

NEDO脱炭素技術分野成果報告会2025 プログラムNo. 12

グリーンイノベーション基金事業／
CO₂等を用いた燃料製造技術開発プロジェクト／
合成メタン製造に係る革新的技術開発／
SOECメタネーション技術革新事業

発表：2025年7月17日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 大西 久男*

*大阪ガス（株）（再委託：東芝エネルギーシステムズ（株））、

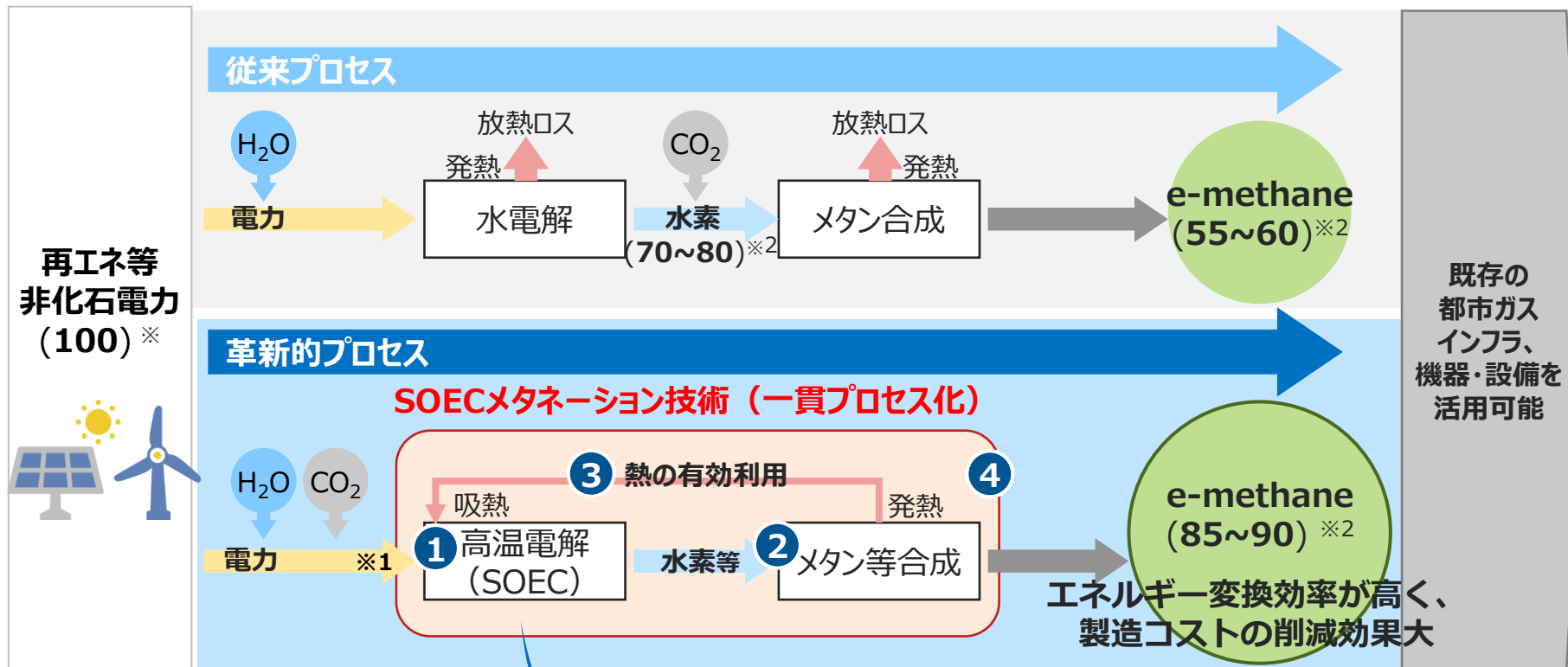
（国研）産業技術総合研究所（再委託：京都大学、群馬大学、関西学院大学、長岡高専）

問い合わせ先 大阪ガス株式会社 E-mail: ohnishi@osakagas.co.jp

SOECメタネーション技術はe-methane製造コストの大幅な低減に寄与します

SOECメタネーション技術は、“高温電解方式”による必要電力削減効果※1と排熱の有効活用により、従来プロセスの総合エネルギー効率目標（55～60%）を大幅に上回る超高効率（85～90%）を実現する革新的な技術で、e-methane製造コストのうち大きな割合を占める電力コストの大幅削減を実現すると期待されている。

本事業では、3つの要素技術開発と小規模試験を実施し、次期実証事業への移行可能な水準の技術確立を目指す。



※1 電気分解は、温度が高いほど少ない電力で反応を進められます。SOECは、約700～800℃の高温で働くため、必要な電力を他方式に比べ削減できます。（電気分解電力により高温状態を維持可能）

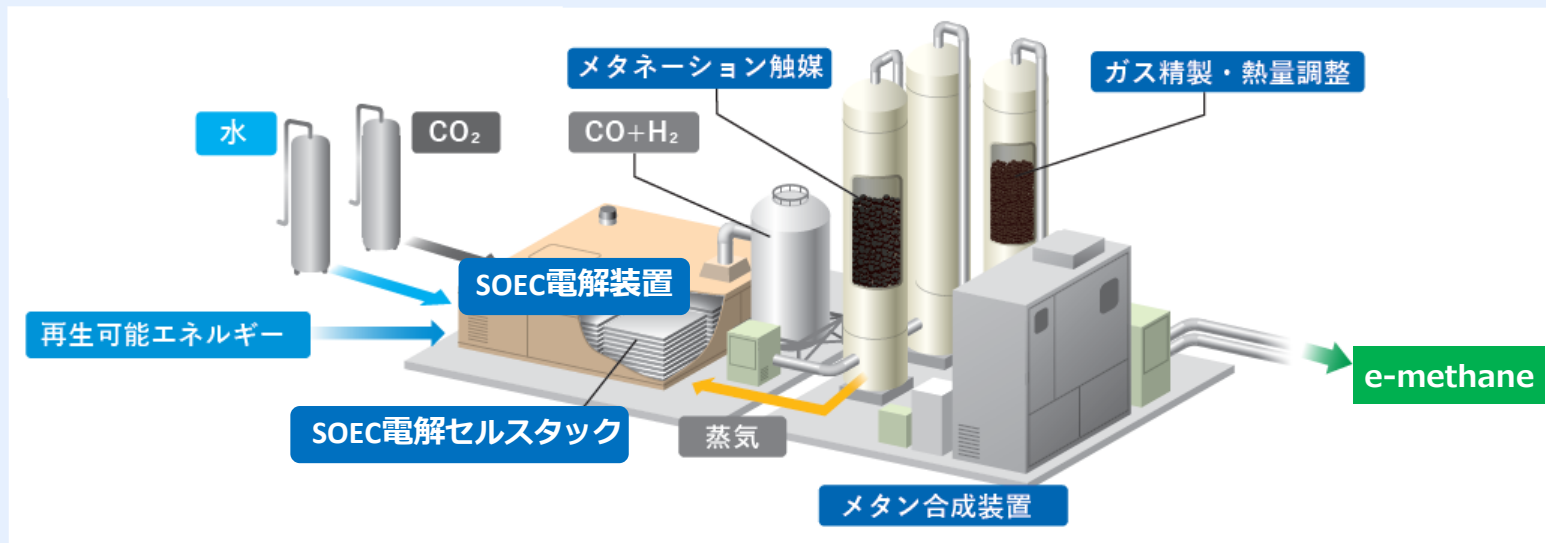
※2 製造ガス熱量（HHV）

要素
技術
開発

- ① 高温電解セルスタック・電解装置の開発
- ② ガス合成反応制御技術の開発
- ③ システム構成最適化・熱有効利用技術の開発
- ➡ ④ SOECメタネーション技術の小規模試験

SOECメタネーションプラントイメージの例と研究開発内容・主要課題

大阪ガス・産総研・再委託先の技術を結集し、セル・スタックのスケールアップ、耐久性・信頼性向上、最適なプロセス設計、コストダウンに向けて、①高温電解セルスタック・電解装置、②ガス合成反応制御技術を開発、③熱を有効利用したシステム構成の最適化を行い、④小規模試験によるエネルギー変換効率の検証を実施



① 高温電解セルスタック・電解装置の開発

大阪ガス
産総研

①-1 セル要素技術の開発

東芝エネルギーシステムズ

①-2 共電解セル・スタック・モジュール・電解装置開発

①-3 水蒸気電解セル・スタック・モジュール・電解装置開発

SOECセル・スタックのスケールアップ、耐久性・信頼性向上、低コスト化

③ システム構成最適化・熱有効利用技術の開発

大阪ガス

高度熱利用システムの確立

② ガス合成反応制御技術の開発

大阪ガス
産総研

②-1 メタネーションプロセス技術開発

②-2 増熱成分生成プロセス技術開発

安定的なe-methane製造、低コスト化、更なる付加価値向上

④ SOECメタネーション技術の小規模試験

大阪ガス

総合的エネルギー変換効率が80%を上回るe-methane製造が見通せる革新的メタネーション技術（次期実証事業への移行可能な水準）の実現に必要なKPIを設定

研究開発項目・内容

アウトプット目標・KPI

合成メタン製造に係る革新的技術開発／
SOECメタネーション技術開発

アウトプット目標

- ✓ 総合的エネルギー変換効率が80%を上回るe-methane製造が見通せる革新的なSOECメタネーション技術（実証事業への移行が可能な水準）を実現

研究開発項目

KPI

KPI設定の考え方

① 高温電解セルスタック・電解装置の開発

- 次期実証向けの数十MW級電解装置要素・構成の概念設計完了

本事業終了後に実証事業への移行を技術的に可能とする水準を設定

② ガス合成反応制御技術の開発

- 次期実証向けの数千 m^3/h 級触媒・合成反応系の仕様決定

本事業終了後に実証事業への移行を技術的に可能とする水準を設定

③ システム構成最適化・熱有効利用技術の開発

- 次期実証向けの数千 m^3/h 級合成反応熱有効利用技術、システム構成および制御・運用方法の決定

本事業終了後に実証事業への移行を技術的に可能とする水準を設定

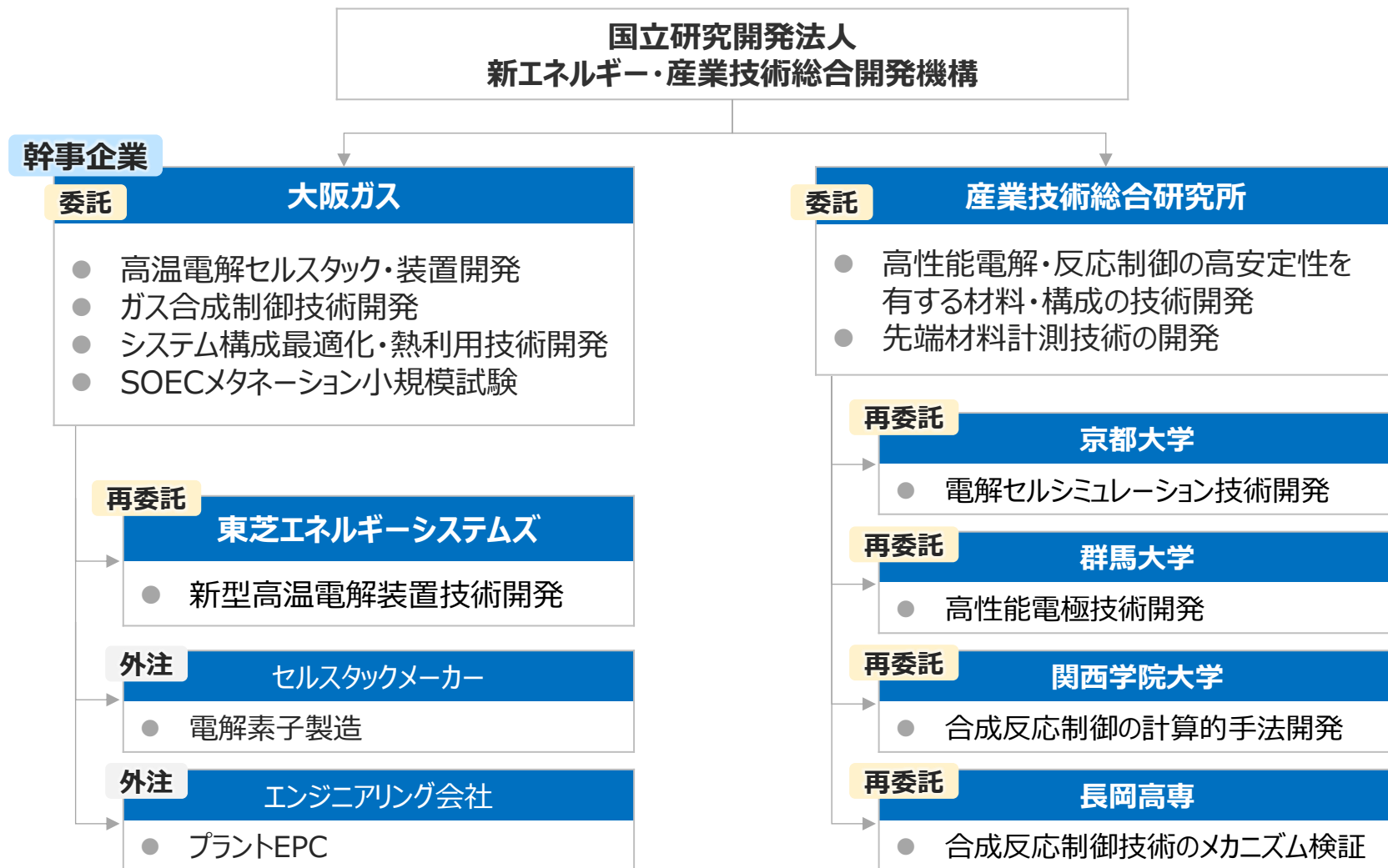
④ SOECメタネーション技術の小規模試験

- 次期実証にてエネルギー変換効率80%以上の実現を見通す小規模SOECメタネーションの実機試験による根拠データ（効率75%以上）の取得

研究開発・社会実装計画における目標を大幅に上回る水準を設定

SOECメタネーション技術の確立に向け主要機関の力を結集し強力な体制を構築

- 大阪ガス・産総研さま・再委託先さまそれぞれの保有技術を集結し、SOECメタネーション技術の確立に挑戦
- 大阪ガスは、社会実装に向けた技術開発・他事業者連携などを推進し、産総研さまは、要素技術研究・共通基盤評価技術の構築を推進



研究開発の全体的な流れと各ステージゲート目標・最終目標の概要

高度基盤技術研究と連携し、3つの要素技術開発と小規模試験を進め、2030年度までの技術確立を目指す。2024年度末と2027年度末にステージゲートを設け、最終評価に向け総合エネルギー変換効率80%を見通せる水準を目指す。

研究開発項目

革新的要素技術開発

- ① 高温電解セルスタック・電解装置の開発
- ② ガス合成反応制御技術の開発
- ③ システム構成最適化・熱有効利用技術の開発

システム技術開発・検証

- ④ SOECメタネーション技術の小規模試験



(ステージゲート1)

(ステージゲート2)

(最終目標)

A. 界面制御技術のパイロットスケール向け要素技術への反映
B. ベンチスケール装置搭載技術の仕様設計完了
C. ラボスケール試験結果と理論的検証による総合エネルギー変換効率60%以上の実現可能性の確認

D. 耐久性向上技術の次期実証向け要素技術への反映
E. パイロットスケール装置向け搭載技術の仕様設計完了
F. ベンチスケール試験結果と理論的検証による総合エネルギー変換効率60%以上の確認

G. 高温電解・ガス合成の高度解析・予測基盤技術確立
H. 次期実証向け搭載技術の仕様・構成の概念設計完了
I. 総合エネルギー変換効率80%を見通せる水準をパイロットスケール試験にて確認

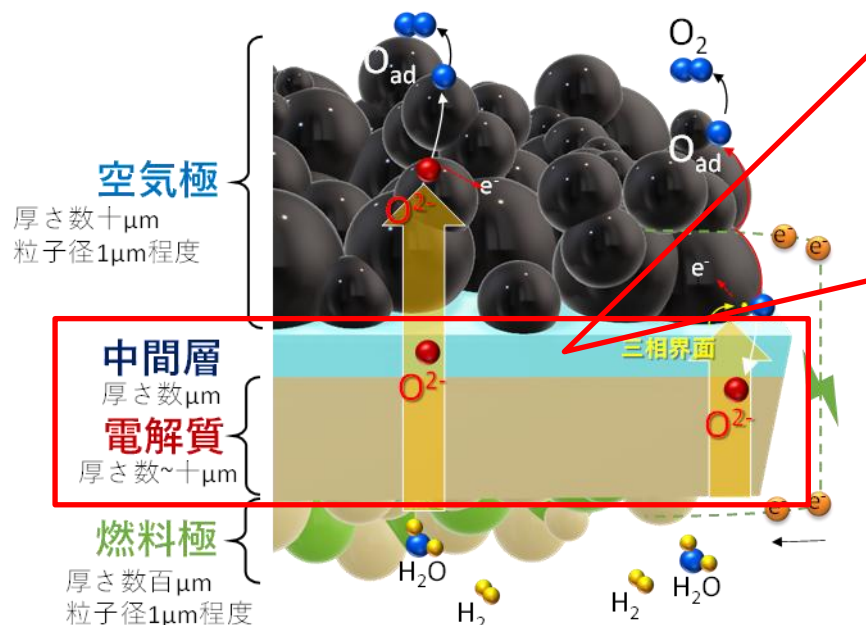
研究開発項目 1 高温電解セルスタック・電解装置の開発

1-1) セル要素技術開発の成果例

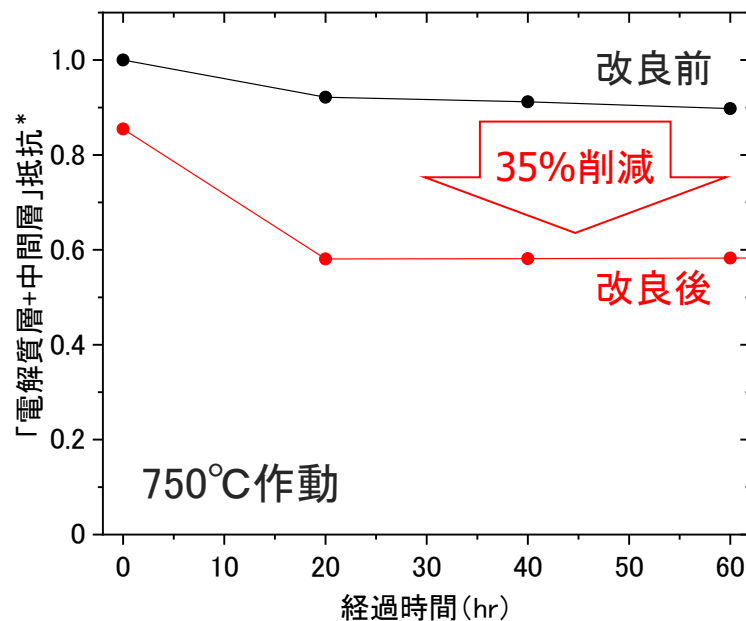
- 産総研等が保有する基盤技術を活用し、SOECを構成する各層/界面について劣化因子を解明するとともに、高電流密度と高耐久性を両立するSOEC基盤技術の確立を目指した研究開発を実施

電解セル内部抵抗 削減の取り組み例

電解セル(SOEC)の構造概略図



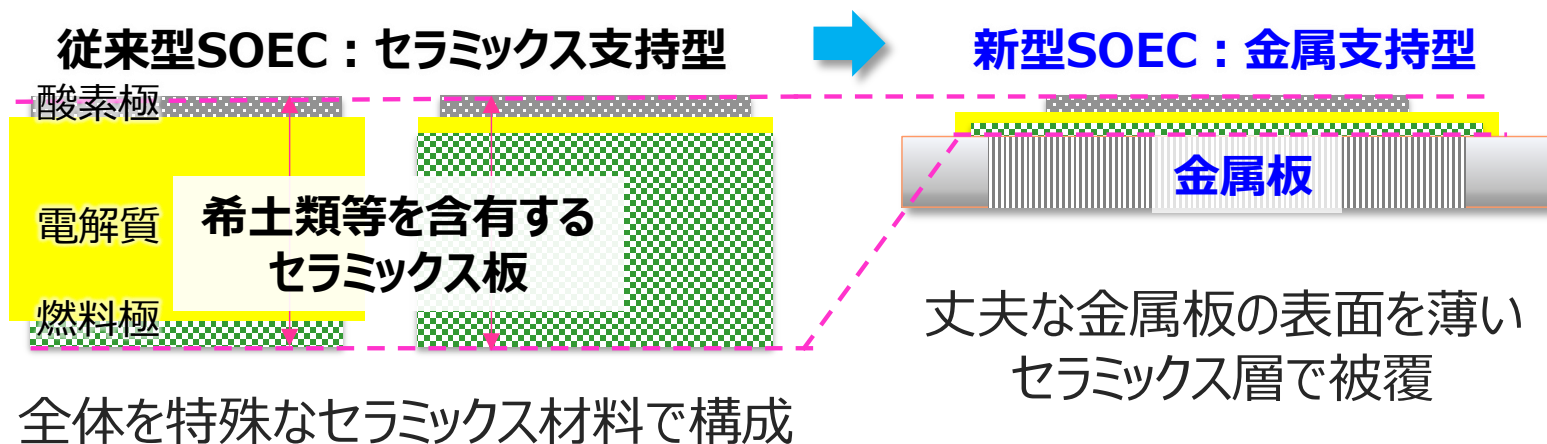
電解セル内部抵抗の1/3を占めるオーミック損失について、中間層を改良することで抵抗の35%削減できた結果、電解電流の40%向上を実現
(*改良前サンプルのスタート時の抵抗値で規格化)



研究開発項目 1 高温電解セルスタック・電解装置の開発

1-2~4) セル・スタック・モジュール・電解装置開発の成果例

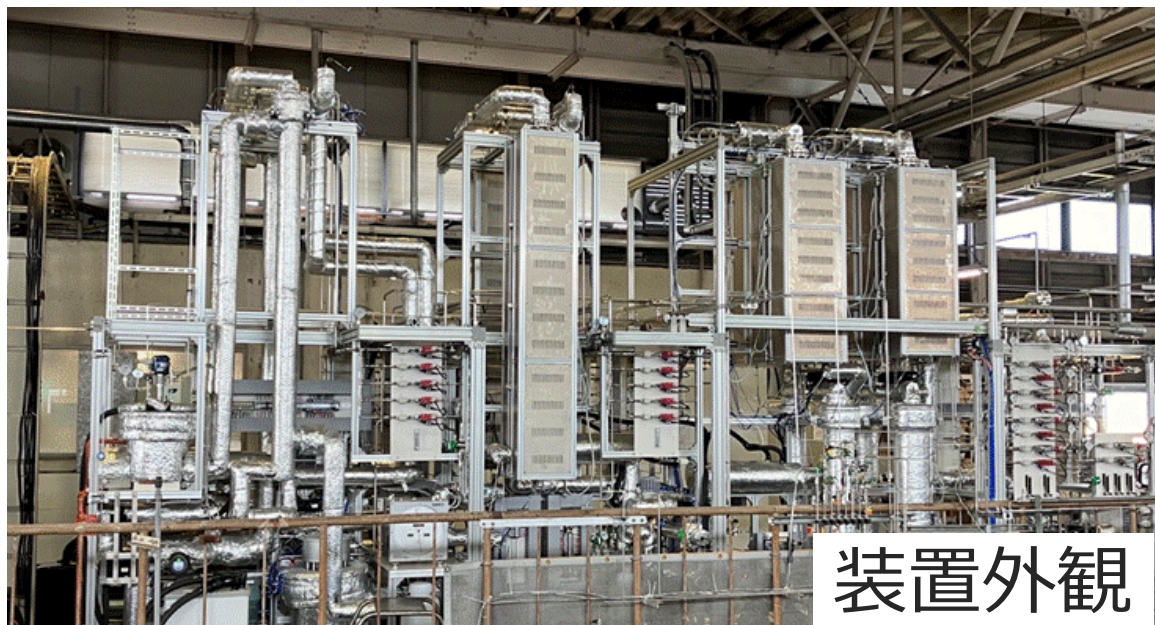
- 大阪ガスが開発する金属支持型SOECセルを用いて長期の電解耐久試験を実施し、劣化要因候補を抽出し劣化を抑制できる運転条件を見出した
- 金属支持型セルを積層したスタック試験にて目標以上の性能が得られることを確認
- ベンチスケール水蒸気電解装置のシステム設計を完了し、製造・設置工事を実施



研究開発項目 2 ガス合成反応制御技術の開発

2-1) メタネーション反応プロセスの開発の成果例

- 大阪ガスがこれまで取り組んできた代替天然ガス（SNG）合成技術を活用し、SOECに最適なメタネーションプロセスを検討
- 連続プロセス評価用装置（ $1\text{Nm}^3/\text{h}$ 級）を新設。ベンチスケール装置の運転条件検討を実施し、搭載する触媒を選定

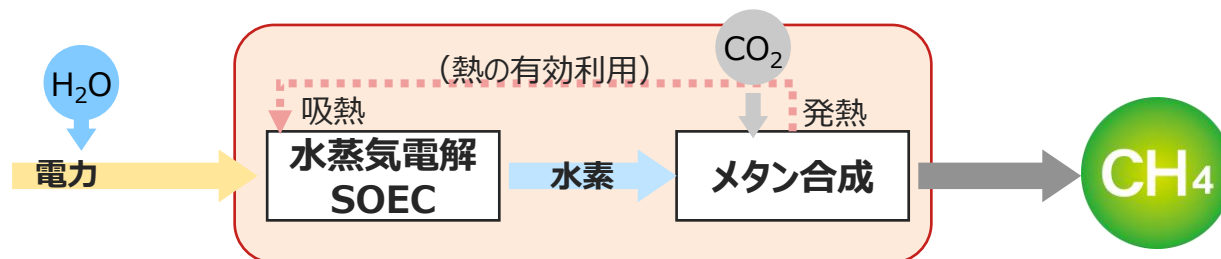


装置外観

研究開発項目3 システム構成最適化・熱有効利用技術の開発

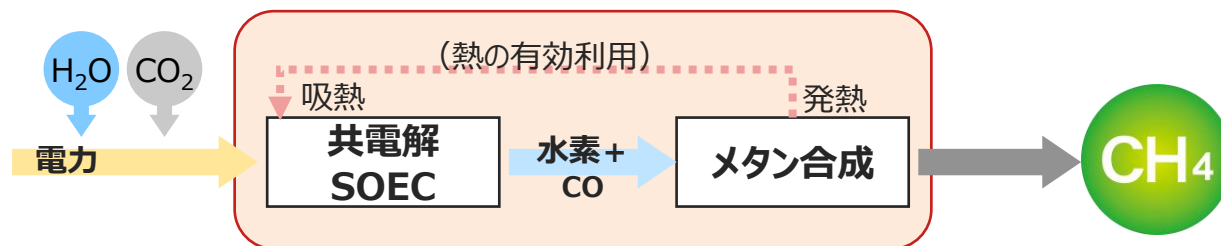
3-1) SOEC水蒸気電解用統合機開発

- ベンチスケール装置のシステム設計を完了し、製造・設置工事を実施



3-2) SOEC共電解用統合機開発

- ベンチスケールプロセスの概念設計を完了



研究開発項目 4 SOECメタネーション技術の小規模試験

原理試作機（ラボスケール試験装置）による小規模試験

- ラボスケール試験装置（1.5kW-0.1Nm³/h）にて効率検証試験を実施し、熱収支の理論値を踏まえエネルギー変換効率60%以上（試算結果約80%※）の見込みを獲得

※実測値と机上計算結果より求めた計算値



社会実装計画策定に向けた調査

製造地になり得るエリアの再生可能電力の特性をふまえたメタン製造コストの試算を行いました。

同じく革新的メタネーション技術の開発に取り組む東京ガスと共同で委員会を実施し、共通課題に対する有識者からの助言を取り入れ、蓋然性の高い社会実装計画の策定を目指します。

SOECメタネーションの社会実装に向けた検討



進捗

- ✓ 適地拡大の可能性、さらなるコストダウン対策、CO₂・水調達可能性調査を実施
- ✓ ロードマップ1次案、製造・供給シナリオ1次案、社会実装モデル1次案を検討、作成
- ✓ 2024年11月 革新的メタネーション技術社会実装シンポジウム開催（東京ガス共催）（会場185名、オンライン828名参加）
- ✓ 2024年12月 第5回共同委員会開催（東京ガス共催）



11月シンポジウム



12月共同委員会

活動の位置づけ



研究開発の全体的な流れと各ステージゲート目標・最終目標の概要

高度基盤技術研究と連携し、3つの要素技術開発と小規模試験を進め、2030年度までの技術確立を目指す。2024年度末と2027年度末にステージゲートを設け、最終評価に向け総合エネルギー変換効率80%を見通せる水準を目指す。

研究開発項目

革新的要素技術開発

- ① 高温電解セルスタック・電解装置の開発
- ② ガス合成反応制御技術の開発
- ③ システム構成最適化・熱有効利用技術の開発

システム技術開発・検証

- ④ SOECメタネーション技術の小規模試験

先行研究開発成果

(ステージゲート1)

(ステージゲート2)

(最終目標)

A. 界面制御技術のパイロットスケール向け要素技術への反映
 B. ベンチスケール装置搭載技術の仕様設計完了
 C. ラボスケール試験結果と理論的検証による総合エネルギー変換効率60%以上の実現可能性の確認

D. 耐久性向上技術の次期実証向け要素技術への反映
 E. パイロットスケール装置向け搭載技術の仕様設計完了
 F. ベンチスケール試験結果と理論的検証による総合エネルギー変換効率60%以上の確認

G. 高温電解・ガス合成の高度解析・予測基盤技術確立
 H. 次期実証向け搭載技術の仕様・構成の概念設計完了
 I. 総合エネルギー変換効率80%を見通せる水準をパイロットスケール試験にて確認

SOECメタネーションのベンチスケール試験

- 本年6月、SOECメタネーションのベンチスケール試験施設が完成。
- 本施設にて、ベンチスケールのSOEC電解装置とメタン合成装置を組み合わせて、装置の性能確認を行うとともに、プロセス全体の運転データの取得を行い、高いエネルギー変換効率を達成するための検証を進める。

SOEC水蒸気電解装置



メタン合成装置



Daigasグループ「エネルギーtransition2050」(2025年2月27日公表)

2050年CN達成に向け、SOECメタネーション技術によりe-メタン普及を拡大・加速

DaigasグループのCO₂削減ロードマップ

https://www.daigasgroup.com/files/data/sustainability/reportpolicy/sustainability_report/energy_transition.pdf

