

事業原簿

作成：2025年6月

| | | | |
|-----------------------------------|---|--------------------------------|--------|
| プロジェクト名 | 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 | プロジェクト番号 | P23004 |
| 担当推進部/ プロジェクトマネージャー及び METI 担当課 | 水素・アンモニア部 大規模水素利用ユニット 水素 S C チーム チーム長 坂 秀憲 (2025年5月現在) 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 水素・アンモニア課 | | |
| 0. 事業の概要 | 水素サプライチェーン構築に際して、安定的で安価な水素の供給基盤を確保するため、水素を製造・貯蔵・輸送・利用するための設備や機器、システム等（貯蔵タンク、充填ホース、計量システム等）の更なる高度化・低コスト化・多様化につながる技術開発等を行うとともに、規制改革実施計画等に基づき、規制の整備や合理化、国際標準化のために必要な研究開発等を行う。 | | |
| 1. 意義・アウトカム (社会実装) 達成までの道筋 | | | |
| 1.1 本事業の位置付け・意義 | <p>■本事業の位置づけ</p> <p>世界的に国家水素戦略策定と水素プロジェクト組成の動きが継続し、CN に向けた技術開発と国際競争力の確保を引き続き推進していく必要がある。その中で設定された事業の「研究開発」「社会実装に向けた大規模開発・実証」「設備投資・社会実装」の段階のうち、「研究開発」に位置する。</p> <p>■本事業の意義</p> <p>2030 年頃の大規模な水素サプライチェーンの確立と水素発電の本格導入を目指すための技術開発において、以下の背景から N E D O がもつこれまでの知識、実績を活かして推進すべき事業といえる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー政策上の重要度が高く、社会的必要性が大きい ・日本の水素利活用産業の競争力強化、エネルギー・環境分野の国際協調に貢献 ・水素供給サプライチェーン構築、水素発電導入により各事業が連携することで効果的に開発を進めることが可能 ・水素供給サプライチェーン・インフラ整備については、市場構築初期は市場範囲が限定的で、民間単独では開発リスクが大きい | | |
| 1.2 アウトカム達成までの道筋 | 水素サプライチェーンを構成する各分野において、技術開発と規制見直し・基準作成を行い、水素社会構築実現のため必要となる各種要素技術の実現・高度化の達成し、「グリーン成長戦略」に掲げられる量及びコストを実現する。 | | |
| 1.3 知的財産・標準化戦略 | 知的財産・標準化についてはテーマ毎に国・産業界への裨益の観点から適切な取り扱い方法について、専用に設置された委員会もしくは既設の業界団体等により審議して意思決定を実施している。 | | |
| 2. 目標及び達成状況 | | | |
| 2.1 アウトカム目標及び達成見込み | <p>■アウトカム目標</p> <p>【水素年間導入量】 ・2030 年最大 300 万 t ・2050 年 2,000 万 t 程度</p> <p>【水素コスト (CIF)】 ・2030 年 30 円/Nm³ ・2050 年 20 円/Nm³ 以下</p> | | |
| | 研究開発項目 | アウトカム目標達成に向けた 2030 年までの取り組み | 達成見込み |
| | 研究開発目標 I 「大規模水素サプライチェーンの構築に係る技術開発」 | 最初の商用大規模水素サプライチェーンの実現 | ○ |
| | 研究開発目標 II 「需要地水素サプライチェーンの構築に係る技術開発」 | 国内供給インフラの多様化・コスト低減 | ○ |
| | 研究開発項目 III 「水素ステーションの低コスト化・高度化に係る技術開発」 | 水素ステーションコストの低減 HDV 等への充填技術の実用化 | ○ |
| 研究開発項目 IV 「共通基盤整備に係る技術開発」 | 共通基盤的に必要となる材料・製品の品質評価、安全評価の確立 | ○ | |

2.2 アウトプット
目標及び達成
状況

研究開発項目Ⅰ：「大規模水素サプライチェーンの構築に係る技術開発」（達成度：◎）
目標：個別テーマ毎に設定。水素サプライチェーンの構築のために必要となる、水素等に
係る運搬船や国内受け入れ基地等の大規模海上輸送機器、水素発電等に関する各種機器
の大型化・多様化・高効率化に資する技術開発を実施する。

成果（実績）：合計 13 件のテーマ案件を採択し、必要な技術開発を十分に進めている。

【具体的な成果例】

- ・液化水素輸送・荷役システムの国際標準化に向けたデータ取得において、液化水素満載
での日豪航行試験を実施し、BOR として 0.3%/day とこれまでの試験で取得した値と再現
性が高い結果を取得した。
- ・液化水素貯槽の大型化に関する研究開発において、大規模サプライチェーン構築に必要
な 5 万 m³ 液化水素貯槽の試設計を行うと共に、その建設に向けたベンチスケールタンク
の技術検証内容の設定及び詳細設計まで完了した。
- ・大流量・高圧・高効率な液化水素昇圧ポンプの開発において、中流量・中圧力の液化水
素昇圧ポンプの実機サイズで液化水素試験を実施。超電導モータを産業機械に搭載し、
液化水素ポンプとして最大流量、遠心ポンプとして最高圧力を記録し、世界初の仕様を
達成できた。
- ・大規模水素サプライチェーンの構築に係る水素品質に関する研究開発において、MCH か
らの水素品質にて水素発電に影響のあるガム状物質の発生が無いことを確認した。

研究開発項目Ⅱ：「需要地水素サプライチェーンの構築に係る技術開発」（達成度：○）

目標：個別テーマ毎に設定。需要地での水素供給コストの低減のため、水素製造装置や圧縮
機、液化器、パイプライン、ローリー、トレーラー等の個々の需要地での水素サブ
ライチェーンの構築に必要な各種機器の技術開発を実施する

成果（実績）：合計 4 件のテーマ案件を採択し、必要な技術開発を進めている。

【具体的な成果例】

- ・水素輸送トレーラーの大容量化・低コスト化実現のための技術開発と規制・基準適正化
に関する調査において、欧州の Type4 MEGC トレーラーについて、仕様・法規制等を調
査し、国内外のギャップを踏まえた概念設計、強度解析、コスト試算を通じて、国内導
入の検討の基礎資料として整理した。
- ・高圧水素パイプラインの国内基準化に向けた導管材料の水素適合性と耐震設計に関する
研究開発において、水素の大規模利用時に必要となる 1 MPa を超える高圧水素下で埋設
パイプラインを安全に使用するための技術基準策定にむけて、高圧ガス導管仕様を満足
する UOE 鋼管及びシームレス鋼管を製造、円周溶接を実施し有害な欠陥がないことを確
認した。また、UOE 鋼管母材の 10MPa 高圧水素中引張試験及び破壊靱性試験を開始し
た。

研究開発項目Ⅲ：「水素ステーションの低コスト化・高度化に係る技術開発」（達成度：
○）

目標：個別テーマ毎に設定。水素ステーションの低コスト化、高度化に資する水素貯蔵設
備、圧縮機、蓄圧機、プレクーラー、ディスペンサー等の技術開発を実施する。

成果（実績）：合計 6 件のテーマ案件を採択し、必要な技術開発を進めている。

【具体的な成果例】

- ・カーボンニュートラルに向けた水素技術に係る ISO/TC197 国際標準化及び国際連携の推
進のための研究開発において、ISO/TC197 における国際標準化の実績として、委託期間
中 27 件（内 7 件は日本提案）の規格を審議改訂・開発しており、そのうち 7 件（内 3
件は日本提案）の規格を発行した。
- ・大容量高圧ガスブースター式水素圧縮機の技術開発において、市場で必要とされる大規
模水素ステーションの能力を把握。それを実現するシステム構成を検討し、充填能力、
CAPEX、OPEX 等の観点から最適な構成および圧縮機開発仕様を決定した。

研究開発項目Ⅳ：「共通基盤整備に係る技術開発」（達成度：○）

目標：個別テーマ毎に設定。水素社会構築実現のために共通基盤的に必要となる材料・製品
の品質評価、安全評価等に資する技術開発等を実施する。

成果（実績）：合計 2 件のテーマ案件を採択し、必要な技術開発を進めている。

【具体的な成果例】

- ・水素社会構築に向けた鋼材研究開発において、特定設備検査規則および一般高圧ガス保
安規則例示基準に従った設計が可能な材料として、Ni 当量を現行例示基準 26.9%（-
45℃）⇒26.3%に低減可能と判断する見通しが得られた。

| | |
|----------------------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ・中空試験片を用いた低温高圧水素環境での材料特性評価に係る研究開発において、高圧水素環境下材料特性評価委員会を組織し、本事業で対象とする評価候補材料を決定した。また、評価の基準となる SUS316L の SSRT 試験データを取得した。 <p>研究開発項目横断（達成度：○） 目標：規制改革実施計画等に掲げられた規制見直し項目のうち、研究開発等によって措置に 目途を付ける数：4 件 成果（実績）：合計 11 件のテーマ案件を採択し、研究開発等によって措置に目途をつけるべ く、事業を進めている。</p> <p>【該当採択件名】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大型液化水素貯槽実現に向けた極低温・水素環境下材料信頼性評価法確立および社会受容のための実大試験 ・大型液化水素貯槽からの大量漏洩・拡散等のシミュレーション手法の開発及び設置基準の整備に向けた調査研究 ・水素社会構築に向けた鋼材研究開発 ・中空試験片を用いた低温高圧水素環境での材料特性評価に係る研究開発 ・高圧水素パイプラインの国内基準化に向けた導管材料の水素適合性と耐震設計に関する研究開発 ・大規模水素サプライチェーンの構築に係る MCH 海上輸送規制緩和に関する研究開発 ・水素輸送トレーラの大容量化・低コスト化実現のための技術開発と規制・基準適正化に関する調査 ・液化水素用設備に対するステンレス鋼鋳鋼品の適用可能性調査 ・港湾部等の大規模水素輸送拠点からの MCH 国内輸送サプライチェーン構築に関する基礎調査 ・水素ステーションにおける保安体制の合理化に向けた基礎検討調査 ・大口径アンモニアローディングアーム用緊急離脱装置に関する調査 |
| <p>3. マネジメント</p> <p>3.1 実施体制</p> | <p>■プロジェクトマネージャー NEDO 水素・アンモニア部 大規模水素利用ユニット 水素 S C チーム チーム長 坂 秀憲</p> <p>■プロジェクトリーダー 国立大学法人九州大学 水素材料先端科学研究センター 特任教授 横本 克巳</p> <p>■実施先</p> <p>【研究開発項目 I】 千代田化工建設株式会社、ENEOS 株式会社、一般財団法人日本海事協会、一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会、川崎重工業株式会社、株式会社日本触媒、株式会社 J E R A、太陽日酸株式会社、株式会社クボタ、日揮ホールディングス株式会社、三菱重工業株式会社、一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター、トーヨーカネツ株式会社、株式会社西島製作所、国立大学法人横浜国立大学、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構、高圧ガス保安協会、技術研究組合 C O 2 フリー水素サプライチェーン推進機構、国立大学法人東京大学</p> <p>【研究開発項目 II】 公益財団法人鉄道総合技術研究所、日本貨物鉄道株式会社、川崎車両株式会社、三井物産プラスチック株式会社、一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会、川崎重工業株式会社、日本エア・リキード合同会社、J F E スチール株式会社、国立大学法人九州大学</p> <p>【研究開発項目 III】 川崎重工業株式会社、株式会社フジキン、株式会社キッツ、一般社団法人日本ゴム工業会、NTN 株式会社、株式会社 P I L L A R、高石工業株式会社、NOK 株式会社、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構、一般財団法人化学物質評価研究機構、一般社団法人水素供給利用技術協会、国立大学法人九州大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、トキコシステムソリューションズ株式会社、株式会社タツノ、一般財団法人日本自動車研究所、株式会社本田技術研究所</p> <p>【研究開発項目 IV】 国立研究開発法人物質・材料研究機構、株式会社デンソー、株式会社 T V E、大同特殊鋼株式会社、愛知製鋼株式会社、一般財団法人金属系材料研究開発センター、高圧ガス保安協会、国立大学法人九州大学、一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター</p> <p>【研究開発項目 V】 三菱 U F J リサーチ&コンサルティング株式会社、P w C コンサルティング合同会社、国立大学法人東北大学 流体科学研究所、学校法人早稲田大学、一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター、一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会、住友商事株式会</p> |

社、CCCMKホールディングス株式会社、カルチュア・エクスペリエンス株式会社、みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社、国立大学法人東京大学、株式会社日本総合研究所、デロイトトーマツコンサルティング合同会社、川崎重工業株式会社、高圧ガス保安協会、一般財団法人カーボンフロンティア機構、大陽日酸株式会社、三浦工業株式会社、国立大学法人大阪大学、国立大学法人東京工業大学、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構、国立研究開発法人産業技術総合研究所、東洋ガラス株式会社

| 研究開発項目 | 委託/助成 | 2023年度 | 2024年度 | 2025年度 | 合計 |
|--------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| I. 大規模水素サプライチェーンの構築に係る技術開発 | 委託 100% | 437 | 1,079 | 2,311 | 10,850 |
| | 助成 50% | 1,372 | 2,724 | 2,928 | |
| II. 需要地水素サプライチェーンの構築に係る技術開発 | 委託 100% | 26 | 139 | 177 | 342 |
| | 助成 50% | 0 | 0 | 0 | |
| III. 水素ステーションの低コスト化・高度化に係る技術開発 | 委託 100% | 1,693 | 1,915 | 1,953 | 6,054 |
| | 助成 50% | 68 | 103 | 323 | |
| IV. 共通基盤整備に係る技術開発 | 委託 100% | 366 | 267 | 493 | 1,125 |
| V. 総合調査研究 | 委託 100% | 201 | 171 | 321 | 694 |
| 合計 | | 4,162 | 6,397 | 8,506 | 19,065 |

3.2 受益者負担の考え方

※2023、2024年度は実績額、2025年度は2025年5月9日の予算額。

■委託と助成の考え方
 本事業における取組のうち、公的研究機関、大学、業界団体等が実施する国内の水素産業全体に裨益する研究開発テーマ（規制適正化・国際標準化に関する技術開発等）については委託事業として実施する。（例：水素ステーション、需要地水素サプライチェーン等に関連する各種機器の規制適正化・技術基準作成）
 ただし、規制適正化・国際標準化に関するテーマであったとしても、民間企業等が提案するもので、水素産業全体よりも当該個社への裨益が大きいと見込まれるテーマについては、助成事業にて実施する。
 また、本事業における取組のうち、民間企業等が主体となって実施する研究開発テーマ（水素関連技術の高度化等に関する要素技術開発）は、国内の水素産業全体に裨益する側面はあるものの、特に当該企業等への裨益が見込まれることから、民間企業等がリスクを取りつつ推進されるべき事業であるため、原則、助成事業として実施する。

3.3 研究開発計画

| 研究開発項目 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
|--|----------------------------|---------------|---------------|---------------------|------|
| 研究開発項目 I：大規模水素サプライチェーンの構築に係る技術開発 | 公募 | 公募 | 中間目標 | 公募 | 最終目標 |
| 研究開発項目 II：需要地水素サプライチェーンの構築に係る技術開発 | | | | | |
| 研究開発項目 III：水素ステーションの低コスト化・高度化に係る技術開発 | | | | | |
| 研究開発項目 IV：共通基盤整備に係る技術開発 | | | | | |
| 研究開発項目 V：総合調査研究 | | | | | |
| 評価時期 | 一部SG審査 | 一部SG審査 | 中間評価 一部C審査 | 一部SG審査 | 最終評価 |
| 予算(百万円) | 項目 I：委託/助成 437 / 1,372 | 1,079 / 2,724 | 2,311 / 2,928 | 今後、予算額を確定 | |
| 助成率2/3以内 (実績50%) | 項目 II：委託/助成 26 / 0 | 139 / 0 | 177 / 0 | | |
| | 項目 III：委託/助成 1,693 / 68 | 1,915 / 103 | 1,953 / 323 | | |
| | 項目 IV：委託 366 | 267 | 493 | | |
| | 項目 V：委託 201 | 171 | 321 | | |
| ※2023、2024年度は実績額、2025年度は2025年5月9日の予算額。 | | | | | |
| [単位:百万円] | 2023FY | 2024FY | 2025FY | 総額 (2023-2025FY) | |
| 予算額または執行額 | 4,162 | 6,397 | 8,506 | 19,065 | |

情勢変化への対応

【事例：国際水素サプライチェーンの経済性及び炭素集約度の評価方法・モデルの比較分析に関する調査研究】

- 国際水素サプライチェーンへの関心や具体的に取り組みの機運が各国で高まっている。一方でその実現には政策的な支援が不可欠。そのため、サプライチェーンからもたらさ

| | | |
|----------|---|-------------------------------------|
| | <p>れる便益を定量的に評価し、見える化をすることが重要であり、この観点から様々な国や研究機関においてそれぞれのモデルを用いた分析が行われている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実際、水素キャリアの比較などの結果については必ずしも同一ものとならず、国際的なコンセンサスがなかった。本テーマでは、各国それぞれのモデルを持ち寄り、比較することで、その差異の要因を特定・明らかにし、モデルの信頼性を高めていくことを狙いとする。この成果は、水素協力のための政府間フォーラムへの IEA H2TCP の貢献として、水素サプライチェーン及び水素貿易の発展のための議論にも提供される。 | |
| 評価に関する事項 | 事前評価 | 2022 年度実施 担当部 スマートコミュニティ・エネルギーシステム部 |
| | 中間評価 | 2025 年度 中間評価実施 |
| | 終了時評価 | 2028 年度 終了時評価実施 予定 |

採択テーマ一覧

| NO. | テーマ名 | 採択先 | 実施期間 (予定含む) |
|------|--|---|------------------|
| I-1 | 大型液化水素貯槽実現に向けた極低温・水素環境下材料信頼性評価法確立および社会受容のための実大試験 | 国立大学法人東京大学 | 2023- 2026 年度 |
| I-2 | 大型液化水素貯槽からの大量漏洩・拡散等のシミュレーション手法の開発及び設置基準の整備に向けた調査研究 | 国立大学法人横浜国立大学、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構、高圧ガス保安協会 | 2023- 2025 年度 |
| I-3 | 液化水素輸送・荷役システムの国際標準化に向けたデータ取得 | 技術研究組合CO ₂ フリー水素サプライチェーン推進機構 | 2023- 2025 年度 |
| I-4 | 大規模水素サプライチェーンの構築に係る水素品質に関する研究開発 | 一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター、株式会社JERA、ENEOS株式会社 | 2023- 2025 年度 |
| I-5 | 大規模アンモニア分解向けオートサーマル式アンモニア分解触媒の技術開発 | 千代田化工建設株式会社、株式会社日本触媒、株式会社JERA | 2023- 2025 年度 |
| I-6 | 大規模外部加熱式アンモニア分解水素製造技術の研究開発 | 大陽日酸株式会社、株式会社クボタ、日揮ホールディングス株式会社 | 2023- 2025 年度 |
| I-7 | 液化水素貯槽の大型化に関する研究開発 | トヨーカネツ株式会社 | 2023- 2027 年度 |
| I-8 | 大流量・高圧・高効率な液化水素昇圧ポンプの開発 | 株式会社西島製作所 | 2023- 2027 年度 |
| I-9 | 低炭素社会実現に向けた水素30vol%超混焼ガスタービン発電設備の研究開発 | 三菱重工業株式会社 | 2023- 2025 年度 |
| I-10 | 液化水素タンクの高効率製造工法の開発 | 川崎重工業株式会社 | 2023- 2025 年度 |
| I-11 | 液化水素の高効率・海上大量輸送技術の開発 | 川崎重工業株式会社 | 2023- 2027 年度 |
| I-12 | 大規模水素サプライチェーンの構築に係るMCH海上輸送規制緩和に関する研究開発 | 株式会社商船三井、千代田化工建設株式会社、ENEOS株式会社、一般財団法人日本海事協会、一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会 | 2024- 2025 年度 |
| I-13 | 大規模調整電源となる水素ガスエンジンの技術開発 | 川崎重工業株式会社 | 2024- 2027 年度 |

| NO. | テーマ名 | 採択先 | 実施期間 (予定含む) |
|------|---|--|------------------|
| II-1 | 水素輸送トレーラーの大容量化・低コスト化実現のための技術開発と規制・基準適正化に関する調査 | 一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会、川崎重工業株式会社、日本エア・リキード合同会社 | 2023 年度 |
| II-2 | 高圧水素パイプラインの国内基準化に向けた導管材料の水素適合性と耐震設計に関する研究開発 | JFEスチール株式会社、国立大学法人九州大学、一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会 | 2024- 2027 年度 |
| | 鉄道輸送用液化水素タンクコンテナの開発 | 公益財団法人鉄道総合技術研究所、日本貨物鉄道株式会社、川崎車両株式会社 | 2025- 2027 年度 |
| | 水素輸送トレーラーの大容量化・低コスト化実現のための規制・基準適正化に向けた研究開発 | 三井物産プラスチック株式会社、一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会、川崎重工業株式会社、日本エア・リキード合同会社 | 2025- 2027 年度 |

| NO. | テーマ名 | 採択先 | 実施期間 (予定含む) |
|-------|--|---|------------------|
| III-1 | プレクール冷凍設備に替わる新プロセス技術の開発（膨張タービン式水素充填システムの開発） | 国立研究開発法人産業技術総合研究所、トキコシステムソリューションズ株式会社、国立大学法人九州大学 | 2023- 2027 年度 |
| III-2 | カーボンニュートラルに向けた水素技術に係る I S O / T C 1 9 7 国際標準化及び国際連携の推進のための研究開発 | 一般財団法人日本自動車研究所、一般社団法人水素供給利用技術協会 | 2023- 2027 年度 |
| III-3 | 水素ステーション低コスト化・高度化基盤技術開発 | 株式会社フジキン、株式会社キッツ、一般社団法人日本ゴム工業会、NTN株式会社、株式会社PILLAR、高石工業株式会社、NOK株式会社、H36国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構、一般財団法人化学物質評価研究機構、一般社団法人水素供給利用技術協会、国立大学法人九州大学 | 2023- 2027 年度 |
| III-4 | H D V 用水素充填プロトコルの研究開発 | 国立大学法人九州大学、一般財団法人日本自動車研究所、トキコシステムソリューションズ株式会社、株式会社本田技術研究所、一般社団法人水素供給利用技術協会 | 2023- 2027 年度 |
| IV-1 | 水素社会構築に向けた鋼材研究開発 | 株式会社デンソー、株式会社TVE、大同特殊鋼株式会社、愛知製鋼株式会社、一般財団法人金属系材料研究開発センター、高圧ガス保安協会、国立大学法人九州大学、一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター | 2023- 2027 年度 |
| IV-2 | 中空試験片を用いた低温高圧水素環境での材料特性評価に係る研究開発 | 国立研究開発法人物質・材料研究機構 | 2023- 2027 年度 |

| NO. | テーマ名 | 採択先 | 実施期間 (予定含む) |
|-----|---|--|------------------|
| V-1 | 国際水素サプライチェーンの経済性及び炭素集約度の評価方法・モデルの比較分析に関する調査研究 | 国立大学法人東京大学 | 2024- 2026 年度 |
| | 日本国際博覧会を活用した水素の情報発信に関する調査研究 | 株式会社博報堂 | 2024- 2025 年度 |
| | 地域水素利活用モデルの高度化に向けたシーズ発掘調査 | 三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 | 2024- 2025 年度 |
| | 大口径アンモニアローディングアーム用緊急離脱装置に関する調査 | PwCコンサルティング合同会社 | 2024- 2025 年度 |
| | 液化水素流体機械・機器の性能評価に関連する標準化・ガイドライン策定の課題整理に係る調査 | 国立大学法人東北大学 流体科学研究所、学校法人早稲田大学 | 2024- 2025 年度 |
| | 液化水素用設備に対するステンレス鋼鋳鋼品の適用可能性調査 | 一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター、一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会 | 2024 年度 |
| | FH2Rを核とした水素の情報発信・普及啓発に係る調査 | 住友商事株式会社、CCCМКホールディングス株式会社、カルチュア・エクスペリエンス株式会社 | 2024 年度 |
| | 港湾部等の大規模水素輸送拠点からのMCH国内輸送サプライチェーン構築に関する基礎調査 | PwCコンサルティング合同会社 | 2024 年度 |
| | 水素ステーションにおける保安体制の合理化に向けた基礎検討調査 | 一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター | 2024 年度 |
| | 国内水素輸送シミュレーションモデルの構築に向けた基礎調査 | みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社、一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会 | 2024 年度 |
| | 水素ステーションの自立化に向けたコスト低減状況に係る調査 | 株式会社日本総合研究所 | 2024 年度 |
| | 国内の水電解等水素製造における炭素集約度算定方法の検討調査 | デロイトトーマツコンサルティング合同会社、一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会 | 2024 年度 |
| | 小型モビリティにおける水素内燃機関燃焼技術の実現可能性調査 | PwCコンサルティング合同会社 | 2023 年度 |

| NO. | テーマ名 | 採択先 | 実施期間 |
|-----|-------------------------------------|---|---------|
| | 鉄道部門における水素利活用技術の実現可能性調査 | 川崎重工業株式会社、一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会 | 2023 年度 |
| | 国内水素パイプライン構築に向けたグラウンドデザイン検討調査 | 一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会 | 2023 年度 |
| | 水電解装置に関連する法規制等の課題整理に係る調査 | 高圧ガス保安協会 | 2023 年度 |
| | 酸素水素燃焼用マルチクラスターバーナの研究開発 | 一般財団法人カーボンフロンティア機構、大陽日酸株式会社、三浦工業株式会社、国立大学法人大阪大学、国立大学法人東京工業大学、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構、国立研究開発法人産業技術総合研究所 | 2023 年度 |
| | ソーダ石灰ガラス溶融の熱源として酸素水素燃焼炎を活用するための研究開発 | 東洋ガラス株式会社 | 2023 年度 |

(I-1) 「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 / 大型液化水素貯槽実現に向けた極低温・水素環境下材料信頼性評価法確立および社会受容のための実大試験」 委託：国立大学法人東京大学

● 成果サマリ (実施期間：2023年度～2026年度終了予定)

- ・ 試験した50,000m³液化水素貯槽が最も過酷な京浜地区に設置された場合のレベル2地震動を再現した構造解析が完了。アセスメントで重要な破壊駆動力定量化できた。
- ・ 内槽材の第一候補であるSUS316Lの評価を実施。靱性では溶接金属部がクリティカルであるが、実大8000ton試験によりその保有靱性は破壊駆動力を上回ることを確認した。
- ・ 水素脆化によるき裂進展量のみ未確定。従来のSSRT評価法では不適と判断。新たな評価を可能とする試験装置を設計し、設置した2025年度に評価実施予定。

● 背景/研究内容・目的

2030年において商業的水素サプライチェーンを実現すべく、様々な水素インフラが開発されている。日本国内にはエネルギーハブとなりえる大型貯槽の設置が期待されている。本事業は、50,000m³規模の貯槽構造物の技術基準策定と設置地域含めた円滑な社会合意形成のために、満液操業 + 大地震という最もシビアな状況を想定した材料評価を通じ合理的材料適合性評価方法の開発を行うことを目的としている。

● 研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|------|---|
| ① | 地震を受けた際の液化水素タンク挙動評価： 50000, 150000m ³ 双方で最も厳しい状況を想定して解析し、駆動力を定量化する |
| ② | 液化水素貯槽用候補既存材の設計に即した特性評価：破壊シナリオに即した候補材 (SUS316L, 13%Ni) の特性を小型試験にて評価し、①と併せ使用可否を判断する。 |
| ③ | 社会受容のための実スケール試験による評価：大型引張試験およびバースト試験試験にて小型試験で行った評価をサポートする。 |
| ④ | 液化水素タンク設計基準策定用データ整備 備：指針(案)を策定すべくデータ提供する。 |

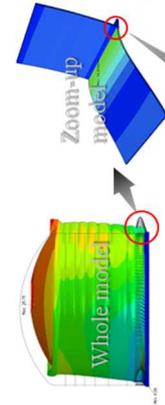
● 実施体制及び分担等



● これまでの実施内容 / 研究成果

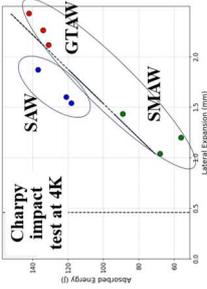
50,000m³貯槽地震時解析

最も過酷な応力および歪がもたらされる最下段×アニユア部に着目し、レベル2地震動を受けるSUS316L貯槽に最もシビアな初期き裂が存在した場合の破壊駆動力を算出。さらに、設計上最大応力が付与された場合のケースも計算し、材料に対する靱性要求値が明確化できた。



13%Ni鋼特性調査

第一候補材であるSUS316Lではさらなる大型化への対応に限界がある。高い設計応力を可能とする炭素鋼 (LNG貯槽用9%Ni鋼の延長) である13%Ni鋼および溶接継手の特性調査を開始。溶接金属部のシヤルピー衝撃特性は溶接法ごとに特徴あり。低値は見られず、



破壊靱性実大評価試験

実大規模の溶接金属部破壊靱性試験を実施。20Kに試験体を冷却するという世界初の試みであり、また試験成功にハードルの試験であったが、問題なく評価できた。不安定破壊は起きず、さらに小型試験に比べ靱性評価値があることから、破壊靱性評価値が大きくなることが確認できた。



● 今後の課題

- ・ 新規設置した水素脆化特性評価装置にて網羅的な温度、歪量にて水素性き裂発生および進展速度を評価すべし。急務南能代で整備を進めている試験場にてバースト試験を実施する(2026FY)

● 実用化・事業化の見通し

- ・ 2030年に運転を見込む実証プラント建設にて実用化見通し。その後の商用化プラントや大量生産期の到来を期待。

● 研究成果まとめ

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|------|----------------------------|------|
| ① | 精緻な方法かつ前倒し達成 | ◎ |
| ② | 網羅的に実施。今後に価値あるデータ。水素脆化評価残す | ○ |
| ③ | 広幅試験完了。バースト試験へ | ○ |
| ④ | 関連企業協業で指針案大勢完成 | ○ |

| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
|-------|------|------|-----|
| 0 (1) | 4(5) | 44 | 3 |

() : 準備中, 論文は査読中

(I-2) 「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構築に係る技術開発 / 大型液化水素貯槽からの大量漏洩・拡散等のシミュレーション手法の開発及び設置基準の整備に向けた調査研究」 委託： 高圧ガス保安協会(KHK)、宇宙航空研究開発機構(JAXA)、横浜国立大学(YNU)

●成果サマリ (実施期間：2023年度～2025年度終了予定)

- ・大型液化水素貯槽の設置基準における保安距離を推算し期待値を示した。
- ・小規模実験によりコンクリート容器からの液化水素の蒸発速度データを入力した。
- ・大規模な液化水素漏えいをシミュレーションするためのモデルを構築した。

●背景/研究内容・目的

背景

- ・日本では世界に先駆け、大型液化水素(LH2)貯槽設置予定(50,000 m3 規模)
- ・大型LH2貯槽を設置する際、安全基準の検討、既存基準の見直しの検討が必要
- ・基準の検討にあたり、万が一のLH2大規模漏洩を想定した影響評価の手法を確立する必要
- ・影響評価のために科学的データが必要

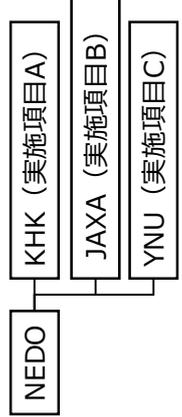
目的

- ・大量漏洩・拡散等影響評価のためのシミュレーション手法を確立し、影響評価結果を踏まえた保安基準（流出防止措置、保安距離の設定方法）の見直し・整備に資する情報整理を実施

●研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|------|---------------------------------------|
| A | 保安基準（流出防止措置、保安距離の設定方法）の見直し・整備に資する情報整理 |
| B | 安全性評価のための科学的データの取得 |
| C | 大量漏洩・拡散等影響評価のためのシミュレーション手法を確立 |

●実施体制及び分担等



●これまでの実施内容 / 研究成果

実施内容

- ・日本の液化水素貯槽の保安基準を調査し、保安距離及び防液堤の技術基準に関する論点を整理した。
- ・LNG、液化水素に関する現行の国内外の規格、事故事例を調査し災害シナリオを検討した。
- ・防液堤を模擬したコンクリート容器における液化水素の沸騰・蒸発現象を把握し、シミュレーションに必要なデータを取得するための小規模液化水素漏洩実験を実施した。
- ・実験結果と比較するための液化水素漏洩時の拡散シミュレーションを予備的に実施し、小規模実験における水素濃度計測点の検討を行うとともに水素濃度計測結果との比較により、シミュレーション結果を調整した。
- ・現在は、当該事業実施に必要な国内最大規模の液化水素試験設備を建設している。

主な成果

- ・現行規制基準における保安距離算定式を基に液化水素貯槽の保安距離を試算し、基準の見直しを検討する上での定量的な期待値を得た。
- ・液化水素の漏洩シナリオを選定し、当該シナリオに沿った液化水素漏洩実験を実施するための施設整備を行った。
- ・防液堤を模擬したコンクリート容器における液化水素の沸騰・蒸発現象を把握し、シミュレーションに必要な熱流束及び蒸発速度データを入力した。
- ・上記データを基にした大規模実験シミュレーションモデルを構築した。

●今後の課題

- ・大規模実験による大規模シミュレーションモデルのバリデーション
- ・実規模におけるシミュレーション及びシミュレーション結果を基にした保安基準の検討

●実用化・事業化の見通し

- ・開発した影響評価の方法は、高圧ガス保安協会技術基準として整備することで実用化される予定
- ・また、本事業で整備する大規模実験施設では、水素に関するハイスpek試験の実施が見込まれる

●研究成果まとめ

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|------|-------------------------|------|
| A | 保安基準検討に向けた論点整理 | ○ |
| B | 小規模実験によるデータ取得、大規模実験施設整備 | ○ |
| C | 小規模モデル構築 大規模モデル構築 | ○ |

| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
|------|------|------|-----|
| | | 7 | |

(I-3) 「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構築に向けた技術開発事業」 / 液化水素輸送・荷役システムの国際標準化に向けたデータ取得」

助成先：技術研究組合 CO2フリー水素サプライチェーン推進機構 (HYSTRA)

● 成果サマリ (実施期間：2023年度～2025年度終了)

- ・1回の液化水素満載での日豪航行試験を実施し、BORとして0.3%/dayとこれまでの試験で取得した値と再現性が高い結果を取得した。
- ・健全性評価として輸送タンク内表面、溶接部について亀裂等の異常がないことを確認した。また、タンク内部に設置している液化水素ポンプも分解検査にて問題無いことを確認した。
- ・荷役試験として、熱負荷繰返し荷役試験及びOne Arm荷役試験を実施し、問題無く荷役作業ができることを確認した。

● 背景/研究内容・目的

<背景>

HYSTRAは、世界初の液化水素輸送船「すいそ ぷろんていあ」及び液化水素荷役実証ターミナル「Hy touch 神戸」を建造、建設し、2022年度に日豪間において世界で初めて液化水素の大量海上輸送を実証した。ただし、「すいそ ぷろんていあ」はIMOによるIGCコードの暫定動告に従い設計されたものであり、正式なコード改定には更なる航行データの積み上げ及びIMOへの報告が必要である。

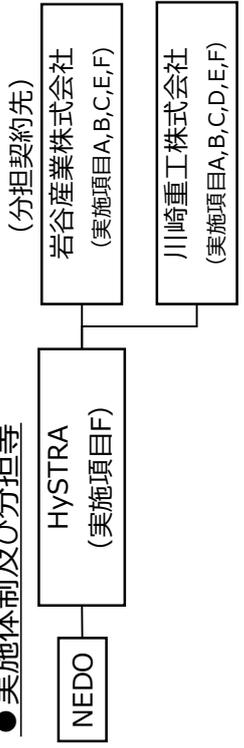
<目的>

液化水素輸送システムに関して、種々の積荷条件、海象条件及び気象条件での国内外航行試験を実施し、安全機器を含めた機器類の設計方針の妥当性及び改善の有無を確認する。また、長期航行試験後に輸送タンクを開放点検することで、内部構造の健全性の評価を行う。

● 研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|-------------------------|-------------------------------|
| A. 輸送タンクシステムの真空中防熱性能の評価 | BORの取得及び防熱性能劣化評価 |
| B. タンク状態制御方法の評価 | タンク内圧・静定条件と荷役時間の関係からの荷役作業の効率化 |
| C. 輸送タンク安全機構の評価 | GCUやバントの有効性及び周辺環境への影響の確認 |
| D. 貨物機器の長距離運転後健全性評価 | 液化水素取扱い機器の健全性の確認 |
| E. 繰返し荷役試験の実施 | 荷役装置の健全性の評価及び荷役作業の効率化 |
| F. 液化水素の普及に資する活動 | 実証成果の国内外への発信 |

● 実施体制及び分担等



● これまでの実施内容 / 研究成果

| 実施項目 | 実施内容及び研究成果 |
|-------------------------|---|
| A. 輸送タンクシステムの真空中防熱性能の評価 | 1回の満載日豪航行試験を実施した。その時のBORは、0.3%/dayとなり、過去に取得したデータと再現性のあるデータが取得できた。また、積込量0%での航行試験を実施し、輸送タンクの昇温データを取得した。 |
| B. タンク状態制御方法の評価 | 荷役時間短縮を目指した、荷役試験は十分な回数を実施できていない。 |
| C. 輸送タンク安全機構の評価 | GCUの長時間運転試験を実施し、機能に問題無いことを確認した。また、短時間でのバント試験を実施した。 |
| D. 貨物機器の長距離運転後健全性評価 | 輸送タンク内壁及び溶接部に関して検査を行い、異常が無いことを確認した。 |
| E. 繰返し荷役試験の実施 | 熱負荷繰返し荷役試験は6回実施した。また、揚荷でのOne Arm荷役試験を実施した。 |
| F. 液化水素の普及に資する活動 | 豪州での経済界イベントに「すいそ ぷろんていあ」を参加させ、HYSTRAでのこれまでの成果を示した。 |

● 今後の課題

- ・1回の満載での日豪航行及びヒール量確認試験の実施
- ・熱負荷繰返し荷役試験及びOne arm荷役試験の実施
- ・IMOへの報告書の提出
- ・実証試験終了後の「すいそ ぷろんていあ」及び「Hy touch 神戸」の取扱いの具体化

● 実用化・事業化の見通し

- ・本年9月に開催予定のIMOのCCCC会議に本実証試験での取得成果をまとめた報告書を提出する。
- ・今後、別プロジェクトで建造されるであろう「中型船、大型船」での成果報告を含め、2030年頃のIGCコードの正式改訂を目指す。

● 研究成果まとめ ※2024年度目標に対する進捗状況の自己評価

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|------|-------------------------------|------|
| A | 1回の満載日豪航行試験を実施 | ○ |
| B | 十分な試験数が実施できていない | ○ |
| C | 短時間バント試験を実施した | ○ |
| D | 輸送タンク、液化水素ポンプの健全性を確認した | ○ |
| E | 一部荷役試験を実施した | ○ |
| F | 豪州での経済イベントへ「すいそ ぷろんていあ」を参加させた | ○ |

| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
|------|------|------|-----|
| 1 | 2 | 26 | なし |

(I-4) 「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 / 大規模水素サプライチェーンの構築に係る水素品質に関する研究開発」 委託：事業者名 ENEOS(再委託先: 千代田化工建設), JERA, JPEC

● 成果サマリ (実施期間：2023年度～2025年度終了予定)

- ・各種産業用途の水素の性状調査と水素品質の規格項目や閾値の検討では、デスクトップ調査と32社へのインタビューを通じ最新の水素品質（規格項目&閾値）の情報を入手し、規格案の原案作成につなげた
- ・燃料用水素を対象とした事業用天然ガス火力発電所の適用への影響評価では、試験装置の構築と試験条件の設定を実施し、これらを用いた実ガス評価27ケースを完了した
- ・各種産業用途における水素性状の業界規格化と水素の品質規格体系の構築では、用途ごとの規格案を議論していくWG・委員会体制を構築し、エンジン（発電）用水素品質WGを発足し議論を開始した

● 背景/研究内容・目的

背景・目的：2050年のカーボンニュートラル実現に向けた課題解決手段として水素を多様な産業活動で利用することが重要である。現在、石油精製や石油化学からの副生水素は、一部の工業用途では利用されるも、今後、MCH由来の水素も含め、発電や製鉄など幅広い産業用途への供給が求められている。その際、用途ごとの水素品質規格がある、水素供給者と需要家の受け渡しがスムーズになり、水素消費の拡大に繋がる

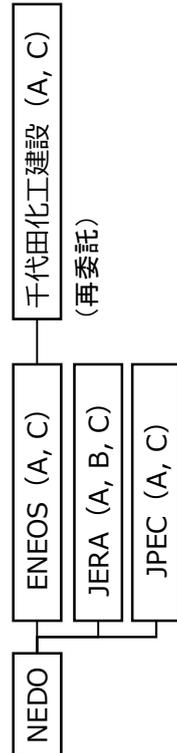
研究内容：目的を達成するため、以下の三項目を実施

- 項目A：各種産業用途における水素の性状調査と水素品質の規格項目や閾値の検討
- 項目B：燃料用水素（副生水素、MCH水素）を対象とした事業用天然ガス火力発電所（コンバインドサイクル）の適用への影響評価
- 項目C：各種産業用途における水素性状の業界規格化と水素の品質規格体系の構築

● 研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|------|---|
| A | 各種産業用途の最新の水素品質（規格項目と閾値）の最新の情報収集と水素品質規格検討に資する情報整理 |
| B | 水素中の芳香族化合物等の発電用ガスタービンへの影響評価として試験装置の構築と試験条件の設定、これらを用いた実ガス評価とガスタービンへの影響評価 |
| C | 項目Aと項目Bの情報に基づいた用途ごとの水素品質規格案とこれら束ねる水素品質規格体系の構築 |

● 実施体制及び分担等



● これまでの実施内容 / 研究成果

(項目A：これまでの実施内容)

2023年度：発電を対象としたデスクトップ調査とインタビューによる情報収集においては、国内外発電事業者、国内外発電機メーカーを対象に実施し、インタビューでは国内外14社に対して実施。発電機モード（ガスタービン、エンジン発電機、ボイラ）の情報整理を実施

2024年度：発電も実施しながら（14社は繰り返しインタビュー実施）化学原料用、製鉄用、モビリティ用のデスクトップ調査とインタビューによる情報収集を実施。インタビューでは新規に国内外18社に対して実施。品質規格案の原案作成に資する情報整理を実施。併せて、水素精製方法に関する情報収集を実施し、求められる水素純度達成のための過剰でない適切な精製方法について、ライセンサやエンジニアリング会社からの情報収集を実施

(項目A：研究成果)

2023年度：固形物析出が懸念されるメカニズムとしてNOxガム（オレフィンと酸素源）とClaus反応での硫黄析出（含硫黄化合物と酸素源）を重要情報として抽出

2024年度：ガスタービン用、エンジン発電機用、ボイラ用、化学原料用、製鉄用の水素品質規格案の原案の作成。水素の精製方法としてはPSAと膜分離が有用であり、到達純度には大差なく、精製コストは膜分離がやや有利な結果

(項目B：これまでの実施内容)

2023年度：副生水素とMCH水素の代表水素性状から試験対象とする微量成分や試験濃度範囲などの検討と試験設備についての検討の実施

2024年度：有機物5種とその他成分4種の選定とそれらを組み合わせた実験条件の検討と実ガス試験の実施

(項目B：研究成果)

2023年度：水素実ガス評価用の試験装置の構築と評価対象の微量成分や濃度などの設定

2024年度：検討により設定した27条件での実ガス試験完了

(項目C：これまでの実施内容)

2023年度 + 2024年度：用途ごとの水素品質規格案を議論するためのWG・委員会体制に関する議論の実施とWG発足

(項目C：研究成果)

2023年度 + 2024年度：情報収集が先行したエンジン発電機用のWGを発足、1/15と3/26の2回のWGで議論開始

● 研究成果まとめ

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|------|---------------|------|
| A | 用途ごとの品質規格原案作成 | ○ |
| B | ガスタービン影響評価実施中 | ○ |
| C | 規格案の本格議論を開始 | ○ |

● 今後の課題

- ・実ガス評価結果を基にしたガスタービンへの影響評価
- ・用途ごとの水素品質規格案の作成とこれら束ねる水素品質規格体系の作成

● 実用化・事業化の見通し

- ・出来上がってくる用途ごとの水素品質規格案の内容やその裏付けとなる技術情報のレベル感に応じ、業界規格化等を考えることとなる

| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
|------|------|------|-----|
| 0件 | 0件 | 2件 | 0件 |

(I-5) 「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 / 大規模アンモニア分解向けオートサーマル式アンモニア分解触媒の技術開発」

助成先：JERA 日本触媒 千代田化工建設

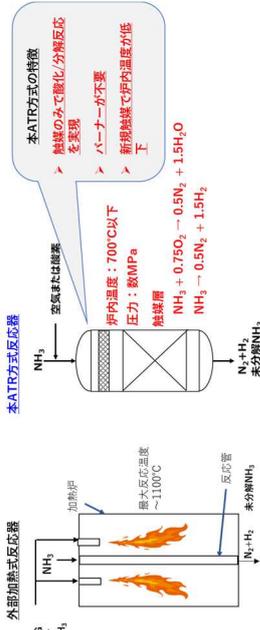
●成果サマリ (実施期間：2023年度～2025年度終了予定)

- ・ATR式NH₃分解触媒の開発について、量産機を用いた触媒成型体を作製し、強度について製品化触媒と同等以上であること、常圧でのATR反応について目標値以上の安定を確認
- ・ATR式NH₃分解プロセスの商業機概念設計において、初期設計完了
- ・高圧ベンチ装置の設計図書作成完了・詳細設計開始

●背景/研究内容・目的

アンモニアは水素を低コストで輸送・貯蔵できる水素エネルギーキャリアの一つとして期待されており、早期の水素社会実現のためには、アンモニアから水素を取り出すアンモニア分解技術の高効率化・低コスト化が重要である。

本事業は、外部加熱が不要で、他設備の影響を受けない独立型水素供給システムを構築できるATR式NH₃分解プロセスに着目し、システムに適用可能な触媒を開発する。



●研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|----------------------------|-------------------|
| A: NH ₃ 分解触媒の開発 | 触媒成型法の確立 高圧での性能確認 |
| B: 商業機概念設計 | 商業機の優位性の確認 |
| C: 試験装置プロセス設計 | 実証試験装置のプロセス設計の完了 |
| D: 実証試験実施 | 触媒の性能確認、プロセスの課題抽出 |

●実施体制及び分担等

| | |
|------|-----------------------|
| NEDO | 株式会社JERA (実施項目D) |
| | 株式会社日本触媒 (実施項目A) |
| | 千代田化工建設株式会社 (実施項目B・C) |

●これまでの実施内容 / 研究成果

【NH₃分解触媒の開発】

- ▶ プラントの大規模化を見据えペレット形状の基本製法を確立
- ▶ 量産機を用いた触媒の強度は、製品化触媒と同等以上であり、常圧・500hの連続ATR試験を実施し目標値以上で安定に推移していることを確認

【商業機概念設計】

- ▶ 商用機(数t～十数t-H₂/h)の概念設計について、初期設計完了

【試験装置プロセス設計】

- ▶ 試験装置プロセス設計を行い、製作を行う外注先業者へプロセス設計図書の提出を完了

【実証試験試験】

- ▶ プロセス設計図書に基づき詳細設計を実施中
また、火力発電所敷地内での実証を予定

●今後の課題

- ▶ 触媒開発について、高圧・高温条件下での反応器入口のガス組成の安全性評価
- ▶ プロセス設計について、火力発電運営のノウハウを活かしたプロセスの安全性評価

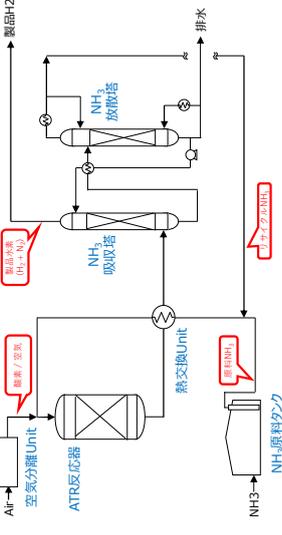
●実用化・事業化の見通し

- ▶ NEDO 事業完了後商業機概念設計に基づくスケールアップを実施し、早期の実用化を行う

【触媒成型体のATR試験結果(反応圧力:常圧)】



【商用機のプロセスフロー図】



●研究成果まとめ

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|-------------------------|---------------------|------|
| NH ₃ 分解触媒の開発 | 強度確認・常圧での ATR性能目標達成 | ○ |
| 商業機概念設計 | 初期設計完了 | ○ |
| 試験装置プロセス設計 | 設計図書提出完了 | ○ |
| 実証試験実施 | 試験装置詳細設計中 | ○ |

| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
|------|------|------|-----|
| | | | |

(I-6) 「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 / 大規模外部加熱式アンモニア分解水素製造技術の研究開発」
共同研究：日揮ホールディングス(株)，(株)クボタ，(株)ノボラ，大陽日酸(株)

● 成果サマリ (実施期間：2023年度～2025年度終了予定)

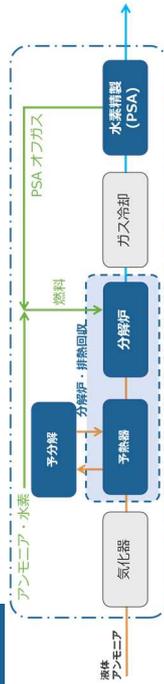
- ・ 分解触媒の性能評価・選定、水素・アンモニアバーナー試験を完了。またこれらの試験結果に基づき、プロセスの最適化および分解炉性能評価のためのCFDモデルの構築を完了した。
- ・ 実証試験において適用する分解管材料を決定したとともに、アンモニア分解特化材料の試作を継続中。実炉を模擬した分解管窒化試験装置を導入した。
- ・ 高圧水素精製試験装置の製作を完了し、PSA法を用いた窒素・アンモニアの同時除去を、水素純度：>99vol%、水素回収率：>80%の性能で達成できていることを確認した。

● 背景/研究内容・目的

アンモニア熱分解・水素精製技術確立により、大規模な水素供給に貢献

- ✓ 大規模化が容易/ゼロエミッション/早期実装が可能
- ✓ 他の水素キャリアと比較して水素密度が高い

【図】システム概略



システム全体/共通

- ・ 高エネルギー効率・高効率、設備コストを低減した最適なシステムの開発

分解炉

- ・ アンモニア分解触媒性能の評価・選定
- ・ 材料の耐熱・耐圧・耐窒化性の同時実現

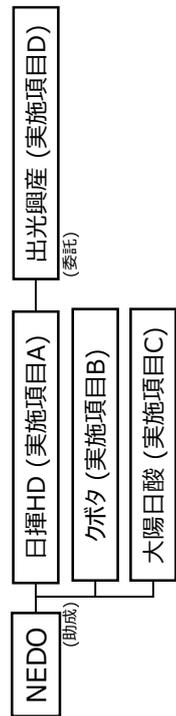
水素精製

- ・ 高い水素純度・水素回収率
- ・ オフガスの安定供給

● 研究目標

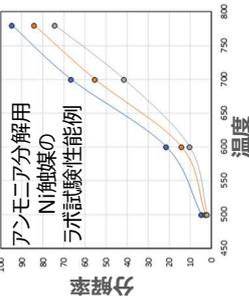
| 実施項目 | 目標 |
|------|------------------------|
| A | 全体プロセス・分解炉の研究開発、実証計画立案 |
| B | アンモニア分解管の研究開発 |
| C | 水素精製装置の研究開発 |
| D | 実証場所・実証計画の支援 |

● 実施体制及び分担等

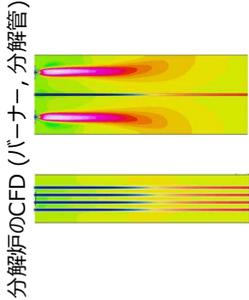


● これまでの実施内容 / 研究成果

A 触媒性能評価の完了

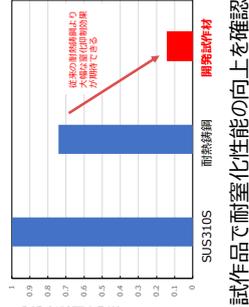


分解炉設計の実施

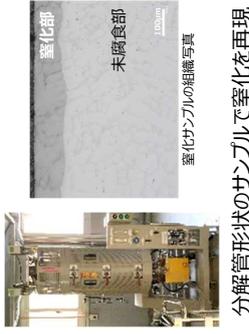


D 製品水素スベック調査、用役供給計画支援・場所選定

B アンモニア分解特化材料の開発



窒化再現試験装置の導入

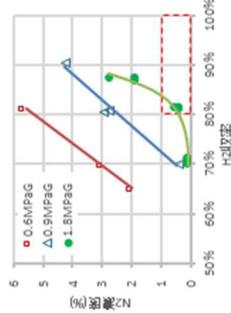


C



ラボスケール高圧PSA試験装置

窒素・アンモニア同時除去PSA試験



高圧PSA実験結果
N2濃度<1%、水素回収率>80%

● 研究成果まとめ

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|------|------------------------------|------|
| A | 触媒選定・評価完了、分解炉設計実施、プロセス最適化の完了 | ○ |
| B | 分解管材料決定、試験装置導入 | ○ |
| C | 水素精製方法の確立 | ○ |
| D | 水素スベック調査、実証場所選定 | ○ |

● 今後の課題

- ✓ 今後の触媒試験・分解管窒化試験・高圧PSA試験に基づく、信頼性向上・製造コスト削減の検討
- ✓ 特化材の実用化に向けた長時間材料データの取得

● 実用化・事業化の見通し

- ✓ 2030年頃の実用化

| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
|------|------|------|-----|
| 2 | 0 | 9 | 0 |

(I-7) 「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 / 液化水素貯槽の大型化に関する研究開発」

助成先：トーヨーカーネット株式会社

● 成果サマリ (実施期間：2023年度7月～2027年度終了予定)

- 過去の研究開発において未検証であった、内槽側板直下構造、耐震性等の課題を解決した。
- 5万m³液化水素貯槽の試設計を行うと共に、その建設に向けたベンチスケールタンクの技術検証内容の設定及び詳細設計を行った。
- 実液である液化水素の使用に適した建設地を選定すると共に、その管轄自治体と事前協議を行った。

● 背景/研究内容・目的

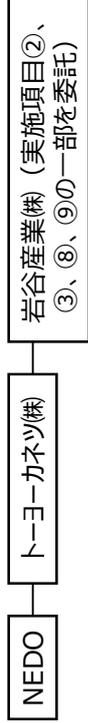
2030年頃の水素発電の商用化に向けた、大規模水素サプライチェーンの構築に資する、大型(5万m³級)液化水素貯槽の実用化を目的とする。

本事業においては、過去に実施してきた要素技術のシステム化による性能確認を行うため、実機の約1/10スケールのベンチスケールタンクの構築によるシステム実証実験を行い、将来の実用機に向けた技術的実証と技術課題の抽出を行う。

● 研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|------|-------------------------------|
| ① | 過去実施内容のフォローアップと研究開発の実施 |
| ② | 5万m ³ 液化水素貯槽の設計 |
| ③ | ベンチスケールタンクの設計 |
| ④ | ベンチスケールタンクの建設地の選定検討 |
| ⑤ | ベンチスケールタンクの建設に伴う高圧ガス保安法に係る手続き |
| ⑥ | ベンチスケールタンクの材料・部材の調達 |
| ⑦ | ベンチスケールタンクの建設 |
| ⑧ | ベンチスケールタンクによる実験・評価 |
| ⑨ | 商用化や事業化に向けた技術的課題抽出と開発計画の策定 |

● 実施体制及び分担等



● これまでの実施内容 / 研究成果

- ① 過去実施内容のフォローアップと研究開発の実施
真空断熱ブロックの耐震性に関する実験、内槽側板直下構造の確立、外槽詳細構造の確立を行った。
- ② 5万m³液化水素貯槽の設計
貯槽本体の試設計、建設方法の決定、クールダウン方法の決定を行った。
- ③ ベンチスケールタンクの設計
5万m³液化水素貯槽の建設実現に向けた技術検証内容(組立施工、検査、溶接、真空排気、冷却方法、断熱性能)を設定し、詳細設計を行った。
- ④ ベンチスケールタンク建設地の選定検討
実液の液化水素を用いることから、保安体制、試験環境、立地等を考慮して、適切なサイトを選定した。
- ⑤ ベンチスケールタンクの建設に伴う、高圧ガス保安法に係る手続き
ベンチスケールタンクの建設にあたって、自治体への申請に係る資料を作成し、事前協議を行った。

● 研究成果まとめ

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|------|---|------|
| ① | 過去の研究開発において未検証であった、内槽側板直下構造、耐震性等の課題を解決した。 | ○ |
| ② | 5万m ³ 液化水素貯槽の試設計を行った。 | ○ |
| ③ | 技術検証内容を設定し、詳細設計を行った。 | ○ |
| ④ | 実液の液化水素使用に適した建設地を選定した。 | ○ |
| ⑤ | 建設地の自治体と事前協議を行った。 | ○ |
| ⑥～⑨ | 2025年度以降に実施。 | - |

- 今後の課題
 - ・ベンチスケールタンク周辺設備の詳細仕様の決定。
 - ・ベンチスケールタンクに係る自治体や高圧ガス保安協会への申請、許認可対応。
 - ・ベンチスケールタンクによる実験・評価の詳細手順の策定。
- 実用化・事業化の見通し
2030年頃からの水素発電の本格的な導入が実現すれば、サプライチェーン構築に必須の製品であることから、事業拡大が期待できる。

(I-8) 「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」

助成先：株式会社西島製作所

●成果サマリ (実施期間：2023年度～2027年度終了(または予定))

- ・中流量・中圧力の液化水素昇圧ポンプの実機サイズで液化水素試験を実施。ポンプ性能データ取得、および低流量での連続運転を行う、健全性を確認した。
- ・中流量・高圧力ポンプ用超電導モータの開発で液化水素の温度環境下で検証試験を実施できる試験装置を設計、製作し、モータの検証試験を実施。高効率の性能を示した。
- ・線材利用技術の開発で、多芯燃線の損失予測方法の構築、多芯燃線を製作する技術を構築した。

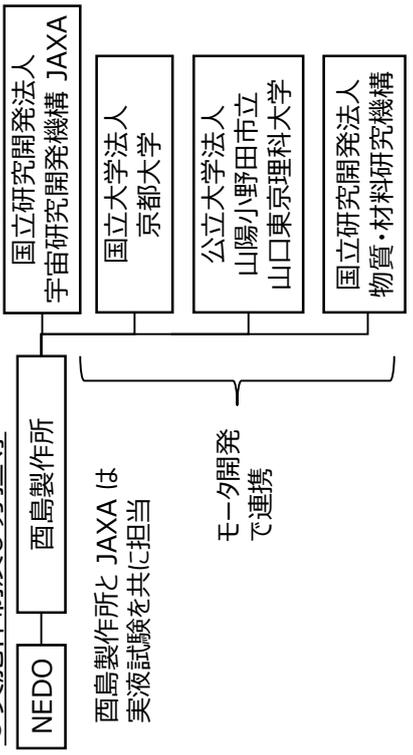
●背景/研究内容・目的

水素サプライチェーンの「ためる・はこぶ」、「つかう」を橋渡しする液化水素昇圧ポンプを開発する。水素受入基地において現技術レベルではポンプが複数必要であり、台数削減のため高圧化、大流量化が求められる。また、水素コストの低減のため、基地の大規模化及び機器の大型化が必要である。本事業では、将来の20万m³級大型タンク基地を想定して、大流量・高圧・高効率な液化水素昇圧ポンプを開発する。

●研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|---------------|---|
| ①中流量・中圧力ポンプ開発 | 吐出し量、ポンプ差圧、総合効率の目標を達成 流量比1(基準)、圧力比1(基準) |
| ②中流量・高圧力ポンプ開発 | 吐出し量、ポンプ差圧、総合効率の目標を達成 流量比1、圧力比3 |
| ③大流量・高圧力ポンプ開発 | 吐出し量、ポンプ差圧、総合効率の目標を達成 流量比8、圧力比3 |
| ④高効率モータ開発 | モータ出力密度、モータ効率の目標を達成 |
| ⑤モータ要素技術開発 | 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し、モータに組み込む。 |

●実施体制及び分担等



●これまでの実施内容 / 研究成果

- ・超電導モータを搭載した中流量・中圧力ポンプを開発し、実サイズ、液化水素で試験を実施して、目標を達成した。JAXA 能代ロケット実験場で写真を示す。運転試験して得られた結果は下記のとおり。

最大流量 : 30.5 m³/h
最高圧力 : 1.6 MPa

得られた性能データを性能換算して、目標を達成することを確認した。

- ・超電導モータを産業機械に搭載し、液化水素ポンプとして最大流量、遠心ポンプとして最高圧力を記録し、世界初の仕様の達成できた (2024年3月現在の当社調べ)。

2023、2024年度に2回試験を実施し、ポンプ設計の妥当性確認、試験設備の有用性(循環による大流量運転)の確認、性能予測に対する有用な実測データを取得できた。得られたことを中流量・高圧力ポンプの開発に反映している。

- ・多芯燃線の数値解析モデルの構築および検証試験を行い、経済性、品質、市販性の付加価値を高める導体構造を検討した。検討完了後、結果を反映した多芯燃線を製作し、中流量・高圧力ポンプに搭載する超電導モータに組み込んだ。
- ・中流量・高圧力ポンプに搭載する超電導モータを、理論および電磁界解析を用いて設計開発した。

また、液化水素の温度でモータを運転試験する試験装置は世の中に存在しないため、新規に設計開発した。製作したモータおよび試験装置を用いて試験を実施中。非常に優れた効率、定常出力密度などの結果が得られている。

●今後の課題

- ・水素受入基地に対する必要ポンプ台数を削減するため、ポンプの高圧化、大流量化に取り組む。振動問題を回避するため、軸受を含めた回転体設計、低流体加振力の水力開発。
- ・超高効率、高出力密度な超電導モータ設計技術の確立。
- ・超電導線材の電流密度向上、大電流通電検証、スケールアップ。低損失巻線材の導体構造最適化と実機検証。

●実用化・事業化の見通し

2030年には国内の商用実証の受入基地ができ、2031年以降に商用実証の商用増設などが検討されている。商用の受入基地の建設スケジュールが前倒しとなったも対応できるように、技術開発を実施する。



●研究成果まとめ

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|---------------|--------------------------------------|------|
| ①中流量・中圧力ポンプ開発 | 試験を実施し、目標を達成 有用なデータを取得 | ◎ |
| ②中流量・高圧力ポンプ開発 | 要素開発中 | ○ |
| ③大流量・高圧力ポンプ開発 | 2025年度から実施予定 | - |
| ④高効率モータ開発 | ポンプ(実施項目①)用モータ開発 ポンプ(実施項目②)用モータ開発 | ◎ |
| ⑤モータ要素技術開発 | 多芯燃線の損失予測方法の構築 燃線製作技術開発 | ○ |

| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
|------|------|------|-----|
| 1 | 0 | 3 | 0 |

(I-9) 「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 / 低炭素社会実現に向けた水素30vol%超湿焼ガスタービン発電設備の研究開発」

助成先：三菱重工株式会社

● 成果サマリ (実施期間：2023年度～2025年度終了(2026年度まで実施予定))

- 当社は水素30vol%湿焼(天然ガスに水素を30vol%混ぜた燃料を使用)を可能とするガスタービン発電設備の開発に成功しているが、更なる水素湿焼率の増加『水素30vol%超湿焼』と題して、EUタクソミーのCO₂排出基準達成可能な水素40vol%湿焼を達成すべく、課題となる逆火を抑制して安定運転を可能とする燃焼器およびプラント設計技術の開発を実施中。
- 単缶燃焼試験にて実現の可能性が確認できるとともに、開発した燃焼器の実機実証を可能とする設備の設計・手配を完了し、制御も含めて当社実証発電設備にて実証運転に成功した。引き続き、更なる逆火耐性向上技術の開発を行った上で当社実証発電設備での実機実証を行う。

● 背景/研究内容・目的

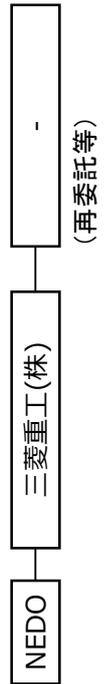
- 高効率ガスタービン発電設備における水素の利用は、大きなCO₂削減効果に加えて、大規模水素需要の発生による水素インフラ充やコスト低減を促し、重要な役割を担う。
- 当社は水素30vol%湿焼燃焼器の開発に成功し事業につなげているが、EUのCO₂排出基準“EUタクソミー”を満たすためには水素湿焼率の拡大が必要。当社は水素専焼燃焼器を開発中だが、技術ハードル・インフラから一足飛びに水素専焼とはならない。

➡ **水素インフラ導入期での実用化を目指し、水素30vol%超湿焼を可能とするガスタービン燃焼器の開発を行い、EUタクソミーのCO₂排出基準270g/kWhを達成し、国内外の火力発電所へ適用してカーボンニュートラル社会実現に貢献する**

● 研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|------|--|
| A | ガスタービン燃焼器設計技術： 予混合燃焼器の改良により逆火を抑制し、 水素30vol%超における安定運転を可能とするガスタービン燃焼器を開発 、当社高砂水素パーク内の実証発電設備にて検証、安定運転を 確認しEUタクソミーのCO₂排出基準：270g/kWhを達成 (当社大型高効率GTCCの場合は水素40vol%レベル) |
| B | プラント設計技術： 開発した燃焼器の実機適用を迅速に行うために、既存天然ガス焚きプラントでの改造範囲をミニマムとする系統設計を行い、また、高砂水素パークにおける実機実証を実現するため、 水素貯蔵設備、水素供給系統の設計・敷設および運用・制御の開発と改造工事を完了する |

● 実施体制及び分担等



● これまでの実施内容 / 研究成果

当社最新鋭大型高効率GTCCにおける、EUタクソミー達成レベルの水素40vol%湿焼での安定運転に向けて、比較的手堅いが少量の水噴射を要する打ち手①と水噴射不要な打ち手③、および双方へ適用して逆火耐性向上を図る打ち手②について開発中。いずれも実現の可能性が確認された。引き続き改良、実機実証に進む。

- A) ガスタービン燃焼器設計技術：**逆火を抑制しながら水素湿焼率を増加させる 打ち手①～③ を開発中
- 打ち手① 拡散燃焼方式のバイロットノズルから多くの水素を投入：**単缶燃焼試験にて水素50%に到達、EUタクソミー達成の実現可能性が確認、実機実証に向けて開発を進める
- 打ち手② 逆火耐性向上：**CFD・気流試験にて空気流速が遅く逆火しやすい位置を特定、改良検討中
- 打ち手③ 新たな燃料ステージング：**単缶燃焼試験にて水素湿焼率40%とEUタクソミー達成の実現可能性が確認された。当社実証発電設備にてまずは水素29%まで問題ないことを確認、引き続き水素湿焼率増加の検討・検証を進める。

B) プラント設計技術：

- 当社高砂水素パークでの実機検証に向けて必要な改造項目の抽出と系統図・配管図の作成を完了、水噴射系統以外は改造工事を完了
- 水素供給量の大容量化については順次蓄圧器据付作業中であり、全6基中4基の据付を完了した(700本増設計画の内、512本の据付完了、計862本/1050本)
- 増設した蓄圧器(計862本)と追設した水素100%燃料系統、および開発した運用・制御を使用した実証運転に問題なく成功した

● 今後の課題

単缶燃焼試験にて水素30vol%超湿焼を達成し、EUタクソミーの達成可能目処(当社大型高効率GTCCにおいて水素湿焼率40vol%レベル)があることを確認した。引き続き、実機での安定運用の達成に向けて、更なる逆火耐性向上技術の開発を行った上で当社実証発電設備での実機実証を行う。

● 実用化・事業化の見通し

EUタクソミー達成可能目処(当社大型高効率GTCCにおいて水素湿焼率40vol%レベル)があることを、単缶燃焼試験にて確認した

● 研究成果まとめ

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|------|---|------|
| A | 水素湿焼の課題である逆火を抑制して水素30vol%超の安定運転可能な燃焼器を開発中。単缶燃焼試験にて、実現可能性があることを確認した。 | ○ |
| B | (A)で開発した燃焼器の実機実証を可能とする設備の設計・手配を完了し、追設した水素蓄圧器と燃料系統、および開発した運用・制御を使用した実証運転に成功した。 | ○ |

| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
|------|------|------|-----|
| 0* | 0 | 0 | 0 |

*特許出願に向けて準備中

(I-10)「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 / 液化水素タンクの高効率製造工法の開発」

助成先：川崎重工工業株式会社

●成果サマリ (実施期間：2023年度～2025年度終了予定)

- ・ステンレスを対象とした高効率溶接工法の継手作製実現性や継手要求性能について試験片ベースで成立することを確認した。自動溶接用装置に必須の要素検証を完了した。溶接施工中に行うインライン検査および変形解析による歪予測など、溶接工程に付帯する作業に関する工程間短縮につながりうる要素についても基本機能の検証を完了した。
- ・アルミニウムを対象とした摩擦攪拌接合では継手要求性能を満足すること、および継手性能が溶接熱の影響を受けないことを確認した。加えてT字継手への課題抽出を完了した。

●背景/研究内容・目的

急拡大する水素需要に応えるために、液化水素の貯槽設備(タンク)などの水素機器を需要増加に遅滞なく供給していく必要がある。これには水素機器製造の高効率化が不可欠である。加えて、将来、貯槽設備がさらに大型化していくことも予想でき、水素機器製造の高効率化の要求がさらに強くなると考えられる。

そこで本事業では、基地陸上タンクや大型船用タンクで採用可能性のあるステンレス鋼(SUS)およびアルミニウム合金製の液化水素タンクを対象として、この製造工程においてクティカルパスであるタンクパネル等の溶接・接合工程の高効率化について、液化水素の極低温に対する溶接・接合継手の品質面も含め、高効率化を実現するための溶接・接合工法を開発することを目的とする。

●研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|------------|---|
| SUS高効率溶接 | ASME要求継手性能を満足し、かつ従来工法のティグ溶接の2倍の溶接能率の達成 |
| SUSインライン検査 | 100%の検出率、過検出20%以下の欠陥検出手法の選定 |
| SUS解析 | 試験体レベルでの変形量の推定誤差25%以内 |
| アルミ摩擦攪拌接合 | 要求継手性能を満足し、アーク熱影響を考慮した、従来のミグ溶接の2倍の溶接能率の達成 |
| 異材摩擦圧接 | 規格の要求機械的性質の満足 |

●実施体制及び分担等

| | |
|------|------------|
| NEDO | 川崎重工工業株式会社 |
|------|------------|

●これまでの実施内容 / 研究成果

① ステンレス液化水素タンク製造の高効率工法開発

- ・ダブルサイドサブマージアーク溶接工法において試験片ベースでの**成立性および継手要求性能の達成**を確認した。引き続き施工裕度を検証中。自動溶接装置に関して、高効率化の要素となる、溶接線俊い機能とモニタリング・異常検知機能について、それぞれ基本的な**使い方法や溶接欠陥(アーク抜け)を検知するロジックを確立**。プラズマ溶接工法およびミグ溶接工法についても、継手要求性能を満足し、適用可能性を確認した。
- ・**空中超音波探傷法を用いて高温割れをインライン検査で検出可能**なことを確認した。
- ・**実験値と解析値の合わせ込みを実施し、変形解析の適用可能性**を確認した。

② アルミニウム液化水素タンク製造の高効率工法開発

- ・**摩擦攪拌接合により作製した継手が、継手要求性能を十分に満足することとともに、アークの熱影響により継手性能が大きく低下しない**ことを確認した。
- ・**摩擦攪拌接合T字継手はT字の平面(裏面)側からの施工で板厚50mmの継手が作製可能**であることを確認した。
- ・**異材接合における摩擦圧接工法の引張継手性能は継手効率が59%**であることを確認した。

●今後の課題

SUSは**実施工を模した長尺化した場合の対応、施工裕度の確認が必要**。溶接装置機能検証は今後の課題。
アルミニウムは**適用部位に板厚制限を要する**。異材摩擦圧接は**チャレンジ**があり実用化には壁がある。

●実用化・事業化の見通し

各機能の要素開発としての**高効率化の可能性は見出した**。大型化への対応等、事業化までの見通しはこれから。

●研究成果まとめ

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|------------|---------------------|------|
| SUS高効率溶接 | 工法選定、継手性能満足、装置要素試適用 | ○ |
| SUSインライン検査 | 手法選定、検出性能確認 | ○ |
| SUS解析 | 試験値と比較評価 | ○ |
| アルミ摩擦攪拌接合 | 工法選定、継手性能満足 | ○ |
| 異材摩擦圧接 | 手法選定、継手性能確認 | △ |

| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
|------|------|------|-----|
| なし | なし | なし | なし |

(I-12) 「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」 / 「大規模水素サプライチェーンの構築に係るMCH海上輸送規制緩和に関する研究開発」

委託先：(一社)水素バリューチェーン推進協議会、(一財)日本海事協会、ENEOS(株)、千代田化工建設(株)、(株)商船三井

●成果サマリ (実施期間：2024年度～2025年度終了予定)

- ・特例措置：2024年度海外現地調査完了。9社・団体から本事業へ好意的な反応を得た。「安全性と環境影響の定量評価」を主要論点とすることを検討。
- ・代替設計：機能要件の明確化、代替設計船コンセプトを設定完了。実際の貨物最大流出量を3,000m3以下とすることを説明するための数値シミュレーションによる評価を検討。
- ・GESAMP評価見直し：MCHの海洋生物への影響評価試験の事前試験を完了。揮発性物質 (MCH/TOL) の適切な試験条件 (溶液調整方法) を検討。

●背景/研究内容・目的

- 水素キャリアであるメチルシクロヘキサン(MCH)の海上輸送における課題として、MCH積載量制限 (IMO規制) があげられる。
- 水素の本格普及期に向けて、MCH大量輸送を実現するために、安全性を十分担保した上でIMO規制を緩和し、「ケミカルタンカー」によるMCH輸送時の積載量制限の緩和(Type2→Type3)、「油タンカー」によるMCH輸送が必要となる。
- 本事業では規制緩和に向けた3つの対応案の具体性を調査・研究し、実現可能性を見極める。

●研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|------------------------------|--|
| ①特例措置法に関する研究 | 社会的大義を理由に海上輸送の規制緩和が認められる特例措置法の適用に向け、長期にわたり協力し合える国・関係機関・企業を調査する。 |
| ②規制緩和のための代替設計手法に関する研究開発 | 漏洩シミュレーションを通じて、3,000Nm3/タンクを超える積載量の船に関する「代替設計」の方法を検討する。 |
| ③GESAMPのMCH有害性評価の見直しに関する研究開発 | MCHの海洋生物への影響評価試験を実施し、MCH海上輸送に適用される船型を決定するGESAMPによる物性評価の見直し提案を行う。 |

●実施体制及び分担等

| | |
|------|----------------------------|
| NEDO | 水素バリューチェーン推進協議会(実施項目①,②,③) |
| | 日本海事協会 (実施項目②,③) |
| | ENEOS (実施項目①,③) |
| | 千代田化工建設 (実施項目①) |
| | 商船三井 (実施項目②) |

●これまでの実施内容 / 研究成果

| | 24年度 | | | | 25年度 | | | |
|---------------|--------|-------------|-----------------|-------------|-------------|------------|-------------------|------------|
| | 1Q | 2Q | 3Q | 4Q | 1Q | 2Q | 3Q | 4Q |
| 有識者委員会 + 進捗会議 | | | 12/19 第1回 | | | 2025/9 第2回 | | 2026/3 第3回 |
| ①特例措置 | 調査計画策定 | 海外現地調査 | 調査計画策定 | 調査実施 | 海外現地調査 | 調査結果まとめ | 海外現地調査 | 調査結果まとめ |
| ②代替設計 | 設計計画策定 | シミュレーション | 設備設計・運用検討・妥当性検証 | モダリティ策定・実施 | 結果まとめ | 関係省庁と調整 | 海事局審査 | |
| ③GESAMP評価の見直し | 試験計画策定 | 事前試験①/結果まとめ | 事前試験②/結果まとめ | 事前試験③/結果まとめ | 事前試験③/結果まとめ | GESAMP提出 | 水生生物影響評価本試験/結果まとめ | |

●今後の課題

- 特例措置：安全性と環境影響の検討、規制緩和の定量評価
- 代替設計：最大流出量を3,000m3以下とすることを説明するための検討実施
- GESAMP評価の見直し：過去データとの比較、MCH/トルエン共存の影響検討、海産性藻類の試験検討

●実用化・事業化の見通し

- 代替設計・GESAMP評価見直しにより2027年度Type3適用を目指す。
- 2030年代前半に合わせ、IMOへのオイルタンカー適用の公式申請。

●研究成果まとめ

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|---------------|--------------------------------------|------|
| ①特例措置 | 2024年度海外現地調査完了。9社・団体から本事業へ好意的な反応を得た。 | ◎ |
| ②代替設計 | 機能要件の明確化、代替設計船コンセプト設定完了。 | ○ |
| ③GESAMP評価の見直し | MCH有害性評価を実施。新たな課題を抽出し、解決のための計画を策定。 | ○ |

| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
|------|------|------|-----|
| なし | なし | なし | なし |

(I-13) 「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」
 / 大規模調整電源となる水素ガスエンジンの技術開発」

助成先：川崎重工業株式会社

● 成果サマリ (実施期間：2024年度～2027年度終了予定)

- ①水素直噴弁/直噴弁搭載エンジンの設計・製作 ②大型水素エンジン試験設備の水素供給高圧化 ⑤小型水素直噴ガスエンジン試験の各研究開発に着手。
- ①水素直噴弁/直噴弁搭載エンジンの設計・製作 ②大型水素エンジン試験設備の水素供給高圧化 については、基本設計が完了。

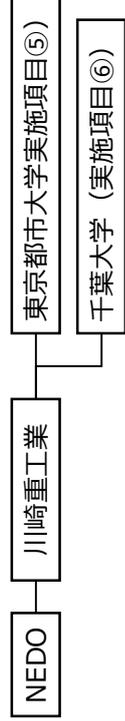
● 背景/研究内容・目的

- 再エネ比率拡大に伴い、カーボンニュートラルな需給調整電源への需要が高まると想定される。
- 水素の筒内直接噴射 (直噴) 技術を構築し、調整電源として必要な性能 (高効率・高出力・動特性など) を備えた発電用水素ガスエンジンを社会実装し、電源の脱炭素化に貢献する。

● 研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|----------------------------------|--|
| ①水素直噴弁/直噴弁搭載エンジンの設計・製作 | 大型エンジンで適用可能な水素直噴弁/同制御システム/直噴弁搭載ガスエンジンの設計・製作 |
| ②大型水素エンジン試験設備の水素供給高圧化 | 1MPa以上の高圧水素供給が可能な試験設備の建造 |
| ③ポート噴射方式(従来方式)での燃焼データ取得 | ポート噴射方式(従来方式)での運転上限範囲確認 |
| ④最小水素噴射圧で高出力/高効率を実現するための水素直噴燃焼試験 | 直噴方式で目標性能達成図示平均有圧2.3MPa以上、発電効率45%以上の達成 |
| ⑤小型水素直噴ガスエンジン試験 | 水素噴流/燃焼特性の定性的な燃焼状態把握/噴射弁駆動方式評価/大型直噴エンジンの設計・運転条件に反映 |
| ⑥水素自着火を抑制可能な潤滑油の研究 | 可視化急速圧縮膨脹装置を用いた自着火現象の解明/同現象を低減できる潤滑油仕様の提案 |

● 実施体制及び分担等



● これまでの実施内容 / 研究成果

- ①水素直噴弁/直噴弁搭載エンジンの設計・製作
 - エンジンへの搭載性や燃焼コンセプトに基づいた水素直噴弁の基本設計が完了。
 - 上記噴射弁仕様と、実施項目⑤の成果に基づき、エンジン部品の基本設計が完了。
- ②大型水素エンジン試験設備の水素供給高圧化
 - 設備要求仕様を確定し、安全設計(HAZOPなど)を経て基本設計が完了。
- ③ポート噴射方式(従来方式)での燃焼データ取得
 - 取得すべきデータの試験条件、エンジン仕様等の検討が完了。
- ④最小水素噴射圧で高出力/高効率を実現するための水素直噴燃焼試験。
 - 2026年度より燃焼試験開始予定。
- ⑤小型水素直噴ガスエンジン試験
 - 駆動方式の異なる水素直噴弁の噴射特性、燃焼状態の比較評価が完了。
 - 噴射弁制御と水素供給系統の設計要件や運用上の課題明確が完了。
- ⑥水素自着火を抑制可能な潤滑油の研究
 - 潤滑油による自着火現象把握のための試験装置の構築が完了。

● 今後の課題

直噴弁やエンジン部品、水素供給設備などに対して、社会動向・世界情勢の変化に伴うインフレによるコスト増加、サプライチェーンの混乱によるリードタイム増加のリスクが内在するため、継続的に注視し、適宜対策を講じながら研究開発を進める。

● 実用化・事業化の見通し

本事業で得られて技術・成果を用いた多気筒実機エンジンを開発し、自社内もしくは顧客サイトにて実証試験を実施し、性能や信頼性を確認した後上市する計画である。

● 研究成果まとめ

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|------|-----------------------------------|------|
| ① | 基本設計終了 | ○ |
| ② | 基本設計終了 | ○ |
| ③ | 試験条件検討完了 | ○ |
| ④ | 2026年度より実施予定 | ○ |
| ⑤ | 直噴弁の駆動方式比較評価完了 制御・設計要件・課題明確化完了 | ○ |
| ⑥ | 試験装置構築完了 | ○ |

| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
|------|------|------|-----|
| 0 | 0 | 0 | 0 |

(II-1) 「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 / 需要地水素サプライチェーンの構築に係る技術開発 / 水素輸送トレーラーの大容量化・低コスト化実現のための技術開発と規制・基準適正化に関する調査」

●成果サマリ (実施期間 : 2023年度~2023年度終了)

- 欧州のType4 MEGCTトレーラーについて、仕様・法規制等を調査し、国内外のギャップを踏まえた概念設計、強度解析、コスト試算を通じて、国内導入の検討の基礎資料として整理した。
- 振動・衝撃・火炎暴露試験などの安全検証手法を検討し、容器寿命や弁構成、検査周期などに関する法規制課題を整理のうえ、段階的な見直し案を提示した。
- 経済性評価を実施し、長距離輸送や大口需要におけるコスト優位性を確認。2028年頃の制度整備と商用導入を見据えた道筋を明らかにした。

●背景/研究内容・目的

水素の大規模利用に向けては、体積エネルギー密度の低さによる輸送効率の課題が大きく、特に圧縮水素輸送では既存のType 1容器を用いたトレーラーでは対応が困難になりつつある。欧州では、Type 4複合容器を高密度に配置した高積載型MEGC (Multi Element Gas Container) 方式の水素トレーラーが実用化されており、我が国での導入も期待されるが、現行法規制との不整合が多く、そのままの導入は困難である。

本事業では、欧州モデルを参考とした国内仕様の検討、規制・基準の差異分析、見直し案の検討、安全検証手法の整理、さらに経済性評価を行い、我が国における高積載型水素トレーラー導入に向けた制度整備の基礎情報を構築することを目的とする。

●研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|--------------|--|
| A 海外先行事例調査 | 欧州のType4 MEGCTトレーラーの仕様や運用を調査し、国内版仕様の基礎情報を得る。 |
| B 国内仕様概念設計 | 欧州のMEGCを参考に、国内法規制に適合するトレーラーの仕様・構造・コストを整理し、概念設計として目標モデルを構築する。 |
| C 規制・基準見直し提案 | 欧州とのギャップを踏まえ、容器寿命・弁構成・検査方法に関する制度課題を整理し、見直し案を提示する。 |

●実施体制及び分担等

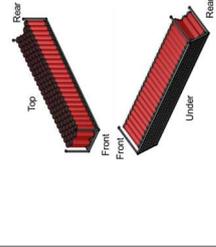
| | |
|------|----------------------------|
| NEDO | ALJ (A, B, C)に関する技術分野) |
| | KHI (A, B, C)に関する製品設計分野) |
| | JH2A (A, B, C)に関する制度・政策分野) |

●これまでの実施内容 / 研究成果

A 海外先行事例調査

| 項目 | 日本の規制・基準 | 欧州の規制・基準 |
|-----------|---|---|
| 最高充填圧力 | 45MPa (CPEC-S0005) | 1000 bar(100MPa) 3000 L P × V は1,000,000 barLを超えないこと。(EN 17339) |
| 内容積 | 360L (CPEC-S0005) | 容積ごとに元弁を設ける規定はない 内容積5000L以上の圧断弁が必要 (EN 13807, 4.4.2) |
| 圧断弁 (容断弁) | 容積ごとに元弁を設ける (一般高圧ガス保安規則第49条第2号) | 15年 (EN 17339) |
| 使用期限 | 15年 (一般高圧ガス保安規則第16条第2号へん) | 原則5年だが10年に延長可能 (ADR6.2, 延長についてはBAMの技術文書に基づき各国が個別許可) |
| 再検査期間 | 2年・2か月 (初回は4年) (一般高圧ガス保安規則第24条: 圧縮水素運送自動車用容器) | BAM: ドイツ連邦材料試験研究所 |

B 国内仕様概念設計



FEM解析3Dモデル 国内モデル概念設計

C 規制・基準見直し提案

| 項目 | 日本の規制・基準 | 欧州の規制・基準 |
|---------------|---|---|
| 概念容器使用期限 | 15年 (一般高圧ガス保安規則第16条第2号へん) | 使用期限の制限無し (EN 17339(2020)) |
| 容断弁検査期間 | 2年・2か月 (初回は4年) (容断弁検査期間が15年0.2年) (圧縮水素運送自動車用容器) | 原則5年 (EN 13807) |
| 圧断弁 (容断弁) | 容積ごとに元弁を設ける (一般高圧ガス保安規則第49条第2号) | 容積ごとに元弁を設ける規定はない 内容積3000L以上の圧断弁は必須 (EN 13807(2017), 4.4.2) |
| 安全弁 | 設置は必須 | (可燃性の液化ガスの場合) (ADR6.6及びEN 13807(2017)による輸送) (設置は必須) |
| 規格による輸送の基準・規格 | 存在しない | ADR6.6及びEN 13807(2017)による輸送の基準・規格 |

※1 10年に延長可能(ドイツ連邦材料試験研究所の技術文書に基づき各国が個別許可)
※2 中間検査は2.5年に1回あるが中間検査は前仕試験が無い軽微な修正となる。

●今後の課題

- 省令改正案、規格策定案に資する科学的データの取得を行う。
- 事前評価等を行い、40ftトレーラーのEPC/オペレーション実証を行う。
- 実用化・事業化の見通し

- 2027年頃までに安全性立証を行い、制度対応の進展に併せた調整を実施
- 2028年頃の実用化・事業化を視野に、商用導入への移行体制を構築

●研究成果まとめ

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|--------------|---------------------------|------|
| A 海外先行事例調査 | 仕様と運用を調査し、国内版検討の基礎情報を取得 | ○ |
| B 国内仕様概念設計 | 国内仕様を検討し、構造・コストを含む概念設計を整理 | ○ |
| C 規制・基準見直し提案 | 制度差を分析し、容器元弁等の規制の見直し案を整理 | ○ |

| | | | |
|------|------|------|-----|
| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
| - | - | - | - |

(E-2) 「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 / 需要地水素サプライチェーンの構築に係る技術開発 / 高圧水素パイプラインの国内基準化に向けた導管材料の耐震設計に関する研究開発」

委託先：JH2A(代表)

● 成果サマリ (実施期間：2024年度～2027年度終了)

- ・高圧ガス導管仕様を満足するUOE鋼管及びシームレス鋼管を製造、円周溶接を実施し有害な欠陥がないことを確認。母材及び溶接部から各種試験用のサンプルを採取各機関へ送付した。
- ・UOE鋼管母材の10MPa高圧水素中引張試験及び破壊靱性試験を開始した。SMLS母材及びUOE鋼管シーム溶接部のサンプル準備も進んでおり疲労き裂進展も含め順次試験を進める。
- ・水素下での低サイクル疲労試験方法の確立は目途が立ち、10MPa水素環境と同等の水素が侵入する条件での試験を進める。海外研究機関との国際連携は複数機関と既に実施中。

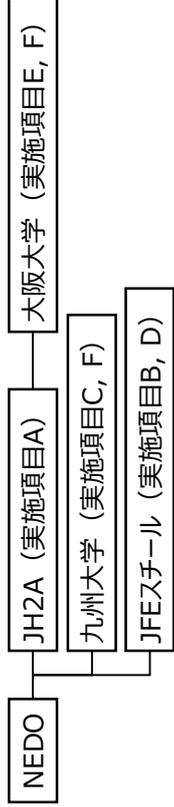
● 背景/研究内容・目的

- ・水素の大規模利用時にパイプラインが必要とされるが、1 MPaを超える高圧水素下で埋設パイプラインを安全に使用するための技術基準は国内にない。海外には高圧に高圧に対応した水素パイプライン規格があるが、材料仕様には耐震設計が考慮されていない
- ・国内の高圧水素パイプラインの普及に向けて、高圧ガス導管材料の耐震性を考慮した材料適合性の評価とDB化を行うと共に、水素中破壊機構解明と海外研究機関との連携により、高圧水素パイプライン用材料の国内基準化に資する成果を得ることを目指す

● 研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|---------------------------------|--|
| (A) 企画立案、関連情報収集、プロジェクト管理 | 事業全体の進捗を管理、外部情報を共有し事業に反映 |
| (B) パイプ製造、円周溶接及び材料基礎特性評価 | 鋼管製造と円周溶接を実施し、材料基礎データを取得 |
| (C) 破壊安全性評価のための水素中データ取得・解析及びDB化 | 鋼管母材及び溶接部の高圧水素中破壊靱性値及び疲労き裂進展特性を評価、検討会を経てDB化する |
| (D) 耐震設計のため水素中のデータ取得及び解析 | 鋼管母材の水素下での低サイクル疲労特性を評価する |
| (E) 水素量、負荷速度依存性評価及び水素拡散破壊機構解明 | 水素下での破壊試験及び解析により、破壊挙動に及ぼす水素量および負荷速度の影響とその機構を解明する |
| (F) 海外研究機関との国際連携 | 海外研究機関との連携を推進し国内基準化へ反映する |

● 実施体制及び分担等

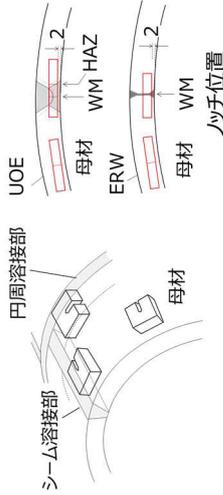


● これまでの実施内容 / 研究成果

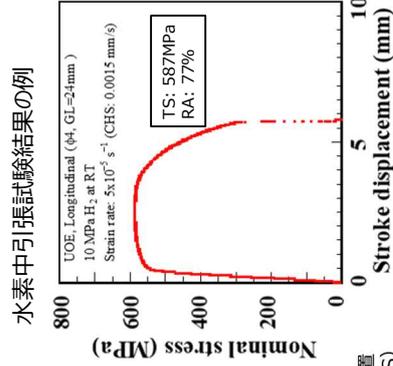
□ パイプ製造及び円周溶接

| 種類 | グレード | 外径 (mm) | 管厚 (mm) | YS (MPa) | TS (MPa) | YR (%) | EL (%) |
|------|-----------|---------|---------|----------|----------|--------|--------|
| UOE | API L450M | 610 | 21.7 | 550 | 619 | 89 | 48 |
| SMLS | API L450Q | 406 | 14.5 | 559 | 636 | 88 | 38 |

*1: UOE: C方向, SMLS: L方向 (ERWは2026年度以降に実施予定)
破壊試験片採取位置の模式図



水素圧力：5～20MPa
高圧水素環境下疲労試験装置
(九州大学 HYDROGENIUS)



水素中引張試験結果の例

□ 破壊安全性評価のための水素中データ取得

● UOE及びシームレス(SMLS)鋼管を製造し円周溶接を完了、母材部のデータ取得を開始

□ 海外研究機関との国際連携

- ・ノルウェー-HyLINE IIプロジェクトと情報交換、EPRG*ラウンドロビン試験参加、米国HyBlendプロジェクトとの連携を計画中

● 今後の課題

- ・UOE, SMLSの母材及び溶接部の水素中データを計画通りに取得する
- ・陰極水素チャージ疲労試験方法を早期に確立し耐震性データの取得を開始する
- ・国際連携による情報交流を推進

● 実用化・事業化の見通し

- ・2027年度終了時まで取得したデータを水素パイプラインの実事業に活用
- ・成果をまとめガイドライン案を策定

● 研究成果まとめ

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|------|-----------------------|------|
| A | 水素適合性検討会を開催 | ○ |
| B | 鋼管製造、溶接実施しデータ取得開始 | ○ |
| C | UOE及びSMLS母材の水素データ取得開始 | ○ |
| D | 水素下疲労試験法ほぼ確立も計画より遅れ | △ |
| E | 研究環境整備完了(水素分析、試験装置等) | ○ |
| F | 複数研究機関との国際連携を開始 | ◎ |

| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
|------|------|------|-----|
| 0 | 0 | 0 | 0 |

(III-1)「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 / 水素ステーションの低コスト化・高度化に係る技術開発 / プレクール冷凍設備に替わる新プロセス技術の開発 (膨張タービン式水素充填システムの開発)」

委託：国立大学法人九州大学，トキコシステムソリューションズ株式会社，国立研究開発法人産業技術総合研究所

● 成果サマリ (実施期間：2023年度～2027年度終了予定)

- ・新規に設計・製作した膨張タービンを開発。水素実ガスをを用いたタービン回転試験において目標回転数50万rpmに対し，水素ガス試験にて44万rpmまで達成した。
- ・タンクへの水素実ガス充填圧力41 MPaGまで実施。水素ステーションにおける実際の充填プロトコル同様，昇圧率一定に近い圧力上昇が手動制御で示された。
- ・低圧窒素(1.8 MPaG)を用いた機械回転確認試験では，タービン入口温度23.5 °Cに対し，タービン出口温度-70.1 °Cとタービン入口/出口温度差93.6 °Cを達成。同時に，100回の起動・停止によりその耐久性を確認。以上により本システムは，高圧水素実ガスでの高回転，現状のプロトコルに類似した昇圧率制御，およびプレクラーに替わる冷却効果を実機にて示すことが出来た。

● 背景/研究内容・目的

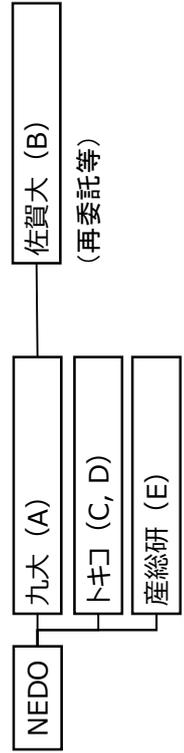
現状の水素ステーションでは，プレクラー用の冷凍設備が，水素ステーションの小型化，高効率化，低コスト化にとって大きな課題の1つとなっている。さらに，バスやトラックといったHeavy-Duty Vehicle (HDV) の場合，水素ステーションの大容量化に伴い，プレクール冷凍設備も大幅な容量アップが必要となる。

本研究開発事業では，膨張タービンを用いて，既存のプレクール冷凍設備に替わる新たなプレクールプロセスを実現する。充填される高圧水素によりタービンを回転させ，仕事を取出すことにより，水素自身の温度低下を行う。最もエネルギー的に有利なプロセスを開発し，水素ステーションの初期コスト，運転コストの低減，設備の小型化を実現する。

● 研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|------|-------------------------|
| A | 水素充填方式のシステム熱解析と制御方法の確立 |
| B | プロトコル適応に向けた熱流動解析 |
| C | 膨張タービン，ディスプレイのハードウェアの開発 |
| D | プロトコル確立と技術基準化 |
| E | 流入水素の質量管理 |

● 実施体制及び分担等



● これまでの実施内容 / 研究成果

- システム熱解析と制御方法の確立
低圧用の膨張タービンシステムを開発・導入するとともに，圧縮空気を用いた膨張実験を行い，熱物性データベースを用いて入口のエンタルピーから推定される温度および断熱効率を推算。
- プロトコル適応に向けた熱流動解析
充填直後の水素の温度は現在のプレクラー温度である-40 °Cよりも下回ると推算されるため，蓄冷器を導入する。二重管を用いた再生式熱交換器を提案し，熱流動解析を実施。
- 膨張タービン，ディスプレイのハードウェアの開発
44万rpmの高速回転と寒冷発生能力のある膨張タービンを開発。水素膨張タービン搭載の水素ディスプレイの計画を実施。
- プロトコル確立と技術基準化
現状の充填プロトコルの昇圧率一定に近い圧力上昇の挙動を手動にて制御。
- 流入水素の質量管理
高圧水素を用いたタービン膨張実験にてタービン入口，ガス軸受け入口など各経路における正確な流量を把握。これによりエンタルピーを用いた全体のエネルギー収支の計算が可能になる。

● 今後の課題

水素ステーションで用いられている充填プロトコルにより近い形での制御を行い，膨張タービンをを用いた充填試験を行う。これにより現在のプロトコルの熱的挙動における差異を明確にした上で，新しい充填方法の確立につなげる。

● 実用化・事業化の見通し

水素実ガスをを用いた高回転を達成し，寒冷発生能力を得た。充填プロトコルを念頭においてシステムの確立により実用化できる見通し。2030年に製品投入を目指す。

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|------|-----------------|------|
| A | 熱物性データベースを用いた解析 | ○ |
| B | 再生式熱交換器の熱流動解析 | ○ |
| C | 高回転の達成と寒冷発生能力 | ○ |
| D | 昇圧率一定に近い充填制御 | ○ |
| E | 高圧水素実験で正確な流量測定 | ○ |

| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
|------|------|------|-----|
| 7件 | 1件 | 1件 | 0件 |

（Ⅲ-2）「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 / 水素ステーションの低コスト化・高度化に係る技術開発 / カーボンニュートラルに向けた水素技術に係る ISO / TC 197 国際標準化及び国際連携の推進のための研究開発」

委託先：（一社）水素供給利用技術協会(HYSUT)、（一財）日本自動車研究所(JARI)

● 成果サリ（実施期間：2023年度～2027年度予定）

- ・ISO/TC197における国際標準化の実績として、委託期間中27件（内7件は日本提案）の規格を審議改訂・開発しており、そのうち7件（内3件は日本提案）の規格を発行した。
- ・国際連携の推進のため、DOE-AMR、NEDO-NOW合同ワークショップ等の関連会議に出席し、HDV及びHDV水素ステーション推進政策や関連技術の開発動向等の情報交換を行った。
- ・水素品質の次期改訂に向けた規格値緩和の要望に対応するため、水素中の酸素が燃料電池の性能や材料劣化に及ぼす影響を評価、また、硫黄化合物の影響データ取得を行った。
- ・水素品質管理の国際規格ISO19880-8に掲載されるリスクアセスメントに関連して、品質管理ガイドラインへの導入の検討を実施し、水素品質ガイドライン改訂案を策定した。

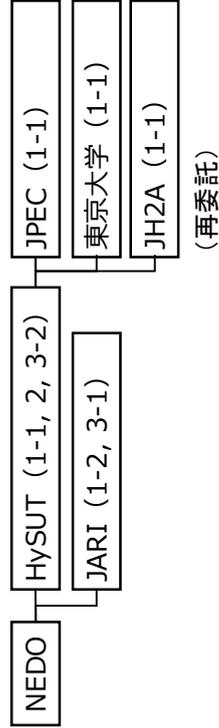
● 背景/研究内容・目的

本事業では、国際条約であるGHG排出46%削減（2030年）、カーボンニュートラル（CN）達成を表現するため、日本の技術力を活かしながら、世界の先導的役割を果たしてきた水素技術に係るISO/TC 197に関する国際規格策定・改訂の根拠となるデータを世界をリードするために規格策定・改訂の根拠となるデータ取得しながら必要な取組を実施する。それにより、日本の産業界での意見を整合させながら標準化議論に必要な信頼される技術データを明示し続けることでCNの実現に資するとともに、水素サプライチェーンの構築と水素利用を加速させることを目的とする。

● 研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|------|---|
| 1-1 | ISO/TC197（水素技術）標準化に対し日本の意向を適切に反映、日本提案の国際規格新規提案、発行 |
| 1-2 | 水素品質、充填インターフェース関連国際規格の発行 |
| 2 | 国際連携推進のため種々関連会議等への参加 |
| 3-1 | 水電解を考慮した酸素規格値の緩和および多用途展開のための硫黄化合物の規格値適正化に向けたデータ取得 |
| 3-2 | 低コストの品質管理の体系を検討し、水素品質管理ガイドライン案を策定する |

● 実施体制及び分担等



● これまでの実施内容 / 研究成果

- 1-1 ISO/TC197における国際標準化の実績として、7件の規格を発行し、内3件は日本が議長国（提案国）として発行した国際規格である。また、期間中27件の規格を審議改訂しており、そのうち7件は日本が議長国、提案国として開発した規格である。特にステーション用デバイスベンサー、蓄圧器、O-ring規格などのステーション周りと水素品質関連規格などの標準化は日本提案として顕著な成果である。また、国際標準化活動周知のため、水素技術国際標準化ウェビナー報告会を開催し、好評を得た。
- 1-2 水素品質関連（ISO 14687, ISO 19880-8）および水素充填インターフェース関連（ISO 19885-2,-3, ISO 17268-1,-2,-3, ISO 13984）のISO国際規格について、日本の意見を十分に反映して発行と改訂を推進した。
- 2 NOW、DOE等との国際会議、IEA HTCP会議等に参加して、関係者との意見交換、論議を実施した。
- 3-1 水素中の酸素が燃料電池の性能や材料劣化に及ぼす影響を評価し、規格値緩和を審議した。また硫黄化合物について、Grade Eの許容濃度妥当性判断のため被毒回復に係るデータを取得した。
- 3-2 リスクアセスメントに関連して、品質管理ガイドラインへの導入の検討を実施し、水素品質ガイドライン改訂案を策定した。

● 今後の課題

- 1-1 日本の意向が反映されるよう的確に対応する。後継者育成の推進
- 1-2 HD充填プロトコル・通信規格に日本提案のMiddle-flowツインノズルの内容を反映する
- 2 国際連携活動の継続
- 3-1 劣化や被毒回復を考慮した酸素および硫黄化合物の規格値緩和・妥当性判断
- 3-2 水素品質管理の国際規格改訂に合わせたガイドライン改訂等の取組み

● 国際標準化活動における次世代の人材育成

● 実用化・事業化の見通し
水素技術の国際標準化審議をリードし、日本の産業界の意見が十分に反映された国際規格を制定することで、日本の国際競争力強化を図ることが可能となる。

● 研究成果まとめ

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|------|---|------|
| 1-1 | ISO/TC197（水素技術）関連の国際規格7件（うち3件は日本提案）の発行。ウェビナー報告会開催 | ○ |
| 1-2 | 水素品質、充填インターフェース関連国際規格2件の発行と改訂の対応 | ○ |
| 2 | 国際連携推進のため種々関連会議等への参加 | ○ |
| 3-1 | 酸素緩和・硫黄化合物データ取得 | ○ |
| 3-2 | 水素品質ガイドライン改訂案の策定 | ○ |

| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
|------|------|------|-----|
| 0 | 2 | 14 | 0 |

(Ⅲ-3)「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／水素ステーションの低コスト化・高度化に係る技術開発／水素ステーション低コスト化・高度化基盤技術開発」

委託先: (国)九州大学, (一社)水素供給利用技術協会, (一財)化学物質評価研究機構, (国研)量子科学技術研究開発機構, NOK(株), 高石工業(株), (株)PILLAR, NTN(株), (一社)日本ゴム工業会, (株)キッツ, (株)フジキン

●成果サマリ (実施期間 : 2023年度～2027年度終了予定)

- 各種部材開発の基盤となる水素ステーション (HRS) 運用データ解析, 高圧水素適合性評価設備の整備, 高圧水素機器用ゴム・樹脂材料データベースの整備を行なった。
- シール部材へのHRS非定常事象の影響把握, ピストンリング寿命阻害要因把握, HRSにおける配管継手締結部漏えい要因把握により高耐久性部材開発, 設計・運用法提案を行った。
- 加速耐久性評価による水素充填ホースの耐久寿命30,000回確認, ホース大変形解析を活用したHRSにおけるホース形状検出により耐久寿命30,000回実現する運用方法を提案。

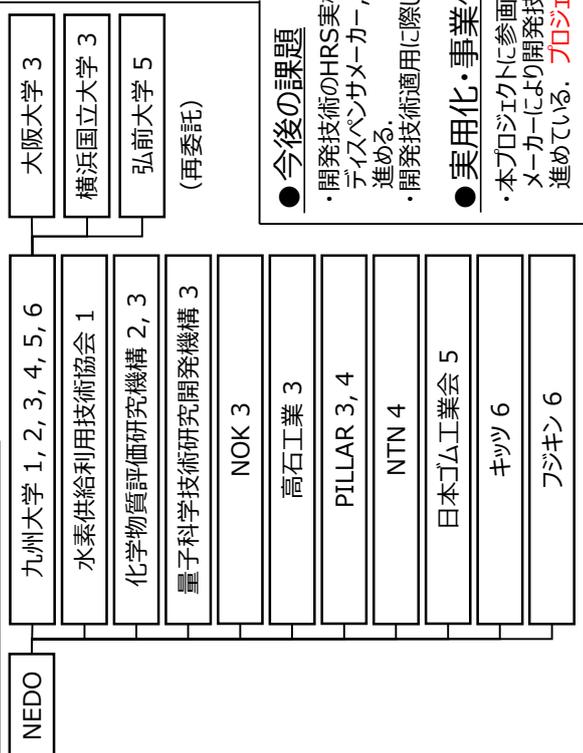
●背景/研究内容・目的

水素ステーション (HRS) を構成する高圧水素機器, シール, ホース, ピストンリング, 継手等各種部材の高信頼性化, 長寿命化による低コスト化, HRSのHDV向け高流量化への対応, HRS充填回数30,000回以上を実現する基盤となる材料・部材, 評価法に関する研究開発を推進する。

●研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|------|------------------------|
| 1 | HRS運用情報・漏洩事例を統計情報として整理 |
| 2 | 高分子材料高圧水素適合性評価設備の確立 |
| 3 | シール部材に影響するHRS非定常事象明確化 |
| 4 | 圧縮機ピストンリングの寿命阻害要因特定 |
| 5 | 水素充填ホースのHRS非定常負荷の明確化 |
| 6 | 継手締結部の漏えい評価, 継手締結指針作成 |

●実施体制及び分担等



●今後の課題

- 開発技術のHRS実機適用に向けた検証を進めるとともに, HRS運営業者, ティスベンサメーカー, 機器メーカーとの連携により, 開発技術の適用検討を進める。
- 開発技術適用に際して, 基準への適合等課題を整理し関係機関と調整する。

●実用化・事業化の見通し

- 本プロジェクトに参画するシール部材メーカー, ピストンリングメーカー, 継手メーカーにより開発技術の適用, 基盤研究成果の活用による実用化検討を進めている。プロジェクト後半に実機による実証を行う。

●これまでの実施内容／研究成果

- HRS5箇所の運用データ, 計32,000回の充填データ解析・統計情報の整理を実施。非定常事象としてHRS始業前の保圧試験, 圧縮機吐出圧力の変動が抽出された。(実施項目1)
- HRS運用データと各種部材のダメージの相関を検討, 保圧試験時の圧力低下率, 圧縮機吐出圧力昇圧率などをダメージの指標として提案。(実施項目1)
- HRS漏洩解析実施。フレグラー継手廻りの漏洩要因となる充填時温度、圧力測定による状況把握。(実施項目1)
- 種々の充填プロトコルを模擬した試験が可能となる次世代型高圧水素曝露装置を導入し, 24時間連続加減圧評価が可能となった。(実施項目2)
- 高圧水素機器シール部材用ゴム・樹脂材料の高圧水素適合性評価データを集積した。(実施項目2, 3)
- リング溝設計として貫し率・充填率・溝すき間・溝底角寸法, 相手面粗さ, 加工法のシール性に対する影響を把握した。また, 加減圧試験の際, 圧縮機吐出圧力変動を模擬した高圧保持時の圧力変動を加えた条件を設定し, トラブル事象の再現を実施。(実施項目3)
- クリック反応架橋剤, エポキシ系エラストマー材料, 放射線照射による高耐摩耗性シール部材を開発。(実施項目3)
- 高圧水素ガス圧縮機から回収ピストンリングの調査の結果, ピストン内におけるピストンリングの荷重分担の適正化, アブレーション摩耗の原因となる摩耗粉の抑制, シンタ内面損傷の抑制が寿命対策に有効であることが判明。(実施項目4)
- ピストンリング用複合材料のデータベース構築を推進。(実施項目3, 4)
- ホース表面直接加温・冷却水素流通により加速耐久性評価によりホース耐久性30,000回以上を確認。
- ホース自由曲率設定による評価結果から加減圧による内層樹脂破壊に対するホース形状の影響把握。
- ホース大変形解析を活用したHRSにおけるホース形状検出によりホースのダメージを把握することで, 加速耐久性試験による耐久寿命30,000回をHRSで実現する運用方法を提案。(実施項目5)
- HRS調査により継手締結部の緩みに影響を与える温度変化, 振動などの因子を把握。(実施項目6)
- 継手要素評価試験とモデル解析により, 締結, 繰返し負荷, 温度変化等の影響を確認。(実施項目6)
- 大口径配管継手の評価結果から, 小口径継手に比べ締結時と漏洩時の軸力差が小さいことを確認, 大口径配管継手使用の技術的課題を抽出。(実施項目6)

●研究成果まとめ

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|------|--|------|
| 1 | HRS運用データ統計情報整理, 各種部材のダメージとの相関把握。 | ○ |
| 2 | 高分子材料高圧水素適合性評価設備を整備, 連続加減圧試験・高圧水素透過試験実施。 | ○ |
| 3 | シール部材に対するHRS非定常事象の影響を考慮した評価法・溝設計・新顔材料開発実施。 | ○ |
| 4 | ピストンリングの寿命阻害要因を把握, ピストンリング材料の水素特性・摩耗特性データベースを構築し, 寿命対策にフィードバック。 | ○ |
| 5 | ホース加速耐久性評価, 耐久性に対する充填時のホース形状の影響確認, 大変形解析を活用したホース形状把握によりHRS充填30,000回を実現する運用法提案。 | ○ |
| 6 | HRSの継手関連情報を収集・解析し漏えいの要因把握, 要素試験とモデル解析により確認。 | ○ |

| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
|------|------|------|-----|
| 0 | 0 | 7 | 0 |

(Ⅲ-4) 「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」 / 水素ステーションの低コスト化・高度化に係る技術開発 / HDV水素充填プロトコルの研究開発」

委託：一般社団法人水素供給利用技術協会、株式会社本田技術研究所、トキコシステムソリューションズ株式会社、一般財団法人日本自動車研究所、国立大学法人九州大学

● 成果及び（実施期間）：2023年度～2027年度終了）

- ・HDV用Medium Flow Single/Twin 充填プロトコル(Lookup Table方式、MCF方式、MCFMM方式)のうち、Lookup Table方式の根幹となる昇圧率(APRR)、目標圧力(Ptarget)、制限圧力(Plimit)などのMAP(数百枚)を作成し、国際標準ISO 19885/3 ANNEX Cとして規格要件を作成するとともに、FTCにて実車充填試験などにより、その安全性を確認した。
- ・新規充填プロトコルcTPR(容器内圧力定昇圧方式)を検討し、容器内温度:85℃以下の安全な充填ができる事を確認した。さらに、蓄圧器容量の削減などコスト削減効果も確認した。
- ・HDV用容器内に形成されると思われる局所高温領域の位置や温度をCFDにより検証するため、3者によるラウンドロビンテストを行い、計算モデル等の妥当性を検証するとともに、2段階/2領域昇圧方式を考案し、短時間計算に取り組んだ。

● 背景/研究内容・目的

カーボンニュートラル社会の実現に向けて運輸部門では乗用車だけでなく、貨物輸送部門(トラック等)の脱炭素化が不可欠とされ、世界的な規模で開発が進められている。FCトラックの普及には安全に水素を充填する為の充填プロトコルが必須である。

車両規模に応じて、HF方式(300g/sec)やMF Twin方式(180g/sec)が用いられる。特に、国内/欧州では、航続距離の観点からMF Twin方式が求められている。

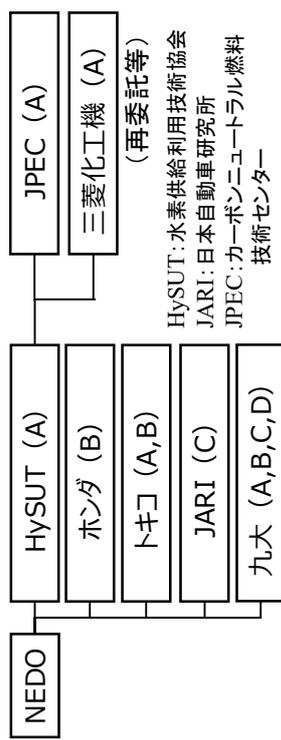
当該事業では、MF Twin水素充填プロトコルを開発し、国内基準やISO/SAEなど国際標準作成に貢献することを目的とした。

また、新規な充填プロトコル(cTPR)の開発を行い、STの低コスト化を表現する。さらに、大容量容器における局所高温領域生成については、CFDにより検証し、安全性を確認する。

● 研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|---------------|--------------------------|
| A)HDV用プロトコル開発 | ドキュメント作成とその安全性の検証 |
| B)新規プロトコル開発 | 圧損を考慮した充填方法の完成 |
| C)高温温度層の検証 | 高温領域形成の機構解明と安全性の担保 |
| D)各プロトコル作成ソフト | Twin方式、MCFMM、cTPR用ソフトの開発 |

● 実施体制及び分担等



● これまでの実施内容 / 研究成果

- A) HDV水素充填プロトコルの開発
MF Single/Twin 水素充填プロトコルのうち、Lookup Table 方式の充電方法や各参照表を作成し、ISO等に提案するドキュメントを作成するとともに、福島水素充填技術研究センター(FTC)において、FCトラックや模擬容器に水素を充填し、充電方法等の妥当性/安全性を確認した。

B) 新規水素充填プロトコル(cTPR)の開発

従来のディスプレイサ-出口圧力制御方式を改め、容器内圧力制御方式に改良し、その温度/圧力の安全性を確認すると共に、蓄圧器削減効果や充填時間短縮効果を確認した。

C) 高温温度層の検証

HDVに使用される大型容器では、水素充填時に局所的に高温領域が形成され、85℃を超えることが懸念されるため、CFDにより容器内の局所高温領域の形成を確認するため、熱力学的モデルを検討し、3者(JARI, 九大, HYSUT)にてラウンドロビンテストを行い良好な結果が得られた。但し、従前の計算方法では膨大な計算時間を要するため、計算期間の短縮のため、2段階/2領域計算方法を考案した。

D) 各プロトコル作成ソフトの研究開発

過去のNEDO事業で作成したDSを改良し、Twin方式充填シミュレーションやCold Case計算を迅速に行える機能を追加した。

● 今後の課題

- A)MCF,MCFMM方式水素充填プロトコルの完成とマップの簡素化
- B)cTPR方式水素充填プロトコルのドキュメント作成と安全対策の検討
- C)局所高温領域形成と容器内表面温度の相関
- D)MCFMM用収束計算ソフトの完成

● 実用化・事業化の見通し

- A)MF Single/Twin 各種水素充填プロトコルの国内基準整備による国内FCトラック普及へ貢献する。
- B)局所高温領域の形成があっても、安全な充填方法を提供する。

● 研究成果まとめ

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|------|--------------------|--------|
| A | MF水素充填プロトコル(LUT) | ○(50%) |
| B | 圧損を考慮したcTPRの検討 | ○(75%) |
| C | 高温領域CFDのモデルと試算 | ○(40%) |
| D | Twin方式、Cold Case計算 | ○(50%) |

| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
|------|------|------|-----|
| 0 | 1 | 10 | 0 |

(Ⅲ-5)「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 / 水素ステーションの低コスト化・高度化に係る技術開発 / マルチフロー対応水素計量システム技術に関する研究開発」

委託先：国立研究開発法人産業技術総合研究所，トキコシステムソリューションズ株式会社，株式会社タツノ，一般社団法人水素供給利用技術協会

●成果サマリ (実施期間：2023年度～2027年度終了予定)

- ・水素大流量試験設備定積槽システムの温度特性評価を行った
- ・MF-Twin計量精度検査装置1ユニットを設計・製作した。ワイドレンジ流量計測が可能になり、高性能MM法ユニットの用途が見つかった。
- ・計量精度の高性能化に取り組んでいる。データ数を増やし信頼性をあげ、検査装置の基準化と検査周期の適正化にめどをつけた。

●背景/研究内容・目的

水素利活用の拡大のために、バス、トラックやトレーラーなど大型商用車“Heavy Duty Vehicles (HDV) ”、鉄道、船舶などの大型モビリティを普及させる取組が政策的に行われている。

本開発事業では、福島水素充填技術研究センターをはじめとする国内の水素実流試験設備を活用し、水素インフラにおけるNF充填からMF-Twin充填までのマルチフロー対応可能なマスターメーター法による水素計量システム技術を開発する。

- 実施項目1) 水素大流量標準の開発
- 実施項目2) マルチフロー対応水素計量システム技術開発
- 実施項目3) 水素計量の高精度化検討

●研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|------|--------------------------|
| 1 | MFに対応したマスターメーター校正技術の確立 |
| 2 | MF対応マスターメーター法計量精度検査技術の確立 |
| 3 | 計量精度検査装置基準化、ガイドライン見直し |

●実施体制及び分担等

| | |
|------|-----------------|
| NEDO | 産総所 (実施項目1,2,3) |
| | トキコ (実施項目2,3) |
| | タツノ (実施項目2,3) |
| | HSUT (実施項目3) |

●これまでの実施内容 / 研究成果

実施項目1) 水素大流量標準の開発
水素大流量試験設備のトレーサビリティ体系の整備を進め、定積槽システムについてチラーや循環器の改良を進め、温度特性評価を行い、高精度で制御が可能であることが確認された。

実施項目2) マルチフロー対応水素計量システム技術開発

2-1: NF計量精度検査装置2ユニットでの計量実証

福島水素充填技術研究センターにて夏季/冬季/実車/模擬容器でのTwinディスプレイセンサー計量実証を実施した。容器容量、温度、季節要因の違いによる計量への影響を評価中である。

2-2: NF計量の精度向上、利便性向上と低コスト化

計量機、重量法、MM法の比較について、100データ以上収集し、差異について原因を評価中である。

2-3: ワイドレンジアビリティかつ高精度、高応答等の水素計量技術の開発

ワイドレンジ(100:1以上)、低熱マス、低圧損の高性能流量計測の目的が見つかった。

2-4: MF-Twin計量精度検査装置1ユニットの開発

設計及び製作を完了した。今後は本ユニットを用いた実証を進める。

2-5: 高精度、高安定な流量測定を裏付ける試験装置の拡充

産総研、JCSS、自社設備での比較を終えた。高精度化に向け改造改良を進めている。

実施項目3) 水素計量の高精度化検討

3-1: マスターメーター法計量精度検査装置の基準化

器差、熱マス、圧力損失の実力を求めた。今後の適切な基準の作成に取り組む。

3-2: 検査方法と検査周期の適正化

水素ステーションの計量精度検査(重量法・MM法) データを収集し、精度性能の変化要因と経年的変化を解析中。HSUT水素計量TFにおいて検査周期適正化の検討を開始。

●研究成果まとめ

●今後の課題

- ・水素大流量試験設備の運用
- ・計量実証のN増し
- ・検査基準の検討
- ・実用化に見合う低コスト化

●実用化・事業化の見通し

MM計量精度検査方法を早期に確立することにより、計量検査のコストを低減し、NF・MF対応水素ステーション運営に貢献することを目指す。

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|------|------------------------------|-------|
| 1 | 定積槽システムを高精度で制御可能であることを確認した | ○ |
| 2 | MF-Twin計量精度検査装置1ユニットを設計・製作した | ○ |
| 3 | MM法を用いた計量検査の高精度化の用途が見つかった | ○ |
| 特許出願 | 論文発表 外部発表 | |
| 0 | 0 4 | 受賞等 0 |

(Ⅲ-6)「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 / 水素ステーションの低コスト化・高度化に係る技術開発 / 大容量高圧ガスブラスター式水素圧縮機の技術開発」

助成先：川崎重工業株式会社

●成果サマリ (実施期間：2023年度～2027年度終了予定)

- 市場で必要とされる大規模水素ステーションの能力を把握。それを表現するシステム構成を検討し、充填能力、CAPEX、OPEX等の観点から最適な構成および圧縮機開発仕様を決定した。
- 充填シミュレーションを実施し、所望の充填能力を達成できることを確認した。
- 開発要素の1つである高圧ガス摺動シールの耐久性を評価する専用試験機を開発、製作した。

●背景/研究内容・目的

今後、大型燃料電池バスおよびトラックなどの大型商用車ベースのFCV (FC HDV) で求められている大流量で水素ガスを充填可能な大規模水素ステーションの実現においては、ステーションを構成する機器・装置の大容量化、コストダウン、安定稼働が課題となっている。

その機器・装置の一つである水素圧縮機において、大容量高圧ガスブラスター式水素圧縮機を用いた圧縮システムの技術検証をすることと、大規模ステーションの大容量化、コストダウン、安定稼働を実現し、FC HDVの普及を後押しする。

本事業では、大規模ステーションに最適なシステム構成を検討すると共に、そのシステムに必要な大容量高圧ガスブラスター式水素圧縮機を開発する。

●研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|-------------|--|
| 大容量圧縮機の技術開発 | <ul style="list-style-type: none"> 大規模ステーションの能力を満足する最適な圧縮システムを構築し、そのシステムで必要となる圧縮機の基本計画を完了する。 省エネおよび安定稼働を実現する最適な運転方案を構築する。 装置構成の最適化により、装置全体のコンパクト化、メンテナンス性の向上、騒音低減を実現する。 高圧ガス摺動シールの長寿命化を実現する。 |
| 主要構成機器の開発 | <ul style="list-style-type: none"> 主要構成機器であるブラスター、油圧装置、制御装置を開発する。 各機器は必要とされる機能、性能を満足しつつ、低価格を実現する。 |
| 評価試験 | <ul style="list-style-type: none"> 圧縮機単体で、計画する機能、性能が満足していることを確認する。 実際のステーションあるいはそれに類する環境下で、ステーションを模擬した試験を実施し、機能・性能・耐久性を評価する。 |

●実施体制及び分担等

(共同研究先)

NEDO

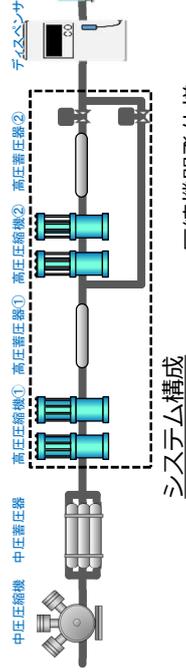
川崎重工業株式会社

株式会社スギノマシン

●これまでの実施内容 / 研究成果

①水素圧縮機の基本計画、システム検討

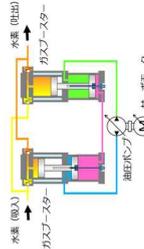
ヒアリングに基づき大規模水素ステーションの充填能力を実現するシステム構成を検討。充填能力、CAPEX、OPEX等の観点から最適な構成および圧縮機開発仕様を決定した。また、本システムによる充填シミュレーションを実施し、所望の能力を達成できることを確認した。



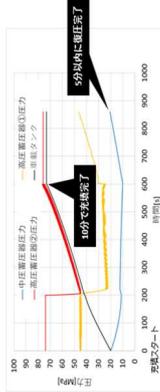
システム構成

圧縮機開発仕様

| 圧縮機 | 圧縮段階 | 吸入圧力 | 吐出圧力 | 最高吐出圧力 | ガス吐出量 | モータ容量 |
|--------|------|-------|-------|--------|-------------------------|--------|
| 高圧圧縮機① | 1段 | 15MPa | 45MPa | 45MPa | 2,100Nm ³ /h | 90kW×2 |
| 高圧圧縮機② | 1段 | 35MPa | 82MPa | 82MPa | 2,100Nm ³ /h | 90kW×2 |



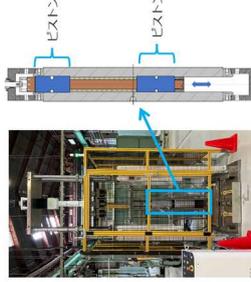
完成イメージ



シミュレーション例

②高圧ガス摺動シールの開発

高圧ガス摺動シールの耐久性を評価する専用試験機を開発、製作した。



高圧ガス摺動シール耐久試験機

●今後の課題

- 試作機、ガス試験設備の製作 (工程順守)
- 実証試験計画および試験場所の決定

●実用化・事業化の見通し

- 2030年に向けFC HDVの拡大が予測されている
- 2028年度以降の大規模水素ステーションへの適用

●研究成果まとめ

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|-------------|------------------------------|------|
| 大容量圧縮機の技術開発 | 最適なシステム構成を構築した。 | ○ |
| | 圧縮機の開発仕様を決定し、基本計画を完了した。 | ○ |
| | シミュレーションにより、所望の充填能力の実現を確認した。 | ○ |
| | 高圧ガス摺動シールの専用試験機を開発、製作した。 | ○ |

| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
|------|------|------|-----|
| 無し | 無し | 無し | 無し |

(IV-1)「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 / 共通基盤整備に係る技術開発 / 水素社会構築に向けた鋼材研究開発」

委託先：カーボンニュートラル燃料技術センター、九州大学、高圧ガス保安協会、愛知製鋼、金属系材料研究開発センター、TVE、大同特殊鋼、デンソー

● 成果サマリ (実施期間：2023年度～2027年度終了予定)

- ・Ni当量低減：特定設備検査規則・一般高圧ガス保安規則例示基準に従った設計が可能な材料として、Ni当量を現行例示基準26.9%(-45℃)⇒26.3%に低減可能な見通し
- ・溶接：SUS316Lの溶接に関する溶接金属部の水素適合性を判断するための要件を金属組織的に整理
- ・冷間加工材：冷間加工材の強度水準案を提示

● 背景/研究内容・目的

水素社会の構築には適切な設備用鋼材の選定およびその鋼材に関する規制の適正化が重要となる。本事業は将来の水素供給インフラ設備に必要とされる様々な機器・設備の開発を見据え、高圧水素設備に用いるオーステナイト系ステンレス鋼に関して、より汎用的な材料範囲への領域拡大とその利用（加工・溶接）に係る技術開発を実施する。

● 研究目標

| 実施項目 | 中間目標 (2025年度) |
|---------------|---|
| ① Ni当量低減検討 | Ni当量低減の新たな水素特性判断基準を検討、基準化に資する資料の作成 |
| ② 溶接に関する検討 | 溶接部の水素適合性に関するロジックを構築し、水素適合性を判断するための基準を明確化 |
| ③ 冷間加工材に関する検討 | SUS316L、SUS316、SUS305などを対象に、冷間引抜加工などにより強化した鋼材データの解析を進め、冷間加工材の機械的性質に関する標準的な規格値を整備するための必要な要件の提示 |
| ④ データベースの拡大 | 九州大学で継続的に進め、データベースの一般公開を継続する。 |

● 実施体制及び分担等

| | |
|------|-------------------------------|
| NEDO | カーボンニュートラル燃料技術センター (実施項目①②③④) |
| | 九州大学 (実施項目①②③④) |
| | 高圧ガス保安協会 (実施項目①②③④) |
| | 愛知製鋼 (実施項目①③④) |
| | 金属系材料研究開発センター (実施項目④) |
| | TVE (実施項目④) |
| | 大同特殊鋼* (実施項目④) |
| | デンソー* (実施項目④) |

* 2024年度まで

● これまでの実施内容 / 研究成果

- Ni当量低減検討
 - ・例示基準9.2のNi当量低減に向けた取り組みとして、従来の研究ではデータが得られていないNi当量26.0%付近のオーステナイト系ステンレス鋼の水素適合性に関するデータを取得し、詳細な解析を実施。
 - ・Ni当量26.3%材は-45℃において引張強さへの高圧水素による影響は無く、材料の一樣伸びも確保できることが明らかとなった。特定設備検査規則および一般高圧ガス保安規則例示基準に従った設計が可能な材料として、Ni当量を現行例示基準26.9%(-45℃)⇒26.3%に低減可能と判断する見通しが得られた。
- 溶接に関する検討
 - ・溶接部における水素適合性の考え方・判断方法・基準の定量化に向けたロジック検討を実施、オーステナイト相、フェライト相の2相構造である金属組織に対する**水素適合性の考え方とその判断基準を決定**した。
 - ・今後はSUS316Lを用いた溶接が上記に適合していることを確認予定。
- 冷間加工材に関する検討
 - ・冷間加工度と材料寸法で冷間加工前後の引張強度比(加工強度係数)を整理することにより、各冷間加工度における最低強度を用意できる**強度水準案を構築**した。
 - ・SUS305冷間引抜材を用いた検討ではさらに高圧水素中での回転曲げ疲労特性を評価して疲労限度を考慮した検証を実施し、強度水準案に対し充分高い疲労限度が得られていることを明らかにした。
- データベースの拡大
 - ・2024年度までに**4件の新規登録**を完了、**7件の追加登録案**を審議中。

● 今後の課題

- ・Ni当量低減に資する**技術資料**の作成
- ・水素適合性の確認工程が不要であることを周知すること(好適事例化)が目的。**疲労解析等の影響**を検討
- ・冷間加工材の許容引張応力の設定に向けた**引張強さ以外の特性に支障ない範囲の確認**
- ・データベースにおける**公開可否・時期の判断**

● 実用化・事業化の見通し

- ・Ni当量低減の検討結果は一般例示基準の改正に結び付けることで**一般申請での利用**を見込む
- ・溶接の水素適合性に関する知見は**技術指針化し公開**
- ・冷間加工材の検討により、KHKS0220の強度低下係数と同様、規格最小値的な考え方により**水素中の設計に使用する共通的な値の設定方法を示す**。
- ・高圧水素環境下での**冷間加工材の疲労特性はデータベース化し公開(SUS305)**
- ・データベースは**九州大学図書館のリポジトリを介し公開予定**

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|---------------|-----------------------------|------|
| ① Ni当量低減検討 | -45℃高圧水素中における必要Ni当量の低減可能見通し | ○ |
| ② 溶接に関する検討 | SSRTによらない溶接部の水素適合性判断方法の構築 | ○ |
| ③ 冷間加工材に関する検討 | 冷間加工度をベースとした冷間加工材の強度水準案を構築 | ○ |
| ④ データベースの拡大 | 4件のデータベースの新規登録完了 | ○ |

| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
|------|------|------|-----|
| 0 | 0 | 4 | 0 |

●成果サマリ (実施期間：2023年度～2027年度 (予定))

- ・中空試験片用評価設備を整備し、試験プロトコルを検討。従来3日かかっていた評価試験を2日で行うことを可能とした。
- ・高圧水素環境下材料特性評価委員会を組織し、本事業で対象とする評価候補材料を決定した。評価の基準となるSUS316LのSSRT試験データを取得した。
- ・データ公開方法について、「水素社会構築に向けた鋼材研究開発」事業と連携し、基本的な考え方を同じものとすることに決定した。

●背景/研究内容・目的

目的：
 液化水素関連機器への適用候補材料であるオーステナイト系ステンレス鋼や低温用鋼などを対象に、高圧水素ガス環境中での特性データを253℃～室温の温度域で戦略的に取得し、事業者が共通で利用できる形で提供することにより、水素社会で求められる機器の開発・設計の加速に寄与する。

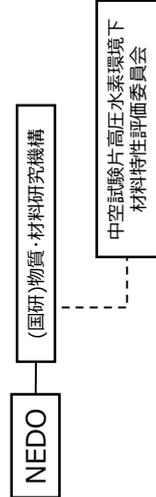
研究内容：

- ① 極低温・高圧水素ガス中での低ひずみ速度引張試験 (Slow Strain Rate Tensile test: SSRT) を安定的かつ高効率に実施するための試験機開発および試験プロトコルを確立する。
- ② 高圧水素環境下材料特性評価委員会を組織し、評価対象材料と評価項目を決定すると共に、取得したデータの妥当性を検証する。
- ③ 高圧水素ガス環境下におけるSSRT特性の温度依存性評価を行う。
- ④ 高圧水素ガス環境における疲労特性の温度依存性評価を行う (FY2026以降)。
- ⑤ データ公開方法の検討を行う。

●研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|------|--------------------------------------|
| ① | 試験機開発、試験プロトコルの確立 |
| ② | 高圧水素環境下材料特性評価委員会の組織、評価項目の決定、取得データの評価 |
| ③ | 高圧水素ガス環境下のSSRT特性の温度依存性評価 |
| ④ | 高圧水素ガス環境下の疲労特性の温度依存性評価 |
| ⑤ | データ公開方法の検討 |

●実施体制及び負担等



●これまでの実施内容 / 研究成果

- (1) 試験機開発および試験プロトコルの確立 (実施項目①)
 既設中空試験片用評価設備 (図1) を本事業向けに整備するとともに、作業手順や昇降温時間を見直して1試験に3日要していたものを2日に短縮した。
- (2) 高圧水素環境下材料特性評価委員会 (実施項目②)
 低温領域向け材料に関するユーザー、研究者の有識者からなる委員会を組織した (委員長：土山・九州大学教授) 。事業者の評価要望が高い材料8種と、基準となる材料としてSUS316Lを評価対象材料として選定した。これらは国内市場で調達可能なものとした。
- (3) 高圧水素ガス環境下SSRT特性 (実施項目③)
 ②で選定した材料の調達を進めた。また、基準材であるSUS316Lについて、40 K～常温でSSRT試験を行った (図2)。先行研究とほぼ同じSSRT特性の温度依存性が確認された。
- (4) データ公開方法の検討 (実施項目⑤)
 競争的な水素サブライチエーン構築に向けた技術開発事業内で(一財)カーボンニュートラル燃料技術センター(JPEC)が実施している「水素社会構築に向けた鋼材研究開発」において、先行して検討が行われている。同事業にヒアリングを行い、事業間連携のひとつとして、同じ考え方に沿って定めることを決定した。



図1 中空試験片用評価設備

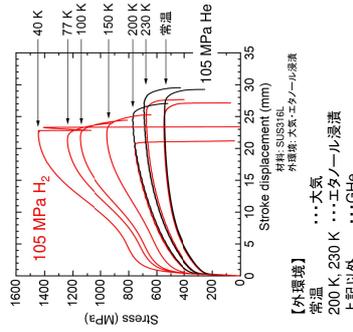


図2 SUS316LのSSRT試験結果

●研究成果まとめ

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|------|--------------------|------|
| ① | 試験設備の整備、試験プロトコルを確立 | ○ |
| ② | 委員会を組織し評価候補材料を決定 | ○ |
| ③ | 基準となるSUS316Lについて実施 | ○ |
| ④ | (2026年度以降実施予定) | |
| ⑤ | 事業間連携によって考え方を決定 | ○ |

| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
|------|------|------|-----|
| 0 | 1 | 4 | 0 |

●今後の課題

- ・増設予定設備の早期整備と、データ取得の加速化
- ・FY2026に着手する疲労試験に向けた準備と評価材料の優先度の検討

●実用化・事業化の見通し

グリーンイノベーション基金事業を始めとして、水素サブライチエーンの商用化、社会実装に向けた動きが進む中、事業者からは使用環境に応じた材料評価の希望が多々寄せられており、今後提供する材料データは機器の設計や標準化に有効に活用されると見込んでい

(V-1)「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 / 総合調査研究 / 国際水素サプライチェーンの経済性及び炭素強度の評価方法・モデルの比較分析に関する調査研究」

委託：国立大学法人東京大学

● 成果サマリ (実施期間：2024年度～2026年度終了予定)

・NEDOがOperating Agentとなって活動する国際エネルギー機関の水素技術協力プログラム (IEA H2TCP) Task 50の枠組みを活用し、調査・比較対象とするモデルを決定し、豪州、欧州、日本の7機関の11モデルとした。

・調査対象の各機関のモデルの定性・定量情報を収集し、モデル利用の目的、分析対象サプライチェーン・工程、範囲と境界、主要な指標、方法論、モデル構造等の特徴を明らかにした。

● 背景/研究内容・目的

水素サプライチェーンの経済性や炭素強度の分析・評価は、これまで日本を含め多くの国・機関で実施されてきたが、様々な不確実性 (モデルの条件設定、技術の進展、コスト見通しなど) を内在している。これらの不確実性を低減し国際水素サプライチェーンの経済性の改善・温暖化ガス排出の削減に資する経済性および炭素強度 (CI) の評価方法の検討およびモデルの国際比較を海外研究機関等と協力して行う。水素サプライチェーンの経済性及び炭素強度の評価モデルを有する海外研究機関等と協力し、文献や聞き取りによる既存データの比較をベースに開発する共通の条件を用いて検討した結果を比較することで、コストやCIの改善方策を見出し、我が国の技術開発戦略にむけて提言する。

● 研究目標

| 実施項目 | 目標 |
|--------|--|
| 調査項目 1 | 各国の水素サプライチェーンコスト・CI評価結果・モデルによる前提条件や結果のデータの収集を行うことで、既往研究の比較を行い、これらの結果に基づき、続く調査項目 2、3 で用いる標準化された前提条件を得る。 |
| 調査項目 2 | 調査項目 1 で開発した共通条件を用い、感度分析を含む各国モデルの水素サプライチェーンのコスト評価結果を比較し、主要なCI低減機会の特定を行い、提言を作成する。 |
| 調査項目 3 | 調査項目 1 で開発した共通条件を用い、感度分析を含む各国モデルの水素サプライチェーンのCI評価結果を比較し、主要なCI低減機会の特定を行い、提言を作成する。 |
| 調査項目 4 | 調査項目 2と調査項目 3の評価結果に基づき、水素サプライチェーンのコストと炭素集約度とのトレードオフを明らかにし、調査項目 2と調査項目 3で作成した政策提言を統合する。 |

● 実施体制及び分担等

| | |
|------|------|
| NEDO | 東京大学 |
|------|------|

● これまでの実施内容 / 研究成果

調査項目 1 既往水素サプライチェーンのコスト・CI評価の比較と共通前提条件の設定の第一段階から第三段階までを完了し、7機関、11モデル (Task50メンバーは9か国) のデータを収集し、共通点と相違点を比較分析した。定性的な比較結果をTask50の参加国と議論し、定量評価、共通条件を用いて比較を行う候補として、水素製造は、アルカリ及びPEM型水電解、CCS付きの天然ガス水蒸気改質、キヤリアとして液化水素、アンモニア、メタノール、有機ハイドライド、圧縮水素とし、比較の指標候補を主な前提条件 (変換効率、CAPEX、OPEX等)、均等化コスト (LCOH, LCOA) 及びその内訳、炭素集約度等とした。

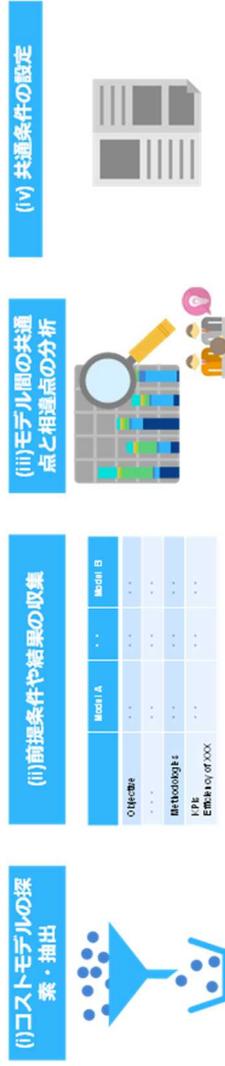


図 調査項目 1 の各段階

● 今後の課題

仕様の異なるモデルにおける共通条件の設定と結果の解釈が挙げられるが、モデルを有する機関の積極的な参加姿勢による建設的な議論によって解決可能と考えられる。

● 実用化・事業化の見通し

本事業は、水素コスト・CIモデルの比較により、コストやCIの改善方策を提言としてまとめ、水素・アンモニア等の実用化・事業化に間接的に貢献すると期待される。

| 実施項目 | 成果内容 | 自己評価 |
|-------------|------------------------------|--------------------------|
| 調査項目 1 | 水素コスト・CI 評価モデルの比較結果 (4モデル以上) | ◎ 11モデル参加、定性・定量比較を実施 |
| | 複数の研究機関等からの前提条件や評価結果の共有の賛同 | ◎ 7機関が賛同 |
| 調査項目 2 及び 3 | 調査項目 2 及び 3 で利用する共通条件 (案) | ○ 2025年4月のTask50会議で議論・設定 |
| 調査項目 2~4 | 2025年度以降実施予定 | — |

| 特許出願 | 論文発表 | 外部発表 | 受賞等 |
|------|------|------|-----|
| 0 | 0 | 0 | 0 |