

RITE・無機膜研究センターの目指すもの

平成28年4月15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の目的と体制

- ・センターの目的と実施事項
- ・センターの体制(研究部門と産業連携部門)

2. 研究部門のポテンシャル

- ・CVDシリカ膜
- ・ゼオライト膜
- ・細孔内充填型Pd膜

3. 産業連携部門の活動方針

- ・無機膜産業化に向けた課題
- ・産業化戦略協議会

無機膜研究センターの目的

無機膜の現状

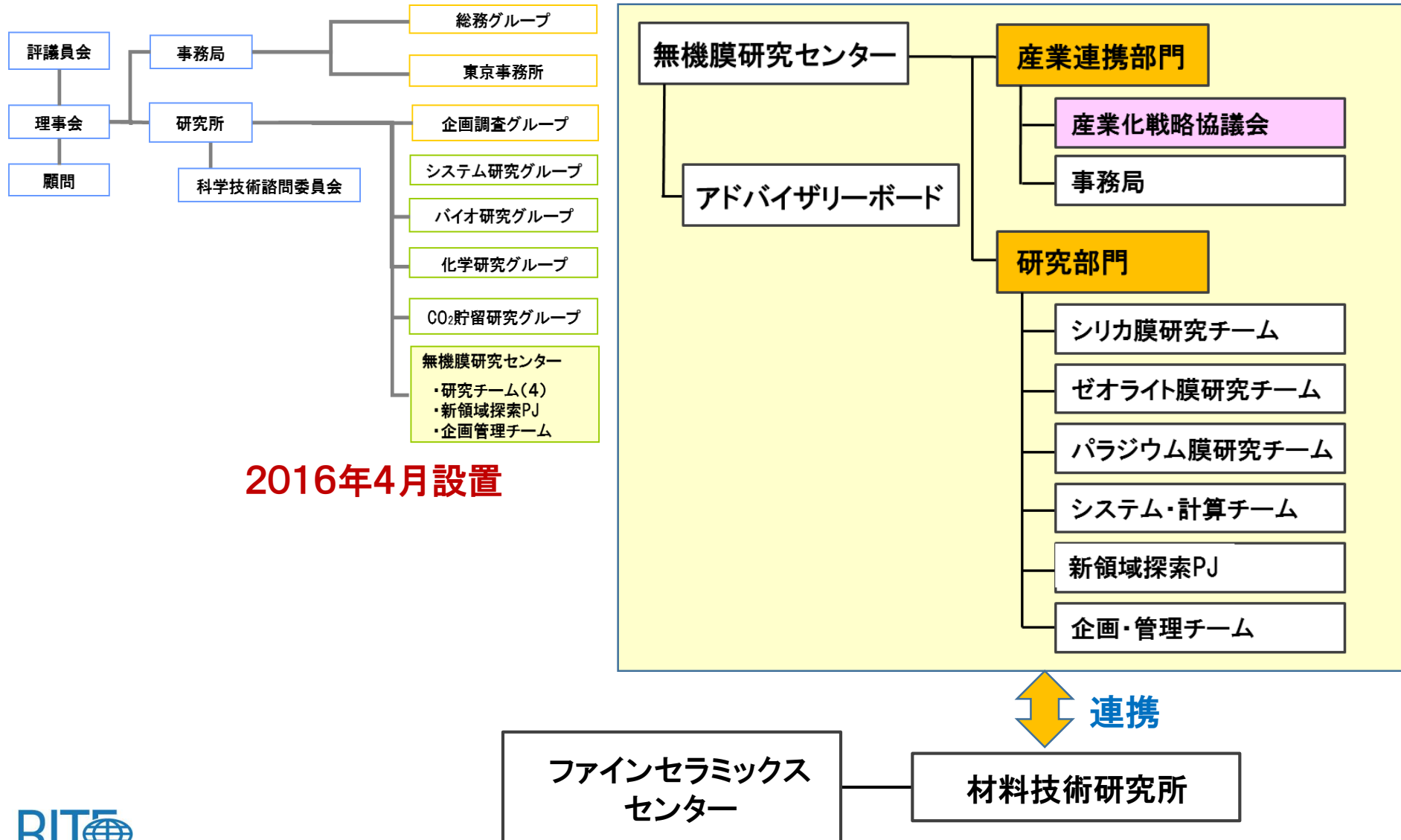
日本の研究開発は世界を大きくリードしているが、
産業化はほとんど進んでいない



【目的】 日本の英知を結集し、

- ①無機膜の研究開発を推進し、**革新的環境・エネルギー技術**を
実用化する
- ②産学が連携して、日本に**無機膜の産業**を確立するための
道筋を提示する
- ③メーカー、ユーザー企業と連携して**国費事業等**を受託する
他、**民間企業との共同研究／委託研究**の受け皿となる
- ④各種無機膜の第一人者から中堅・若手研究員への
技術伝承を行なう

無機膜研究センターの体制



無機膜研究センターを中心とする推進体制

アドバイザーボード

伊藤 直次 宇都宮大学大学院工学研究科 教授 (メンブレンリアクター)
上宮 成之 岐阜大学工学部 教授 (パラジウム膜)
都留 稔了 広島大学大学院工学研究科 教授 (シリカ膜)
原谷 賢治 (株)膜工学研究所 技術顧問 (膜プロセス設計)
松方 正彦 早稲田大学先進理工学部 教授 (ゼオライト膜)
江口 浩一 京都大学大学院工学研究科 教授 (燃料電池、触媒)
岡崎 健 東京工業大学科学技術創成研究院 特命教授 (水素)

海外主要研究機関(例)

- ・SINTEF(ノルウェー)
- ・ECN(蘭)
- ・Twente大学(蘭)
- ・ASU(米)

無機膜研究センター

センター長 中尾 真一
副センター長 西田 亮一
主席研究員 喜多 英敏

研究部門

産業連携部門

ファインセラミックス
センター

主要メーカー

- ・分離膜メーカー
- ・支持体メーカー

主要ユーザ企業

- ・エネルギー企業
(ガス会社、石油会社等)
- ・エンジニアリング会社
- ・化学会社
- ・鉄鋼会社
- ・その他

産業化戦略協議会

本日の内容

1. 無機膜研究センターの目的と体制

- ・センターの目的と実施事項
- ・センターの体制(研究部門と産業連携部門)

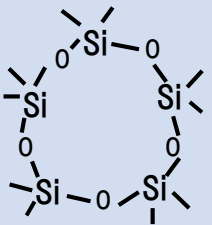
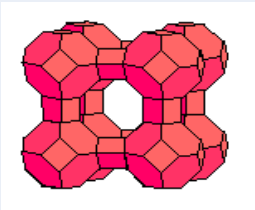
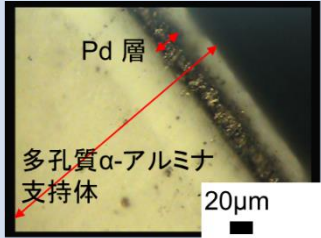
2. 研究部門のポテンシャル

- ・CVDシリカ膜
- ・ゼオライト膜
- ・細孔内充填型Pd膜

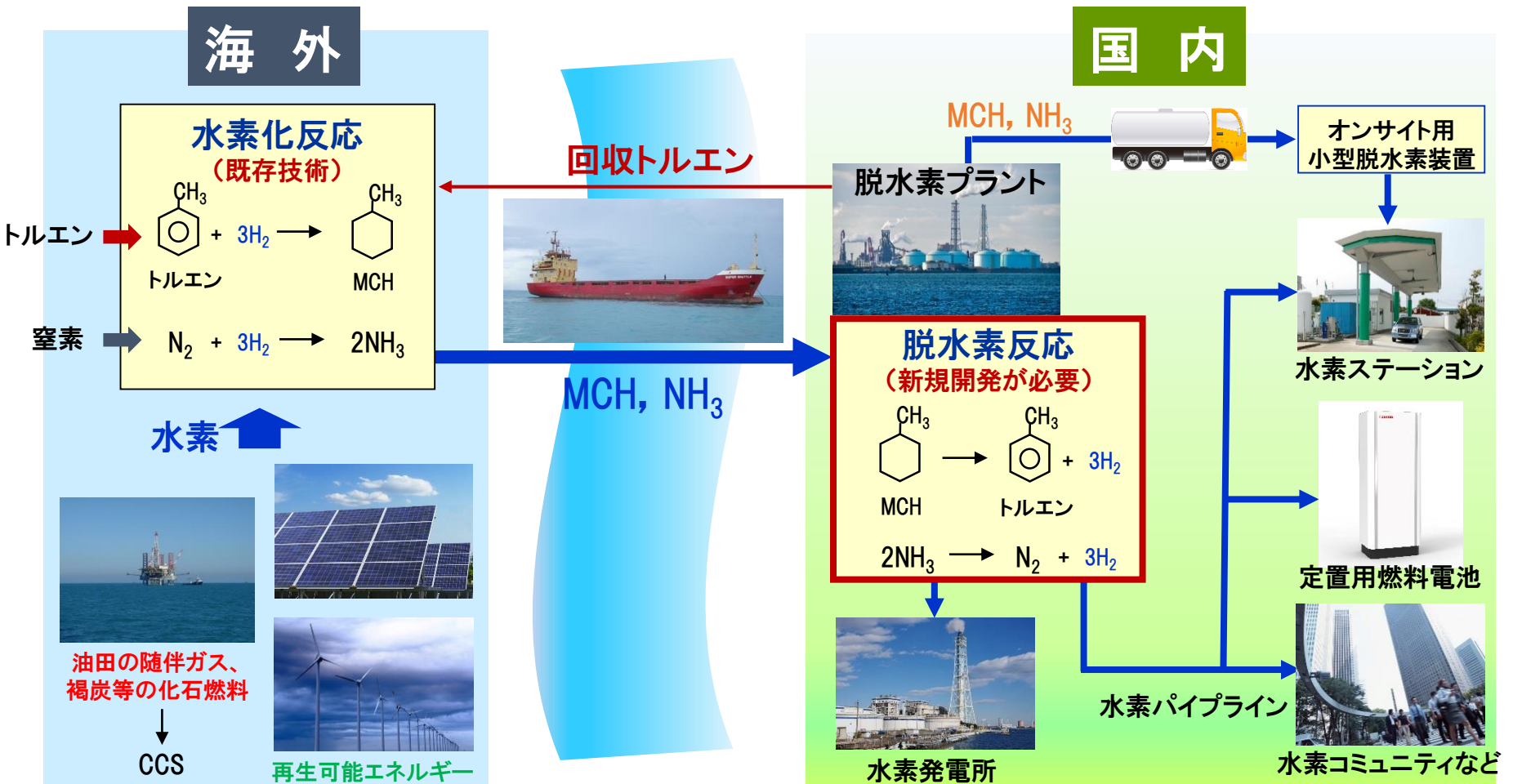
3. 産業連携部門の活動方針

- ・無機膜産業化に向けた課題
- ・産業化戦略協議会

RITEが保有する無機系分離膜

膜	構造	主な用途	製法	特長
CVDシリカ	 <p>非晶質 サブナノ細孔</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・MCH脱水素 ・天然ガス改質 ・水性ガスシフト 	対向拡散CVD法	構造設計の自由度が高い (用途に応じた最適設計)
ゼオライト	 <p>結晶 規則細孔</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・CO₂/CH₄分離 ・MCH脱水素 ・蒸留代替 (炭化水素、有機溶媒) 	水熱合成法	高度な熱的・化学的安定性
パラジウム	 <p>細孔内充填型</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・NH₃脱水素 ・天然ガス改質 	RITE独自の無電解メッキ法	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)

エネルギーキャリア

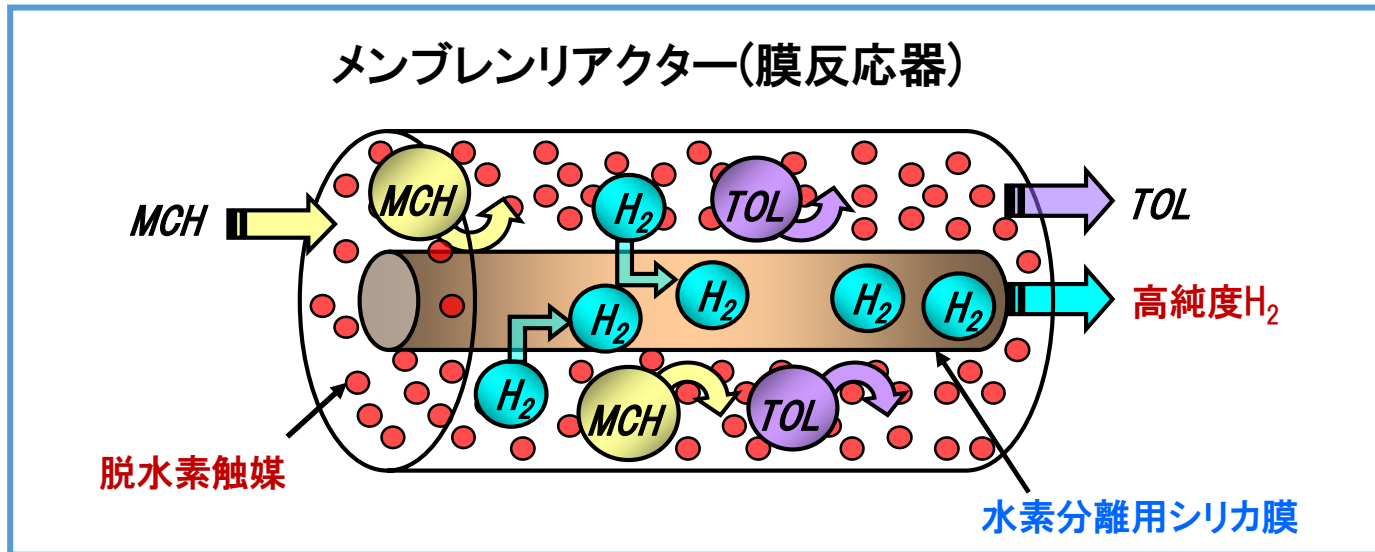
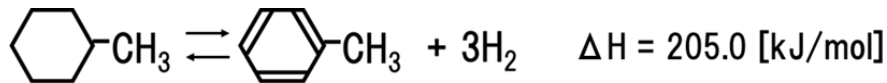
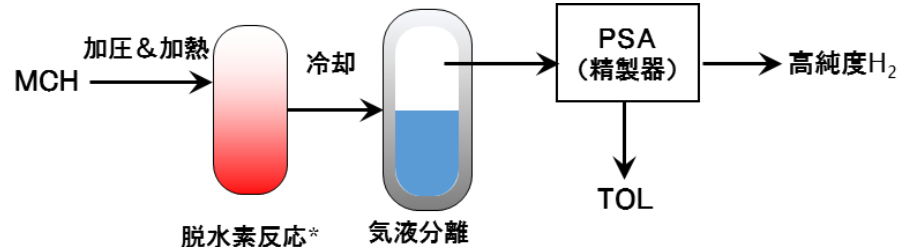


水素社会構築を可能とする「エネルギー輸送」技術
効率的な水素分離・精製技術の開発が不可欠

MCHからの高純度水素製造

従来法(脱水素反応+PSAなど)

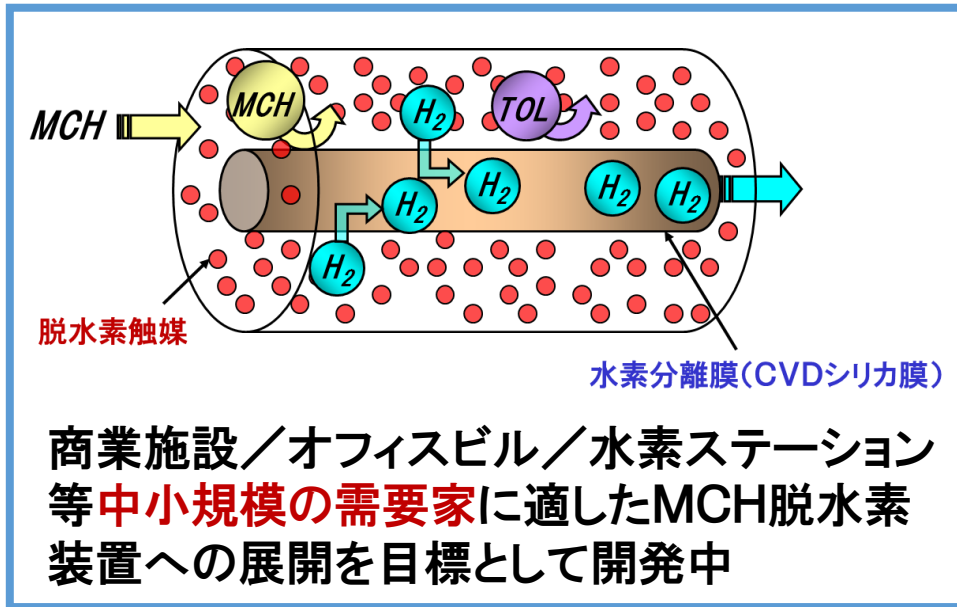
課題: 大容積、低効率、高コスト



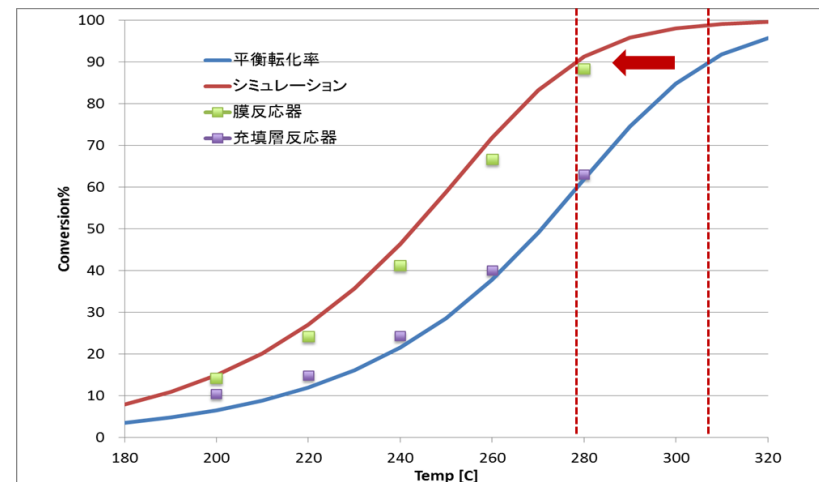
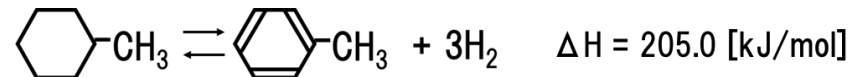
従来法(脱水素反応+PSAなど)より、

装置のコンパクト化、反応温度の低温化、低コスト化
が期待できる。

CVDシリカ膜を用いたMCH脱水素

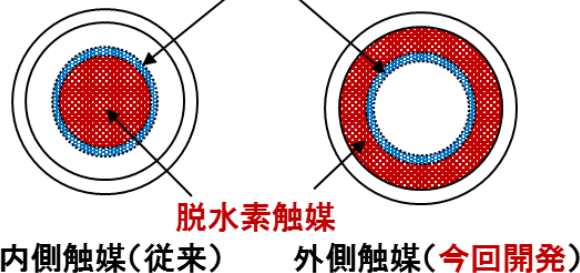


平衡シフト効果



触媒充填構造を改善

水素分離膜(シリカ膜)



CVDシリカ膜の場合、保護膜等なしで、熱供給に有利な外側触媒の構成が可能

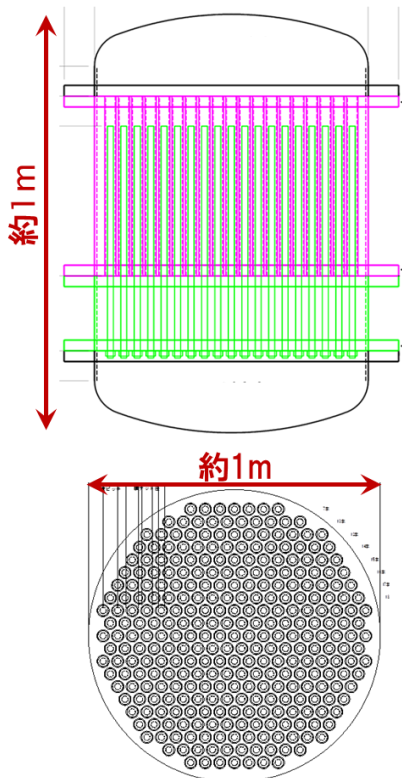
反応温度の低減を確認

(約310→280°C@転化率90%)



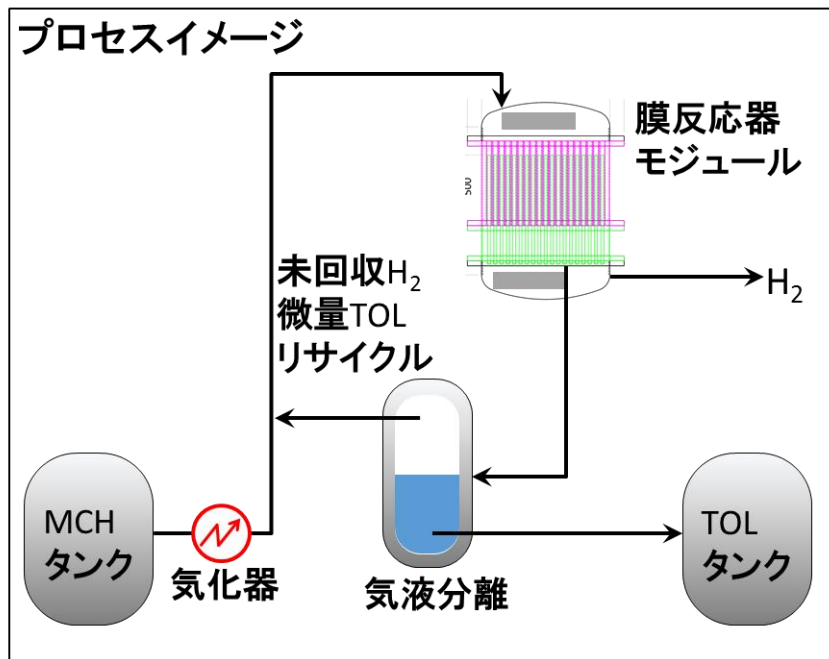
水素分離性能向上により、さらなる低温化やプロセス改善(さらなる低コスト化)が可能

実機イメージの構築と小型モジュール試験機の作製



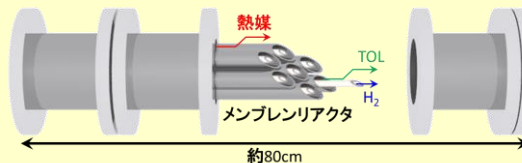
500 mL膜 313本

100kW燃料電池への水素供給(70Nm³/hr)を想定



十分な実現性を確認

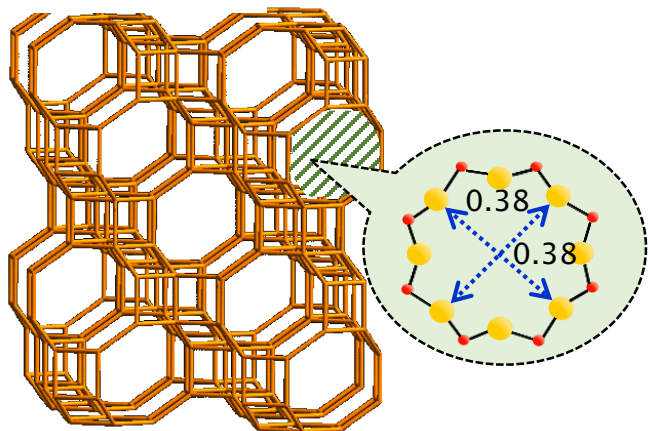
小型モジュール試験機(7本のMRより構成)を作製し、運転研究を開始



長尺MRモジュール(7本)

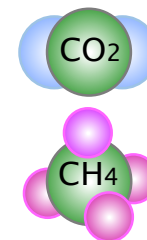
CHA型ピュアシリカゼオライト研究の背景

CHA型ゼオライト

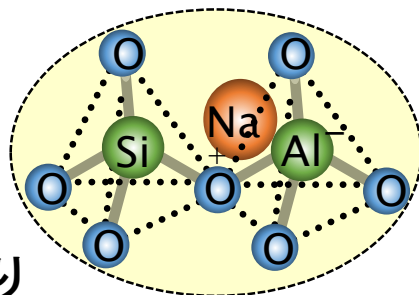


・8員環細孔 (0.38 nm, 3次元構造)

・対象分子サイズ
CO₂ : 0.33 nm
CH₄ : 0.38 nm



SSZ-13(CHA型アルミノシリケート)



特徴

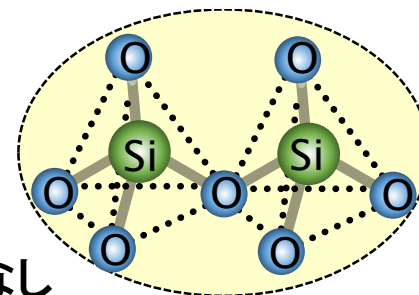
- 交換カチオンあり
⇒ 極性分子との高い親和性
(CO₂選択性 ◎)

- 耐水蒸気性 ×

使用条件

低温, 前段での水の除去が必要

Si-CHA(CHA型ピュアシリカ)



特徴

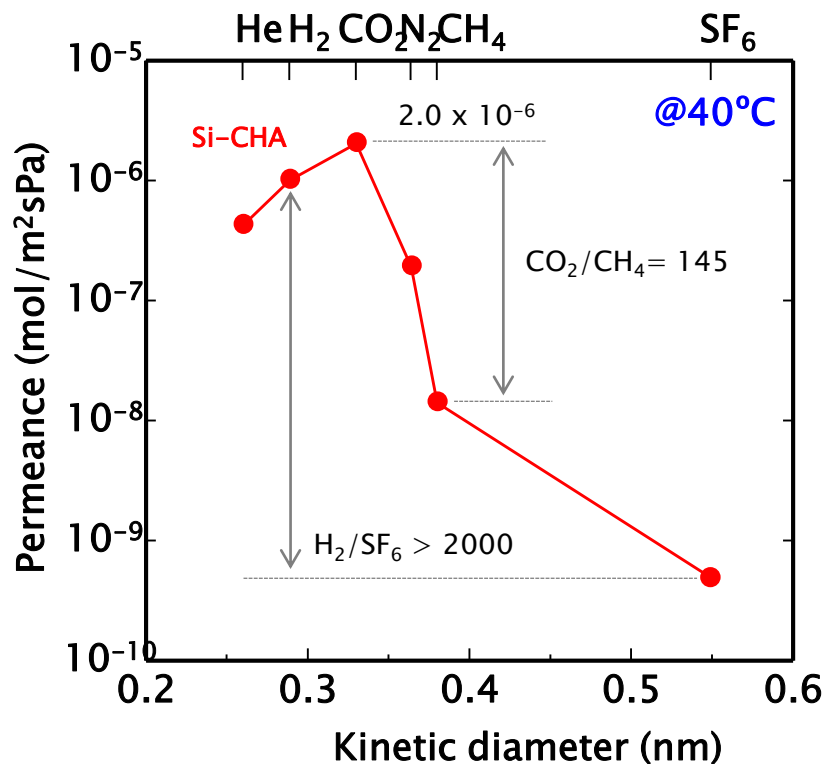
- 交換カチオンなし
⇒ 高い細孔容積(ガス拡散性 ◎)
装置のコンパクト化に寄与

- 耐水蒸気性 ◎

使用条件

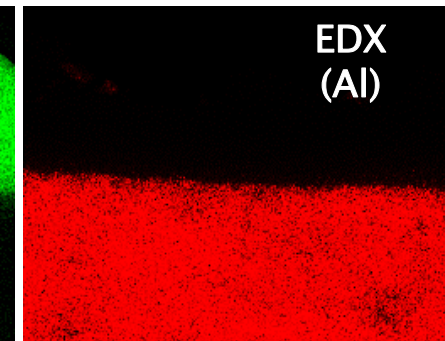
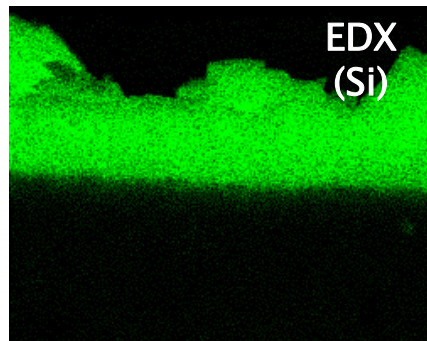
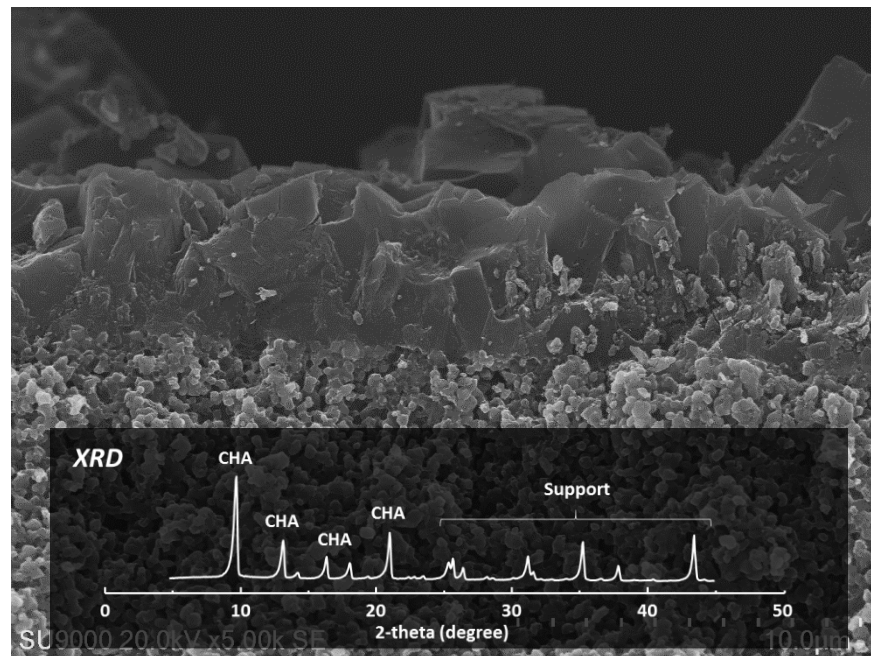
幅広い温度域かつ加湿条件

Si-CHA 膜の特性評価

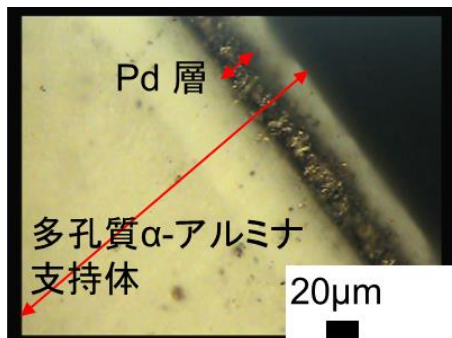


Si-CHA膜

- ✓ 優れたCO₂ パーミアンス
- ✓ 高いCO₂/CH₄選択性



細孔内充填型パラジウム膜



●支持体の内部に形成(従来は支持体の表面)

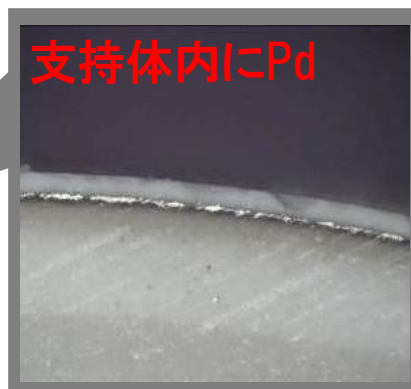
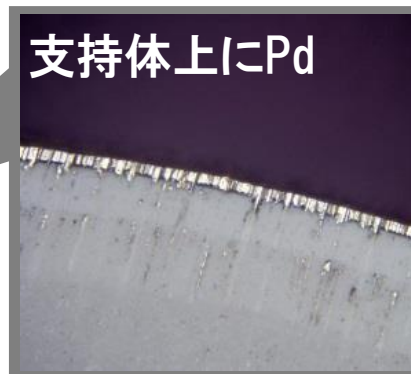
- ⇒
- ・耐久性向上の可能性
 - ・Pd使用量は表面型の3分の1

RITE

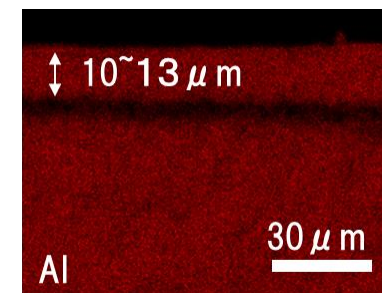
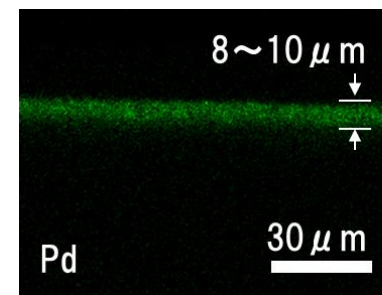
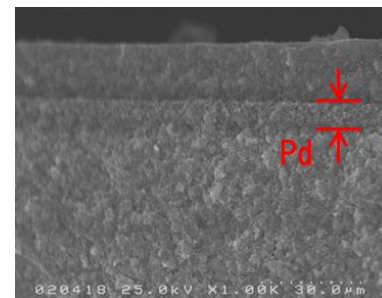
遊離型(圧延膜)	通常型薄膜 (無電解めっき、電解めっき、 スパッタ、CVD 等)	細孔内充填型 (目的とする膜構造)
<p>高コスト</p>	<p>低耐久性*</p>	<p>保護層</p>

*熱膨張係数差、水素脆化、触媒との合金化、機械的ダメージ

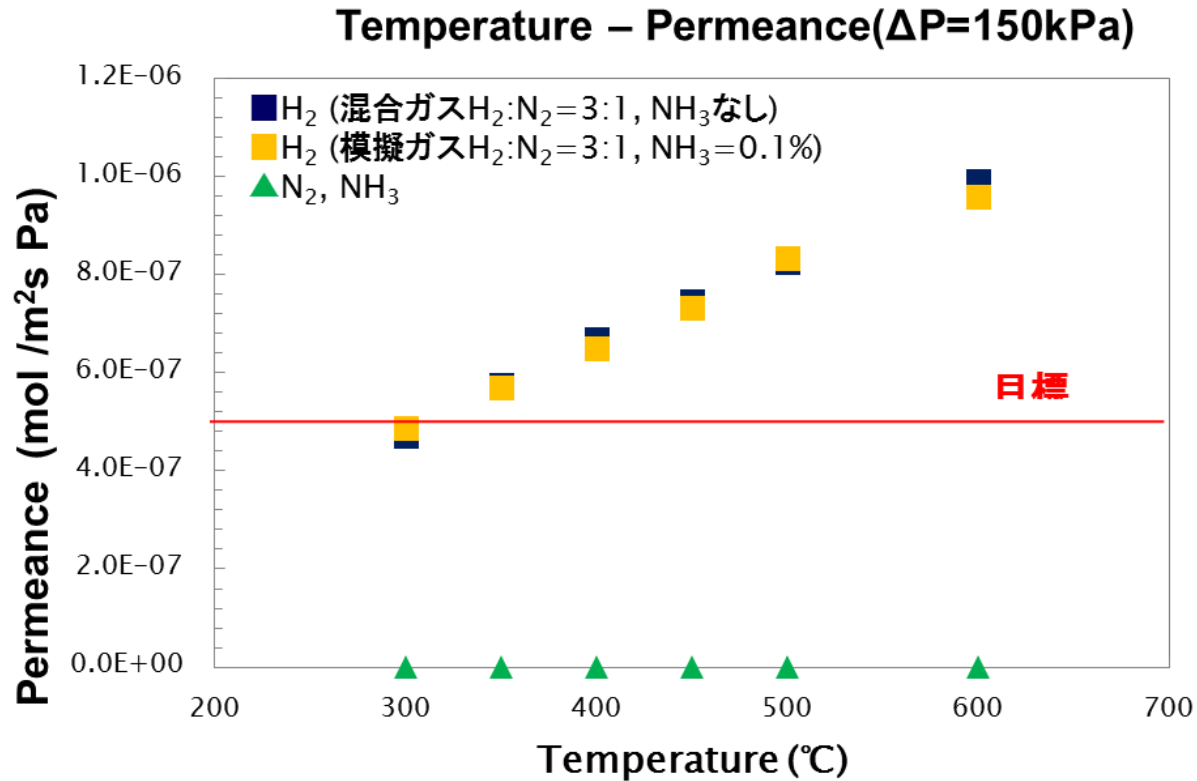
Pd膜の外観像および断面像比較



細孔内充填型Pd膜
SEM-EDX像



細孔内充填型Pd膜の水素透過性・耐久性



水素透過性: 目標値を大きく超える性能

研究部門における研究分野

3つの柱

① 水素分離・精製

MCHなど有機ハイドライド、アンモニアの脱水素、CH₄等改質

② CO₂/CH₄分離

天然ガス井戸元、バイオガス精製など

③ 有機液体の分離

Polar/Non-polar, Aromatic/Aliphatic, Aromatic/Alicyclic, Isomers

産業連携部門(産業化戦略協議会)の検討に対応して、
現行テーマに加え新規テーマの立ち上げを順次図る

本日の内容

1. 無機膜研究センターの目的と体制

- ・センターの目的と実施事項
- ・センターの体制(研究部門と産業連携部門)

2. 研究部門のポテンシャル

- ・CVDシリカ膜
- ・ゼオライト膜
- ・細孔内充填型Pd膜

3. 産業連携部門の活動方針

- ・無機膜産業化に向けた課題
- ・産業化戦略協議会

無機膜産業化に向けた課題と解決の方向性

【課題①】 分離膜メーカーとユーザ企業との**ビジョンの共有化が十分とは言えない**

- ✓ **情報共有化**が十分でない
- ✓ **実用化に向けたロードマップの共有化**が十分出来ていない

➡【解決法】 **ニーズとシーズのコーディネート、ユーザとメーカーの実用化に向けたロードマップの共有化**

【課題②】 分離膜メーカーとユーザ企業のそれぞれの強みを活かした**実用化に向けた共同研究**が十分とは言えない

➡【解決法】 **実用化を目指す共同研究**テーマの検討、研究の立ち上げ

【課題③】 **産学連携の不足**

➡【解決法】 無機膜研究の**第一人者による科学的な支援**

本質的・本格的なオープンイノベーションの推進が必要

産業化戦略協議会

【目的】

メーカー、ユーザー企業等の**企業会員**から構成し、
メーカーとユーザー企業の**ビジョンの共有化**及び
共同研究の企画・立案等を推進し、革新的環境・
エネルギー技術に資する無機膜産業を確立する

産業化戦略協議会活動計画①

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**ニーズ・シーズマッチング**、**ロードマップ策定**等のための**研究会**

- ・ 会員企業からメンバーを募って実施(1期2年)
- ・ 研究会メンバーで協議してテーマを決定(同時に2~3テーマ)

	メンバー	実施内容	開催頻度
研究会	役員・部長 クラス	作業部会の検討結果を受け、方向性を議論・決定	2回/年
作業部会	マネジャー クラス	無機膜の産業化に向け、用途探索、技術開発・実用化の方向性を検討し、ロードマップを策定する	1回/2カ月 程度

産業化戦略協議会活動計画②

- 2) 無機膜を用いた革新的環境・エネルギー技術に関する
国費事業等の企画・立ち上げ
 - ・・・ 研究会の検討結果をベースに検討
- 3) 研究部門との研究員交流、研究部門への**研究員派遣**
(有償／無償)の受け入れ
- 4) 会員からアドバイザーボード、研究部門への**技術相談**
受付(技術評価含む)

産業化戦略協議会活動計画③

5) **会員限定セミナー(無料)**の開催・・・年5回程度

- ・アドバイザーボードの講演
- ・会員、センター研究部門からの話題提供

6) **会員向けニーズ・シーズ情報**の提供・・・年4回程度



メーカーとユーザー企業の**ビジョンの共有化**
及び**共同研究の企画・立案**等を推進

無機膜研究センター

- ・無機膜を用いた**革新的環境・エネルギー技術**の開発
- ・メーカーとユーザー企業の**ビジョンの共有化**及び**共同研究の企画・立案**等の取り組みの推進



早期に無機膜の産業化を！

ご清聴ありがとうございました。