

## エネ環

## 2023年度採択

I-A1課題 次世代型超高効率太陽光パネルの実現に向けた要素技術の研究開発	
(001) オンシリコン多接合型太陽電池の研究開発	13
(002) リサイクル容易な曲面・超軽量結晶Si太陽電池モジュールの開発	14
I-B1課題 風力発電の調査開発・O&Mの高度化に向けた革新的解析・評価技術の開発	
(003) 大型風洞設備による浮体式風車ウエイク現象の評価技術の研究開発	15
I-C1課題 半導体の性能を最大限引き出す革新的なパワーデバイス/IC/レーザーデバイスの開発	
(004) 超高出力・多波長・集積型深紫外半導体レーザーの研究開発	16
(005) SiCスマートパワーIC技術の研究開発	17
I-D1課題 革新的水素製造・利用技術の開発	
(006) ガス循環によるメタンからの水素製造と二酸化炭素資源化	18
I-E1課題 温室効果ガスの回収・貯留・高付加価値製品の合成に資する革新技術の開発	
(007) CO <sub>2</sub> とH <sub>2</sub> からの低温メタノール合成に関する研究開発	19
(008) 高選択なタンデム電解によるCO <sub>2</sub> を用いた有価物の直接合成法	20
I-F1課題 航空機におけるエネルギー転換技術開発	
(009) 燃料電池航空機の革新的エネルギー転換、推進システム技術の研究	21
I-F2課題 革新型モーターの研究開発	
(010) モーターの超高回転化による自動車用電動駆動システムの省資源化	22
I-F3課題 航空機向け革新的部素材・製造プロセス技術の開発	
(011) リサイクル炭素繊維の連続化技術および航空機適用技術の研究	23
I-G1課題 環境負荷低減を実現するための、バイオマスの微細構造を活用した機能性材料の開発	
(012) セルロースナノファイバー半導体材料の研究開発	24
I-H1課題 アンモニア分解システムと吸着技術の開発	
(013) アンモニアから直接水素を製造できる貴金属フリー膜反応器の開発	25
I-I1課題 産業・物流のスマート化に向けた次世代ロボット技術の研究開発	
(014) 異種・多様なロボットを支える継続学習型ソーシャルツイン基盤	26
I-J1課題 革新的な高機能鋼材製造技術の開発	
(015) 鉄スクラップ由来のトランプ元素影響軽減技術に関する研究開発	27



I-K1課題 繊維to繊維の資源循環システム構築に資する技術開発

(016) 繊維製品の資源循環のための選別・分離技術の研究開発 ..... 28

2022年度採択

I-B1課題 再生可能エネルギーの主力電源化及びレジリエンス強化のための電力系統制御等に関する次々世代技術開発

(017) 再エネ大量導入を可能にするDCグリッド向け高効率スマートSSTの開発 ..... 29

I-C1課題 次世代パワー半導体用インチ級ダイア放熱ウエハ基盤技術の開発

(018) インチ級パワー半導体-ダイア放熱ウエハ ..... 30

I-D1課題 将来世代に想定される空飛ぶクルマの飛行技術開発

(019) 空のモビリティ用光集積型LiDARセンサ ..... 31

I-D2課題 高効率な光無線給電技術開発

(020) 移動体への光無線給電システムの研究開発 ..... 32

I-E1課題 水素社会構築に向けた水素冷熱を利用した超電導関連技術開発

(021) 液体水素冷却高温超電導発電機の開発 ..... 33

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

(022) 革新ローレンツサイクル熱マネジメント技術 ..... 34

I-F2課題 超スマート社会の高性能な情報基盤確立に資する省エネルギーなマテリアル・デバイス開発

(023) サーマルデータを可視化するセンシング機器の研究開発 ..... 35

I-G1課題 農林水産業における温室効果ガス排出削減技術の開発

(024) バイオガス中二酸化炭素の有効利用技術開発 ..... 36

I-H1課題 革新的なアンモニア電解合成技術の開発

(025) 再エネ電力からの高効率NH3電解合成技術 ..... 37

I-I1課題 木材等の有機素材の資源循環技術の開発

(026) 植物由来繊維資源循環プロセスの研究開発 ..... 38

(027) 木質CCUSを加速する資源循環システムの開発 ..... 39

I-J1課題 環境負荷の大幅低減を実現する水資源から脱却した省エネルギー製造プロセス技術の開発

(028) 無水・CO<sub>2</sub>無排出染色加工技術の開発 ..... 40

I-K1課題 革新的な膜等を利用した産業排水からの資源回収システム

(029) 産業廃水からの革新膜による有機資源回収 ..... 41

## 新新

## 2023年度採択

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

(030) 量子トレーサブル超微小電流センシングの開拓 ..... 42

## II-B2課題 次世代AI技術の確立と新産業創出に向けた理論学習型AI・仮説指向型AIに関する研究開発

(031) Simulation Informed AIの研究開発 ..... 43

(032) 効率的な分解誘導薬創成に向けた分子設計AIの基盤開発 ..... 44

## II-C1課題 革新的な合成生物学的手法を活用した物質生産基盤技術の開発

(033) セルフリー×デジタル技術を用いた革新的物質生産基盤技術の開発 ..... 45

## II-C2課題 バイオ研究の高精度化・ハイスループット化に必要な技術開発

(034) AI×ロボティクスによるバイオ分子設計デジタルラボの研究開発 ..... 46

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

(035) 非平衡系MISキームによる未来材料開発期間の劇的短縮 ..... 47

(036) 半導体プロセスメタファクトリーの基盤技術開発 ..... 48

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

(037) 不燃性ガス田における高効率ヘリウム膜分離回収技術の開発 ..... 49

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

(038) ヒト嗅覚受容体応答に基づく世界初の匂い情報DXの研究開発 ..... 50

## 2022年度採択

## II-1課題 デジタル・AI技術を活用した新産業創出や地域課題解決につながる革新的研究開発

(039) フロー型精密IR分析解析技術の研究開発 ..... 51

## マテ先

### 2022年度採択

A課題 マテリアル開発手法のDX革新に資する基盤技術の開発

(040) 革新的異種柔軟材料3D/4Dものづくり基盤の構築 ..... 52

B課題 資源リスク解消に資する革新的な国内生産技術および回収・使用量削減・代替技術の開発

(041) 酸化スカンジウム精錬技術の高度化に向けた装置開発と応用 ..... 53

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

(042) 電力非依存型発光生体分子の改変と樹木への実装 ..... 54

### 2021年度採択

A課題 データを活用した革新的マテリアル製造プロセスインフォマティクス技術の開発

(043) データ駆動科学によるスマートスケラブルケミストリーの確立 ..... 55

C課題 資源産出国への実質的転換を実現する革新的マテリアルプロセス技術の開発

(044) 濃縮海水を原料とするMgのグリーン新製錬技術開発 ..... 56

# オンシリコン多接合型太陽電池の研究開発

## On-silicon multi-junction solar cells

### 研究開発の背景

太陽電池はクリーンなエネルギーとして広く普及しています。しかしながら自動車等のモビリティ用途では設置面積が限られることから、変換効率のより高い多接合型III-V族太陽電池が求められています。多接合型太陽電池は、最も高い変換効率が期待できる太陽電池であり、宇宙用などで使われていますが、現状では基板や製造プロセスが高コストであり、普及のためには低価格化が必要です。

本研究開発では、モビリティ用途へ利用可能である超高効率な多接合型太陽電池を低コストシリコン基板上へ形成することを目的として研究を行っています。

### 研究開発の内容と目標

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

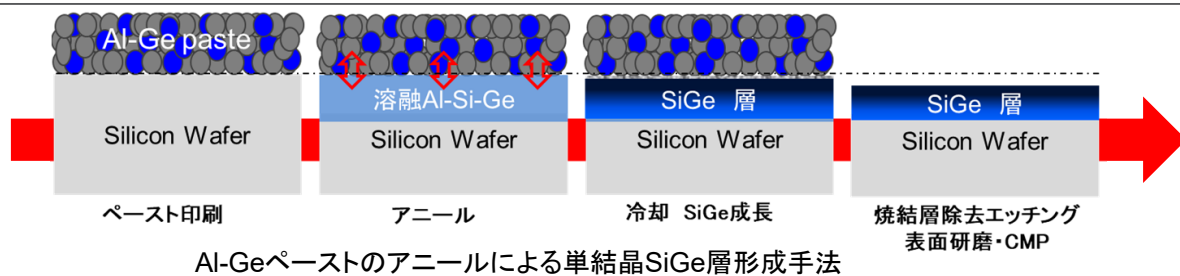
目標として、Si基板への高品質の単結晶SiGe層形成技術を確認し、6inchサイズへのスケールアップを実証します。さらにSiGe層上へのIII-V族太陽電池層の積層と太陽電池動作の実証を目指しています。

### 研究開発項目

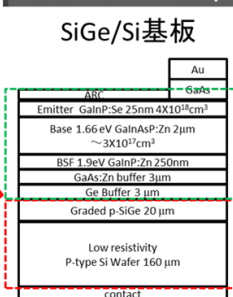
1. 高品質SiGe形成技術の開発
2. SiGeのポリッシング技術開発
3. 熱処理のスケールアップ検討
4. SiGe上へのIII-V族化合物太陽電池積層技術の開発

### 研究開発の実施体制

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



- ◆ SiGe膜厚・SiGe濃度の高精度制御
- ◆ SiGe層の転位密度の低減
- ◆ エピタキシャル成膜用表面平坦化 RMS <1nm
- ◆ 大面積ウエハでの均一膜形成



### ◆ 高効率多接合III-V族太陽電池構造の製造

### 製品イメージ



世界最高水準の高効率太陽電池を搭載した電動車  
NEDO「太陽発電システム搭載自動車検討委員会」中間報告書より抜粋  
[https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP2\\_100060.html](https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP2_100060.html)

# リサイクル容易な曲面・超軽量結晶Si太陽電池モジュールの開発

Recyclable, curved and ultra-lightweight crystalline Si photovoltaic modules

## 研究開発の背景

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

## 研究開発の内容と目標

開発する新概念モジュールでは、機械的強度、多量の水分浸入、セルの温度上昇、光学損失などが課題です。これらの課題について、水分浸入を抑止できるモジュール構造の開発、リサイクル可能な封止材の使用、放熱膜の利用などにより解決を目指します。また、新概念モジュールに適したセル間の接続方法や、プラスチック材料自体の長期信頼性を確保するための手法についても開発します。以上の取り組みを通して、新概念モジュールの量産化に必要な基盤技術を確認します。

## 研究開発項目

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

## 研究開発の実施体制

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



# 大型風洞設備による浮体式風車ウエイク現象の評価技術の研究開発

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

### 研究開発の背景

2050年のカーボンニュートラルの実現を掲げ、洋上風力発電が特に期待されています。一般的に、風車はブレードの回転に伴い、下流側には風車ウエイクと呼ばれる風速欠損領域が形成されます。風車群から構成される大規模洋上ウィンドファームでは、風車ウエイクが相互に干渉し、下流側風車群に発電量の低下や風荷重の増大の影響を与えます。特に、今後導入が期待される浮体式風車では、周波数の異なる風と波が同時に作用することもあり、ウエイク現象はさらに複雑な様相を呈します(図1)。国内で浮体式大規模洋上ウィンドファームを適切に普及させるためには、融資適格性評価や低コスト化に資する風車ウエイク現象の高精度予測を含む日本独自の革新的な風況予測手法の確立と社会実装が最重要課題です。

### 研究開発の内容と目標

大規模洋上ウィンドファームの国内導入促進には、風車ウエイクの相互干渉現象の高精度予測と、それに対応する風車運用制御が重要です。特に風と波が同時に作用する浮体式では未解明な点が多く、世界的にも要素技術開発の事例はほとんどありません。そこで本研究では、大型風洞設備による現象理解と評価技術の開発を行います(図2, 3, 4)。また、浮体式風車に適用可能な工学数式モデルを検討します(図5)。さらに、沿岸域風車を活用した各種計測を実施し、本提案手法へフィードバックし、サイト計測の技術課題を明らかにします(図6)。

### 研究開発項目

1. 浮体式風車ウエイクの風洞実験技術の開発(図2)
2. 大型風車のラボスケール風車模型の開発(図3)
3. セミサブ型に対応可能なラボスケール浮体動揺模擬加振装置の開発(図4)
4. 浮体式風車ウエイクの工学数式モデルの開発(図5)
5. 状態監視技術を活用した風車ウエイク影響評価法の開発(図6)

### 研究開発の実施体制

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

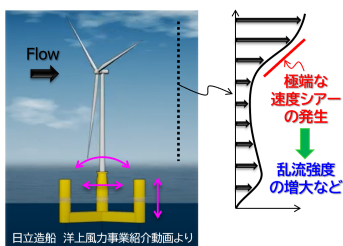


図1 日本独自の革新的な風況予測手法の重要性



図2 浮体式風車ウエイク現象の可視化



図3 風洞実験用ラボスケール風車模型の開発実績

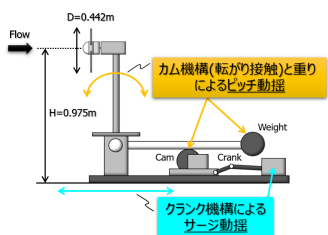


図4 風洞実験用ラボスケール浮体加振装置の試作

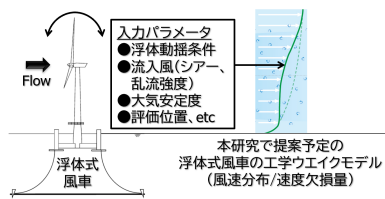


図5 浮体式風車ウエイクの工学数式モデルの作成イメージ図

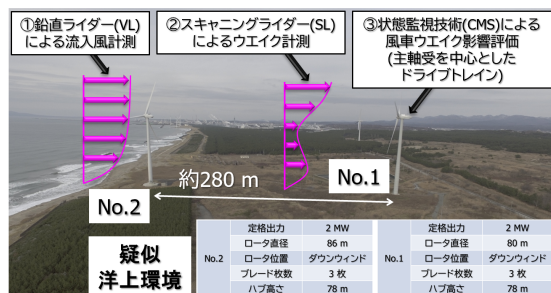


図6 秋田県雄物川風力発電所を活用した風車ウエイク影響評価

# 超高出力・多波長・集積型深紫外半導体レーザーの研究開発

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

## 研究開発の背景

光の波長が100~315 nmの深紫外レーザーは光子エネルギーが約4eV以上と極めて大きい。このレーザー光は他の波長のそれよりも吸光率が高いなどの特長があるため、その応用分野は金属・樹脂・ガラスなどの微細加工、リソグラフィ、紫外線硬化・接着・乾燥、光分析、医療、バイオテクノロジーなど多岐にわたっている。市場規模は2,000億円/年と大きい。これらの深紫外線レーザーはエキシマレーザーに代表されるガスレーザーやYAGレーザーに代表される固体レーザーの高調波などが社会実装されている。しかし、これらは大型・低効率・短寿命・大電力・高価・実現波長に限られるなどの課題がある。また、エキシマレーザーは貴ガスやハロゲンガスなどの混合ガスを用いており、安定的な確保が難しいという課題もある。

## 研究開発の内容と目標

本研究課題では、2020年に世界で初めて動作実証したUV-B領域(波長：280~315 nm)の半導体レーザー(LD)の集積化により高出力・多波長・小型・高効率・長寿命・低消費電力・安価な性能を併せ持つ革新的なレーザー光源を実現することを目指す。また、それら集積型LDの性能・信頼性の評価、有用性の実証、ニーズ探索および世界戦略策定を行い国家プロジェクト化に向けた課題を抽出する。また、既存の可視・赤外LDとのハイブリッド化も図り、これらのLDは工作機械や加工など日本が強みを有する分野への貢献が可能な光源である。今後、国家プロジェクト化することにより、我が国の産業の発展に寄与することや光源の高効率化によるグリーンイノベーションへの寄与が期待される。

## 研究開発項目

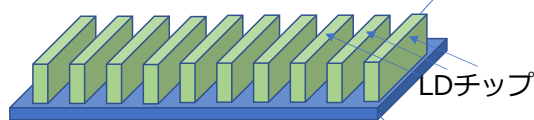
- UV-B LDの開発  
AlGaIn結晶の開発、LD構造の開発、縦型デバイスプロセスの開発、端面ミラーの開発
- UV-B LDの集積化技術の開発  
UV-B LDの集積化、UV-B LDと可視LD・赤外LDとのハイブリッド化、およびそのデバイス特性、信頼性やビーム品質の評価
- 集積UV-B LDの有用性の実証、ニーズ探索や世界戦略の策定

## 研究開発の実施体制

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

### 本提案で解決する課題

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



**E. LDの集積化**  
ウシオ電機・名城大

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



**B. LD構造の開発**  
名城大・ウシオ電機・三重大

**C. 縦型デバイスプロセスの開発**  
名城大・ウシオ電機・三重大・西進商事

**A. AlGaIn結晶の開発**  
三重大・名城大

**D. 端面ミラーの開発**  
日本製鋼所・名城大・ウシオ電機

● 本課題の目標：超高出力・多波長・集積型深紫外半導体レーザー



## SiCスマートパワーIC技術の研究開発

### SiC smart power IC

#### 研究開発の背景

省エネ性能に優れたSiCパワーデバイスを普及させ、社会の様々な場所へ展開することが、豊かな脱炭素社会の実現には重要です。しかしながら、SiCパワーデバイスの省エネに大きく影響するスイッチング性能を、現状技術では十分に引き出せておらず、普及拡大を妨げる一因になっています。「誰もが簡単に」SiCパワーデバイス本来のスイッチング性能を最大限引き出せる技術を開発できれば、その使い易さから普及拡大が進み、CO<sub>2</sub>削減効果は非常に大きなものとなります。

#### 研究開発の内容と目標

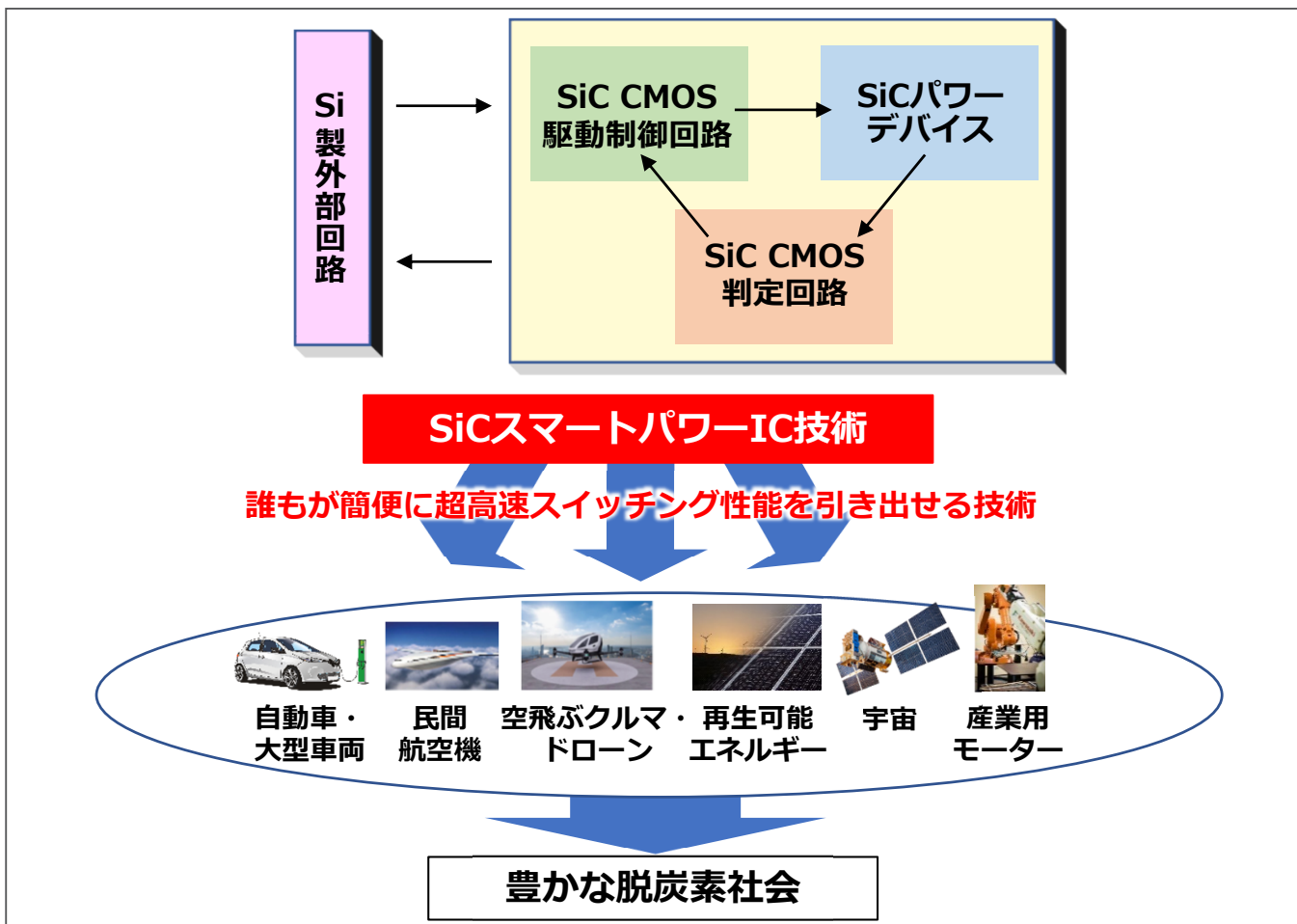
SiCパワーデバイスの高速スイッチングにおける問題は、駆動回路が離れていることにより発生するノイズでデバイスの誤作動や故障が発生することです。本研究開発では、高速・高精度ゲート制御を可能とするSiC CMOS駆動制御回路を独自開発し、近接配置することにより超高速スイッチングとノイズ低減を目指します。さらに、センサ・判定回路を含む世界初のSiCスマートパワーICを新規設計し、自律的なゲート制御を実現します。また、Si製外部回路とも連携したシステムにより、大電流駆動時に欠かせない並列駆動制御でも安定動作する革新的なパワーデバイス保護技術開発を行います。

#### 研究開発項目

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

#### 研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所  
サンケン電気株式会社



# ガス循環によるメタンからの水素製造と二酸化炭素資源化

Carbon Dioxide Utilization through Gas-cyclic Hydrogen Production from Methane

## 研究開発の背景

水素社会の構築にむけて、バイオガスやシェールガスなどメタン(CH<sub>4</sub>)を含むさまざまな炭化水素資源から、大気中の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)濃度を増やすことなく、安価かつ大量に「CO<sub>2</sub>ゼロエミッション水素」を製造する技術の開発が、世界規模で進んでいます。その一方で、水素製造に伴って発生する大量(水素重量の3倍以上)の固体炭素の取り扱いに関しては、機能特性の創発、付加価値の創出や、販売路の開拓が端緒についた段階です。

## 研究開発項目

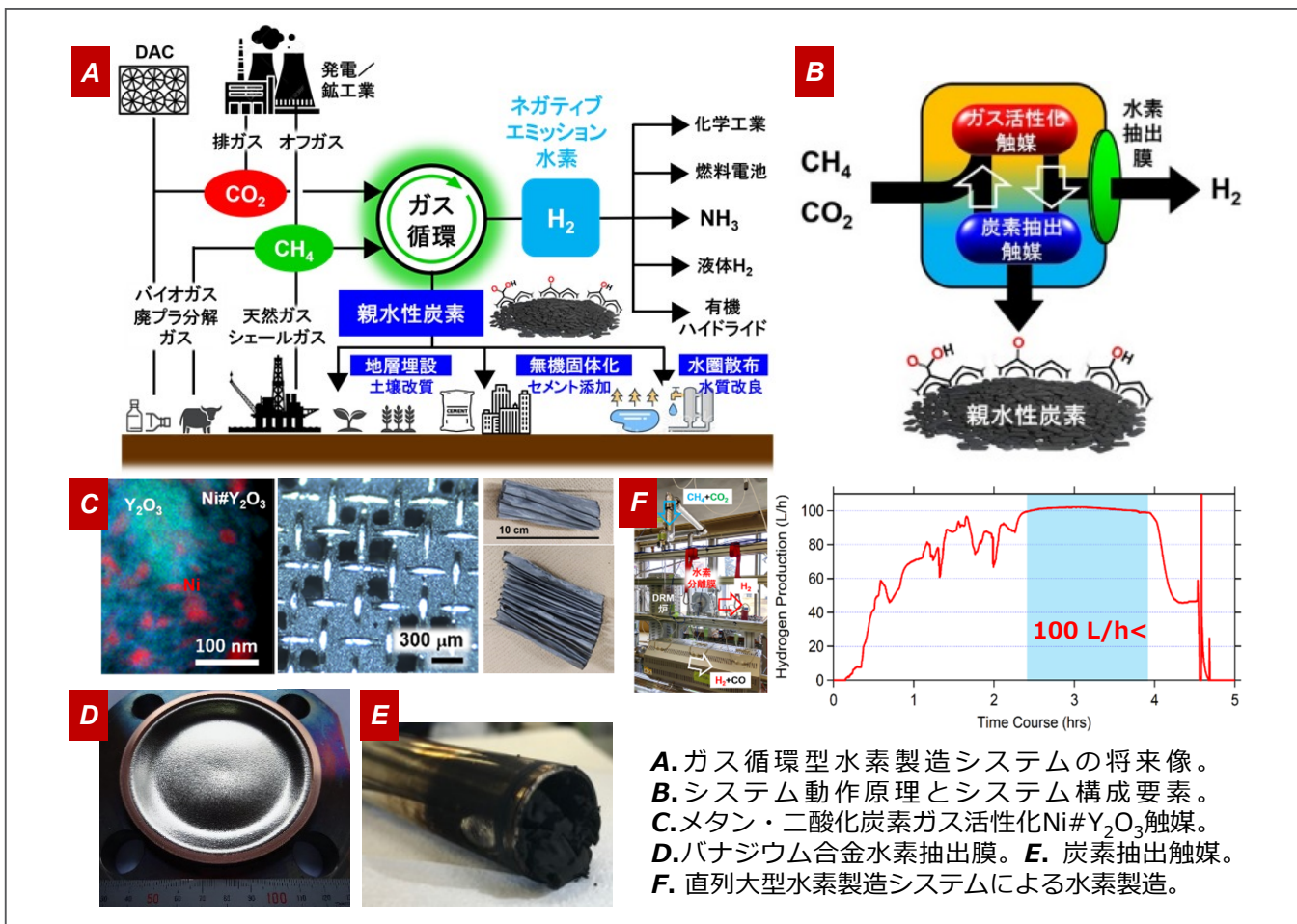
1. 直列大型水素製造システムによるマス・エネルギーバランス評価 (荏原製作所)
2. ガス循環小型システムの構築・動作実証 (物質・材料研究機構)
3. 親水性炭素選択製造のための触媒開発 (物質・材料研究機構)
4. 電顕による微細構造観察支援 (高知工科大学)
5. 炭素析出の機構解明と機能探索 (東京工業大学)

## 研究開発の内容と目標

本研究は、CH<sub>4</sub>をCO<sub>2</sub>と触媒上で活性化して一酸化炭素(CO)と水素の混合ガスに変え、そこから固体炭素と水素を取り出した後、消費されたCH<sub>4</sub>とCO<sub>2</sub>を追加した上で再び初段の触媒に帰還する「ガス循環型」の化学反応システム、ならびに、要素技術材料の開発を実施します。ガス循環型反応システムにおいては、CH<sub>4</sub>活性化と炭素捕集の反応場が空間的に分離されているため、環境適応性に優れた「親水性炭素」の製造が可能です。加えて、CO<sub>2</sub>は循環ガスの内部に常にとどまり、外界に放出されることがないため、CO<sub>2</sub>ゼロエミッション水素製造を実現することができます。

## 研究開発の実施体制

国立研究開発法人物質・材料研究機構  
株式会社荏原製作所  
高知県立大学法人高知工科大学  
国立大学法人東京工業大学



## CO<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>からの低温メタノール合成に関する研究開発

Low-temperature methanol synthesis from CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>

### 研究開発の背景

持続可能な低炭素社会を実現するためには、CO<sub>2</sub>を再生可能なH<sub>2</sub>で還元し、有用な化成品へ変換する触媒プロセスを確立する必要があります。なかでも基幹化学品であるメタノールを、CO<sub>2</sub>の水素化により合成する触媒プロセスは工業的価値が高いです。CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>からのメタノール合成も一部商業運転が開始されていますが、現行触媒(Cu系触媒)を用いる場合には高温が必要となり、平衡収率が低下します。

そこで本研究では、低温でCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>からのメタノール合成を達成する革新的触媒系を開発します。

### 研究開発の内容と目標

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

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

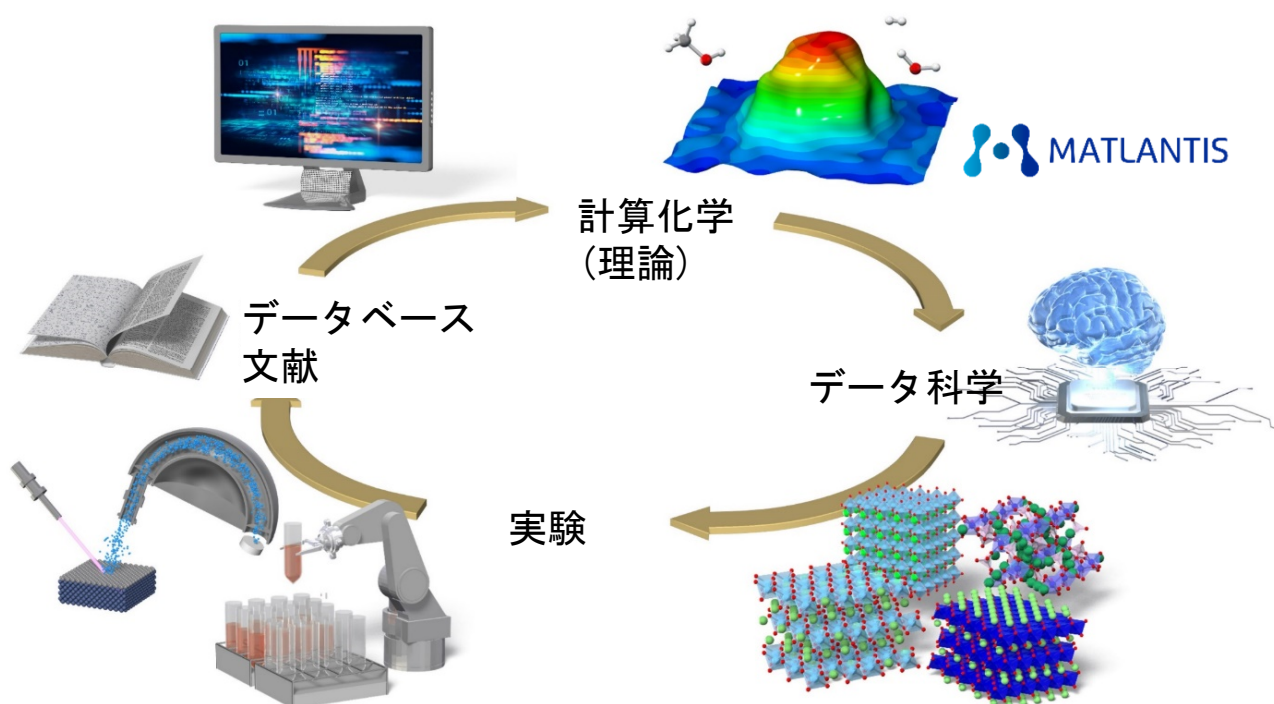
### 研究開発項目

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

### 研究開発の実施体制

国立大学法人北海道大学  
ENEOS株式会社

### 実験・理論・データ科学を用いたCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>からの低温メタノール合成触媒開発



# 高選択なタンデム電解によるCO<sub>2</sub>を用いた有価物の直接合成法

Direct synthesis of CO<sub>2</sub>-derived valuables by highly selective tandem electrolysis

## 研究開発の背景

持続可能な社会を実現するためにはCO<sub>2</sub>の大幅な排出削減が必要であり、その削減策の有力な手法としてCO<sub>2</sub>から有価な化成品を製造する手法の開発が活発に行われています。その取り組みの多くは、一酸化炭素(CO)やメタノールなどの汎用化成品を製造する技術です。これらの汎用化成品の製造で採算を合わせるためにはスケールメリットが重要なために大規模CO<sub>2</sub>排出源に対して有用な手法となっています。

一方で、脱炭素社会の実現のためには大規模CO<sub>2</sub>排出源だけでなく、規模が小さい排出源に対しても対策が必要です。しかし、CO<sub>2</sub>から汎用化成品を製造する技術はコスト面から適用が困難であり、中小規模排出源の事業所で有用な技術であるCO<sub>2</sub>から高付加価値の化成品を直接製造できる手法が求められています。

## 研究開発の内容と目標

我々は中小規模のCO<sub>2</sub>排出源に対して、排出削減につながりかつ採算が取れる手法として、カソード電極でCO<sub>2</sub>をCOに還元したあと、アノード電極でそのCOから高付加価値な化成品(C<sub>3</sub>以上化成品)を製造するタンデム電解手法の開発を行います。

本事業でタンデム電解手法を実現するために積水化学および東京工業大学がもつCO<sub>2</sub>電解触媒の開発実績と物質・材料研究機構が持つ電子顕微鏡を用いた触媒構造の分析技術を連携させることで、高選択なタンデム電解用触媒を開発します。また、横浜国立大学が持つこれまでに蓄積した有機電解セルの知見をもとにタンデム電解セルを具現化させ、タンデム電解による製造法の実証評価を行い、早期に本技術の実用化を目指します。

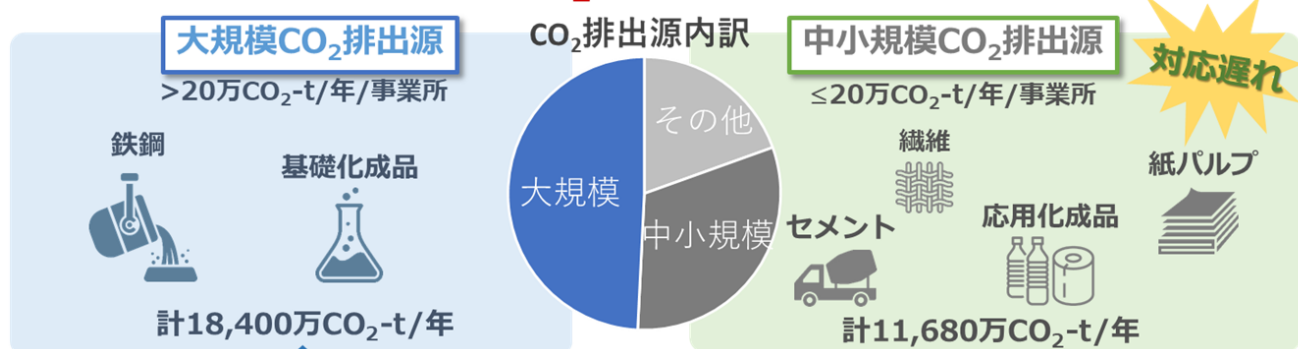
## 研究開発項目

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

## 研究開発の実施体制

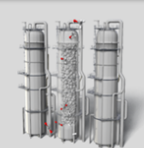
積水化学工業株式会社  
 国立大学法人東京工業大学  
 国立研究開発法人 物質・材料研究機構  
 国立大学法人横浜国立大学

## 開発目的：2050年のカーボンニュートラル実現に貢献 ↑ 中小規模CO<sub>2</sub>排出源に対する削減技術を提供



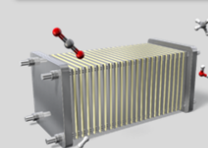
対応遅れ

### 熱化学手法

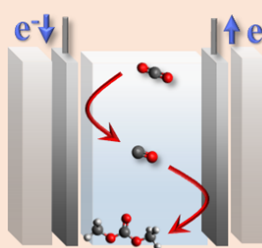


- ・ 汎用化成品のみ製造  
→ 中小規模では採算困難
- ・ 必要熱/電気エネルギー大  
→ CO<sub>2</sub>削減条件限定的

### 従来電解手法



### 積水独自技術で解決策提案 タンデム電解によるCO<sub>2</sub>還元



- 【特徴】
- ・ C<sub>3</sub>以上化成品を直接製造  
→ 中小規模でも採算合う
  - ・ 水素などの副原料は不要
  - ・ 副生成物が発生しにくい

# 燃料電池航空機の革新的エネルギー転換、推進システム技術の研究

Innovative energy conversion and propulsion system technology for fuel cell aircraft

## 研究開発の背景

持続可能でカーボンニュートラルな航空界への移行を後押しする中核技術の一つに、水素・電動化航空機等の将来機プラットフォームがあります。

事前検討によると、水素燃料電池を活用した電動化航空機はリージョナル機が担う民間航空需要に応える潜在力を有する一方、その実現にはエネルギー貯蔵、供給システム、燃料電池、高電圧電力システム等の重量や性能に制約があることが分かっています。これらの制約を緩和する革新的な要素技術を開発することにより、水素燃料航空機は民間航空機市場のカーボンニュートラルへの移行に貢献する可能性があります。

## 研究開発の内容と目標

燃料電池を中核とする革新的エネルギー転換・電動推進システムのモデリング&シミュレーションによる技術的成立性検討、フリート・運用・ライフサイクル評価モデルによる経済的実行性検討、気候環境影響の調査を行い、水素燃料電池による電動化航空機の実現可能性を検討します。

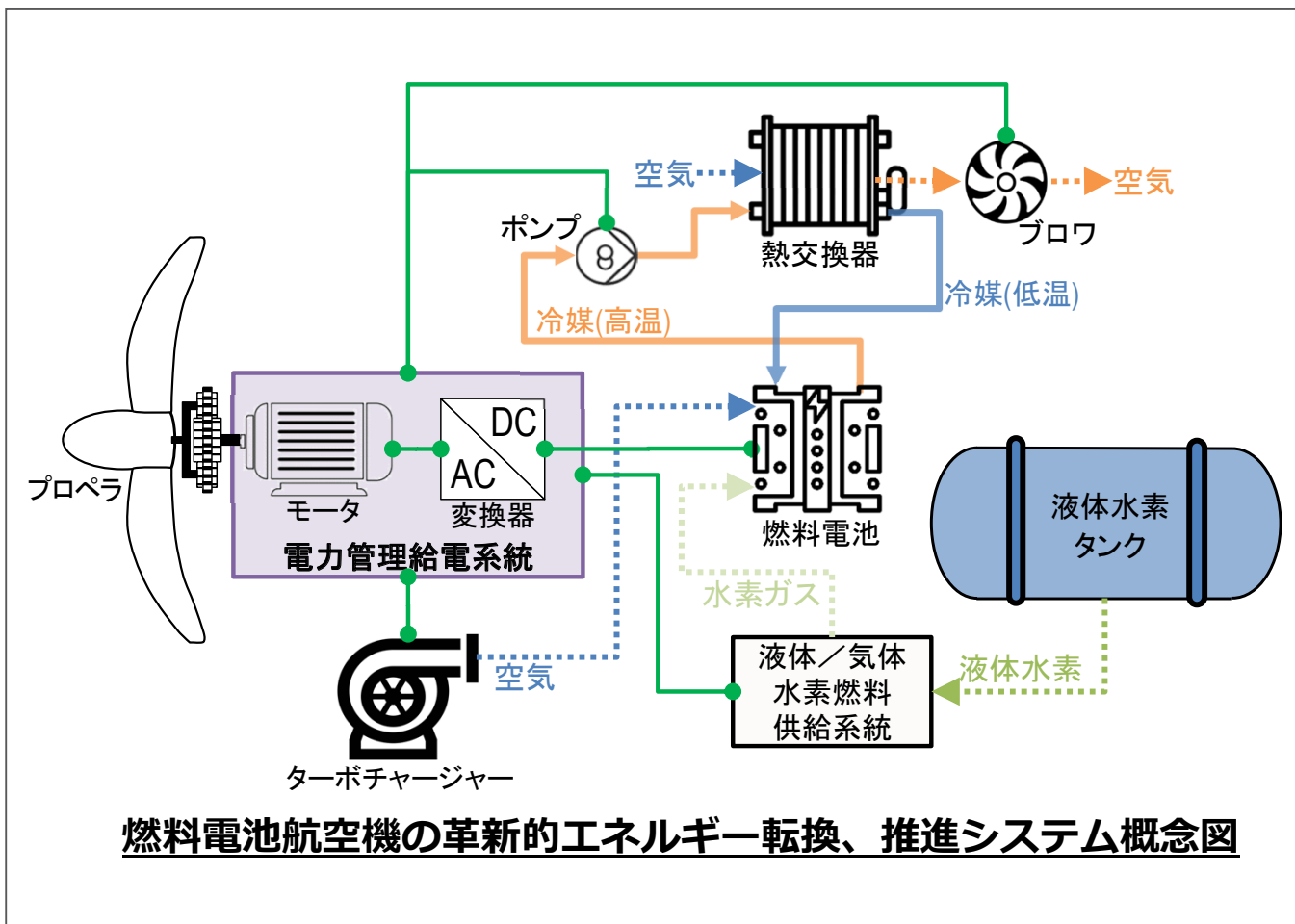
本研究は、主要技術を組み合わせた技術成熟度向上システム技術開発、さらに飛行試験を含む技術実証技術開発等の国家プロジェクトを含む産学連携体制による共同研究等の基礎となります。

## 研究開発項目

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

## 研究開発の実施体制

Boeing Japan株式会社  
(再委託先)  
国立大学法人 九州大学  
国立大学法人 東海国立大学機構名古屋大学



# モーターの超高回転化による自動車用電動駆動システムの省資源化

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

## 研究開発の背景

2050年カーボンニュートラル実現のためには環境車の普及が必須です。今後、電動駆動システムを搭載する環境車の台数は急激な増加が予測されており、それに伴ってモーター製造に必要な材料資源の不足と製造時CO<sub>2</sub>の増加が予想されます。これらを同時に解決する為にはモーターの小型化が主要な手段となり、モーターの超高回転化(5万rpm超=現状実力の約3倍)を研究することで、出力を維持しつつトルクを低減してモーターを小型化し、省資源化と製造時CO<sub>2</sub>排出量を低減して環境車の普及に繋げる必要があります。

## 研究開発の内容と目標

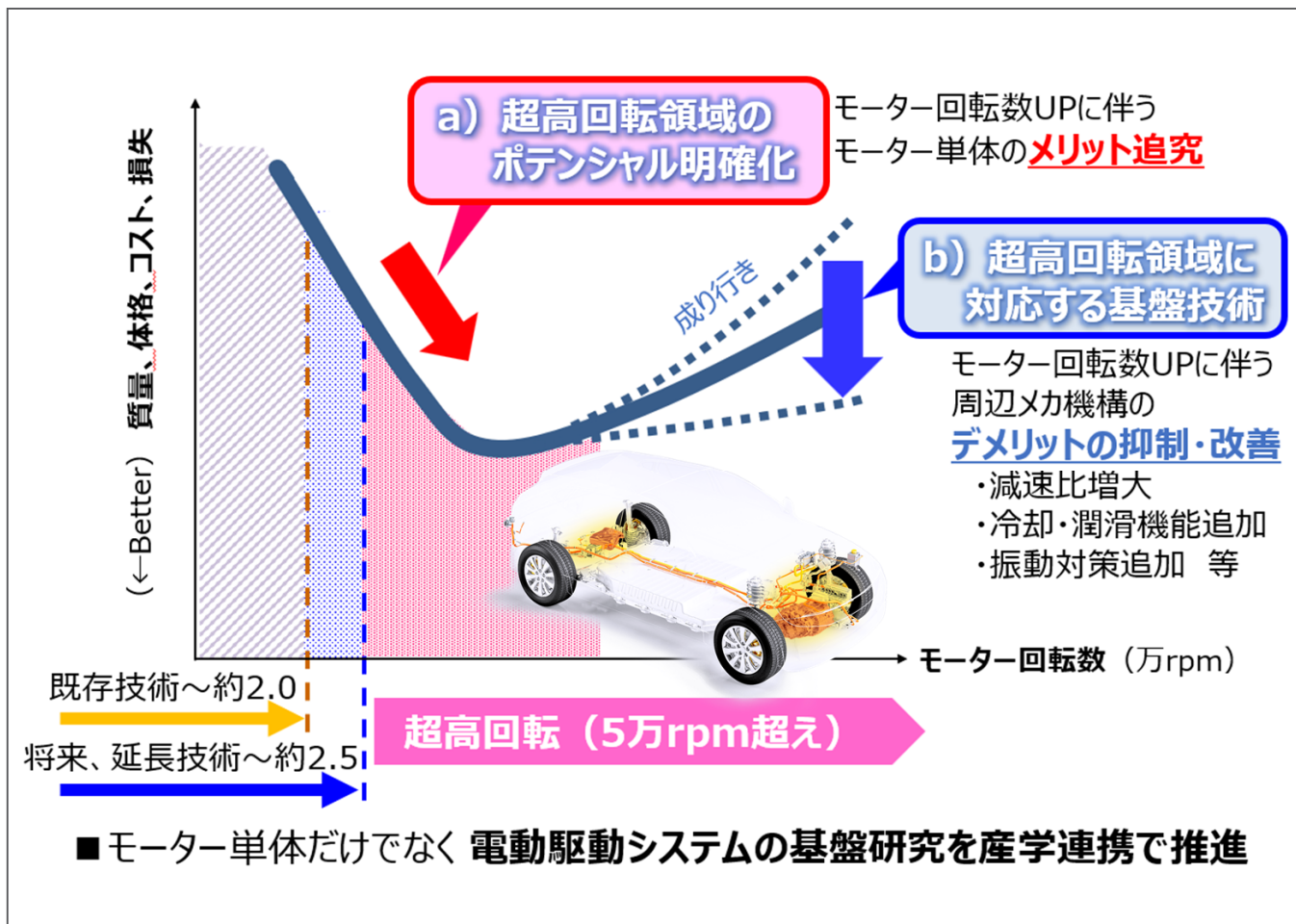
モーターの超高回転化(5万rpm超=現状実力の約3倍、出力密度10kW/kg以上)により、モーター構成材料の省資源化と製造時CO<sub>2</sub>排出量の低減(いずれも現状比で約50%以上)を目指します。超高回転化実現にあたっては、回転体の支持構造、冷却や潤滑機構、振動対策、磁気設計の研究に加えて、高速スイッチング等の新制御に関する基本原理、現象の発見、確認を進め、車両搭載を想定した電動駆動システムの構築と実機検証を実施します。

## 研究開発項目

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

## 研究開発の実施体制

自動車用動力伝達技術研究組合  
(再委託先)  
 国立大学法人名古屋工業大学  
 学校法人東京電機大学  
 国立大学法人千葉大学  
 国立大学法人岡山大学  
 国立大学法人横浜国立大学  
 学校法人東京理科大学  
 国立大学法人北海道大学



# リサイクル炭素繊維の連続化技術および航空機適用技術の研究

## Continuous recycled carbon fiber and aircraft application technology

### 研究開発の背景

カーボンニュートラル達成に向けて航空機構造の軽量化や製造時の低炭素化が求められています。航空機由来リサイクル炭素繊維の水平再利用は、研究が緒についた段階です。

一方、2030年代後半からB787、A350の退役が始まり、高付加価値なCFRP廃材が急増し、その再生利活用技術の構築が喫緊の課題となっています。

現状では、廃材から回収したCFは不連続かつ不均一な短繊維状のため、高い強度特性と信頼性が求められる航空機の構造材料としては適さないため、バージン繊維レベルの連続かつ均一な長繊維状態として再生する必要があります。

### 研究開発の内容と目標

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

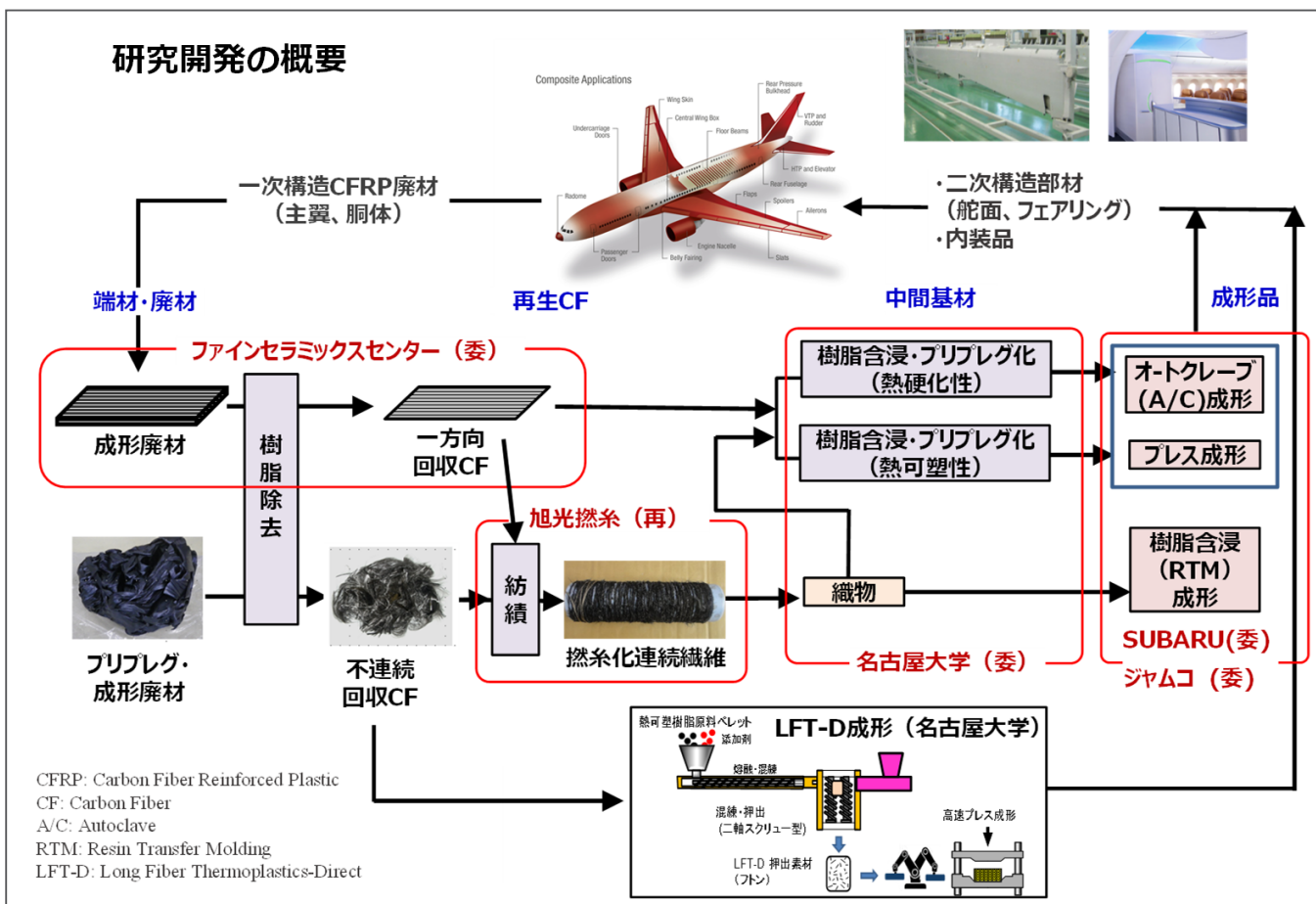
### 研究開発項目

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

### 研究開発の実施体制

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

### 研究開発の概要



# セルロースナノファイバー半導体材料の研究開発

## Cellulose Nanofiber Semiconducting Materials

### 研究開発の背景

東北大学では、最近、ケナフのセルロースナノファイバー (CNF) において半導体特性が発現することを発見しました。そこで本研究チームは、CNFがN型負性抵抗、直流/交流変換特性やスイッチング効果を有することを示し、バイオ半導体材料として開発できる可能性を探求します。CNFの開発は、これまで我が国が世界を牽引している分野であり、今後先導すべき課題であると位置づけられています。また、森林の利活用・保全是地球温暖化対策の観点からも重要な課題であるとともに、CNF半導体が開発されれば、半導体材料の多様化に大きな貢献ができることが期待されます。本研究は、先行する国内のCNF作製技術を活かして、バイオ半導体を製造する方法を開発し、応用展開のための基盤を構築することを目的としています。これにより、生産から廃棄までの環境負荷低減、大量生産による低コスト化、経済安全保障の課題解決を目指します。

### 研究開発の内容と目標

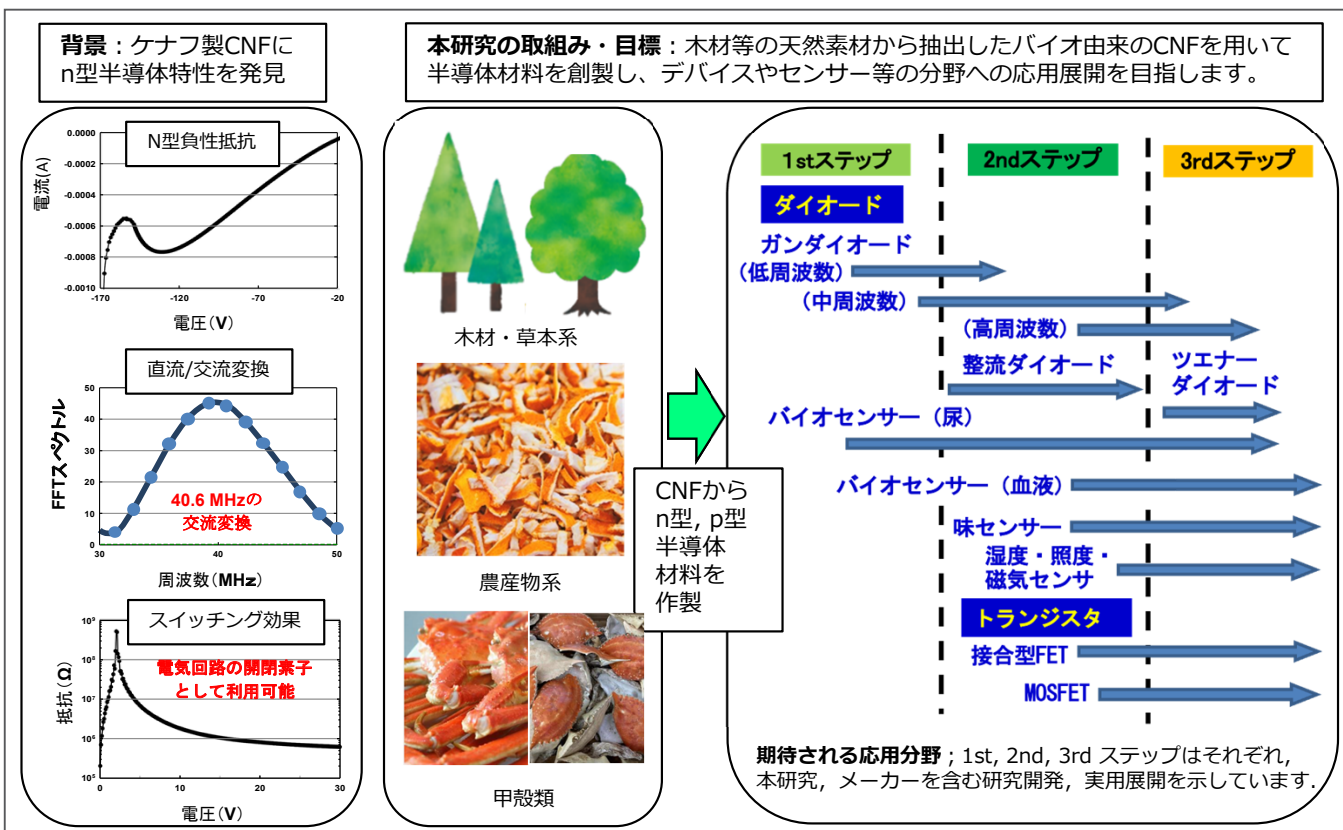
本研究では、CNFを作製するための解繊法の開発に関する検討、ならびにCNFを用いたn型およびp型半導体材料の作製と評価に関する検討を行います。出発原料として木材・草本系、農産物系や甲殻類を対象とします。出発原料が天然素材であることに着目し、半導体特性を発現させるための因子制御に関する検討を広範囲に行うことにより、実用性を有するCNF製バイオ半導体の開発を行います。添図には1stステップ(本研究)の目標を示すとともに、2ndステップ(メーカーを含む研究開発)、3rdステップ(実用展開)において期待される応用分野を例示しています。本研究では、ガンダイオードならびにバイオセンサー(尿センサー)に焦点を当てた開発を行い、デバイスの試作を目指します。天然素材由来のCNFを活用することにより、バイオ半導体を開発・展開することが可能であることを検証することを目標としています。

### 研究開発項目

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

### 研究開発の実施体制

国立大学法人東北大学  
 国立大学法人東京大学  
 国立研究開発法人産業技術総合研究所  
 大王製紙株式会社





# アンモニアから直接水素を製造できる貴金属フリー膜反応器の開発

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

## 研究開発の背景

2050年カーボンニュートラルを実現するためには、火力発電所や工業炉などで使用される燃料を水素やアンモニアなどの脱炭素燃料に置き換えていく必要があります。現在、アンモニアを天然ガスなどと混焼させる技術の開発が進められていますが、将来は炭化水素系燃料を必要としないアンモニア専焼の実現が期待されています。アンモニアを単一の燃料(シングルフュエル)として利用するためには、アンモニアから水素を製造して、着火用燃料ガスとして用いることが効果的です。そこで、アンモニアから水素のみを高効率に直接分離・精製する新技術の創出が望まれています。

## 研究開発の内容と目標

アンモニアから水素のみを直接分離・精製するために、ニッケル系アンモニア分解触媒とバナジウム系水素分離合金膜とを組み合わせた貴金属フリー膜反応器(メンブレンリアクタ)を開発します。メンブレンリアクタでは、触媒がアンモニアを水素と窒素とに分解すると、直ちに合金膜が水素のみを選択的に分離・精製します。アンモニアから超高純度水素が直接得られるだけでなく、触媒上から水素が取り除かれることによってアンモニア分解反応が促進されます。この仕組みを利用して触媒性能の向上を図ることで、RuやPdなどの高価な貴金属を使用しないメンブレンリアクタの開発を目指します。

## 研究開発項目

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

## 研究開発の実施体制

独立行政法人国立高等専門学校機構  
 鈴鹿工業高等専門学校  
 太陽鉱工株式会社  
 国立大学法人山梨大学

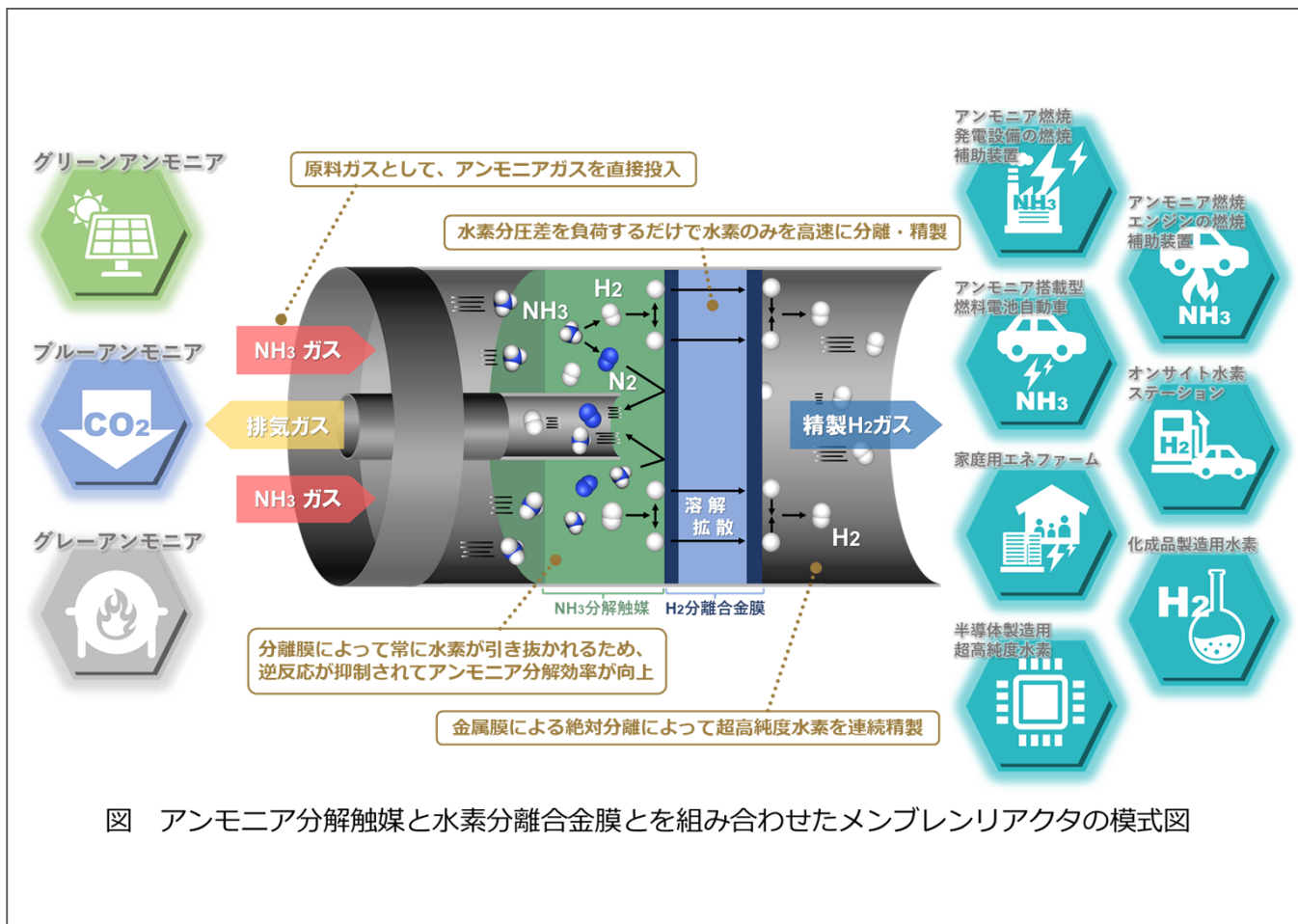


図 アンモニア分解触媒と水素分離合金膜とを組み合わせたメンブレンリアクタの模式図

# 異種・多様なロボットを支える継続学習型ソーシャルツイン基盤

SocialTwin : Improved Performance through Data Cycling for Autonomous Mobile Robots

## 研究開発の背景

2040年には、人の生活空間のあらゆるところで、移動を伴う各種の自律サービスが当たり前存在するようになります。一方で、様々な場所/状況/ロボットに対し、従来の手作業での地図データ整備や個別調整には限界があります。

個々の作り込みを最小に移動サービスを実現するには、ロボット自身が学習したり、データを共有する仕組みが必要です。自律走行の技術発展および社会実装の早期実現を目指し、データ循環に基づく自動化や性能向上を実現するための技術開発に取り組みます。またデータ循環を支えるインタフェースを構築し、事業参画・サービス導入を拡大する仕組みを実現します。

## 研究開発の内容と目標

ロボットの自律走行技術の社会実装を加速するため、以下2点の研究開発に取り組みます。

A. 異種・多数のロボットデータから、ソーシャルツインで継続的に自律性能を向上させる技術

B. 自律走行サービス事業参画・複数システム運用を容易にする、地図共通化や更新の仕組み

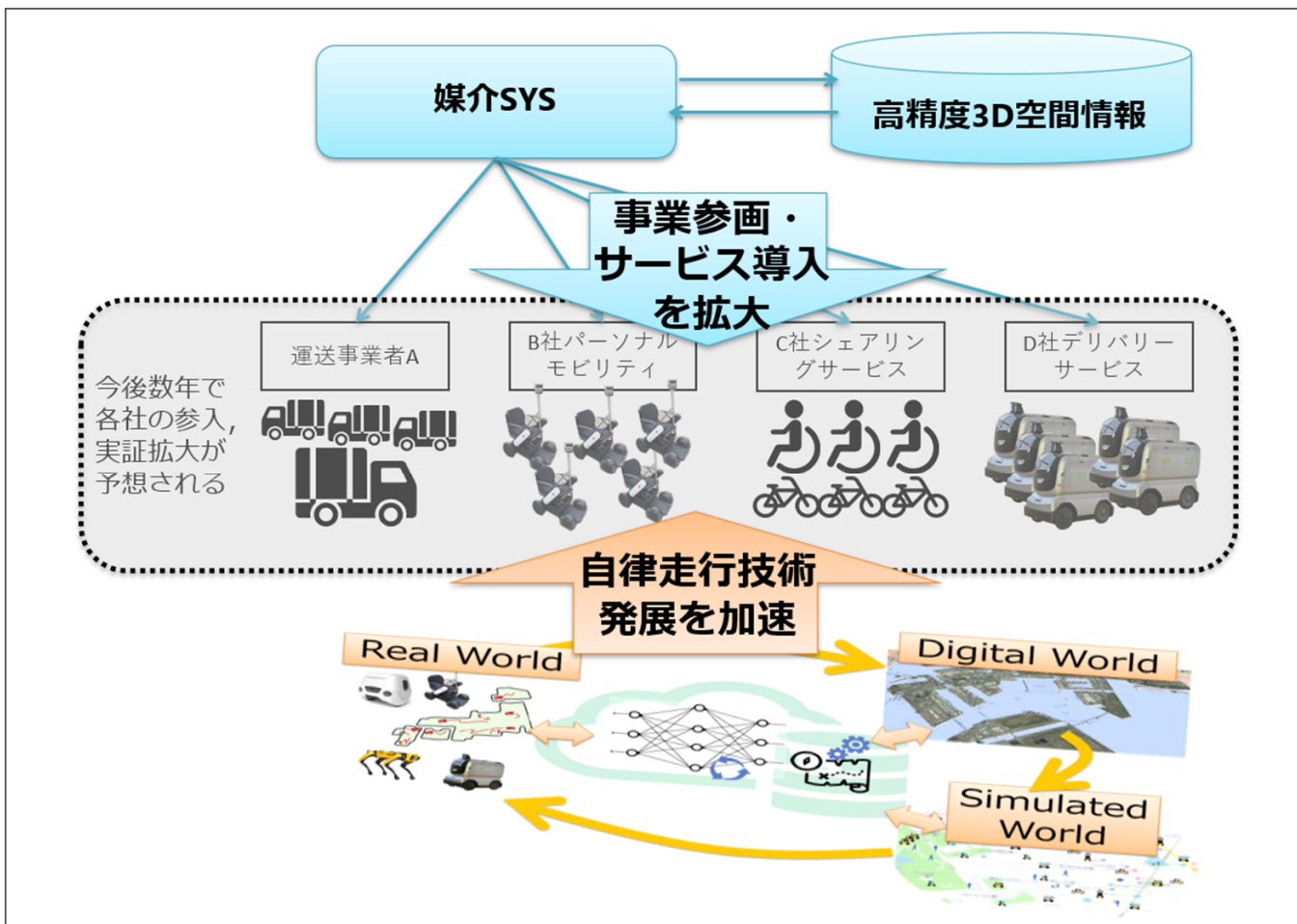
繁華街など人混みを含む歩行空間数km圏内を自律走行する移動ロボットを対象として、ロボットログデータの集約・モデル化・学習・ロボット利用といった継続的な学習サイクルの有効性を実証します。

## 研究開発項目

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

## 研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所  
エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社



# 鉄スクラップ由来のトランプ元素影響軽減技術に関する研究開発

Technology reducing the effect of tramp elements from iron scrap

## 研究開発の背景

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

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

## 研究開発の内容と目標

東北大学は、赤熱脆性域でのトランプ元素の挙動評価技術を開発し、地鉄表面割れ機構に関する知見等を基に、トランプ元素の影響を軽減するための改善策を導出します。

JFEスチールは、熱間圧延における地鉄表面割れの程度を定量化する赤熱脆性指標を確立し、東北大が得た知見と共に材料データベースを構築します。これにより、赤熱脆性による地鉄表面割れを抑制した鋼材を製造するための最適条件を導出します。最終目標としては、赤熱脆性指標を基準に、本研究開発前に対して20%の改善を目指します。

## 研究開発項目

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

## 研究開発の実施体制

JFEスチール株式会社  
国立大学法人東北大学

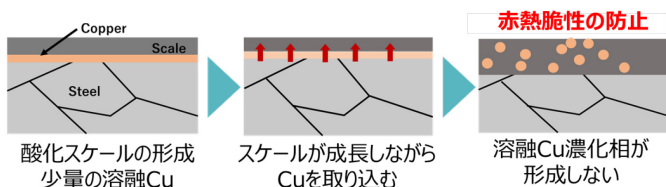


図1. 鋼材加熱段階での酸化挙動とCuの存在状態の変化

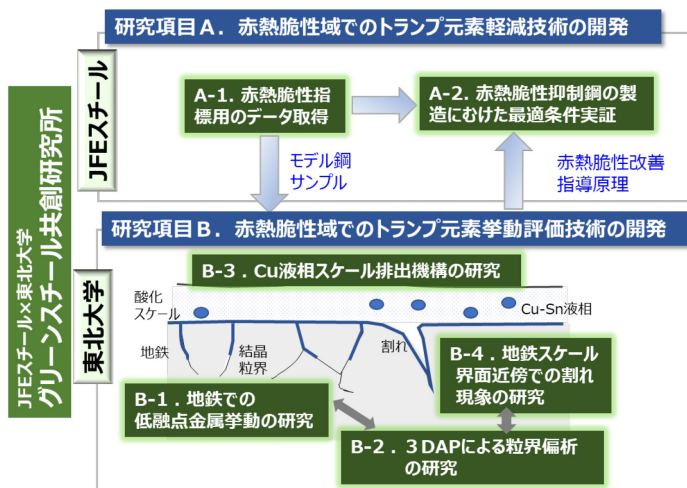


図2. 研究体制イメージ

2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	~2030年	~2040年
COURSE50 (水素活用等でCO <sub>2</sub> ▲30%)の大規模実証					導入支援	
水素還元製鉄、電炉拡大の技術開発					実証	技術確立
精錬、圧延、鋳造プロセスの最適化に必要な基礎技術の開発					実証	導入・拡大
国際的協力枠組の構築 (脱炭生産能力への対応、メタルフレッドの確保)、開発した省エネ・CO <sub>2</sub> 削減技術が適切に評価される						

トランプ元素  
影響軽減技術

実証試験  
上工程  
プロセス技術

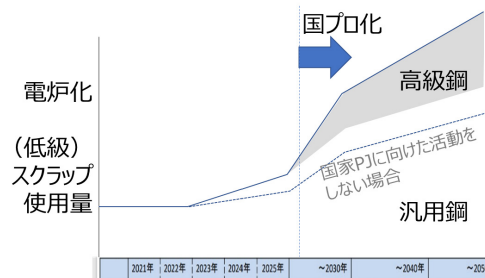
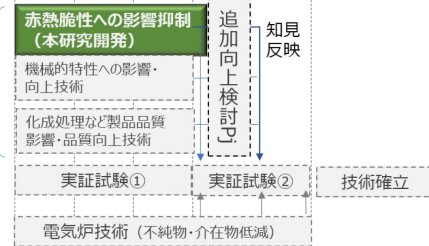


図3. 社会実装イメージ

## 繊維製品の資源循環のための選別・分離技術の研究開発

Sorting and separation technology for resource circulation of textile products.

### 研究開発の背景

衣類など、手放された繊維製品の大半が有効活用されずに焼却や埋め立てされているため、高品位な繊維製品への水平リサイクル(「繊維to繊維」リサイクル)の割合は1%未満であり、資源循環システムの構築が求められています。

繊維製品の資源循環システム構築に向けた課題として、回収された繊維製品を再利用の用途(リユース向け・リサイクル向け等)ごとに高効率に選別する技術の開発と、複合的に用いられる繊維製品を単一素材に分離する前処理技術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、「回収繊維製品の効率的選別技術の研究開発」および「他素材混繊維の前処理技術の研究開発」を実施します。

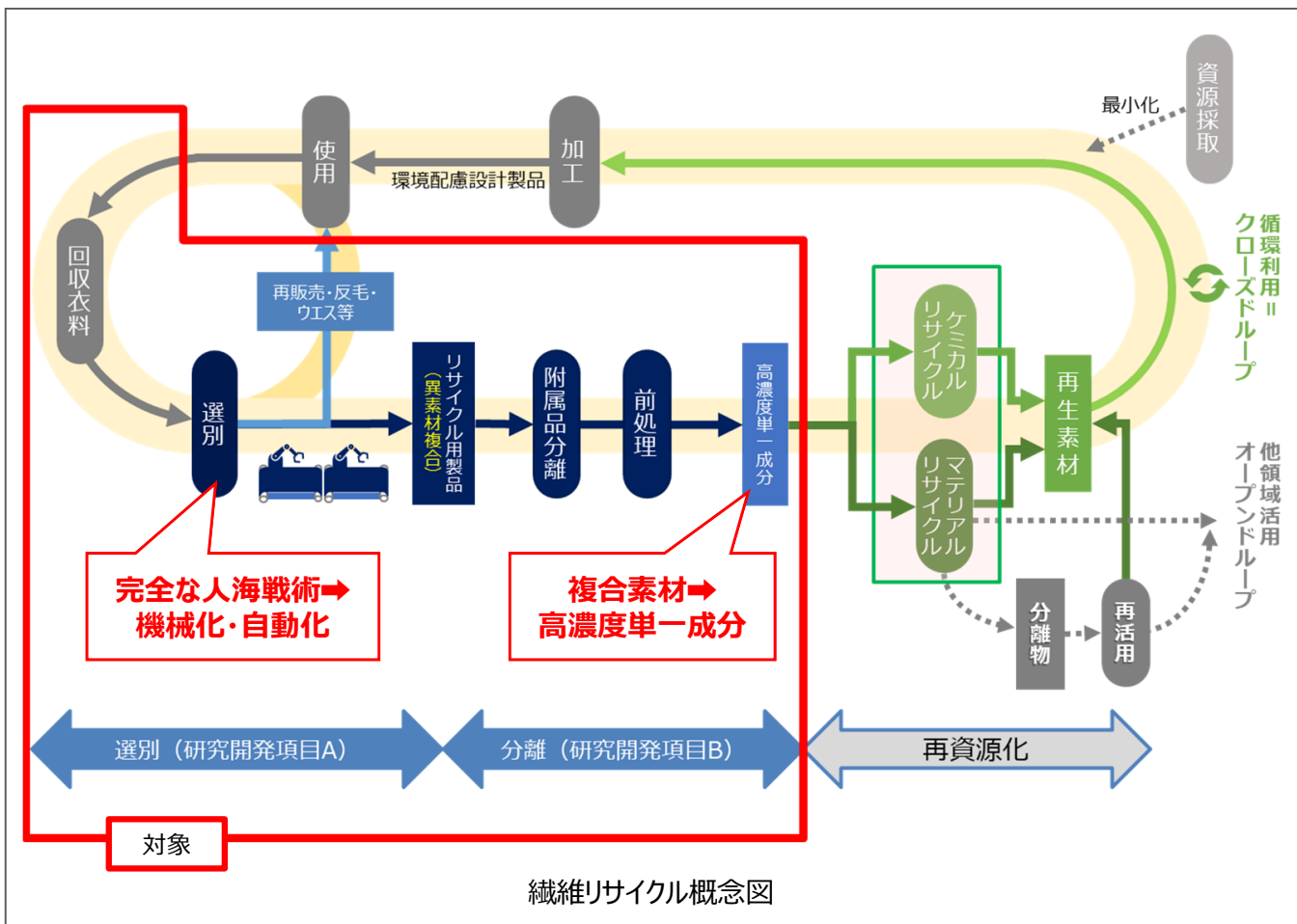
「回収繊維製品の効率的選別技術の研究開発」では、回収された繊維製品のリユース価値を自動的に判別するための評価手法や後段のリサイクルプロセスに向けた構成素材・附属品(ボタン、ファスナー等) 識別手法の検討を実施します。「他素材混繊維の前処理技術の研究開発」では、目的とする繊維の高純度化や不純物除去する技術の検討を実施します。

### 研究開発項目

- A. 回収繊維製品の効率的選別技術の研究開発
  - A-1. 繊維製品外観の高速判別技術の研究開発
  - A-2. 附属品・構成素材の詳細識別技術の研究開発
- B. 他素材混繊維の前処理技術の研究開発
  - B-1. ナイロンの高純度化のための成分抽出・分離技術の開発
  - B-2. 目的繊維成分抽出のための不純物除去技術の開発
  - B-3. 選別繊維の高純度化新技術の調査

### 研究開発の実施体制

東レ株式会社  
(共同実施)  
 国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学  
 国立大学法人信州大学  
 帝人フロンティア株式会社  
 国立大学法人神戸大学



# 再エネ大量導入を可能にするDCグリッド向け高効率スマートSSTの開発

Efficient Smart Solid-state Transformer for large-scale introduction of Renewable Energy

## 研究開発の背景

2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、再生可能エネルギーの主力電源化や電気自動車の大量導入が期待されています。しかし、発電量が天候に左右されやすい再生可能エネルギーの大量導入や、大電力を急激に消費する電気自動車の急速充電器は、電力システムの安定性に多大な影響を与える恐れがあります。

そこで本研究開発では、再生可能エネルギーの主力電源化にあたって有利な直流(DC)グリッドに向けて、高効率でスマートな半導体式変圧器(Solid State Transformer, SST)を開発します。開発するSSTはノイズにより他機器に影響を与えることがなく、信頼性が高いことに加え、電力システムの安定化機能を付与することで、安定的な電力供給が可能です。

## 研究開発の内容と目標

SSTはこれまで多くの論文で発表されていますが、6.6kVの商用系統にトランスなしで直接接続するシステムとしての信頼性が十分に評価されておらず実用化に至っていませんでした。例えば、SSTから生じるノイズが他の機器に影響を及ぼさないかといった点や、SSTを構成するユニットの一部が故障した際の運転継続性が保たれているか等、実用化に向けては必ず解決しなければならない課題があります。

そこで本研究では、実用化に適したスマートで高効率なSSTを開発するため、半導体デバイスのパッケージング技術や、高パワー密度トランスの開発、ノイズ低減技術、系統安定化技術等を開発します。最終目標として、回路体積従来比50%減、最高効率98%以上を目指します。

## 研究開発項目

1. 高効率スマートSSTに向けた基盤技術の開発
2. 半導体デバイスの絶縁・ノイズ抑制パッケージング技術の開発
3. 高パワー密度を実現する6.6kV耐圧セルの開発
4. SSTシステム最適化と各開発要素のシステム観点評価

## 研究開発の実施体制

国立大学法人長岡技術科学大学  
 国立大学法人大阪大学  
 ポニー電機株式会社  
 株式会社明電舎

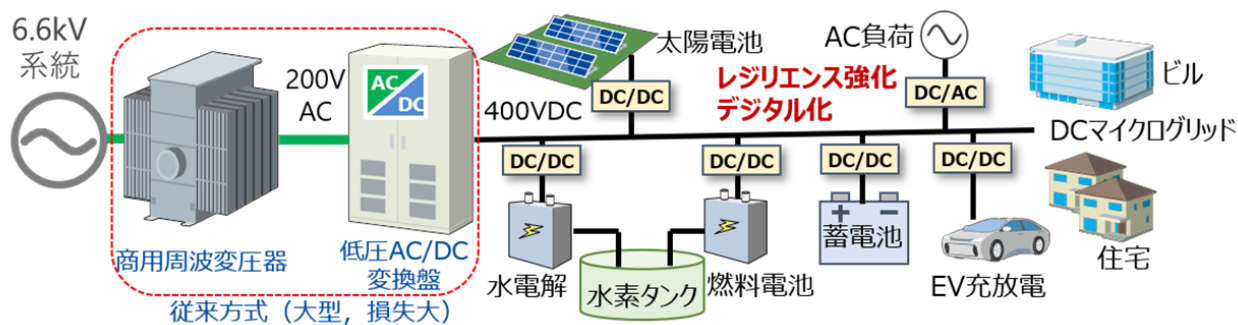


図1 DC配電による再生可能エネルギーの大量導入

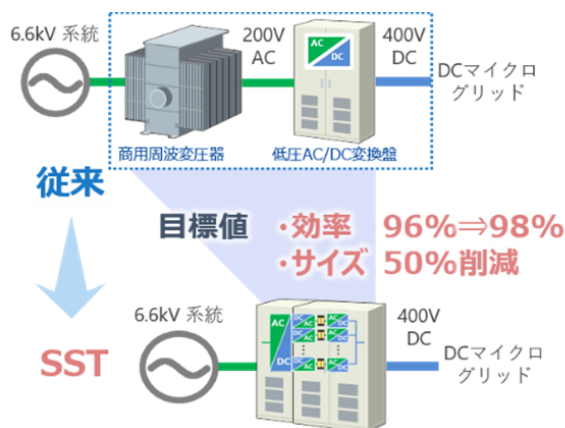


図2 スマートSSTによる高パワー密度化, 高効率化の実現

# インチ級パワー半導体-ダイヤ放熱ウェハ

## Power Devices on Inch-sized Diamond Wafers

### 研究開発の背景

ワイドバンドギャップ半導体の普及拡大・性能向上による省エネ・CO<sub>2</sub>削減効果を確実なものとするには、素子からの放熱性能の向上により、高パワー密度化に伴う動作温度上昇を回避し、素子本来の性能を発揮させる必要があります。次世代パワー半導体材料における放熱問題の解決において、材料の中では最高の熱伝導率や絶縁破壊電界強度を有するダイヤモンドの適用が有望視されています。これに必要な、ダイヤモンドの結晶成長・ウェハ化のための精密加工・接合・並びにデバイス作製といった一連の技術を統合して4インチ以上のサイズで確立することで、上記した“パワー半導体-ダイヤ放熱ウェハ”の実現が期待できます。

### 研究開発の内容と目標

内容：次世代パワーデバイスの放熱応用へ適用するための4インチ以上の“パワー半導体-ダイヤ放熱ウェハ”の実現を目指して、本研究開発では、その足掛かりとなる2インチウェハを実証するために、ウェハ化・デバイス化プロセスに適用可能な1-2インチに渡る結晶成長技術の確立、結晶成長装置開発を実施し、精密加工試験に供給する体制を整えます。また、この様なインチサイズに対応できる様に、お互いの要素技術のすり合わせを行いつつ、ウェハ平坦化、精密加工プロセス・接合プロセス・デバイス作製プロセスを高度化します。

目標：インチサイズでのウェハの作製実証と高放熱能デバイスの実証

### 研究開発項目

1. 大面積モザイク単結晶ウェハ結晶成長技術の開発
2. 大面積モザイク単結晶ウェハ 化 加工技術の開発
3. 大面積モザイク単結晶ウェハ接合技術の開発
4. モザイク単結晶ダイヤモンド接合デバイスの大面積化

### 研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所  
株式会社ティ・ディ・シー  
三菱電機株式会社  
国立大学法人熊本大学



# 空のモビリティ用光集積型LiDARセンサ

## Photonic-Integrated LiDAR Sensor for Flying Mobility

### 研究開発の背景

人や物資の輸送が急増する未来では、自律航行する空のモビリティ（空飛ぶ車やドローン）が既存の交通・輸送手段を代替し、輸送効率向上やCO<sub>2</sub>削減をもたらすと期待されますが、これには高い安全性や安定性が不可欠になります。本研究は、空のモビリティの制御を支援する高度なセンサ：LiDAR (Light Detection and Ranging) を研究します。特に小型・軽量・低消費電力な光集積型LiDARを用いることを提案し、その要素技術を開発します。近い将来の事業化が見込まれる配送用ドローンに対する適合性を研究し、利用可能な見通しを得ると共に、空飛ぶクルマの重要な基盤技術とすることを目指します。

### 研究開発の内容と目標

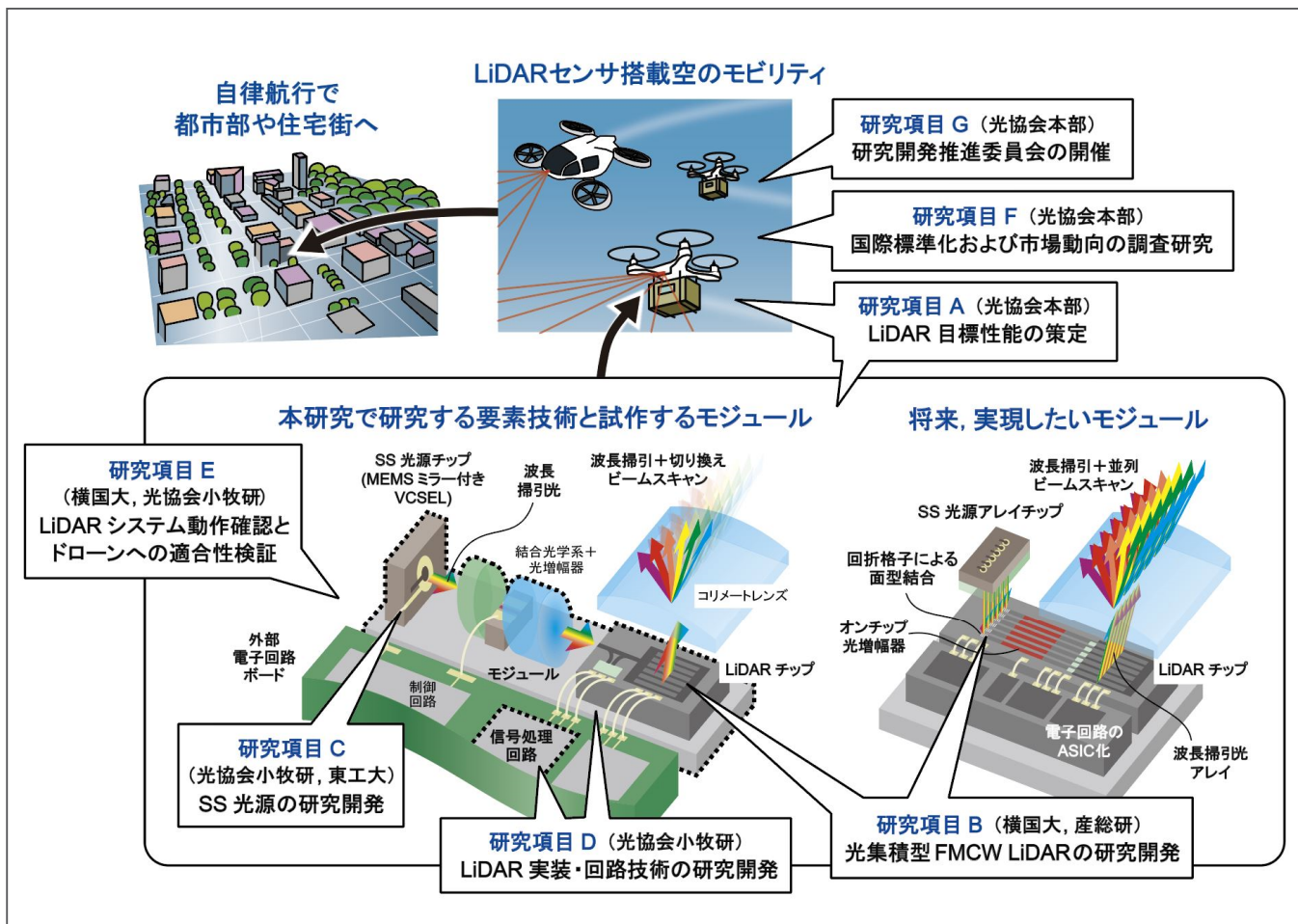
LiDARを空のモビリティに適用するため、Siフォトニクス技術により製作する光集積型LiDARチップと、微小な波長掃引(SS:Swept Source)光源チップを組み合わせた新構成を採用し、簡素で安定、かつ高性能なLiDARセンサを目指します。そのため、これに適したLiDARチップを新たに設計、製作し、またSiフォトニクスに適合する波長1550 nm帯のSS光源チップを開発・評価します。また、両者を組み合わせてシステム動作を試験し、ドローンへの搭載条件を検証します。さらに両者を一体化させた小型モジュール化、低消費電力な信号処理回路の設計を行い、課題を明確化します。

### 研究開発項目

1. LiDARの目標性能の策定
2. 光集積型FMCW LiDARとSS光源の開発
3. 実装・回路技術の研究開発
4. システム動作確認とドローン適合性検証
5. 国際標準化と市場動向の調査

### 研究開発の実施体制

国立大学法人横浜国立大学  
 一般財団法人光産業技術振興協会  
 (共同実施) 国立大学法人東京工業大学  
 国立研究開発法人産業技術総合研究所



## 移動体への光無線給電システムの研究開発

Mobile optical wireless power transmission system

### 研究開発の背景

小型のドローンや、掃除機などの移動を伴う家電製品、さらに電気自動車などにおいて、ワイヤレスの高効率給電が強く求められています。また浮上式洋上風力発電装置のように、有線による送電が難しい場合にも、無線給電が有効です。本研究開発では、高いエネルギー効率を持つ半導体レーザーおよび光電変換デバイス、レーザービームを移動する受光デバイス側の位置を認識したうえで、方位制御するセンシング・光学系を含む、光無線給電システムの技術開発を行っています。

### 研究開発の内容と目標

本研究テーマでは、将来の脱炭素社会実現に大きく貢献できる移動体への高効率光無線給電システム技術を総合的に開発することを目指しています。本光無線給電システムは、主に大学が保有する結晶、光デバイス技術をベースとした400nm帯高効率高ビーム品質の半導体レーザー、高効率光電変換デバイスに加え、遠方の移動体を補足する高精度の方位センシング機能を持つトラッキング機構を備えたもので、給電距離20mにおいて、7Wの給電パワー、給電効率35%の性能を得ることを目標としています。

### 研究開発項目

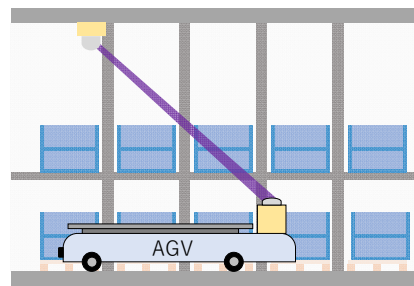
1. 高効率半導体レーザー開発
2. 光電変換デバイス開発
3. 半導体デバイス モジュール開発
4. レーザー方位制御システム開発
5. 光無線給電システム開発

### 研究開発の実施体制

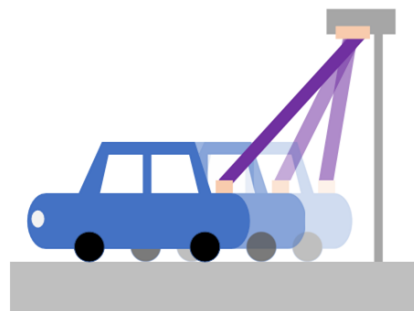
学校法人名城大学  
 国立大学法人名古屋工業大学  
 学校法人千葉工業大学  
 国立大学法人山口大学  
 国立大学法人東京工業大学  
 国立研究開発法人産業技術総合研究所  
 ウシオ電機株式会社  
 河村電器産業株式会社

表1 本プロジェクトの目標性能の位置づけ

	LD効率	光電変換効率	トータル効率
市販品	40%	40%	16%
最高記録(800nm帯)	75.5%	68.9%	52%
ポテンシャル(400nm帯)	85%	85%	72%
<b>プロジェクト目標</b>	<b>50%</b>	<b>70%</b>	<b>35%</b>



(a) AGVへの給電



(b) BEVへの給電

図2 将来の応用分野

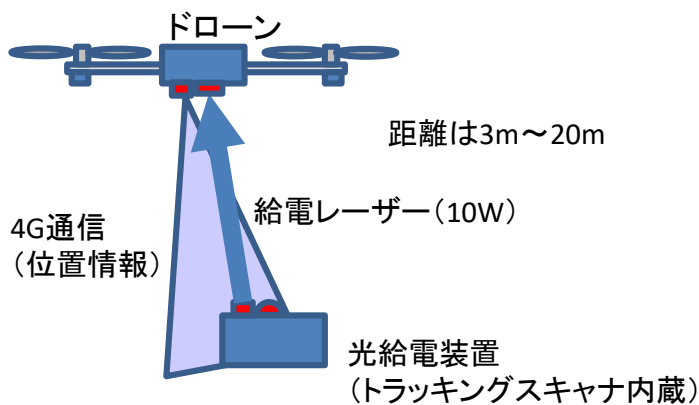


図1 ドローンへの光無線給電システム



## 液体水素冷却高温超電導発電機の開発

High temperature superconducting generators cooled by liquid hydrogen

### 研究開発の背景

2050年のカーボンニュートラル実現のため、液体水素冷却高温超電導発電機の技術開発を行います。

未来の水素社会において、液体水素の冷熱の有効活用が求められています。我々は、液体水素で超電導界磁コイルを冷却し、蒸発した低温ガスで常電導電機子を冷却した後に水素ガスタービンに送って発電するシステムを構築することで、液体水素の冷熱を余すことなく活用したゼロエミッションな発電システムを実現して、水素社会構築に貢献します。

<適用先> 電力用発電機、水素航空機用発電機

### 研究開発項目

1. 高強度コイル化技術の開発  
回転遠心力 $8,000 \times g$ に耐える高強度コイルの設計開発を行います。
2. 超電導発電機システムの開発  
10kW級/1,800rpm回転の液体水素冷却超電導発電機デモ機の検証を行います。
3. 高温超電導発電機の実用化検討  
600MW級発電機の概略設計を行います。  
将来に向けた導入シナリオを構築します。

### 研究開発の内容と目標

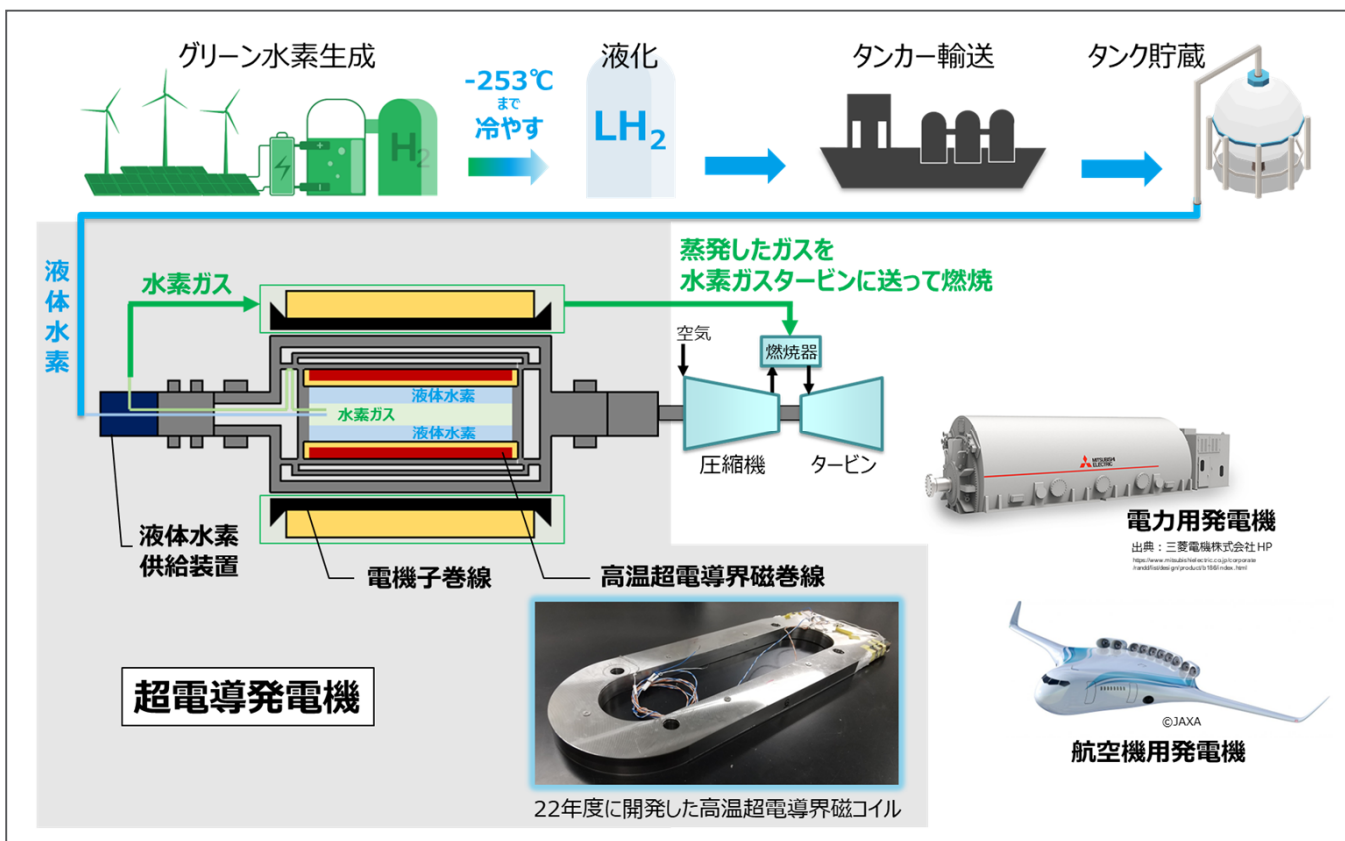
本事業では、液体水素冷却超電導発電機の要素技術開発を行い、世界初の液体水素冷却超電導発電機デモ機を設計・構築します。液体水素を供給・排気しながら1,800rpmで10kW級の発電検証を行い、本システムの成立性と安全性を検証します。22年度はデモ機設計を完了しました。

また、実用化時に想定される3,600rpm高速回転時に発生する遠心力に耐えられるような高強度コイル化技術を開発します。22年度は1,800rpm回転に耐える構造を実証しました。

さらに、600MW級発電機の概略設計を行って現行機に対する経済性を明らかにし、未来の電力系統における超電導発電機の導入シナリオを構築します。22年度は超電導発電機の初期コスト・運用コストの見積りから経済性について検討しました。

### 研究開発の実施体制

- 三菱電機株式会社
- 学校法人関西学院関西学院大学
- 国立大学法人東京大学
- 国立大学法人京都大学
- 学校法人上智学院
- 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構



# 革新ローレンツサイクル熱マネジメント技術

## Advanced Lorenz Cycle (ALC) Thermal Management Technologies

### 研究開発の背景

カーボンニュートラル社会の達成に向けて産業分野かつ民生分野のエネルギー需要に対応しつつ、CO<sub>2</sub>を排出しないグリーン電力を用いた高効率な温冷熱エネルギー変換技術開発が重要になっています。特にデータセンターやコールドチェーンセンターのような新産業ではマイナス数十度から150℃程度の温度需要が見込まれるため、昇温幅100℃程度で駆動するヒートポンプや有機ランキンサイクルを駆使した熱と電力の双方向変換を可能とするエネルギーシステム開発と、それを運用するためのAIを用いた新しい熱マネジメント技術が同時に必要になっています。

### 研究開発の内容と目標

本先導研究では、100℃以上の大温度グライドで駆動可能な革新ローレンツサイクルに基づくヒートポンプおよび有機ランキンサイクルの設計指針を確立し、概念設計をおこないます。

電気⇄熱、昇温⇄降温といった双方向性を有する機器を、エネルギーシステムへ実装するためのAIを用いた熱マネジメント技術も構築します。

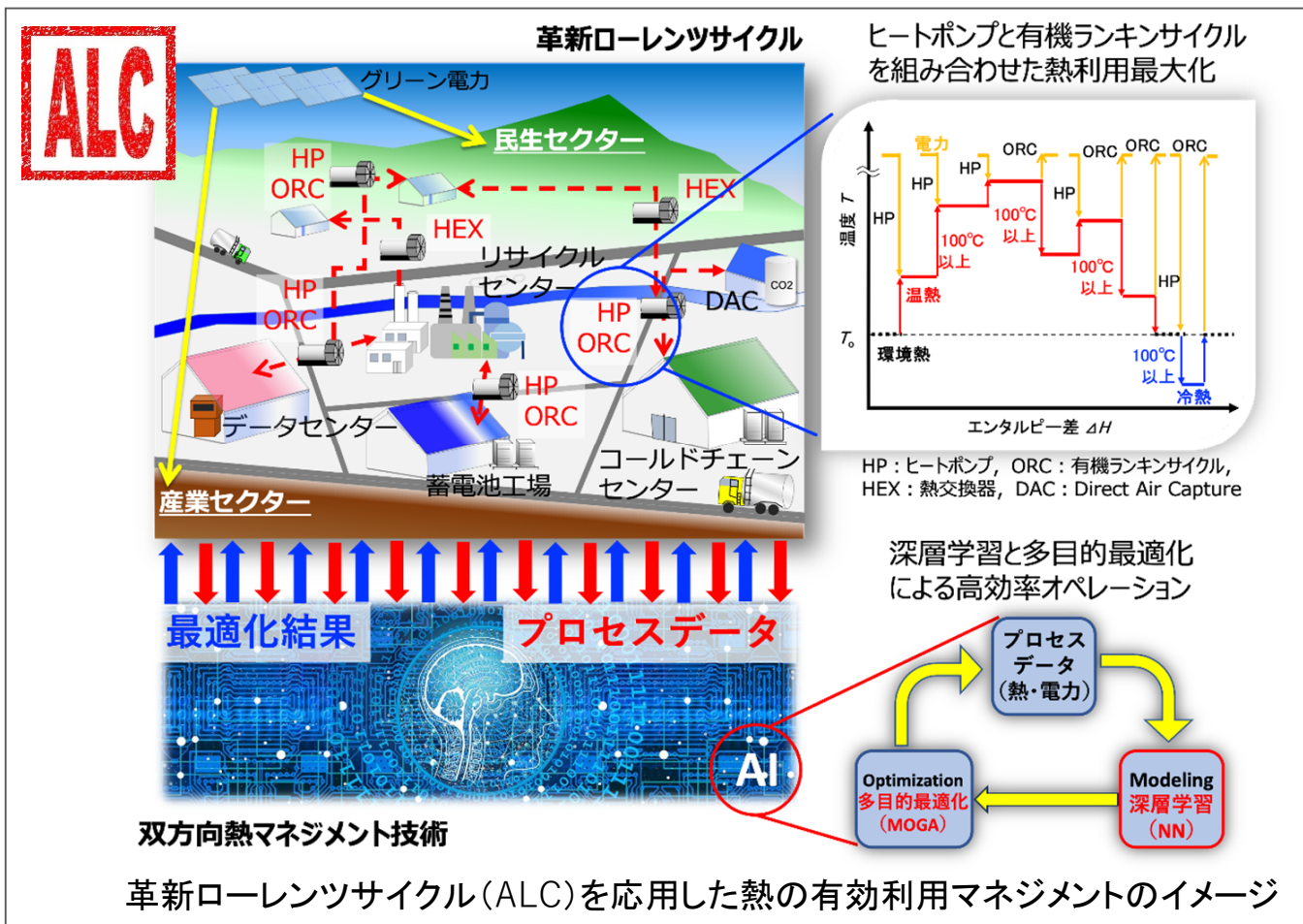
さらに、様々な産業および民生分野を対象に、プロセスシステム設計と省エネ性・経済性の評価解析をおこないます。

### 研究開発項目

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

### 研究開発の実施体制

国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学  
 国立大学法人東京大学  
 国立研究開発法人産業技術総合研究所  
 ヤンマーエネルギーシステム株式会社  
 株式会社ノーリツ  
 株式会社Sassor  
 株式会社エゾス



# サーマルデータを可視化するセンシング機器の研究開発

Sensing device visualizing thermal data

## 研究開発の背景

脱炭素化が提唱される中、熱の持つ情報としての付加価値が今急速に高まっています。地球上のあらゆる活動に伴って生じる熱情報(サーマルデータ)を可視化することは、今後のエネルギーマネジメント、ナノテク・電気・電子産業、素材・化学産業、ヘルスケア・医療等の分野を先導することに繋がります。

最近開発された異常ネルンスト熱流センサーは温度センサーより早く応答し、符号により熱の移動方向もわかるといった優位性を持ち、さらに従来技術に比べ、高感度化・薄膜化が容易、安価で大量かつ均一に作れる、という特長を持ちます。

## 研究開発の内容と目標

本事業ではゼロ磁場で $3\mu\text{V}/\text{K}$ 以上を示す異常ネルンスト材料を開発し、その粉体化を行い、印刷技術を用いて感度 $1.0\mu\text{V}/(\text{W}/\text{m}^2)$ 以上の厚膜の異常ネルンスト熱流センサーの開発を行います。これにより、内部抵抗が高いという従来の異常ネルンスト熱流センサーの問題点を解決します。また、熱流センサーを用いた熱移動評価手法を研究し、その結果を技術文書にまとめます。さらに試作熱流センサーを用いた実証研究を行うことで、省エネ化に資するアプリケーションとして利用できることを実証します。

## 研究開発項目

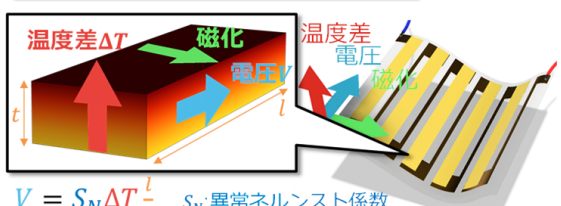
1. ゼロ磁場で駆動する異常ネルンスト材料の開発
2. 異常ネルンスト材料の粉体開発
3. 印刷技術を用いた厚膜異常ネルンスト熱流センサーの開発
4. 熱流センサーを用いた熱移動評価手法の研究
5. 試作熱流センサーを用いた実証研究

## 研究開発の実施体制

国立大学法人東京大学  
 国立研究開発法人産業技術総合研究所  
 オムロン株式会社  
 株式会社村田製作所  
 DOWAホールディングス株式会社

## サーマルデータの可視化で実現する省エネスマート未来社会

### 新技術：異常ネルンスト効果



- $V = S_N \Delta T \frac{l}{t}$   $S_N$ : 異常ネルンスト係数
- 薄膜化・大面積化・フレキシブル化に有利
  - 配線形状 $l/t$ でセンサー感度上昇
  - 接合の少ない構造、毒性元素を含まない

### 異常ネルンスト熱流センサー

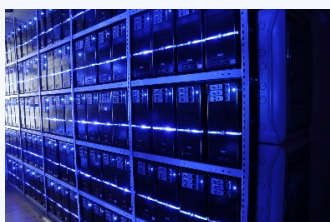


- 温度が変わるより先に応答
- 熱移動方向&内部温度もわかる
- 安価で均一かつ大量に作製可能

### 様々な応用が可能！

- インフラ・部品等の予兆保全
- バッテリー異常発熱検知
- モーター等の発熱箇所の特定
- ロボットの「眼」
- 深部体温 etc.

### データセンター (DC) の熱管理



検索エンジン、生成AI、ネット通販、web会議、SNS などDCの需要増、高速化の要求  
 → 消費電力増加と発熱が深刻な問題

熱流センサー導入で、効率的な温度・データ制御管理  
 → DCの信頼性向上、省エネ化

### 生活空間快適性の向上と省エネ



あらゆる活動に伴って生じる熱情報(サーマルデータ)を可視化することで新たな価値を創造する

## バイオガス中二酸化炭素の有効利用技術開発

Effective utilization of CO<sub>2</sub> in bio-gas by catalytic conversion to fuel

### 研究開発の背景

本事業では、農林水産廃棄物から得られるバイオガス中のCO<sub>2</sub>を炭素資源の観点から余すところなく活用し燃料に変換する革新的な地産地消型燃料製造システムを開発し、地域で利用可能なエネルギーの供給を目指しています。

現在の技術では、CO<sub>2</sub>の燃料転換のためには、バイオガス中のCO<sub>2</sub>とCH<sub>4</sub>の分離装置と大規模な反応器を複数必要とするため、導入コスト、地理的条件の双方から制限を受けます。本事業では複数の触媒を連結し統合して一つの反応器に収めたシステムを提案し、単一の反応器で燃料へ転換するため、中小規模のプラントを志向でき、地理的制限を受けにくい利点があります。

### 研究開発の内容と目標

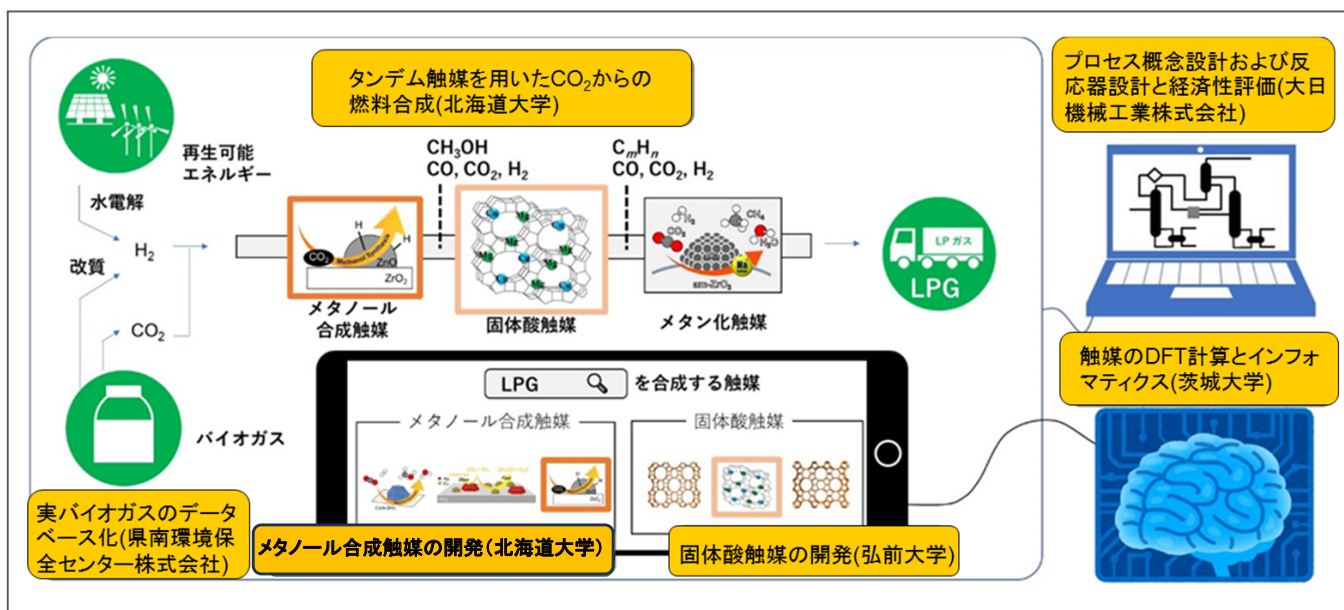
本提案システムでは、一つの反応器にメタノール合成触媒、固体酸触媒、メタン化触媒を統合すること(タンデム化)で、バイオガスから燃料を合成します。タンデム触媒の運用には、各触媒の性能を単一反応条件にて最適化する必要があり、本事業では反応条件探索や新規触媒開発を併せて実施します。開発したメタン化触媒では、共存するCH<sub>4</sub>や水蒸気の影響はほぼなく、100%の選択率でCO<sub>2</sub>をCH<sub>4</sub>に変換できることがわかりました。タンデム触媒では、メタノールを迅速に燃料に変換することができ、従来の反応温度より高い350℃以上でも、CO<sub>2</sub>から一段で燃料を合成できることを実証しました。

### 研究開発項目

1. CO<sub>2</sub>水素化によるメタノール合成触媒開発
2. 固体酸触媒によるメタノールの燃料転換
3. タンデム触媒を用いたCO<sub>2</sub>からの燃料合成
4. 計算科学的手法を用いたタンデム型触媒設計
5. 実バイオガスのデータベース化とタンデム型反応器設計

### 研究開発の実施体制

国立大学法人北海道大学  
 国立大学法人弘前大学  
 国立大学法人茨城大学  
 県南環境保全センター株式会社  
 大日機械工業株式会社



## 再エネ電力からの高効率NH<sub>3</sub>電解合成技術

Efficient NH<sub>3</sub> synthesis by electrolysis using renewable electricity

### 研究開発の背景

ゼロカーボン社会の構築に向けて、エネルギー源や化成品として利用されるアンモニア(NH<sub>3</sub>)を、再生可能エネルギーを用いて製造することで、二酸化炭素の排出を大幅に削減する必要があります。従来技術では、再生可能エネルギーを利用した水電解水素製造と既存の高圧NH<sub>3</sub>合成プロセスを組み合わせる方法が想定されますが、本研究開発では、水電解水素製造とNH<sub>3</sub>合成を単一プロセスで実現する電解合成槽を研究開発します。これにより、再生可能エネルギーの変動を吸収しつつ低コストでNH<sub>3</sub>を製造し、高効率にNH<sub>3</sub>を合成する技術の実現を目指しています。

### 研究開発の内容と目標

再生可能エネルギーを利用したNH<sub>3</sub>合成を単一プロセスで実現する電解槽開発のために、窒素直接電解還元型および水素分離膜型NH<sub>3</sub>電解合成セルの開発に取り組みます。いずれも電解質にプロトン伝導型のリン酸塩固体電解質を用い、200℃付近の温度でアンモニア電解合成ができます。これまでに電流密度50 mA cm<sup>-2</sup>でNH<sub>3</sub>生成電流効率20.2%という、従来の電解セルよりも高い電流効率でNH<sub>3</sub>合成ができています。本研究では、200℃付近でのNH<sub>3</sub>合成に適したアノードおよびカソード触媒開発、プロトン伝導特性を有する電解質および電解質層の材料探索、またセル構造の最適化を行います。

### 研究開発項目

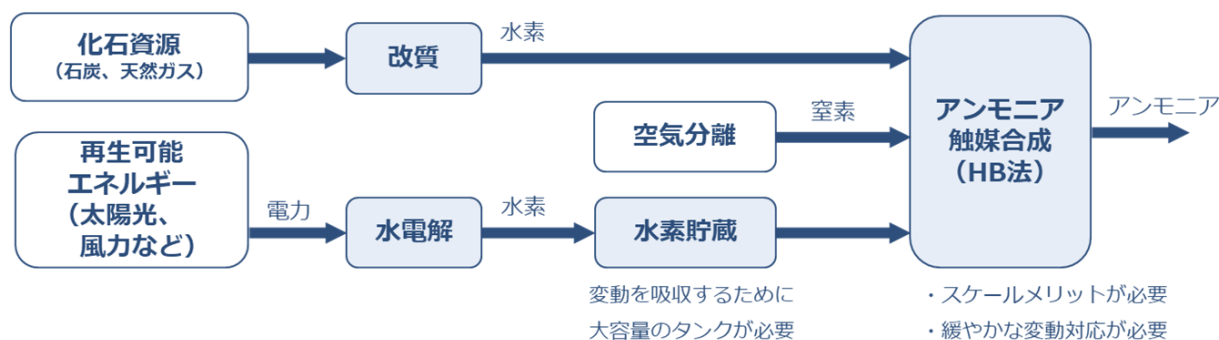
1. 窒素直接電解還元型電解セル開発
2. 水素分離膜型電解セル開発
3. NH<sub>3</sub>合成触媒開発とキャラクタリゼーション
4. NH<sub>3</sub>合成電極触媒開発とスケールアップ
5. 電解槽の開発

### 研究開発の実施体制

国立大学法人北海道大学  
 学校法人福岡大学  
 国立大学法人東京大学  
 デノラ・ペルメレック株式会社  
 株式会社 IHI

### 従来法：化石資源利用or水電解 + HB法触媒合成

※ハーバー・ボッシュ法



### 開発する技術：アンモニア電解合成



小規模から大規模までの幅広い市場に対して、従来法に比べて低コストで変動する再エネからグリーンアンモニア製造を実現する技術の開発。

## 植物由来繊維資源循環プロセスの研究開発

Circularity of Plant-based Fibrous Resource

### 研究開発の背景

ポリエステルやナイロンなどの化学繊維は、化石燃料の資源枯渇およびマイクロプラスチックによる環境汚染のため将来的な利用拡大は今後抑制されます。これに対し、植物の光合成による二酸化炭素固定によって得られるセルロース製品は、持続可能性が高くさらに廃棄による汚染を引き起こしません。しかしながら、コットンの原料となる綿花は、気候変動による産地の水不足と肥料や農薬による環境汚染拡大から、今後綿花の生産量を増やすことは期待できません。今後我々の日々の生活に必要な衣料用資材を確保するための地球上の資源は限定されています。現状の大量製造・加工・販売・廃棄からなるリニアエコノミーを脱却し、衣類においても持続可能なサーキュラーエコノミー（循環経済）への転換が急務となっています。

### 研究開発項目

1. 回収綿資材前処理プロセス並びにイオン液体中でのセルロース重合度維持技術の開発
2. 紡糸プロセスの最適化
3. データ駆動型プロセス最適化のための小型湿式紡糸機開発
4. イオン液体連続回収技術開発

### 研究開発の内容と目標

廃棄衣類のうち綿や再生セルロースなどの植物由来繊維資源の高機能性アップサイクルを可能とする新規循環プロセスの確立を目的とします。循環経済構築を具現化する競争力を持つ製品への転換には、化学処理によってセルロース溶解させ紡糸によって繊維化する高強度再生繊維化プロセスが必要となります。そこでイオン液体を用いた湿式紡糸法の確立によって、重合度の高い綿由来のセルロース溶解と紡糸プロセス精密制御によるセルロース鎖間の高結晶化による再生セルロース繊維の高強度化を実現します。得られた高強度再生セルロースフィラメントと天然綿との混紡によって完全セルロース衣料を実現することが可能となり、この衣料は循環プロセスで何度も再生可能であり、化学繊維を置き換えることのできる未来社会におけるサステナブル衣料としてブランド化します。

### 研究開発の実施体制

国立大学法人信州大学  
日清紡ホールディングス株式会社  
日清紡テキスタイル株式会社  
株式会社ナカムラサービス



## 木質CCUSを加速する資源循環システムの開発

Recycling system for accelerating CO<sub>2</sub>-Capture Use and Storage of wood resources

### 研究開発の背景

国内の木製品のマテリアルフローにおいて、国外木質資源のインプットが60%以上あり、炭素貯蔵にカウントできる国産木質資源のインプットが少ない状況にあります。同時にサプライチェーン上の脆弱性もあります。一方で、建築物等から木くずとして排出された廃棄木材のリサイクルの60%以上は燃料材となっており、ここからの二酸化炭素排出量が甚大です。

従来から廃棄木材を原料として製造されてきたパーティクルボード(PB) や繊維板(MDF) などの木質材料は国内需要が飽和しており、新たな用途開発無くしてマテリアルリサイクルによる資源循環は進みません。この状況が続く限り、国内において、木製品による炭素貯蔵効果の増大が期待できない状況にあります。

### 研究開発の内容と目標

廃棄された木質資源を、高速・効率的に選別し、再資源化に加えて機能化処理を施し、再生材による建材等へのクローズドループリサイクル、高付加価値な新用途へアップグレードリサイクルするための要素技術を開発します。このため、①高度選別、②再資源化前処理、③多回リサイクル可能にも関わらず高耐久性を実現する複合化処理、④複合材料の成形部材の大型化に資するシーズ技術の抽出・育成を行い、LCAならびに循環経済の観点からの検討を踏まえ、焼却由来の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>) 排出を回避した木質CCUS (CO<sub>2</sub> Capture, Use and Storage) によるネガティブエミッション型マテリアル循環システムの確立に寄与することを目的としています(目標: CO<sub>2</sub>排出量がネガティブになるシナリオの構築)。

### 研究開発項目

1. 廃木材の高度選別のための要素技術
2. 高性能材料創出に向けた再資源化プロセス
3. リサイクルが可能な接着剤等の調製・評価
4. 高性能木質材料の創生と量産化/大型部材化にむけた課題抽出とアプリケーションの検討
5. スケール効果を考慮した環境影響のLCA評価マテリアルフローの将来変化シミュレート

### 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  
 国立大学法人京都大学、京都府公立大学法人  
 学校法人福岡大学  
 旭化成株式会社  
 岐セン株式会社  
 小島プレス工業株式会社  
 株式会社SANKEI  
 住友林業株式会社  
 (再委託) 株式会社ニトリホールディングス  
 チヨダ工業株式会社  
 パナソニック株式会社



## 無水・CO<sub>2</sub>無排出染色加工技術の開発

Water-free and no CO<sub>2</sub>-emmission dyeing and finishing technology

### 研究開発の背景

繊維産業はエネルギー使用量が高く、また環境負荷が大きい産業の代表とされています。中でも織編物を染色し、機能性を付与するには多くの工程が必要で、各工程で大量の熱と水、さらに種々の薬剤を使用し、膨大な量の廃液を排出しています。本プロジェクトでは、繊維の染色整理における全行程(精練・染色・機能加工)に、水に代わって超臨界二酸化炭素scCO<sub>2</sub>を利用する技術を開発します。この技術で用いるCO<sub>2</sub>は95%以上が繰り返し利用でき、またエネルギー使用量を45%削減します。水を使用しないため、廃液を全く排出せず、水環境への負荷も実質ゼロに削減できます。

### 研究開発の内容と目標

水に代わってscCO<sub>2</sub>媒体中で、糸や織物、編物、不織布などの形態にとらわれず、多様な種類の繊維を精練し、任意の色に染色し、さらに難燃、親水、撥水、抗菌・抗ウイルス加工などの機能性付与までを可能にする技術を開発します。scCO<sub>2</sub>を用いて精練できる糊剤の製造と精練方法の開発、各種繊維用の染料開発とこれらを用いた染色方法の開発、さらにはscCO<sub>2</sub>中で加工できる各種機能剤の開発と加工方法を開発します。併せてこれらの全工程を実施できる実機的设计と釜洗浄の技術開発も行います。

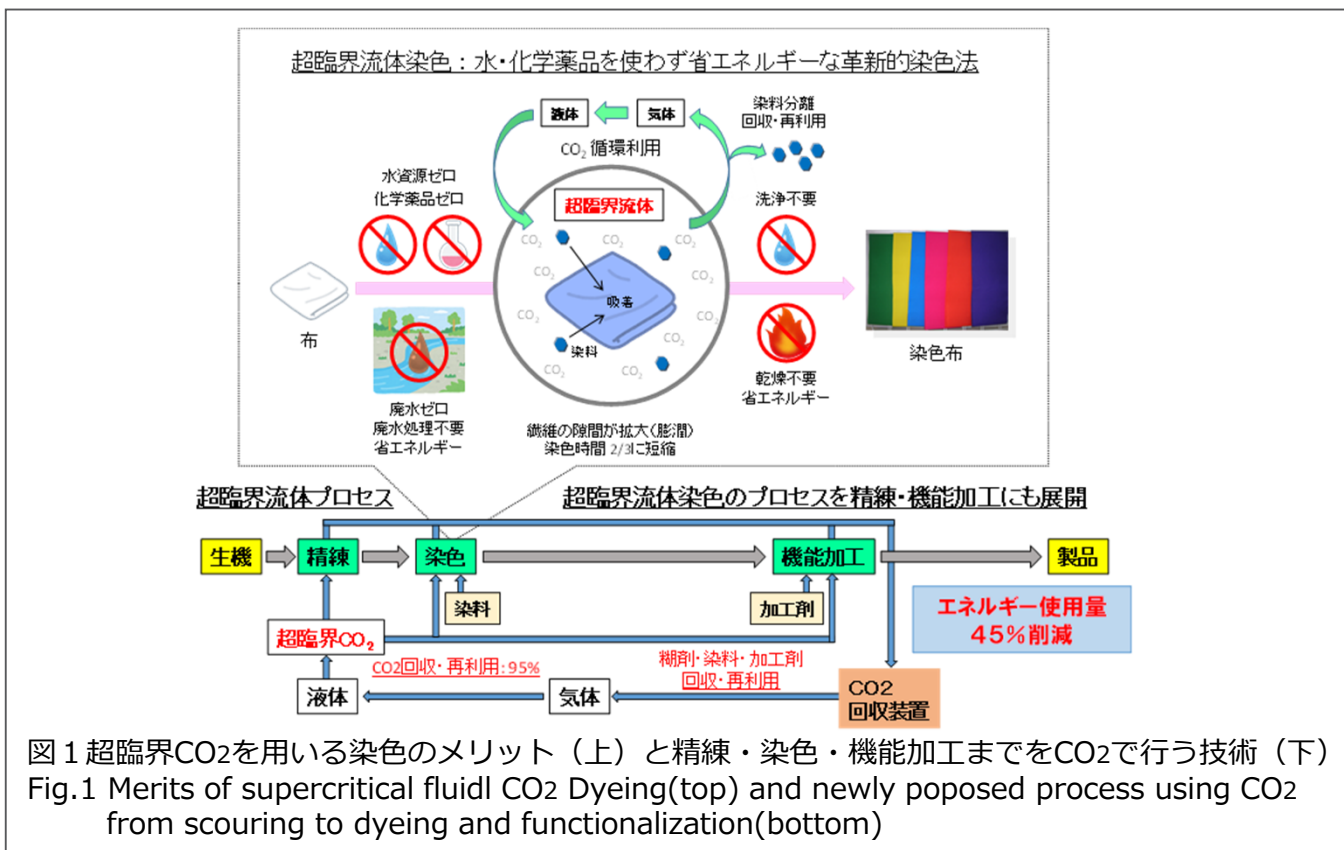
技術の成果は各分野別に特許申請するとともに、国内外の学会や展示会で発表します。

### 研究開発項目

1. 超臨界精練技術の開発
2. 超臨界染色技術(染料開発・釜洗浄技術および脱色技術を含む)の開発
3. 大型染色加工機的设计
4. 超臨界機能加工技術の開発

### 研究開発の実施体制

サステナテック株式会社 国立大学法人福井大学  
 紀和化学工業株式会社 株式会社日阪製作所  
 ウラセ株式会社  
 (再委託先) 国立大学法人京都工芸繊維大学  
 伊澤タオル株式会社 互応化学工業株式会社  
 福井県工業技術センター 東海染工株式会社  
 株式会社フジックス 日華化学株式会社  
 明成化学工業株式会社





## 産業廃水からの革新膜による有機資源回収

Recovery of organic resources from industrial wastewater using innovative membranes

### 研究開発の背景

産業廃水中に含まれる有害分子(水溶性溶剤、非水溶性溶剤、その他有機物)は現状、殆ど回収されることなく廃棄処分されており、その無害化処理に大量のエネルギーが消費されています。優れた機能と性能を有する革新的な分離膜を用いて廃水処理を行えば、これら有害分子を資源として回収・再利用することが可能になるだけでなく、廃水処理プロセス全体を大幅に省エネルギー化することが可能になります。本先導研究では、上記の有害分子を産業廃水から効率よく分離・濃縮・回収する新たな分離膜および膜分離プロセスを開発します。

### 研究開発の内容と目標

廃水から水溶性溶剤を高濃縮するOERO膜法や超高压有機RO膜、および、非水溶性溶剤を選択的に濃縮する細孔径精密制御NF膜等を開発し、並行して全体プロセス設計とフィジビリティ評価を行います。

これまでに、水溶性溶剤含有廃水からの溶剤濃度40%以上への濃縮、エマルションからの油脂の分離回収率98%以上、水溶性溶剤含有廃水の処理プロセスでの所要エネルギー量を既存法の1/30以下に削減する等の目標を既に達成しており、現在、最適化による更なる改善を目指しています。

### 研究開発項目

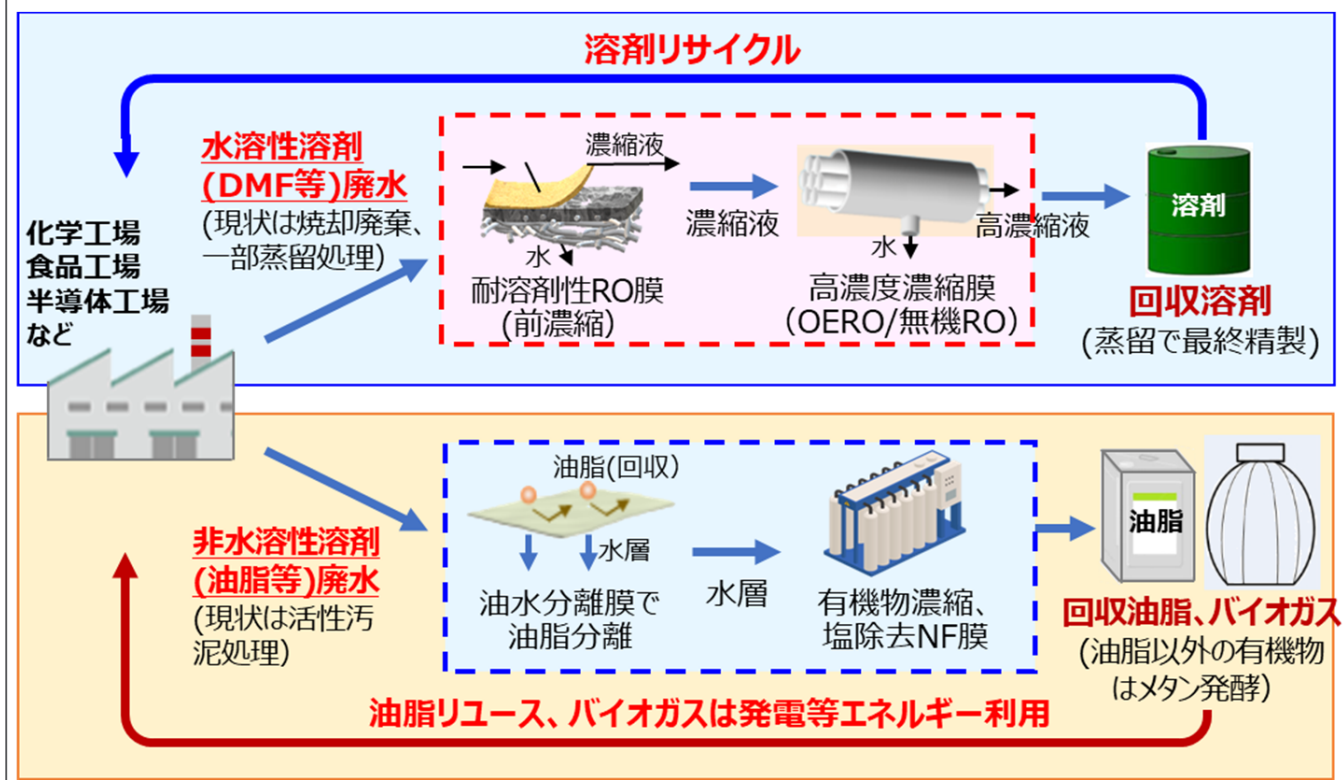
1. 水溶性溶剤含有廃水からDMF等の溶剤を高濃縮する技術の開発
2. 非水溶性溶剤含有廃水から油脂および有機物を分離濃縮する技術の開発
3. 全体プロセス設計とフィジビリティ評価
4. 研究推進委員会の開催および国家プロジェクト化の検討

### 研究開発の実施体制

国立大学法人神戸大学  
 国立大学法人広島大学  
 国立大学法人岡山大学  
 日東電工株式会社  
 イーセップ株式会社  
 日清食品ホールディングス株式会社  
 日本リファイン株式会社  
 (再委託先) リファインホールディングス株式会社

DMF:N, N-dimethylformamide, OERO:Osmotically enhanced reverse osmosis  
 RO:Reverse osmosis, NF:Nano filtration

### 革新膜を用いた産業廃水処理の大幅な省エネルギー化と有機資源回収の実現



# 量子トレーサブル超微小電流センシングの開拓

## Quantum-traceable ultra-small current sensing

### 研究開発の背景

医療用・環境放射線計測、環境中汚染物質の計測にはエレクトロメータが用いられていますが、従来技術では高精度化することは困難で計測精度の律速となっています。本研究では科研費等で開発した量子電流素子と量子ホール効果抵抗標準を用い、量子トレーサブルな超高抵抗器ベースの革新的超微小電流センサを開発することにより社会問題を解決します。開発するセンサは極めてロバストで、社会実装することで現場測定に革新を起こします。

### 研究開発の内容と目標

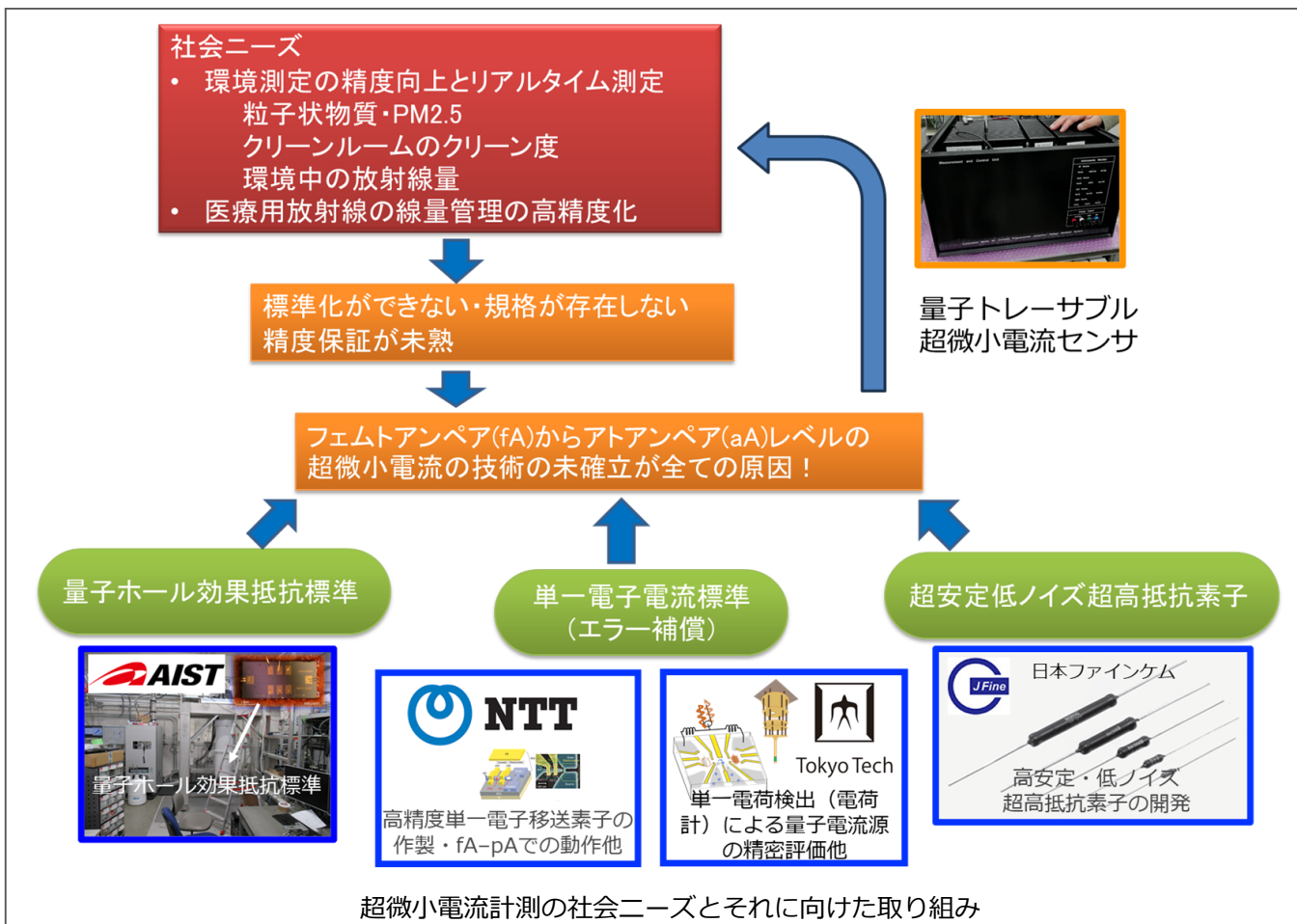
革新的な量子技術の駆使によって量子トレーサブルな超微小電流センサを開発し、大気汚染物質や放射線量などの環境測定精度を1桁以上高めることを目的とします。単一電子移送素子による量子電流源、そして国家標準である量子ホール効果抵抗標準を駆使し、センサの究極の性能と安定性を確立します。環境測定のほか、半導体製造ラインのリアルタイムなクリーン度管理や、医療用放射線の線量管理などにおける精度向上など、具体的な応用があります。広範なセンシング技術に大きな変革をもたらし、安全安心な社会の実現を通じて直接的に国民のQuality Of Life 向上にも繋がります。

### 研究開発項目

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

### 研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所  
株式会社日本ファインケム  
日本電信電話株式会社  
国立大学法人東京工業大学



# Simulation Informed AIの研究開発

## Simulation Informed AI

### 研究開発の背景

近年、物理シミュレーションを深層学習に連携させる新たなAI技術が開発されています。シミュレーションには様々な種類のも存在し、製造分野におけるデジタルツイン、DXやメタバースの普及が進行する中、自然科学のみならず多くの産業分野においてシミュレーション活用が望まれています。本事業ではより広範囲のAI技術とシミュレーション技術を融合させることにより、学習のブラックボックス化をさけ説明性と信ぴょう性を確保しつつ、多様なシミュレーションとAIを統合的に用いる体系的技術とデータ駆動型のシミュレーション最適化技術を開発します。

### 研究開発の内容と目標

シミュレーション動作を模倣するサロゲートモデルをAIモデリング技術や機械学習アルゴリズムによって構成し、これを十分に活用することで、

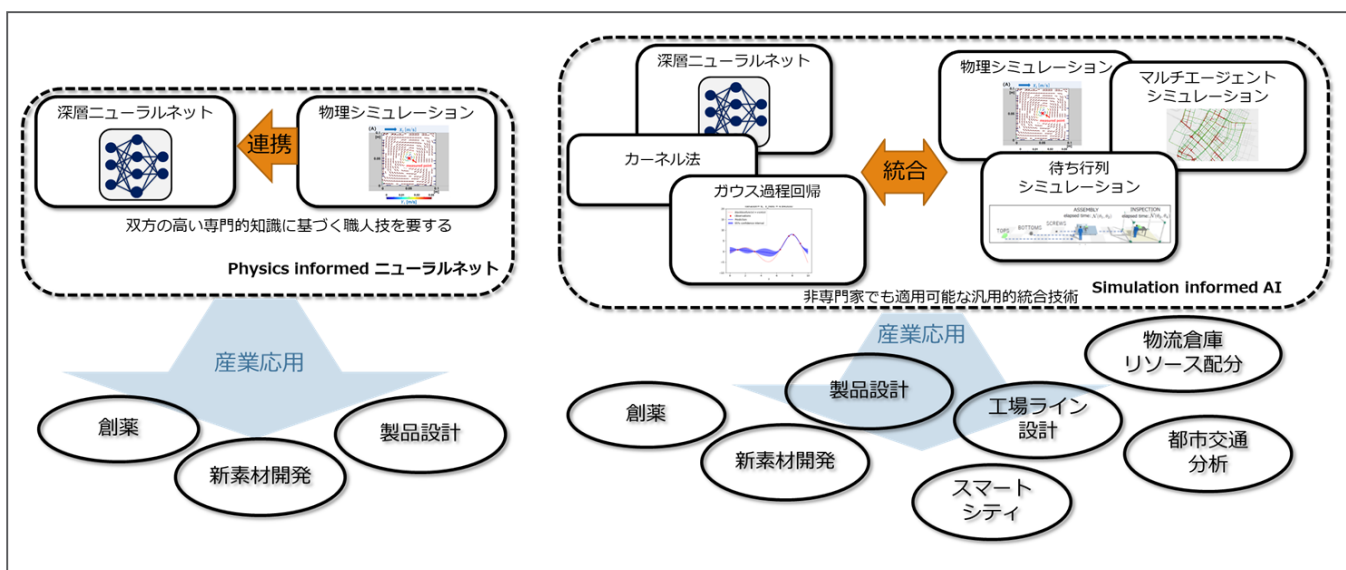
- ・シミュレーションパラメータ誤差を半減させる過去データ活用技術
- ・必要な学習データ数を標準的学習方法の10分の1に削減する効率的サンプル採集技術
- ・シミュレーション挙動と実測データの乖離を埋め動作誤差を3分の1にする技術を開発します。

### 研究開発項目

1. シミュレーションパラメータ最適化技術
2. スモールサンプル対応技術
3. サロゲートモデル構築・活用技術

### 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  
国立大学法人大阪大学



# 効率的な分解誘導薬創成に向けた分子設計AIの基盤開発

An AI-Driven Platform for protein-degradation

## 研究開発の背景

「分解誘導薬」は、現在undruggableとされているタンパク質を、druggableなものに転換させる可能性を秘めた創薬モダリティの一つとして注目されています。また分解誘導薬を利用した技術は、標的タンパク質の機能解析や細胞機能を解析するためのツールへの応用等が期待される発展性の高い技術とされています。しかし分解誘導薬の設計は、発見的なプロセスに頼っているのが現状です。そこで我々は、分解誘導薬のデータ分析、仮説立案、AI技術の三つを適切に融合し、分解誘導薬をより効率的に設計するための新たなアプローチの開発を通し、様々な産業応用に向けた基盤整備を目指します。

## 研究開発の内容と目標

我々は、分子誘導薬に関する仮説立案のためのデータ解析と分子記述子の計算を行い、その結果に基づいた機械学習モデルを構築します。具体的には、まず、分子が持つ様々な記述子(例えば化学式の特徴、物性の値、立体構造の歪み、量子化学的な電荷分布の偏り等)を計算し、それらの網羅的な組み合わせ(例えばある物性値と構造的歪みを同時に持つ等)を計算し、それらを分解誘導薬設計における仮説とします。そして、そのような仮説を集めた上で、機械学習モデルの学習を行い、予測精度を評価します。精度目標を80%とし、有効な仮説(記述子の組み合わせ)を明らかにすることを目指します。

## 研究開発項目

1. データセットと背景知識の整備
2. 仮説立案のためのデータ分析および記述子の計算と探索
3. 機械学習モデルの構築と評価

## 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

### データセットと背景知識の整備



既存(産総研で開発)のデータベース  
<https://possum.cbrc.pj.aist.go.jp/PoSSuM/>



分子誘導薬に関する最新論文



15,139  
Targets



2,354,965  
Distinct compounds



20,038,828  
Activities



86,361  
Publications



211  
Deposited Datasets

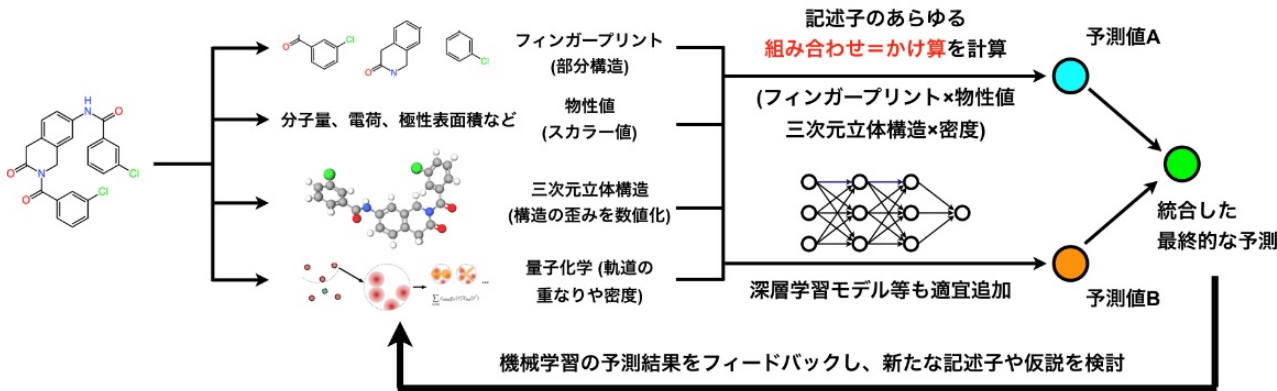
既存の一般公開されている大規模な化合物とタンパク質の相互作用データベース

情報源のフォーマットを整理

機械学習モデルを学習・評価するための妥当なデータの収集(フォーマットはSMILES、学習・評価データの多様性を考慮)

データ量は大規模だが、分子誘導薬と直接は無関係なデータ拡張可能な背景知識として、機械学習用データとして活用

### 仮説立案のためのデータ分析および記述子の計算と探索、機械学習モデルの構築と評価



# セルフリー×デジタル技術を用いた革新的物質生産基盤技術の開発

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

## 研究開発の背景

2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、生物を用いたバイオものづくり方法に注目が集まっています。この方法は化石燃料を使用しない物質生産方法として有用ですが、生命活動維持が物質生産条件となるため、合成可能な物質が限定され且つCO<sub>2</sub>排出を防ぐことができません。本事業では、生物を用いたバイオものづくりにおいて必要な要素を取り出してin vitroで反応するセルフリー技術に着目して、生物を用いたバイオものづくりの課題を、セルフリー技術とデジタル技術の融合により解決する、革新的な物質生産技術の開発をめざしています。

## 研究開発の内容と目標

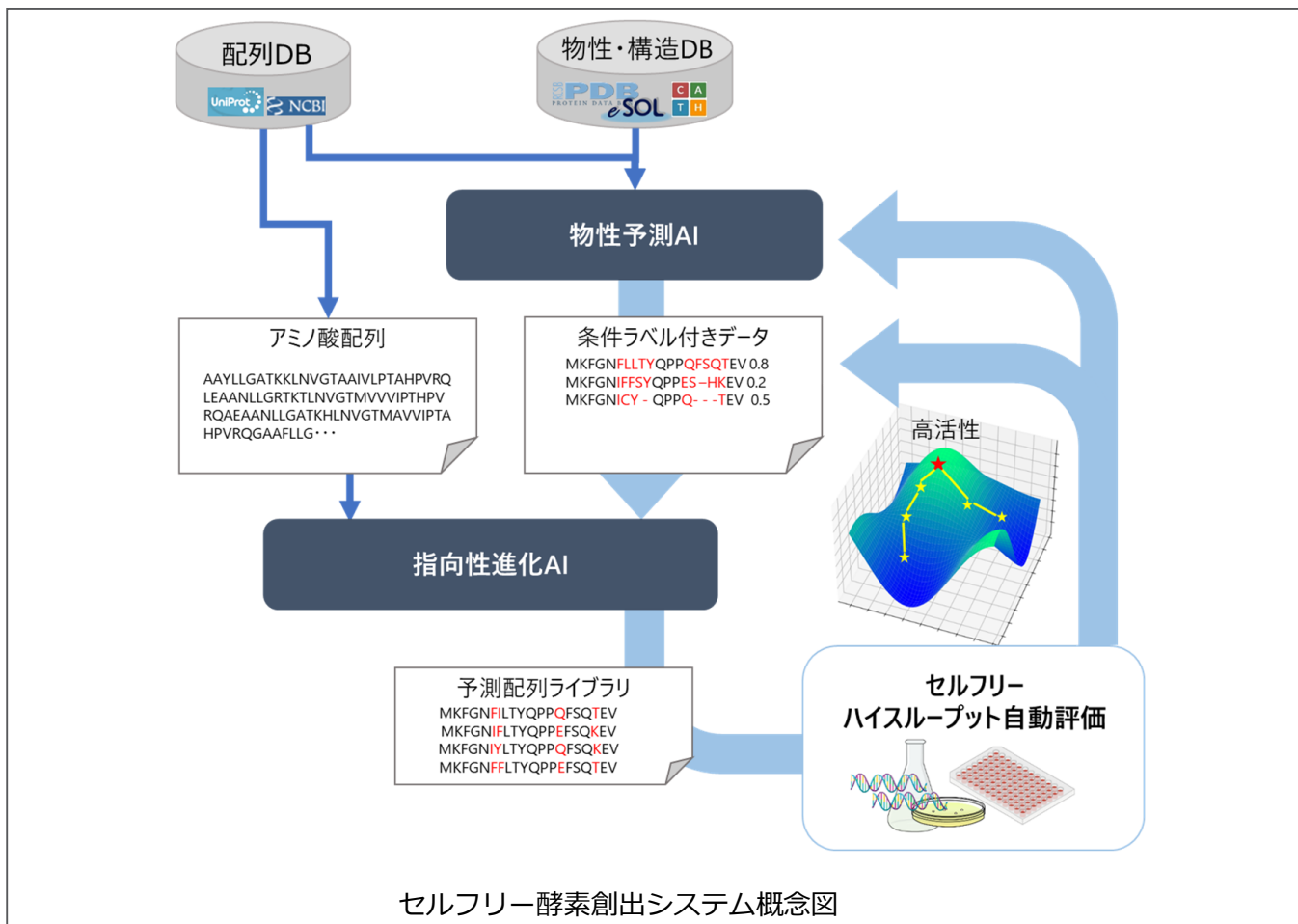
セルフリー技術による生物の制約を超えたバイオものづくり基盤技術開発をめざして、1. セルフリー酵素配列提案技術、及び2. セルフリーハイスループット自動評価技術から構成されるセルフリー酵素創出システムを開発します。1. ではセルフリー反応に適した所望の機能実現に必要な酵素のアミノ酸配列を提案する指向性進化AIと物性値を予測する物性予測AIを開発し、物質合成に適切な機能を付与した新規酵素アミノ酸配列を提案します。2. では1. で開発するAIの予測精度を上げるために必要なデータをセルフリー反応にて自動化装置を使用してハイスループットに評価する技術を構築します。

## 研究開発項目

1. セルフリー酵素配列提案技術の開発
2. セルフリーハイスループット自動評価技術の開発

## 研究開発の実施体制

株式会社日立製作所  
学校法人早稲田大学



新  
新

# AI×ロボティクスによるバイオ分子設計デジタルラボの研究開発

Biomolecule design digital laboratory by AI and robotics

## 研究開発の背景

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

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

## 研究開発の内容と目標

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

## 研究開発項目

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

## 研究開発の実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所  
 国立大学法人東北大学  
 株式会社レボルカ

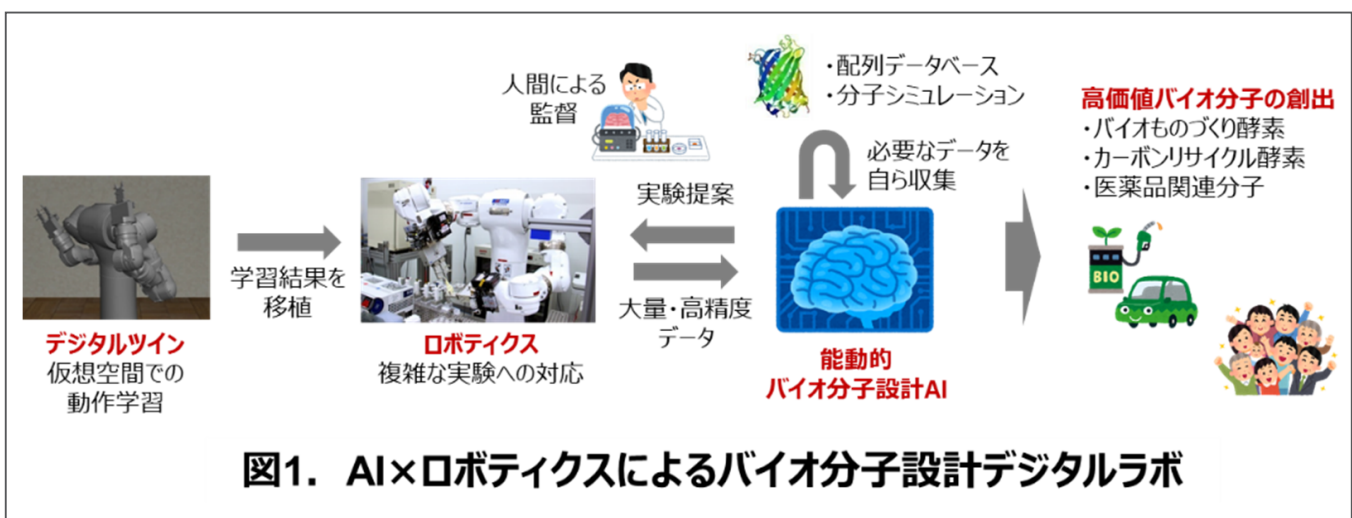


図1. AI×ロボティクスによるバイオ分子設計デジタルラボ

# 非平衡系MIスキームによる未来材料開発期間の劇的短縮

Non-equilibrium MI scheme shortens future material development

## 研究開発の背景

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

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

## 研究開発の内容と目標

タイヤ用ゴム材料の耐摩耗性能の向上に焦点を絞り、我が国発祥の最先端計測技術に基づく非平衡系MIを世界で初めて実材料開発に応用することで、非平衡系MIの有効性を検証するとともに、国内における研究開発基盤を整備します。

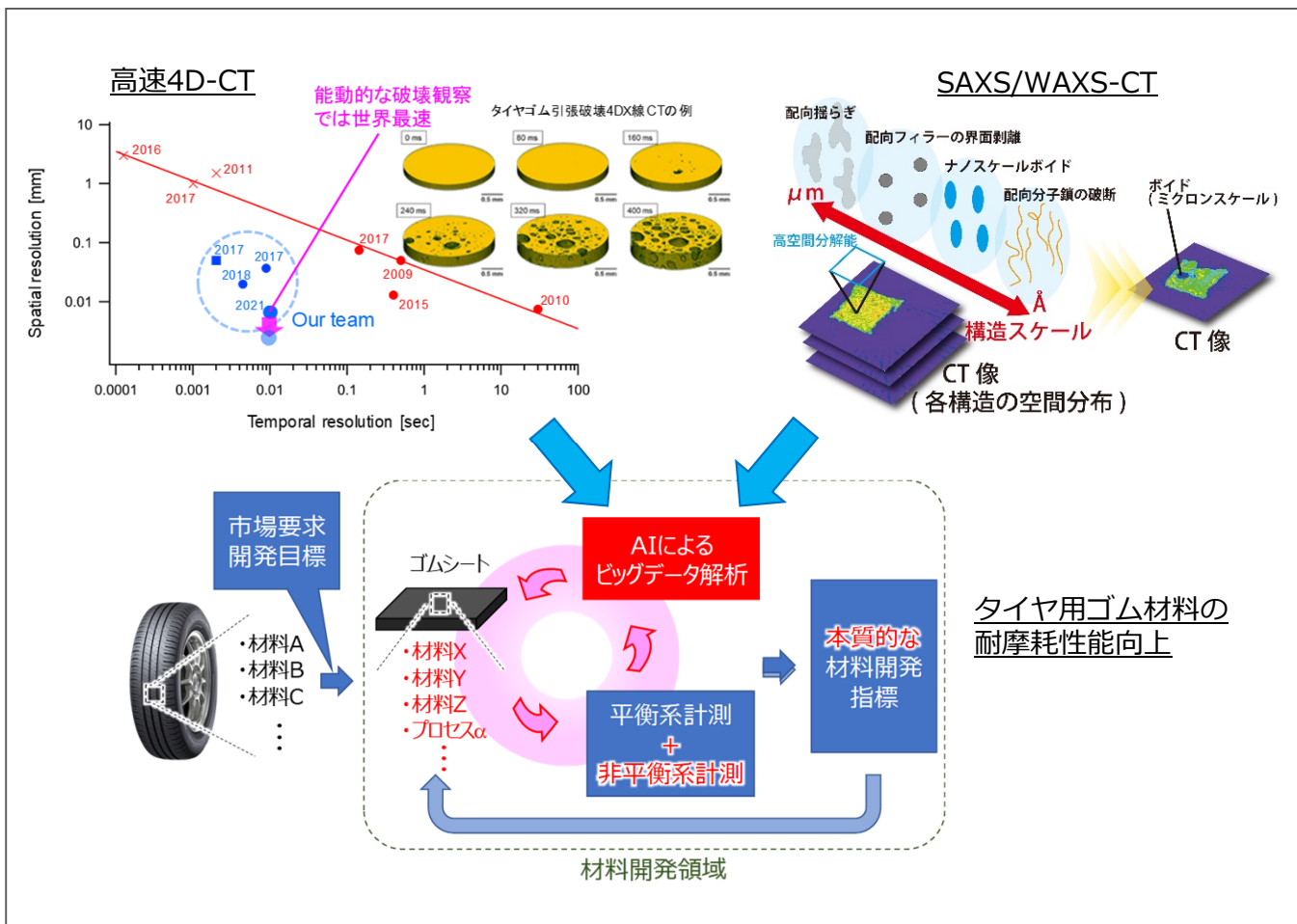
実材料の使用環境下に対応する非平衡系の最先端計測手法として、ミリ秒時間分解能のX線高速4D-CT法、および平衡系の最先端計測手法として材料のナノスケールの情報を含むX線小角(SAXS)／広角散乱(WAXS)-CT法を開発します。開発した計測技術により、タイヤ用ゴム材料の破壊現象を観察し、これら計測手法から得られるビッグデータを用いた非平衡系のMI活用により、タイヤ用ゴム材料の耐摩耗性能向上に寄与する新規材料開発指標を取得します。

## 研究開発項目

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

## 研究開発の実施体制

国立大学法人東北大学  
国立大学法人京都大学  
住友ゴム工業株式会社



新 新

## 半導体プロセスメタファクトリーの基盤技術開発

### Meta-Factory Platform for Semiconductor Manufacturing Process

#### 研究開発の背景

先端CMOSイメージセンサー（以下、CIS）では、画素サイズの微細化と高感度化を進めながら低ノイズ化を実現していくことが求められています。しかしながら、開発サイクルが短期化する中で、デバイスプロセスの個々の工程や企業内の閉じた工程に対してのみプロセスを最適化するだけではノイズ特性の改善は頭打ちになってきているのが現状です。近年、ノイズ特性の改善には、基板であるSiウェーハ内部の深さ方向の不純物濃度や欠陥密度をデバイス構造に応じて適切に作り込む必要があるということが明らかになってきていることから、CISの新製品開発をより効率化するためには、上流のSiウェーハ製造プロセスから下流のCIS製造プロセスまでを、企業を越えて一気通貫でプロセス最適化できるような仕組みが必要になります。

#### 研究開発の内容と目標

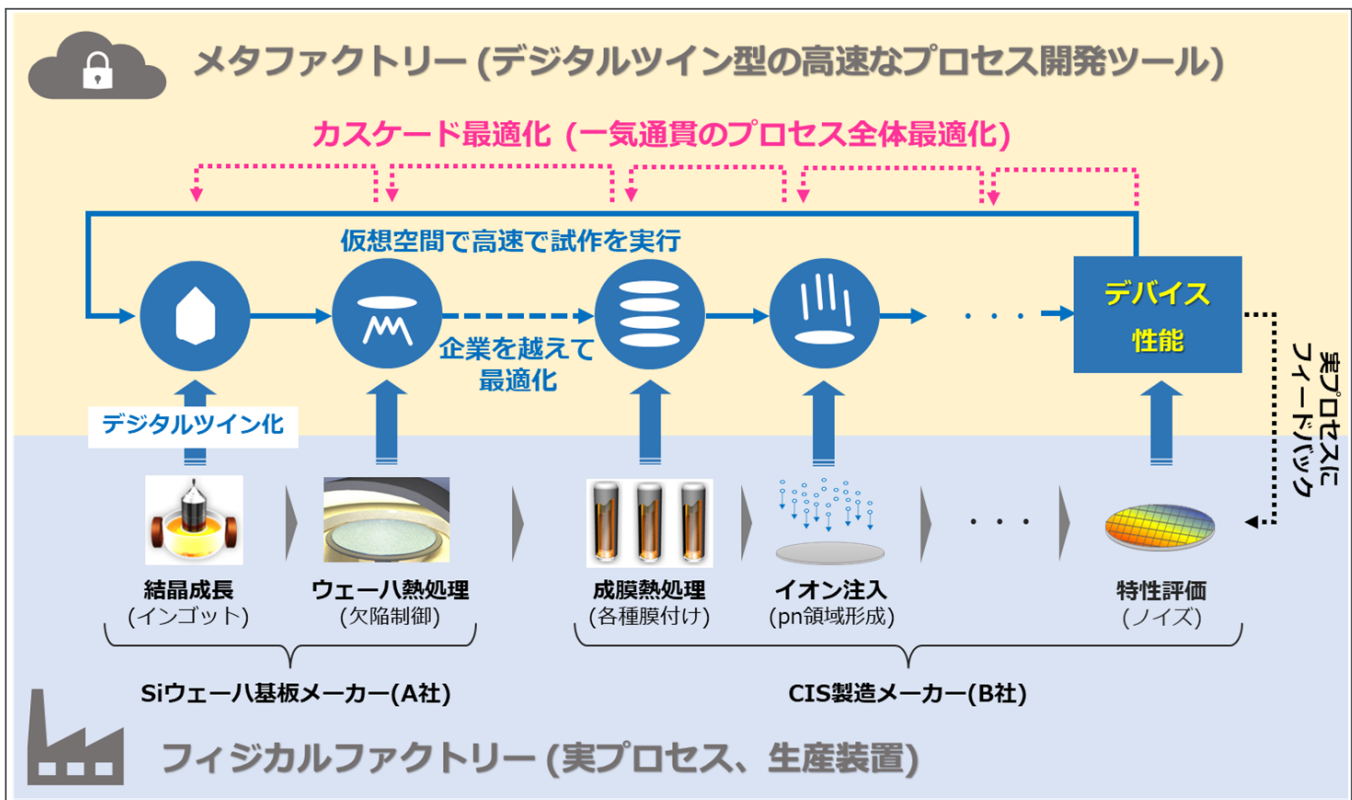
本研究では、Siウェーハ基板の製造プロセスからCISデバイスの製造プロセスまでを対象として、仮想空間上に各工程のデジタルツインを構築し、それらを一気通貫でプロセス全体最適化を実行できる「メタファクトリー」というアプリケーションの構築を目指します。メタファクトリーでは、CISのノイズ特性に関与する複数の直列多段工程について、計算爆発せずに効率的に全体最適化を実現するためのカスケード最適化という最適化技術の開発に取り組みます。また、メタファクトリーで導出した最適条件の検証を実際の生産ラインで行い、CISの低ノイズ化を実証します。さらに、このメタファクトリーを将来的にCIS以外の半導体製造プロセスに横展開することを見据え、プラットフォーム化に向けた課題抽出にも取り組みます。

#### 研究開発項目

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

#### 研究開発の実施体制

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





# 不燃性ガス田における高効率ヘリウム膜分離回収技術の開発

Helium separation membrane system for N<sub>2</sub>-based gas field

## 研究開発の背景

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

## 研究開発の内容と目標

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

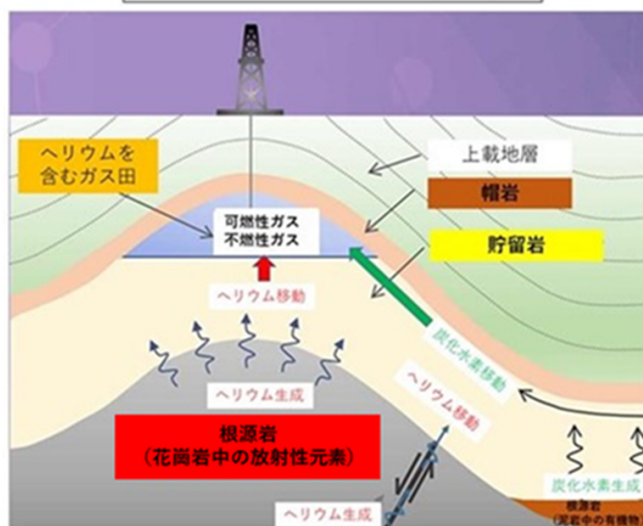
## 研究開発項目

1. 不燃性ガス田坑井元分離への適用可能性の検討
2. 高差圧分離膜の開発と評価
3. 長尺基材・片端封止型基材への膜合成技術開発
4. 超高透過性ヘリウム分離膜の開発
5. 炭素膜製膜技術開発

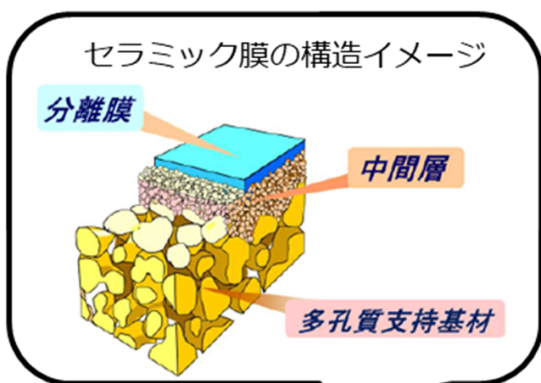
## 研究開発の実施体制

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

### ヘリウム資源の地下賦存状況



フィールドデータの収集・評価



膜構造、システムを最適化

本事業の研究開発の概要

# ヒト嗅覚受容体応答に基づく世界初の匂い情報DXの研究開発

World's first odor information DX based on human olfactory receptor response

## 研究開発の背景

ヒト嗅覚が感じる全ての匂いを388次元の定量的データに変換できる世界初の「ヒト嗅覚受容体センサー」を活用して、全ての匂いの情報の「記録、保存、伝送、再構成」を行う匂い情報DX基盤技術を開発します。これはヒト嗅覚に依存する主観的な匂い情報による従来の匂い関連産業において、定量的な匂い情報に基づくDXによるパラダイムシフトを促進します。また、リアルタイムな匂い再生が可能になり、新しい映像(含XR)・娯楽・生活・ロボット関連産業が創出され、産業技術ビジョン2020に貢献します。

## 研究開発の内容と目標

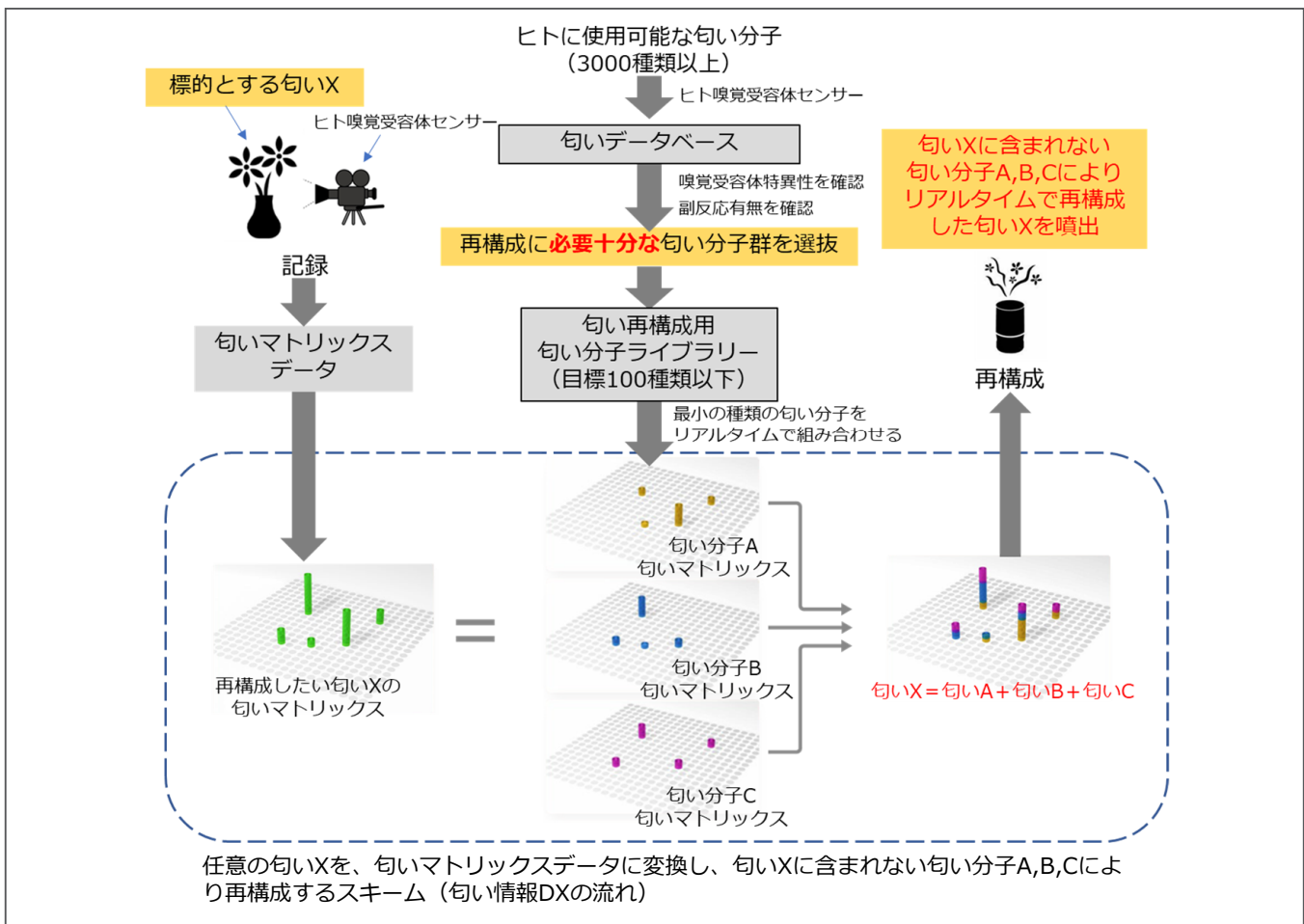
全388種類のヒト嗅覚受容体を有するセンサーが、ヒト嗅覚が感じる匂いを網羅する匂い分子138種類を検出可能なことを示して本センサーが検出可能な匂い分子の網羅性を証明します。次に、ハイスループットスクリーニング用ロボットFLIPRIに本センサーを移植し、1日20種類以上の匂いの自動測定を可能にします。そして、約3000種類のヒトに使用可能な匂い分子の測定を行い、匂いデータベースを作製します。最後に、任意の匂いを再構成するために必要十分な匂い分子(100種類以下を目指す)を選抜し、匂い再構成用匂い分子ライブラリーを完成します。

## 研究開発項目

1. ヒト嗅覚受容体センサーが検出する匂い分子の網羅性証明
2. ヒト嗅覚受容体センサーのハイスループット化
3. 匂いデータベースの作製
4. 匂い再構成用匂い分子ライブラリーの完成

## 研究開発の実施体制

株式会社香味醗酵  
(共同実施) 国立大学法人大阪大学



## フロー型精密IR分析解析技術の研究開発

### Precise IR-analytical-technology in flow

#### 研究開発の背景

医薬品や機能性材料など現代社会を支える多くの有機化合物は、有機合成により創出されています。社会の発展とともに、これら有機化合物に求められる性能は高度化しています。高度な性能を発揮する化合物は複雑であり、合成には精緻な化学変換が必要です。

日本は早くから精密有機合成に注目し、世界を牽引してきました。今後も我が国が技術立国として国際競争力を維持するには、更なる精密さが要求される本分野を先進する必要があると見られます。本研究開発では、従来の反応技術では達成できない新たな化学産業を開拓すべく、微細な空間に原料を流通して反応させる「フローマイクロリアクター」による精密合成の産業化を目的としています。

#### 研究開発の内容と目標

本研究ではフロー合成産業の創出に資する、AI技術を活用したフロー分析技術の開発を行います。定常的な生産が可能なフロー合成では、リアルタイム分析が特に重要です。生産プロセスを常に監視することができれば、異常サンプルの廃棄やプロセスの改善が可能です(図1)。

##### 目標

複雑系(二段階反応など)における予測精度90%以上の収率予測用機械学習モデルを構築し、精密フローインライン分析技術の実現を目指します。

##### 現在の成果

フローマイクロ合成に利用可能なデバイスを試作し、フローインラインIR分析に成功しています。インラインIR測定データを用いた収率予測用機械学習モデルを構築し、実反応系(一段階反応)において高精度に収率予測が可能であることを実証しています(図2)。

#### 研究開発項目

1. IR分析技術および機械学習モデルの構築
2. インラインIR分析による収率予測技術の開発
3. フローインラインIR用デバイスの確立
4. インライン分析制御プログラムの開発

#### 研究開発の実施体制

国立大学法人北海道大学  
メトラー・トレド株式会社

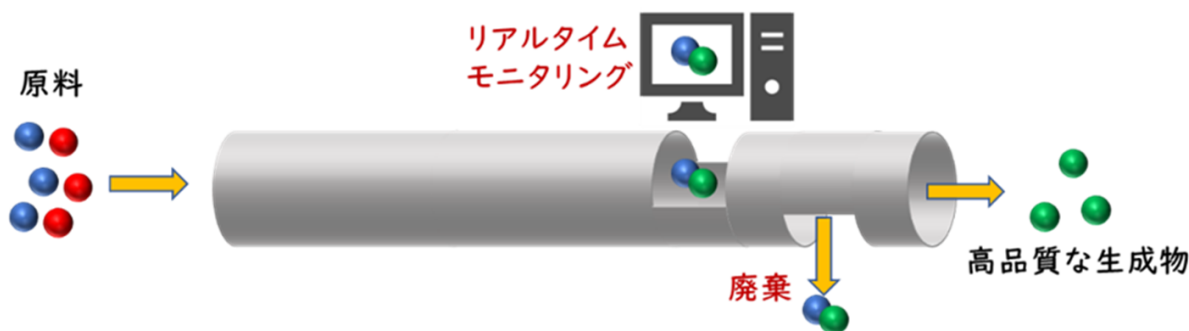


図1. リアルタイムモニタリングによる高品質フロー生産の模式図

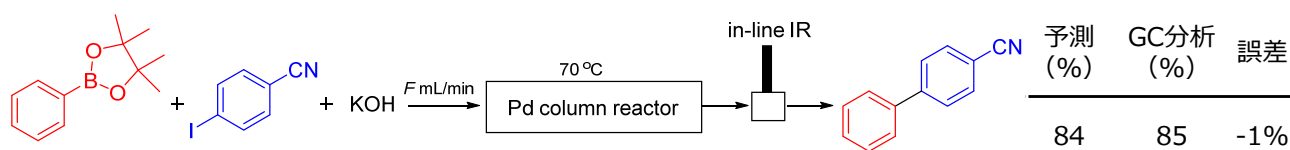


図2. フロー鈴木カップリング反応における収率予測

## 革新的異種柔軟材料3D/4Dものづくり基盤の構築

Innovative Heterogeneous Soft Material 3D/4D Manufacturing Infrastructure

### 研究開発の背景

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

### 研究開発の内容と目標

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

#### 【目標】

- ・ 3種類のインク混合における独立した化学反応
  - ・ 最適濃度と反応特性で選んだ造形方式でのプリント
  - ・ 造形途中の問題発生時に条件修正を提案
  - ・ 6種の造形方式とゲル組み合わせで造形レポート作成
  - ・ 4Dプリントシミュレーターと最適化手法で応用試作品
- この研究は、4Dプリント材料の吐出条件の習得と最適設計の追求を通じて、格段に高いレベルでソフト材料の3D/4Dプリンティング技術の基盤構築を目指します。

### 研究開発項目

1. 4D インクの開発
2. 4Dプリンタの開発
3. 4Dシミュレーターの開発

### 研究開発の実施体制

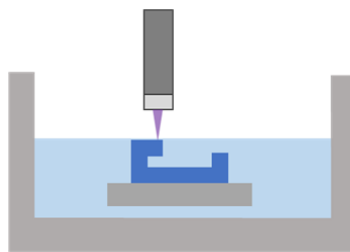
国立大学法人山形大学  
 国立大学法人九州大学  
 学校法人立命館  
 サンアロー株式会社  
 株式会社LIGHTz

#### 造形方式

#### 造形時の化学反応

#### 造形物

従来の3Dプリンター

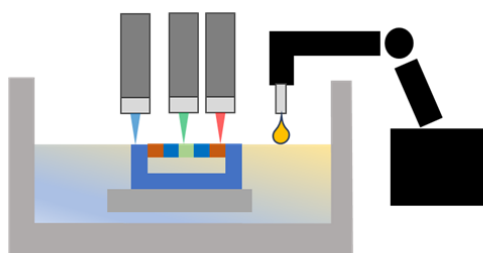


■ 反応A



変形しない

新規3D/4Dプリンター



■ 反応A

■ 反応B

■ 反応C



変形前



変形後

# 酸化スカンジウム精錬技術の高度化に向けた装置開発と応用

Equipment development and application for advanced scandium oxide refining technology

## 研究開発の背景

スカンジウム(Sc)は、主にアルミニウム(Al)と合金化され、BAWフィルタ、MEMSデバイス、高強度Al材料などの高機能製品に用いられています。Scは、産出量が少なく精錬が困難であるため高価な金属です。さらに、酸化Scから金属Scを生産する過程では、フッ酸を用いた高温プロセスが用いられており、安全性やエネルギー消費に課題があります。このため、環境規制が他国に比べて厳しくない中国に生産が一極集中しています。

近年、金属プラズマを利用した金属酸化物の還元技術が着目されています。この技術を酸化スカンジウムの還元に適用することで、大幅な環境負荷低減、省エネルギー化が期待できます(図1)。

## 研究開発の内容と目標

本研究では、Mgプラズマ(図2)を用いて酸化スカンジウムを還元し、Al-Sc合金として取り出す技術を開発します。さらに、本技術を用いて半導体材料向けAl-Sc合金を量産する装置を開発します。将来的に、日本国内のみでScを還元・精錬・使用・リサイクルできる技術の構築を目指しています(図3)。

<本研究の目標>

- ・半導体材料に適用可能な高純度Al-Sc合金の取得
- ・100 g/日の生産能力を有する量産設備の開発

<22年度成果>

- ・Mgプラズマを用いた酸化スカンジウムの還元が可能なことを実証
- ・60 g/日の生産能力を有する量産設備を開発

## 研究開発項目

- (A) Mgプラズマの発生と還元反応炉の高効率化
- (B) Mgプラズマ発生部を持つ誘導加熱装置の設計・試作
- (C) 反応物の高純度化・精錬
- (D) 量産用新規還元炉設計・製作・実証試験

## 研究開発の実施体制

株式会社フルヤ金属  
 国立研究開発法人物質材料研究機構  
 国立大学法人東北大学  
 (再委託先) 国立大学法人豊橋技術科学大学

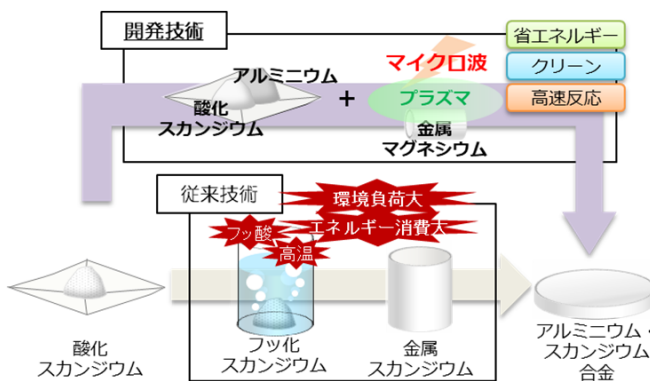


図1. マイクロ波還元技術と従来技術との比較



図2. マイクロ波プラズマ発光の様子

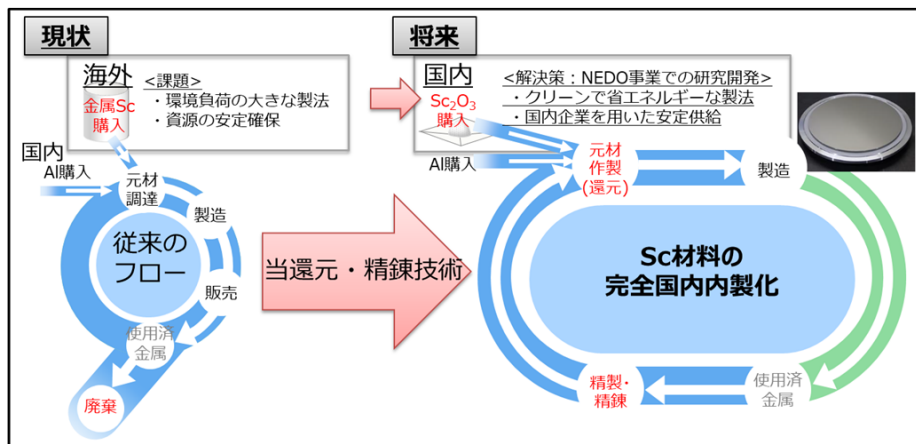


図3. 目指す将来像

# 電力非依存型発光生体分子の改変と樹木への実装

Enhancing bioluminescent systems for development of non-electrically self-glowing trees

## 研究開発の背景

二酸化炭素の排出を伴う火力発電の世界供給量は依然6割以上に及んでいます。この状況を緩和させるには、電力供給法を脱二酸化炭素型に転換していくことに加え、電力消費を減少させる施策が必要です。人々の生活や産業上で使用する照明の電力消費では、こまめな消灯やLEDへの転換による低消費電力化が推進されていますが、電力自体を消費することには変わりはありません。また、大気中の二酸化炭素の量を電力に依存せずに減少させることが可能なデバイスの開発も求められます。そこで本研究開発では、発光生物が有する発光機能を樹木に付与することで電力不要の照明光源として社会実装可能な発光植物デバイス(Light Emitting Plant: LEP) の創出をめざします。

## 研究開発の内容と目標

発光生物が有する発光機能を最大限に活用して、高光度化・多色化した新規の発光生体分子をAI等を駆使して開発し、その遺伝子を樹木に組み込むことで電力不要の照明光源として利用可能な発光植物デバイスを創出します。また、遺伝子組換え体である当デバイスを社会実装するにあたって懸念される生物多様性への影響を考慮し、ゲノム編集などによって、自発光植物を不稔化する技術を開発します。さらに、商品化における大量生産が必要となるため、カルスやクローン苗などをロボットにより人間の介在無しに自律的に培養増殖するシステムを設計して自発光植物の大量製造を可能にする方法の開発も合わせて行います。

## 研究開発項目

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

## 研究開発の実施体制

国立大学法人大阪大学  
 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学  
 株式会社インプラントイノベーションズ  
 (再委託先) 国立研究開発法人理化学研究所



# データ駆動科学によるスマートスケラブルケミストリーの確立

## 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が可能な研究様式の確立をめざします。具体的に、1L/日から10L/日まで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、フローケミストリー、ロボティクス、機械学習、シミュレーションを統合し、スケールに応じた最適化を行います。現在までに、目的の高分子組成を得るプロセス変数の最適化、独自反応容器の設計構築、バイアル操作のロボティクスアルゴリズム、反応中間体の網羅的量子化学シミュレーションの成果を得ています。

### 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

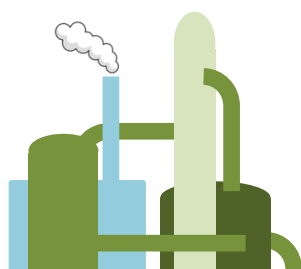
### 研究開発の実施体制

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

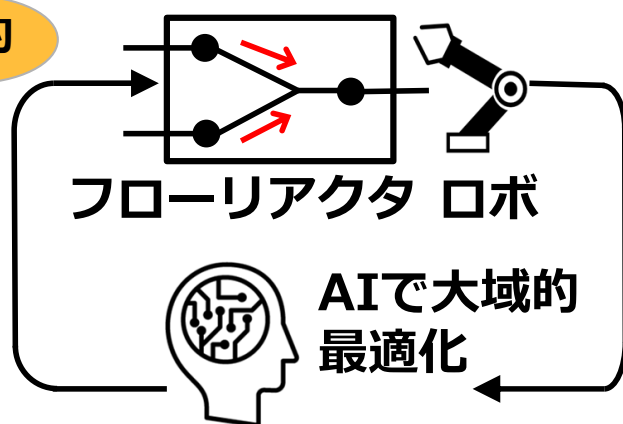


実験室  
生産量毎にプロセス最適化



量産設備

### 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

# 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、低CO<sub>2</sub>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す(図1)。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す(図2)。また、現行のMg製錬法のCO<sub>2</sub>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す。

Mgは海水中に豊富に存在し、日本で「自給自足」が可能な元素です。国内の食塩生産工場から排出される濃縮廃海水を利用することができれば、約2万トンのMgを、CO<sub>2</sub>排出量等を削減したプロセスで生産可との試算があります。

## 研究開発の内容と目標

本研究では、国内の製塩施設等で生じる濃縮海水からMg金属を回収するための新製錬技術を開発します(図3)。濃縮海水等を原料に国内生産されているMgCl<sub>2</sub>・6H<sub>2</sub>Oを出発物質として、環境に優しい熔融塩電解法により純度99%以上のMg金属を小型パイロットスケール(40g/h)で製造する技術を開発します。また、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します。

将来的に、国内のMg需要の一部(一万トン程度)を海水由来のMgで置き換えることを目指しています。そのための基礎技術を開発するとともに、実用化に向けた諸課題を明らかにします。

## 研究開発項目

1. 濃縮海水から効率的にMg地金を生産する技術の開発
2. 濃縮海水から精製したMgインゴットの評価技術の開発
3. 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
4. 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

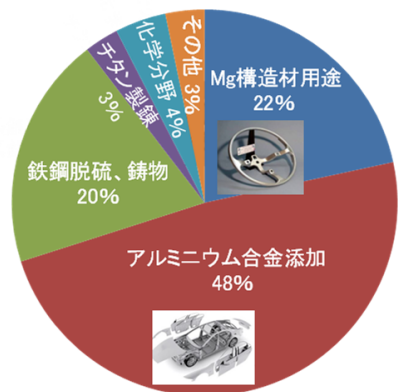


図1. 国内Mg需要構成(2019)

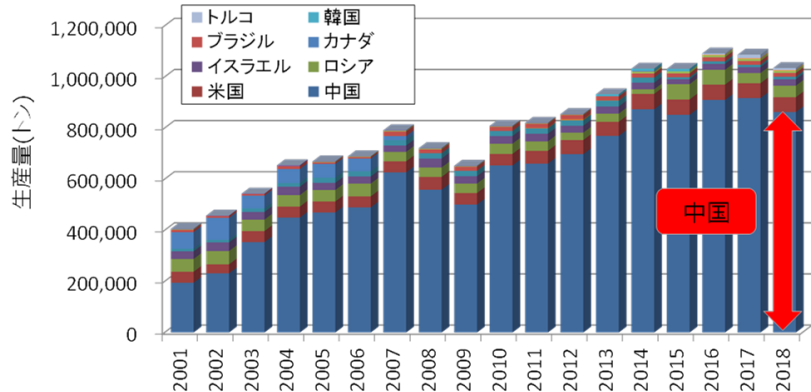


図2. 世界のMg生産推移(2001~2018)

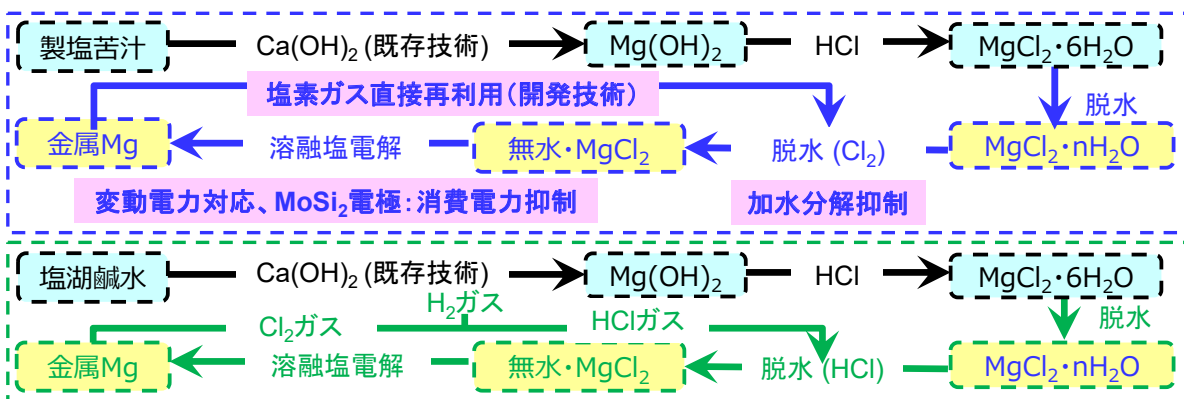


図3. 濃縮海水からのMg製錬フロー (上: 開発技術、下: 従来技術(Dow法))