

発表No.D-12

水素利用等先導研究開発事業／
炭化水素等を活用した二酸化炭素を排出しない水素製造技術開発／
メタン活性化と炭素析出の反応場分離による水素製造

阿部 英樹

物質・材料研究機構

静岡大学

太陽鋳工株式会社

東京工業大学

高知工科大学

株式会社荏原製作所

2022/7/29

連絡先：

物質・材料研究機構

ABE.Hideki@nims.go.jp

029-860-4803

<https://www.nims.go.jp/>

事業概要

1. 期間

開始 : 2021年4月

終了 (予定) : 2023年3月

2. 最終目標

DRM (ドライリフォーミング) 根留触媒・合金系水素分離膜・一酸化炭素不均化触媒からなる「反応場分離型水素製造システム」の設計と構築、および、同システムによるメタン・二酸化炭素混合ガスからの100ℓ/時<燃料電池グレード水素の連続製造とマスフローマッチングの達成。

3. 成果・進捗概要



太陽鈦工株式会社
TAIYO KOKO CO., LTD.



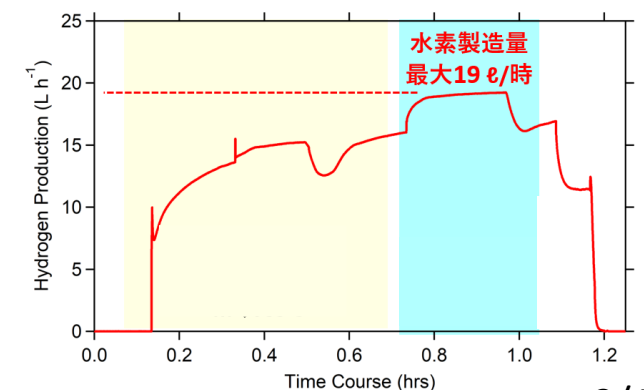
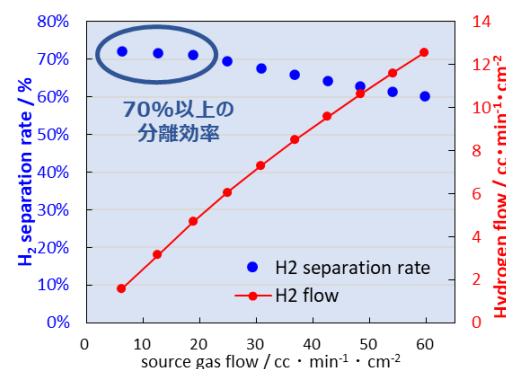
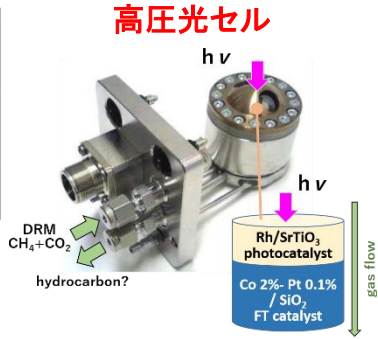
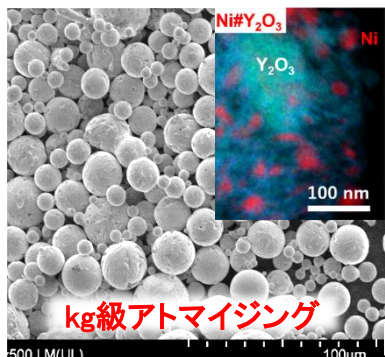
DRM根留触媒量産

光触媒DRM

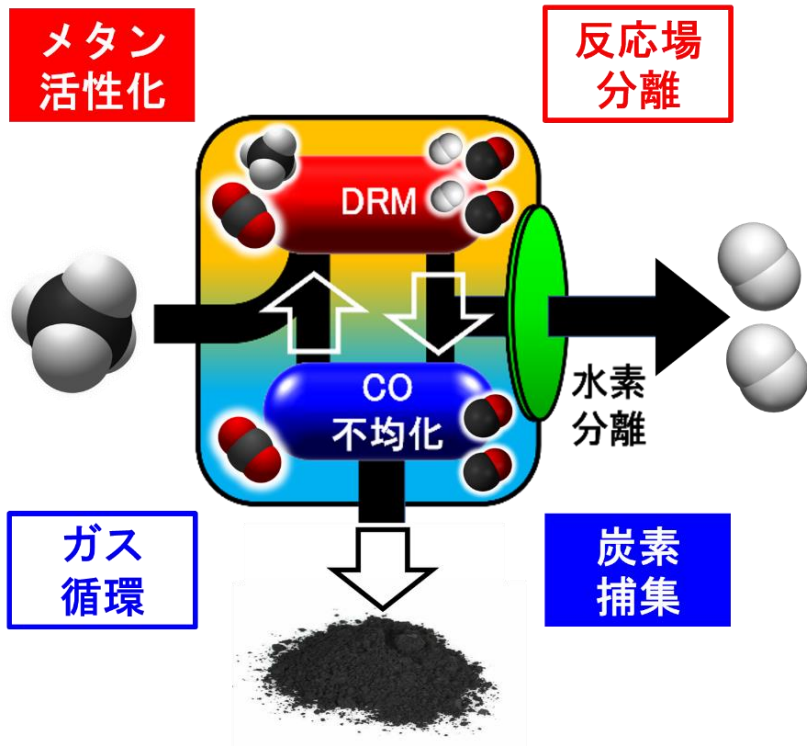
高効率水素分離

ラボサイズ水素製造システム

大型水素製造システムによる水素製造

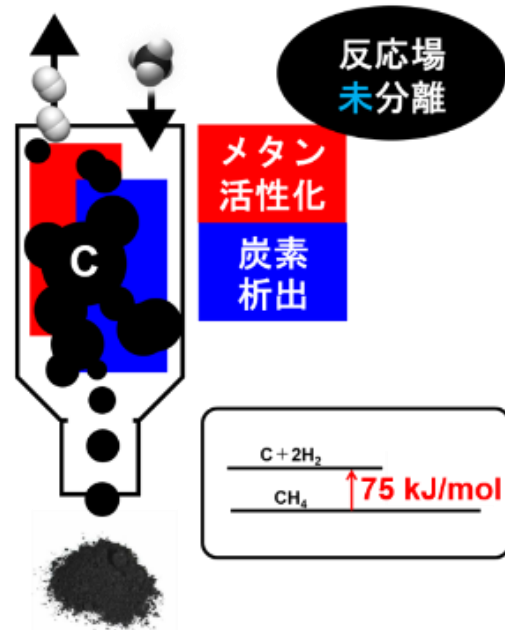


1. 事業の位置付け・必要性



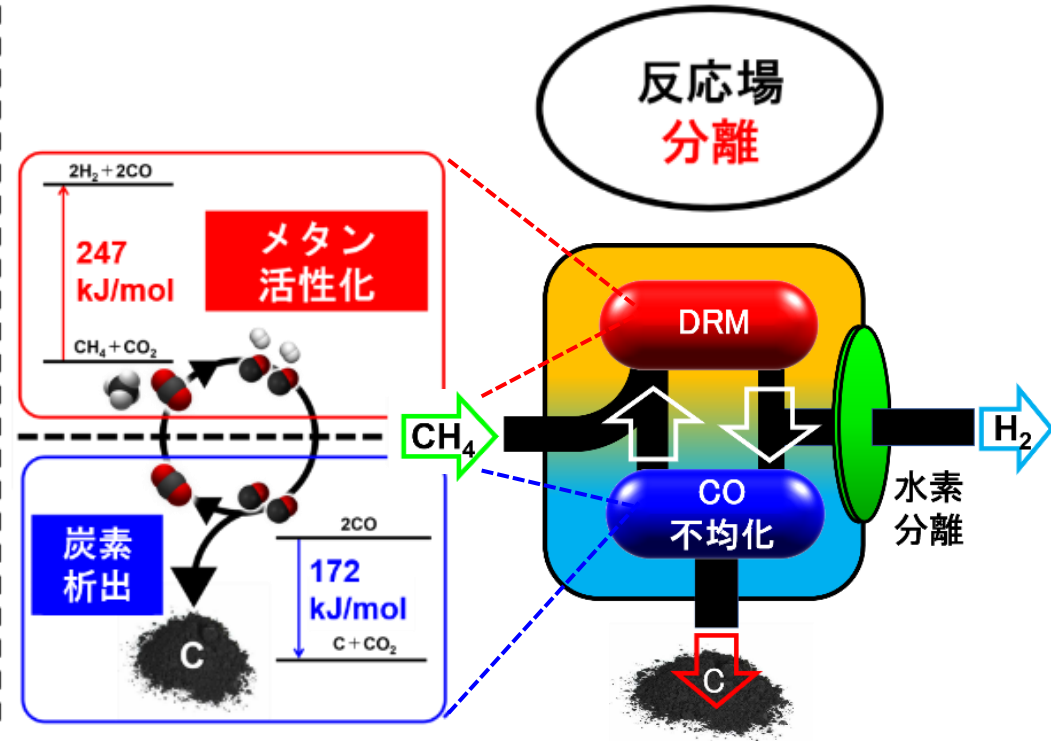
従来技術：メタン直接分解
(高温加熱法・膜反応器法)

- × 炭素析出によるメタン活性化触媒失活 (コーキング)
- × 炭素性状制御不能

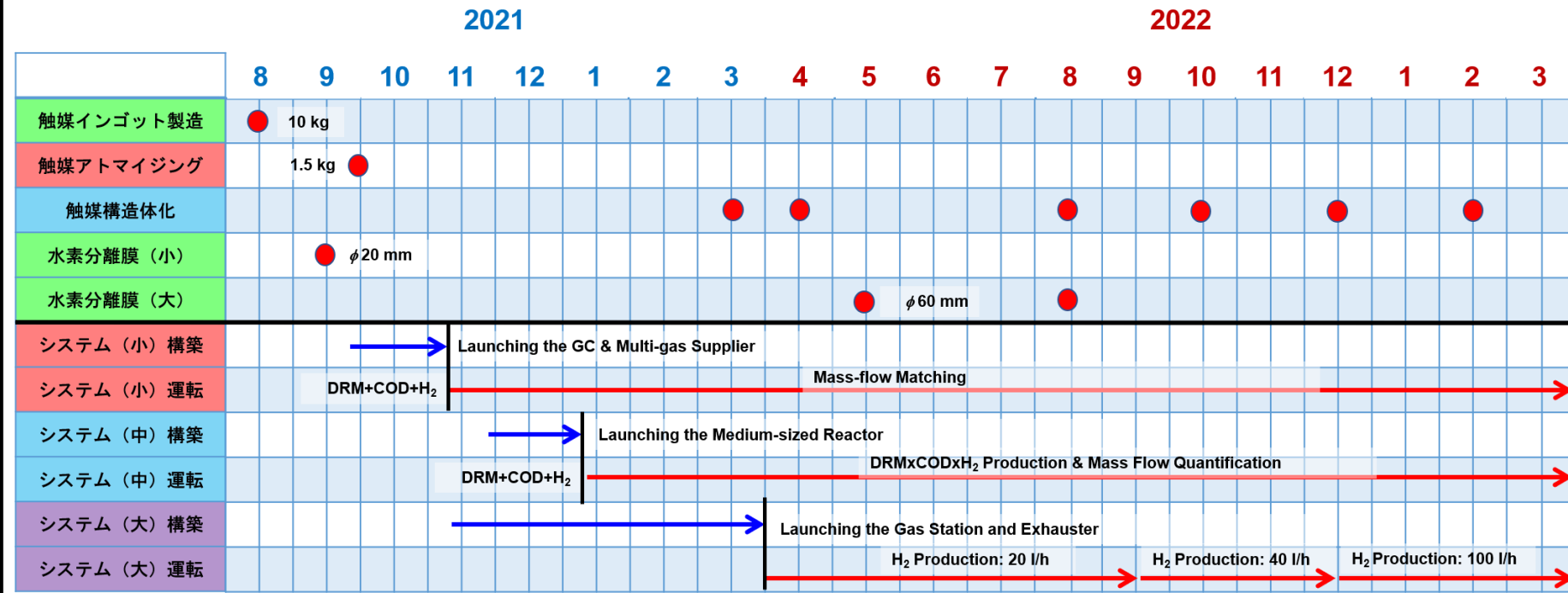
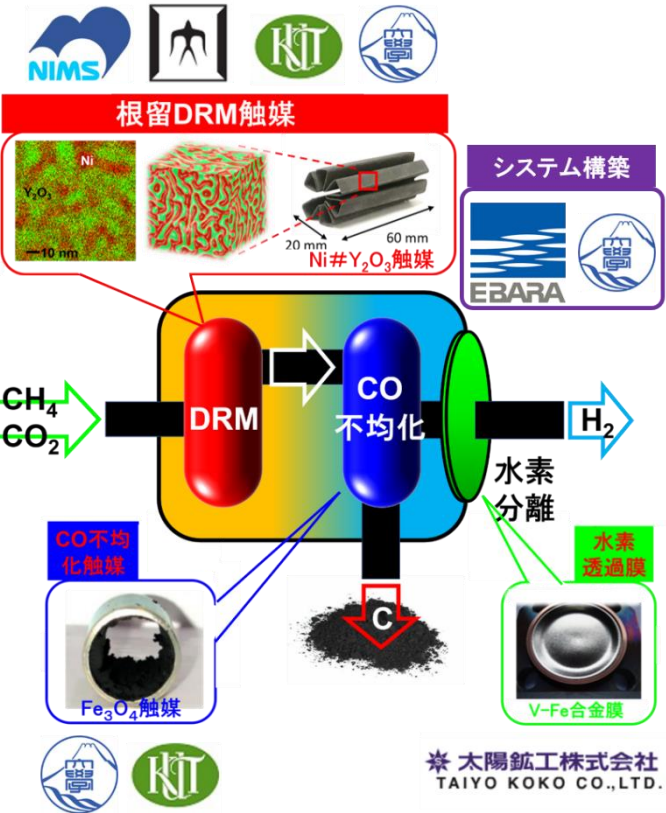


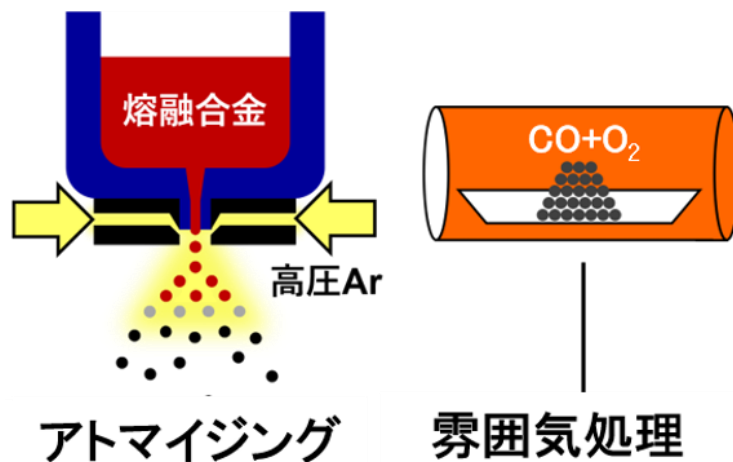
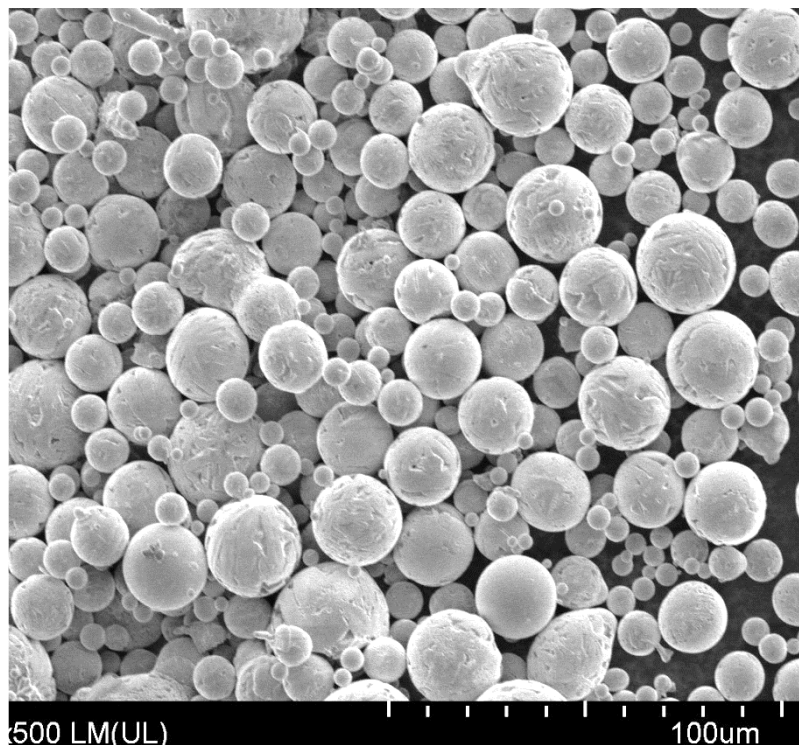
本提案

- ✓ コーキングによるメタン活性化触媒失活無し
- ✓ 炭素性状制御可能

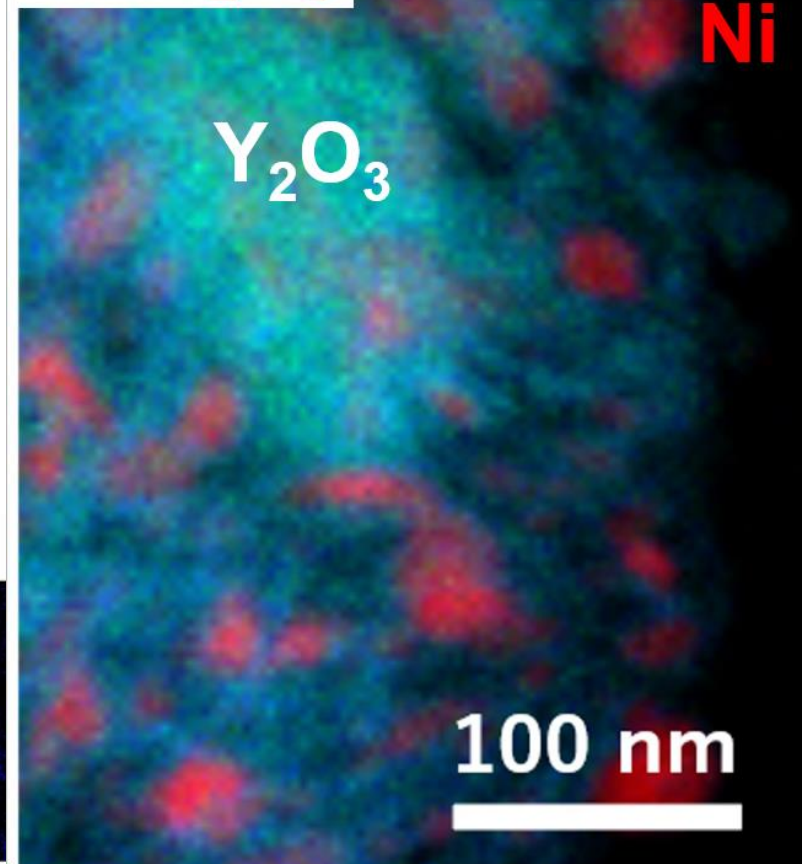


2. 研究開発マネジメントについて





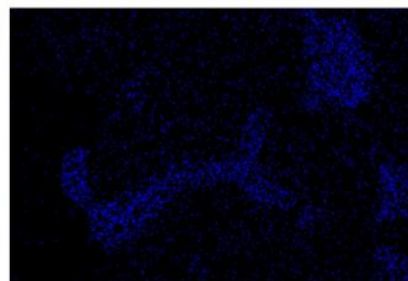
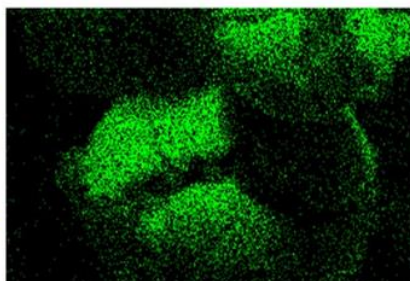
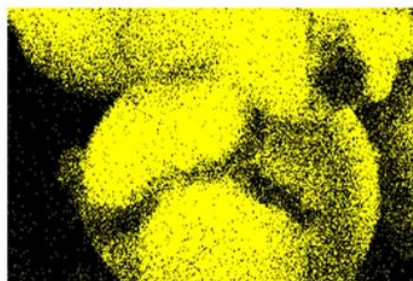
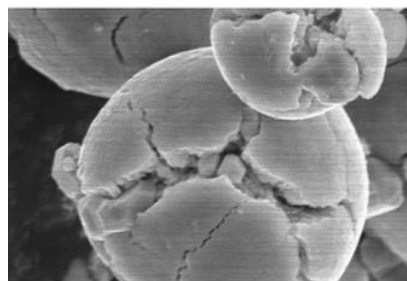
Ni#Y₂O₃



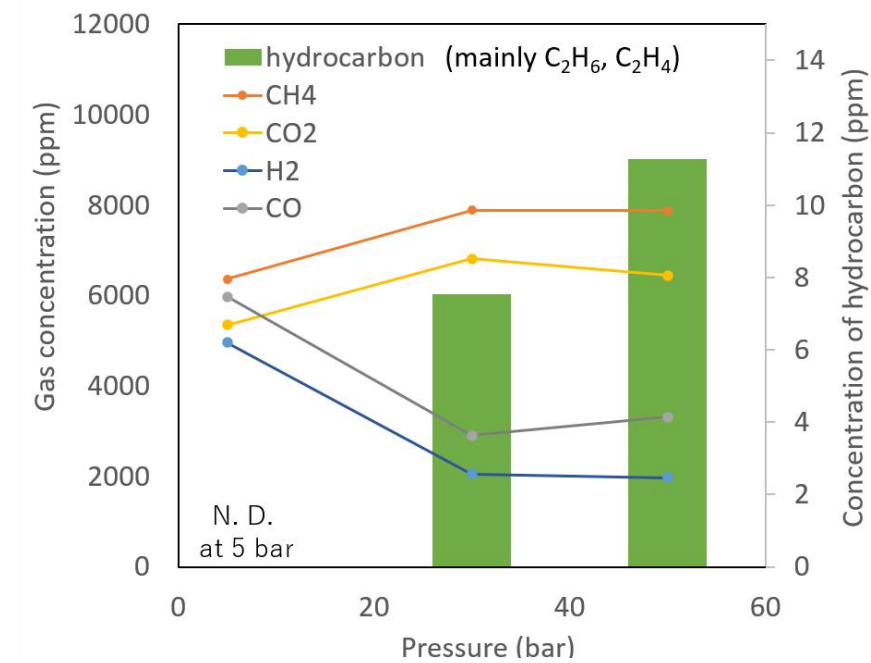
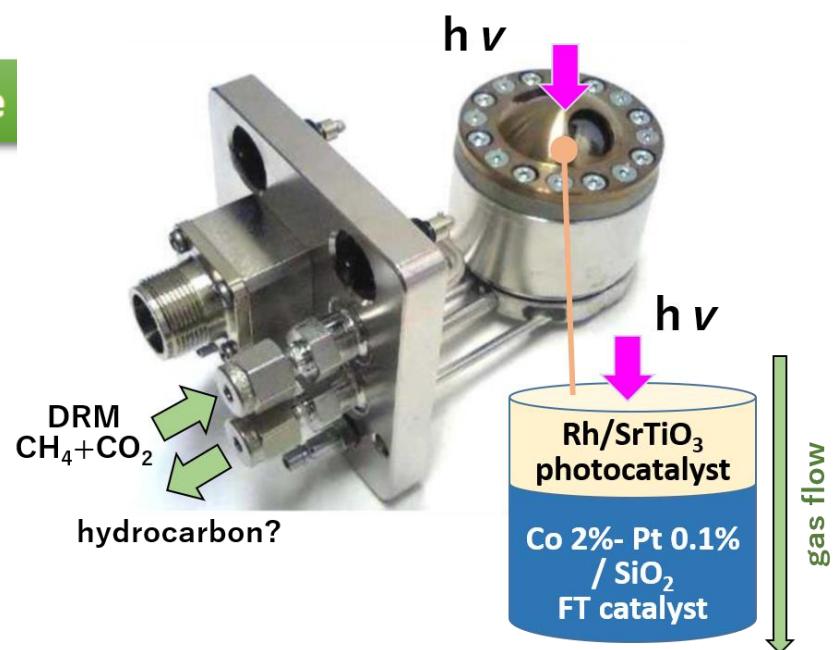
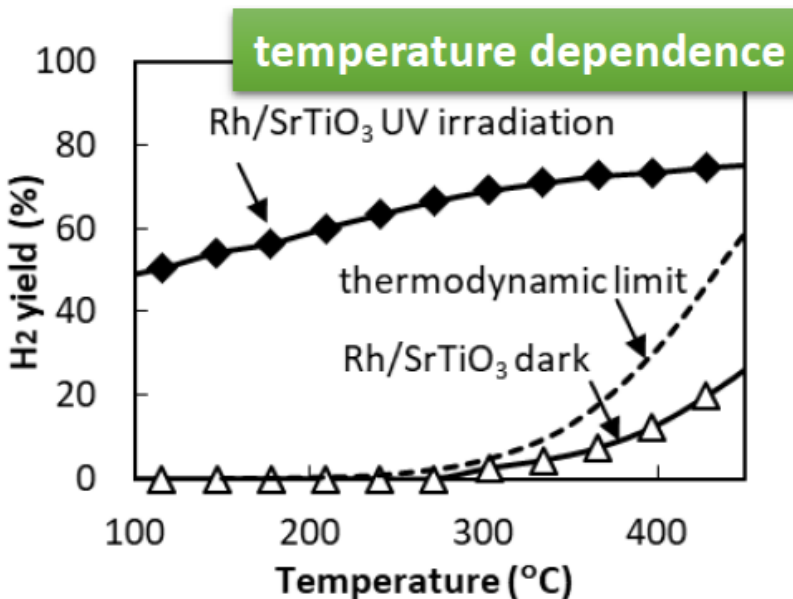
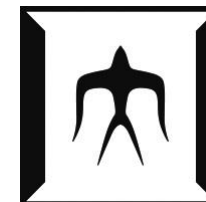
Y

O

Ni



3 μm



高圧光セル

10 MPaまで加圧可能, ヒーター加熱可能なフローリアクタ
 Feed gas: CH₄/CO₂/Ar = 1/1/98, Flow rate: 10mL/ min
 Temperature: 400 °C

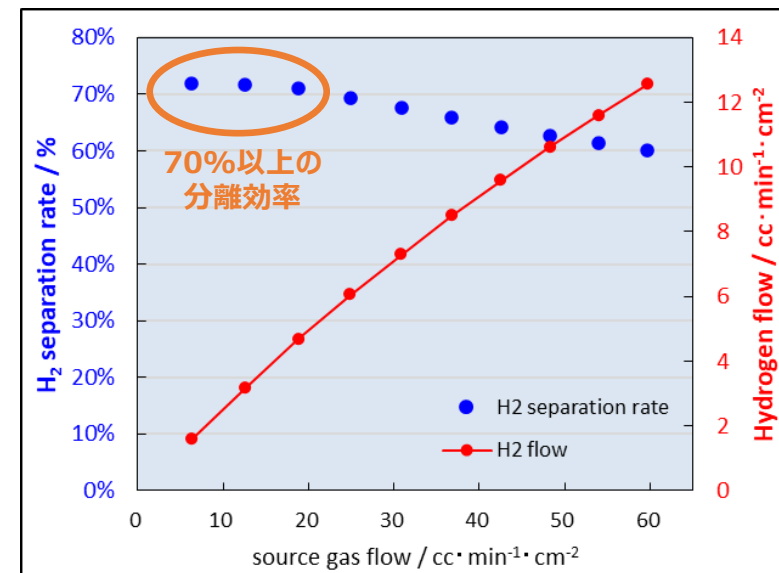
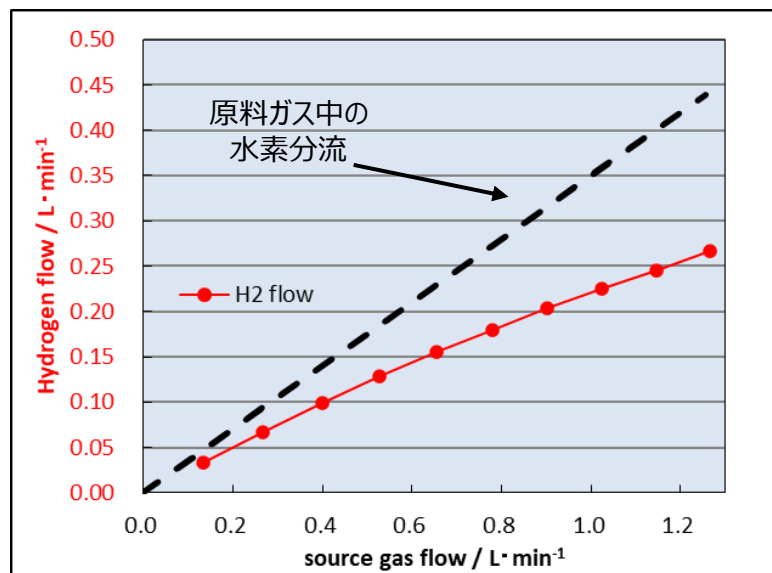
Control 実験の結果

- ・ 光触媒層のみ：合成ガスは生成してもC2は生成しない
- ・ FT触媒層のみ：合成ガスが生成しない (C2も出ない)

One Pot でDRM→C2生成を確認。FT触媒の最適化の大幅な余地あり

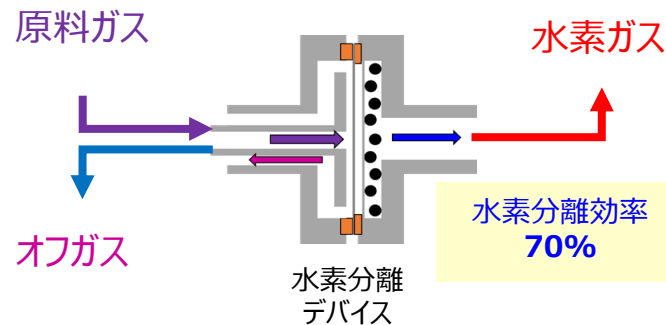


V-type;
60 mmφ, 28 cm²-appearance
Pd-25Ag sputtered



✓ 高圧下(>1MPa)でも水素分離性能を維持

原料ガス流量を増やすと...
透過水素流量は増えるが、分離効率が悪化。

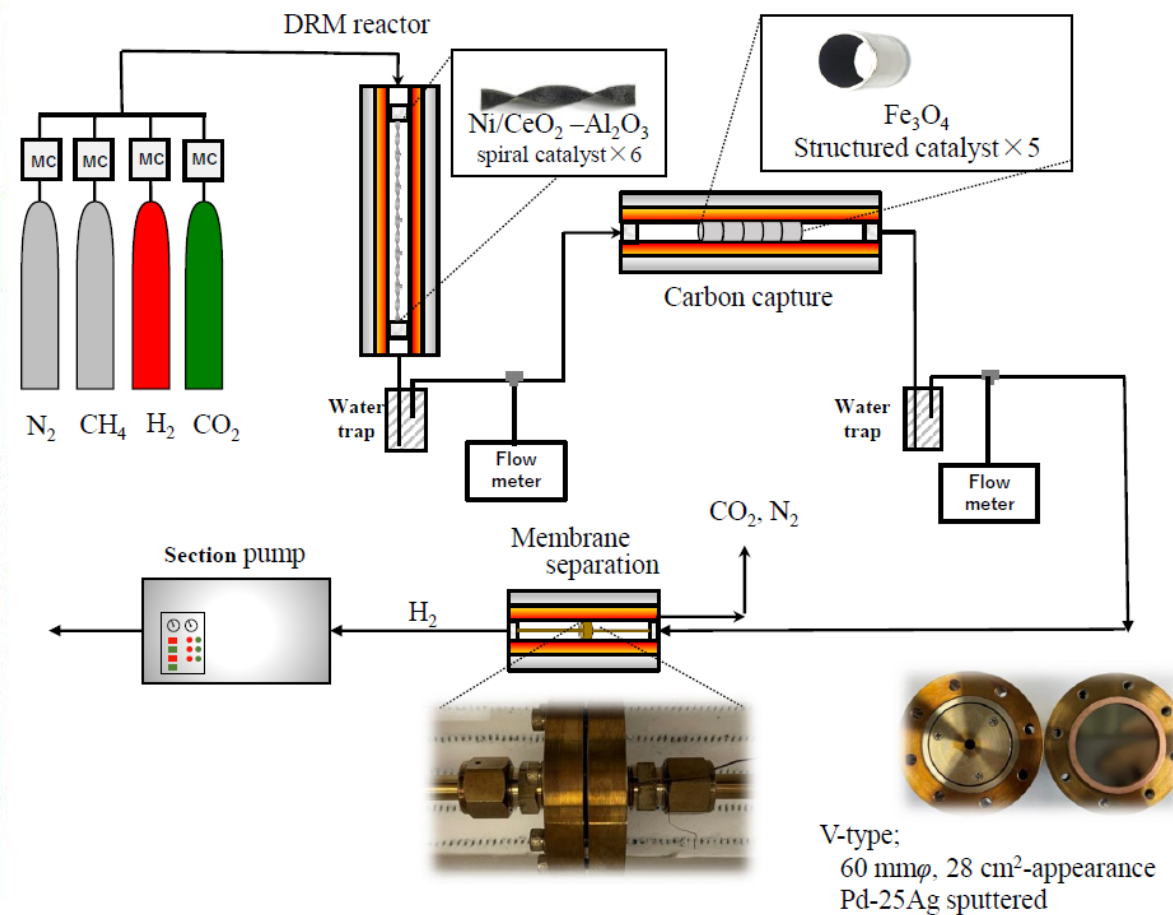
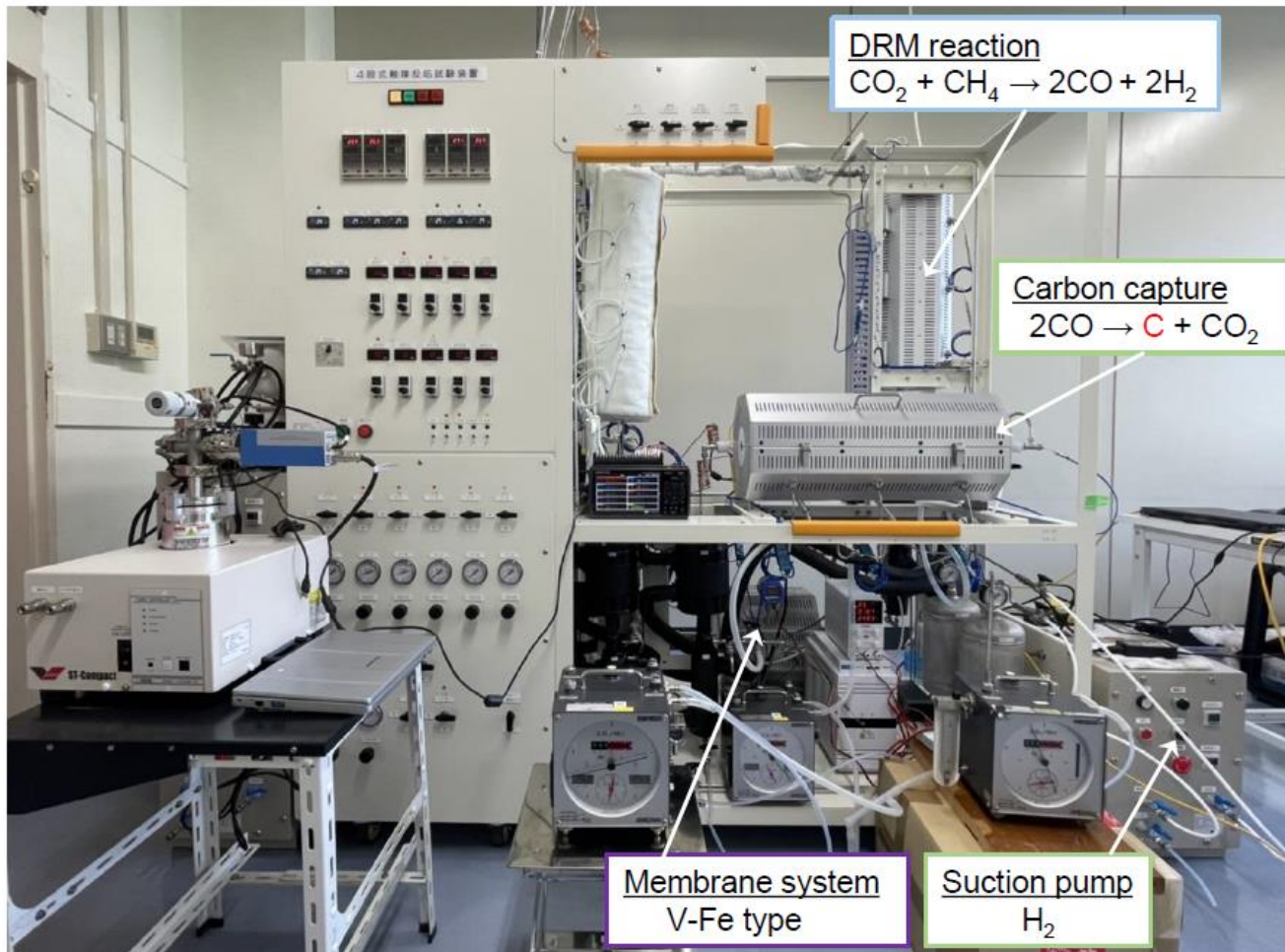


原料(H₂:35%)ガス流量100 ℓ / 時

70%以上の分離効率で大気圧の水素ガスを得るのに
必要なV-10%Fe合金膜(厚さ0.1mm)の枚数:

φ 90mm: 2枚 or φ 60mm: 4枚

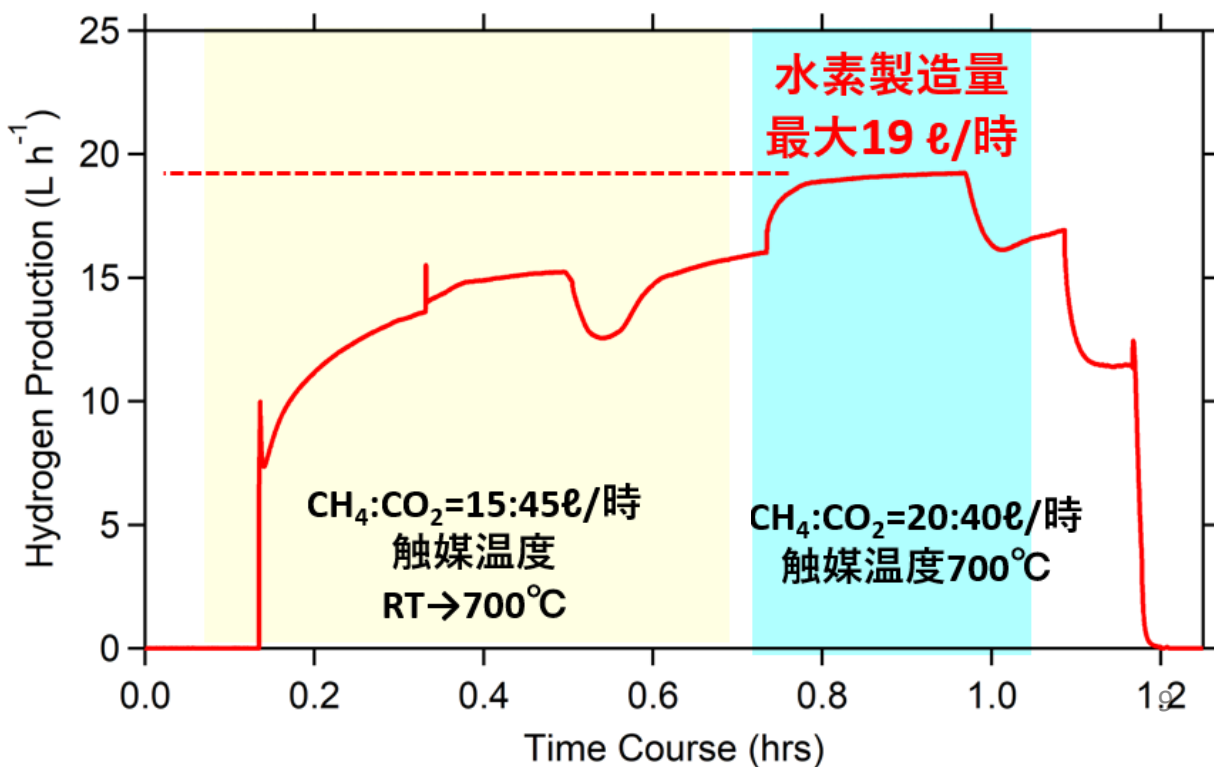
メタン活性化→炭素捕集→水素膜分離抽出→気通貫



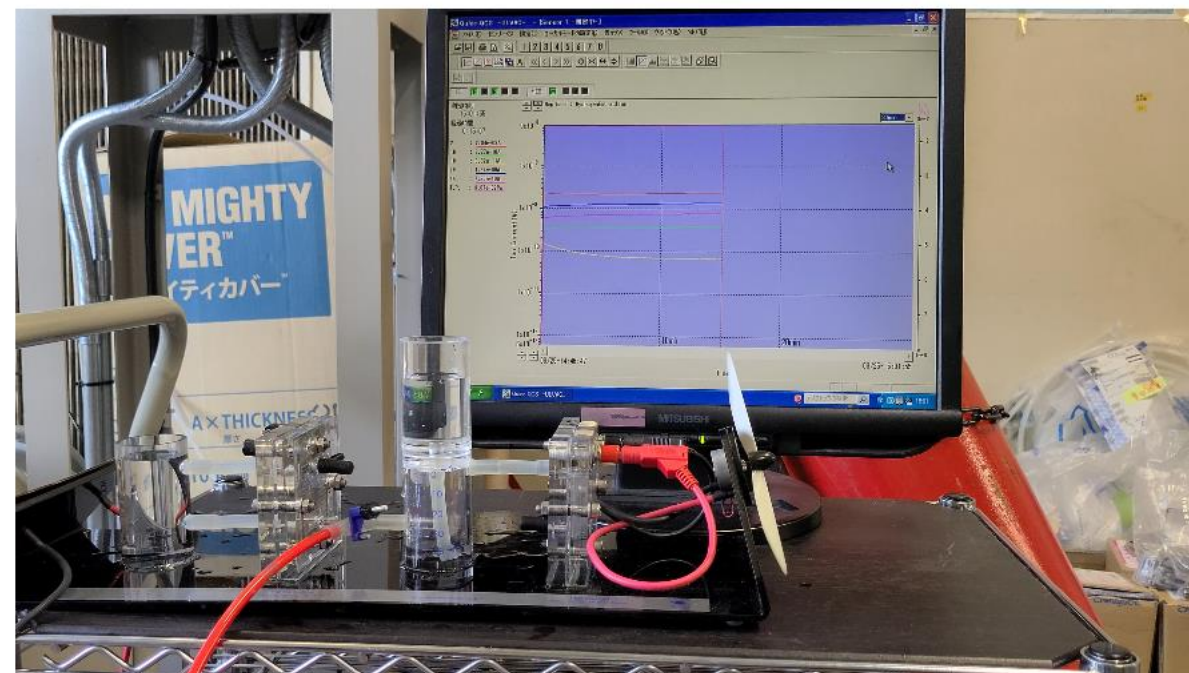
CH₄ + CO₂ 総流量 ~ 10 ℓ/時



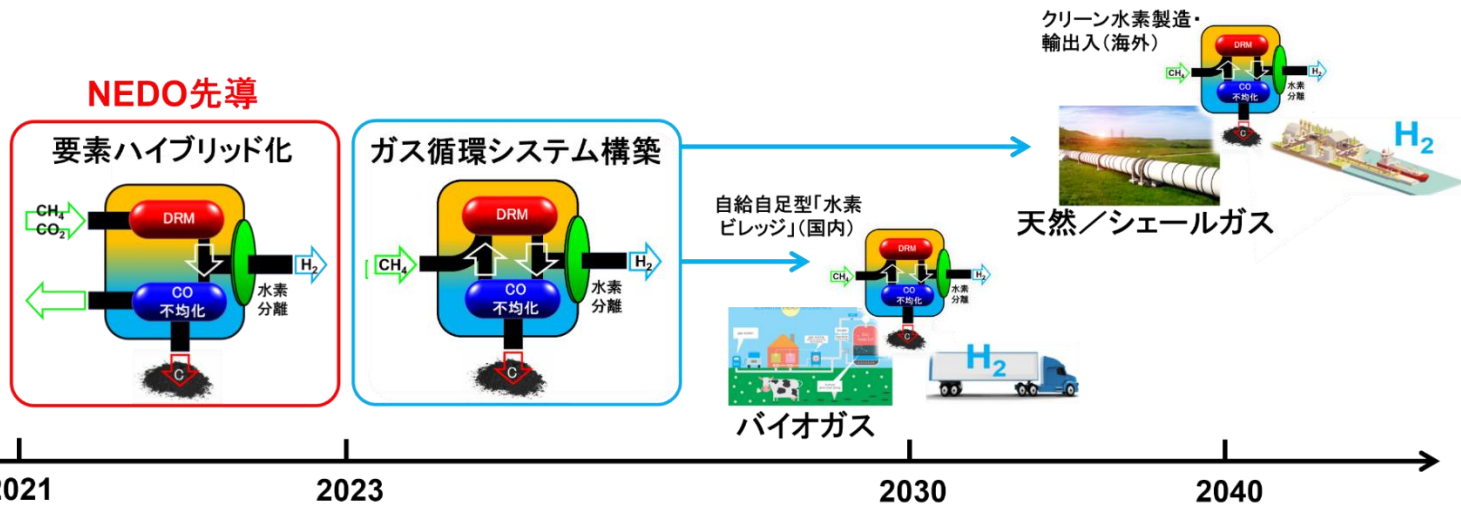
メタン活性化→水素膜分離抽出→大容量水素製造



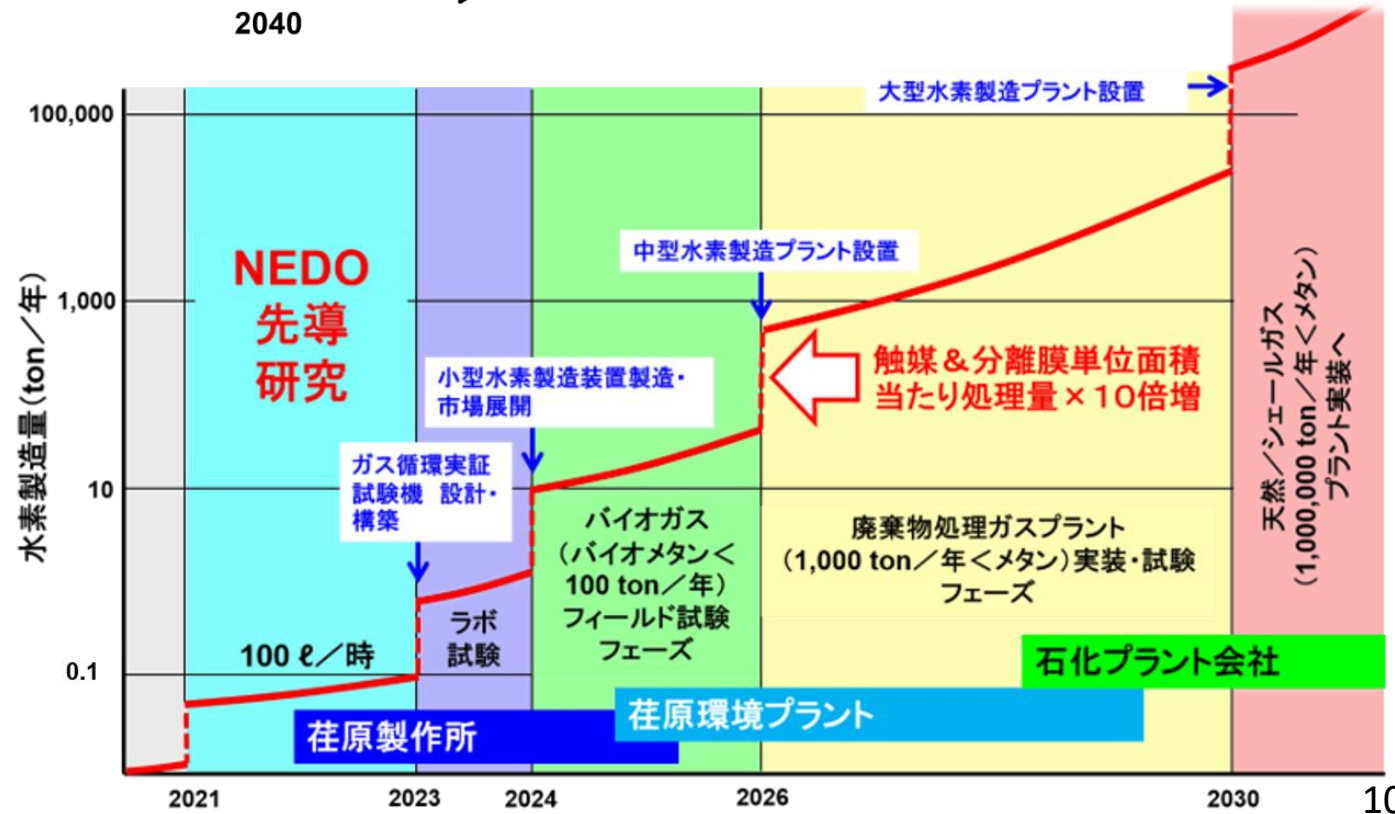
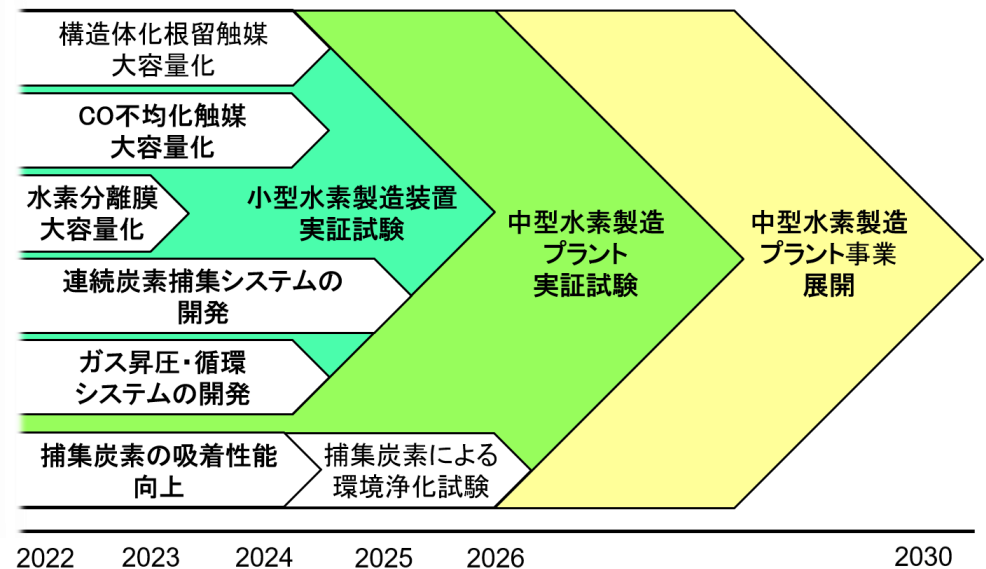
CH₄ + CO₂ 総流量～100 ℓ/時



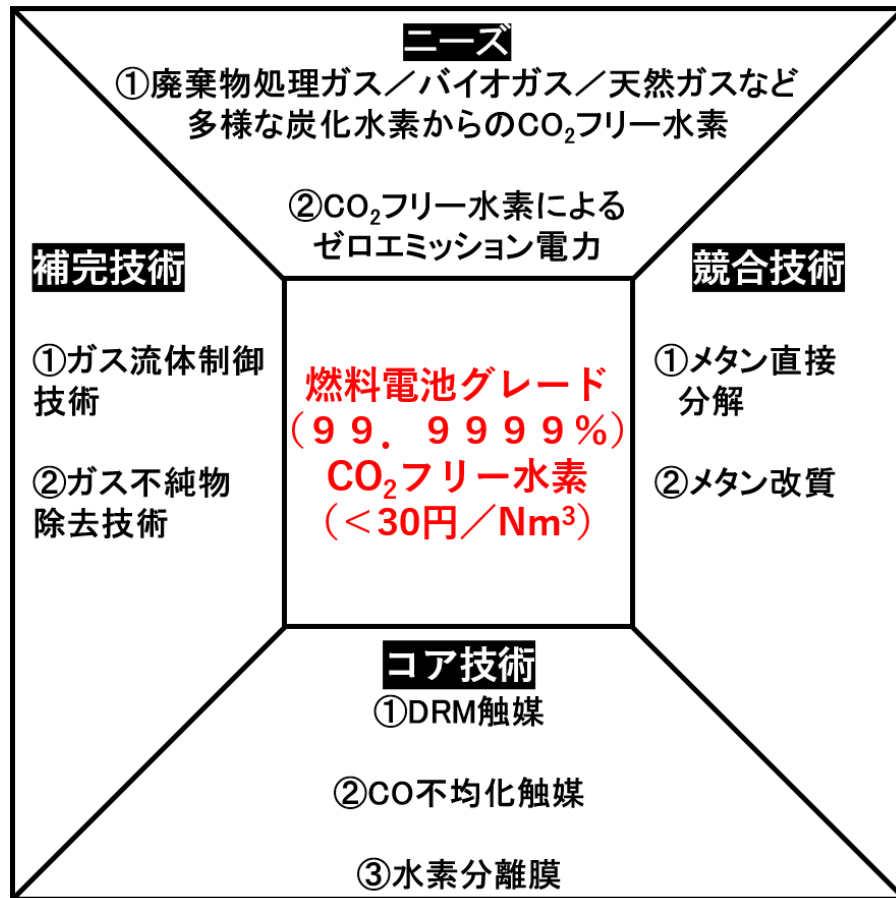
4. 今後の見通しについて



NEDO先導研究（2021－2023）により**DRM触媒の大容量化**、および**DRM触媒×水素分離膜×CO不均化・炭素捕集触媒のハイブリッド化とマスフローマッチング**を達成。これを踏まえ、ガス循環式CO₂フリー水素製造システムの設計・構築と社会実装（国内展開～2030頃；海外展開～2040頃）を果たす。



4. 今後の見通しについて



主要連携	主要活動	価値提供	顧客との関係	顧客セグメント
①エンジニアリング関連会社 (機械システム設計・製造) ②金属部材OEM (粉末冶金・鋳金・溶射など) ③燃料電池関連会社 ④地方自治体／事業主	①材料／部材の設計・製造 ②水素製造システム設計・構築	①多様な炭化水素資源からのCO ₂ フリー水素(燃料電池グレード)と製造システム ②CO ₂ フリー水素によるゼロエミッション電力 ③性状制御した(テイラード)ナノ炭素材料	リード顧客育成・キャンペーン(学会・アウトリーチなど含む)	①エネルギー・環境関連会社(廃プラなど廃棄物処理含む) ②農業基盤の地方自治体・事業主(酪農ガス生産者など) ③一般消費者 ④タイヤなど強化ゴム製品製造会社
	主要リソース ①材料／部材の設計・製造技術 ②水素製造システム設計・構築技術		販売路 主要連携先の販路を活用	
コスト構造 ①原料費(メタンガスなど) ②システム部品・部材OEM経費 ③研究開発費		収益の流れ ①水素製造システム販売(ロイヤルティ含む)利益 ②ナノ炭素材料販売利益		