2019年度NEDO次世代電池・水素成果報告会

発表No.H1-25

超高圧水素インフラ本格普及技術研究開発事業/国際展開、国際標準化等に関する研究開発/燃料電池自動車の国際基準調和・国際標準化に関する研究開発

冨岡　純一
一般財団法人 日本自動車研究所
再委託先：
国立研究開発法人 産業技術総合研究所,
国立大学法人 東京大学

２０１９年７月１８日

連絡先
日本自動車研究所　冨岡
E-mail: jtomioka@jari.or.jp
TEL: 029-288-7871

事業概要

1. 期間

開始　　：２０１８年１１月
終了（予定）：２０２１年２月

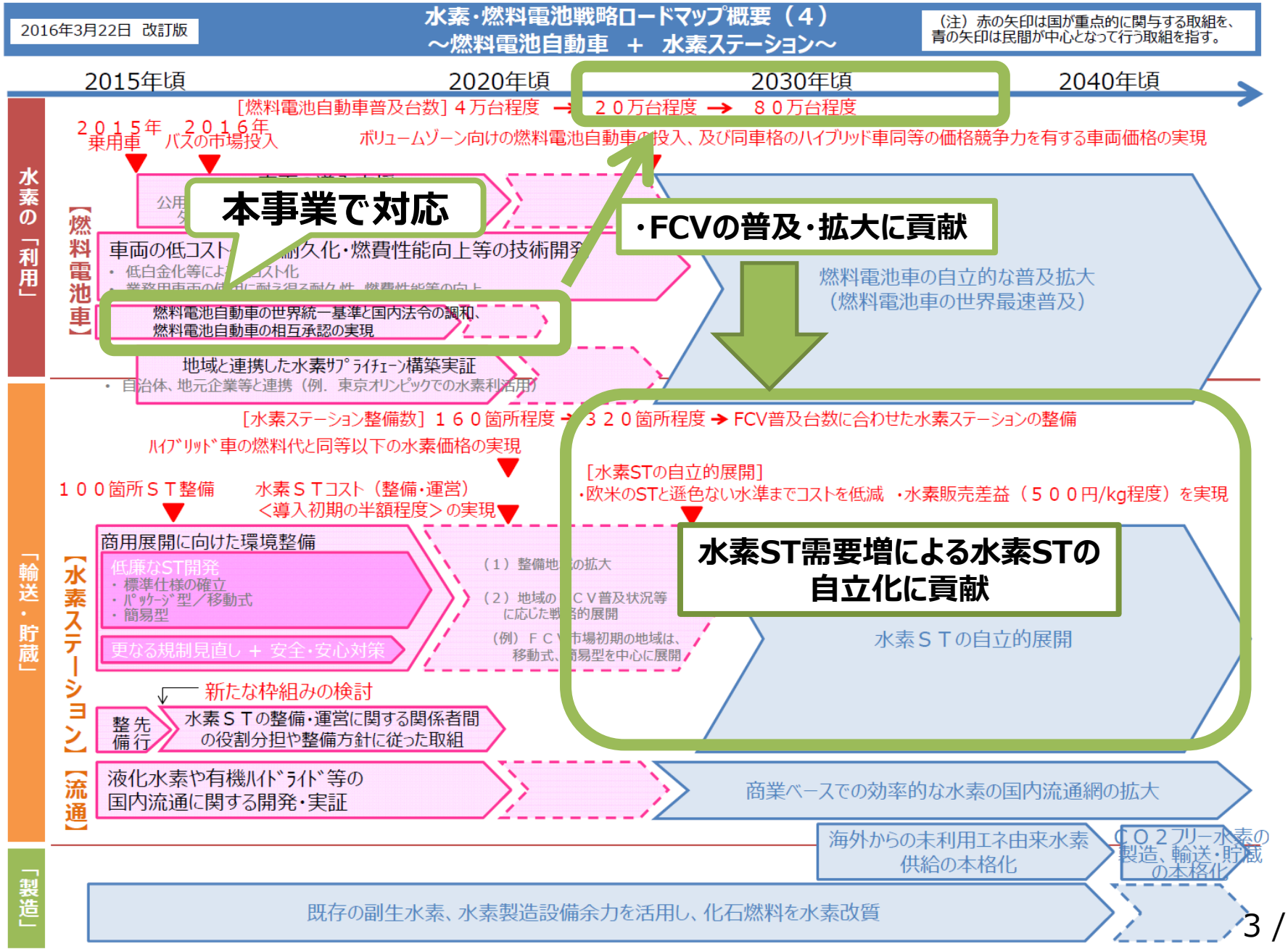
2. 最終目標

実施項目	最終目標
サブテーマ１：FCVの国際技術基準（HFCV-GTR Phase2等）に関する国際基準調和・標準化活動	2017年10月に開始されたHFCV-GTR Phase2審議に参画し、専門家によるデータに基づく技術審議を行うことで、安全性を確保しつつ、過剰な要求を抑制した合理的な基準となるよう審議を推進して国際合意を得る。
サブテーマ２：FCVの国際技術基準（HFCV-GTR Phase2等）策定に資する研究開発	HFCV-GTR Phase2の課題の内、容器の火炎暴露試験法と金属材料の水素適合性試験法に対し、海外との協力体制も踏まえて、必要な技術検討やシミュレーション解析・実証試験等を行い、HFCV-GTR Phase2での日本提案の国際合意に資する。

3.成果・進捗概要

実施項目	成果・進捗概要
サブテーマ１	既存データに基づく日本提案及びサブテーマ2の成果をHFCV-GTR Phase2に提案し、国際合意に向けて審議を推進中。
サブテーマ２	[火炎暴露試験法]　過去の車両火災試験データの分析および数値シミュレーション解析結果から、火炎暴露試験法の再現性向上のための研究方針と実証試験計画を提案した。 [水素適合性試験法]　国際調和のための試験条件の検討を行い、HFCV-GTR Phase2への提案内容を検討する国際的な材料専門家会議で、一部を除き、概ね合意を得た。

背景


2016年3月22日 改訂版
水素・燃料電池戦略ロードマップ概要（４）
～燃料電池自動車 ＋ 水素ステーション～
（注）赤の矢印は国が重点的に関与する取組を、青の矢印は民間が中心となって行う取組を指す。
2015年頃
2020年頃
2030年頃
2040年頃
水素の「利用」
[燃料電池自動車普及台数] ４万台程度 → ２０万台程度 → ８０万台程度
２０１５年 乗用車
２０１６年 バスの市場投入
ボリュームゾーン向けの燃料電池自動車の投入、及び同車格のハイブリッド車同等の価格競争力を有する車両価格の実現
本事業で対応
・FCVの普及・拡大に貢献
【燃料電池車】
車両の低コスト
耐久化・燃費性能向上等の技術開発
・ 低白金化等による低コスト化
燃料電池自動車の世界統一基準と国内法令の調和、
燃料電池自動車の相互承認の実現
燃料電池車の自立的な普及拡大
（燃料電池車の世界最速普及）
地域と連携した水素サプライチェーン構築実証
・ 自治体、地元企業等と連携（例．東京オリンピックでの水素利活用）
「輸送・貯蔵」
[水素ステーション整備数] １６０箇所程度 → ３２０箇所程度 → FCV普及台数に合わせた水素ステーションの整備
ハイブリッド車の燃料代と同等以下の水素価格の実現
１００箇所ＳＴ整備
水素ＳＴコスト（整備・運営）
＜導入初期の半額程度＞の実現
[水素STの自立的展開]
・欧米のSTと遜色ない水準までコストを低減 ・水素販売差益（５００円/kg程度）を実現
水素ST需要増による水素STの
自立化に貢献
【水素ステーション】
商用展開に向けた環境整備
低廉なST開発
・ 標準仕様の確立
・ パッケージ型／移動式
・ 簡易型
更なる規制見直し ＋ 安全・安心対策
（１）整備地域の拡大
（２）地域のＦＣＶ普及状況等
に応じた戦略的展開
（例）ＦＣＶ市場初期の地域は、
移動式、簡易型を中心に展開
水素ＳＴの自立的展開
新たな枠組みの検討
整備先行
水素ＳＴの整備・運営に関する関係者間
の役割分担や整備方針に従った取組
【流通】
液化水素や有機ハイドライド等の
国内流通に関する開発・実証
商業ベースでの効率的な水素の国内流通網の拡大
海外からの未利用エネ由来水素
供給の本格化
ＣＯ２フリー水素の
製造、輸送・貯蔵
の本格化
「製造」
既存の副生水素、水素製造設備余力を活用し、化石燃料を水素改質

背景と目的

◆ 背景

水素ステーションの自立化には、燃料電池自動車（FCV）の普及拡大が不可欠である。国際的なFCVの普及拡大に向けて、国連の水素・燃料電池自動車の世界統一技術基準（HFCV-GTR）のPhase2審議が2017年10月より開始された。HFCV-GTRは、国内規制への適用が必須となるため、国内法への円滑な反映を考慮した国際基準調和を進める必要がある。

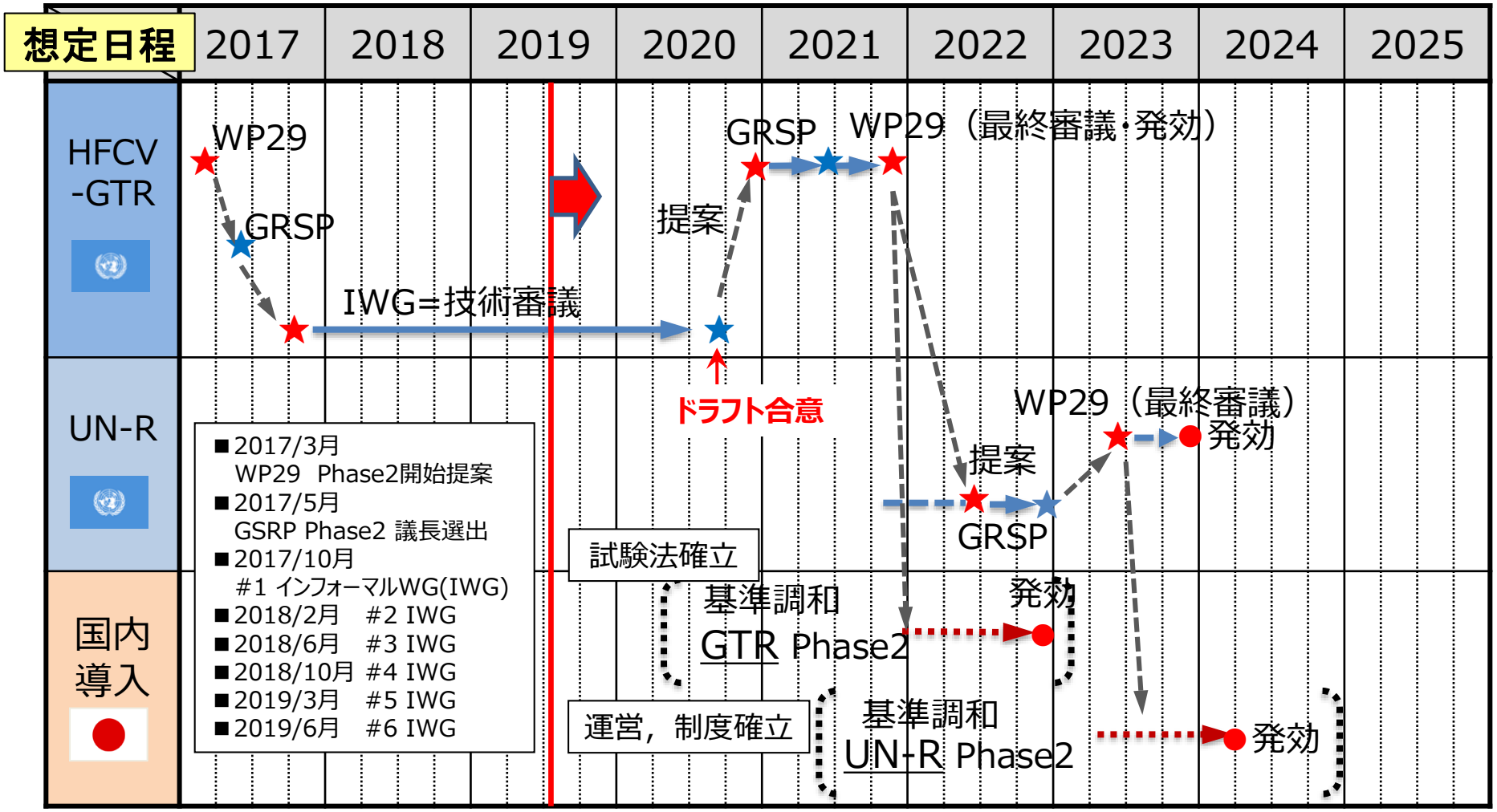
◆ 目的

国内法への円滑な反映を前提としたHFCV-GTRの国際合意を得る。そのために、HFCV-GTR Phase2審議に参画し、専門家によるデータに基づく技術審議を行うことで、安全性を確保しつつ、過剰な要求を抑制した合理的な基準となるよう審議を推進する。

※ HFCV-GTR : Global technical regulation on hydrogen and fuel cell vehicles

GTR13/UNR-134 審議スケジュール

GTR13(HFCV-GTR)のドラフト案を2020年中にGRSPに提案し、2021年中にWP29の承認を得ることを目標とする (長期課題の追加検討要否は別途)



研究開発の目標

サブテーマ１：FCV の国際技術基準（HFCV-GTR Phase2 等）に関する国際基準調和･標準化活動

- HFCV-GTR Phase2 審議で顕在化している各課題（容器破裂圧適正化、水素適合性試験法、火炎暴露試験法等）に対し、既存データおよびサブテーマ2で取得するデータを基に、日本案を提案し、国際合意を得る。

サブテーマ２：FCV の国際技術基準（HFCV-GTR Phase2 等）策定に資する研究開発

- 2-1 容器火炎暴露試験法見直し：各国試験機関と協力して、火炎暴露試験法の再現性向上に資する検討およびデータ取得を実施する。

- 2-2 金属材料の水素適合性試験法確立と鋼種拡大：前事業で取得した検証データを基に、水素適合性試験法の国際合意を得る。
また、自動車用水素部品の低コスト化に向け、廉価材であるSUS304を使用可能材料として確定する。

実施体制

NEDO

委託

一般財団法人日本自動車研究所（JARI）

サブテーマ１：FCVの国際技術基準（HFCV-GTR Phase2等）に関する国際基準調和・標準化活動
①国際基準調和活動
②国際標準化活動

サブテーマ１：国内・国際審議

サブテーマ２：FCVの国際技術基準（HFCV-GTR Phase2等）策定に資する研究開発
- 2-1 容器火炎暴露試験法見直し
  ③容器火炎暴露試験法の再現性向上
- 2-2 金属材料の水素適合性試験法確立と鋼種拡大
  ④計画・とりまとめ

サブテーマ２：審議に資するデータ取得

再委託

国立研究開発法人産業技術総合研究所（産総研）

サブテーマ2-2のうち、
⑤水素適合性材料評価データの取得・解析

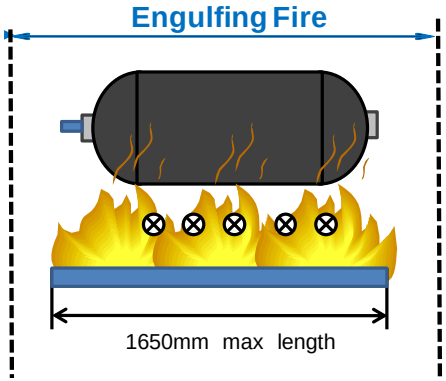
国立大学法人東京大学（東大）

サブテーマ2-2のうち、
⑥水素適合性試験法案の詳細検討および案文作成

容器火炎暴露試験法見直しの背景

- 現在の火炎暴露試験（HFCV-GTR Phase1）の再現性が低いことが問題となっている。

- 安全性を確保しつつ、不必要に過剰な容器性能の要求や、試験コストの上昇等を抑えるため、最小限の試験法見直しで再現性を向上させる必要がある。



現在の規定

火源：LPG

温度：容器底部のみ規定

試験結果（TPRD※作動時間、内圧上昇率など）が各試験機関によって異なる問題が発生している。

※TPRD：Thermal-activated Pressure Relief Device（熱作動式安全弁）

容器火炎暴露試験法の再現性向上の検討

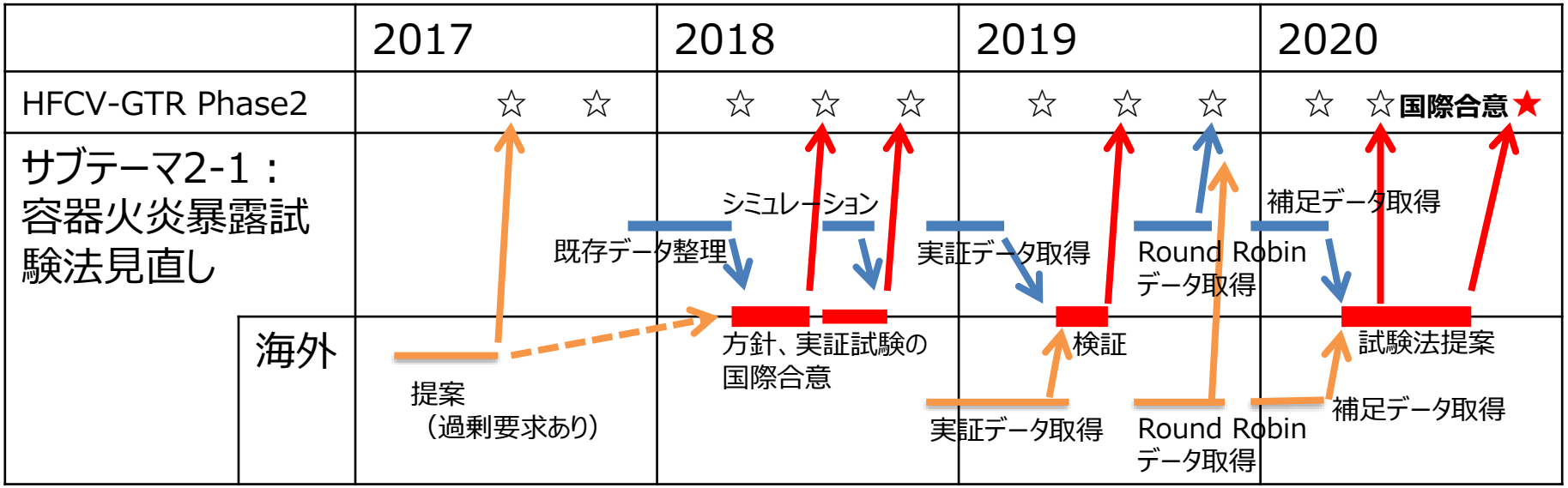
◆ 検討方針と実証試験計画

✓ 既存データの解析や数値シミュレーション解析により、検討方針と実証試験計画を検討した。

✓ その結果、火炎暴露試験の再現性向上には、①火炎高さ、②火炎の幅、③火源の均一性、④風の影響を検討する必要があることが分かった。

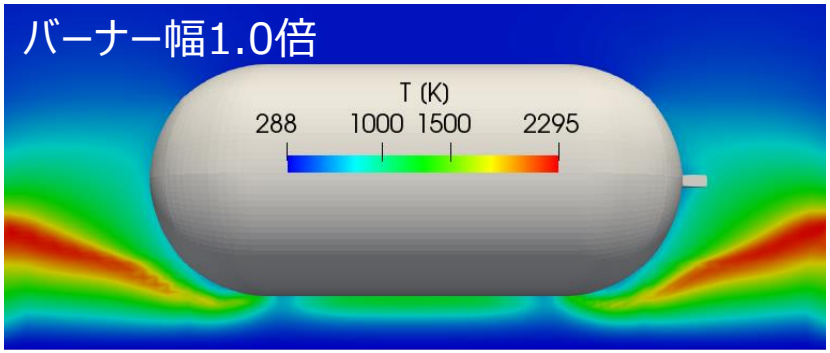
✓ そこで、それぞれの影響について、数値シミュレーションや実証試験を行い、各国試験機関と協力しながら、火炎暴露試験の再現性向上案を策定する。

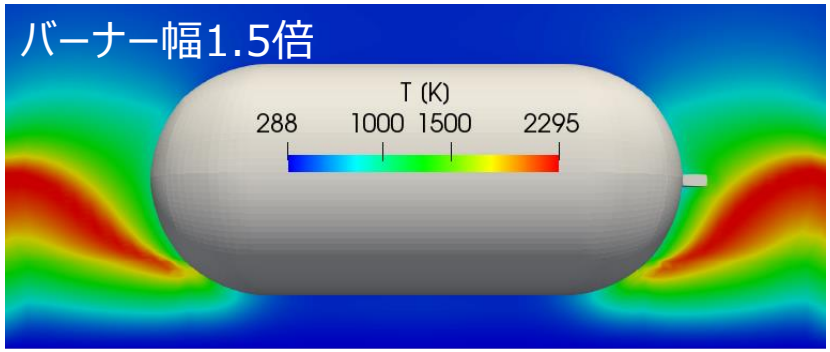
✓ その試験案を基に、各国試験機関とのRound Robin試験を実施する。



容器火炎暴露試験法の検討結果・今後の課題

- バーナーの単位面積当たりのLPG流量が同一であっても、火炎の幅が大きくなるほど、酸欠により容器底部の温度は低くなることが分かった。そのため、バラツキの低減には、火炎の幅を規定する必要がある。





- 火炎高さのバラツキ低減には、基準容器を用いて容器頂部温度を計測しながらLPG流量を決定する予備実験が有効であることが分かった。この予備実験で、バーナーの有効性の検証も可能。

- 現在、バーナー構造の違いによる影響、試験時の風のモニタリング方法や適切な風防の設置方法などについて検討中。

金属材料の水素適合性試験法確立と鋼種拡大

◆ 目的

✓ 水素適合性試験法確立：前NEDO事業で作成した水素適合性試験法の日本案を国際提案する。海外の意見・データを考慮して試験法案を修正し、国際合意を得る。

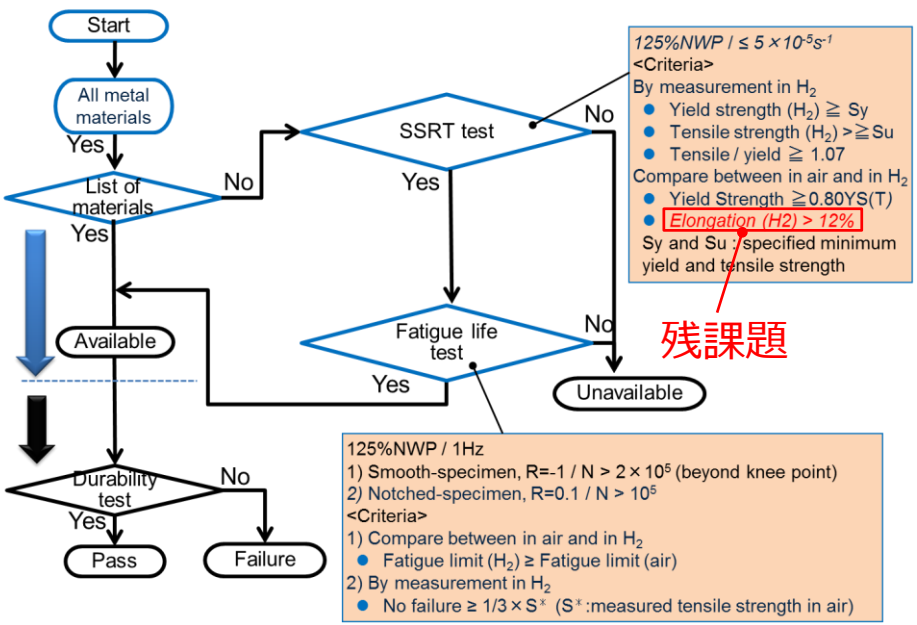
✓ 鋼種拡大：自動車用水素部品の低コスト化に向け、廉価材であるSUS304を使用可能材料として確定する。

	2018	2019	2020
HFCV-GTR Phase2	☆ ☆ ☆	☆ ☆ ☆	☆ ☆**国際合意**★
サブテーマ2-2：金属材料の水素適合性試験法確立と鋼種拡大	試験片準備(産総研) SUS304市中材SSRTデータ取得(産総研) 既存データ・海外データ等を参照した試験法案修正(東大)	SUS304市中材疲労データ取得(産総研)	
海外	①Round Robinデータ取得	②切欠き疲労データ取得	

金属材料の水素適合性試験法 審議状況（東大）

- HFCV-GTR Phase2 第5回インフォーマルWG (2019.3)で、日米両案に基づく試験法案を提案した。材料の伸び判定値(12%)の扱いが残課題となった。
- Round Robin試験へ中国・韓国が参加し、日・米・独と合わせて5カ国となった。（日本はRound Robinデータ取得済み）

Test method for Hydrogen Compatibility of Materials



【試験法の考え方】

- 全ての金属材料に適用(性能要件)
- 材料スクリーニング試験の位置付け
- 材料種毎に最も厳しい温度条件で実施
- 全ての金属材料で伸び12%確保は困難なため(独指摘) 、見直しが必要⇒ 残課題

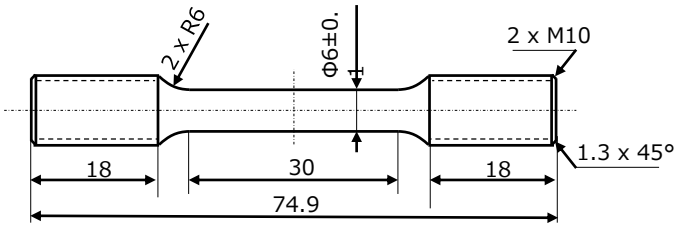
- 今後、材料の伸び判定値(12%)の扱いの検討、および技術的根拠(Rationale)の作成を行う。

鋼種拡大：SUS304の実証試験計画

◆ 現在GTRに提案中の水素適合性試験法に基づき、以下の試験を行う。

SSRT test

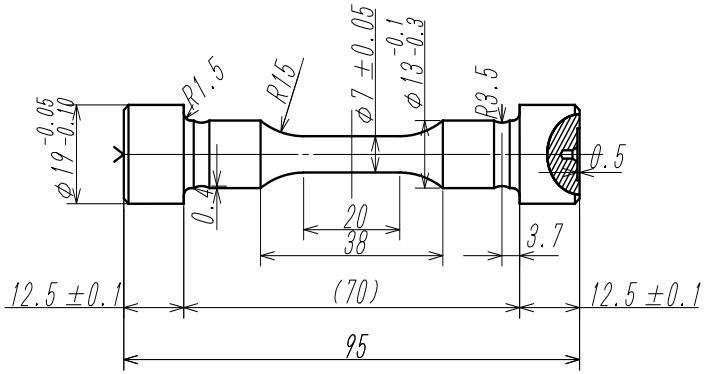
- Specimen : Smooth round bar
- Strain rate : 5×10^{-5} /s
- Environment : 105MPa H_2 gas, air
- Temperature : R.T.(25±5℃), -45±5℃
- Schedule : ~2019.7



SSRT specimen geometry
Based on ASTM E3 Specimen 3

Fatigue life test

- Specimen type : Smooth round bar
- Test type : Tension-compression test (R= -1)
- Test frequency : 1 Hz
- Environment : 90MPa H_2 gas, air
- Temperature : R.T.(25±5℃), -45±5℃
- Schedule : ~2020.5



Fatigue life test specimen geometry

SUS304市中材の材料組成および強度特性

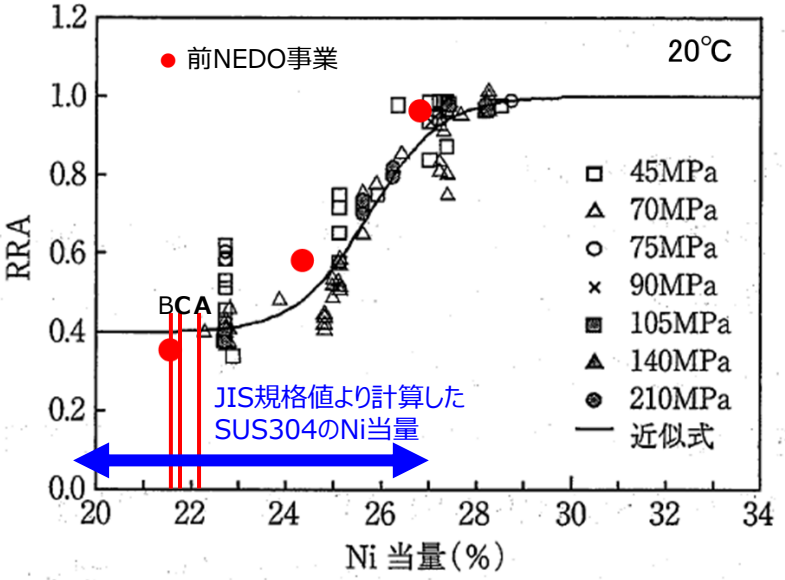
◆ 材料組成（ミルシート値：mass%）

SUS304	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Co	Mo	Cu	N	Fe	Ni当量※
JIS Spec.	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.045	≤0.030	8.00 ~10.50	18.00 ~20.00	–	–	–	–	Bal.	
A	0.04	0.54	1.24	0.030	0.001	8.21	18.25	0.1	–	–	–	Bal.	22.1
B	0.05	0.55	0.92	0.037	0.002	8.05	18.16	0.23	–	–	–	Bal.	21.6
C	0.051	0.50	0.96	0.031	0.002	8.04	18.24	0.18	0.12	0.25	0.037	Bal.	21.8

※Hirayamaの式より算出
Ni当量=12.6[%C]+0.35[%Si]+1.05[%Mn]+[%Ni]+0.65[%Cr]+0.98[%Mo]

◆ 強度特性（ミルシート値）

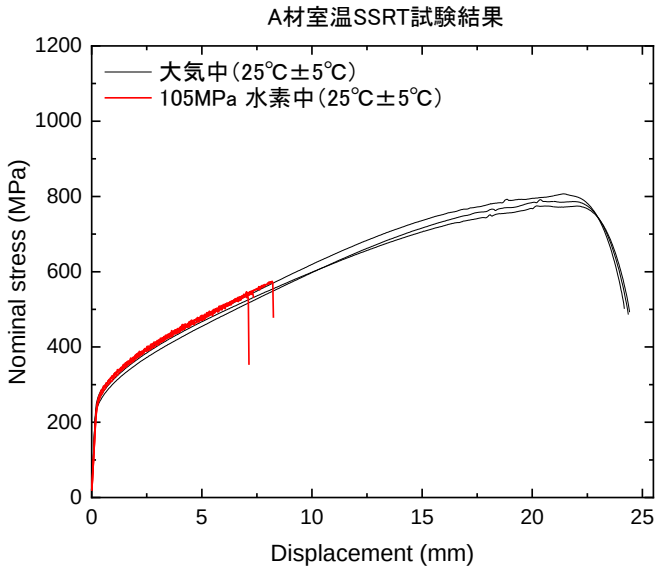
SUS304	*Ys* (MPa)	*Ts* (MPa)	*El* (%)
JIS spec.	≥ 205	≥ 520	≥ 40
A	264	639	65
B	283	602	63
C	244.0	653.7	65.8

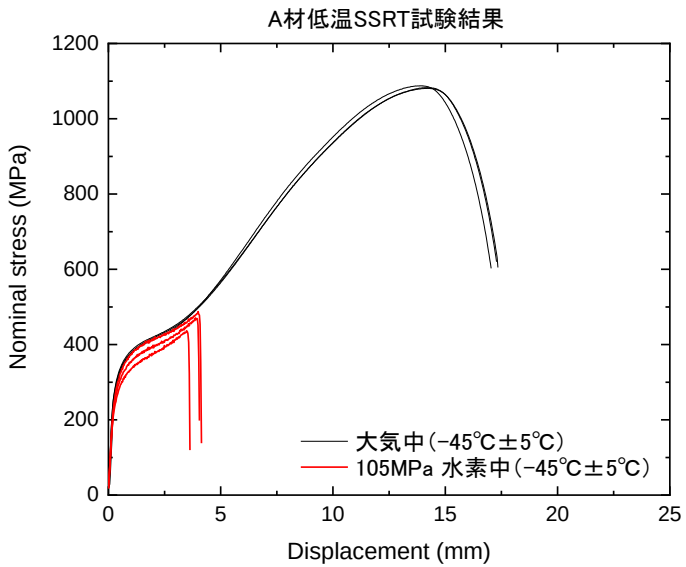


Ni当量とRRAの関係
（出展：山田ら, 高圧ガス 49(10), 885-893, 2012-10）

SUS304市中材Aの水素中試験結果（産総研）

◆ SSRT試験

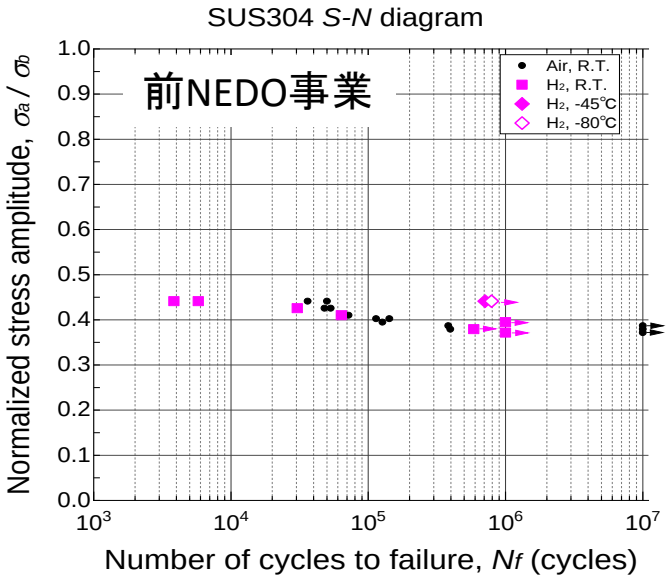


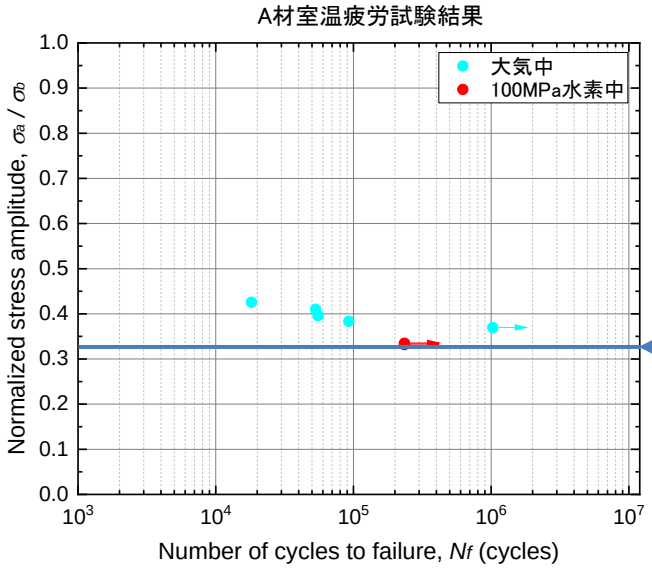


高圧水素ガス中での
Ys（0.2%耐力）
は大気中とほぼ同等

Ys(HT) > 0.80Ys(NT)
HT:水素中
NT:大気中

◆ 疲労試験





室温、1/3SUTSの
試験応力において、
$Nf > 2\times10^5$回ま
で未破断を確認

1/3SUTS = 1/3S_b

S_b ：ミルシート値

まとめ

1.国際基準調和・標準化活動

- ✓ HFCV-GTR Phase2審議に参画し、日本提案の国際合意に向けて、既存データ及び取得したデータに基づき、審議を推進中。

2-1.容器火炎暴露試験の見直し

- ✓ 火炎暴露試験の再現性向上のためには、①火炎高さ、②火炎の幅、③火源の均一性、④風の影響を検討する必要があることが分かった。
- ✓ 火炎の幅が大きくなるほど、容器底部の温度は低くなることが分かった。
- ✓ 火炎高さの規定には、容器頂部温度計測が有効であることが分かった。

2-2.金属材料の水素適合性試験法確立と鋼種拡大

- ✓ 水素適合性試験法の国際合意に向けて、海外の意見・データを考慮して日本提案を修正する必要がある。
- ✓ 今後、材料の伸び判定値(12%)の扱いの検討、および技術的根拠(Rationale)の作成を行い、国際合意に向けて審議を推進する。
- ✓ また、自動車用水素部品の低コスト化に向け、廉価材であるSUS304を使用可能材料として確定するための実証試験を実施中。