

# **有機ハイドライド水素スタンド 安全対策検討の概要**

**(有機ハイドライドを用いた水素スタンドの技術基準案)**

2018年3月1日

一般財団法人 石油エネルギー技術センター

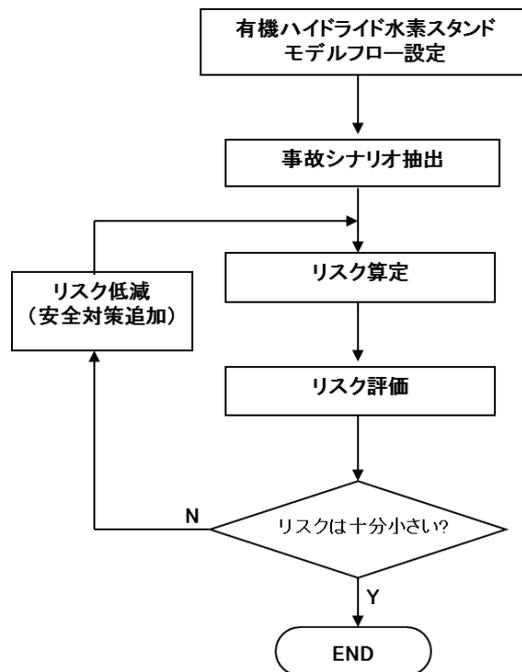
## ◎「有機ハイドライドを用いた水素スタンドの技術基準案」の検討について

本検討はNEDOが平成25～29年度に実施した下記事業の一環として実施

水素利用技術研究開発事業／  
燃料電池自動車及び水素供給インフラの国内規制適正化、国際基準調和・国際標準化に関する研究開発／  
水素ステーションの設置・運用等における規制の適正化に関する研究開発

上記研究開発の開発項目⑫「有機ハイドライドを用いた水素スタンドの基準整備に関する検討」（JPEC：H28・29）

### 基本検討フロー



脱水素装置、メチルシクロヘキサン（MCH）供給、トルエン回収に設備フロー

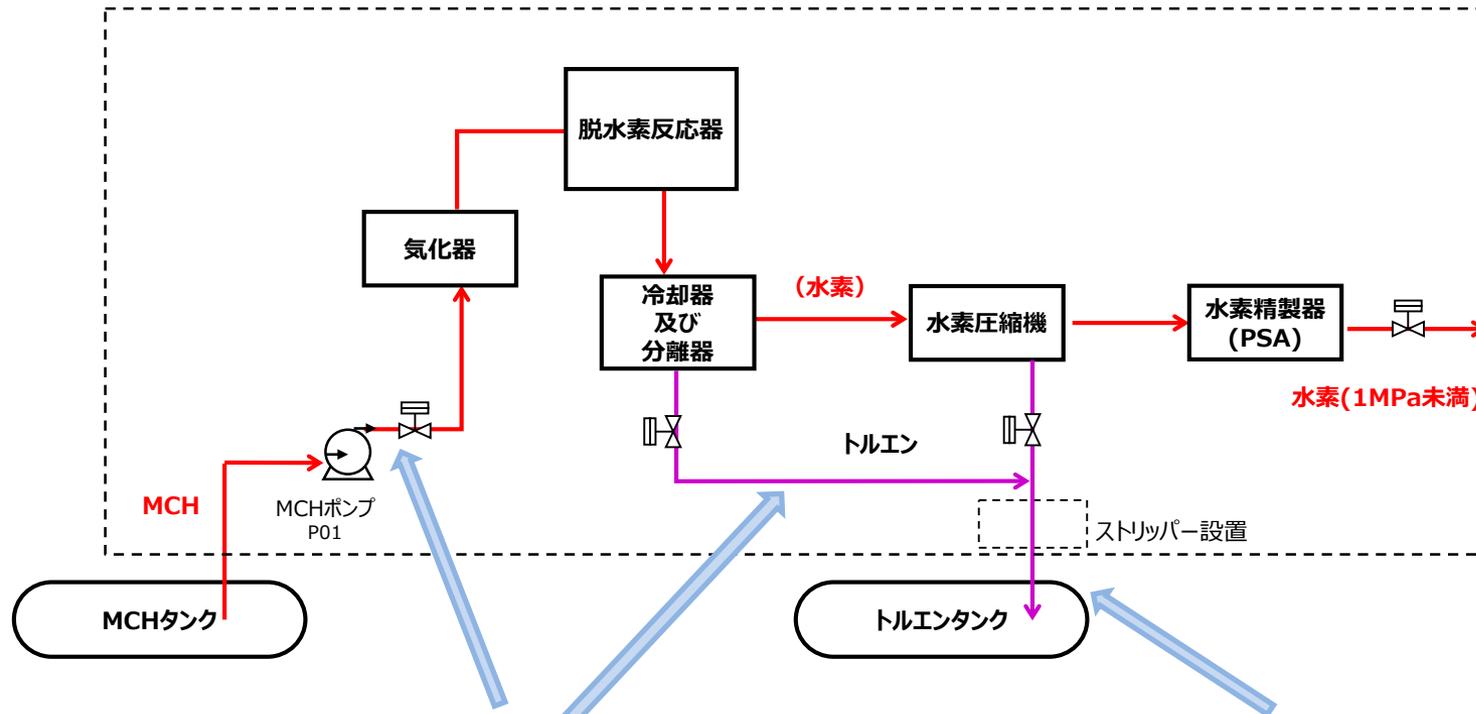
HAZOPによるリスク抽出（非定常運転は手順HAZOPによる）

抽出シナリオ 289件、その内危険シナリオ 92件



リスク低減のための安全対策を基に、  
**「技術基準案」**を策定

# 有機ハイドライド脱水素装置フローと重大なリスクシナリオ



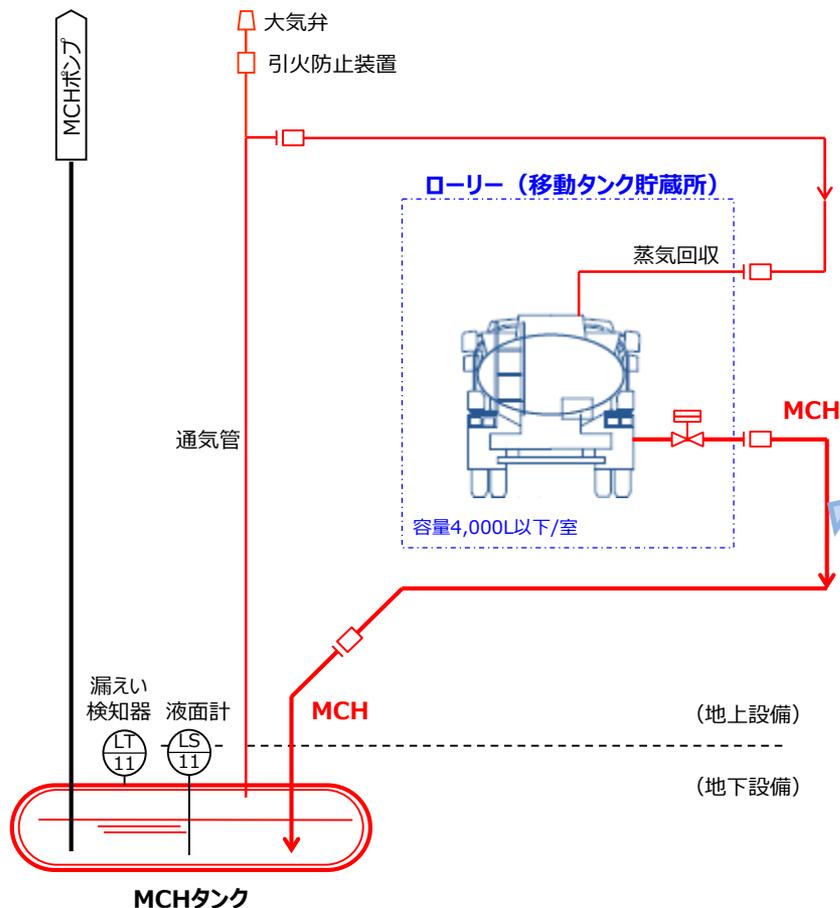
## ◆危険物漏洩

配管破断等により大量の危険物が漏洩し、大きなプール火災が発生する

## ◆トルエン地下タンク気相部の水素の影響

トルエンに溶存する水素がタンクの気相部に数%以上の水素が存在する可能性があり、水素の存在による最小着火エネルギー低下で除去困難な静電気（着火源）により着火する

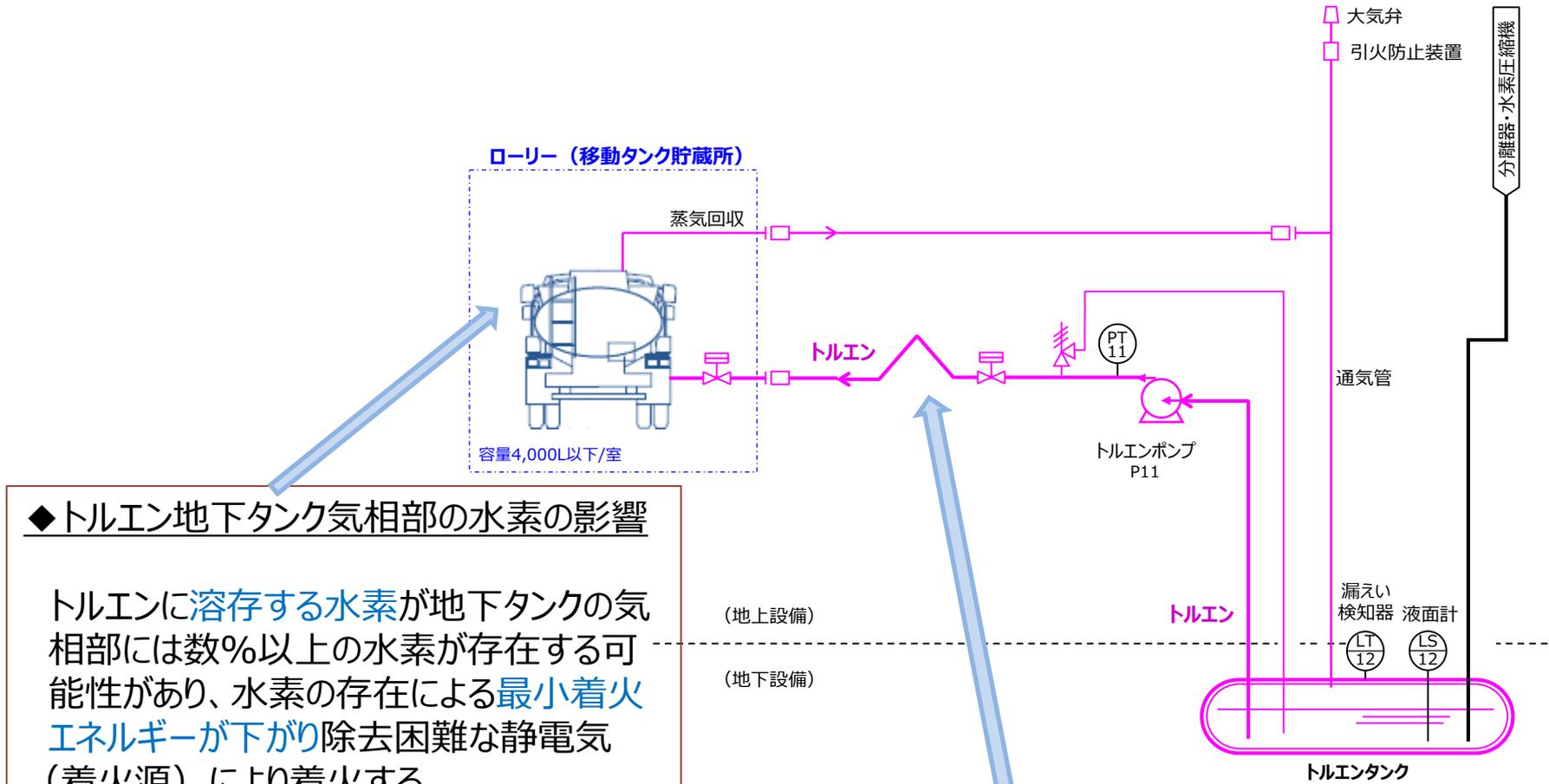
# MCH供給設備フローと重大なリスクシナリオ



## ◆危険物漏洩

ローリーからの荷卸し配管・ホースの破断により大きなプール火災が発生する

# トルエン回収設備フローと重大なリスクシナリオ



## ◆トルエン地下タンク気相部の水素の影響

トルエンに溶存する水素が地下タンクの気相部には数%以上の水素が存在する可能性があり、水素の存在による**最小着火エネルギー**が下がり除去困難な**静電気**（着火源）により着火する

## ◆危険物漏洩

ローリーへの積込み**配管・ホースの破断**により大きな**プール火災**が発生する

# リスク評価の考え方

## 影響度の定義

レベル	説明	定義	
		人	設備
I	極めて重大な災害	周辺住民、歩行者の死亡災害	敷地外の隣接建屋が全壊する程度の極めて重大な災害
II	重大な災害	顧客、従業員の死亡災害	敷地外の隣接建屋が半壊する程度の重大な災害
III	中規模な災害	敷地内外を問わず、入院が必要な重傷災害	敷地外の隣接建屋の窓ガラスは大小に関わらず壊れ、窓枠にも被害が及ぶ程度の中規模災害
IV	小規模な災害	敷地内外を問わず、通院が伴う災害	敷地外の隣接建屋一部の窓ガラスが破損する程度の小規模災害
V	軽微な災害	敷地内外を問わず、通院を伴わない警備な災害	敷地外の隣接建屋に影響なし

## 発生頻度の定義

レベル	説明	定義
A	殆ど起こりえない	可能性はあるが、その発生頻度は極めて小さい
B	起こりにくい	ステーション設備の一生において起こりにくいと考えられる
C	起こる可能性ある	ステーション設備の一生において1回程度は考えられる
D	十分起こり得る	ステーション設備の一生において複数回考えられる

## プール火災による輻射熱のリスク閾値

		頻度ランク				
		S	A	B	C	D
影響度 ランク	I		H	H	H	H
	II		M	H	H	H
	III		M	M	H	H
	IV		L	L	M	M
	V		L	L	L	M

影響度 ランク	影響被害				
	人的被害	放射熱 (敷地内1m)	放射熱 (敷地外5m)	設備被害	放射熱 (敷地外5m)
I	敷地外で死亡者	-	≥ 18.4kW/m <sup>2</sup> *	5m以遠が全焼	≥ 12.5 W/m <sup>2</sup> *
II	敷地内死亡者 (50 %Fatality)	≥ 18.4 kW/m <sup>2</sup> *	-	-	-
III	重傷 (10% Fatality)	≥12.7 kW/m <sup>2</sup> * < 18.4 kW/m <sup>2</sup> *	同左	-	-
IV	休業 (火傷以上)	≥ 5.1 kW/m <sup>2</sup> * < 12.7 kW/m <sup>2</sup> *	同左	-	-
V	不休業 (火傷未済)	< 5.1 kW/m <sup>2</sup> **	同左	5m以遠に 影響なし	< 12.5 W/m <sup>2</sup> *

# 有機ハイドライド水素スタンドリスク評価

## ① 脱水素設備のリスク評価

		頻度ランク				
		S	A	B	C	D
影響度 ランク	I					49
	II					
	III					
	IV					
	V	128				

- 抽出シナリオ数 177件
- 危険シナリオ数 49件



安全対策後

		頻度ランク				
		S	A	B	C	D
影響度 ランク	I					4
	II					
	III		22	12		
	IV					
	V	128				

### ◆危険物漏洩・水素漏洩

- 各種異常検知 & インターロックシステム  
(危政令9条(1)にもとづく)  
⇒ 改質器と同様の安全要件は全て含む
- 周囲に防火壁, 排水溝・油水分離槽,
- ガス検知インターロック, 滞留しない構造 他



TOLタンク気相部  
残留水素起因リスク

## 追加安全対策後

		頻度ランク				
		S	A	B	C	D
影響度 ランク	I					
	II		4			
	III		22	12		
	IV					
	V	128				

### ◆ TOLタンク内気相部の残留水素に関するリスクへの対応

- 地下タンク貯蔵所の基準適用（単独設置の場合も必須とする）：影響度低減
- タンク内気相部水素濃度を低下させる※：頻度低減  
 （※可燃性液体蒸気の最小着火エネルギーと同等レベル（0.1mJ）まで）  
 or タンク内気相部の酸素濃度を爆発限界濃度未満とする

## ② MCH供給のリスク評価

		頻度ランク				
		S	A	B	C	D
影響度 ランク	I					1
	II					
	III					
	IV					
	V	21				

- 抽出シナリオ数 22件
- 危険シナリオ数 1件



安全対策後

MCH供給場所から5 m地点を危険物施設敷地外として評価

		頻度ランク				
		S	A	B	C	D
影響度 ランク	I			1		
	II					
	III					
	IV					
	V	21				

### ◆MCH荷下ろし時のMCH漏洩によるプール火災

- 地下タンク貯蔵所の基準適用  
(単独設置の場合も必須とする)
- 移動タンク貯蔵所の基準適用



## 追加安全対策後

		頻度ランク				
		S	A	B	C	D
影響度 ランク	I		1			
	II					
	III					
	IV					
	V	21				

- 荷卸し時の係員による立会い、危険物取扱い  
: 頻度低減



## 追加安全対策後

		頻度ランク				
		S	A	B	C	D
影響度 ランク	I					
	II		1			
	III					
	IV					
	V	21				

水素スタンド敷地境界の外を敷地外として評価

- 敷地境界に防火壁設置  
: 影響度低減

### ③ トルエン回収のリスク評価

		頻度ランク				
		S	A	B	C	D
影響度 ランク	I					42
	II					
	III					
	IV					
	V	48				

・抽出シナリオ数 90件

危険シナリオ数 42件

- ・TOL出荷時のTOL漏洩によるプール火災 (35件)
- ・TOLタンクの残留水素がTOLローリーの着火性を助長するシナリオ(7件)



安全対策後

MCH供給場所から5 m地点を危険物施設敷地外として評価

		頻度ランク				
		S	A	B	C	D
影響度 ランク	I		7	28		7
	II					
	III					
	IV					
	V	78				

#### ◆TOL漏洩、プール火災

- ・各種異常検知 & インターロックシステム、ガス検知インターロック
- ・地下タンク貯蔵所の基準適用  
(単独設置の場合も必須とする)
- ・移動タンク貯蔵所の基準適用



TOLローリー火災

## 追加安全対策後

		頻度ランク				
		S	A	B	C	D
影響度 ランク	I		42			
	II					
	III					
	IV					
	V	48				

- 回収空地の設定、排水溝・油水分離槽、傾斜  
: 頻度低減
- 荷積時の係員立会いによる迅速な遮断弁操作  
: 頻度低減
- TOL地下タンク内気相部水素濃度を低下  
: 頻度低減

TOLローリー火災



追加安全対策後

水素スタンド敷地境界 5 m地点を敷地外として評価

		頻度ランク				
		S	A	B	C	D
影響度 ランク	I		7			
	II		35			
	III					
	IV					
	V	21				

- 敷地境界に防火壁設置  
: 影響度低減

TOL地下タンク気相部水素の除去等の対策は発生頻度低減に大きな効果があるが、トルエンローリーの気相部の火災シナリオに対し、発生した場合の影響度低減効果は評価できず、通常のトルエン等の危険物輸送ローリーと同等のリスクレベルに留まると判断

# 重大なリスクシナリオと安全対策の考え方

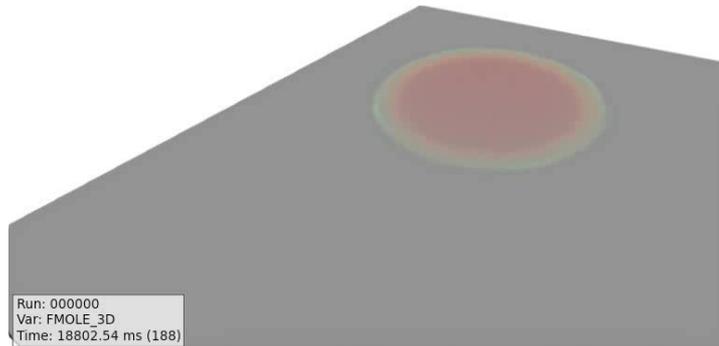
対象設備	主な重大リスクシナリオ	安全対策方針	効果について
有機ハイドライド水素スタンド全体	危険物漏洩によるプール火災の輻射熱による敷地外の人・建物の損傷	給油取扱所に併設しない有機ハイドライド水素スタンド（単独設置型）も敷地境界に防火壁設置	有効な高さの防火壁により輻射熱の影響低減
	敷地内の圧縮水素スタンド設備、給油取扱設備への危険物漏洩・プール火災による被害	脱水素装置の周囲に防火壁、排水溝、油水分離槽設置により漏洩拡大防止、プール火災の輻射熱抑制	漏洩範囲抑制、輻射熱の影響低減
脱水素装置	配管破断等により大量の危険物が漏洩し、大きなプール火災が発生	製造所の基準（危政令9条(1)）に基づき、各種インターロック、安全弁、遮断弁を設置	リスク発生頻度低減、影響度低減
		脱水素装置の周囲に防火壁、排水溝、油水分離槽設置により漏洩拡大防止、プール火災の輻射熱抑制	漏洩範囲抑制、輻射熱の影響低減
	トルエンタンクの気相部の水素の存在による最小着火エネルギー低下で、除去困難な静電気により着火、火災	トルエンタンクの地下への設置（単独設置型も）	リスク影響度低減に効果
		トルエンタンク気相部の水素濃度を制御 or タンク内の酸素濃度を下げる措置	トルエンタンクへ投入前にトルエン溶存水素を除去することにより、可燃性液体蒸気の最小着火エネルギーレベルとすることが可能（発生頻度低減）

# 重大なリスクシナリオと安全対策の考え方

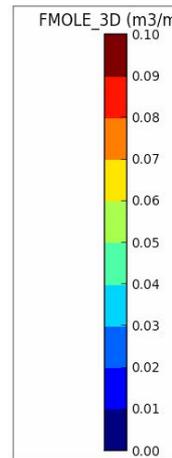
対象設備	主な重大リスクシナリオ	安全対策方針	効果について
MCH供給設備	ローリーからの荷卸し配管・ホースの破断により大量の危険物が漏洩し、大きなプール火災が発生	給油取扱所に併設しない有機ハイドライド水素スタンド（単独設置型）も <b>敷地境界に防火壁設置</b>	敷地境界の有効な高さの防火壁により 敷地外への輻射熱の影響低減可能
		水素スタンドの係員（危険物取扱者）及びローリーの乗務員（危険物取扱者）による立会い及び操作	迅速な漏洩遮断措置や関係者以外の立ち入り制限対応により発生頻度低減、影響度低減はあるが、 <b>ガソリンローリー等の燃料荷卸しと同等のリスク</b>
トルエン回収設備	ローリーへの積み配管・ホースの破断により大量の危険物が漏洩し、大きなプール火災が発生	給油取扱所に併設しない有機ハイドライド水素スタンド（単独設置型）も <b>敷地境界に防火壁設置</b>	敷地境界の有効な高さの防火壁により敷地外への輻射熱の影響低減可能
		<b>トルエン回収空地の設定（排水溝、油水分離槽、傾斜等）</b>	回収空地設定は漏洩拡大防止、プール火災規模抑制に効果は大きい、 <b>火災近傍の人への輻射熱の影響低減は限定的で燃料荷卸しと同等のリスク</b>
	トルエンタンクの気相部の水素の存在による最小着火エネルギー低下で、除去困難な静電気により着火、火災	トルエンタンク気相部の水素濃度を制御 or タンク内の酸素濃度を下げる措置	トルエンタンクへ投入前にトルエン溶存水素を除去することにより、可燃性液体蒸気の最小着火エネルギーレベルとすることが可能（発生頻度低減） <b>ローリーのタンク気相部の着火・火災爆発については、通常の危険物ローリーと同等のリスク</b>

# ■ シミュレーション例 トルエン回収空地 (拡散)

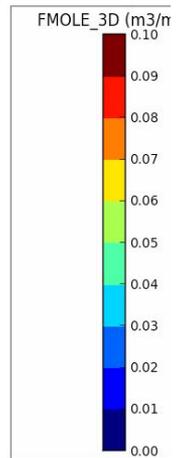
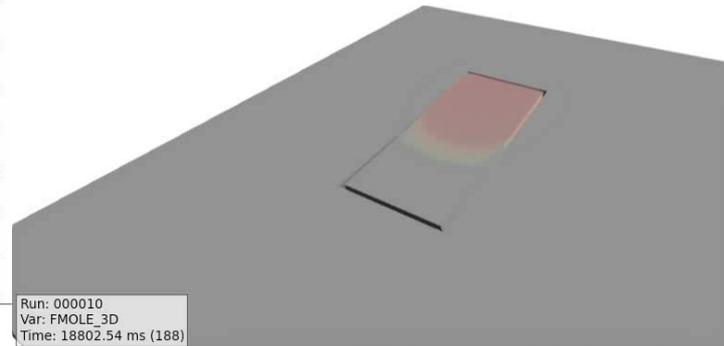
① 平面のみ



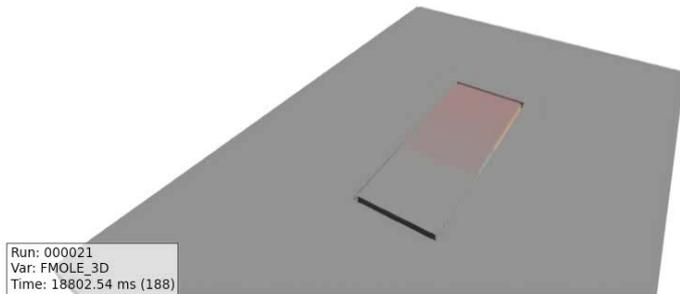
② 排水溝



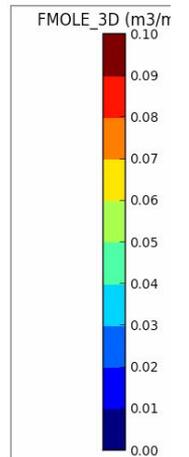
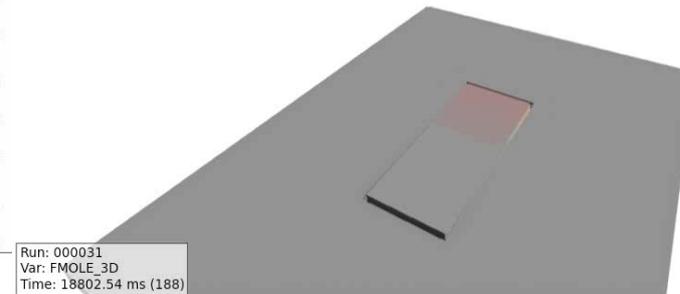
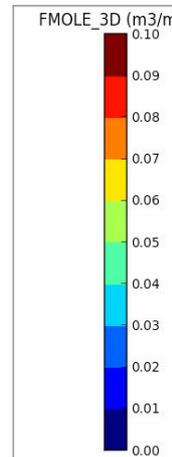
Max 0.1[-]



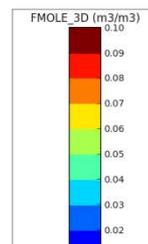
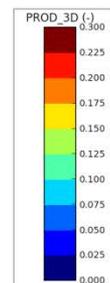
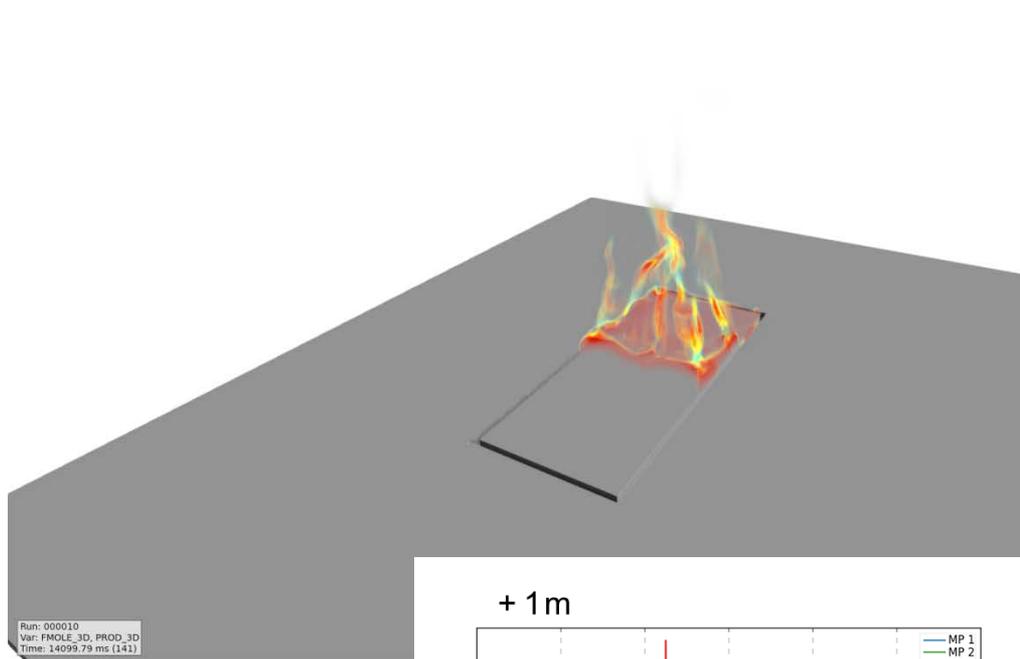
③ 傾斜  
(1/100)



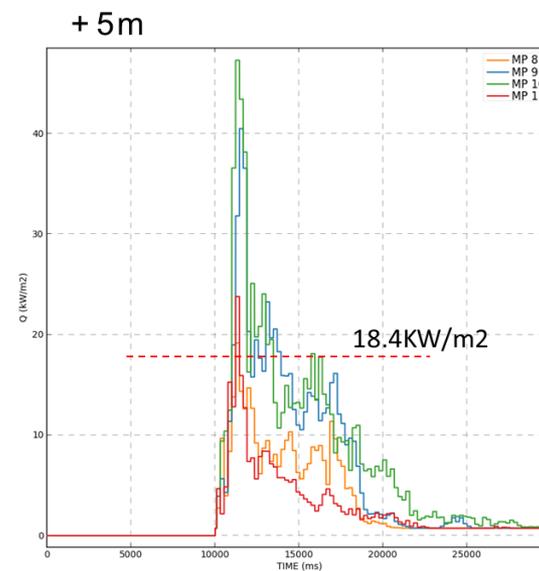
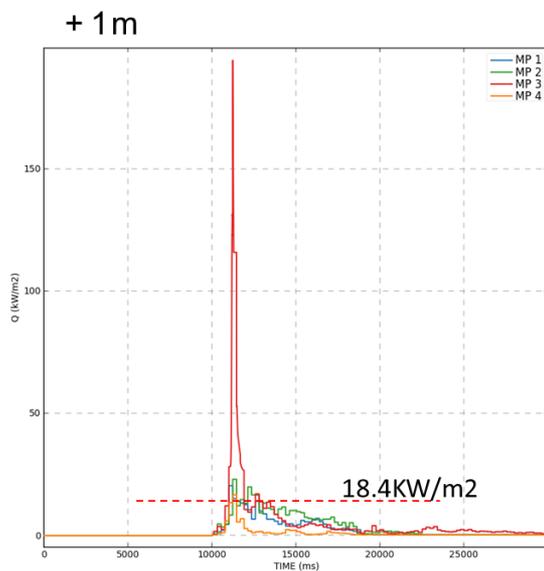
④ 傾斜  
(1/60)



# ■ シミュレーション例 トルエン回収空地 排水溝あり(火災)



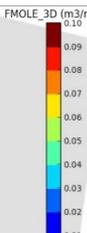
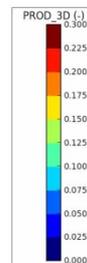
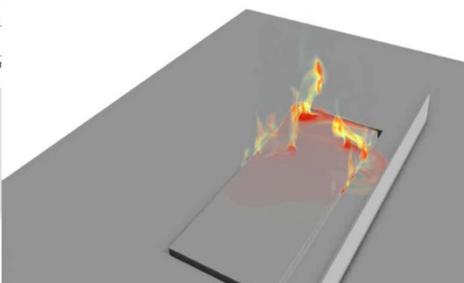
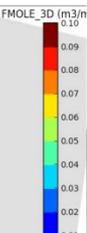
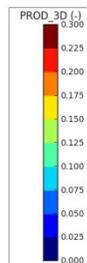
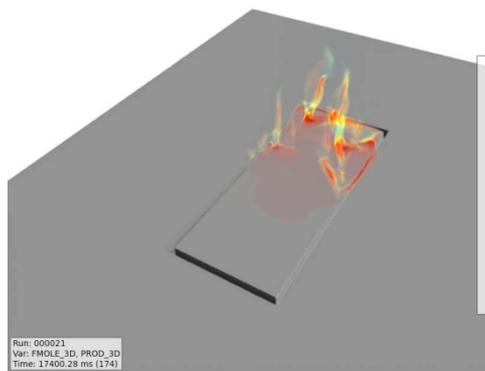
輻射熱 : h 1.8m



# ■ シミュレーション例 トルエン回収空地 傾斜(1/100) (火災) 防火壁 (h: 2 m)

防火壁なし

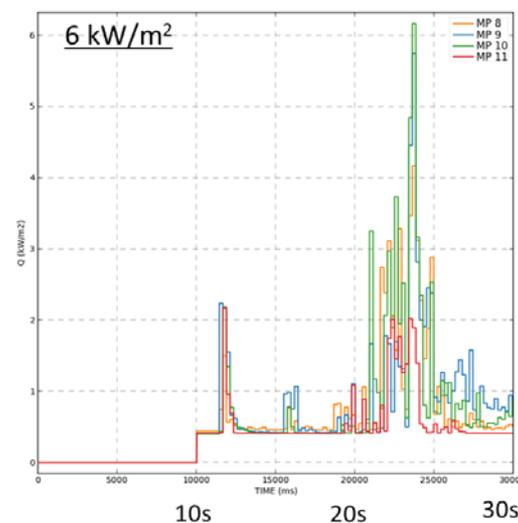
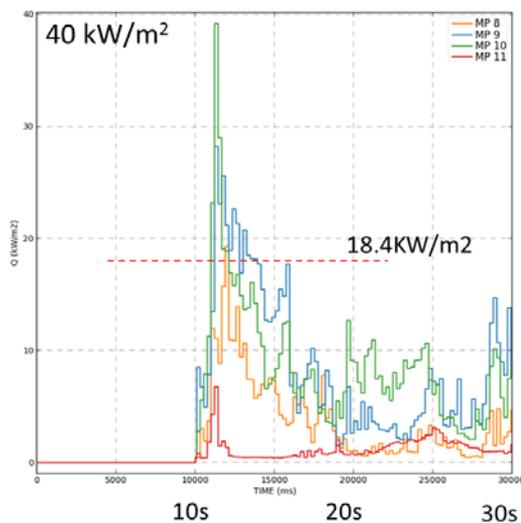
防火壁あり・排水溝より2m



輻射熱 : h 1.8m、排水溝より3m

防火壁なし

防火壁あり



# 「有機ハイドライドを用いた水素スタンドの技術基準案」について

## 規則等と対応する自主基準について

本技術基準案は、有機ハイドライドを用いた水素スタンドが、

- ・消防法
- ・危険物の規制に関する政令
- ・危険物の規制に関する規則
- ・高圧ガス保安法
- ・一般高圧ガス保安規則
- ・毒物及び劇物取締法

等、該当する現行の関連法規に定められた基準が遵守されていることを前提としている。

また、本技術基準案は、参考となる法規として、有機ハイドライド水素供給設備を既存の水素スタンドと同様の用途地域に設置可能とするために適用あるいは準用すべきものを技術基準案に挙げている。これらの基準の他に新たに整備すべき基準を加え、自主基準として提案するものである。

関連する法規と自主基準の対応を、給油取扱所に併設せず単独設置する場合を表－2に、給油取扱所に併設設置する場合を表－3に示す。

尚、給油取扱所に併設せず単独設置の場合の自主基準は、給油取扱所に併設設置する場合と同様の項目とする。

## 適用

本技術基準案は、一般高圧ガス保安規則第7条の3に基づいて建設される圧縮水素スタンドのうち、「オンサイト型水素スタンド（スタンド内の改質装置で水素製造）」の改質装置と同様な位置付けとなる有機ハイドライド水素供給設備から圧縮水素スタンドの圧縮機手前までの部分に適用することを原則とする。ただし、有機ハイドライド水素供給設備を設置した水素スタンド全体に係る技術基準に関しても必要と思われるものは本技術基準案に記載している。

## 有機ハイドライドを用いた水素スタンド固有の安全対策について（概要）

### 【脱水素装置】

- 危政令9(1)にもとづき、各種インターロック、安全弁および遮断弁を設ける。
- このほか、主な対策として以下の措置を講じることで改質装置と同等の安全性を確保する。

主な対策	備考	基準案
改質装置と同様の安全要件	危則27-5を満たすこと（取扱量の規定を除く）	①
防火壁	脱水素装置の周囲に設置	⑦
障壁	高圧ガス設備との間に設置	⑧
障壁	危険物取扱設備(注入口等)との間に設置	⑮
漏えいした危険物の外部流出を防止する措置	舗装、流出防止、油水分離槽	⑨
可燃性ガスの滞留しない構造		⑩
感震装置による自動停止装置		⑤
計装空気、固定、誤操作防止等		②③④⑥

## 【トルエン回収】

- トルエン回収のための安全対策は以下とする。これにより燃料荷卸しと同等の安全性を確保する。

対策	備考	基準案
地下タンク	MCH、トルエンタンクは地盤面下に設置	⑪
トルエン回収空地	空地の設定、浸透・滞留および流出防止措置 ※安全に支障の無い範囲で他の用途(燃料荷卸し、注油等)に供することを可能としたい。	⑬、⑫
トルエン吐出口の位置・構造等	危政令13(1)に準拠	⑳
トルエンタンクの過剰注入防止装置およびインターロック	脱水素装置からトルエンタンクへの移送時の過剰注入を防止	㉑
トルエンタンクへの蒸気回収設備		㉒
トルエン回収ポンプへのインターロック設置	圧力異常時等に自動停止	㉓
トルエン回収ポンプへの安全弁・遮断弁設置	危政令9(1)、危則19	
感震装置によるトルエン回収ポンプの自動停止措置	地震を検知しトルエン回収ポンプが自動停止	㉔
トルエン回収設備の自動車衝突防止措置		㉕
ローリーのはみ出し禁止、停車位置	トルエン回収時、移動タンク貯蔵所が空地からはみ出さない 停車位置はMCH注入口またはトルエン吐出口の近く	㉖、㉗
トルエンローリーの液面異常検知およびインターロック	トルエン回収時の移動貯蔵タンクの液面異常検知およびインターロック	㉘
係員の立会い	危険物移送時の係員の立会い 法13(3)	㉙
トルエンタンク気相部の安全措置	気相部に存在する水素の危険性への対応（次項）	㉚

## 【トルエンタンク】

トルエンタンク（地下貯蔵タンク）気相部の安全性について、以下のいずれかの要件を満たすこととする。： ④③ トルエンタンク気相部の安全措置

1. トルエンタンク気相部の水素濃度を下げる。※
2. トルエンタンク気相部の酸素濃度を下げる。この場合、移動貯蔵タンク気相部においても水素濃度または酸素濃度を下げる措置を行う。

※ トルエンタンク気相部の想定されるトルエン濃度に対し、水素が共存する場合の最小着火エネルギーを測定した。水素 1 %以下であれば気相部の最小着火エネルギーへの影響はほとんどない結果。  
（詳細検討中）

## 【MCH荷卸し】

原則としてガソリン等の荷卸しと同等の安全対策とする。： ④⑦ 危険物移送時の係員の立会い

## 【全般】

圧縮水素充てん設備設置給油取扱所などと同等の安全対策とする。