

「革新的環境技術シンポジウム2020

～ビヨンド・ゼロに向けたイノベーションの推進」

「無機膜を用いたビヨンド・ゼロに向けた取り組み」

令和2年12月9日

(公財)地球環境産業技術研究機構
無機膜研究センターセンター長
中尾 真一



本日の内容

1. 無機膜研究センターについて

2. 研究部門の研究成果

- ・CVDシリカ膜・パラジウム膜
- ・ゼオライト膜

3. 今後の計画について

本日の内容

1. 無機膜研究センターについて

2. 研究部門の研究成果

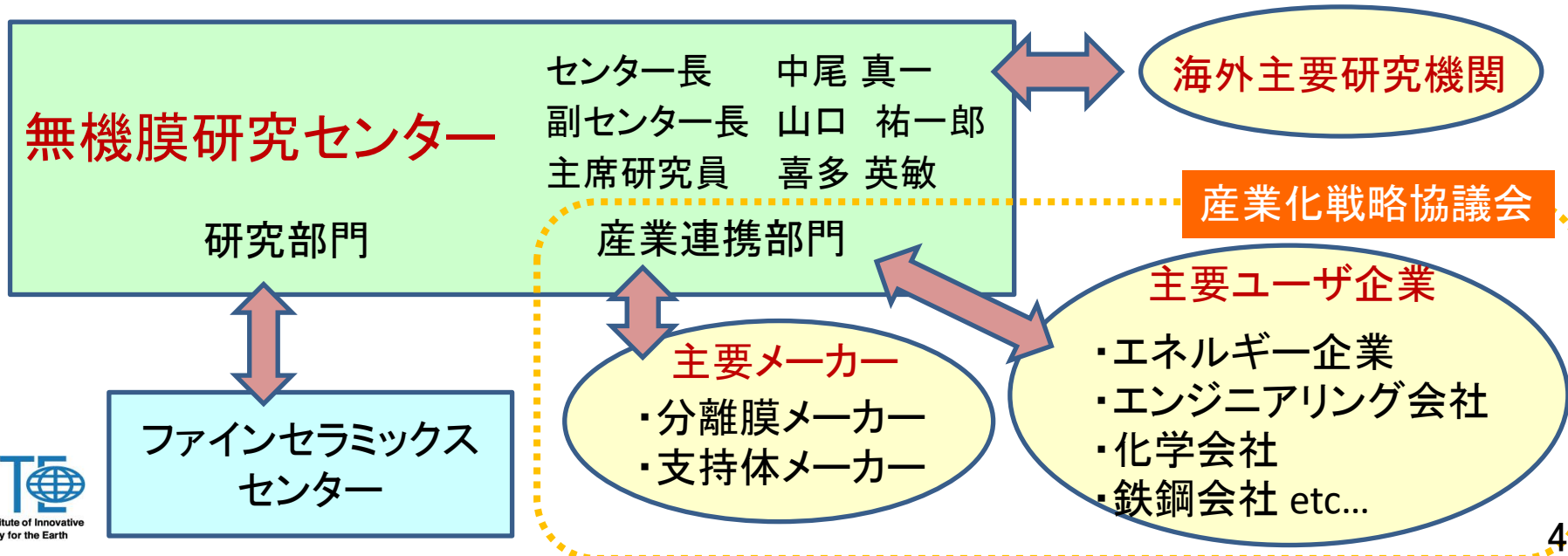
- ・CVDシリカ膜・パラジウム膜
- ・ゼオライト膜

3. 今後の計画について

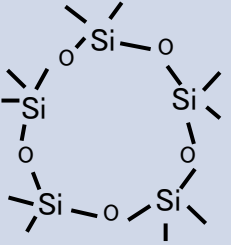
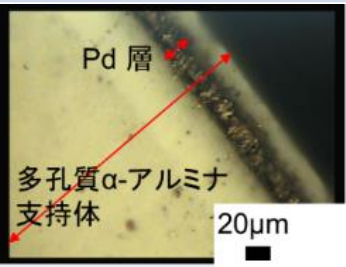
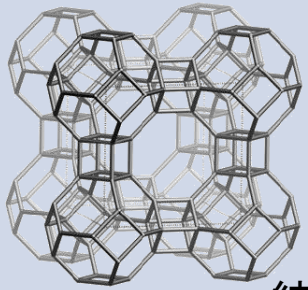
無機膜研究センター(2016年4月設立)

【センターの目的】

- ①無機膜を用いた**革新的環境・エネルギー技術**の実用化
- ②産学官の連携による**無機膜産業**の確立
- ③メーカー、ユーザー企業と連携した**研究開発**の推進
- ④中堅・若手研究員への**技術伝承**



無機膜研究センターが保有する無機系分離膜

膜	構造	主な用途	製法	特長
シリカ	 <p>アモルファス</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ MCH脱水素 ◆ 低コスト水素製造 ◆ CCU技術 	対向拡散CVD法 CVD; Chemical vapor deposition (化学蒸着)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 膜構造設計の自由度 ◆ 高い水素透過性能
パラジウム	 <p>細孔内充填型</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 低コスト水素製造 ◆ CCU技術 	RITE独自の 無電解めつき法	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 理論的には水素以外は透過しない ◆ 耐久性向上とコスト低減の可能性 (従来技術の課題を解消)
ゼオライト	 <p>結晶</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ CO₂分離 ◆ CCU技術 	水熱合成法	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 結晶構造に由来する均一な細孔 ◆ 特異的な吸着性能

産業化戦略協議会

会員数:18社

分離膜・支持体メーカー

京セラ、住友化学、日立造船、ニッカトー、三菱ケミカル

ユーザー企業

旭化成、岩谷産業、大阪ガス、川崎重工業
神戸製鋼所、JFEスチール、石油資源開発、
大陽日酸、千代田化工建設、東京ガス、
日揮、日本ゼオン、丸善石油化学

連携会員:JFCC

産業化戦略協議会 ～活動実績～

- 1) 無機膜を用いた革新的環境・エネルギー技術の実用化・産業化に向けた**2つの研究会**を実施中
- 2) 国費事業については、**NEDO情報提供(RFI)**実施
- 3) 無機膜関係の**研修会**を実施
- 4) 会員からの技術相談を受け、個別プロジェクトへ発展
- 5) **3回**の会員限定**セミナー**を実施
- 6) **2回**の**ニーズ・シーズ情報**(文献・特許)提供の実施
- 7) 南京工業大学への**海外視察調査**実施

テーマ別研究会

テーマ	概要
CO ₂ 分離	無機膜を利用した 天然ガス田のCO₂/CH₄分離技術の実用化 に向けた各種活動、その 早期の実現
共通基盤	無機膜の実用化のために必要な 共通基盤（信頼性評価方法の考案、標準化等） の整備に向けた各種活動、 早期の実現

本日の内容

1. 無機膜研究センターについて

2. 研究部門の研究成果

- ・CVDシリカ膜・パラジウム膜
- ・ゼオライト膜

3. 今後の計画について

シリカ膜、Pd膜をメタン分解による水素製造へ適用

水素基本戦略(概要)

3. 水素社会実現に向けた基本戦略①

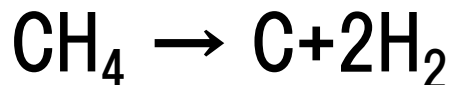
(1)低コストな水素利用の実現

:海外未利用エネルギー/再生可能エネルギーの活用

➤2030年頃、年間30万t程度の水素を調達。30円/Nm³

➤将来的に20円/Nm³

メタン分解反応への膜反応器の適用



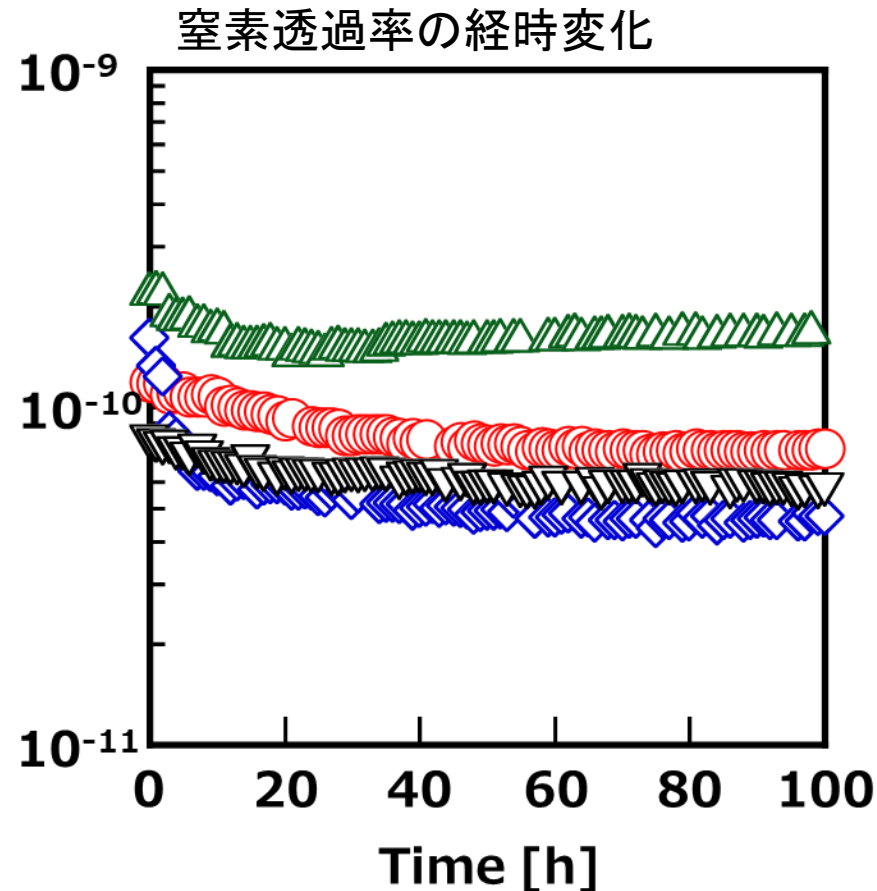
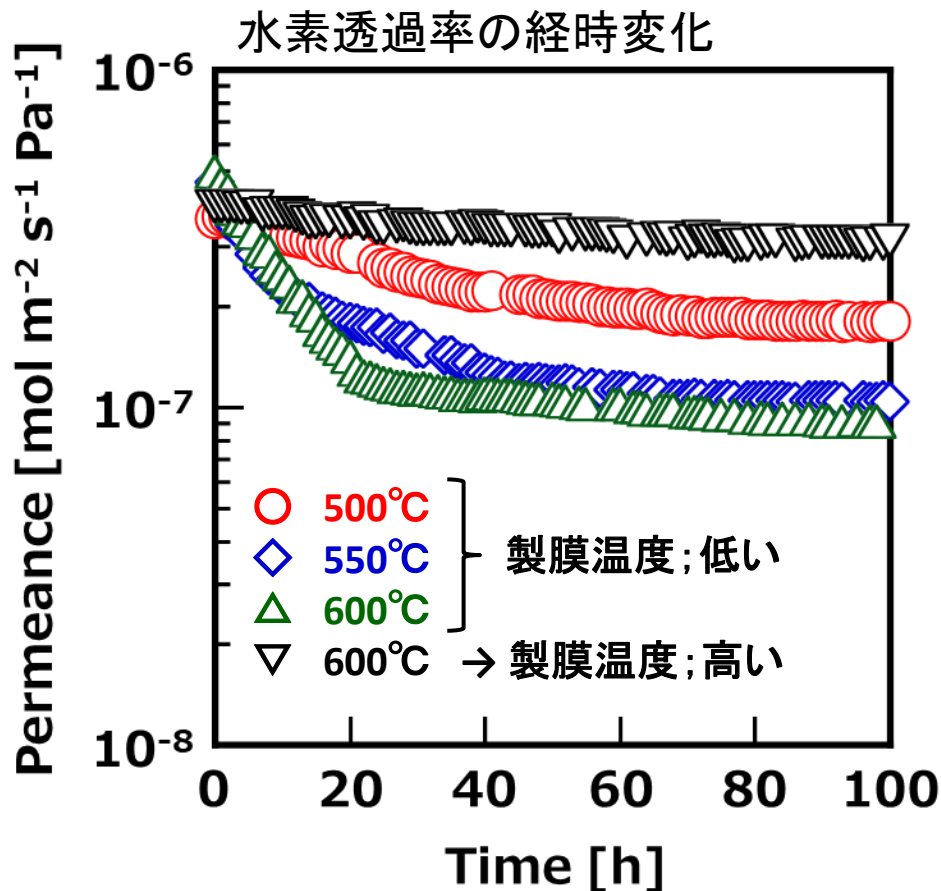
実施項目: ①水素選択透過膜(シリカ膜、Pd膜)の開発

②メタン分解用触媒の開発

③膜反応器の適用

精密に細孔径を制御したシリカ膜およびPd膜の開発

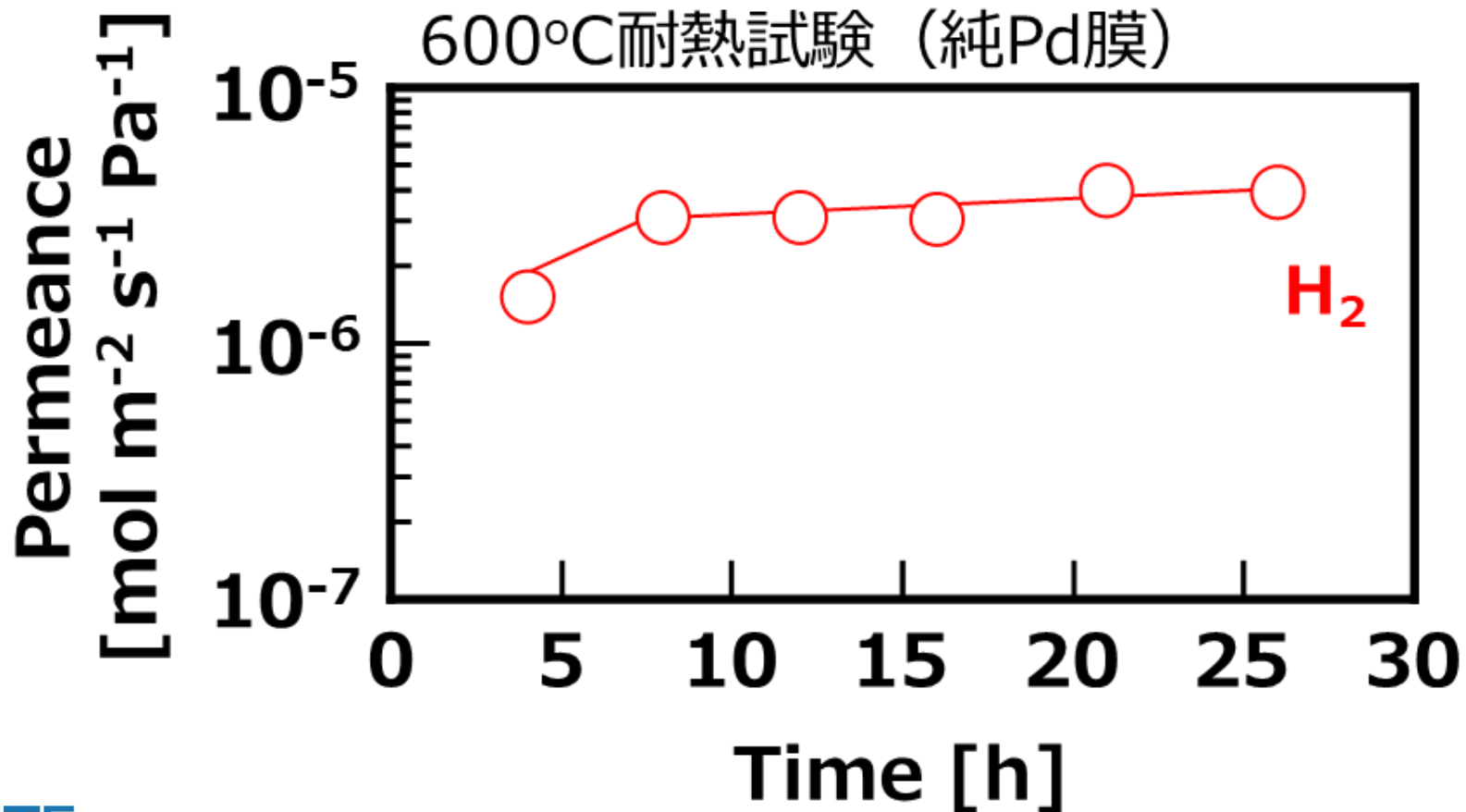
＜シリカ膜の耐熱性＞



高い温度で製膜した膜は耐熱性を有する

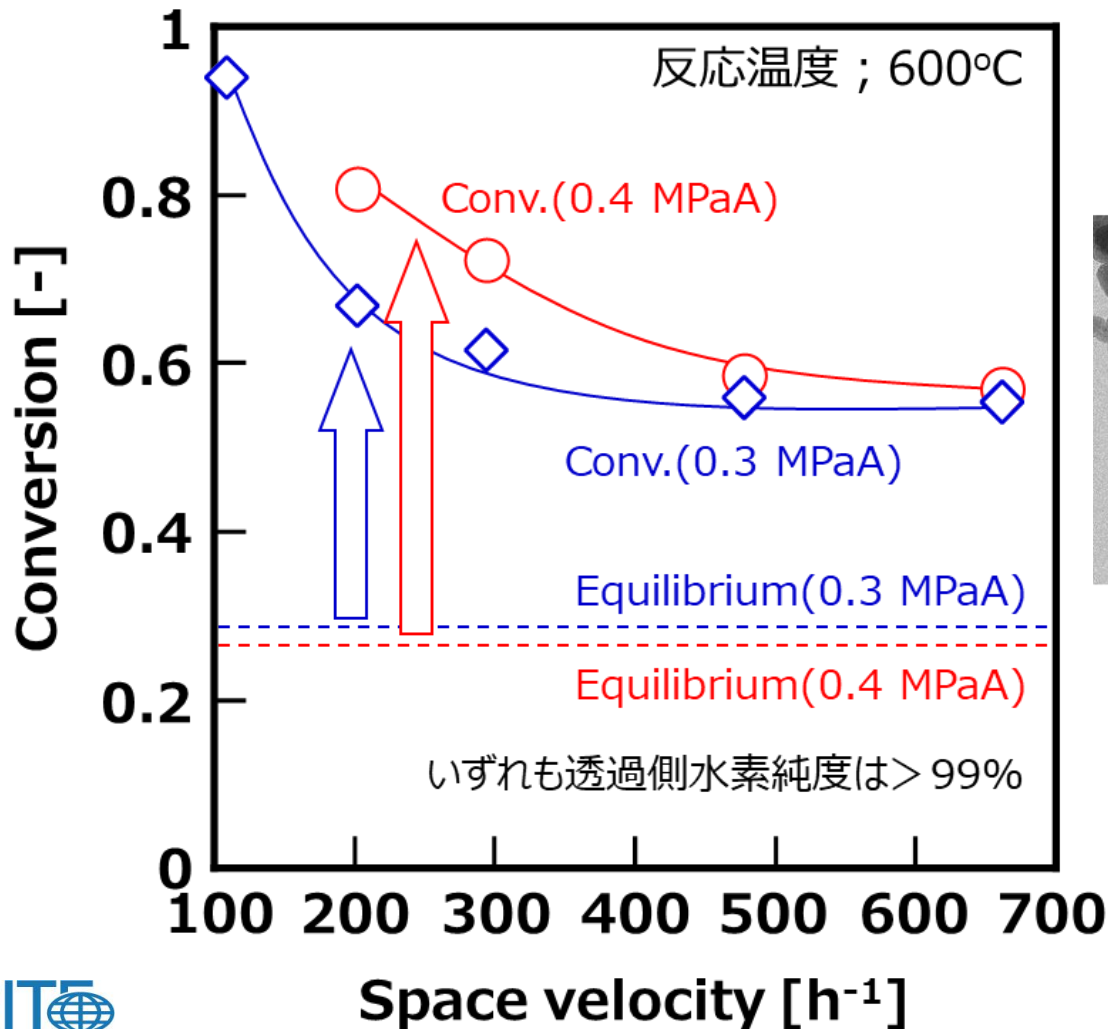
精密に細孔径を制御したシリカ膜およびPd膜の開発

＜パラジウム膜の耐熱性＞

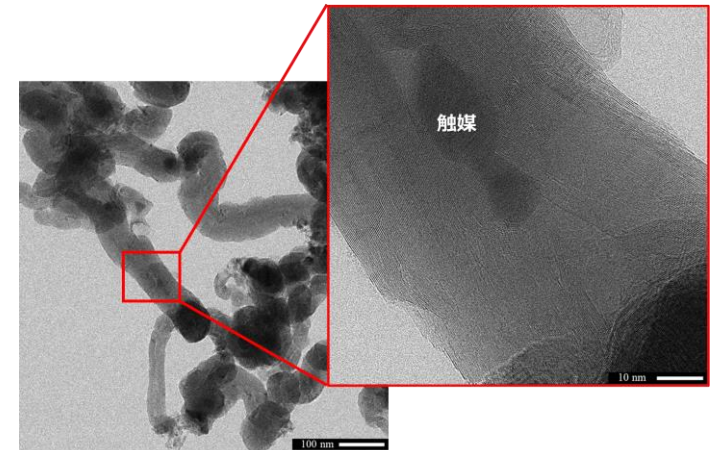


膜反応器の開発及び有効性の実証検討

Pd膜+Ni/Fe/Al₂O₃触媒



得られたカーボン



触媒を中心にグラフェンが層状に積層されているような構造

本日の内容

1. 無機膜研究センターについて

2. 研究部門の研究成果

- ・CVDシリカ膜・パラジウム膜
- ・ゼオライト膜

3. 今後の計画について

CO₂を原料としたメタノール合成

次世代火力発電等技術開発/次世代火力発電基盤技術開発/

CO₂ free H₂

CO₂有効利用技術開発

褐炭、水分解、電解

H₂

製鉄所、石油化学

Industry H₂ byproduct

発電所、製鉄所、
セメント、化学工場

CO₂ Capture
= 7,300万 t/y

石炭

CO₂ capture

(CCUプラントへの原料CO₂投入 約0.226t-CO₂/t-MeOH)
= 1.46 t-CO₂/tMeOH)



(CCU plantメタノール合成CO₂排出原単位:

CCU PlantのCO₂削減量:

2,710万t

(1,130万t/y排出(2019予測))

化学品用途の
MeOH Production:
5,000万t/y(2019予測)
(今後益々増大)

+

=

1億10万t 削減効果

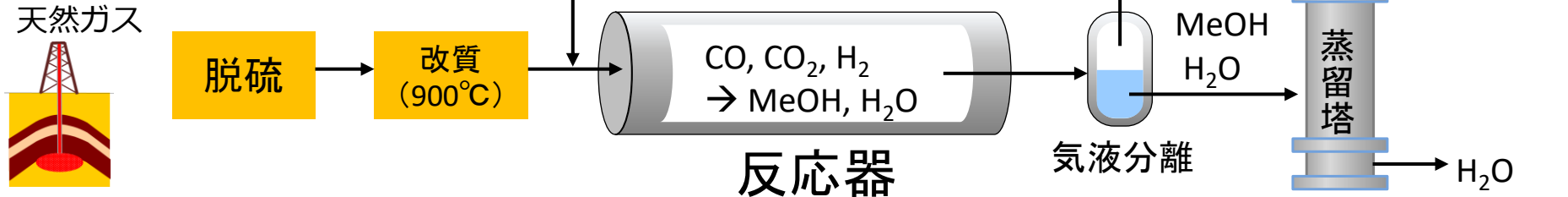
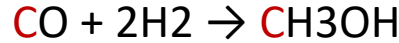
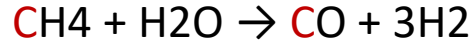
2,710万t

7,300万t + (3,840万t * - 1,130万t) = 1億10万t (CO₂削減量)

* 現行のメタノール合成CO₂排出原単位: 0.768 t-CO₂/t-MeOHとして算出

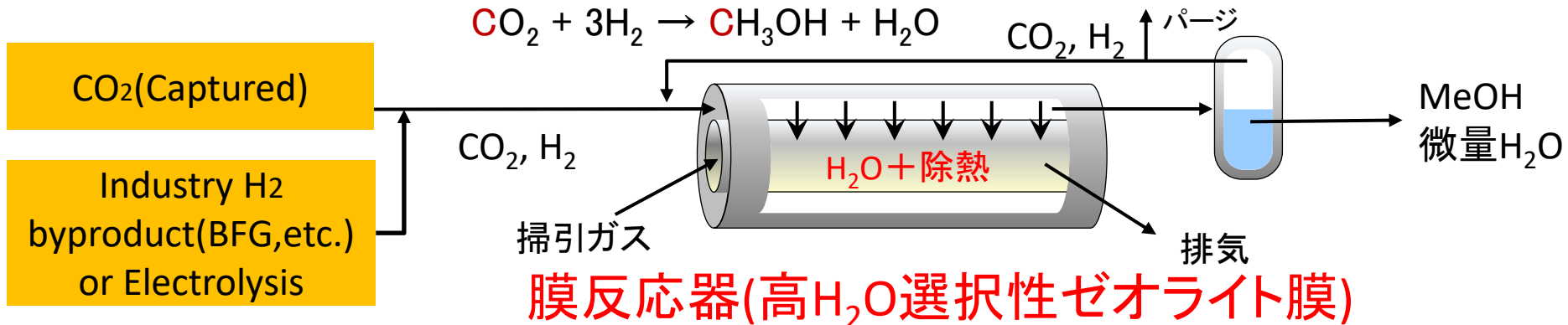
親水性ゼオライト膜メンブレンリアクターの適用

従来技術(化石燃料由来)



反応工程が複雑(高圧反応、多段プロセス)・エネルギー消費量大

RITEプロセス(CO₂有効利用) 特許出願済み (JFEスチールと共同出願)



膜反応器(高H₂O選択性ゼオライト膜)

- ・膜反応器による効率向上(CO₂利用が可能)
- ・スweepガスによる効率的な除熱
- ・蒸留工程が不要あるいは小規模化(一段プロセス)

省エネ、
低コスト化

ゼオライト膜の開発目標

<膜の開発目標 (one-pass) >

■ SV=1,000 h⁻¹

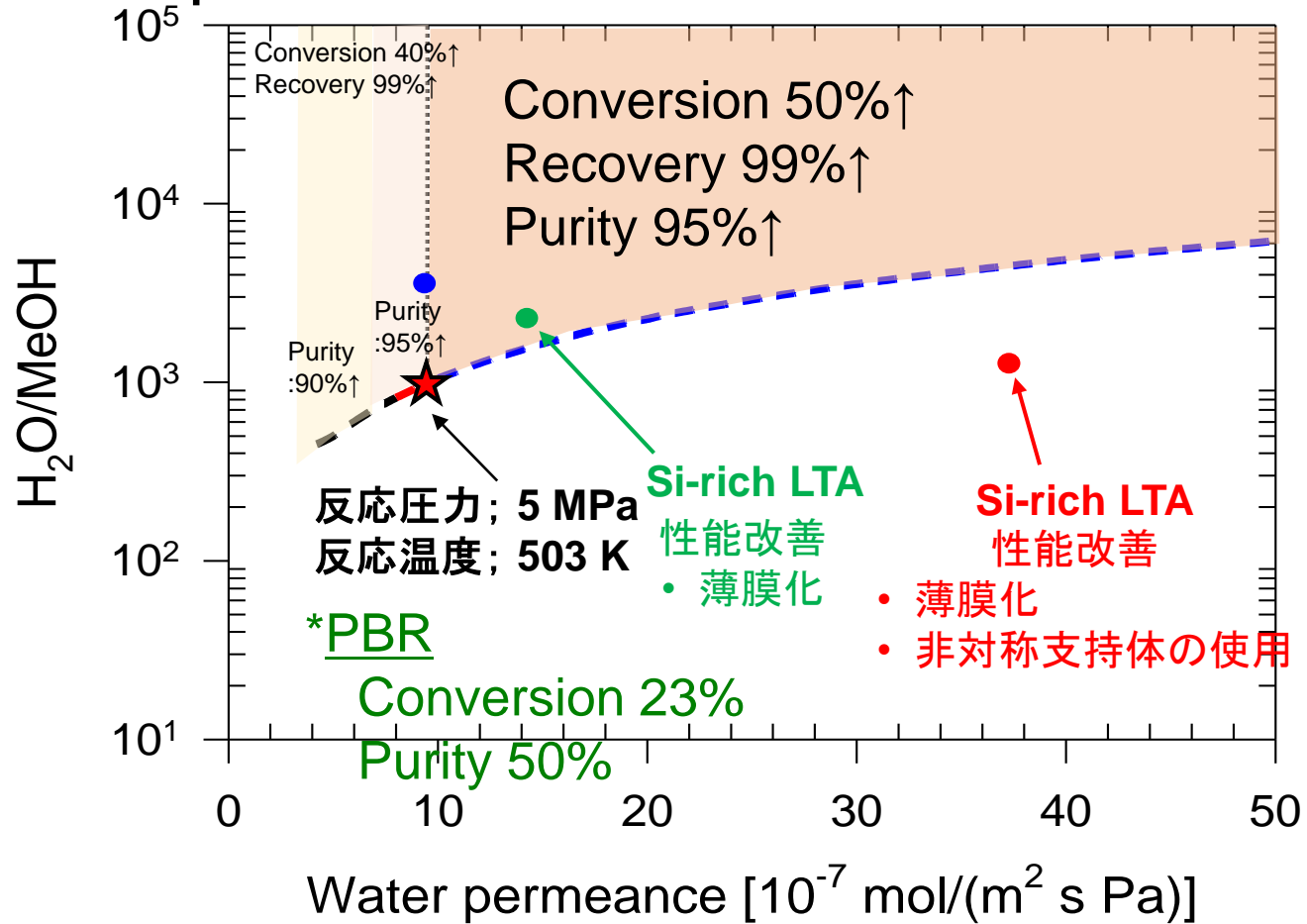
One-pass

転化率50%&

回収率99%&

純度95%

の達成条件

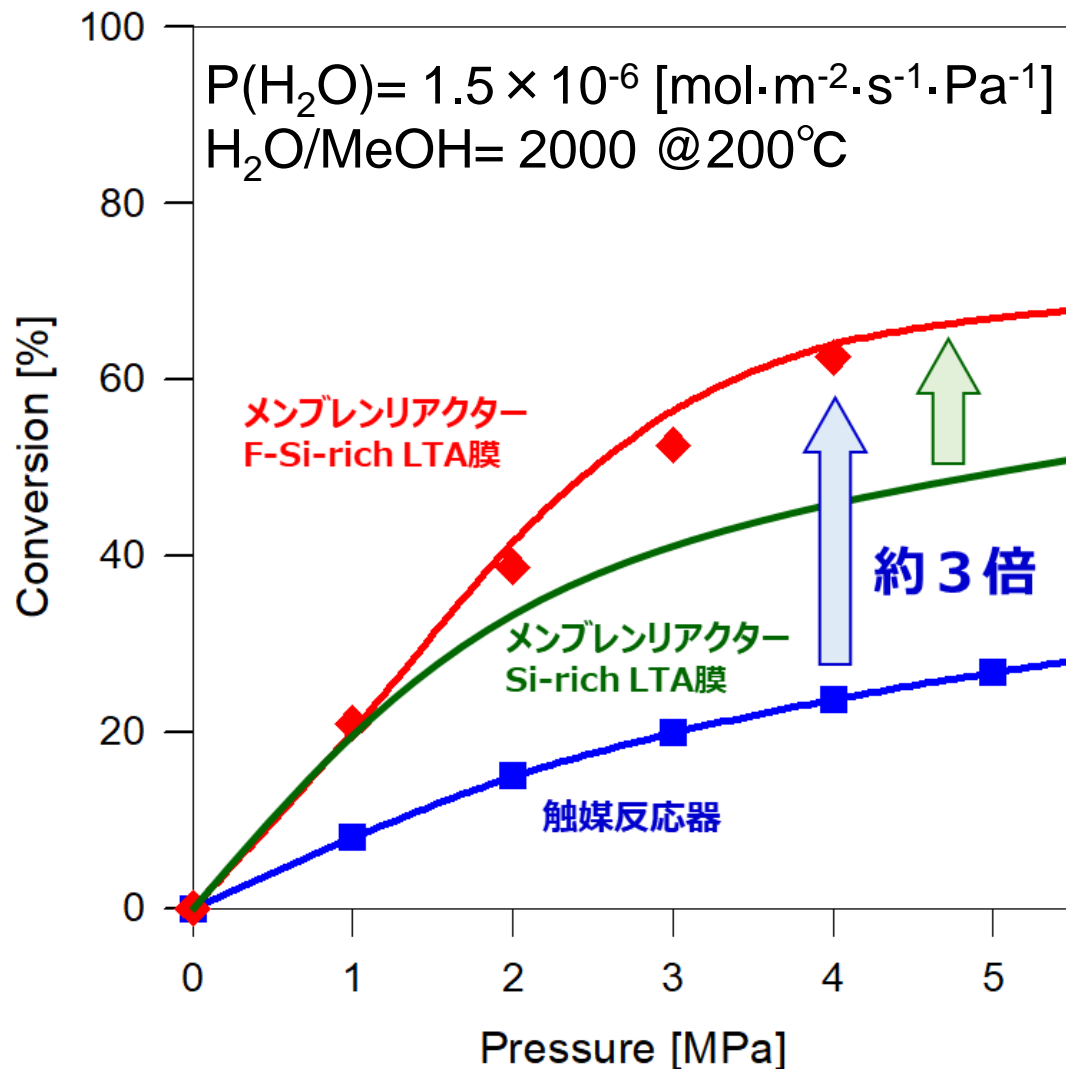


• 1×10^{-6} [mol · m⁻² · s⁻¹ · Pa⁻¹] 以上の水蒸気パーミアンス

• 1,050以上のWater/MeOH選択性@230°C

脱水膜を用いたメンブレンリアクターの優位性

透過分離性能が向上した膜(F-Si-rich LTA膜)を用いることにより、従来の触媒充填層型反応器と比較して転化率が約3倍



供給ガス: $\text{H}_2/\text{CO}_2=3$
 $\text{SV}=200 \text{ h}^{-1}$
温度: 200°C
圧力: 1-4 MPa

約3倍

脱水膜の長尺化検討

実用化に向けて、開発した高い脱水性能を示す **Si-rich LTA膜の長尺化**の検討を開始

(今年度末までに50cmLの脱水膜の開発を目指す)

現状; 30 cmL

<膜性能の目標値>

- ◆H₂O透過率; $>1.0 \times 10^{-6} \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$
- ◆分離性能(H₂O/MeOH); $>1,050$

今年度の目標; 50 cmL

実用的には少なくとも100 cmLが必要(外径はφ12 mmを仮定)

本日の内容

1. 無機膜研究センターについて

2. 研究部門の研究成果

- ・CVDシリカ膜・パラジウム膜
- ・ゼオライト膜

3. 今後の計画について

無機膜研究センター・今後の進め方

1. シリカ膜、Pd膜

シリカ膜：高い水素分離性能を有する膜の開発。

Pd膜：合金化による耐熱性、耐久性の向上。

2. ゼオライト膜

特性のさらなる向上を図るとともに、実用化に向けて膜の長尺化を図る。

無機膜研究センター・今後の進め方

3. 膜反応器

各種反応系(水素、CO₂有効利用)へ適用し、最適構造を検討していく。

4. 産業化戦略協議会

国プロへの応募などを行い、新しい用途に無機膜の適用を検討していく。

謝 辞

本発表の成果の一部は、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)

・「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／膜反応器を用いたメタン直接分解によるCO₂フリー水素製造技術」

・「ゼロカーボン・スチールの実現に向けた技術開発」

の結果、得られたものです。

関係各位に感謝いたします。

ご清聴ありがとうございました。