

次世代エネルギー 「水素」

2023年 12月 20日

一般社団法人水素供給利用技術協会（HySUT）

池田 哲史

本日の内容

1. はじめに
2. ビデオ「Suisoなセカイへ」
3. 水素の特徴
 - ・安全性は
 - ・なぜ注目されるのか
4. 燃料電池と燃料電池自動車
 - ・CO₂削減への効果は
5. 水素ステーション
6. 水素技術の標準化
7. まとめ

1. はじめに

一般社団法人水素供給利用技術協会 (HySUT)

ハイスット

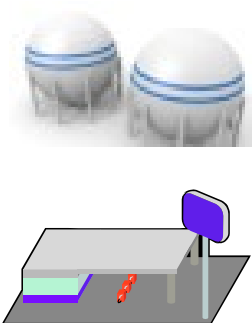
The Association of Hydrogen Supply and Utilization Technology

- 設立 2009年（2016年から 一般社団法人）
- 所在地 〒107-0052 東京都港区赤坂 5-14-12 TGA AKASAKA 10階
- 会員 48 社・団体（2023年12月現在）
- 活動内容
 - ① **水素ステーション**に関する技術開発
 - ② **ISO/TC197**（水素技術）審議団体
 - ③ **水素ステーション事業者**への技術的な支援
 - ④ **業界団体**としての活動

HySUTの会員構成

48 社・団体（2023年12月現在）

26



【エネルギー供給事業者・水素ステーション事業者】

出光興産、岩谷産業、ENEOS、大阪ガス、コスモ石油、西部ガス、東京ガス、東邦ガス、日本エア・リキード、エア・ウォーター、光南工業、ソーラエナジー、静岡ガス、清流パワーエナジー、高松帝酸、伊達重機、巴商会、豊通エア・リキードハイドロジェンエナジー、日本移動式水素ステーションサービス、日本水素ステーションネットワーク、根本通商、能登スマート・ドライブ・プロジェクト協議会、広島トヨペット、ふくしまハイドロサプライ、みえ水素ステーション、山本石油

15



【機器メーカー】

川崎重工業、神戸製鋼所、千代田化工建設、日鉄パイプライン&エンジニアリング、日本製鋼所、三菱化工機、I Labo、荏原製作所、キッツ、大陽日酸、タツノ、トキコシステムソリューションズ、バルカー、フジキン、ホルビガー日本

5



【自動車】

トヨタ自動車、日産自動車、本田技研工業、スズキ、豊田自動織機

2



【関連団体】

石油エネルギー技術センター、日本ガス協会

2. ビデオ

ビデオ上映 「Suisoなセカイへ」
(約7分)

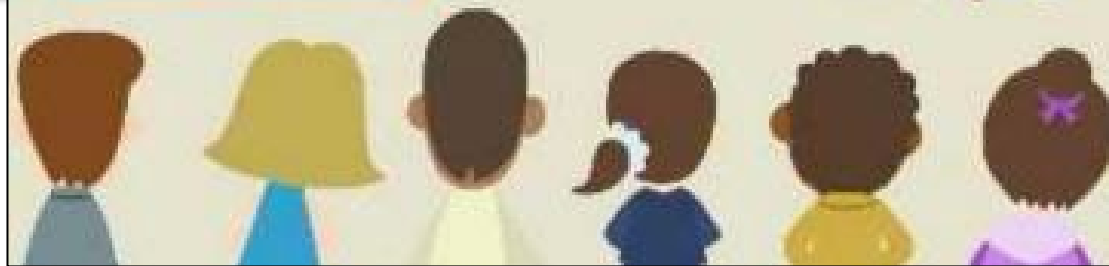
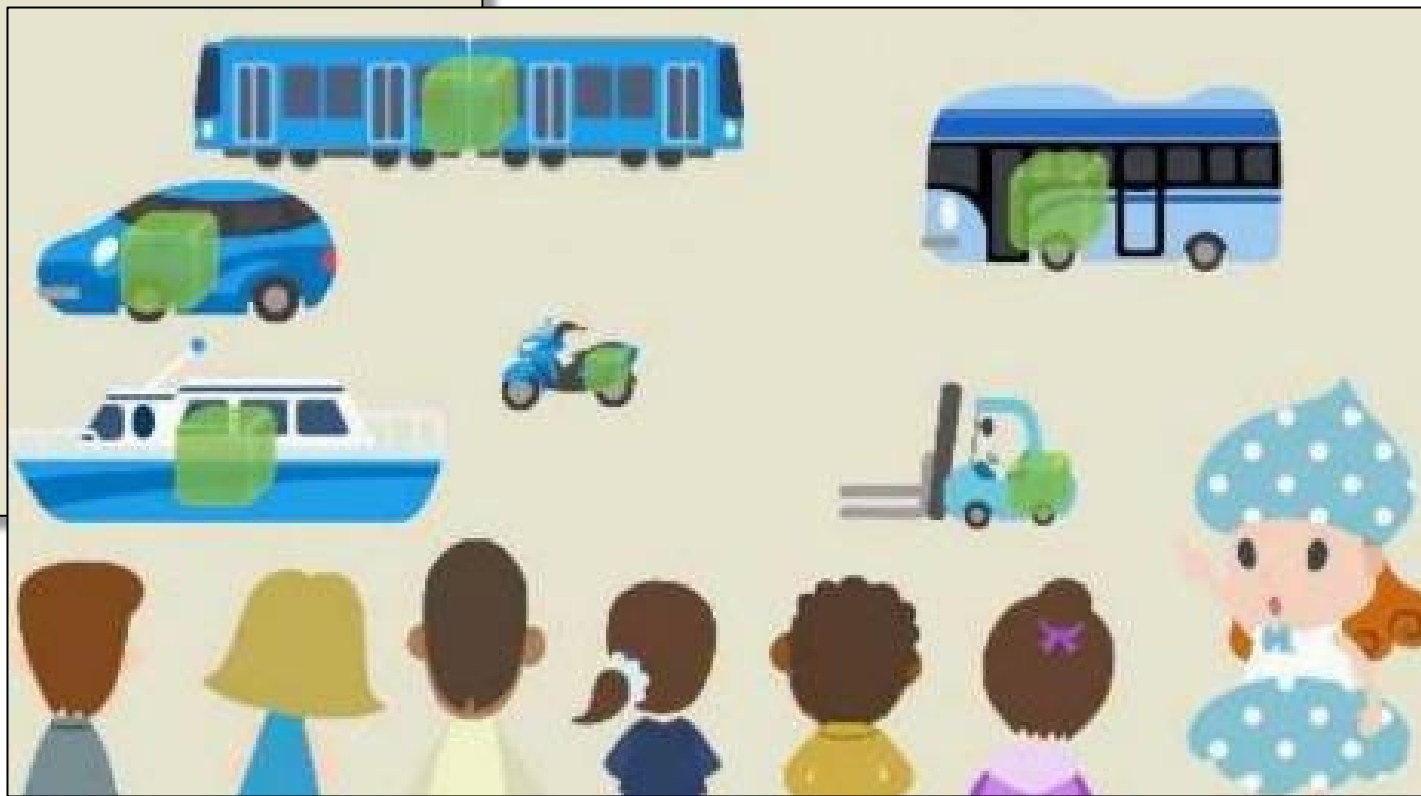


「水素エネルギーナビ」

<https://hydrogen-navi.jp/doga/index.html>

ビデオ復習

燃料電池



3. 水素の特徴



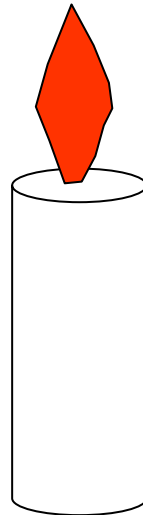
- 元素記号H、原子番号1
- 宇宙に存在する最も多い元素
- 常温では無色・無臭の気体 (H_2)
- 自然界には水素単独ではほとんど存在しないが
水 (H_2O) として多く存在する

水素の性質

水素が入った
シャボン玉

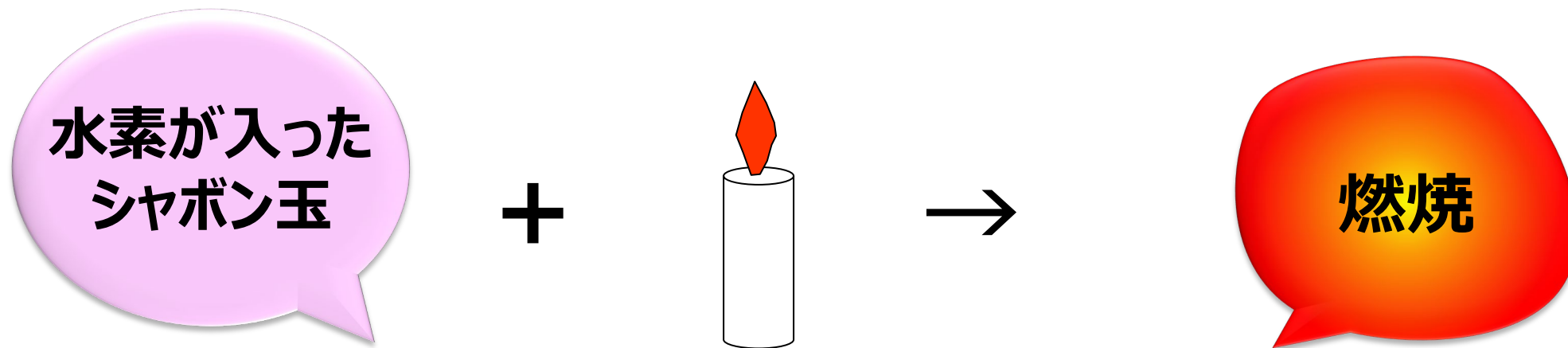
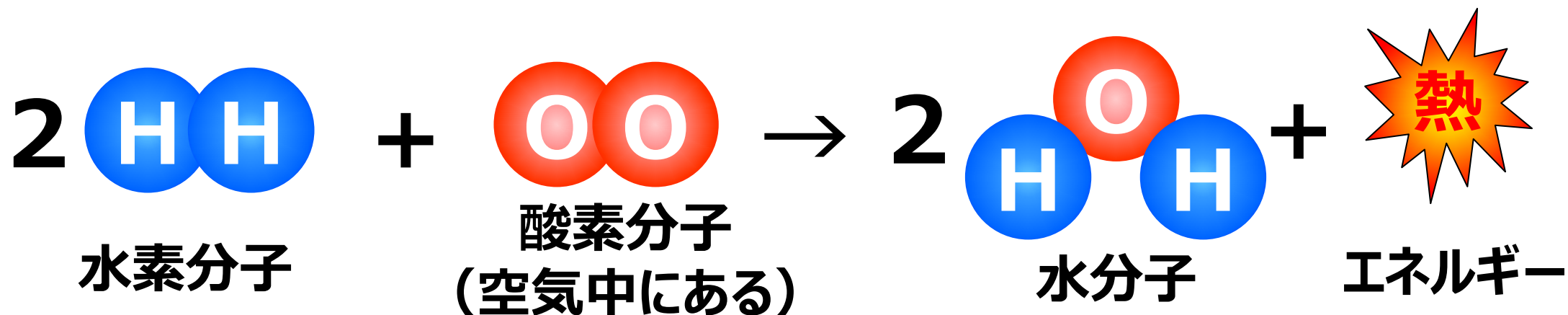


燃焼

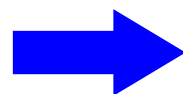


水素は可燃性ガス
100%の水素は普通に
燃焼する（燃える）

水素が燃える（燃烧）ということとは



水素100%

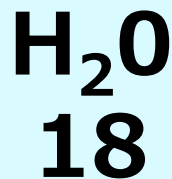


火を近づけても燃えるだけで爆発することはない

水素の性質まとめ



水素



水

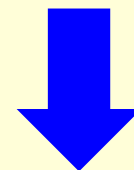
二酸化
炭素



重さの比率

■ すごく軽い $\Rightarrow$ すぐどこかに飛んで行ってしまう

■ 火を近づけると、ふつうに燃える



■ じゃあ、なぜ爆発するって言われる？

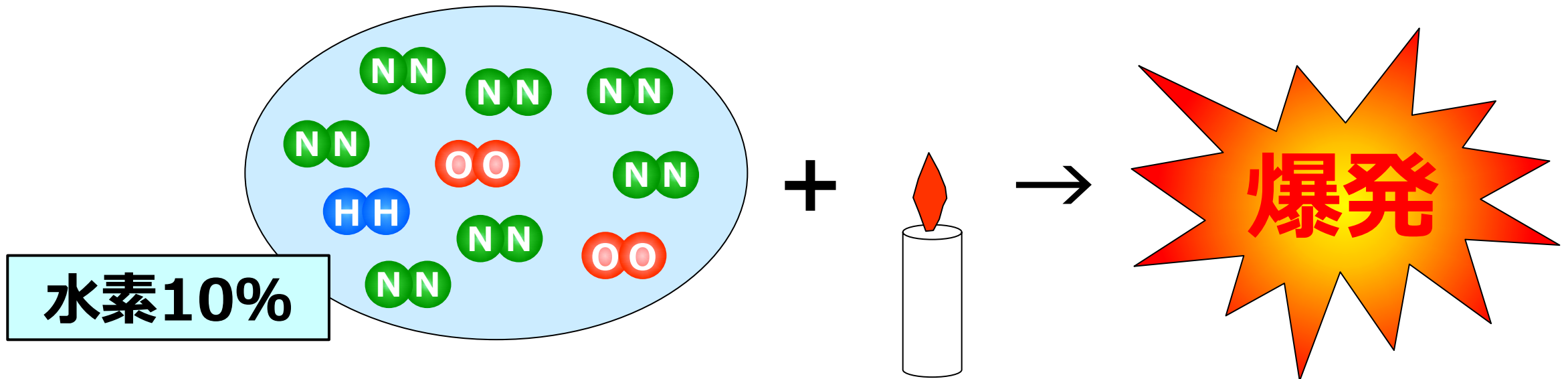
爆発する条件とは？

- 爆発が起こる空気中の濃度の範囲（水素4～75%）がある
- 水素は軽く、たまりにくいいため、爆発は起こりにくい
- 密閉された空間に漏れた時、爆発する可能性が高い

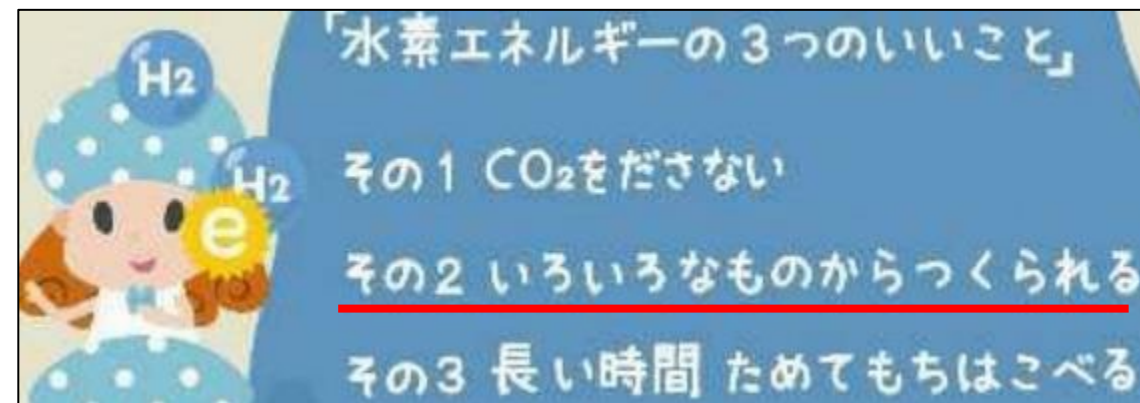
	水素	他の燃料		
		天然ガス（メタン）	LPガス	ガソリン
重さの比率	2	16	44	100
ひろがる速さの比率	100	25	20	8
爆発範囲 (空気中濃度：体積%)	4～75	5～15	2～10	1～7

爆発とは？

- 急激に燃焼する（ものすごく早く燃える）ことにより、体積の膨張による圧力変化が発生し、周囲を破壊すること
- 水素の爆発は通常は密閉された空間で起こるため、被害は大きい

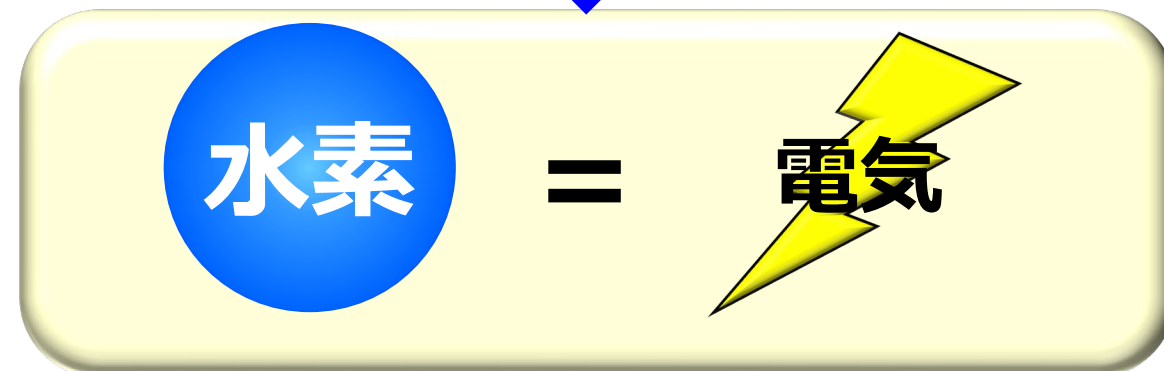
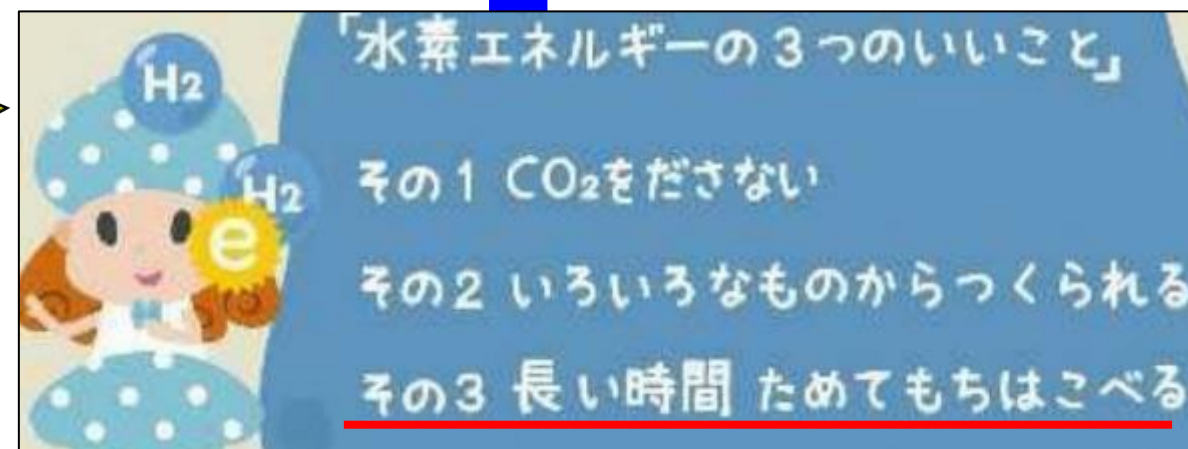
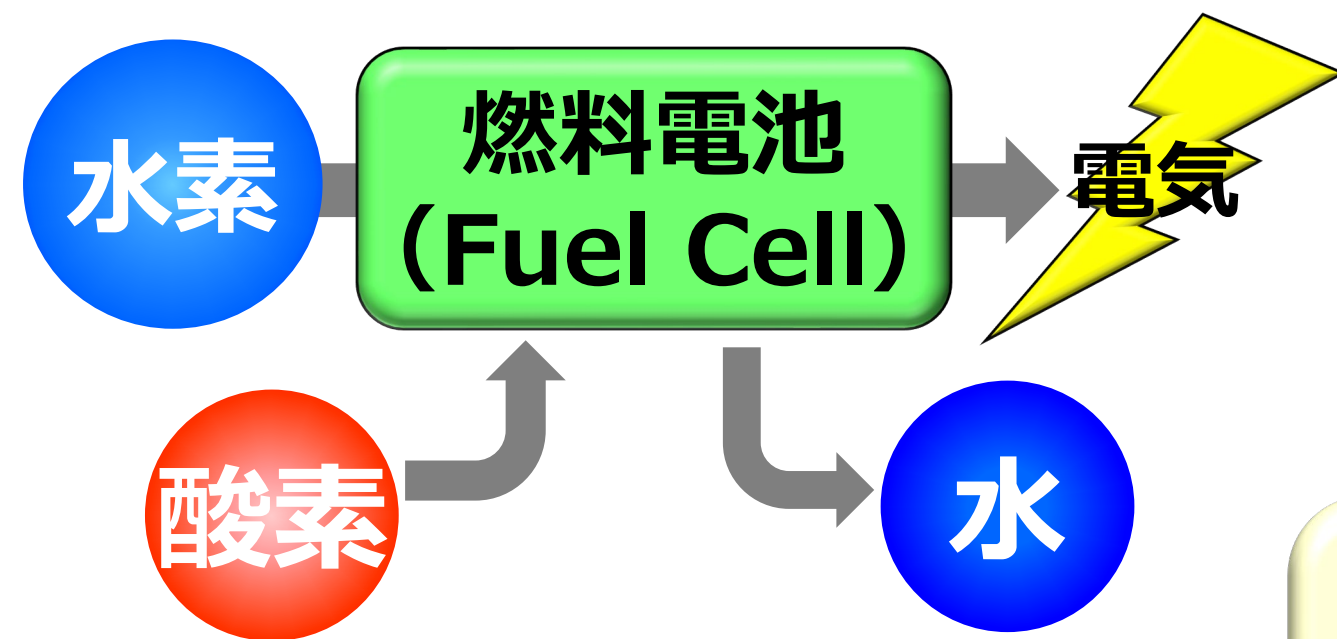


水素はどうやって作る？



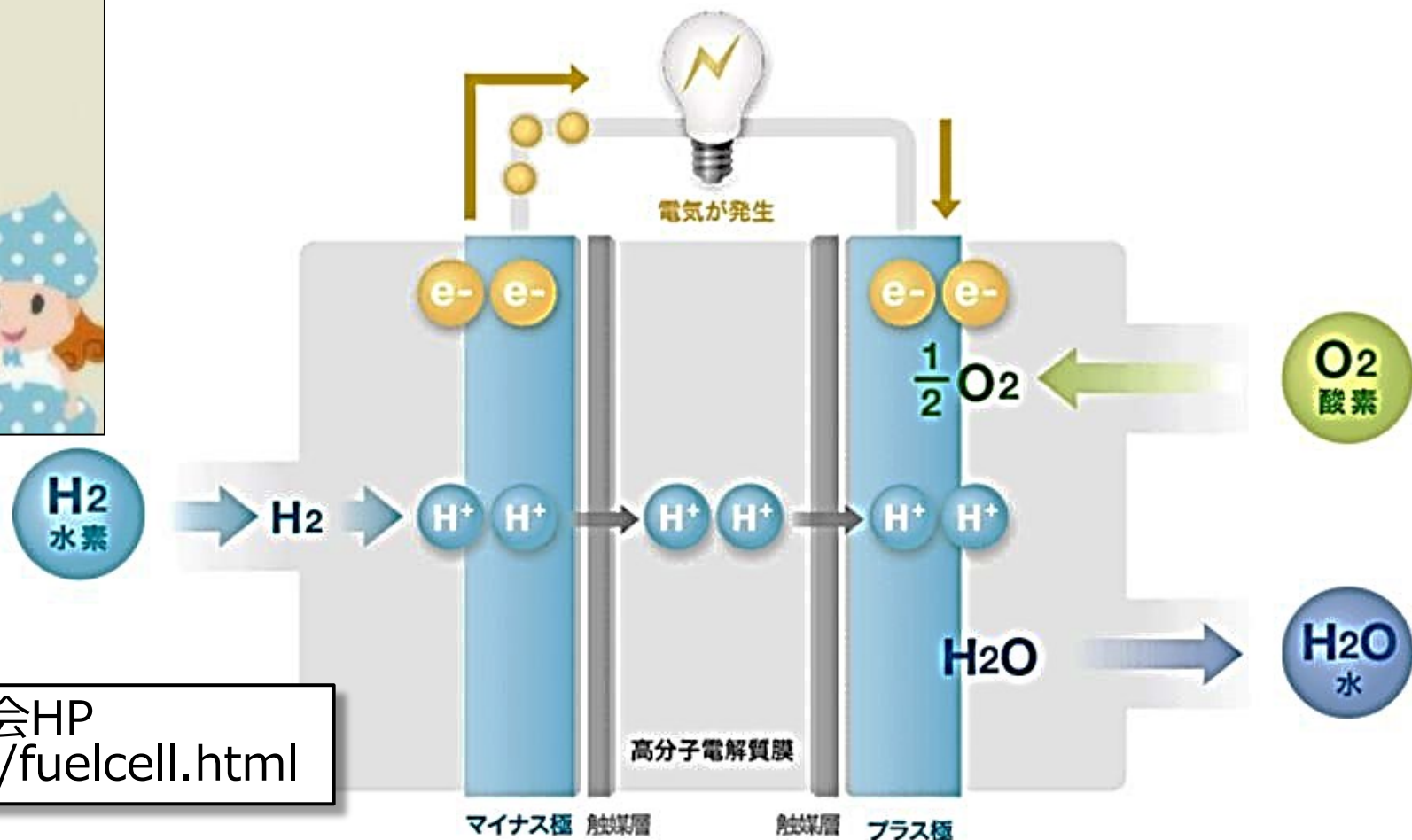
なぜ水素が注目されるのか？

- 燃料電池があれば、いつでも水素を電気に変えることができる



4. 燃料電池と燃料電池自動車

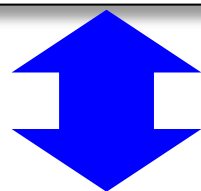
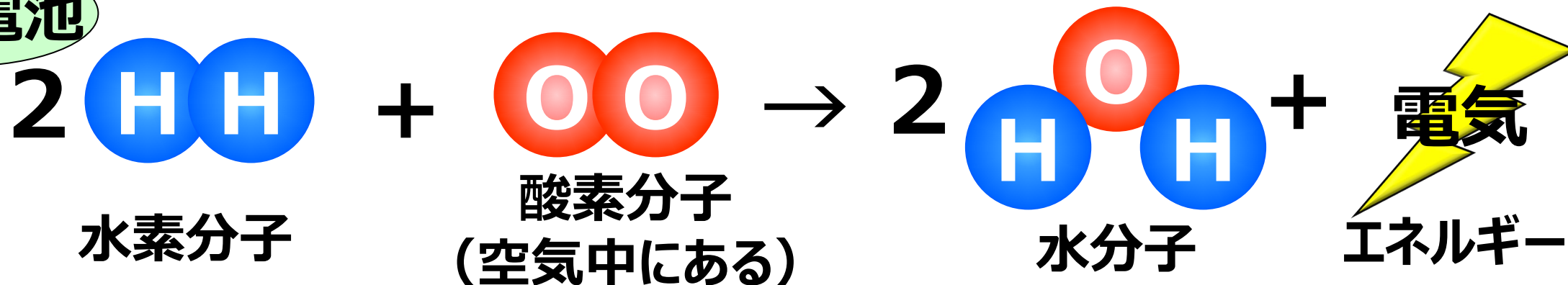
燃料電池（FC：Fuel Cell）とは



出典：燃料電池実用化推進協議会HP
<https://hydrogen-navi.jp/fcv/fuelcell.html>

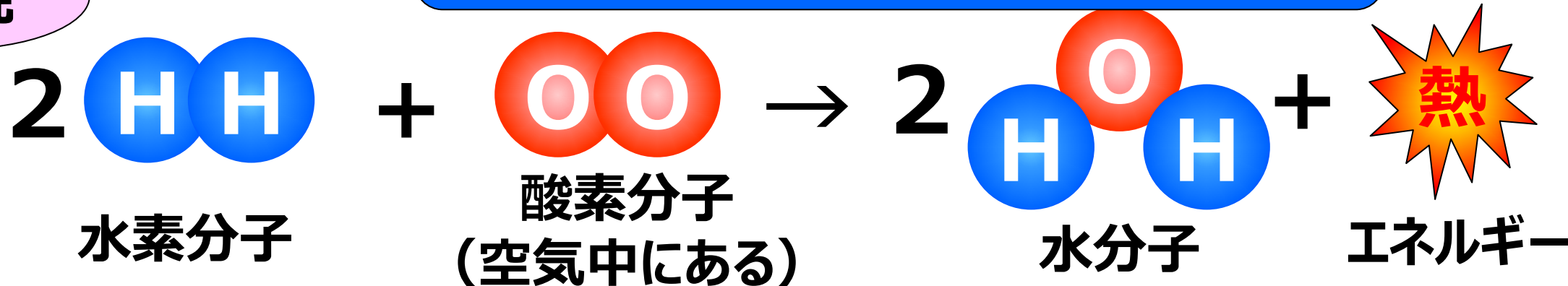
燃料電池の中で起きているのは？

燃料電池

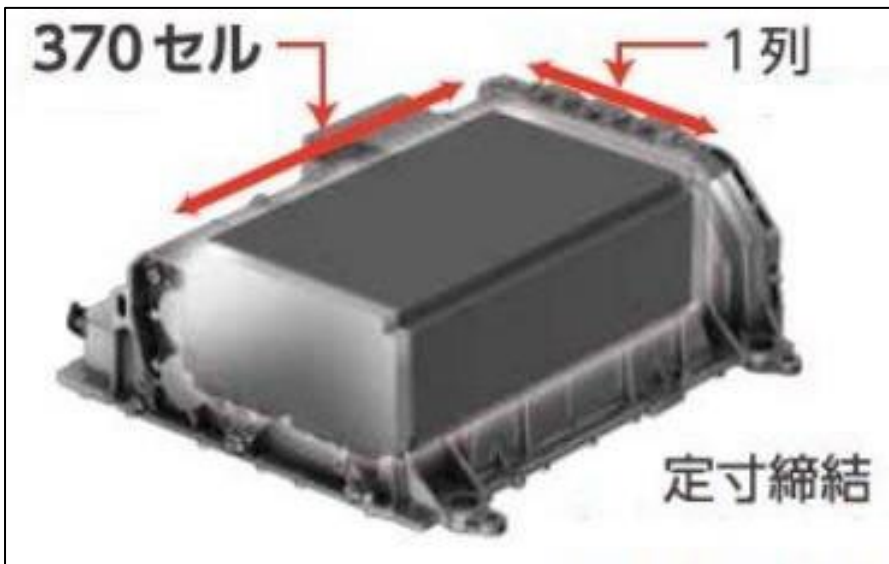


- ✓ 燃焼と同じ反応
- ✓ エネルギーは電気として取り出している

燃焼



自動車用燃料電池（トヨタMirai）

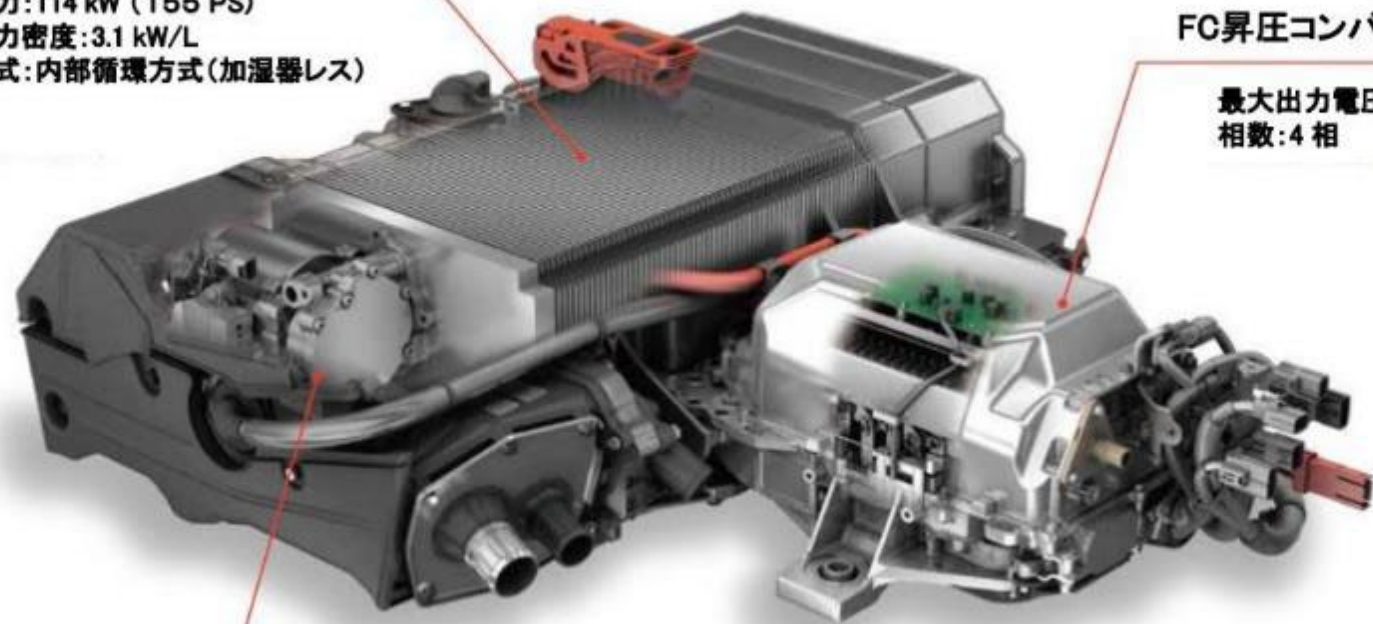


トヨタFCスタック(発電部)

種類: 固体高分子形
最高出力: 114 kW (155 PS)
体積出力密度: 3.1 kW/L
加湿方式: 内部循環方式(加湿器レス)

補機部

水素循環ポンプ等



最大出力電圧: 650 V
相数: 4 相

出典: NEDOフォーラム資料

https://www.nedo.go.jp/nedoforum2015/program/pdf/ts4/kouichi_kojima.pdf

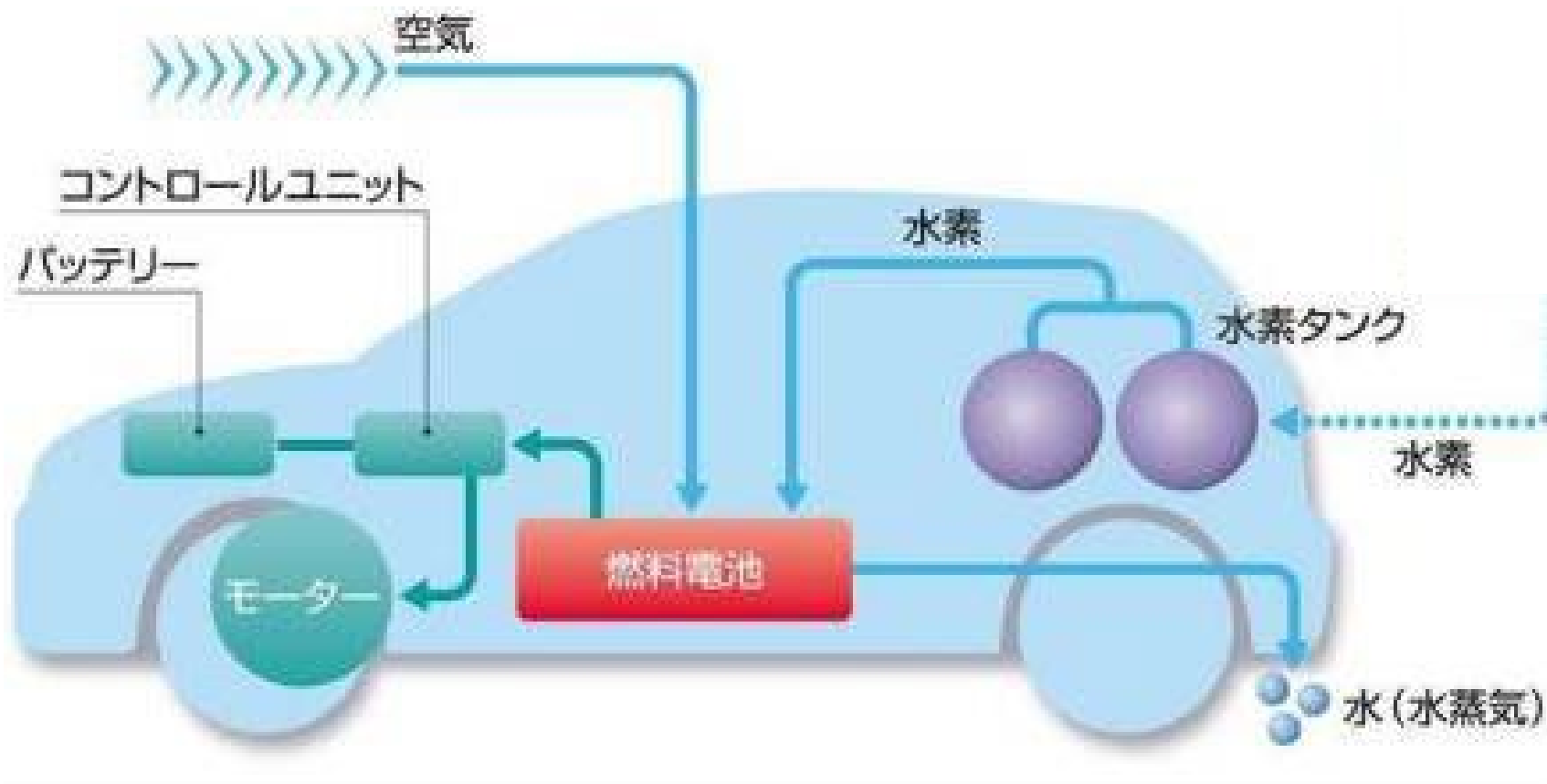
燃料電池自動車（FCV*）とは

* Fuel Cell Vehicle



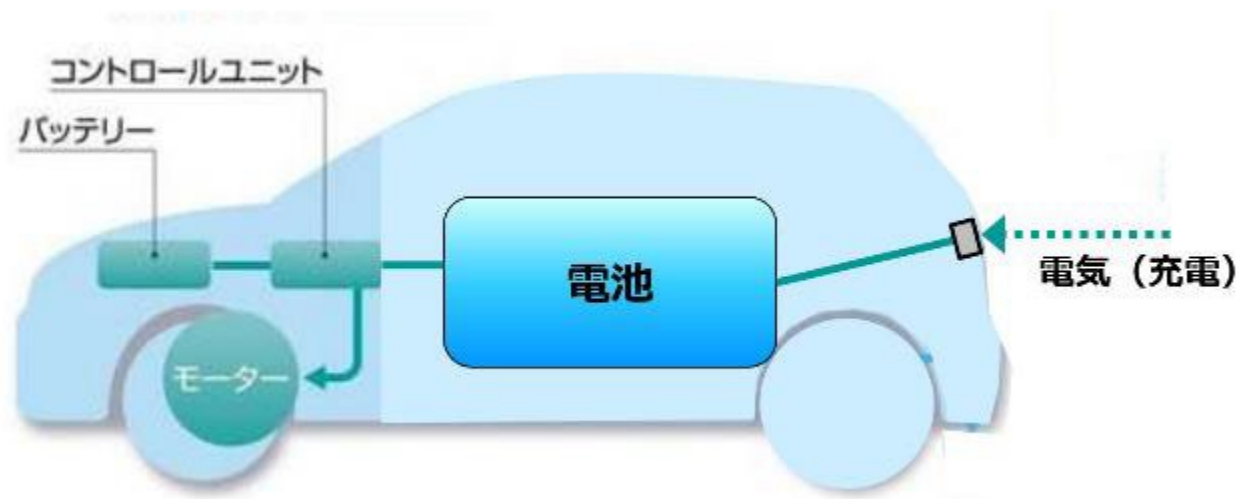
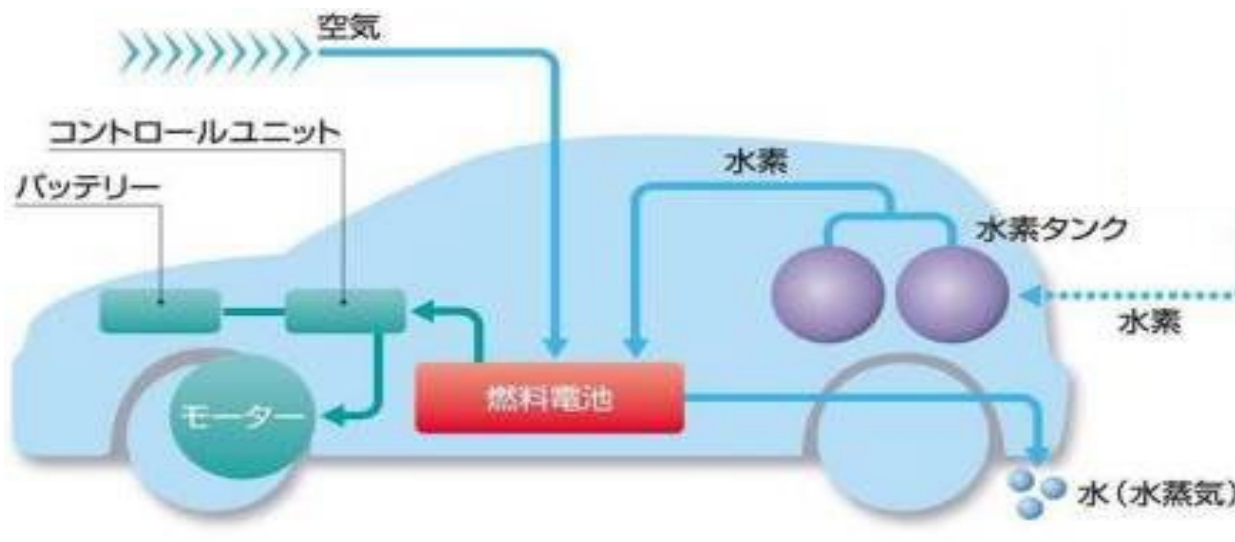
FCVはどうやって動く？

- 燃料電池で発電した電気を使って、モーターを回して走る



FCVは電気自動車（EV）

- FCVの燃料電池と水素タンクを通常の電池に置き換えれば電気自動車（EV）と同じ構造
- EVとFCVは全く別の乗り物ではなく、技術的には共通部分が多い



新型Mirai カットモデル



新型Miraiカットモデル



燃料電池（FC）は写真左側の下部に配置

燃料は圧縮水素ガス (圧力約700気圧)



高圧水素タンク

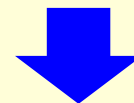
新型MIRAIの性能（プレス資料より）

		新型MIRAI	従来型
車両	一充填走行距離 [参考値] (km)	[G*Executive Package*, G*A Package*, G] 約850* [Z*Executive Package*, Z] 約750*	約650 (JC08モード)
	最高速度 (km/h)	175 (推定)	175
燃料電池	出力密度 (kW/L)	5.4 (4.4 含む締結部品)	3.5 (3.1 含む締結部品)
	最高出力 (kW[PS])	128 [174]	114 [155]
水素 タンク	貯蔵方式	高圧タンク (3本)	高圧タンク (2本)
	充填圧力 (MPa)	70	70
モーター	最高出力 (kW[PS]/r.p.m.)	134 [182]/6,940	113 [154]
駆動	最終減速比	11.691	8.779

水素で走るFCVは本当にエコ？



- FCVは走る時にCO2を出さない
- 使う水素によっては、水素を作る時にCO2が出ている

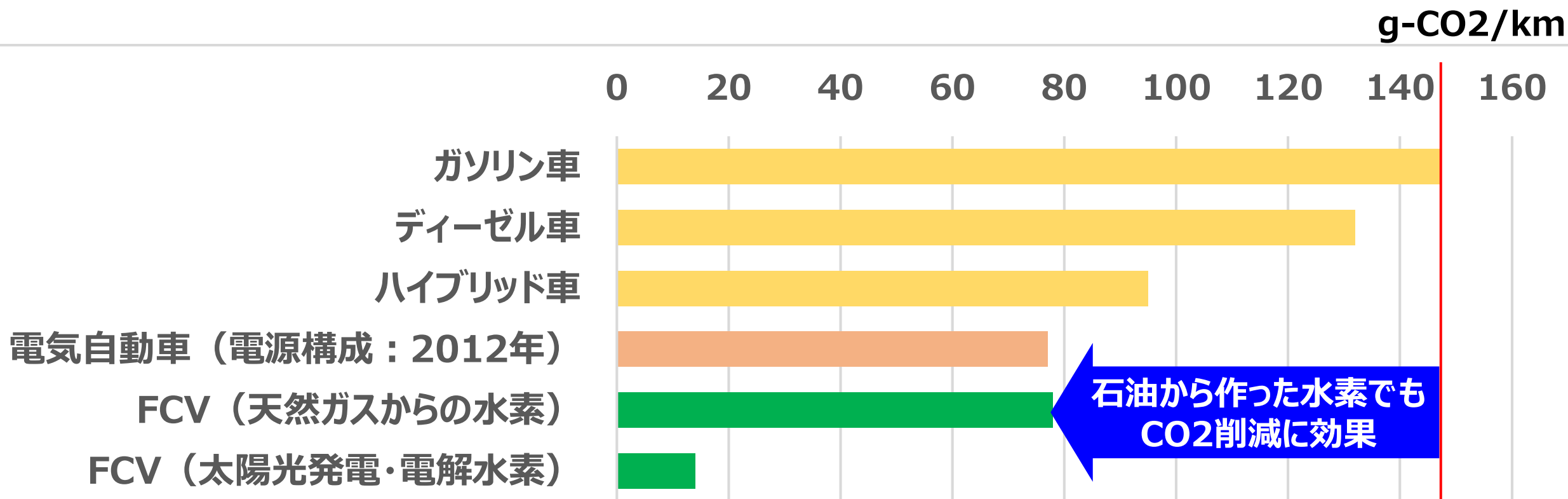


これでCO2削減につながるの？



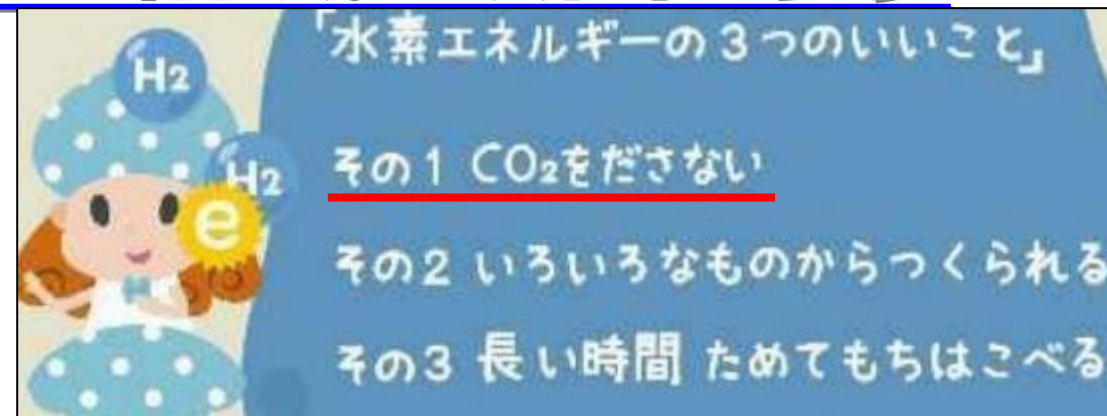
車両別CO2排出量の比較（Well to wheel）

Well to wheel（井戸から車輪まで）：自動車の燃料を手に入れる段階から実際に走行させる段階まで、全体を通して見た時のCO2排出量（環境負荷）

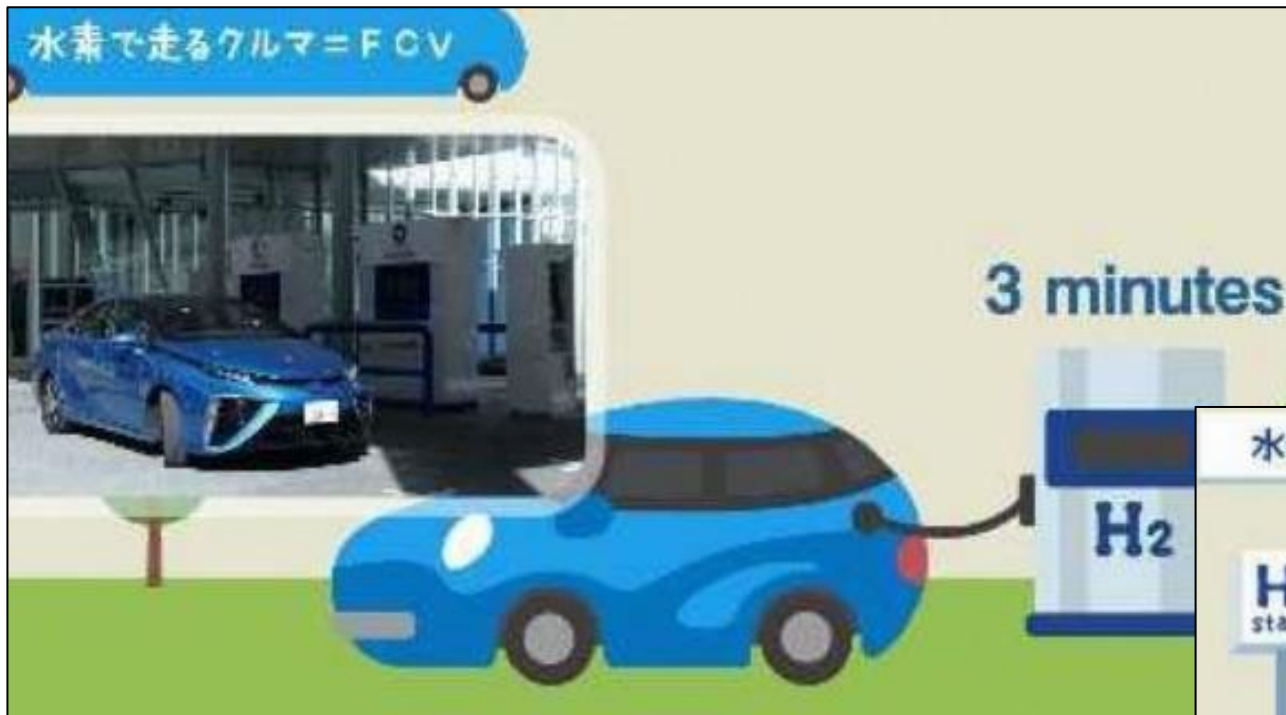


出典：（一財）日本自動車研究所「総合効率とGHG 排出の分析報告書」より抜粋

水素で走るFCVはCO2削減に効果あり



FCVの燃料補給はどうする？



5. 水素ステーション

- 水素は、外部から運んでくるか、敷地内で作る
- 水素を圧縮して、約**820**気圧でためておき、冷却してからFCVに充填する（約**700**気圧／**15℃**）

水素製造装置
天然ガス、LPガス等
から水素をつくる
(オンサイト型)

水素圧縮機
水素を約820気圧
まで圧縮する

蓄圧器
高圧の水素
を蓄える

プレクーラー
充填の前に水素
を冷却する

ディスペンサー
FCVに水素を
充填する



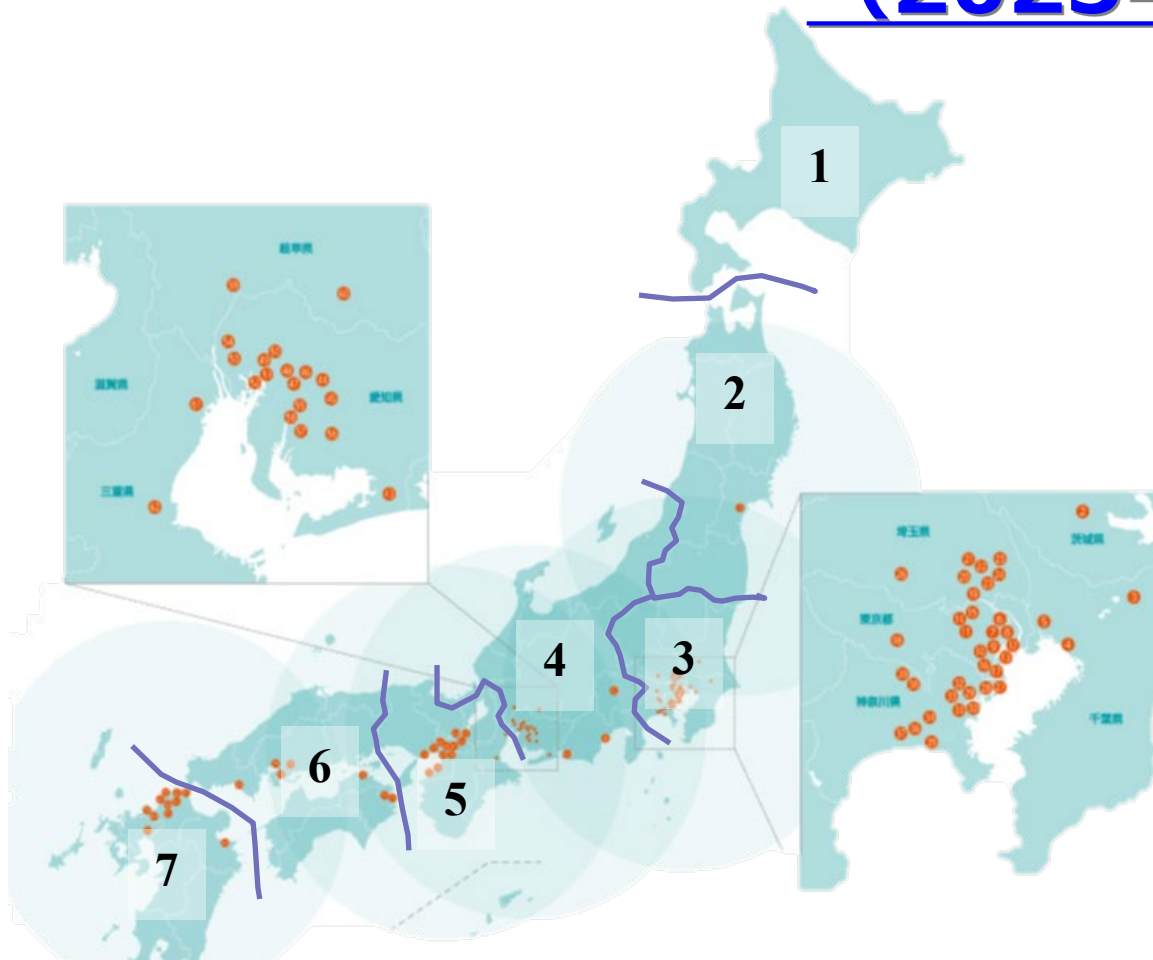
水素の輸送・貯蔵
水素トレーラーなどで外から水素を
水素ステーションに運んでくる
(オフサイト型)

天然ガス・LPガス等



国内の商用*水素ステーション（ST）

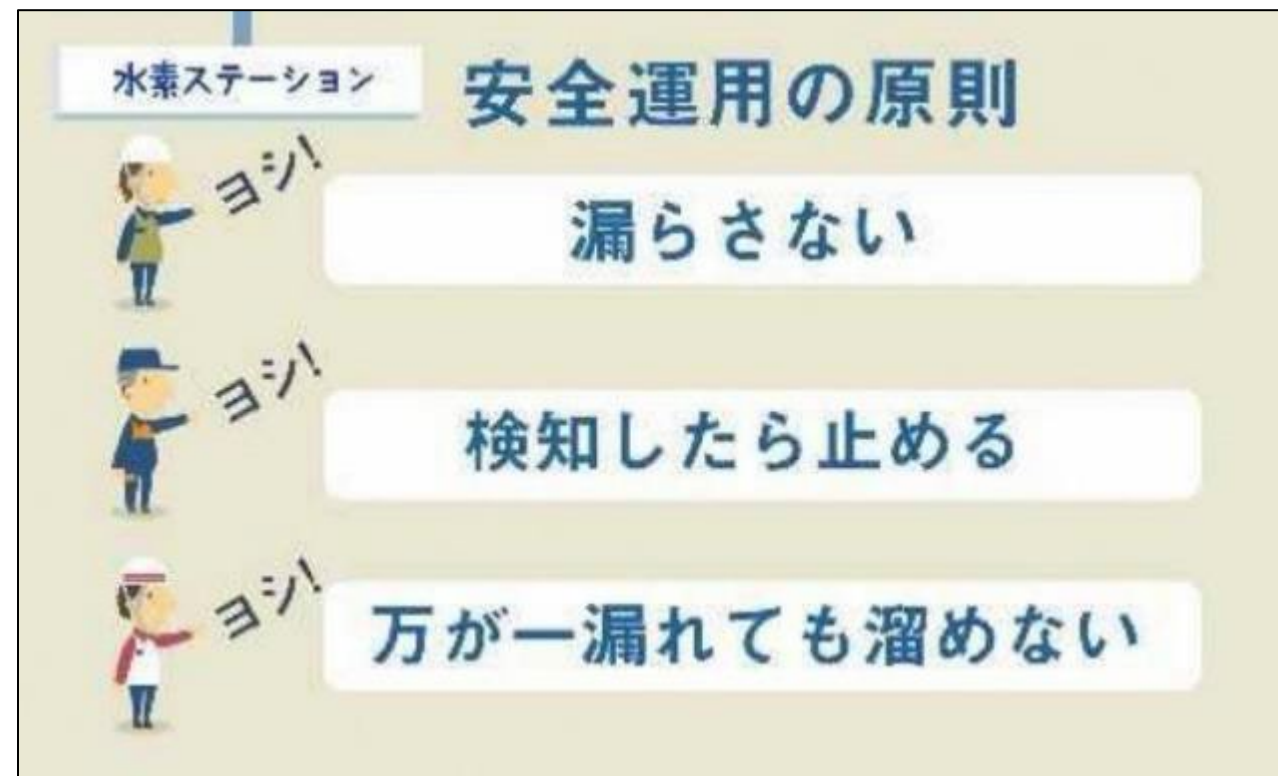
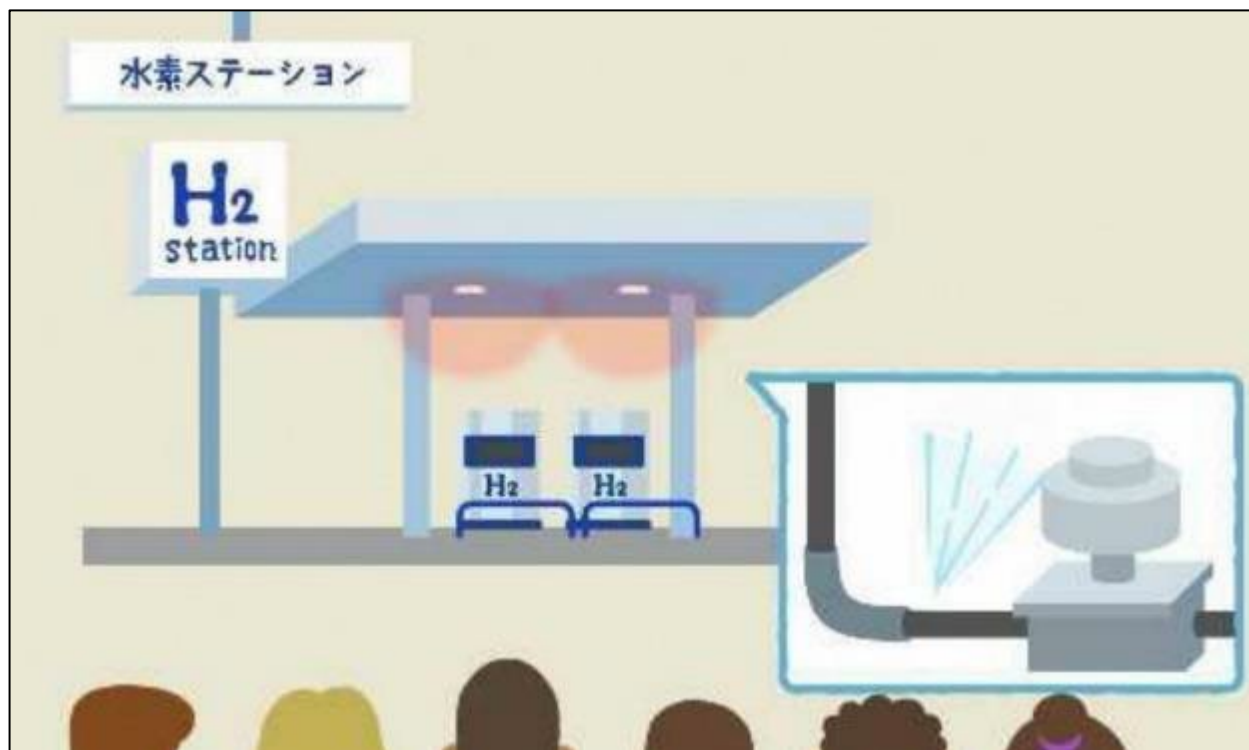
（2023年9月末現在）



	FCV (台)	商用水素ST (ヶ所)	FCV/ST (台／ヶ所)
1. 北海道	38	3	13
2. 東北	285	7	41
3. 関東	3,739	57	66
4. 中部	2,386	53	45
5. 関西	817	20	41
6. 中国・四国	242	10	24
7. 九州	393	15	26
全国	7,900	165	48

*商用：一般の顧客に有償で水素を販売している

商用水素STの安全対策



6. 水素技術の標準化

審議団体と役割分担

IEC/TC105

「燃料電池技術（除く自動車）」

審議団体：JEMA*

(*日本電機工業会)



定置式燃料電池
システム

ISO/TC197

「水素技術」

審議団体：HySUT



水素ステーション
関連技術

ISO/TC22/SC37

「自動車／電動車両」

審議団体：JARI*

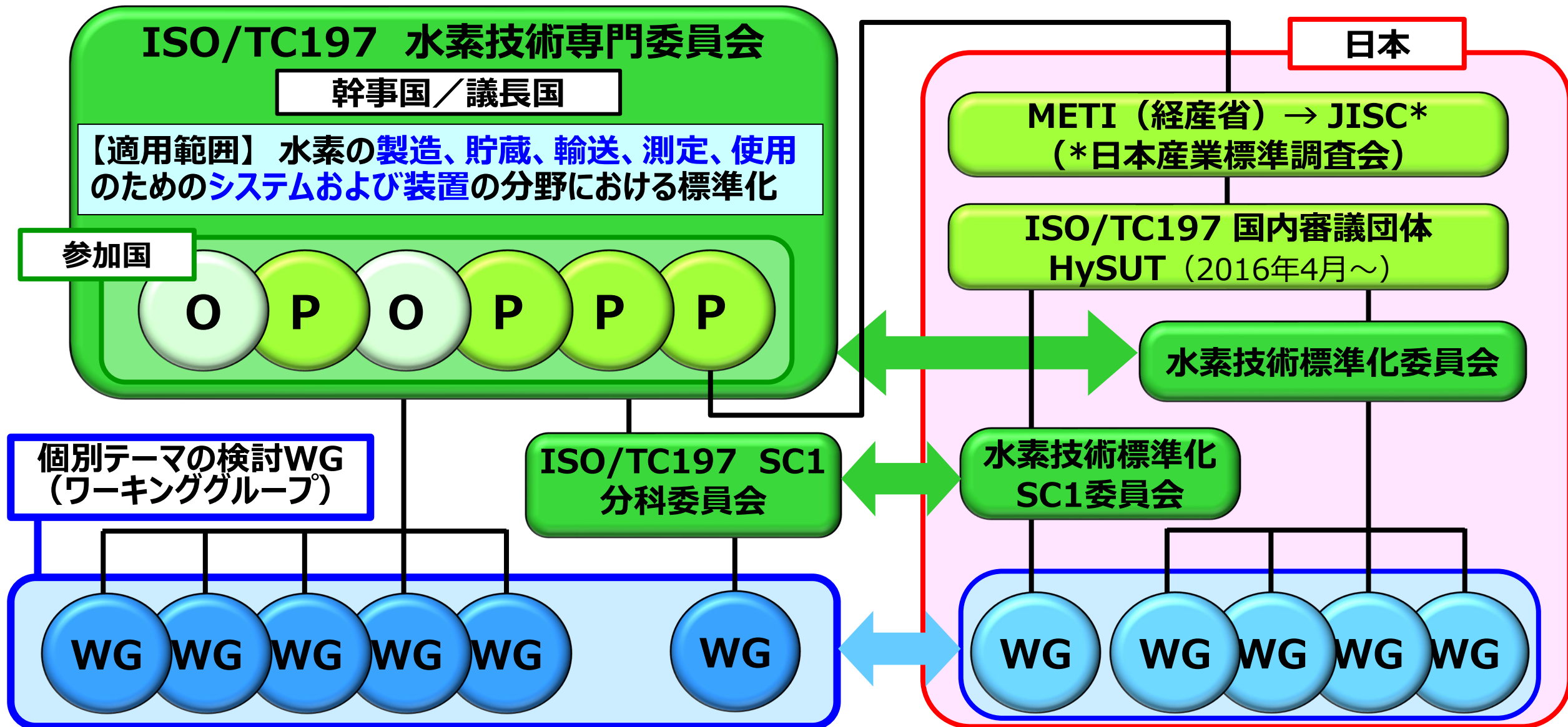
(*日本自動車研究所)



FCV

ISO (国際標準化機構) : International Organization for Standardization
IEC (国際電気標準化会議) : International Electrotechnical Commission

ISO/TC197 活動体制



TC197事務局

About

Secretariat: SCC

幹事国：カナダ

SCC: Standards Council of Canada (カナダ規格審議会)

Committee Manager: Mr Siasia Morel

議長国：日本（2022年1月～）

Chairperson (until end 2024): Mr Tetsufumi IKEDA

ISO Technical Programme Manager [TPM]:

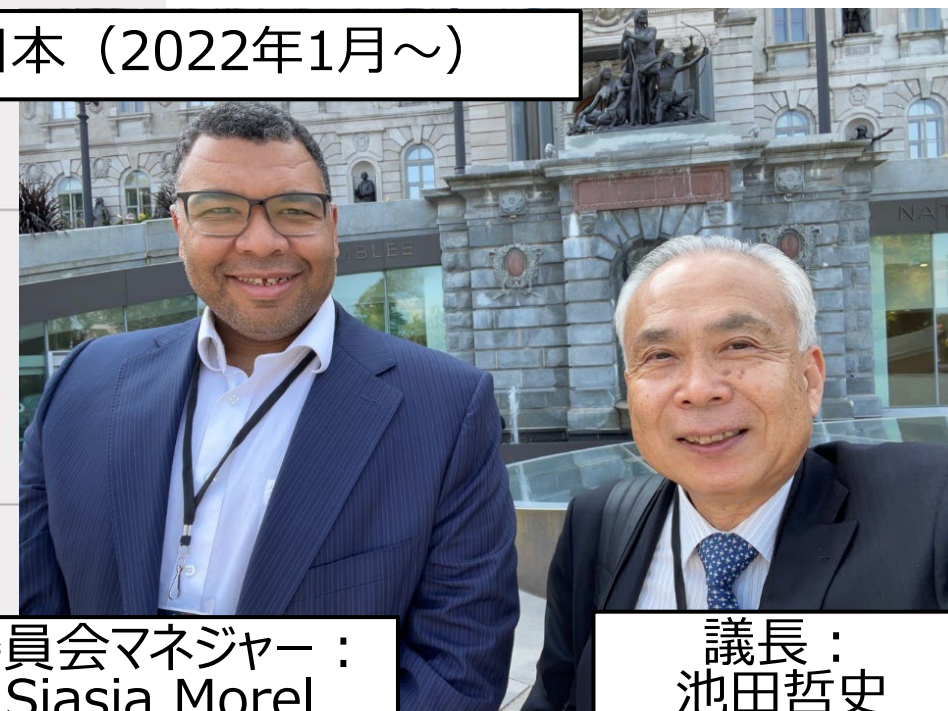
Mrs Kirsi Silander-van Hunen

ISO Editorial Manager [EM]: Mr Arun ABY Paraecattil

Creation date: 1990

設立：1990年

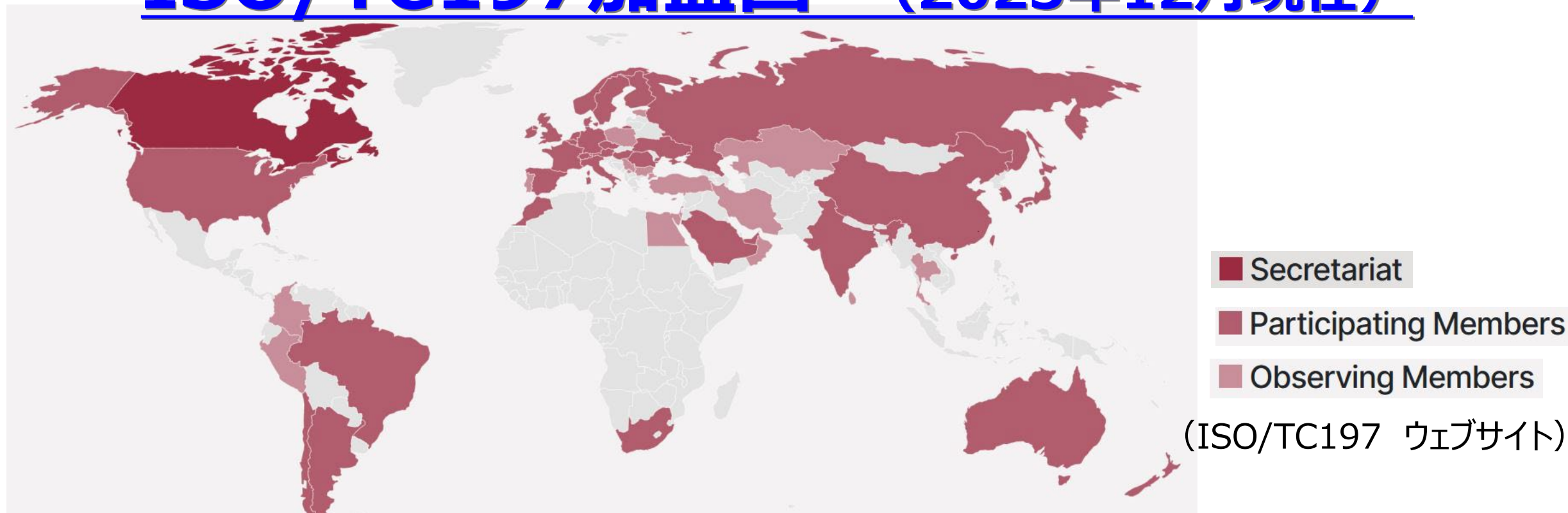
(ISO/TC197 ウェブサイト)



委員会マネジャー：
Siasia Morel

議長：
池田哲史

ISO/TC197加盟国 (2023年12月現在)



- **Pメンバー (34ヶ国)** : アルゼンチン、オーストラリア、オーストリア、ベルギー、ブラジル、カナダ、チリ、中国、チェコ、デンマーク、フィンランド、フランス、ドイツ、ハンガリー、インド、アイルランド、イタリア、日本、韓国、モロッコ、オランダ、ニュージーランド、ノルウェー、ルーマニア、ロシア、サウジアラビア、南ア、スペイン、スウェーデン、スイス、ウクライナ、UAE、英国、米国
- **Oメンバー (18ヶ国)** : ブルガリア、コロンビア、キプロス、エジプト、エストニア、香港、イラン、イスラエル、カザフスタン、ルクセンブルク、オマーン、ペルー、ポーランド、ポルトガル、セルビア、スリランカ、タイ、トルコ

ISO/TC197 総会開催地

仏山（中国）／2017年12月4日～8日



バンクーバー（カナダ）／2018年12月3日～7日



グルノーブル（フランス）／2019年12月9日～13日



オンライン開催／2020年12月9日



ソウル（韓国）ハイブリッド ➡ オンライン開催／2021年12月6日～10日



シドニー（オーストラリア）／2022年12月5日～9日



ウィーン（オーストリア）／2023年11月13日～17日

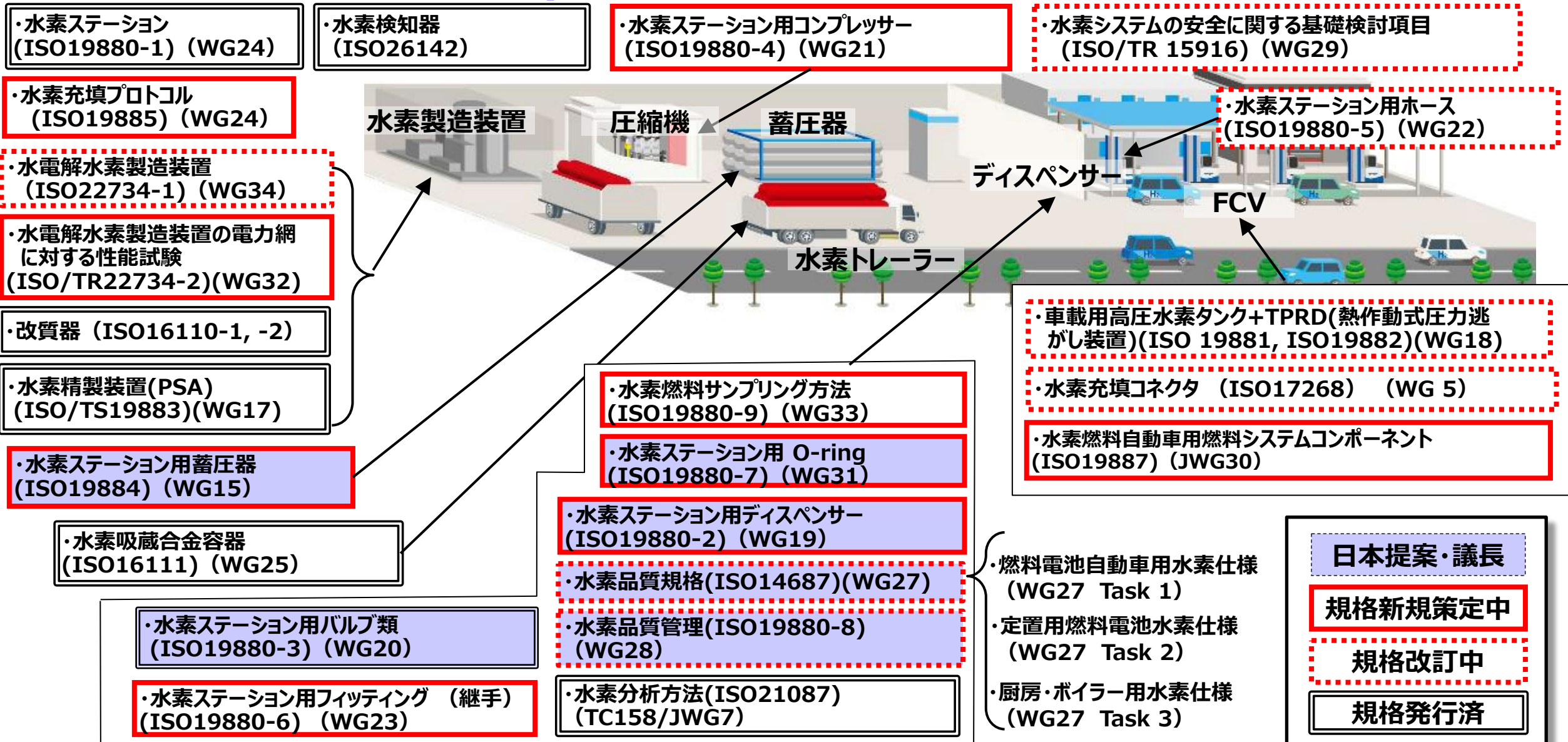
ISO/TC197 活動実績



第32回総会
ウィーン／2023年11月

- 発行済規格 : 19
- 開発中規格 : 18
- 総会開催数 : 32
- 次回総会 : ソウル (韓国) / 2024年12月

ISO/TC197関連 国際規格



策定・改訂中（一部発行済）の国際規格（その1）

WG	ISO No.	分野	規格名	コンビナー・プロジェクトリーダー
WG27	14687 改訂中	品質	水素燃料品質－製品仕様	日本
WG29	TR15916 改訂中	安全	水素システムの安全性に関する基本的な考慮事項	米国
WG5	17268-1 改訂中	充填	水素ガス－陸上車両燃料補給接続装置－パート1：120g/s以下の流量	カナダ
WG5	17268-2 改訂中	充填	同 －パート2：120g/s超の流量	カナダ
WG36	17268-3 新規策定中	充填	同 －パート3：極低温圧縮水素ガス	ドイツ
WG24	19880-1 2020発行済	水素ST	水素ガス－燃料補給ステーション－パート1：一般要件	米国・フランス
WG19	19880-2 新規策定中	水素ST	同 －パート2：ディスペンサー、ディスペンシングシステム	日本
WG20	19880-3 2018発行済	水素ST	同 －パート3：バルブ	日本
WG21	19880-4 新規策定中	水素ST	同 －パート4：圧縮機	米国
WG22	19880-5 改訂中	水素ST	同 －パート5：ディスペンサーホース、ホースアセンブリ	米国
WG23	19880-6 新規策定中	水素ST	同 －パート6：フィッティング	米国
WG31	19880-7 新規策定中	水素ST	同 －パート7：O-リング	日本
WG28	19880-8 新規策定中	水素ST	同 －パート8：燃料品質管理	日本
WG33	19880-9 新規策定中	水素ST	同 －パート9：燃料品質分析のためのサンプリング	英国・ノルウェー

策定・改訂中（一部発行済）の国際規格（その2）

WG	ISO No.	分野	規格名	コンビナー・プロジェクトリーダー
WG18	19881 改訂中	容器	水素ガス－陸上車両燃料容器	カナダ
WG18	19882 改訂中	容器	水素ガス－圧縮水素自動車燃料容器用熱作動式圧力開放装置	カナダ
WG15	19884-1 新規策定中	容器	水素ガス－定置式貯蔵用シリンダーおよびチューブ－パート1：一般要件	米国・日本
WG15	TR19884-2 新規策定中	容器	同－パート2：水素供給に対応したクラスA材料（鋼およびアルミニウム合金）の材料試験データ	米国・日本
WG15	TR19884-3 新規策定中	容器	同－パート3：浅い圧力サイクル推定方法を実証するための圧力サイクル試験データ	米国・日本
WG24	19885-1 新規策定中	充填	水素ガス－水素燃料自動車の燃料供給プロトコル－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	米国
WG24	19885-2 新規策定中	充填	同－パート2：車両とディスプレイ制御システム間の通信の定義	米国
WG24	19885-3 新規策定中	充填	同－パート3：大型道路車両用の高流量水素燃料供給プロトコル	米国
JWG30	19887 新規策定中	車両	水素ガス－水素燃料車両の燃料システム構成部品	米国
WG35	13984 改訂中	液水充填	液体水素－陸上車両燃料供給プロトコル	ドイツ
WG1	13985 改訂中	液水容器	液体水素－陸上車両燃料タンク	ドイツ
WG34	22734-1 改訂中	水電解	水の電気分解による水素発生装置－パート1：一般要求事項、試験プロトコル及び安全要求事項	英国
WG32	TR22734-2 新規策定中	水電解	同－パート2：電力システムサービスを実施するための試験ガイダンス	ドイツ
SC1/WG1	TS19870 2023発行済	サステナビリティ	水素の生産、調整、消費ゲートへの輸送に伴う温室効果ガス排出量を決定する方法論	フランス・ブラジル

発行規格の例（1）ISO17268／陸上車両燃料補給接続装置

燃料電池自動車（FCV）用の接続装置（充填ノズルおよびレセプタクル）は、国際的に**一つの規格で統一**された



現在、**HDV（大型車両）**
用の規格を開発中

対比：電気自動車（EV）の充電コネクタ（地域で異なる構造）

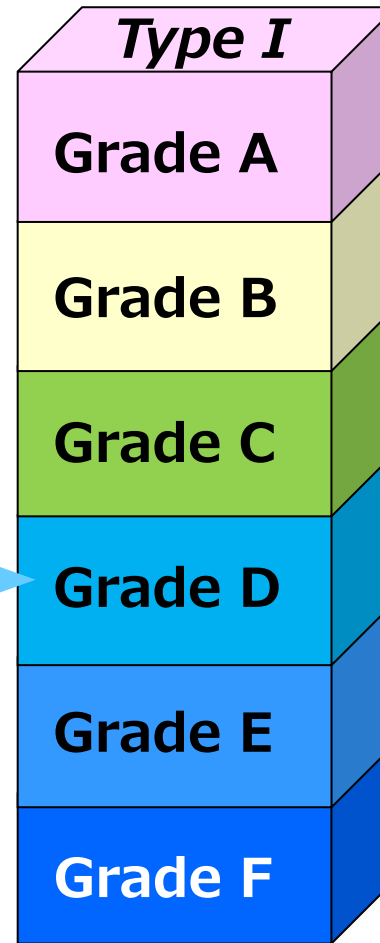


発行規格の例（2） ISO14687 (2019)／水素燃料品質－製品仕様

PEM燃料電池を使用した道路走行用車両用
水素ガス／水素純度：99.97%以上

種類	最大許容濃度（ppm）
水分	5
メタン以外の全炭化水素	2
メタン	100
酸素	5
ヘリウム	300
窒素	300
アルゴン	300
二酸化炭素	2
一酸化炭素	0.2
全硫黄	0.004
ホルムアルデヒド	0.01
ギ酸	0.2
アンモニア	0.1
ハロゲン化合物	0.05

14687
Table 2



家庭用/商業用燃焼機器
（例：ボイラー、調理器お
よび同様の用途）

PEM燃料電池用途を除く、
発電および熱生成用の工
業用燃料

PEM燃料電池用途を除く、
発電および熱生成用の工
業用燃料

定置型機器用PEM燃料
電池

内燃機関用途

これまでFCV用グレードDが検討の中心だった
現在、他の各グレードを含めた改訂を検討中

水素関連政策 水素基本戦略の改訂（2023年6月6日）

（参考）水素産業戦略

- 我が国の技術・製品を国内外の市場に普及させ、日本企業の産業競争力の強化に繋げることは、**産業政策の観点**から重要。
- 「技術で勝ってビジネスでも勝つ」ため、**市場の立ち上がり**が相対的に早く、**市場規模も大きい**と考えられる分野、**日本企業が技術的優位性を持っていると考えられる分野**として、**5 類型、9 分野**を中核となる戦略分野を決定し、重点的に取り組むことで、**世界で水素サプライチェーンを構築**していく。

① 水素供給

2025 基本事業
必要な機器の大半をモジュール化

水電解スタック

水素製造

水素サプライチェーン



② 脱炭素型発電

燃焼器



③ 燃料電池

2020年末発売の新型「MIRAI」



④ 水素の直接利用



脱炭素型鉄鋼

脱炭素型化学製品

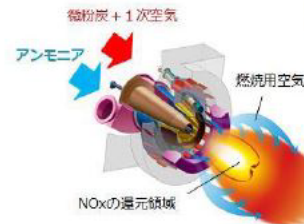
水素ガス燃料船



水素燃料船

⑤ 水素化合物の活用

燃料アンモニア



カーボン
リサイクル製品

ISO/TC197 SC1を活用した応用分野の拡大

ISO/TC 197

- ✓ 水素技術に求められる基本要件
 - 製造
 - 貯蔵
 - 取り扱い
 - 建築環境
 - プロトコルと構成機器（車両および水素供給インフラ）



（トヨタ ホームページ）

ISO/TC 197/SC1（2022年～）

- ✓ 大規模利用・エネルギーシステムにおける水素技術の応用要件
 - 再生可能エネルギー、エネルギー貯蔵、グリッドバランシング
 - P2G / P2H / P2X
 - サステナビリティ関連
 - 大型構成機器とエネルギーシステムの試験方法
 - 鉄道、船舶、航空機等への応用



（トヨタ ホームページ）



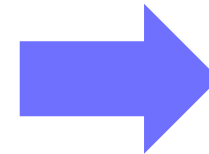
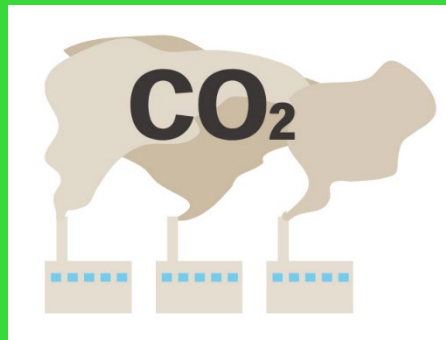
（東芝 ホームページ）

発行規格の例 (3)

TC 197/SC1 WG1

ISO/TS 19870 (2023)

水素の製造、調整、消費ゲートまでの
の輸送に関連する温室効果ガス排
出量を決定するための方法論



IS移行
検討開始予定
(2024年～)

7. まとめ

- 水素は性質を理解し適切に取り扱えば、他の燃料と同様に安全を確保できる
 - 水素は色々なものから作ることができる
 - 水素は長時間ためて持ち運ぶことができ、燃料電池があればいつでも「電気」に変えることができる
 - 水素はFCVの燃料として利用でき、化石燃料から作った水素でもCO₂の削減に一定の効果がある
-
- ISO/TC197（水素技術）は日本主導で進めてきたテーマが多い
 - これまで、FCV、水素ステーション関連技術を中心に成果を積み上げてきた
 - 水素の応用分野は大型車両、船舶、鉄道等の用途に拡大しつつあり、サプライチェーン、サステナビリティ関連の規格開発も期待されている

ご清聴ありがとうございました。



本報告には、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）委託事業の成果の一部が含まれる