

資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部
水素・アンモニア課 御中

令和5年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業(福島県における水素社会のモデル構築に関する調査)

調査報告書

MRI 三菱総合研究所

2024年3月29日

エネルギー・サステナビリティ事業本部

目次

本事業の概要	2
実施内容	
1. 福島県における水素社会のモデル構築に関する調査	3
1-1. 福島県における地産地消水素サプライチェーン構築に向けた調査方針	4
1-2. 中通り地域・会津地域における水素サプライチェーン構築に関する調査	11
1-3. 水電解装置の導入に関する調査	62
1-4. 水素サプライチェーン構築に必要な法令対応に関する調査	77
1-5. 福島県における水素サプライチェーン構築に向けて取り組むべき項目	87
2. 協議会の開催等	90
参考資料	92

本事業の概要

事業目的(仕様書より抜粋)

- 平成28年、福島イノベーション・コースト構想におけるエネルギー分野の取組を加速し、福島復興の後押しを一層強化するべく、福島県全体を未来の新エネ社会を先取りするモデルの創出拠点とすることを旨とする「福島新エネ社会構想」が策定され、令和2年3月には福島県浪江町でPower-to-Gas技術の開発・実証を行う「福島水素エネルギー研究フィールド」(以下「FH2R」という。)が開所した。更に同年5月に開催された第6回福島新エネ社会構想実現会議では、今後の取組として、世界最大の水素イノベーション拠点としてのFH2Rの活用に加え、水素モビリティの先進導入広域モデルの構築、水素社会実証地域モデルの形成が示された。(中略)本事業では、福島県において水素社会のモデルを構築すべく、**福島新エネ社会構想に基づく取組の進捗状況をフォローアップするとともに、福島県内における水素利活用の更なる拡大についての検討を幅広く行う。**

事業目的を踏まえた調査方針

- 過年度調査で福島県内における具体的な水素需要ポテンシャルを分析する中、福島新エネ社会構想の実現に向けて、県内における水素の供給力確保が課題として明らかとなった。
- こうした中、福島新エネ社会構想加速化プランが策定され、令和8年度にはFH2Rを活用した本格的な水素供給が開始される予定。一方、**輸送コストの面からも、地域ごとに水電解装置を活用した水素供給・利活用モデルを構築することが現実的と考えられる。**
- 本事業では、**具体的な水素需要を梃子として、特に、水電解装置の設置にあたり、適切な装置の容量、コスト、規制面の整理を行うとともに、水素利活用モデルの拡大・具体化を推進するための検討を進める。**

1. 福島県における水素社会のモデル構築に関する調査

- 1-1. 福島県における地産地消水素サプライチェーン構築に向けた調査方針
- 1-2. 中通り地域・会津地域における水素サプライチェーン構築に関する調査
- 1-3. 水電解装置の導入に関する調査
- 1-4. 水素サプライチェーン構築に必要な法令対応に関する調査
- 1-5. 福島県における水素サプライチェーン構築に向けて取り組むべき項目

1. 福島県における水素社会のモデル構築に関する調査

- 1-1. 福島県における地産地消水素サプライチェーン構築に向けた調査方針
- 1-2. 中通り地域・会津地域における水素サプライチェーン構築に関する調査
- 1-3. 水電解装置の導入に関する調査
- 1-4. 水素サプライチェーン構築に必要な法令対応に関する調査
- 1-5. 福島県における水素サプライチェーン構築に向けて取り組むべき項目

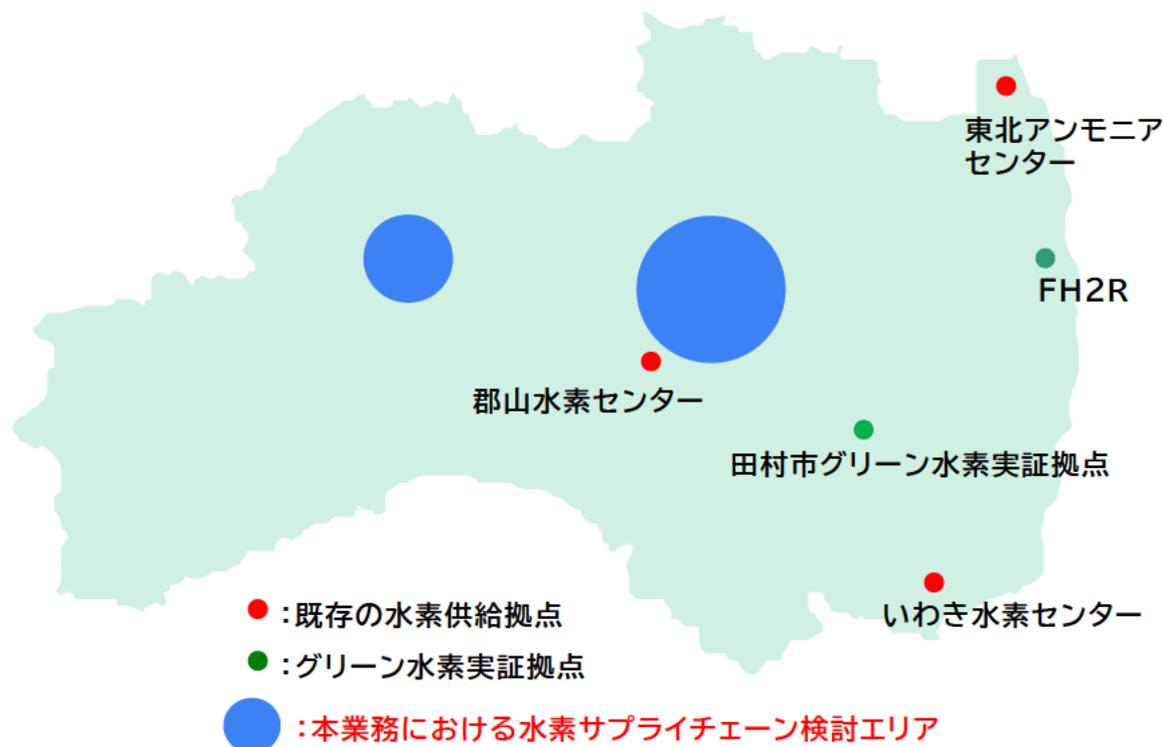
水素サプライチェーンの構築に向けた調査方針

- 福島新エネ社会構想では、福島県を先進的水素利活用モデル地域と位置づけ、福島県内での水素利活用を推進している。水素利活用推進に向けては、水素サプライチェーンのイメージを共有した上で、供給体制の構築および官民の協力体制の構築が必要。
- 「令和5年度福島県における水素社会のモデル構築に関する調査」において、令和4年度の調査結果(需要ポテンシャル)を踏まえ、令和4年度の調査結果(需要ポテンシャル)を踏まえ、福島県内地域での地産地消水素サプライチェーン構築を目指して、複数の需要家や関係する供給事業者、行政関係者を交えた勉強会を立ち上げた。
- 本勉強会においては、需要家の動向や水素利活用に向けた状況を認識共有の上、2035年頃に向けて考えられる水素サプライチェーンについてのイメージを示し、その実現に向けた論点・道筋を整理した。

現状の水素供給拠点(計画含む)・今回の検討エリア

- 現状、浜通り地方等を中心にグリーン水素供給の実証拠点が立ち上がりつつある状況。
- 昨年度の需要家調査を踏まえ、中通り地方、会津地方での水素サプライチェーンの検討を行った。

現状の水素供給拠点および本事業で検討した水素サプライチェーン



潜在的水素需要ポテンシャル推計(昨年度)

- ヒアリング先の各事業所における化石燃料消費を全量水素に転換した場合、水素需要ポテンシャルは約225百万Nm³/年、うち需要家ニーズにかんがみ比較的早期に顕在化が期待される水素需要ポテンシャル(①-1,2)は約66百万Nm³/年と試算された。

ヒアリング先事業者における水素需要ポテンシャル内訳

分類	想定される用途・条件	水素需要ポテンシャル
既存需要	—	729千Nm ³ /年
①-1早期の実装が期待される需要ポテンシャル	短期的に導入・利活用が見込まれる(社用車等)	22千Nm ³ /年
①-2技術開発実証やモデル事業等において期待される需要ポテンシャル	設備導入等の条件が整い次第導入・利活用が見込まれる(熱源利用等)	34,553千Nm ³ /年
	技術開発・実証等を経てからの利活用が見込まれる(工業炉やプロセス利用)	31,344千Nm ³ /年
②長期的に期待される需要ポテンシャル	将来的には水素利用が考えられる	158,590千Nm ³ /年

【参考】水素需要ポテンシャル算定方法

- 直接加熱については、電化見込みのプロセスを除いた上で熱量ベースで水素換算した。
- 蒸気・温水需要については、下表のとおり温度帯毎に電化割合を想定し、それ以外の部分を水素化するものと想定し熱量ベースで換算した。
- モビリティについては、トヨタMIRAIと同車格のガソリン車との燃費比率(約2:1)が他の車格でも同様となると想定し、モビリティ向け燃料消費量の半分の熱量を水素換算した。

業種別温度帯別温水・蒸気需要比率および水素化比率の算定結果

	食品飲料	繊維木紙	化学石油	プラゴム	窯業土石	鉄鋼金属	機械製造他	電化比率※
100℃未満	60	12	33	4	0	7	19	100%
100～150℃	42	49	50	7	5	11	19	50%
150～200℃	34	167	176	13	12	55	31	0%
200℃以上	4	45	225	4	2	46	4	0%
合計	140	273	483	28	19	119	74	
水素化比率※	41.9%	86.6%	88.1%	73.6%	85.9%	89.7%	60.9%	

FCVポテンシャル算定に用いた燃費データ

	FCV	ガソリン車
モデル	MIRAI Z grade	カローラアクシオ
燃費(WLTCモード)	35.6 km/L (ガソリン換算)	15.6～19.8 km/L

※温度帯別の電化比率はヒートポンプの製品動向を踏まえ本調査における想定した値(業種間で共通とした)
業種別の水素化比率は、 $\sum(\text{温度帯別熱需要} \times (1 - \text{電化比率})) \div \text{全熱需要}$ として算定した

出所) 資源エネルギー庁, 平成29年度新エネルギー等の導入促進のための基礎調査(熱の需給及び熱供給機器の特性等に関する調査) 調査報告書よりMRI推計
<https://www.meti.go.jp/medi/lib/report/H29FY/000018.pdf>
 トヨタ自動車, MIRAI, <https://toyota.jp/mirai/>
 国土交通省, 自動車燃費一覧(令和4年3月), https://www.mlit.go.jp/jidosha/jidosha_fr10_000051.html

勉強会の進め方

- 対象地域に立地する需要家、関係事業者、行政関係者(福島県、エネ庁、市町村)を交えた勉強会を組成し、案件具体化・実装に向けた課題・必要な取組についての議論を進めた。
- 勉強会の中で、需要・用途の立ち上がりや利用条件に加え、水素源の確保(≒再エネ電源の確保)、インフラの在り方について並行して検討。

事業所における水素利用構想



メンバー組成
(有識者、水素関連事業者等)



水素利活用モデル実現に必要な関係者や有識者を招集する。

勉強会立ち上げ・実施



エネルギー需要・設備や事業者ニーズに即した脱炭素の絵姿について共通認識を得るとともに、必要な設備導入や技術開発課題に特定する。
(2~3回程度)

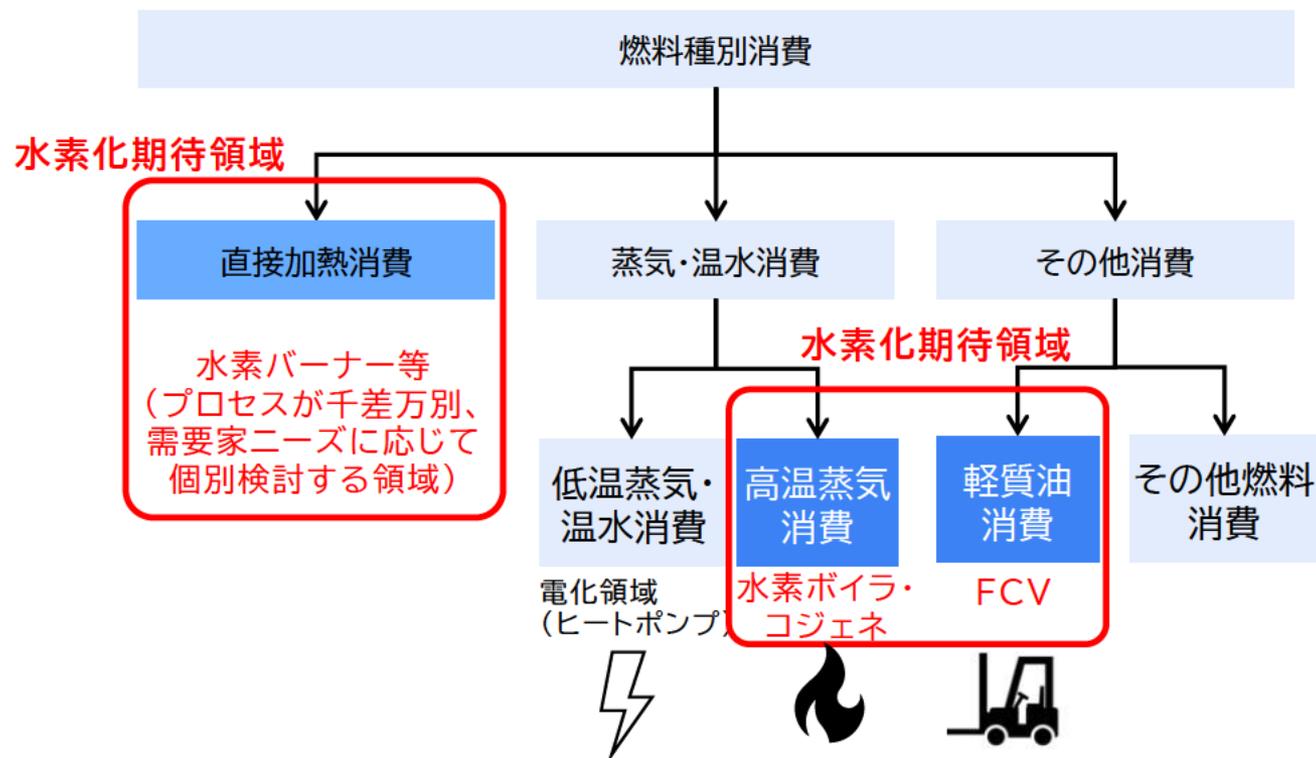
実装チーム(コンソ)結成・事業推進



実装に向けたコンソーシアムを結成し、実装に向けた段取り(調査・実証事業への公募・参画や実装の時期)を確認、推進

水素転換が期待される用途の考え方

- 既存の燃料消費のうち、電化による脱炭素化の可能性を踏まえた上で、水素化が期待される領域を特定する必要がある。
- 本調査においては、以下のような仮説を持ちつつ、各需要家における電化可能性や燃料が必要となる理由を踏まえて水素需要ニーズを調査した。



1. 福島県における水素社会のモデル構築に関する調査

- 1-1. 福島県における地産地消水素サプライチェーン構築に向けた調査方針
- 1-2. 中通り地域・会津地域における水素サプライチェーン構築に関する調査
- 1-3. 水電解装置の導入に関する調査
- 1-4. 水素サプライチェーン構築に必要な法令対応に関する調査
- 1-5. 福島県における水素サプライチェーン構築に向けて取り組むべき項目

中通り水素利活用勉強会の検討内容

- 勉強会の概要
- サプライチェーン構築に向けた検討内容
- サプライチェーン構築に向けた道筋案

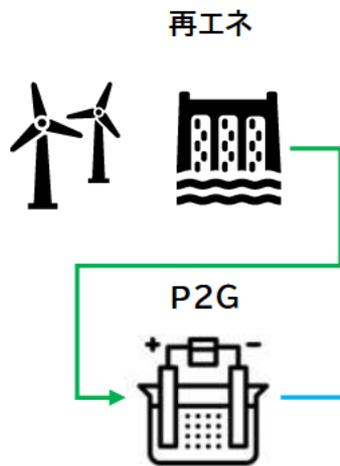
中通り水素利活用勉強会の検討内容

- 勉強会の概要
- サプライチェーン構築に向けた検討内容
- サプライチェーン構築に向けた道筋案

中通り地域で取組が考えられる利活用モデル(昨年度報告より)

- 水素供給、輸送、利用にわたり以下のプレイヤーの参画が考えられる。

県内グリーン水素製造拠点



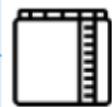
グリーン水素製造事業者
 ✓ ノンファーム電源等を活用した大規模グリーン水素製造

大規模水素輸送



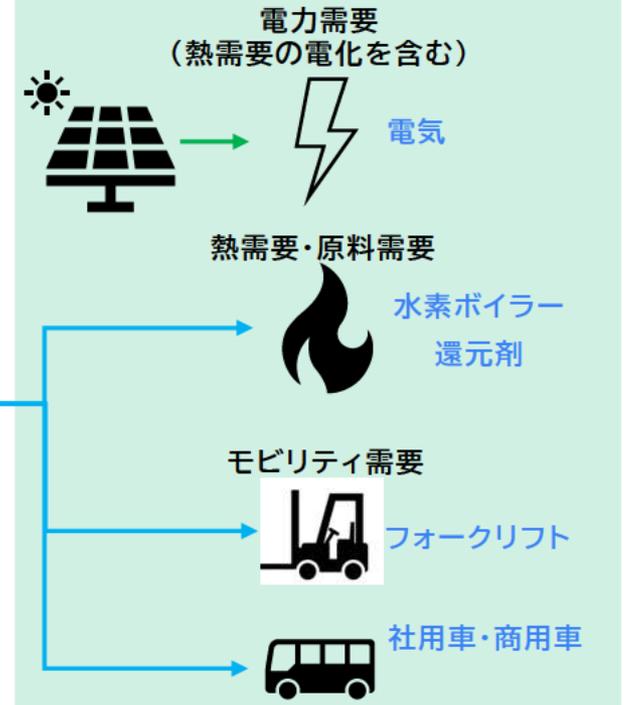
水素供給拠点

水素ST



産業ガス事業者
 ✓ 水素の大量輸送体制を本宮市の水素STへの水素輸送と併せて確立

需要家



需要家企業

✓ 社用車および工業炉・ボイラー用に水素利用

勉強会進行

- 以下の議題において3回実施。
- 参加者は、民間事業者3社、行政関係者、事務局。

第1回(12月11日)

- キックオフ・自己紹介
- 水素需要について(事務局・需要家企業様より)
 - ✓ エネルギー消費実態・CN対応に向けた課題認識
 - ✓ 関心ある水素利活用方法(用途、キャリア、場所、時間軸等)
 - ✓ 水素利用に向けた制約条件、課題等

第2回(2月19日)

- 水素供給体制について(事務局より)
 - ✓ 需要イメージ
 - ✓ 供給オプション(案)
 - ✓ 調達・輸送方法
- 輸送に関する状況(産業ガス事業者様より紹介)
 - ✓ 供給方法および特徴
 - ✓ 課題や必要な対応

第3回(書面)

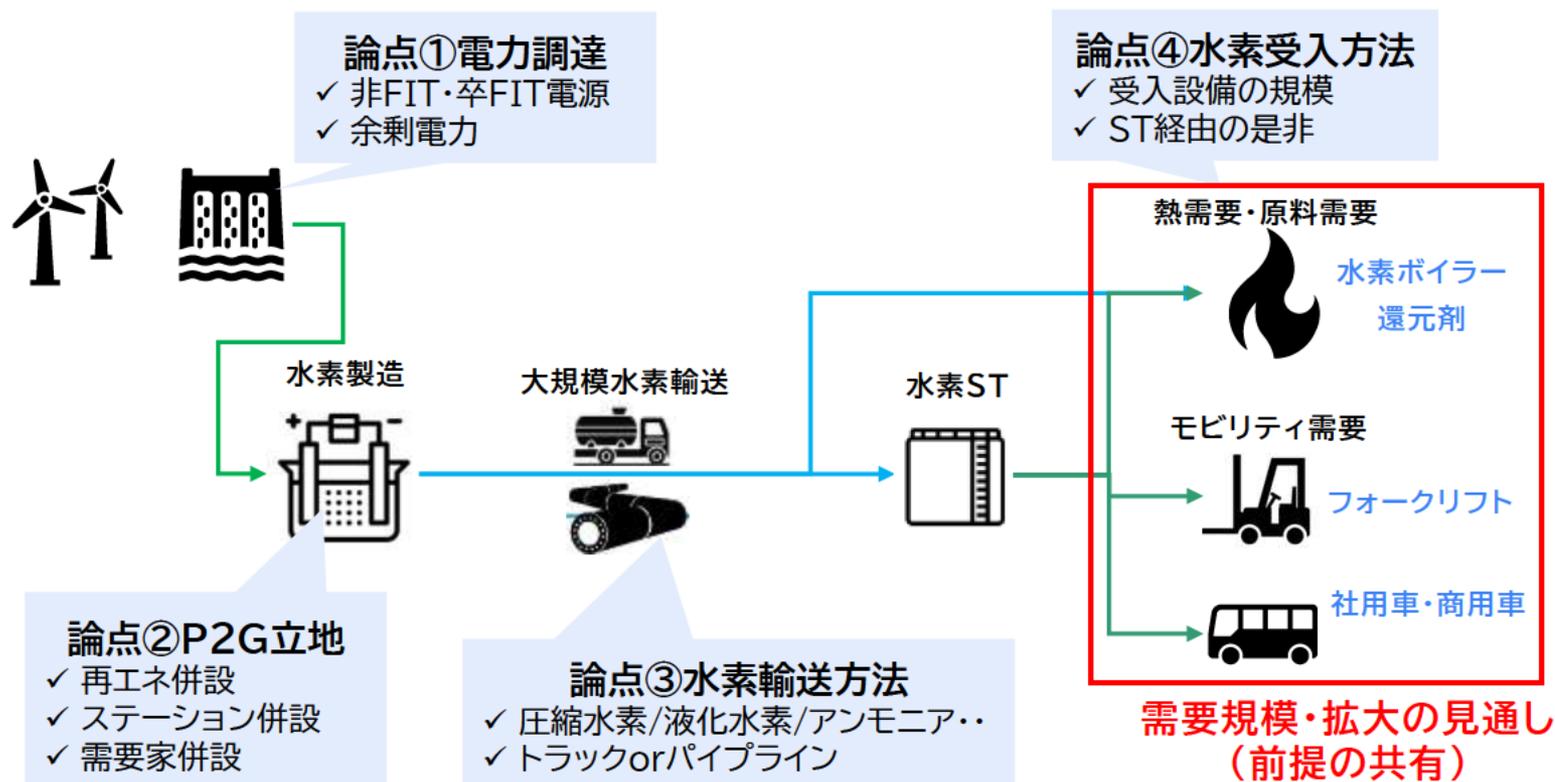
- 中間整理
 - ✓ ロードマップ

中通り水素利活用勉強会の検討内容

- 勉強会の概要
- サプライチェーン構築に向けた検討内容
- サプライチェーン構築に向けた道筋案

サプライチェーン構築に向けた論点

- 水素サプライチェーン具体化に向けては、需要(用途、規模、立地)を明確化した上で以下の4つ論点を明らかにしていく必要がある。



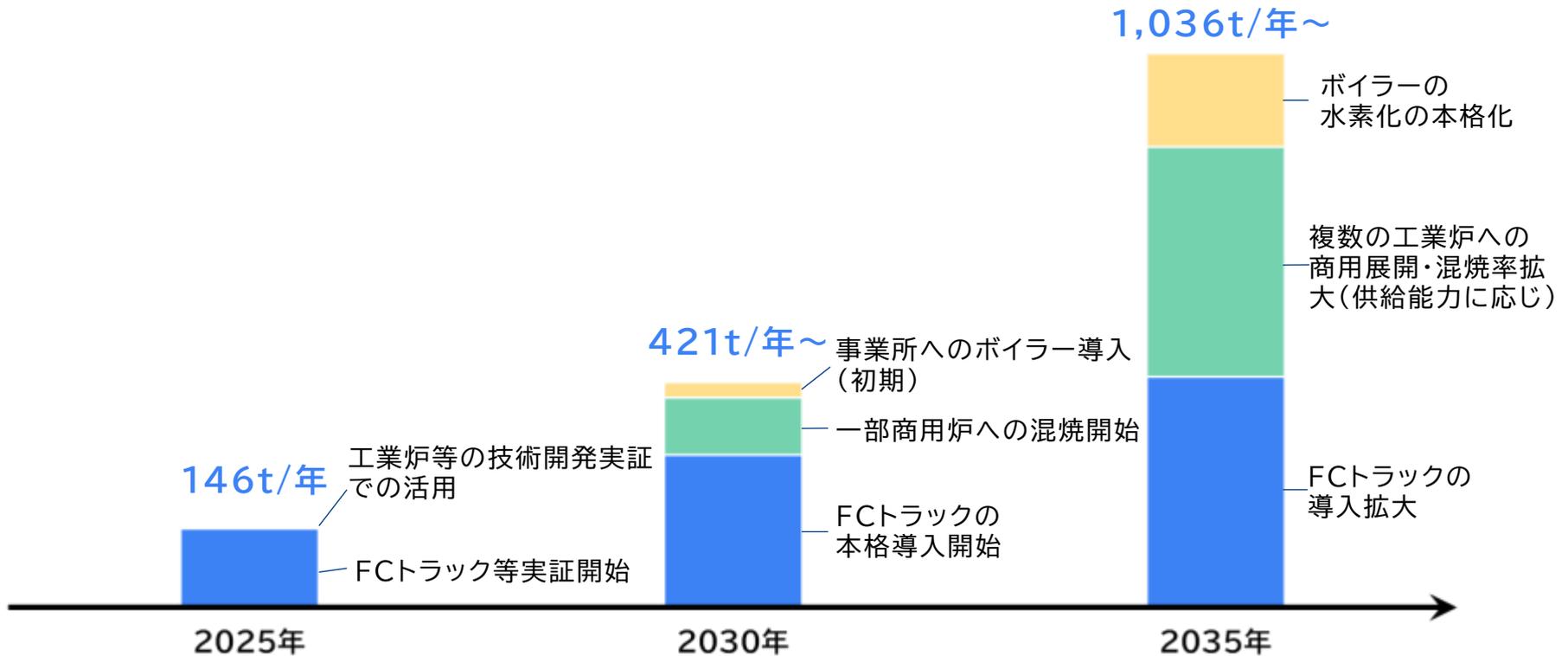
需要に関する状況

- 水素の実装に向けた動機・見通しや課題に関しては以下が挙げられた。
- **水素利活用の動機**
 - 取引先からのCFP(カーボンフットプリント)開示請求が旺盛ななか、低CFP製品であるほど魅力度が高い認識。
 - CFPは今後の製品選定基準の一つになると考えられる。
 - CFP削減に向けて、まずはScope1,2の削減に重点的に取り組む方針。
- **水素の需要規模の観点**
 - 実証(テスト期間)から導入を開始し、課題を解消しながら、水素利用技術を蓄積しつつ、徐々に利用を拡大する。
 - 実証開始に合わせ、需要が順次立ち上がる想定。
 - モビリティは水素エネルギーを身近に体験できる利用先であり、普及が必要。
- **水素需要の立ち上がり時期の観点**
 - 早期の脱炭素燃料導入により他社より先駆けてCFP低減したい。目標年次より2～3年早いイメージ。
 - 燃料利用機器の更新スケジュールに合わせて機器更新を進める。
- **水素の調達の観点**
 - 足元の供給量確保は目途が立ちつつ、トレーラーでの輸送量に懸念。県内で水素製造拠点の新設が望ましい。
 - 需要家としては、将来の調達環境に応じて水素源を選択する必要がある。
 - 将来の供給量の確保可否により、利用規模拡大のイメージが変わる。
 - 脱炭素効果の明確な燃料を安定的に調達できる枠組みが望ましい。今は燃料選択の決め手に欠ける。

導入拡大見通しのイメージ

- 本勉強会関係者の動向(各種実証事業の状況、需要家各位のご意見等)を踏まえ、導入拡大イメージを整理した結果を示す。
- 供給体制が十分に構築できれば、約1千トン/年～の水素需要が期待される。

水素需要見通し



中通り地域の水素需要に対する供給オプション

- 中通り地域の水素需要に対する水素供給オプションとして、以下4通りの方法を検討した。



福島市内事業所への設置
(A,C)

本宮市内事業所への設置
(B,C)

	P2G設置位置	概要
A	福島市事業所	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 福島市内の事業所にP2Gを設置しオンサイト水素製造・利活用 ✓ 本宮エリアへはトラック等で輸送
B	本宮市事業所	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 本宮市内の事業所にP2Gを設置しオンサイト水素製造・供給(近隣事業所含む) ✓ 福島市エリアへはトラック等で輸送
C	福島・本宮分散設置	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 福島市内・本宮市内の事業所の2箇所にP2Gを設置しオンサイト水素製造・利活用 ✓ 福島市エリア・本宮エリアの需給状況に合わせて、バックアップ的にトラック輸送が発生
D	発電所併設	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 再エネ発電所にP2Gを設置し、需要家へはオフサイト供給

供給オプション別のオンサイト・オフサイト需要量

- 2030年、2035年の供給オプション別のオンサイト・オフサイト需要量は以下のとおり。



福島市内事業所
(A,C)

2030年供給オプション別需要量内訳(トン/年)

	P2G設置位置	オンサイト需要量	外部輸送量
A	福島市事業所	107.9	313.5
B	本宮市事業所	313.5	107.9
C	福島・本宮分散設置	107.9/313.5	ー(バックアップ)
D	発電所併設	0	421.4

本宮市内事業所(B,C)

2035年供給オプション別需要量内訳(トン/年)

	P2G設置位置	オンサイト需要量	外部輸送量
A	福島市事業所	431.5	604.7
B	本宮市事業所	604.7	431.5
C	福島・本宮分散設置	431.5/604.7	ー(バックアップ)
D	発電所併設	0	1,036.2

設備規模(概算)

- 2030年、2035年の生産規模・輸送規模は以下のとおり試算される。

供給オプション別P2G規模

	P2G設置位置	2030生産量 (t/年)	2035生産量 (t/年)	2030 P2G容量 (MW)	2035 P2G容量① (MW)	2035 P2G容量② (MW)
A	福島市事業所	421.4	1,036.2	8.8	21.5	12.9
B	本宮市事業所	421.4	1,036.2	8.8	21.5	12.9
C	福島・本宮分散設置	107.9/313.5	431.5/604.7	2.3/6.6	8.8/12.9	5.3/7.7
D	発電所併設	421.4	1036.2	8.8	21.5	12.9

※ ①設備利用率30%の場合 ②設備利用率50%の場合
電解効率5kWh/Nm³で試算。

供給オプション別輸送規模

	P2G設置位置	2030輸送量 (t/年)	2035輸送量 (t/年)	2030圧水 トレーラー輸送 (回/年)	2030液水 トレーラー輸送 (回/年)	2035液水 トレーラー輸送 (回/年)
A	福島市事業所	313.5	604.7	1,145	134	257
B	本宮市事業所	107.9	431.5	395	46	184
C	福島・本宮分散設置	—	—	—	—	—
D	発電所併設	421.4	1,036.2	1,540	179	440

※圧水は高圧ガストレーラー(輸送能力273.8kg/回)として計算、液水はコンテナ車(輸送能力2,355kg/回)として計算

詳細はp99参照

オプション毎の特徴

- それぞれ長所と課題があり、時系列での需要拡大も踏まえつつ上手くオプションを組み合わせる必要があるのではないか。

	P2G設置位置	規模	輸送方法*	酸素利活用	拡張性	2035年に向けた特徴
A	福島市事業所	◎	液化水素	◎	▲	P2G大規模化によるコスト低減に加え、酸素の有効利用が可能となる一方、オフサイトの需要拡大に伴いP2Gの拡張(増設)および液水トレーラー増強が必要 P2G増設を他サイトにした場合、将来的な自社需要拡大に伴い液化設備や払出し設備が有効活用されないリスク
B	本宮市事業所	◎	液化水素 +パイプライン	×	○	P2G大規模化によるコスト低減に加え、連続供給が期待される一方、オフサイトの需要拡大に伴いP2Gの拡張(増設)および液水トレーラー増強が必要
C	福島・本宮分散設置	△	圧縮水素	△	○	輸送コストは低減される一方、各サイトでP2Gの拡張が必要 バックアップ的な水素融通について規模の見極めが必要
D	発電所併設	◎	液化水素	×	△	液水トレーラーの増強が必要

* 需要規模に鑑み最適と考えられる輸送方法を記載。

実際には、圧縮・液化の設備投資やトラックの稼働率、需要家側の受入事情も要勘案

【参考】P2Gのコストレベル

- MW級水電解装置に対する補助金事例や足元の実績報告値から、中通りに必要な容量のP2GのkW当たり単価は下表のとおりと推計される。

実証・補助金事例	P2Gシステム単価
補助金事例(1MWx1)	83.2 万円/kW
山梨県実績(500kWx3)	37.9 万円/kW
FH2R実績(10MWx1)	14.4 万円/kW

スケールアップによる効果を0.7乗則等の想定にて単価を計算

(万円/kW)	5MW級	10MW級	15MW級	20MW級	25MW級
補助金ケース	64.9	59.3	56.6	54.8	53.5
山梨県ケース	27.0	24.9	23.9	23.3	22.8
FH2Rケース	17.7	14.4	12.8	11.7	10.9

20MWのP2Gコストは、
11.7～54.8万円/kW x 20,000 kW
= 23.4～109.6億円（足元の数字）

出所)環境共創イニシアチブ「令和3年度補正 再生可能エネルギー導入加速化に向けた系統用蓄電池等導入支援事業交付決定について」

https://sii.or.jp/chikudenchi03r/uploads/ess_koufukettei.pdf

資源エネルギー庁,第2回 水素・燃料電池戦略ロードマップ評価ワーキンググループ 資料1 水素・燃料電池戦略ロードマップの達成に向けた対応状況,

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/roadmap_hyoka_wg/pdf/002_01_00.pdf

液化水素のトラック輸送に係るコスト試算例

- 液化水素輸送については、既往研究において、下表のような試算例が報告されている。
- 一方、本試算例においては、一定の水素需要が確保されていれば、パイプライン敷設と液水輸送とではコストは大きく変わらないことも報告されている。
- パイプラインの場合、輸送距離に応じてコストが上昇する為、短距離輸送についてはパイプラインが有利になることも考えられる。

水素需要	必要なローリー台数	CAPEX (億円)	OPEX (億円)	費目
1,217t/年	4	52	1.5	✓ ローリー出荷ヤード (ローリー出荷向けポンプ含む) ✓ 液化水素ローリー
14,734t/年	25	152	7.8	
61,800t/年	100	603	28.4	

(3) パイプライン供給とローリー供給の価格差

本調査の結果では、例えば、フェーズ2 (X2 ケース) においては、パイプライン供給価格 (水素ガス 5.5MPa、需要家渡し) は 8.6 円/Nm³ に対し、液化水素ローリー供給価格 (液化水素 2.7t/台、需要家渡し) は 9.4 円/Nm³ と大きな差が見られない。

【参考】水素液化機による供給への影響

- 足元の実績上、水素液化機の能力の上限は約30tpd程度(=約1万t/d)であり、需要量に対しては十分な能力がある。
- 液化効率は現状10kWh/kg～程度であるが、技術開発により6～8kWh/kg程度の達成が見込まれている。

Table 4 Hydrogen liquefaction plants constructed within the last 20 years

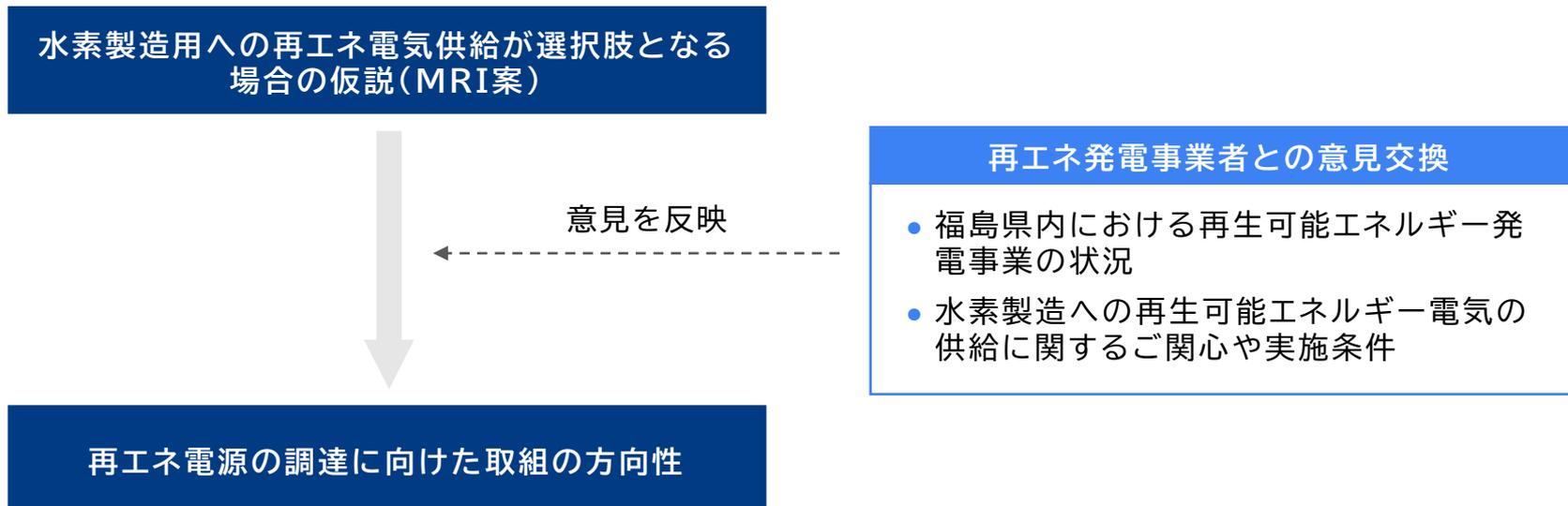
Location	Operator	Capacity [TPD]	Constructed	Additional information
Kimitsu, Japan ²²²	Nippon Steel Corporation	0.2	2004	Pilot plant, separate H ₂ from coke oven gas
Saggonda, India ^{223,224}	Andhra sugars	1.2	2004	Constructed by Linde
Osaka, Japan ^{189,225}	Iwatani [hydro-edge]	10	2006	Total capacity split between two units ^a
Leuna, Germany ²¹⁷	Linde	5	2008	
Chiba, Japan ^{104,225}	Iwatani	5 ^a	2009	Constructed by Linde
Yamaguchi, Japan ^{104,225}	Iwatani and Tokuyama	5 ^a	2013	Constructed by Linde
Akashi, Japan ^{104,226}	Kawasaki Heavy Industries	5	2014	Japan's first domestically produced facility
Yamaguchi, Japan ²²⁷	Iwatani and Tokuyama	10	2017	Capacity of existing plant doubled ^a
Port of Hastings, Australia ²²⁸	HESC	0.25	2020	Australia's first H ₂ liquefaction facility
Las Vegas, USA ^{56,229}	Air liquide	27.2 ^b	2020 ^c	Located in Apex Industrial Park
Leuna, Germany ²³⁰	Linde	10	2021	Capacity of existing plant doubled
La Porte, USA ²³¹	Air products	27.2 ^b	2021	
La Porte, USA ²³²	Praxair	27.2 ^b	2021	Praxair's 5th H ₂ liquefaction plant
California, USA ²³³	Air products	*	2021	
Ulsan, Korea ²³⁴	Hyosung and Linde	13	2022	Constructed by Linde

*Source did not state a value. ^a Production capacity: 3000 L hour⁻¹ per unit. ^b Sources state US tons per day, values have been converted to metric tonnes per day. ^c Construction was set to begin in 2020, source does not state an on-stream date.

水素製造用の電力調達について

- CO2排出量や地域貢献志向の観点から、福島県産グリーン水素の供給が期待されており、そのためには福島県の再生可能エネルギー電源の調達が必要である。
- 本調査では、福島県で再エネ事業を手掛けている発電事業者との意見交換を通じて、水素製造用の再生可能エネルギー電源の調達に向けた論点整理を行った。

本項目における検討の全体像



水素製造用への再エネ電力供給の優位性と課題

- 水素製造用への再エネ電力の供給は、発電事業者にとっては安定的な収益確保が期待できる。一方で、水素の供給側の事情により、電力の価格や供給量は、発電事業者にとって有利な条件を引き出すことが難しい可能性がある。

(発電事業者側の観点から捉えた)水素製造用へ再エネ電力を供給することの優位性や課題

○ 優位性

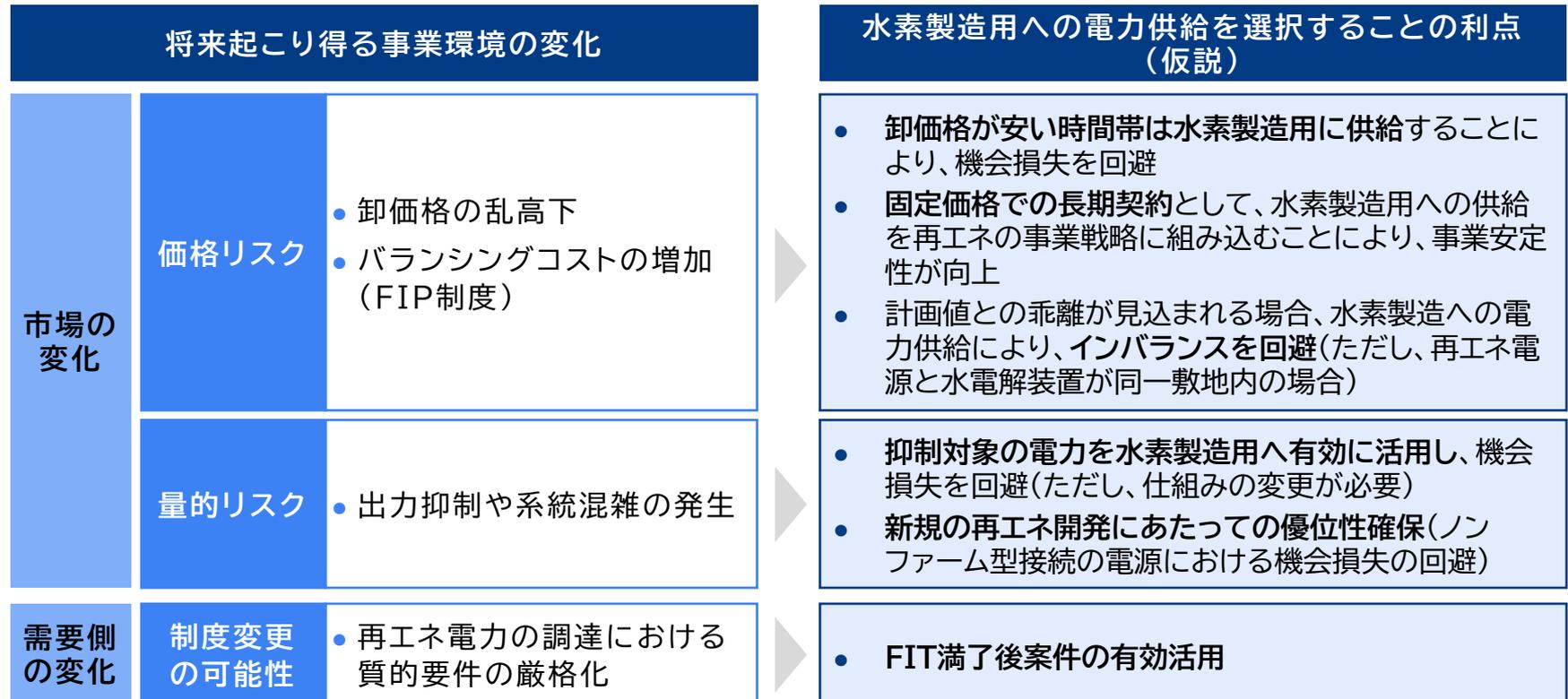
- 水素製造側の安定的な再エネ需要
- 上げDR(デマンドレスポンス)を通じた、余剰電力の有効活用による機会損失の回避
- FIT満了後電源の有効活用

△ 課題

- 水素の供給価格を抑えるため、電力の調達価格の水準を高く設定することが困難
- 水素の安定的な製造・供給のための再エネ電気の安定的な確保

水素製造用への再エネ電気供給が選択肢となる場合の仮説

- 今後、電力市場への再生可能エネルギーの統合や出力抑制の発生等により、再エネ発電事業の事業リスクは従来よりも高まると予想される。
- 市場や需要側の変化を受けて、事業安定性の確保や機会損失の回避を重視する場合に、水素製造が再エネ電力の供給先の選択肢の1つとなる可能性がある。



水素製造用の電力供給に対する発電事業者からの意見

- 発電事業者は**事業の安定性や予見性を重視し、固定価格での取引(コーポレートPPA)やFIPを志向**。このため、小売業者との相対契約と同水準の**固定価格で長期間(20年間)の契約が可能ならば、水素製造用の電力供給は売電の選択肢となりうる**。
- 水素製造用の電力供給を促すためには、水素製造用の電力供給に対する**経済的な優遇措置**や、**余剰電力を有効活用できるように制度改定が必要**との意見が挙げられた。

再エネ発電事業者からの意見

水素製造用への電力供給の優位性(仮説)	仮説に対する意見	水素製造用の電力供給推進に向けた意見
市場変化【価格リスク】 <ul style="list-style-type: none"> 市場価格が安い時間帯の活用 インバランスの回避 	<ul style="list-style-type: none"> 市場価格が一定の価格以下になった場合は水素製造への供給可能性がある(ただし、市場売電は極力回避の意向) ※再エネ発電設備と水電解装置は同一敷地内になれば、インバランスは回避不可 	<ul style="list-style-type: none"> (原油価格と比べた)国産グリーン水素の供給安定性に関する価値の訴求と需要喚起 県産グリーン水素需要を喚起するための補助金を需要家に交付 水素製造用電力供給への優遇措置 <ul style="list-style-type: none"> 例)再エネ賦課金や(水素を火力発電所で使用する場合の)託送料の免除
市場変化【量的リスク】 <ul style="list-style-type: none"> 抑制対象の電力の有効活用 新規の再エネ開発にあたっての優位性確保 	<ul style="list-style-type: none"> 出力抑制時の電力活用は現行制度上不可(出力抑制の指令を受けると、発電不可) 	
需要変化 <ul style="list-style-type: none"> FIT満了後案件の有効活用 	<ul style="list-style-type: none"> 需要家が確保できれば、卒FIT電源の設備を更新して、水素製造用に電力を供給することが可能 	

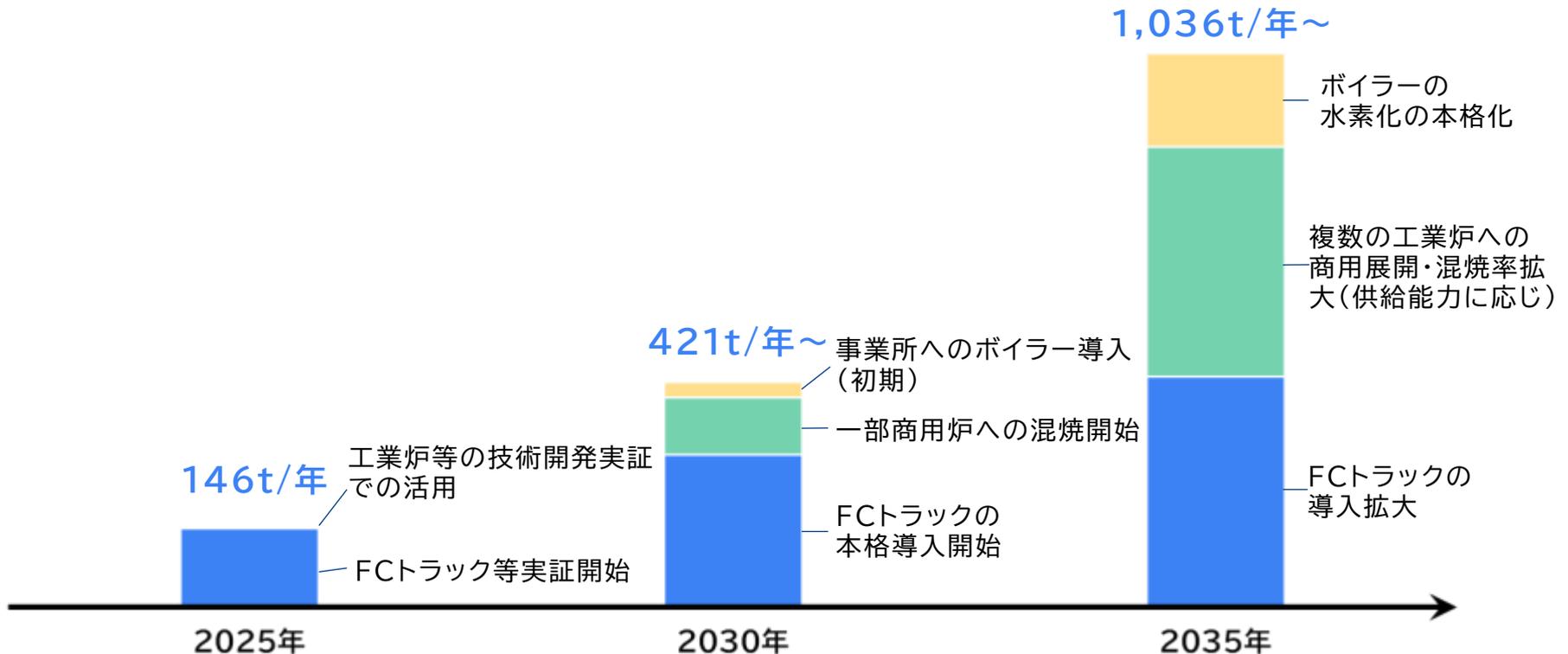
中通り水素利活用勉強会の検討内容

- 勉強会の概要
- サプライチェーン構築に向けた検討内容
- サプライチェーン構築に向けた道筋案

導入拡大見通しのイメージ(再掲)

- 本勉強会関係者の動向(各種実証事業の状況、需要家各位のご意見等)を踏まえ、導入拡大イメージを整理した結果を示す。
- 供給体制が十分に構築できれば、約1千トン/年~の水素需要が期待される。

水素需要見通し



2035年に向けた拡大イメージ

- 2030年(商用利用開始)断面では、本宮市内で製造、オンサイト利用と圧縮水素輸送を行う。
- 2035年(商用利用拡大)段階で、製造・輸送設備の稼働率を引き上げつつ、以下の取組を行う。
 - 福島市にもP2G増設、需要家オンサイト利用
 - 水素輸送を県南(郡山市等)方面にも拡大(福島市方面のオンサイト化に伴う余力を振り向け)
 - 本宮市内は工業団地等で利用



各論点に対する方向性

論点	方向性
論点①電力調達	現状では、発電事業者が水素供給する動機が乏しいが、市場のボラティリティが高まる中、長期安定的な需要として位置づけられる可能性もある。市場価格低迷時に低廉かつ優先して供給されることが重要。
論点②P2G立地	既存需要家に隣接した立地(需要家オンサイト)が合理的と考えられるが、工場敷地及び系統確保が必要。
論点③水素輸送方法	事業所の規模や輸送距離を考えると、液化水素輸送がコスト安と考えられるが、サプライチェーンの観点からは液化機の初期投資に見合った需要規模が求められる。したがって、需要規模に応じた最適輸送手段の検討が必要となる。
論点④水素受入方法	工場内に受入に必要な土地面積を確保しつつ、高圧ガス保安法、消防法等を遵守した対応が必要となる。

留意点① 輸送形態

勉強会での議論

- ✓ 液化水素は、輸送単価は安価であるものの、液化設備投資額が大きく、事業性確保を踏まえると全体の需要規模を更に大きくする必要がある。
- ✓ パイプライン整備は、地域住民の受容性や、将来の不確実性を踏まえ、慎重に進める必要がある。

サプライチェーン構築に向けた対応方向性

- ✓ オフサイト需要について、更なる規模拡大を図ることで、より効率的なサプライチェーン構築が実現可能となる。(5t/dの液化設備を整備する場合、年間2000トンの外販水素需要が必要)
- ✓ 需要が不確実な段階では、オンサイトの水素製造+圧縮水素による相互融通等、柔軟性のある輸送モードの選択が有効。

留意点② 水素需要・供給の拡張性

勉強会での議論

- ✓ 燃料需要ポテンシャルはあるものの、供給安定性がネックにならないか懸念。
- ✓ 供給安定性次第で需要が上振れ得る中、水電解装置の規模・稼働率や輸送インフラの確保をどのように設計するか。
- ✓ 電化・メタネーション等の他の脱炭素化手段や、発生不可避なプロセス由来のCO₂処理も含めて対策を考える必要があり、電気・水素の安定供給も踏まえたエネルギーポートフォリオを検討中。

サプライチェーン構築に向けた対応方向性

- ✓ 水電解装置の稼働率向上で一定程度規模拡大に対応しうるが、電気代高騰の懸念もある。そのため、既存拠点からのバックアップの円滑化や電気代の負担軽減等、安定供給のための社会的枠組みが必要。
- ✓ 今回のサプライチェーンイメージ以上の規模を確保するためには、より広域的(例:中通り南部)な利活用モデルの検討も考えられる。
- ✓ 需要家側でエネルギーポートフォリオ検討に応じ、必要な需要量についてタイムリーな情報共有を行うことで、調達安定性が高まる可能性。

留意点③ 電力調達

勉強会での議論

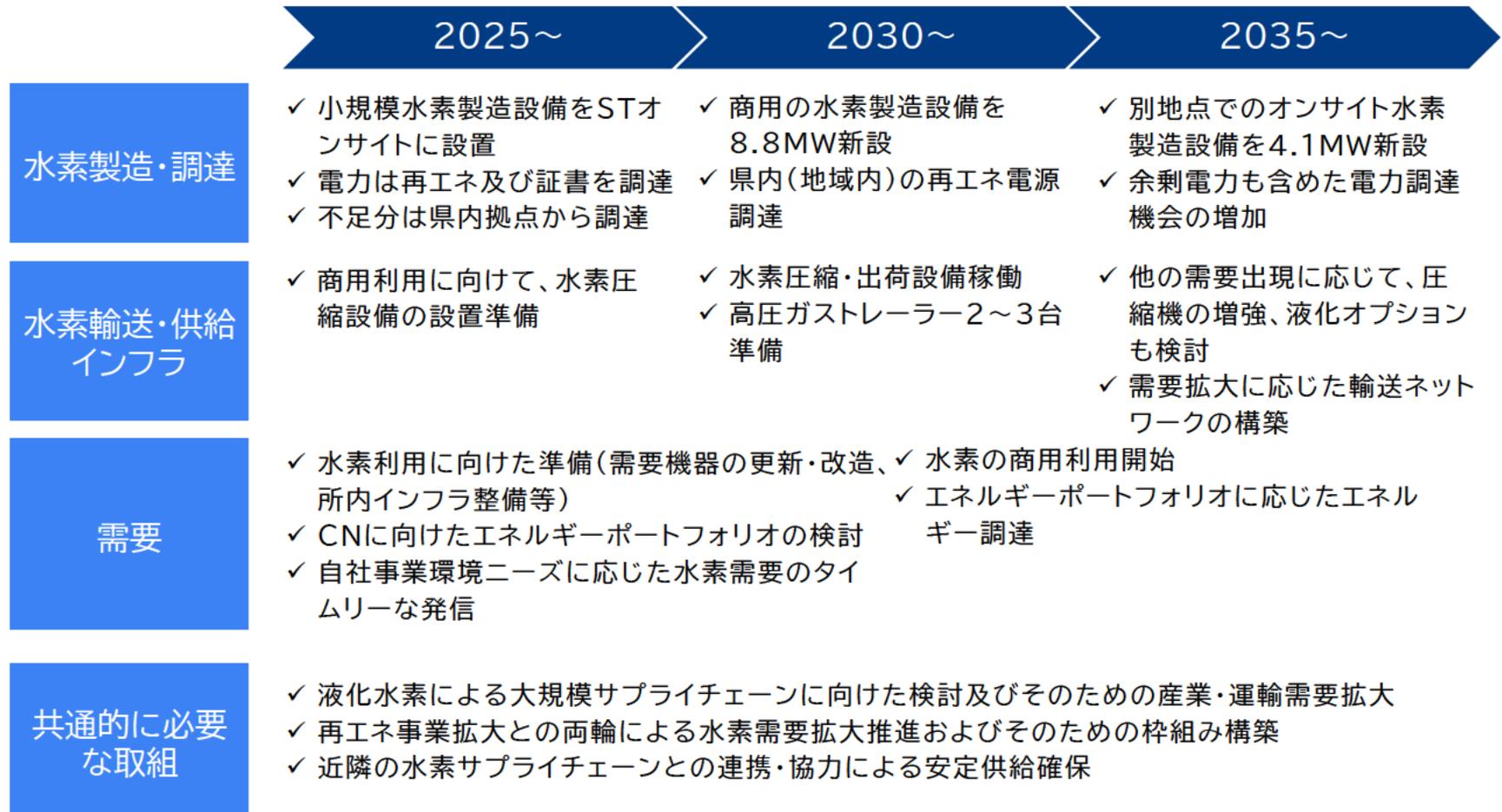
- ✓ 再エネ電力の需給ひっ迫に関する懸念がある。
- ✓ 電力需給の環境も変化していく中、調達形態も変化していく可能性が高い。

サプライチェーン構築に向けた対応方向性

- ✓ 初期的には高いコストでの水素製造が避けられない中、持続的な水素供給を行える仕組みが必要。
- ✓ 再エネ事業者・水素製造事業者双方がメリットが得られる枠組みとともに、中長期的に発生が期待される余剰電力を大量かつ安価に調達可能な市場環境が必要。

水素サプライチェーン構築に向けた道筋イメージ

- サプライチェーン各段階で必要となる取組は以下のとおり。



会津水素利活用勉強会の検討内容

- 勉強会の概要
- サプライチェーン構築に向けた検討内容
- サプライチェーン構築に向けた道筋案

会津水素利活用勉強会の検討内容

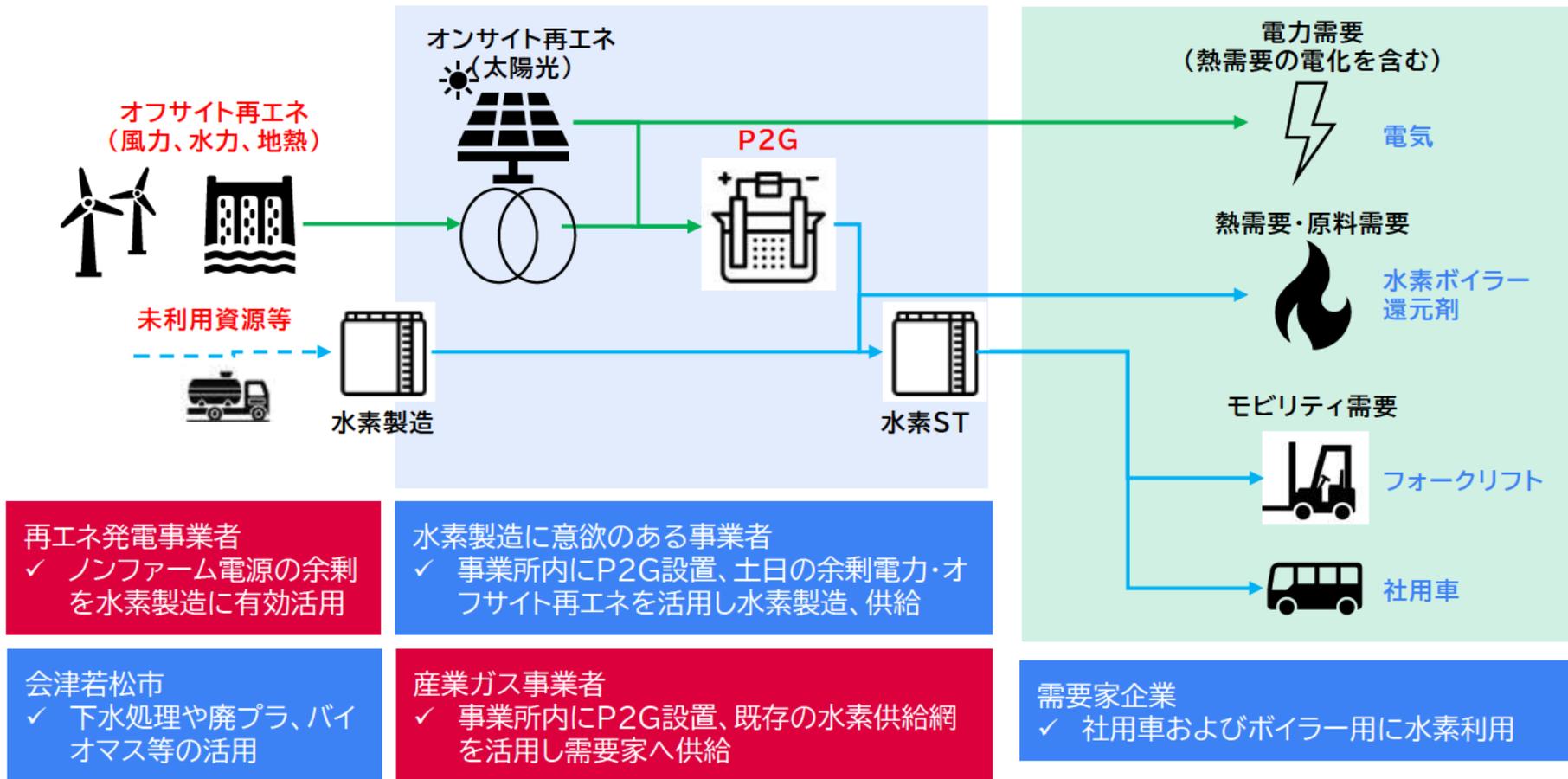
- 勉強会の概要
- サプライチェーン構築に向けた検討内容
- サプライチェーン構築に向けた道筋案

会津地域で取組が考えられる利活用モデル(昨年度報告より)

- 水素供給、輸送、利用にわたり以下のプレイヤーの参画が考えられる。

水素供給拠点

需要家



勉強会進行

- 以下の議題において3回実施。中間整理をとりまとめ中。
- 参加者は、当該地域の立地事業者3社、行政関係者、事務局。(他オブザーバ参加事業者有)

第1回(2月21日)

- キックオフ・自己紹介
- 水素需要について(事務局・需要家企業様より)
 - ✓ エネルギー消費実態・CN対応に向けた課題認識
 - ✓ 関心ある水素利活用方法(用途、キャリア、場所、時間軸等)
 - ✓ 水素利用に向けた制約条件、課題等

第2回(2月28日)

- 水素供給体制について(事務局より)
 - ✓ 需要イメージ
 - ✓ 供給オプション(案)
 - ✓ 調達・輸送方法
- 会津若松市の取り組みと未利用資源の状況(会津若松市)
 - ✓ 脱炭素に向けた取り組み
 - ✓ 水素利活用の取り組み
 - ✓ 未利用資源の状況

第3回(書面)

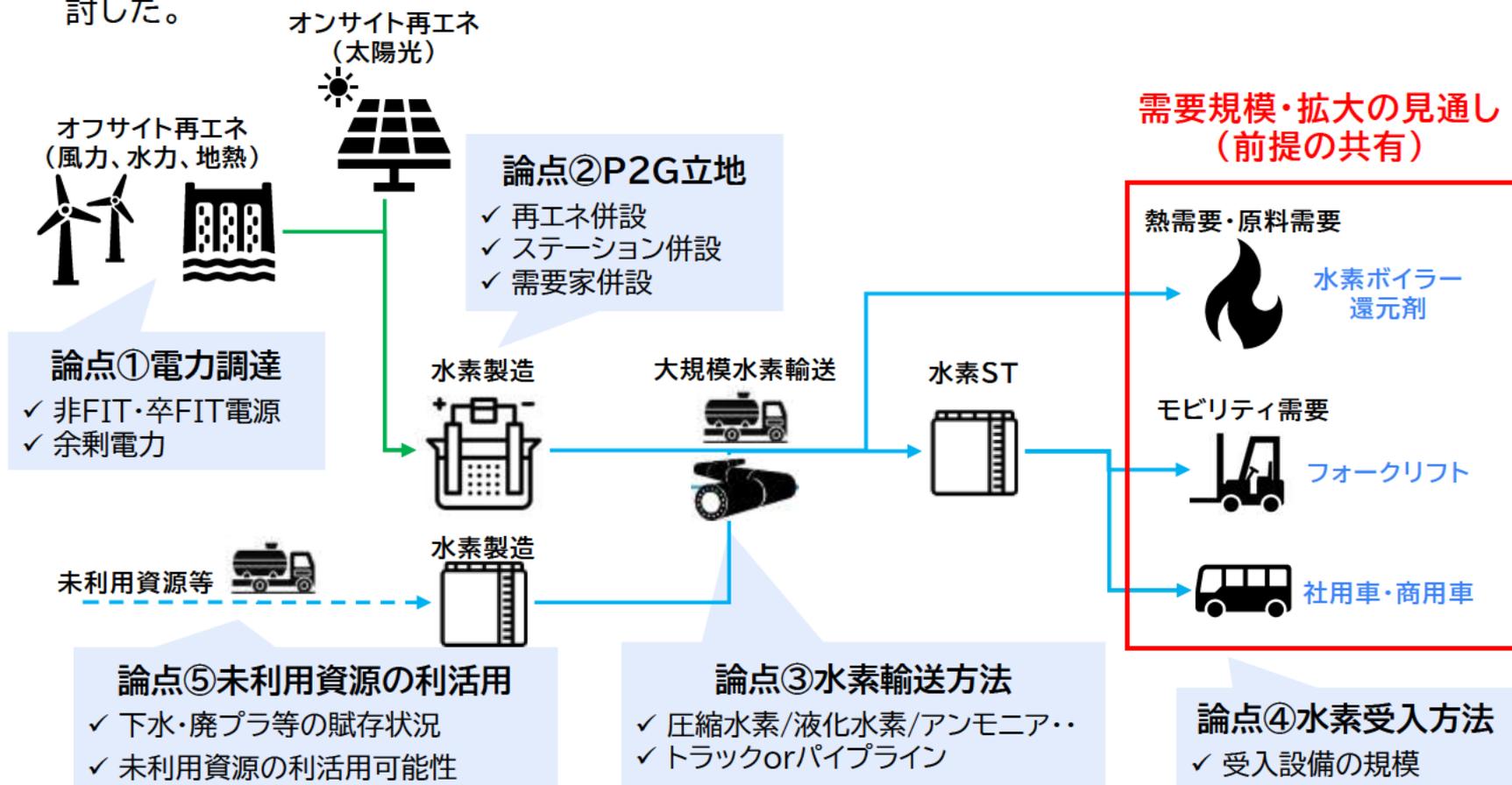
- 中間整理
 - ✓ ロードマップ

会津水素利活用勉強会の検討内容

- 勉強会の概要
- サプライチェーン構築に向けた検討内容
- サプライチェーン構築に向けた道筋案

サプライチェーン構築に向けた論点

- 水素サプライチェーン具体化に向けては、需要(用途、規模、立地)を明確化した上で以下の5つの論点が考えられる。
- 本勉強会では、需要規模を見通した上で、これらの論点に沿って現段階で考えられるイメージを検討した。



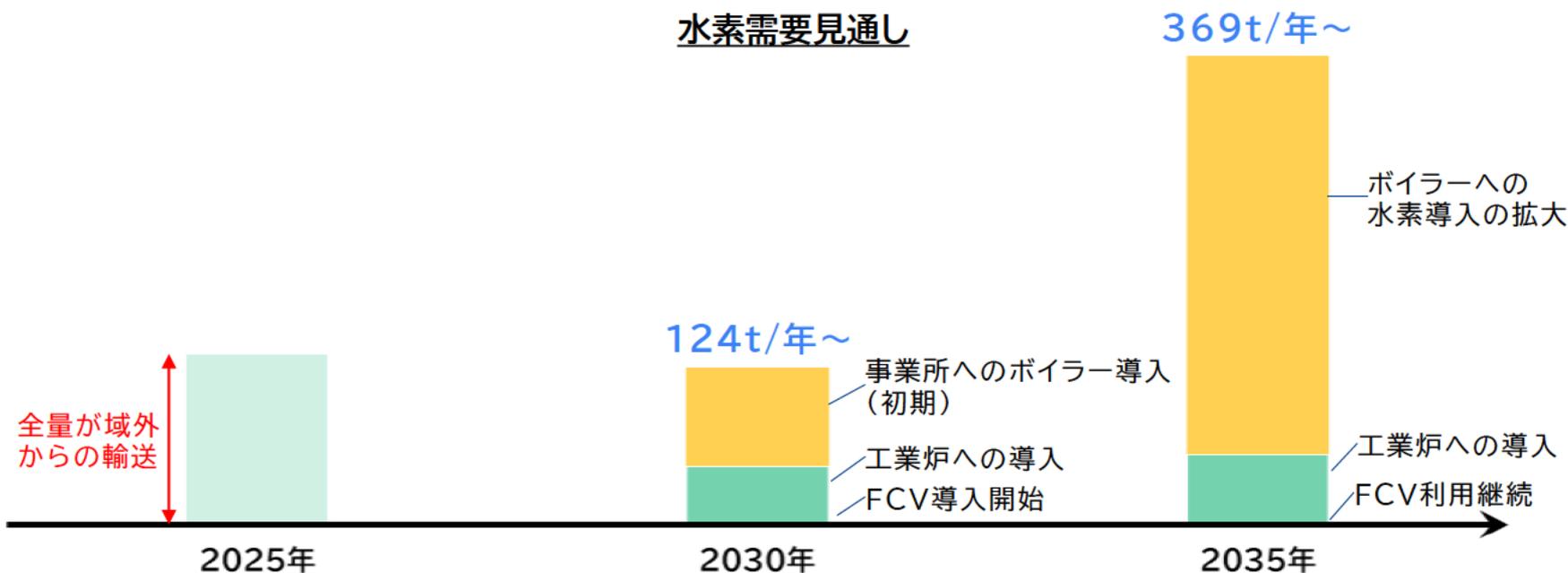
需要に関する状況

- 水素の実装に向けた動機・見通しや課題に関しては以下が挙げられた。
- **水素利活用方法および動機**
 - 現状、A重油やLPGを使用しており、プロセス熱源やボイラーでの水素利用がCO₂削減の一手段。
 - 既存の水素需要についてもグリーン化していきたい。
 - 川下企業からのCFP削減圧力が強く、孫請会社へもCFP削減圧力が強まっている。SBTiにて1.5℃目標に整合した削減対策を求められている。
- **水素需要の立ち上がり時期の観点**
 - ボイラの更新時期の観点から、数年以内に機器更新予定であり、機器仕様の選定などが喫緊の課題。
 - 他社に先駆けて低CFP製品の製造・販売に取り組みたい。
 - CO₂排出削減圧力から、急ぎCO₂排出削減への取り組みが必要。
- **モビリティにおける水素利活用の観点**
 - FCトラックへの転換期待の一方、会津に水素STがなく運用に難がある点や、車両性能が不透明である点が課題。
 - 水素STの運営には複数台の纏まった需要が必要であり、行政や事業者が連携し、塊の需要を創出することが肝要。国としても、幹線道路を中心に重点地域を設定し、水素STの整備等を推進する方針。

導入拡大見通しのイメージ

- 本勉強会関係者の動向(各種実証事業の状況、需要家の意見等)を踏まえ、水素導入イメージを整理した結果を示す。
- 供給体制が十分に構築されれば、約370トン/年～の域内水素製造需要が期待される。
- 既存需要については地域外からの供給であるが、水素の安定供給に向けては、地域内製造・供給拠点を立ち上げ、水素の地産地消モデルを確立できるかがポイント。

水素需要見通し



会津地域の水素需要に対する供給オプション

- 会津地域の水素需要に対する水素供給オプションとして、発電所併設と需要家併設の2通りの方法を検討した。



市内工業団地内
事業所への
P2G設置(A)

	水素製造装置 設置位置	概要
A	市内工業団地 内事業所*	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 事業所併設にてP2Gを設置しオンサイト水素製造・利活用 ✓ 他需要家へはトラック等で輸送
B	発電所併設	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 再エネ発電所にP2Gを設置し、需要家へはオフサイト供給

*:本調査においては、既に水素貯蔵設備を有する事業所へのP2G設置を仮定

©GeoTechnologies, Inc.
許諾番号: PL1702



再エネ発電所への
P2G設置(B)

供給オプション別のオンサイト・オフサイト需要量

- 2030年、2035年の供給オプション別のオンサイト・オフサイト需要量は以下のとおり。
- オンサイト需要としては市内工業団地内事業所内の需要総量を想定しているが、実際の各工場での利活用に向けては各需要家への近距離配送が必要になる点に留意。



2030年

	P2G 設置位置	オンサイト 需要量	外部 輸送量
A	市内工業団地内事業所	73.7t	49.2t
B	発電所併設	—	122.9t

2035年

	P2G 設置位置	オンサイト 需要量	外部 輸送量
A	市内工業団地内事業所	287.3t	80.9t
B	発電所併設	—	368.2t



再エネ発電所への
P2G設置(B)

設備規模(概算)

- 2030年、2035年の生産規模・輸送規模は以下のとおり試算される。
- 必要な水素製造装置(P2G)容量としては、3～8MW程度は必要であると試算された(参考: FH2R…10MW)。
- 輸送規模としては、A(市内工業団地内事業所設置)の場合は、圧水・液水どちらでも1台で供給可能。但し、将来の拡張性や安定供給性を考慮する必要がある。

供給オプション別P2G規模

	P2G設置位置	2030生産量 (t/年)	2035生産量 (t/年)	2030 P2G容量 (MW)	2035 P2G容量① (MW)	2035 P2G容量② (MW)
A	市内工業団地内 事業所	122.9	368.2	2.6	7.8	4.7
B	発電所併設					

※ ①設備利用率30%の場合 ②設備利用率50%の場合
電解効率5kWh/Nm³で試算

供給オプション別輸送規模

	P2G設置位置	2030輸送量 (t/年)	2035輸送量 (t/年)	2030圧水 トレーラー輸送 (回/年)	2030液水 ローリー輸送 (回/年)	2035圧水 トレーラー輸送 (回/年)	2035液水 ローリー輸送 (回/年)
A	市内工業団地 内事業所	49.2	80.9	180	38	296	62
B	発電所併設	122.9	368.2	449	94	1345	280

※圧水は高圧ガストレーラー(輸送能力273.8kg/回)として計算、液水はローリー(輸送能力1,319kg/回)として計算

詳細はp99参照

オプション毎の特徴

- それぞれ長所と課題があり、時系列での需要拡大も踏まえつつ適切にオプションを検討する必要がある。

	P2G設置位置	規模	輸送方法*	酸素利活用	拡張性	2035年に向けた特徴
A	市内工業団地内事業所	○	圧縮水素	◎	△	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 地産地消による水素安定供給に向けては、エリア内需要を集約し規模を拡大したP2Gによるコスト低減に加え、酸素の有効利用可能性も期待される ✓ 一方、周辺の水素需要拡大に応えるには、P2Gの拡張(増設)および貯蔵設備の増強が必要
B	発電所併設	○	液化水素	×	▲	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 需要拡大に応えるには、P2Gの拡張(増設)の他、貯蔵設備・液水トレーラーの増強が必要

* 需要規模に鑑み最適と考えられる輸送方法を記載。
実際には、圧縮・液化の設備投資やトラックの稼働率、需要家側の受入事情も要勘案

【参考】P2Gのコストレベル

- MW級水電解装置に対する補助金事例や足元の実績報告値から、会津エリアにて必要なP2GのkW当たり単価は下表のとおりと推計される。

実証・補助金事例	P2Gシステム単価
補助金事例(1MWx1)	83.2 万円/kW
山梨県実績(500kWx3)	37.9 万円/kW
FH2R実績(10MWx1)	14.4 万円/kW

スケールアップによる効果を0.7乗則等の想定にて単価を計算

(万円/kW)	2MW級	4MW級	6MW級	8MW級	10MW級
補助金ケース	74.3	66.9	63.3	61.0	59.3
山梨県ケース	30.5	27.8	26.4	25.6	24.9
FH2Rケース	23.3	19.0	16.8	15.4	14.4

8MWのP2Gコストは、
15.4～61.0万円/kW x 8,000 kW
= 12.3～48.8億円（足元の数字）

出所)環境共創イニシアチブ「令和3年度補正 再生可能エネルギー導入加速化に向けた系統用蓄電池等導入支援事業交付決定について」(令和4年4月)

https://sii.or.jp/chikudenchi03r/uploads/ess_koufukettei.pdf

資源エネルギー庁「水素・燃料電池戦略ロードマップの達成に向けた対応状況」(2020年6月)第2回 水素・燃料電池戦略ロードマップ評価ワーキンググループ 資料1

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/roadmap_hyoka_wg/pdf/002_01_00.pdf よりMRI作成

圧縮水素トレーラーによる輸送コスト

- 圧縮水素トレーラーの価格として、左表のような報告事例がある。
- 水素輸送コストとして、右表のような輸送費計算事例がある^[3]。
- 需要地間の輸送距離(往復約20km)の場合、輸送コストは7円/m³である。
- また輸送費として、20kmで25,760円/回との報告も存在する^[4]。
 - 一般的なトレーラーの輸送費を参照しているので、実際の費用とは異なる可能性も考えられる。

圧縮水素トレーラーの価格(報告例)

調査事例	1台当たりの 価格(報告例)
北海道に於ける再生可能エネルギー由来不安定電力の水素変換等による安定化・貯蔵・利用技術の研究開発(2019年) ^[1]	3,000万円
高圧水素の輸送にかかわるコストとエネルギー効率(2009年) ^[2]	1,800万円

水素輸送費用

図表 107 石狩市・札幌市近郊輸送費用

輸送対象	輸送機器・設備			往復輸送距離			
	輸送機器	圧力 MPa	容量	20km	50km	100km	150km
圧縮水素	カートル	19.6	300m ³	29 円/m ³	29 円/m ³	33 円/m ³	38 円/m ³
	トレーラー	19.6	3,000m ³	7 円/m ³	8 円/m ³	10 円/m ³	12 円/m ³
	高圧トレーラー	45	4,590m ³	4 円/m ³	5 円/m ³	7 円/m ³	8 円/m ³
液化水素	ローリー	0.9	23KL	1 円/m ³	2 円/m ³	2 円/m ³	2 円/m ³
	コンテナ	0.9	45KL	1 円/m ³	1 円/m ³	1 円/m ³	1 円/m ³

※輸送費は、運送費+荷積・荷降業務(持機料、高速代、輸送設備費含まず)

(荷積・荷降業務はカードル荷積・荷降、トレーラー差替え、ローリー充填/荷降)

※水素カードル輸送は、10tユニット車にて、カードル4基輸送を条件とした。

出所：エア・ウォーター作成

出所)

[1]NEDO「北海道に於ける再生可能エネルギー由来不安定電力の水素変換等による安定化・貯蔵・利用技術の研究開発」(2019年)

[2]國分 裕一,高圧水素の輸送にかかわるコストとエネルギー効率,水素エネルギーシステム Vol.34, No.4(2009),

https://www.jstage.jst.go.jp/article/hess/34/4/34_24/pdf/-char/ja

[3]NEDO「水素社会構築技術開発事業/地域水素利活用技術開発/石狩湾新港洋上風力の余剰電力を活用した水素サプライチェーンに関する調査」(2023年)

[4]NEDO「水素供給インフラに係わる技術基準等検討のための調査研究」(2023年3月)

液化水素ローリーによる輸送コスト

- 液化水素ローリーの価格として、左表のような報告事例がある。
- 水素輸送コストとして、右表のような輸送費計算事例がある^[4]。
- 需要地間の輸送距離(往復約20km)の場合、輸送コストは1円/m³である。
- また、液化水素の輸送費として、ワントリップ150,000円/回との報告も存在する^[2]。

液化水素ローリーの価格(報告例)

調査事例	1台当たりの価格(報告例)
メタネーションによる合成メタンの経済性評価の調査報告書～国内配送～(2018年) ^[1]	5,000万円
北海道に於ける再生可能エネルギー由来不安定電力の水素変換等による安定化・貯蔵・利用技術の研究開発(2019年) ^[2]	3,000万円
効率的な水素・アンモニア供給インフラの整備について(2022年) ^[3]	2,000万円

水素輸送費用

図表 107 石狩市・札幌市近郊輸送費用

輸送対象	輸送機器・設備			往復輸送距離			
	輸送機器	圧力 MPa	容量	20km	50km	100km	150km
圧縮水素	カードル	19.6	300m ³	29 円/m ³	29 円/m ³	33 円/m ³	38 円/m ³
	トレーラー	19.6	3,000m ³	7 円/m ³	8 円/m ³	10 円/m ³	12 円/m ³
	高圧トレーラー	45	4,590m ³	4 円/m ³	5 円/m ³	7 円/m ³	8 円/m ³
液化水素	ローリー	0.9	23KL	1 円/m ³	2 円/m ³	2 円/m ³	2 円/m ³
	コンテナ	0.9	45KL	1 円/m ³	1 円/m ³	1 円/m ³	1 円/m ³

※輸送費は、運送費+荷積・荷降業務(待機料、高速代、輸送設備費含まず)

(荷積・荷降業務はカードル荷積・荷降、トレーラー差替え、ローリー充填/荷降)

※水素カードル輸送は、10tユニット車にて、カードル4基輸送を条件とした。

出所: エア・ウォーター作成

出所)

[1]エネルギー総合工学研究所「メタネーションによる合成メタンの経済性評価の調査報告書～国内配送～」(2018年10月)https://www.iae.or.jp/wp/wp-content/uploads/2018/10/metanation_201810_v1.1_r.pdf

[2]NEDO「北海道に於ける再生可能エネルギー由来不安定電力の水素変換等による安定化・貯蔵・利用技術の研究開発」(2019年)

[3]資源エネルギー庁「効率的な水素・アンモニア供給インフラの整備について」(令和4年4月)

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/pdf/003_03_00.pdf

[4]NEDO「水素社会構築技術開発事業/地域水素利活用技術開発/石狩湾新港洋上風力の余剰電力を活用した水素サプライチェーンに関する調査」(2023年)

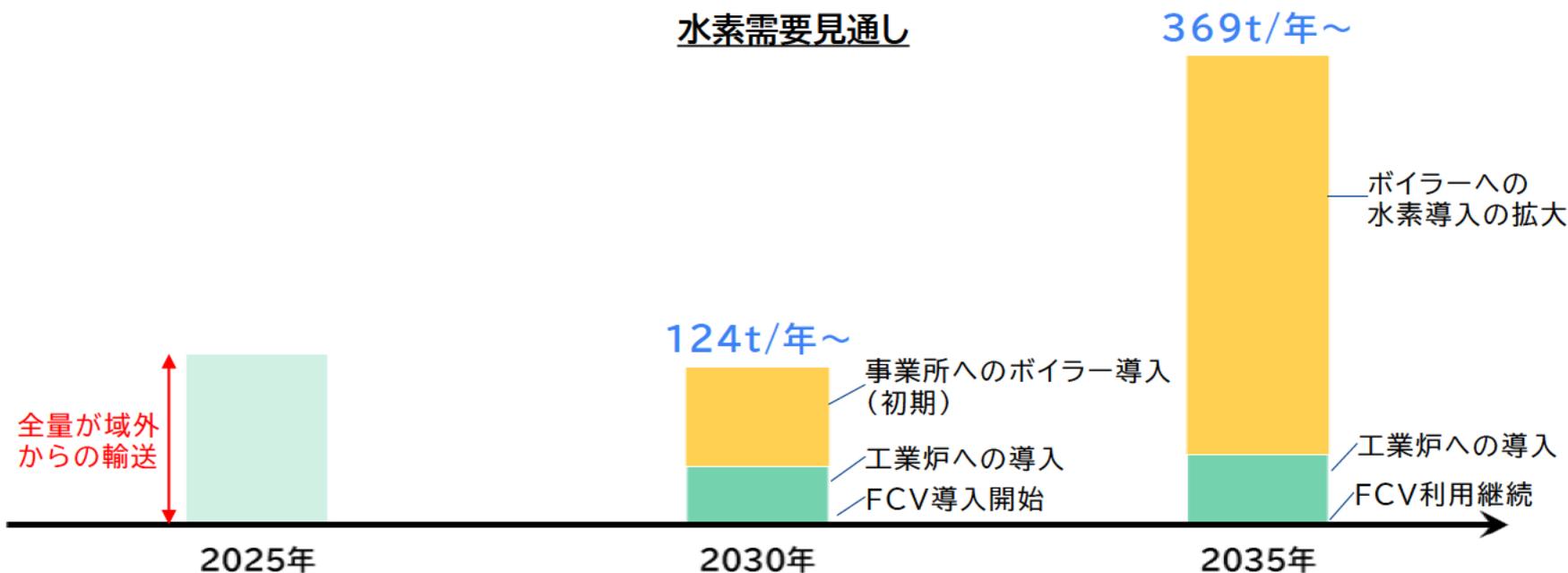
会津水素利活用勉強会の検討内容

- 勉強会の概要
- サプライチェーン構築に向けた検討内容
- サプライチェーン構築に向けた道筋案

導入拡大見通しのイメージ(再掲)

- 本勉強会関係者の動向(各種実証事業の状況、需要家各位のご意見等)を踏まえ、水素導入イメージを整理した結果を示す。
- 供給体制が十分に構築されれば、約370トン/年～の域内水素製造需要が期待される。
- 既存需要については地域外からの供給であるが、水素の安定供給に向けては、地域内製造・供給拠点を立ち上げ、水素の地産地消モデルを確立できるかがポイント。

水素需要見通し



2035年に向けた拡大イメージ

- 2030年(利用事業者拡大)断面では、水素製造を開始しつつ、既存供給体制によりバックアップ。
 - 市内工業団地内事業所へP2Gを設置し、水素・酸素を需要家オンサイト利用。北部への水素供給を開始。
 - 既存の水素供給体制によるバックアップ体制を構築し、安定供給を実現。余力活用による水素ST開設も視野。
- 2035年(商用利用拡大)断面では、会津エリア内での水素製造を拡大し、以下に取り組む。
 - 需要量に応じて市内工業団地内事業所のP2G容量を拡大。需要拡大に応じて、市内工業団地内事業所内に面的に供給。
 - 北部への水素供給を継続しつつ、周辺需要拡大に応えられるよう、供給能力を調整・必要に応じて拡大。
 - 会津地方以外の水素製造拠点も含め、バックアップ体制を構築しつつ、余力を振り分け。

2030



©GeoTechnologies, Inc.
許諾番号：PL1702

2035



©GeoTechnologies, Inc.
許諾番号：PL1702

各論点に対する方向性

論点	方向性
論点①電力調達	現状では、発電事業者が水素供給する動機が乏しいが、市場のボラティリティが高まる中、長期安定的な需要として位置づけられる可能性もある。市場価格低迷時に低廉かつ優先して供給されることが重要。
論点②P2G立地	既存需要家に隣接した立地(需要家オンサイト)が合理的と考えられるが、工場敷地及び系統確保が必要。
論点③水素輸送方法	比較的小規模かつ需要地が近接しており、圧縮水素によって輸送することが適切と考えられる。
論点④水素受入方法	工場内に受入に必要な土地面積を確保しつつ、高圧ガス保安法、消防法等を遵守した対応が必要となる。
論点⑤未利用資源の利活用	現状、廃プラスチックや農業資材、下水汚泥の利活用は考えるが、水素以外での活用方法もありうる中、需要の立ち上がりに応じて検討する。

留意点① 需要喚起

勉強会での議論

- ✓ 現状の国内のグリーン水素製造プロジェクトに比して需要規模が小さい。新たなサプライチェーン構築のためには、ポテンシャルも見据えつつ需要拡大が必要ではないか。
- ✓ 一方で、需要家としてもインフラ未整備の状況下では利用に踏み込めない。ステーションも無く、モビリティ導入もし辛い。一方で、ステーションを整備する以上は塊の需要が必要。
- ✓ 会津の特色を生かした水素利活用とは何なのか、打ち出す必要があるのではないか。

サプライチェーン構築に向けた対応方向性

- ✓ 既存の水素調達ルートも活用しつつ、ニーズに見合った効率的な水素供給設備・インフラの整備を目指すことが適切。
- ✓ 会津域内に留まらず、他地域との広域融通による会津での水素製造の有効性について見極める必要がある。
- ✓ 内陸部かつ再エネが豊富な会津地域の特性に鑑み、モビリティや他事業所も含めた、地域大での需要創出に向けた機運醸成が必要。

留意点② 移行期における対応

勉強会での議論

- ✓ エネルギー転換を直近で予定する中、水素利用に向けてどのように追加投資を行うべきか判断できない。
- ✓ 自社のCN実現に向けて、水素がどのような形で役立つのかが分かっていない。

サプライチェーン構築に向けた対応方向性

- ✓ ボイラー更新に伴いCO2排出が(ボイラーの使用年数分)ロックインされることになる場合、顧客や社会からのCN要請が厳しくなった時の対応が困難となるリスクがある。
- ✓ 現段階から、Hydrogen Readyな設備仕様(混焼可能なボイラーとする、水素配管を敷設可能なスペースを確保する等)とすることで、そうしたリスクが回避可能と考えられる。
- ✓ 水素ボイラーや水素モビリティ等の商用化も進展しており、実例に関するナレッジシェアが有効。

留意点③ 電力調達

勉強会での議論

- ✓ 電気料金負担がクリティカル。市場価格が安いタイミングでの調達を指向しているが、出力抑制含む安い電力を水素製造用に安定的に調達できるわけではない。
- ✓ 脱炭素先行地域として、再エネ電気の拡大および地域内での消費を促す取組を進めている。

サプライチェーン構築に向けた対応方向性

- ✓ 初期的には高いコストでの水素製造が避けられない中、持続的な水素供給を行える仕組みが必要。
- ✓ 再エネ事業者・水素製造事業者双方がメリットが得られる枠組みとともに、中長期的に発生が期待される余剰電力を大量かつ安価に調達可能な市場環境が必要。
- ✓ 電気の地産地消の一手段として水素製造を位置づけ、地域としての機運醸成が必要。

水素サプライチェーン構築に向けた道筋イメージ

- サプライチェーン各段階で必要となる取組は以下のとおり。

	2025～	2030～	2035～
水素製造・調達	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 既存調達ルートを活用 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ オンサイト水素製造設備を2.6MW新設 ✓ 地域内の再エネ電源調達 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ オンサイト水素製造設備を2.1MW増強 ✓ 余剰電力も含めた電力調達機会の増加
水素輸送・供給 インフラ	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 既存調達ルートの拡張 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 水素圧縮設備を水素製造設備に併設 ✓ 高圧ガストレーラー2台準備 ✓ 他地域との相互融通 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 高圧ガストレーラー稼働向上 ✓ 他地域との相互融通
需要	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 水素利用に向けた準備(試験利用、需要機器の更新・改造、所内インフラ整備等) ✓ CNに向けたエネルギーポートフォリオの検討 ✓ 自社事業環境ニーズに応じた水素需要に関するコミュニケーション 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 水素の商用利用開始 ✓ エネルギーポートフォリオに応じたエネルギー調達 	
地域・ 共通的取組	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 本格的な産業利用を見据えたサプライチェーンを支える地域単位での需要拡大 ✓ 再エネ地産地消の動きとの連携・一体的取組推進 ✓ 周辺地域(中通り、新潟等)との広域融通による供給安定性強化の検討 ✓ 需要や社会的ニーズに応じた地域内の未利用資源活用検討 		

1. 福島県における水素社会のモデル構築に関する調査

- 1-1. 福島県における地産地消水素サプライチェーン構築に向けた調査方針
- 1-2. 中通り地域・会津地域における水素サプライチェーン構築に関する調査
- 1-3. 水電解装置の導入に関する調査
- 1-4. 水素サプライチェーン構築に必要な法令対応に関する調査
- 1-5. 福島県における水素サプライチェーン構築に向けて取り組むべき項目

水電解装置の導入に関する調査

- 商用化済み水電解装置の調査
- 水電解装置の導入に係るコスト調査

デスクトップ調査実施内容

- 福島県における水電解装置の設置を想定し、デスクトップ調査として、すでに商用化されている水電解装置に関する仕様調査を実施し、とりまとめた。

水電解装置①(日立造船)

- 日立造船:HYDROSPRING
- 1~200Nm³/hのPEM型水電解装置を市販。

日立造船製水電解装置(HYDROSPRING)の仕様

項目	単位	日立造船製水電解装置(HYDROSPRING) ^[1]				
水素発生量	Nm ³ /h	1	10	50	100	200
ガス圧力	MPaG	0.8 (~0.85)				
ガス純度	%	99.9~99.999				
消費電力	kWh/Nm ³	5.0				
露点	℃	-15~-70				
消費水量	L/h	1	10	50	100	200

出所) 下記よりMRI作成

[1] 日立造船、事業紹介 電解分界技術・メタネーション 水素発生装置 <https://www.hitachizosen.co.jp/business/field/electrolytic-hydrogen/hydrogen-generator.html> (閲覧日:2024年3月27日)

水電解装置②(神鋼環境ソリューション)

- 神鋼環境ソリューション:HHOG
- 1~100Nm³/hのPEM型水電解装置を市販。

神鋼環境ソリューション製水電解装置(HHOG)の仕様

項目	単位	神鋼環境ソリューション製水電解装置(HHOG) ^[2]								
		1	5	10	20	30	40	50	60	100
水素発生量	Nm ³ /h									
ガス圧力	MPaG	0.82								
ガス純度	%	99.999以上								
消費電力	kWh/Nm ³	6.5*								
露点	°C	-								
消費水量	L/h	-								

※5Nm³/h供給の水電解装置の場合

出所) 下記よりMRI作成

[2] 神鋼環境ソリューション、ソリューション HHOG(水電解式水素発生装置) https://www.kobelco-eco.co.jp/product/pdf/hhog/hhog_catalog.pdf

水電解装置③(高砂熱学工業)

- 高砂熱学工業株式会社: Hydro Creator
- 5Nm³/hのPEM型水電解装置を市販。

高砂熱学工業製水電解装置(Hydro Creator)の仕様

項目	単位	高砂熱学工業製水電解装置(Hydro Creator) ^[3]
水素発生量	Nm ³ /h	5
ガス圧力	MPaG	0.9
ガス純度	%	99.999以上(常圧換算、ドライベース)
消費電力	kWh/Nm ³	—
露点	°C	40以下
消費水量	L/h	—

出所) 下記よりMRI作成

[3]高砂熱学工業、グリーン水素の製造・貯蔵・利用システム <https://www.tte-net.com/solution/hydrogen.html> (閲覧日:2024年3月27日)

1-3. 水電解装置の導入に関する調査

水電解装置④(Enapter)

- Enapter: AEM 電解装置
- 25～500Nm³/hのAEM型水電解装置を市販。

Enapter製水電解装置(AEM 電解装置)の仕様

項目	単位	Enapter製水電解装置 (AEM 電解装置 EL 4) ^[4]	Enapter製水電解装置 (AEM Flex 120) ^[5]	Enapter製水電解装置 (AEM Nexus 500) ^[6]	Enapter製水電解装置 (AEM Nexus 1000) ^[7]
水素発生量	Nm ³ /h	500 (1.0785 kg/24h)	25 (53.9 kg/24h)	105 (226.5 kg/24h)	210 (453 kg/24h)
ガス圧力	MPaG	最大3.5 (35 barG)			
ガス純度	%	99.9 (乾燥機設置により 99.999以上)	99.95		
消費電力	kWh/Nm ³	4.8			
露点	℃	—	-30 (乾燥機設置により-65)		
消費水量	L/h	～ 420 (25℃ の場合)	23	95	190

出所) 下記HPよりMRI作成

[4] Enapter HP、AEM 電解装置EL 4

https://handbook.enapter.com/electrolyser/el41/downloads/Enapter_Datasheet_EL41_EN.pdf

[5] Enapter HP、AEM Flex 120

https://handbook.enapter.com/electrolyser/aem-flex120/downloads/Enapter_Datasheet_AEM-Flex-120_EN.pdf

[6] Enapter HP、AEM Flex 500

https://handbook.enapter.com/electrolyser/aem_nexus/downloads/Enapter_Datasheet_AEM-Nexus-500.pdf

[7] Enapter HP、AEM Flex1000

https://handbook.enapter.com/electrolyser/aem_nexus/downloads/Enapter_Datasheet_AEM-Nexus-1000.pdf

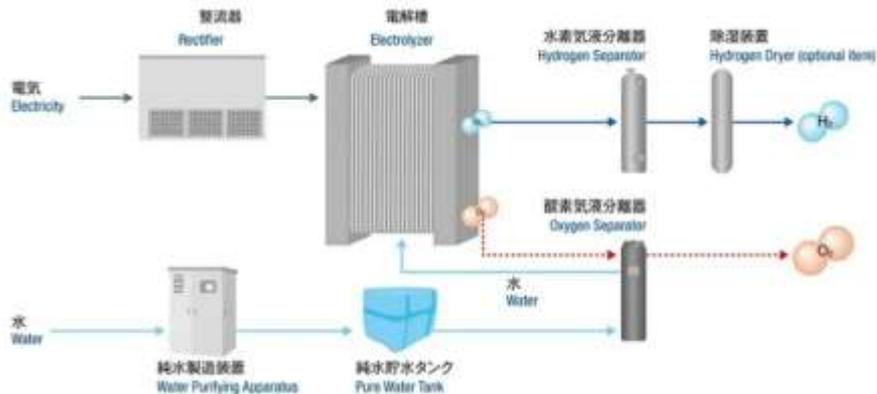
水電解装置の導入に関する調査

- 商用化済み水電解装置の調査
- 水電解装置の導入に係るコスト調査

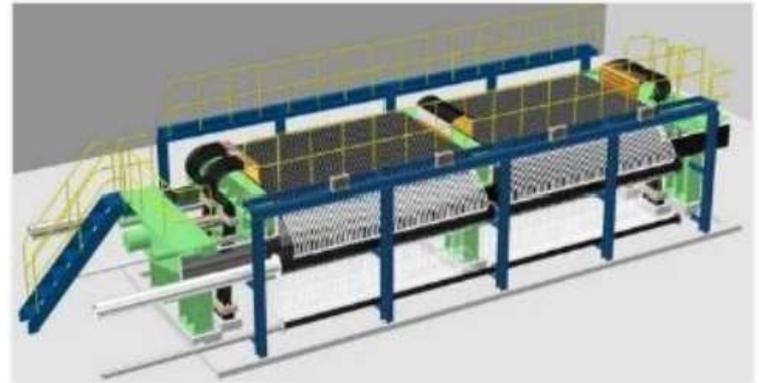
水素製造装置(P2G)のコスト試算に向けて

- 実証事例や補助金の事例などから、MW級水電解装置のコスト試算を検討した。

PEM型水電解装置のシステム(日立造船など)



アルカリ型水電解装置の例(旭化成など)



出所)日立造船、水素製造装置 <https://www.hitachizosen.co.jp/business/field/electrolytic-hydrogen/hydrogen-generator.html>
(閲覧日:2024年3月8日)

旭化成、Aqualizer <https://ak-green-solution.com/assets/pdf/brochure.pdf>

1-3. 水電解装置の導入に関する調査

P2Gのコストレベルの試算条件

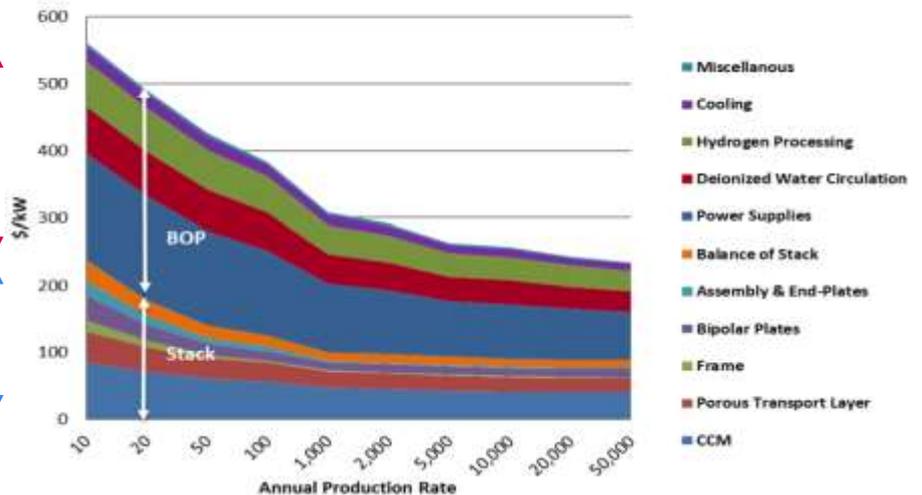
- MW級水電解装置に対する補助金事例には左表のようなものがある。
- PEM型P2Gの場合、同一モジュールを複数積み上げて容量を拡大するため、水電解スタック部分は比例的にコストが上昇すると想定される。
- システムコストは、水電解スタック:BOP = 237:323であるという報告もある(右図)。PEM水電解スタックは比例的に、BOPについては0.7乗則に従って単価が上下すると仮定し、容量変化時のコストを試算する。

補助金交付実績より推計(北海道電力 苫東厚真)

P2G容量	PEM 1MW級 (200Nm ³ /h)
消費電力	5kWh-AC/Nm ³
補助金額	555,233,332円
補助率	2/3以内
計上費目	設計費 設備費 水電解装置部 電力変換装置 水素発生システム制御装置 付帯設備 工事費 建屋

BOP
323Stack
237

System Cost (\$/kW) - PEM - 1 MW



出所)環境共創イニシアチブ「令和3年度補正 再生可能エネルギー導入加速化に向けた系統用蓄電池等導入支援事業交付決定について」

https://sii.or.jp/chikudenchi03r/uploads/ess_koufukettei.pdf

北海道電力、水素製造設備の概要 https://www.hepco.co.jp/info/2023/_icsFiles/afieldfile/2023/05/18/230518.pdf

NREL. Manufacturing Cost Analysis for Proton Exchange Membrane Water Electrolyzers,

<https://www.nrel.gov/docs/fy19osti/72740.pdf>

P2Gのコストレベルの試算

- MW級水電解装置に対する補助金事例や足元の実績報告値から、中通りに必要な容量のP2GのkW当たり単価は下表のとおりと推計される。

実証・補助金事例	P2Gシステム単価試算結果
補助金事例(1MWx1)	83.2 万円/kW
山梨県実績(500kWx3)	37.9 万円/kW
FH2R実績(10MWx1)	14.4 万円/kW

スケールアップによる効果を0.7乗則等の想定にて単価を試算

(万円/kW)	5MW級	10MW級	15MW級	20MW級	25MW級
補助金ケース	64.9	59.3	56.6	54.8	53.5
山梨県ケース	27.0	24.9	23.9	23.3	22.8
FH2Rケース	17.7	14.4	12.8	11.7	10.9

出所)環境共創イニシアチブ「令和3年度補正 再生可能エネルギー導入加速化に向けた系統用蓄電池等導入支援事業交付決定について」

https://sii.or.jp/chikudenchi03r/uploads/ess_koufukettei.pdf

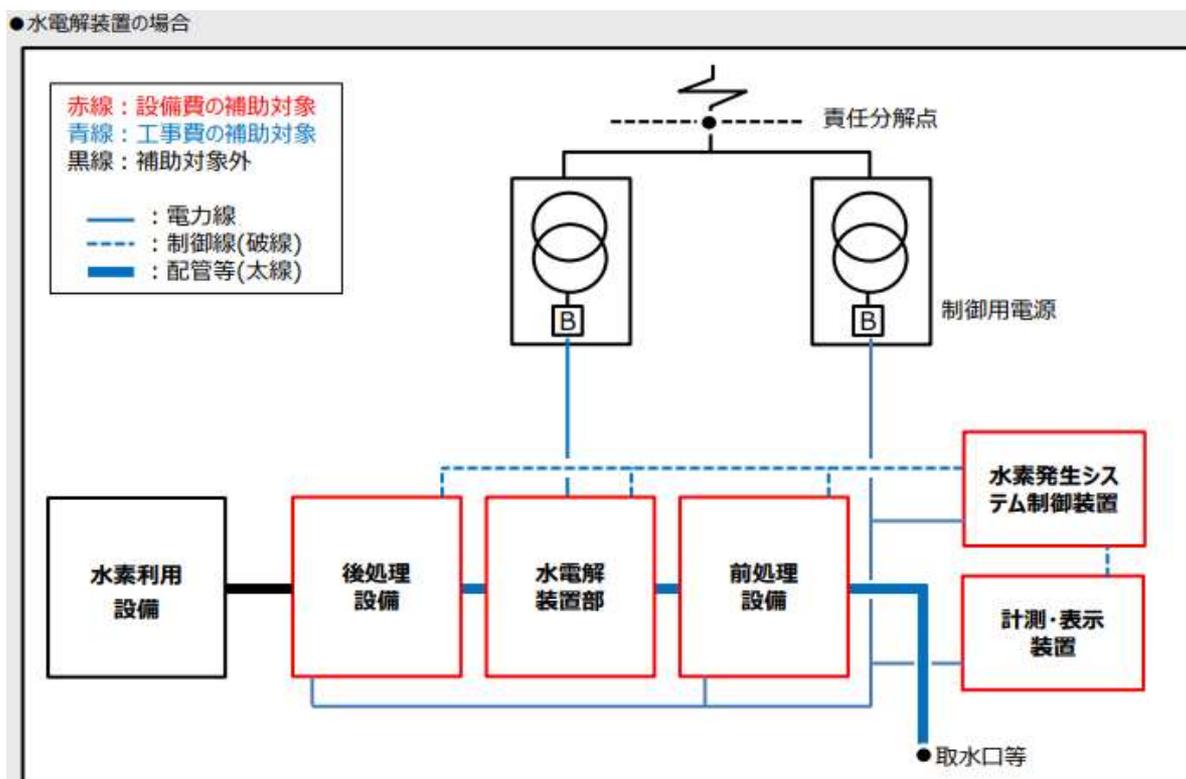
資源エネルギー庁,第2回 水素・燃料電池戦略ロードマップ評価ワーキンググループ 資料1 水素・燃料電池戦略ロードマップの達成に向けた対応状況,

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/roadmap_hyoka_wg/pdf/002_01_00.pdf

1-3. 水電解装置の導入に関する調査

【参考】補助対象の設備

- 再生可能エネルギー導入加速化に向けた系統用蓄電池等導入支援事業費補助金の補助対象の設備は以下に示すとおり。



コスト調査に係るヒアリング調査実施内容

- 水電解装置に関わる事業者等複数の主体を対象に、一定の水素製造量を想定した際における、水電解装置の導入に係る調査を検討し、応諾を得た事業者等から導入費用の概算についてヒアリング調査を実施した。
- ヒアリング調査の結果をまとめ、一定の水素製造量を想定した際の水電解装置の導入における費用感やコストに係る最近の傾向、水電解装置の導入における留意点を取りまとめた。

項目	内容
調査名称	水電解設備の概算見積に係るヒアリング
実施時期	2023年3月
実施方法	Teams会議、メールヒアリング
対象	水電解装置関連事業者等
件数	3主体(検討母数は7主体)
主な伺い事項	一定の水素製造量を想定した際の下記概算費用(詳細は次頁記載) 1. 初期投資費: <ul style="list-style-type: none"> ・ 設備費 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 水電解システム本体費用 ➢ BOP(配管・周辺機器等)費用 ・ 工事費 2. メンテナンス・修繕費: <ul style="list-style-type: none"> ・ メンテナンス費用・修繕費用

コスト調査に係る前提条件

- 水電解装置の導入におけるヒアリングの前提条件として、以下の項目により水素製造量の想定値を設定した。
 1. 中通り地域における2030年の水素生産量試算 421.4(t/年)
 2. 中通り地域における2035年の水素生産量試算 1,036.2(t/年)
 3. 会津地域における2030年の水素生産量試算 122.9(t/年)
 4. 会津地域における2035年の水素生産量試算 368.2(t/年)
- 上記水素生産量試算を満たす値として、水素製造量を以下のように想定し、この条件下における初期投資費(設備費・工事費)、メンテナンス・修繕費について水電解装置の導入概算をヒアリング調査した。
 1. 水素製造量50kg/h(約1,200kg/日、約440 t/年の水素製造量を想定)
 2. 水素製造量120kg/h(約2,900kg/日、約1,050 t/年の水素製造量を想定)
 3. 水素製造量15kg/h(約360 kg/日・約130 t/年の水素製造量を想定)
 4. 水素製造量45kg/h(約1,100kg/日・約400 t/年の水素製造量を想定)

水電解装置の導入における費用水準や今後の見通し、留意点

- ヒアリング調査を踏まえ、一定の水素製造量を想定した際の水電解装置の導入における費用水準や今後の見通し、留意点を示す。

【費用水準】

- 現行の水電解装置設備本体の導入費用については、概ね実証事例で得られる単価の範囲内に収まるレベルであることが確認できた。
- 現状では大型製品が存在しないため、大規模需要家に対しては既存製品を複数台設置する対応となる。そのため、現状では大規模需要の場合でもスケールメリットが得られにくいことが分かった。
- メーカー側では設備を完成させて引き渡すため、需要家内への設置は需要家自身が工事費を負担するケースが多い。

【今後の見通し】

- 工事費の大幅削減に向けた技術開発等も進んでいる。
- 各メーカーの大型化に向けた製品開発によって、大規模水素製造コストに係る水電解装置設備本体の導入費用は今後削減できる可能性がある。一方で、EPCに係るコストが新たに発生する。

【留意点】

- 規模の大小によらず、水素製造コストの大半は電気代が占める。こうした電気代を如何に低減させるかが水素製造時に重要になる。

1. 福島県における水素社会のモデル構築に関する調査

- 1-1. 福島県における地産地消水素サプライチェーン構築に向けた調査方針
- 1-2. 中通り地域・会津地域における水素サプライチェーン構築に関する調査
- 1-3. 水電解装置の導入に関する調査
- 1-4. 水素サプライチェーン構築に必要な法令対応に関する調査
- 1-5. 福島県における水素サプライチェーン構築に向けて取り組むべき項目

1-4. 水素サプライチェーン構築に必要な法令対応に関する調査

水素利活用における高圧ガス保安法等の保安規制

- 水素利活用の形態(製造、貯蔵、消費、販売)及び施設運用フェーズ(事業の開始、運営、設備管理・検査、異常時対応・復旧)ごとに、高圧ガス保安法等の保安規制は以下のような事項を定めている。

	製造 (製造に伴う貯蔵を含む)	貯蔵	消費	販売
事業の開始	<ul style="list-style-type: none"> ● 設備の技術基準への適合、他施設等との離隔距離の確保確保【高圧ガス保安法】 ● 製造者の申請手続き【高圧ガス保安法】 ● 防爆エリアの決定、及び電子・電気機器選定【高圧ガス保安法/労安法】 ● 電解液の保管場所・保管容器への表示【毒物及び劇物取締法】 	<ul style="list-style-type: none"> ● 設備の技術基準への適合、他施設等との離隔距離の確保確保【高圧ガス保安法】 ● 貯蔵所の申請手続き【高圧ガス保安法】 ● 防爆エリアの決定、及び電子・電気機器選定【高圧ガス保安法/労安法】 	<ul style="list-style-type: none"> ● 設備の技術基準への適合、他施設等との離隔距離の確保確保【高圧ガス保安法】 ● 特定高圧ガス消費者の申請手続き【高圧ガス保安法】 ● 防爆エリアの決定、及び電子・電気機器選定【高圧ガス保安法/労安法】 	<ul style="list-style-type: none"> ● 販売業者の申請手続き【高圧ガス保安法】
運営	<ul style="list-style-type: none"> ● 電解液の受払簿の作成・使用量及び在庫量の確認【毒物及び劇物取締法】 ● 危害予防規程の遵守(第一種製造者)【高圧ガス保安法(第26条第3項)】 ● 保安係員の常駐【高圧ガス保安法】 ● 帳簿の記載・保存(第一種製造者)【高圧ガス保安法(第六十条)】 	<ul style="list-style-type: none"> ● 帳簿の記載・保存(第一種、第二種貯蔵所)【高圧ガス保安法(第60条)】 		<ul style="list-style-type: none"> ● 技術基準の遵守【高圧ガス保安法(第20条の6)】 ● 消費者(購入者)への災害防止に関する周知【高圧ガス保安法(第20条の5)】 ● 帳簿の記載・保存【高圧ガス保安法(第60条)】
設備管理・検査	<ul style="list-style-type: none"> ● (技術基準の遵守・維持【高圧ガス保安法(第11、12、13条)】) ● 保安検査(第一種製造者) / 定期自主検査(処理量30m³/日以上以上の製造者)【高圧ガス保安法】 ● 貯蔵設備の保守点検【毒物及び劇物取締法】 	<ul style="list-style-type: none"> ● (技術基準の遵守・維持【高圧ガス保安法(第15、18条)】) ※定期自主検査の義務付けは無い※1 	<ul style="list-style-type: none"> ● (技術基準の遵守・維持【高圧ガス保安法(第24条の3)】) ● 定期自主検査(特定高圧ガス消費者)【高圧ガス保安法】★ 	
異常時対応・復旧	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害の発生、高圧ガスや容器の盗難・喪失の際の都道府県知事又は警察への届出【高圧ガス保安法(第63条)】) ● 軽微な変更※2を行った際の、都道府県知事への届出(第一種製造者)【高圧ガス保安法】 ※第二種製造者は、軽微な変更※2を行った際の、都道府県知事への届出は不要【高圧ガス保安法】 ● 漏洩・流出時の準備、届出【毒物及び劇物取締法】 	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害の発生、高圧ガスや容器の盗難・喪失の際の都道府県知事又は警察への届出【高圧ガス保安法(第63条)】) ● 軽微な変更※2を行った際の、都道府県知事への届出(第一種貯蔵所)【高圧ガス保安法】 	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害の発生、高圧ガスや容器の盗難・喪失の際の都道府県知事又は警察への届出【高圧ガス保安法(第63条)】) ※消費施設に対して軽微な変更※2を行った際の、都道府県知事への届出は不要【高圧ガス保安法】 	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害の発生、高圧ガスや容器の盗難・喪失の際の都道府県知事又は警察への届出【高圧ガス保安法(第63条)】)

※1(参考)高圧ガス保安協会「高圧ガス保安法の基礎シリーズ(第8回)「高圧ガスの貯蔵と消費」」<https://www.khk.or.jp/Portals/0/khk/info/journal/2018/201803-8.pdf> (閲覧日:2024年3月11日)
 ※2(参考)経済産業省「高圧ガス保安法第14条第1項及び第4項、第19条第1項及び第4項並びに第24条の4第1項に基づく軽微な変更の工事の取扱いについて(改正20210201保局第11号令和03年2月22日)」https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/hipregas/files/20210315_hg_7.pdf (閲覧日:2024年3月11日)
 (参考)福島県県危機管理部消防保安課「高圧ガス保安法に基づく軽微な変更の工事等の取り扱いについて(平成28年11月1日一部改正)」
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/197747.pdf> (閲覧日:2024年3月11日)

製造者の申請手続き【高圧ガス保安法】

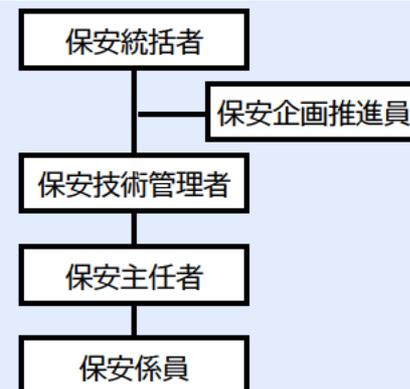
- 水素(高圧ガス保安法における第二種ガス)の処理量によって、第一種製造者、第二種製造者に分かれる。第一種製造者の場合、許可申請や完成検査の受検が必要になる。

第一種製造者

- ✓ 都道府県知事への製造許可申請(法第5条第1項)
- ✓ 完成検査の受検(法第20条第1項、第3項)
- ✓ 危害予防規程の制定・都道府県知事への届出(法第26条第1項)
- ✓ 保安教育計画の制定・保安教育の実施(法第27条)
- ✓ 保安統括者等の選任・都道府県知事への届出(法第27条の2、3)
 - 保安統括者、保安技術管理者、保安主任者、保安係員、保安企画推進員

処理量：
100m³/日以上

※赤字:高圧ガス製造保安責任者免状が必要



保安管理体制の例

第二種製造者

- ✓ 都道府県知事への届出(法第5条第2項)
- ✓ 保安教育の実施(法第27条)
- ✓ 保安統括者等の選任・届出(法第27条の2、3)
 - 保安統括者、保安技術管理者、保安係員

処理量：
100m³/日未満

※赤字:高圧ガス製造保安責任者免状が必要



保安管理体制の例

※「保安技術管理者」を選任する必要のない場合の条件(保安統括者が免状・経験を有している等)の規定もある(一般高圧ガス保安規則 第六十五条)。

(出所)高圧ガス保安協会「高圧ガスの製造に係る申請手続き」https://www.khk.or.jp/administration/high_pressure_gas/procedure01.html(閲覧日:2024年3月11日)
 経済産業省「高圧ガスに関する規制について」https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/hipregas/kisei/seizou.html(閲覧日:2024年3月11日)
 高圧ガス保安協会「高圧ガス保安法の基礎シリーズ(第12回)「高圧ガス製造事業所の保安管理組織について」」<https://www.khk.or.jp/Portals/0/khk/info/journal/2018/201807-08.pdf>(閲覧日:2024年3月11日)

貯蔵所、消費者の申請手続き【高圧ガス保安法】

- 貯蔵設備の容積によって、第一種貯蔵所、第二種貯蔵所に分かれる（容積300m³未満は「その他の貯蔵」として手続き不要）。第一種貯蔵所の場合、許可申請や完成検査の受検が必要になる。

容積：
1000m³以上

第一種貯蔵所

- ✓ 都道府県知事への貯蔵許可申請(法第16条第1項)
- ✓ 完成検査の受検(法第20条第1項、第3項)
- ✓ 保安教育の実施(法第27条)

※第一種製造者の製造に係る貯蔵の場合、届け出不要。

容積：
300m³以上～
1000m³未満

第二種貯蔵所

- ✓ 都道府県知事への届出(法第17条の二)
- ✓ 保安教育の実施(法第27条)

※第一種製造者の製造に係る貯蔵の場合、届け出不要。

(出所)高圧ガス保安協会「高圧ガスの貯蔵に係る申請手続き」https://www.khk.or.jp/administration/high_pressure_gas/procedure02.html
(閲覧日:2024年3月11日)

高圧ガス保安協会「高圧ガス保安法の行政手続き」https://www.khk.or.jp/administration/high_pressure_gas.html (閲覧日:2024年3月11日)

消費者、販売者の申請手続き【高圧ガス保安法】

- 高圧ガス(圧縮水素)を300m³以上貯蔵して消費する等場合には「特定高圧ガス消費者」となり、都道府県知事への届出等が必要になる。
- 高圧ガスを販売する場合は、「販売業者」となり、都道府県知事への届出等が必要になる。

(圧縮水素)300m³以上貯蔵して消費(貯蔵能力は配管で接続されている場合のみ合算)

他事業所から導管で供給を受ける

特定高圧ガス消費者

- ✓ 都道府県知事への届出(法第24条の2)
- ✓ 取扱主任者の選任、都道府県知事への届出(法第28条)
- ✓ 保安教育の実施(法第27条)

「高圧ガスの消費」

高圧ガスを減圧、燃焼、反応、溶解等により廃棄以外の一定の目的のために使用することをいい、次の二つの場合が考えられる。

- 1.高圧ガスを高圧ガスでない同種のガスにすること。(減圧)
- 2.高圧ガスを異種の物質(高圧ガスを含む。)にすること(反応による新種ガスの生成、燃焼、溶解等が該当し、液化ガスが気化したものは異種とはみなさない。)

実際の取扱いにおいては、上の(2)の場合のうち、その過程が高圧ガスの製造にも該当する場合(例:高圧窒素ガスと高圧水素ガスを反応させて、高圧アンモニアガスにする場合は、それが一連の工程にあるときに限り、窒素及び水素について消費とみなされていない例が多い。

(引用)経済産業省「高圧ガスに関する規制について/用語解説」

https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/hip_regas/kisei/hanbai.html(閲覧日:2024年3月11日)

販売業者

- ✓ 都道府県知事への届出(法第20条の4)
- ✓ 販売主任者の選任、都道府県知事への届出(法第28条第1項及び同条第3項で準用する法第27条の2)
- ✓ 保安教育の実施(法第27条)

※第一種製造者が製造した高圧ガスをその事業場で販売する場合は、届け出不要。

(出所)高圧ガス保安協会「特定高圧ガス消費者の申請手続き」https://www.khk.or.jp/administration/high_pressure_gas/procedure04.html (閲覧日:2024年3月11日)

高圧ガス保安協会「高圧ガスの販売に係る申請手続き」https://www.khk.or.jp/administration/high_pressure_gas/procedure03.html (閲覧日:2024年3月11日)

高圧ガス保安協会「高圧ガス保安法の行政手続き」https://www.khk.or.jp/administration/high_pressure_gas.html (閲覧日:2024年3月11日)

防爆エリアの決定、及び電子・電気機器選定【高圧ガス保安法/労安法】

- 「高圧ガス保安法」「労働安全衛生法」共に、可燃性物質の放出等級と換気度から危険区域と判定されたエリアにおいて、防爆性能を有する機器の使用を規定している。

危険区域の判定

放出等級	換 気						
	高換気度			中換気度			低換気度
	有効度 “良”	有効度 “可”	有効度 “弱”	有効度 “良”	有効度 “可”	有効度 “弱”	有効度 “良”“可” 又は“弱”
連続等級 連続的な放出又は高頻度もしくは長期にわたって発生すると予測できる放出	非危険区域	ゾーン2	ゾーン1	ゾーン0	ゾーン0 +	ゾーン0 +	ゾーン0
第1等級 通常運転中に周期的又はときどき発生すると予測できる放出	非危険区域	ゾーン2	ゾーン2	ゾーン1	ゾーン1 +	ゾーン1 +	ゾーン1 又は ゾーン0 ^h
第2等級 通常運転中には発生しない又は低頻度で短時間だけと予測できる放出	非危険区域	非危険区域	ゾーン2	ゾーン2	ゾーン2	ゾーン2	ゾーン1 どちらかど いえば ゾーン0 ^h

注記 “+” は、“に囲まれた”を意味する。

注 a) 第2等級の放出によるゾーン2の区域は、第1等級又は連続等級の放出による区域を超えることもありうる。この場合、長い距離を考慮しなければならない。

注 b) 換気が非常に弱く、かつ、ガス状の爆発性雰囲気実質的に連続して存在する放出の場合、ゾーン0となる（すなわち“無換気”に近づく。）

(出所)経済産業省「プラント内における危険区域の精緻な設定方法に関するガイドライン」
https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/hipregas/files/20200121_1.pdf「表 3.3 危険度区域の判定」(閲覧日:2024年3月11日)に、MRI追記。

◆高圧ガス保安法に基づく省令である「一般高圧ガス保安規則」での記載(一部抜粋)

- (第6条1項26号)「可燃性ガス(アンモニア及びブロムメチルを除く。)の高圧ガス設備に係る電気設備は、その設置場所及び当該ガスの種類に応じた防爆性能を有する構造のものであること。」
- (第6条1項38号)「可燃性ガス及び特定不活性ガスの製造設備には、当該製造設備に生ずる静電気を除去する措置を講ずること。」
- (第55条1項25号)「可燃性ガスの消費設備には、当該設備に生ずる静電気を除去する措置を講ずること。」
- (第60条1項11号)「可燃性ガスの貯槽には、当該貯槽に生ずる静電気を除去する措置を講ずること。」

◆労働安全衛生法に基づく省令である「労働安全衛生規則」での記載(一部抜粋)

- (第280条第1項)「事業者は、第二百六十一条の場所のうち、同条の措置を講じても、なお、引火性の物の蒸気又は可燃性ガスが爆発の危険のある濃度に達するおそれのある箇所において電気機械器具(電動機、変圧器、コード接続器、開閉器、分電盤、配電盤等電気を通ずる機械、器具その他の設備のうち配線及び移動電線以外のものをいう。以下同じ。)を使用するときは、当該蒸気又はガスに対しその種類及び爆発の危険のある濃度に達するおそれに応じた防爆性能を有する防爆構造電気機械器具でなければ、使用してはならない。」
- (第280条第2項)「労働者は、前項の箇所においては、同項の防爆構造電気機械器具以外の電気機械器具を使用してはならない。」

電解液に関する保安規制【毒物及び劇物取締法】

- 電解液(水酸化カリウム)に対して「毒物及び劇物取締法」が適用される。
- 電解液(水酸化カリウム)使用するのみの場合「届出不要の業務上取扱者」となるが、以下の法令上の事項を遵守する必要がある。遵守のための具体的な方法は、自治体のHP等で周知されている。

届出不要の業務上取扱者が遵守すべき事項と具体的な方法の例

- 盗難・紛失防止措置(法第11条、第22条第5項)
 - 保管場所への表示
 - 電解液の受払簿の作成・使用量及び在庫量の確認
- 漏洩・流出などの防止(法第11条、第22条第5項)
 - 貯蔵設備の保守点検
- 毒物・劇物の容器の規定(法第11条、第22条第5項)
- 容器及び被包、貯蔵設備の表示(法第12条、第22条第5項)
 - 保管容器への表示
- 盗難・紛失、漏洩・流出時の措置(法第17条、第22条第5項)
 - 事故発生時のマニュアルの準備
 - 応急措置に用いる設備(保護具、中和剤等)の準備
 - マニュアル・設備の従業員への周知
- 廃棄(法第15条)
- 運搬などについての技術上の基準(法第16条)

(出所)北海道「届出不要の毒物劇物業務上取扱者について」<https://www.pref.hokkaido.lg.jp/hf/iyk/117147.html> (閲覧日:2024年3月11日)
名古屋市「届出不要の業務上取扱者について」<https://www.city.nagoya.jp/kenkofukushi/page/0000034414.html> (閲覧日:2024年3月11日)
千葉県「毒物劇物業務上取扱者について」<https://www.pref.chiba.lg.jp/yakumu/yakubutsu/dokubutsu/dokubutsu/toriatsukai.html> (閲覧日:2024年3月11日)

保安係員の常駐【高圧ガス保安法】

- 高圧ガス保安に関する県の担当部局において、高圧ガスの製造時は保安係員等の常駐が必要である旨の見解が示されている例がある。

5 保安係員の常駐

- (1) 高圧ガスの製造を行う時は、保安係員又は代理者が常駐し保安の確保を図ること。
- (2) 高圧型の蒸発器や液送ポンプを24時間使用する事業所は24時間常駐が必要である。
- (3) 24時間連続消費するが製造は受入時だけである事業所(窯業関係事業所等)では、夜間の保安係員の常駐は必要ない。

(引用) 岐阜県危機管理部消防課 『令和4年度 高圧ガス保安講習会(令和5年度用保安検査及び立入検査説明会)』
https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/012643/kouatu_d/fil/4001.pdf (閲覧日:2024年3月11日)

Q6 保安係員は事業所に常駐しなければならないのか。

A6 高圧ガスの製造をするときは保安係員または同代理者の常駐が必要。

(引用) 福井県防災安全部消防保安課 『高圧ガス保安法手続マニュアル(第一種製造者(一般・液石)編) 令和5年5月』、「7 留意事項(よくある質問)」
https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/012643/kouatu_d/fil/4001.pdf (閲覧日:2024年3月11日)

Q6 保安係員は事業所に常駐しなければならないのか。

A6 高圧ガスの製造をするときは保安係員または同代理者の常駐が必要。

(引用) 福井県防災安全部消防保安課 『高圧ガス保安法手続マニュアル(第二種製造者(一般・液石)編) 令和5年5月』、「7 留意事項(よくある質問)」
https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/012643/kouatu_d/fil/4003.pdf (閲覧日:2024年3月11日)

1-4. 水素サプライチェーン構築に必要な法令対応に関する調査

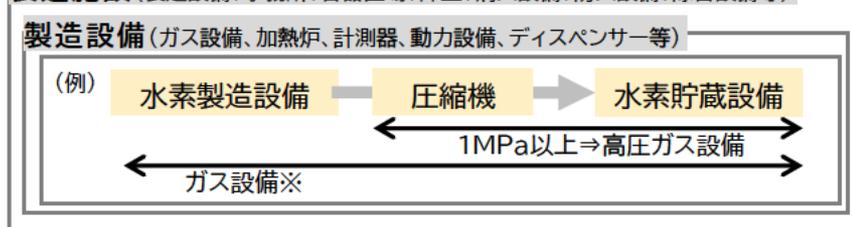
保安検査/定期自主検査【高圧ガス保安法】

- 第1種製造事業者は、高圧ガス保安協会や指定完成検査機関等の第三者による「保安検査」を定期的に受検する必要がある。また、第1種製造事業者、第2種製造者(処理能力が30m³/day以上)、特定高圧ガス消費者は、事業者自身による「定期自主検査」を1年に1回以上実施する必要がある。
- 第1種製造事業者、第2種製造者(処理能力が30m³/day以上)、特定高圧ガス消費者は、事業者自身による「定期自主検査」を1年に1回以上実施する必要がある。

	保安検査	定期自主検査
対象となる事業者	<ul style="list-style-type: none"> ● 第一種製造者 	<ul style="list-style-type: none"> ● 第一種製造者 ● 処理能力30m³/day以上の第二種製造者 ● 特定高圧ガス消費者
対象施設・設備	<ul style="list-style-type: none"> ● 特定施設(高圧ガスの爆発その他の災害が発生する恐れがある製造施設)(高圧ガス保安法 第35条) 	<ul style="list-style-type: none"> ● ガス設備又は消費施設(高圧ガス保安法 第35条の2、一般高圧ガス保安規則 第83条)
検査の周期	1年～4年以内に1回(設備・装置毎に異なる)	1年に1回以上
検査者	<ul style="list-style-type: none"> ● 都道府県知事又は指定都市の長 ● 高圧ガス保安協会 ● 指定保安検査機関 ● 認定保安検査実施者 	事業者自らが実施

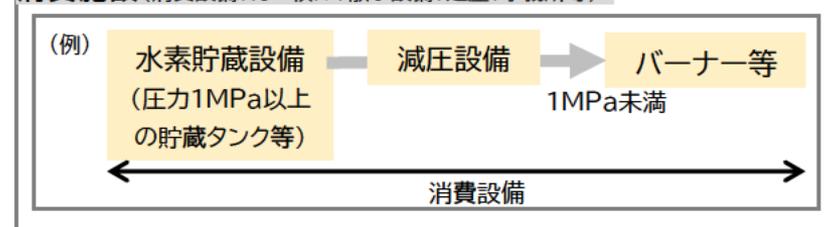
(出所)高圧ガス保安協会「高圧ガス保安法の基礎シリーズ(第11回)「高圧ガスの保安検査と定期自主検査」」<https://www.khk.or.jp/Portals/0/khk/info/journal/2018/201806-10.pdf>、「表 保安検査と自主検査」(閲覧日:2024年3月11日)を参考に、MRI作成。

製造施設(製造設備、事務所、容器置場、障壁、消火設備、防火設備、除害設備等)



(出所)高圧ガス保安協会「高圧ガス保安法の基礎シリーズ(第4回)「高圧ガスの製造について(2)」」<https://www.khk.or.jp/Portals/0/khk/info/journal/2018/201711-14.pdf>(閲覧日:2024年3月11日)、及び、佐賀県「高圧ガス保安法 よくある質問集(令和5年4月)」https://www.pref.saga.lg.jp/kiji/00376235/3_76235_275292_up_aze6r3aj.pdf(閲覧日:2024年3月11日)を参考に、MRI作成。

消費施設(消費設備、ガス検知、散水設備、建屋、事務所等)



(出所)高圧ガス保安協会「高圧ガス保安法の基礎シリーズ(第8回)「高圧ガスの貯蔵と消費」」<https://www.khk.or.jp/Portals/0/khk/info/journal/2018/201803-8.pdf>(閲覧日:2024年3月11日)、及び、経済産業省「高圧ガスに関する規制について/用語解説」https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/hipregas/kisei/hanbai.html(閲覧日:2024年3月11日)を参考に、MRI作成。

※高圧ガス保安法に当てはめた場合、水電解装置の場合、電気事業法の電気工作物に該当し、電気事業法が適用される可能性がある。(参考)経済産業省資源エネルギー庁「令和3年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業(国内外における水素バリューチェーン構築に際しての規制体制等に関する調査)委託調査報告書」<https://www.meti.go.jp/medi.lib/report/2021FY/000336.pdf>(閲覧日:2024年3月11日)

異常時対応・復旧(災害等の届出、故障時の軽微変更届等)

- 高圧ガスに係る事故等(喪失・盗難を含む)があった場合は、高圧ガス保安法第63条より、その旨を都道府県知事又は警察に届け出る必要がある。また、「高圧ガス・石油コンビナート事故対応要領(※1)」より、各都道府県の保安担当部署に報告することが求められる。
- 水素の製造、貯蔵、消費においては、事故等ではない、設備の故障等による設備の交換等が想定される。高圧ガス保安法より、「第一種製造者」、「第一種貯蔵所」は、故障等に起因する設備・装置の交換等の軽微な変更(※2)であっても都道府県知事への届出が必要である。

	位置、構造、設備の変更	軽微な変更
第一種製造者	都道府県知事の許可	都道府県知事への届出
第二種製造者	都道府県知事への届出	—
第一種貯蔵所	都道府県知事の許可	都道府県知事への届出
第二種貯蔵所	都道府県知事への届出	—
特定高圧ガス消費者	都道府県知事への届出	—

(出所)高圧ガス保安協会「高圧ガスの製造に係る申請手続き」https://www.khk.or.jp/administration/high_pressure_gas/procedure01.html、
「高圧ガスの貯蔵に係る申請手続き」https://www.khk.or.jp/administration/high_pressure_gas/procedure02.html、
「特定高圧ガス消費者の申請手続き」https://www.khk.or.jp/administration/high_pressure_gas/procedure04.html (閲覧日:2024年3月11日)
を参考に、MRI作成

※1(参考) 経済産業省「高圧ガス・石油コンビナート事故対応要領」
https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/hipregas/files/20231221kouatsu_konbi_jikoyoryo1.pdf (閲覧日:2024年3月11日)

※2(参考) 経済産業省「高圧ガス保安法第14条第1項及び第4項、第19条第1項及び第4項並びに第24条の4第1項に基づく軽微な変更の工事の取扱いについて(改正20210201保局第11号令和03年2月22日)」https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/hipregas/files/20210315_hg_7.pdf (閲覧日:2024年3月11日)

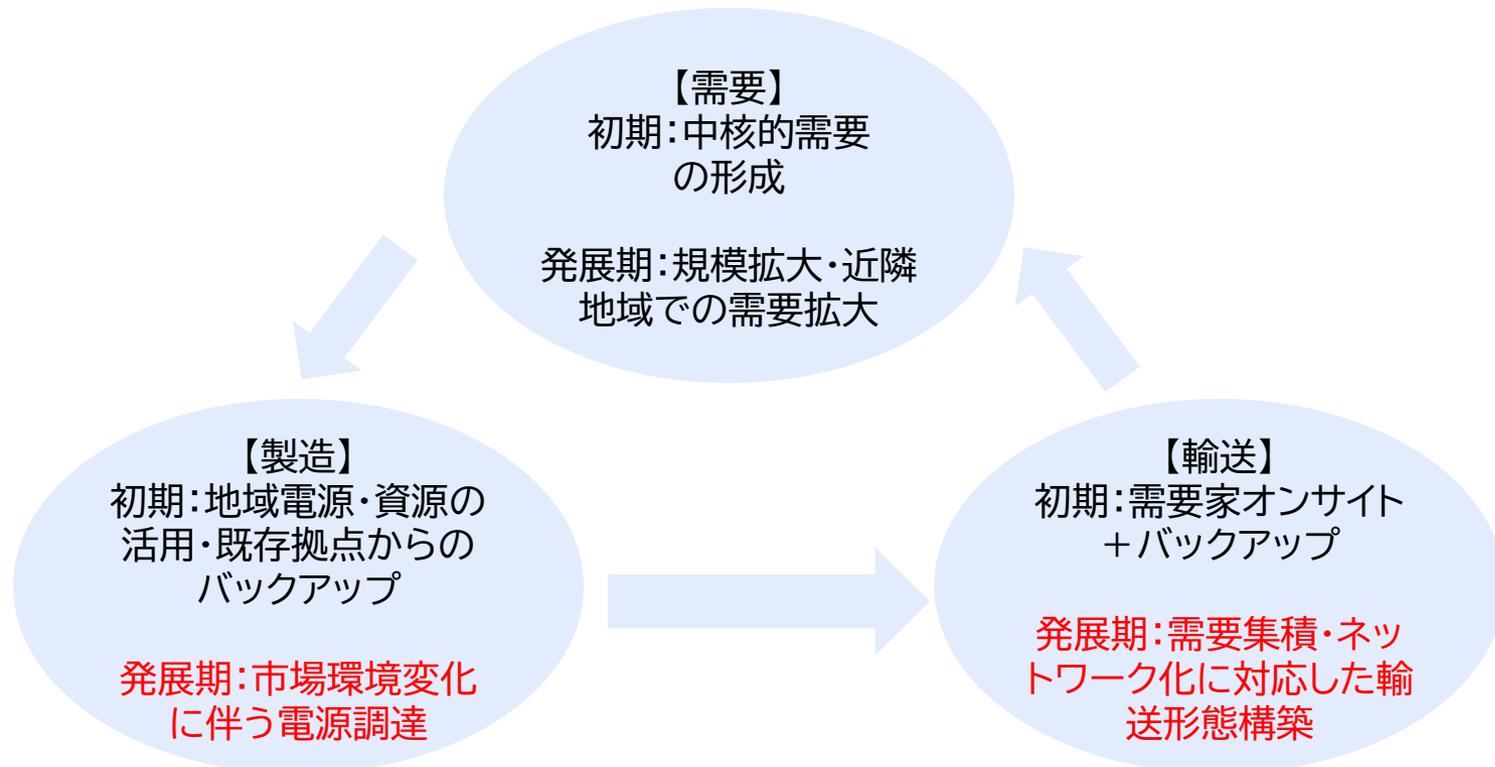
(参考) 福島県危機管理部消防保安課「高圧ガス保安法に基づく軽微な変更の工事等の取扱いについて(平成28年11月1日一部改正)」
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/197747.pdf> (閲覧日:2024年3月11日)

1. 福島県における水素社会のモデル構築に関する調査

- 1-1. 福島県における地産地消水素サプライチェーン構築に向けた調査方針
- 1-2. 中通り地域・会津地域における水素サプライチェーン構築に関する調査
- 1-3. 水電解装置の導入に関する調査
- 1-4. 水素サプライチェーン構築に必要な法令対応に関する調査
- 1-5. 福島県における水素サプライチェーン構築に向けて取り組むべき項目

勉強会から得られた示唆

- 県内各地域で、燃料脱炭素化に向けて様々な水素へのニーズがあり、中核的な需要の候補も見え始めている。ただし、初期的なサプライチェーン形成に向けては、水素製造・輸送を考える上でも更にまとまった水素需要が必要と示唆され、官民挙げた協力体制が必要。
- 他方、更なる発展に向けては、製造や輸送に課題が存在。特に、産業熱利用に必要な需要規模や効率的な輸送の規模に比して、製造側の規模(製造装置・電源調達)が追い付いていない。



サプライチェーン形成・発展に向けて

- サプライチェーン形成に向けては、中核的需要家において一定規模の水素需要が確保されている必要があり、それを契機に官民一体で効率的なサプライチェーンとすべく需要創出の活動が必要。
- サプライチェーンの発展に向けては、製造装置の大規模化もさることながら、安価かつ一定程度大規模な電源調達が必須であり、発電事業者と水素製造事業者が互恵的な電力供給契約を結ぶこと、ないしは需給が緩い(卸価格の低い時間帯)に優先的に電力調達できることが必要。(そうした措置を講ずることの政策的意義も要整理)

	製造	輸送	利用
初期の姿	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 自前あるいは地域の電源確保(+市場調達) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 需要家オンサイト+既存拠点も含めたバックアップ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 中核的需要の確保(ただし一定規模以上の需要量が必要)
発展期の姿	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 余剰電力を中心とした再生電力の大量調達 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 需要集積に伴う輸送形態構築(圧縮水素、液化水素等) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 周辺需要家の集積による規模拡大 ✓ 周辺拠点との連携
必要な取組例	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 発電事業に必要な売電単価と水素製造に必要な買電単価の乖離を埋める措置 ✓ 需給が緩い時間帯にP2Gが優先的に安価な電気を調達できる措置 ✓ 系統におけるP2G価値顕在化 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 水素供給事業者間での協力関係を築きつつ、水素を円滑に取引・融通する仕組み、共同配送等の体制構築。 ✓ コスト効率的な輸送技術・手段の確保。(例:圧縮水素と液化水素の中間的輸送手段) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 需要家側からのニーズに関する積極的な情報発信 ✓ 自治体による需要家間・事業者間・地域間のネットワーク拡大支援、需要拡大機運の醸成

2. 協議会の開催等

産学官連携会議の開催

- 「第六回 福島県における水素社会のモデル構築に向けた産学官連携会議」を開催した。
- 開催日: 2024年3月26日(火)10:00~12:00
- 開催方法: 対面・オンラインのハイブリッド形式 (於: 福島県庁 正庁 大会議室)
- 主催: 経済産業省 資源エネルギー庁
- 参加者数: 33社・団体
- 議事次第は以下のとおり。

#	議事次第
1.	開会
	議事
	(1)政策報告 (資源エネルギー庁、環境省、復興庁、福島県)
2.	(2)企業報告 (根本通商、巴商会)
	(3)委託調査報告 (三菱総合研究所)
	(4)意見交換
3.	閉会

参考資料

- 参考資料① 水素利用機器に関する情報
- 参考資料② 諸外国の動向
- 参考資料③ 電源調達

参考資料① 水素利用機器に関する情報

- 水素ボイラに関する状況
- 水素モビリティ関連設備に関する状況

水素混焼ボイラに関する情報

- 水素混焼対応の貫流ボイラについては、蒸発量750kg～4t級の貫流ボイラにて開発されており、一部は既に市場投入済である。
- いずれも、熱量比～30%程度の混焼が可能である。

川重冷熱工業の水素対応貫流ボイラ

仕様表

		水素混焼仕様		水素専焼仕様	
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（O ₂ =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			

IHIの水素対応貫流ボイラ



水素混焼ボイラの評価試験機

出所)川崎重工業、プレスリリース『『水素混焼』大型貫流ボイラを新発売(川重冷熱工業)』(2023年12月5日)

https://www.khi.co.jp/pressrelease/detail/20231205_1.html

IHI、ニュース「都市ガス専焼と水素混焼に切替運転が可能なハイブリッド型ボイラを開発」(2023年12月19日)

https://www.ihico.jp/all_news/2023/industrial_general_machine/1200489_3542.html (閲覧日:いずれも2024年3月8日)

水素専焼ボイラに関する情報

- 水素専焼の貫流ボイラも市販化されている。蒸発量としては、250kg～2.5tまでのサイズが市場投入済である。
- 一部メーカーにおいては水素専焼機のみでの市場投入としており、小規模実証の際は混焼対応可否を確認する必要がある。

川重冷熱工業の水素専焼貫流ボイラ

形式	WF-750GEX-H	WF-1000GEX-H	WF-1500GEX-H	WF-2000GEX-H
換算蒸発量	750kg/h	1000kg/h	1500kg/h	2000kg/h
最高使用圧力	0.98MPa			
NOx値	50ppm以下 (O ₂ =0%換算)			
定格ボイラ効率	98%			
使用燃料	水素			

三浦工業の水素専焼貫流ボイラ

型式		単位	SH-250H	AN-2000HS	AI-2500 1HS	AI-2500 2HS	
本体	ボイラ種類	—	蒸気ボイラ (多管式貫流ボイラ)	小形ボイラ (多管式貫流ボイラ)	ボイラ (多管式貫流ボイラ)		
	製造者名称	—	専焼工業	専業主による [特別検査] 登録者以上	ボイラ—専業主による特別検査		
	最高圧力	MPa	0.98	0.98	1.57	1.98	
	使用圧力範囲	MPa	0.49～0.88	0.49～0.88	1.06～1.41	1.37～1.76	
	経済燃費率	kg/t	250	2,000	2,500		
	蒸発量	kg/h	210	1,677	2,072	2,066	
	熱出力	kW	167	1,254	1,567		
	ターンダウン比	—	—	1.5	1.2		
	伝熱面積	m ²	4.9	9.95	15.92		
	ボイラ効率	%	90	105	93	92	
	保水容量	L	61	162	268	271	
	燃料消費量	m ³ /h	38.3	299.2	563.3	589.5	
	電気消費	制御電源	—	AC 200V 50/60Hz 3相			
		電源中心線電圧	㎖	2.0 (アース・A種接地)	30 (アース・A種接地)	22 (アース・A種接地)	
		電流消費最大値	A	15	100	125	
		設備電力	kW	1.45	14.25	13.7	13.7
		総電力消費 (50Hz/60Hz)	kVA	2.36/2.25	29.3/29.3	16.0/17.4	21.3/20.7
送風機		kW	0.4	11	8		
給水ポンプ		kW	0.85	2.2	5.5	7.5	
製品質量	kg	1,500	4,780	4,200	4,210		
バーナ	型式	—	強制対流式燃焼方式				
	着火方式	—	高圧電気スパーク方式				
	燃焼制御方式	—	熱線検出電圧				
	燃焼制御方式	—	ON/OFF制御方式	高圧電気制御方式	0位置制御方式		

出所)川重冷熱工業 HP, <https://www.khi.co.jp/corp/kte/product/boiler/hydrogen/> (閲覧日:2024年3月8日)

三浦工業,製品カタログ <https://www.miuraz.co.jp/product/boiler/steam/hydrogen/an.html> (閲覧日:2024年1月29日)

【参考】需要家側で必要となる受入設備

- 既往の調査においては、以下のような目安が示されている。

	圧縮水素	液化水素	液化アンモニア
水素使用条件想定	500Nm ³ /h×8千h/年=4百万m ³ /年		0.25t/h×8千h =2Kt/年
①必要となる受入設備	<ul style="list-style-type: none"> 水素トレーラー置場(含建屋) 圧力調整器 	<ul style="list-style-type: none"> 液化水素貯蔵ホルダ 気化器、圧力調整器 	<ul style="list-style-type: none"> NH₃タンク(20t) 気化器・圧力調整器、除害塔
②必要面積	<ul style="list-style-type: none"> 約400m²(20m×20m) 	<ul style="list-style-type: none"> 約70m²(10m×7m) 	<ul style="list-style-type: none"> 約400m²(20m×20m)
③法対応	<ul style="list-style-type: none"> 高圧ガス保安法 消防法 建築基準法 	<ul style="list-style-type: none"> 高圧ガス保安法 消防法 建築基準法 	<ul style="list-style-type: none"> 高圧ガス保安法 毒劇物取締法 消防法 建築基準法

FCモビリティに関する情報

- FCモビリティについてはメーカー各社で開発・改良が行われている。
- 各車格における開発状況や基礎情報については以下のとおり。

車格	車名	水素充填量	諸元	航続距離
乗用車	トヨタ「MIRAI」 トヨタ「クラウンセダン」 ホンダ「CLARITY」 ホンダ「CR-V」	5kg/回	—	850km(MIRAI)
マイクロバス	トヨタ「コースター」(改造)	—	(マルチパーパス実証中)	(複数用途にて実証を実施)
都市バス	トヨタ「SOLA」	15kg/回	定員77名	200km
小型トラック	いすゞ「エルフ」をベースに製造	10kg/回 (26km/kg)	車両総重量:8t 最大積載量:3t	260km
大型トラック	いすゞ・ホンダ「GIGA FUEL CELL」 日野・トヨタ「プロフィアZ FCV」	50kg/回	車両総重量:25t 最大積載量:11t	800km(GIGA FUEL CELL) 600km(プロフィアZ FCV)

出所)各社HP等の情報よりMRI作成、水素充填量については以下を参照:

岩谷産業、燃料電池バスへの本格的な充電が可能な水素ステーションをオープン ～イワタニ水素ステーション 東京葛西～、
https://www.iwatani.co.jp/img/jpn/pdf/newsrelease/1340/20200206_news_jp1.pdf

日本自動車会議所、ヤマト運輸 日本初の燃料電池大型トラック走行実証を開始、<https://www.aba-j.or.jp/info/industry/19672/>

ファミリーマート、FC小型トラックの走行実証は順調に経過～使用する水素が愛知県の低炭素水素認証制度に認定、
https://www.family.co.jp/company/news_releases/2022/20220124_02.html (閲覧日:いずれも2024年3月8日)

水素ステーションに関する情報

- 福島新エネ社会構想加速化プランでは、2030年までに県内の水素ステーション20基の開所を目指すとしている。

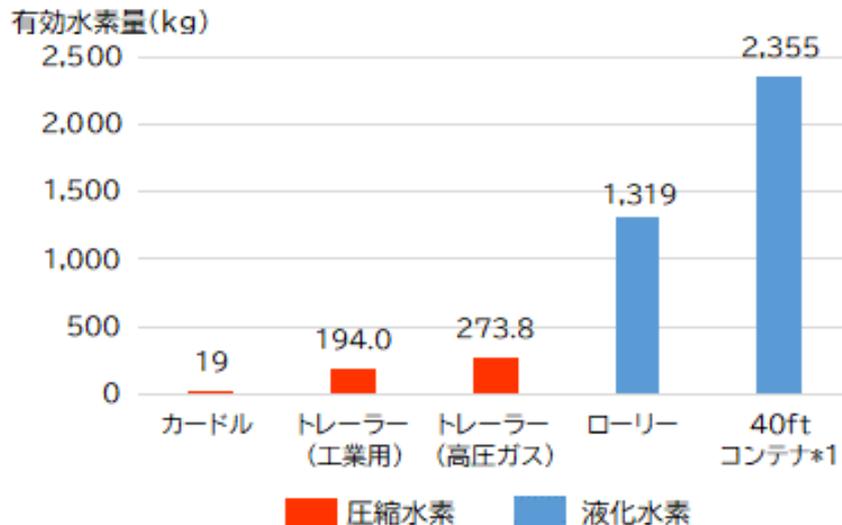


出所)エネルギーエージェンシーふくしま、「ふくしまが目指す“再エネ・水素社会実現”の取り組み」(2023年12月)P17、第12回FC-Cubicオープンシンポジウム
<https://fc-cubic-event.jp/wp-sympo/wp-content/uploads/2023/12/12th-sympo-kadai-doc3.pdf>

【参考】輸送手段の特性

- トラック輸送の場合、需要量が大きくかつ距離が遠い場合は、初期投資はかかっても液化水素が有利となる。
- パイプラインの場合、距離に比例して建設費がかさむため、近距離かつ大規模輸送向け。
- 近距離輸送の場合はトラック輸送よりも安価になる試算例も報告されている。

1台当たりの水素輸送量試算(kg/回)



*1:ローリー同様、貯蔵量の90%としてMRIにて計算

パイプラインによる推定輸送量(kg/h)

口径	最大流量	条件
32A	32.4 kg/h	以下条件にてMRIにて試算: ・水素配送圧力0.9MPaG ・管材:SGP(白管) ・標準流速:10m/s以下
100A	281.8 kg/h	
150A	612.2 kg/h	

出所)以下の資料に基づくMRI試算

資源エネルギー庁 新エネルギーシステム課「FCV・水素ステーション事業の現状について」P8、第24回 水素・燃料電池戦略協議会(2021年3月)資料1

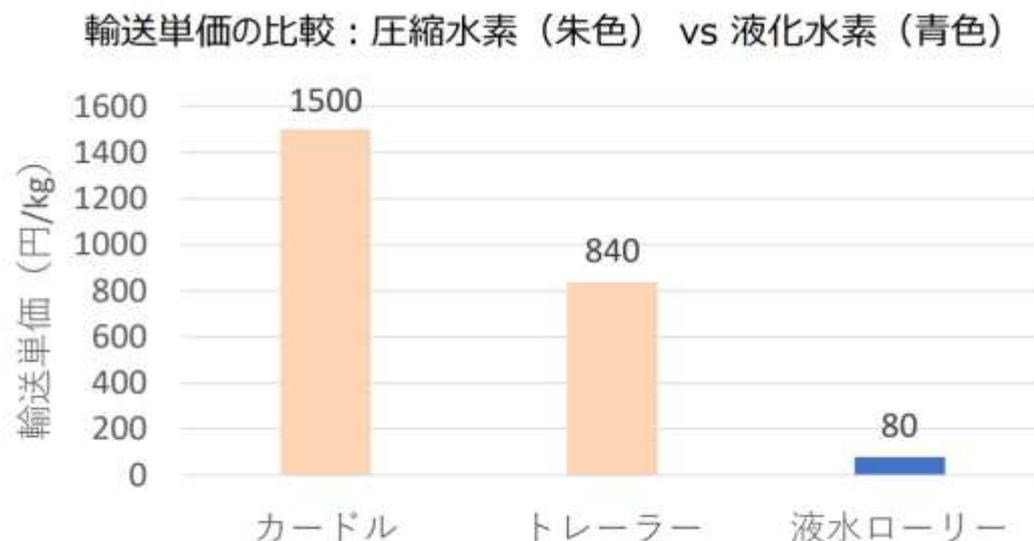
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/pdf/024_01_00.pdf

川崎重工業、プレスリリース「岩谷産業(株)向け液化水素40フィートコンテナを初納入」(2007年10月10日)

<https://www.khi.co.jp/pressrelease/detail/c3071010-1.html> (閲覧日:2024年3月8日)

【参考】トラック輸送に係るコストの特徴

- トラック輸送の場合、需要量に応じて、圧縮水素or液化水素を選択することが重要。
- 需要が一定以上ある場合、液水ローリーによる水素輸送により輸送単価を低減可能。



※ 水素ST補助金2019年度実績より推計

※ 数値は平均値であるため、水素製造源から近接の地域では廉価などの例も存在

【参考】圧縮水素カードルの容量・使用量目安

- 水素シリンダーやカードルでの輸送・貯蔵を行う場合の使用量目安として、以下のような公表例^[1]がある。
- 工場での燃料利用用途においては、より大容量での供給体制の検討が必要。
- また、水素カードルの価格としては、300万円/基との報告^[2]もある。

水素シリンダー

比較的使用量の少ないお客様向けの供給形態です。使用量に応じた本数をお届けします。

容器容量 : 7~17.7m³

月間使用量目安 : ~400m³



水素カードル

10本、20本、30本と複数のシリンダーを架台に組んだ集合容器で、単位時間あたりでのガス消費量の多いお客様やスポット使用時に使用されます。

容器容量 : 100~300m³

月間使用量目安 : 400~2,300m³



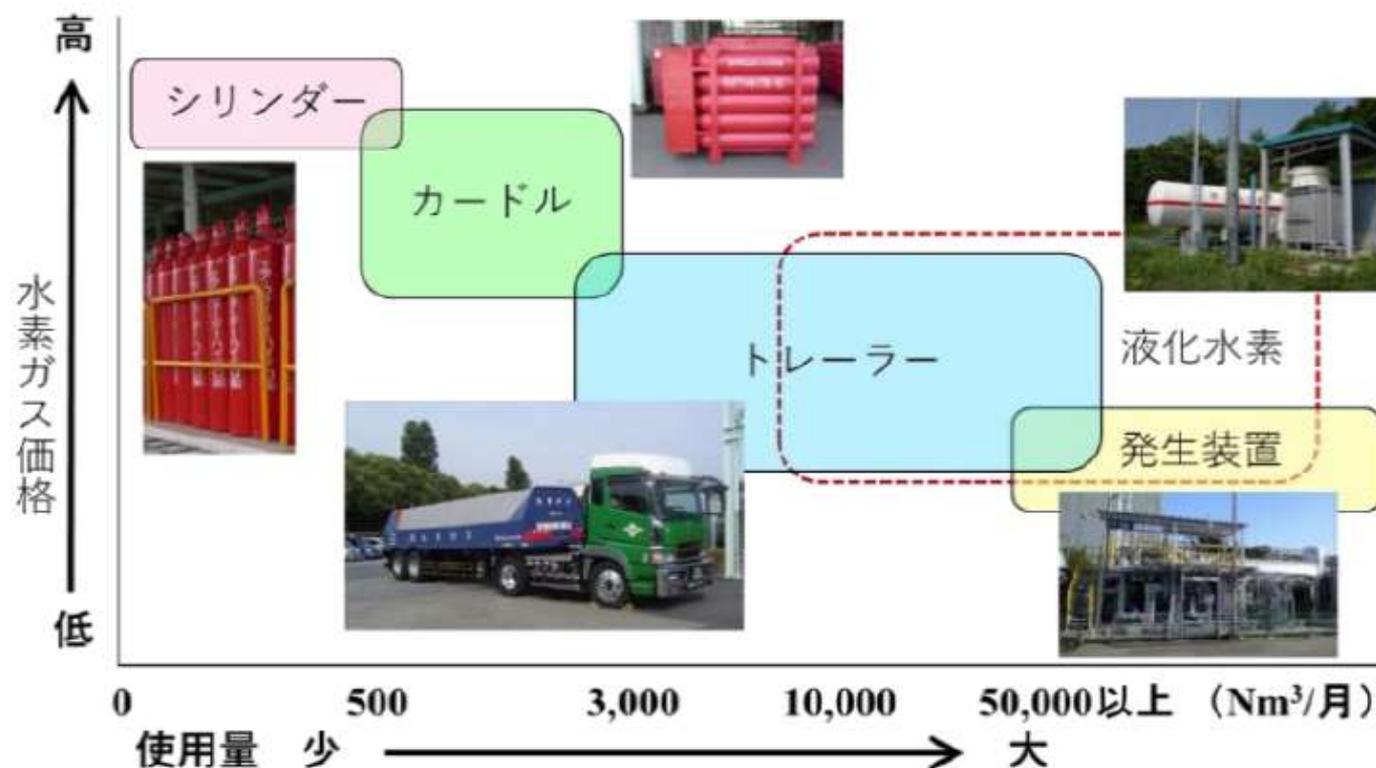
[1] 岩谷産業、ガス供給設備 <https://industry.iwatani.co.jp/gas-equipment/lineup/gas-container/>

[2] NEDO、大阪市における都市型水素利活用モデルの検討（いずれも閲覧日：2024年3月8日）

【参考】使用量別の水素供給方法例

- 水素の使用量別の推奨供給方法例として、以下のような公表事例が存在する。

図表 103 水素使用量別供給方式（例）



出所：エア・ウォーター作成

出所)NEDO「石狩湾新港洋上風力の余剰電力を活用した水素サプライチェーンに関する調査」(2023年3月)

【参考】簡易水素ステーションに関する情報

- 工場内モビリティにも活用可能な簡易水素ステーションについても開発されている（Simple Fuel、バルステーションminiなど）。
- Simple Fuelは、装置内の水電解装置で水素を製造し、車両へ供給する。

（参考）Simple Fuelについて

- Simple Fuelは米PDC等が開発した、水電解装置を搭載したパッケージ型ステーション。
- 充填能力は小さく、充填に時間がかかるが、設置面積が少なく、**SSや車販売店などへの展開が可能**。また、**設置費、運営費を低く抑えることが可能**。
- 現在STが存在しない地方等における初期需要の対応に加え、バックアップSTとしても機能しうる。



（出典）FCエキスポHP、PDCマシンズ日本法人より資源エネルギー庁作成

仕様

型式	:SF70-10/20
処理量	:10kg/日・20kg/日
充填圧力	:70MPa
水素蓄圧量	:25kg
充填速度	:10~15分程度（3kg充填）
水電解装置	:PEM型（純水）
製品サイズ	:3m×1.5m×2.5m(FCV1台分)
耐久年数	:10年
備考	:より処理量が小さいものをFCフォークリフト用として国内に3基展開済

10

出所)資源エネルギー庁、「今後の水素ステーション政策の方向性について」(2021年8月)P10、第27回 水素・燃料電池戦略協議会 資料2
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/pdf/027_02_00.pdf

参考資料② 諸外国の動向

- EU RED3 / 水素・低炭素ガスパッケージ / タクソノミー
- 英国 低炭素水素基準
- 米国 Clean Hydrogen Production Standard

EU Renewable Energy Directive (REDⅢ) (2023年10月改定)

- EU各国への再エネ導入に関する指令(Directive)であり、加盟国は、各国に課された再エネ率義務の達成に向け、本指令に記載された内容を各国法に落とし込む必要がある。
- 今回の改定(REDⅢ)における主な決定事項は下表のとおり。また再生可能水素やその派生品(アンモニア・合成燃料)についてもRenewable fuels of non-biological origin(RFNBO)として定義や利用義務に関する規定が更新されている。
- REDⅢ改定に合わせ、再生可能水素の定義についても議論され、委任法(DA)にて纏められた。

REDⅢによる主な再エネ・脱炭素達成義務

分野	2030年における目標
EUの再エネ率	✓ 32%⇒42.5%へ変更(目標45%)
輸送分野*1	以下のうちどちらかを達成: ✓ GHG排出強度を14.5%削減 ✓ 最終消費における再エネ率29%以上
産業分野	水素利用におけるRFNBO率を規定
建物分野	建物における再エネ率を49%以上 冷暖房の再エネ率を0.8%・1.1%/年向上
バイオマス	持続可能性基準を強化

*1: 交通用燃料に限り、Recycled Carbon Fuel : RCF (再生不可能資源由来燃料)も再エネとしてカウント可能

水素に関する定義・指令

要件	内容
RFNBO/再生可能水素の定義 定義	✓ GHG70%削減(マスマランス) ✓ 水素製造電力の再生可能性要件
交通燃料におけるRFNBO利用率 利用義務	✓ 交通用燃料における再エネのうち、先進バイオ燃料+RFNBOで5.5%達成(うち1%分はRFNBO)
産業分野におけるRFNBO利用率 利用義務	✓ 産業利用される水素のうち42%(2030年)、60%(2035年)をRFNBO化(但し緩和条件あり)
認証制度と法令順守 認証制度	✓ 水素Guarantee of Originの導入 ✓ RFNBOに対する認証要求

出所) Council of the EU, Infographic - Fit for 55: how the EU plans to boost renewable energy, <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/fit-for-55-how-the-eu-plans-to-boost-renewable-energy/>
Council of the EU, Renewable energy: Council adopts new rules, <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/10/09/renewable-energy-council-adopts-new-rules/>
Council of the EU, DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive (EU) 2018/2001, Regulation (EU) 2018/1999 and Directive 98/70/EC as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652, <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/PE-36-2023-INIT/en/pdf> (閲覧日: いずれも2023年3月8日)

REDⅢにおけるRFNBO/再生可能水素の定義 (Art.2、委任法(DA))

- 再生可能水素および派生品は、RFNBOとして以下のように定義された。

RFNBOの定義

事項	定義
RFNBOの定義 (REDⅢ Art.2)	<ul style="list-style-type: none"> バイオマス以外の再生可能資源に由来する液体/気体燃料 ⇒RFNBO ≡ 再生可能エネルギーから製造された水素(および派生品)
GHG閾値と算定範囲 (委任法)	<ul style="list-style-type: none"> 閾値: 28.2 g-CO₂eq / MJ_{LHV} (≒3.4kg-CO₂/kg-H₂) <ul style="list-style-type: none"> ✓ バースライン(化石燃料)比70%減 ✓ バイオ燃料と同一の閾値に設定 算定範囲: Well-to-Tank(水素燃焼まで)
排出量算定式 (委任法)	<ul style="list-style-type: none"> $E = e_i + e_p + e_{td} + e_u - e_{ccs}$ <ul style="list-style-type: none"> ✓ E: 総排出量 ✓ e_i: フィードストック(原料) ✓ e_p: 製造段階(キャリア変換・調整を含む) ✓ e_{td}: 輸送・貯蔵段階 ✓ e_u: 消費段階 ✓ e_{ccs}: CCSでのGHG除去量
GWP (委任法)	<ul style="list-style-type: none"> CO₂・N₂O・CH₄をGHG排出としてカウント 数値はIPCC AR4を採用
CCU・CCS (委任法)	<ul style="list-style-type: none"> CCS貯留分・CCUによる炭素再循環を控除可 但し、クレジット分は加算不可
エネルギー入力によるGHG排出量 計算の違い (委任法)	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー入力については、固定的/可変的を区別して計算 可変的入力については、排出量の副産物への分配等を考慮する
マテリアリティ(委任法)	<ul style="list-style-type: none"> すべてのGHG排出量がLCAの算定対象

出所)EU, DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive (EU) 2018/2001, Regulation (EU) 2018/1999 and Directive 98/70/EC as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652, <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj>

European Commission, "Commission Delegated Regulation (EU) 2023/1185 of 10 February 2023 supplementing Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council by establishing a minimum threshold for greenhouse gas emissions savings of recycled carbon fuels and by specifying a methodology for assessing greenhouse gas emissions savings from renewable liquid and gaseous transport fuels of non-biological origin and from recycled carbon fuels", https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2023/1185/oj (閲覧日: いずれも2024年3月8日)

REDⅢにおける水素製造用電源への再生可能性要件(委任法(DA))

- 水素製造において“再生可能”と認定される電源への要件は、以下の整理となった。

1. 追加性の原則 ※2027/12/31までに稼働するP2Gには、追加性の原則を2037/12/31まで適用しない。

- P2G稼働前**36か月前時点**を基準とし、**それ以降**に建てられた再生電源のみ有効
- 再生電源が、運営支援や投資援助の形での支援を受けていないこと

2. 時間的相関 ※加盟国は、自国内のP2Gに対し、2027/7/1から本規則を適用できる

- (～2029/12/31)RFNBO製造時間と再生可能電力の製造時間を**月単位**でマッチさせる
- (2030/1/1～)RFNBO製造時間と再生可能電力の製造時間を**1時間単位**でマッチさせる
- もしくは、前日の電力市場価格が20ユーロ/MWh以下 or 前日の電力市場価格が炭素価格の0.36倍以下 のどちらか

3. 地理的相関

- 再生電源と電解槽が**同一入札ゾーン内**に位置
- 再生電源が電解槽の**入札ゾーンに隣接**し、電源の位置する入札ゾーンの方が前日の**電力の市場価格が高額or同等**
- 電解槽の**入札ゾーンに隣接**し、系統接続されている**オフショア電源**

電源別・電源に対する再生可能性要件

電源タイプ	高再生率グリッド	再生余剰時間 (グリッド)	オンサイト 再生電源	低炭素系統エリア内 再生電源	一般系統エリア内 再生電源
水素製造用 電源への要件	なし	なし	✓ 追加性	✓ 地理的相関 ✓ 時間的相関	✓ 追加性 ✓ 地理的相関 ✓ 時間的相関
システムに関する条件	システムの再生率 90%以上	出力抑制中、抑制分 の電力を利用	再生電源と電解槽 が直接接続	電気の排出係数が 18g-CO2/kWh 以下	なし

出所) European Commission, “Commission Delegated Regulation (EU) 2023/1185 of 10 February 2023 supplementing Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council by establishing a minimum threshold for greenhouse gas emissions savings of recycled carbon fuels and by specifying a methodology for assessing greenhouse gas emissions savings from renewable liquid and gaseous transport fuels of non-biological origin and from recycled carbon fuels”, https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2023/1185/oj
 European Commission, “Commission Delegated Regulation (EU) 2023/1184 of 10 February 2023 supplementing Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council by establishing a Union methodology setting out detailed rules for the production of renewable liquid and gaseous transport fuels of non-biological origin”, https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2023/1184/oj (閲覧日: 2024年3月8日)よりMRI作成

EU 水素・低炭素ガス市場パッケージにおける定義

- 水素・低炭素ガス市場パッケージにおいては、低炭素水素の定義として以下のように規定することで調整されている。
- 再生可能水素…REDⅢ(RFNBO)に準拠（REDⅢ委任法にて規定）
- 低炭素水素…再生可能水素と同水準の基準となるよう、別途委任法にて規定される見込み

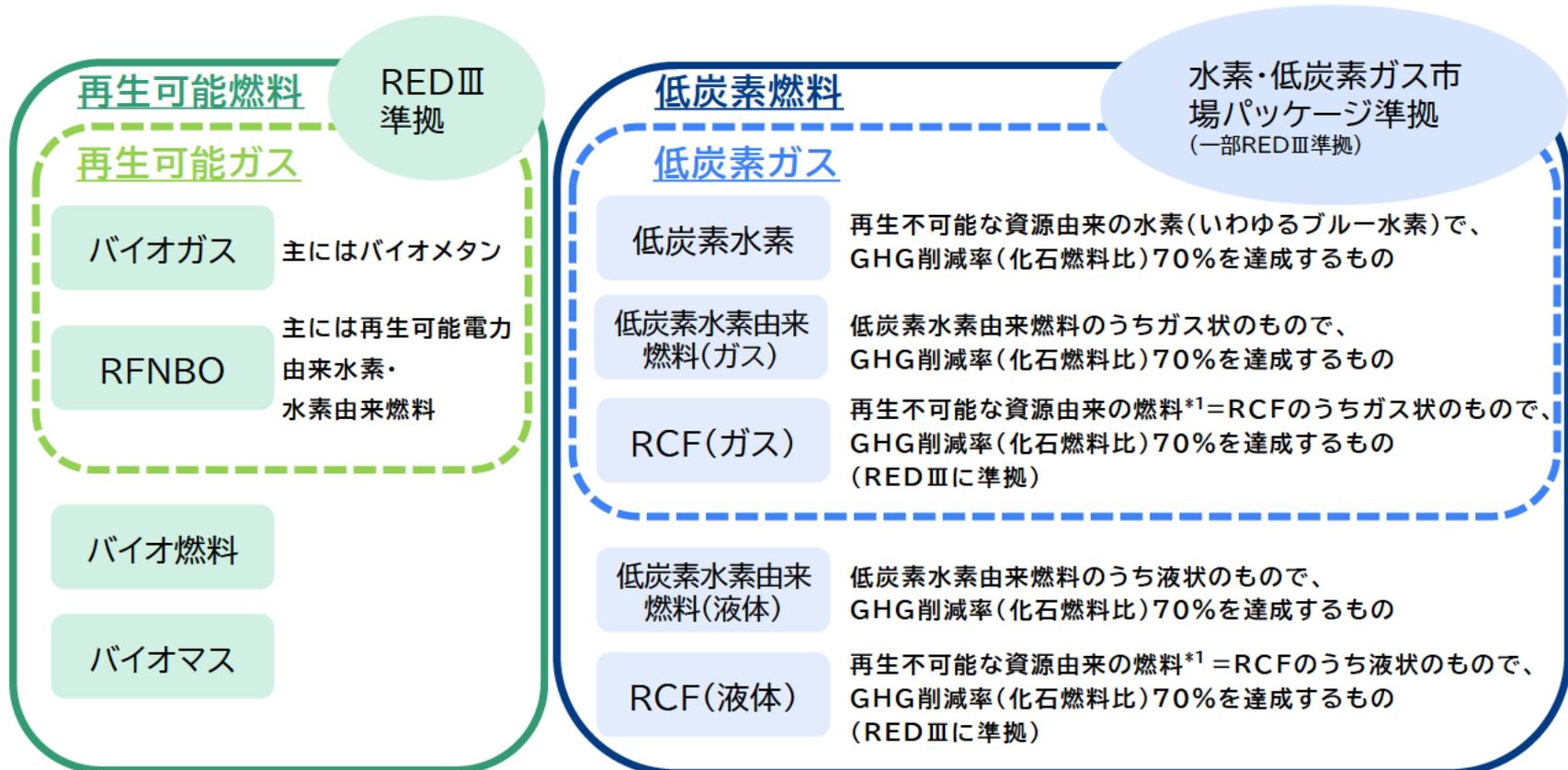
低炭素水素に関する定義と要求事項

項目	要件
定義	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 化石燃料比70%減(≒3.4kg-CO₂/kg-H₂) ✓ 方法論はREDⅢ準拠(マスバランスの適用) ✓ 算定方法については委任法にて規定予定
加盟国への要求	✓ 各国にて監査基準を導入し、事業者に報告義務を課す
適用対象	✓ 域内製造・輸入水素に関わらず達成義務あり
クレジット	✓ 他法律でのCO ₂ 排出削減クレジット等は受け取れない
スキーム	✓ 自主的な国内/国際スキームを適用可能
認証方法	✓ 加盟国は事業者へ、持続可能性に関する情報をEUデータベースに登録することを要求

出所)European Commission, “Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on common rules for the internal markets in renewable and natural gases and in hydrogen”, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0803&qid=1640002501099>
 Council of the EU, “Internal markets in renewable and natural gases and in hydrogen: Council and Parliament reach deal”, <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/11/28/internal-markets-in-renewable-and-natural-gases-and-in-hydrogen-council-and-parliament-reach-deal/> (閲覧日:いずれも2024年3月8日)

EUにおける再生可能燃料と低炭素燃料の整理

- REDⅢおよび水素・低炭素ガス市場パッケージにおける再生可能燃料と低炭素燃料の定義(欧州委員会案)は以下のとおり。いずれも化石燃料比70%減が求められる見込みである。



*1 主に交通系燃料での利用が想定される(RFNBOと合わせた利用義務あり)

出所) European Commission, "Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on common rules for the internal markets in renewable and natural gases and in hydrogen", <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0803&aid=1640002501099> (閲覧日:2024年3月8日)よりMRI作成

EUタクソノミーにおける水素・アンモニアの位置づけ

- EUタクソノミーとは、持続可能な経済活動に関する基準を規定し、企業に基準適合有無に関する情報を開示させることで、サステナブルファイナンスを促進する制度。
- “気候変動の緩和”に関して、水素・アンモニア・合成燃料に関するスクリーニング基準が規定されている。

部門	産業活動(抜粋)	スクリーニング基準(抜粋)
製造業	水素製造(合成燃料含む)	LCAにて 3kg-CO2eq/kg-H2 (化石燃料比73.4%減)
	アンモニア(主に肥料用)製造	タクソノミー基準を満たす水素から製造、もしくは排水からリサイクルすること
	水素関連機器の製造	タクソノミー基準を満たす水素の製造・利用のための機器の製造
エネルギー	水素貯蔵	水素貯蔵施設の新設、地下ガス貯蔵施設の水素専用への転換、タクソノミー基準を満たす水素貯蔵に関する運営
	電気貯蔵	水素・アンモニアを利用した蓄電の場合、再電化も活動の一部として水素製造基準に加算
	再生可能燃料 ¹ による発電・熱生成・コジェネ	100g-CO2eq / kWh (燃料や出力に寄らず一意の基準を設定) 1:グリーン水素・グリーンアンモニアが対象。ブルー水素・ブルーアンモニアは対象外
	再生可能/低炭素ガスパイプライン	水素/低炭素ガス専用のパイプラインの新設、既存ガスパイプラインの水素専用への転換、パイプライン内の水素/低炭素ガスの統合運用を可能にする更新
輸送	パーソナルモビリティ・車両・公共交通機関・水上輸送・航空機・空港設備用インフラ	水素ステーションの建設・運用 等
科学・技術	R&D	水素に関する低炭素技術・プロセス等の開発

出所) Europe Commission, “Commission Delegated Regulation (EU) 2021/2139 of 4 June 2021 supplementing Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council by establishing the technical screening criteria for determining the conditions under which an economic activity qualifies as contributing substantially to climate change mitigation or climate change adaptation and for determining whether that economic activity causes no significant harm to any of the other environmental objectives”, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32021R2139> (閲覧日: 2024年3月8日)よりMRI作成

英国 低炭素水素基準 Ver.2(1/2)

- 英国では、低炭素水素の製造時排出量の計算方法や要件を取りまとめた低炭素水素基準(Ver.2)が公表されている。

実施主体	<ul style="list-style-type: none"> エネルギーセキュリティー・ネットゼロ省(DESNZ)
対象	<ul style="list-style-type: none"> 英国政府公的資金(例:ネットゼロ水素基金:NZHFや低炭素水素ビジネスモデル:HBM)の対象基準 ガイダンスでは、電気分解、天然ガス改質+CCS、バイオマス/廃棄物の水素化の3経路を対象と想定。 上記3経路以外の新規製造プロセスについても認可を受けるための具体的プロセスを設定。
算定ツールやガイドライン	<ul style="list-style-type: none"> 基準案のパブコメ実施後、2022年4月にガイダンスを公開。2023年4月にはガイダンスVer.2を公開。 事業種類別の算定ツール(エクセル)を公開。
基準値・閾値	<ul style="list-style-type: none"> 20g-CO₂e/MJ-LHV (≒2.4kg-CO₂/kg-H₂)以下 (※基準値は絶対値であり、将来的な減少を想定、競合製造方法(SMR)等と比較した相対値は不適と判断)
GHG算定範囲	<ul style="list-style-type: none"> 対象範囲:Well-to-Gate (<i>Point of Production</i>) 対象排出源: <ul style="list-style-type: none"> ➢ 原料供給:採掘、処理、輸送 ➢ エネルギー供給:電力・蒸気・熱・燃料 ➢ 物質供給:ガス化炉の酸素・水・塩・触媒・溶媒・酸、水処理施設等 ➢ プロセス排出:投入物質の変換・利用による排出含む、燃料燃焼も含む ➢ 非CO₂漏洩:製造工程でのメタン、N₂O、フロン類の漏洩分 ➢ 貯蔵:生産設備との統合設備は対象、共同利用貯蔵設備はエネルギー配分 ➢ CCSインフラ稼働:回収、圧縮、輸送、地中貯留への圧入 ➢ 水素圧縮:圧縮や精製に使用する電力や燃料の供給。但し、ゲート後の水素インフラ(例:オフサイト液化、水素キャリアへの水素化)、消費地までの輸送は対象外。 ➢ Counterfactual Emission:水素製造のために用途変更したインプットの代わりに、新たに発生した排出量(例:化石燃料由来廃棄物を発電用途から水素製造用途に変更したため、新たに必要となった発電用燃料由来の排出量) 対象外排出源:資本財(設備等の製造・建設・廃棄)に伴う排出量、上流リース資産

出所) DESNZ, "UK Low Carbon Hydrogen Standard Guidance on the greenhouse gas emissions and sustainability criteria Ver.2" https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1151288/uk-low-carbon-hydrogen-standard-v2-guidance.pdf (閲覧日:2024年3月8日)よりMRI作成

英国 低炭素水素基準 Ver.2(2/2)

水素純度・圧力	<ul style="list-style-type: none"> Gate地点で、最低水素純度:99.9%vol、最低ゲージ圧力:3MPa 実際のGate条件と異なる場合、最低値に達するための理論上の圧縮や精製に伴う排出は考慮必要。
CCS	<ul style="list-style-type: none"> CCS貯留分を控除可(条件:①地中に恒久的に貯留されること、②貯留後のリーケージがゼロであること) 回避排出(※EOR)やCCUは控除対象外。他の場所でクレームされた分(炭素クレジット)は控除不可。 ダブルカウントがされていないことを条件にネガティブエミッションをGHG排出量から差し引くことを許容(但し、水素製造に直接関与するプロセスのみ)
再エネ証書	<ul style="list-style-type: none"> 閾値基準達成には、月別平均値を適用(但し、データは30分値が必要)。 電気水素製造設備の稼働時に再エネ電力が供給されていることの証明(30分単位)が必要。 系統電力と再エネ電力の混合インプットの場合、30分毎での電力投入割合と水素生産量が一致する必要がある。
メタン漏洩	<ul style="list-style-type: none"> 非CO2プロセス排出として測定対象。 なお、導入技術やプラント管理それぞれに起因するすべての運用損失(例:漏洩や事故による損失、プラント運用の管理不備による損失)が対象。
マテリアリティ	<ul style="list-style-type: none"> CI値算定への影響が1%以下の場合で、測定、報告、検証に費用がかかる場合は、水素のCI値算定から除外可能 コストや物理的観点から把握が不可能なGHG排出量については免除するとしており、毎年行われる監査においてデータの欠如についてレビューが行われる予定。
その他の論点、今後の検討事項等	<ul style="list-style-type: none"> 水素漏洩: GHG算定方法への反映は今後の検討課題であるが、ガイドラインでは水素製造事業者に3つのステップの実施を要求。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ ①リスク低減計画:生産工場での水素漏洩を最小化するための計画を策定。 ➢ ②リスク計画:生産工場での水素漏洩の残存率(年間予想漏洩量)を推計。 ➢ ③リスクモニタリング:漏洩水素のモニタリング方法論を策定。 評価タイミング:政府支援契約で規定・合意された期間中、基準への継続的な準拠を証明することを期待。詳細は各支援スキームで規定。(例:申請時、研究/建設時、建設完了時、水素製造開始後等) 第三者検証:政府支援契約に従って、第三者および/または独立した監査によるデータ検証報告書の提出が望まれる。

出所) DESNZ, "UK Low Carbon Hydrogen Standard Guidance on the greenhouse gas emissions and sustainability criteria Ver.2" https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1151288/uk-low-carbon-hydrogen-standard-v2-guidance.pdf (閲覧日:2024年3月8日)よりMRI作成

英国 低炭素水素基準 Ver.2 排出量計算式

- 英国 低炭素水素基準における排出量計算式は下記のとおり。

$$E_T = E_{\text{feedstock supply}} + E_{\text{energy supply}} + E_{\text{input materials}} + E_{\text{process CO}_2} + E_{\text{fugitive non-CO}_2} + E_{\text{CO}_2 \text{ capture and network entry}} \\ - E_{\text{CO}_2 \text{ sequestration}} + E_{\text{compression and purification}} + E_{\text{waste fossil counterfactual}}$$

<i>E_T</i>	水素製造の該当期間におけるGHG排出量の合計。
<i>E_{feedstock supply}</i>	原料供給のプロセス(原料の採取、栽培、収集、収穫、前処理、保管、および輸送工程)から生じるGHG排出量。
<i>E_{energy supply}</i>	水素製造プロセスにおけるエネルギー供給のGHG排出量。電力、蒸気、熱、および燃料の4つのサブカテゴリに分類。
<i>E_{input materials}</i>	水素製造プロセスにおいてエネルギーを提供する目的ではない投入物(input)の生産と供給に関連する上流のGHG排出量。投入物は、水、酸素、塩類、触媒、溶媒、酸などを含む。
<i>E_{process CO₂}</i>	水素の製造過程において生成されるCO ₂ 排出量。水素処理プラント内での原料、燃料、投入物材料の使用によって生成されるCO ₂ 排出量を指す。
<i>E_{fugitive non-CO₂}</i>	メタン、亜酸化窒素、六フッ化硫黄(SF ₆)、フルオロカーボン(PFC)、ハイドロフルオロカーボン(HFC)などの運用時の排出ガス(該当する場合)を指す。これらは、水素製造プロセスの管理における運用上の損失(漏洩など)に起因する排出量も含む。
<i>E_{CO₂ capture and network entry}</i>	CO ₂ の回収、精製、圧縮、輸送から生じるGHG排出量。
<i>E_{CO₂ sequestration}</i>	CCSを利用してCO ₂ を隔離貯留。永久貯留する必要あり。
<i>E_{compression and purification}</i>	水素に必要な圧力および純度まで圧縮/精製するために必要なエネルギーからの排出量。
<i>E_{waste fossil counterfactual}</i>	原料の使用用途を転換し水素製造に充てた場合に、元の使用用途の充足のために必要な代替手段から排出されるGHG排出量

出所) DESNZ, "UK Low Carbon Hydrogen Standard Guidance on the greenhouse gas emissions and sustainability criteria Version 2" (April 2023)

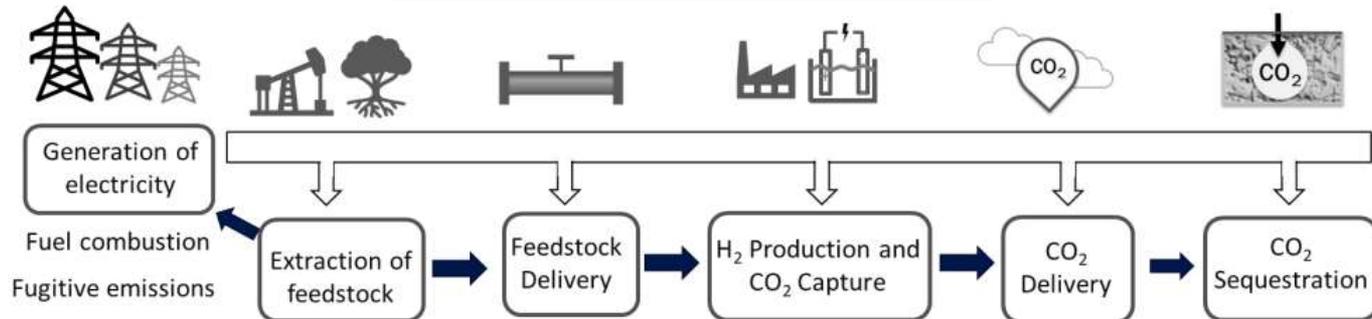
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1151288/uk-low-carbon-hydrogen-standard-v2-guidance.pdf (閲覧日: 2024年3月8日)

米国 Clean Hydrogen Production Standard

- 米国では、水素ハブ等の投資対象として適格となる水素製造基準を定めるために、Clean Hydrogen Production Standard (CHPS) を制定。本ガイドラインはDOEが投資する水素製造施設への投資の判断に用いられるガイドラインであり、法的拘束力はない。

実施主体	<ul style="list-style-type: none"> DOE (Department of Energy)
対象	<ul style="list-style-type: none"> 水素製造に対する投資対象候補（クリーン水素を製造する施設）
算定ツールやガイドライン	<ul style="list-style-type: none"> 基準案のパブコメ実施後、2022年4月にガイダンス案を公開。2023年に正式公開。 事業種類別の算定ツールも公開。
GHG算定範囲	<ul style="list-style-type: none"> 対象範囲: Well-to-Gate (<i>Point of Production</i>) 対象排出源: 製造時に排出されるすべてのGHG
基準値・閾値	<ul style="list-style-type: none"> オンサイトにて2.0 kg-CO₂/kg-H₂ (Bipartisan Infrastructure Law(BIL)にて定義) LCAで4.0 kg-CO₂/kg-H₂ (CHPSガイドラインにて制定)

CHPSにおける典型的な排出源の例



出所) U.S. Government, H.R.3684-Infrastructure Investment and Jobs Act, <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/3684/text>
 DOE, Clean Hydrogen Production Standard (CHPS) Guidance, <https://www.hydrogen.energy.gov/docs/hydrogenprogramlibraries/pdfs/clean-hydrogen-production-standard-guidance.pdf>
 (閲覧日: いずれも2024年3月8日)よりMRI作成

参考資料③ 電源調達

- 出力制御対策パッケージ
- 再エネの追加性
- 福島県内の再エネ発電所一覧

【参考】出力制御対策パッケージ

- 資源エネルギー庁では出力制御量を抑制するため、需要面・供給面・系統増強面の対策を提示。

出力制御対策パッケージの概要

		具体的な措置
需要面	家庭 (低圧)	出力制御時間帯の需要家の行動変容、余剰再エネ利用を促進 ① 家庭用蓄電池・ヒートポンプ給湯機の導入等 ② 機器のDR Ready化(通信制御機器の設置) ③ 需要側のリソースの活用に向けた消費者の行動変容の促進 (出力制御時間帯の需要を創出する取組等の推進等)
	産業 (特高・高圧)	① 系統用:蓄電池、再エネ併設蓄電池、水電解装置の導入を通じた需要の創出・シフト ② 事業者用:蓄電池の導入や、事業者所有設備への通信制御機器の設置の支援等 ③ 電炉等の電力多消費産業におけるDRの推進 ④ 電力の供給構造の変化に合わせた電力多消費産業の立地誘導・需要構造の転換
供給面		再エネが優先的に活用される仕組みを推進 ① 再エネ発電設備のオンライン化の更なる推進等 ② 新設火力発電の最低出力引下げ(50%→30%)、既設火力発電への同基準遵守協力要請 ③ 出力制御時の他エリアでの非調整電源の出力引下げ ④ 火力等発電設備の運用高度化 ⑤ 水力発電を活用した出力制御量の抑制 ⑥ 電力市場の需給状況に応じた再エネの供給を促すFIP制度の更なる活用促進
系統増強		再エネ導入拡大やレジリエンス強化の環境整備 ① 連系線の運用見直し等による域外送電量の拡大 ② 地域間連系線の更なる増強による域外送電量の拡大
電力市場構造における対応		① 事業者や需要家の行動変容を促進するため、電力市場構造の在り方を検討

出所)資源エネルギー庁「出力制御対策パッケージについて」(2023年12月)、再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会(第58回)資料4
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/saisei_kano/pdf/058_04_00.pdf よりMRI作成

【参考】再エネの追加性

- 2022年10月の技術要件の改定により、RE100では2024年1月以降の再エネ電力の調達要件として、運転開始、または設備更新から15年以内とすることが定められた。
- 再エネ電気の「質」を重視する方向性が強まると、要件に適合しない再エネ電気は買い手を見つけることが難しくなる可能性があり、水素製造向けが供給先の選択肢の1つとなる可能性がある。

【参考】RE100における技術要件の改定

- 本年10月24日にRE100における再エネの調達手法などを定める技術要件が改定。
- 再エネの調達手法については、**2024年1月以降に調達する電力**に対し、新たな要件が追加。

需要家の再エネ調達手法の分類	<ol style="list-style-type: none"> 1. 再エネの自家発電 2. 再エネ発電事業者との直接契約（フィジカルPPAやバーチャルPPAなど） 3. 電力供給者との契約（グリーン電力商品）による調達（電源特定メニューや、通常の小売メニュー） 4. 再エネ証書のみでの調達 ※その他米国におけるRPSによる調達など一部の国・地域で適用されている調達手法も分類。
上記調達における追加要件 （2024年1月以降の調達電力に適用）	<p>新たな再エネ電源への直接的な需要を高め、エネルギー転換を図る事を目的に、再エネ電源からの購入電力については、運転開始日（試運転日）またはリバワリング日から起算して15年以内の電源からの調達が必要。※1,2</p> <p>※1 15年の考え方は、RE100に報告する対象年の1月1日を起点に計算。（例：2025年(1-12月)での再エネ調達では、2010年1月1日以降の再エネ電源由来であることが必要）</p> <p>※2 リバワリングの要件についても別途記載あり。</p>
免除措置	<p>なお、上記の追加要件については、以下の調達の場合であれば適用外。</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 再エネの自家発電 □ 系統接続のない自営線による再エネの直接調達 □ 15年以上経過案件であっても、長期契約のプロジェクトとして当初から参画している案件（対象例：フィジカルPPA・バーチャルPPA、電源特定契約、電源特定した証書のみでの調達） □ 2024年1月以前に締結した契約 等 <p>※また、需要家の年間の電力使用量のうち15%までは、上記の15年以内の要件を満たさない再エネ電力や証書の使用が例外的に認められる。</p>

10月24日公表のRE100のテクニカルクライテリア（https://www.there100.org/sites/re100/files/2022-10/20221024_RE100%20technical%20criteria%20appendices.pdf）を基に作成

17

出所)資源エネルギー庁「高度化法の中間目標について」(2022年10月)P17、第71回総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会電力・ガス基本政策小委員会 制度検討作業部会 資料6

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/seido_kento/pdf/071_06_00.pdf

【参考】EU Renewable Energy Directive (REDⅢ)における水素製造用電源への再生可能性要件(委任法(DA))

- 水素製造において“再生可能”と認定される電源への要件は、以下の整理となった。

- 1. 追加性の原則** ※2027年12月31日までに稼働するP2Gには、追加性の原則を2037年12月31日まで適用しない。
 - ・ P2G稼働前**36か月前時点**を基準とし、**それ以降**に建てられた再エネ電源のみ有効
 - ・ 再エネ電源が、運営支援や投資援助の形での支援を受けていないこと
- 2. 時間的相関** ※加盟国は、自国内のP2Gに対し、2027年7月1日から本規則を適用できる
 - ・ (~2029年12月31日)RFNBO製造時間と再生可能電力の製造時間を**月単位**でマッチさせる
 - ・ (2030年1月1日~)RFNBO製造時間と再生可能電力の製造時間を**1時間単位**でマッチさせる
 - ・ もしくは、前日の電力市場価格が20ユーロ/MWh以下 or 前日の電力市場価格が炭素価格の0.36倍以下 のどちらか
- 3. 地理的相関**
 - ・ 再エネ電源と電解槽が**同一入札ゾーン内**に位置
 - ・ 再エネ電源が電解槽の**入札ゾーンに隣接**し、電源の位置する入札ゾーンの方が前日の**電力の市場価格が高額or同等**
 - ・ 電解槽の**入札ゾーンに隣接**し、系統接続されている**オフショア電源**

電源別・電源に対する再生可能性要件

電源タイプ	高再エネ率グリッド	再エネ余剰時間 (グリッド)	オンサイト 再エネ電源	低炭素系統エリア内 再エネ電源	一般系統エリア内 再エネ電源
水素製造用 電源への要件	なし	なし	✓ 追加性	✓ 地理的相関 ✓ 時間的相関	✓ 追加性 ✓ 地理的相関 ✓ 時間的相関
系統に関する条件	系統の再エネ率 90%以上	出力抑制中、抑制分 の電力を利用	再エネ電源と電解槽 が直接接続	電気の排出係数が 18g-CO ₂ /kWh 以下	なし

出所) European Commission, “Commission Delegated Regulation (EU) 2023/1185 of 10 February 2023 supplementing Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council by establishing a minimum threshold for greenhouse gas emissions savings of recycled carbon fuels and by specifying a methodology for assessing greenhouse gas emissions savings from renewable liquid and gaseous transport fuels of non-biological origin and from recycled carbon fuels”, (https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2023/1185/oj)
 European Commission, “Commission Delegated Regulation (EU) 2023/1184 of 10 February 2023 supplementing Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council by establishing a Union methodology setting out detailed rules for the production of renewable liquid and gaseous transport fuels of non-biological origin”, (https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2023/1184/oj) (閲覧日: いずれも2024年3月8日)よりMRI作成

【参考】県内の運転開始済みの太陽光発電所(2MW以上)(1/4)

太陽光(運転開始済み) (1/4)

	発電事業者名	発電出力 (kW)	太陽電池の 合計出力(kW)	発電設備の 所在地	地域区分	新規認定日	運転開始 報告年月	調達期間 終了年月
1	アースインフラファンド(同)	80,000	100,000	福島市	中通り	2014年3月28日	2022年9月	2040年11月
2	(株)そら'p	76,500	84,690	西白河郡西郷村	中通り	2013年3月19日	2022年9月	2040年11月
3	(同)白河ソーラーパーク	44,880	75,403	白河市	中通り	2014年3月28日	2021年11月	2040年11月
4	(同)阿武隈ソーラー	38,933	43,993	石川郡石川町	中通り	2014年1月30日	2020年4月	2040年3月
5	(株)トーエネック	34,980	43,074	本宮市	中通り	2014年3月28日	2022年1月	2040年8月
6	ディー・ティーエナジー(同)	32,001	33,423	白河市	中通り	2013年3月18日	2017年10月	2037年7月
7	IP福島小野町ソーラー発電(同)	29,398	32,840	田村郡小野町	中通り	2014年2月21日	2020年1月	2039年10月
8	(同)西の郷ソーラーパーク	28,880	44,001	西白河郡西郷村	中通り	2014年3月28日	2019年12月	2039年12月
9	クリーンエネルギー研究所(同)	28,000	31,421	白河市	中通り	2013年2月28日	2018年6月	2037年11月
10	(同)NRE-39インベストメント	28,000	34,836	田村郡小野町	中通り	2014年3月17日	2020年4月	2040年2月
11	(同)鮫川エナジー	25,000	40,850	東白川郡鮫川村	中通り	2015年3月17日	2023年3月	2040年2月
12	ES NPV1(同)	24,000	30,899	白河市	中通り	2013年1月10日	2017年4月	2037年4月
13	(同)NRE-06インベストメント	22,440	29,509	二本松市	中通り	2014年3月19日	2017年9月	2037年7月
14	(株)一条メガソーラー	21,476	26,342	白河市	中通り	2014年2月28日	2021年4月	2041年3月
15	サニーヘルスホールディングス(株)	21,000	28,464	須賀川市	中通り	2013年3月19日	2015年3月	2035年3月
16	(同)白河ソーラー	20,000	30,010	白河市	中通り	2014年2月26日	2020年3月	2040年2月
17	矢吹太陽光発電所(同)	20,000	27,876	西白河郡矢吹町	中通り	2014年3月28日	2022年2月	2040年8月
18	SGET新白河メガソーラー(同)	19,999	26,709	白河市	中通り	2015年2月13日	2023年5月	2041年6月
19	(同)アストロナージ棚倉	19,990	25,493	東白川郡棚倉町	中通り	2014年6月11日	2023年6月	2041年6月
20	(同)西郷羽太	18,000	25,194	西白河郡西郷村	中通り	2014年3月28日	2021年6月	2040年2月
21	(株)FMS	17,490	21,258	西白河郡西郷村	中通り	2013年2月15日	2015年11月	2035年11月
22	ジャパンインフラ20号(同)	17,000	20,992	石川郡石川町	中通り	2015年3月4日	2020年1月	2039年12月

出所)資源エネルギー庁、「事業計画認定情報 公表用ウェブサイト 2023年12月31日 時点」『福島県』(<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfo>)よりMRI作成

【参考】県内の運転開始済みの太陽光発電所(2MW以上)(2/4)

太陽光(運転開始済み)(2/4)

	発電事業者名	発電出力 (kW)	太陽電池の 合計出力(kW)	発電設備の 所在地	地域区分	新規認定日	運転開始 報告年月	調達期間 終了年月
23	(同)SJソーラー白河1号	15,000	20,506	西白河郡西郷村	中通り	2013年3月1日	2022年5月	2040年2月
24	(株)神戸物産	15,000	18,978	西白河郡西郷村	中通り	2014年2月14日	2022年6月	2040年2月
25	(同)NRE-44インベストメント	15,000	17,465	二本松市	中通り	2015年3月17日	2022年12月	2040年2月
26	(同)MERCHANT ENETGY第八	14,080	16,896	石川郡浅川町	中通り	2013年3月21日	2015年5月	2035年5月
27	レクサスリニューワブル(同)	13,500	14,683	福島市	中通り	2013年3月21日	2017年4月	2037年3月
28	ディー・ティーエナジー(同)	12,000	14,314	郡山市	中通り	2014年3月28日	2018年12月	2034年2月
29	福島県石川第一発電所(同)	12,000	16,002	石川郡石川町	中通り	2014年3月28日	2020年1月	2039年12月
30	二本松太陽光発電(同)	12,000	12,004	二本松市	中通り	2014年5月13日	2021年11月	2040年8月
31	福島さくらソーラー発電(同)	11,588	14,282	田村郡小野町	中通り	2014年3月10日	2020年2月	2040年1月
32	東京インフラ電力(同)	11,000	12,995	西白河郡矢吹町	中通り	2013年2月1日	2015年3月	2035年3月
33	南会津太陽光発電所(同)	11,000	15,001	南会津郡南会津町	中通り	2014年3月28日	2020年8月	2040年2月
34	(同)NRE-03インベストメント	10,000	13,000	伊達郡国見町	中通り	2013年3月22日	2016年2月	2036年2月
35	シリウス・ソーラー・ジャパン8(同)	10,000	14,903	白河市	中通り	2014年2月20日	2022年1月	2040年8月
36	(同)ADソーラー3号	10,000	13,229	西白河郡矢吹町	中通り	2014年3月20日	2020年9月	2040年8月
37	REP178(同)	9,990	13,012	西白河郡矢吹町	中通り	2014年3月28日	2022年4月	2040年8月
38	福島中森発電所(同)	9,975	13,847	福島市	中通り	2014年3月28日	2020年11月	2040年2月
39	REP162(同)	9,966	13,012	西白河郡矢吹町	中通り	2014年3月28日	2022年4月	2040年8月
40	(同)DS飯坂	8,500	14,245	福島市	中通り	2014年3月28日	2022年5月	2040年2月
41	クリーンエネルギー研究所(同)	8,000	8,259	白河市	中通り	2012年12月7日	2015年2月	2035年2月
42	(同)ユーラス矢吹中島太陽光	8,000	12,183	西白河郡矢吹町	中通り	2013年3月12日	2015年3月	2035年3月
43	森トラスト(株)	8,000	8,293	西白河郡泉崎村	中通り	2014年3月28日	2018年6月	2038年4月
44	クイーンズ・ソーラー・エナジー(同)	7,000	9,214	福島市	中通り	2014年1月23日	2020年10月	2040年9月

出所)資源エネルギー庁、「事業計画認定情報 公表用ウェブサイト 2023年12月31日 時点」『福島県』(<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfo>)よりMRI作成

【参考】県内の運転開始済みの太陽光発電所(2MW以上)(3/4)

太陽光(運転開始済み)(3/4)

	発電事業者名	発電出力 (kW)	太陽電池の 合計出力(kW)	発電設備の 所在地	地域区分	新規認定日	運転開始 報告年月	調達期間 終了年月
45	大和エネルギー(株)	7,000	9,765	東白川郡棚倉町	中通り	2015年3月30日	2021年4月	2040年2月
46	プライムスマートソーラー矢吹(同)	6,930	9,834	西白河郡矢吹町	中通り	2014年3月28日	2020年12月	2040年11月
47	(株)MIYABI'S	6,500	6,500	二本松市	中通り	2014年3月28日	2017年5月	2037年5月
48	(株)LIXIL	5,500	8,031	須賀川市	中通り	2013年1月24日	2014年5月	2034年4月
49	ソーラーパワー南相馬・鹿島(株)	45,500	59,804	南相馬市	浜通り	2013年3月13日	2018年3月	2038年2月
50	(同)レナトス相馬ソーラーパーク	43,500	52,452	相馬市	浜通り	2013年12月26日	2017年6月	2037年5月
51	浪江谷津田復興ソーラー(同)	39,960	60,192	双葉郡浪江町	浜通り	2017年2月7日	2020年8月	2040年2月
52	Soma Solar(同)	39,690	39,960	相馬市	浜通り	2013年3月13日	2022年2月	2040年8月
53	(株)さくらソーラー	27,550	32,229	双葉郡富岡町	浜通り	2014年3月28日	2018年3月	2038年2月
54	SGET原町南メガソーラー(同)	27,000	33,775	南相馬市	浜通り	2017年3月6日	2020年7月	2040年2月
55	SGET南相馬メガソーラー(同)	27,000	36,234	南相馬市	浜通り	2017年3月6日	2020年4月	2040年2月
56	(同)南相馬村上福岡ソーラー	27,000	40,603	南相馬市	浜通り	2017年3月6日	2020年4月	2040年2月
57	(同)南相馬小木迫太陽の郷6号	26,000	31,839	南相馬市	浜通り	2014年3月24日	2020年5月	2040年4月
58	パンフィコ・エナジー いわきメガソーラー(同)	25,000	42,291	いわき市	浜通り	2014年3月28日	2020年4月	2040年3月
59	ソーラーパワー南相馬・原町(株)	24,000	32,290	南相馬市	浜通り	2013年3月13日	2018年12月	2038年11月
60	青森いわき浜田ソーラー(同)	22,680	26,682	いわき市	浜通り	2013年2月20日	2018年6月	2038年3月
61	福島富岡ソーラーキャッスル(同)	22,500	34,744	双葉郡富岡町	浜通り	2014年3月28日	2019年12月	2039年11月
62	京セラTCLソーラー(同)	21,500	27,951	いわき市	浜通り	2013年3月25日	2020年12月	2040年10月
63	FS Japan Project 40(同)	21,000	31,506	いわき市	浜通り	2020年3月4日	2023年2月	2043年2月
64	(同)檜葉大谷ソーラー	20,000	23,940	双葉郡檜葉町	浜通り	2016年1月26日	2018年10月	2038年9月
65	(同)鴻草渋川エナジー	20,000	25,292	双葉郡双葉町	浜通り	2017年2月16日	2020年2月	2040年1月
66	(同)浪江酒井ソーラー	20,000	32,601	双葉郡浪江町	浜通り	2017年2月16日	2020年2月	2040年1月

出所)資源エネルギー庁、「事業計画認定情報 公表用ウェブサイト 2023年12月31日 時点」『福島県』(<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfo>)よりMRI作成

【参考】県内の運転開始済みの太陽光発電所(2MW以上)(4/4)

太陽光(運転開始済み)(4/4)

	発電事業者名	発電出力 (kW)	太陽電池の 合計出力(kW)	発電設備の 所在地	地域区分	新規認定日	運転開始 報告年月	調達期間 終了年月
67	富岡復興エナジー(同)	19,800	29,938	双葉郡富岡町	浜通り	2015年3月5日	2017年11月	2037年10月
68	(同)富岡杉内ソーラー	19,200	25,055	双葉郡富岡町	浜通り	2015年3月17日	2018年3月	2038年2月
69	NTTアノードエナジー(株)	18,480	23,371	相馬郡飯館村	浜通り	2014年12月9日	2017年8月	2037年8月
70	(株)サン・エナジー川内	16,000	19,910	双葉郡川内村	浜通り	2017年2月9日	2020年7月	2040年2月
71	(株)サン・エナジー川内	16,000	19,910	双葉郡川内村	浜通り	2017年2月9日	2020年7月	2040年2月
72	(同)浪江酒井ソーラー	16,000	27,334	双葉郡浪江町	浜通り	2017年2月16日	2020年2月	2040年1月
73	広野町サステナブルエナジー(同)	14,000	26,014	双葉郡広野町	浜通り	2014年3月28日	2022年2月	2040年2月
74	檜葉新電力(同)	11,500	13,793	双葉郡檜葉町	浜通り	2015年2月27日	2018年1月	2037年10月
75	いいたてまでいな再エネ発電(株)	10,000	12,001	相馬郡飯館村	浜通り	2013年3月26日	2016年3月	2036年3月
76	南相馬川房発電(同)	9,900	14,256	南相馬市	浜通り	2015年2月13日	2018年12月	2036年5月
77	小名浜ソーラー(同)	9,000	12,186	いわき市	浜通り	2013年2月15日	2014年8月	2034年5月
78	大熊エネルギー(同)	8,575	11,668	双葉郡大熊町	浜通り	2015年3月25日	2017年11月	2037年9月
79	(株)Soma Clean Energy	7,000	8,235	南相馬市	浜通り	2017年2月16日	2022年8月	2040年9月
80	懸の森太陽光発電(同)	6,000	7,238	南相馬市	浜通り	2014年3月28日	2019年1月	2038年12月
81	(同)ユーラスエナジー滝根小白井	4,000	5,031	双葉郡川内村	浜通り	2014年11月14日	2016年7月	2036年6月
82	SGET原町南メガソーラー(同)	2,000	2,483	南相馬市	浜通り	2017年3月6日	2020年7月	2040年2月
83	(同)NRE-41インベストメント	35,000	36,293	耶麻郡磐梯町	会津地方	2013年3月29日	2023年7月	2040年8月
84	会津ソーラーエネルギー(同)	20,460	26,201	会津若松市	会津地方	2014年3月28日	2018年12月	2038年11月
85	Inawashiro Solar(資)	12,000	20,222	耶麻郡猪苗代町	会津地方	2013年3月19日	2020年8月	2040年2月

出所)資源エネルギー庁、「事業計画認定情報 公表用ウェブサイト 2023年12月31日 時点」『福島県』(<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfo>)よりMRI作成

【参考】県内の未稼働の太陽光発電所(2MW以上)

太陽光(未稼働)

	発電事業者名	発電出力 (kW)	太陽電池の 合計出力(kW)	発電設備の所在地	地域区分	新規認定日
1	福島郡山みらいエネルギー(同)	80,000	94,335	郡山市	中通り	2017年3月9日
2	NOBSP(同)	79,860	90,672	西白河郡西郷村	中通り	2013年3月27日
3	太陽Reserve3(同)	42,500	45,053	郡山市	中通り	2013年3月29日
4	AC7(同)	40,320	59,959	福島市	中通り	2014年5月21日
5	(同)小田倉馬場坂ソーラーパーク	35,000	45,492	西白河郡西郷村	中通り	2016年3月28日
6	(同)NW-3	35,000	44,000	福島市	中通り	2020年3月4日
7	(同)開発72号	34,600	46,268	福島市	中通り	2014年3月28日
8	福島松川太陽光発電事業(同)	29,700	40,096	福島市	中通り	2014年3月28日
9	福島松川太陽光発電事業(同)	29,700	40,096	福島市	中通り	2014年3月28日
10	東北エコパワーステーション(同)	25,000	29,240	須賀川市	中通り	2014年2月6日
11	(同)白河表郷	20,000	28,205	白河市	中通り	2014年12月3日
12	(同)Blue Power福島西郷	11,400	16,141	西白河郡西郷村	中通り	2015年3月27日
13	(同)白河SDエナジー	11,390	18,005	西白河郡西郷村	中通り	2014年3月28日
14	(同)小田倉口無ソーラーパーク	10,000	13,230	西白河郡西郷村	中通り	2016年3月28日
15	(同)サン・エナジー1号	10,000	13,998	東白川郡塙町	中通り	2014年2月28日
16	(同)相馬伊達太陽光発電所	60,000	82,648	相馬市	浜通り	2013年9月25日
17	(一社)KATO電力	29,700	38,625	いわき市	浜通り	2013年3月29日
18	(株)一条工務店	28,976	355,557	いわき市	浜通り	2014年3月28日
19	太陽Reserve1(同)	20,000	24,818	相馬市	浜通り	2014年2月17日
20	(株)一条工務店	19,976	24,499	いわき市	浜通り	2013年3月29日
21	エコクリーンエナジーズ(株)	8,000	9,600	相馬郡飯舘村	浜通り	2015年2月5日
22	コープいわき太陽光発電(同)	5,000	7,495	いわき市	浜通り	2015年3月3日
23	(同)Blue Power猪苗代	21,700	25,286	耶麻郡猪苗代町	会津地方	2014年3月28日

出所)資源エネルギー庁、「事業計画認定情報 公表用ウェブサイト 2023年12月31日 時点」『福島県』(<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfo/>)よりMRI作成

【参考】県内の運転開始済みの陸上風力発電所(2MW以上)

陸上風力(運転開始済み)

	発電事業者名	区分	発電出力 (kW)	発電設備の 所在地	地域区分	新規認定日	運転開始 報告年月	調達期間 終了年月
1	(株)ジェイウインド	陸上	65,980	郡山市	中通り	2012年9月28日	2013年11月	2027年5月
2	(同)ユーラスエナジー滝根小白井	陸上	46,000	田村市	中通り	2012年8月17日	2013年11月	2031年1月
3	(同)吾妻高原ウインドファーム	陸上	32,000	福島市	中通り	2017年3月1日	2023年5月	2043年4月
4	(株)ジェイウインド	陸上	28,000	田村市	中通り	2012年9月28日	2013年11月	2031年5月
5	天栄村	陸上	3,000	岩瀬郡天栄村	中通り	2013年2月14日	2013年11月	2021年7月
6	(株)南相馬サステナジー	陸上	9,400	南相馬市	浜通り	2014年7月14日	2018年3月	2038年2月
7	いいたてまでいな再エネ発電(株)	陸上	6,460	相馬郡飯舘村	浜通り	2017年2月17日	2020年9月	2040年8月
8	コスモエコパワー(株)	陸上	16,000	会津若松市	会津地方	2013年1月31日	2015年2月	2035年1月

出所)資源エネルギー庁,「事業計画認定情報 公表用ウェブサイト 2023年12月31日 時点」『福島県』(<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfo>)よりMRI作成

【参考】県内の未稼働の陸上風力発電所(2MW以上)(1/2)

陸上風力(未稼働) (1/2)

	発電事業者名	区分	発電出力(kW)	発電設備の所在地	地域区分	新規認定日
1	(株)ジェイウインド	陸上風力リプレースを除く	65,980	郡山市	中通り	2022年2月22日
2	麓山風力(同)	陸上風力リプレースを除く	63,000	二本松市	中通り	2021年3月24日
3	福島復興風力(同)	陸上	52,500	田村市	中通り	2017年3月9日
4	HSE(株)	陸上風力リプレースを除く	46,200	福島市	中通り	2021年3月22日
5	三森風力開発(株)	陸上	39,100	郡山市	中通り	2019年3月19日
6	福島復興風力(同)	陸上	37,600	田村市	中通り	2017年3月9日
7	HSE(株)	陸上	23,000	須賀川市	中通り	2019年3月13日
8	いちごECOエナジー(株)	陸上	6,990	郡山市	中通り	2018年5月24日
9	IP福島小野町ソーラー発電(同)	陸上風力リプレースを除く	6,990	田村郡小野町	中通り	2021年3月22日
10	JR東日本エネルギー開発(株)	陸上	6,980	白河市	中通り	2017年2月27日
11	古殿風力発電(同)	陸上	6,900	石川郡古殿町	中通り	2017年2月22日
12	三井物産プラントシステム(株)	陸上	3,000	岩瀬郡天栄村	中通り	2018年3月30日
13	東急不動産(株)	陸上風力リプレースを除く	96,000	相馬郡飯館村	浜通り	2023年6月5日
14	JR東日本エネルギー開発(株)	陸上	61,200	いわき市	浜通り	2017年9月26日
15	日立造船(株)	陸上風力リプレースを除く	55,900	相馬郡飯館村	浜通り	2021年3月12日
16	コスモエコパワー(株)	陸上	54,000	いわき市	浜通り	2017年3月1日
17	HSE(株)	陸上	51,850	相馬郡飯館村	浜通り	2019年3月13日
18	(株)GF	リプレースを除く)	51,000	いわき市	浜通り	2021年2月8日
19	日立サステナブルエナジー(株)	陸上風力リプレースを除く	51,000	いわき市	浜通り	2020年3月17日
20	川内復興エナジー(同)	陸上	40,799	双葉郡川内村	浜通り	2017年3月7日

出所)資源エネルギー庁、「事業計画認定情報 公表用ウェブサイト 2023年12月31日 時点」『福島県』(<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfo>)よりMRI作成

【参考】県内の未稼働の陸上風力発電所(2MW以上)(2/2)

陸上風力(未稼働) (2/2)

	発電事業者名	区分	発電出力 (kW)	発電設備の 所在地	地域区分	新規認定日
21	福島復興風力(同)	陸上	37,500	双葉郡浪江町	浜通り	2017年3月9日
22	コスモエコパワー(株)	陸上	36,000	いわき市	浜通り	2017年3月1日
23	(同)ユーラス三大明神風力	陸上	34,000	いわき市	浜通り	2017年2月16日
24	JR東日本エネルギー開発(株)	陸上	34,000	いわき市	浜通り	2018年3月30日
25	信夫山福島電力(株)	洋上	28,575	双葉郡檜葉町	浜通り	2023年3月29日
26	中ノ森山風力(同)	陸上風力リプレースを除く	24,000	双葉郡葛尾村	浜通り	2020年3月30日
27	福島復興風力(同)	陸上	19,200	双葉郡葛尾村	浜通り	2017年3月9日
28	(同)ユーラス田人風力	陸上	18,830	いわき市	浜通り	2017年2月20日
29	葛尾風力(株)	陸上	15,000	双葉郡葛尾村	浜通り	2017年9月21日
30	川内電力(株)	陸上	6,990	双葉郡川内村	浜通り	2017年9月28日
31	太陽光企画開発(株)	陸上	6,990	南相馬	浜通り	2017年9月28日
32	wpdジャパン(株)	陸上風力リプレースを除く	6,800	いわき市	浜通り	2021年2月22日
33	(株)サン・エナジー川内	陸上風力リプレースを除く	6,400	双葉郡川内村	浜通り	2022年6月3日
34	JR東日本エネルギー開発(株)	陸上	136,000	耶麻郡猪苗代町	会津地方	2019年3月28日
35	コスモエコパワー(株)	陸上風力リプレースを除く	50,000	会津若松市	会津地方	2022年5月31日
36	会津若松みなと風力発電(同)	陸上風力リプレースを除く	21,000	会津若松市	会津地方	2021年3月8日
37	クリーンエナジー(同)	陸上風力リプレースを除く	20,000	会津若松市	会津地方	2021年3月1日
38	(同)ノーバル・ウインド	陸上風力リプレースを除く	6,400	会津若松市	会津地方	2021年2月8日

出所)資源エネルギー庁、「事業計画認定情報 公表用ウェブサイト 2023年12月31日 時点」『福島県』(<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfo>)よりMRI作成

【参考】県内の運転開始済みの水力発電所(2MW以上)

水力(運転開始済み)

	発電事業者名	発電出力 (kW)	発電設備の 所在地	地域区分	新規認定日	運転開始 報告年月	調達期間 終了年月
1	安積疏水土地改良区	2,230	郡山市	中通り	2012年11月7日	2013年11月	2024年12月
2	JX金属(株)	5,120	いわき市	浜通り	2013年2月1日	2015年7月	2035年6月
3	(株)レゾナック	7,920	南会津郡下郷町	会津地方	2013年10月17日	2015年9月	2035年8月
4	東北自然エネルギー(株)	2,100	大沼郡会津美里町	会津地方	2019年7月16日	2019年11月	2039年10月

【参考】県内の未稼働の水力発電所(2MW以上)

水力(未稼働)

	発電事業者名	発電出力 (kW)	発電設備の所在地	地域区分	新規認定日
1	東北電力(株)	2,570	双葉郡川内村	浜通り	2022年3月24日
2	(同)木戸ダム管理用水力発電所	2,300	双葉郡檜葉町	浜通り	2023年3月9日

【参考】県内の運転開始済みのバイオマス発電所(2MW以上)

バイオマス(運転開始済み)

	発電事業者名	発電出力 (kW)	発電設備の 所在地	地域区分	新規認定日	運転開始 報告年月	調達期間 終了年月
1	(株)エフオン白河	12,100	白河市	中通り	2023年1月1日	2013年11月	2027年5月
2	(株)田村バイオマスエナジー	7,100	田村市	中通り	2017年3月10日	2021年4月	2041年3月
3	福島市	6,100	福島市	中通り	2013年2月25日	2013年11月	2029年4月
4	常磐共同火力(株)	1,200,000	いわき市	浜通り	2013年3月25日	2013年11月	2029年5月
5	常磐共同火力(株)	250,000	いわき市	浜通り	2013年3月25日	2013年11月	2028年6月
6	相馬エネルギーパーク合同会社	112,000	相馬市	浜通り	2015年3月31日	2018年2月	2038年1月
7	エイブルエナジー合同会社	112,000	いわき市	浜通り	2017年2月6日	2022年4月	2042年3月
8	エア・ウォーター小名浜 バイオマス電力(株)	75,000	いわき市	浜通り	2017年3月13日	2021年4月	2041年3月
9	日本製紙(株)	16,000	いわき市	浜通り	2013年1月10日	2013年11月	2025年4月
10	いわき市	3,500	いわき市	浜通り	2012年12月18日	2013年11月	2020年8月
11	(株)グリーン発電会津	5,700	会津若松市	会津地方	2012年8月23日	2013年11月	2032年7月

出所)資源エネルギー庁,「事業計画認定情報 公表用ウェブサイト 2023年12月31日 時点」『福島県』(<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfo>)よりMRI作成

【参考】県内の未稼働のバイオマス発電所(2MW以上)

バイオマス(未稼働)

	発電事業者名	発電出力 (kW)	発電設備の所在地	地域区分	新規認定日
1	(株)ログ	14,200	伊達市	中通り	2020年5月13日
2	(株)ニューエナジー幹	66,018	いわき市	浜通り	2017年3月9日
3	飯館バイオパートナーズ(株)	7,500	相馬郡飯館村	浜通り	2022年3月18日
4	(同)会津こもれび発電所	7,100	河沼郡会津坂下町	会津地方	2021年6月29日
5	会津若松地方広域市町村圏整備組合	6,120	会津若松市	会津地方	2023年3月20日

未来を問い続け、変革を先駆ける

MRI 三菱総合研究所

二次利用未承諾リスト

令和5年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業（福島県における水素社会のモデル構築に関する調査）

資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部
水素・アンモニア課

株式会社三菱総合研究所

頁	図表番号	タイトル
26		Hydrogen liquefaction plants constructed within the last 20 years
65		日立造船製水電解装置（HYDROSPRING）の仕様
66		神鋼環境ソリューション製水電解装置（HHOG）の仕様
67		高砂熱学工業製水電解装置（Hydro Creator）の仕様
68		Enapter製水電解装置（AEM 電解装置）の仕様
70		PEM型水電解装置のシステム（日立造船など）
70		アルカリ型水電解装置の例（旭化成など）
71		補助金交付実績より推計（北海道電力 苫東厚真）
71		System Cost (\$/KW)-PEM-1MW
94		川重冷熱工業の水素対応貫流ボイラ
94		IHIの水素対応貫流ボイラ
95		川重冷熱工業の水素専焼貫流ボイラ
95		三浦工業の水素専焼貫流ボイラ
98		福島県の取り組み 水素STの整備状況
101		【参考】圧縮水素カードルの容量・使用量目安
114		CHPSにおける典型的な排出源の例