

発表No.B2-4

**グリーンイノベーション基金事業／
大規模水素サプライチェーンの構築／
液化水素関連材料評価基盤の整備／
液化水素関連機器の研究開発を支える
材料評価基盤の整備**

発表者名	早川 正夫
団体名	国立研究開発法人物質・材料研究機構
発表日	2023年7月14日

連絡先：国立研究開発法人物質・材料研究機構
小野嘉則
ONO.Yoshinori@nims.go.jp

事業概要

1. 期間

開始 : 2021年10月
終了（予定） : 2026年 3月

2. 最終目標

液化水素関連機器の材料に関する規制見直しや技術開発力強化等に資するため、極低温水素雰囲気での材料機械特性を評価するための試験設備を整備し、その設備を用いて材料データベースを構築し、その利活用の促進を図る。

3. 成果・進捗概要

① 評価試験設備の開発

評価試験設備の仕様詳細を検討し、2023年1月末に発注を行った（2024年7月納入予定）。

② 特殊実験施設の開発

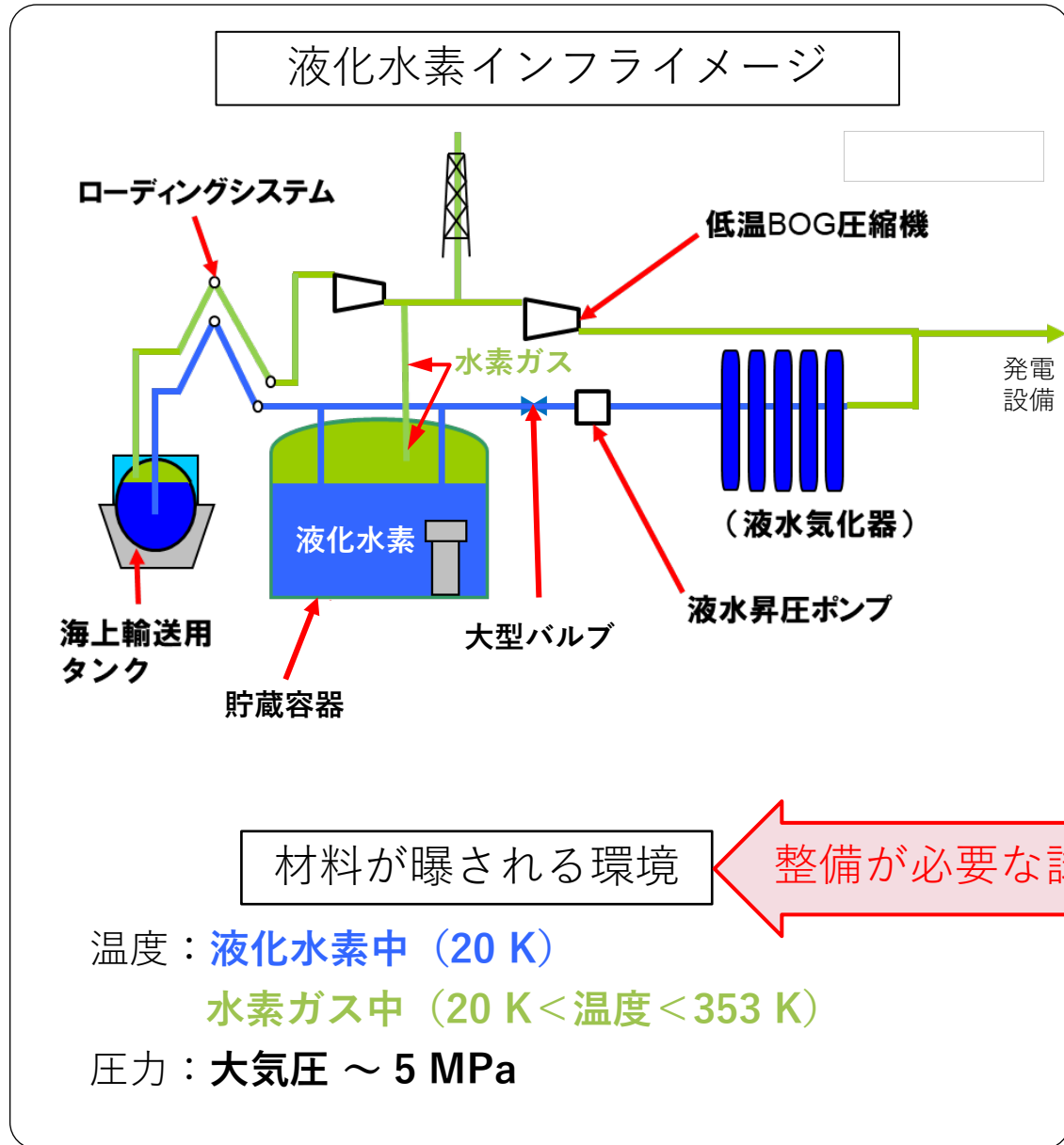
特殊実験施設の仕様詳細を検討し、2023年1月末に発注を行った（2024年3月完工予定）。

③ 材料データベース基盤の構築

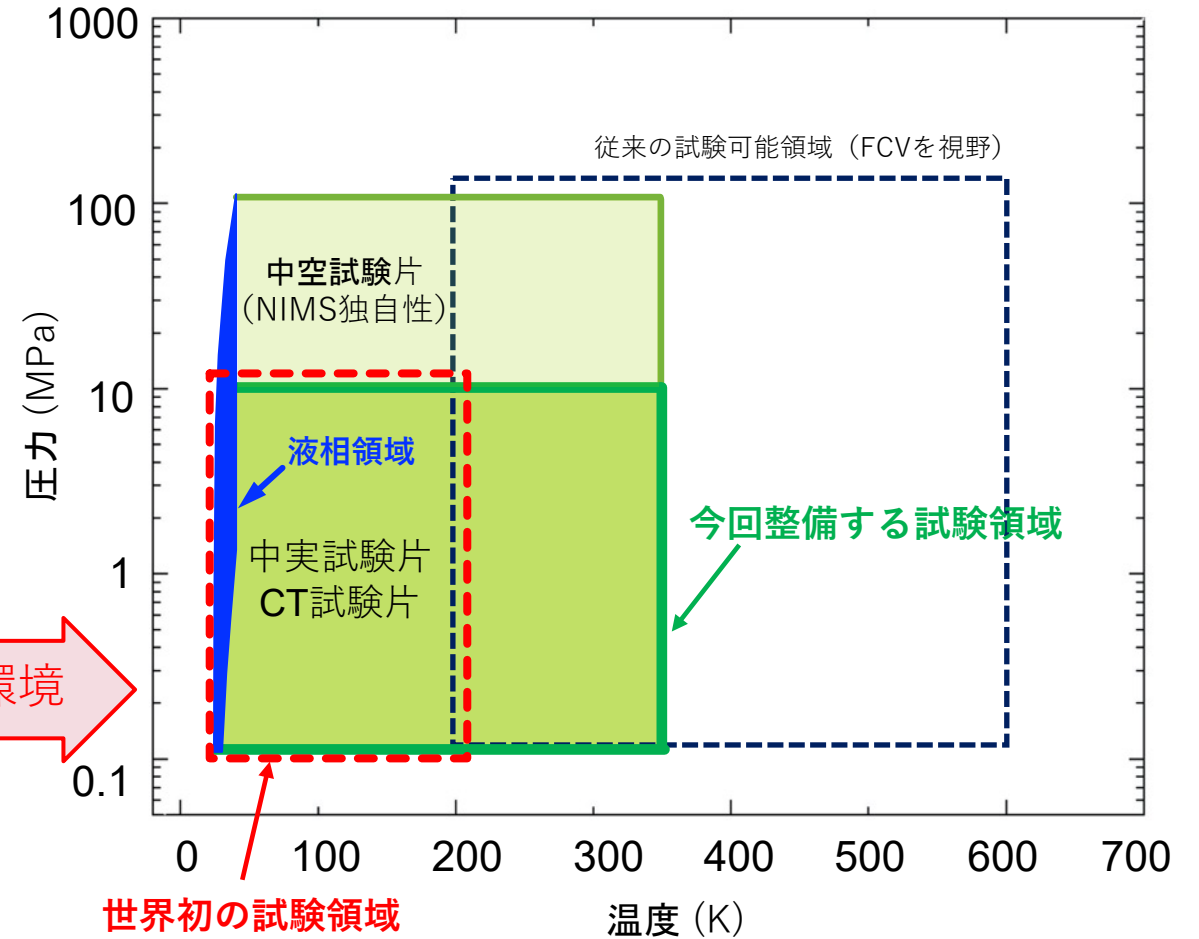
物質・材料研究機構が構築するデータベースと共通の構造を持ったデータベースを構築することが将来のデータ利活用に資すると判断し、その構築方法を検討した。

1. 事業の位置付け・必要性

－ 整備が必要な試験環境 －



国内の代表的な水素環境下試験設備の温度・圧力環境



1. 事業の位置付け・必要性 – 海外の液化水素環境下材料評価試験設備ならびに高圧極低温設備 –

国	所有組織	最大荷重	試験項目	備考
ドイツ	ET Energie Technologie	100kN	引張、破壊靱性、疲労、疲労き裂進展、圧縮、曲げ、せん断試験	受託試験を実施
	MPA Stuttgart (Materials Testing Institute University of Stuttgart)	100kN	引張、破壊靱性、疲労	(設備更新中)
米国	NASA Marshall	非公開	引張、破壊靱性、疲労	ロケット用材料実用評価。複数台所有
フランス (参考)	Air Liquide (Gas & Cryogenics AL at Sassege)	100kN	引張、破壊靱性、疲労	基本的に自社用
日本製鉄	技術開発本部 鉄鋼研究所	300kN	引張、破壊靱性、疲労	基本的に自社。受託試験も実施

国	所有組織	試験圧力	備考
ドイツ	ET Energie Technologie	1 bar (0.1 MPa) – 1050 bar (105 MPa)	高圧極低温設備 (温度と圧力の関係は不明)
米国	NASA Marshall	~ 5000psi (34 MPa)	高圧極低温設備 (非公開)
本事業	NIMS	常圧液体水素・極低温高圧水素ガス環境 (常圧 ≤ p ≤ 10 MPa, 20 K < T ≤ 193 K)	世界初 (仕様明確かつ公開)

2. 研究開発マネジメントについて – 研究開発の目標と目標設定の考え方（根拠） –

液化水素関連材料評価基盤の整備を達成するために必要な複数のKPIを設定

研究開発項目

極低温水素雰囲気下での材料評価試験設備の開発とデータベース基盤構築

研究開発内容

1 常圧極低温水素雰囲気での機械特性評価試験設備の開発

2 高圧極低温水素雰囲気での機械特性評価試験設備の開発

3 特殊実験施設の開発

4 材料データベース基盤の構築

アウトプット目標

- ・ 液化水素の製造、輸送・貯蔵、利用に関わる機器・材料の低価格化に資するため、極低温水素雰囲気での材料の機械特性等を統一的に評価する上で基盤となる設備を整備する。
- ・ 関係機関と連携して金属母材や溶接部材等の機械特性等を評価し、データの提供を行う。

KPI

常圧で、液化水素温度以上の使用温度範囲において、任意温度の水素雰囲気で、引張、破壊靱性、疲労、疲労き裂進展等の試験が可能な試験設備を開発する。

10MPaまでの高圧で、極低温から使用温度範囲において、任意温度の水素雰囲気で、引張、破壊靱性、疲労、疲労き裂進展等の試験が可能な試験設備を開発する。

試験設備に液化水素および最大10MPaの高圧水素ガスを安全かつ安定的に供給し、試験設備と周辺機器の安全な運転・管理に必要な水素対応の防爆設備を開発する。

規格化・規制見直し・新材料開発を加速するための効果的な材料データベース基盤を構築する。

KPI設定の考え方

従来は任意の極低温の水素雰囲気での機械特性評価は困難だったが、液化水素関連機器の開発と低コスト化のために低温特性・水素適合性の評価が必要（※）である。

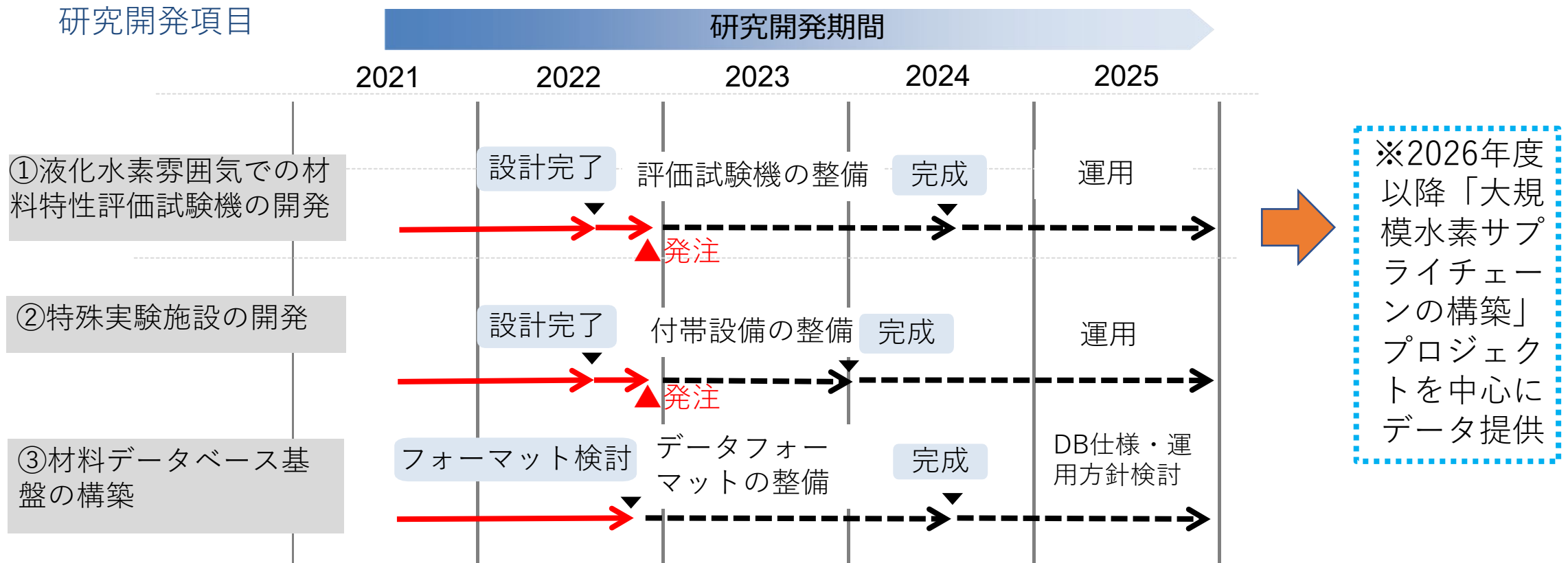
従来は極低温域で任意圧力任意温度の水素雰囲気における機械特性評価は困難だったが、液化水素関連機器の開発と低コスト化のために低温特性・水素適合性の評価が必要（※）である。

液化水素関連機器の実用上の使用環境は温度が20K以上、圧力が10MPa以下が多いと考えられ、主にこの範囲での使用を想定した評価試験を適切かつ安全に行うために必要な設備（水素対応の防爆実験棟を含む）を開発する。

規格化・規制見直し・新材料開発等は関連機器の低コスト化や国際優位性を確保するために重要な取り組み（※）であり、これを効果的に推進するために、適切な材料データベース基盤の構築が必要である。

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 –

極低温水素雰囲気下での材料評価試験設備の開発とデータベース基盤構築



2. 研究開発マネジメントについて

－ 研究開発実施体制 －

研究職員/定年制(任期制)	385 (360)
エンジニア職員/定年制(任期制)	86 (317)
事務職員/定年制(任期制)	139 (253)
職員合計	610 (930)
	1540

技術革新を生み出すための基盤研究

量子・ナノ材料 (MANA)

- ナノアーキテクトゥクス新量子材料
- ナノアーキテクトゥクス材料創製

高分子・バイオ材料

- 多階層バイオアダプティブ材料創製基盤
- 素材革命につながるソフト・ポリマー材料の基盤技術

マテリアル基盤

- マテリアル革新力強化のための先端解析計測研究
- データ駆動型マテリアル研究基盤の構築

社会課題解決のための研究開発

エネルギー・環境材料

- エネルギー変換・貯蔵材料の基盤研究

構造材料

- 脱炭素社会実現に資する極限環境構造材料の創製
- レジリエントな社会構築のための構造材料の信頼性向上

電子・光機能材料

- 持続性社会の実現に向けた機能材料の開発
- 革新的光材料創出のための基盤研究

磁性・スピントロニクス材料

- 持続可能社会のための磁性・スピントロニクス材料

技術開発・共用部門

材料データプラットフォーム

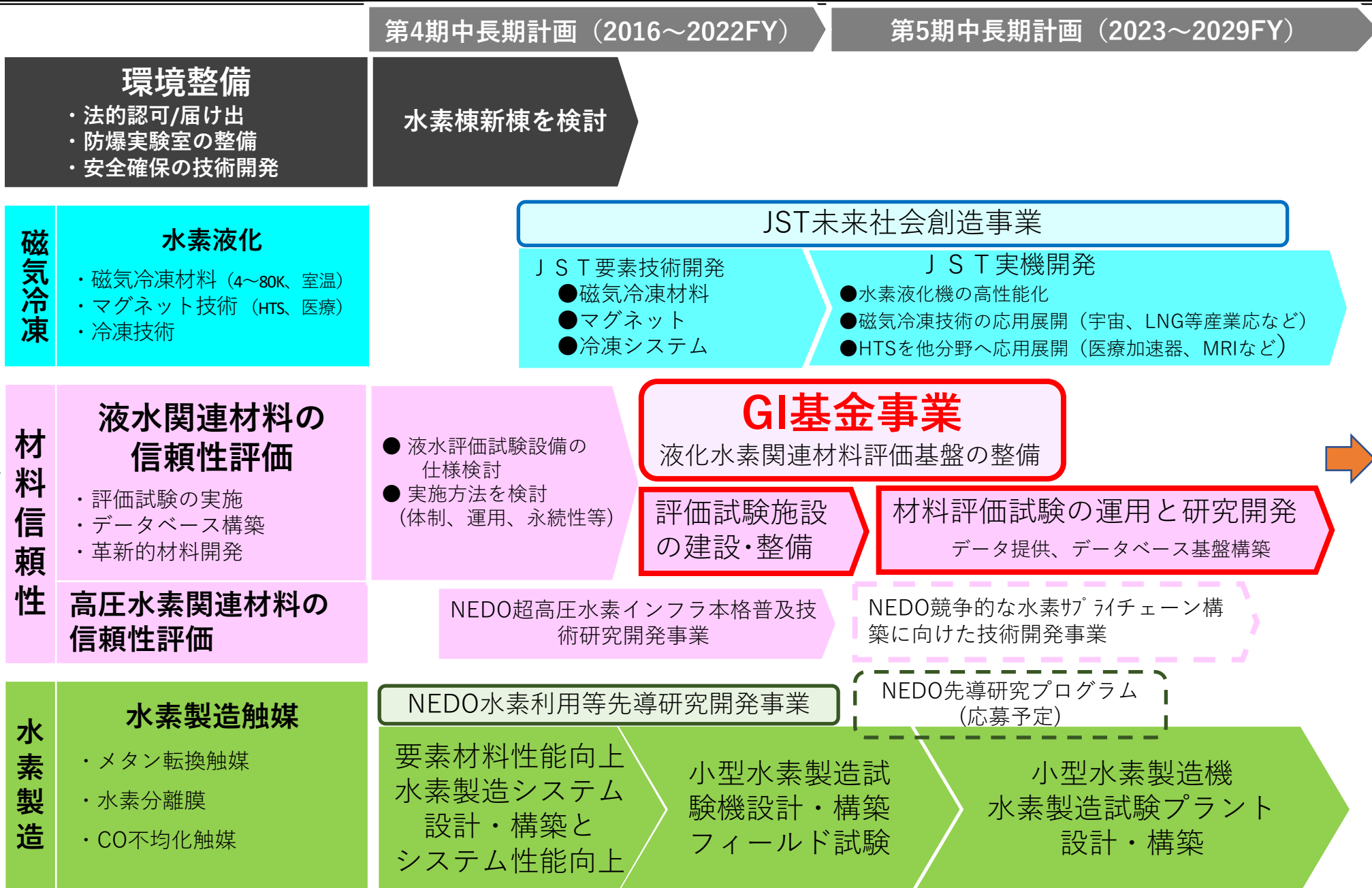
極限環境材料
データユニット
22名体制

材料創製・評価プラットフォーム

本事業参画組織

2. 研究開発マネジメントについて - NIMSにおける中核的開発課題の位置づけ -

「グリーン成長戦略」2050年カーボンニュートラル宣言 2020年
 「水素基本戦略」2017年



①液化水素サプライチェーンにおける機器類の低コスト化や安全安心の確保。国際標準化、知的財産化への展開

NIMS

液化水素関連機器の研究開発を支える材料評価基盤の整備事業

- ・ 評価設備の整備
- ・ 試験設備の運用 材料試験・評価
- ・ 材料データベース基盤の構築
- ・ 評価技術の開発、高度化、ノウハウ蓄積

提案

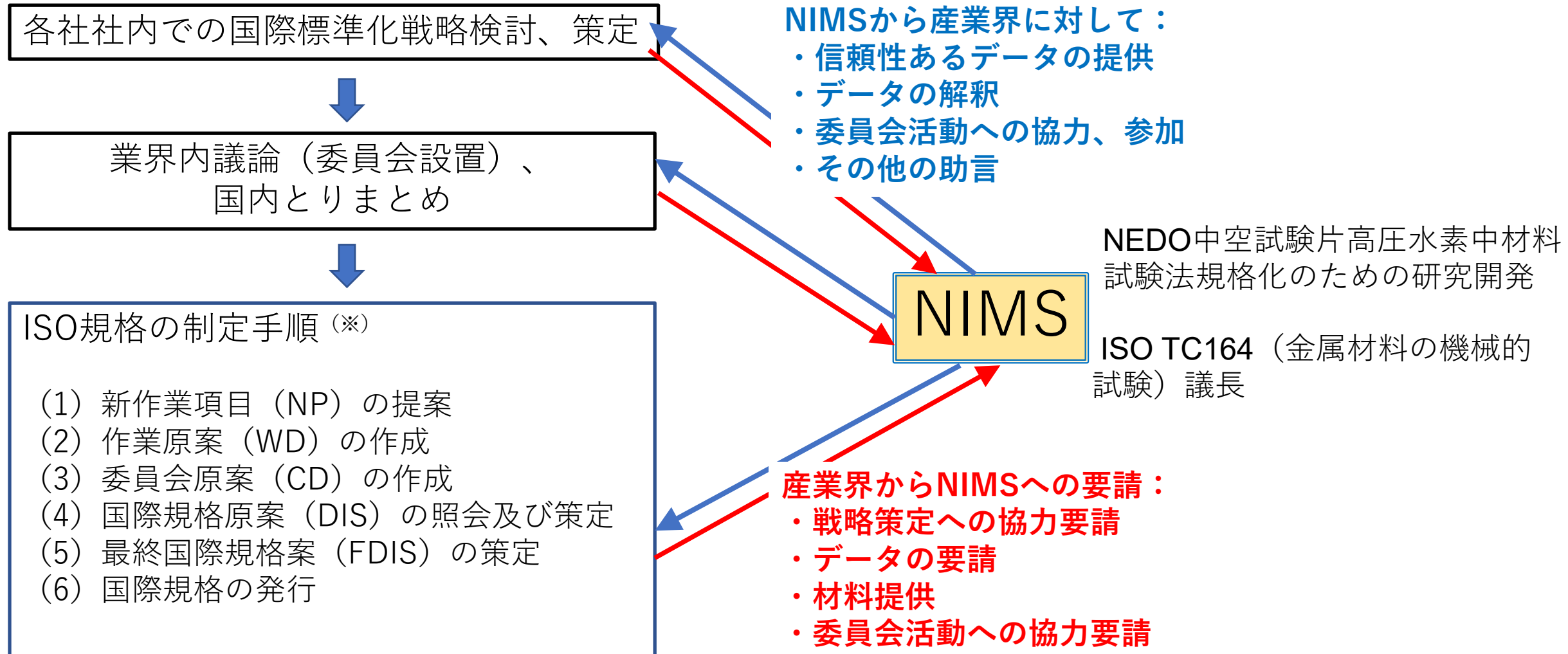
審議
助言

液化水素関連材料評価基盤整備委員会
(ステークホルダーからの意見聴取)

- (1) 評価試験設備の仕様、構成ならびに設計等に関する審議
- (2) 評価する材料と実施する試験の種類等に関する審議
- (3) データベース化のための基本構成とその運用方針に関する審議
- (4) その他評価基盤整備に向けて必要な事項に関する審議

2. 研究開発マネジメントについて – 国際標準化、知財戦略等への貢献 –

これまで公開されたデータが少ない温度、圧力領域における信頼できるデータを提供する設備を整備することにより、産業界が望む、材料・試験法の国際標準化戦略や知財戦略に資するデータを提供できる。



※ISO規格の制定手順（日本産業標準調査会JISCのサイトより）
<https://www.jisc.go.jp/international/iso-prcs.html>

3. 研究開発成果について – 評価試験設備、特殊実験施設の開発、材料データベース基盤の構築 –

① 評価試験設備の開発

1) 評価試験設備の仕様・構成の検討

本研究開発で整備する評価試験設備として、液化水素温度： $T = 20\text{ K}$ 、水素ガス温度： $20\text{ K} < T \leq 193\text{ K}$ 、圧力：常圧 $\leq p \leq 10\text{ MPa}$ の温度、圧力条件下で中実試験片、CT試験片を用いた引張試験、疲労（ひずみ／加重制御）試験、疲労き裂進展試験、破壊靱性試験などを、想定される試験対象材料測定条件を勘案し、かつ効率的にデータを取得する観点から、検討を行い、6種類の評価試験装置の仕様案を作成した。

2) 評価試験設備の設計の検討

上記評価試験設備において、冷却方式や摺動部からのガス漏洩防止等の対策を検討しつつ、基本的な設計を行った

② 特殊実験施設の開発

1) 特殊実験施設の仕様・構成の検討

評価試験設備を設置する特殊実験施設について、これら設備の運転・管理や付帯設備設置の観点等から、施設の仕様、構成を検討した。

2) 特殊実験施設の設計の検討および建設

施設建設において配慮すべき建築基準法、消防法、労働安全衛生法、高圧ガス保安法などの関連法令等を満たす観点から、基本的な設計を行った。

③ 材料データベース基盤の構築

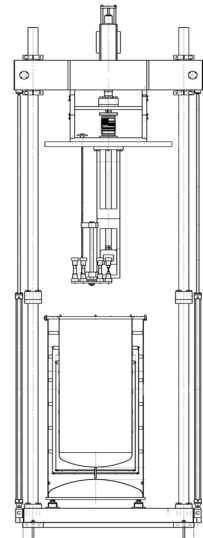
1) 対象材料と評価試験種類等の検討

物質・材料研究機構が所有する既設の低温環境下での試験設備を用いて評価する対象材料と評価試験法等について検討を行った。また、① 1) で検討した評価試験設備を用いて行う極低温環境下での評価を行う対象材料の検討にも着手した。

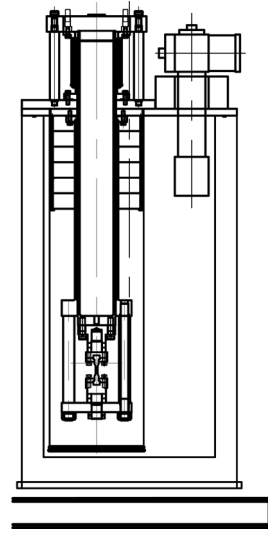
3. 研究開発成果について

－ 評価試験設備の開発 －

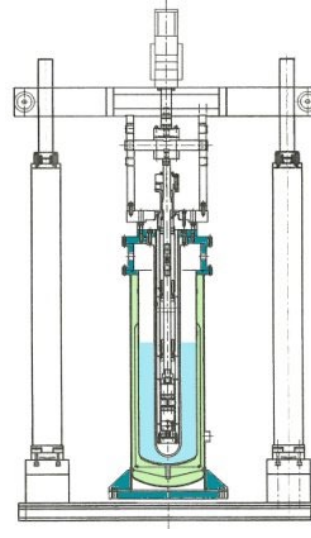
冷却方式や摺動部からのガス漏洩防止等の対策を検討しつつ、詳細設計を行い、発注した。



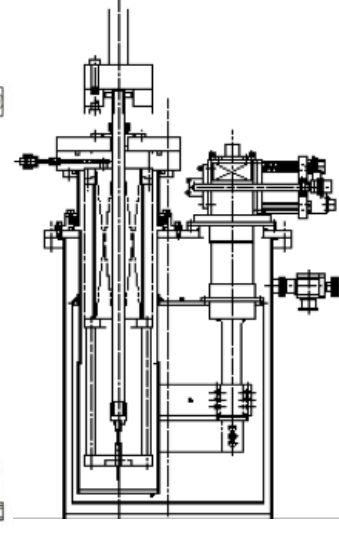
・常圧(4~353K)
引張、疲労



・高圧(20~353K)
引張



・高圧(20~353K)
疲労



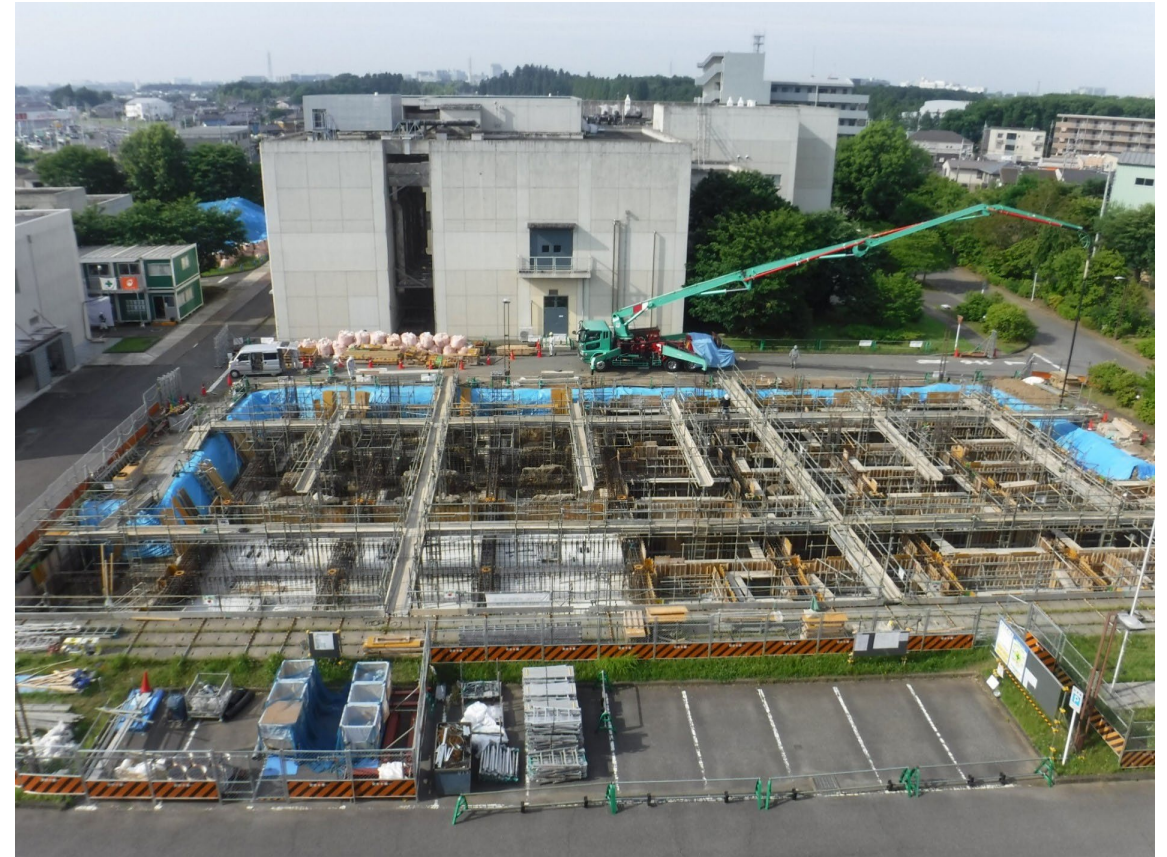
・中空試験片対応(20~353K)
高圧疲労

整備する材料評価設備のイメージ

3. 研究開発成果について

－特殊実験施設の開発－

施設建設において配慮すべき建築基準法、消防法、労働安全衛生法、高圧ガス保安法などの関連法令等を満たす構造を有する特殊実験施設の設計を完了し、発注を行った。

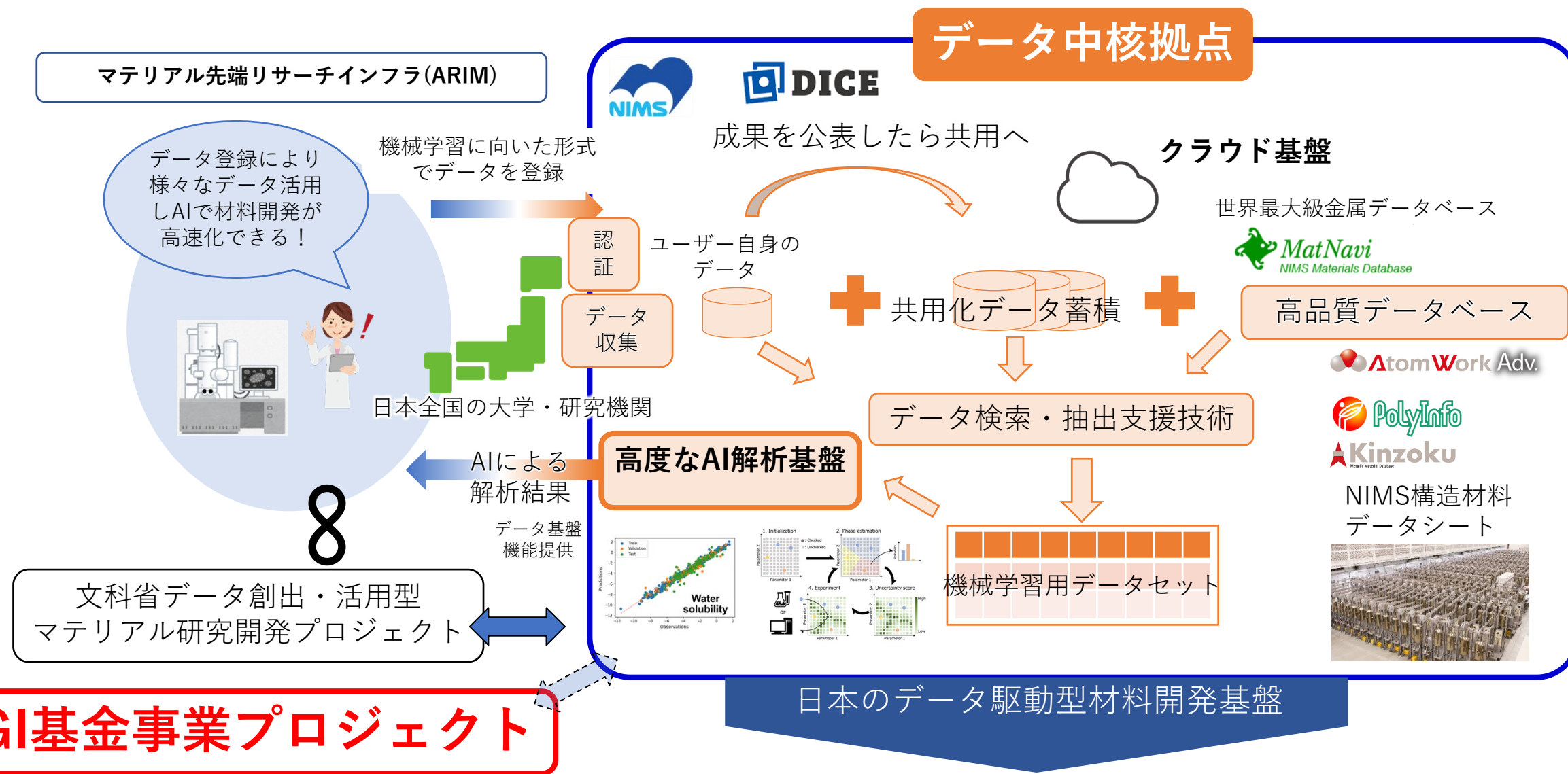


特殊実験施設の着工前と工事進捗状況（2023年6月）

3. 研究開発成果について

－材料データベース基盤の構築－

NIMSが運用するデータベースと連携することが可能となるようなデータ構造の検討を行った。



効率的マテリアル開発・国際標準化事業など

3. 研究開発成果について – 特許や論文、学会発表、広報等の取り組み –

口頭発表

- 1) 小野嘉則：水素社会実現のための物質・材料研究機構の取り組み 極低温／高圧水素環境における材料特性評価、Webセミナー&展示会「カーボンニュートラル時代への取り組み」、2022年12月
- 2) Yoshinori ONO: Materials Characterization in Cryogenic and High-Pressure Hydrogen Gas Environments – NIMS Initiatives for a hydrogen energy society- , HYDROGENIUS, 12CNER, HYDROMATE ANS SINTEF Joint Research Symposium 2023, 2023年12月
- 3) 清水 禎：液化水素に関するNIMSの取り組み、日本ばね学会懇話会、2023年3月

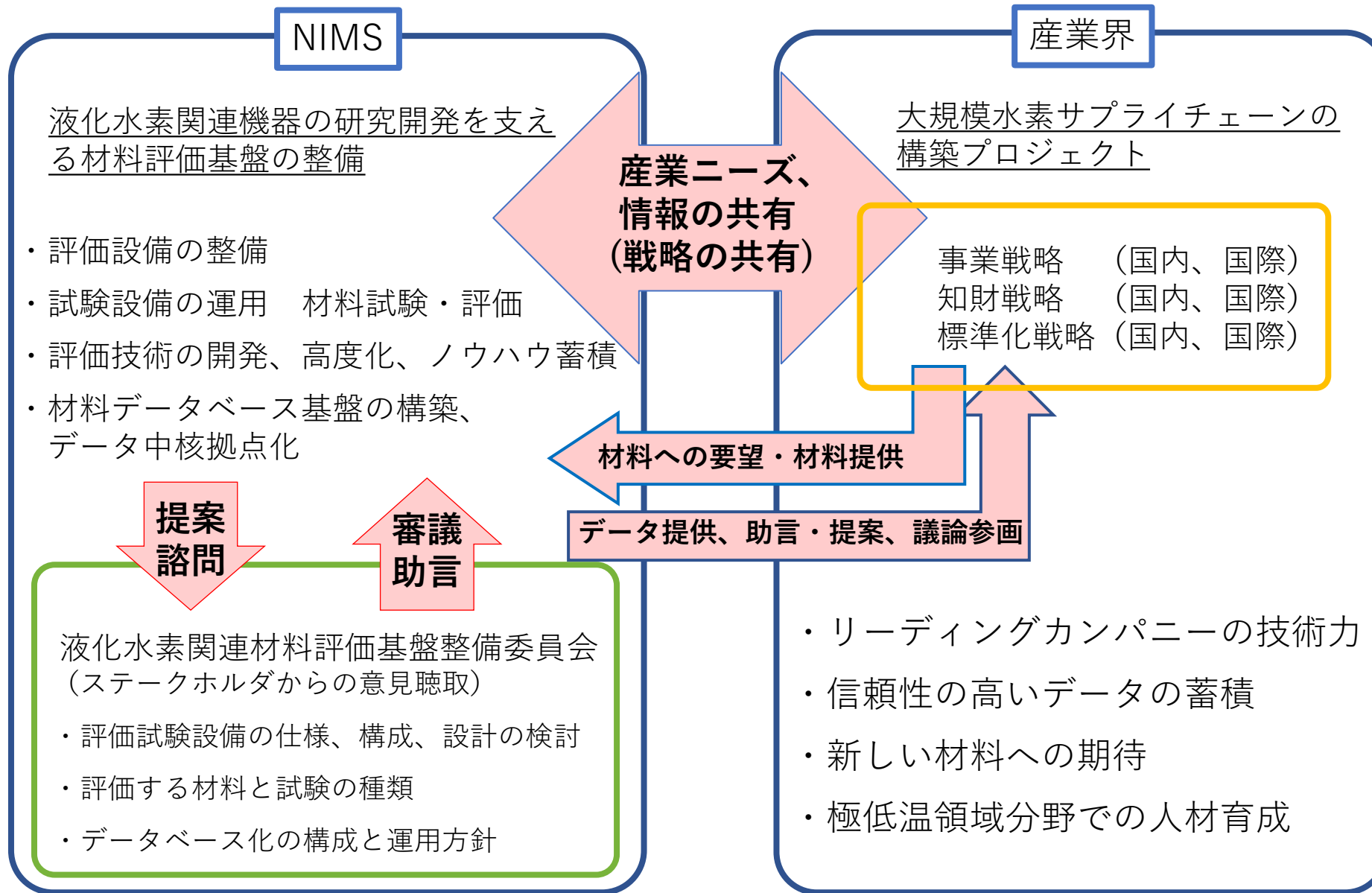
プレスリリース

製作、工事進捗状況を見つつプレスリリースを行うことも検討中

特許および学術論文

なし

4. 今後の見通しについて



GI基金事業「大規模水素サプライチェーンの構築」Pj参画企業
日本水素エネルギー(株)
ENEOS
岩谷産業(株)
川崎重工業(株)
や、その他の水素サプライチェーン関連企業との連携