

NEDO水素・燃料電池成果報告会2025

発表No.B1-15

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 小野 嘉則

団体名 国立研究開発法人物質・材料研究機構

発表日 2025年7月15日

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

事業概要

1. 期間

開始:2021年10月

終了: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、

- 極低温水素環境下で材料の機械特性を評価するための試験設備を整備
- 材料データベースを構築し、その利活用を促進

3. 成果・進捗概要

①評価試験設備の開発

仕様詳細を検討し、2023年1月に発注。2024年7月末竣工。技術課題の確認とラウンドロビン試験に着手。

②特殊実験施設の開発

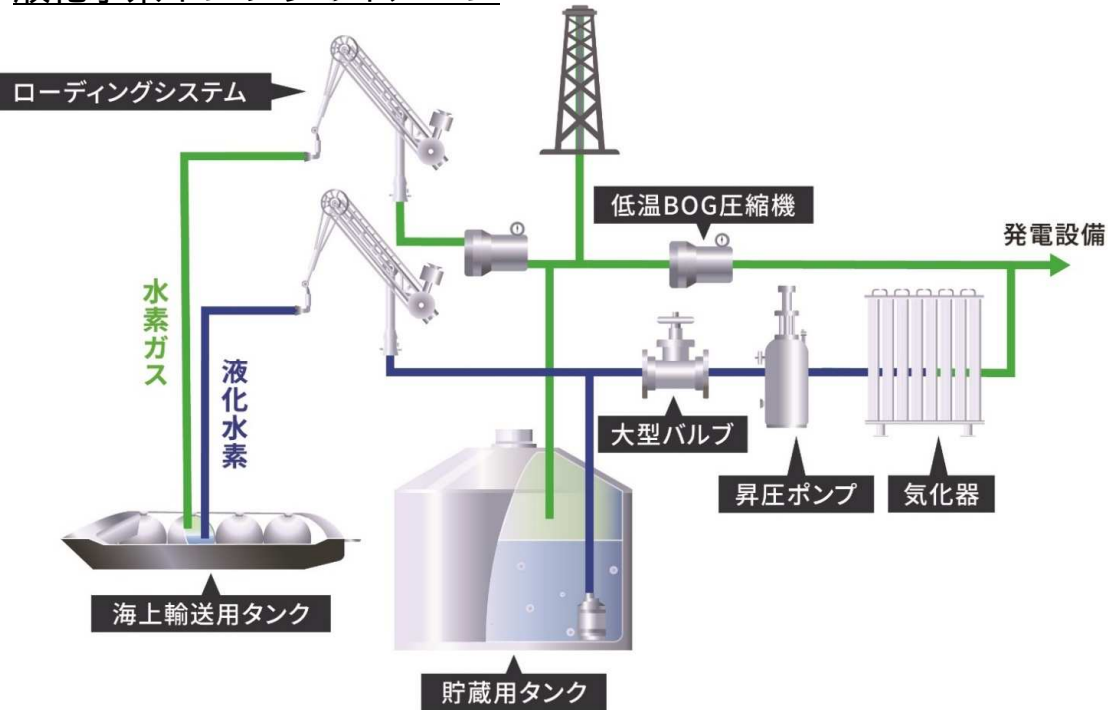
仕様詳細を検討し、2023年1月に発注。2024年2月末竣工。試験が問題無く実施できるか確認。

③材料データベース基盤の構築

弊機構で提供しているデータベースを最大限活用して共通の構造を持ったデータベースを構築することとし、2023年3月に発注。2024年11月 プログラミング完了。

1. 事業の位置付け・必要性

液化水素インフラのイメージ



水素社会実現を通じたカーボンニュートラル達成

- 大規模な需要創出
- 供給設備の大型化による供給コストの削減

液化水素は大量の水素を輸送・貯蔵できる

液化水素関連機器に使える材料は限定的

- 液化水素環境: 20 K(-253℃)低温脆化
- 水素ガス環境: 水素脆化

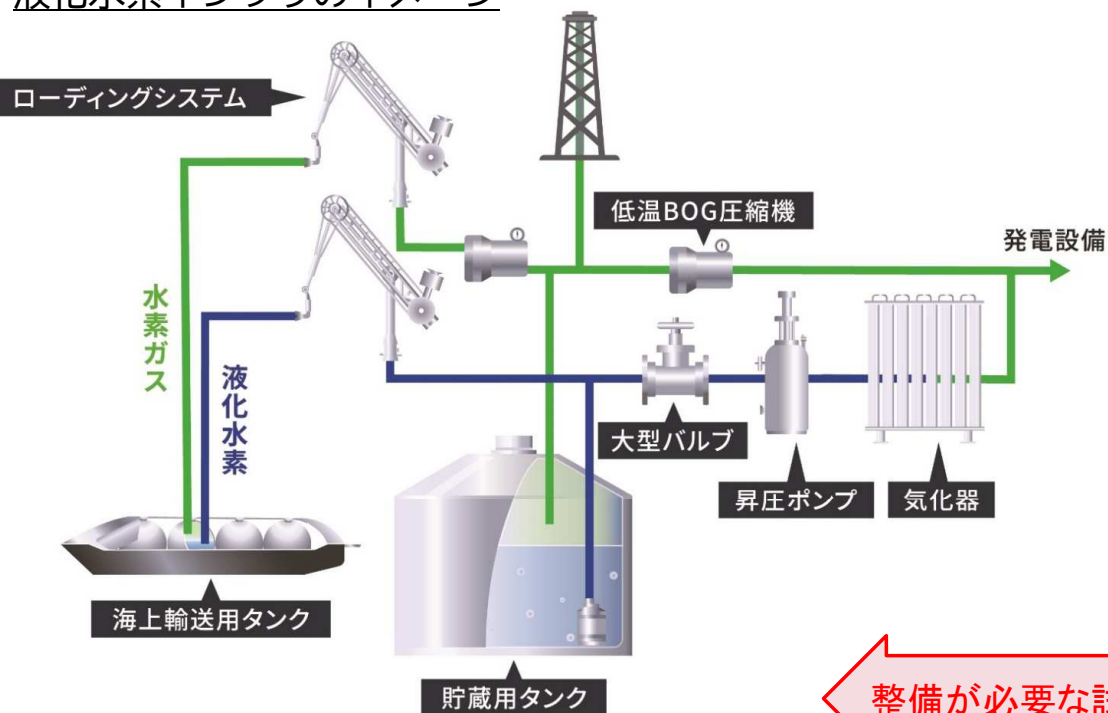
安全性を確保しつつ、製造コストを下げる
機器開発の幅を広げ、国際競争力を強化する

信頼できる材料の低温特性、耐水素特性データが必要

液化水素サプライチェーン構築の技術的基盤の一つとして開発の加速に資する

1. 事業の位置付け・必要性 – 整備が必要な試験環境 –

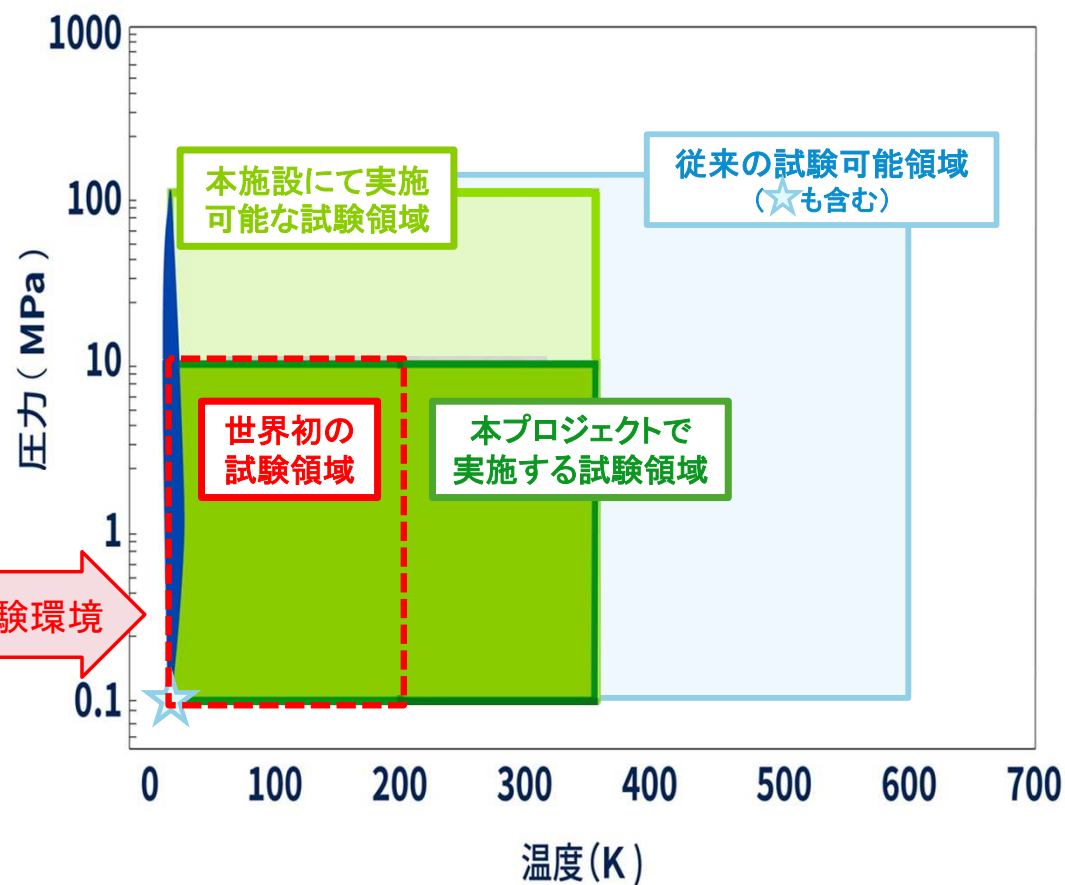
液化水素インフラのイメージ



材料が曝される環境

温度: — 液化水素中 (20K)
— 水素ガス中 (20K < 温度 < 353K)
圧力: 大気圧 ~ 5MPa

国内の代表的な水素環境下試験設備の温度・圧力環境



2. 研究開発マネジメントについて – 研究開発の目標達成 と 産業界のニーズに応えるために –

NIMS

① 評価試験設備の開発 ✓

所望の環境下で試験を可能とする評価試験設備を設計・製作し、整備する。

② 特殊実験施設の開発 ✓

評価試験設備の運転・管理に適切な仕様・構成を検討し、建設を行う。法令等に従った構成とし、十分な安全対策に配慮する。

③ 材料データベース基盤の構築

- ・評価する材料を検討。
- ・利用者が使いやすいデータベースの検討。

④ 評価試験設備の運用方針の検討

評価試験設備の利用方法案を作成する。

提案
諮問

審議
助言

液化水素関連材料評価基盤整備委員会

有識者合計12名(民間8名)

委員 川崎重工業株式会社
日本水素エネルギー株式会社
ENEOS株式会社
岩谷産業株式会社
株式会社神戸製鋼所
日本製鉄株式会社
JFEスチール株式会社
株式会社UACJ
横浜国立大学 大学院
九州大学 大学院
高圧ガス保安協会
東京大学 大学院

2. 研究開発マネジメントについて – 研究開発の目標達成 と 産業界のニーズに応えるために –

液化水素関連材料評価基盤整備委員会

ステンレス鋼小委員会

アルミニウム合金小委員会

ステンレス鋼鋳鋼小委員会

2022年度

2022年 4月 4日 : 事業計画審議

2022年 6月 7日 : 施設整備計画附議

2022年 8月25日 : 施設整備計画承認

2023年 2月 8日 : 年度成果報告

2023年度

(2023年 7月 4日 : アルミニウム合金小委員会)

(2023年 7月 7日 : ステンレス鋼小委員会)

2023年 7月31日 : 年度計画審議

(2024年 2月 7日 : ステンレス鋼鋳鋼小委員会)

2024年 3月19日 : 年度成果報告

2024年度

2024年 7月29日 : 年度計画審議

(2024年10月25日 : ステンレス鋼小委員会、
アルミニウム合金小委員会)

2024年10月28日 : 施設整備状況視察、確認

(2025年 2月 4日 : ステンレス鋼鋳鋼小委員会)

2025年 3月11日 : 年度成果報告

2025年度

(2025年 6月10日 : ステンレス鋼小委員会、
アルミニウム合金小委員会)

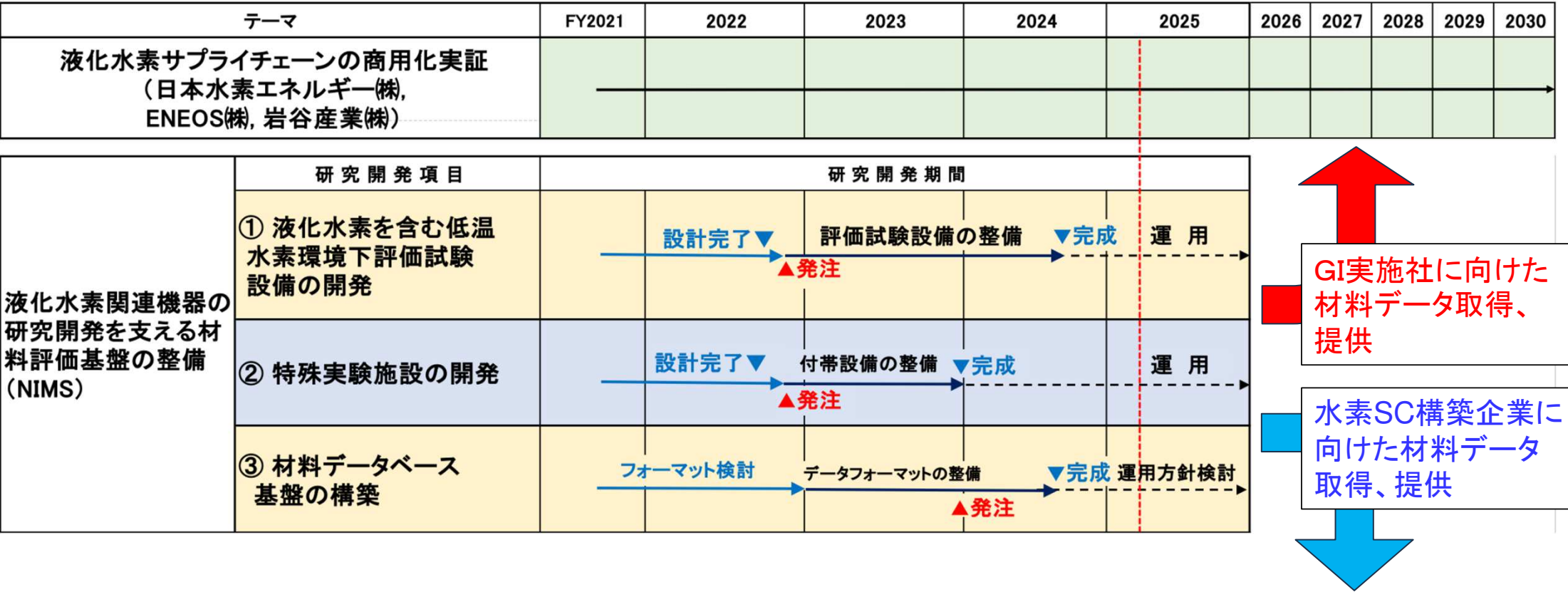
(2025年 6月11日 : ステンレス鋼鋳鋼小委員会)

2025年 6月17日 : 年度計画審議

小委員会、整備委員会 適宜開催予定。

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－

- ・「液化水素サプライチェーンの商用化実証」と連携を取りながら事業推進
- ・2026年度以降「液化水素サプライチェーンの商用化実証」を中心に液化水素関連機器開発に信頼性の高いデータを提供



2. 研究開発マネジメントについて – 整備する材料評価設備 –

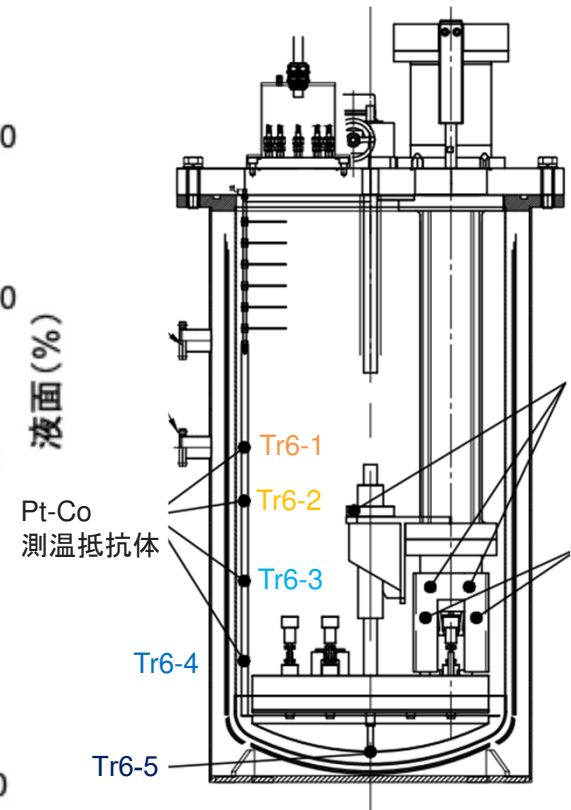
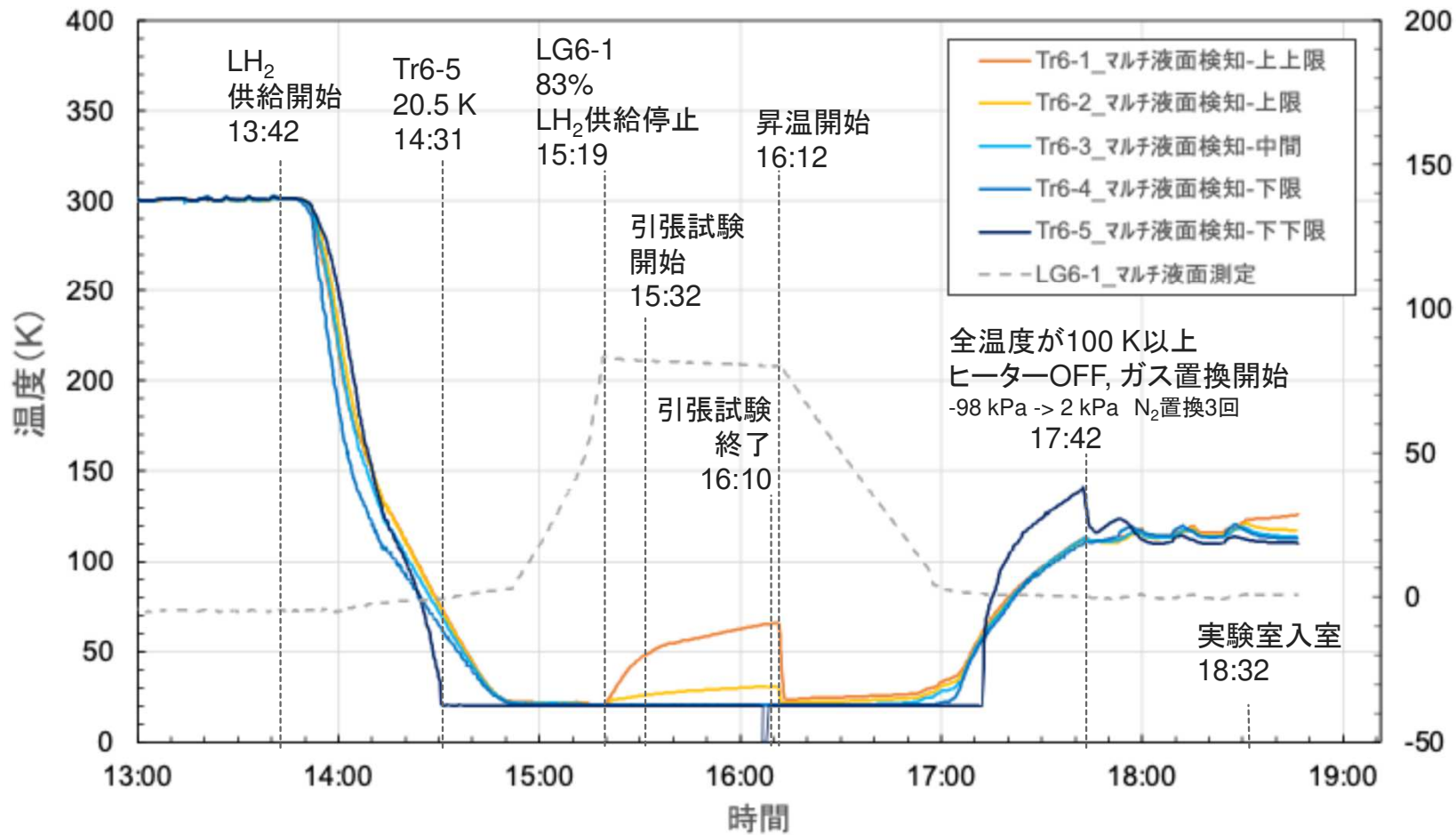
1
常圧極低温水素
雰囲気での機械
特性評価試験
設備の開発
(試験機1台:
No.1)

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
(試験機3台:
No.2, No.3,
No.4)

No	ガス 圧力	試験 温度	環 境	試験機 容量	ストローク	試験 周波数	試験内容	備 考
1	大気圧 (0.1 MPa) 設計圧力 0.3MPa	4 - 353 K	LH ₂ , LHe GH ₂ , GHe	±200 kN 補助 Load cell (検討中)	±75 mm 以上	~ 20 Hz	【シングル型】 引張試験 破壊靱性試験 疲労き裂進展試験 荷重／ひずみ制御疲労試験	引張: 平行部直径 φ4, φ6.25, φ7 mm, 12.5 mm幅平板 疲労: 試験片 φ7 mm CT試験片: 0.5T, 1T, 1.5T 冷凍機利用
						–	【マルチ型】 6連引張試験 (6本以上 / 日) 3連破壊靱性試験 (数個 / 日)	引張: 平行部直径 φ7 mm CT試験片: 0.5T, 1T
2	~10 MPa	20 - 353 K	GH ₂ , GHe	±100 kN	±75 mm 以上	~ 1 Hz	引張試験 破壊靱性試験 疲労き裂進展試験	引張: 平行部直径 φ7 mm CT試験片: 0.5T, 1T 冷凍機利用
3							荷重／ひずみ制御疲労試験	疲労: 平行部直径 φ7 mm 冷凍機利用
4	中空内は 最大 120 MPa		中空内: 高圧 GH ₂ , GHe 外側: 大気圧 GH ₂ , GHe LH ₂	±100 kN	±75 mm 以上	~ 20 Hz	(中空／中実 試験片使用可) 引張／圧縮試験 荷重／ひずみ制御疲労試験	120 MPaブースター装備 中空試験片 評価部 外径 φ7 mm, 内径 φ1 mm 中実試験片 φ7 mm 冷凍機利用

3. 研究開発成果について（2024年度成果）① 評価試験設備の開発 大気圧極低温引張試験機

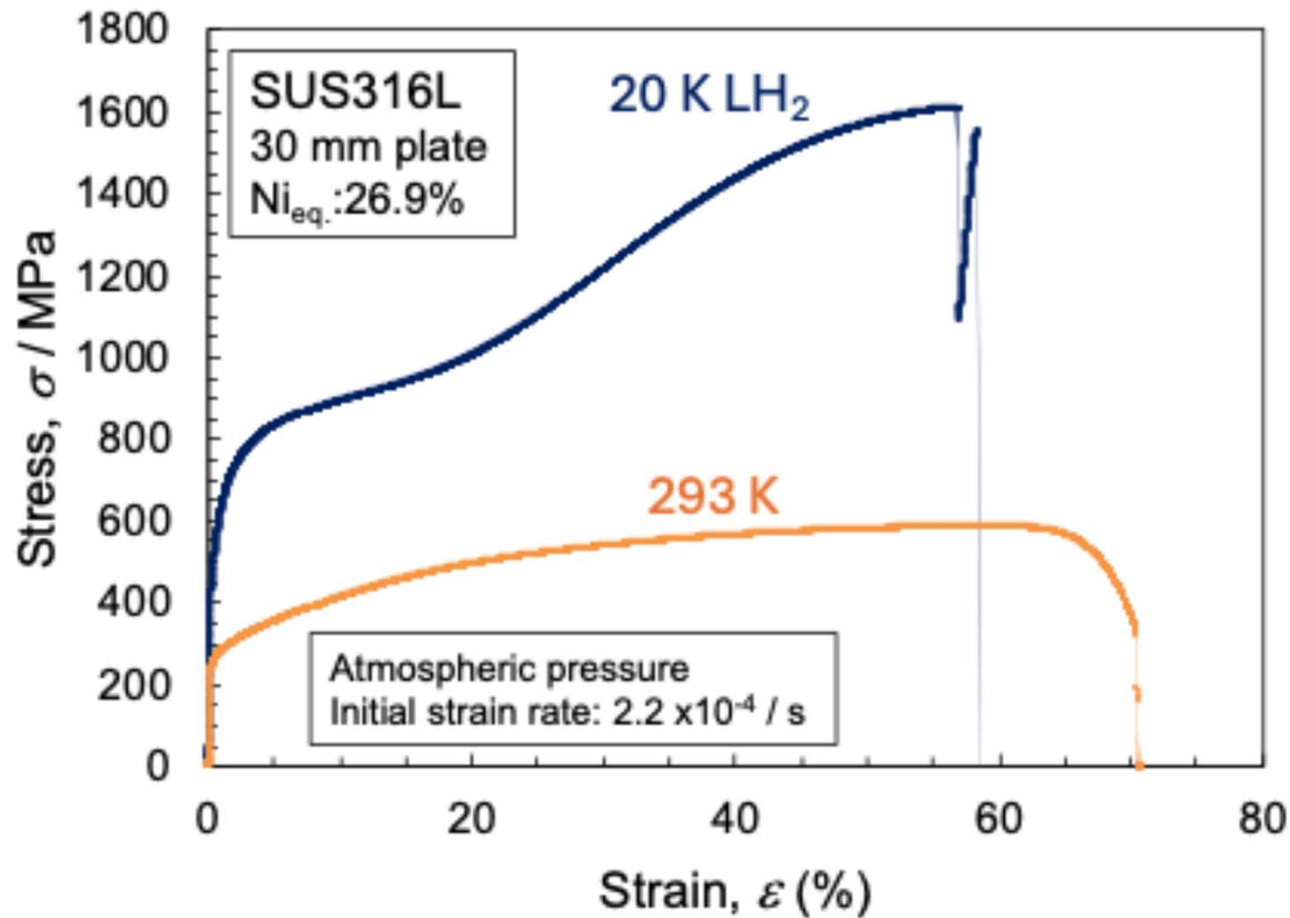
引張試験前後の冷却と昇温



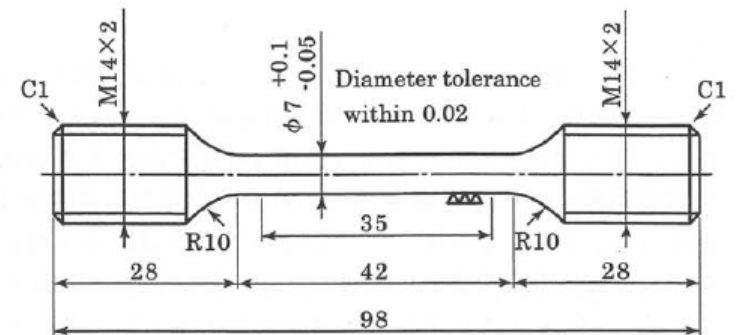
液面計は静電容量式を使用。
液量81Lとなる高さを100 %とし、Pt-Co測温抵抗体の高さ位置を使用して調整。

3. 研究開発成果について（2024年度成果）① 評価試験設備の開発 大気圧極低温引張試験機

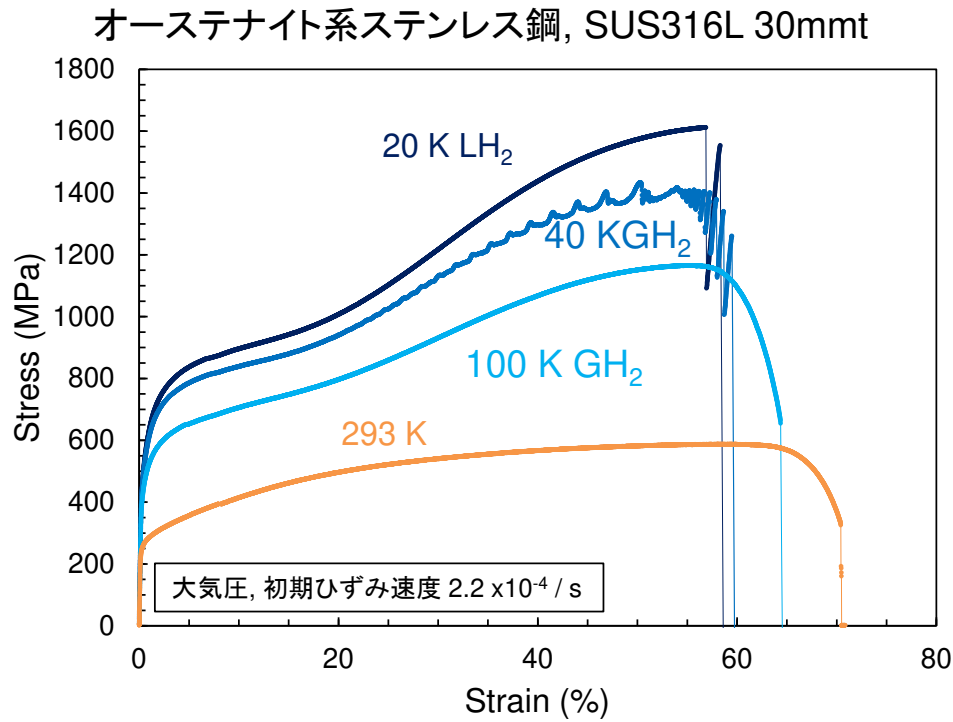
NIMSで液化水素環境下の力学試験ができるようになりました！



- ① 引張試験片形状 (WE-NETと同じ)
- ② 試験時参考規格 JIS Z 2277: 2000
金属材料の液体ヘリウム中の引張試験方法

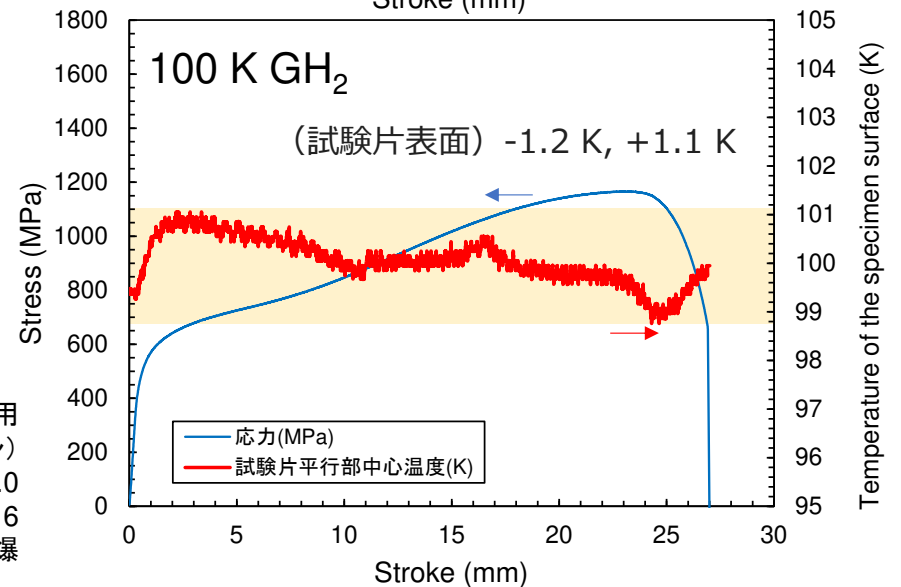
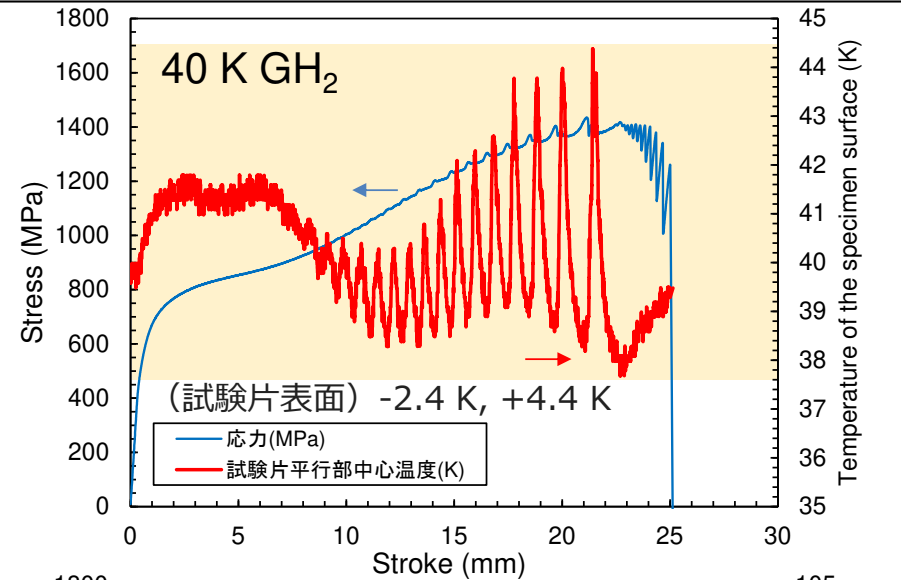


3. 研究開発成果について（2024年度成果）① 評価試験設備の開発 大気圧極低温引張試験機

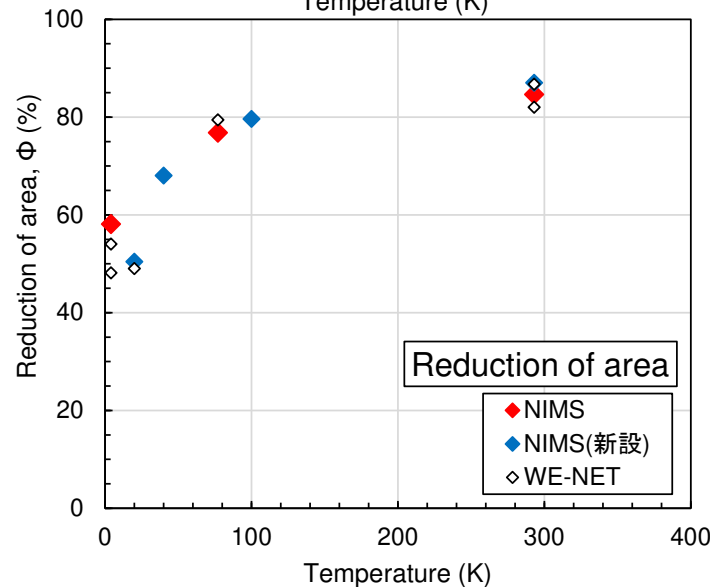
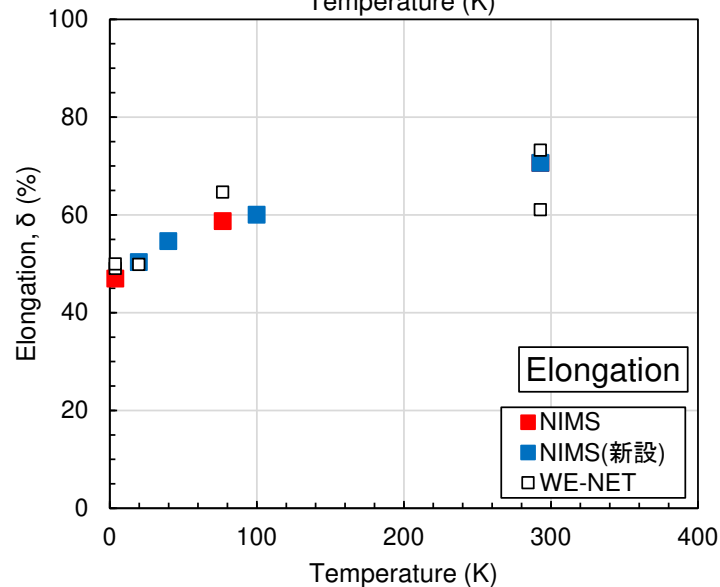
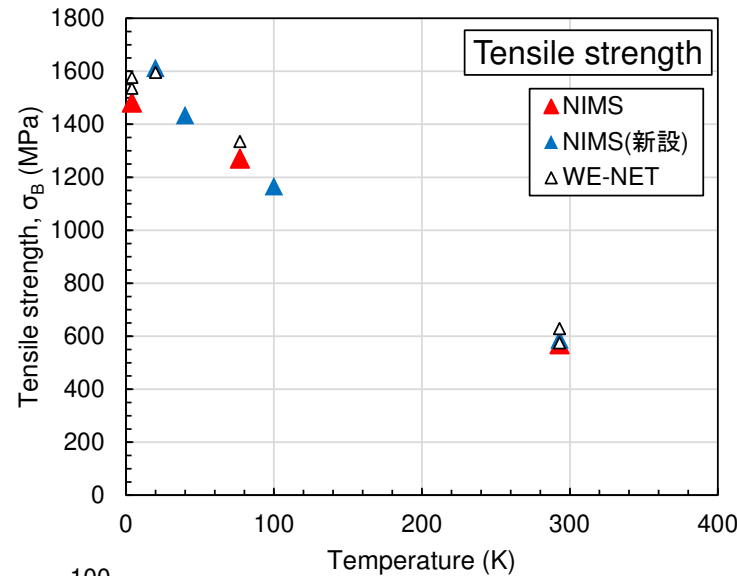
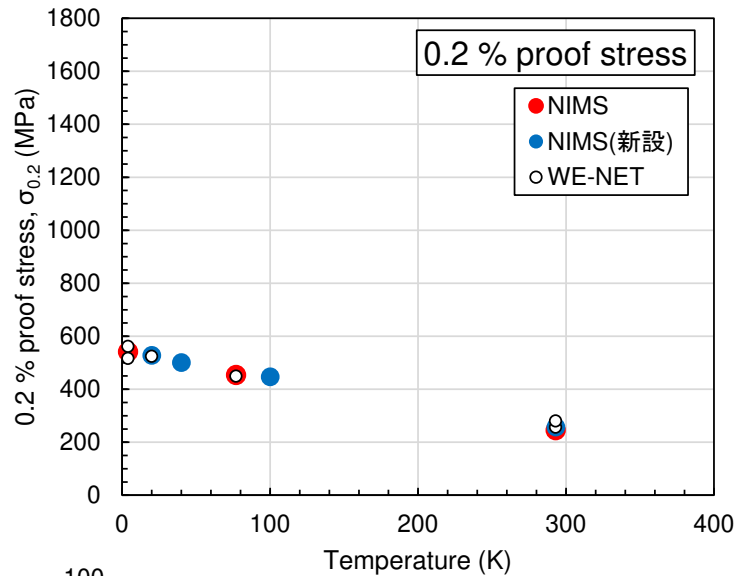


温調は改善中

シース熱電対を使用
熱電対: T(銅-コンスタンタン)
シース外径: φ1.0
シース材質: SUS316
絶縁バリアとの組み合わせで本質安全防爆



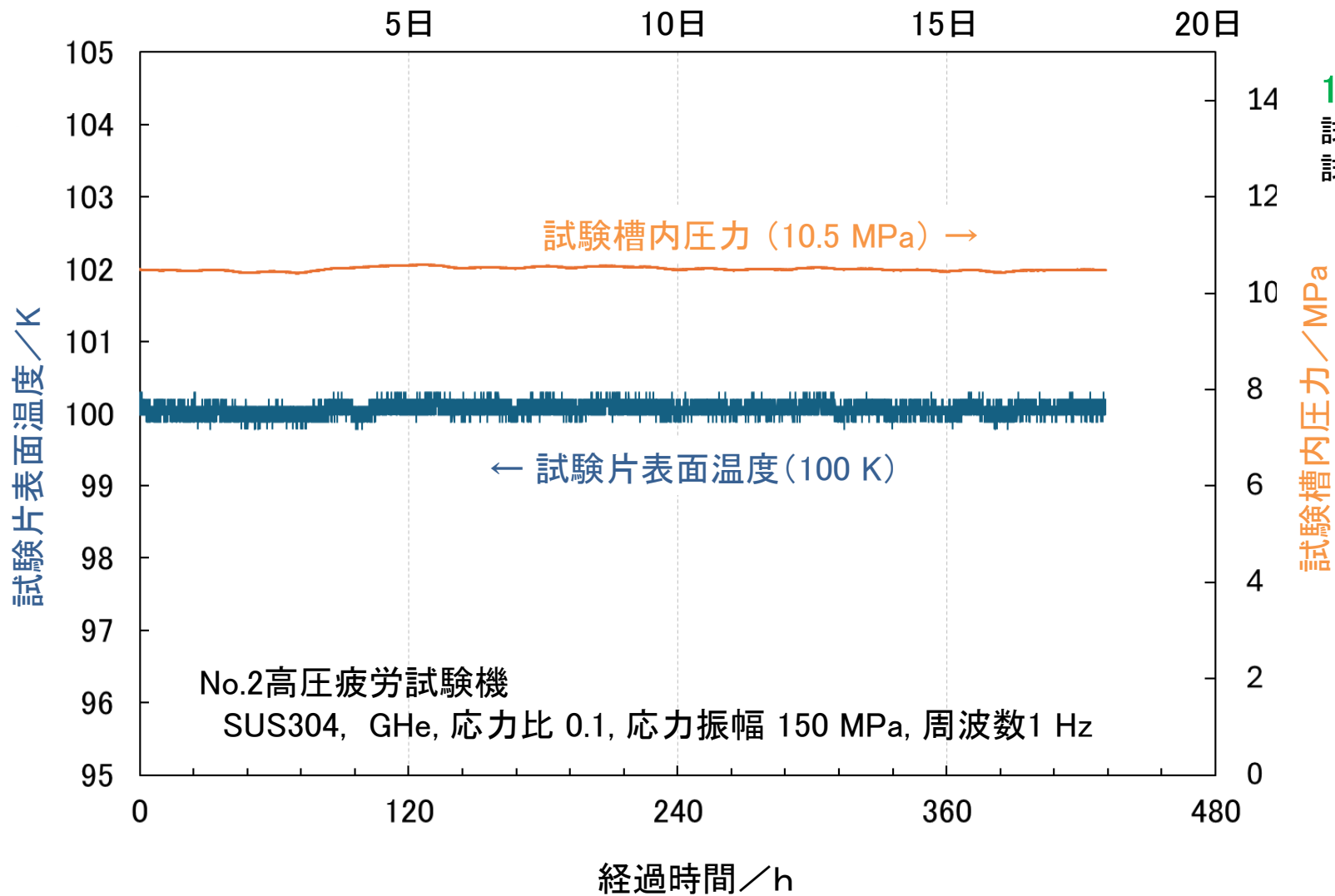
3. 研究開発成果について（2024年度成果）① 評価試験設備の開発 大気圧極低温引張試験機



SUS316L($\text{Ni}_{\text{eq.}} 26.9\%$)
の引張特性の温度依存性

材料は異なるものの、WE-NETのデータとほぼ同等のデータが得られた。
また、各特性で同様の温度依存性の傾向が確認された。

3. 研究開発成果について（2024年度成果）① 評価試験設備の開発 高圧極低温疲労試験機



155万回到達(430 h, 約18日)
試験槽圧力と試験片表面温度は
試験中ほぼ一定であることを確認。



3. 研究開発成果について ③材料データベース基盤の構築

データベース構築の考え方

- 金属材料強度データ等に対応したデータモデル
- 特別なソフトウェアのインストールなしに閲覧できるGUI
(アクセス認証・認可機能付き)
- 将来的なNIMSデータ中核拠点事業との連携を視野に
(データ駆動型材料開発への発展に期待)

を前提に、

- **NIMSが保有、管理運営する「金属材料データベース Kinzoku」のデータフォーマットを枠組みとして採用**
- 閲覧インターフェースも「Kinzoku」のプログラムコードを参照して開発



これをベースに耐水素特性のデータとして必要な

- 試験片形状（中空内径等）
- 水素チャージ（有無、有の場合のチャージ条件）
- 測定環境雰囲気に関する特性（ガス種、圧力、ガス純度等）

等のデータ項目を追加したデータベースとして開発。

(2024年11月末システム開発完了)

3. 研究開発成果について – 広報等の取り組み –

1) 成果発表

<口頭発表>

- ① 2024年9月19日(木)一般社団法人 日本鉄鋼協会秋季(第188回)講演大会@大阪大学・豊中キャンパス
「液化水素サプライチェーンを支える材料開発と信頼性評価の進展」シンポジウム開催
- ② 2024年9月 Hydrogenius Symposium2024@九州大学
Mechanical properties and hydrogen compatibility of austenitic stainless steels at Cryogenic temperatures」
- ③ 2024年12月 Research and Development 20 for Clean Energy Technologies (RD20)
Carbon Neutral Initiatives at NIMS -Materials science research toward “Carbon Neutrality in 2050”-
- ④ 2025年1月 Breakthrough Energy Fellows Workshop
Developing a foundation for material-property evaluations

<論文>

- ① 水素社会実現にむけたNIMS(物質・材料研究機構)の取り組み～液化水素を含む低温水素環境下における材料特性評価～
「ふえらむ」日本鉄鋼協会

2) プレス発表

2024年10月28日 <https://www.nims.go.jp/press/2024/10/20241028.html>
「水素社会実現への一歩！低温・高圧水素環境下での材料特性評価設備が完成」

4. 今後の見通しについて

◎ 本格運用に向けて全設備、施設の運転を行い、整備が完了したことを確認する。

◎ そのために、事業期間内において以下の評価を行う。

- ・SUS316L、A-5083-O、SCS14A の特性を評価
- ・ラウンドロビン試験の実施
 - 液化水素環境
 - 高圧低温水素ガス環境
- ・NIMS既存の設備を用いた極低温特性の温度依存性の評価
- ・運用法の検討
- ・データベース基盤整備の確認