



# 水素スタンドの多様化に対応した給油取扱所等に係る安全対策のあり方に関する検討報告書の概要について

消防庁危険物保安室 危険物施設係 木下 彰

## 1 はじめに

我が国においては、水素社会の実現に向け、水素を燃料とする燃料電池自動車の利用環境を整える観点から、規制改革実施計画（平成29年6月9日閣議決定）等において、水素スタンド整備に係る関連規制の見直しが求められています。

その一環として、水素スタンドを併設する給油取扱所について、技術の進展等に応じて消防法令上の対応を行ってきたところです。

今般、水素スタンド併設給油取扱所に関する新たなニーズとして、

- 水素スタンドを併設する給油取扱所における停車スペースの共用化
- 新たな形態の水素スタンド（液化水素ポンプ昇圧型圧縮水素スタンド、有機ハイドライド方式の水素スタンド）の実用化

の検討が求められています。このような状況を踏まえ、消防庁では、平成29・30年度の2カ年にわたり「水素スタンドの多様化に対応した給油取扱所等に係る安全対策のあり方に関する検討会」（座長：林 光一青山学院大学名誉教授）において検討を行い、本年3月に検討報告書がとりまとめられました。

本稿では、検討報告書の概要として、各課題の背景や基本的な考え方、対応策等について示します。

## 2 水素スタンドを併設する給油取扱所における停車スペースの共用化に係る検討

### (1) 課題と基本的な考え方

水素スタンドを併設する給油取扱所に係る技術基準においては、給油取扱所におけるガソリン火災等の影響が水素スタンドに及ぶことを防ぐ観点から、水素ディスペンサーを給油空地以外に設置するとともに、固定給油設備から流出したガソリンが水素ディスペンサーに達しないための措置（固定給油設備と水素ディスペンサーの間への溝等）を講ずることとされていることから、水素スタンドと給油取扱所の停車スペースは区分することが必要となっています。

このことについて、水素スタンドを設置しやすくする観点から、双方の停車スペースを共有化してコンパクトなレイアウトにすることもできるよう、検討することが求められているため、先行して技術基準が整備されている天然ガス充填設備を併設した給油取扱所の例を参考に、停車スペースを共有化する場合のリスク要因を抽出し、安全対策を検討しました。

### (2) リスク要因とガソリン流出の事故パターン

停車スペースを共有化する場合に想定される主なリスク要因は、水素スタンド及び給油取扱所における事象事例の分析により、給油設備の不具合等によりガソリンが流出して火災となり燃料電池自動車等へ延焼するリスクを考慮する必要があり、ガソリン流出の事故パターンとして、天然ガス充填設備を併設した給油取扱所における停車スペースの共用化に係る検討を参考に、6つの事故パターンを抽出し、各パターンごとに、ガソリン流出の発生防止、ガソリン流出量の低減、燃料電池自動車下部へのガソリン流出防止の観点で安全対策を検証し整理しました（事故パターン毎の事故件数は表1参照。）。

表1 事故パターン毎の事故件数

事故パターン	事故件数		
	平成23年～ 平成25年	平成26年～ 平成29年	計
パターン1（固定給油設備の不具合）	37件	45件	82件
パターン2（不適切な給油行為）	25件	47件	72件
パターン3（給油中の車両の誤発進）	13件	26件	39件
パターン4（固定給油設備への車両の衝突）	13件	16件	29件
パターン5（車両の燃料系統の破損）	4件	5件	9件
パターン6（移動タンク貯蔵所からの不適切な荷卸し行為）	15件	5件	20件
合計	107件	144件	251件

※ 天然ガス充填設備を併設した給油取扱所における停車スペースの共用化に係る検討において、平成23年～平成25年までの事故パターンを抽出しており、本検討において直近4カ年（平成26年～平成29年）の事故を分析し、新たな事故パターンは確認されませんでした。

### (3) 必要な安全対策

次の安全対策を講ずることにより、停車スペースを共用化できることとされました。

#### ア 水素充填のための停車スペースへのガソリンの流入防止策

固定給油設備又は給油中の自動車等から漏れたガソリンが、燃料電池自動車の停車位置に流入しないよう、溝又は傾斜等の措置を講ずること。

#### イ 固定給油設備からのガソリン流出の防止・低減対策

固定給油設備からのガソリンの流出を最小限度に抑えるため、固定給油設備の構造等は、以下の安全対策を講ずること。

- ① 給油ノズル脱落時の給油停止機能
- ② 車両誤発進時の給油ホースの安全分離機能
- ③ 燃料タンク満了時の給油停止機能（オートストップの設置）
- ④ 給油1回あたりの量の上限を設定する機能
- ⑤ 固定給油設備への車両衝突等による転倒時の漏えい防止機能

#### ウ 事故時における給油の緊急停止

火災その他の災害に際し速やかに操作することができる箇所に、給油取扱所内のすべての固定給油設備及び固定注油設備のホース機器への危険物の供給を一斉に停止するための装置を設けること。

なお、上記のア～ウの結果は、危険物の規制に関する規則（以下「危規則」という。）第27条の3第8項第1号に規定されている圧縮天然ガス充填設備設置給油取扱所に係る技術基準と同様であり、今後の運用にあたり、圧縮天然ガス充填設備設置給油取扱所の例を活用できると考えられます。

### 3 新たな形態の水素スタンドを併設する場合の安全対策について

#### (1) 液化水素を昇圧する方式の水素スタンドを併設する給油取扱所の安全対策

液化水素スタンドについては、「液化水素スタンドを給油取扱所に併設する場合の安全性に関する検討会」（平成26年度消防庁主催）において検討され、平成27年6月に基準が整備されていますが、車両に充填するための高圧水素の生成は液化水素を蒸発器で気化させた後に圧縮機を用いて昇圧する方法でした。

今般、実用化された液化水素スタンドは、液化水素を直接ポンプで昇圧し、蒸発器で気化させる方式のスタンド（以下「液化水素ポンプ昇圧型圧縮水素スタンド」という。）であります。この方式の水素スタンドをガソリンスタンドに併設する場合に必要な安全対策については、従来の液化水素スタンドと設備構成において共通する点が多いことから、当該方式に固有の設備である液化水素ポンプ及び高圧の蒸発器に着目して検討を行いました。

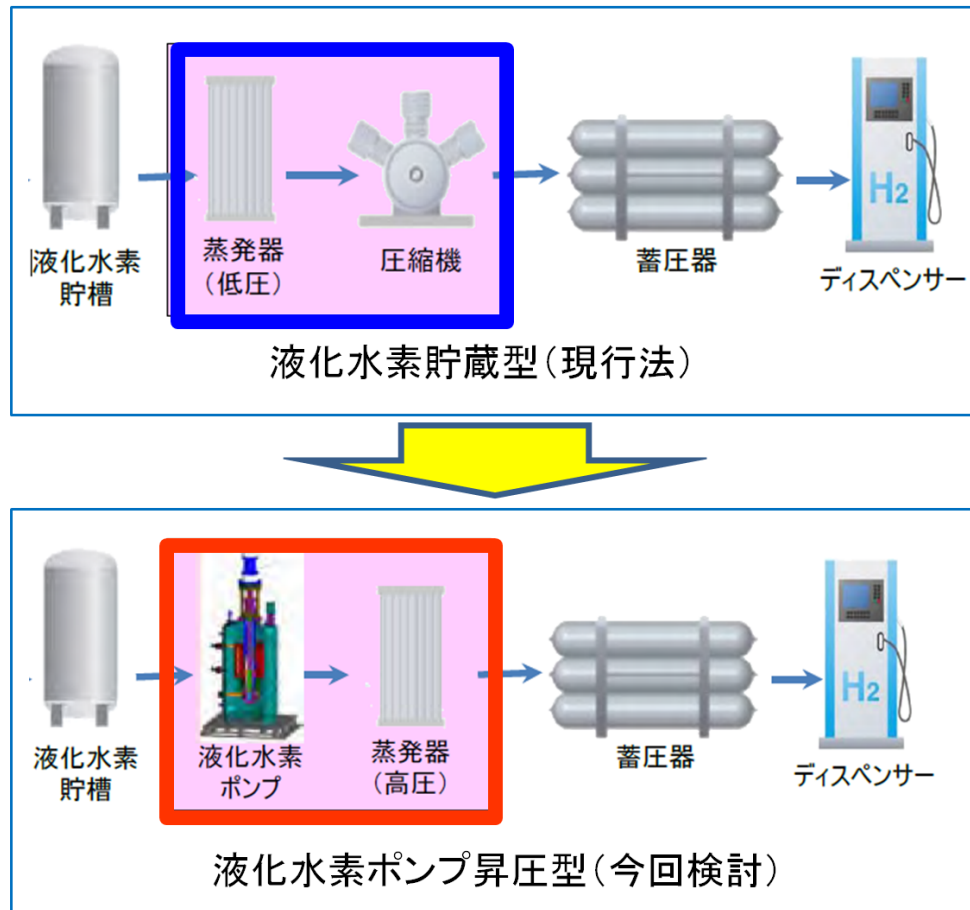


図1 現行の圧縮水素スタンドと液化水素ポンプ昇圧型圧縮水素スタンドの違い

#### ア 液化水素ポンプ等が給油取扱所に及ぼす影響

高圧ガス保安法における液化水素ポンプ昇圧型圧縮水素スタンドの技術基準は、「液化水素ポンプ昇圧型圧縮水素スタンド基準整備検討会」（一般社団法人日本産業・医療ガス協会）や「燃料電池自動車及び圧縮水素スタンド等の普及拡大に伴う法技術的な課題の検討委員会」（高圧ガス保安協会）において検討が行われ、高圧ガス保安法令における技術基準の整備が進められています。

高圧ガス保安法令上の安全対策が講じられている前提において、高圧の液化水素が漏えいする等の事故防止は図られていると考えられることから、現行の高圧ガス保安法令及び消防法令による安全対策と併せて、液化水素ポンプ及び高圧の蒸発器の事故が給油取扱所に及ぼす影響を防ぐための対策は確保されると考えられます。

イ 給油取扱所が液化水素ポンプ等に及ぼす影響

給油取扱所の事故が液化水素ポンプ等に与える影響を検討するにあたり、「液化水素スタンドを給油取扱所に併設する場合の安全性に関する検討会」(平成26年度消防庁主催)と同様に、給油設備付近でのガソリン火災を想定し、液化水素ポンプ等に与える輻射熱の影響についてシミュレーションを実施しました。

計算上のレイアウトは、図2のとおりとし、液化水素ポンプ等の周囲の障壁は、現行の基準の例により高さ2mとしました。また、液化水素ポンプの設置状況については、東京有明の先行事例(図3)を参考に設定しました。

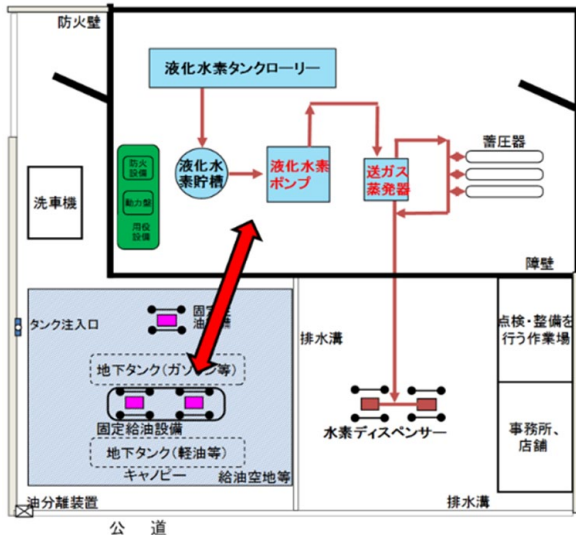


図2 液化水素ポンプ昇圧型圧縮水素スタンドを併設する給油取扱所のイメージ

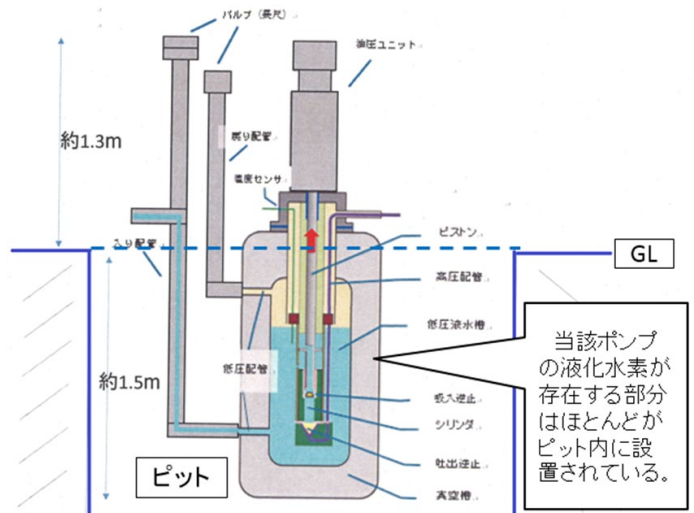


図3 東京有明の先行事例における液化水素ポンプの設置状況

ガソリン火災による輻射熱の受熱量については、「石油コンビナートの防災アセスメント指針」(消防庁特殊災害室)により計算し、計算結果から、液化水素ポンプの設置位置については、輻射熱 3000 ~ 5000W/m<sup>2</sup> の範囲に設置されることが想定されました(図4)。また、表2の計算条件・計算式のもと液化水素ポンプの外装鋼材の温度を求めたところ、39.9℃となりました。

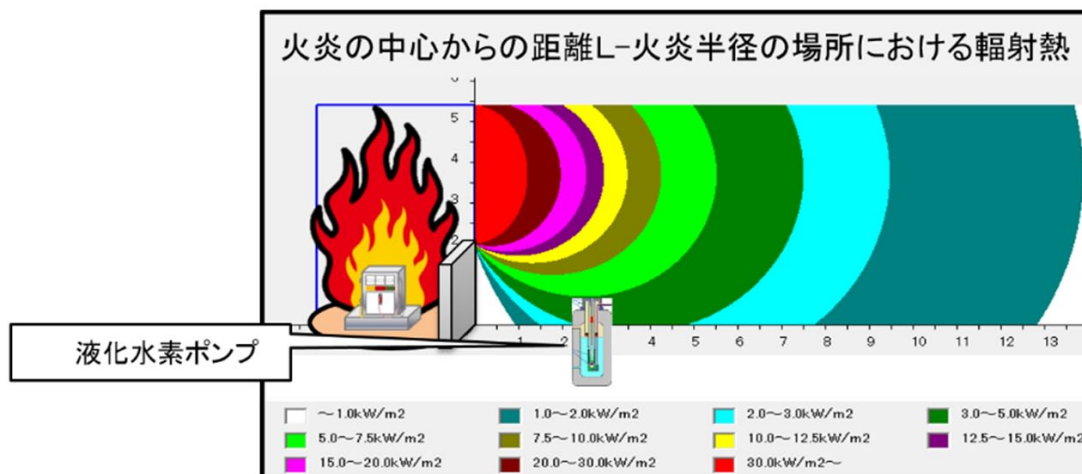


図4 液化水素ポンプの設置位置



表2 計算条件・計算結果

SUSの物性(※1)		鋼板の板厚 x [m]	初期温度 T <sub>0</sub> [°C]	最終温度 T <sub>1</sub> [°C]	想定時間 t[s]	輻射熱(※2) q[W/m <sup>2</sup> ]
密度 P [kg/m <sup>3</sup> ]	比熱 c [J/kg K]					
8000	501.6	0.003	15 (通常使用環境下における温度)	?	60	5000

※1 過去の検討会にて準用している「CNG 自動車用燃料供給施設を給油取扱所に併設等する場合の安全性に関する調査検討報告書」(平成7年3月危険物保安技術協会)より引用。

※2 3000~5000W/m<sup>2</sup>の範囲に設置されることが想定されるため、5000W/m<sup>2</sup>とした。

$$q = \rho x c \frac{(T - T_0)}{(t - t_0)}$$

$$5000 = 8000 \times 0.003 \times 501.6 \times \frac{T - 15}{60 - 0}$$

$$T = 39.9^\circ\text{C}$$

水素スタンドを併設する給油取扱所の基準が検討された平成16年度の検討会では、液化水素ポンプの外層鋼材に用いられるステンレス(SUS)の耐熱温度を350°Cとして検討していることから、今回の検証においても、液化水素ポンプに与える影響はほとんどないと考えられます。

ウ 必要な安全対策

以上の検討結果を踏まえ、高圧ガス保安法令に追加される安全対策が講じられることを前提として、液化水素ポンプ昇圧型圧縮水素スタンドを給油取扱所に併設する場合についても、現行の液化水素スタンドを併設する場合の安全対策を講ずることとされました。

(2) 有機ハイドライド式の水素スタンドの安全対策

新たに技術開発が進められている有機ハイドライド方式の水素スタンドは、スタンド内でメチルシクロヘキサン(MCH)を水素とトルエンに分離し、水素を供給するというものです(図5)。この水素スタンドは、MCH及びトルエンがいずれも液体(第4類第1石油類)であり、石油燃料と同様の取扱いができること等の特徴があります。

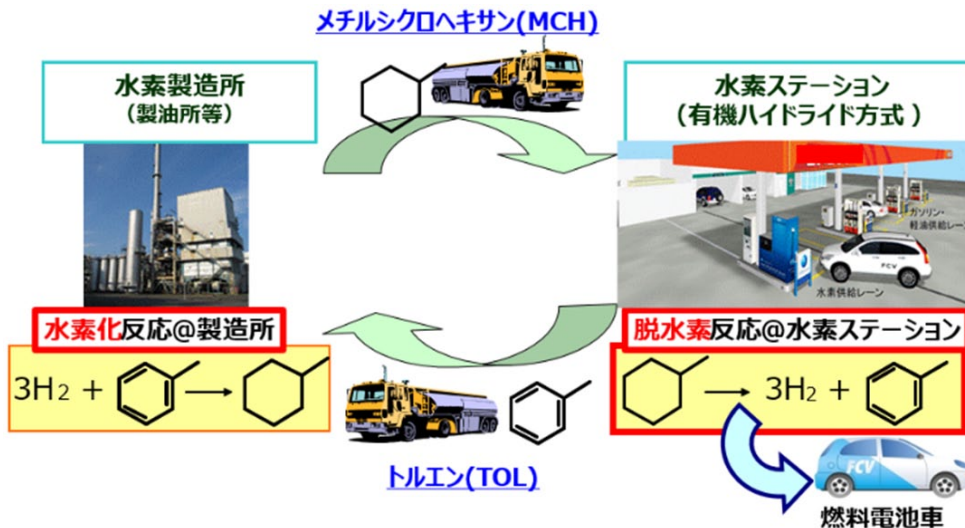


図5 有機ハイドライド方式の水素スタンド概念図

ア 安全対策に関する先行研究

平成 28・29 年の 2 か年において、一般財団法人石油エネルギー技術センター（JPEC）が、有機ハイドライド方式の水素スタンドに係るリスク評価と技術基準案の検討を行っており、本検討会では、JPEC が作成した「有機ハイドライドを用いた水素スタンドの技術基準案」に示される安全対策が講じられることを前提として、現行の消防法令に係る技術基準を適用させた場合の考え方を整理しました。

イ 消防法令の適用関係の整理

有機ハイドライド方式の水素スタンドにおいて、MCH から水素を取り出す工程は、消防法令上の危険物の貯蔵・取扱いとなるため、消防法が適用されます。

給油取扱所に有機ハイドライド方式の水素スタンドを併設する場合は、MCH から水素を取り出す脱水素反応器等が従来の改質装置の目的と類似していることから、現行の消防法令に規定される改質装置を設置する圧縮水素充填設備設置給油取扱所として取り扱うことができると考えられます。一方、有機ハイドライド方式の水素スタンドを単独で設置する場合は、「危険物規制事務に関する執務資料の送付について」（平成 28 年 3 月 1 日付け消防危第 37 号）に基づき、一般取扱所として取り扱うこととされています。

ウ 従来の水素スタンドと有機ハイドライド方式の水素スタンドの消防法令上の比較

水蒸気改質型の水素スタンドと有機ハイドライド方式の水素スタンドの比較を行ったところ、有機ハイドライド方式の水素スタンドの一般的な構成機器に対する消防法令上の位置づけを表 3 のとおり整理しました（比較イメージを図 6 に示す。）。

表 3 有機ハイドライド方式の水素スタンドの一般的な構成機器と技術基準

構成機器	適用が想定される技術基準
危険物から水素を製造するための改質装置（脱水素システム）	危規則第 27 条の 5 第 5 項第二号
圧縮機	危規則第 27 条の 5 第 5 項第三号ニ
蓄圧器	危規則第 27 条の 5 第 5 項第三号ホ
水素ディスペンサー	危規則第 27 条の 5 第 5 項第三号ヘ
ガス配管	危規則第 27 条の 5 第 5 項第三号ト
燃料タンク（灯油地下タンク）	危規則第 27 条の 5 第 3 項及び第 4 項
原料タンク（メチルシクロヘキサン地下タンク）	危規則第 27 条の 5 第 3 項及び第 4 項
廃油タンク（トルエン地下タンク）	危規則第 27 条の 5 第 3 項及び第 4 項

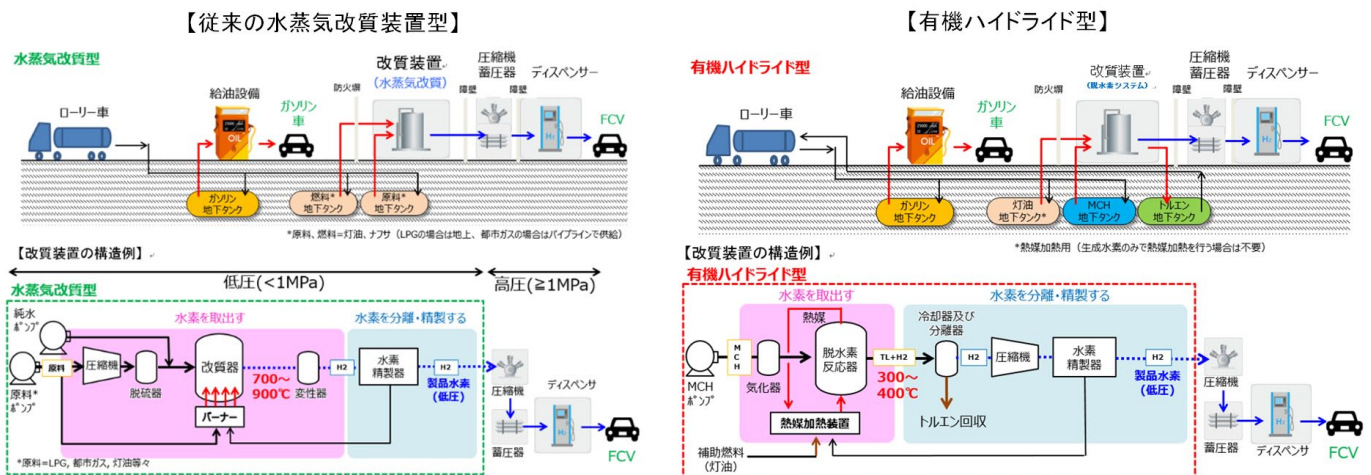


図 6 水蒸気改質装置型と有機ハイドライド型の比較イメージ

また、この考え方に基づき、有機ハイドライド方式の水素スタンドに対して現行の消防法令を適用させた場合、以下の2点について整理が必要とされました。

- ① 想定される MCH の取扱量（指定数量 144 倍）が、危規則第 27 条の 5 第 5 項第 2 号ニに規定される取扱量（指定数量 10 倍未満）を超過すること
- ② 想定されるトルエンタンクの容量（3 万 L）が、危規則第 27 条の 5 第 3 項に規定される容量（1 万 L 以下）を超過すること

#### エ 講ずべき安全対策

##### （ア）ウに示した課題について

ウに示した課題については、「有機ハイドライドを用いた水素スタンドの技術基準案」においてリスク評価が行われ、安全対策が示されていることから、当該技術基準案に基づく安全対策が講じられていることにより、安全性が確保できると考えられます。

##### （イ）単独で設置する場合の考え方

単独で設置される場合には一般取扱所として取り扱われますが、防火塀を設ける等、給油取扱所に併設される場合と同じ安全対策が講じられることにより、同様の形態で設置することが可能と考えられます。

#### オ 今後の課題

エにおいて、現時点で想定される内容を前提に安全対策を検討していますが、実事例がないことから、今回まとめた安全対策が必要十分なものであるかについて、実際の水素スタンドにおいて検証を進めることが妥当と考えられます。

## 4 おわりに

本検討会では、水素スタンドを併設する給油取扱所における停車スペースの共用化や新たな形態の水素スタンドの実用化について検討が行われ、必要な安全対策がとりまとめられました。

今後検討報告書を踏まえて、必要な措置を講ずるとともに、安全な水素利用が進むことが望まれます。