

発表No.A2-15

競争的な水素サプライチェーン構築に向けた技術開発事業/需要地 水素サプライチェーンの構築に係る技術開発/ 水素輸送トレーラーの大容量化・低コスト化実現のための技術開発と 規制・基準適正化

発表者：尾浜 宏之

団体名：日本エア・リキード合同会社

川崎重工業株式会社

一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会

発表日：2024年7月19日

連絡先：

日本エア・リキード合同会社

<https://jp.airliquide.com/contact-us>

1. 調査の背景

日欧の仕様比較



	国内既存(標準)	国内既存(高圧)	欧州モデル
車両イメージ 容器タイプ	 Type1 鋼製容器	 Type3 複合容器	 Type4 複合容器
充填圧力比	1	2.3倍	1.5倍
内容積比	1	0.7倍	2.7倍
水素積載量比	1	1.5倍	4倍
車両コスト比	1	10倍	4倍 *

* 欧州規格・仕様の現地価格

1. 調査の背景

日欧の仕様比較

大容量・低コストを実現する秘訣は何か？



規制・基準の
ギャップが存在



	国内既存(標準)	国内既存(高圧)	欧州モデル
車両イメージ 容器タイプ	 Type1 鋼製容器	 Type3 複合容器	 Type4 複合容器
充填圧力比	1	2.3倍	1.5倍
内容積比	1	0.7倍	2.7倍
水素積載量比	1	1.5倍	4倍
車両コスト比	1	10倍	4倍 *

* 欧州規格・仕様の現地価格

2. 調査の目的・内容・実施体制

調査の目的

競争的な水素サプライチェーンの構築には、需要地までの輸送コストの低減と需要拡大への対応が急務である。欧州では新たな形式の複合容器トレーラーが導入され、大容量・低コスト化を同時に実現している。

本事業では欧州先行事例およびこれを支える先進的・合理的な規制・基準を調査し、国内の仕様や規制・基準の整備に活かすことで、高効率輸送手段の開発・実現・普及に繋げる。

調査内容概略

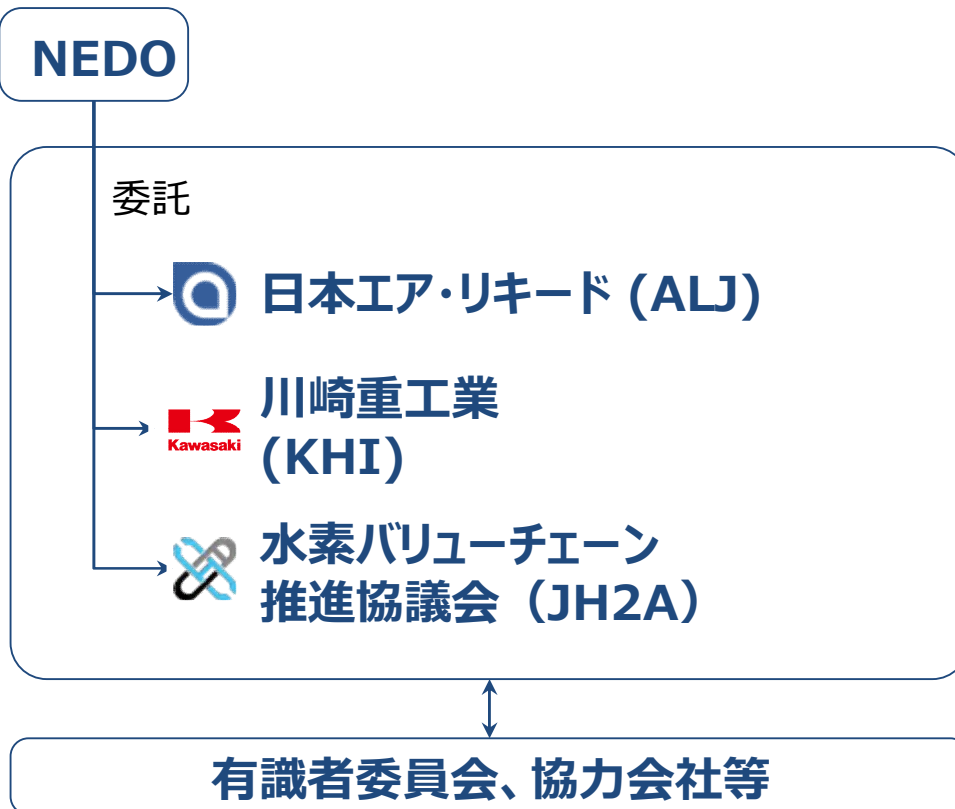
欧州で実用化されている大容量・低コストな圧縮水素トレーラーを日本において早期に開発・実現するうえで欠かせない規制・基準適正化のために単年度事業として主に次の3点を実施。

- 欧州先行事例を参考に、海外仕様の根拠となる規制・基準に関する調査を行い、国内規制・基準とのギャップを分析
- 安全性を担保した上で経済的優位性も発揮できる一定の規制・基準の見直しを前提とした概念設計と課題抽出
- 規制見直しに向け必要な安全検証について規制当局等と相談調整を実施。JH2A内ワーキングと連携し業界ニーズを確認、有識者(行政を含む)の助言も踏まえた見直し提案を作成

調査期間

2023年度（単年度）

実施体制



①特徴：新たな形式の圧縮水素トレーラー

特徴 1 : ガス容器をコンテナに収納したMEGC (Multiple Element Gas Container)

特徴 2 : 軽量のType4複合容器を高密度、縦置きに搭載

特徴 3 : 容器は12～14本毎を1セクションとするマニホールド接続で構成

特徴 4 : 欧州での普及台数は600台程度。その内水素用は100 - 200台



② 将来の見通し：新たな形式の圧縮水素トレーラー

今後、更なる積載量の増大とコスト削減を目指した開発が進む

項目	単位	2020	2025	2030
積載量 Tube trailer payload	kg H2	850	1000	1500
投資額 Tube trailer capex	※円/kg H2 €/kg H2	104,000 650	72,000 450	56,000 350
充填圧力 Operating pressure	MPa bar	30 300	50 500	70 700
容器寿命 Lifetime	年 years	無期限 NA	30	30

※ 1€: 160円で換算

欧州の戦略的研究とイノベーション アジェンダ (SRIA)より引用

③ 実利用パターン、経済性調査

- 高積載Type4は輸送回数減(2024年問題)で、遠距離・大需要でも輸送コスト削減が可能
- 出荷ポイントから消費地までの距離、需要量が小さい場合は既存Type1が安い場合もある

輸送コスト比較検討例

	圧力	償却年数	輸送コスト (円/kg) (距離50km, 需要量50kg/日)	輸送コスト (円/kg) (距離100km, 需要量500kg/日)
既存Type1トレーラー 	20MPa	25年	401円/kg (CAPEX:98円/kg, OPEX:303円/kg)	511円/kg (CAPEX:44円/kg, OPEX:467円/kg)
既存Type3トレーラー 	45MPa	15年	1,681円/kg (CAPEX:1481円/kg, OPEX:200円/kg)	752円/kg (CAPEX:444円/kg, OPEX:308円/kg)
高積載Type4トレーラー 	30MPa	25年	643円/kg (CAPEX:569円/kg, OPEX:74円/kg)	177円/kg (CAPEX:63円/kg, OPEX:114円/kg)

最適輸送方法の検討

【Japan】 水素需要量 (kg/日) - 最適輸送方法					
片道距離 (km)	50 kg/日	100 kg/日	200 kg/日	300 kg/日	500 kg/日
50	20MPa	20MPa	30MPa	30MPa	30MPa
100	20MPa	30MPa	30MPa	30MPa	30MPa
150	30MPa	30MPa	30MPa	30MPa	30MPa
200	30MPa	30MPa	30MPa	30MPa	30MPa
250	30MPa	30MPa	30MPa	30MPa	30MPa

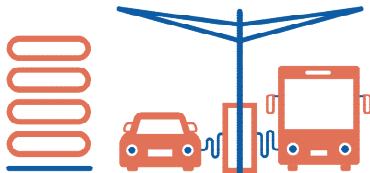
実利用ケース検討：水素ステーション

高積載：

- ・配送回数減 ⇒ コスト減、CO2減
- ・在庫量増大 ⇒ 需要増加への対応

高圧： &省スペース

- ・充填速度の最大化⇒ 商用車向けST



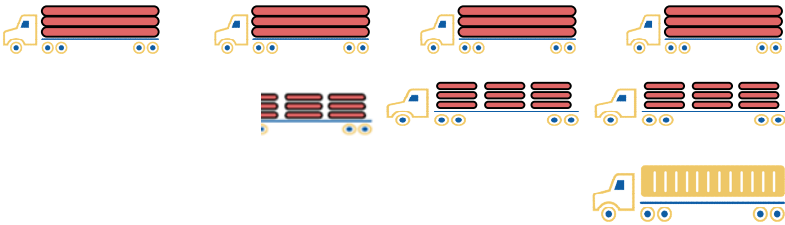
圧水オフサイト型ST

配送回数

既存Type1 4

既存Type3 3

高積載Type4 1



④ 国内規制と海外規制のギャップ調査（主なもの）

- EN17339(2020)で複合容器の使用期限が無制限とすることができる試験法の規定がある
- 欧州規格で定義されている水素輸送用複合容器の定義は日本の容器則上には存在しない

項目	日本の規制・基準	欧州の規制・基準
複合容器 使用期限	15年 (一般高圧ガス保安規則第18条第2号へなど)	使用期限の制限無し (EN 17339(2020))
容器再検査期間	2年2か月(初回は4年) (容器保安規則第24条： 圧縮水素運送自動車用容器)	原則5年※1※2
遮断弁 (容器元弁)	容器ごとに元弁を設ける (一般高圧ガス保安規則第49条第2号)	容器ごとに元弁を設ける規定はない 内容積5000Lごとに遮断弁(元弁)は必須 (EN 13807(2017) 4.4.2)
安全弁	設置は必須	設置は必須ではない (可燃性の液化ガスの場合設置は必須)
コンテナによる輸送の 基準・規格	存在しない	ADR6.8及びEN 13807(2017)により 規制・基準が有る

※1 10年に延長可能(ドイツ連邦材料試験研究所の技術文書に基づき各国が個別許可)

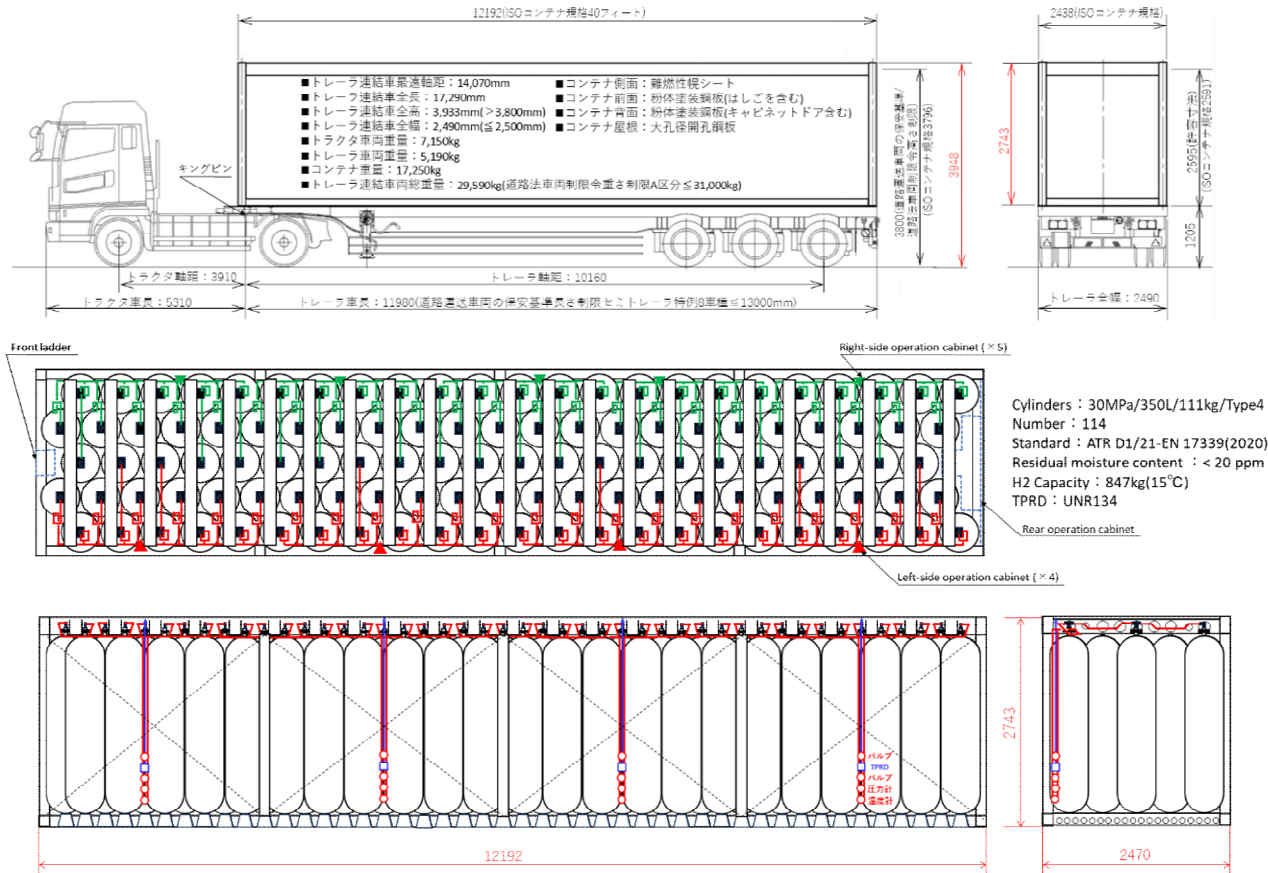
※2 中間検査は2.5年に1回あるが中間検査は耐圧試験が無い軽微な検査となる。

3 . 調査の成果

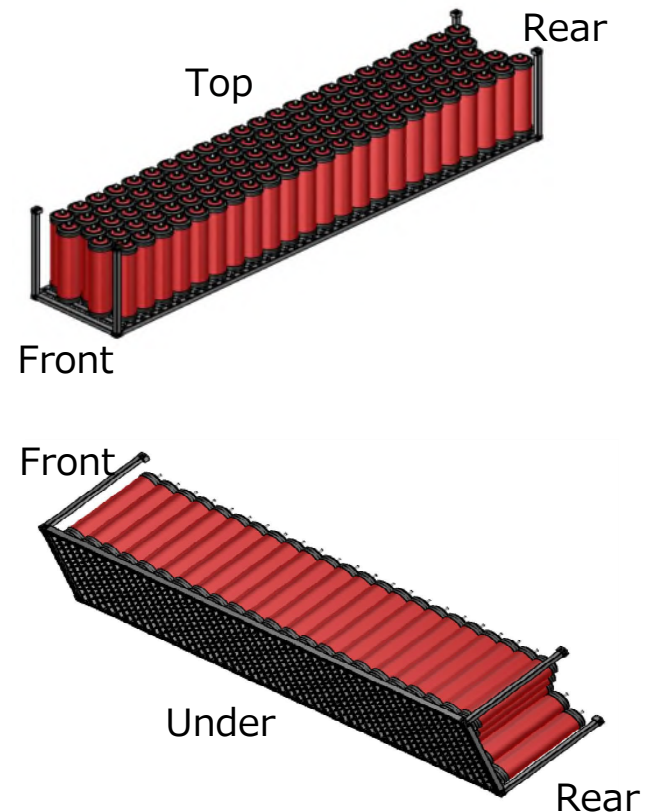
⑤ 概念設計、構造・強度解析

114本のタンクを搭載した高積載複合容器水素トレーラーの概念設計を完了
上記概念設計に基づくコスト試算および構造・強度(FEM)解析を実施した

概念設計：容器レイアウト計画図



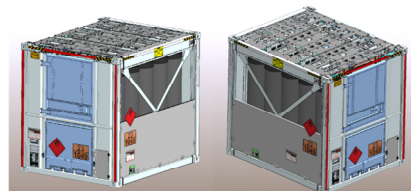
構造・強度(FEM)解析用3Dモデル



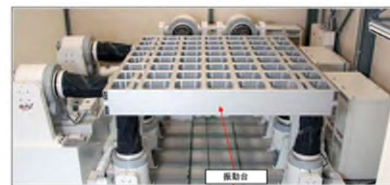
⑥ 安全検証試験方法の検討

安全検証方法は有識者委員会等に諮り最終決定される

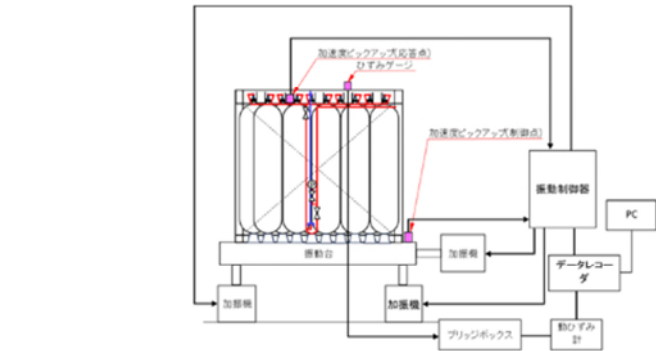
安全検証項目	実施理由	備考
FEM解析	事故時の荷重を想定した車両の固定、コンテナフレーム及びアタッチメント(容器固定部分)の健全性を確認。試験体モックアップが振動試験及び衝撃試験に耐えられる構造かどうか、事前に確認。	容器の固定について、JPEC-S 0009とEN規格で規定はあるものの、その要求荷重は異なる。
振動試験	走行時の振動環境を想定した マニホールド、バルブ及びそれらの締結・継手部の健全性の確認。	高圧ガス保安法では振動に対する要件は無い。
衝撃試験	衝突事故等の衝撃を想定したマニホールド、バルブ及びそれら締結・継手部の健全性の確認	容器単体の落下試験はあるものの、容器が固定されたアセンブリ状態での衝撃に対する要件はない。
火炎暴露試験	一つのTPRDを複数容器で共有するセクション単位での火炎暴露に対する安全性の確認。	EN規格ではセクションごとの火炎暴露試験は要求されていない。



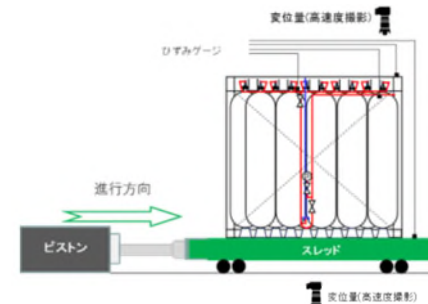
安全検証試験モックアップ



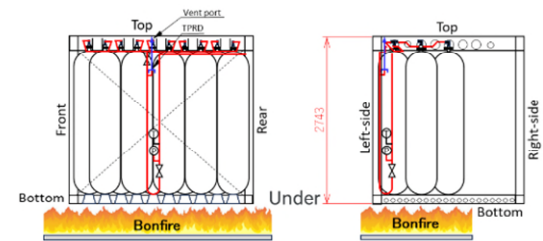
振動試験装置



振動耐久加速試験



衝撃試験



火炎暴露試験

⑦ 2023年度調査結果の概要（規制見直し案）

本調査では、国内規制の見直し提案として以下の8項目を提案した。

- 複合容器の**使用期限**を30年以上に延長する
- 複合容器(製造から4年超のもの)の**再検査期間**を3年以上にすること
- 複合容器の**製造、検査基準**はEN17339(2020)を踏襲する
- 複数容器に一つの弁(**容器元弁**)を許容する
- **安全弁**は容器則関係例示基準別添12(GTR13)/UNR134に適合するものとする
- **バルブ・緊急遮断装置**は容器則関係例示基準別添10に適合するものとする
- **附属品を車両の右側面以外に設けた堅固な操作箱の中に収納すること**について、道路運送車両の保安基準ガス運送容器を備える自動車等第50条の2細目告示第156条に適合することを追加
- 容器則の**容器の定義に「(仮称)圧縮水素運送貨物コンテナ用容器」を新設**し、コンテナに格納される複合容器についての新たな定義を設けること

⑧ 結論

- 欧州調査より、このトレーラーの実績は600台程度(水素用は200台程度)である。最も古いものは10年程度経過しており、安全・実運用の両面で特段の懸念が生じていない。需要は年々増加しておりメーカーは新工場を整備し量産体制に入っている。既存技術で構成されるこのトレーラーの技術成熟度レベルは実用段階に達していると評価できる。**国内導入における課題は主に規制・基準の整備とトレーラーコスト**にある
- 本調査の概念設計および強度解析などから、**今のところ特段の安全性への懸念等は確認されていない**
- **国内と欧州の規制・基準にはギャップがあり今後、省令改正、基準改正といった見直しが必要**で、その安全性を検証するための振動耐久加速、スレッド衝撃試験、衝撃試験、火炎暴露試験の実施内容を検討した
- **見直し対象となる規制・基準やその見直しプロセスについては各所にコンタクトを取りながら調整を進めた結果、おおその見通しがついた。**国の進める水素保安戦略でも、合理的な規制と国際調和を見据えており、今後取得する科学的データを元に安全性を関係者で議論し進めていくことで「新たな形式」の高積載圧縮水素トレーラーの実現は可能と考える。
- **「新たな形式の」トレーラーが商用化されることで、2030年断面の社会実装のフェーズにおいても本トレーラーの活用が期待されている。**

4. 今後の見通しについて

次年度以降の取組スケジュール（案）

- 水素輸送の大容量化、低コスト化を実現するうえで現状対応する基準がなく、規制・基準見直しが必要
- 規制・基準見直しのために、来年度以降も NEDO事業を提案し安全性・機能性・操業データ等を取得する

