

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026 プログラムNo.602-3-15

NEDO先導研究プログラム／エネルギー・環境新 技術先導研究プログラム／ガス循環によるメタン からの水素製造と二酸化炭素資源化

発表：2026年07月23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

阿部 英樹

（国研）物質・材料研究機構；（株）荏原製作所；（国）東京科学大学；（県）高知工科大学
問い合わせ先 E-mail: ABE.Hideki@nims.go.jp

事業概要

ガス循環反応システム PCT/JP2022/040546

1.期間:

開始:2023年4月

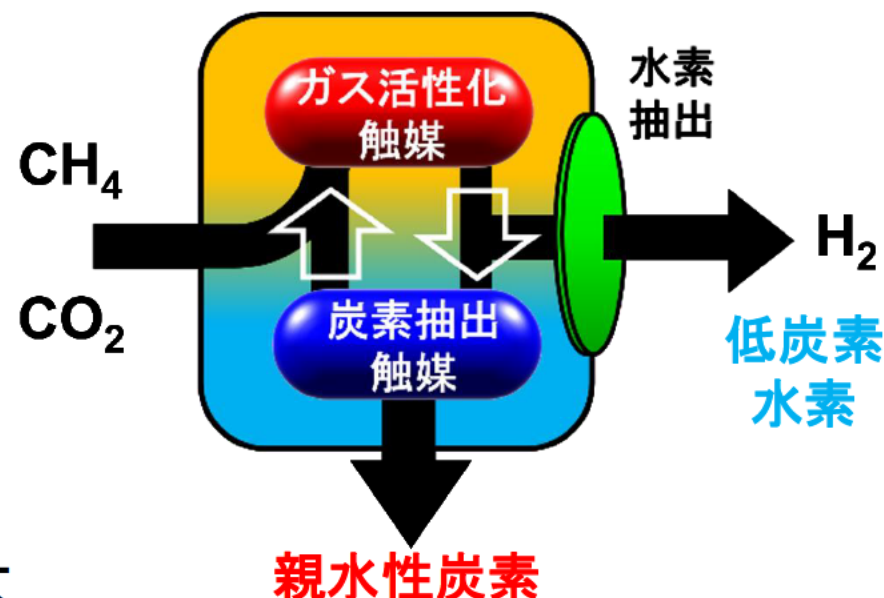
終了:2026年3月

2.背景:

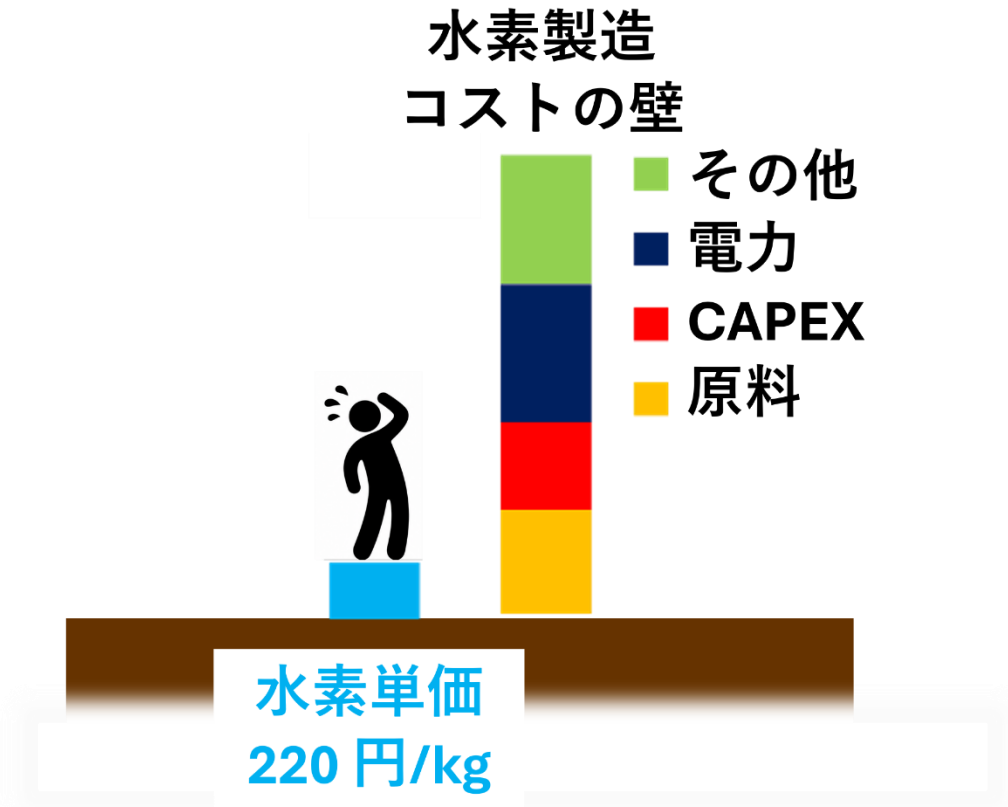
多様な供給源を有するレジリエントな
水素資源としてのメタンの重要性増大

3.目的:親水性炭素収益化による安価・豊富な低炭素水素供給の実現

4.目標:メタンと二酸化炭素から低炭素水素と高付加価値「親水性炭素」を共製造する「ガス循環反応システム」の概念実証(POC)

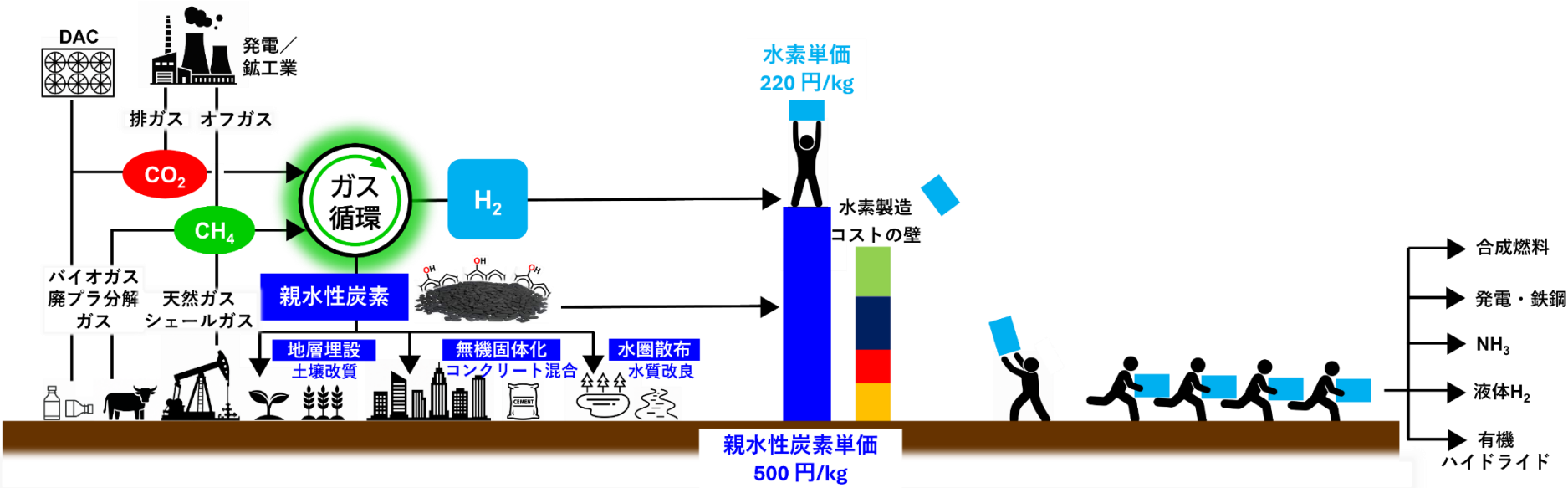


1. 事業の位置付け・必要性



水素社会を阻む「水素製造コストの壁」。

1. 事業の位置付け・必要性

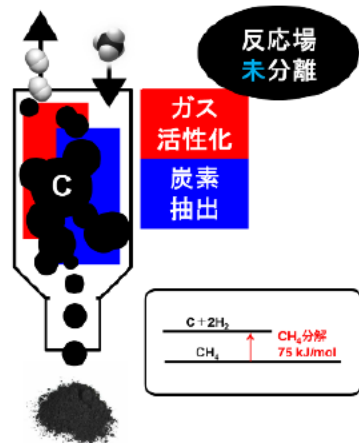


新開発の「**ガス循環反応システム**」により、多様なメタン・二酸化炭素資源から低炭素水素と高付加価値「**親水性炭素**」を共製造。水素供給のレジリエンス向上と共に、親水性炭素の収益化によって水素製造コストを圧縮・**水素製造コストの壁**を克服。

1. 事業の位置付け・必要性

競合技術：メタン直接分解

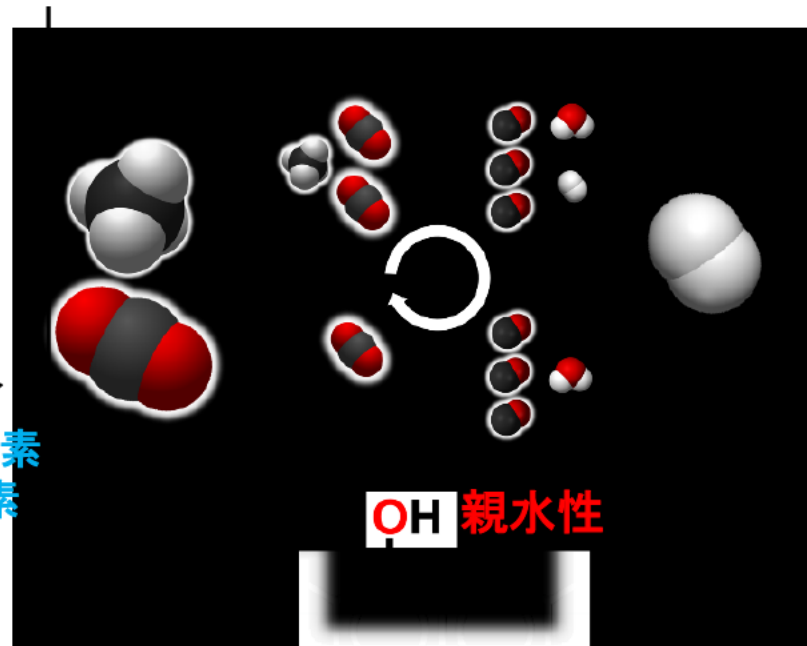
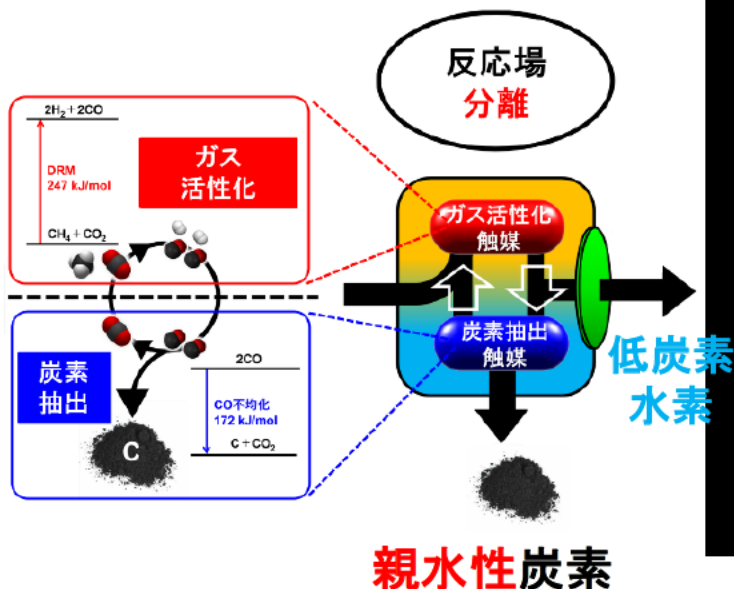
✕炭素性状の制御：困難



疎水性炭素

本提案

✓炭素性状の制御：容易



ガス活性化と炭素抽出・捕集の**反応場分離**により、水素製造条件と固体炭素製造条件を独立制御。低炭素水素と共に、従来法では困難な**親水性炭素**製造を実現。

2. 研究開発マネジメント



実施項目A 大型水素製造システム開発と市場調査

A-1ガス活性化触媒・炭素捕集触媒の性能最適化

A-2ガス活性化-炭素捕集-水素抽出直列大型システムの構築と性能評価

A-3大型ガス循環反応システムの構築と動作実証

A-4プロセス設計

A-5親水性炭素とカーボンクレジットの市場調査

A-6触媒量産プロトコルの開発



実施項目B 小型水素製造システムと触媒材料開発

B-1大容量ガス処理触媒の材料設計と量産プロトコル

B-2直列システムによるマス・エネルギーバランス評価: A-2ガス活性化-炭素捕集-水素抽出直列大型反応システムの構築と性能評価に統合。

B-3小型ガス循環反応システムの設計と構築・動作実証

B-4親水性炭素選択製造のための触媒開発



高知工科大学
Kochi University of Technology

実施項目C 電顕による微細構造観察支援



実施項目D 炭素化の機構解明と機能探索

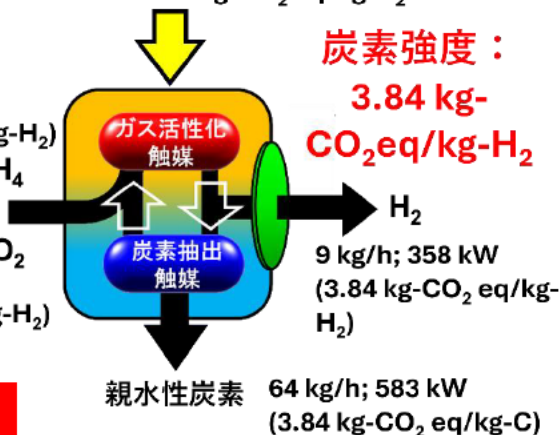
3. 研究開発成果まとめ

研究項目	開発目標	達成目標	達成度	詳細
A-4,5	ガス循環反応システムプロセス設計 親水性炭素市場調査	システム運用条件決定 炭素固定化手法としての 要件設定	100	達成
A-1,2,3; B-3	ガス循環反応システムPOC	小型システム動作実証 大型システム動作実証	100	小型・大型両システムによる低炭素 水素・固体炭素同時製造実証
A-6; B-1	ガス活性化触媒	大容量ガス処理触媒の 量産と性能実証	100	メタン転換率> 94 %以上 1000 h安定動作達成 ガス処理1200 ℓ/h/kg触媒達成 ガス活性化触媒量産(活物質： 5 kg/バッチ；ペレット触媒： 10 g/h連続製造)プロトコル確立
A-6; B-1	炭素捕集触媒	大容量ガス処理触媒の 量産と性能実証	100	炭素捕集効率> 平衡値60%達成 炭素捕集量> 20 g/h/g触媒 バッチ 炭素捕集触媒量産(10 kg/バッチ) プロトコル確立
B-1	炭素連続捕集	炭素連続捕集> 4 時間	100	達成
B-4; C; D	親水性炭素	水関連材料性能 親水性炭素> 従来炭素 材料	100	水接触角 親水性炭素<カーボンブラック確認 水浄化(脱色・濁り除去)性能 親水性炭素> 活性炭確認

ガス循環反応システムによる低炭素水素製造のフィジビリティ確認（ブルー水素相当炭素強度）。ビジネスモデルの前提：「高付加価値」副生炭素の販売価格を特定。

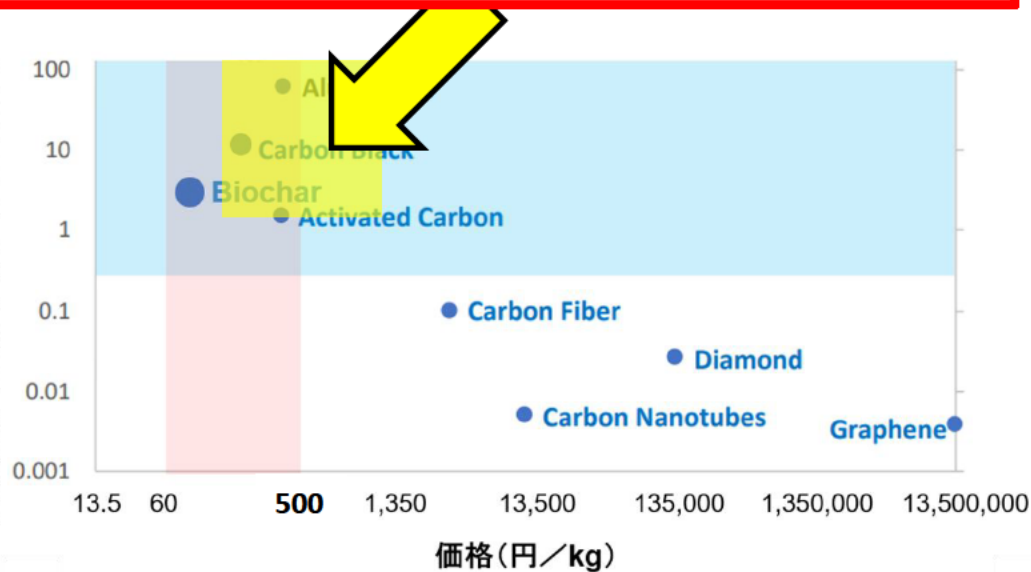
投入エネルギー1303 kW: 2.69 kg-CO₂ eq/kg-H₂

61 kg/h; 940 kW
(CO₂排出量:
0.44 kg-CO₂ eq/kg-H₂)
CH₄
69 kg/h; 0 kW
(CO₂排出量:
0.71 kg-CO₂ eq/kg-H₂)
CO₂



A-4,5

炭素製品の世界市場サイズ(メガトン/年)



ガス循環反応システム由来水素炭素強度 (3.84 kg-CO₂ eq/kg-H₂)
～ブルー水素 (3～5 kg-CO₂ eq/kg-H₂) < グレー水素 (10～12 kg-CO₂ eq/kg-H₂)。低炭素水素副生炭素を「**高付加価値炭素 > 500 円/kg**～2×グラファイト／カーボンプラック」として販売。収益を確保しつつグラファイト／カーボンプラック代替品大量供給の二軸事業化ストーリーを推進。

ガス循環反応システム実機（小型・大型）による低炭素水素製造実験実証に成功。 シミュレーション結果と併せ、社会実装に向けたPOCとフィジビリティを確立。

B-3

炭素捕集

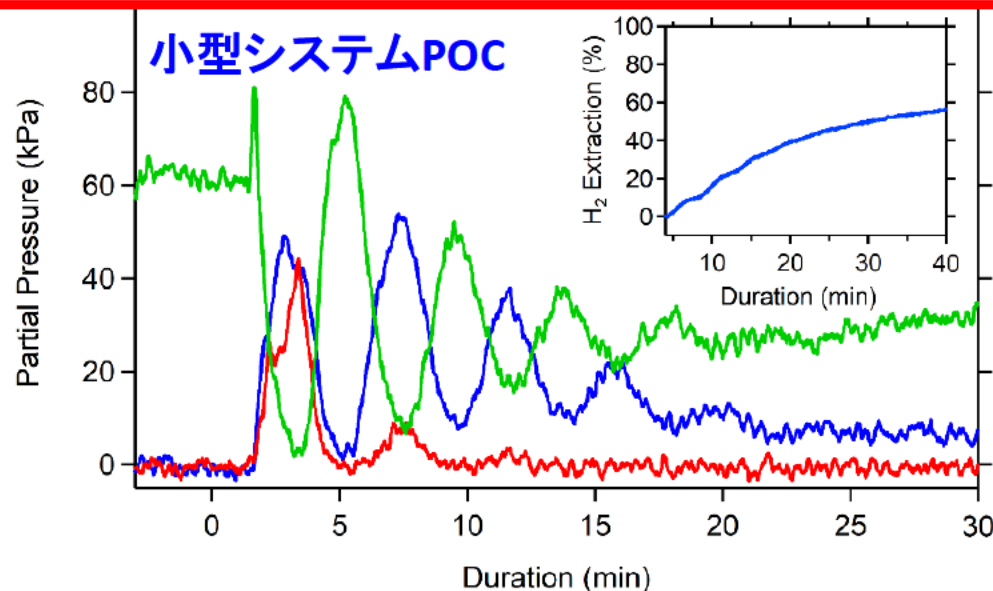
$\text{CH}_4:\text{CO}_2=0.08:0.04$ ℓ/h から
 H_2 0.08 ℓ/h 製造 連続18時間

ガス
活性化

容器

水素
貯留

小型システムPOC



A-1,2,3

水素分離
ブリードガス戻し

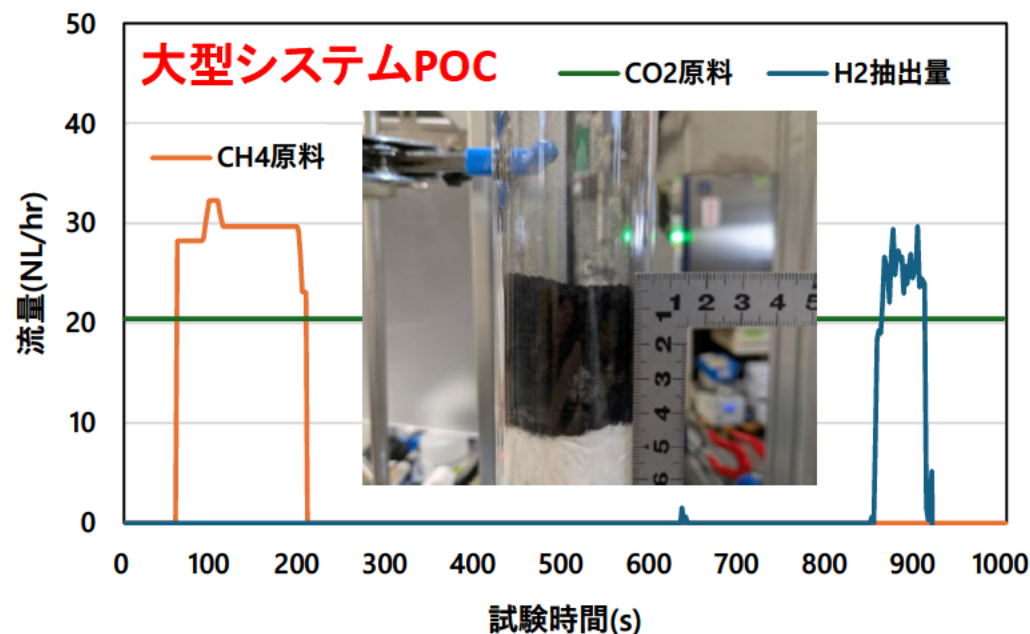
ガス
活性化

$\text{CH}_4=30$ ℓ/h (150秒注入) から
 H_2 総計0.6 ℓ 製造

水素分離

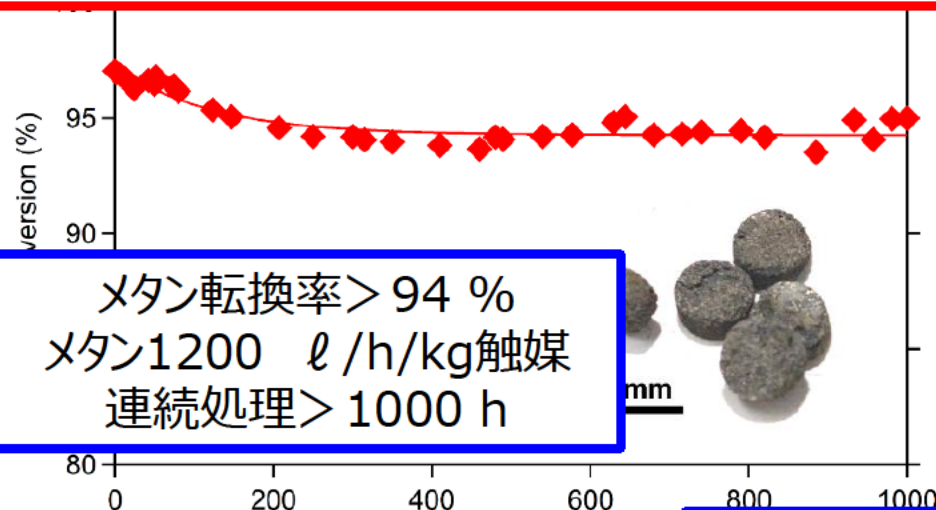
コンプ
レッサー

大型システムPOC

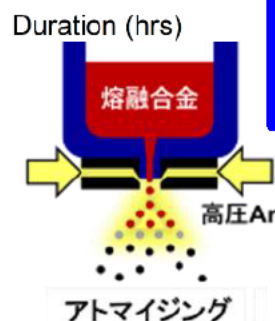


システム構成要素技術①：「ガス活性化触媒」の量産プロトコルと性能実証 完了。スケールアップ・プラント化に向けたマイルストーン樹立。

B-1



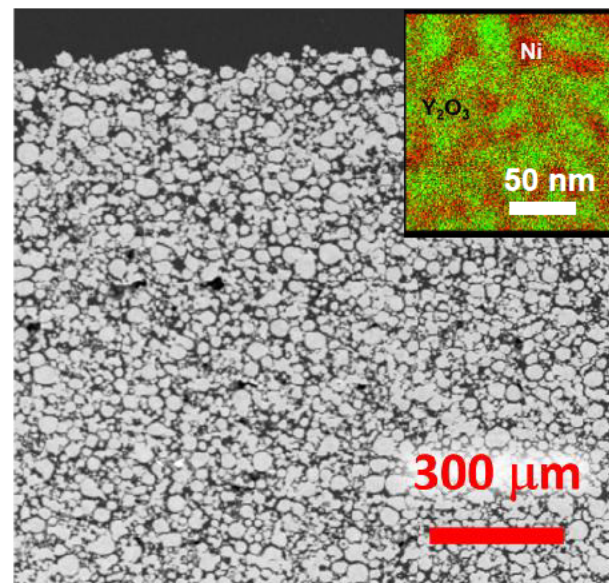
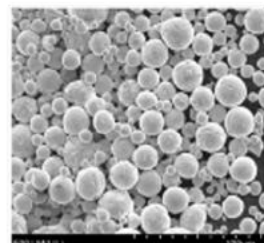
Ni#Y₂O₃ペレット触媒
10 g/h連続製造



Ni#Y₂O₃触媒活物質
5 kg/バッチ製造



Ni#Y₂O₃ペレット触媒
Ni-Al合金粉末＋
NiY合金粉末混合・
打錠後、雰囲気処理・賦活

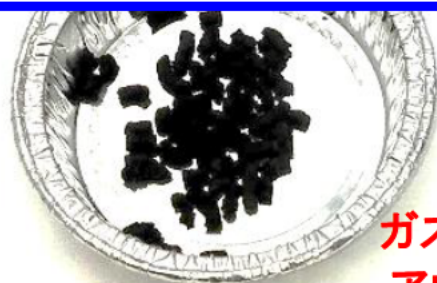


システム構成要素技術②：「炭素捕集触媒」の量産プロトコルと性能実証完了。 スケールアップ・プラント化に向けたマイルストーン樹立。

B-1

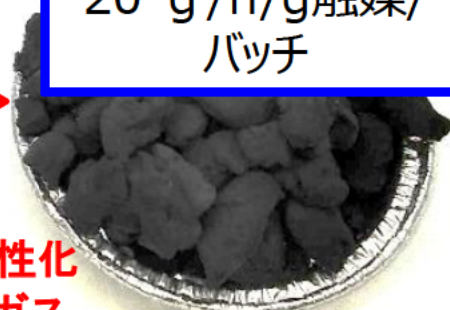


炭素捕集触媒
10 kg/バッチ製造



ガス活性化
アウトガス

炭素捕集量>
20 g/h/g触媒/
バッチ

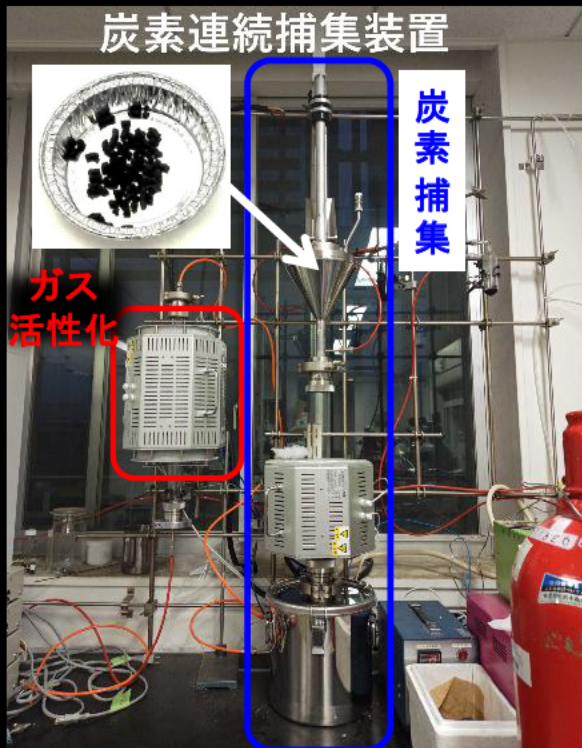


炭素連続捕集装置



炭素捕集

ガス
活性化



炭素捕集量~10 g/h/g触媒
炭素連続捕集> 4 h



ガス活性化
アウトガス



循環ガス反応システム由来水素の副生炭素＝新材料
「親水性炭素」を確認。低炭素水素副生炭素の
高付加価値化に突破口。

C

D

バルク密度 $\sim 0.01 \text{ g/ml}^3$

真密度 $= 2.138 \text{ g/ml}^3$

鉄不純物 $< 3000 \text{ ppm}$

比表面積 $\sim 250 \text{ m}^2/\text{g}$

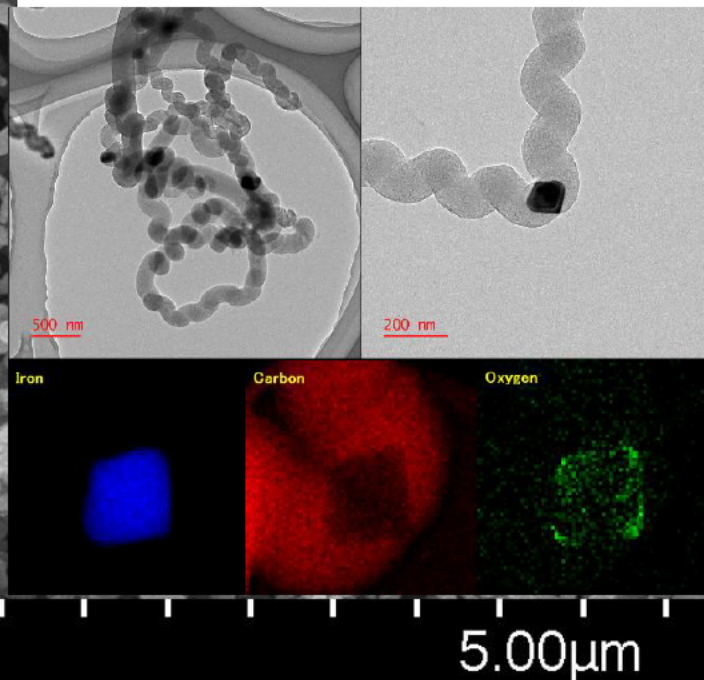
表面OH濃度 $= 0.5 / \text{nm}^2$

電気抵抗率 $\sim 0.1 \Omega\text{cm}$

特開2025-182350

特願2026-064463

H.ABE, M. Miyauchi *et al.*
Journal of CO₂ Utilization 2026.

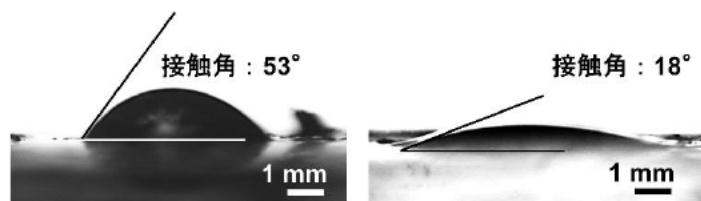


SU8230 5.0kV 9.0mm x11.0k SE(U)

既存炭素材料に対する親水性炭素の優位性を確認。親水性炭素の収益化による低炭素水素供給コストの低減と事業性の両立に活路。

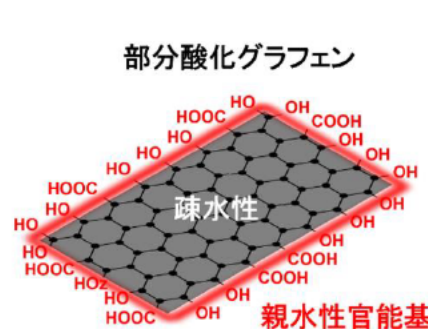
水接触角

カーボンブラック > 親水性炭素

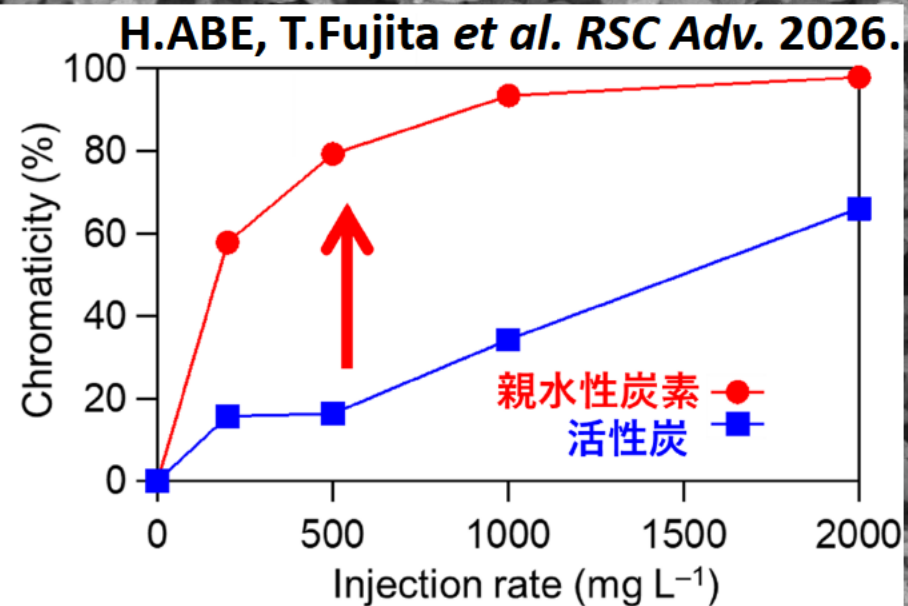
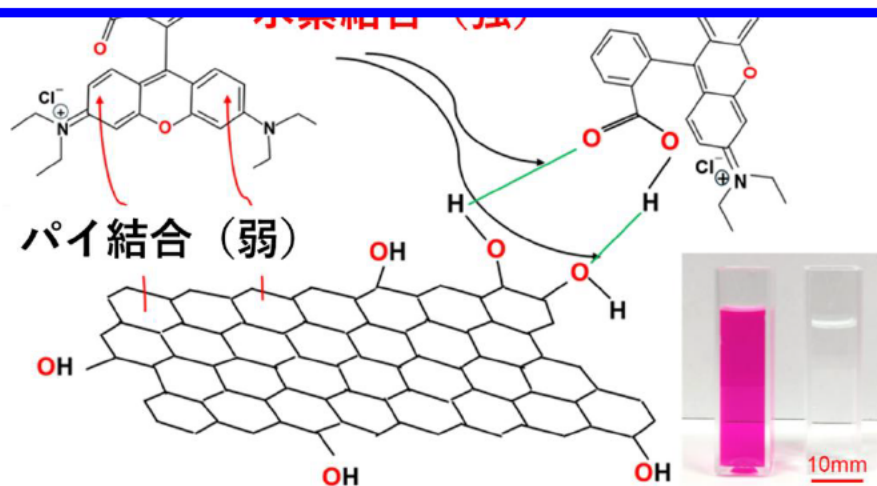


アセチレンブラック (Denka Li100)

親水性炭素



水浄化 (脱色・濁り除去) 性能
親水性炭素 > 活性炭



4. 今後の見通し

➤ 技術

- ・システムスケールアップと商用プラント設計
- ・低炭素水素製造プロセスの炭素強度アセスメント
- ・荏原環境プラントへの技術継承

➤ 事業・ビジネス

- ・親水性炭素の用途開発と市場開拓
- ・NIMSとの共同研究継続による実用化・事業化体制の確立
- ・親水性炭素・低炭素水素分野における複数企業とのNDA締結による市場展開基盤の構築