

北海道における多様な分野での水素等の 需要の創出に向けた調査等事業

報告書

令和6年3月



株式会社ドーコン

Docon

(1) DR等出力制御対策に活用可能な道内のリソース検討及び実証

- ① 背景・目的
- ② DR実証計画
- ③ DR実証結果
- ④ DRポテンシャル

(2) 水電解装置を活用した出力制御対策の検討および生成した水素の活用検討

- ① 背景・目的
- ② 適地選定
- ③ 市内水素需要ポテンシャル調査
- ④ 供給可能量・出力制御対策ポテンシャル
- ⑤ 輸送手法の検討
- ⑥ 水素関連技術ヒアリング調査
- ⑦ 関連法案整理

(3) 出力制御対策にかかる情報整理・課題分析

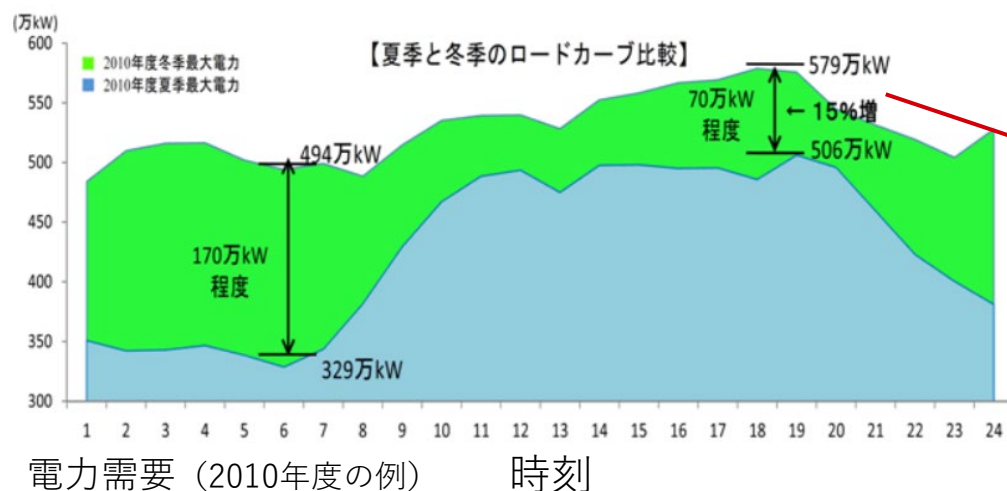
- ① 審議会資料の整理および他文献のデスクトップ調査
- ② 道内での施策検討

(1) D R 等出力制御対策に活用可能な道内の リソース検討及び実証

背景・目的

- 再エネ導入拡大に向けた再エネ出力制御等の対策として、高圧・低圧、家庭用・業務産業用と多様な需要リソースを活用したD Rの推進が期待されている。
- 特に道内は冬期の融雪・暖房機器の稼働が他地域と比較して高くなる傾向⇒冬期の電力需要が夏季より高くなる特徴がある。
- 万が一電力需給逼迫が冬期間に発生した場合は、生命・安全を脅かす可能性もあることから、電力需要への柔軟性をもたせレジリエンスを向上させることも重要。
- これら北海道の特色を踏まえ、D Rに活用可能な北海道内リソースの検討や、それらリソースを活用したD R実証等を行う。

北海道の電力需要



DRテーマ選定

もし、再エネ利用のために
電化が急激に進んだ場合

電力需給逼迫で停電リスク
(北海道では生命を脅かす可能性)

電力需給調整への対応も必要

北海道向けハイブリッド冷暖房・給湯システム
でのDR効果を検証

【DRの種類】

- デマンドリスポンス（DR）は、再エネ余剰時等に電力需要を増加させる「上げDR」、電力需給ひっ迫時に電力需要を減少させる「下げDR」、実需給断面で電力需給バランスを確保するために行われる「需給調整市場でのDR」の3つに大別される。

項目	上げDR	下げDR	需給調整市場でのDR
概要	再エネ余剰時等に電力需要を増加させるDR ※小売電気事業者と需要家との契約等	電力需給ひっ迫時に電力需要を抑制させるDR ※一般送配電事業者又は小売電気事業者と需要家との契約等	（余剰時・ひっ迫時に関わらず）実需給断面で電力需給バランスを確保するために行われるDR ※需給調整市場で調達
主なDRの指令方法	小売電気事業者が、（アグリゲーター等を介して）需要家に需要増加を指令する。	小売電気事業者又は一般送配電事業者が、（アグリゲーター等を介して）需要家に需要抑制を指令する。	一般送配電事業者が、（アグリゲーター等を介して）需要家に、必要な量の応動を指令する。
イメージ			

本実証では電力需要を増加させる上げDR・電力需要を抑制させる下げDRの検証を実施

DR実証計画

- ❑ 道内の特徴である大きな暖房需要に着目し、道の電力需要に対応できるDRを検討。
- ❑ 快適性を全く損なうことなく、冬季電力ピークカットにどれほど貢献できるか検証。

北海道向けハイブリッド冷暖房・給湯システムの特長

- ・ガス・ヒートポンプどちら優先して暖房するかを燃料単価で自動調整可



本実証では暖房運転時の機器消費電力（1.3kW）を前提に、北海道札幌市に設置した1台の機器を用いています。

概要

電力会社サーバー

リンナイサーバー

モニター宅

制御イメージ



DR指示

※検証時はリンナイ単独で実施



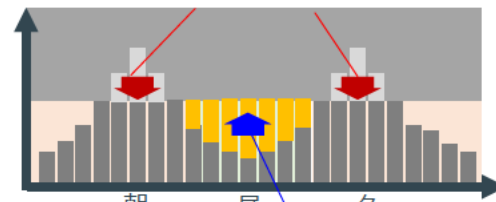
ガス/電気優先で運転



●事前に行うこと

- ・リモコンをWi-Fiに接続（遠隔制御、電気・ガス使用量の取得）
- ・室温センサーの設置

電力需要 ガス優先運転し、消費電力を抑制

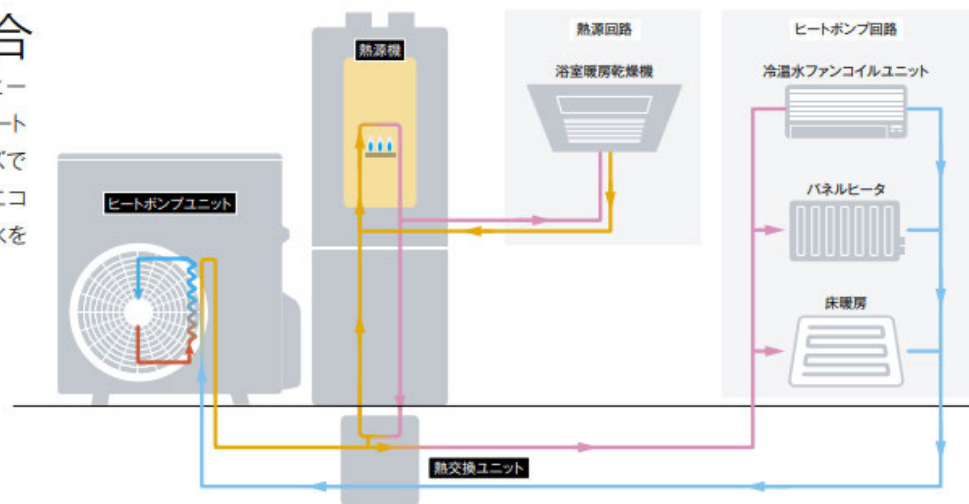


ガス優先
(電力抑制優先)
ヒートポンプ優先
(省エネ優先)

電気優先運転し、消費電力を増加

暖房の場合

床暖房や温水ルームヒーターなどで使う温水はヒートポンプ又は、エコジョーズで沸き上げ、浴室暖房はエコジョーズで沸かした温水を循環させます。



冷房の場合

冷水冷房で使用する冷水はヒートポンプで冷やした水を供給します。



本実証では冬期期間の為、暖房に特化した検証を実施

DR実証計画（スケジュール）

□ DR実証のスケジュールは以下の通り（各運転パターン2サイクルずつのデータ取得を実施）。

実証案

各運転パターン2サイクルずつのデータ取得

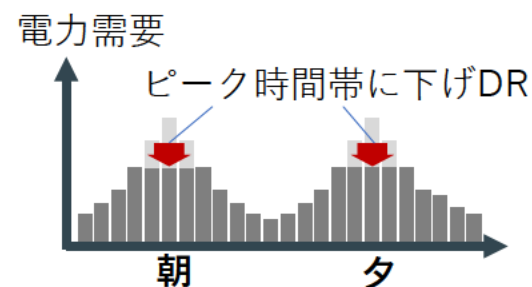
	日	月	火	水	木	金	土
1週目	①経済優先						
2週目			②ガス優先				
3週目			③電気優先				
4週目			①経済優先				
5週目			②ガス優先				
6週目			③電気優先				
7週目			①経済優先				

データ集計 ～2月下旬

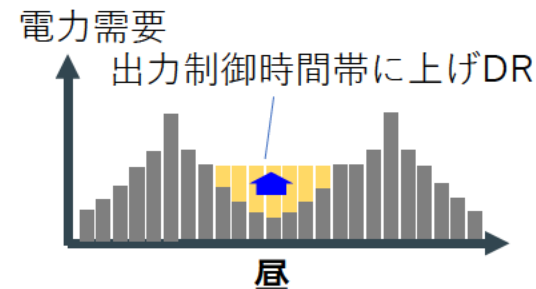
DR検証項目

左記①～③の差を把握。以下について考察

- ・電力需給逼迫時電力節電に貢献できるか(下げDR)



- ・再エネ余剰時に電力需要を増加させれるか(上げDR)



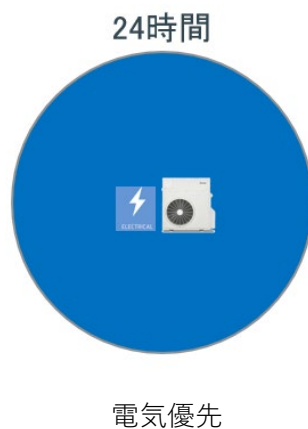
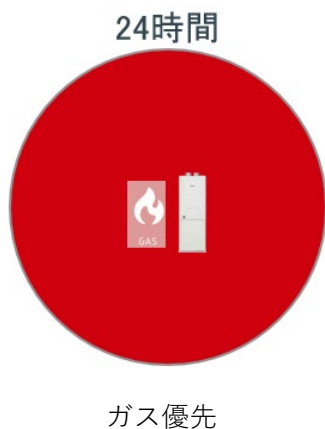
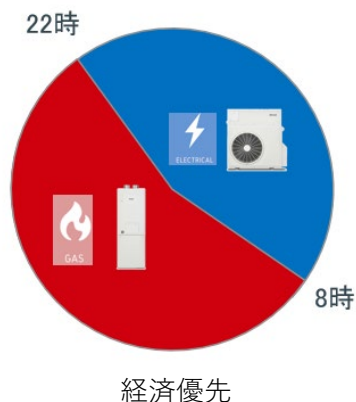
- ・室温への影響

結果概要

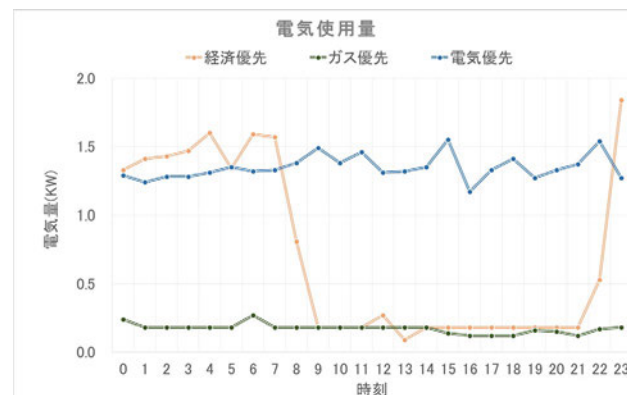
□ DR実証結果を以下に示す。

検証概要

・本システムでは、電気単価、ガス単価を比較して経済優先をベースの運転としている為、終日、ガス優先運転、電気優先運転にした場合の上げDR、下げDRを検証する。

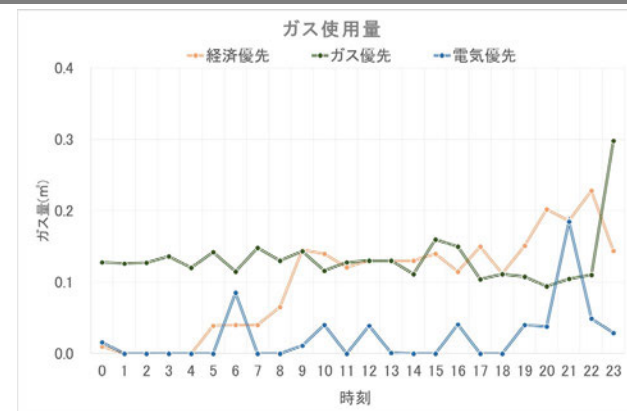


動作状況（電気使用量推移）



・経済優先の場合、ガス単価と電気単価を比較し運転している。
8～22時はガスのみ運転が通常の動作となる。

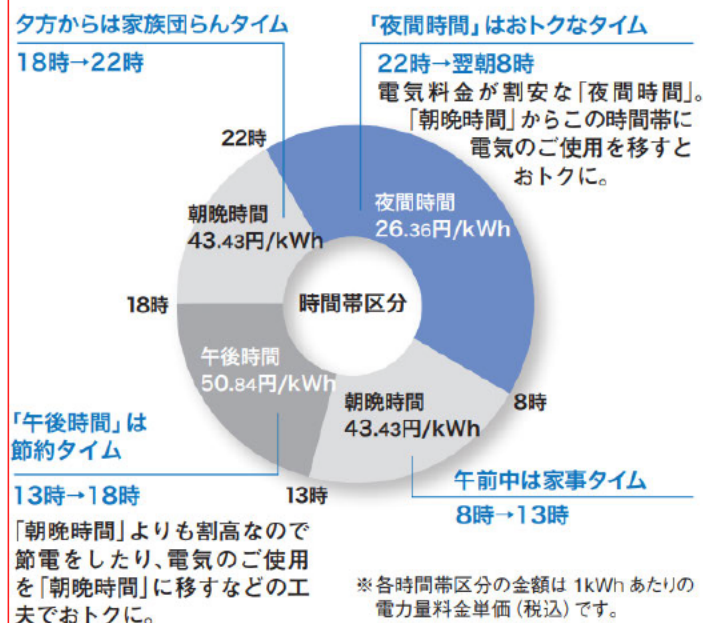
動作状況（ガス使用量推移）



・ガス使用量については参考値としておく。

経済優先運転 （eタイム3プラス）について

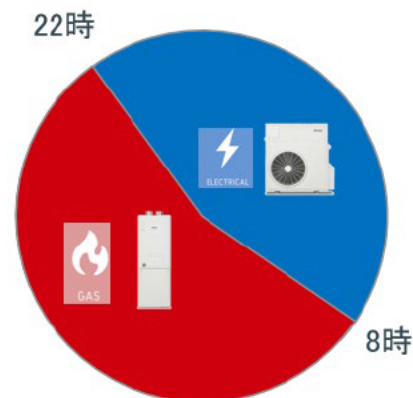
- ・今回の実証フィールドでは北海道電力のeタイム3プラスの料金体系を経済優先の電気単価として使用している。



資料：北海道電力eタイム3プラス資料

北海道向けハイブリッド冷暖房・給湯システム 運転イメージ

- ・実証フィールドのガス単価350円/m³である
経済優先の運転イメージは以下となる



- ・8時～22時は電気運転よりもガス運転の方が経済的なため、
ガス優先の運転となる。22時～8時までは、ガス運転よりも
電気運転の方が経済的な為、電気優先の運転となる

- ・上記の各時間帯の電気単価とガス単価を比較し、経済的に
有利な運転を行っている

③ DR実証結果（上げDR）

10

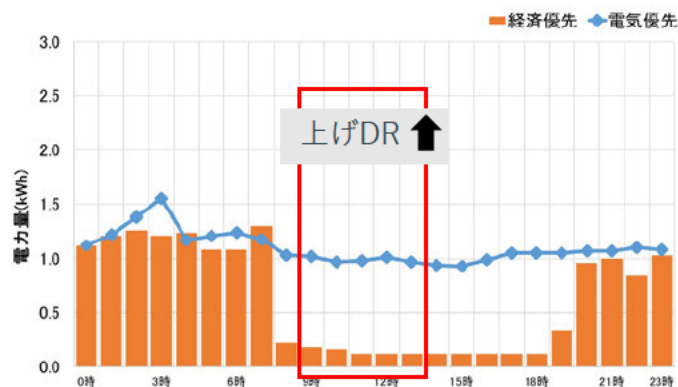
想定条件

北海道電力ネットワークによると2023年の再生可能エネルギー出力制御見通しは以下の予定であった

指示日	発信日	実績	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			00	30	00	30	00	30	00	30	00	30	00
4月8日	4月9日	無											
5月4日	5月4日	無											
6月4日	6月4日	無											
10月8日	10月8日	有											
10月13日	10月13日	有											

上記実績から、9時～14時までの上げDR効果を確認する

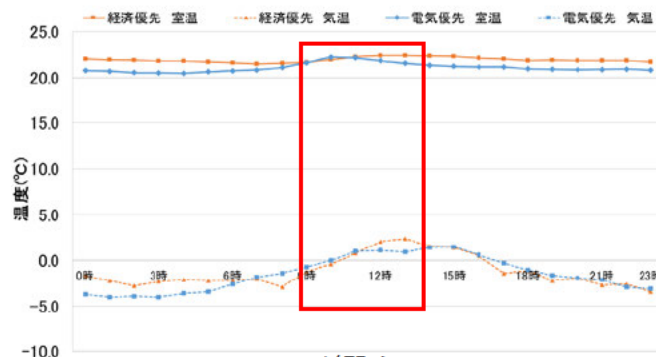
1.DR効果検証



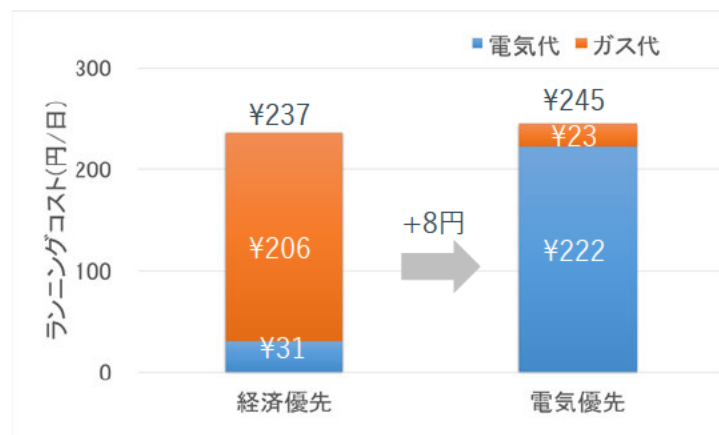
・ 9時～14時までの上げDR効果 4.3kWh

（補足）経済優先で動作した電力量と電気優先で使用した電力量を比較し、9～14時の時間帯に電気のみ運転に切り替えた場合の想定を行った

2.快適性検証



3.経済性への影響（9時00分～14時00分）



・ 上げDRによる経済性変化 +8円

（補足） 上げDR発動時の単価を以下としてランニングコストの算出を行った

ガス単価 350円/m³
 電気単価 朝晩時間（9～13時）：43.4円/kWh
 昼間時間（13～14時）：50.8円/kWh

③ DR実証結果（下げDR）

11

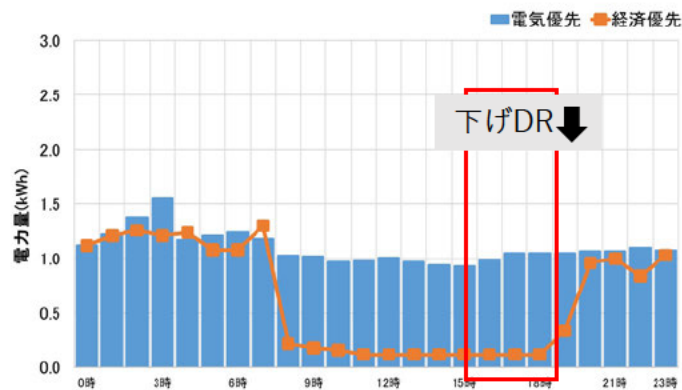
想定条件

2023年度JEPX価格は以下であった（単位：円/kWh）

月	0～12時	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
4月	00	30	00	30	00	30	00	30	00	30	00	30
5月	16	16	16	16	16	17	16	19	17	19	18	19
6月	18	19	19	19	19	19	19	19	19	19	18	17
7月	16	17	16	16	16	17	17	17	17	17	17	16
8月	13	15	15	15	17	19	19	20	20	19	19	16
9月	19	19	19	19	19	20	21	25	24	24	24	22
10月	20	20	20	25	26	30	50	50	40	39	32	30
11月	16	16	16	18	18	20	22	22	22	22	22	22
12月	17	18	18	20	22	22	25	30	23	23	22	23
1月	15	16	17	19	19	20	22	22	22	21	21	21
2月	18	19	11	12	16	12	14	15	16	16	16	15
3月	13	13	14	16	18	21	19	19	19	20	19	19
3月	18	18	16	16	16	18	19	21	19	24	36	37

北海道エリアのJEPX価格の実績を踏まえ、下げDR発動条件を30円/kWh以上と仮定し、15時30分から19時までの効果を確認する

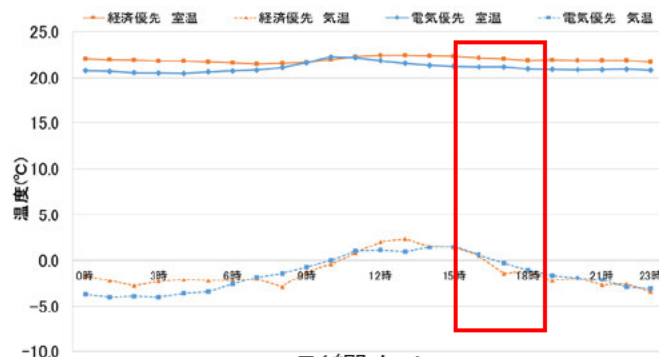
1.DR効果検証（消費電力量比較）



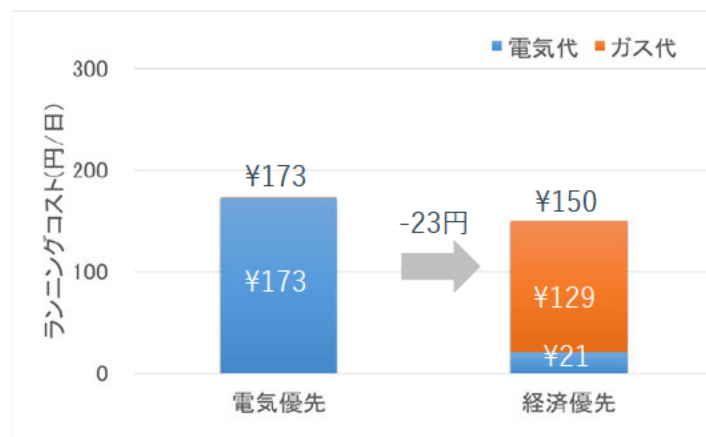
・ 15時30分～19時までの下げDR効果 3.1kWh

（補足）経済優先で動作した電力量と電気優先で使用した電力量を比較し、15時30分～19時までガスへ切り換えた場合の想定を行った

2.快適性検証



3.経済性への影響（15時30分～19時00分）



・ 下げDRによる経済性変化 -23円

（補足） 下げDR発動時の単価を以下としてランニングコストの算出を行った

ガス単価 350円/m³
 電気単価 昼間時間(15時半～18時)：50.8円/kWh
 朝晩時間(18時～19時)：43.4円/kWh

DR効果検証

■ 実証を通じて、以下のDR効果を確認

上げDR量(kW)計算 $4.3\text{kWh}(9\text{時}00\text{分}\sim 14\text{時}00\text{分の総電力量}) \div 5\text{h}(9\text{時}\sim 14\text{時}) = 0.86\text{kW}$

下げDR量(kW)計算 $3.1\text{kWh}(15\text{時}30\text{分}\sim 19\text{時}00\text{分の総電力量}) \div 3.5\text{h}(15\text{時半}\sim 19\text{時}) = 0.87\text{kW}$

本システムの機器消費電力（1.3kW）から、給湯や暖房の起動電力（ポンプ駆動等）を差し引いた実DR量が約1.0kWである事を検証することができた

快適性検証

■ エアコンなどであれば、ピークカットするためにはプレヒートなどが必要になるが、快適性を損なう事が懸念される。一方、本システムの場合は、電気とガスの2つの熱源を有していることから、電気→ガス運転　ガス運転→電気運転に切り替えても室温に影響がないため、DRに適している器具だという事がデータからも想定される。

経済性への影響

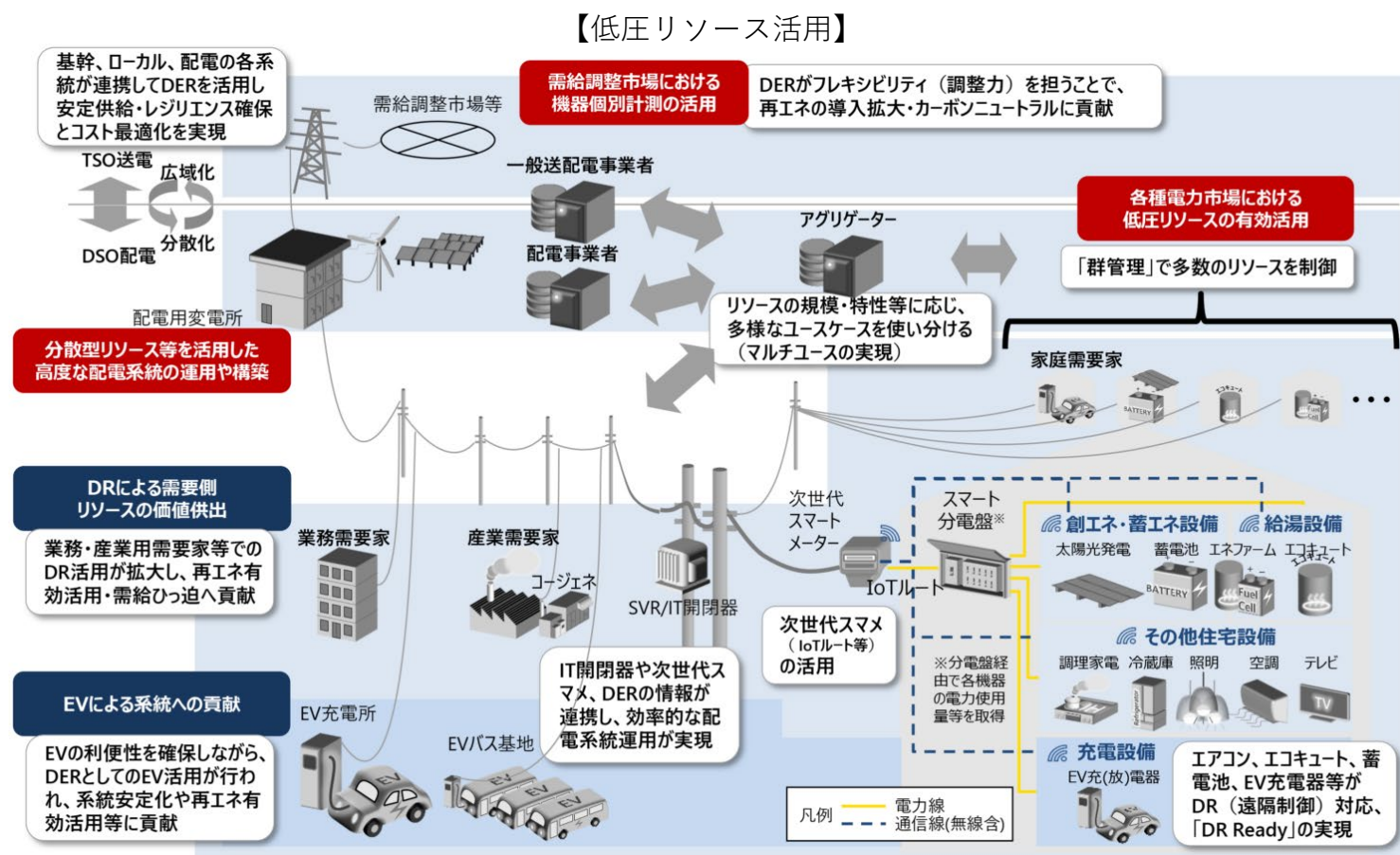
■ 特定の日々の例ではあるが、上げDRでは +8円/日、下げDRでは -23円/日の結果となった。今回は経済優先(eタイム3プラス)を前提条件とした実証となったが、例えば、市場価格連動型の電気料金メニュー等を前提に検証した場合、経済性は大きく変わってくると見込まれる。次年度以降は、需要家へメリットが出る電気料金メニューについても併せて検証をしていきたい。

まとめ・今後の課題

- 本システムは、快適性を全く損なわずに、1.0kW程度のDRポテンシャルがある事を実証を通じて確認することができた。
- 本システムは、現在普及台数としてはまだ少ないが、北海道砂川市にある火力発電所（3号機）を例に1基あたり12.5万kWとすると、 $1.0\text{kW} \times 12.5\text{万台}$ 普及させることで、火力発電所の1基分のDR量を生み出すことができる。また、本機器のターゲットになると考えられる札幌市内の灯油・LPガス暖房世帯が約68万世帯のため、約68万kWのポテンシャルが想定される。
- 今回は実証フィールドの経済優先運転を元に23年度の電気・ガス単価の単純な比較にとどまったため、詳細な経済性の検証は出来なかったが、今後低圧リソースが各種電力市場等で活用されることを見据えると、市場価格を踏まえての事業性の詳細検証や複数のリソースをアグリゲーションするDR実証等が必要と考えられる。2026年度からの市場での低圧リソース活用開始を見据えて、次年度以降引き続き検証を続けたい
- 北海道の特色を踏まえたDRを推進する為にも、アグリゲータ、需要家に両面でのメリットがある料金メニュー等の仕組みづくりとDRに活用可能なリソースの普及・発掘を引き続き進めていきたい。

低圧リソース活用に関するデスクトップ調査

- 前述のDR実証（家庭用暖房システムについての検討）を踏まえ、本業務では、同程度の出力提供が可能と見込まれる低圧リソースに絞ってポテンシャル調査を実施した。
- 次年度以降は、高圧リソースを含め、対象リソースの範囲を広げ調査を実施したい。



- DRが提供可能な価値としては下記となっている。
- 今後の各市場の動向や審議会資料を引き続き注視していくことが重要

■DRが提供可能な価値

ΔkW価値	<u>短時間で需給調整を行えることの価値</u> ◆ 需給調整市場対応 ◆ 産業需要家の生産ラインなどの安定運用（瞬時電圧低下対策など）	需給調整市場で取引
kW価値	<u>特に需要ピークの時間帯などに電力供給を行うことができることの価値</u> ◆ 容量市場対応（ピーク電源代替） ◆ ピークカットによる電気料金削減	容量市場で取引
環境価値	<u>二酸化炭素を排出しないことの価値</u> ◆ 再エネ最大利用	グリーン電力：グリーン電力証書 発行事業者と取引 J-クレジット：事務局・保有者・ 仲介事業者と取引 非化石証明：非化石価値取引市場 で取引
kWh価値	<u>電力量を供給できることの価値</u> ◆ 需要家への電力供給 ◆ 電力需給のインバランスの回避 ◆ 昼夜間電気料金差を活用した電気料金削減 ◆ 卸電力市場対応 ◆ 自家消費による電気料金削減	電力取引市場（JEPX）で取引
その他価値	<u>電力の安定供給などの価値</u> ◆ 非常時などの電力の安定供給	マイクログリッドなどで取引

④ DRポテンシャル

16

- デスクトップ調査から道内・札幌市内などの低圧DRのポテンシャルを推計した。
- 一部リソースについては他地域で既にDRリソースとして活用された実績があるが、北海道での実証実績はまだ少ない。⇒道内の気候や住宅環境等を踏まえ、DRに活用可能かを次年度以降深掘りする必要があるのではないか。

項目	地域	統計値		単位 ポテンシャル	ポテンシャル (MW)	出典
EV	北海道	保有台数（台）	2,618	5kW/台	13	北海道HP「次世代自動車について」、札幌市資料「札幌市内の次世代自動車保有台数について」、ニチコン「V2Hシステム」定格出力 など
	札幌市		1,056		5	
家庭用（住宅用）蓄電池	北海道	導入台数（台） ※全国値の世帯数按分推計	22,967	4.4kW/台	101	（一社）日本電機工業会「JEMA蓄電システムビジョン（Ver.7）」 など
	札幌市		8,928		39	
暖房設備（都市ガス・LPガス・灯油）	北海道	使用世帯数（世帯）	2,617,557	1.0kW/世帯（台）	2,618	令和3年度 北海道家庭用エネルギー消費実態調査 など 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」、前述のDR効果実証 など
	札幌市		902,422		902	
エコキュート	北海道	使用世帯数（世帯）	81,100	1kW/世帯（台）	81	令和3年度 家庭部門のCO ₂ 排出実態統計調査 資料編（確報値）、東京大学生産技術研究所「エコキュート等による「上げ調整力」創出ポテンシャル」 など
電気温水器	北海道	使用世帯数（世帯）	293,636	3kW/世帯（台）	881	
マイホーム発電（エコウィル、コレモ、エネファーム） ※家庭用コジェネレーション	北海道※	販売台数（台）	6,967	700W/台	5	北海道ガス株式会社HP「都市ガス事業業績」、パナソニック「エネファーム 戸建住宅向け寒冷地モデル」発電出力 など

※北ガス供給エリアである札幌市、石狩市の一部、北広島市の一部、小樽市、千歳市、恵庭市の一部、函館市、北斗市の一部、北見市が対象。

DRの今後の見通しや課題などについて、ヒアリング調査を実施した。

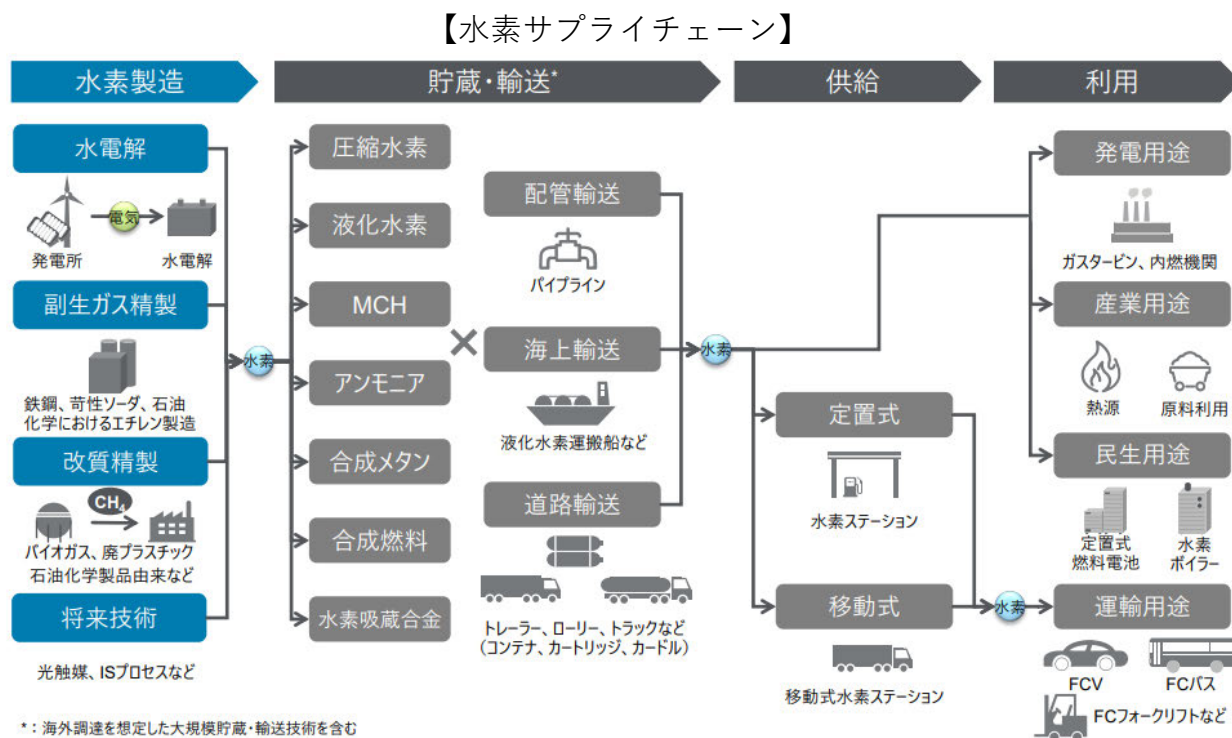
- 対象：電力事業者・メーカー・アグリゲーター事業者など
- 将来的な出力抑制対策としてのDR活用ポテンシャルは道内でも充分見込めるが、事業性、法律、普及啓発、市場設計などが追いついていないなどの課題もあるという状況が言及されている

	アグリゲータ事業者	アグリゲータ事業者	エネマネ事業者	電力事業者	電力事業者
現在の取組	・電力ITに注力しており、アグリゲーターとしての立ち位置を確保を目指している	・会社の立ち位置としては、リソースアグリゲーターとしての要素が大きい ・系統蓄電池へも参画・開発も進めている	・“再エネの地産地消”と“都市間流通”によって、“再エネ発電所を立地している地方都市”の資源を使い、地域を活性化していくことを目指した取組を実施	・調整力公募に参加している ・小規模リソースを活用した取組を検討している	・出力制御対策のうち、系統対策に関与している
北海道の特徴・課題	・系統連系蓄電池を設置できる適地がなかなかない ・発動指令電源に対する調整係数の低さや制度的な参画のしにくさがある ・既存を守るようなルールがあり新たに電源が入っていけない状態であり、アグリゲーターとして魅力的な地域ではない	・エリアごとに区分して面的に地産地消を進める中でDRが付随してくるのではないかと感じる ・ネットワークの系統が脆弱であることも制約の一つになっていると感じる ・ネガワットでの経済的なメリットを見せる必要がある ・再エネ調達の方法はもっと他にもあるという認識を増やすなど、自治体側の意識を変える必要があると考えている	・エネルギー需要が多い場所が限られており、データセンター関連や千歳の半導体工場、室蘭・苫小牧の港湾・工業系に集中しているのが特徴 ・北海道は特に冬場の天候リスクが大きい ・再エネ設備の立地・誘致がその地方を活性化したというイメージや実事例が少ない ・地域新電力の場合は持続性に欠ける問題がある。地域新電力アグリゲーターと上手く繋げられる体制を作らないと運用が難しい。	・北海道は大規模リソースが限られており、DRに対応できる事業者は限られている ・容量市場への参入コストに見合う収入が得られるのかで参加を判断する事業者もいる ・マイクログリッドにした場所が災害の地域になった時に復旧が大変になるのではという懸念があり、必ずしもマイクログリッドで全てが解決するものではないかと思う	・北海道の出力制御率は全国的に少ない ・将来的な再エネの導入を最大限に見込んだ場合、全国と比較しても出力制御率は高く産出される ・系統用蓄電池の接続検討の申し込みが急増しているが、系統連系するための設備の空容量問題もあり連系開始に向け時間を要している
低圧リソースの活用	・EV、工場等のポンプ、エネファーム、エコキュート、UPSに着目している	・技術的には可能だが、あまりやらない方針である	—	・エコキュートやEVを用いたDRは、利用する時間帯と調整力として拠出する時間帯のマッチングが必要である ・ハイブリッド給湯機の普及でピークシフトが容易になる可能性はある	・需要・供給対策に関与することはあまりない
その他・今後の取組	・北電NWと連携して専用線を用いた実証を行っている ・北海道の制約の改善に繋がるような実証実験などは協力したい	・各エリアの電源開発情報用いて、圏域ごとにモデルの検討をして欲しい	・エネルギーの需要家を創出するためには、エネルギー事業者以外のプレイヤー（ローカルの財団など）を挟むことが理想。	・来年度からの容量市場への参加を予定・準備している	・専用線接続は不要なものを新たに構築しなければいけないという点で、価格面・スケジュール面で課題を感じるのではないかと

(2) 水電解装置を活用した出力制御対策の検討および生成した水素の活用検討

背景・目的

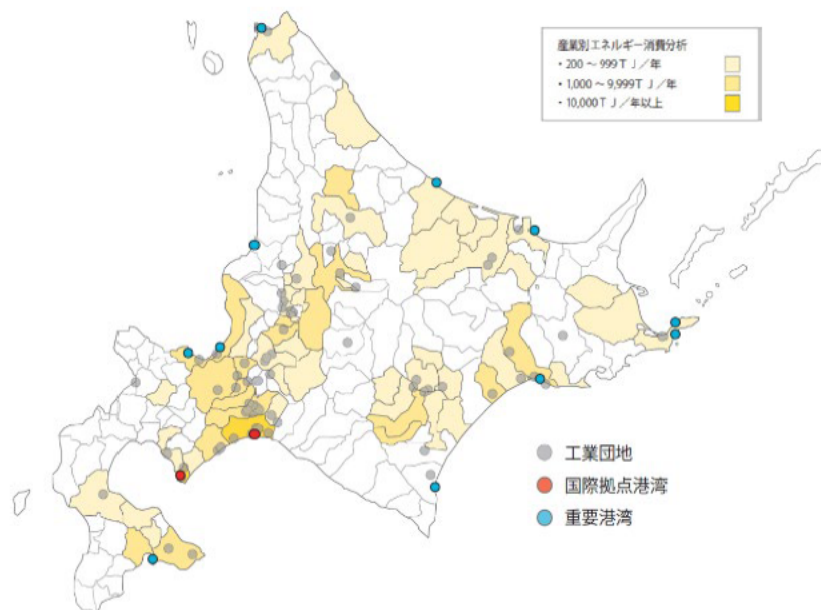
- 水電解装置は変動再エネに対しての調整力や需要の提供が可能であり、道内でも需給対策用途での導入が始まりつつある。
- 政府としても2023年6月に改訂した水素基本戦略にて、2030年までに国内外において日本関連企業の水電解装置の導入目標を15GW程度と新たに設定しており、水電解装置の導入加速が今後更に期待される。
- そのような状況を踏まえ、道内での更なる水電解装置の導入促進を見据えて設置適地条件等の検討や供給可能な水素量の推計、水素供給先の検討等を行う。



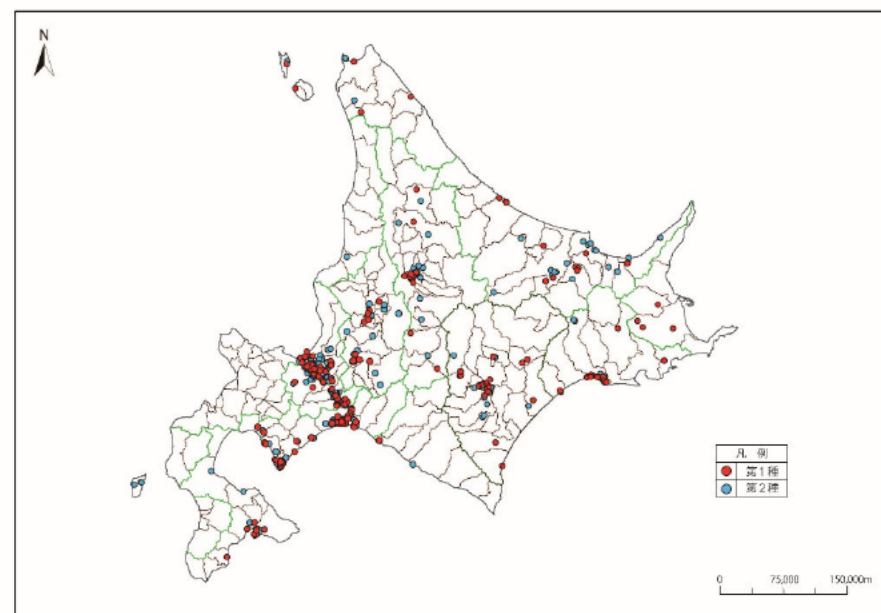
適地選定条件の整理（需要確保）

- ❑ 北海道内で再エネ、水素・アンモニア等の活用を拡大していくためには、水素の大規模需要や将来拡張性の可能性が高い地域が大規模水電解装置の設置に望ましいと考えられ、以下の観点を踏まえて道央圏を適地・起点として想定。
- ✓ 道央圏にはエネルギー消費地、大規模工場が集中しており、DRリソースや水素供給先としての大規模熱需要が想定される。

【道内のエネルギー需要集約地】



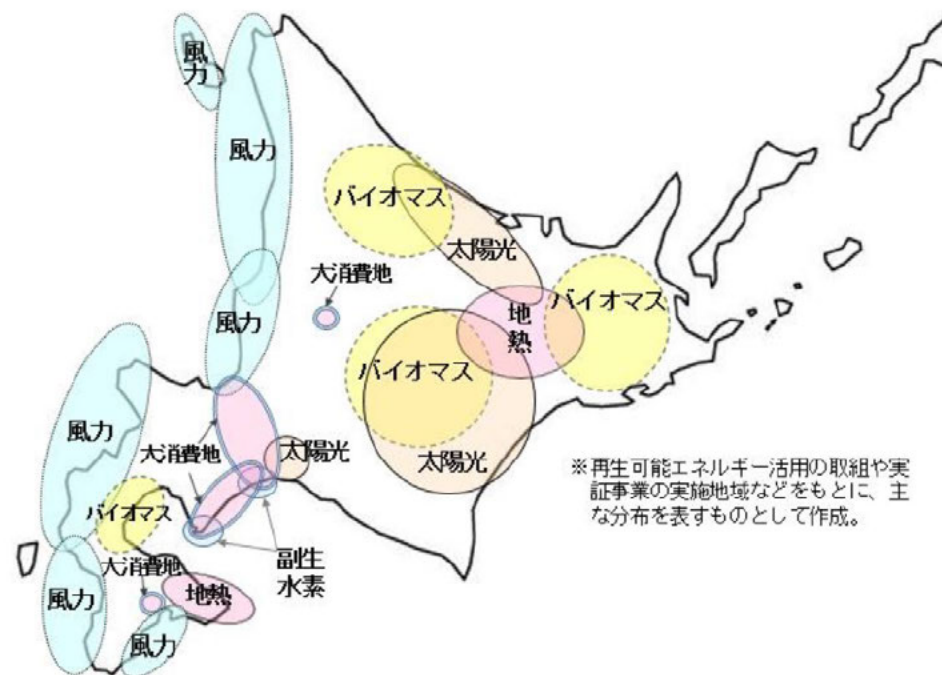
【道内の大規模事業所（エネルギー管理指定工場）】



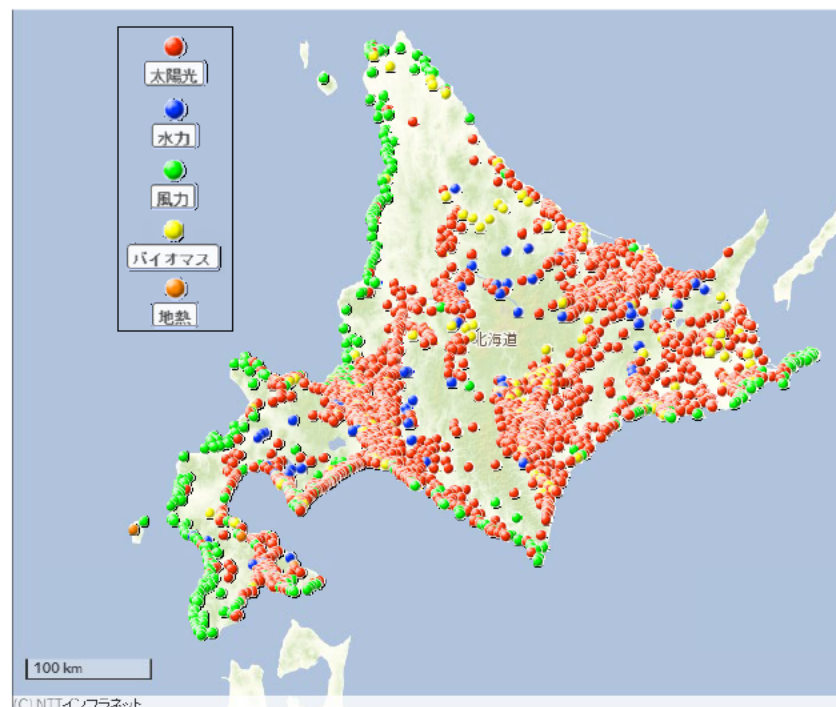
適地選定条件の整理（需要確保）

- ❑ 北海道内で再エネ、水素・アンモニア等の活用を拡大していくためには、水素の大規模需要や将来拡張性の可能性が高い地域が大規模水電解装置の設置に望ましいと考えられ、以下の観点を踏まえて道央圏を適地・起点として想定。
- ✓ 既存および将来的な大規模風力発電などは日本海側に集中。太陽光などは道央圏にも多く賦存しており卒FIT電力の調達も期待される。

【道内の再エネポテンシャル】



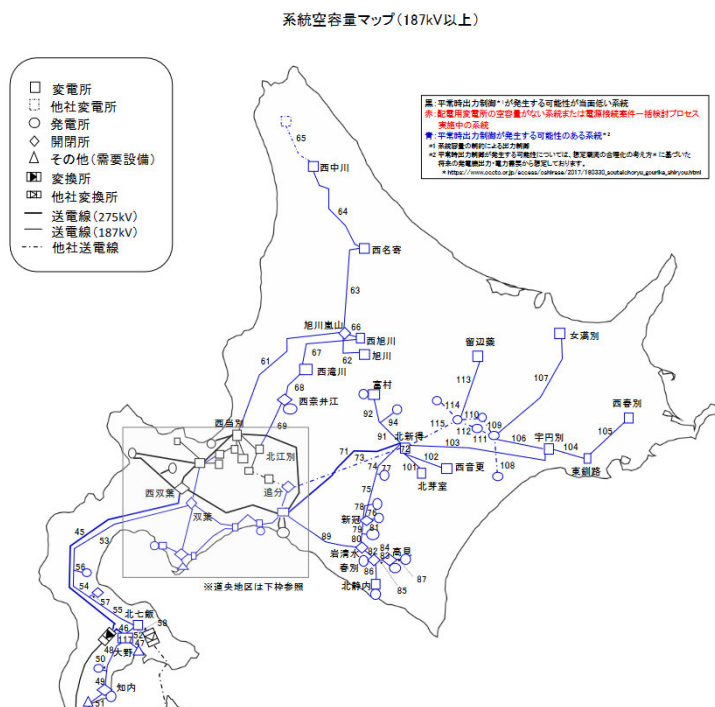
【道内の再エネ賦存状況（事業認定含む）】



適地選定条件の整理（需要確保）

- 北海道内で再エネ、水素・アンモニア等の活用を拡大していくためには、水素の大規模需要や将来拡張性の可能性が高い地域が大規模水電解装置の設置に望ましいと考えられ、以下の観点を踏まえて道央圏を適地・起点として想定。
- ✓ 道内の系統要領は逼迫している状況。水電解装置は大規模化すればそれ自体が大規模電力需要施設であるため道内でも相対的に要領に余裕がある道央圏が適地と想定。

【系統容量】

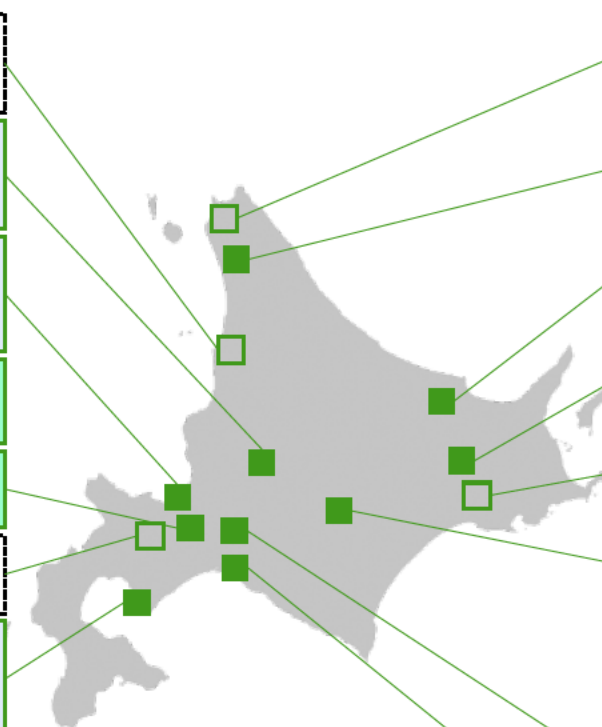


適地選定条件の整理（全道の水素関連取組）

□ FS調査や実証事業など道内でも多くの水素関連事業が進んでいる

【道内の水素関連調査・実証事業など】

苫前地域(NEDO事業)(2015～2018年) 風力発電の余剰電力を利用した サプライチェーンの実証
三笠地域(NEDO事業)(2021～2022年) 木質バイオマスと石炭地下ガス化によるCO ₂ フリー水素サプライチェーン構築に関する調査
石狩地域(NEDO事業)(2021～2022年) 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
石狩厚田地区【商用化】(2022年～) マイクログリッドの太陽光・水素活用
札幌(脱炭素先行地域)(2022年～) 札幌水素モデル街区の形成
倶知安地域(林野庁事業)(2016年) 木質バイオマスによる水素製造・発電の実証
室蘭地域(環境省事業)(2022年～) 円筒側MHタンクを活用した多様な需要家への水 素サプライチェーンの実証
室蘭地域(NEDO事業)(2022年) 水素・CCUを活用した鉄鋼業モデル構築調査
五洋建設室蘭工場【商用化】(2022年～) 太陽光・水電解・燃料電池システム
室蘭地域(環境省事業)(2018～2021年) 水素吸蔵合金を活用したサプライチェーン実証



稚内地域(NEDO事業)(2016～2018年) 水素を活用して出力変動や余剰電力を 吸収・制御するシステムの調査・技術開発
豊富地域(NEDO事業)(2022年) ブルー水素による直流電源データセンターに関する 調査
北見工業大学 メタン直接改質によるCO ₂ フリー水素とカーボンナノ チューブ生成
道東地域(NEDO事業)(2021～2022年) 家畜ふん尿由来水素利活用に関する調査
白糠・釧路地域(環境省事業)(2015～2020年) 小水力発電を利用したサプライチェーンの実証
鹿追【商用化】(2022年～) 家畜ふん尿由来の水素ステーション開業
鹿追・帯広地域(環境省事業)(2015～2021年) 家畜ふん尿由来バイオガスを利用した サプライチェーンの実証
新千歳空港【NEDO】(2022年) 空港内の水素需要の可能性調査
苫小牧【NEDO事業】(2022～2023年) 大規模グリーン水素サプライチェーン構築調査
苫小牧【経産省事業→商用化】(2022年) 系統用蓄電池としての水素製造装置の導入・利活用

③ 水素需要ポテンシャル調査

24

道央圏の大規模な水素需要について下記3パターンを推計（札幌市を想定）

1. 地域熱供給：水素需要ポテンシャル（最大） 約2億Nm³/年
2. 都市ガス水素注入：水素需要ポテンシャル 約1,400万Nm³/年
3. 都市ガスメタネーション：水素需要ポテンシャル 約1,900万Nm³/年

■ 地域熱供給

- 市内の最大ポテンシャルとして、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を推計
⇒水素需要ポテンシャルは約2億Nm³/年

項目	値	備考
原・燃料使用量 (熱量換算)	2,178,218GJ/年	北海道熱供給公社、北海道地域暖房、札幌エネルギー供給公社の合計（熱供給事業便覧 令和4年版より）
水素低位発熱量	10.78GJ/千Nm ³	

■ 都市ガス水素直接混入

- 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%の水素混合を想定
⇒水素需要ポテンシャルは1,428万Nm³/年

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	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」における推計手法参照
都市ガスへの水素混合割合	3vol%	
3vol%水素混合後のガス単位熱量	44MJ/Nm ³	

■ メタネーション

- 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注入を想定
- 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1,862万Nm³/年

項目	値	備考
市内都市ガス供給量	4.66億Nm ³ /年	同上
e-methane混入割合	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)

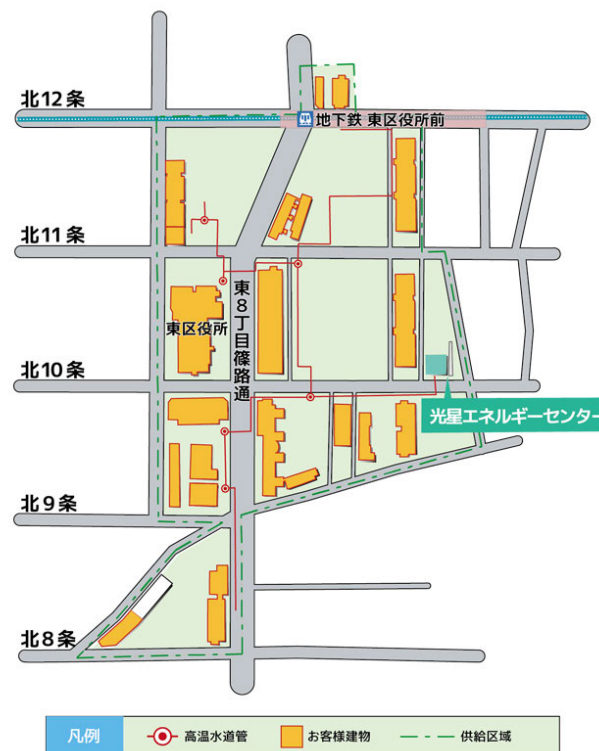
地域熱供給事業エリアについて

- 地域熱供給事業とは冷水や温水等を一箇所でまとめて製造し、導管を通じて複数の建物等に熱を供給する事業であり、札幌市内の地域熱供給事業エリアには札幌都心・光星地区・札幌駅北口・厚別地区・真駒内地区がある。

【熱供給エリアマップ 都心地域】

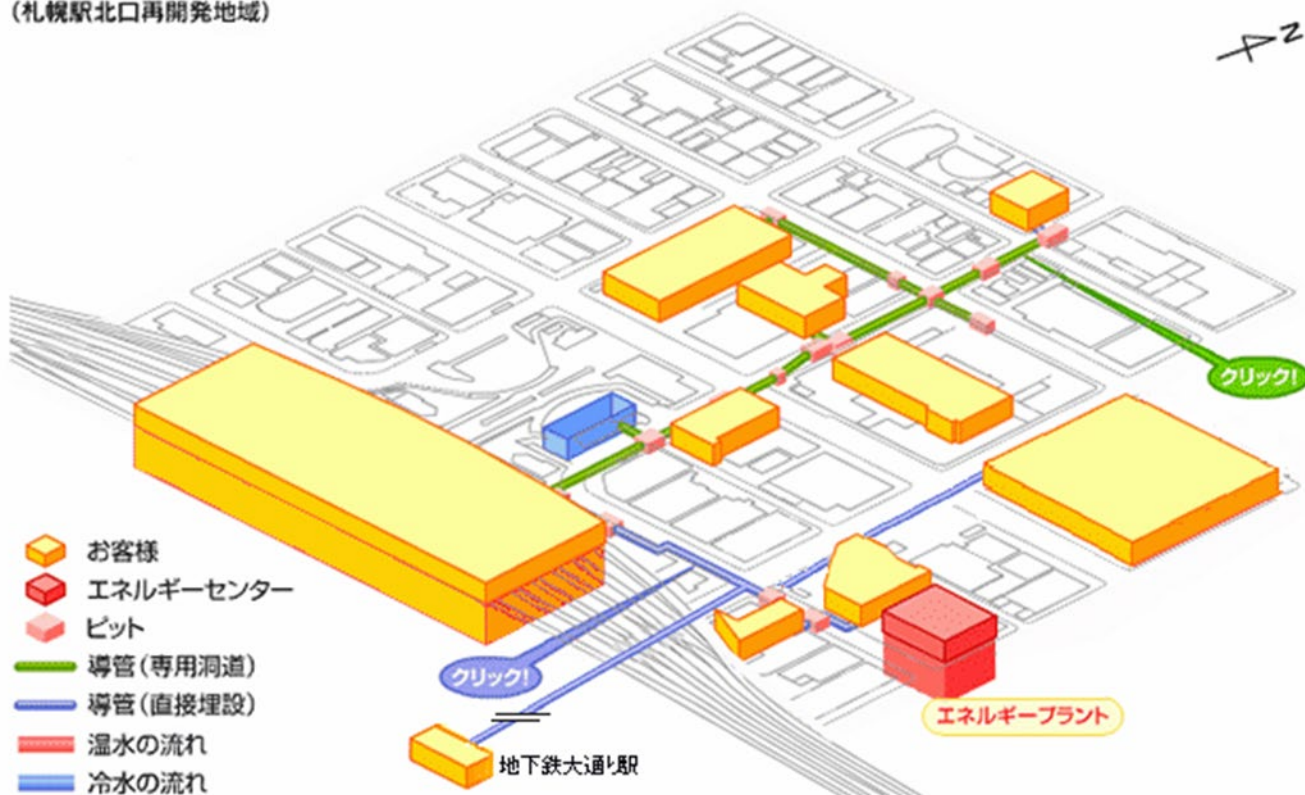


【熱供給エリアマップ 光星地区】



【熱供給エリアマップ 札幌駅北口】

(札幌駅北口再開発地域)



札幌駅北口 (札幌エネルギー供給公社)

【熱供給エリアマップ 厚別地区】



■ 厚別地区熱供給エリア

供給面積/142.0ha

熱供給導管総延長/43 km

■ 市営住宅（賃貸）

149棟（5,978戸）/311,492
㎡

■ 民間賃貸住宅

5棟（170戸）/9,442㎡

■ 社宅等

1棟（33戸）/1,500㎡

■ 商業・業務・教育施設他

26件/191,064㎡

※2022（令和4）年2月現在

厚別地区（北海道地域暖房）

【熱供給エリアマップ 真駒内地区】



■ 真駒内地区熱供給エリア

供給面積/50.3ha

熱供給導管総延長/24 km

- 都市機構住宅（賃貸）
22棟（830戸）/37,510㎡
- 都市機構住宅（分譲）
26棟（923戸）/59,403㎡
- 商業・業務・教育施設他
13件/30,921㎡

※2022（令和4）年2月現在

真駒内地区（北海道地域暖房）

道央圏の水素需要をモビリティ（バス※）へ供給したパターンを推計（札幌市を想定）

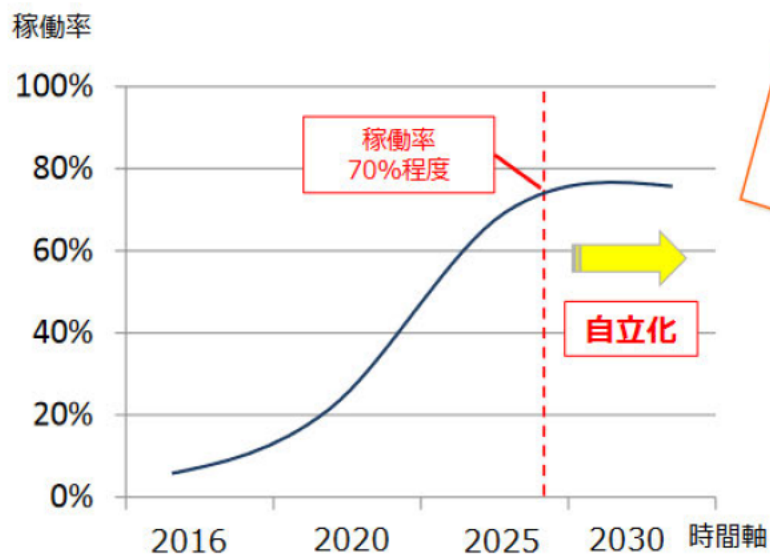
- ❑ 水素STの経済性ベースから逆算してバス路線相当などで推計
- ❑ 地域熱供給事業エリア付近の路線への水素供給を想定

※1台当たりの水素需要量が比較的大きいため、検討対象とした。

【水素ステーションの自立化】

水素ST1基に対して、FCV900台の利用（水素需要）量が経済的に自立化できる目安となる

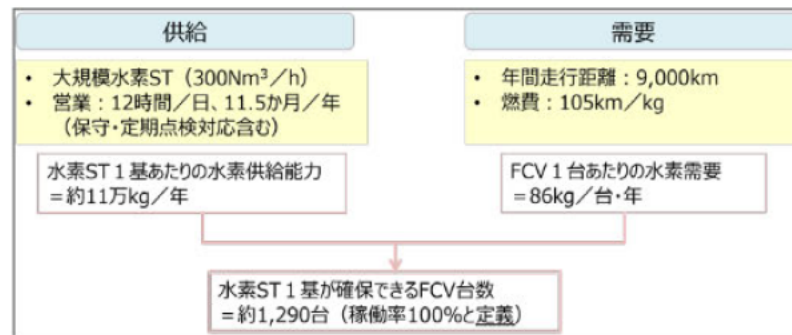
水素STの稼働率の推移（イメージ）



- ✓ 水素STが自立化するためには、稼働率70%程度（FCV約900台/基程度）が必要（※）
- ✓ 自立化を目指す時期について「2020年後半まで」として明確化

※300Nm³/hのオフサイト型水素STでの試算。
 ※稼働率70%程度（FCV約900台/基程度）を実現するためには、オペレーション上の制約等から複数のディスペンサーが必要となることに留意。

【参考】稼働率の考え方



③ 水素需要ポテンシャル調査

30

FCバス導入による水素ST自立化の検討

❑ 地域熱供給事業エリア付近である「真駒内」「厚別」「苗穂」の近郊を走るバスにFCバスを導入した場合の水素需要量を試算⇒1路線あたり数千Nm³/年～数十万Nm³/年の需要ポテンシャル

❑ 例として3路線で水素STが自立する程度※の水素需要に相当する。

※水素ST1基当たりの水素供給能力約11万kg/年（300Nm³/h）に対して稼働率約7割相当

試算例①

「真駒内」「厚別」「苗穂」の近郊を走るバスに1路線ずつFCバスを導入した場合

諸元設定値

項目	値	備考
FCバス航続距離	200 km	SORA（トヨタ自動車）公表値参照
FCバス水素タンク容量	24kg	
寒冷地燃費減少率	30%	「エコドライブポータルサイト・ReCoo」公表データ参照
FCバス燃費設定値	5.8 km/kg	上記条件による設定値

試算例②

「真駒内駅」発着の中央バスにおける路線※すべてにFCバスを導入した場合

※ 札幌市路線バスの約3.29%に相当

	路線A	路線B	路線C	路線D	路線E	路線F	路線G	路線H	路線I	路線J	路線K	路線L	合計
年間走行距離[km/年]	114,000	86,000	53,000	38,000	44,000	62,000	179,000	25,000	37,000	27,000	11,000	2,600	677,000
水素需要量[Nm ³ /年]	218,000	164,000	100,000	73,000	83,000	118,000	341,000	48,000	70,000	51,000	21,000	5,000	1,293,000
水素ST1基の供給能力に対する需要量の割合[%]	17.8	13.4	8.2	6.0	6.8	9.6	27.8	3.9	5.8	4.2	1.7	0.4	105.6

③ 水素需要ポテンシャル調査

FCバス導入による水素ST自立化の検討

- ❑ 札幌市内の全バスの1割にFCバスを導入した場合に自立可能な水素STの数を算出
⇒5～7基
- ❑ 真駒内、厚別周辺のバスの3割にFCバスを導入した場合に自立可能な水素STの数を算出
⇒2基

※水素STが経済的に成り立つ場合を想定

試算例③
札幌市内を走る全バスの1割に対してFCバスを導入した場合

	市内バス全走行キロ数 [km/年]	水素ST1施設あたりの FCバス年間総可能距離 [km/年・施設]	水素ST数 [施設]	水素需要量 [Nm ³ /年]
値	31,143,000	642,000	7 (6.93)	8,493,000

試算例④
真駒内駅、厚別駅、新札幌駅で発着するバスの3割に対してFCバスを導入した場合

※市内総バス数で各駅で発着するバスの総走行キロ数を按分して仮定する

	発着便数 [便/日]	全走行キロ数 [km/年]	水素ST数 [施設]	水素需要量 [Nm ³ /年]
真駒内駅	800	1,177,000	2 (2.15)	2,640,000
厚別駅	50	73,000		
新札幌駅	1,350	1,976,000		
合計	2,200	3,226,000		

諸元設定値

項目	値	備考
FCバス航続距離	200 km	SORA（トヨタ自動車）公表値参照
FCバス水素タンク容量	24kg	
寒冷地燃費減少率	30%	「エコドライブポータルサイト・ReCoo」公表データ参照
FCバス燃費設定値	5.8 km/kg	上記条件による設定値

	発着便数 [便/日]	全走行キロ数 [km/年]
札幌市内	21,000	31,143,000

札幌市における水素需要検討

■ 札幌市において、施設へのFC導入・各種モビリティなど広く水素需要を検討中であり、概算でモビリティ分野：約3,400万Nm³/年、建物利用分野：約1,500Nm³/年、家庭熱需要分野：約1億5千万Nm³/年とされている。

需要区分	特性・対象	推計手法概略	水素需要想定
モビリティ： FC自転車 FCV（乗用車） FCバス・トラック FCV（特殊車両） FC連節車両 FC地下鉄	- ポロクル（札幌シェアサイクル 550台） - タクシー、レンタカー、その他民有・市有乗用車（600台） - 乗合・貸切バス（15台）、大型トラック（10台）、小型トラック（40台） - 札幌市所有のごみ収集車（30台）、消防車両（46台）、除雪車（20台） - 新公共交通システム - 札幌市地下鉄（需要電力の42%）	ヒアリング、デスクトップ調査（札幌市公表資料、北海道運輸局公表資料、札幌市清掃事業概要など）、導入実験事業など	約3,400万Nm ³ /年
建築利用： 公共施設（処理施設・一般施設）におけるFC	水再生プラザ・ごみ焼却施設（清掃工場）（需要電力の20%）など 区役所や学校などの市有施設（参考として1施設あたりの推計） ※余剰水素が出ない設定であり、需要のすべてを賄うものではない	ヒアリング・デスクトップ調査（下水道維持管理年報、清掃事業概要など）	約1,500万Nm³/年 学校（高校ほか）1施設で約18万Nm³/年など
家庭熱需要： 水素ストーブ	札幌市民の暖房用灯油・LPガスの代替（暖房に灯油・LPガスを使用している世帯の10%）	デスクトップ調査（世帯数統計、燃料別世帯調査）	約1億5千万Nm ³ /年

- 過去実績の整理から水素量換算は可能。ただし出力抑制専用とすると設備稼働率が著しく低いため、平時は水電解装置近郊から再エネ調達を行える規模で設定する。
- 1MW（苫小牧級）、10MW（福島・山梨級）、20MW（海外大規模級）で設定

【各地域の水電解装置容量】

				凡例	詳細後述
水電解装置容量 (MW)	メーカー	進捗状況	実施場所		
Green Hydrogen for Glasgow	20 ITM Power	2021年～実証・2023年～商用	英国（グラスゴー）		
Becancour Plant	20 Cummins/Hydrogenics	2019年～実証・2021年～商用	カナダ（ベカンクール）		
Puertollano plant	20 Nel	2022年～実証	スペイン（プエルトリャノ）		
HySynergy	20 Nel	2021年～実証・2022～商用	デンマーク（フレゼンシア）		
Hydrogen Holland I	20 Thyssenkrupp	2022年～実証・2024年～商用	オランダ（ロッテルダム）		
REFHYNE	10 ITM Power	2018年～2022年実証	ドイツ（ヴェッセルング）		
FH2R	10 東芝エネルギーシステムズ、旭化成	2016年～2020年実証	日本（福島県浪江町）		
Energiepark Mainz	6.3 Siemens	2018年～商用	ドイツ（マインツ）		
H2Future	6 Siemens	2017年～2021年実証	オーストリア（リンツ）		
WindH2	2.5 Siemens	2021年～実証	ドイツ（ザルツギッター）		
HAEOLUS	2.5 Cummins/Hydrogenics	2021年～2023年実証	ノルウェー（バラングル半島）		
Windgas Falkenhagen	2 Cummins/Hydrogenics	2016年～2020年実証	ドイツ（ファルケンハーゲン）		
Carbon2Chem	2 Thyssenkrupp	2018年～実証	ドイツ（ノルトライン・ヴェストファーレン）		
Windgas Hanburg	1.5 Cummins/Hydrogenics	2015年～商用	ドイツ（ハンブルグ）		
BIG HIT	1.5 ITM Power	2016年～2022年実証	英国（オークニー諸島）		
H2-YES	1.5 日立造船（セルは東レ）	2016年～2020年実証	日本（山梨県甲府市）		
DEWA Green Hydrogen Plant	1.25 Siemens	2021年～実証	UAE（ドバイ）		
Windgas Hassfurt	1.25 Siemens	2016年～商用	ドイツ（ハスフルト）		
HyBalance	1.2 Cummins/Hydrogenics	2015年～2020年実証	デンマーク（ホープロー）		
PosHYdon	1 Nel	2019年～実証	オランダ（スヘフェニンゲン）		
Western Sydney Green Gas	0.5 Cummins/Hydrogenics	2020年～商用	オーストラリア（ニューサウスウェールズ）		
Frankfurt am Main	0.315 ITM Power	2014年～2017年実証	ドイツ（フランクフルト）		
環境省・白糠町PJ	0.2 *2 東芝エネルギーシステムズ	2015年～2020年実証	日本（北海道白糠町）		
Ibbenbun	0.15 ITM Power	2015年～実証	ドイツ（イッペンビューレン）		
Don Quichote	0.15 Cummins/Hydrogenics	2018年～商用	ノルウェー（ベルレボーク）		
環境省・富谷市PJ	0.05 *2 神鋼環境ソリューション	2017年～2021年実証	日本（宮城県富谷市）		
環境省・京浜臨海部PJ	0.05 *2 東芝エネルギーシステムズ	2015年～2020年実証	日本（神奈川県横浜市）		
環境省・北九州市PJ	0.05 *2 神鋼環境ソリューション	2020年～2022年実証	日本（福岡県北九州市）		
環境省・能代市PJ	0.013 *2 三菱化工機、高砂熱学工業	2018年～2021年実証	日本（秋田県能代市）		
環境省・室蘭市PJ	0.005 *2 神鋼環境ソリューション	2018年～2021年実証	日本（北海道室蘭市）		

*1：国内の注目動向について、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の再エネ水電解装置事業（FH2RとH2-YES）及び環境省「地域実証・低炭素水素技術実証事業」・「既存の再エネを活用した水素供給低減コスト化に向けたモデル構築・実証事業」の再エネ水電解装置事業を抽出。なお、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）事業の詳細（事業目的、事業者、実施時期や事業規模等）を後述 *2：容量（MW単位）はNm³/h単位の公表値より換算（1MW＝200Nm³/h）

2024年出力制御見通し

- ❑ 北海道電力における2024年度の再エネ出力制御見通し算定における制御量最大時の需給バランスでは前年度を上回るとされており（0.1億kWh）、最大制御時の太陽光・風力の抑制量も合計約22MW（5月）。
- ❑ 大型水電解装置の稼働が出力制御対策の1つとなると考えられる。道央での大型水電解装置の導入を皮切りに全道へ導入展開することで、将来的に見込まれている出力制御の増加への対策、ひいては道内の再エネポテンシャル活用の最大化へつながることも期待される。

【北海道の出力制御見込み】

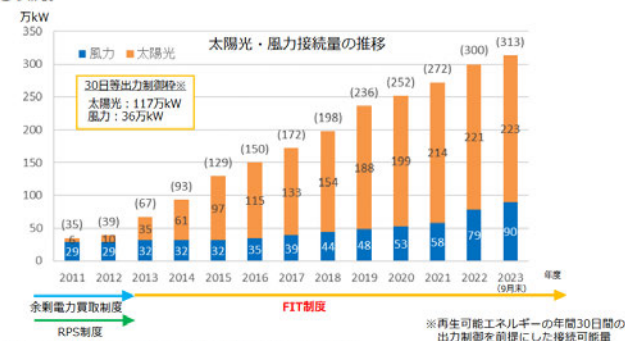
〈2024年度出力制御見通し（連系線活用率50%）〉

	出力制御率（制御電力量）〔太陽光・風力それぞれの出力制御率〕					
	旧ルール		新ルール	無制限・無補償ルール	制御対象設備計	全設備※2
	オフライン※1	オンライン				
2024年度見込み	0.71% (8.5百万kWh) 太陽光：0.79% 風力：0.52%	0.07% (0.0百万kWh) 太陽光：0.07% 風力：0.00%	0.07% (0.3百万kWh) 太陽光：－% 風力：0.07%	0.07% (1.9百万kWh) 太陽光：0.07% 風力：0.07%	0.24% (10.8百万kWh) 太陽光：0.34% 風力：0.15%	0.22% (10.8百万kWh) 太陽光：0.27% 風力：0.15%

		(万kW)
項目	2024年5月12時	
エリア需要		270
供給力	原子力	0
	調整電源火力	42
	非調整電源火力	20
	一般水力	77
	太陽光	166
	風力	50
	バイオマス	22
	地熱	4
	揚水	-58
	連系線活用・蓄電池	-31
	再エネ出力制御	-22
	計	270

○ 北海道エリアにおける太陽光の接続量は、2012年7月の固定価格買取制度（FIT法）施行以降に急増し、2023年9月末時点では223万kWと、2012年度末と比較し約22倍に増加。

○ これは、太陽光の接続可能量（30日等出力制御枠）の117万kWを100万kW程度超過している状況。



・2016.3以前は自社買取、2017.3以降は北海道エリア全体の集計値。
・太陽光発電は、2014.3以前の低圧連系の接続申込量データが無いため参考値。

7

- 前述の通り数十MWの出力制御がかかる場面で、水電解装置が稼働することで制御対策が可能と考えられる。
- 特に将来的な水素サプライチェーンの拡大前の、事業の開始時などは需要が追いついていない可能性や稼働率が低いことが考えられる。出力抑制時に水電解を稼働させることで再エネ拡大と稼働率向上にも寄与する。
- 水素は貯蔵可能なことから年間で考えた調整力としても有効と考えられる。
- その場合製造した水素が需要として道央・札幌市内で需要確保可能かの比較を行った（下表）。各規模の水電解装置が稼働した場合でも将来的な需要確保は可能と考えられる。
- 将来的には水電解が水平展開し、出力制御対策のツールとしての水電解装置も拡大。需要の拡大が進めばさらに再エネ拡大へつながり、エリアの産業振興・脱炭素へ寄与

水電解装置規模 (MW)	年間使用電力量 (MWh/年)	年間水素製造量 (Nm ³ /年)	水素需要相当
1	6,132	1,226,400	- 札幌市のモビリティ（特殊車両）（P.25）相当 - 札幌市市有施設のうちエネルギー消費が比較的大きい福祉医療施設3施設相当（※P.25の市有施設と同様の設定による）
5	30,660	6,132,000	- 札幌市水再生プラザ・清掃工場（P.25）の40%相当 - 札幌市のモビリティ（FCバス）（P.25）の160台相当
10	61,320	12,264,000	- 札幌市水再生プラザ・清掃工場（P.25）の80%相当 - 札幌市のモビリティ（FCV（乗用車））（P.25）の12,000台相当
20	122,640	24,528,000	- 札幌市のモビリティ（地下鉄）（P.25）の80%相当 - 札幌市の熱需要（水素ストーブ）（P.25）の16%相当 - 市内の地域熱供給のうち、業務・その他向け販売熱量の3割相当

高圧・液化による輸送コスト概略推計

- 輸送コスト検証のため一般値な圧縮・液化・パイプラインコストについてデスクトップ調査を行った。
- （特にパイプライン）輸送コスト検証にはルート、輸送回数など運転計画を設定する必要がある。

【水素の貯蔵・輸送媒体例】

	圧縮水素	液化水素	MCH	アンモニア	合成メタン	合成燃料	水素吸蔵合金
輸送効率	■ 約1/200 (常温、20MPaG 気体)	■ 約1/800 (-253°C常圧で 液体)	■ 約1/500 (常温常圧で液 体)	■ 約1/1,300 (-33°C、常圧で 液体)	■ 約1/600 (-162°C 常圧で 液体)	■ 常温常圧で液 体	■ 体積当たりの 効率は高い ■ 質量当たりの 効率は低い
毒性	■ なし	■ なし	■ トルエンは毒性 あり	■ 毒性、腐食性 あり	■ 毒性なし	■ 毒性なし	■ 材料に依存
主要な エネルギー ロス	■ 圧縮エネルギー が必要	■ 液化時 (25~35%)	■ 脱水素時 (35~40%)	■ 脱水素時 (20%以下)	■ CO2合成時 (32%程度)	■ CO2合成時	■ 脱水素時に熱 エネルギーが必要
直接利用 可否	■ 可能	■ 可能	■ 不可 (脱水素 + 精製 要)	■ 不可 (脱水素 + 精製 要) ■ NH3として直 接利用可能	■ 都市ガスとして 直接利用可能	■ 燃料として直 接利用可能	■ 可能
既存インフラ 活用可否	■ 水素用の新規 インフラが必要	■ 水素用の新規 インフラが必要	■ ガソリンインフラ の利用が可能	■ LPGと同様のイン フラ技術が利用 可能	■ 既存LNGインフ ラが利用可能	■ 既存石油インフ ラが利用可能	■ 水素用の新規 インフラが必要
実用化に 向けた課題	■ 実用化済	■ 極低温に起因 する設備の技術 開発や大型 化によるコスト 低減が必要	■ エネルギーロス の更なる削減 が必要	■ 直接利用先拡大 のための技術 開発、脱水 素設備の技術 開発が必要	■ 高効率や大型 化に向けた技術 開発、製造 地における再エ ネ由来水素の 供給が必要	■ 高効率化や低 コストに向けて 研究開発	■ 低コストかつ重 量密度の向上 に向けた合金 の開発

- 輸送コストは、圧縮水素で4～38円/Nm³、パイプラインで1～9円/Nm³など（※条件により幅あり）
- 圧縮水素とパイプラインを比較すると、近距離の場合はパイプラインの方が輸送単価は低く、長距離の場合はトレーラー輸送の場合は圧縮水素の方が輸送単価が低くなる場合がある。
⇒輸送の距離や経路に応じて輸送手法を選択する必要がある。札幌市内の場合、製造した水素を近郊で活用するならばパイプラインを利用することで輸送コストの低減可能性があるが、敷設可能な経路の有無にも影響されることに留意が必要。長距離（苫小牧からの輸送）は圧縮水素輸送により優位となる可能性有。

※条件によって大きく変動する上、対象範囲が完全に一律となっていないため、必ずしも表中の価格帯の間に収まるとは限らないことに留意

輸送手法	水素輸送コスト	年間の輸送コスト例 (水素輸送量 約88万Nm ³ /年※ ¹ を想定)	
		苫小牧から輸送	札幌市内輸送
圧縮水素	カードル：29～38円/Nm ³ トレーラー：7～12円/Nm ³ 高圧トレーラー：4～8円/Nm ³ ※上記は往復距離20～150kmの場合で、運送費+荷積・荷降業務にかかる費用（待機料、高速代、輸送設備費は含まない） 【NEDO石狩※ ² より】	約620万～700万円/年 ※水素輸送コスト単価 7～8円/Nm ³ (往復距離100～150km、高圧トレーラー輸送)として算出	約350万円/年 ※水素輸送コスト単価 4円/Nm ³ (往復距離20km、高圧トレーラー輸送)として算出
パイプライン	敷設コスト：2.5億円～10.7億円/km 単価：8.5～8.8円/Nm ³ ※上記は概路延長5.8～14.0km、使用年数30年の場合で、受入・貯蔵機能設備コストを含む (敷設コストはシールド掘削の延長に大きく左右される) 【NEDO関西※ ³ より】	約90万～790万円/年 ※水素輸送コスト単価 1～9円/Nm ³ として算出	
	敷設コスト：0.5～1億円 単価：1.2～5.0円/Nm ³ ※上記は水素輸送量5,000 t /年、輸送距離10km～50km、使用年数30年の場合【神戸・関西圏水素利活用協議会※ ⁴ より】		

※¹水素STが自立化するために必要な水素量として仮定（条件…供給能力：300Nm³/h、営業：12h/日、11.5か月/年、稼働率：7割）

出典：※² 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」

※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/関西圏の臨海エリアにおける水素供給モデルに関する調査」

※⁴ 神戸・関西圏水素利活用協議会 協議会レポート（2022年度）

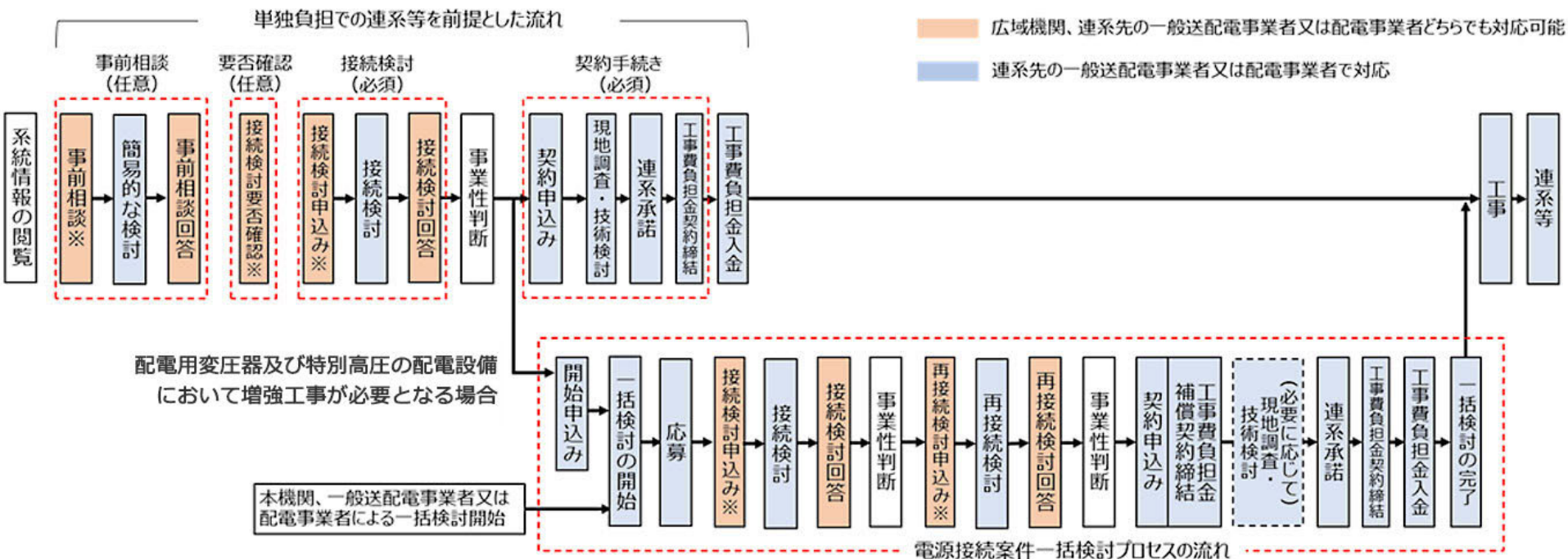
水素関連技術や取組実績を持つ企業に対し、ヒアリング調査を実施した。

	通信業	メーカー	メーカー	販売代理店	電力事業者
水素関連事業の観点	水素低圧輸送	水素液化荷役プラント 水素CGS実証 など	水電解装置（PEM型）	水電解装置（AEM型）	出力制御としての水電解
ヒアリング概要	- 水素の価格が高く、需要家が確保できないと輸送側も供給側も赤字になる。 <u>札幌市や自治体などのバックアップ</u>がないと活用は進まない。 <u>保安関係のハードルが高く</u>、実証がうまくいった場合でも今の法整備では実用化までいかない場合がある。 - 福島で通信導管を活用したNEDO実証を開始したが、技術的な検証はまだ仕切れていない。具体的な検証には3年以上かかる。 - 多様な気象の変動等もふまえて検証する必要がある。 <u>道内ではそれなりの距離と</u>う道が敷設されているのが札幌市内のみなので、<u>導管での水素輸送は札幌でしか出来ない</u>。 - 需要地の近くやチカホ等とつなぐことで概ね供給範囲のカバーはできる。 - とう道では開発局の情報ボックスを活用しているので、水素をいれるとなると国交省を巻き込む必要がある。	- 種子島のシャトル用で実績のあるタンク・技術であり、長い実績のあるLNG技術を活用。<u>100℃のお湯が一ヶ月で1℃しか下がらない</u>。 <u>水素は拡散性が高いのでフレアは不要</u>。開放空間ではむしろ扱いやすい（逆の環境だとリスクあり） <u>水素は検知器の分野が課題</u>。安くしたり増やしたりの部分が重要。 - 船から液水を入れるときはガスを逃して逆に船側のタンクの加圧につかう。 - 水素船自体はディーゼルで発電して蓄電してモータを回す - 自然蒸発が多いという意見もあるが、大きいほど効率良くなり、この設備では長期保存可能 - エリア熱電併給(水素CGS)：CGSから発生した熱（蒸気）や電気を近隣4施設（スポーツセンター、展示場、下水処理場、病院）に供給、地域コミュニティ内でのエネルギーの最適制御システムの運用性を確認→<u>熱電バランスが重要</u>かつ公的な施設が多いのもポイント	- ラインナップは1～200Nm³/h以上まで - 価格のオーダーは10Nm³/h規模で1億円オーダー、200Nm³/h規模で10億円～（低コスト化は進めている） <u>水電解装置の消費電力はあくまで水電解にかかる電力を示すもの</u>であり、実際は補器類などを含めると実際は7kWh/Nm³程度かかることもある。経年使用につれて劣化が進むと1.5倍等になる可能性がある。 ⇒技術開発を進めているが、この先消費電力量が大きく低下していきそうという見通しはまだ立っていない 1MW級（200Nm³/h）の水素発生装置1基を北電（苫東厚真発電所隣接地）に納入（2023年5月） <u>起動・停止を頻発すると電解システムの劣化が進む</u>一方で、価格の安い再エネ余剰電力（洋上風力など）が例えば実質ゼロ円で利用できるならば、<u>電解システムの劣化を見込んで余剰電力を利用する価値はあるのではない</u>か	<u>AEM（アニオン交換膜）式水電解</u>はアルカリ水電解の弱点である生成水素の純度、<u>応答性、負荷および間欠運転の制限を克服</u>しながら、PEM水電解のように高コストの貴金属触媒を使用せずに低コスト。 - モジュール構造（1モジュール当たり0.5Nm³/h、2.4kW）で、MWクラスも対応。 - 寒冷地で使用する場合ヒーター対応などが必要。取り扱っている水電解装置メーカーのEnapter社がドイツの会社なため、寒冷地対応は可。 - 出口圧力は35bar - 千住水素ステーション（東京ガス）へ15Nm³/h規模の設備導入（2023年7月～） - MWクラスのものだと納期は1年以上	- 苫小牧で水電解装置の実証は行っているが、<u>調整力として水電解装置を活用する場合は市場への対応や経済的観点での課題</u>が残る。 - 具体的には、水電解装置の稼働率が下がると水素の製造コストが高くなるので、経済性を前提にどこまで調整力として市場に出せるかのバランスの検討が必要。<u>周辺機器も含めてどこまでの追従性があるのか、耐久性はあるのか</u>といった課題もある。 - 札幌へのエネルギー需要は大きいですが、<u>水電解装置の設置場所や供給網は課題</u>である。現実的な方法としては郊外に設置してローリーやパイプラインで運ぶことが考えられる。 - 水電解装置以外にも蓄電池の設置などリソース活用の組合せ検討が必要である。

当該地の系統容量・系統接続に関して

- 発電設備の場合の系統接続フローを以下に示す。大型の水電解装置であっても接続までは長期のプロセスを経ると想定されるため、計画検討段階から北電NWとの連携が重要と考える。
- 高圧及び特別高圧については、接接続検討及び契約申込みに対する回答に要する期間（標準処理期間 8～9 か月）が必要とされており、接続契約締結までどの程度の時間を要するかについては、場所や条件により大きく期間が異なる。

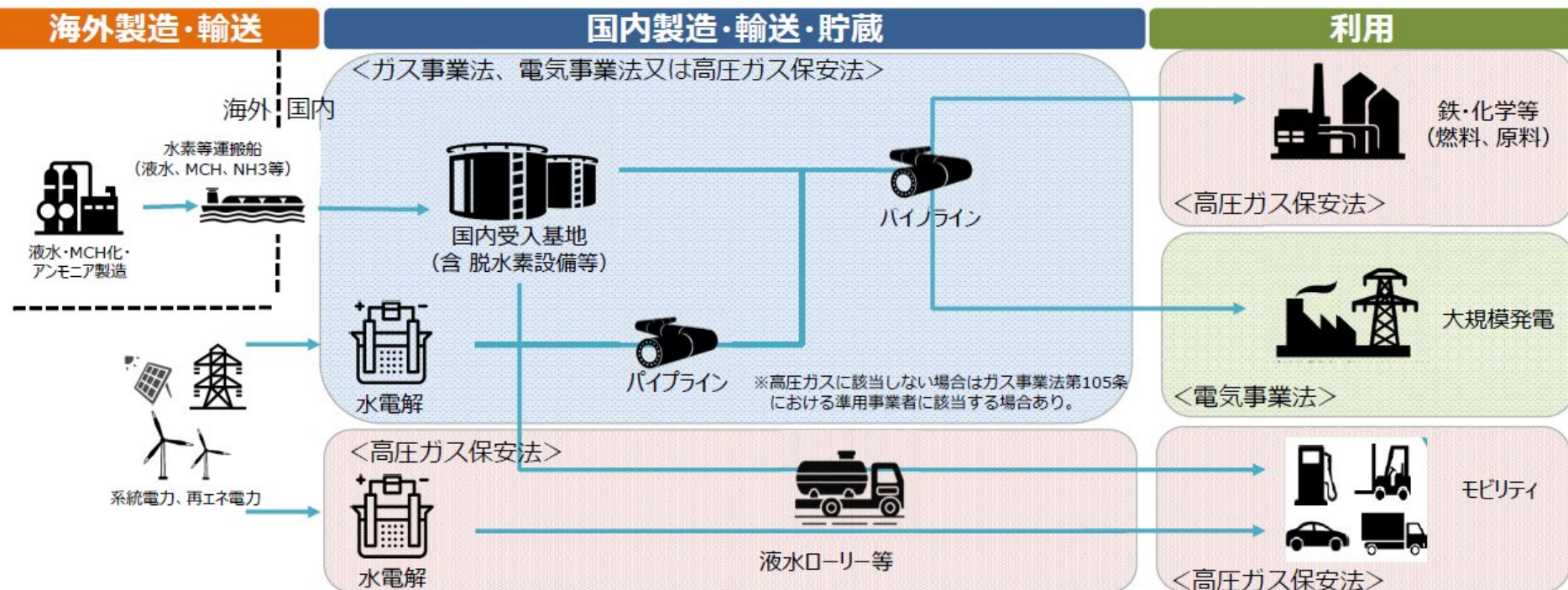
【発電設備の場合の系統接続フロー】



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が定められている

【適用法令のイメージ】



【サプライチェーン別の主な法規制の概要】

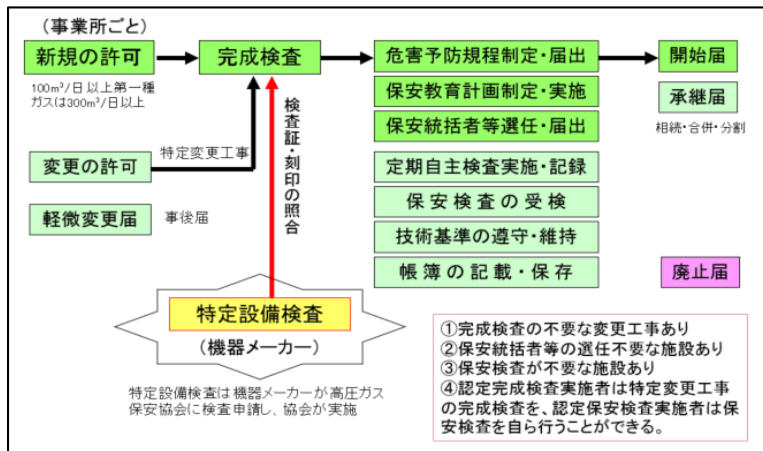
規制・許認可概要		対象法規制または許認可		
製造・輸送	供給	利用	1 届出の提出	■ 高圧ガス保安法 ➢ 高圧ガスの製造・貯蔵・利用における届出の提出
			2 施設の設置制限	■ 石油コンビナート等災害防止法 ➢ 製造設備、貯蔵設備、入出荷設備の設置制限
			3 換気対策	■ 高圧ガス保安法 ➢ 滞留しない構造 ■ 労働安全衛生法 ➢ 水素漏えい時の換気対策が必要
			4 充填容器基準	■ 高圧ガス保安法 ➢ 充填容器の設定基準
貯蔵・輸送	供給	利用	5 改質器設置における届出及び測定	■ 大気汚染防止法施行規則 ➢ 改質器(水素製造用及び燃料電池用)はガス発生炉とみなされ、設置の届出と年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

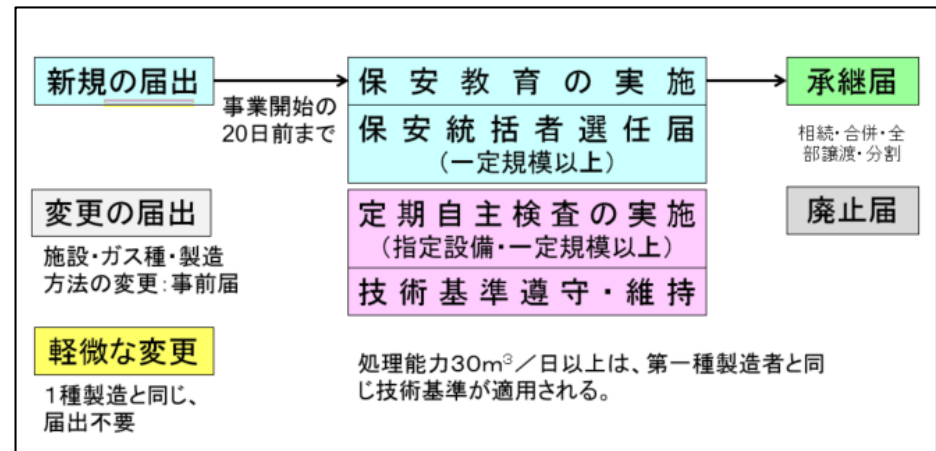
□ 製造設備の処理能力に応じて各都道府県へ手続きをする必要がある

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<u>1MPa以上</u>の場合は、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 <u>許可</u>
			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 <u>届出</u>

【許可の手続き】



【届出の手続き】

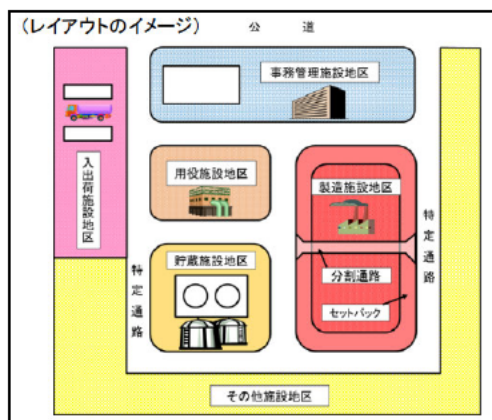


法規制について

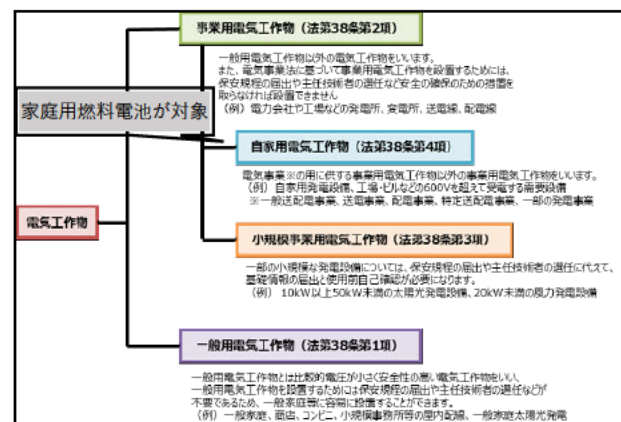
■ 施設の区分や燃料電池の使用に規制が定められている

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	高圧ガス保安法（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とする必要がある</u>
		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、除じん等の措置を講じる必要がある</u>
	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

【施設の設置制限】



【自家用電気工作物への規制】



出典：環境省 水素サプライチェーン事業化に関する調査・報告書（2023年版）

総務省消防庁 石油コンビナート等の防災対策

経済産業省 電気工作物の保安 (https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/detail/setsubi_hoan.html)

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 <u>1,000m³/h未満</u>	5年に1回以上
			・ 排出ガス量が <u>40,000m³/h未満</u> ・ 焼却能力が <u>4,000kg/h未満</u>	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 <u>40,000m³以上</u>	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	高压ガス保安法（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（ <u>充填容器：40℃以下、圧縮水素運送自動車用容器：65℃以下</u> など） ・ <u>容器置場の周囲2m以内</u> 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

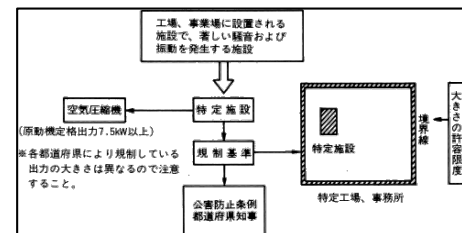
□ 水素を輸送する際にパイプラインを使用する際の規制が定められている

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）	・ 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

【騒音及び振動規制における届出】

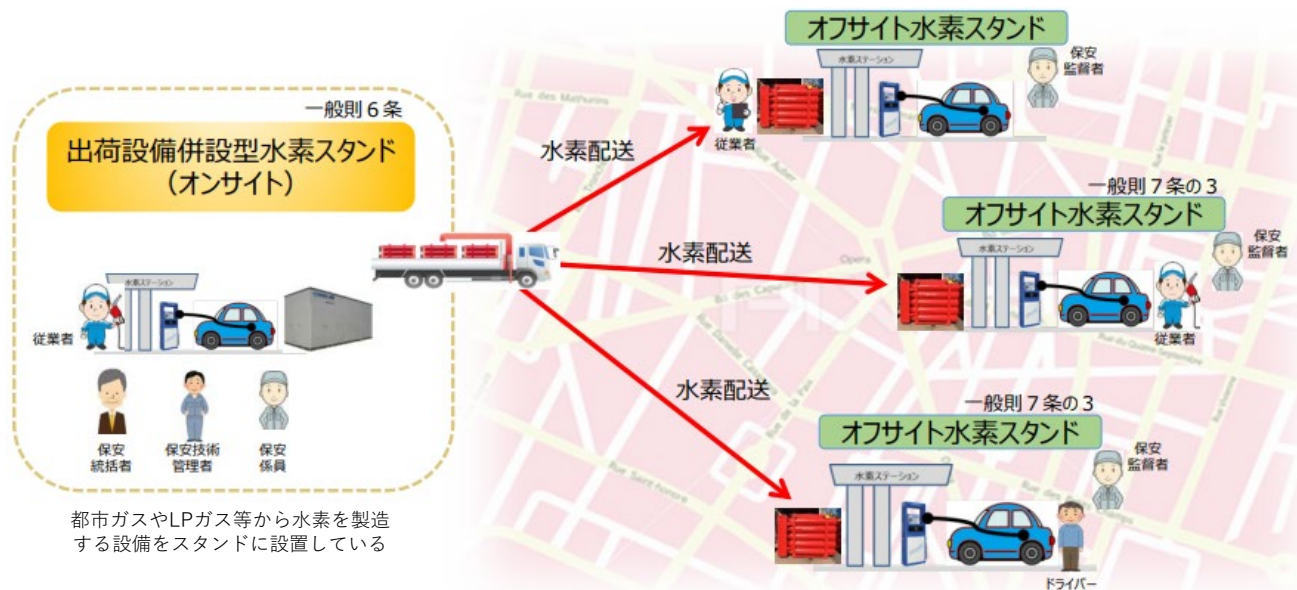


法規制について

□ 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</u> 必要がある	
			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装置を設けること
			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が講じる
			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、水素を取り扱うことが禁止されている

法規制について

□ 水素ステーションでは設備や機器の間隔について定められている

【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）】

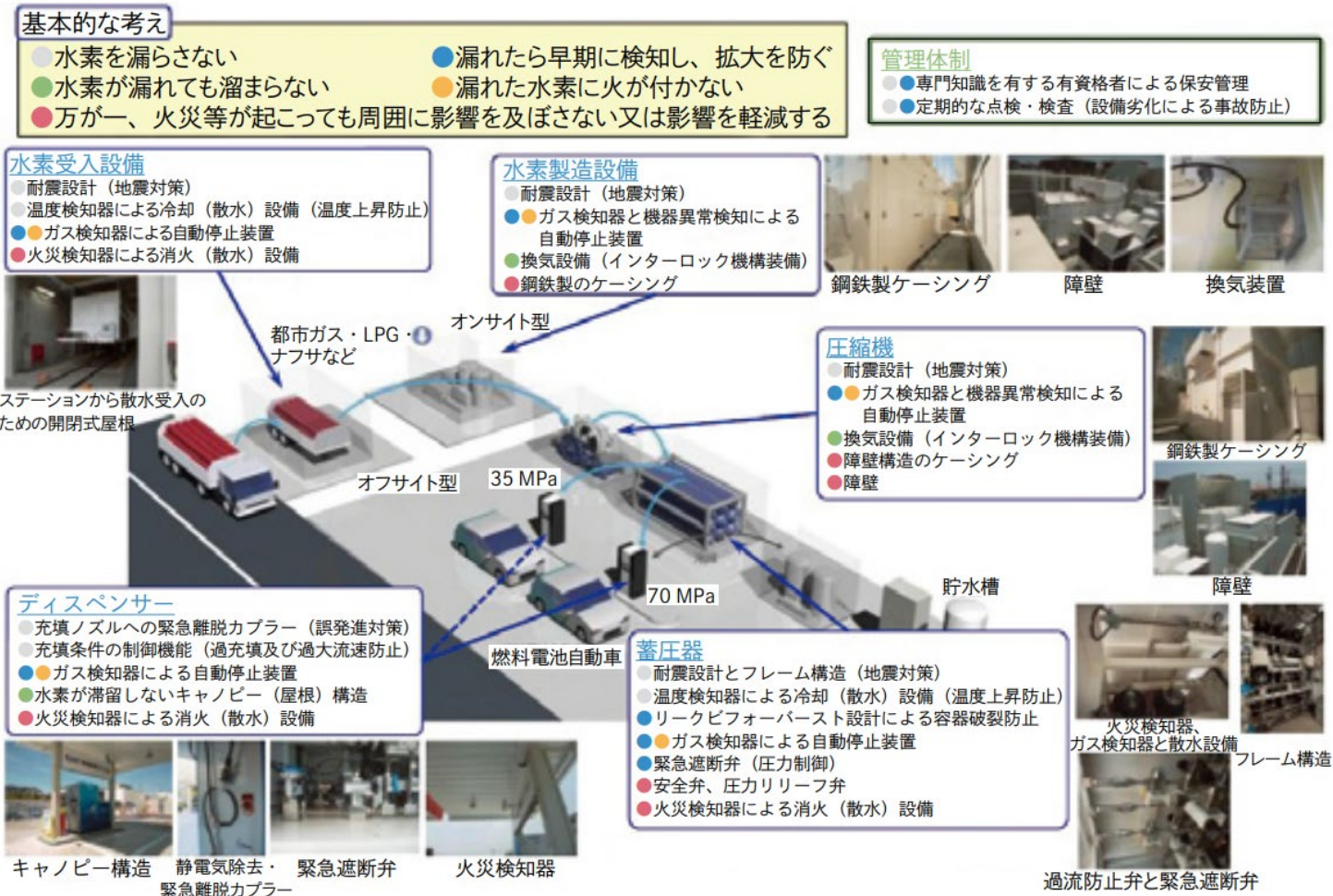
用途地域		圧縮ガスの取扱い可能量	
		改定前	改定後
第一種住居地域等	第一種低層住居専用地域	×	×
	第二種低層住居専用地域	×	×
	第一種中高層住居専用地域	×	×
	第二種中高層住居専用地域	×	○※
	第一種住居地域	350m3	○※
	第二種住居地域	350m3	○※
	準住居地域	350m3	○※
	近隣商業地域	700m3	○※
	田園住居地域	-	×
	商業地域	700m3	○※
準工業地域		3,500m3	○
工業地域等	工業地域	無制限	○
	工業専用地域	無制限	○

※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】

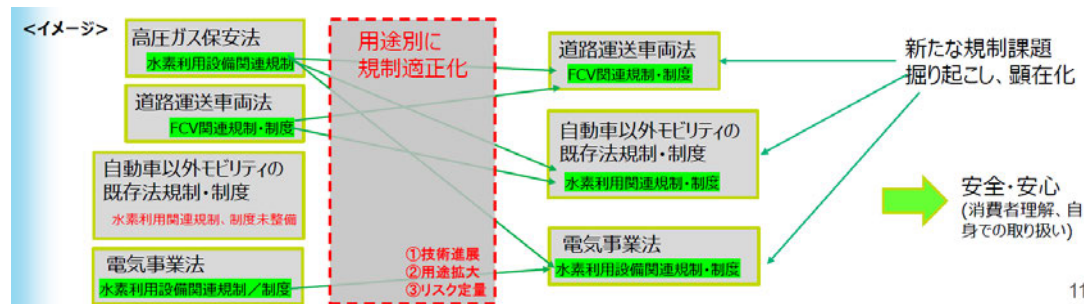


審議会などで議論された将来的な制度案

□ 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整備が円滑に対応ない - 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

【水素保安規制の将来イメージ】



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・アンモニアを燃料とする火力発電設備・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。

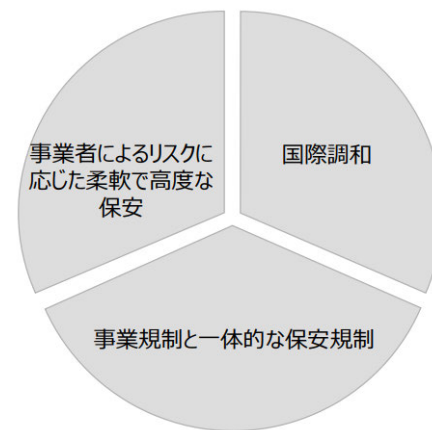
【水素保安戦略の目的】

【将来の水素保安のあり方】

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・の合理化・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

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)

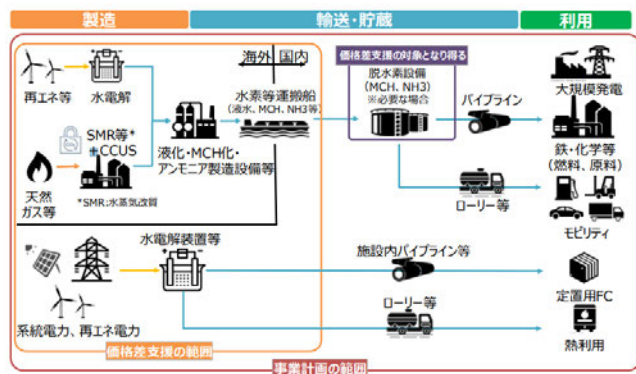
現行制度の課題

- ・ 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

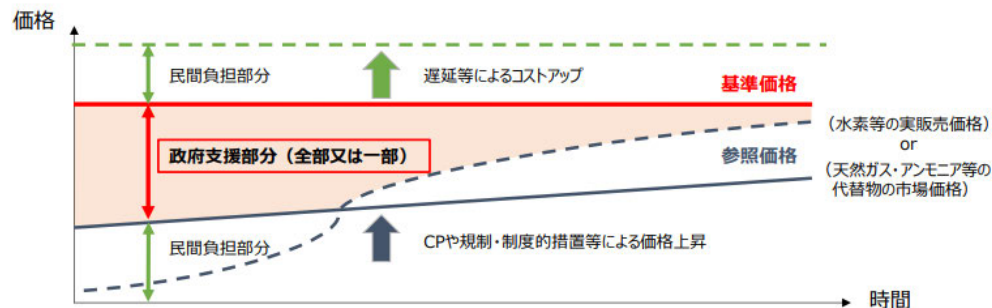
将来の展望

- ・ 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

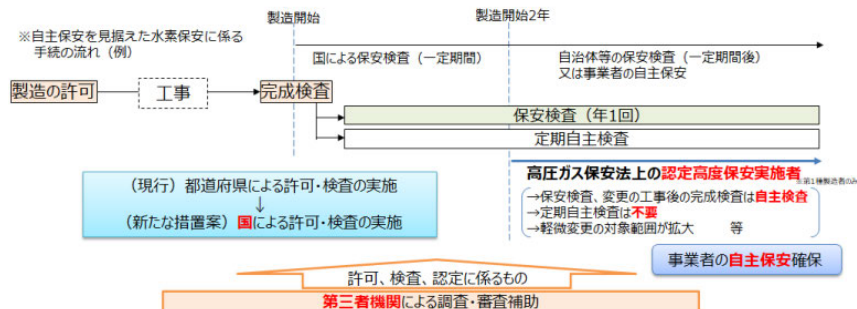
産業構造審議会
保安・消費生活用
製品安全分科会
水素保安小委員会
(R.6.1.29)

- ・ 高压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、想定されう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

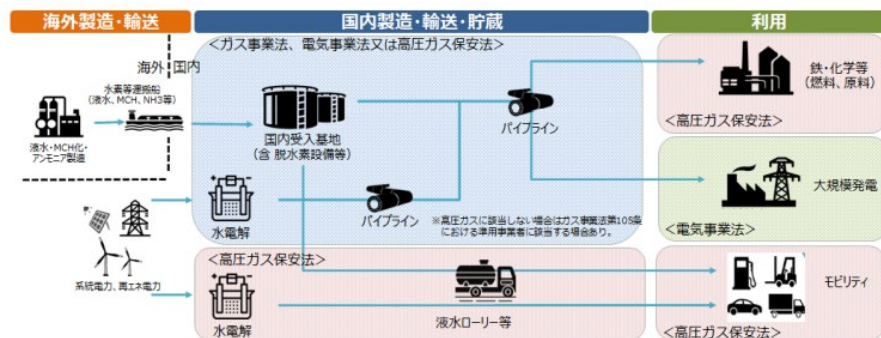
将来の展望

- ・ 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・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】



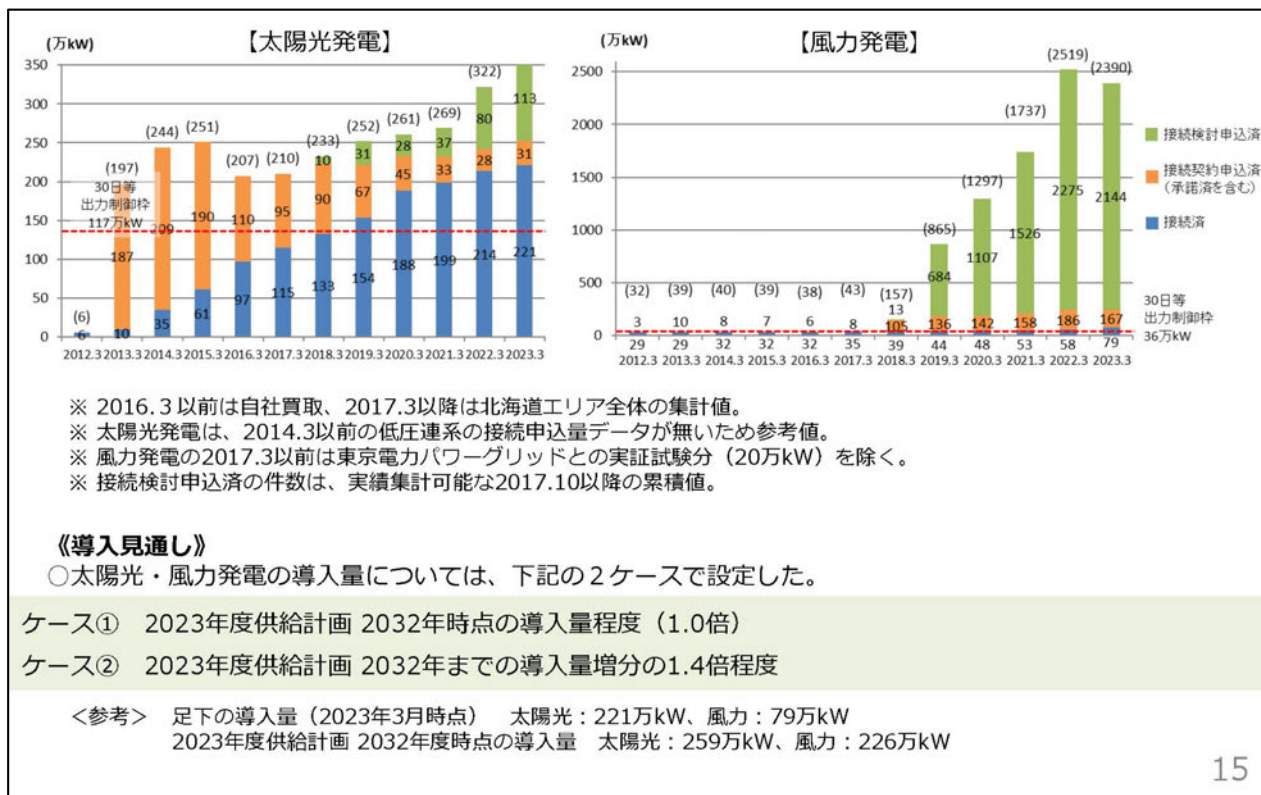
【適用法令のイメージ】



(3) 出力制御対策にかかる情報整理・課題分析

- 国の審議会等の公開情報や過去の調査結果、(1)と(2)の結果等に基づき、道内における出力制御対策推進に向けた情報整理・課題分析や、北海道内で出力制御対策の取組を広めていくために実施すべき施策等について検討する。
- ❑ 道内の再エネ（太陽光・風力）導入が進み、特に風力発電は接続検討申込済みの容量が大きい。
- ❑ 2023年度供給計画 2032年度時点の導入量は、太陽光259万kW、風力226万kW

【太陽光・風力発電の導入状況】



- 再エネ出力制御の長期見通しにおいて、北海道の出力制御率は54.8%と試算されており、全国的に比較して出力制御率は大きい。（諸条件有）
- 需要、供給、系統それぞれで対策をした場合の出力制御率の変化も示されている。

【再エネ出力制御低減対策の効果】

- 仮に以下の対策が各々講じられた場合に、各エリアの出力制御率※がどのように変化するかを試算したところ、下表の結果となった。 ※無制限無補償ルール事業者に対する出力制御率
- ・需要対策：各エリア最低需要の10%分について、蓄電池が6時間容量分の需要創出と仮定
- ・供給対策：火力等発電設備の最低出力を30%としたと仮定
- ・系統対策：現在建設中の地域間連系線の増強に加え、マスタープランにおいて増強の必要性が高いとされた地域間連系線が増強されたと仮定
(北海道→東北200万kW・東北→東京200万kW、北海道→東北+30万kW、九州→中国+278万kW、東北→東京+455万kW)

<出力制御率(%)>

※表中括弧内の数値は各社ケース②において見込まれる出力制御率（赤枠）に対する差分

(%)	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
各社ケース② ※1,2,3,4 において見込まれる 出力制御率	54.8	54.9	3.5	3.9	2.7	5.3	14.2	2.8	30	0.08
需要対策	48.2 (▲6.6)	50.7 (▲4.2)	3.2 (▲0.3)	2.6 (▲1.3)	2.3 (▲0.4)	4.7 (▲0.6)	10.9 (▲3.3)	1.7 (▲1.1)	23 (▲7)	0 (▲0.08)
供給対策	47.7 (▲7.1)	46.0 (▲8.9)	0.8 (▲2.7)	3.2 (▲0.7)	2.2 (▲0.5)	2.8 (▲2.5)	9.7 (▲4.5)	2.4 (▲0.4)	28 (▲2)	0 (▲0.08)
系統対策 50%分活用	1.8 (▲53.0)	26.9 (▲28.0)	—	—	—	—	—	—	19 (▲11)	—
100%分活用	1.0 (▲53.8)	11.4 (▲43.5)	—	—	—	—	—	—	12 (▲18)	—

※1 太陽光と風力について、足下から2023年度供給計画2032年の導入量の伸びの1.4倍程度まで導入された場合を想定したもの。
導入量については、機械的に伸ばしたものであり、将来的な地域の偏在性を想定するものではない

※2 「無制限無補償ルール事業者の再エネ出力制御見直し」（2022年度実績ベース） ※3 連系線活用率100%の場合（北陸は50%、中三社は0%）

※4 各一般送配電事業者試算のうち、太陽光・風力を統合した出力制御率を提示

出所：各エリア一般送配電事業者

- 2022年度の再エネ出力制御実施状況は北海道で0.04%であり、全国的に比較すると出力制御率は低い状態である。需要に対する再エネ導入量が現時点では他地域より低いことなどが一因と考えられ、量としては191万kWhの出力制御が実施されている。

【再エネ出力制御の実施状況等】

	九州					北海道	東北	中国	四国	沖縄
	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2022年度	2022年度	2022年度	2022年度	2022年度
年間の出力制御率 ※2	0.9%	4.0%	2.9%	3.9%	3.0%	0.04%	0.45%	0.45%	0.41%	0.08%
[年間制御電力量 (kWh)]	[1.0億]	[4.6億]	[4.0億]	[5.3億]	[4.5億]	[191万]	[6,379万]	[3,988万]	[1934万※6]	[34.9万]
[年間総需要 (kWh)]	[864億]	[844億]	[837億]	[853億]	[845億]	[301億]	[813億]	[585億]	[274億※6]	[69億]

2023年度	北海道	東北	中部	北陸
太陽光・風力 接続量	300万kW※1 太陽光 221万kW 風力 79万kW	1,030万kW※1 太陽光 814万kW 風力 216万kW	1,156万kW※1 太陽光 1,120万kW 風力 36万kW	139万kW※1 太陽光 122万kW 風力 17万kW
年間の出力制御率※2	0.01% (見込み) ※3、4	0.93% (見込み) ※3、4	0.26% (見込み) ※3、4	0.55% (見込み) ※3、4

2023年度	関西	中国	四国	九州	沖縄
太陽光・風力 接続量	716万kW※1※6 太陽光 699万kW 風力 17万kW	699万kW※1 太陽光 664万kW 風力 35万kW	361万kW※1※6 太陽光 331万kW 風力 30万kW	1,216万kW※1 太陽光 1,156万kW 風力 60万kW	45万kW※1 太陽光 43.5万kW 風力 1.4万kW
年間の出力制御率※2	0.20% (見込み) ※3、4	3.8% (見込み) ※3、4	3.1% (見込み) ※3、4	6.7% (見込み) ※3、4	0.14% (見込み) ※3

※1 2023年度は2023年3月末時点。
 ※2 出力制御率 [%] = 変動再エネ出力制御量 [kWh] ÷ (変動再エネ出力制御量 [kWh] + 変動再エネ発電量 [kWh]) × 100
 ※3 各エリア一般送配電事業者による見込み。あくまでも試算値であり、電力需要や電源の稼働状況等によって変動することがある。
 ※4 連系線活用率は右のとおり。中部・関西:-20%、北陸・中国:10%、四国:20%、北海道・東北(北本):50%、東北(東北東京):80%、九州:100%
 ※5 当該表に無い東京エリアにおいては、現時点で、通常想定される需給バランスにおいて、再エネ出力制御が生じる蓋然性は低い見通し。
 ※6 淡路島南部地域は四国に含む。

- 最新（2024年度）の再エネ出力制御見通しは北海道で0.2%であり、全国的に比較すると出力制御率は低い状態である。需要に対する再エネ導入量が現時点では他地域より低いことなどが一因と考えられ、量としては0.1億kWhの出力制御が見込まれている。

【2024年度の各エリアの再エネ出力制御見通し】

	北海道	東北	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
出力制御率見通し (2024年度) 出力制御率(%) ※2 [制御電力量(kWh)]	0.2% [0.1億 kWh]	2.5% [4.0億 kWh]	0.6% [1.0億 kWh]	1.1% [0.2億 kWh]	0.7% [0.8億 kWh]	5.8% [5.7億 kWh]	4.5% [2.4億 kWh]	6.1% [10億 kWh]	0.2% [87万 kWh]
仮に、エリア全体がオンライン 化した場合 出力制御率(%) [制御電力量(kWh)]	0.1% [0.05億 kWh]	1.5% [2.4億 kWh]	0.5% [0.8億 kWh]	1.1% [0.2億 kWh]	0.5% [0.5億 kWh]	5.2% [5.0億 kWh]	3.9% [2.1億 kWh]	6.1% [10億 kWh]	0.07% [37万 kWh]
連系線利用率 ※3	50%	北本-50% /東北東京 80%	-20%	10%	-20%	0%	30%	95%	—
最低需要 ※4 (2022年度) [万kW]	280	719	1,056	222	1,190	475	226	718	70.5
変動再エネ導入量 (2022年度) [万kW]	300	1,030	1,156	139	716	699	361	1,216	40.2
変動再エネ導入量/最低 需要 (2022年度) [%]	107%	143%	109%	63%	60%	147%	160%	169%	57%
(参考) 出力制御率見 通し (2023年度想定更 新後) ※5 出力制御率(%)	0.01%	0.93%	0.26%	0.55%	0.20%	3.8%	3.1%	6.7%	0.14%

※1 本表に掲載のない東京エリアについては、2024年度に出力制御が発生する蓋然性は低い見通し。

※2 出力制御率は変動再エネ（太陽光・風力）の数値。

出力制御率 [%] = 変動再エネ出力制御量 [kWh] ÷ (変動再エネ出力制御量 [kWh] + 変動再エネ発電量 [kWh]) × 100

※3 各エリアで出力制御が発生する場合に蓋然性が高い連系線利用率の値を採用。－はエリア外からの受電。

※4 4月から5月8日までの昼間の太陽光発電の出力が大きい時間帯の最低需要とする。沖縄エリアは3月。

※5 2023年度の数字は2023年4～6月の実績を反映したもの。出所：第47回 系統WG（2023年8月3日）

※6 関西は淡路島南部地域を除く、四国は淡路島南部地域を含む。

出典：各エリア一般送配電事業者

4

- 新たな出力制御対策パッケージが議論されており、需要対策として「家庭用蓄電池・ヒートポンプ給湯機の導入等を通じた需要の創出・シフト」や「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」が掲げられている。

【需要面での出力制御対策（家庭）】

1. 需要面での対策

- 家庭部門・産業部門のそれぞれに対し、予算による支援を講じつつ、合わせて、制度面での環境整備も行うことで、出力制御時間帯の需要家の行動変容、それによる余剰再エネ利用を促す。
- また、データセンター等の大規模需要の立地誘導などにより、出力制御量の多いエリアにおける需要創出の検討も進めていく。

【具体的な対策（1）：家庭（低圧）部門】

①家庭用蓄電池・ヒートポンプ給湯機の導入等を通じた需要の創出・シフト

- 家庭用・業務産業用蓄電システムの設備導入支援に関する予算を大幅拡大
※家庭用については、令和4年度補正20億円（約6,000台）→令和5年度補正100億円の内数（数万台）に拡大
- ヒートポンプ給湯機を含む高効率給湯器の家庭への導入支援に関する予算を措置（令和5年度補正予算(580億円)）
※ヒートポンプ給湯機について、昼間の余剰再エネ電気を活用できる機能に有する機種について支援額を上乗せし、そうした機種について補助額を5万円から10万円に倍増。ヒートポンプ給湯機を含めた高効率給湯器の導入見込み台数は40万台超。
- 系統連系手続の円滑化等（JET認証等の制度・運用面の検討）

②機器のDR Ready化（通信制御機器の設置）

- 上記の予算支援に加え、省エネ法に基づく措置について、省エネ小委で議論中。この動きに呼応して、国と業界団体（電気事業連合会と、ヒートポンプ給湯機のメーカーを代表する日本冷凍空調工業会等）において、ヒートポンプ給湯機の最大限活用に向けた課題（規格や契約要件等）についての対応検討に着手。

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）

- 今秋以降、各電力会社が出力制御の抑制につながる電気料金サービスを展開。また、対策の更なる深掘りに向けて、新電気料金メニュー・サービスの提供について検討等が進められている。
- 省エネ法に基づき、一定規模以上のエネルギー小売事業者に対し、消費者の省エネ・非化石転換・DRを促す情報提供・サービス提供を促す仕組みを省エネ小委で議論中。
- その他、EVを含む需要側リソースを調整力として活用する仕組み（2026年開始予定）の構築等にも引き続き取り組む。

- 新たな出力制御対策パッケージが議論されており、需要対策として「家庭用蓄電池・ヒートポンプ給湯機の導入等を通じた需要の創出・シフト」や「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」が掲げられている。

【需要面での出力制御対策（産業）】

【具体的な対策（２）：産業（特高・高圧）部門】

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

- 系統用蓄電システム等の導入支援に関する予算を措置（令和6年度当初予算 概算要求(120億円)）
※令和4年度補正予算を活用し、JR九州と住友商事グループの連携の下、九州新幹線の沿線地や遊休地に電気自動車（EV）用中古バッテリーを活用した「蓄電ステーション」を設置する等、新たな取組が進んでいる。
- 再生可能エネルギー電源に併設する蓄電池の導入支援に関する予算を措置（令和5年度補正予算(160億円の内数)）
- 蓄電池の活用に向けた制度的・実務面での対応の検討。

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

- 家庭用・業務産業用蓄電システムの設備導入支援に関する予算を措置（令和5年度補正予算(100億円)）【再掲】

③ 電炉等の電力多消費産業におけるDRの推進

- 改正省エネ法に基づき、大規模需要家のDR実績の定期報告を義務化。また、出力制御時間帯のDRを更に促進すべく告示を改正。当該制度等を通じて取組を促進。
- 東京製鐵（電炉製造業）や中越パルプ工業（紙・パルプ製造業）において、出力制御時間帯の上げDRの取組を実施（九州電力による料金メニューとも連動）。今後、実施の更なる拡大を促す。

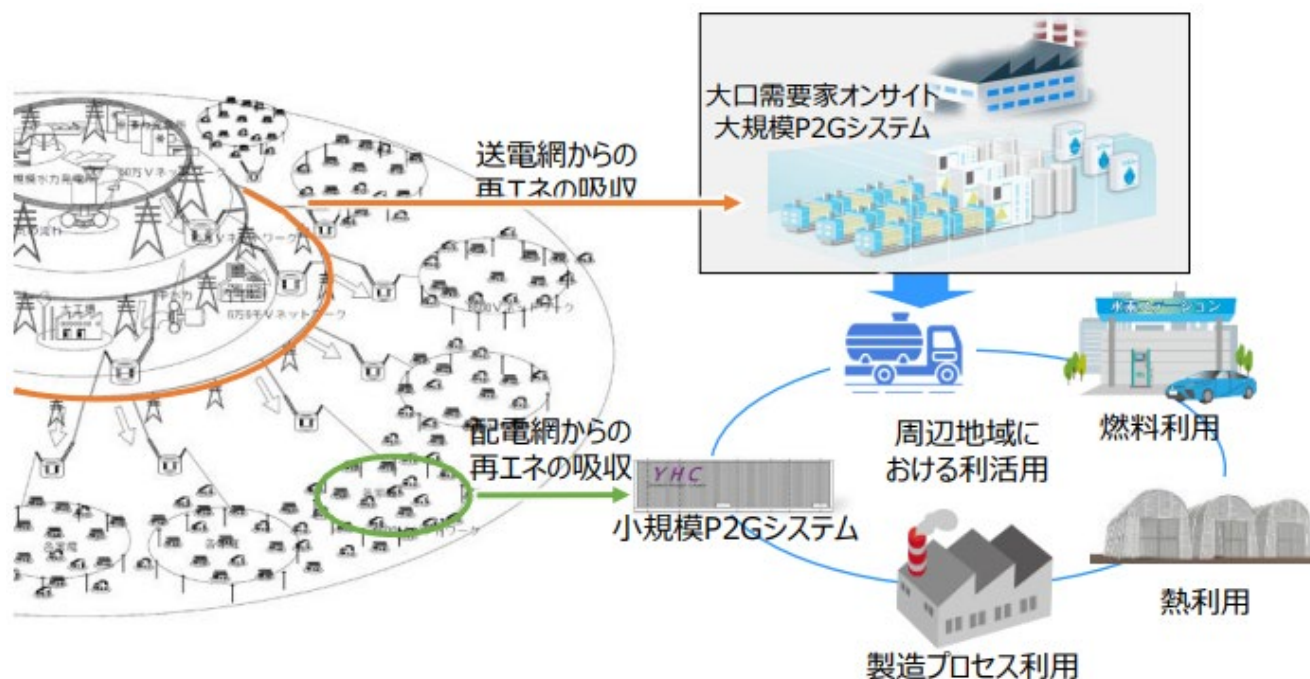
④ 電力の供給構造の変化に合わせた電力多消費産業の立地誘導・需要構造の転換

- 大規模需要の立地を誘導するため、一部電力会社において、ウェルカムゾーンマップを公開。足元では、九州や北海道で大規模な新規需要が発生する見込み。

水素利活用による出力抑制対策について

- 重点分野の1つとして位置づけられている水素については、商用規模の水素サプライチェーンの構築を見通す技術の確立を目指すほか、余剰な再生可能エネルギー由来の電力を水素に変え、熱需要の脱炭素化や基礎化学品の製造などで活用するPower to Xの実現を目指すことが掲げられている

【Power to X のイメージ】



水素基本戦略（2023.6）

- 水素産業協力強化の観点から水素の導入をはかることとし、大規模（産業用）から小規模（家庭用）、多様なモビリティなど水素の拡張性を活かした需要の創出を重要視

【水素基本戦略改定のポイント】

水素の社会実装に向けた方針

- 安全性やエネルギー安全保障に加え、経済効率性の向上、環境適合等の**S+3Eの観点**及び**水素産業競争力強化の観点**も踏まえた水素等の導入を図る。
- 本戦略は、水素から生成されるアンモニアや合成メタン、合成燃料等についても、その課題や開発等の時間軸も踏まえつつ、導入を戦略的に進めていく。

基本戦略

供給の拡大

- (a) 安定かつ低コストな水素等供給に向けた取組を加速するため、**2040年での導入目標を新たに1200万トン/年程度と位置づけ**。
- (b) 低炭素水素等への移行を促すため、以下に取り組む。
 - ① **新たに水素・アンモニアの低炭素目標を設定**
 - ② **低炭素水素の導入に向けた規制誘導措置を設ける方向性を明示**
- (c) 特に、国内での水素等製造基盤や供給体制の構築に取り組む。
2030年までに日本関連企業の水電解装置（部素材を含む）の国内外導入目標を15GW程度と設定。
- (d) 国際水素等サプライチェーンの構築を推進すべく、**資源国との関係強化や輸送技術の開発、ファイナンスの拡充**に取り組む。

需要の創出

- (a) 発電分野において、従来の**混焼率のみならず専焼を含めた幅広い混焼率を実現し、需要家の脱炭素化への動きに合わせた選択肢を提供**することで需要の創出を促す。
- (b) 燃料電池（モビリティ・動力分野）や水素・アンモニアの燃料利用において、**FCスタック技術の商用車や鉄道、船舶、航空機、建設機械、農業機械、荷役機械等のアプリケーションへの展開、同時に港湾や空港等の脱炭素化の推進**に取り組む。
- (c) 産業分野においては、hard-to-abateな工場等の中・高温域の熱需要の脱炭素化を図るべく、**ボイラー等の需要機器の導入など、水素・アンモニアの燃料利用促進**に取り組む。また、**鉄鋼・化学の分野を中心に原料利用の技術開発**に取り組む。
- (d) 民生分野においては、家庭での熱需要の脱炭素化に向けて、**家庭用燃料電池の高性能、低コスト化を実現する技術開発と普及促進**に取り組む。

大規模なサプライチェーン構築に向けた支援制度の創設

- (a) **大規模かつ強靱なサプライチェーン構築支援（既存燃料との価格差支援）**や
- (b) **需要創出に資する効率的な供給インフラの整備支援（拠点整備支援）**等の制度整備に取り組む。

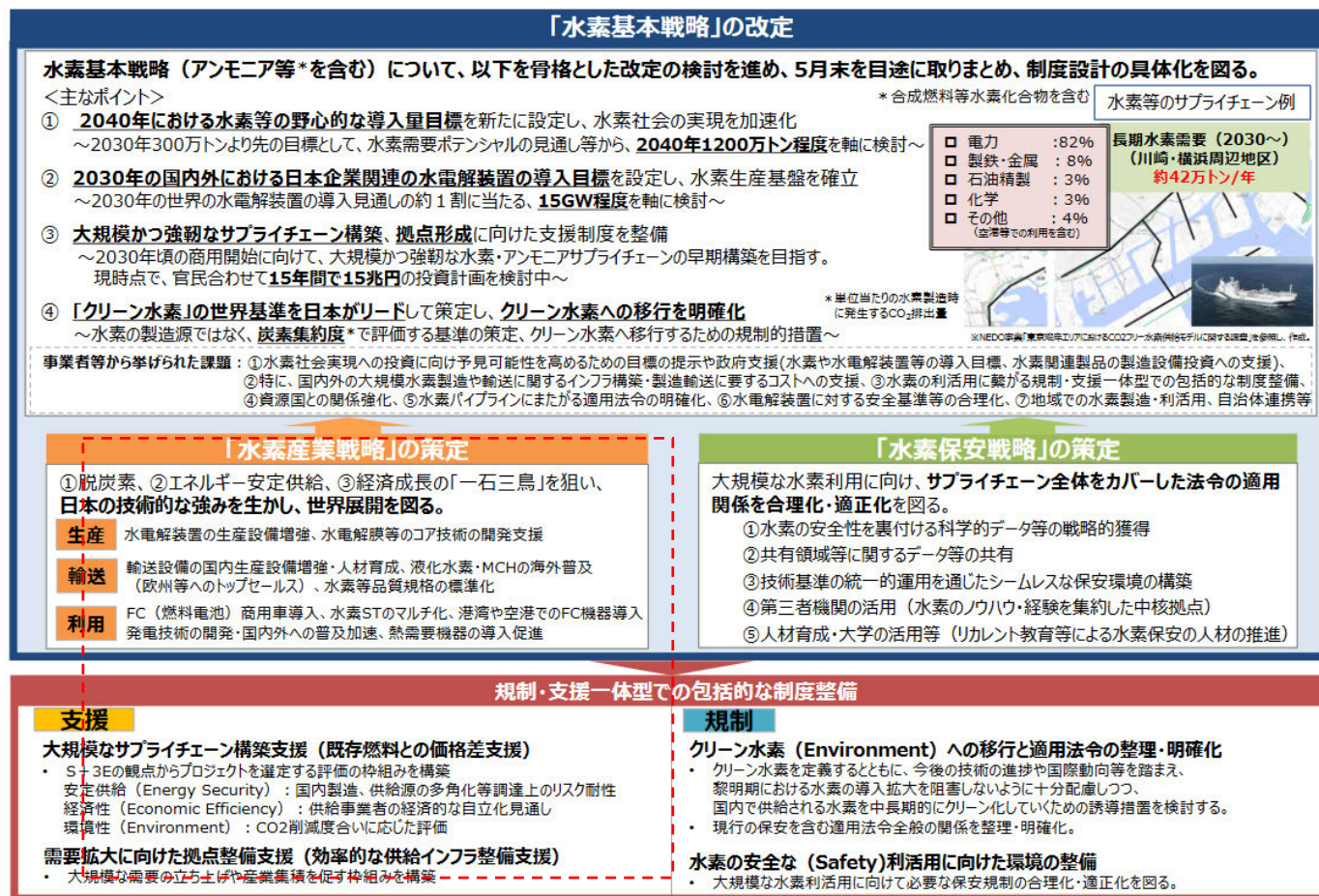
その他

- ① 地域における水素等利活用の促進及び自治体との連携 ② 革新的な技術開発の推進
- ③ 標準化や多国間枠組みにおける活動等の国際連携 ④ 国民理解に向けた情報提供・発信 等に取り組む。

水素基本戦略 (2023.6)

- 水電解装置・輸送設備の生産設備増強、人材育成、水素の拡張性を活かした需要の創出を重要視

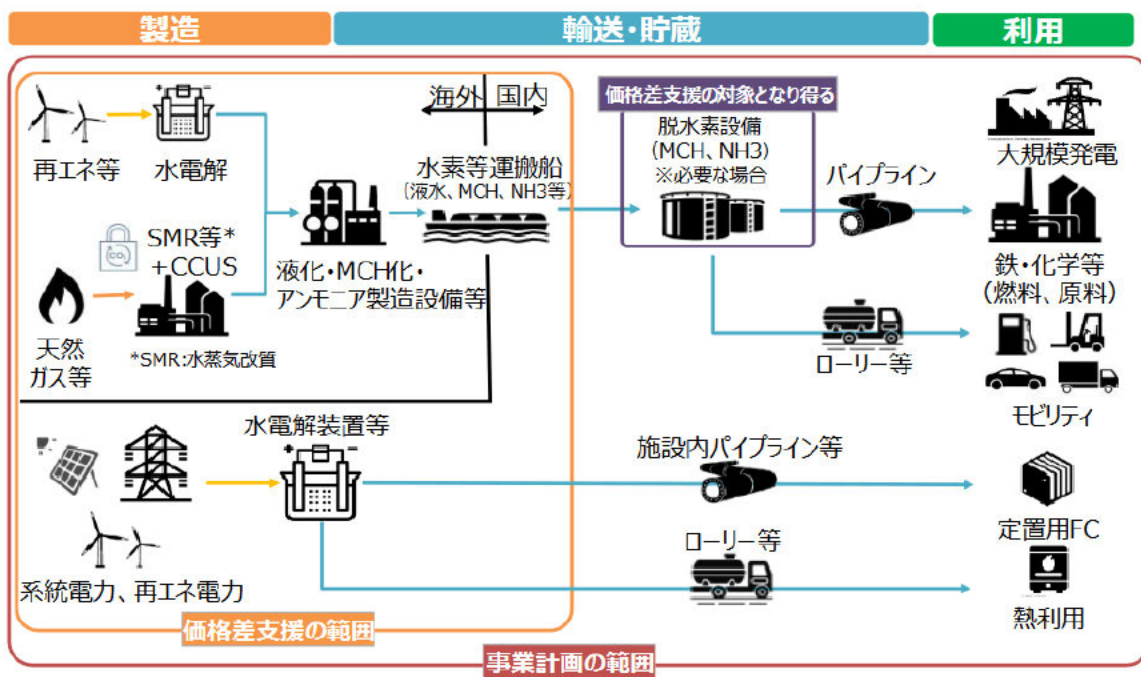
【水素社会実現に向けた政策の骨格】



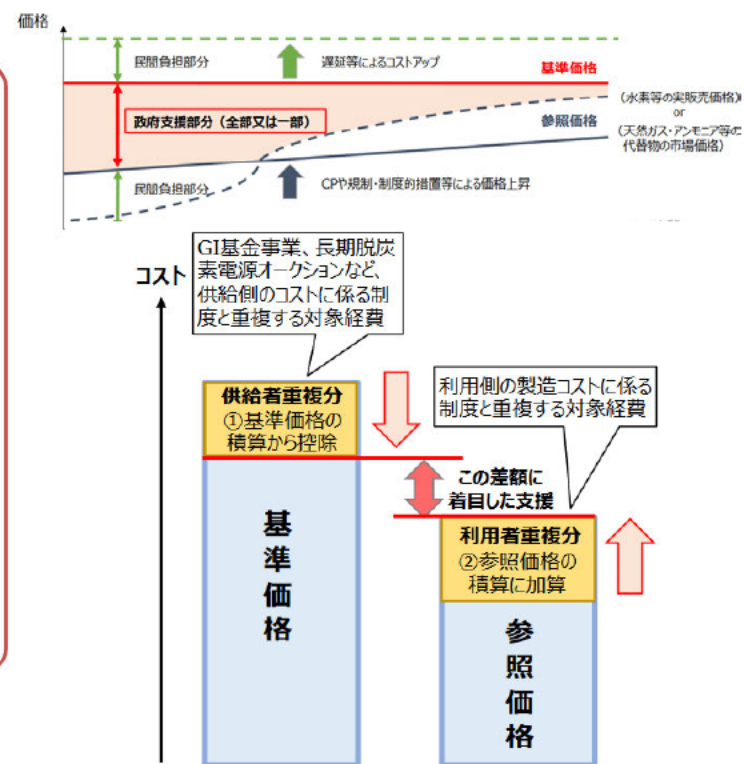
水素・アンモニア政策小委員会 中間取りまとめ（2024.1）

- 「水素等は、余剰電力を水素に変換し、あらゆる形で輸送・貯留・利用することが可能であり、再エネ等のゼロエミッション電源のポテンシャルを最大限活用することも可能」
- 「基準価格、参照価格をプロジェクトごと個別に決定し、その価格差の全部又は一部を 15 年間にわたり支援する」

【水素の製造・輸送・貯留・利用】



【水素の価格差支援】



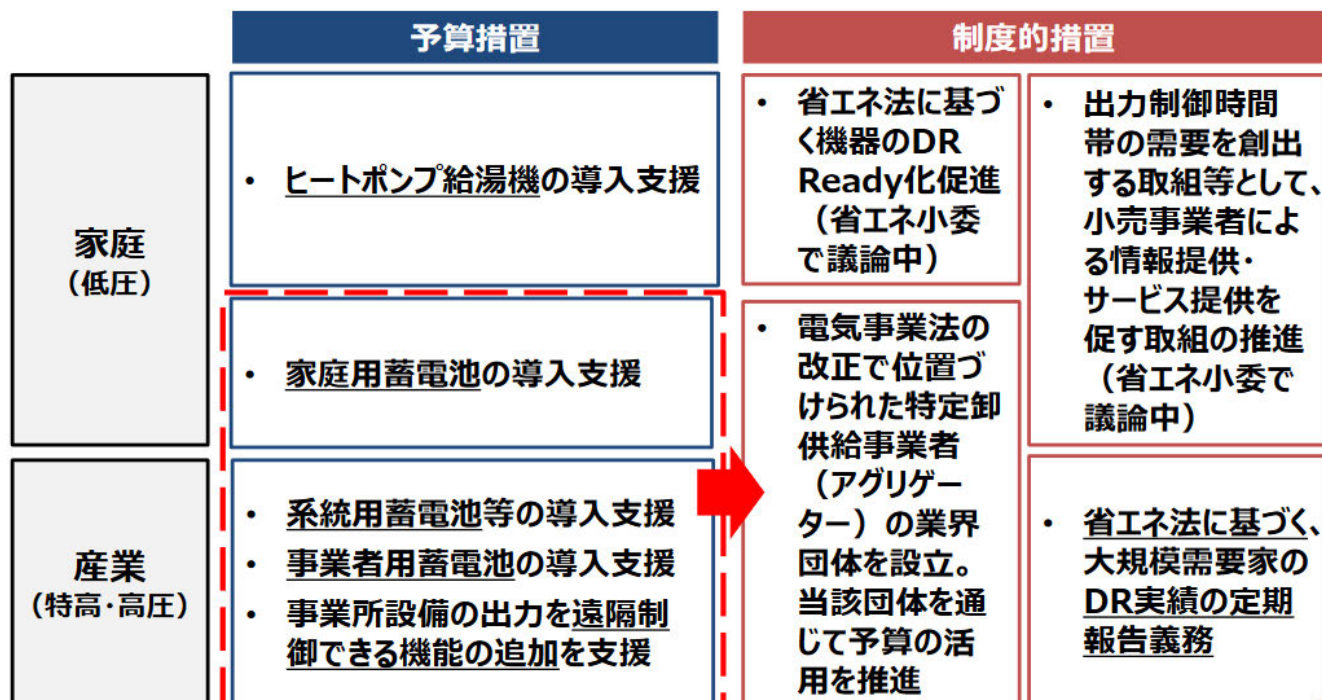
❑ 低圧リソースは1つ1つは調整力が小さいが道内の特性を活かした水平展開し易い分野が重要

→家庭用暖房給湯への展開が施策として有効と考えられる。

❑ 大規模な調整力としては少数のプラントで大きな調整力をもつ大型蓄電池や水電解装置が重要。

→道内では電化が困難な熱需要である産業用熱需要（地域熱供給やボイラー）や拡張性の高いモビリティ分野での水素サプライチェーン構築への施策が有効と考えられる。

【出力抑制対策パッケージ概要】



今後の課題

- ❑ 国の審議会でも出力抑制対策パッケージが検討されている。
- ❑ 道内では電化が困難な熱需要である家庭用暖房や産業用熱需要（地域熱供給やボイラー）へのD R対策が重要と考える。

DR

- ❑ 調査（１）のとおり、関係各社へヒアリングした結果、将来的な出力抑制対策のポテンシャルは道内でも充分見込めるが、事業性、法律、普及啓発、市場形成などが追いついていないなどの課題もある状況。
- ❑ このため、D Rリソースについて本年度調査したポテンシャルの中で、現実的にはどこまで増やせるかを次年度以降更に調査を行い、需要家へメリットが出るような電気料金メニューなどを併せた引き続きの実証試験等にも取り組みながら、普及啓発も並行して進めていくことが重要と考える。
- ❑ その他、本業務では検討しきれなかった高圧リソースを含め、対象リソースの範囲を広げた調査が必要である。

水素利活用

- ❑ 水素は利用の拡張性が高く多方面での需要の検討が可能であり、道内（特に道央圏）のポテンシャルは非常に高い。
- ❑ 大型水電解装置の稼働が出力制御対策の1つとなると考えられ、将来的に見込まれている出力制御の増加への対策、ひいては道内の再エネポテンシャル活用の最大化へつながることも期待される。
- ❑ 上記のように将来的には有望な点が多いが、まだ個別のモデルの検証や積み上げが少ないため、各需要家での検証が必要。多様なモビリティのほか、道内の特色を活かした食料品製造業などの工場・事業所などでの検討も有効と考える。

(4) 参考資料

用語	意味
アグリゲーター	電力需要かが持つエネルギーリソースをたばね、需要家と電力会社の間に立ち、電力の需要と供給のバランスコントロールや各需要家のエネルギーリソースの最大限の活用に取り組む事業者のこと。
エコウィル	戸建て用の家庭用ガスコージェネレーションシステムで発電時の熱を暖房や給湯にも活用する機器のこと。
エコキュート	ヒートポンプ技術を利用し空気の熱で湯を沸かすことができる電気給湯機のうち、冷媒としてフロンではなく二酸化炭素を使用している機種のこと。
エコジョーズ	潜熱回収型ガス給湯器の1種。従来型給湯器の一次熱交換器に加え二次熱交換器を設置し、排気ガスの熱を回収して再利用することができる。
エネファーム	家庭用燃料電池の共通ブランドのこと。当初はPEFCタイプだけであったが、その後に発売されたSOFCタイプは「エネファームType S」と呼ばれている。
グリーン電力	太陽光・風力・バイオマス・水力・地熱など自然を利用した「再生可能エネルギー」で作った電気のこと。
系統	発電所で作った電気を各地へ送る「送電網・配電網」のこと。
コージェネレーション	発電時に排出される熱を回収して給湯や暖房などに利用する「熱電併給システム」のこと。
コレモ	ガスエンジンで発電し、その発生熱を暖房に有効活用するシステムのこと。
需給調整市場	周波数制御や需給バランス調整を行うための電力を広域的に調達するための市場のこと。
出力制御	電気の需給量を合わせるために発電設備をコントロールし、発電・供給する電気量を調整すること。
蓄電池	電気を蓄えられる機能を持った充電装置のこと。電力系統や再生可能エネルギー発電所などに接続する「系統用蓄電池」などがある。
低圧リソース	低圧需要家に設置されている蓄電池など電圧200V以下で容量が50kW未満の電源のこと。
ネガワット	需要家の節約により余剰となった電力を、発電したことと同等にみなす考え方のこと。
ハイブリッド暖房システム	ヒートポンプをメインの暖房機として使い、設定した温度に維持出来なくなった場合補助的に燃油式暖房機を運転するシステムのこと。

用語	意味
発動指令電源	容量市場に参加する電源等のうち、「単体の期待容量が1,000kW未満の電源や、安定的供給力を提供できない自家発・DRなどを束ねることで期待容量が1,000kW以上の供給力を提供するもの」のこと。
ピークカット	電力の使用量が最も多い時間帯に電力使用量を削減すること。
ピークシフト	電力の使用を一般的に電力を多く使用する日中の時間帯から電力の使用量が少ない夜間などの時間帯にシフトさせて、使用電力を平準化させる方法のこと
非化石価値取引市場	再生可能エネルギーや原子力など化石燃料以外で発電された電気の「非化石価値」を示す証書を取引するために創設された市場のこと。
プレヒート	燃料を気化させるためにバーナー部分に予熱を与える作業のこと。
分散型リソース	太陽光発電システムなど電気などのエネルギーの利用者が所有しているエネルギー源のこと。
マイクログリッド	一定の地域に再生可能エネルギーなどを活用した小規模な発電施設を作り、大規模発電所に頼らないエネルギーの「地産地消」を行う仕組みのこと。
容量市場	電力ではなく電力を供給できる能力を取引する市場のこと。将来必要となる電力を確保する目的で取引が行われる。
DR	Demand Response（電力応答）の略称。電力の需要量を供給量に合わせる手法のこと。電気の需要量を増やすことで余剰電力を消費する「上げDR」と、電気の需要量を減らし節電をする「下げDR」がある。また、電気の余剰時やひっ迫時に関わらず、実需給断面で電力需給バランスを確保するために「需給調整市場でのDR」が実施されることもある。
EV	Electric Vehicle（電気自動車）の略称。電気をエネルギー源とし、電動機で走行する自動車のこと。
J-クレジット	省エネルギー機器の導入や森林経営などの取組によるCO ₂ などの温室効果ガスの排出削減量や吸収量のこと。低炭素社会実行計画の目標達成やカーボン・オフセットなど、様々な用途に活用できる。
JEPX	Japan Electric Power Exchange（日本卸電力取引所）の略称。日本で唯一電気を取引できる市場のこと。
UPS	Uninterruptible Power Supply（無停電電源装置）の略称。停電などによって電力が断たれた場合にも電力を供給し続ける電源装置のこと。
ΔkW	実需給時点で各時間帯毎に必要な能力をもった電源等を出力を調整できる状態であらかじめ確保すること。

用語	意味
圧縮機	コンプレッサーのこと。水素ステーションに設置される場合は70MPaでの充填を可能にするために水素を80～90MPaに加圧を行う。
圧縮水素	水素の最も主流な輸送手段。高圧水素タンクを搭載した専用のトレーラーやローリーで輸送される。
アンモニア	水素の輸送手段の1つ。アンモニアとして直接ほかの用途での活用も可能である。
液化水素	水素の輸送手段の1つ。液化によって体積が約800分の1になるため大量の水素を輸送する際に使われている。
カードル	ガス容器を何本かまとめて枠組みしてガスの取り出し口を集約したもの。水素の輸送手法の1つとして用いられている。
合成メタン・燃料	水素と二酸化炭素から製造され、燃料としてそのまま利用可能である。
水素ST	水素ステーションの略。燃料電池自動車の燃料である水素を供給する設備のある場所のこと。現地で水素の製造から供給を行う「オンサイト型」と、別の箇所で製造した水素を受け入れる「オフサイト型」がある。
水素吸蔵合金	特定の金属が水素と結合して水素化物になるという仕組みを利用し、水素を貯蔵することができる合金材料のこと。
ゼロエミッション電源	発電時にCO ₂ を排出しない再生可能エネルギー由来の電源のこと。
地域熱供給	冷水や温水等を一箇所でまとめて製造し、導管を通じて街や施設に供給するシステムのこと。
蓄圧機	液体の圧力エネルギーを気体の圧力エネルギーに変換して蓄えておく設備。水素ステーションでは水素を高圧で貯蔵している。
ディーゼル	軽油のこと。主にディーゼルエンジンの燃料として使用され、ガソリンエンジンに比べて二酸化炭素の排出量が少ない。
ディスペンサー	液体を精度良く定量供給するコントローラ及びその周辺機器の総称。水素ステーションでは水素をFCVに充填するためのノズルや操作盤がついており、安全に水素が充填できるように流量や温度を監視・制御している。
トレーラー	カードルを荷台に積み遠方へと輸送する車のこと。水素を輸送する際は主に圧縮水素の輸送に用いられる。

用語	意味
パイプライン	流体を移送するために設置されるパイプを連続的に接合したシステムのこと。大量の水素を輸送する場合に最適な手法であるが設置コストが高額であり、現在は製鉄所で作られた水素を近隣の化学工場に輸送するなどの近距離利用に限られている。
水電解（AEM型）	PEM型の水電解のセルと同じ構造だが、触媒などに貴金属を用いないことで低コスト化が見込める仕組みのこと。
水電解（PEM型）	固体高分子型水電解のこと。液体状態の水を電気分解するのではなく固体高分子と呼ばれる膜に水をしみ込ませその水を分解する。
メタネーション	水素とCO ₂ から都市ガス原料の主成分であるメタンを合成すること。
リスクコミュニケーション	リスク分析の全過程において、リスク評価者・リスク管理者・消費者・事業者・研究者・その他の関係者の間で情報および意見を相互に交換すること。
ローリー	トラックとタンクが一体となったトレーラーのこと。水素を輸送する際は主に液体水素の輸送に用いられる。
水素サプライチェーン	再生可能エネルギー等の水素源・製造・貯蔵・輸送・供給までのプロセス全体のこと。
FS調査	新規事業などのプロジェクトの事業化の可能性を調査すること。
CGS	Co-Generation System（ガスコージェネレーションシステム）の略称。都市ガスを燃料として必要な場所で電気をつくり、同時に発生する熱を冷房・暖房・給湯・蒸気などに利用できるシステムのこと。
FCV/FCバス	燃料電池内で水素と酸素の化学反応によって発電した電気エネルギーでモーターを回して走る自動車やバスのこと。
GX	Green Transformation（グリーントランスフォーメーション）の略称。温室効果ガスを発生させる化石燃料から太陽光・風力発電などのクリーンエネルギー中心へと転換し、経済社会システム全体を変革しようとする取り組みのこと。
MCH	メチルシクロヘキサンのこと。トルエンに水素を反応させてMCHに変換し、水素ガスと比べると体積当たり500倍以上の水素を含む輸送手段として活用される。
Power to X	再生可能な電気エネルギーの変換・保存・利用を可能にする一連の技術と経路のこと。

二次利用未承諾リスト

北海道における多様な分野での水素等の
需要の創出に向けた調査等事業 報告書

北海道における多様な分野での水素等の
需要の創出に向けた調査等事業

株式会社ドーコン

頁	図表番号	タイトル
4		DRの種類
14		低圧リソースの活用
19		水素サプライチェーン
21		道内の再エネポテンシャル
22		系統容量
25		熱供給エリアマップ 都心地域
25		熱供給エリアマップ 光星地区
26		熱供給エリアマップ 札幌駅北口
27		熱供給エリアマップ 厚別地区
28		熱供給エリアマップ 真駒内地区
29		水素ステーションの自立化
33		各地域の水電解装置容量
34		北海道の出力制御見込み
36		水素の貯蔵・輸送媒体例
39		発電設備の場合の系統接続フロー
40		適用法令のイメージ
41		サプライチェーン別の主な法規制の概要
42		許可の手続き
42		届出の手続き
43		施設の設置制限
43		自家用電気工作物への規制
45		騒音及び振動規制における届出
46		水素出荷設備併設型水素スタンドのイメージ
50		水素ステーションの安全対策
51		水素保安規制の将来イメージ
52		水素保安戦略の目的
52		将来の水素保安のあり方
53		価格差に着目した支援制度の支援範囲イメージ
53		価格差に着目した支援制度のイメージ
54		水素保安における新たな措置の流れ
54		適用法令のイメージ
56		太陽光・風力発電の導入状況
57		再エネ出力制御低減対策の効果
58		再エネ出力制御の実施状況等
59		2024年度の各エリアの再エネ出力制御見通し
60		需要面での出力制御対策（家庭）
61		需要面での出力制御対策（産業）

(様式 2)

[illegible]