平成 24 年度 経済産業省委託

災害に強い産業の形成・基盤整備事業

（自動車燃料装置用容器の安全性評価事業：

圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の転載の安全性評価）

報 告 書

平成 26 年 3 月

高圧ガス保安協会

目　次

Ⅰ．事業概要
１．事業目的 ･･･ １
２．事業内容 ･･･ １
３．事業実施方法 ･･･ ３

Ⅱ．日本国内における圧縮天然ガス（ＣＮＧ）自動車の状況について
１．圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器及び附属品に関係する法令及び基準について　６
２．CNG 車両の燃料供給系とガス容器 ･････････････････････････････････････ ７
３．容器の再検査方法 ･･･ １５

Ⅲ．海外における圧縮天然ガス（ＣＮＧ）自動車の状況について
１．天然ガス自動車の普及状況 ･･･ ２２
２．海外規格調査 ･･･ ２３
３．海外現地調査 ･･･ ４６
４．海外調査まとめ ･･･ ６１

Ⅳ．圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の転載に係るリスクの整理
１．リスク評価実施方法 ･･･ ６３
２．事故およびトラブル事例の収集と分析 ･･････････････････････････････････ ６３
３．リスクシナリオの抽出と分析 ･･･ ８１
４．リスク評価のまとめ ･･･ ９５

Ⅴ．圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の転載に係る基準の在り方について･･････ ９６

Ⅰ．事業概要

１．事業目的

大規模災害等の被害想定の見直しや全国的な自然災害による被害の深刻化を踏まえ、大規模災害に対する防災・減災対策の強化を可能な限り前倒しで実施し、災害に強い産業の形成・基盤強化を早期実現することが喫緊の課題である。

高圧ガスを充填する自動車燃料装置用容器は、大規模災害時に火災の発生・拡大の原因となり得る一方で、圧縮天然ガスを燃料とする自動車は、環境に優しいため国際的な普及が期待されているところ。

現在、国内において圧縮天然ガス自動車に使用されている燃料装置用の高圧ガス容器は、何らかの都合により車両から外された場合には、容器の使用期限内であったとしても当該車両以外の他の車両に転載して再使用不可能であることが告示により規定されている。

本事業では、特に緊急な対応を求められるものとして、高圧ガスを充填する自動車燃料装置用容器の安全性評価として、使用履歴のある圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の他の車への転載についての安全性評価を行い、基準化の在り方を検討することによって、災害の防止を行うとともに、環境に優しい圧縮天然ガス自動車の普及に貢献するものである。

２．事業内容

平成 23 年 3 月に高圧ガス保安法関係省令が改正され、新しく製造された天然ガス自動車燃料装置用容器の使用期限を、15 年から 20 年に延長したところ。

本事業では、使用履歴のある圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器を他の車へ転載することを十分な安全を確保した上で実施することによって、圧縮天然ガス自動車の運用コストを引き下げることを可能とし、圧縮天然ガス自動車の魅力を増大させるため、以下の事項を行った。

（１）圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の転載に係る海外基準の調査

圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の他の車への転載について、欧州及び米国等の基準について調査を行った。

（２）圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の転載に係る海外での実態及び事故情報の調査

圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の他の車への転載に係る欧州及び米国における運用の実態及び事故情報について調査を行った。

（３）圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の転載に係るリスクの整理

使用履歴のある圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の他の車への転載を実施する上で、内在するリスクを抽出して整理し、必要に応じてリスク軽減策を検討した。

（４）圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の転載に係る基準の在り方についての検討

(1)～(3)の調査を踏まえ、高圧ガス保安法における圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の他の車への転載に係る基準等の在り方について検討・整理した。

３．事業実施方法

本事業で具体的に実施する作業内容としては、以下のとおり大分類で４項目に分類される。図Ｉに事業スケジュールを示す。

（１）圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の転載に係る海外基準の調査

欧米における圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の転載に係る安全規制、技術基準及び安全確保の考え方等について、調査対象国及び調査事項を精査した後、文献調査を実施した。

（２）圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の転載に係る海外での実態及び事故情報の調査

１．の文献調査の状況を踏まえ、十分な確認ができない事項、疑義が生じた事項等について、調査対象国、調査事項及び訪問先機関を精査した後、海外での実態を調査する現地調査を実施するとともに、海外の事故情報について調査を行った。

（３）圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の転載に係るリスクの整理

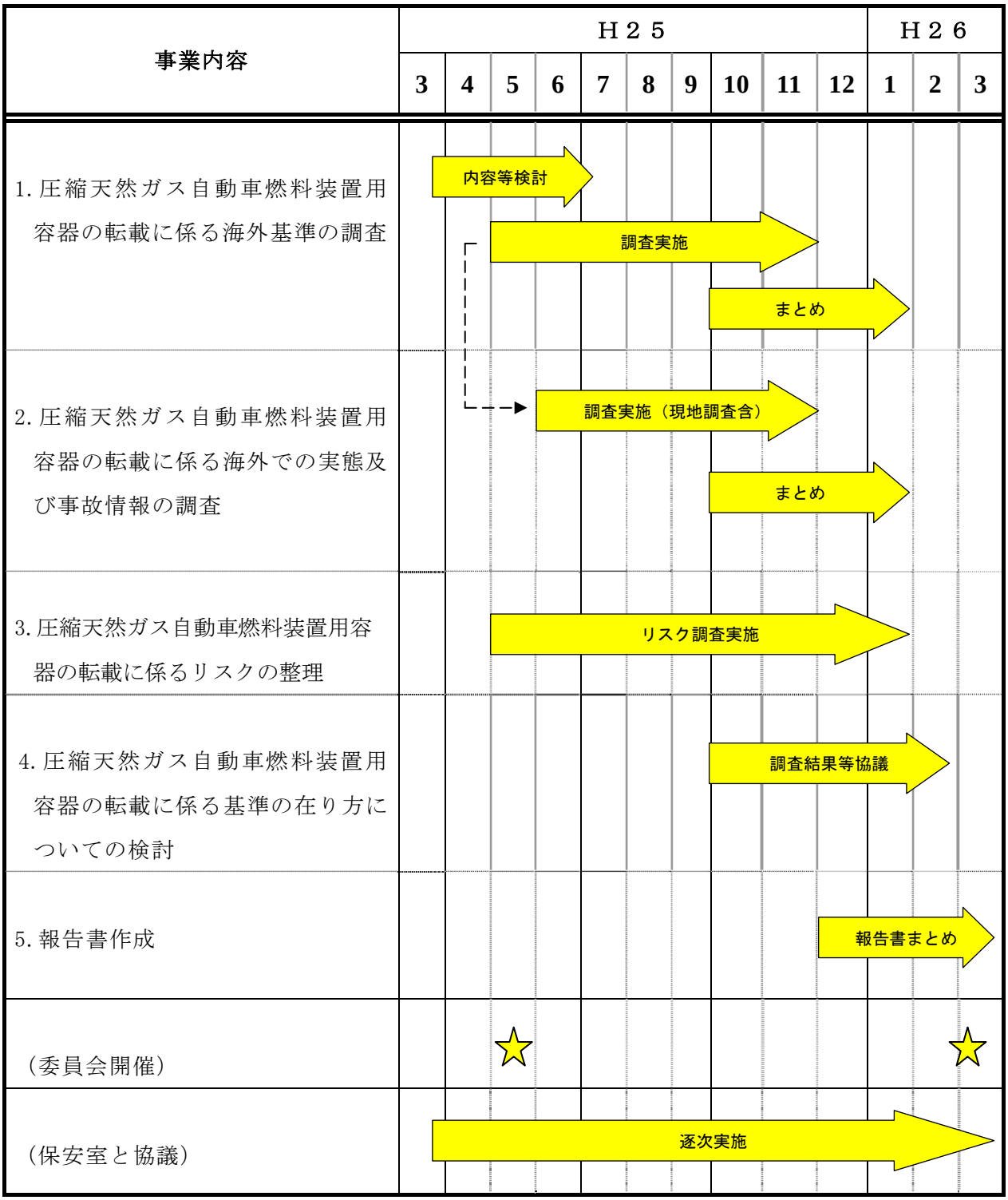
使用履歴のある圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の他の車への転載を実施する上で、内在するリスクを抽出して整理し、必要に応じてリスク軽減策を検討した。

（４）圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の転載に係る基準の在り方についての検討

(1)～(3)の調査を踏まえ、高圧ガス保安法における圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の転載に係る基準等の在り方について検討・整理した。

本検討にあたっては、「圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の転載に関する安全性評価委員会」を設置し、調査内容の検討を行った。

表Ｉに本委員会の委員および事務局を示す。



図Ｉ　スケジュール（年間計画）

表Ⅰ　圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の転載に関する安全性評価委員会委員名簿

（敬称略、順不同）

	氏　名	所　　属　・　役　　職　　等
委員長	吉川　暢宏	東京大学 生産技術研究所 教授
委員	三宅　淳巳	横浜国立大学　大学院 環境情報研究院 教授
委員	新川　雅司	天龍コンポジット株式会社 技術営業部 部長
委員	川村　信之	株式会社ハマイ 府中工場　技術開発 次長
委員	平瀬　裕介	一般社団法人日本ガス協会 天然ガス自動車室長
委員	原　　裕一	一般社団法人日本自動車工業会 排出ガス・燃費部会　代替燃料分科会　NGV-WG 委員 （いすゞエンジニアリング株式会社）

事務局　高圧ガス保安協会　総合研究所

Ⅱ．日本国内における圧縮天然ガス（ＣＮＧ）自動車の状況について

日本国内における CNG 車両の現状を把握するため、法体系、燃料供給系、ガス容器の種類や安全対策などの現状とガス容器再検査の手順ならびに検査概要について整理した。

１．圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器及び附属品に関係する法令及び基準について

以下に圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器及び附属品に関係する高圧ガス保安法関連法令を示す。

（１）高圧ガス保安法
（２）高圧ガス保安法施行令
（３）容器保安規則
（４）容器保安規則に基づき表示等の細目、容器再検査の方法を定める告示
（５）（別添 7）圧縮天然ガス自動車燃料装置用継目なし容器の技術基準の解釈
（６）（別添 8）圧縮天然ガス自動車燃料装置用複合容器の技術基準の解釈
（７）（別添 9）圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の技術基準の解釈
（８）圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の技術基準（JGA 指-NGV07-05）

なお、本事業で検討を行った容器の転載に係る事項は、容器保安規則に基づき表示等の細目、容器再検査の方法等を定める告示（平成九年通商産業省告示第百五十号）に以下の通り、規定されている。

（容器再検査における容器の規格）
第二十二条第２項第二号ロ　容器は、当該容器に貼付されている容器証票に記載された車台番号と異なる車台番号の自動車に装置されたことがないものであること。

以上の条文によって容器の転載が禁じられており、

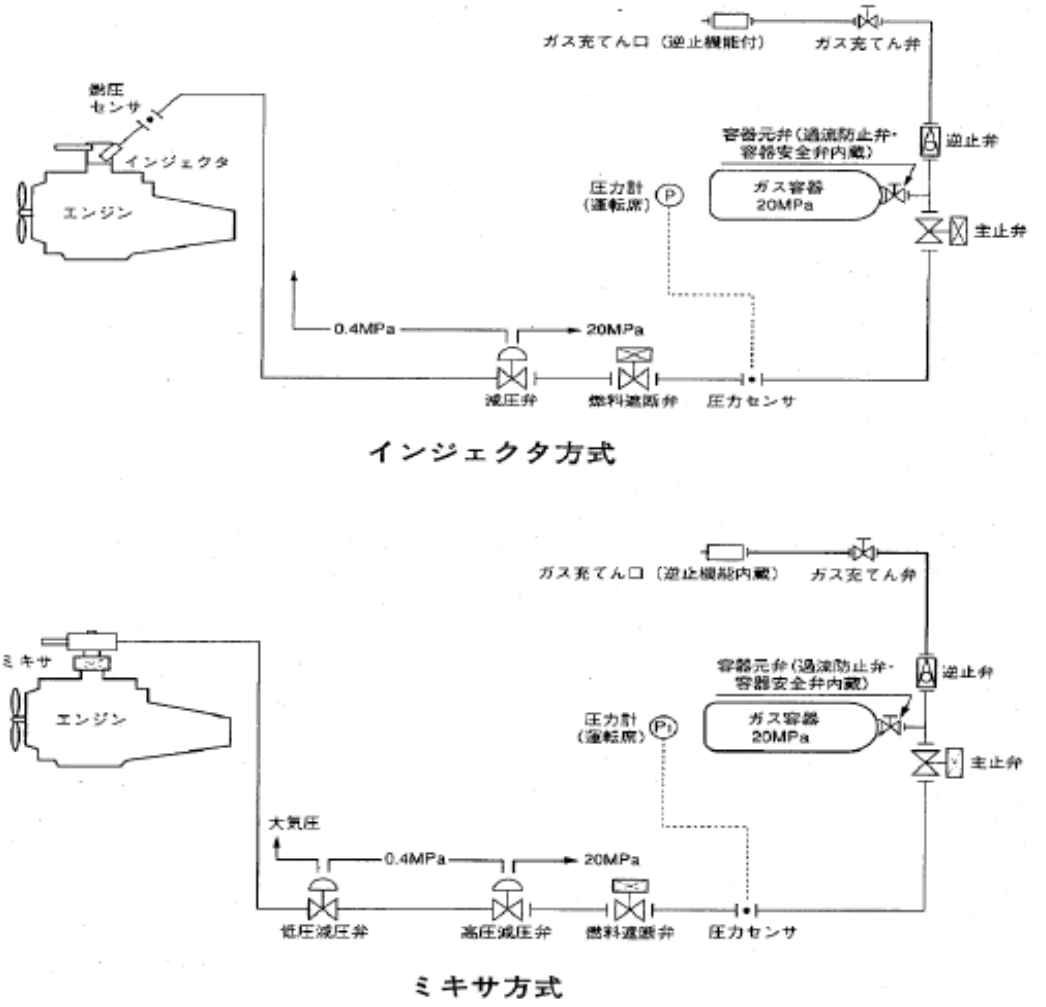
同条第２項第三号　自動車に装置されていない容器にあっては、自動車に装置されたことがないものであること。

以上の条文により、現在は自動車に新たに装着する容器は新品でなければならないことが規定されている。

２．CNG 車両の燃料供給系とガス容器

（１）CNG 車両の燃料供給系

CNG 車両の構造は、基本的にガソリン、ディーゼル車などと同じであり、異なるのは燃料供給系だけといえる。図Ⅱ-1 に示すように、燃料供給はガス容器から燃料配管を通り、減圧弁によって段階的に減圧され、エンジンに供給される。



図Ⅱ-1 CNG 車両燃料供給様式

ガス容器は、平成 9 年 3 月 31 日(1997 年)以前の容器検査に合格した容器である一般容器と平成 9 年 4 月 1 日以後に容器検査に合格した容器がある。後者のガス容器は法律的には圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器と称される。

ガス容器は、燃料である天然ガスを高圧（20MPa）で貯蔵する容器であり、現在日本では、鋼製継目なし容器、アルミライナー製複合容器（アルミライナーを繊維強化プラ

スチックで補強した容器）およびプラスチックライナー製複合容器（通称：オールコンポジット容器）が使用されている。

燃料ガスは車両に搭載されたガス容器からエンジンに送られるが、ガス容器の附属品として容器元弁がある。容器元弁には手動タイプと電磁弁タイプがあり、手動タイプの元弁は 一般的に操作ハンドルの色は赤又は灰色で、開閉方向は、右回しで閉、左回しで開である。ガス漏れなどの異常時、整備に伴う脱圧作業などに操作する。ガス容器への出入ポートが共通である。

電磁弁タイプの容器元弁は容器安全弁、逆止弁、主止弁を内蔵しており、容器内に主止弁があるので、インタンクバルブと呼ばれている。インタンクバルブの特徴としては、手動弁タイプとは異なり、ガス容器への出入ポートが独立している。また、イグニッション OFF やエンスト時には電磁弁（主止弁）への電源が消失するためバルブが閉止し、下流側へのガス供給を遮断する。この構造により交通事故などで配管が損傷した場合でも容器からのガスの流失がないバルブである。

減圧弁は高圧に圧縮されたガスを段階的に減圧する装置である。燃料供給装置は空気と天然ガスを混合する装置でミキサ方式とインジェクタ方式がある。燃料配管は燃料をガス容器からエンジンまで送るもので、内径 4～8mm のステンレス鋼製や銅製（低圧部分の一部）などの細管が使用されている。減圧弁入側に燃料遮断弁が設置されており、エンジン停止時に閉止し、ガスの供給を遮断する。

（2）容器の搭載方法

容器の車両への搭載方法は、車両の床下や車両サイド等の車室外に搭載する場合とトランクルーム等車室内に搭載する場合とに大別される。

ａ．車室外への搭載：車両の床下、下部サイド、屋根上、キャブバック等

（搭載例：バス、トラック、塵芥車等）

車室外への容器の搭載場所としては、バス、トラック、小型バン等の車両床下やサイドが一般的であるが、ノンステップバス等で軽量容器を屋根上に搭載する例もある。

容器を車室外に搭載する場合には、石はね、雨水等外的要因により損傷を受けるおそれのないように容器をカバーで覆って搭載しているが、容器全面がカバーで覆われたものと一部露出しているものがある。いずれの場合も容器及び附属品の再検査時や点検時には必要な箇所のカバーの取り外しが可能な構造となっている。

車室外への搭載例その１（小型バン）

車室外への搭載例その２（トラック）

車室外への搭載例その３（バス）

ｂ．車室内への搭載：トランクルーム、バン型車の荷物室等

（搭載例：乗用車、軽自動車等）

容器を車室内に搭載する場合、車室との気密性を確保し車室外に通気する構造となったコンテナケース内に容器の全体又は一部を格納するコンテナ式が用いられており、容器全体を格納するフルコンテナ式と、附属品及びその取り付け部のみを格納するセミコンテナ式がある。搭載性、施工性などから、現在はセミコンテナ式が主流となっている。

容器の搭載場所としては、乗用車のトランクルーム内や、軽自動車の車室内などがある。

車室内への搭載例その１（軽バン）

車室外への搭載例その２（乗用車）

（３）ガス容器の種類

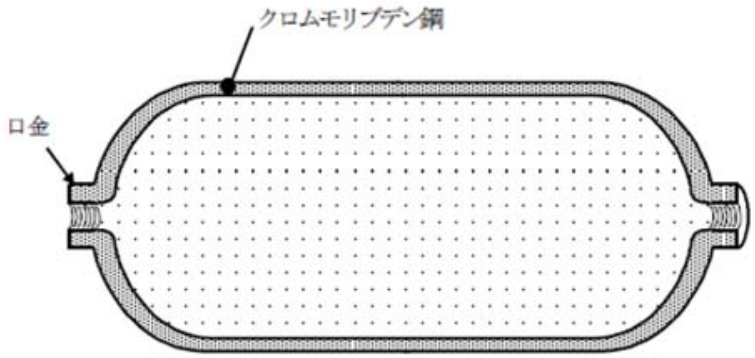
ガス容器は法律的には圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器という呼称である。国内で使用されている容器は大きく分けると次の３種類がある。

ａ．圧縮天然ガス自動車燃料装置用継目なし容器（継目なし容器）
ｂ．金属ライナー製圧縮天然ガス自動車燃料装置用複合容器（金属ライナー製複合容器）
ｃ．プラスチックライナー製圧縮天然ガス自動車燃料装置用複合容器（プラスチックライナー製複合容器）

以下に各容器の特徴を示す。

ａ．圧縮天然ガス自動車燃料装置用継目なし容器（継目なし容器）

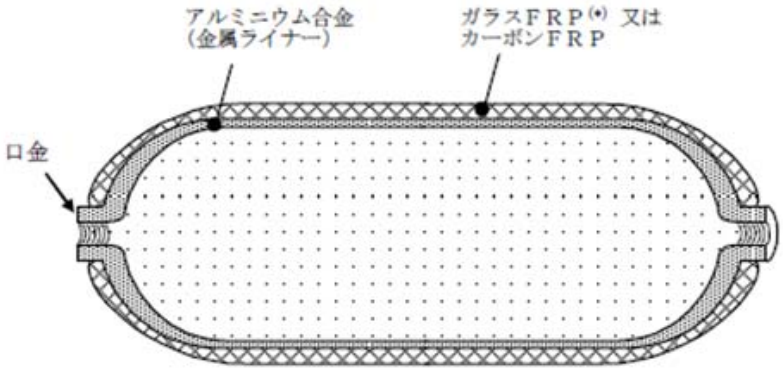
圧縮天然ガス自動車燃料装置用継目なし容器（継目なし容器）は、材料はクロムモリブデン鋼が一般的であり、胴部及び底部を金属板の絞り加工等により成形するカッピング式、金属管を管端加熱加工するマンネスマン式及び金属塊を加熱成形するエルハルト式により製造されている。衝撃に対して強く、ＣＮＧ自動車用容器としては一番多く使用されている。 使用例は、2～3 トンのトラック、軽自動車、小型バンなど、車両総重量の影響を余り受けない車種である。



図Ⅱ-2.1　継目なし容器（type1）の概略図

ｂ．金属ライナー製圧縮天然ガス自動車燃料装置用複合容器（金属ライナー製複合容器）

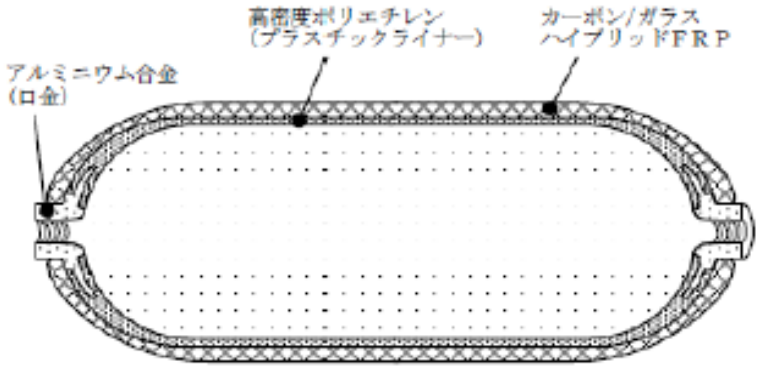
金属ライナー製圧縮天然ガス自動車燃料装置用複合容器（金属ライナー製複合容器）は一般的に FRP（Fiber Reinforced Plastic）容器と呼ばれており、金属製ライナーに樹脂含浸連続繊維を巻き付けて製造されている。金属ライナー製複合容器には、容器全体に樹脂含浸連続繊維を巻き付けたフルラップ容器と容器の胴部のみに樹脂含浸連続繊維を巻き付けたフープラップ容器とがあり、現在国内ではフルラップ容器のみが使用されている。また、ライナーの強度により容器の種類が区分されている場合がある。材料は、金属ライナーにはアルミニウム合金、繊維にはガラス繊維又はカーボン繊維、樹脂にはエポキシ樹脂が主に使用されており、特徴として金属製の継目なし容器に比べて軽量であるが、容器外面が樹脂含浸連続繊維のため外力による損傷を受けやすい。使用例は、車両総重量 8 トン以下の 4 トンクラスのトラック、ノンステップバスなど、重量の影響が大きい車種や動力性能を重視した小型バン、乗用車などである。



図Ⅱ-2.2　金属ライナー製複合容器（type3）の概略図

ｃ．プラスチックライナー製圧縮天然ガス自動車燃料装置用複合容器（プラスチックライナー製複合容器）

プラスチックライナー製圧縮天然ガス自動車燃料装置用複合容器（プラスチックライナー製複合容器）は、プラスチックライナーに樹脂含浸連続繊維を容器全体に巻き付けて製造されている。一般的に、オールコンポジット容器と呼ばれることが多いが、金属ライナー製複合容器複合容器と合わせ、FRP 容器と総称して呼ばれることもある。材料は、プラスチックライナーには主にポリエチレン、繊維には主にガラス繊維およびカーボン繊維、樹脂にはエポキシ樹脂が使用されており、金属ライナー製複合容器と同じく金属製の継目なし容器に比べて軽量であるが、外力による損傷を受けやすい。使用例は金属ライナー製複合容器と同様、車両総重量 8 トン以下の 4 トンクラスのトラック、ノンステップバスなど、重量の影響が大きい車種や動力性能を重視した小型バン、乗用車などである。



図Ⅱ-2.3　プラスチックライナー製複合容器（type4）の概略図

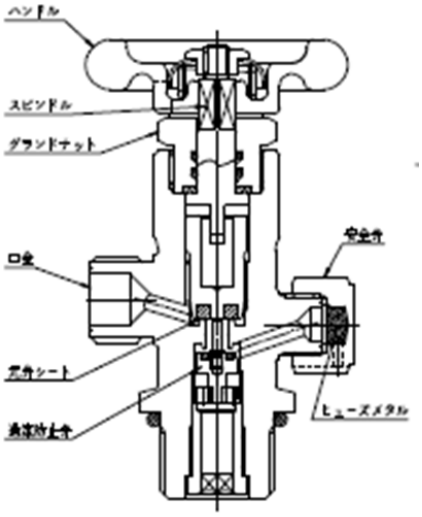
（４）附属品の種類について

ＣＮＧ自動車に取り付けられる附属品は、一般用の附属品と区別するため「ＣＮＧＶ」の刻印がされており、一般的に容器元弁に安全弁及び過流防止弁（又は過流防止機能）が内蔵されている。容器元弁には、手動弁と電気作動式がある。

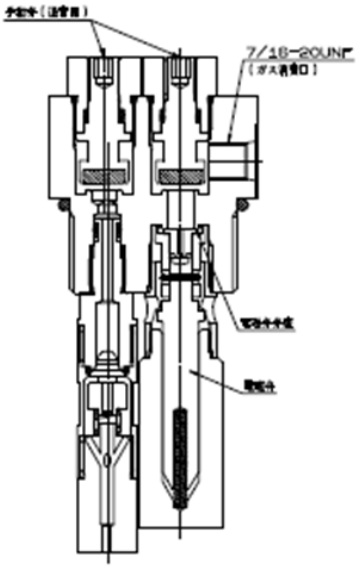
長尺容器には、容器元弁取付け端部の反対側に容器安全弁が単体で取り付けられている場合もある。

以下に各附属品の例を示す。

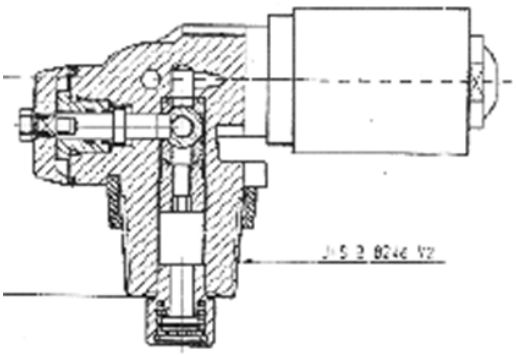
a．手動弁タイプ



b．インタンクバルブ（電気作動式）

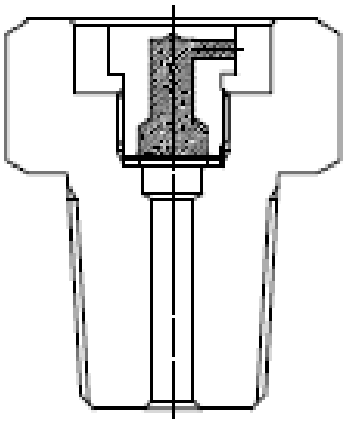


c．電磁弁外付け



d．安全弁（単体）

（長尺用）



（５）燃料ガス供給系の安全装置

燃料ガスの供給系には安全装置として以下に示すように容器安全弁、過流防止弁（EFV：Excess Flow Valve)、主止弁、燃料遮断弁が設置されている。また、ガス容器への充填ガス配管には逆止弁が設置されている。

a．容器元弁に容器安全弁と過流防止弁が設置されている。容器安全弁は火災などにより容器内の燃料ガスの圧力および温度が上昇した場合に容器の破裂を防止するために作動する弁で、一定温度（概ね 105±5℃）以上になると溶融する可溶合金（ヒューズメタル）を使用した溶栓式安全弁が使用されている。安全弁から放出したガスは流速が早いため着火はしにくい。

b．過流防止弁は交通事故などにより高圧配管が破断した時に容器元弁内でガスを遮断し、流失を防止する安全装置であり、容器内の圧力と出口側の圧力差が規定以上になると作動する。過流防止弁の設定流量は、30、50、80m^3/h の３種類がある。

c．主止弁は緊急時にエンジンへの燃料を自動的に遮断する弁であり、緊急遮断弁はエンジン停止時に燃料を自動的に遮断する弁である。主止弁、燃料遮断弁が電磁弁である場合は、両方の動作は連動しており、イグニッションキーが OFF となり電源が切れると閉止される。また、事故などの場合に電源がカットされると自動的に閉止する。

d．車体外面に近い部分の充てん配管の損傷時にガス容器からの燃料の放出を防止するため、充てん配管には逆止弁が設置されている。

衝突に対しては、燃料供給システムの燃料配管系にはステンレス鋼製管などを使用しており、衝突による曲げ、偏平などの変形においても折損などが発生する可能性は低いといえる。また、接合部の強度も配管自体と同等以上であり、配管と同様に折損などの可能性は低いといえる。衝突により万が一燃料配管系に折損などが生じた場合には、エンジンの停止又は電源の喪失によりガス容器近傍の主止弁が閉止し、燃料の供給が停止される。また、容器近傍の配管の折損時にはガス容器元弁に組み込まれている過流防止弁が作動して燃料の流出を防ぐ構造となっている。

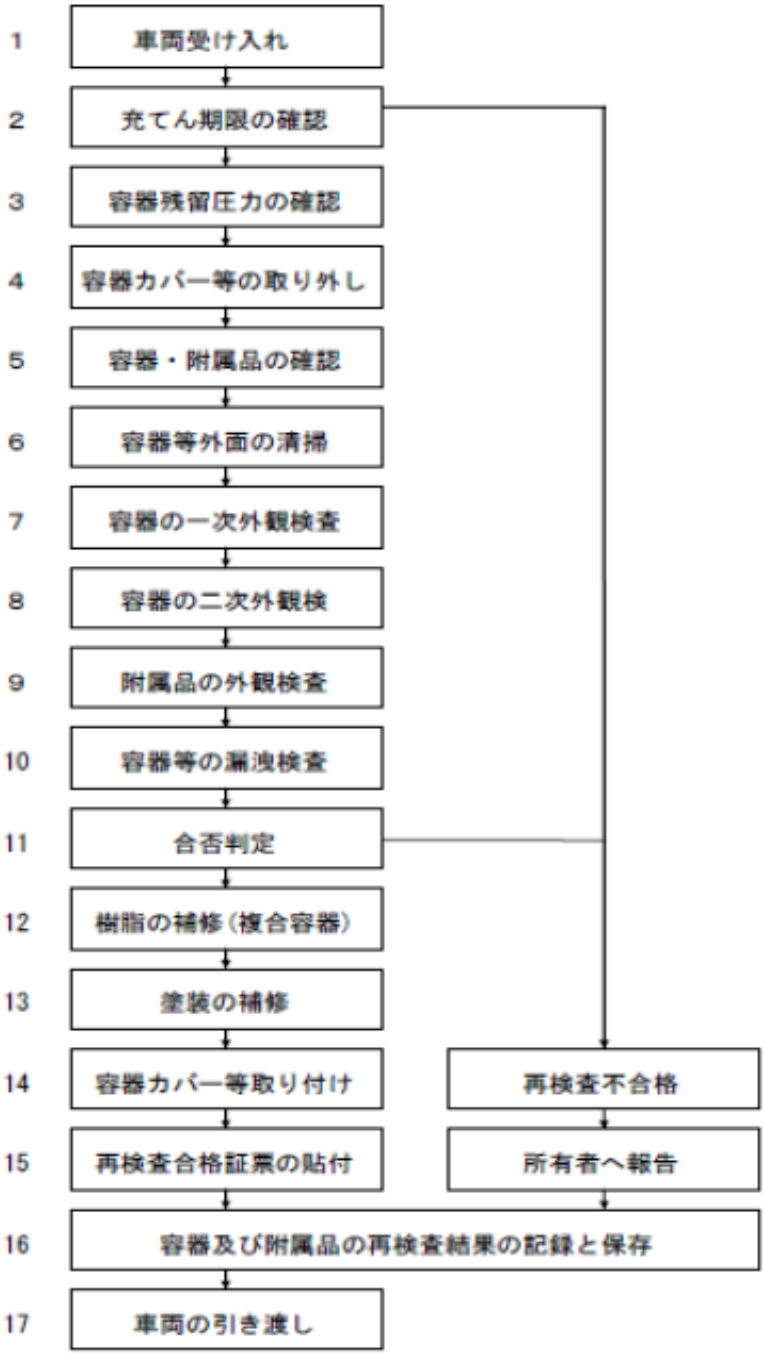
ガス容器は 20MPa の高圧のガスを貯蔵することから、十分な強度を持つよう設計されており、車両を構成する要素の中で最も強度の高いものである。火災時には圧力上昇によるガス容器の破裂を防止するため、ガス容器元弁の安全弁が開放作動し、ガスは大気中に放出される。なお、放出されたガスは噴出速度が速いため大部分が着火せず、さらに空気より軽いため滞留することなく、速やかに上空に拡散するとされている。CNG 容器は火炎暴露試験ならびに落下試験、追突試験においても変形や損傷などの異常は見られないことが実証されている。

３．容器の再検査方法

現在、国内において車両に搭載されて流通している容器は使用期限が 15 年となっており、15 年経過後は容器をくず化（廃棄）する必要がある。そのため、15 年を超えて車両を使用する場合は新品の容器を再搭載する必要がある。

容器再検査の有効期間は初回 4 年以内、以降は 2 年 1 か月以内である。容器再検査の主な項目は外観検査と漏洩検査であり、車両に搭載したままで可能である。なお、現在も新品容器への載せ換えは可能であり、交通事故などで何本かのみ載せ換えた場合の容器の再検査期間は告示において定められている帳票との関係からも、全ての容器のうち最も早い再検査期間に合わせることが望ましい。

容器の再検査は容器の健全性を維持する上で重要であり、図Ⅱ-3 に再検査の手順を示す。



図Ⅱ-3 容器の再検査手順

３．１　容器および附属品の再検査準備

容器および附属品の再検査にあたっては、以下に示すように車両を受け入れた後の車載容器総括表の確認、容器圧力の確認、容器カバーの取り外しなどがある。

（1）車両の受け入れ

容器再検査を行う車両を容器再検査所に持ち込む。出張による再検査はできない。

（2）車載容器総括証票による充てん可能期限の確認車載

容器総括証票により搭載容器の充てん可能期限を確認する。期限を超えている場合は、新品容器への交換が必要となる。

（3）容器圧力の確認

漏洩試験は 20MPa を上限として可能な限り高い圧力で行うことが望ましいとされており、最低でも 12MPa 以上で行われる。容器残留圧力が 12MPa より低い場合は、昇圧供給装置で充てんするか、最寄りの充てん所で充てんし、容器内圧を 12MPa 以上にする。

（4）容器カバーなどの取り外し

外観目視検査が充分できる範囲まで容器カバーの取り外しを行う。容器がコンテナ式で搭載されている場合も、附属品の外観および刻印が確認できる範囲でコンテナケースを取り外す。再検査終了後は容器カバーなどを確実に元通りに取り付ける。

（5）搭載容器および附属品の確認

a．容器証票による確認

・ 証票に記載されている「車台番号」が車両の車台番号と同一であることを確認する。

b．車載容器一覧証票による確認

・ 証票に記載されている「容器の記号および番号」が各容器の刻印又は標章(票紙)の記号および番号と同一であることを確認する。

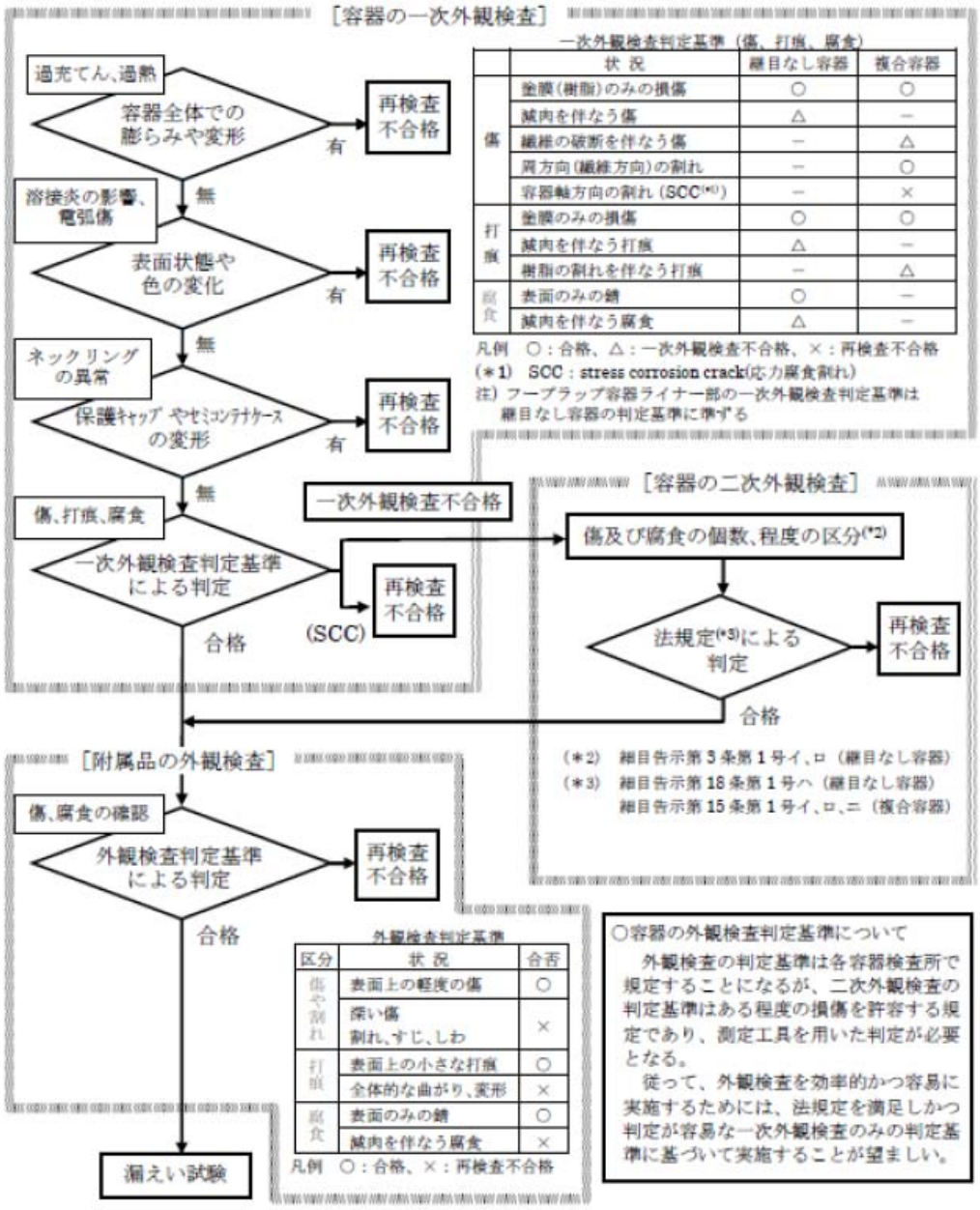
・ 証票に記載されている「附属品の記号および番号」が各容器に取付けられている附属品の刻印の記号および番号と同一であることを確認する。

3．2　容器および附属品の外観検査

外観検査は測定工具を用いることなく目視で容器の損傷の有無のみによって合否判定する一次外観検査と、一次外観検査不合格となった容器について測定工具を用いて法の規定に従い損傷の程度を区分し合否判定する二次外観検査とに分けられる。一次外観検査の判

定基準はほとんど損傷を許容せず、ある程度の損傷を許容する二次外観検査の判定基準より厳しい。図Ⅱ-4 に容器および附属品の外観検査手順を示す。

なお、容器の一次外観検査にあたっては、検査前に外観検査対象箇所の汚れをエアガンやウエスなどを用いて除去する。必要に応じ温水を用いて洗浄する場合は、容器内のガス圧力上昇がないよう 40℃以下の温水を用いる。



図Ⅱ-4 容器および附属品の外観検査手順

一次外観検査の検査項目の概要を以下に示す。

（１）過充てん、過熱された形跡の有無の確認

過充てんや温度上昇（火災などによる数百℃以上の高温）を受けると、容器の構成材料が降伏することにより容器の膨張を伴い容器が劣化するため、その有無を確認する。

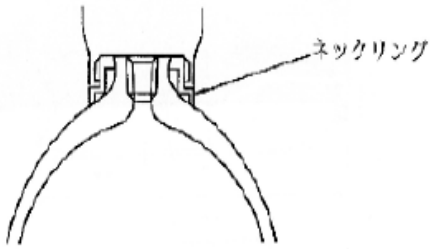
容器の部分的又は全体的な膨らみや変形がないものを合格とする。なお、車両火災に遭遇した車両は容器が高温状態にさらされた可能性があるが、外観目視検査だけでは判定できないケースが多く、こうした場合は基本的には容器再検査は不合格とする。

（２）溶接炎の影響、電弧傷などの有無

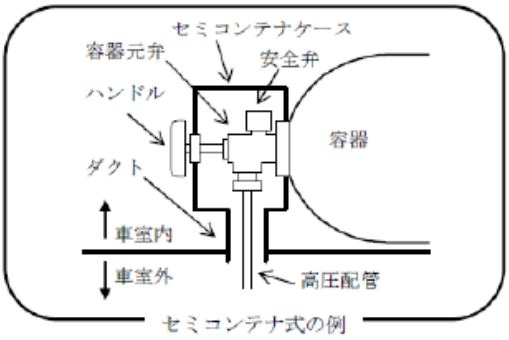
容器外面にスパークやトーチ炎、バーナーなどによる熱的影響の有無を確認する。容器外面（塗膜を含む）に変色や表面状態の変化（くぼみや出っ張りなどの局所的な溶融）がないものを合格とする。

（３）ネックリングの異常の有無

ネックリングがある容器の場合、ネックリングの異常の有無を確認する。保護キャップやセミコンテナケースが大きな外力を受けるとネックリングにも影響が及ぶ。ネックリングに取り付けられている保護キャップ又はセミコンテナケースに曲りや歪みなどの変形がないものを合格とする。



＜ネックリングの例＞



＜セミコンテナケースの例＞

（4）傷、打痕、腐食の有無

容器が外的要因による損傷を受けていないかどうか、容器外面（特に容器取付部周辺）の傷、打痕、腐食などの有無を確認する。一次外観検査不合格となった容器については二次外観検査を行う（二次外観検査については概要省略)。一次外観検査における合格の基準を以下に示す。

① 傷

ａ．継目なし容器

容器外面に切り傷、彫り傷、擦り傷などがないものを合格とする。なお、塗膜のみが損傷しているものについては塗膜の補修を行うことにより合格とする。

ｂ．複合容器

容器外面に切り傷、彫り傷、擦り傷などおよび割れがないものを合格とする。なお、繊維の破断を伴わない塗膜又は樹脂のみが損傷しているものについては塗膜の補修を行うことにより合格とする。

ガラス繊維を用いた複合容器の場合、容器軸方向に沿って多数の連続した割れが入る場合がある。このような割れが認められた容器は、バッテリー液などの腐食性液体に暴露され、樹脂層内部で繊維が劣化破断（応力腐食割れ）したものであり、不合格とする。

② 打痕

ａ．継目なし容器

容器外面に凹み等大きな衝撃を受けた痕跡がないものを合格とする。なお、塗膜のみが損傷するような軽度のものは、塗膜の補修を行うことにより合格とする。

ｂ．複合容器

樹脂層表面の割れや繊維の破断がないものを合格とする。なお、塗膜のみが損傷するような軽度のものは、塗膜の補修を行うことにより合格とする。

③ 腐食

容器外面に腐食がないものを合格とする。腐食を認めた場合はサンドペーパーなどを用いて錆を除去した後、減肉の有無を確認する。減肉が認められないものにあっては、錆を完全に落として塗膜の補修を行うことにより合格とする。

附属品に関しては、腐食、割れ、すじ、しわ、変形などの有無を確認する。使用上支

障のある腐食、割れ、すじ、しわ、全体的な曲がり、変形などがないものを合格とする。ただし、表面が変色する程度の錆については使用上支障のある腐食とはみなさない。また、 溶栓式安全弁の可溶合金の溶出又は漏れがないものを合格とする。

３．３　容器及び附属品の漏洩試験

容器および附属品の外観検査が終了したら漏洩試験を行う。漏洩試験は、附属品外面、および容器口金付近などの容器外面に、一箇所当り 10 秒以上ガス検知器を当てるか、検知液を塗布して発泡により漏れの有無を確認し、漏れがないものを合格とする。

３．４　容器および附属品の再検査後の復旧など

容器の外観検査と漏洩試験が終了したら、以下の通り容器および附属品の復旧を行い再検査合格票の貼付を行う。

（１）塗膜の補修

外観検査のため塗膜を除去した場合およびその他必要に応じて塗膜を補修する場合は、容器と同系色の適切な塗料を用いて補修する。

（２）容器カバーなどの取り付け

取り外した容器カバーやコンテナケースなどは、その車両の整備書に従い元どおりに取り付ける。

（３）容器再検査合格証票の貼付

容器および附属品が再検査に合格したときは、容器再検査合格証票に再検査日、検査実施者の名称の符号および再検査有効期限を記入し充てん口近傍に貼付する。

Ⅲ．海外における圧縮天然ガス（ＣＮＧ）自動車の状況について

本項では、世界各国における使用履歴のある圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の他の車両への転載に関して各国の規格を調査し、実態を調査するため現地調査を行った。

１．天然ガス自動車の普及状況（総計：17,772,102 台）

No.	国　名	NGV 台数（台）	消費量（Nm^3/月）	充填所（件）
1	イラン	3,300,000	480,000,000	1,992
2	パキスタン	2,790,000	245,750,000	2,997
3	アルゼンチン	2,288,161	234,972,000	1,931
4	ブラジル	1,753,762	153,860,310	1,792
5	中国	1,577,000	－	2,800
6	インド	1,500,000	163,210,000	724
7	イタリア	823,000	75,000,000	1,022
8	コロンビア	456,902	45,000,000	692
9	ウズベキスタン	450,000	－	213
10	タイ	413,047	285,170,000	488
11	ウクライナ	388,000	52,000,000	324
12	ボリビア	262,538	26,278,135	178
13	USA	250,000	77,520,000	1,438
14	バングラディッシュ	220,000	91,550,000	585
15	エジプト	193,555	37,700,000	166
16	ペルー	162,516	18,562,500	219
17	アルマニア	96,394	23,000,000	915
18	ロシア	90,000	33,750,000	252
19	ベネズエラ	90,000	8,152,054	166
20	ブルガリア	61,623	15,000,000	106
21	マレーシア	53,783	14,800,000	173
22	スウェーデン	44,322	11,700,000	203
23	日本	42,590	－	314
24	韓国	35,872	93,000,000	190
25	ミャンマー	30,005	480,000,000	51

出典：NGV journal　（2013.12）

２．海外規格調査

海外規格に関する文献を以下の方法でデータベース等から抽出し、調査を行った。

２．１　データベース検索

（１）データベース検索-1　JDreamⅢ検索結果

JDreamⅢで下記の検索式で検索した結果、29 件ヒットしたが、参考になる文献は見当たらなかった。

検索式：天然ガス自動車/CT AND 容器/CT AND (標準/CT OR 規則/CT OR 規制/CT)

（２）データベース検索-2　ＳＴＮ検索結果

ＳＴＮの自動車用規格データベース 2MOBILE を検索した結果、１件ヒットした。

（３）WEB site 検索結果

下記の検索式で検索した結果、関係する文献を示す。

検索式 1："natural gas" and (cylinder or container or tank) and (NGV or vehicle or car or automobile) and ("re-install" or "re-use" or reinstall or reuse)

検索式 2：("natural gas vehicle" or NGV) and (cylinder or container or tank) and (reinstall or reuse)

① NGV Codes & Regulations, 2000 頃, The Natural Gas Vehicle Coalition
「NGV の規格と規制」

② AN OVERVIEW OF NGV CYLINDER SAFETY STANDARDS, PRODUCTION AND IN-SERVICE
REQUIREMENTS, July 2005, Mark Trudgeon
「NGV 容器の安全規格、製造および使用中検査要求事項」

③ Compressed Natural Gas (CNG) Container Visual Inspection Advisory, Jan 2008
Clean Vehicle Education Foundation, Technology Committee Bulletin
「CNG 容器目視検査勧告」、クリーン自動車教育基金、技術委員会広報

④ Natural Gas Vehicle Cylinder Safety and Inspection Requirements
「NGV 容器の安全と検査要求事項」

⑤ CNG and Hydrogen Vehicle Fuel Tank Failure Incidents, Testing, and Preventive Measures, 2008

「CNGV、CHGV の燃料タンク破損事故、試験および予防方法」

⑥ What Happens When Your CNG Tanks Expire?, May 2010

「あなたの CNG 容器の期限が切れたらどうするか？」

⑦ Natural Gas Vehicle and Infrastructure Codes and Standards Citations, Jul 2010

「天然ガス自動車とインフラの規格類一覧」

⑧ CNG Cylinder Safety Issues & Opportunities, 10/12/2010

「CNG 容器の安全問題と機会」

⑨ Vehicle Codes and Standards: Overview and Gap Analysis, Feb 2010, NREL

「自動車規格：概要とギャップ分析」

⑩ Codes, Standards and Advisories Applicable to Natural Gas Vehicles and Infrastructure, Aug 2012

「NGV とインフラに適用される規格類と勧告」

⑪ Report on CNG Cylinders for Automotive Vehicle Applications, 2012

「自動車用 CNG 容器に関する報告」

⑫ Review of Limited Calendar Service Life for ANSI NGV2/FMVSS 304 CNG Fuel Containers, Aug. 14, 2012,

John Dimmick, Director of Technology, Clean Vehicle Education Foundation

「NGV2/FMVSS304 CNG 容器の耐用年数に関するレヴュー」

⑬ Natural Gas Systems: Suggested Changes to Truck and Motor coach Regulations and Inspection Procedures, Mar 2013, US DOT, Federal Motor Carrier Safety Administration

「天然ガスシステム：トラック、長距離バス規制の変更提案」

⑭ Natural Gas for Transportation Deployment Roadmap, Nov 2012

「輸送への天然ガス展開ロードマップ」

⑮ Type 4 CNG Cylinder Installation and Maintenance Guide

「タイプ 4CNG 容器取付け、保全ガイド」

⑯ Program of Work _ 2014

Mechanical Engineering Department (MED), Bureau of Indian Standards

「インド規格協会の年度事業計画」

２．２　CNG 自動車燃料装置用容器に関する規格・規制一覧

各国における CNG 自動車燃料装置用容器に関する規格について調査を行った。各規格における容器の転載に関連した事項を以下に示す。

（１）国際規格

① U.N. Regulation No.110 Revision 2-2013　（ECE R-110）

Uniform provisions concerning the approval of:

I. Specific components of motor vehicles using compressed natural gas (CNG) in their propulsion system;

II. Vehicles with regard to the installation of specific components of an approved type for the use of compressed natural gas (CNG) in their propulsion system

「国連規格　CNGV と CNGV 用部品の認可に関する統一規定」

2000 年制定。ECE R110 と ISO11439 には多くの相違点があるが大きな違いではない。

re-install に関しては、4.1.4.節に re-install 時の外観検査に関する規定がある。

4.1.4. Periodic requalification

・・・・Each cylinder shall be visually inspected at least every 48 months after the date of its entry into service on the vehicle (vehicle registration), and at the time of any reinstallation, for external damage and deterioration, including under the support straps. The visual inspection shall be performed by a competent agency approved or recognized by the Regulatory Authority, in accordance with the manufacturer's specifications: Cylinders without label containing mandatory information or with labels containing mandatory information that are illegible in any way shall be removed from service. If the cylinder can be positively identified by manufacturer and serial number, a replacement label may be applied, allowing the cylinder to remain in service.

（少なくとも車両の使用開始日（車両登録）から 48 ヶ月毎に、ならびに再取り付け時に各シリンダを目視検査し、固定ストラップの下を含む外部に損傷や劣化がないかどうかを確認するものとする。目視検査は、規制当局が認可または承認した有資格機関がメーカーの仕様に従って実施するものとする。義務付けである情報を記載したラベルがない容器またはラベル上の義務付けである情報が判読不能な容器は使用不可とする。メーカーと部品

番号を明確に識別できる容器は、ラベルを交換すれば、引き続き使用可能とする。）

② ISO 11439-2000

Gas cylinders — High pressure cylinders for the on-board storage of natural gas as a fuel for automotive vehicles

「高圧ガス容器－自動車用燃料としての天然ガス車載貯蔵用高圧容器」

NGV2 をベースに、最小破裂圧力対使用圧力比、2,3,4 型容器の最小繊維応力比、耐用年数および耐用年数×1000 サイクルの実証試験、非破壊検査の許容最大欠陥寸法を付け加えた。検査は ISO 19078 に依る。

re-install については、附属書 H.7 a)項に外部損傷や劣化について外観検査をすることが規定されている。

Each cylinder should be visually inspected at least every 36 months, and at the time of any re-installation, for external damage and deterioration, including under the support straps.

（36 ヶ月ごとの検査または再設置時に、外傷と劣化を目視検査すること。）

③ ISO 11439-2013

附属書 G.7 a)項に re-install 時の規定がある。

Each cylinder should be visually inspected at least every 48 months, and at the time of any re-installation, for external damage and deterioration, including under the support straps.

（48 ヶ月ごとの検査または再設置時に、外傷と劣化を目視検査すること。）

④ ISO 19078-2013

Gas cylinders -- Inspection of the cylinder installation, and requalification of high pressure cylinders for the on-board storage of natural gas as a fuel for automotive vehicles

「高圧ガス容器－自動車用燃料としての天然ガス車載貯蔵用容器設置の検査と再認証」

ISO11439 の検査基準規格であるが、Re-install、re-use に関しては触れていない。

⑤ ISO 11623-2002

Transportable Gas Cylinders--Periodic Inspection and Testing of Composite Gas Cylinders

「可搬式高圧ガス容器－複合容器の定期検査と試験」

Re-install、re-use に関しては触れていない。

（２）米国規格

① ANSI NGV2-2007

Compressed Natural Gas Vehicle Fuel Containers

「米国規格協会　ＣＮＧ車燃料容器」

CNG 車燃料容器規格であり、要求事項は FMVSS304 に付加される。

1992 年、米国で ANSI(American National Standards Institute)/AGA NGV2 “American National Standard for Basic Requirements for Compressed Natural Gas Vehicle (NGV) Fuel Containers”を制定。初めてタイプ 4 オール複合容器を規定した。

圧力サイクル試験のほかに、FMVSS 304 で要求された水圧破裂試験、ボンファイア試験、落下試験、弾丸貫通試験、環境暴露試験が追加された。検査は CGA C6.4 に依る。

2.1.1 節に ANSI/NFPA52, FMVSS 303, FMVSS 304 に準拠するとの規定があり、2.1.3 節に re-installation 時には外観検査することが規定されている。

2.1.3　Periodic In-Service Inspections.

Any requirements for periodic re-qualification by inspection or testing during the service life shall be specified by the container designer on the basis of use under service conditions specified herein. Each container shall be visually inspected at least every 36 months, or at the time of any re-installation, for external damage and deterioration.

（使用寿命中の検査または試験による定期的再認定のための要求事項は、この規格に規定されている使用条件下での使用を前提として、容器設計者が規定する。個々の容器の外部損傷および劣化の目視検査は、少なくとも 36 ヶ月ごと、または再度取り付ける際に実施しなければならない。）

② FMVSS 303

U.S.DOT, Federal Motor Carrier Safety Administration, Code of Federal Regulations;

Title 49-Transportation, §571.303, Standard No. 303; Fuel system Integrity of Compressed Natural Gas Vehicles

「CNGV 燃料システムの完全性に関する DOT 規制」

Re-install、re-use に関しては触れていない。

③ FMVSS 304

U.S.DOT, Federal Motor Carrier Safety Administration, Code of Federal Regulations;

Title 49-Transportation, §571.304, Standard No. 304;

Compressed natural gas fuel container integrity

「CNG 容器の完全性に関する DOT 規制」

米国での規制。火災事故防止が目的。NGV2 に基づき作成された。規制は少なく、室温圧力サイクル試験、水圧破裂試験、詳細なラベル記載事項、2 種の火炎曝露試験、透過試験のみである。NHTSA（高速道路安全局）は走行車両の検査で規制遵守状況を調査し、web 上に公開している。

Re-install、re-use に関しては触れていない。

④ CGA C-6.4-2012

Methods for External Visual Inspection of Natural Gas Vehicle (NGV) and Hydrogen Vehicle (HGV) Fuel Containers and their Installations, 4th ed.

「米国圧縮ガス協会規格　NGV と HGV の燃料容器の外観検査方法および設置方法」

ANSI NGV2 の検査規格。Re-install、re-use に関しては触れていない。

⑤ NFPA 52-2013

NFPA 52-2013 の最も重要な変更点は、NFPA52 は CNG と LNG に特化し、CHG は NFPA 2 : Hydrogen Technologies Code に移管されたことである。他の自動車に容器を転載する場合には、製造時の基準に依り検査または再試験することが規定されている。PRD の転用は禁止されている。

以下の節に reinstall に関する規定がある。

6.12.6 Where a CNG container is removed from a vehicle in order to be installed within a different vehicle, it shall be inspected or retested in accordance with the inspection or requalification procedures of the standard under which it was originally manufactured before it is reinstalled.

（他の自動車に取り付けるために CNG 容器を取り外した場合、製造時の規格の検査・再認証手順に依り検査または再検査すること。）

(4) No pressure relief device that has been in service shall be reinstalled on another fuel cylinder.

（使用済みの圧力開放弁は他の燃料容器に使用しないこと。）

(6) Reinstall containers to their original configuration using approved gaskets, bolts, nuts, washers, and parts in accordance with the recommendations of the container manufacturer.

（容器は製造者が推奨する認可されたガスケット、ボルト、ナット、ワッシャおよび部品により再取付けすること。）

⑥ SAE J2406-2002

Recommended Practices for CNG Powered Medium and Heavy Duty Trucks

「CNG 中型・大型トラックの推奨基準」

メンテナンス装置と手順を含むが、Re-install、re-use に関しては触れていない。

⑦ International Fire Code 2009

「国際防火基準」

多くの州で州法等に採用されている民間規格である。

104.7 節に材料、装置を再使用、再取付けする場合、再調整、試験、正しく設置し、認可を受けることとの規定がある。

104.7.1 Material and equipment reuse. Materials, equipment and devices shall not be reused or reinstalled unless such elements have been reconditioned, tested and placed in good and proper working condition and approved.

（材料、装置を再使用、再取付けする場合、再調整、試験、正しく設置し、認可を受けること。）

⑧ National Fire Protection Association, Vehicular Gaseous Fuel Systems Code 2010 Edition

「全米防火協会　自動車用ガス燃料規格」

CNG 車および燃料装置に関する規格。以下の節に re-install に関する規定がある。

6.12.6 Where a CNG container is removed from a vehicle in order to be installed within a different vehicle, it shall be inspected or retested in accordance with the inspection or requalification procedures of the standard under which it was originally manufactured before it is reinstalled.

（他の自動車に取り付けるために CNG 容器を取り外した場合、車両製造時の

規格の検査・再認証手順に依り検査または再検査すること。）

6.13.5(4)　No pressure relief device that has been in service shall be reinstalled on another fuel cylinder.

（使用済みの圧力開放弁は他の燃料容器に使用しないこと。）

(6)　Reinstall containers to their original configuration using approved gaskets, bolts, nuts, washers, and so forth, per recommendations of the container manufacturer.

（容器は製造者が推奨する認可されたガスケット、ボルト、ナット、ワッシャその他により再取付けすること。）

（３）米国カリフォルニア州法

①　Title 8, Div 1, Ch 4, Subchapter 1

CNG 容器に関する規制が含まれ、容器の設計・製造などは連邦法に依ることが規定されている。Re-install に関しては用語の定義はあるが、州法では触れていない。

②　CA Code of Regulations, Title 13, Div 2, Ch 4, Article 2

Fuel systems using CNG in 13 CCR 934, CA requirements

NFPA52 に準拠することを規定。

③　California Fire Code 2013

International Fire Code をベースとした基準。CNG 車用 CNG は第 23 章と NFPA52 と California Mechanical Code に従うことが規定されている。

[A] 104.7.1 Material and equipment reuse. Materials, equipment and devices shall not be reused or reinstalled unless such elements have been reconditioned, tested and placed in good and proper working condition and approved.

（一般論として、材料と装置の再利用は、調整、試験、適切な取り付け後、認可を受けることと規定されている。）

（４）米国テキサス州法

TITLE 16　ECONOMIC REGULATION

PART 1　RAILROAD COMMISSION OF TEXAS

CHAPTER 13　REGULATIONS FOR COMPRESSED NATURAL GAS (CNG)

「パート 1　テキサス鉄道指令　13 章　CNG 容器規制」

連邦規制 Code49 および NFPA52 による CNGV には適用しない。Re-install に関しては触れていない。

（５）米国コロラド州法

RETAIL NATURAL GAS (CNG/LNG) REGULATIONS

「CNG/LNG 小売規制」

NFPA52 が参照規格となっている。Re-install に関しては触れていない。

（６）イタリア

国家規格 UNI である。該当するのは次の規格である。

① UNI EN ISO 11439:2013

Gas cylinders - High pressure cylinders for the on-board storage of natural gas as a fuel for automotive vehicles

「高圧ガス容器－自動車用燃料としての天然ガス車載貯蔵用高圧容器」

ISO11439 規格

② UNI EN 13423:2004

Compressed natural gas vehicle operations

「CNGV の運用」

EN 13423:2000 を取り入れた。

③ その他

ＣＮＧ車両に関するイタリア国内法として、以下の規格が制定されている。

- Sez.II DM 24/11/84:

  Norme e istruzioni per Approvazione, prova/ispezione periodica bombole GNC’
- Circ. N° 122/1958 del 21/10/1958 :

  ‘Norme per approvazione / ispezione periodica di bombole per GNC’
- Circ. N° 138/1958 del 29/11/1958:

  ‘Istruzioni per l’applicazione delle norme per l’approvazione e l’ispezione periodica dei

serbatoi per GNC.’

なお、イタリア国内では、全ての容器を定期的に車両から取り外してテストしている。

イタリアのシステムは、定期検査の時期が来たら、車両の所有者は容器を取り外して既に検査を受けた同種の容器に置き換えている。したがって、外された容器は元の車両へ再搭載されることはほぼ無く、別の車両へ搭載される。

（7）カナダ

① CSA B51-2009

Boiler Pressure Vessel & Pressure Piping Code

Part 2, High-pressure cylinders for the on-board storage of natural gas and hydrogen as fuels for automotive vehicles

「カナダ規格協会　ボイラー、圧力容器、圧力配管規格

パート 2　自動車燃料 CNG および CHG 貯蔵用車載容器」

1991 年、カナダで CSA B51-1991 付属書 G「CNG ステーション圧力配管および CNG 容器の要求事項“Requirements for CNG Refuelling Station Pressure Piping and Containers for CNG”」を制定し、初めてフルラップ複合容器が認定された。複合ラップ容器の事故を受け、NGV2-1992 に基づき CSA B51-95 に改訂された。

② CSA B109-2012

Natural Gas for Vehicles Installation Code

「カナダ規格協会　自動車用天然ガス搭載規格」

NGV に転換する際の天然ガス燃料システムの自動車への設置、使用、修理に関する規格。

③ C.R.C., c. 1038　Consolidated Motor Vehicle Safety Regulations

「カナダ　統合自動車安全規制」

Re-install、re-use に関しては触れていない。

（8）オーストラリア、ニュージーランド

① NZS 5454-1989

Standard requirements for lightweight steel automotive compressed natural gas cylinders for use in New Zealand

「ニュージーランド規格　NZ で使用する鋼製自動車用軽量 CNG 容器の要求事項規格」

1989 年に制定された最初の軽量 NGV 容器規格。鋼主体であるがフープラップも規定されている。検査は CGA C-6 と ISO 9809-1（超音波検査）に依る。

② AS/NZS (Australian Standard/New Zealand Standard) 2739

Natural gas (CNG) fuel systems for vehicle engines

「自動車エンジン用 CNG 燃料システム」

③ Tasmanian Consolidated Regulations

Gas (Safety) Regulations 2002-REG 3

「ガス（安全）規制」

Re-use, re-install に関しては触れていない。

（９）パキスタン

① 国家規格 PSQCA 4618-2000

Light weight steel automotive compressed natural gas cylinder for use in Pakistan

「パキスタンで使用される自動車用軽量鋼製ＣＮＧ容器」

② ATTENTION ALL CNG VEHICLE OWNERS PUBLIC NOTICE

「全ての CNGV 所有者への通達」

The general public is advised to use only the imported CNG vehicle cylinders (brand new) in vehicles certified by the Oil and Gas Regulatory Authority (OGRA).

石油・ガス規制当局の通達。正規の新品を使うことを推奨している。

Only the valid licensees/ CNG Stations are authorized to convert vehicles to CNG at their respective facilities. The general public is, therefore, advised to use only the imported CNG vehicle cylinders (brand new) in vehicles certified by the Oil and Gas Regulatory Authority (OGRA).

ライセンスを持つ CNG スタンドだけが CNG 車への転換を許可されている。一般人は OGRA が認可した正規の新品輸入容器を使用するよう勧告する。

全ての車所有者は以下を守ること：

ａ．NZS 5454-1989 のような規格に依り製造されたブランド品の新品 CNG 容器のみを使用すること。公認または認可された CNG スタンドから購入／据付する前に純正かる適合することを確認すること。

ｂ．非公認の店から買った容器を設置しないこと。

ｃ．年一度 CNG スタンドの訓練された職員が点検とリーク試験を行うこと。

ｄ．200bar 以上に充填しないこと。

ｅ．充填の都度、スタッフの点検に協力すること。

ｆ．5 年ごとに定期試験を受けること。

なお、パキスタンでは、以下に示す 37, 38 のように容器の型式認可登録を行っている。

37　Consolidated & Updated List of Approved CNG Conversion Kits

「認可 CNG 変換キットリスト」

38　Consolidated & Updated List of Approved CNG Vehicle Cylinder for Pakistan

「認可 CNGV 容器リスト」

（１０）アルゼンチン

①　国家規格 IRAM

以下にアルゼンチンにおけるＣＮＧ車両に関係する国家規格 IRAM を示す。転載に関しては触れていない。

ａ．IRAM 2529-1:2013

Steel gas cylinders. Periodic inspection and inspections before filling. Part 1 - Periodic inspection. 20 pages

「鋼製容器、定期検査及び充填前検査　パート１－定期検査」

ｂ．IRAM 2529-2

Gas cylinders. Part 2: Filling inspection for permanent gases.

「ガス容器　パート２：恒久ガスの充填検査」

ｃ．IRAM-IAPG A 6863

Natural gas. Natural compressed gas (NCG), used as fuel for road vehicles. Quality parameters.

「天然ガス、圧縮天然ガス、自動車燃料用、品質パラメータ」

② CNG 技術標準　Technical Standards, Compressed Natural Gas

ａ．NAG-E 405-2001

CNG carbon fiber composite cylinders installation, use and control

「CNG 炭素繊維複合容器の設置、使用と制御」

Re-use, re-install に関しては触れていない。

ｂ．NAG-E 407-2003

Motorcycles Compressed Natural Gas (CNG) Fuel System Technical Specification

「二輪車 CNG 燃料システム技術仕様」

4-11 節に Reinstall に関する記述がある。

4.11 Procedures for conversion, inspection, modification, dismounting, withdrawal or reinstallation of CNG fuel systems on motorcycles shall comply with the stipulations of Resolutions ENARGAS Nr. 139/95, 2603/02 and 2768/02 or those amending or superseding them in the future.

二輪車の CNG 容器の変換、検査、改造、取外し、廃棄、再搭載 Reinstallation などは ENARGAS Nr.139/95, 2603/02 および 2768/02 に従うこと。

ｃ．NAG-E 408-2005

Technical Specification for CNG Installation Workshops Technical Approval Certification

「CNG 設置ワークショップの技術認証認可に対する技術仕様」

3.4 節に、容器を他の車に再搭載する場合、ENARGAS Nº 2603 に依ることが規定されている。

3.4 Dismounting

Type of operation that consists of removing from a motor vehicle the CNG Fuel System or any of its components so as to withdraw them when they are not suitable for use, or they may be reinstalled in another motor vehicle -with the limitations established in B.5 of Resolution ENARGAS Nº 2603- having previously verified their safety, efficiency and traceability capability.

ｄ．NAG 415 (ex GE-N1-115)

ON-ROAD Compressed Natural Gas (CNG) Fuel Systems

「路上 CNG 燃料システム」

Regulations, Definitions and Terminology, Specifications and Procedures, Technical

Documentation to be complied with by all registered categories of manufacturers and importers, It defines the functions of each individual or legal entity involved in the system. Definitions and terminology applied. List of specifications to be used in the manufacture of cylinders, valves and fittings for local and foreign activity.

Re-use, re-install に関しては触れていない。

ｅ. NAG 416 (ex GE-N1-116)

ON-BOARD CNG Fuel System Installation and Testing

「路上 CNG 燃料システムの検査と試験」

4.4 All the carburetion system components shall be of type approved by Gas del Estado, and shall comply with 1-117 standard (Technical standard for components designed to operate with CNG in motor vehicles carburetion systems and operation requirements) or other equivalent Standards that might be accepted by Gas del Estado.4 The components may be reinstalled in another motor vehicle, provided they are in good use and operation conditions.

4.4 節に、容器の状態が良ければ他の車に再登載できるとの規定がある。

ｆ. NAG 417 (ex GE-N1-117)

Technical standard for components designed to operate with compressed natural gas in vehicles carburetion systems and operation requirements

「CNGV 気化システム部品の技術標準と操作要求事項」

It applies to the construction and performance of CNG system components for providing motive power in new or used motor vehicles that require internal combustion engine.

新車と中古車の CNG 推進システムの構造と性能に適用する。Re-use, re-install に関しては触れていない。

ｇ. NAG-E 444-1991 (ex GE-N1-144)

Technical specification for periodic re-qualification of CNG seamless steel cylinders according to IRAM 2529 standard

「IRAM2529 に依る継目無し鋼 CNG 容器の定期再認可の技術仕様」

Re-use, re-install に関しては触れていない。

ｈ. Resolution ENARGAS Nº 139/95

「ガスエネルギー省決定事項 No.139/1995」

CNG システム関係者にサービスの質、効率、安全を保証するための規制。そのため

に関係者登録 IT センターを創設した。

It states the regulations for protecting user's rights, and guidelines for individuals and legal entities involved in the CNG system in order to guarantee service quality, efficiency and safety.

For this purpose, an IT Center for recording and updating data of the individuals and entities involved in the CNG system was created.

Re-use, re-install に関しては触れていない。

ｉ. Resolution ENARGAS Nº 2592/02

Extension of provisions set forth in annex II of Resolution ENARGAS Nr. 139/95

「RE Nr.139/95 附属書 II の規定の拡張」

Re-use, re-install に関しては触れていない。

ｊ. Resolution ENARGAS Nº 2603/02

Resolution N°139/95, annex I の表題に reinstallation が追加になった。Re-use, re-install に関しては触れていない。

Substitutes the "Procedure for conversion, annual inspection, modification or refusal of CNG Fuel System" of Resolution N° 139/95, annex I by the "Procedure for conversion, annual inspection, modification, dismounting, withdrawal or reinstallation of Compressed Natural Gas (CNG) Fuel System in motor vehicles", Annex I of this Resolution.

ｋ. Resolution ENARGAS Nº 2760/02

Implements qualification of CNG fuel system components in lots. It enables differentiation of new elements from used ones, making duplication of serial numbers difficult and improving individualization of already installed elements.

CNG 燃料システム部品のロットの認証の実施。新旧エレメントを識別可能とし、シリアル番号の複製を困難にし、既装着部品の識別を改善する。

ｌ. Resolution ENARGAS Nº 2768/02

Since the national currency devaluation of January 2002, the cost of an on-board CNG fuel system has drastically gone up, especially due to the sensitive increase in the natural gas cylinder price which resulted, in turn, in a greater amount of CNG cylinder related unlawful acts.

Furthermore, several sources have reported to ENARGAS that CNG users object to affixing the sticker on the windshield since it easily identifies CNG propelled vehicles and leaves them more vulnerable to thefts, tempting criminals to sell the cylinder and regulator independently

from the vehicle for their reinstallation in another vehicle at a lower price.

It is worth mentioning that these practices jeopardize people's integrity during the unlawful act and in the subsequent use of the so-called "clandestine installations", i.e. CNG vehicle installations performed at Installation Workshops not qualified by PEC. This poses a potential risk on public safety and, especially on users.

2002 年の通貨危機以後、高価な CNG 容器の盗難が増加し、危険性が高まっている。WEB システムで容器の履歴を確認できるなどの対策が必要。

ｍ．Resolution ENARGAS Nº 2793/03

It stipulates the creation of a "Technical Commission for the Analysis of Intelligent System Technologies" enabling development of a comprehensive improvement of the natural gas propelled motor vehicle fleet control. Orders the feasibility analysis and the subsequent implementation of a mandatory inspection of every on-board CNG cylinder.

many stolen cylinders are reinstalled by non-qualified Installation Workshops

通貨安の結果、CNG 容器の盗難・再利用が増えている。対策として、CNG 車を管理するシステム技術検討委員会を創設し、CNG 容器の強制的検査を行うことを検討する。

ｎ．Resolution ENARGAS Nº 2947/04

It enforces the Technical Specification for the conversion of motorcycles into a propulsion system using gasoline and natural gas as alternative fuels. It approves the prototype and subsequent control of production, ensuring that the installation does not jeopardize the structural integrity, stability, driving characteristics or maneuverability and ensures a close follow-up of this technological innovation through the implementation of safety measures.

オートバイの CNG 代替燃料への改造の技術仕様の施行。Re-use, re-install に関しては触れていない。

③　その他

ａ．Implementation procedure or CNG cylinder mandatory periodical inspection

「CNG 容器の強制定期検査の実施手順」

Re-use, re-install に関しては触れていない。

ｂ．GUSC CIRCULAR LETTER N#21

「GUSC 回覧状 N#21」

この回覧状はポルトガル NGV 協会の HP にあるが、発信元はアルゼンチンである。

このHPにはアルゼンチンのNGV規格が多数掲載されている。ポルトガル語の原文はアルゼンチン政府ENARGASのHPにある。

取り外した容器または再搭載予定の容器(Cylinder uninstalled or to be re-installed)は、公認試験所で製造後または定期検査後 2 年以上の場合、内外観検査とねじおよび厚み検査を受けることとの記載あり。

（１１）ブラジル

以下にブラジルにおけるＣＮＧ車両に関係する国家規格 ABNT を示す。なお、ブラジルでは2008年にISO 11439を採用している。転載に関しては触れていない。

ａ．ABNT NBR 11353-1:2007

Road vehicles methane gas fuelling systems Part 1: Terminology

「路上車メタンガス充填システム パート１：用語」

ｂ．ABNT NBR 11353-2:2007

Road vehicles - Vehicular natural gas fuel system Part 2: Injectors, pointers, mixers, flow controllers, injection and control

「路上車－天然ガス充填システム パート２：ノズル、混合器、流量調節器、制御機」

ｃ．ABNT NBR 11353-3:2007

Road vehicles - Vehicular methane gas fuelling system Part 3: Pressure regulator

「路上車－メタンガス充填システム パート３：圧力調節器」

ｄ．ABNT NBR 11353-4:2007

Road vehicle - Vehicular natural gas fuel system Part 4: Cylinder, valves, gas-tight housing and ventilation hose and high-pressure line

「路上車－自動車天然ガス燃料システム パート ４：容器、バルブ、密閉容器、換気ホース、高圧配管」

ｅ．ABNT NBR 11353-5:2007

Road vehicles - Vehicular methane gas fuelling system Part 5: Supporter in general

「路上車－メタンガス充填システム パート５：サポーター一般」

ｆ．ABNT NBR 11353-6:2007

Vehicle natural gas fuel system Part 6: Instalação (Installation)

「路上車－メタンガス充填システム パート６：設置」

ｇ．ABNT NBR ISO 9809-1:2007 Versão Corrigida:2010 (ISO 9809-1:1999)

Gas cylinders - Refillable seamless steel gas cylinders - Design, construction and testing Part 1: Quenched and tempered steel cylinders with tensile strength less than 1100 MPa

「ガス容器－再充填可能な継目なし鋼製容器－設計、製造、試験　パート 1：引張強さ 1100MPa 以下の焼入焼戻鋼製容器」

ISO 9809-1 のブラジル規格。

ｈ．ABNT NBR NM ISO 11439:2008

Gas cylinders - High pressure cylinders for the on-board storage of natural gas as a fuel for automotive vehicles

「ガス容器－天然ガス自動車燃料貯蔵用高圧容器」

ISO 11439-2000 のブラジル規格。

（１２）中国

以下に中国におけるＣＮＧ車両に関係する国家規格 SAC を示す。なお、2009 年に中国は ISO 11439 を導入している。

ａ．GB 19158-2003

Steel cylinders for the storage of compressed natural gas

「天然ガス貯蔵鋼製容器」

ｂ．GB/T 19240-2003

Mounting requirements of special equipment for compressed natural gas vehicles

「圧縮天然ガス自動車用特殊装備の装着要求事項」

ｃ．GB 19533-2004

Periodic inspection and evaluation of steel gas cylinders for the on board storage of compressed natural gas as a fuel

「圧縮天然ガス燃料車載貯蔵用鋼製容器の定期検査と評価」

ｄ．GB 24160-2009

Hoop-wrapped composite cylinders with steel liner for the on-board storage of compressed natural gas as a fuel for automotive vehicles

「圧縮天然ガス自動車用鋼ライナーフープラップ車載燃料貯蔵容器」

ISO 11439-2000,MOD）となっているが内容は ISO 11439 とかなり異なる。MOD は modify の意と思われる。再利用に関する記述はない。

ｅ．GB 24162-2009

Periodic inspection and evaluation of hoop wrapped fibre reinforced composite gas cylinders with metal liners of compressed natural gas for automotive vehicles

「自動車用フープラップ金属ライナーCNG 容器の定期検査と評価」

ｆ．GB/T 18437.1 2009

The technical criterion of refitting for vehicle by using gas - Part 1: Compressed natural gas automobile 燃气汽车改装技术要求 第 1 部分：压缩天然气汽车

「ガス使用自動車の再取り付けの技術的限界条件－パート 1：CNG 車」

ｇ．GB/T 23335-2009

Natural gas vehicles - Engineering approval evaluation program

「天然ガス自動車－工学的認可評価プログラム」

ｈ．GB 17258-2011

Steel cylinders for the on-board storage of compressed natural gas as a fuel for automotive vehicles

「CNG 自動車燃料車載貯蔵用鋼製容器」

ISO11439:2000 準拠

GB18047 規格の CNG 用、使用圧力 20MPa、内容積 30L～300L、使用温度-40℃～65℃、耐用年数 15 年の鋼製容器。（GB18047: Compressed natural gas as vehicle fuel）

ｉ．GB/T 26780-2011

The safety requirement of fuel system for compressed natural gas vehicle in the collision

「衝突時の CNG 車の燃料システムの安全要求事項」

ｊ．GB/T 27876-2011

Technical specification for the maintenance of compressed natural gas vehicle

「CNG 車の整備の技術仕様」

（１３）インド

① 国家規格 BIS

ａ．IS 15490:2004

Cylinders for on-board storage of compressed natural gas as a fuel for automotive vehicles - Specification

「自動車燃料用 CNG 車載貯蔵容器－仕様」

ISO 9809-1, ISO 11439 に基づく継目なし鋼容器規格。ISO Type 1 容器に相当する容器

の規格。Re-use, re-install に関しては触れていない。

ｂ．IS 15935:2011

Composite cylinders for on-board storage of compressed natural gas (CNG) as a fuel for automotive vehicle - Specification

「自動車燃料用 CNG 車載貯蔵複合容器－仕様」

ISO 11439, ANSI/CSA NGV2 などに基づく Type 2,3,4 容器の規格。Re-use, re-install に関しては触れていない。

ｃ．DOC:MED 16(1159)

Periodic inspection and requalification of high pressure cylinders for the on-board storage of compressed natural gas as a fuel for automotive vehicles, cylinders for HCNG blends and CNG gascade cylinder

「自動車燃料 CNG 車載貯蔵高圧容器の定期検査と再認可、HCNG ブレンドと CNG gascade 容器」

MED：Mechanical Engineering Department, BUREAU OF INDIAN STANDARDS

検査・試験前に容器を車から取り外すことが 6.1 節に規定されている。

6. IDENTIFICATION OF CYLINDER AND PREPARATION FOR INSPECTIONS AND TESTS

6.1 Container / Cylinder Removal

The cylinder shall be removed from the vehicle prior to any inspection and testing. Removal and reinstallation of the cylinder shall be carried out in accordance with the technical requirements of Automotive Industry Standard and / or the requirements of the relevant agencies.

ｄ．DOC:ME 16 (1226) Draft Amendment No. 4 to IS 15490:2004

Cylinders for on-board storage of compressed natural gas as a fuel for automotive vehicles - Specification

IS 15490-2004 改訂草案「自動車燃料用 CNG 車載貯蔵容器－仕様」IS 8433 の後継規格。

② その他

ａ．ATTENTION ALL CNG CUSTOMERS

「全 CNG ユーザーへの警告」

Central U.P. Gas Limited 社の WEB サイトにある警告

非正規容器や被災した容器の使用をしないように警告している。

The general public is, therefore, advised to use only the Brand New imported CNG vehicle cylinders in their vehicles certified by Petroleum and Explosives Safety Organisation (PESO)

CNG on-board cylinders shall conform to AIS:028

1. Use only the approved brands, imported, seamless brand New CNG cylinders manufactured as per relevant standard and satisfy themselves about their genuineness and fitness before purchasing/ installing it from the authorized/ licensed retrofitters.
3. Never install CNG kit/ cylinder in the vehicle from any un-authorized road-side conversion workshop/ outlet.
5. Never install a used cylinder which has been burnt/ damaged during riots or other terrorist activities. Such cylinder is weakened and may lead to serious accidents resulting in loss of precious lives.
10. Ensure that the CNG cylinder installed in the vehicle is within the periodic test life, which is 3 years as per the IS-8451.

ｂ． The Gazette of India Gas cylinder Rule, 2004

「インド官報－ガス容器のルール, 2004」

II 章 3.(1)に Schedule I 記載の容器以外使用禁止の規定あり。メーカーと準拠規格が指定されている。

3. Filling, possession, import and transport of cylinders: -

(1) No person shall fill any cylinder with any compressed gas or import, possess or transport any cylinder so filled or intended to be filled with such gas unless:-

(a) such cylinder and its valve have been constructed to a type and standard specified in Schedule I as amended from time to time by an order issued by the Chief Controller;

(b) the test and inspection certificates issued by the inspecting authority in respect of cylinder and its valve are made available to the Chief Controller and prior approval of the said authority is obtained.

Schedule I に容器メーカーと準拠規格が指定されている。CNG だけでなく LNG や他のガスも含まれる。例えば、

・ インド製：IS:7285, BS:1500, ASME Section VIII Division 1, IS:2825
・ オーストラリア製：BS:5045:Part I:1982, NZS:5454-1989

・ アフガニスタン製：NZS:5454-1989

・ 中国製：IS:7285

・ イタリア製：NZS:5454-1989

・ スペイン製：BS:5045　Part 1

・ 日本製：Showa Koatsu Kogyo 自社認証、KHK or Lloyd、DOT:3AA:1800

・ 英国製：BS:5045-1982 Part 1

・ 米国製：DOT:3A/3AA

・ ドイツ製：BIS:5045/1/CM/S & DOT:3AA

Re-use, re-install に関しては触れていない。

ｃ．IS 8451:2009

Code of practice for visual inspection of high pressure gas cylinders

「高圧ガス容器の目視検査手順」

（１４）ペルー　(INDECOPI)

① NTP 111.014 2004

Natural Gas, Fuel system components for natural gas vehicles

「天然ガス、NGV 燃料システム部品」

ISO 15500-2～15500-19 を参照規格とする。容器は含まれない。

② NTP 111.017-2004

Natural Gas. Periodic inspection and testing for cylinder type I for NGV

「天然ガス、NGV type I 容器の定期検査と試験」

ISO 6406:1992 を参照規格とする 1 型容器の定期検査の規格。

③ NTP 111.026:2007

Natural gas. Testing and inspection in preconversión and postconversion of vehicles converted to GNV

「天然ガス、事前変換と事後変換 GNV の試験と検査」

④ NTP 111.028:2007

Natural gas. Vehicles for transportation of passengers and merchandise

「天然ガス、乗用車と商用車」

２．３　各国が適用する規格

世界各国においてＣＮＧ自動車に適用されている規格を以下に示す。

国　名	適用規格
EU 加盟国、セルビア、スイス、ノルウェー、ベラルース、ボスニアヘルツェゴビナ、トルコ、アゼルバイジャン、チュニジア、南ア、韓国、タイ、モンテネグロ、マケドニア	ECE R-110 ISO 11439
米国	ANSI/CSA NGV 2
カナダ	CSA B51 Part 2 ANSI/CSA NGV 2
オーストラリア	AS/NZS 2739 ECE R-110 ISO 11439 ANSI/CSA NGV 2 CSA B51
ニュージーランド	AS/NZS 2739 ECE R-110 ISO 11439
チリ	Nch 2109
ブラジル	ISO 11439
メキシコ	NOM-004-SECRE （LNG 車）
中国	ISO 11439
インド	IS 15490 IS 15935 各国の容器を認可

３．海外現地調査

２．において世界各国の規格を調査したところ、使用履歴のある圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の他の車両へ転載することに関して禁止している規格はほぼ無かった。この結果を踏まえ、実態を調査するため現地調査を行った。

（１）北米調査について

①　調査日程および訪問先

９月９日　米国・ワシントンＤＣ　U.S. Department of Transportation (DOT)
NHTSA（米国道路交通安全局）
Clean Vehicle Education Foundation (CVEF)

１０日　米国・ネブラスカ州　リンカーン社（容器メーカー）

１２日　カナダ・バンクーバー　パワーテック社（検査機関）

②　調査結果

ｉ．DOT および NHTSA におけるヒアリング調査結果

米国・ワシントンＤＣにおいて、U.S. Department of Transportation(DOT)、NHTSA（米国道路交通安全局）、Clean Vehicle Education Foundation(CVEF)にヒアリング調査を行った。

ａ．出席者

【DOT】Daniel J Hillman，Barbara C. Hennessey，Luis A. Figueroa
Martin Koubek，Quon Y. Kwan，Jisan Xlie

【New West Technologies, LLC】Jamison R. Walker

【Clean Vehicle Education Foundation】John Dimmick

ｂ．調査者

【KHK】竹花、木村

ｃ．ヒアリング調査結果

米国における NHTSA の役割は、車両の事故から発生する経済的あるいは人的な影響を少なくすることである。そのために車両と車両に関する設備に関して検査を行う権限を有している。米国で使用されている CNG 容器のほとんどが FMVSS 304 と ANSI／NGV 2 の両方に適合しているが、このコンプライアンスはメーカー側の自己宣言によるものと

なっている。

中古容器の使用に関しては、米国では中古容器の転載も認められており、一般的に行われている。これは規則に禁止条項として明文化されていないため、実施しても良いことになっている。

中古容器のニーズとしては、ガソリン車からＣＮＧ車両へ改造する場合に中古の容器を使用する場合や、元々新品容器を積んでいた車両の容器を中古容器に交換する場合、そして走行距離数を伸ばすためにより容量の大きな容器を積む場合もある。

基本的には車両が廃車になって容器の寿命が残っている場合に、中古容器が発生する。廃車の理由としては、公共機関のバス等は約１２年で廃車となるが、容器の寿命は２０年（又は１５年）あるために、使用期間が残っている容器が出てくることがある。事故を起こして廃車された車両から容器が取り出されることも可能性としてはあるが、その割合は非常に少ない。

米国においてはほとんどの場合、クレジットカードさえ持っていれば誰しもが燃料を充填できるため、例えば店員が天然ガスを充填する際に容器の使用可能期限を確認することが出来ない。充填時に通信システムによって容器使用期限を確認して充填することが理想だが、それを米国全体に普及させることは難しい。

容器に貼り付けられたラベルを確認しようとしても、通常容器はバスの屋根等、簡単には見られない場所に設置される。そのため現在は NFPA52 において燃料の充填口に表示することとしている。この規制を乗用車の規制である FMVSS 303 にも取り入れて欲しいと現在、要望しているところである。

米国では中古容器専門の業者もあるが、中古容器市場では供用年数を超えた容器を販売している業者もあり、これが問題となっている。供用年数を超えた容器は穿孔して廃棄することが良識ある業者である。これは啓蒙活動を実施することで対処したい。

容器を転載するには同種の容器でなければならないという具体的な規則はないが、FMVSS 303 によって認証されている車両であれば、同基準の安全性に関わる規程は守らなければならない。そのため、自動車メーカー製の CNG 車両ならば、メーカーは同じ容器で転載するように要求するだろうが、法律で要求されている事項ではないため、業者は載る容器であれば他種の中古容器で交換することも可能性としてあり得る。但し、そのことが原因で事故が発生して裁判になった場合には責任を業者が負うこともあり得るため、リスクを回避するためにも他種の容器では載せ替えることは少ないと思われる。容器附属品についても、容器メーカーの指定するブラケット、バルブ、ＰＲＤを装着す

ることとなっているため、容器を交換する際も全く同じ物と交換するのでなければ、これらの附属品も容器に合ったものへ交換するべきである。

他の車両へ容器を転載した場合には、検査を行わなければならない。しかし、FMVSS 304 や NGV2 において、どのような検査を行わなければならないかは規定されていないため、メーカーの指示に従って検査を行うことを前提としている。メーカー側からの情報がない場合には、CNG 車両の団体である CNGA（CNG Association）が検査の方法を文書化しており、これに従って検査を行うことになる。

容器の保管しておく場合の条件について現在は規制がないが、今後 NFPA52 と NGV2 の双方に保管条件に関する規定を入れようとしている。内容は雨水等が侵入しないよう開口部を閉止することと直射日光に当てないことである。

ＣＮＧ車両に関する事故事例については、CVEF 事故データベースによると 1993 年以来、容器に関する事故は４５件ある。そのうち６件が中古の容器によって発生した事故である。但し、その６件は事故原因が使用年数によるものでは無く、新品の容器でも起こりうる問題であった。

事故の内容としては、メカニックの死亡事故が非常に深刻である。それらの事故全てが電磁弁によるものであり、バルブを外した際に残圧があったためにメカニックが死亡したものである。バルブが直接作業者に当たったものではなく、おそらく残圧による爆風によるものと考えられる。NFPA52 では現在でも注意を喚起するラベルの貼付を要求しているが、今後メーカーの手順以外では使用しないようなラベルを貼付するよう求めている。現在、CVEF では、容器のネジ部にドリルで穴を開け、完全にバルブを緩める前に内部のガスが抜けるような構造の容器にするよう推奨している。

なお、参考として NGV2 と ECE R110 の基準調和についてもヒアリングしたが、そもそも使用圧力が異なることもあり優先度合いは低いとの回答だった。

ⅱ．リンカーン社におけるヒアリング調査結果

米国・リンカーン州において、容器メーカーであるリンカーン社にヒアリング調査を行った。

ａ．出席者

Norman L. Newhouse　(Vice President, Technology)

ｂ．調査者

【KHK】竹花、木村

ｃ．ヒアリング調査結果

米国において、CNG 車両用容器の転載を禁ずる規則は無い。メーカーとしても転載が行われていることは認識しているが、ＣＮＧ車両全体から見ると転載が行われている車両は非常に少数（１％未満と思われる。）である。

転載を行うメリットとしては、容器の寿命が先に切れた車両に、容器より先に車両の寿命が切れて取り出された容器を転載した場合に、基本的に同じサイズである容器を載せ替えた場合にはコストが安くなることが利点である。例としては、バスを何台も所有している業者が事故にあった車両と容器に損傷を受けた車両との間で容器の転載を出来ることはメリットである。しかし、このメリットも容器の残寿命を考えると、それほど重要なメリットになり得るかは微妙である。

容器転載に関するデメリットは、不適切に使用された容器を取り付けることによって事故が発生したり、転載作業中に容器が損傷したりする懸念がある。

容器を転載する際には、取り付けブラケット、バルブ、配管、継手等々の装置が CNG 容器用であることと、良好な状態にあることを確認する必要がある。ブラケットには容器との間に緩衝材を入れており、この緩衝材が経年劣化により硬化している場合もあるので、こうした部品も交換する必要があると思われる。

容器を転載する場合には同種の容器でないと、ブラケットに正しく装着されずに車両の一部と干渉する危険性がある。また、新旧の容器で重量が大きく異なっている場合には衝突安全性の再評価が必要となることが考えられる。同じような容量の容器であれば、容器の外径は似たようなものになってくるため、ブラケットには余裕があるので、多少のサイズの差であれば吸収してしまう。バルブについては規格化が進んでいると考えられる。

容器設置後に検査を行う検査官に対する規制はないが、業界で自主的に指針を設けており設置者や検査官の認定を実施している。これは CSA のウェブサイトに認定業者が掲載されているが、大口顧客は自前で検査官を抱えている場合が多い。

転載する容器に対する検査は、目視検査のみでかなりの欠陥はわかるため外観検査を受けることで十分である。金属製であれば超音波検査、複合容器であればＡＥ試験も行うことで、より一層安全性が担保される。検査記録には容器のみならず、附属品につい

ても記録すべきであると考える。もちろん、その場合には事故によって衝撃を受けていないか、火災等で熱の影響を受けていないか等、容器の履歴についても確認することが重要である。なお、リンカーン社では社内で検査基準を設けており、これを公表している。この基準を元にして CGA C16.4 や ISO 19078 が制定された。

新しい容器であろうと中古容器であったとしても、検査内容は基本的に同一である。附属品は、それらが再利用されている場合には容器に対する適合性を検査し、適合していない場合には必要に応じて交換する必要がある。

また、容器が新たに装着された場合も再使用された容器であったとしても、取り付け時の検査は同様である。検査は適切なサイズとシステムの互換性を確認するために必要である。中古容器を積載する場合にあっては、他の再利用部品を検査してシステム互換性の確認も必要になる。

容器を保管する際には、機械的または化学的に容器を損傷する恐れのあるものから保護するよう容器を保管すべきである。具体的には雨ざらしにしないこと、直射日光を受けないこと、バッテリーの近くに置かないこと、フォークリフト等が通るルートには置かないこと等が挙げられる。容器内部については、天然ガスには不純物も含まれているが、容器内部はコーティングされているため、外気が入らない１～２bar 程度の天然ガスもしくは窒素等の不活性ガスが充填されていてバルブをきちんと閉めて保管されていれば問題はない。これはタイプ１も２も３も同様である。

なお、容器は車両に積んでいる段階では DOT の管轄であり、外されて保管されているときには地元の消防局の管轄になる。また、容器を運送しているときには DOT の別の部署の担当となり、燃料用の容器を運送する際には許可を受けない限り 25psi 以下の内圧での運送しか認められていない。

米国では不適切な改造をされても､取り締まることが出来るのは NHTSA くらいであり、その NHTSA も通報があって NHTSA が確認できれば取り締まることが出来るが、それ以外では検査を行うこともないため、不適切な改造を行った自動車が使用可能であることが、米国においては重要な問題となっている。NGV2 では 36 ヶ月毎に試験を受けなさいというラベルを容器に貼ることを義務付けているだけであり、ユーザーが検査を受けなかったからと言って法律ではないので処罰されたりするものではない。

CNG 車に関する事故はあるが､事故原因が中古容器の転載によるものかは不明である。容器交換中の事故についても事例は無い。容器を転載する場合には、コストよりもリスクが高い状況を回避する必要があると考える。

容器の寿命を超えて使用される状況は避けなければならない。そのためには、保険会社が関与することが良いのではないか。

iii．パワーテック社におけるヒアリング調査結果

カナダ・ブリティッシュ・コロンビア州において、検査会社であるパワーテック社にヒアリング調査を行った。

ａ．出席者

Craig Webster　(Director, Engineering Consulting Services)

Livio Gambone　(Senior Manager, Engineering Consulting Services)

Joe Y. Wong　(Director, Infrastructure Programs Gas Systems Engineering)

ｂ．調査者

【KHK】竹花、木村

ｃ．ヒアリング調査結果

パワーテック社は電気、ガス等の公益事業や材料評価等を実施する BC Hydro 社の子会社として 1980 年代に設立された。現在、パワーテック社はＣＮＧおよび水素に関する高圧ガス環境下における部品の試験を行って様々なサービスを業界への提供や、使用中機器の安全検査や高圧環境下で使用される部品の製造審査も実施している。

容器の転載についてはカナダ国内においても禁止されていないため行われているが、カナダのＣＮＧ車両のうち、容器の転載を実施した車両は全体の５％程度であると思われる。アフターマーケットでガソリン車から改造された車両に、中古の容器を使用している場合もある。1990 年代には人気があった CNG 車であるが、その後人気が停滞していき、廃棄される容器も増えていった。しかし、今になって 1990 年代の容器が再利用されることもあり、使用期限を超えた容器が使用されることが問題となっている。

カナダにおいても充填口に寿命等、容器の情報が記載されているが、運転手が自ら燃料を充填できるため、寿命を超えて使用できてしまうことが問題となっている。北米でＣＮＧ車両の需要が高まるに従い、現在まで容器の使用の管理に傾注してきており、充填に関しては規制が甘かったため、このような課題が発生してきている。カナダと米国で大きく異なる点は、カナダは各州において製造者が登録番号を登録しており、その登録番号が付けられた容器でなければ使用が認めらない。これは海外の容器メーカーでも

同様である。

転載時に中古容器を使用する唯一の利点は安価であることである。短所は容器の寿命が短くなることである。

容器を転載する際には、自動車メーカー製のＣＮＧ車両であれば、元々装着されていたものと同じ部品を使用すべきである。もし容器の容量やブラケットが変更された場合には、クラッシュテスト結果により安全性を担保出来ない可能性があるためである。改造メーカー製のＣＮＧ車両であれば、転載の際には CSA B51 に適合している同種同サイズの容器を使用するべきである。

容器の転載にあたっては、カナダ各州でＣＮＧ車両の改造や修理を手がける作業者を認証するプログラムが運営されている。例としてブリティッシュ・コロンビア州では、工科大学に３週間のＣＮＧ車両整備講習コースがある。この講習を受講する前に、まず州のセーフティ・オーソリティ・ライセンス試験（筆記）を受けなければならない。この試験を受験するためには３年経験以上の整備士の経験が必要である。

容器の検査は、まず外観検査を行い、CGA C-6.4 や ISO 19078 の規格に適合しているか検査を行う。これは３年ごとに検査を行っている。これら２つの規格は容器の設置についても基準化されており、ブラケットの要件についても規定されている。

外観検査だけで十分な理由としては、容器の主な強化材料が容器外面の複合材であり、内部の腐食に関しては問題にならないため、容器外面の複合材に傷等が無ければ容器の健全性が保たれていると判断できるからである。

容器の保管方法は、乾燥した屋内で保管する。地域によっては天然ガスに油や水分が入っている可能性もあるため、内部を窒素でパージして保管すれば、さらに良い。Type4 の容器についてはライナーが崩落してしまう可能性があるので、10～15bar 程度で余圧しておくことが重要である。

パワーテック社が把握している限り、中古容器を使用したことが原因となる事故は発生していない。また、容器が空の状態で交換作業が行われるため、容器交換中の事故もない。

ＣＮＧ車両の事故事例としては、バンクーバで発生した事故があるが、ＣＮＧ車に時速８０ｋｍで走っていた車が衝突した。衝突した車両はガソリンが漏れて火災が発生し、追突されたＣＮＧ車両も原形をとどめないほど変形していたが、ＣＮＧ容器は原形をとどめていた事例があった。

（２）欧州調査について

①　調査日程および訪問先

１０月２８日　ベルギー・ブリュッセル　ＥＵ委員会、Clean Fuels Consulting

２９日　ドイツ・ミュンヘン　TUV SUD 社

３０日　イタリア・ミラノ　ENI 社

②　調査結果

ｉ．ＥＵ委員会および Clean Fuels Consulting 社におけるヒアリング調査結果

ベルギー・ブリュッセルにおいて、ＥＵ委員会およびＣＮＧ車両のコンサルを行っている Clean Fuels Consulting 社にヒアリング調査を行った。

ａ．出席者

【ＥＵ委員会】　Peter Broertjes

【Clean Fuels Consulting】　Jeffrey Seisler

ｂ．調査者

【KHK】竹花、木村

ｃ．ヒアリング調査結果

国連規格 R110 では、容器の検査を行い、容器自体に損傷がないことが確認できれば、使用履歴のある容器を別のＣＮＧ車両へ転載することについて規制されていないため、転載して使用することは可能である。

容器の認証は国によって異なり、例えばイタリアでは燃料充填の際にイタリア当局あるいはイタリアの認証機関のチェックや検査がきちんと行われているかを認定証により確認している。もしイタリアの認証機関が認証していない容器であった場合には、充填を行うことは出来ない。ドイツではドライバー自ら充填を行うことが出来るので、TUV の認証が無い容器であっても燃料を充填出来てしまう。

R110 に則って製作されている容器には E-mark が貼付されているが、E-mark はメーカーによる宣言であるため、メーカーによっては信頼性に乏しい場合もある。

E-mark の信頼性を高めるには、認証機関においては信憑性と確実性、製造者においては高い信頼性の確保、そして消費者は信頼性のある質の高いものを選択するようになることが必要である。また、第３者機関がメーカーの生産システムを認証したり、消費者

が抜き打ちで市場から購入した容器の試験を行い、基準への適合性が確認できなかった場合にはメーカーへの是正を要求するといったことも、E-mark の信頼性を高めるには必要であろう。

ⅱ．TUV SUD 社におけるヒアリング調査結果

ドイツ・ミュンヘンにおいて、TUV SUD 社にヒアリング調査を行った。

ａ．出席者

Tom Elliger　（Head of Gas Systems – Hydrogen Technology Pressure Equipment）

Markus Born　（Gas Systems – Hydrogen Technology）

Julian Zwick　（Expert E-Mobility Officially Recognized Expert）

ｂ．調査者

【KHK】竹花、木村

ｃ．ヒアリング調査結果

容器が ECE R110 で認証されている容器であるならば、容器の転載は許可されている。これはドイツ国内法である道路交通取締法（stVZO）の第 41 条 a に付属書８を見るように記載がある。ドイツで容器の転載を行った際には、車両の車検証を変更する必要があり、ガスが通る箇所の目視検査とリーク検査や弁等が正常に機能するかを検査し、そして容器に関する記録（使用年数やどういう使われ方をしていたか）の書類を確認後に新しい車検証が交付される。容器を転載する場合は、より航続距離を伸ばすために現在の容器よりも大きい容器を載せる場合もある。そのため、必ずしも同種の容器で転載する必要はないが、容器の大きさを変更する場合には、重量やブラケット等、車両全体に与える影響も考慮しなければならない。容器を交換する際には容器とバルブは必ずセットとして考えており、容器を変更した場合にはバルブも交換しなければならない。これはブラケットについても同様である。

規則上は E-mark が付いていて ECE R110 で認証されている容器であることが確認されれば使用して構わないことになっているが、その容器に関する履歴がわからなければ安全に使用することが可能かどうか不明であるため、リスクは残ってしまう。

ドイツでは中古容器を他の車両に搭載する割合は非常に低いが、古い容器を載せ替えた場合には、容器の寿命が新しい容器よりも短い訳なので、TUV としても容器を交換す

るならば新しいものにするよう推奨している。

ＣＮＧ車両の検査方法は、50%以上（望ましくは 75%以上）充填してガス検知器で漏洩がないか確認している。容器自体の耐圧試験はメーカーが寿命を保障しているために実施していない。

ドイツ国内において車検は２年毎（初回は３年）に行っており、その際ＣＮＧ車両はメーカーが定めた方法でリークテストや機能試験を行っている。その他、配管やフィルター等、ガスの通る部分を変更した場合には、その都度リークテストを行う必要がある。これらはガスの検査を行うことが出来る修理工場で、ガスの検査の資格を持った者が検査を行う。ドイツでは TUV と TAK（修理工場連盟）がＣＮＧ車両の点検を行う修理工場への教育を行っている。但し、修理工場は車検証を発行することは出来ないため、TUV が車検証を発行している。

容器の保管方法については、不具合や容器の破損状況を確認し、直射日光を受けず化学薬品の影響がないところで 20bar 程度の内圧をかけて保管する。これらは容器メーカーが決めることであり、容器の取扱説明書に記載してそれに基づいて行われるべきである。容器内部の充填ガスも、容器が保管される場所の環境に応じて、天然ガスが良いのか窒素に置換した方がよいのか異なるであろう。容器の保管方法については TUV ではチェックしていないが、容器を取り付けるときに容器の履歴をチェックし、検査員が容器の使用可否を判断する。しかし R110 や R115 で判断基準が定められていないため、検査員個人の判断に因ることになり、実際には少ないと思うが理論的には検査員毎に違いが出てくる可能性もある。

中古容器を転載したことが原因で発生した事故はない。他の原因による事故事例はあるが、アタプタを自分で取り付けたり、容器カバーを外したことにより容器が傷つけられたりと、使用者の使い方が悪かったことが原因である事故が多い。また、防錆が悪くてリコールされた事例もあった。

ⅲ．ENI 社におけるヒアリング調査結果

イタリア・ミラノにおいて、ENI 社にヒアリング調査を行った。

ａ．出席者

Flavio Antonio Mariani（Large Costumer Natural Gas Vehicle）

ｂ．調査者

【KHK】竹花、木村

ｃ．ヒアリング調査結果

イタリアでは 1930 年代に車両用の天然ガスのマーケットが誕生しており、非常に長い歴史を有している。

イタリアにおいては燃料の税率が軽油やガソリンよりも低いため、ＣＮＧ車両のマーケットが成長しており、現在約 80 万台のＣＮＧ車両が普及している。現在ではイタリア全土で 1,000 箇所の天然ガススタンドが整備されており、毎年 50 箇所程度の新しいスタンドが誕生している。

イタリアでは天然ガスのセルフ式スタンドは認められておらず、今後他の欧州各国のようにセルフ式スタンドが認められることが普及の面で望ましい。現在は国から教育を受けた充填責任者が容器の検査期間を確認して充填を行っているため、セルフ化を行うにはカードに容器の検査期間の記録や車両間の通信によって容器の検査期間を確認することも必要となる課題である。

イタリアでは２つの異なる法令に基づいて実施されている。まず第１にイタリア国内法に基づいて製作された容器であり、この容器は５年毎に車両から取り外されて検査が行われ、４０年経過したら破壊しなければならない。もう１つは ECE R110 に基づいて製作された容器であり、この容器は４年毎に検査を行い 20 年の寿命である。

イタリア国内法は以下の通り、定められている。

A) Sez.II DM 24/11/84: Norme e istruzioni per Approvazione, prova/ispezione periodica bombole GNC’
B) Circ. N° 122/1958 del 21/10/1958: ‘Norme per approvazione / ispezione periodica di bombole per GNC’
C) Circ. N° 138/1958 del 29/11/1958: ‘Istruzioni per l’applicazione delle norme per l’approvazione e l’ispezione periodica dei serbatoi per GNC.’

イタリアにおける容器検査のシステムは、定期検査の時期が来たら、車両の所有者は容器を取り外して既に検査を受けた同種の容器に置き換えている。したがって、外された容器は元の車両へ再搭載されることはほとんどないが、検査して合格したら、それらは別の車両へ搭載されている。検査期間が来た容器は修理工場において車両から取り外され、別の検査済みの容器を装着される。

車両から取り外された容器は容器検査所に送られ、容器製造日を確認後、塗装が剥がされて容器外面および内面の目視検査を行う。その後、容器の重量を測定し、容器に記載されているオリジナルの重量から減少率が２％以下であることを確認する。これらの検査をクリアしたら、300 bar での水圧試験が実施される。

容器を検査済みの容器に交換する際には、車両の所有者は新しい容器の代金は支払わずにメンテナンス料金のみを支払う。回収された容器は法令で定められた GFBM という組織で管理している。この組織はＣＮＧを購入するときの代金の一部で運営されている。

イタリアで現在、自動車メーカーが作っているＣＮＧ車両は R110 に基づいて作られているが、その他の改造車はイタリア国内法もしくは R115 に基づいている。検査方法も R110 では目視検査のみを要求しているが、イタリアでは R110 に基づいて製作された車両においても容器を取り外して検査を行っている。検査時には 300 bar での水圧試験も行うため、タイプ４を製造している容器メーカーはこの検査方法に同意しておらず、ISO 11439 や R110 に基づいて製作された容器は、サイクル試験を行って 20 年の寿命を保障していており、常用圧力を超える 300bar の圧力をかけてはいけないと主張している。イタリア側は、鋼製容器に関しては 60 年の経験を有するが、複合材料容器については経験が浅い。そのため、検査を行って安全性を確認する方法は、複合材料容器についても鋼製容器と同様に 300bar の水圧試験が必要であると考えている。この点で容器メーカーとイタリア側とで意見が対立しているため、例えばメルセデスは、タイプ４の容器についてもイタリア国内法に基づき検査期間を向かえた容器を取り外してはいるが、取り外した容器はイタリア以外の国へ持ち出し、車両には新品の容器を取り付けている。タイプ４を取り付けているのはイタリア国内で販売されている車両ではメルセデスとオペルなので、およそ 5,000 台程度であると考えられる。

天然ガス車における事故事例としては、1991 年に容器が破裂した事例がある。この容器はトランクスペースを有効利用するために、特殊な形状をした容器であり、容器の形状に問題があって疲労破壊した。この容器製造者は裁判所により容器の製造を禁止されたため倒産した。また、2012 年にはオランダでＣＮＧバスにおいて潤滑油が原因と思わ

れる火災があり、バスの上部に搭載していた容器が炙られた。その際、PRD が働いたために重大な被害はなかったが、ISO に PRD のガス放出方向の規定がないために、放出したガスに着火した炎は横方向へ噴出火炎となって広がった。ガスの放出部には上向きもしくは横向きにおいても放出部を覆うカバーを装着した方がより良いのではないかと考えられる。

写真１　容器の脱着を行っている整備工場

写真２　ＣＮＧ車両

写真３　ＣＮＧ車両の容器取り付け部

写真４　車両から取り外された容器

４．海外調査まとめ

以上の通り、北米および欧州におけるＣＮＧ車両間の容器の転載について調査を行った。調査の結果、以下のことがわかった。

（１） 海外各国の基準調査を行ったところ、ＣＮＧ車両間の容器の転載に関して禁止している基準はほぼ無かった。そもそも容器の転載に関して記載のない基準も多いが、転載を行う場合には、新たに車両に容器を搭載する場合と同様に外面検査により容器の健全性を確認することを要求している場合が多く見られた。

（２） 米国およびカナダにおいては、使用履歴のある容器についてもＣＮＧ車両間の転載が実施されており、法的にも禁止されていない。しかし、その割合は少ない。

（３） 欧州各国においても、使用履歴のある容器についても転載が実施されており、法的にも禁止されていない。しかし、実施例は国によって差があり、ドイツでは中古容器による転載は少ないが、イタリアではＣＮＧ車両が古くから多く普及していたことから、車両間の容器転載も多く実施されている。

（４） イタリアのＣＮＧ車両は、検査時期が来た容器は取り外して別の検査済みの容器を取り付けて運用している。取り外した容器は検査を受けた後に別の車両へと取り付けられている。

（５） 容器転載を行う際には、容器使用期限の確認と健全な容器であるか確認する外観検査を行う。容器の使用履歴が追えることが安全性を担保する上で重要である。容器設置後には漏洩検査等を行い、容器が正しく設置されているか確認することが必要である。作業者についても、ＣＮＧ車両独自の教育を受けている者が作業している。

（６） 外した容器を保管する際には、雨ざらしにしないこと、直射日光に当てないこと、容器内面の腐食を起こさないことが重要である。

（７） 中古容器を転載したことが原因の事故事例は無い。なお、ＣＮＧ用容器に関する事故で多い事故原因は電磁弁によるものであり、電磁弁を外した際に残圧があったた

め爆風により死亡事故が発生している。このような事故を無くすには、容器のネジ部にドリルで穴を開け、完全にバルブを緩める前に内部のガスが抜けるような構造の容器にするよう外部機関により推奨されている。

Ⅳ．圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の転載に係るリスクの整理

１．リスク評価実施方法

本検討では、以下に示すように CNG 車両の事故およびトラブル事例の収集と分析ならびに CNG 車両間の容器転載に起因する事故リスクシナリオを抽出してリスク評価を行った。

（１）事故およびトラブル事例の収集と分析

過去の CNG 車両に関する高圧ガス事故事例ならびにトラブル事例などを参考とし、Hazard and Operability Study（HAZOP）または Failure Mode and Effects Analysis（FMEA）手法を参考とし、CNG 車両における容器転載に関連する作業における事故シナリオリストの作成を行う。具体的には、容器転載のために CNG 車両からの容器取り外し、取り外した容器の一時保管、他 CNG 車両への容器の取付け作業において想定される事故シナリオを洗い出す。また、過去の容器転載に起因するヒヤリハットやトラブル事例があればそれを調査し、CNG 車両間の容器転載に関して事故の発生が多いと考えられる箇所について評価を行う。

（２）リスクシナリオの抽出と分析

CNG 車両において容器を転載したことに起因する事故が発生したことを想定して、人的影響、設備的影響などを考慮した影響度レベルを作成し、影響度評価を行う。

また、上記影響度評価の結果を踏まえ、CNG 車両間で容器の転載を実施する際のリスクマトリクスを作成してリスクを抽出して算定し、評価を行う。

２．事故およびトラブル事例の収集と分析

ここでは CNG 車両に関する過去の事故事例や不具合事例などを収集し、それを参考として CNG 車両におけるガス容器転載に起因する事故シナリオの検討を行う。

２．１ CNG 車両の事故と不具合事例

KHK 事故事例データベースならびにインターネットの検索結果をもとに過去の CNG 車両の事故事例ならびに不具合事例を整理した。

（１）CNG 車両の事故事例

表Ⅳ-1 に国内における過去の CNG 車両の事故事例を示す。なお、参考として LPG 車の事故事例も併せて示す。

表Ⅳ-1　CNG 車両の事故事例

No.	事故名称	発生日	事故概要
1	圧縮天然ガス自動車の火災	1998/6/30	CNG 車両が市内を走行中、サイドブレーキ付近から異臭がすると同時に黒煙が出てきたため運転手は車両を安全な場所に移動させ、エンジンを切ると共に社外に出て容器バルブを閉止した。その直後、黒煙が大きくなり火災となった。燃料ガスの低圧減圧装置に接続されているホースが外れており、この部分からガスが漏れ着火した。
2	天然ガス車充填時の天然ガス漏洩	2002/12/21	3 本の容器を有する天然ガス車両に天然ガスを充てんしたところ、充填した 3 本の容器中の 1 本のガス容器の溶栓式安全弁取り付けネジ部から漏れが発生したため消防に連絡し、消防が漏れ部にキーを打ちこみ漏れが止まった。
3	自動車燃料用 CNG 容器の解体中の爆発	2012/9/4	事業所内で東日本大震災による津波被災の CNG 容器を電動式のこぎり（通称ベビーサンダー）で切断解体中に、残留していた天然ガス（残圧不明）に引火し、爆発した。着火源は不明であるが、周辺で火気使用がされていないため回転式のこぎり使用時の火花と考えられる。原因は、この会社は LP ガスおよびフルオロカーボンの容器検査所であるが、自動車解体業者から処理に困った CNG 容器（FRP 製） 1 基を気軽に引き受け、会社敷地に保管していたが、連絡不足により作業員が必要な情報もなしに解体作業を行ったためと推定される。

No.	事故名称	発生日	事故概要
4	CNG 車両からのガス漏洩	2012/11/5	CNG 自動車が配送のため配送先に侵入しようとした際、タイヤが側溝グレーチングの端を踏んだために跳ね上がり、ガスタンク前部の配管ネジ部を変形させ、タンク半分以下の約 10m^3 の天然ガスが漏洩した。他に車体に外傷はなく、ガスが完全に放出した」後にレッカー車で修理工場に運搬した。

（参考）LPG 車両の事故事例

No.	事故名称	発生日	事故概要
1	LP ガス自動車の容器交換中の爆発	1994/3/1	LP ガス自動車（タクシー）の古い容器を取り外し、再検査済みの容器に取り替える作業をしていたところ、容器液面計取り付け部のフランジ部からガスが漏れ、付近に合った暖房用ストーブの火により着火し、爆発した。整備員が誤ってフランジのねじを外してフランジ本体ごと容器から取り出す作業をしてしまったため LP ガスが噴出した。
2	LP ガス自動車再検査時のフロートゲージの飛散	2002/7/2	LP ガス車の車検を行っていたが、車検の期間が切れていたため LP ガス燃料タンクの再検査をする必要があった。そのため、LP ガス燃料タンクを車体から取り外し、工場の床に置き、タンクについている目盛計を取り外すために目盛計を止めている 2 本のビスを外したが、その後外さなくてもよい円形のフロートゲージ本体の 4 本のボルトを誤って外したため、残留ガスの圧力によりフロートゲージ本体を吹き飛ばした。このフロートゲージが作業員の顔面を直撃したため重傷を負った。

以上は国内の事故であるが、海外では米国において 1994 年にトラックの圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器に充填中、容器が破裂したという事故が 2 件発生している。原因は、漏洩した酸性液体（バッテリー液）が容器に付着されたことによりグラスファイバー製の容器外面に応力腐食割れが発生したことによるものである。なお、容器にバッテリー液などが付着する可能性を想定した試験液環境下における試験を KHKS 0128 に規定している。なお、NGV2（CSA/ANSI)、例示基準（圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の技術基準：(日本ガス協会基準)）にも同様の試験が規定されている。

過去の事故事例のうち CNG 車両ガス容器（附属品含む）および LP ガス車容器（附属品含む）に関連する事故は以下の 4 件があげられる。なお、2014 年 1 月時点においてガス容器の他 CNG 車両への転載は認められていないため、容器転載に起因する事故、不具合は当然のことながら発生していない。

- ガス容器の溶栓式安全弁取り付けネジ部から漏れが発生したため、消防に連絡し、消防が漏れ部にキーを打ちこみ漏れが止まった。
- CNG 容器を電動式のこぎりで切断解体中に、残留していた天然ガスに引火し、爆発した。
- LP ガス自動車の古い容器を取り外し、再検査済みの容器に取り替える作業において、整備員が誤って容器液面計取り付け部のフランジのねじを外してフランジ本体ごと容器から取り出す作業をしてしまったため LP ガスが噴出した。
- LP ガス車の再検査のため、LP ガス燃料タンクを車体から取り外し、タンクの目盛計を取り外すために 2 本のビスを外したが、その後外さなくてもよいフロートゲージ本体の 4 本のボルトを誤って外したため、残留ガスの圧力によりフロートゲージ本体を吹き飛ばした。このフロートゲージが作業員の顔面を直撃したため重傷を負った。

（2）CNG 車両の不具合事例

CNG 車両の不具合事例として公表されているもとしては、自動車メーカーによるリコールがあげられる。インターネット検索により入手した CNG 車両リコールにおける不具合事例を表Ⅳ-2 に示す。

表Ⅳ-2　CNG 車両のリコールにおける不具合事例

No.	不具合の概要	リコール届出
1	2001 年 1 月 23 日	燃料ガスの流量を制御しているバルブ電子基板にはんだ付けの不良もがあるため、そのままの状態で使用を続けると、当該部が割れ原動機不調となり、最悪の場合、原動機が停止し、再起動できなくなるおそれがある。 6 件の不具合。
2	2004 年 6 月 30 日	燃料を供給する高圧レギュータのプラグ締付力が不足しているため、エンジンの始動時に発生するガス圧の衝撃により、当該プラグが緩むものがあり、そのまま使用を続けるとプラグに取り付けられている O リングが損傷し、燃料が漏れるおそれがあるため、当該プラグの増し締め、ならびに燃料漏れのあるものは O リングを新品と交換した。
3	2008 年 1 月 24 日	ガス遮断弁を作動させるリレーの接点部に炭化物の被膜が形成され、電気抵抗が増加する場合があり、最悪の場合、走行中原動機が停止し、再始動できなくなるおそれがあるため、対策品のリレーに交換した。不具合発生件数は 4 件で、これによる事故は起きていない。
4	2009 年 5 月 21 日	エンジン始動時に燃料供給するためのエンジンコントロールコンピュータの CNG レギュレータ回路に最大起動電流が流れ、回路内抵抗が急激に発熱して抵抗を接続している半田付け部に過大な熱応力が加わり、エンジン始動を頻繁に繰り返すと半田付け部に亀裂が入り、エンジンの始動ができなくなるおそれがあるためコンピュータを取替えた。
5	2010 年 2 月 18 日	燃料の供給を停止する燃料遮断弁の気密性が悪いため、エンジン停止時にガスが漏れて、吸気管から車室内にガスが侵入し、車室内で火を使うと引火するおそれがあるため、全車両の燃料遮断弁を対策品と交換した。不具合発生件数は 14 件で、いずれも異臭がするというものである。 なお、2011 年 1 月に愛知県内で CNG 塵芥車の車内で喫煙しようとしたところ、引火し、軽い火傷を負う軽傷事故が 1 件起きている。

No.	不具合の概要	リコール届出
6	2010 年 4 月 8 日	燃料タンク安全弁と制御ユニットに以下の不具合が発生した。 ①燃料ガスタンク安全弁の材質に対して組み立て工場の燃料充填方法が不適切なため、安全弁内部に亀裂が生じ、燃料が漏れるおそれあり。燃料ガスタンク安全弁を新品と交換した。不具合発生件数は 45 件。 ②機械式自動変速機のトランスミッション制御ユニットのプログラムが不適切なため、ギヤが切り替わらなくなり、変速レバー位置およびギヤ段表示灯と実際のギヤ位置が不一致になるおそれ。トランスミッション制御ユニットを交換もしくはプログラムを書き換えた。不具合発生件数は 8 件。 なお、この不具合に起因する事故は発生していない。
7	2010 年 4 月 15 日	過給機でタービン翼の強度が不足しているため破損するものがあり、白煙の発生および出力不足になり運行できなくなる恐れがあるため、過給機を対策品と交換した。
8	2011 年 11 月 4 日	燃料ガスタンク取り付けブラケットの締結構造に対し、ボルトの締め付けトルクが不足しているため、ボルトが緩んで抜け落ち、燃料タンクが脱落するおそれがあるため、燃料タンク取り付けブラケットのボルトおよびナットを対策品と交換し、規定の締め付けトルクで締め付けた。不具合発生件数は 7 件であり、これによる事故は起きていない。

リコールにおける不具合事例のうち CNG 車両のガス容器（附属品含む）に関わるものとしては２件であり、その他の不具合事例は燃料供給系の遮断弁やトランスミッション制御系、燃料供給コントロールのコンピュータ回路、レギュレータに関わるものであった。なお、これらのうち CNG の漏洩や容器の車両からの容器脱落により事故につながる恐れのある不具合事例として以下の３事例があげられる。

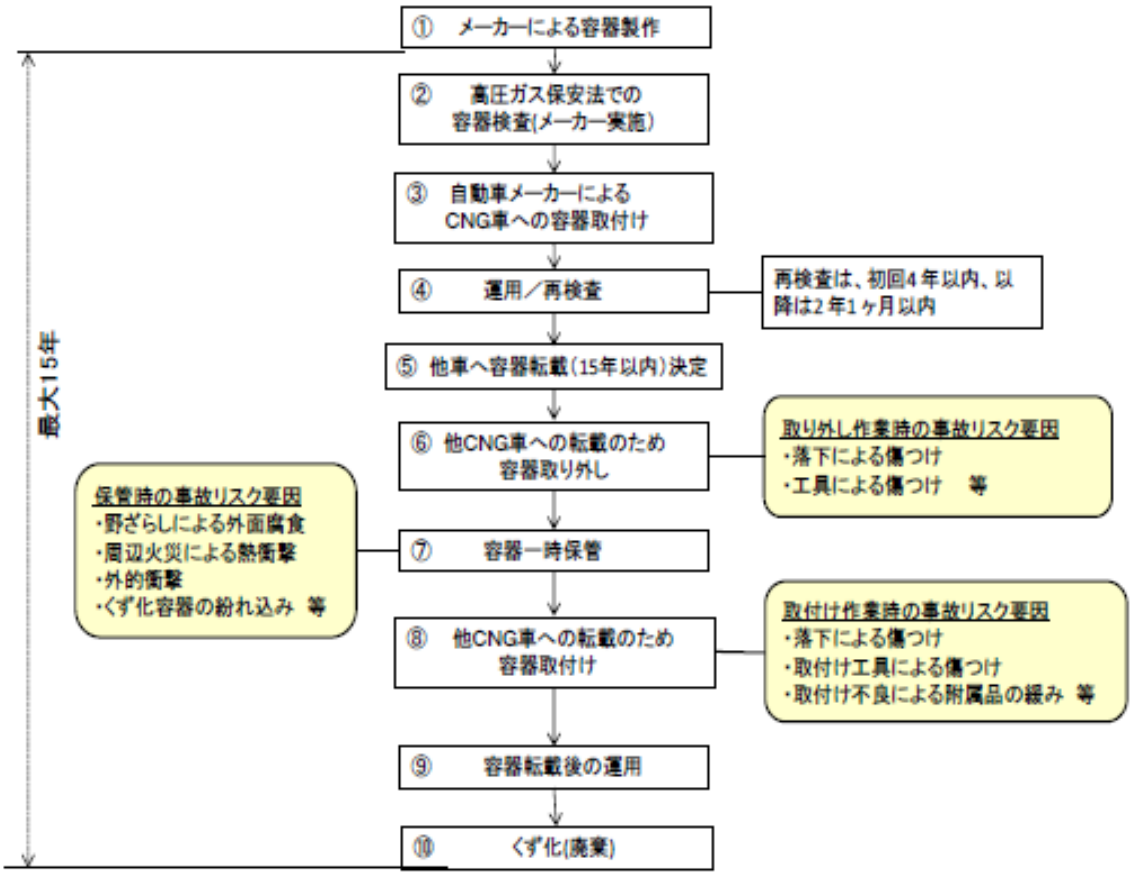
- 燃料タンク安全弁の材質に対して組み立て工場の燃料ガス充填方法が不適切なため、安全弁内部に亀裂が生じ、燃料が漏れるおそれがあったため安全弁を新品と取り替えた【No. 6 】

- 燃料タンク取り付けブラケットのボルトの締め付けトルク不足によりボルトが緩んで抜け落ち、燃料タンクが脱するおそれがあるため、燃料タンク取り付けブラケットのボルトおよびナットを対策品と交換し、規定のトルクで締め付けた。【No.８】
- 燃料ガスの供給を停止する燃料遮断弁の気密性が悪いため、エンジン停止時にガスが漏れて、吸気管から車室内にガスが侵入し、車室内で火を使うと引火するおそれがある。【No.5】

２．２　容器転載に起因する事故シナリオの検討

前記した通り、現在は車載用容器を他 CNG 車両へ転載することは認められていないため、容器転載に起因する事故は現時点では発生していないが、ここでは CNG 車両間で容器転載が認められた場合を想定し、容器メーカーによるガス容器の製作から CNG 車両へ搭載しての運用と再検査、また、ガス容器を他 CNG 車両に転載しての運用と容器のくず化までの想定される一連の作業の流れを整理し、それぞれの作業における転載に関わる事故リスク要因を抽出した。

図Ⅳ-1 に容器メーカーによる容器製作から CNG 車両へ搭載しての運用、法令で定められている定期的な再検査、他 CNG 車両へ容器を転載しての運用、運用後のくず化までの標準的な作業の流れを示し、各作業ステップにおける容器転載に起因する事故リスク要因を抽出した。



図Ⅳ-1 ガス容器製作から容器転載後の運用を考慮した作業の流れ

ステップ①～④ならびに⑩は容器転載が認められていない現行の運用と同じであり、転載に起因する事故リスク要因はないといえる。

一方、ステップ⑥～⑧は以下のように容器転載にあたっての作業である。

ステップ⑥：他 CNG 車両への容器転載のための容器の取り外し作業

ステップ⑦：取り外した容器の一時保管

ステップ⑧：一時保管容器を他 CNG 車両に転載するための取り付け作業

これら作業において、作業員の不適切な施工や取り外した容器の一時保管管理が不適切であると容器転載に起因する事故リスク要因につながるといえる。

以下に、CNG 車両から容器の取り外し作業、取り外した容器の一時保管、一時保管後の容器の他 CNG 車両への転載作業における作業上の不備や保管上の不備に起因する事故シナリオを検討する。

なお、CNG 車両間において容器の転載が可能になった場合には、

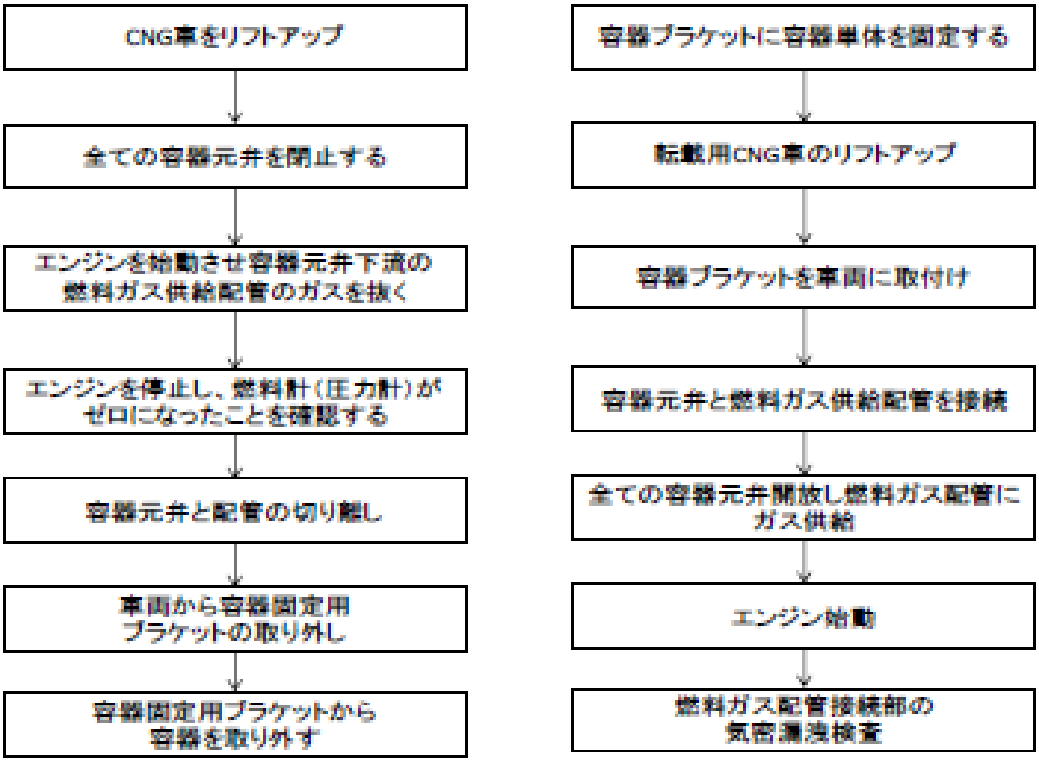
- 容器の取り外し作業ならびに他 CNG 車両への容器取り付け作業は CNG 車両の特性を理解し、一定の資格を有する整備工場でなされること
- 取り外した容器の一時保管にあたっても適正な管理がなされること
- 容器転載後は容器再検査と同様の健全性の検査でのチェックが行われること

と考えられるが、ここでは以下の前提において容器転載に起因する事故シナリオ検討することとした。

- 容器取り外し、他車両への転載、容器の一時保管が高圧ガス容器の取扱い経験が浅い一般の自動車整備工場でもなされることがある
- 他 CNG 車両への容器転載後の健全性を確認するための検査は特になされず、CNG 車両の運用がなされる

容器を他 CNG 車両への転載のための容器取り外し作業ならびに取り外した容器の他 CNG 車両への標準的な取付け作業の手順を図Ⅳ-2 と考え、CNG 車両からの容器取り外し作業、容器の一時保管、取り外した容器の他 CNG 車両への取り付け作業において想定される事故シナリオを表Ⅳ-3～表Ⅳ-5 に示す。

＜CNG 車からの容器取り外し作業手順例＞　＜他 CNG 車への容器取り付け作業手順例＞



図Ⅳ-2　CNG 車両からの容器取り外し作業ならびに転載のための取付け作業手順

表Ⅳ-3　容器取り外し作業における事故シナリオ

ｼﾅﾘｵ No.	起因事象	事故シナリオ	備 考
1	手動タイプ（手動タイプ）の容器元弁を閉止せずに燃料ガス供給配管と元弁の切り離し	容器元弁から CNG が作業場に流出するが、過流防止弁が閉作動して短時間で流出は停止する。	CNG 車両の整備や扱いに慣れていない作業員であれば十分起こり得る。 CNG 車両の特性を理解した作業員でも可能性がある。
2	容器元弁（手動タイプ）を不完全閉止の状態で燃料ガス供給配管と元弁を切り離し	**＜流出流量が大の場合＞** 元弁の不完全閉止により CNG が流出するが、過流防止弁の設定流量以上の流出流量であれば、過流防止弁が閉作動して短時間で流出は停止する。	
3	同上	**＜流出流量が小の場合>** 元弁の不完全閉止により CNG が流出する。過流防止弁の設定流量以下の流出流量であると、過流防止弁は閉作動しないため作業場への流出が継続し、引火によりガス火災の危険性	
4	容器元弁閉止後にエンジン始動して容器元弁下流の配管内のガス抜きせずに配管切り離し（手動タイプ元弁、インタンクバルブ共通）	容器元弁と燃料ガスインジェクタまでの配管内のわずかな滞留ガスが作業場に漏洩する。	

ｼﾅﾘｵ No.	起因事象	事故シナリオ	備 考
5	CNG 車両から容器固定用ブラケット取り外し時に工具で容器の脆弱部である附属品あるいはその取付部を傷つけ	**＜容器が車室内搭載の場合＞** CNG 車両へ転載後の運用段階で当該容器の附属品もしくはその取り付け部の傷が亀裂などに進展すると CNG の漏れにつながる恐れあり。容器が車室内搭載（セミコンテナ式）の場合は、漏れたガスは通気口を通り車室外に排気されるが、セミコンテナの気密性が悪い場合には車室内に可燃性ガスが浸入し、タバコの火などで引火の危険性あり。（2011 年 1 月に車室内での引火事例あり。表 2-2、不具合事例 No. 5 参照）	傷のある容器を認識していながらの転載は起こりにくいものの、あり得ないことではない。なお、容器は強固であり、工具による容器のわずかな傷が進展して CNG の漏れにつながる可能性は低いと考えられる。
6	同上	**＜容器が車室外搭載の場合＞** CNG 車両へ転載後の運用段階において当該容器の附属品およびその取り付け部の傷が亀裂などに進展すると CNG の漏れにつながる恐れあり。容器が車室外搭載の場合は、漏れたガスは外部に放散される。	

ｼﾅﾘｵ No.	起因事象	事故シナリオ	備 考
7	容器固定用ブラケットから容器取り外し後に容器が落下して容器の脆弱部である附属品もしくはその取付部を傷つけ	**＜容器が車室内搭載の場合＞** CNG 車両へ転載後の運用段階で当該容器の附属品もしくはその取り付け部の傷が亀裂などに進展すると CNG の漏れにつながる恐れあり。容器が車室内搭載（セミコンテナ式）の場合は、漏れたガスは通気口を通り車室外に排気されるが、セミコンテナの気密性が悪い場合には車室内に可燃性ガスが浸入し、タバコの火などで引火の危険性あり。（2011 年 1 月に車室内での引火事例あり。表 2-2、不具合事例 No. 5 参照）	傷のある容器を認識していながらの転載は起こりにくいものの、あり得ないことではない。なお、容器は強固であり、工具による容器のわずかな傷が進展して CNG の漏れにつながる可能性は低いと考えられる。
8	同上	**＜容器が車室外搭載の場合＞** CNG 車両へ転載後の運用段階において当該容器の附属品およびその取り付け部の傷が亀裂などに進展すると CNG の漏れにつながる恐れあり。容器が車室外搭載の場合は、漏れたガスは外部に放散される。	

表Ⅳ-4　取り外した容器の一時保管時の事故シナリオ

ｼﾅﾘｵ No.	起因事象	事故シナリオ	備 考
1	野ざらし状態での保管による容器や付属品の外面腐食	CNG 車両への転載後の運用段階で外面腐食が進展し著しく容器が減肉すると、CNG スタンドでの充填の繰り返しによる容器への圧力負荷や走行時の振動の繰り返し負荷により容器が破裂し、火災・爆発につながる恐れあり。	外面腐食のある容器を認識していながらの転載は起こりにくいものの、容器の需要が高まればあり得ないことではない。
2	野ざらし状態での保管による FRP 容器の紫外線損傷	CNG 車両への転載後の運用段階において、紫外線によって樹脂が劣化した容器が、CNG スタンドでの充填の繰り返しによる容器への圧力負荷や走行時の振動の繰り返し負荷により破裂し、火災・爆発につながる恐れあり。	紫外線により劣化している容器を認識していながらの転載は起こりにくいものの、容器の需要が高まればあり得ないことではない。
3	容器に腐食性のないガスを封入せずに開放状態での保管による容器内面の全面腐食	CNG 車両への転載後の運用段階で容器内面の全面腐食の進行により著しく減肉すると、CNG スタンドでの充填の繰り返しによる容器への圧力負や走行時の振動の繰り返し負荷により容器が破裂し、火災・爆発につながる恐れあり。	容器を開放状態で一時保管することは考えにくいが、容器の需要が高まればあり得ないことではない。

ｼﾅﾘｵ No.	起因事象	事故シナリオ	備 考
4	容器に腐食性のないガスを封入せずに開放状態での保管による容器内面の局部腐食	**＜容器が車室内搭載の場合＞** 転載後の運用段階で局部腐食が進行し、ピンホールにより開口するとCNGの漏洩につながる恐れあり。容器が車室内搭載（セミコンテナ式）の場合は、漏れたガスは通気口を通り車室外に排気されるが、セミコンテナの気密性が悪い場合には車室内に可燃性ガスが漏れこんで滞留し、タバコの火などで引火の危険性あり。（2011年１月に車室内での引火事例あり。表2-2、不具合事例No.５参照）	容器を開放状態で一時保管することは考えにくく、また、局部腐食が進行し、ピンホールなどでの開口の可能性は低いと考えられる。
5	同上	**＜容器が車室外搭載の場合＞** 転載後の運用段階で局部腐食が進展し、ピンホールにより開口するとCNGの漏洩につながる恐れあり。容器が車室外搭載の場合は、漏れたガスは外部に放散される。	容器を開放状態で一時保管することは考えにくく、また、局部腐食が進行し、ピンホール発生などで開口する可能性は低いと考えられる。
6	容器保管場所における容器が火災に暴露	転載後の運用段階で容器の火災による損傷が著しく進展すると、CNGスタンドでの充填時の容器への圧力負荷の繰り返しなどにより容器が破裂し、火災・爆発につながる恐れあり。	容器保管場所の火災に曝された容器を認識していながらの転載は起こりにくいものの、容器の需要が高まればあり得ないことではないと考えられる。

ｼﾅﾘｵ No.	起因事象	事故シナリオ	備 考
7	一時保管容器への飛来物などによる外的衝撃による傷	転載後の運用段階で外的衝撃による容器の損傷が著しく進行すると、CNG スタンドでの充填時の容器への圧力負荷の繰り返しなどにより容器が破裂し、火災・爆発につながる恐れあり。	外的衝撃による傷のある容器を認識していながらの転載は起こりにくいが、容器の需要が高まればあり得ないことではない。
8	事故を受けたくず化容器の紛れ込み	事故を受けたくず化容器の損傷具合が著しいと、CNG 車両へ転載後の運用段階で CNG の充填の繰り返しによる圧力負荷の繰り返しなどにより容器が破裂し、火災・爆発につながる恐れあり。	事故を受けたくず化容器の紛れ込みの可能性は低いものの、容器の需要が高まれば考えられる。
9	製作から 15 年以上経過したくず化容器の紛れ込み	くず化容器の劣化が著しいと、CNG 車両へ転載後の運用段階で CNG の充填の繰り返しによる圧力負荷の繰り返しなどにより容器が破裂し、火災・爆発につながる恐れあり。	使用期限が過ぎたくず化容器の紛れ込みの可能性はあると考えられる。

表Ⅳ-5　他 CNG 車両への転載のための容器取り付け作業における事故シナリオ

ｼﾅﾘｵ No.	起因事象	事故シナリオ	備 考
1	容器ブラケットの車両への取付状態不良	CNG 車両へ転載後の運用段階での走行時の振動などにより容器がブラケットから落下する恐れあり。容器の落下により燃料ガス供給配管が折損すると、容器から CNG が漏洩するが、過流防止弁が閉作動し漏洩は停止する。 （2011 年 1 月に車室内での引火事例あり。表 2-2、不具合事例 No. 5 参照）	CNG 車両の整備や扱いに慣れていない整備工場での作業員であれば、容器固定用ブラケットの締め付けトルク不足などにより走行中に容器が車両から脱落する可能性はある。CNG 車両の特性を理解した作業員でも取付不備の可能性は残る。
2	型式の違う車輌への容器取り付けによる容器ブラケット不安定な固定	CNG 車両へ転載後の運用段階での走行時の振動などにより容器がブラケットから落下する恐れあり。容器の落下により燃料ガス供給配管が折損すると、容器から CNG が漏洩するが、過流防止弁が閉作動し漏洩は停止する。	転載する容器に合ったブラケットでないと、容器の固定が不安定になり車両から脱落する可能性がある。
3	容器を燃料ガス供給配管に接続する前に誤って容器元弁(手動タイプ元弁)を開放	容器元弁から CNG が流出するが、過流防止弁が閉作動して短時間で流出は停止する。	CNG 車両の扱いに慣れていない作業員であれば十分起こり得る。 CNG 車両の特性を理解した作業員でも誤操作の可能性はある。
4	容器元弁と燃料ガス供給配管接続作業におけるトルク不足による継手の緩み（手動タイプ元弁、インタンクバルブ共通）	CNG 車両へ転載後の運用段階において振動などにより継手が緩み CNG の漏れにつながる恐れあり。CNG の漏れがあると吸気管から車室内にガスが浸入し、タバコの火などで引火する危険性。 ((2011 年 1 月に車室内での引火事例あり。表 2-2、不具合事例 No. 5 参照）	容器元弁と配管継手の締め付けトルクの不足は十分起こり得る

ｼﾅﾘｵ No.	起因事象	事故シナリオ	備 考
5	容器元弁と燃料ガス供給配管継手の接合に使用済みの O リングを使用。 （手動タイプ元弁、インタンクバルブ共通）	CNG 車両へ転載後の運用段階におい振動などにより O リングの接着が悪くなり、継手から CNG 漏洩につながる恐れあり。CNG の漏れがあると吸気管から車室内にガスが浸入し、タバコの火などで引火する危険性。 （2011 年 1 月に車室内での引火事例あり。 表 2-2、不具合事例 No. 5 参照）	新品の O リングを使用するのが必須であるが、使用した O リングを使い、走行時の振動などで CNG の漏れにつながることは十分起こり得る。
6	燃料ガス供給配管継手の O リングに異物付着状態で容器元弁と接合（手動タイプ元弁、インタンクバルブ共通）	CNG 車両へ転載後の運用段階におい振動などにより O リングの接着が悪くなり、継手から CNG 漏洩につながる恐れあり。CNG の漏れがあると吸気管から車室内にガスが浸入し、タバコの火などで引火する危険性。 （2011 年 1 月に車室内での引火事例あり。 表 2-2、不具合事例 No. 5 参照）	周囲に塵や布くずなどがある作業環境での作業であると、O リングに異物が付着し、走行時の振動などで CNG の漏れにつながることは十分起こり得る。
7	容器元弁と燃料ガス供給配管接続時に、燃料供ガス給配管を工具などで傷付け	CNG 車両へ転載後の運用段階において走行時の振動などにより燃料ガス配管が折損すると配管からの CNG が漏洩するが、過流防止弁が閉作動し短時間で漏洩は停止する。	工具による容器のわずかな傷が進展して配管の折損や亀裂により CNG の漏れにつながることは起こりにくいと考えられる。また、セミコンテナの気密性が悪く、車室内にガスが漏れこむ可能性も低いと考えられる。

ｼﾅﾘｵ No.	起因事象	事故シナリオ	備 考
8	同上	CNG 車両へ転載後の運用段階において振動などにより燃料ガス配管が一部折損し、漏洩量が過流防止弁の設定値以下であると過流防止弁が閉作動しないため漏洩は継続し、吸気管から車室内にガスが浸入し、タバコの火などで引火する危険性。（2011 年 1 月に車室内での引火事例あり。表 2-2、不具合事例 No. 5 参照）	
9	容器元弁と燃料ガス供給配管接続時作業時に、作業に伴う外的負荷による燃料ガス供給配管の変形	CNG 車両へ転載後の運用段階において走行時の振動などにより変形した燃料ガス配管が折損すると配管からの CNG が漏洩するが、過流防止弁が閉作動し短時間で漏洩は停止する。	工具による容器のわずかな傷が進展して配管の折損や亀裂により CNG の漏れにつながることは起こりにくいと考えられる。また、セミコンテナの気密性が悪く、車室内にガスが漏れこむ可能性も低いと考えられる。
10	同上	CNG 車両へ転載後の運用段階において走行時の振動などにより燃料ガス配管が一部折損し、漏洩量が過流防止弁の設定値以下であると過流防止弁が閉作動しないため漏洩は継続し、吸気管から車室内にガスが浸入し、タバコの火などで引火する危険性。（2011 年 1 月に車室内での引火事例あり。表 2-2、不具合事例 No. 5 参照）	工具による容器のわずかな傷が進展して配管の折損や亀裂により CNG の漏れにつながることは起こりにくいと考えられる。また、セミコンテナの気密性が悪く、車室内にガスが漏れこむ可能性も低いと考えられる。

３．リスクシナリオの抽出と分析

ここではガス容器を他の CNG 車両に転載したことに起因する事故が発生した場合の人的影響、設備的影響という 2 つの視点から影響度の評価を行う。次に、事故による影響の大きさを算定する影響度レベルと事故の起こり易さ(可能性)を組み合わせたリスクマトリクスを作成し、CNG 車両間で容器を転載する際のリスクを抽出して算定し、リスクランクの評価を行う。また、CNG 転載に起因する事故のリスクランクの評価結果をもとに、リスクランクの高い事故シナリオに対し、リスク低減策を講じた際のリスクの再評価を行う。

３．１ 容器転載に起因すると想定される事故のリスク評価手順

CNG車両間での容器転載に起因する事故のリスク評価は､表Ⅳ-3～表Ⅳ-5に示した事故シナリオにおける影響の大きさ（影響度レベル）を評価し、また、その起こり易さ（可能性）を組み合わせることによりリスクを算定することになる。具体的には以下の手順を行い、検討を行った。

① 表Ⅳ-3～表Ⅳ-5に示したCNG車両からの容器取り外し作業､取り外した容器の一時保管、容器転載のための他のCNG車両への取付け作業に起因した事故が発生したことを想定し、人、設備への影響の大きさ、すなわち「影響度レベル」を人的影響、設備的影響の視点から評価する。
② それぞれの事故シナリオの起こり易さ（可能性）を評価する。
③ 事故シナリオにおける「影響度レベル」とその「可能性」を組み合わせてリスクマトリクスによりリスクを算定する。

３．２ 影響度レベルの設定

CNG 車両間の容器転載に起因する事故の影響度レベル評価にあたっての人的影響、設備的影響の対象は以下とする。

人的影響	・CNG車両の搭乗者、容器取り外し・取り付け作業員の従業員 ・事故者とは関係のない自動車の搭乗者、歩行者などの一般公衆
設備的影響	・容器の取り外し・取り付けなどを行う整備工場、CNG車両、CNGスタンド ・一般建築構造物、一般自動車等

なお、影響度評価にあたっては、同じ被害の程度であっても事故を起こした CNG 車両の搭乗者は CNG 車両の利用において便益を受ける立場の者であるのに対し、通行人や一般車の搭乗者は CNG 車両の便益の享受とは特に関係のないものであることを考慮する必要がある。このため人への影響度レベルは事故車両の搭乗者と一般公衆とでは或る程度影響度レベルに差をつけることとする。おなじく設備に対しても同様であり、同じ被害程度であっても CNG 車両ならびに関連の設備と一般建造物などの設備とは差をつけることとし、影響度レベルを表Ⅳ-6 に示す 5 段階に設定した。

表Ⅳ-6　リスク評価における影響度レベル

影響度レベル		人的影響	設備的影響
Ⅰ	極めて重大な事故	一般公衆の死亡が考えられる	一般建築構造物や一般自動車が大きな損壊
Ⅱ	重大な事故	事故車両の搭乗者の死亡が考えられる	一般建築構造物や一般自動車が中程度に損壊 事故車両や CNG 関連設備の大きな損壊
Ⅲ	中規模事故	事故車両の搭乗者、一般公衆などの重傷が想定される	一般建築構造物や一般自動車が軽微な損壊 事故車両や CNG 関連設備の中程度の損壊
Ⅳ	小規模事故	事故車両の搭乗者、一般公衆などの軽傷が想定される	一般建築構造物や一般自動車への影響なし 事故車両や CNG 関連設備の軽微な損壊
Ⅴ	軽微な事故	事故車両の搭乗者、一般公衆なのどの通院を伴わない軽微な傷害	事故車両を含め設備的な被害がほとんどなし

３．３　リスクマトリクス

CNG 車両間の容器転載に起因する事故シナリオのリスク評価は、想定される事故における人、設備への影響の大きさ（影響度レベル）とその事故の可能性を組み合わせてリスクの算定を行うが、それぞれの事故シナリオにおけるリスクランクの大きさは表Ⅳ-7 のリスクマトリクスを用いて算定し、リスク低減策が必要であるかの否か評価を行う。なお、リスクマトリクスにおけるリスクランクのH（高い）、M（中程度）、L（低い）の定義を表Ⅳ-8 に示す。

表Ⅳ-7　リスクマトリクス

影響度レベル		起こり易さ（可能性）			
		A：ほとんど起こり得ない	B：起こりにくい	C：可能性がある	D：十分起こり得る
Ⅰ	極めて重大な災害	M	H	H	H
Ⅱ	重大な災害	M	M	H	H
Ⅲ	中規模災害	L	M	M	M
Ⅳ	小規模災害	L	L	M	M
Ⅴ	軽微な災害	L	L	L	L

表Ⅳ-8　リスクランクの定義

リスクランク		定　義
H	高	許容できない。リスク低減のための更なる安全対策や改善策を講じる必要がある。
M	中	原則として許容できない。リスク低減にあたり安全対策、改善策が可能か否かを検討し、現実的に対策が見つらない場合限ってこれを許容する。
L	低	許容できる。更な安全対策や改善策は特に必要ない。

３．４ CNG 車両間の容器転載に起因する事故のリスク評価

CNG 車両間の容器転載に起因する以下の事故シナリオに対するリスクランクの算定結果を表Ⅳ-9～表Ⅳ-11 に示す。

- CNG 車両から容器取り外し作業に起因する事故シナリオ（表Ⅳ-9）
- 容器の一時保管に起因する事故シナリオ（表Ⅳ-10）
- 他 CNG 車両への容器取り付け作業に起因する事故シナリオ（表Ⅳ-11）

なお、CNG 車両の容器（附属品含む）や燃料ガス供給系配管は高い強度を有しており、容器取り外し作業や他 CNG 車両への容器取り付け作業における工具による傷などが進行して、容器や燃料ガス供給配管が損傷するという事故シナリオの可能性は低いと考えられるが、リスク算定にあたっては安全側の見積もりとした。また、「可能性」は起因事象の起こり易さならびに想定した事故シナリオの起こり易さを併せて考慮に入れて算定したものであり、これも安全側の見積もりとした。

それぞれの作業における事故シナリオにおけるリスクランクの数を表Ⅳ-12 に示す。リスクランクが「H（高い)」と算定されたのは、容器の一時保管の不備時より発生した内面腐食や外的衝撃を受けた容器の破裂による火災・爆発という最悪ケースに近い事故シナリオを想定したことによるものであるといえる。

表Ⅳ-12　容器転載に関わる作業でのリスクランク

作　業	リスクランク		
	L	M	H
容器取り外し作業	5	3	0
容器一時保管	1	1	7
容器取り付け作業	3	7	0

表Ⅳ-9　容器取り外し作業に起因する事故シナリオのリスクランク

ｼﾅﾘｵ No.	起因事象	事故シナリオ概要	人への影響		設備への影響		可能性	リスクランク	
			被害	影響度レベル	被害	影響度レベル		人	設備
1	手動タイプ（手動タイプ）の容器元弁を閉止せずに燃料ガス供給配管と元弁の切り離し	CNGが作業場に流出するが、過流防止弁が閉作動して流出は停止する。	なし	Ⅴ	なし	Ⅴ	D	L	L
2	容器元弁（手動タイプ）を不完全閉止の状態で燃料ガス供給配管と元弁を切り離し	**＜流出流量が大の場合＞** CNGが流出するが、過流防止弁が閉作動して流出は停止する。	なし	Ⅴ	なし	Ⅴ	D	L	L
3	同上	**＜流出流量が小の場合>** 少量のCNG流出流量であると過流防止弁は閉作動せず、作業場への流出継続し、引火によりガス火災の危険性	作業員の軽傷	Ⅳ	作業場所設備の軽微な損壊	Ⅳ	D	M	M
4	容器元弁閉止後にエンジン始動して容器元弁下流の配管内のガス抜きせずに配管切り離し（手動タイプ元弁、インタンクバルブ共通）	配管内のわずかな滞留ガスが作業場に漏洩する。	なし	Ⅴ	なし	Ⅴ	D	L	L

ｼﾅﾘｵ No.	起因事象	事故シナリオ概要	人への影響		設備への影響		可能性	リスクランク	
			被害	影響度レベル	被害	影響度レベル		人	設備
5	CNG車両から容器固定用ブラケット取り外し時に工具で容器の脆弱部である附属品あるいはその取付部を傷つけ	**＜容器が車室内搭載の場合＞** 傷の進展によりCNGの漏れにつながる恐れあり。容器が車室内搭載（セミコンテナ式）の場合でセミコンテナの気密性が悪いと車室内に可燃性ガスが浸入し、タバコの火などで引火の危険性あり。	事故車両搭乗者の重傷	Ⅲ	事故車両に中程度の損壊	Ⅲ	B	M	M
6	同上	**＜容器が車室外搭載の場合＞** 傷の進展によりCNGの漏れにつながる恐れあるが、容器が車室外搭載の場合は、漏れたガスは外部に放散される。	なし	Ⅴ	なし	Ⅴ	B	L	L
7	容器固定用ブラケットから容器取り外し後に容器が落下して容器の脆弱部である附属品もしくはその取付部を傷つけ	**＜容器が車室内搭載の場合＞** 傷の進展によりCNGの漏れにつながる恐れあり。容器が車室内搭載（セミコンテナ式）の場合でセミコンテナの気密性が悪いと車室内に可燃性ガスが浸入し、タバコの火などで引火の危険性あり。	事故車両搭乗者の重傷	Ⅲ	事故車両に中程度の損壊	Ⅲ	B	M	M
8	同上	**＜容器が車室外搭載の場合＞** 傷の進展によりCNGの漏れにつながる恐れあるが、漏れたガスは外部に放散される。	なし	Ⅴ	なし	Ⅴ	B	L	L

表Ⅳ-10　容器の一時保管に起因する事故シナリオのリスクランク

ｼﾅﾘｵ No.	起因事象	事故シナリオ概要	人への影響		設備への影響		可能性	リスクランク	
			被害	影響度レベル	被害	影響度レベル		人	設備
1	野ざらし状態での保管による容器や付属品の外面腐食	転載容器の外面腐食の進行で著しく減肉すると、CNGスタンドでの充填の繰り返しや走行時の振動により容器が破裂し、火災・爆発につながる恐れあり。	事故車両搭乗者、CNGスタンド従業員、事故者周辺の一般公衆の死亡	Ⅰ	事故車両、CNGスタンド、一般建築構造物などの大きな損壊	Ⅰ	B	H	H
2	野ざらし状態での保管によるFRP容器の紫外線損傷	転載容器が紫外線により著しく劣化すると、CNGスタンドでの充填の繰り返しや走行時の振動により容器が破裂し、火災・爆発につながる恐れあり。	事故車両搭乗者、CNGスタンド従業員、事故者周辺の一般公衆の死亡	Ⅰ	事故車両、CNGスタンド、一般建築構造物などの大きな損壊	Ⅰ	B	H	H
3	容器に腐食性のないガスを封入せずに開放状態での保管による容器内面の全面腐食	転載容器の容器内面の全面腐食の進行で著し減肉すると、CNGスタンドでの充填の繰り返しや走行時の振動により容器が破裂し、火災・爆発につながる恐れあり。	事故車両搭乗者、CNGスタンド従業員、事故者周辺の一般公衆の死亡	Ⅰ	事故車者両、CNGスタンド、一般建築構造物などの大きな損壊	Ⅰ	B	H	H

ｼﾅﾘｵ No.	起因事象	事故シナリオ概要	人への影響		設備への影響		可能性	リスクランク	
			被害	影響度レベル	被害	影響度レベル		人	設備
4	容器に腐食性のないガスを封入せずに開放状態での保管による容器内面の局部腐食	**＜容器が車室内搭載の場合＞** 局部腐食の進行でピンホールが生成してCNGの漏洩につながる恐れあり。容器が車室内搭載（セミコンテナ式)の場合でセミコンテナの気密性が悪いと車室内に可燃性ガスが浸入し、タバコの火などで引火の危険性あり。	事故車両搭乗者の重傷	Ⅲ	事故車両に中程度の損壊	Ⅲ	B	M	M
5		**＜容器が車室外搭載の場合＞** 局部腐食の進行でピンホール生成でCNGの漏洩につながる恐れあるが、容器が車室外搭載の場合は、漏れたガスは外部に放散される。	なし	Ⅴ	なし	Ⅴ	B	L	L
6	容器保管場所における容器が火災に暴露	火災による損傷が著しく進展すると、CNGスタンドでの充填の繰り返しや走行時の振動により容器が破裂し、火災・爆発につながる恐れあり。	事故車両搭乗者、CNGスタンド従業員、事故者周辺の一般公衆の死亡	Ⅰ	事故車両、CNGスタンド、一般建築構造物などの大きな損壊	Ⅰ	B	H	H

ｼﾅﾘｵ No.	起因事象	事故シナリオ概要	人への影響		設備への影響		可能性	リスクランク	
			被害	影響度レベル	被害	影響度レベル		人	設備
7	一時保管容器への飛来物などによる外的衝撃による傷	転載後の運用段階で外的衝撃による容器の損傷が著しく進展すると、CNGスタンドでの充填時の容器への圧力負荷或いは走行時の振動の繰り返しなどにより容器が破裂し、火災・爆発につながる恐れあり。	事故車両搭乗者、CNGスタンド従業員、事故者周辺の一般公衆の死亡	I	事故車両、CNGスタンド、一般建築構造物などの大きな損壊	I	B	H	H
8	事故を受けたくず化容器の紛れ込み	事故を受けたくず化容器の損傷具合が著しいと、CNGスタンドでの充填の繰り返しや走行時の振動により容器が破裂し、火災・爆発につながる恐れあり。	事故車両搭乗者、CNGスタンド従業員、事故者周辺の一般公衆の死亡	I	事故車両、CNGスタンド、一般建築構造物などの大きな損壊	I	B	H	H
9	製作から15年以上経過したくず化容器の紛れ込み	くず化容器の劣化が著しいと、CNGスタンドでの充填の繰り返しや走行時の振動により容器が破裂し、火災・爆発につながる恐れあり。	事故車両搭乗者、CNGスタンド従業員、事故者周辺の一般公衆の死亡	I	事故車両、CNGスタンド、一般建築構造物などの大きな損壊	I	B	H	H

表Ⅳ-11　容器取り付け作業に起因する事故シナリオのリスク

ｼﾅﾘｵ No.	起因事象	事故シナリオ概要	人への影響		設備への影響		可能性	リスクランク	
			被害	影響度レベル	被害	影響度レベル		人	設備
1	容器ブラケットの車両への取付状態不良	CNG車両走行時に容器が落下する恐れあり。容器落下により燃料ガス供給配管が折損すると、容器からCNGが漏洩するが、過流防止弁が閉作動し漏洩は停止する。	容器落下によりCNG車両が衝撃を受け運転手、搭乗者の軽傷	Ⅳ	事故車両の軽微な損壊	Ⅳ	C	M	M
2	型式の違う車輌への容器取り付けによる容器ブラケット不安定な固定	CNG車両走行時に容器が落下する恐れあり。容器落下により燃料ガス供給配管が折損すると、容器からCNGが漏洩するが、過流防止弁が閉作動し漏洩は停止する。	容器落下により事故車両が衝撃を受け運転手、搭乗者の軽傷	Ⅳ	事故車両の軽微な損壊	Ⅳ	C	M	M
3	容器を燃料ガス供給配管に接続する前に誤って容器元弁(手動タイプ元弁)を開放	容器元弁からCNGが流出するが、過流防止弁が閉作動して短時間で流出は停止する。	なし	Ⅴ	なし	Ⅴ	D	L	L
4	容器元弁と燃料ガス供給配管接続作業におけるトルク不足による継手の緩み（手動タイプ元弁、インタンクバルブ共通）	振動などにより継手が緩みCNGの漏れの恐れあり。CNGの漏れがあると吸気管から車室内にガスが浸入し、タバコの火などで引火する危険性。	事故車両搭乗者の重傷	Ⅲ	事故車両に中程度の損壊	Ⅲ	D	M	M

ｼﾅﾘｵ No.	起因事象	事故シナリオ概要	人への影響		設備への影響		可能性	リスクランク	
			被害	影響度レベル	被害	影響度レベル		人	設備
5	容器元弁と燃料ガス供給配管継手の接合に使用済みのOリングを使用。（手動タイプ元弁、インタンクバルブ共通）	振動などによりOリングの接着が悪くなり、継手からCNG漏洩につながる恐れあり。CNGの漏れがあると吸気管から車室内にガスが浸入し､タバコの火などで引火する危険性。	事故車両両搭乗者の重傷	Ⅲ	事故車両に中程度の損壊	Ⅲ	D	M	M
6	燃料ガス供給配管継手のOリングに異物付着状態で容器元弁と接合（手動タイプ元弁、インタンクバルブ共通）	振動などによりOリングの接着が悪くなり、継手からCNG漏洩につながる恐れあり。CNGの漏れがあると吸気管から車室内にガスが浸入し､タバコの火などで引火する危険性。	事故車両搭乗者の重傷	Ⅲ	事故車両に中程度の損壊	Ⅲ	D	M	M
7	容器元弁と燃料ガス供給配管接続時に、燃料供ガス給配管を工具などで傷付け	走行時の振動などにより燃料ガス配管が折損すると配管からのCNGが漏洩するが、過流防止弁が閉作動し短時間で漏洩は停止する。	なし	Ⅴ	なし	Ⅴ	C	L	L

ｼﾅﾘｵ No.	起因事象	事故シナリオ概要	人への影響		設備への影響		可能性	リスクランク	
			被害	影響度レベル	被害	影響度レベル		人	設備
8	同上	走行時の振動などにより燃料ガス配管が一部折損し、少量の漏洩であると過流防止弁が閉作動しないため漏洩は継続し、吸気管から車室内にガスが浸入し、タバコの火などで引火する危険性。	事故車両搭乗者の重傷	Ⅲ	事故車両に中程度の損壊	Ⅲ	C	M	M
9	容器元弁と燃料ガス供給配管接続時作業時に、作業に伴う外的負荷による燃料ガス供給配管の変形	走行時の振動などにより変形した燃料ガス配管が折損すると配管からのCNGが漏洩するが、過流防止弁が閉作動し短時間で漏洩は停止する。	なし	Ⅴ	なし	Ⅴ	C	L	L
10	同上	走行時の振動などにより燃料ガス配管が一部折損し、少量の漏洩であると過流防止弁が閉作動しないため漏洩は継続し、吸気管から車室内にガスが浸入し、タバコの火などで引火する危険性。	事故車両搭乗者の重傷	Ⅲ	事故車両に中程度の損壊	Ⅲ	C	M	M

３．５ リスク低減策を講じた場合のリスクの再評価

CNG 車両から容器取り外し作業、容器の一時保管、他 CNG 車両への容器取り付け作業に起因する事故シナリオにおいてリスクランクが M（中程度）ならびに H（高い）と評価されたものが幾つかあったが、リスクレベルの低減策を講じた場合のリスクランクの再評価を行う。

リスクレベルの低減にあたっては以下の２通りの方策が考えられる。

- 事故発生時の被害レベルを小さく抑える
- 事故発生の可能性を低く抑える

これらのうち前者の方策としては CNG 容器の容量を少なくしたり、CNG の保有圧力を低くして火災や爆発という事故発生時の影響レベルを下げることであるが、この方策は現実的でない。このため、後者の事故の発生の可能性を低く抑える方策が現実的なリスク低減策といえる。具体的には、以下の方策が考えられる。

① CNG 容器転載にあたっての取り外し、取付け作業時の誤操作や作業員の技量不足による不適切な施工により、工具の容器や燃料供給配管に傷を与えないために、資格や技量があり CNG 車両の整備に実績のある工場において容器転載にあたっての取り外し、取付け作業を実施する。

② 容器取り外し、取付け作業にあたる作業員に対して CNG 車両の特性や留意点に対する教育を行う。

③ 容器元弁と燃料ガス供給配管接続部などの継手部の締め付けにあたってのトルク管理を徹底する。

④ 容器元弁と燃料ガス供給配管接続にあたり使用済みの O リングの再使用禁止を徹底し、O リング劣化による漏洩防止に努める。

⑤ 異物付着による O リングからの漏れを防止するため、O リングの保管場所をはじめ清潔な作業環境を維持する。

⑥ 他 CNG 車両へ容器転載後に再検査と同様に容器の傷やバーナーなどによる熱的影響などの有無を確認する容器の外観検査ならびにブラケットなどでの容器取付け状態の確認などの検査をおこなう。

⑦ 一時保管時の容器は開放しての保管禁止、不活性ガスの封入など容器内部腐食防止にあたっての保管基準を整備する。

⑧ 期限切れの容器の紛れ込み防止のため対策を講じる

これらの方策を講じる前とリスク低減策を講じた後のリスクランクを表Ⅳ-12 に示す。リスクレベルの低減策を講じた場合では、H（高い）と評価されるリスクランクは 0 になった。

表Ⅳ-12　リスク低減策実施前後のリスクランク

作　業	リスク低減策無し			リスク低減策実施後		
	L	M	H	L	M	H
容器取り外し作業	5	3	0	7	1	0
容器一時保管	1	1	7	2	7	0
容器取り付け作業	3	7	0	5	5	0

４．リスク評価のまとめ

CNG 車両間での容器転載に起因する事故リスクシナリオの抽出を行い、事故シナリオの影響度レベルと可能性を組み合わせてリスクの算定を行った。容器転載にあたってのリスク低減策を講じない場合は、容器一時保管の管理不具合に起因する事故シナリオにおいてリスクランクが「H」と算定された事例が７件見られたが、CNG 車両の整備に実績のある工場において容器転載作業、他 CNG 車両への容器転載後の再検査と同様の外観検査の実施、転載用の一時保管容器の内面腐食防止対策などの対策を講じることによりリスクの低減が可能となった。

Ｖ．圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の転載に係る基準の在り方について

圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の転載に関し、海外調査およびリスク評価を実施して、以下のことがわかった。

1. 世界各国の基準を調査したところ、ＣＮＧ車両間の容器の転載に関して禁止している基準はほぼ無かった。容器の転載を行う場合には、新たに車両に容器を搭載する場合と同様の検査を要求している場合が多く見られた。特異な例として、古くからＣＮＧ車両が普及していたイタリアでは、イタリア国内基準で製造されている車両用ＣＮＧ容器について、ＣＮＧ車両から取り外された後に一般容器と同様な耐圧試験を含む容器再検査を行い、合格した容器は別の車両に取り付けられるという独自の運用を行っていた。

2. 容器転載にあたってのリスク評価を実施したところ、容器一時保管の管理不具合に起因する事故シナリオにおいてリスクランクが「H」と算定された事例がみられた。これらの事例におけるリスク低減策として、CNG 車両の整備に実績のある工場において容器転載作業の実施、他 CNG 車両への容器転載後に実施する再検査と同等の検査の実施、転載用に一時保管する容器の内面腐食防止対策などを講じることにより、リスクランクが「H」と算定される事例が無くなった。このことから、以上のリスク低減策は有効であることが確認された。

現在は容器保安規則に基づき表示等の細目、容器再検査の方法等を定める告示（平成九年通商産業省告示第百五十号）第二十二条第２項第二号ロにおいて、使用履歴のある容器の転載が禁じられており、第二十二条第２項第三号において、自動車に新たに装着する容器は新品でなければならないことが規定されている。

しかし、１．および２．にまとめた通り、本検討を行った結果、容器や車両に問題がなく、通常の容器再検査と同様に車両に取り付けて容器外観検査と漏洩検査を行い、容器が正しく設置されて機能的に問題がないか確認された場合には、ＣＮＧ車両間での燃料用容器の転載は可能であると考えられる。

なお、容器を転載する際は、以下①～⑧に示す点について注意することが重要である。

① CNG 容器転載にあたっての取り外し、取付け作業時の誤操作や作業員の技量不足による不適切な施工により、工具の容器や燃料供給配管に傷を与えないために、資格や技量があり CNG 車両の整備に実績のある工場において容器転載にあたっての取り外

し、取付け作業を実施する。

② 容器取り外し、取付け作業にあたる作業員に対して CNG 車両の特性や留意点に対する教育を行う。

③ 容器元弁と燃料ガス供給配管接続部などの継手部の締め付けにあたってのトルク管理を徹底する。

④ 容器元弁と燃料ガス供給配管接続にあたり使用済みの O リングの再使用禁止を徹底し、O リング劣化による漏洩防止に努める。

⑤ 異物付着による O リングからの漏れを防止するため、O リングの保管場所をはじめ清潔な作業環境を維持する。

⑥ 他 CNG 車両へ容器転載後に再検査と同様に容器の傷やバーナーなどによる熱的影響などの有無を確認する容器の外観検査ならびにブラケットなどでの容器取付け状態の確認などの検査をおこなう。

⑦ 容器を一時保管する際には、容器の開放禁止や不活性ガスの封入など容器内部の腐食防止措置、そして紫外線等による外面の劣化防止措置等に十分留意して保管することが重要であるため、容器を保管する際の基準を整備することが望まれる。

⑧ 期限切れの容器の紛れ込み防止のため対策を講じる。

容器を転載して容器再検査を行った際には、再検査を行った者が搭載した容器側に記載され貼付されている容器則細目告示第 1 条第 2 項第 3 号で定められている様式第１（容器証票）について、転載された車両の車台番号を記した容器証票を容器の履歴を確認する上でも容器に貼付することと、車両に貼付されている容器則細目告示第 1 条第 2 項第 3 号で定められている様式第２（車載容器一覧証票）および様式第３（容器総括証票）を、転載された容器の容器番号および充填可能期限へと修正した証票へ貼り替えることが必要である。また、容器搭載時に容器再検査と同様の検査を実施するため、様式４（容器再検査合格証票）についても、再検査有効期限および再検査日を修正することが重要である。

圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器を転載する際には、容器を外した容器再検査場から別の容器再検査場へと天然ガスを充填して容器を移動させることも考えられる。本来は自動車燃料装置用容器として製作された容器を高圧ガスの移動や貯蔵として使用することとなるため、容器の取扱いに係る法的な整備を必要とする可能性がある。

これらの事を踏まえ、容器の車両間の転載を行う際にはＣＮＧ車両用容器の再検査同様、民間団体が転載の手引きを発行するといったマニュアル整備が期待される。