

燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題
解決型産学官連携研究開発事業/
水素利用等高度化先端技術開発/
移動式FC用水素源アンモニアボランの社会実装
に向けた先端技術開発

中川 鉄水

琉球大学、ハイドロラボ株式会社、
株式会社ピューズ、崇城大学、I-PEX、
昭和飛行機工業

2022年7月27日

連絡先：中川
琉球大学
tessui@sci.u-ryukyu.ac.jp

事業概要

1. 期間

開始 : (西暦) 2020年7月

終了 (予定) : (西暦) 2025年3月

2. 最終目標

- ① アンモニアボラン合成：純度90%以上、原価10円/gで10 kg/日で生産可能なシステム確立
- ② 水素放出：水素中のNH₃濃度0.1ppm以下、17 SLMを1時間安定供給可能なシステム確立
- ③ リサイクル：加水分解・熱分解共に低コストリサイクル方法の確立
- ④ 輸送：基礎物性（安全性含む）の解明、長期保存方法の確立、輸送容器開発

3. 成果・進捗概要

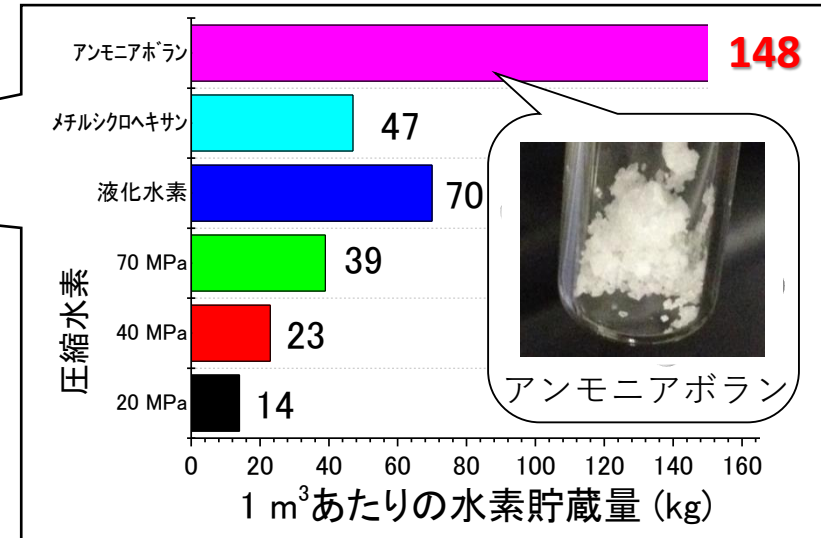
- ① 合成：原価10円/gで10 kg/日で生産可能な合成法確立。100 g/日スケール制作・試運転中。
- ② 水素放出
 - 加水分解：NH₃濃度0.1ppm以下達成（犠牲試薬利用時）、水素発生容器設計中
 - 熱分解：1hで11質量%放出成功、NH₃放出抑制は検討中
- ③ リサイクル：加水分解リサイクル方法確立、熱分解を検討開始
- ④ 輸送：基礎物性（安全性含む）の解明終了、長期保存1年半OK、輸送容器材質検討中

進捗は概ね順調

1. 事業の位置付け・必要性

アンモニアボランとは

- **高水素密度 (19.5wt%)**
- 簡便に合成可 (プラント化容易)
- 空気中で安定 (酸・触媒を除く)
- 簡便に水素放出 (熱、加水分解)



長期保存・分散型FCに有利

他用途でも利用可

➤ ジェット燃料

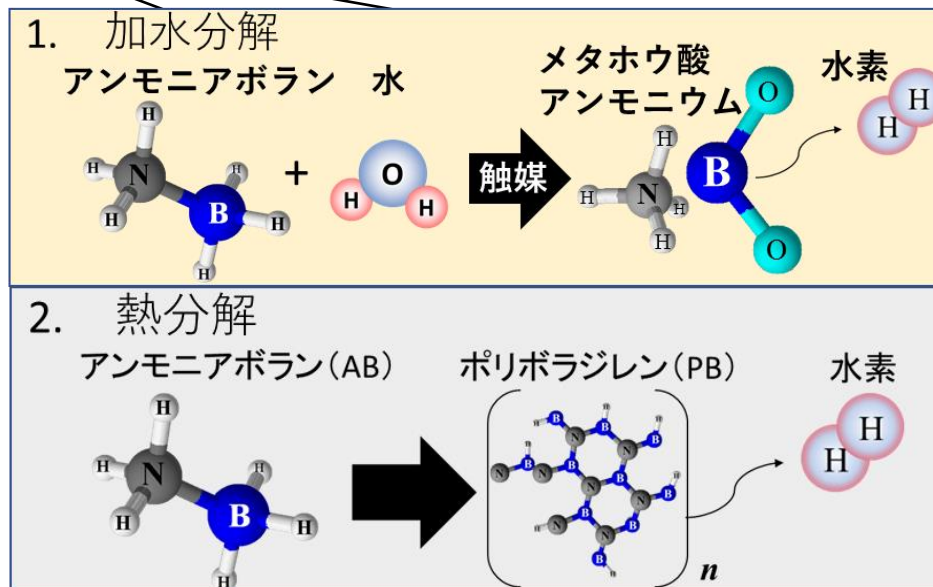
※D. Schubert, *M. Borax Pioneer* 2001, 20

➤ 窒化ホウ素の原料

※D.P. Kim, et al., *Polym. Adv. Technol.* 1999, 10, 702-712.

➤ 還元剤

※N. Zeng, J. Fan, and G.D. Stucky, *JACS* 2006, 128, 6550-6551.



幅広い用途 = マーケット拡大が容易

1. 事業の位置付け・必要性

目的 アンモニアボラン製造、輸送・保存、水素発生、リサイクル技術を確立
→ 1 kW級FC用水素発生容器の製品化への道筋を示す

実施意義

- 将来普及する1 kW級FC給電機の選択肢を広げる
→ 高圧タンク・合金が使いづらい場所（スペース、高圧規制などの問題）、バックアップ用（長期間保存）、移動式水素ステーション、長距離輸送（水素キャリアとして）など
- 知見を活かす：小型（<100W）、大型（>10kW）へ横展開
- 低コスト化 → 化成品利用も副次的に増加 → 新産業の活性化

還元剤、半導体フィラー等

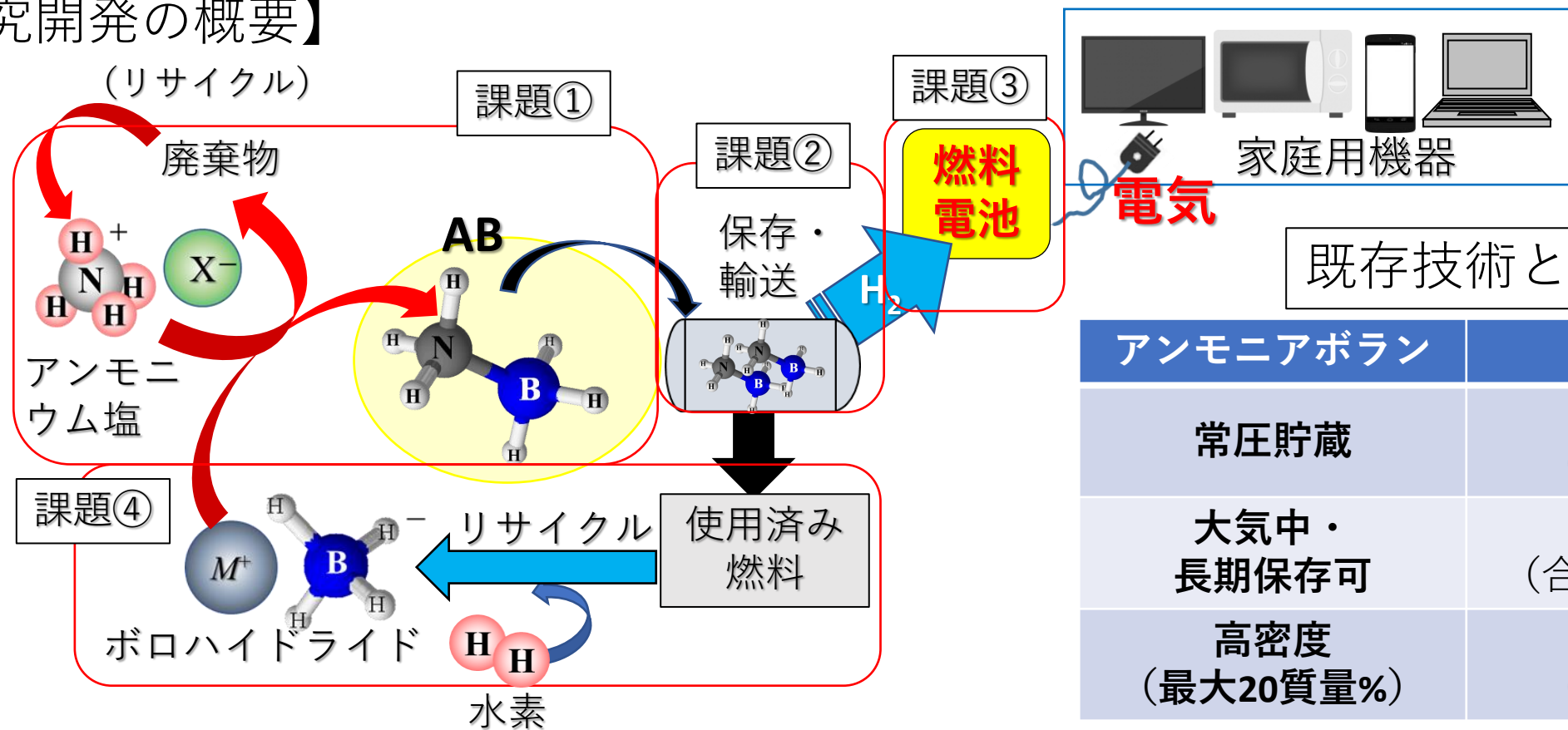
技術開発→製品開発→商品化の道筋を固める

2. 研究開発マネジメントについて

目標

- ① 10 kg/日製造・原価10円/g
- ② 大量輸送容器・技術開発
- ③ 高純度水素（NH₃濃度<0.1ppm）17 L/minを安定供給
- ④ 低コストリサイクル技術の開発

【研究開発の概要】



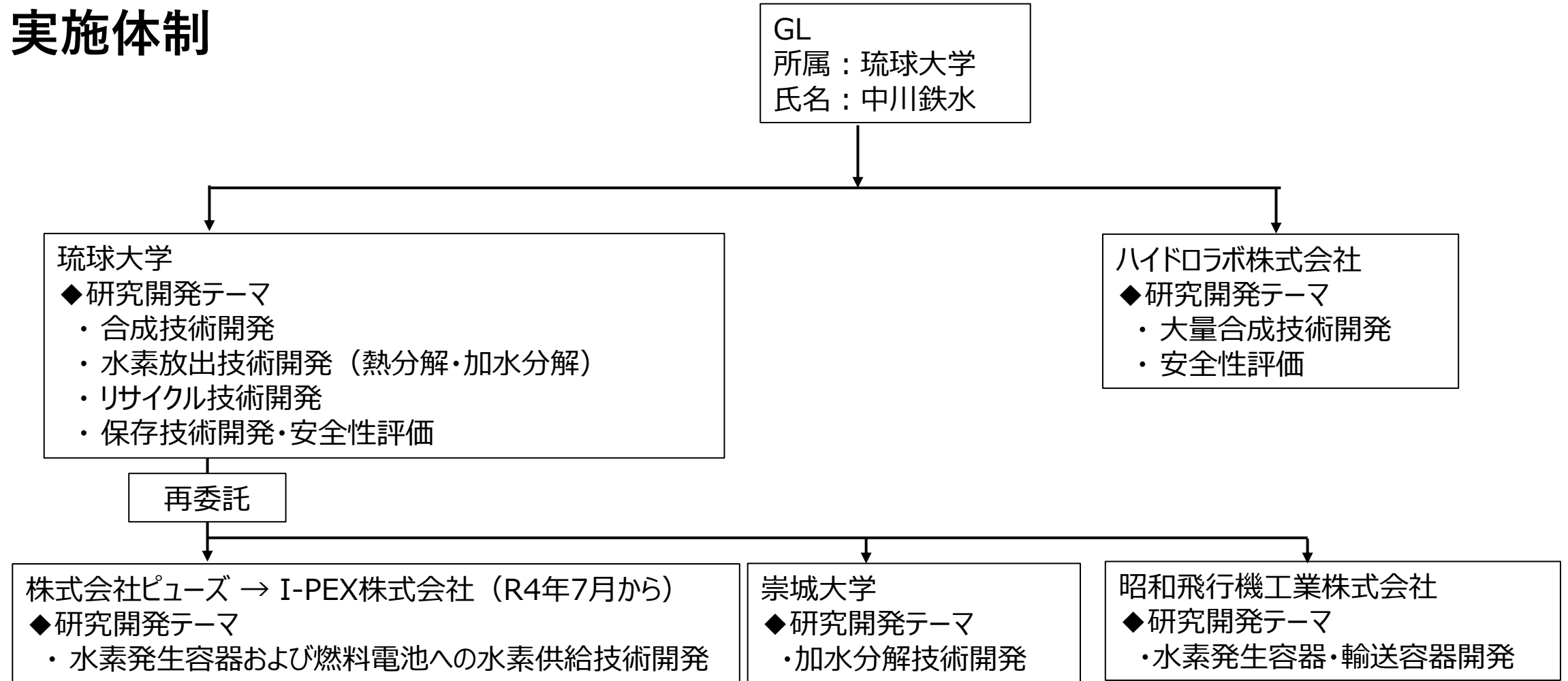
既存技術との比較

アンモニアボラン	既存技術
常圧貯蔵	700気圧 (高压タンク)
大気中・長期保存可	空気非接触 (合金・軽元素系)
高密度 (最大20質量%)	5質量% (高压タンク)

ABサプライチェーン構築への課題を解決

2. 研究開発マネジメントについて

実施体制



<協力企業>

- アイ・エレクトロライト（株）
- ・水素放出容器製作の助言・試作
 - ・安全性・物性評価・輸送容器開発支援

※その他、 NaBH_4 製造企業、FC開発中の企業と連携中

2. 研究開発マネジメントについて：スケジュール

事業項目	2020年度			2021年度				2022年度				2023年度				2024年度 (参考)				
	第2 四半 期	第3 四半 期	第4 四半 期	第1 四半 期	第2 四半 期	第3 四半 期	第4 四半 期	第1 四半 期	第2 四半 期	第3 四半 期	第4 四半 期	第1 四半 期	第2 四半 期	第3 四半 期	第4 四半 期	第1 四半 期	第2 四半 期	第3 四半 期	第4 四半 期	
①合成技術																				
i) 合成法の確立	要素技術の開発							確立した合成法を①-iiに反映												
ii) システム確立								スケールアップ												
②水素放出技術																				
i) NH ₃ 放出抑制	熱分解・加水分解 技術の開発							②-ii、iii、Vへ反映												
ii) 熱分解速度向上	要素技術の開発							②-Vへ反映												
iii) 小型化								要素技術開発							容器開発					
iv) 高压水素生成																水素放出実験				
V) 流量安定化	要素技術の開発							小スケールで評価→スケールアップ												
スケールアップ								大型化												
③リサイクル技術																				
i) 加水分解再生								達成後は①-iに組み込む												
ii) 熱分解再生								要素技術の開発												
④品証・輸送技術																				
i) 物性評価	毒性評価・可燃性評価							④-iiiへ反映												
ii) 経時変化調査								容器別純度評価												
iii) 輸送技術開発								輸送形態の最適化							輸送容器・充填法開発					
⑤市場調査・啓蒙活動	年1回以上の展示会・コンペ参加、マーケティング活動																			

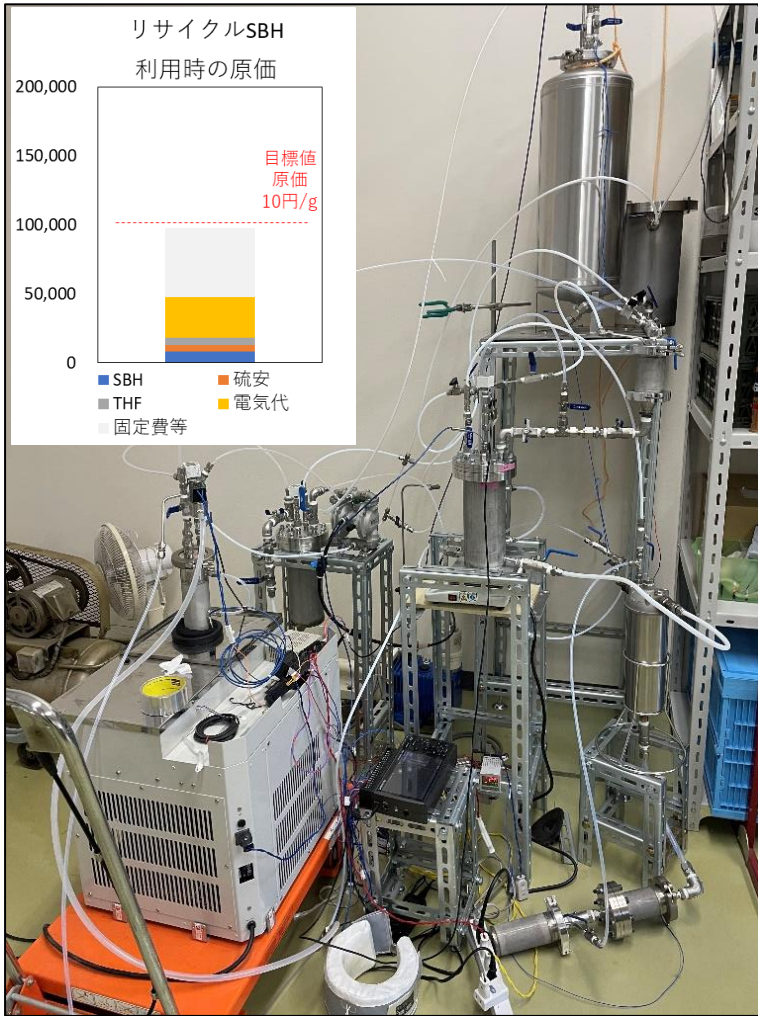
事業終了後

- AB製造：
試薬 → 化成品・水素源
(プラント大型化)
- 水素発生装置：
ドローン&移動式FC用
へ製品化 (OEM販売)
- リサイクル：
加水分解・熱分解再生
プラント製品開発
- 保存 (品証) 輸送：
取扱説明書作成、
輸送・保存容器大型化

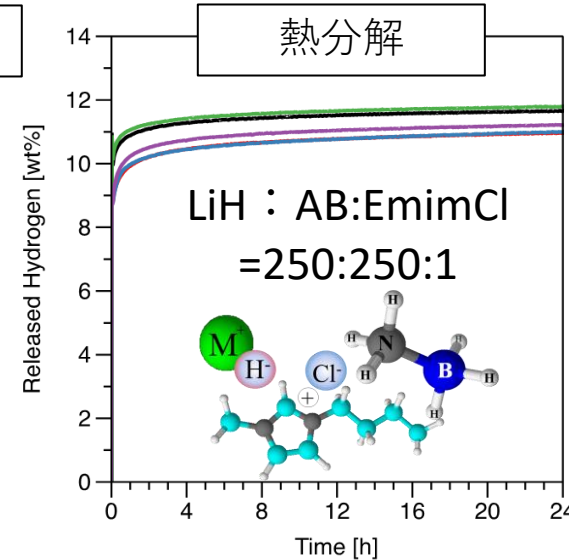
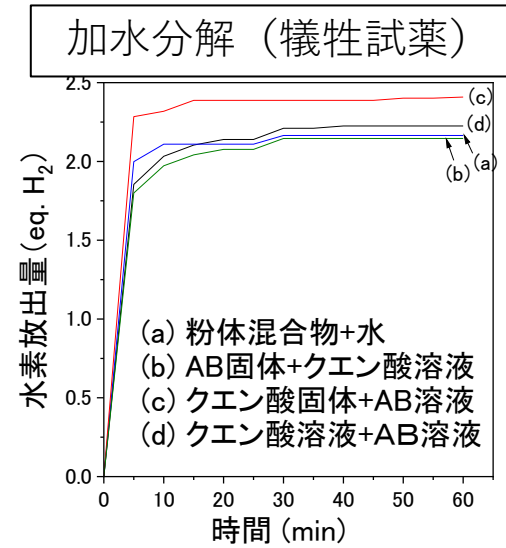
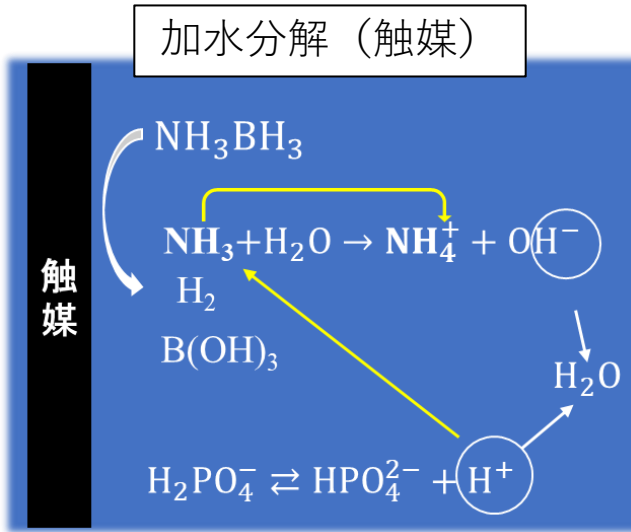
**発売→大量流通→AB &
製品価格低下を目指す**

3. 研究開発成果について

①合成：小型装置制作



②水素放出：水素放出速度向上・NH₃放出抑制



※加水分解（犠牲試薬）水素発生装置開発中

③リサイクル：ホウ酸 → 100°C以下でNaBO₂前駆体合成

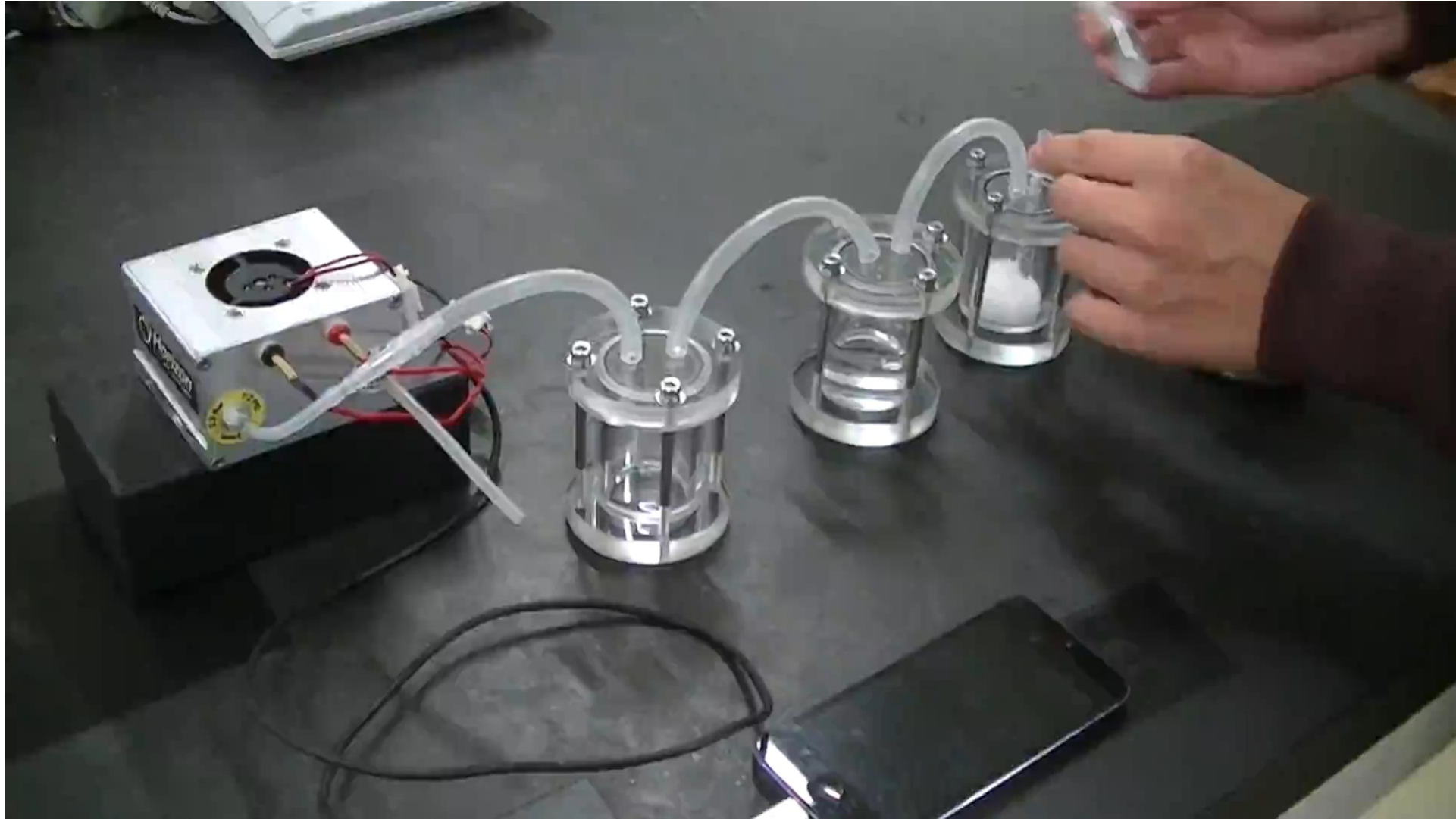
④保存・輸送

- 常温保存：固体 > 1.5年、水溶液 < 1年、液体NH₃ > 8カ月
- 安全性：毒性有、皮膚・目に低刺激、可燃物、低腐食
- 基礎物性：水-AB相図作成、水・NH₃中密度・溶解度解明

システム化・大型化の基礎構築中

3. 研究開発成果について

加水分解（犠牲試薬型）で発電（10 W） → スマートフォン充電



1 kW装置用水素発生容器を開発中

3. 研究開発成果について

- 研究開発の目標及び進捗状況、目標達成に向けたアプローチ
 - 水素発生（アンモニア抑制）以外は順調（一部予定以上）
 - 目標達成に向けたアプローチ：再委託企業の入れ替え、連携企業の模索
- 研究開発の成果と意義
 - 合成：システム製作 → 低価格化へ大きく前進
 - 水素放出：NH₃抑制・放出速度向上 → 小型なら製品化可
 - リサイクル：処理工程減・低温化（加水分解） → コスト圧縮
 - 保存・輸送：物性・安全性・長期保存法解明 → 取扱いガイドライン作成
- 特許（出願済）
 - 緩衝液を用いた触媒型加水分解（崇城大・琉球大）：特願2022-017569
 - アンモニアボランの水中合成法（琉球大）：特願2022-030533
- 成果普及の取り組み
 - 学会・研究会発表7件
 - コンペ1件（エコテックグランプリ）：企業賞2件受賞
 - セミナー・シンポジウム招待講演2件
 - 学会誌等寄稿2件、書籍1件

4. 今後の見通しについて

本製品の利用が想定されるケース（例）

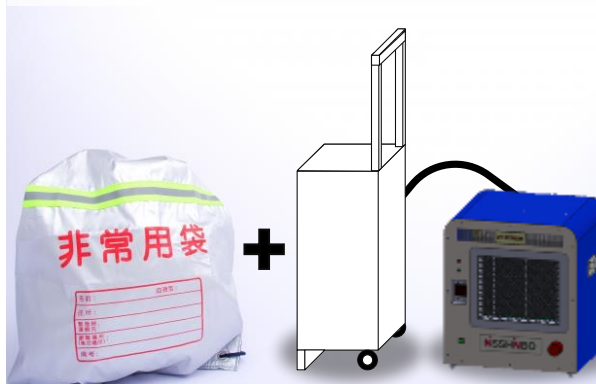
キャンプ



建設鉄工・工事現場



非常用電源



ドローン



https://futurenavigation-teijin.com/article/sp_21/

屋外イベント



屋台



トンネル工事



キッチンカー



高压タンクが使いづらい（高付加価値の）場所から徐々に拡大

4. 今後の見通しについて

- 実用化・事業化に対する今後の課題と対応方針
 - 合成：乾燥の電気代・時間ロス → 簡便な方法を検討中
 - 水素放出
 - ✓ 加水分解：NH₃抑制対策 ⇔ 重量密度低下 → 水の使用量削減
 - ✓ 熱分解：実機運転時の水素放出法（混合方法など） → 複数アイデア考案中
 - ✓ システム（加水分解）：容器小型化 ⇔ 圧力バッファ低下 → 部品省略等に対応
 - リサイクル：添加物・犠牲試薬分離法、熱分解再生法未確立 → 複数案あり
 - 保存・輸送：水溶液保存 × → 固体保存。ペレット・粉体の輸送を検討中
- 実用化・事業化に向けた具体的な取り組み（計画や戦略等）
 - 沖縄総合事務局事業（I-PEX採択）と連携 → FC側も連動して開発
 - 試薬として販売（ハイドロラボより）を計画
 - 連携企業を模索：展示会・学会等で声掛け・説明
 - 小型デモ機運転（動画）で啓蒙活動 → 認知度向上・ニーズ掘り起こし