

NEDO 燃料電池・水素技術開発ロードマップ成果報告会

# NEDO 燃料電池・水素技術開発ロードマップ (FCV・HDV 用燃料電池技術開発) 水素貯蔵システム

プレゼンター：高見昌宜(トヨタ自動車)、森大五郎(トヨタ自動車)

NEDO 水素・アンモニア部  
(委託先)みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社

1. NEDOロードマップ概要　WG体制、水素貯蔵ニーズ、各地域との比較
2. 高圧水素タンク　NEDOロードマップ及び解説書の訴求点
3. 液体水素　2024年度版の主な変更点

# 1. NEDOロードマップ概要 WG体制

## 【高圧水素アカデミア】

- ・金沢工業大学: 鶴澤先生
- ・名古屋大学: 荒井先生
- ・東京大学: 横関先生
- ・東京科学大学: 水谷先生
- ・岐阜大学: 入澤先生

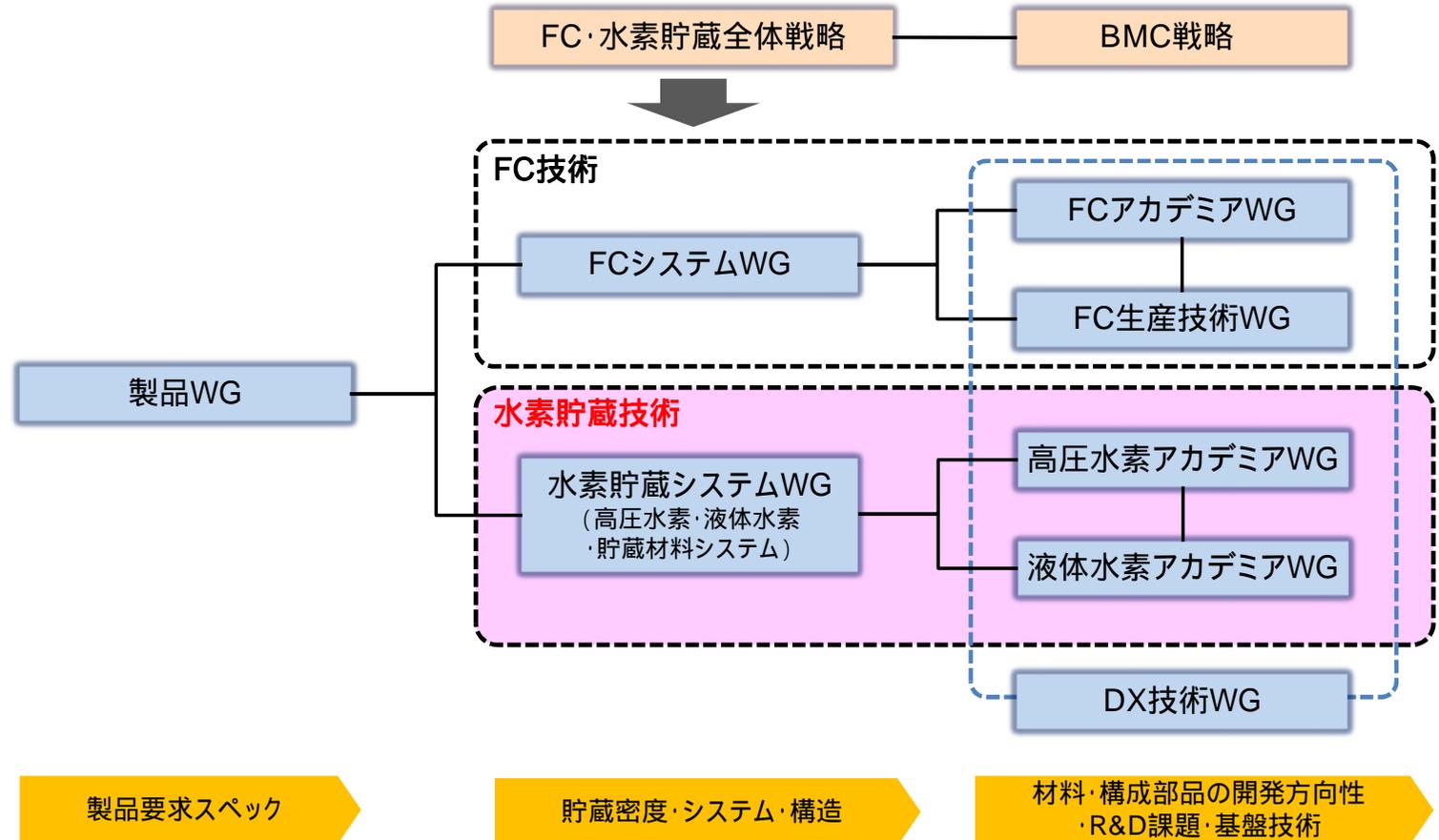
## 【液体水素アカデミア】

- ・神戸大学: 武田先生
- ・東京大学: 姫野先生
- ・NIMS: 内藤先生
- ・JAXA: 小林先生

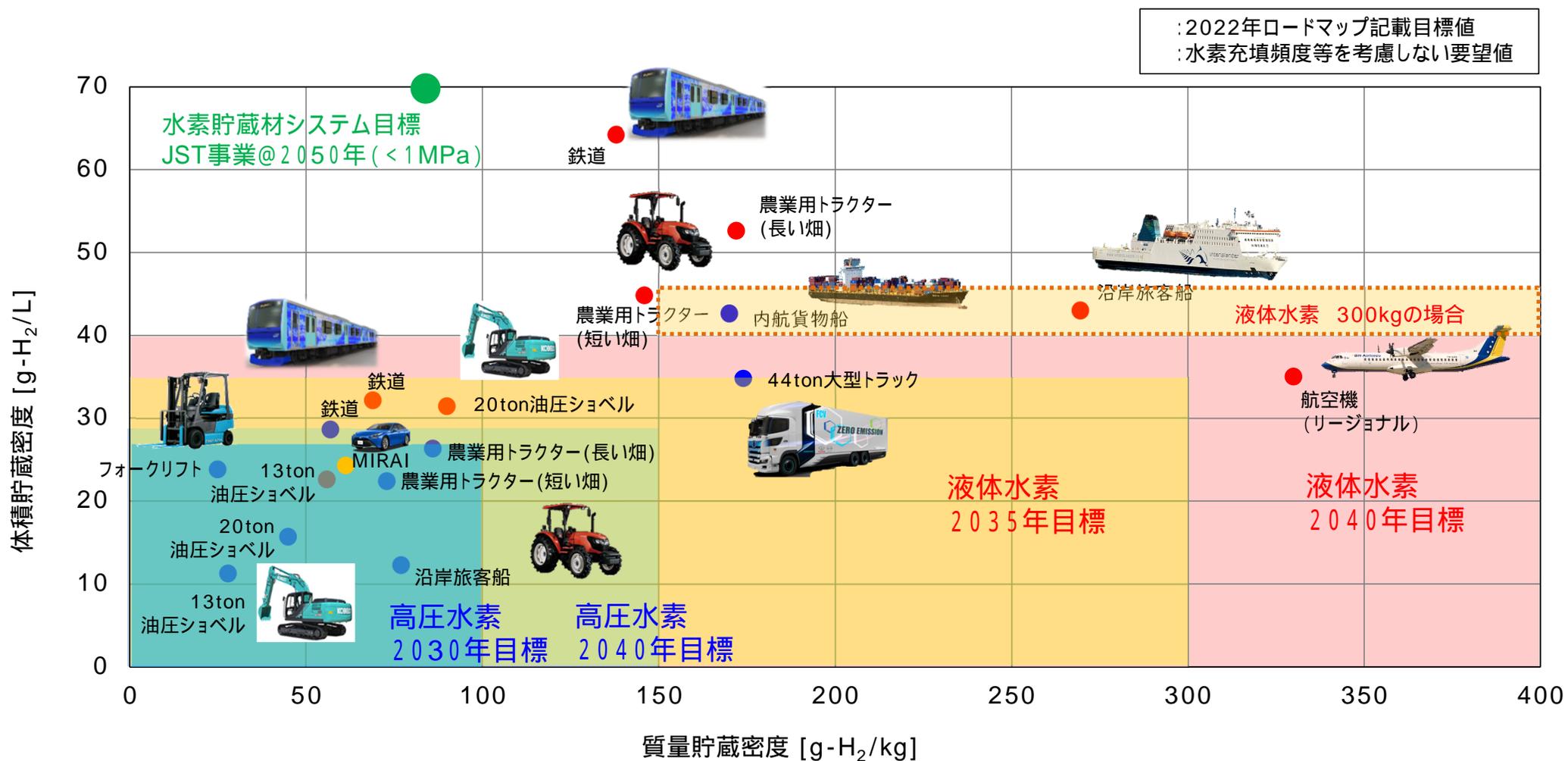
## 【産業界】

- ・トヨタ自動車: 高見、森、山本
- ・本田技研: 小谷様
- ・中国工業: 大木様
- ・豊田中研: 渡辺様
- ・デンソー: 川村様、山田(貴)様、山田(直)様、福田様、五味様
- ・岩谷産業: 吉野様
- ・JARI: 富岡様、田村様
- ・川崎重工: 東様
- ・豊田合成: 山口様
- ・新光産業: 森分様
- ・NEDO: 小島様、池様

オブザーバー参加  
大型トラックメーカー様



# 水素貯蔵ニーズ(システム貯蔵密度)







NEDO 燃料電池・水素技術開発ロードマップ

—FCV・HDV用燃料電池ロードマップ（解説書）—

2024年3月

## 解説書（目次）

### 2. 目標の考え方と達成のための技術課題

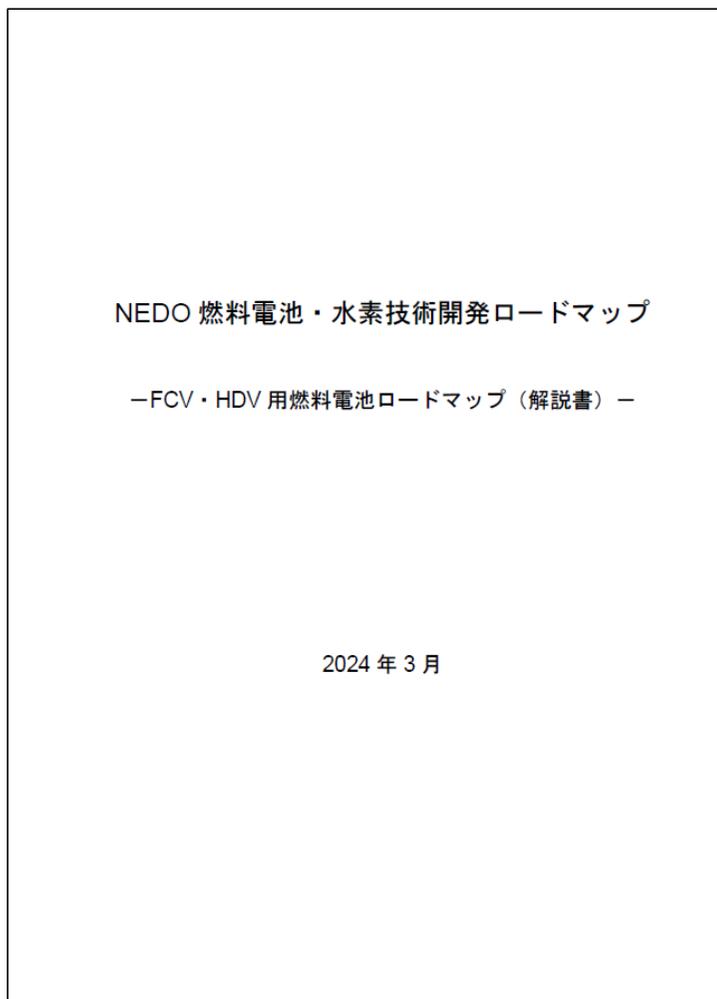
#### 2.8 水素貯蔵技術

##### 2.8.1 技術開発課題（高圧水素）

- (1) コスト低減 + 質量貯蔵密度向上
- (2) 低コスト仕様タンク
- (3) 安全率・認証試験条件等適正化
- (4) 環境負荷低減
- (5) 利便性向上
- (6) タンクパスポートへの将来対応

##### 2.8.2 技術開発課題（液体水素）

- (1) 運用面の課題
- (2) 応用面の課題



### 解説書（目次）

## 2. 目標の考え方と達成のための技術課題

### 2.8 水素貯蔵技術

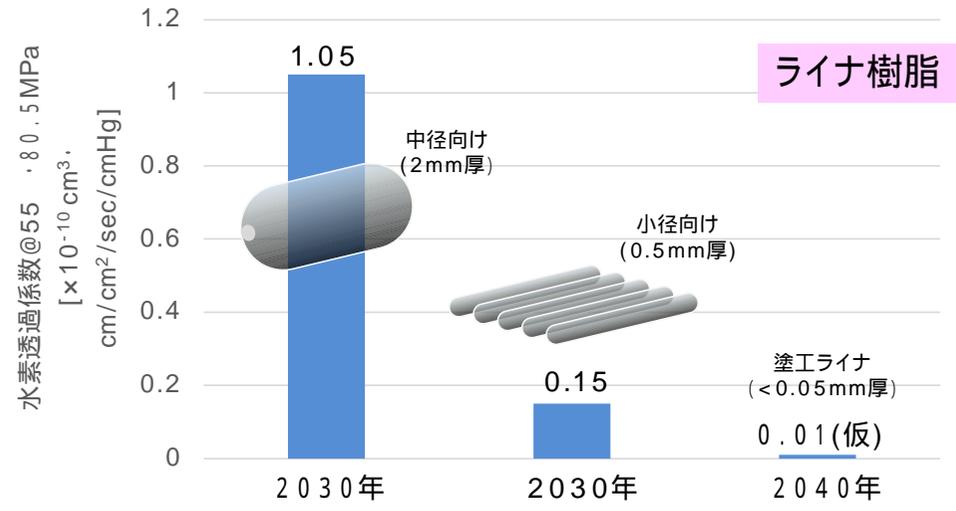
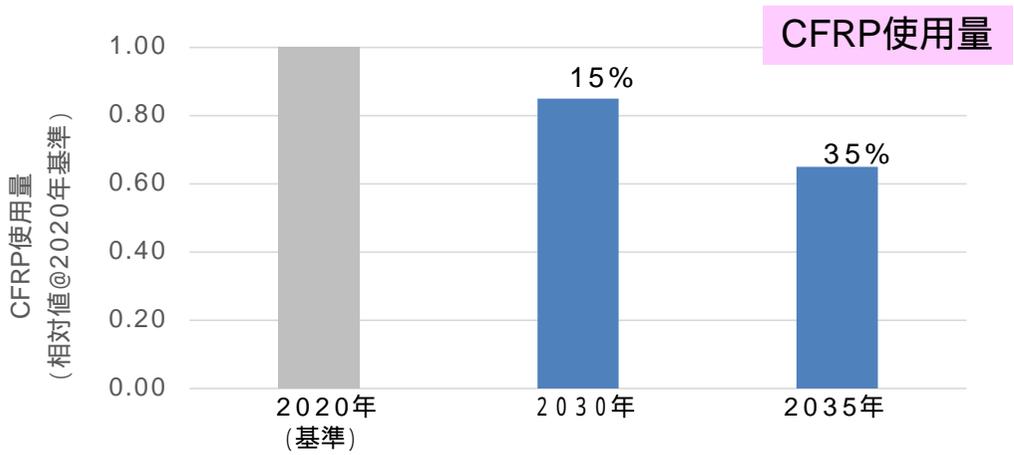
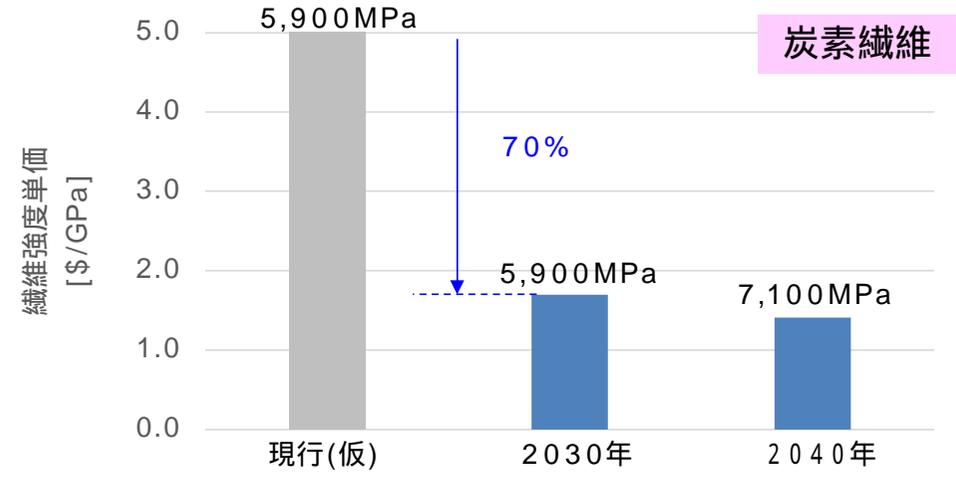
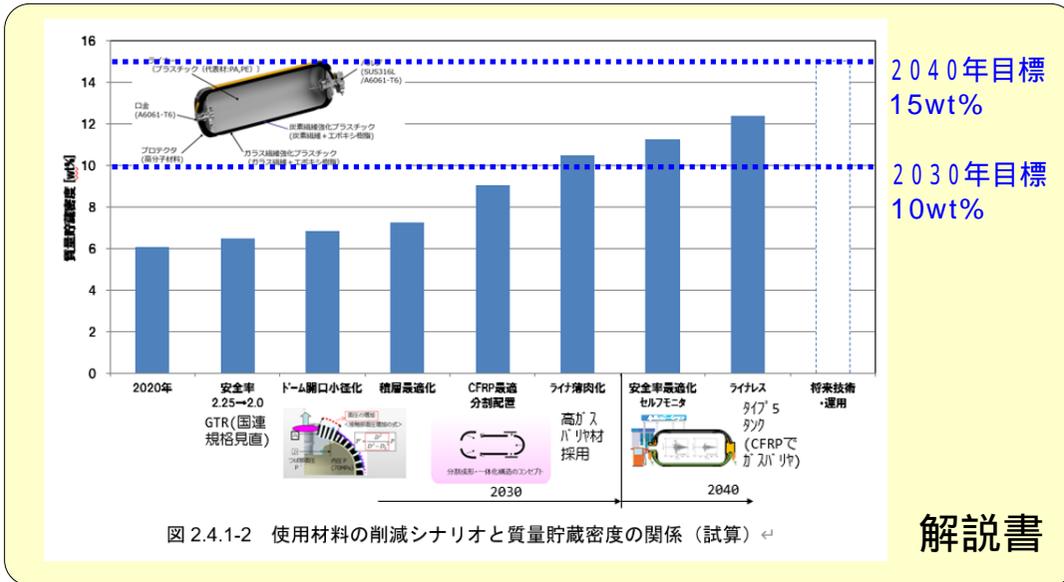
#### 2.8.1 技術開発課題（高圧水素）

- (1) コスト低減 + 質量貯蔵密度向上
- (2) 低コスト仕様タンク
- (3) 安全率・認証試験条件等適正化
- (4) 環境負荷低減
- (5) 利便性向上
- (6) タンクパスポートへの将来対応

#### 2.8.2 技術開発課題（液体水素）

- (1) 運用面の課題
- (2) 応用面の課題

# (1) コスト低減 + 質量貯蔵密度向上



水素質量貯蔵密度目標の達成シナリオを実現する、各要素技術の目標値を提示・共有

### 解説書(目次)

#### 2. 目標の考え方と達成のための技術課題

##### 2.8 水素貯蔵技術

###### 2.8.1 技術開発課題(高圧水素)

- (1) コスト低減+質量貯蔵密度向上
- (2) 低コスト仕様タンク
- (3) 安全率・認証試験条件等適正化
- (4) 環境負荷低減
- (5) 利便性向上
- (6) タンクパスポートへの将来対応

###### 2.8.2 技術開発課題(液体水素)

- (1) 運用面の課題
- (2) 応用面の課題

NEDO 燃料電池・水素技術開発ロードマップ

—FCV・HDV用燃料電池ロードマップ(解説書)—

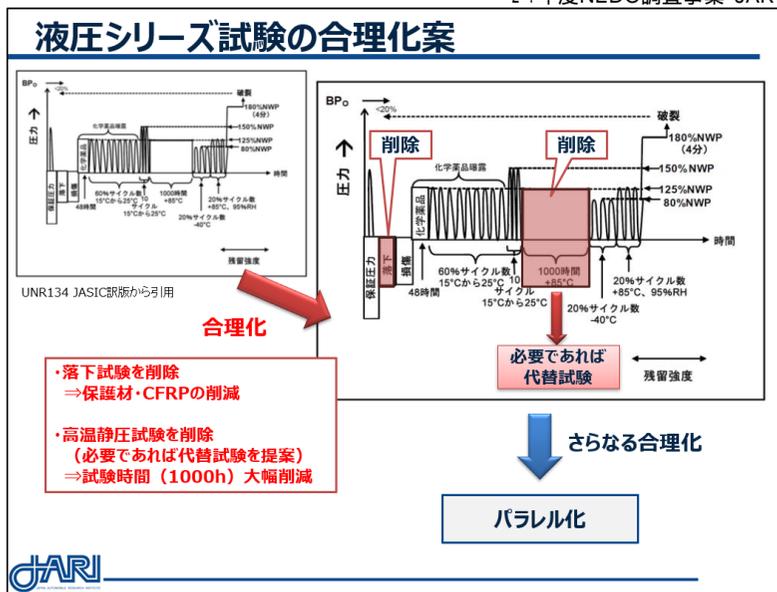
2024年3月

## 水素保安戦略策定にあたっての基本的考え方

- 大規模な水素利活用を前提に、規制の合理化・適正化を含め、水素利用を促す環境整備を構築するためには、技術開発等を進め、新たな利用ニーズを安全面で裏付ける科学的データ等が不可欠。
- 官民一丸となって、安全確保を裏付ける科学的データ等の獲得を徹底的に追求し、タイムリーかつ経済的に合理的・適正な水素利用環境を構築するとともに、シームレスな保安環境を構築するべく我が国の技術基準を国内外に発信し、世界的スタンダードを目指す。

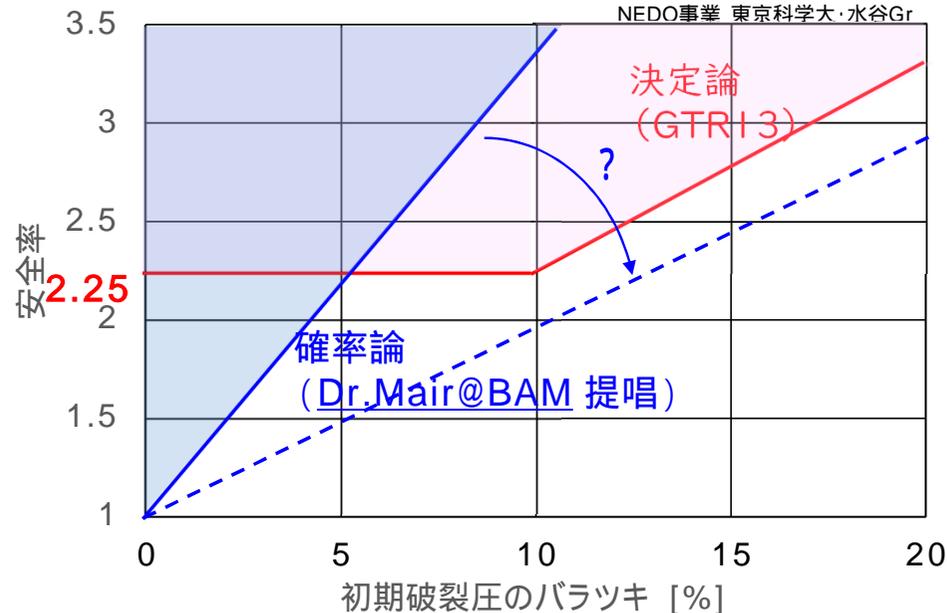
### シリーズ試験の合理化

24年度NEDO調査事業 JARI

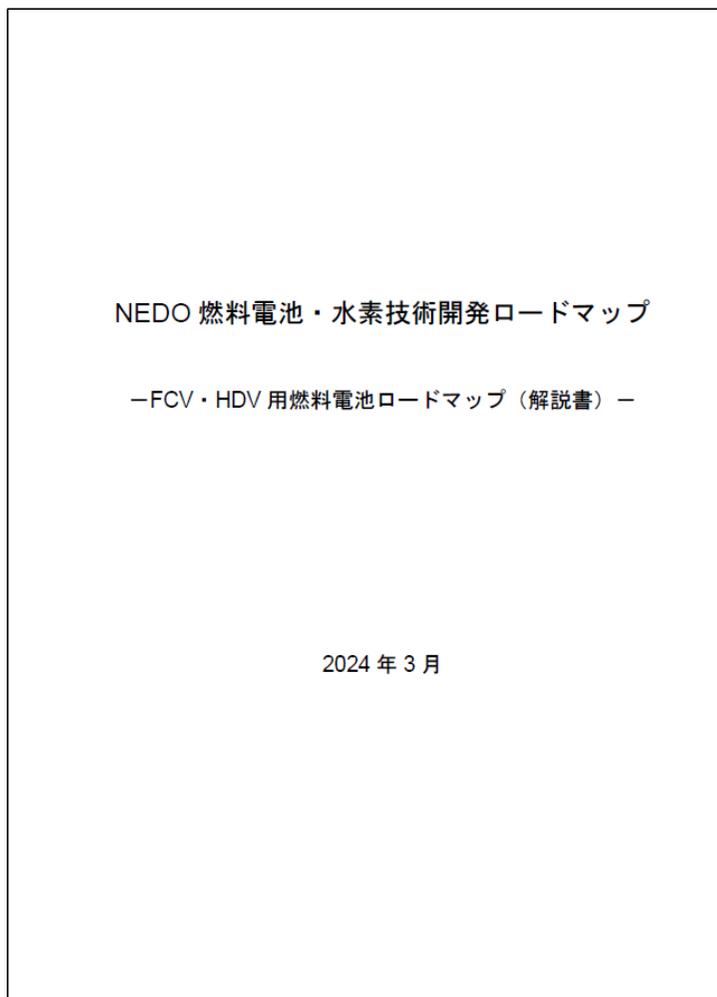


### 安全率の適正化

NEDO事業 東京科学大・水谷Gr



適正化の根拠となる『理屈』の構築、およびSHM等を活用した代替案とセットでの提案を目指す



### 解説書（目次）

## 2. 目標の考え方と達成のための技術課題

### 2.8 水素貯蔵技術

#### 2.8.1 技術開発課題（高圧水素）

- (1) コスト低減 + 質量貯蔵密度向上
- (2) 低コスト仕様タンク
- (3) 安全率・認証試験条件等適正化
- (4) 環境負荷低減
- (5) 利便性向上
- (6) タンクパスポートへの将来対応

#### 2.8.2 技術開発課題（液体水素）

- (1) 運用面の課題
- (2) 応用面の課題

## (4) 環境負荷低減

CN社会の実現にあたり、

- ・世界的な法規への対応 (欧州ELV規制など)
- ・CI (Carbon Intensity)、LCA (Life Cycle Assessment) への対応



北米



バイオベースのポリアクリロニトリル  
(炭素繊維の前駆体繊維)

- ・Southern Research (米国アラバマ州) が開発
- ・Trillium Renewable Chemicals (米国デネソー州) パイロットライン
- ・炭素繊維メーカー Hyosung Advanced Materials Corp. (韓国) 投資
- ・2024年に Solvay Composite Materials (米国ジョージア州) がLCA実施計画

日本



九州大学

座礁資源  
(炭素繊維の前駆体材料)

NEDO 2020 - 2024  
燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業

欧州



ELIUM  
BY ARKEMA

ケミカルリサイクル可能なアクリル系液体樹脂  
(FRP向けマトリックス樹脂)

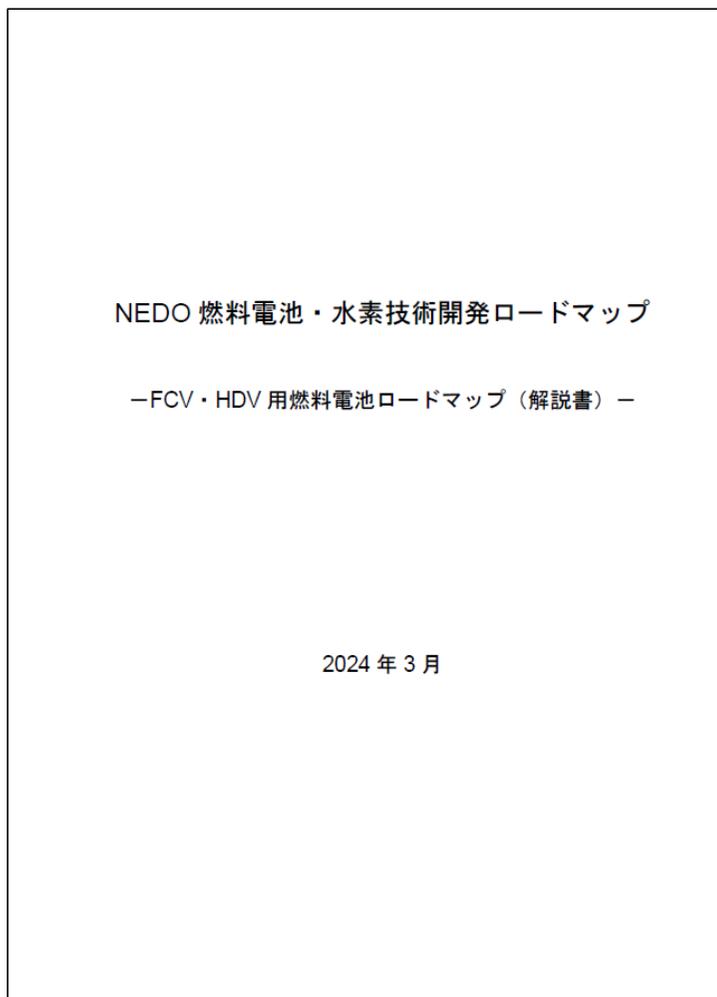
CIDER

eco hydro

- ・10機関参加
- ・Project duration: 08/2022 - 07/2024
- ・Funding amount: 220 000 €

- ・15機関参加
- ・Project duration: 01/2024 - 12/2027
- ・Funding amount: 10,000 000 €

環境負荷低減に有効な新規材料開発に加え、タンクでの利用可否判断技術の確立に期待



### 解説書(目次)

## 2. 目標の考え方と達成のための技術課題

### 2.8 水素貯蔵技術

#### 2.8.1 技術開発課題(高圧水素)

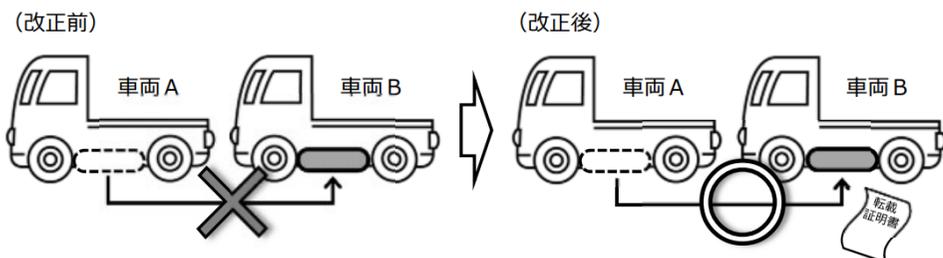
- (1) コスト低減+質量貯蔵密度向上
- (2) 低コスト仕様タンク
- (3) 安全率・認証試験条件等適正化
- (4) 環境負荷低減
- (5) 利便性向上
- (6) タンクパスポートへの将来対応

#### 2.8.2 技術開発課題(液体水素)

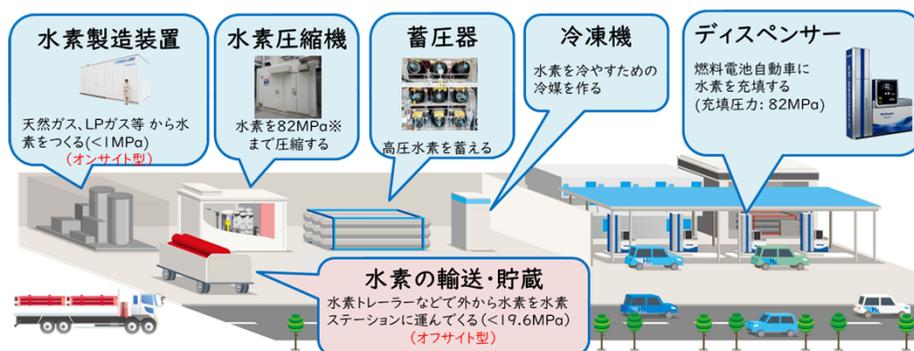
- (1) 運用面の課題
- (2) 応用面の課題

類似分野との連携

タンクの転載 「圧縮天然ガス自動車燃料装置用 容器及び附属品転載マニュアル」



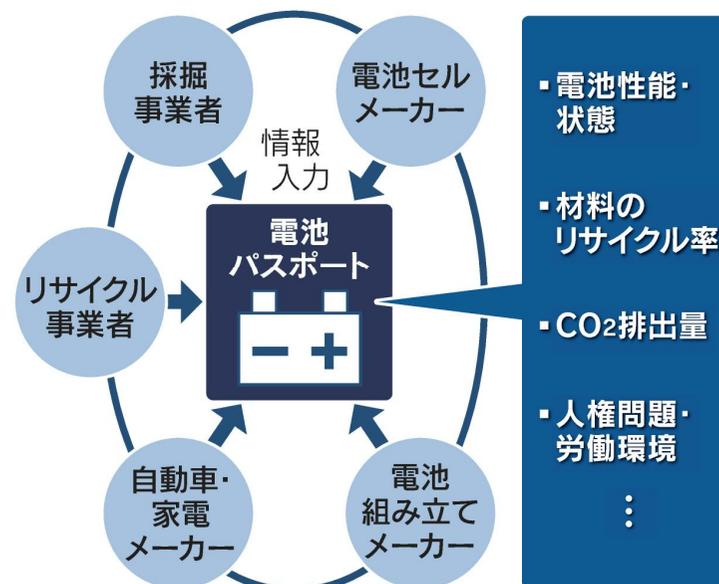
インフラ側との連携



DX技術との連携



電池パスポートの仕組み



出典：日本経済新聞

各分野との“連携”を推進し、高圧水素タンク運用時の利便性向上に繋げる。



高圧水素用CFRPの極低温用途への展開を視野に、23年度に材料強度目標を検討し、タンク軽量化試算を実施。24年度には、断熱性を考慮し真空管理要件を追加

表 2.4.2-2 液体水素用 CFRP 材料目標 ([0°、一方向、フープ巻き成形]および[+20°/-20°、二方向、ヘリカル巻き成形])

材料	降伏点*1 (MPa)	引張強さ*1 (MPa)	縦弾性係数 (GPa)	比重 (g/cm3)	真空管理要件	
					真空度 *2(Pa)	維持期間 (日)
高強度 CFRP	250	3000	160	1.8	1 × 10 <sup>-2</sup>	航空機: 30 *3
高強度・高弾性 CFRP	300	3500	180	1.8		トラック: 750 *4

\*1 材料強度は 20K での材料試験で確認する。LNG 基準に倣い、疲労強度は規定せず、個別要件とする。

\*2 真空度は初期真空度を 1 × 10<sup>-3</sup>Pa 未満とした場合の許容上限値を示す。運用は低温(20K)、真空度確認は室温を想定。

\*3 現状の航空機の整備期間から推定した時間

\*4 2 年ごとに行われる車検に基づく時間

材料開発、評価法、強度解析、寿命推定などの課題解決には、日本の強みであるCFRP技術の活用が期待される

液体水素は熱侵入に対してLNGよりもセンシティブ(温度域、潜熱の差あり)。質量密度とホールドタイムを両立させるには、移動体の液体水素タンクシステムでは積極的・追加的対応が必要  
従来の取り組み に新たな取り組み 、 を加えた総合的取り組みにより課題解決を目指す

## 断熱強化

- ・輻射熱シールド・蓄冷・磁気冷凍などの技術シーズの応用可能性検討
- ・低熱伝導率の内槽保持構造開発による入熱低減

## 極低温流体マネジメントの構築(相平衡と流動現象等を活用)

- ・一成分二相系の液面付近の温度境界層形成による蒸発損失対策
- ・相平衡を考慮しつつ貯槽内の温度分布、熱流束を適切に把握
- ・液温成層を破壊するバブリング、蒸気相を冷却するスプレーなど

## 運用性向上(無害化・一時貯蔵・電力への変換)

- ・使用環境の調査、安全性評価手法の研究開発、
- ・基準化を含めた運用に関する技術開発(海外との連携も視野)

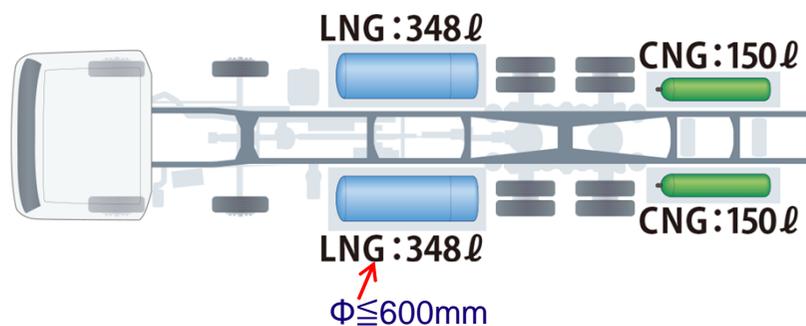
LNGと同等以上の利便性、安全性を実現し、日本の強みにつなげる

# 応用面の課題 (大型トラック) (解説書2.8.2)

大型トラックOEM (LNGトラック実績あり)、タンクメーカーと目標について議論。LNG車に対し、下記改良必要。

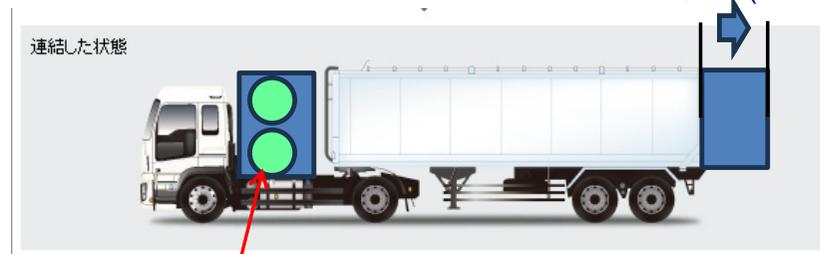
- a) 直径拡大 ( 600 700~800mm)
- b) 熱伝導低減
- c) 断熱層間距離低減
- d) 真空度要件明確化

LNGトラック (カーゴトラック)

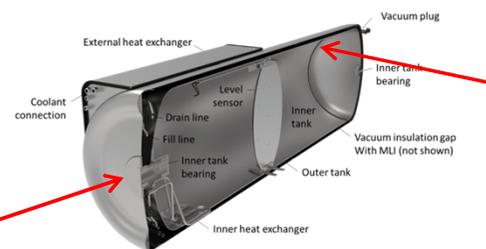


液体水素トラック (トラクター&トレーラー)

全長拡大(+1m)



- a) LH2タンク 液体水素タンクのキャブバックへの搭載  
Φ≦600⇒φ800



- b) 熱伝導 50%低減

- c) 真空層間距離縮小 35mm⇒25mm以下
- d) 真空度要件明確化 <math>< 10^{-2}</math> Pa

断熱性向上のため大径化が必要。物流合理化のため、全長規制見直しの可能性があり、搭載性向上が期待される。トラクタタイプのキャブバックへのタンク搭載に検討価値あり。

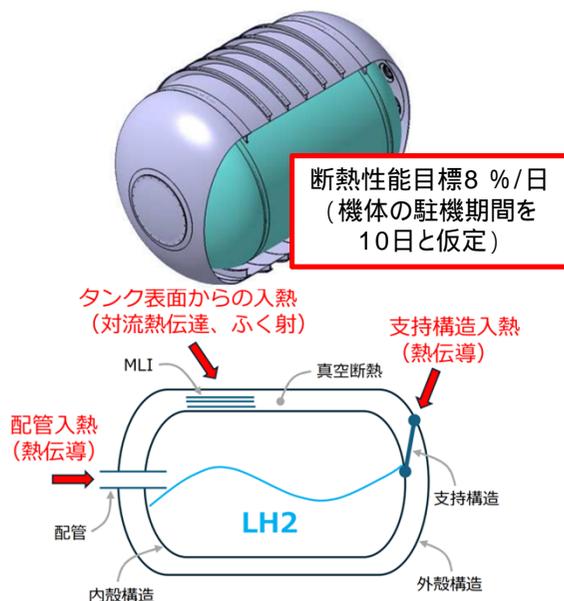
# 応用面の課題 (航空機) (解説書2.8.2)

川崎重工様の水素航空機向け液体水素タンク検討事例 (NEDOグリーンイノベーション基金事業)  
ケロシン燃料と同等のエネルギーを確保するために貯蔵密度の目標は、33 wt%以上と設定。



燃料搭載箇所として  
胴体内が候補

機体とタンク搭載



タンク設計



アルミ合金ドーム



複合材タンク試作

軽量化のためステンレス材ではなく、アルミニウムや  
複合材料などの比強度の高い材料の使用を検討

金属・複合材タンクの試作

(出所) 平野ら, “水素航空機 液化水素燃料タンク技術の開発”, 第62回飛行機シンポジウム, 3A12 (2024).

軽量化が最重要だが、加えて断熱性能の確保なども考慮した設計が必要。航空機の脱炭素化に向けた新技術ロードマップでは宇宙業界、航空機業界、自動車業界との分野間連携との記載あり  
NEDO航空・宇宙部、水素・アンモニア部様の協力を得て、各分野との連携を検討・推進