

【公表版】

令和5年度エネルギー需給構造高度化基準認証推進事業
(ルール形成戦略に係る調査研究(国際水素サプライチェーン構築のルール形成戦略に関わる調査研究))

最終報告書

2024年3月29日

一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会

内容

1. 目的、実施体制	5
1.1 背景と目的	5
1.2 実施項目	6
1.2.1 水素キャリアに関する基準形成の動向調査	6
1.2.2 液化水素の国際標準化の動向調査及び標準化項目の検討	6
1.2.3 MCH の国際標準化の動向調査及び標準化項目の検討	6
1.2.4 水素に関連する国内審議団体の抽出及び調査	6
1.2.5 日本が貢献しうるルール形成戦略と複数シナリオ策定	7
1.2.6 検討会の開催等	7
1.3 実施方法・体制	7
1.3.1 調査手段	7
1.3.2 実施体制	7
2. 結果概要	9
2.1 水素キャリア（液化水素、MCH、アンモニア）に関する基準形成の現状	9
2.1.1 ISO/IEC 規格の現状	9
2.1.2 液化水素(ISO/IEC 以外、フォーラム標準)	10
2.1.3 MCH(ISO/IEC 以外、フォーラム標準)	10
2.1.4 アンモニア(ISO/IEC 以外、フォーラム標準)	10
2.2 液化水素の国際標準化動向と今後の標準化項目	11
2.2.1 LNG 分野における法規制、国際標準化の現状	11
2.2.2 液化水素分野における法規制、国際標準化の現状	13
2.3 MCH の国際標準化動向と今後の標準化項目	15
2.3.1 MCH に関連する各国動向	15
2.3.2 MCH サプライチェーンの標準化要素	16
2.3.3 欧州各国ヒアリング調査	16
2.3.4 LOHC 比較	17
2.3.5 LOHC としての国際標準化戦略方針	17
2.4 水素に関連する国内審議団体の現状と今後の適用	17
2.4.1 国内審議団体の現状	17
2.4.2 水素キャリア国際標準化活動への対応体制案	17
3. 調査結果	19
3.1 水素キャリア（液化水素、MCH、アンモニア）に関する基準形成の現状	19
3.1.1 ISO/IEC 規格の現状	19
3.1.2 液化水素(ISO/IEC 以外、フォーラム標準)	37
3.1.3 MCH(ISO/IEC 以外、フォーラム標準)	42

3.1.3.1.	はじめに (DIN SPEC 91437 引用)	43
3.1.3.2.	スコープ (DIN SPEC 91437 引用)	43
3.1.3.3.	LOHC としての使用条件 (DIN SPEC 91437 引用)	43
3.1.3.4.	テスト方法 (DIN SPEC 91437 引用)	46
3.1.4	燃料アンモニア国際標準の動き	48
3.2	液化水素の国際標準化動向と今後の標準化項目	51
3.2.1	LNG 分野における法規制、国際標準化の現状	51
3.2.1.1.	アメリカ合衆国の LNG に係る規制・規格	51
(1)	天然ガス輸出入施設の建設・運用	51
(2)	LNG 輸出入施設に係る規制・規格	52
(3)	LNG 輸出入施設の水際施設に係る規制・規格	53
(4)	港湾設備の安全	54
(5)	船舶の安全	55
(6)	労働安全衛生	55
(7)	環境保護	55
3.2.1.2.	オーストラリアの LNG に係る規制・規格	56
(1)	天然ガス全般	56
(2)	LNG 積出基地に係る規制・規格	57
(3)	船舶の安全	57
(4)	労働安全衛生	58
(5)	環境影響評価・環境保護	58
3.2.1.3.	カタールの LNG に係る規制・規格	59
(1)	天然ガス全般	59
(2)	LNG 積出基地に係る規制・規格	59
(3)	船舶の安全	60
(4)	労働安全衛生	60
(5)	環境影響評価・環境保護	60
3.2.1.4.	フランスの LNG に係る規制・規格	60
3.2.1.5.	LNG 輸送船による海上輸送に係る規制	62
3.2.2	液化水素分野における法規制、国際標準化の現状	65
3.2.2.1.	アメリカ合衆国の動向	65
3.2.2.2.	オーストラリアの動向	69
3.2.2.3.	欧州の動向	75
3.2.2.4.	韓国の動向	84
3.2.2.5.	海上輸送関連	87
3.2.3	液化水素において国際標準化に取り組むべき項目と戦略/戦術	88
3.2.3.1.	液化水素サプライチェーン関連技術に係る日本の位置づけ	88

3.2.3.2.	液化水素サプライチェーン関連設備の投資規模.....	93
3.2.3.3.	LNGに係る法規制・規格調査の総括（液化水素分野ルール形成戦略に向けた考察） 94	
3.3	MCHの国際標準化動向と今後の標準化項目	96
3.3.1	MCHに関連する各国動向	96
3.3.2	MCH サプライチェーンの標準化要素	97
3.3.3	海外調査報告	97
3.3.4	LOHC キャリア比較	105
3.3.5	LOHC としての国際標準化戦略方針	106
3.4	水素に関連する国内審議団体の現状と今後の適用	108
3.4.1	国内審議団体の現状	108

1. 目的、実施体制

1.1 背景と目的

水素は、多様な分野のカーボンニュートラルに貢献する必要不可欠なエネルギーであり、燃料または原料として、運輸・発電・産業など多様な分野の脱炭素化を可能とする。

日本は、2021年10月に閣議決定された「第6次エネルギー基本計画」で新たな温室効果ガス排出削減目標の実現に向けたエネルギー政策の道筋を示し、水素は新たな資源として明確に位置づけられ、社会実装を加速させていくとしている。また、GX実行会議においては、水素分野について、水素の国内導入量2030年水素300万トン、2050年水素2000万トンに向け、今後10年でサプライチェーン構築支援制度や拠点整備支援制度を通じて、大規模かつ強靱なサプライチェーン（製造・輸送・利用）を構築するとし、既存燃料との価格差に着目した支援や需要創出に繋がるインフラ整備支援など大胆な先行投資を実施していく。

世界各国でもロシアのウクライナ侵攻によるエネルギー安全保障の危機を背景に、大規模な予算措置や支援制度の整備といった政策がより一層加速しており、水素分野のイノベーションの重要性はかつてなく高まっている。欧州においては、REPowerEUにおいて、2030年までに水素域内製造・輸入それぞれ1,000万トンとする高い目標を掲げ、海外からの大規模輸入も視野に入れたサプライチェーン構築に向けた取り組みを強化している。

国際水素サプライチェーンの構築については、日本が世界に先行して取り組みを進めてきた。液化水素によるサプライチェーンの構築は、2022年2月豪州において褐炭から水素を製造、液化基地で液化水素にし、日本(神戸)の荷役基地まで輸送する、世界初の液化水素による水素の大規模海上輸送に成功している。また、メチルシクロヘキサン（以下、「MCH」とする）は、ブルネイにおいて天然ガスから水素を製造、水素化プラントでMCHに変換し、日本（川崎）の脱水素プラントで水素に変換する、世界初の国際輸送実証を2020年12月に完了している。いずれの輸送方法も、2030年までに商用大規模サプライチェーンを構築すべく、船舶や貯蔵タンクの大型化（液化水素）、製油所の既存設備等を活用した脱水素技術開発(MCH)を進めている。

こうした状況において、液化水素、MCHキャリアを活用した輸送技術は日本企業が独自に有する技術であるため、日本が主導して国際市場におけるルールを形成する必要がある。特に、出荷国と受入国が異なる中で、共通の仕様で市場流通させていく必要がある。また、各国において安全基準や規制手法は様々であり、安全基準等についても共通化させる必要がある。

本事業では、液化水素、MCH、アンモニアによる海上輸送、およびインフラ基地関連についての国際標準化に関する動向の把握、また国際標準の確立に向けたルール形成戦略等を検討した。

1.2 実施項目

1.2.1 水素キャリアに関する基準形成の動向調査

文献調査、ヒアリング等を通じ、水素キャリア（液化水素、MCH、アンモニア）において検討が進められている標準化（ISO IEC に限らずフォーラム標準を含む）国際標準の開発・利用に関する動向等を調査する。

1.2.2 液化水素の国際標準化の動向調査及び標準化項目の検討

液化水素に関連性が強いLNG分野における法規制やサプライチェーンを構成する各機器やシステムに関するISO規格の整備状況等を、ヒアリングにより情報収集及び整理を行うこと。加えて、液化水素を取り巻く現在の動向を調査し、そのうえで、液化水素によるサプライチェーン（液化～出荷設備～船舶輸送～荷揚基地（気化器含む）等の各パートにおいて標準化に取り組むべき項目と評価手法の洗い出し等に関する分析を行う。

また、当該議論のキーパーソンを発掘し、標準化及びルール形成に向けたプロセスを具体化させる。

【調査対象例】

- ・LNG分野に関わる企業、規制当局、団体（API（米国石油協会）、NFPA（全米防火協会）等）等
- ・国内及び水素輸出国2か国程度

【調査事項】

- ・LNGに関する法規制、ISO規格の整備状況等
- ・液化水素の取り扱い等に関する検討状況や法規制、標準化（ISO IEC に限らずフォーラム標準を含む国際標準の開発・利用）の動向等

1.2.3 MCHの国際標準化の動向調査及び標準化項目の検討

MCHを取り巻く現在の動向を調査し、そのうえで、MCHによるサプライチェーン（キャリア転換～出荷設備～船舶輸送～荷揚基地（脱水素含む）等の各パートにおいて標準化に取り組むべき項目と評価手法の洗い出し等に関する分析を行うこと。加えて、MCHに関わり得る既存のISO規格や法規制等の調査・分析を行うこと。また、当該議論のキーパーソンを発掘し、標準化及びルール形成に向けたプロセスを具体化させる。

【調査対象例】

- ・国内及び水素輸出国2か国程度

【調査事項】

- ・MCHの取り扱い等に関する検討状況や法規制、標準化（ISO IEC に限らずフォーラム標準を含む国際標準の開発・利用）の動向等

1.2.4 水素に関連する国内審議団体の抽出及び調査

水素に関連する国内審議団体を抽出し、水素に関する提案の現状や、今後提案があった場

合の対応方針等を調査する。

1.2.5 日本が貢献しうるルール形成戦略と複数シナリオ策定

調査結果を踏まえ、日本がサプライチェーンを構築するうえで貢献しうる標準化や規格化等の項目や内容について分析し、複数のルール形成戦略のシナリオを検討する。

1.2.6 検討会の開催等

上記調査と並行して国際水素サプライチェーン構築における標準化、ISO規格化に向けて議論をするため、有識者（学識経験者、専門家、金融関係者等）5名程度で構成される検討会を、3回程度開催する。

1.3 実施方法・体制

本事業を受託した一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会（以下、「JH2A」と略す）は、1.2で列挙した実施項目に対し、以下の調査手段及び実施体制にて調査作業を実施した。

1.3.1 調査手段

- ・文献調査、及び標準化・規格関連団体、水素サプライチェーン関連事業者へのヒアリング（アンケート含む）を実施。
- ・文献調査は、ウェブサイト上の公開情報の収集に加えて、グローバルな有料データベース（ダウジョーンズ社 Factiva、JH2A 費用で契約済み）も活用して、時差のない情報を収集する。
- ・ヒアリングは JH2A の会員（令和 5 年 11 月 13 日現在 413 社・団体）ネットワーク、JH2A が MOU を締結した海外連携組織（ニュージーランド水素協議会、スペイン水素協議会、韓国水素協議会、ノルウェー水素協会、カナダ水素・燃料電池協会、オーストラリア水素協会等）とのネットワーク、及び ISO TC197 SC01 に派遣する JH2A エキスパートの人脈を活用して、直接的で生きた情報を収集する。
- ・リモートウェビナー参加は、公開ベースでは、米 DOE による Annual Merit Review and Peer Evaluation Meeting, “AMR” (6/5-6/8)、欧州 Clean Hydrogen Partnership による European Hydrogen Week(例年 11 月に開催)等を予定。
- ・受託期間中、国際サプライチェーン関係国への出張を予定し、関係機関（既述の MOU 締結団体に加え、Hydrogen Council や Hydrogen Europe 等）への直接ヒアリングを実施。
- ・調査結果を期間中何度かに分けて取り纏め、取り纏めた結果を必要に応じ 1.2.6 で記載の有識者検討会にて諮ることとする。

1.3.2 実施体制

本事業の実施体制として、委託元・経済産業省殿、JH2A、有識者検討会の関係図を以下に示す。

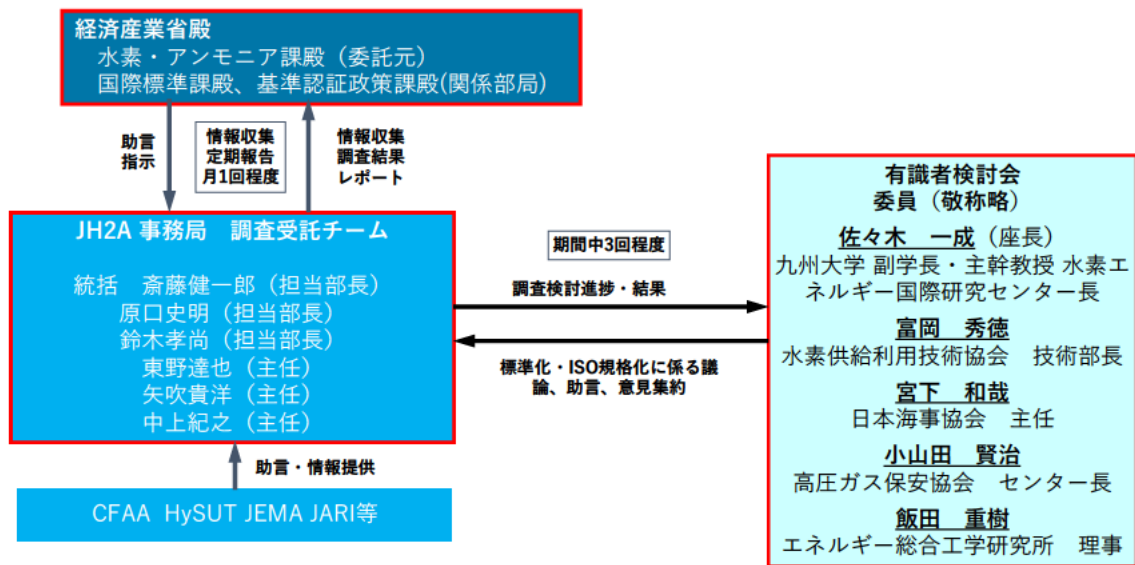


図 1 - 1 実施体制

2. 結果概要

2.1 水素キャリア（液化水素、MCH、アンモニア）に関する基準形成の現状

2.1.1 ISO/IEC 規格の現状

①ISO 規格

<水素の ISO 規格>

- ・明示的に「水素」文言が含まれている規格は 78 件。
- ・自動車関連が 37 件(給油関連 6 件を含む)と、水素ステーションも含めて水素 ST-FCV バリューチェーン関連が大部分。
- ・液化水素に関連した標準は 7 件（自動車 4・船舶関連 2・容器 2）、船舶関連のうちの一つは液化水素ローディングアーム、MCH/LOHC 関連は現状なし。
- ・その他 11 には、水素品質 1、船舶関連 3、製造方法 2 を含む

<水素関連の TC/SC>

- ・水素に関連した ISO 規格を担当しているのは、6TC と 12SC で計 18 の委員会
- ・担当数の多いのは、TC197(水素技術)の 28 件、TC22/SC41(気体燃料自動車)の 20 件
- ・海洋関連の液化水素(ローディングアーム含む)は、船舶海洋技術(TC8)の所管

<TC197 概要>

- ・水素関連 ISO の多くは、TC197 で扱われている。
- ・議長は日本、HySUT の池田哲史氏
- ・2022 年、新たに大規模利活用を対象とした TC197/SC1 が組成された。

<アンモニア関連の ISO 規格動向>

- ・アンモニア(アンモニア水を除く)関連の既存 ISO 規格は 9 件。殆どが、分析や測定法に関連する規格。
- ・燃料アンモニアに関連がある基準は、最近になって検討が開始された、
「WD TS 21343 アンモニア発電用ボイラガイドライン(日本提案)」
「AWI 23339 船舶用アンモニア燃料システム」

<高圧機器関連の ISO 規格と制定経緯>

- ・明示的に水素は特定されていないが、以前から使われていた圧力容器規格の欧米の差異を踏まえて制定された TC11 担当の ISO16528 がある。
- ・従来の各国規制がある場合、国際標準化に際しては国の間での調整が必須であり(多くの場合、米欧の違い)、日本がどちらのチームで活動するか、という戦術も必要。

②IEC

- ・IEC で、明示的に「水素」文言が含まれている SC は 1 件（TC21 蓄電池）、水素に関連

があると考えられる SC は 3 件 (TC 1 用語、TC9 鉄道用電気設備とシステム、TC105 燃料電池技術) であり、実質的には用語を除く 2 件。

- ・水素に関連する IEC 規格は燃料電池に関するもののみで、TC9 の 63341 シリーズ(鉄道用 FC が 1 件、開発中)、TC105 の 62282 シリーズ(定置用燃料電池、単セル当を対象に 9 件)となっている。

2.1.2 液化水素(ISO/IEC 以外、フォーラム標準)

- ・国際基準評議会 (ICC : International Code Council) が作成・発行する IFC (International Fire Code) Chapter 55 Cryogenic Fluids は、圧力解放機構や適切な容器保管などの規制を通じて極低温流体を、米国 NFPA や ASME を引用する形で規定している。
- ・米国では、全米防火協会 (NFPA: National Fire Protecting Association) が発行する NFPA2, Hydrogen Technology Code が、圧縮ガス (GH2) 形態又は極低温液体 (LH2) 形態の水素の製造、設置、保管、配管、使用、及び取り扱いに対する基本的な安全対策を提供している液体水素に限定しない極低温流体一般については NFPA55, Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code が、生理学的、過圧、爆発性、可燃性の危険からの保護を規定している。
- ・EU では、欧州クリーン水素アライアンス (ECH2A : European Clean Hydrogen Alliance) が水素に係る標準化ロードマップを公表。欧州委員会が CEN/CENLEC 等の標準化団体向けに水素標準に関する指令を行える下準備を目的として、水素キャリア(液化水素、LOHC、アンモニア)を含む約 400 項目に及ぶ標準化検討項目リストが整理、検討を開始している。

2.1.3 MCH(ISO/IEC 以外、フォーラム標準)

- ・ドイツ規格協会 (DIN) にて 2023 年 5 月に DIN SPEC 91437 「トルエンをベースとした液体有機水素キャリア (以下、「LOHC」とする) LOHC 品質の評価・試験・保証」が策定されている。LOHC として、トルエン、ベンジルトルエン、ジベンジルトルエンの 3 種類が挙げられており、トルエンを水素化した MCH も規格の対象となっている。

2.1.4 アンモニア(ISO/IEC 以外、フォーラム標準)

- ・燃料アンモニアに関する国際的な団体として、AEA (Ammonia Energy Association) が活動を行っており、おもには低炭素認証と船舶関連 (IGF コード) の議論が行われている。

<低炭素アンモニア認証>

- ・2021 年に「DISCUSSION PAPER LOW-CARBON AMMONIA CERTIFICATION」発出、WtG を必須、WtT と WtW をオプションのバウンダリーとした認証を提案し、

<IGF コード>

- ・IMO による IGF コード (国際ガス燃料船安全コード) への水素、アンモニア燃料の追記

作業が進められている。

- ・ 2023 年に暫定ガイドライン草案を作成、2025 年に完成予定。アンモニアに関しては、リスク評価、半冷凍および加圧システム ガイドライン、船上の安全な避難場所、アンモニア放出の緩和策に焦点をあてた検討が進められている。

2.2 液化水素の国際標準化動向と今後の標準化項目

2.2.1 LNG 分野における法規制、国際標準化の現状

①米国

- ・ 天然ガス輸出入施設の建設・運用: LNG 輸出入施設の立地及び建設に係る 18 CFR Part 153 (Applications for Authorization to Construct, Operate, or Modify Facilities Used for the Export or Import of Natural Gas)、環境影響評価に係る 18 CFR Part 380(Regulations Implementing the National Environmental Policy Act)
- ・ LNG 輸出入施設に係る規制・規格: パイプライン安全法 (Pipeline Inspection, Protection, Enforcement, and Safety Act) に基づく 49 CFR Part 193(Liquefied Natural Gas Facilities: Federal Safety Standard)で LNG 施設の立地、設計、施設建設、機器、操業、維持管理、人員・訓練、防火、保安に係る要求事項を規定。
- ・ LNG 輸出入施設の水際施設に係る規制・規格: 33 CFR Part127(Waterfront Facilities Handling Liquefied natural Gas and Liquefied Hazardous Gas)
- ・ 港湾設備の安全: 海上運輸安全法 (Maritime Transportation Security Act に基づく 33 CFR Part 105(Maritime Security: Facility)
- ・ 船舶の安全: 海上運輸安全法を根拠とする規則 33 CFR Part 104 (Maritime Security: Vessels)、46 CFR Part 154 (Safety Standards for Self-Propelled Vessels Carrying Bulk Liquefied Gases)を新規及び既存の自走液化ガスバルク輸送船に適用
- ・ 労働安全衛生: 労働安全衛生について規定する法律 29 U.S.C. Ch.15 (Title29: Labor, Chapter 15: Occupational Safety and Health)に基づく 29 CFR Part 1910 (Occupational Health and Safety Standards)を、事業所の所内の安全衛生に関して適用
- ・ 環境保護: 42 U.S.C. Ch.85 (Title42: Public Health and Welfare, Chapter 85: Air Pollution Prevention and Control)に基づく 40 CFR Part68 (Chemical Accident Prevention Provisions) を、化学物質を扱う事業所外の安全と環境保護に関して適用。

②オーストラリア

- ・ 天然ガス全般: オフショア石油及び温室効果ガス貯蔵法 (Offshore Petroleum and Greenhouse Gas Storage Act 2006) に基づくオフショア石油及び温室効果ガス貯蔵 (安全) 規則 (Offshore Petroleum and Greenhouse Gas Storage (Safety) Regulations 2009)。陸上及び 3 海里までの海域における石油 (天然ガスを含む) の開発規制については、連邦法は存在せず、各州の法律による。

- ・ LNG 積出基地に係る規制・規格: オーストラリア規格協会(Standards Australia)が管理している、工業・サービス規格である AS 規格 (Australian Standards) を適用。AS1940、3961 等。
- ・ 船舶安全: 連邦法である Navigation Act 2012
- ・ 労働安全衛生: 連邦法である労働衛生安全法 (Work Health and Safety Act 2011)。労働衛生安全規則 (Work Health and Safety Regulations 2011) で、一定を超える危険物 (天然ガスの場合、200 トンを扱う事業所を、重要ハザード施設 (MHF :Major Hazard Facility))と規定。
- ・ 環境影響評価・環境保護: 連邦法である環境保護・生物多様性保全法 (Environment Protection and Biodiversity Conservation Act 1999)。

③カタール

- ・ 天然ガス全般: 天然資源開発法 (Law on the Exploitation of Natural Resources)、カタール石油設立法 (Law on the Establishment of Qatar Petroleum)
- ・ LNG 積出基地に係る規制・規格: NFPA 59A、BS EN 1473、API 620、API 625、BS EN14620、EEMUA 147、ISO 8943、NFPA 55
- ・ 船舶の安全:海事法 (Maritime Law)
- ・ 労働安全衛生:労働法 (Labor Law)
- ・ 環境影響評価・環境保護: 環境保護法 (Law on the Environmental Protection)

④フランス

- ・ 天然ガス:EU Directive 2009/73/EC
- ・ LNG 積出基地に係る規制・規格: EN 1473、EN ISO 16903、EN 14620、Directive 2014/68/EU)、EN 13445、EN ISO 21009-2、EN 1473、EN 1474、EN 13766、EN ISO 16904、EN 12066
- ・ 船舶の安全: 交通法 (Code des Transports) の第 5 部海上交通航行 (Transport et Navigation Maritime)
- ・ 労働安全衛生: 労働安全衛生枠組指令 (OSH Framework Directive) と呼ばれる Directive 89/391/EEC。国内法では労働法 (Code de Travail)、公衆衛生法 (Code de la Sante Publique)
- ・ 環境影響評価・環境保護: 環境影響評価指令 (Directive97/11/EC)、Directive 2012/18/EU。国内法では、自然保護法 (Loi no. 629 du 10/7/1976 sur la Protection de la Nature)、ブリックコメントの民主化と環境保護に関する法律 (Loi du 12/7/1983 relative à la Démocratisation des Enquêtes Publiques et à la Protection de l'Environnement)、環境法 (Code de l'Environnement)、国内治安法 (Code de la Securite Interieure)

⑤海上輸送

- ・ IMO:海上人命安全条約 (SOLAS 条約: The International Convention for the Safety of Life at Sea)、船舶による汚染の防止のための条約 (MARPOL 条約: The International Convention for the Prevention on Pollution from Ships)、船員の訓練及び資格証明並びに当直の基準に関する国際条約(STCW 条約 :The International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers)等
- ・ 国際船級協会連合 (IACS: International Association of Classification Societies) が制定する統一規則 (UR: Unified Requirement) 及び統一解釈 (UI: Unified Interpretation)
- ・ 国際ガスタンカー運航者及び基地操業者協会 (SIGTTO: The Society of International Gas Tanker and Terminal Operators) が作成する各種ガイドライン

2.2.2 液化水素分野における法規制、国際標準化の現状

①米国

- ・ 水素一般:全米防火協会 (NFPA: National Fire Protecting Association) が発行する NFPA2, Hydrogen Technology Code が、圧縮ガス (GH2) 形態又は極低温液体 (LH2) 形態の水素の製造、設置、保管、配管、使用、及び取り扱いに対する基本的な安全対策を提供
- ・ 極低温流体の規格: NFPA55, Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code。圧縮ガスや極低温流体に伴う生理学的、過圧、爆発性、可燃性の危険からの保護のための規定。
- ・ 水素に係る情報交換:DOE のもとに、水素・燃料電池法制規格調整委員会 (NHFCCSCC: National Hydrogen and Fuel Cell Codes and Standards Coordinating Committee) が組織され、情報交換が行われている。議長と事務局は燃料電池・水素エネルギー協会 (FCHEA: Fuel Cell & Hydrogen Energy Association)。
- ・ 労働安全衛生: 29 CFR Part 1910 (Occupational Health and Safety Standards)
- ・ 環境保護: 40 CFR Part68 (Chemical Accident Prevention Provisions)

②オーストラリア

<連邦規制>

- ・ 気候変動・エネルギー・環境・水省 (DCCEEW : Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water) が、オーストラリアの水素産業の振興のため、水素に係る諸規制をより明確にするための行動指針を 2023 年 2 月に発表。
 - ・ 5 大国家水素ベストプラクティスコード (水素製造、アンモニア製造、水素充填、水素設備、アンモニア設備) の作成
 - ・ 運輸分野の規制改革 (水素船、水素車両、貨物としての水素及びアンモニア)
 - ・ ベストプラクティスを規格化することの推進

また、DCCEEW は、水素産業を規制する連邦法の全体像を概観する資料を作成した。水素製造施設、水素ステーション、生産における水素の使用、水素モビリティ・貨物、水素利用による発電、水素輸出の 6 分野の資料が作成されている。

<各州政府規制>

- ・南オーストラリア州：2023 年 11 月 23 日に、水素及び再生可能エネルギー法（Hydrogen and Renewable Energy Act 2023）が州議会で可決された（施行日は未定）。同法は、大規模な水素・再生可能エネルギープロジェクトに関し、一貫して許可・規制を行うべく、州政府の窓口を一元化することを狙いとするもの。
- ・西オーストラリア州：2023 年 11 月 29 日、石油法改正法案（Petroleum Amendment Bill 2023）が、州議会に提出された（審議中）。この法案は、石油地熱エネルギー資源法（Petroleum and Geothermal Energy Resources Act 1967）、石油パイプライン法（Petroleum Pipelines Act）、石油（水没地）法（Petroleum (Submerged Lands) Act 1982）の、石油関連 3 法を改正しようとするもの。
- ・ニューサウスウェールズ州：ガス供給（安全及びネットワーク管理）規則（Gas Supply (Safety and Network Management) Regulation 2022）
- ・クィーンズランド州：ガス供給及び他の法制（水素産業振興）改正法（Gas Supply and Other Legislation (Hydrogen Industry Development) Amendment Act 2023）

<オーストラリア規格協会>

- ・オーストラリア規格協会（SA: Standards Australia）は、オーストラリアにおける独立した非政府・非営利の規格団体。水素技術委員会（ME-093: Hydrogen Technologies Technical Committee）を結成し、生産、取扱い及び貯蔵（Production, Handling and Storage）、パイプライン及びガス供給ネットワーク（Pipelines and Gas Distribution Networks）、エンド・ユース（End Use Applications）、燃料電池（Fuel Cell Applications）、モビリティ（Mobility applications）の 5 つの WG で、水素技術に係る基準化の作業を実施。

③欧州

<欧州クリーン水素アライアンス（ECH2A）>

- ・2023 年 3 月に欧州クリーン水素アライアンス（ECH2A）が水素に係る標準化ロードマップを公表した。欧州委員会が CEN/CENLEC 等の標準化団体向けに水素標準に関する指令を行える下準備を目的としている。中身には液化水素を含む約 400 項目に及ぶ標準化検討項目リストが整理されている。

< CEN 及び CENELEC >

- ・様々な分野の欧州規格（EN）を策定する非営利の標準化組織。活動中の水素に係る規格の策定について関係の深い委員会、CEN-CENELEC Sector Forum Energy Management and Transition（SFEM）－ Working Group ‘Hydrogen’、CEN Sector Forum Gas Infrastructure（SFG-I）、CEN Sector Forum Gas Utilization（SFG-U）、CEN-CLC/JTC14, Energy Management, Energy Audits, Energy Savings/WG 5 ‘Guarantees of origin’、CEN-CLC/JTC6, Hydrogen、CEN/TC 234, Gas Infrastructure、CEN/TC 268, Cryogenic Vessels and Specific Hydrogen Technologies Applications、CEN/TC 282, Installation and

Equipment for LNG、CEN-CLC/JTC6, Hydrogen

④韓国

<水素法>

- ・水素経済振興のための基盤造成及び水素産業の体系的育成を図り、水素の安全管理に関する事項を定める「水素経済の育成及び水素安全管理に関する法律」（略称：水素法）が、2020 年の 2 月に制定された。水素法のうち、水素経済振興に関する部分は 2021 年 2 月から、安全管理に関する部分は 2022 年 2 月から、それぞれ関連する施行令や施行規則とともに施行されている。

<H2 KOREA>

- ・低炭素水素経済社会の早期達成を目指し、水素エネルギーの拡散及び水素関連産業の発展のために、関連省庁及び機関及び企業の窓口の役割を通じて力量を結集し、政策課題、制度改善及び民間主導の水素普及活性化のための支援体系の確立を通じて、大韓民国が世界水素産業をリードすることを目的に発足。韓国の地方公共団体（道、特別自治道、市、郡など）及び行政（研究）機関、公社、民間企業、業界団体等 150 を越える企業・団体が会員。

<KGS>

- ・高圧ガス安全管理法に基づき 1974 年に設立、同法、都市ガス事業法並びに水素経済の育成及び水素安全管理法に基づく業務を実施、職員数は約 1,700 人。2020 年 1 月、組織内に水素安全センターを設置し、2021 年 1 月に水素安全技術院に昇格させた。

<水素安全管理ロードマップ 2.0>

- ・ビジョン国民は安全に、企業は自由に水素を使用する水素産業の先導国家」のもとに、
①クリーン水素エコシステム造成のための先制的安全基準開発、②世界 1 位の水素産業育成のための規制革新、③安全と産業のバランスの取れた安全管理を 3 大戦略として、産業通商資源部が 2023 年 5 月に策定。

⑤海上輸送

- ・GC コードについて、国際海事機関（IMO: International Maritime Organization）の第 94 回海上安全委員会で「液化水素ばら積み輸送のための暫定勧告の策定」が提案され、2016 年 11 月開催の MSC 97 において採択。更に、大型の貨物タンクに適用するため、MSC104 に日本から暫定勧告の改正を提案、審議承認・開始され、2024 年 5 月開催予定の MSC 108 にて採択される見込み。

2.3 MCH の国際標準化動向と今後の標準化項目

2.3.1 MCH に関連する各国動向

MCH を用いた水素輸出入は現在日本、欧州において複数プロジェクトの検討が進んでいる。MCH サプライチェーンを検討する主な事業者は MCH に関する技術を持つ千代田

化工建設と ENEOS である。現在輸入国としては日本、オランダ、シンガポールが対象となっており、輸出国はオーストラリアや東南アジア、中東、イギリスが検討されている。

2.3.2 MCH サプライチェーンの標準化要素

MCH の標準化検討に先立ち、MCH 関連機器やサプライチェーンの特徴から標準化すべき要素を洗い出した。

MCH 関連機器は基本的に石油関連機器の既存インフラが利用可能であり、特別な技術を要さない機器で構成されている。脱水素反応器については、千代田化工建設が脱水素触媒を世界に先駆けて開発、一方、水素化反応器については、ライセンス技術を他国ライセンスが保有。MCH の既存インフラ活用可能という優位性を鑑みつつ、日本が有する MCH の優位性も整理し、機器以外の観点から標準化戦略を策定。

なお、MCH 運搬船は、既存のケミカルタンカーを利用可能であり、特別な技術は要さないが、IMO（国際海事機関）規制により、MCH 海上輸送は Type2 の船型に定義されるため、1 タンク毎の積載容量が 3,000m³ 以下に制限される。安全性を十分担保した上で IMO 規制を緩和することが求められる。

2.3.3 欧州各国ヒアリング調査

(1) 水素輸出入

主な輸入国はオランダ・ドイツ・ベルギー、主な輸出国はノルウェー、スペイン。輸出国（アフリカ・北欧・南米・北米・中東・オーストラリア）と、輸入国（オランダ・ドイツ・ベルギー・日本・韓国）との間で MOU 締結が進んでいる。特にオランダの MOU 締結国数は 10 件と多く、EU が定めた 2030 年水素輸入目標量の 1000 万トンのうち、オランダのロッテルダム港、アムステルダム港だけで 560 万トンを入力する計画。

(2) 水素キャリア全般

欧州ではアンモニアが有望な水素キャリアとして考えられている。理由は、コスト競争力や、技術が成熟しており必要なインフラが揃っているという点に加えて、「アンモニア自体が肥料や化学品の原料として市場が存在する」こと。一方で、アンモニアの危険性から、市街地に隣接する Port of Amsterdam ではアンモニアの輸入は検討されていない。

LOHC は、脱水素の排熱利用に着目した PJ、内航輸送への適用などの特性を生かした検討が進められている。

(3) 水素キャリア標準化

Hydrogenious が、水素キャリアの標準化に取り組んでいる。Hydrogenious は 2013 年に設立されたドイツ企業であり、LOHC の一つであるベンジルトルエンを用いた独自の水素キャリア技術の研究・開発・実証を行っている。

(4) 標準化体制

「ハイレベルフォーラム」で EU 加盟国や各国標準団体と情報を共有し、国際標準化に対する欧州の方針を調整して決定。水素に関する標準化は、EH2CA が、2023 年 3 月に水

素標準化ロードマップを策定もこのロードマップに基づき、CEN にて EN 規格を策定した後、ウィーン協定に則り EN 規格を ISO 規格の原案とする手順。

2.3.4 LOHC 比較

大規模水素サプライチェーンを対象にした LOHC は、現状 MCH(トルエン・MCH)と BT (ベンジルトルエン・ペルヒドロベンジルトルエン) の 2 種類。体積当たりの水素量は BT が MCH より多いが、輸送したキャリアから取り出せる水素量の技術習熟度によって異なる。BT に対する MCH の優位性は、トルエンが BT よりはるかに市場性が高く、かつ安価と推察されること。なお、IMO の現行規定には、ペルヒドロ BT の物性データはなく、船型も定められていない。

2.3.5 LOHC としての国際標準化戦略方針

LOHC である BT を用いた水素輸送は主に欧州において複数プロジェクトの検討が進んでいる。事業者は Hydrogenious、輸入国ドイツ、オランダ、イギリス、輸出国 UAE やスウェーデン、モロッコ、またドイツ、オランダ、アメリカでは国内流通も検討している。

MCH と BT では共通する課題が存在するため、国際標準化に向けた仲間の観点では BT と協力することが有益である。

2.4 水素に関連する国内審議団体の現状と今後の適用

2.4.1 国内審議団体の現状

水素関係 ISO では、9 つの TC に対して国内審議団体が設置、活動している。水素を主に担当しているのは、TC197 で国内審議団体は HySUT である。なお、SC1 の WG1 は、HySUT が JH2A との連携のもとに活動を進めている。

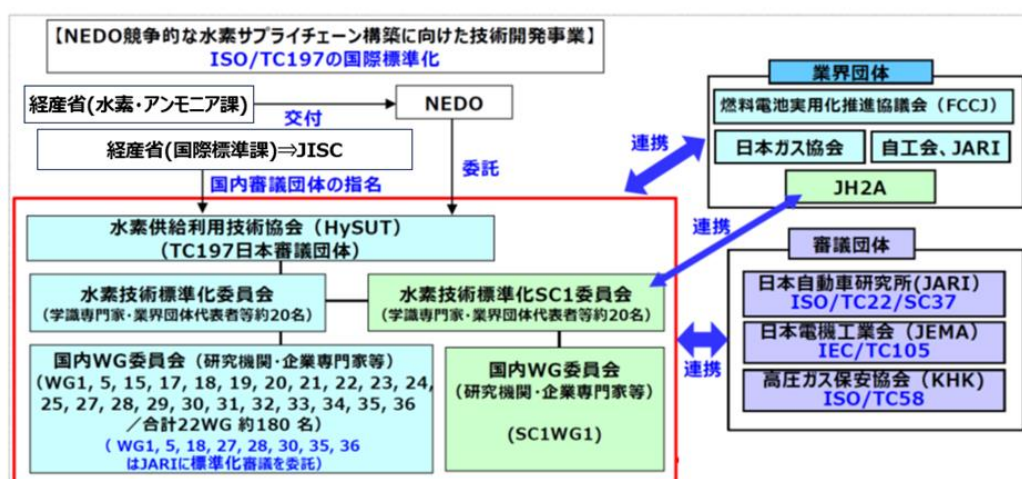


図 2-1 TC197 国内の対応体制

2.4.2 水素キャリア国際標準化活動への対応体制案

大規模水素利用を対象に TC197 に SC1 が創設され、すでに炭素集約度算定方法についての検討が進められており、その中でキャリアごとのタスクが活動開始していることから、本調査で抽出された水素キャリアに関連した標準化も、TC197 または TC197/SC1 に提案する形が、最も受け入れやすいものと思われる。

国内審議団体である HySUT を中心に、国内とりまとめは HySUT(水素技術)、JARI(品質を含む自動車)、JH2A(大規模供給、サステナビリティ)の三者で分担・連携する形に強化することが望ましい。

3. 調査結果

3.1 水素キャリア（液化水素、MCH、アンモニア）に関する基準形成の現状

3.1.1 ISO/IEC 規格の現状

3.3.3.1. ISO

<水素の ISO 規格>

- ・規格として、明示的に「水素」文言が含まれている規格は 78 件（表 3.1- 1 参照）。
- ・分野別には自動車関連が 37 件（給油関連 6 件を含む）と、水素ステーションも含めて水素 ST-FCV バリューチェーン関連が大部分（材料、部品、設備、分析も水素 ST-FCV 適用想定したものが多い）
- ・但し、自動車関連は、天然ガス自動車の値量への水素混合といったものも多い。
- ・液化水素に関連した標準は 7 件（自動車 4・船舶関連 2・容器 2）、船舶関連のうちの一つは液化水素ローディングアーム、MCH/LOHC に関連した標準は現状なし
- ・その他 11 には、水素品質 1、船舶関連 3、製造方法 2 を含む

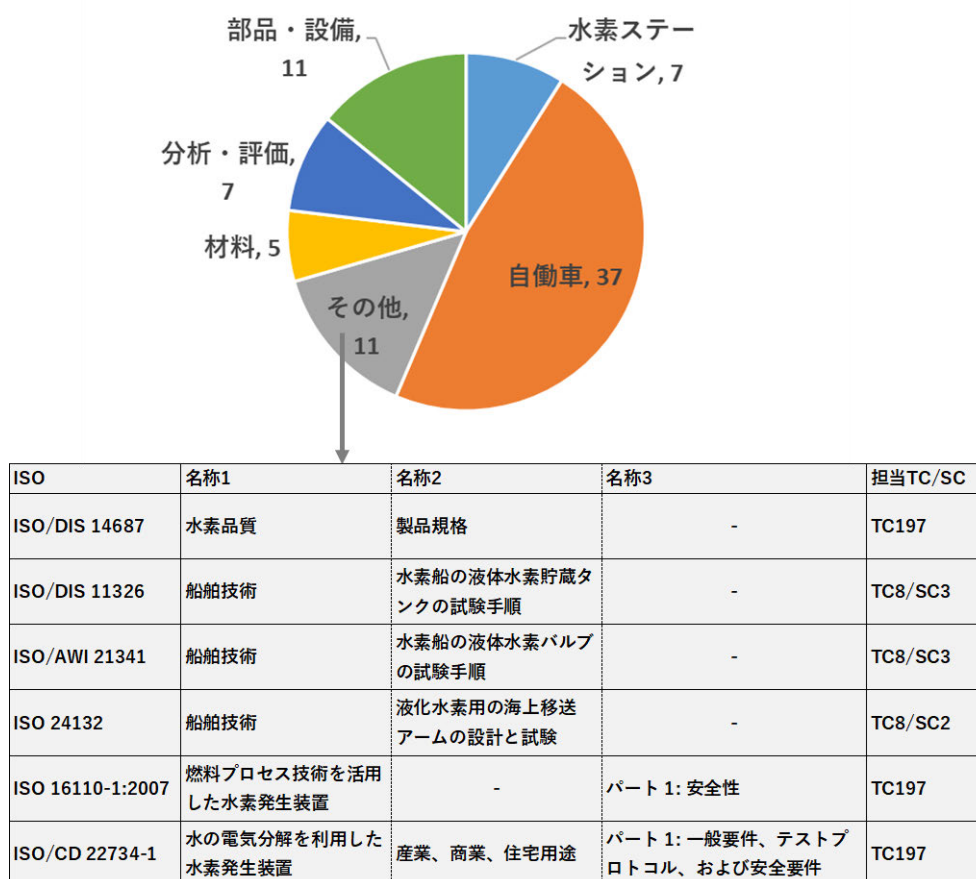


図 3.1- 1 分野別水素 ISO 規格

表 3.1- 1 水素関連 ISO 品質規格一覧

通し番号	番号	規格	名称1	名称2	名称3	状態	ステージ	担当TC/SC
1	6976	ISO/AWI 6976	天然ガス	組成から発熱量、密度、相対密度、ウォッペ指数を計算		開発中	20.00	TC193/SC1
2	9588	ISO 9588:2007	金属およびその他の無機コーティング	水素脆化のリスクを軽減するための鉄または鋼のコーティング後処理		発行済み	90.92	TC107/SC3
3	10839	ISO/TS 10839:2022	気体燃料供給用のポリエチレンパイプおよび継手	設計、取り扱い、設置に関する実践規範		発行済み	60.60	TC138/SC4
4	11326	ISO/DIS 11326	船舶技術	水素船の液体水素貯蔵タンクの試験手順		開発中	40.60	TC8/SC3
5	11954	ISO/TR 11954	燃料電池自動車	性能測定	圧縮水素燃料	開発中	60.00	TC22/SC37
6	11954	ISO/TR 11954:2008	燃料電池自動車	最大速度の測定		発行済み	90.92	TC22/SC37
7	12619	ISO/AWI 12619	自動車	天然ガス/水素混合燃料システムコンポーネント		開発中	20.00	TC22/SC41
8	13984	ISO 13984:1999	液化水素	陸上車両燃料供給システムのインターフェース		発行済み	90.92	TC197
9	13984	ISO/WD 13984	液化水素自動車給油プロトコル			開発中	20.60	TC197
10	13985	ISO/AWI 13985	液化水素	自動車燃料タンク		開発中	20.20	TC197
11	14127	ISO/DIS 14127	炭素繊維強化複合部材	樹脂、繊維、空隙含有量の測定		開発中	40.90	TC61/SC13
12	14687	ISO/DIS 14687	水素品質	製品規格		開発中	40.00	TC197
13	15330	ISO/AWI 15330	ファスナー(ねじ、ボルト)	水素脆化を検出するための予圧試験	平行座面法	開発中	10.99	TC2/SC14
14	15916	ISO/TR 15916:2015	水素システムの安全性に関する基本的な考慮事項			発行済み	90.93	TC197
15	16111	ISO 16111:2018	可搬型ガス貯蔵装置	水素吸蔵合金に吸収された水素		発行済み	90.90	TC197
16	16380	ISO 16380:2014	自動車	混合燃料給油コネクタ		発行済み	90.93	TC22/SC41
17	17081	ISO 17081:2014	電気化学的手法による水素透過の測定および金属中の水素の取り込みおよび輸送の定量方法			発行済み	90.93	TC156
18	17268	ISO 17268:2020	圧縮水素自動車の給油コネクタ			発行済み	90.92	TC197
19	17326	ISO/TR 17326	燃料電池自動車	氷点下でのコールドスタート性能	圧縮水素を燃料とする自動車	開発中	60.00	TC22/SC37
20	19870	ISO/TS 19870	水素技術	水素の製造、調整、輸送に関連する温室効果ガス排出量の算定方法		開発中	60.00	TC197/SC1
21	19881	ISO/DIS 19881	ガス状水素	陸上車両用燃料容器		開発中	40.00	TC197
22	19882	ISO/DIS 19882	ガス状水素	圧縮水素車両燃料容器用の熱作動圧力リリーフ装置		開発中	40.00	TC197
23	19883	ISO/TS 19883:2017	水素の分離と精製のための圧カスイング吸着システムの安全性			発行済み	90.93	TC197
24	19887	ISO/DIS 19887	ガス状水素	水素燃料自動車用燃料システム部品		開発中	40.20	TC197
25	21087	ISO 21087:2019	ガス分析	水素燃料の分析方法	道路車両用PEMFCアプリケーション	発行済み	60.60	TC158

通し番号	番号	規格	名称1	名称2	名称3	状態	ステージ	担当TC/SC
26	21341	ISO/AWI 21341	船舶技術	水素船の液体水素バルブの試験手順		開発中	20.00	TC8/SC3
27	22734	ISO 22734:2019	水の電気分解を利用した水素発生装置	産業、商業、住宅用途		発行済み	90.92	TC197
28	23273	ISO 23273:2013	燃料電池自動車	安全仕様	圧縮水素を燃料とする車両の水素安全リスクからの保護	発行済み	90.93	TC22/SC37
29	23828	ISO 23828:2022	燃料電池自動車	エネルギー消費量の測定	圧縮水素を燃料とする自動車	発行済み	60.60	TC22/SC37
30	24078	ISO/DIS 24078	エネルギーシステムにおける水素	ボキャブラリー		開発中	40.60	TC197
31	24132	ISO 24132	船舶技術	液化水素用の海上移送アームの設計と試験		開発中	60.00	TC8/SC2
32	26142	ISO 26142:2010	水素検出装置	据え置き型アプリケーション		発行済み	90.93	TC197
33	7539	ISO 7539-7:2005	金属および合金の腐食	応力腐食試験	パート 7: 低速ひずみ速度試験の方法	発行済み	90.93	TC156
34	7539	ISO 7539-11:2013	金属および合金の腐食	応力腐食試験	パート 11: 水素脆化および水素助長割れに対する金属および合金の耐性を試験するためのガイドライン	発行済み	90.20	TC156
36	11114	ISO 11114-4:2017	可搬式ガスポンペ	応力腐食試験	パート 4: 耐水素脆性鋼の選定試験方法	発行済み	90.60	TC58
36	12213	ISO 12213-3:2006	天然ガス	圧縮率の計算	パート 3: 物性を使用した計算	発行済み	90.93	TC193/SC1
37	12619	ISO 12619-1:2014	道路自動車	圧縮ガス状水素 (CGH2) および水素/天然ガス混合燃料システムコンポーネント	パート 1: 一般的な要件と定義	発行済み	90.93	TC22/SC41
38	12619	ISO 12619-10:2017	道路自動車	圧縮ガス状水素 (CGH2) および水素/天然ガス混合燃料システムコンポーネント	パート 10: 圧力解放装置 (PRD)	発行済み	90.93	TC22/SC41
39	12619	ISO 12619-11:2017	道路自動車	圧縮ガス状水素 (CGH2) および水素/天然ガス混合燃料システムコンポーネント	パート 11: 過流防止弁	発行済み	90.93	TC22/SC41
40	12619	ISO 12619-12:2017	道路自動車	圧縮ガス状水素 (CGH2) および水素/天然ガス混合燃料システムコンポーネント	パート 12: 気密ハウジングと換気ホース	発行済み	90.93	TC22/SC41
41	12619	ISO 12619-13:2017	道路自動車	圧縮ガス状水素 (CGH2) および水素/天然ガス混合燃料システムコンポーネント	パート 13: ステンレス鋼の剛性燃料ライン	発行済み	90.93	TC22/SC41
42	12619	ISO 12619-14:2017	道路自動車	圧縮ガス状水素 (CGH2) および水素/天然ガス混合燃料システムコンポーネント	パート 14: フレキシブル燃料ライン	発行済み	90.93	TC22/SC41
43	12619	ISO 12619-15:2017	道路自動車	圧縮ガス状水素 (CGH2) および水素/天然ガス混合燃料システムコンポーネント	パート 15: フィルター	発行済み	90.93	TC22/SC41
44	12619	ISO 12619-16:2017	道路自動車	圧縮ガス状水素 (CGH2) および水素/天然ガス混合燃料システムコンポーネント	パート 16: フィッティング	発行済み	90.93	TC22/SC41
45	12619	ISO 12619-2:2014/Amd 1:2016	道路自動車	圧縮ガス状水素 (CGH2) および水素/天然ガス混合燃料システムコンポーネント	パート 2: 性能と一般的なテスト方法	発行済み	60.60	TC22/SC41

通し番号	番号	規格	名称1	名称2	名称3	状態	ステージ	担当TC/SC
46	12619	ISO 12619-3:2014/Amd 1:2016	道路自動車	圧縮ガス状水素 (CGH2) および水素/天然ガス混合燃料システムコンポーネント	パート 3: 圧力調整器	発行済み	60.60	TC22/SC41
47	12619	ISO 12619-4:2016	道路自動車	圧縮ガス状水素 (CGH2) および水素/天然ガス混合燃料システムコンポーネント	パート 4: 逆止弁	発行済み	90.93	TC22/SC41
48	12619	ISO 12619-5:2016	道路自動車	圧縮ガス状水素 (CGH2) および水素/天然ガス混合燃料システムコンポーネント	パート 5: 手動シリンダーバルブ	発行済み	90.93	TC22/SC41
49	12619	ISO 12619-6:2017	道路自動車	圧縮ガス状水素 (CGH2) および水素/天然ガス混合燃料システムコンポーネント	パート 6: 自動バルブ	発行済み	90.93	TC22/SC41
50	12619	ISO 12619-7:2017	道路自動車	圧縮ガス状水素 (CGH2) および水素/天然ガス混合燃料システムコンポーネント	パート 7: ガスインジェクター	発行済み	90.93	TC22/SC41
51	12619	ISO 12619-8:2017	道路自動車	圧縮ガス状水素 (CGH2) および水素/天然ガス混合燃料システムコンポーネント	パート 8: 圧力インジェクター	発行済み	90.93	TC22/SC41
52	12619	ISO 12619-9:2017	道路自動車	圧縮ガス状水素 (CGH2) および水素/天然ガス混合燃料システムコンポーネント	パート 9: 圧力リリーフバルブ (PRV)	発行済み	90.93	TC22/SC41
53	15589	ISO 15859-2:2004	宇宙システム	流体の特性、サンプリングおよび試験方法	パート 2: 水素	発行済み	90.93	TC20/SC14
54	16110	ISO 16110-1:2007	燃料プロセス技術を活用した水素発生装置		パート 1: 安全性	発行済み	90.93	TC197
55	16486	ISO 16486-6:2023	気体燃料供給用プラスチック配管システム - 融着接合および機械接合を備えた非可塑化ポリアミド (PA-U) 配管システム		パート 6: 設計、取り扱い、設置に関する実践規範	発行済み	60.60	TC138/SC4
56	16573	ISO 16573-1:2020	スチール	高張力鋼の耐水素脆性評価の測定方法	パート 1: 定荷重試験	発行済み	60.60	TC17/SC7
57	16573	ISO 16573-2:2022	スチール	高張力鋼の耐水素脆性評価の測定方法	パート 2: 低速ひずみ速度試験	発行済み	60.60	TC17/SC7
58	17268	ISO/CD 17268-1	圧縮水素陸上車両給油コネクタ	パート 1: 最大 120 g/s の流量能力		開発中	30.60	TC197
59	17268	ISO/AWI 17268-3	圧縮水素陸上車両給油コネクタ	パート 3: 極低温圧縮水素ガス		開発中	20.00	TC197
60	19880	ISO 19880-1:2020	圧縮水素	水素ステーション	パート 1: 一般要件	発行済み	60.60	TC197
61	19880	ISO/DIS 19880-2	圧縮水素	水素ステーション	パート 2: ディスペンサーと充填システム	開発中	40.60	TC197
62	19880	ISO 19880-3:2018	圧縮水素	水素ステーション	パート 3: バルブ	発行済み	90.60	TC197
63	19880	ISO/CD 19880-5	圧縮水素	水素ステーション	パート 5: ディスペンサーホースとホースアセンブリ	開発中	30.20	TC197
64	19880	ISO/DIS 19880-7	圧縮水素	水素ステーション	パート 7: ゴム製 O リング	開発中	40.00	TC197
65	19880	ISO/DIS 19880-8	圧縮水素	水素ステーション	パート 8: 燃料の品質管理	開発中	40.00	TC197
66	19880	ISO/DIS 19880-9	圧縮水素	水素ステーション	パート 9: 燃料品質分析のためのサンプリング	開発中	40.60	TC197

通し番号	番号	規格	名称1	名称2	名称3	状態	ステージ	担当TC/SC
67	19884	ISO/AWI TR 19884-2	気体水素 - 定置保管用のシリンダーとチューブ	パート2: 水素適用のクラスA材（鋼材、アルミニウム合金）の材料試験データ		開発中	20.00	TC197
68	19884	ISO/AWI TR 19884-3	気体水素 - 定置保管用のシリンダーとチューブ	パート3: 浅い圧力サイクルの推定方法を実証するための圧力サイクルテスト データ		開発中	20.00	TC197
69	19885	ISO/DIS 19885-1	気体水素	水素燃料自動車の給油プロトコル	パート1: 燃料供給プロトコルの設計および開発プロセス	開発中	40.60	TC197
70	20421	ISO/AWI 20421-1	極低温容器	可搬型大型真空断熱容器	パート1: 設計、製造、検査、テスト	開発中	20.00	TC220
71	21029	ISO/AWI 21029-1	極低温容器	容積1,000リットル以下の可搬式真空断熱容器	パート1: 設計、製造、検査、テスト	開発中	20.00	TC220
73	21266	ISO 21266-1:2018/AWI Amd 1	道路自動車	圧縮ガス状水素 (CGH2) および水素/天然ガス混合燃料システム	パート1: 安全要件	開発中	10.99	TC22/SC41
74	21266	ISO 21266-2:2018	道路自動車	圧縮ガス状水素 (CGH2) および水素/天然ガス混合燃料システム	パート2: テスト方法	発行済み	90.90	TC22/SC41
75	22734	ISO/CD 22734-1	水の電気分解を利用した水素発生装置	産業、商業、住宅用途	パート1: 一般要件、テストプロトコル、および安全要件	開発中	30.60	TC197
76	23274	ISO 23274-1:2019	ハイブリッド自動車	排出ガスと燃料消費量の測定	パート1: 外部充電不可能な車両	発行済み	60.60	TC22/SC37
76	23274	ISO 23274-2:2021	ハイブリッド自動車	排出ガスと燃料消費量の測定	パート2: 外部充電可能な車両	発行済み	60.60	TC22/SC37
77	23555	ISO/DIS 23555-3	最大 10 MPa までの入口圧力のガス輸送、分配、設置に使用するガス圧力安全装置および制御装置	パート3: 安全遮断装置		開発中	40.60	TC161
78	24251	ISO/CD 24251-1	高張力鋼部品の水素助長脆性破壊の防止	第1部: 基礎と対策		開発中	30.60	TC107/SC3

<水素関連の TC/SC>

- ・水素に関連した ISO 規格を担当しているのは、6TC と 12SC で計 18 の委員会
- ・担当数の多いのは、TC197(水素技術)の 28 件、TC22/SC41(気体燃料自動車)の 20 件
- ・海洋関連の液化水素(ローディングアーム*含む)は、船舶海洋技術(TC8)の所管

*液化水素用ローディングアームに関する ISO24132

2018 年 3 月より WD 作成開始され、skip-CD※、DIS 承認、FDIS 登録がなされ、現在 IS 発行予定 ※TC の承諾を経て CD 段階をスキップして DIS 投票へ移行

タイトル: Design and testing of marine transfer arms for liquefied hydrogen

開発方針:

- ・LNG 用ローディングアーム規格（日本主導で策定された ISO16904）をベースに、液化水素との相違点を考慮し、安全な設計・運用のためのガイドラインとして規格化

- ・さらなる開発余地の残る分野のため、仕様ベースではなく性能ベースの規格を目指す
- ・流体の低温化（-162℃→-253℃）に伴う液化酸素発生回避＝高断熱性能の維持を安全上の最重要課題として考慮

ISO 所管:

TC8 “Ships and marine technology”

- SC2 “Marine environment protection”

- WG12 “Marine liquefied hydrogen transfer arms”

Convenor: 日本

Expert: 日本、米、蘭、豪、伊、中、露

表 3.1- 2 水素関連の TC/SC 一覧

TC/SC番号	担当分野		事務局	件数
	TC	SC		
TC2/SC14	ボルト、ナット、ねじ	表面コーティング	DIN	1
TC8/SC2	船舶と海洋技術	海洋環境保護	ANSI	1
TC8/SC3	船舶と海洋技術	配管と機械	ANSI	2
TC17/SC7	鋼鉄	試験方法	AFNOR	2
TC20/SC14	航空機および宇宙船	宇宙システムと運用	ANSI	1
TC22/SC37	道路車両	電気推進車両	DIN	7
TC22/SC41	道路車両	気体燃料の適用	UNI	20
TC58	ガスシリンダー		BSI	1
TC61/SC13	プラスチック	複合材と強化繊維	JISC	1
TC107/SC3	金属およびその他の無機コーティング	電着塗装および仕上げ	KATS	2
TC138/SC4	流体輸送用のプラスチック製パイプ、継手、バルブ	気体燃料供給用のプラスチック製パイプおよび継手	NEN	2
TC156	金属および合金の腐食	-	SAC	3
TC158	ガスの分析	-	SAC	1
TC161	気体燃料および液体燃料の制御および保護装置	-	DIN	1
TC193/SC1	天然ガス	天然ガスの分析	NEN	2
TC197	水素技術	-	SCC	28
TC197/SC1	水素技術	大規模水素利活用とエネルギーシステム	SCC	1
TC220	極低温容器	-	AFNOR	2

表 3.1- 3 各国の事務局

DIN	ドイツ	KATS	韓国
ANSI	米国	NEN	オランダ
AFNOR	フランス	SAC	中国
BSI	英国	SCC	カナダ
JISC	日本		

<TC197 概要>

- ・水素関連 ISO の多くは、TC197 で扱われている。
- ・議長は日本、HySUT の池田哲史氏
- ・2022 年、新たに大規模利活用を対象とした TC197/SC1 が組成された。

表 3.1- 4 TC197 概要

TC番号	TC197	ISO/TC 197/SC 1
名称	Hydrogen technologies 水素技術	Hydrogen at scale and horizontal energy systems 大規模水素とエネルギーシステム
概要	水素の製造、貯蔵、輸送、測定、使用のためのシステムおよび装置の分野における標準化。	テスト、認証、持続可能性、配置の側面を含む大規模な水素エネルギーシステムとアプリケーションの標準化、および他の関連標準化団体や関係者との調整。
Secretariat	SCC	SCC
Committee Manager	Mr Siasia Morel	Ms Sara Marxen
Chairperson	Mr Tetsufumi IKEDA	Dr Andrei Tchouvelev
TPM*	Mrs Kirsi Silander-van Hunen	Mrs Kirsi Silander-van Hunen
EM**	Mr Arun ABY Paraecattil	Mr Arun ABY Paraecattil

*TPM:Technical Programme Manager

**EM:Editorial Manager

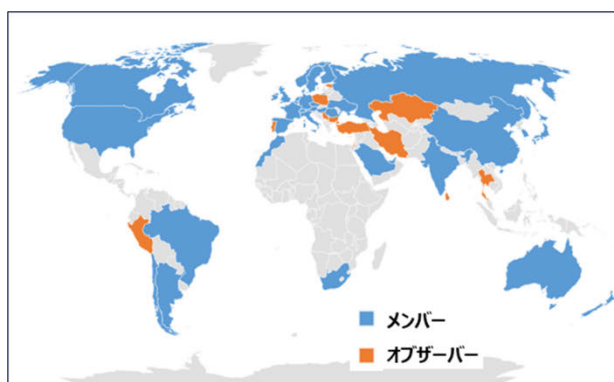
① TC197 の構成と活動

■ 目的：水素技術の基本要件を審議

- ・製造/貯蔵/取扱い/設置環境
- ・車両、燃料供給インフラのプロトコルと構成機器

■ 参加国：欧州（英独仏等 25）、米国、カナダ、豪州、インド、韓国、中国等の世界各国からメンバー34、オブザーバー14 の計 47 カ国

- ・これまでの TC197 は、FCV-水素ステーション関連が中心
- ・大型 FCV を想定した液水関連、大容量充填の活動が始まっている
(WG01、WG05、WG35、WG36)



メンバー			
国/地域	参加団体	国/地域	参加団体
オーストラリア	SA	サウジアラビア	SASO
中国	SAC	UAE	MoIAT-STR
インド	BIS	アルゼンチン	IRAM
日本	JISC	ブラジル	ABNT
韓国	KATS	チリ	INN
ニュージーランド	NZSO	カナダ	SCC
モロッコ	IMANOR	米国	ANSI
南アフリカ	SABS	オブザーバー	
オーストラリア	ASI	香港	ITCHKSAR
ベルギー	NBN	スリランカ	SLSI
チェコ	UNMZ	タイ	TISI
デンマーク	DS	エジプト	EOS
フィンランド	SFS	ブルガリア	BDS
フランス	AFNOR	エストニア	EVS
ドイツ	DIN	ポーランド	PKN
ハンガリー	MSZT	ポルトガル	IPQ
アイルランド	NSAI	セルビア	ISS
イタリア	UNI	トルコ	TSE
オランダ	NEN	イラン	INSO
ノルウェー	SN	イスラエル	SII
ルーマニア	ASRO	カザフスタン	KAZMEMST
ロシア	GOST R		
スペイン	UNE		
スウェーデン	SIS		
スイス	SNV		
ウクライナ	DSTU		
英国	BSI		

図 3.1- 2 TC197 参加国

表 3.1- 5 TC197 WG 一覧

WG	Title	ISO
WG01	液体水素 - 自動車の燃料タンク	13985 revision
WG05	水素の自動車給油接続装置 (最大流量 120 g/s 以上)	17268-1, -2 rev.
WG15	貯蔵容器	19884
WG18	圧縮水素自動車燃料タンクと TPRD	19881, 19882 rev.
WG19	水素ステーション - ディスペンサー	19880-2
WG21	水素ステーション - コンプレッサー	19880-4
WG22	水素ステーション - ホース	19880-5
WG23	水素ステーション - 継手	19880-6
WG24	圧縮水素 - 水素自動車の給油プロトコル	19885-1, -2, -3
WG27	水素燃料の品質	14687 revision

WG	Title	ISO
WG28	水素ステーション – 水素の品質管理	19880-8
WG29	水素システムの安全性に関する基本的な考慮事項	TR15916 revision
WG30	圧縮水素 自動車燃料システムコンポーネント	19887
WG31	水素ステーション – Oリング	19880-7
WG33	水素ステーション – 燃料品質分析用のサンプリング	19880-9
WG34	水の電気分解を利用した水素発生装置 – 産業用、商業用、住宅用アプリケーション	22734-1 revision
WG35	液体水素 - 自動車への燃料補給プロトコル	13984 revision
WG36	水素の自動車給油接続装置 – 低温圧縮 H2 ガス	17268-3

② TC197/SC1 参加国と活動

■目的：大規模および水素エネルギーチェーンに対応した水素技術の要件を審議

- ・再生可能エネルギーとエネルギー貯蔵/グリッド連携
- ・マルチ燃料システム
- ・持続可能性(GHG、原産地証明、認証)
- ・水素コンポーネントのテストと認証
- ・鉄道、船舶、航空用途、住宅用途

■参加国：欧州(英独仏等 17)、米国、カナダ、豪州、韓国、中国等の世界各国からメンバー25、オブザーバー3 の計 28 カ国

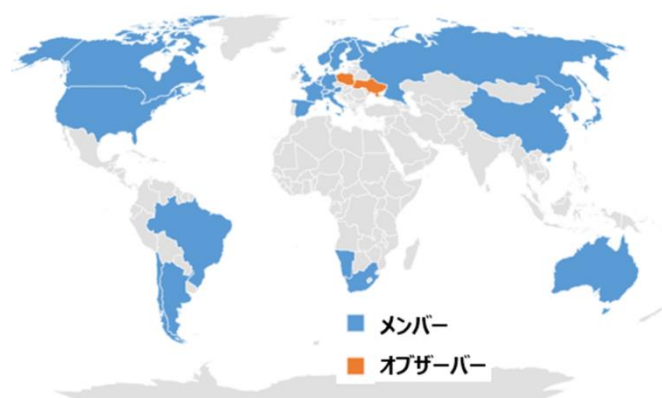


表 3.1- 6 参加国の分布

表 3.1- 7 TC197/SC1 参加国

メンバー					
国/地域	参加団体	国/地域	参加団体	国/地域	参加団体
オーストラリア	SA	フランス	AFNOR	アルゼンチン	IRAM
中国	SAC	ドイツ	DIN	ブラジル	ABNT
日本	JISC	イタリア	UNI	チリ	INN
韓国	KATS	オランダ	NEN	カナダ	SCC
ナミビア	NSI	ノルウェー	SN	米国	ANSI
南アフリカ	SABS	ロシア	GOST R	オブザーバー	
オーストリア	ASI	スペイン	UNE	ベルギー	NBN
ベルギー	NBN	スウェーデン	SIS	ポーランド	PKN
デンマーク	DS	スイス	SNV	ウクライナ	SE UkrNDNC
フィンランド	SFS	英国	BSI		

- ・現在の WG は、炭素集約度に関する WG1 と、大規模電気分解に関する WG2 のみ
- ・今後は、大規模サプライチェーンの標準化戦略を狙って、提案が増えると想定される

表 3.1- 8 TC197/SC1 WG 一覧

WG	Title		ISO
SC01 /WG01	Methodology for Determining the Greenhouse Gas Emissions Associated with the Production, Conditioning and Transport of Hydrogen to Consumption Gate	水素の製造～コンディショニング～消費手前までの輸送に関連する温室効果ガス排出量の算定方法	TS19870
SC01 /WG02	Hydrogen generators using water electrolysis – Test protocols for performing electricity grid services⇒To be moved to SC1 as WG2 (expect NWIP from Germany for TS)	水の電気分解を利用した水素発生装置 – 電力網サービスを実行するための試験プロトコル⇒TC197のWG32から移行 (TSはドイツのNWIPを予定)	TR22734 - 2、TR⇒TS

<TC197 最近の動き>

① 炭素集約度算定方法の標準化(TS19870 完成)

- ・ SC1 WG1 で、炭素集約度算定方法の IS 化が進められている
- ・ 日本より、エキスパート 9 名(HySUT、AIST、ENEOS、川崎重工業、千代田化工建設、東芝、JH2A)を派遣し、議論に参加。国内は HySUT と JH2A がバックアップ
- ・ 2023 年 11 月の ISO 国際会議を経て ISO/TS 19870 が完成、12 月の COP28 でアナウンス、発行済
- ・ 2024～26 年で IS19870 シリーズを完成させる。-2～-4 はキャリア (LH2、NH3、LOHC) ごとの採番となった
- ・ 1 月から JH2A のエキスパート会議を再開、3 月 (東京)、6 月、10 月の審議を経て、25 年中に-1(製造)発行見込み

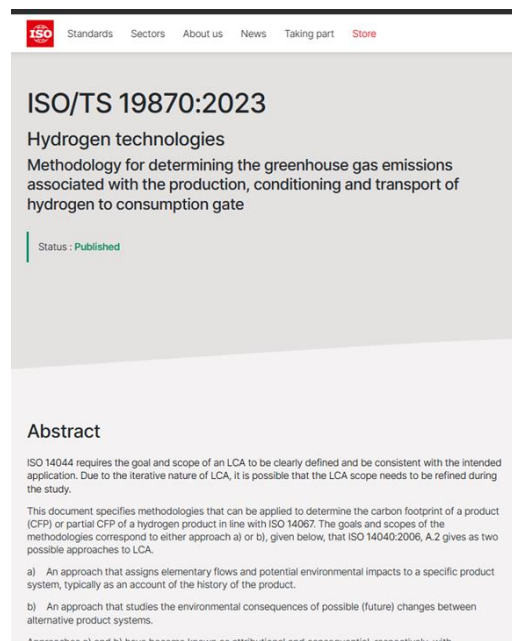


図 3.1- 3 ISO/TS19870 表紙

② TS 14687(品質規格)改正

- ・ ISO/DIS 14687(品質規格)改訂案提示、メンバー国による投票(12 週間)が、2024 年 1 月 12 日より開始された。現規格 ISO14687:2019 の改正
- ・ ISO14687 は、住宅、商業、産業、車両および定置用途で利用する水素燃料品質を規定したもの
- ・ 今回の改正で、車載用/定置用水素内燃機関にグレード F-1/F-2 が新たに規定された
- ・ 発電等での燃焼用水素規格に相当する「Fuel quality specification for applications other than PEM fuel cell road vehicle and stationary applications」は改正されていない模様

表 3.1- 9 現規格 ISO14687:2019 のグレード分類(ガス体水素)

Type	Grade	Category	Applications	Clause
I Gas	A	—	Gaseous hydrogen; internal combustion engines for transportation; residential/commercial combustion appliances (e.g. boilers, cookers and similar applications)	7
	B	—	Gaseous hydrogen; industrial fuel for power generation and heat generation except PEM fuel cell applications	7
	C	—	Gaseous hydrogen; aircraft and space-vehicle ground support systems except PEM fuel cell applications	7
	D ^{a,b}	—	Gaseous hydrogen; PEM fuel cells for road vehicles	5
	E	PEM fuel cells for stationary appliances		6
		1	Hydrogen-based fuel; high efficiency/low power applications	
		2	Hydrogen-based fuel; high power applications	
		3	Gaseous hydrogen; high power/high efficiency applications	

^a Grade D may be used for other fuel cell applications for transportation including forklifts and other industrial trucks if agreed upon between supplier and customer.

^b Grade D may be used for PEM fuel cell stationary appliances alternative to grade E category 3.

③ パイプライン標準化提案

- ・ 2023 年 11 月、ウィーン会議にて、中国より水素パイプライン標準化提案あり
- ・ 今後、大規模利用 [Hydrogen @Scale] に関する活動活性化が見込まれる

提案①Methodology for repurposing NG pipelines for H2NG blends

天然ガスパイプラインを水素混合ガス(低濃度)に適用するための適用論

- ・ 水素混合・輸送のための既存のパイプラインシステムのプロセス技術性と経済的実現可能性を評価
 - ・ 水素と既存のパイプラインおよび設備との適合性を評価
- ・ 水素の漏洩と爆発とその影響のリスクベースの評価
- ・ 水素混合による運転および保守、完全性管理、検査および修理措置または調整の評価

提案②AHG on H2 and high H2 content blends pipelines

パイプラインへの高濃度水素混合に関するアドホックグループ

- ・ 転用も含む天然ガスパイプラインでの高濃度水素利用に伴う、
材料適合性、安全管理等技術的課題の検討と情報共有
- ・ 水素パイプライン規格開発に向けたロードマップの作成

<アンモニア関連の ISO 規格動向>

①既存

- ・ アンモニア（アンモニア水を除く）関連の既存 ISO 規格を示す
- ・ 殆どが、分析や測定法に関連する規格である

表 3.1- 10 アンモニア関連(除くアンモニア水)の既存 ISO 規格一覧

ISO番号	担当TC/SC	名称(英文)	名称(和訳)
ISO 7103	TC47	Liquefied Anhydrous Ammonia for Industrial Use - Sampling - Taking a Laboratory Sample	工業用液化無水アンモニア - サンプリング - 実験室サンプルの採取
ISO 7105	TC47	Liquefied Anhydrous Ammonia for Industrial Use - Determination of Water Content - Karl Fischer Method	工業用液化無水アンモニア - 水分含有量の測定 - カールフィッシャー法
ISO 7106	TC47	Liquefied Anhydrous Ammonia for Industrial Use - Determination of Oil Content - Gravimetric and Infra-red Spectrometric Methods	工業用液化無水アンモニア - 油分の測定 - 重量分析法および赤外分光分析法
ISO 15859-11	TC 20/SC 14	Space systems Fluid characteristics, sampling and test methods Part 11: Ammonia	宇宙船燃料規格、サンプリングおよび試験方法 第 11 部: アンモニア
ISO 17169:2016	TC 146/SC 1	Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of ammonia in flue gas — Performance characteristics of automated measuring systems	固定発生源の排出 — 排ガス中のアンモニアの質量濃度の測定 — 自動測定システムの性能特性
ISO 17179:2016	TC146/SC1	Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of ammonia in flue gas — Performance characteristics of automated measuring systems	固定発生源の排出 — 排ガス中のアンモニアの質量濃度の測定 — 自動測定システムの性能特性
ISO 20951:2019	TC190	Soil Quality, Guidance on methods for measuring greenhouse gases (CO ₂ , N ₂ O, CH ₄) and ammonia (NH ₃) fluxes between soils and the atmosphere	土壌品質、土壌と大気間の温室効果ガス (CO ₂ , N ₂ O, CH ₄) およびアンモニア (NH ₃) フラックスの測定方法に関するガイダンス
ISO 21877:2019	TC146/SC1	Stationary source emissions— Determination of the mass concentration of ammonia, Manual method	固定発生源排出 - アンモニアの質量濃度の測定、手動法
ISO 6778:1984	TC147/SC2	Water quality, Determination of ammonium, Potentiometric method	水質、アンモニウムの定量、電位差法

②新規

- ・ 燃料アンモニアに関連がある基準は、最近になって検討が開始された、
「WD TS 21343 アンモニア発電用ボイラガイドライン(日本提案)」*
「AWI 23339 船舶用アンモニア燃料システム」
- ・ 水素技術の TC197 活動状況に比較すると、数は少ない

表 3.1- 11 燃料アンモニア関連 ISO 規格 新規検討案件

ISO番号	担当TC/SC	名称(英文)	名称(和訳)	備考
ISO/AWI 23397	TC8/SC3	Ships and marine technology, Ammonia fuel systems for ships, Vocabulary	船舶と海洋技術、船舶用アンモニア燃料システム	Under Development, Stage 20.00 New project registered TC/SC work programme 新規PJとして登録
ISO/WD TS 21343	TC67	Fuel ammonia — Guideline for boilers for power generation — Environmental performance	燃料アンモニア — 発電用ボイラガイドライン — 環境性能	Under DevelopmentStage, 20.20 Working draft study initiated WD検討開始

①WD TS 21343 燃料アンモニア－発電用ボイラーガイドライン－環境性能

このWD TSは、アンモニア焼きボイラーメーカーが要求される環境性能を満たすために、設計時から受入までに実施する試験に関するガイドラインを定めたもの。燃料アンモニア焼きボイラーは、試験施設での機能試験と現場での受入試験を実施する必要がある。

TSには、各試験の試験方法、測定項目、評価方法、試験報告書が定められている。NO_x、NH₃、N₂O は、機能試験では燃焼室出口で、受け入れ試験ではボイラー出口でそれぞれ測定される。

標準は、以下のすべてを満たす機器に適用される。

- a) 出力100MW以上の発電に使用される陸上ボイラー
- b) アンモニアを燃料として使用する
- c) 主燃料を燃焼させるためのバーナーを備えたボイラー

アンモニアダクトバーナーを備えたガスタービン用排熱回収ボイラには適用されない。

②AWI(Aproved Work Item)23339 船舶と海洋技術、船舶用アンモニア燃料システム

この標準では、国際海事機関（IMO）の貨物およびコンテナ輸送（CCC）小委員会によって策定された「燃料としてアンモニアを使用する船舶に関するガイドライン」に従って、船舶のアンモニア燃料システムに関連する標準化された用語を定義する。

この標準は、さまざまな種類の船舶での燃料としてのアンモニアの使用に適用されるが、貨物としてアンモニアを輸送する船舶には適用されない。

図 3.1- 4 燃料アンモニア関連新規 TS

- ・なお、燃料用アンモニア品質については、（一社）クリーン燃料アンモニア協会が、第5回燃料アンモニア導入官民協議会(2022年7月7日)において、「原料・製法等で差別化要素なく、現状は契約で担保すれば良いと整理。」と報告、現行の化学品としてのアンモニア規格とは別建てでの国際標準化は不要との判断により、日本としての活動は行われていない。また、海外においても特段の動きは見られない。

<高圧機器関連の ISO 規格と制定経緯>

明示的に水素は特定されていないが、水素には以前から産業界で压力容器等を用いて使われていた経緯を踏まえて制定された、TC11 が担当する ISO16528 がある。その ISO16528 のもとに、現在は ASME、EN、JIS が整合した規格として登録、適用されている規格となっているが、ISO 化の発端となったのは、欧米での元々の圧力機器規格の違いである。

压力容器は、国際標準化が始まる前から欧州・米国等各国地域での基準があり、米国では ASME（日本はこの ASME を参考にしていたが）欧州規格と米国規格では考え方が異なり、相容れない部分が存在していた。欧州で 1997 年に PED という圧力設備指令が採択された際に、欧州内の統一規格として EN 規格を整備、さらにウィーン協定により EN 規格の ISO 規格化を提案してきた。EN 規格が ISO 規格になると、WTO/TBT 協定の問題で日本と米国に不都合が生じるため、日米、更にアジア諸国も入れて欧州と対抗して何とか性能規定として、規格のための規格のようなものとして TC11 において ISO16528 を作った経緯にある。

このように、従来の各国規制がある場合、国際標準化に際しては国の間での調整が必須であり(多くの場合、米と欧の違い)、日本がどちらのチームで活動するか、という選択が必要になってくる。

表 3.1- 12 ISO TC11 概要

TC番号	ISO/TC 11(活動停止中/STANDBY)
名称	Boilers and pressure vessels ボイラーと圧力容器
概要	ボイラーと圧力容器の構造(Construction)*の標準化。 *構造(Construction)とは、設計、材料、製造、検査、検査、テスト、適合性評価を含む包括的な用語。 除外項目 ISO/TC 8 の対象となる鉄道および船舶用ボイラー。 ISO/TC 58 の対象となるガスシリンダー。 ISO/TC 20 の対象となる航空機および車両の部品。 ISO/TC 21 の対象となる消火に使用される設備。 ISO/TC 94 の対象となる個人用安全装置。 回転装置または往復装置のコンポーネント。 ISO/TC 85 の対象となる核圧力機器。 配管システム; ISO/TC 220 の対象となる極低温容器。
所管ISO	ISO16528-1 :2007 ISO16528-2 :2007
Secretariat	SAC(中国)
Committee Manager	Ms Shanshan Shao
Chairperson	Prof Bi'nan Shou
TPM*	Mme Blandine Garcia
EM**	Ms Claudia Lueje
メンバー	アルジェリア、オーストリア、ベルギー、ブラジル、カナダ、中国、コロンビア、デンマーク、エジプト、フランス、ドイツ、インド、インドネシア、イラン、イタリア、日本、ケニア、韓国、マレーシア、ルーマニア、サウジアラビア、ロシア、イギリス、米国

*TPM:Technical Programme Manager

**EM;Editorial Manager

表 3.1- 13 ISO 16528-1 -2:2007 概要

ISO 16528-1:2007 Boilers and pressure vessels Part 1: Performance requirements
・ ISO 16528-1:2007 は、ボイラーと圧力容器の構造に関する性能要件を定義。ボイラーと圧力容器の運転、保守、使用中の検査に対処する目的ではない。 ・ 圧力容器の形状に関連して、ISO 16528-1:2007 には、溶接接続の場合は最初の円周継手の溶接端接続、ねじ接続の場合は最初のねじ継手、ボルト締め、フランジ付きの場合は最初のフランジ面、必要に応じて、接続、独自の接続またはフィッティングおよび安全アクセサリ用の最初のシール面が含まれる。 ・ ボイラーの圧力を含む部品の形状に関連して、ISO 16528-1:2007 は給水入口（入口バルブを含む）から蒸気出口（出口バルブを含む）までをカバーしており、これには空気にさらされる可能性のあるすべての相互接続チューブが含まれる。過熱の危険性があり、メインシステム、関連する安全アクセサリ、排水、通気、過熱防止などの性能に関与するボイラーへの接続から隔離することはできない。 ・ ISO 16528-1:2007 は、原子力コンポーネント、鉄道および船舶用ボイラー、ガスシリンダーまたは配管システム、または機械装置（例：電気設備）、タービンと機械のケーシングには適用されない。
ISO 16528-2:2007 Boilers and pressure vessels Part 2: Procedures for fulfilling the requirements of ISO 16528-1
ISO 16528-2:2007 は、規格発行団体がその規格が ISO 16528-1 のパフォーマンス要件を満たしていることを実証するための手順と標準フォーマットを提供。

3.3.3.2. IEC

<水素の IEC 規格>

・日本規格協会発行の IEC 規格に関する TC 順リスト (IEC_TC_md_5830.pdf) を参照し、明示的に「水素」文言が含まれている SC 番号は 1 件のみ (TC21 蓄電池) であることを確認した。同様に上述リストに記載されている業務範囲から抽出した水素に関連があると考えられる SC 番号は以下の 3 件 (TC 1 用語、TC9 鉄道用電気設備とシステム、TC105 燃料電池技術) であり、実質的には用語を除く 2 件であることを確認した。IEC で水素に関連する規格は現時点では燃料電池に関するものとなっている。これら TC 番号の業務範囲と関連する規格シリーズを表 3.1- 14 に示す。

表 3.1- 14 水素に関連する IEC の TC 番号

IEC の TC 番号	業務範囲	関連する規格シリーズ
TC 1	様々な電気技術分野における用語と定義を承認し、様々な言語における同義語を決定すること。その主旨に従い、技術文書、教育、技術仕様、商取引に用いられる電気・電子分野の学術及び技術に関する用語の標準化と整合化を目的に、各種言語における同等語の選択も含めて、国際電気技術用語集を作成する。	IEC60050-485
TC9	鉄道車両・地上設備・鉄道運用の管理システム、それらのインターフェースと生態系環境の国際規格を準備すること。これらの標準はシステム、構成要素とソフトウェアに関するもの、そして、それらは電気と電気機械の両者として採り扱う。そして、後者については電氣的な要因に従うアイテムに限られる。これらの標準は、電気機械に関するものとパワーデバイスのハードウェア部品およびソフトウェア部品と同じように取り扱う。	IEC63341 シリーズで鉄道車両への燃料電池の適用についての規格開発が進行中。
TC21	すべてのタイプの二次電池、すなわち充電式電池の二次電池セル及び組電池に関する化学的性質、製品の寸法、マーキングと性能、設計の本質的な安全性、申請書の認定試験並びに設置、操作、保守及び廃棄の安全規則に関連する規格を提供すること。主な用途は次のとおり： ・SLI（始動、照明、点火）及びスタート/ストップ使用のための自動車用（車、トラック、オートバイ） ・電動フォークリフトなどの産業車両用 ・通信、UPS、非常用照明及び電源バックアップ用途の産業用、軍事インフラ用 ・電気自動車、ハイブリッド車及び電動二輪車などの車両用 ・可搬型機器及び装置（機械工具、照明、コンピューター）などのポータブル電源用 ・航空機、鉄道及び船舶などの推進、電源バックアップ及びエンジン始動用	なし

	・独立電源及び系統接続電源における再生可能エネルギーのエネルギー貯蔵用 なお、TC120 でカバーされる大規模な系統統合電気貯蔵システムの場合は、エネルギー貯蔵装置（バッテリーまたは電気化学的蓄積サブシステム）に限定される。鉛酸、ニカド、ニッケル水素及びリチウムイオンのような商業的に成熟した電気化学的エネルギー貯蔵技術並びに高温型バッテリー（ナトリウム/硫黄、ナトリウム/塩化ニッケルなど）やフローバッテリーのような新しい貯蔵技術が含まれる。活動は技術と用途に応じて、TC 21 と SC 21A の間で共有される。アプリケーションの標準化とシステム統合のために、TC 21 は担当委員会の TC8、TC 9、TC 34、TC 69、TC 82、TC 105、TC 116、TC 120、ISO/ TC114、ISO/TC 333 及び ISOTC22/SC37 と協力している。	
TC105	全ての燃料電池及び関連するアプリケーションに関する国際規格を整備する。対象とするシステムとしては、分散型電源として用いる定置式の燃料電池発電システム、燃料電池式コジェネレーションシステム、移動体向けの推進用、レンジエクステンダー用及び補助電源ユニット用の燃料電池、可搬形燃料電池システム、マイクロ燃料電池システム、燃料電池の逆反応としての水電解システム、及び関連技術となるフローバッテリーシステム、等がある。 注記：自動車向けの推進用燃料電池は、ISO TC22 及び関連 SC と連携しており、ISO/IEC Directives に規定されるリエゾンを確立している。	IEC62282 シリーズで燃料に関する規格開発が進められている。

- ・表 3.1- 15 に TC9 の 63341 シリーズ、TC105 の 62282 シリーズの規格一覧を示す。新規提案としては燃料電池の鉄道への適用や、定置用燃料電池の複数台運転の性能などの規格がある。開発済規格は適宜改定作業が進められ、更新されている（日本電機工業会 HP 等を参考に作成）。

表 3.1- 15 燃料電池による水素利用に関する規格一覧

通し番号	規格	名称	状態	担当 TC/SC
1	IEC 63341-3	鉄道車両用 FC	開発中	TC9
2	IEC 60050-485	燃料電池発電システム用語	発行済み	TC105
3	IEC TS 62282-7-1	PEFC 単セル試験方法	開発中	同上
4	IEC TS 62282-7-2	SOFC 単セル試験方法	発行済み	同上
5	IEC 62282-3-100	定置用燃料電池安全性	同上	同上
6	IEC 62282-3-200	定置用燃料電池性能試験法	同上	同上
7	IEC 62282-3-201	同上（小型）	同上	同上
8	IEC 62282-3-300	定置用燃料電池設置要件	同上	同上
9	IEC 62282-4-400	小型定置用燃料電池 CHP	同上	同上

10	IEC 62282-8-101	FC 利用エネルギー変換・貯蔵システム (SOFC)	同上	同上
11	IEC 62282-8-102	同上 (PEFC)	同上	同上
12	IEC 62282-8-201	同上 (P2P)	同上	同上
13	IEC 62282-8-301	同上 (P2M)	同上	同上
14	IEC TS 62282-9-101	燃料電池 LCA (環境性能評価)	TS 発行済み	同上
15	IEC TS 62282-9-102	燃料電池 LCA (環境宣言 PCR)	TS 発行済み	同上
16	IEC 62282-3-202	複数台運転性能	開発中	同上
17	IEC 62282-4-101	産業車両用 FC の安全性	発行済み	同上
18	IEC 62282-4-102	同上 (性能試験方法)	発行済み	同上
19	IEC 62282-4-600	同上 (建機用)	発行済み	同上
20	IEC 62282-4-202	同上 (無人航空機用)	発行済み	同上
21	IEC 62282-5-100	可搬型 FC 安全性	発行済み	同上
22	IEC 62932-1	定置形フローバッテリー電池用語	発行済み	同上
23	IEC 62932-2	同上 (性能)	発行済み	同上
24	IEC 62932-3	同上 (安全)	発行済み	同上

3.1.2 液化水素(ISO/IEC 以外、フォーラム標準)

ICC、米国、EU での水素、液水に関する標準と標準化動向の概略をまとめた（詳細は、3.2.2 項参照）。

①ICC

国際基準評議会 (ICC: International Code Council) が作成・発行する IFC (International Fire Code) Chapter 55 Cryogenic Fluids は、圧力解放機構や適切な容器保管などの規制を通じて、極低温流体の保管、使用、取り扱いに関連する危険性を規制している。

また、Chapter 58 Flammable Gases and Flammable Cryogenic Fluids は、可燃性ガスの保管と使用に関する要件を規定した規格である。それぞれに引用されている規格は、以下のとおりである。

■Chapter 55 での引用規格：

IBC (International Building Code) ICC が発行

IMC (International Mechanical Code) ICC が発行

NFPA 55, Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code

CGA S-1.1、S-1.2、S-1.3, Pressure Relief Device Standards

ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII

アメリカ機械学会 (ASME: American Society of Machine Engineers) が発行

ASME A13.1, Scheme for the Identification of Piping Systems

NFPA 70, National Electrical Code

■Chapter 58 での引用規格：

NFPA2, Hydrogen Technologies Code

ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII

NFPA 70, National Electrical Code

②米国

<NFPA、ANSI、ASME>

- ・水素一般では、全米防火協会（NFPA: National Fire Protecting Association）が発行する NFPA2, Hydrogen Technology Code が、圧縮ガス（GH2）形態又は極低温液体（LH2）形態の水素の製造、設置、保管、配管、使用、及び取り扱いに対する基本的な安全対策を提供している。

- ・水素システムに関する一般的な規格等として、以下のものがある。

ANSI/AIAA G-095A-2017, Guide to Safety of Hydrogen and Hydrogen Systems

アメリカ国家規格協会（ANSI: American National Standards Institute）及びアメリカ航空宇宙学会（AIAA: American Institute of Aeronautics and Astronautics）が発行。

ANSI/CGA H-5-2020, Bulk Hydrogen Supply Systems

ANSI 及び圧縮ガス協会（CGA: Compressed Gas Association）が発行。

- ・一方、液体水素に限定しない極低温流体一般についての規格としては、全米防火協会が発行する NFPA55, Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code がある。圧縮ガスや極低温流体に伴う生理学的、過圧、爆発性、可燃性の危険からの保護のための規定が記述されている。

表 3.1- 16 液化水素に適用できる規格として策定されている主な規格

（※は大規模サプライチェーンに適用できる規格ではないとみられるもの）

主な機器・項目名	規格名称
タンク	ASME BPV Code Section VIII
配管	ASME B31.12 CGA G5.4※
その他安全	ANSI/AIAA G-095A – Guide to Safety of Hydrogen and Hydrogen Systems※ NFPA-2 Hydrogen Technologies Code※
ローディングアーム （港湾）	（策定中）ISO 24132 “Design and testing of marine transfer arms for liquefied hydrogen”
その他安全	NFPA 55 Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code ※

<NASA>

- ・大量に液化水素を使用している NASA の液化水素タンクは、ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 2, Alternative Rules に従って設計されている。また、接続する配管は ASME B31.3, Process Piping に拠っている。
- ・NASA の圧力容器・圧力システムに係る規格である圧力容器・圧力システムに係る規格である NASA-STD-8719.17, NASA Standard for Ground-Based Pressure Vessels and Pressurized Systems (PVS)には、水素システムに係る参照規格として、以下の規格等が記載されている。

ASME B31.12, Hydrogen Piping and Pipelines

CGA G-5.4, Standard for Hydrogen Piping Systems at User Locations

NFPA2, Hydrogen Technologies Code

NFPA55, Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code

ANSI/AIAA G-095A-2017, Guide to Safety of Hydrogen and Hydrogen Systems

ISO TC197, Hydrogen technologies

②EU

- ・2023 年 3 月に欧州クリーン水素アライアンス (ECH2A) が水素に係る標準化ロードマップを公表した。欧州委員会が CEN/CENLEC 等の標準化団体向けに水素標準に関する指令を行える下準備を目的としている。中身には液化水素を含む約 400 項目に及ぶ標準化検討項目リストが整理されている。
- ・標準化が検討されているキャリア関係の項目は、以下のとおりである。

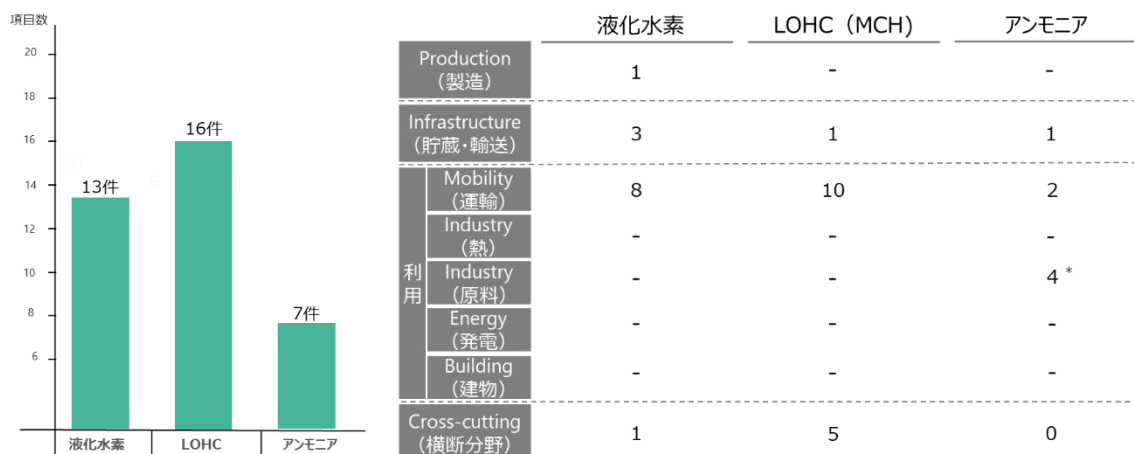


図 3.1- 5 標準化項目のキャリア別比較

*アンモニアはキャリア用途のみならず原料用途として使用されることから一定の標準化対象項目が存在する

表 3.1- 17 液化水素関連の標準化項目

★:開発すべきトピックスとして優先付けしている項目

	カテゴリ対象	詳細	既存の規格との関係性	ステータス	関連するテクニカルコミッティ
製造 側面的 インフラ	エネルギー/水素キャリア ★	液化水素に関する安全性・リスク評価 - CEN (電気分野以外) - CENELEC (電気分野)	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	エネルギー/水素キャリア ★	エネルギーキャリアとしてのサステナブル基準、原産地 証明、計量分析、安全性等	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	エネルギー/水素キャリア	輸送、貯蔵、利用においてLNG輸送に関する基準の 液化水素への適応 - CEN (電気分野以外) - CENELEC (電気分野)	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	CEN/TC 268, CEN/TC 282, (ISO/TC 220, ISO/TC 67/SC9)
	インフラ/ターミナル/エネルギー ★	液化水素プラントとの安全距離 (離隔距離)	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	インターフェース (ガスインフラとの相互接続)	液化水素を気体水素に変換するための水素ターミナル のことを指し、そこで行われる相互接続ポイントでの問 題を回避するための水素キャリアの取扱い	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
モビリティ	★:開発すべきトピックスとして優先付けしている項目				
	基地港湾/海上輸送	液化水素に関する港湾及び海上における輸送、貯蔵、 利用 例: 液化水素を燃料利用するケースなど	ISO 24132 液水ローディングアームの設 計要件と試験方法	準備中 (EN規格として)	ISO/TC 8
	港湾/インストール/バンガリング ★	液化水素に関する燃料補給場所、外航船及び内航 船へのバンガリング	プロジェクト及びTC が特定されていない	準備中 (EN規格として)	CEN/TC 268
	大型車・商用車	燃料としての液化水素	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	CEN/TC 268, CEN/TC 326
	大型車・商用車 ★	液化水素のトランスファープロセスと装置 - 安全性 - 試験の整合化 - より安価な材料試験 - ホース	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	大型車・商用車	液化水素の燃料補給接続装置	ISO 17268 気体水素陸上車両 用補給接続装置	-	CEN/TC 268

表 3.1- 18 LOHC 関連の標準化項目

★:開発すべきトピックスとして優先付けしている項目

	カテゴリ対象	詳細	既存の規格との 関係性	ステータス	関連するテクニカル コミッティ
横断的側面	エネルギー★	LOHCに関する純度、プラント運転に向けた信頼できる品質	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	エネルギー/水素キャリア★	LOHCのエネルギー含有量と水素計測	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	エネルギー/水素キャリア★	エネルギーキャリアとしてのサステナブル基準、原産地 証明、計量分析、安全性等	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	サステナブル基準	LOHCベースの水素のカーボンフットプリントに関する定 義をEN16325に追加する必要がある。	EN 16325 電気、水素、期待炭化水 素、冷暖房の原産地保証	改定中	CEN/CLC JTC 6, CEN/CLC JTC 14
	用語定義★	LOHCの用語・利用の定義	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
インフラ	インターフェース (ガスインフラとの相互接続)	LOHCを気体水素に変換するための水素ターミナルの ことを指し、そこで行われる相互接続ポイントでの問題 を回避するための水素キャリアの取扱い	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-

	カテゴリ対象	詳細	既存の規格との 関係性	ステータス	関連するテクニカル コミッティ
モビリティ	貯蔵★	船上における水素貯蔵及び船舶燃料におけるLOHC の貯蔵	ISO 19886 (IGF Code (MSC.1/Circ 1455))	-	-
	貯蔵★	LOHCが海上で使用される場合の脱水素に関連する 安全な運用 (システムと貯蔵の統合)	EN IEC 60079 series Explosive atmospheres *	-	CLC/TC 31
	大型車・商用車/水素キャリア	LOHC使用に関する安全性	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-

	カテゴリ対象	詳細	既存の規格との 関係性	ステータス	関連するテクニカル コミッティ
モビリティ	海上輸送/水素キャリア★	船舶燃料としてのLOHC	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	海上輸送/水素キャリア	海上輸送、貯蔵、利用におけるLOHCの安全性	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	海上輸送/水素キャリア貯蔵★	LOHCの貯蔵と取り扱いに関する技術基準	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	港湾/インストール/バンカリング★	LOHCに関する燃料補給場所、外航船及び内航船 へのバンカリング	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	海上輸送★	内航船利用におけるLOHC運搬船の安全基準	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	貯蔵 (港湾)	既存・新規ターミナルを対象としたLOHCの大規模貯 蔵 ※液化、脱水素、精製を含む	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	貯蔵★	海上輸送におけるLOHCの貯蔵	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-

表 3.1- 19 アンモニア関連の標準化項目

	カテゴリ対象	詳細	既存の規格との関係性	ステータス	関連するテクニカルコミッティ
産業（原料）	エネルギー★	再エネ/低炭素アンモニアのラベリング	プロジェクト及びTCが特定されていない	-	-
	サステナブル基準★	1.アンモニア製造におけるGHG排出量計測方法 2.肥料製造における再エネ/低炭素アンモニアのラベリング 3.肥料用途で使われる際のGHG排出量計測方法	プロジェクト及びTCが特定されていない	-	-
モビリティ	インターフェース（ガスインフラとの相互接続）	アンモニアを気体水素に変換するための水素ターミナルのことを指し、そこで行われる相互接続ポイントでの問題を回避するための水素キャリアの取扱い	プロジェクト及びTCが特定されていない	-	-
	エネルギー/水素キャリア★	アンモニアを船舶、大型道路輸送、航空用燃料として使用するための基準	プロジェクト及びTCが特定されていない	-	-
	エネルギー/水素キャリア/海上輸送★	アンモニアを燃料とする船舶の安全基準	プロジェクト及びTCが特定されていない	-	-

3.1.3 MCH(ISO/IEC 以外、フォーラム標準)

MCH に関する ISO/IEC 以外の標準としては、ドイツ規格協会（DIN）にて 2023 年 5 月に DIN SPEC 91437「トルエンをベースとした液体有機水素キャリア（LOHC） LOHC 品質の評価・試験・保証」が策定されている。LOHC として、トルエン、ベンジルトルエン、ジベンジルトルエンの 3 種類が挙げられており、トルエンを水素化した MCH も規格の対象となっている。本規格の目次は、以下のとおりである。

Foreword

Introduction

- 1 Scope
- 2 Normative references
- 3 Terms and definitions
- 4 Description of LOHC technology
- 5 Requirements for usage as LOHC
 - 5.1 General
 - 5.2 LOHC-0 material
 - 5.2.1 Material properties
 - 5.2.2 Further substances
 - 5.3 Working LOHC material
 - 5.3.1 General
 - 5.3.2 LOHC-H material
 - 5.3.3 LOHC-D material
- 6 Test methods

6.1 General

6.2 Material properties

6.3 Further substances

Annex A (normative) Nominal material properties of the described LOHC systems

Annex B (informative) Definition of LOHC side products/other hydrocarbons

Annex C (informative) Example for the determination of the degree of hydrogenation

Annex D (informative) Exemplary test protocol and retention times for purity and hydrocarbon analysis

Bibliography

主な記載内容を、3.1.3.1~3.1.3.4 に示す。

3.1.3.1. はじめに (DIN SPEC 91437 引用)

化石エネルギーから再生可能エネルギーへのエネルギー部門の転換には、効率的で長期的な貯蔵技術が必要である。これらの技術は、風力や太陽光などの再生可能エネルギーからの変動するエネルギー供給のバランスをとるのに役立つ。グリーンエネルギーから電気分解によって生成される水素は、このような貯蔵の可能性を提供する。しかし、分子ベースでは水素は非常に漏洩性が高く、貯蔵能力は非常に低い。LOHC (Liquid Organic Hydrogen Carrier) 技術により、可逆的な化学プロセスを用いて水素をキャリア流体に結合させることで、水素を節約し、高い貯蔵能力で貯蔵することが可能である。この流体は、周囲の条件下で貯蔵および輸送することができる。

これまで、トルエンに基づいて LOHC キャリアの品質を評価する一般的な基準、規則、ガイドラインは存在しない。したがって、この DIN SPEC の目標は次のとおりである。

- LOHC キャリアのフレッシュ、水素搭載、水素非搭載、その他の中間状態の性質の定義
- LOHC キャリアの品質を判定する試験方法の定義
- LOHC 品質を管理するためのテスト基準の定義

3.1.3.2. スコープ (DIN SPEC 91437 引用)

本文書は、トルエン系 LOHC キャリア材料の特性と適切な試験手順に関する要求事項を規定し、トルエン、ベンジルトルエン、ジベンジルトルエンについて説明する。

本文書は、水素の貯蔵と放出を目的として、液体有機水素キャリアとして機能するトルエン系化合物の使用に適用される。

3.1.3.3. LOHC としての使用条件 (DIN SPEC 91437 引用)

(1) 一般

LOHC 材料として使用される液体有機流体によって満たされなければならない要件は、

次のセクションで定義されている。このドキュメントに記載されている LOHC 材料(トルエン、ベンジルトルエン、ジベンジルトルエン)は純粋な物質ではなく、技術製品である。したがって、以下に定義されている LOHC 材料は最初から混合物である。

■トルエン

LOHC 材料という意味でのトルエンは、その合成および水素化と脱水素の間に形成される他の芳香環様炭化水素(例えばベンジルトルエン)を含む工業製品である。トルエンの水素化された形はメチルシクロヘキサンと呼ばれる。

■ベンジルトルエン

LOHC 材料という意味でのベンジルトルエンは、その合成中および水素化と脱水素の間に形成される他の芳香環様炭化水素(例えばトルエン)を含む工業製品である。ベンジルトルエンを水素化したものはペルヒドロ-ベンジルトルエンと呼ばれる。

■ジベンジルトルエン

LOHC 材料という意味でのジベンジルトルエンは、その合成および水素化と脱水素化の間に形成される他の芳香環様炭化水素(例えばトルエン)を含む工業製品である。ジベンジルトルエンの水素化された形はペルヒドロ-ジベンジルトルエンと呼ばれる。

以下では、LOHC の品質は次のパラメータを使用して定義される。

- 粘度
- 密度
- 純度
- 水素化度
- 炭化水素を含む酸素
- その他の炭化水素
- 水
- 硫黄
- 塩化物

(2)LOHC-O 材料 (外部から LOHC サイクルに入る LOHC 材料)

表 3.1- 20 に外部から LOHC サイクルに入る際の、20℃におけるトルエン、ベンジルトルエン、ジベンジルトルエンの材料特性を示す。

表 3.1- 20 20℃における LOHC-O 材料特性

材料	粘度	密度
トルエン	0.53 mPa s ~ 0.65 mPa s	0.864 g/cm ³ ~ 0.873 g/cm ³
ベンジルトルエン	3.99 mPa s ~ 4.88 mPa s	0.982g/cm ³ ~ 0.992g/cm ³
ジベンジルトルエン	45.35 mPa s ~ 55.43 mPa s	1.039 g/cm ³ ~ 1.049 g/cm ³

水素化・脱水素プロセスに悪影響を与える物質を避けるため、特別な注意が必要である。
表 3.1- 21 にトルエン、ベンジルトルエン、ジベンジルトルエンの不純物許容値を示す。

表 3.1- 21 LOHC-O 物質の不純物許容値

炭化水素を含む酸素	水	硫黄	塩化物
5000 ppm-w ¹ 未満	100ppm-w 未満	0、5 ppm-w 未満	10 ppm-w 未満

(3)作業用 LOHC 材料 (LOHC-H、LOHC-D)

表 3.1- 22 に 20℃における LOHC-H (水素化プロセスから得る LOHC 材料) の材料特性を示す。

表 3.1- 22 20℃における LOHC-H 材料特性

材料	粘度	密度
メチルシクロヘキサン	0.65 mPa s ~ 0.81 mPa s	0.766 g/cm ³ ~ 0.777 g/cm ³
ペルヒドロベンジルトルエン	5.63 mPa s ~ 6.97 mPa s	0.869 g/cm ³ ~ 0.881 g/cm ³
ペルヒドロジベンジルトルエン	359.95 mPa s ~ 455.18 mPa s	0.912g/cm ³ ~ 0.925g/cm ³

水素化・脱水素プロセスに悪影響を与える物質を避けるため、特別な注意が必要である。
表 3.1- 23 に LOHC-H 材料の不純物許容値を示す。

¹ parts per million – related to weight

表 3.1- 23 LOHC-H 物質の不純物許容値

その他の炭化水素	炭化水素を含む酸素	水	硫黄	塩化物
100ppm-w ²	1000ppm-w 未満	50ppm-w 未満	0.5ppm-w 未満	10ppm-w 未満

表 3.1- 24 に 20℃における LOHC-D（脱水素プロセスから出る LOHC 材料）の材料特性を示す。

表 3.1- 24 20℃における LOHC-D 材料特性

材料	粘度	密度	水素化度	副生成物
トルエン	0.54 mPa s ~ 0.71 mPa s	0.821 g/cm ³ ~ 0.865 g/cm ³	7% ~ 40%	10%未満
ベンジルトルエン	4.09 mPa s ~ 5.62 mPa s	0.932 g/cm ³ ~ 0.982 g/cm ³	7% ~ 40%	10%未満
ジベンジルトルエン	56.09 mPa s ~ 163.59 mPa s	0.988g/cm ³ ~ 1.04 g/cm ³	7% ~ 40%	10%未満

水素化・脱水素プロセスに悪影響を与える物質を避けるため、特別な注意が必要である。
表 3.1- 25 に LOHC-D 物質の不純物許容値を示す。

表 3.1- 25 LOHC-D 物質の不純物許容値

その他の炭化水素	炭化水素を含む酸素	水	硫黄	塩化物
100ppm-w ¹	1000 ppm-w 未満	50ppm-w 未満	0、5 ppm-w 未満	10 ppm-w 未満

3.1.3.4. テスト方法（DIN SPEC 91437 引用）

(1)材料特性

■動粘度(DIN 53019-1、DIN 53015 に準拠)

流れの特性の測定

■密度(DIN EN ISO 12185、DIN 51757、ASTM D4052 に準拠)

密度計を用いた密度-温度-プロファイルの測定

■純度試験（炎イオン化検出器（GC-FID）に連結したガスクロマトグラフィーによる定量）

² 公称値に対する許容偏差は 2%である

- 水素化度（核磁気共鳴（NMR）またはガスクロマトグラフィー—炎イオン化検出器（GC-FID）による測定）

(2)その他の物質

- その他の炭化水素（炎イオン化検出器（GC-FID）と連結したガスクロマトグラフィーによる定量）

- 炭化水素を含む酸素（炎イオン化検出器（GC-FID）と連結したガスクロマトグラフィーによる定量）

- 含水率(DIN 51777、ASTM D6304 に基づく Karl-Fischer-Titration [KFT] による測定)
LOHC 中のアルデヒドやケトンの存在によって測定誤差が生じることがあるが、特徴的な信号曲線の形として判別可能である。また、LOHC 中のケトンやアルデヒドは一般的に水よりも沸点が高く、蒸留とそれに続く KFT によって大部分を除去することができる。

- 硫黄（DIN EN ISO 20846 による紫外線蛍光を用いた定量）
試料中の硫黄化合物を酸化して二酸化硫黄とし、その UV 蛍光を光度計で測定し定量する。

- 塩化物含有量（ASTM D7359 に従った燃焼イオンクロマトグラフィーを用いた定量）
試料を燃焼させた後、存在するハロゲンを還元し、イオンクロマトグラフィーカラムを用いて異なる種に分離する。

3.1.4 燃料アンモニア国際標準の動き

日本のクリーン燃料アンモニア協会 (CFAA、Clean Fuel Ammonia Association) の他に、燃料アンモニアに関する国際的な団体では、AEA (Ammonia Energy Association) が活動を行っており、国際標準という観点では、主には低炭素認証と船舶関連 (IGF コード) の議論が行われている。2023 年 11 月にアトランタで行われた AEA ANNUAL CONFERENCE でも関連発表、議論が行われた。

<低炭素アンモニア認証>

2021 年にディスカッションペーパー「DISCUSSION PAPER LOW-CARBON AMMONIA CERTIFICATION」が発出され、会員からの意見照会が行われている。同ペーパーでは、WtG を必須、WtT と WtW をオプションのバウンダリーとした認証を提案している。また、基準としては炭素集約度 (CI) のみを設定し、水の消費や生物多様性等の他の指標は含めない (水素の認証制度は、水の使用等を含む場合もある) ことを提案している。

2023 年の AEA ANNUAL CONFERENCE でも、上流部分 BUREAU VERITAS や HINICO、CertifHy といった欧州で水素の認証をてがけている事業者から、アンモニア認証の提案がなされるとともに、認証に関連する課題、WtG CI 値算定に係る上流 (天然外生産) 部分データの不確実性や、マスバランスとブックアンドクレームの扱い (Chain of Custody)、電力や水素認証との受渡の考え方等についての意見交換もされている。

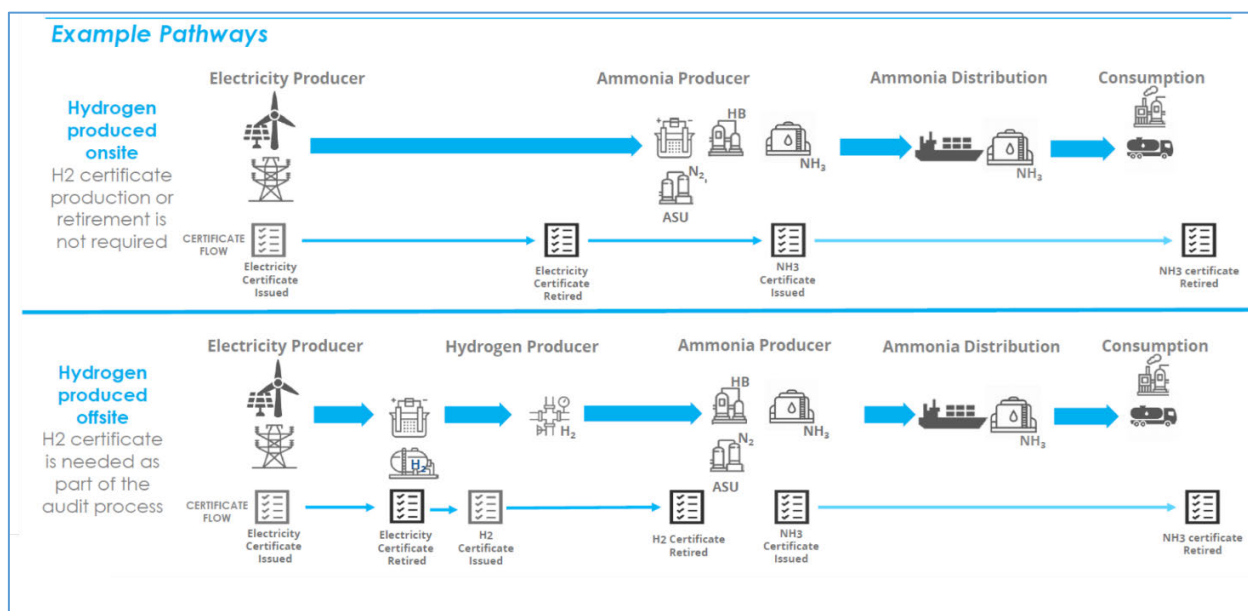


図 3.1- 6 電力/水素/アンモニア認証の受渡イメージ

出典:AEA Annual Conference 2023 Hiniicio プレゼン"Chain of Cuetody"

表 3.1- 26 アンモニア認証要件の AEA 提案

General		
Applicability	Project Registration and Reporting Product Certification	
Approach	Life-cycle (Value-chain)	
Functional Units	Primary: one metric tonne of Ammonia (tNH ₃)	
Reporting Unit	Co-products: e.g. hydrogen,carbon black	
	Primary: tonnes of CO ₂ -e per tonne of of ammonia (tCO ₂ -e/tNH ₃)	
	Co-products: tonnes of CO ₂ -e per tonne of co-product (tCO ₂ -e/tco-product)	
Methodology References	See “Figure 2. Key Methodology References” on page 10	
Coverage		
GHG species and Global Warming Potentials (GWP, 100-year horizon)		
	Carbon dioxide (CO ₂)	1
	Methane (CH ₄)	21
	Nitrous Oxide (N ₂ O)	265
	Hydrofluorocarbons	
	Fluoroform (HFC-23)	11,700
	Tetrafluoroethane (HFC-134a)	1,300
	Perfluorocarbons	
	Carbon tetrafluoride (CF ₄)	6,500
	Hexafluoroethane (C ₂ F ₆)	9,200
	Sulfur Hexafluoride (SF ₆)	22,800
	Nitrogen trifluoride (NF ₃)	16,100
Scope		
Well-to-gate (Mandatory)	Scope 1 emissions	
	Scope 2 emissions	
	Scope 3 emissions (upstream)	
Well-to-tank (Optional)	Well-to-gate scope, plus: Scope 3 emissions (downstream)	
Well-to-wheel (Optional)	Well-to-tank scope, plus: Scope 3 emissions (end-use)	

出典:AEA Discussion Paper "Low-Carbon Ammonia Certification"

なお、上流部分の不確実性に関連しては、CFAA から GtG 認証(基準値 0.84gCO₂/t-NH₂)からスタートして、上流部分の低炭素化し、WtG 認証さらには WtM(マーケット)へと進める、という日本国内での CFAA 提案も紹介されている。

<IGF コード>

IMO による IGF コード(国際ガス燃料船安全コード)*への水素、アンモニア燃料の追記作業が進められている。

いずれも、2023 年に暫定ガイドライン草案が作成された段階で、2025 年に完成予定。ア

ンモニアに関しては、リスク評価、半冷凍および加圧システム ガイドライン、船上の安全な避難場所、アンモニア放出の緩和策に焦点をあてた検討が進められている。

その一方、「LNG では作業開始から発効までに 10 年かかった」ことを背景に、「作業を更に早めるべき」との意見が 2023 年の AEA ANNUAL CONFERENCE も出されている。

*2017 年に発効

適用船舶

- ・発効日（2017 年 1 月 1 日）以降に建造契約が結ばれたガス燃料船
- ・発効日以降にガス燃料を使用する機関に換装した船舶
- ・貨物を燃料に使用する液化ガス運搬船を除外 等

主な安全要件

- ・船舶の衝突又は座礁による損傷を防ぐため、燃料タンクおよび燃料配管は外板から 0.8m 以上離すこと
- ・ガス漏れによる火災・爆発の防止のため、機関室等に適切なガス検知装置を設置すること
- ・ガス燃料供給時の急激なタンク内圧力上昇を防ぐため、燃料タンクに温度計を設置してモニタリングすること
- ・ガス燃料船に乗り組む船員のガス燃料供給等についての訓練要件を定めること

3.2 液化水素の国際標準化動向と今後の標準化項目

3.2.1 LNG 分野における法規制、国際標準化の現状

3.2.1.1. アメリカ合衆国の LNG に係る規制・規格

アメリカの連邦議会が制定する法律は、一般的には Act として成立し、個別の名称や番号を有する。一方で、政府出版局（Government Publishing Office）が公式の現行総合法律集として刊行する合衆国法律集（U.S.C.: United States Code）の中では、現行の法律を各条文単位に分解し、54 の Title の下、体系立てて主題ごとに分類し、一つの法典として再構築している。U.S.C.の番号をもって法律が引用されることも多い。また、連邦官報事務局（Office of Federal Register）が発行する連邦規則集（CFR: Code of Federal Regulations）は、連邦官報で公開された連邦の規則を 50 巻にまとめた規則集で、各規則は CFR の番号で引用される。

アメリカにおいては、1995 年の国家技術移転促進法（National Technology Transfer and Advancement Act of 1995）により、政府が、民間で作成された Standards（以下、「規格」と訳す）を採用することを義務付けている。これは、規制の簡素化、コストの削減、技術革新の促進を目指すためである。具体的には、同法の第 12 条「規格との適合」の(d)(1)において、以下のとおり規定している。

「本項の(3)に規定する場合を除き、すべての連邦政府機関及び省庁は、自主的なコンセンサス標準化団体によって開発又は採択された技術規格を使用しなければならない。当該技術規格を、当該機関及び省庁が決定した政策目的又は活動を実施する手段として使用するものとする。」

さらに、同じく第 12 条の(b)(3)において、国立標準技術研究所法（National Institute of Standards and Technology Act）への修正として、国立標準技術研究所（NIST: National Institute of Standards and Technology）の業務として新たに以下の条文を追加している。

「連邦政府機関間の規格開発の情報共有と協力を促進し、可能な場合は民間のコンセンサス組織によって開発された規格の使用を強調しつつ、連邦政府機関による民間部門の規格の使用を調整すること。」

(1) 天然ガス輸出入施設の建設・運用

アメリカにおいては、連邦エネルギー規制委員会（FERC: Federal Energy Regulatory Commission）という組織に、天然ガスに係る州間及び外国との輸送及び販売に関する規制権限が与えられている。法的には、天然ガス法（Natural Gas Act）第 3 条に基づき、オンショア及びニアショアの LNG 輸出入施設の立地及び建設の許可に関し責任を有している。同法に基づく規則として、18 CFR Part 153 (Applications for Authorization to Construct, Operate, or Modify Facilities Used for the Export or Import of Natural Gas)が定められており、施設建設前の事業認可、環境影響評価、緊急時対応計画の作成・承認などの手続きを規定している。施設建設開時及び完工時並びに運用開始時の報告を事業者に求めているほか、運用時における州政府の立ち入り検査についても規定している。

FERC が行う環境影響評価に関しては、FERC は、国家環境政策法（National Environment Policy Act）に基づく規則である 18 CFR Part 380(Regulations Implementing the National Environmental Policy Act)に従わなければならない。また、FERC は環境影響評価にあたり、原則として 40 CFR 1500-1508（National Environmental Policy Act Implementing Regulations)に規定されている、環境諮問委員会（CEQ: Council on Environmental Quality）による諸規制に従わなければならない。

(2)LNG 輸出入施設に係る規制・規格

パイプライン安全法（Pipeline Inspection, Protection, Enforcement, and Safety Act）に基づく規則として、49 CFR Part 193(Liquefied Natural Gas Facilities: Federal Safety Standard)があり、LNG 施設の立地、設計、施設建設、機器、操業、維持管理、人員・訓練、防火、保安に係る要求事項を規定している。

これらの法令の所管は、運輸省（DOT: Department of Transportation）のパイプライン及び危険物安全局(PHSMA: Pipeline and hazardous Materials Safety Administration)である。

49 CFR Part 193 で引用されている主な規格は、以下のとおりである。

■LNG 施設全般の安全：

NFPA 59A, Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas
全米防火協会（NFPA: National Fire Protecting Association）が発行。

■タンク（低圧）：

API Standard 620, Design and Construction of Large, Welded, Low-pressure Storage Tanks

アメリカ石油協会（API: American Petroleum Institute）が発行。

■圧力容器：

ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section VIII. Division 1, Rules for Construction of Pressure Vessels

アメリカ機械学会（ASME: American Society of Machine Engineers）が発行。

また、上述の NFPA 59A で引用されている主な規格は、以下のとおりである。

■タンク（低圧）：

API Standard 620 (既出)

API Standard 625, Tank Systems for Refrigerated Liquefied Gas Storage

ACI 376, Code Requirements for Design and Construction of Concrete Structure for the Containment of Refrigerated Liquefied Gases

アメリカコンクリート協会（ACI: American Concrete Institute）が発行。

BS EN 14620, Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed tank

systems for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0 ° C and -165° C

英国規格協会 (British Standards Institution) によって制定された英国規格の略称が BS であり、欧州標準化委員会 (CEN)、欧州電気標準化委員会 (CENELEC)、欧州通信規格協会 (ETSI) が制定する欧州統一規格の略称が EN である。

■圧力解放装置

CGA S-1.3, Pressure Relief Device Standards-Part3-Stationary Storage Containers for Compressed Gases

圧縮ガス協会 (CGA: Compressed Gas Association) が発行

■配管

ASME B31.1, Power Plant Piping

ASME B31.3, Process Piping

ASME B31.4, Pipeline Transporting Systems for Liquids and Slurries

ASME B31.5, Refrigeration Piping and Heat Transfer Components

ASME B31.8, Gas Transmission and Distribution Piping Systems

■バルブ

API Spec 6D, Specification for Pipeline and Piping Valves

■検査周期

API 510, Pressure Vessel Inspection Code: In-Service Inspection, Rating, Repair, and Alteration

API RP 576, Inspection of Pressure-Relieving Devices

ANSI/NB 23, National Board Inspection Code

アメリカ国家規格協会 (ANSI: American National Standards Institute) が発行

(3)LNG 輸出入施設の水際施設に係る規制・規格

33 U.S.C. 1504(j)(2) (Title33: Navigation and Navigable Waters, Procedures, LNG tankers, Information to be provided) や 46 U.S.C. 70011(Title46: Shipping, Waterfront Safety)などを根拠とする規則である 33 CFR Part127(Waterfront Facilities Handling Liquefied natural Gas and Liquefied Hazardous Gas)が、LNG 輸出入施設の海上輸送エリアに適用される。LNG を扱う水際施設のうち、船舶もしくは船舶の係留所から、貯蔵タンクの直前のマニフォールドもしくはバルブまでが適用範囲となっている。施設の設計・建設、配置計画、電源、照明、通信、設備、運用、維持管理、人員訓練、防消火について規定している。

これらの法令の所管は、沿岸警備隊 (USCG: United States Coast Guard、上位組織は国土安全保障省) である。

33 CFR Part127 で引用されている主な規格は、以下のとおりである。

■施設全般：

NFPA 59A, Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas
NFPA 30, Flammable and Combustible Liquids Code

■配管：

ASME B31.3, Process Piping

■フランジ：

ASME B16.5, Pipe Flanges and Flanged Fittings, NPS1/2 through NPS 24 Metric/Inch
Standard

■防消火：

ASTM F1121-87, Standard Specification for International Shore Connections for Marine
Fire Applications

アメリカ試験材料協会（ASTM: American Society for Testing and Materials,現在は ASTM
International）が発行。

NFPA 10, Standard for Portable Fire Extinguishers

NFPA 51B, Standard for Fire Prevention during Welding, Cutting, and other Hot Work

■電気設備：

NFPA70, National Electric Code

■リスクアセスメント：

ISO 28460, Petroleum and natural gas industries - Installation and equipment for liquefied
natural gas -Ship-to-shore interface and port operations

ISO/TS 18683, Guidelines for systems and installations for supply of LNG as fuel to ships

DNVGL-RP-G105, Recommended Practice, Development and operation of liquefied
natural gas bunkering facilities

DNV（ノルウェーに本部）が発行。

(4)港湾設備の安全

LNG 輸出入施設は、港湾施設の性格も有することから、海上運輸安全法（Maritime Transportation Security Act）も適用される。同法に基づく規則として、33 CFR Part 105(Maritime Security: Facility)がある。この規則では、港湾施設の所有者もしくは運営者が満たすべき、客船もしくは貨物船の受け入れに係る施設の、施設安全要件、施設安全アセスメント、施設安全計画について規定している。

これらの法令の所管官庁は、USGC である。

(5)船舶の安全

船舶一般の安全に関しては、海上運輸安全法を根拠とする規則 33 CFR Part 104 (Maritime Security: Vessels) が、船舶の所有者もしくは運航者が満たすべき、船舶の安全要件、船舶安全アセスメント、船舶安全計画について規定している。

船舶による液体バルク危険貨物の運送を規制する法律として、46 U.S.C. Ch.37 (Title46: Shipping, Chapter 37: Carriage of Liquid Bulk Dangerous Cargoes)がある。この 3703 (Regulations)を根拠として、46 CFR Part 154 (Safety Standards for Self-Propelled Vessels Carrying Bulk Liquefied Gases)という規則があり、新規及び既存の自走液化ガスバルク輸送船に適用される。ここでは、輸送船の、検査及び試験、設計・建造並びに設備、特殊設計及び運航条件、運航について規定している。

これらの法令の所管官庁は、USCG である。

(6)労働安全衛生

労働安全衛生について規定する法律 29 U.S.C. Ch.15 (Title29: Labor, Chapter 15: Occupational Safety and Health)に基づく規則である 29 CFR Part 1910 (Occupational Health and Safety Standards)が、事業所の所内の安全衛生に関して適用される。危険物に関連する条文は 1910.101 から 1910.126 までである。

このうち、1910.119 (Process safety management of highly hazardous chemicals) で、毒性、反応性、可燃性、爆発性の観点から危険度の高い化学物質に関して、プロセス安全管理 (PSM: Process Safety Management) を行うべきことが規定されている。具体的には、使用者の義務として、プロセス安全情報の把握、プロセスハザード分析の実施 (少なくとも 5 年に 1 回更新する必要がある)、操業手順文書の確認 (年 1 回)、事故が発生した場合はその事故に係る調査 (調査結果は 5 年間保管する必要がある)、内部監査の実施 (3 年に 1 回)、緊急時の対応などが規定されている。LNG を 1 万ポンド=約 4.5 トン以上取り扱う事業所については、本条文による規制の対象となる。

また、1910.106 (Flammable liquids)において、可燃性液体に係る、貯蔵タンク、配管・バルブ・付属品、可搬容器、産業プラント、バルクプラント、サービスステーション、加工プラント、精製所・化学プラント・蒸留所についての規制が規定されている。

これらの法令の所管官庁は、労働安全衛生庁 (OSHA : Occupational Safety and Health Administration) である。

(7)環境保護

42 U.S.C. Ch.85 (Title42: Public Health and Welfare, Chapter 85: Air Pollution Prevention and Control)に基づく規則である 40 CFR Part68 (Chemical Accident Prevention Provisions) が、化学物質を扱う事業所外の安全と環境保護に関して適用される。LNG を 1 万ポンド=約 4.5 トン以上取り扱う事業所が対象となる。事業者の義務として、リスクマネジメントプラン (RMP: Risk Management Plan) を作成し、環境保護庁 (EPA : Environmental Protection

Agency) に提出することが求められる。RMP の内容は、PSM と同様の項目に加え、事業所外への影響分析（少なくとも 5 年に 1 回更新することが必要）、事業所外との緊急時対応計画などが規定されている。

3.2.1.2. オーストラリアの LNG に係る規制・規格

(1)天然ガス全般

オーストラリアの連邦法において、オフショア石油及び温室効果ガス貯蔵法（Offshore Petroleum and Greenhouse Gas Storage Act 2006）という法律があり、オフショアの区域（陸から 3 海里以遠で、大陸棚の端（200 海里）までの区域）における（a）石油（天然ガスを含む）の探査と回収、（b）温室効果ガス物質の注入及び貯蔵に対する規制を定めている。本法に基づく安全に係る規制として、オフショア石油及び温室効果ガス貯蔵（安全）規則（Offshore Petroleum and Greenhouse Gas Storage (Safety) Regulations 2009）がある。陸上及び 3 海里までの海域における石油（天然ガスを含む）の開発規制については、連邦法は存在せず、各州の法律によることとなる。

クィーンズランド州（QLD:州都はブリスベン）の州法では、石油及びガス（保護と安全）法（Petroleum and Gas (Protection and Safety) Act 2004）により、責任ある石油活動の実施並びに安全で効率的かつ実行可能な石油及び燃料ガス産業の発展を、促進及び規制している。第 9 章で「安全」について規定しているが、同じく州法である労働衛生安全法（Work Health and Safety Act）に基づき規定される重要ハザード施設（MHF :Major Hazard Facility）については、労働衛生安全法の規定が優先される（本章の(4)労働安全衛生を参照）。西オーストラリア州（WA:州都はパース）では石油地熱エネルギー法（Petroleum and Geothermal Energy Resource Act 1967）、ノーザンテリトリー（NT：州都はダーウィン）では石油法（Petroleum Act 1984）、ニューサウスウェールズ州（NSW:州都はシドニー）では、石油（陸上）法（Petroleum (Onshore) Act 1991 No 84)、ビクトリア州（VIC:州都はメルボルン）では石油法（Petroleum Act 1998）クィーンズランドア州（SA: 州都はアデレード）では石油地熱エネルギー法（Petroleum and Geothermal Energy Act 2000）、タスマニア州（TAS: 州都はホバート）では石油（水没地）法（Petroleum (Submerged Lands) Act 1982）がそれぞれ相当する。首都特別区（ACT: キャンベラ）には相当する法はない。

法律に基づく規則として、QLD では、石油及びガス（保護と安全）規則（Petroleum and Gas (Protection and Safety) Regulation 2018）があり、この中では preferred(推奨)の扱いで AS4041、AS1210 が引用されている。WA では労働衛生安全（石油地熱エネルギー操業）規則（Work Health and Safety (Petroleum and Geothermal Energy Operations) Regulations 2022）が相当する。NT では石油規則（Petroleum Regulations 2020）、NSW では石油（陸上）規則（Petroleum (Onshore) Regulation 2016）、VIC では石油規則（Petroleum Regulations 2021）という規則があるが、これらには安全に関する規定はない。また SA では石油地熱エネルギー規則（Petroleum and Geothermal Energy Regulations 2013）の中に緊急時対応や事故報告の規定はあるが、安全に関する規定はない。TAS には相当する規則

がない。

(2)LNG 積出基地に係る規制・規格

オーストラリア規格協会(Standards Australia)が管理している、工業・サービス規格である AS 規格 (Australian Standards) が、広く使用されている。以下に掲げる規格は、クィーンズランド州におけるある LNG プロジェクトの環境影響評価書 (EIS: Environmental Impact Statement) に使用規格として記載されたものである。

■施設全般：

AS 1940, The storage and handling of flammable and combustible liquid

AS 3961, The storage and handling of liquid natural gas

NFPA 59A, Standard for the production, storage, and handling of liquefied natural gas

■タンク及び圧力容器：

AS1210, Pressure vessels

■タンク（低圧）：

API 620, Design and construction of large, welded, low pressure tank

API RP 2000, Guide for venting atmospheric and low pressure storage tanks

■圧力解放装置：

API 521, Pressure-relieving and depressurizing systems

■配管：

AS 4041, Pressure piping

■バルブ：

AS 1271, Safety valves, other valves, liquid level gauges and other fittings for boilers and unfired pressure vessels

■港湾施設の安全：

AS 3846, The handling and transport of dangerous cargoes in port areas

AS 4997, Guidelines for the design of marine structure

(3)船舶の安全

連邦法である Navigation Act 2012 は、海上の安全、船員、海洋環境の汚染の防止に関する法律である。以下の事項を規定している。

(a) 船員（第 2 章）

(b) 規制対象のオーストラリア船舶及び外国船舶の安全（第 3 章）

(c) 汚染の防止（第 4 章）

(d) トン数（第 5 章）

(e) 航行の安全（第 6 章）

(f) 難破船とサルベージ（第 7 章）など

(4)労働安全衛生

連邦法である労働衛生安全法（Work Health and Safety Act 2011）は、労働者と職場の健康と安全を確保するための、バランスの取れた全国的に一貫した枠組みを提供しており、各州法もこれに倣って整備されている。また、本法に基づく労働衛生安全規則（Work Health and Safety Regulations 2011）においては、一定を超える危険物（天然ガスの場合、200 トン）を扱う事業所を、重要ハザード施設（MHF :Major Hazard Facility）と規定しており、LNG の大規模貯蔵施設は MHF に該当することになる。MHF の操業には、当局の認可が必要である。MHF の事業者には、安全計画の策定、リスクマネジメントの実施などが要求される。

連邦法に対応する州法及び州の規則名は、以下のとおりである。

QLD: 労働衛生安全法（Work Health and Safety Act 2011）、労働衛生安全規則（Work Health and Safety Regulations 2011）

WA: 労働衛生安全法（Work Health and Safety Act 2020）、労働衛生安全（一般）規則（Work Health and Safety (General) Regulations 2022）

NT: 労働衛生安全（国家統一法制）法（Work Health and Safety (National Uniform Legislation) Act 2011）、労働衛生安全（国家統一法制）規則（Work Health and Safety (National Uniform Legislation) Regulations 2011）

NSW: 労働衛生安全法（Work Health and Safety Act 2011 No 10）、労働安全衛生規則（Work Health and Safety Regulation 2017）

VIC:職業衛生安全法（Occupational Health and Safety Act 2004）、職業衛生安全規則（Occupational Health and Safety Regulations 2017）

SA:労働衛生安全法（Work Health and Safety Act 2012）、労働衛生安全規則（Work Health and Safety Regulations 2012）

TAS:労働衛生安全法（Work Health and Safety Act 2012）、労働衛生安全規則（Work Health and Safety Regulations 2022）

ACT:労働衛生安全法（Work Health and Safety Act 2011）、労働衛生安全規則（Work Health and Safety Regulations 2011）

(5)環境影響評価・環境保護

連邦法である環境保護・生物多様性保全法（Environment Protection and Biodiversity Conservation Act 1999）は、環境保護並びに生物多様性及び自然遺産の保全を目的とした法律であり、事業実施前の環境影響評価や承認手続きについて定めている。

連邦法に対応する州法は、以下のとおりである。

QLD: 環境保護法 (Environmental Protection Act 1994)

WA: 環境保護法 (Environmental Protection Act 1986)

NT: 環境保護法 (Environment Protection Act 2019)

NSW: 環境行為保護法 (Protection of the Environment Operations Act 1997 No 156) VIC:
環境保護法 (Environment Protection Act 2017)

SA: 環境保護法 (Environment Protection Act 1993)

TAS: 環境管理汚染規制法 (Environmental Management and Pollution Control Act 1994)

ACT: 環境保護法 (Environment Protection Act 1997)

3.2.1.3. カタールの LNG に係る規制・規格

(1) 天然ガス全般

カタールにおいては、天然資源開発法 (Law on the Exploitation of Natural Resources) という、天然資源全般を対象とした法律において、天然ガスを含む天然資源を国家の財産と見なす旨が規定されている (第 2 条)。また、カタール石油に、石油及び天然ガス探査・掘削・製造等に関し、排他的権限を委譲している (第 3 条)。さらに、カタール石油の設立に係るカタール石油設立法 (Law on the Establishment of Qatar Petroleum) において、カタール国内における石油、天然ガス、その他の炭化水素の探査及び掘削、並びにそれに関連する契約交渉はカタール石油のみに限定されることを定めている。より具体的には、同社は、カタール国内及び海外の石油産業に関し、以下の事業を行う使命を負っている：石油、天然ガス、炭化水素の探査と掘削；かかる物質及びその誘導体及び副産物の生産、精製、輸送及び貯蔵；これらの製品の取引、流通、販売、輸出。なお、カタール石油は、2021 年 10 月に「カタールエナジー」に社名変更しているが、その法的性格には変更はない。

(2) LNG 積出基地に係る規制・規格

カタールの LNG 積出基地において使用されている規格については、以下のものがあることがヒアリングにより分かった。

■施設全般：

NFPA 59A, Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas
BS EN 1473, Installation and equipment for liquefied natural gas - Design of onshore installations

■タンク（低圧）：

API 620, Standard for Design and Construction of Large, Welded, Low-pressure Storage Tanks

API 625, Tank Systems for Refrigerated Liquefied Gas Storage

BS EN 14620, Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed tank systems for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between

0 ° C and -165° C

EEMUA 147 Recommendations for refrigerated liquefied gas storage tanks

工学装置及び材料利用者協会（EEMUA: Engineering Equipment and Materials Users Association）が発行

■計器類：

ISO 8943 Refrigerated light hydrocarbon fluids, Sampling of liquefied natural gas, Continuous and intermittent methods

■配置計画：

NFPA 55, Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code

(3)船舶の安全

カタールにおける船舶の航行を規制する法律は、海事法（Maritime Law）である。船舶、船員、船舶の運航、海事事故、海事保険の 5 章に分かれている。

(4)労働安全衛生

カタールの労働法（Labor Law）において、雇用者と労働者の権利・義務、両者の関係を規定しており、第 9 章に安全、職業衛生、社会保障に係る諸規定がある。しかし、本法の第 3 条において、政府機関職員と並んで、石油関係の労働者、とりわけカタール石油の従業員については、労働法の規定は適用が除外されている。

(5)環境影響評価・環境保護

環境の質と自然のバランスを保護・保全することを目的とした法律である環境保護法（Law on the Environmental Protection）により、環境影響評価、大気汚染・騒音等の防止、海洋汚染の防止等について規定されている。すべての開発プロジェクトの実施には、環境省の許可が必要とされている。

3.2.1.4. フランスの LNG に係る規制・規格

フランスは欧州連合（EU）の加盟国であり、条約に基づく EU 法制が適用される。EU 法制の中には、指令（Directive）と呼ばれるものがあり、加盟国は指令の内容を国内法に反映させる義務を負う。指令の必須要求事項を満足していることを確認するための技術的手段の一つとして、各指令により参照される欧州規格（EN 規格）が、整合規格として指定されている。すべての EN 規格が何らかの指令の整合規格になっているわけではない。

(1)天然ガス

ガス指令と呼ばれる Directive 2009/73/EC は、天然ガス(LNG を含む)の輸送、配給、供給、貯蔵に関する共通規則を定めたものである。天然ガスセクターの組織と機能、市場へのアクセス、輸送、配給、供給、貯蔵及びシステムの運用に関する、認可の付与に適用される

基準と手順に関する規則を規定している。垂直統合型の企業に対し、それぞれの事業の会計・法的機能・所有の分離（いわゆるアンバンドリング）を推進するもの。第8条で各加盟国に対し、技術的安全クライテリアを定め、技術ルールを定めるように求めているが、その主たる目的は、異なる事業者間で無差別にシステムに接続し運用できるようにするためである。保安に関し、第8条のこれ以外の規定はない。フランスの国内法では、エネルギー法（Code de l'Energie）に必要な修正を加えて対応している。

(2)LNG 輸入基地に係る規制・規格

以下の規格リストは、欧州標準化委員会（CEN）の資料を参考にして作成したものである。

■施設全般：

EN 1473, Installation and equipment for liquefied natural gas

EN ISO 16903, Petroleum and natural gas industries - Characteristics of LNG, influencing the design, and material selection

■タンク（低圧）：

EN 14620, Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed steel tanks for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0°C and -165°C

■タンク（高圧）・圧力機器：

圧力機器指令（PED：Directive 2014/68/EU）

EN 13445, Unfired pressure vessels（整合規格）

EN ISO 21009-2, Cryogenic vessels, Static vacuum insulated vessels, Part 2 Operational requirements（整合規格）

■水際施設全般：

EN 1473, Installation and equipment for liquefied natural gas

■ホース：

EN 1474, Installation and equipment for liquefied natural gas - Design and testing of marine transfer systems - Part 2: Design and testing of transfer hoses

EN 13766, Thermoplastic multi-layer (non-vulcanized) hoses and hose assemblies for the transfer of liquid petroleum gas and liquefied natural gas - Specification

■ローディングアーム：

EN ISO 16904 Petroleum and natural gas industries - Design and testing of LNG marine transfer arms for conventional onshore terminals

■防消火：

EN 12066, Installations and equipment for liquefied natural gas - Testing of insulating linings for liquefied natural gas impounding areas

(3)船舶の安全

船舶及び港湾の安全に関し、交通法（Code des Transports）の第 5 部海上交通航行（Transport et Navigation Maritime）において規定している。

(4)労働安全衛生

労働安全衛生枠組指令（OSH Framework Directive）と呼ばれる Directive 89/391/EEC は、職場での労働者の安全と健康の改善を促進する措置を導入することを目的とした指令である。労働者の労働災害や疾病の予防と、保護に関する一般原則を定める安全衛生の基本事項を規定している。リスクの予防、安全と健康の保護、リスクの評価、リスクと事故要因の排除、労働者とその代表者への情報提供、協議、バランスの取れた参加と訓練に関する原則が含まれている。

この指令は「枠組指令」であり、これに基づいて、一連の個別指令が採択されている。一般原則を備えた枠組指令は、個別指令の対象となるすべての分野に引き続き全面的に適用されるが、個別指令により厳格な規定及び/又は具体的な規定が含まれる場合には、個別指令の特別規定が優先される（個別指令の例：職場環境、機器、保護機器、危険物、労働負荷など）。

フランスの国内法では、労働法（Code de Travail）、公衆衛生法（Code de la Sante Publique）に必要な修正を加えて反映されている。

(5)環境影響評価・環境保護

環境影響評価指令（Directive 97/11/EC）は、環境に重大な影響を与える可能性のある公共及び民間プロジェクトの、環境への影響の評価に適用される指令である。Directive 85/337/EEC の改正版の位置づけである。フランスの国内法では、自然保護法（Loi no. 629 du 10/7/1976 sur la Protection de la Nature）の第 2 条に関する政令及びパブリックコメントの民主化と環境保護に関する法律（Loi du 12/7/1983 relative à la Démocratisation des Enquêtes Publiques et à la Protection de l'Environnement）にかかる政令を、それぞれ修正して反映されている。

SEVESO と呼ばれる Directive 2012/18/EU は、大量の危険物質を扱う産業施設に対して、安全管理計画や緊急対策の策定、近隣住民への情報提供を義務付けた指令である。LNG は液化可燃性ガスとして対象危険物質とされており、200 トン以上を扱う事業所は、上位層事業所としての諸規制を受ける。フランスの国内法では、環境法（Code de l'Environnement）の巻 5 のタイトル 1 及び国内治安法（Code de la Securite Interieure）の L741-6 に、必要な修正を加えて対応している。

3.2.1.5. LNG 輸送船による海上輸送に係る規制

一般に、船舶の海上航行の安全や海洋汚染の防止に関しては、国連の専門機関である国際

海事機関（IMO: International Maritime Organization）により、多数の国際条約が採択されている。

このうち、LNG 輸送船に関係する国際条約は、以下のとおりである。

(1)海上人命安全条約（SOLAS 条約: The International Convention for the Safety of Life at Sea）

船舶の堪航性及び旅客や船員の安全性を確保するために必要な船舶の構造（附属書第 II 章-1.-2）、救命設備（同第 III 章）、無線設備（同第 IV 章）、航海機器（同第 V 章）等の技術基準となる。

遵守すべき国際規則（強制コード）として、液化ガス輸送船の構造及び設備に関し規定した IGC コード（The International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk）がある。引用される規格は、以下のとおりである。

ISO28460, Petroleum and natural gas industries - Installation and equipment for liquefied natural gas - Ship-to-shore interface and port operations

ISO/IEC³ 15288: Systems and software engineering, System life cycle processes

ISO 17894, Ships and marine technology, Computer applications, General principles for the development and use of programmable electronic systems in marine applications

IEC 60092-504, Electrical installations in ships – Part 504: Special features – Control and instrumentation

IEC 60079-29-1, Explosive atmospheres - Part 29-1: Gas detectors - Performance requirements of detectors for flammable gases

IEC 60092-502, Electrical installations in ships –Part 502: Tankers –Special features

IEC 60812, Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA)

(2)船舶による汚染の防止のための条約（MARPOL 条約：The International Convention for the Prevention on Pollution from Ships）

船舶の航行に起因する環境汚染を防止するための構造設備に関する基準となる。具体的には、燃料油（附属書 I）、有害液体物質（同 II）、危険物（同 III）、汚水（同 IV）、廃棄物（同 V）及び内燃機関等からの排ガス（同 VI）が規制対象になる。

(3) 船員の訓練及び資格証明並びに当直の基準に関する国際条約（STCW 条約 :The International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers）

附属書第 V 章「タンカーに関する特別の要件」において、第 5-3 規則として、「液化ガ

³ 国際電気標準会議（International Electrotechnical Commission）の略称

スタンカーの船長、職員及び部員の訓練及び能力に関する最小限の要件」が規定されている。

(4)その他、LNG 輸送船を含め全ての輸送船に共通する条約として、以下がある。

衝突の予防のための国際規則に関する条約（COLREGS 条約：The Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea）

船舶のバラスト水及び沈殿物の規制及び管理のための国際条約（バラスト水管理条約：The International Convention for the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments）

国際満載喫水条約（ICLL 条約：The International Convention on Load Line）

国際トン数条約（TM69 条約：The International Convention on Tonnage Measurement of Ships）

ILO 海上労働条約（MLC2006 条約：Maritime Labor Convention 2006）

船舶の有害防汚方法規制条約（AFS 条約：The International Convention on the Control of Harmful Anti-Fouling System on Ships）

なお、国際条約に基づく公的な規制ではないが、民間団体によるガイドライン等として、以下のものがある。

■国際船級協会連合（IACS: International Association of Classification Societies）が制定する統一規則（UR: Unified Requirement）及び統一解釈（UI: Unified Interpretation）

UR G1, Vessels with cargo containment system for liquefied gas

UR G2, Liquefied gas cargo tanks and process pressure vessels

UR G3, Liquefied gas cargo and process piping

UR G5, Fail-close action of Emergency Shut Down (ESD) valve

UI GC13, Verifications before and after the first loaded voyage

UI GC32, Outer Duct in Gas Fuel Piping Systems

UI GC38, Deck areas above F.O. tanks installed at the after end of the aftermost hold space

■国際ガスタンカー運航者及び基地操業者協会（SIGTTO: The Society of International Gas Tanker and Terminal Operators）が作成する各種ガイドライン

Recommendations for Valves on Liquefied Gas Carriers

Recommendations for Liquefied Gas Carrier Manifolds

Liquefied Gas Carriers: Your Personal Safety Guide など

■石油会社国際海事評議会（OCIMF: The Oil Companies International Marine Forum）による刊行物（SIGTTO との共著もある）

Linked Ship/Shore Emergency Shutdown Systems for Oil and Chemical Transfers

Recommendations for Oil and Chemical Tanker Manifolds and Associated Equipment など

3.2.2 液化水素分野における法規制、国際標準化の現状

3.2.2.1. アメリカ合衆国の動向

(1)水素一般の規格

全米防火協会(NFPA: National Fire Protecting Association)が発行する NFPA2, Hydrogen Technology Code が、圧縮ガス (GH2) 形態又は極低温液体 (LH2) 形態の水素の製造、設置、保管、配管、使用、及び取り扱いに対する基本的な安全対策を提供している。なお、液化水素バルクシステムと各種対象との保安距離(Table 8.3.2.3.1.6(a))について、75,000 ガロン=約 284 立方メートルの場合までしか規定されておらず、それ以上の量については規定されていない (配管の内径が 1.5 インチの場合)。

その他の水素システムに関する一般的な規格等として、以下のものがある。

ANSI/AIAA G-095A-2017, Guide to Safety of Hydrogen and Hydrogen Systems

アメリカ国家規格協会 (ANSI: American National Standards Institute) 及びアメリカ航空宇宙学会(AIAA: American Institute of Aeronautics and Astronautics)が発行

ANSI/CGA H-5-2020, Bulk Hydrogen Supply Systems

ANSI 及び圧縮ガス協会 (CGA: Compressed Gas Association) が発行

(2)極低温流体の規格

液体水素に限定せず、極低温流体一般についての規格として、全米防火協会が発行する NFPA55, Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code がある。圧縮ガスや極低温流体に伴う生理学的、過圧、爆発性、可燃性の危険からの保護のための規定が記述されている。液化水素バルクシステムと各種対象との保安距離については、NFPA 2 と同様に、75,000 ガロン=約 284 立方メートルの場合までしか規定されていない。

このほか、国際基準評議会 (ICC: International Code Council) が作成・発行する IFC (International Fire Code) Chapter 55 Cryogenic Fluids は、圧力解放機構や適切な容器保管などの規制を通じて、極低温流体の保管、使用、取り扱いに関連する危険性を規制する規格であり、また、Chapter 58 Flammable Gases and Flammable Cryogenic Fluids は、可燃性ガスの保管と使用に関する要件を規定した規格である。それぞれに引用されている規格は、以下のとおりである。

■Chapter 55 での引用規格：

IBC (International Building Code)、ICC が発行

IMC (International Mechanical Code)、ICC が発行

NFPA 55, Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code

CGA S-1.1、S-1.2、S-1.3, Pressure Relief Device Standards

ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII

アメリカ機械学会 (ASME: American Society of Machine Engineers) が発行

ASME A13.1, Scheme for the Identification of Piping Systems

NFPA 70, National Electrical Code

■Chapter 58 での引用規格：

NFPA2, Hydrogen Technologies Code

ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII

NFPA 70, National Electrical Code

(3)NASA の水素システムに係る規格

アメリカ航空宇宙局（NASA: National Aeronautics and Space Administration）では、ロケットの燃料として液体水素を利用することから、液体水素を大量に取り扱っている。ケネディ宇宙センターには、85 万ガロン(約 3,200 立方メートル)と 125 万ガロン(約 4,700 立方メートル)の容量を有する 2 種類の球形液体水素タンクがある。

いずれのタンクも、設定は ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 2, Alternative Rules に従っている。接続する配管は ASME B31.3, Process Piping に拠っている。

なお、新しい 4,700 立方メートル級のタンクには、以下の新技術が取り入れられている。内殻内に、IRAS(Integrated Refrigeration and Storage)システムと呼ばれる内部熱交換器を設置することにより、液体水素を冷却し、ボイルオフ削減している。

2. 外殻と内殻の間の充填に、従来のパーライト粉に代えて、グラスバブル（微小なガラス球）を採用し、断熱性能を高める。

NASA の圧力容器・圧力システムに係る規格である NASA-STD-8719.17, NASA Standard for Ground-Based Pressure Vessels and Pressurized Systems (PVS)には、水素システムに係る参照規格として、以下の規格等が記載されている。

ASME B31.12, Hydrogen Piping and Pipelines

CGA G-5.4, Standard for Hydrogen Piping Systems at User Locations

NFPA2, Hydrogen Technologies Code

NFPA55, Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code

ANSI/AIAA G-095A-2017, Guide to Safety of Hydrogen and Hydrogen Systems

ISO TC197, Hydrogen technologies



図 3.2- 1 米国ケネディ宇宙センターに最近新設された液化水素貯槽

※画像出典：Pre-normative RE search for Safe use of Liquid Hydrogen (PRESLHY),2021

(4)水素・燃料電池に関わる規格の情報交換

エネルギー省（DOE: Department of Energy）のもとに、水素・燃料電池法制規格調整委員会（NHFCCSCC: National Hydrogen and Fuel Cell Codes and Standards Coordinating Committee）が組織され、関係者の参加により、水素と燃料電池に関する法制・規格に関する情報交換が行われている。

月に 1 回開催される同委員会の議長と事務局は、エネルギー省からの委託により、燃料電池・水素エネルギー協会（FCHEA: Fuel Cell & Hydrogen Energy Association）が担っており、委員会を実質的に運営している。

以下の機関から委員会に参加している。

DOE

米国電気電子技術者協会（IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers）

NFPA

ICC

自動車技術者協会（SAE: Society of Automotive Engineers）

カナダ規格協会（CSA: Canadian Standards Association）

CGA

ASTM

ASME

水素安全センター（CHS: Center for Hydrogen Safety）

NHFCCSCC の会議議事録は、その前身の会議のものを含めると、2005 年 4 月からのもの

のがウェブサイト上で公開されている。

FCHEA は、1989 年設立の全米水素協会（NHA：National Hydrogen Association）を源流とし、2010 年 11 月に米国燃料電池評議会（USFCC:U. S. Fuel Cell Council）と合併してできた、いわゆる業界団体である。会員企業等は 90 以上を数え、日本企業では、本田技研工業、JERA、トヨタ自動車、ヤマハ発動機、堀場製作所、IHI、三菱重工業が、アメリカにおけるグループ会社を通じるなどして会員となっている。FCHEA は、連邦及び州の政策に働きかけを行う対政府委員会（Government Affairs Committee）及びメディアやステークホルダ等への啓蒙を行うコミュニケーション・マーケティング委員会（Communication and Marketing Committee）を有している。そのほか、水素及び燃料電池に係る、製造、供給、発電、輸送、商業的利活用の 5 市場分野のワーキング・グループを組織し、技術的な法制や規格のニーズのみならず、政策的ニーズなど幅広く議論を行い、必要に応じて上記委員会での活動につなげている。

FCHEA は、NHA の時代から、定期的に Safety Report を発行しており、2005 年 6 月からのバックナンバーがウェブサイト上で公開されている。現在は 2 ヶ月に 1 回、Hydrogen and Fuel Cell Safety Report として発行されており、ISO 総会の動きなどもカバーされているほか、上述の NHFCCSCC の会議議事録も掲載されている。

(5)労働安全衛生

労働安全衛生について規定する法律 29 U.S.C. Ch.15 (Title29: Labor, Chapter 15: Occupational Safety and Health)に基づく規則である 29 CFR Part 1910 (Occupational Health and Safety Standards)が、事業所の所内の安全衛生に関して適用される。危険物に関連する条文は 1910.101 から 1910.126 までである。

このうち、1910.119 (Process safety management of highly hazardous chemicals) で、毒性、反応性、可燃性、爆発性の観点から危険度の高い化学物質に関して、プロセス安全管理 (PSM: Process Safety Management) を行うべきことが規定されている。水素に関しては、1 万ポンド＝約 4.5 トン以上を取り扱う事業所については規制の対象となる。具体的には、使用者の義務として、プロセス安全情報の把握、プロセスハザード分析の実施（少なくとも 5 年に 1 回更新する必要がある）、操業手順文書の確認（年 1 回）、事故が発生した場合はその事故に係る調査（調査結果は 5 年間保管する必要がある）、内部監査の実施（3 年に 1 回）、緊急時の対応などが規定されている。

1910.103(Hydrogen)では、水素に関係する規制がまとめられている。この中の 1910.103(c)(2)(ii)(b)により、液体水素の貯蔵量 3 万ガロン＝約 113 立方メートルまでの貯蔵タンクと各種対象との離隔距離が規定されているが、逆に言えばそれ以上の量の貯蔵については明示の規定がない。また、1910.106 (Flammable liquids)において、可燃性液体に係る、貯蔵タンク、配管・バルブ・付属品、可搬容器、産業プラント、バルクプラント、サービスステーション、加工プラント、精製所・化学プラント・蒸留所についての規制が規定されている。

(6)環境保護

水素に関しては、1万ポンド＝約4.5トン以上を取り扱う事業所を対象として、42 U.S.C. Ch.85 (Title42: Public Health and Welfare, Chapter 85: Air Pollution Prevention and Control)に基づく規則である40 CFR Part68 (Chemical Accident Prevention Provisions) が、化学物質を扱う事業所外の安全と環境保護に関して適用される。事業者の義務として、リスクマネジメントプラン (RMP: Risk Management Plan) を作成し、環境保護庁 (EPA : Environmental Protection Agency) に提出することが求められる。RMPの内容は、PSMと同様の項目に加え、事業所外への影響分析 (少なくとも5年に1回更新することが必要)、事業所外との緊急時対応計画などが規定されている。

表 3.2- 1 液化水素に適用できる規格として策定されている主な規格
(※は大規模サプライチェーンに適用できる規格ではないとみられるもの)

主な機器・項目名	規格名称
タンク	ASME BPV Code Section VIII
配管	ASME B31.12 CGA G5.4※
その他安全	ANSI/AIAA G-095A – Guide to Safety of Hydrogen and Hydrogen Systems※ NFPA-2 Hydrogen Technologies Code※
ローディングアーム (港湾)	(策定中) ISO 24132 “Design and testing of marine transfer arms for liquefied hydrogen”
その他安全	NFPA 55 Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code ※

¹ 近藤正雄ら,2011年,「海外LNGタンクの特徴および最近の建設工事の取り組み(機械関係)」,圧力技術第49巻第1号

3.2.2.2. オーストラリアの動向

(1)連邦政府による法規制

気候変動・エネルギー・環境・水省 (DCCEEW : Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water) は、オーストラリアの水素産業の振興のため、水素に係る諸規制をより明確にすることを目的とした見直し作業を、各州政府関係者と2021年6月から開始した。産業界との最初の協議は2022年11月に行われた。この協議の結果を踏まえ、以下のとおり、優先すべき行動が2023年2月に発表された。

- ・5 大国家水素ベストプラクティスコード (水素製造、アンモニア製造、水素充填、水素設

備、アンモニア設備)の作成

- ・運輸分野の規制改革(水素船、水素車両、貨物としての水素及びアンモニア)
- ・ベストプラクティスを規格化することの推進

2023年の10月から11月にかけて、ベストプラクティスコードに係るワークショップが対面とオンラインで開催された。

また、DCCEEWは、水素産業を規制する連邦法の全体像を概観する資料を作成した。水素製造施設、水素ステーション、生産における水素の使用、水素モビリティ・貨物、水素利用による発電、水素輸出の6分野の資料が作成されているが、水素の国際サプライチェーンに直接関係する、水素輸出分野を規制する連邦法は、以下のとおりである(2023年4月21日現在)。ただし、韓国との合意など、日本とは直接関係ないものは除いた。

労働衛生安全法(Work Health and Safety Act 2011)：職場の健康と安全の義務を規制。

なお、すべての州及び準州には、同様の規制義務を確立する同様の法律がある。

競争及び消費者法(Competition and Consumer Act 2010)：企業のビジネスと市場関与のほとんどの領域を規制。製品の安全性、市場慣行、反競争的行為、合併、買収、さらには業界固有の規制や業界規約など、幅広い商業行為を対象とする。

国家計量法(National Measurement Act 1960)：水素やアンモニアなどの気体や液体を貿易目的で計量する方法を規制。気体と液体の量と組成を測定する目的の、取引用の測定機器が、型式承認(設計)、検証(個々の機器及びシステムの初期テスト)、及び使用中の精度を有することを要求する。

産業用化学物法(Industrial Chemicals Act 2019)：産業用化学薬品を製造又は輸入する事業者の登録を規制。料金と義務は、化学物質の価値と種類による。産業用化学薬品の一般的な例には、水素、アンモニア、産業用洗浄剤、潤滑剤などがある。

電気通信法(Telecommunications Act 1997)：電気通信プロバイダーが、プロジェクト提案者の所有地に立ち入り、電気通信施設を確立及び維持できるようにする。

環境保護・生物多様性保全法(Environment Protection and Biodiversity Conservation Act 1999)：連邦の土地、及び国家環境上重要な問題に関して環境保護を規制。この規制の対象となる活動の種類には、植生伐採、廃棄物処理、汚染、環境事故などが含まれるが、これらに限定されない。

リサイクル・廃棄物削減法(Recycling and Waste Reduction Act 2020)：特定カテゴリーの廃棄物の輸出による処分を規制。カテゴリーには、ガラス、プラスチック、タイヤ、紙、ボール紙、有害廃棄物が含まれるが、これらに限定されない。

環境保護(海洋投棄)法(Environment Protection (Sea Dumping) Act 1981)：オーストラリアの水域への投棄による廃棄物の処理を規制。

グレートバリアリーフ海洋公園法(Great Barrier Reef Marine Park Act 1975)：グレートバリアリーフ海洋公園への投棄による廃棄物の処理を規制。

国家温室効果・エネルギー報告法 (National Greenhouse and Energy Reporting Act 2007) : 高排出施設からの温室効果ガス排出を規制する、以下の2つの制度を確立。1. 温室効果ガス排出量を報告することを義務付け。2. 排出量を適切なレベルに制限するか、金銭を支払うことを要求。

再生可能エネルギー（電力）法 (Renewable Energy (Electricity) Act 2000) : 連邦の再生可能エネルギー目標計画では、グリーン電力の消費に対して追加料金が課される。これらの費用はエンドユーザーに転嫁される場合がある。

先住民権利法 (Native Title Act 1993) : 先住民の所有権の主張と決定、及び先住民の所有権とプロジェクト間の競合の解決のプロセスを規制。

アボリジニ及びトレス海峡諸島民の遺産保護法 (Aboriginal and Torres Strait Islander Heritage Protection Act 1984) : 先住民族にとって重要な地域又は物品を保護するための宣言を行う権限を連邦大臣に与えるもの。

アボリジニ土地権利（ノーザン・テリトリー）法 (Aboriginal Land Rights (Northern Territory) Act 1976) : この法律に基づいてノーザン・テリトリー内で先住民族グループによって付与又は請求された土地を規制。土地の権利とそれらを妨害する可能性のある活動との間の紛争を規制。

アボリジニ土地譲与（ジャービス・ベイ・テリトリー）法 (Aboriginal Land Grant (Jervis Bay Territory) Act 1986) : レック・ベイ・アボリジニコミュニティ評議会が所有及び管理する土地におけるジャービス・ベイ・テリトリー内での活動を規制。

重要インフラ保安法 (Security of Critical Infrastructure Act 2018) : 重要なインフラストラクチャーにさまざまな報告義務とセキュリティ義務を課す。

海上運輸及びオフショア施設保安法 (Maritime Transport and Offshore Facilities Security Act 2003) : 国家安全保障を目的として、港湾施設に対する安全義務を定める。これらの安全義務には、規制当局の承認を得るための安全計画の作成、実施、安全評価の実施などが含まれる場合がある。

関税法 (Customs Tariff Act 1995) : 商品の輸入に対するオーストラリアの関税を規制。

輸出管理法 (Export Control Act 2020) : 特定の商品の輸出を禁止したり条件を課したりするなど、オーストラリアからの商品の輸出を規制。

税関法 (Customs Act 1901) : オーストラリアとの間の商品の輸出入を規制。

関税法 (Customs Tariff Act 1995)、税関規則（原産地に係る日本規則）(Customs (Japanese Rules of Origin) Regulations 2014)、税関規則（国際義務）(Customs (International Obligations) Regulation 2015) : 日豪経済連携協定 (JAPEA) に基づき、日本への水素とアンモニアの輸出に関するオーストラリアの要件を規制。

地域的な包括的経済連携協定 (RCEP: Regional Comprehensive Economic Partnership)、環太平洋パートナーシップに関する包括的及び先進的な協定 (CPTPP: Comprehensive and Progressive Agreement for Trans Pacific Partnership) : オーストラリアの水素とアンモニアの輸出要件を規制。

なお、水素輸出分野を直接規制する法律ではないが、オーストラリアでは、天然ガスに係る規制法であった国家ガス法（National Gas Law）を改正し、天然ガスに加えて、水素、バイオメタン、合成メタン、これらの混合ガスにまで規制対象を拡大した。これは、生産者が既存のインフラや市場にアクセスする際の障壁を取り除くことで、国内の水素およびバイオメタン産業の発展を支援することや、ネットゼロの目標に沿って移行する際に、消費者が保護されることを目的としたものである。この改正にあわせる形で、国家エネルギー小売法（National Energy Retail Law）も、天然ガスに加えて天然ガス同等物（natural gas equivalent）及び指定する対象ガス（prescribed covered gas）が規制対象となった。

ところで、国家ガス法及び国家エネルギー小売法は、従来から南オーストラリアの州法（それぞれ国家ガス（南オーストラリア）法（National Gas (South Australia) Act 2008）及び国家エネルギー小売（南オーストラリア）法（National Energy Retail Law (South Australia) Act 2011））の中で規定されており、他の州はそれを引用する形でそれぞれの州法を有している。これにより、南オーストラリア州が、当該の2州法の改正法令（Statutes Amendment (National Energy Laws) (Other Gases) Act）を、2023年11月に議会で成立させたことにより、オーストラリア全国での法改正の手続きが完了した。

また、DCCEEWとクリーンエネルギー規制庁（CER: Clean Energy Regulator）は、水素に係る原産地保証（GO: Guarantee of Origin）制度を提案している。GO制度は、水素などのある製品の、起源、製造方法、及びライフサイクル炭素強度を示すものである。オーストラリアのGO制度は、以下の2つを目標としている。

- ・オーストラリアで製造された水素およびその他の製品に関連する、温室効果ガス排出量を追跡および検証するメカニズムを提供する
- ・さまざまな再生可能エネルギーの要求をサポートできる、再生可能電力認証のための永続的なメカニズムを提供する

2021年6月から8月、2022年12月から2023年2月、2023年9月から11月の3回にわたって、それぞれ改定を行った制度検討の資料に関し、パブリックコメントの募集が行われた。また、CERは2022年から2023年にかけて、GO制度の試行を行っている。

(2)各州政府による法規制の動向

水素輸出分野に直接関係するものではないが、オーストラリアの各州政府の水素関係の法規性の動向については、以下のとおりである。

- 南オーストラリア州：2023年11月23日に、水素及び再生可能エネルギー法（Hydrogen and Renewable Energy Act 2023）が州議会で可決された（施行日は未定）。同法は、大規模な水素・再生可能エネルギープロジェクトに関し、一貫して許可・規制を行うべく、州

政府の窓口を一元化することを狙いとするもので、具体的な内容は以下のとおりである。

- ・州政府は、再生可能エネルギープロジェクトを実施可能な、州政府所有の土地等を指定する。
 - ・企業は、州政府所有の土地等を利用する許可（ライセンス）を得るために競争（入札）を行う。
 - ・プロジェクトライフ全体を通しての規制を可能とするべく、新たに、目的に適した許可（ライセンス）手続きを確立する。
 - ・早期に、かつ、規制プロセスを通じて先住民の権利と利益が考慮される。
 - ・枠組みは、ネットで環境的利益を伴うように開発行為が行われることを確保する。
 - ・土地所有者、コミュニティ、その他以前の土地権利保持者にとって、公正な成果を生み出すよう、土地の多目的使用のための方策が追及される。
- なお、州政府は、同法に基づく規則を作成中である。

■西オーストラリア州：2023年11月29日、石油法改正法案（Petroleum Amendment Bill 2023）が、州議会に提出された（審議中）。この法案は、石油地熱エネルギー資源法（Petroleum and Geothermal Energy Resources Act 1967）、石油パイプライン法（Petroleum Pipelines Act）、石油（水没地）法（Petroleum (Submerged Lands) Act 1982）の、石油関連3法を改正しようとするもので、州の石油法制を強化し、産業・資源セクターのネットゼロエミッションへの移行を支援することを目的としている。この法案の主な内容は、以下のとおりである。

- ・温室効果ガスの輸送と地中貯留を可能とすること。
- ・天然水素など、指定する規制物質の探査と生産の許可。
- ・文書にかかる電子申請や電子サービスを促進し、石油に係る運用問題に対処。

■ニューサウスウェールズ州：2022年9月1日から、2020年版のガス供給（安全及びネットワーク管理）規則（Gas Supply (Safety and Network Management) Regulation 2022）が適用されている。この規則は、2013年版の規則を改正するもので、ガス供給ネットワーク内に、水素もしくは水素と天然ガスの混合ガスを注入する際の安全を確保するための改正が行われている。

■クィーンズランド州：2023年10月10日に、ガス供給及び他の法制（水素産業振興）改正法（Gas Supply and Other Legislation (Hydrogen Industry Development) Amendment Act 2023）が州議会で可決された（施行日は未定）。この法は、ガス供給法（Gas Supply Act 2003）並びに石油及びガス（製造及び安全）法（Petroleum and Gas (Production and Safety) Act 2004）の関係条文を改正するもので、天然ガスに加えて水素及びその他の対象ガスを法の対象とするものである。

■ビクトリア州、首都特別区、ノーザンテリトリー、タスマニア州については、特筆するべきものは見られなかった。

(3)オーストラリア規格協会の動向

オーストラリア規格協会（SA: Standards Australia）は、オーストラリアにおける独立した非政府・非営利の規格団体であり、ISO や国際電気標準会議（IEC: International Electrotechnical Commission）に、オーストラリアを代表して参加している。オーストラリアにおいて、国際規格と整合した規格・標準の開発と採用を推進することを目指し、このために、ISO や IEC と共同で規格・標準を開発し、国際規格の採用（国際規格が存在しない場合は地域規格の採用）、国際規格とギャップがある場合もしくはオーストラリアに特有の事情がある場合は新しい規格の策定などを行っている。なお、欧州標準化委員会（CEN）の友好標準化団体（CSB: Companion Standardization Body、欧州域外の団体で、全部で 17 ある）の一つである。

2019 年に、SA は内部組織として水素技術委員会（ME-093: Hydrogen Technologies Technical Committee）を結成し、以下の 5 つのワーキング・グループに分かれて、水素技術に係る基準化の作業を行ってきた。

- ・生産、取扱い及び貯蔵（Production, Handling and Storage）
- ・パイプライン及びガス供給ネットワーク（Pipelines and Gas Distribution Networks）
- ・エンド・ユース（End Use Applications）
- ・燃料電池（Fuel Cell Applications）
- ・モビリティ（Mobility applications）

ME-093 は、オーストラリアの関係する産・官・学から指名された委員により、構成されている。ME-093 は、ISO/TC 197(Hydrogen Technologies)、ISO/TC 8/SC 2(Ships and Marine Technology – Marine Environment protection: 液化水素ローディングアームに係る新 ISO 規格の作成のため)、IEC TC 105(Fuel Cell Technology)に、P メンバー（Participating Member）を出している。なお、その他の関係する ISO 及び IEC の技術委員会には、SA の他の委員会を通じてリエゾンを有している。

ME-093 の生産、取扱い及び貯蔵ワーキング・グループの検討対象には、さまざまなプロセスによる生産と精製に使用される施設、気体水素と液体水素の両方の貯蔵、取り扱い、輸送システムが含まれる。貯蔵は、圧縮ガス状水素、又は金属水素化物などの液体及び固体状態の形があり得る。また、他の規格では十分にカバーされていない輸送手段を介した水素輸出もカバーしている。以上の範囲内で、機器の設計・性能基準、設置・運用の要件、衛生・安全・環境と緊急時のマネジメントについても取り扱う。ただし、原子力及び生物学的経路による製造、地下塩洞窟などの地質学的方法による貯蔵、パイプラインによる輸送、大規模海上輸送については取り扱わない。

ME-093 が 2020 年から 2023 年にかけて主として取り組む事項は、以下のとおりである。

- ・新しいオーストラリア技術仕様（水素：貯蔵及び取扱い）の作成
- ・ISO/TC 8/SC 2 と連動して、液体水素（LH2）の海上ローディング規格の作成
- ・バルク輸送及び定置用途向けの高圧ガス水素及び液体水素の貯蔵、これには、設計、運用、使用期間中の再認定の検討が含まれる
- ・CO2 削減技術の標準要件の検討及び決定（例：水蒸気メタン改質、メタン熱分解）
- ・小規模及び大規模生産施設の両方に対するリスク評価方法の枠組みを確立する機会の検討
- ・特に測定が困難なコンポーネントの周囲に関する水素の試験及び認証基準を監視し、影響を与える
- ・水素設備に係る、次世代の有能な技術者やオペレーターの訓練と認定の要件に意見を提供（訓練資料の作成や提供は対象外）

SA は、オーストラリア連邦科学産業研究機構（CISRO: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization）の水素ナレッジセンターと協力し、HyStandards と呼ばれる、水素関連の国際規格及びオーストラリア規格の一覧表を作成している。CISRO のウェブサイト上において、現在、以下の 5 分野に係る規格の一覧表が紹介されているが、液体水素に特化したものはまだ作られていない。

- ・水電解による水素製造
- ・気体水素の道路輸送
- ・気体水素のパイプライン輸送
- ・混合水素のパイプライン輸送
- ・水素スタンド

3.2.2.3. 欧州の動向

(1) 欧州クリーン水素アライアンス（ECH2A）の動向

2023 年 3 月に欧州クリーン水素アライアンス（ECH2A）が水素に係る標準化ロードマップを公表した。欧州委員会が CEN/CENLEC 等の標準化団体向けに水素標準に関する指令を行える下準備を目的としている。中身には液化水素を含む約 400 項目に及ぶ標準化検討項目リストが整理されている。

また CEN（欧州標準化委員会）は ISO との長年に渡る技術協力協定（ウィーン協定）の枠組みの中で、欧州規格（EN 規格）を国際規格（ISO 規格）に適合させることを継続的に促している。この協定により作業の重複が回避されることから国際標準化の利益のために効率的に進めることができることから、EN 規格から ISO 規格の策定に進みやすいとされている。

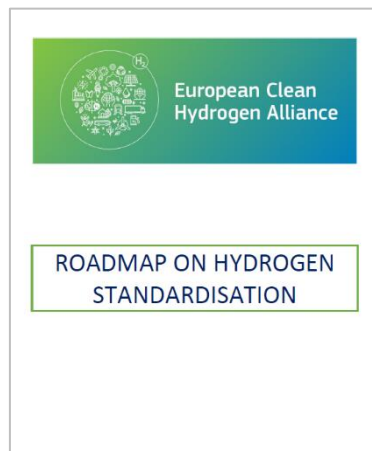


図 3.2- 2 Roadmap on Hydrogen Standardisation (2023 年 3 月リリース)

<欧州標準化ロードマップの活動体制>

標準化ロードマップの活動主体は ECH2A 組織にある水素標準化ワーキングであり、水素を主導する各セクターの事業者がメンバーで構成をされている。

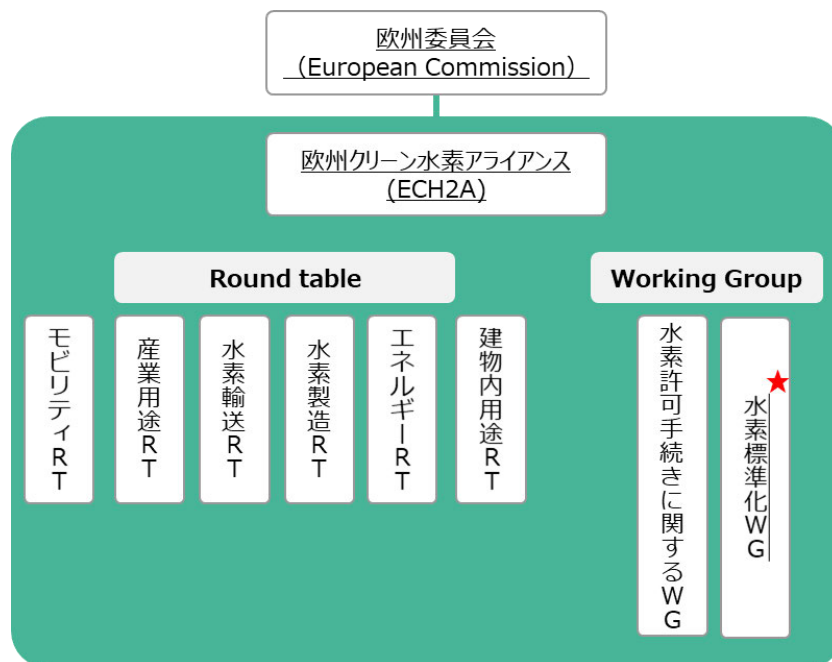


図 3.2- 3 ECH2A 活動体制

メンバー	Air Liquide 、ABB、Alstom Atlas Copco BMW 、Bosch TT Cellcentric Denora ECOS、EHI Enapter、ENGIE、EUTurbines EWE Gasspeicher Fluxys GE Gas Power 、GRTgas H2B2 Electrolysis Tech Hungarian Gas Storage Hydrogenica Corporation Hydrogenious LOHC Tech IFIEC - BASF Innio IWES Fraunhofer KIWA Nederland Naturgy、NEL	North Sea H2 Ports and Maritime Community Open Grid Europe GmbH PKN Orlen、Pucelab RAG Austria RWE SIEMENS Siemens Gamesa Renewable Energy Sit SPA、SNAM Solaris Bus & Coaches Sunfire Toyota Motor Europe TüV Rheinland University Aveiro Wasagroup Water2kw YARA (計45社)
	CEN/CENELEC (欧州標準化委員会/欧州電気標準化委員会) CEN/CENELEC JTC6 (AI、生体認証、サイバーSC等の領域) Danish Standards DNI SFEM/WG on Hydrogen - NEN	

図 3.2- 4 水素標準化 WG メンバー体制

<インフラ関連に係る標準化の示唆>

水素の輸送は新規インフラの構築だけでなく、既存のインフラの再利用も想定されることから、既存のインフラ（ガス）で水素を利用できるように既存の標準を修正することを検討するとされている。従い、既存の天然ガスインフラの標準の 80%を水素インフラでも利用できると見込む。

また、新規に策定すべき項目は、水素の安全面、爆発防止やプロテクション（検知・臭気等）、水素ターミナルにおけるインターフェース（船とタンクとの接続等）の取扱いに必要な規格、法的枠組みにおける水素キャリアの定義づけ等が挙げられた。

<標準化分析アプローチ>

標準化項目の洗い出しには大きく分けて 3 つのアプローチに沿って分析をした。

■ アプローチその①：特定（4 つのセグメントで分けて考察をする）

1. 水素生産
2. インフラ（輸送/貯蔵）
3. アプリケーション（産業・モビリティ・燃料・家庭）

4. 横断的側面（証明等）

※セグメント毎にラウンドテーブルを作り、各事業者が集まって、必要とされる標準化項目の洗い出しを行う

■アプローチその②：分析

1. 関連する既存規格は？（主に天然ガスを参照）
2. 既存規格が水素をカバーしているか？
※例：カバー済み/改訂中/準備中/該当無し
3. 関連するテクニカルコミッティは？
4. 特定した規格は CEN 規格かそれとも追加が必要か

■アプローチその③：選択

優先度が高いものにハイライトをつける

上段で示した③の優先度をつけるアプローチについては、以下の3つ基準を設定した。

Horizontal Aspects（水平的側面）

- “品質”・・・ 純度・品質測定
- “安全性”・・・ 材料適合性・漏出・臭気
- “水素キャリア”・・・ LH2,MCH,NH3 含
- “構成要素”・・・ バルブ、パイプ、シールド
- “サステイナブル基準”・・・ GHG 計算、認証

Topic to be developed（委員会・PJ が存在していないもの）

Pre-normative research topics（標準化前に実施される研究トピックス）

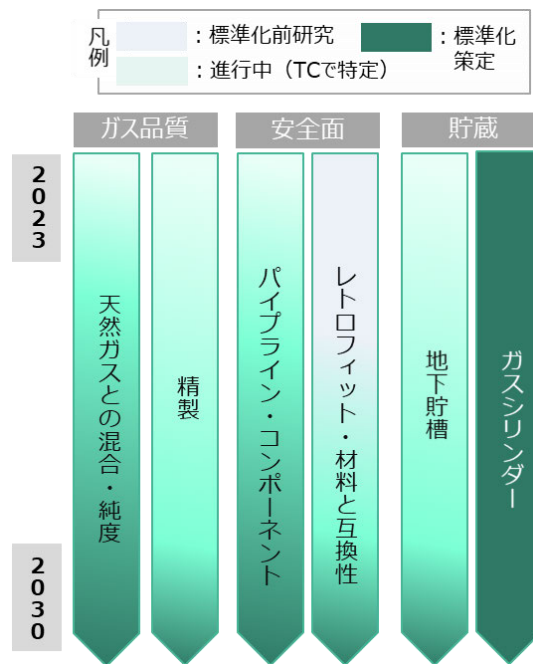


図 3.2- 5 標準化ロードマップ

<標準化項目の全体像>

標準化が検討されている全 423 項目をセクター別に整理をした。モビリティ分野やインフラ分野（特にパイプライン）が占めており一定の濃淡はあるが、全分野において広範囲に標準化を狙う動きがあるとうかがえる。

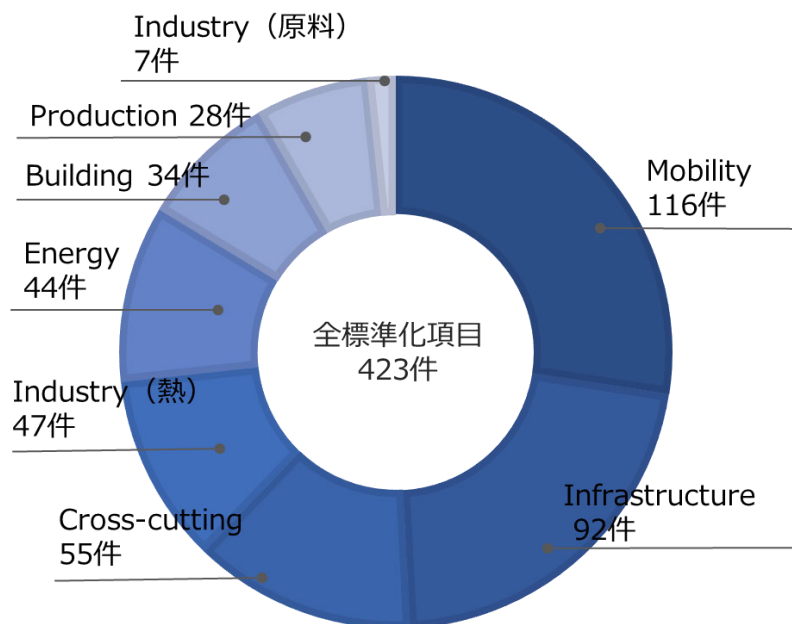


図 3.2- 6 欧州が検討する標準化項目の全体像

主に標準化項目として記載されている代表例としては、以下のとおりである。

- Production：電解槽装置の設備性能試験、検査、認証手順、または性能の測定方法の開発
- Infrastructure：水素パイプラインインフラの機能要件、安全基準、材料基準、テスト方法
- Mobility：燃料電池モジュール、ST 関連のコンポーネント、陸上・船舶・鉄道の燃料用とした安全基準
- Industry(熱)：バーナ利用における水素品質、測定装置、制御装置、天然ガスとのブレンド純度等
- Industry(原料)：アンモニアの肥料用途に係る標準
- Energy：発電所利用における安全基準（防爆、リスク評価等）、検知器、ガスタービンの安全要件
- Building：定置型燃料電池/バーナ/ボイラ等の安全基準や装置
- Cross-cutting：サステナブル基準、GHG 排出量計算方法、原産地証明、品質、認証

<水素キャリア別の標準化項目>

以下の図（キャリア別比較）が示すとおり、総数として液化水素と LOHC に大差はないものの、アンモニアはやや少ない。

分野別に見ると、LOHC に品質関連の横断的分野の項目が多いこと、またモビリティ分野には液化水素や LOHC を対象とする複数の項目が見られる。

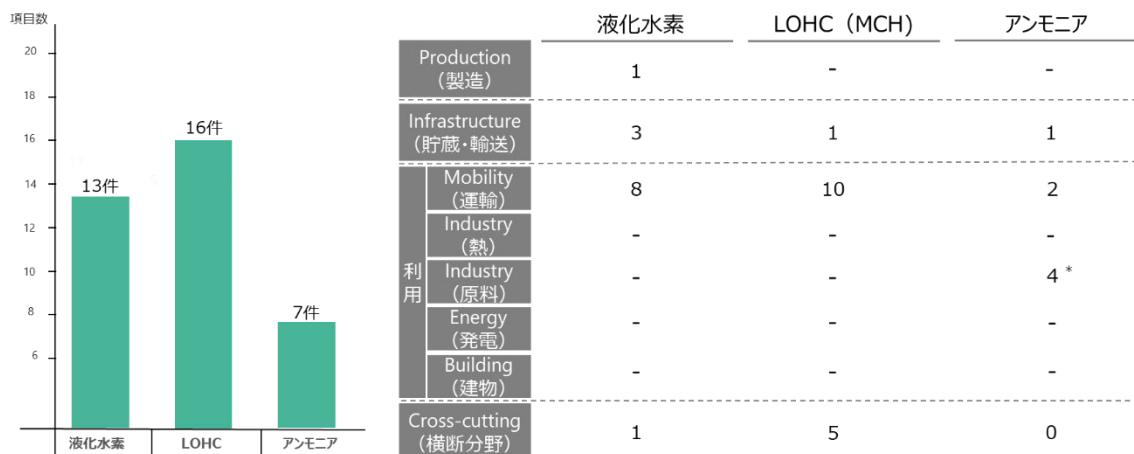


図 3.2- 7 標準化項目のキャリア別比較

*アンモニアはキャリア用途のみならず原料用途として使用されることから一定の標準化対象項目が存在する

表 3.2- 2 液化水素関連の標準化項目

★:開発すべきトピックスとして優先付けしている項目

	カテゴリ対象	詳細	既存の規格との関係性	ステータス	関連するテクニカルコミッティ
製造 側面 的 インフラ	エネルギー/水素キャリア★	液化水素に関する安全性・リスク評価 - CEN (電気分野以外) - CENELEC (電気分野)	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	エネルギー/水素キャリア★	エネルギーキャリアとしてのサステナブル基準、原産地 証明、計量分析、安全性等	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	エネルギー/水素キャリア	輸送、貯蔵、利用においてLNG輸送に関する基準の 液化水素への適応 - CEN (電気分野以外) - CENELEC (電気分野)	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	CEN/TC 268, CEN/TC 282, (ISO/TC 220, ISO/TC 67/SC9)
	インフラ/ターミナル/エネルギー★	液化水素プラントとの安全距離 (離隔距離)	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	インターフェース (ガスインフラとの相互接続)	液化水素を気体水素に変換するための水素ターミナル のことを指し、そこで行われる相互接続ポイントでの問 題を回避するための水素キャリアの取扱い	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
モビリティ	基地港湾/海上輸送	液化水素に関する港湾及び海上における輸送、貯蔵、 利用 例: 液化水素を燃料利用するケースなど	ISO 24132 液水ローディングアームの設 計要件と試験方法	準備中 (EN規格として)	ISO/TC 8
	港湾/インストール/バンカリング★	液化水素に関する燃料補給場所、外航船及び内航 船へのバンカリング	プロジェクト及びTC が特定されていない	準備中 (EN規格として)	CEN/TC 268
	大型車・商用車	燃料としての液化水素	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	CEN/TC 268, CEN/TC 326
	大型車・商用車★	液化水素のトランスファープロセスと装置 - 安全性 - 試験の整合化 - より安価な材料試験 - ホース	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	大型車・商用車	液化水素の燃料補給接続装置	ISO 17268 気体水素陸上車両 用補給接続装置	-	CEN/TC 268

表 3.2- 3 LOHC 関連の標準化項目

★:開発すべきトピックスとして優先付けしている項目

	カテゴリ対象	詳細	既存の規格との 関係性	ステータス	関連するテクニカルコ ミッティ
横断的側面	エネルギー★	LOHCに関する純度、プラント運転に向けた信頼できる品質	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	エネルギー/水素キャリア★	LOHCのエネルギー含有量と水素計測	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	エネルギー/水素キャリア★	エネルギーキャリアとしてのサステナブル基準、原産地 証明、計量分析、安全性等	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	サステナブル基準	LOHCベースの水素のカーボンフットプリントに関する定 義をEN16325に追加する必要がある。	EN 16325 電気、水素、期待炭化水 素、冷暖房の原産地保証	改定中	CEN/CLC JTC 6, CEN/CLC JTC 14
	用語定義★	LOHCの用語・利用の定義	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
インフラ	インターフェース (ガスインフラとの相互接続)	LOHCを気体水素に変換するための水素ターミナルの ことを指し、そこで行われる相互接続ポイントでの問題 を回避するための水素キャリアの取扱い	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-

	カテゴリ対象	詳細	既存の規格との 関係性	ステータス	関連するテクニカルコ ミッティ
モビリティ	海上輸送/水素キャリア★	船舶燃料としてのLOHC	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	海上輸送/水素キャリア	海上輸送、貯蔵、利用におけるLOHCの安全性	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	海上輸送/水素キャリア貯蔵★	LOHCの貯蔵と取り扱いに関する技術基準	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	港湾/インストール/バンカリング★	LOHCに関する燃料補給場所、外航船及び内航船 へのバンカリング	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	海上輸送★	内航船利用におけるLOHC運搬船の安全基準	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	貯蔵（港湾）	既存・新規ターミナルを対象としたLOHCの大規模貯 蔵 ※液化、脱水素、精製を含む	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-
	貯蔵★	海上輸送におけるLOHCの貯蔵	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-

	カテゴリ対象	詳細	既存の規格との 関係性	ステータス	関連するテクニカルコ ミッティ
モビリティ	貯蔵★	船上における水素貯蔵及び船舶燃料におけるLOHC の貯蔵	ISO 19886 (IGF Code (MSC.1/Circ 1455)	-	-
	貯蔵★	LOHCが海上で使用される場合の脱水素に関連する 安全な運用（システムと貯蔵の統合）	EN IEC 60079 series Explosive atmospheres ★	-	CLC/TC 31
	大型車・商用車/水素キャリア	LOHC使用に関する安全性	プロジェクト及びTC が特定されていない	-	-

表 3.2- 4 アンモニア関連の標準化項目

	カテゴリ対象	詳細	既存の規格との関係性	ステータス	関連するテクニカルコミティ
産業（原料）	エネルギー★	再エネ/低炭素アンモニアのラベリング	プロジェクト及びTCが特定されていない	-	-
	サステナブル基準★	1.アンモニア製造におけるGHG排出量計測方法 2.肥料製造における再エネ/低炭素アンモニアのラベリング 3.肥料用途で使われる際のGHG排出量計測方法	プロジェクト及びTCが特定されていない	-	-
モビリティ	インターフェース（ガスインフラとの相互接続）	アンモニアを気体水素に変換するための水素ターミナルのことを指し、そこで行われる相互接続ポイントでの問題を回避するための水素キャリアの取扱い	プロジェクト及びTCが特定されていない	-	-
	エネルギー/水素キャリア★	アンモニアを船舶、大型道路輸送、航空用燃料として使用するための基準	プロジェクト及びTCが特定されていない	-	-
	エネルギー/水素キャリア/海上輸送★	アンモニアを燃料とする船舶の安全基準	プロジェクト及びTCが特定されていない	-	-

(2)CEN 及び CENELEC の動向

欧州標準化委員会（CEN: Comité Européen de Normalisation）は、さまざまな分野の欧州規格（EN）を策定する非営利の標準化組織である。電気工学分野の欧州規格は、欧州電気標準化委員会（CENELEC : Comité Européen de Normalisation Electrotechnique）が、通信分野の欧州規格は欧州通信規格協会（ETSI: European Telecommunications Standards Institute）がそれぞれ策定している。

水素に係る規格の策定については、CEN 及び CENELEC 傘下の多数の技術委員会（TC）等が関わっているが、特に関係の深いと思われるものは以下のとおりである（JTC: Joint Technical Committee=合同技術委員会。WG: Working Group=作業部会の略称）。

■セクターフォーラム（多数の技術委員会と、関連する CEN パートナーとの統合された長期的なインターフェースの必要性に応えるために、正式に設置される構造の一つ）：

- ・CEN-CENELEC Sector Forum Energy Management and Transition (SFEM) – Working Group ‘Hydrogen’
- ・ CEN Sector Forum Gas Infrastructure (SFG-I)
- ・ CEN Sector Forum Gas Utilization (SFG-U)

■水素の輸出入：

- ・ CEN-CLC/JTC14, Energy Management, Energy Audits, Energy Savings/WG 5 ‘Guarantees of origin’
- ・ CEN-CLC/JTC6, Hydrogen

■水素関連インフラ・貯蔵：

- ・ CEN/TC 234, Gas Infrastructure
- ・ CEN/TC 268, Cryogenic Vessels and Specific Hydrogen Technologies Applications

- ・ CEN/TC 282, Installation and Equipment for LNG
- ・ CEN-CLC/JTC6, Hydrogen

(3)労働安全衛生

労働安全衛生枠組指令（OSH Framework Directive）と呼ばれる Directive 89/391/EEC は、職場での労働者の安全と健康の改善を促進する措置を導入することを目的とした指令である。労働者の労働災害や疾病の予防と、保護に関する一般原則を定める安全衛生の基本事項を規定している。リスクの予防、安全と健康の保護、リスクの評価、リスクと事故要因の排除、労働者とその代表者への情報提供、協議、バランスの取れた参加と訓練に関する原則が含まれている。

この指令は「枠組指令」であり、これに基づいて、一連の個別指令が採択されている。一般原則を備えた枠組指令は、個別指令の対象となるすべての分野に引き続き全面的に適用されるが、個別指令により厳格な規定及び/又は具体的な規定が含まれる場合には、個別指令の特別規定が優先される（個別指令の例：職場環境、機器、保護機器、危険物、労働負荷など）。

(4)環境影響評価・環境保護

環境影響評価指令（Directive 97/11/EC）は、環境に重大な影響を与える可能性のある公共及び民間プロジェクトの、環境への影響の評価に適用される指令である。Directive 85/337/EEC の改正版の位置づけである。

SEVESO と呼ばれる Directive 2012/18/EU は、大量の危険物質を扱う産業施設に対して、安全管理計画や緊急対策の策定、近隣住民への情報提供を義務付けた指令である。水素は対象危険物質とされており、50 トン以上を扱う事業所は、上位層事業所としての諸規制を受ける。

3.2.2.4. 韓国の動向

(1)水素法

韓国では、水素経済振興のための基盤造成及び水素産業の体系的育成を図り、水素の安全管理に関する事項を定める「水素経済の育成及び水素安全管理に関する法律」（略称：水素法）が、2020 年の 2 月に制定された。水素法のうち、水素経済振興に関する部分は 2021 年 2 月から、安全管理に関する部分は 2022 年 2 月から、それぞれ関連する施行令や施行規則とともに施行されている。

同法の第 33 条において、①水素経済関連の成果分析・調査などの政策支援、②水素産業関連の研究開発、標準化、専門人材育成等の基盤整備、③水素専門企業のマーケティング、情報提供及び経営・技術等に関する助言などの事業を実施するため、産業通商資源部長官が水素産業振興専門機関を指定することができる、と規定されている。水素産業振興専門機関に指定されているのは、水素融合アライアンス（Hydrogen Convergence Alliance: 通称

H2KOREA) である。

また、第 34 条では、同様に、①水素の流通及び取引、②水素の適正価格維持、③水素の需給管理、④水素の公正な流通秩序確立のための監視・点検・指導及び広報、⑤水素の生産設備及び充填所等の利用設備運営情報の収集・提供などの事業を実施する水素流通専門機関について規定されている。水素流通専門機関に指定されているのは、韓国ガス公社（KOGAS: Korea Gas Corporation）である。

さらに第 35 条では、水素用品及び水素燃料使用施設の①安全に関する基準の調査研究及び技術開発、②安全に関する教育及び広報、③安全に関する国際協力、④事故予防に関する技術開発及び技術支援などの事業を実施する水素安全専門機関について規定されている。水素安全専門機関に指定されているのは、韓国ガス安全公社（KGS: Korea Gas Safety Corporation）である。

水素法の規定によって、水素関連の標準ないし基準に関わる事業の実施を担っている 2 機関について、以下に述べる。

(2)H2KOREA

H2KOREA は、韓国の地方公共団体（道、特別自治道、市、郡など）及び行政（研究）機関、公社、民間企業、業界団体等 150 を越える者が会員となっている。上述の KOGAS および KGS も会員である。

H2KOREA の設立目的は、ウェブサイトでは、「低炭素水素経済社会の早期達成を目指し、水素エネルギーの拡散及び水素関連産業の発展のために、関連省庁及び機関及び企業の窓口の役割を通じて力量を結集し、政策課題、制度改善及び民間主導の水素普及活性化のための支援体系の確立を通じて、大韓民国が世界水素産業をリードすることを目的に発足した」と説明されている。

組織としては、政策支援室、企業支援室、国際協力室、経営支援室が置かれており、このうち国際協力室において、グローバル水素産業連合会（GHIAA: Global Hydrogen Industrial Association Alliance）の事務局運営や、ISO への対応、韓国の国内規格関連の業務などがおこなわれている。

(3)KGS

KGS は、高圧ガス安全管理法に基づき 1974 年に設立された韓国の公社で、同法、都市ガス事業法並びに水素経済の育成及び水素安全管理法に基づく業務を行っている。職員数は約 1,700 人である。

KGS は、2020 年 1 月、組織内に水素安全センターを設置し、2021 年 1 月には水素安全技術院に昇格させた。水素安全技術院は、その傘下に、水素安全政策部門と水素安全検査所の 2 部門を有している。

韓国では、地域を指定して新規事業に関する様々な規制をパッケージで緩和する「規制自由特区」と、新製品・新サービスについて、一定期間規制適用を免除または猶予する「規制

サンドボックス」の2種類の規制特例制度が存在する。液化水素についても、これらの規制特例制度を活用して、既存の高圧ガスに関連する技術基準を適用せず、現場での実証運営を通じて安全基準を確立しようとする試みが行われている。液化水素にかかる規制特例制度の活用にあたっては、事前に KGS が必要な付帯条件の検討を行うとともに、産・学などの専門家を含む安全管理委員会の設置（KGS も参加）、安全性評価の実施（KGS が検討）、自主安全管理基準の制定（KGS が検討）、安全管理モニタリング（KGS による現場確認有り）が行われることになっている。

また、韓国政府の水素政策を受けて、政府資金による以下のインフラ構築が行われているが、KGS がその運営を担うことになっている。

- ・水素ミュージアム（水素安全体験協力館）：2023 年 4 月開館。水素エネルギーに関する一般広報、安全体験教育の実施。
- ・水素安全アカデミー（水素安全体験協力館）：2023 年 6 月開館。水素ミュージアムに併設。水素安全に係る法定教育や実習の実施、水素専門家の養成。
- ・水素バス・充填所部品試験評価センター：2024 年開所予定。水素車両及び充填所の容器・部品試験及び認証。
- ・水素用品検査支援センター：2024 年開所予定。水電解装置、水素抽出設備、燃料電池の法定検査・海外認証、技術支援、技術開発。
- ・液化水素検査支援センター：2025 年開所予定。貯槽、タンクローリ、容器、安全弁等の法定検査。ホース、バルブ等の実証支援。

(4)水素安全管理ロードマップ 2.0

韓国の産業通商資源部は、2023 年 5 月、「水素安全管理ロードマップ 2.0」を発表した。すでに 2019 年 12 月に「水素安全管理総合対策」を策定し、推進してきたが、その内容は、燃料電池自動車への充填所など燃料電池中心の限定された安全管理にとどまっていた。「水素安全管理ロードマップ 2.0」では、クリーン水素や液化水素のエコシステム形成に資する安全基準の開発や安全管理を推進することを目指したものである。

同ロードマップでは、ビジョンとして「国民は安全に、企業は自由に水素を使用する水素産業の先導国家」を掲げ、①クリーン水素エコシステム造成のための先制的安全基準開発、②世界 1 位の水素産業育成のための規制革新、③安全と産業のバランスの取れた安全管理を 3 大戦略としている。①については 28 課題、②については 18 課題、③については 18 課題が列挙されているが、そのうち液化水素のサプライチェーンに関連すると思われる課題は以下のとおりである。

①クリーン水素エコシステム造成のための先制的安全基準開発

- ・大容量水素運搬車両の安全基準の開発
- ・液化水素関連製品安全基準の開発

- ・ 液化水素生産用 LNG 冷熱配管安全基準の開発
- ・ 液化水素貯蔵タンク安全基準の開発
- ・ 液化水素海外輸入及び引受基地安全基準の開発
- ・ 新素材の液化水素運搬船貯蔵タンク安全基準の開発
- ・ 液化水素中核部品、運送車両（タンクローリ）、充填システム安全基準の開発
- ・ 液化水素標準容器の製造及び安全基準の開発
- ・ 液化水素の移送・充填装置及び安全基準の開発

②世界 1 位の水素産業育成のための規制革新

（なし）

③安全と産業のバランスの取れた安全管理

- ・ 大規模水素生産・貯蔵施設の安全管理強化
- ・ 水素運送車両追加安全装置適用
- ・ 水素施設統合安全管理モニタリングシステムの構築
- ・ 液化水素、水電解等水素製品検査・試験インフラ構築
- ・ 水素製品及び施設安全技術開発

3.2.2.5. 海上輸送関連

(1)IGC コード

海上人命安全条約（SOLAS 条約: The International Convention for the Safety of Life at Sea）における強制コードであり、液化ガス輸送船の構造及び設備に関し規定した IGC コード（The International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk）において、現状ではその第 19 章のリストに水素が含まれておらず、したがって液化水素の運送要件は IGC コードでは規定されていない、ということになる。

ところで、IGC コード第 1 章の 1.1.6.1 において、「IGC コードの適用範囲と考えられるが現状では第 19 章のリスト外である製品の運送を行おうとするときは、船籍国政府及び積荷港/揚荷港の管理者は、暫定的な評価に基づき三者合意を結んで、IGC コードの原則に沿って予め適切な運送要件を設定しなければならない。」と規定されている。

そこで、液化水素の運送に係る実証実験を日本とオーストラリアとの間で行うため、2014 年、国際海事機関（IMO: International Maritime Organization）の第 94 回海上安全委員会（MSC 94）において、両国共同の新規作業計画「液化水素ばら積み輸送のための暫定勧告の策定」が提案された。2015 年 9 月開催の第 2 回貨物運送小委員会（CCC2）で暫定勧告の素案に係る審議が開始され、2016 年 9 月開催の CCC3 にて合意が得られた暫定勧告案は、2016 年 11 月開催の MSC 97 において採択された。翌 2017 年、暫定勧告に基づいて、具体的な貨物タンクの構造や材質、安全設備等を含む日豪間での運送要件に関し、三者合意（実態上は日豪の二者による合意）が成立した。この合意に基づいて、1,250 立方メートルの液化水素を運送することのできるパイロット船「すいそ ふろんていあ」が建造され、2021 年 12 月には世界初となる液化水素の運送実証実験が日豪間で行われた。

しかし、現行の暫定勧告は、真空断熱システムの貨物タンクを想定したものであって、このシステムを、より大型の貨物タンクに適用することは現実的ではないことから、日本は2021年のMSC104に暫定勧告の改正を提案、2022年5月開催のMSC105にて改正審議の実施につき承認され、同年9月開催のCCC8から審議が開始された。

この間、日豪間でも協議を行い、2023年6月に、貨物タンクに関し、真空断熱システムに代わる新たな断熱システム（具体的には、内殻と外殻の間に水素ガスを充填して断熱する）を追加した液化水素の運送条件を定め、合意した。新たな断熱システムによる貨物タンクでは、1基あたり40,000立方メートルを貯蔵する計画がある。

2023年9月のCCC9では、日豪合意も反映した暫定勧告の改正案に合意が得られ、2024年5月開催予定のMSC108にて採択される運びである。

なお、IGCコードの第19章のリストに水素を追加するには、MSCにおける協議に多くの時間を要するものと見られる。

(2)STCW 条約

現状では、液化水素輸送船は、第5章の液化ガスタンカーに特化した規定の適用対象外となっている。これは、水素がIGCコードの第19章のリストから外れているためである。液化水素の運送要件がIGCコードされた場合には、液化ガスタンカーに係る規定を適用するか、あるいは、液化水素輸送船に特化した規定を設けるかの対応が必要となるものと思われる。

3.2.3 液化水素において国際標準化に取り組むべき項目と戦略/戦術

3.2.3.1. 液化水素サプライチェーン関連技術に係る日本の位置づけ

(1) 日本

大規模液化水素サプライチェーン構築に向けて、NEDO グリーンイノベーション基金事業（GI 基金）や SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）を通して、液化水素運搬船をはじめ、液化水素タンク、液化機それぞれに関する技術開発から実証試験まで取り組んでいる。

表 3.2- 5 液化水素関連機器の技術動向

機器名	開発内容	関連企業
液化水素運搬船	輸送技術の大型化開発	川崎重工業
液化水素タンク	貯蔵技術の大型化開発	川崎重工業、トヨタカネツ
液化機	大型高効率機器の開発	川崎重工業
ローディングアーム	船陸間移送ローディングアームの開発	川崎重工業、TB グローバルテクノロジーズ

GI 基金事業の「大規模海上輸送サプライチェーン構築実証事業」の一環として、日本で世界初の液化水素サプライチェーンの実証に取り組んでいる。

2023 年 12 月には、液化水素運搬船「すいそふろんていあ」や液化水素荷役実証ターミナル「Hy touch 神戸」に備えた液化水素貯蔵タンクが、優れた断熱性能を有することを証明したと発表した。当プロジェクトは、2021 年 12 月に同運搬船がオーストラリアに向けて出港した後、オーストラリアから日本に液化水素を輸送する実証試験を約 2 年にわたり実施した。その結果、外部からの自然入熱により蒸発する 1 日当たりの液の比率 BOR (Boil off Rate) が、「すいそふろんていあ」の液化水素貯蔵タンクで 0.3%、液化水素荷役実証ターミナル「Hy touch 神戸」の液化水素貯蔵タンクで 0.06% となった。いずれの BOR も同クラスの LNG 内航船、LNG 貯蔵タンクと同等の性能結果としている。

主要設備の一つである液化水素貯蔵タンクは二重殻構造とし、その二重殻の間を真空として外気温からの入熱を遮る「真空断熱構造」を採用している。そして、実証試験における日豪間の航海試験において、高い断熱性能を証明した。

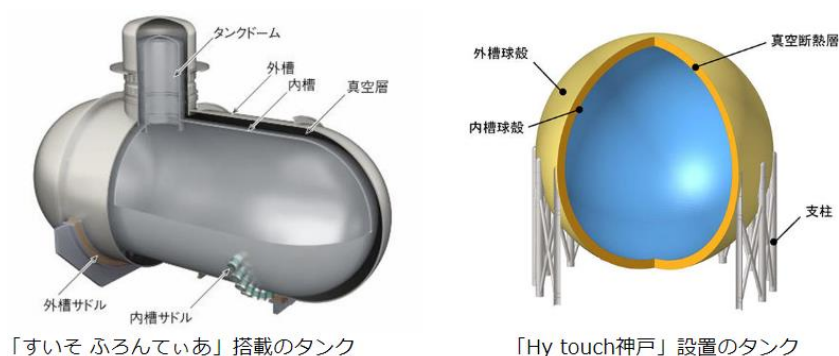


図 3.2- 8 真空二重殻断熱構造

※画像出典：川崎重工業



図 3.2- 9 液化水素荷役実証ターミナル「Hy touch 神戸」

※画像出典：川崎重工業

(2) 韓国

韓国産業通商資源部によると、2029 年目途に液化水素を使って大規模輸入をする計画をしており、液化水素運搬船のみならず液化水素タンクやローディングアーム等のインフラ技術開発が進行中である。また LNG 運搬船の製造能力など国内造船業界の基盤は十分であるが、極低温技術、大容量ポンプ、バルブなどコア部品の国産化率向上が課題であり、液化水素基地の構築は並行して促進をしていく方針としている。現在は液化水素運搬船の概念設計中であり、2029 年に 3 千トン級のデモ版の運搬船を発表する計画である。

表 3.2- 6 液化水素関連機器の技術動向

機器名	開発内容	関連企業
液化水素運搬船	輸送技術の大型化開発	Hanwha Ocean（ハンファオーシャン）、サムスン重工業、HYUNDAI GLOVIS
液化水素タンク	貯蔵技術の大型化開発	Hanwha Ocean（ハンファオーシャン）、HD KSOE、サムスン物産、ポスコ

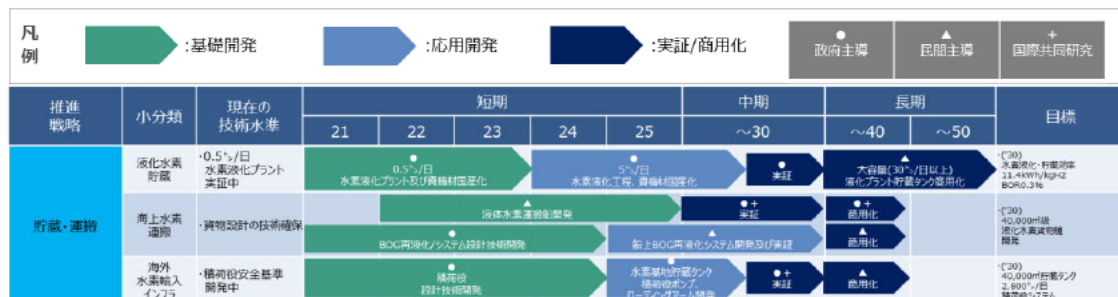


図 3.2- 10 韓国における液化水素技術ロードマップ

出所：韓国産業通商資源省 HP 第 5 回水素経済委員会

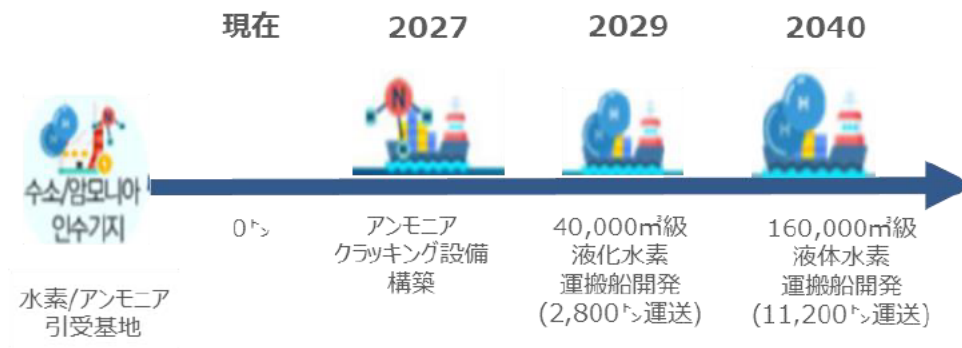


図 3.2- 11 韓国における液化水素運搬船プロジェクトスケジュール

出所：韓国産業通商資源省 HP 第 5 回水素経済委員

(3) 欧州

<フランス>

フランスの GTT 社は 150,000 m³規模のメムブレ型液化水素タンクシステムと、液化水素運搬船の予備設計を進めており、Total Energy 社、LNG Marin 社、そしてリスク評価機関の Bureau Veritas 社と共同プロジェクトが進行している。

また 2023 年 7 月には Approval in Principle「基本設計承認 (AiP)」⁴を取得したと発表があった。GTT 社の開発した液化水素運搬船用の貨物格納設備および貨物取扱設備の設計に対し、日本海事業界は(Class NK)は国際海事機関 (IMO) の「液化水素ばら積み運送のための暫定勧告」を取り入れた本会「液化水素運搬船ガイドライン」などに基づく審査に加えリスク評価を検証し、所定の要件への適合を確認したことから AiP を発行した。



図 3.2- 12 GTT 社が開発中のメムブレ型液化水素運搬船

※画像出典：GTT 社

<オランダ>

オランダの C-Job Naval Architects 社は 37,500 m³規模の球状型液化水素運搬船の開発を進めており、同社プレスリリースによると初期設計が完了したとされている。

同社はオランダを拠点に置く業界チームである LH2 ヨーロッパと協力をし、スコットランドからドイツまでのグリーン水素サプライチェーンを構築し、需要の増加に応じてヨーロッパの他の地域への拡大を視野に入れているとされている。

⁴ Approval in Principle、認証の一つで設計初期の段階あるいは特定の実装対象船舶が決定する前の段階で、国際条約や船級規則など既存の規制に基づき、設計を審査し、要件への適合の証明として発行する。後工程における規制面の手戻りの防止や、船級登録時の審査時間の短縮に繋がるとともに、設計状況の対外的なアピールの技術的根拠として活用することが可能となる

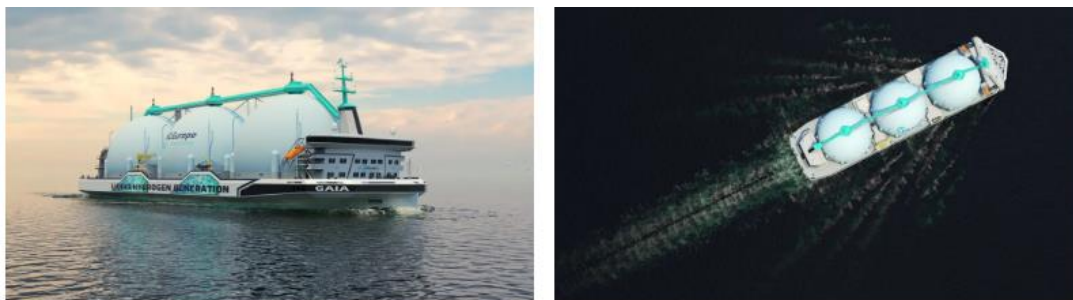


図 3.2- 13 C-Job 社が開発中の球形型液化水素運搬船

表 3.2- 7 液化水素運搬船の主な仕様

容器の種類	液体水素タンカー
全体の長さ	141.75メートル
ルールの長さ	135.75メートル
幅	34.90メートル
深さ	8.75メートル
デザイン案	5.80メートル
設置電力	5,000 kWe
スピード	14ノット
宿泊施設	乗組員14名
貨物タンク容量	3x12,500m ³

※画像出典：C-Job 社

3.2.3.2. 液化水素サプライチェーン関連設備の投資規模

IEA レポートによると、グローバルで液化水素関連機器を含む水素関連機器の投資が2030 年までに 520 億、2050 年までに 820 億ドルに達する見込みである。

これを鑑みると、市場成長期に達する前の導入期(2030 年頃)にルール形成を行う必要性があると思料する。

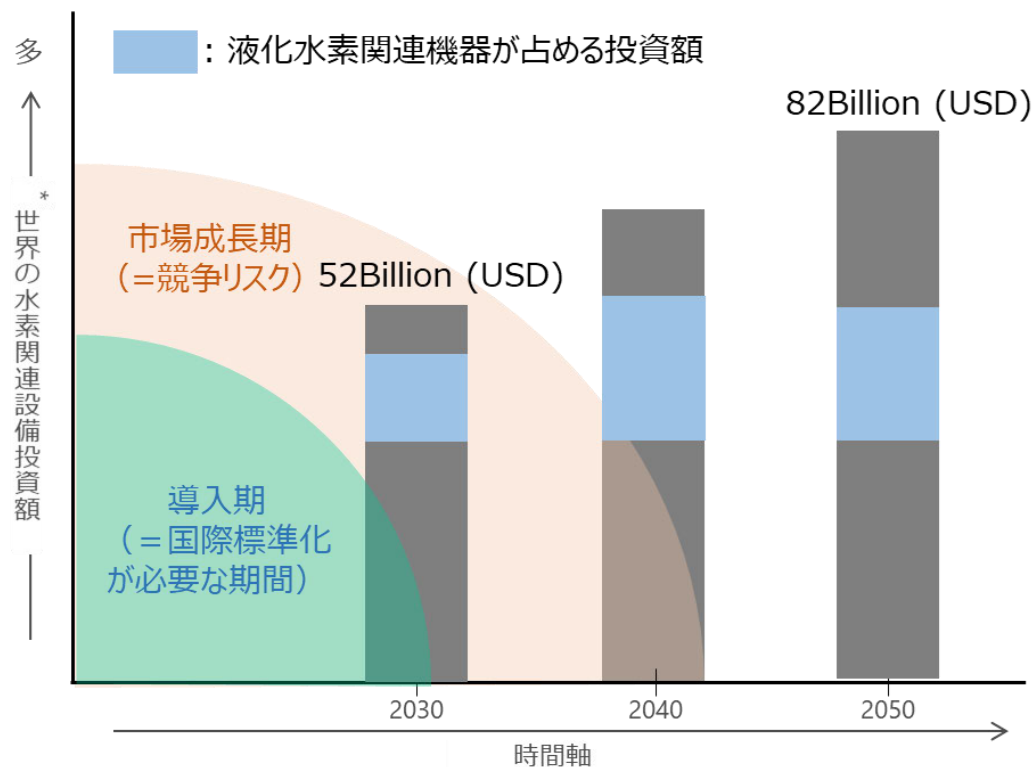


図 3.2- 14 液化水素関連機器の投資予測を踏まえたルール形成の考察

※出典： Energy Technology Perspectives 2023 (IEA)

3.2.3.3. LNG に係る法規制・規格調査の総括（液化水素分野ルール形成戦略に向けた考察）

(1) 各国における適用規格整理

各国の適用規格を比較した結果、各国において適用をする国際規格にバラつきがある。欧州は欧州規格を原則適用しており、米国は米国規格を適用しており、豪州や中東ではそれぞれの国際規格が混在している。

続いて、液化機に関する規格を調査したところ、それに特化した規格は見当たらず LNG 基地全体の安全基準やアセスメント関連の規制・規格でカバーされていると考えられる。

どの規格を使用しているか？							うかがえること
ベース	基地全体		タンク関連		他機器 (液化設備)		
	ハード	ソフト	ハード	ソフト			
米国  アメリカ	ASME(米) API (米) NFPA (米)	ASME API	NFPA 米国規制	ASME API	NFPA 米国規制	N/A (該当無し)	①タンク関連は米国系規格を 各国適用している
欧州  フランス	EN (欧)	EN ISO ②	欧州規制	EN *ベースは ASME/API ①	欧州規制	N/A (該当無し) ③	②欧州はEN/ISOを適用する
豪州  オーストラリア	Australian Standard(AS) API ISO	AS NFPA	豪州規制	AS API	豪州規制	N/A (該当無し)	③特定の液化設備規格は存 在しない
中東  カタール	NFPA API EN/ISO	NFPA EN ④	カタール 規制	API EN	カタール 規制	N/A (該当無し)	④カタール（中東）は米国規 格、欧州規格どちらも適用し ている

図 3.2- 15 各国における LNG 法規制・規格整理

(2) 標準化に向けたパターン整理

LNG 法規制・規格調査結果を踏まえると、既存の LNG 規格を液化水素に適用することは難しく、大半の規格は新たに液化水素規格として策定する必要があると考えられる。以下、パターンを整理した。

- パターン A：LNG で適用可能な規制・規格を液化水素に適用可能とみられるもの
 - 例) 各国の環境保護規制、労働安全衛生規制、環境影響評価の規制、一般的な港湾の安全に関する規制
 - 船舶に対する一般的な適用条約、IGC コード
 - 電気設備に関する規格
- パターン B：LNG に適用可能な規格を参考に液化水素規格を定める必要があるとみられるもの
 - 例) 大型貯槽（設計）：EN14620、API620
 - 大型貯槽（安全性）：ISO21009 - 2
 - IGC コード（船舶関連）
 - SIGTTO（タンカー関連）
- パターン C：液化水素に係る国際標準化が存在する又は進行している規格
 - 例) 液化水素タンク：ASME BPVC sectionVIII
 - 配管：ASME 31.12
 - ローディングアーム：ISO 24132 “Design and testing of marine transfer arms for liquefied hydrogen”（策定中）

3.3 MCH の国際標準化動向と今後の標準化項目

MCH の標準化動向調査と今後の標準化項目策定を、以下の手順で行った。

- ① MCH に関連する各国動向を調査
- ② MCH サプライチェーンの要素を分析し、標準化すべき項目検討
- ③ 欧州事業者・団体から標準化項目案に対する意見ヒアリング
- ④ ヒアリングでのコメントや、明らかになった各国・事業者の状況を踏まえて、MCH 標準化項目ごとの標準化戦略策定

3.3.1 MCH に関連する各国動向

MCH を用いた水素輸出入は現在日本、欧州において複数プロジェクトの検討が進んでいる。表 3.3- 1 に MCH によるサプライチェーン検討プロジェクトに関する輸出入国、具体的地域、事業者、商用化時期、規模、状況をリスト化する。MCH サプライチェーンを検討する主な事業者は MCH に関する技術を持つ千代田化工建設と ENEOS である。現在輸入国としては日本、オランダ、シンガポールが対象となっており、輸出国はオーストラリアや東南アジア、中東、イギリスが検討されている。

表 3.3- 1 MCH サプライチェーン案件リスト

輸出国	輸入国	地域	事業者					商用化 時期	規模	状況
オーストラ リア	日本		千代田化工	ENEOS	クイーンズ ランド工科 大学			2025 年	800t/day	実証
オーストラ リア	日本	西オーストラ	ENEOS	Fortescue Future Industries						FS 調査
オーストラ リア	日本	クイーンズ ランド	ENEOS	Origin Energy						FS 調査
オーストラ リア	日本	南オーストラ	ENEOS	Neoen Australia						FS 調査
各地	シンガポ ール		千代田化工	三菱商事	Sembcorp Industries	PSA International	City Energy			FS 調査
			Jurong Port	Singapore LNG	南洋理工大 学					
マレーシア	日本		ENEOS	ペトロナス					数万 t/年	FS 調査
マレーシア	日本		ENEOS	住友商事	SEDC Energy Sdn Bhd					FS 調査

ブルネイ	日本		千代田化工	三菱商事	三井物産	日本郵船	AHEAD		(210t/年)	実証
			三菱日立パワーシステムズ	日本政策投資銀行						
UAE	日本	ルワイス	ENEOS	三井物産	ADNOC				20 万 t/年	FS 調査
サウジアラビア	日本		ENEOS	サウジアラムコ						FS 調査
各地	日本		ENEOS						数万 t/年	実証
UK	オランダ	スコットランド・アムステルダム	千代田化工	Axens	EnQuest	ERM	Koole terminals		数万 t/年	FS 調査
			Port of Rotterdam	Scottish Government	Shetland Islands Council	Storegga	Net Zero Technology Centre			

3.3.2 MCH サプライチェーンの標準化要素

MCH 関連機器は基本的に石油関連機器の既存インフラが利用可能であり、特別な技術を要さない機器で構成されている。すなわち、既存製品（トルエン/MCH）、既存設備（石油製品・化学品用タンク、石油・化学品用ローディングアーム、ケミカルタンカー）、既存材料・部品（石油プラント用）とすべての要素において、既存インフラを利用できる。脱水素反応器について、千代田化工建設が脱水素触媒を世界に先駆けて開発し、実証を完了しており、ライセンス技術という観点で先行している。また、その他技術としては、ENEOS が Direct MCH や MCH 燃料電池を、千代田化工建設が MCH 燃料電池を開発しており、日本が先行している技術であると言える。MCH の既存インフラ活用可能という優位性を鑑みつつ、機器以外の観点から標準化戦略を策定する必要がある。

3.3.3 海外調査報告

水素キャリア全般に関する情報収集と基準形成の動向を把握することを目的とし、水素の輸出入プロジェクトの検討が活発に行われている欧州を対象として現地を訪問し、現地企業・キーパーソンとのヒアリングを実施した。

3.3.3.1. 結果

(1) 水素輸出入

水素輸出入に関する質問について、ヒアリングを行った国ごとの回答を表 3.3-2 に示す。

表 3.3- 2 ヒアリング結果 水素輸出入について

対象国	輸出/ 輸入	水素輸出入計画	水素輸出入 に向けた取組	有望な輸出 /輸入地域	水素輸出入に おける日本
ドイツ	輸入	2030 年に 45~90TWh (115~230 万トン)	・ 具体的な水素輸入 プロジェクトの検討 ・ 輸出国との MOU の締結	輸入:ロッテルダム港等 からのパイプライン 輸出:H2Global による 入札、北欧、北米、中 東、アフリカ	水素需要の中 心になる H2 技術の開 発・牽引国
オランダ	輸入	2030 年 ロッテルダム港 : 460 万トン アムステルダム港 : 100 万トン	・ 具体的な水素輸入 プロジェクトの検討 ・ 天然ガスパイプ ラインの水素転用 ・ 輸出国との MOU の締結	輸入:ロッテルダム港、 アムステルダム港 輸出:ポルトガル、ス ペイン、アメリカ、カナ ダ、サウジアラビア、 オマーン、エジプト、 モロッコ、チリ	
ベルギー	輸入	2030 年 アントワープ港 : 60 万トン 全体で 35~50TWh (90~128 万トン)	・ 具体的な水素輸入 プロジェクトの検討 ・ 輸出国との MOU の締結	輸入:アントワープ港、 ロッテルダム港等から のパイプライン	
フランス	輸入?			スペイン、ポルトガ ル、モロッコ	輸入では距離 的にチャレン ジング
スペイン	輸出	2030 年にパイプ ラインで水素 200 万 トンを EU へ供給	具体的な水素輸出プ ロジェクトの検討	輸入:ドイツ	
ノルウェー	輸出		具体的な水素輸出プ ロジェクトの検討	輸入:ドイツ	
ラトビア ・エストニア	未検討		洋上風力発電の検討	輸入:ドイツ	

今回ヒアリングした国の中で、主な輸入国はオランダ・ドイツ・ベルギー、主な輸出国はノルウェー、スペインである。現在、図 3.3- 1 に示すとおり、水素輸出国（アフリカ・北欧・南米・北米・中東・オーストラリア）と、水素輸入国（オランダ・ドイツ・ベルギー・日本・韓国）との間で MOU 締結が進んでおり、積極的に輸出入に向けた取り組みを進めている。特に、オランダの MOU 締結国数は 10 件と多い。EU が定めた 2030 年水素輸入目標量の 1000 万トンのうち、オランダのロッテルダム港、アムステルダム港だけで

560 万トンを入力する計画であることから、欧州においてオランダが最も水素輸入に向けた取組を進めていると言える（図 3.3- 2）。

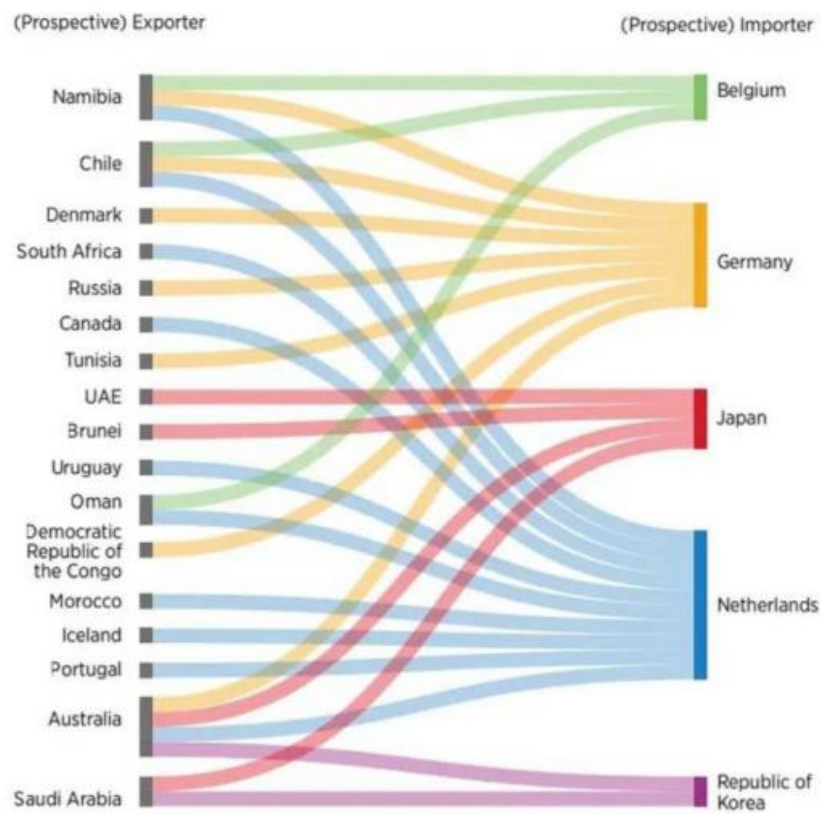


図 3.3- 1 水素輸出国-輸入国での MOU 締結

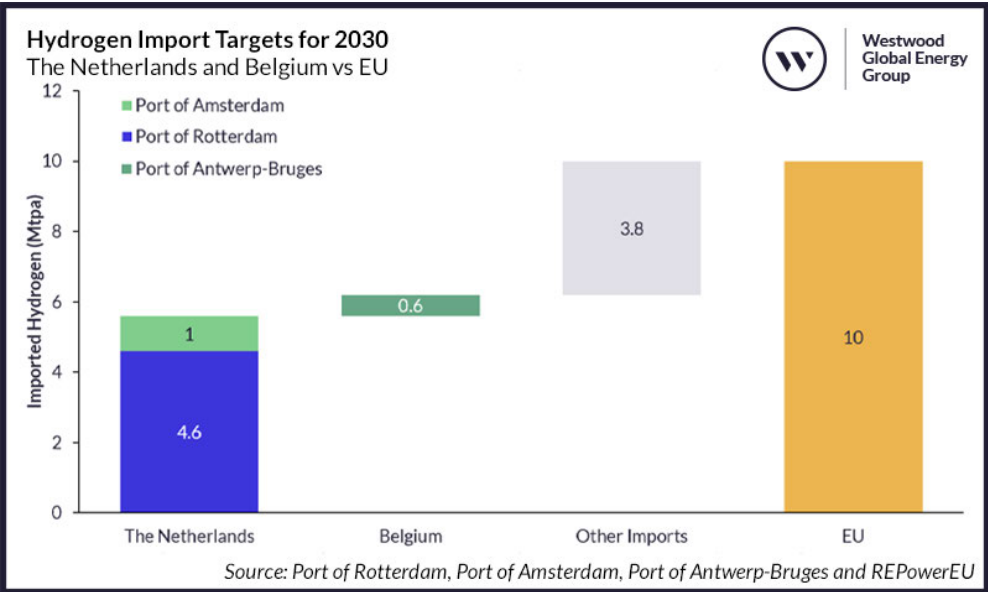


図 3.3- 2 EU における 2030 年水素輸入計画

(2) 水素キャリア全般

水素キャリア全般に関するヒアリング結果要約を、図 3.3- 3 に示す。

各国検討のキャリア	国	キャリア
	オランダ	アンモニアがメイン POAでは市街地に近いため、LH2, LOHC検討 PORは内航船利用としてLOHCの可能性検討
	ドイツ	2030年まではアンモニア 中長期的にe-メタン、合成燃料、LOHC、LH2
	ベルギー	アンモニア、メタノール
	フランス	アンモニア、メタノール、独自キャリア
	ノルウェー	アンモニア、圧縮水素
需要先	主にHard to abateセクターでの利用を検討 - 各国共通：製鉄、化学、肥料、船舶燃料、商用車 - オランダ：SAF原料としての水素輸入PJ検討 - ドイツ：発電、地域熱供給	
	欧州域内輸送はパイプラインがメイン（EHB）	
課題・解決	課題：コスト・技術・インフラ・需要創出・安全性・品質・環境 特にアンモニアは安全性(TOXIC)に対する懸念多	
	解決：技術開発、標準化、政府支援、供給-需要マッチング	

図 3.3- 3 ヒアリング結果 水素キャリア全般

ヒアリング結果から、欧州ではアンモニアが有望な水素キャリアとして考えられていることが明らかになった。理由としては、コスト競争力や、技術が成熟しており必要なインフラが揃っているという点に加えて、「アンモニア自体が肥料や化学品の原料として市場が存在する」という点が主な理由であった。現時点で他キャリアと比較して、一般的にコストが高いとされるメタノールや合成燃料が有望視されている理由も同様であり、キャリアとしての利用だけでなく、直接利用が可能で既に市場が存在するという点が強みと考えられている。水素輸入プロジェクト遂行においても、このアンモニアの市場性が考慮されている事例が見受けられる。一例として、蘭 Gasunie（パイプライン事業者）が蘭 HES international（バルクハンドリング）、蘭 Vopak（タンクターミナル運営会社）と共にロッテルダム港で検討を進める ACE ターミナルプロジェクト⁵におけるアンモニア輸入の場合、以下のステップ事業を進める予定である。

- ① アンモニアタンクのみ導入。オランダ内で既にアンモニア需要があるため、アンモニアとしてオフテイカーと取引を行う。2026年にターミナル稼働予定。
- ② その後、アンモニア需要が拡大した段階で新たなアンモニアタンクを増設する。
- ③ 水素需要も高まった段階でアンモニアクラッキング設備を導入する。

このように、将来の水素需要への不確実性が現時点で見通せない中、リアル・オプション

⁵ [ACE Terminal](#)

ンの考え方をを用いて、アンモニア・水素需要が明らかになった段階で次の投資に進むか判断するという、柔軟性を持ったプロジェクト遂行をしている。この投資判断において、アンモニアの市場が既に存在しているという点が、最初のアンモニアタンク導入を検討する際に大きな後押しとなっている。

一方で、ヒアリングの中ではアンモニアの危険性から、そのほかのキャリアを有望視する意見も述べられていた。アンモニアは非常に毒性が高く、漏洩が発生した場合、人体や周囲の環境に大きな影響を与える。そのため、市街地に隣接する Port of Amsterdam ではアンモニアが抱えるリスクを許容できないため、アンモニアの輸入は検討されていない。また、Port of Amsterdam 周辺地域にアンモニアの需要家が存在しないということも理由である。

Port of Amsterdam では、液化水素と LOHC に着目し、複数のプロジェクトが検討されている。液化水素では、Port of Amsterdam、米 Zenith Energy Terminals（タンクターミナル運営会社）、ギリシャ GasLog（LNG 船オペレーター）がオマーンのエネルギー・鉱物資源省および Hydrogen Oman（Hydrom）と締結した共同研究契約に基づき、商業規模の液体水素回廊の開発が進められている⁶。このイニシアチブは、オマーンの豊富な天然資源と戦略的な地理的立地を活用し、オマーンで生産されたグリーン水素をオランダとヨーロッパに輸出することを目的としている。このプロジェクトには、オマーンにおける水素液化・貯蔵・輸出施設と、液体水素輸送用の特殊船舶の詳細な評価が含まれており、2027 年の輸入に向けて取り組みが進められている。

LOHC について、蘭 EVOS（タンクターミナル運営会社）は Port of Amsterdam に 2 か所の石油製品のタンクターミナルを保有しており、それぞれ MCH とベンジルトルエンをキャリアとした輸入プロジェクトを検討している。Port of Amsterdam 周辺にはヨーロッパ最大の製鉄グループの一つである Tata Steel の拠点があり、多量の熱が排出されている。そのため、輸入した LOHC を脱水素する際に必要となる熱源に、Tata Steel の排熱を利用することが検討されている。これら既設タンクの利用、脱水素の排熱利用ができるという状況においては、LOHC が最もコスト競争力が高いキャリアとなっている。また、LOHC は内航船での水素輸送キャリアとしても検討されている。現在でも Port of Rotterdam や Port of Amsterdam からドイツへ、内航船による各種工業用原料輸送がされており、水素においても同様に内航船輸送が検討されている。アンモニアは毒性の問題から内航船での利用には適しておらず、LOHC へのニーズがあると考えられている。

このように水素キャリアそれぞれにメリット・デメリットがあるため、それぞれのメリットを最大限発揮できる領域に応じて、水素キャリアのすみ分けがされている状況である。

輸入した水素の需要先は図 3.3.6 に示した通り、主に製鉄、化学、船舶燃料等、Hard to

⁶ ※[OMAN ANNOUNCES PLANS FOR COMMON INFRASTRUCTURE FOR GREEN HYDROGEN LIQUEFACTION AND EXPORT - PR Newswire APAC \(prnasia.com\)](https://www.prnewswire.com/apac/news/oman-announces-plans-for-common-infrastructure-for-green-hydrogen-liquefaction-and-export)

abate セクターでの利用が検討されている。地域によっても需要は異なり、Port of Amsterdam においては、アムステルダム空港が隣接していることもあり、e-SAF 製造プラントへの水素利用が検討されている。また、ドイツでは発電利用で 2023~2026 までに 4.4GW の水素・アンモニア発電の入札が予定されており、2045 年には発電と熱利用で 205~255 万トンの水素需要が見込まれている。

船舶で港に水素を輸入した後、内陸への主な輸送手段はパイプラインである。オランダや、ドイツを中心として天然ガスパイプラインが敷設されており、European Hydrogen Backbone (EHB)⁷として、31 のヨーロッパのパイプライン事業者、28 の国が参加して、既設パイプラインの転用を前提としたヨーロッパにおける水素パイプラインの検討が進められている。2030 年に 6,800km、2040 年に 22,900km の水素パイプラインインフラを整える計画であり、地域はドイツ、フランス、イタリア、スペイン、オランダ、ベルギー、チェコ、スウェーデン、スイスにまたがる。2030 年時点ではオランダを中心に水素パイプラインの整備が進み、オランダ内では 85%が既設天然ガスパイプラインからの転用を予定している。2040 年時点では全エリアで約 75%は既設の天然ガスパイプラインを転用する計画である。既にオランダでは工業用途として一部の区間で転用工事が開始されており、また、住宅用でも水素パイプラインへの転用・利用の実証が行われている。オランダには 13 万 6,000km の天然ガスパイプラインが敷かれているが、今後数年間、フローニンゲンでのガス採掘の段階的廃止により、天然ガスの輸送量が減少する見込みである。そのため、既設ガスインフラの一部を水素輸送に利用できるようになっている。パイプラインの水素純度に関しても EHB にて議論されており、EASEE GAS による調査結果によると、水素の純度を最低 98mol%とすることで幅広いコンセンサスが得られている。

また、欧州では、水素の貯蔵においては既設インフラである地下の岩塩洞窟を活用する。これまで天然ガス貯槽に利用されていた岩塩洞窟を水素に転用する計画が進んでおり、Gasunie はオランダのズイドヴェンディングで 2028 年までに最初の岩塩洞窟貯蔵施設 (200GWh) を稼働させる予定である⁸。ドイツ国内でも 2030 年までに複数の岩塩洞窟貯蔵施設を開発する計画である。

ヒアリングで挙げられた、水素キャリアにおけるサプライチェーン実現に向けての課題と解決方法を表 3.3- 3 に示す。欧州においても日本と同様の課題感を持っていることがうかがえる。また、解決方法として、標準化が挙げられており、水素キャリアに関する標準化へのニーズが存在することが分かる。

⁷ [The European Hydrogen Backbone \(EHB\) initiative | EHB European Hydrogen Backbone](#)

⁸ [HyStock](#)

表 3.3- 3 ヒアリング結果 水素サプライチェーン実現に向けての課題と解決方法

課題	解決方法
● 需要側と供給側のコスト差あり、マーケティングとして水素プロジェクトを進める事例あり ● 具体的な水素需要は欧州においても現時点では限定的	● 国営企業がインフラを整備しマーケットを後押しする ● ステークホルダとの対話 ● ステークホルダ同士をつなぐファシリテータとして活動 ● H2 Global ● 各国補助金
● 水素キャリアにおける技術開発	● 個社の技術開発 ● 産学官での連携による研究プロジェクトの実施
● 規制の不明確さ	● 規制見直し
● 水素の品質要件（純度と不純物）、GHG 排出量、安全性	● 標準化、安全・環境手順の策定

(3) 標準化に向けた取り組み

ヒアリングにおいて、実際に水素キャリアに関する標準化に向けた具体的な活動を行っているのは Hydrogenious のみであった。Hydrogenious は 2013 年に設立されたドイツ企業であり、LOHC の一つであるベンジルトルエンを用いた独自の水素キャリア技術の研究・開発・実証を行っている。Hydrogenious が水素キャリアに関する標準化策定に向けた活動内容を図 3.3- 4 に示す。

目的	ベンジルトルエン(BT)を用いたLOHC技術に対する世界での認知・理解を高める
具体的取組	● ISO/TS19870 Annexe I(LOHC)作成 ● ISO 24078 (「エネルギーシステムにおける水素の語彙」) にLOHCの定義を提供 ● キャリアであるBTの品質要件標準化のため、2023年5月にDIN SPEC 91437を発行
課題	● 標準化策定に貢献できるLOHC専門家の不足 ● 他のキャリアに比べてLOHCに対する一般的な注目度が低い
今後	● DIN SPEC 91437を国際規格に移行させることは現在検討していない ● 具体的取り組み記載以外の取り組みは現在計画していない ● LOHCに関する標準化に向けた取り組みを日本と協働する場合には喜んで行う

図 3.3- 4 Hydrogenious の水素キャリア標準化に向けた取組

Hydrogenious は日本も積極的に参加し貢献した、ISO/TS19870(TC197/SC1/WG1)の策定に携わっている。MCHと同様にベンジルトルエンはLOHC技術の一つであり、ENEOS、千代田化工建設と共に ISO/TS19870 Annexe I(LOHC)を作成した。また、2.3 にて述べた DIN SPEC 91437 を 2023 年 5 月に発行し、LOHC（トルエン、ベンジルトルエン、ジベンジルトルエン）の水素キャリアとしての品質要件を定めている。Hydrogenious が標準化を進める目的は、LOHC に関する注目度が低い中で、ベンジルトルエンを用いた LOHC 技術に対する世界での認知・理解を高めることである。現在は ISO/TC197/SC1/WG1 以外に標準化に向けた取り組みは行っていないが、同じ LOHC である MCH で強みを持つ日本と LOHC に関する標準化に向けた取組を協働する場合には喜んで行くと、日本との協働に対して非常に前向きであった。

また、標準化を検討している組織としては、各国基準 (NEN、DIN 等)、欧州基準 (CEN)、国際規格 (ISO)、海洋関係では IMO が挙げられた。

(4) 欧州における標準化体制

欧州における標準化体制に関するヒアリング結果を、図 3.3- 5 に示す。欧州における標準化のアプローチとして、まず、ハイレベルフォーラムにて EU 加盟国や各国標準団体と情報を共有し、国際標準化に対する欧州の方針を調整して決定する。そのうえで、水素に関する標準化については、EN 規格化を進める主要な業界アライアンスである EH2CA が、2023 年 3 月に水素標準化ロードマップを策定している。このロードマップに基づき、CEN にて EN 規格を策定した後、ウィーン協定に則り EN 規格を ISO 規格の原案とすることで、国際規格化をスムーズに進めることができる。また、標準化策定時のステップとして、各国基準→CEN→ISO と上がっていく場合もある。欧州における各国基準としては、ドイツが製造業に強みを持つこともあり、ドイツ規格である DIN の影響力が強く、欧州規格に上がる事例も多い。また、逆に ISO→CEN→各国基準と落としていく場合もあり、ケースバイケースである。

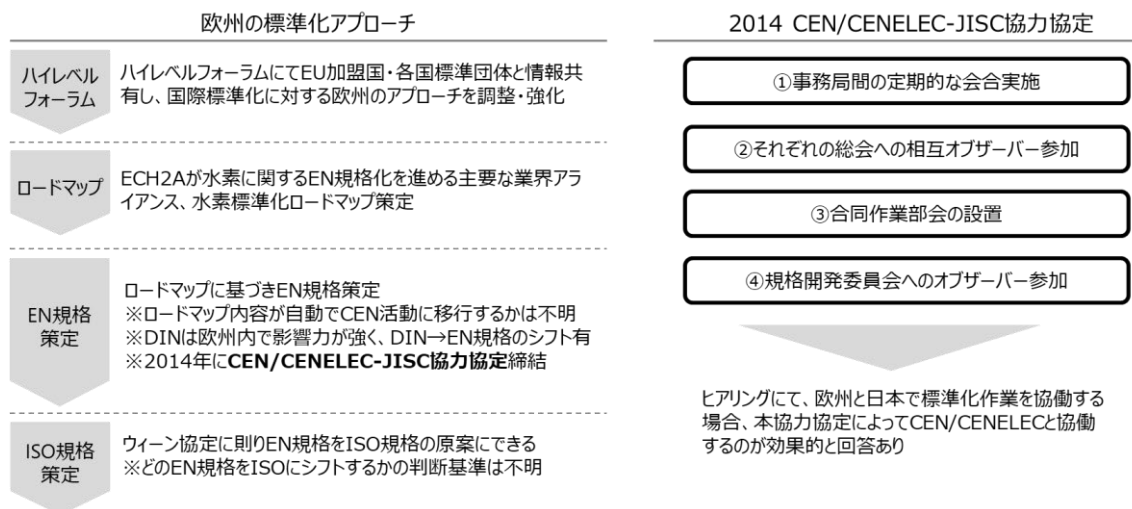


図 3.3- 5 ヒアリング結果 欧州標準化体制

3.3.4 LOHC キャリア比較

LOHC として大規模水素サプライチェーンを対象にしたキャリアは、現状 MCH(トルエン・MCH)と BT (ベンジルトルエン・ペルヒドロベンジルトルエン) の 2 種類のみである。ほかにも LOHC を研究開発している企業はあると想定されるが、実証段階に至っているものはない。2 種のキャリア比較を、表 3.3- 4 に示す。

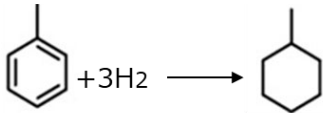
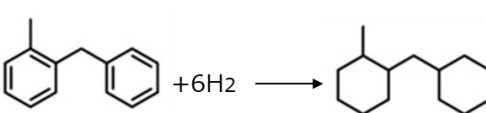
体積当たりの水素保有量は BT のほうが MCH より優位であるが、輸送したキャリア体積に対する製品水素量は、水素キャリアから取り出せる水素量の比率によっても異なる。ライセンスの技術習熟度が高いほど、この比率は 100% に近づくと思われるため、実際の水素輸送量はライセンスごとに確認する必要がある。

BT に対する MCH の優位性は、媒体のトルエンが BT よりはるかに市場性が高く、かつ安価と推察されることである。トルエンの市場規模 200 億米ドル以上（2021 年）と比較して、Hydrogenious が当初提唱していた DBT (ジベンジルトルエン) の市場規模は約 0.6 億米ドル（2022 年）である。BT 市場に関するデータは公開されていないが、DBT より更に市場性が低いと推定される。市場規模が小さく流通量が少ないことから、BT を大規模サプライチェーンのキャリアとして仕入れる際にはトルエンの流通価格よりも高いことが予想される。

また、MCH は IMO 規格のケミカルタンカー船型において Type2 に分類され、1 タンク毎の積載量が 3,000m³ に制限される。Benzyl toluene はドイツがトリパタイト用の仮査定と運送要件を 2023 年 5 月に IMO へ提案し、17 国がこれに合意して 2023 年 12 月に発行された MPEC.2/Circ.29 List1 にて承認された。その結果、2026 年 12 月 13 日まで Type2 の船舶で運ぶことが可能となった。この期日までにドイツは GESAMP EHS WG に資料を提出し、IMO 小委員会で運送要件の合意を得なければならない。一方で IMO の現行規定には、ペルヒドロ BT の物性データはなく、船型も定められていない。今後の IMO 判断を

注視していく必要がある。

表 3.3- 4 LOHC キャリア比較

	MCH (トルエン-MCH)	BT (ベンジルトルエン -ペルヒドロベンジルトルエン)
貯蔵密度	45kgH ₂ /m ³	54kgH ₂ /m ³
水素化 反応式	 トルエン + 3H₂ → MCH ΔH = +68.3kJ/molH₂	 ベンジルトルエン + 6H₂ → ペルヒドロベンジルトルエン ΔH = +63.5kJ/molH₂
液体範囲 [°C]	トルエン：-95~111 MCH：-126~101	ベンジルトルエン：-70~280 ペルヒドロベンジルトルエン ：-70~270
引火点[°C]	トルエン：6°C MCH：-3°C	ベンジルトルエン：137 ペルヒドロベンジルトルエン：130
動粘度(20°C) [mPa s]	トルエン：0.588 MCH：0.732	ベンジルトルエン：4.43 ペルヒドロベンジルトルエン：6.33
ライセンサ	千代田化工建設/Axens 等	Hydrogenious
市場・価格	トルエン、MCH とともに市場に流通 市場規模 200 億ドル以上	ベンジルトルエン：流通量不明（少量 と推定される） ペルヒドロベンジルトルエン：市場に 流通していない
船舶最大 積載量	トルエン： IMO TypeⅢ、制限なし MCH： IMO TypeⅡ、3,000m ³ /タンク	ベンジルトルエン： IMO TypeⅡ、3,000m ³ /タンク（トリ パタイト合意にて輸送可能 MPEC.2/Circ.29 List1） ペルヒドロベンジルトルエン ：現状 IMO データなし
特徴	常温常圧で貯蔵・輸送が可能、既存石油関連インフラの転用が可能	

3.3.5 LOHC としての国際標準化戦略方針

LOHC である BT を用いた水素輸送は主に欧州において複数プロジェクトの検討が進んでいる。表 3.3- 5 に、BT によるサプライチェーン検討プロジェクトに関する輸出入国、具

体的地域、事業者、商用化時期、規模、状況を示す。BTを検討する事業者は、Hydrogeniousのみである。輸入国としてはドイツ、オランダ、イギリスが対象となっており、輸出国はUAE やスウェーデン、モロッコなどが検討されている。またドイツ、オランダ、アメリカでの国内流通も検討されている。このように欧州内で複数のFS調査が進んでおり、一定の認知度がある。LOHCであるMCHとBTでは両キャリアに共通する課題が存在するため、BTと協力することが有益と考える。

表 3.3- 5 BT サプライチェーン案件リスト

輸出国	輸入国	地域	事業者					商用化 時期	規模	状況
ドイツ	ドイツ	国内流通	Hydrogenious	VERBUND					8 万 t/年	FS 調査
各地	ドイツ	Port of Amsterdam 経由	Hydrogenious	Port of Amsterdam	Evos	HySiLabs	Electriq Global		100 万 t/ 年	FS 調査
UAE	ドイツ		Hydrogenious	Uniper	JERA	ADNOC			100 万 t/ 年	FS 調査
スウェーデン	ドイツ オランダ	Port of Amsterdam 経由	Hydrogenious	Royal Vopak	Get H2			2026	8000t/年	FS 調査
カナダ	イギリス		Hydrogenious	Greenergy						FS 調査
モロッコ	欧州		Hydrogenious	CWP Global					500t/日	FS 調査
各地	オランダ	Port of Amsterdam	Hydrogenious	Port of Amsterdam	Evos	Zenith Energy Terminals	Electriq Global			FS 調査
			City of Amsterdam	SkyNRG	Programma - bureau Noordzeek -anaalgebied				100 万 t/ 年	FS 調査
オランダ	オランダ	国内流通	Port of Rotterdam	duisport				2045	300 万 t/ 年	FS 調査
アメリカ	アメリカ	国内流通	Chevron	JERA						FS 調査

LOHC チームの中でのライバルとして、BT の研究・事業開発を行う Hydrogenious とは課題の種類・レベルに応じて以下①～③の対応が必要と考える。

- ① 共通課題には協力して取り組む
- ② 各々に特有な課題には、取り組みに対して相互に側面協力
- ③ 競合課題に対しては、MCH が劣後することのないように切磋琢磨

3.4 水素に関連する国内審議団体の現状と今後の適用

3.4.1 国内審議団体の現状

- ・国内の主な水素に関連のある国際標準での審議団体を示す。

ISO/TC8/SC2(海洋環境保護)⇒(一財)日本船舶技術研究協会

ISO/TC11(ボイラおよび圧力容器)⇒高圧ガス保安協会

ISO/TC22/SC37(電動車両)⇒JARI

ISO/TC58(ガス容器)⇒高圧ガス保安協会

ISO/TC67/SC2(パイプライン輸送システム)⇒(一社)日本鉄鋼連盟

ISO/TC67/SC2(極低温液化ガスの生産・輸送・貯蔵設備)⇒(一社)日本ガス協会

ISO/TC197(水素技術) TC19/SC1(大規模水素利用)⇒HySUT

ISO/TC220(極低温容器)⇒高圧ガス保安協会

IEC/TC105(自動車を除く燃料電池技術)⇒JEMA

- ・本検討で最も関係の深い、TC197 の国内対応体制を下記に示す。国内審議団体(及び、TC197 議長)である HySUT を中心、民間団体では JARI、JEMA、FCCJ、JGA、KHK、JH2A との連携体制により対応が進められている。

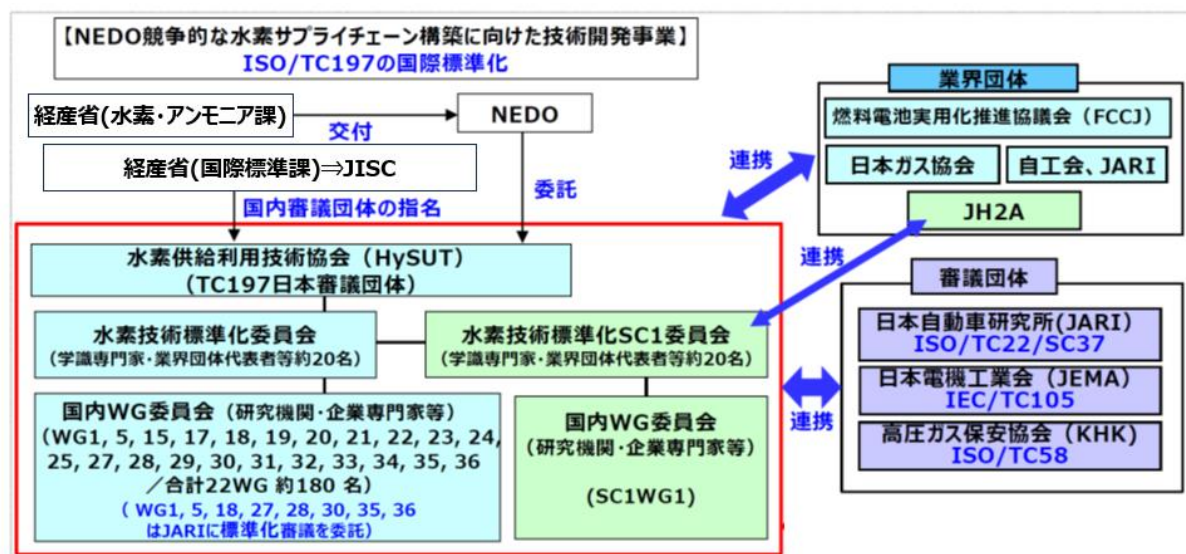


図 3.4-1 TC197 国内の対応体制

出典:HySUT 資料をもとに一部 JH2A 改訂

- ・活動は NEDO の支援のもとに行われており、WG ごとに HySUT と JARI が分担して取り纏めを行っている。
- ・なお、SC1 の WG1 は、HySUT が JH2A との連携のもとに活動を進めている。

表 3.4- 1TC197 の WG と国内対応

WG番号	規格名	ISO番号	議長（コンビナー）	標準化対応
WG1	車載用液体水タンク	13985	ドイツ	JARI（別事業）
WG5	水素充填コネクタ：120g/s以下・120g/s以上	17268-1, -2	カナダ	JARI
WG15	定置式水素蓄圧器	19884	米国+日本	HySUT
WG17	水素精製装置（PSA）	TS19883	中国	HySUT
WG18	車載用高圧水素タンク・TPRD（熱作動式圧力逃し装置）	19881・19882	カナダ	JARI（別事業）
WG19	水素ステーション用 ディスペンサー（充填機）	19880-2	日本	HySUT
WG20	水素ステーション用 バルブ類	19880-3	日本	HySUT
WG21	水素ステーション用 コンプレッサー	19880-4	米国	HySUT
WG22	水素ステーション用 ホース	19880-5	米国	HySUT
WG23	水素ステーション用 フィッティング（継手）	19880-6	米国	HySUT
WG24-1	水素ステーション	19880-1	米国+フランス	HySUT
WG24-2	水素充填プロトコル	19885	米国	JARI
WG25	水素吸蔵合金（MH）容器	16111	フランス	HySUT
WG26	水電解装置	22734	米国	HySUT
WG27	水素燃料仕様（ISO 14687：2019の改定）	14687	日本	JARI
WG28	水素品質管理	19880-8	日本	JARI
WG29	水素システムの安全に関する基礎検討項目	TR 15916	米国	HySUT
JWG30	水素自動車燃料系部品	19887	米国	JARI（別事業）
WG31	水素ステーション用 Oリング	19880-7	日本	HySUT
WG32	水電解装置-電力網に対する性能試験法	TR22734-2	ドイツ	HySUT
WG33	水素燃料サンプリング方法	19880-9	ノルウェー+英国	HySUT
WG34	水電解装置（ISO 22734:2019の改訂）	22734-1	英国	HySUT
WG35	液体水素充填プロトコル	13984	ドイツ	JARI
WG36	水素充填コネクタ（Cryo-compressed Hydrogen）	17268-3	ドイツ	JARI

出典：HySUT 資料

以上

二次利用未承諾リスト

報告書の題名 令和5年度エネルギー需給構造高度化基準認証推進事業（ルール形成戦略に係る調査研究（国際水素サプライチェーン構築のルール形成戦略に関わる調査研究））

委託事業名 令和5年度エネルギー需給構造高度化基準認証推進事業（ルール形成戦略に係る調査研究（国際水素サプライチェーン構築のルール形成戦略に関わる調査研究））

受注事業者名 一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会

頁	図表番号	タイトル
17	図2-1	TC197国内の対応体制
29	図3.1-3	ISO/TS19870表紙
29	表3.1-9	現規格 ISO14687:2019のグレード分類(ガス体水素)
45	表3.1-20	20℃におけるLOHC-O材料特性
45	表3.1-21	LOHC-O物質の不純物許容値
45	表3.1-22	20℃におけるLOHC-H材料特性
46	表3.1-23	LOHC-H物質の不純物許容値
46	表3.1-24	20℃におけるLOHC-D材料特性
46	表3.1-25	LOHC-D物質の不純物許容値
48	図3.1-6	電力/水素/アンモニア認証の受渡イメージ
49	表3.1-26	アンモニア認証要件のAEA提案
99	図3.3-1	水素輸出国・輸入国でのMOU締結
99	図3.3-2	EUにおける2030年水素輸入計画
108	図3.4-1	TC197国内の対応体制
109	表3.4-1	TC197のWGと国内対応