

NEDO水素・アンモニア成果報告会2025

発表No.B1-1

連絡先
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)
TEL:03-6450-1045

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／ 液化水素輸送・荷役システムの国際標準化に向けたデータ取得 - 成果報告 -

2025年7月15日

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)

孝岡 祐吉

事業概要

1. 期間

開始 : 2023年7月
終了（予定） : 2026年3月

2. 最終目標

- 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外・国内航行試験を実施し、通常航行手順の最適化を図るとともに、緊急手順として設計対応している安全機器類の作動性能及び作動影響を取得し、設計方針の妥当性及び改善の有無を確認する。
- 長期航行試験後に輸送タンクを開放点検することで、内部構造の確認及び健全性の評価を行う。

IGCコード*改定のための特別要件に関するデータを取得し、IMO（国際海事機関）へ報告していくとともに、大型船設計への成果の反映を目指す。

*IGCコード：International Gas Carrier Code

3. 2024年度の成果・進捗概要

実施項目	成果のまとめ
①輸送タンクシステムの真空防熱性能の追加評価	・積付率100%での日豪航行試験を実施した。この試験での液化水素輸送タンクの換算BOR*は、0.3%/日であった。 ※出航前、帰港後の液水重量の検量値からの換算
②輸送タンク安全機構の評価	・日豪航行試験の「復路」にてGCUの長時間使用試験を実施し、問題なく使用できることを確認した。 ※GCU：Gas Combustion Unit
③貨物機器の長距離運転後健全性評価	・液化水素輸送タンクに関してタンク形状、タンク構造材及び溶接部について検査を行い、変形、亀裂などは発見されず、健全であることを確認した。 ・液化水素ポンプに関しては、船外へ取り出し、オーバーホールを実施した。部材に問題が無いことを確認し、健全であることを確認した。
④繰返し荷役試験の実施	・「熱負荷繰返し荷役試験」及び「One Arm荷役試験」を実施した。前者については、温度差200℃の繰返し荷役を数回実施し、問題無く荷役できることを確認した。後者については、「揚荷」のみの実施であったが、通常と変わらない流量及び作業時間で実施できることを確認した。「積荷」については、今年度実施予定である。

1. 事業の位置付け・必要性

● 背景及び目的

【背景】

世界初の液化水素輸送船「すいそ ふろんていあ」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、2021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 ふろんていあ」はIMOによるIGCコードの暫定勧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への報告が必要がある。

【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外国内航行試験を実施し、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。

● 必要性

我々が有する「すいそ ふろんていあ」及び「Hy touch神戸」は世界で唯一の液化水素の「輸送」、「荷役」及び「貯蔵」に関して実試験が実施可能な施設である。そのことから、液化水素サプライチェーン構築において実際の経験から機器及びシステムを最適化、効率化できる貴重な資産である。2030年以降に水素社会を迎える現在においてこれらから有効なデータを取得することは重要である。

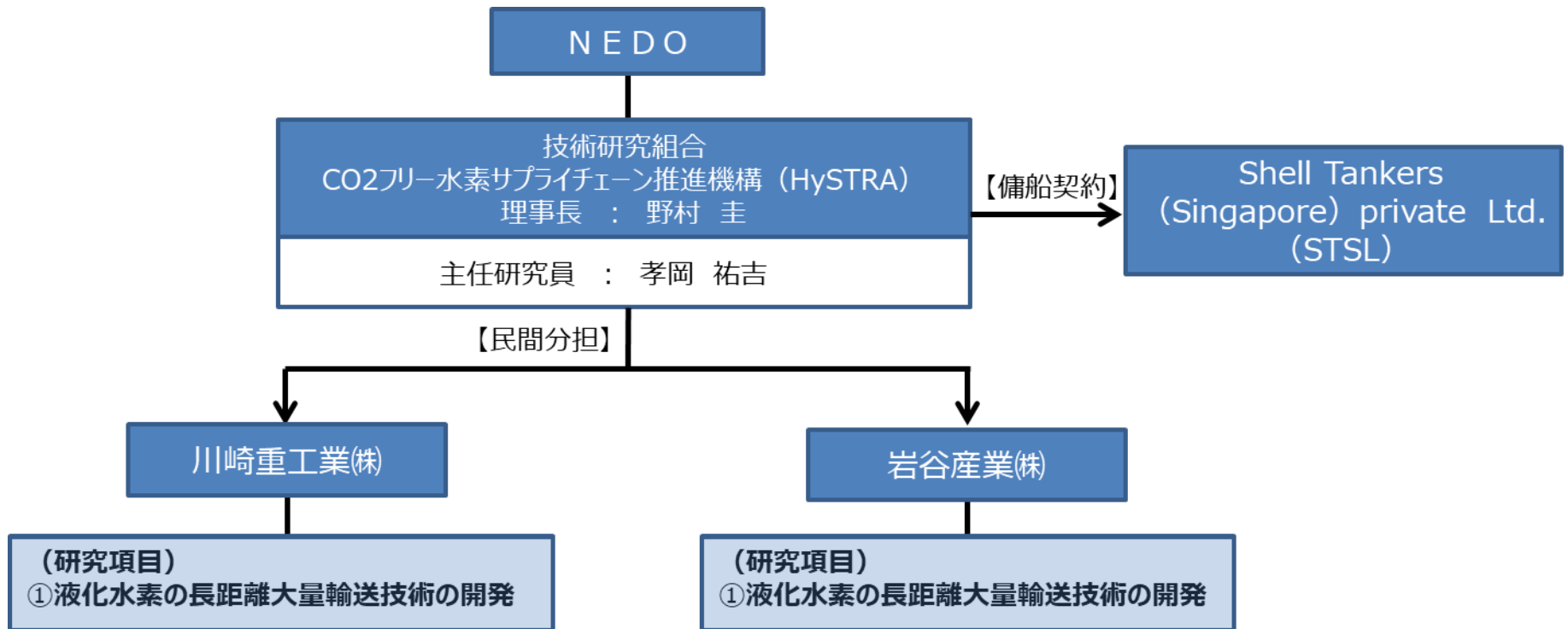
2. 研究開発マネジメントについて

【事業内容】

研究項目	研究内容	結果の活用
液化水素の長距離 大量輸送技術の開発	① 輸送タンクシステムの真空防熱性能の追加評価 ・様々な気象条件、海象条件、積荷条件下で航行試験を実施し、輸送タンク内圧の変動程度を把握する。また、2年間にわたる本実証試験の間、防熱性能が悪化しないことを確認する。	・IMOへの報告 ・大型船設計への反映
	② タンク状態制御方法の評価 ・荷役時の輸送タンク内の圧力静定条件を変え、荷役作業時間の効率化を図る。	
	③ 輸送タンク安全機構の評価 ・GCU及びベント等の安全機構を使用し、その有効性及び周辺環境へ与える影響を検証する。	
	④ 貨物機器の長距離運転後健全性評価 ・長期間極低温の液化水素及び水素ガスに触れ、大きな熱履歴を経験した機器に対して内部検査を実施し、長期運用及び熱履歴に耐えうることを確認する。	
	⑤ 繰返し荷役試験の実施 ・世界初の液化水素用ローディングアームシステム（LAS）を使用した繰返し荷役試験を施し、機器の健全性を確認する。 ・運転手順を最適化し、作業時間の効率化を図る。	
	⑥ 液化水素の普及に資する活動 ・これまで取得してきた実証成果を国内外へ向け広く発信し、液化水素の普及を行う。	・液化水素社会の啓蒙

2. 研究開発マネージメントについて

【研究開発の実施体制】



2. 研究開発マネジメントについて

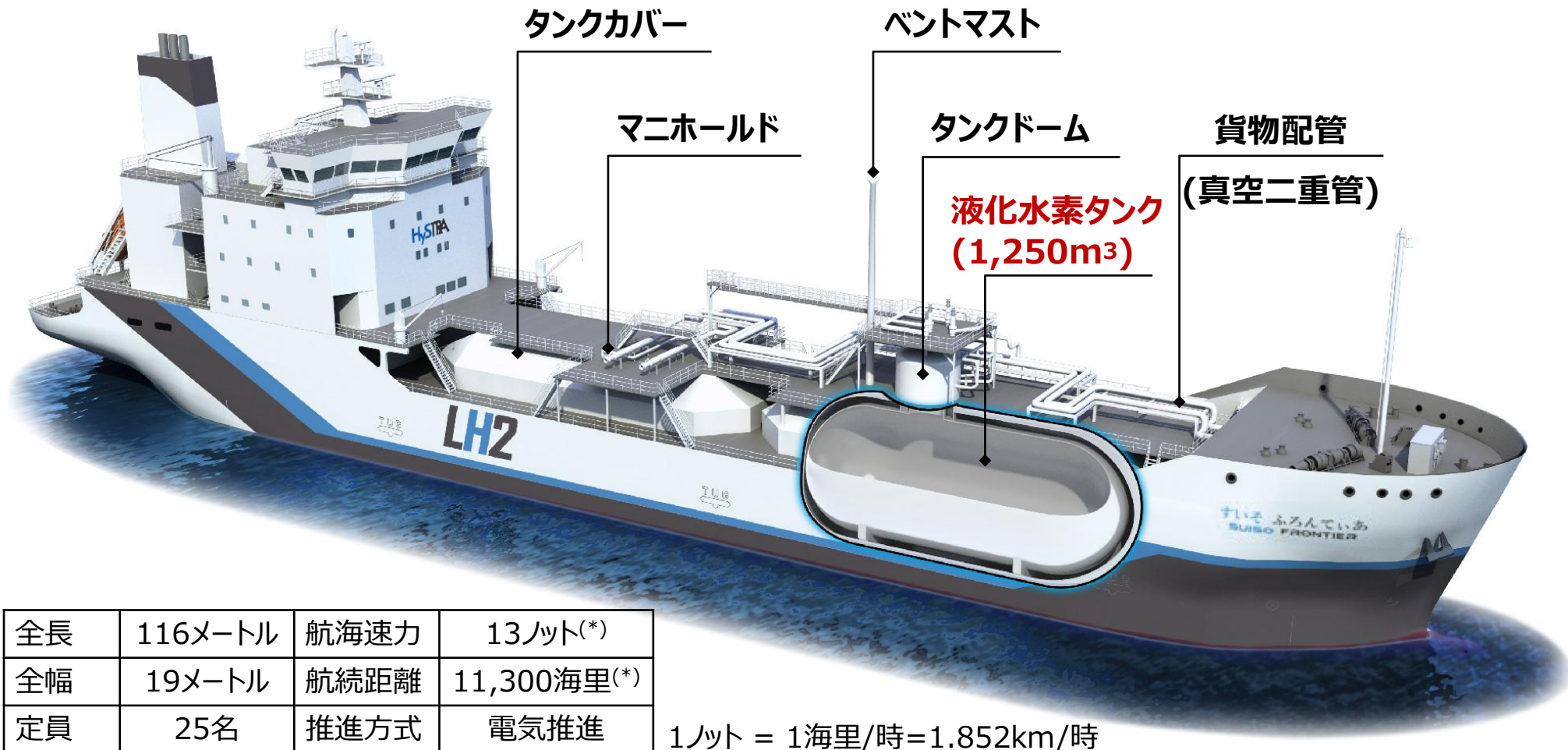
【研究開発のスケジュール】

今回のご報告範囲

大項目	中項目	2023				2024				2025			
		1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
(1) 液化水素の長距離大量輸送技術の開発	① 輸送タンクシステムの真空防熱性能の評価		航行試験 (日豪：イベント対応)		航行試験 (国内)						航行試験 (国内)		航行試験 (国内及び国外)
	② タンク状態制御方法の評価		航行試験 (日豪：イベント対応)		航行試験 (国内)						航行試験 (国内)		航行試験 (国内及び国外)
	③ 輸送タンク安全機構の評価		航行試験 (日豪：イベント対応)		航行試験 (国内)						航行試験 (国内)		航行試験 (国内及び国外)
	④ 貨物機器の長期運転後健全性評価					健全性評価 (船体中間検査含む)				メンテナンス工事			
	⑤ 繰返し荷役試験の実施		荷役試験		荷役試験						荷役試験		荷役試験
	⑥ 液化水素の普及に資する活動												

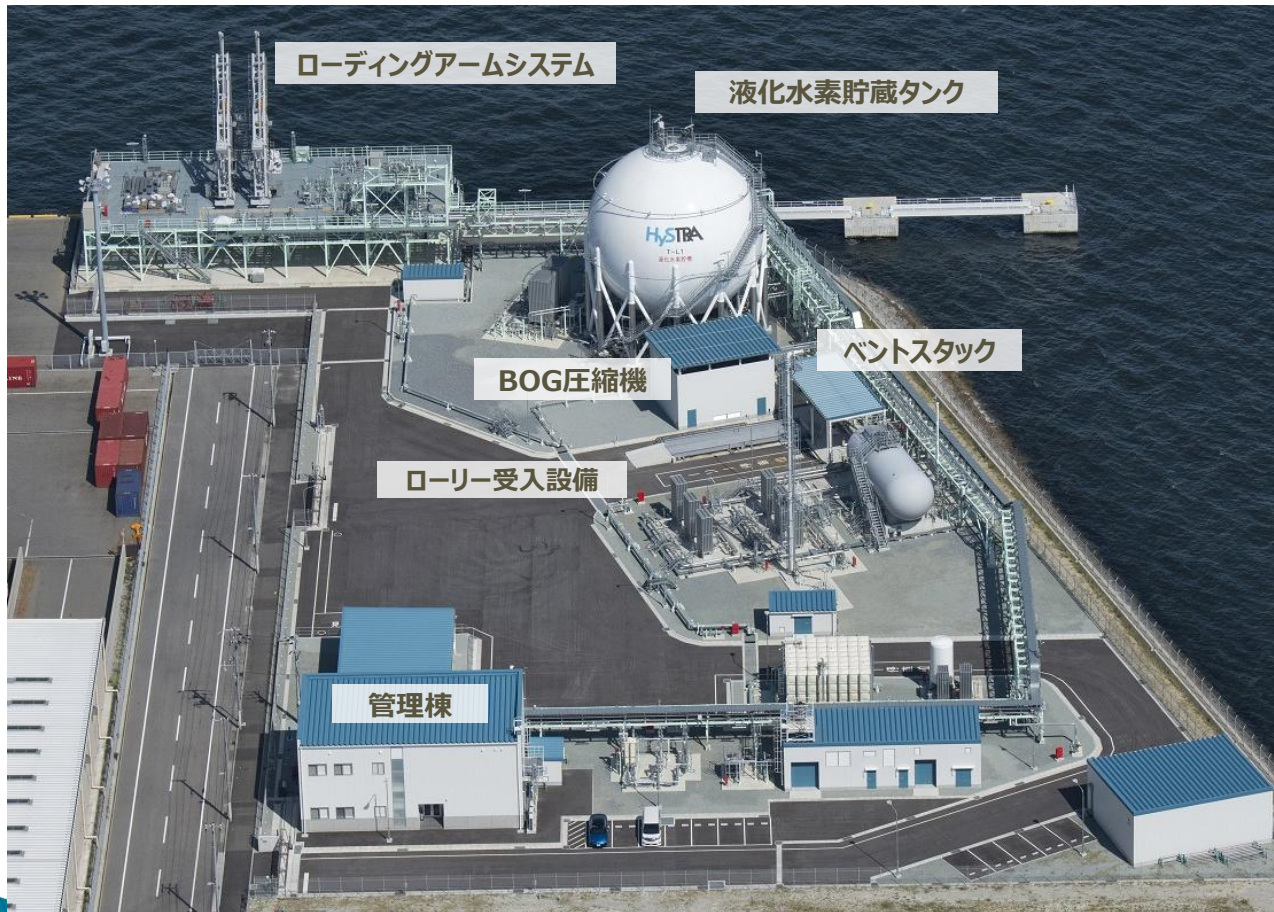
3. 研究開発成果について

【液化水素運搬船：すいそ ふろんていあ】



3. 研究開発成果について

【神戸液化水素荷役実証ターミナル：Hy touch神戸】



神戸液化水素荷役実証ターミナル（全景）



液化水素荷役基地 主要目

液化水素貯蔵タンク	2,500m ³ 直径19m 球形真空二重殻
ローディングアームシステム	口径6インチ 真空二重断熱 緊急離脱機構
BOG(※) 処理	BOG圧縮機 BOGホルダー ベントスタック
その他設備	ローリー受入設備等

(※) BOG: ボイルオフガス

3. 研究開発成果について

【航行試験】

- ①航路 : 神戸～豪州シドニー沖
(往復約17,000km)
- ②積載状態 : 満載
- ③試験内容 : a) 満載時の船の安定性の確認
b) 満載時のBORの取得
- ④試験結果 : 換算BOR = 0.3 %/day*
* 出航前、帰港後の液化水素重量の検量値からの換算

- これまでの3回の日豪往復航行で、
液化水素を搭載して計**57,000km**
(地球**1.4周分**)の外洋航行を達成した



3. 研究開発成果について

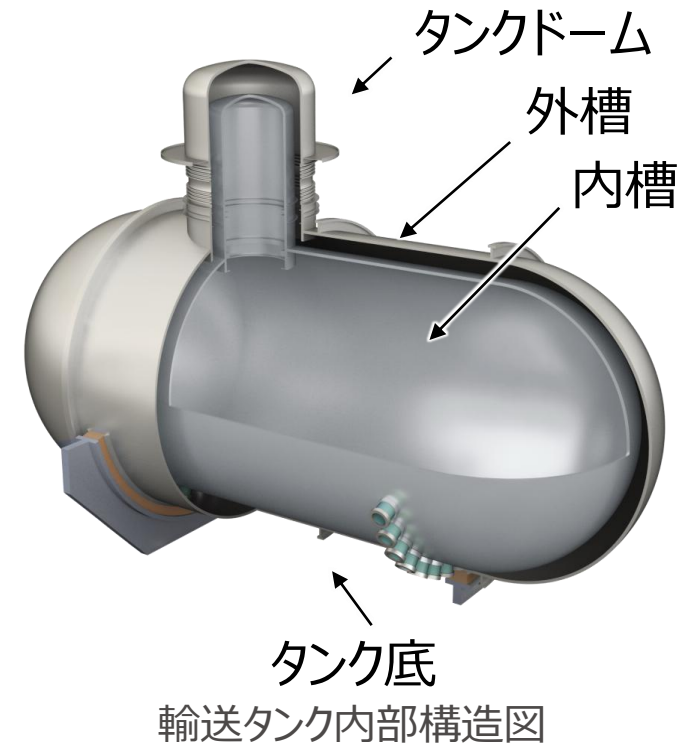
【健全性評価】

① 確認項目

- ・液化水素輸送タンク（内槽）の健全性の確認
- ・液化水素カーゴポンプの健全性の確認



タンク開放点検作業中（2024年12月）



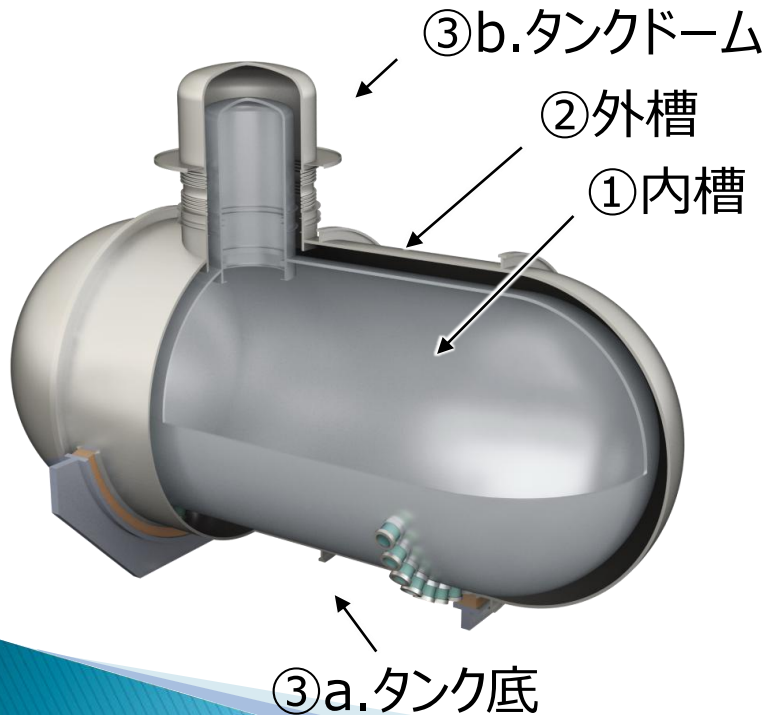
輸送タンク内部構造図

3. 研究開発成果について

【健全性評価】

➤ 液化水素輸送タンク

- ・内槽変形の有無 : レーダ計測により変形の無いことを確認した
- ・外槽外側補助防熱シートの異常の有無 : 剥がれなどの異常はないことを確認した
- ・内槽内部の応力集中箇所の亀裂の有無 : 浸透探傷試験で異常が無いことを確認した



3. 研究開発成果について

【健全性評価】

➤ 液化水素カーゴポンプ

- ・分解検査による主要部品の破損の有無 : 分解後、目視検査により変形、破損等の異常がないことを確認した。



カーゴポンプ全景
(解体前)



カーゴポンプ
インナーフレーム



カーゴポンプ
吐出マニフォールド



カーゴポンプ
インペラ浸透探傷試験時

3. 研究開発成果について

【繰返し荷役試験】

① 試験項目及び目的

- ・熱負荷繰返し荷役試験
（目的）熱サイクルによる機器の健全性の確認
- ・One arm荷役試験
（目的）緊急時及び設備合理化を想定したLAS一基での荷役作業が実施可能であることの確認

② 試験条件

- ・熱負荷繰返し荷役試験 : -253℃から、高温(-50℃以上)までの繰返し熱負荷
- ・One arm荷役試験 : LAS一基による荷役作業の実施

③ 試験結果

- ・熱負荷繰返し荷役試験
合計6回の試験を実施した。繰返し熱負荷に対する荷役機器の健全性は検証できた。
2025年度中に追加試験を実施予定。
- ・One arm荷役試験
通常時と同等の流量、時間等で荷役作業（揚荷作業）を実施できることを実証した。
なお、積荷作業については、2025年度中に実施する予定。



荷役試験実施中の状況

3.研究開発成果について

➤ 成果発表状況

		参考Fy2015～Fy2022* (2015/12～2023/7)	Fy2023	Fy2024	合計
論文発表（査読付き）		4	0	2	2
受賞実績		4	0	0	0
外部 発表	研究発表・講演	361	18	31	49
	新聞・雑誌等への 掲載	150	5	9	14
	展示会への出展	8	3	0	3

*「水素社会構築技術開発事業／大規模水素エネルギー利用技術開発／
未利用褐炭由来水素大規模海上輸送サプライチェーン構築実証事業」での実績

※2025年3月末現在

➤ 特許出願及び取得状況

		参考Fy2015～Fy2022*	Fy2023	Fy2024	合計
特許出願数 (内；国際出願)		34 (3)	0 (0)	1 (0)	1 (0)

*「水素社会構築技術開発事業／大規模水素エネルギー利用技術開発／
未利用褐炭由来水素大規模海上輸送サプライチェーン構築実証事業」での実績

※2025年3月末現在

4. 今後の見通しについて

➤ 褐炭由来CO₂フリー水素サプライチェーンの実用性・事業化の見通し

- 液化水素の長距離大量輸送技術の開発

事業化に向けて適正なタンク規模を明確にするとともに、大型タンクの開発を進める。

- 液化水素荷役技術の開発

事業化に向けてより効率的な運用方法を具体化する。

- 褐炭ガス化技術の開発

事業化に向け実証試験結果を踏まえた運用方法の検討を行い、大型化に向け検討を進める。

- 規格・基準類の整備

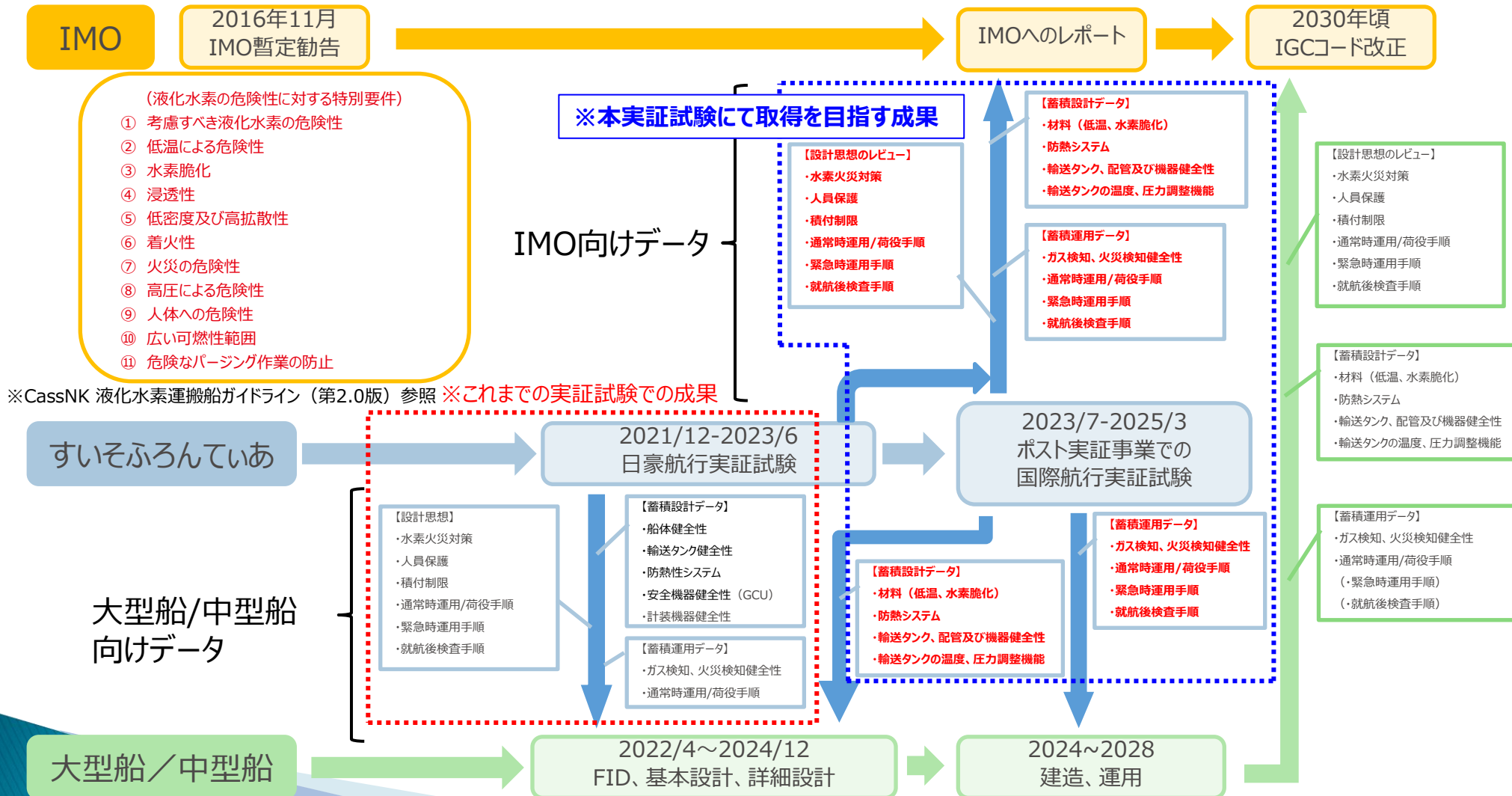
液化水素運搬船、荷役基地、ローディングアーム等の規格・基準類の整備に取り組む。

- 商用化検討の推進（今後に向けて）

発電事業者、エネルギー商社などとビジネスモデルの精緻化を図ると共に、産官連携による水素発電事業成立の環境醸成を推進する。

4. 今後の見通しについて

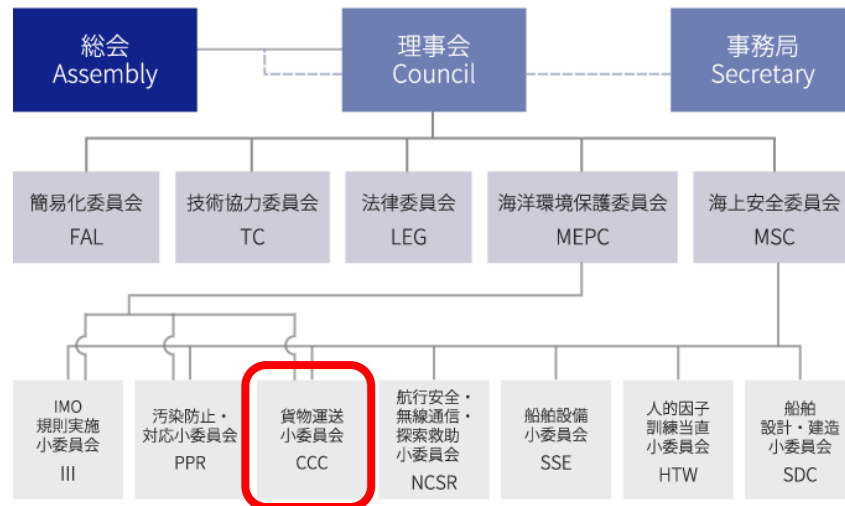
【IGCコード改定スキームと本助成事業の取得データの関係】



4. 今後の見通しについて

【IMO提出文書について】

- 提出先: 2025年9月開催予定のIMO海上安全委員会(MSC)傘下の貨物運送小委員会(CCC11)
- 議題項目: Revision of the interim recommendations for carriage of liquefied hydrogen in bulk — 「すいそふろんていあ」の暫定勧告を制定し, 次のプロジェクト船の暫定勧告について審議
- 提出文書種別: Information文書 (Summary + Background + 本文 + **Annex**)
- タイトル: **Demonstration test results of a liquefied hydrogen carrier**
- 提出履歴: 2025年6月13日:国土交通省海事局検査測度課 (提出元, 外務省審議を経て, 2025年7月4日に正式提出)



IMO組織図 (日本海事協会HPより引用)

(https://www.classnk.or.jp/hp/ja/info_service/imo_and_iacs/topics_imo.html)

 INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION		E
SUB-COMMITTEE ON CARRIAGE OF CARGOES AND CONTAINERS 11th session Agenda item 11		CCC 11/INF.XX XX July 2025 Original: ENGLISH Pre-session public release: ☒
REVISION OF THE INTERIM RECOMMENDATIONS FOR CARRIAGE OF LIQUEFIED HYDROGEN IN BULK Demonstration test results of a liquefied hydrogen carrier Submitted by Japan		
SUMMARY		
<i>Executive summary:</i> This document provides the information on demonstration test results of a liquefied hydrogen carrier "Suiso Frontier".		
<i>Strategic direction, if applicable:</i>		
<i>Output:</i>	2.25	
<i>Action to be taken:</i>	Paragraph 7	
<i>Related documents:</i>	Resolution MSC.420(97)	

提出文書表紙 (Summary 部分)

4. 今後の見通しについて

【IMO提出文書について】—ANNEXの構成と概要

- タイトル: **Demonstration test results of a liquefied hydrogen carrier**
 - 構成
1. **Introduction**
 2. **Liquefied Hydrogen Carrier** — Projectと「すいそふろんていあ」の概要
 3. **Operation record** — ガステストを含む2024年5月までの実証試験記録と主要な成果の記述
 4. **Follow-up on the interim recommendations** — 暫定勧告の主要な要件 (Low temperature/Hydrogen embrittlement/Insulation system/Integrity of CCS, piping, cargo equipment)/CCS temperature and pressure control/Integrity of gas detection and fire detection systems/Measure against hydrogen fire/ Personal protection/Emergency procedure/Inspection after voyage)に対するinsightを記述
 5. **Conclusions** — まとめ, 得られた重要な知見を記述
 - 多層真空断熱システムの有効性を実証
 - LH2積載時のFilling limit (充填率) の引き上げが可能
- Reference

ご清聴ありがとうございました

クリーンで持続可能なエネルギーを開拓する

The logo for HySTRA, featuring the word "Hy" in blue and "STRA" in dark grey, with a stylized "y" and "S" that overlap.