

発表No. C-1

超高压水素インフラ本格普及技術研究開発事業／
国内規制適正化に関わる技術開発／

本格普及期に向けた水素ステーションの安全性に関わる研究開発

発表者：河島 義実 (JPEC)

団体名：一般財団法人石油エネルギー技術センター (JPEC)

国立大学法人横浜国立大学

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 (JAXA)

発表日：2022年7月28日

連絡先：

一般財団法人石油エネルギー技術センター

(TEL 03-5402-8506)

事業概要

1.期間

開始 : 2018年6月

終了(予定) : 2023年3月

2.最終目標

サブテーマ	最終目標
①無人運転を実施するための研究開発	遠隔監視セルフ水素スタンドの技術基準案の作成
②リスクアセスメントの再実施に基づく設備構成に関する研究開発	設備構成に関する技術基準案の作成
③水素出荷設備に係る保安統括者等の選任の緩和に関する研究開発	保安監督者による保安管理に関する技術基準案の作成
④蓄圧器等の常用圧力上限値の見直しのための研究開発	常用圧上限値見直しに関する技術基準案の作成
⑤その他規制改革実施計画実施項目の内、研究開発が必要とされる項目の実施	<ul style="list-style-type: none">・一般家庭等における水素充填の可能化に向けた法的課題の抽出・保安監督者の複数水素スタンド兼任に関する技術基準案の作成・障壁の高さ・構造の見直しに関する技術基準案の作成

事業概要（つづき）

3.成果・進捗概要

サブテーマ	成果・進捗
①無人運転を実施するための研究開発	<ul style="list-style-type: none">・遠隔監視セルフ水素スタンドの技術基準案の作成 省令7条の4、基本通達、例示基準、自主基準（JPEC-S、JPEC-TD）・省令7条の4第1項への準用項目の見直し検討中
②リスクアセスメントの再実施に基づく設備構成に関する研究開発	<ul style="list-style-type: none">・設備構成に関する技術基準案の作成 設備構成の合理化（遮断弁、過流防止弁）、 過流防止弁のオフィス代替、圧力リリース弁不要化・省令7条の3第1項と第2項の不整合見直し検討中
③水素出荷設備に係る保安統括者等の選任の緩和に関する研究開発	<ul style="list-style-type: none">・作業HAZOPに基づく安全対策と省令の紐付け及び保安監督者1名での保安管理に関する必要要件の検討中
④蓄圧器等の常用圧力上限値の見直しのための研究開発	<ul style="list-style-type: none">・爆発実験の実施とそれに基づく常用圧上限値見直しに伴う距離規制等の見直し検討中
⑤その他規制改革実施計画実施項目の内、研究開発が必要とされる項目の実施	<ul style="list-style-type: none">・一般家庭等における水素充填の可能化に向けた法的課題の抽出・保安監督者の複数水素スタンド兼任に関する技術基準案の作成 自主基準（JPEC-TD）、基本通達へのJPEC-TDの引用・障壁の高さ・構造に関する技術基の見直しのための現状調査と見直し指針の検討を実施中

1. 事業の位置付け・必要性

■ 社会的背景

- ・2016年、「水素・燃料電池戦略ロードマップ」が改訂され、水素ステーションとFCVの目標数提示
- ・2017年、「水素基本戦略」で2030年の水素価格やステーション目標数達成の早期実行が求められる
- ・2018年、閣議決定の「第5次エネルギー基本計画」においても目標数を踏襲



水素社会早期実現が求められている

■ 本事業の目的・位置づけ

- ・ロードマップで示された2020年160か所、2025年320か所、更に2030年900か所の実現には、事業自立化に向けたステーション整備費・運営費・水素調達コストの低減が不可欠で、それに向けた技術開発が重要



2018年度からのNEDO事業『超高压水素インフラ本格普及技術研究開発』

水素・燃料電池戦略ロードマップ～水素社会実現に向けた産学官のアクションプラン～（全体）

- 基本戦略等で掲げた目標を確実に実現するため、
 - ① **目指すべきターゲットを新たに設定(基盤技術のスペック・コスト内訳の目標)、達成に向けて必要な取組を規定**
 - ② **有識者による評価WGを設置し、分野ごとのフォローアップを実施**

	基本戦略での目標	目指すべきターゲットの設定	ターゲット達成に向けた取組	
利用	モビリティ	FCV 20万台@2025 80万台@2030	2025年 <ul style="list-style-type: none"> ● FCVとHVの価格差 (300万円→70万円) ● FCV主要システムのコスト (燃料電池 約2万円/kW→0.5万円/kW) 水素貯蔵 約70万円→30万円 	● 徹底的な規制改革と技術開発
		ST 320カ所@2025 900カ所@2030	2025年 <ul style="list-style-type: none"> ● 整備・運営費 (整備費 3.5億円→2億円 運営費 3.4千万円→1.5千万円) ● ST構成機器のコスト (圧縮機 0.9億円→0.5億円 蓄圧器 0.5億円→0.1億円) 	● 全国的なSTネットワーク 土日営業の拡大 ● ガソリンスタンド/コンビニ併設STの拡大
		バス 1200台@2030	20年代前半 <ul style="list-style-type: none"> ● FCバス車両価格 (1億500万円→5250万円) ※トラック、船舶、鉄道分野での水素利用拡大に向け、指針策定や技術開発等を進める	● バス対応STの拡大
	発電	商用化@2030	2020年 <ul style="list-style-type: none"> ● 水素専焼発電での発電効率 (26%→27%) ※1MW級ガスタービン 	● 高効率な燃焼器等の開発
	FC	グリッドパリティの早期実現	2025年 <ul style="list-style-type: none"> ● 業務・産業用燃料電池のグリッドパリティの実現 	● セルスタックの技術開発
供給	化石+CCS	水素コスト 30円/Nm3@2030 20円/Nm3@将来	20年代前半 <ul style="list-style-type: none"> ● 製造：褐炭ガス化による製造コスト (数百円/Nm3→12円/Nm3) ● 貯蔵・輸送：液化水素タンクの規模 (数千m³→5万m³) 水素液化効率 (13.6kWh/kg→6kWh/kg) 	● 褐炭ガス化炉の大型化・高効率化 ● 液化水素タンクの断熱性向上・大型化
		水電解システムコスト 5万円/kW@将来	2030年 <ul style="list-style-type: none"> ● 水電解装置のコスト (20万円/kW→5万円/kW) ● 水電解効率 (5kWh/Nm3→4.3kWh/Nm3) 	● 浪江実証成果を活かしたモデル地域実証 ● 水電解装置の高効率化・耐久性向上 ● 地域資源を活用した水素サプライチェーン構築

2. 研究開発マネジメントについて

■ 研究開発目標と根拠（2021～2022年度）

サブテーマ	研究開発目標	根拠
①無人運転を実施するための研究開発 ・省令7条の4第1項に7条の3第2項から準用された技術基準の見直し (2021年度3Q～)	省令7条の4第1項に7条の3第2項から準用された技術基準の見直しと技術基準見直し案の策定	省令の改訂には、それに資する技術的裏付けとそれを記載した技術基準案が不可欠、省令以外の例示基準改訂などにも技術基準案は不可欠
②リスクアセスメントの再実施に基づく設備構成に関する研究開発 ・省令7条の3第1項と第2項の不整合の見直し(2021年度3Q～)	省令7条の3第1項と第2項の不整合の見直しと技術基準見直し案の策定	省令の改訂には、それに資する技術的裏付けとそれを記載した技術基準案が不可欠、省令以外の例示基準改訂などにも技術基準案は不可欠
③水素出荷設備に係る保安統括者等の選任の緩和に関する研究開発 (2020年度4Q～)	保安監督者による保安管理に関する技術基準案の作成	省令内容の検討や関連する各種技術文書の作成には、それに資する技術的裏付けとそれを記載した技術基準案が不可欠
④蓄圧器等の常用圧力上限値の見直しのための研究開発 (2021年度～)	常用圧上限値見直しに関する技術基準案の作成	省令の改訂には、それに資する技術的裏付けとそれを記載した技術基準案が不可欠、省令以外の例示基準改訂などにも技術基準案は不可欠
⑤その他規制改革実施計画実施項目の内、 研究開発が必要とされる項目の実施 ・障壁に係る技術基準の見直しに向けた技術検討(2021年度3Q～)	障壁の高さ・構造の見直しに関する技術基準案の作成	障壁の高さ・構造に関連する例示基準や技術基準の作成には、それに資する技術的裏付けとそれを記載した技術基準案が不可欠

現在検討中のテーマは、いずれも省令等の内容検討に資する技術基準案及び見直し案の作成を目標としている

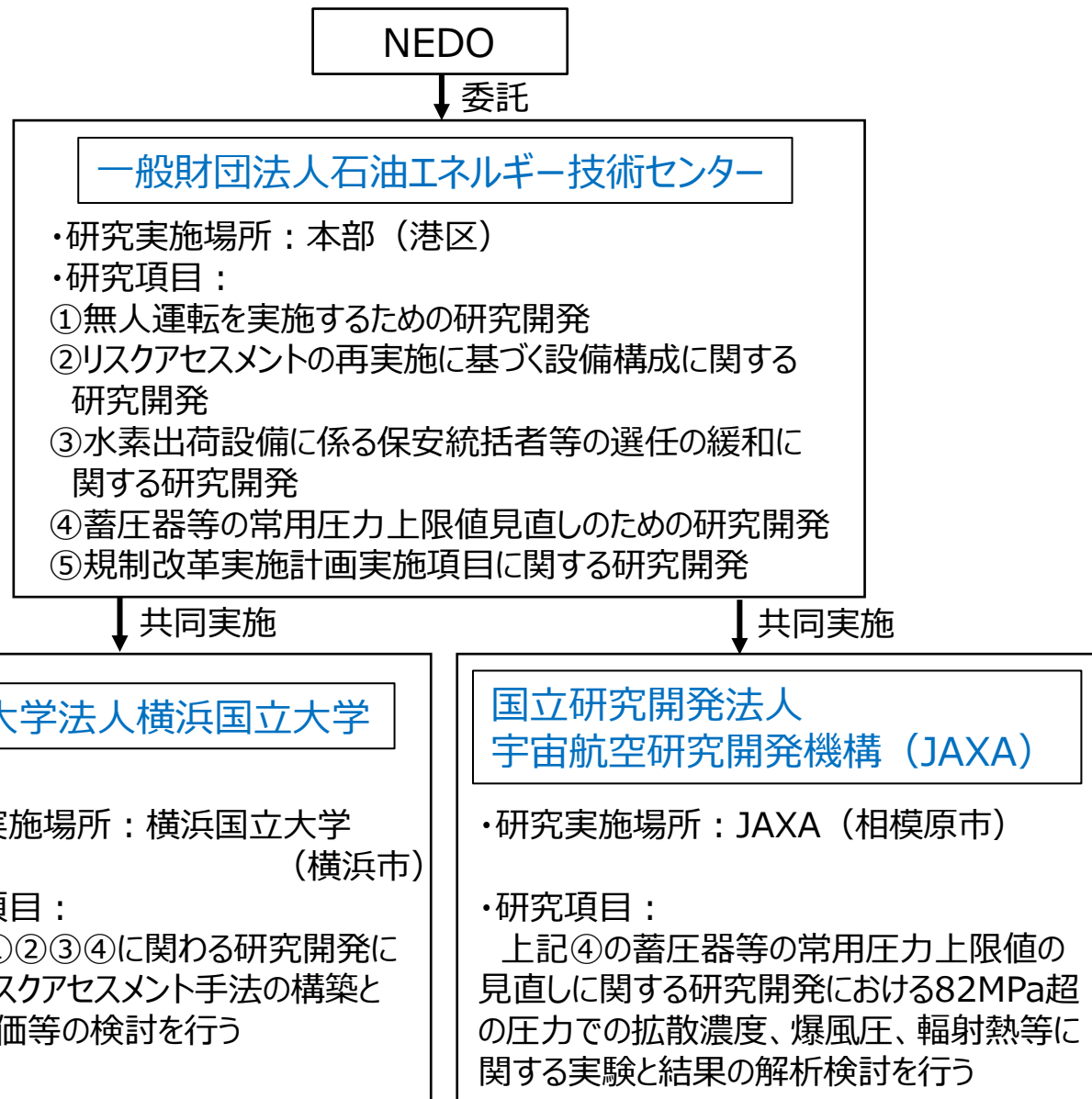
2. 研究開発マネジメントについて (つづき)

■ 研究スケジュール

サブテーマ	2021年度		2022年度	
①無人運転を実施するための研究開発 ・省令7条の4第1項に7条の3第2項から準用された技術基準の見直し (2021年度3Q～)		準用項目の整理と見直し方法の検討 1項目ごとの見直し要否検討	技術基準見直し案検討	法整備過程の各種対応
②リスクアセスメントの再実施に基づく設備構成に関する研究開発 ・省令7条の3第1項と第2項の不整合の見直し (2021年度3Q～)		不整合項目のリストアップ 不整合修正のためのロジック構築	技術基準見直し案検討	法整備過程の各種対応
③水素出荷設備に係る保安統括者等の選任の緩和に関する研究開発 (2020年度4Q～)	設備、作業手順モデル作成	作業HAZOP・FMEAをもとにした リスク評価及び安全対策検討 安全対策と省令の紐付けと保安体制検討	JPEC-TD等技術基準案作成	法整備過程の各種対応
④蓄圧器等の常用圧力上限値の見直しのための研究開発 (2021年度～)	制約条件の整理 実験計画策定・設備改造工事	82MPa超での拡散・着火等の実験と結果の解析 制約条件を加味した技術基準案 (予測) の検討	実験結果をもとにした技術基準案作成	法整備過程の各種対応
⑤その他規制改革実施計画実施項目の内、 研究開発が必要とされる項目の実施 ・障壁に係る技術基準の見直しに向けた技術検討 (2021年度3Q～)		隣地条件、障壁構造の影響因子の整理検討	整理に基づく技術基準案作成	法整備過程の各種対応

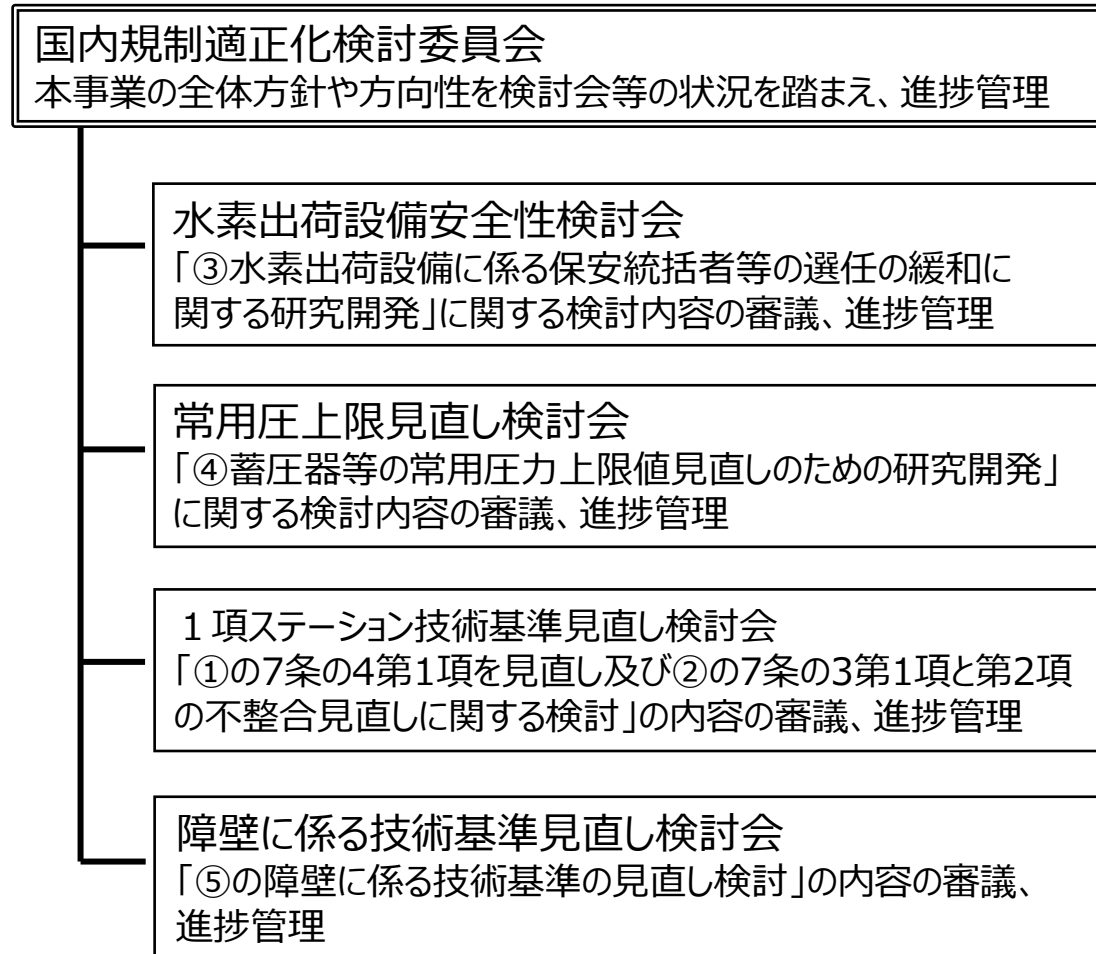
2. 研究開発マネジメントについて（つづき）

■ 研究開発実施体制



■ 研究開発の進捗管理

有識者による委員会を設置し、事業の推進・方針等を管理



3. 研究開発成果について

■ 研究開発目標と進捗状況

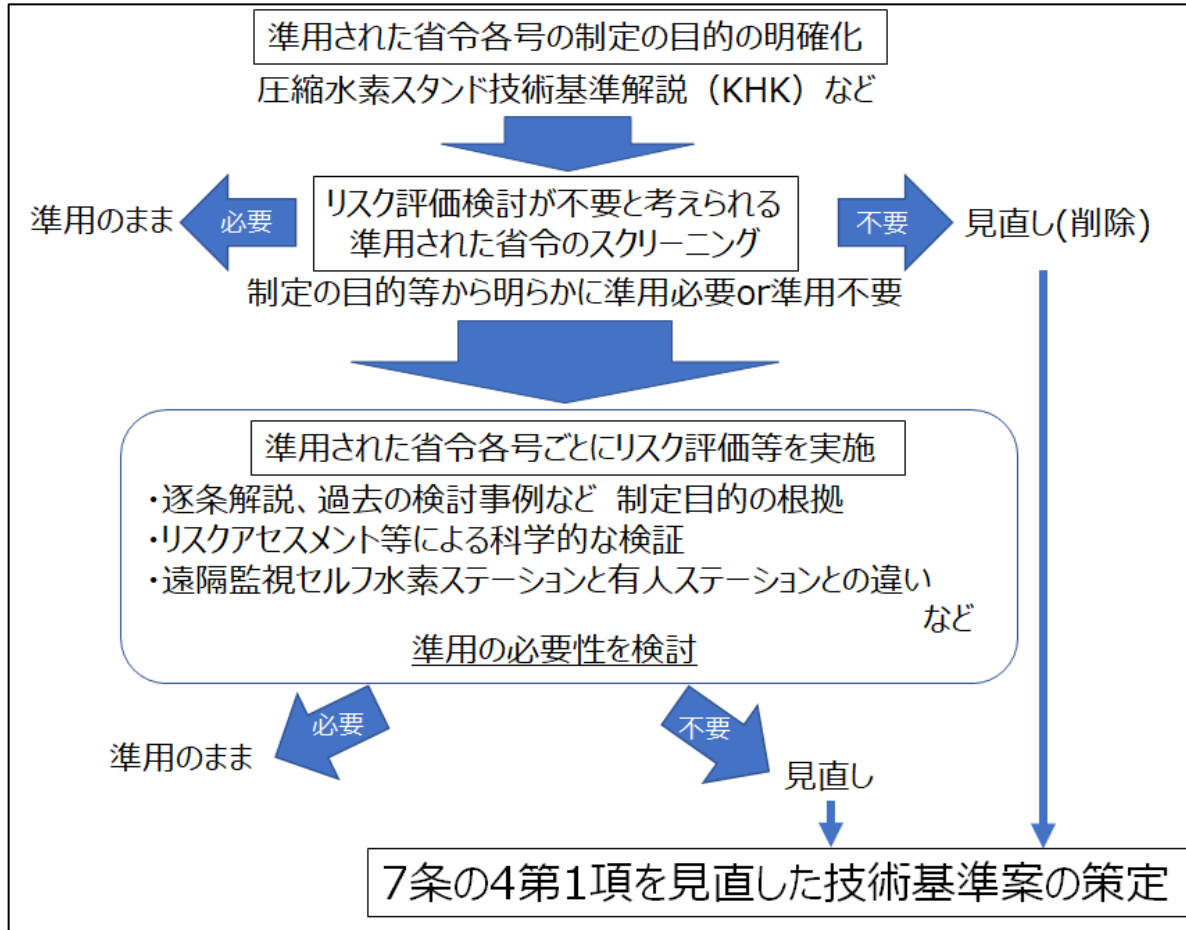
サブテーマ	研究開発目標	進捗状況（目標達成のに向けたアプローチ）
①無人運転を実施するための研究開発 ・省令7条の4第1項に7条の3第2項から準用された技術基準の見直し（2021年度3Q～）	省令7条の4第1項に7条の3第2項から準用された技術基準の見直しと技術基準見直し案の策定	<ul style="list-style-type: none"> ・準用された22項目を整理し、見直し方法を検討 ・22項目、1件ごとに、第1項・第2項の違い、有人・無人の違いを中心に準用の必要性を検討中
②リスクアセスメントの再実施に基づく設備構成に関する研究開発 ・省令7条の3第1項と第2項の不整合の見直し（2021年度3Q～）	省令7条の3第1項と第2項の不整合の見直しと技術基準見直し案の策定	<ul style="list-style-type: none"> ・第1項と第2項で不整合のある項目を抽出・整理 ・整理したもののから、防消火設備関連、容器置場関連、貯槽間距離/基礎について詳細を検討中
③水素出荷設備に係る保安統括者等の選任の緩和に関する研究開発（2020年度4Q～）	保安監督者による保安管理に関する技術基準案の作成	<ul style="list-style-type: none"> ・出荷設備の設備モデル、作業手順モデルを構築 ・作業HAZOPからの事故シナリオに対する追加安全対策を検討 ・安全対策を追加した設備のFMEAを基に機器の安全性を検討 ・7条の3の技術基準と出荷設備の安全対策の紐づけを検討 ・出荷設備を有する水素ステーションの保安体制を検討
④蓄圧器等の常用圧力上限値の見直しのための研究開発（2021年度～）	常用圧上限値見直しに関する技術基準案の作成	<ul style="list-style-type: none"> ・常用圧上限見直し制約条件を整理 ・制約条件を基にした技術基準案（予測）の検討 ・実験計画の策定とJAXA実験施設の改造工事 ・82MPa超での拡散濃度、爆風圧、輻射熱等に関する実験と結果の解析中
⑤その他規制改革実施計画実施項目の内、研究開発が必要とされる項目の実施 ・障壁に係る技術基準の見直しに向けた技術検討（2021年度3Q～）	障壁の高さ・構造の見直しに関する技術基準案の作成	<ul style="list-style-type: none"> ・既設水素ステーションの実態調査を実施 ・技術基準見直しに係る影響因子（隣地条件、障壁構造等）の整理及びそれに基づく技術基準案の検討中

3. 研究開発成果について (つづき)

7条の4第1項に7条の3第2項から準用された技術基準の見直し (2021年度3Q~)

目的・意義：省令7条の4 (遠隔監視セルフ水素スタンドの技術基準) では、現場従業者が常駐しないこと、顧客充填を基本としていることなどを勘案し、1項ステーションに対しても、7条の3第2項で規定された措置の多く (22項目) が準用されている。これらの準用項目について、科学的検証などを行い、7条の4第1項ステーションにおける必要性を検討し、技術基準の見直しを行う。

検討の進め方



22項目の見直し検討状況

NO	概要	提案	NO	概要	提案
1	圧縮機の保安措置	準用	12	感震・自動停止	準用
2	蓄圧器配管の圧力リリーフ弁	見直し	13	ディスペンサー周辺の火災検知・自動停止	準用
3	液化水素貯槽の安全装置、圧力リリーフ弁	準用	14	蓄圧器の火災・自動停止、温度上昇防止	準用#1)
4	送ガス蒸発器の遮断装置	準用	15	外部火災による蓄圧器の温度上昇防止	準用#1)
5	圧力リリーフ弁の放出管の設置	見直し	16	自動運転停止装置の手動起動措置	準用#2)
6	液化水素の放出方法	準用	17	製造設備停止に伴う圧縮機の自動運転停止措置	準用#2)
7	蓄圧器出口の大量流出防止措置	見直し	18	ガス設備への車両衝突防止	準用
8	蓄圧器からの供給配管・遮断装置の一のフレーム内側への固定	見直し	19	ディスペンサーホースの破損防止	準用
9	配管、継手等の接合方法	準用	20	容器置場への車両衝突防止	見直し
10	移動式製造設備による水素供給車両停止位置への温度上昇防止	見直し	21	蓄圧器内の水素放出措置	準用
11	水素ガス漏えい検知・自動停止	準用	22	液体水素が通る部分の基礎	準用#1)

1 : 7条の3第1項、2項を見直して準用
2 : 遠隔監視として必要事項を追加して準用

今後の予定

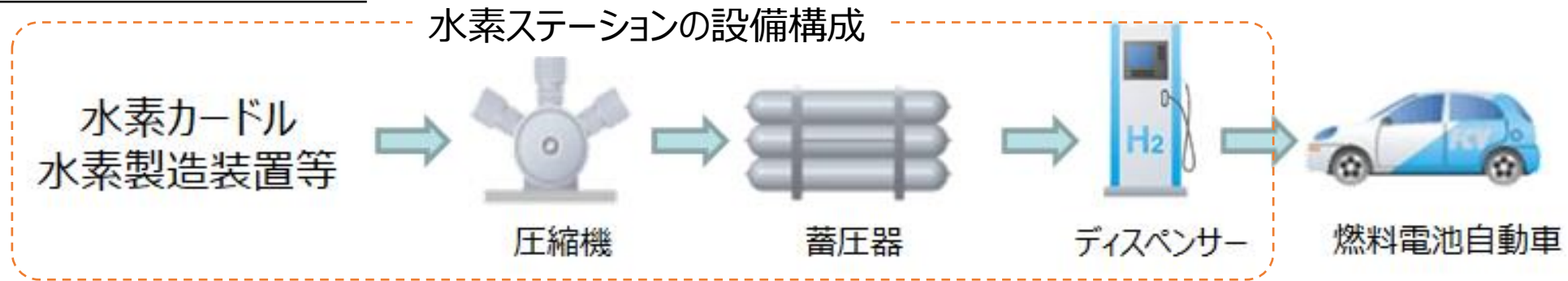
見直し根拠の精査と技術基準見直し案作成

3. 研究開発成果について（つづき）

7条の3第1項と第2項の不整合の見直し（2021年度3Q～）

目的・意義：運用実績のある省令第7条の3第1項と第2項の間で、制定時期や制定時の環境の違いにより、技術基準の不整合が存在する。不整合のある技術基準を整理・検証し、1項ステーションと2項ステーションの安全対策の統一、1項ステーションへの2項ステーションの代替措置の適用 などにより、コスト低減につなげる。

不整合案件例（防消火対策）



1項ステーション：6条第1項第39号準用 その規模に応じ、**適切な防消火設備**を適切な箇所に設けること

省令を見ても具体的な防消火対策が判らない。例示基準等により、蓄圧器のみが防火対象であることがわかる。

2項ステーション：7条の3第2項第19号 **蓄圧器からの火災**を検知し、警報し、かつ、**自動的に製造設備の運転を速やかに停止**するとともに**温度の上昇を防止するための装置**を設置

7条の3第2項第20号 **蓄圧器**には、その外部からの**輻射熱等による温度の上昇**を検知し、警報し、かつ、**自動的に製造設備の運転を停止**するとともに**温度の上昇を防止するための装置**を設置

7条の3第2項第31号 その規模に応じ、**適切な消火設備**を適切な箇所に設けること

省令から防火対象が蓄圧器のみであることがわかり、具体的な対策も明確である。

水素ステーションの技術基準として、防消火対象、防火対策が明確な2項の技術基準に統一。7条の4にも準用。

3. 研究開発成果について（つづき）

水素出荷設備に係る保安統括者等の選任の緩和に関する研究開発（2020年度4Q～）

目的・意義：現状、水素ステーションに併設する小規模な水素出荷設備は、6条の技術基準が適用され、複数の有資格者（保安統括者、保安技術管理者、保安係員）による保安管理が必要。リスクアセスメント等の科学的根拠に基づき、水素出荷設備での出荷容器への充填が水素ステーションでのFCVへの充填と同程度の安全性であることを確認し、水素出荷設備を有する水素ステーションを保安監督者1名にて保安管理できるよう見直しを行う

水素出荷設備を有する水素ステーション例



第6回水素・燃料電池自動車関連規制に関する検討会資料より抜粋

・現状、適用される技術基準

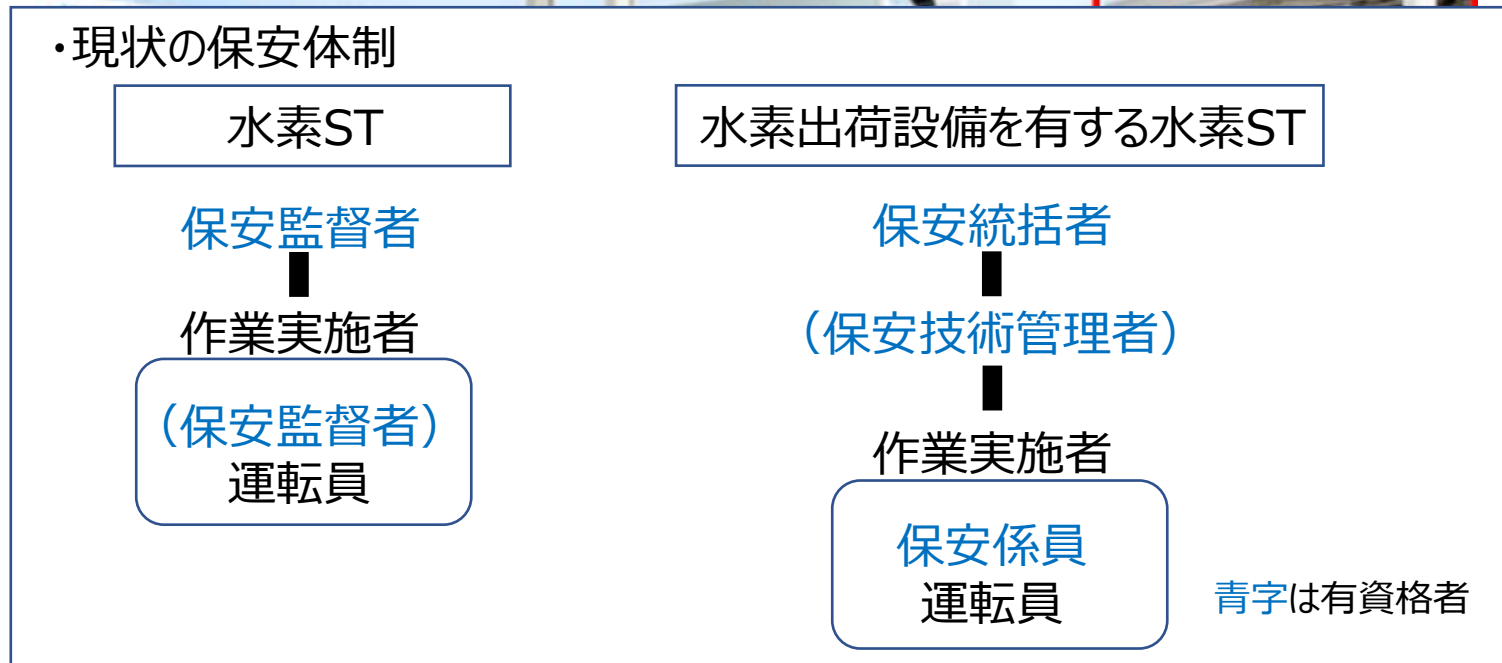
水素STのみ	水素出荷設備を有する水素ST
一般則第7条の3	全体：一般則第6条
	水素ステーション：一般則第7条の3 水素出荷設備：一般則第6条

3. 研究開発成果について（つづき）

水素出荷設備に係る保安統括者等の選任の緩和に関する研究開発（2020年度4Q～）

目的・意義：現状、水素ステーションに併設する小規模な水素出荷設備は、6条の技術基準が適用され、複数の有資格者（保安統括者、保安技術管理者、保安係員）による保安管理が必要。リスクアセスメント等の科学的根拠に基づき、水素出荷設備での出荷容器への充填が水素ステーションでのFCVへの充填と同程度の安全性であることを確認し、水素出荷設備を有する水素ステーションを保安監督者1名にて保安管理できるよう見直しを行う

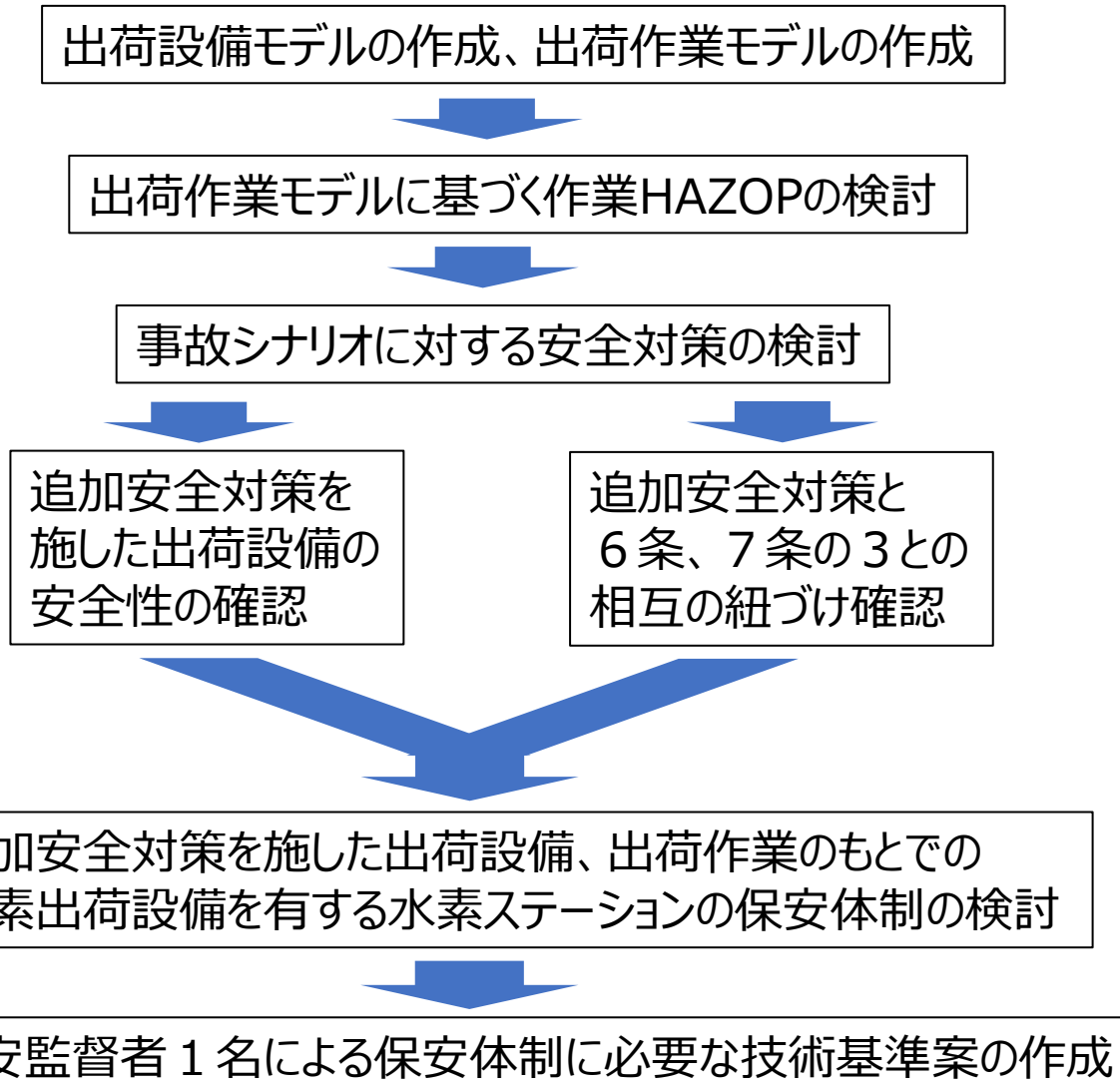
水素出荷設備を有する水素ステーション例



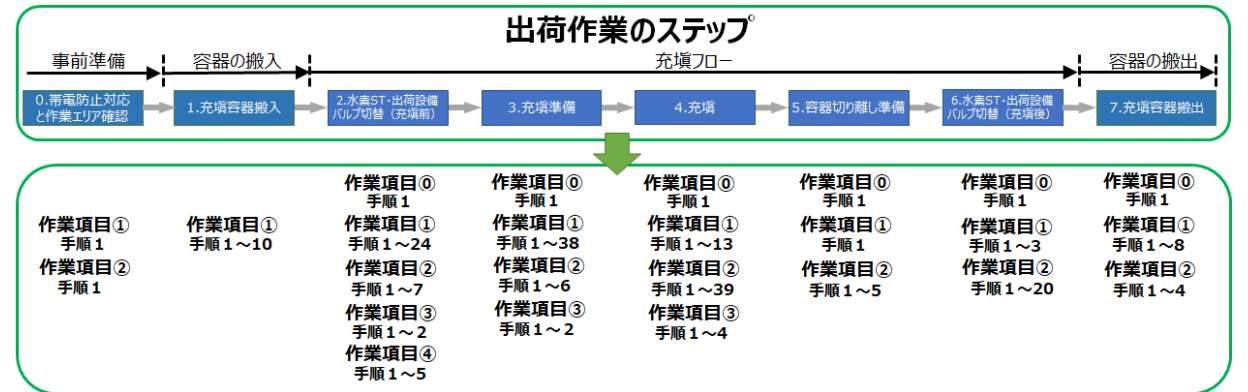
3. 研究開発成果について (つづき)

水素出荷設備に係る保安統括者等の選任の緩和に関する研究開発 (2020年度4Q~) つづき

検討の進め方



出荷作業モデルに基づく作業HAZOPの検討 事故シナリオに対する安全対策の検討



8の出荷作業のステップ ⇒ 25の作業項目 ⇒ 199の手順

■ 作業HAZOPによる事故シナリオ抽出
3459件のシナリオ ⇒ 778件の事故シナリオ

■ 安全対策の検討

19種の安全対策 (ハード) : 事故シナリオ778件 ⇒ 68件
 68件 : 充填容器搬入・搬出に関連する作業 (粗暴な扱い、怪我)
 ←安全対策 (ソフト対策の強化) : 事業者・輸送者のWチェック等
 (マニュアル、チェックリストなど)

検討した安全対策によりすべての事故シナリオに対応可能

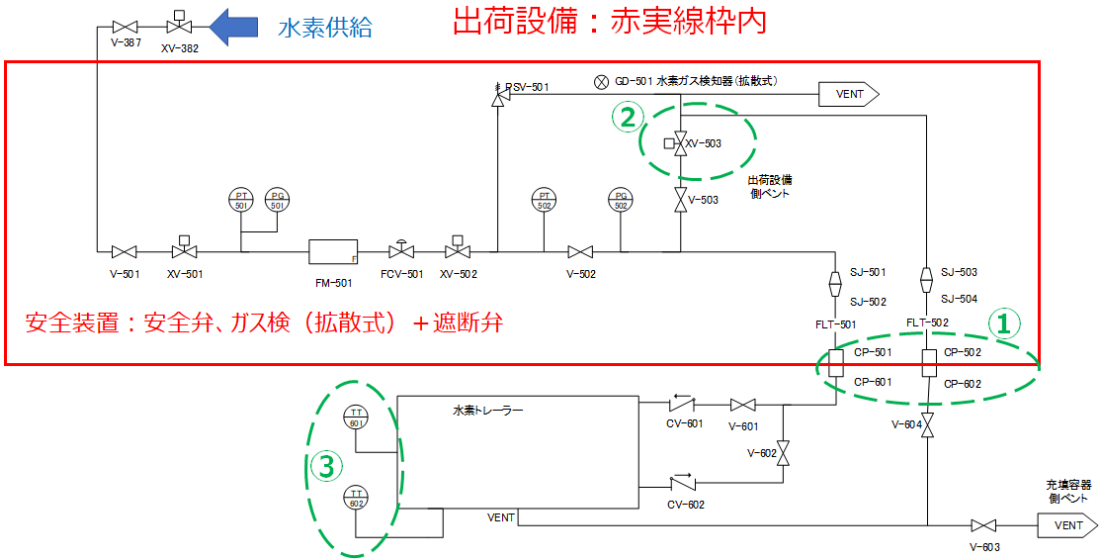
(HAZOP : Hazard and Operability Study)

3. 研究開発成果について (つづき)

水素出荷設備に係る保安統括者等の選任の緩和に関する研究開発 (2020年度4Q~) つづき

追加安全対策を施した出荷設備の安全性の確認

45MPa水素トレーラーへの充填に関する設備の安全性



出荷設備の構成機器に対して、FMEAに基づき

- ・個々の機器の故障による漏洩シナリオを抽出
 - ・漏洩でない故障が引き起こす連鎖シナリオを抽出
- リスク評価：いずれも、クライテリアである致死率 $10^{-6}/y$ 未満
⇒設備としての安全性確認

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

追加安全対策と6条、7条の3との相互の紐づけ確認

■ 作業HAZOPから設定した安全対策からの省令のとの紐づけ

- ・安全対策（ハード19件）：
すべて省令に紐づき、省令に追加すべき安全対策なし
- ・安全対策（ソフト37件）：
マニュアル・チェックシート等、作業内容により具体化されるものは
危害予防規程、保安教育で対応。
その他の対策はすべて省令に紐づき、省令に追加すべき安全対策なし。

■ 7条の3からみた、出荷設備の安全対策との紐づけ

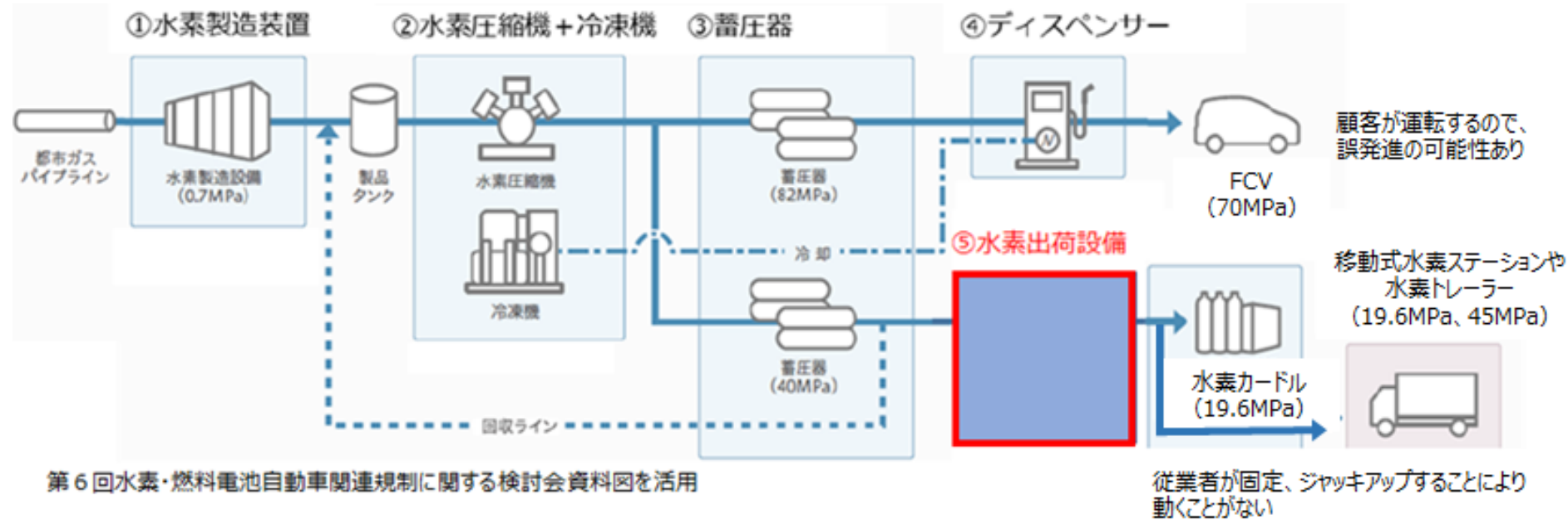
- ・6条から準用されている技術基準：
現行の出荷設備の安全対策を踏襲することで対応可能
- ・6条にない7条の3の技術基準：
1項、2項それぞれに合わせた同様の安全対策が必要（対応可能）。
特に、**出荷設備から出荷容器への水充填作業に関する安全対策は、
ディスペンサーからFCVへの水素充填と同様の安全対策が必要。**
⇒作業HAZOPにより設定した安全対策により同程度の安全性を確保
- ・7条の3になく、出荷設備を運営するにあたり6条から準用すべき技術基準：
45MPaトレーラーへの水素充填に関する技術基準

追加安全対策を施した出荷設備は、一般則7条の3の技術基準のもとで運営可能と考えられる

3. 研究開発成果について（つづき）

水素出荷設備に係る保安統括者等の選任の緩和に関する研究開発（2020年度4Q～） つづき

追加安全対策を施した出荷設備、出荷作業のもとでの水素出荷設備を有する水素ステーションの保安体制の検討



- 追加安全対策を施した出荷設備は、7条の3の技術基準に適用しており、ディスペンサーよりも単純な一設備。
 - 追加安全対策を施した出荷設備での出荷容器への充填作業は、簡便であり、マニュアルやチェックリスト等を充実させることにより、特殊な能力・資格がなくても従業者が一名で対応できる。
 - 水素出荷設備を有する水素ステーションは、水素ステーションに単純な1設備の追加に過ぎず、保安監督者の業務の増加はわずかであり、保安体制を大きく変える必要はない。
- ⇒水素出荷設備を有する水素ステーションを保安監督者1名で保安管理することは可能と考える
- 水素出荷設備での水素充填は、容器のサイズ、充填の条件（外気温、圧力等）、設備の規模、運営の仕方など、事業者により異なり、それぞれの事業所の条件に合った安全対策を講じることが必要
- ⇒危害予防規程の指針案、保安教育計画の指針案、ガイドライン案の作成（今後の予定）

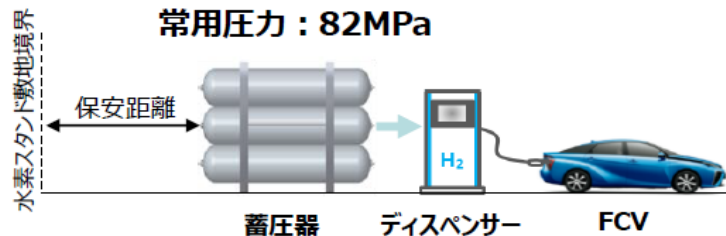
3. 研究開発成果について（つづき）

蓄圧器等の常用圧力上限値の見直しのための研究開発（2021年度～）

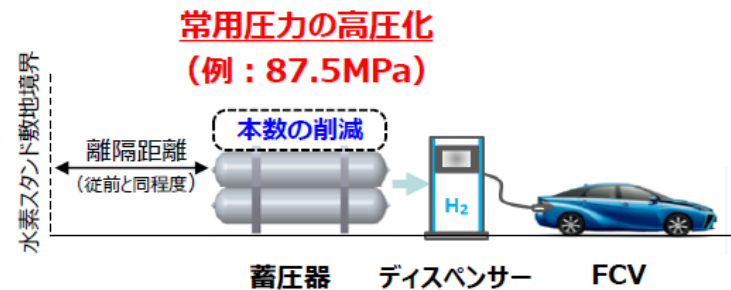
目的・意義

提案理由	提案事項
<ul style="list-style-type: none"> ○国内の水素スタンドで使用されている多くの高圧設備（圧縮機、高圧蓄圧器等）の設計圧力は99MPaであるが、省令により常用圧力上限が82MPa以下と規定*されており、設備能力を十分に活かしていない。 ○海外の水素スタンドでは、一般的に圧縮機や高圧蓄圧器の常用圧力は、国内（82MPa）よりも高い圧力で運用されている。 ○常用圧力の引き上げにより、蓄圧器1本当たりの水素保有量が増えることから本数低減が可能であり、建設費の低減が可能。 <p><small>*水素スタンドの保安距離（離隔距離）が82MPaの水素の実験データに基づくことによるため。</small></p>	<ul style="list-style-type: none"> ○82MPaに規定されている常用圧力上限を、現行設備の設計圧力で対応可能な範囲（例：87.5MPa）で引き上げていただきたい。 ○その際、離隔距離については、適正な範囲で設定いただきたい。

【現 状】



【見直し後のイメージ】



3. 研究開発成果について (つづき)

蓄圧器等の常用圧力上限値の見直しのための研究開発 (2021年度～) つづき

検討の進め方

距離規制に関する制約条件

常用圧力上限82MPa (現行)

実験により取得されたデータを元に、
以下のロジックで現行規定の距離が決定された

火気離隔距離 (高圧ガス設備(可燃性ガス取扱い)と火気を取り扱う施設の間の距離)

拡散
濃度

《圧力82MPa、開口径φ0.2mmを前提》
水素の拡散濃度が1%となる距離=7.7m

8m ≒ 7.7m

敷地境界距離、公道ディスペンサー距離

拡散
濃度

《圧力82MPa、開口径φ0.2mmを前提》
水素の拡散濃度が1%となる距離=7.7m

爆発の
爆風圧影響

《圧力82MPa、開口径φ1.0mmを前提》
爆風圧1kPaとなる距離=4m

ジェット火炎の
熱影響

《圧力82MPa、開口径φ1.0mmを前提》
火炎長=3.3m

《圧力82MPa、開口径φ1.0mmを前提》
輻射熱1.26kw/m²となる距離=5m

8m
=max(7.7,4,3.3,5)

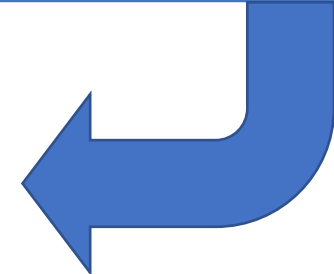


常用圧力上限を
引き上げることで

- ・拡散濃度
- ・爆風圧
- ・火炎長
- ・輻射熱

の閾値に対する
火気離隔距離、
敷地境界距離、
公道ディスペンサー距離
の変化を
技術基準案に反映

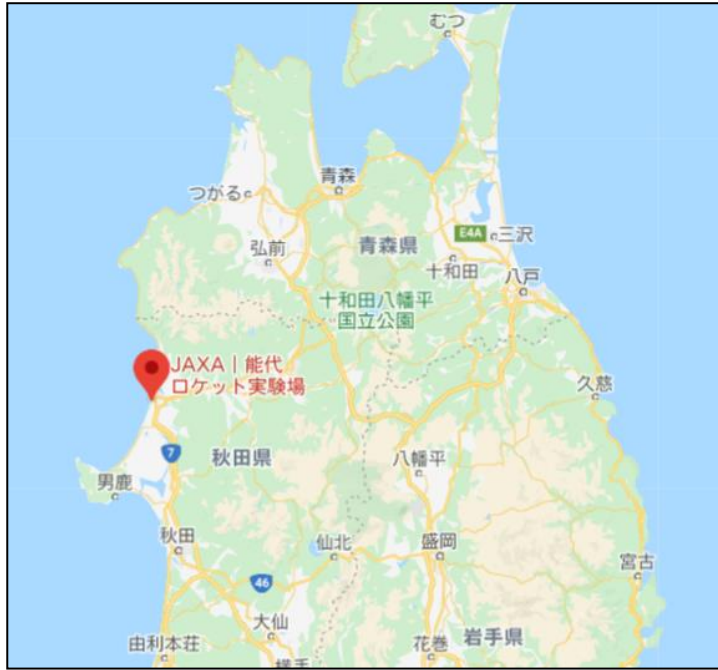
82MPa超での実験
・実験計画の検討・策定
・拡散濃度、爆風圧、輻射熱等の
実験データ取得
・実験データの解析と必要な距離の算出



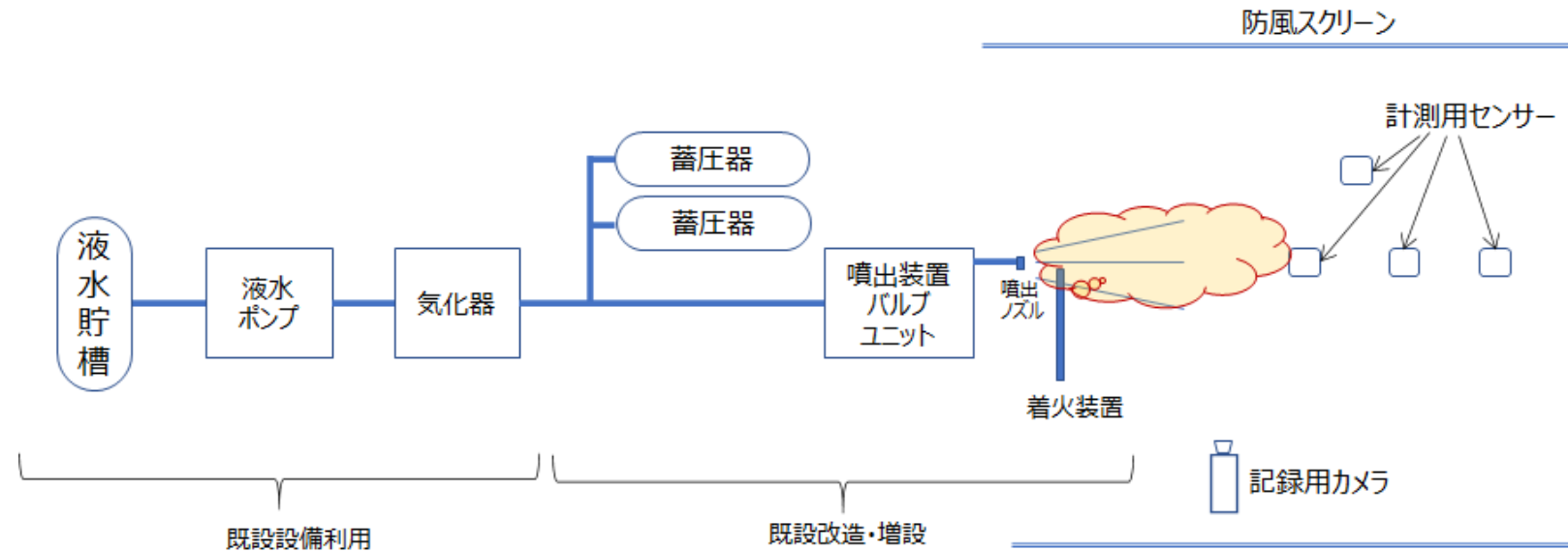
3. 研究開発成果について (つづき)

蓄圧器等の常用圧力上限値の見直しのための研究開発 (2021年度～) つづき

実験施設概要



Google Map より



□ 実験場所：
JAXA能代ロケット実験場 (秋田県能代市)

□ 実験時期：
圧縮水素ガスの実験データ取得完了
(本年4-6月)
液化水素の実験を本年9月以降に実施予定

□ 実験装置

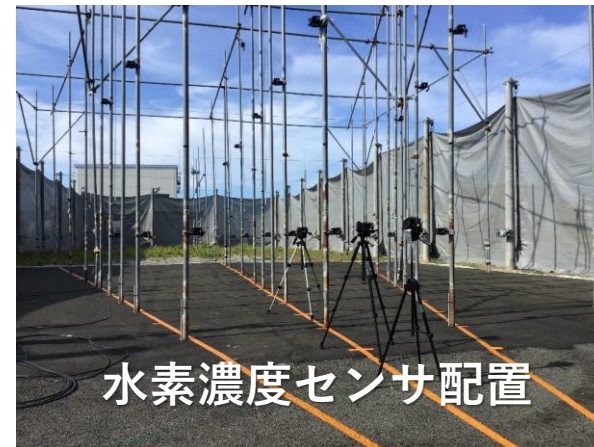
- 2013-2017NEDOプロ (JIMGA/岩谷/JAXA) にて設置した液水実験設備を使用※ 同設備はNEDOプロ終了後JAXAに譲渡され、現在でも使用可能な状態に維持されている
- 蓄圧器増設などの改造工事を実施

3. 研究開発成果について (つづき)

蓄圧器等の常用圧力上限値の見直しのための研究開発 (2021年度～) つづき

漏洩拡散実験

実験名称	評価すべき項目 (目的)	目的達成の方針	計測すべき 物理量	計測方法	計測位置および点数
漏洩拡散 試験	ピンホールから漏洩した際に 水素濃度が 1%Vol.(1/4%LEL)以下 となる距離	複数個を分布配置した水素ガスセンサにより、水素濃度分布を計測する。事前予測および実験結果を適宜反映して計測位置を定め、1%Vol前後となる範囲の分布を計測し、1%Volとなる位置を決定する。 水素センサは、計測状態で標準ガス(0.9, 1.0, 1.2%Vol)を吹きかけ、誤差±0.05%Volを確認する。	水素ガス 濃度	<ul style="list-style-type: none"> ■センサ ・接触燃焼式 (FIS) ・計測レンジ：0.5-5%vol ・応答速度：1秒以内 	噴出方向に4点，水平方向に2点，鉛直方向に3点，移動可能なセンサ6点 計測合計点数30点 (≒4*2*3+6)
	実験条件として，バックグラウンドの風速風向分布を計測する	超音波風速風向計を分散配置しバックグラウンドの速度ベクトル分布を計測する	風ベクトル	3軸超音波風速風向計を分散配置する。 ○サンプリングは20Hzとする。	3点

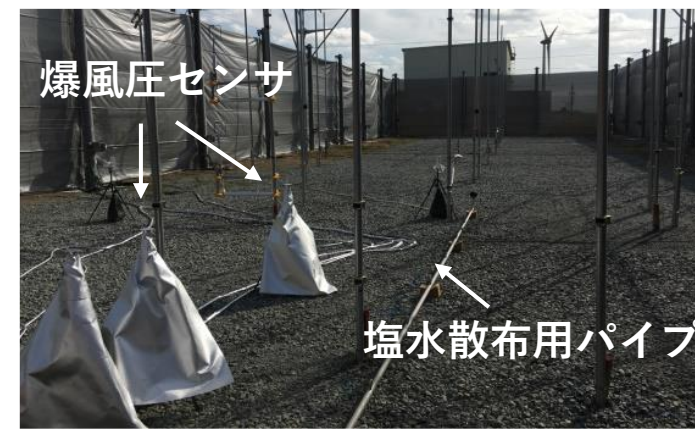


3. 研究開発成果について (つづき)

蓄圧器等の常用圧力上限値の見直しのための研究開発 (2021年度～) つづき

燃焼爆発実験

実験名称	評価すべき項目 (目的)	目的達成の方針	計測すべき物理量	計測方法	計測位置および点数
燃焼爆発試験	ピンホールから漏洩し着火した際の火炎長	水素火炎の可視化を行い、火炎長の定義量を計測する。	火炎長	塩水噴射装置を設けて炎色反応により可視化。これをビデオカメラで撮影して画像解析(2値化)により火炎長を決定する。分解能10cm。	撮影箇所：側面
	ピンホールから漏洩し着火した際の爆風圧が1kPa以下となる距離	高速応答の半導体式圧力センサを分散配置し、変動圧力分布を計測する。事前予測および実験結果を適宜反映して計測位置を定め、特に $\Delta p=1\text{kPa}$ となる範囲の分布を計測し、1kPaとなる位置を決定する。	圧力 (変動, 平均)	圧電式圧力センサを用いて計測する。 候補センサの仕様(PCB社製106B52) 計測レンジ：6.89kPa、分解能：0.00013kPa、共振周波数 $\geq 40\text{kHz}$ ○サンプリングは50kHzとする	噴出方向に8点
	ピンホールから漏洩し着火した際の輻射熱1,080kcal/m ² ・h以下となる距離	熱流束センサーを複数個分散配置し、熱流束分布を計測する。事前予測および実験結果を適宜反映して計測位置を定め、特に輻射熱が1,080kcal/m ² ・h前後となる範囲の分布を計測し、その値になる位置を決定する。	熱流束	差動型サーモパイル熱流束センサ(測温抵抗体補償型)(Vatell社製HFM-7E/H相当)を分散配置して計測する。 最高表面温度：600℃、応答速度：17 μs 、校正精度： $\pm 3\%$ ○サンプリングは10Hzとする	火炎軸上後方からと火炎側面から、それぞれ計測を行う。(センサは移動可能とする)
	騒音を計測する	騒音計(マイクロフォン)で音圧を計測する	音圧	小野測器製積分型精密騒音計LA-4440相当の騒音計で計測する。	



3. 研究開発成果について（つづき）

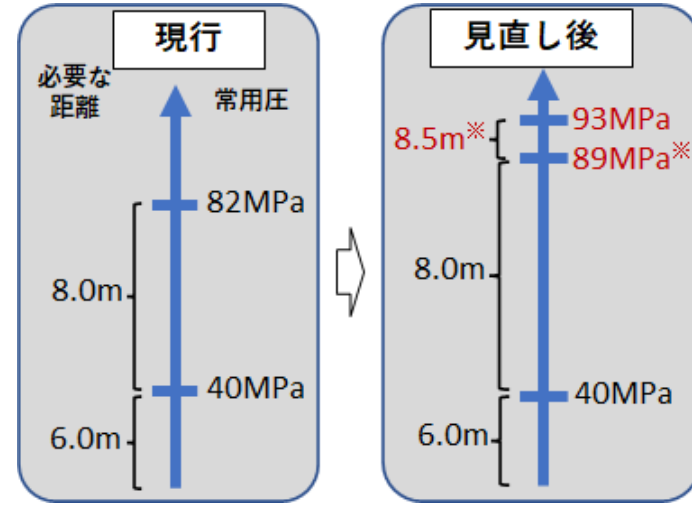
蓄圧器等の常用圧力上限値の見直しのための研究開発（2021年度～）つづき

今後の予定 実験結果及び制約条件の検討を基に、常用圧力上限値見直しに資する各種技術基準（案）の作成

■ 圧縮水素ガス

・常用圧上限：82MPa（現行）⇒ 93MPa（見直し後）

- ✓ 実験結果で対応可能な範囲で、可能な限り高い圧力を新たな常用圧上限とする。（今回の実験は最高圧93MPa）
- ✓ 右図8.5m、89MPaの値は、過去の実験で得られた実験式から外挿で求めた値であり、暫定値。今次実験のデータ解析結果により、最終的に確定する。



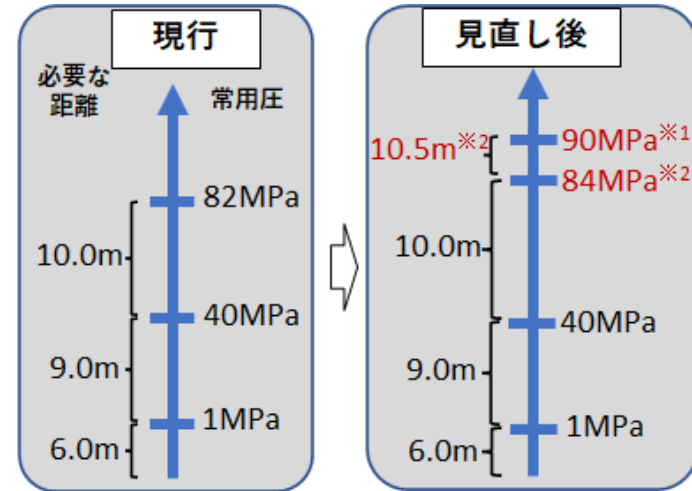
※ 過去実験の実験式から外挿で求めた暫定値

見直し
イメージ

■ 液化水素

・常用圧上限：82MPa（現行）⇒ 90MPa程度（見直し後）

- ✓ 実験結果で対応可能な範囲で、可能な限り高い圧力を新たな常用圧上限とする。
- ✓ 液水実験は本年9月以降に実施予定であるが、実験圧力は90MPa程度となる見込み。
- ✓ 右図10.5m、84MPaの値は、過去の実験で得られた実験式から外挿で求めた値であり、暫定値。今次実験のデータ解析結果により、最終的に確定する。



※1 9月以降実施予定の実験圧力。90MPa程度となる見込み。

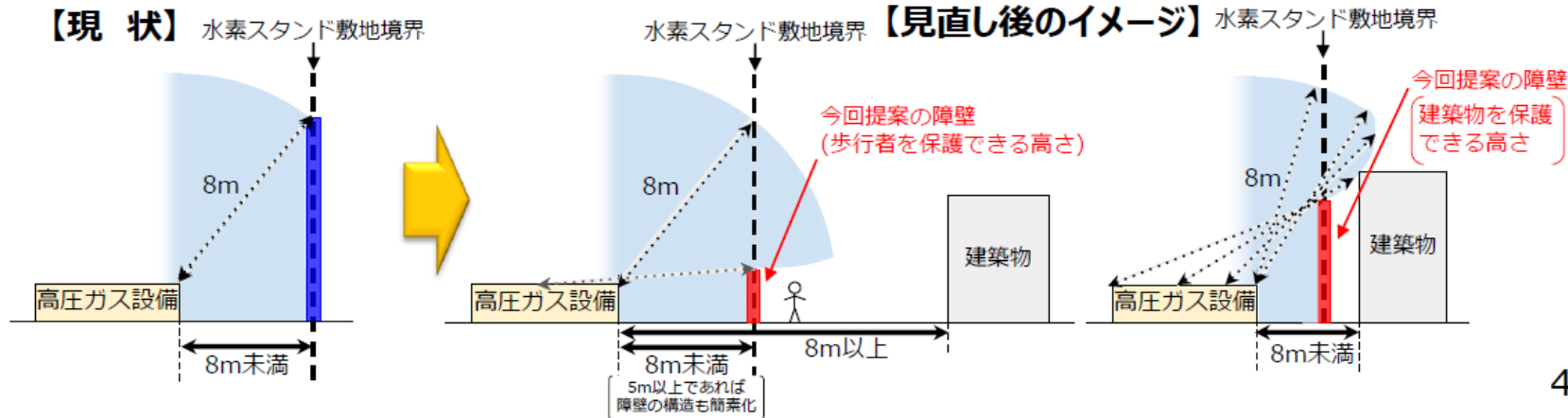
※2 過去実験の実験式から外挿で求めた暫定値

3. 研究開発成果について (つづき)

障壁に係る技術基準の見直しに向けた技術検討 (2021年度3Q~)

目的・意義

提案理由	提案事項
<p>【障壁の高さについて】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○水素スタンドの隣地が空地である場合、又は、隣地の建築物が十分に離れている場合であっても、敷地境界との間で保安距離 (8m) が確保できなければ、高い障壁の設置が求められる。 <p>【障壁の構造について】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○高圧ガス設備一般に求められる構造 (厚さ12cm以上の鉄筋コンクリート、厚さ15cm以上のコンクリートブロック又は厚さ6mm以上の鋼板) について、水素スタンドにも適用されている。 ○障壁の高さ・仕様の見直しにより、建設費の低減が可能。 	<p>【障壁の高さについて】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○隣地の歩行者又は建築物の安全が確保できる程度の障壁の高さとしていただきたい (下図参照)。 <p>【障壁の構造について】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○敷地境界との距離が5m~8mの場合、水素の拡散を防止すれば安全は確保できるため、建築基準法の構造基準を満たせばよいこととしていただきたい。 <p>【参考】水素スタンドの保安距離8mは、拡散濃度7.7m、輻射熱5m、爆風圧4m、火炎長3.3mのデータに基づき設定。</p>



3. 研究開発成果について (つづき)

障壁に係る技術基準の見直しに向けた技術検討 (2021年度3Q~) つづき

既設ステーションにおける障壁設置例



道路



農地



水路



駐車場



写真：Google アース、ストリートビューより

障壁高さに関する検討

障壁高さの軽減化の可能性

隣接地	可能性	検討概要
道路	×	STの外側間近の高所に着火源/保護対象物(街灯、電柱上の電気設備等)が存在する可能性があるため、障壁高さの軽減化は不可。
農地	○	STの外側間近の高所に着火源/保護対象物が存在する可能性を否定できないが、その可能性は道路と比べて格段に低い。そこで、「個々の水素STの隣接農地の高所に着火源が存在しない場合に限定して、障壁高さ軽減策を構築できる」とする検討余地は十分にある。
水路	○	障壁高さの軽減化は可能。ただし、水路の前提条件等についてより詳細な整理・検討が必要。
駐車場	×	STの外側間近の高所に着火源/保護対象物が存在する可能性があるため、障壁高さの軽減化は不可。
空地	×	「空地」を定義できない。実態及び存在する着火源/保護対象物の特定が困難。障壁高さの軽減化は不可。

今後の予定

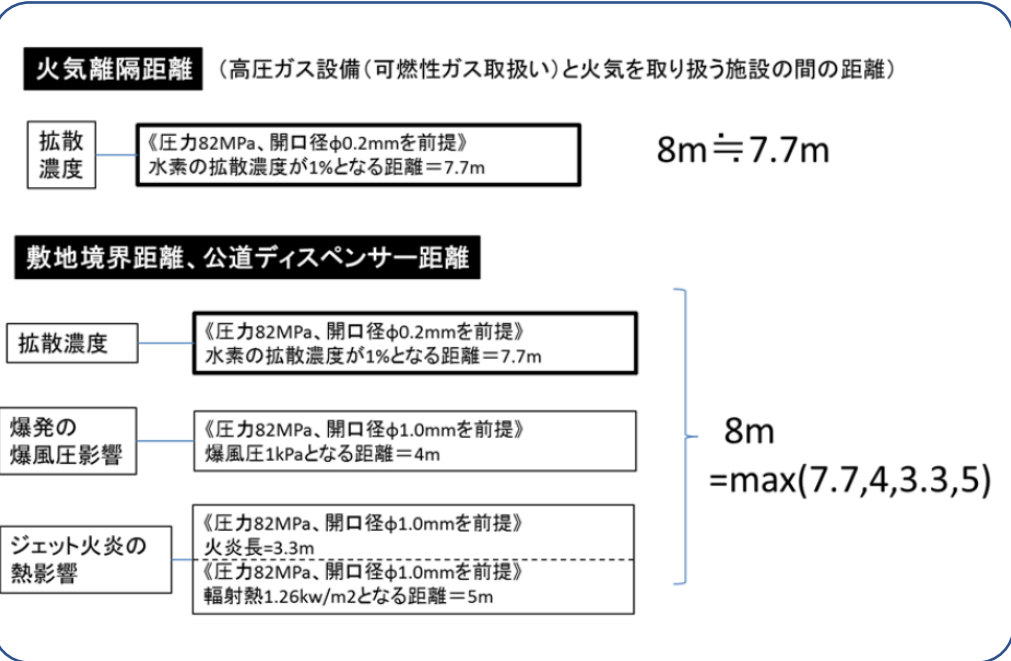
- ・農地、水路に絞っての詳細な整理検討
- ・JPEC-S案、関連する例示基準の改正案の検討

3. 研究開発成果について (つづき)

障壁に係る技術基準の見直しに向けた技術検討 (2021年度3Q~) つづき

障壁構造に関する検討

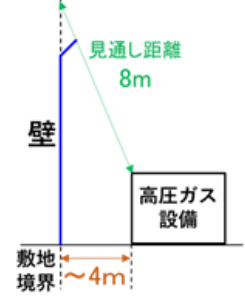
距離規制に関する制約条件



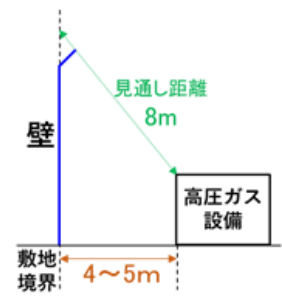
高圧ガス設備からの距離と障壁構造への要求内容

高圧ガス設備からの距離(m)	火炎長 (3.3m)	爆風圧 (4m)	輻射熱 (5m)	拡散 (7.7m)	材質・構造へ求められる最低限の技術的要求内容
~3.3	耐火構造 又は不燃材	耐爆風圧 (例示基準22.障壁の構造・強度)	耐火構造 又は不燃材	水素流動遮蔽 (特段の強度不要)	例示基準22.障壁の構造・強度
3.3~4		同上	同上	同上	同上
4~5			同上	同上	防火壁(耐火構造 又は不燃材)で可
5~8				同上	水素ガス流を遮ることができる構造

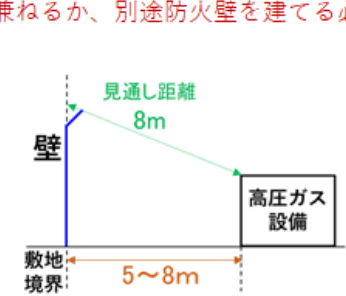
例示基準22.障壁の構造・強度



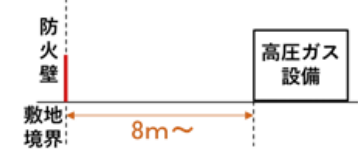
耐火構造
又は不燃材



水素ガス流を遮ることができる構造
(但し、一般則7条の3 第2項第4号に定める防火壁構造を兼ねるか、別途防火壁を建てる必要がある)



8m以上
(「敷地境界距離を有するための同等措置としての障壁」は不要だが、別途防火壁を建てる必要がある)



今後の予定

- ・「水素ガス流を遮ることができる構造」及び「耐火構造又は不燃材」の具体的な内容の精査
- ・JPEC-S 0008及び関連する例示基準の改正案の検討

3. 研究開発成果について（つづき）

◆特許や論文、学会発表、広報等の取り組み

	2018 年度	2019 年度	2020 年度	2021 年度	計
論文			1	6	7
研究発表・講演		2	2	8	12
JPECフォーラム、 JPECレポート		2	4	4	10
計		4	7	18	29

- 2021年度は、論文投稿6件、研究発表・講演8件、弊センターでの成果のPR活動（JPECフォーラム、JPECレポート）4件を行った。
- 本テーマの成果は、規制当局により、省令、例示基準、基本通達等のかたちで規程化され、事業者は、そのビジネスモデルを実行することが可能
- 本テーマの成果は、JPECが自主基準化し、規程の内容を解説することで、事業者にとって、使い易いものとしていく
- これらの自主基準はJPECのホームページから閲覧可能

4. 今後の見直しについて

■ 実用化・事業化イメージ

サブテーマ	2022年度	成果の活用
①無人運転を実施するための研究開発 ・7条の4第1項に7条の3第2項から準用された技術基準の見直し（2021年度3Q～）	1項目ごとの見直し要否検討 → 技術基準見直し案検討 → 法整備過程の各種対応	<ul style="list-style-type: none"> 一般則7条の4第1項の準用項目の見直し 過剰な安全対策削減（設備費削減） 遠隔監視セルフ水素スタンド普及促進
②リスクアセスメントの再実施に基づく設備構成に関する研究開発 ・7条の3第1項と第2項の不整合の見直し（2021年度3Q～）	不整合修正のためのロジック構築 → 技術基準見直し案検討 → 法整備過程の各種対応	<ul style="list-style-type: none"> 一般則7条の3第1項、第2項整合の修正 関連した例示基準等の修正 安全対策の簡便化、代替措置の活用（建設費削減）
③水素出荷設備に係る保安統括者等の選任の緩和に関する研究開発（2020年度4Q～）	リスク評価及び安全対策検討 保安体制検討 → JPEC-TD等技術基準案作成 → 法整備過程の各種対応	<ul style="list-style-type: none"> 自主基準JPEC-TD（危害予防規程の指針、保安教育計画の指針、運営のためのガイドライン）の制定 保安統括者1名による保安管理可能（運営費削減）
④蓄圧器等の常用圧力上限値の見直しのための研究開発（2021年度～）	82MPa超での拡散・着火等の実験と結果の解析 技術基準案（予測）の検討 実験結果をもとにした技術基準案作成 → 法整備過程の各種対応	<ul style="list-style-type: none"> 省令、例示基準その他関連法令の見直し 蓄圧器基数削減（建設費削減） 高圧水素保有量増による効率的な充填実現
⑤その他規制改革実施計画実施項目の内、研究開発が必要とされる項目の実施 ・障壁に係る技術基準の見直しに向けた技術検討（2021年度3Q～）	影響因子の整理検討 → 整理に基づく技術基準案作成 → 法整備過程の各種対応	<ul style="list-style-type: none"> 例示基準の見直し、自主基準JPEC-Sの制定 障壁建設費削減

以上