

札幌市内における水素利活用手法の 基礎調査・実証事業等検討業務

報告書

令和6年3月



株式会社ドーコン

(1) 札幌市に適した水素利活用手法の基礎調査

ア 国内外他地域の先進事例調査	P3
イ 水素利用機器の最新活用事例調査	P16
ウ 札幌市における地域特性調査	P25
エ 札幌市における水素利活用の障壁となる法規制調査	P28
オ 連携可能性調査	P43

(2) 実証事業等の検討

ア 実装を見据えた複数の実証事業の検討	P46
イ 大規模な水素利活用が見込めるプロジェクトの検討	P59
ウ 市有施設における水素利活用検討	P62
エ 実証事業やプロジェクトに必要な費用や体制の検討	P63

(3) その他

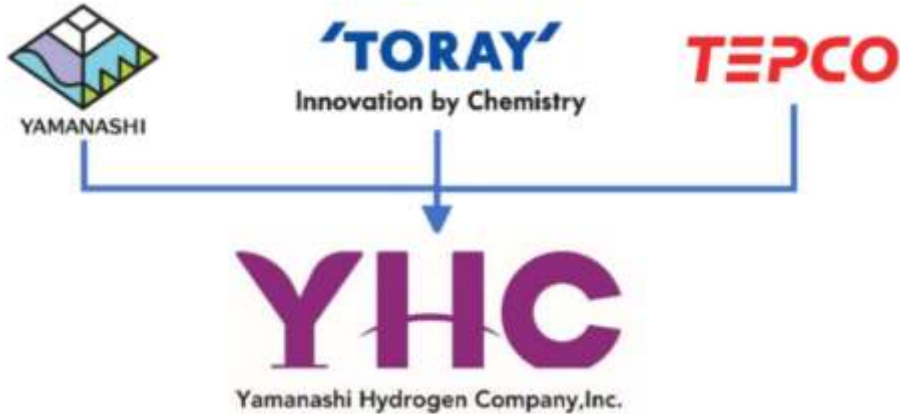
ア 庁内報告会の実施	P66
イ 既存事業の整理	P67

(1) 札幌市に適した水素利活用手法の基礎調査

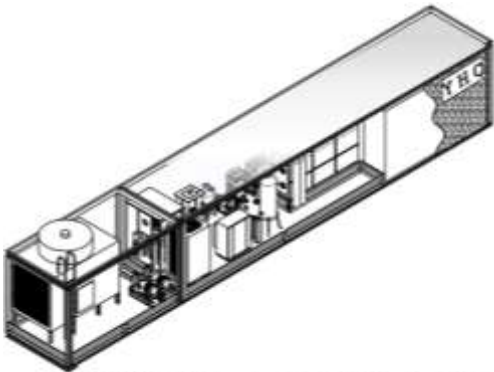
◆ 山梨県の取組について

➤ 太陽光発電の余剰電力を活用した水素の製造が行われている

基本情報			
地域概要	・人口は793,146人（R6.2.1時点）、面積は4,465km ² ・清冽な水が豊富であり、果樹の生産量が多い ・全国有数の長い日照時間で太陽光発電が盛ん	事業主体	・中心　：山梨県、東京電力ホールディングス、東レ ・その他：東京電力エナジーパートナー、日立造船、シーメンス・エナジー、加地テック、三浦工業、ニチコンなど
製造			
製造源	太陽光発電由来の電力　1.5MW	製造システム	P2G（Power to Gas）システム
利用設備	大型固体高分子型（PEM型）水電解装置など	製造量	370Nm ³ /h
備考	・P2G（Power to Gas）システムとは、再生可能エネルギーなどの余剰電力を活用して気体燃料を製造し、貯蔵・利用を行うシステムのこと ・山梨県ではH26からP2Gシステムの技術開発を進行		
貯蔵・輸送			
貯蔵方式	水素吸蔵合金（3,500Nm ³ ）	輸送方式	水素トレーラー、水素カードル
利用			
利用施設	工場、スーパーマーケット	利用方法	水素ボイラー、燃料電池、FCV燃料
地域への影響			
波及効果	電気事業の拡大と経営の安定化	付加価値	県の予算へ電気事業による利益のうち毎年5億円の繰り出し
直近の動向・その他事業など			
事業①	事業内容	・大規模PEM型水電解装置の開発実証（R3～R7） ・山梨県北杜市の「サントリー天然水 南アルプス白州工場」び「サントリー白州蒸溜所」において、大規模な水素製造装置「やまなしモデルP2G（Power to Gas）システム」の導入に向けた建設工事の開始（R6.2～R7予定）	
	事業費	約140億円（うちグリーンイノベーション基金による支援規模は約100億円、補助率は1/2）	
事業②	事業内容	・「500kW級ワンパッケージP2Gシステム」や「次世代容器のカードル・トレーラーとマルチ圧力出荷設備」などの技術開発（R3～R7）	
	事業費	約170億円（うちNEDOの助成は110億円）	

事業体制	直近の動向 事業①
 YAMANASHI TORAY Tepco Innovation by Chemistry YHC Yamanashi Hydrogen Company, Inc.	 事業イメージ 米倉山1.5MW装置 本基金事業の開発内容 100MW級モジュール連結式システム
備考 ・中心メンバー3者により、実証の成果を事業化するための国内初のP2Gシステム専業企業「YHC（やまなしハイドロジェンカンパニー）」がR4.2に設立された	備考 ・大規模需要家の熱需要を水素に転換することを目指し、10MW級のPEM型水電解装置の導入実証を行い100MW規模へのスケールアップ技術取得を目指す
出典 ・YHC「企業紹介」 (https://www.yhc-inc.jp/?page_id=34)	出典 ・NEDO「グリーンイノベーション基金事業／再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造」 (https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/pdf/001_07_00.pdf)

直近の動向 事業②

	<table><tr><th>項目</th><th>システム仕様</th></tr><tr><td>受電電圧</td><td>6.6kV 50Hz</td></tr><tr><td>入力</td><td>定格：500kW 運用時：250kW</td></tr><tr><td>水素製造能力</td><td>定格：120Nm³/h（運用時：60Nm³/h）</td></tr><tr><td>水素圧力</td><td>0.8MPaG</td></tr><tr><td>寸法</td><td>基本パッケージ：幅 12.2m×奥行 2.5m×高さ 2.9m 補機パッケージ：幅 6.1m×奥行 2.5m×高さ 2.4m</td></tr><tr><td>重量</td><td>約35t</td></tr></table>	項目	システム仕様	受電電圧	6.6kV 50Hz	入力	定格：500kW 運用時：250kW	水素製造能力	定格：120Nm ³ /h（運用時：60Nm ³ /h）	水素圧力	0.8MPaG	寸法	基本パッケージ：幅 12.2m×奥行 2.5m×高さ 2.9m 補機パッケージ：幅 6.1m×奥行 2.5m×高さ 2.4m	重量	約35t	
項目	システム仕様															
受電電圧	6.6kV 50Hz															
入力	定格：500kW 運用時：250kW															
水素製造能力	定格：120Nm ³ /h（運用時：60Nm ³ /h）															
水素圧力	0.8MPaG															
寸法	基本パッケージ：幅 12.2m×奥行 2.5m×高さ 2.9m 補機パッケージ：幅 6.1m×奥行 2.5m×高さ 2.4m															
重量	約35t															
【500kW級ワンバックシステム 基本パッケージイメージ図】																
備考	・既存の受電設備を活用し、低コストかつ統合部品により構成されるシステムの構築により、工事費・メンテナンスコストを低減し、市場の拡大を目指している ・大成ユレック川越工場では500kW級ワンパッケージP2Gシステムの第1号機を設置し、太陽光発電設備の電力から製造した水素を水素ボイラーへ活用している（R6.2.26～） ・その他、P2Gシステムは東京都やヒメジ理化（福島県）などさまざまな自治体や企業への導入が見込まれている															
出典	・「NEDO水素・燃料電池成果報告会2022」（https://www.nedo.go.jp/content/100950481.pdf） ・大成建設「再生可能エネルギーから水素を製造する500kWワンバックP2Gシステムの設置」（https://www.taisei.co.jp/about_us/wn/2024/240226_9916.html）															

◆ 福岡県の取組について

➤ 下水汚泥や再エネを活用した水素の製造が行われている

基本情報			
地域概要	・人口は5,102,121人（R6.2.1時点）、面積は4,987km ² ・小売業やサービス業などの第3次産業が基幹産業 ・北九州市で国内最大規模の洋上風力発電の運転が計画中（R7～）	事業主体	・福岡市、九州大学、豊田通商、三菱化工機 ・西部ガス、正興電機製作所、西日本プラント工業とも共同で実施（R4～）
製造			
製造源	生活排水の処理過程で発生したバイオガス	製造システム	水蒸気改質反応
利用設備	膜分離装置など	製造量	約3,300Nm ³ /日（下水バイオガス2,400Nm ³ /日进行处理）
備考	・生活排水を水処理施設や汚泥処理施設で精製された下水バイオガスから、膜分離装置によって高濃度メタンガスを回収する。水蒸気とメタンの水蒸気改質反応により水素を製造し、吸着剤でさらに高純度水素を精製する。		
貯蔵・輸送			
貯蔵・輸送方式	下水汚泥の処理施設と同敷地内で水素を製造し、オンサイトの水素ステーションで水素を供給している。		
利用			
利用施設	下水バイオガス水素ステーション	利用方法	FCVへの水素充填
地域への影響			
波及効果	生活排水から水素を製造するため、世界のどの都市でも展開が可能であると共に、地産地消エネルギーとしての有効利用が期待される。	付加価値	水素製造のためバイオガスから取り出したCO ₂ を液化回収し、ハウス栽培に試験的に利用するなど有効活用を実施する。
直近の動向・その他事業など			
事業①	事業内容	・国土交通省が実施する「下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）」に採択され、実証の実施（H27～R3）。 →設備を国から福岡市に移管し、地産地消型水素ステーションの運営を再開（R4.9.26～）	
	事業費	建設費：872百万円、維持管理費：70.1 百万円/年（H28時点の推定費）	
事業②	事業内容	・北九州パワーを中心として「北九州市における地域の再エネを有効活用したCO ₂ フリー水素製造・供給実証事業」を実施（R2～R4）	
	事業費	約8億円（予定）	

福岡県水素グリーン成長戦略会議	直近の動向 事業①-1
 ＜2030年の福岡県が目指す姿＞	
備考 ・H16に福岡水素エネルギー戦略会議が設立され、全国に先駆け産学官一体となって、研究開発、新産業の育成・集積などを総合的に推進。福岡県水素グリーン成長戦略策定（R4）に伴い、福岡県水素グリーン成長戦略会議へ移行。会員数は910企業・機関（R6.3.1時点）	備考 ・下水処理場に水素ステーションを構築することで、製造から供給まで含めた一連の水素製造装置の性能評価を実証
出典 ・福岡県水素グリーン成長戦略会議（https://f-suiso.jp/）	出典 ・下水バイオガス原料による水素創エネ技術導入ガイドライン（案）（https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryoku/tnn/tnn0930pdf/ks0930.pdf）
直近の動向 事業①-2	直近の動向 事業②
 下水バイオガス 2,400m³/日 → 水素 3,300m³/日（水素自動車 約65台分） ① 膜分離装置によりCO₂を除去し、高濃度メタンガスを回収 ② 水蒸気とメタンの反応（水蒸気改質反応）により水素を製造 $\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}_2 + \text{CO}_2$ ③ 吸着材でCO₂を吸着し、高純度水素を精製	 つく・ためる → はこぶ → つかう 多様な再エネの余剰電力を効率的に調達し、安価に水素を製造 県内各地に広域的に水素を輸送 北九州水素タウンのパイプラインや水素ステーションなどの既存インフラを活用し、様々な用途で水素を利用 高濃度地区 東田地区（北九州水素タウン） 太陽光、風力、ごみ発電（バイオマス）によるエネルギーを、EBCS（エネルギー・バリュー・チェーン・システム）で統合し、水素製造（2H₂O → 2H₂ + O₂）と圧縮、輸送、水素ステーション、燃料電池自動車、水素実証住宅、福岡市・久留米市、燃料電池フォークリフト、水素ステーション、燃料電池自動車、水素燃料電池
備考 ・膜分離設備を組み合わせた水素製造技術による高純度水素の安定的な精製や供給、エネルギー創出効果等を実証	備考 ・北九州市に集積する複数の再エネ設備の有効活用によるCO₂フリー水素の低コストなサプライチェーンモデルを構築する実証プロジェクトを、環境省からの委託を受けて実施
出典 ・下水バイオガス原料による水素創エネ技術（https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/kisya/journal/kisya20150324.pdf）	出典 ・福岡水素エネルギー戦略会「北九州市における地域の再エネを有効活用したCO₂フリー水素製造・供給実証事業」（https://f-suiso.jp/site1/info/17564.html）

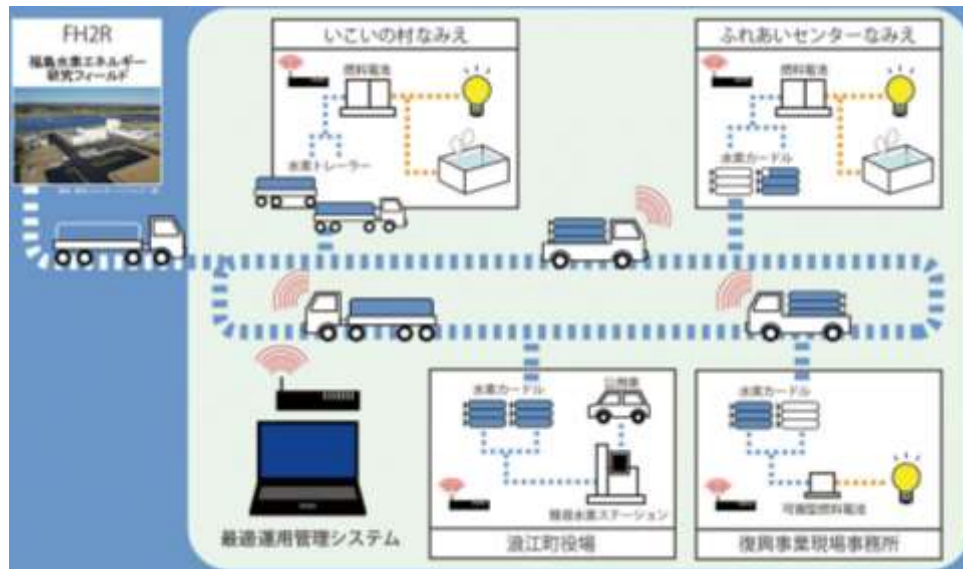
◆ 浪江町の取組について

- 水素搬送の効率化とコストの低減による町内での水素需要拡大を目指している

実証①「既存の再エネを活用した水素供給低コスト化に向けたモデル構築・実証事業」

実証事業者	【システム開発】株式会社大林組、三國機械工業株式会社、横河ソリューションサービス株式会社、株式会社ゼンリンデータコム 【協力者（実証フィールド）】浪江町	実証期間	R2.4～R4.3
事業概要	・地域の水素需要を高めるため、電力や給湯用として業務用燃料電池、水素燃料電池車の燃料として公用車用簡易型水素ステーションを設置 ・再生可能エネルギー由来の低炭素水素を最適搬送するシステムを構築し、電力・熱・水素の需給量や水素搬送状況の遠隔監視により、搬送に伴うコストやCO ₂ 排出量の削減を図る		
水素サプライチェーン			
製造	太陽光発電を利用したグリーン水素を活用	輸送	圧縮水素トレーラーやカードル輸送
利用先	・町内宿泊施設や介護施設の燃料電池（電力や給湯に使用） ・浪江町役場の燃料電池自動車		

イメージ図



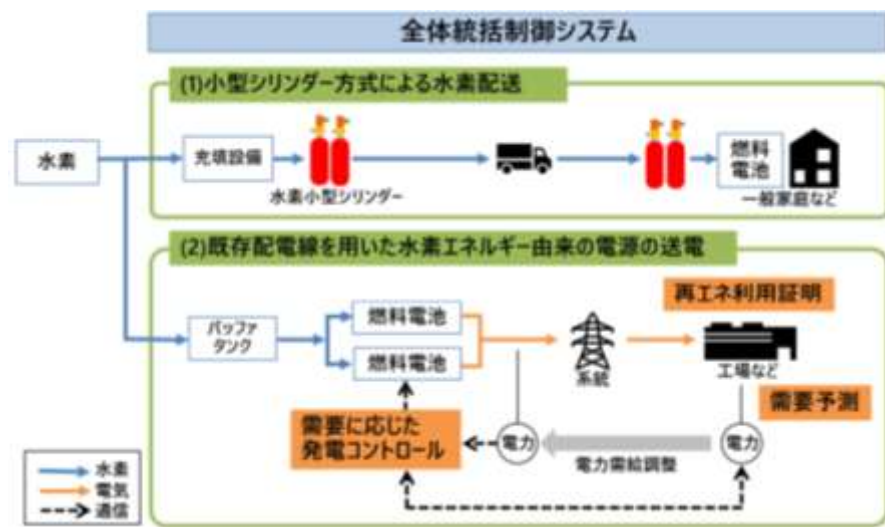
◆ 浪江町の取組について

➤ 民生と産業向けの水素利用サプライチェーンの構築を目指している

実証②「水素民生・産業利用サプライチェーン構築及び需給調整実証事業」

実証事業者	【代表幹事】浪江町、丸紅株式会社 【参加企業】株式会社日立製作所、パナソニック インダストリアル マーケティング & セールズ株式会社、みやぎ生協・コープふくしま	実証期間	R5.9～R6.3
事業概要	・（民生向け）水素小型シリンダーを町内にある一般家庭に配送し、一般家庭における水素エネルギー由来の電力活用を実現する ・（産業向け）水素エネルギー由来の電力を既存の配電線を用いて浪江町役場などへ送電し、消費電力量に応じた需給バランス制御を遠方から行う		
水素サプライチェーン			
製造	太陽光発電を利用したグリーン水素を活用	輸送	・小型シリンダーやバッファタンク ・既存の送電線を用いた送電
利用先	・一般家庭の純水素型燃料電池（エネルギー利用） ・中間地点の燃料電池（大量の水素輸送を想定し、中間地点で発電した水素由来の電気を工場へ送電する）		

イメージ図



◆ 周南市の取組について

➤ 周南市内で水素利活用機器の実証が行われている

実証「地域連携・低炭素水素技術実証事業」

実証事業者	【代表申請者】株式会社トクヤマ 【共同実施者】山口県、下関市、周南市 【共同事業者】東ソー株式会社	実証期間	H27.9.15～R4.3.31
事業概要	・環境省の支援で、工場で発生する水素を周辺地域で活用する ・輸送、利用までを一貫して実証する日本初の取組みである	事業費	H27～H31（R1）で約15億円

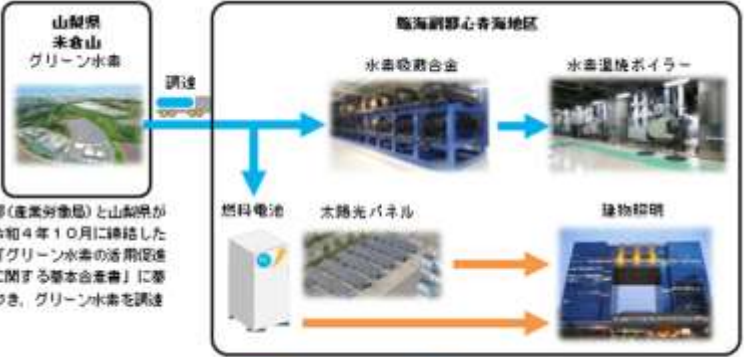
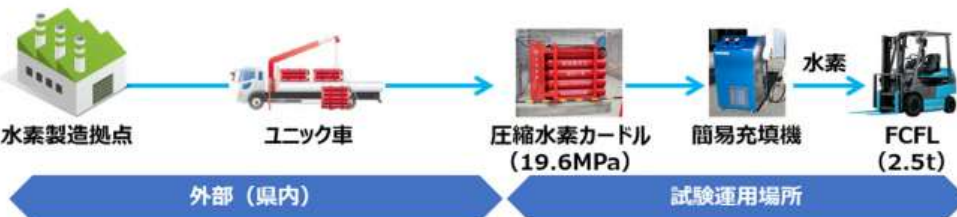
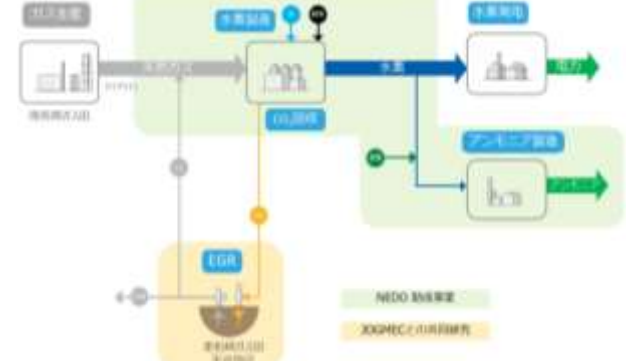
水素サプライチェーン

製造	苛性ソーダ工場から発生する未利用副生水素の回収	輸送	圧縮カードルや液化水素ローリーによる輸送
利用先	・地方卸売市場の燃料電池やフォークリフト（電気は市場内の保冷庫などで使用し、熱は保管庫等の冷暖房に利用） ・道の駅ソレーネ周南の純水素型燃料電池		

イメージ図



◆ 国内その他地域の実証について

東京都「地域熱供給への水素混焼ボイラーの実装に向けた研究開発」(R4～R8)	山口県「水素関連機器の社会実装拡大事業」(R4)
 山梨県 未食山 グリーン水素 臨海副都心青海地区 水素供給会社 水素混焼ボイラー 燃料電池 太陽光パネル 建物照明 都(産業労働局)と山梨県が 令和4年10月に締結した 「グリーン水素の活用促進 に関する基本合意書」に基 づき、グリーン水素を調達 凡例: — グリーン水素 — グリーン電力	 水素製造拠点 トラック ユニック車 圧縮水素カードル (19.6MPa) 簡易充填機 水素 FCV (2.5t) 外部(県内) 試験運用場所
備考 ・地域熱供給への水素混焼ボイラーの実装と、グリーン電力の建物照明等への活用 ・予算案として7億円を計上 (R5)	備考 ・県内の工場、空港で水素カードルと水素充填機の使用によるFCフォークリフトの運用実証を実施し、既存のフォークリフトより3～4倍のコストとなった (3,644千円～4,391千円)
出典 ・東京都 グリーン水素を活用した臨海副都心の脱炭素化に向けた取組の実施について (https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2023/04/28/10.html)	出典 ・山口県 水素関連機器の社会実装拡大事業 (https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/soshiki/254/200872.html)
新潟県「火力発電所における水素混焼実証」(R5.10～R7.3)	新潟県「水素・アンモニア製造・利用一貫実証試験」(R4～R7)
 水素混焼実証の概要 対象発電機 新潟火力発電所5号系列 5-1号機 所在地 新潟県新潟市東区鶴上町 燃料種 LNG(液化天然ガス) 出力 5.45万kW 実証期間 2023年10月中旬～2025年3月(予定) 水素混焼率 1%程度(体積比) 水素の供給 水素カードル(ボンベ20本) 「水素混焼」のイメージ 燃焼タービン 発電機 ガスタービン 排熱回収ボイラー 暖房 新潟火力発電所 5号系列 おおよそ 2021 2022 2023 2024 2025 2026 新潟火力における水素/アンモニア実証 FS 詳細検討・設備改造 実証 水素/アンモニア設備・専任設備実証検討 FS・詳細検討 実証検討 実証で得られた知見を蓄積 スケジュール	 水素製造 アンモニア製造 水素貯蔵 アンモニア貯蔵 水素利用 アンモニア利用 水素/アンモニア製造・利用一貫実証試験 NEDO 助成事業 JOGMECとの共同研究
備考 ・少量の水素を既存の燃料ガスに混合し、ガスタービンにおいて燃焼させて発電を行う ・事業用のガスコンバインドサイクル発電設備としては国内初の水素混焼試験である	備考 ・NEDOから助成を受け、水素・アンモニアの製造およびCO₂回収について実証を行う ・国内枯渇油ガス田を活用したCO₂貯留可能量把握についてJOGMECと共同研究を行う
出典 ・東北電力 新潟火力発電所 5号系列における水素混焼実証について (https://www.tohoku-epco.co.jp/news/normal/_icsFiles/afieldfile/2023/09/26/230926_p2_1.pdf)	出典 ・株式会社 INPEX 「新潟県柏崎市でのブルー水素・アンモニア製造・利用一貫実証試験の開始について(お知らせ)」 (https://www.inpex.co.jp/news/assets/pdf/20221115.pdf)

◆ 国内その他地域の実証について

兵庫県「水素サプライチェーン構築実証事業」



備考

- ・海外から運んできた液化水素を「神戸液化水素荷役実証ターミナル」で荷揚げして、貯蔵する技術の実証事業（H27～）
- ・世界初の大規模液化水素の国際間輸送に成功（R4）

出典

- ・神戸市 水素の活用（水素スマートシティ神戸構想）
（<https://www.city.kobe.lg.jp/a36643/shise/kekaku/kikakuchosekyoku/energy/hydrogen/20190106040301.html>）

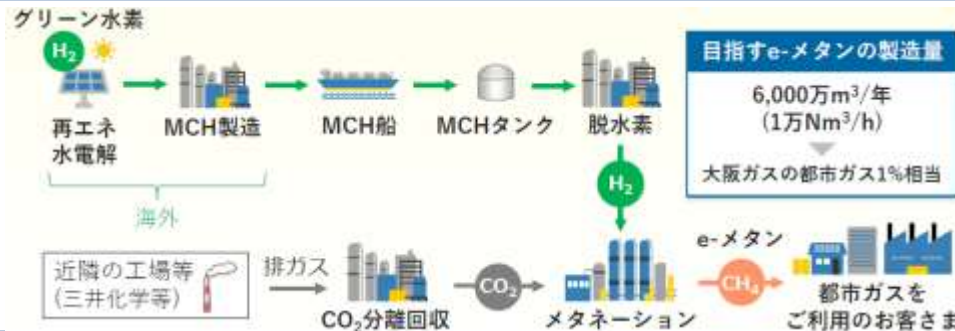
兵庫県のその他取組



備考

- ・水素100%のガスタービン発電による電気と熱を、市街地の近隣に立地する公共施設に供給する水素コージェネレーションシステムの開発実証（H27～）
- ・兵庫県・神戸市・民間企業等との産官学連携を通じた、グリーン水素のサプライチェーンに関する技術確立に向けた「水素・未来エネルギー技術研究センター」の設置（R5.11.1）

大阪ガス「グリーン水素を活用した国産e-メタンの大規模製造に関する共同検討」



備考

- ・グリーン水素をメチルシクロヘキサンに変換し、CO₂と組み合わせてe-メタンを大規模に製造する
- ・R12年までに6,000万m³/年規模での国産e-メタン製造設備構築および製造開始を目指す

出典

- ・大阪ガス「大阪港湾部におけるグリーン水素を活用した国内初となる国産e-メタンの大規模製造に関する共同検討の開始について」
（https://www.osakagas.co.jp/company/press/pr2023/_icsFiles/afieldfile/2023/08/29/230829_1.pdf）

大阪ガス「生ごみ由来バイオガスを活用した水素サプライチェーン構築・実証事業」(R4～R7)



備考

- ・再エネ由来水素と生ごみ1t/日から得られるバイオガスから5Nm³/h規模のメタンを製造する
- ・本事業後は、ごみ焼却工場や食品加工工場向けにシステム導入を目指す

出典

- ・大阪ガス「都市部における再エネ由来水素と生ごみ由来バイオガスを活用したメタネーションによる水素サプライチェーン構築・実証事業の開始について」
（https://www.osakagas.co.jp/company/press/pr2022/1306105_49634.html）

◆ 世界各国の水素戦略策定と予算投資計画

国・地域名	水素戦略・取組	投資計画
アメリカ	・新車販売のうち一定割合をEVやFCVとする規制を推進している ・ユタ州で大型水素発電プロジェクトが計画され、2025年に水素混焼率30%、2045年に100%専焼運転を目指す ・10年以内に水素コストの8割削減（クリーン水素の価格 1 キロ当たり 1 ドル）を目指す	・水素エネルギー活用に95億ドル（約1.1兆円）を投じる予定 ・全米16州にまたがる7カ所を水素生産拠点として選定し、70億ドル（約8,100億円）を助成
フランス	・2030年までに6.5GWのグリーン水素製造設備の設置と600万トンのCO₂排出量の削減を目指す	・2030年までの間に水素関連分野へ、70億ユーロ（約8,900億円）の支援予算を計画 ・4件の水電解装置の大型製造工場建設を含む10件のプロジェクトに対して21億ユーロ（約2,600億円）の投資（R4）
ドイツ	・2030年までに水電解装置5GW以上の導入を目指す ・水電解による水素製造設備に対して、再エネ賦課金を免除 ・再エネ由来水素等の大規模輸入に向けたサプライチェーン構築事業（H₂ Global）を実施予定	・水素関連分野へ、2年間90億ユーロ（約1.1兆円）を投じる予定 ・国際パートナーシップ構築に20億ユーロ（約3,000億円）を助成する方針
デンマーク	・2030 年までに4～6GWの電気分解の能力を持つPtX技術（電力をグリーン水素やその他の合成燃料(e-fuel)へ変換する技術）の構築を目指す	・2030 年までに12.5億DKK（約217億円）の投資を提案している
イギリス	・2030年までに10GW規模の低炭素水素製造能力を開発する ・電気分解による水素生産と、発電時に発生したCO₂の回収をセットとする大規模なブルー水素プロジェクトの開発を推進している	・2030年までの間に40億ポンド（約6,000億円）の投資を計画 ・水素の固定価格保証制度を導入するための基金、2億4000万ポンド（約360億円）の準備を検討
中国	・グリーン水素の比率を2030年に15%、2050年までに70%まで引き上げる ・商用車を中心に燃料電池自動車がおよそ9,000台導入されており、水素ステーションの数が178箇所である（R4） ・2030年にFCVを100万台普及目標	・中国国内企業を中心としたサプライチェーンと基礎インフラの構築を目指すモデル都市に対して、年間最大17億元（約340億円）の助成が行われる ・R5.1～9におけるグリーン水素プロジェクト数57件に対して約3,000億元（約6兆円）の投資が見込まれている
EU	・2030年までに電解水素の製造能力を40GWを目指す ・水素パイプラインの整備に必要な制度改革に着手 ・輸送分野では、HDVによる水素利用を重視する	・2030年までに助成額で約12兆円、融資も含めると約48兆円の規模の投資を計画している

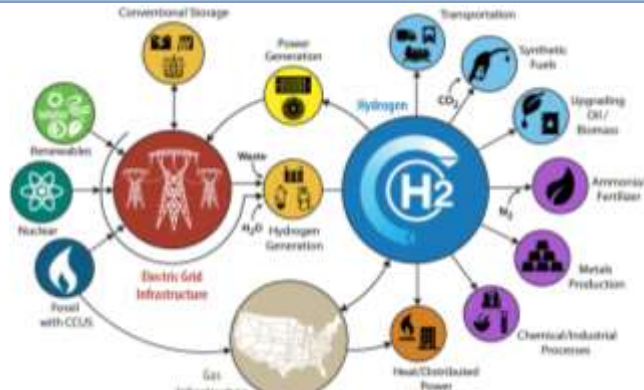
出典：経済産業省 水素を取り巻く国内外情勢と水素政策の現状について（https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/energy_structure/pdf/009_04_00.pdf）

日経XTECH 「世界がグリーン水素に本気、計画は2年で100倍超の規模に」（<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/02655/111700001/>）

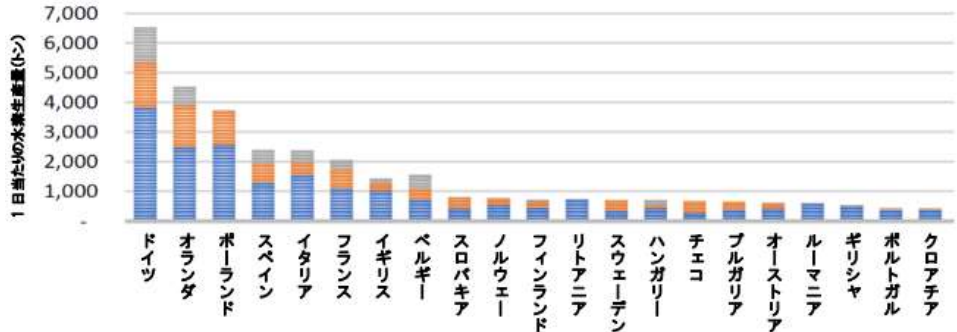
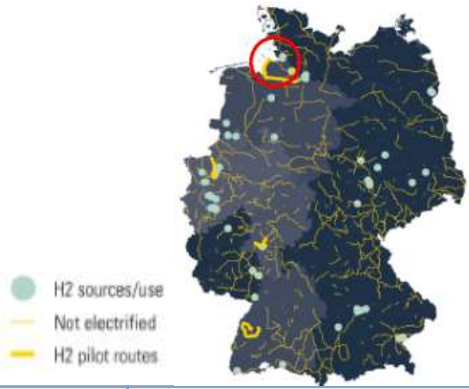
日本貿易振興機構 「政府がグリーン水素製造の入札含む戦略発表」（<https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/02/cc3d312fd00ca58a.html>）

日本貿易振興機構 「エネルギー安全保障・ネットゼロに向け水素拡大（英国）」（<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/special/2023/0503/3c74f4feb53b6.html>）

◆ 国外主要国の動向について

アメリカ			
		 United States Levelized Cost of Hydrogen (\$/kg hydrogen, production cost)^{1,2} Lighter shades reflect range of cost uncertainty¹ 2022 2025 2030 Blue hydrogen cost competitive now Green hydrogen cost competitive soon Production tax credit Green Hydrogen Blue Hydrogen³ Fossil-derived⁴	
備考	・幅広い分野と形態での水素活用に関する包括的概念としてH2@Scaleを発表（H28）し、2030年までにグリーン水素の価格が1ドル/1kg-H ₂ 以下となることを目指す	日本との関わり	・三菱重工がユタ州の発電所へ水素混焼を目的としたガスタービンや発電機を提供し、R7に水素混焼率30%で運転を開始し、R27までにCO ₂ 排出量ゼロの水素100%での運転を目指す
出典	・経済産業省 米国におけるグリーン水素政策と民間投資の動向（ https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/pdf/031_04_00.pdf ） ・三菱重工 水素100%のグリーンな発電を目指して（ https://power.mhi.com/jp/case/america_utah ）		
デンマーク			
		 水素技術における特許出願数の相対的数値 Denmark Germany Austria Japan Canada France EU27 UK South Korea OECD Australia Netherlands USA Italy Switzerland China	
備考	・水電解により水素を製造するPtXを推進しており、電気、熱、グリーン燃料の製造に寄与している ・PtX市場において大規模で効率的なプラントを有するなど技術的にリードしている	日本との関わり	・伊藤忠が大坂ガスとデンマーク企業に出資し、世界最大級となる水素製造・配給プラント（電解装置規模20MW）の商業運転を開始し3,000トン/年規模で水素の生産を始める（R6.4～）
出典	・特定非営利団体環境エネルギー政策研究所 デンマークの Power-to-X 戦略（ https://kr.isep.or.jp/report/danish-government-strategy-for-power-to-x/ ） ・伊藤忠 世界最大規模のグリーン水素製造を推進するデンマークEverfuel社への出資について（ https://www.itochu.co.jp/ja/news/press/2023/231213.html ）		

◆ EUの動向について

水素生産能力		パイプラインによる輸送	
 1日当たりの水素生産量(トン) ■ 自家消費施設 ■ 商用生産施設 ■ 副生産施設 ドイツ オランダ ポーランド スペイン イタリア フランス イギリス ベルギー スロバキア ノルウェー フィンランド リトアニア スウェーデン ハンガリー チェコ ブルガリア オーストリア ルーマニア ギリシャ ポルトガル クロアチア			
備考	・欧州で水素生産能力が最も高い国はドイツであり約6,500t-H ₂ /日の生産能力がある。次いでオランダ、ポーランドなども水素生産能力が高い（2021年度JSC特別調査結果より）	備考	・既存の天然ガス管を活用した、パイプラインによるEU内での水素の長距離輸送が検討されている
出典	・一般社団法人日本船舶技術研究協会 欧州における水素バリューチェーンに関する調査 (https://www.jstra.jp/PDF/kaigaijouhou2.pdf)	出典	・SpringerLink Hydrogen-The Bridge Between Africa and Europe (https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-74586-8_5)
燃料電池列車		水素専焼発電所	
   ● H2 sources/use — Not electrified — H2 pilot routes			
備考	・ドイツ北部で世界初の燃料電池列車が商業運転を開始（H30.9）	備考	・オランダの発電設備の一部（440MW）を100%水素専焼発電所に切り替える計画があり、三菱日立パワーシステムズも同プロジェクトへ参画している（H30～R6）
出典	・NEDO 欧州における水素関連の研究開発等の動向 (https://www.nedo.go.jp/content/100895075.pdf) ・三菱重工 オランダで天然ガス焚きGTCC発電所の水素焚き転換プロジェクトに参画 (https://power.mhi.com/jp/news/20180308.html)		

◆ 水素利用に係る国内外事故事例について

水素製造装置からの水素漏えいおよび静電気による着火事故

発生日時	2021/12/10 15:17	高圧ガス製造能力	91,986m ³ /日	
発生場所	東京都品川区 圧縮水素スタンド水素製造装置	被害状況	人的被害：なし 物的被害：なし	
事故概要	・圧縮水素スタンドの水素製造装置の熱交換器コイル溶接継手から水素ガスが漏えいした ・漏えいした水素ガスが排気煙道へ流出し、静電気により着火して爆発した			
原因	・原料加熱器コイル下部の突合せ溶接継手内面の裏波の止端部に疲労特有のストライエーションが観察された ・原料加熱器内に水素製造装置起動に伴うエアブローからのエアが流入した ・上記が原因となり繰返し熱応力と応力が集中するき裂部位の要因により、疲労き裂が発生した			
対策	・原料加熱器出口温度が 250℃を下回らないようにプログラム改良を行った ・熱交換器のコイルを、同材質の継目なし管に変更した ・熱交換器の排ガスラインに、可燃性ガス漏えい検知器を設置した			
出典	・高圧ガス保安協会 水素関連事故情報「水素製造装置からの水素漏えいおよび静電気による着火事故」(https://www.khk.or.jp/hydrogen/accident_information.html)			

水素ステーションの充填ホースからの漏えい発生による定置ガス 検知器発報

発生日時	2018/8/10 15:30	高圧ガス製造能力	22,874m3/日
発生場所	愛知県安城市 圧縮水素スタンド	被害状況	人的被害：なし 物的被害：なし
事故概要	・FCVIに充填を開始し4分後に通常とは異なるガス漏れ音がし始め、充填終了時に「パン」という破裂音を確認した ・約5分後に漏えい確認のためディスペンサー内の残圧を利用し充填ホースに水素を流した途端、充填ホース先のガス検知器が警報を発し非常停止した		
原因	・漏えいしたガスが外層微小穴から放出し切れずに補強層と外層の間に溜まり、圧力上昇により外層が破裂した ・窒素容器内に金属片などの異物が、多数存在していた ・定期自主検査時に異物が混入し充填ホース内層内面に衝突して傷をつけ、き裂を発生させた		
対策	・携帯ガス検知器をディスペンサー付近に置き、水素漏えいの検知を行いながら経過観察を実施しながら、新品充填ホースの内層に傷がないことを確認し、交換した ・充填ホース交換時の異物混入防止のため、窒素置換作業の際に窒素配管に5μmのフィルターを取り付けた		
出典	・高圧ガス保安協会 水素関連事故情報「水素ステーションの充填ホースからの漏えい発生による定置ガス検知器発報」（ https://www.khk.or.jp/hydrogen/accident_information.html ）		

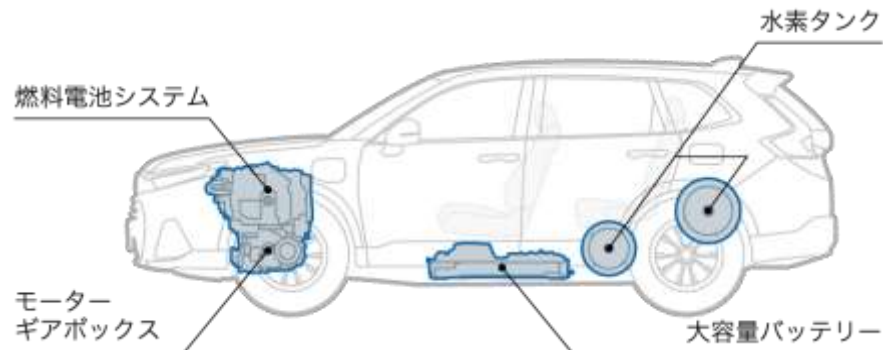


◆ FCバスについて

電動連節バスの開発			小型燃料電池バスの実証運行																																
																																			
備考	・ダイムラー・バスがメルセデスベンツの燃料電池バスを公開（R6.3.5） ・高性能バッテリーと燃料電池を組合せ、最大航続距離は400km以上である		備考	・小型燃料電池バスの実証運行が新潟県（R4.8.1～）や福岡県（R5.11.28～R7春）で行われている																															
出典	・Mercedes-Benz「THE ENDURANCE KING.」 (https://www.mercedes-benz-bus.com/en_DE/models/ecitaro-fuel-cell.html)		出典	・新潟交通 小型燃料電池バスの実証運行開始について (https://www.niigata-kotsu.co.jp/~norai/news/information/2022/220729_kogatafc.pdf) ・JR九州 BRT ひこぼしラインで FC バス実証運転を実施 (https://www.jrkyushu.co.jp/news/_icsFiles/afieldfile/2023/02/08/230208_brt_fcbus.pdf)																															
路線バスへの導入			FCバスのさまざまな活用																																
<table><thead><tr><th colspan="3">FC路線バス（SORA）の諸元</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="2">車両</td><td>全長／全幅／全高</td><td>10,525／2,490／3,350mm</td></tr><tr><td>定員（座席＋立席＋乗務員）</td><td>79（22＋56＋1）人</td></tr><tr><td rowspan="2">FCスタック</td><td>名称（種類）</td><td>トヨタFCスタック（固体高分子形）</td></tr><tr><td>最高出力</td><td>114kW×2（155PS×2）</td></tr><tr><td rowspan="3">モーター</td><td>種類</td><td>交流同期電動機</td></tr><tr><td>最高出力</td><td>113kW×2（154PS×2）</td></tr><tr><td>最大トルク</td><td>335N・m×2（34.2kgf・m×2）</td></tr><tr><td rowspan="2">高圧水素タンク</td><td>本数（公称使用圧力）</td><td>10本（70MPa）</td></tr><tr><td>タンク内容積</td><td>600L</td></tr><tr><td rowspan="2">駆動用バッテリー</td><td>種類</td><td>ニッケル水素</td></tr><tr><td>最高出力／供給電力量</td><td>9kW／235kWh</td></tr></tbody></table>			FC路線バス（SORA）の諸元			車両	全長／全幅／全高	10,525／2,490／3,350mm	定員（座席＋立席＋乗務員）	79（22＋56＋1）人	FCスタック	名称（種類）	トヨタFCスタック（固体高分子形）	最高出力	114kW×2（155PS×2）	モーター	種類	交流同期電動機	最高出力	113kW×2（154PS×2）	最大トルク	335N・m×2（34.2kgf・m×2）	高圧水素タンク	本数（公称使用圧力）	10本（70MPa）	タンク内容積	600L	駆動用バッテリー	種類	ニッケル水素	最高出力／供給電力量	9kW／235kWh			
FC路線バス（SORA）の諸元																																			
車両	全長／全幅／全高	10,525／2,490／3,350mm																																	
	定員（座席＋立席＋乗務員）	79（22＋56＋1）人																																	
FCスタック	名称（種類）	トヨタFCスタック（固体高分子形）																																	
	最高出力	114kW×2（155PS×2）																																	
モーター	種類	交流同期電動機																																	
	最高出力	113kW×2（154PS×2）																																	
	最大トルク	335N・m×2（34.2kgf・m×2）																																	
高圧水素タンク	本数（公称使用圧力）	10本（70MPa）																																	
	タンク内容積	600L																																	
駆動用バッテリー	種類	ニッケル水素																																	
	最高出力／供給電力量	9kW／235kWh																																	
備考	・路線へのFCバス導入は東京都を皮切りに、大阪市、名古屋市、静岡市、神戸市など全国各地で一台～数十台程度の導入が広がっている		備考	・その他スクールバス、社員通勤用バスなど様々な用途でFCバスが活用されている																															
出典	・脱炭素技術センター 燃料電池バスの開発状況 (https://www.decarnation-tech.com/vehicle_74/) ・TOYOTA「トヨタ自動車、量販型燃料電池バス「SORA」を発売」 (https://global.toyota/jp/newsroom/corporate/21862392.html)		出典	・JTEKT「愛知県岡崎市内に社員通勤用燃料電池バスを導入」 (https://www.jtekt.co.jp/news/2023/003560.html) ・東京工科大学「「全国初の燃料電池（FC）スクールバス」を導入しました。」 (https://www.teu.ac.jp/information/2023.html?id=177)																															

◆ 燃料電池を用いた車両の活用について

新型燃料電池車「CR-V e:FCEV」の開発



備考 ・日本の自動車メーカーが発売するモデルとしては初めて充電可能な燃料電池車であり、R6夏に発売予定である

出典 ・HONDA CR-V e:FCEV
(https://www.honda.co.jp/CR-V-efcev/new/?from=newslink_text)

FCVタクシーの導入

宮城県



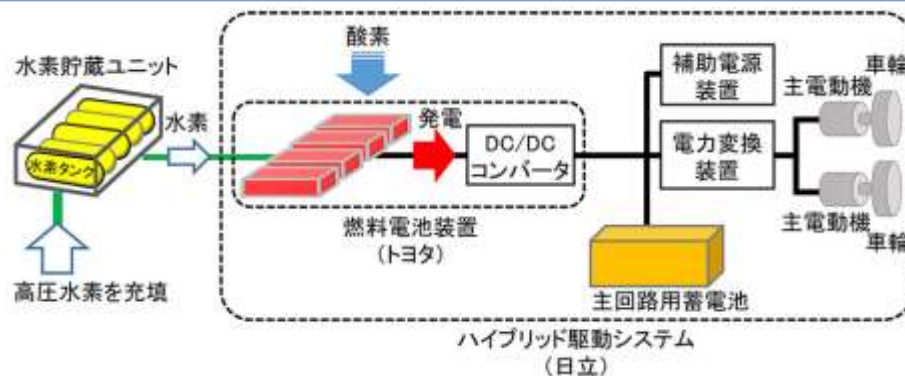
神戸市



備考 ・FCVタクシーが宮城県で4台（3社）（R4.3.28～）、神戸市で2台（1社）（R5.5.10～）導入されている

出典 ・宮城県「FCVタクシーの本格運行が始まりました」
(<https://www.pref.miyagi.jp/site/miyagi-hyenergy/fcv-taxi-r3.html>)
・神戸MK 関西の法人タクシーで初FCV（燃料電池車）2030年までに全車ZEV化へ
(https://www.mk-group.co.jp/about/news/2023west_fcv)

ハイブリッド車両（燃料電池）試験車両の開発と実証試験



項目	FV-E991系 仕様
車両構成	2両（1M1T）
最高速度	100km/h
加速度	2.3km/h/s
航続距離	約140km（最大）
主回路装置	電力変換装置（VVVFインバータ）、1C2M×2群、主電動機 95kW×4
燃料電池装置	固体高分子形 60kW×4
主回路用蓄電池	リチウムイオン電池 120kWh×2
水素貯蔵ユニット	最高充填圧力 70MPa（大気圧の約700倍） 水素貯蔵容量 51L×5本×4ユニット

備考 ・燃料電池装置の開発はトヨタが、ハイブリッド駆動システムの開発は日立が担当し、JR東日本が神奈川県の一部路線で実証試験を行う
・実証試験はR4.3～R7.3を予定しており、R12の水素ハイブリッド電車の営業運転を目指して設計検討を行う

出典 ・TOYOTA「水素をエネルギー源としたハイブリッド車両（燃料電池）試験車両の開発」(<https://global.toyota.jp/newsroom/corporate/33954803.html>)
・ニューススイッチ「JR東日本が営業運転へ、「水素ハイブリッド電車」が追究すること」(<https://newswitch.jp/p/40692>)

◆ 二輪車について

燃料電池電動アシスト自転車試作機



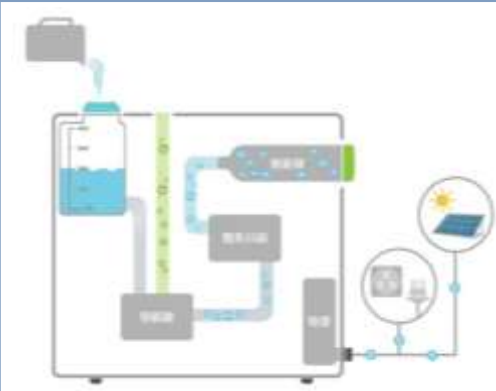
備考

・山梨大学、山梨県、民間企業が共同で燃料電池電動アシスト自転車試作機が日本で初めて制作し、披露した (R3.5.31)

出典

・山梨大学 燃料電池電動アシスト自転車試作機完成披露式
(<https://www.yamanashi.ac.jp/31572>)

水素製造・充填装置の開発と燃料電池自転車の普及



備考

・中国で太陽光発電から水素を製造しポンプ充填までを完了する世界初の装置が開発された
・R6.4から上記装置を用いたFC自転車の日本での普及を目指す新会社が設立予定

出典

・日本経済新聞「クリーン水素で動く自転車、自宅でもポンプ充填が可能に＝中国企業が開発」
(<https://36kr.jp/228817/>)

水素・燃料電池の多用途展開に向けた技術開発実証事業 (NEDO)

移動式FC電源

- ・走行距離100km以上 (現状40～50km)
- ・起動停止による劣化なし (現状バッテリー寿命3年程度)
- ・数分以内に燃料充填 (現状数時間)
- ・従来自転車と同等以下の軽量化
- ・外部への電源供給源としての利用
- ・災害時の移動用発電機としての利用

駐輪場管理システム用FC電源

- ・歩道、路肩、空地
- ・商店街中
- ・駐車場への併設
- ・期間営業運営

→上記のような従来設置が困難だった場所へ駐輪場の設置が可能となり、利便性の向上が見込まれる

非接触充電用FC電源

- ・設置場所が自由
- ・設置工事の簡略化と工事期間の短縮
- ・期間営業運営も可能
- ・ボードにも応用可能

→Lib駆動型小型モビリティ充電ポートの設置や運営の省力化に貢献、利用者の利便性向上

備考

・日邦プレジョン (株) が山梨県と協力し、上記3種の製品の開発を目指した実証をNEDO事業で行っている (R4.11.18～)

出典

・NEDO「新エネルギー等のシーズ発掘・事業化に向けた技術研究開発事業」の採択決定
(<https://www.yamanashi.ac.jp/wp-content/uploads/2022/11/20221118pr.pdf>)

水素エンジンバイクの開発



備考

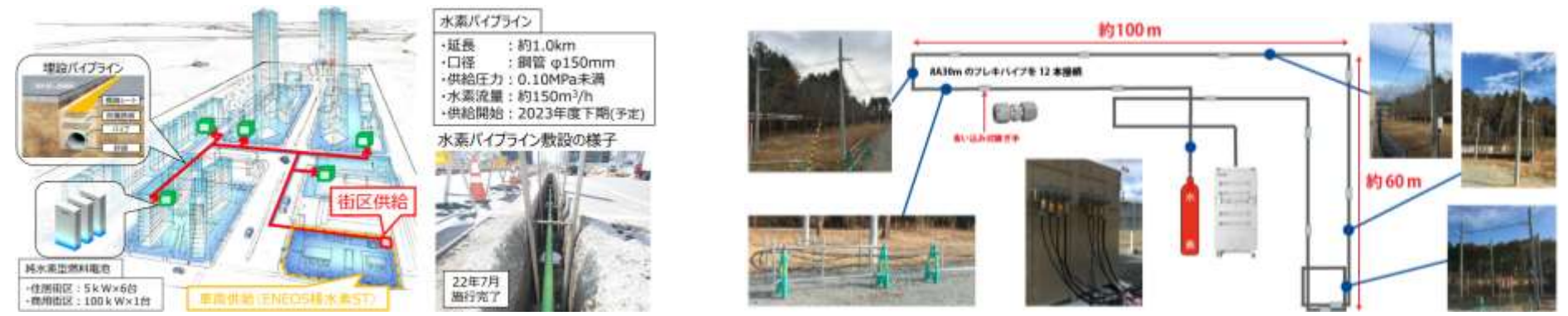
・カワサキモータースはR5.12に水素エンジンバイクを公開し、R6から試験走行を開始し研究を進めるとしている

出典

・DRONE「カワサキ、水素エンジンバイクの開発へ」
(<https://www.drone.jp/news/2023122112331378520.html>)

◆ パイプライン・FC小型トラックについて

パイプラインを用いた水素の輸送



備考	- 東京都中央区晴海地区で、日本初のガス事業法を適用しパイプラインを用いた水素供給事業が行われており、商業施設も開業している（R6.3～）（東京晴海水素ステーション水素の供給方式は都市ガス改質型オンサイト方式） - 近年では官民一体となり福島県や福岡県で柱上パイプラインによる水素輸送の実証が環境省の支援で受け行われているが、法整備の観点で実用化までは進んでいない
出典	- 東京ガス「水素バリューチェーン拡大に向けた東京ガスグループの取り組みについて」 (https://www.sangyo-rodo.metro.tokyo.lg.jp/energy/dad4ea97474bf78c0c1fb9976b93a35c_5.pdf) - brother「水素エネルギー活用促進に向けた柱上パイプラインによる輸送実証事業」 (https://www.brother.co.jp/product/fuelcell/biz/namie/index.aspx)

九州大学箱崎キャンパスの跡地活用



FC小型トラックの活用



備考	- 水素社会の実現に向けたモデルとして、水素の供給や利活用の検討が進められている - 敷地内にパイプラインを引き、各施設の水素燃料電池へ水素の供給を計画している	備考	- 東京都に商用電動車としてFC小型トラックが導入開始された - コンビニ各社がFC小型トラックを用いた配送実験を行い、導入も進めている
出典	福岡市「九州大学箱崎キャンパス跡地のまちづくりにおける経済観光文化局の検討状況について」 (https://www.city.fukuoka.lg.jp/data/open/cnt/3/92469/1/220927-keizai-hokoku.pdf?20230217093626)	出典	TOYOTA「2023年04月21日CJPT、燃料電池小型トラックを東京都に導入開始」 (https://global.toyota/jp/newsroom/corporate/39125426.html)

◆ FC大型トラックについて

トヨタ自動車株式会社・日野自動車株式会社が開発したFC大型トラックを用いた燃料電池大型トラックの走行実証

アサヒグループ・NLJ R5.5.19～	アサヒビール茨城工場でビールや清涼飲料を積み込み →アサヒビール平和島配送センターで洋酒やワインなどを積み込み →NLJ相模原センターで荷下ろし →関西からの荷物を積み込み →アサヒビール茨城工場へ戻る	車両	ベース車型	「日野プロフィア」FR1AWHG
			全長/全幅/全高	11,990/2,490/3,780mm
			車両総重量	25t
西濃運輸 R5.6～	東京支店近隣の水素ステーションで燃料充填 →東京支店で荷物を積み込み →小田原支店で当該支店分を荷下ろし →相模原支店で当該支店分を荷下ろし →東京支店へ戻る	FCスタック	名称（種類）	トヨタFCスタック（固体高分子型）
		モーター	種類	交流同期電動機
		高圧水素タンク	大容量高圧（70MPa）水素タンクを新開発	
ヤマト運輸 R5.5.17～	羽田クロノゲートベース近隣の水素ステーションで燃料充填 →羽田クロノゲートベースで荷物を積み込み →群馬ベースで荷下ろし →群馬ベースで荷物を積み込み →羽田クロノゲートベースへ戻る	駆動用バッテリー	種類	リチウムイオンバッテリー
		航続可能距離	約600km ※都市間・市街地混合モードでのトヨタ・日野測定値	
備考	・上記の3社により、日本初の水素を燃料としたFC大型トラックの走行実証を開始した（R5.5～） ・トヨタのFC技術を応用し、大型トラックに最適化したFCスタックを2基搭載し、さらに新たに開発した大量の水素を貯蔵可能とする大型高圧水素タンクを6本搭載している			
出典	・アサヒホールディングス株式会社 日本初、燃料電池大型トラックの走行実証を開始（ https://www.asahigroup-holdings.com/pressroom/2023/0517.html ）			



いすゞ自動車株式会社・本田技研工業株式会社の共同研究による燃料電池（FC）大型トラック「GIGA FUEL CELL」の公道での実証走行

車両	ベース車型	CYJ77C-WX 低床4軸8×4
	全長/全幅/全高	11,980mm/2,490mm/3,770mm
	車両総重量	25t
燃料電池スタック	種類	固体高分子型（Honda燃料電池スタック）
	出力	103kW×4
高圧水素システム	充填圧力	70MPa
	搭載水素量	56kg
電動機（モーター）	種類	交流同期発電機
	出力	定格320kW
高電圧バッテリー	種類	リチウムイオンバッテリー
航続距離	800km以上（いすゞ評価モード）	
その他装備	外部宮殿Port	2ポート（CHAdemoコネクター）最大電力供給量530kWh



備考	- FCの大型トラックへの適合性の検証や車両制御など基礎技術基盤を構築し、R6.9までの本実証実験を通じてR7以降の市場導入へ向けたデータの取得、知見の蓄積、技術的課題の抽出などを進めることとしている - 荷役作業や公道走行による車両実用性の検証や水素充填を含めた車両運行管理、FC大型トラックの市場適合性を検証する
出典	いすゞ自動車株式会社 いすゞとHonda、燃料電池大型トラックの公道実証走行を本日より開始（ https://www.isuzu.co.jp/newsroom/details/20231222_1.html ）



◆ FCトラックを用いたごみ収集車について

福岡市における水素を活用したごみ収集車・救急車の実証実験



備考
・日本で初めて水素を燃料として走るFCEV（燃料電池車）の「FC救急車」「FCごみ収集車」を導入することを発表した（R6.3.8）
・福岡市の中部水処理センターで製造される水素を活用している

出典
・Car Watch 「日本初、福岡市が水素で走る「FC救急車」「FCごみ収集車」導入 高島市長とトヨタ 中嶋副社長があいさつ」（<https://car.watch.impress.co.jp/docs/news/1574859.html>）

東京都内における燃料電池ごみ収集車の導入支援



ステップアップ型導入支援事業

集中導入支援事業

導入開始時期	区市町村	導入計画台数	区市町村	水素ST
令和6年3月頃	千代田区	5台以上	江東区	既存活用
令和6年夏～秋頃	多摩市、東久留米市、町田市、清瀬市			
令和7年秋頃	台東区	10台以上	[共同実施] 東久留米市（幹事） 清瀬市 西東京市	新規誘致
令和8年冬～春頃	葛飾区、江戸川区、八王子市、東村山市			

備考
・FCごみ収集車の試験利用を希望する区市町村に一定期間無償貸与し、将来的な導入に向けた車両性能の体感や導入効果の検証等ができる機会を創出する「ステップアップ型導入支援事業」と、FCごみ収集車導入時に、都が車両本体価格の4分の3を負担し、また定置式水素STを公有地等に整備・誘致する場合、都が車両本体価格の10分の10を負担する「集中導入支援事業」を実施（R5.10.20～）

出典
・東京都 「燃料電池ごみ収集車導入支援区市町村が決定」（<https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2023/10/20/12.html>）

◆ 水素タービン・ボイラーについて

水素専焼ガスタービンコージェネレーションシステムの導入



ガスタービンモデル		M1A-17	
発電出力 (kW)	水素100%vol専焼時	1786	
	水素50%vol混焼時	1744	
水素混焼率 (%vol)		50～100	
燃料消費量 (Nm ³)	水素100%vol専焼時	水素	2,126
		13Aガス	0
	水素50%vol混焼時	水素	440
		13Aガス	440
蒸気量 (ton/h) 蒸気圧0.78MPaG時		5.0	
NOx排出量 (ppm) (O ₂ = 16%換算)		70ppm以下	
ガスタービン運転負荷範囲		0～100%kW	

備考

- ・世界初となるドライ方式で水素専焼が可能な燃焼器を搭載した1.8MW級ガスタービンコージェネレーションシステム「PUC17MMX」の販売を開始した (R5.9.5～)
- ・NEDOの「ドライ低NOx水素専焼ガスタービン技術開発・実証事業」(R1～R2)、「水素CGSの地域モデル確立に向けた技術開発・研究」(R3～R4)において開発した技術を活用している
- ・高砂水素パーク内に立地するガスタービン・コンバインドサイクル (GTCC) 実証発電設備で、都市ガスに水素を30%混ぜた混合燃料による実証運転に成功した (R5.11.30)

出典

- ・川崎重工 「世界初ドライ方式「水素専焼」1.8MW級ガスタービンコージェネレーションシステムの販売を開始」(https://www.khi.co.jp/pressrelease/detail/20230905_1.html)
- ・三菱重工 「最新鋭のJAC形ガスタービンによる水素燃料30%混焼運転に成功高砂水素パーク内のGTCC実証発電設備 (第二T地点) において」(<https://www.mhi.com/jp/news/23113001.html>)

水素専焼・混焼ボイラーの開発

安全・環境・省エネ性能	利便性	高い蒸気品質			水素混焼仕様		水素専焼仕様	
・燃焼前後に水素配管内を窒素で置き換えて安全性を確保 ・ケーシング内での水素漏れを検知し、迅速にボイラを安全に停止する水素漏洩検知器を搭載 ・定格ボイラ効率98%を達成し、独自の制御でボイラ効率を高く維持 ・NOx排出量は省エネ法の基準を満たし、150ppm以下を実現	・大型貫流ボイラで、小型ボイラに比べて設置台数を減らし運用管理の負担を軽減 ・高圧蒸気に対応可能で、使用圧力0.98～3.2MPaまで対応可能 ・水素消費量を調整可能で、水素不足時にはLNG専焼運用が可能 ・ボイラー取扱技能講習修了者が取扱い可能で、免許不要	・連続燃焼PID制御と連続給水PID制御により、燃焼段階切替えや給水時の圧力変動を低減 ・気水分離器水位を連続給水PID制御で安定化し、旋回機能と組み合わせて高乾燥度の蒸気（99.8%）を達成	形式	IF-3000C GE-HD	IF-4000C GE-HD	IF-3000C GE-H	IF-4000C GE-H	
			容量（換算蒸発量）	3,000kg/h	4,000kg/h	3,000kg/h	4,000kg/h	
			最高使用圧力	0.98 ～ 3.2MPa				
			NOx値	150ppm未満（O2＝5%換算）				
			定格ボイラ効率	98%				
			使用燃料	メイン	水素・LNG		水素	
				パイロット	LNG/LPG			



備考

- ・水素の専焼と混焼を切り替えられるハイブリッドボイラーを発売開始 (R5.12.5)
- ・水素ガスとLNGの混焼モードと2つの燃料を個々に燃焼する専焼モードを切り替えることができる3モード燃焼のバーナを搭載し、混焼時は水素を熱量比0～30%までの任意の割合で利用可能

出典

- ・川重冷熱工業株式会社 「「水素混焼」大型貫流ボイラを新発売」(<https://www.khi.co.jp/corp/kte/news/2023/news20231205/>)

◆ その他の水素利用機器について

水素燃料電池ドローンの開発・実証

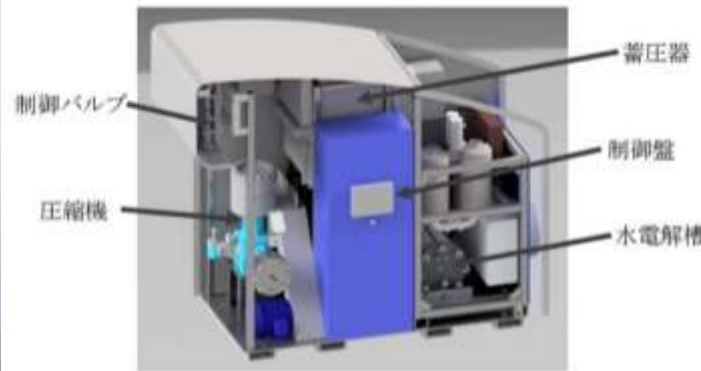
ドローン機体	総重量	21kg
	ペイロード	2kg
燃料電池	メーカー	Doosan
	出力	2.7kW
水素容器	メーカー	JFEコンテイナー（株）
	容量	2.8L（水素44g）
	圧力	19.6MPa
	重力	2.1kg（バルブ込み）



備考 ・ミライト・ワンとグループ会社である近畿電機株式会社は、「水素燃料電池ドローン」を共同開発し、株式会社ミラテドローンの屋外研修フィールドで実施した試験飛行に成功した（R5.3.28）
・温度制御をしながら小型水素容器への充填を行うことで、充填時間を従来の1/4に短縮することを実現した

出典 ・株式会社ミライト・ワン 「「水素燃料電池ドローン」の開発および試験飛行に成功」（<https://www.mirait-one.com/info/attachment/1b88794a28d91360d0ab0671fac96dd4d6ebd4d2.pdf>）

小型の水電解式水素発生充填装置「シンプルフューエル」の運用



型式/充填圧力	SF35-10（充填圧力：35MPa）
処理量	8.8kg（99Nm ³ ）/日（0.37kg/h）
水素蓄圧量	6.5kg
水電解種類	純水（PEM）水電解
水素純度	ISO 14687-2/SAE J2719（99.99%以上）
製品サイズ/重量	全長2.6m x 全幅1.3m x 高さ2.4m / 3.6 ton
使用温度/設置場所	-20℃～+40℃（屋外設置）
騒音値	<70dBA（機側1m）
必要電源/電力	400V(50Hz)・440V(60Hz) / 33kW（最大）
水供給	6L（最大）

備考 ・シンプルフューエルは車1台分の設置面積（全長2.6m×全幅1.3m）の小型パッケージに水電解装置から水素充填のためのディスペンサーまで収まっている
・トヨタ自動車株式会社がR1.4から、三菱ガス化学株式会社がR4.10から運用を開始している

出典 ・TOYOTA 「トヨタ自動車、再エネ由来水素を製造・供給するステーションを元町工場に導入」（<https://global.toyota.jp/newsroom/corporate/27528486.html>）
・三菱ガス化学 「水素ステーションおよび燃料電池フォークリフトの運用を開始」（<https://www.mgc.co.jp/corporate/news/2022/221118.html>）

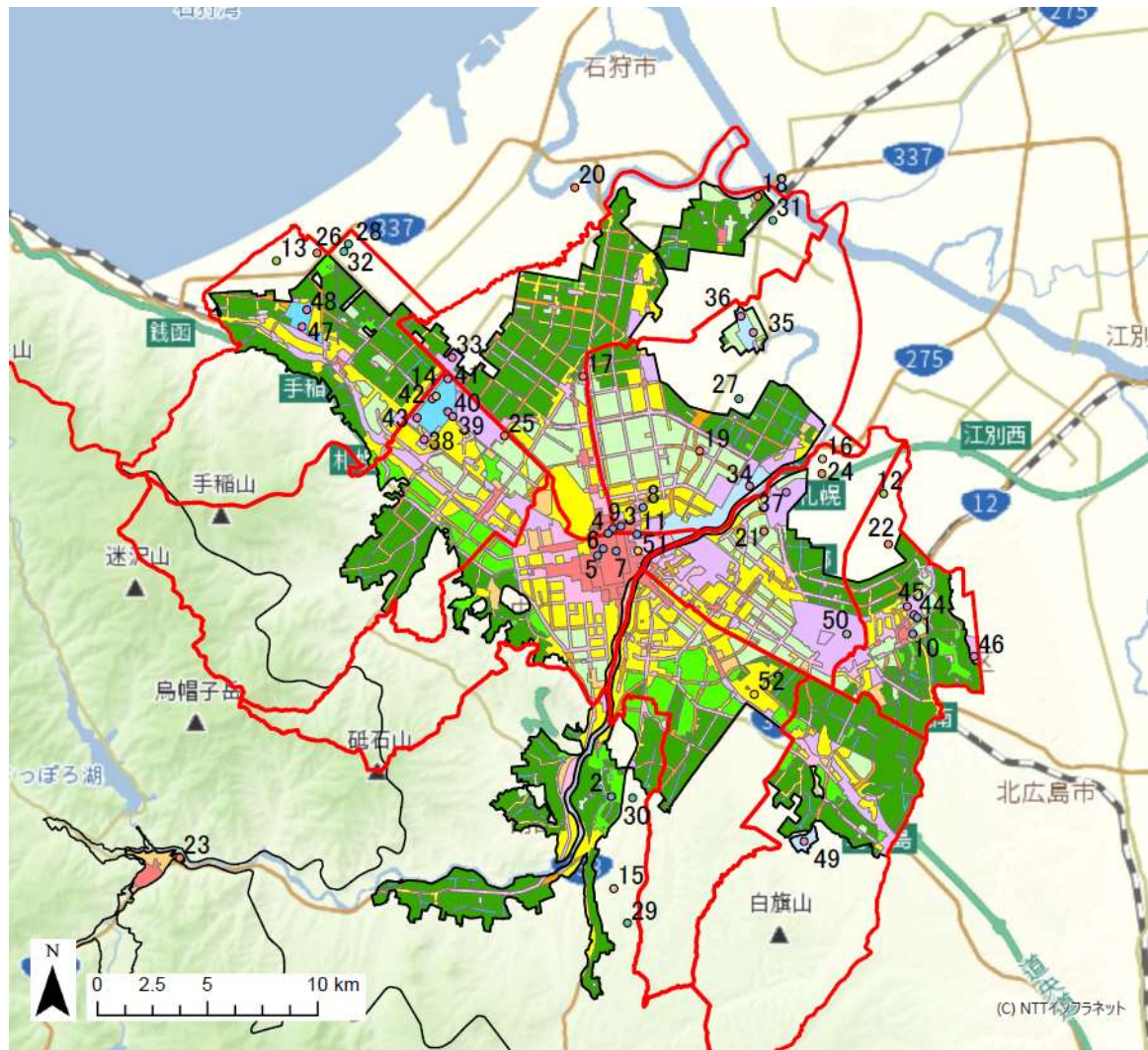
◆ その他の水素利用機器について

水素ストーブの開発		水素専焼ジェットヒーターの活用																	
		 <table><tr><th colspan="2">Hydro H₂eat（ハイドロヒート）</th></tr><tr><td>使用燃料</td><td>水素</td></tr><tr><td>最大熱出力</td><td>35kW</td></tr><tr><td>最大燃料消費量</td><td>11.7Nm³/h</td></tr><tr><td>水素出力幅</td><td>1:10</td></tr><tr><td>可変温度域</td><td>20℃～70℃</td></tr><tr><td>寸法</td><td>1,467×655×1,044（mm）</td></tr><tr><td>本体質量</td><td>150kg</td></tr></table>		Hydro H ₂ eat（ハイドロヒート）		使用燃料	水素	最大熱出力	35kW	最大燃料消費量	11.7Nm ³ /h	水素出力幅	1:10	可変温度域	20℃～70℃	寸法	1,467×655×1,044（mm）	本体質量	150kg
Hydro H ₂ eat（ハイドロヒート）																			
使用燃料	水素																		
最大熱出力	35kW																		
最大燃料消費量	11.7Nm ³ /h																		
水素出力幅	1:10																		
可変温度域	20℃～70℃																		
寸法	1,467×655×1,044（mm）																		
本体質量	150kg																		
備考	・廃棄にCOやCO₂が含まれず、加湿効果も見込める ・室内の水素漏れを遠隔で常時監視できる仕組みを低価格で実現予定	備考	・日本初となる水素専焼ジェットヒーターの実証実験を実施した（R6.2.6～R6.2.9） ・「しかおい水素ファーム」のカーボンニュートラル水素を利用し、安定した燃焼を確認できた																
出典	・札幌市水素ストーブの展示について（https://www.city.sapporo.jp/kankyo/pressrelease/documents/20240201_2024sapporosnowfestival_hydrogenstove.pdf）	出典	・宮坂建設工業株式会社「国内初「水素専焼ジェットヒーター」実証実験報告会を実施しました。」（https://prtmes.jp/main/html/rd/p/000000040.000081441.html）																
水素調理機の開発																			
																			
備考	・リンナイ株式会社とトヨタ自動車株式会社は、ウーブン・プラネット・ホールディングス株式会社とともに水素調理について共同開発を開始し、トヨタが建設を進めるWoven City（ウーブン・シティ）などで実証が行われている ・水素調理機は熱が伝わりやすくガス臭を抑えることができ、現在は水素石窯や水素コンロなどの開発が行われている																		
出典	・リンナイ「リンナイとトヨタ、水素調理に関する共同開発を開始」（https://www.rinnai.co.jp/releases/2022/1004/） ・日本経済新聞「トヨタとリンナイ、「水素石窯」出展 モビリティショー」（https://www.nikkei.com/article/DGXZQOFD30AU40Q3A031C2000000/）																		

◆ 水素製造・利活用に関する市内の特性について

- 水素サプライチェーン構築には水素製造および利活用、利活用の特性を地域別に整理することが必要（貯蔵・輸送方法とも関連するため）
- 以下の観点で次項にマップ化したものを示す。
- 製造：太陽光発電設置場所の確保可能性、清掃工場からの電力調達の可能性など
- 需要：工業団地、物流拠点、地域熱供給エリア、交通まちづくりとモビリティの連携、市民PR の高い需要の可能性があるエリアの抽出など

項目	利点	欠点
製造：市内の再エネ設置可能性場所の調査（面積など）	・ 周辺自治体の再エネポテンシャルが大きく、石狩市沖洋上風力由来の水素の製造拠点（将来）に近い ・ 埋立場跡地を活用した製造拠点整備などの可能性など	・ 再エネ電源の調達価格によって水素価格が影響を受けやすい ・ 熱需要の多い冬季における太陽光の発電変動が課題
需要：市内の需要設備別の需要ポテンシャル整理	・ モビリティ、工業団地、地域熱供給などエリアごとに特性のある需要が固まって確保可能など	・ 単一の需要設備の場合、再エネ+水電解装置の変動と安定供給の確保が課題



- 第一種低層住居専用地域
- 第二種低層住居専用地域
- 第一種中高層住居専用地域
- 第二種中高層住居専用地域
- 第一種住居地域
- 第二種住居地域
- 準住居地域
- 近隣商業地域
- 商業地域
- 準工業地域
- 工業地域
- 工業専用地域

- 地域熱供給施設
- 最終処分場
- 清掃工場
- 下水処理場
- メガソーラー施設
- 工業団地等
- 物流拠点
- 水素ステーション

No.	カテゴリ	施設名
1		厚別エネルギーセンター
2		真駒内エネルギーセンター
3		中央エネルギーセンター
4		札幌駅南口エネルギーセンター
5	地域熱供給施設	道庁南エネルギーセンター
6		赤レンガ前エネルギーセンター
7		創世エネルギーセンター
8		光星エネルギーセンター
9		エネルギーセンター（札幌駅北口）
10		新さっぽろエネルギーセンター
11		46エネルギーセンター
12	最終処分場	山本処理場
13		山口処理場
14	清掃工場	発寒清掃工場
15		駒岡清掃工場
16		白石清掃工場
17		創成川水再生プラザ
18		拓北水再生プラザ
19		伏古川水再生プラザ
20		茨戸水再生プラザ
21	下水処理場	豊平川水再生プラザ
22		厚別水再生プラザ
23		定山溪水再生プラザ
24		東部水再生プラザ
25		新川水再生プラザ
26		手稲水再生プラザ

No.	カテゴリ	施設名
27		(株)土屋ホールディングス (1990kW)
28	メガソーラー施設	(株)ティオーエイチ (1990kW)
29		山佐産業(株) (1260kW)
30		(合)afterFIT04 (1980kW)
31		ACAイナジ-2号(合) (1882kW)
32		H I E 株式会社 (1050kW)
33		新川地区工業団地
34		東苗穂工業団地
35		丘珠鉄工団地
36		丘珠地区工業団地
37		米里北地区工業団地
38		発寒木工団地
39		発寒鉄工関連団地
40	工業団地等	発寒鉄工団地
41		発寒地区第2工業団地
42		発寒地区第3工業団地
43		発寒地区第4工業団地
44		厚別地区軽工業団地
45		厚別地区第2軽工業団地
46		札幌テクノパーク
47		手稲工業団地
48		札幌手稲山口軽工業団地
49		札幌ハイテクビル真栄
50	物流拠点	流通センター
51	水素ST	定置式水素ST（整備予定）
52		移動式水素ST（月寒）

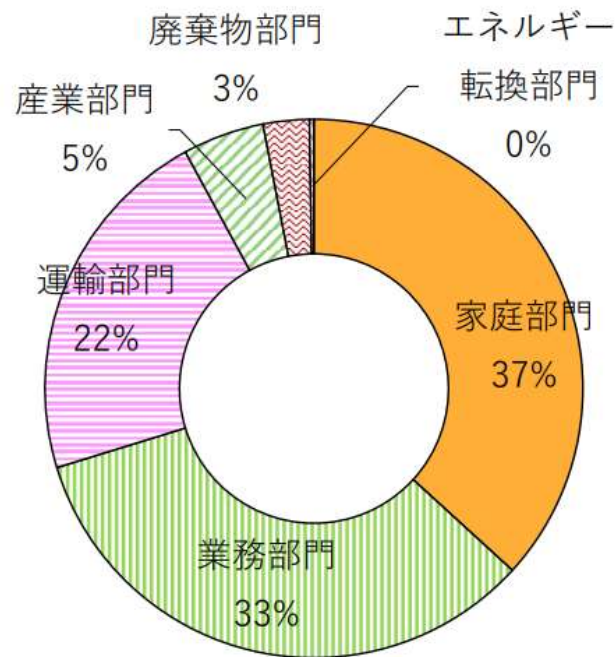
※赤枠は行政区区域、黒枠は市街化区域、都市計画区域の外形線を示す。

(C) NTTインフラネット

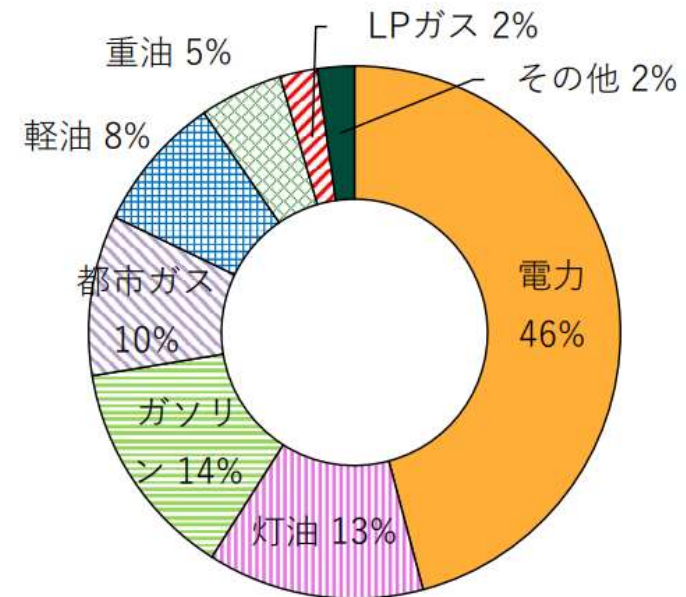
◆ 札幌市におけるエネルギー消費量（温室効果ガス排出量）からの分析

- 家庭・業務部門と運輸部門で二酸化炭素排出量の 9 割を占めている
- 電力由来の二酸化炭素排出量が約 5 割を占めており、灯油やガソリンなど石油系燃料由来の排出量もある程度存在する
- 上記分野において水素利活用の可能性が考えられる

二酸化炭素排出量の部門別内訳

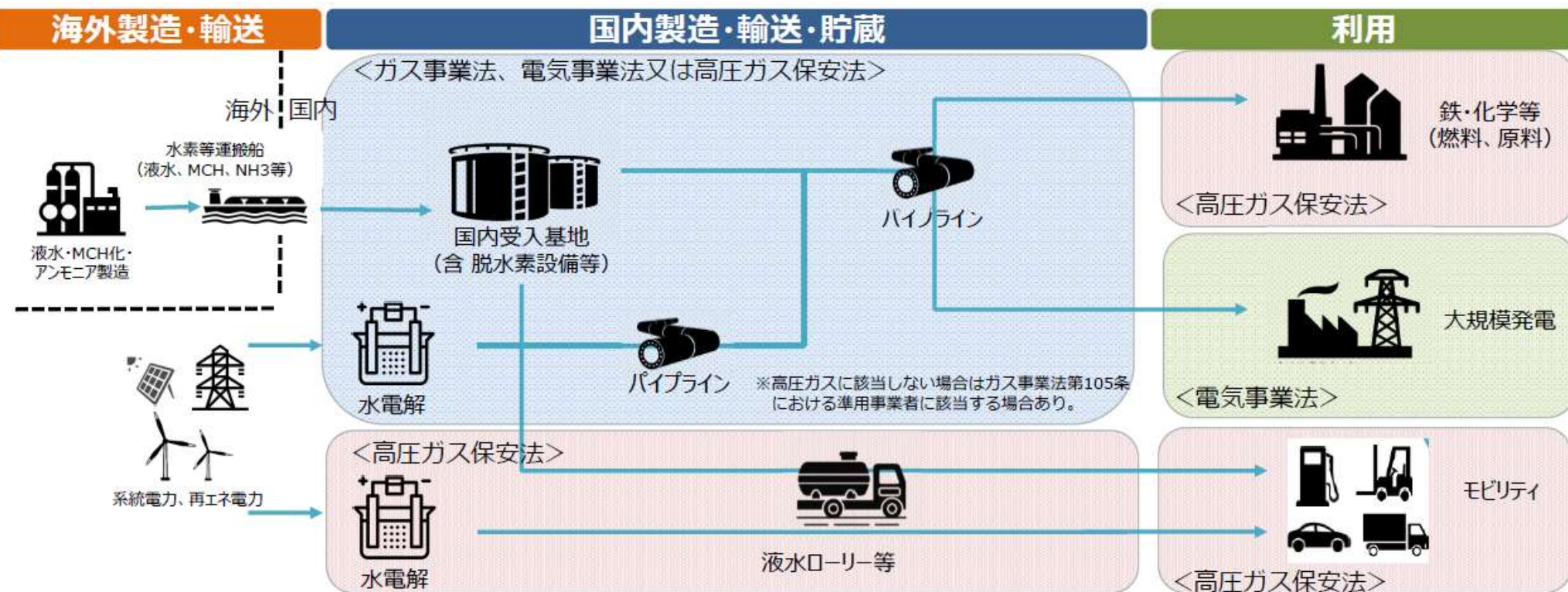


二酸化炭素排出量のエネルギー種別内訳



◆ 法規制について

- 水素は製造・輸送・貯蔵・利用段階でそれぞれ法規制がある
- 現在の法規制はさまざまな法令が入り組んでおり、主にガス事業法・電気事業法・高圧ガス保安法などの規制がある

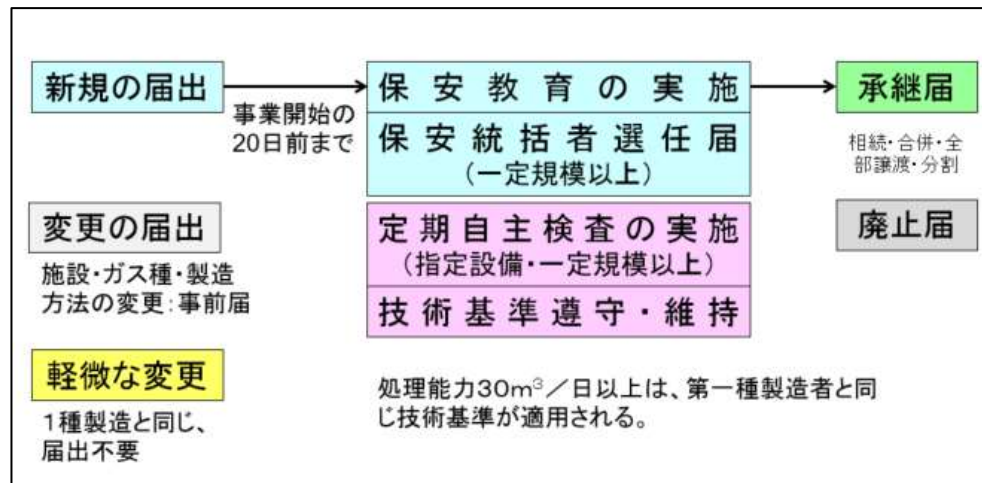
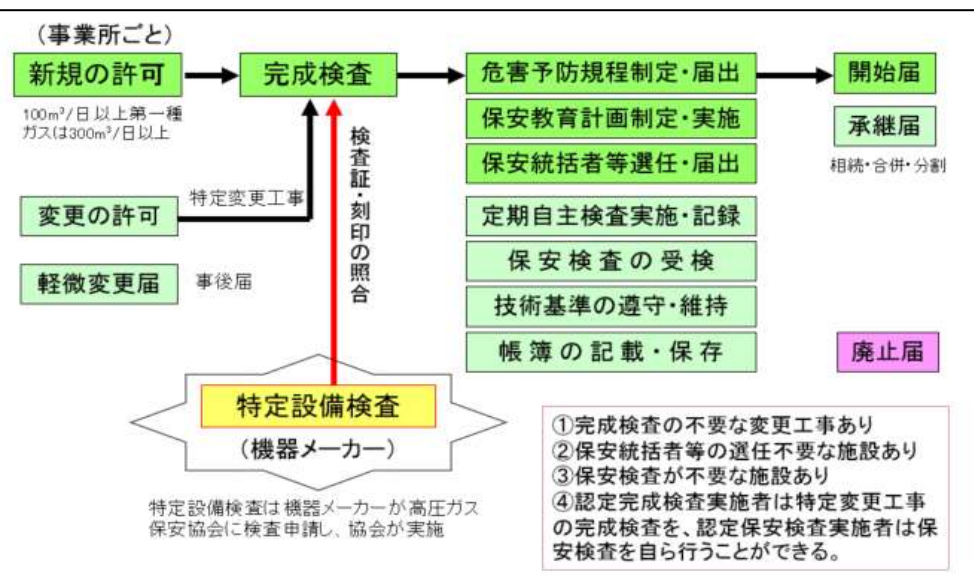


規制・許認可概要		対象法規制または許認可			
製造 貯蔵・輸送 供給	利用	1	届出の提出	■ 高圧ガス保安法 ➢ 高圧ガスの製造・貯蔵・利用における届出の提出	
		2	施設の設置制限	■ 石油コンビナート等災害防止法 ➢ 製造設備、貯蔵設備、入出荷設備の設置制限	
		3	換気対策	■ 高圧ガス保安法 ➢ 滞留しない構造 ■ 労働安全衛生法 ➢ 水素漏えい時の換気対策が必要	
		4	充填容器基準	■ 高圧ガス保安法 ➢ 充填容器の設定基準	
	供給	利用	5	改質器設置における届出及び測定	■ 大気汚染防止法施行規則 ➢ 改質器(水素製造用及び燃料電池用)はガス発生炉とみなされ、設置の届出と年2回の定期的なNOxおよびばい煙の測定の義務付け
			6	騒音及び振動規制における届出	■ 騒音規制法、振動規制法 ➢ 特定施設設置届出 ➢ 自治体別の騒音規制基準の確認
			7	トンネルにおける車両走行制限	■ 道路法 ➢ 長大トンネル(長さ5,000m以上)において、危険物積載車は通行禁止
		8	事業所外の配管設置に係る規制	■ ガス事業法 ➢ 構外に有する事業場に500メートルを超える配管を設置する場合はガス主任技術者の選任が必要	
		9	付臭措置に係る規制	■ ガス事業法 ➢ 付臭措置 ➢ 漏えい検知	
		10	水素ステーションにおける高圧ガス保安法に係る規制	■ 高圧ガス保安法 ➢ 離隔距離の確保 ➢ 散水基準の準拠 ➢ 資格者の配置 ➢ 防壁・防火壁の設置 ➢ 安全対策装置の設置 ➢ 日常点検の実施	
		11	水素ステーション設置可否	■ 建築基準法 ➢ 水素ステーション設置可否区分の確認	
		12	水素ステーションにおける設備設置基準	■ 危険物の規制に関する規則 ➢ 改質装置、液化水素貯槽、送ガス蒸発器、圧縮機、蓄圧器、ディスペンサー、液化水素配管及びガス配管並びに液化水素、圧縮水素及び液化石油ガスの受入設備の位置、構造又は設備の基準	
		13	燃料電池の設置規制	■ 高圧ガス保安法(一般則第60条第10項) ➢ 家庭用設備を除く可燃性ガスを使用する設備から5m以内において喫煙及び火気の使用を禁じている	

◆ 法規制について

➤ 製造設備の処理能力に応じて各都道府県へ手続きをする必要がある

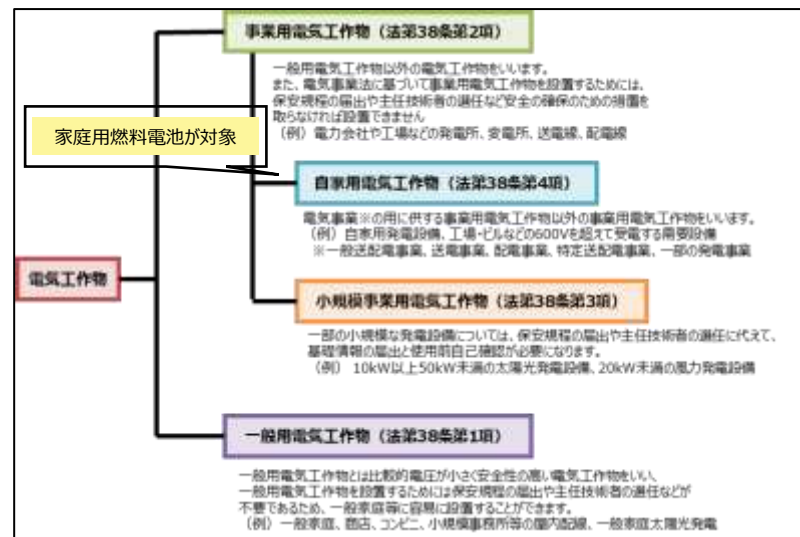
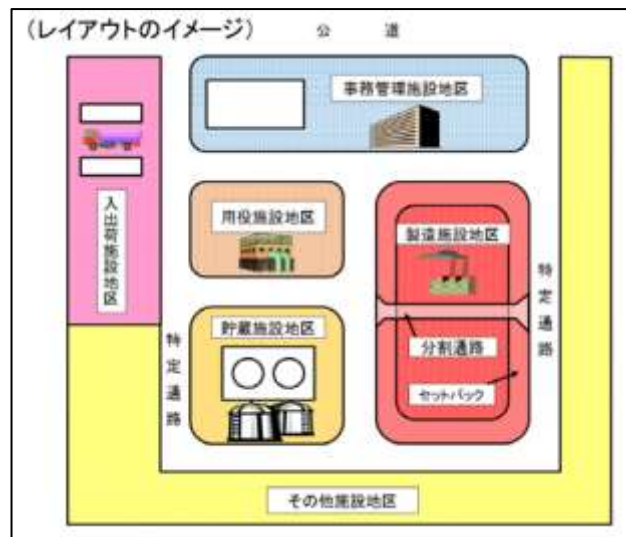
段階	規制概要	対象法	規制詳細	
製造	届出の提出	高圧ガス保安法 (第2条、5条)	・水素の圧力が1MPa以上の場合、他の設備との離隔距離や換気設備を設置の必要がある ・以下の製造設備の処理能力に応じて、「各都道府県への手続き」の必要がある	
			条件	対応
			100m ³ /日以上の水素を製造 (第1種事業所)	都道府県知事からの許可
			100m ³ /日未満の水素を製造 (第2種事業所)	都道府県知事への届出



◆ 法規制について

➤ 施設の区分や燃料電池の使用に規制が定められている

段階	規制概要	対象法	規制詳細
製造	施設の設置制限	石油コンビナート等災害防止法 (第3条、11条)	・製造施設地区、貯蔵施設地区、入出荷施設地区、用役施設地区、事務管理施設地区又はその他施設地区を区分する必要がある ・製造施設地区及び貯蔵施設地区の面積に応じて特定通路を挟む必要がある
	換気対策	高压ガス保安法 (第6条)	・水素の製造設備、貯蔵容器、消費設備を設置する室において、<u>水素が漏えいした場合に滞留しないような構造</u>とする必要がある
		労働安全衛生法 (第261条)	・引火性の物の蒸気、可燃性ガス又は可燃性の粉じんが存在して爆発又は火災が生ずるおそれのある場所については、<u>通風、換気、除じん等の措置</u>を講じる必要がある
	自家用電気工作物への規制	電気事業法 (第39条、42条、43条、47条)	・「主任技師者」を選任する必要がある ・「事業用電気工作物の維持」、「保安規程」、「工事計画」の届出が必要である



◆ 法規制について

➤ 水素製造における排ガスの測定や充填容器の基準が定められている

段階	規制概要	対象法	規制詳細	
製造	改質器設置における届出及び測定	大気汚染防止法施行規則 (第9条、15条)	・水素製造用及び燃料電池用改質器設置における所轄自治体へ届出の必要がある ・以下の設備条件に応じた測定頻度で、ばい煙及びNOxの測定の必要がある	
			条件	測定頻度
			・基準状態における水素の製造能力が 1,000m³/h未満	5年に1回以上
			・排出ガス量が40,000m³/h未満 ・焼却能力が4,000kg/h未満	1年に2回以上
			・上記に掲げるばい煙発生施設以外のばい煙 発生施設	2か月を超えない期間ごとに1回以上
			・排出ガス量が40,000m³以上	常時
貯蔵・輸送	付臭措置に係る規制	ガス工作物の技術上の基準を 定める省令 (第22条)	・ガスを配管で供給する際は、臭気によるガスの感知ができるように付臭されている必要がある	
	充填容器基準	高圧ガス保安法 (第6条、53条)	・容器の種類によって温度を調整する必要がある（充填容器：40℃以下、圧縮水素運送自動 車用容器：65℃以下など） ・容器置場の周囲2m以内では火気の使用を禁じ、引火性又は発火性の物を置かない	
	トンネルにおける車両走行制限	道路法 (第46条)	・水底トンネル等にて爆発性または昇燃性等を有する危険物を積載する車両の通行が禁止、制 限されている	

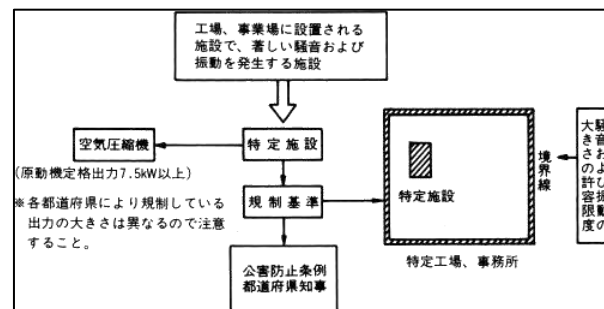
◆ 法規制について

➤ 水素を輸送する際にパイプラインを使用する際の規制が定められている

段階	規制概要	対象法	規制詳細
貯蔵・輸送	パイプラインの敷設	道路法施行令 (第12条)	・ガス管の本線を埋設する場合は、その頂部と路面との距離は、1.2m（工事実施上やむを得ない場合にあっては、0.6m）以上にする必要がある
	騒音及び振動規制における届出	騒音規制法 (第6条)	・原動機の定格出力が7.5kW以上の空気圧縮機及び送風機は特定施設として該当する可能性があるため、該当設備を導入している場合は所管自治体に申請が必要である
		振動規制法 (第6条)	
	事業所外の配管設置に係る規制	ガス事業法施行規則 (第168条)	・以下のいずれかの条件を満たす場合、甲種ガス主任技術者免状又は乙種ガス主任技術者免状の交付を受けているガス主任技術者を選任する必要がある
		ガス事業法 (第107条)	条件 ・500mを超え、最高使用圧力が5kPa以上の導管を構外に有する事業場 ・500mを超え、最高使用圧力が5kPa未満の導管を構外に有し、その導管が10,000Nm³/日以上をガスを送付する事業場
			・工場の外に500m以上の配管を敷設し300Nm ³ /日以上の水素を融通する場合、ガス主任技術者の選任が必要である

パイプラインの敷設について

場所	埋設深さ
車両が通るおそれのある場所	0.6m以上
車両等重量物の荷重のかかる場所	0.3m以上
その他の場所	0.15m以上

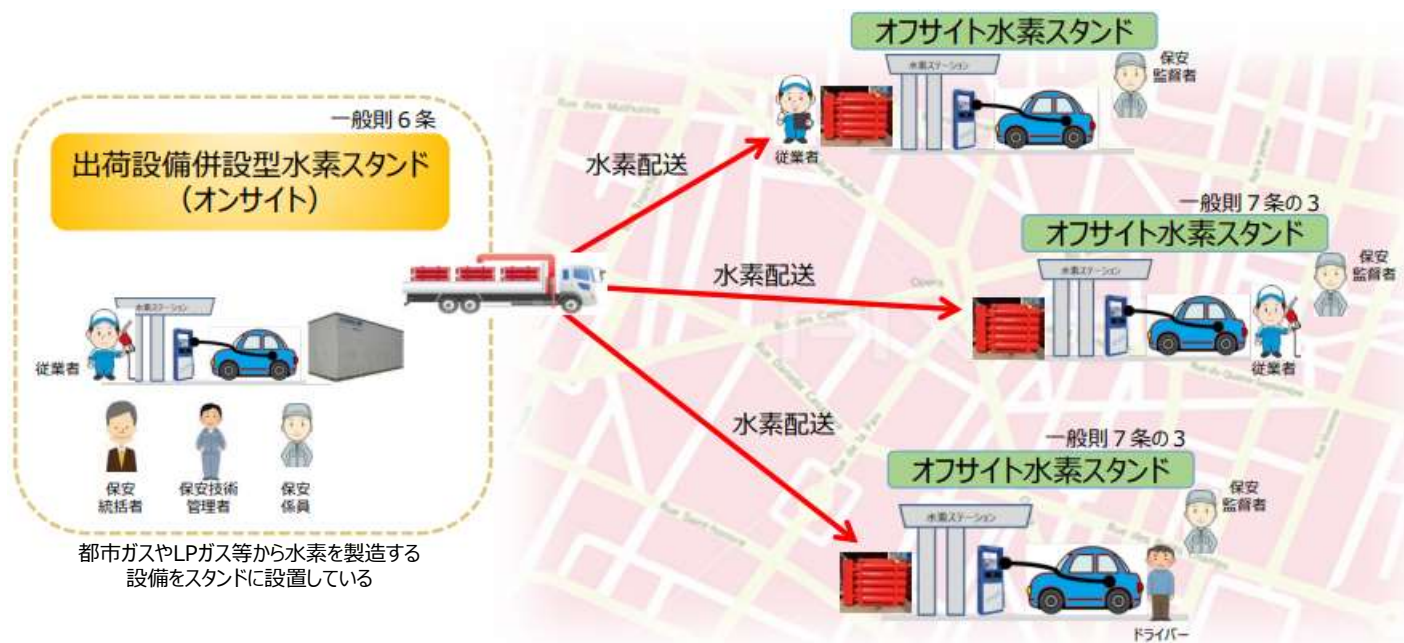


◆ 法規制について

➤ 水素ステーションでは管理者の配置について定められている

段階	規制概要	対象法	規制詳細	
利用	水素ステーションでの高圧ガス保安法に係る規制	高圧ガス保安法 (第6条、7条、63条、65条)	・以下の条件に応じて、 <u>有資格者を配置する必要がある</u>	
			条件	対応
			一般的な水素ステーション	1名以上の保安監督者の配置
			水素出荷設備を併設した水素ステーション	保安統括者、保安技術管理者、保安係員の計最低 3名以上の配置

水素出荷設備併設型水素スタンドのイメージ



◆ 法規制について

➤ 水素ステーションは設置場所や構造などの基準が定められている

段階	規制概要	対象法	規制詳細	
利用	水素ステーションでの設備設置基準	危険物の規制に関する規則 (第27条)	・以下の機器に対して設置場所や構造の基準が示されている	
			機器	位置、構造及び設備の基準
			改質装置	・自動車等が衝突するおそれのない屋外に設置する ・改質原料の吐出圧力が最大常用圧力を超えて上昇することを防止するための措置を講ずること ・改質原料及び水素が漏えいした場合に、改質装置の運転を自動的に停止させる措置を設けること
			液化水素の貯槽・蓄圧器 送ガス蒸発器・液化水素昇圧ポンプ	・自動車等の衝突を防止するための措置を講ずる
			圧縮機	・吐出側直近部分の配管に逆止弁を設ける ・吐出圧力が最大常用圧力を超えて上昇した場合、圧縮機の運転を自動的に停止させる装置を設ける
			ディスペンサー	・給油空地等以外の場所 ・給油空地等において圧縮水素の充填を行うことができない場所 ・充填ホースは、自動車等のガスの充填口と正常に接続されていない場合にガスが供給されない構造 ・著しい引張力が加わった場合に当該充填ホースの破断によるガスの漏れを防止する措置を講じる
			液化水素・圧縮水素受入設備	・給油空地等以外の場所 ・給油空地等において液化水素又はガスの受入れを行うことができない場所

◆ 法規制について

➤ 水素ステーションでは設備や機器の間隔について定められている

段階	規制概要	対象法	規制詳細
利用	水素ステーションの保安検査規制	高圧ガス保安法（第60条）	・一年に一回、各自治体もしくは認定保安検査実施者は保安検査を行う必要がある
	燃料電池の設置規制	高圧ガス保安法（第60条）	・家庭用設備を除く可燃性ガスを使用する設備から5m以内において喫煙及び火気の使用を禁じている
	水素ステーションでの高圧ガス保安法に係る規制	高圧ガス保安法（第6条、7条、63条、65条）	・可燃性ガスの貯槽などには、自動的に温度の上昇を防止する装置を設置する必要がある ・圧縮機及び蓄圧器とディスペンサーとの間に障壁を、また高圧ガス設備と敷地境界に防火壁を設置する必要がある ・漏えいを検知・警報し、自動停止するための設備を設置する必要がある ・ディスペンサーの周囲に火災を検知・警報し、運転を自動停止するとともに温度の上昇を防止する設備を設置する必要がある
			・以下の条件における間隔を8m以上の距離を取る必要がある ・ただし常用圧力が40MPa以下の場合は6m以上の教理を取る必要がある
			条件 ・公道の境界面とディスペンサー本体の外表面 ・火気と高圧ガス設備との距離 ・敷地境界面と高圧ガス設備との距離
	水素ステーションの設置可否	建築基準法（第48条）	・第一種低層住居専用地域など特定の地域においては、圧縮水素を取り扱うことが禁止されている

◆ 法規制について

- 水素ステーションの設置ができる地域と水素ステーション内で貯蔵できる可燃性ガスの量に制限について以下に示す

圧縮ガスの貯蔵量制限に関する規制（建築基準法及び同法施行令）緩和（H26）

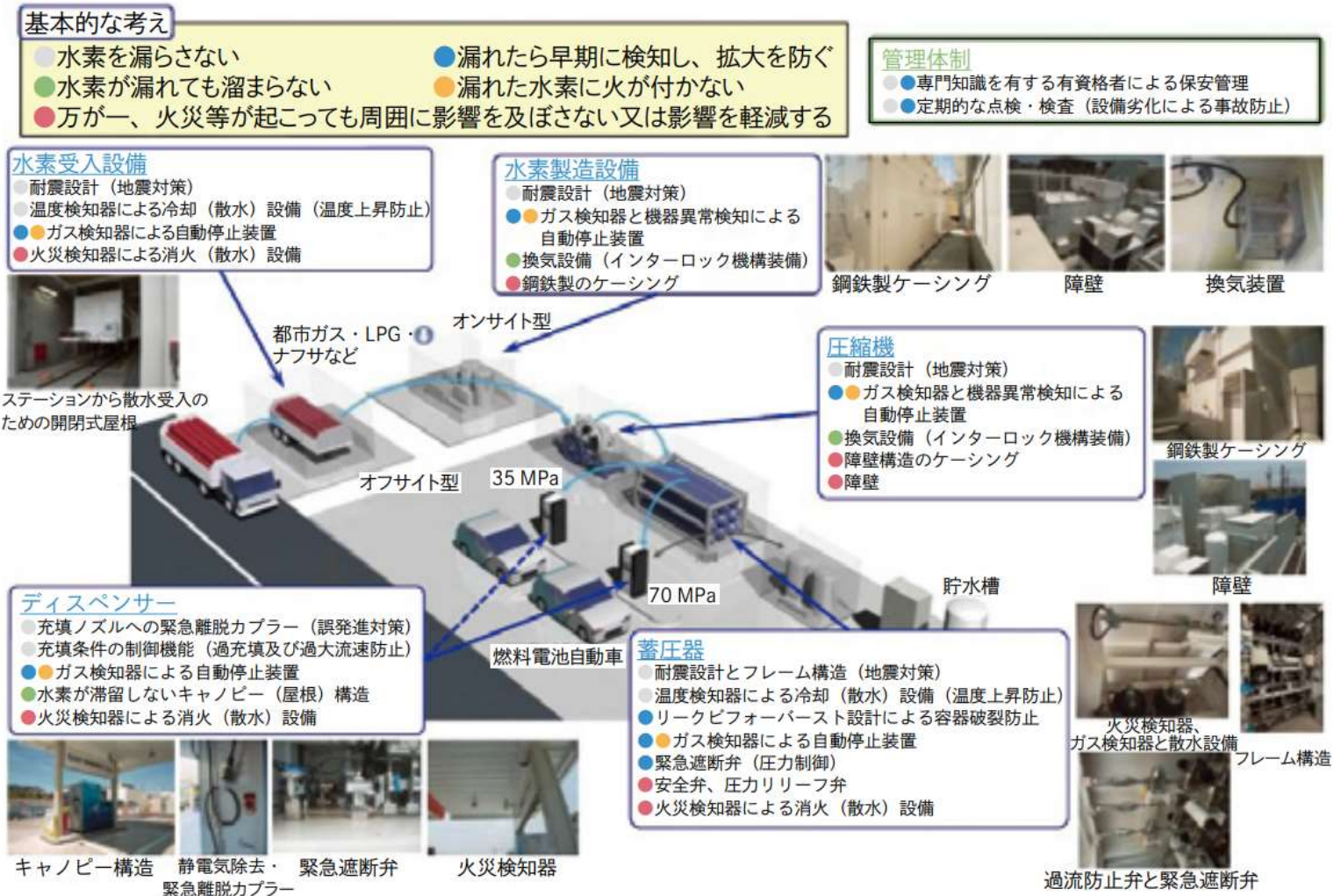
用途地域		圧縮ガスの取扱い可能量	
		改定前	改定後
第一種住居地域等	第一種低層住居専用地域	×	×
	第二種低層住居専用地域	×	×
	第一種中高層住居専用地域	×	×
	第二種中高層住居専用地域	×	○※
	第一種住居地域	350m ³	○※
	第二種住居地域	350m ³	○※
	準住居地域	350m ³	○※
	近隣商業地域	700m ³	○※
	田園住居地域	-	×
	商業地域	700m ³	○※
準工業地域		3,500m ³	○
工業地域等	工業地域	無制限	○
	工業専用地域	無制限	○

※水素ステーションが建築物及び工作物に該当する場合は、一般高圧ガス保安規則第7条の3第2項各号に掲げる基準に適合するものとして都道府県知事の許可を得ることで設置が可能となる。

◆ 法規制について

➤ 水素ステーションの安全対策を以下に示す

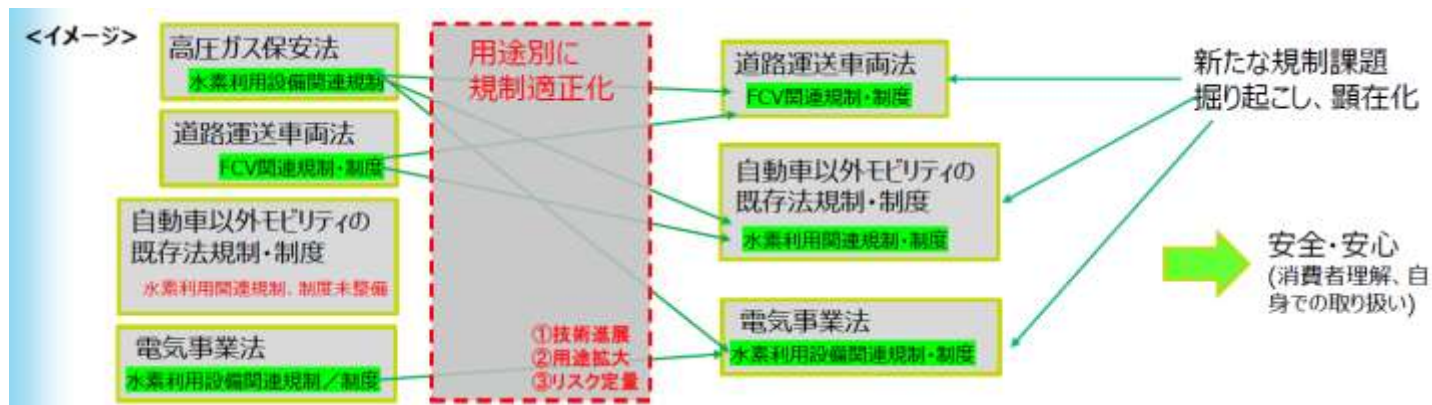
水素ステーションの安全対策



◆ 審議会などで議論された将来的な制度案

➤ 既存法案は多法律が入り組んでおり、法案の明確化や一本化が期待される

審議会名	現行制度の課題
一般社団法人 水素バリューチェーン 推進協議会 ヒアリング結果より (R.4.9.5)	・従来は製油所における工業利用が主流であったが、今後はエネルギー利用が主流になるため現行法体系下では保安基準の整備を円滑に対応できない ・国際的に標準となっている「適正なリスクベースの評価基準」になっておらず、水素保安規制が「ガラパゴス化」している ・自治体の裁量によって運用基準が異なるケースが散見されている ・現行の法体系で安全基準が明確化されていない新技術導入を図る際、許認可に多くの時間を要する ・高圧ガス保安法、電気事業法、ガス事業法等の多法律が入り組んでおり、「新規事業者の参入」および「事業者から消費者に対する円滑なリスクコミュニケーション」の阻害要因となる
	将来の展望 ・水素エネルギー供給に係る保安規制を、新たなリスクの定量評価と適切な閾値設定が確立された法体系のもとで独立させる ・需要や用途別に法規制を一本化して整備する ・水素保安に関する第三者検査・認証を制度化して当該機関にある程度の権限と責任を負わせることにより、自治体による検査の負担と判断のバラつきを軽減し、手続き期間を最適化することで水素利活用拡大の円滑・迅速化を図る



◆ 審議会などで議論された将来的な制度案

➤ 水素の大規模利用は実証段階であり、安全面で裏付ける科学的データの用意が期待される

審議会名	現行制度の課題
経済産業省 水素保安戦略の 策定に係る検討会 (R5.10.4)	・規制の合理化・適正化を含め水素利用を促す環境整備 ・世界的に見ても水素の大規模利用は実証段階にあり、社会実装には至っておらず、サプライチェーン全体を包含する保安規制体系の確立が必要になる ・水素及びアンモニアを燃料とする火力発電設備や燃料電池発電設備の利用促進の観点からも、保安規制の整備が必要になる
	将来の展望 ・技術開発等を進め、新たな利用ニーズを安全面で裏付ける科学的データを用意する ・将来の水素保安のあり方としては、「事業者によるリスクに応じた柔軟で高度な保安」、「国際調和」といった視点が重要 ・水素の事業規模等が今後拡大していくことを踏まえ、電気事業法やガス事業法のように事業規制と一体的に保安規制が措置されることが想定される

水素保安戦略の目的と3つの行動方針

● 世界最先端の日本の水素技術で、水素社会を実現し、安全・安心な利用環境を社会に提供することを目的に、以下の3つの行動方針と9の具体的な手段で取り組む。

1. 技術開発等を通じた科学的データ・根拠に基づく取組	2. 水素社会の段階的な実装に向けたルール合理化・適正化	3. 水素利用環境の整備
①事業者等による科学的データ等の戦略的獲得と共有領域に関するデータ等の共有 ✓ 国の予算を活用する最先端の技術開発プロジェクト等を通じ、保安基準の策定に資する科学的データ等を戦略的に獲得 ✓ 実証終了時には、取得した安全に関する科学的データ等は、共有領域に該当するものとして、原則、官民で共有 ✓ 水素の取り扱いに係る知見（安全策、事故の予防措置、事故の概要・原因・再発防止対策等）について、事業者が独自に得た共有領域の情報・科学的データ等を含め、積極的に共有 ②円滑な実験・実証環境の実現	③サプライチェーンにおいて優先的に取り組む分野の考え方 ✓ 水素・アンモニアの消費量 ✓ 導入に向けた設計が開始される時期 ✓ 事業推進官庁において実証事業が行われるなどの政策的な位置づけ ④今後の道筋の明確化 技術開発・実証段階：既存法令を活用した迅速な対応 商用化段階：新たな技術基準の設定等の恒久的措置 水素事業の拡大を踏まえた将来的な保安体系の検討 ⑤第三者認証機関・検査機関の整備・育成 ⑥地方自治体との連携	⑦リスクコミュニケーション ✓ リスクコミュニケーションの拡大 ✓ わかりやすい情報発信に向けた取組 ⑧人材育成 ✓ 水素社会を担う人材プール（安全確保の土台となる人材、国内外の水素保安分野の議論をリードする人材）の形成 ✓ 大学等が人材育成・高度化の源泉となる知の好循環を生み出す ⑨各国動向の把握、規制の調和・国際規格の策定に向けた取組

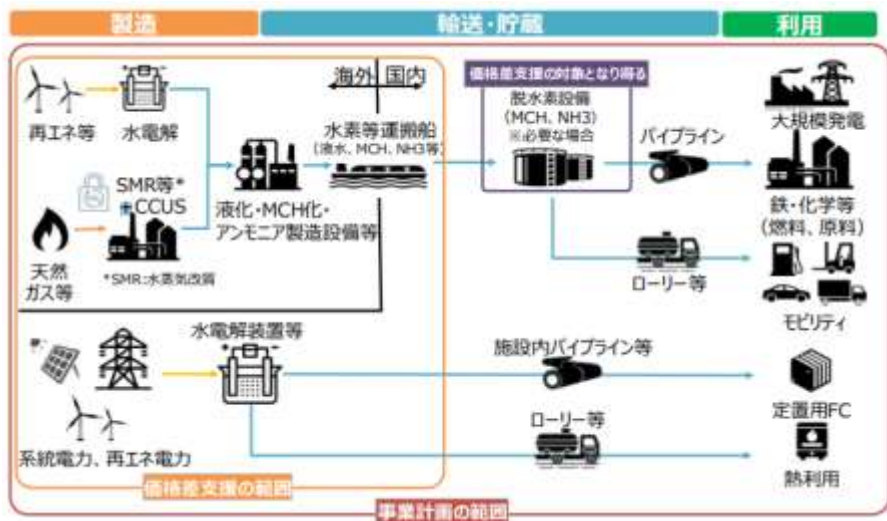


◆ 審議会などで議論された将来的な制度案

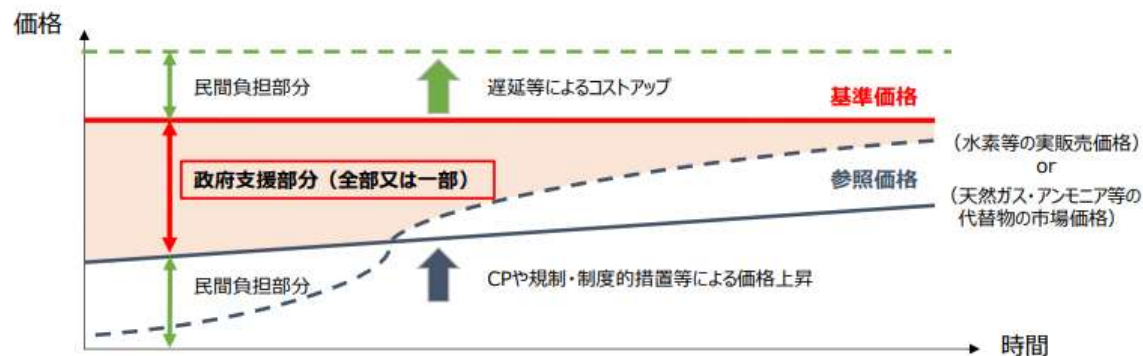
➤ 市場を席巻する製法や技術は特定されておらず、権益確保や投資により競争力強化を図る必要がある

審議会名	現行制度の課題
産業構造審議会 保安・消費生活用 製品安全分科会 水素保安小委員会 (R.6.1.29)	・将来市場を席巻する製法や技術は、現時点では特定しきれない ・CO₂排出量の削減だけではなく、地域全体の産業競争力強化やGX推進に適した産業の構造転換・再配置につなげる必要がある ・今後カーボンニュートラルの達成に向けて、支援期間中に炭素価格の上昇や電力・都市ガス・燃料・産業分野など各分野における新たな市場創出・利用拡大につながる制度が設けられることも想定される
	将来の展望
	・先行的で自立が見込まれる案件を選定し、権益確保や水素等の供給・利用側への投資により、我が国の製品や技術の競争力強化を図っていく必要がある ・周辺の幅広い分野の企業群を巻き込みながら、経済的・効率的かつ自立的発展が可能なサプライチェーンを構築していくことが必要である ・適切な価格水準で取引が行われる低炭素水素等の市場の創設が進む制度を選定する

価格差に着目した支援制度の支援範囲イメージ



価格差に着目した支援制度のイメージ

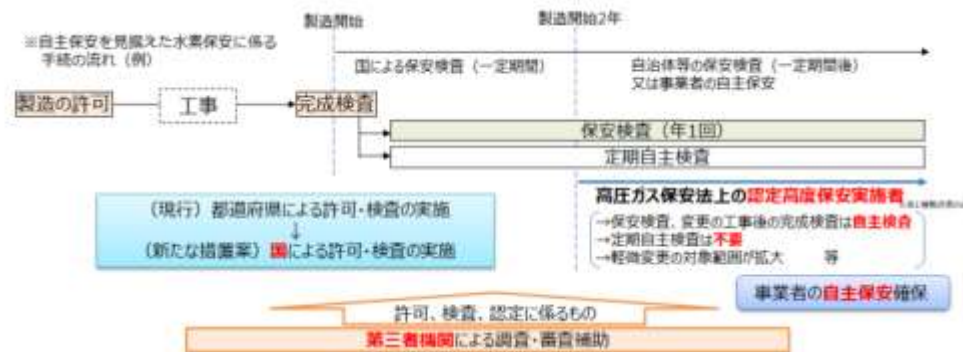


◆ 審議会などで議論された将来的な制度案

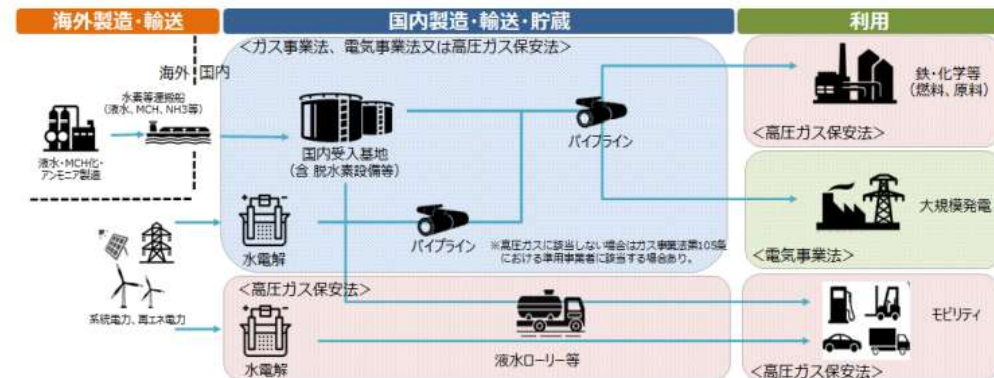
➤ 第三者機関を活用した保安管理や事業者に対する支援を継続する必要がある

審議会名	現行制度の課題
産業構造審議会 保安・消費生活用 製品安全分科会 水素保安小委員会 (R.6.1.29)	・高圧ガス保安法に基づく製造の許可や各種検査は、国が定める技術基準に基づいて都道府県等が実施している ・低炭素水素等の大規模供給・利用については前例のないことである ・国際的にも、想定される水素等事業全体を包含した安全規制体系を構築している国はない
	将来の展望 ・水素の扱いに関して国等が科学的なデータ取得を行い、基準等を整備する必要がある ・国が許可や検査を行う際や事業者が保安管理を行う中で、必要に応じて技術的知見を有する第三者機関を活用することが重要である ・国内外の水素等事業の進捗に応ずる形で、段階的に保安規制の合理化・適正化をしっかりと進めていくことが重要である ・モデルケースを整理し、適用法令や手続に関する相談体制の構築、水素保安ポータルサイト（HP）により事業者に分かりやすく発信していくことが必要である

水素保安における新たな措置の流れ



適用法令のイメージ



◆ 連携可能性について

- 札幌市の水素利活用へ連携可能性の観点から、環境省やNEDOの実証、独自の取組で水素の利活用に携わっている企業や、エネルギー、建設、需要先等の候補となると考えられる企業等を整理する。

○は北海道水素事業プラットフォーム発起人企業

分野	道内（取組分野）	道外（取組分野）
エネルギー関連事業者	・ エア・ウォーター北海道株式会社（水素を含む産業ガス供給など） ・ 北海道エネルギー株式会社（サービスステーション運営） ○ ・ 北海道ガス株式会社（道内エネルギー事業全般） ○ ・ 北海道電力株式会社（道内エネルギー事業全般） ○ ・ 北海道電力ネットワーク株式会社（道内エネルギー事業全般）	・ 出光興産株式会社（水素ステーションなど） ・ 岩谷産業株式会社（水素ステーションなど） ・ エア・ウォーター株式会社（水素ステーション、鹿追町水素の取組など） ・ ENEOS株式会社（水素ステーションなど）
建設・エンジニアリング会社、メーカーなど	・ 伊藤組土建株式会社（地元建設会社） ・ 岩田地崎建設株式会社（地元建設会社 鹿追環境省実証での建設に携わるなど） ・ 株式会社土谷製作所（水素ストーブ開発） ・ トヨタ自動車北海道株式会社（水素ストーブ開発、FCVなど）	・ 川崎汽船株式会社（水素運搬船など） ・ 川崎重工業株式会社（水素ガスタービン・ガスエンジンなど） ・ 株式会社商船三井（水素生産船など） ・ 株式会社神鋼環境ソリューション（水電解式水素発生装置など） ・ 東芝エネルギーシステムズ株式会社（純水素燃料電池など） ・ 株式会社日立製作所（水電解水素製造など） ・ 富士電機株式会社（燃料電池システムなど） ・ 三菱重工業株式会社（大型水素ガスタービンなど） ・ JFEエンジニアリング株式会社（蓄電池など）
金融事業者	・ 株式会社北洋銀行（地方銀行） ○ ・ 株式会社北海道銀行（地方銀行） ○	・ 三菱UFJモルガン・スタンレー証券株式会社（大手金融企業） ・ 東京海上日動火災保険株式会社（大手保険企業）

◆ 連携可能性について

- 札幌市の水素利活用へ連携可能性の観点から、環境省やNEDOの実証、独自の取組で水素の利活用に携わっている企業や、エネルギー、建設、需要先等の候補となると考えられる企業等を整理する。

○は北海道水素事業プラットフォーム発起人企業

分野	道内（取組分野）	道外（取組分野）
自治体	- 石狩市（洋上風力発電由来の水素製造など） - 苫小牧市（大型水電解装置の整備など） - 室蘭市（低圧水素実証など） - 稚内市（風力発電由来の水素製造など）	（参考先進事例）山梨県、福島県、福岡県、東京都など
その他需要先など	- 石屋製菓株式会社 - 株式会社セコマ ○ - 日糧製パン株式会社 - 株式会社ニトリホールディングス - ホクレン農業協同組合連合会 - 北海道コカ・コーラボトリング株式会社 - 北海道中央バス株式会社 - 北海道旅客鉄道株式会社 ○ - 雪印メグミルク株式会社 ○ - よつ葉乳業株式会社 - 株式会社ロイズコンフェクト	

(2) 実証事業等の検討

◆ ポテンシャルの整理

- 需要区分ごとに、水素利活用ポテンシャルを一定の仮定のもと整理する。
- 検討する需要の区分は、水素に関する既存技術・製品や札幌市の特色を考慮し、「モビリティ」、「建物利用（燃料電池）」、「暖房」として、需要量に対して必要な水素ステーション※の数や再生可能エネルギー設備規模を整理する。

※一般的な水素ステーションの水素供給能力は300Nm³/hを想定。

需要区分ごとのポテンシャル

番号	需要区分	小区分	概要	水素需要ポテンシャル
①	モビリティ	一般乗用車	レンタカー、タクシー、その他民有車、公用車を対象とする。	約62万Nm ³ /年
		バス・トラック	乗合バス・貸切バス、大型トラック・小型トラックを対象とする。	バス：約56万Nm ³ /年 トラック：約32万Nm ³ /年
		新公共交通	連節車両（バス）を対象とする。	約96万Nm ³ /年
		その他	特殊車両（ごみ収集車や救急車、除雪車）、地下鉄、自転車（ポロクル・ペロタクシー）を対象とする。	－（対象車両等が開発段階のため未計算）
②	建物利用	市有施設	区役所、福祉医療施設、学校、水再生プラザ、清掃工場を対象とする。	水再生プラザ：約1,500万Nm ³ /年 清掃工場：約44万Nm ³ /年 区役所：約18万Nm ³ /年 福祉医療施設：約12万Nm ³ /年 学校：約18万Nm ³ /年
		その他	宿泊施設（ホテル）を対象とする。	延床面積8,000m ² ：約49万Nm ³ /年 延床面積20,000m ² ：約61万Nm ³ /年
③	暖房利用	水素ストーブ	LPガス・灯油を暖房利用している札幌市民を対象とする。	約1億5千万Nm ³ /年

◆ ① モビリティ（タクシー、レンタカー）のポテンシャル

- 一般車両（タクシー）の需要ポテンシャル量は約26万Nm³/年（水素ステーション0.2箇所相当）
- 一般車両（レンタカー）の需要ポテンシャル量は約11万Nm³/年（水素ステーション0.1箇所相当）

モビリティ

■ 一般車両（タクシー）の考え方

- ・ 札幌市内のタクシーに対してFCV100台の導入と仮定。
⇒水素需要ポテンシャルは約26万Nm³/年

■ 設定条件

設定条件（一般車両（タクシー））

項目	値	備考
札幌市のタクシー登録台数	5,316台	札幌市統計書(令和4年版)より
札幌市のタクシー走行キロ数	181,340千km/年	札幌市統計書(令和4年版)より
FCV水素燃費	146km/kg	トヨタ「MIRAI」カタログより
FCV導入台数（仮定）	100台	

■ 一般車両（レンタカー）の考え方

- ・ 札幌市内のレンタカーに対してFCV100台の導入と仮定。
⇒水素需要ポテンシャルは約11万Nm³/年

■ 設定条件

設定条件（一般車両（レンタカー））

項目	値	備考
乗用車1台当たりの年間走行距離	8,300km/台・年	札幌市HP「次世代自動車の普及」より、乗用車の年間平均走行距離
レンタカーの自家用乗用車走行距離に対する走行距離比率	1.7倍	国土交通省「第5回 自動車の検査・点検整備に関する基礎調査検討会資料」
FCV水素燃費	146km/kg	トヨタ「MIRAI」カタログより
FCV導入台数（仮定）	100台	
（参考）札幌運輸支局の乗用車レンタカー保有台数	26,598台 ※別途北海道運輸局資料より按分すると、札幌市所有16,957台	（一社）全国レンタカー協会「運輸支局別レンタカー車両数について（2023年3月集計）」

◆ ① モビリティ（その他民有車、公用車、バス）のポテンシャル

- 一般車両（その他民有車、公用車）の需要ポテンシャル量は約25万Nm³/年（水素ステーション0.2箇所相当）
- バスの需要ポテンシャル量は約56万Nm³/年（水素ステーション0.5箇所相当）

モビリティ

■ 一般車両（その他民有車、公用車）の考え方

- ・ 札幌市内のその他民有車、公用車に対してFCV400台の導入を仮定。

⇒水素需要ポテンシャルは約25万Nm³/年

■ 設定条件

設定条件（一般車両（その他民有車、公用車））

項目	値	備考
乗用車1台当たりの年間走行距離	8,300km/台・年	札幌市HP「次世代自動車の普及」より、乗用車の年間平均走行距離
FCV水素燃費	146km/kg	トヨタ「MIRAI」カタログより
FCV導入台数（仮定）	400台	民有240台、公用車160台
（参考）札幌市内の乗用車保有台数	921,481台	「札幌市内の次世代自動車保有台数について」より、令和4年度末時点（上記目標台数はこの約0.03%相当）
（参考）札幌市公用車台数	1,666台	「札幌市内の次世代自動車保有台数について」より、令和4年度末時点（上記目標台数はこの約10%相当）

■ バスの考え方

- ・ FCバス15台の導入を仮定。

⇒水素需要ポテンシャルは約56万Nm³/年

■ 設定条件

設定条件（バス）

項目	値	備考
北海道のバス台数	6,425台	「数字でみる北海道の運輸 令和5年版」より、乗合バスと貸切バスの合計
北海道のバス走行キロ数	196,546千km/年	「数字でみる北海道の運輸 令和5年版」より、乗合バスと貸切バスの合計
FCバス水素燃費	9.1km/kg	国土交通省自動車局「燃料電池自動車等の普及促進に係る自治体連携会議（第3回）」より
FCバス導入台数（仮定）	15台	

◆ ① モビリティ（トラック、新公共交通）のポテンシャル

- トラックの需要ポテンシャル量は約32万Nm³/年（水素ステーション0.3箇所相当）
- 新公共交通システム（連節車両）の需要ポテンシャル量は約96万Nm³/年（水素ステーション0.8箇所相当）

モビリティ

■ トラックの考え方

- ・ FC大型トラック10台、FC小型トラック40台の導入を仮定。
⇒水素需要ポテンシャルは約32万Nm³/年

■ 設定条件

設定条件（トラック）

項目	値	備考
北海道の貨物自動車台数	675,814台	北海道運輸局「自動車保有車両数調べ」より令和5年3月末時点における貨物用・軽自動車貨物車の合計
北海道の貨物自動車走行キロ数	8,280,781千km/年	国土交通省「自動車燃料消費量調査」より、令和4年度分の貨物自動車の走行キロ数の合計
FC大型トラック水素燃費	12km/kg	トヨタ自動車株式会社と日野自動車株式会社が共同で開発したFC大型トラックの諸元より、航続距離600km、FCタンク貯蔵量50kg
FC小型トラック水素燃費	26km/kg	トヨタ自動車と日野自動車が共同開発したFC小型トラックの諸元より、走行距離260km、FCタンク貯蔵量10kg
FC大型トラック導入台数（仮定）	10台	
FC小型トラック導入台数（仮定）	40台	

■ 連節車両の考え方

- ・ 新公共交通システムに対し、連節車両 6 台の導入を仮定。
⇒水素需要ポテンシャルは約96万Nm³/年
※各種設定条件については仮定のものであり、需要ポテンシャルは概算値である。

■ 設定条件

設定条件（連節車両）

項目	値	備考
FC連節車両水素燃費	3.4km/L	燃料電池ハイブリッド車両 FV-E991系 HYBARIを想定（航続距離140km、水素貯蔵容量1,020L）
FC連節車両走行距離	133.3km/台・日	実験ルート距離
FC連節車両導入台数（仮定）	6台	

◆ ② 建物利用（区役所）のポテンシャル

- 市有施設（区役所6,567m²）における需要ポテンシャル量は約18万Nm³/年
- 燃料電池出力は30kW、需要に対するカバー率は電気57%、熱18%

建物利用（市有施設）
施設区分：区役所
延床面積：6,567m²

■ 区役所の考え方

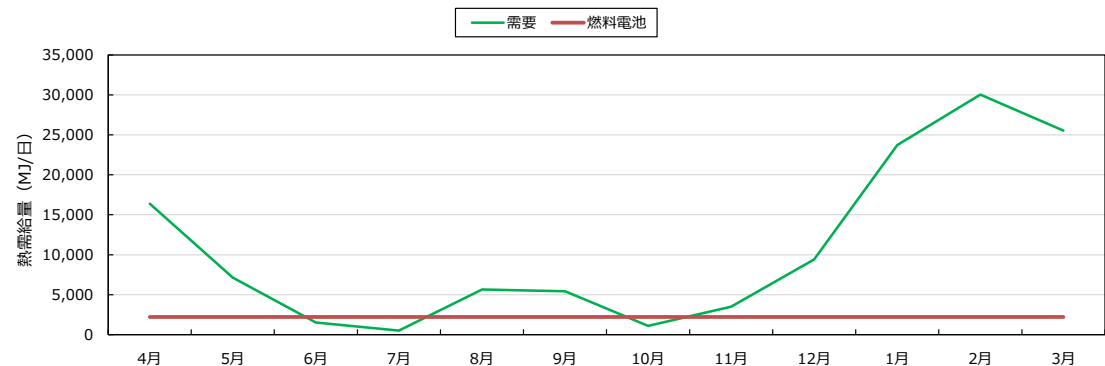
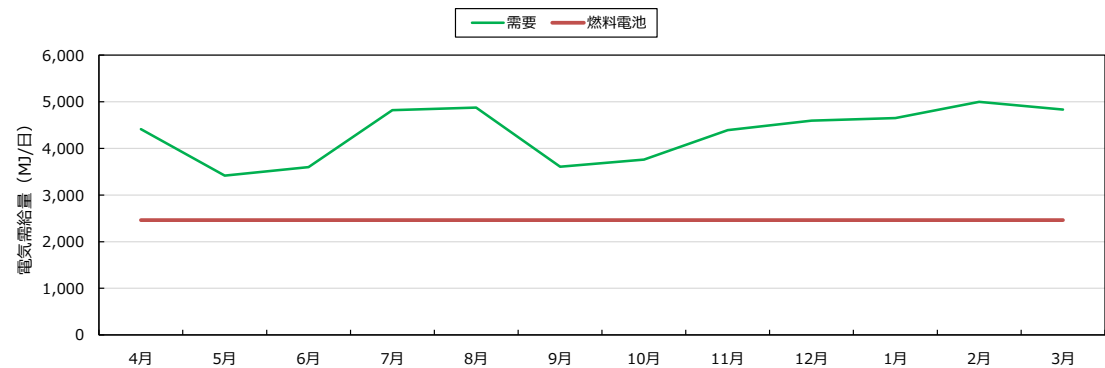
- 札幌市市有施設（区役所）の月別電力使用量（実績）より、1時間当たりの平均需要を設定。
- 1時間当たりの平均需要に対し、供給量が上回ることがないように燃料電池の導入を仮定。

⇒燃料電池電気出力30kW、
水素需要ポテンシャルは約18万Nm³/年、
燃料電池電気供給量の需要に対するカバー率は57%
燃料電池熱供給量の需要に対するカバー率は18%
熱供給については需要を上回る場合がある

■ 設定条件

設定条件（区役所）

項目	値	備考
燃料電池定格出力	100kW	東芝 純水素燃料電池 H2Rex (10～100kWモデル)
燃料電池の電気出力に対する熱出力	90%	〃
燃料電池総合効率	95%	〃
燃料電池水素消費量（定格出力時）	70Nm ³ /h	〃



◆ ② 建物利用（福祉医療施設）のポテンシャル

- 市有施設（福祉医療施設2,753m²）における需要ポテンシャル量は約12万Nm³/年
- 燃料電池出力は20kW、需要に対するカバー率は電気66%、熱21%

建物利用（市有施設）
施設区分：福祉医療施設
延床面積：2,753m²

■ 区役所の考え方

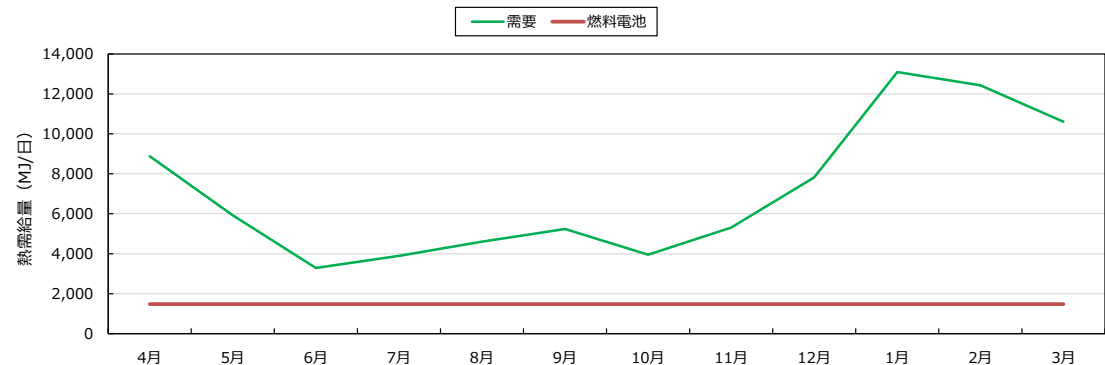
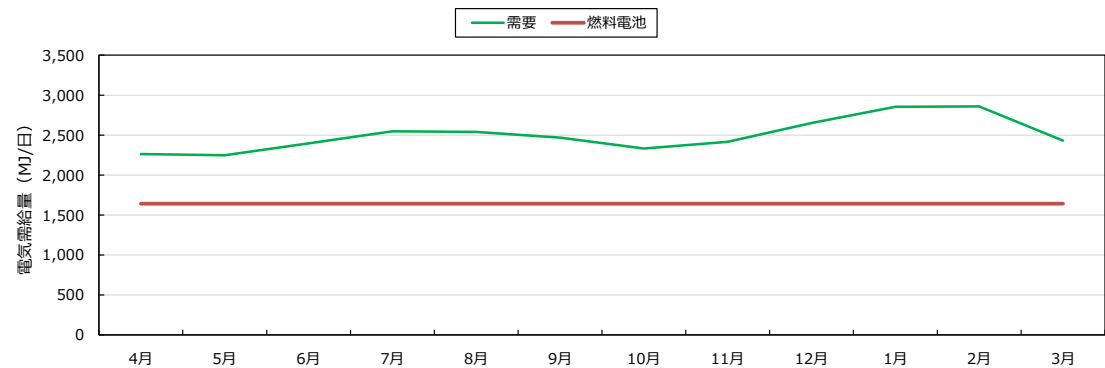
- 札幌市市有施設（福祉医療施設）の月別電力使用量（実績）より、1時間当たりの平均需要を設定。
- 1時間当たりの平均需要に対し、供給量が上回ることがないように燃料電池の導入を仮定。

⇒燃料電池電気出力20kW、
水素需要ポテンシャルは約12万Nm³/年、
燃料電池電気供給量の需要に対するカバー率は66%
燃料電池熱供給量の需要に対するカバー率は21%

■ 設定条件

設定条件（福祉医療施設）

項目	値	備考
燃料電池定格出力	100kW	東芝 純水素燃料電池 H2Rex（10～100kWモデル）
燃料電池の電気出力に対する熱出力	90%	〃
燃料電池総合効率	95%	〃
燃料電池水素消費量（定格出力時）	70Nm ³ /h	〃



◆ ② 建物利用（学校）のポテンシャル

- 市有施設（学校12,515m²）における需要ポテンシャル量は約18万Nm³/年
- 燃料電池出力は30kW、需要に対するカバー率は電気20%、熱43%

建物利用（市有施設）
施設区分：学校
延床面積：12,515m²

■ 区役所の考え方

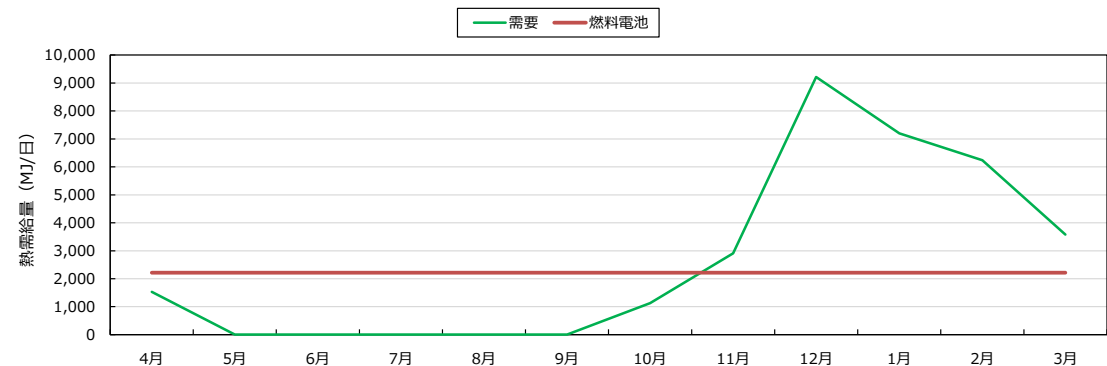
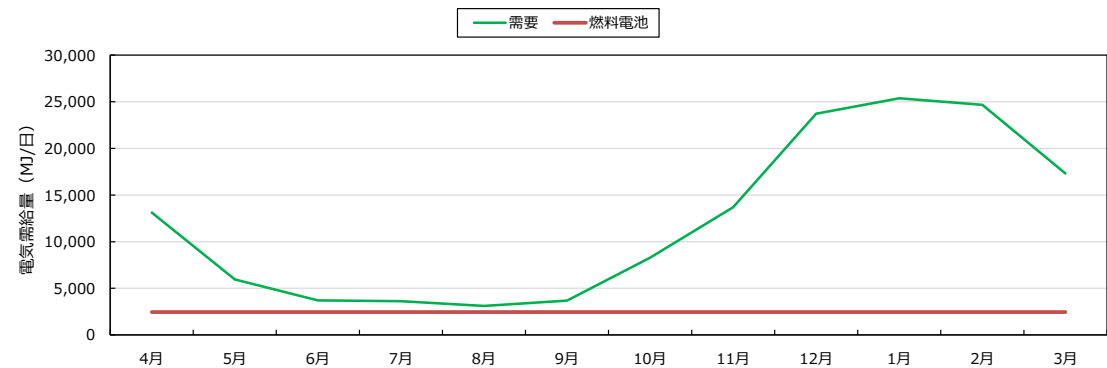
- 札幌市市有施設（学校）の月別電力使用量（実績）より、1時間当たりの平均需要を設定。
- 1時間当たりの平均需要に対し、供給量が上回ることがないように燃料電池の導入を仮定。

⇒燃料電池電気出力30kW、
水素需要ポテンシャルは約18万Nm³/年、
燃料電池電気供給量の需要に対するカバー率は20%
燃料電池熱供給量の需要に対するカバー率は43%
熱供給については需要を上回る場合がある

■ 設定条件

設定条件（学校）

項目	値	備考
燃料電池定格出力	100kW	東芝 純水素燃料電池 H2Rex (10～100kWモデル)
燃料電池の電気出力に対する熱出力	90%	〃
燃料電池総合効率	95%	〃
燃料電池水素消費量（定格出力時）	70Nm ³ /h	〃



◆ ② 建物利用（水再生プラザ、清掃工場）のポテンシャル

- 市有施設（水再生プラザ）の需要ポテンシャル量は約1,500万Nm³/年
- 市有施設（清掃工場）の需要ポテンシャル量は約44万Nm³/年

建物利用

■ 水再生プラザの考え方

- ・ 札幌市市有施設（水再生プラザ）買電電力使用量の20%の燃料電池導入を仮定。

⇒水素需要ポテンシャルは約1,500万Nm³/年

■ 設定条件

設定条件（水再生プラザ）

項目	値	備考
水再生プラザ電力使用量	124,902,441 kWh/年	札幌市「（札幌市下水道維持管理年報(令和4年度版)）より水再生プラザ（19施設）の買電電気使用量の合計
水素電源導入率（仮定）	20%	
燃料電池発電効率	56%	パナソニック株式会社「純水素型燃料電池5kW」より

■ 清掃工場の考え方

- ・ 札幌市市有施設（清掃工場）に対し、電力使用量の20%の燃料電池導入を仮定。

⇒水素需要ポテンシャルは約44万Nm³/年

■ 設定条件

設定条件（清掃工場）

項目	値	備考
清掃工場電力使用量	3,713,133 kWh/年	札幌市「（札幌市下水道維持管理年報(令和4年度版)）より水再生プラザ（19施設）の買電電気使用量の合計
水素電源導入率（仮定）	20%	
燃料電池発電効率	56%	パナソニック株式会社「純水素型燃料電池5kW」より

◆ ② 建物利用（宿泊施設）のポテンシャル

- その他施設（宿泊施設（ホテル）8,000m²）における需要ポテンシャル量は約49万Nm³/年
- 燃料電池出力は80kW、需要に対するカバー率は電気62%、熱20%

建物利用（その他施設）
施設区分：宿泊施設（ホテル）
延床面積：8,000m²

■ 区役所の考え方

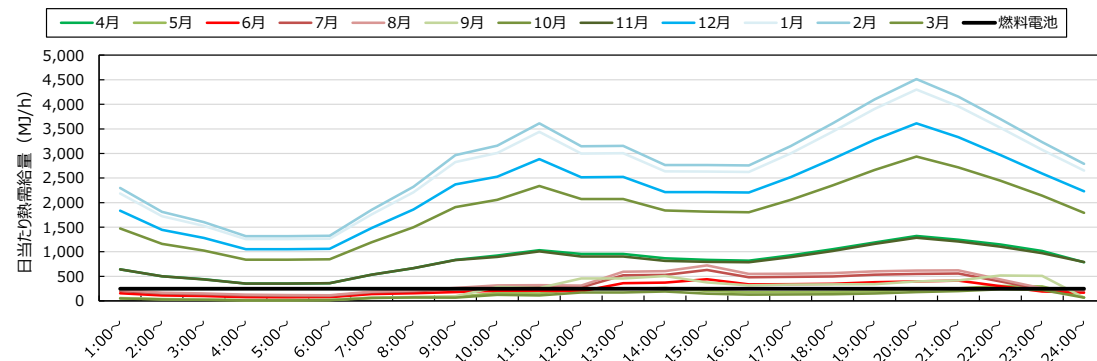
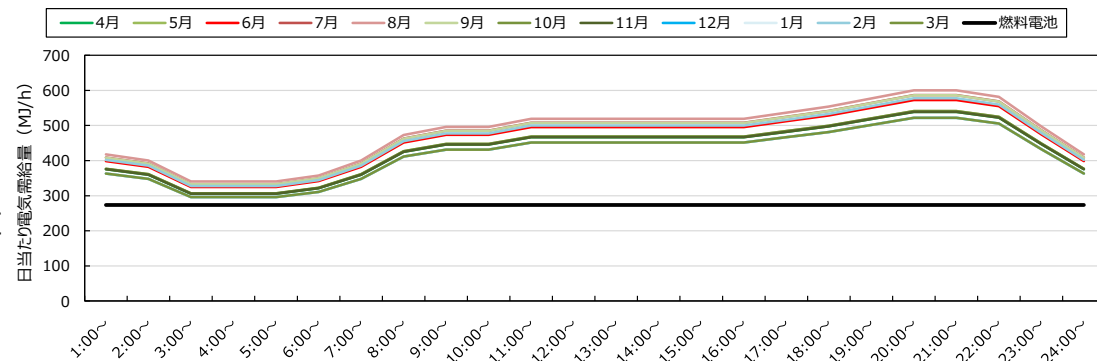
- 宿泊施設（ホテル）8,000m²の月別時間帯別電力使用量を設定。
- 月別時間帯別電力使用量に対し、供給量が上回ることがないように燃料電池の導入を仮定。

⇒燃料電池電気出力80kW、
水素需要ポテンシャルは約49万Nm³/年、
燃料電池電気供給量の需要に対するカバー率は62%
燃料電池熱供給量の需要に対するカバー率は20%
熱供給については需要を上回る場合がある

■ 設定条件

設定条件（宿泊施設（ホテル））

項目	値	備考
燃料電池定格出力	100kW	東芝 純水素燃料電池 H2Rex (10～100kWモデル)
燃料電池の電気出力に対する熱出力	90%	〃
燃料電池総合効率	95%	〃
燃料電池水素消費量（定格出力時）	70Nm ³ /h	〃



◆ ② 建物利用（宿泊施設）のポテンシャル

- その他施設（宿泊施設（ホテル）20,000m²）における需要ポテンシャル量は約61万Nm³/年
- 燃料電池出力は100kW、需要に対するカバー率は電気31%、熱11%

建物利用（その他施設）
施設区分：宿泊施設（ホテル）
延床面積：20,000m²

■ 区役所の考え方

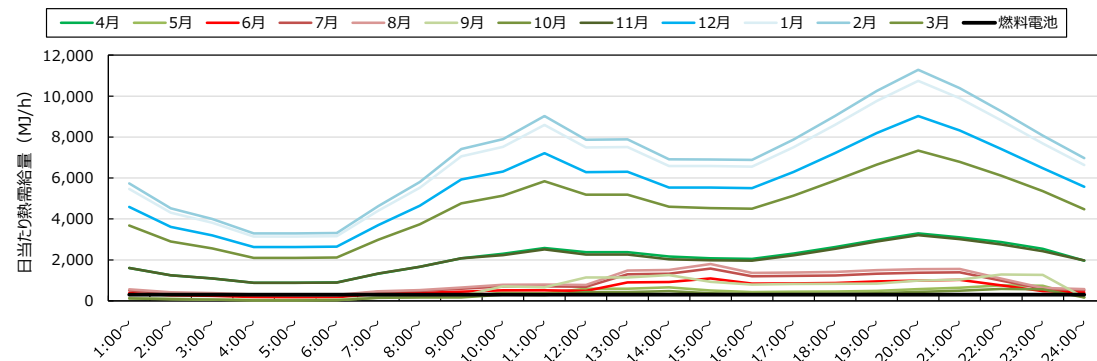
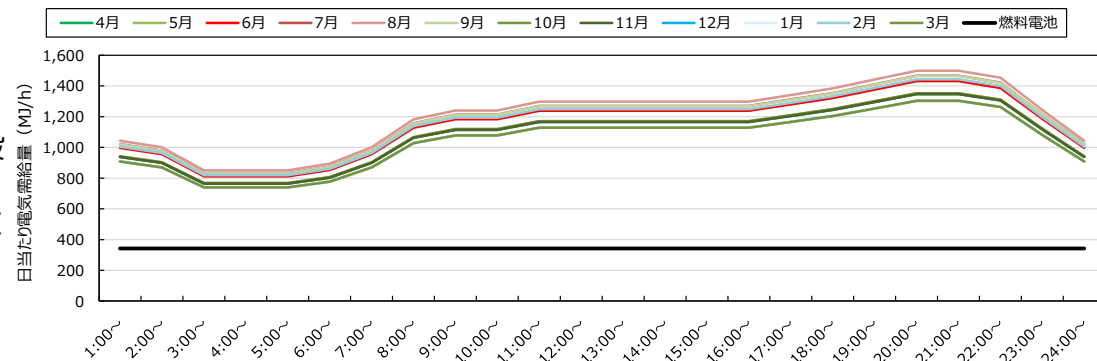
- ・ 宿泊施設（ホテル）20,000m²の月別時間帯別電力使用量を設定。
- ・ 月別時間帯別電力使用量に対し、供給量が上回ることがないように燃料電池の導入を仮定。

⇒燃料電池電気出力100kW（上限）、
水素需要ポテンシャルは約61万Nm³/年、
燃料電池電気供給量の需要に対するカバー率は31%
燃料電池熱供給量の需要に対するカバー率は11%
熱供給については需要を上回る場合がある

■ 設定条件

設定条件（宿泊施設（ホテル））

項目	値	備考
燃料電池定格出力	100kW	東芝 純水素燃料電池 H2Rex（10～100kWモデル）
燃料電池の電気出力に対する熱出力	90%	〃
燃料電池総合効率	95%	〃
燃料電池水素消費量（定格出力時）	70Nm ³ /h	〃



◆ ③ 暖房利用（水素ストーブ）のポテンシャル

➤ 札幌市民のLPガス・灯油の暖房利用による水素需要ポテンシャルは約1億5千万Nm³/年

暖房利用

■ 水素ストーブの考え方

- 札幌市民のLPガス・灯油の暖房使用量の10%の水素ストーブ導入を仮定。

⇒水素需要ポテンシャルは約1億5千万Nm³/年

■ 設定条件

設定条件（暖房利用）

項目	値	備考
北海道の月別エネルギー種別世帯当たりエネルギー消費量	下表参照	環境省「家庭部門のCO2排出実態統計調査」（令和3年度）
札幌市総世帯数	1,087,058世帯	総務省「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査」（2022年）
暖房のための使用エネルギー割合	LPガス：6.9% 灯油：55.6%	札幌市「令和4年度 札幌市の環境政策推進に関する調査報告書（令和5年9月）」
水素ストーブ導入率（仮定）	10%	

北海道の月別エネルギー種別世帯当たりエネルギー消費量（2021年度）（単位：GJ/世帯・月）

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
LPガス	0.26	0.23	0.19	0.16	0.14	0.14	0.16	0.19	0.25	0.33	0.31	0.28
灯油	2.75	1.46	0.63	0.36	0.25	0.44	1.78	2.13	3.82	4.71	4.68	3.73

◆ 実証事業の検討

- 需要区分ごとに、現時点で考えられる水素利活用の実証概要及び課題を整理する。

実証概要及び課題

番号	需要区分	小区分	実証概要	課題など
①	モビリティ	一般乗用車	タクシー・レンタカーなどを対象とした寒冷地実証。 - 年間走行距離が長い（車両稼働率が高い）これら車両を対象に暖房などによる燃費の分析 - 運転手・ユーザーの使い勝手の声をアンケート調査またPR効果の検証を行う	- フィールド：市内事業者の協力体制確保 - 供給・充填：水素供給拠点が限られる中での実運用の可否。水素STなど供給拠点の望ましい位置の分析 - 体制：車両メンテナンス体制等の確保
		バス・トラック（新公共交通含む）	乗合バス・貸切バス、連節車両、大型トラック・小型トラックを対象とする寒冷地実証 年間走行距離が長い（車両稼働率が高い）、ルート予見性が高い車両を対象に寒冷地実証	- フィールド：市内事業者（物流に関しては都市間も想定）の範囲 - 供給・充填：水素供給拠点が限られる中での実運用の可否（物流は最大室蘭ST⇔札幌STなど）。バスの充填→走行→充填の時間確保 - 体制：車両メンテナンス体制などの確保
		その他	－（対象車両等が開発段階のため困難）	- 特殊車両、地下鉄及び自転車については、開発段階のため当面、最新情報を注視・メーカーヒアリングを実施 ※ごみ収集車は本州事例ありのためメーカーへの寒冷地対応の調査などを先行 ※自転車については、開発が進められているところであるが、吸蔵合金などカセット型の水素貯蔵設備の供給体制の確保や車両のメンテナンス体制等の確保が課題と考えられる

◆ 実証事業の検討

- 需要区分ごとに、現時点で考えられる水素利活用の実証概要及び課題を整理する。

実証概要及び課題

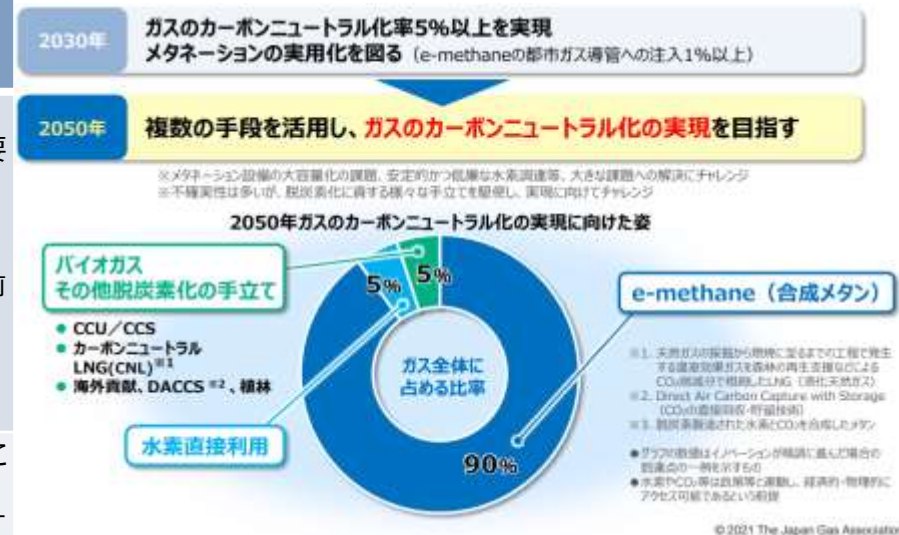
番号	需要区分	小区分	実証概要	課題など
②	建物利用	市有施設・業務その他部門事業所	区役所、福祉医療施設、学校、水再生プラザ、清掃工場などの市有施設のほか、民間事業者で宿泊施設を対象とする。 - 業務その他部門施設による寒冷地対応型FCによる熱電併給モデル（熱需要が通年確保できる施設が望ましい。二次側の温度環境などの評価、脱炭素効果の検証） - 屋外スペースが確保できる施設（FC、カードルなど）→PR効果の高い施設	- フィールド：市有施設または民間事業所の確保。温湿度環境が特殊または快適空間を求められる施設での空調利用など - 高圧水素カードルの確保（事業当初はグリーン水素ではなくても可とするかの検証） - 供給や貯蔵に関する建築基準法、高圧ガス保安法などの事前整理・協議 - 運搬および回収の体制構築 - メンテナンス、日々の運用に関する体制構築
③	暖房利用（家庭）	家庭水素ストーブ	市有施設でのデモンストレーション - 連続運転による温湿度環境分析 - 水素の検知器実証による安全面の分析	- フィールド：イベント、市有施設。将来的にはLPガス・灯油を暖房利用している一般家庭 - 供給・充填：高圧カードルの設置場所の確保 - 消防などとの事前整理・協議 - 体制：メンテナンス、日々の運用に関する体制構築

◆ 大規模プロジェクトについて

- 大規模に水素エネルギーの利活用が見込めるプロジェクトとして、市内に複数存在する地域熱供給のエネルギー源としての水素活用と、都市ガスへの混入（メタネーションまたは水素直接混入）の2つを検討

大規模プロジェクトの検討概要

番号	需要区分	概要
①	地域熱供給	地域熱供給は、1箇所のプラントで大量のエネルギーを必要とする特徴がある。札幌市内には複数の地域熱供給プラントがあり、これらを大規模な水素需要先として想定する。 ＜市内の地域熱供給エネルギーセンター（EC）＞ 株式会社北海道熱供給公社…中央EC、札幌駅南口EC、道庁南EC、赤レンガ前EC、創世EC、光星EC 北海道地域暖房株式会社…厚別EC、真駒内EC 株式会社札幌エネルギー供給公社…EC（札幌駅北口） 北海道ガス株式会社…46EC、新さっぽろEC
②	都市ガス混入	札幌市内で配管供給されている都市ガスへ水素を混入し、大量消費を行うことを検討する。 混入の仕方としては、メタネーションにより合成したメタンを都市ガス代替として利用する方法と、水素をそのまま都市ガスに混ぜて利用する方法の大きく2通りの検討を行う。 ＜メタネーション＞ 水素とCO₂からメタンを合成すること。（e-methane、合成メタン） メタンは都市ガスの主成分であり、e-メタンを都市ガスに混入して利用することが可能。 日本ガス協会の「カーボンニュートラルチャレンジ2050アクションプラン」では、2030年にメタネーションの実用化（カーボンニュートラルメタンの都市ガス導管への注入1%以上）、2050年にガスのカーボンニュートラル化の実現が掲げられている。



日本ガス協会のアクションプラン

◆ 大規模プロジェクト案① 地域熱供給

- 札幌市内の地域熱供給に使用されている原・燃料使用量全てを水素に換算した場合は約2億Nm³/年
- 都市ガス使用量の3割代替と仮定すると約2,400万Nm³/年、業務・その他向け販売熱量の3割代替と仮定すると約2,700万Nm³/年の水素需要量

地域熱供給

■ 地域熱供給の考え方

需要パターン① 市内の地域熱供給プラントの原・燃料使用量の総量相当分の水素換算量

- ・ 水素需要ポテンシャルは計約2億Nm³/年

需要パターン② 都市ガス使用量の3割相当分の水素換算量

- ・ 水素需要ポテンシャルは計約2,400万Nm³/年

需要パターン③ 住宅用と比較してエネルギー需要の変動が少ないと考えられる業務・その他向け販売熱量の3割相当分の水素換算量

- ・ 水素需要ポテンシャルは計約2,700万Nm³/年

■ 地域熱供給の原・燃料使用量、販売熱量

原・燃料使用量、販売熱量（令和3年度実績）

事業者名	原・燃料使用量 (都市ガス)	原・燃料使用量 (計)	販売熱量 (業務・その他向け 合計)
(株)北海道熱供給公社	17,631千Nm ³ /年	1,294,401GJ/年	753,285GJ/年
札幌市都心	15,302千Nm ³ /年	1,187,504GJ/年	741,919GJ/年
札幌市光星	2,329千Nm ³ /年	106,897GJ/年	11,366GJ/年
北海道地域暖房(株)	732千Nm ³ /年	745,622GJ/年	81,153GJ/年
札幌市厚別	289千Nm ³ /年	606,097GJ/年	63,028GJ/年
札幌市真駒内	443千Nm ³ /年	139,525GJ/年	18,125GJ/年
(株)札幌エネルギー供給公社	2,773千Nm ³ /年	138,195GJ/年	129,228GJ/年
札幌市北口再開発	2,773千Nm ³ /年	138,195GJ/年	129,228GJ/年
合計	21,136千Nm ³ /年	2,178,218GJ/年	963,666GJ/年

■ 設定条件

設定条件（地域熱供給）

項目	値
水素低位発熱量	10.78GJ/千Nm ³
都市ガス低位発熱量	40.6GJ/千Nm ³

◆ 大規模プロジェクト案② 都市ガス混入（メタネーション、水素直接混入）

- メタネーションの場合の水素需要ポテンシャルは約1,900万Nm³/年
- 水素直接混入の場合の水素需要ポテンシャルは約1,400万Nm³/年

都市ガス混入

■ メタネーションの考え方

- ・ 札幌市内の都市ガス供給量実績（4.66億Nm³/年）に対して1%のe-methane注入と仮定
 - ・ 想定したe-methane量（466万Nm³/年）を製造するのに必要な水素量を推計
- ⇒水素需要ポテンシャルは約1,900万Nm³/年

■ 設定条件

設定条件（メタネーション）

項目	値	備考
市内都市ガス供給量	4.66億Nm ³ /年	北海道ガス託送供給計画の2021年度実績値より、札幌市分をメーター数按分により推計
e-methane混入割合（仮定）	1%	日本ガス協会「カーボンニュートラルチャレンジ2050アクションプラン」（2021年6月）の2030年目標値を参照
1Nm ³ のe-methane生成に必要な水素量	4Nm ³ -H ₂	反応式より (4H ₂ +CO ₂ →CH ₄ +2H ₂ O)

■ 水素直接混入の考え方

- ・ 現在議論の進む熱量引き下げにおける直近の目標（44MJ/m³）をターゲットとして、3vol%の水素混合と仮定
- ⇒水素需要ポテンシャルは約1,400万Nm³/年

■ 設定条件

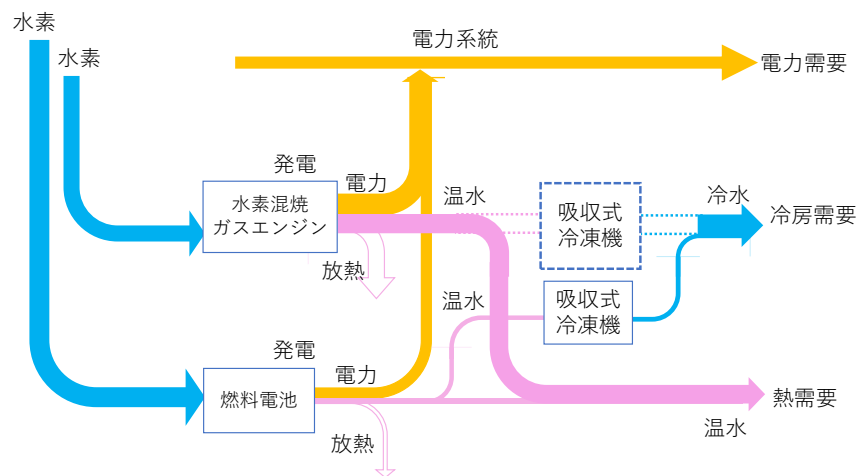
設定条件（水素直接混入）

項目	値	備考
市内都市ガス供給量	4.66億Nm ³ /年	北海道ガス託送供給計画の2021年度実績値より、札幌市分をメーター数按分により推計
都市ガス単位熱量	45MJ/Nm ³	
都市ガスへの水素混合割合（仮定）	3vol%	
3vol%水素混合後のガス単位熱量	44MJ/Nm ³	

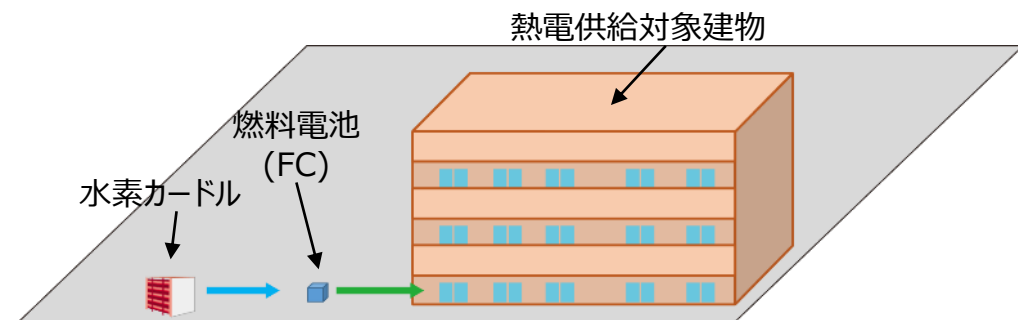
◆ 市有施設におけるFCにおける利活用検討

- FCによる熱電供給が想定される。ただし、エネルギー全量をFCで供給することは、インシャルコストとして過大となり設備稼働率が低くなる。このため下記の考え方で検討した。
- 水素利活用の考え方
 - ・ 電気需要量に対して供給量が上回ることがないことを想定（ベース負荷としての供給）。
 - ・ 熱は発電中は常時発生するため余剰の有無を確認。なお本検討では吸収式冷凍機による冷房検討は行わない。
 - ・ 施設の熱電データは月別データや既往文献をもとに推計した。

※あくまで概略検討であり、今後は個別施設ごとに設備諸元・詳細なエネルギーデータをもとに検証が必要



熱電供給イメージ

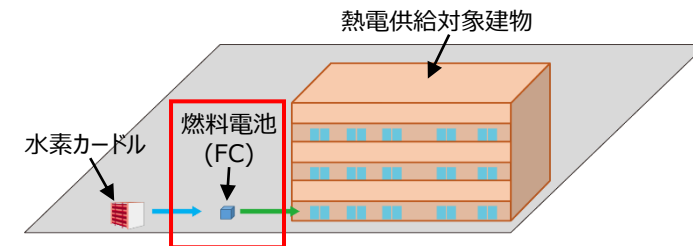


設置イメージ

- ここでは普及啓発的な面や各プロジェクトの中で早期に検討開始・実現が可能と考えられる「市有施設にFCを導入した場合」の概算コスト算出⇒100kW導入の場合概算で1.8～2.2億円（各種条件により変動可能性あり）
- 寒冷地対応なので屋外設置可能→今後は設置スペースの検討が具体で必要

FC導入概算コスト

項目	値	備考
事業費	180～220 百万円	・寒冷地仕様+ラジエーター ※100kWのシステム（筐体）で、10kW～100kWで出力を設定するイメージ ・工事範囲： ①燃料電池本体据付 ②基礎工事（本体+ラジエーターのみ）： ③減圧ユニットおよび水素配管工事 ④水配管工事：FC本体～ラジエーター間の循環ライン。保温処理含。 ⑤電気工事：分電盤～FCまでの配線工事 ⑥計器、機器類 ⑦管理費など：札幌市内交通諸経費を含む ※不含：分電盤、制御盤など盤関係、既設の分電盤の改造、各種通信工事、排熱利用工事、水素設備本体および水素設備の基礎、配管サポート用基礎、各種法規に関わる申請業務



コスト推計対象範囲イメージ（赤枠部）

寒冷地対応型設置イメージ（福島県）



政府目標達成に向けた車両の開発・供給見通しの試算

車種		'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30
小型トラック	導入・価格(百万円)		限定モデル※2・約40		次期モデル・約20				次々期モデル・約10	
	供給台数(台/年)		300		約300 ~ 3,000				約6,000 ~ 10,000	
大型トラック	導入・価格(百万円)				限定モデル・約160				次期モデル・約80	
	供給台数(台/年)				約50 ~ 200				約1,350 ~ 3,000	
バス	導入・価格(百万円)	現行モデル※3・105			次期モデル・約60					
	供給台数(台/年)	累計120台	約60		約50 ~ 200					

※1 上記試算は、グリーン成長戦略より逆算したもの。補助金や水素価格の低減などによる需要側のニーズによって、時期・台数・金額の変動可能性が存在。

※2 CJPT提供 ※3 トヨタ提供



項目		内容
定格出力		8kW
システム電圧		48V
水素	充填圧	35MPa
	搭載量	1.0kg
	充填時間	3分間
稼働時間		8時間※
電源機能	AC100V	1kW×13時間

希望小売価格(標準仕様)
9,980千円(税込み: 10,978千円)

※55%稼働、100%水素消費を条件として、当社電動フォークリフト稼働時間測定方法により算出

新型FCフォークリフトの概要(株式会社豊田自動織機)

(3) その他

- 庁内職員の水素に関する普及啓発・意識醸成を目指し、庁内ホームページ用として動画を作成

札幌市内における水素利活用手法の 基礎調査・実証事業等検討業務

報告会

2024/3

資料作成支援：  株式会社ドーコン

目次

1

1. エネルギーとしての水素
2. 水素に関する動向・可能性
3. 札幌近郊（道央地域）の特徴
4. 事業化に向けた検討フロー
5. 他地域先行事例など

◆ 札幌市域内における水素に関連する既存事業

➤ 札幌市域内でこれまでに実施した水素利活用関連の計画や事業を整理する

計画名	策定主体	策定期期	策定の目的	概要
水素サプライチェーン構築ロードマップ（改定版）	北海道	令和2年12月	・地産地消を基本とする水素サプライチェーンの構築を推進するための手立てとスケジュールを示す	・水素利用機器の導入促進を図る ・地域特性を活かした水素利用の展開を検討する ・水素サプライチェーンの推進・導入に向けた施策を展開する
北海道水素社会実現戦略ビジョン（改定版）	北海道	令和2年3月	・道内の各地域の特性を活かした北海道全体の水素社会のあり方を示し、再生可能エネルギーや未利用資源により製造される水素の利用などを進める	・「水素サプライチェーン構築ロードマップ」に沿ってビジョンの推進を目指す ・地産地消を基本とした水素サプライチェーンの構築を検討する ・道民の理解の促進を図る ・実現に向けた制度的課題などへの対応を行う
札幌市水素利活用方針	札幌市	平成30年5月	・水素エネルギーの本格普及が進むと考えられる2030年頃に向けた取組の方向性を示す	・持続可能な社会構築を目指し、温暖化対策や災害対策の推進をこれまで以上に進める ・「自動車」、「家庭」、「業務・産業」分野における水素の普及推進を図る ・特に「業務・産業」分野では、純水素型燃料電池の普及促進に資するモデル事業を検討し、水素利活用の推進を目指す ・モデル事業展開に向け、安定的な水素供給のためのサプライチェーンの構築を検討する
札幌市燃料電池自動車普及促進計画	札幌市	平成29年3月	・将来的な水素社会の形成へ向けてFCV普及を道内で先導的に進める	・2030年に札幌市内で3,000台のFCV導入を目指す ・上記目標に合わせ、水素ステーションを4か所以上整備する ・普及啓発活動を通じて、市民や事業者の意識醸成を図る ・PR効果を目的として公用車へのFCV導入を検討する ・FCVの購入に対して、国の補助に加えて更なる補助を検討する

◆ 札幌市域内における水素に関連する既存事業

➤ 札幌市域内でこれまでに実施した水素利活用関連の計画や事業を整理する

事業名	実施主体	実施時期	事業の目的	概要
水素・燃料電池普及 キャラバン	北海道	平成31 (令和元) 年	- 水素社会の実現に向けた水素の社会的受容性の向上と機運の醸成、燃料電池自動車(FCV)や、家庭用燃料電池(エネファーム)など水素利用機器の需要の掘り起こし - 災害時における給電機能の周知	- 半年をかけて18回(道内16か所) かけて「水素・燃料電池普及キャラバン」を展開した - 地域のイベントなどで、FCVや、エネファーム等を展示した - 防災訓練などにおいても展示を実施した
水素ステーションの開所	エア・ウォーター株式会社	平成30年3月～	FCVを2030年までに9,000台程度普及を目指す第一歩としての導入	- 札幌市豊平区のエア・ウォーター株式会社に位置し、国や札幌市と連携して財政支援を行い整備されている - FCVに充填圧力82MPaGの水素を約3分間で充填する機能を持つ 40フィートコンテナ内に搭載した移動可能な水素ステーションである
燃料電池自動車の導入 補助	札幌市	平成30年～	- 自動車による環境負荷を減らすため - 二酸化炭素排出量を削減するため	- ゼロエミッション自動車購入等補助制度の一環として、燃料電池自動車の導入補助を行っている - 対象は市民及び市内の事業者であり、上限は50万円となっている(令和5年度)
公用車へのFCV導入	札幌市 北海道	平成30年～ 平成29年～	FCVを多くの市民・道民の目に触れ、より身近に感じるため	- FCVを導入しイベントで使用する機器への給電や展示にも活用されている - 札幌市では令和12年度までにすべての公用車を次世代自動車へ切り替えることを目標としている
北海道水素づくりプラットフォームの設立	国土交通省 北海道開発局	平成27年～	- 再生可能エネルギーによる発電と水素の製造・利用を組み合わせた地域分散型の熱電供給システム及び燃料電池車用水素供給システムを道内に構築する - 将来的には水素又は電力を道外に移出して、更なる道内への利益還元を図る	- 水素を活用した地域づくりの方針に関する意見の交換 - 水素を活用した地域づくりに関する情報の交換、視察の実施 - 水素を活用した地域づくりに関する地方公共団体及び民間企業による先進的取組の支援
エネファームの導入促進	札幌市	平成23年～	エネファームを含めた定置用燃料電池は、既存のコージェネレーションシステムに比べてエネルギー効率がが高く、その効果による二酸化炭素排出量の削減への寄与	- 寒冷地対応の機器であり、耐寒性能を向上させた機器の開発・発売も進んでいる - 導入に当たり8万円の補助が市から交付される(令和5年度) - 災害などの非常時の分散型電源としての活用も期待されている