

水素・アンモニアを取り巻く現状と 今後の検討の方向性

令和4年3月29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

- 水素・アンモニアは、輸送・発電・産業といった多様な分野の脱炭素化に寄与する、カーボンニュートラル(CN)に必要な不可欠なエネルギー源。昨年閣議決定されたエネルギー基本計画でも、2030年の電源構成にはじめて位置づけられるなど、2050年のCN達成に向け、**その社会実装の加速化が求められている。**
- これまではグリーンイノベーション基金などを通じての研究開発及び実証を支援し、水素等の特性を踏まえた設備の開発や供給コストの低減に資する技術の開発を実現。**水素・アンモニア発電分野や海上輸送技術などの分野で世界をリード。**
- 蓄積した技術を最大限活用して今後も水素・アンモニア分野で世界をリードし、国内外の脱炭素化に貢献しつつ、世界の成長市場を獲得するためには、**水素・アンモニアの商用サプライチェーンの世界に先駆けた構築とその導入の拡大**を図る必要がある。
- 他方、新たな燃料であるなどの理由で、当面は既存燃料よりも割高であり、需要家による大規模・安定調達に向けた展望が見込めず、**大規模商用サプライチェーンの整備への投資の予見性が見込めないといった課題**がある。
- こうした中、**需要家の大規模・安定調達に向けた意欲を高め**、コスト低減に資する、**効率的な供給インフラの整備**を実現するために、**必要な方策の在り方**について御議論いただきたい。

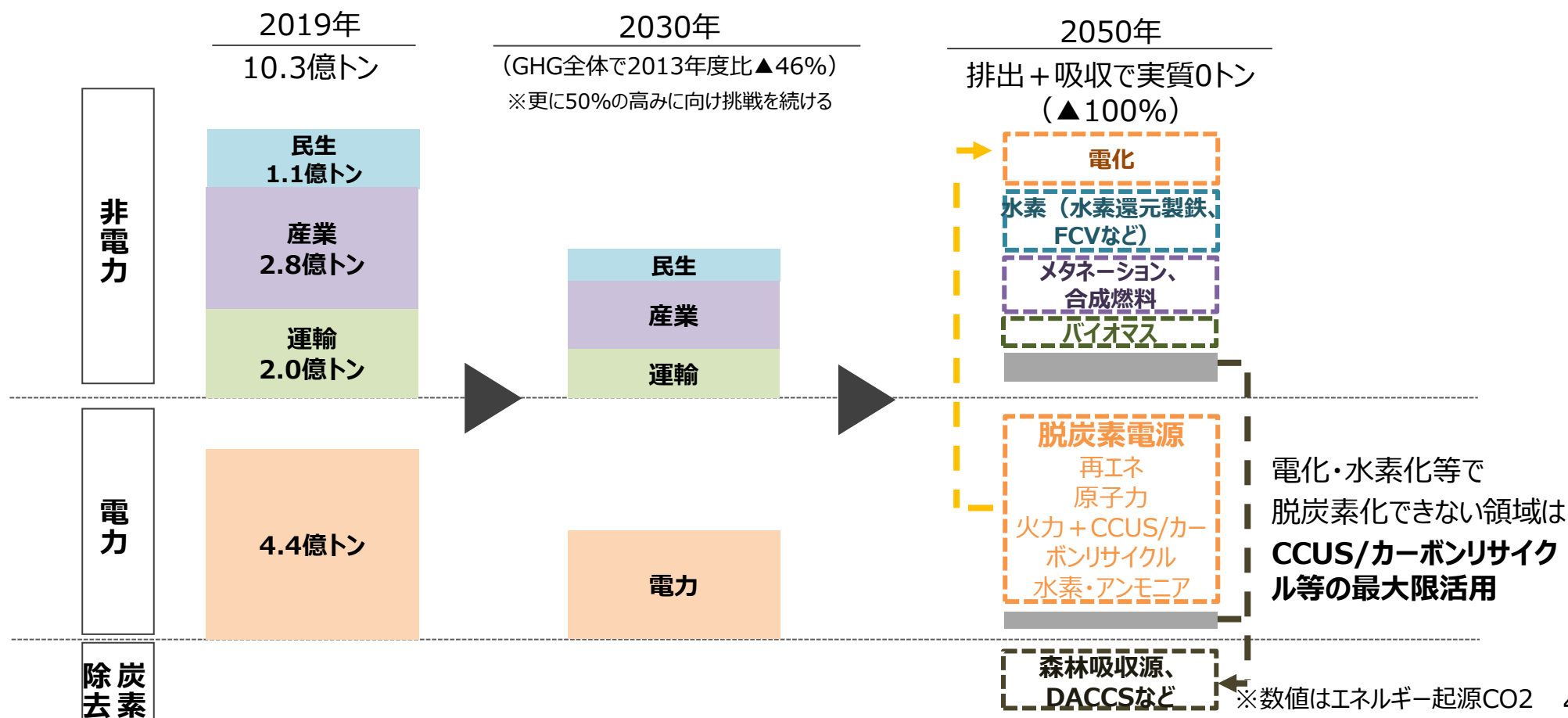
(参考) 3月18日の萩生田経済産業大臣の閣議後記者会見の発言録

- 3月29日より、総合資源エネルギー調査会に新たに小委員会を設置をし、水素、アンモニアの導入拡大に向けた議論を開始します。
- 水素、アンモニアは化石燃料を使用しないゼロエミッション火力への転換の鍵となるものです。加えて、産業や運輸など幅広い分野の脱炭素化が可能であり、カーボンニュートラルに不可欠なエネルギーであると考えております。
- また、ウクライナ情勢等を踏まえ、エネルギー安全保障の確保が更に強く求められる中、エネルギーの安定供給と脱炭素化を両立できる水素、アンモニアの社会実装の加速が一層重要となっております。
- 他方、現時点では既存の化石燃料に比べ割高な燃料であることも事実でありまして、商用化に向けて需要の拡大と効率的な供給インフラの整備を通じて価格低減を図ることが必要です。
- そのため、この審議会では、既存燃料とのコスト差やインフラ整備の在り方などにも注目しながら、水素、アンモニアの導入拡大、商用化に向けた検討を行ってまいります。

- 1. 水素・アンモニアの位置づけと取り巻く状況**
2. 水素等の需要拡大に向けた道筋と足下の取組状況
3. 水素・アンモニアの商用化に向けた課題・今後の方向性
4. 本日は議論いただきたい内容・今後の議論の進め方

エネルギー基本計画の策定（令和3年10月公表）

- 社会全体としてカーボンニュートラルを実現するには、電力部門では脱炭素電源の拡大、産業・民生・運輸（非電力）部門（燃料利用・熱利用）においては、脱炭素化された電力による電化、水素化、メタネーション、合成燃料等を通じた脱炭素化を進めることが必要。
- こうした取組を進める上では、国民負担を抑制するため既存設備を最大限活用するとともに、需要サイドにおけるエネルギー転換への受容性を高めるなど、段階的な取組が必要。



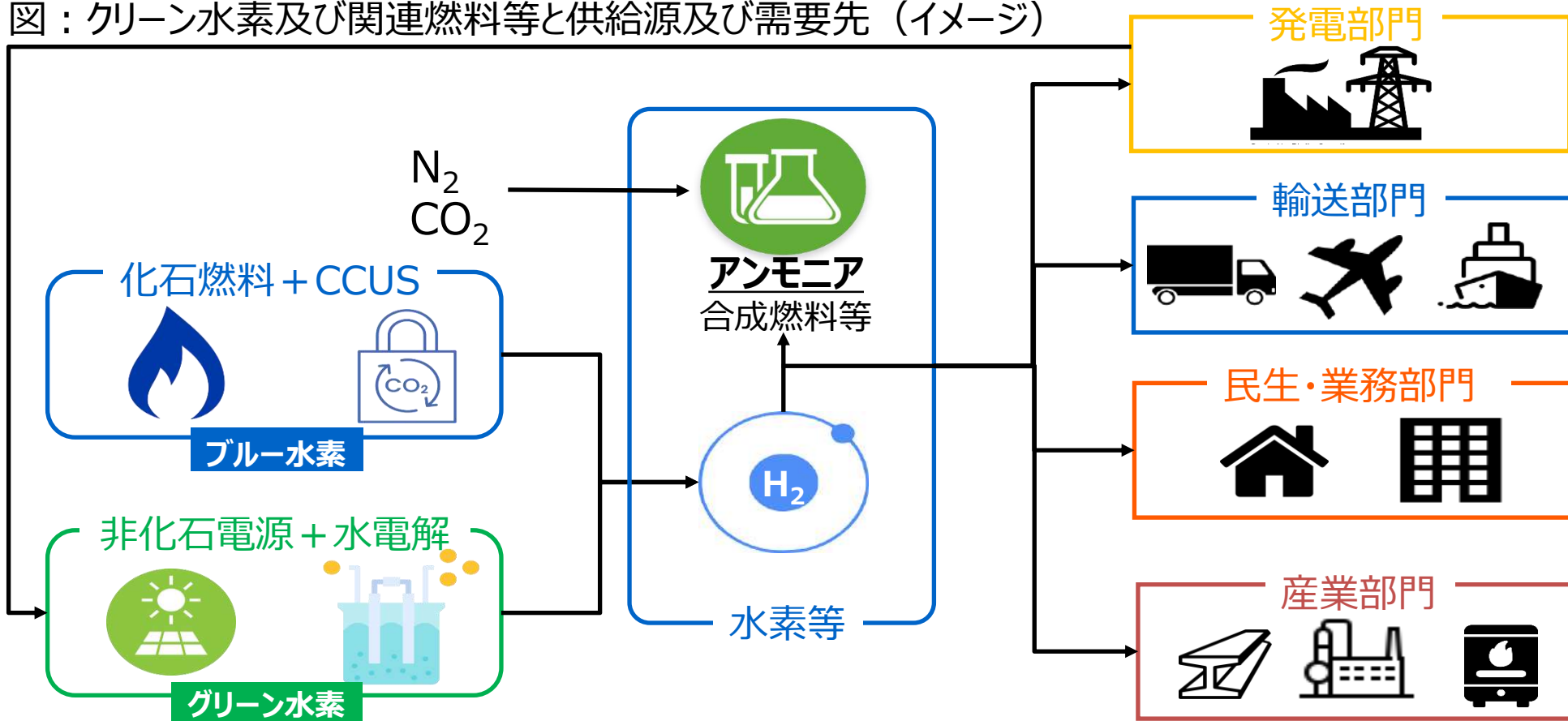
(参考) エネルギー基本計画における水素・アンモニアに関する記載

- カーボンニュートラル時代を見据え、水素を新たな資源として位置づけ、社会実装を加速。
- 長期的に安価な水素・アンモニアを安定的かつ大量に供給するため、海外からの安価の水素活用、国内の資源を活用した水素製造基盤を確立。
 - 国際水素サプライチェーン、余剰再エネ等を活用した水電解装置による水素製造の商用化、光触媒・高温ガス炉等の高温熱源を活用した革新的な水素製造技術の開発などに取り組む。
 - 水素の供給コストを、化石燃料と同等程度の水準まで低減させ、供給量の引上げを目指す。
コスト：現在の100円/Nm³→2030年に30円/Nm³、2050年に20円/Nm³以下に低減
供給量：現在の約200万t/年→2030年に最大300万t/年、2050年に2,000万t/年に拡大
- 需要サイド（発電、運輸、産業、民生部門）における水素利用を拡大。
 - 大量の水素需要が見込める発電部門では、2030年までに、ガス火力への30%水素混焼や水素専焼、石炭火力への20%アンモニア混焼の導入・普及を目標に、混焼・専焼の実証の推進や非化石価値の適切な評価をできる環境整備を行う。また、2030年の電源構成において、水素・アンモニア1%を位置づけ。
 - 運輸部門では、FCVや将来的なFCトラックなどの更なる導入拡大に向け、水素ステーションの戦略的整備などに取り組む。
 - 産業部門では、水素還元製鉄などの製造プロセスの大規模転換や燃焼特性を踏まえた大型水素ボイラーの技術開発などに取り組む。
 - 民生部門では、純水素燃料電池も含む、定置用燃料電池の更なる導入拡大に向け、コスト低減に向けた技術開発などに取り組む。

カーボンニュートラルに必要な水素

- 水素は直接的に電力分野の脱炭素化に貢献するだけでなく、余剰電力を水素に変換し、貯蔵・利用することで、再エネ等のゼロエミ電源のポテンシャルを最大限活用することも可能とする。
- 加えて、電化による脱炭素化が困難な産業部門(原料利用、熱需要)等の脱炭素化にも貢献。
- また、化石燃料をクリーンな形で有効活用することも可能とする。
- なお、水素から製造されるアンモニアや合成燃料等も、その特性に合わせた活用が見込まれる。

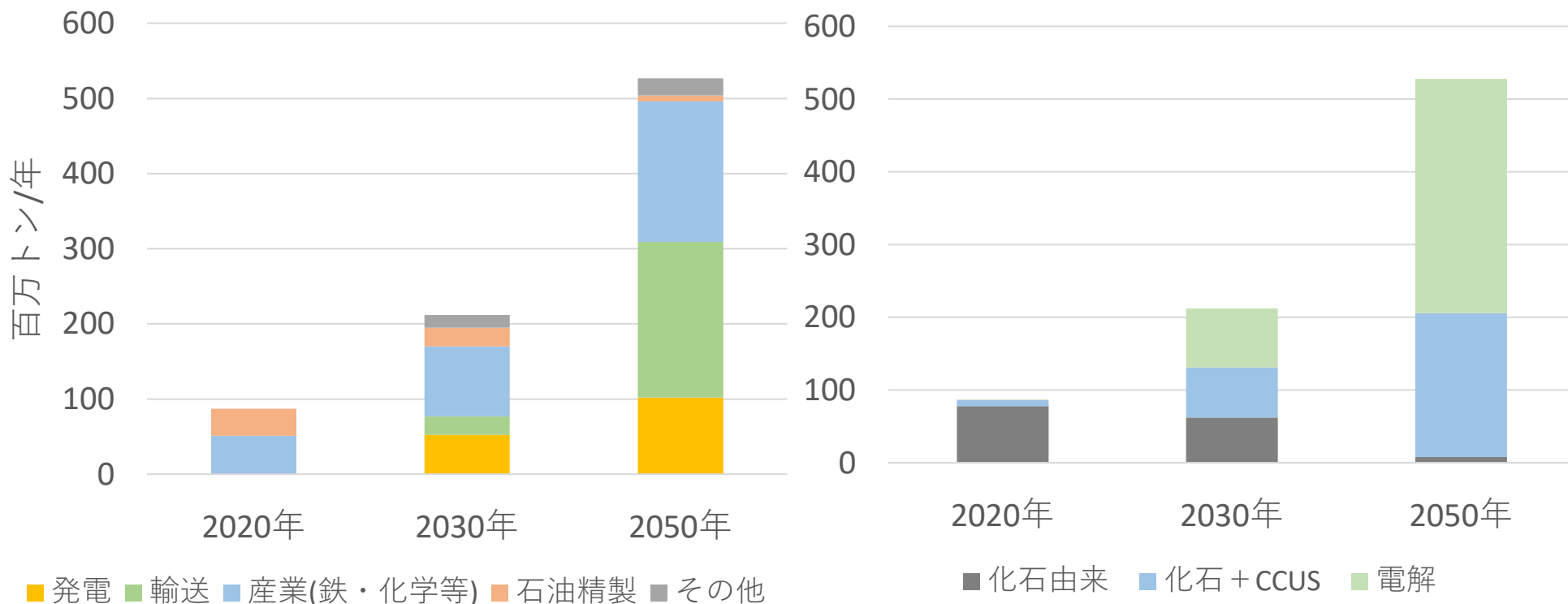
図：クリーン水素及び関連燃料等と供給源及び需要先（イメージ）



(参考) 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 + CCUS、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) 水素キャリアの選定と今後の支援方針

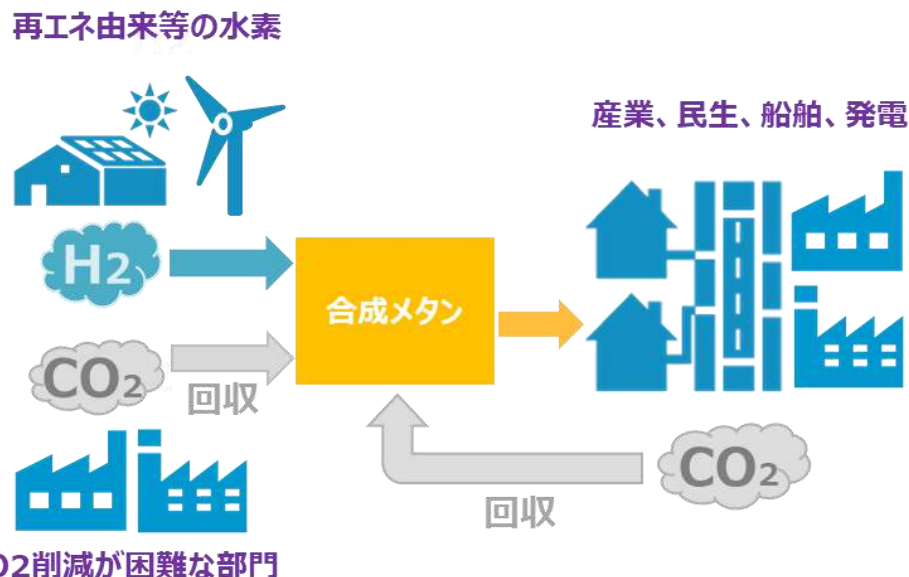
- 水素キャリアの選定は、水素社会の在り方を決める重要な論点であるが、それぞれ異なる課題を抱えており、**長期的にどれが総じて優位となるか現時点で見極めることは不可能**。
- 加えて、化学的な特性や既存インフラ等の活用可否により、用途等の棲み分けも長期的に行われると考えられるため、**現時点でキャリアを絞り込まず、競争を促しつつも各々の技術的課題克服等を支援**。
- また、キャリアの評価に当たっては、水素化、脱水素化のコストに加えて、輸送（国際輸送）、配送（国内配送）のコストなども加味し、**総合的に評価**することが重要。

キャリア	液化水素	MCH	アンモニア	メタネーション
体積(対常圧水素)	約1/800	約1/500	約1/1300	約1/600
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	-162℃、常圧 毒性無
直接利用の可否	N.A.(化学特性変化無)	現状不可	可（石炭火力混焼等）	可（都市ガス代替）
高純度化のための 追加設備	不要	必要（脱水素時）		
特性変化等の エネルギーロス	現在:25-35% 将来:18%	現在:35-40% 将来:25%	水素化:7-18% 脱水素:20%以下	現在: -32%
既存インフラ活用、 活用可否	国際輸送は不可（要新 設）。国内配送は可	可（ケミカルタンカー等）	可（ケミカルタンカー等）	可（LNGタンカー、都 市ガス管等）
技術的課題等	大型海上輸送技術（大 型液化器、運搬船等） の開発が必要	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	製造地における競争的 な再エネ由来水素、 CO2供給が不可欠

合成メタン／メタネーション

- 水素と回収したCO₂から合成(メタネーション)される**合成メタンは、再エネ・水素利用の一形態。**
- 合成メタンは、LNG・天然ガスの**既存のサプライチェーンをそのまま利用可能という利点がある**。具体的には、供給側では**既存のLNG・都市ガスインフラを活用**することで**切れ目なく柔軟に供給**でき、需要側でも**都市ガス用の既存設備を最大限利用して脱炭素化を図ることが可能**。
- こうした利点に着目し、**政府もエネルギー基本計画等で目標設定**。民間側でも**都市ガス業界が同じ目標を掲げ、東京ガス・大阪ガスは2030年1%導入を表明**。**一部需要家と共に積極的に技術開発・実証等**を実施中。

メタネーション／カーボンリサイクル（イメージ）

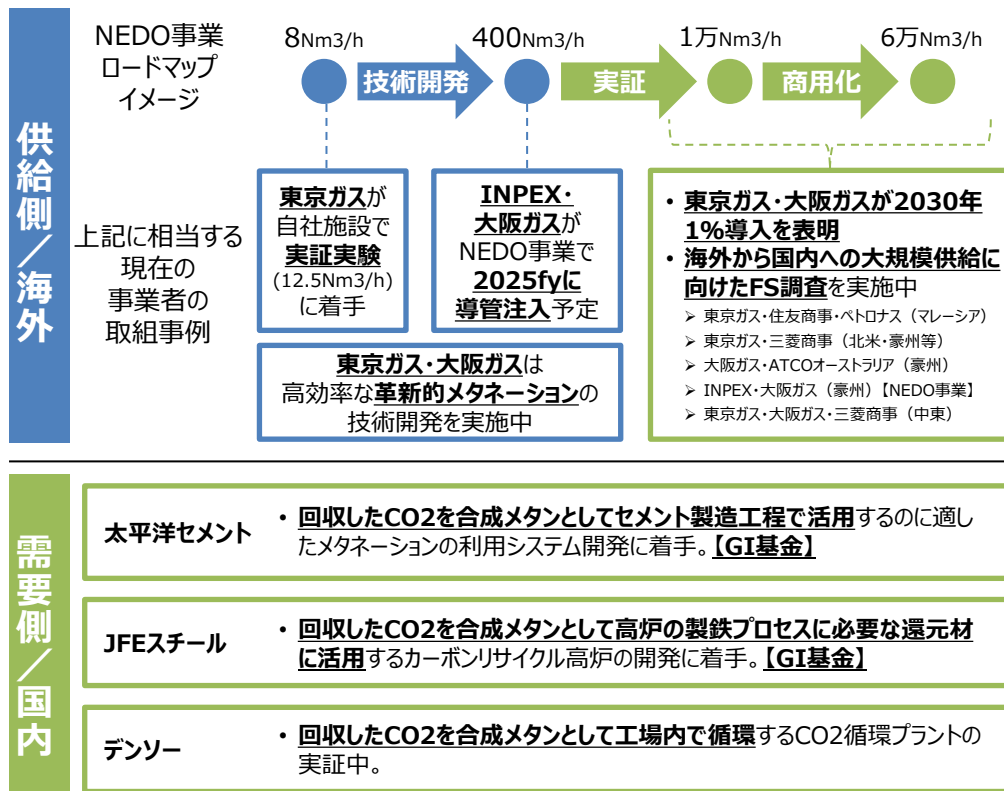


第6次エネルギー基本計画／グリーン成長戦略における目標

【年間導入量】既存インフラに**2030年1%、2050年90%**注入

【価格】**現在のLNG価格と同水準**（2050年）

合成メタン／メタネーションの社会実装に向けた主な取組事例



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	○	

水素分野における戦略等の策定状況・各種目標について

- 日本は世界で初めての水素基本戦略を2017年12月に策定。EU、ドイツ、オランダなど各国も、昨年以降、水素戦略策定の動きが加速化するなど、水素関連の取組を強化。
- 2020年10月の菅総理(当時)のCN宣言を受け、グリーン成長戦略でも重点分野の一つに位置づけ。需給一体での取組により、導入量の拡大と供給コストの低減を目指す。

国内外の情勢変化、戦略策定の状況

2017年12月
水素基本戦略策定

2019～2020年
各国水素戦略策定
及び、経済対策で
水素に注力

2020年10月
菅総理（当時）
による2050年
CN宣言

2020年12月
グリーン成長戦略策定
（水素の位置付）

2021年
第6次エネルギー基本計画決定、
水素基本戦略見直し
を見据えた検討

グリーン成長戦略における量及びコストの目標

□ **年間導入量***：発電・産業・運輸などの分野で幅広く利用

現在（約200万t） → 2030年（最大300万t） → 2050年（2000万t程度）

※水素以外にも直接燃焼を行うアンモニア等の導入量（水素換算）も含む数字。

□ **コスト**：長期的には化石燃料と同等程度の水準を実現

現在（100円/Nm³*）
ノルマルリユース → 2030年（30円/Nm³） → 2050年（20円/Nm³以下）

※ 1Nm³=0.0899kg

第6次エネルギー基本計画において設定した新たな定量目標

2030年の電源構成のうち、**1%**程度を水素・アンモニアとすることを旨とする。

(参考) 水素に係る海外動向

- EUやドイツやオランダ、豪州など多くの国で水素の国家戦略が策定されるなど、世界中で取組が本格化。
- 脱炭素化が困難な商用車（HDV）や産業分野での水素利用や、水素発電の導入、水素輸入に向けたサプライチェーンの検討等の動きが進展。

ドイツ

- 2020年6月に国家水素戦略を策定。国内再エネ水素製造能力の目標を設定（2030年5GW等）。
- 2020年6月3日に採択した経済対策において、国内の水素技術の市場創出に70億ユーロ、国際パートナーシップ構築に20億ユーロの助成を予定。
- 水電解による水素製造設備に対して、再エネ賦課金を免除。加えて、再エネ由来水素等の大規模輸入に向けたサプライチェーン構築事業（H2 Global）を実施予定。
- 大型FCTラック向けの水素充填インフラ構築を支援。

米国

- 新車販売の一定割合をZEVとする規制の下、カリフォルニア中心にFCVの導入が進展（8000台超）。2024年からは商用車もZEV規制適用開始。
- ユタ州でグリーン水素を活用した大型水素発電プロジェクトを計画。2025年に水素混焼率30%、2045年に100%専焼運転を目指す。（三菱重工がガスタービン設備を受注）
- ロサンゼルス港のゼロエミッション化に向けた構想の一環で、大型輸送セクターでの水素利用の検討が進む。
- DOEは大型FCTラックの開発を支援。
- 2022年2月に地域クリーン水素ハブや、クリーン水電解プログラムなどに総額約100億ドルを拠出することを発表

EU

- 2020年7月に水素戦略を発表。
- 2030年までに電解水素の製造能力を40GWを目指す。
- 暫定的に、低炭素水素(化石+CCUS)も活用を志向するが、長期的には再エネ水素のみを「クリーン水素」と定義。
- 水素パイプラインの整備に必要な制度改革に着手。
- 官民連携によるクリーン水素アライアンスを立ち上げ。
- 輸送分野では、HDVでの水素利用を重視。

フランス

- 2020年9月に水素戦略を改訂。
- 2030年までに電解装置6.5GWの設置を目指す。
- 水素の生産に使用する電力としては、再生可能エネルギーおよび原子力発電由来の電力を想定。
- 産業に加え、FCTラックが水素活用先の優先項目に。

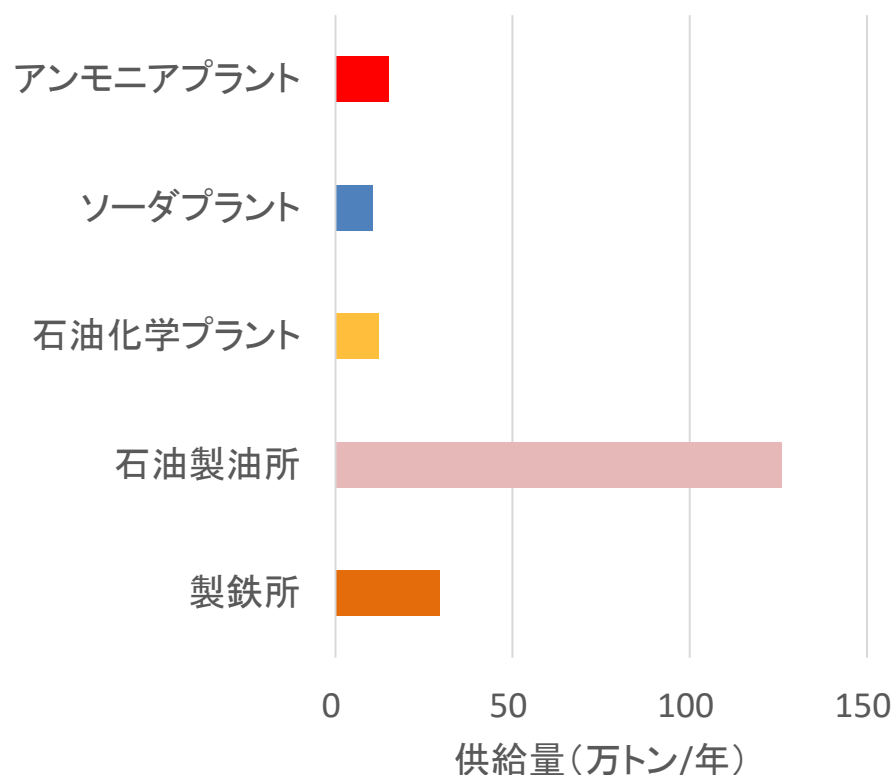
中国

- 2020年に業界団体(中国汽车工程学会)が、野心的なFCVの普及目標を策定(2030年100万台)。
- 商用車中心に、約9000台が導入済(21年末)。また、水素ステーション数は世界最大の178箇所(22年1月)
- 燃料電池等のサプライチェーン整備を目的とし、中央政府がモデル都市(5都市群)を選定し、FCV等の技術開発・普及状況に応じて奨励金を与える政策を実施中

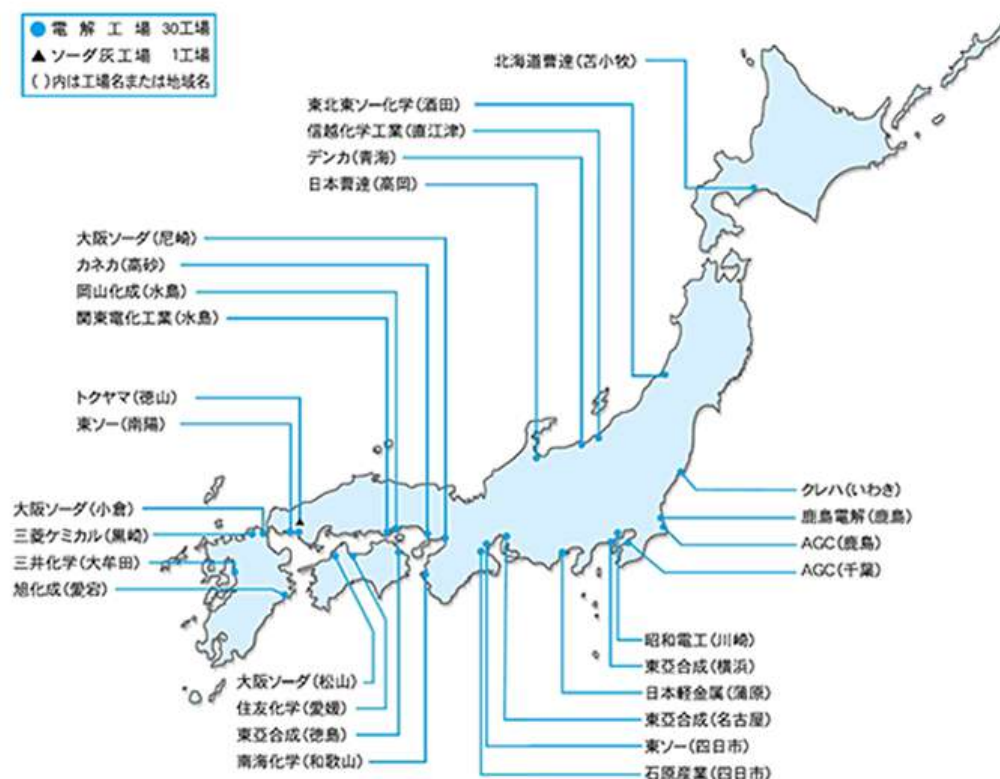
(参考) 国内における水素需給の現状

- 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）

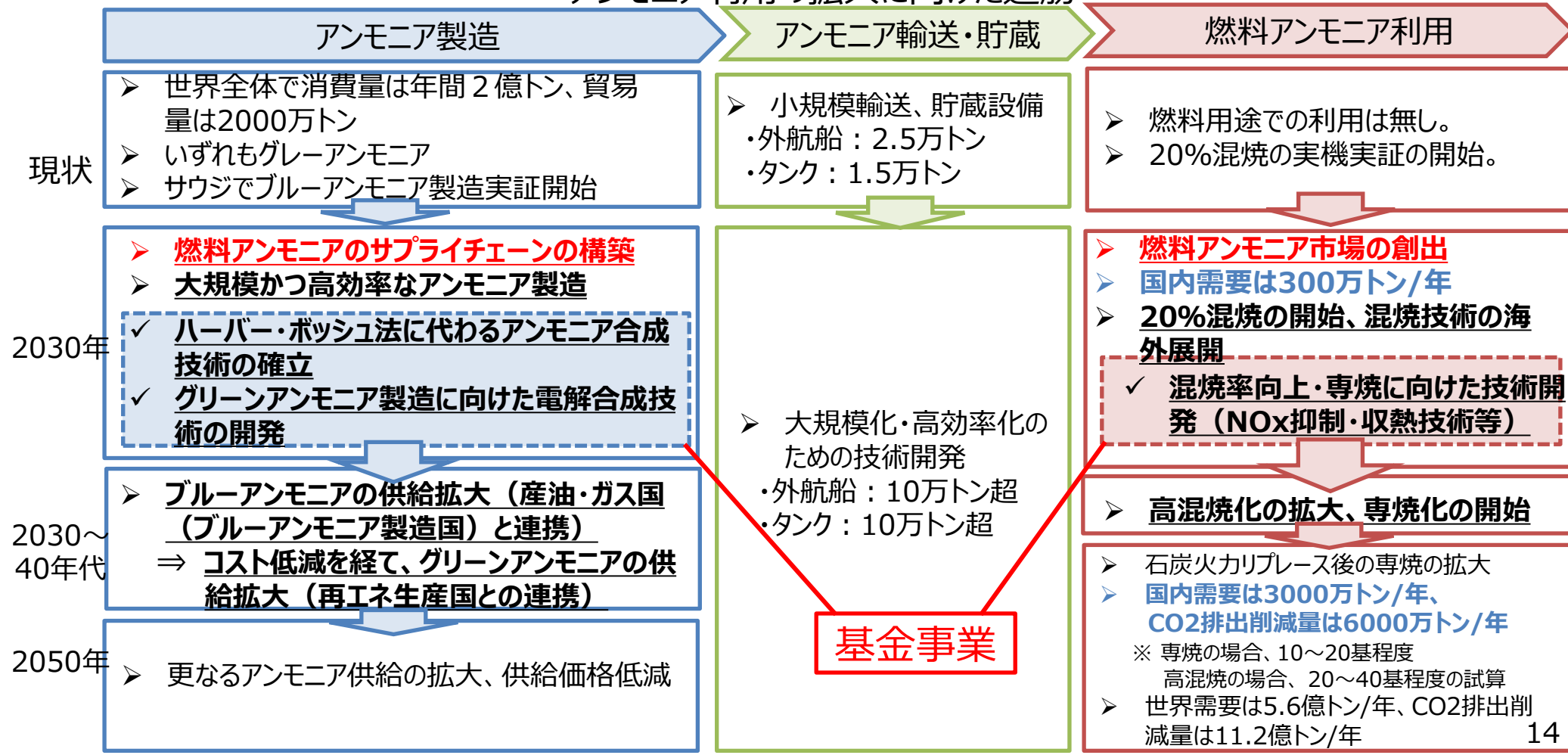


水素等の利活用を広く促していくためのサプライチェーン構築が必要

(参考) 燃料アンモニアをとりまく状況

- アンモニアは燃料時にCO₂を排出しない脱炭素燃料として、**発電、船舶分野を中心に利用拡大**が期待。
 - 国内需要想定：2030年に300万吨、2050年に3000万吨
- 他方、現状はアンモニアの需要は大半が肥料用途であり、多くは地産地消で国際市場は限定的。そのために、**将来の利用拡大に対応した、燃料アンモニアの新たなサプライチェーンの構築が不可欠。**

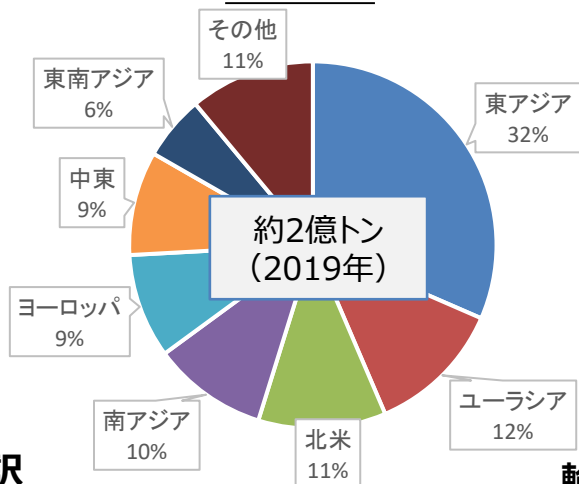
アンモニア利用の拡大に向けた道筋



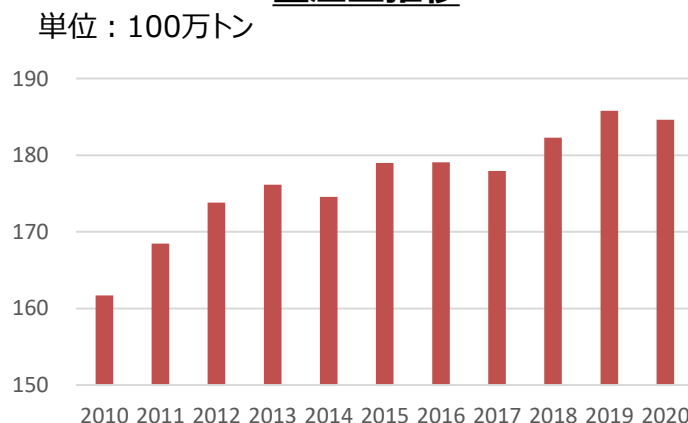
(参考) アンモニア市場の現状 (2019年)

- 現在、世界の原料用アンモニア生産は年間約 2 億トン程度。そのうち貿易量は1割 (約2000 万トン) しかなく、ほとんどが地産地消されている。
- なお、日本の原料用アンモニア消費量は約108万トン (2019年)。うち、国内生産は約 8 割、輸入は約 2 割 (インドネシア・マレーシアより)。

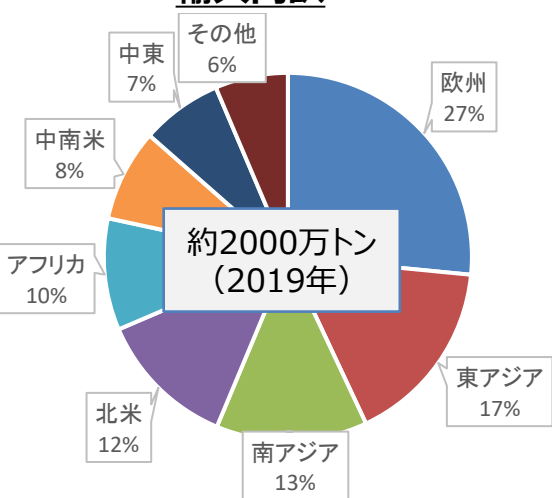
生産内訳



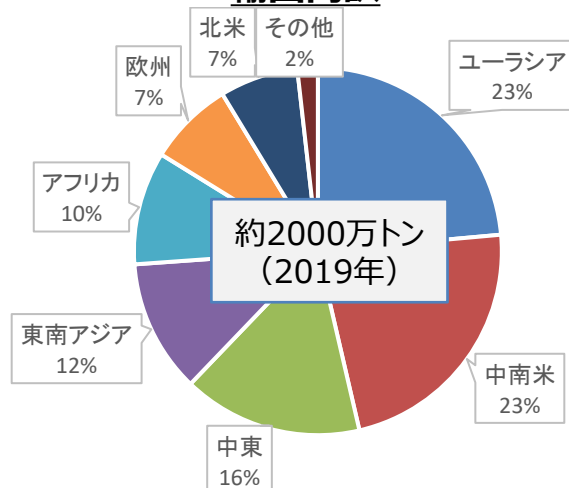
生産量推移



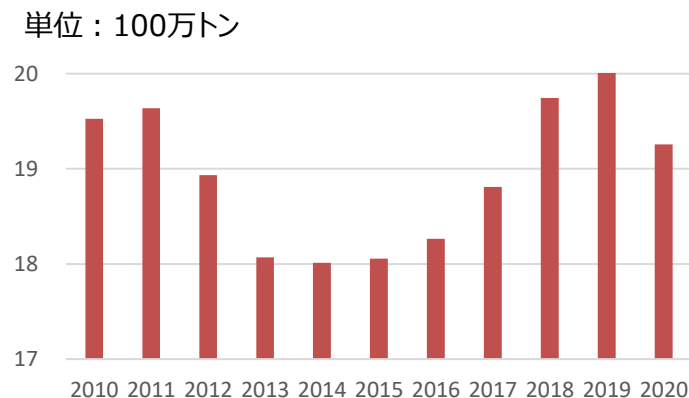
輸入内訳



輸出内訳



貿易量推移



(出典：三菱商事の資料をベースに一部加工)

1. 水素・アンモニアの位置づけと取り巻く状況
- 2. 水素等の需要拡大に向けた道筋と足下の取組状況**
3. 水素・アンモニアの商用化に向けた課題・今後の方向性
4. 本日は議論いただきたい内容・今後の議論の進め方

2050年CNを前提とした水素の今後の導入拡大（イメージ）

現在

- 燃料電池自動車や定置用燃料電池など関連製品が商用化済
- 石油精製時など脱硫工程等で既に利用
- 利用される水素は全てグレー水素(CO₂を排出)

~2030年

- 商用車などの他輸送部門への利用拡大
- 大規模水素発電技術等の確立(水素発電は20年代半ばに実証開始)
- 再エネと水電解装置等を活用した国内再エネ由来水素製造基盤確立
- 海外からの大規模供給体制確立(2025年度以降に大規模実証開始)

2030~
2050年

- 発電分野での利用本格化を通じた、供給コストの一層の削減
- 水素還元製鉄など、産業用途での利用技術の確立
- 再エネ拡大と両輪での国内水素等製造基盤の拡大

2050年
時点

- 鉄鋼を含む産業や熱利用など、あらゆる分野で水素が利活用されることで、CNの実現に貢献
- 水素供給源の多様化が図られることで、安全保障にも貢献

コスト
年間供給量
(アンモニア含む)

100円/Nm³
(ST販売価格)

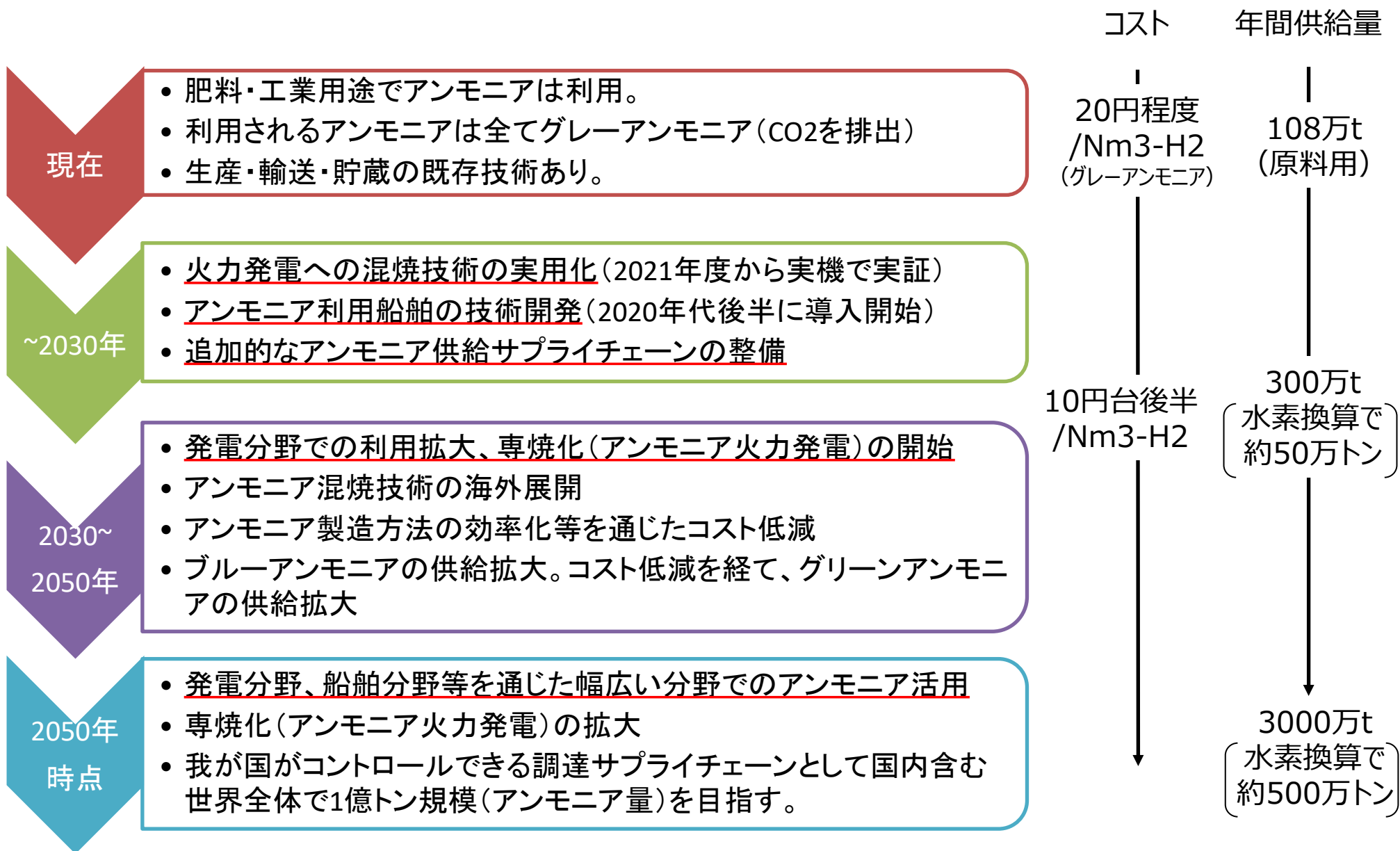
200万t

30円/Nm³

300万t

20円/Nm³以下
2000万t
程度

2050年CNを前提としたアンモニアの今後の導入拡大（イメージ）



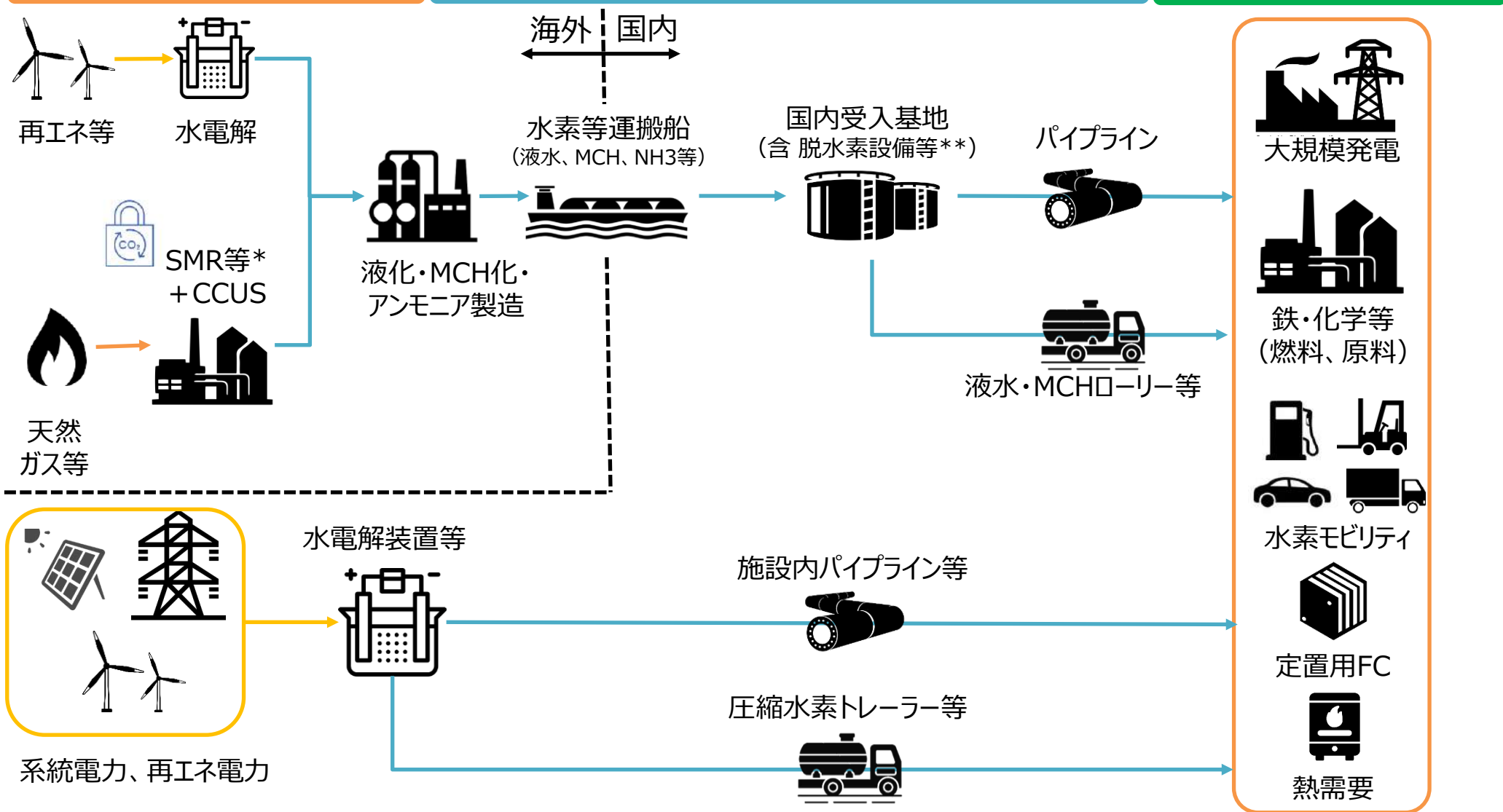
水素・アンモニアのサプライチェーン構築と需要の創出の一体的推進（イメージ）

→ 化石燃料 → 水素等 → 電力

製造

輸送・貯蔵

利用



供給側の課題：コスト低減、インフラ整備 需要側の課題：水素の燃焼特性等に合わせて機器開発

*SMR:水蒸気改質、**脱水素は利用地で行う場合も有。等は圧縮工程などを含む

再エネ由来水素の利活用（水電解装置）

- 水電解装置は、2050年のカーボンニュートラルの実現に向けて、①再エネの**大量導入時に安価な余剰再エネ等を活用（国産再エネ由来水素の確保）**し、②**非電力部門の脱炭素化を進める上での基幹製品**。
- **EUでは、2030年40GW**という野心的な目標を掲げるなど、各国で再エネと両輪で積極的な導入姿勢（国内最大の**福島水素エネルギー研究フィールド（FH2R）4,000基分**（※））。
- こうした新しい成長市場を日本の水電解装置が獲得することを目指し、更なる**コスト低減**を図るべく、**グリーンイノベーション基金等で技術開発・実証**を支援。

（※）水素製造量年間200トン。FCV約2000台に相当。

福島水素エネルギー研究フィールド(FH2R)における実証（東芝・旭化成等）

- 商用化に向けた**水素製造効率の向上**
- **低コスト化**に向けた研究開発
- 電力、水素の需給に対応する**運用システムの確立**



外観

（出典）東芝エネルギーシステムズ（株）

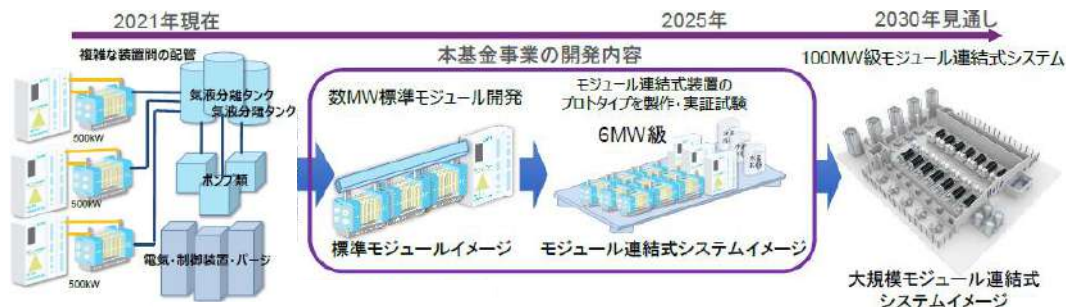


10MWの水電解装置

（出典）旭化成（株）

GI基金での技術開発例（日立造船、東レ等）

システムコスト削減に必要な**大型化**を、各種機器の**モジュール化**とともに進めることで、**2030年に欧州等と遜色ないコスト水準（6.5万円/kW）**を目指す。

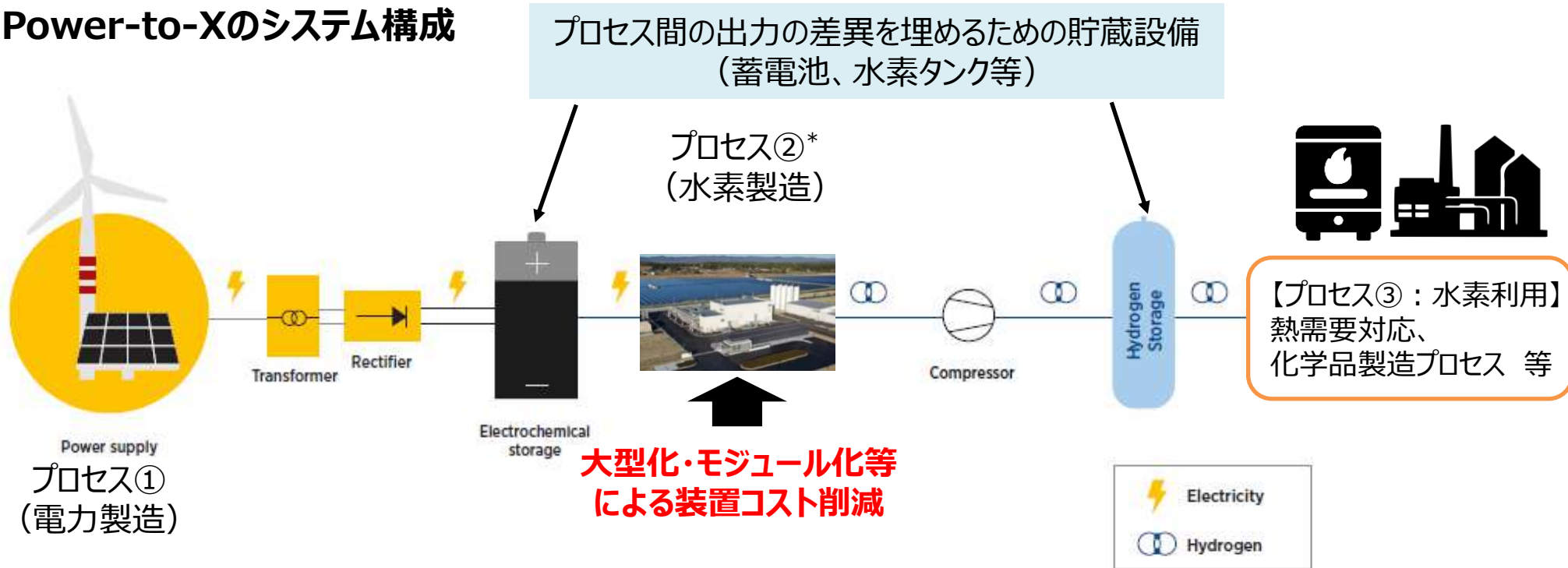


（出典）山梨県企業局等

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

国際水素サプライチェーンの構築①：液化水素

ハイストラ

- 液化水素による国際輸送実証を実施中（実施主体：川崎重工等による技術組合HySTRA）。
- 2019年12月11日に液化水素運搬船「すいそ ふろんていあ」の命名・進水式を開催。
- ①豪州において褐炭から水素を製造、②液化基地で液化水素にし、③日本（神戸）の荷役基地まで輸送する。世界初の液化水素による水素の大規模海上輸送となる予定。
- 今後、GI基金も活用し、陸上タンクや輸送船の大型化や水素発電と組み合わせたサプライチェーンの構築実証を実施。

液化水素運搬船 命名・進水式の様子



2019年12月11日 川崎重工 神戸工場
・一般参加者を含め約4000人規模の式典

その他の施設の進捗

①褐炭ガス化
施設の完成
2020.10



②豪州液化基地
の完成
2020.6



③神戸荷役基地
の完成
2020.6



国際水素サプライチェーンの構築②：メチルシクロヘキサン（MCH）

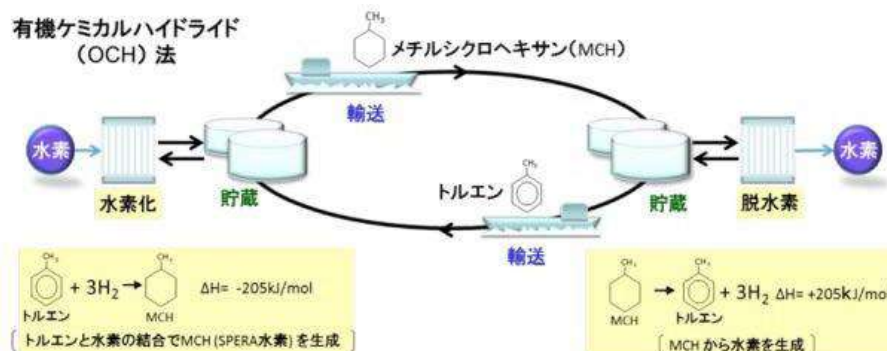
- MCHによる国際輸送実証を実施中（実施主体：^{アヘッド}千代田化工等による技術組合“AHEAD”）。
- ①ブルネイにおいて天然ガスから水素を製造、②水素化プラントでMCHに変換し、③日本（川崎）の脱水素プラントで水素に変換。同年5月に世界初となる国際輸送の実証開始。
- 今後、GI基金も活用し、MCHから水素を分離する工程（脱水素工程）で既存製油所設備を活用するための技術開発や、水素発電と組み合わせたサプライチェーンの構築実証を実施。

竣工した水素化・脱炭素プラント

水素化プラント（ブルネイ）



脱水素プラント（日本・川崎）



各国と日本企業の新たな動き

豪州

- 水素源：太陽光、風力（グリーン水素）
- プレイヤー：ENEOS（日）、FMG（豪）
- ※ FMGは豪州の鉄鋼・エネルギー総合会社
- 現状：MOC締結後、FSを実施中

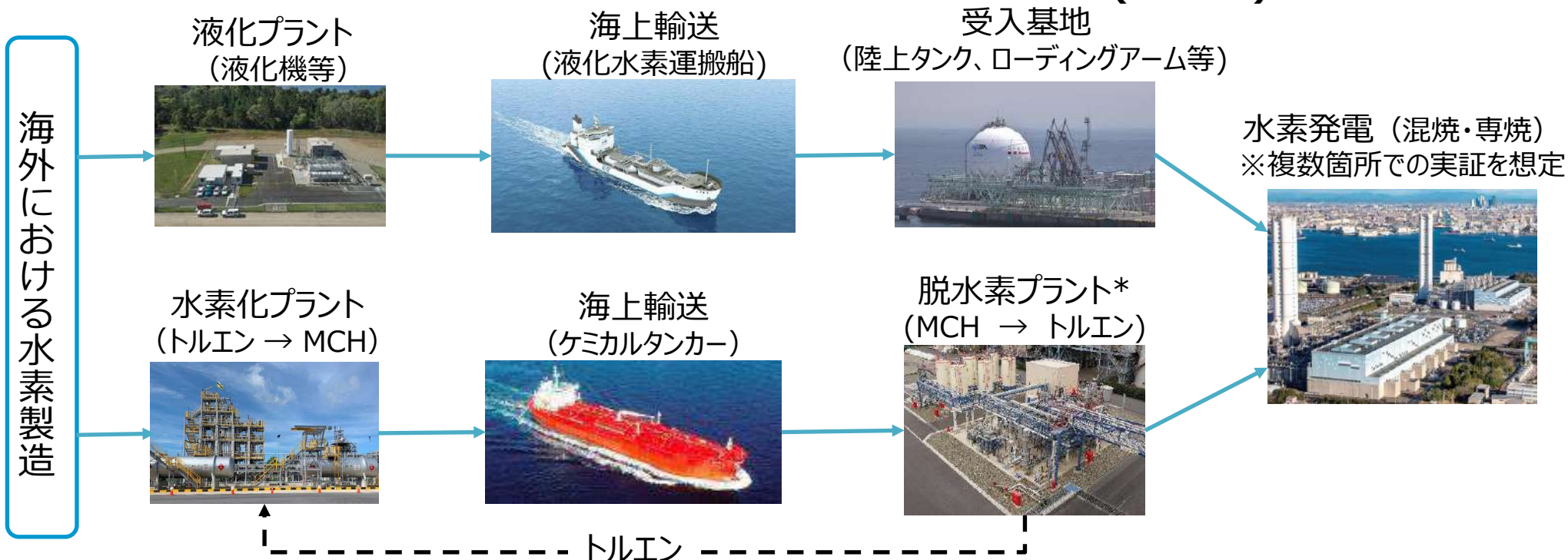
マレーシア

- 水素源：石化工場（副生水素）
- プレイヤー：ENEOS（日）、ペトロナス（マ）
- ※ ペトロナスは国営石油・石油化学会社
- 現状：MOC締結後、FSを実施中

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

輸送部門における水素利用

- FCVは現状6600台導入。水素STは整備中含め169箇所整備。引き続きFCVの導入に向けて、規制改革、技術開発、ステーションの戦略的整備を三位一体で推進。
- トラックをはじめとする商用車や船舶なども、長い走行・航続距離を達成する等の観点から、水素やアンモニア（燃料電池、エンジン）の活用が期待されている。
- モビリティではスペースが限られていることから、小型・高出力な燃料電池、燃焼効率の高いエンジンやスペース効率の高い燃料タンク等の開発や実証等を、グリーンイノベーション基金も活用しつつ、今後支援するとともに、大規模充填能力を有するインフラ開発・整備も行っていく。

FCV・水素ステーション整備

2020年末発売の新型「MIRAI」



全国：約6600台普及



全国：169箇所（開所：155箇所）

FCトラック

- ✓ トヨタ自動車の日野は、開発したFCトラックを活用し、2022年度より羽田クロノゲートと群馬間などで宅配便荷物等の拠点間輸送を実施



【水素利用量(大トラ)】

- ・ 乗用車(MIRAI)の約80倍

【普及に向けた課題】

- ・ 安価な水素供給（ディーゼル代替）
- ・ 大型ステーション整備

船舶分野



小型・近距離
→ 燃料電池船



大型・遠距離
→ 水素ガス燃料船

(参考) 地域特性や状況変化等に合わせた戦略的整備

- FCVの普及やインフラの整備状況、顧客層・導入されうるモビリティ等は地域で差異があるだけでなく、時間経過によって変化する。
- そのため、足下の状況に対応した最適な水素STを選択し、かつその状況変化に合わせてSTを拡充等出来るようにすることは、コスト・リスクを抑えつつも、利便性の向上や顧客層の拡大を行うことを可能とし、早期の水素モビリティの普及拡大・効率的なST事業の自立化に寄与する。
- 係る観点から、事業者には、長期的な自立化等に向けた事業ビジョンの提示を求めつつ、想定されうる状況変化に柔軟に対応出来るような支援を行う。

例：ある地域におけるFCV等の普及段階に応じた、水素ステーションの変遷（イメージ）

黎明期
ST密度小

水素モビリティ需要・水素STの基数

需要拡大期
ST密集化



新設



新設・増強



移動式、小型水素ST*
(対応可能台数：1～2台/h)

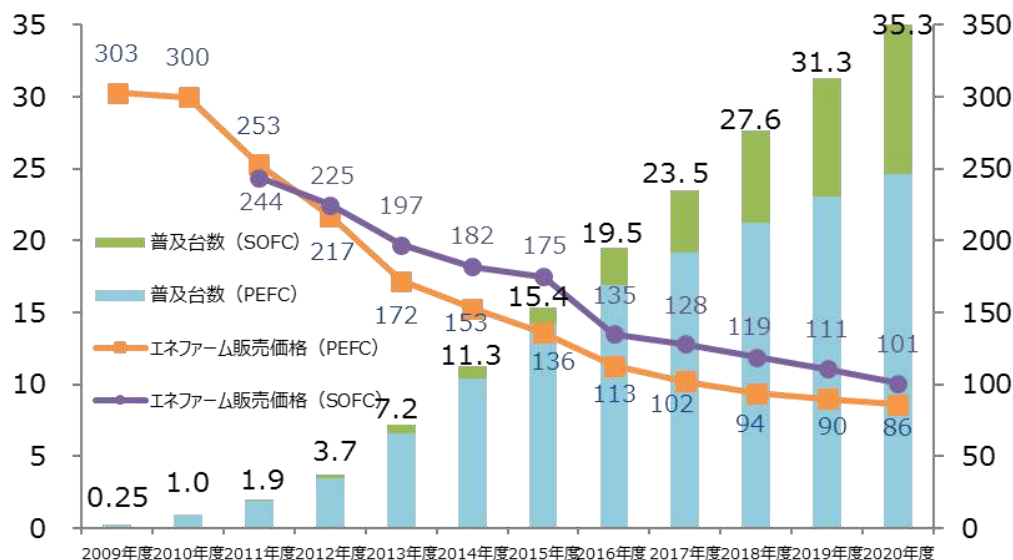
中規模水素ST
(ピーク対応可能台数**：5台/h以上)

大規模水素ST
(ピーク対応可能台数**：10台/h以上)

発電部門における水素利用①（定置用燃料電池）

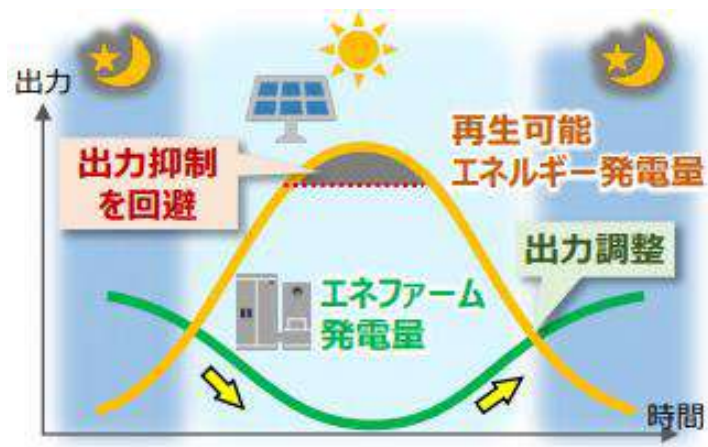
- 家庭用燃料電池（エネファーム）は、2009年に世界に先駆けて我が国で販売が開始。これまで**40万台以上が普及**しており、販売価格も、PEFCの場合、販売開始時の300万円超から、**100万円を切る水準まで低下**。
- 今後、部品点数の削減などに向けた更なる技術開発を進め、**一層のコスト削減を目指す**だけでなく、電力系統において供給力・調整力として活用する実証等、**燃料電池の持つポテンシャルを最大限活用出来る環境整備**を支援。

普及台数と販売価格の推移



電力市場における燃料電池の活用

再エネ等の発電サイクルに合わせて燃料電池の出力を調整し、系統安定化等へ貢献すべく、VPPアグリゲーター実証事業に、現在約1,500台のエネファームが参加中



今後は純水素燃料電池導入拡大も視野に入れた取組が必要不可欠

発電部門における水素利用②（大規模水素発電）

- 水素発電の社会実装には、混焼、専焼とも、①天然ガスより燃えやすい水素の特性に対応した燃焼器の開発と、②実際のタービンでの長期安定運転の検証を行う必要がある。
- 小型の水素発電においては、既に専焼においても実機での検証まで終了。他方、大型については、混焼は燃焼器の開発を終了し、専焼は開発中。
- 今後は、GI基金を活用し、残された技術開発を完了することで、国内外での普及を加速する。

【水素タービンの技術開発動向】

国際水素サプライチェーンと一体的にGI基金で実施予定

	混焼(10%)	専焼
大規模タービン(1万kW～) メーカー：三菱重工	①燃焼器開発：完 ②実機運転実証：未完	①燃焼器開発：未完 ②実機運転実証：未完
小規模タービン(～1万kW) メーカー：川崎重工	①燃焼器開発：完 ②実機運転実証：完	

【世界の水素発電の主な動き（日本企業の受注）】



蘭マグナム
出力：44万kW
運転開始：2027年
備考：当初から専焼発電を志向



米ユタ州
出力：84万kW
運転開始：2025年
備考：当初は混焼で開始、2045年頃に専焼化することを目指す

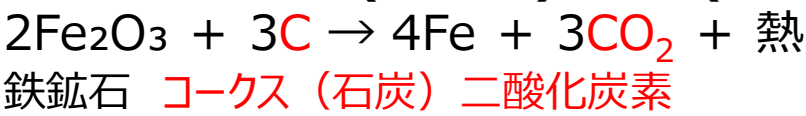
産業部門での原料・燃料利用

- 鉄鋼分野の脱炭素化のために、炭素ではなく水素を還元剤として利用する水素還元製鉄をGI基金等も活用しながら技術開発中。
- また、産業プロセスで必要となる高温の熱源としても水素は期待されている。
- 製造プロセスの転換や、水素の燃焼特性に合わせた技術開発等を行う必要。

原料としての水素（例：鉄鋼分野）

【還元剤毎の反応式】

①既存技術：炭素(コークス)の利用(発熱反応)



②革新技术：水素の利用（吸熱反応）



【普及のための課題例】

- 熱の補填の仕組みや高炉内の通気・反応促進等に関する技術開発
- 大量かつ安価な水素供給の必要性
（700万トン/年、8円/Nm3（※試算））

熱源としての水素

【電化が困難な高温熱の例】

- ガラス、アルミ、亜鉛溶解炉
- ガス溶接バーナー
- ナフサクラッカー



【普及のための課題】

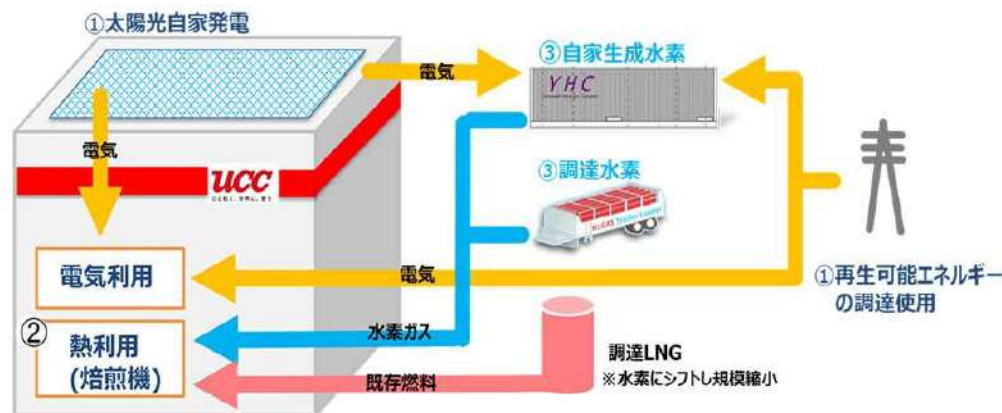
- 燃焼速度が速い
 - NOx 排出量の増加
 - 火炎輻射が弱い
- 機器側の技術開発による対応
or メタネーション等の燃料合成による対応

(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

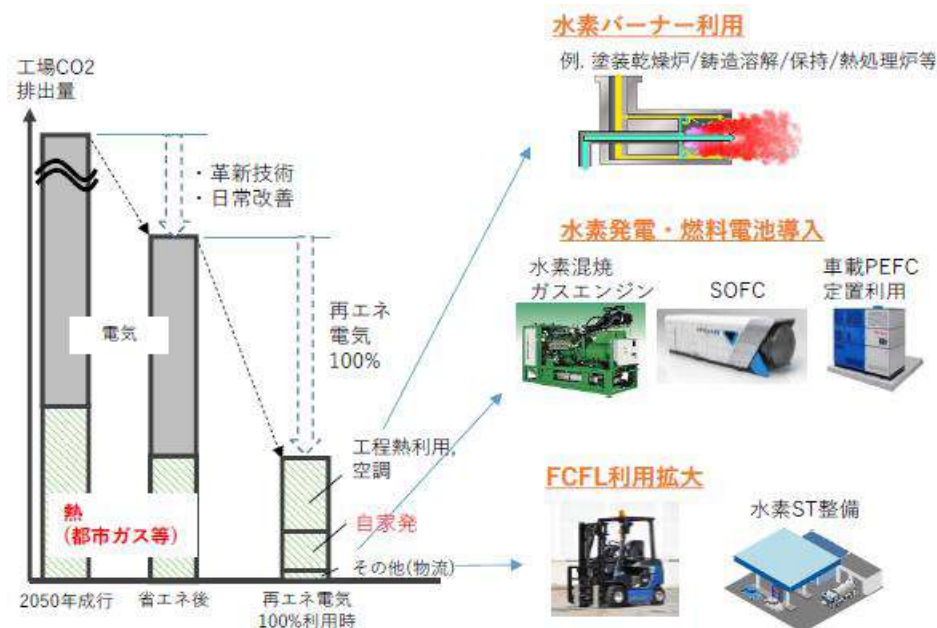
- 参画企業：山梨県企業局、東京電力EP、巴商会、UCCホールディングス、東レ
- 小型パッケージ型水電解装置システム(出力:500kW)の開発
- LNG等の化石燃料に代わって、水素を熱源としたコーヒー焙煎を可能とする水素焙煎機の開発



図：焙煎所におけるエネルギーフロー（イメージ）

トヨタグループのCNに向けた取組

- 実施企業：トヨタ自動車、デンソー 等
- 省エネ及び再エネの最大限の導入を進めても、なお残るCO2排出について、ガスコジェネへの水素混焼や、定置用燃料電池、水素バーナーの利用等に対応することを検討・実証中

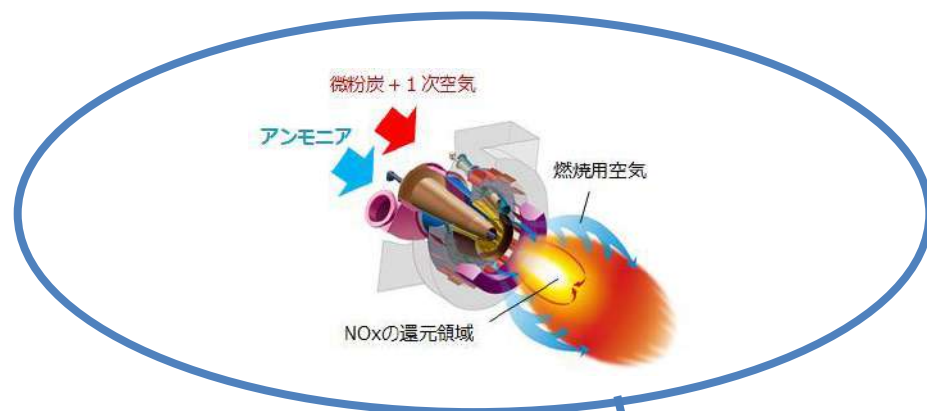


図：トヨタグループのCO2総量削減のステップ(省エネ・電化・水素化)

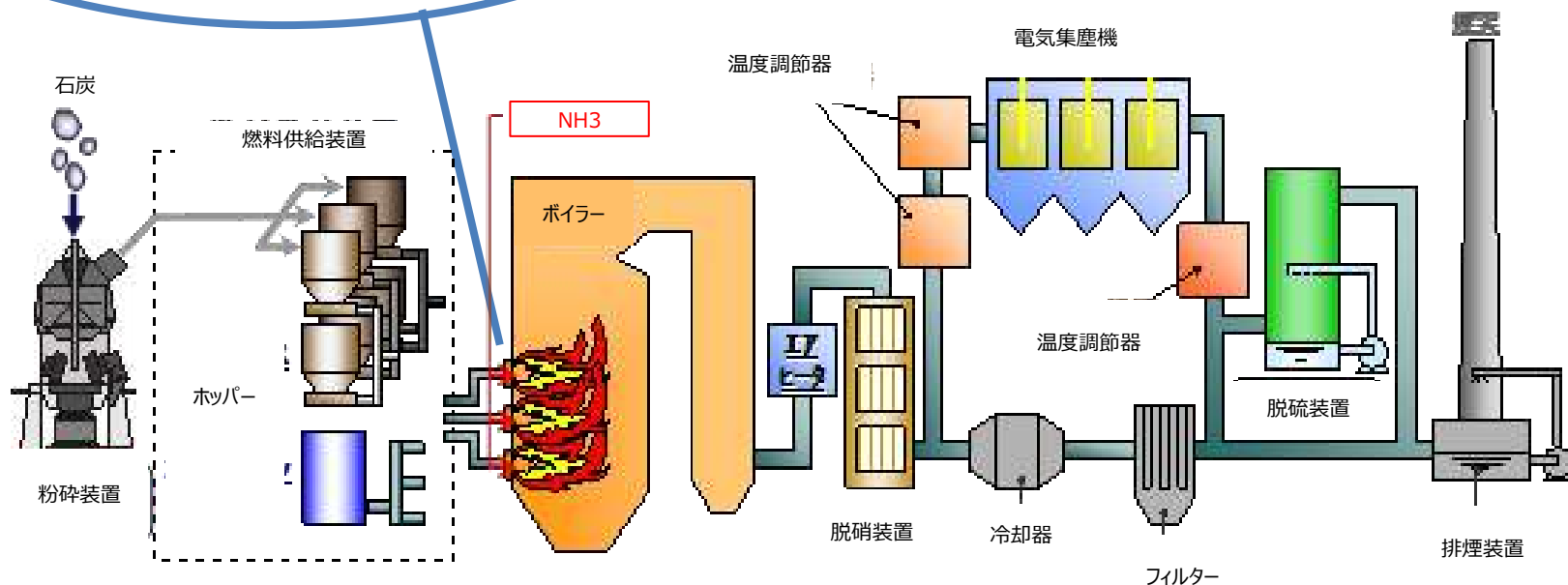
こうしたモデル事例で効率的に知見を蓄積し、官民一体でこうした取組を横展開することを目指す

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、今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）



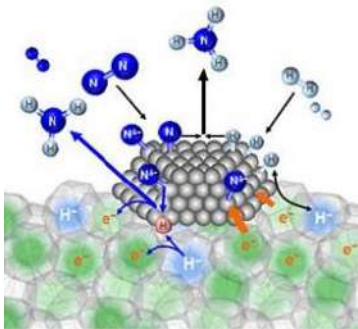
GI基金：燃料アンモニアサプライチェーンの構築（国費負担額：上限598億円）

- 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。



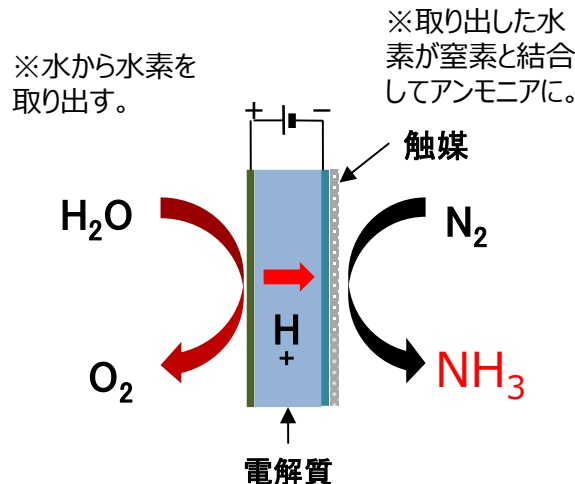
（出典）
NEDO公表資料

※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。



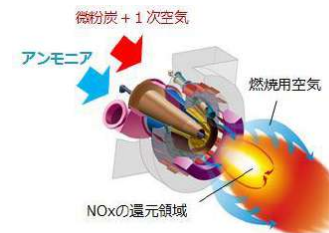
※水から水素を取り出す。

※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）

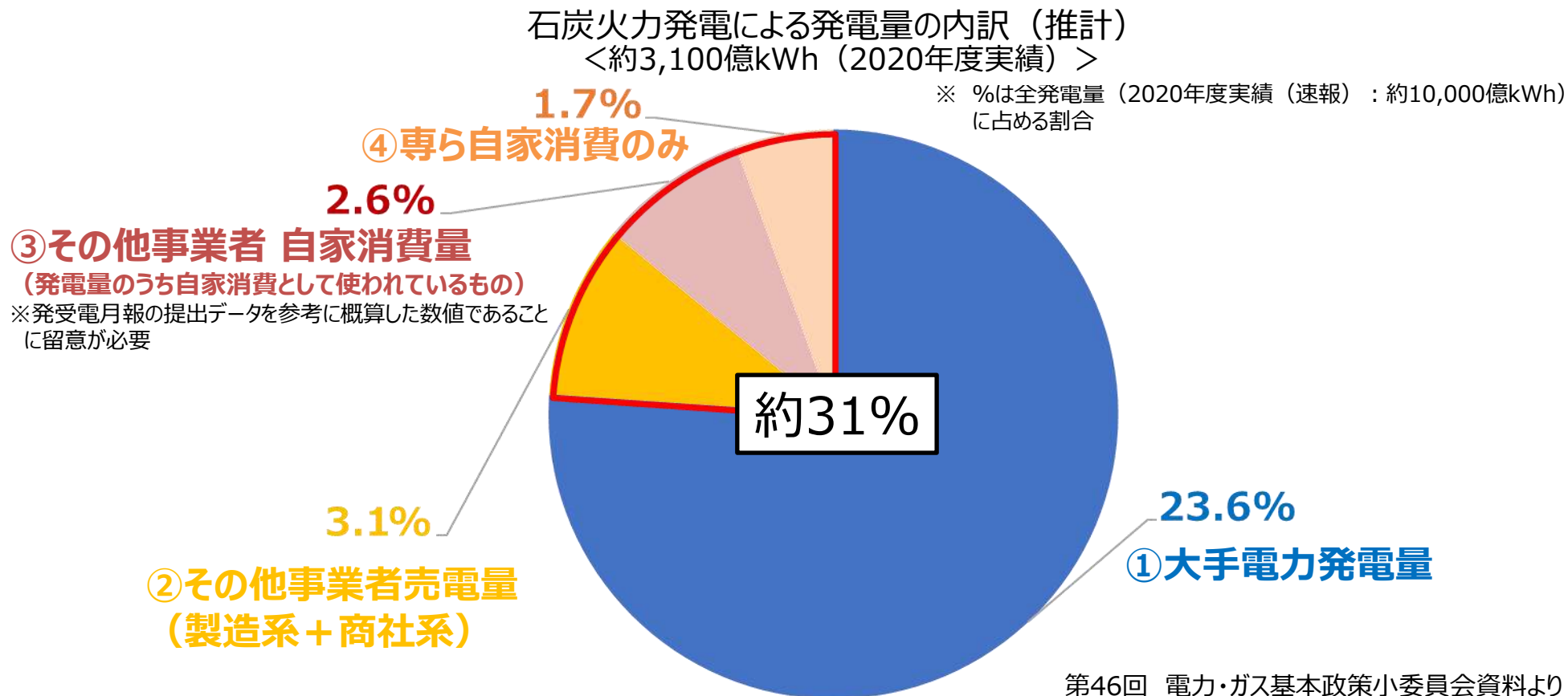
- ボイラやタービンでの高混焼・専焼化を目指し、そのために必要となる高混焼・専焼バーナーを開発。
- アンモニア混焼率の増加に伴うNOx増大、収熱悪化、着火の不安定性の技術課題に対応したバーナーを新たに製造する必要。加えて、開発したバーナーを活用し、流量や流速、吹き込み位置等についても実証を通じて検討する必要。



（出典）IHIプレスリリース

(参考) 石炭火力発電量における自家発電

- 足元の石炭火力の比率は31%であり、このうち大手電力会社※による発電量は約24%、その他の事業者による発電量は約7%。※大手電力:旧一般電気事業者、電源開発及びこれら事業者のみで共同出資される共同火力
- このうち、その他事業者による発電量は以下のように内訳される。
 - ・発電量のうち、売電のみを行う
 - ・発電量のうち、売電用途と自家消費用途がある（自家発電設備による余剰電力の売電を含む）
 - ・発電量のうち、自家消費のみを行う
- 以下の図では、売電と自家消費を行う事業者の発電量を分離しつつ、その他事業者による売電量と自家消費量を示す。



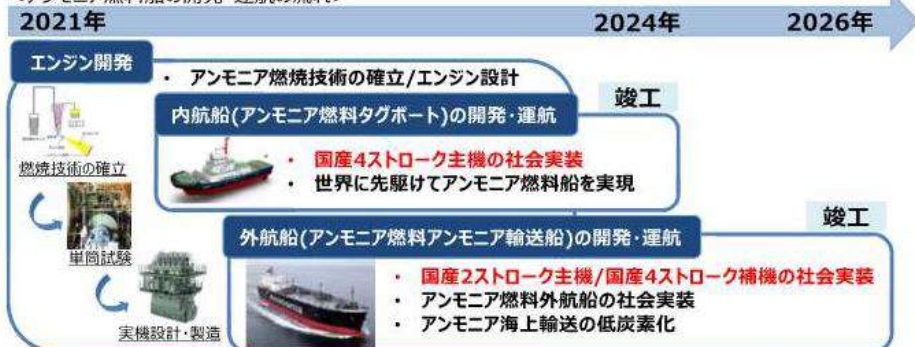
GI基金：次世代船舶の開発

- 我が国の造船・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。**
- 次世代船舶の開発にかか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。**

アンモニア燃料国産エンジン搭載船舶の開発 【事業規模:約123億円】

- ① アンモニア燃料タグボート（内航船）の開発・運航
 - エンジン開発、安全性・実用性に配慮したアンモニア燃料船の設計、アンモニア燃料船に係る運航・メンテナンス手法の確立などに取り組み、2024年の竣工を目指す。
- ② アンモニア燃料アンモニア輸送船（外航船）の開発・運航
 - エンジンやアンモニア燃料・荷役配管システム等の開発、アンモニア燃料船に係る運航・メンテナンス手法等の確立などに取り組み、2026年の竣工を目指す。

<アンモニア燃料船の開発・運航の流れ>



出典：日本郵船(株)、(株)ジャパンエンジンコーポレーション、(株)IHI原動機、日本シッパヤード(株)

アンモニア燃料船開発と社会実装の一体型プロジェクト 【事業規模:約30億円】

- 2028年までの出来るだけ早期にアンモニア燃料船を日本主導で社会実装することを目指し、推進システム・船体開発および保有・運航を行う。
- 早期の社会実装実現のためにアンモニア燃料船の「開発」、「保有・運航」、「燃料生産」、「燃料供給拠点整備」の全域をカバーする「統合型プロジェクト」の一環として本事業を推進する。



出典：伊藤忠商事(株)、川崎汽船(株)、NSユナイテッド海運(株)、日本シッパヤード(株)、(株)三井E&Sマシナリー

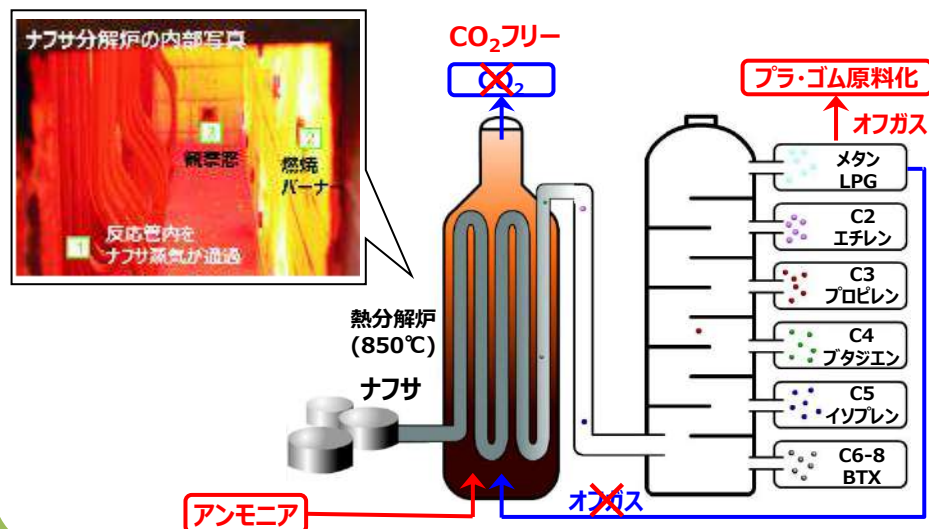
化学産業におけるCO₂排出削減のためのアンモニア活用に向けた取組

- 化学産業は、原料に炭素を利用していることに加え、製造プロセスでは大量のエネルギーが必要なため自家発電所を多く保有しており、産業部門の15%を占めるCO₂を排出。
- こうした化学産業の2050年カーボンニュートラルに向けては、原料由来・エネルギー由来の二つのCO₂排出削減に取り組む必要があり、GI基金などの支援を通じて、ナフサクラッカーの熱源のカーボンフリー化や石炭等火力自家発電所の燃料転換などに取り組んでいる。

<生産プロセス転換の支援>

CO₂等を用いたプラスチック原料製造技術開発
(GI基金事業：上限1,262億円)

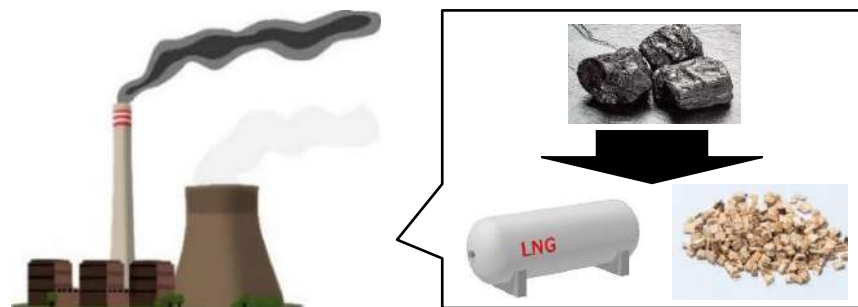
- 研究開発項目の一つとして、約850℃でナフサを熱分解している炉（ナフサ分解炉）の熱源を現在のオフガスからカーボンフリーであるアンモニアに転換する世界初の技術を開発。



<自家発電設備の燃料転換の支援>

「基礎素材産業の低炭素化投資に向けた設計・実証事業」
(令和3年度補正予算：61億円)

- エネルギー多消費産業である基礎素材産業各社が実施する石炭等火力自家発電所の燃料転換に向けた事業実施可能性調査（実証・設計含む）を支援。



【燃料転換イメージ】

1. 水素・アンモニアの位置づけと取り巻く状況
2. 水素等の需要拡大に向けた道筋と足下の取組状況
- 3. 水素・アンモニアの商用化に向けた課題・今後の方向性**
4. 本日はご議論いただきたい内容・今後の議論の進め方

大規模サプライチェーン構築に向けた課題

供給者（エネルギー会社）の事業安定性確保の必要性

- サプライチェーンの立ち上げには、足下での多額の初期投資と、将来に渡る多額の運営費が必要
- プロジェクトファイナンスで資金調達を行う場合、一定程度の安定収入が見通せる必要



需要家による大規模・安定調達の躊躇

- 市場が未成熟な中で、事業を安定させるには需要家の大規模・安定調達が不可欠
- しかし、発展途上のエネルギー源・技術であるため、大半の既存燃料と比して当面高い
- さらに、各企業が個別にインフラ整備を検討する結果、需要の集積が生まれない他、サプライチェーンの最適化が図られないことから、価格低下が進みにくい

(参考) 水素・アンモニア獲得のための競争激化

- 世界各国では、水素やアンモニアの大規模上流開発プロジェクトの検討が複数件進められている。
- 海外勢も製造コストの安い有望案件への参画を狙っているため、日本勢も早期のコミットメント（投資決定）を表明しなければ、他国に先を越される可能性。

【日本企業と海外企業が競合する例】

例①：UAEにおけるブルーアンモニアプロジェクト

- アブダビの国営エネルギー企業であるADNOCと三井物産、韓国のGS Energyは、2021年11月に世界最大規模の商用ブルーアンモニア事業に合意。
- また、INPEX、JERA、JOGMECもADNOCとブルーアンモニア製造事業を目指した、事業化可能性の調査を進めている。

例②：豪州における水素プロジェクト

- ENEOSなど日本企業は地元のエネルギー会社と組み、再エネを用いてグリーン水素を製造し、MCHで日本に水素を供給することを検討(2020年代前半には遅くとも投資を決断する必要)
- 海外勢も上流権益の獲得を狙っており、権益だけでなく、輸出港の周りの土地を先に確保されると、長期に渡り、日本が効率良く水素を輸出できない恐れ

※その他、マレーシア、中東などでもプロジェクト組成の動きあり

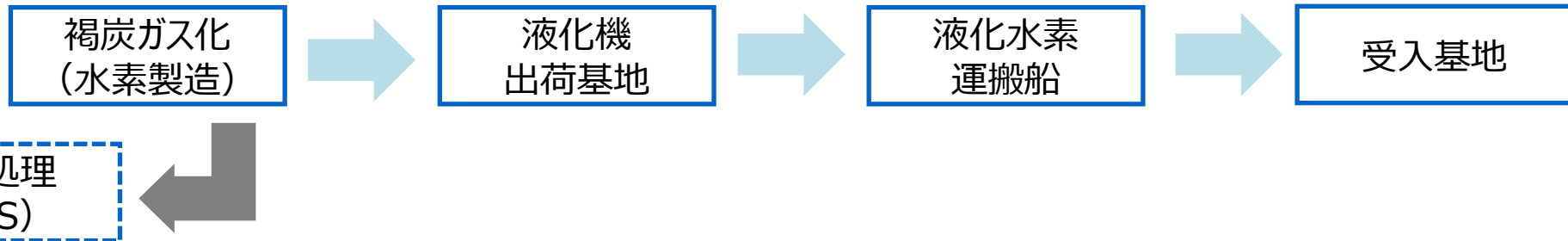
大規模サプライチェーンの投資額・供給コストの規模感（例）

例①：日豪褐炭水素プロジェクト（商用化時）

- 初期投資：9,000億円、運営費：450億円/年、プロジェクト年数：30年
⇒ 総事業コスト：**2兆2500億円**
- 水素供給量：22.5万トン/年
- 水素供給コスト：**約30円/Nm³（天然ガスの2倍強）**

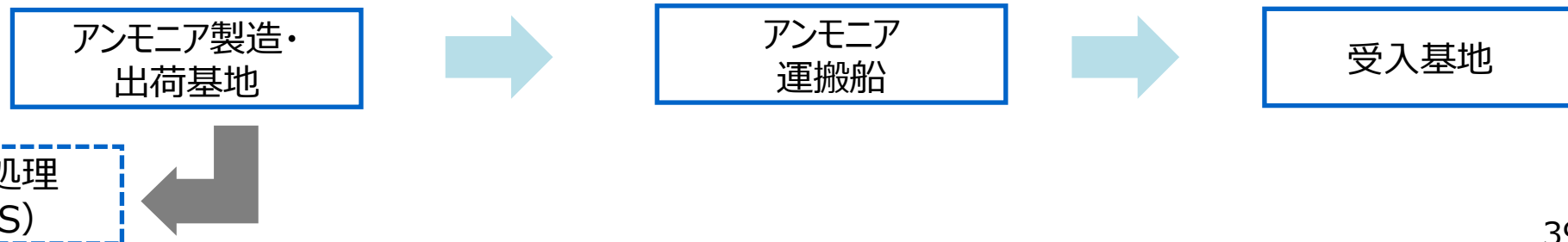
直接投資
(初期投資に計上)

間接投資
(運営費に計上)



例②：商用アンモニアサプライチェーン（中東の場合）

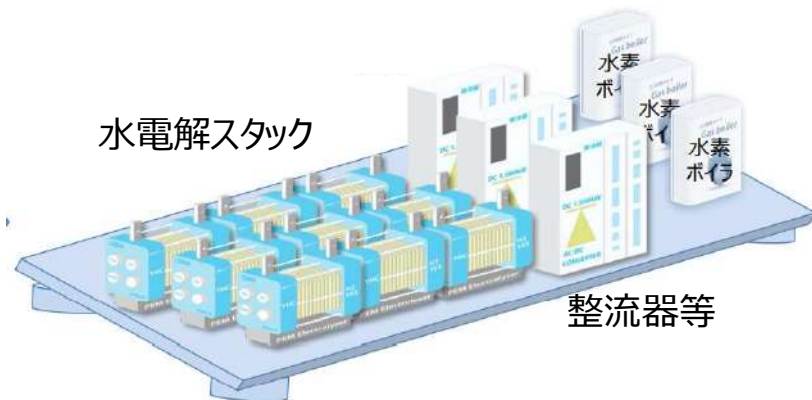
- 初期投資：6,400億円、運営費：750億円/年、プロジェクト年数：20年
⇒ 総事業コスト：**2兆1400億円**
- アンモニア供給量：300万トン/年
- アンモニア供給コスト：**約10円台後半/Nm³（石炭の約3倍）**



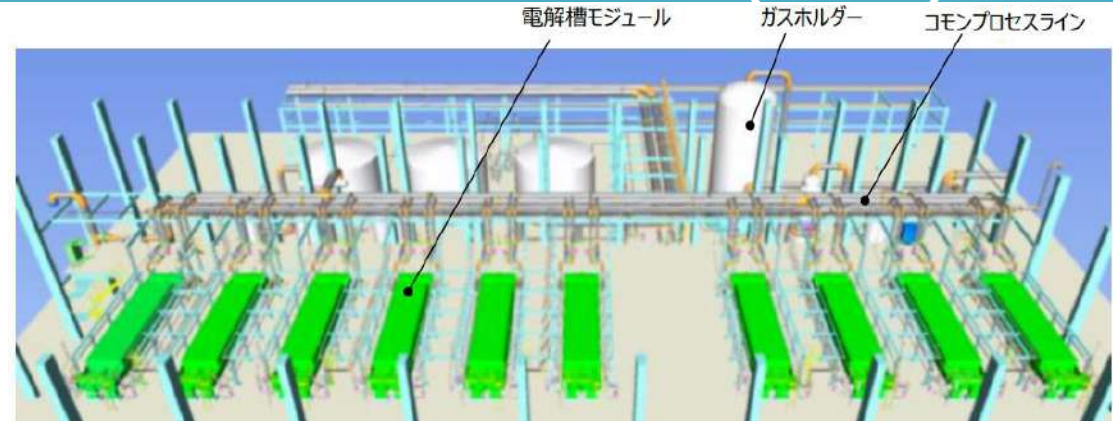
(参考) 大型水電解装置のイメージと投資の規模感

- 山梨県企業局は水素ボイラー等と組み合わせた10MW級のPEM型水電解システム、旭化成は100MW級のアルカリ型水電解システムをグリーンイノベーション基金を活用して、それぞれ開発中。
- 仮に2030年に1GWの水電解システムが国内に導入される場合、一定の前提下での機械的な試算に基づく、約1,500億円の投資額と試算される。

10MW級 水電解システム(イメージ)



100MW級 水電解システム(イメージ)



投資額試算前提・試算結果

【試算前提（山梨県企業局のGI基金事業戦略ビジョン等より作成）】

- 投資額試算対象：水電解スタック、補器類（変圧器、整流器、受変電設備、制御装置、除湿システム等）、各種工事費
- 単価：水電解スタック：6.5万円/kW、システム全体：15万円/kW ※累計生産1GW以上の時の目標値
- 投資規模：1GW

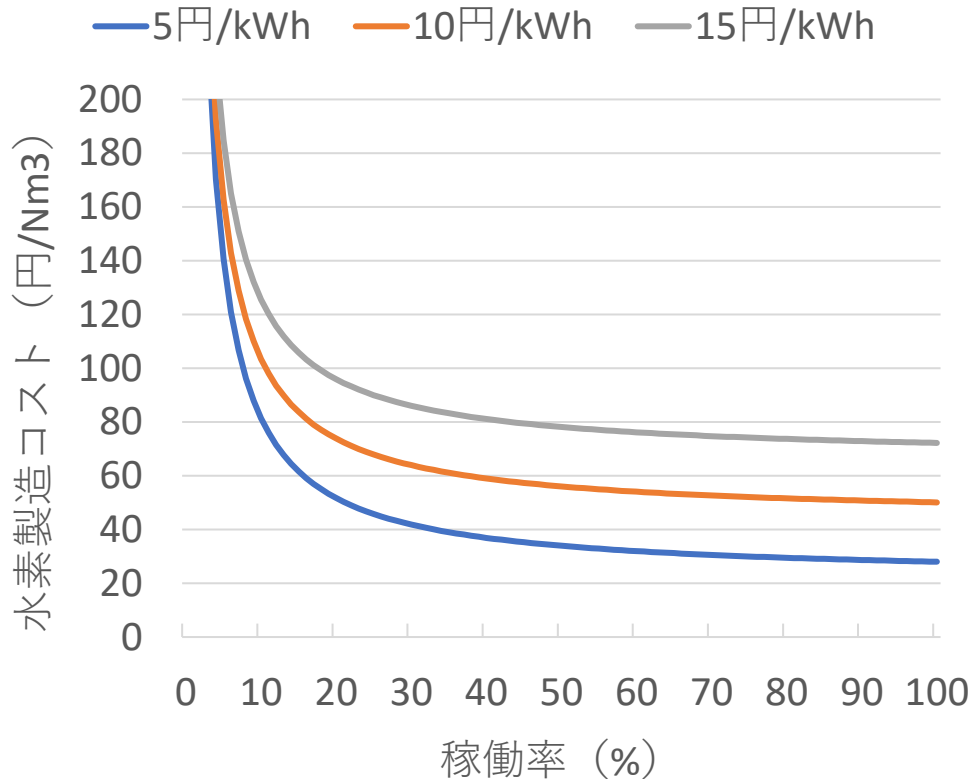
【試算結果】

- $15\text{万円/kW} \times 1\text{GW} = \mathbf{1,500\text{億円}}$

水電解装置を用いた水素製造コストの感度分析（電力コスト・稼働率）

- 電力コスト及び水電解装置の稼働率が水素製造コストに与える影響は以下のとおり。
- 電力調達は系統電力、再エネ直付けの2パターン及びその組み合わせが考えられ、**事業者が水素製造コストを最小化するべく、水電解装置の最適な運転**を行う。

平均電力コスト・稼働率・水素製造コストの関係



<試算前提>

水電解システムコスト：15万円/kW（水電解スタック、補器、工事費等を含む）、電解効率：4.42kWh/Nm³、事業年数：20年、残存価値：10%、固定資産税：1.4%、メンテナンス費用：水電解スタックコストの5%（スタック交換引当金も含む）、利子および一般管理費等は考慮せず

出典：山梨県企業局より資源エネルギー庁作成

シナリオ別の水素製造コスト（試算）

①系統電力

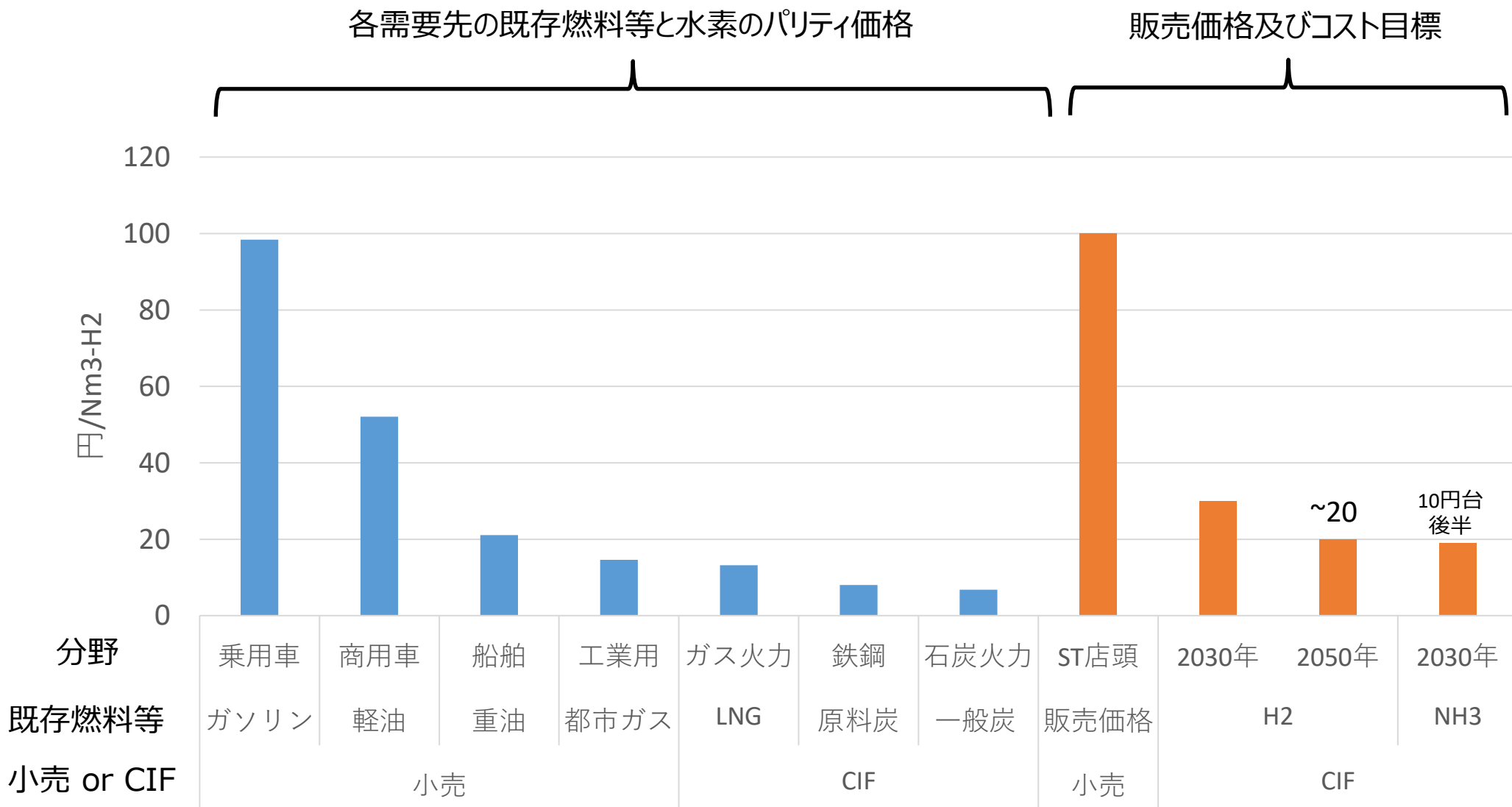
- 電力コスト＝JEPX価格＋託送料金(特別高圧)＋FIT賦課金（2021年度実績）
 - 20年度実績(東電管内)でJEPX価格が5円/kWh以下の時のみ稼働(稼働率:29%)
 - 平均電力コスト＝10.0円/kWh
- ⇒ **水素コスト＝64.6円/Nm³**

②再エネ直付水電解

- 電力コスト＝再エネ電源コスト
 - 洋上風力産業ビジョンのコスト目標（8～9円/kWh）、稼働率は発電コスト検証WGの2030年の数値を採用(30%)
- ⇒ **水素コスト＝55～60円/Nm³**

※水電解が稼働している時間が異なるため、両者のコストを単純比較が困難である点については留意が必要。

(参考) 多様な需要先と既存燃料等とのパリティ価格



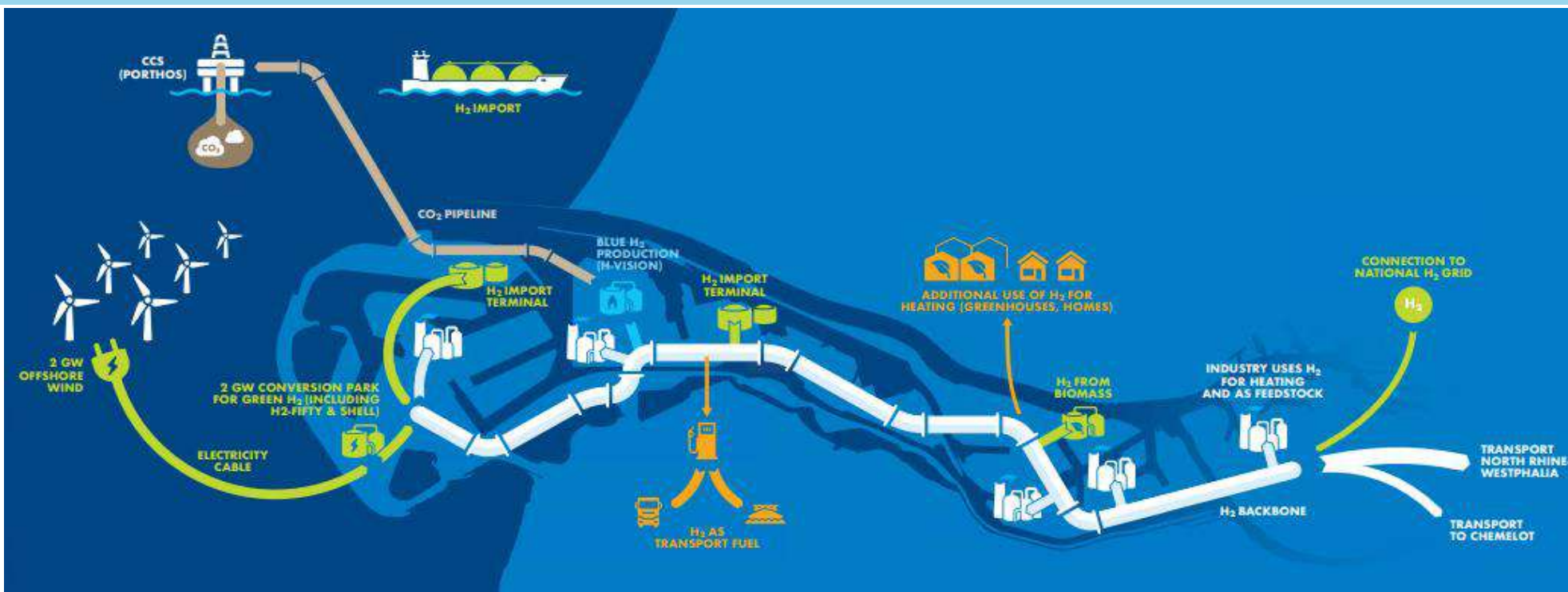
※第25回水素・燃料電池戦略協議会 資料1等より資源エネルギー庁作成

※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）

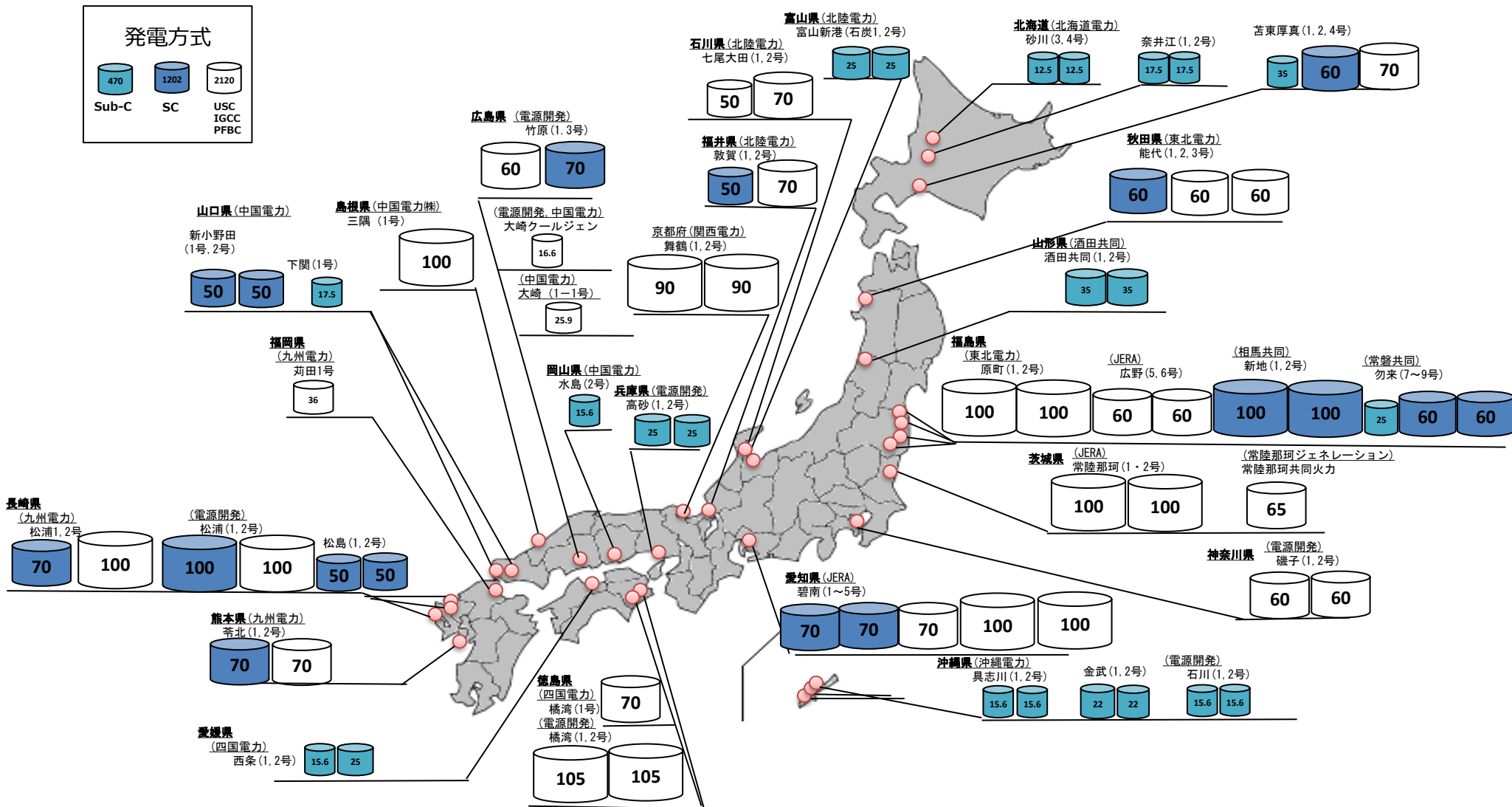
※水素ステーションの店頭販売価格は、正確には店舗により異なる点に留意が必要

効率的なインフラ整備と海外での先行事例（例：ロッテルダム港）

- 水素・アンモニアの社会実装局面において、各社が個別にインフラ整備がなされた結果、大規模需要の創出と一体で行われなければ、大規模なサプライチェーンの構築に基づくコスト低減効果が見込めない恐れ。
- 海外においては、地理的特性等を活かして、カーボンニュートラル社会構築に向けてコンビナート等を活用する取組が進められている。例えば、現在も世界有数の石油等の搬入港である蘭ロッテルダム港は、脱炭素時代でも水素の輸入を通じて、ドイツ等の欧州各国にエネルギーを供給することを狙い、ロッテルダム港湾局を中心に研究機関や企業等とコンソーシアムを組み、EUの助成金を用いた調査を実施。
- そのためにも、**2050年に水素搬入量2000万トンという高い目標**を掲げ、早ければ2023年から①様々な水素製造源からの水素製造、②パイプラインによる水素輸送や海外からの大規模輸入、③輸送・民生・産業等の分野での水素利活用を順次実施予定。



(参考) 石炭火力発電所の現状



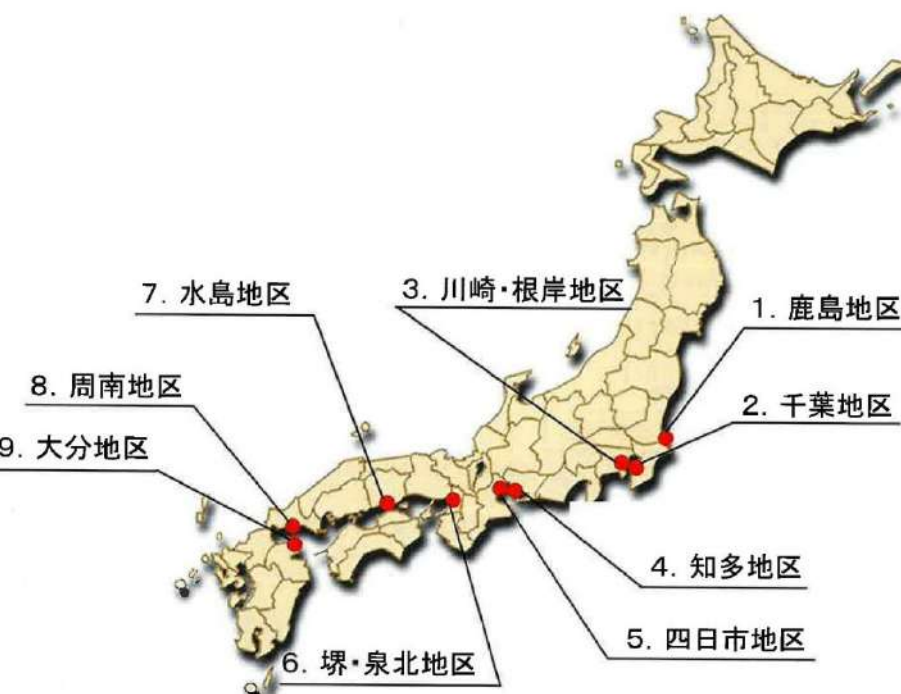
資源エネルギー庁「石炭火力発電所一覧（2020年7月13日）」より大手電力※保有発電所を抜粋し作成

※旧一般電気事業者、電源開発、これら事業者が共同出資する共同火力

水素・アンモニアの利用拡大に向けたコンビナートのポテンシャル

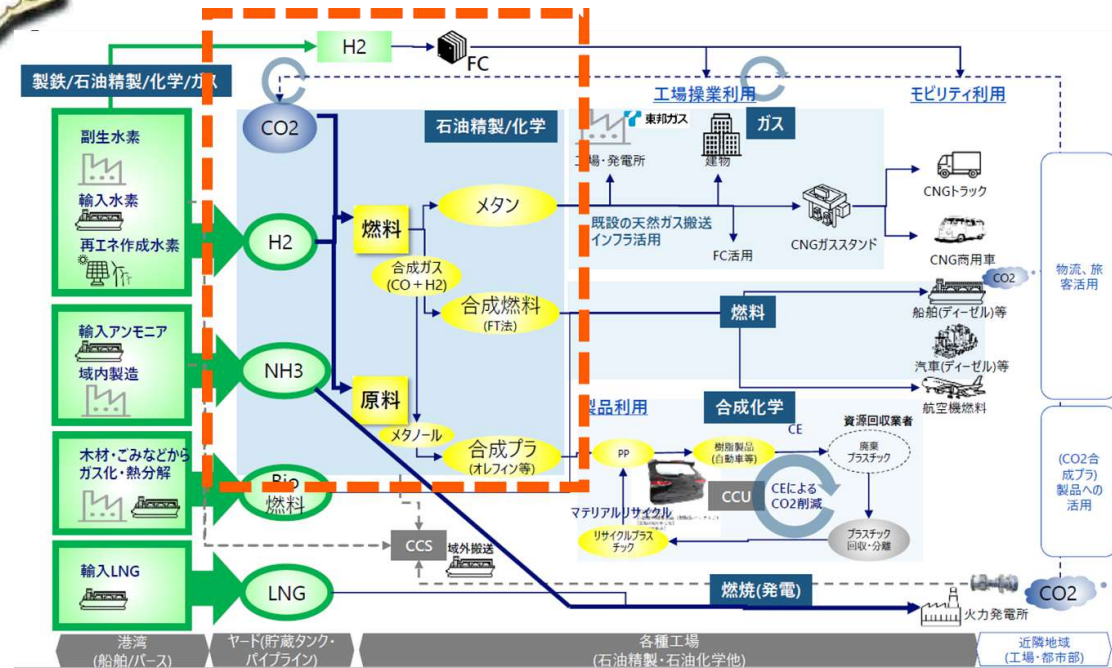
- 石油精製、石油化学、金属、発電などの**GHG多量排出事業者**は、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、**抜本的な対応が求められている**ところ。研究開発や実証、さらには大規模な設備投資が必要となり、かつ、限られた時間の中で進めていく必要。
- これらの多様な産業が、**設備の共有化等を通じた連携**を行いながら既存事業を実施してきた**有機的集合体**が「**コンビナート**」であり、**多様な業種同士での設備の共有化**や**類似業種間で設備相互融通・プロセス連携**などでの連携を進める**拠点としてのポテンシャル**を有する。

【主要な石油化学コンビナート】



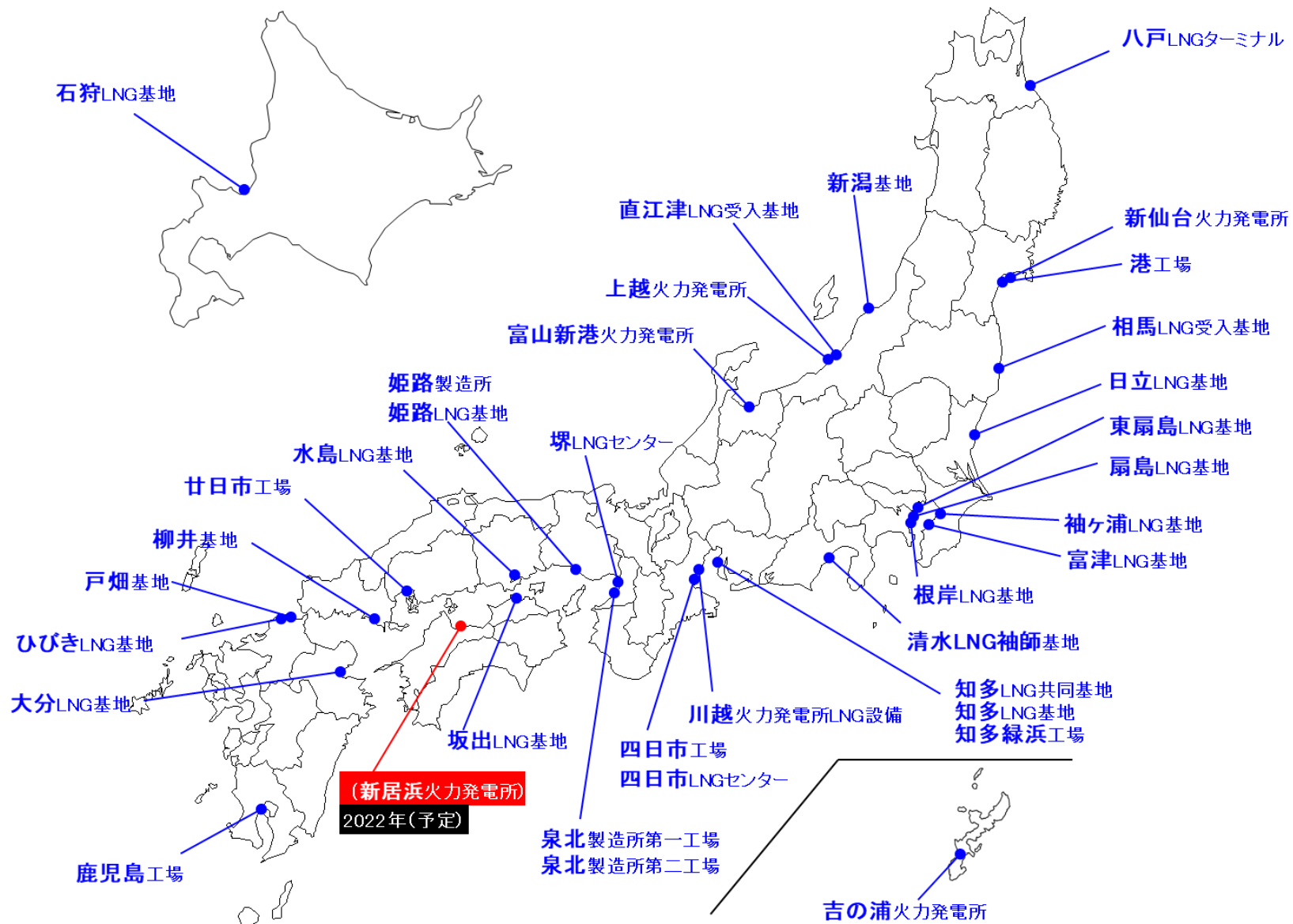
石油コンビナート高度統合運営技術研究組合資料より

【コンビナートにおける産業間の連携】

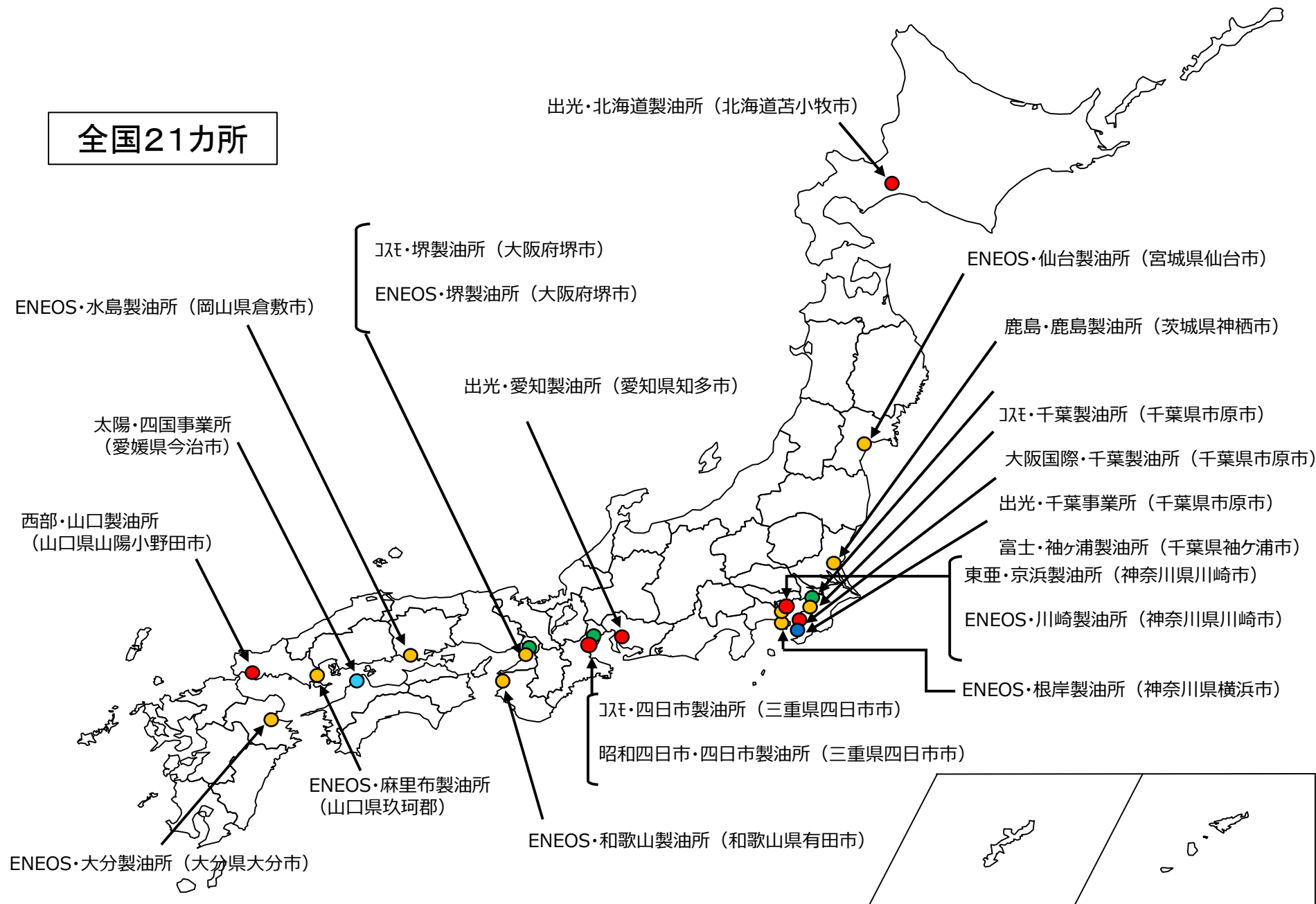


経済産業省「カーボンニュートラルコンビナート研究会」資料より抜粋 45

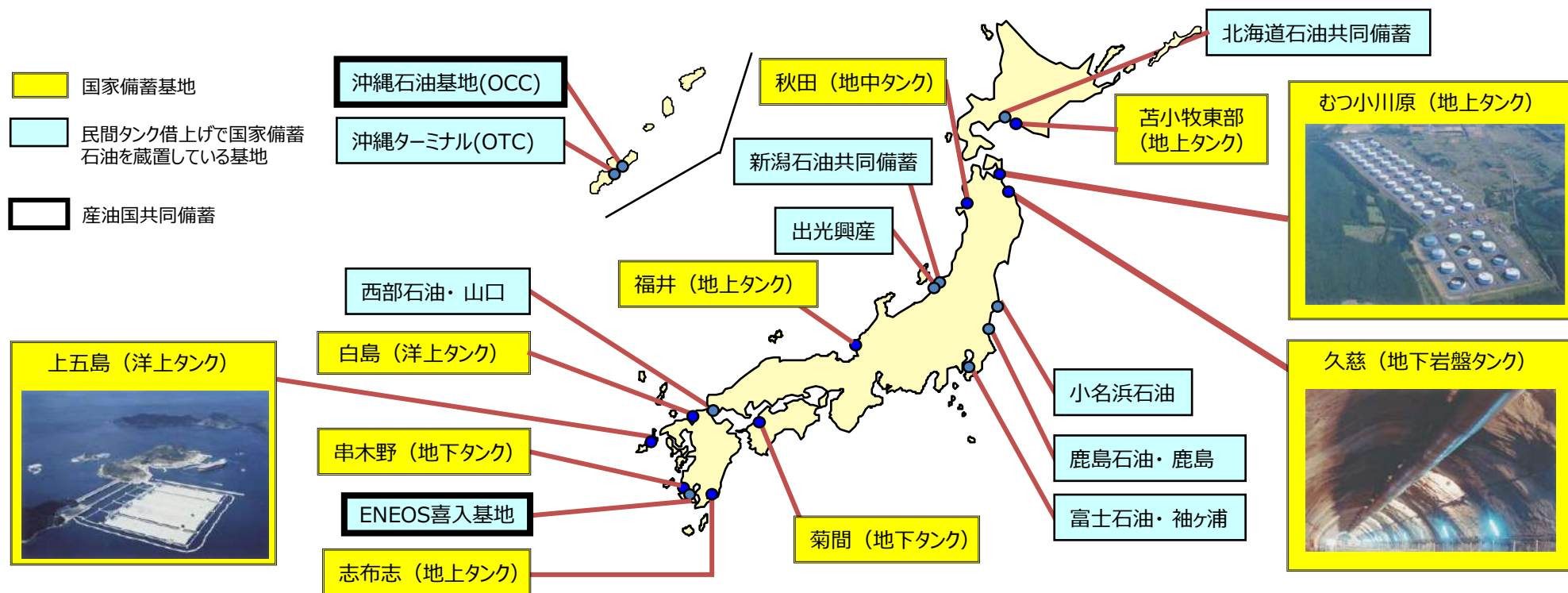
(参考) LNG受入基地 (一次基地のみ)



(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) 国内のL Pガス国家備蓄基地の分布

七尾 (石川県)
容量 25万ト
(地上低温方式)

倉敷 (岡山県)
容量 40万ト
(地下常温方式)

福島 (長崎県)
容量 20万ト
(地上低温方式)

地上

地下

地下

波方 (愛媛県)
容量 45万ト
(地下常温方式)

神栖 (茨城県)
容量 20万ト
(地上低温方式)

地上

七尾基地



(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

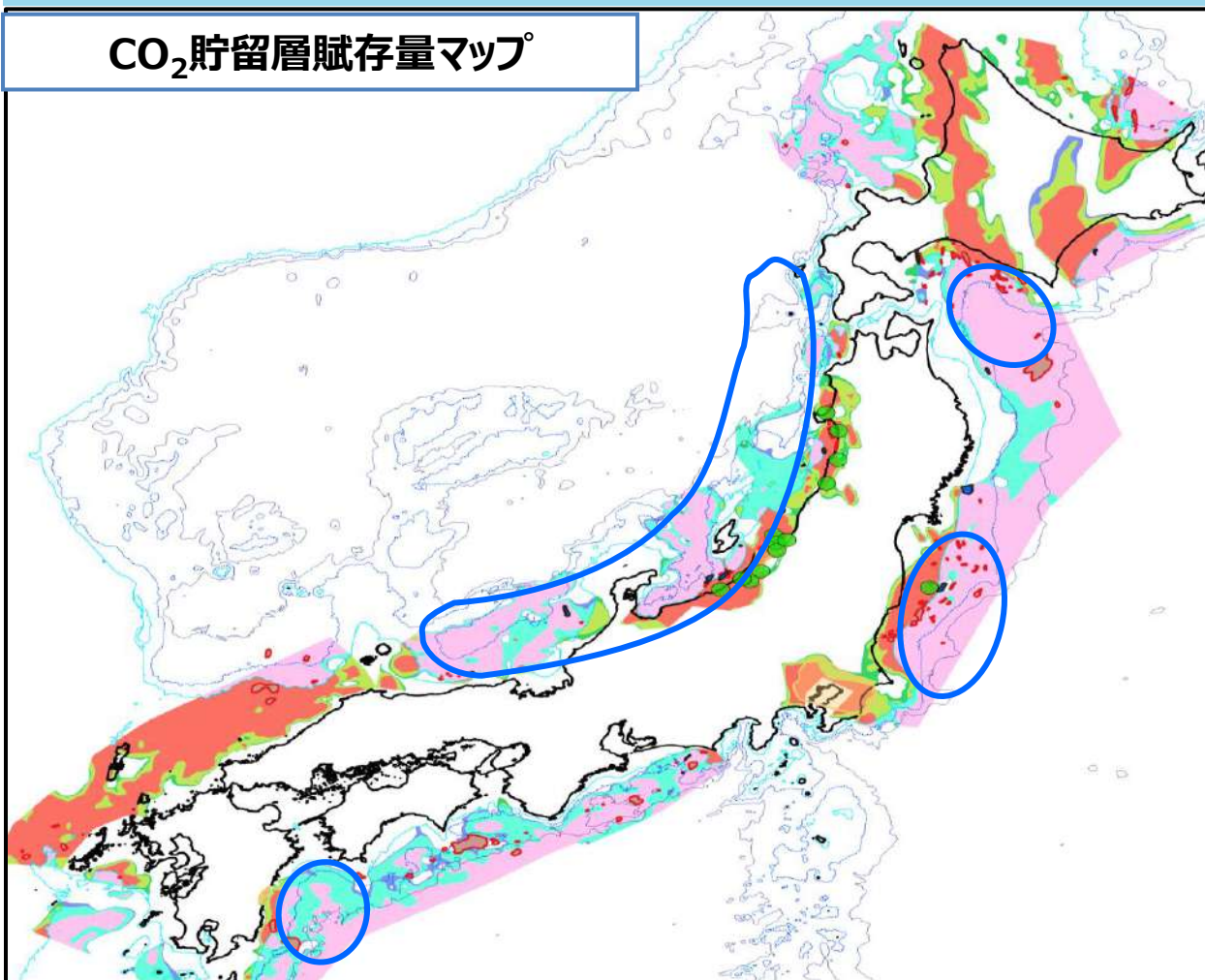


表. 堆積層厚 RITEの区分(2006, 2008)

● A1 (油ガス田)	背断 斜層 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)		

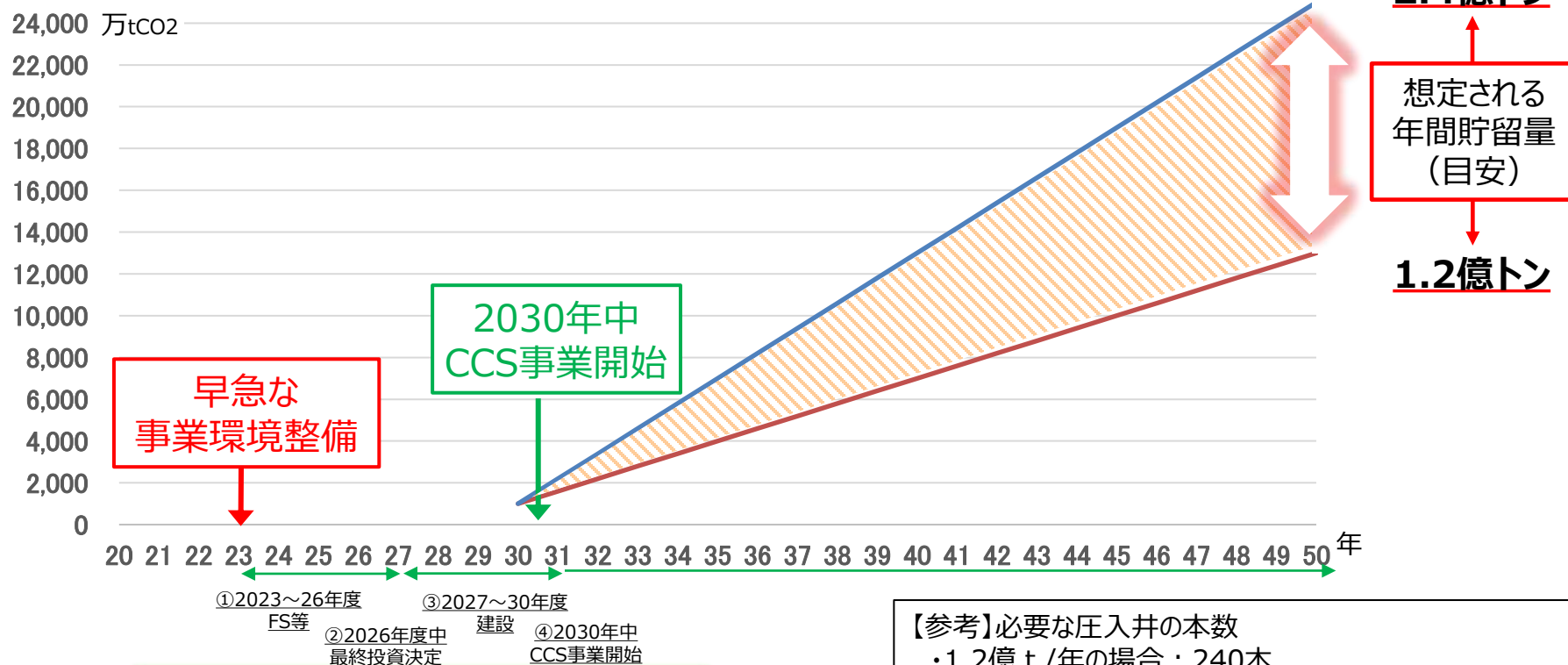
RITE(2006, 2008)を基にJCCS（日本CCS調査株式会社）にて編集

○ 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）

(参考) 2050年のCCSの想定年間貯留量の目安

- IEA試算から推計すると、我が国のCCSの想定年間貯留量は、2050年時点で年間約1.2～2.4億トンが目安。2030年にCCSを導入する場合、2050年までの20年間で、毎年12本～24本ずつ圧入井を増やす必要。
- 事業者としては、2030年中にCCS事業を開始するためには、2023年度からFS等を開始し、2026年度までに最終投資判断する必要。

<国内のCCS普及イメージ>



2030年中にCCS事業を開始するためには、
①2023年度からFS等を開始し、
②2026年度までに最終投資判断する必要。

【参考】必要な圧入井の本数

- ・1.2億 t / 年の場合：240本
- ・2.4億 t / 年の場合：480本 の圧入井が必要。
- ※圧入井1本あたりの貯留可能量：50万t/年
- ※試掘費用：陸域 約50億円/本、海域 約80億円/本

大規模サプライチェーン構築に向けた課題と政策の方向性

供給者（エネルギー会社）の事業安定性確保の必要性

- サプライチェーンの立ち上げには、足下での多額の初期投資と、将来に渡る多額の運営費が必要
- プロジェクトファイナンスで資金調達を行う場合、一定程度の安定収入が見通せる必要



需要家による大規模・安定調達の躊躇

- 市場が未成熟な中で、事業を安定させるには需要家の大規模・安定調達が不可欠
- しかし、発展途上のエネルギー源・技術であるため、大半の既存燃料と比して当面高い
- さらに、各企業が個別にインフラ整備を検討する場合、需要の集積が生まれず、サプライチェーンも最適化が図られない。結果的に、価格低下が進みにくい



政策の方向性と期待される政策効果

- GI基金などに加え、需要家による水素・アンモニアの大規模・安定調達を促し、サプライチェーン構築のための大規模投資を行うのに必要不可欠な、事業安定性を確保する仕組みを、海外の先行検討事例にも学びつつ、早期に整備していく必要があるのではないかな。
- また、大規模な需要の創出が期待される潜在的な需要地において、共通インフラの整備等を通じ、最適なサプライチェーンの構築を図ることが必要ではないかな。
- 初期のサプライチェーンの構築・需要創出を政府が支援し、中長期的な市場拡大に向けた方策の提示を行うことで、事業者による予見可能性が高まり、その結果、水素等の市場が形成されるとともに、更なる技術革新によるコスト削減効果を通じて、最終的には民間企業を中心とした自立的な投資促進と需要拡大への移行が期待されるのではないかな。

(参考) 世界初の商用LNG導入に長期契約等が果たした役割

LNGサプライチェーンの設備構成

アラスカ側出荷基地（液化機、タンク等）、LNG専用タンカー 2 隻、日本側受入基地（タンク、気化器等）

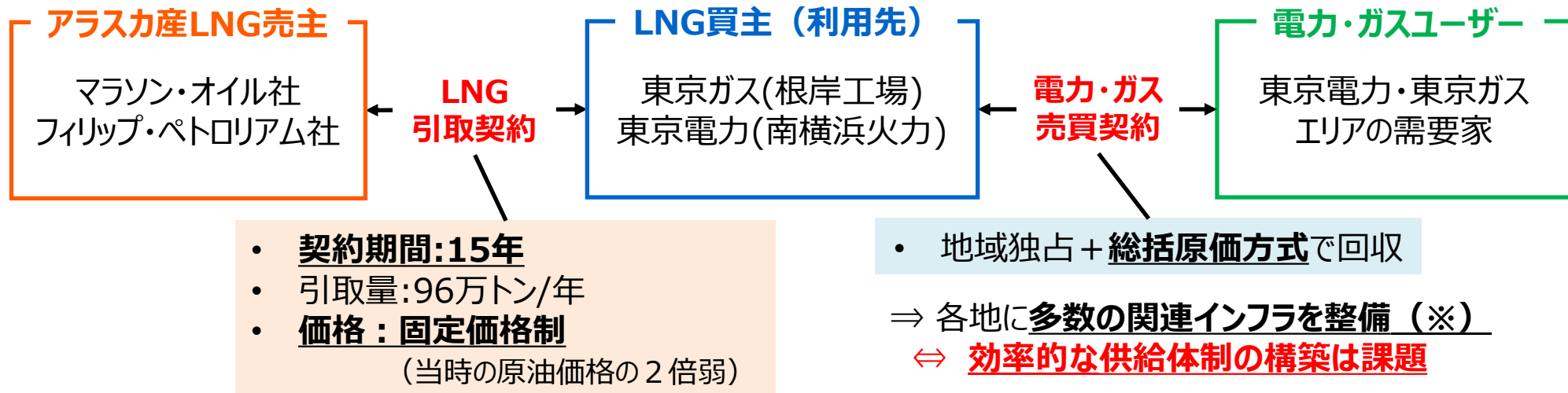


ポーラアラスカ号



根岸LNG基地（東電・東ガス共同運営）

関係者間の契約関係とその条件



※43のLNG基地（うち二次基地7カ所）が稼働中

(参考) 英国 Low Carbon Hydrogen Business Modelの検討状況

- 英国は、国内の低炭素水素の供給能力を2030年までに5GWに高める目標を達成すべく、国内の天然ガス+CCUS、再エネ由来水素等の低炭素水素の供給事業者に対して、**基準価格と参照価格との値差を補填する制度（Business Model）**を検討中。
- 2022年中に制度設計を完了し、**2023年の第一四半期に供給事業者との契約を開始**することを目指す。

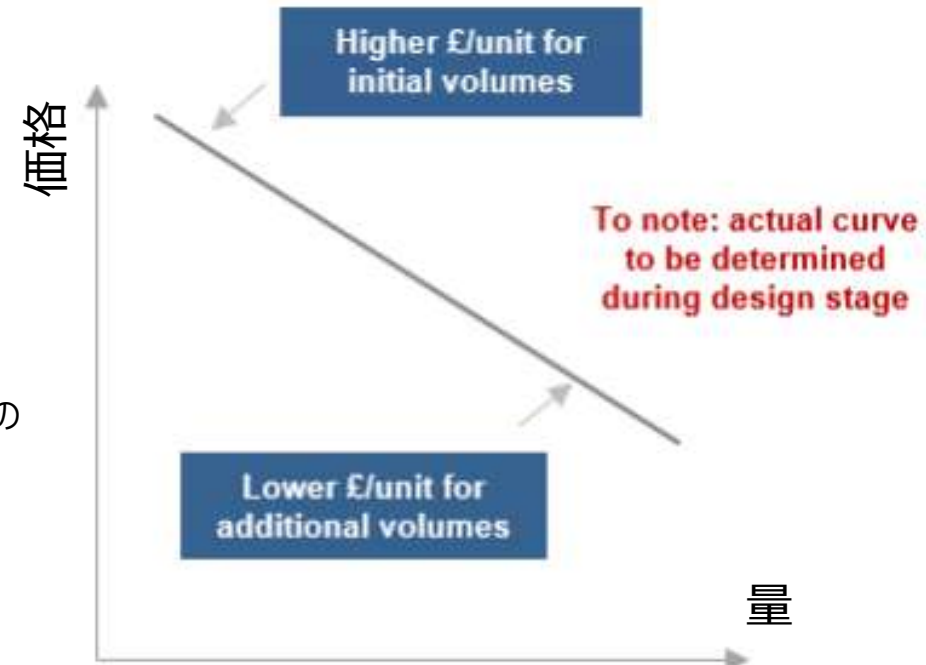
価格リスク緩和のための価格補填策（政府案）

- 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）

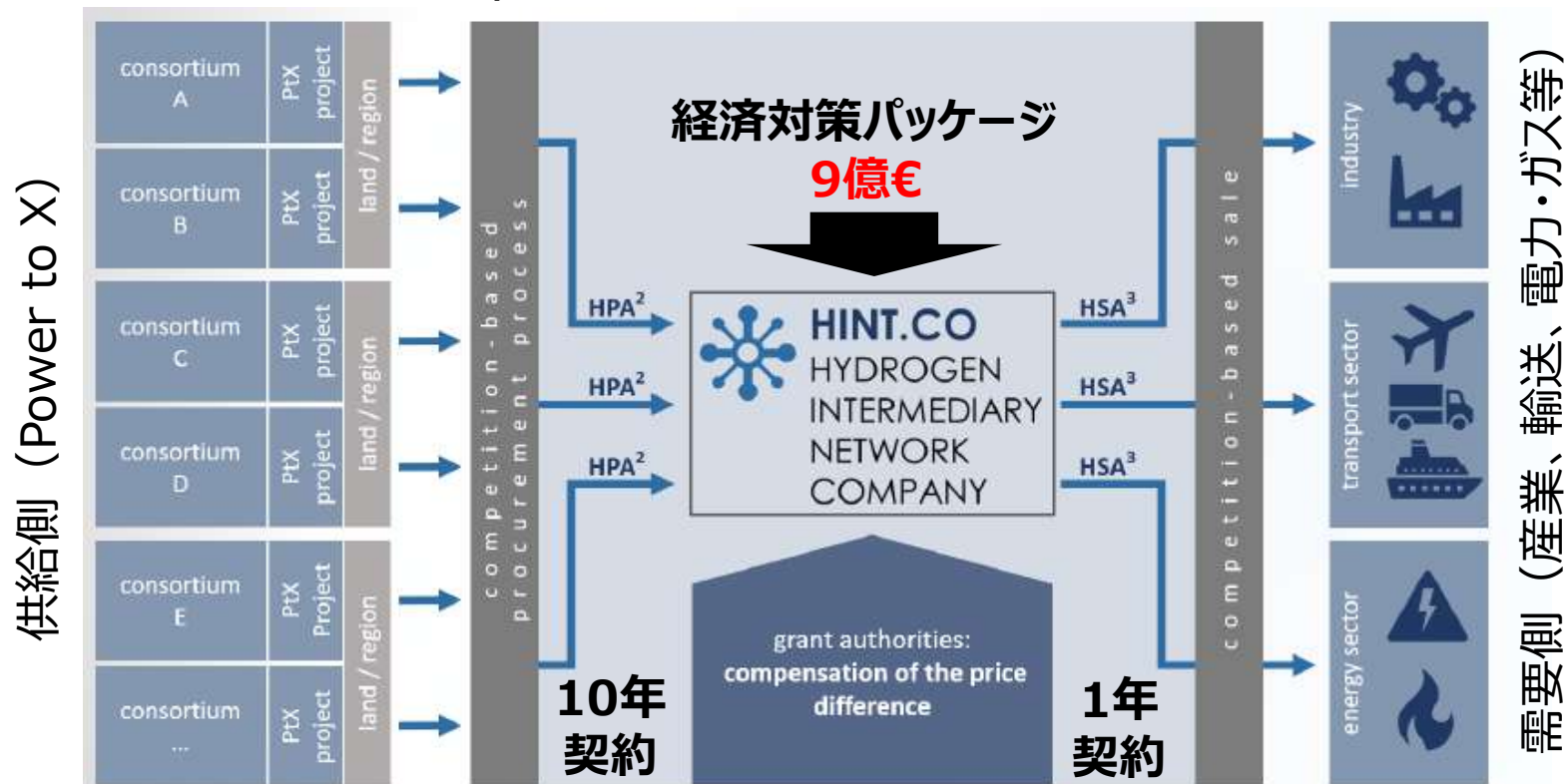
- 買い上げはせず、支援価格に傾斜をかけることで、販売意欲を減じることなく、固定費回収を支援



(参考) ドイツ H2 Globalの検討状況

- ドイツは2020年6月、競争入札を勝ち抜いた、グリーン水素等（アンモニア等を含むP-to-X製品）を海外で生産し、輸入する供給者に対して、10年間固定価格で買い取る契約を提示。同時に、競争入札を経て決まった水素購入者には1年間の販売契約を締結し、その差額を補填する仕組みを設立。
- 原資は経済対策の9億€（約1,200億円）で100~150MW級の水電解装置のプロジェクトを4,5つ採択予定。この施策により、国内の脱炭素化だけでなく、再エネや水電解装置の海外展開の促進も期待される。2024年からドイツへの輸入が開始される見込み。

【H2 Globalの仕組み（イメージ）】



(参考) 取組例① : 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

海外

既存の支援
(例 : LNG)



開発から利用までの流れ

CO₂

CCS

(製造の一環)

製造・液化等 (※)

※ 製造には、電力の製造、製造後のMCH化が必要となる場合もある。

輸送

(水素・アンモニア輸送船)

国内

貯蔵

(陸上タンク、気化設備等) (ガス火力発電)

利用

CCS

(製造の一環)

CO₂



新たな支援
(例 : 水素・
アンモニア・CCS)

製造
(例 : 水電解)

貯蔵等

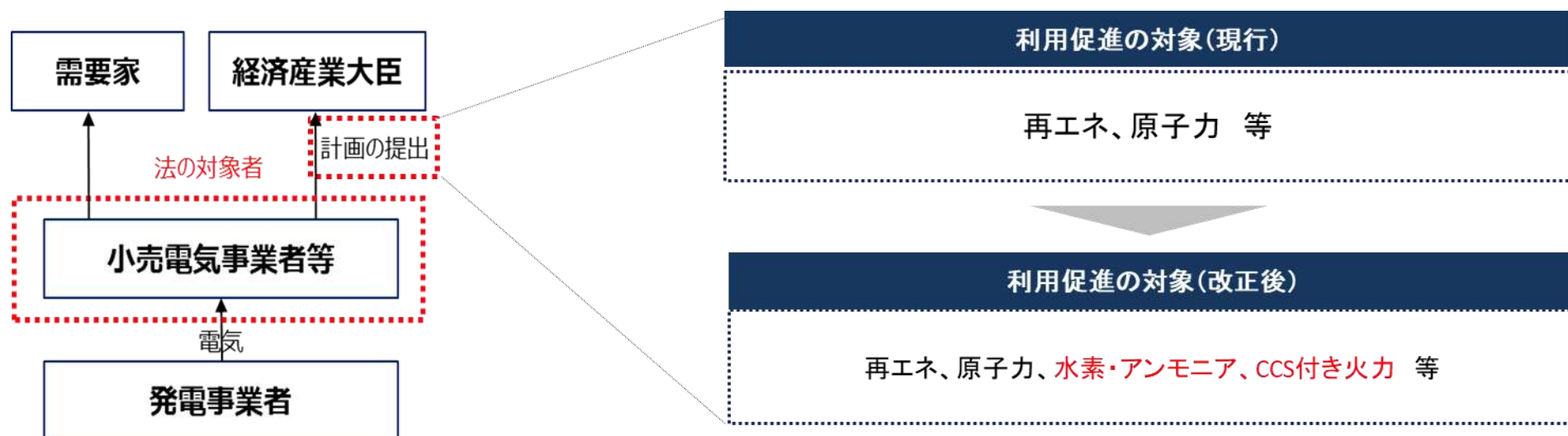
(陸上タンク、
脱水素プラント等)

利用

(水素・アンモニア
火力発電等)

(参考) 取組例②：エネルギー供給構造高度化法改正案

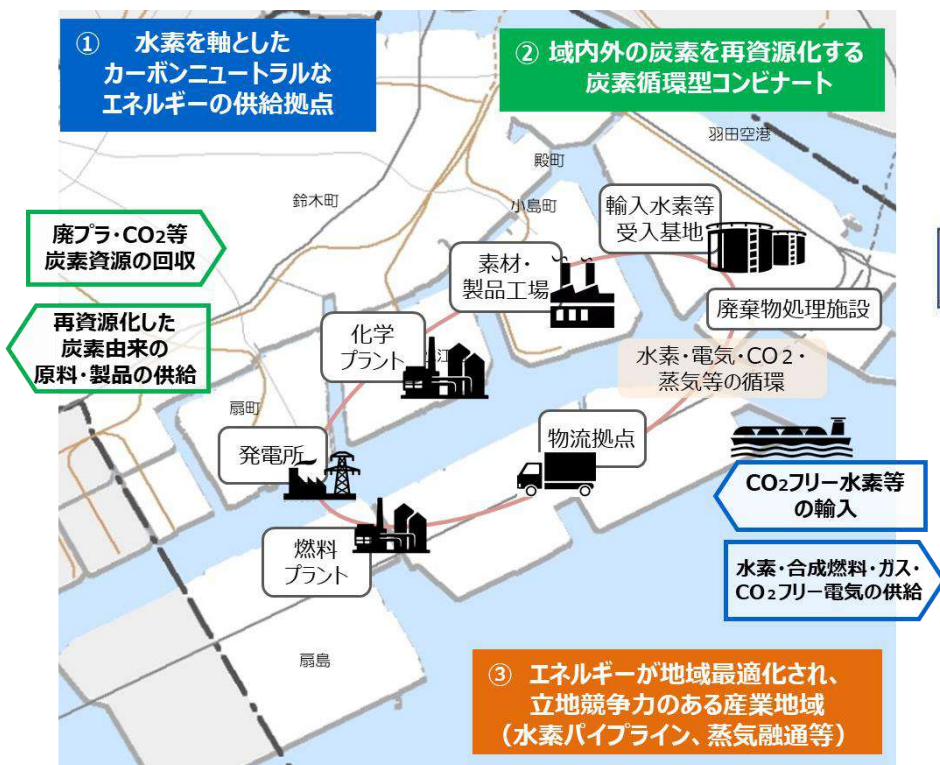
- 高度化法改正案では、エネルギー供給事業者に対して水素・アンモニアの利用を促進するため、それらを高度化法上の**非化石エネルギー源として位置付け**、エネルギー供給事業者に水素・アンモニアを含めた**非化石エネルギー源の利用に関する計画の作成を求める**等することとしている。



水素・アンモニアの需要創出に向けた取組

- 水素・アンモニアの導入拡大を進める上では、水素・アンモニア価格そのものに加え、インフラ整備のコストについても考慮が必要。特に、インフラ整備がされていない地域で新たに水素やアンモニアの利用を進める場合、整備に期間を要し、導入時期の遅れにもつながる。
- 需要の集積と輸送・貯蔵インフラの共用化の両者を進めることで、低価格での調達及び設備利用が可能となり、需要のさらなる喚起につながることから、そのためのハード面・ソフト面の整備を進めていく必要がある。

【川崎コンビナート：水素ケース】



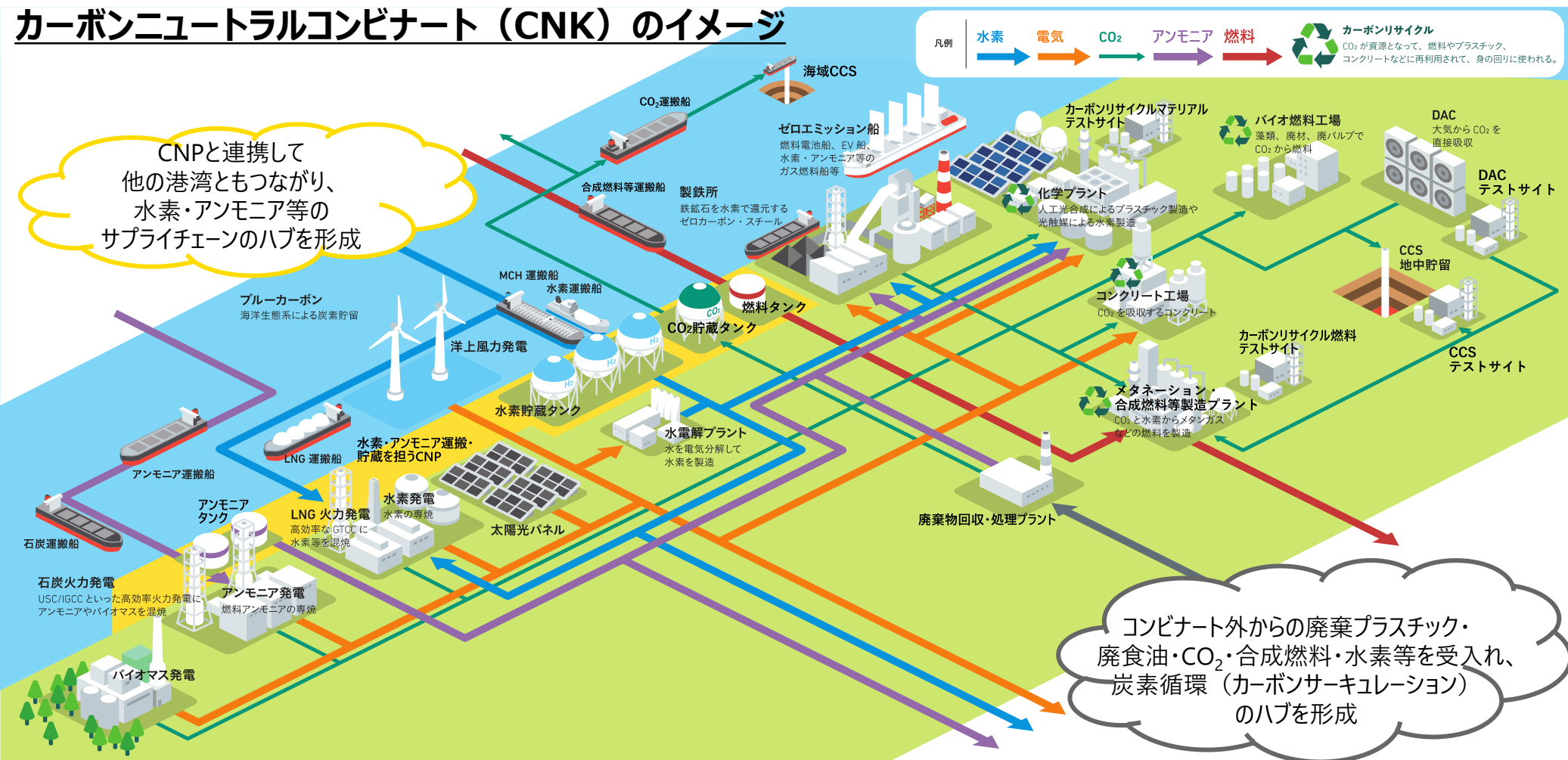
【周南コンビナート：アンモニアケース】



(参考) 水素・アンモニア導入促進の戦略的拠点としてのコンビナート

- エネルギーの供給側・需要側双方が集積するコンビナートは、脱炭素エネルギーの受入/生産/供給等の機能を有するカーボンニュートラルコンビナート (CNK) としてカーボンニュートラル社会の発展に貢献。

カーボンニュートラルコンビナート (CNK) のイメージ



(参考) 地域における水素等の社会実装に向けた動き

- 各地域で民間企業等も水素等の大規模な社会実装に向けた具体的な検討を進めている

神戸・関西圏水素利活用協議会

- 2020年9月設立。2021年5月に国内外供給源からの供給量と域内需要量試算
- 会員は計12社（岩谷産業、川崎重工業、丸紅、ENEOS、関西電力、神戸製鋼所、三菱パワー、大林組、川崎汽船、シェルジャパン、電源開発、パナソニック）

中部圏水素利活用協議会

- 2020年3月設立。2021年3月に工業地帯等での潜在需要量試算
- 会員企業は計15社（出光興産、岩谷産業、ENEOS、川崎重工業、JFEエンジニアリング、住友商事、中部電力、千代田化工、東邦ガス、トヨタ自動車、日本エアリキード、日本製鉄、日本総合研究所、三井住友銀行、三菱ケミカル）

福島新エネ社会構想

- 福島県全体を未来の新エネ社会を先取りするモデルの創造拠点とすることを目指し、2016年に福島新エネ社会構想を策定。2021年2月に改定し、水素の社会実装加速化を明記
- 現在、産学官連携会議（事務局：経産省、福島県）で具体的な取組を検討中

カーボンニュートラルポート検討会 等

- 2021年1月以降、国土交通省や港湾管理者が関係企業と連携し、港湾・臨海部での水素の利活用等について検討すべく、全国21港湾※においてCNP検討会を開催（2022年3月29日時点）

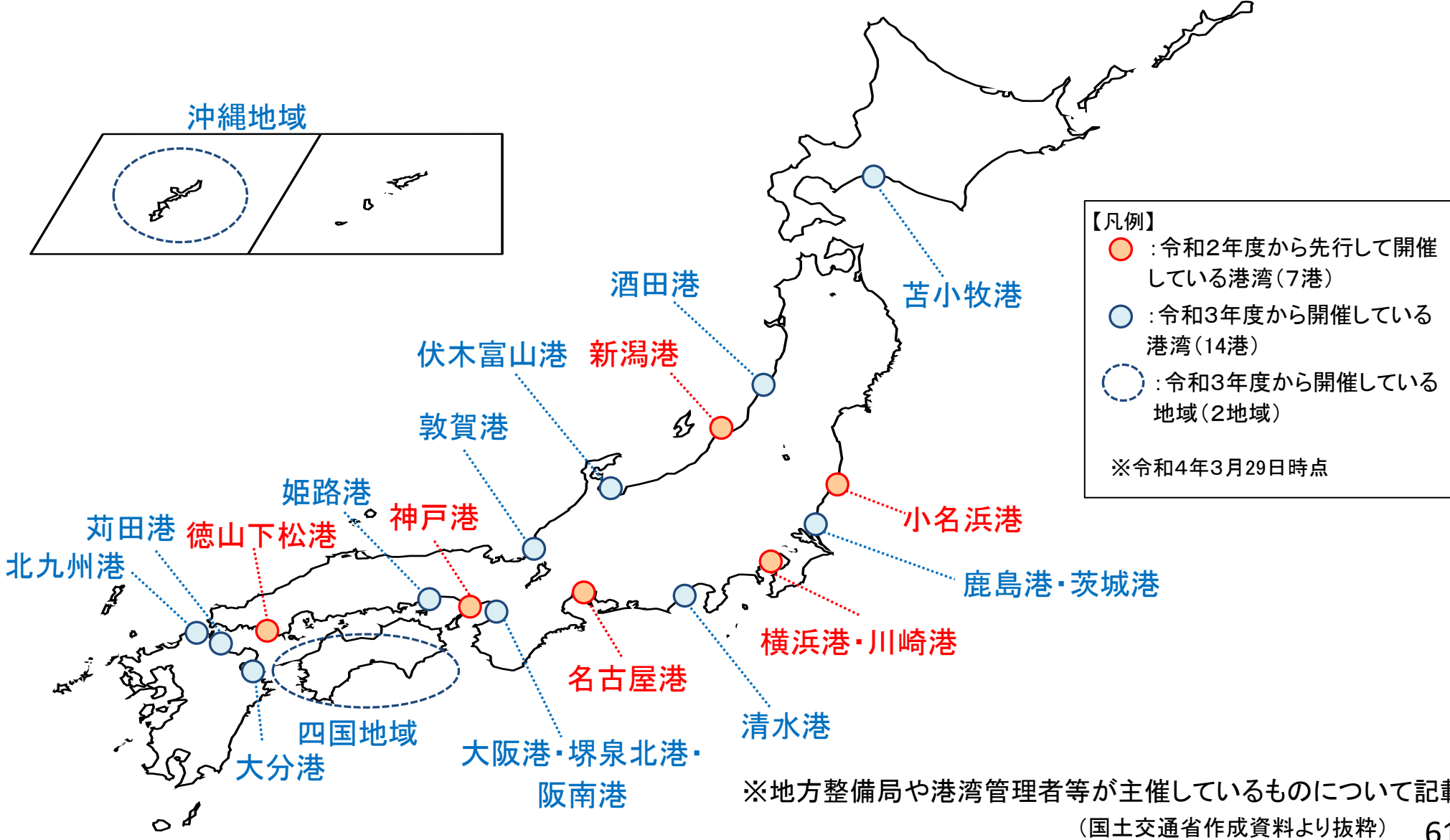
※小名浜港、横浜港・川崎港、新潟港、名古屋港、神戸港、徳山下松港 等

カーボンニュートラルコンビナート実現に向けた地域協議会 等

- コンビナートのカーボンニュートラル化に向けて、自治体・事業者・学術関係者等、様々な主体が参加する地域協議会が各地で立ち上がっており、水素やアンモニアの利活用等を通じた事業者間連携や地域内連携の在り方等について検討が開始されている。
- 主な地域：鹿島コンビナート、川崎コンビナート、四日市コンビナート、周南コンビナート 等

(参考) 各港におけるカーボンニュートラルポート（CNP）検討会等の開催状況

- 目的：各港湾においてCNPを形成していくための具体的な検討等を行う。
- 構成：国土交通省地方整備局、港湾管理者、地元自治体、港湾利用・立地企業、地元経済・業界団体 等



(参考) カーボンニュートラルポート (CNP) 検討会の例

港湾	構成員等	年間CO2排出量 (推計値)
小名浜港	【民間事業者 25者】IHI,いわき小名浜コンテナサービス,磐城通運,岩谷産業,小名浜海陸運送,小名浜製錬,小名浜石油,小名浜東港バルターミナル,小名浜埠頭,クレハ,堺化学工業,サミット小名浜エスパワー,三洋海運,JERA,常磐共同火力,常和運送東電フュエル,東邦亜鉛,常磐港運,トヨタ自動車,根本通商,福島臨海鉄道,三菱ケミカル,三菱重工業,三菱商事 【行政機関】東北地方整備局,福島県,いわき市,福島復興局 等 【関係団体】NEDO,いわき商工会議所,いわきバッテリーハレー推進機構,産業技術総合研究所 福島再生可能エネルギー研究所,福島県産業振興センター エネルギー・エージェンシーふくしま,福島県生コンクリート工業組合	約1,600万トン
横浜港・川崎港	【民間事業者 16者】旭化成,岩谷産業,ENEOS,JFEスチール,JERA,昭和電工,住友商事,千代田化工建設,電源開発,東亜石油,東京ガス,日本郵船,三井E&Sマシナリー,ロジスティクス・ネットワーク,横浜川崎国際港湾,横浜港埠頭 【行政機関】関東地方整備局,横浜市,川崎市 等 【関係団体】神奈川港運協会,神奈川倉庫協会 【有識者】横浜国立大学大学院 教授 光島 重徳	約2,210万トン
新潟港	【民間事業者 19者】IHI,青木環境事業,ENEOS,グローバルウエハス・ジャパン,サウ食品,石油資源開発(JAPEX),全農サイロ,東北電力,新潟国際貿易ターミナル,新潟石油共同備蓄,日本エア・リキード,日本海曳船,日本海エル・エヌ・ジー,日本通運,富士運輸,北越コーポレーション,北陸ガス,三菱ガス化学,リンコーコーポレーション 【行政機関】北陸地方整備局,新潟県,新潟市,聖籠町,新潟カーボンニュートラル拠点化・水素利活用促進協議会事務局(関東経済産業局) 等 【関係団体】新潟県トラック協会,新潟県商工会議所連合会	約1,070万トン
名古屋港	【民間事業者 17者】出光興産,岩谷産業,JERA,住友商事,中部電力,長州産業,東邦ガス,トヨタ自動車,豊田自動織機,豊田通商,日本エア・リキード,日本製鉄,パナソニック,三井住友銀行,三菱ケミカル,三菱UFJ銀行,名古屋四日市国際港湾 【行政機関】中部地方整備局,愛知県,名古屋市,四日市市,名古屋港管理組合,四日市港管理組合 等 【関係団体】中部経済連合会,東海倉庫協会,名古屋港運協会,名古屋商工会議所,愛知県トラック協会	約2,880万トン
神戸港	【民間事業者 19者】岩谷産業,大林組,川崎汽船,川崎重工業,関西電力,神戸製鋼所,シエルジャパン,丸紅,三菱パワー,ENEOS,パナソニック,上組,三菱ロジスネクスト,商船港運,三井E&Sマシナリー,日本郵船,商船三井,井本商運,阪神国際港湾 【行政機関】近畿地方整備局,神戸市 等 【関係団体】兵庫県倉庫協会,兵庫県冷蔵倉庫協会,兵庫県港運協会,神戸海運貨物取扱業組合,神戸旅客船協会,兵庫県トラック協会 【学識経験者】神戸大学大学院 教授 小池 淳司,ロジスティクス経営士 上村 多恵子	約580万トン
徳山下松港	【民間事業者 4者】出光興産,東ソー,トクヤマ,岩谷産業 【行政機関】中国地方整備局,山口県,周南市 等 【関係団体】中国地方港運協会,中国経済連合会 【学識経験者】山口大学大学院 教授 榊原 弘之,山口大学大学院 教授 稲葉 和也	約1,140万トン

(参考) 米国のRegional Clean Hydrogen Hubs① (概要等)

- 米国DOEは、特定のエリアで集中して水素等の製造から輸送貯蔵までを一貫して大規模に実証するべく、2022年から2026年までに**80億ドル(約 1 兆円)**を投入し、**最低4地点でRegional Clean Hydrogen Hubを作る**ことを目指している。
- こうしたHubを通じ、**多様な水素源を活用したグリーン水素の供給拡大と、エリアにおける多様な需要創出**を同時に実現することを可能とし、**エリアの脱炭素化だけでなく、地域の雇用拡大・経済成長を実現する**。
- グリーン水素の定義は、水素製造地点におけるCO2排出量が**2kg-CO2/kg-H2を超えないこと**としており、2026年時点の水素製造コスト目標を**2ドル/kgと設定**することで、**2030年1ドル/kgの目標を達成することを目指す**。

Hubに求められる5つの要件(詳細検討中)

1. 水素製造源の多様性

化石燃料由来、再エネ由来、原子力由来のグリーン水素の生産を少なくとも一カ所ずつは実証すること

2. 需要先の多様性

発電、産業、民生熱利用、輸送分野を少なくとも一カ所ずつは実証すること

3. 地理的多様性

それぞれのHubは国の異なる地域に位置し、その土地に豊富に存在する製造源を活用すること

4. 産ガス地域でのハブ

少なくとも2つのハブは国内で最も天然ガスが豊富な地域に立地していること

5. 雇用

技能研修と長期の雇用についての機会を最も多くの人に提供する地域を優先すること

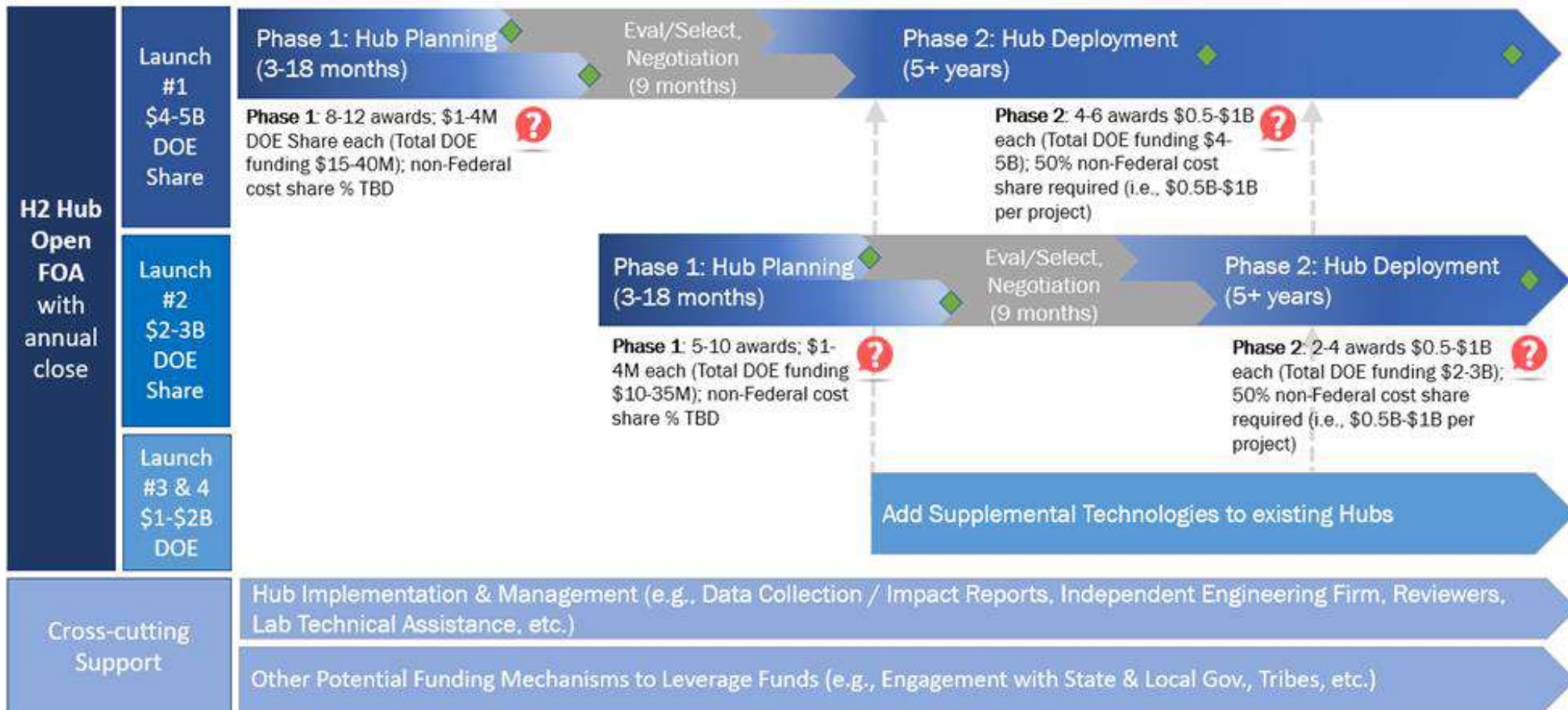
(参考)米国のRegional Clean Hydrogen Hubs②(スケジュール案)

- 今後、複数回に分けてハブの公募を行い、ステージゲートを設け候補地の絞り込みを行いつつ、実装までを補助(補助率：最大50%)

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

1. 水素・アンモニアの位置づけと取り巻く状況
2. 水素等の需要拡大に向けた道筋と足下の取組状況
3. 水素・アンモニアの商用化に向けた課題・今後の方向性
4. **本日は議論いただきたい内容・今後の議論の進め方**

本日御議論いただきたい内容・今後の議論の進め方

- こうした新しい技術・エネルギー源を社会実装する際の支援スキームは、論点が多岐に渡るため、そうした論点の漏れが無いよう、検討を進めていく必要がある。
- そのため、まずは水素・アンモニアの社会実装に取り組む企業等から、組成中の案件の紹介と、商用化に向けた課題をヒアリングを通じて情報収集するとともに、LNGなど、過去のエネルギー源の社会実装を実現した際に、各種政策が果たした役割についても、必要に応じて関係者等にヒアリングをすることとしたい。
- その後、取るべき方策の姿・コンセプトについての大きな方向性について集中的に御議論いただき、一度整理を行った上で、詳細な政策検討に移行する、という形で進めてはどうか。

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