

国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
エネルギー・環境領域

# 省エネルギー研究部門

Research Institute for Energy Conservation

## ご挨拶

限りあるエネルギー資源の有効利用と温室効果ガス排出削減は、世界的な喫緊の課題となっています。省エネルギー研究部門では、エネルギー変換効率の向上によって上記の課題を解決する先端基盤技術や産業競争力強化に向けたモビリティエネルギーのための技術開発を推進しています。

現在、8研究グループ、2研究ラボにおいて、(1) 水素・アンモニアガスタービン、燃料電池・電解、熱電発電における高効率エネルギー変換技術、(2) 高効率に熱・電気・光を輸送・貯蔵・利用するための技術、(3) 自動車・航空機等におけるモビリティエネルギーの最適化と推進システムの効率化技術、(4) これらの技術開発を支援するための熱流体計測技術や数値シミュレーション技術に関する研究開発を実施しています。

そして、これらの成果を活かして大学や民間企業との共同研究を広く進めています。

省エネルギー研究部門長

## 組織

### 研究部門長

副研究部門長

首席研究員

総括研究主幹

事務スタッフ

### 研究グループ・ラボ

熱流体システムグループ

エネルギー貯蔵システムグループ

エンジン燃焼排気制御グループ

エネルギー変換技術グループ

流体制御グループ

材料物性グループ

電機システムグループ

エネルギー応用材料グループ

次世代自動車エンジン研究ラボ

固体酸化物エネルギー変換先端技術ラボ

常勤職員 44 名 / 契約職員 46 名 (2023 年 10 月現在)

持続可能なモビリティ社会に向け、ハイブリッド車を含めた自動車の電動化は必須です。一方、パワートレインの組み合わせは多岐にわたり、開発工程は複雑化を極め、自動車業界での開発はモデルベース開発（MBD）にシフトしつつあります。

当ラボでは、自動車システムとして評価するためのMBDプラットフォームをオープンソース・ソフトウェアで構築し、産総研が取り組む各種現象解明研究とデバイス開発研究の成果をつなげ、究極の（夢の）自動車「ゼロエミッション・ビークル」の研究開発に、産総研の総合力で挑戦しています。

**【キーワード】**

エンジン、内燃機関、電動化、燃料、噴霧、燃焼、排ガス浄化触媒、標準化、車両シミュレーションモデル、Well to Wheel、ゼロエミッション



ゼロエミッション・ビークルに向けたモデルベース研究イメージ

酸化物を電解質として使った高温電気化学デバイスとして、固体酸化物形燃料電池 (SOFC) や高温水蒸気電解 (SOEC) があります。

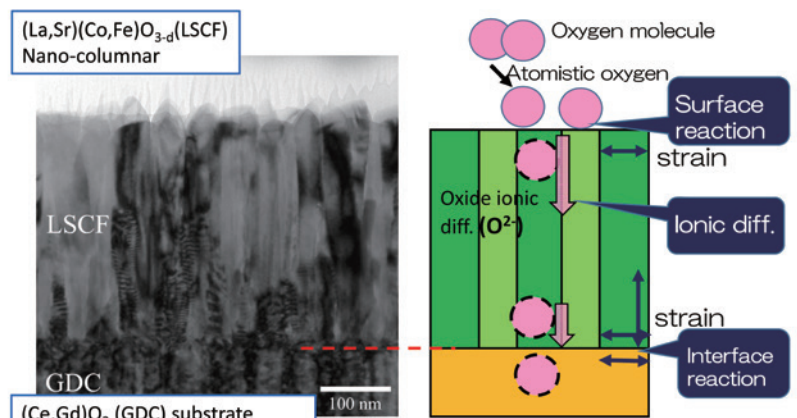
当ラボでは、省エネルギー研究部門、ゼロエミッション国際共同研究センター (GZR) (エネルギー・環境領域) と 極限機能材料研究部門 (材料・化学領域) が中心となって、これらデバイスの高性能化技術や革新・先端技術を開発しています。

また、固体酸化物エネルギー変換先端技術コンソーシアム (ASEC-2) での中心的な役割も果たし、企業との共同研究を推進しています。

1. SOFC-SOEC 関連の先端技術を開発：従来比 10 倍以上の高活性電極材料創製、セルスタック創成・製造技術開発、評価技術開発
2. 新規な高効率エネルギー変換デバイスの創製
3. 産総研内の様々な領域の研究者を結集
4. 産総研と企業、大学、研究機関などをつなぐイノベーションハブ機能としての役割

## High Performance SOFC Cathode

TEM image of cathode (left) and oxide ion diffusion path (right)



K. Delvos-Bagarinao et al., *Solid State Ionics*, 288, 6-9 (2016)

**【キーワード】**

固体酸化物形燃料電池 (SOFC)、SOEC、固体電解質、エネルギー変換

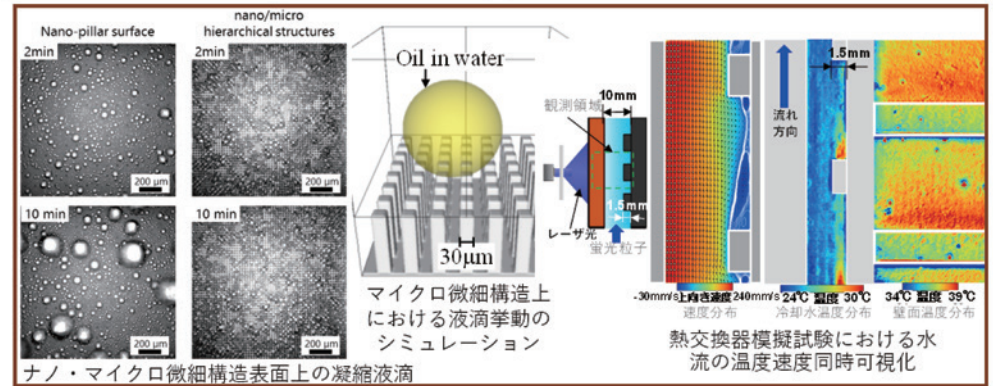
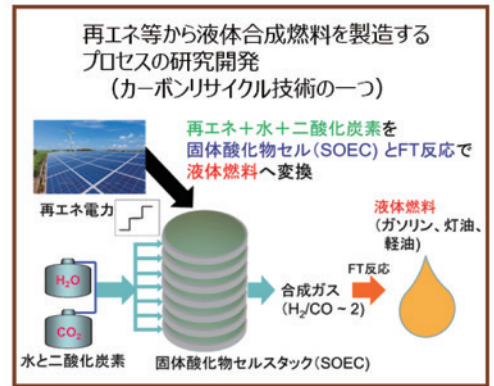
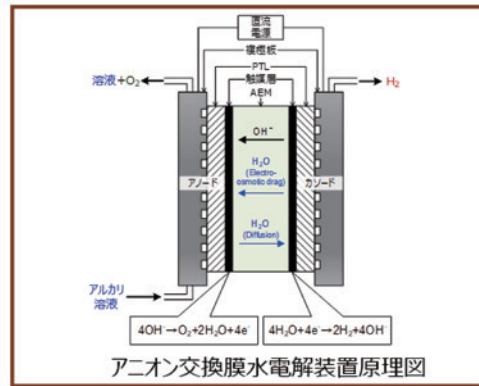
持続可能な社会の実現に向けた技術的基盤を構築することを当グループの目標としています。

具体的なテーマとして、相変化伝熱、ヒートポンプ・発電サイクルなどに係る要素技術や可視化計測や流体数値シミュレーションなどの計測評価技術の研究開発を推進しています。

また、燃料電池、水電解、および共電解技術といった熱および物質移動現象を伴う電気化学エネルギー変換機器の高効率化に向けた研究開発を行っています。

**【キーワード】**

水電解、固体酸化物セル、潜熱利用技術(蓄熱、沸騰冷却、熱交換)、流れの可視化、数値流体力学



自動車メーカーが直面している「競争前領域」の共通課題等、自動車業界の全体的なニーズを正確に捉え、エンジン燃焼と排出ガス浄化に関する先進技術の開発に向けた基礎的および先導的研究を行います。

また、次世代エンジンシステムの実用化に資する研究開発を実施し、運輸部門の石油依存度の大幅低減に貢献します。さらに、自動車燃料に係わる国内外標準化を継続的に推進します。

**【キーワード】**

シミュレーション、内燃機関、燃料、噴霧、燃焼、触媒、標準化

## エンジン燃焼と排出ガス浄化に関する研究開発

燃料性状解析評価技術

排出成分解析評価技術

燃料噴霧解析評価技術

エンジン燃焼解析評価技術

排気浄化触媒評価技術

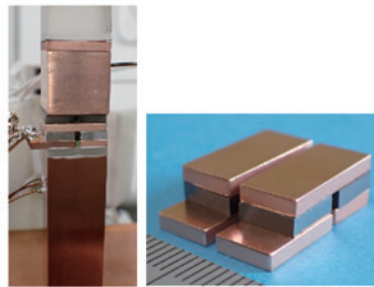
持続的発展可能な低炭素社会の実現に向けた取り組みとして、エネルギーを効率よく利用する技術開発や、二酸化炭素排出量削減する技術等の開発が強く望まれている。

当グループでは社会のニーズに答えるため、身の周りの熱から電力に変換する熱電変換材料の物性解明、新材料開発や熱電モジュール開発・評価など幅広い研究開発に取り組んでいます。

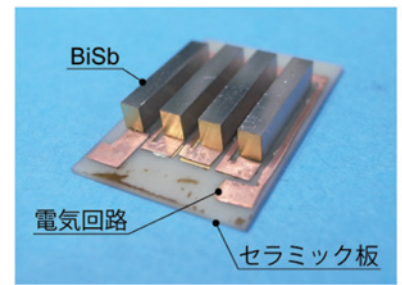
更に、二酸化炭素排出量の約2割を占める運輸部門の低炭素化のために、高エネルギー密度、大容量かつ高出力を持つポストリチウムイオン電池開発にも取り組んでいます。

**【キーワード】**

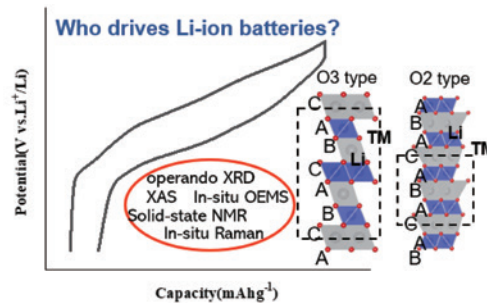
熱電材料、熱電発電、熱電モジュール、ペロブスカイト太陽電池、電極材料、リチウム硫黄電池、リチウムイオン電池



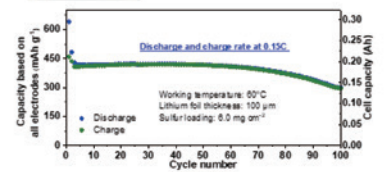
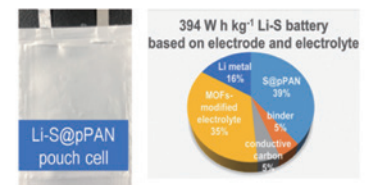
熱電モジュールの開発、評価



ネルンスト効果型モジュール



新規材料開発による高性能リチウムイオン電池の開発

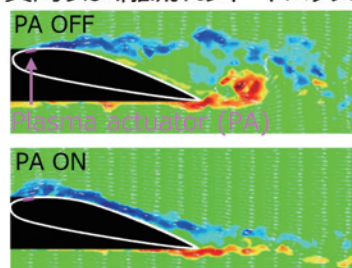


高性能リチウム硫黄電池

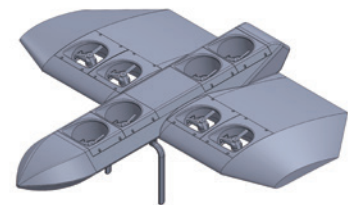
流体機械の空力特性や効率を飛躍的に向上するためには、センサ／アクチュエータといった先端的な流体制御デバイスの開発に加え、それらを統合した高度な制御システムの構築が必要不可欠です。流体制御グループでは、持続可能な開発目標（SDGs）および産業競争力強化を念頭に置いたグリーンイノベーションの実現を目指して、以下の研究に取り組んでいます。

1. 流体制御デバイスを用いた自動車の空力特性向上による燃費改善技術の開発
2. 垂直離着陸機（VTOL）の開発、航空機の飛行制御・効率向上
3. 水素およびアンモニア燃焼ガスタービンシステムの開発

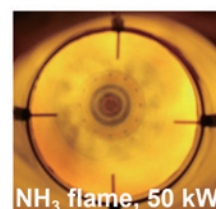
● 翼周りはく離流れフィードバック制御



● 無動翼VTOL機

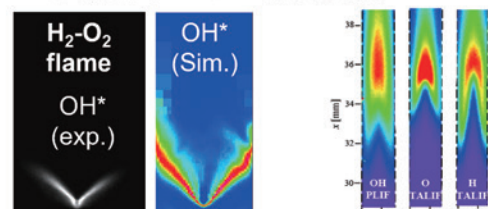


● アンモニア燃焼ガスタービン



アンモニア旋回流火炎

● 水素ガスタービンの燃焼技術



酸素水素衝突流型火炎

水素火炎のOH, O, H計測

**【キーワード】**

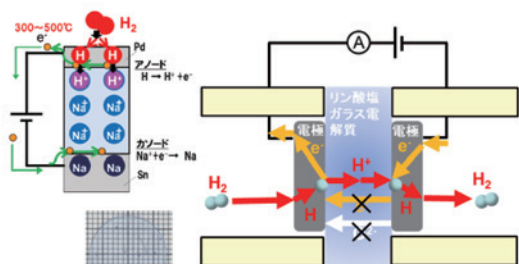
自動車空力技術、ドローン、ガスタービン、能動流体制御、プラズマアクチュエータ、プラズマ流体シミュレーション、データ科学、飛行制御、燃焼、水素、アンモニア

エネルギーの電力化が加速する中、高効率なエネルギー変換技術の開発が求められています。当グループでは、高温作動のエネルギー変換デバイスに注目し、化石燃料やバイオマスなど種々の燃料を高効率に電力に変換する固体酸化物形燃料電池 (SOFC)、再エネ等の余剰電力を高効率かつ高付加価値な燃料に変換する固体酸化物形電解セル (SOEC) に注力し、研究開発を実施してきました。特に、SOFC の耐久性・信頼性向上に対する取り組みでは、企業や大学と連携し、公的研究機関として主要な役割を担っています。今後も、固体イオニクス現象をベースとして、更なる高効率エネルギー変換デバイスについて、評価技術の開発も含め総合的に研究開発を実施することで、低炭素社会の実現に貢献します。

**【キーワード】**

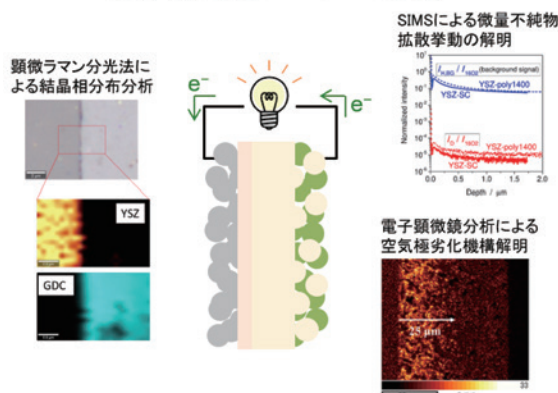
エネルギー変換デバイス、固体酸化物形燃料電池 (SOFC)、固体酸化物形電解セル (SOEC)、固体イオニクス

### 次世代燃料電池開発



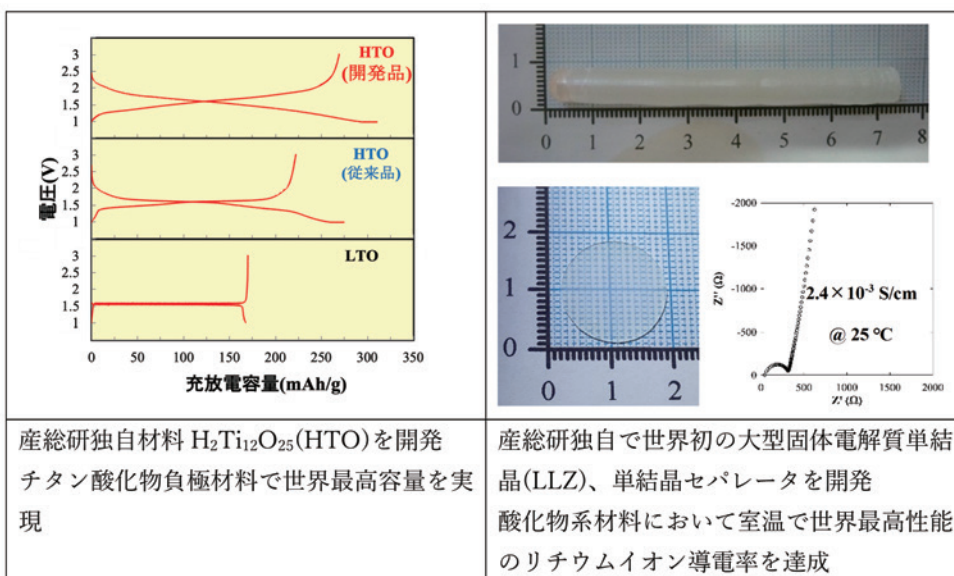
プロトン伝導性リン酸塩ガラス電解質

### 固体酸化物形セル(SOC)分析



リチウム二次電池は、今後の低炭素社会を実現するデバイスとして、自動車用途、定置型電源などの大型用途や、IoT 電源などの大型用途でも普及・展開が期待されており、そのためには安全性向上、長寿命化と共に、更なる高容量化・低コスト化がキーとなっています。

我々のグループでは、このような次世代液系リチウム二次電池、全固体リチウム二次電池の実現のため、新しい電極材料、固体電解質材料を始めとする高性能酸化物材料の開発を行っています。また、そのための新しい製造プロセスの開拓や、結晶構造解析技術、物性評価技術を適用することで、新しい材料設計を進めています。



**【キーワード】**

無機材料合成、単結晶育成、結晶構造解析、リチウム二次電池、全固体リチウム二次電池

エネルギー資源の有効利用およびエネルギー利用の一層の効率化に向け、電気・機械・光エネルギーの変換および利用のための電機システムに関する以下の研究を行っています。

1. 航空機や自動車といったモビリティの電動化の推進に向けた超電導線材に関する基盤技術開発
2. カルコゲナイド系や酸化物系半導体材料の太陽電池応用や光半導体応用に資する新材料開発や新構造評価

## 超電導線材に関する基盤技術開発

**Superconducting layer (1-3 μm)**  
REBaCuO<sub>x</sub> (RE: rare earth)  
Two axes oriented

**Stabilizing layers (several to tens of μm)**  
Ag, Cu, etc.

**Buffer layers (< 1 μm)**  
MgO, LaAlO<sub>3</sub>, CeO<sub>2</sub>, etc.

**Substrate (< 100 μm)**  
Hastelloy®, Ni-based alloy, etc.

**Fabrication methods of REBCO layer**

- Pulsed Laser Deposition (PLD)**  
Fujikura, SEL, AIST (JPN), Faraday Factory Japan (JPN), BRUKER (GER), SuperOX (RUS)
- Metal Organic Deposition (MOD)**  
SWCC, AIST (JPN), AMSC (USA)
- Filamentary processing**  
Laser scribing, Low AC-loss

**線材作製装置**

中間層	IBAD成膜装置 イオンビーム蒸着装置 CeO <sub>2</sub> 成膜(PLD)装置
超電導層	パルスレーザー蒸着(PLD)装置 化学液相成膜装置群
安定化層	Agスパッタ装置
細線化	レーザースクライビング加工装置 切断レーザー装置

## 高移動度・広帯域透明導電膜の開発 光電変換素子の高性能化

**製法**  
イオンプレーティング  
スパッタリング、PLD

**特徴**  
低温製造(200℃以下)  
低ダメージ  
ガラス・樹脂フィルム・素子上

**薄膜材料**  
In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO、SnO<sub>2</sub>など

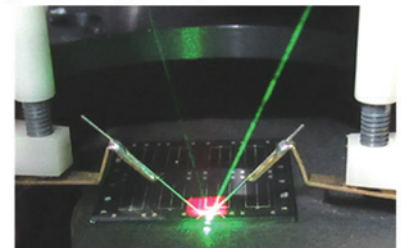
**適用デバイス**  
各種太陽電池  
Photo FET、LEDなど

**in-line RPD system**  
substrate, reactive vapor, plasma, plasma gun, source tablet

### 【キーワード】

超電導、線材、航空機電動化、太陽電池、カルコゲナイド、透明導電膜、光電子分光

## 低コストかつ資源豊富な材料 Cu<sub>2</sub>ZnSnSe<sub>4</sub>(CZTS)太陽電池の作製・評価



カーボンニュートラルを実現するためには、再生可能エネルギーの大量導入と共に、低価格で高性能かつ安全性の高いエネルギー貯蔵システムの開発が不可欠であります。

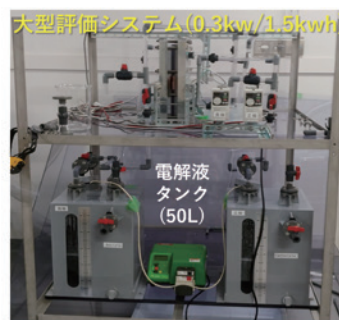
当グループでは、レドックスフロー電池(RFB)やリチウムイオン電池(LiB)、全固体電池等の次世代二次電池に加えて、化学反応/電気化学反応に基づいた水素やCO<sub>2</sub>、窒素を利用した新規な貯蔵技術の開発など、エネルギー貯蔵システムを構成する各種要素技術(材料・セル開発、安定性・性能評価、反応システム開発)の研究に取り組んでいます。

高効率なエネルギー貯蔵技術の開発を推進し、温室効果ガス削減・エネルギー資源の有効利用に貢献します。

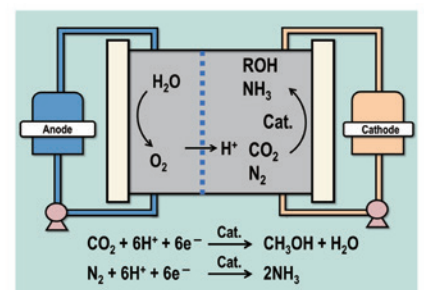
### 【キーワード】

レドックスフロー電池(RFB)、リチウムイオン電池(LiB)、全固体電池、CO<sub>2</sub>電解還元、NH<sub>3</sub>電解合成

### 大型評価システム(0.3kw/1.5kwh)



新規RFBの開発・評価技術



CO<sub>2</sub>電解還元・NH<sub>3</sub>電解合成



全固体電池の作製・評価技術



LiBの安全性評価技術

## ●省エネルギー研究部門

- ・次世代自動車エンジン研究ラボ
- ・個体酸化物エネルギー変換先端技術ラボ
- ・熱流体システムグループ
- ・エンジン燃焼排気制御グループ
- ・材料物性グループ
- ・流体制御グループ
- ・エネルギー変換技術グループ
- ・エネルギー応用材料グループ
- ・電機システムグループ
- ・エネルギー貯蔵システムグループ

<https://unit.aist.go.jp/ieco/>

<https://unit.aist.go.jp/ieco/groups/>

<https://unit.aist.go.jp/ieco/alsec/>

<https://unit.aist.go.jp/ieco/tfs/>

<https://unit.aist.go.jp/ieco/ec2/>

<https://unit.aist.go.jp/ieco/ieco-mp/>

<https://unit.aist.go.jp/ieco/ffc/>

<https://unit.aist.go.jp/ieco/ect/>

<https://unit.aist.go.jp/ieco/groups/>

<https://unit.aist.go.jp/ieco/eeg/>

<https://unit.aist.go.jp/ieco/est-2021/>

## 連絡先

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

エネルギー・環境領域

## 省エネルギー研究部門

(研究部門長室) 〒305-8564 茨城県つくば市並木 1-2-1  
つくばセンター中央事業所 東地区  
(代表) ☎ 029-861-7239

〒305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1  
つくばセンター中央事業所 2群  
☎ 029-861-5280

〒305-8565 茨城県つくば市東 1-1-1  
つくばセンター中央事業所 5群  
☎ 029-861-4542



E-mail ▶▶▶ [ieco-info-ml@aist.go.jp](mailto:ieco-info-ml@aist.go.jp)

URL ▶▶▶ <https://unit.aist.go.jp/ieco/>

