兵庫県立大学の水素分野の取組と兵庫県内の動き

兵庫県立大学 工学研究科 工学専攻 教授
水素エネルギー共同研究センター長
嶺重　温（みねしげ　あつし）



兵庫県公立大学法人　兵庫県立大学



兵庫県内
5 メインキャンパス
+
10 サテライトキャンパス



姫路城
(世界遺産)

無断転載禁止

内容

1. 水素の地域利用
2. 兵庫県内の動き
3. 水素エネルギー共同研究センターの取組紹介
4. 今後の展開とまとめ

グローバル水素（兵庫県の水素・脱炭素社会推進）

播磨臨海地域CNPの形成に向けた取組

◆対象エリア

姫路港、高砂市、加古川市の臨海部

◆検討項目

①CO_2排出量
②CO_2削減計画
③水素・燃料ｱﾝﾓﾆｱ・合成ﾒﾀﾝ需要量
（ｱﾝｹｰﾄ・ﾋｱﾘﾝｸﾞ調査等により推計）
④水素等供給施設整備計画
⑤ロードマップ

産学官からなる協議会にて検討
（事務局：港湾課　協議会：全5回開催予定）

播磨臨海地域CNP形成計画策定（R5年度半ば）

〈参考1〉姫路港の優位性

港湾名	LNG輸入量(千t)
1 木更津港	20,746
2 千葉港	18,753
3 姫路港	16,935
4 名古屋港	14,923
5 川崎港	14,506
6 四日市港	11,994
7 堺泉北港	7,637
8 新潟港	7,172
9 横浜港	6,712
10直江津港	5,255

出典：R2年港湾統計調査（国道交通省）

港湾	瀬戸内海のLNG発電所	認可出力（万kW）
1 姫路港	姫路第一、第二	443.0
2 堺泉北港	堺、泉北天然ｶﾞｽ	310.9
3 大分港	新大分	282.5
4 大阪港	南港	180.0
5 北九州港	新小倉	180.0
6 柳井港	柳井	140.0
7 水島港	水島	62.5
8 坂出港	坂出	58.5

出典：電気事業便覧2019

〈参考２〉神戸港の先進的な取組

世界初の「液化水素運搬船」実証成功

豪州（褐炭水素製造ﾌﾟﾗﾝﾄ）
⇒　神戸液化水素荷役実証ﾀｰﾐﾅﾙ



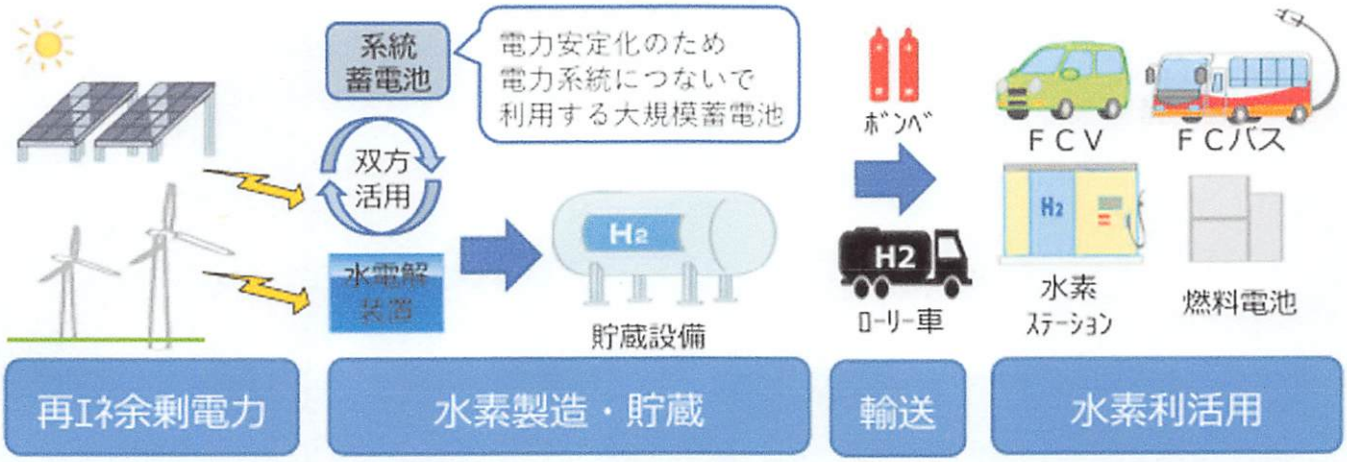
液化水素運搬船「すいそふろんてぃあ」
液化水素ﾀﾝｸ（1,250㎥）



【出典】兵庫県webページ

無断転載禁止

ローカル水素（兵庫県の水素･脱炭素社会推進）



【出典】兵庫県webページ

兵庫県の水素社会推進構想



兵庫水素社会推進構想（2019年3月策定）

兵庫県のめざす水素社会の姿（2050年頃）

- 環境に優しい低炭素な社会
- 県民の快適で安心な暮らしが守られている社会
- 経済の好循環が生まれ、産業や地域が活性化している社会

▶ 2050年CO_2排出実質ゼロ実現

▶ CO_2フリーの水素エネルギーが主流となるよう経済社会やライフスタイルの構築を目指す

【出典】兵庫県webページ

無断転載禁止

現在のエネルギー構造

現在の我が国は化石燃料主体

1. 電力部門



化石燃料（石炭・石油・天然ガス）→ 発電所 → 電気

2. 非電力部門



化石燃料 → ガソリン等 → 自動車等 → 動力

化石燃料 → 都市ガス・プロパンガス等 → ボイラー等 → 熱

「化石燃料」を中心として、効率の良い、便利な世の中が構築されている

将来のエネルギー構造

再生可能エネルギー ＋ 水素が主役

1. 電力部門



再エネ・水素 → 太陽光・風力・地熱等 / 水素・アンモニア等 → 発電所 → 電気

2. 非電力部門



水素 → 水素・e-fuel等 → 自動車等 → 動力

水素 → 水素・e-methane等 → ボイラー等 → 熱

水素を「つくる」・「ためる」・「はこぶ」・「つかう」ことに加え、

化石燃料を水素（キャリア）に「おきかえる」政策や技術開発が必要

無断転載禁止

兵庫県のポテンシャル

神戸と播磨臨海地域の水素連携が重要

○ 世界に先駆けた実績地：神戸

神戸の実績

- 世界初となる日豪間の液化水素運搬実証
- 蓄積された知見を播磨臨海地域に展開可能

○ 水素利活用ポテンシャルの高さ

播磨臨海地域のポテンシャル

- 大量の水素需要（発電・鉄鋼・化学産業等）
- 関西と瀬戸内の結節点
- 国際的な水素サプライチェーン拠点形成が可能



神戸港の水素貯蔵・揚荷設備（出典：HySTRA WEB）



カーボンニュートラルポート（CNP）（【出典】日本経済新聞）

関西における企業の取り組み



SOECメタネーション（出典）大阪ガスWebページ
https://www.daigasgroup.com/rd/topic/1310181_53539.html



液化水素運搬船（出典）川崎重工業Webページ
https://www.khi.co.jp/mobility/marine/ships/other.html



水素混焼発電（出典）関西電力Webページ
https://www.kepco.co.jp/corporate/expo2025/article-5/



ハイブリッド型水素ガス供給システム（出典）神戸製鋼所Webページhttps://www.kobelco.co.jp/releases/1213956_15541.html



純水素型燃料電池活用実証施設（出典）Panasonic Webページhttps://news.panasonic.com/jp/press/jn220415-1



高砂水素パーク（出典）三菱重工業Webページ
https://www.mhi.com/jp/news/23092003.html

無断転載禁止

液体水素タンク新設（神戸大学）

2026年7月15日

神戸大学水素・未来エネルギー技術研究センター
液体水素供給システム
（24m³の液体水素タンク他）
竣工式典・見学会





水素ステーション整備（兵庫県）



【出典】兵庫県webページ　https://web.pref.hyogo.lg.jp/nk23/press/20250519.html

無断転載禁止

水素に関する動き（兵庫県）

Hyogo Prefecture

成長産業育成コンソーシアム推進事業

- 成長産業分野におけるイノベーション創出を促進するため、コンソーシアムを設置し、国の競争的資金獲得のためのプロジェクトや産学官交流ミーティングを実施

実施主体	（公財）新産業創造研究機構（NIRO）
コンソの構成	企業、大学、研究機関等



69社 ロボット・AI・IoT
90社 航空・宇宙
59社 環境・水素等新エネルギー
56社 健康・医療

274社の企業が加入（令和8年9月末時点）

成長産業試作開発支援事業

- 成長産業分野への企業参入を促進し、成長産業の集積を促進するため、新製品の社会実装をめざす中小企業を支援

補助スキーム

項目	概要
対象分野	①航空・宇宙、②環境・水素等新エネルギー、③健康・医療、④分野共通の製品（半導体等）
補助金額	300万円上限（補助率1/2）

採択実績

分野	R4	R5	R6	R7
①航空・宇宙	3	2	2	1
②環境・水素等新エネルギー	4	5	3	3
③健康・医療	3	3	2	1
合計	10	10	7	5

過去採択事例

燃料電池発電システム制御基板の試作開発

<採択企業>
阪神機器㈱



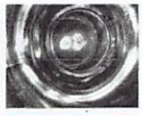
超電導式液面センサの精度向上線材の開発

<採択企業>
㈱山本電機製作所



耐久性を強化したステンレスタンクの試作開発

<採択企業>
マルイ鍍金工業㈱



水素に関する動き（兵庫県）

Hyogo Prefecture

水素海外展開チャレンジ事業

- 神戸市と連携し、インフラ整備が先行する欧州で優れた水素関連技術・製品を有する県内企業の販路拡大を支援

補助スキーム

採択予定：７社程度

項目	海外出展枠	事業化検討枠	国内出展枠
補助金額	最大100万円	最大60万円	最大50万円
対象経費	渡航費、宿泊費等		展示物輸送費等



ドイツ展示会会場





R7 展示会の様子

事業内容

Ⅰ 研修プログラム





R8 7月～9月 年6回程度

Ⅱ 出展







R8 10月20日～22日

会期中にハンブルク州、SH州と連携し、日欧相互の企業間交流イベントを企画

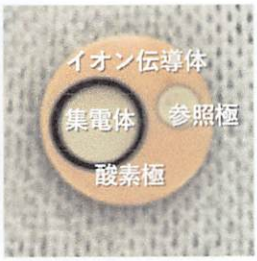
【参加企業の声】
・３社と具体的な商談に発展し、プロトタイプを提供することとなった。
・欧州企業の技術トレンドや関心のあるところを知ることができた。

無断転載禁止

水素エネルギー共同研究センター紹介

兵庫県大の取り組み









部門・グループ体制（2026年度）


嶺重教授 伊藤教授 柴野教授 山本教授 河南教授

センター長：　嶺重 温（工学研究科教授）　全体統括

副センター長：伊藤 省吾（工学研究科教授）　研究統括
柴野 伸之（社会価値創造機構教授）　産学連携（ひょうご水素利活用サロン会長）

1．水素製造利活用研究部門
部門長：山本 宏明（工学研究科教授）　水素製造・貯蔵・燃料電池の高効率化　材料

2．水素環境評価解析研究部門
部門長：河南 治（工学研究科教授）　インフラ整備に資する評価解析技術の確立
・高圧環境・計測グループ（グループ長：前田 光治）　・高圧環境評価解析
・低温環境・計測グループ（グループ長：河南 治）　・低温環境評価解析
・放射光解析研究グループ（グループ長：中西 康次）　・放射光評価解析　評価

3．水素社会実装研究部門
部門長：伊藤 省吾（工学研究科教授）　水素社会実装　実装

無断転載禁止

部門・グループ紹介(1)(2026年度)

1. 水素製造利活用研究部門

強磁性を付与した白金代替水素生成触媒の開発

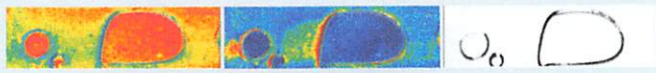


磁性を付与した炭化物系水素生成触媒を開発

2. 水素環境評価解析研究部門

低温環境・計測グループ

極低温環境における熱流体管理

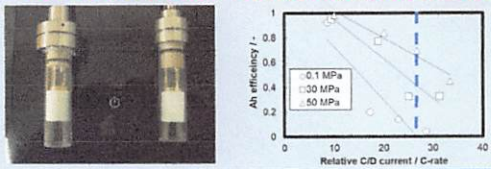


透明な感温塗料（TSP）を用いた伝熱面温度計測技術の開発：TSPで計測した温度分布（左）、温度分布から導出した熱流束分布（中央）、観測した気液分布（左）

脱炭素社会に向けた熱流体基盤技術を提供

高圧環境・計測グループ

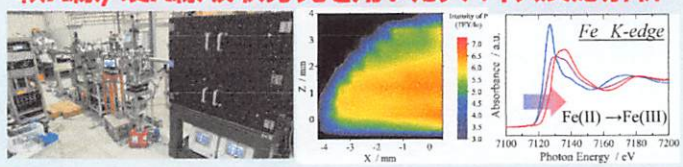
ニッケル水素電池の水素発生特性の検討



高圧力が水素発生におよぼす影響を解明

放射光解析研究グループ

軟X線/硬X線吸収分光を用いたデバイス反応解析

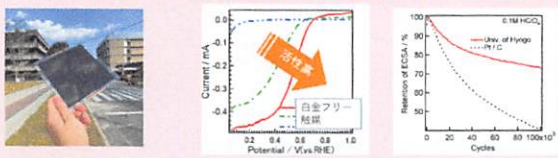


オンリーワンのX線解析技術を駆使し、現象を解明

部門・グループ紹介(2)(2026年度)

3. 水素社会実装研究部門

太陽電池・水電解触媒の高性能・高耐久化



光 → 電気 ⇄ 水素 エネルギー変換の実用性検証

水素社会実装に向けた産官学共創の場形成



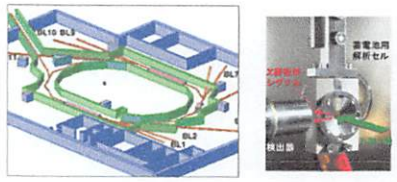
化石燃料を水素におきかえる技術開発・政策提言

■ ひょうご水素利活用サロン

・**水素社会に向けた地域企業の取組を支援、加速**

当センターとの意見交換、共同研究や、技術指導、評価解析設備および技術の提供等、会員企業との共創を通して、取組の支援を行っています。





大学の有するニュースバル放射光施設と動作中蓄電池用放射光測定・解析セル



液中動作中電気化学TEM観察治具

兵庫県における水素関連産業振興を目指す

無断転載禁止

活動状況（シンポジウム、講演会・セミナー、国際交流）



政策科学シンポジウム「脱炭素社会の未来を拓くアンモニアの可能性」（共催）（2022年11月22日）



政策科学シンポジウム「メタネーションがある未来」（共催）（2023年6月16日）



センター講演会（2023年6月13日）



先端技術講演会 「水素社会の実現に向けた水電解の現状と未来」（2023年10月30日）



「ひょうご水素利活用サロン」セミナーでのパネルディスカッション（2024年1月30日）





センターシンポジウム（2025年3月21日）での市川教授の基調講演（左）とパネルディスカッション（右）



Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT)訪問（ベトナム）（2024年10月30日）

鉄鋼材料の水素脆化機構解明

水素導入機構解明に向けた本学の評価・解析技術の活用

○ 新産業創造研究機構（NIRO）共同研究

水素環境評価解析研究部門　低温環境・計測グループ　田中一平 准教授



PBII&D技術による基材へのDLCコーティング

×

水素環境評価解析研究部門　高圧環境・計測グループ　福室 直樹 准教授



昇温脱離スペクトルによる水素分析

×

水素環境評価解析研究部門　放射光解析研究グループ　中西 康次 教授



X線吸収分光を用いた金属元素配位環境解明

無断転載禁止

放射光XAS解析（中西教授）

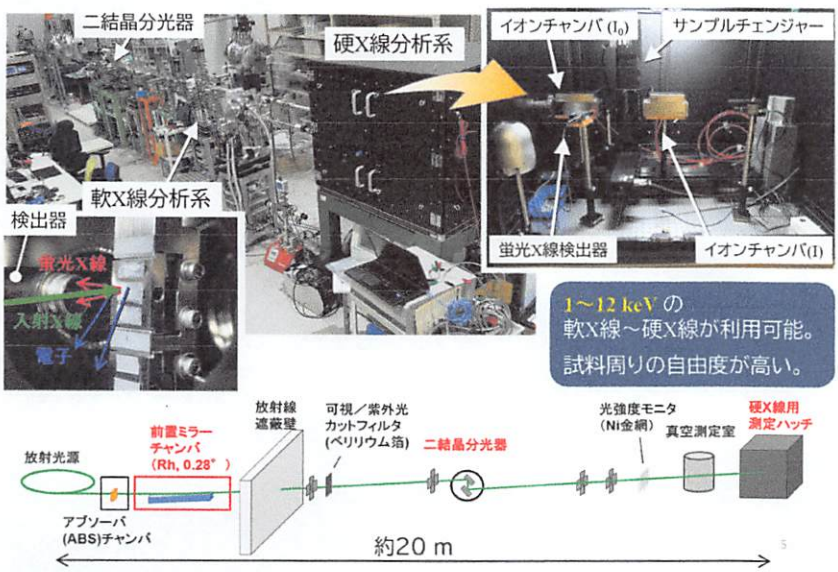


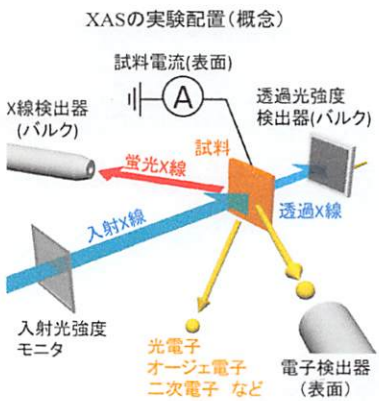
NewSUBARU ニュースバル放射光施設

・EUVリソグラフィ（最先端半導体技術）
・X線分析（X線吸収分光、軟X線光電子分光、軟X線反射率、
軟X線散乱、軟X線励起光電子顕微鏡 他 ）

放射光XAS解析（中西教授）

XAS：元素選択的にX線吸収量の波長(エネルギー)依存性を調べるX線分析手法





無断転載禁止

放射光XAS解析（中西教授）

水素エネルギー関連研究遂行には測定可能元素の
拡大は必要不可欠（特に貴金属や3*d*, 4*d* 遷移金属）

BL05（軟X線～硬X線）、BL07B、09Aで測定可



University of Hyogo

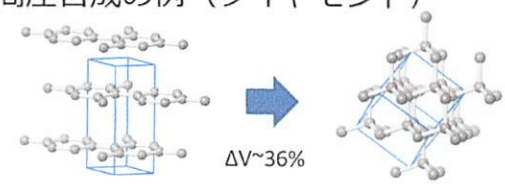
高圧水素化・放射光解析（齋藤准教授／QST）

高圧水素反応の放射光その場観察 @SPring-8

QST 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構



高圧合成の例（ダイヤモンド）



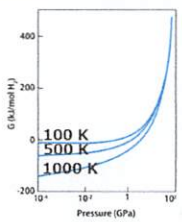
常圧近傍では実現できない
特異な結晶構造が実現

→ 新規物質探索に有効

新規水素化物の高温高圧合成



高圧下では体積が小さい状態が有利
金属が水素を取り込み水素化物になりやすい



高圧下では水素
の反応性が急増

水素の化学ポテンシャル
Fukai (2005).

高温高圧合成は新規水素化物実現に特に有利

University of Hyogo

無断転載禁止

高圧水素化・放射光解析（齋藤准教授／QST）

- 広い温度圧力条件の探索が必要
- 試料は高温高圧発生の部材で囲われている
- 高圧下での試料の情報はほとんど得ることができない

⬇

合成条件の探索は困難



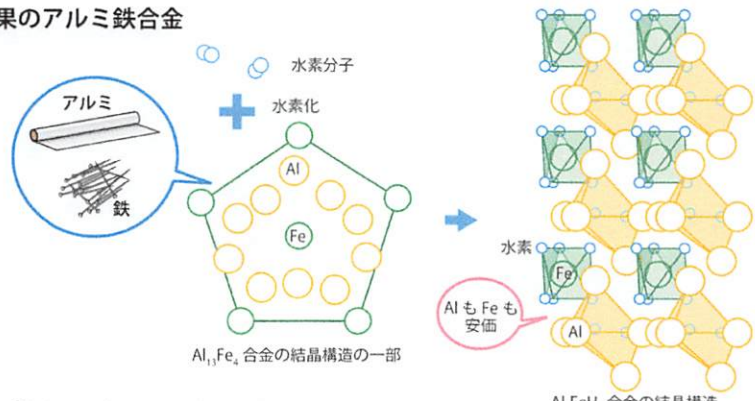
放射光その場観察
(結晶構造変化を検出可能)

- **合成条件の迅速な決定**
- **反応機構解明**
- **熱力学的安定性の評価**

その場観察には、高輝度の放射光X線が必要不可欠

高圧水素化・放射光解析（齋藤准教授／QST）

本成果のアルミ鉄合金



「水素と反応しにくい金属同士を組み合わせる」
という新発想

資源量が豊富なアルミと鉄の合金で
水素がたくわえられることを発見

今後の水素吸蔵合金の材料探索の幅を飛躍的に広げ
レアメタルを含まない実用材料の実現に期待

H. Saitoh, T. Sato, M. Tanikami, K. Ikeda, A. Machida, T. Watanuki, T. Taguchi, S. Yamamoto, T. Yamaki, S. Takagi, T. Otomo, and S. Orimo, Mater. Des. **208**, 109953 (2021).

無断転載禁止

バイオ資源の有効活用

微細藻類培養技術を用いたCO_2の資源化

○ JSTプロジェクト提案課題（学内共同研究）

水素製造利活用研究部門　菓子野 康浩 准教授
微細藻類「ケイソウ」の培養とCO_2の油脂化



×

水素製造利活用研究部門　野崎 安衣 准教授
合金からの脱合金法を用いた多孔質触媒担体の開発



×

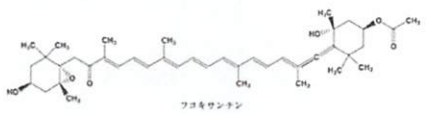
水素製造利活用研究部門　嶺重 温 教授
高温作動リバーシブル燃料電池



微細藻類の資源化（菓子野准教授）

珪藻

・光合成色素「フコキサンチン」の含有
（高付加価値有用物質）



・二枚貝やエビの養殖用餌料としての広範な利用

・光合成産物として油脂を蓄積（原油の起源生物）

珪藻の利用

健康的生活の長期的維持や
美容、健康食品への高い関心・需要

1. 化粧品原料、サプリメントや食材、医薬品
高い抗酸化作用のあるフコキサンチンや、
高付加価値物質が有用

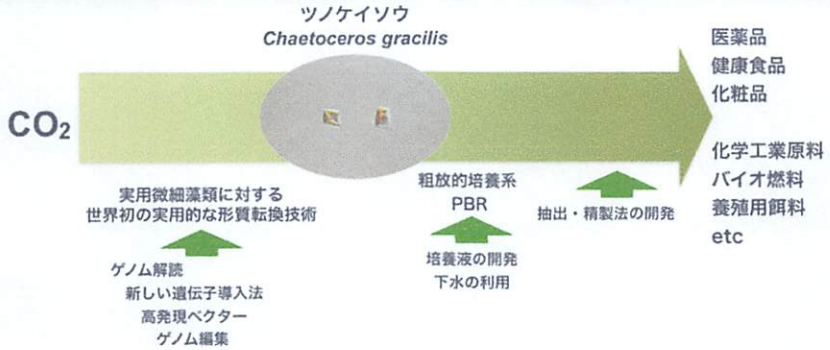
2. 養殖用餌料
国産食品への高い関心

3. バイオ燃料
（ジェット燃料）

無断転載禁止

微細藻類の資源化（菓子野准教授）

珪藻は地球上の光合成的CO_2固定の約20%を担う重要な微細藻類



基礎科学に立脚した応用科学

⇩

社会実装

⇩

低炭素化社会

珪藻類の生産性を向上させ、あるいは本来産生しない有用物質を産生させるための遺伝子組換え技術開発から、大量培養、有用物質の製品化までのプロセスを一貫して開発し、珪藻類の光合成でCO_2を有用物質に変換するシステム作りを目指す。

微細藻類の資源化（菓子野准教授）

珪藻大量培養実験設備@姫路市下水道センター大的析水苑



全体外観



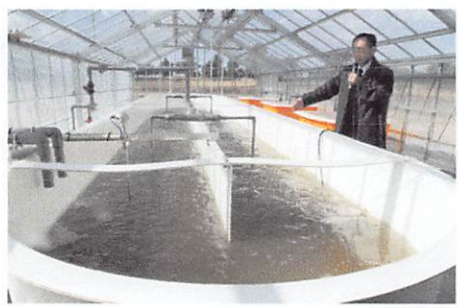
レースウェイ型水槽



現場実験室および制御盤

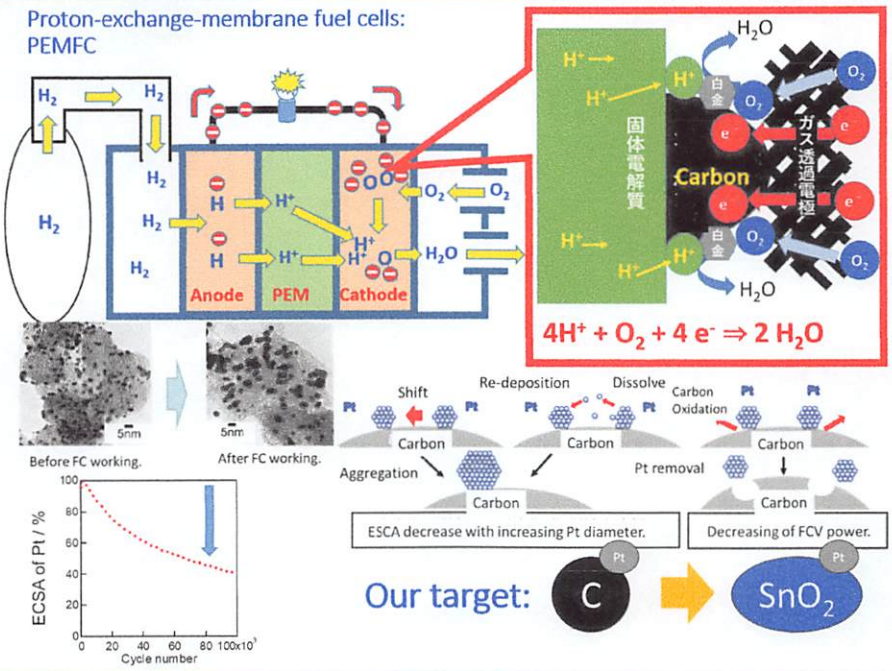


プール型水槽

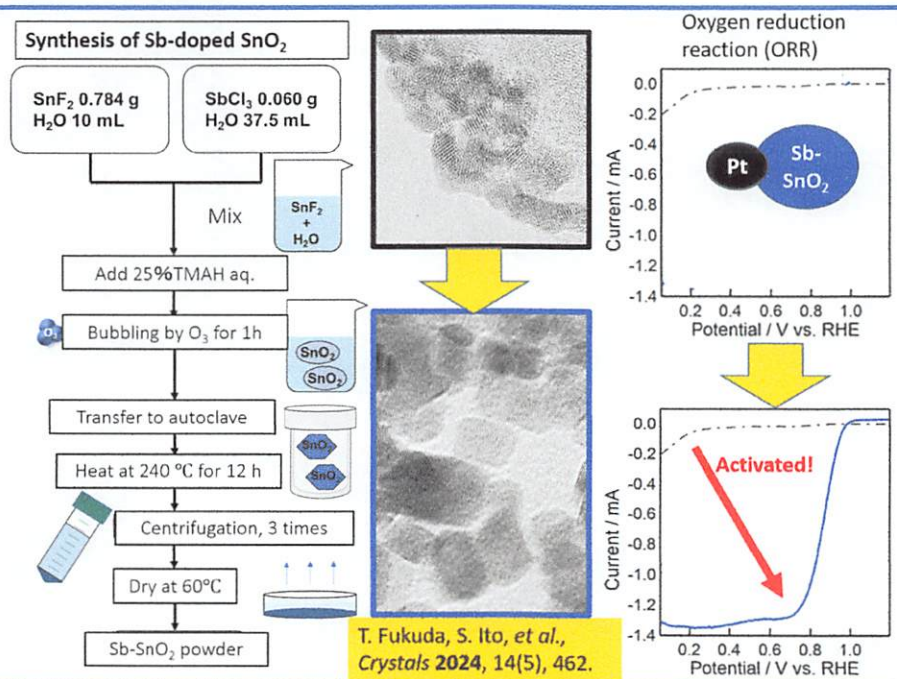


無断転載禁止

水素電極触媒開発（伊藤教授）



水素電極触媒開発（伊藤教授）



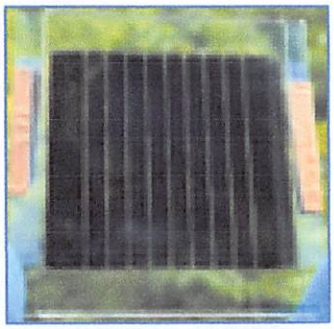
T. Fukuda, S. Ito, *et al.*, *Crystals* **2024**, 14(5), 462.

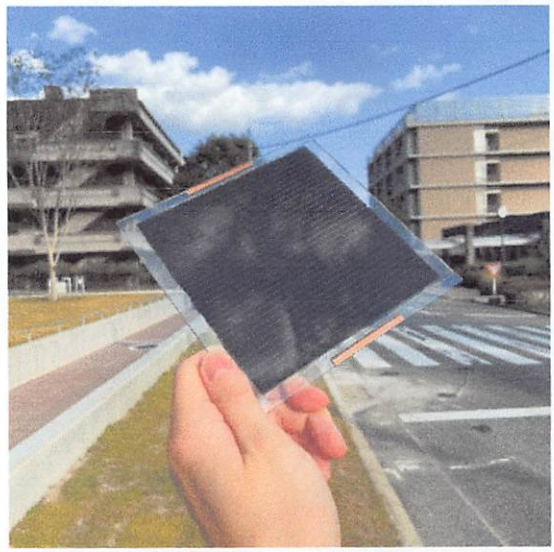
無断転載禁止

ペロブスカイト太陽電池開発（伊藤教授）

水素エネルギーの普及実装に向けた材料とデバイスの研究開発

耐久性が高く，リサイクル可能な
ペロブスカイト太陽電池の開発





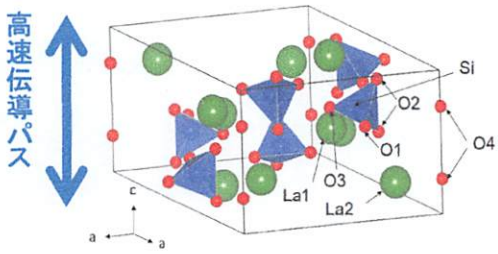
中温可逆作動燃料電池（嶺重）

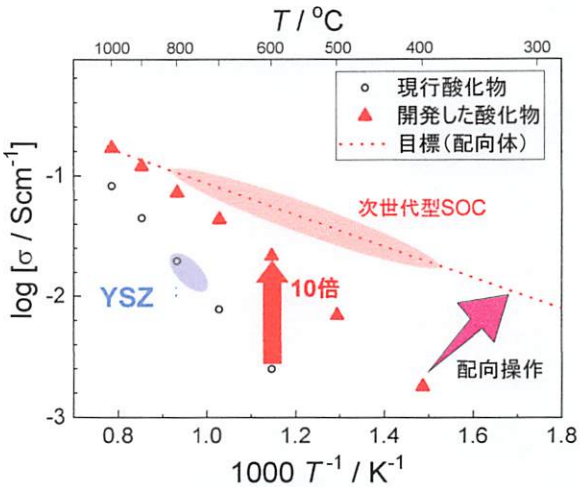
$La_{9.33+x}Si_6O_{26+1.5x}$ (LSO)

アパタイト

$A_5(BO_4)_3X$

La　Si　OH　F　O　etc.





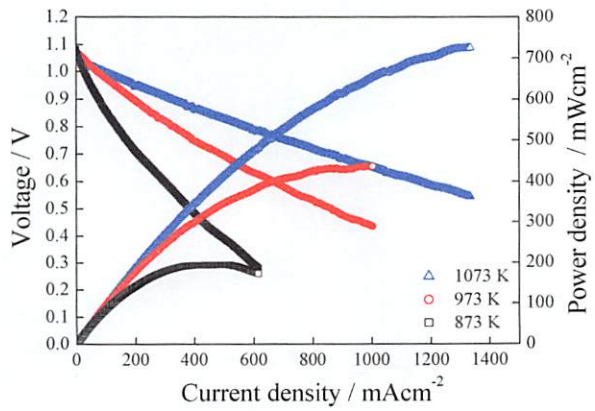
- x（過剰La量）を増やすと追加で酸素が導入
- 過剰の酸素は格子間酸素として伝導を担う
- 結晶のc軸方向に高速伝導パスが存在
- イオン伝導度の温度依存性が小さい

600°Cで既存材料の10倍の伝導度を実現

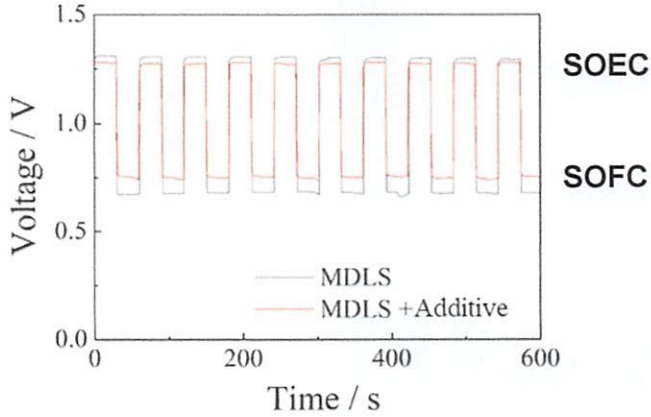
無断転載禁止

中温可逆作動燃料電池（嶺重）

中温作動燃料電池のI-V特性



燃料電池－水電解可逆作動試験

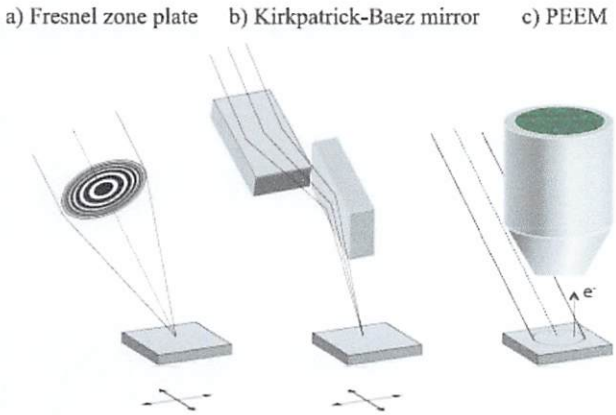


出力0.2 W cm^{-2}、±0.1 A cm^{-2}の可逆作動実証（@ 600℃）

ニュースバルでのPEEM測定（大河内教授）

化学状態・反応解析の活用

光電子顕微鏡（Photoemission electron microscopy, PEEM）



【京大との共同研究】

アンモニア利用SOFCにおいて、高価なRu系アノード代替触媒として期待されるNi系触媒に着目。高温でのニッケルのアンモニアとの反応を研究



1 kW直接アンモニアSOFC（京大）
https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/2017-07-05

表面窒化物の析出反応の進行を確認

【出典】小嗣 真人, 大河内 拓雄, 表面科学, Vol.37, No.1, 3, 2016

無断転載禁止

センターのオープンラボ



センター看板



実験室

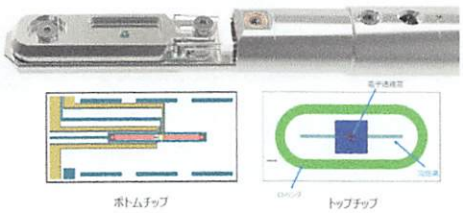




居室：事務作業スペース（左）と会議スペース（右）



発生ガス分析装置

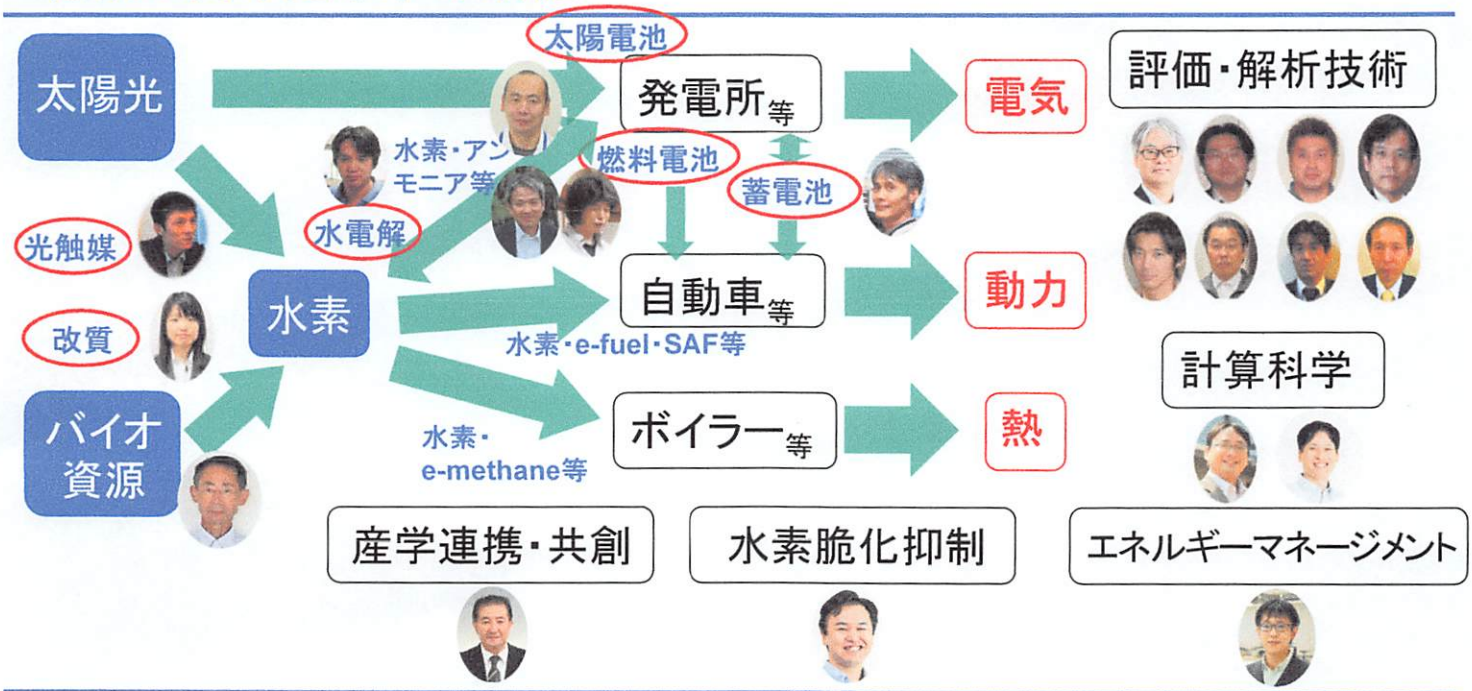


Operando-TEM治具



共同研究、技術指導、外部予算申請、分析技術提供を実施

将来に向けた本学の取組



無断転載禁止

まとめ

・将来のエネルギー構造構築に向け、水素の製造・貯蔵・輸送・利用技術に加え、太陽光ならびにバイオ資源等再エネを最大限に利用する技術を確立し、化石燃料をグリーン水素（キャリア）に置き換えるためのさまざまな検討が必要である

・水素利活用、再エネ有効活用、電力高効率貯蔵、CO_2回収と資源化など多くのブレークスルーが必要な状況であり、産学官の共創がますます必要になっている

・日本発の新材料、新技術を生み出すため、本学ならびに地域企業のシーズ・知恵を結集して、社会実装を目指しながらも基礎に立ち返った検討を継続して実施したい

連絡先



水素エネルギー共同研究センター
オープンラボ（姫路工学キャンパス
インキュベーションセンター内）

兵庫県立大学 社会価値創造機構
水素エネルギー共同研究センター

お問い合わせ先：社会価値創造機構
〒670-0962　姫路市南駅前町123
じばさんびる3階
TEL：079-2834560
FAX：079-283-4561
E-Mail：sangaku@hq.u-hyogo.ac.jp

当センターWebページ　@UHSUISO



無断転載禁止