

液化水素ポンプ昇圧型圧縮水素スタンドの概要

平成29年7月21日

産業ガス部門
水素スタンドプロジェクト
相馬 一夫



一般社団法人
日本産業・医療ガス協会

1. 水素スタンドプロジェクト(液化水素貯蔵型スタンドの検討)

① 液化水素貯蔵型圧縮水素スタンド技術基準の整備に関する検討

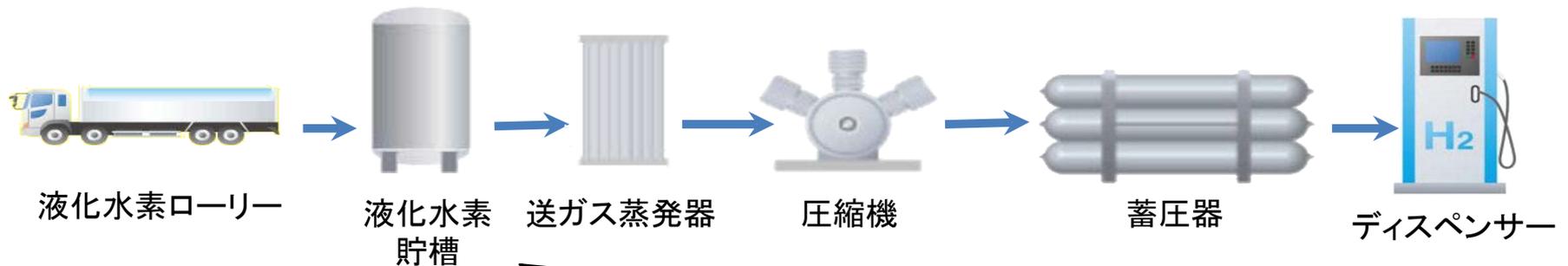
NEDO委託事業

委託期間:平成25年度～平成27年度

目的

液化水素貯蔵型圧縮水素スタンドについて、高圧ガス保安法に係る技術基準案を整備する。

液化水素貯蔵型圧縮水素スタンドの例



- ・平成26年11月20日 高圧ガス保安法に係る措置完了
- ・平成26年12月26日 建築基準法に係る措置完了
- ・平成27年6月5日 消防法に関わる措置完了

2. 水素スタンドプロジェクト(液化水素ポンプ型スタンドの検討)

②液化水素ポンプ昇圧型圧縮水素スタンド技術基準の整備に関する検討

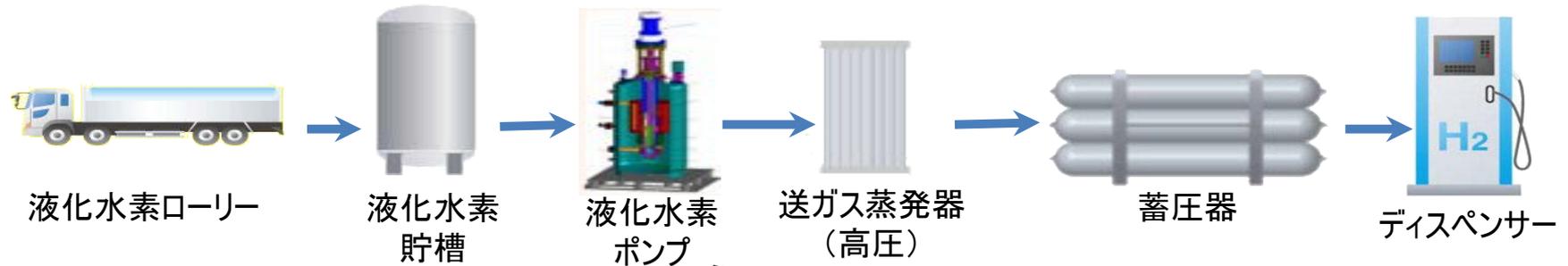
NEDO委託事業

委託期間:平成27年度～平成29年度

目的

液化水素ポンプ昇圧型圧縮水素スタンドについて、高圧ガス保安法に係る技術基準案を整備する。

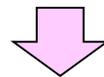
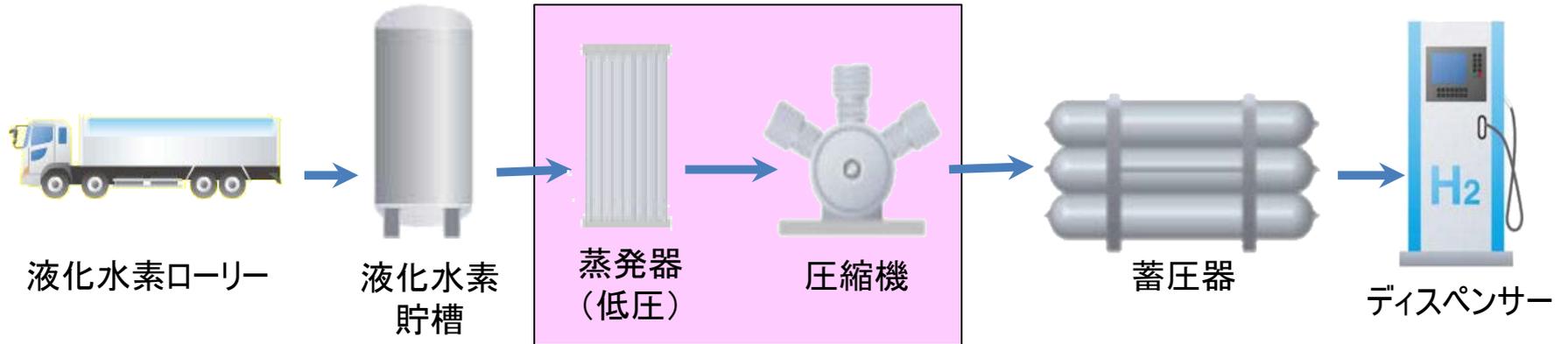
液化水素ポンプ昇圧型圧縮水素スタンドの例



FCV本格普及期を見据え、液化水素ポンプによる昇圧を可能とする。

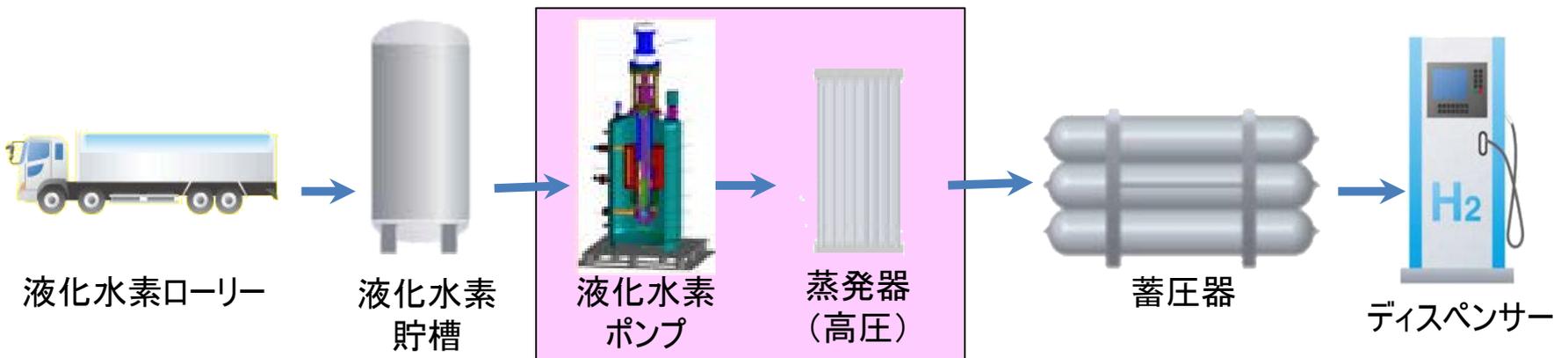
2-1) 液化水素ポンプ昇圧型圧縮水素スタンド基準整備検討のスコープ

液化水素貯蔵型圧縮水素スタンド

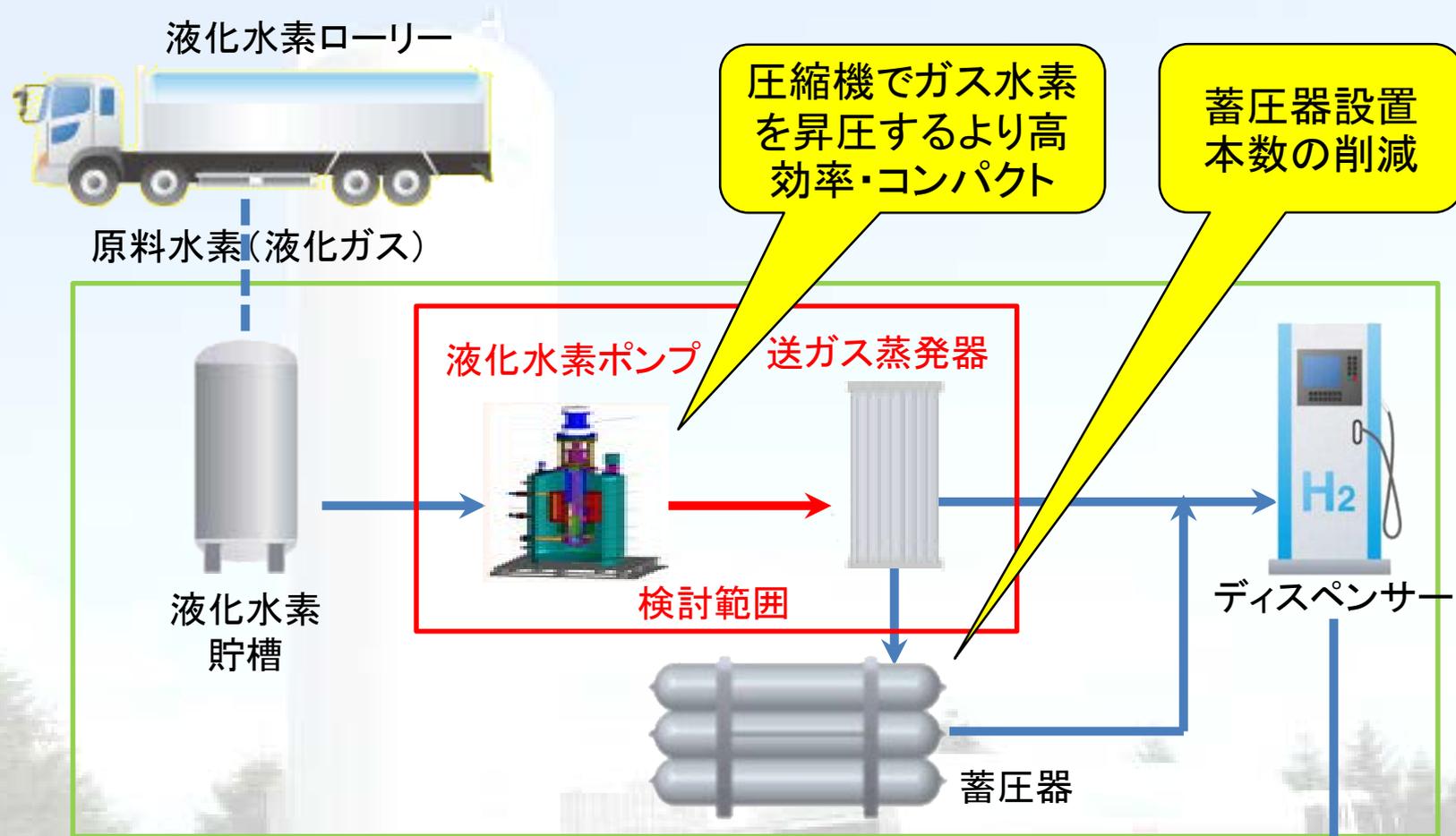


液化水素貯蔵型圧縮水素スタンドに液化水素ポンプを設置できるように、係る技術基準の追加を行う

液化水素ポンプ昇圧型圧縮水素スタンド



2-2) 液化水素ポンプを設置した圧縮水素スタンドのイメージ



将来、FCVの普及台数が増えたときに、より高効率、高性能、低コストな「液化水素ポンプ昇圧型圧縮水素スタンド」の基準整備検討が求められている。

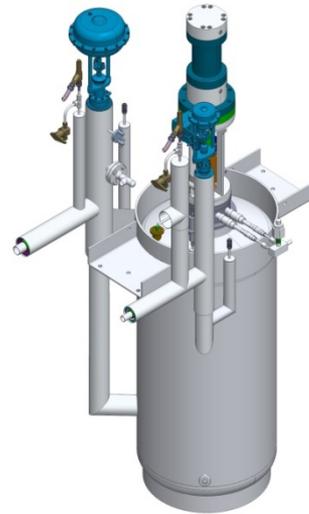
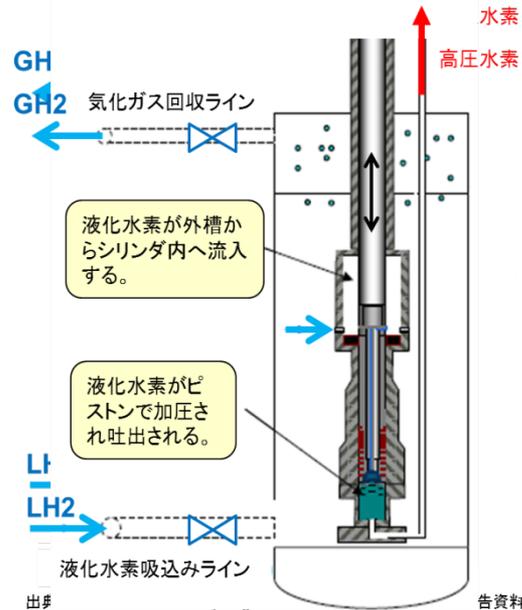


3. 液化水素ポンプについて

液化水素ポンプは特定のメーカー・機種に特定しないことを前提とする。
往復動式液化水素ポンプの仕様・諸元・構造等を参考に検討する。

往復動式液化水素ポンプ主要諸元

- 最大吐出量 100kg/hr程度
- 常用吐出圧力 82MPa
- 常用温度 -253~40°C
- 加圧部容積 0.3L程度



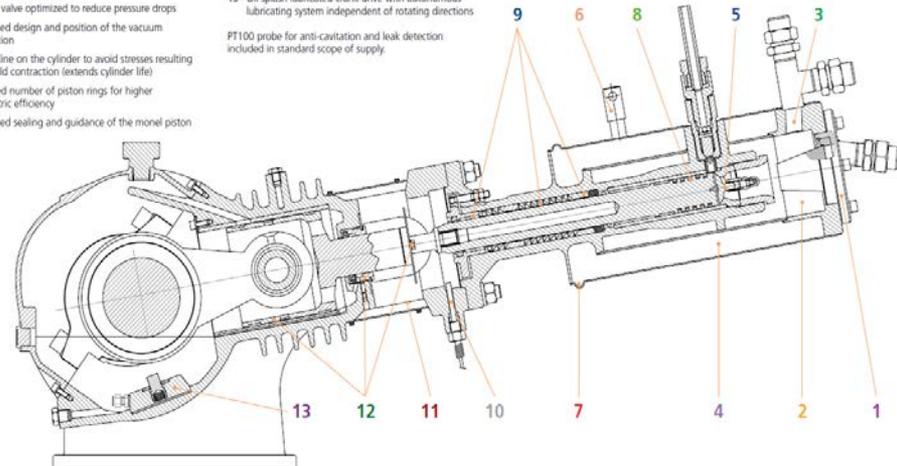
★ Features

- 1 Small mass of the suction chamber (faster/better cool down)
- 2 Large suction chamber volume
- 3 Direct degassing at the highest point of the cold end (further improved by a 45° slope of the discharge line)
- 4 Improved vacuum volume
- 5 Suction valve optimized to reduce pressure drops
- 6 Optimized design and position of the vacuum connection
- 7 Waved line on the cylinder to avoid stresses resulting from cold contraction (extends cylinder life)
- 8 Increased number of piston rings for higher volumetric efficiency
- 9 Optimized sealing and guidance of the monel piston

10 PT100 probe for seal leak detection

- 11 Open intermediate piece → no need for purge
- 12 Following features offer an extended lifetime :
 - Crosshead guided by wear segments
 - Sealing package with interchangeable cartridge → no need to disassemble entire crank drive
 - Rigid and auto-centred coupling of the piston
- 13 Oil splash lubricated crank drive with autonomous lubricating system independent of rotating directions

PT100 probe for anti-cavitation and leak detection included in standard scope of supply.



出典:CRYOSTAR社ホームページ

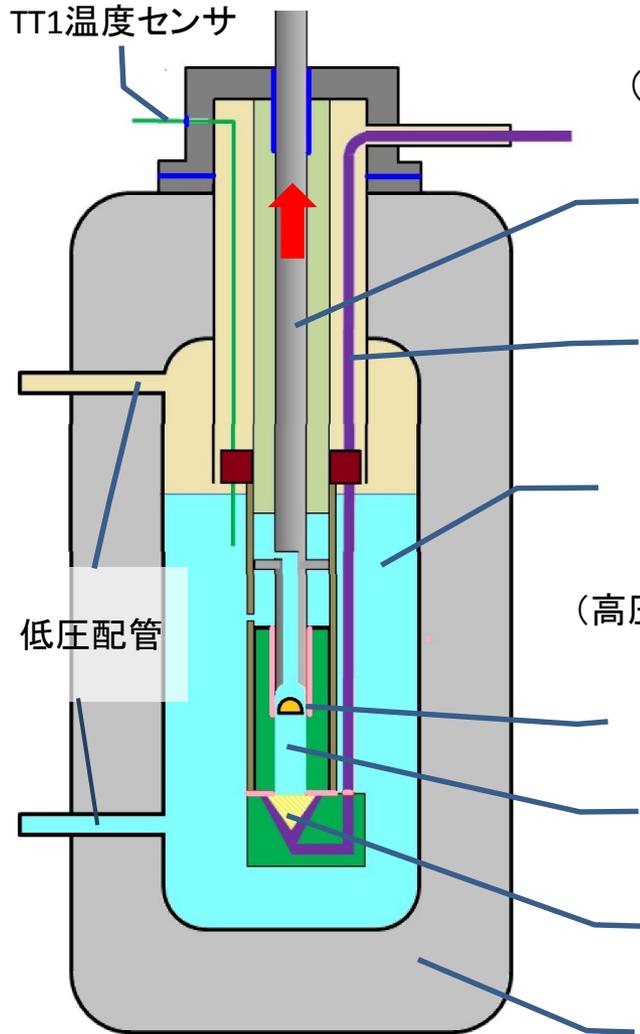
出典

告資料

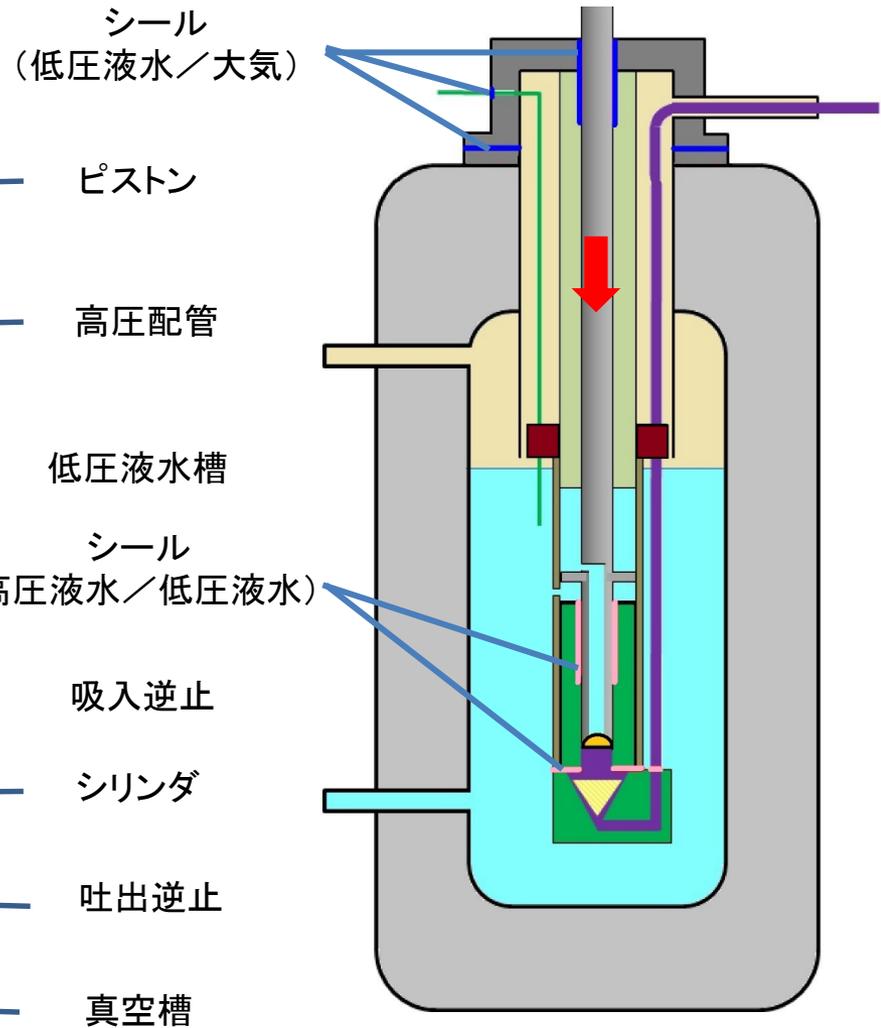
出典:米国エネルギー省 Hydrogen Annual Merit Review 2014報告資料

往復動式液化水素ポンプの一例

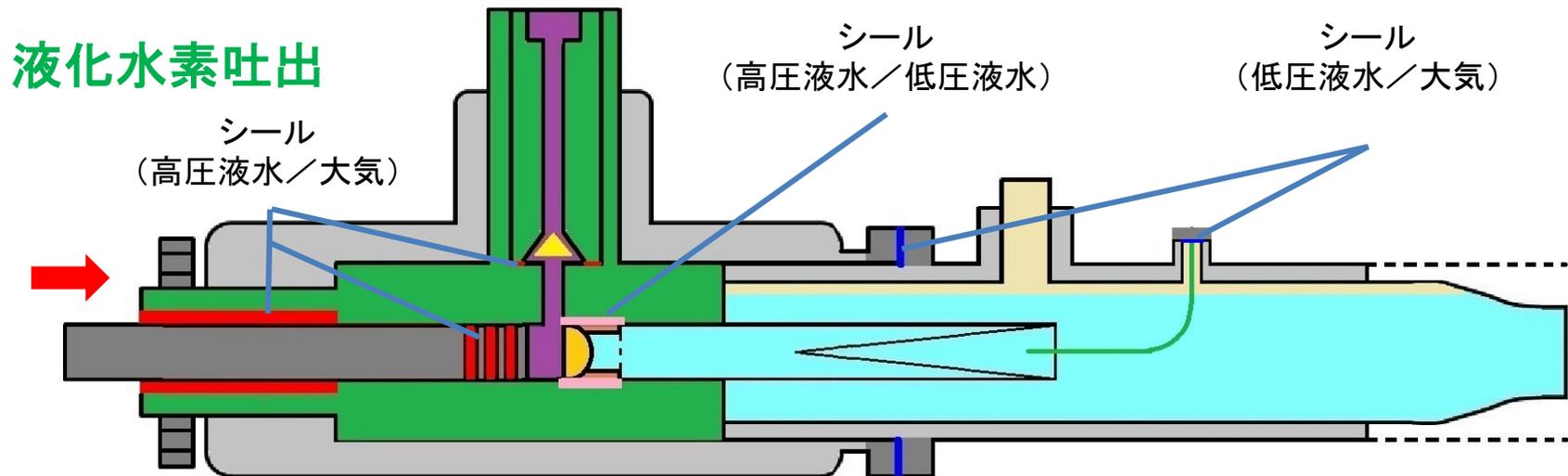
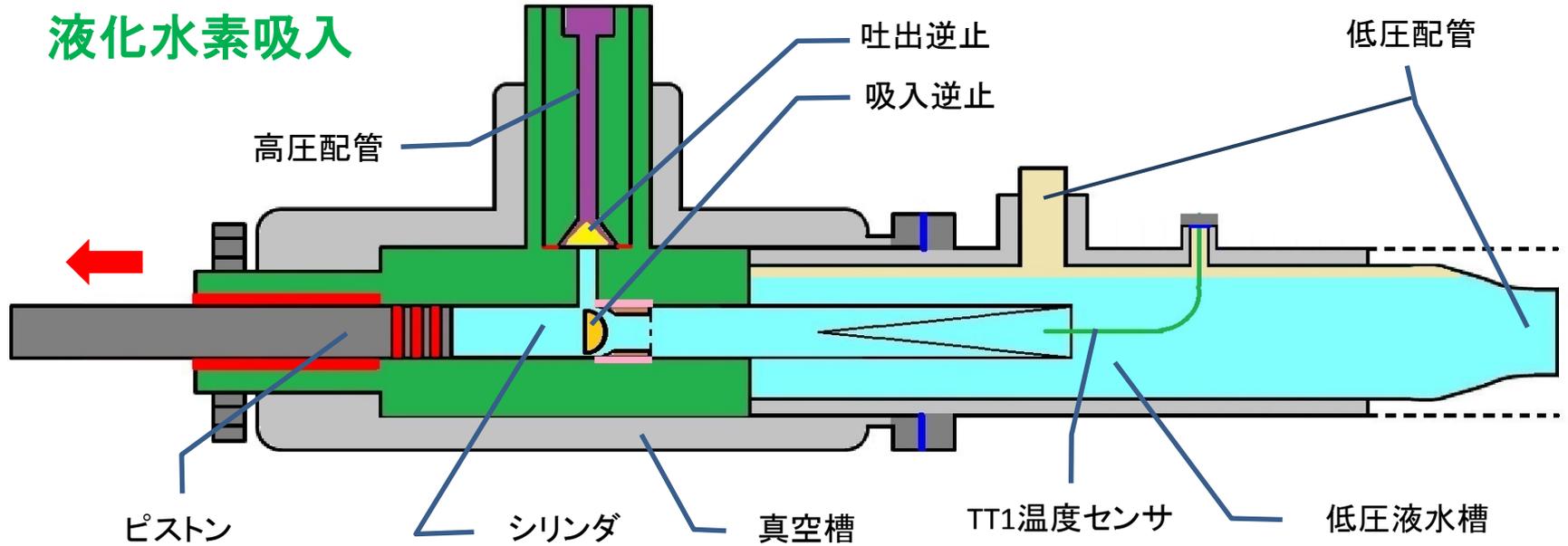
液化水素吸入



液化水素吐出



3-2) プランジャ式液化水素ポンプの構造の一例



4. 技術基準案に係る課題

対象となる技術基準案の経緯(数値等の根拠)について

- ① 液化水素の常用圧が現行の1MPa未満(一般高圧ガス保安規則第7条の3柱書)から82MPaとなることに対し、次の検討を実施
 - ・火気取扱施設離隔距離(一般高圧ガス保安規則第7条の3第1項第10号及び第2項第27号)
 - ・敷地境界距離(一般高圧ガス保安規則第7条の3第2項第2号)
 - ・「その他、高圧の液化水素特有の安全対策」
- ② 「使用可能鋼材の検討」
 - ・一般高圧ガス保安規則第7条の3第1項第1号及び第2項第1項に対応する

4. 技術基案に係る課題

技術基準案に資する検討項目(技術データ、解析結果)

火気取扱施設離隔距離、敷地境界距離の検討

- ① 火気取扱施設離隔距離(製造設備から漏洩した水素への引火を防止するための距離)

=0.2mm開口径から水素が漏洩した場合のLEL1/4(1%)距離

- ② 敷地境界距離(製造設備から漏洩した水素による敷地境界上の人・建物への影響を防止するための距離)

=各種開口径から漏洩する水素に着火した場合の、以下のうち最も大きい距離

(1)1%濃度距離

(2)火炎長

(3)爆風圧1kPa距離

(4)輻射熱1,080kcal/m²h距離

5. リスクアセスメントのアウトプットとしての安全対策

リスクアセスメントにより抽出した、全49件の安全対策について平成29年度第1回規制適正化検討委員会で承認を得た。

49件の内、38件は既存の基準（現行法規）と同様である。
ここでは11件の、液化水素ポンプ昇圧型圧縮水素スタンド固有の安全対策についてご説明させて頂く。

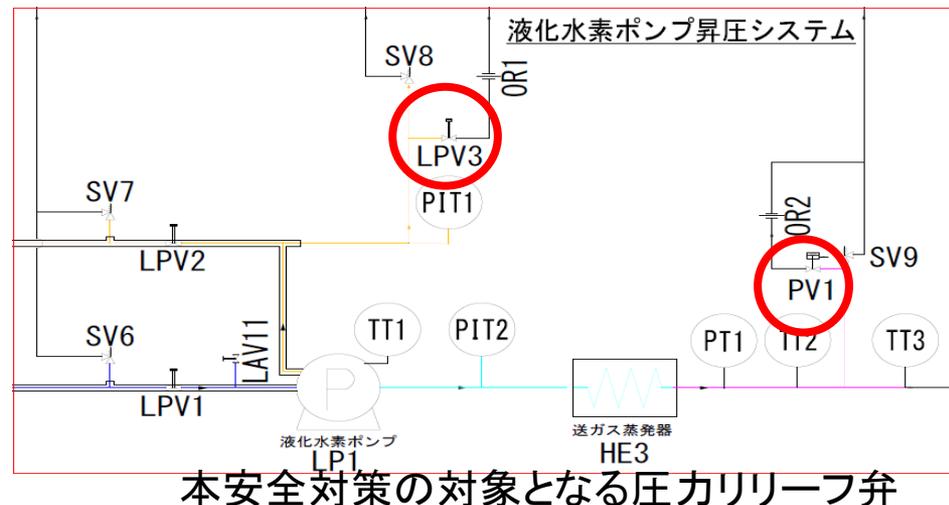
安全対策10 熱応力対策設計

- 内容: 圧縮水素スタンドの配管のうち、熱疲労が生じるおそれのある箇所には、当該熱疲労による劣化損傷を受けないよう次の措置を講じる
 - 1) 異材を接合する場合は線膨張係数の近い材料を使用したり、部材の拘束を少なくして温度変化による変形の自由度を増して、急激な温度勾配にならない構造にする
 - 2) 構造不連続部などの応力集中部をなくし、板厚の変化をできるだけ減らす
 - 3) 設備の起動・停止時に温度をコントロールする

5. リスクアセスメントのアウトプットとしての安全対策

安全対策2 圧力リリーフ弁の設置・ベント設置

- 内容: 1. 液化水素ポンプから液化水素貯槽へ水素を戻す配管、及び送ガス蒸発器から圧縮水素を受け入れる配管には、必要に応じて圧力リリーフ弁を設ける
- 2. 圧力リリーフ弁は、水素圧力を監視し、設定圧力以上の圧力になった場合に自動的に開となり、当該圧力リリーフ弁に併設される安全弁が作動する前に圧力を低下させる機能を有する(なお、自力式で開くものであっても可能)
- 3. 上記の規定により設けた圧力リリーフ弁には必要に応じて加温器及びオリフィス・放出管を設けることとし、圧力リリーフ弁から放出する圧縮水素の最大放出量は、放出管から放出された水素が拡散し、敷地境界の鉛直面上において水素濃度 1%以下となるように、オリフィス等により制限する
- 4. 圧力リリーフ弁は、動力源が喪失した場合もその機能を保持する

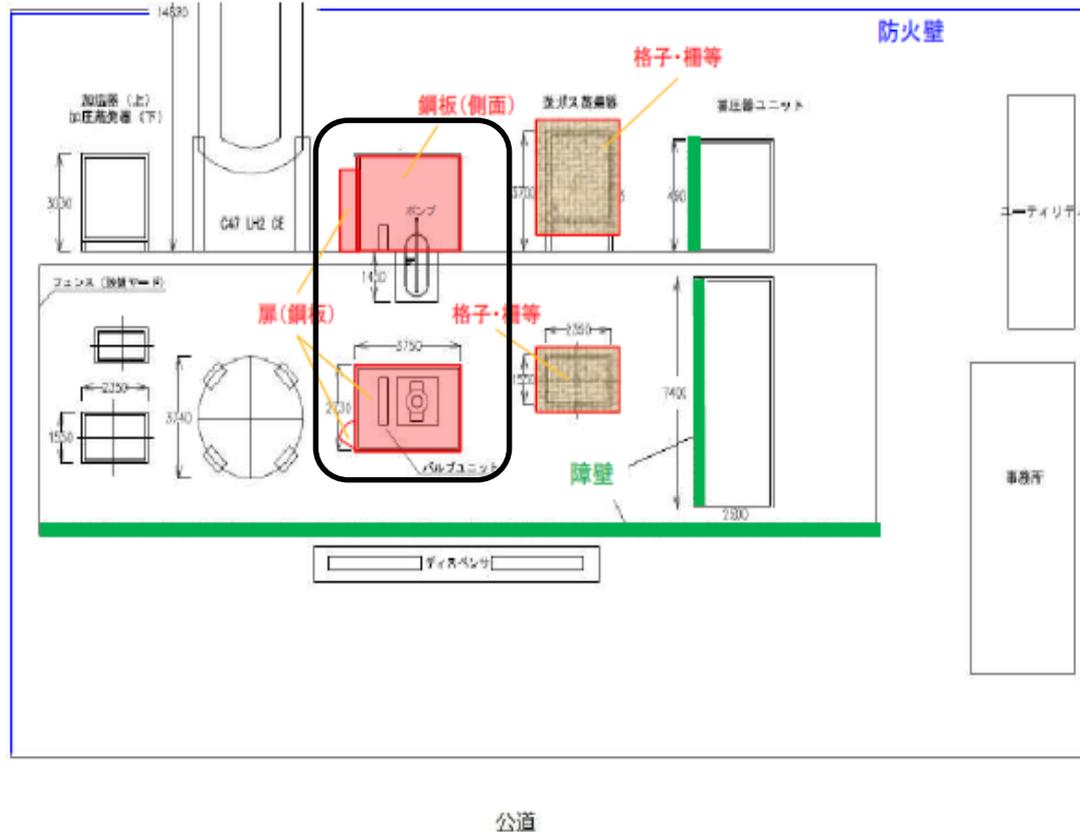


5. リスクアセスメントのアウトプットとしての安全対策

安全対策30 強風時の飛来物対策(液化水素ポンプ)ケーシング内設置

安全対策47 爆風圧・噴出火炎・爆発飛散物対策(液化水素ポンプ)ケーシング内設置

- 内容: 鋼板製ケーシング又は不燃性構造の室内に設置し、かつ、室には十分な換気能力を有する換気設備を設ける

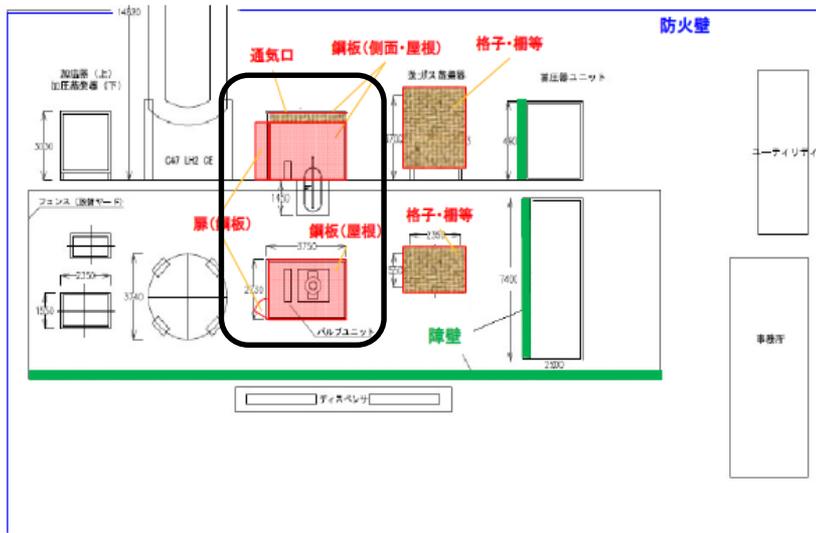


5. リスクアセスメントのアウトプットとしての安全対策

安全対策31 強風時の飛来物対策(液化水素ポンプ)ケーシング以外

安全対策48 爆風圧・噴出火炎・爆発飛散物対策(液化水素ポンプ)ケーシング以外

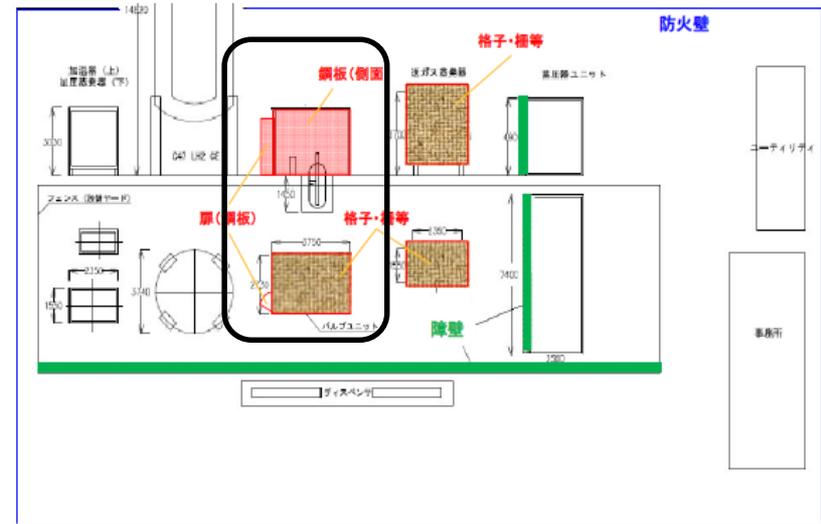
- 具体的実施形態の例:



公道

ケース1

- 側面(四方)と屋根を鋼板等で囲い、側面上部に2方向以上の通気口を設ける
- 側面と屋根の間から強風飛来物が侵入したり、爆風圧・噴出火炎の放出、爆発飛散物の飛散を防ぐため、通気口に不燃性かつ通気性の良い構造物を設置



公道

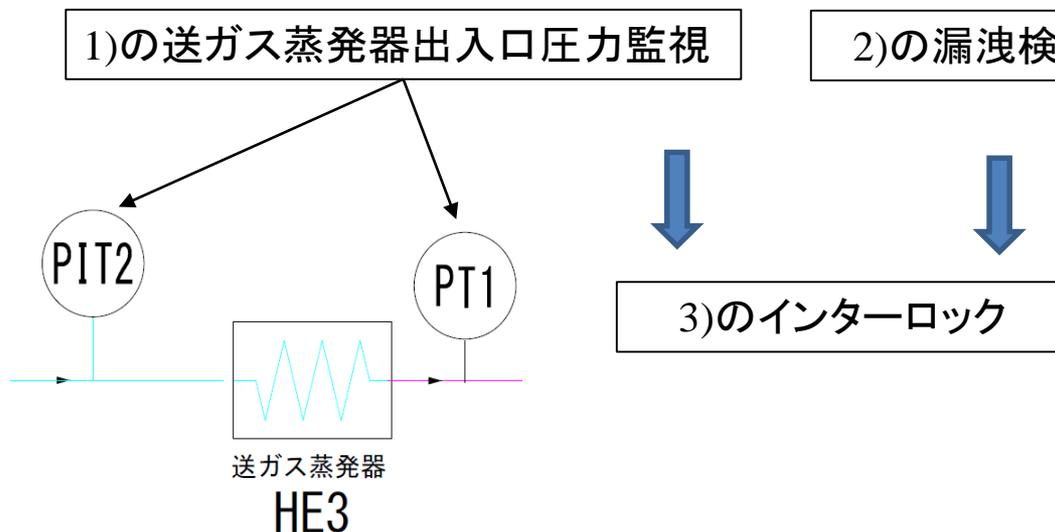
ケース2

- 側面(四方)と屋根を鋼板等で囲い、上部に不燃性かつ通気性の良い構造物を設置する
 - #強風飛来物の侵入を防ぐ
 - #爆風圧・噴出火炎を上方向に逃がす
 - #爆発飛散物の飛散を防ぐ

5. リスクアセスメントのアウトプットとしての安全対策

安全対策32 送ガス蒸発器への漏洩検知措置と運転停止インターロック

- ・内容：1)送ガス蒸発器出入口の圧力を監視する
- 2)送ガス蒸発器の上部に2個以上漏洩検知器を設置する
- 3) 1)または2)により漏洩を検知した場合には以下の操作を自動的に実施するインターロック機構を設置する
 - ・液化水素ポンプの運転停止
 - ・液化水素貯槽から液化水素ポンプへの水素供給停止
 - ・液化水素ポンプ入口遮断弁、液化水素ポンプ出口遮断弁、蓄圧器入口遮断弁を閉止する
- 4)保安検査基準に定める周期ごとに動作確認試験を実施する



送ガス蒸発器の例

5. リスクアセスメントのアウトプットとしての安全対策

安全対策36 送ガス蒸発器出口温度監視及び運転停止インターロック

安全対策37 蓄圧器入口温度監視及び運転停止インターロック

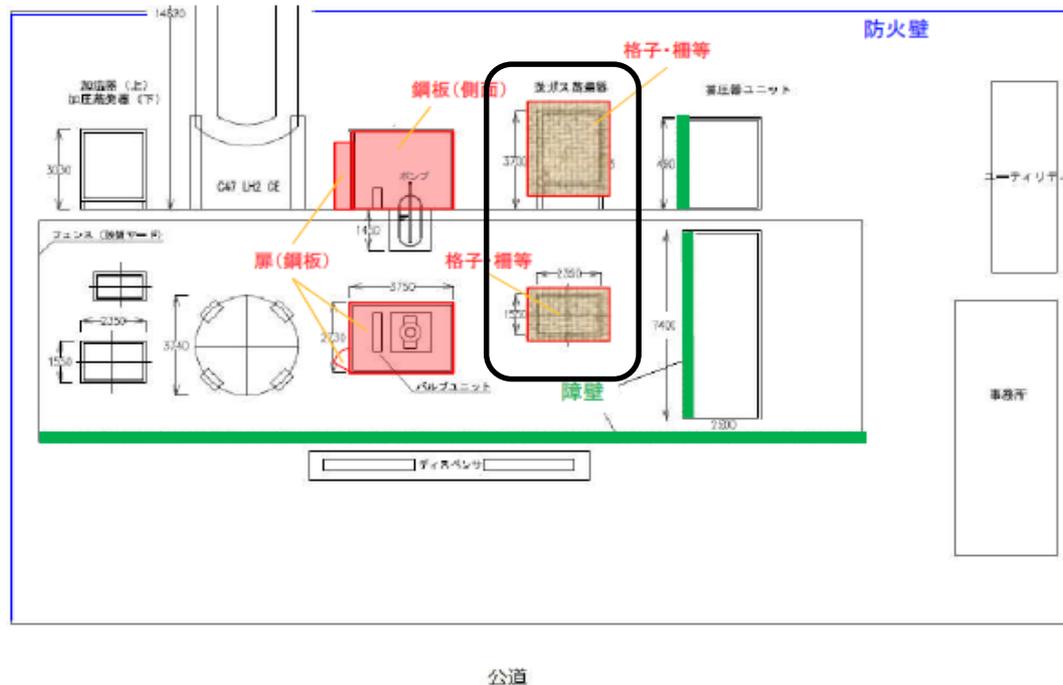
- 内容: 1) 送ガス蒸発器出口および蓄圧器入口配管にそれぞれ温度センサを1以上設置し、いずれかの温度が予め設定された値を下回れば、液化水素スタンドの運転を自動的に停止するインターロック機構を設ける
- 2) 1)記載のインターロック機構は、保安検査基準に定める周期ごとに動作確認試験を実施する

5. リスクアセスメントのアウトプットとしての安全対策

安全対策38 強風時の飛来物対策(送ガス蒸発器)

安全対策49 爆発飛散物対策(送ガス蒸発器)

- 内容: 送ガス蒸発器を開放した空間に設置した場合は、爆発や強風時の飛来物の衝突による損傷を防止するため、側面および上部を通気性の良い鋼板製又は不燃性構造の格子や柵等の構造物で囲う
- 具体的実施形態の例



6. 液体水素による貯蔵・水素スタンド規制・基準の整備進捗状況

