

# 環境適合な有機ハイドライドの創出と グリーン水素の製造・貯蔵法の創製

東北大学 多元物質科学研究所

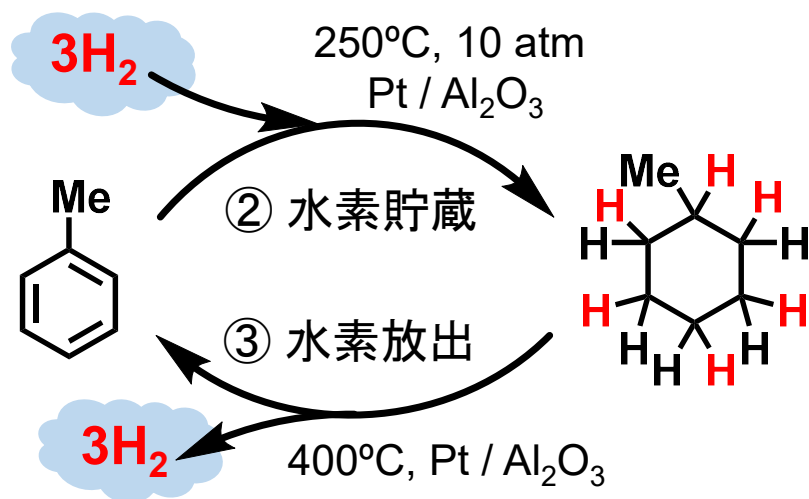
講師 岡 弘樹

2025年1月16日

# 従来技術とその問題点①

## ◆有機ヒドライド (水素キャリア)

### ① 水素製造



常温・常圧下で液体として存在



✓ガソリンのように取り扱いが容易

✓身近な場所で安全に水素を備蓄可能

Y. Okada et al., *Hyomen Kagaku* 2015, 36, 577.

# 従来技術とその問題点①

	有機 ハイドライド	液化水素	液化 アンモニア	多孔質材料 (MOF)	水素 吸蔵合金
質量水素密度	~8 wt%	100 wt%	17.8 wt%	~8 wt%	~8 wt%
体積水素密度	47 kg-H <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	70 kg-H <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	121 kg-H <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	53 kg-H <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	93 kg-H <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
水素源	① 水 ② 水素ガス	水素ガス	水素ガス	水素ガス	水素ガス
水素化反応	① < 80°C ② 10 atm, > 200°C	-	-	100 atm, -196°C	10 atm
水素発生反応	> 80°C (アルコール) > 400°C (シクロアルカン)	-	> 300°C	ca. 300°C	25-200°C
貯蔵容器	タンク (ガソリンと同様)	極低温・真空断熱 タンク	高圧タンク 極低温タンク	高圧・極低温 タンク	高圧タンク
安全性	毒性 揮発性 可燃性 (ガソリンと同様)	爆発性	刺激性 揮発性 爆発性	爆発性	爆発性

[1] Q. Xu et al., *Energy Environ. Sci.* **2012**, 5, 9698.

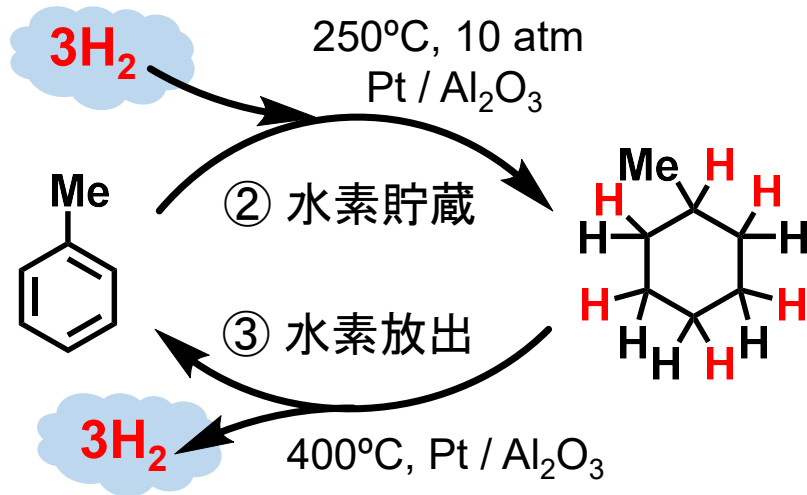
[2] G. Laurency et al., *Chem. Commun.* **2013**, 49, 8735.

[3] S. S. Kaye et al., *J. Am. Chem. Soc.* **2007**, 129, 14176.

# 従来技術とその問題点①

## ◆有機ハイドライド (水素キャリア)

### ① 水素製造

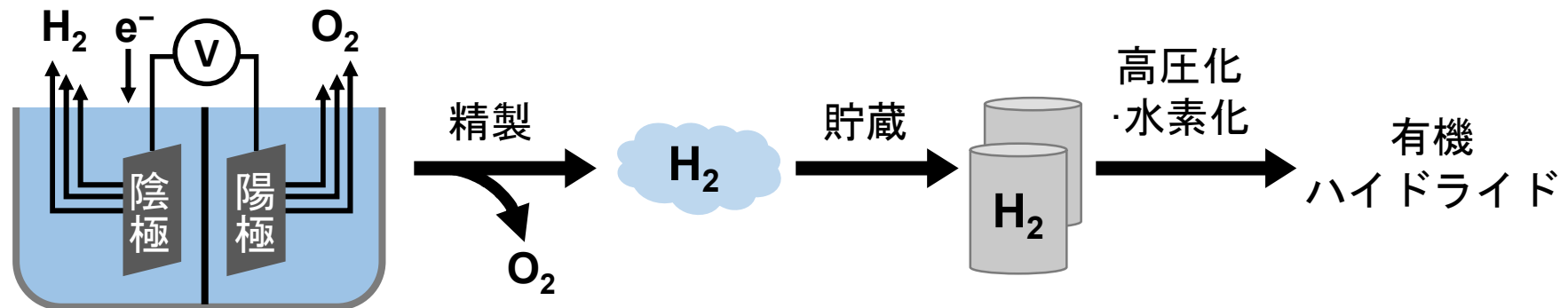


常温・常圧下で液体として存在

- ✓ ガソリンのように取り扱いが容易
- ✓ 身近な場所で安全に水素を備蓄可能

Y. Okada et al., *Hyomen Kagaku* 2015, 36, 577.

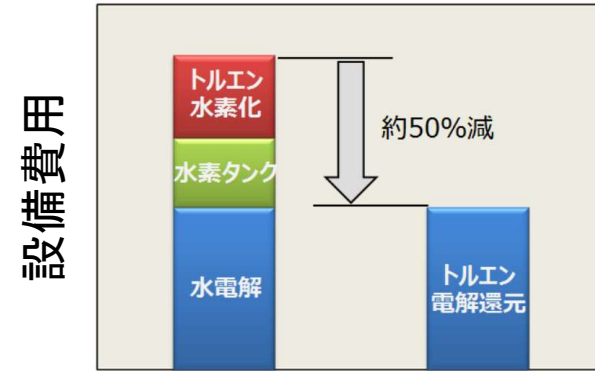
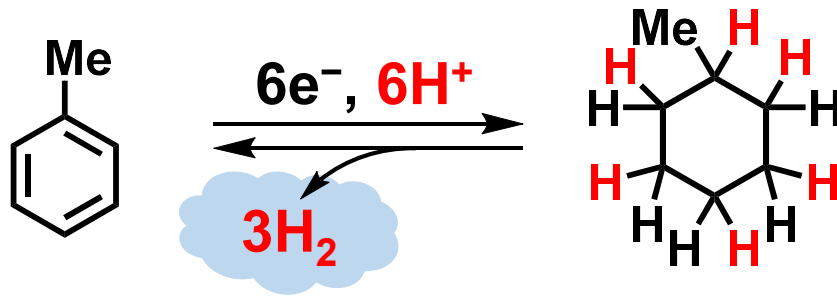
### 有機ハイドライドへの水素貯蔵の工程



✓ 有機ハイドライドへの水素貯蔵には、多段階の工程が必要であり非効率

# 従来技術とその問題点②

## ◆有機ヒドライドの電解水素化



ENEOS株式会社 水素キャリア製造技術 (Direct MCH®)

水から水素を作り出すと同時に、有機ヒドライドへ直接的に貯蔵



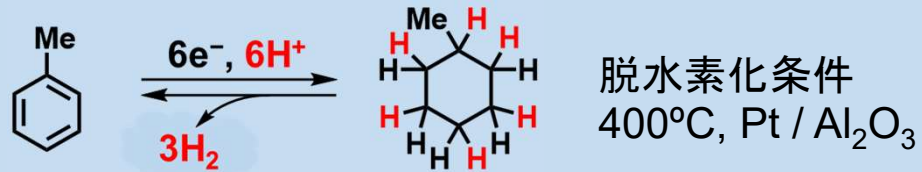
- ✓ 水素ガスの製造・精製・高圧化の工程・設備が不要な、高効率な水素貯蔵
- ✓ 水から貯蔵した水素を水素ガスとして放出可能 (水素製造)

## ◆研究課題

- ✓ 有機ヒドライドは化石資源に限定的、水素製造に高温条件が必要
- ✓ 水素貯蔵に電極触媒 (貴金属触媒) と強酸性条件が必要な場合が多い

# 新技術の特徴・従来技術との比較

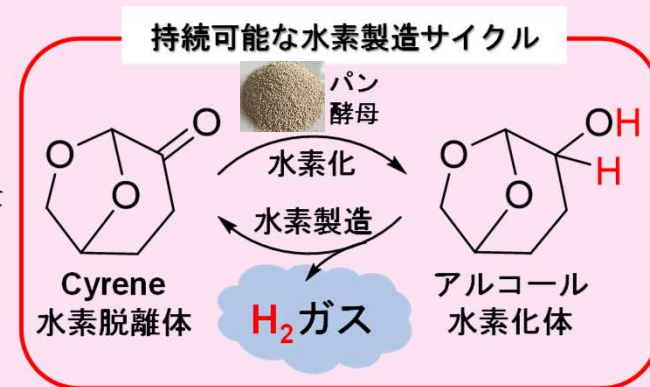
## ◆従来研究の課題



- ① 有機ヒドライドは化石資源に限定的
- ② 電解水素化に電極触媒 (貴金属触媒) と強酸性条件が必要な場合が多い
- ③ 水素製造に高温条件 (>300°C) が必要

## ◆本研究の達成点

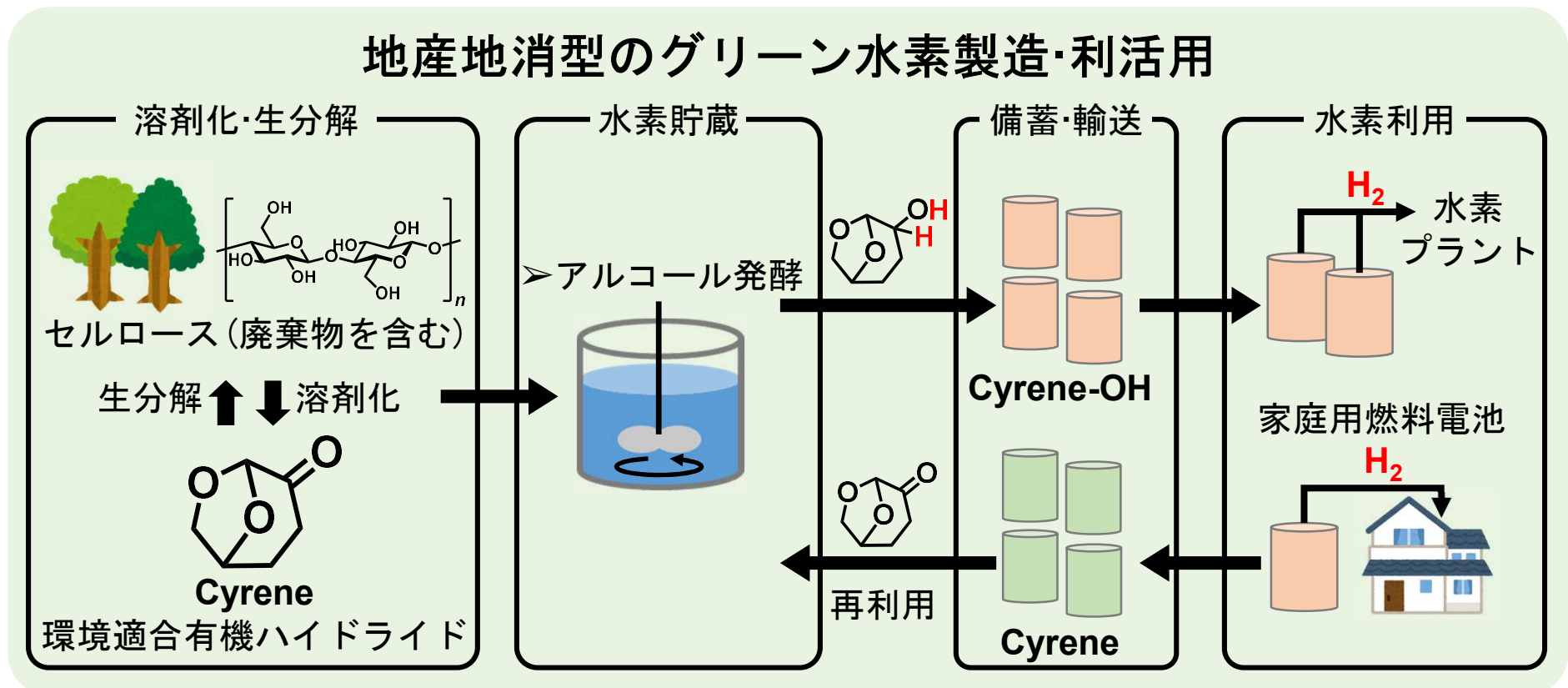
独創性・創造性  
萌芽性・斬新性  
発展性・波及性  
ブレイクスルーできた点



- ① 地球上に豊富なバイオマス資源を有機ヒドライドとして活用
- ② パン酵母 (生体触媒) を活用した環境適合な水素製造・貯蔵法の確立
- ③ 200°C以下の温和な条件下での水素製造法の構築 (低温排熱活用)

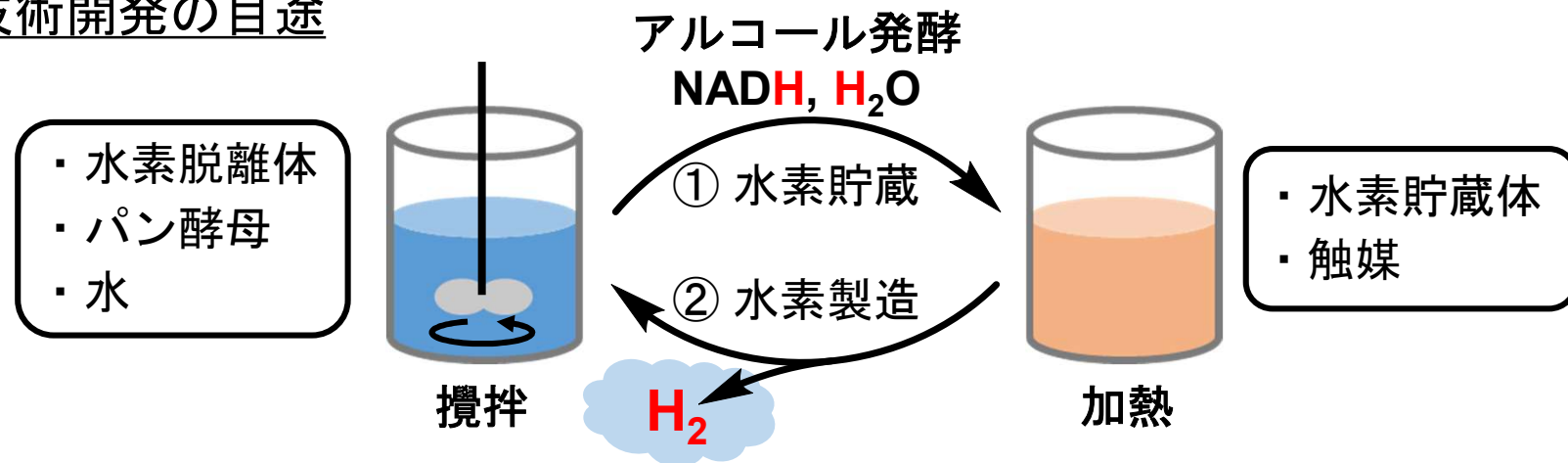
# 想定される用途

- ✓ Cyrene (バイオマス資源) を活用した環境適度な水素貯蔵材料の開発
- ✓ パン酵母による地域分散型の水素製造・貯蔵システムの開発



# 実用化に向けた課題/企業への期待

## ◆技術開発の目途



✓ 数十分オーダーより素早い脱水素化反応が求められる。

(現状: 数時間オーダー@100°C)

⇒ 実用化に向けた要件を整理し、継続的な脱水素化触媒の開発が不可欠

✓ アルコール発酵および脱水素化プロセスは簡便であり、大規模化が容易

⇒ 実際にプラント・システム化に向けて、企業様とご一緒したい



# 政府政策への貢献/PRポイント

## ◆政府の数値目標 (水素基本戦略、グリーン成長戦略)

	現在	2030年	2050年
年間導入量	200万t	300万t	2,000万t
クリーン水素比率	5%	14%	100%
コスト	100円/Nm <sup>3</sup>	30円/Nm <sup>3</sup>	20円/Nm <sup>3</sup>

✓グリーン水素を低コストで製造する技術開発と早期の大規模化が必要



パン酵母と有機ハイドライドを活用したグリーン水素製造・貯蔵法の開発

✓従来の水素貯蔵工程の簡略化と貴金属触媒の不要による、低コスト化が可能

✓既存の技術・工業プロセスを活用した、早期の大規模化が可能

(バイオエタノール発酵、有機ハイドライドの脱水素化)

# 結言

[予算] 独立行政法人 環境再生保全機構

令和6年度環境研究総合推進費 革新型研究開発 (2024-2026)

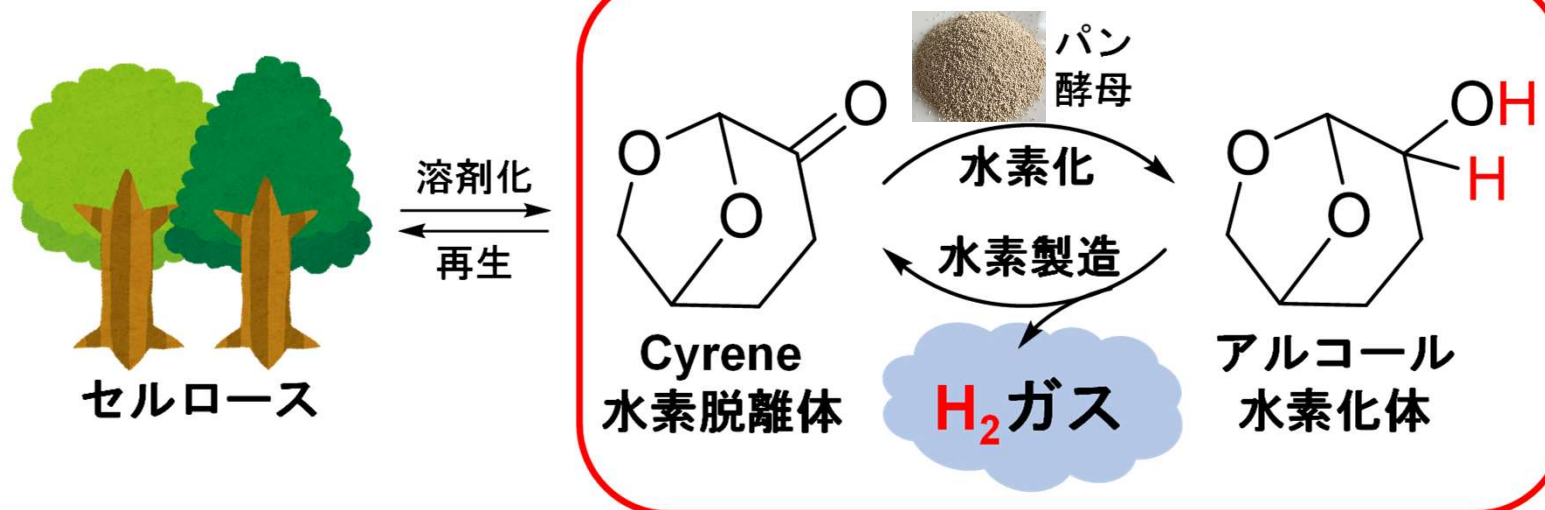
[特許] 1件出願、1件出願準備中

[論文] K. Oka\* et al. *Int. J. Hydrogen Energy*, 2024 (Impact Factor: 8.1)



## 環境適合な有機ハイドライドの創製とグリーン水素製造法の構築

### 持続可能な水素製造サイクル



## 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 水素の製造方法
- 出願番号 : 特願2024-207873
- 出願人 : 東北大学
- 発明者 : 岡 弘樹、市村 拓弥

# お問い合わせ先

東北大学

産学連携機構 知的財産部

T E L 022-795-5270

e-mail [chizaibu@grp.tohoku.ac.jp](mailto:chizaibu@grp.tohoku.ac.jp)