

「未来社会を支える温暖化対策技術シンポジウム in 関西」

---

## 低炭素社会への貢献をめざす無機膜研究センターの取り組み

---

平成30年9月26日

(公財)地球環境産業技術研究機構  
無機膜研究センター副センター長  
山口 祐一郎



# 本日の内容

---

## 1. 無機膜研究センターについて

- ・無機膜研究センターの体制と戦略
- ・無機膜研究センターが保有する無機系分離膜

## 2. 研究部門の研究成果

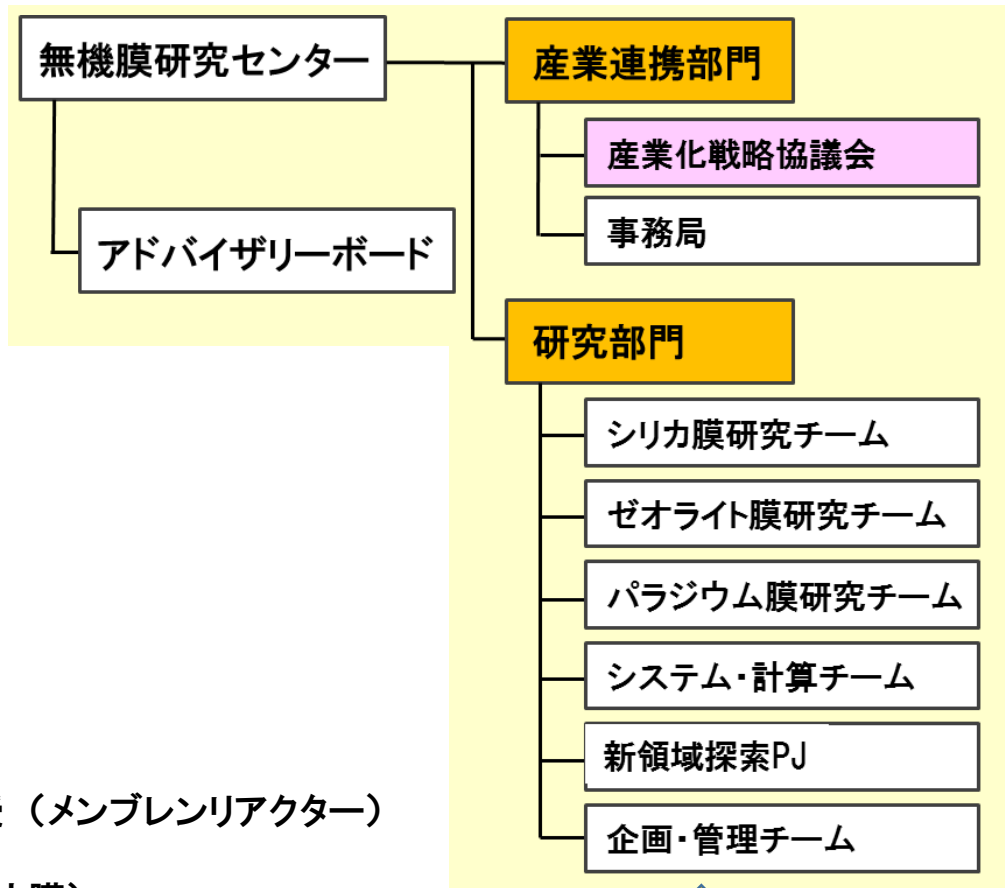
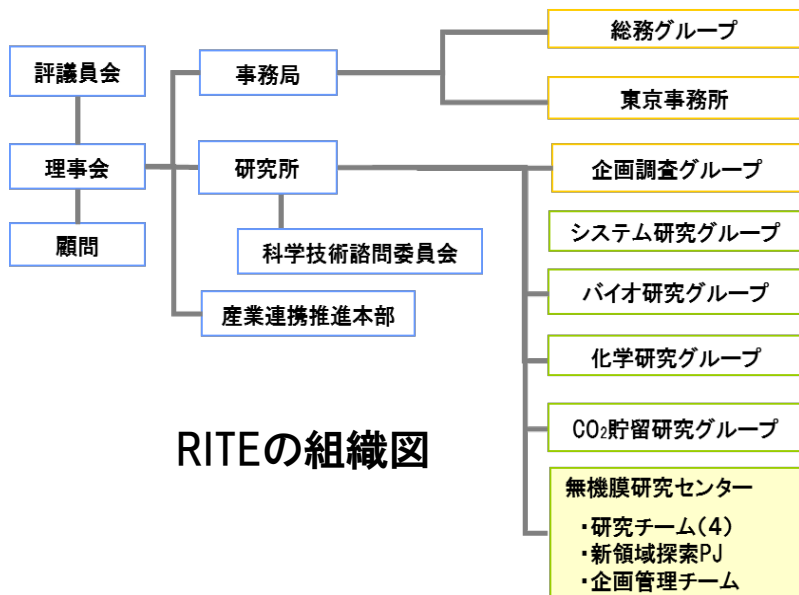
- ・CVDシリカ膜(NEDO 水素利用等先導研究開発事業)
- ・細孔内充填型Pd膜

## 3. 産業連携部門について

- ・産業化戦略協議会の活動状況

## 4. 今後の展開について

# 無機膜研究センター(2016年4月設置)の体制



## アドバイザリーボード

- |       |                                 |
|-------|---------------------------------|
| 伊藤 直次 | 宇都宮大学大学院工学研究科 特任教授 (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 | 産業技術総合研究所 客員研究員 (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)       |



ファインセラミックスセンター  
・材料技術研究所

# 無機膜研究センターの戦略

研究部門に加えて産業連携部門を設け、無機膜メーカー、ユーザー企業との密接な連携の下に、**研究開発と実用化を一体的に推進**する。

## 研究部門

独自の技術シーズ\*を  
活用し、**出口(ニーズ)**を  
**見据えた、企業との国費  
事業等共同研究を推進**

\*CVDシリカ膜  
ピュアシリカゼオライト膜(CHA等)  
細孔内充填型パラジウム膜

連携

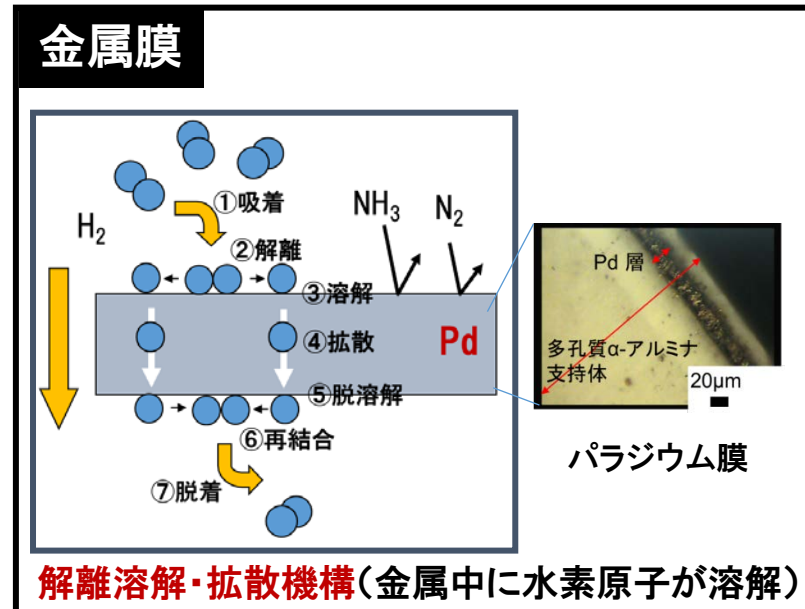
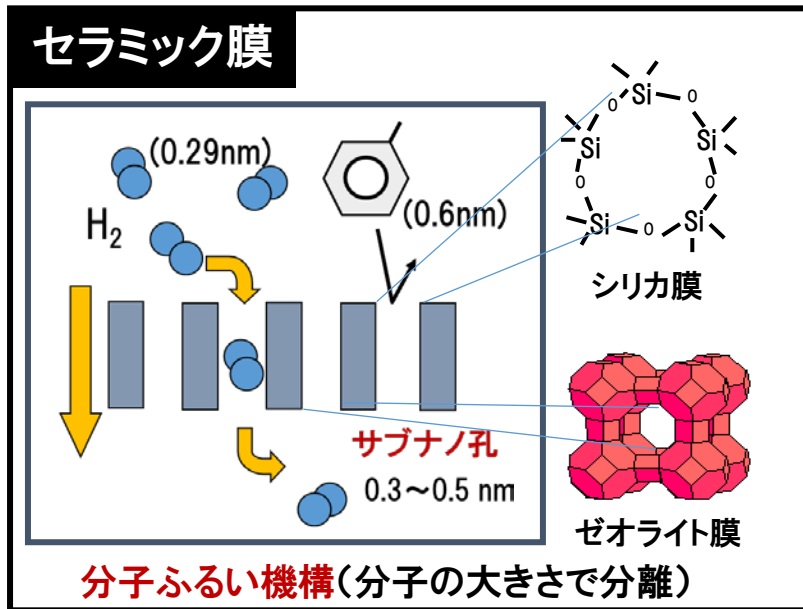


## 産業連携部門

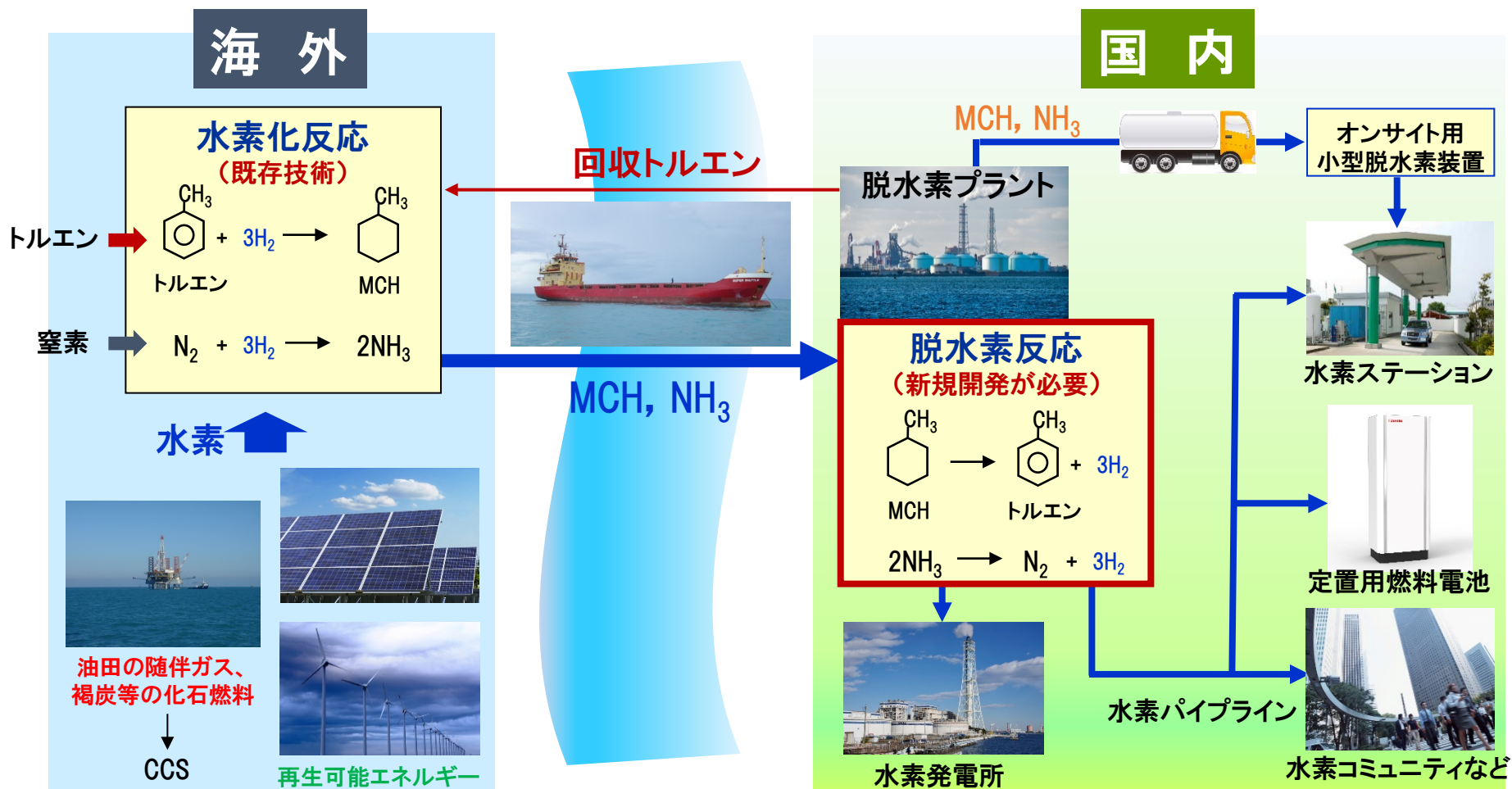
メーカー、ユーザー企業  
16社から構成される  
**「産業化戦略協議会」**を  
設立し、**ニーズ・シーズ  
マッチング**や**ロードマップ  
策定等の取り組みを推進**

世界に先駆け、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**を実現する

# 無機膜研究センターが保有する無機系分離膜



# 水素社会構築を可能とする「エネルギー輸送」技術

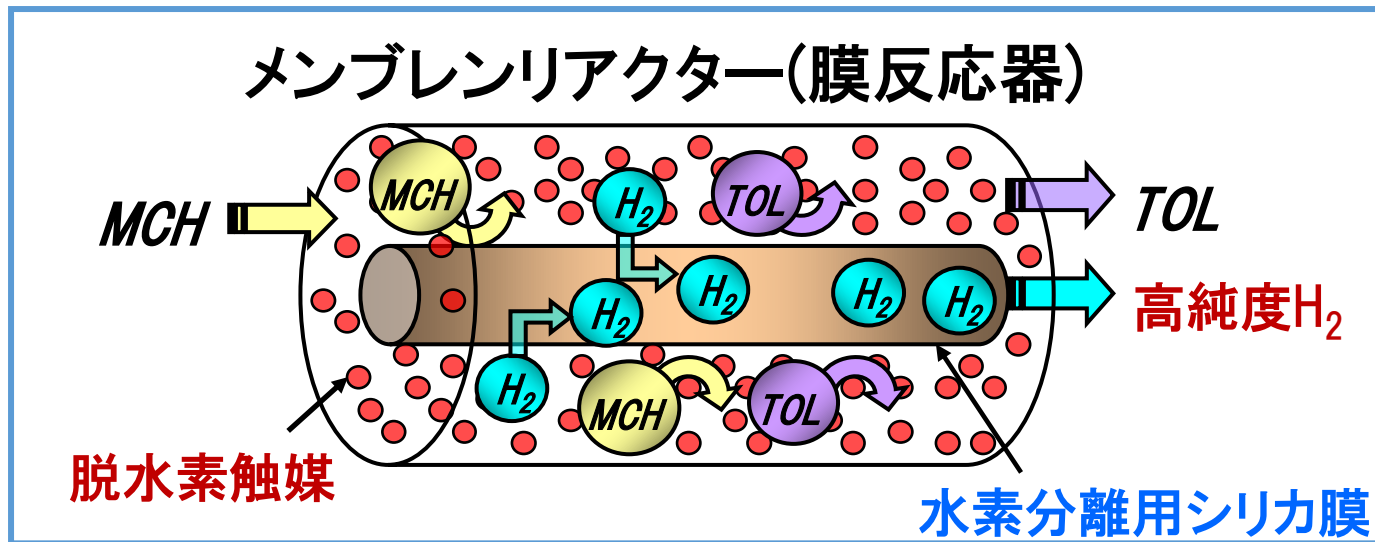
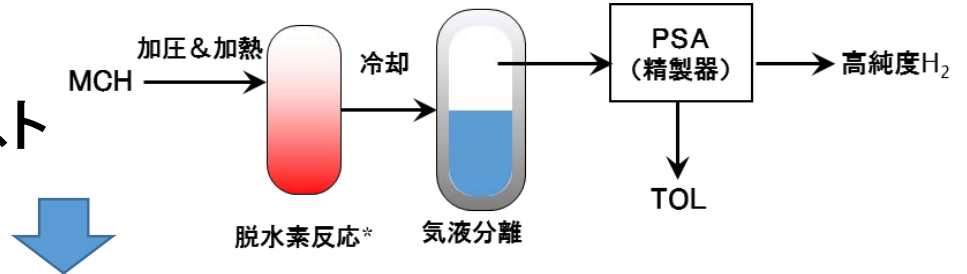


## 水素社会構築を可能とする「エネルギー輸送」技術

効率的な水素分離・精製技術の開発が不可欠

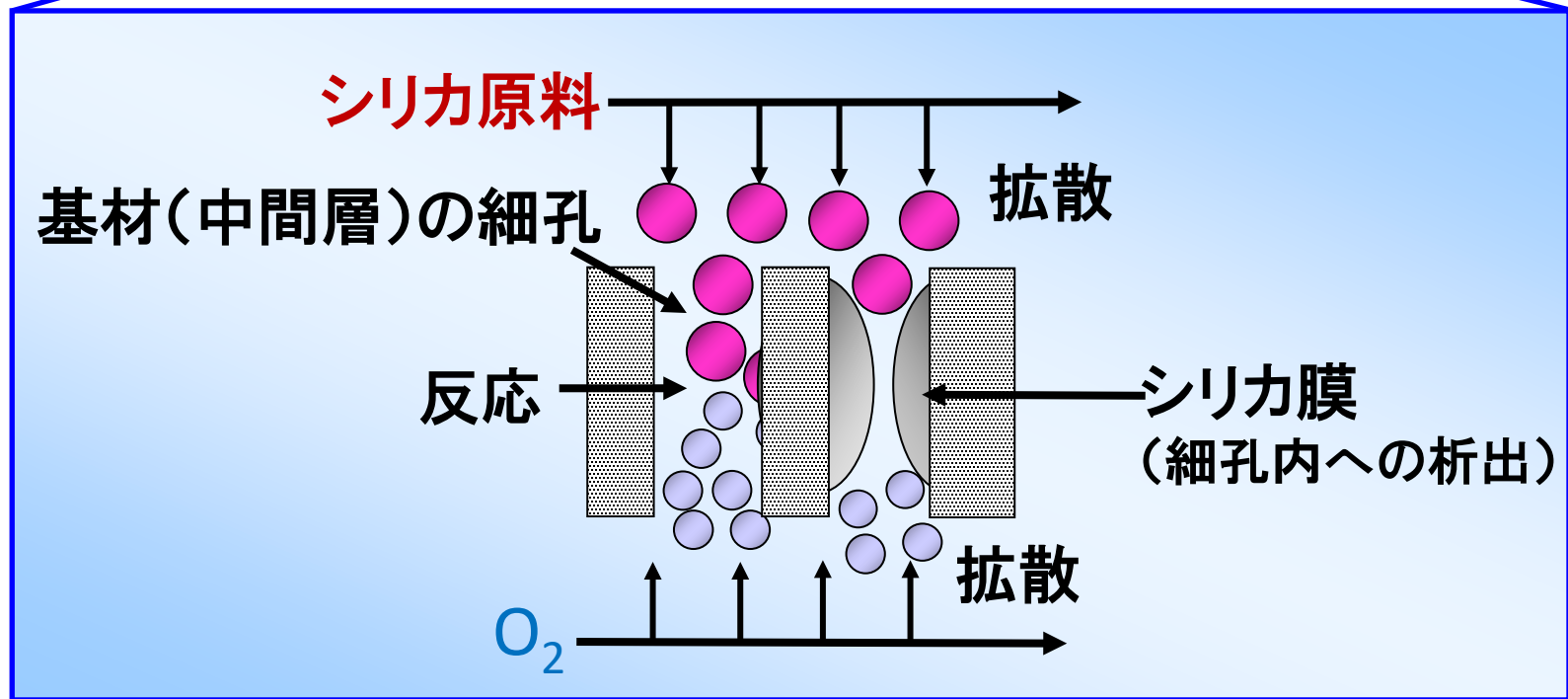
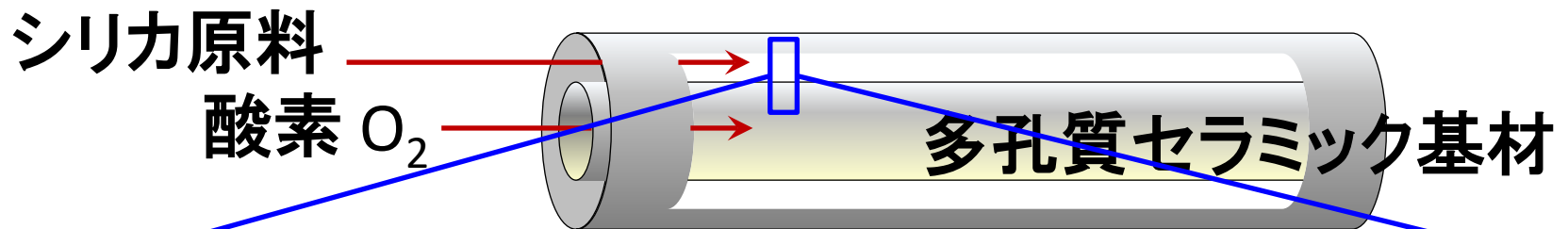
# MCHからの高純度水素製造

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、  
装置コンパクト化、反応温度低温化、低コスト化が期待できる。

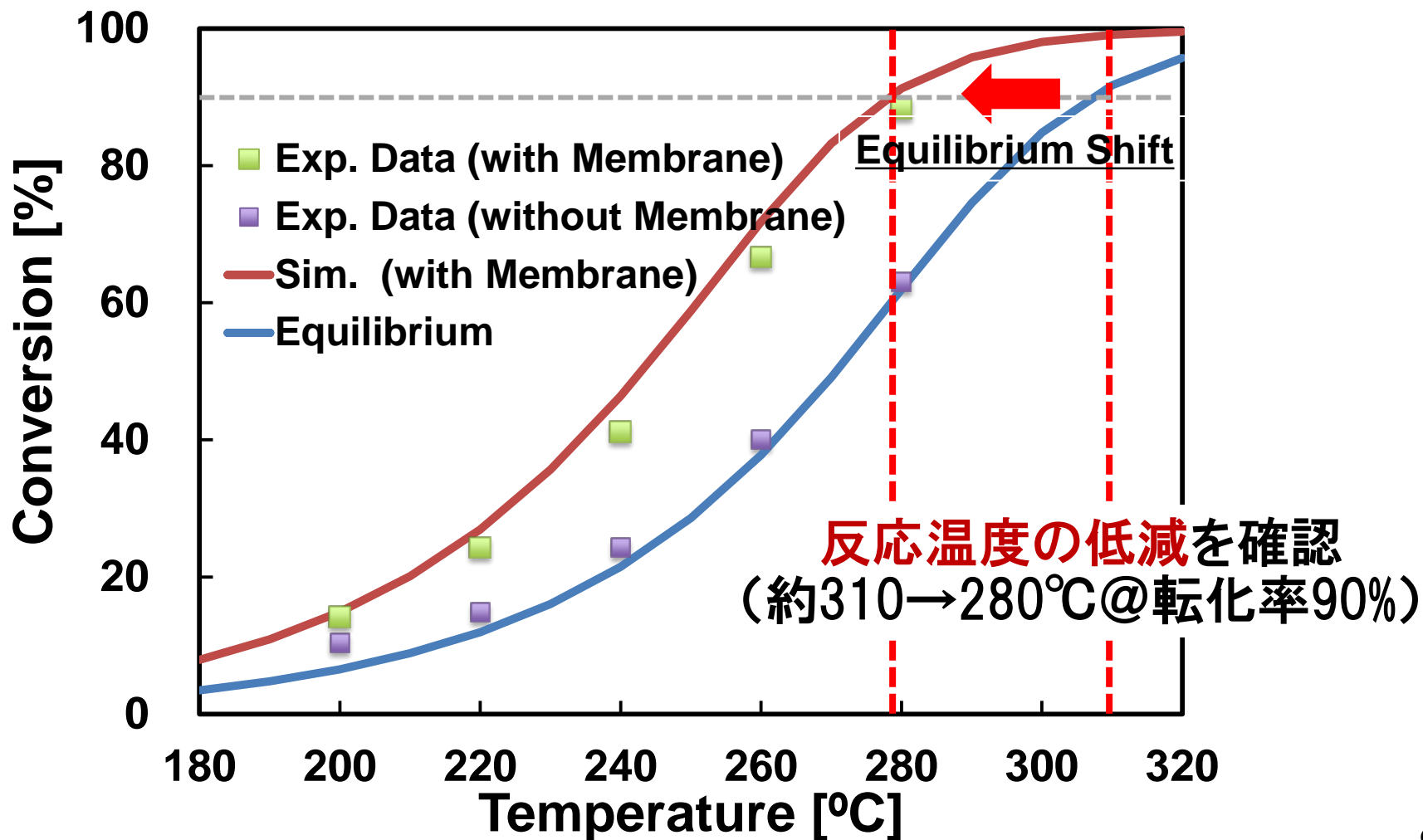
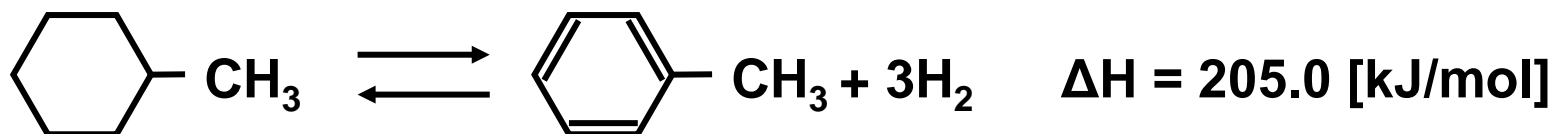
# 対向拡散CVD法によるシリカ膜の製膜



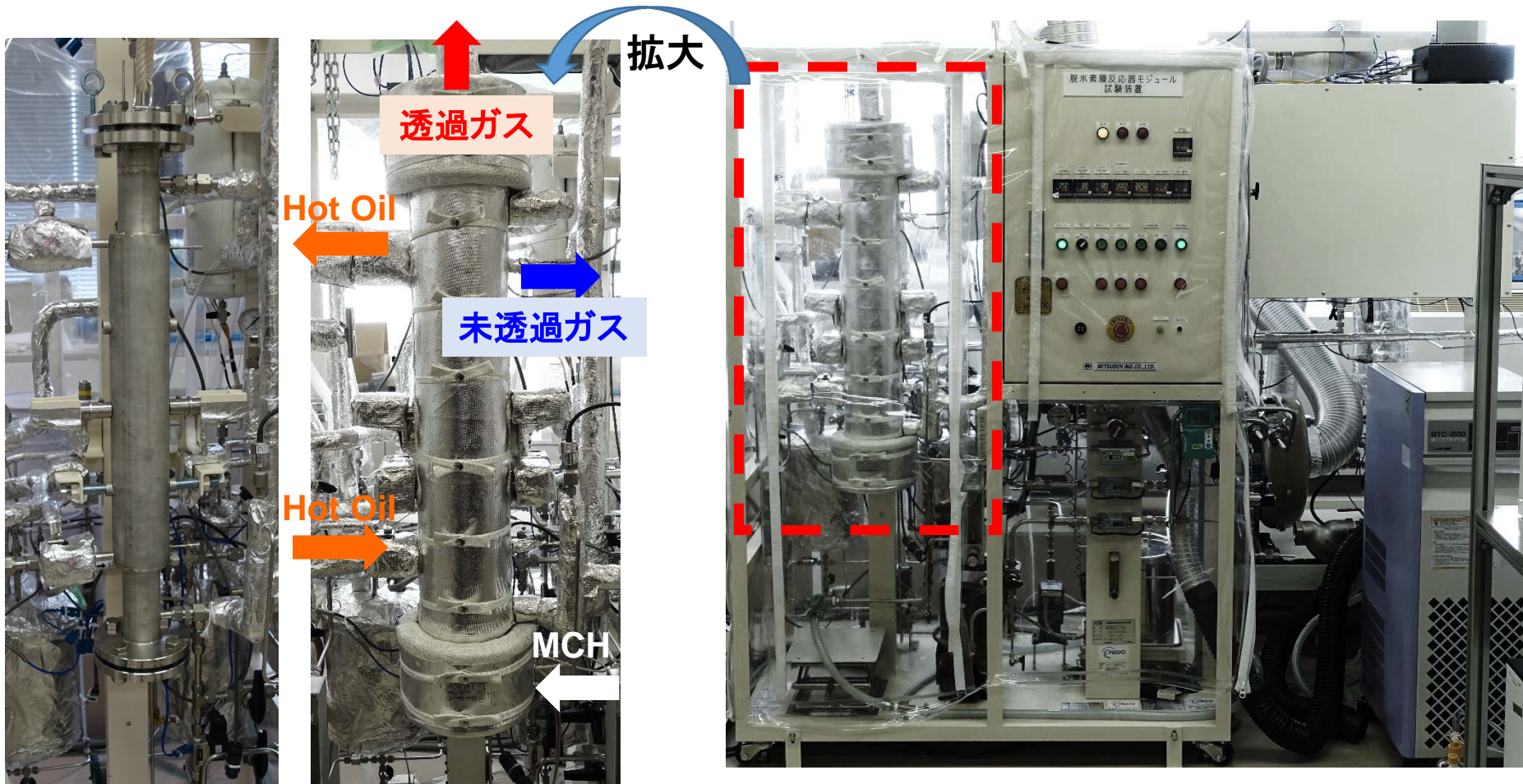
シリカが基材細孔内に沈着→反応は自動停止  
高性能膜を再現性良く作製可能



# CVDシリカ膜を用いたMCH脱水素



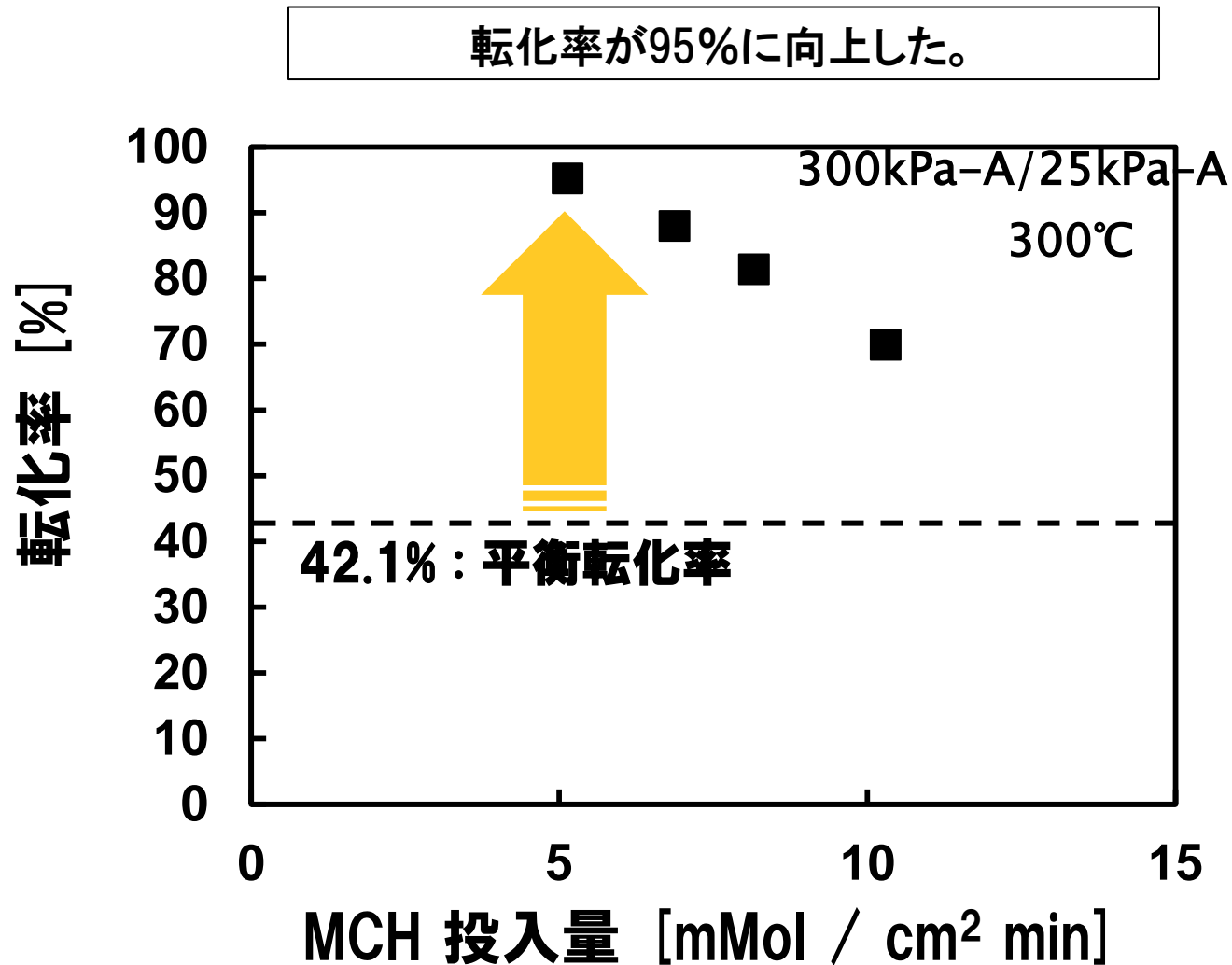
# MCH脱水素反応用の小型膜反応器装置



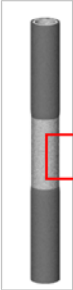
膜反応器(左:ヒーターなし、右:ヒーターあり)

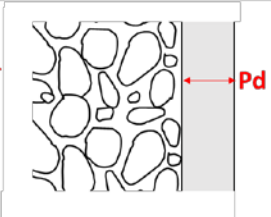


膜反応器の全体図

# 小型膜反応器(モジュール)運転結果

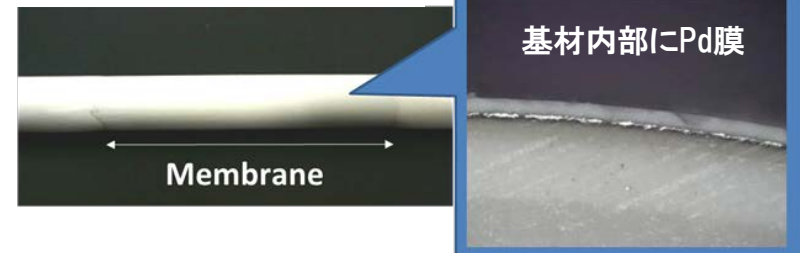


# 細孔内充填型パラジウム(Pd)膜

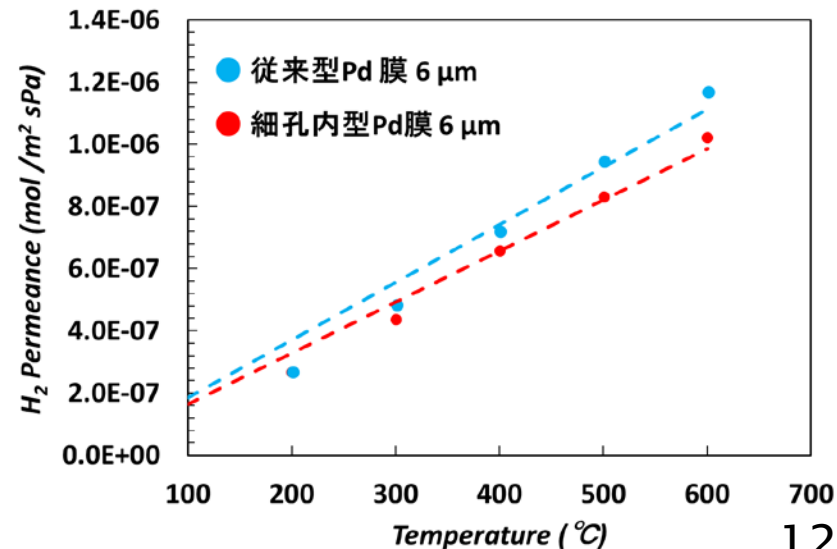


|       | 遊離型 (圧延膜)  | 通常型薄膜<br>(無電解めっき、電解めっき、スパッタ、CVD)  | 細孔内充填型   |
|-------|--|---|--|
|       |                 |  |    |
| コスト   | ×  | ○   | ◎  |
| 耐水素脆性 | ○(厚膜)  | ×   | ○  |
| 耐熱性   | ○  | ×   | ○  |
| 飛翔物耐性 | ○  | ×   | ◎  |
| 合金耐性  | ×  | ×   | ○  |
| その他   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実用化試験段階</li> <li>・高水素選択性</li> <li>・多元系合金膜作製容易</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・高水素透過性能</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・Pd使用量低減可能</li> <li>・細孔内に緻密な膜形成が可能</li> </ul> |

## 細孔内充填型Pd膜



## Pd使用量1/3で従来型Pd膜と同等の性能



# 本日の内容

---

## 1. 無機膜研究センターについて

- ・無機膜研究センターの体制と戦略
- ・無機膜研究センターが保有する無機系分離膜

## 2. 研究部門の研究成果

- ・CVDシリカ膜(NEDO 水素利用等先導研究開発事業)
- ・細孔内充填型Pd膜

## 3. 産業連携部門について

- ・産業化戦略協議会の活動状況

## 4. 今後の展開について

# 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

## 分離膜・支持体メーカー

京セラ、日立造船、住友電工

## ユーザー企業

旭化成、AGC、岩谷産業、大阪ガス、川崎重工業、  
神戸製鋼所、石油資源開発、JFEスチール、大陽日酸、  
千代田化工建設、東京ガス、日揮、日本ゼオン、  
三菱商事、住友化学

# 産業化戦略協議会の活動

- 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**
  - ・水素製造研究会
  - ・CO<sub>2</sub>分離研究会
  - ・共通基盤研究会
- 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）の受け入れや研修会開催
- 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



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

# 研修会の開催



研修期間:2日間

7企業10名が参加

分離膜についての講義



研修参加者による製膜実験



# 南京工業大学での日中シンポジウムについて

南京工業大学で、「1st China-Japan Symposium on Inorganic Membranes」を開催し、技術交流を行った。



建物1Fにシンポジウムのプログラムが公開されていた



多数の学生が聴講参加

# シンポジウムでの発表者(中国)

| 出身地  | 発表者名   | 専門分野  |
|--|--|---|
| Nanjing Tech Univ. (南京工業大学)                      | ▪ Wanqin Jin (金)<br>▪ Xuehong Gu(顧)<br>▪ Haoli Zhou (周)<br>▪ Ming Zhou (周)<br>▪ Rougfei Zhou (周) | MOF膜、2次元膜、ポラスセラミックス膜<br>ゼオライト膜<br>ポリマー膜<br>光触媒膜<br>ゼオライト膜 |
| Zhejiang Univ. (浙江大学)                            | ▪ Zhengbao Wang (王)  | ゼオライト膜  |
| Dalian Univ. of Technology (大連理工大学)              | ▪ Yi Liu (劉)<br>▪ Jianhua Yang(楊)  | ゼオライト膜、MOF膜、2次元膜<br>ゼオライト膜                                |
| Shanghai Univ. of Engineering Science (上海工程技術大学) | ▪ Yangfeng Zhang (張)   | ゼオライト膜、MOF膜   |

# 南京工業大学について(MST)

1994年に、Membrane Science and Technology Research Center(MST)が南京工業大学に設立された。

## <MST設立時の技術フィールド>

- ・inorganic ceramic membrane development (セラミックス膜の開発)
- ・membrane application and membrane integration technology development  
(膜の適用と膜の要素技術開発)
- ・membrane catalysis and inorganic porous materials development  
(膜触媒と無機ポーラス材料の開発)

| 主な予算名   | 予算規模    | 獲得数  |
|---|---------|------|
| National Key Basic Research Program of China(973)                       | 2～5億円／年 | 5    |
| National High Technology Research and Development Program of China(863) | 1億円／年   | 21   |
| .....   | .....   | .... |
| National Science & Technology Pillar Program                            | —       | 10   |
| Cooperative Project with Enterprises                                    | —       | 28   |

# Jiangsu(江蘇省) Membrane Industrial Park(JSMIP)について

| 企業名   | 特徴  | 膜の種類     |
|---|---|----------|
| Nanging Jiuying High-Tech Co., Ltd<br>(2015年設立)     | <ul style="list-style-type: none"><li>・水再利用や水洗浄用限外濾過膜</li><li>・300,000m<sup>2</sup>/年の製造能力</li></ul>                    | PVDF中空糸膜 |
| Jiangsu Jiulang High-Tech Co., Ltd<br>(2014年設立)     | <ul style="list-style-type: none"><li>・2,000,000m<sup>2</sup>/年の製造能力</li><li>・ガス洗浄や粉末回収用SiC膜やPTFE膜を製造</li></ul>         | ガス洗浄膜    |
| Jiangsu Nine Heaven High-Tech Co., Ltd<br>(2011年設立) | <ul style="list-style-type: none"><li>・産業用NaAゼオライト膜を製造</li><li>・平均処理能力16,000t/yの有機溶媒回収用プラントを100以上建設</li></ul>           | ゼオライト膜   |
| Nanging Jiushi High-Tech Co., Ltd<br>(2002年設立)      | <ul style="list-style-type: none"><li>・1000m<sup>2</sup>/年以上の製造能力</li><li>・VOC(アセトン等)回収に適用</li></ul>                    | PDMS複合膜  |
| Jiangsu Jiuwu High-Tech Co., Ltd<br>(1997年設立)       | <ul style="list-style-type: none"><li>・10種類以上の産業用セラミックス、MF/UF/NF膜製品を供給</li><li>・55以上の国や地域(米、独等)に1000の膜プラントを建設</li></ul> | セラミック膜   |

JSMIPは、2012年12月に設立され、敷地面積は、約800,000m<sup>2</sup>

# 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／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」の結果、得られたものです。

関係各位に感謝いたします。