

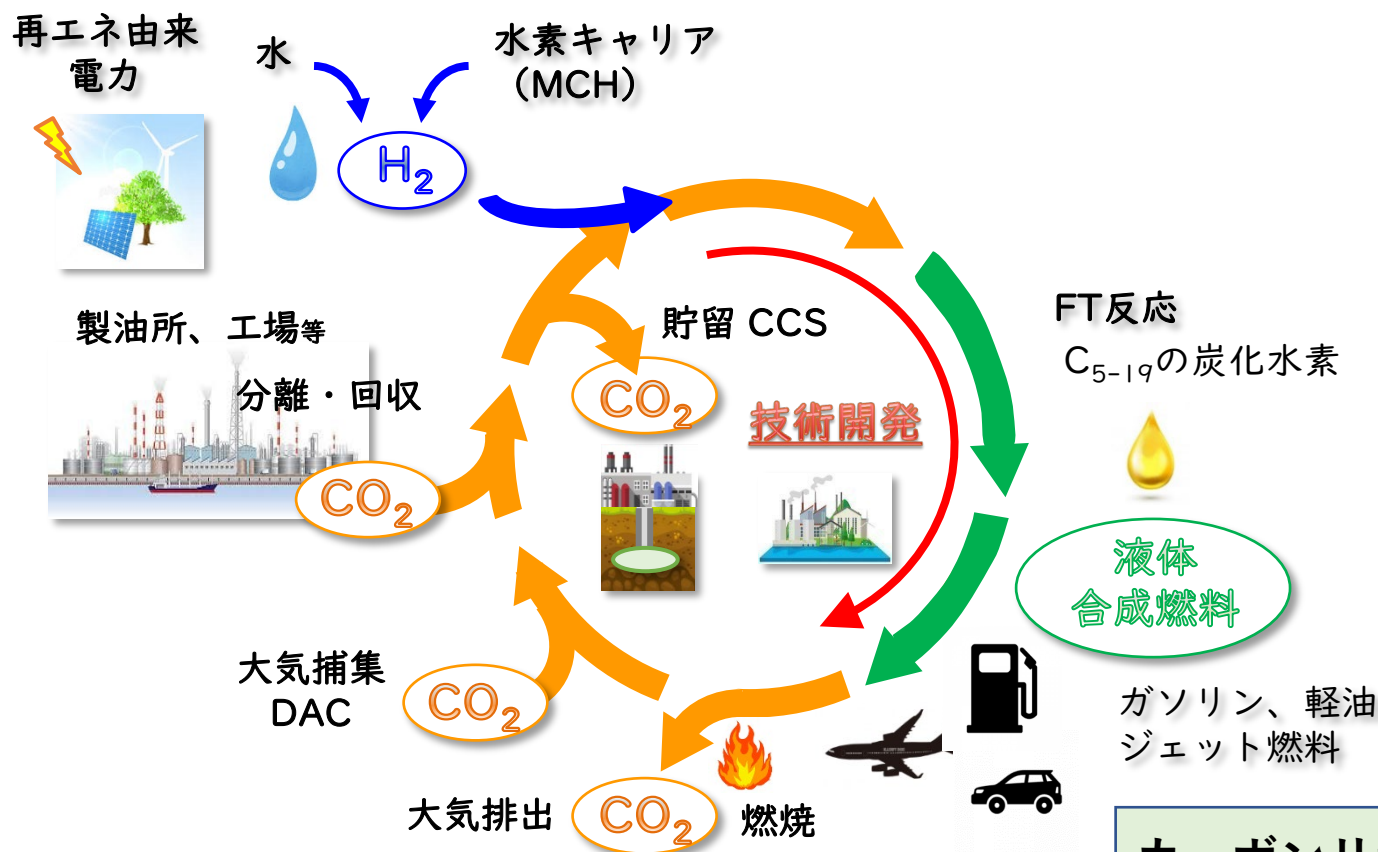
2023年度 JPECフォーラム

**SOECを用いた液体合成燃料製造プロセス
の研究開発**

2023年5月10日

**国立研究開発法人産業技術総合研究所
省エネルギー研究部門**

NEDO「次世代FT反応と液体合成燃料 一貫製造プロセスに関する研究開発」事業（環境部）



<研究実施体制>

成蹊大学
ENEOS株式会社
名古屋大学
横浜国立大学
出光興産株式会社
産業技術総合研究所
石油エネルギー
技術センター (JPEC)
→東北大 (再委託)

<事業期間>

2020～2024年度

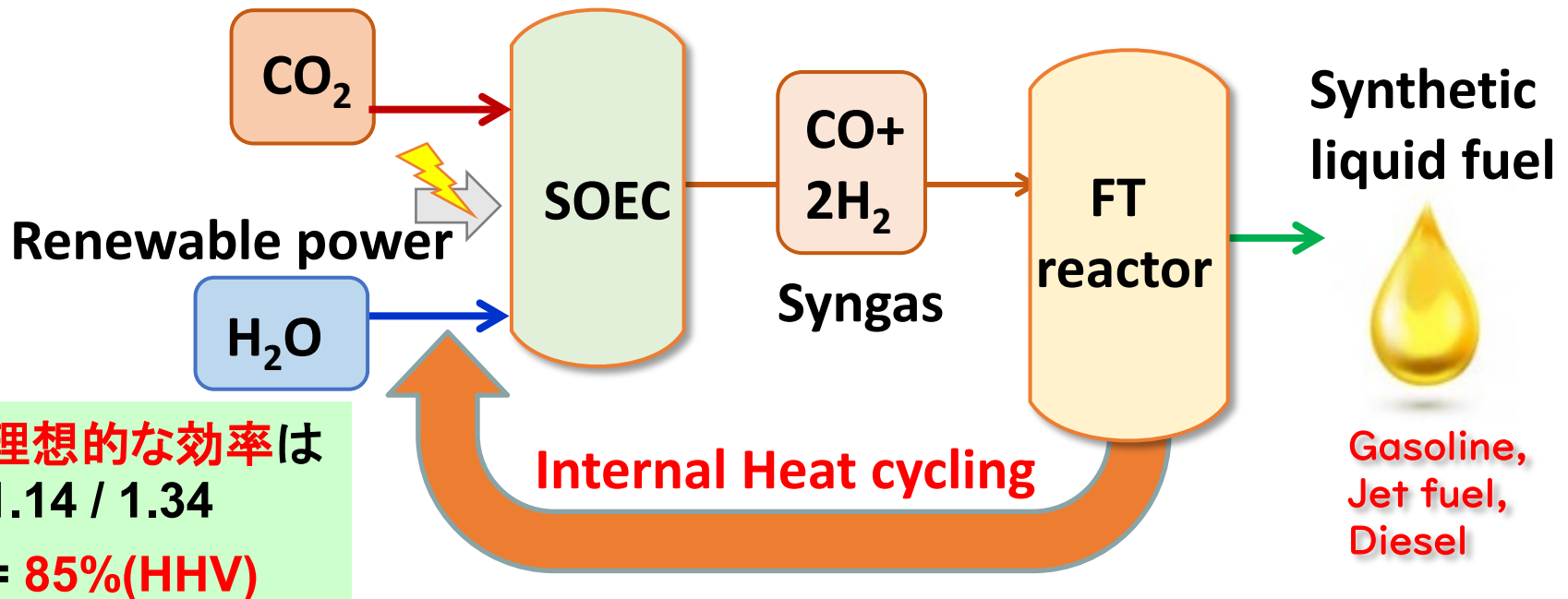
カーボンリサイクル技術の一つ

水の蒸発 : $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) ; +0.15 \text{ V}$

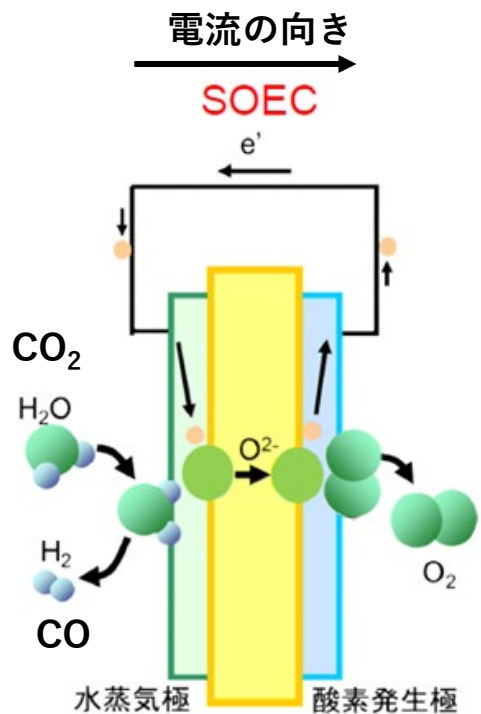
共電解 : $2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{CO} + 1.5\text{O}_2 ; +1.34 \text{ V}$ (>水蒸気電解)

FT合成 : $2\text{H}_2 + \text{CO} \rightarrow -(1/n)(\text{CH}_2)_n + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) ; -0.36 \text{ V}$
(Fischer-Tropsch)

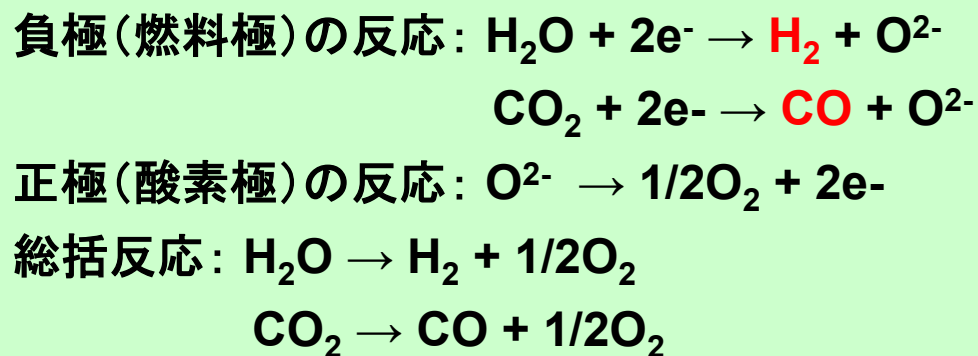
総括反応: $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2 \rightarrow -(1/n)(\text{CH}_2)_n + 1.5\text{O}_2 ; +1.14 \text{ V}$



固体酸化物形電解セル(SOEC)によるH₂O/CO₂電解(共電解)



炭素析出？

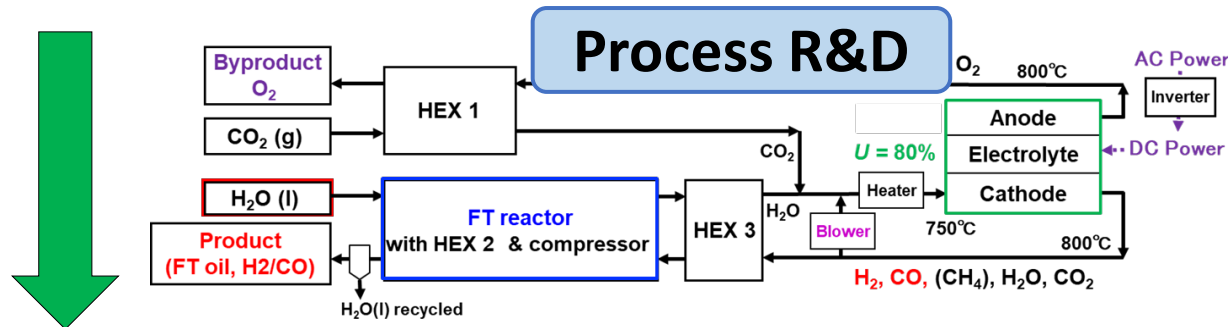


- セラミックベースの電気化学デバイス; 電解質はジルコニア系
- 650-850°C作動
- 従来の水電解(約2.0 V)より動作電圧が低く(1.3 V程度)高効率で、水蒸気から酸素を引抜き、水素が生成
- CO₂も同時に電解(共電解)でき、H₂+COの合成ガス製造が期待
- 電流1 Aで 7.0 standard cc/min反応

セル構成例	厚さ (μm)
負極: Ni-YSZ	数百~1000
電解質: YSZ	数~10
中間層: セリア系	数~10
正極: La-Sr系	10~20

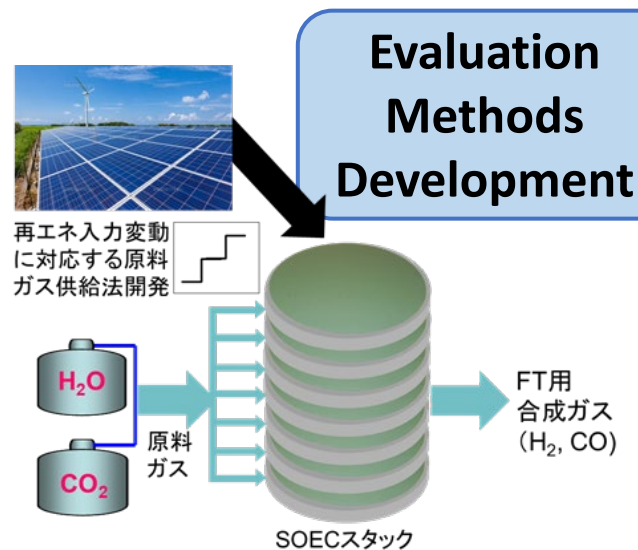
SOECを用いた液体合成燃料製造に関する プロセス研究開発のご紹介

①FT反応に適した共電解プロセス開発： 高度熱利用、H₂/CO再循環、変動対応



③単セル・スタック 性能評価

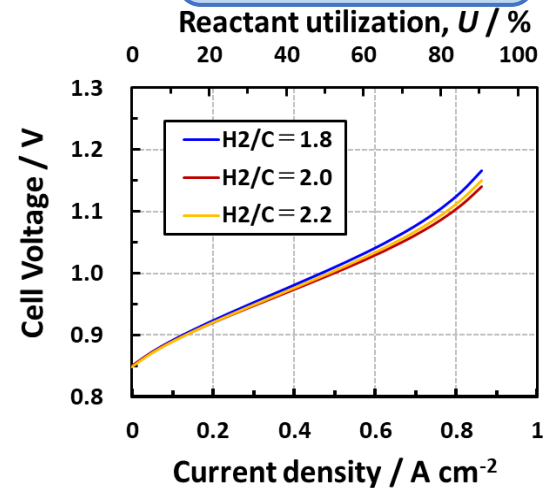
②FT用SOEC性能評価技術開発 (高精度)



- ・ 単セル性能評価設備
- ・ 2 kW級スタック評価設備



Performance tests



高い効率の共電解(電力→合成ガス)とFT合成を統合した新しいプロセス開発

単セル～2 kW級共電解性能評価方法



- ・ガス供給能力：**水蒸気10 SLM**, Air 50 SLM
(H₂O, CO₂, H₂, N₂, Air/O₂)
- ・各原料流量精度：セットポイントの±1%
- ・直流入力：～2 kW
- ・電流ステップ制御でI-V特性評価
- ・スタック全体および30セルまでの各セルインピーダンス同時測定（セル毎の性能のばらつき）
- ・共電解生成ガス（H₂/CO）の組成・流量測定
⇒水蒸気を含んだまま測定、物質収支
⇒**ガス組成分析精度±0.5%**, **流量精度±1.0%**



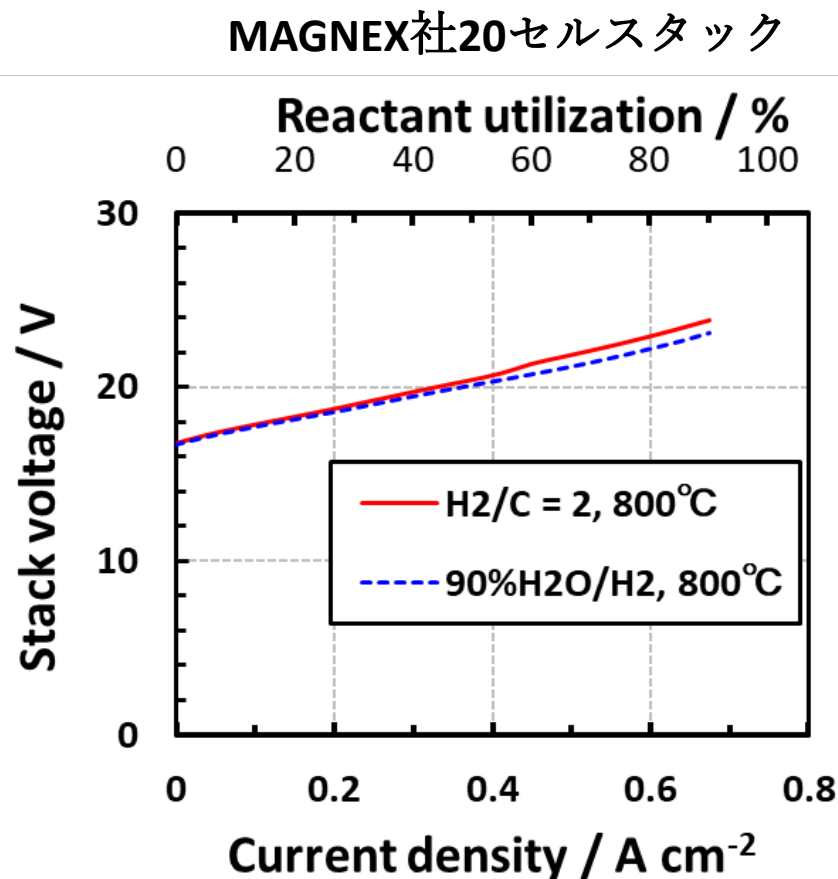
ガス分析



流量計

2 kW級までの共電解スタック試験方法は
開発済み（開回路電圧安定性 ±0.2 mV）

試験結果例 ($H_2/C = 2.0$ for FT、 800°C)



- 20セルスタックを用いた共電解では、水蒸気電解より過電圧が大きい
- 燃料電池に比べ電流密度が2倍程度と高く、燃料極内の CO_2 拡散速度に由来する濃度過電圧と推定（EC用に最適化が必要!?）

- プロセス効率が50–60%(HHV)と低く、物質・熱の高度利用が必要(H_2/CO リサイクルで効率8ポイント向上)
- 単セル～2 kW級共電解性能評価手法開発済み
(IV, スタック・各セルインピーダンス、生成ガス測定)
- FT反応用共電解では、 CO_2 電極内拡散性の向上・濃度過電圧の低減、炭素析出の抑制(温度、利用率、電位制御)が重要
- FT用共電解時の劣化因子把握中(水蒸気電解共通＋特有!?)
- 大型化(スタック・モジュール技術)に向けては、モジュール性能予測技術の研究開発に着手

本発表内容は、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）の委託事業として行った研究成果である。ここに謝意を表する。