

事業名：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調査／メタンの熱分解による水素製造技術の研究開発

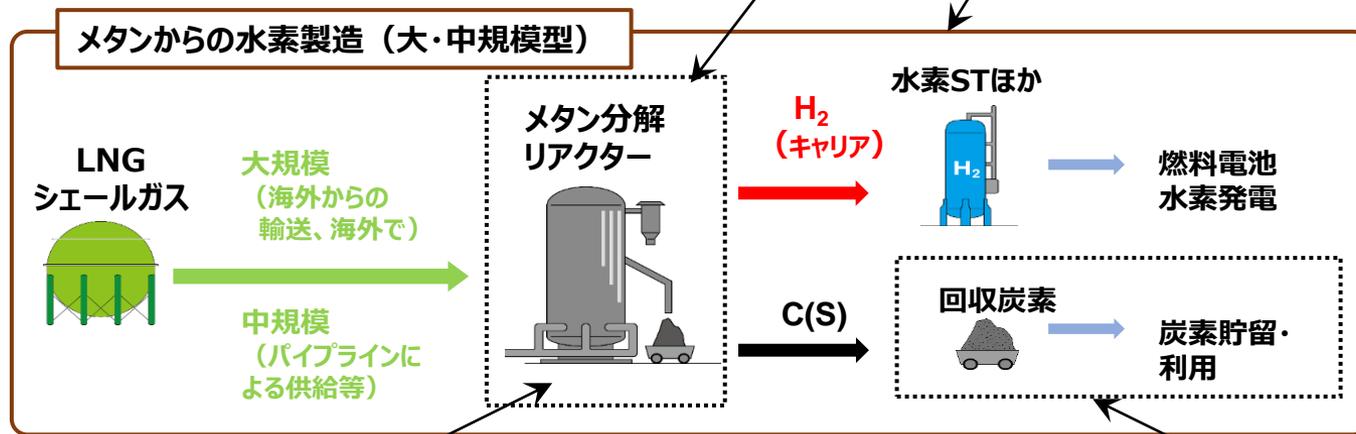
発表者名：国立研究開発法人産業技術総合研究所、株式会社IHI、国立大学法人京都大学

○事業概要・目的

- ① 二酸化炭素を排出しない水素製造技術として、「触媒を用いた熱化学的メタン分解による水素製造プロセス」を開発
 $\text{CH}_4 \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{C}$ (固体)
- ② メタン熱分解技術の社会実装を推進するため、実用化に向けて必要となる基盤技術を構築することを目指し、産業技術総合研究所（産総研）、IHI、京都大学（京大）が連携して、下記調査項目を実施

- (1) メタン熱分解CO₂フリー水素製造に適した新規触媒の開発（産総研、IHI）
(2) 炭素回収型メタン熱分解を実現する反応器およびシステムに関する具体的検討（産総研、IHI、京大）

- (7) 提案技術の社会実装のためのシナリオ策定・開発計画検討（産総研）



- (5) 新規プロセス構築のための効率および熱・物質マネジメント検討（京大）
(6) 新規プロセスの技術成立性および事業性検討（IHI）

- (3) 固体炭素の有効利用に向けた調査、分析、評価（産総研）
(4) 提案技術の社会導入を想定した固体炭素の安全性評価（産総研）

○主要な成果

1. 目標性能を有する触媒の開発と反応器開発の方向性提示
2. 固体炭素評価、プロセス構築検討、技術成立性検討、シナリオ整理
3. 成果の公表：論文発表2件（国際誌） ※特許出願：2件（2019年度）

連絡先
国立研究開発法人産業技術総合研究所
E-mail: hide-takagi@aist.go.jp
TEL: 029-861-8298

研究成果：（１）メタン熱分解CO₂フリー水素製造に適した新規触媒の開発

①メタン熱分解CO₂フリー水素製造に適した触媒を開発するべく、新規Fe系固体触媒を調製、流通式反応器を用いて活性を評価

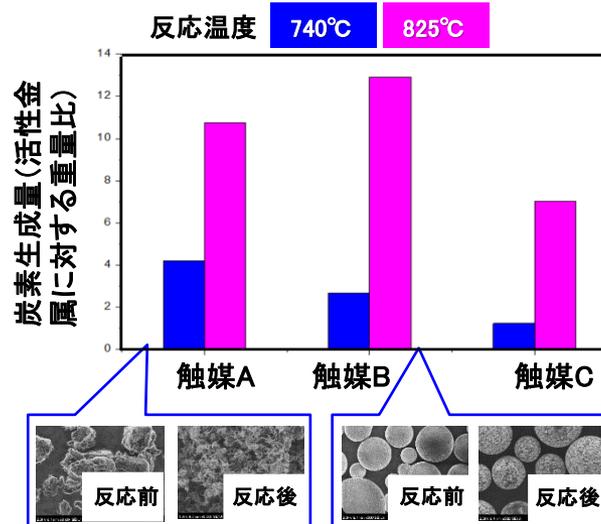
- 各反応条件において触媒の基本的な性能を評価・把握
 - 開発したFe系触媒によりファイバー状の炭素が生成することを確認
- 目標であるメタン転換率80%、炭素生成量10倍以上（重量比）の性能を有する触媒を開発

②液体金属触媒を用いたメタン分解について、反応条件とメタン転換率、生成炭素の形態について調査を実施し、課題を整理

③炭素分離回収型プロセスの開発に向けて、非多孔質ジルコニアビーズを用いた触媒を開発

- マイルドな酸化処理と磁石分離法を用いることで触媒担体（ジルコニア）と炭素（C+Fe）が分離可能
- 回収した触媒担体に再度Feを担持することで担体リサイクルが可能であることを確認

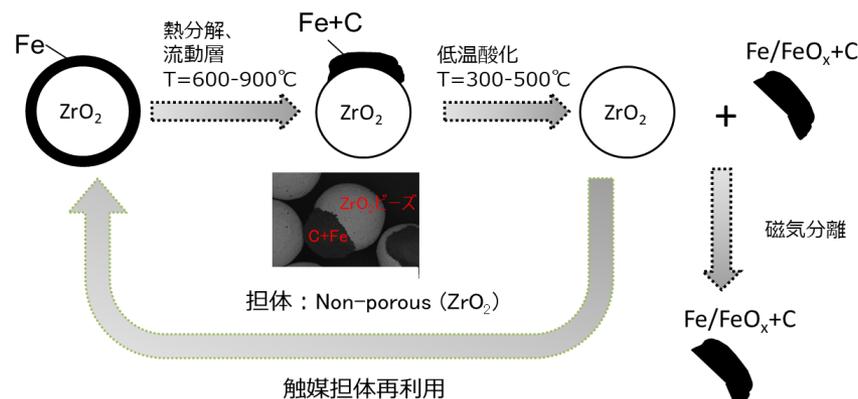
→ [論文発表 \(Energy & Fuels, 35, 847, 2021\)](#)



流通式反応器と反応ガス分析システム



開発したFe系触媒の活性評価例



非多孔性担体を利用した触媒開発

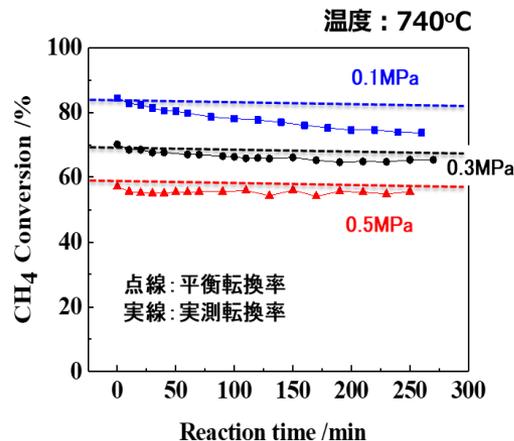
- 研究成果： (2) 炭素回収型メタン熱分解を実現する反応器およびシステムに関する具体的検討
 (3) 固体炭素の有効利用に向けた調査、分析、評価
 (4) 提案技術の社会導入を想定した固体炭素の安全性評価

(2) 気固接触反応器として、流動層反応器および回転炉型反応器（ロータリーキルン）を用いてメタン熱分解反応を行い、それぞれの反応器における特徴や課題を提示

- 流動層反応器について、反応モデルを用いた解析を実施、またシステム試算に必要な条件等を算出

→ [論文発表 \(Chemical Engineering Journal, 398, 125612, 2020\)](#)

- 回転炉型反応器では加圧条件の方がより速い生成速度、加熱・炭素分離方法について課題



回転炉型反応器を用いたメタン熱分解

(3) メタン熱分解炭素の構造材料等としての利用可能性について検討するべく、積層型の熱硬化樹脂複合材料を作製し、目標達成に向けた課題・見通しを獲得



メタン熱分解炭素を用いた複合材料の調製法

(4) 製造される固体炭素の安全性評価について固体炭素の暴露解析手法を構築、大気拡散シミュレーションにより事業所周辺住民の暴露濃度分布を推定

→ フィルター設置など局所排気対策によって十分にリスク低減が可能



■ 1 ~ 10 CNT作業環境許容濃度: 30 µg/m³ (産総研2011) から 一般環境濃度閾値: 約 1 µg/m³と計算 (曝露時間換算8~24hr, 個人差の不確か係数10を考慮)

■ 10 ~ 30

メタン熱分解事業所周辺での固体炭素の大気拡散シミュレーション結果

