

無機膜研究センターが目指すもの

平成28年12月7日

無機膜研究センター長 中尾 真一



無機膜研究センターの目的

無機膜の現状

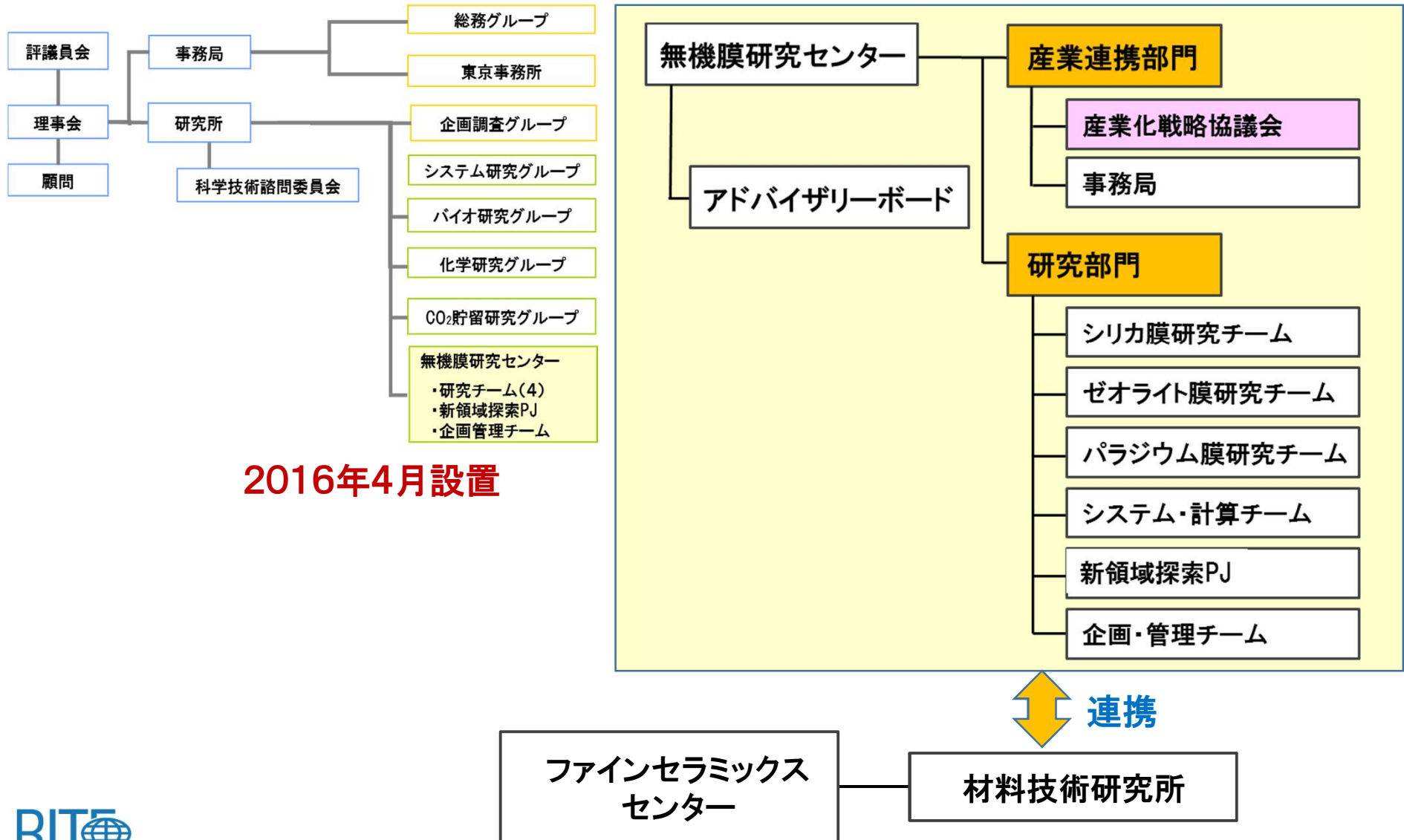
日本の研究開発は世界を大きくリードしているが、
産業化はほとんど進んでいない



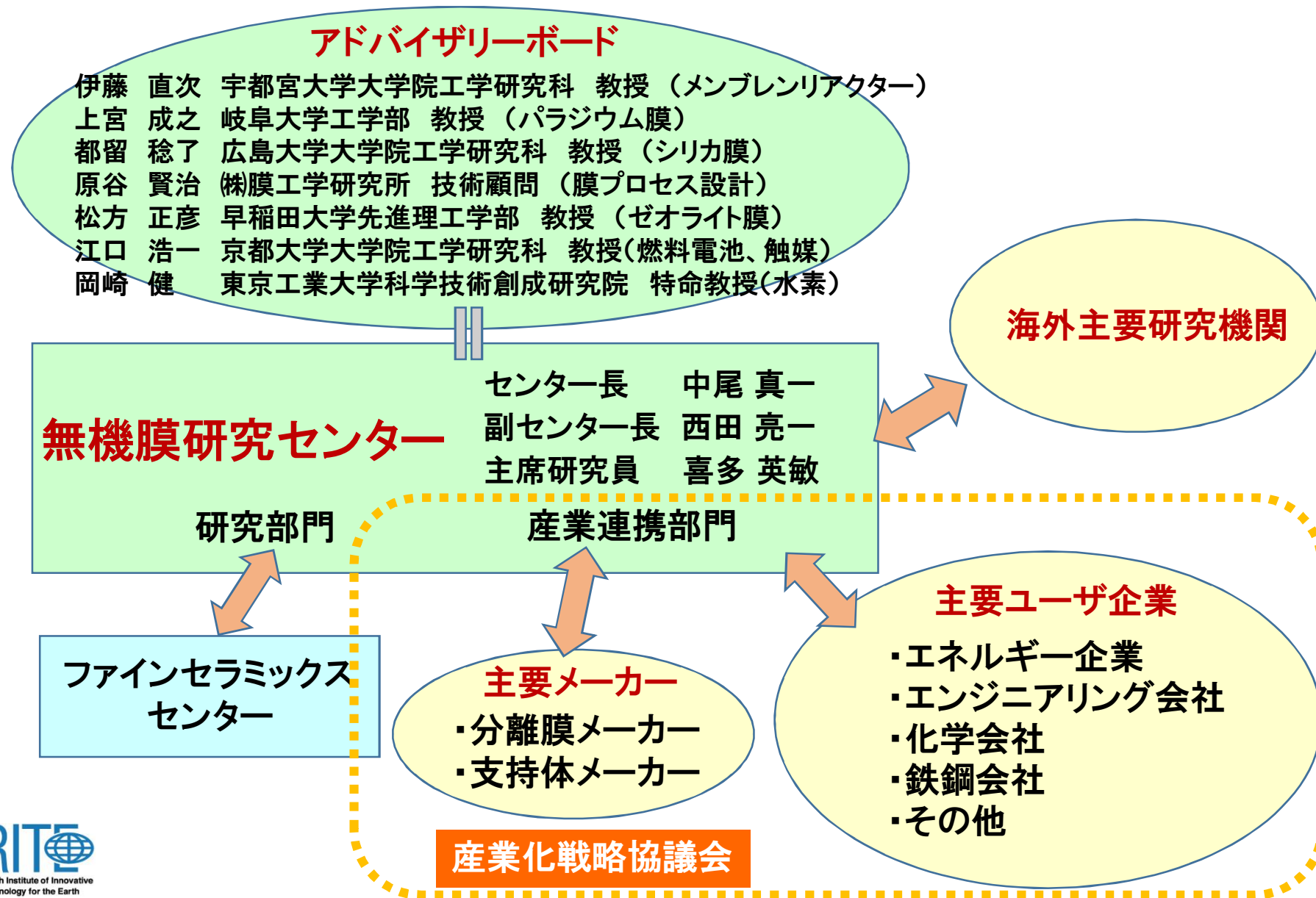
【目的】 日本の英知を結集し、

- 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

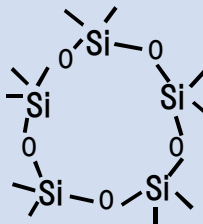
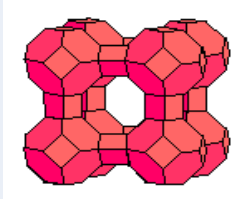
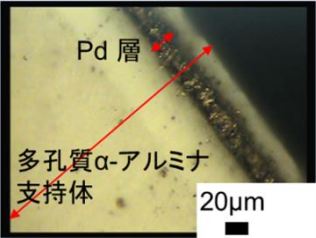
無機膜研究センターの体制



無機膜研究センターを中心とする推進体制



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 | <p>構造設計の自由度が高い (用途に応じた最適設計)</p> |
| ゼオライト |  <p>結晶 規則細孔 ピュアシリカCHA等</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 | <p>高度な熱的・化学的安定性</p> |
| 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 | <p>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)</p> |

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

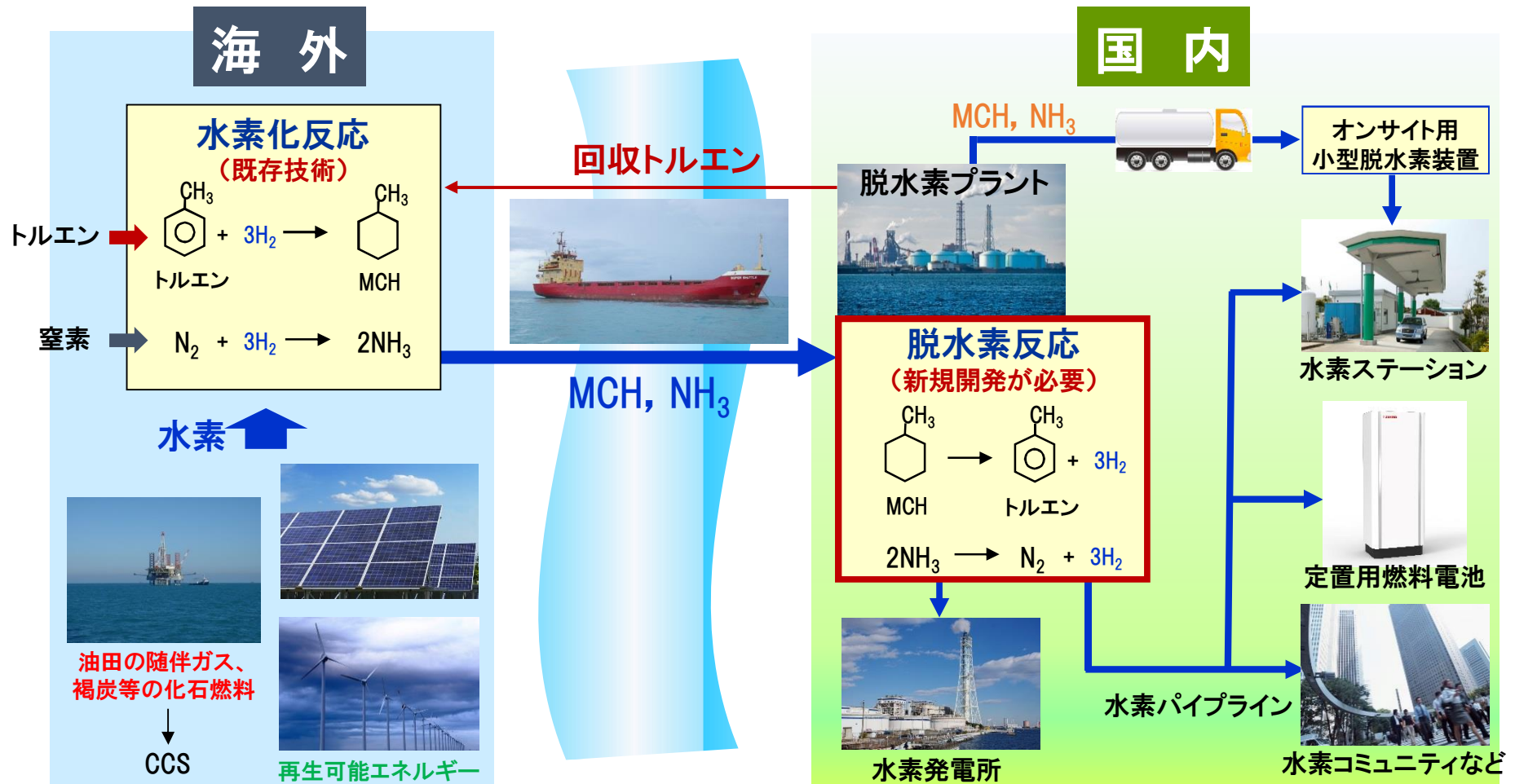
② CO₂/CH₄分離

天然ガス井戸元、バイオガス精製など

③ 炭化水素など有機化合物の分離

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

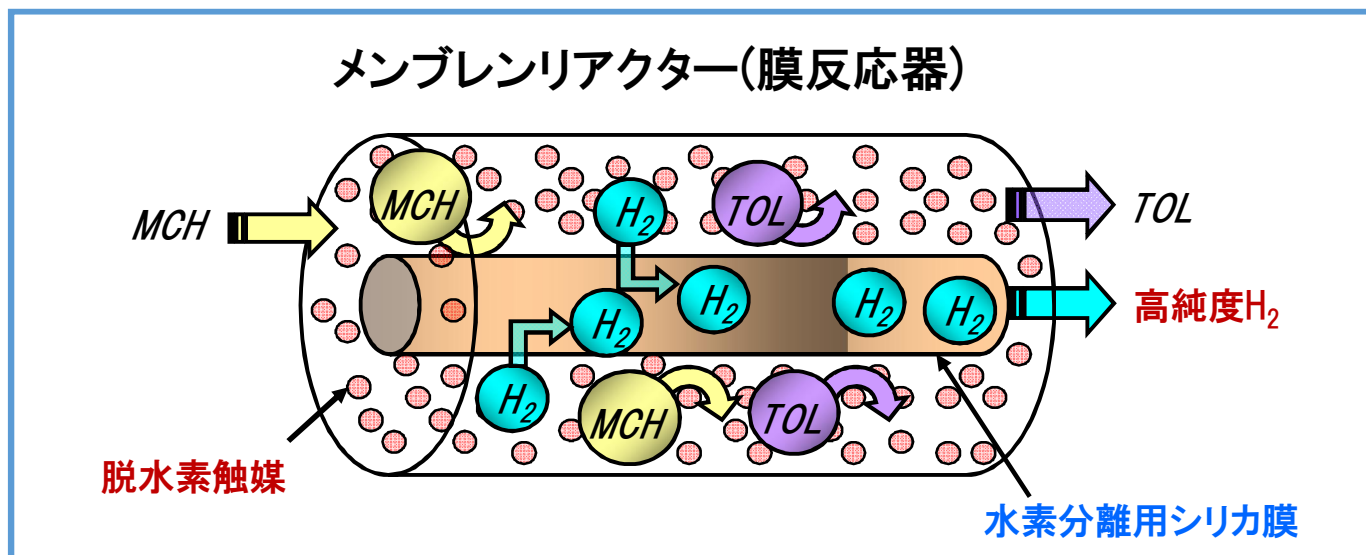
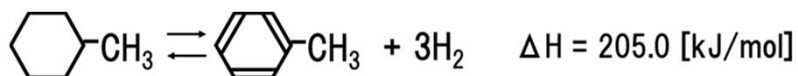
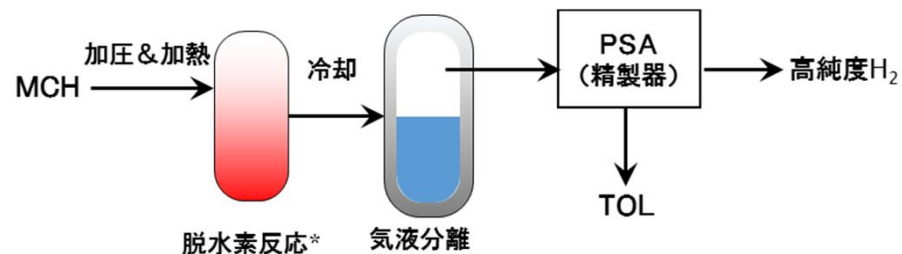


水素社会構築を可能とする「エネルギー輸送」技術

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

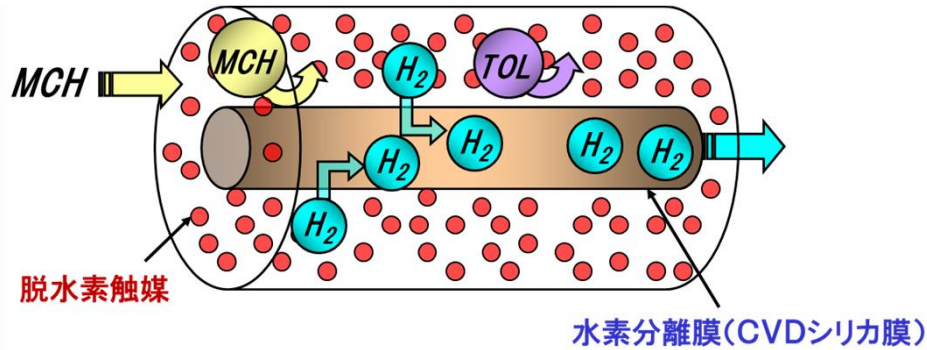
従来法(脱水素反応+PSAなど)
課題: 大容積、低効率、高コスト



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。

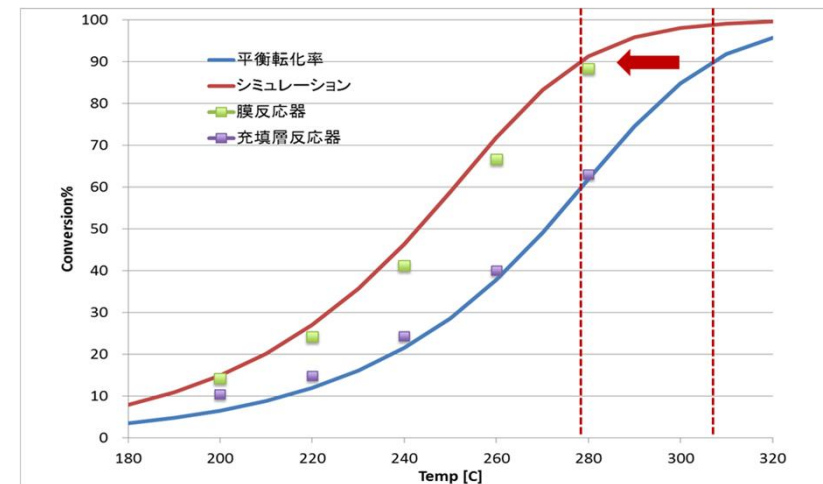
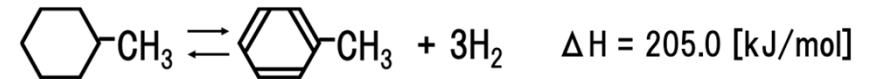
CVDシリカ膜 MCH脱水素

NEDO水素利用等先導研究開発事業
(H25~29)

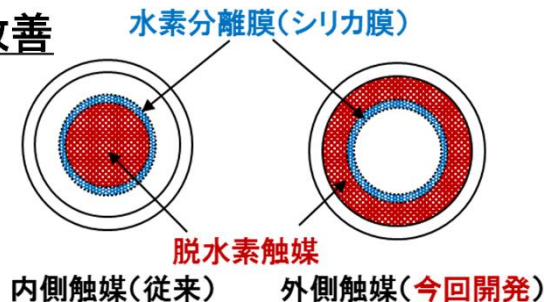


商業施設／オフィスビル／水素ステーション
等中小規模の需要家に適したMCH脱水素
装置への展開を目標として開発中

平衡シフト効果



触媒充填構造を改善



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

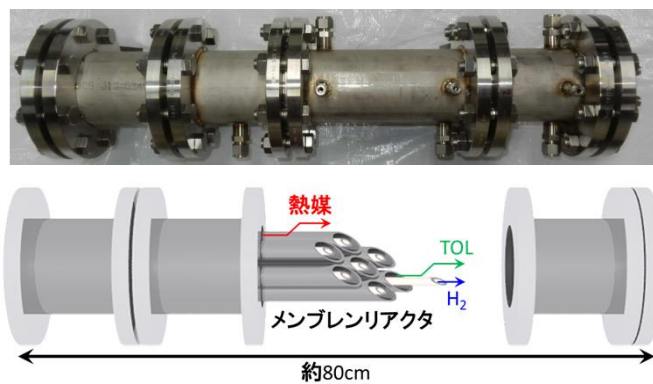
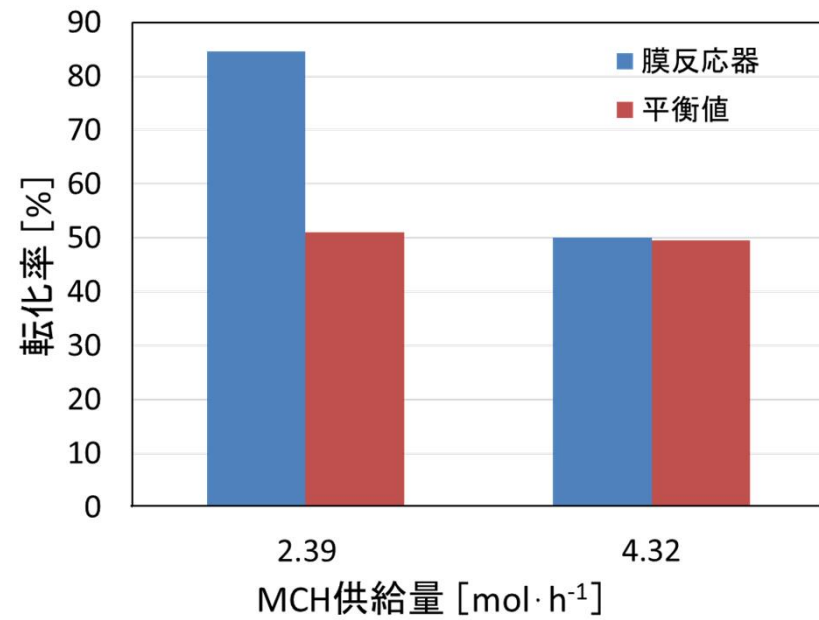
反応温度の低減を確認
(約310→280°C@転化率90%)



水素分離性能向上により、
さらなる低温化などが可能



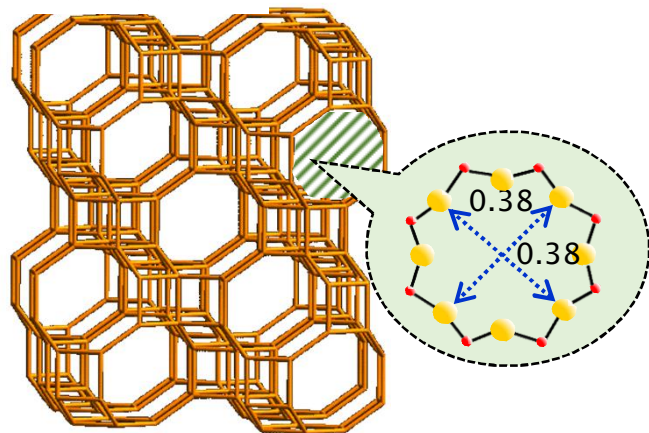
昨年11月より、小型試験装置でエンジニアリングデータ取集中



平衡シフト効果を確認

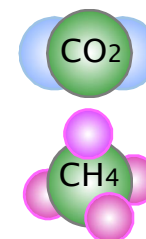
ゼオライト膜 CHA型ピュアシリカゼオライト研究の背景

CHA型ゼオライト

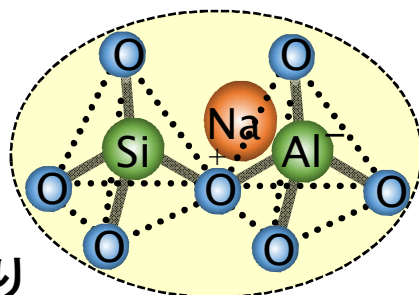


・8員環細孔 (0.38 nm, 3次元構造)

・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

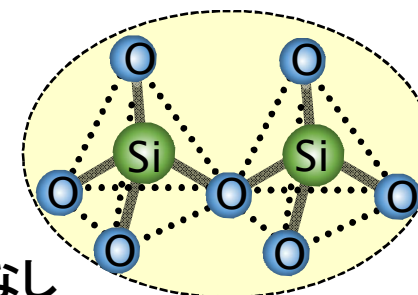
- 交換カチオンあり
⇒ 極性分子との高い親和性
(CO₂選択性 ◎)

- 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)



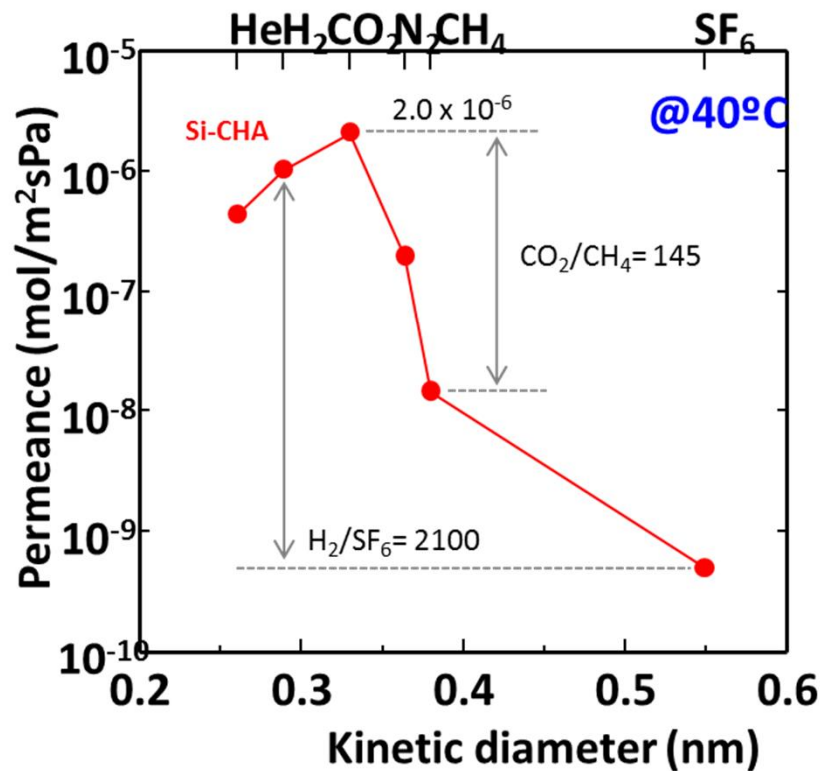
特徴

- 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 ◎

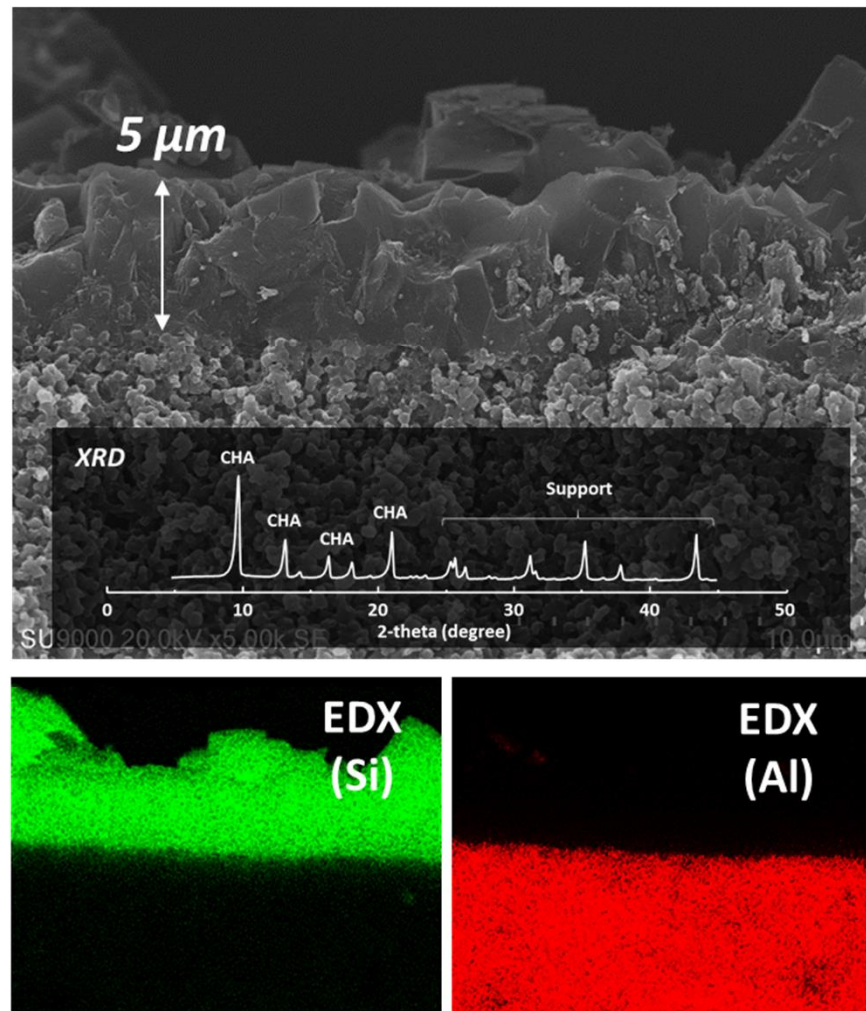
使用条件

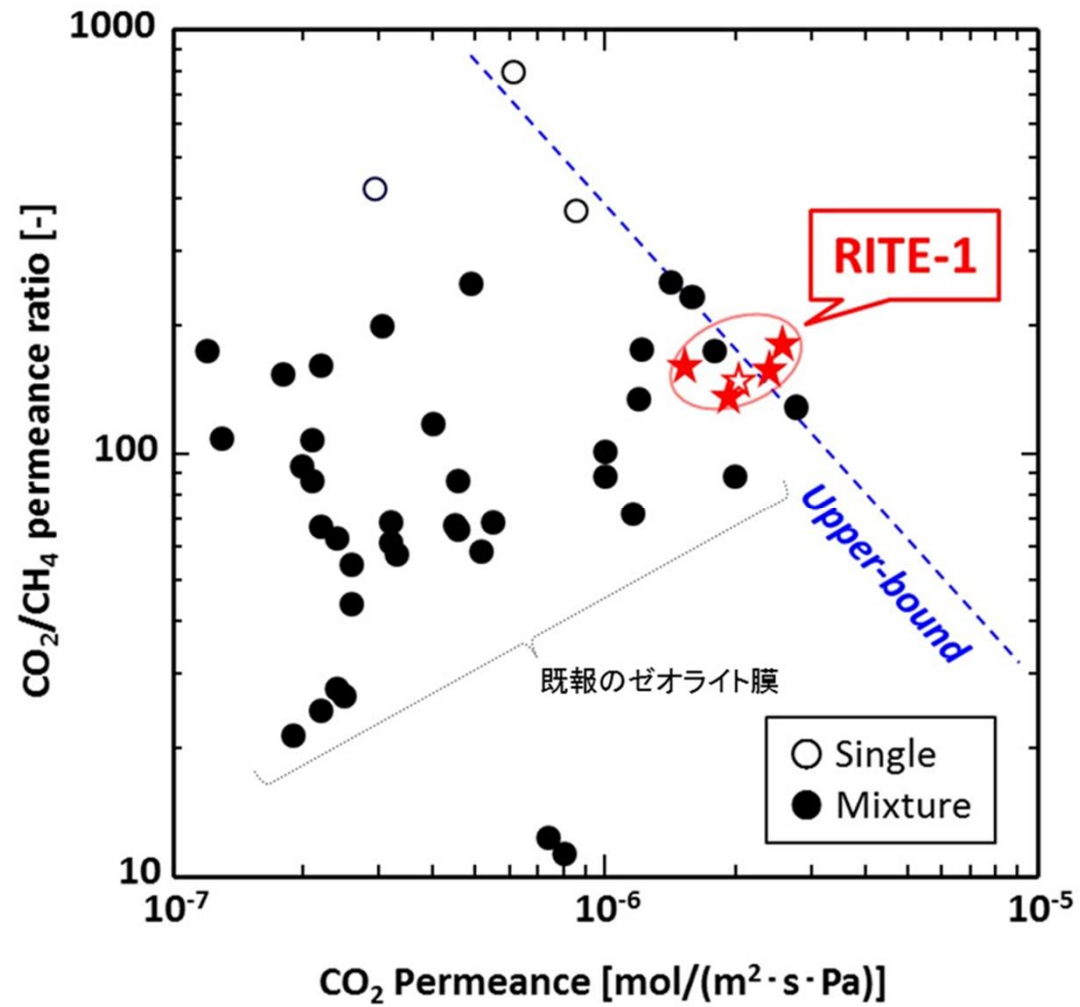
幅広い温度域かつ加湿条件



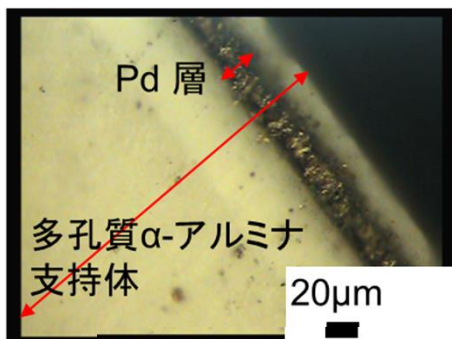
Si-CHA membrane

- ✓ Excellent CO₂ permeance.
- ✓ High selectivity of CO₂/CH₄.





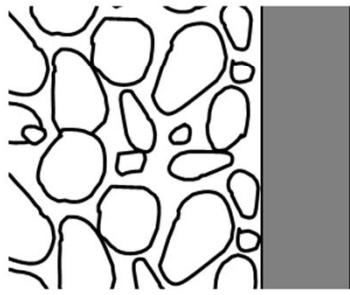

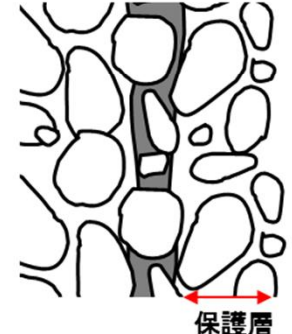
細孔内充填型パラジウム膜



●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



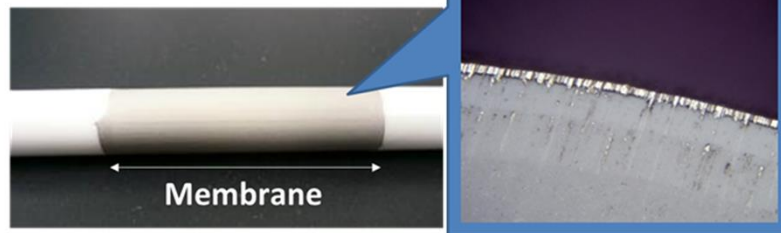
RITE

| 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 data-bbox="616 1300 772 1340">高コスト</p> |  <p data-bbox="1097 1300 1321 1340">低耐久性*</p> |  <p data-bbox="1646 1284 1736 1316">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

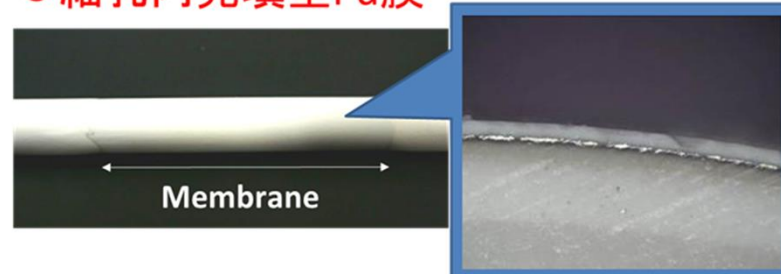
Pd膜の外観像および断面像比較

● 従来型Pd膜



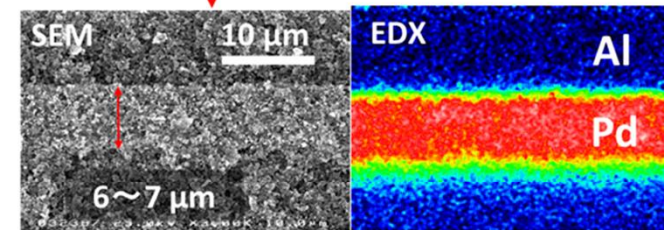
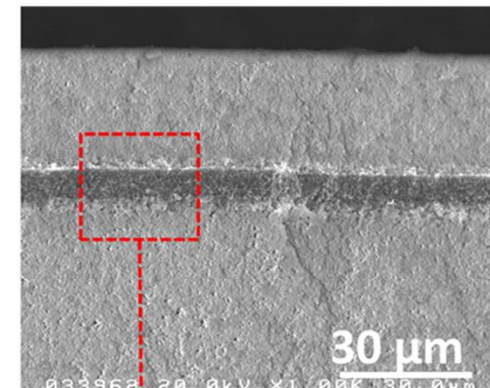
- 支持体表面上にPd層形成

● 細孔内充填型Pd膜



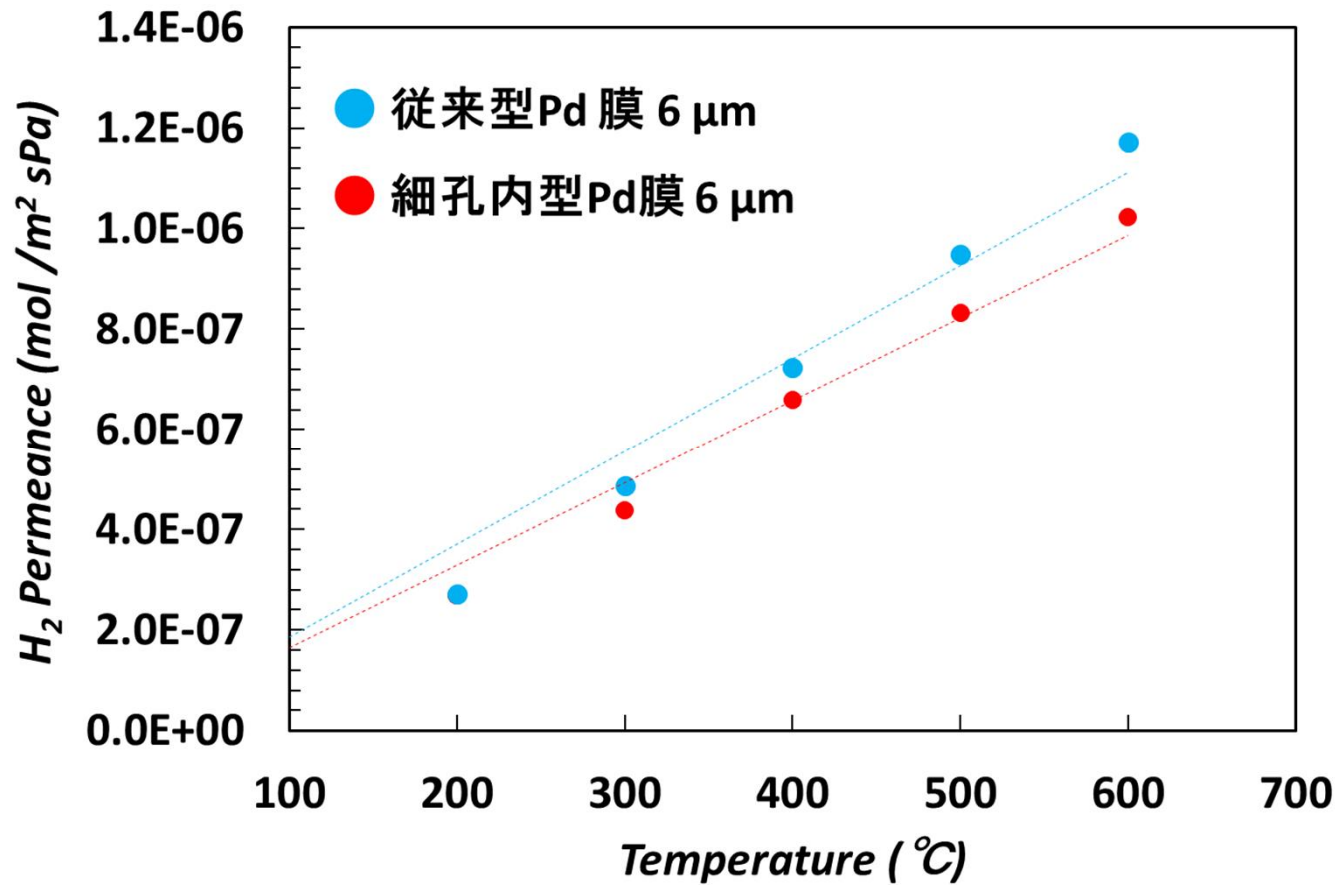
- 支持体内にPd膜を形成
- Pd使用量: 表面型Pd膜の**1/3**
- 30 cm支持体への製膜可能
- Pd層深さを15 – 60 μm まで制御可能

● 細孔内充填型Pd膜のSEM/EDX



- アルミナ細孔内部にPd層形成

細孔内充填型Pd膜の水素透過性



RITE-細孔内充填型Pd膜

- ・高水素選択性($H_2/N_2 = \infty$)
- ・Pd使用量1/3で従来型Pd膜と同等の性能

産業化戦略協議会(4月15日設立)

【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

分離膜・支持体メーカー

日本特殊陶業、京セラ、日立造船、住友電工

ユーザー企業

旭化成、旭硝子、岩谷産業、大阪ガス、川崎重工業、
神戸製鋼所、JFEスチール、千代田化工建設、DIC、
東京ガス、日揮、日本ゼオン

産業化戦略協議会活動計画

- 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

参加希望メンバーで、半年間にわたりニーズとシーズの観点から協議して次の3つのテーマ別研究会の設置を決定、活動を開始。

「CO₂分離」、「水素製造」、「共通基盤(信頼性評価等)」

- 2) 国費事業等の企画・立ち上げ
- 3) 研究部門への研究員派遣（有償／無償）の受け入れ
- 4) 会員からの技術相談受付（技術評価含む）
- 5) 会員限定セミナー（無料）の開催
- 6) 会員向けニーズ・シーズ情報の提供

無機膜研究センターが目指すもの

- **無機膜**を用いた環境・エネルギー技術の**研究開発**
- 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**等を推進



無機膜を用いた革新的環境・エネルギー技術の
早期の**実用化・産業化**を！

謝 辞

紹介した研究の一部は、
NEDO「水素利用等先導研究開発事業／エネルギーキャリア
システム調査・研究／水素分離膜を用いた脱水素」および
SIP「エネルギーキャリア」によって、実施されました。
関係各位に感謝いたします。