

規制改革実施計画の要望事項について

平成30年9月21日

燃料電池実用化推進協議会（FCCJ）

－ 目 次 －

No. 3 3	水素スタンドにおける微量漏えいの取扱いの見直し	3
No. 3 9	水素特性判断基準に係る例示基準の改正等の検討	22
No. 4 0	設計係数3.5の設計に係る圧力制限の撤廃	25
No. 4 1	3.5よりも低い設計係数	32
No. 3 0	水素スタンドの遠隔監視による無人運転の許容	42
No. 2 8	保安検査方法の緩和	62

NO.33 水素スタンドにおける微量漏えいの取扱いの見直し

本日もご検討頂きたい内容

- 平成29年度の水素・燃料電池自動車関連規制に関する検討会（第3回）において、本テーマについてご検討・ご審議頂きました。
- 座長からは、「『微量漏えい』は重い問題であるので『事故調査解析等を行う検討の場』において検討を行い、本検討会でも議論して頂く。」とのご意見を頂きました。
- 本日のご説明資料では、『微量漏えい』への対応について、事故統計の解析、業界における設備改善の取組み、設備管理・点検の現状などを紹介させて頂くとともに、今後の業界の保安確保のための自主的な取組みについてご説明させて頂きます。
- ご説明させて頂く内容について、各委員のお立場からご意見を頂戴できればと存じます。

1. 要望内容【第3回検討会資料再掲】

事項名

水素スタンドにおける微量漏えいの取扱いの見直し

実施計画上の記載

水素スタンドにおける締結部及び開閉部からの微量漏えいの取扱いについて、リスクを評価した上で、見直しを検討し、結論を得る

(平成29年度検討開始、平成30年度結論 経済産業省)

要望内容

水素スタンドを含む高圧ガス製造者等は、高圧ガスについて災害が発生した時は、事故届を提出しなければならず、事故届提出後の事業再開には、都道府県知事の下了解を得る必要があり、一定期間水素スタンドを休業する必要がある。

水素スタンドの休業期間の短縮、顧客の利便性向上等のため、水素スタンドにおいて、漏えいの部位が締結部・開閉部であり、漏えいの程度が微量（石けん水を塗布した場合気泡が発生する程度）であって、かつ人的被害のない場合は、「事故」として取り扱わないように見直していただきたい。

なお、現在でも高圧ガス保安法において、液化石油ガス及び天然ガスについては、

- 漏えいの部位が締結部・開閉部
- 漏えいの程度が微量（石けん水を塗布した場合気泡が発生する程度）
- 人的被害のない場合

である漏えいの場合は「事故」から除かれており、届出を要していない。

1. 要望内容【補足：事故扱いから除外頂きたい「微量漏えい」の範囲】

『微量漏えい』の範囲



対象箇所：
締結部（継手）、開閉部（バルブ）、軸封部

漏えい量：
せっけん水塗布時に微小な泡が発生する程度

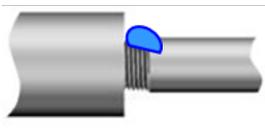
漏えい原因：
締結緩み、消耗品※劣化（損傷は含まない）

「微量漏えい」は機器や配管の損傷によるものではなく、自然発生的な緩みや消耗品の劣化に起因する場合が多い。このような場合は、次の方法で漏えいを遮断することができる。

- ・増し締め
 - ・消耗品※の交換
- ※消耗品：Oリング、ガスケット、皿ばね、テープ、など

微量漏えいが損傷を伴う場合は、上記方法により修繕を行うことは不可能であり、このような場合は今後も「事故」として取扱うものと認識している。

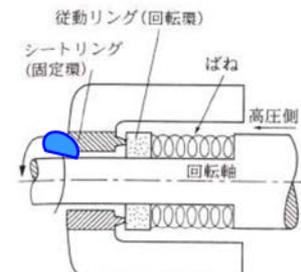
「対象箇所」



締結部(継手)



開閉部(バルブ)



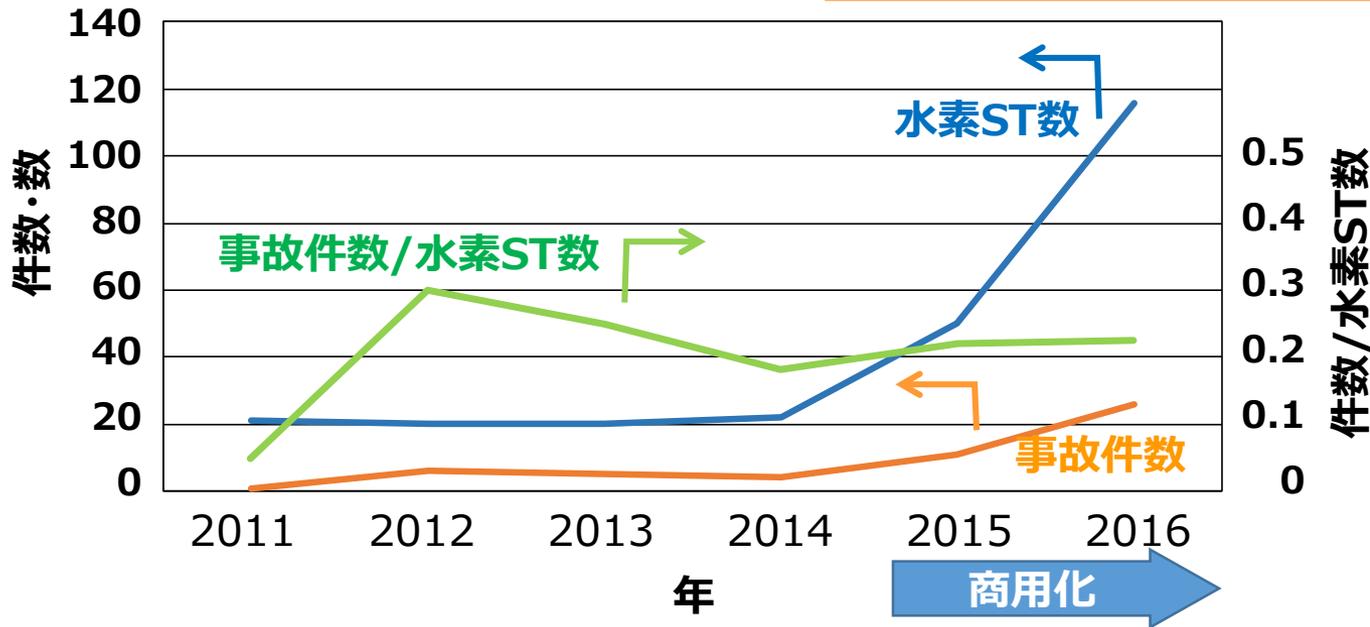
KHK「軸封装置の事故の注意事項について」より抜粋

軸封部

2. 水素スタンドの事故統計・解析 (① : 2011~2016年の事故件数)

■ 水素スタンドの高圧ガス事故の統計

2011~2016年 (6年間) : 事故総数54件



- ・水素スタンドの高圧ガス保安法上の“事故”はすべて「漏えい」である
【参考】事故の区分：漏えい、爆発、火災、破裂・破損
- ・2011~14年は1~6件/年、水素STの商用化が始まった2015年以降11件、26件/年と増加しているが、水素ST数も増加しており、水素STあたりの事故件数は0.2件/ST・年程度で推移している

出典：高圧ガス事故の類型化調査報告書（平成30年3月）高圧ガス保安協会

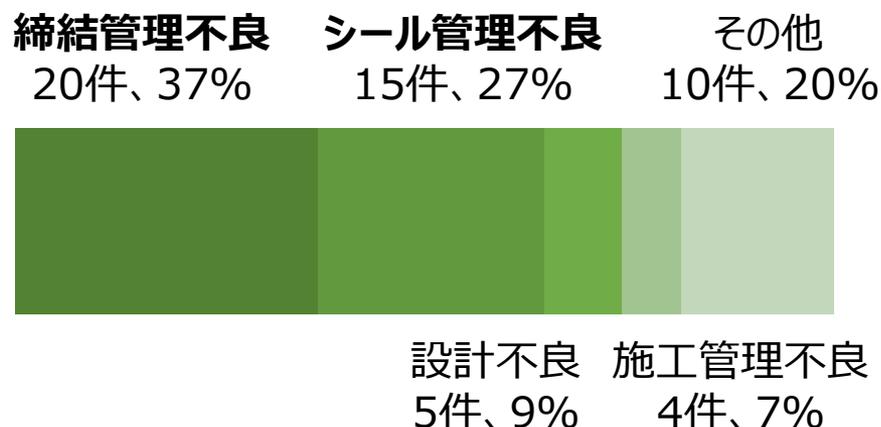
2. 水素スタンドの事故統計・解析（②：2011～2016年の事故事象と原因）

■ 水素スタンドの漏えい事故の内訳



・“漏えい”のうち締結部・開閉部等が大半であり、腐食・疲労による漏えいは数%程度であった

■ 水素スタンドの漏えいの事故原因の内訳



・漏えいの事故原因のうち締結部、開閉部等の締結管理不良が37%で最も多く、次いで開閉部、締結部等のシール管理不良が27%と多かった

出典：高圧ガス事故の類型化調査報告書（平成30年3月）高圧ガス保安協会

2. 水素スタンドの事故統計・解析（③：2016年の事故概要）

■ 水素スタンド事故の概要（2016年：事故件数26件）

○ 漏えいの部位

締結部 16件（62%）	開閉部 10件（38%）
-----------------	-----------------

- ・2016年の事故26件のすべてが、「締結部、開閉部」からの漏えいであった。

出典：高圧ガス事故の類型化調査報告書（平成30年3月）高圧ガス保安協会



○ 漏えいの程度と原因

- ・26件の事故のうち、「漏えいの程度が微量」かつ「漏えい原因が締結緩み・消耗品劣化」（今回、規制見直しを要望しているもの）に該当するものは19件

※高圧ガス保安協会事故事例データベースの「事故概要」の内容から判断・推定されるもの

2. 水素スタンドの事故統計・解析（④：トラブル原因の分析例）

水素供給利用技術協会（HySUT）ではこれまでのNEDO事業（国プロ）での取組みをとおり、水素スタンドの安全管理に関する知見の蓄積を行ってきており、業界各社へ展開を図ってきた。

安全管理データベースを構築し、商用水素STについて、事故扱いとはならないレベルのトラブルやヒヤリハット事例を収集、蓄積している。

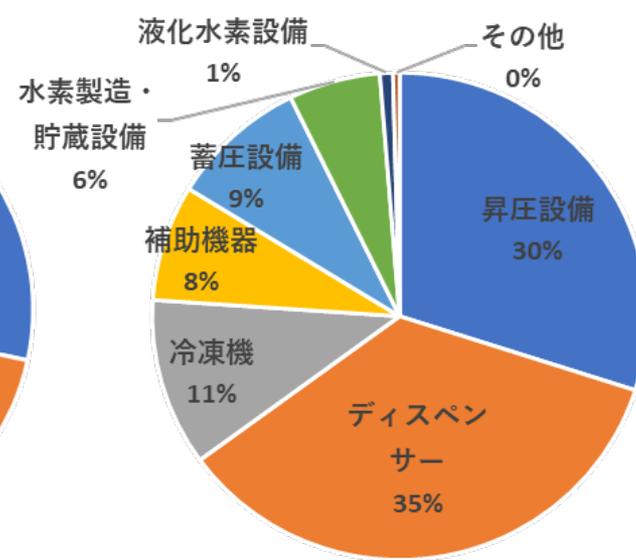
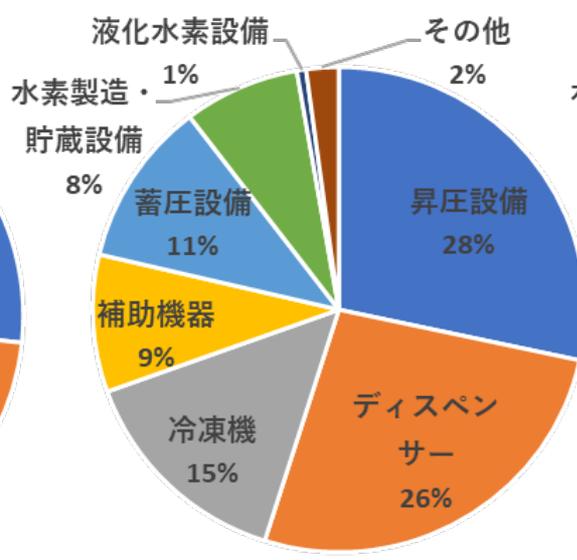
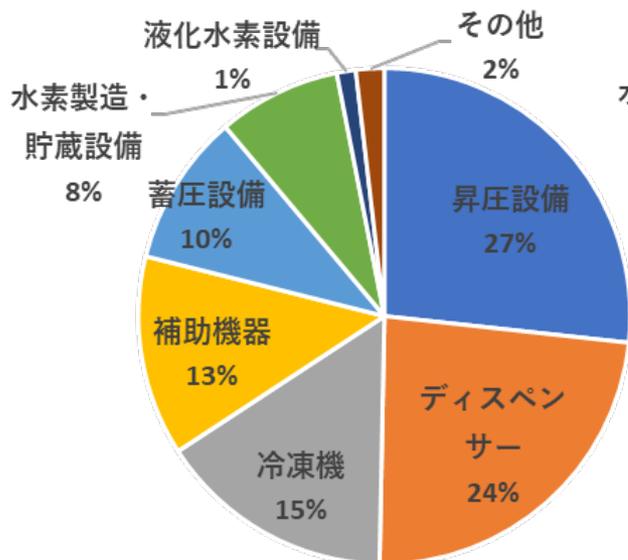
- ▶ 今後も微量漏えいを含むトラブル原因分析・対策等の横展開を継続するとともに、規制当局等とも情報を共有していく。

トラブル発生個所の分析例

H27年度（161件）

H28年度（327件）

H29年4月～H30年1月（234件）



3. 現状の設備管理・点検（各水素スタンドでの取組み）

事業者の行う点検・検査や設備管理は、届出の必要がある『危害予防規程』において点検・検査等に関する要領や点検リストなどを自主的に定め、これに従って実施している。

危害予防規程

公共の安全を確保することを目的とし、当該事業所（水素スタンド）の保安、設備維持管理、保安組織、教育等 全般について、事業者が自主的に定め、監督官庁へ届け出る。

要領を定めることにより、点検検査の抜け漏れなどを防止し、点検者に関わらず内容についてレベルを維持することができる。

設備管理要領

設備の修繕履歴、故障記録、変更記録、設備台帳の保管期間などについて定める。

日常点検要領

点検実施者、点検回数、点検項目、点検方法等について定める

月例点検要領

点検実施者、点検頻度、点検項目、点検方法等について定める

保安検査要領

点検実施者、点検項目、点検方法等について定める

.....

定期自主検査要領

保全工事要領

災害発生時対応要領

設備故障時対応要領

保安教育計画

等々

3. 現状の設備管理・点検（各水素スタンドでの取組み）

事業者は水素スタンドの設備について、高圧ガス保安法で定められた日常点検、保安検査、定期自主検査に加え、自主的に月次点検等を追加して、安全確保・事故の未然防止に努めている。点検で従業者が異常を発見した場合は、保安監督者の指示により、修理等の対応を行うとともに「事故」に該当するものは自治体等に報告する。

■ 法で定められた点検

- ・日常点検（3回/日以上：開始時、終了時、及び稼働時1回/日以上）
- ・保安検査、定期自主検査（1回/年）

■ 自主的な点検

- ・月次点検 ※点検項目は、各事業者が自主的に定めて実施している

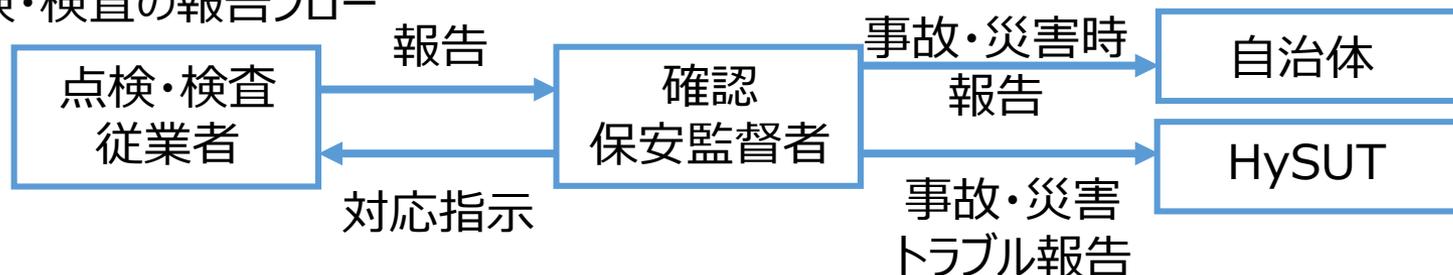
【点検項目（HySUT水素技術センターの例）】

日常点検：設備の状態確認（圧力・温度、ガス漏えい点検、装置・機器の外観、水・油漏れ、など）、
0.5時間程度 異音・異臭等の五感点検、点検結果の傾向チェック

月次点検：ガス検知器等の作動確認、散水設備の作動確認、ガス漏えい点検、外観検査、
0.5日程度 防災器具の確認

保安検査・定期自主検査：設備全般に亘る健全性の検査（設備設置許可時の基準充足を確認）、
2～3週間程度 安全装置類の健全性確認、圧力計・温度計校正、
日常点検・保安教育等の実施状況を確認

■ 点検・検査の報告フロー



3. 現状の設備管理・点検（各水素スタンドでの取組み）

点検・検査のうち、「微量漏えい」に関するものについては**複数の観点から点検・検査**を重点的に行い、締結部・開閉部等からの**微量漏えいの未然防止・早期発見**に取り組んでいる。

■「微量漏えい」に関する管理・点検例

締結部管理

- ✓ 合いマークによる確認(締結部のマーキングにより緩みを確認)
- ✓ トルク（締付力）管理（トルクレンチ：締付力の測定器）により、締結荷重を管理)

締結部・開閉部等の系内の気密試験

- ✓ 装置の圧力計の値を定期的に記録する、もしくは装置全体・部分について定期的に気密を確認するプログラム等により系内の気密性を確認

漏えい検知器の高感度設定

- ✓ 漏えい検知器の設定を法令による規定（燃烧下限界の1/4：濃度1%）以上に厳しい高感度に設定することで漏えいの早期発見に努めている

その他

- ✓ 海外で採用されている漏えい検知テープ（継手部に巻いておき、水素を検知すると変色する）の採用等も検討する

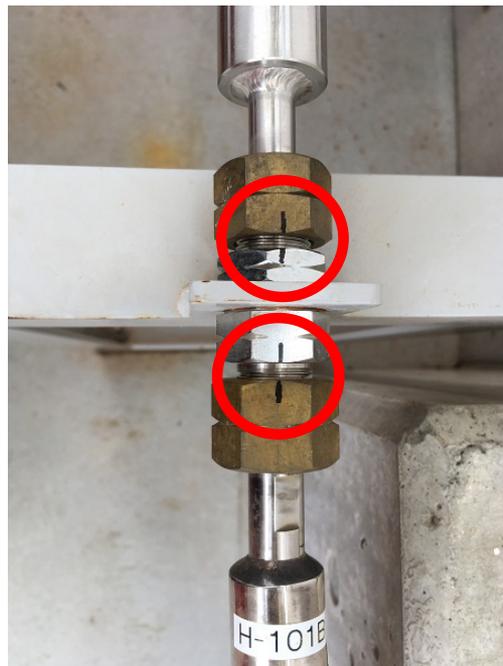
3. 現状の設備管理・点検（各水素スタンドでの取組み）

日常点検

（HySUT水素技術センターの例）



携帯型ガス検知器による漏えい検査



合いマークによる管理
締結部が緩んだ際にマーク
がずれるのでわかる



圧力計による変動管理
系内の圧力の経時変化
を確認



発泡液による漏えい検査



締結部は定期的にトルクレンチにより締付
荷重を確認

4. 水素供給利用技術協会（HySUT）の取組み

HySUTではこれまでのNEDO事業（国プロ）での取組みをとおして、水素スタンドの保安管理に関するマニュアル作成や研修プログラムの作成、安全管理データベースによる知見の蓄積を行ってきており、業界各社へ展開を図ってきた。

HySUT

安全・安心に関する取組み

水素技術センター（山梨県）において運転管理・設備管理マニュアルを作成し、点検項目・内容、保守管理について規定

➤ 各事業者が自社スタンドの設備に応じて内容・方法を修正して活用可能

水素技術センターでの研修プログラムを作成

➤ 各事業者の教育・訓練に活用していく

水素技術センターの点検マニュアル

8-1. 日常点検／月例点検

- ・「日常点検リスト」又は「月例点検リスト」に従い日常点検又は月例点検を実施し、設備に異常がないことを確認してください。
- ・ポータブル水素ガス漏洩検知器 (XP-3160: 新コスモス電機製) を使用し、高圧継手等の接続箇所に水素漏洩が無きことを確認してください。
- ・配管や機器等の設備の外観に異常がないことを確認してください。
- ・冷却水の圧力が正常な範囲内か確認してください。
⇒ 冷却水圧力 (PG-841) が正常値よりも低い場合は、ストレーナ (ST-841) が閉塞している可能性がありますので、ストレーナ内のフィルター洗浄を行ってください。
- ・水封式放散塔の水量が正常な範囲内か確認してください。
- ・散水エンジンポンプの燃料残量が正常な範囲内か確認してください。

	操 作	写 真
1	水素ガス漏れ確認 (1)測定準備 ①機器の外観に損傷および変形等がないことを確認します。	ポータブル水素ガス漏洩検知器 (XP-3160: 新コスモス電機製) ポケット型ガス警報器 (XA-380: 新コスモス電機製)  基本操作は XP-3160 同様 巡視および作業時に携帯する。
	②POWER ボタンを長押し、電源を投入します。 *水素ガス及び可燃性ガスが発生しない場所で実施 ブザーが鳴り、画面に ADJ と表示され、バーグラフがカウントダウンします。(暖機運転)	

5. 設備改善の取組み（安全性・信頼性の高い材料、部材、工法等の技術開発）

業界では水素スタンドに係る安全性・信頼性の高い材料・部材、設備の技術開発を推進している。

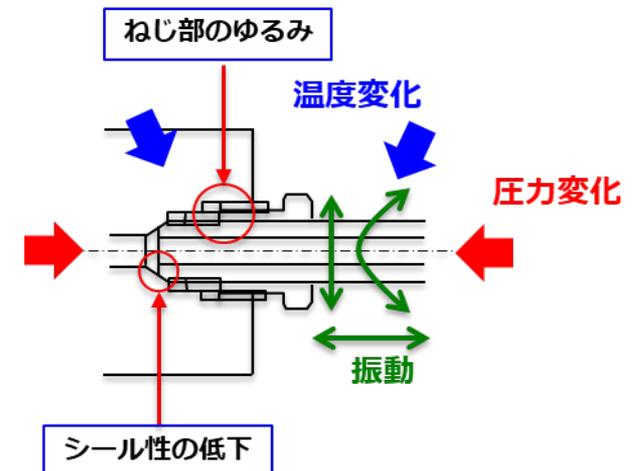
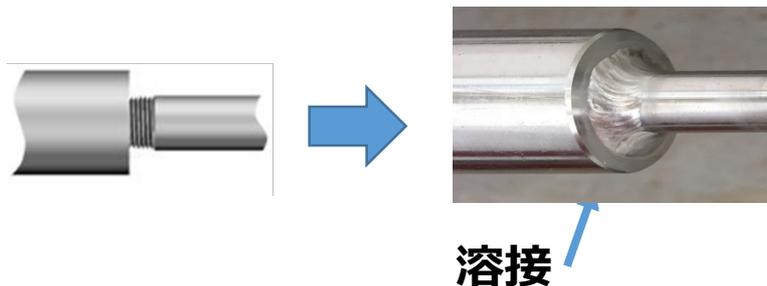
平成30年度からはNEDO事業として、「汎用ステンレス鋼溶接材に関する研究開発」及び「長寿命高圧水素継手・シール部材及び機器開発に関する研究開発」を実施し、その成果を設備・部品メーカーが活用する。

「汎用ステンレス鋼溶接材に関する研究開発」【JPECが実施】

汎用ステンレス鋼溶接時のデータを蓄積し溶接技術指針を作成することにより、溶接部の健全性を図りつつ、配管継手部分を溶接により作製し漏えいを防止する。

「長寿命高圧水素継手・シール部材及び機器開発に関する研究開発」【HySUT等10者が共同実施】

継手部やシール部分の漏えいに関し、多様な漏えい原因の分類・検証を行うとともに、漏えい防止策を策定し、もって漏えいの無い継手や弁・フィルター等の機器を開発する。



6. 今後の業界の自主的な取組み（まとめ）

これまで、各水素スタンドでは微量漏えいに関する保安の取組みを行ってきたが、今後も以下の取組みを継続して、業界の自主的な取組みを強化・推進し、水素スタンドの安全確保、事故の未然防止に努めていく。

①事故・トラブル情報の共有化と対策の水平展開

- 事故から除外される微量漏えいを含め、水素スタンドの事故、トラブル情報の収集、原因分析を今後も継続して行い、規制当局等を含む関係者で共有し、対策を水平展開して事故・トラブルの再発防止を図る。

②保安監督者、従業者に対する保安教育の強化

- 各事業者が実施する教育・研修や、HySUT水素技術センターでの研修により、保安監督者、従業者のスキルアップに継続して取組む。（「水素ステーション設備管理」、「基本作業実習」、「トラブル時対応訓練」の中で微量漏えいの対応について実習を含めて研修する【研修プログラム(青字部)参照】）

③設備管理・点検に関する規程・要領類への微量漏えい対応の記載

- 新規参入者等には、「微量漏えい」に対応する設備管理・点検について、危害予防規程や各種要領書への記載内容をHySUT研修等を通じて周知・共有する。

④技術開発の推進

- 安全性・信頼性の高い材料や設備の技術開発を推進する。（平成30年度からの3か年で、NEDO事業として、溶接材、継手・シール部材等の開発を実施）

【参考】現状の設備管理・点検（各水素スタンドでの取組み）

日常点検

（HySUT水素技術センター）

別紙-1

一般社団法人水素供給利用技術協会 水素技術センター
日常巡回点検表1・運転記録

一般社団法人水素供給利用技術協会 水素技術センター
日常巡回点検表・圧力温度記録

2018年 月 日（ 曜日）

保安統括者	担当者

2018年 月 日（ 曜日）

保安統括者	担当者

設備	点検箇所	点検者				
		点検時間				
		計器No	正常範囲	開始時	運転中	終了時
水素受入ユニット	カードル 受入圧力 (MPa)	PI-101/PG-101A	0~19.6	/		
		PI-101/PG-101B	0~19.6	/		
		PI-101/PG-101C	0~19.6	/		
	水素圧縮機 供給圧力 (MPa)	PI-102/PG-102	0~0.7	/		
水素圧縮機 (運転時)	吸入圧力 (MPa)	PG-201	0~1.5	/		
	サクシヨントンク圧力 (MPa)	PI-201/PG-202	0~1.5	/		
	1段吐出圧力 (MPa)	PG-203	0~1.5	/		
	2段吐出圧力 (MPa)	PG-204	0~6	/		
	3段吐出圧力 (MPa)	PI-202/PG-205	0~16.5	/		
	4段吐出圧力 (MPa)	PG-206	0~45	/		
	5段吐出圧力 (MPa)	PI-203 /PG-207	0~87.5	/		
	潤滑油圧力 (MPa)	PI-204/PG-208	0~0.4	/		
	5段吐出温度 (°C)	TI-201	0~160	/		
	アフタークーラ出口温度 (°C)	TI-202	0~40	/		
	バイパスコントロール弁開度 (%)	PCV-201	0~100	/		
蓄圧器ユニット	蓄圧器A圧力 (MPa)	PI-301A/PG301A	40~87.5	/		
	蓄圧器B圧力 (MPa)	PI-301B/PG301B	40~87.5	/		
	蓄圧器C圧力 (MPa)	PI-301C/PG301C	40~87.5	/		
	蓄圧器A温度 (°C)	TI-301A	-10~40	/		
	蓄圧器B温度 (°C)	TI-301B	-10~40	/		
	蓄圧器C温度 (°C)	TI-301C	-10~40	/		
ディスベンサー	中間圧力 (MPa)	PI-401/PG-401	0~87.5	/		
	出口圧力 (MPa)	PI-402/PG-402	0~87.5	/		
	熱交換器表面温度 (°C)	TI-401	-40~40	/		
	出口温度 (°C)	TI-402/TI-403	-40~40	/	/	/
	外気温度 (°C)	TI-404/TI-405	-10~40	/	/	/
	流量調整弁開度 (%)	RV-401	0~100	/		
ブライン	ブライン行き温度 (°C)	—	-40~40			
	ブライン戻り温度 (°C)	—	-40~40			
全体	圧力・温度	異常有無	有・無	有・無	有・無	有・無

* 開始時はPIとPGの値を記録、誤差がない事を確認する。

作成 2017.11.30

設備	点検箇所	点検者				
		点検時間				
		天候				
		気温(°C)				
		TAG等	正常範囲/確認方法	開始時	運転中	終了時
電気・警報設備	総合制御盤(警報表示)		異常有無	有・無	有・無	有・無
	ディスベンサー制御盤(警報表示)		異常有無	有・無	有・無	有・無
	ランプテスト	2カ所	点灯目視	否・良	—	—
	非常警報設備		異常有無	有・無	—	—
	無停電電源(UPS)		線ランプ点灯	否・良	—	—
	水素ガス検知濃度	ディスプレイ	2%LEL or 40ppm/数値	否・良	—	—
ディスベンサー	本体		異常有無/目視	有・無	有・無	有・無
	ガス漏れ		検知器、異音	有・無	有・無	有・無
	緊急避難カブラ・充填ホース/ノズル		異常有無/目視	有・無	有・無	有・無
水素受入ユニット	外観		異常有無/目視	有・無	—	—
	ガス漏れ		検知器、異音	有・無	有・無	有・無
バージ用N2設備	圧力(MPa)	PG-801	<14.9 数値		—	—
		PG-802	<0.7 数値		—	—
	ガス漏れ		異音	有・無	有・無	有・無
散水設備	防火水槽保有量	液面計	Nレベル以上	否・良	否・良	否・良
	防火水槽		異常有無	有・無	有・無	有・無
	エンジンポンプガソリン	油量計	3/4以上		—	—
	エンジンポンプオイル	油面計	1/4以上		—	—
冷凍機	機器の異音・振動・異常		目視	有・無	有・無	—
	液圧	液圧計	0.65Mpa以下			
冷却水設備	冷却水ポンプ吸込み圧力(MPa)	PG-841	-0.05~0.05 数値			
	冷却水ポンプ吐出圧力(MPa)	PG-842	0.30~0.40 数値			
	機器の異音・振動・異常		異常有無/目視	有・無	有・無	有・無
計装空気設備	エアコンプレッサー本体圧力(MPa)		0.60~0.80 数値			
	計装空気二次側圧力(MPa)	PG-861	0.55~0.70 数値			
	機器の異音・振動・異常		異常有無/目視	有・無	有・無	有・無
蓄圧器ユニット	外観		異常有無/目視	有・無	—	—
	ガス漏れ		検知器、異音	有・無	有・無	有・無
水素圧縮機	油ポンプオイル漏れ		目視	有・無	有・無	有・無
	駆動油レベル	油面計	目視	否・良	—	—
	外観		異常有無/目視	有・無	—	—
	ガス漏れ		検知器、異音	有・無	有・無	有・無
	冷却水通水異常	サイドグラス	目視	有・無	有・無	有・無
	機器の異音・振動・異常		異常有無/目視	有・無	有・無	—
その他	消火器(B12型×8本)		異常有無	有・無	—	—
	水封式放散塔		水量確認	否・良	—	—
圧力保持試験	ディスベンサー		含否/自動制御装置	否・合	—	—

作成 2017.11.29

【参考】現状の設備管理・点検（各水素スタンドでの取組み）

月例点検

(HySUT水素技術センター)

別紙-2

一般社団法人水素供給利用技術協会 水素技術センター

保安統括者

() 月度 月次定期点検表1

点検日: 年 月 日 ()

点検者: _____

名称	点検項目	点検内容	結果
外周	敷地境界、境界フェンス等	破損、変形等、異常の有無	有・無
	警戒標(火気厳禁×3、立ち入り禁止×2、誘発係注意×1)	汚れ・変形等、異常の有無	有・無
	看板(高圧ガス製造事業所、容器置場)		
水素受入・減圧ユニット	ユニット全体	汚れ・変形等、異常の有無	有・無
	アース	断線・接続部緩み等、異常の有無	有・無
水素圧縮機	ユニット全体	汚れ・変形等、異常の有無	有・無
	アース	断線・接続部緩み等、異常の有無	有・無
	換気扇	汚れ・変形等、異常の有無	有・無
	冷却水量の確認	サイトグラスの正常範囲内	否・良
蓄圧器ユニット	ユニット全体	汚れ・変形等、異常の有無	有・無
	アース	断線・接続部緩み等、異常の有無	有・無
ディスペンサー	筐体、ノズル、ホース	汚れ・変形等、異常の有無	有・無
	アース	断線・接続部緩み等、異常の有無	有・無
充填場	キャノピー	汚れ・変形等、異常の有無	有・無
	ガードパイプ	汚れ・変形等、異常の有無	有・無
	照明灯	球切れ・汚れ等、異常の有無	有・無
	停車位置表示	塗装状態等、異常の有無	有・無
ガス漏洩チェック	水素受入・減圧ユニット	実施日 ガス漏洩の有無	有・無
	水素圧縮機	実施日 ガス漏洩の有無	有・無
	蓄圧器ユニット	実施日 ガス漏洩の有無	有・無
	ディスペンサー	実施日 ガス漏洩の有無	有・無
【備考】			

作成 2017.11.29

一般社団法人水素供給利用技術協会 水素技術センター

保安統括者

() 月度 月次定期点検表2

点検日: 年 月 日 ()

点検者: _____

名称	点検項目	点検内容	結果
非常停止ボタン	総合制御盤	動作確認、汚れ・変形等、異常の有無	有・無
	ディスペンサー制御盤	動作確認、汚れ・変形等、異常の有無	有・無
	ディスペンサー本体	動作確認、汚れ・変形等、異常の有無	有・無
	水素圧縮機内	動作確認、汚れ・変形等、異常の有無	有・無
ガス漏洩検知器	GD-101(水素カードル庫 減圧ユニット側)	回路検査 (備考)	否・良
	GD-102(水素カードル庫 窒素ユニット側)	回路検査 (備考)	否・良
	GD-201(圧縮機ユニット 出口側)	回路検査 (備考)	否・良
	GD-202(圧縮機ユニット 入口側)	回路検査 (備考)	否・良
	GD-301(蓄圧器ユニット 蓄圧器側)	回路検査 (備考)	否・良
	GD-302(蓄圧器ユニット バルブユニット側)	回路検査 (備考)	否・良
	GD-401(ディスペンサー 筐体内)	回路検査 (備考)	否・良
	GD-402(ディスペンサー ノズル)	回路検査 (備考)	否・良
	GD-501(計器室)	回路検査 (備考)	否・良
冷却水設備	薬剤確認(CALFA SAT)	交換(月次点検マニュアル参照)	否・良
	ストレーナ(ST-841)	清掃実施・異常の有無	有・無
水封式放散塔	外観	汚れ・変形等、異常の有無	有・無
	水量	範囲内であること	否・良
消火設備	散水設備	ポンプ動作確認(散水圧力 0.2Mpa)	否・良
		ポンプ燃料残量(3/4以上)	否・良
		ノズル噴射有無(目詰まり)	有・無
	消火器(B12型×7)	汚れ・変形等、異常の有無	有・無
計装空気設備	計装空気圧縮機	ON圧力(MPa) OFF圧力(MPa)	否・良
	外観	汚れ・変形等、異常の有無	有・無
緊急資機材	ハンドマイク	作動確認 (備考)	否・良
	懐中電灯(防爆式1個)	作動確認 (備考)	否・良
	予備電池(単3×6本、単1×2本)	在庫の有無	有・無
防災工具類	一式(別紙参照)	汚れ・変形等、異常の有無	有・無
計器室	緊急時連絡先の掲示	汚れ・変形等、異常の有無	有・無
		水素圧縮機積算運転時間	h m
		水素圧縮機起動回数	回
		蓄圧器A 使用回数	回
		蓄圧器B 使用回数	回
	蓄圧器C.D 使用回数	回	
【備考】			

作成 2017.11.29

【参考】HySUT「水素技術センター」の研修プログラム(案)

HySUTでは、水素スタンド運営各社の保安監督者の育成方法・内容を調査し、ノウハウを結集した研修プログラムを作成した。

研修プログラムは、『水素スタンドでの実務経験が少ない人向け』と『保安監督者を目指す人向け』のプログラムを用意して、対象・目的に応じた研修を行う。(両プログラムの実施項目は共通だが、レベルと時間数は異なる)

今後、水素スタンド運営各社の教育・訓練に活用して頂き、業界全体で保安監督者、従業員のスキルアップを図っていく。(下表の青字は微量漏えいに特に関連する部分)

科目	内容		訓練時間 (h)	
	座学	現場実習	初級者	監督者
基礎知識	一般高圧ガス	高圧ガスの基礎知識・分類・定義・規則		
	水素	水素の特性、水素製造・輸送・貯蔵利用技術		
	水素ステーション概要	設備構成と特徴、安全対策		
	水素ステーション関連設備	圧縮機、畜圧器、ディスペンサー、保安設備等水素ステーション構成機器概要	各設備の運転実習	
	水素ステーション自主管理ガイドライン	充填、品質、計量ガイドライン、JPEC技術基準	充填性能確認検査の実習	
	水素インフラ関連法規	高圧ガス保安法関連規制の概要		
	FCVの知識	FCVの仕組・安全対策、水素充填の基礎知識	FCVの実車確認と充填実習	
運営・保安管理	安全設計・管理	安全設計・安全・信頼性管理、保安規程・教育		
	保安・防災設備	保安・防災の考え方と各保安防災設備の概要	保安・防災設備の実操作により非正常時の操作実習	
	水素ステーション運転管理	組織・基準類、保安管理項目と点検要領等運転管理要領	水素ステーション運転管理実習	
	水素ステーション設備管理	基準類、設備の検査、設備の診断等設備管理要領	水素ステーション設備管理実習	
	基本作業実習		トルクレンチの使い方、圧力計着脱、携帯ガス検知器の使い方等基本作業実習	
	水素ステーション事故／トラブル事例	事例紹介、事例の解析と対策		
非常時対応訓練	トラブル時対応訓練	トラブル時対応机上型シミュレーション訓練	軽微な水素漏えい事故を想定し実践的訓練	
	防災訓練	緊急時対応机上型シミュレーション訓練	水素の大量漏えいや火災発生等重大事故を想定した実践的な訓練	
修了確認試験、まとめ				
			合計時間	
			21.0	40.0

水素を漏らさない

水素スタンドでは水素の影響を受けない金属材料を使用することが義務付けられている。配管や容器は非常に強固に作られ、厳しい耐圧テストをクリアしている。

漏れたら早期に検知し、拡大を防ぐ

水素スタンドには漏えい検知器が設置され、少量の漏えいを検知して各設備ごとに水素の供給を遮断し、漏えいの拡大を防止する。

水素が漏れても溜めない

水素は気体の中でも最も軽く滞留しにくく、漏れてもすぐに上方へ拡散し、着火しないレベルまで希釈される。キャノピーは水素が滞留しない構造になっており、圧縮機のケーシングには換気設備が設置されている。

漏れた水素に着火させない

水素スタンドでは電気設備を防爆構造として着火源を排しており、万が一、漏えいしても着火の可能性は低い。

万一、火災等が起こっても周囲に影響を及ぼさない

ディスプレイや蓄圧器には火災を検知し、警報し、かつ、設備の運転を自動的に停止するために火災検知器が設置されている。万が一漏えいガスに着火しても速やかにガスが遮断され消火する。

高圧ガス設備の外面から敷地境界に対して一定距離を有するか、障壁等の代替措置がとられている。
日常的に消防との情報共有、連携活動（スタンドの設備の理解、災害対応訓練を実施している

【参考】水素スタンドの安全対策 ②設備と安全対策【第2回検討会資料再掲】

水素スタンドには様々な安全対策が施されている。水素の漏えい防止と早期検知、万が一漏れた場合の滞留防止や引火防止、さらに火災時の影響軽減が安全対策の基本的方針。

水素製造装置

- 耐震設計
- ガス検知器
- 自動停止機構
- 換気設備
- 鋼鉄製ケーシング
- 緊急停止スイッチ

水素圧縮機

- 耐震設計
- ガス検知器
- 自動停止機構
- 換気設備
- 障害
- 緊急停止スイッチ

蓄圧器

- 耐震設計、フレーム構造
- ガス検知器、自動停止機構
- 緊急遮断弁
- 安全弁、圧力リリーフ弁
- 火災検知器、散水設備

ディスペンサー

- 緊急離脱カプラー
- ガス検知器、地震計、自動停止機構
- 水素が滞留しない屋根構造
- 火災検知器
- 緊急停止スイッチ

敷地境界

- 障壁・防火壁

保安管理体制

- 有資格者による保安管理
- 定期点検・検査

水素受入貯蔵設備

- 耐震設計
- ガス検知器、自動停止機構

- 水素を漏らさない
- 漏れたら早期に検知し、拡大を防ぐ
- 水素が漏れても溜めない
- 漏れた水素に火がつかないように
- 万一、火災等が起こっても周囲に影響を及ぼさない

No.39 水素特性判断基準に係る例示基準の改正等の検討

本日まで検討頂きたい内容

- 平成29年度の水素・燃料電池自動車関連規制に関する検討会（第5回）において、本テーマについてご検討・ご審議頂きました。
- 本日までのご説明資料では、『使用鋼材の拡大』への対応について、安全の検証方法、今後の検討の進め方についてご説明させていただきます。
- ご説明させて頂く内容について、各委員のお立場からご意見を頂戴できればと存じます。

1. 要望内容

今年度より実施するN E D O事業において、高圧水素環境下での材料試験を行い、水素適合性検討を行う。新たに水素スタンドで安全に使用できると判断される材料について、次の例示基準に反映いただきたい。

- 一般則例示基準 9.2節（ガス設備等に使用する材料）
- 特定則例示基準 別添1（特定設備の技術基準の解釈）

1. 要望内容（補足）

水素スタンドでは、高圧水素環境下で十分安全に使用できることを確認した、Ni当量という指標値を満足する材料（一般則例示基準9.2節に例示された材料等）を用いる必要がある。これまでのNEDO事業により、この規定された指標値より小さいNi当量の材料でも安全に使用できる可能性が分かってきた。

水素スタンドで使用可能な実力を有する材料について、今後NEDOの「超高压水素インフラ本格普及技術研究開発事業」にて、安全に使用できる材料を判断するための水素特性判断指標を纏める。この指標に従って、新たに水素スタンドで安全に使用できると判断された材料の例示基準化を要望するもの。

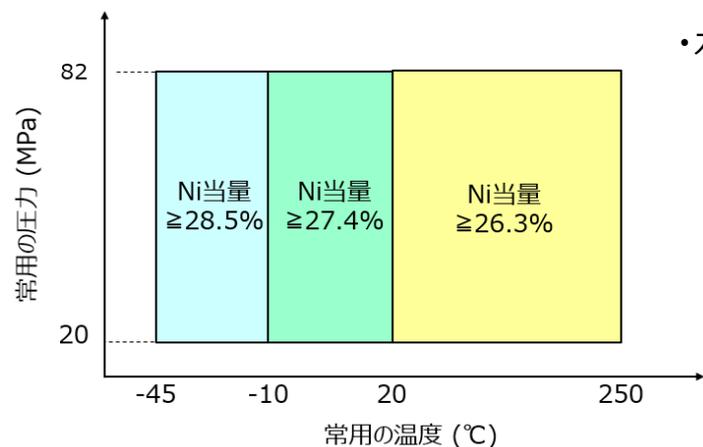


図1. 現行のNi当量規制

Ni（ニッケル）当量：材料の耐水素性の指標値
各成分の寄与度を元に次式で算出

$$\text{Ni当量} = \text{Ni} + 12.6 \text{ C} + 0.35 \text{ Si} + 1.05 \text{ Mn} + 0.65 \text{ Cr} + 0.98 \text{ Mo}$$

・水素スタンドでは
使用不可

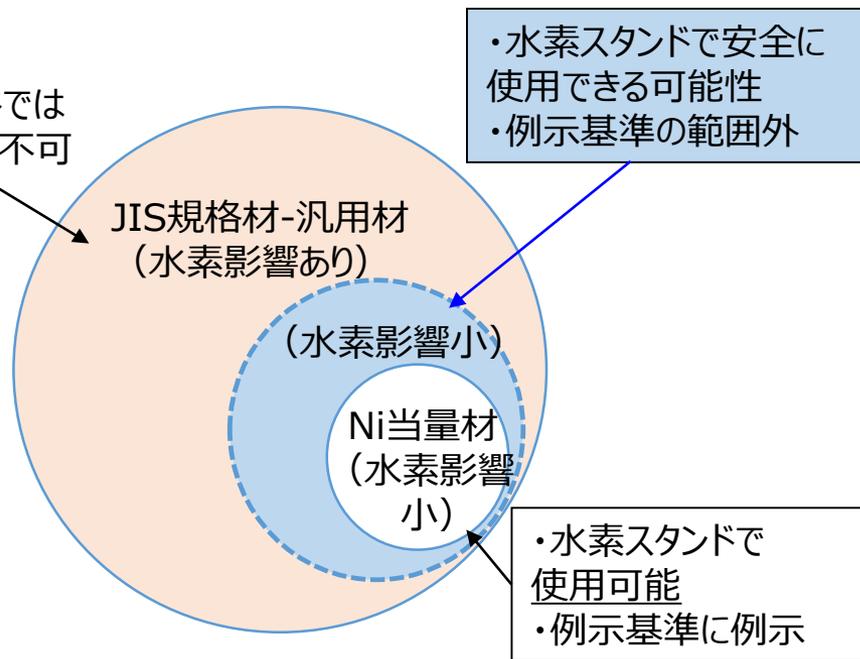


図2. 現行の使用材料範囲

2. 安全性確認の進め方

NEDO事業

材料の水素適合性を確認



有識者による審議体を組織し検証

※安全性を確保できる範囲内の材料に使用が
限定されるのは従来通りで変わらない

H30		H31		H32		H33		H34	
上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
SUS316系の水素適合性検討									
		SUS316系の基準化検討							
		その他材料の水素適合性検討							
				その他材料の基準化検討					

NO.40 設計係数3.5の設計に係る圧力制限の撤廃

本日もご検討頂きたい内容

- 平成29年度の水素・燃料電池自動車関連規制に関する検討会（第4回）において、本テーマについてご検討・ご審議頂きました。
- 本日のご説明資料では、『圧力制限撤廃』への対応について、高圧機器の設計手法、必要な安全対策などをご説明させて頂きます。
- ご説明させて頂く内容について、各委員のお立場からご意見を頂戴できればと存じます。

1. 要望内容

事項名

設計係数3.5の設計に係る圧力制限の撤廃。

(設計係数：圧力設備の設計時における材料の強さに対する余裕度。設計係数3.5の場合、設計強度の3.5倍の余裕度となる。)

実施計画上の記載

設計係数3.5で設計された水素スタンド設備に係る圧力制限を撤廃した場合における安全性への影響について、事業者と協力して検討し、結論を得次第、圧力制限を撤廃する。

要望内容

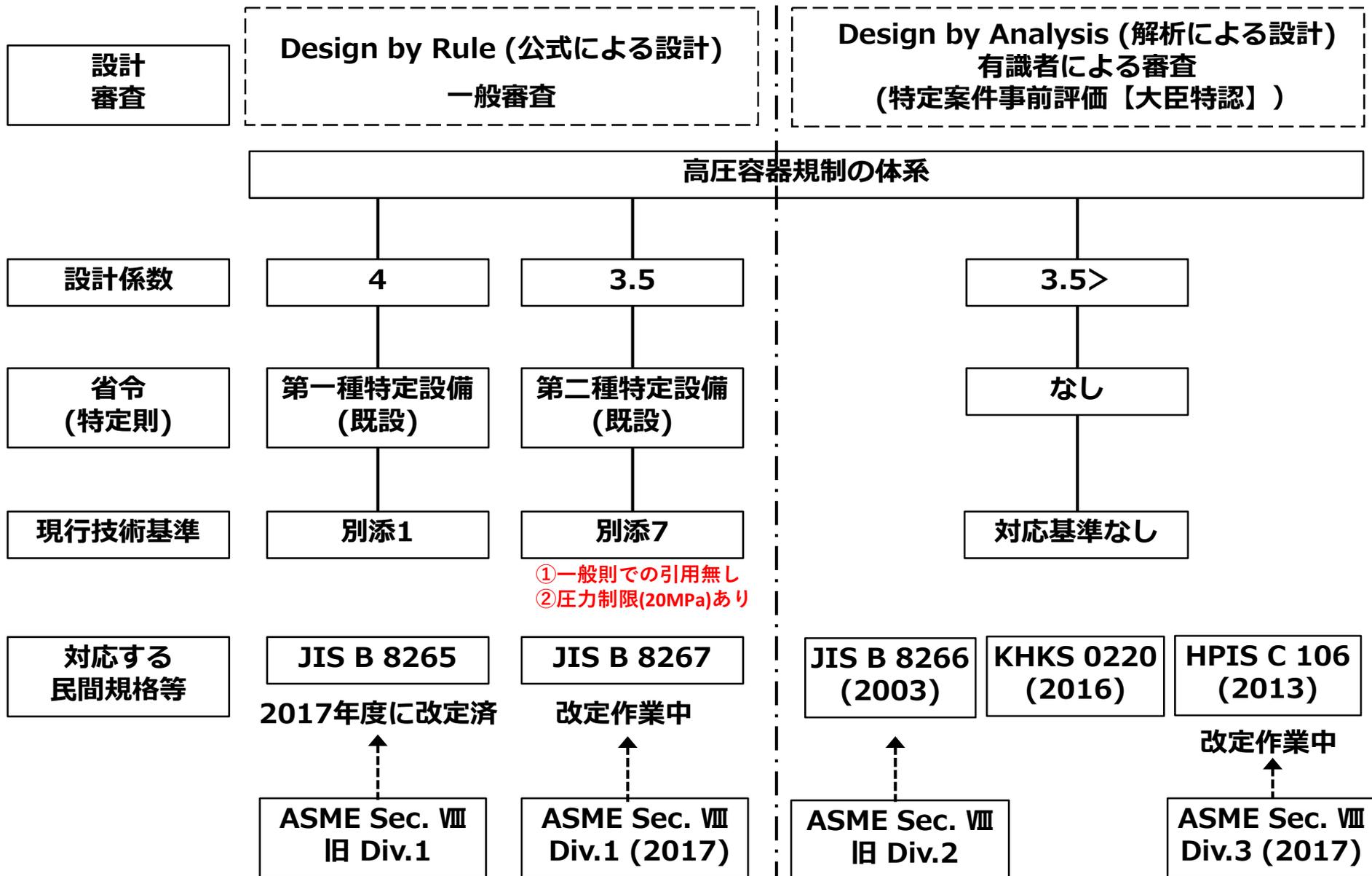
水素スタンドに係る設備の設計係数について、設計係数3.5による設計・製造を可能とする高圧ガス保安規制や技術基準を整備していただきたい。

- ① 第二種特定設備に係る特定則例示基準別添7においては、適用範囲が20MPa以下と規定されているため、水素スタンドの機器に適用できるように圧力制限を撤廃していただきたい。(設計係数4と3では、設計圧力20MPaを超える圧力容器の実績あり)
- ② 水素スタンド設備を規制する一般則における例示基準8を改正し、第一種特定設備のみならず、第二種特定設備(設計係数3.5に対応)の許容応力の引用も認めていただきたい。

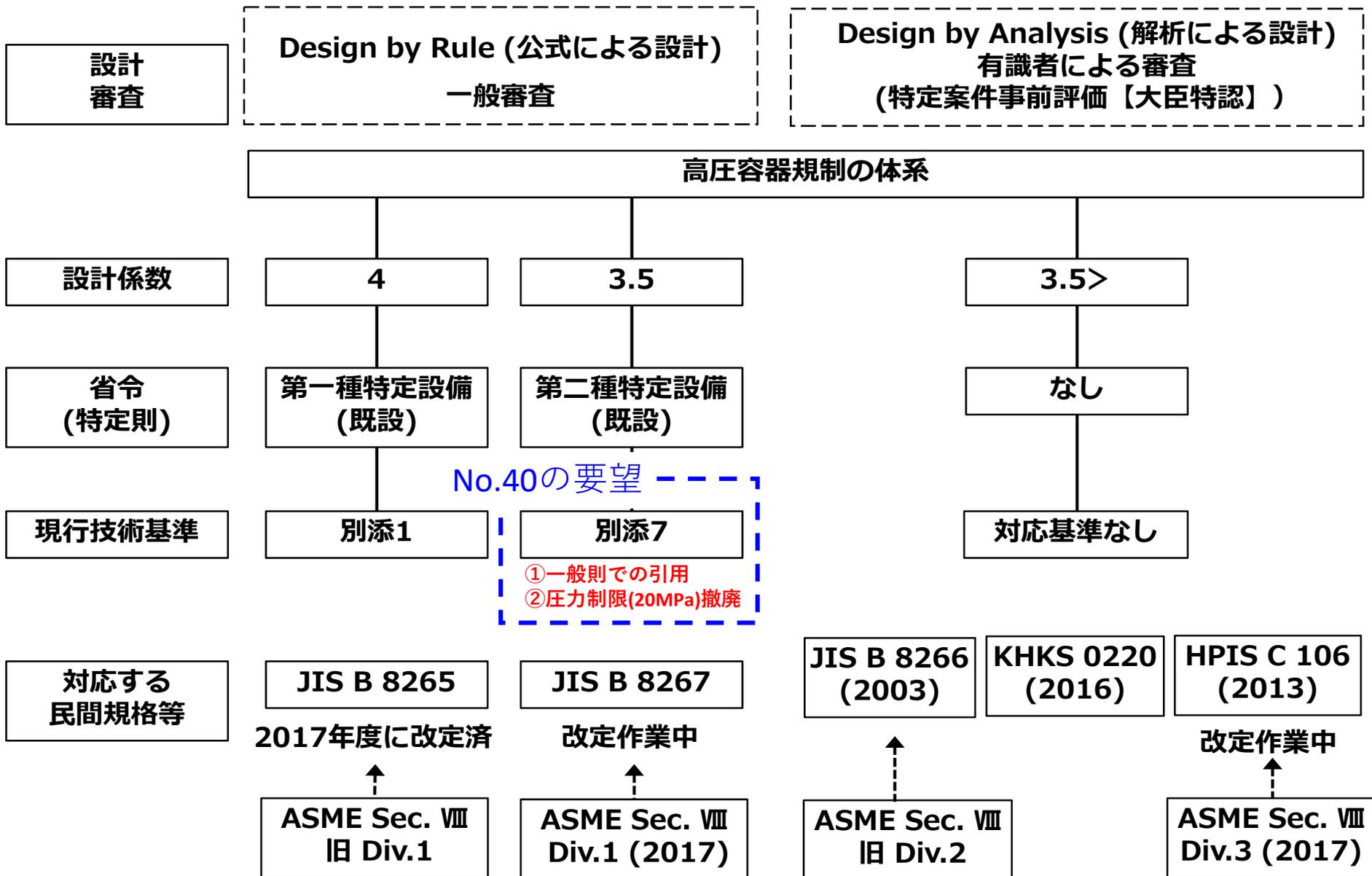
1. 要望内容（補足説明）

- 圧縮水素スタンドの設備（配管、圧縮機、弁等）には一般高圧ガス保安規則(一般則)の技術基準が適用される。
- 特定設備とは、圧力と容積の積がある数値以上の固定容器等（蓄圧器等）であり、特定設備検査規則(特定則)に技術基準が定められている。
- スタンドの特定設備以外の設備（配管、圧縮機、弁等）における設計基準については、特定則別添1（設計係数4）を参照するように一般則例示基準に定められている。（一般則例示基準8）
- 特定則別添7は設計係数3.5の特定設備の設計基準であるが、一般則での引用は定められていないため、設計係数3.5での設計が出来ない。
- 別添1については圧力の上限は定められておらず、水素スタンドの設備でも引用することが可能であるが、別添7については前述の一般則での引用が規定されていないことに加え、圧力の上限が20MPaと定められており、上限が82MPaである水素スタンドでは使えない。
- 今回の要望では、別添7を一般則で引用することと、圧力の上限(20MPa)を撤廃することをお願いするものである。
- 別添7の引用が可となり、より小さな設計係数を使う事が出来れば、機器の小型化・軽量化が図れる。

2-1. 高圧容器規制の体系 (現状)



2-2. 高圧容器規制の体系 (No.40の要望)



3. 高圧機器の設計手法について

高圧機器設計の前提条件は、破裂をさせないことである。材料選定において、設計係数を小さくすることにより、許容引張応力を大きく出来ることから、肉厚が薄くなり鋼材を製造する際の熱処理過程で材料組織の均質性向上が図れ、粘り強さも高くできる。更に衝撃試験等の追加試験により、破裂等のリスクを回避できる。

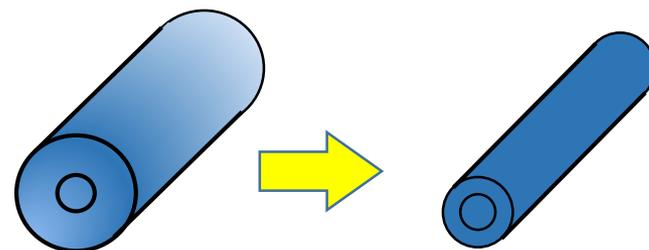
材料の強さを100とした場合の許容引張応力

設計係数が小さい	設計係数	許容引張応力	許容引張応力が大きい
	4.0	25	
	3.5	28	
	3.0	33	
	2.4	41	

※許容引張応力

設計上許容される応力の限界であり、許容引張応力の値を材料の強さとして肉厚計算に用いられる。

許容引張応力 = 材料の強さ / 設計係数



設計係数	4 ⇒ 3.5 ⇒ 3 ⇒ 2.4
肉厚	厚い → 薄い
粘り強さ	不利 → 有利

設計係数を小さくする

肉厚を薄くできる

熱処理時の材料の均質性向上

粘り強さが高くなる

4. 必要な安全対策

- ① 設計係数4は特定則例示基準別添1に規定され、設計係数3.5は特定則例示基準別添7に規定されている。**別添7は別添1に対し、衝撃試験等が追加**となっており、設計係数が3.5となっても十分な**安全性が確保された規格**という位置づけ。具体的には、別添7では衝撃試験で粘り強さを測定することから、LBB（Leak before break：破裂前漏洩）の成立に関して確認することが出来、安全性が確保される。
- ② 特定則例示基準別添7の圧力制限について、別添1と整合させ圧力制限を撤廃しても、水素スタンドの機器は一般則例示基準に従って設計するため、一般則例示基準により圧力制限（82MPa）が掛るため安全性は担保される。

懸念事項とその対応

- ・**圧力制限を撤廃しても大丈夫か？水素スタンドについては一般則に82MPaの制限があるが、他のガス等を考えれば、何らかの上限（例えば水素に併せて82MPa等）は必要ではないか？**
 - →別添7の圧力制限を撤廃して頂くことについて水素に関しては、一般則例示基準9.2で材料の種類と圧力について制限が掛るため、別添7の圧力制限を撤廃しても無制限とはならない。
 - （一般則例示基準9.2では、圧力制限82MPa、材料はSUS316-Ni当量材・SUH660等に限定）

本日までご検討頂きたい内容

- 平成29年度の水素・燃料電池自動車関連規制に関する検討会（第4回）において、本テーマについてご検討・ご審議頂きました。
- 本日までのご説明資料では、『3.5よりも低い設計係数』の要望内容と、設計係数別の安全性評価手法や必要な安全対策などについてご説明させていただきます。
- ご説明させて頂く内容について、各委員のお立場からご意見を頂戴できればと存じます。

1. 実施計画上の記載

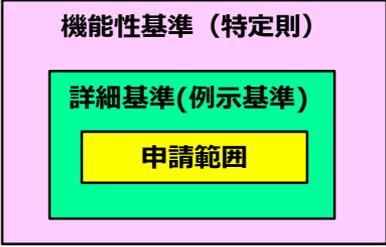
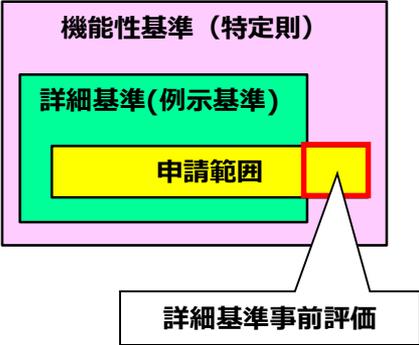
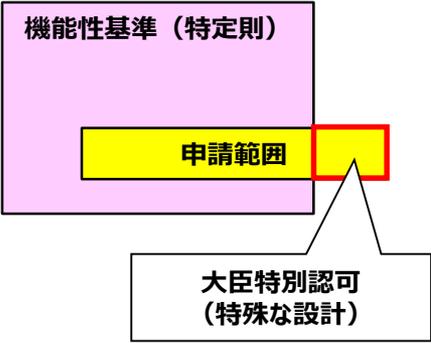
水素スタンドに係る特定設備の設計係数について、米国等諸外国の事例などを踏まえ、大臣特別認可や事前評価制度等を受けなくても3.5よりも低い設計係数※（例えば2.4）で設計、製造を行う場合に必要の高圧ガス保安規制や技術基準について、事業者と協力して検討を開始する。

※ 設計係数：圧力設備の設計時における材料の強さに対する余裕度。設計係数3.0の場合、設計強度の3.0倍の余裕度となる。

2 - 1. 要望内容

- ① 3.5よりも低い設計係数の民間規格があり製造実績もできたので、大臣特認を受けなくても設計・製造できるように、省令改正により特定設備検査規則（特定則）に3.5よりも低い設計係数の区分を新しく位置付けて頂きたい。
- ② 民間規格の最新版への見直しを業界が主導して進めるので、民間規格を技術基準として引用できるようにして頂きたい。

2-2. 要望内容（補足説明1）

申請方法	基準範囲と申請範囲の例	内容
一般申請		<p>詳細基準（例示基準）に全て合致</p> <p>各規則の機能性基準の一つの解釈であり、書類審査で認証される。</p>
詳細基準事前評価		<p>詳細基準（例示基準）によらない範囲あり</p> <p>申請者が作成した詳細基準が関係規則に定める機能性基準に適合するか否かを学識経験者からなる委員会で判断し、適合すると判断されると許認可申請等が可能となる。</p>
大臣特別認可 (特定案件事前評価)		<p>機能性基準（特定則）によらない範囲あり</p> <p>省令で定める規定に代わる特則を経済産業大臣の特別認可(大臣特認)を得て適用する。特認申請前に予め特定案件事前評価を受け、学識経験者からなる委員会では評価される。 3.5よりも低い設計係数は区分がないため、特定則の範囲外となる。</p>

2-3. 要望内容（補足説明2）

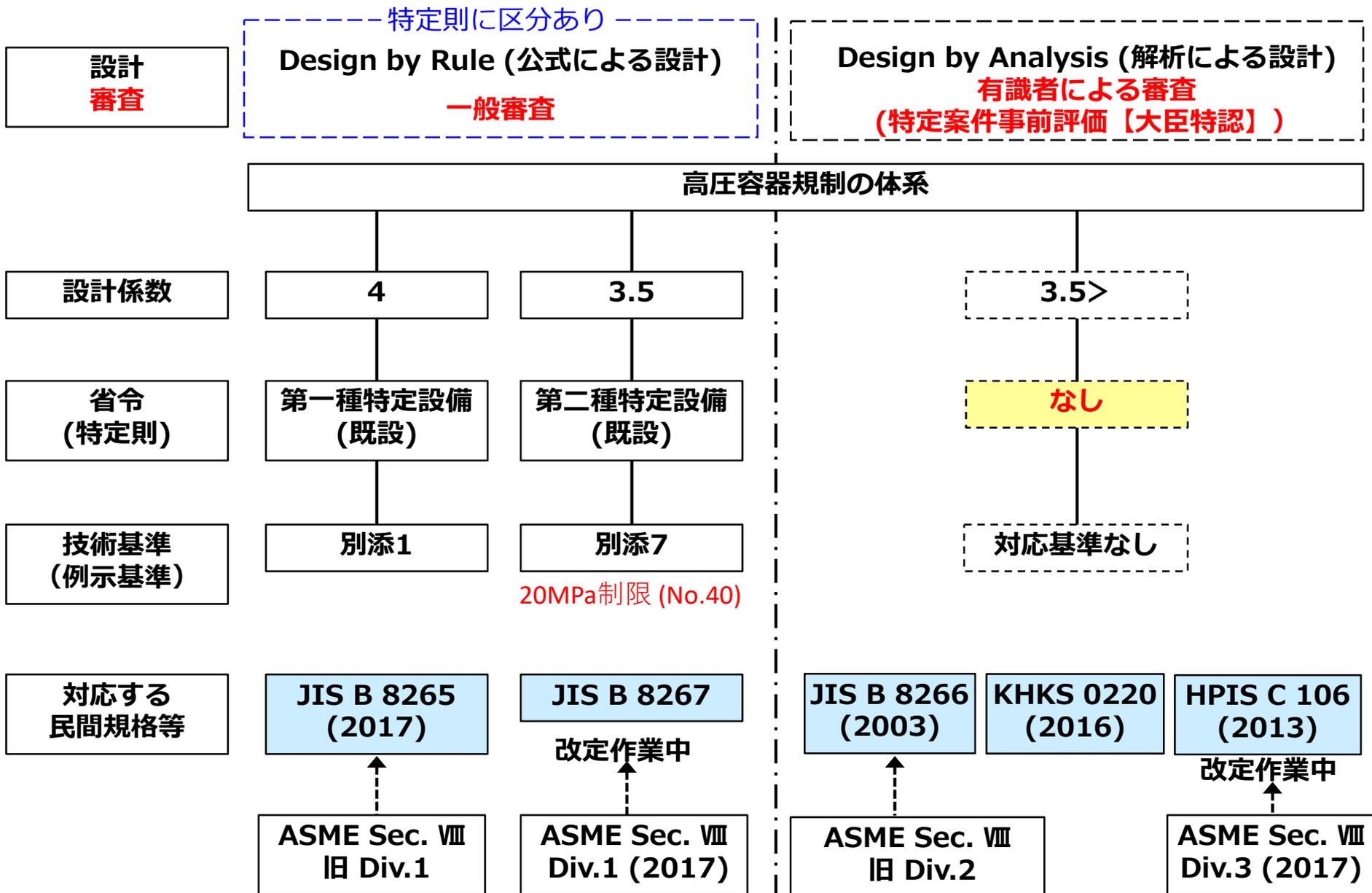
- 特定則に3.5よりも低い設計係数を前提とした区分がないため、特定則第五十一条の「**特殊な設計**による特定設備についての特例」により、経済産業大臣の認可を必要としている。
- 設計係数4.0と3.5は**公式による設計**であり、決められた計算式に数値を当てはめ、必要な肉厚を満足していることを確認する設計方法である。一方、3.5より低い設計係数は**解析による設計**であり、肉厚計算式に加え応力評価や疲労評価など運転条件に対する評価も行う設計方法である。
- 解析による設計（設計係数3.5未満）は、破裂前漏洩の評価、応力評価、疲労評価、疲労き裂進展評価等、**起こり得る全ての破壊モードを考慮した評価**が行われる。
- 解析による設計（設計係数3.5未満）は、より高度な技術を必要とする評価であるため、評価方法が適切であるかについては、**有識者の審査（高圧ガス保安協会による詳細基準事前評価等）**を受けることが必要である。
- 公式による設計（設計係数4.0、3.5）は、計算値が基準を満足しているかについて判断することから、設計やそのチェックが簡単にできるメリットがある。運転状態に対する安全性については、肉厚を十分に厚くすることで確保している。

3. 設計係数別の基本的な設計評価

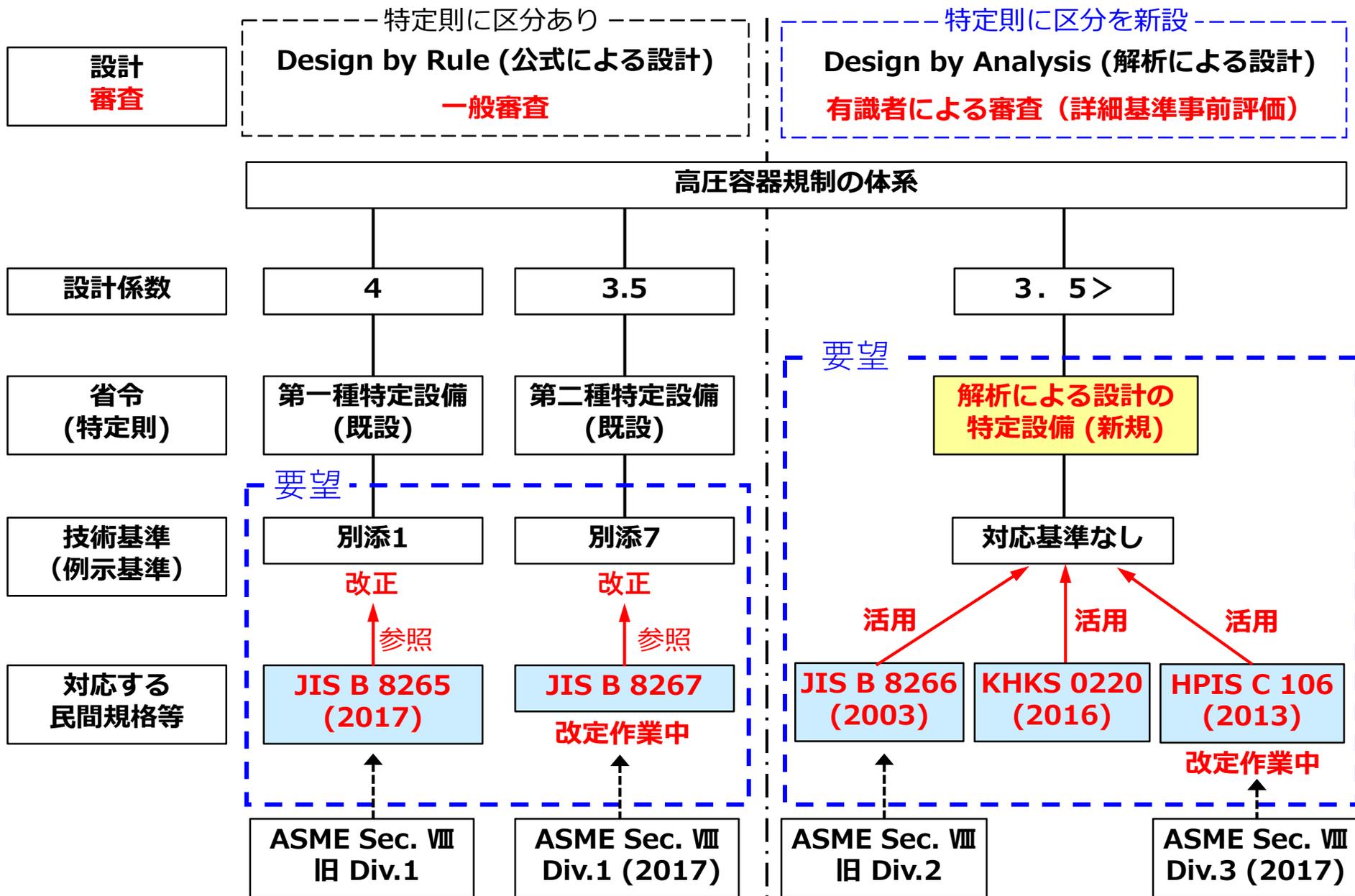
設計	公式による設計		解析による設計 ^{注)}
設計係数	4.0	3.5	3.5より低い
評価項目	<u>耐圧性能の評価</u> ・材料の引張試験	<u>耐圧性能の評価</u> ・材料の引張試験 <u>脆性破壊に対する評価</u> ・材料の衝撃試験	<u>耐圧性能の評価</u> ・材料の引張試験 <u>脆性破壊に対する評価</u> ・材料の衝撃試験 ・破壊前漏洩評価 <u>運転状態に対する評価</u> ・温度の影響評価 ・応力評価 ・疲労評価 ・疲労き裂進展評価
安全性の判断	肉厚の確保	肉厚の確保 シャルピー衝撃値の確保	肉厚の確保 シャルピー衝撃値の確保 脆性破壊の防止 安全使用可能な 寿命の設定

注) 解析による設計においては、設計時に考慮される上記評価に加え、材料、製造、検査の各項目においても、厳しい要件が課せられている。

4-1. 第7回公開討論会における業界要望の整理（現状）



4-2. 第7回公開討論会における業界要望の整理 (要望)



5. 3.5よりも低い設計係数の製品実績

- ・ 3.5よりも低い設計係数で設計した水素蓄圧器は、国内外で製造されており、安全に稼働している。（国内では、2014年以降26本稼働中）

6. 見直しの効果

- ・ 大臣特別認可がなくなり詳細基準事前評価のみになる事で、申請手続きが簡略化され、工期短縮が可能となる。
- ・ 3.5よりも低い設計係数を用いることにより機器の小型・軽量化が図れる。

【設計係数 4.0】



300L蓄圧器
重量=約4,700kg

設計係数
低減効果

【設計係数 2.4】



300L蓄圧器
重量=約2,350kg

7. 現行技術基準に関して

特定則 別添1（設計係数：4） ⇒ 2003年に一部改正

- ・1998年以前のASME Sec. VIII Div.1を引用。

特定則 別添7（設計係数：3.5） ⇒ 2003年に制定

- ・ASME Sec. VIII Div.1（2001年版）を参考に安全率3.5を採用して制定。

【民間の設計規格】

- ① JISB8265（2017年改定） 設計係数：4.0 <対応：特定則 別添1>
 - ・法規（高圧ガス保安法、電気事業法、ガス事業法及び労働安全衛生法）における技術基準の統合化を目的に、共通事項を‘一般事項’として制定したもの。
- ② JISB8267（改定作業中） 設計係数：3.5 <対応：特定則 別添7>
 - ・ASMEで設計係数が4から3.5に変更されたことによるJISB8265の代替規格。

別添1、別添7は双方とも内容の更新がされていない。

民間規格は圧力制限撤廃や最新のASME規格を引用する等、実情にあわせ改定を進めている。

特定則の整備を進める中で、**別添1、別添7についても現状に合わせた改正が必要と思われる。**

8. 安全性の確保に対する検討と取組み（まとめ）

- 解析による設計（設計係数3.5未満）はすでに確立された設計方法であり、対応する民間規格としてKHKS 0220、JIS B 8266、HPIS C 106等が整備されており、技術的な問題は存在しない。
- 民間規格の最新化においては業界が主体となり、定期的な見直しや整備を積極的に進めていきます。
- 解析による設計（設計係数3.5未満）では、安全性を担保するために、適切に設計し評価していることを、有識者により審査（高圧ガス保安協会による詳細基準事前評価等）されることが必要。
- 解析による設計（設計係数3.5未満）の機器に関しては製造実績が出ており、技術の拠り所となる民間規格も整備されているので、大臣特認を経ず技術審査で認可を受けれるように、省令改正して欲しい。
- 解析による設計（設計係数3.5未満）を特定則で位置づけ大臣特認の省略を図る際に考慮すべき留意点や発生する課題などについて、高圧ガス保安協会の特定則調査委員会にて専門家を交えた検討が開始された。

No.30 水素スタンドの遠隔監視による無人運転の許容

要望内容

水素スタンド設備の遠隔監視による無人運転について、海外の事例も参考としつつ、安全性と利便性の観点から必要なハード面及びソフト面の適切な措置について、事業者案を基に安全性の検討を始める。

本日も検討頂きたい内容

- 平成30年6月21日の水素・燃料電池自動車関連規制に関する検討会（第6回）において、本テーマを含む『「人」に関する要望項目』についてご検討・ご審議頂きました。
- 委員の方々から、無人運転の今後の方向性について、本検討会で内容を紹介だけでなく審議したい。事業者が考える無人運転の目的や、無人運転の具体的なイメージや、無人化を進めていくステップを示してほしいとのご意見を頂きました。
- 本日のご説明資料では、改めまして水素スタンドの無人運転の取り組みの背景や、将来の無人スタンドの形態、保安の考え方、実現に向けて検討すべき課題等につきまして整理いたしました。
- また本テーマに関連深い「従業者」の育成の課題に関しては、「No29a 保安監督者の兼任」テーマで検討しております「従業者」の育成プログラムにて並行して進めていくこととし、本テーマの主たる課題である「従業者が常駐することを前提として担保していた保安」に対するソフト面とハード面の安全対策の検討のスケジュールを取りまとめました。
- ご説明させて頂く内容について、各委員のお立場からご意見を頂戴できればと存じます。

1. 水素スタンドの無人運転に向けた取り組みの背景

営業時間延長/土日営業などのユーザーニーズに応えるために、様々な運営形態の水素スタンドの実現を可能としたい。

2015年	2018年	2020年	2025年頃	2030年頃
	FCV 2500台 ST 100カ所	FCV 4万台 ST 160カ所	FCV 20万台 ST 320カ所	FCV 80万台 ST 900カ所程度



規制改革実施計画 (平成29年6月9日閣議決定)



海外の無人スタンド

車載容器総括証票	
充填すべきガスの名称	圧縮状態
水素	2号
加圧開始時期	2020年12月
検査有効期限	2020年1月
最高充填圧力	87.5MPa
単位番号	ZBA-123456

No26 車載容器総括証票等の確認の不要化

車載容器総括証票等の確認をどうするか？



No29a 保安監督者の兼任

兼任でも水素スタンドの保安が担保されるのか？



No30 無人運転の許容

どのように現在の保安レベルを維持するのか？

- ・高圧ガス保安法
- ・消防法
- ・労安法

課題

- ・ユーザー利便性向上
- ・保安レベル維持向上
- ・保安監督者兼任
- ・従業者への教育

様々な運営形態の水素スタンド



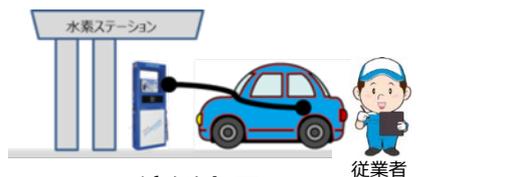
遠隔監視技術
IoT技術活用
スタンドの実績



2. 将来の水素スタンドの形態と無人スタンドの保安の考え方

水素スタンド事業者は、ユーザーにとって便利な水素スタンドの運営を目指すため、運営の形態によって無人スタンドの必要性は異なる。無人スタンドの保安は、これまで通りの日常点検を巡回従業員が実施し、さらに遠隔監視等により現在の有人スタンドと変わらないレベルを維持する。

有人スタンド



無人スタンド



運営の形態 (例)

有人スタンドと変わらない保安レベルを維持

3 - 2. 現在の水素スタンドの保安の考え方（有人スタンド）

従業者が設備の監視や日常点検を実施。運転は自動。充填ノズルの脱着等は従業者が実施。異常時・緊急時は従業者が、状況確認を実施、対応を行う。

項目	対応例
通常運転時	従業者が水素スタンドの日常点検（始業時、運転時、終業時）や設備の監視を行う。設備のアラーム発生時は、従業者が、状況確認を実施、対応を行う。
緊急事態時	故障、地震、事故および顧客の要請に基づく緊急事態が発生した場合、従業者が顧客を安全に誘導するとともに、状況確認を実施。設備は自動停止（必要に応じて手動停止等の対応）。
防犯	営業中は、従業者が監視。夜間・休日時は警備員が巡回して監視したり、警備会社が監視。

3 - 2. 現在の水素スタンドの保安の考え方（有人セルフ）

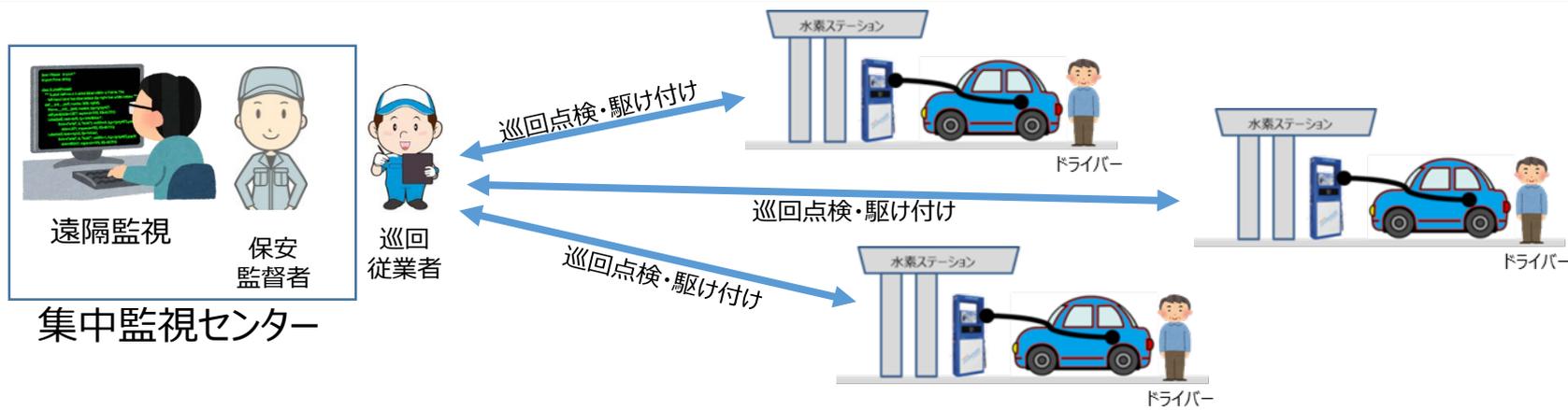
従業者が設備の監視や日常点検を実施。運転は自動。準委任契約を締結し、保安教育を受けたドライバーが充填ノズルの脱着等を行う。異常時・緊急時は従業者が、状況確認を実施、対応を行う。

項目	対応例
通常運転時	同上
緊急事態時	同上
防犯	同上

4. 将来の水素スタンドの保安の考え方（無人スタンド）

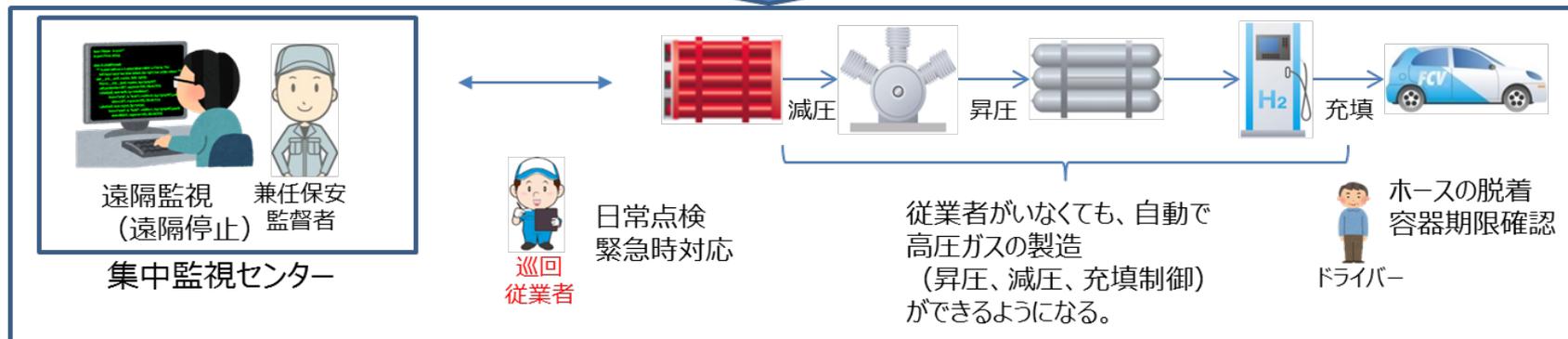
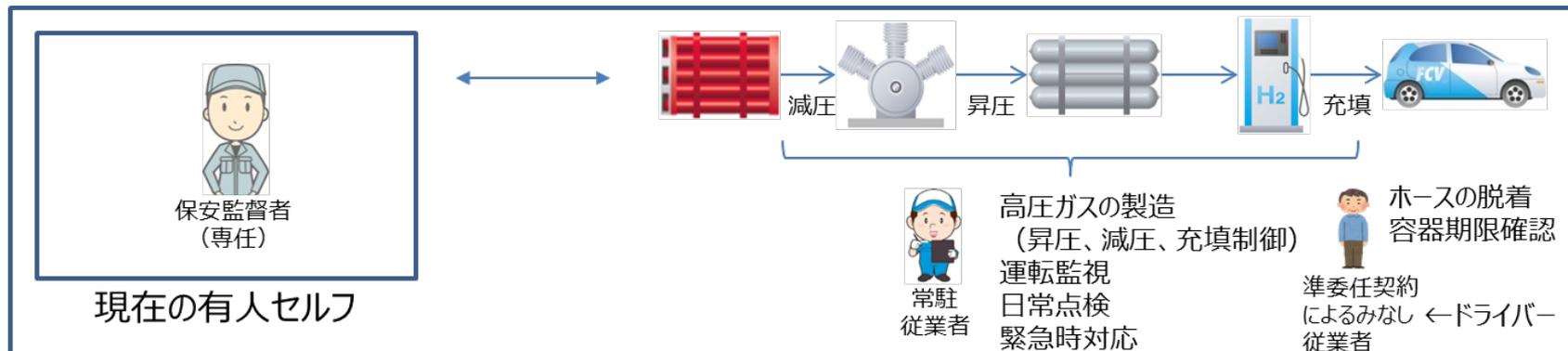
従業者が集中監視センターなどで遠隔で水素スタンドの設備を監視。従業者は定期的に巡回して現状と同等の日常点検等を実施。運転は自動。ドライバーが充填ノズルの脱着等を行う。異常時・緊急時は構内放送等により避難誘導を行うとともに、従業者が駆けつけて状況確認を実施、対応を行う。

項目	対応例
通常運転時	従業者が現場を巡回して現状と同等の日常点検を実施。監視センターで設備を遠隔監視。設備のアラーム発生時は、 <u>従業者が現地に急行し、状況確認を実施</u> 。現地対応。
緊急事態時	故障、地震、事故およびドライバー等の要請に基づく緊急事態が発生した場合、カメラ・インターホンで現場を把握。構内放送等により顧客を安全に誘導するとともに、 <u>従業者が現地に急行し、状況確認を実施</u> 。設備は自動停止（必要に応じて、 <u>遠隔停止※</u> 、手動停止等の対応） ※サイバーセキュリティ上の措置を講じた遠隔緊急停止も検討されている。
防犯	監視センターで24時間遠隔監視。音声による警告。警備員等が現地に急行し、状況確認を実施。



5. 無人スタンドを実現するためにステップ

無人スタンドに向けてステップを踏んで、確認を行いながら確実に進める



6-1. 無人スタンドを実現するために必要な「従業者」の課題（保安監督者の兼任時）

保安監督者が不在のときも、従業者だけで問題無く運営できるよう緊急マニュアル等の整備と、教育・講習体制の整備徹底を行う

第6回検討会資料に追記

従業者の業務内容①

- 水素スタンドの保安監督者の兼任に関する規制見直しが実現された後の業務内容を見直し後として、業務内容を以下に示す。
- 上記の規制見直しが実現された後でも、下表のような対応により保安レベルは維持される。

	現在	保安を担保する方法、 実施までに解決すべき課題	規制見直し後（関連項目）
定常時	設備は自動運転/従業者により運転状況を現地で監視	保安監督者不在時に対応した緊急時対応マニュアルの整備。 業界レベルでの教育・講習体制の整備と徹底による従業者の能力向上。	現行どおり（No29a）
	設備点検（日常点検,五感による点検,月例点検,台風通過後点検等）		
	高圧ガス設備外のスタンド内の安全性点検（可燃物の有無,施設の健全性,等）		
	保安監督者への報告		
	充填作業		
緊急時	警報を受けて現場に行き、発災状況を確認し、保安措置等を実施	<div style="border: 2px solid yellow; border-radius: 15px; padding: 10px; background-color: #ffff00;"> 有人セルフから、無人スタンドのステップにおいても同等の安全性が重要と認識。 </div>	現行どおり（No29a）
	保安監督者への報告		
	消防との連携を図りながら保安措置を実施		
	ドライバーと車両の避難誘導		
	周辺住民へのアナウンス		

6-2. 無人スタンドを実現するために必要な「従業者」の課題（保安監督者の兼任時）

保安監督者と従業者の育成プログラムを充実させる

第6回検討会資料に追記

保安監督者 複数兼任のイメージ（例）

- 今後、複数兼務を実現するにあたっては、段階的に進めながら、兼務者として満たすべき要件や、兼務するスタンドの数、距離、移動時間などの物理的要件も検討する必要があると考えている
- 従業者についても、現行のスタンド運営の能力に加え、スキルアップのための研修などを検討する

専任 (1スタンド/1人)



保安監督者
(常駐義務なし)

休日夜間を含め不在時でも、
常時連絡がとれること

<水素スタンド運営>

- 従業者単独でも、水素スタンドの運営を支障なく実施している
- 緊急時の一次対応も可能

<夜間休日は駆付け>

- 駆付け担当者を選任し、迅速な対応を図る
- 駆付け担当者は、一次対応可能な知識を習得する
- 駆付け時間の設定が必要



従業者
(常駐)

保安監督者兼任の要件(案)

- 兼任できる保安監督者の要件を限定
 - 水素スタンドの保安監督者として6ヵ月以上の経験を有するもの
- 保安監督者兼任に対応した各水素スタンドの緊急時対応マニュアルの整備と従業員教育・緊急時対応訓練の実施
- 兼務可能な水素スタンド数の上限、地理的条件※を設定
 - ※兼任する水素スタンド間の距離、都道府県内等

+αの教育（検討中）

- 例）
- 保安監督者不在時の緊急時対応方法のスキルアップ（教育・訓練）
 - 業界レベルで教育・講習体制の強化

複数兼任 (6スタンド/2人)

休日夜間を含め不在時でも、
常時連絡がとれること

保安監督者へのステップアップ°
保安技術のスキルアップ°

<水素スタンド運営>

- 従業者単独でも、水素スタンドの運営を支障なく実施している
- 緊急時の一次対応も可能

<夜間休日は駆付け>

- 駆付け担当者を選任し、迅速な対応を図る
- 駆付け担当者は、一次対応可能な知識を習得する
- 駆付け時間の設定が必要

7-1. 無人スタンドを実現するために必要な[従業者]の課題(無人運転の許容時)

従業者が不在でも安全に運営できるように、遠隔監視の設備を導入する

第6回検討会資料に追記

従業者の業務内容②

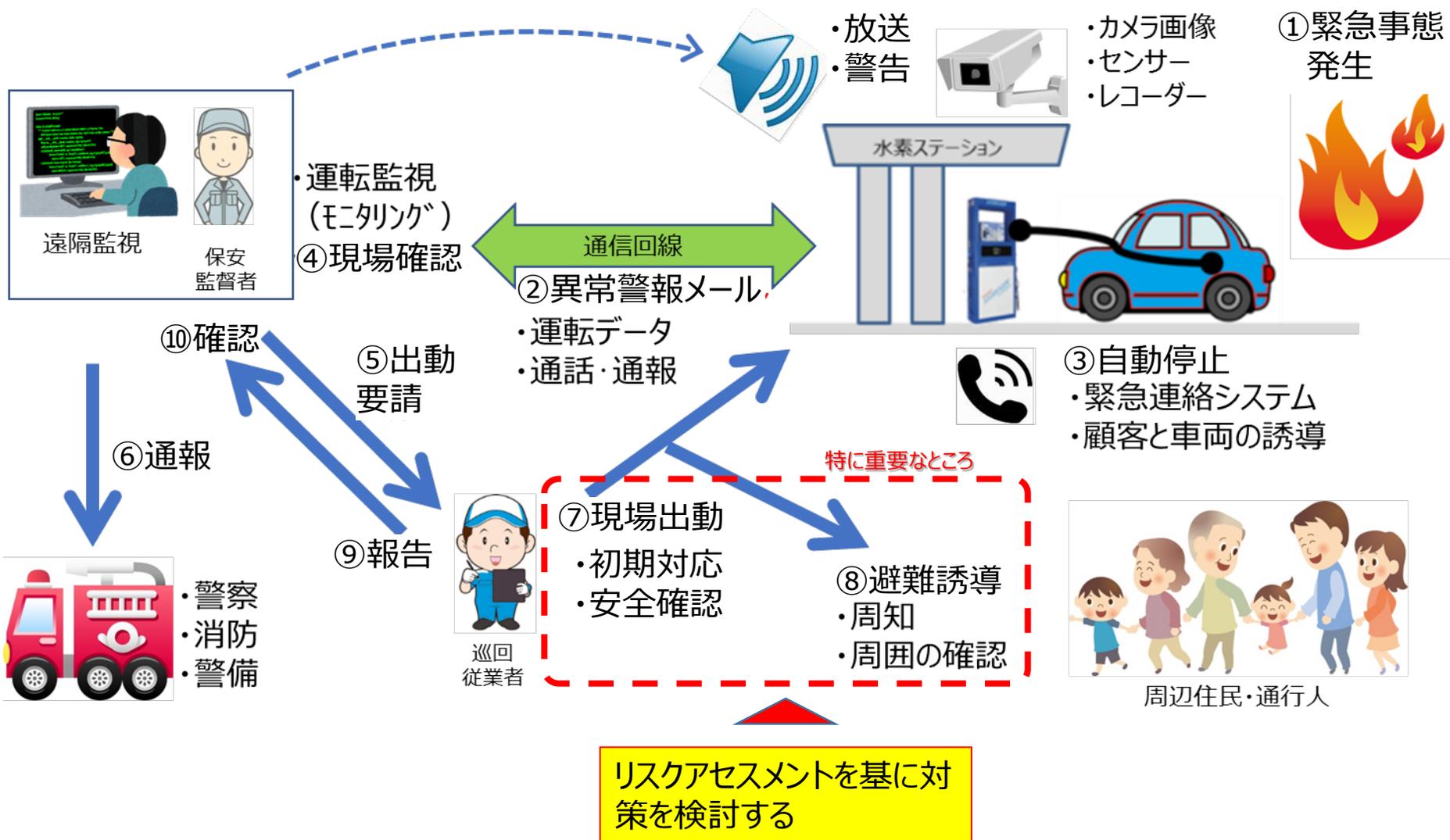
- 水素スタンドの「人」に関する規制見直しが全て達成された後の業務内容を見直し後として、業務内容を以下に示す。
- 遠隔監視・巡回点検に対応した教育・訓練による従業者の能力向上を前提に、水素スタンドの無人化が達成された後でも、下表のような対応により保安レベルは維持される。

	現在	保安を担保する方法、 実施までに解決すべき課題	規制見直し後（関連項目）
定常時	設備は自動運転/従業者により運転状況を現地で監視	敷地外での監視技術の開発 (サイバーテロ対策、ブラックアウト時の対応を含め、リスクアセスを実施した上で技術開発を行う)	設備は自動運転 従業者が運転状況を敷地外で監視 (No.30)
	設備点検 (日常点検,五感による点検,月例点検,台風通過後点検等)		敷地外監視に加え、従業者が毎日巡回して設備点検を実施し、保安監督者へ報告 (No.30)
	高圧ガス設備外のスタンド内の安全性点検 (可燃物の有無,施設の健全性,等)		敷地外監視に加え、従業者が毎日巡回により安全性点検を実施し、保安監督者へ報告 (No.30)
	保安監督者への報告	—	現状と同じく、点検結果等を保安監督者に報告
	充填作業	ドライバー・ヘノズル脱着等の作業並びに異常時対応方法についての保安教育を実施。	ドライバーがノズル脱着等の作業を実施。充填は遠隔監視のもと実施。(No.30)
	車載容器の証票確認	何らかの代替手段で期限切れ容器への充填等が行われないことが担保できること。	確認不要
	保安台帳の記録	保安台帳をなくしても販売先の追跡が不要など保安の確保上問題がないと結論が得られること。	保安台帳の
緊急時	警報を受けて現場に行き、発災状況を確認し、保安措置等を実施	リスクアセスの結果に基づく必要技術の開発及び対応マニュアルの整備	警報を受け保安措置等
	保安監督者への報告	保安監督者との連絡体制強化	警報を受け報告
	消防との連携を図りながら保安措置を実施	日常的な消防との連携活動 (水素スタンドの理解、災害対応訓練) の強化	ながら保安
	ドライバーと車両の避難誘導	避難誘導必要条件をリスクアセスにて検証し、必要な技術開発を実施する。	警報を受けた後、避難誘導をアナウンス (No.30)
	周辺住民へのアナウンス		警報を受けた後、状況に応じて敷地外で周辺住民へアナウンス (No.30)

バックヤードの保安は、無人スタンドでも現状と同等レベルを維持。フロント（スタンドの内部の人や周辺の人に対して）の安全をどのように担保するかが今後の検討課題。
①初期対応の遅れ
②周辺住民への対応への遅れ

7-2. 無人スタンドの遠隔監視による緊急事態対応の検討イメージ

無人運転の実施において、特に重要なのは、従業者が現場に到着するまでの間のソフト面とハード面の安全対策。まずは、従業者がいることを前提としたこれまでのリスクアセスメントの見直しを行い、課題を明らかにし、安全対策の向上に努める。



8. 事業者が検討する主な内容

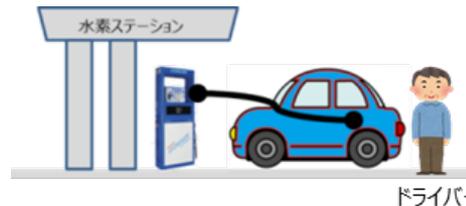
事業者が技術基準案作成のために検討する主な内容（3項目）は以下の通り

◆法規制の課題の整理

- ・無人化に関する業界要望と関連法基準の整理
高圧ガス保安法、一般則、例示基準

- ・規制改革要望案件
- ②⑥ 容器期限確認の不要化
- ②⑨ 保安監督者の兼任
- ※ 充填準備行為の位置付け見直し

検討進捗状況も加味



無人スタンド実現に向けた技術基準案の作成

◆安全対策に関する調査と検討

- ・技術基準における人に関わる項目の抽出
- ・過去のリスクアセスメントにおいて、
人により保安を確保している安全対策抽出
- ・保安監督者、従業者等の作業内容の整理
- ・現行の緊急時の体制に関する整理
- ・安全四法における無人運転対策の確認 など

技術的対策、運営方法による対策等の検討
(ハード面) (ソフト面)

◆海外スタンド事例調査

- 無人水素スタンドの保安対策
- ・法基準の要求項目と対策事例
- ・自主的な対策事例

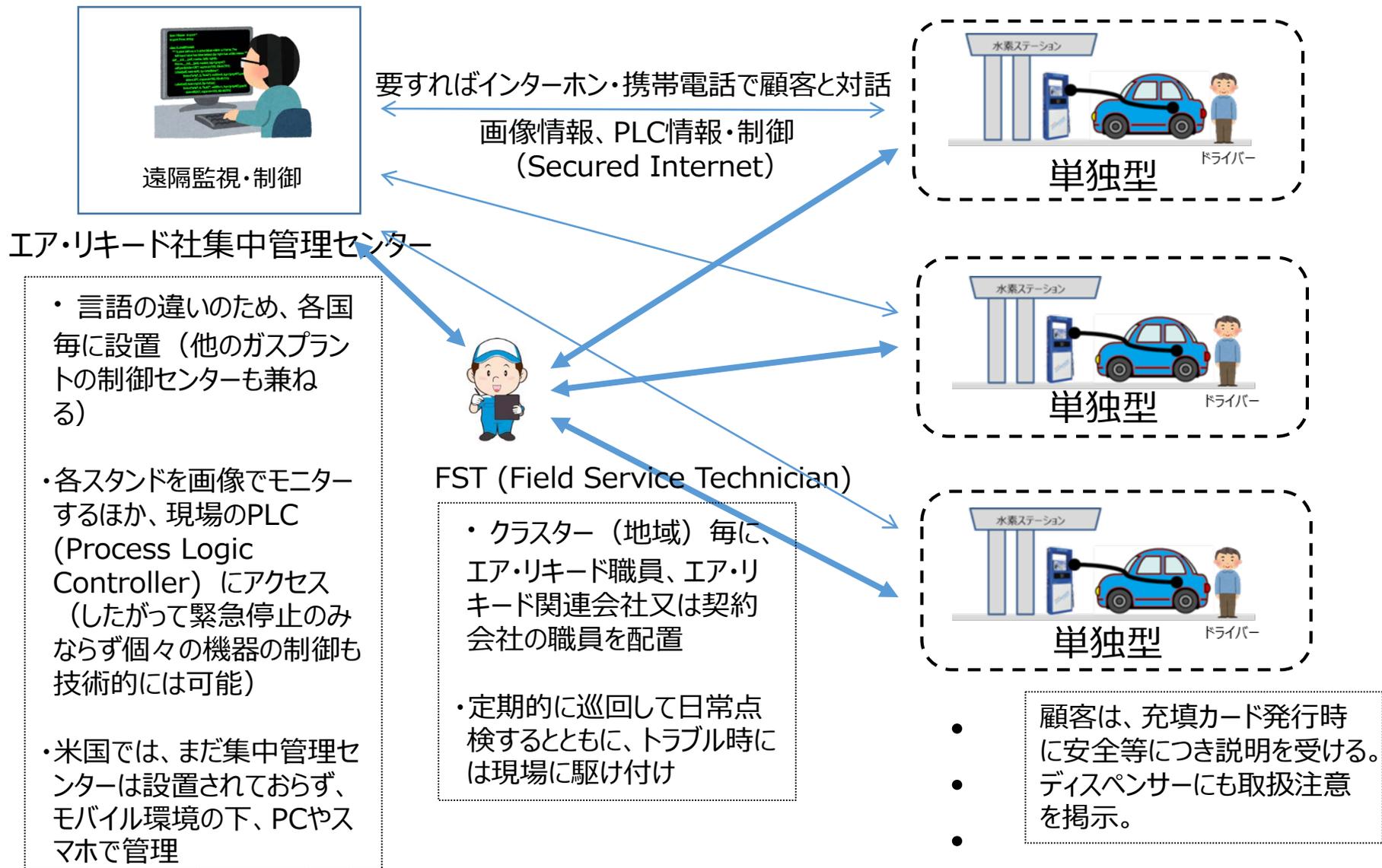
日本の水素スタンドで
(法基準的、経済的観点から)
活用できる技術、対策を調査・検討

9-1. エア・リキード社の欧米における水素スタンドの無人運転の例

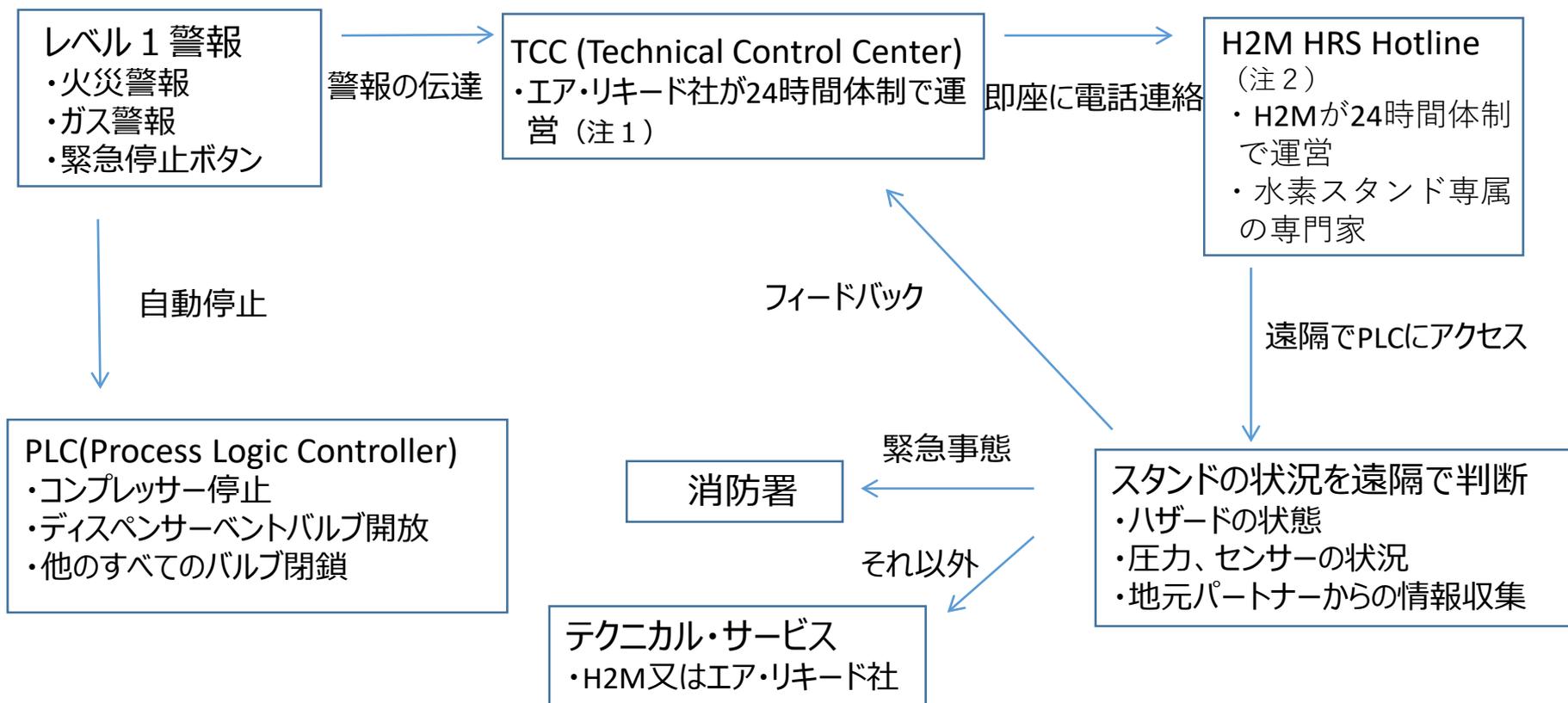
エア・リキード社は、世界で約50ヶ所の水素スタンドを運営するが、日本の6ヶ所を除き、すべてが何等か遠隔監視・制御されている。必要に応じて、インターホン・携帯電話で顧客と対話。以下は、フランス、ドイツ、米国を例とした運転の実態（多くのスタンドは24時間営業）。

項目		対応例
保安	通常運転時	FST(Field Service Technician)が現場を巡回して定期点検を実施。国ごとに、社内の集中管理センターで、設備をPLC（Process Logic Controller）により遠隔監視・制御するとともに、現場からの映像でも監視。何らかのトラブルの際は、FSTが現地に急行し、状況を確認（24時間体制、仏では連絡から2時間以内に到着）。
	緊急事態時	火災、地震、事故および顧客の要請に基づく緊急事態が発生した場合、現場のPLCが自動的にスタンドをシャットダウン（顧客も現場でシャットダウン可能）。
防犯		集中管理センターで24時間遠隔監視。必要に応じ、エア・リキード社が委託する警備員等が現地に急行（仏では連絡から30分以内に到着）。

9-2. エア・リキード社の欧米における水素スタンドの無人運転のポイント



9-3. ドイツにおける集中管理センター（TCC）の機能（レベル1 警報の場合の流れ）



(注1) 当該TCCでは、水素スタンドのほか、多数の産業ガス生産設備、顧客のガス貯蔵設備なども遠隔監視している。

(注2) 独では、エア・リキード社の14の水素スタンドのうち13をH2 Mobilityという会社に譲渡した上で、運営の一部は引き続き委託を受けているため、上記のような体制になっている。仏では、上記のH2Mの役割もエア・リキード社のTCCが担っている。

9-4. ドイツにおけるFST (Field Service Technician) 等の体制・機能

・日常点検

毎日のスタンドの点検は法的義務。これは、一定の教育を受けた（ロースキルの）、近接するガソリンスタンドの従業員、地元の関連会社などにより行われる。毎日、スタンド全体を目視点検するとともに、異常音などをチェック。

・エア・リキード社のFST

エア・リキード社のFSTは、9人態勢で14のスタンドを維持管理（9人は水素スタンド専属ではないが、圧力容器や可燃性ガスにつき高度な技術を持つ）。スタンドが緊急停止した場合に現場にかけつける。また、すべてのスタンドについて、3ヶ月ごとのメンテナンスを実施。

・H2Mの専門家

加えて、独の場合、H2Mの6名の高度なサービス技術者（機器メーカー出身）が、独の50のすべての水素スタンドの維持管理に参画。これら6名は、すべて水素スタンド専属で、概ね1週間に一回、個々の水素スタンドを巡回点検。

緊急時には、このH2Mの専門家が、遠隔でスタンドの状況を即時判断し、消防署を呼ぶか否かを決める。

9 – 5. フランスにおけるFST (Field Service Technician) の体制・機能

- 設備・機器のメンテナンス会社に2年前から外注（エア・リキード社が使う15のメンテ会社の一つ）。
- その機能は、
 - 1) 開業後最初の6ヶ月は週一回の設備点検、その後は月一回
 - 2) 何らのトラブルの場合に、2時間以内に駆け付け、必要に応じTCCと協議しつつ、問題を解決
 - 3) 夜間・週末も待機
 - 4) 緊急時には、地元の消防署に協力（エア・リキード社は、地元消防署と事前に「Emergency Plan」を協議・合意）
- FSTの教育は、三日間のオンサイト訓練をエア・リキード社が提供。経験を積んだFSTは、各クラスターごとに、“Champion”と呼ばれ、他のFSTの指南役に。

仏のクラスター	水素スタンドの数	訓練を受けたFSTの数	水素スタンドの業務量の割合
パリ近郊	3 (3C)	5	40%
北部	1 (1F)	6	10%
中央部	2 (2F)	4	15%
南東部	2 (1C1F)	4	10%

(注) C=Cars, F=Forklifts

9 – 6. 欧州における水素スタンドに関する規制の動向

・欧州レベルの関連規制

1) PED: Pressure Equipment Directive (圧力容器の設計・製造等を規制)、2) TPED: Transportable Pressure Equipment Directive (輸送される圧力容器を規制)、3) AFID: Alternative Fuel Infrastructure Directive (電気、H₂、LPG、CNG) 等があるが、いずれも水素スタンドの運用については言及がなく、その規制は各国に委ねられている。

・ドイツ

法令により、無人運転の場合には、1) 充填の自動管理 (PLC)、2) 緊急停止ボタン付きのディスペンサー、3) インターホンを通じた対話の確保 (24時間)、4) 緊急時における待機スタッフへの警報伝達 (24時間) が義務付けられている。また、燃料スタンドすべてに毎日の点検の実施が義務付けられている。

ドライバーへの安全教育は法的義務とはなっておらず、FCVメーカーが主体的役割を担っている。ただし、充填の方法、禁止行為についてはディスペンサー近辺に掲示することが義務付けられている。

・フランス

新たに水素スタンドの規制法を制定する動きあり。ただし、内容は、無人運転の場合には、1) 遠隔監視の実施、2) トラブルの場合の緊急停止と、再立ち上げの際の現場確認、3) 火災・漏れの検知、緊急停止 (自動及び手動) の際の待機スタッフへの警告等、いずれもエア・リキード社にとっては措置済みの内容であり、新規参入者を意識したもの。

・オランダ

1) 水素スタンドごとに責任者 (manager) 又は当該責任者の指名する者を任命すること、2) 当該責任者は、一定の資格を有すること、3) 水素スタンドの監視は現場又は遠隔で行うこと、4) トラブルの際は警報による通知又は責任者への通知がなされること等が義務付けられている。

9-7. ドイツの水素スタンドとTCC (Technical Control Center)



監視カメラは充填エリアに一つ

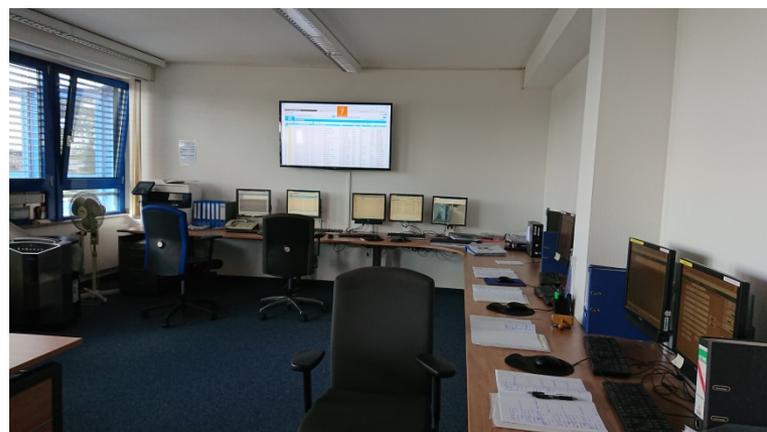


ディスペンサーの使い方
インターホン
緊急停止ボタン

Starは隣のガソリンスタンドの会社であり、当該水素スタンドはエア・リキード社とStarの共同運営（毎日の点検はStar従業員が実施）



消防が駆け付けたときに見る配置図
バックヤードの鍵は消防も保有



TCC遠景、中央のスクリーンには水素スタンドのみならず、他の産業ガス施設も含めたアラームの履歴が表示

9-8. フランスの水素スタンド



充填エリアを監視するカメラ。このほかバックヤードに二つ、計三つのカメラが設置



ディスペンサー近くの緊急停止ボタンとインターホン

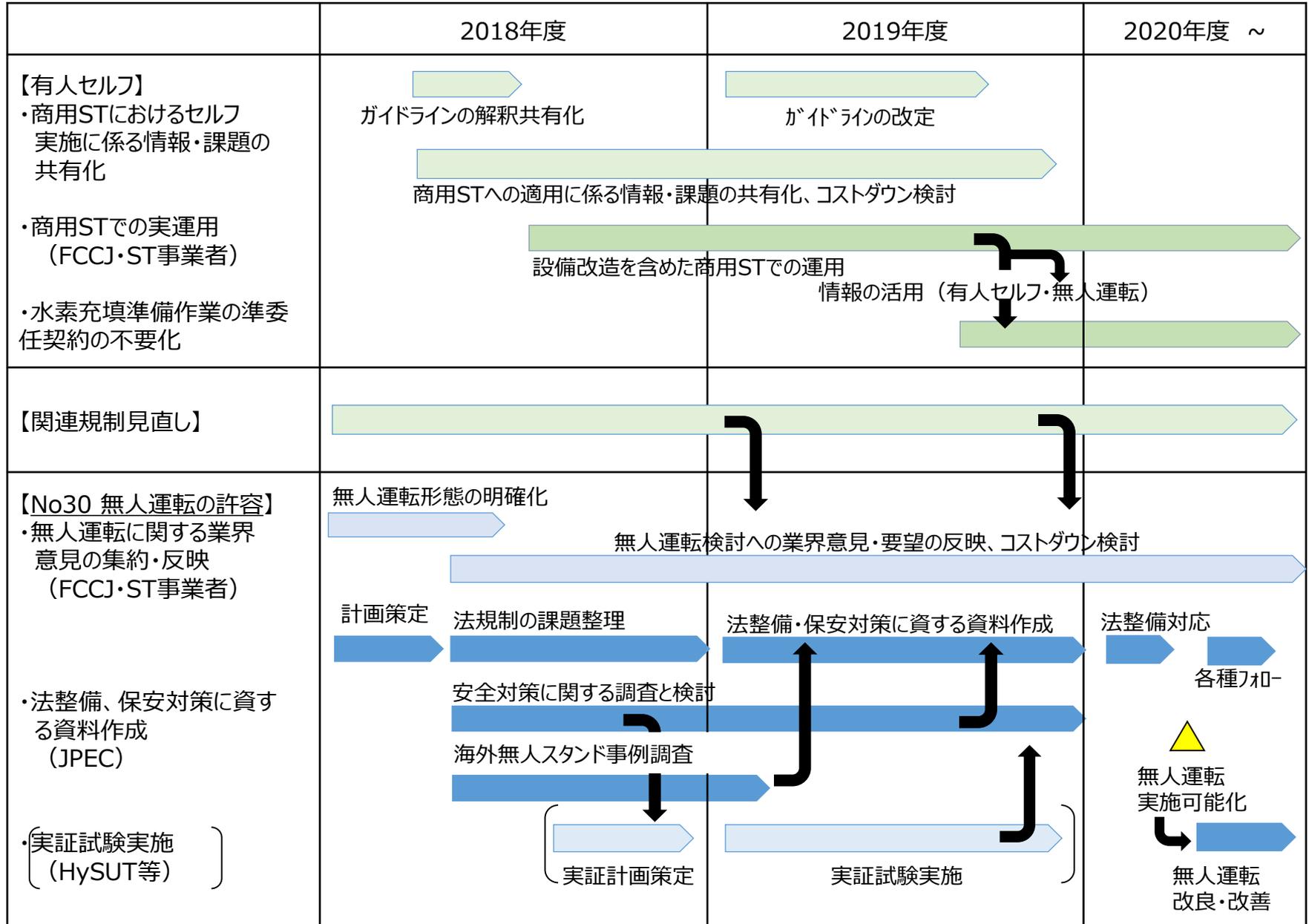


喫煙等の禁止行為のラベル



ディスペンサーの裏に掲示された、ディスペンサーの使い方、緊急時の対応の指示

10. 全体スケジュール案（2018年度～）



No.28 保安検査方法の緩和

本日のご報告内容

- 平成29年度の水素・燃料電池自動車関連規制に関する検討会（第4回）において、本テーマについてご検討・ご審議頂きました。
- ご審議を踏まえ高圧ガス保安室より、「事業者案を基にした高圧ガス保安協会との共同規格化の検討の場において検討を進め、検査方法規格が策定された場合には、平成30年度までに必要な措置を講ずる予定」との方針が示されました。
- これに基づき高圧ガス保安協会で、「圧縮水素スタンド保安検査基準等検討分科会」が設置され検討が行われ、これを受けて「高圧ガス規格委員会」での審議が行われましたので、その状況についてご報告いたします。

1. 要望内容【第4回検討会資料再掲】

事項名

保安検査方法の緩和

実施計画上の記載

水素スタンドに設置する高圧ガス施設について、事業者の負担軽減の観点から、業界団体等の保安検査方法案を基に「保安検査の方法を定める告示」（平成17年経済産業省告示第84号）に追加することを検討し、結論を得た上で、必要な措置を講ずる。（平成30年度までに、業界団体等の保安検査方法が策定され次第速やかに検討・結論・措置：経済産業省）

要望内容

天然ガススタンドと同様の検査内容とし、これらを民間自主基準として定め、KHKとの共同規格とした後、告示指定する。

例)

- 高圧ガス配管、圧縮機、蓄圧器（水素ガスの影響を受けない材料及び影響の程度が明らかな材料を使用しているものに限る）：開放検査の代替として外観検査を実施する。外観検査で異常が認められた場合、肉厚測定または、外部からの非破壊検査を実施する（耐圧性能の確認）。
- 安全弁の作動試験：JISB8210(1994)と同等の性能、構造をもつものについては、JIS規格品と同等に扱う（2年に1回）。

2-1. 検討の進捗状況

高圧ガス保安協会における検討状況

- ・圧縮水素スタンド保安検査基準等検討分科会による検討：
平成30年6月～平成30年9月
第一回（6/1）、第二回（6/28）、第三回（7/24）、
意見交換（8/23）、第四回（8/31）
保安検査基準KHK/JPECS0850にかかわる書面投票（8/31～9/7）
賛成9票、コメント付き賛成6票で「**可決**」
- ・高圧ガス規格委員会による審議： 平成30年9月12日
- ・高圧ガス規格委員会による書面投票： **平成30年9月14日～9月28日**
- ・技術委員会テクニカルレビュー並びに
パブリックコメント（意見募集中）： **平成30年9月14日～10月14日**
- ・技術委員会プロセスレビュー： 平成30年10月下旬予定
- ・協会内部手続き、制定： 平成30年11月予定

2-2. 検討の進捗状況

パブコメされている保安検査基準（案）の内容

<基準内容例>

- 鋼製蓄圧器：破壊力学的評価を行い管理状況も適切である場合、外面からの非破壊検査により、開放検査（1ヶ月の工程要）の代替とすることが可能。
- 緊急離脱カプラ：作動試験に代えて分解整備を選択することが可能。

<保安検査基準制定のメリット>

- 水素STの保安検査方法が明確になり、検査内容が均質化されることにより、個別協議等の負担軽減が期待される。
- 保安検査期間短縮に伴い、休業期間も短縮され、ユーザー利便性が向上する。

今後の予定

- 高圧ガス保安協会と連携し、定期自主検査指針を策定する。
- 策定される保安検査基準及び定期自主検査指針に基づく自主保安レベルの維持・向上を図り、必要に応じて保安検査基準・定期自主検査指針の改定を目指す。