

発表No.A2-14

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  
液化水素の高効率・海上大量輸送技術の開発

下田 太一郎  
川崎重工業株式会社  
2024/7/19

連絡先：  
川崎重工業株式会社  
<https://www.khi.co.jp>

# 事業概要

---

## 1. 期間

開始 : 2023年7月28日

終了（予定） : 2026年3月31日（ステージゲート通過の場合 : 2028年3月31日）

## 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）

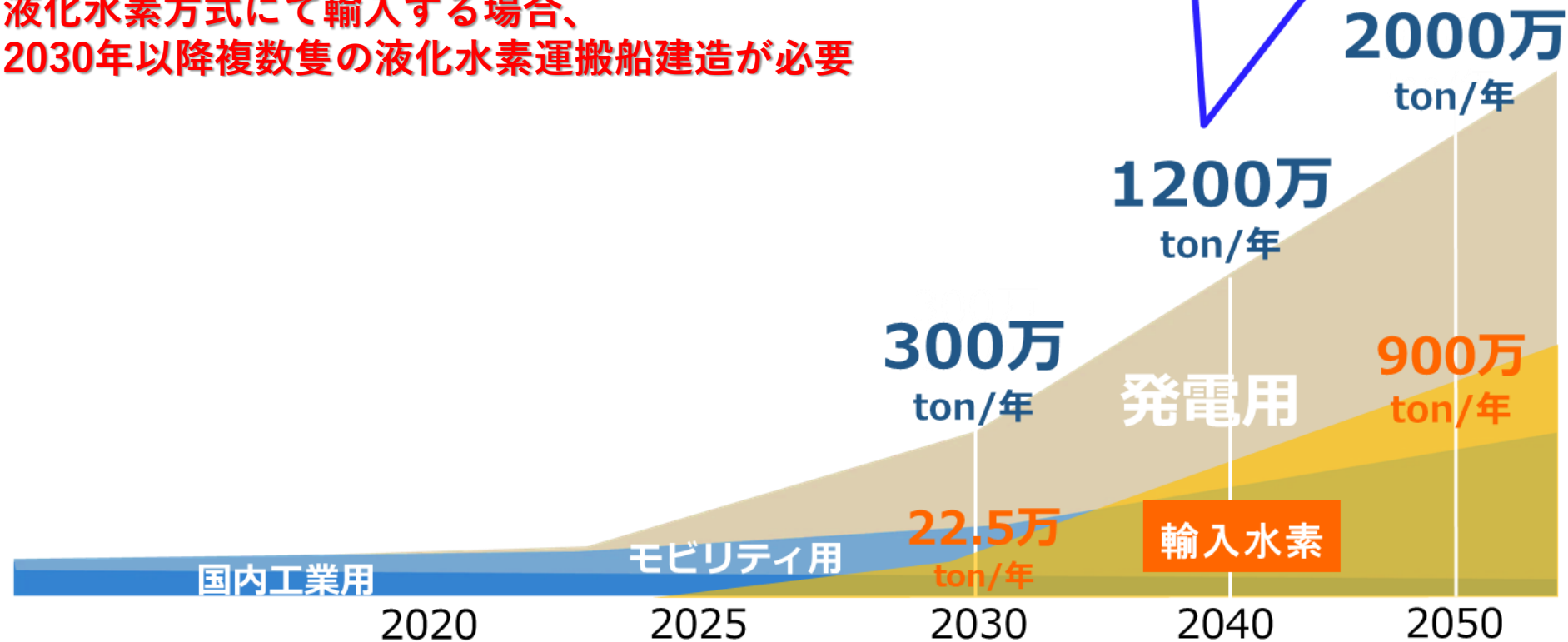
# 1. 事業の位置付け・必要性

## 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、水素が必要になってくる
- 安価かつ大量導入には、海外からの輸入水素が不可欠

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

→ 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



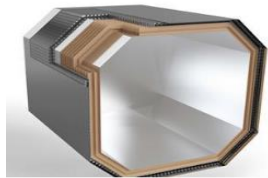
# 1. 事業の位置付け・必要性

## 事業の背景：海外でのCCS及び液化水素運搬船開発の活発化

海外メーカーのAiP（基本設計承認）取得状況（当社調べ）

		対象	サイズ	船級	取得時期
欧州	IC Technology	CCS	不明	DNV	2021/06
	GTT	CCS/液水船	不明	DNV NK	2022/07 2023/07
	C-Job Naval Architects	液水船	37,500 m <sup>3</sup>	-	AiP未取得
韓国	Lattice Technology	CCS	12,500 m <sup>3</sup>	LR	2020/08
		液水船	50,000 m <sup>3</sup>	LR	2021/10
	現代重工	液水船	20,000 m <sup>3</sup>	KR	2020/10
	サムスン重工	液水船	160,000 m <sup>3</sup>	LR	2021/10
	大宇造船	液水船	24,000 m <sup>3</sup>	KR	2022/12

**海外の活発な動きに対して、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**



ICT社のCCS



GTT社の液水船



Lattice Technology社の液水船



C-Job Naval Architects社の液水船

各社HP, プレスリリースより

## 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）

- 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 <sup>3</sup>	タンク容積	: 200,000 m <sup>3</sup> (+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

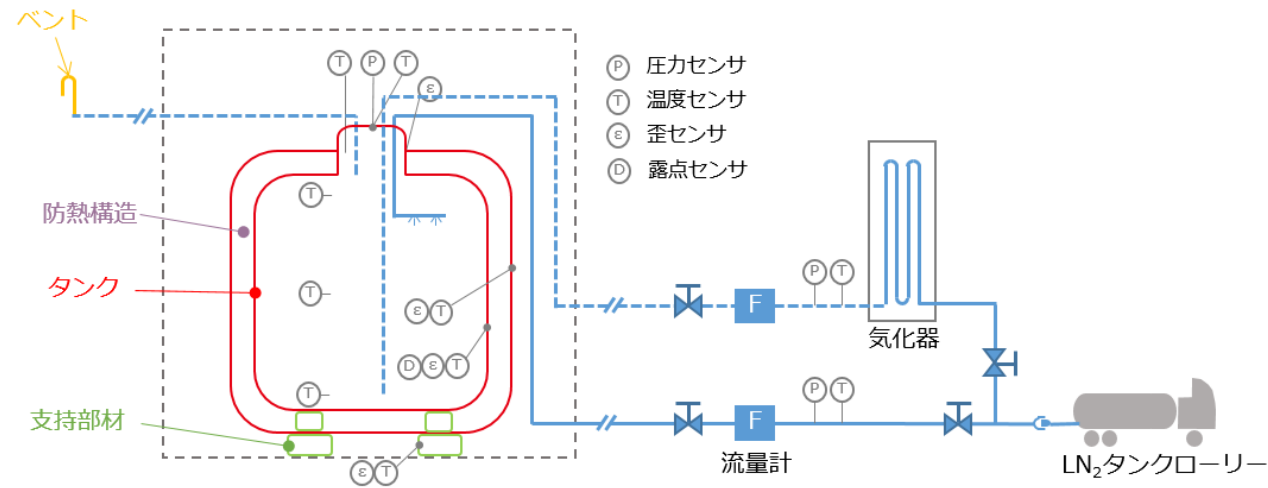
### 研究開発の実施内容

#### 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

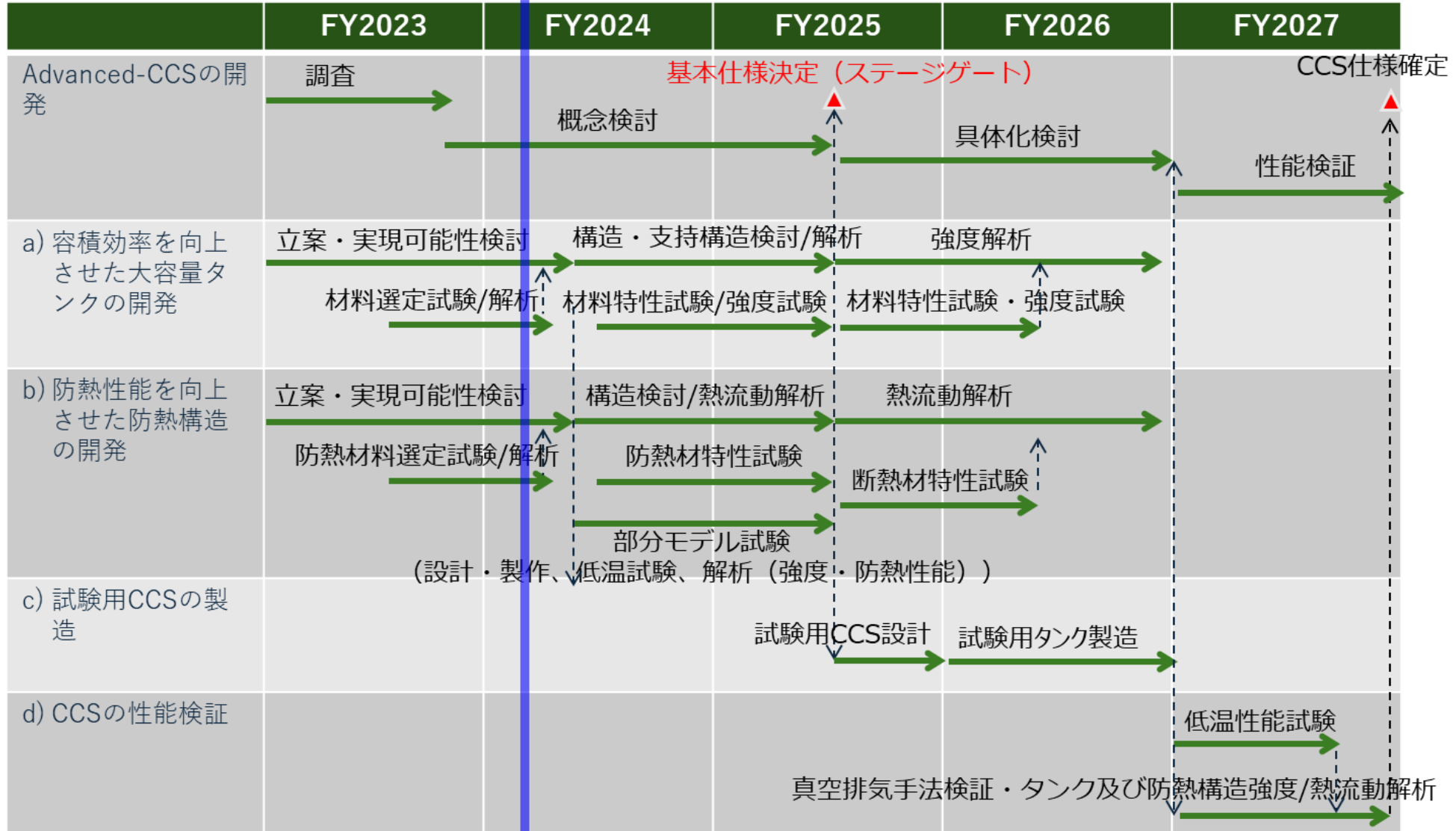


試験用CCSの低温性能試験イメージ図

## 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

現在



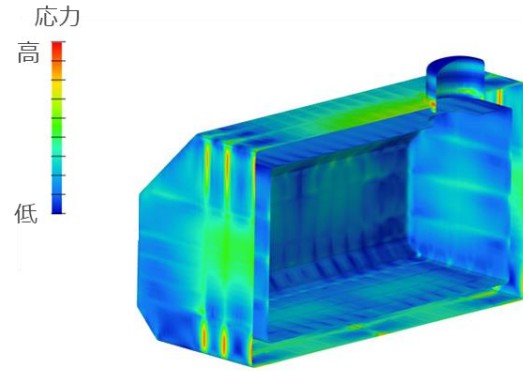
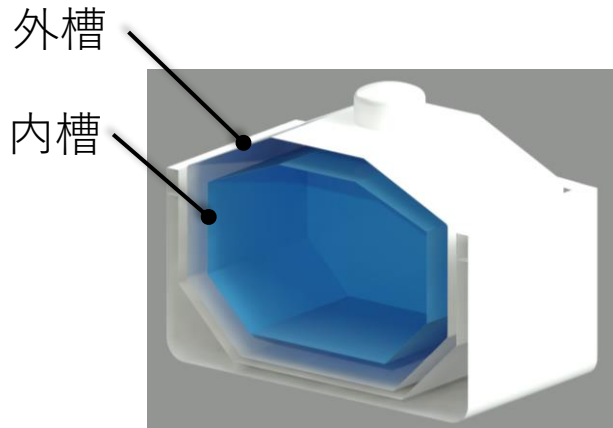


### 3. 研究開発成果について

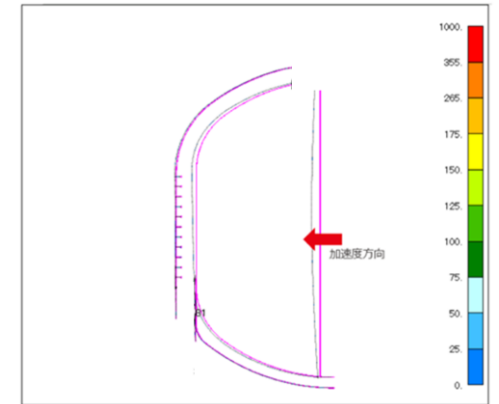
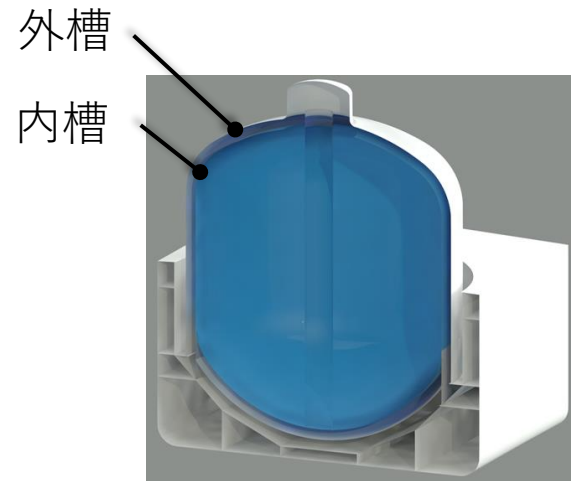
## 研究開発成果

### a)容積効率を向上させた大容量タンクの開発

◆ 容積効率を向上させたタンク構造の立案、構造解析を実施（継続中）



多面体形状



非真球形状

◆ 今後、構造強度の成立性を確認して、タンク構造仕様を決定する。

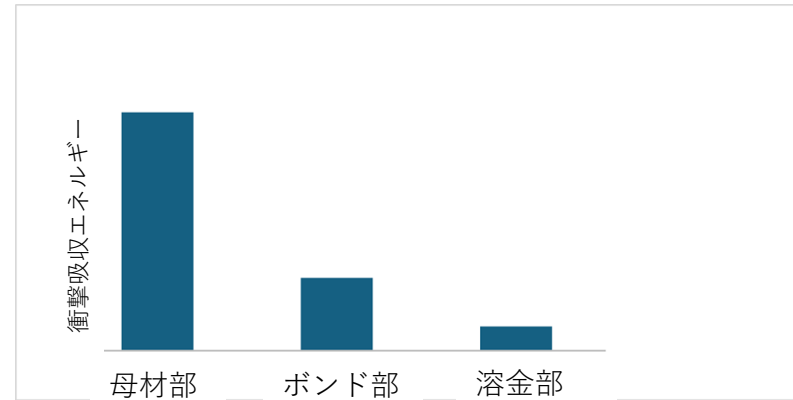
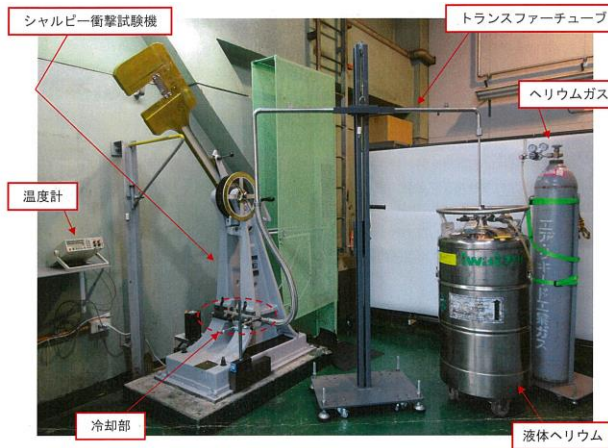
◆ 今回得た成果から特許出願を予定している

### 3. 研究開発成果について

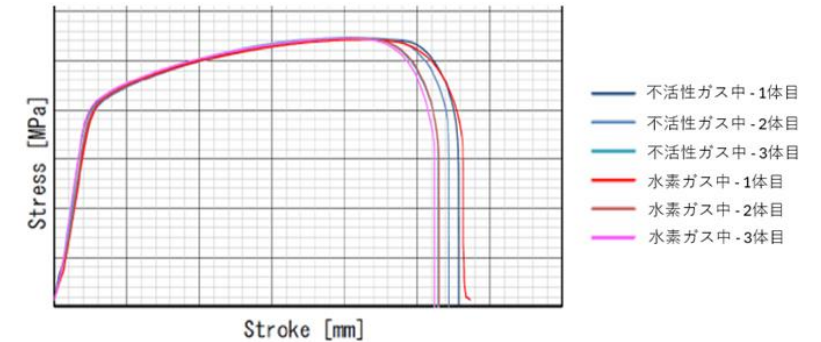
## 研究開発成果

### a)容積効率を向上させた大容量タンクの開発

- ◆線膨張率が小さく、採用できれば構造強度の面で有利となるインバー鋼について、極低温での物性を評価



インバー鋼の極低温靱性評価



インバー鋼の水素感受性試験

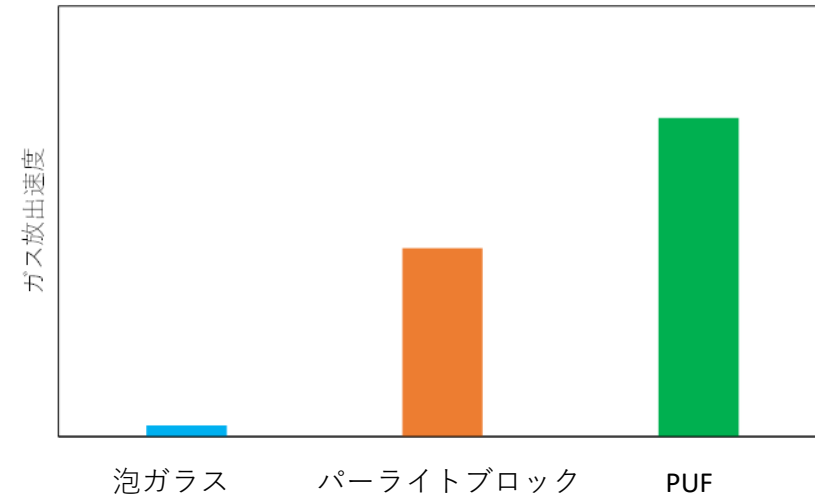
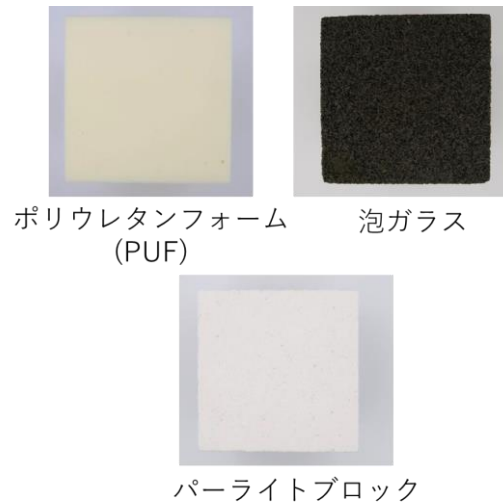
- ◆今後、製造性や調達性なども考慮して、タンク構造材料を決定する

### 3. 研究開発成果について

## 研究開発成果

### b)防熱性能を向上させた防熱構造の開発

- ◆ 真空防熱システムの採用をベースに、真空中での防熱材料の物性を評価



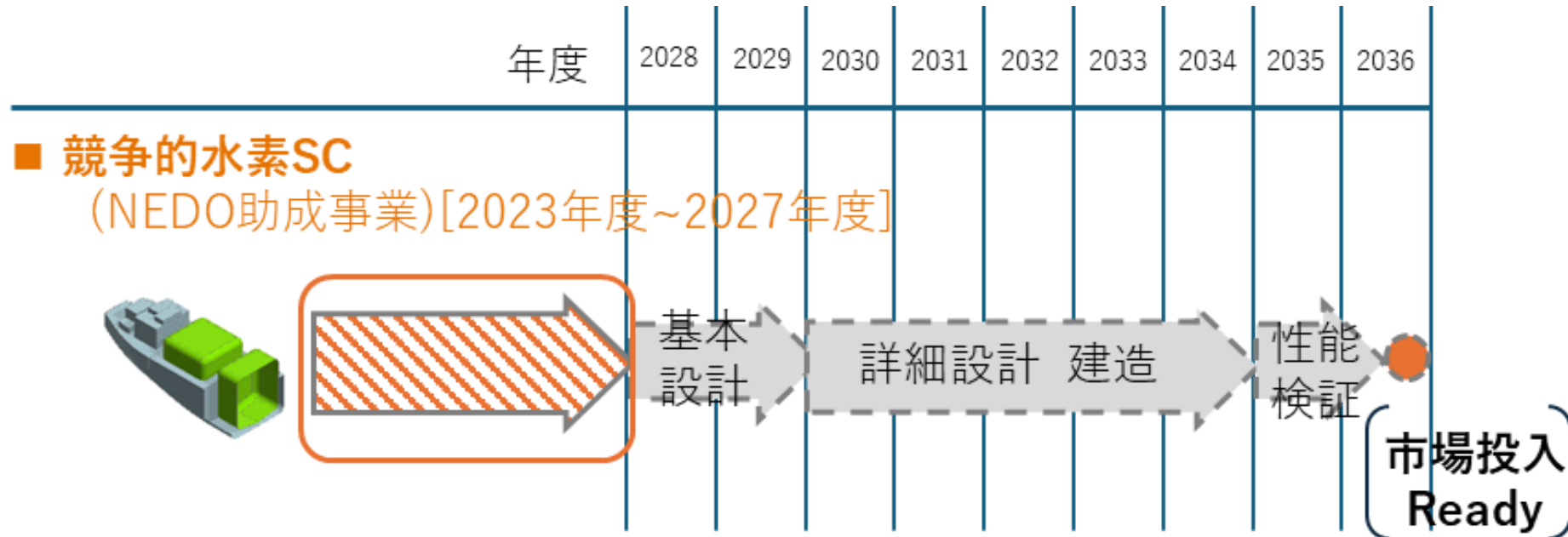
防熱材料のガス放出速度計測試験

- ◆ 今後、防熱性能を確認するための試験を行い、最適な防熱材料を選定する

## 4. 今後の見通しについて

### 実用化・事業化のイメージ

- ◆ 本事業でCCSの仕様を決定した後、船体や貨物操作システムとの統合も含めた基本設計及び建造に向けた詳細設計に取り組み、2035年以降の受注船に対し本CCSを適用する予定
- ◆ 他社との協業も視野に、建造体制を構築し、社会要請にこたえる



## 4. 今後の見通しについて

### 実用化・事業化に向けた課題

#### 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大容量構造及び支持構造の確立
- ◆ 大容量タンクに最適な材料の選定

#### b) 防熱性能を向上させた防熱構造の開発

- ◆ 大容量タンク構造に適した新防熱構造の確立

#### c) 試験用CCSの製造

- ◆ 製造性や施工性などの製造技術の確立

#### d) CCSの性能検証

- ◆ 大容量タンク及び新防熱構造強度・パーシタンス・防熱性能などCCSの性能が想定通りであるかの検証

#### e) 基本設計承認取得

- ◆ 第三者機関の承認

#### f) 知財活動

- ◆ 技術保護のための権利化

## 4. 今後の見通しについて

### 実用化・事業化の対応方針

#### a) 容積効率を向上させた大容量タンクの開発

- ◆ FEM解析を用いた強度評価を行い、大容量タンクの構造実現性を検証する
- ◆ 材料特性試験（引張試験・疲労試験・破壊靱性試験など）により材料特性を把握する

#### b) 防熱性能を向上させた防熱構造の開発

- ◆ 防熱構造に対する熱流動解析を行い、防熱性能を評価する

#### c) 試験用CCSの製造

- ◆ 6,500m<sup>3</sup>級の試験用タンクを製造して製造面の課題を抽出する

#### d) CCSの性能検証

- ◆ 試験用タンクで冷却試験などを行い性能を検証する

#### e) 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
- ◆ 2025年度のAiP取得を目指す

#### f) 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）



試験用タンクイメージ

「海上輸送大型液化水素CCSの開発」  
(2019年度～2022年度NEDO助成事業)で製作