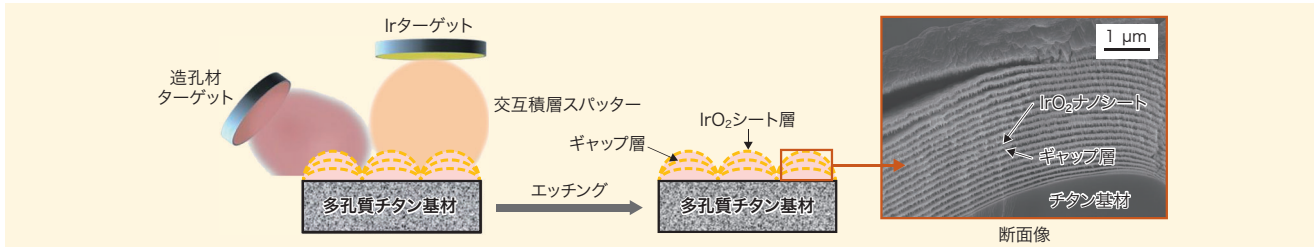


水素製造に用いる省イリジウム電極と膜電極接合体の大型化

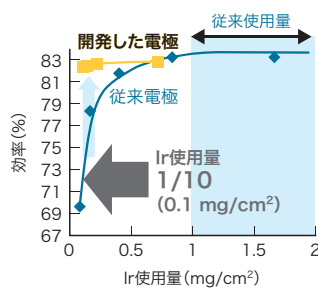


電極製造プロセス

Processes for manufacturing of electrode for polymer electrolyte membrane (PEM) electrolysis developed by Toshiba Corporation

一度に成膜可能な面積
これまで 100 cm^2

$\times 500$



電極の省Ir効果及び大型電極

Performance of newly developed electrode with small amount of iridium and electrode with area of 5 m^2

$2,000 \text{ cm}^2$ 大型MEA

Membrane electrode assembly (MEA) with area of $2,000 \text{ cm}^2$

天候の影響を受けて変動しやすい再生可能エネルギー（以下、再エネと略記）の電力を水素などに変換し、貯蔵・輸送を可能にするPower to Gas (P2G) 技術への期待が高まっている。再エネによる余剰電力を利用して、水を水素と酸素に電気分解（水電解）し、環境負荷の少ない水素を製造する。

水電解には、電力変動への追従性と耐久性の高いPEM（固体高分子膜：Polymer Electrolyte Membrane）を用いたPEM水電解方式が注目されているが、電極に用いる触媒に世界の年間生産量が7～10 tと貴金属の中でも最も希少なイリジウム（Ir）を使用しており、実用化にはIr使用量の削減が課題の一つであった。東芝グループは2017年に、スパッタリング法を用いた独自の酸化Ir（ IrO_2 ）ナノシート積層触媒を開発し、Ir使用量を従来の1/10に抑えることに、世界で初めて成功した。

今回、ナノシート形成のために必要な造孔材とIrの比率調整と、酸素投入量などの成膜条件の変更により、 IrO_2 ナノシート積層触媒を、一度に最大 5 m^2 成膜できる技術を開発した。

PEM水電解には、高温プレスにより電解質膜と電極を一体化したMEA（膜電極接合体：Membrane Electrode Assembly）を用いるが、電解質膜の製造時にプレス温度により膨潤・収縮し、電極が剥離したり電解質膜にしわができていたりする問題があった。そこで、プレス条件を適正化することで膨潤・収縮率を制御し、しわのない大型MEA（ $2,000 \text{ cm}^2$ ）の製造にも成功した。

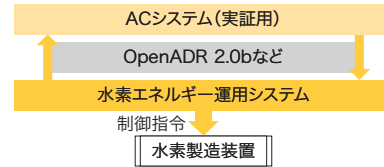
これらの技術により、P2Gの早期実用化を進め、カーボンニュートラル社会の実現に、貢献していく。

関係論文：東芝レビュー、2022、77、4、p.11-14.

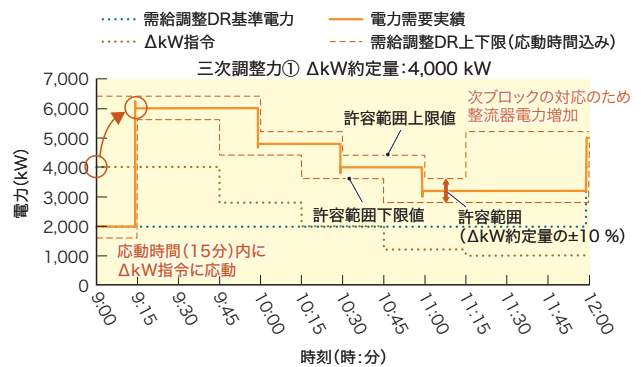
再生可能エネルギーを利用した水素製造施設FH2Rの 需給調整市場を想定した実証運用



福島水素エネルギー研究フィールド (FH2R)
Fukushima Hydrogen Energy Research Field (FH2R)



ACシステムと連携する水素エネルギー運用システム
Hydrogen energy management system in conjunction with aggregation coordinator (AC) system



三次調整力①のDR実証試験の結果
Results of demand response (DR) demonstration tests on replacement reserves

福島県双葉郡浪江町で、10 MWの水素製造装置と20 MWの太陽光発電 (PV) 設備を備えた水素製造施設 (福島水素エネルギー研究フィールド (FH2R)) の開発・実証運用を行う委託事業を進めている。この事業は、将来の再生エネルギー導入拡大を見据え、電力系統の電力需給調整に貢献する水素活用事業モデルと、水素需要に応じて水素製造を行う水素販売事業モデルとを同時に確立する、新たな付加価値を持った大規模P2Gシステムの実用化を目的としている。これまでに、電力需給調整と水素需要の二つの要求を満たしつつ運用コストを最小化する計画機能と、計画に従いながらリアルタイムに変化するPV設備の発電電力と水素製造装置への入力電力を協調制御する制御機能を備えた水素エネルギー運用システムを開発した。

2022年は、PV設備の発電電力を最適な条件下で売電する逆潮流機能を追加した。また、電力の需給調整力を取り引きする需給調整市場への対応を目指して、アグリゲーションコーディネーター (AC) システムと水素エネルギー運用システム間の通信方式を、需給調整市場の通信仕様の要件であるOpenADR 2.0bに対応させた。

これらの改善後の水素エネルギー運用システムを水素製造装置などの実機に適用し、需給調整市場を想定した実証運用を開始した。これまでに、需給調整市場にある複数種の商品のうち三次調整力①、②のデマンドレスポンス (DR) 対応試験を実施し、これらの商品要件を満たすことを確認した。

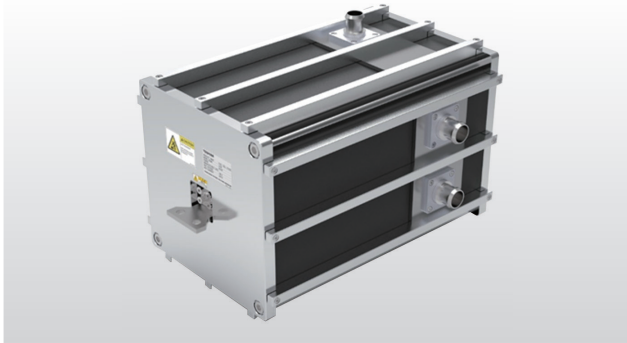
今後も、電力需給調整と水素製造を両立するP2Gシステムの更なる高度化と、水素需要への対応を含めた大規模化を実現していく。

この実証実験の成果の一部は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の技術開発事業「水素社会構築技術開発事業」(JPNP14026) で実施したものである。

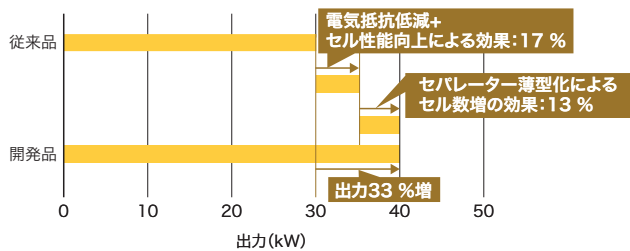
関係論文：東芝レビュー、2022、77、4、p. 7-10。

東芝エネルギーシステムズ (株)

■ 燃料電池スタックの高出力化



40 kW 燃料電池スタック
40 kW fuel cell stack for heavy-duty vehicles



開発品と従来品の出力比較
Comparison of power density of conventional and newly developed fuel cell stacks

当社製燃料電池は、世界トップクラスの耐久性があり、バスなどの稼働時間の長いヘビーデューティービークル (HDV) への適用が期待されている。HDV 向けの燃料電池は、高い耐久性を維持しながら、小型化 (高出力密度化) が必要である。出力密度向上のため、部材の小型化と発電性能向上に取り組んだ。

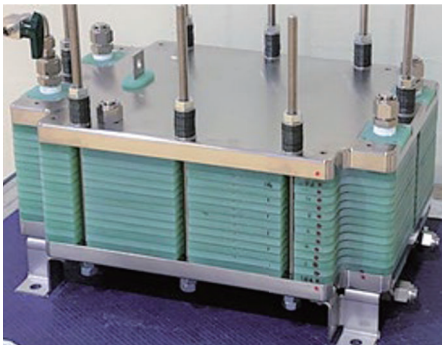
高耐久性を実現する独自技術である内部加湿カーボンセパレーターは、加湿性能を低下させずに強度を向上させ、12%の薄型化により出力密度向上 (同容積でセル数13%増) と電気抵抗低減を達成した。また、高活性な触媒と薄型電解質膜の採用により、セル性能を向上した。その結果、燃料電池スタックの出力密度を33%向上し、40 kWの出力を実現した。

今回開発した40 kW燃料電池スタックを、バッテリーシステム製造を行うポーランドのImpact Clean Power Technology社へ出荷した。今後、バス向け水素燃料電池システムの動作テスト・検証が開始される。

燃料電池スタックの適用領域を更に拡大し、欧州及び世界のほかの地域で水素バリューチェーン展開に対応していく。

東芝エネルギーシステムズ (株)

■ CO₂ 電解ショートスタックの性能検証とCO₂ 電解装置 C2Oneの基本設計



CO₂ 電解ショートスタック (10セル)
10-cell carbon dioxide (CO₂) electrolysis short stack



C2One
C2One™ CO₂ electrolyzer

二酸化炭素 (CO₂) を一酸化炭素 (CO) に高効率で転換できる電解技術を基に、年間約150 tのCOを製造するC2Oneを、2023年度の試作機完成を目標として開発している。

C2Oneには、電極面積400 cm²の単セルを100~200セル積層した電解スタックを複数台搭載する。今回、実機と同じサイズの単セル10枚を積層したショートスタック、及び電解性能を評価するための電気化学評価設備を製作して電解試験を行い、小型セルと同等のファラデー効率でCO製造ができることを検証した。また、電解スタックの性能検証結果を基に、C2Oneの基本設計を行った。システムの熱物質収支の検討や、プロセス系統設計、機器選定、電気システム設計、制御ロジック設計、装置内の配置と3次元モデル設計、安全性レビューなどの、基本設計を完了した。

成果の一部は、環境省の委託事業「二酸化炭素の資源化を通じた炭素循環社会モデル構築促進事業」で得られたものである。

関係論文：東芝レビュー、2022、77、4、p.28-31。

東芝エネルギーシステムズ (株)