

水素政策の最近の動向等について

2021年8月

経済産業省 資源エネルギー庁

新エネルギーシステム課/水素・燃料電池戦略室

1. 水素分野における戦略等の策定状況について

- 日本は世界で初めての水素基本戦略を2017年12月に策定。近年は、水素を脱炭素化に必要な不可欠なエネルギー源と位置づけ、多くの国・地域が水素関連の取組を強化。日本がこの分野を今後もリードするためには、より一層取組を強化する必要。
- 昨年10月の菅総理のCN宣言を受け、昨年末策定した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～
次期エネ基、水素基本
戦略見直し等を見据
えた検討(継続中)

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。

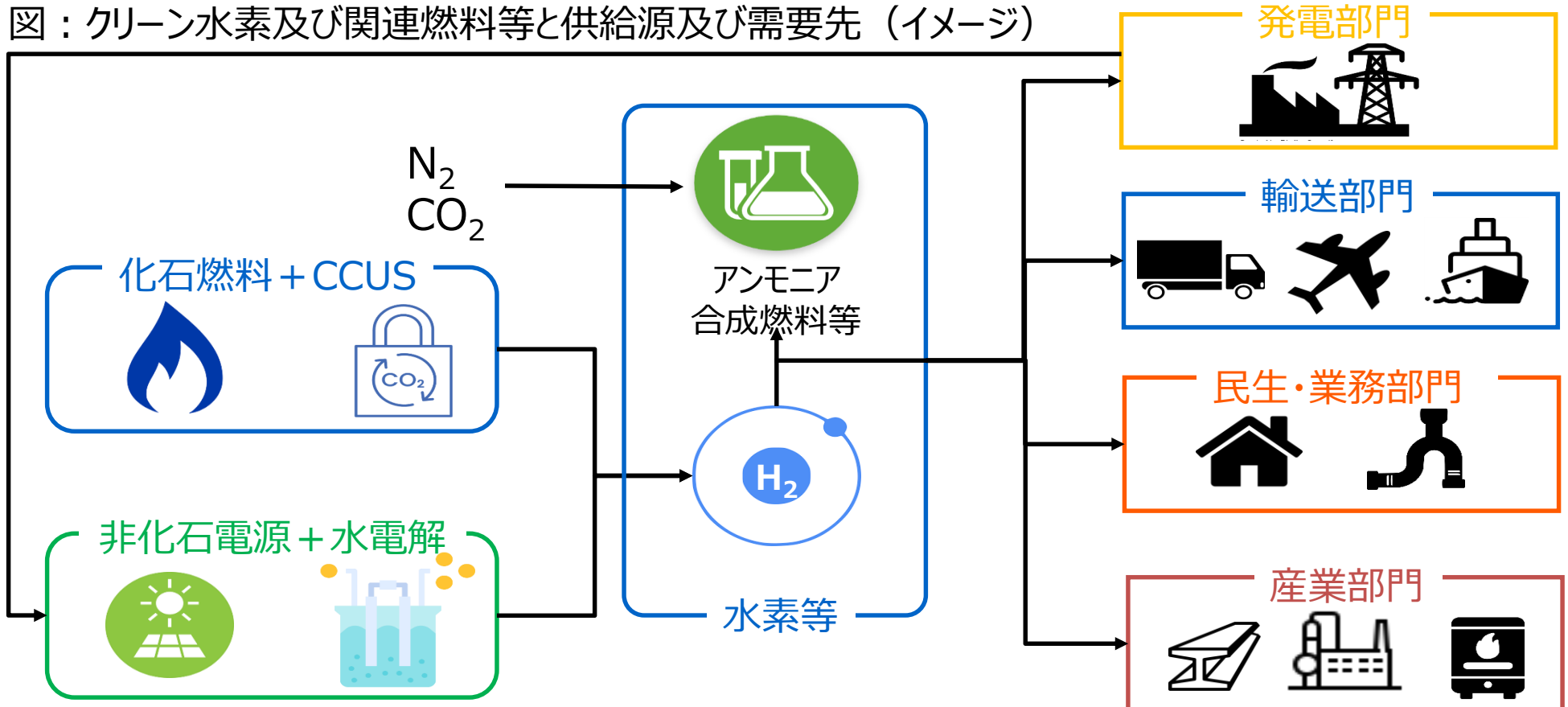
□ コスト : 長期的には化石燃料と同等程度の実現

現在(100円/Nm³) → 2030年(30円/Nm³) → 2050年(20円/Nm³以下)

2. カーボンニュートラル時代の水素等の位置づけ

- 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）



3-①戦略分野：水電解装置

- 日本は世界最大級の水電解装置（FH2R）を有するものの、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。
- しかしながら、余剰再エネ等を活用した国内水素製造基盤の確立や、今後立ち上がる海外市場獲得を目指すべく、水電解装置の大型化やモジュール化、優れた要素技術の実装といった技術開発を強力に後押しし、装置コストの一層の削減や耐久性向上等を目指す。

海外市場の規模感（EUの例）



2030年導入目標：40GW
(EU水素戦略より)



FH2R*の電解容量(10MW)
の4000基分

*福島水素エネルギー研究フィールド

FH2Rのシステムデザイン



付属設備も含め、モジュール化を進め、
大型化・大量生産を容易にする必要

3-②戦略分野：国際水素サプライチェーン

- 今後も資源を海外に頼る日本にとって、海上輸送技術を保有することは、**エネルギー安全保障上重要**。また、将来的な**国際水素市場の立ち上がり**が期待される中、**日本は技術で世界をリード**。建造した水素運搬船（すいそふろんていあ）を活用し、**本年秋頃にも日豪間で世界初の液化水素の海上輸送**を実証予定。
- 供給コストをより一層引き下げるには、**運搬船等の輸送設備の大型化**に関する課題克服が重要。

大型化の必要がある設備と技術的な課題（例：液化水素タンク）

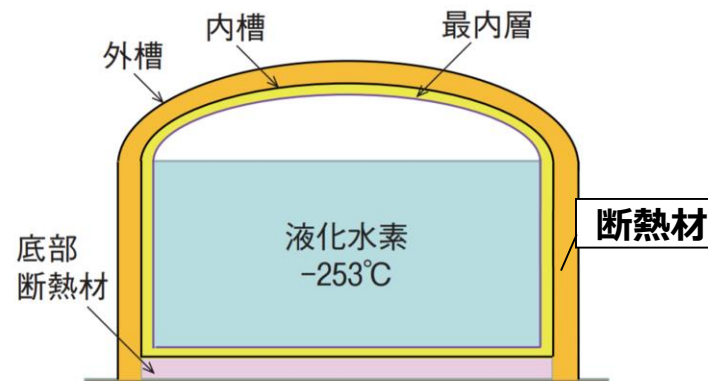
	現行サイズ		商用スケール
水素運搬船搭載タンク	1,250m ³	32倍	4万m³
陸上タンク	2,500m ³	20倍	5万m³

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）



大型化



メチルシクロヘキサン(MCH)、アンモニアなどの他の水素キャリアでもサプライチェーン構築を目指す

3-③戦略分野：輸送部門における水素利用

- 商用化済の乗用車に加えて、トラックをはじめとする商用車や船舶などは、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、燃烧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整備も行っていく。

物流事業者によるFCトラック走行実証

- ✓ 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



走行実証ルート



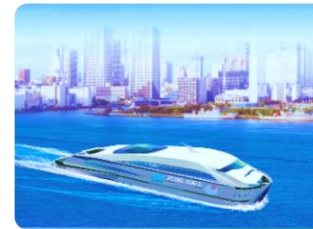
【水素利用量(大トラ)】

- 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

船舶分野における棲み分け



小型・近距離
→ 燃料電池船

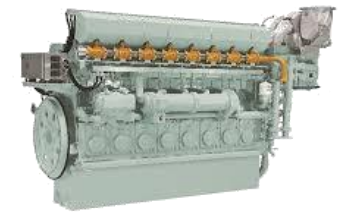


大型・遠距離
→ 水素ガス燃料船

要素技術開発の必要性



スペース効率の高い
革新的な燃料タンク

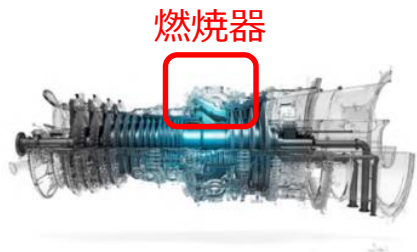


燃烧効率の高い
水素エンジン

3-④戦略分野：発電部門における水素利用

- 日本企業は水素発電の分野で技術的に先行。既に、大型タービンで天然ガスより燃えやすい水素を混焼する燃焼器を開発し、現在、高効率な水素専焼を行う燃焼器の開発を実施中。
- この技術的優位性を維持するためにも、実機での実証、及び水素のカーボンフリーの価値を適切に評価することで、水素発電の商用化を達成し、国内の大規模需要を喚起する。
- また、既に日本企業が米国やオランダなどで、大型水素発電の具体的なプロジェクトを受注しており、更なる海外案件受注を目指す。

大型水素発電の開発動向



【燃焼器の開発動向】

- 混焼用は開発完了
- 専焼用は開発中
(2025年完了見込み)

【今後の方針】

- 実機での燃焼性実証
- 水素のカーボンフリーの価値を評価する市場整備

海外での案件受注動向

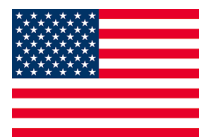


蘭マグナム

出力：44万kW

運転開始：2025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

燃焼速度が速い水素は天然ガス、遅いアンモニアは石炭との混焼が想定されている

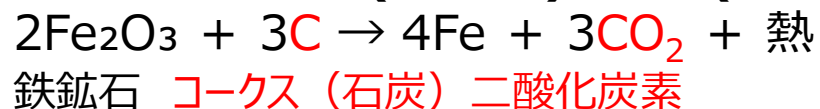
3-⑤戦略分野：産業部門における水素利用

- 鉄鋼分野の脱炭素化のために、水素を還元剤として利用する水素還元製鉄が検討。
- 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。
- 製造プロセスの変更や、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）



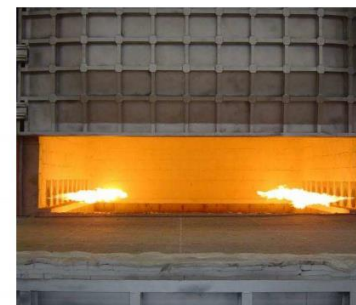
【普及のための課題】

- 熱の補填の仕組み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)

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
 - NO_x 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

4. 社会実装モデル創出の意義

- 長期の水素需要に不確実性が伴うなどし、大規模なインフラ投資に踏み出しにくい中でも水素供給を拡大するには、**既存インフラを最大限活用しつつ供給拡大が可能**で、**極力、需要と供給が隣接する地域等をモデル**とし、水素利用をまず促していくことが望ましい。
- 蓄えた知見を生かしながら、モデルを横展開し、更に各地でのインフラ整備も戦略的に進めることで、**水素の社会実装が効率的に促進**することが期待されるため、こうしたモデルの構築を国も積極的に支援していく。

【水素の社会実装モデルのコンセプトとモデル例】



モデル例①:臨海部等での大規模活用

- 輸入水素等の大規模な水素供給を発電や産業部門を含むコンビナートで集中的に利活用

モデル例②:水電解装置等を用いた自家消費、周辺利活用

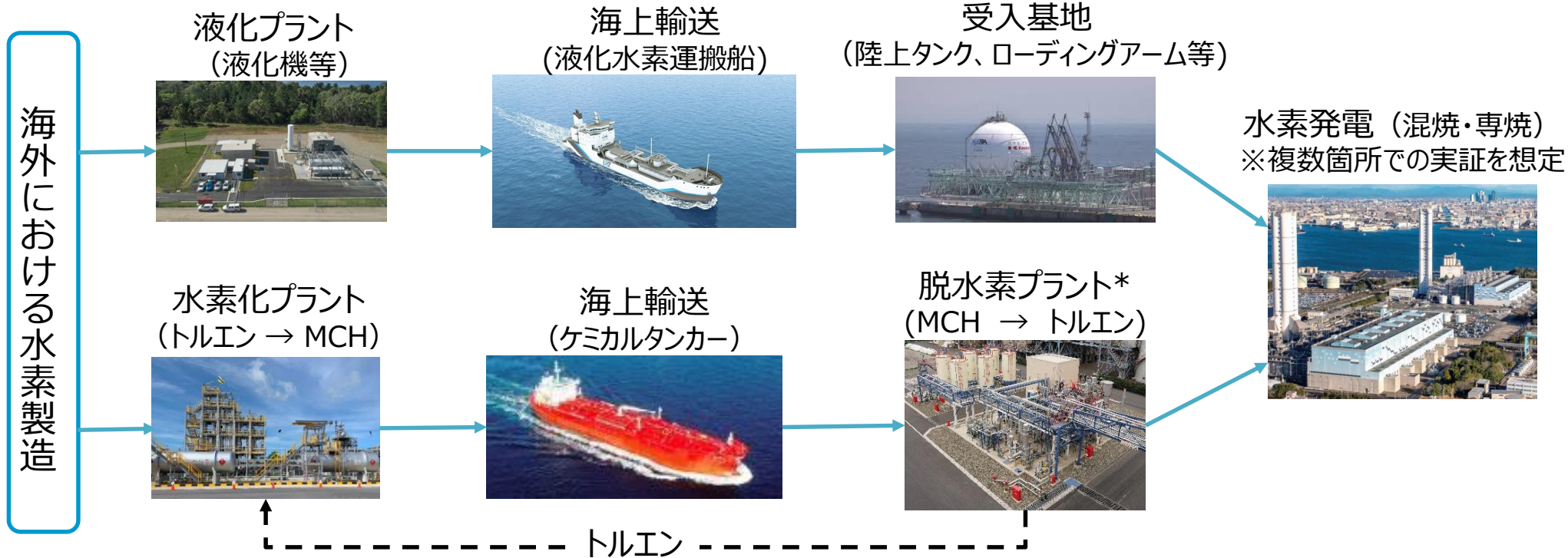
- 余剰再エネなどを用い、水電解装置で製造した水素等を、工場の熱需要等用に自家消費もしくは近隣で利活用

需要と供給を最小限の追加投資で結びつけ、コスト低減、知見蓄積を効率良く推進

4-①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)



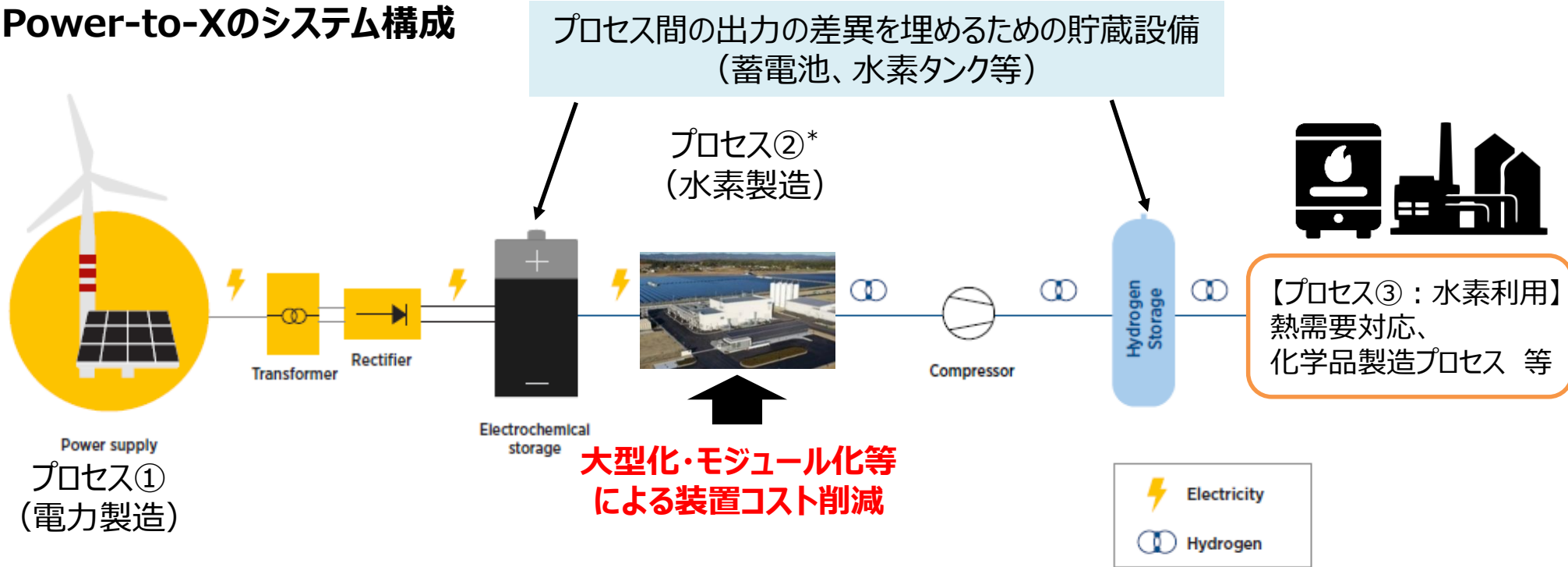
*製油所等、既存設備を最大限活用することを想定

出典：HySTRA、AHEAD、各社HPより資源エネルギー庁作成

4-②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。

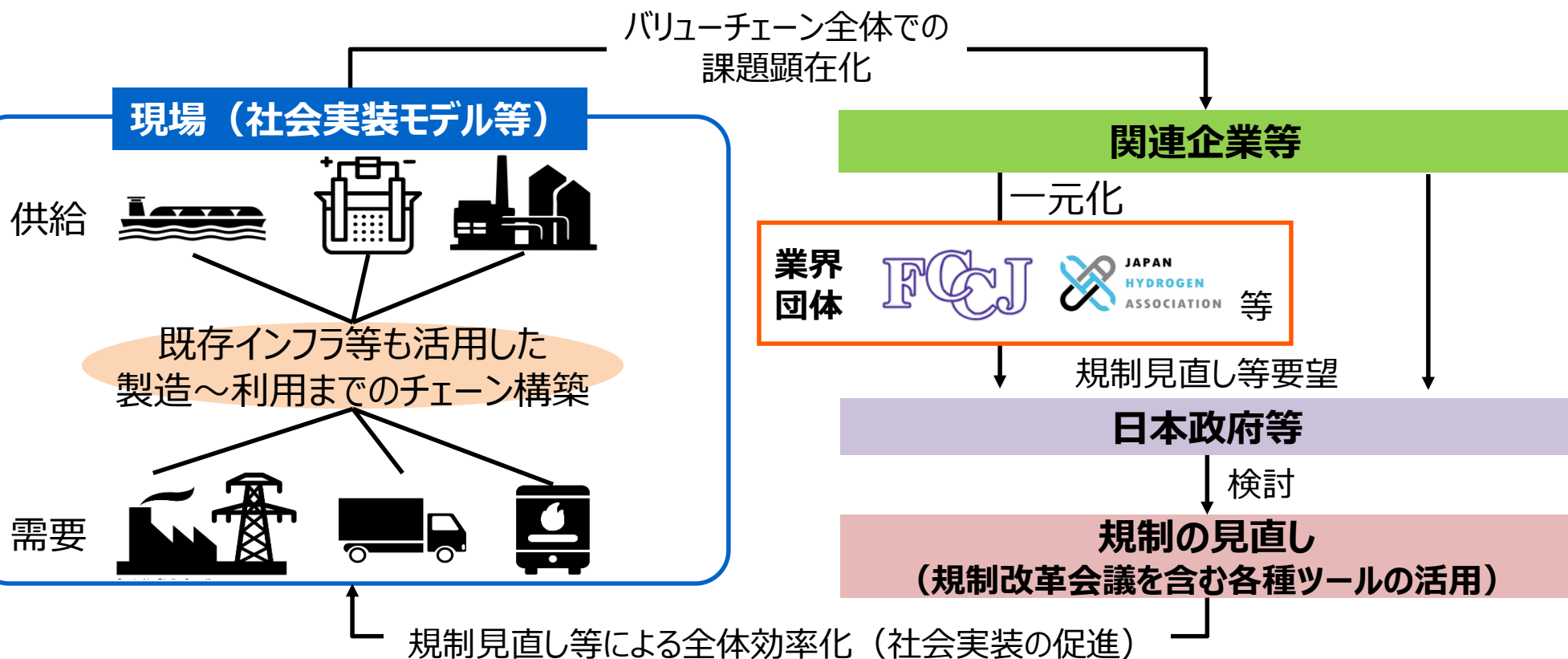
Power-to-Xのシステム構成



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

5. 今後の規制改革の進め方について

- 今後、発電・運輸・産業といった多様な分野での水素の社会実装を促進するべく、製造、輸送・貯蔵、利用の各種断面での規制をそのユースケースに応じて網羅的に整理し、バリューチェーンを適切に構築する観点から、その規制のあり方を検討を深める必要がある。
- そのため、燃料電池実用化推進協議会や水素バリューチェーン推進協議会等業界団体とも連携し、課題を吸い上げつつ、全体最適の観点から、規制改革会議に留まらず、あらゆるツール、チャネルを駆使した規制の見直しを効率的かつ効果的に行える体制を早期に構築する。



(参考) 規制見直し分野の多様化

- CNを達成するに当たっては、菅総理が所信表明演説において「規制改革などの政策を総動員し、グリーン投資の更なる普及を進める」と述べられている。
- そのため、今後開発が進められる新たな水素モビリティや水電解装置、海外から輸入される水素の受入基地に関してなど、水素市場の広がりによって併せて対象とする分野を必要に応じて拡大しつつ、安全の確保を前提に、GI基金も活用しながら引き続き規制改革を推進していく。

水素モビリティ

<燃料電池トラック>



※出典：トヨタ自動車、日野自動車

- ✓ トヨタ・日野により、大型FCトラックの開発が進められている。
- ✓ 2022年から、拠点間輸送の実証を開始する予定

<燃料電池鉄道車両>



※出典：JR東日本

- ✓ JR東日本により、2021年度から、鶴見線・南武線での実証試験が予定されている。

課題例：現行規制（重量、高さ、長さ）ではFC化によりトラックの積載量が減少

水電解装置



- ✓ 水を電気分解することにより、水素を製造する装置。
- ✓ 再エネを活用することにより、クリーンな水素を製造可能。

<福島水素エネルギー研究フィールド>



※出典：東芝エネルギーシステムズ

- ✓ 福島県浪江町に整備された当該実証施設は、世界最大級となる10MWの水電解装置を備えている。

課題例：コンテナにパッケージ化された、システムでも設置申請が必要（蓄電池は不要）

水素の受入基地



<海外>

- ✓ 安価な資源を活用して水素製造
- ✓ 液化水素等の水素キャリアに転換



<海上輸送>

- ✓ 一度に大量の水素を輸送



※出典：HySTRA

<日本>

- ✓ 受入基地において、水素を荷揚。
- ✓ 大型のタンクによる貯蔵。

課題例：液化水素タンクの設置には、離隔距離がLNGタンクの約3倍必要

6. 国際サプライチェーンの国際ルール化及び国際標準化

- 液化水素の国際水素サプライチェーンの構築に向けては、新しい海上輸送設備である液化水素運搬船の開発に加えて、その海上輸送にかかる国際ルールの整備が不可欠。
- そのため、経済産業省、NEDOが足下、技術組合（HySTRA）等によるパイロットスケールの液化水素運搬船の技術開発・実証を支援し、国土交通省が国際ルールの整備を実施している。
- 今後現行実証事業や、グリーンイノベーション基金などの支援策も活用して、商用規模の液化水素運搬船にかかる国際ルールの整備に取り組んでいく。

国際ルールの整備までのイメージ

- 液化ガスを船舶でばら積み輸送するためには、国際海事機関（IMO）のIGC Code*に適合することが求められる。
 - 現状のIGC Codeにおいては、液化水素は適用貨物に含まれていない。
- ⇒**IGC Codeに液化水素を取り込むことが必要**
- IGC Codeの改正のためには、液化水素の特性に応じた、船舶の構造、運用、安全等の要件をIMOに提案し、参加国の議論を踏まえて承認されることが必要となる。
- ⇒要件案を適用して建造された船舶が安全に航行できることを示すことが必要。
- （現行実証事業、GI基金の活用）**

液化水素運搬船の現状



出典：HySTRA

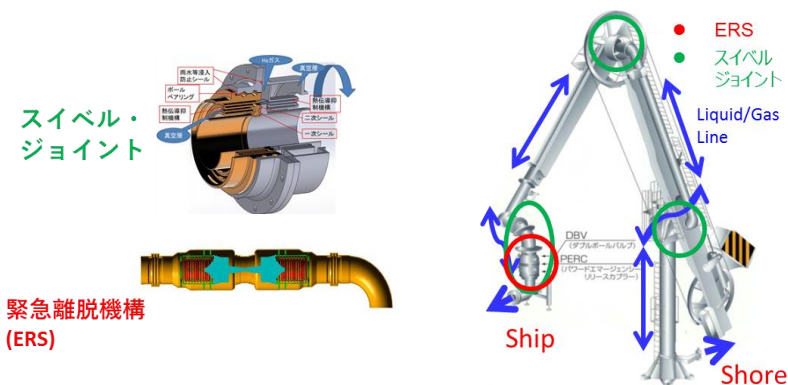
- 国際ルールの整備に向けた取り組みの現状としては、2016年に国際海事機関（IMO）において、日本（国土交通省）の提案していた液化水素運搬船に関する運送要件案（液化水素の特性に基づく）について、暫定勧告として承認されており、これに基づき、現行実証において日豪間の海上輸送を行う。

(参考) 国際水素サプライチェーンの構築に向けた国際標準化の動き

- 液化水素運搬船や荷役基地等の新しいインフラの普及促進のためには、安全基準や規格の統一等の関連機器の国際標準化に取り組むことが重要である。
- 技術において先行する日本が上記の議論を主導することにより、国際市場における水素関連産業の競争力強化につなげていくことが期待される。

液水関連機器の国際標準化に向けた動きの例：液化水素用ローディングアーム

ローディングアームにかかるISO規定項目の例



- 液化水素運搬船から陸上のタンクまで液化水素を移す機器であるローディングアームについては、国として技術開発を支援（SIP、NEDO）。
- この成果を踏まえ、民間企業によるISO規格化に向けた取り組みが行われており、2021年の発行が目標とされている。

大項目	小項目（例）
設計 強度、構造、材料他	<ul style="list-style-type: none"> ● 設計基準 ● 低温および水素環境での腐食・脆化に関する配慮
性能 挙動、断熱性能他	<ul style="list-style-type: none"> ● 熱解析／特に極低温、内外温度差等への配慮
安全 安全設計、非常時挙動他	<ul style="list-style-type: none"> ● 状態監視・警報システム ● ERS（緊急解放システム）
品質 検査技術、判定基準他	<ul style="list-style-type: none"> ● 各制御機器の検査・試験方法
メンテナンス 要求内容他	<ul style="list-style-type: none"> ● メンテナンス項目 ● 条件

水素社会構築モデル事業
水素製造・利活用ポテンシャルF/S調査
～ 港湾地域における採択案件 ～

事業テーマ：水素社会構築技術開発事業／地域水素利活用技術開発／水素製造・利活用ポテンシャル調査／中部圏における海外輸入水素の受入・配送事業に関する実現可能性調査
実施予定先：住友商事株式会社、千代田化工建設株式会社、トヨタ自動車株式会社、株式会社日本総合研究所、株式会社三井住友銀行

事業の目的

中部圏での大規模海外輸入水素を前提とした受入・配送事業の実現可能性を調査。事業性に必要な経済、技術、制度面における条件・課題を整理することで本事業の経済的自立の可能性を検証し、次ステージのFEED（基本設計）移行判断に資する情報の提示を行う。

事業内容概略

大型の受入と産業セクター・地域を横断した配送を前提とするサプライチェーンの構築および本受入配送事業の事業性確保における課題と対応の整理につき以下項目に従い調査。

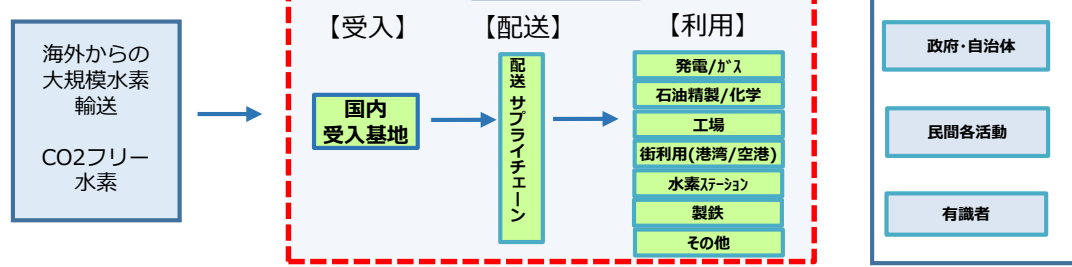
- ・受入基地の建設候補地評価
- ・中部圏全体の需要量試算、最適なサプライチェーン案の立案
- ・受入基地以降の技術課題の洗出し
- ・規制項目の洗い出し、規制見直し提言
- ・水素受入/配送事業モデル構築、ファイナンススキーム検討
- ・サプライチェーン全体のLCA、液体水素とMCHのキャリア評価

事業期間

2021年度～2022年度（2年間）

事業イメージ

<全体像・調査対象>

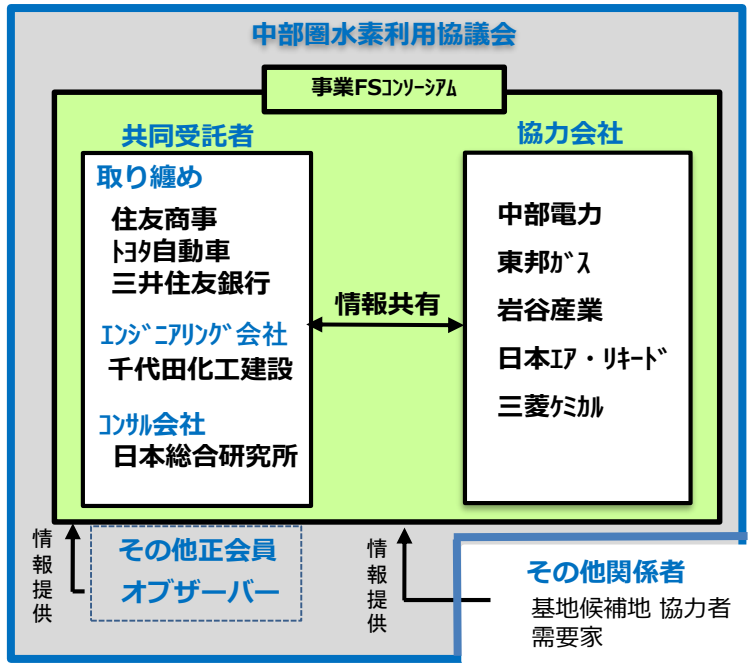


- ◆ 中部圏全体を需要エリアとして捉える。
- ◆ 知多/四日市の臨海・工業地帯エリアに需要が集中。
- ◆ 配送は受入基地（現状は知多方面が有力）からの大口需要家へのパイプライン、点在する小口需要家向け陸送を検討



出典：Google Mapより作成

<実施体制> 「事業FSコンソーシアム」による調査推進



事業テーマ：水素社会構築技術開発事業／地域水素利活用技術開発／水素製造・利活用ポテンシャル調査／石狩湾新港洋上風力の余剰電力を活用した水素サプライチェーンに関する調査
実施予定先：株式会社グリーンパワーインベストメント、北海道電力株式会社、日鉄エンジニアリング株式会社、井本商運株式会社、エア・ウォーター株式会社、京セラコミュニケーションシステム株式会社

事業の目的

カーボンニュートラルの実現に向け、今後洋上風力の大量導入が期待される。特に日本最大の賦存量を有する北海道における導入拡大はその鍵となるが、道内電力系統および需給事情から、系統に流すことができない余剰電力が相当量発生する。その余剰電力を水素製造に活用することで採算性を向上する総合的なエネルギーシステムを構築し、道内および国内各地での再エネの導入拡大に寄与することを目指す。

事業内容概略

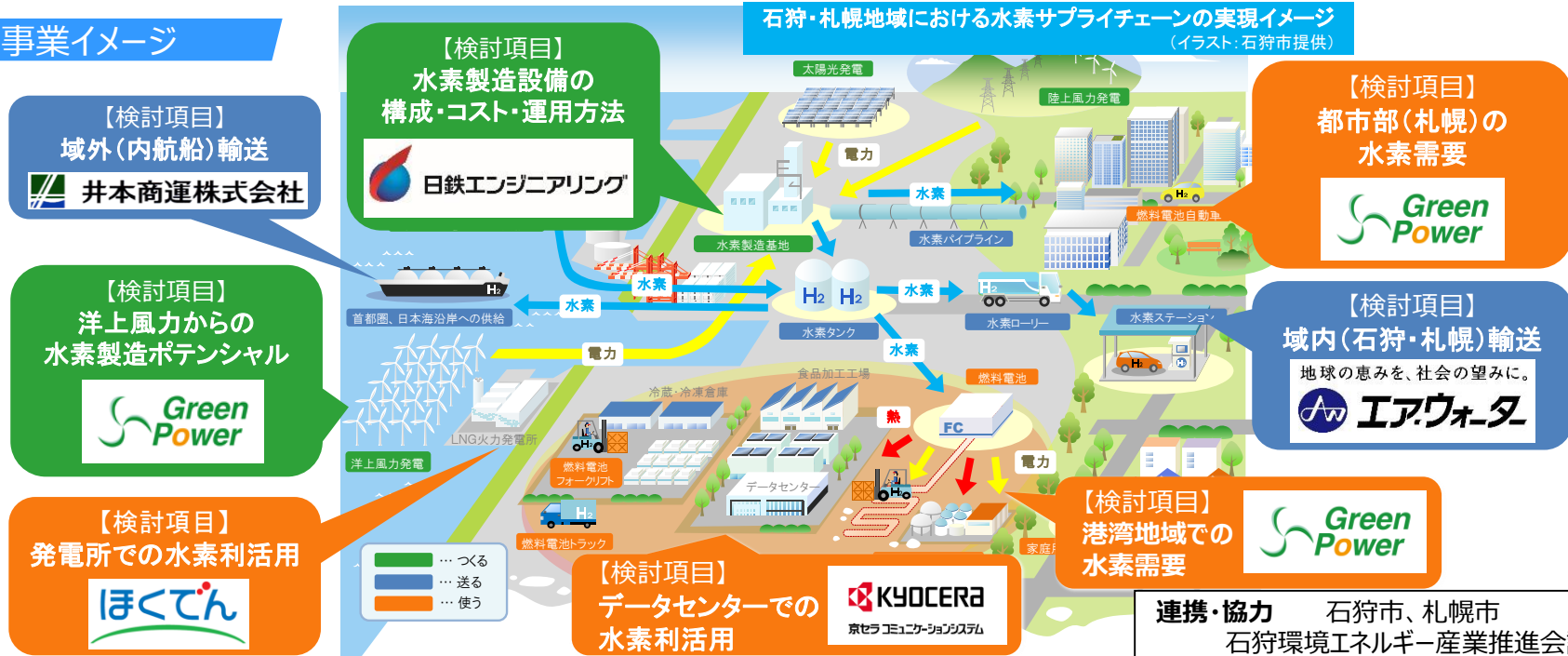
「石狩市水素戦略構想」の実現に向けて、2023年の石狩湾新港洋上風力発電所（100MW規模）の運転開始に合わせ、日本初のフルスケールの洋上風力発電所を活用した水素製造実証の実現を目指し、「事業可能性の検証」、「実証事業の実現に向けた事前検討」を行う。

建設中の洋上風力発電所をフィールドに余剰電力から水素を製造する「大規模洋上風力」×「大規模蓄電池」×「水電解装置」のトータルシステムインテグレーション（地産）、並びに周辺地域（石狩市、札幌市等）での水素利活用（地消）について技術的・経済的・制度的課題を抽出し、将来の水素社会構築に必要な改善策等を明確化する。

事業期間

2021年度～2022年度（2年間）

事業イメージ



事業テーマ：水素社会構築技術開発事業／地域水素利活用技術開発／水素製造・利活用ポテンシャル調査／副生水素等による大規模水素供給・利活用モデル（周南モデル）の構築と定量化に関する調査
実施予定先：株式会社トクヤマ、株式会社テクノバ

事業の目的

周南コンビナートと周辺都市および山口県内コンビナート地区を対象に、以下を行うことを目的とする

- ・過去の実証事業の成果を土台とした展開の面的拡大
- ・エネルギー多消費産業の脱炭素化のためのロールモデルの確立
- ・2050年を見越した中国・四国・北部九州エリアでの水素供給モデルの構築
- ・カーボンニュートラルポートとの連携
- ・水素による新規産業振興育成のモデル提案

事業期間

2021年度～2022年度（2年間）

事業イメージ

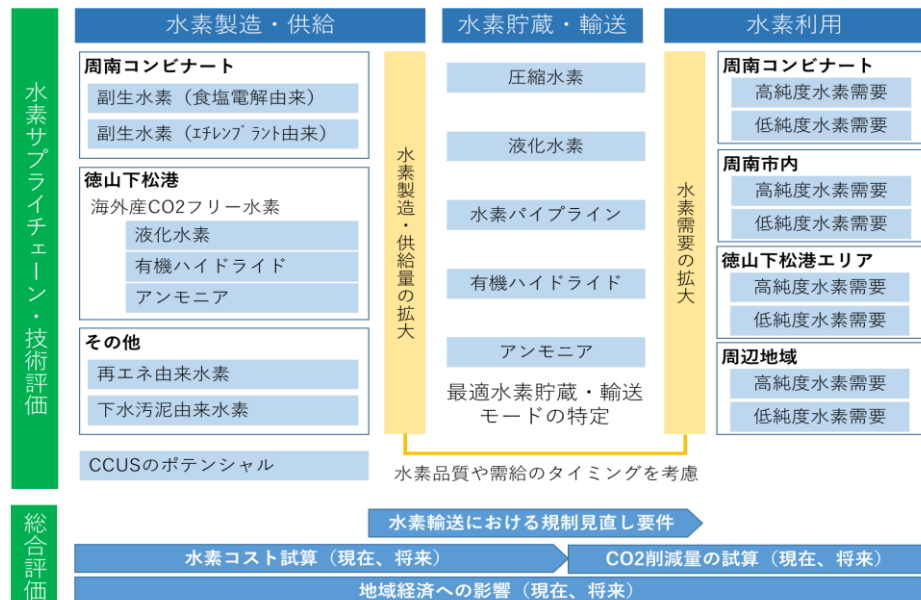
将来の周南地域における水素利活用拡大のイメージ



事業内容概略



「周南モデル」の構築のイメージ



事業テーマ：水素社会構築技術開発事業／地域水素利活用技術開発／水素製造・利活用ポテンシャル調査／横浜港におけるカーボンニュートラルポート形成に向けた水素利活用システム検討調査
実施予定先：横浜川崎国際港湾株式会社、横浜市、横浜港埠頭株式会社

事業の目的

「横浜港・川崎港カーボンニュートラルポート検討会」で示された方向性を踏まえ、横浜・川崎臨海部における水素製造ポテンシャルと水素利活用ポテンシャルの調査を行い、横浜・川崎臨海部における水素利活用トータルシステムの実現可能性を調査する。

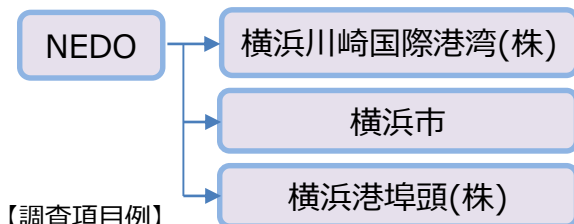
事業期間

2021年度～2022年度（2年間）

事業内容概略

- ①横浜・川崎臨海部における水素製造・調達ポテンシャル調査
- ②横浜・川崎臨海部における水素利活用ポテンシャル調査
- ③水素製造・調達・利活用の経済性や温室効果ガス排出量の推計と削減効果の検討
- ④横浜・川崎臨海部における水素利活用トータルシステムの実現可能性検討

事業イメージ



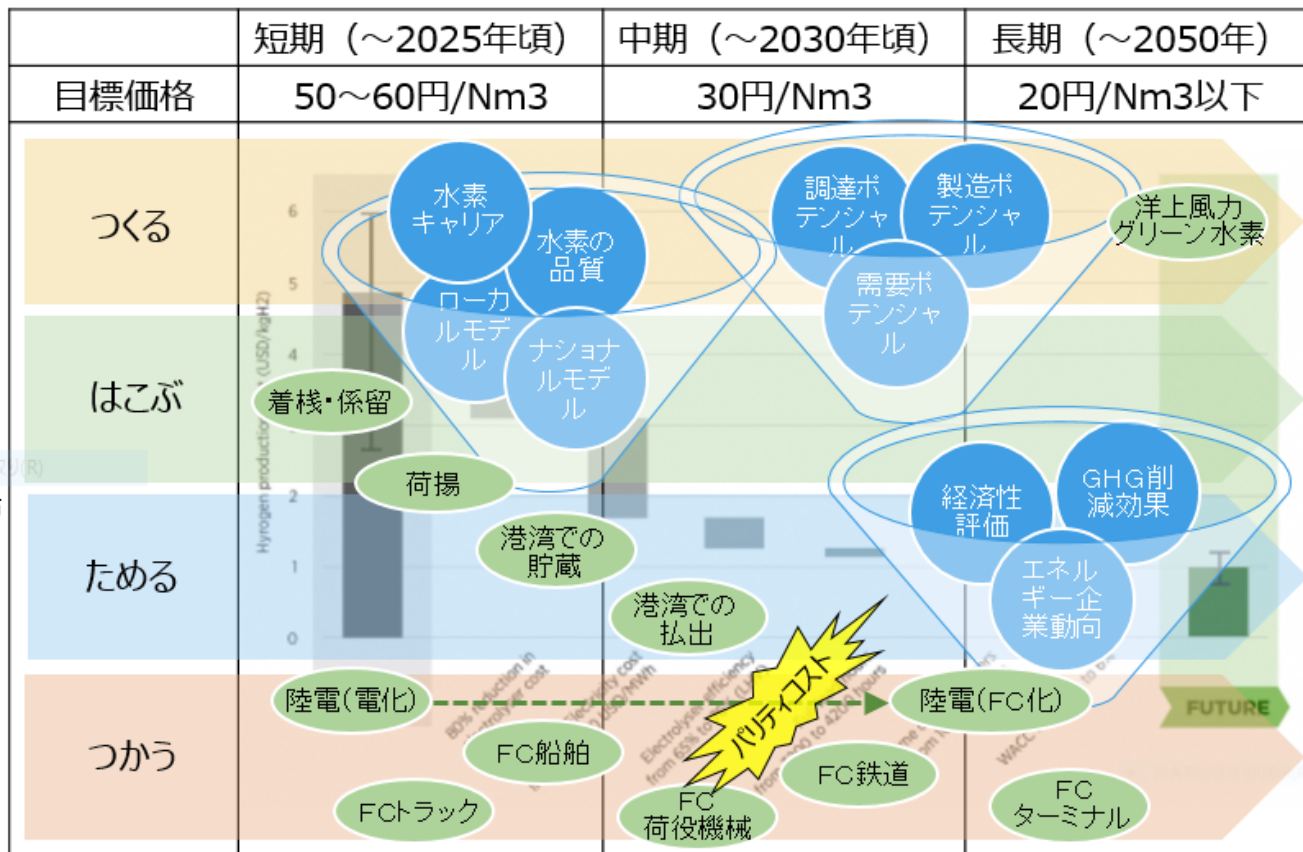
停泊時船舶への電力供給 水素燃料船への燃料供給



〔出典〕各社ホームページより
 ①STEMMANN-TECHNIK社
 ②日本郵船株式会社
 ③株式会社三井E&Sマシナリー



水素の貯蔵・配送手法（係留・荷揚・貯蔵・配送）



事業テーマ：水素社会構築技術開発事業／地域水素利活用技術開発／水素製造・利活用ポテンシャル調査／東京湾岸エリアにおけるCO₂フリー水素供給モデルに関する調査
実施予定先：ENEOS株式会社、ENEOS総研株式会社、川崎市

事業の目的

本事業では、東京湾岸エリアの脱炭素化実現を目指し、川崎臨海部に所在する製油所等の、海外CO₂フリー水素受入基地としての可能性を調査する。さらには、水素受入基地から周辺需要家への、水素パイプラインによる水素供給インフラ構築の実現可能性を評価し、最適な水素供給モデルを構築する。

事業期間

2021年度～2022年度（2年間）

事業イメージ

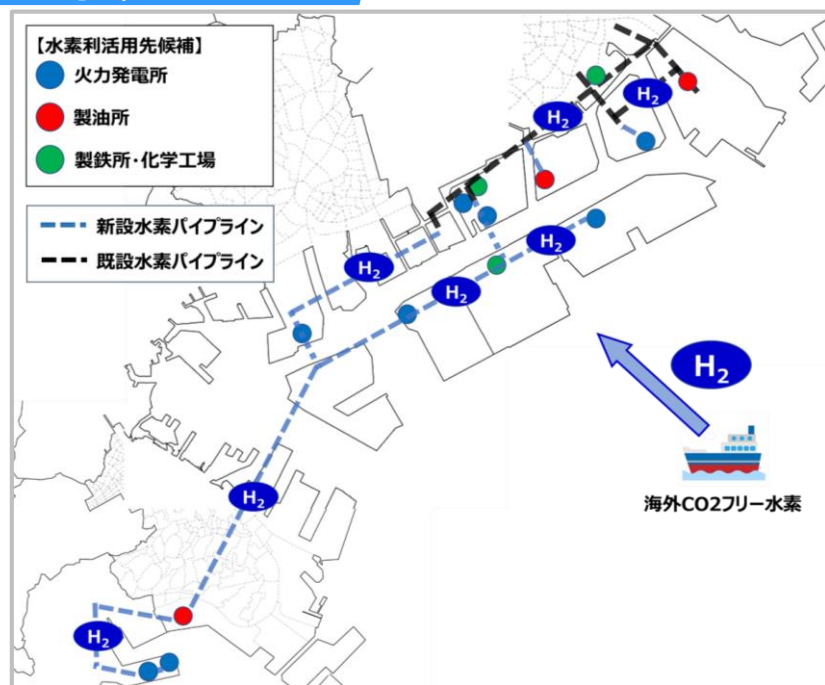


図1 川崎臨海部における水素利活用イメージ

事業内容概略

さまざまな産業が集積する東京湾岸エリアにおいて、川崎臨海部を核とするCO₂フリー水素供給モデルの構築に向けた各種調査を実施する。主に、以下の項目を実施する計画である。

- (1) 海外で製造した安価なCO₂フリー水素を、国内に受け入れる最適なスキームを検討する。
- (2) 既設水素パイプライン網の活用可能性を評価する。
- (3) 水素パイプライン整備の技術課題・規制課題を整理する。
- (4) 構築した「CO₂フリー水素供給モデル」の事業性を評価し、他地域への展開可能性を検討する。

実施体制

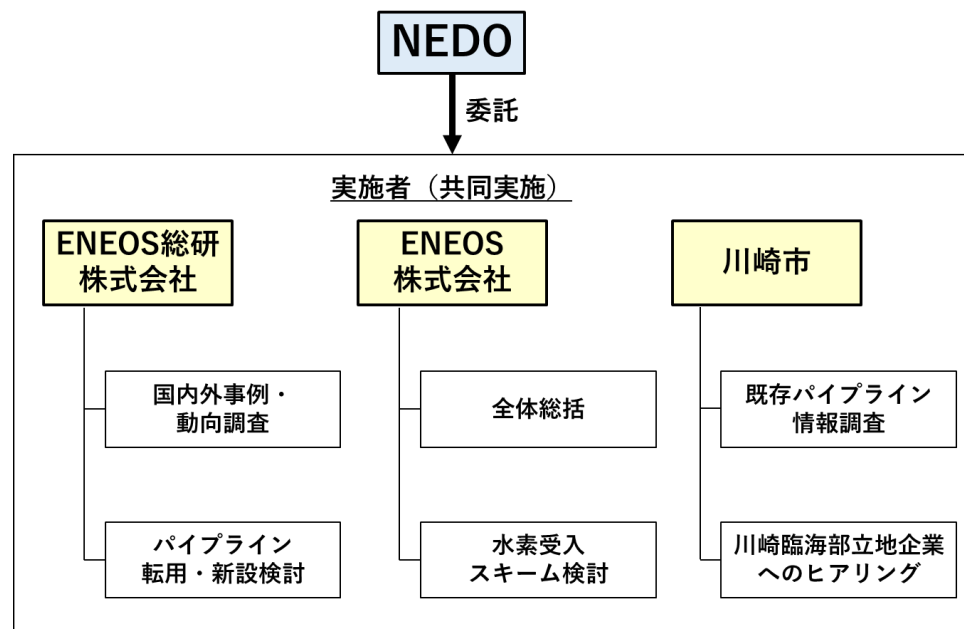


図2 本事業の実施体制