

競争的な水素サプライチェーン構築に向けた技術開発事業
／大規模水素サプライチェーンの構築に係る技術開発
／大流量・高圧・高効率な液化水素昇圧ポンプの開発

澤村和宏（西島製作所）

株式会社西島製作所

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

国立大学法人京都大学

公立大学法人山陽小野田市立山口東京理科大学

国立研究開発法人物質・材料研究機構

2024年7月18日

連絡先：
株式会社西島製作所
<https://www.torishima.co.jp/>

事業概要

1. 期間

開始 : 2023年8月
終了（予定） : 2028年3月

2. 最終目標 :

大規模水素サプライチェーン構築に貢献するため、
大流量・高圧・高効率な液化水素昇圧ポンプを開発する

3. 成果・進捗概要

事業内容	FY2023	FY2024	FY2025	FY2026	FY2027	評価	成果・進捗
①中流量・中圧力ポンプ開発	開発、試験					○	試験実施し、目標を達成 有用なデータを取得した
②中流量・高圧力ポンプ開発	要素開発		開発、試験			○	予定通り実施中
③大流量・高圧力ポンプ開発			開発、試験			未	—
④高効率モータ開発	①用モータ	②用モータ	③用モータ			○	①用モータ：①ポンプで適用 ②用モータ：予定通り設計着手
⑤モータ要素技術開発	要素開発			開発、試験		○	理論解析モデルの構築完了 候補材料の選定完了

SG

1. 事業の位置付け・必要性

本事業を実施する背景・目的

GI 基金事業「大規模水素サプライチェーンの構築プロジェクト」

＞大規模水素サプライチェーンの構築には液化水素昇圧ポンプが必要不可欠である。
 将来の水素コスト低減に、大流量・高圧・高効率なポンプで寄与する。



2. 研究開発マネジメントについて①

研究開発の目標設定と方針

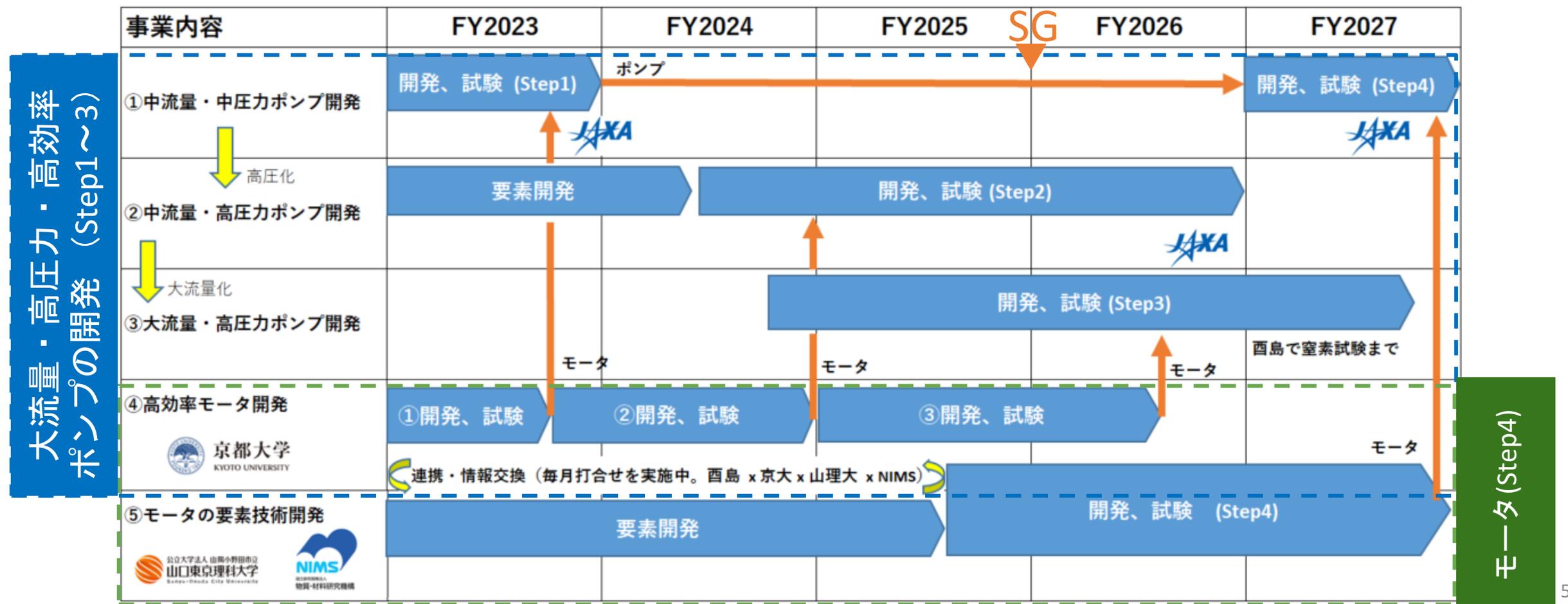
- ・ 開発対象は水素発電向け液化水素昇圧ポンプとする
- ・ 3つのステップ（Step 1, 2, 3）で、大流量・高圧力・高効率なポンプの開発を行う
各 Step において、大規模水素サプライチェーンの構築プロジェクトにおける商用化実証や商用化のサプライチェーンへのポンプを開発のターゲットにする
- ・ Step 4 として、経済性、品質、市販性の付加価値を高めたモータを開発し、Step 1 のポンプに搭載して試験する

研究開発対象	開発 Step	構成イメージ	流量比	圧力比	サプライチェーンのターゲット
<p>大流量・高圧力・高効率なポンプの開発 水素発電向け液化水素昇圧ポンプ</p>	Step 1	<p>中流量・中圧力</p>	1 (基準)	1 (基準)	商用化実証 ~2030年
	Step 2	<p>中流量・高圧力</p>	1	3	商用化(1st) 2031年~
	Step 3	<p>大流量・高圧力</p>	8	3	商用化 複数チェーン ~2050年
<p>経済性、品質、市販性の付加価値を高めた 超電導モータの開発と実機適用性検証</p>	Step 4	Step 1 ポンプに搭載して試験する	1	1	- 4

2. 研究開発マネジメントについて②

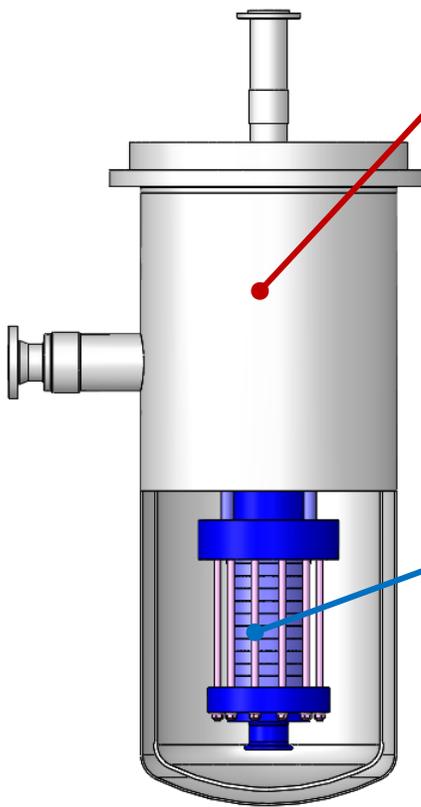
研究開発のスケジュールと研究開発体制

- ・ JAXA 能代ロケット実験場にて、Step 1, 2, 4 を試験する（Step 3 は液化窒素試験まで）
- ・ 京都大学にて、各ステップに対する超電導モータを開発、支給する
- ・ 山理大にて低損失巻線を開発する
- ・ NIMS にてより経済性、品質、市販性の付加価値を高めた超電導線材、低損失巻線材を開発する



2. 研究開発マネジメントについて③

開発要素と実施内容



【モータ】
・超電導モータによる高効率化
その他、開発要素

— 共同研究先との協業
毎月の打合せを実施、etc...

【ポンプ】サブマージド構造
・真空断熱
・高速回転
・水力設計
加振力が小さい、高効率

— 低温機器メーカーと協議し、
断熱の仕様を決定した

} 西島のノウハウを活用、
ブラッシュアップ

その他、液化水素や材質の
物性を調査し、ポンプ全体の
設計を進めた

【試験設備】
・入熱が小さく、ポンプの
性能測定が可能な設備

— 低温機器メーカーと協議し、
仕様や設計を決定した

2. 研究開発マネジメントについて④

超電導モータによる高効率化

- ・超電導モータの採用



- ・BOG量を減らすために、ポンプ+モータで高効率を達成したい

高効率なモータ ⇒ 超電導モータ

【超電導モータのメリット】

- ・小型化可能：
流体損失が減る、軸を短くできる。
- ・液化水素（-253℃）で利用可能：
没液させて積極的に冷やして使える

効率のメリットだけでなく、
ポンプ設計で見てもメリットがある。
極低温流体との相性◎



京都大学
KYOTO UNIVERSITY

京大の独自技術

かご形誘導モータの特長
「単純な構造で堅牢」を
活かしつつ、超電導化する

⇒ ポンプへの搭載に適している



高温超電導誘導同期モータの概略図

3. 研究開発成果について①

目標達成に向けたアプローチ

- ・ 液化窒素試験設備を建設 @西島製作所 本社工場

2023年11月にStep 1ポンプの低温流体での動作確認のため、液化窒素での試運転を実施した

- ・ 液化水素試験設備を開発、建設 @ JAXA 能代ロケット実験場

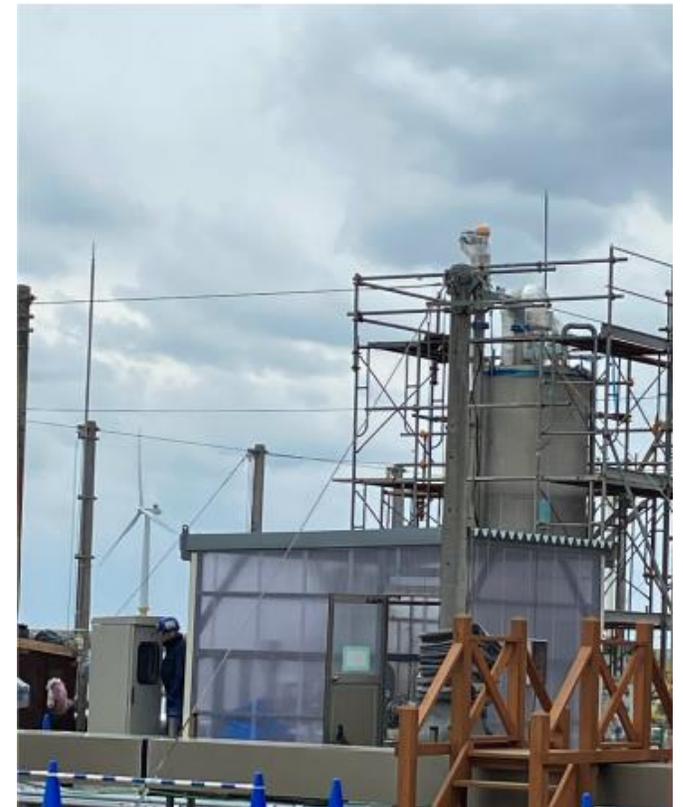
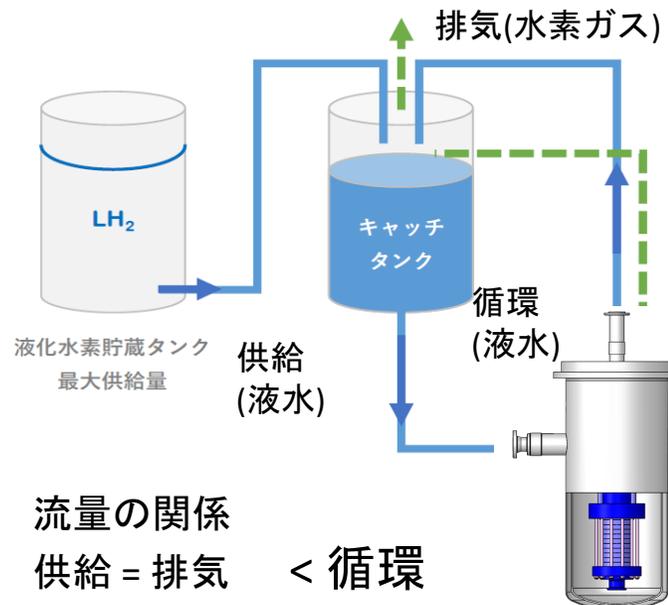
2024年3月にポンプ運転による液化水素試験設備の有用性確認、Step 1ポンプの信頼性、性能、機能確認のため、液化水素での試験を実施した

液化窒素試験設備



液化水素試験設備

(設計コンセプト)



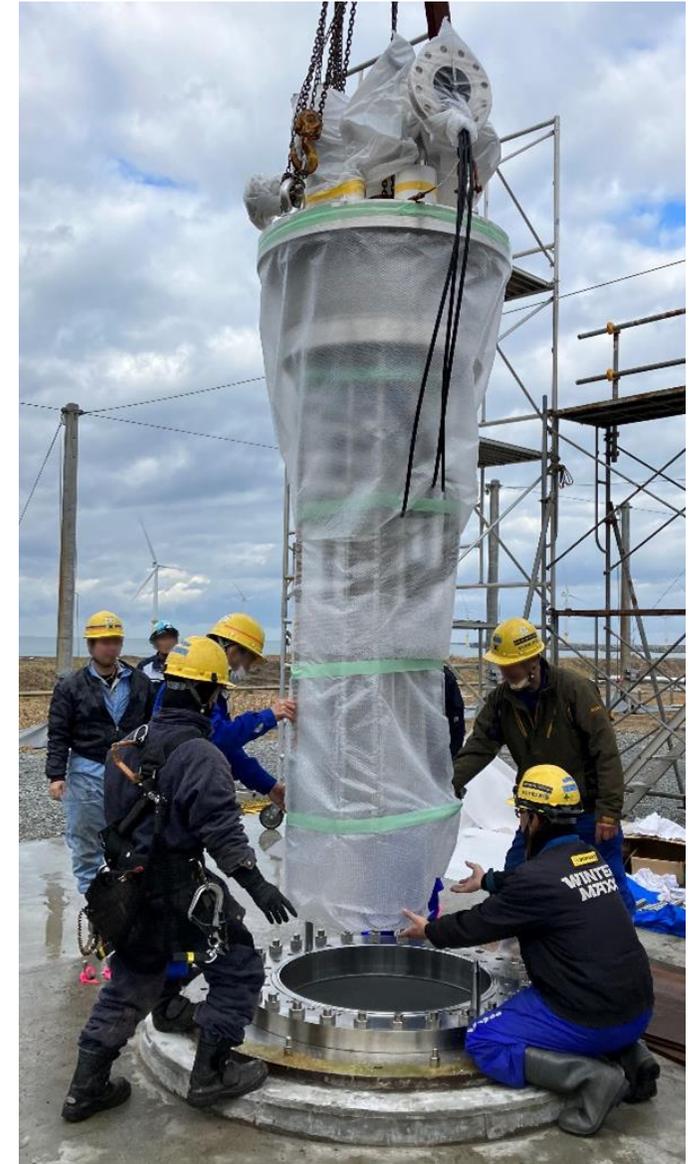
3. 研究開発成果について②

研究開発の成果

- ・ **ポンプの開発：液化水素実液試験@JAXA**
 - 最大回転速度 : 5,000 min⁻¹
 - 最大流量 : 30.5 m³/h (24,000 Nm³/h)
 - 最高圧力 : 1.6 MPa
 - 最大電動機出力（換算） : 30 kW

**超電導モータをはじめて産業機械に搭載し*1、
世界初の仕様を達成！**

- ・ **試験目的の達成**
 - ポンプ設計の妥当性を確認した
 - 試験設備の有用性（循環による大流量運転）を確認した
 - 性能予測に対する有用な実測データを得た
- ・ **経済性、品質、市販性の付加価値を高めたモータ**
 - 山理大 : 理論解析モデルの構築完了
 - NIMS : 候補材料の選定完了



*1 : 2024年3月現在、当社調べ

3. 研究開発成果について③

成果の意義：次のステップに向けて

大流量・高圧力・高効率ポンプの開発

- ・ 成果) Step 1 ポンプの各要素の設計と製作を行い、実液試験にて有用な計測データを得た
⇒ 課題を整理し、設計中の Step 2 に向けたポンプ設計に反映する
- ・ 成果) 超電導モータの設計と製作を行い、ポンプに搭載しての運転のノウハウを得た
⇒ 課題を整理し、設計中の Step 2 に向けたモータ設計に反映する

経済性、品質、市販性の付加価値を高めた超電導モータの開発

- ・ 成果) 理論解析モデルの構築完了 ⇒ 低損失巻線の設計と評価へ
- ・ 成果) 候補線材の選定完了 ⇒ 各線材の評価へ

全体

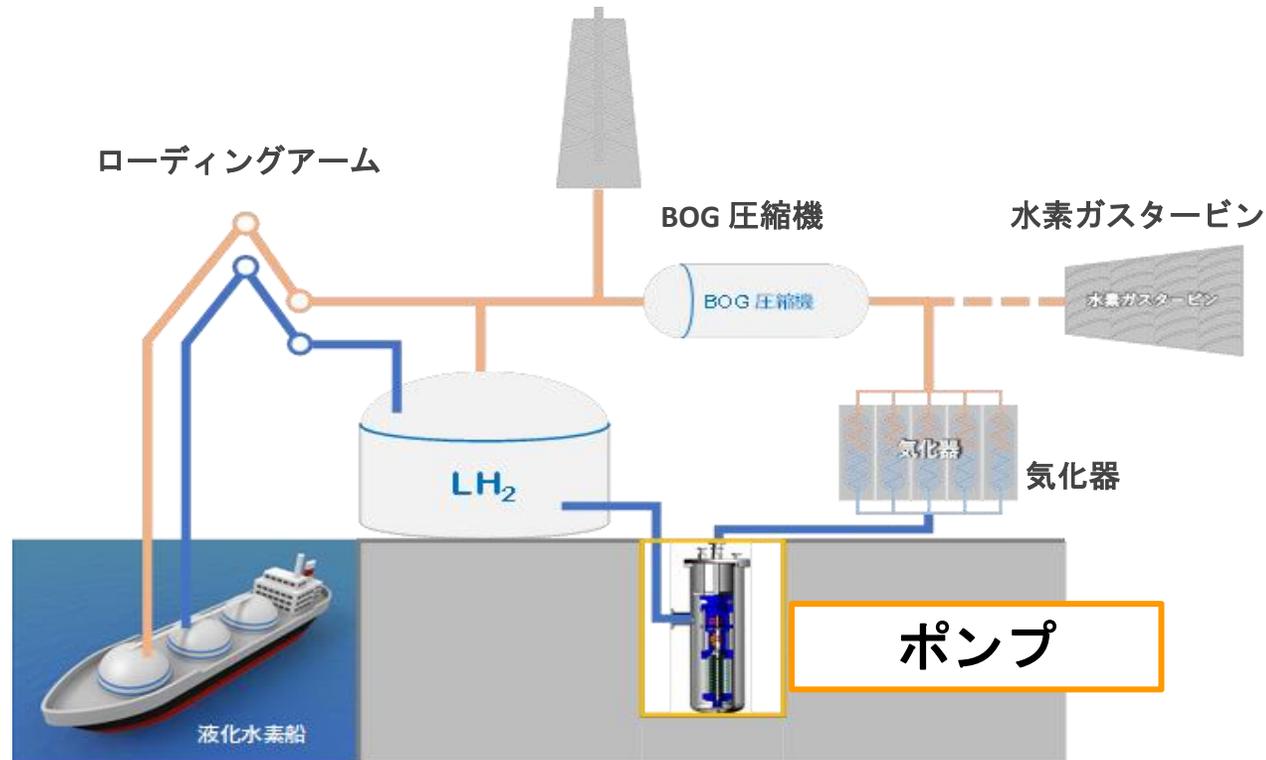
- ・ 成果) 各分野のスペシャリストと協力関係を築いて、ひとつの開発・実験を完遂した
⇒ 更に関係を強固にし、次のステップを乗り越えていく



4. 今後の見通しについて

実用化・事業化に向けた具体的な取り組み

- ・ 水素サプライチェーン適用に向けて本事業で確立された技術を製品化する
- ・ 水素サプライチェーン向けポンプの仕様について情報収集し、中流量・高圧ポンプ、および大流量・高圧ポンプの設計に反映し、2026年、および2027年に実サイズでの検証試験を実施して、技術を確立する



ご清聴ありがとうございました



記者発表動画
(試験時の様子は52分あたり)