2019年度NEDO次世代電池・水素成果報告会

発表No. H1-24

超高圧水素インフラ本格普及技術開発事業／国際展開、国際標準化等に関する研究開発／水素ステーション等機器のISO/TC 197国際標準化の推進と水素品質規格のための研究開発

富岡秀徳（一般社団法人水素供給利用技術協会）

一般社団法人水素供給利用技術協会
一般財団法人日本自動車研究所

2019年7月18日

連絡先
一般社団法人水素供給利用技術協会
E-mail: hi-tomioka@hysut.or.jp
TEL: 03-3560-2807

一般財団法人日本自動車研究所
E-mail: ymatsuda@jari.or.jp
TEL: 029-856-0818

事業概要

1. 期間

開始　　：2018年6月
終了（予定）：2021年2月

2. 最終目標

① 水素ステーション等機器のISO/TC197国際標準化の推進：現在策定審議中のISO国際規格、並びに、今後新規提案されるISO国際規格や既制定規格の改訂に関し、日本の技術・知見を活かして制定を主導的に取り進める。

② 標準化活動等に係る国際連携の推進：グローバルな動向の把握のため、IEA-Annex会議やNOW、DOE等との国際インフラワークショップ会議、CHS等に参加し、国際連携を進める。

③ ISO水素品質国際規格のための研究開発：ISO14687で規定されている不純物の許容濃度の妥当性を改めて検討し、許容濃度の適正化を行い、次期改訂に資する。併せて、ハロゲン、硫黄、微粒子等の適切な品質管理方法を机上検討し、水素品質ガイドライン案の改定を順次行う。

3.成果・進捗概要

① 水素ステーション等機器のISO/TC197国際標準化の推進：現在策定審議中の11のISO国際規格、並びに、関連するSAE等の規格に対して、的確な対応。日本の技術・知見を活かして主導的に取り進めている。

② 標準化活動等に係る国際連携の推進：IEA HTCP会議やNOW、DOE等との国際インフラワークショップ会議等に参加して、海外関係者との意見交換、論議を実施した。

③ ISO水素品質国際規格のための研究開発：ハロゲン化物等の水素ステーションでの検出事例、燃料電池への影響の調査を実施した。硫黄等の適切な品質管理方法を検討し、水素品質ガイドライン改定案の策定に資する知見を収集した。

ISO/TC197国内活動体制

（一社）水素供給利用技術協会

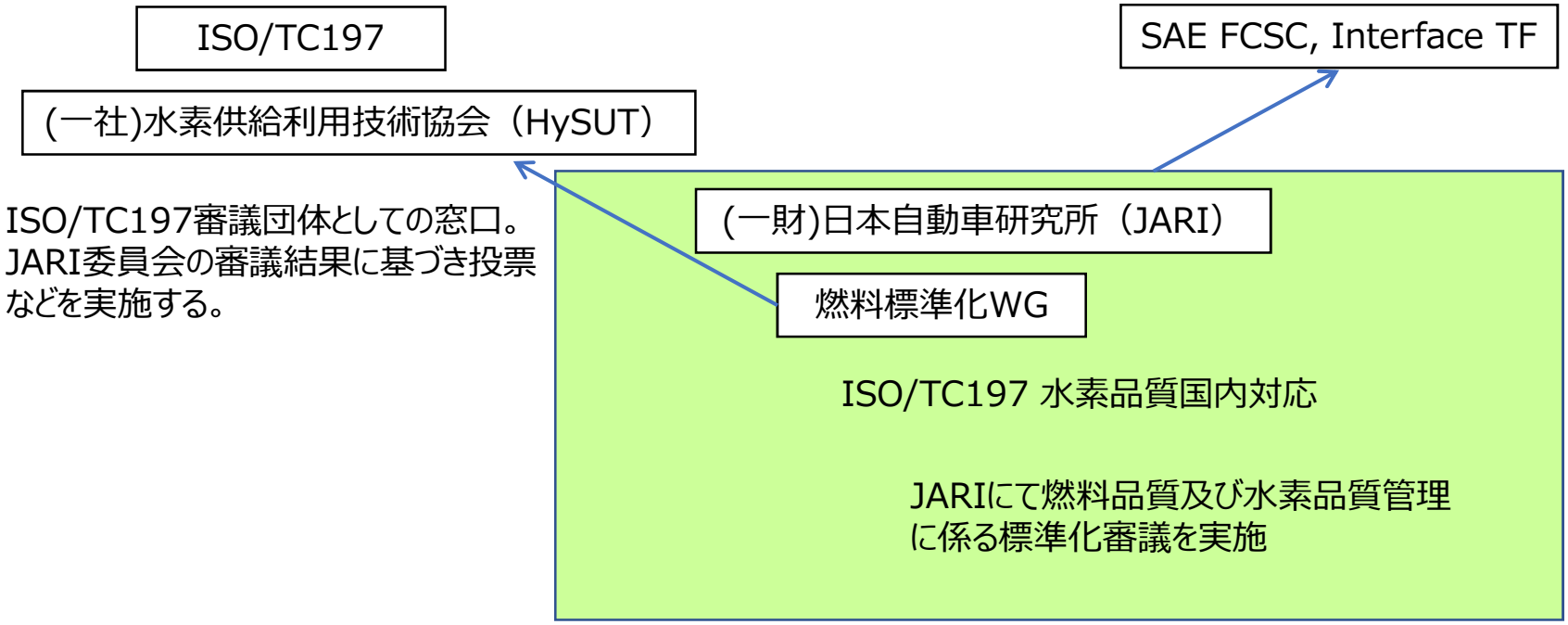
ISO/TC197水素エネルギー技術標準化委員会

ISO/TC197国内WG委員会

	内容	ISO	Convener	標準化対応
WG5	水素充填コネクタ	17268	カナダ	JARI
WG15	水素ステーション用蓄圧器	19884	フランス	HySUT
WG17	水素精製装置	19883 (TS)	中国	HySUT
WG18	車載用高圧水素タンク TPRD (緊急遮断装置)	19881 19882	カナダ	JARI
WG19	水素ステーション　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	水素ステーション	19880-1	米国＋フランス	HySUT
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（FCV用、定置式PEFC用、その他用の統合及び改定）	14687	日本	JARI
WG28	水素品質管理	19880-8	日本	JARI
JWG 7 (TC158)	FCV用水素の分析方法	21087	フランス	HySUT

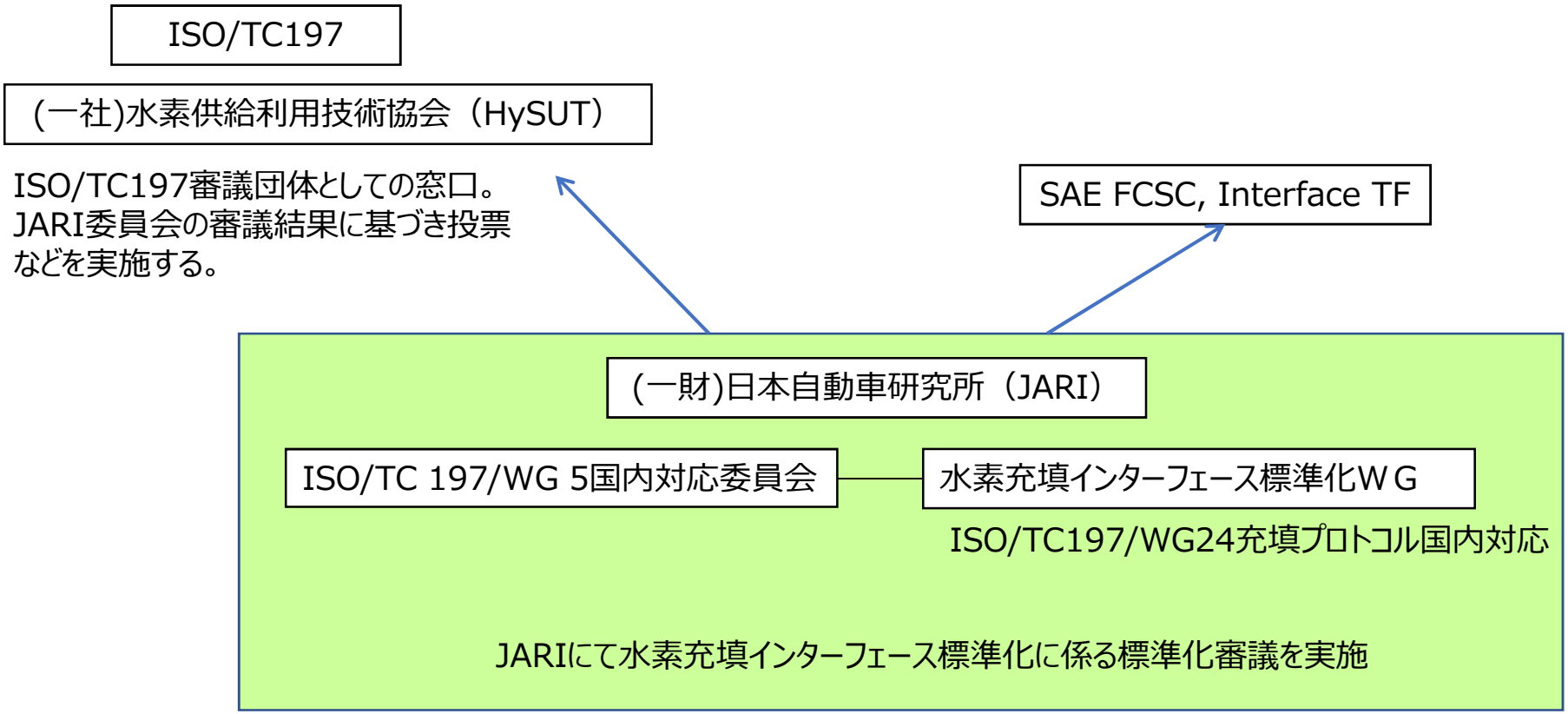
JARI実施体制（1/2）

（水素品質関連）



JARI実施体制（2/2）

（充填関連）



ISO/TC197（水素技術）における国際標準化活動概要

【ISO/TC197水素技術の国際標準化の目的】
(1) 水素技術の国際標準化の推進
(2) 安全・環境を配慮した世界共通の水素技術標準化の推進
(3) 企業の技術開発・国際競争力の強化

ISO/TC197の概要
【設立】1990年

【目的】エネルギー利用を目的とした水素 の製造、貯蔵、測定および
利用に関するシステム・装置に関わる標準化を推進する

【幹事国・議長】カナダ (Mr. Andrei Tchouvelev) (2012.09～)

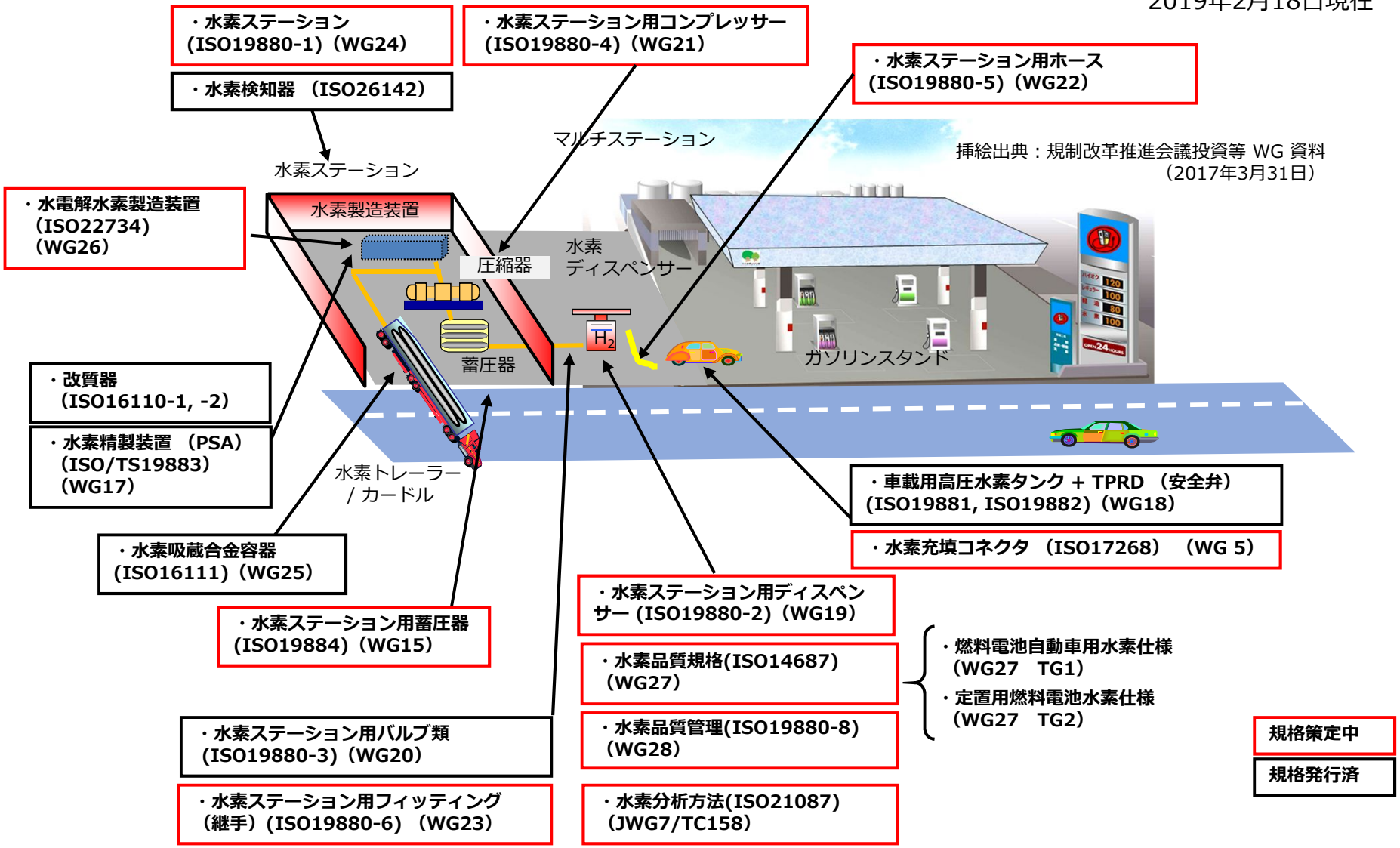
【日本の体制】審議団体:　一般社団法人水素供給利用技術協会
(2016年4月1日より(一財)エンジニアリング協会から移管)

【ISO/TC197加盟国】
・Pメンバー（20カ国）：ｱﾙｾﾞﾝﾁﾝ、豪、加、中、ﾁｪｺ、ﾃﾞﾝﾏｰｸ、仏、独、ｲﾝﾄﾞ、伊、日、韓、蘭、ﾆｭｰｼﾞｰﾗﾝﾄﾞ、ﾉﾙｳｪｰ、露、ｽﾍﾟｲﾝ、ｽｳｪｰﾃﾞﾝ、英、米

・Oメンバー（14カ国）：ｵｰｽﾄﾘｱ、ﾍﾞﾙｷﾞｰ、ｴｼﾞﾌﾟﾄ、ﾌｨﾝﾗﾝﾄﾞ、香港、ﾊﾝｶﾞﾘｰ、ｲﾗﾝ、ﾎﾟｰﾗﾝﾄﾞ、ﾙｰﾏﾆｱ、ｾﾙﾋﾞｱ、ｽﾘﾗﾝｶ、ｽｲｽ、ﾀｲ、ﾄﾙｺ

ISO/TC197対象範囲

2019年2月18日現在



現在、11 件の ISO 国際規格を策定

ISO/TC197総会
2018年12月3日～7日　バンクーバー（カナダ）

会場：Vancouver Marriott Pinnacle Downtown Hotel
1128 West Hastings Street, Vancouver, British Columbia, Canada

会議日程：

●12月3日（月）
・WG21（コンプレッサー）
・WG24（水素ステーション）

●12月4日（水）
・WG23（フィッティング）
・WG24（水素ステーション）

●12月5日（水）
・ISO/TC 197 Strategic Planning Meeting
「Approval Procedure for HRS Installation in Japan（HySUT 池田）」
「HRS certification or field evaluation for fuel quality & control, gas sampling and metering in Japan（HySUT 富岡）」

●12月6日（木）～12月7日（金）
・ISO/TC 197 Plenary Meeting

日本主導の国際標準化項目の積極的国際標準化活動の推進

我が国がコンビナ（国際議長）として提案した以下の4WGについては、日本主導による国際標準化の推進が重要なため、特に注力して推進している。

WG19（ 水素ステーション用ディスペンサー＝充填機）
WG20（水素ステーション用バルブ類）
WG27（FCV用PEFC、定置用PEFC等のための水素品質規格）
WG28（FCV用水素品質管理）

現行14のWGの16人のコンビナの内、日本は５人と米国と並んで最多である。

WG22（水素ステーション用ホース）は、日本がコンビナに代わって規格文書の起草を行っており、日本主導で進んでいる。

【現行の14WGのコンビナ数】

コンビナ総数	16
日本	5
米国	5
フランス	3
カナダ	2
中国	1

注：WG24、27はコンビナ各2名

ISO/TC197 の各WG内容と進捗状況（日本が議長国の項目）

WG NO.	議長国	標準化対象項目	内容	進捗状況
19	日本	ディスペンサ	ディスペンサの安全性要求及び安全性能試験に係る規格。 安全性要求：ディスペンサユニット出荷時の検査規定 安全性能試験：構造要件、気密、衝撃、緊急停止、ホース破断、ホース離脱等	関連する WG24 の進捗に合わせて現在 DIS 2 を準備中。
20	日本	バルブ類	ディスペンサに使用されるバルブ類の性能・安全性に係る規格。 性能・安全性：耐圧、気密、水素ガスサイクル、作動耐久等。日本メーカの技術意見を取り入れた。	2018年 6月 IS発行。
27	日本	水素燃料仕様	主にFCV用の水素品質規格を改訂するとともに、用途別の 3 件の国際規格を一つに統合する日本提案が 2015年に承認され、WG27 として活動を開始。議長は WG12 と WG14 の各日本議長が二人で共同議長として就任。3 規格の統合に合わせて FCV 用の燃料仕様については、大量普及時代を勘案した規格として、改訂作業中。欧州は、欧州指令に基づく品質規格を ISOと別途制定するが、ISO14687 との整合が必要であることを認識している。	2018年 9月DIS 承認。FDIS登録待ち。
28	日本	水素燃料品質管理	FCV 用水素燃料仕様を遵守するための品質管理法に関する規格。日本の品質管理法（品質ガイドライン）の方法と、欧州中心の品質管理法であるリスクアセス方法の双方の方法が規定されている。	2017年11月DIS承認。FDIS登録待ち。

（備考）：WD=Working Draft(作業原案）、CD=Committee Draft(委員会原案）、
DIS=Draft of International Standard (国際規格原案）、
FDIS=Final Draft of International Standard (最終国際規格原案)

ISO/TC197 各WGの内容と進捗状況（日本以外が議長国の項目）①

WG NO.	議長国	標準化対象項目	内容	進捗状況
5	カナダ	水素充填コネクタ	充填機ノズルと燃料電池自動車側のレセプタクル（燃料充填口）についての設計・安全に係る規格。日本コネクタメーカの技術意見と大きく取り入れた。	2017年9月DIS承認。FDIS登録待ち。
18	カナダ	車載用水素容器+TPRD（安全弁）	FCV用タンク及びタンクに装着する安全弁に関する性能要件（材料、設計、製造等）に係る規格。タンクに充てんする燃料は高圧水素。UN-GTR13との整合については以下。材料：各国独自の要求に従うことが付記され、UN-GTR13との整合性を確保。 設計：タンクはCategory B分類を設定し、本CategoryをUN GTR13同等の設計要求とした。製造：組試験の設定にて生産品質を確保。（ISO19881, ISO19882）	容器：ISO19881 2018年10月、TPRD：ISO19882 同年11月共にIS発行。
26	カナダ	水電解装置（改定）	水素ステーションなどに設置する工業用水電解水素製造装置及び各家庭においてFCVに水素を供給する水電解水素製造装置について、その安全性及び性能に係る規格。 安全性：水電解水素製造装置の設計指針と出荷時の検査規定 性能：構造要件、耐圧気密要件、耐火性能、水素漏洩検知、緊急停止等	2018年5月DIS承認。FDIS登録待ち。
25	フランス	水素吸蔵合金容器（改訂）	輸送可能な水素吸蔵合金容器システム（バルブ・付属品含む）の規格内容積 ≦150L, 最高使用圧力 ≦25MPa の輸送可能な水素吸蔵合金容器（車載用水素水素吸蔵合金容器は対象外）の材料、設計、製造、型式試験について規定。	2018年8月IS 発行。

ISO/TC197 各WGの内容と進捗状況（日本以外が議長国の項目）②

WG NO.	議長国	標準化対象項目	内容	進捗状況
15	フランス	蓄圧器	水素ステーション用蓄圧器の設計・製造・試験要求に係る規格。 Type 1, 2, 3, 4容器を対象として最大圧力 110MPa、最大容量 10,000L と規定。 材料の水素脆化を考慮。	2018年5月 DIS承認。 FDIS投票。 (～7月12日)
17	中国	水素精製装置（PSA）	水素製造装置における安全要件に係る規格。 安全要件：水素精製装置の構成要素の安全面を中心にした規格。	2017年3月 TS 発行。
21	アメリカ	コンプレッサ	コンプレッサの材料、設計、試験等に対する規格。 材料： 特に規定しない　設計： 常用圧力、設計圧力、使用温度範囲等の規定 試験： 耐圧、気密、機能安全、メカランなど、製造者がおこなうべき試験法の規定	CD準備中。
22	アメリカ	ホース	ホースの製品、及び、試験等に対する規格。 材料：内面に金属を用いたホースは除外。 内面材料の電気的特性を規定。 設計：常用圧力、設計圧力、使用温度範囲等の規定 試験：耐圧、気密、引張、液圧および水素ガスによる繰り返し加圧等の試験法の規定。 国内基準化との整合性を重視して、日本メンバーが国際規格原案を起草し、議長を強力に支援している。	2018年7月 DIS承認。 FDIS準備中

ISO/TC197 各WGの内容と進捗状況（日本以外が議長国の項目）③

WG NO.	議長国	標準化対象項目	内容	進捗状況
23	アメリカ	フィッティング	フィッティングの材料、設計、試験等に対する規格。 製品上一体不可分のバルブ類の国際規格（WG20）をベースに WD を見直し予定。	CD準備中
24	アメリカ フランス	水素ステーション	商用水素ステーションの離隔距離や水素品質等の基本要件に係る規など幅広い内容のため、コンセンサスを得るのに時間がかかっているが、2017年 6 月の投票で CD から DIS に格上げすることでコンセンサスを得た。 なお本規格案には充填、品質の日本のガイドラインが引用されている。 離隔距離・受入れ保安試験・水素品質管理・リスク管理	2018年5月 DIS承認。 FDIS準備中

水素品質管理方法の適正化のための不純物影響調査 ①（JARI）

燃料電池自動車用水素品質規格（ISO14687）の状況及び課題

- ISO14687はFDIS段階に至り、2019年度中に発行される見込み（FCVの普及初期を想定した規格）
- 今後、ISO14687を改訂することに対して、海外とコンセンサスが得られている（水素品質管理コストなど水素コスト低減のため。FCVの大量普及期を想定）

ハロゲン化物に関する課題：
- 許容濃度の根拠となる燃料電池への影響に関する十分なデータがない(ISO14687-2:2012の策定当時に米国の意見で決まった経緯あり)
- ハロゲン化物は市場での混入事例や具体的な物質に関する情報が少ない。（水素品質管理が困難）

→国内外の既存データを調査

Characteristics	ISO/DIS14687(2018) Type I, Grade D
Hydrogen fuel index (minimum mole fraction)	99.97%
Total non-hydrogen gases	300 μmol/mol
Maximum concentration of individual contaminants (μmol/mol)	
Water (H_2O)	5
Total hydrocarbons except methane (C1 equivalent)	2
Methane (CH_4)	100
Oxygen (O_2)	5
Helium (He)	300
Nitrogen (N_2)	300
Argon (Ar)	300
Carbon dioxide (CO_2)	2
Carbon monoxide (CO)	0.2
Total sulfur compounds (S1 equivalent)	0.004
Formaldehyde (HCHO)	0.2
Formic acid (HCOOH)	0.2
Ammonia (NH_3)	0.1
Haloganated compounds (Halogenate Ion equivalent)	0.05
Maximum particles concentration	1 mg/kg

水素品質管理方法の適正化のための不純物影響調査 ② (JARI)

水素中のハロゲン化物に関する混入事例・燃料電池への影響調査

	米国(NREL)	欧州(HyCoRA)	日本
ハロゲン分析方法	GC/MS	GC/MS	IC, TOF-MS(無機ハロゲン分析)
水素ステーションでの混入	最大で20 ppbのハロゲン化物混入事例有[1)]。(有機ハロゲンを検出)	CH_2Cl_2、$C_4Cl_4F_6$(最大25 ppb)	混入事例なし(無機ハロゲン)
混入源	洗浄剤の残留(推定)	洗浄剤の残留	(*洗浄剤としてハロゲン化物は使用せず)
燃料電池性能への影響	(有機)CH_3Cl[3)]→影響なし、トリクロロエチレン[4)]、$C_4Cl_4F_6$[5)]→影響あり。(無機)HCl[5)]→影響あり。		

GC/MS:ガスクロマトグラフ-質量分析計、IC:イオンクロマトグラフ、TOF-MS:飛行時間型質量分析計

- 海外水素ステーションではハロゲン化物の混入事例有（洗浄剤由来）。一方、日本では洗浄剤としてハロゲン化物は使用されない。
- 今後欧州や米国など海外の研究機関とも連携しながら、ハロゲン化物以外の成分も含めて水素品質適正化のために必要な調査研究を進める。(サプライチェーンの影響評価も踏まえ)

1) NREL Website, https://www.nrel.gov/hydrogen/infrastructure-cdps-all.html (2019.3.15)
2) T. Aarhaug, in 3rd HYCORA Workshop, http://hycora.eu/workshops.htm (2019.3.15)
3) T. M. Molter, https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/review11/fc047_molter_2011_p.pdf (2019.3.15)
4) M. J. Martinez-Rodriguez et al., *J. Electrochem. Soc.*, **158** (6), B698-B702 (2011)
5) I. Profatilova, http://projects.lne.eu/jrp-hydrogen/workshop/ (2019.3.15)

燃料電池自動車用水素中の硫黄分簡易分析調査 (HySUT)

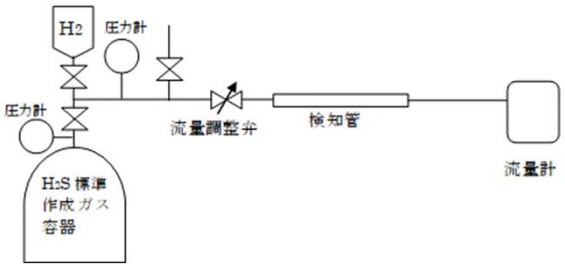
【目的】FCV用の燃料水素中の硫黄分の簡易分析法として硫黄検知管について調査した。（ISO国際規格（ISO14687-2）：全硫黄分0.004ppm）

【硫黄検知管：H2S検知用】

種類	検知限度	測定範囲
Aメーカー	0.05ppm（試料100mL採取時）	0.1～3ppm
Bメーカー	0.01ppm（試料200mL採取時）	0.05～0.1ppm

上記の2種の検知管は、ISO規格値0.004ppmを検知できない仕様である。ここで、試料量を増加させて測定することで、ISO規格値を検知可能であるかを検討した。

＜検知管測定試験フロー＞



【H2S濃度の測定準備】

●測定手順：①H2S標準ガスの調整

H2Sの容器吸着を防止するため、Siコーティングしたステンレス容器に所定の低濃度ガス（濃度：50,20,20,4,0ppb）（圧力：0.1～0.2MPa）を調整した。

②濃度測定手順

上図のように配管及び検知管を接続し、平均200ml/min程度となるように、流量を調整しながら検知管へガスを導入する。この時の通ガス総量は、圧力計,容積,及び時間で管理する。

③濃度算出

検知管の規定吸引量、通ガス総量、検知管変色指示値から次式によりH2S濃度を算出する。

$$\text{H2S濃度} = \frac{\text{検知管変色指示値}}{\text{通ガス量／検知管の規定吸引量}}$$

【H2S濃度の測定結果】

		通ガス総量（mL）		
検知管	標準ガス濃度（ppb）	5000	6500	13000
		H2S濃度測定値(ppb)		
Aメーカー	4	4～6	5	
Aメーカー	0	×	×	
Bメーカー	4	4～6	5	5
Bメーカー	0	×	×	×

×：変色せず

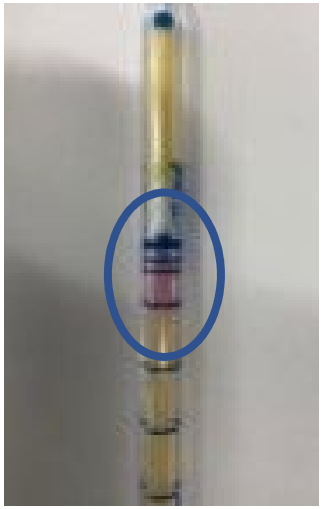
試験回数

標準ガス濃度4ppbの試験は3回行い、全く同じ結果を得た。
他の標準ガス濃度は試験1回。

【考察】

今回の試験結果より、A,B両メーカーの検知管を用いることによって、H2ガス中の4ppb程度のH2S濃度の概略測定を行うことは可能と思われる。再現性もある。
但し、H2S以外のS化合物その他不純物の影響等は、不明である。

変色前



変色後

開発スケジュール

	2018 年度	2019 年度	2020 年度	（参考）2021 年度	（参考）2022 年度
水素ステーション等機器の ISO/TC197 国際標準化の推進（HySUT / JARI）	現在審議中の規格の策定 →		新提案規格の策定・既制定規格の改訂 →		
		・国際 WG に対する有識者の積極参加 ・国内 WG における的確な対応 ・日本からの新規格の積極提案 ・グローバル動向の把握 ・国内業界団体との連携			
	ISO 等国際標準と国内研究開発等との連携強化 →				
	ISO-国内 WG 等にて関連する研究開発状況を報告				
国際連携推進 IEA-HTCP 会議 国際インフラ WS DOE-NEDO 連携打合 FCH-JU, CHS 等への参加　（HySUT）	→	→	→	→	→
水素品質規格に係る国際標準化のための研究開発（JARI）	ハロゲン化物に関する既存データ検討 →	水素中不純物に関する既存データ検討 →	ISO14687 改訂提案への反映 →	ISO14687 への審議対応 →	
水素品質の管理方法適正化による運営費コストダウンの開発（HySUT）	硫黄・ハロゲン等管理方法 →		微粒子管理方法 →	新たな水素品質管理方法の検討 →	
	品質ガイドライン案の改定		（各年度の管理方法ガイドラインに反映） →		

【まとめ】

(1)　水素ステーション等機器のISO/TC197国際標準化の推進

- 現在策定審議中の11のISO国際規格、並びに、関連するSAE等の規格に対して、的確な対応。日本の技術・知見を活かして主導的に進めている。

(2)　標準化活動等に係る国際連携の推進

- IEA HTCP会議やNOW、DOE等との国際インフラワークショップ会議等に参加して、海外事業者との意見交換、論議を実施した。また、国際連携の一環として、米国化学工学会のCHS (Center for Hydrogen Safety)のメンバーに加入した。

(3)　ISO水素品質国際規格のための研究開発

- ハロゲン化物等の水素ステーションでの検出事例、燃料電池への影響の調査を実施した。
- 硫黄等の適切な品質管理方法を検討し、簡易分析法等、水素品質ガイドライン改定案の策定に資する知見を収集した。
- 課題：今後の国際規格の改訂に必要なデータ収集について、その対応案の取りまとめが必要。