

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026
プログラムNo. 602-3-06

液化水素の高効率・海上大量輸送技術の開発

大規模水素サプライチェーンの構築に係る技術開発
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

発表：2026年7月23日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

寺本 武司

川崎重工業（株）

<https://www.khi.co.jp>

事業概要

1. 期間

開始

: 2023年7月28日

終了

: 2028年3月31日 (2025年にステージゲート(SG)通過済み)

2. 最終目標

容積効率及び防熱性能を向上させた貨物格納設備(Cargo Containment System :CCS)を開発し、水素の輸送コストの低減を目指す

3. 成果・進捗概要

容積効率を向上させるCCS構造の立案及び構造解析を実施し、成立性を確認（継続中）

新材料について極低温での物性を取得

防熱システムに使用する材料の物性試験を実施（継続中）

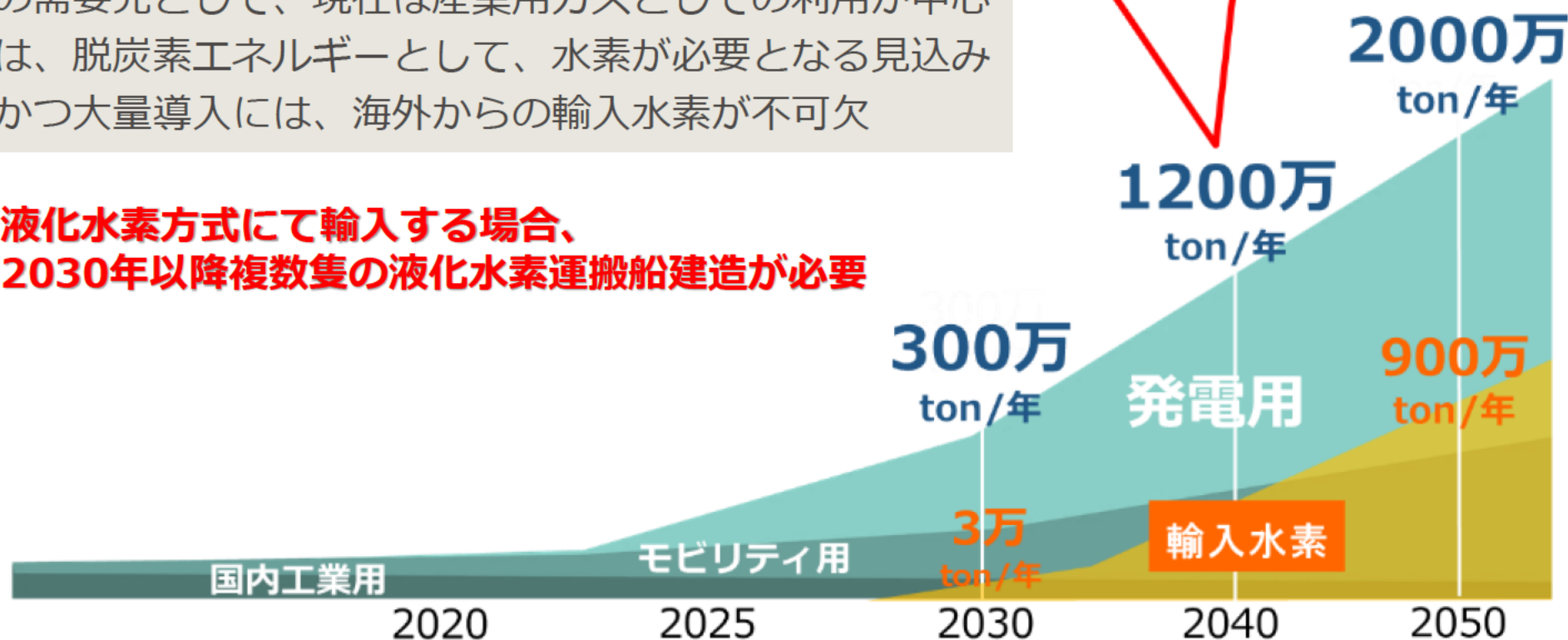
1. 事業の位置付け・必要性

事業の背景：国内への水素エネルギー導入予定量の増大

- 水素の需要先として、現在は産業用ガスとしての利用が中心
- 今後は、脱炭素エネルギーとして、水素が必要となる見込み
- 安価かつ大量導入には、海外からの輸入水素が不可欠

➡ 液化水素方式にて輸入する場合、
2030年以降複数隻の液化水素運搬船建造が必要

2023年6月「水素基本戦略」を
改訂し、2040年までの水素供給
目標を**現在の6倍となる年1200
万トン**に設定



1. 事業の位置付け・必要性

国家戦略的に韓国勢の開発が推進、より国際的な競争力を有した液化水素運搬船の開発が必要

海外メーカのAiP（基本設計承認）取得状況（当社調べ・2025/11時点）

企業		対象	サイズ	船級	取得時期
欧州	GTT	CCS	詳細不明	NK	2023/07
		液水船	150,000 m ³	BV	2024/01
	CryoVac	CCS	—	DNV	2024/12
	Ecolog・GAS and HEAT	液水船	30,000 m ³	BV	2023/07
	EDGE Navigation	液水船	20,000 m ³	DNV	2025/07
韓国	HD現代 (HD KSOE)	液水船	20,000 m ³	KR	2020/10
		液水船	80,000 m ³	DNV	2024/09
		CCS	—	LR/ABS/D NV/KR	2025/01
	サムスン重工	液水船	160,000 m ³	LR	2021/10
			20,000 m ³	ABS・KR	2022/09
			80,000 m ³	DNV	2025/09
	ハンファオーシャン	液水船	24,000 m ³	KR	2022/12
		液水船 (CB&Iと協力)	80,000 m ³	DNV	2024/09
中国	CSSC & MARIC	液水船	40,000 m ³	ABS/LR	2023/12
			20,000 m ³	ABS	2024/04
			180,000 m ³	ABS	2024/04

韓国における液化水素運搬船実証計画



韓国のパイロット実証プロジェクト“Hydro Ocean K”

- 球形Type Cタンク計3基搭載
- 2028年中に建造し、並行して運航/荷役実証を計画
- 韓国造船大手三社、船級、研究機関、部品メーカなど産学連携で韓国政府主導による「K-造船ドリームチーム」を結成し、その1プロジェクトとして推進



パイロット実証プロジェクト
“Hydro Ocean K”^{*4}

出典

^{*1}DNV awards AiP web site

^{*2}DNV awards AiP web site

^{*3}GASTECH 2024

^{*4}世界日報web記事



HD KSOEの液水船(80K)^{*1}



サムスンの液水船(80K)^{*2}



ハンファオーシャンの液水船(80K)^{*3}

2. 研究開発マネジメントについて

研究開発の課題

- 国内への水素供給量の増大達成のために、液化水素の輸送効率向上
- 液化水素運搬船の海外での研究開発が活発化することに対する国際競争力の維持・強化

課題解決の手段（本事業の目的）

下記を達成するAdvanced-CCSを開発する

- 液化水素運搬船の1航海当たりの輸送量を増加させた高性能なCCSの開発
- 将来の複数隻建造を視野に、安全性・製造性を考慮したCCSの開発

本事業の数値目標

現在の水準		目標	
2019年度～2022年度に実施した液化水素運搬船の大型化開発（球形CCS）		左記の大型液化水素運搬船の船型サイズは変更せずに以下を達成する	
タンク容積	: 160,000 m ³	タンク容積	: 200,000 m ³ (+25%増量)
ボイルオフレート	: 0.4%/day	ボイルオフレート	: 0.35%/day(+10%改善)

2. 研究開発マネジメントについて

研究開発の実施内容

a) 容積効率を向上させた大容量タンクの開発

- 耐揺動性、新防熱構造の要求を満足するタンク構造及び支持構造を確立する
- 材料特性・製造・コスト・重量・汎用性などの点から、最適な材料を選定する
- 局所的な構造不連続部への応力集中に対する緩和構造を確立する
- 入熱対策として、高断熱支持構造を確立する

b) 防熱性能を向上させた防熱構造の開発

- 大容量タンクに適した新防熱構造を確立する
- 防熱性能が優れた防熱構造に使用する防熱材料を選定する
- 真空防熱の場合は大容量真空排気手法を確立する

2. 研究開発マネジメントについて

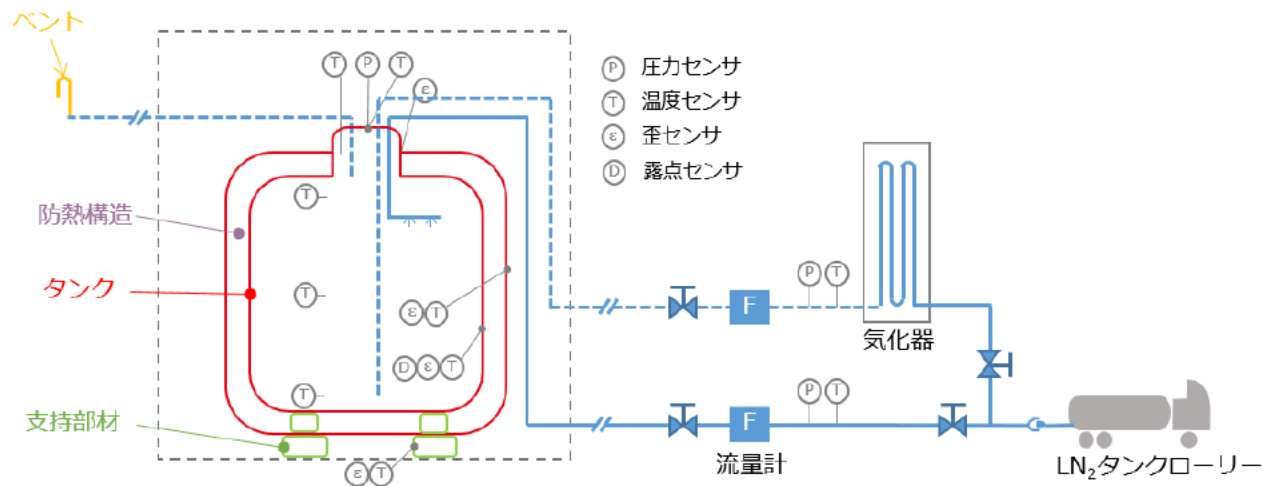
研究開発の実施内容

c) 試験用CCSの製造

- スケールモデルの試験用CCSを製造し、製造性や施工性などの製造技術を確認する

d) CCSの性能検証

- 新防熱構造強度・パージ性・防熱性能などAdvanced-CCSの性能が想定通りであるか試験用CCSに対するガス置換試験、冷却試験により確認する

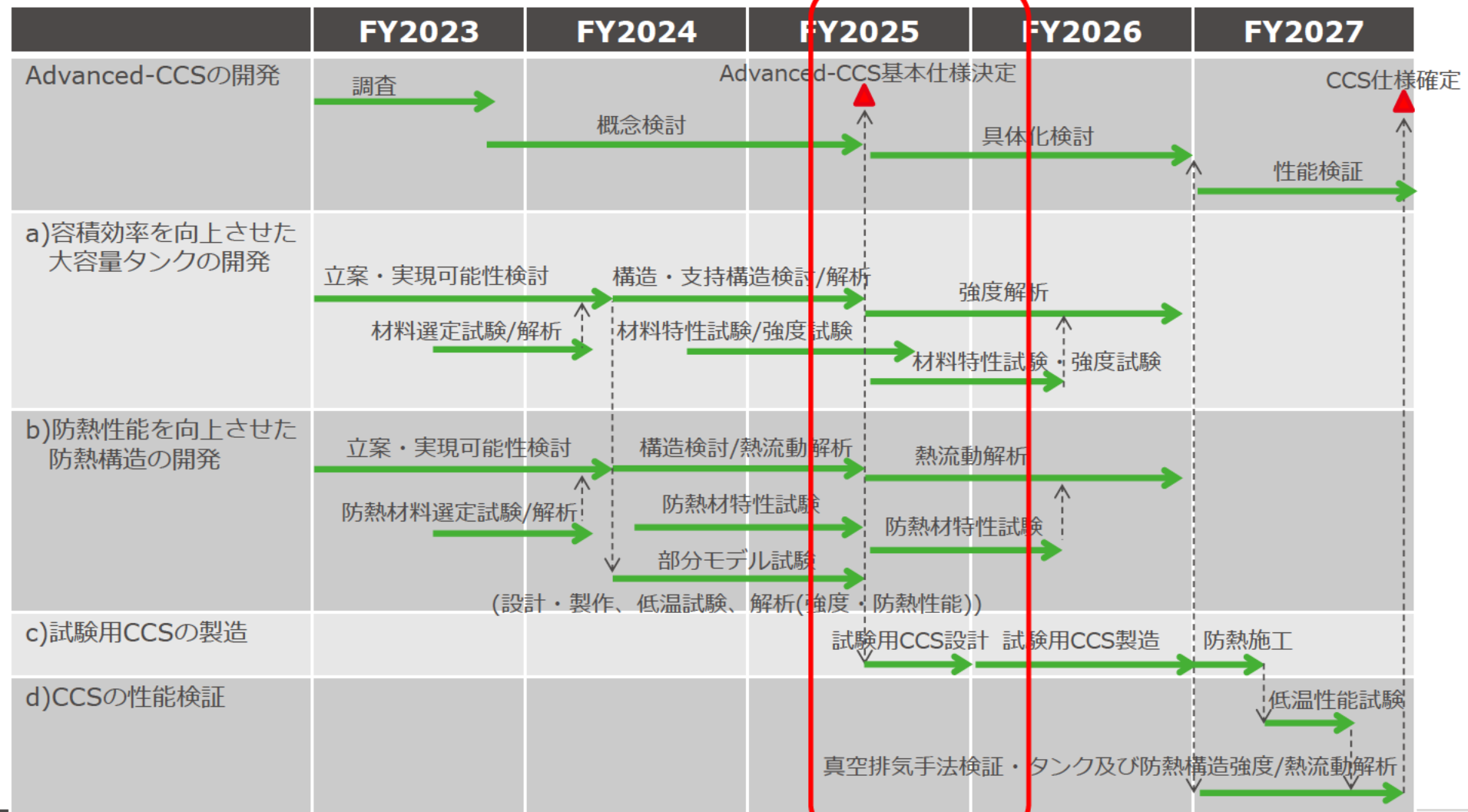


試験用CCSの低温性能試験イメージ図

2. 研究開発マネジメントについて

研究開発スケジュール

本発表の報告対象



3. 研究開発成果について –ステージゲート(SG)要件–

Advanced-CCSの基本仕様
(タンク材料・容量・設計BOR)を決定する

開発項目a)

容積効率を
向上させた
大容量タンク
の開発

SG要件(KHIにて設定)

実現性を検討した大容量タンク構造
及びタンク支持構造に対する強度解
析(船体加速度や船体の曲げ荷重に
対する影響の評価)を行い、IGC-code
などの国際規則で求められる耐揺動性
や防熱構造上必要な圧力条件下での
構造成立性を確認する

開発項目b)

防熱性能を
向上させた
防熱構造の開発

実現性を検討した新防熱構造
(タンクの防熱支持構造含む)
に対する熱流動解析を行い、
防熱性能を評価BOR:0.35%/day
の達成目途を得る

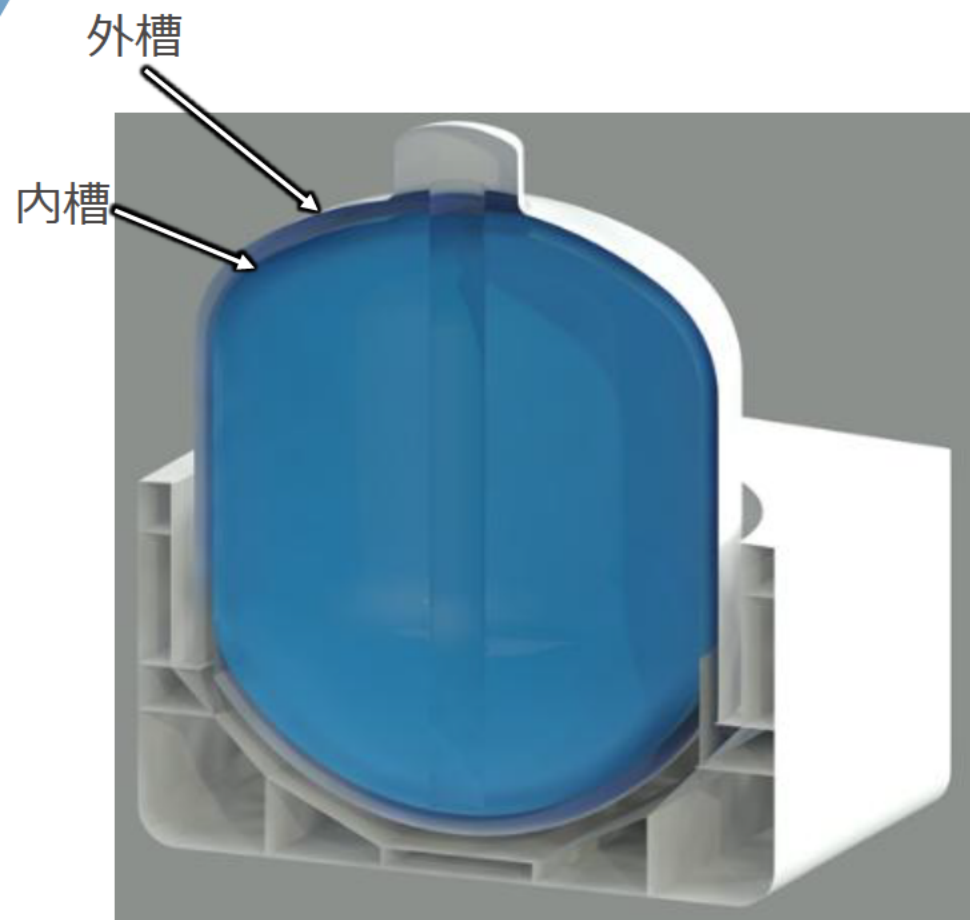
達成項目

- ◆大容量タンク構造の最適形状として、
非真球形状を選定
- ◆タンク構造材料はステンレス鋼を選定
- ◆支持構造を含めたタンク構造に対し、
国際規則要件の対揺動性や防熱構造上
の条件を加味した解析を実施し、
構造成立性を確認
- ◆タンクの製造性を検討し実現性を検証

- ◆事業目標を達成する防熱構造(材料)
として真空粉末防熱及び真空繊維防熱を選定
- ◆熱流動解析等によりBORが0.35%/day以下
であることを確認
- ◆製造性を検討し実現性を検証

3. 研究開発成果について -Advanced-CCSのコンセプト-

SG要件の検討を完了し、以下に示すAdvanced-CCSの基本仕様を決定

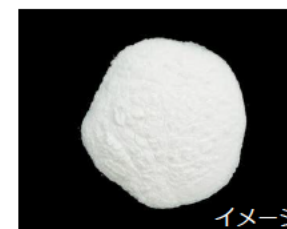
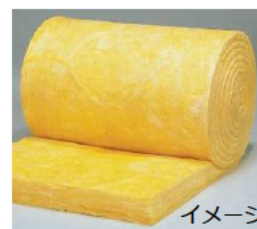


タンク幾何容積 : 50,000m³

タンク形状 : 非真球形状

タンク材質 : (内槽)ステンレス (外槽)ステンレスor通常鋼

防熱システム : 真空繊維防熱 or 真空粉体防熱



設計BOR : いずれのシステムも0.35%/day 以下

3. 研究開発成果について ー事業完了(2027年度末)までの残課題ー

更なる具体化検討や試作タンクの性能試験検証を実施し、Advanced-CCSの最終仕様を決定する

開発項目a)

容積効率を向上させた
大容量タンクの開発

- ◆局所的な構造不連続部などの強度成立性の検証
- ◆各オペレーション時に発生する熱応力についての強度解析
- ◆材料特性試験及び具体化検討を完了し、タンク構造仕様の最終化

開発項目b)

防熱性能を向上させ
た防熱構造の開発

- ◆実物大スケールの解析モデルを構築
- ◆より詳細な材料特性試験及び熱流動解析や具体化検討を完了させ、防熱構造の最終仕様を決定し、BORが0.35%/day以下となることを確認

開発項目c)

試験用CCSの製造

- ◆試験用CCSの設計・製造
- ◆製造面・防熱施工面の課題検討
- ◆CCS製造要領の確立

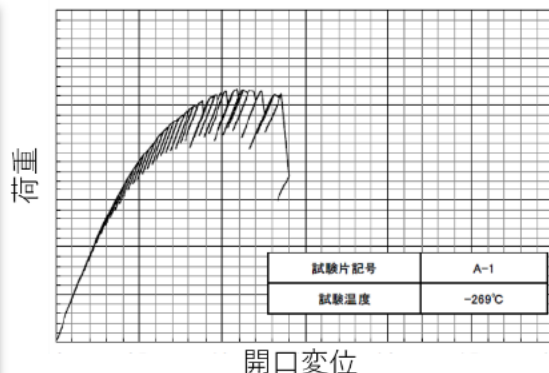
開発項目d)

CCSの性能検証

- ◆低温性能試験を実施し、タンク構造・防熱性能の評価を行う
- ◆試験結果を用いた解析精度の向上検討

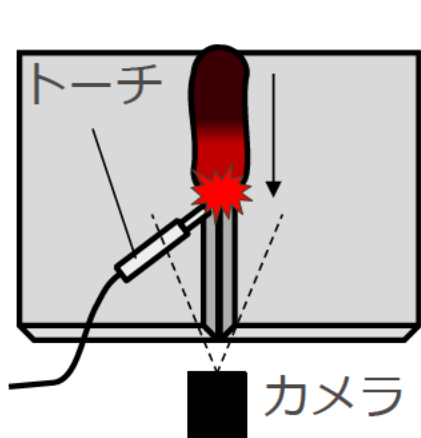
3. 研究開発成果について a)容積効率を向上させた大容量タンクの開発

溶接継手性能検証

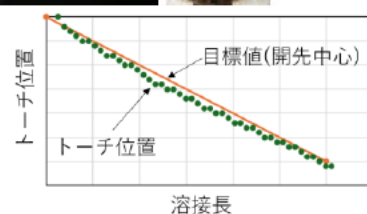


- 適用予定の溶接方法で作製した溶接継手に対し
極低温環境での破壊靱性試験を実施
⇒十分な強度があることを確認

自動溶接技術検証



溶接後



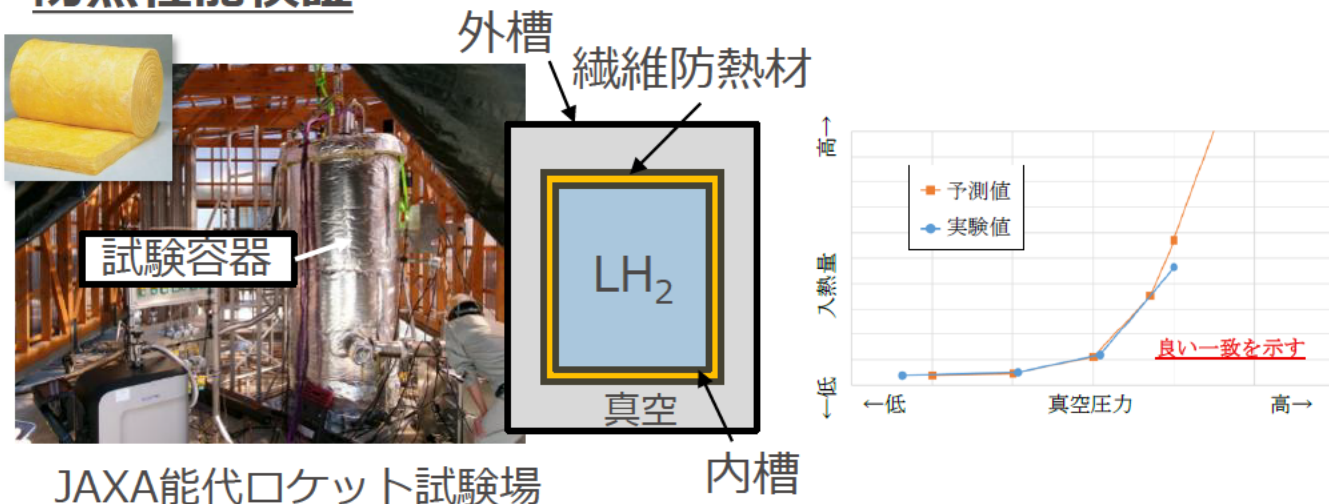
- 大型タンクを効率良く製作するために
必須となる自動溶接技術を検証
- カメラによるトーチ制御により開先位置を
トレースできることを確認した

**検証した溶接技術を試験用CCSの製造に
適用し、実地検証予定**

3. 研究開発成果について b)防熱性能を向上させた防熱構造の開発(真空繊維防熱)

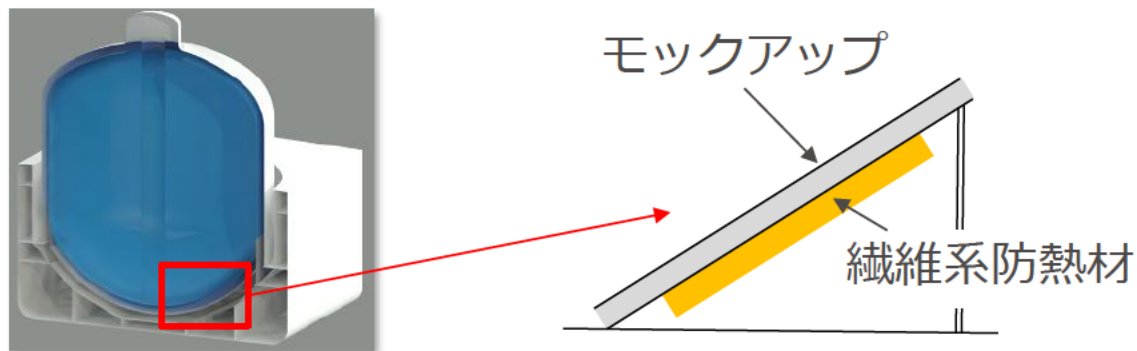
繊維系防熱材については小型モックアップにより防熱性能、施工性を検証

防熱性能検証



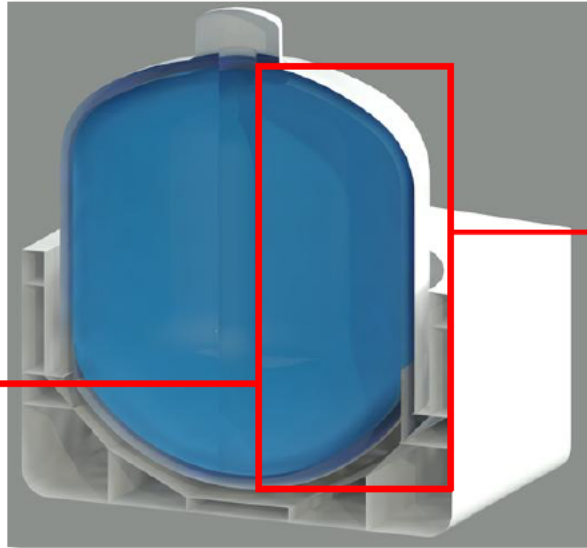
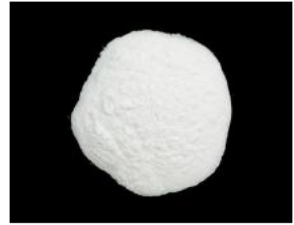
- 小型模型容器にて液体水素を用いた防熱性能確認試験を実施
- 防熱性能と真空度の関係性を確認し、実タンクの防熱設計の目途を得た

施工性検証

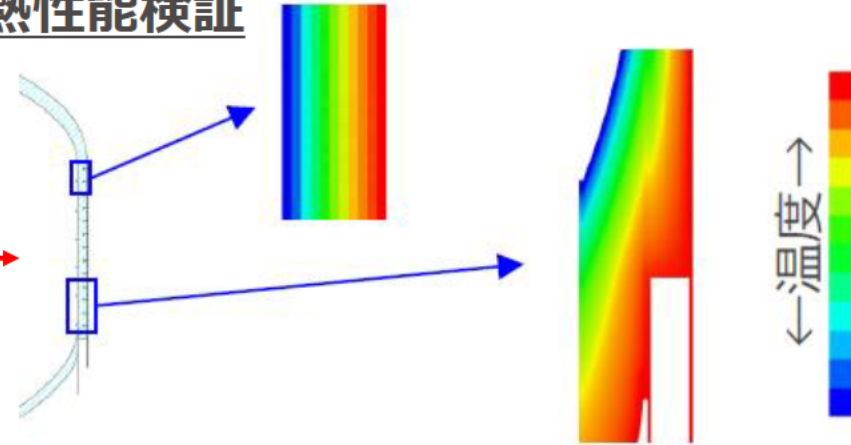


- CCSの一部を模したモックアップに対し防熱材を施工することで検証
- 施工状態を模擬した伝熱解析を実施しBOR0.35%/dayを達成可能な見込みを得た

3. 研究開発成果について b)防熱性能を向上させた防熱構造の開発(真空粉体防熱)

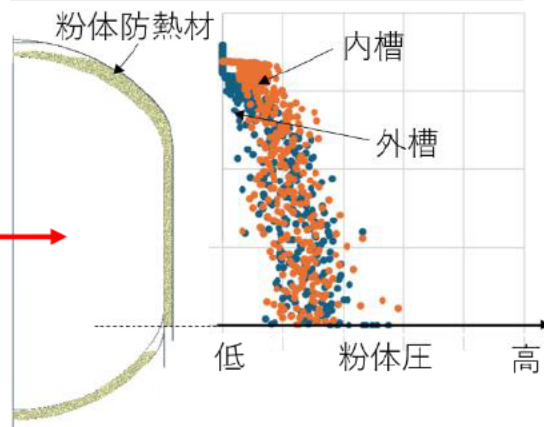


防熱性能検証



伝熱解析により入熱量を計算
BOR 0.35%/dayを達成可能な見込みを得た

粉体挙動/施工性検証



内外槽間に充填した状態で粉体防熱材から
発生する粉体圧を数値解析により確認
内槽、外槽に作用する粉体圧を予測

⇒粉体挙動にはスケール依存性があるため施工性含め
実スケールに近い試験用CCSでの検証が必要

3. 研究開発成果について c,d)試験用CCSの製造と性能検証

検証内容を元に試験用CCSの仕様と検証項目を検証し決定した

仕様

- ・サイズ：直径 約10m、高さ 約20m、容積 約1,000m³
- ・断熱システム：真空粉体防熱
- ・CCS材料 (内槽)ステンレス鋼 (外槽)炭素鋼

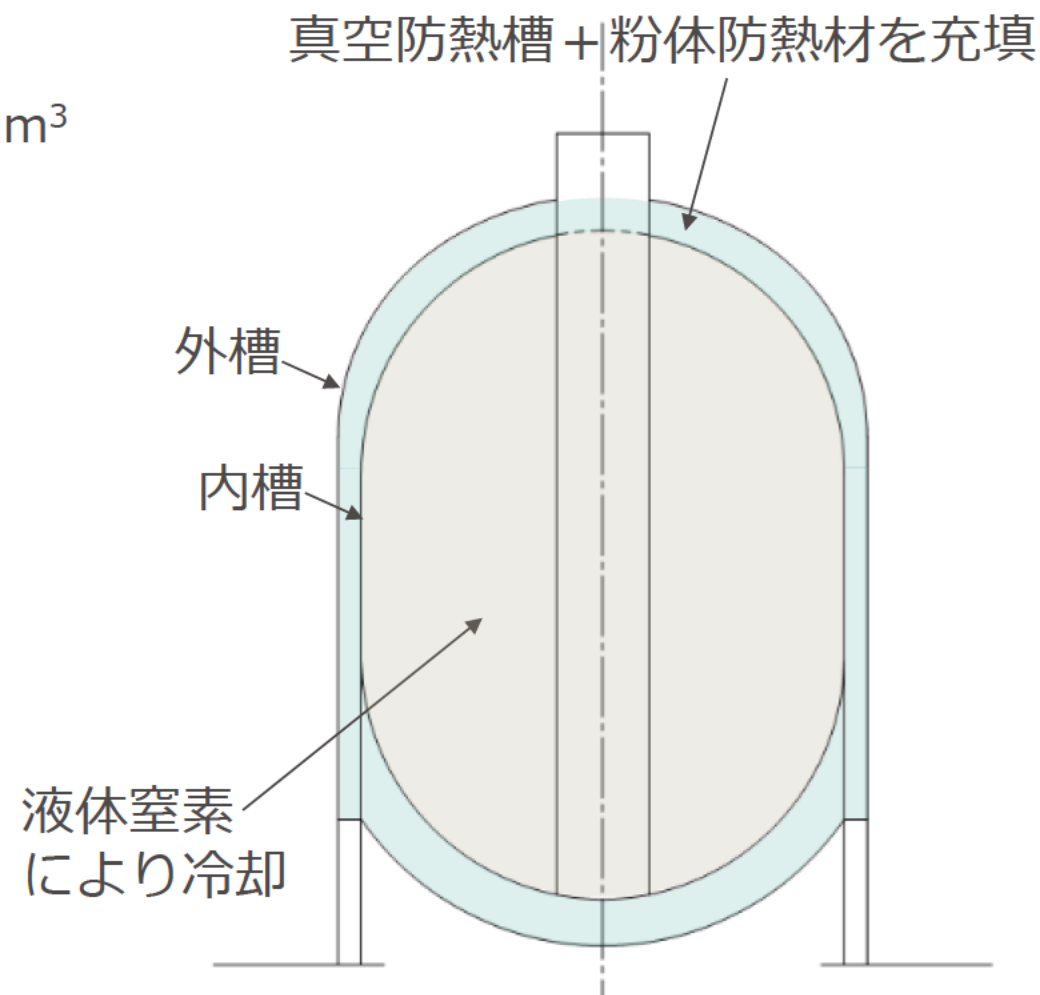
製造時の検証事項

- ・粉体防熱材の施工性検証
- ・溶接要素技術の实地検証

性能検証試験

内槽を液体窒素にて冷却し
以下の性能検証を実施予定

- ・CCSの防熱性能を確認
- ・内外槽間の粉体挙動を確認



4. 今後の見通しについて ー事業完了(2027年度末)までの残課題ー

更なる具体化検討や試作タンクの性能試験検証を実施し、Advanced-CCSの最終仕様を決定する

開発項目a)

容積効率を向上させた
大容量タンクの開発

- ◆局所的な構造不連続部などの強度成立性の検証
- ◆各オペレーション時に発生する熱応力についての強度解析
- ◆材料特性試験及び具体化検討を完了し、タンク構造仕様の最終化

開発項目b)

防熱性能を向上させ
た防熱構造の開発

- ◆実物大スケールの解析モデルを構築
- ◆より詳細な材料特性試験及び熱流動解析や具体化検討を完了させ、防熱構造の最終仕様を決定し、BORが0.35%/day以下となることを確認

開発項目c)

試験用CCSの製造

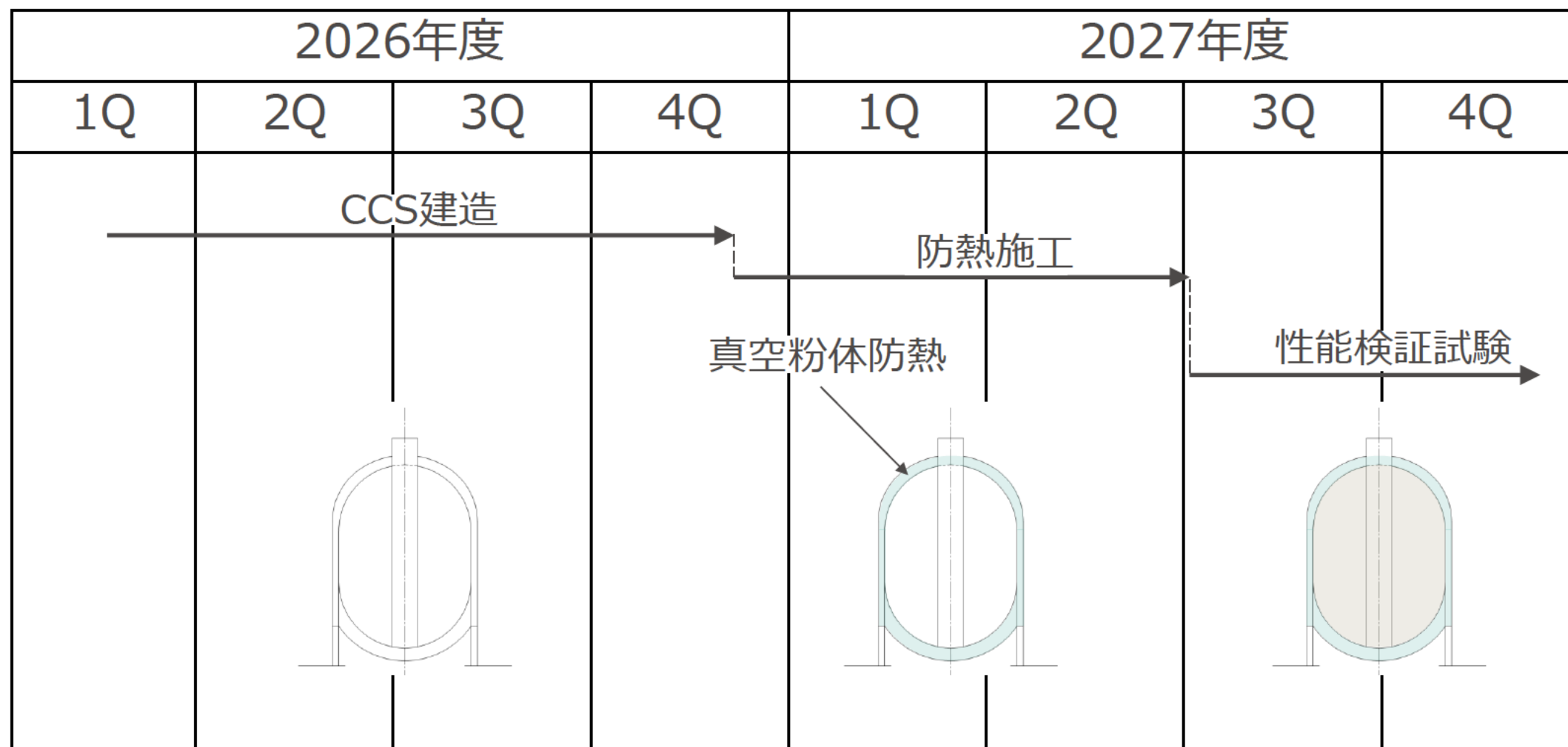
- ◆試験用CCSの設計・製造
- ◆製造面・防熱施工面の課題検討
- ◆CCS製造要領の確立

開発項目d)

CCSの性能検証

- ◆低温性能試験を実施し、タンク構造・防熱性能の評価を行う
- ◆試験結果を用いた解析精度の向上検討

4. 今後の見通しについて ー試験用CCS製造/試験スケジュールー



4. 今後の見通しについて ーその他ー

基本設計承認取得

- ◆ ClassNKとAiP（基本設計承認）取得の協議を開始
- ◆ 2026年度のAiP取得を目指す

知財活動

- ◆ 開発により得られた知見を特許出願する（海外含む/出願準備中 3 件）
2025年度は 3 件の特許を出願

本タンク搭載船の市場投入時期は2035年度以降を想定



Powering your potential