

水素・アンモニアサプライチェーン投資促進・ 需要拡大策について

令和4年4月18日

資源エネルギー庁

省エネルギー・新エネルギー部

資源・燃料部

はじめに

- これまでの事業者ヒアや事務局説明等を踏まえ、委員会にて、商用水素・アンモニアサプライチェーンを構築や、効率的なインフラ整備、水素等の需要創出を供給側と一体で行う意義と、そのための課題についての議論が行われた。
- 今回は、諸外国の検討事例や、過去に新エネルギー源を社会実装した際の実績等を参照しながら諸課題を整理しつつ、必要な大規模投資及び需要の拡大を促すために必要な方策の大きな方向性を御議論いただきたい。

現状及び過去の類似の取組分析

過去の新技術等の導入事例や、検討中の案件の紹介、商用化に向けた課題（事業者等ヒア）

新たな方策の方向性についての議論

基本的な方向性についての各種論点等の提示

中間整理

議論を踏まえた方向性を示しつつ、詳細設計に当たっての論点を提示

詳細な設計開始

前回頂いた主な御意見要旨①

【総論】

- エネルギー基本計画の2030年1%の数字は相当な量であり、時間がないため早急に取り組む必要がある（秋元委員）。
- 市場環境を作るという視点に加えて、長期的な生産性向上などを通じて、どのように競争優位を作り上げていくのか、どういった技術に見込みがあるのかを含めて議論していくことが重要（北野委員）
- ドライブを働かせる観点からは、ファーストムーバーに手厚い導入支援をし、その後少しずつ支援を下げていくという柔軟な政策支援が必要（重竹委員）。
- 企業の課題を解決するという目線も大事である一方、日本として、国としてどう問題に取り組んでいくのかという視点が重要（島委員）。
- エネルギーはあくまで手段であり、コストと安全性・利便性が重要。CO2削減を大幅に進めるためには安い技術を導入して優先的に進めていく必要がある。CNが掲げられたことで、低炭素は不十分であり、脱炭素にすべきとの議論になっている（竹内委員）。
- 水素・アンモニアへの国民の安心感が十分でない。保安人材の育成や確保をしていくことが重要（宮島委員）

【需要の創出】

- 需要側の議論が少ない。まずは副生されるようなグレー水素でも良いので使い方の研究を応援する必要があり、熱・電力・マテリアル需要がまとまるコンビナートは非常に良い実験地ではないか（平野委員）。
- 山梨県のコーヒー製造への水素の取組については、エネルギーのボリュームとしてはわずかであるが、ほかの産業のカーボンニュートラルに直接関わる。中小企業含め取りこぼしがないように取り組んでいく必要がある（辻委員）。

前回頂いた主な御意見要旨②

【水素等の持続可能性】

- 最終的にはブルー・グリーン水素が必要と理解するが、初期段階ではインフラ整備、事業者の参入の観点から、グレー水素を含めて検討すべきではないか（秋元委員）。
- 水素・アンモニアのバリューチェーンには多くのステークホルダーが関係するため、GHG排出量などについては適格なモニタリングの在り方、データのトレーサビリティを、実証など様々な経験を踏まえて検討することが重要（工藤委員）。
- グレー水素は場合によっては国際的な批判を浴びることもあるため、トランジションの部分をいかにうまく説明し、世界的に見ても役に立つことをやっているのかを分かってもらいながら進めることが重要（宮島委員）
- 政府の支援を入れていくのであれば、トランジションとはいえ、グレー水素を対象とすることは理解を得られないのではないか（村上委員）。

【商用水素・アンモニアサプライチェーンの構築（在り方、支援策）】

- 最終的には北海道や東北等、国内でグリーン水素を製造することが理想的ではないか（原田委員）。
- ドイツのH2グローバルの例は政府が需要を創出するもので、我が国においても初期需要の創出については一定の公的介入が有効と考える。他方で、人為的に価格を設定する場合は、社会からの理解を得るためにも、他の手段とのコスト比較の観点などの検証が必要（原田委員）。
- 再エネの拡大は非常に重要であるが、規模感を見据えていくと、とても国内の再エネだけでは足りず、日本の資源消費国という立場は変わらず、海外のエネルギーが主力となると思われるので、政策対応を極めて急ぐべき（平野委員）。
- 過去のLNGやFITを導入した際の反省を踏まえて進める必要がある（宮島委員）

【拠点整備】

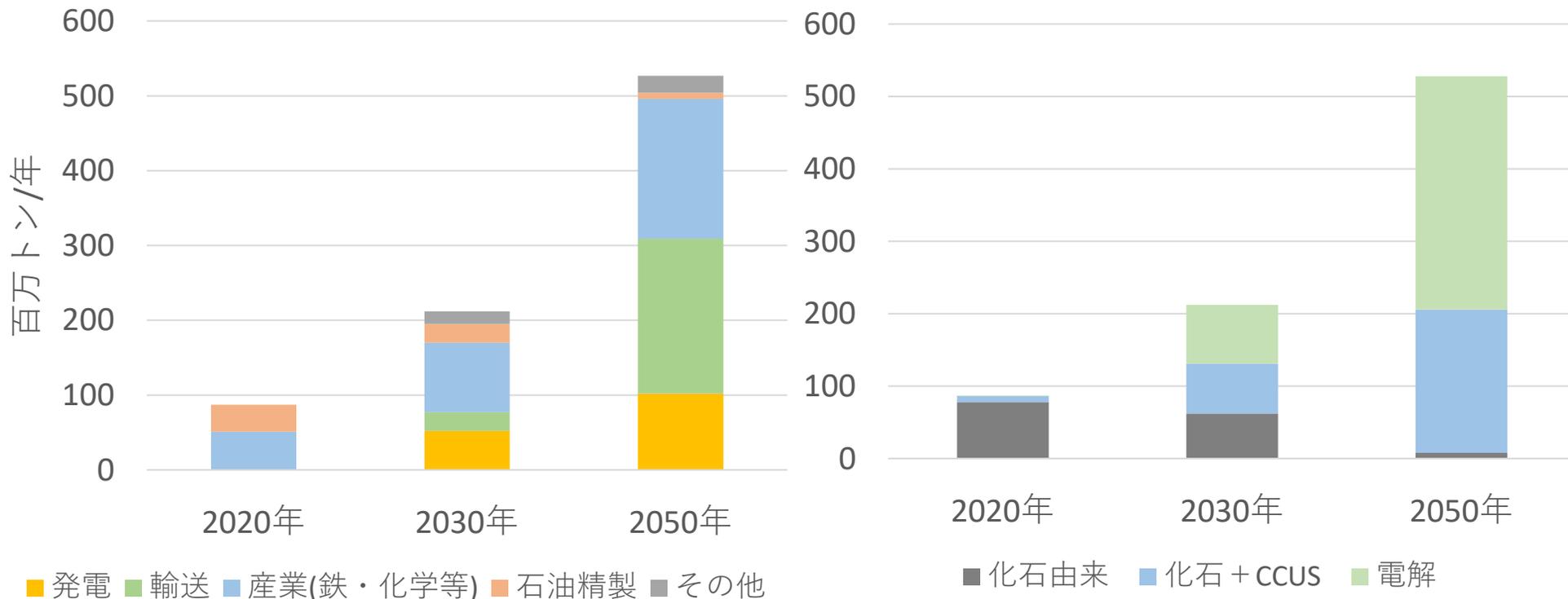
- 個社だけでなく、地域やコンビナート単位、コンビナート間での連携など、何を単位として考えるかが重要（辻委員）。
- 2050年はゴールではなく、持続性が重要。インフラを考えていくうえで、実際の製造業やロケーションについて、長期的に考えていくこともよいのではないか（工藤委員）。
- 鉄、石油、化学など重要な基幹産業の構造変化も考慮すべき。また、アメリカのように場所を絞って集中的に整備することも必要ではないか（近藤委員）。

- 1. 水素・アンモニア需要の規模感**
2. 水素・アンモニアの商用サプライチェーン構築
3. 効率的な水素・アンモニア供給インフラの整備

世界的な水素・アンモニアの需要・供給量の拡大

- IEAのNZEシナリオ（※）では2030年は**発電部門が需要拡大を牽引**。輸送部門は乗用車に加え、**商用車（FCトラック等）でも水素の導入が拡大**する見込み。 ※NZE: Net Zero Emissions by 2050シナリオ
- 2050年は現在の約6倍弱の5億トン/年程度の需要を見込む。**発電部門の導入量も堅調に増加**するが、水素還元製鉄をはじめとする産業分野での水素利用、船舶や航空機での利用などが大きく拡大し、**利用先の更なる多様化**が見込まれる。
- 供給側は当初はCO2未処理の化石燃料由来水素が太宗を占めるが、化石燃料+CCS、電解水素の供給量が拡大。長期的には再エネ由来水素がコスト競争力を有し、2050年で**約6割のシェアを有する**見込み。

【IEAのNZEにおける世界の水素等需要量（左図）・供給量（右図）の推移】 ※アンモニア、合成燃料等水素化合物も含む



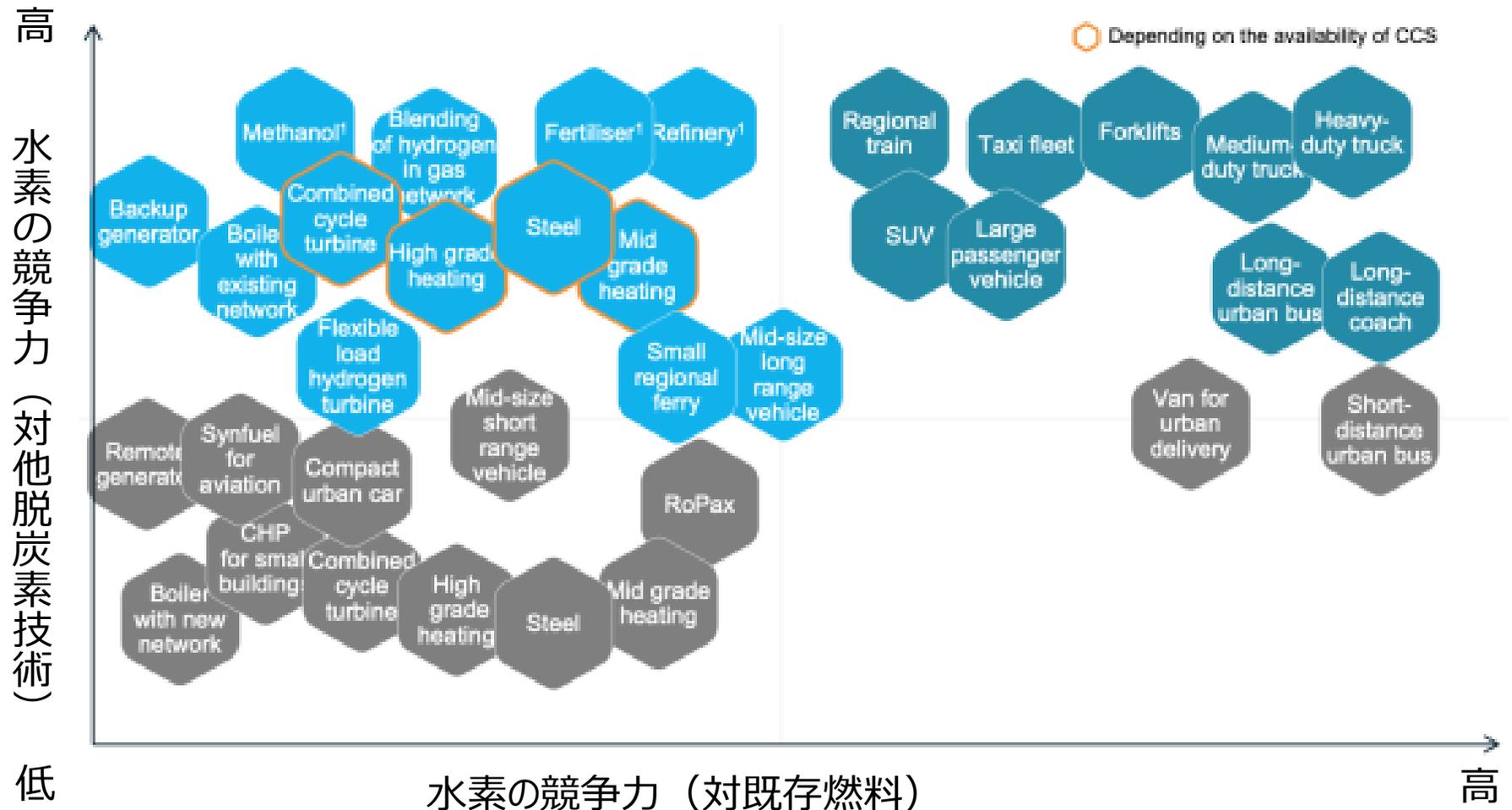
(参考) 水素とアンモニア (直接利用) の想定利用先について

- アンモニアは需要先で水素に戻すことなく、直接利用 (燃焼) することが可能。
- 電力分野においては、水素は非常に燃えやすくガス火力での混焼、アンモニアは燃焼速度が比較的遅く石炭火力での混焼を想定。
- 非電力分野ではアンモニアはそのエネルギー密度の高さから、国際輸送など、長距離を移動する船舶分野などが利用先として想定されている。一方、水素は水素還元製鉄や、メタノールなど基礎化学品の合成といった産業プロセスの原料など様々な用途で利用出来るポテンシャルを有する。

用途 (大分類)	用途 (中分類)	水素	アンモニア
電力	石炭火力への混焼・専焼		○
	ガス火力への混焼・専焼	○	
非電力 (燃料)	熱利用 (工業炉等)	○	○
	船舶等用のエンジン	○ (短～中距離)	○ (長距離)
	モビリティ・定置用等用の燃料電池	○	
非電力 (原料)	水素還元製鉄	○	
	基礎化学品合成	○	

水素の既存燃料・他脱炭素技術に対する競争力分析（イメージ）

- 民間企業による国際団体であるHydrogen Councilが、CCUSの利用ポテンシャル等の条件も踏まえて、水素の既存燃料・他脱炭素技術に対する競争力分析をおこなったところ、概要以下のとおり。



1. Hydrogen is the only alternative and low-carbon/renewable hydrogen competing with grey (optimal renewable or low-carbon shown)

国内の水素・アンモニア需要の現状分析と長期的な需要ポテンシャル（例）

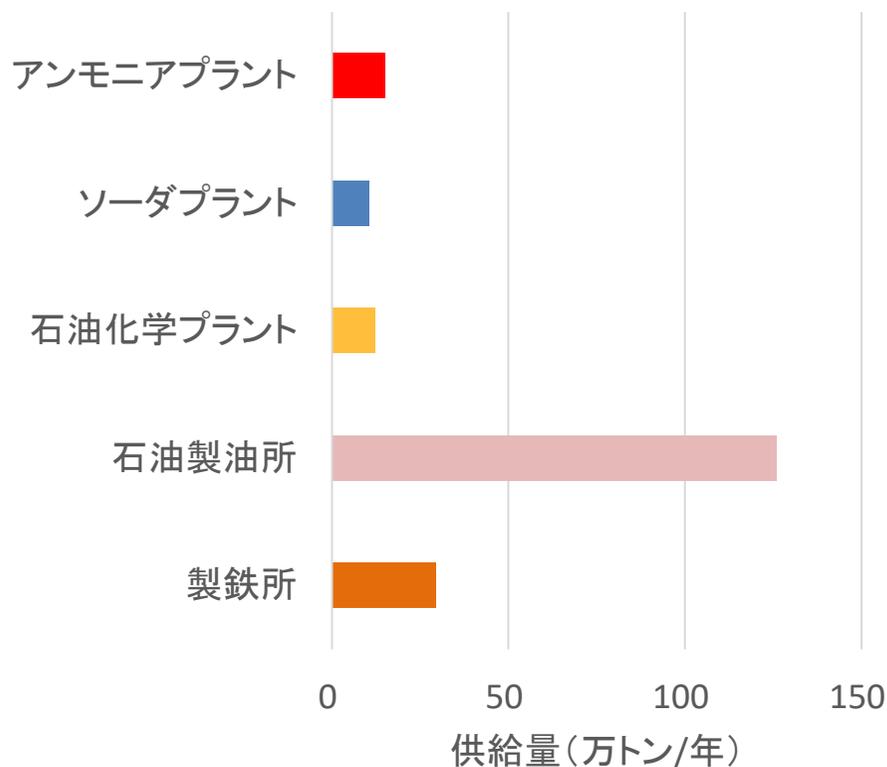
- 既存の産業分野やFCV等などによる需要に加えて、新たな水素・アンモニアの用途先を以下に示し、現在の開発状況等を記載したところ、概要以下のとおり。
- こうした技術開発・実証を現在グリーンイノベーション基金などを用いて大規模に支援している。

用途例	発展段階（商用化想定年・年代）
商用車	<ul style="list-style-type: none"> ● FCバス：商用化済 ● FCトラック：実機実証中（2020年代）
産業用熱需要	<ul style="list-style-type: none"> ● 水素バーナー：技術確立済 ● 水素ボイラー：商用化済 ● アンモニアバーナー：開発・実証中（～2027年度）
火力発電	<ul style="list-style-type: none"> ● 純水素燃料電池：商用化済 ● 小型水素タービン（専焼）：商用化済 ● 大型水素タービン(混焼):実機実証予定(2025年頃) （専焼）:燃焼器開発中(～2030年) ● アンモニア 20%混焼：実機（100万kW）実証中（～2024年度） ● アンモニア 高混焼（50%以上）・専焼バーナー：開発・実証中（～2028年度）
船舶 (内航船のみ)	<ul style="list-style-type: none"> ● 燃料電池船、水素・アンモニアエンジン船：システム開発・実証中（～2028年）
化学	<ul style="list-style-type: none"> ● ナフサ分解炉でのアンモニア利用：技術開発(2030年代) ● MTO：大規模実証予定（～2030年）
鉄鋼	<ul style="list-style-type: none"> ● 水素還元製鉄：要素技術開発（2040年代）

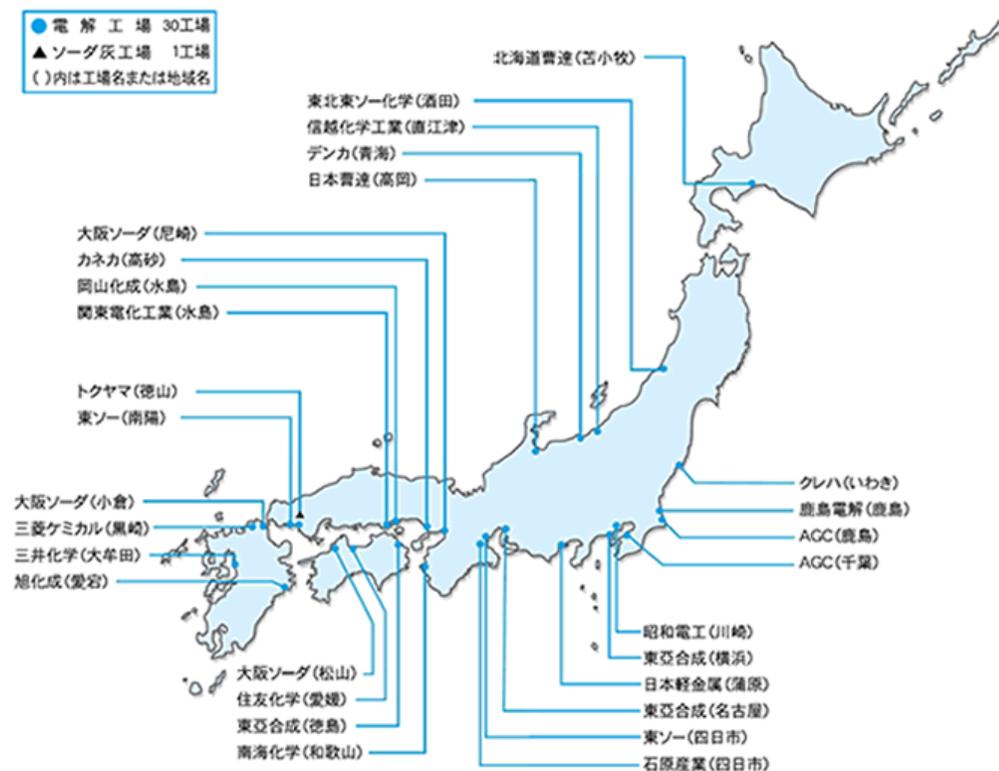
(参考) 国内における水素需給の現状

- 国内では副生水素等が石油製油所等で約**193.2万トン/年**製造等されていると推計される。
- その大部分は同一サイトで、原油の脱硫やアンモニア合成、熱源等として**自家消費**される。

水素製造拠点とその供給量



水素供給拠点の例：ソーダ工場の分布（除沖縄）



(参考) FCトラックの潜在需要量とパリティコスト

- 仮に現在開発されている車格と同格のトラックを全てFC化した場合、推計水素需要量は約600万トン/年となる。他方、パリティとなる燃料価格は、ディーゼル代替であるため、小型トラックにおいては約50円/Nm³と、ガソリンを使う乗用車より低くなる。

潜在需要量試算

2019年トラック普通車保有台数

- ・積載量6,000kg以上（大型トラック代替可能領域）
627,855台 …①
- ・積載量1,000～3,999kg（小型トラック代替可能領域）
1,518,707台 …②
- ・各車格推定水素消費量
大型トラック 6,880kg/年 …③
小型トラック 1,346kg/年 …④

パリティコスト試算

(試算条件)

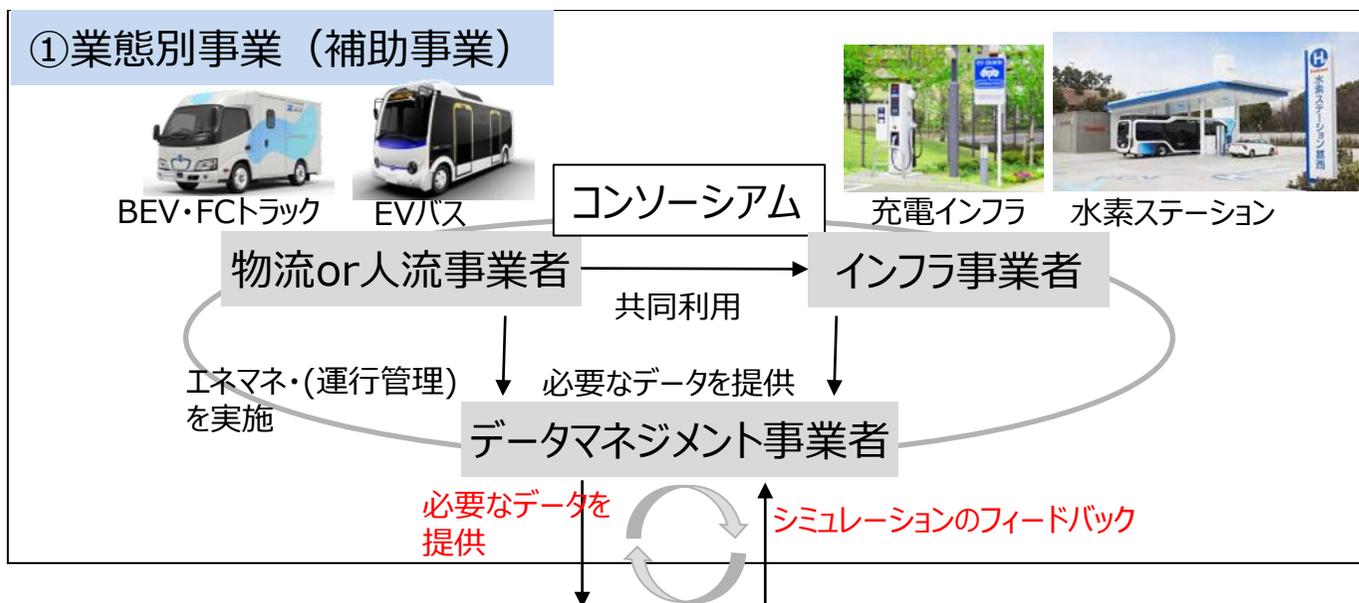
- ・ 軽油価格：120円/L
 - ・ 小型ディーゼルトラックの燃費：6km/L
 - ・ 小型FCトラックの燃費：28km/kg
- **試算結果：560円/kg (=約50円/Nm³)**

- ・ 開発中同車格トラック保有台数：2,146,562台
- ・ 必要水素量：①×③+②×④
6,363,822,022kg (約600万トン)

スマートモビリティ社会の構築（商用車の電動化の推進）（国庫負担額：上限1,130億円）

- 運輸部門のCO2排出の約4割を占める商用車のカーボンニュートラル化に向けては電動車の普及に加え、エネルギーマネジメントや運行管理の最適化によるエネルギー使用量の抑制が重要。
- このため、①バス・タクシー・トラック等の業態別やEV/FCV等の動力別に異なるケースで、エネルギーコスト・CO2排出最小化と運輸効率最大化に向けた運行管理のためのシミュレーションシステムを構築・検証。
- さらには、②複数の業態別事業から様々なデータを収集し、気象等のデータも活用しつつ、社会全体の最適化シミュレーションシステムを構築・検証。充電・充てんインフラの最適配置やエネルギーシステムへの負荷抑制を目指す。

個別事業者毎に、一定のエリアにおいて、電気自動車又は燃料電池自動車を大規模に（100～1,000台程度）運用し、電気自動車又は燃料電池自動車について、運行管理と一体的にエネルギーマネジメントを行うシステムを構築・検証する。



…バス、トラック等のユースケースや地域性などによって複数の実証を実施。

②社会全体の最適化シミュレーションシステムの開発（国の委託事業）

- ✓ 複数の補助事業者から得られたデータを活用し、エネルギーシステムへの負荷軽減のための運行管理と一体的なエネルギーマネジメント、充電インフラや水素ステーションの最適配置といった社会全体での最適化シミュレーションを構築・検証。

(参考) 熱需要の潜在需要量と機器の開発状況

- 中高温域の熱源については、電化による脱炭素化が経済合理的では無いなどの理由で、脱炭素燃料である水素・アンモニア等を活用する必要があり、**水素バーナーやボイラーなどが開発**されている。
- 仮に、現在の産業部門の最終エネルギー消費のうち、熱・燃料として利用されるエネルギーを全て水素で置換したとすると、**必要な水素量は3,400万トン/年**と機械的に試算される。

潜在需要量試算

2019年の最終エネルギー消費

	最終エネルギー消費 [百万kL]	うち、燃料・熱 (割合)
産業部門	154	122 (79%)
業務部門	56	26(47%)
家庭部門	47	24(50%)
運輸部門	78	76(98%)
合計	334	248(74%)

【試算前提】

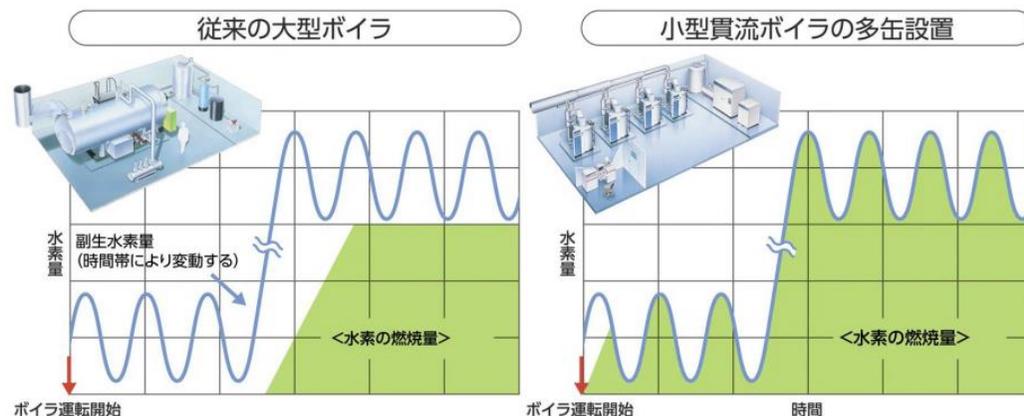
- 産業部門の熱・燃料用途の最終エネルギー量のみ想定
- 原油 (HHV) :39.5MJ/L
- 水素 (HHV) :142MJ/kg

必要な水素量：

$$122\text{百万kL} \times 39.5\text{MJ/L} \div 142\text{MJ/kg} = \mathbf{3,400\text{万t/年}}$$

需要側機器開発状況 (水素ボイラーの例)

- 三浦工業は水素燃料の貫流ボイラーを開発し、副生水素源の近くに設置することで同水素の有効利用を促進。
- また、出力が不安定な副生水素等を無駄なく燃焼させるための高速連続制御も行う技術開発も実施。

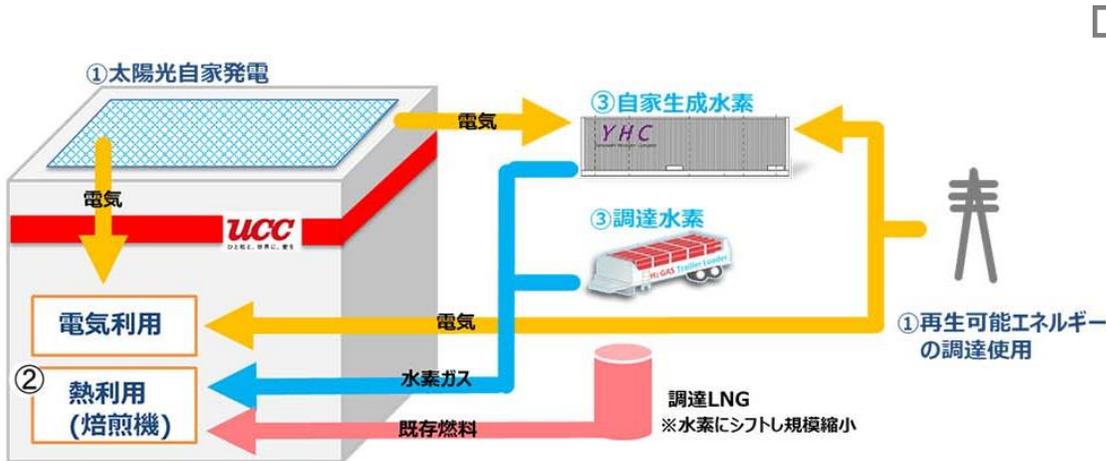


(参考) 水素を活用したCN工場化に向けた取組

- 水電解装置を活用し、オンサイトで製造等した水素を活用し、**産業プロセスにおける熱需要の脱炭素化（CN工場化）**に向けた取組が複数進展しており、政府等もこうした実証等を支援。

UCC山梨焙煎所（新設）における取組

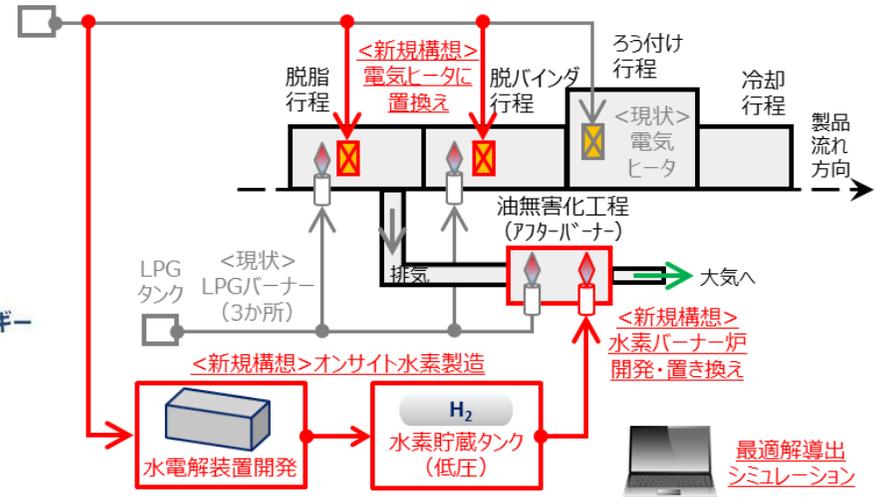
- 参画企業：山梨県企業局、東京電力EP、巴商会、UCCホールディングス、東レ
- 小型パッケージ型水電解装置システム(出力:500kW)の開発
- LNG等の化石燃料に代わって、水素を熱源としたコーヒー焙煎を可能とする水素焙煎機の開発



図：焙煎所におけるエネルギーフロー（イメージ）

デンソー福島における取組

- 参画企業：デンソー、トヨタ自動車
- FCV開発で培った技術や知見を応用し、水電解装置を開発。再エネ等を活用してオンサイトで水素を製造
- 製造ラインのガス炉にて、電気ヒーターと水素バーナーを活用することで、化石燃料を代替

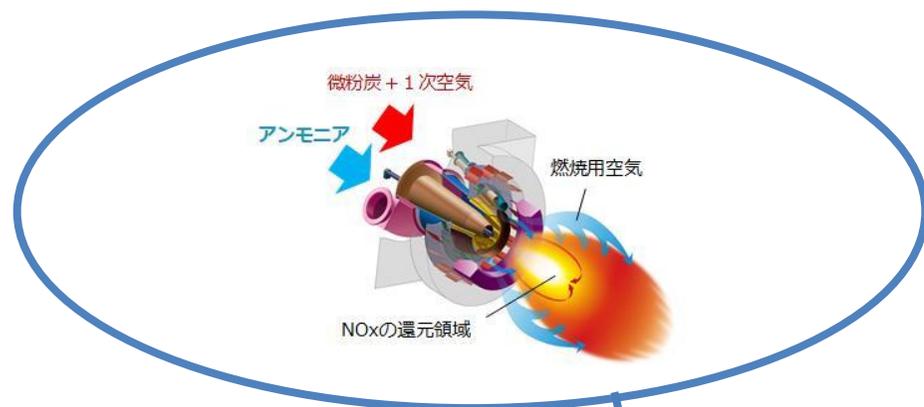


図：工場の生産プロセスにおける水素等の導入（イメージ）

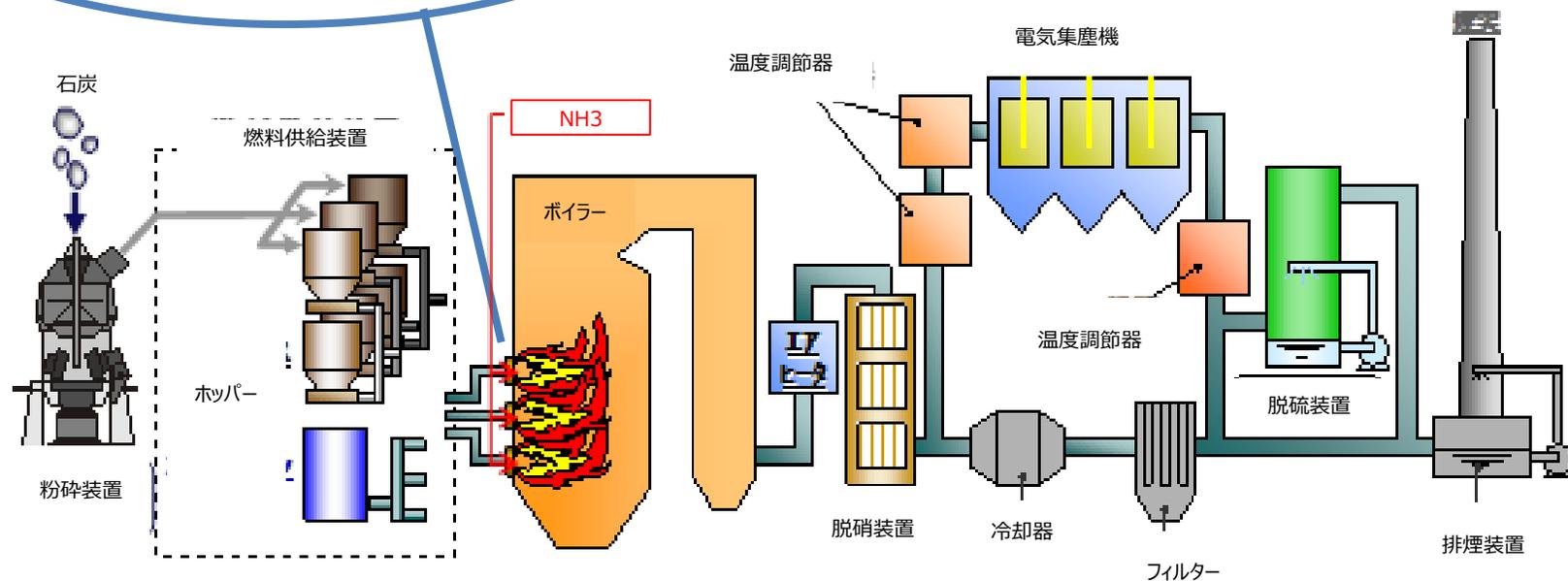
こうしたモデル事例で効率的に知見を蓄積し、官民一体でこうした取組を横展開することを目指す

(参考) 発電分野におけるアンモニア利用

- 火力発電設備でアンモニアを燃料として直接利用するための技術開発を実施中。将来的な専焼技術を目指して、混焼技術の開発を推進。
- 現在、石炭火力のバーナーにアンモニアを20%混焼して、安定燃焼とNOx排出量の抑制に成功。資源エネルギー庁による支援で、昨年度から実機での実証（4年間）を開始。



混焼バーナー（イメージ）



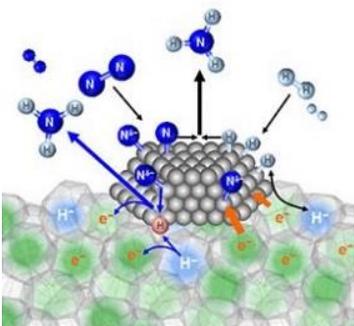
(参考) GI基金：燃料アンモニアサプライチェーンの構築（国費負担額：上限598億円）

- 火力発電の脱炭素化に向け、既存設備を活用しつつ移行を実現するため、燃料アンモニアの活用が重要。現状では、アンモニア供給は肥料等の原料用途に限定されている。燃料アンモニア市場の構築に向けては、利用面・供給面一体での大規模サプライチェーンの構築が必要。
- 既に我が国では世界に先駆け、アンモニア混焼に向けた技術開発を開始。国内のみならず、早期にアジアを中心とする海外市場にも展開する観点からも、製造面では大規模化・コスト削減・CO2排出量低減に資する製造方法の開発・実証を行い、利用面では、高混焼・専焼化に向けた技術開発を行う。

アンモニア合成技術

(千代田化工、JERA、東電
再委託先：つばめBHBほか)

- ブルーアンモニア合成コストの低減を目指し、ハーバーボッシュ法よりも低温・低圧で合成可能な技術を開発。
- 触媒の開発や活性・安定性の向上が必要。



(出典)
NEDO公表資料

※触媒を通じて、窒素分子、水素分子が原子レベルに分離。それらがアンモニアとして結合する。

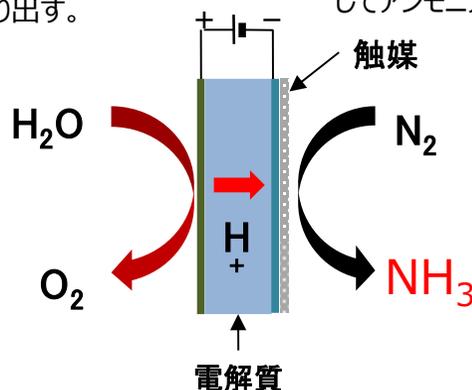
グリーンアンモニア合成

(出光、東大、九大、大阪大、東工大)

- グリーンアンモニアのコスト削減を目指し、水素を経由しない製造方法を開発。
- 合成に用いる電極の触媒開発や電解質の開発が必要。

※水から水素を取り出す。

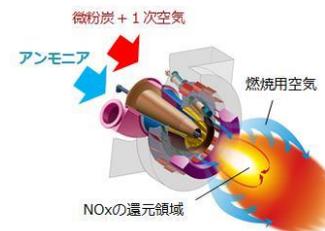
※取り出した水素が窒素と結合してアンモニアに。



混焼・専焼バーナー製造

(IHI、三菱重工、JERA、東北大、産総研)

- ボイラやタービンでの高混焼・専焼化を目指し、そのために必要となる高混焼・専焼バーナーを開発。
- アンモニア混焼率の増加に伴うNOx増大、収熱悪化、着火の不安定性の技術課題に対応したバーナーを新たに製造する必要。加えて、開発したバーナーを活用し、流量や流速、吹き込み位置等についても実証を通じて検討する必要。



(出典) IHIプレスリリース

(参考) 水素発電の潜在需要量とパリティコスト

- 2050年に見込まれる潜在水素需要量は約**578.2万～667.2万トン**であり、技術的な課題として、**実機による実証が必要**。パリティコストは、環境価値を考慮しない場合、**約14.3円/Nm³**と試算される。

潜在需要量試算(電源構成比10%ケース)

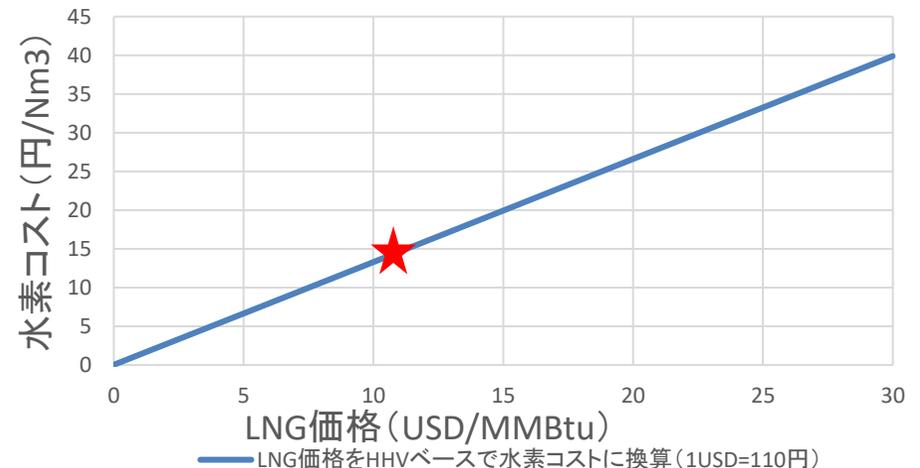
2050年 総発電量約1.3兆～1.5兆kWh^{※1}
⇒10%の1,300億～1,500億kWhを水素発電により代替すると仮定 …①
⇒①を熱量換算すると
1,300億～1,500億kWh × 3.6MJ
≒ 4,680億MJ～5,400億MJ…②
⇒水素の発熱量：142MJ/kg (HHV) ^{※2}
これにより②を水素に換算すると、
② ÷ 142,000MJ/t-H₂
≒ 3,296,000～3,803,000t-H₂…③
⇒発電効率 57%^{※3} と仮定すると
③ ÷ 57%
≒ 578.2万～667.2万t-H₂

- 水素発電量：1,300億～1,500億kWh
- 必要水素量：**約578.2万～667.2万トン**

パリティコスト試算

(試算条件)

- 日本LNG輸入価格：61.22千円/トン^{※4}
(過去10カ年平均)
 - LNG熱量 (HHV)：54.70MJ/kg^{※5}
 - 水素熱量 (HHV)：142MJ/kg^{※2}
- **試算結果：熱量等価約14.3円/Nm³**
(約158.9円/kg)



※3：発電コスト検証ワーキンググループ (2015年5月) ,2030年LNG火力想定

※4：財務省貿易統計より、2011年～2020年の平均値を算出

※5：エネルギー別標準発熱量・炭素排出係数一覧表 (2020.1改訂)

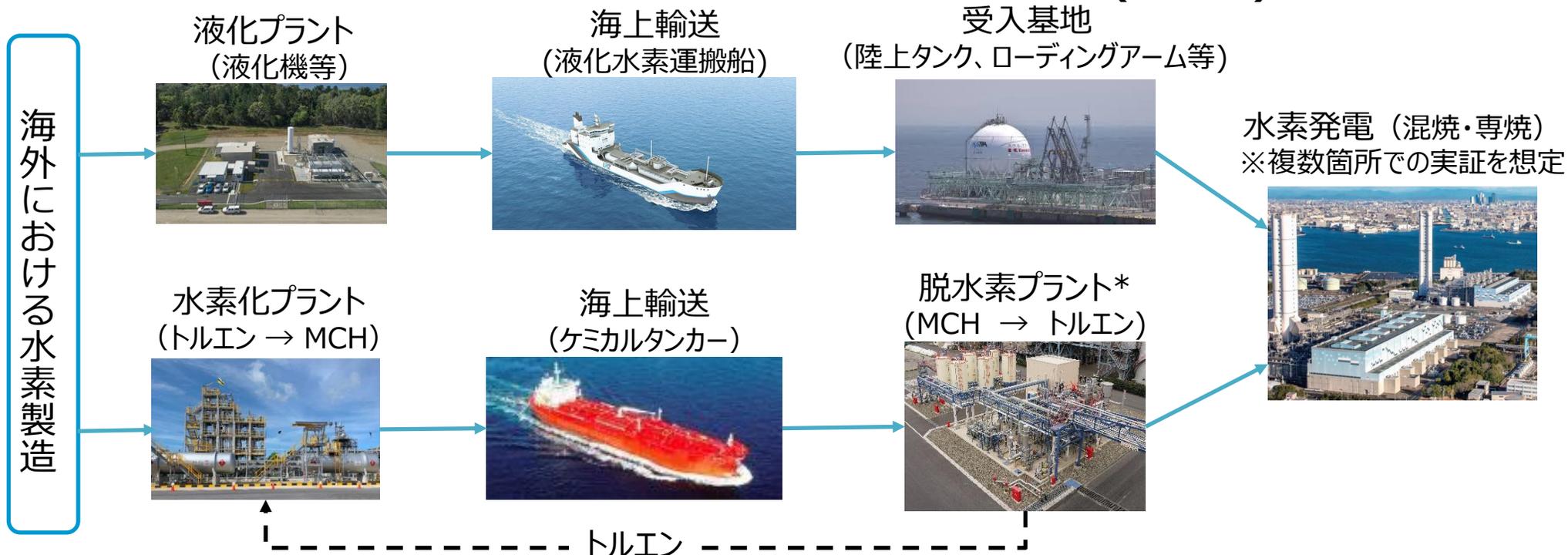
※1：「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」(2020.12)

※2：JARI「総合効率とGHG排出の分析報告書」(2011.3)

GI基金：大規模水素サプライチェーンの構築（国費負担額：上限3,000億円）

- 水素社会の実現に向け、大規模水素サプライチェーン構築と需要創出を一体的に進めることが必要。
- 将来的な国際水素市場の立ち上がりが期待される中、日本は世界に先駆けて液化水素運搬船を建造するなど、技術で世界をリード。大規模需要の見込める水素発電技術についても我が国が先行。
- そのため、複数の水素キャリア（液化水素、MCH）で①輸送設備の大型化等の技術開発・大規模水素輸送実証を支援することに加え、②水素発電における実機での水素の燃焼安定性に関する実証を一体で進めるなどし、水素の大規模需要の創出と供給コスト低減の好循環の構築を推進し、供給コストを2030年に30円/Nm³、2050年に20円/Nm³以下（化石燃料と同等程度）とすることを旨とする。

液化水素、メチルシクロヘキサン（MCH）の大規模水素サプライチェーン(イメージ)



*製油所等、既存設備を最大限活用することを想定

出典：HySTRA、AHEAD、各社HPより資源エネルギー庁作成

(参考) 内航船の潜在需要量とパリティコスト

- 水素による利用が見込まれる内航船での需要ポテンシャルは、約110万トンであり、パリティコストは重油（A重油）を全量利用していると仮定すると23 円/Nm³程度を見込む。

潜在需要量試算（内航船の水素化）

試算条件：重油を液化水素で熱量ベースで全量置換すると仮定（エネルギー変換効率を考慮せず）

内航船燃料国内総消費量は、35.1 億L

熱量あたり燃料体積（C重油を1として）

液化水素：4.46（参考：アンモニア：2.72）

液化水素の比重：0.0708 kg/L

必要な液化水素量

$$(35.1 \times 10^8) \times 4.46 = 1.57 \times 10^{10} \text{ L}$$

$$(1.57 \times 10^{10}) \times (7.08 \times 10^{-2}) = 1.11 \times 10^9 \text{ kg}$$

=約111万トン

パリティコスト試算（A重油置換）

A重油価格(2018年年間平均)は、71,650円/kL

A重油の比重が、0.85 t/kL

単位発熱量が、

A重油：39.1 MJ/kg

水素：120.4 MJ/kg

であるので、

$$\frac{(71,650)}{(0.85)(1,000)} \times \frac{120.4}{39.1} = 260 \text{ 円/kg}$$

=23.3 円/Nm³

※ なお、現在はC重油が船舶燃料の太宗を占めているものの、今後はSOxの排出規制の厳格化に伴い、より排出量が低減出来るA重油を用いてパリティコストを算出した。

次世代船舶の開発 (国費負担額：上限350億円)

- 我が国造船・海運業の国際競争力の強化及び海上輸送のカーボンニュートラル実現に向け、**次世代船舶 (水素・アンモニア・LNG等のガス燃料船) の技術開発**を加速することが必要。
- 将来のゼロエミッション船の燃料としては、**水素・アンモニア・カーボンリサイクルメタン**が候補となるが、**長期的にどれが主要な燃料となるかは**、燃料価格や供給インフラの整備状況等に依存するため、**現時点での見極めは困難**。
- 次世代船舶の開発に係る技術力及び国際競争力獲得のため、それぞれの船舶の**コア技術となるエンジン、燃料タンク・燃料供給システム等の開発・実証**を行うとともに、アンモニアバンカリング船開発を含む**船用アンモニア燃料供給体制の構築**を実現する。

水素・アンモニア燃料エンジン

陸上も含め実用化されていない技術

水素：燃えやすすぎる

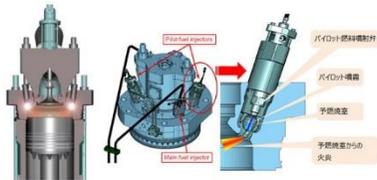
- ・最小着火エネルギーが小さい
- ・最高燃焼速度が大きい

アンモニア：燃えにくい

- ・難燃性
- ・温室効果の高い N_2O が発生



高度な燃焼制御・燃料噴射技術が必要



LNG燃料噴射技術

出典：IHI原動機

燃料タンク・燃料供給システム

	水素	アンモニア
体積	4.5 倍	2.7 倍
沸点	極低温 (-253℃)	低温 (-33℃)
課題	漏洩、脆性	腐食性、毒性

※体積は従来燃料 (C重油) との比較



省スペース化、構造最適化、材料最適化が必要



現在のLNG燃料タンク、燃料供給システム

出典：三菱重工

メタンスリップ対策

- ・LNG燃料船の排気ガスに含まれる未燃メタン低減技術 (削減率60%以上) の確立

触媒方式

排気ガス中のメタンを触媒で吸着

エンジン改良方式

燃焼制御でメタン排出抑制
(効率低下、NOx排出増とトレードオフ)

船用アンモニア燃料供給体制

- ・アンモニア燃料船の荷役作業中における円滑な燃料供給に必要なバンカリング船の開発により、アンモニア燃料船普及の加速を期待



LNG/バンカリングの様子

出典：Central LNG

(参考) オレフィン製造における水素の潜在需要量とパリティコスト

- 代表的な石油化学基礎製品であるエチレン全量を、水素と二酸化炭素由来のオレフィンから製造することを想定すると、膨大な水素需要が見込まれる(約695万吨)。また、高分子製品等をオレフィンから製造する技術は未確立。加えて、環境価値を考慮しない場合、安価な水素(約18.5円/Nm³)を必要とする。

潜在需要量試算(エチレン生産全量転換)

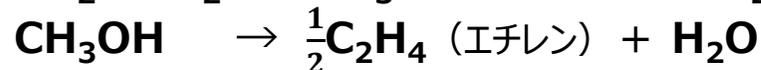
<石油化学製品の製造方法>

従来：ナフサを分解・精製して製造

MTO (Methanol to Olefine) 技術：

水素とCO₂から製造したメタノールからオレフィンを製造

(化学式)



※エチレン収率37%、プロピレン収率53%

- 生産量：エチレン600万吨(同時にプロピレン860万吨)
- 必要水素量：約772億Nm³(約695万吨)

パリティコスト試算

(試算条件)

- オレフィンの販売額からCO₂回収コストを除いて試算
- エチレン価格111.5円/kg, プロピレン価格94円/kg
- 膜分離によるCO₂回収コスト1000円/トン
- 新規設備製造コスト、プロセスコスト等は含まず

$$\begin{aligned} & (\text{エチレン,プロピレン販売額} - \text{CO}_2\text{回収コスト}) \div \text{水素量} \\ & = (6690 + 8084 - 510) \text{ 億円} \div 772 \text{ 億Nm}^3 \\ & = \mathbf{18.5 \text{ 円/Nm}^3} \end{aligned}$$

CO₂等を用いたプラスチック原料製造技術開発（国費負担額：上限1,262億円）

- プラスチック原料のほとんどは石油精製で得られるナフサ（粗製ガソリン）由来であり、化学産業から排出されるCO₂の約半分がナフサを分解してエチレン、プロピレン等の基礎化学品を製造する過程等に起因。
- また、廃プラスチックの約84%がリサイクルされているが、この内約57%がゴミ焼却発電等の熱源として利用（サーマルリサイクル）され、最終的にはCO₂として排出されているため、抜本的な対策が必要。

【研究開発項目 1】

熱源のカーボンフリー化によるナフサ分解炉の高度化技術の開発

- 現行はナフサ分解炉から発生するオフガス(メタン等)が熱源。
- 本事業では、ナフサ分解炉の熱源を**カーボンフリーであるアンモニアに転換**する世界初の技術を開発する。【CO₂排出の7割程度削減を目指す】



約850℃でナフサ熱分解している炉の熱源をアンモニアに転換

【研究開発項目 2】

廃プラ・廃ゴムからの化学品製造技術の開発

- **廃プラ・廃ゴムからエチレン、プロピレン等のプラスチック原料を製造する技術**を確立。
- 収率60～80%で製造し、さらに製造時に排出するCO₂も従来の半分程度を目指す。【CO₂排出の半減程度削減を目指す】



廃プラ熱分解油
(プラスチック原料)

【研究開発項目 3】

CO₂からの機能性化学品製造技術の開発

- ポリカーボネートやポリウレタン等の機能性化学品は水素を必要とせずCO₂から合成が原理的に可能。
- **電気・光学・力学特性等の機能性向上**にも取り組む。【CO₂原料化を目指す】



高機能ポリカーボネート
(カメラレンズ)

【研究開発項目 4】

アルコール類からの化学品製造技術の開発 【グリーン水素とCO₂から製造】

- **メタノール等からエチレン、プロピレン等のオレフィン**を製造(MTO)する触媒収率を向上(80～90%)。
- 人工光合成については、**高い変換効率と優れた量産性が両立できる光触媒を開発**し、実用化を目指す。



MTO実証



光触媒パネルの大規模実証

(参考) 水素還元製鉄の潜在重要量とパリティコスト

- 鉄鋼分野は電化による脱炭素化が困難であるが、水素が還元剤として更に利用されることで、同分野の脱炭素化へ貢献することが期待されている。
- しかし、水素還元製鉄は技術的にまだ未確立。加えて、膨大な量の水素を必要とし、環境価値を考慮しない場合、コークスを同じコストで代替するには非常に安価な水素が必要。

潜在需要量試算(100%水素還元製鉄時)

(反応式)



銑鉄 1トン 製造に必要な水素量

還元：601Nm³ + 吸熱反応補完：67Nm³ +
1600℃までの溶銑昇熱：85Nm³

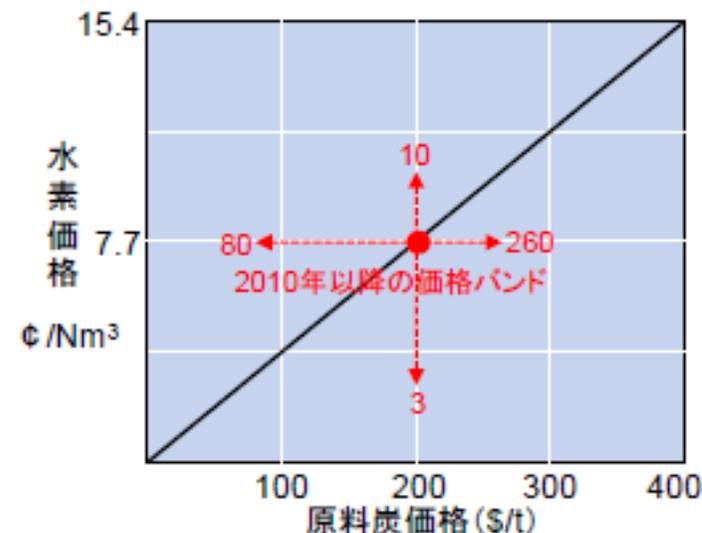
= 753Nm³ (理論値) ⇒ 効率 75% と仮定すると約**1000Nm³/トン**

- 日本の銑鉄生産量：8000万トン
- 必要水素量：約**800億Nm³(約700万トン)**

パリティコスト試算 (原料炭の置換)

(試算条件)

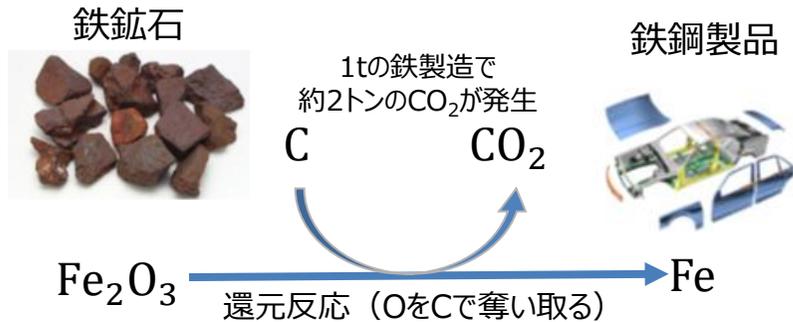
- 原料炭価格：200\$/トン
 - 1トンの銑鉄製造時の利用量：0.7トン
 - 原料炭の還元機能で消費される分のみ考慮 (55%)
 - 新規設備コストを含まない
- **試算結果：7.7 ¢ / Nm³ (=約8円/Nm³)**



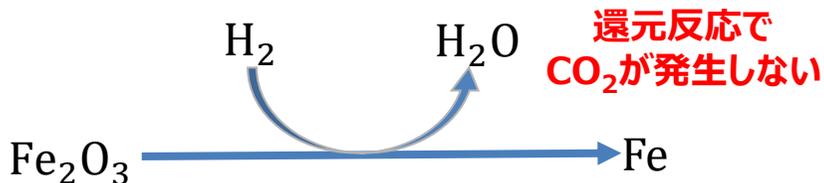
製鉄プロセスにおける水素活用（国費負担額：上限1,935億円）

- 我が国鉄鋼業は、世界でも最高水準の高品位鋼（超ハイテン材、電磁鋼板等）を供給し、電動車や洋上風力など、脱炭素化で伸びゆく市場を獲得していくチャンス。
- 他方、世界では“グリーンスチール”市場が2050年で世界の半分を占めることが想定され、我が国の高品位鋼であっても“グリーン”でなければ市場に参入できない可能性。
- “グリーンスチール”の製造プロセスは、水素還元を始め技術的に未確立であるとともに、脱炭素化プロセスの研究開発はリスクも高い。
- 高品位鋼で世界の脱炭素化市場の獲得を目指すためにも、これまでと同等の品質を維持しつつ、製鉄プロセスの脱炭素化を実現するための研究開発に官民一体となって取り組む必要。

水素還元製鉄のイメージ



炭素ではなく**水素**で還元：**水素還元製鉄**



技術課題

<高炉を用いた水素還元技術の開発>

- 高炉法は、エネルギー効率に優れている上、高級鋼の製造が可能。我が国鉄鋼業に技術的優位あり。
- 高炉を用いて水素で鉄鉱石を還元する技術や、発生した CO_2 を還元剤等へ利活用する技術を開発し、高炉における脱炭素化を目指す。



COURSE50試験高炉

※試験高炉において、製鉄プロセスから CO_2 排出を50%以上削減する技術を実証

<水素だけで鉄鉱石を還元する直接水素還元技術の開発>

- 直接還元法は、還元ガスを全て水素に置き換えることで、CCUなどの周辺技術がなくとも脱炭素を実現することが可能。
- 水素で鉄鉱石を直接還元する技術や電炉での不純物除去技術（高炉法並みに制御する技術）を開発し、直接水素還元炉での高級鋼製造を目指す。

1. 水素・アンモニア需要の規模感
2. **水素・アンモニアの商用サプライチェーン構築**
3. 効率的な水素・アンモニア供給インフラの整備

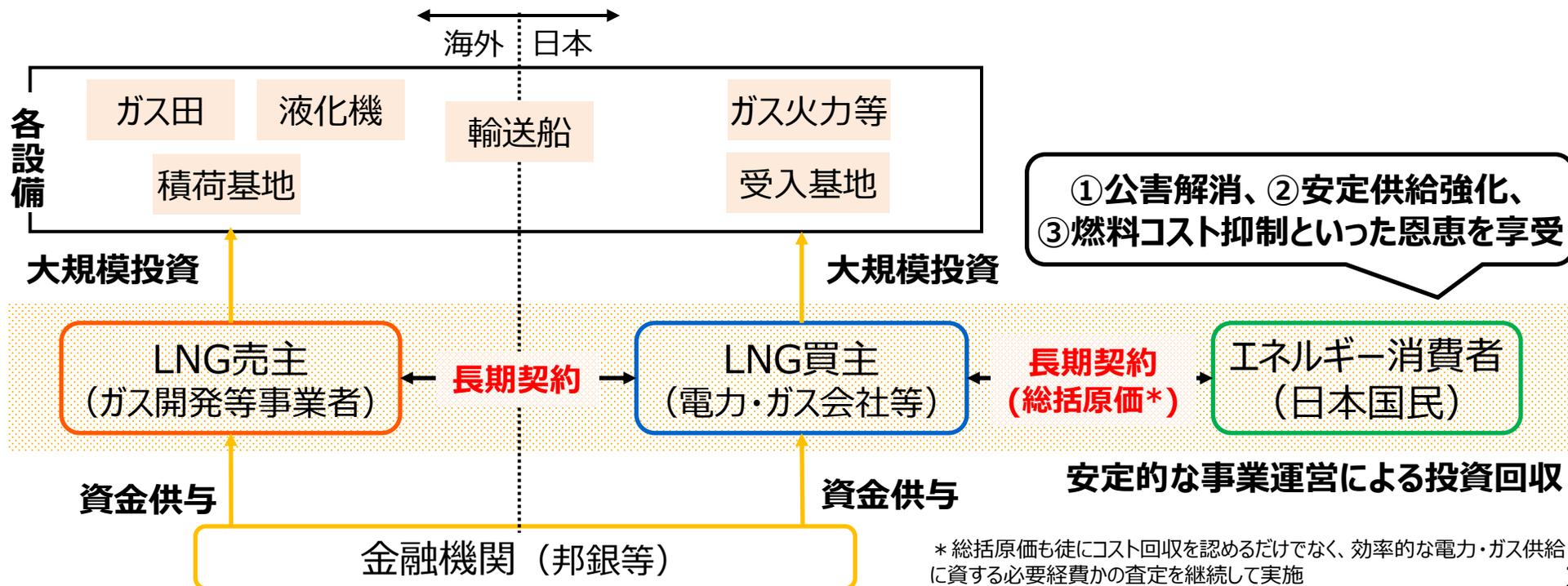
本日御議論いただきたい主要な論点

論点	概要
①政策的位置づけ・役割	<ul style="list-style-type: none">どのように本政策を位置づけ、どの程度の規模の商用サプライチェーン構築を支援するのか。また、その役割は時間の進展とともにどのように変化していくべきと考えられるか。
②支援対象の水素等	<ul style="list-style-type: none">製造地（国内 or 海外）に加えて、製造源（化石燃料、再エネ等）も多様な選択肢が考えられるが、支援対象となる水素等をどのように考えるか。
③支援方法	<ul style="list-style-type: none">水素・アンモニアが多様な分野での活用が期待されることに留意しつつ、商用サプライチェーンをどのように支援すべきか。
④考慮すべきリスク	<ul style="list-style-type: none">水素等供給事業・燃料転換には様々なリスクが存在するが、どれを対象とすべきか。また、対象となるリスクをどのような方法で政策的に配慮すべきか。
⑤事業者等による供給コスト等の低減	<ul style="list-style-type: none">市場が黎明期であることなども踏まえつつ、事業者等に継続的に供給コスト等の低減を促すための仕組みをどのように考えるべきか。
⑥他政策との関係	<ul style="list-style-type: none">サプライチェーンの構築や燃料転換に資する様々な政策が同時に検討されているが、こうした他政策との関係をどのように考えるか。
⑦開始時期	<ul style="list-style-type: none">政府目標の達成の必要性や、民間事業者の脱炭素化に向けた取組、事業決断の時期を踏まえ、いつから開始するか。

(参考) LNG市場拡大において、長期売買契約等が果たした役割

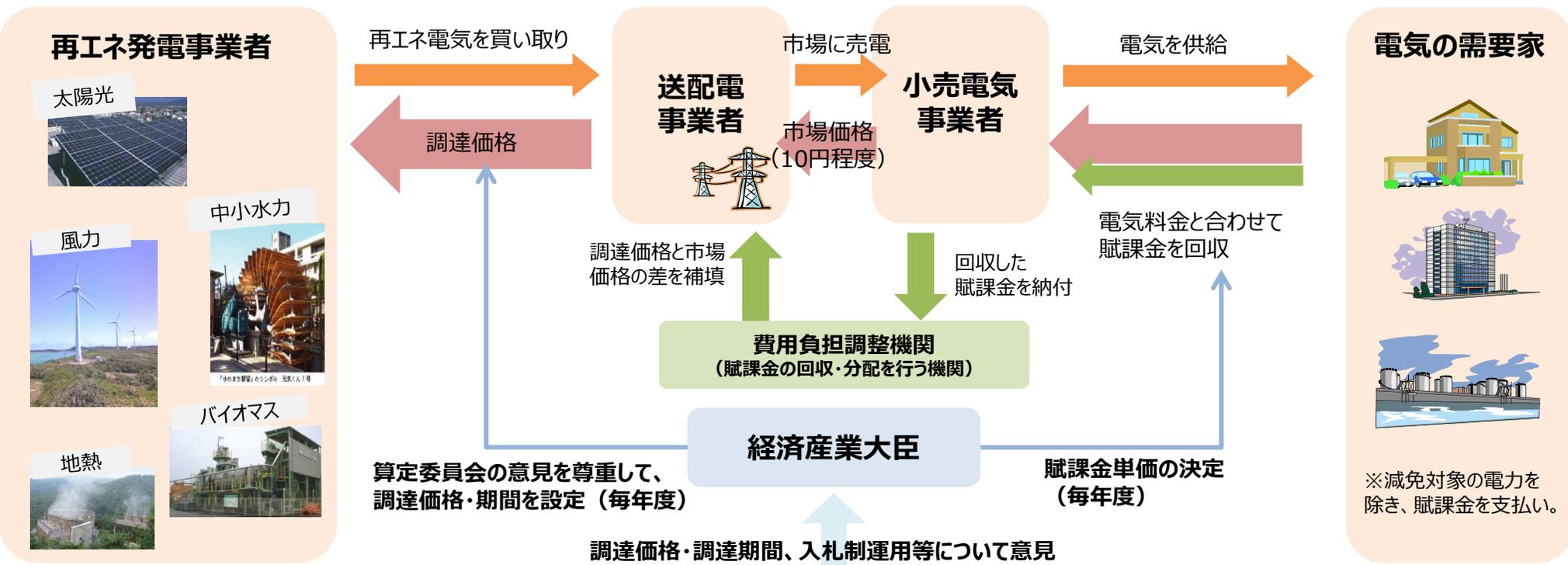
- LNGについては、1969年に東京ガス及び東京電力が輸入を開始して以降、我が国主導でその発展を牽引。
- その際、長期間のLNG売買契約及び、地域独占+総括原価方式に基づく電力・ガスの売買契約が、長期の事業予見性を確保する役割を果たすことで、①金融機関からの資金提供、②そうした資金も活用した大規模投資、及び③初期投資の回収を可能とする安定的な事業運営が可能となった。
- 結果、①当時の懸念であった公害問題を解決するだけでなく、②LNGの安定供給に加え、エネルギー源の調達源の多様化・調達先の多角化を通じたエネルギー安全保障を強化することが出来、③メーカー等による技術革新や燃料間の競争が進展等したことで供給コストの低減も図られ、日本国民もその恩恵を広く受益。

LNGバリューチェーンの関係者と長期契約等によりもたらされた便益（イメージ）



(参考) 再エネ特別措置法の基本的な仕組み

- 再エネ特措法では、経済産業大臣が毎年度、**調達価格等算定委員会（国会同意人事、任期3年）の意見を尊重して**、再エネ電気を送配電事業者が買い取る**調達価格・調達期間を決定する仕組み**となっている。
- 再エネについて設定される調達価格は、通常、市場価格より高値であることから、調達価格と市場価格の差額を調達期間にの間、賦課金で補填。この**賦課金の単価についても、毎年度、経済産業大臣が決定**。



調達価格等算定委員会		
(委員長)	高村 ゆかり	東京大学 未来ビジョン研究センター教授
(委員長代理)	秋元 圭吾	公益財団法人地球環境産業技術研究機構 (RITE) システム研究グループリーダー
	大石 美奈子	公益社団法人日本消費生活アドバイザー・コンサルタント・相談員協会 代表理事・副会長
	松村 敏弘	東京大学 社会科学研究所教授
	安藤 至大	日本大学 経済学部教授

- 電気の流れ
- 売電収入の流れ
- 賦課金の流れ

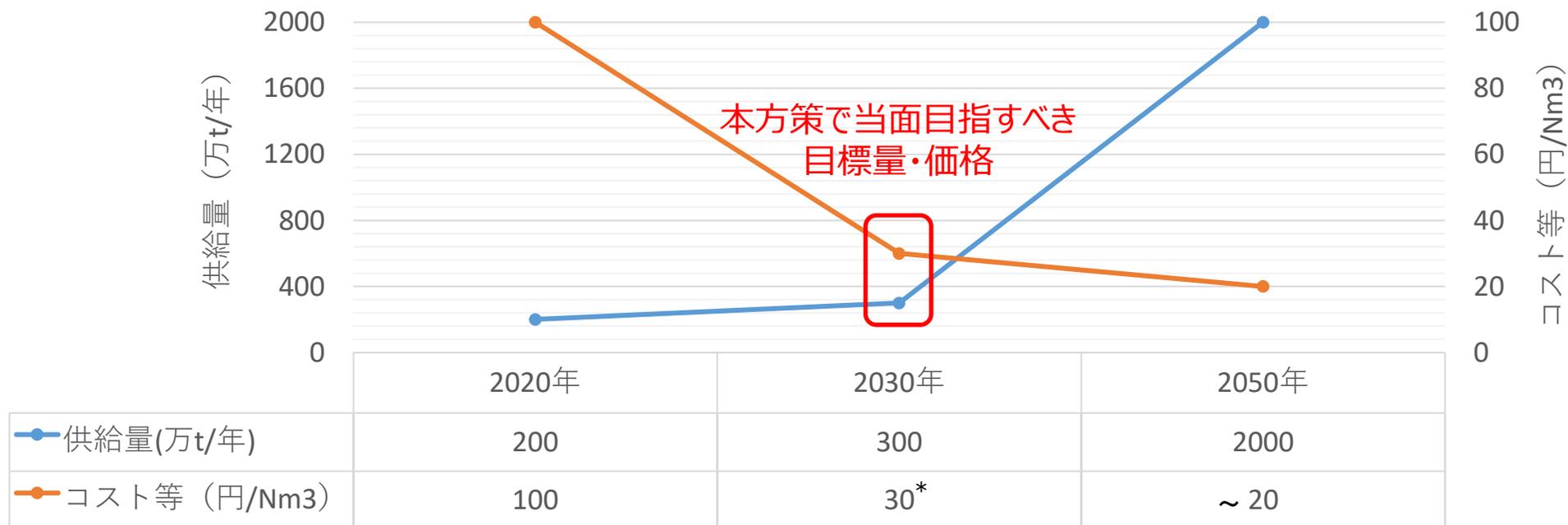
(参考) 海外先行検討事例での検討の方向性

	英国案 Low Carbon Hydrogen Business Model	ドイツ案 H2 Global
①政策的位置づけ・役割	<ul style="list-style-type: none"> 水素戦略で2030年の目標として掲げた、低炭素水素製造能力を5GW確保 将来的な柔軟な制度変更を示唆、市場が十分成熟したタイミングで終了 	<ul style="list-style-type: none"> 経済対策予算(9億€、約1200億円)の範囲内で100~150MWの供給能力のプロジェクトを4,5つ選定 2034年までの時限措置
②支援対象の水素等	<ul style="list-style-type: none"> 国内低炭素水素 CO2閾値を設定し、低炭素水素を定義 	<ul style="list-style-type: none"> 海外再エネ由来水素等。当初は再エネ由来水素で製造したアンモニア等の輸入を想定
③支援方法	<ul style="list-style-type: none"> 水素取引(多様な分野での水素利用を想定) 	
④考慮すべきリスク	<ul style="list-style-type: none"> 事業者の価格、量的リスクの低減を志向 (具体的な手法は異なり、下図参照) 	
⑤供給コストの低減	<ul style="list-style-type: none"> 基準価格の決定に際して、競売と個別査定、両者の組合せも含め検討中。補填上限有 	<ul style="list-style-type: none"> 売り手・買い手の値段決定をそれぞれで競売実施予定
⑥他政策との関係	<ul style="list-style-type: none"> 効率的かつ効果的に他政策と組み合わせたバリューチェーンの構築を志向 	<ul style="list-style-type: none"> 特段言及無し (ただし、国内再エネ由来水素など、支援対象外のものは別途支援)
⑦開始時期	<ul style="list-style-type: none"> 2022年中に検討完了、23年1Qから契約締結 	<ul style="list-style-type: none"> 2022年に契約開始、24年供給開始
支援スキーム図 (イメージ)		

論点①：政策的位置づけ・役割

- 水素・アンモニアは2050年CN達成に向けて必要不可欠であるが、今から、多様な需要先に供給することを念頭に、水素等サプライチェーンを構築し、大規模実装に備えることは重要。
- また、供給コスト低減のためには、一定の規模が必要であることから、当面は、2030年の目標達成(300万トン/年)に必要な新たなサプライチェーン構築を目指すための方策と位置づけるべきではないか。
- また、今後はサプライチェーンの構築やインフラ整備により、市場が成熟し、更なる再エネの導入や技術革新等による供給コストが低減することが期待されることから、その方策の果たす役割は、状況変化に応じて、定期的に見直し、最終的には自立的に水素等の市場が形成される姿を目指すべきではないか。

【水素等の将来の供給量・コスト目標】 ※量はアンモニア等、水素合成物も含む。2020年は水素ST販売価格（店頭価格）を記載

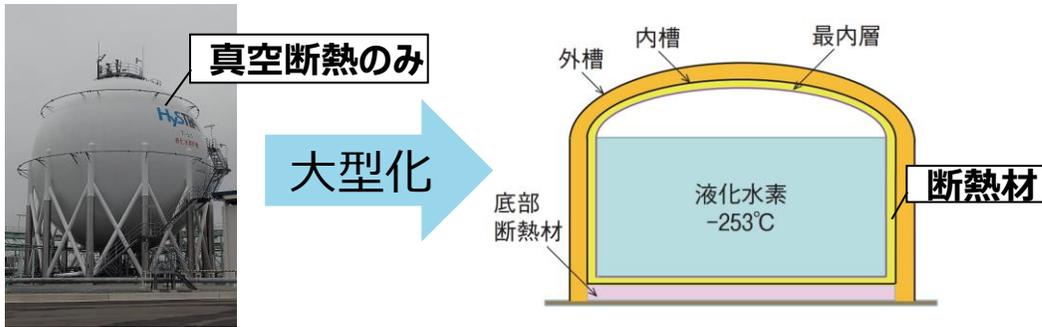


*アンモニアの2030年の目標価格は水素換算で10円台後半/Nm3

(参考) 技術革新等により期待されるコスト低減

- 市場拡大により、**供給設備の大型化や大量生産**が実現すれば、水素等供給コストの更なる低減が期待。
- また長期的には、**革新的な製造プロセス（例：MCH・アンモニア直接電解合成）を導入**することで、より一層の製造コスト低減も期待され、こうした技術開発をグリーンイノベーション基金も活用しつつ、支援中。

供給設備の大型化（例：液化タンク）



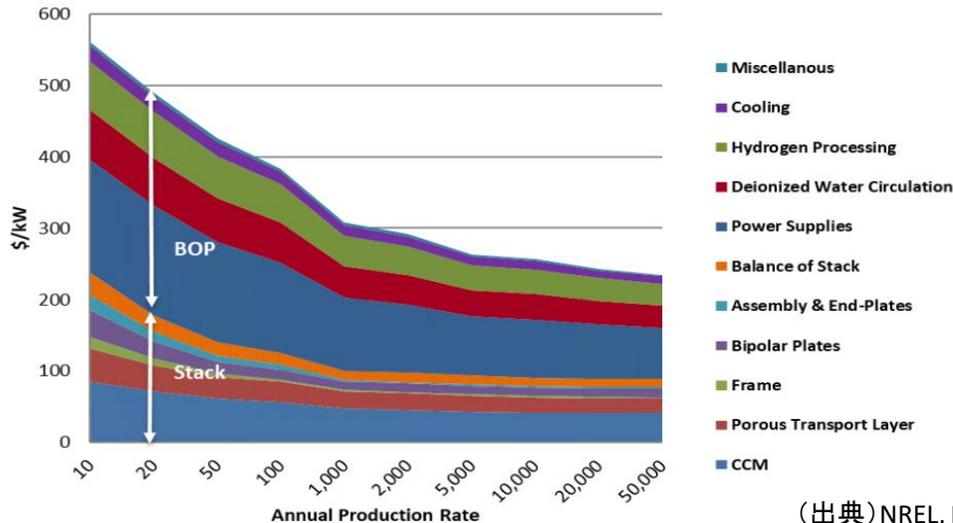
期待される効果

単位能力当たりの設備費低減

技術開発要素

- ① 真空断熱 + 断熱材の最適組合せの追求
- ② 自重に耐えられる新構造（球型 → 平底円筒型）

革新的製造プロセスの開発（例：PEM型水電解）



左図

1MWのPEM型水電解の各部材の量産効果を推計

期待される効果

大量生産（～数万ユニット/年）による設備費低減

技術開発要素

- ① 大量生産に適した設備設計（モジュール化）
- ② 量産技術の確立

(参考) 余剰電力の最大限の活用による国内水素製造コストの低減

- 電力広域的運用推進機関が、現在検討中の広域系統長期方針のシナリオ分析に基づくと、再エネ5～6割シナリオにおける再エネ出力制御率は、今後の系統増強を見込んでも、**約39%**となり、**抑制される電力量は約2,000億kWhとなる**見込み。
- こうした余剰再エネを安価に調達し、最大限活用することが出来れば、**約470万トン/年の水素を追加*で製造**することが出来るだけでなく、**国内電解水素の製造コストをより一層低減することが可能**。*電解効率:4.3kWh/Nm³と仮定

シナリオ 分析項目	官民協議会ベース (洋上風力の電源ポテンシャル考慮)		ケーススタディ	
	電源偏在シナリオ (30GW)	電源偏在シナリオ (45GW)	電源立地変化 シナリオ (45GW)	再エネ5～6割 シナリオ
系統増強の投資額 (NW増強コスト)	約2.2～2.7兆円 (約0.2～0.26兆円/年)	約3.8～4.8兆円 (約0.36～0.45兆円/年)	約1.5～1.7兆円 (約0.13～0.16兆円/年)	約2.0～2.6兆円 (約0.19～0.24兆円/年)
再エネ出力制御率 (増強後、太陽光・風力)	約2%	約4%	約4%	約39% (約2000億kWh)
再エネ比率	37%	42%	42%	53%

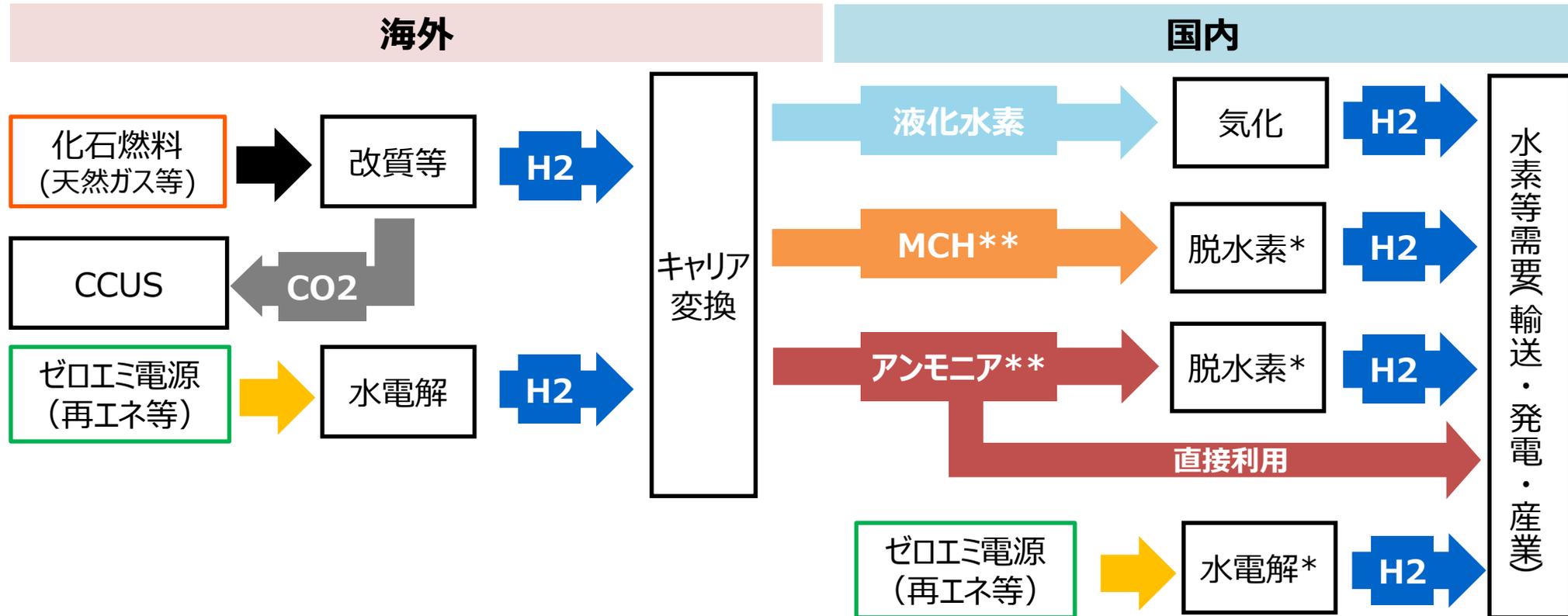
注) 偏在する電源等を大消費地に送電するための連系線等の背骨系統の増強コストのみを記載。また、調整力確保、慣性力・同期化力低下等の対策コストは含んでいない。HVDC送電の海底ケーブル工事は漁業補償費を含まず、水深等を考慮したルート変更によるコスト増の可能性あり。

※機械的試算による

論点②：支援対象の水素等（製造源・製造地、CO2排出量等）

- 水素・アンモニアは化石燃料や再エネ等**多様なエネルギー源から製造することが可能**。また、キャリア変換(液化・合成等)することで、**海外からも調達することが可能**。
- 多様な製造・調達ルートを持つことは、**水素等の安定供給に寄与するだけでなく、競争を通じた技術革新・コスト低減効果が期待される**。他方で、**長期的にはライフサイクルでの水素等からのCO2排出量の低減（グリーン化）が求められる**ことを踏まえ、**支援対象とする水素等をどのように考えるか**。

【多様なグリーン水素・アンモニアサプライチェーン（イメージ）】



*需要地以外で行った場合は、需要地までパイプラインやトレーラー等で水素等を輸送する必要。 **GI基金等で直接電解合成技術を開発中

(参考) EUタクソノミーと水素等の基準について

- EUは**各分野でグリーン投資か否かを判断する閾値を設定 (EUタクソノミー)**。当該基準に基づき、提供する金融商品や投資対象となる事業活動が**サステナブルであるかの開示を金融機関と大企業に求める**。
- 水素は、製造源の特定はなされていないものの、**ライフサイクルでのGHG排出量を天然ガス改質 (SMR) と比して、7割程度の削減が製造時に求められている**。

【EUタクソノミー Hydrogen Production (原文)】

The activity complies with the life-cycle GHG emissions savings requirement of 73.4% for hydrogen [resulting in life-cycle GHG emissions lower than 3tCO₂e/tH₂] and 70% for hydrogen-based synthetic fuels relative to a fossil fuel comparator of 94g CO₂e/MJ in analogy to the approach set out in Article 25(2) of and Annex V to Directive (EU) 2018/2001.

Life-cycle GHG emissions savings are calculated using the methodology referred to in Article 28(5) of Directive (EU) 2018/2001 or, alternatively, using ISO 14067:2018(119) or ISO 14064-1:2018(120).

Quantified life-cycle GHG emission savings are verified in line with Article 30 of Directive (EU) 2018/2001 where applicable, or by an independent third party.

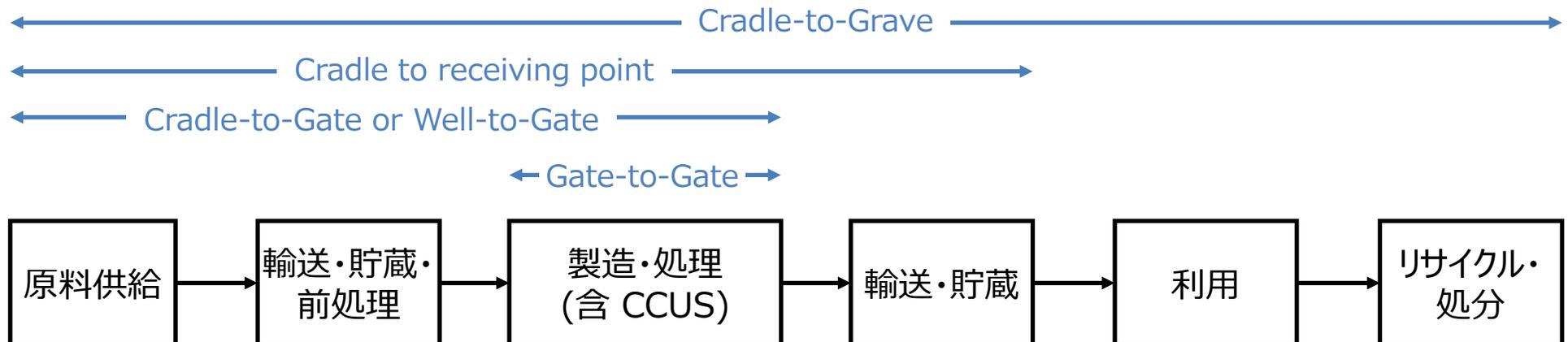
Where the CO₂ that would otherwise be emitted from the manufacturing process is captured for the purpose of underground storage, the CO₂ is transported and stored underground, in accordance with the technical screening criteria set out in Sections 5.11 and 5.12, respectively, of this Annex.

(参考) 諸外国検討事例における支援対象・CO2閾値の設定

- 各国の支援制度では製造源や排出されるCO2排出量で閾値を設定し、支援対象を限定する方向。

	英国 (低炭素水素ビジネスモデル 等)	ドイツ (H2 Global)	米国 (地域水素ハブ)
支援対象 (製造源、場所)	<ul style="list-style-type: none"> 天然ガス、再エネ 等 国内製造 	<ul style="list-style-type: none"> 再エネ 海外製造・輸入 	<ul style="list-style-type: none"> 天然ガス、再エネ、原子力 等 国内製造
CO2閾値 ・境界線	<ul style="list-style-type: none"> 15~20g-CO2/MJ-LHV (1.8~2.4kg-CO2/kg-H2) Well-to-Gate 	<ul style="list-style-type: none"> 現時点では示されず 	<ul style="list-style-type: none"> 2kg-CO2/kg-H2 Gate-to-Gate
備考	<ul style="list-style-type: none"> 閾値は2022年前半に公開予定 将来的な閾値厳格化の可能性 	アンモニア、メタノール、合成燃料の形での輸入を想定	<ul style="list-style-type: none"> 技術開発・実証を目的とする予算 将来的な閾値厳格化の可能性

参考：ライフサイクルでのCO2排出量算定の境界線 (Boundary)



(参考) 国際市場形成の基盤となる国際標準化の動き(IPHEでの議論)

- 水素等の定義付けを国際的に適切に行うことは、共通の指標で適切に評価することを可能とし、流動性・透明性を高めることで国際水素市場の形成に寄与することから、**国際的な標準化を図ることは極めて重要**。
- こうした検討は各国、並びに多国間の枠組みで個別に実施されているが、2021年6月に国際的枠組である、**IPHE*にて、各国が統合的に検討を行うことを期待し、グリーン水素の定義を決定する際に必要な各エネルギー源から水素を製造した際のCO2排出量の測定方法に関する報告書を作成・公表**。

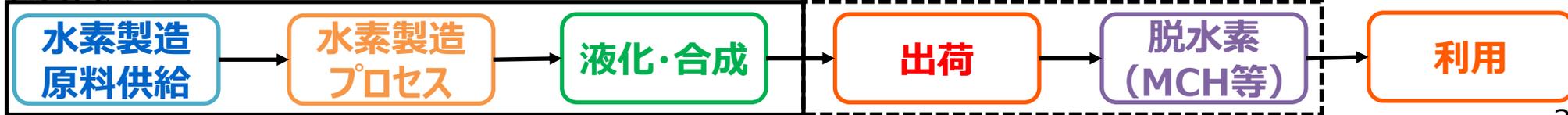
※IPHE(International Partnerships for hydrogen and fuel cells in the economy)

IPHEの概要等及び同機関から提出された水素の認証基準に関する報告書の検討スコープ

IPHEの概要 及び参加国	<ul style="list-style-type: none"> ● IPHEは、水素・燃料電池分野の政策について、政府間の情報共有、国際協力を図るための多国間の枠組。 ● 報告書作成にあたっては、EC、米、豪、仏、独、韓等我が国を含む13か国の政府関係者や専門家等が有志で参加。
検討スコープ 等	<ul style="list-style-type: none"> ● Well to Gate(原料供給～水素製造)の範囲において、直接的に排出したCO2及び使用したエネルギーに由来するCO2の排出量の測定方法を対象。 ● 水素製造方法としては、①石炭ガス化+CCS、②水電解、③水蒸気メタン+CCS、④バイオマス、⑤副生水素を想定し、その他、純度(99%以上)や吐出圧力(3MPa等)を特定のGate(払出)条件として想定し、測定方法の標準化を最大限志向 (閾値を設定することはせず)。 ● より標準的なLCA評価のISOであるISO14040、14044等とも最大限の調和を図る。
備考	<ul style="list-style-type: none"> ● 現在は、主要な水素キャリア毎 (液化水素、MCH、アンモニア) の輸送・脱水素等も含めたCO2排出量の方法論も検討中。

報告書スコープ

拡大後スコープ (検討中)



論点③：支援の方法

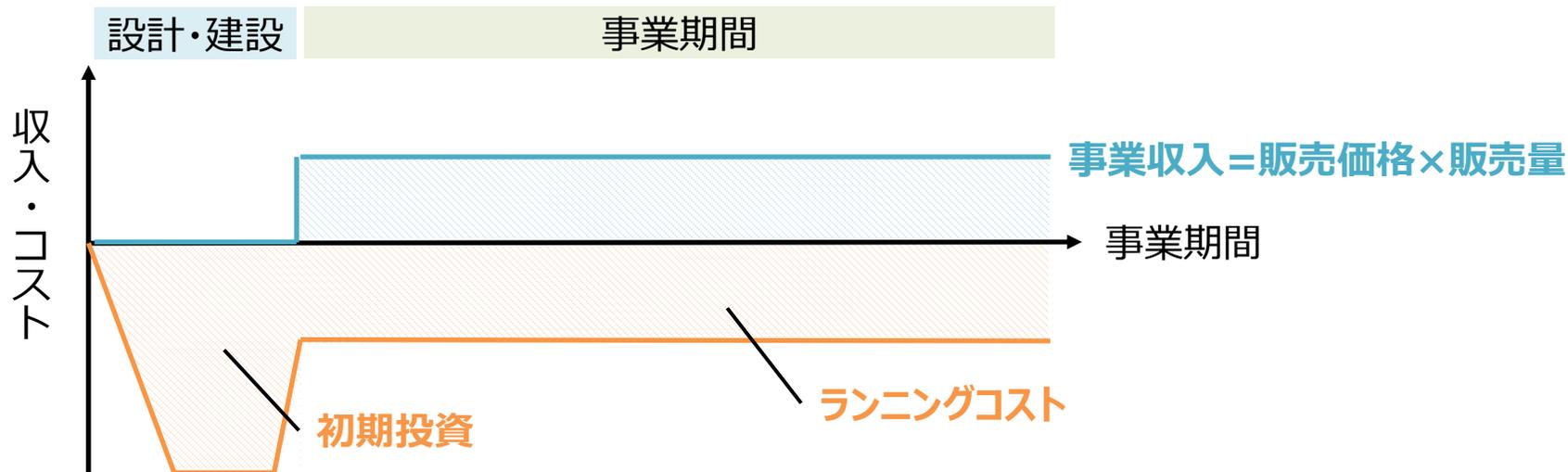
- 水素等は発電分野だけでなく、FCトラックや船舶等も含む輸送分野、産業分野等での燃料利用、鉄鋼や化学などでの原料利用など、**多様な需要先が存在**。
- こうした中で、用途先を限定した支援を行うと、**特定分野での効率的な需要創出が期待される一方、多様なサプライチェーン及び需要創出が困難になる恐れ**。
- 一方で、用途を特定しない支援では、**規模の経済を最大限活用したコスト低減効果が期待されるが、各需要先における既存燃料（水素のパリティコスト）が異なるため、公平性が担保されない、制度が複雑化する**といった課題が生じる。
- 加えて、全体で需給バランスを取り、かつ事業者に必要なインセンティブを提供しながらサプライチェーンの構築を進めなければ、**需給バランスが崩れ、適切な市場が形成されない恐れ**もある。
- これらの点に留意しつつ、どのような形で支援を行うことが適切と考えられるか。

論点④：大規模投資を促進するために考慮すべきリスク

- 水素等の商用サプライチェーンへの投資を促進するには、水素供給事業に付随する各種リスクに正しく対処し、事業安定化を図る必要がある。
- しかしながら、水素等の市場が未成熟かつ、既存燃料と比して割高な中では、①価格リスク（販売価格が低く、製造コストがカバーできないリスク）と②量的リスク（販売量が少なく、設備投資を回収できないリスク）を事業者のみで対処することが困難。
- そのため、水素供給事業の事業収益及び、初期投資回収の予見性に大きく影響する上記2つのリスクについては、本方策により軽減されるべきではないか。 ※どの程度軽減すべきか、という点は詳細設計の中で要議論

【初期の水素等供給事業の収入とコストのイメージ】

※水素等の販売価格は既存燃料価格ベースで決定、事業収入・ランニングコストが供給を開始してから一定と仮定

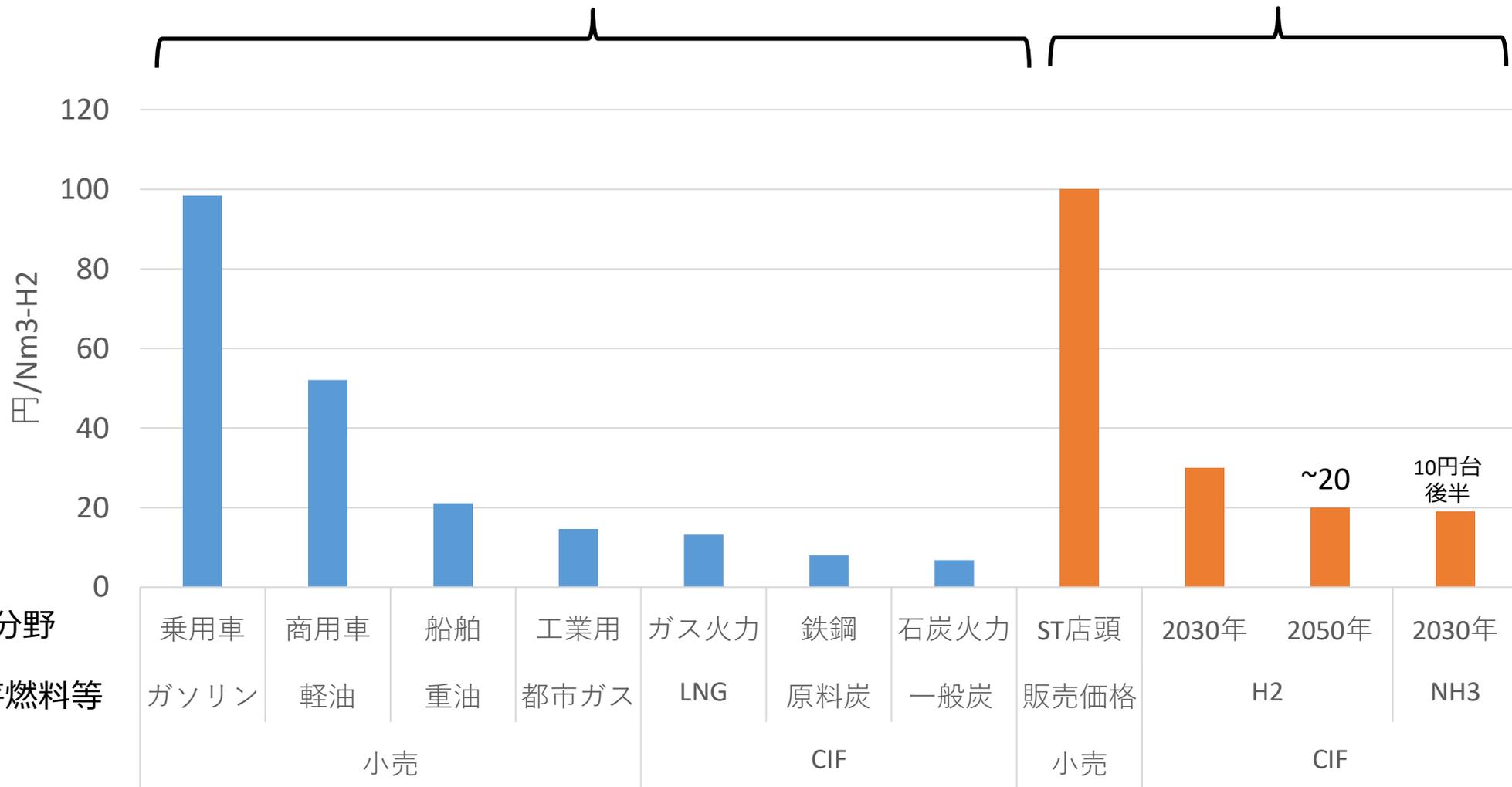


総コスト > 総事業収入となるため、初期の大規模水素供給事業は事業採算性が見込めない
⇒ 長期契約等で販売価格・量を安定化させ、大規模投資を促す支援スキームが必要

(参考) 多様な需要先と既存燃料等とのパリティ価格

各需要先の既存燃料等と水素のパリティ価格

販売価格及びコスト目標



※第25回水素・燃料電池戦略協議会 資料1等より資源エネルギー庁作成

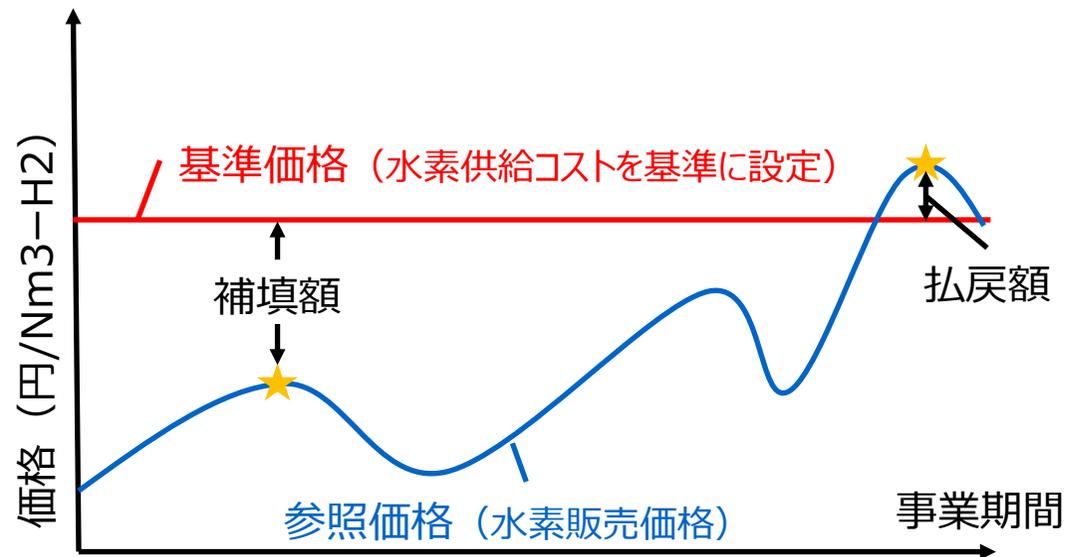
※想定燃料等価格：ガソリン（144円/L）、軽油（124円/L）、A重油（70,200円/L）、工業用都市ガス（55円/m³）、LNG（60,420円/ton）、原料炭（200ドル/ton）

※水素ステーションの店頭販売価格は、正確には店舗により異なる点に留意が必要

(参考) 海外の水素等取引支援の基本的アプローチ

- 英国・ドイツの先行検討事例とも、水素供給コストをベースに基準価格を設定。同価格と参照価格（水素販売価格等）との差額を長期で補填するスキーム（Contract for Difference）を想定。
- 電力でも同様の制度（例：英FIT-CfD）を活用するが、系統が整備され、市場に十分な流動性のある電力とは水素は異なり、量的リスクも、価格リスクに加えて何らかの形で長期で軽減することを想定（そのアプローチは英・独で異なる）。
- こうした取組を通じて、水素供給事業の長期の予見可能性・事業安定性を確保し、大規模な水素等のサプライチェーンへの投資を促すとともに、水素を既存燃料と比して競争的な価格で供給することで、水素需要の拡大を目指す。

価格リスクの軽減:CfDスキーム



量的リスク軽減（独、英国案の比較）



全量取引仲介機関が買い取り、リスクを軽減
(仲介機関が買い手を募る)

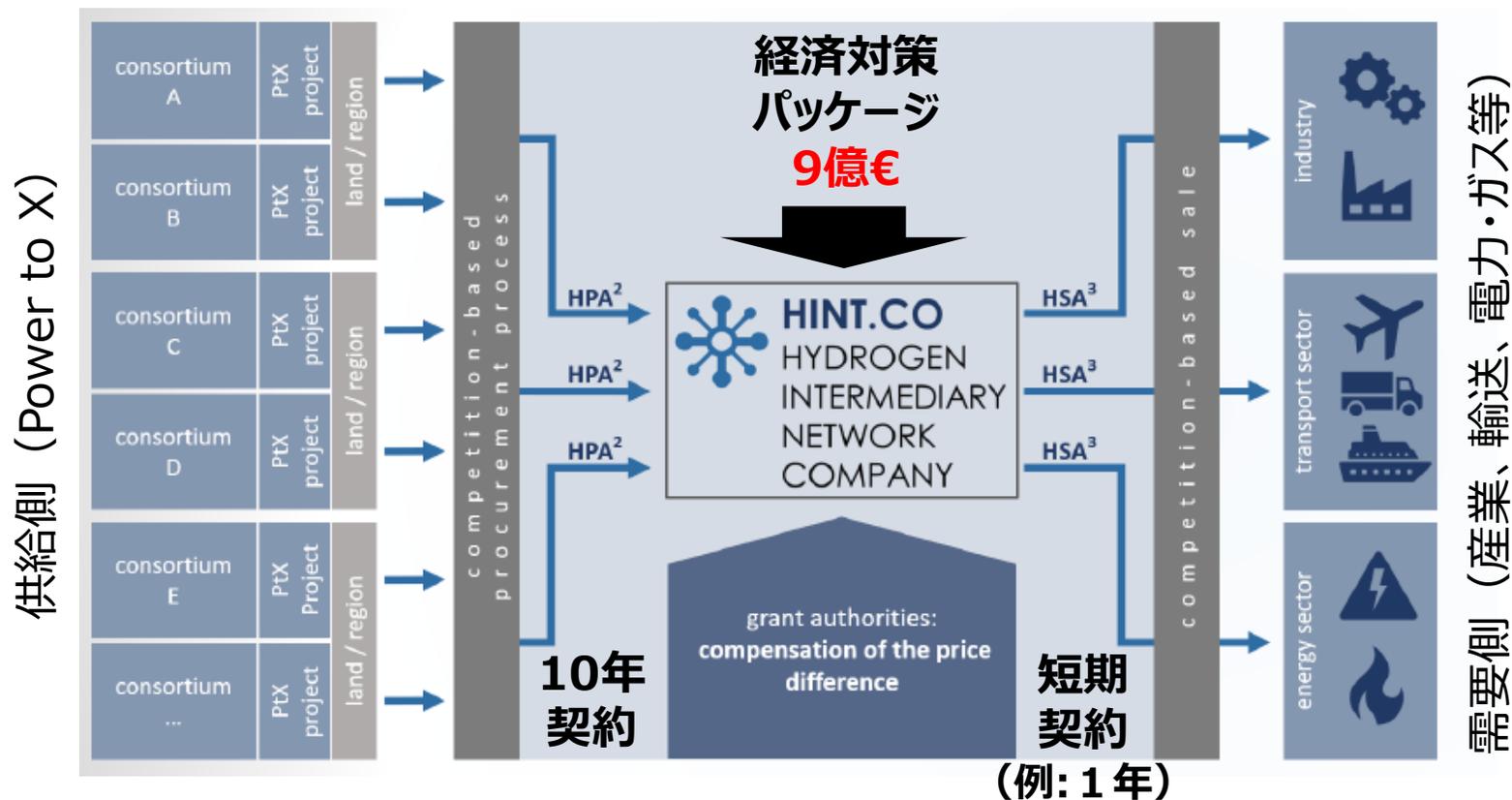


政府等が水素を引き取らない代わりに、基準単価を販売量に合わせて傾斜をつけ設定
(少ない販売量で初期投資を回収可能に)

(参考) ドイツH2 Globalの仕組み

- 独は**基準価格で10年間、全量を取引仲介会社（HINT）が購入**することで、**水素供給事業者の価格リスク及び量的リスクを低減**。多様な分野の水素購入者には、**短期の販売契約を締結し供給**。いずれも、競売で売買できる事業者が決定。
- HINTによる需要家販売価格と基準価格との差額を埋めるために、**政府がHINTに資金を投入**。

【H2 Globalの仕組み（イメージ）】



(参考) 英国 Low Carbon Hydrogen Business Modelの仕組み

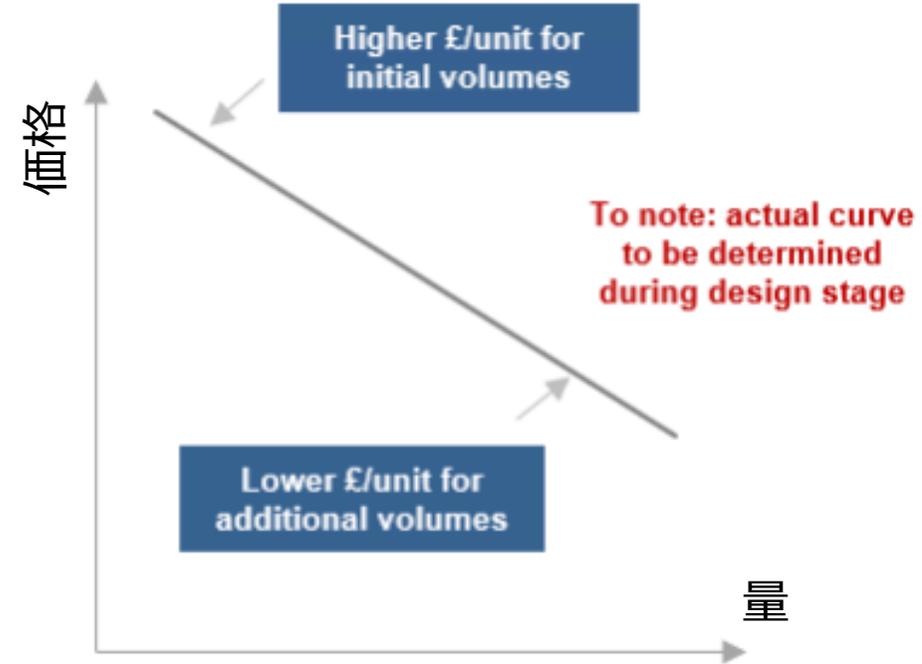
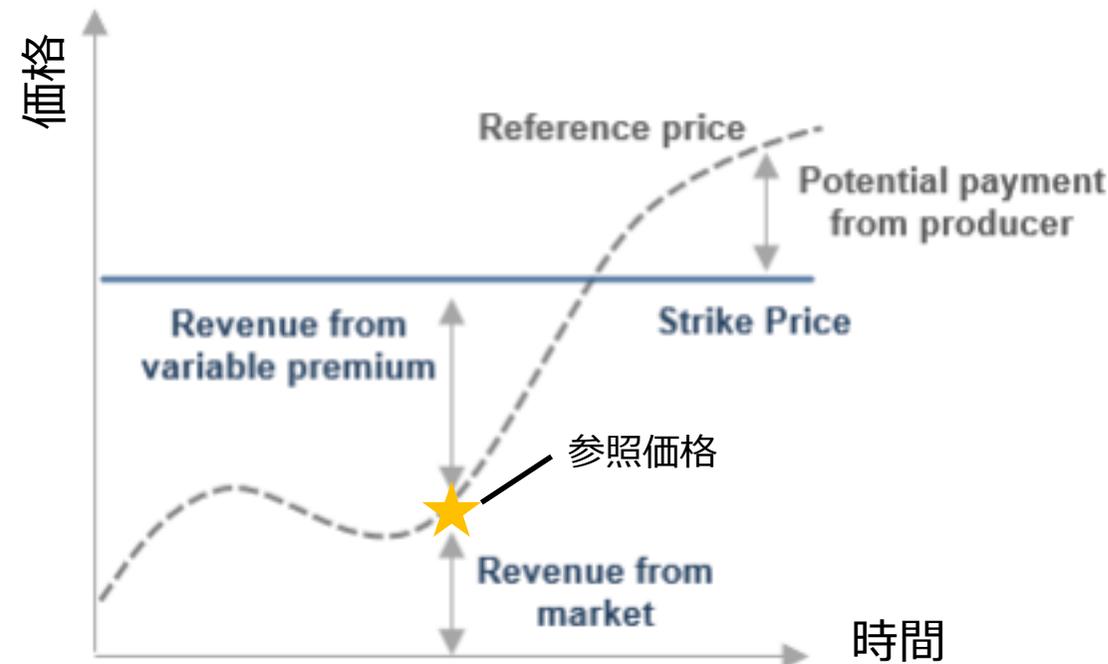
- 英国は供給コストに基づき基準価格を設定。多様な需要家への販売価格を参照価格とし、その両者の値差を供給事業者に長期間補填し、価格リスクの低減を図る。 ※補填上限は天然ガス価格に設定
- また、量的リスクについては、政府等が買い取ることはせず、初期販売量をより手厚く支援することで、少ない販売量でも設備投資も回収できる仕組みとする予定。

価格リスク緩和のための価格補填策（政府案）

- 補填額 = 基準価格 - 参照価格
- ※ 基準価格はガス価格などをIndex化する可能性有

量的リスクの緩和策（政府案）

- 買い上げはせず、支援価格に傾斜をかけることで、販売意欲を減じることなく、固定費回収を支援



論点⑤：事業者等による供給コスト等の低減

- 公的財源を使う場合、政策目的達成のための**国民負担の最小化を図ることは必須**であり、そのためには、水素等供給事業者に**供給コスト低減等を継続的に促していけるようなメカニズムが必要**と考える。
- そのための具体的な取組としては、コスト目標や補助上限額の設定などに加えて、競売の導入等による競争原理の導入など様々考えられるが、市場の成熟度合いや、想定事業者数により**最適な取組は異なる**ため、**一つの方策に限定せず、詳細設計の中で、具体的に議論するべき**ではないか。

他分野での具体例①：FIT制度における入札制度等の導入

- FIT制度では国民負担の抑制やコスト削減の加速化を促すべく、中長期の価格目標を設定するだけでなく、2017年度より、国の電力買取価格の決定に際して入札制度を導入（募集容量と上限価格を設定し、安い価格を入札した事業者から落札）

他分野での具体例②：家庭用蓄電池導入に際しての上限価格の導入

- 家庭用蓄電システムの普及拡大に向け、更なるコスト低減を図るべく、太陽光併設型の蓄電システムから得られる収益により投資回収できる水準として、7万円/kWh（工事費込）を2030年度の目標価格として設定し、政府による導入支援（補助金等）における補助水準の目安として活用することで、価格低減を促進

論点⑥：他政策との関係

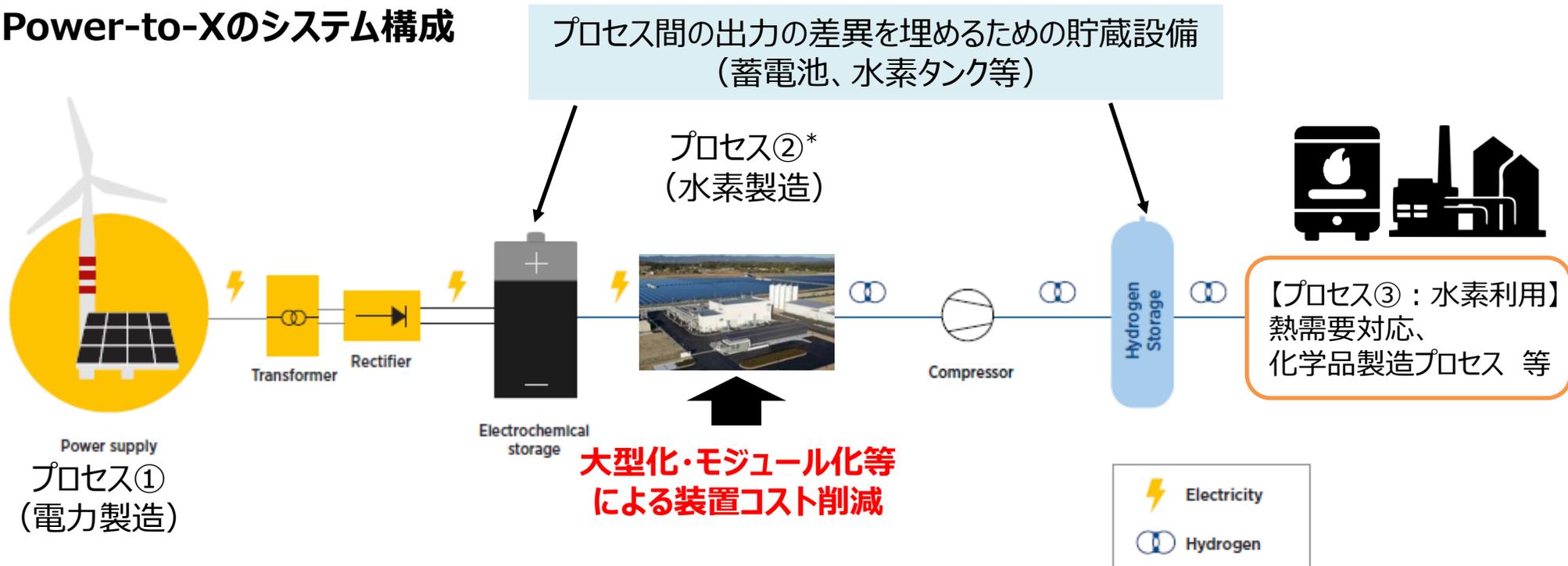
- 水素は製造源も用途も非常に広範に渡るため、複数の政策を組み合わせることは、**サプライチェーンの構築と需要の創出を一体的に行うには重要**。他方で、各取組の間で適切な棲み分けが図られない場合、事業者への過剰な支援・負担となる等の結果、**政策全体が複雑化・非効率化する恐れがある**。
- そのため、各政策の関係性（重複・補完）を理解した上で、重複支援とならないよう整理しつつ、**適切な政策の組み合わせを事業者が出来るような政策体系とすべき**ではないか。

他の政策例(含 検討中)	政策概要等
グリーンイノベーション (GI) 基金	<ul style="list-style-type: none"> □ 水素等サプライチェーン等のコスト低減に向けた技術の検証・確立し、技術リスクの低減を支援 □ 基金で導入された設備が商用化時にも使われる見込み
拠点整備支援	<ul style="list-style-type: none"> □ 水素・アンモニア等の供給・受入に資する設備の支援 □ 本方策と対象設備に重複が無いよう、整理が必要
脱炭素電源投資促進制度	<ul style="list-style-type: none"> □ 脱炭素電源等の巨額の初期投資の回収に対し、長期的な収入の予見可能性を付与する方策 □ 需要側設備である発電所は棲み分けが図られるものの、受入設備等、一部設備については支援が重複する可能性有。
改正JOGMEC法案 (出資・債務保証等)	<ul style="list-style-type: none"> □ 水素・アンモニアのサプライチェーン構築の際に、事業者が負う投資リスクを低減（事業採算性の向上には寄与しない）
GXリーグ	<ul style="list-style-type: none"> □ 脱炭素にいち早く移行するための挑戦を行い、国際ビジネスで勝てる企業群を生み出すための産官学の仕組み。 □ 参加企業の自主的な取組により水素等の調達インセンティブが増大することが期待。⁴³

GI基金：再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造（国費負担額：上限700億円）

- 日本は世界最大級の水電解装置を福島に有するものの、開発は欧州勢が先行。市場も再エネが安い欧州等が先に立ち上がる。
- 余剰再エネ等を活用した国内水素製造基盤の確立や、先行する海外の水電解市場獲得を目指すべく、複数のタイプの水電解装置（アルカリ型、PEM型）の大型化やモジュール化、膜等の優れた要素技術の実装、水素利用と一体でのPower-to-Xのシステム実証等を強力に後押しし、装置コストの一層の削減（現在の最大1/6程度）を目指す。

Power-to-Xのシステム構成



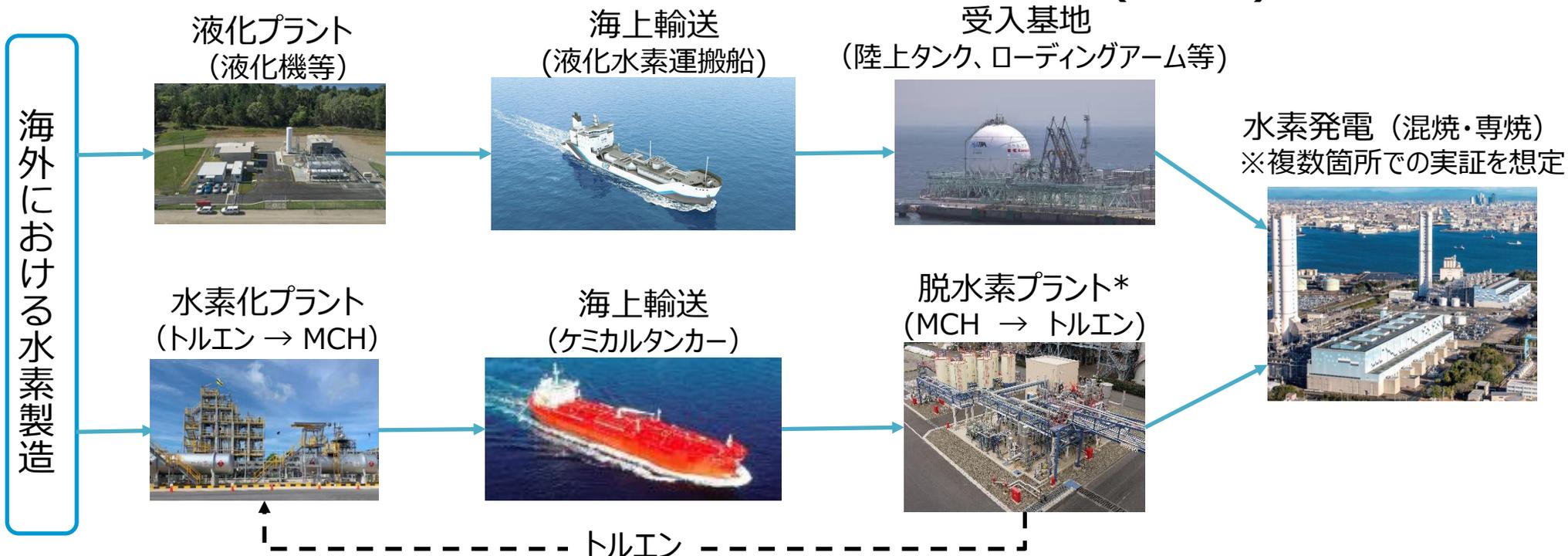
水電解装置の開発と合わせて、ボイラー等の熱関連機器や基礎化学品の製造プロセスとを組み合わせ、再エネ電源等を活用した非電力部門の脱炭素化に関するシステム全体を最適化する実証を行う予定

*写真は福島水素エネルギー研究フィールド（イメージ）

GI基金：大規模水素サプライチェーンの構築（国費負担額：上限3,000億円）

- 水素社会の実現に向け、**大規模水素サプライチェーン構築と需要創出**を一体的に進めることが必要。
- 将来的な**国際水素市場の立ち上がり**が期待される中、日本は世界に先駆けて液化水素運搬船を建造するなど、**技術で世界をリード**。大規模需要の見込める**水素発電技術**についても我が国が先行。
- そのため、複数の水素キャリア（液化水素、MCH）で①**輸送設備の大型化等の技術開発・大規模水素輸送実証を支援**することに加え、②**水素発電における実機での水素の燃焼安定性に関する実証**を一体で進めるなどし、**水素の大規模需要の創出と供給コスト低減の好循環の構築**を推進し、**供給コストを2030年に30円/Nm³、2050年に20円/Nm³以下（化石燃料と同等程度）**とすることを旨とする。

液化水素、メチルシクロヘキサン（MCH）の大規模水素サプライチェーン(イメージ)



*製油所等、既存設備を最大限活用することを想定

出典：HySTRA、AHEAD、各社HPより資源エネルギー庁作成

(参考) 脱炭素電源投資促進制度の概要

第13回持続可能な電力システム構築小委員会
(2021年12月3日) 資料3

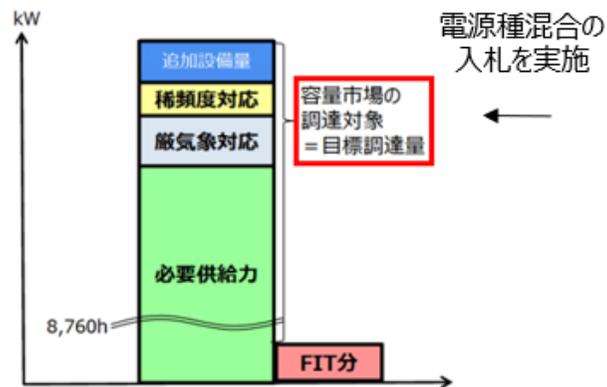
- 本年8月の第二次中間取りまとめでは、「カーボンニュートラルと安定供給の両立に資する新規投資に限り、電源種混合での入札を実施し、落札案件の容量収入を得られる期間を複数年間とすることで、巨額の初期投資の回収に対し、長期的な収入の予見可能性を付与する方法が考えられる。今後、この案を基礎に、制度の詳細を検討していく」こととされた。

持続可能な電力システム構築小委員会
第二次中間とりまとめ (2021年8月) より一部修正

現行の容量市場

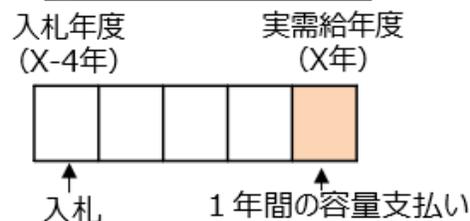
① 目標調達量

② 対象



既設
+
新設

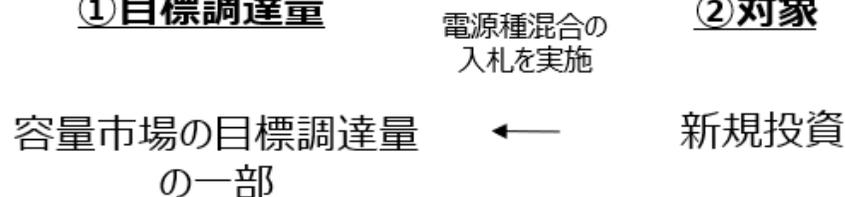
③ 落札案件の収入



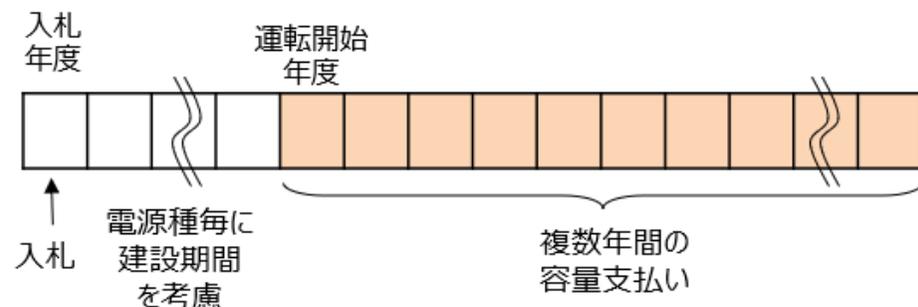
新たな制度措置案

① 目標調達量

② 対象



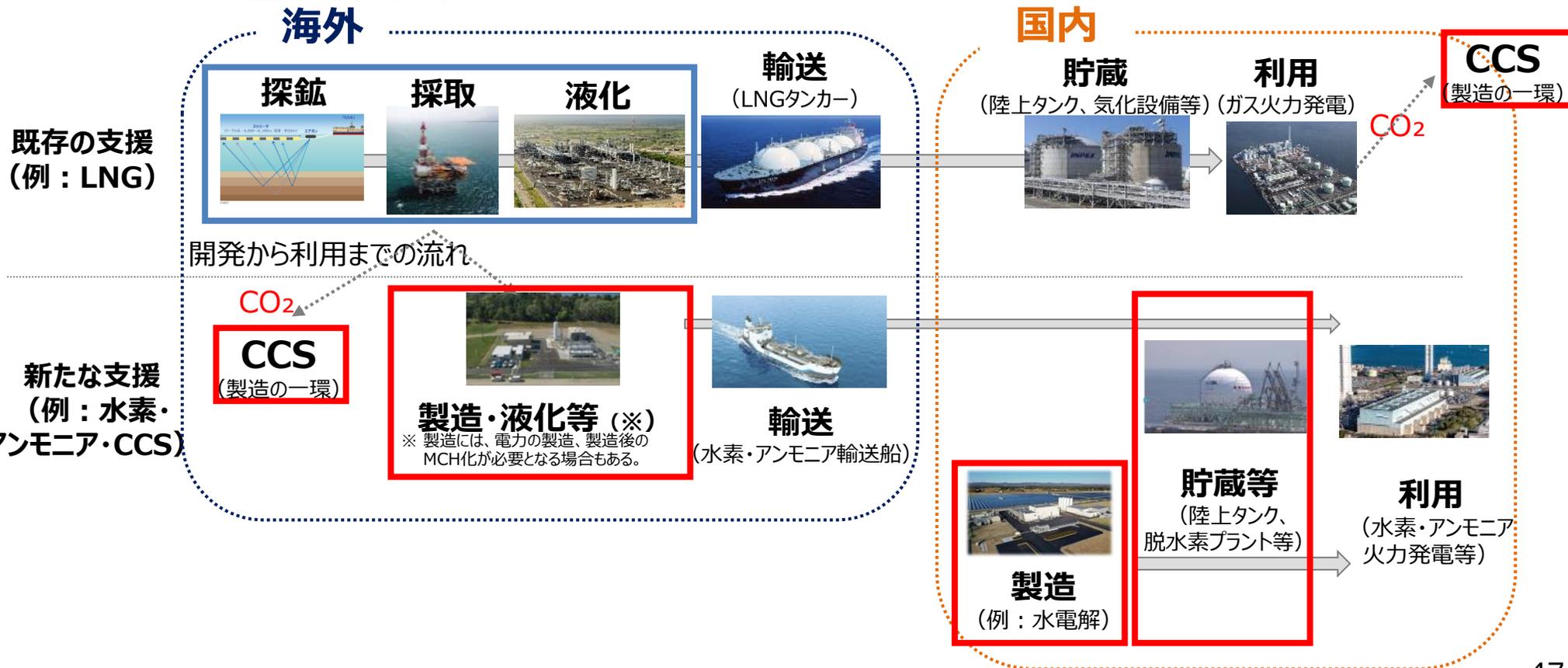
③ 落札案件の収入



(参考) JOGMEC法改正案

- JOGMEC法及び高度化法を含む「安定的なエネルギー需給構造の確立を図るためのエネルギーの使用の合理化等に関する法律等の一部を改正する法律案」を今国会に提出予定。
- JOGMEC法改正案では、JOGMECの機能に新たに国内/海外での水素・アンモニアの製造・貯蔵等への出資や債務保証を追加することで、事業者が大規模なプラント投資等をする際のリスクの低減を目指す。

JOGMEC法改正の方向性案



GX（グリーントランスフォーメーション）リーグの概要

【趣旨】 2050年のCN実現を見据えて、経済と環境の好循環を作り出す観点から、**脱炭素にいち早く移行するための挑戦を行い、国際ビジネスで勝てる企業群**を生み出すための産官学の仕組み。

【GXリーグでの取組】

- ① 2050年カーボンニュートラルの**サステイナブルな未来像を議論・創造**
 - ◆ 産官学民の幅広いステークホルダーが、ワーキンググループを構成して、未来像とそこに向けた経済社会システムの移行像を示す。
(例：生活者視点のサステイナブルな経済社会システムのあり方、2050CN時代の企業の役割)
- ② カーボンニュートラル時代の**市場創造やルールメイキングを議論**
 - ◆ ①未来像を踏まえ、新たなビジネスモデルを検討し、市場創造のためのルール作りを行う。
(例：CO2ゼロ商品の認証制度 等)
- ③ カーボンニュートラルに向けて掲げた目標に向けて**自主的な排出量取引を行う**
 - ◆ 自ら高い排出量削減目標を自主的に掲げ、その達成に向けて、**カーボン・クレジット市場**を通じた自主的な排出量取引を行う。

【参画企業に求められる取組】

- ① **自らの排出削減（目標設定、挑戦、公表）**
 - ◆ 2050CNと統合的な2030年削減目標に向け挑戦。目標未達時は、直接排出（国内分）に関し排出量取引の実施状況を公表
 - ◆ 国の削減目標（46%）より野心的な目標を奨励（超過削減分は取引可能）
- ② **サプライチェーンでの排出削減**
 - ◆ 上流の事業者に対して削減の取組支援を、下流の需要家・生活者に対して、CFP表示等、「環境価値」の提供・意識醸成を行う
 - ◆ サプライチェーン排出に関する定量的な目標設定を奨励
- ③ **グリーン市場の創造**
 - ◆ 多様な主体と、革新的なイノベーション創出に向け協働し、新製品・サービスを通じて貢献。
 - ◆ 自らのグリーン製品調達・購入を奨励

【スケジュール】 2月1日(火)に「基本構想」を公表し、**440社が賛同**。
この「基本構想」を基に、GXリーグの本格稼働に向けた議論を2022年4月から開始。2022年度後半に実証試験を行い、**2023年4月以降からの本格稼働を目指す**。

賛同企業は440社。賛同企業によるCO2排出量は日本全体の約28%。 家庭部門等への電力供給に伴う排出を加味すると、4割以上と見込まれる。

	CO2排出量	うち、賛同企業の割合
日本全体	約11億4,600万トン*	約28%
(電力会社が家庭等に供給している電力に伴う排出を加味すると、 4割以上 をカバー。)		
賛同企業合計	約3億2,000万トン**	-

*2018年度の温室効果ガス排出量（確報値）より

**2018年度の温対法に基づく温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度により集計された各社排出量を積み上げ

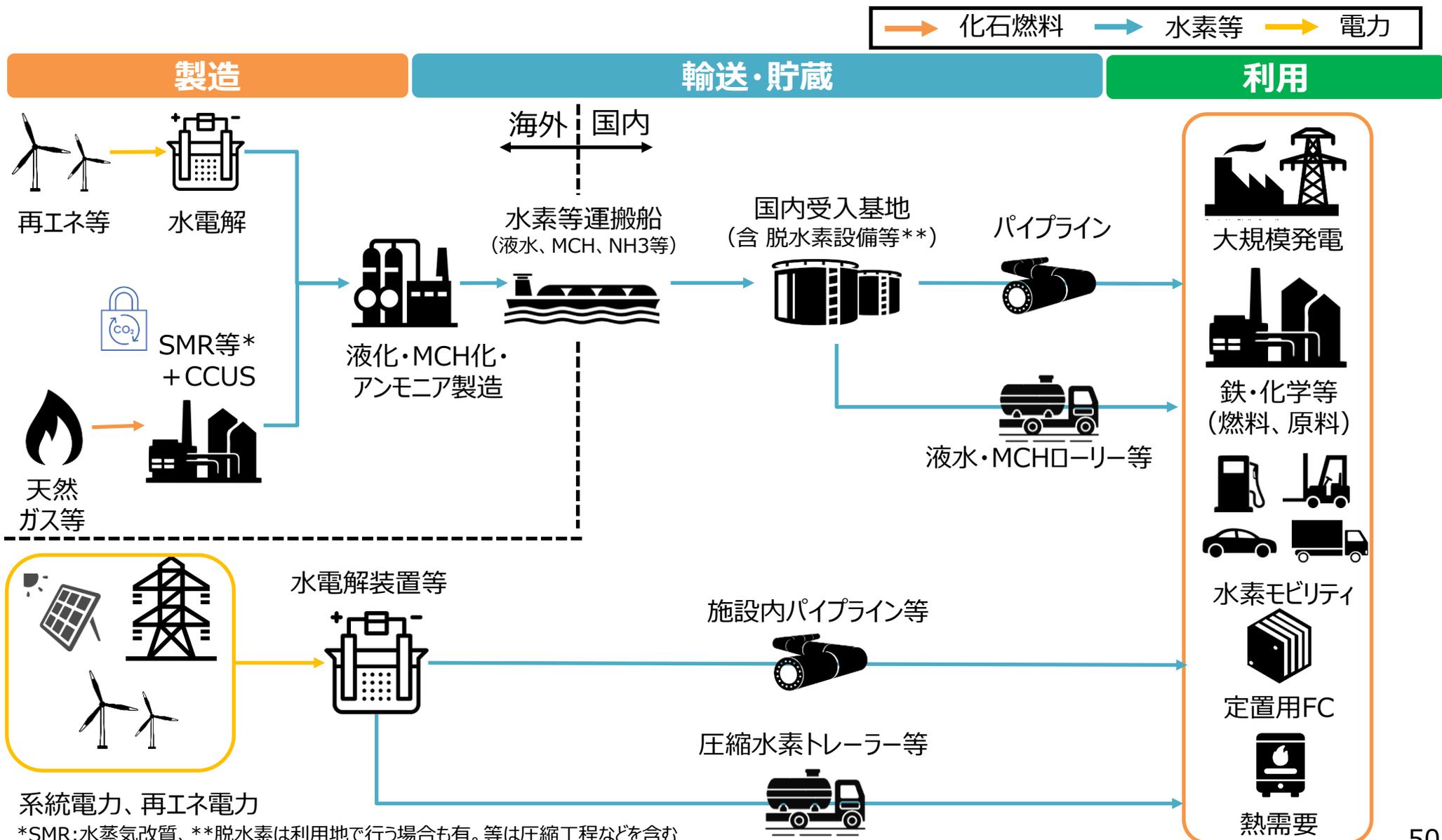
賛同企業からの反応・意見

<ルールメイキングの実施希望事項>

部素材のCO2ゼロ表示	<ul style="list-style-type: none"> 個別製品のCN価値表示のあり方と個別基準策定 マスバランスアプローチ導入によるCO2削減やサーキュラーエコノミー加速のためのルールメイキング・社会実装に向けた取組
カーボンクレジット	<ul style="list-style-type: none"> カーボンリサイクルやCCUSでのクレジットの考え方の議論 炭素削減価値の新たな創出の仕組み（自然由来クレジット、ブルーカーボン等）
金融市場での評価	<ul style="list-style-type: none"> 公平・公正な制度設計（より高い削減目標を設定する企業へのインセンティブ付与、産業ごとの最低削減率の設定等） 行動変容を起こす取り組みに対する投資家の理解の促進
削減貢献量の表示・開示	<ul style="list-style-type: none"> CO2排出削減貢献量やScope 3の考え方、ルールのリ・デザイン 削減貢献の価値を製品・サービスに反映する方法を検討する場への参加

(参考) 水素等のバリューチェーンの全体像

- 各取組でどの設備を対象として支援するかは整理が必要



(参考) 上げDRの更なる活用に向けて

- 需給が緩む時期の上げDR（需要創出）は今でも小売と需要家の間の契約に基づき実施されているが、こうした取組が経済性を有することになれば、水素製造コストの低減と再エネ等の導入拡大を両立できる。
- 最近、自家発補給契約中における再エネ出力制御時の特別措置の規定など、一部制度的にこうした上げDRを評価する仕組みが整いつつあるものの、より加速度的にこうした取組を増加させ、再エネを最大限活用するためには、一段とこうした取組を評価することが必要ではないか。

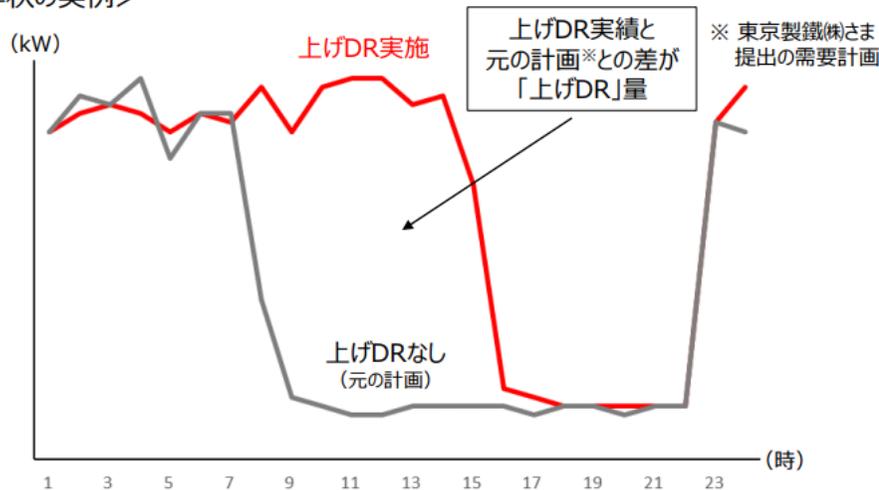
上げDRの具体例（東京製鐵）

- 事前に上げDR候補日（再エネの出力制御が見込まれる日）と、上げDR時の小売単価を九電の小売部門と決定
- 前々日に九電からの要請を受けて、従業員シフト等を調整し、昼間に電炉の操業を実施(通常は夜間と土日操業)

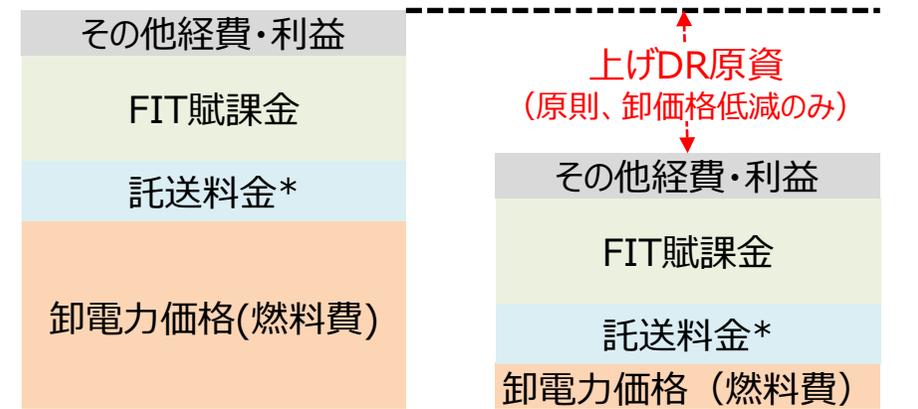
上げDRの経済的原資（イメージ）

- 小売等と需要家で折半出来る上げDRの経済的原資は、原則、卸電力価格（燃料費）の低減分のみ
- 出力制御の回避や、系統負荷低減への寄与が評価されず（東京製鐵も夜間単価 < 上げDR単価）

<2019年秋の実例>



※ 朝8時に夜間操業を終えた後、短時間に限った再操業するのは困難とのことから、一定の時間幅を設定（0.01円/kWhコマ だけの上げDRではない）



通常時の小売料金単価

上げDR時の小売料金単価

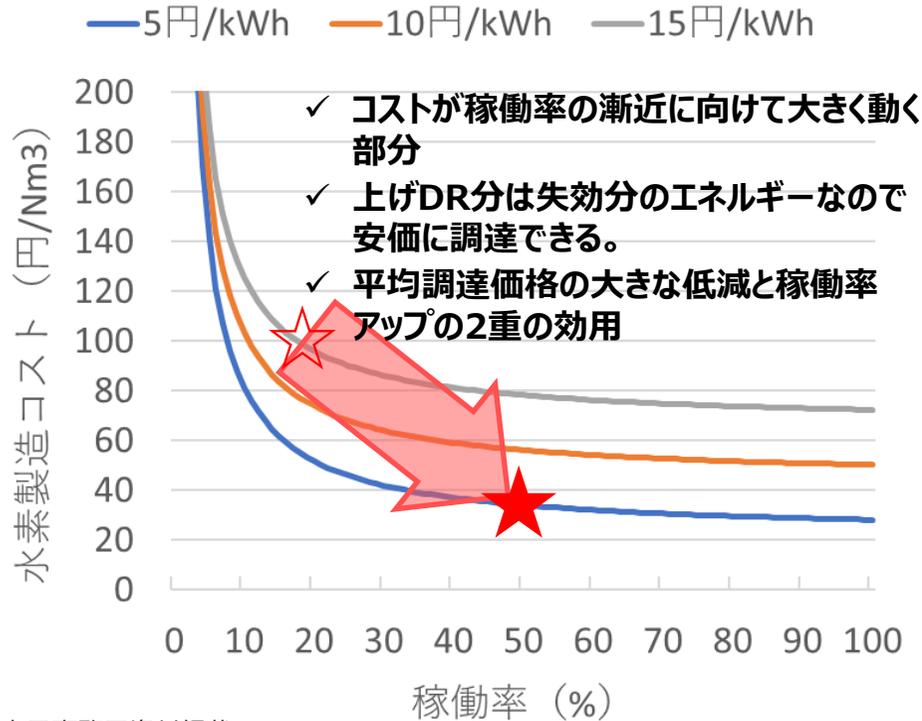
*自家発補給契約(発電設備の検査、補修または事故(停電による停止等を含む)により生じた不足電力の補給にあてられるために電気の供給を受けるサービス。基本料金は通常の半分)の契約電力の範疇で、上げDRをしたものは基本料金を据え置くという特別措置を2021年度から実施

(参考) 上げDRと P to Gの関係等 (山梨県企業局提出資料)

ローカルフレキシビリティとP2G収益性の関連

再エネ吸収のための上げDR→水素コストへの影響

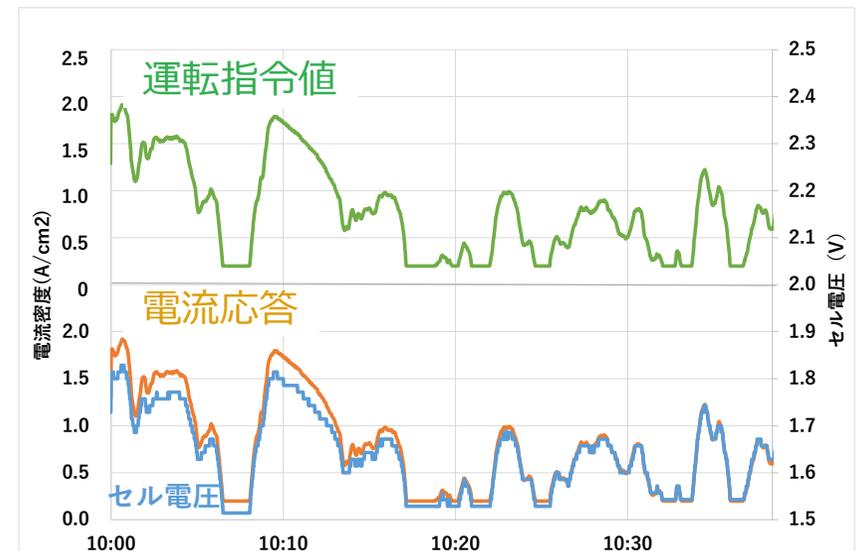
平均電力コスト・稼働率・水素製造コストの関係



本日事務局資料掲載

PEMの特徴を活かした瞬時下げDRも拡大

- ✓ PEM形P2Gシステムは、応答性の良さから一次調整力を発揮可能
- ✓ 運転時間の拡大が促されることで、一次調整力、二次調整力への貢献も大きくなる。



実験データ紹介：PEM形水電解は良好な応答・追従性を示し、1秒データでは制御の遅れ及び不足は確認できなかった。

産業保安分野における当面の制度化に向けた取組と今後の重要課題 (令和3年12月21日・産業構造審議会保安・消費生活用製品安全分科会)

第2章 産業保安分野における当面の制度化に向けた取組

第4節 気候変動問題とカーボンニュートラル実現に向けた保安規制面における取組

2. カーボンニュートラルの実現を踏まえた水素等の保安規制面での利用環境整備

(1)水素の利用に関する今後の保安規制面における取組（水素保安の全体戦略の策定）

水素社会実現のためには、水素の供給量の拡大、需要の喚起、インフラ整備に資する取組を一体的に講ずることが必要であるが、これに際し、保安規制面からも適正な制度整備を行うことが必要である。

具体的には、安全を前提としつつ、水素利用に関する規制の合理化・適正化を通じ、保安力の向上、保安人材の枯渇への対応、コスト負担の軽減、手続の簡素化等を図り、水素利用を促す環境整備につなげることが重要である。

今後、水素社会の実現を見据え、水素のサプライチェーン（製造、輸送・貯蔵、利用）の各段階において、保安規制の面から、安全を前提としつつ、利用環境の整備を着実に実施していくことが重要である。その際には、**2050年カーボンニュートラルの実現等を見据え、水素社会の実現のため、個々の規制の改正だけでなく、水素保安の全体戦略を策定していく必要がある。そのため、例えば、2022年度中を目途にしつつ、水素社会実現に向けた全体の動きも踏まえながら、早急に検討する。**

論点⑦：開始時期

- 本方策による支援は、エネルギー基本計画等における2030年の水素等の供給目標達成を見据えつつ、事業者の国内外の水素・アンモニアサプライチェーンに対する大規模投資の決断時期と歩調を合わせて開始する必要がある。
- そのため、国内外サプライチェーンの構築及びインフラ整備などのリードタイムを踏まえると、今後基本的な方向性を固めた上で詳細検討を行い、出来るだけ早期に検討を完了し、支援を開始出来る体制を整えるべきではないか。

②水素・燃料アンモニア産業 (水素)の成長戦略「工程表」

●導入フェーズ： 1. 開発フェーズ 2. 実証フェーズ 3. 導入拡大・コスト低減フェーズ 4. 自立商用フェーズ

●具体化するべき政策手法： ①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

●地域	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
●利用						★目標(2030年時) コスト:30円/Nm ³ 量:最大300万t	★目標(2050年時) コスト:20円/Nm ³ 以下、 量:2000万t程度	
●輸送	自動車、船舶、航空機及び、物流・人流・土木インフラ（鉄道）産業の実行計画を参照							
●発電	大型専焼発電の技術開発 水素発電の実機実証（燃料電池、タービンにおける混焼・専焼）					エネルギー供給構造高度化法等による社会実装促進		
●製鉄	国内外展開支援（燃料電池、小型・大型タービン） COURSE50（水素活用等でCO ₂ ▲30%）の大規模実証					導入支援		脱炭素水準として設定
●化学	水素還元製鉄の技術開発					技術確立		導入支援
●燃料電池	水素等からプラスチック原料を製造する技術の研究開発					大規模実証		導入支援
●燃料電池	革新的燃料電池の技術開発 多用途展開、生産設備の投資支援、導入支援					革新的燃料電池の導入支援		
●輸送等	国際輸送の大型化に向けた技術開発 大規模実証、輸送技術の国際標準化、 港湾において輸入・貯蔵等が可能となるよう技術基準の見直し等					商用化・国際展開支援		
●輸送等	商用車用の大型水素ステーションの開発・実証 水素ステーションへの規制改革等によるコスト削減・導入支援							
●製造	水電解装置等の大型化等支援・性能評価環境整備 海外展開支援（先行する海外市場の獲得）					卒FIT再エネの活用等を通じた普及拡大		
●製造	余剰再エネ活用のための国内市場環境整備（上げDR等）等を通じた社会実装促進							
●革新的技術	革新的技術（光触媒、固体酸化物形水電解、高温ガス炉等の高温熱源を用いた水素製造等）の研究開発・実証					導入支援		
●分野横断	福島や発電所等を含む港湾・臨海部、空港等における、水素利活用実証 再エネ等の地域資源を活用した自立分散型エネルギーシステムの実証・移行支援・普及 クリーン水素の定義等の国際標準化に向けた国際連携					インフラ等の整備に伴う全国への利活用拡大		
●分野横断	資源国との関係強化、需要国の積極的な開拓を通じた国際水素市場の確立							
●分野横断	洋上風力、カーボンリサイクル・マテリアル及び、ライフスタイル関連産業の実行計画と連携							

②水素・燃料アンモニア産業

●導入フェーズ:

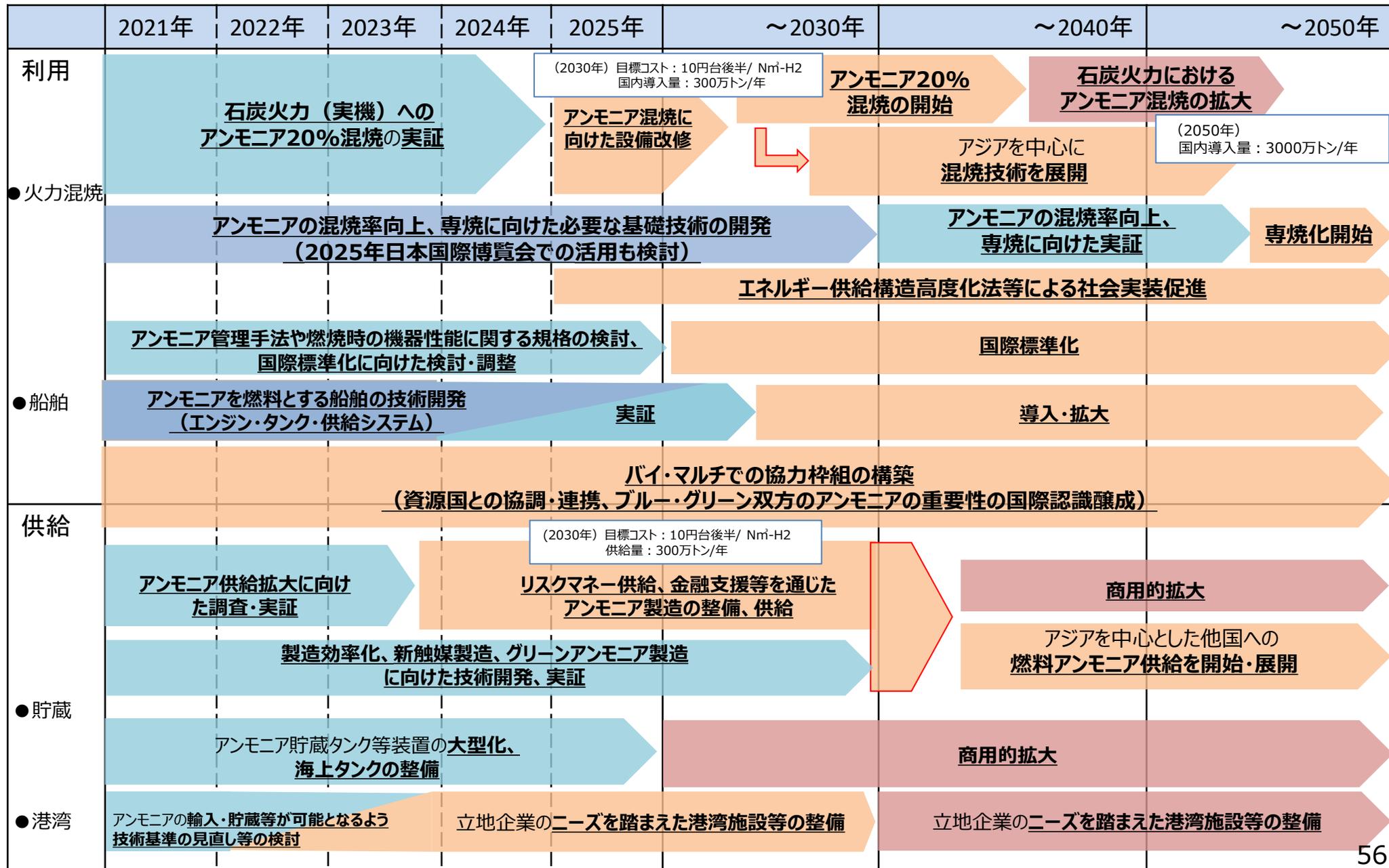
1. 開発フェーズ

2. 実証フェーズ

3. 導入拡大・コスト低減フェーズ

4. 自立商用フェーズ

(燃料アンモニア) の成長戦略「工程表」●具体化するべき政策手法: ①目標、②法制度(規制改革等)、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等



1. 水素・アンモニア需要の規模感
2. 水素・アンモニアの商用サプライチェーン構築
3. 効率的な水素・アンモニア供給インフラの整備

本日御議論いただきたい主要な論点

論点	概要
① 拠点の意義	<ul style="list-style-type: none"> 水素・アンモニアの大規模需要を創出し、サプライチェーンを効率的に構築する観点から、数か所の拠点形成を念頭に、リソースの集中投下を図ることは有効な解決策であるか。その場合、<u>供給と需要の近接性</u>はどうあるべきか。 拠点形成を通じて、何を<u>新たな価値・役割</u>とするのか。現状想定される需要の種類や供給方法等でどのように<u>類型化</u>すべきか。両者（<u>バックキャスト</u>と<u>フォアキャスト</u>）をどう<u>マッチング</u>させるか。
② 政策的支援	<ul style="list-style-type: none"> 個別の事業者が各社の判断で水素・アンモニア利用を進めた場合、どのような制約・課題（ハード面・ソフト面）が生じるか。また、そのための政策的支援は何か。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ どのような種類の<u>インフラ整備</u>が、水素・アンモニア利用拡大に資するか（タンク、パイプライン等）。 ✓ 効率的な<u>インフラ整備を支援する手法</u>について（既存設備の優先的な利用・転換の考え方等）。 ✓ 効率的な<u>需要創出・拡大</u>を図るための<u>インフラ利用のルール</u>が必要か（オープンアクセスや権利関係の整理等）。 ✓ その他、<u>利用ルール整備以外に必要となるもの</u>は何か（現実的な安全規制等）。
③ 主体の在り方	<ul style="list-style-type: none"> 拠点形成に向けた<u>トランスフォーメーション</u>を起こすためには<u>誰が主体</u>となるべきか。 企業（需要側・供給側）や自治体、地方局がそれぞれどのような役割を担って連携するべきか。 事業の継続性や資金調達の進めやすさの観点から、拠点整備の主体として望ましい組織体は何か。
④ 支援を進める条件や選定方法	<ul style="list-style-type: none"> インフラ整備には、<u>長期的に需要が見込まれることが重要</u>であり、そのためには、支援を受ける事業者（需要側、供給側）に、拠点における<u>将来の産業構造の変化や脱炭素化の道筋を示した工程表の策定</u>と、それに基づく<u>需要創出・拡大の見通しとコミットメント</u>を求めることが重要ではないか。
⑤ 他制度との関係	<ul style="list-style-type: none"> カーボンニュートラルポート（CNP）との連携をどのように進めるべきか。 脱炭素電源投資促進制度として検討中の発電部門における設備支援との連携・整理をどのように行うべきか。 JOGMEC法改正で予定している水素・アンモニアの国内貯蔵施設等へのリスクマネー支援との連携・整理をどのように行うべきか。 <u>拠点が自ら拡大・再生産していくために必要な仕組み</u>はどのようなものが考えられるか。 <u>拠点に集積した企業がさらなるグローバル競争力を高めるには</u>どのような制度が必要になるか。

論点①：バックカastingによる拠点の考え方

拠点形成で生まれる新たな価値・役割の必要性

カーボンニュートラルコンビナート（CNK）の場合

- ✓ 2050年において、コンビナート全体でのカーボンニュートラル化を実現するだけでなく、
- ✓ カーボンニュートラル社会において、
①脱炭素エネルギーの受入/生産/供給、②炭素循環マテリアルの受入/生産/供給、③脱炭素技術のテストベッド
といった機能を通じて、カーボンニュートラル社会の持続的な発展、製造事業者等の競争力強化、地域経済・日本経済の活性化に貢献する存在

役割①：脱炭素エネルギーの受入／生産／供給

コンビナートへの集積のメリット：
脱炭素エネルギーへのaccessibility

- 水素・アンモニア・CO₂回収等の多様な手段でエネルギーの脱炭素化をサポート
- コンビナート内の多様な業種間でのエネルギー設備の共有、共同での調達やコンビナート外への販売などにおいて集積効果の発揮
- 大量に必要となる水素・アンモニアの輸送ではカーボンニュートラルポート（CNP）と連携
- 一次産業～二次産業～三次産業のハブ

役割②：炭素循環マテリアルの受入／生産／供給

コンビナートへの集積のメリット：
水素やCO₂など原料へのaccessibility
炭素循環マテリアルへのaccessibility

- 水素やCO₂の効率的な利用により、炭素循環マテリアル製造をサポート
- コンビナート内の多様な業種同士での設備共有化やマテリアルの共同利用などにおいて集積効果の発揮
- ケミカルリサイクル／バイオマスマテリアルの利活用・再利用に関するハブ（一次産業との連携）

役割③：脱炭素技術のテストベッド

コンビナートへの集積のメリット：イノベーション・価値創出を誘発する環境

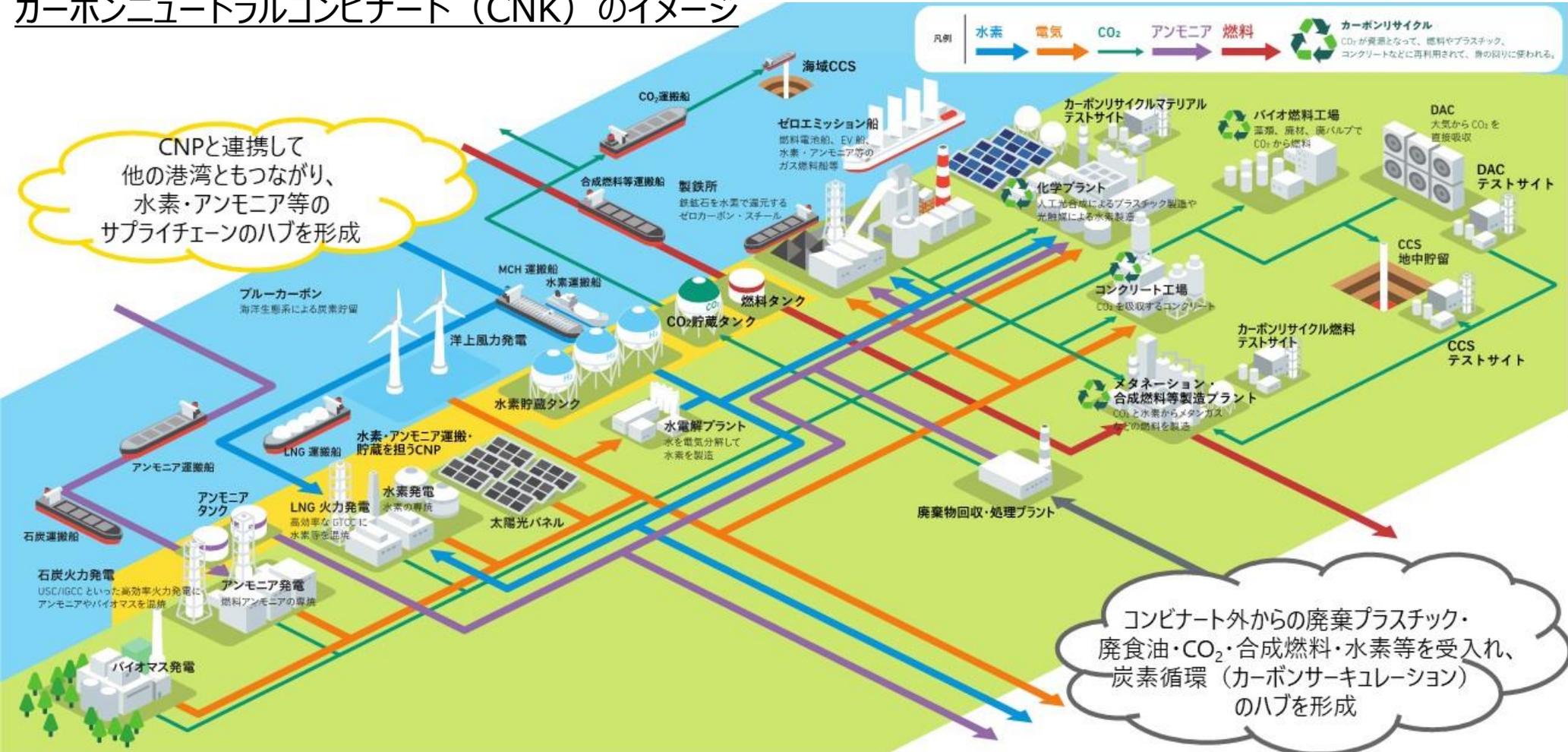
- 脱炭素化技術のテストベッドとなり事業のスタートアップ・実証・スケールアップを支援
- “立地” “土地” “設備” “人材（オペレーション・専門技術）” など、コンビナートが持つポテンシャルを組み合わせることで活用することにより、新たな価値創出
- 新たな産業のインキュベーション・創出

- ◆ カーボンニュートラル社会の持続的な発展
- ◆ 製造事業者等の競争力強化
- ◆ 地域経済・日本経済の活性化

論点①：バックキャストによる拠点の考え方 水素・アンモニアの大規模利用のポテンシャル

- 水素・アンモニアの大規模な需要を生み出しつつ、新たな価値・役割を持った拠点形成を進めるためには、面的拠点と点的拠点の戦略的かつ計画的な配置が必要ではないか。

カーボンニュートラルコンビナート（CNK）のイメージ



論点①：フォアキャストイングによる拠点の考え方 水素・アンモニアの大規模利用のポテンシャル

- 水素・アンモニアの具体的な用途としては、**発電利用、産業用途、輸送用途**等が想定される。
- そうした中、需給を一体で拡大していく集積地を検討していく上では、既存の**発電所や産業集積等**を念頭に、**水素・アンモニアの潜在的な需要地を検討する**ことが重要ではないか。
- その上で、より**広域的な連携の在り方や、新たな産業創出の視点**を加えることで、将来的な利用の絵姿が具体化するのではないか。

【水素・アンモニアの潜在的な需要地のイメージ例】

大規模発電利用型

- 大規模なガス/石炭火力発電所が存在。
- 水素・アンモニア発電を中心に導入。

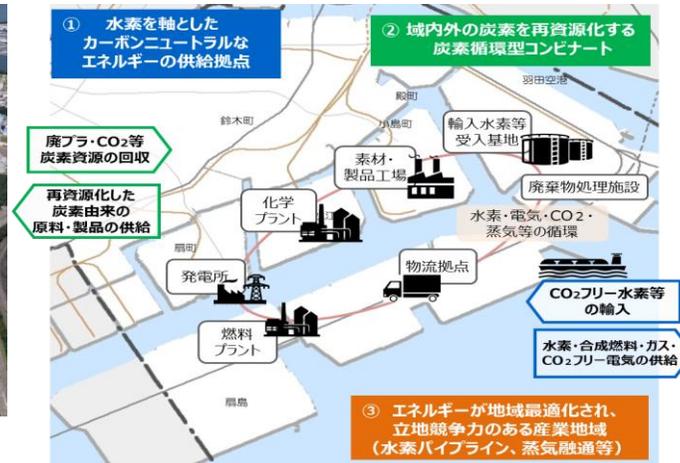
(碧南の例)



多産業集積型

- 電力以外に石油化学、石油精製、製鉄等の産業が集積。
- 複数の用途で水素/アンモニアの利用が見込まれる。

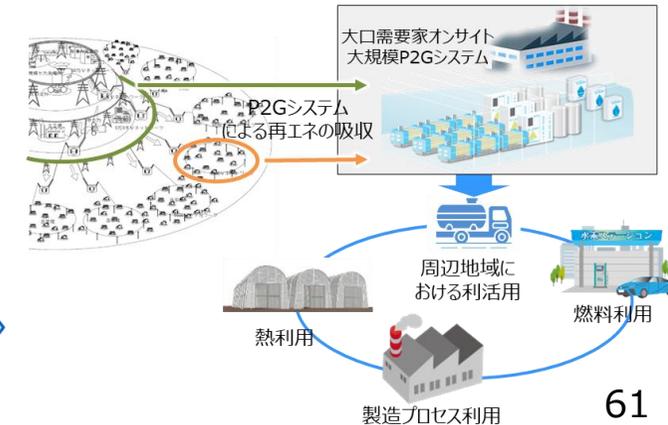
(川崎市の例)



地域再エネ生産型

- 地域で再エネ生産を行い、水素・アンモニア製造を行う。
- 地域での需要創出が重要。

(山梨県の例)



論点①：フォアキャストによる拠点の考え方

水素・アンモニアの利用拡大に向けた需要集積を検討する上での軸

- 前頁の通り、地域ごとに産業の集積状況や利用が見込まれる燃料についての差異が存在。
- そのため、具体的な軸を念頭に置きながら、水素・アンモニアの利用の集積の分類を進めることが必要ではないか。

【拠点整備を検討する上で必要となる軸】

軸	類型イメージ
①想定される用途	<ul style="list-style-type: none">• 発電用途<ul style="list-style-type: none">✓ 水素：ガス混焼、専焼 ⇔ アンモニア：石炭混焼、専焼✓ 系統接続 ⇔ 自家発電• 産業用途（石油化学、石油製品、製鉄等）• 輸送用途（船舶、自動車等）
②燃料の選択	<ul style="list-style-type: none">• 水素• アンモニア• メタネーション/合成燃料
③事業集積	<ul style="list-style-type: none">• ユーザーが集約的（コンビナート等）• ユーザーが単独/分散
④製造地	<ul style="list-style-type: none">• 海外で製造し、大規模輸入• 国内で製造し、近隣で利用

論点①：フォアキャストによる拠点の考え方 想定される拠点整備のイメージ

- 潜在的な水素・アンモニアの需要地を前頁の軸に基づき検討していくことで、具体的な拠点のイメージとその実現に向けた課題の仮説を示すことができるのではないか。

【水素・アンモニアの潜在的な需要地のイメージ例】

大規模発電利用型

- 大規模なガス/石炭火力発電所が存在。
- 水素・アンモニア発電を中心に導入。

- 発電での水素・アンモニアの大規模需要を主軸にしつつ、近隣の発電用途や産業用途への供給を行うような拠点化はできないか。
- 需要地をつなぐためには、パイプラインや船舶の活用含めて、どのようななインフラが必要となるのか。

多産業集積型

- 電力以外に石油化学、石油精製、製鉄等の産業が集積。
- 事業者間の連携のため、パイプラインなどが敷設されている。
- 燃料や材料など複数の用途で水素/アンモニアの利用が見込まれるケース。

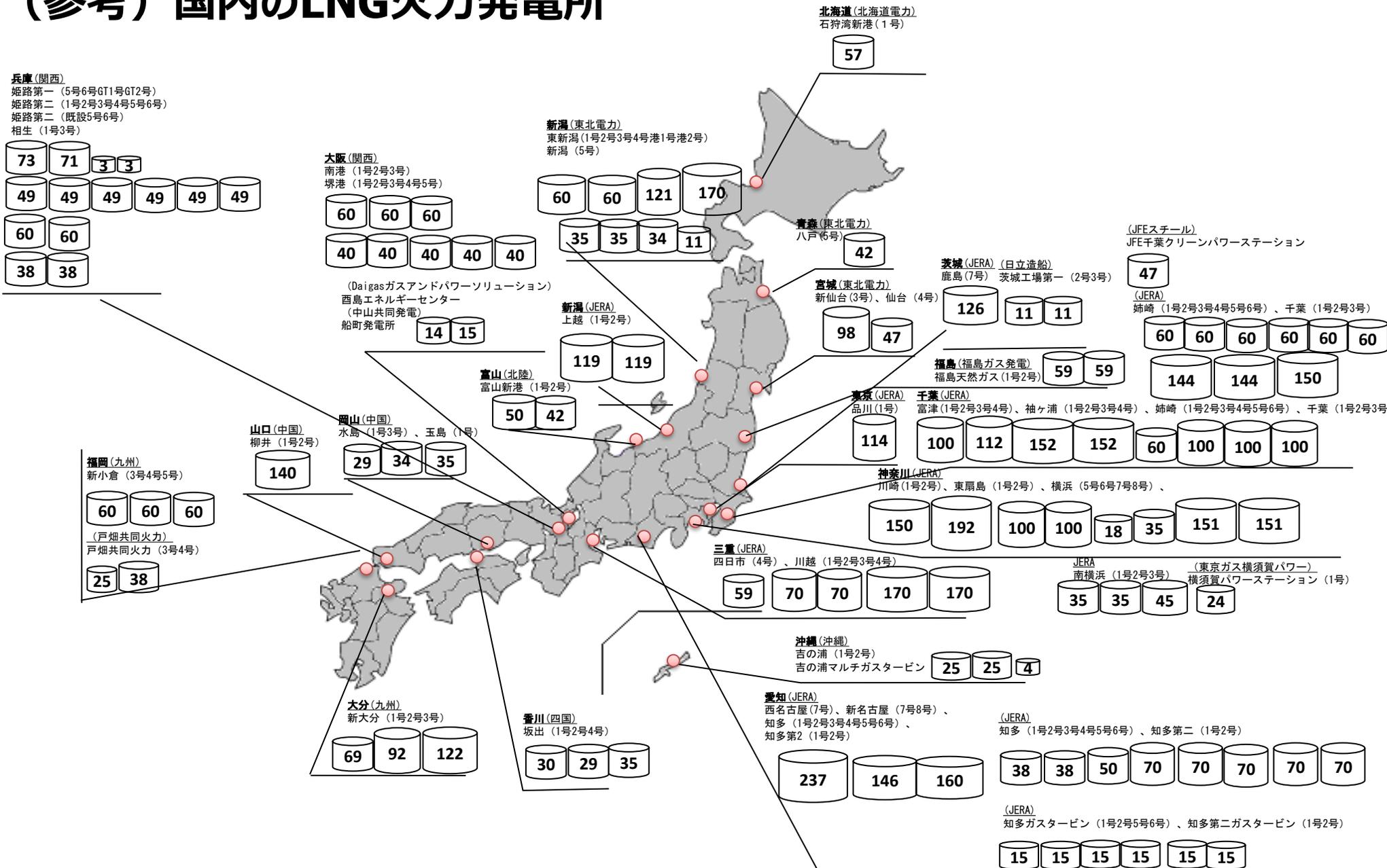
- 複数の産業や企業に水素・アンモニアを供給する上で、どのような主体がハブになるべきか。
- 需要量の拡大と供給コストの低減の好循環を進めるためにも、水素・アンモニアの利用先、利用用途の掘り起こしも重要ではないか。

地域再エネ生産型

- 地域で再エネ生産を行い、水素・アンモニア製造を行うケース。
- 地域での用途検討が求められる。

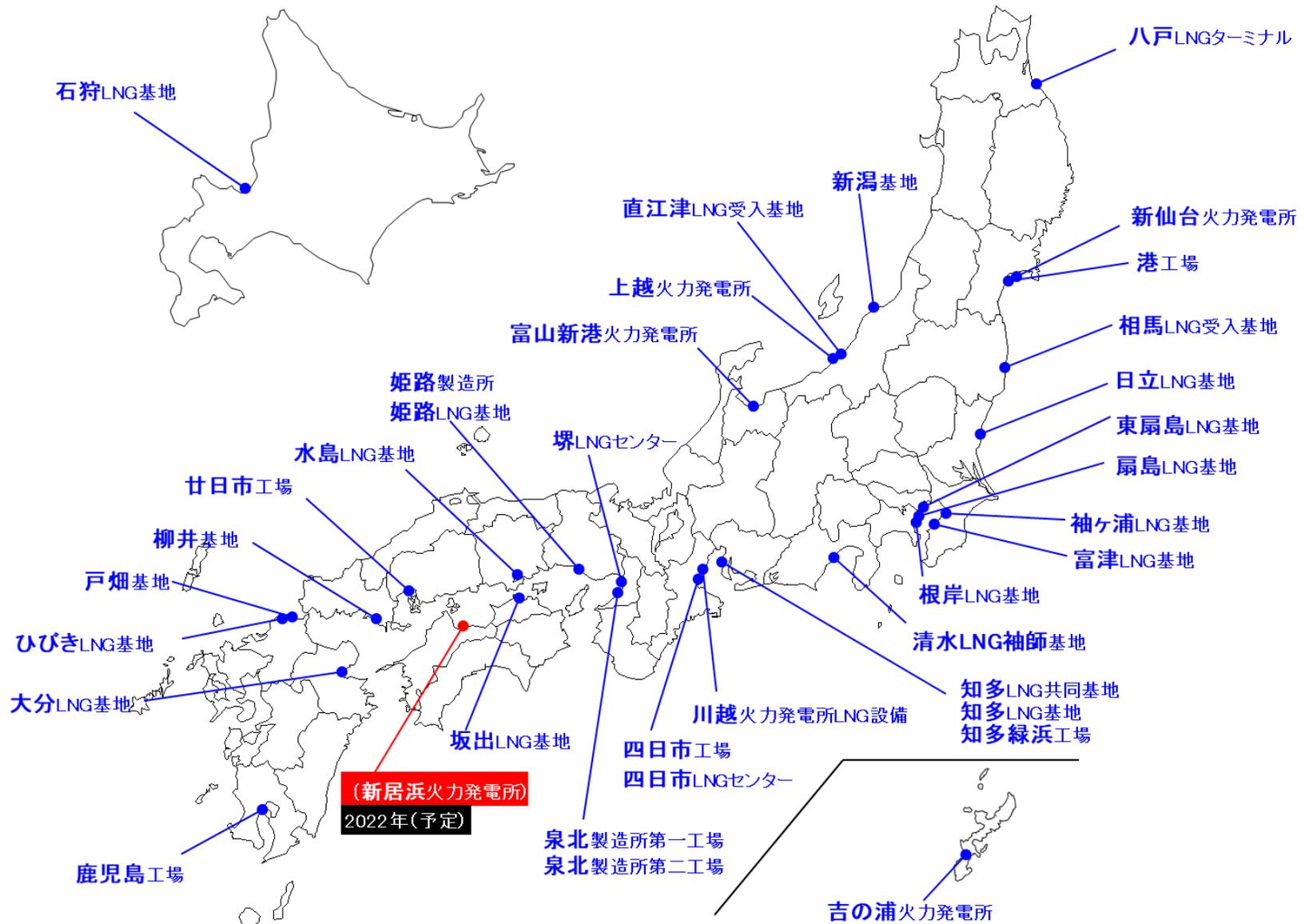
- 事業者単位での利用規模が大きくないことが見込まれるため、地域全体での需要掘り起こしがまずは必要ではないか。
- また、余剰分を需要地へ移送する場合もあるのではないか。
- そのために、自治体はどのような役割を果たすべきか。

(参考) 国内のLNG火力発電所



※1 出典：電気事業便覧（2020年版）におけるLNG火力一覧（枠内の単位：万kW）
 ※2 1-1号,1-2号などは1号としてまとめるなど一部簡略化していること、小数点以下は四捨五入していることに留意

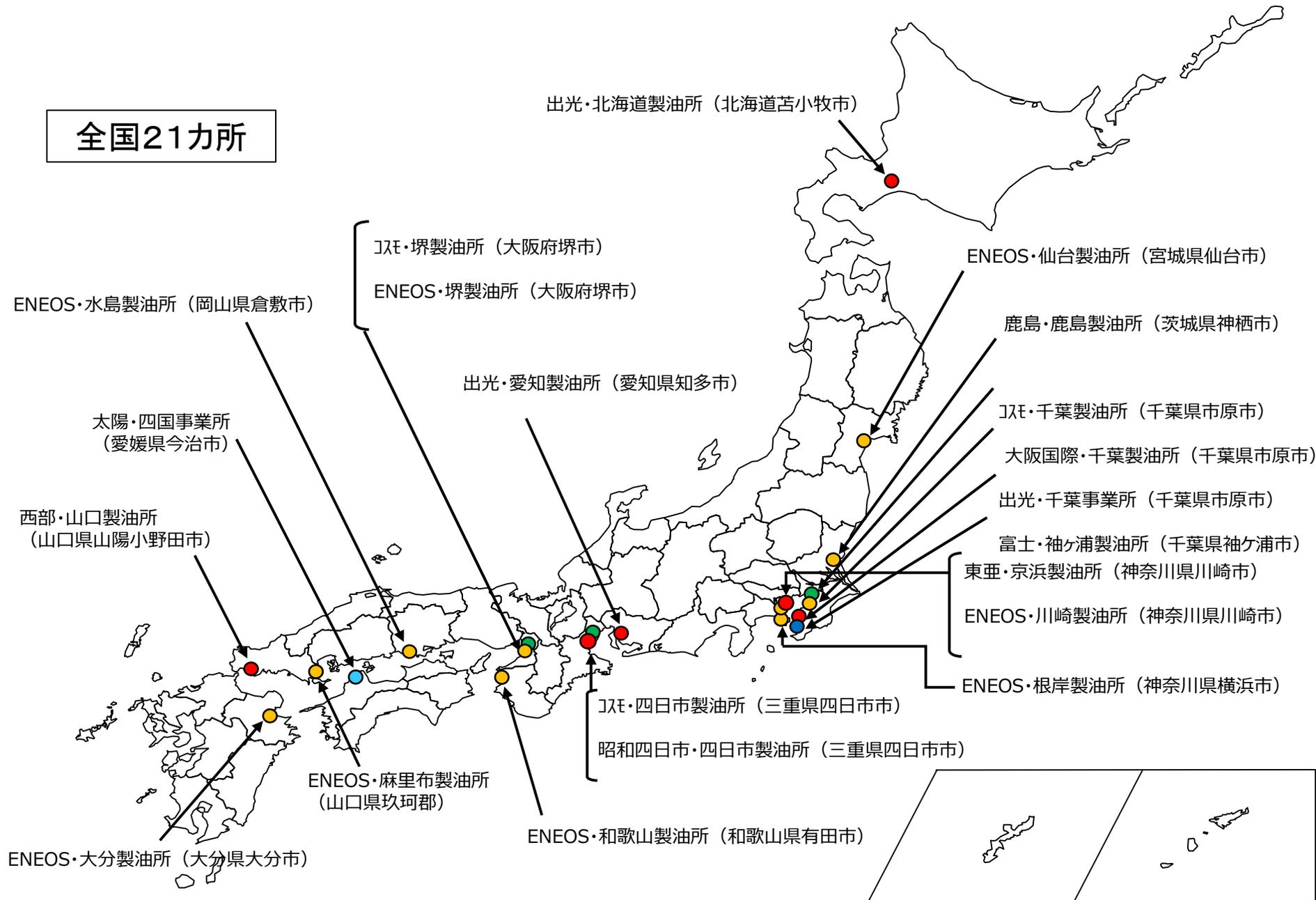
(参考) LNG受入基地 (一次基地のみ)



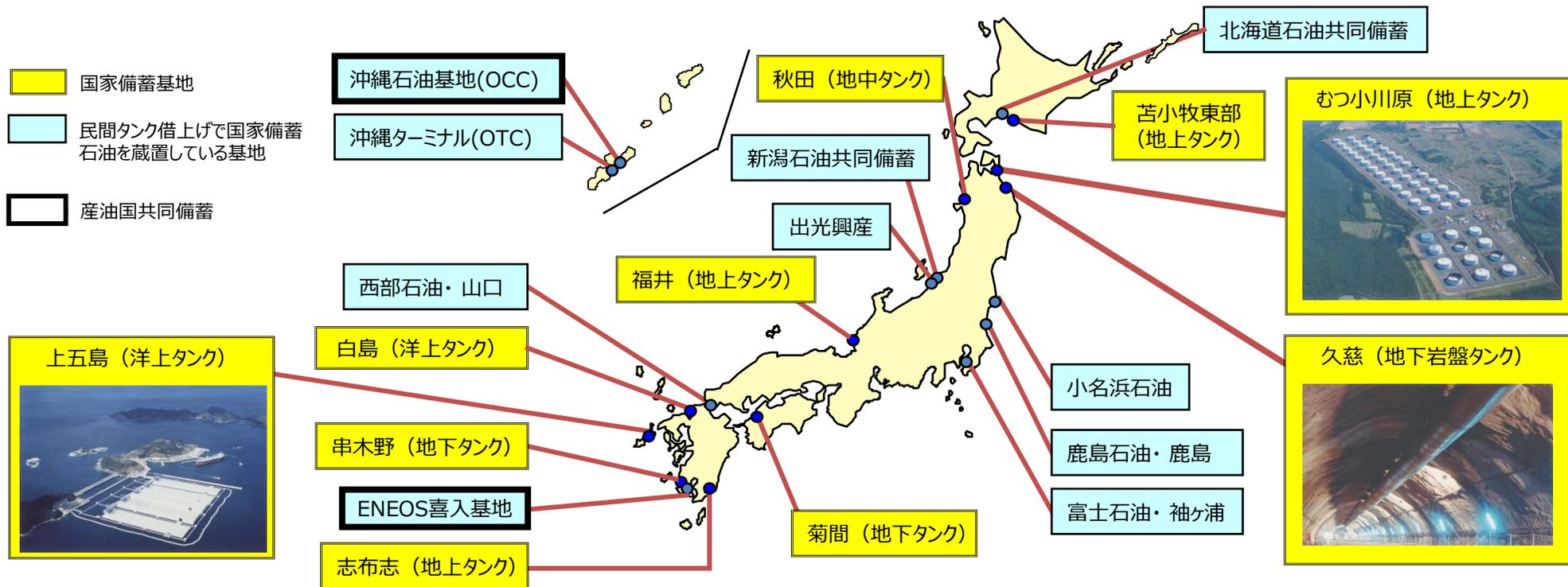
(参考) 主な石油化学コンビナートの分布



(参考) 製油所分布図 (令和4年3月1日時点)



(参考) 国内の石油備蓄基地の分布



(※) 国家備蓄原油は、10箇所の国家石油備蓄基地に蔵置するほか、借り上げた民間石油タンク（製油所等）にも蔵置。

(※) 産油国共同備蓄：我が国のタンクにおいて産油国国営石油会社が保有する在庫であり、危機時には我が国企業が優先供給を受けることができるもの。

(参考) CO₂貯留適地調査事業

- これまで、国内には、約2,400億トンのCO₂貯留ポテンシャルがあると推定されていたところ、2014年から、3D弾性波探査などのより精緻な調査を実施することで、R4年1月末までに、10地点で約160億トンの貯留可能量を推定（下記青丸囲い）。
- さらに、貯留適地と見込まれるエリア（下表、赤枠に示す堆積層厚1000m以上）のうち、未調査地点を引き続き調査中。

CO₂貯留層賦存量マップ

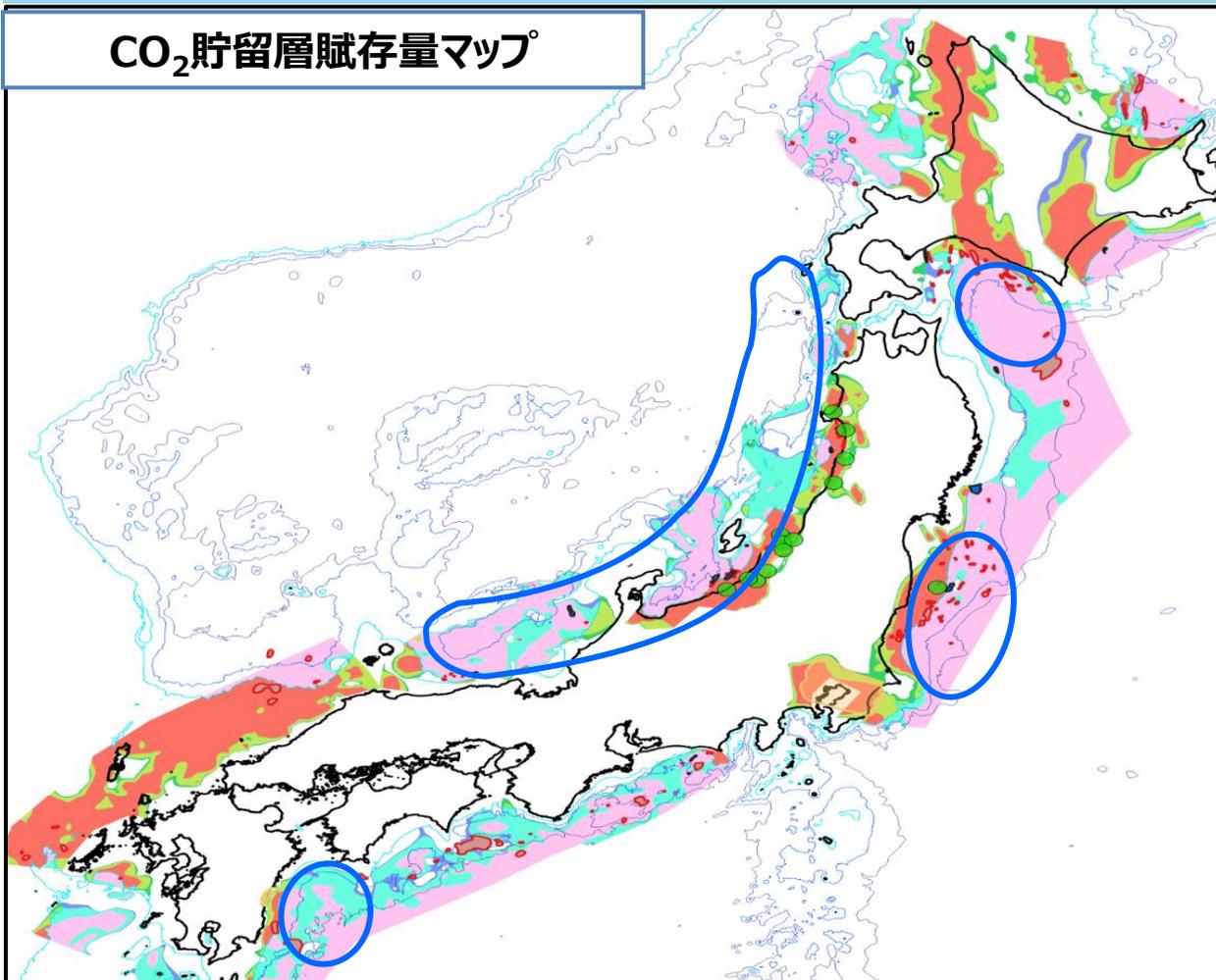


表. 堆積層厚 RITEの区分(2006, 2008)

● A1 (油ガス田)	} 背断層構造 水深 2,000m
■ A2 (既掘構造)	 水深 1,000m
■ A3 (未掘構造)	 水深 200m
■ B-1 (水溶性ガス田)	} 同斜構造	
■ B-2 (堆積層厚 >2,000m, 水深 <200m)		
■ B-2 (堆積層厚 1,000~2,000m, 水深 <200m)		
■ B-2 (堆積層厚 800~1,000m, 水深 <200m)		
■ B-2 (堆積層厚 >2,000m, 水深 >200m)		
■ B-2 (堆積層厚 1,000~2,000m, 水深 >200m)		
■ B-2 (堆積層厚 800~1,000m, 水深 >200m)		

RITE(2006, 2008)を基にJCCS (日本CCS調査株式会社)にて編集

○ 3D/2D精査データを用いた地質解析エリア (楕円内の一部で実施。楕円の大きさに意味なし)

論点②：政策的支援について

個別の事業者が各社の判断で水素・アンモニア利用を進めた場合、どのような制約・課題（ハード面・ソフト面）が生じるか。また、そのための政策的支援は何か。

【視点の例】

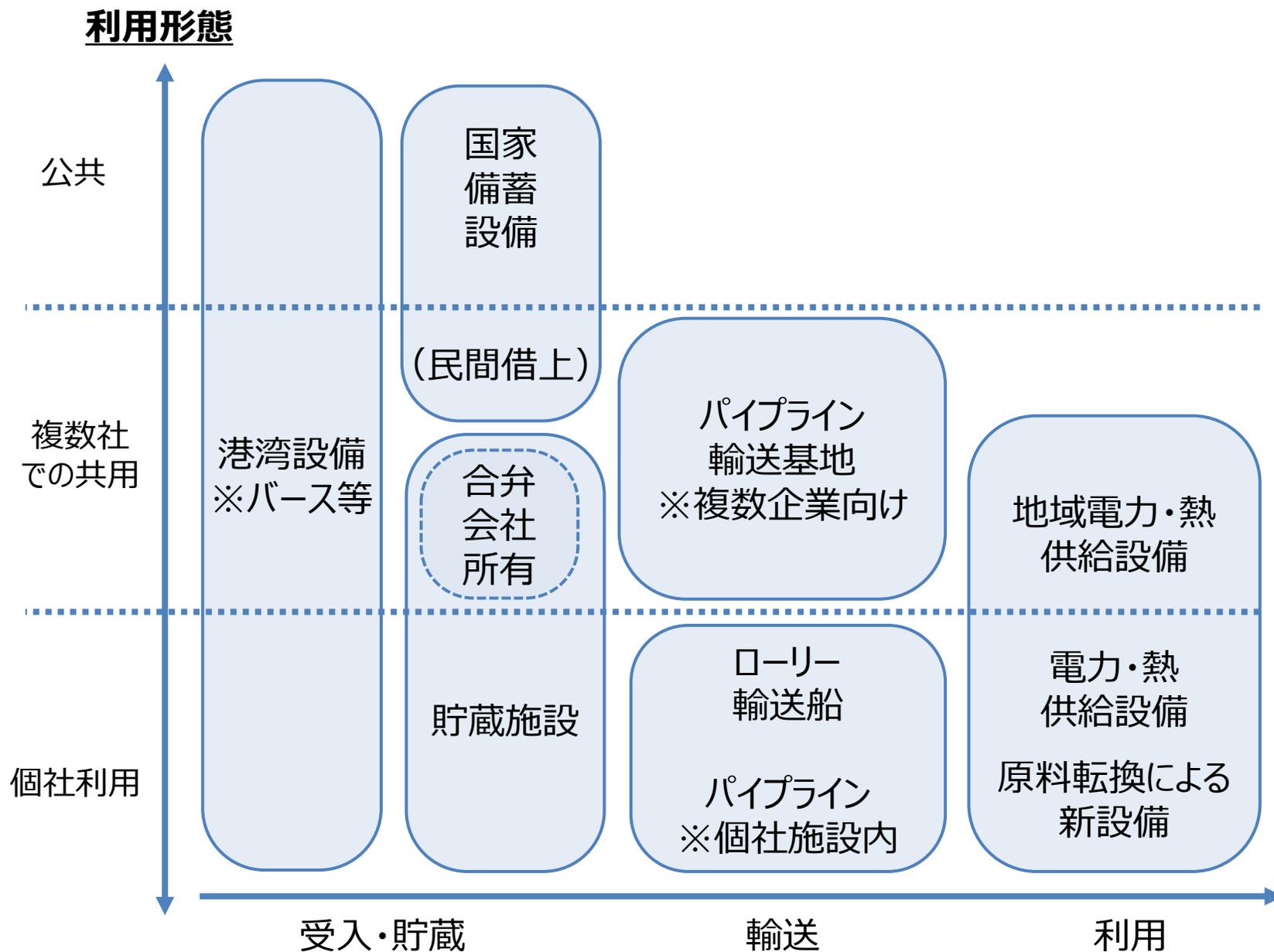
（１）ハード面での支援

- どのような種類のインフラ整備が、水素・アンモニア利用拡大に資するか（タンク、パイプライン等）。
- 効率的なインフラ整備を支援する手法について（既存設備の優先的な利用・転換の考え方等）
 - ✓ タンク、パイプライン等、サプライチェーンの構築に必要な不可欠な設備を優先的に整備するべきではないか。
 - ✓ 設備の支援は、複数社で共同で利用するものにするなど、集積の効果を活かすものにすべきでないか。
 - ✓ また、需要地間が比較的離れた場合や需要の規模に限られる場合、パイプラインでの輸送と比べて経済的に優位性が見込まれる場合には、代替手段（ローリーや船）の利用等への支援も検討すべきではないか。

（２）ソフト面での支援

- 効率的な需要創出・拡大を図るためのインフラ利用のルールが必要か（オープンアクセスや権利関係の整理等）。
 - ✓ 特に、複数社で共同利用している既存施設を改修して整備する場合などには、権利関係の整理など課題を整理して示していくべきではないか。
 - ✓ 効率的な需要創出・拡大を図るために、上記のサプライチェーンの構築に必要な不可欠な設備にはオープンアクセスを前提としたルールが必要ではないか。
- その他、利用ルール整備以外に必要なものは何か（現実的な安全規制等）。
 - ✓ 水素の大規模な需要を創出するためには、健全な利用を促進できるような現実的な安全規制が必要ではないか。
 - ✓ 水素・アンモニアの安定供給を確保するために、緊急時の備えを含む官民の役割をどう整理すべきか。
 - ✓ 需要創出の観点から、新技術の実証を含め、用途拡大に資する取組の促進が必要ではないか。

(参考) 拠点形成に必要なインフラ・設備の利用形態イメージ



(参考) 水素キャリアの選定と今後の支援方針

- 燃料や輸送形態に応じて、熱量や物的特性に差異があるが、既存燃料と同等の熱量を確保するためには、より多量の水素・アンモニアが必要となる。

燃料・キャリア		液化水素	MCH	アンモニア
熱量		120MJ/kg (8.50MJ/L)	7.33MJ/kg (5.5MJ/L)	18.6MJ/kg (12.7 MJ/L)
同じ熱量 確保に要する インフラ規模 (容量換算)	重油比 43.4MJ/kg (39.0MJ/L)	約4～5倍	約7倍	約3倍
	LPG比 50.0MJ/kg (25.5MJ/L)	約3倍	約4～5倍	約2倍
	LNG比 49.1MJ/kg (22.59 MJ/L)	約2～3倍	約4倍	約2倍
液体となる条件、毒性		-253℃、常圧 毒性無	常温常圧 トルエンは毒性有	-33℃、常圧等 毒性、腐食性有

(参考) 水素・アンモニア設備のコストイメージ

設備		液化水素	MCH	アンモニア	
受入基地	パイプライン	耐用年数	40年	—	40年
		輸送量 (年間)	34万トン (気体水素)	80万トン (水素換算)	24万トン (水素換算)
		CAPEX (kmあたり)	1.45億円	2.78億円	0.66億円
	タンク	容量	0.36万トン (H ₂)	6.16万トン (トルエン)	5.67万トン (NH ₃)
		基数	20日分の貯蔵容量による		
		タンク1基あたりの CAPEX	384億円	42億円	116億円

(参考) 水素・アンモニア設備のコストイメージ

設備		液化水素	MCH	アンモニア	
配送用 パイプライン	高圧	耐用年数	40年	40年	40年
		距離	配送距離による		
		輸送量	3.8万トン (H2)	—	—
		CAPEX (kmあたり)	0.6億円	1.2億円	0.3億円
	低圧	耐用年数	40年	40年	40年
		距離	3 km	3 km	3 km
		輸送量 (年間)	365トン (気体水素)	—	—
		CAPEX (kmあたり)	0.36億円	—	—
ローリー	減価償却期間	12年	12年	12年	
	CAPEX	0.2億円	0.2億円	0.2億円	

論点③：事業主体の在り方について

【視点の例】

- 拠点形成に向けたトランスフォーメーションを起こすためには、誰が事業主体となるべきか。
 - ✓ 拠点ごとに特性があり、事業主体を担うものはそれぞれ異なるが、どのような整理ができるか。
- 企業（需要側・供給側）や自治体、地方局がそれぞれどのような役割を担って連携するべきか。
 - ✓ 例えば、長期的に水素・アンモニアを利用することが見込まれる需要側の巻き込みや、ステークホルダー間の調整を行いつつ拠点内外の連携を促していく役目が求められるのではないかな。
 - ✓ 事業主体が企業の場合、本社の経営方針と現場の事業者の連携を強化、一体となって進める必要があるのではないかな。そのためにはどのような仕掛けが必要かな。
 - ✓ 拠点によっては、企業や自治体、学識などが参加する協議会が事業主体となる場合もあるのではないかな。その協議会を動かしていく、インセンティブなどはどのようなものが考えられるかな。
- 事業の継続性や資金調達の進めやすさの観点から、拠点整備の主体として望ましい組織体は何か。
- 拠点がさらに集積効果を高めるように自ら拡大・再生産していくために必要な組織とはどうあるべきか。

論点④：支援を進める条件について

【視点の例】

- 事業主体に対して、①拠点における長期的かつ他の事業者と連携した将来の産業構造の変化や脱炭素化の道筋を示した工程表の策定と、②それに基づく需要創出・拡大の見通しとそのコミットメントを支援の条件としてはどうか。
 - ✓ 事業者と自治体、アカデミアや金融が参加する場が設けられており、その中で、将来像や具体的な需要量等について議論がなされていることが必要ではないかな。
 - ✓ 拠点が自ら拡大・再生産していくために必要な支援とはどうあるべきかな。

論点⑤：他制度との関係性

【視点の例】

- カーボンニュートラルポート（CNP）との連携をどのように進めるべきか。カーボンニュートラル社会においてCNPが担う機能や新たな価値を踏まえて、拠点との有機的連携を考えるべきではないか。
- 脱炭素電源投資促進制度として検討中の発電部門における設備支援との連携・整理をどのように行うべきか。
- JOGMEC法改正で予定している水素・アンモニアの国内貯蔵施設等へのリスクマネー支援との連携・整理をどのように行うべきか。
- 拠点がさらに集積効果を高めるように自ら拡大・再生産していくために必要な仕組みはどのようなものが考えられるか。
- カーボンニュートラル社会において、拠点に集積した企業がさらなるグローバル競争力を高めるにはどのような制度が必要になるか。

米国・英国における拠点整備の取組

拠点の意義 (拠点の定義)

(米国) 地域水素ハブ (Regional Hydrogen Hub) の形成

- インフラ投資法によってその形成が定められたものであり、「クリーン水素の製造事業者、潜在的な利用者、およびそれらを接続させるインフラが近接して存在しているネットワーク」
- 地域水素ハブは最低4か所の形成が定められており、そのハブの選定は、エネルギー省長官が複数の要素を考慮して決定。
 - ① 原料の多様性：化石燃料由来、再生可能エネルギー由来、原子力発電由来のクリーン水素の生産を、少なくともそれぞれ一か所ずつは実証。
 - ② 最終需要の多様性：最終需要先として、発電、産業、住宅・商業用暖房、輸送を、少なくともそれぞれ一か所ずつは実証。
 - ③ 地理的多様性：それぞれのハブは、米国の異なる地域に位置し、その地域に豊富なエネルギー資源を利用。少なくとも2つの地域ハブは、天然ガス資源が豊富な地域に立地。
 - ④ 雇用：地域のできるだけ多くの住民に、技能研修を実施し長期雇用を生み出すものを優先。
 - ⑤ その他：エネルギー省が重要とみなす要素

(英国) 水素に関する施設の集合体を指すコンセプトとして3つのコンセプトが存在。

- SuperPlaces：再生可能エネルギーとCCUS、水素の供給・利用機能が集約されている産業集積地。2020年にジョンソン政権が打ち出したグリーン産業革命に関する文書で示された概念であり、具体的な形成場所として英国内のthe North East, the Humber, North West, Scotland and Walesを想定。
- CCUS cluster：CO₂の輸送・貯蔵ネットワーク（陸上・洋上のネットワークおよび洋上の貯蔵施設を含む）とそれに関連するCO₂の回収プロジェクトであり、水素ではなくCCUSに関する施設の集合体を示すコンセプトであるが、英国内のブルー水素のプロジェクトはこのコンセプトの中に含まれる。
- Hydrogen Transport Hub：輸送部門における脱炭素化（水素利用含む）のための実証プロジェクトであり、現在Tees Valley (Teesside) とHolyheadで計画が進められている。

米国・英国における拠点整備の取組

政策的支援

(米国)

- 支援の対象範囲は、地域水素ハブにおけるすべてのバリューチェーンであり、具体的には、水素の製造、処理(processing)、輸送(delivery)、貯蔵、最終消費が含まれる。
- 2022年から2026年にかけて、80億ドルの資金の拠出が定められている。資金の拠出について、ハブの形成プロセスは計画検証段階のPhase-1と実行段階のPhase-2に分けられており、Phase-1の計画・検証段階では、政府から各プロジェクトに対して100万～400万ドルが支援される。Phase-2の段階では、プロジェクトの総費用の50%を政府が負担（残りは事業者）し、その支援額は5億ドルから10億ドルとされている（各プロジェクトの総費用は10億～20億ドルと想定）。

(英国)

- SuperPlacesのコンセプトでは、詳細な支援対象は示されていないが、産業集積地付近での低炭素水素製造施設とCCUSの実施施設が対象になるのではないかと考えられる。CCUS Clusterへの支援内容は、そのコンセプトの指し示す設備（CO2の回収・輸送・貯蔵）が対象となるが、その詳細については、支援対象として選定される個別のクラスターとの協議によって定められる。
- 英国政府は、水素関連プロジェクトへの資金支援策として下記のプログラムを設けている。
 - ✓ CCUS Infrastructure Fund (CIF) : 英国内のCCUS事業に対する支援を目的とする10億ポンドの基金。SuperPlacesやCCUS clusterに位置付けられるプロジェクトへの支援は、この基金が原資となる。
 - ✓ Net Zero Hydrogen Fund (NZHF) : 英国内における新たな低炭素水素製造プラントの商業化支援を目的とする2.4億ポンドの資金。ブルー水素とグリーン水素双方を支援対象に含む。支援対象は水素の製造部門に限られている。支援期間は2021年から2025年の5年間。
 - ✓ CIFがdeploymentフェーズに対する支援であるのに対して、NZHFはFSからdeploymentまでのフェーズに対する支援となっている。

米国・英国における拠点整備の取組

支援の条件

(米国)

- 公募要件の詳細検討のための情報提供依頼ROI (Request for Information) を実施。
- 項目は観点は以下の通り (前述のエネルギー省が考慮する要素に関連)。
地域ハブの近接性、グリーン水素製造基準、原料の多様性、最終需要家の多様性、地域の多様性、天然ガス産出地域のハブ、雇用、公平性

(英国)

- CCUS Infrastructure Fund (CIF)の支援、特にブルー水素製造プロジェクトに対する支援を受けるための条件は以下の通り。
 - ✓ 英国内での事業であること
 - ✓ 新しいCCUS付きの水素製造プラントであること (既存の水素製造プラントをブルー水素製造用に改修する場合には別の支援枠組みが適用)
 - ✓ CO2の輸送手段と貯留地へのアクセスを有していること
 - ✓ プレFEEDの段階にあるか2022年12月末までプレFEEDを開始する準備ができていないこと
 - ✓ 遅くとも2027年までに操業が開始されること
 - ✓ 単一ないしは複数の水素の引き取り相手が特定されていること (引き取り相手との間でLetter of Intentないしは覚書が交わされていることが期待される)
- Net Zero Hydrogen Fund (NZHF)の支援を受ける条件は以下の通り。
 - ✓ 新規の水素製造能力の建設プロジェクトであること
 - ✓ 英国内の案件であること
 - ✓ Provenで且つ商業的な環境下でも用いられたことのある技術が採用されていること
 - ✓ 部分的ないしは全ての水素製造に対し引き取り相手が確定していること
 - ✓ 民間の金融機関からの資金調達ができていること。2025年よりも前にFIDができる状態であること

(参考) 米国グリーン水素ハブ (H2Hubs) 構想

- 2021年11月に成立したいわゆる「インフラ投資法」の中で、グリーン水素の生産・加工・輸送・貯蔵・利用を実証するための「地域水素ハブ (Regional Hydrogen Hub)」を構築するための予算として、80億ドル (2022~26年の5年総額) の利用権限をDOEに付与。
- グリーン水素の大規模な生産インフラと多様な分野の最終需要家と同じ地域に位置することで、大量かつ低コストの水素展開を目指す。

グリーン水素「地域ハブ構想」の要件

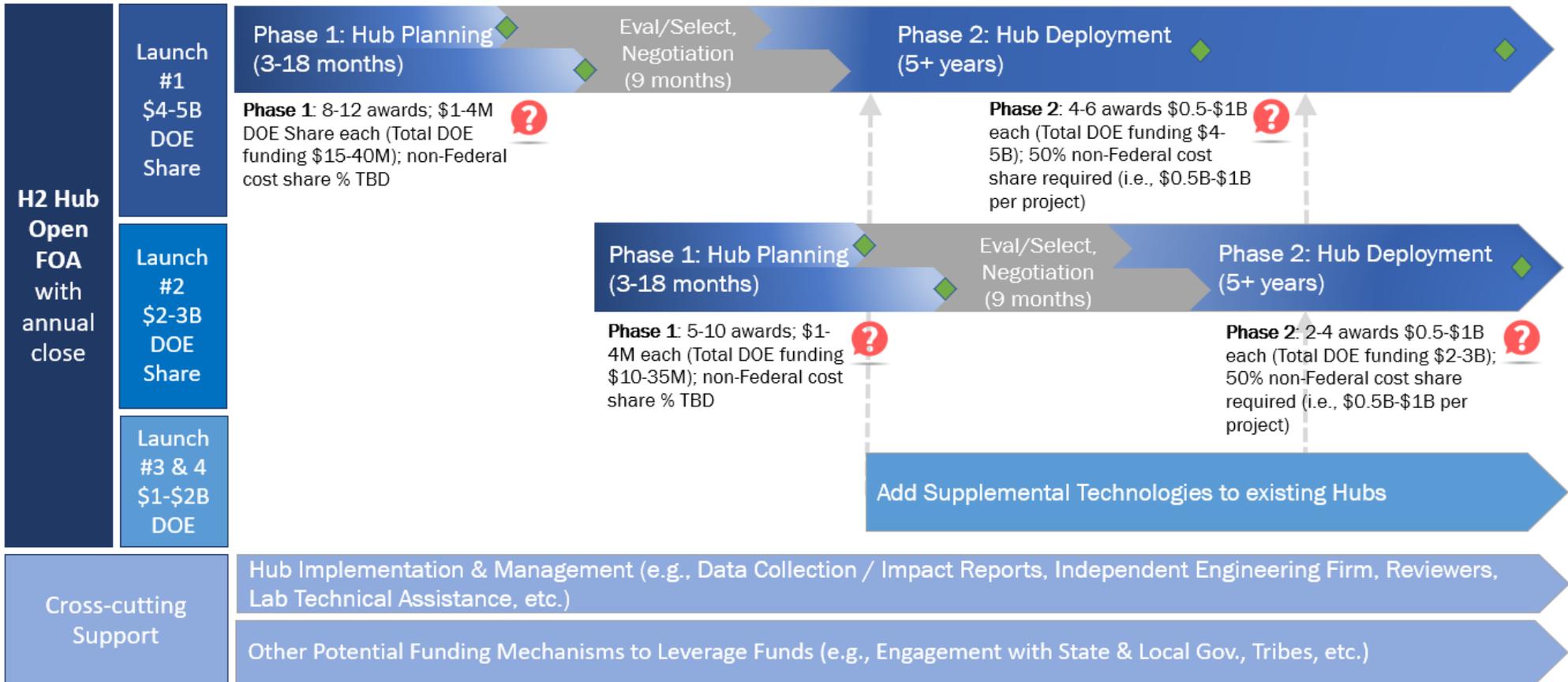
- ① 原料の多様性：化石燃料由来、再生可能エネルギー由来、原子力発電由来のグリーン水素の生産を、少なくともそれぞれ一か所ずつは実証。
- ② 最終需要の多様性：最終需要先として、発電、産業、住宅・商業用暖房、輸送を、少なくともそれぞれ一か所ずつは実証。
- ③ 地理的多様性：それぞれのハブは、米国の異なる地域に位置し、その地域に豊富なエネルギー資源を利用。少なくとも2つの地域ハブは、天然ガス資源が豊富な地域に立地。
- ④ 雇用：地域のできるだけ多くの住民に、技能研修を実施し長期雇用を生み出すものを優先。
- ⑤ その他：DOEが重要だとみなす要素

(参考) 米国H2Hubsの実施戦略 (ドラフト版)

Potential H2 Hub FOA Strategy (DRAFT) ****All funding amounts are approximate and subject to change**

◆ "Go/No-Go" Decision Points

Stakeholder Engagement: Webinars, Workshops, H2 Matchmaker, RFI, Pre-Solicitation Meeting, etc.



*Notional timeline - allows flexibility for each project to be on own timeframe

(参考) 米国H2Hubsの実施戦略 (ドラフト版)

① Phase 1 ハブの計画

地域の脱炭素化ポテンシャル、エネルギー源、インフラ等を分析し、ハブのデザイン、資金調達等を検討。100～400万ドル/件を8～12件採択し、3～18か月実施予定。

② Phase 2 ハブの建設、展開

初期段階の工学設計、立地、許認可、水素の引取者との契約締結等を経た上で、ハブの建設、運用を目指す。

各予算期間の間にレビューを行い、継続か中止を決定。このフェーズは、各 H2Hub に対して 5 億～10 億ドルの DOE 分担金と 50%の費用負担（DOE 分担金と受領者の費用負担を含む総プロジェクト費用の 50%、総プロジェクト費用 10 億～20 億ドル）で、H2Hub の規模や複雑性に応じて約 5 年間またはそれ以上で実行予定。

Phase 2 へ進むには、Phase 1 で以下のような要件について、評価する必要あり。

- 雇用、高賃金の組合員雇用を創出・維持し、地域住民の長期雇用を支援する能力
- クリーンな水素の製造、加工、供給、貯蔵、最終利用のための完全なバリューチェーンを大規模に実証する能力
- プロジェクトの総コストと収益の可能性、および DOE の資金提供を超えた民間部門の投資と商業的持続性への道筋を含む、プロジェクト財務モデルおよび分析。
- 水素サプライチェーンにおける部品・装置の米国での製造の可能性
- クリーンエネルギー源の信頼性、利用可能性、能力- 水素、エネルギー原料、および/または永久に隔離された CO₂の貯蔵を含む、必要な水素インフラストラクチャの利用可能性（該当する場合- 特定のオフテーカー契約（例：電力購入契約）のコミットメント（または少なくとも特定））。

(参考) 英国水素戦略

- 英国政府は2020年11月、「10 Point Plan for Green Industrial Revolution」を発表。この中で、2030年までに5GWのLow-carbon水素の製造能力を整備するとの目標を表明。
- これを具体化するものとして2021年8月、「Hydrogen Strategy」を策定。同戦略では、Low-carbon水素としてグリーン水素・ブルー水素を位置づけ、輸送等を含めたトータルなシステムの整備に向けたロードマップを提示。

Figure 2: The hydrogen value chain

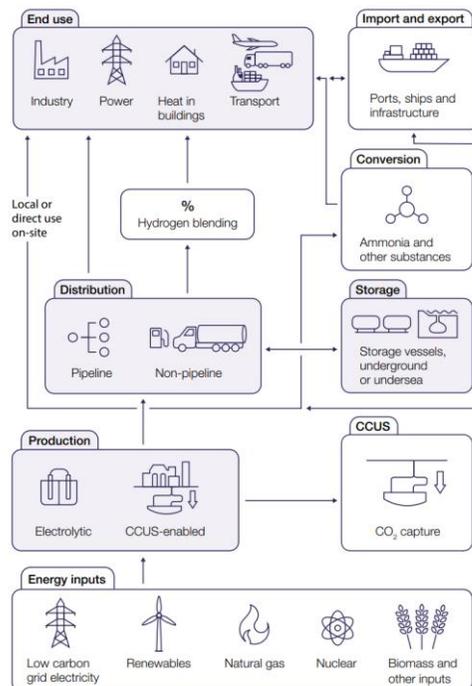
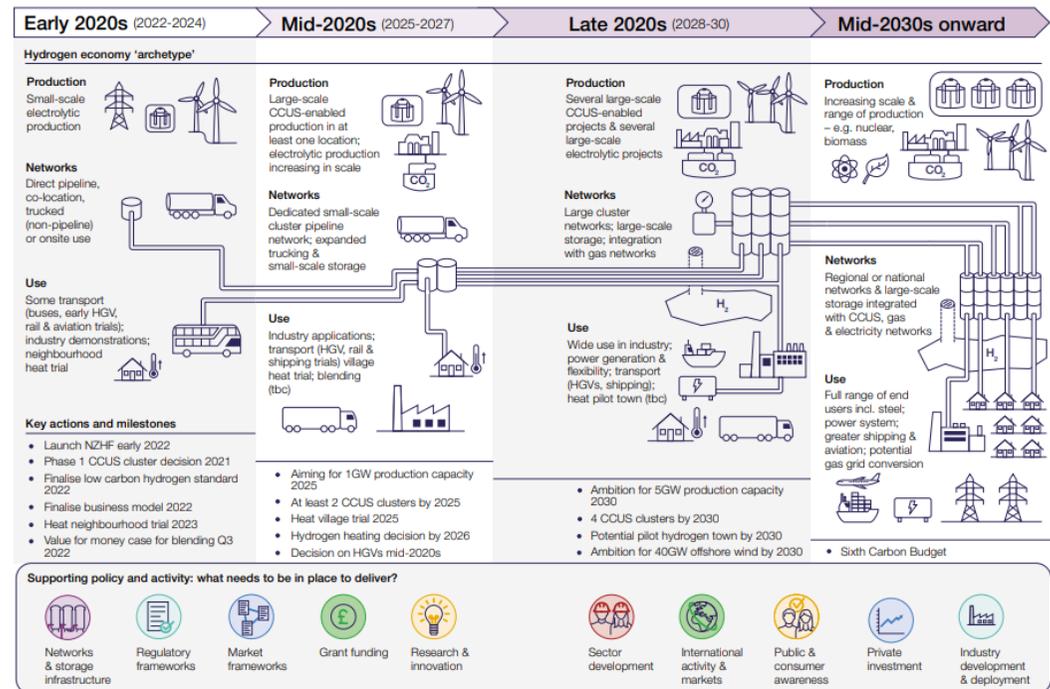


Figure 2.1: Hydrogen economy 2020s Roadmap



※水素供給網については、まずはlocalでのlarge clusterの整備を進め、将来的には全国に拡大していく方針。既存ガスパイプラインの活用も想定。

(参考) 英国水素戦略の支援施策

- 水素戦略の発表にあわせ、最大 **2億4000万ポンドのNet Zero Hydrogen Fund**創設の方針を新たに表明
- コンサルテーション案では、**水素製造設備に係るCAPEX支援（補助金、出資、融資、債務保証を広く検討）**やFeasibility/FEEDスタディ支援を想定。新たな水素製造技術の開発・実証等に焦点を当てた既存プログラムと違い、**既存技術も含め導入・実用化に焦点**。
- なお、OPEX支援については、同タイミングで発表された“Hydrogen Business Model”の下、FIT等の支援策を検討。

主な既存予算プログラム（このうち、ネットワークインフラの整備に活用できるものはCarbon Capture & Storage Infrastructure Fund）

プログラム	支援対象	予算規模
Hydrogen Supply Competition 1,2	コスト削減に資する優れたCCUS技術・プロセスのFS・実証支援(補助金) 第2期では、第1期の成果の加速に向け、マーケットエントリレベル以降の技術を支援する方針(2021.8公募終了)。	33m£(2018-21)@BEIS EIP 60m£(2022-)
Industrial Fuel Switching Competitions	工業プロセスの燃料転換(水素・電化・バイオマス等)及び転換技術のFU・実証に対する支援(補助金)	20m£(-2019)@BEIS EIP 55m£(2021-2025)@BEIS NZIP
Industrial Decarbonisation Challenge Fund	脱炭素技術の開発支援(補助金) ⇒2021.3にオフショア貯留(3プロジェクト)、炭素回収・水素製造(6プロジェクト)を選定	171m£@UKRI
Industrial Energy Transformation Fund	工業プロセスにおける燃料転換や電化等の省エネ・脱炭素技術導入に向けたFS等支援(補助金)	315m£(2018-2025)@BEIS
Carbon Capture & Storage Infrastructure Fund	CO2輸送・貯蔵ネットワークインフラ及び工業的炭素回収プロジェクトをクラスター単位で支援(補助金、出資等) ⇒2021.10に最初のCCSクラスター2プロジェクトを選定	1b£

※EIP: Energy Innovation Programme、NZIP: Net Zero Innovation Portfolio ※この他、Green Distilleries Fund、Hy4Heat等の予算あり

(参考) 英国水素戦略の水素製造・CCSプロジェクトの状況

- 現状、年間10-27 TWh（最大3GW相当）の水素を生産（ほとんどは化学プロセス用のグレー水素）。うちグリーン水素については、現時点の製造能力は13MW（32サイト）。新規に進行中のプロジェクトは489MW（38サイト。ただし、200MW案件1件を含むため、小規模プロジェクトがほとんど）。※Solar Media Webinarより
- 石油大手等が参画するCCSプロジェクト（+ブルー水素製造）がクラスターを形成。政府支援を受けている。

Figure 1.3: Proposed UK electrolytic and CCUS-enabled hydrogen production projects

