、気相条件で転写することにより、キャビティ内が真空封止されたグラフェンドラム構造を形成する新規作製方法を開発する。このキャビティ封止サスペンデットグラフェンを化学的に機能化し、分子の特異的検出を実現する。また、サスペンデットグラフェンの高いキャリア移動度を利用して、低消費電力トランジスタの開発を行う。以上より、二次元材料を基盤とした低消費電力集積化センサシステムの要素技術を開発し、1 zg/Hz以下の質量感度を持ったIoTバイオセンサ・化学センサを実現する。

研究開発項目

1. キャビティ封止架橋グラフェンの作製
2. 選択的分子検出の実現
3. 分子質量感度の向上
4. 架橋グラフェントランジスタの実現
5. グラフェンセンサの社会実装の調査・検討

研究開発の実施体制

国立大学法人豊橋技術科学大学



未 踏
2017年度採択
2015

革新的エネルギーネットワーク基盤技術の創製

Development of Fundamental Technology for Innovative Energy Network

研究開発の背景

化石燃料の枯渇・地球環境問題への配慮・我が国の極めて低いエネルギー自給率を考えると、太陽光や風力に代表される再生可能エネルギーの導入拡大は喫緊の課題ですが、これらの発電量は天候による時間変化が大きく、設備容量や周波数変動の問題から、現状の電力系統の受け入れ許容量はごく限られたものになっています。この観点から、発電量の変動を吸収できる電力貯蔵技術の確立が極めて重要な課題となっています。そこで本研究では、超伝導ケーブルによって電力系統自体にエネルギー貯蔵機能を与えるという新しいコンセプトにより、再生可能エネルギー大量利用社会の実現を目指します。

研究開発の内容と目標

本研究の遂行には、十分なエネルギーを貯蔵することが可能な新しい超伝導ケーブルを開発する必要があります。また、その超伝導ケーブルを再生可能エネルギーを主な電源とするマイクログリッドにおいて効果的に機能させる制御手法を開発する必要があります。これまでに、そのような超伝導ケーブルの提案・設計・小型プロトタイプ製作を済ませ、電力系統シミュレータとの連携により、再生可能エネルギーの激しい出力変動を補償できることを実証することに成功しました。現在は、将来的に拡大展開可能なマイクログリッドとしての技術確立を目指し、研究開発を続けています。

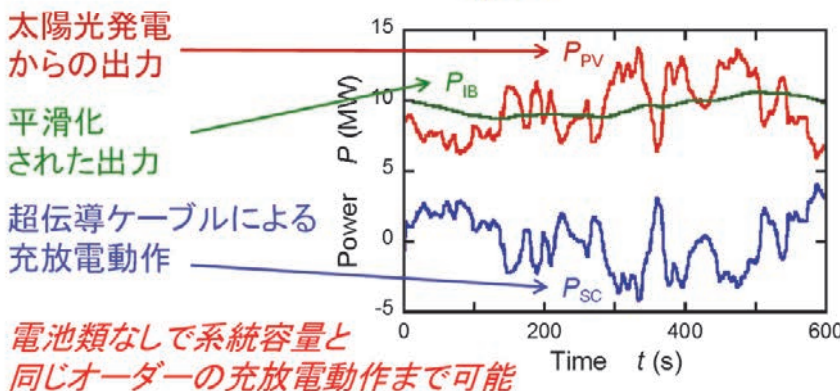
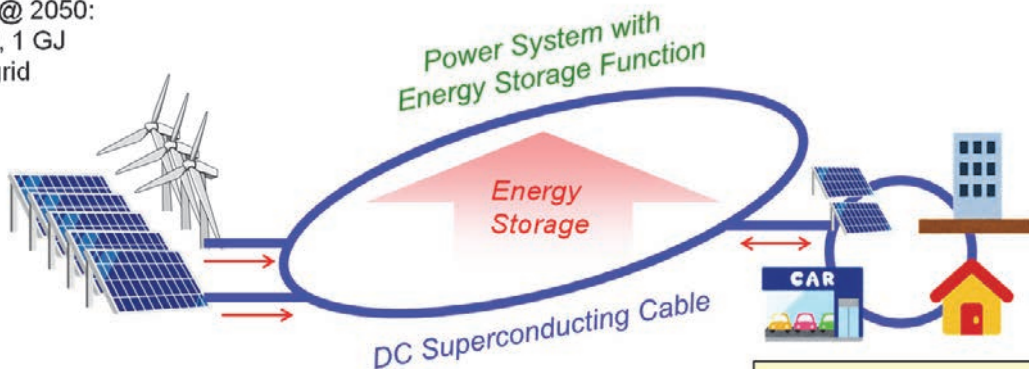
研究開発項目

1. 超伝導ケーブルによる電力系統のエネルギー貯蔵技術の開発
2. 電力系統の充放電インターフェースの開発
3. 電力系統の制御・保護技術の開発
4. 再生可能エネルギー大量導入に向けたシステム最適化

研究開発の実施体制

国立大学法人九州大学
大学院システム情報科学研究院
電気システム工学部門
東川研究室

Target @ 2050:
10 MW, 1 GJ
micro-grid



超伝導ケーブルによって電力系統自体にエネルギー貯蔵機能を与えるという革新的なコンセプトを軸に激しい出力変動が制約となる再生可能エネルギーの大量導入を可能とする次世代エネルギーネットワーク基盤技術を開発

選択的酸化法による植物由来ポリマーの接着制御

Adhesion control of biomass plastics by selective oxidation

研究開発の背景

超軽量構造材料の社会実装にはプラスチックの利用が避けては通れません。しかし既存の石油由来プラスチックは化石燃料を原料としているため、その利用拡大はむしろCO₂排出量の増加に繋がります。そのため石油由来プラを、カーボンニュートラル特性を持つ植物由来プラ（バイオマスプラ：BP）へと置き換えることがCO₂排出の大幅削減の有効な手段と考えられますが、BPは物性・機能の面で劣る場合が多く、普及がほとんど進んでいません。今後、BPの適用範囲の拡大を目指す中で、異種材料との接着が大きな課題となっており、表面の特性を制御してこれら新たな機能を付与することが強く求められています。

研究開発の内容と目標

本研究では、2050年までに石油由来プラをBPへと完全に置き換えることを目指して、BPの用途拡大を企図した機能性の付与、特にこれまで困難であった接着制御を実現します。側鎖の化学修飾が極めて困難なBPに対し、二酸化塩素への光照射による活性化を利用した新規酸化官能基化技術を適用することで、酸素官能基導入に基づいた親水性の向上および接着性の付与を目標としています。BPと異種材として金属との接着剤フリーでの接着技術、BPに対する相溶性付与による他樹脂とのブレンド（アロイ化）技術、さらには接着メカニズム解明を目指した接合部評価法の開発を目指します。

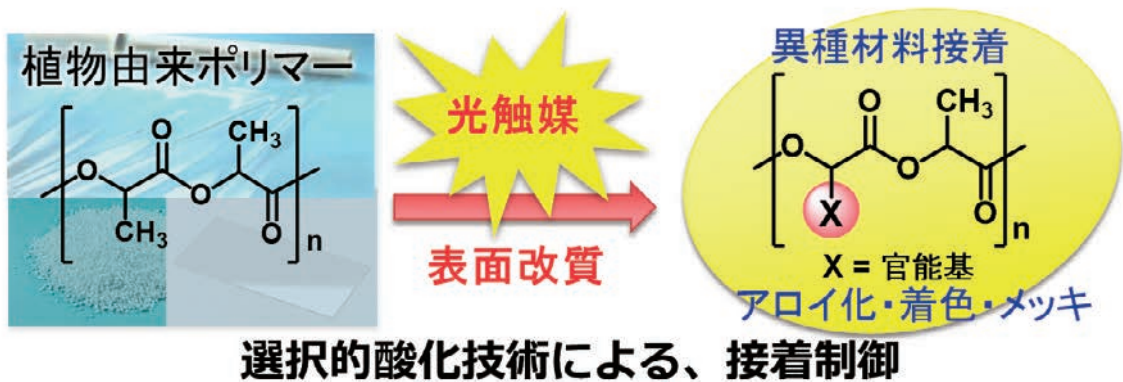
研究開発項目

1. 植物由来ポリマー処理技術の開発
2. 異種材料との接着技術の開発
3. 他樹脂との相溶化技術の開発
4. 異種材料接合部評価法の確立

研究開発の実施体制

国立大学法人大阪大学

～革新的な表面改質技術によるPLAへの特性付与～



石油由来ポリマーを植物由来ポリマーへ
排出CO₂の大幅削減

エネ環 終了テーマ (2021年9月30日までに終了)

2020年度採択

111	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 (2020年度採択)	国立大学法人東北大学大学院環境科学研究科
112	Society5.0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 (2020年度採択)	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
113	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 (2020年度採択)	国立大学法人筑波大学
114	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 (2020年度採択)	国立大学法人東京大学 国立大学法人九州工業大学 東京都立大学法人東京都立大学
115	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 (2020年度採択)	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 (櫻井研究室) 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 (麻研究室) 【再委託】国立大学法人大阪大学接合研究所 (西川研究室)
116	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 (2020年度採択)	国立大学法人九州大学 東ソー株式会社
117	吸着式CO ₂ 分離回収におけるLNG未利用冷熱の活用 (2020年度採択)	東邦瓦斯株式会社 東海国立大学機構 名古屋大学
118	廃プラスチックガス化処理の低温化技術の開発 (2020年度採択)	国立大学法人東北大学多元物質科学研究所
119	複合プラスチックの高度分離技術開発 (2020年度採択)	宇部興産株式会社 東海国立大学機構 名古屋大学
120	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 (2020年度採択)	国立大学法人大阪大学大学院工学研究科
121	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 (2020年度採択)	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
122	CO ₂ 利用PC製造用中間体の新規合成技術開発 (2020年度採択)	三菱ガス化学株式会社 国立大学法人東北大学大学院工学研究科 日本製鉄株式会社 日鉄エンジニアリング株式会社
123	合成ガスからのバイオケミカル原料製造技術の開発 (2020年度採択)	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

124	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 (2020年度採択)	東海国立大学機構 名古屋大学
125	高効率エタノール直接合成触媒プロセスの開発 (2020年度採択)	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

126	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 (2019年度採択)	国立研究開発法人産業技術総合研究所 学校法人立命館大学
127	ナノカーボンを用いる太陽光水素製造 (2019年度採択)	国立大学法人岡山大学
128	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 (2019年度採択)	タカハタプレジジョン株式会社 国立大学法人山梨大学
129	低レアメタル擬固体電池技術の研究開発 (2019年度採択)	学校法人同志社 同志社大学 TDK株式会社
130	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 (2019年度採択)	国立大学法人京都大学 千代田化工建設株式会社
131	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 (2019年度採択)	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 東海国立大学機構 名古屋大学 トヨタ自動車株式会社
132	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 (2019年度採択)	国立大学法人信州大学
133	高容量コバルトフリー正極材料の研究開発 (2019年度採択)	国立研究開発法人産業技術研究所
134	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 (2019年度採択)	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
135	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 (2019年度採択)	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
136	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 (2019年度採択)	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
137	材料・界面制御による接触抵抗変化メモリの開発 (2019年度採択)	国立大学法人東北大学
138	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 (2019年度採択)	国立大学法人東京工業大学

139 電磁波によるプロセスセンサー装置の研究開発
(2019年度採択) 一般財団法人ファインセラミックスセンター
国立研究開発法人産業技術総合研究所
学校法人名城大学

140 超高温設備の革新的オンライン監視システムの開発
(2019年度採択) 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

141 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 (2019年度採択) 国立大学法人北海道大学

142 高温等過酷環境向けプロセスセンサの研究開発
(2019年度採択) 株式会社XMAT
国立大学法人東北大学

143 ワイル磁性体を用いた熱発電デバイスの研究開発
(2019年度採択) 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

144 汎用普及に資する長期安定小型熱電電池の開発
(2019年度採択) 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

145 IoT機器電源向け熱発電実装技術の研究開発
(2019年度採択) 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

146 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 (2019年度採択) 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

147 航空機向け高出力・高密度モータの技術開発
(2019年度採択) 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

148 低CO₂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 (2019年度採択) シンフォニアテクノロジー株式会社
東海国立大学機構 名古屋大学

149 MW級航空機電気モータ給電システムの技術開発
(2019年度採択) 国立研究開発法人産業技術総合研究所
株式会社フジクラ
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

150 アルミニウム素材の高度資源循環システム構築
(2019年度採択) 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

<p>151 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 (2019年度採択)</p>	<p>国立大学法人東北大学大学院工学研究科</p>
<p>152 産業廃水からの反応性窒素の高濃縮・資源化技術 (2019年度採択)</p>	<p>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</p>
<p>153 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 (2019年度採択)</p>	<p>国立大学法人東京大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 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</p>
<p>154 プラスチックの化学原料化再生プロセス開発 (2019年度採択)</p>	<p>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</p>
<p>155 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 (2019年度採択)</p>	<p>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</p>
<p>156 ポリアミドを基軸とする新規海洋生分解性材料の開発 (2019年度採択)</p>	<p>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</p>
<p>157 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 (2019年度採択)</p>	<p>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</p>
<p>158 優れた耐水性を有する生分解性澱粉複合材料の開発 (2019年度採択)</p>	<p>国立大学法人大阪大学大学院工学研究科 日本食品化工株式会社</p>
<p>159 海洋環境調和型オールバイオマス成形品の研究開発 (2019年度採択)</p>	<p>国立大学法人三重大学 国立大学法人東京農工大学</p>



160	CO ₂ 原料からの新規PHAブロック共重合体の微生物合成 (2019年度採択)	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
161	様々な生分解性プラスチックの海洋分解性評価 (2019年度採択)	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
162	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 (2019年度採択)	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
163	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 (2019年度採択)	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
164	次世代機体構造用CFRPハイブリッド技術の研究開発 (2019年度採択)	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
165	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 (2019年度採択)	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
166	恒温鍛造用金型温度制御技術の研究開発 (2019年度採択)	日立金属株式会社 東海国立大学機構 岐阜大学
167	固相生成制御型回転式高耐久・高速熱交換器の研究開発 (2019年度採択)	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
168	高効率エネルギー回収のための熱交換・熱利用技術 (2019年度採択)	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
169	熱・電場サイクルによる低品位排熱発電の技術開発 (2019年度採択)	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

170 フレキシブル・超軽量SHJ太陽電池およびタンデム化の要素技術の開発 (2018年度採択)	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
171 テラワットPV社会を牽引する低コスト・長寿命・高効率な多接合化太陽電池の開発 (2018年度採択)	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
172 高温化対応PEFC用革新的シナジー触媒の開発 (2018年度採択)	国立大学法人山梨大学 日本化学産業株式会社
173 革新的非白金触媒のビルドアップ的作製方法の研究開発 (2018年度採択)	国立大学法人東京工業大学 国立大学法人静岡大学 東海国立大学機構 名古屋大学 旭化成株式会社
174 革新的亜鉛-黒鉛二次電池の研究開発 (2018年度採択)	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
175 高濃度水系電解液を用いるデュアルインターカレーション2次電池 (2018年度採択)	国立大学法人九州大学 平河ヒューテック株式会社
176 劣化フリー蓄電池実現のための溶媒制御型電解液の研究開発 (2018年度採択)	学校法人同志社
177 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 (2018年度採択)	公立大学法人首都大学東京
178 CCS/触媒化学の融合によるCO ₂ 転換技術の開発 (2018年度採択)	国立研究開発法人産業技術総合研究所
179 異なる電極活性点を利用したCO ₂ からのC ₂ 化合物製造技術およびシステムの研究開発 (2018年度採択)	千代田化工建設株式会社 国立研究開発法人理化学研究所 古河電気工業株式会社
180 SILP触媒を用いた流通型CO ₂ 直接利用ヒドロホルミル化反応の開発 (2018年度採択)	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
181 天然ガス低温改質による低CO ₂ 排出水素・化学品革新製造 (2018年度採択)	アートビーム有限公司 【再委託】 新潟大学 【再委託】 東北大学 国立大学法人東北大学
182 有機溶剤の超過膜法開発による化学品製造プロセス革新 (2018年度採択)	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
183 次世代ヒートポンプ実現のための高感度メタ磁性材料の研究開発 (2018年度採択)	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

184 藻類由来金属微小コイル分散によるギガ・テラヘルツ帯電波吸収の研究開発 (2018年度採択)

学校法人同志社

185 鉄鉱石の劣質化に向けた高級鋼材料創製のための革新的省エネプロセスの開発 (2018年度採択)

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

186 革新的次世代軽量高強度構造材の研究開発 (2018年度採択)

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

187 単粒子解析を活用したレーザー照明用蛍光体の開発 (2018年度採択)

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

188 超微細半導体用革新的ウェットプロセス・装置技術の開発 (2018年度採択)

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

189 革新的ハイブリッド飛行システムの研究開発 (2018年度採択)

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

190 革新的航空機用電気推進システムの研究開発 (2018年度採択)

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

191 エクセルギー損失削減のための熱交換・熱制御技術 (2018年度採択)

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

192 IoT社会を支える分散型独立電源の技術開発 (2018年度採択)

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

193 大容量蓄電池の動的状態解析に関する研究開発
(2018年度採択)

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

194 ZEV用電池製造のための革新的異物検出技術の研究開発
(2018年度採択)

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

195 CFRP・異種接合材のための革新的X線検査システムの開発
(2018年度採択)

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

196 積層造形プロセスに応用可能なリアルタイムCAEの開発
(2018年度採択)

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

197 超高変換効率新規プロトン導電デバイスの開発
(2017年度採択)

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

198 温度『変化』発電を利用した廃熱回生技術の研究開発
(2017年度採択)

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

199 LNG冷熱利用熱音響エンジン発電技術の研究開発
(2017年度採択)

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

200 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
(2017年度採択)

国立研究開発法人物質・材料研究機構
株式会社C-INK

201 ナノ半導体材料の高度構造制御と革新低コスト半導体デバイスの研究開発
(2017年度採択)

東レ株式会社
国立研究開発法人産業技術総合研究所

202 磁気テープにおけるミリ波記録方式の開発研究
(2017年度採択)

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

203 ナノ結晶クラスター組織からなる革新的磁性材料の創製
(2017年度採択)

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

<p>204 極微小液滴が形成する反応場を用いたナノ材料の構造・機能制御技術の研究開発 (2017年度採択)</p>	<p>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</p>
<p>205 低コスト高純度水素製造技術と革新的エネルギーシステムの研究開発 (2017年度採択)</p>	<p>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</p>
<p>206 有機ハイドライド電解合成用電極触媒の研究開発 (2017年度採択)</p>	<p>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</p>
<p>207 酸化物系全固体二次電池実現のブレークスルーとなる固固界面制御技術開発 (2017年度採択)</p>	<p>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</p>
<p>208 熱安全性に優れた革新的な全固体有機蓄電池の創製 (2017年度採択)</p>	<p>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</p>
<p>209 革新的高飽和磁束密度・低鉄損軟磁性粉体の開発 (2017年度採択)</p>	<p>国立研究開発法人産業技術総合研究所</p>
<p>210 優れた高温特性を有する革新的交換結合磁石の研究開発 (2017年度採択)</p>	<p>国立大学法人長崎大学 国立大学法人九州大学</p>
<p>211 革新的正方晶FeCo多元合金磁石の物質・組織デザイン (2017年度採択)</p>	<p>国立大学法人秋田大学</p>
<p>212 超低損失と高飽和磁化を両立した軟磁性粉末材料の技術開発 (2017年度採択)</p>	<p>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</p>
<p>213 完全レア・アースフリー人工L10-FeNi磁石の基礎物性の解明 (2017年度採択)</p>	<p>国立大学法人東北大学</p>
<p>214 ヘテロナノ組織を活用した革新的”超”高強度銅合金の設計技術および製造技術の研究開発 (2017年度採択)</p>	<p>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</p>
<p>215 高信頼IoT社会を実現する分散型基盤アーキテクチャの研究開発 (2017年度採択)</p>	<p>学校法人早稲田大学 日本電気株式会社</p>

<p>216 更なる省エネ照明社会の実現に資するIoTステーション (2017年度採択)</p>	<p>国立大学法人大阪大学 株式会社SCREENホールディングス</p>
<p>217 生産性と省エネ化を向上させる認知行動支援VR/AR技術の開発 (2017年度採択)</p>	<p>国立研究開発法人産業技術総合研究所 三菱電機株式会社 国立大学法人東京大学 学校法人名古屋電機学園愛知工業大学 公益財団法人共用品推進機構 株式会社フォーラムエイト</p>
<p>218 超微小な出力信号の検出を実現するナノテク材料の研究開発 (2017年度採択)</p>	<p>国立大学法人大阪大学 国立大学法人東京工業大学 日本メクトロン株式会社</p>
<p>219 回路・ナノセンサーの融合による高精度信号センシング技術の研究開発 (2017年度採択)</p>	<p>学校法人慶應義塾</p>
<p>220 三次元金属積層造形における新合金開発のための合金設計シミュレーション技術の開発 (2017年度採択)</p>	<p>一般財団法人金属系材料研究開発センター 【再委託】 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</p>
<p>221 精密制御技術を駆使した脱硝触媒の高度利用技術開発 (2017年度採択)</p>	<p>国立研究開発法人産業技術総合研究所 学校法人中央大学 新日鐵住金エンジニアリング株式会社 国立大学法人九州大学 学校法人成蹊学園 太陽化学株式会社 一般財団法人ファインセラミックスセンター</p>
<p>222 地域バイオマスからの化成品マルチ生産システム開発 (2017年度採択)</p>	<p>国立大学法人九州大学 秋田県食品総合研究センター 国立大学法人東北大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 一般財団法人バイオインダストリー協会 住友ベークライト株式会社 花王株式会社 国立大学法人京都大学 国立大学法人徳島大学</p>
<p>223 バイオベース化合物の連続分離変換プロセス (2017年度採択)</p>	<p>京都府公立大学法人京都府立大学 長瀬産業株式会社 日本乳化剤株式会社</p>
<p>224 機動性に優れた広負荷帯高効率GTの開発 (2017年度採択)</p>	<p>一般財団法人電力中央研究所 三菱重工業株式会社 【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</p>
<p>225 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 (2017年度採択)</p>	<p>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</p>

226 劣悪環境下での作業機械のロボット化技術の開発
(2017年度採択)

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

227 生体機能を直接利用したバイオハイブリッドセンサの開発
(2017年度採択)

国立大学法人東京大学

228 生物機能としての生体情報のAI活用による生活環境制御
(2017年度採択)

国立大学法人東京大学
国立研究開発法人産業技術総合研究所
大日本印刷株式会社
日本電気株式会社
株式会社リコー

2016年度採択

229 ヒドリドを利用した新規エネルギーデバイスの開発
(2016年度採択)

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

230 α 型酸化ガリウム高品質自立基板の研究開発
(2016年度採択)

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

231 ナノクリスタルエンジニアリングによる材料・デバイス革新
(2016年度採択)

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

232 ファインケミカルズ製造のためのフロー精密合成の開発
(2016年度採択)

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

233 リチウム金属蓄電池実現のブレークスルーとなる新規濃厚電解液の研究開発
(2016年度採択)

学校法人同志社

234 金属空気二次電池のための複合アニオン化合物を基軸とした革新的高活性空気極
(2016年度採択)

国立大学法人京都大学

235 革新的エネルギー貯蔵システム等を活用した超分散エネルギーシステムの研究
(2016年度採択)

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

236 高濃度電解液を用いる革新的デュアル炭素電池の研究開発
(2016年度採択)

国立大学法人九州大学

237 量産型コンパクト超電導磁気エネルギー貯蔵デバイスの研究開発
(2016年度採択)

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

238	CO ₂ フリー革新的超高難易度酸化反応の研究開発 (2016年度採択)	国立大学法人大阪大学
239	ビッグデータ適応型の革新的検査評価技術の研究開発 (2016年度採択)	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
240	大型超軽量構造材料のAI利用・高解像度計測技術の研究 開発 (2016年度採択)	東レ株式会社 国立研究開発法人産業技術総合研究所

2015年度採択

241	データセンタ向け低消費電力・超多ポート高速光スウィ チシステムの研究開発 (2015年度②採択)	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
242	ナノソルダー技術とサステナブル社会実装応用に関する 研究開発 (2015年度②採択)	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
243	中性粒子ビーム励起表面反応による新物質創製 (2015年度②採択)	東北大学流体科学研究所 東京エレクトロン株式会社
244	革新的分離技術の導入による省エネ型基幹化学品製造プ ロセスの研究開発 (2015年度②採択)	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
245	空気と水をアンモニアに転換する常温常圧1段階プロセス (2015年度②採択)	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
246	低環境負荷アンモニア製造法の研究開発 (2015年度②採択)	名古屋工業大学 日揮株式会社 愛知工業大学
247	正浸透膜法を用いた革新的省エネ型水処理技術の開発 (2015年度②採択)	神戸大学 広島大学 徳島大学 山口大学 東洋紡株式会社
248	生物表面模倣による難付着・低抵抗表面の開発 (2015年度②採択)	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

249	超精密原子配列制御型排ガス触媒の研究開発 (2015年度②採択)	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
250	低電力積層型半導体用高密度自己組織化配線技術の研究 開発 (2015年度②採択)	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
251	プラスチック光ファイバが創る超省電力8Kネットワーク 社会の実現 (2015年度②採択)	学校法人慶応義塾
252	大規模高速センシングシステムの開発とその応用 (2015年度②採択)	国立大学法人東京大学 株式会社エクスビジョン
253	ビッグデータ処理を加速・利活用する脳型推論システム の研究開発~新原理デバイス・回路による超高速・低消 費電力ハードウェア技術の開発とそのシステム化~ (2015年度②採択)	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
254	革新的な省エネルギー型データベース問合せコンパイラ の研究開発 (2015年度②採択)	東京大学 日立製作所
255	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 (2015年度②採択)	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
256	GMR素子のスピン注入磁化反転を用いた電動アクチュ エータの研究開発 (2015年度②採択)	芝浦工業大学 東北大学
257	正方晶B ₂ ・FeCo基合金による革新的永久磁石の開発 (2015年度②採択)	秋田大学 東北大学 滋賀県立大学
258	新機能材料創成のための高品位レーザー加工技術の開発 (2015年度②採択)	京都大学化学研究所 大阪大学接合科学研究所
259	特長ある機能性液体材料の実用化に向けた研究 (2015年度②採択)	北陸先端科学技術大学院大学
260	動静脈産業連携による循環制御型資源再生技術 (2015年度②採択)	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)
261	超高性能バルク熱電材料(ZT≧20)の創製 (2015年度①採択)	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

262	革新的ナノスケール制御による高効率熱電変換システムの実現 (2015年度①採択)	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
263	電解還元によるCO ₂ の革新的固定化研究開発 (2015年度①採択)	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
264	金属水素間新規熱反応の現象解析と制御技術 (2015年度①採択)	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
265	超臨界地熱開発実現のための革新的掘削・仕上げ技術の創出 (2015年度①採択)	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
266	多孔性材料と金属触媒との革新的複合化技術による高性能水素貯蔵材料の研究 (2015年度①採択)	パナソニック株式会社 北海道大学
267	次世代亜鉛空気電池による分散型蓄エネルギーシステムの研究開発 (2015年度①採択)	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
268	蓄電池代替埋込み超電導蓄電コイル積層体の研究開発 (2015年度①採択)	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
269	バイオミメティックな超分子ナノ空間の創出によるCO ₂ の高効率回収、及び資源化技術の研究開発 (2015年度①採択)	パナソニック株式会社 【再委託】大阪市立大学 大阪大学
270	CO ₂ レーザー照射による超臨界水雰囲気高温岩体の掘削システム開発 (2015年度①採択)	日本海洋掘削株式会社 株式会社超臨界技術研究所 株式会社テルナイト 国立大学法人東北大学 国立大学法人大阪大学

2014年度採択

271	量子ダイナミクス理論に基づく革新的省エネルギー水素社会実現の研究開発 (2014年度採択)	大阪大学 東京大学 川崎重工(株)
272	Nb窒化物系光触媒材料を用いた高効率太陽光水素生成デバイスの研究開発 (2014年度採択)	パナソニック(株) 京都大学

273	ナノカーボンハイブリッドを素材とした低コスト超高耐久性次世代燃料電池の実現 (2014年度採択)	九州大学 (株)トクヤマ (株)ADEKA
274	未利用廃熱回収を可能とする温度差を必要としない革新的発電材料の研究開発 (2014年度採択)	九州大学 高周波熱錬(株) ボッシュ(株)
275	データセンタの省電力化を実現する大容量・高速光アーカイブシステムの研究開発 (2014年度採択)	東京理科大学 (NPO法人)ナノフォトニクス工学推進機構
276	トリリオンセンサ社会を支える高効率MEMS振動発電デバイスの研究 (2014年度採択)	NMEMS技術研究機構 【再委託】 東京大学
277	IoT時代のCPSに必要な極低消費電力データセントリック・コンピューティング技術 (2014年度採択)	中央大学 (株)東芝 (株)Preferred Networks
278	低炭素社会構築に向けたオフグリッドエネルギーハーベストデバイスの開発 (2014年度採択)	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
279	究極の省エネを実現する「完全自動化」自動車に不可欠な革新認識システムの研究開発 (2014年度採択)	国立大学法人東京大学 国立大学法人電気通信大学 (一財)マイクロマシンセンター (株)デンソー
280	無冷却高圧タービン動翼を実現する最先端超高温材料の研究開発 (2014年度採択)	(株)IHI 東北大学
281	エネルギー効率の飛躍的向上のための高性能超高純度鉄基耐熱合金等の研究開発 (2014年度採択)	東北大学 東邦亜鉛(株)
282	フェムトリアクター化学プロセスの研究開発 (2014年度採択)	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)
283	高品質/高均質薄膜を実現する非真空成膜プロセスの研究開発 (2014年度採択)	京都大学 高知工科大学 東京大学 (株)FLOSFIA
284	革新的な高熱効率を有する自発予圧縮機構付き回転デトネーションエンジンの研究開発 (2014年度採択)	名古屋大学 慶應義塾大学 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
285	生物・有機合成ハイブリッド微生物による100%グリーンジェット燃料生産技術の開発 (2014年度採択)	(公財)地球環境産業技術研究機構 【再委託】 京都大学
286	高温岩体発電に向けた超耐食タービンのためのマルチビームレーザ表面改質の研究 (2014年度採択)	富士電機株式会社 大阪大学
287	島弧日本のテラワットエネルギー創成先導研究 (2014年度採択)	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

288	地熱発電量を10倍化する酸性熱水利用および還元井減衰防止技術の開発 (2014年度採択)	九電産業株式会社 国立大学法人九州大学
289	省エネセラミックコンプレッサ技術開発 (2014年度採択)	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
290	超高気体透過分離薄膜を用いたエネルギー起源CO ₂ の抜本的削減 (2014年度採択)	公立大学法人首都大学東京 日本バイリーン株式会社
291	高機能CO ₂ 選択透過膜を用いた低コスト省エネルギー型CO ₂ 分離・回収技術の開発 (2014年度採択)	学校法人早稲田大学 国立大学法人広島大学 国立大学法人神戸大学 株式会社ルネッサンス・エナジー・リサーチ
292	新材料/新構造メモリデバイス基盤技術の研究開発 (2014年度採択)	株式会社東芝 産業技術総合研究所
293	ULPセンサモジュールの研究開発 (2014年度採択)	株式会社東芝 公立大学法人兵庫県立大学 学校法人立命館 大日本印刷株式会社 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
294	センサモジュールの研究開発 (2014年度採択)	テセラ・テクノロジー株式会社 国立大学法人東京大学 国立大学法人弘前大学 国立大学法人東北大学 アルプス電気株式会社 東京応化工業株式会社
295	トリリオンノード (1兆個の端末ノード) の実現に向けての先導研究~Cyber-Physical Systemを実現する超低消費電力・小型化技術に向けて~ (2014年度採択)	株式会社半導体理工学研究センター 国立大学法人東京大学
296	pn制御有機半導体単結晶太陽電池の開発 (2014年度採択)	大学共同利用機関法人自然科学研究機構分子科学研究所 日本化薬株式会社 国立大学法人豊橋技術科学大学 公立大学法人大阪府立大学
297	再生可能エネルギー大量導入時代の系統安定化対応先進ガスタービン発電設備の研究開発 (2014年度採択)	一般財団法人電力中央研究所 三菱重工業株式会社 三菱日立パワーシステムズ株式会社 株式会社IHI 川崎重工業株式会社 株式会社東芝 独立行政法人産業技術総合研究所
298	吸熱的低温改質反応による革新的中低温排熱利用技術の開発 (2014年度採択)	国立大学法人東北大学 日揮株式会社 日揮触媒化成株式会社
299	超高温領域未利用エネルギー貯蔵技術の研究開発 (2014年度採択)	株式会社四国総合研究所 学校法人玉川学園玉川大学

300 革新的機能性絶縁材料の先導研究 (2014年度採択)

学校法人早稲田大学
国立大学法人名古屋大学
国立大学法人九州工業大学
国立大学法人豊橋技術科学大学
ナガセケムテックス株式会社
富士電機株式会社
一般財団法人電力中央研究所

301 ナノディフェクト・マネジメントの基盤技術の研究開発
(2014年度採択)

株式会社東芝
【再委託】 国立研究開発法人産業技術総合研究所

302 制御高度化により自動車等を省エネルギー化する低レイ
テンシコンピューティングの研究 (2014年度採択)

日本電気株式会社
国立大学法人東京大学

303 可変バリア機能の発現に基づく革新的エネルギー制御材
料基盤技術開発 (2014年度採択)

国立大学法人東北大学
クニミネ工業株式会社
コニカミノルタ株式会社
株式会社東洋高圧
富士フイルム株式会社
ユニチカ株式会社
日邦産業株式会社
独立行政法人産業技術総合研究所

304 封止が不要な酸素・水分に強い有機EL材料の研究開発
(2014年度採択)

国立大学法人九州大学
保土谷化学工業株式会社
株式会社コムラテック
株式会社デンソー

305 超省電力発光デバイスの開発 (2014年度採択)

国立大学法人東北大学
DOWAホールディングス株式会社

306 鉄鋼部品の設計・製造・利用を革新する高硬度-高強度-高
靱性過共析鋼の研究開発 (2014年度採択)

国立大学法人大阪大学
株式会社小松製作所
山陽特殊製鋼株式会社

新新 終了テーマ (2021年9月30日までに終了)

2020年度採択

- | | | |
|-----|---|---|
| 307 | 高速電流読み取り型DNAメモリの開発 (2020年度採択) | 国立大学法人大阪大学 |
| 308 | 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 (2020年度採択) | 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

- | | | |
|-----|---|--|
| 309 | 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 (2019年度採択) | 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 |
| 310 | ポスト・ムーア時代の次世代配線開発 (2019年度採択) | 国立大学法人東北大学大学院工学研究科
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 |
| 311 | ダイヤモンド直接接合による高耐熱性界面の研究開発 (2019年度採択) | 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 |
| 312 | 自律ロボットのための革新的熱発電システム (2019年度採択) | 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 |
| 313 | 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 (2019年度採択) | 住友重機械株式会社
【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 |
| 314 | 食材加工サポートシステムの研究開発 (2019年度採択) | 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

- | | | |
|-----|--|---------------------------------|
| 315 | 大深度・極限環境に適応する掘削物揚重用ぜん動ポンプの研究開発 (2018年度採択) | 株式会社竹中工務店
学校法人中央大学 |
| 316 | 次世代産業用ソフトロボットの実現に向けた革新的MR材料×駆動機構の融合研究開発 (2018年度採択) | 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 |
| 317 | ヒト嗅覚システムを活用した匂いセンサの開発 (2018年度採択) | 高砂香料工業株式会社
国立大学法人東京大学 |

318	ヒトマイクロバイオームの産業利用に向けた、解析技術及び革新的制御技術の開発 (2018年度採択)	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
319	日本人の体質を反映するヒトフローラマウスの開発と実証 (2018年度採択)	国立研究開発法人産業技術総合研究所 日本クリア株式会社 アクア・ゼスト株式会社
320	“竹由来ナノセルロース・ハニカム筋樹脂”製造法の開発 (2018年度採択)	国立大学法人九州大学 中越パルプ工業株式会社
321	ドローン運用高度化のための革新的熱電発電システムの開発 (2018年度採択)	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
322	超高感度センサシステムのためのナノ界面技術・回路の統合開発 (2018年度採択)	学校法人慶應義塾大学 国立大学法人九州大学
323	心疾患予防のための目視型プラズモンフルカラーセンサーの開発 (2018年度採択)	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
324	超微小ノイズ計測システムの汎用化に資するナノ界面制御技術の研究開発 (2018年度採択)	国立大学法人大阪大学
325	電力非依存型多機能生物デバイスの開発に不可欠な基盤技術の確立 (2018年度採択)	国立大学法人大阪大学
326	分子触媒システムによる木質バイオマス変換プロセスの研究開発 (2018年度採択)	株式会社ダイセル 国立大学法人京都大学

未踏 終了テーマ (2021年9月30日までに終了)

2019年度採択

327	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 (2019年度採択)	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
-----	---	---

2018年度採択

328	CO ₂ 循環型新製鉄システムの研究開発 (2018年度採択)	国立大学法人九州大学
-----	--	------------

2017年度採択

329	新次元の超軽量ハイエントロピー合金等の研究開発 (2017年度採択)	株式会社コベルコ科研 国立大学法人北海道大学
-----	------------------------------------	---------------------------



国内拠点

●本部

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

●関西支部

〒530-0011
大阪府大阪市北区大深町3-1
グランフロント大阪 ナレッジキャピタル タワーC 9F
TEL: 06-4965-2130 FAX: 06-4965-2131

海外事務所

●ワシントン

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

●欧州

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

●北京

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

●シリコンバレー

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

●ニューデリー

15th Floor, Hindustan Times House,
18-20 Kasturba Gandhi Marg,
Connaught Place,
New Delhi 110 001, India
TEL: +91-11-4351-0101
FAX: +91-11-4351-0102

●バンコク

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