

グリーンイノベーション基金事業／ 大規模水素サプライチェーンの構築

2024年度 WG報告資料

2024年 9月 6日

水素・アンモニア部

目次

- 1．プロジェクトの概要
- 2．プロジェクトの実施体制
- 3．プロジェクトの実施スケジュール
- 4．プロジェクト全体の進捗
- 5．実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見
- 6．プロジェクトを取り巻く環境
- 7．NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況

（参考 1）プロジェクトの事業規模

（参考 2）研究開発進捗のマイルストーン

1. プロジェクト概要

- **国際水素サプライチェーンの大型化等による水素供給コストの低減と、水素ガスタービン発電技術の確立を通じた、液化水素及びMCHを用いた海上輸送設備や水素発電分野の競争力を強化に取り組む**

研究開発項目 1

国際水素サプライチェーン技術の確立及び液化水素関連機器の評価基盤の整備

研究開発内容①

水素輸送技術等の大型化・高効率化技術開発・実証

研究開発内容②

液化水素関連材料評価基盤の整備

研究開発内容③

革新的な液化、水素化、脱水素技術の開発

研究開発概要

水素供給コストの低減に向け、

- ・液化水素： 各種設備の大型化と更なる技術開発及び実証を通じた検証を行う。
- ・MCH： クリーン水素から製造した大量のMCH を海外から受入れ利活用すべく、脱水素工程における触媒性能の更なる向上や製油所の既存設備の最大限活用を検討する。

材料の機械特性（強度、破壊靱性、疲労等）や熱特性（線膨張、熱伝導、比熱等）等の評価基盤を、世界に先駆けて国際水素サプライチェーンを実証している日本において先行して整備する。

輸送時のエネルギーロスの大部分を占める液化プロセスや MCH 製造、脱水素プロセス等における更なる高効率化等の技術を長期的な視野で開発する。

研究開発項目 2

水素発電技術(混焼、専焼)を実現するための技術の確立

研究開発内容①

水素発電技術（混焼、専焼）の実機実証

既に開発した水素混焼用燃焼器及び現在開発中の水素専焼燃焼器を、火力発電所に実装し、実機実証を通して燃焼安定性を検証するとともに、発電所の負荷追従運転を行う上での水素供給についての技術開発を行う。

アウトプット目標

- ・ 2030年30円/Nm³、2050年20円/Nm³以下（化石燃料に十分な競争力を有する水準）の水素供給コスト実現のための海上輸送技術等の確立
- ・ 大規模需要を創出する水素ガスタービン発電技術（混焼、専焼）を実現するための技術の確立



2. プロジェクトの実施体制

- 国際水素サプライチェーン関係 5 テーマ（液化水素サプライチェーンはコンソーシアム）、水素発電関係 3 テーマ

研究開発項目 1：国際水素サプライチェーン技術の確立及び液化水素関連機器の評価基盤の整備

テーマ名・事業者名	実施内容	事業期間
液化水素サプライチェーンの商用化実証 ・ 日本水素エネルギー株式会社 [JSE]（幹事）（※） ・ ENEOS株式会社 ・ 岩谷産業株式会社(2023年度まで)	研究開発内容①	2021年度～2030年度
MCHサプライチェーン実証 ・ ENEOS株式会社（※）	研究開発内容①	2021年度～2030年度
液化水素関連機器の研究開発を支える材料評価基盤の整備 ・ 国立研究開発法人物質・材料研究機構 [NIMS]（※）	研究開発内容②	2021年度～2025年度
水素液化機向け大型高効率機器の開発 ・ 川崎重工業株式会社（※）	研究開発内容③	2021年度～2030年度
直接MCH電解合成(Direct MCH)技術開発 ・ ENEOS株式会社（※）	研究開発内容③	2021年度～2030年度

研究開発項目 2：水素発電技術（混焼、専焼）を実現するための技術の確立

テーマ名・事業者名	実施内容	事業期間
大規模水素サプライチェーン構築に係る水素混焼発電の技術検証 ・ 株式会社JERA（※）	研究開発内容①	2021年度～2028年度
既設火力発電所を活用した水素混焼/専焼発電実証 ・ 関西電力株式会社		2021年度～2025年度
CO₂フリー水素発電実証 ・ ENEOS株式会社（※）		2021年度～2030年度

（※）WG出席企業

液化水素サプライチェーンの大規模実証、革新的液化技術開発

事業の目的・概要

- ① 2030年30円/Nm³ (船上引き渡しコスト)の水素供給コストを達成するための海上輸送技術を世界に先駆けて確立するべく、既存事業*等で開発された大型化技術を実装し、液化水素商用サプライチェーン構築のための商用化実証事業 (水素供給量：数万トン/年・チェーン) を行う。 *未利用エネルギーを活用した水素サプライチェーン構築実証事業 等
- ② 加えて、将来の更なるコスト低減(2050年20円/Nm³以下)を目指し、**液化効率を更に高める革新的技術開発**にも取り組む。

実施体制

※太字：幹事企業

- ① **日本水素エネルギー株式会社**、ENEOS株式会社、岩谷産業株式会社 (2023年度まで)
- ② **川崎重工業株式会社**

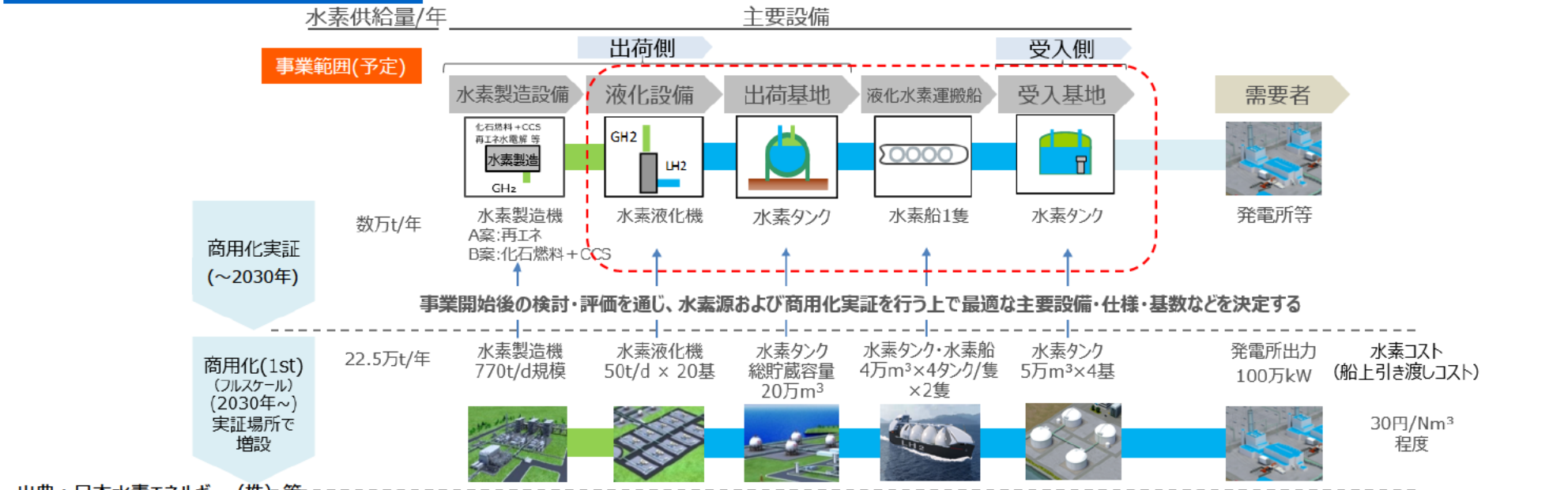
事業規模等

- 事業規模 (① + ②) : 約3,000億円
- 支援規模 (① + ②) * : 約2,200億円
*インセンティブ額 (【(総事業費) × (インセンティブ率) × (目標の達成度)】、「グリーンイノベーション基金事業の基本方針」参照) を含む。今後ステージゲート等で事業進捗等に合わせ合理化見込み
- 補助率等
① : 2/3 → 1/2、 ② : 委託 (インセンティブ率は10%)

事業期間

①、②2021年度～30年度(10年間)

事業イメージ



液化水素サプライチェーンの大規模実証

- 出荷側の実証候補地として、豪州ビクトリア州ヘイスティングス地区を選定、受入側の実証候補地として川崎臨海部（神奈川県川崎市川崎区）を選定した（2023年3月時点）
- 基本設計を実施し、液化水素出荷基地、液化水素運搬船、液化水素受入基地の概要を検討してきた。

⇒ **国内水素調達に計画変更することとしたい**

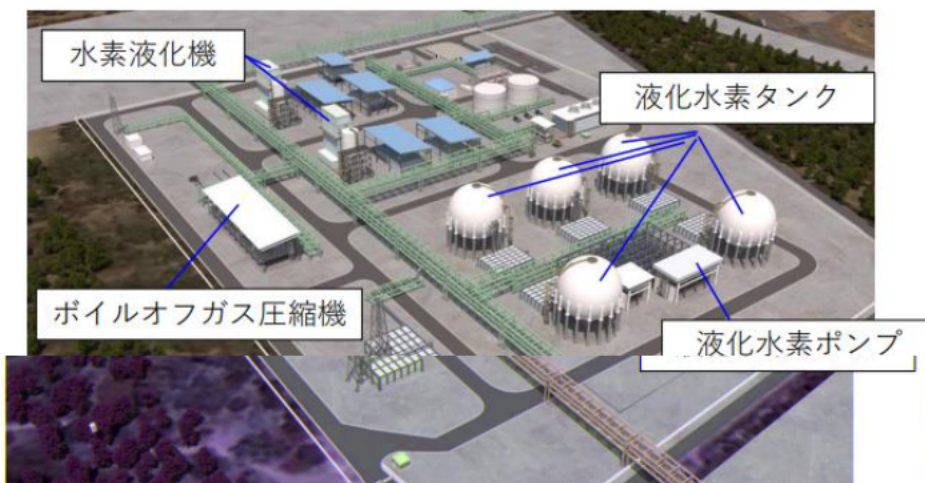
・当初計画の技術実証は遂行可能

（技術・社会実装推進委員会承認済）

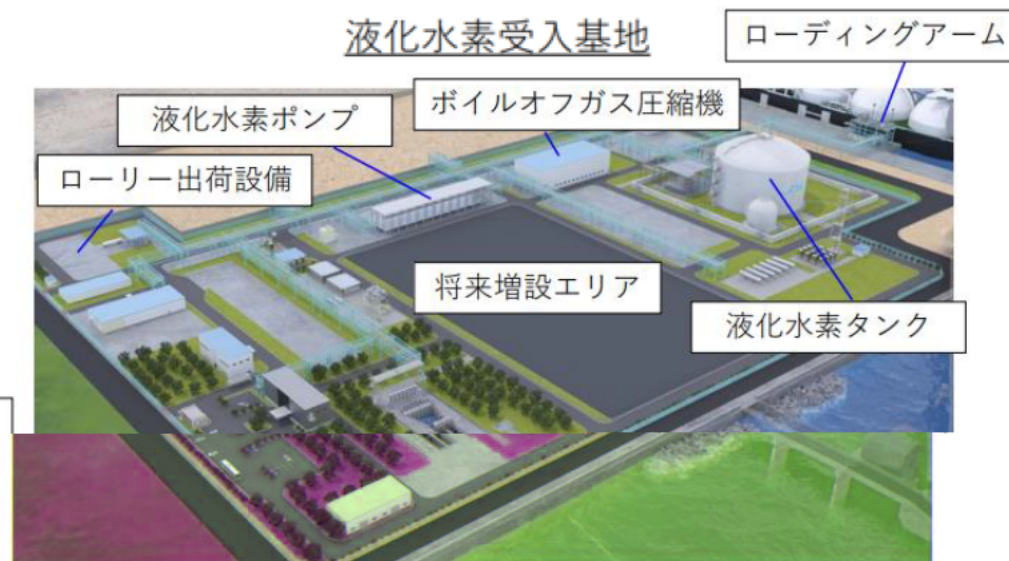
液化水素運搬船



液化水素出荷基地



液化水素受入基地



MCHサプライチェーンの大規模実証、直接MCH電解合成技術開発

事業の目的・概要

①

2030年30円/Nm3の水素供給コストを達成すべく、製油所の石油精製設備等を活用した脱水素技術等の確立を図るためにMCH商用サプライチェーン(SC)構築のための商用化実証事業（水素供給量：数万トン/年・チェーン）を行う。また、MCH等の品質を標準化し、技術等をパッケージ化してライセンス供給等することで、国際市場の早期立ち上げを目指す。

②

加えて、将来のコスト低減（2050年20円/Nm3以下）に資する技術である直接MCH電解合成の技術開発にも取り組む。

実施体制

※太字: 幹事企業

① ENEOS株式会社、② ENEOS株式会社

事業規模等

□ 事業規模（① + ②）: 約900億円

□ 支援規模（① + ②）* : 約630億円

*インセンティブ額を含む。今後ステージゲート等で事業進捗等に合わせ合理化見込み

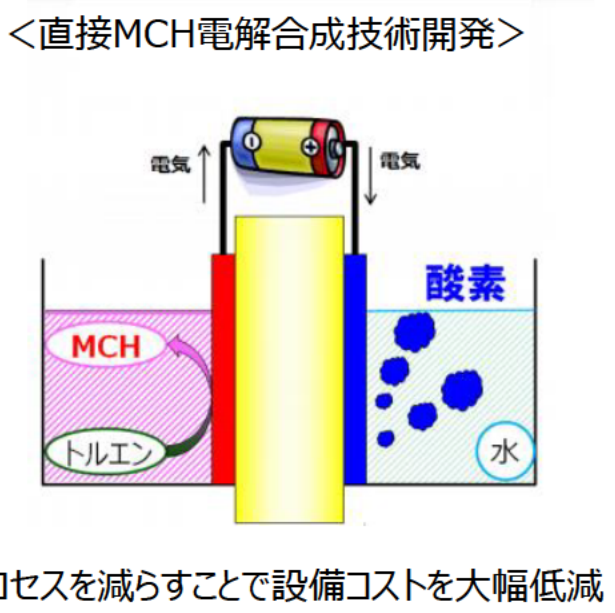
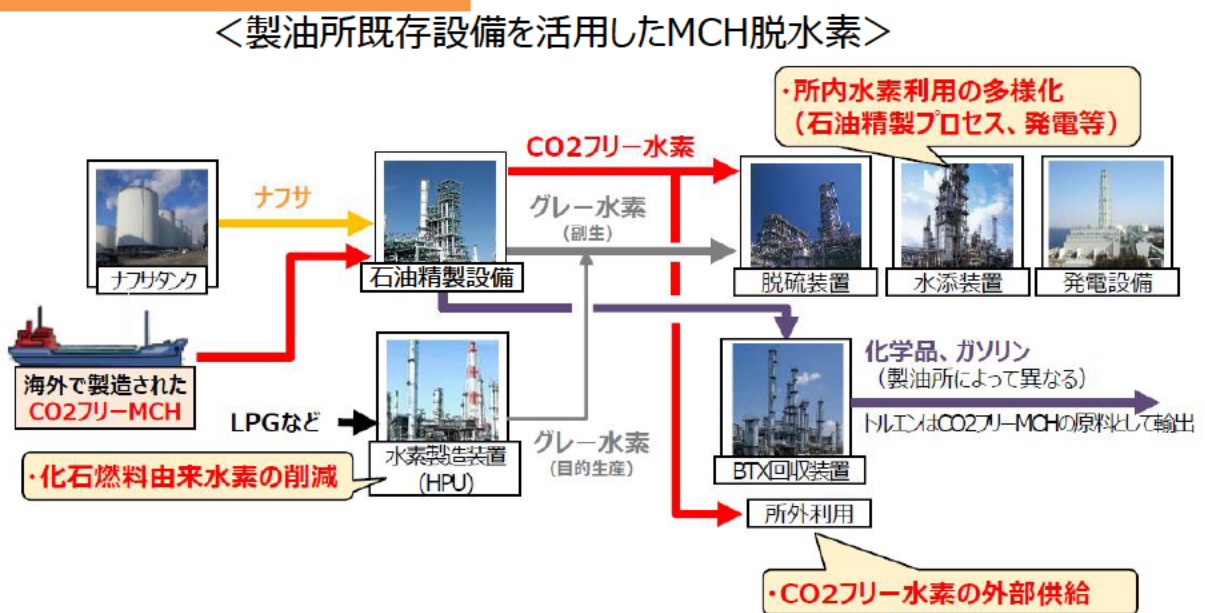
□ 補助率等

① : 2/3 → 1/2、② : 委託（インセンティブ率は10%）

事業期間

①、②2021年度～30年度（10年間）

事業イメージ



MCHサプライチェーンの大規模実証

・実証計画に影響しない範囲でステージゲート(SG)のタイミングを後ろ倒ししつつ、出荷地・受入地を再考中

・候補場所7サイトを選定し、それぞれPre-FS、FSを実施し、多様な水素源の供給ポテンシャル/コスト見通し、出荷港湾インフラ/プラント設置場所等を比較検討した結果、③豪州（オリジン社）、⑦マレーシア州経済開発公社の2拠点に絞り込み、FEEDへ移行。

【ブルー水素】
② UAE アブダビ・ルwis港

- 水素源：①副生水素+CO2-EOR
②天然ガス+ATR+CO2-EOR
- 協業企業：アドノック
- 水素供給量：実証 5万トン/年
拡大期想定 30万トン/年

【ブルー水素】
① マレーシア ケルテ・ケルテ港

- 水素源：副生水素
- 協業企業：ペトロナス
- 水素供給量：実証 2万トン/年
拡大期想定 32万トン/年

【グリーン水素】
⑤ 西オーストラリア・ウィンダム港

- 水素源：再エネ（太陽光）
- 協業企業：フォーテスキュー
- 水素供給量：実証 5万トン/年
拡大期想定 30万トン/年

【グリーン水素】
⑦ マレーシア サラワク州・ピンツル港

- 水素源：再エネ（水力発電）
- 協業企業：マレーシア州経済開発公社
- 水素供給量：実証 5万トン/年
拡大期想定 10万トン/年

※当初計画外

研究開発項目/FY	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	31
1. 海外MCH製造技術の確立	Pre-FS	FS	FEED	準備	SG1	EPC			SG2	実証	商用化	

【グリーン水素】
③ クイーンズランド州 グラッドストーン港

- 水素源：再エネ（太陽光・風力）
- 協業企業：オリジン社
- 水素供給量：実証 4万トン/年
拡大期想定 15万トン/年

【グリーン水素】
④ 南オーストラリア・ボナイソン港

- 水素源：再エネ（太陽光・風力）
- 協業企業：ネオエン社
- 水素供給量：実証 4万トン/年
拡大期想定 30万トン/年

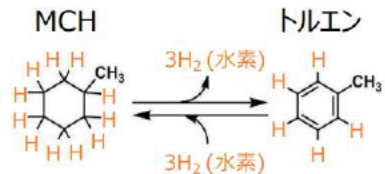
【グリーン水素】
⑥ ニューゼaland・ティフポイント

- 水素源：再エネ（水力）
- 協業企業：メリディアン社・コンタクト社
- 水素供給量：実証 4万トン/年



研究開発項目/FY	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	31
2. 国内MCH装置技術の確立	Pre-FS	FS	FEED		SG1	EPC			SG2	実証	商用化	

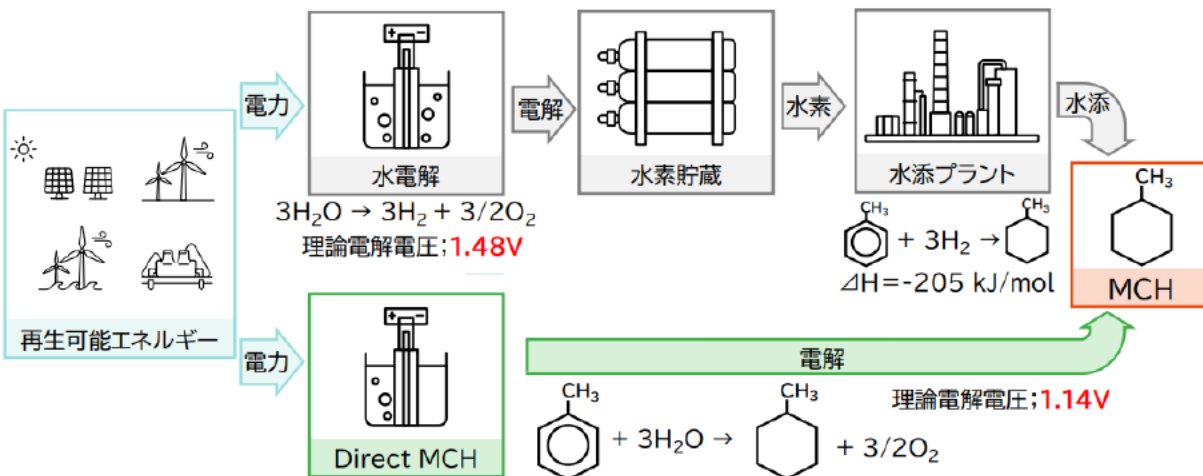
検討項目	詳細	川崎	水島	大阪
水素需要 (自社/近隣)	①自社需要(脱炭素)を調査し、目的生産水素との振替有無を確認。	○	○	×
	②近隣需要を調査し、早期の水素需要ポテンシャルの有無を確認。	○	○	○
	③水素利用に関する需要家の関心度	△	○	○
MCH脱水素装置の改造/導入可能性の確認		○ (FS)	○ (FS)	○ (FS)
既存設備の活用 (栈橋、タンク、配管、ローディングアーム 等)		○ (FS)	○ (FS)	△ (FS)



直接MCH電解合成技術開発

・中型電解槽の豪州での実証に成功し、大型電解槽での実証に移行中

- 従来、水素キャリアとしてのMCHは水素製造⇒(水素貯蔵)⇒トルエンの水素化の2段階反応で製造
- Direct MCH®は再生可能エネルギー(電力)を用いて電気化学的にトルエンを1ステップで水素化
⇒反応ステップが少なく、設備コスト、運用コストが削減できる。



中型電解槽プラント実証：豪州での中型電解槽プラントにおける運転データ取得、課題抽出完了

Direct-MCHプロセスを用いたグリーンMCH製造、運転データ取得・課題抽出を完了



液化水素関連機器の研究開発を支える材料評価基盤の整備

事業の目的・概要

- 液化水素の製造、輸送・貯蔵、利用に関わる機器等の低価格化に資する**極低温水素雰囲気での材料の機械特性等**を統一的に評価する上で**基盤となる設備を整備**する。
- 関係企業等の関係機関と連携して金属母材や溶接部材等の機械特性等を評価し、**材料のデータベース基盤**を構築する。

実施体制

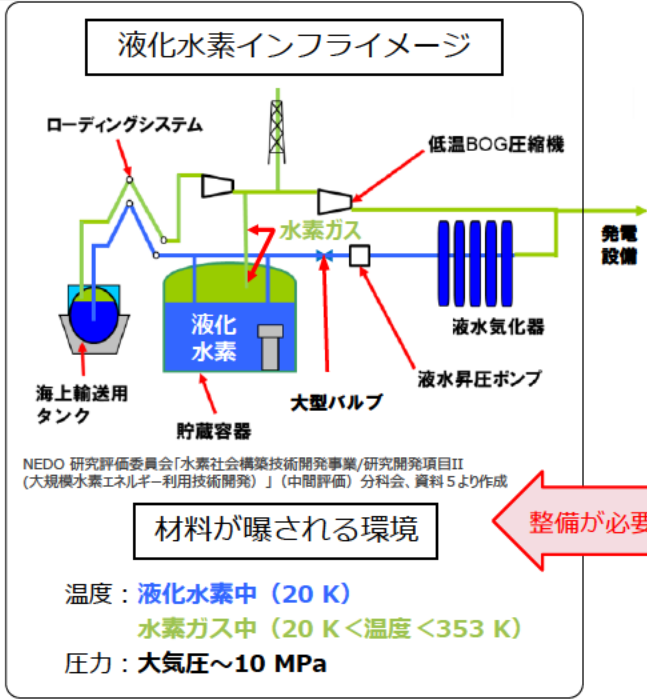
※太字: 幹事機関

- **国立研究開発法人物質・材料研究機構**

事業期間

2021年度～2025年度（5年間）

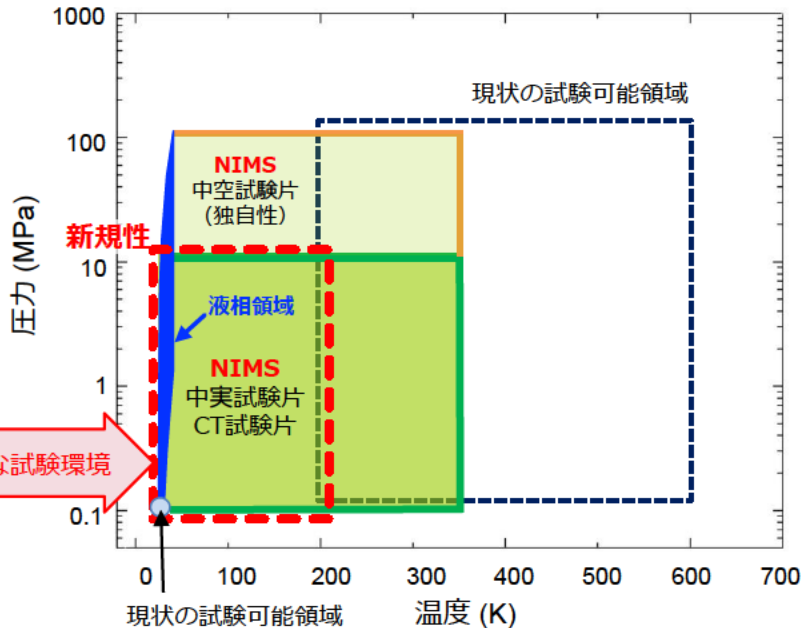
事業イメージ



事業規模等

- 事業規模: 約30億円
- 支援規模*: 約30億円
*今後ステージゲート等で事業進捗等に合わせて合理化見込み
- 補助率等: 委託

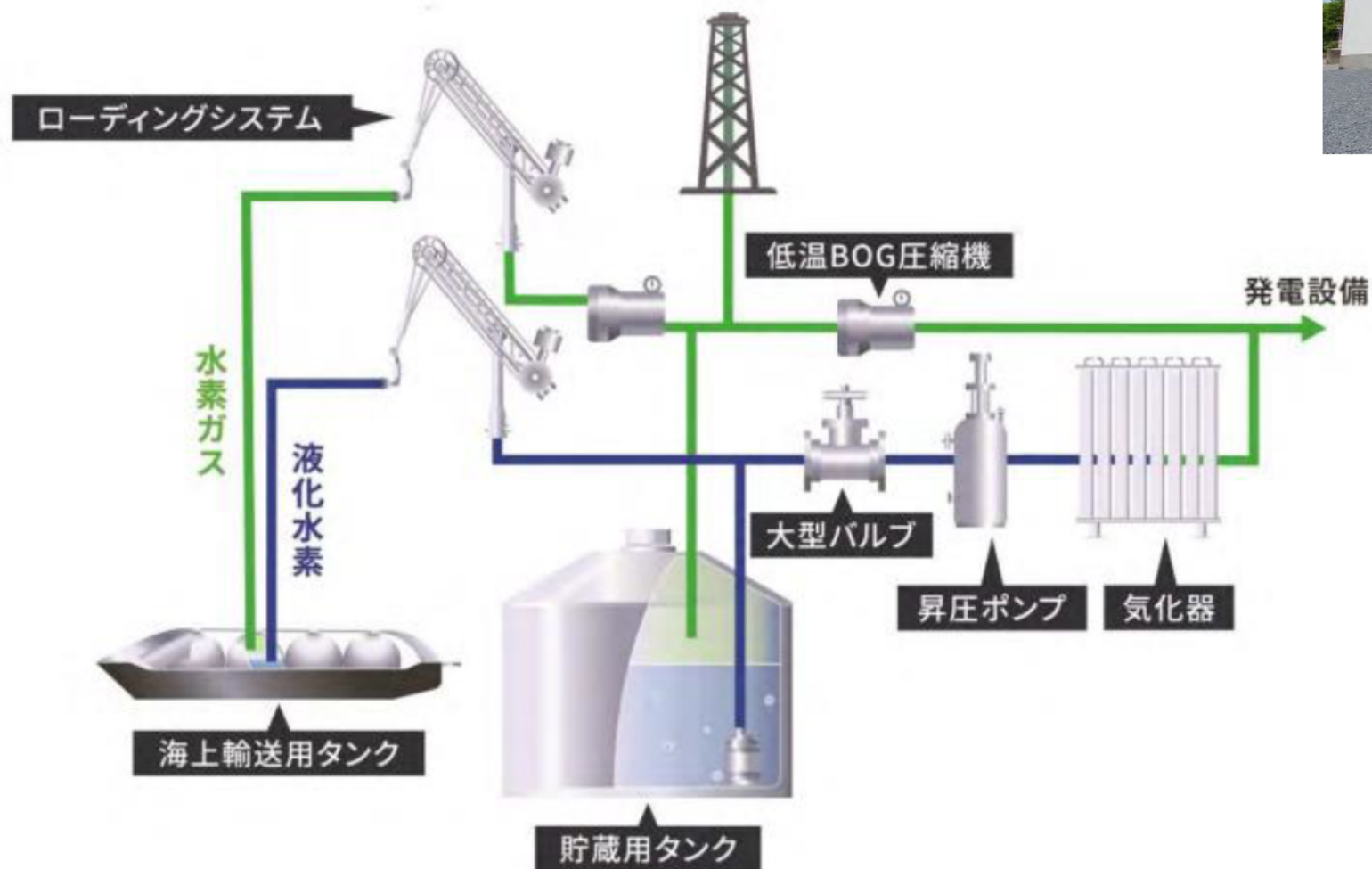
国内の代表的な水素環境下試験設備の温度・圧力環境



材料評価基盤

- ・液化水素インフラ機器に使用する材料の強度を極低温の水素環境下で評価できる設備が整備されつつある
- ・2024年度半ばから本格稼働予定

液化水素インフラのイメージ



水素発電技術（混焼、専焼）の実機実証

事業の目的・概要

□ 大規模需要を創出する水素ガスタービン発電技術（混焼（体積混焼比率:30%）、専焼）を2030年までに商用化するべく、複数事業者が既存事業*等で開発された**燃烧器等を実際の発電所に実装し、異なる実証運転**を行うことで、燃烧安定性等を検証する。その際、**各種国際サプライチェーン実証事業と緊密に連携**する。 *未利用エネルギーを活用した水素サプライチェーン構築実証事業

実施体制（実証内容）
※太字:幹事企業

①**株式会社JERA**（大型ガスタービンによる水素混焼）
②**関西電力株式会社**（大型ガスタービンによる水素混焼）
③**ENEOS株式会社**（大型ガスタービンによる水素専焼）

事業期間

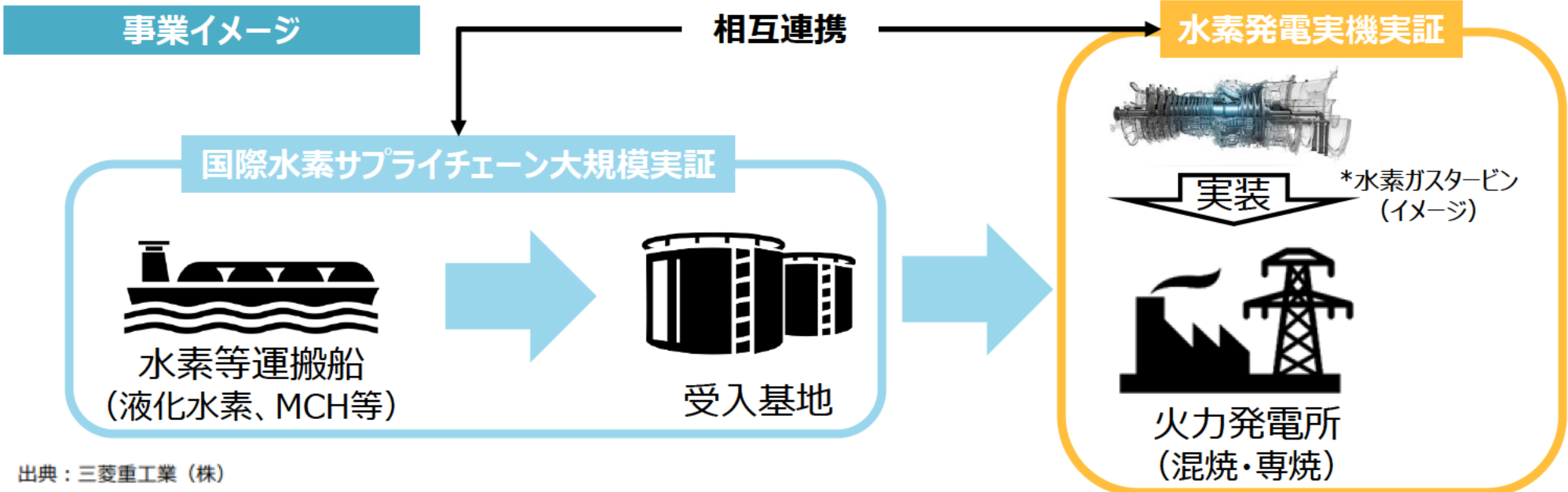
①2021年度～28年度（8年間）、②2021年度～25年度（5年間）、③2021年度～30年度（10年間）

事業規模等

□ 事業規模
①：約110億円、②：約130億円、③：約240億円

□ 支援規模*
①：約66億円、②：約80億円、③：約140億円
*インセンティブ額を含む。今後ステージゲート等で事業進捗等に合わせ合理化見込み

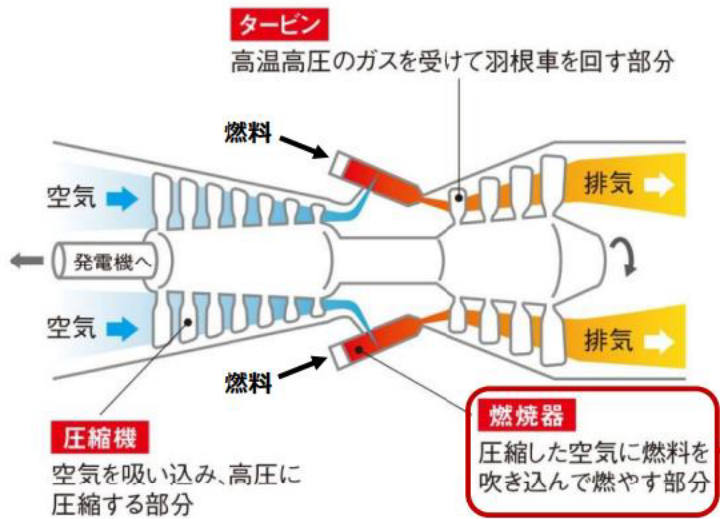
□ 補助率等
①～③：1/2（インセンティブ率は10%）



水素発電技術

- ・逆火抑制： 水素の燃焼速度はメタンの8倍
- ・NOx抑制： 高温になり過ぎるとNOx生成
- ・ガム状物質回避： 水素中不純分の影響検討

ガスタービン・燃焼器概要

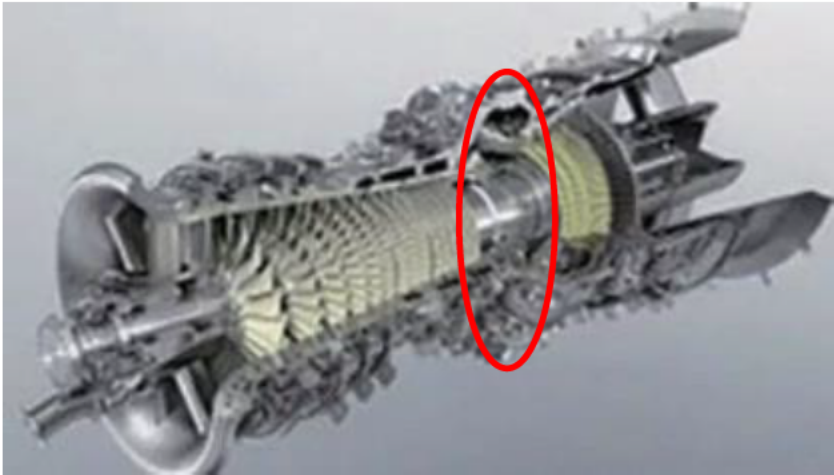


水素専焼燃焼器（例）

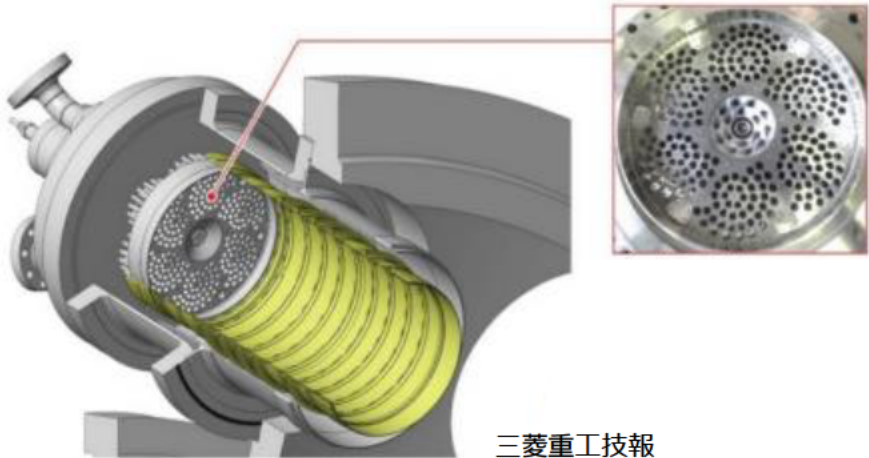
燃焼器	マルチノズル燃焼器	マルチクラスタ燃焼器
構造	空気 燃料 予混合炎 拡散炎 予混合炎 予混合ノズル	空気 燃料 予混合炎 予混合ノズル
フラッシュバック	火炎伝播可能な領域が広く、水素専焼時にリスクが高くなる	火炎伝播可能な領域が狭く、 リスクは少ない
NOx	予混合ノズルにより火炎温度は均一にできるため、NOxは低い	小さな予混合ノズルにより火炎温度は均一にできるため、 NOxは低い

出典：三菱重工業株式会社HP情報を基にENEOS作成

2024NEDO成果報告会



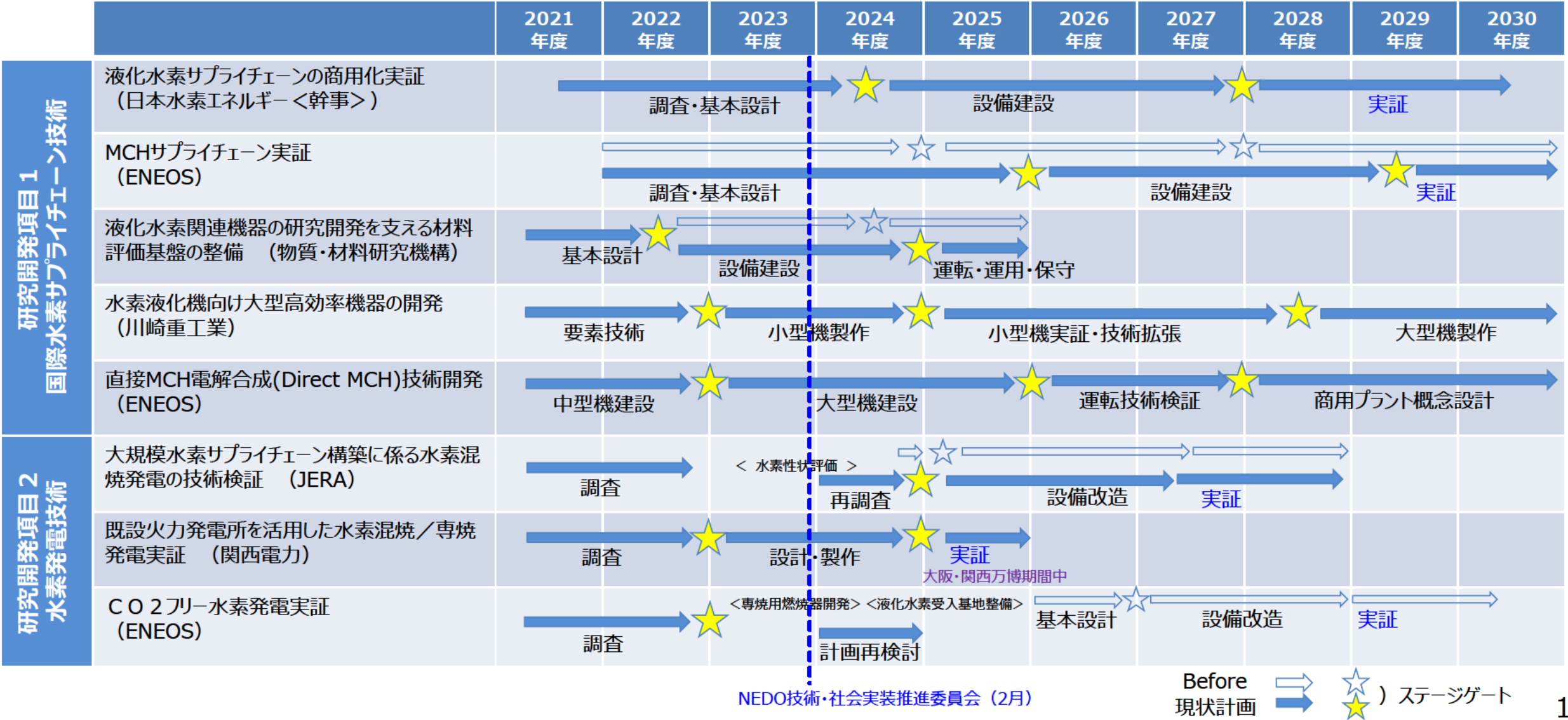
三菱重工HP



三菱重工技報

3. プロジェクトの実施スケジュール

- 2024年2月にNEDO技術・社会実装推進委員会を開催するとともに、1テーマのステージゲート審査を実施
- 確実な実証を目指し、幾つかのテーマでは委員会承認を経てスケジュールを修正（MCH-SCのステージゲート後ろ倒しなど）



4. プロジェクト全体の進捗

- プロジェクト全体として、モニタリングやステージゲートを通じて継続的に進捗を確認するとともに、FSや進捗に応じた計画見直しを適宜実施し、実証や社会実装が事業期間内に完了することを目指している。
- 液水サプライチェーン、MCHサプライチェーンについては、リスクや実効性に鑑み、計画を修正

「技術面」

<実施企業等の主な取組状況>

<NEDO委員会による主な意見>

「研究開発の見通し」

- 液水サプライチェーン: 国内水素調達に計画変更したい。
(技術・社会実装推進委員会ステージゲート審査済)
- MCHサプライチェーン: 供給ポテンシャルから海外拠点を再考中、オフテカーを考慮して受入地を再考中。
- 資材・部品調達期間の長期化等があったが、早期手配やスケジュール調整などにより影響を最小限にとどめている。



- 商用化実証に必要な出荷設備、液化水素運搬船、受入設備の研究開発・検証は当初目標から大きく乖離しない。



- スケジュールが1～2年後ろ倒しとなるが実証成果は計画どおりの予定。掲げている技術的対応を今後も着実に進めること。

- 複数の水素関連事業に取り組むENEOSにおいては、関連事業間での緊密な相互連携の下での事業展開に期待する。

「事業面」

<実施企業等の主な取組状況>

<NEDO委員会による主な意見>

「市場機会の認識」、「社会実装に向けた取組状況」

- 各事業者とも、技術開発の推進に加え標準化戦略も意識して取り組んでいる。



- 液水SC: 将来の商用化シナリオを含めて水素供給コスト評価を改めて実施し、コスト目標を達成できる要件を明確化すること。

「ビジネスモデル」

- 水素サプライチェーンを確実に拡張できるように、連携先や展開先を具体化しつつ推進中。



- 液水SC: ビジネスの実現可能性、仕組み、要件を遅くとも次回のSGまでに明確にすること。

5 – 1 . 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目 1 : 国際水素サプライチェーン技術の確立及び液化水素関連機器の評価基盤の整備 (1)

液化水素サプライチェーンの商用化実証 ・ 日本水素エネルギー株式会社 (幹事) ・ ENEOS株式会社 ・ 岩谷産業株式会社 (2023年度まで)	<u>取組状況</u> ・ 技術・社会実装推進委員会('24/8)でステージゲート審査を行い、委員会として『継続(条件付き)』の判断がされている。 ・ 基本仕様の決定や出荷・受入場所の選定をはじめ、出荷・輸送・受入のサプライチェーンに係る重要な実証設備の詳細設計を前倒して実施している。 ・ 実証を海外輸入水素でなく国内水素で行うことや、オフテイクへの供給が検討事項となったこと、輸送 船サイズや液化機能力が小さくなることなど、大きな変更であるものの、商用化実証に必要な出荷設備、液化水素運搬船、受入設備の研究開発・検証などは基本的に当初のアウトプット目標から大きく乖離しないと認められる。 <u>委員からの助言 (抜粋)</u> ・ 今回の計画変更に基づき、将来の商用化シナリオを含めて水素供給コスト評価を改めて実施するとともに、コスト目標を達成できる要件を明確化すること。 ・ ビジネスの実現可能性 (拡張性の検討も含む) 、仕組み、要件を遅くとも次回のSGまでに明確にすること。
MCHサプライチェーン実証 ・ ENEOS株式会社	<u>取組状況</u> ・ MCH製造候補地と、国内MCH脱水素候補地の選定においては、海外実証と国内FEEDに伴う技術課題やコスト改善策が最終目標と矛盾なく整理され、目的とする規模でのMCHサプライチェーン技術実証の可能性が認められる。 ・ MCH製造候補地については多様な水素源の供給ポテンシャルおよびコスト見通しを踏まえて2拠点に絞込み、低炭素水素に係る海外動向を踏まえた関連技術の国際標準化、MCH海外輸送のコスト低減と大規模輸送に向けた課題抽出に取り組んでいる。 <u>委員からの助言 (抜粋)</u> ・ 海外MCH製造技術の確立 (MCH製造装置ならびに付帯設備の基本設計、目標水素コストに向けた低減策の検討) 、国内MCH処理技術の確立 (脱水素装置以外の製油所既存設備の活用範囲の検討を継続し、CAPEXを低減、等) において、掲げている技術的対応を今後も着実に進めることが重要。 ・ FEEDへ移行させる 2 拠点についてEPC着手の準備期間を考慮し、FEED期間に関するSG1を1年延長し、SG2審査を1年後ろ倒しとすることを予定しており、これ自体は妥当だが、試験計画の見直しにおいて重要な試験が不十分にならないようにする必要がある。 ・ 今後、MCH特有の課題としてコストダウンのための品質規格の策定・緩和が注目され、海外MCH製造については直接MCH方式開発の進捗を踏まえた適切な戦略が求められる。 ・ ENEOSが取り組む他の水素関連事業との緊密な相互連携の下での事業展開に期待する。

5 – 2 . 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目 1：国際水素サプライチェーン技術の確立及び液化水素関連機器の評価基盤の整備（2）

液化水素関連機器の研究開発を支える材料評価基盤の整備 ・ 国立研究開発法人物質・材料研究機構 [NIMS]	<u>取組状況</u> ・ 液化水素の製造、輸送・貯蔵、利用に関わる機器・材料の安全性・信頼性の確保と低価格化には、極低温水素雰囲気での材料評価試験設備と材料データベース基盤の構築が必要であり、将来に亘る液化水素関連事業の展開に大きく影響する。温度・圧力条件を設定し、中実・CT試験片に加えて中空試験片も適用できる水素環境下試験設備を整備することは高く評価できる。 ・ 高圧評価試験機および材料データベース基盤構築に若干の遅れが認められるものの、2024年度からの本格稼働が見込まれる。 <u>委員からの助言（抜粋）</u> ・ 材料試験サイクルにかかる時間短縮と運用コスト節約のため、液化水素ロケットの技術もぜひ活用されたい。 ・ データ公開範囲については、液化水素関連材料評価基盤整備委員会で議論し、戦略的に進めること。
水素液化機向け大型高効率機器の開発 ・ 川崎重工業株式会社	<u>取組状況</u> ・ 水素液化機を構成する4つの要素機器の開発を、小型試験から段階的にほぼ計画に沿った形で進捗している。水素圧縮機についてはCFD解析を援用しつつ単段試験の結果を小型試験機の空力設計に反映し、他の主要構成要素も含めた詳細設計を終えて部品製作に着手しており、サイト実証試験設備の検討と併せ、着実に進展している。その他の機器についても調査及び要素研究を実施しており、様々な改良設計や課題対策により2024年末の要素研究終了と単体試験・確認試験開始に向けた準備が整いつつある。 <u>委員からの助言（抜粋）</u> ・ 小型機から実用規模の大型機への移行を視野に、スケールアップの課題についても考慮が必要。 ・ 機器毎にオープン＆クローズ戦略を構築して進めていることは評価できる。世界のマーケットの変化も視野に入れて柔軟に対応に期待する。
直接MCH電解合成(Direct MCH)技術開発 ・ ENEOS株式会社	<u>取組状況</u> ・ 中型電解槽の豪州実証において、国内実証では抽出できなかった劣化挙動の把握は成果であり、現象解明と商用化開発への反映が期待される。また、太陽光発電との連動模擬試験における追随性からは性能の高さが分かる。 ・ 2025年度の大型電解槽プラント実証を目指し、当初想定した計画通り進捗している。電解槽開発では、電解特性、I-V解析、変動電力応答、等が明らかとなりつつある。触媒層技術開発では、目標とする触媒層形成の見通しが得られている。 <u>委員からの助言（抜粋）</u> ・ 水素コストの価格低減においてCAPEX低減が可能なD-MCHのポテンシャルは高く、ENEOSが取り組む他の水素関連事業との緊密な相互連携の下での事業展開に期待する。

5－3．実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目2：水素発電技術（混焼、専焼）を実現するための技術の確立（1）

<u>大規模水素サプライチェーン構築に係る水素混焼発電の技術検証</u> ・ 株式会社JERA	<u>取組状況</u> - 多様な性状の水素に対応する混焼技術の確立を目指す上で、液体水素設備にガム化の原因物質を添加することで副生ガスやMCHからの水素を模擬可能である見通しが得られたことと、それに伴う実証の前倒し実施の可能性が見出せたことは成果。GT（ガスタービン）における水素純度の要件を明確にすることが期待される。 <u>委員からの助言（抜粋）</u> 2024年度に実施する再FSにおいて、液体水素供給設備・発電設備の詳細設計、スケジュール変更に伴う納期・価格の再評価の結果をなるべく具体的に明示すること。実証試験方法を見直したことによるKPIの変更の必要性有無は早期に確認する必要がある。 - 連携している他事業者の進捗も考慮して計画変更を検討されたい。 - 再FSでは、当該技術の海外展開を視野にいれた検討も行っていたきたい。 - 発電用水素に適した品質に関して国際標準化にも取り組んでいただきたい。
<u>既設火力発電所を活用した水素混焼/専焼発電実証</u> ・ 関西電力株式会社	<u>取組状況</u> 中型GT水素専焼から大型GT水素混焼への計画変更に基づいた技術的検討も終えており、2025年度の実証フェーズに向けた取り組みが順次行われている。 - 既設設備の流用を基本とし、関係法令にも対応した各機器の改造や新設、水素混焼運転を目指した燃焼器の改造、環境対応の検討を引き続き継続実施することで、2025 年 4 月からの実証開始が期待される <u>委員からの助言（抜粋）</u> - 計画変更に基づき、実証では水素製造コスト分析を行い、事業性の成立要件についても明確にして欲しい。また、実証終了後にも、商用化に必要な取組みを継続することに期待。 - 水素の安価・大量供給がいつ実現するかは事業リスクの一つだが、サプライヤーにとって発電事業者は重要なオフテーカーであり、双方が水素SCの構築に一体となって取り組んでほしい。 - 万博という舞台での実証は緻密な計画のもと慎重な運用が求められ、十分なPR戦略の下で国内外への効果的な成果発信が期待される。

5－4．実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

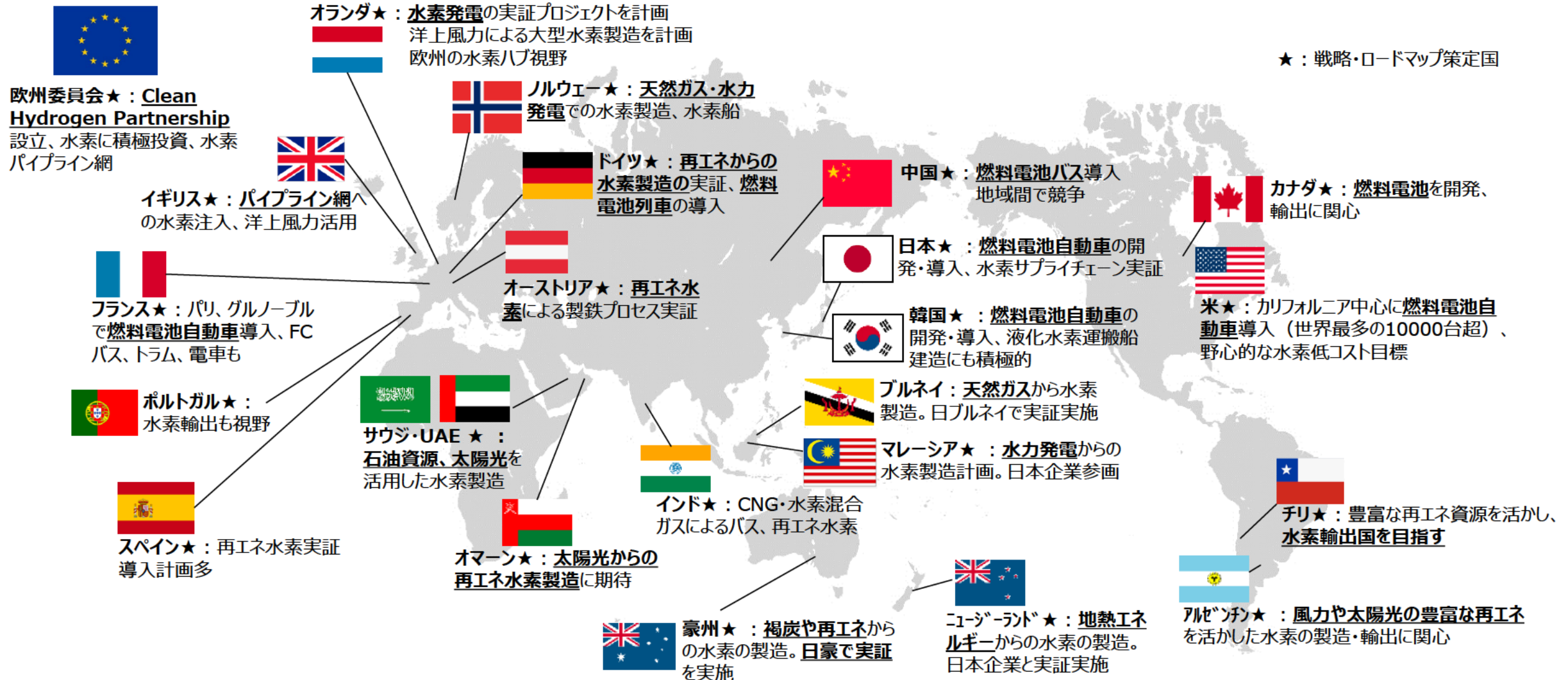
研究開発項目2：水素発電技術（混焼、専焼）を実現するための技術の確立（2）

CO2フリー水素発電実証 ・ ENEOS株式会社	<u>取組状況</u> ・ 国際水素サプライチェーン実証時の送ガス流量を把握し、大型水素発電GTへの水素燃料供給が困難であるとの検討結果に基づき、国際水素SC実証における水素供給事業計画との整合を検討する状況にある。 ・ 送気ガス能力が不足する問題の解決は見通しが得られないため、計画全体をダウングレードすることを含めて、事業性の高いものを早期に特定することが望ましい。 ・ 専焼化実証に向けての24年度以降の計画を一旦保留として国際水素SC商用化が確認された段階で検討を再開するなど、技術面での課題をどうクリアするのか、24年度における検証が重要。 <u>委員からの助言（抜粋）</u> ・ 大規模な水素需要を確保し、水素の価値を明確にするためにも、2030年度までの大型水素専焼発電の社会実装に向けて、実現性の高い事業設計が求められる。 ・ 水素専焼化の事業性確立には、水素専焼による環境価値の継続的な獲得、天然ガス圧縮機吐出圧上昇による天然ガス100%運転でのOPEX増、水素圧縮機を設置した場合の予算超過やOPEX増加による投資回収不可などに対し、改善策を2024年度に如何に進捗させるかが次ステージ移行に向け重要。 ・ 経済合理性が成り立たない事業を一旦停止する姿勢は正しい。2030年時点の事業性が著しく低くなるとの評価結果は大規模水素需要の開拓が容易ではないことを改めて認識させるものである。 ・ 発電機は海外展開も考えられるので、能力選定は種々想定した検討が必要。 ・ 国際水素SC実証などENEOSが取り組む他事業との相互連携の下、着実に事業が進むことを期待する。 ・ 代替案においては、事業戦略／計画への影響を精査することも重要。
--	---

6-1. プロジェクトを取り巻く環境（グローバル概況）

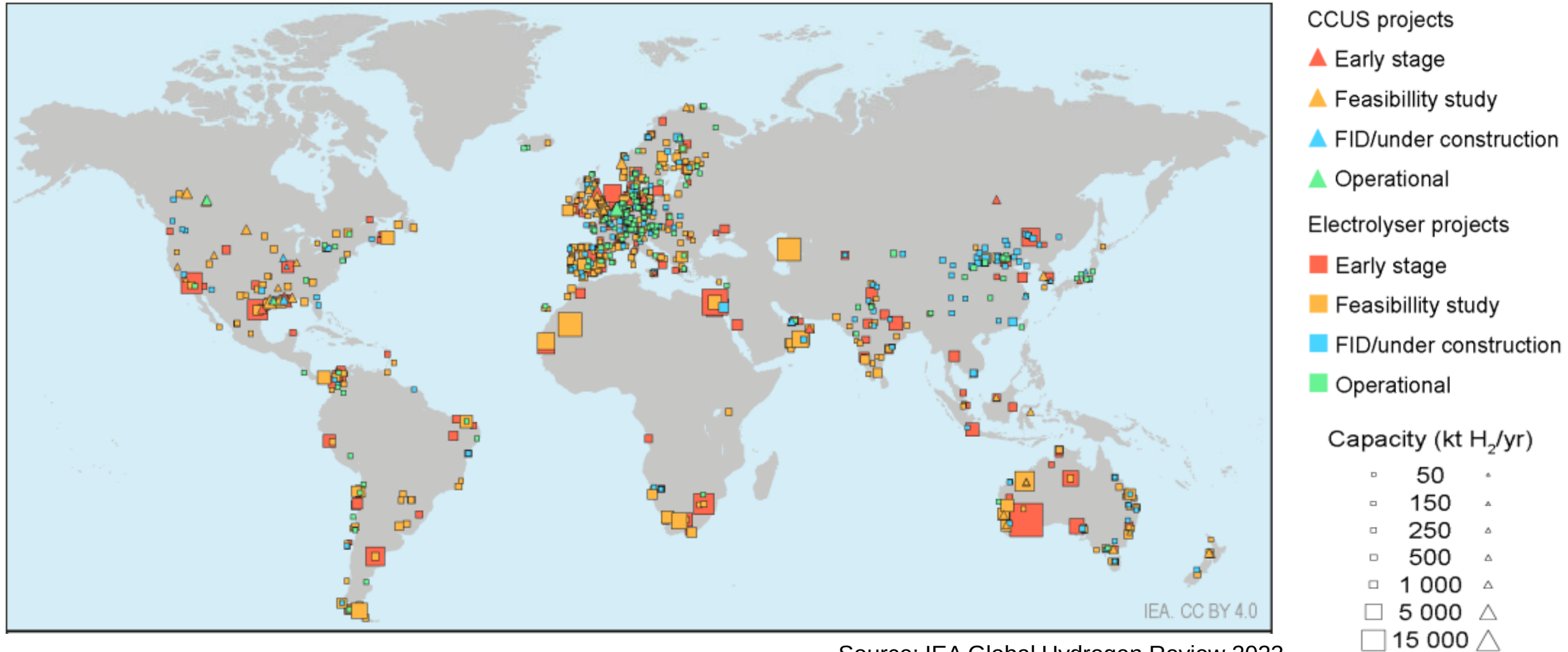
● 国家水素戦略を策定する国が増加しており（41か国・地域※）、水素に対する取り組みは世界に広がっている

※ 2023年9月時点



6-2. プロジェクトを取り巻く環境（低炭素水素製造プロジェクト）

- 欧州を筆頭に低炭素水素製造プロジェクトが世界的に増えているが、大型プロジェクトは計画段階



Source: IEA Global Hydrogen Review 2023

7. NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況

- 関連するNEDO事業とも連携してGI基金事業の成果最大化を目指すとともに、水素分野の社会受容性向上にも努めている

水素の社会受容性向上

- 経済産業省と連携して国際会議等を通じ、**水素サプライチェーンに関する情報発信を積極的に推進**し、社会受容性の向上に向けた取組を進めている。

例：2023年9月、**METIとNEDOで「第6回水素閣僚会議」を共催**

2030年に向けて水素需要量1億5,000万トン、そのうち再生可能及び低炭素水素需要量を9,000万トンとする追加的なグローバル目標を各国と共有

- NEDO事業で得られた成果物をイベントで活用することを通じ、関係国への日本の技術アピールや、水素への関心度を高めることによる社会受容性獲得に努めている。

例：**液水運搬船「すいそふろんていあ」への要人乗船**(複数実績)、**水素燃料電池船**による旅客運航(予定)、福島県FH2Rや山梨県米倉山の実証設備で製造した水素活用(スーパー耐久レース、ラッピングFCバス)、JPNモビリティショーでのPR(展示、トークショー)、中高生層への水素授業、人気YouTuberとのコラボ



「第6回水素閣僚会議」(2023年9月)

関連するプロジェクトとの連携強化

- **関連事業者が集い情報交換を行う場を定期的を開催**

例：「NEDO水素・燃料電池成果報告会」2024年7月18-19日

会場参加者数：約550名、YouTube視聴参加：約1000名

- **先行してNEDOで実施している交付金事業で開発した成果の活用**

例：HySTRAでの液化水素技術実証、水素発電用燃焼器の開発、等

- 関連するGI基金事業との情報共有・意見交換 (「再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造」、「次世代船舶の開発」、「燃料アンモニアサプライチェーンの構築」等)



G7札幌気候・エネルギー・環境大臣会合(2023年4月)



水素燃料電池船(大阪・関西万博で旅客運航予定)

(参考 1) プロジェクトの事業規模

プロジェクト全体の関連投資額※

※ プロジェクト実施企業等が、事業終了後の期間を含めて見積もった社会実装に向けた取組（グリーンイノベーション基金事業による支援を含む）にかかる関連投資額

約 9 7 0 0 億円

グリーンイノベーション基金事業の支援規模

		事業規模	支援規模
研究開発項目 1	液化水素サプライチェーンの商用化実証	約 2 9 0 0 億円	約 2 1 0 0 億円
	MCHサプライチェーン実証	約 7 3 0 億円	約 4 8 0 億円
	液化水素関連機器の研究開発を支える材料評価基盤の整備	約 3 0 億円	約 3 0 億円
	水素液化機向け大型高効率機器の開発	約 6 0 億円	約 6 0 億円
	直接MCH電解合成(Direct MCH)技術開発	約 1 5 0 億円	約 1 5 0 億円
研究開発項目 2	大規模水素サプライチェーン構築に係る水素混焼発電の技術検証	約 1 1 0 億円	約 6 6 億円
	既設火力発電所を活用した水素混焼/専焼発電実証	約 1 3 0 億円	約 8 0 億円
	CO ₂ フリー水素発電実証	約 2 4 0 億円	約 1 4 0 億円

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

水素出荷地を国内に計画修正しても、商用化に向けた技術実証実施内容に変更はない

研究開発項目1：国際水素サプライチェーン技術の確立及び液化水素関連機器の評価基盤の整備

テーマ名・事業者名

液化水素サプライチェーンの商用化実証

- ・日本水素エネルギー株式会社（幹事）
- ・ENEOS株式会社
- ・岩谷産業株式会社（2023年度まで）

アウトプット目標

- ✓ 2030年30円/Nm³（船上引き渡しコスト）の水素供給コストを達成する為の海上輸送技術を確認するため、「水素社会構築技術開発事業/大規模水素エネルギー利用技術開発」（以降、大型化開発）で開発された技術を実装し、2030年30円/Nm³（船上引き渡しコスト）を目指すことが可能な商用サプライチェーンを見据えた実証事業を行う。

実施内容

- ① 調査の実施
a. 実施場所の選定 b. 機器基本仕様の決定
c. 実証体制の構築 d. 実証計画の決定
e. ビジネスモデルの構築
- ② 基本設計の実施と投資判断
調査の実施 において決定した実証システムについて、基本設計コントラクターの保有する技術データを用いて基本設計を行い、投資判断に必要な要求仕様に基づく基本設計及びコストの算出を行う。これらから得た情報を基に、投資判断を行う。
- ③ 実証設備の建設の実施
実証設備の建設技術を有する企業に実証設備の建設業務を発注し、実証に必要な実証用の機器・設備を完工する。
- ④ 実証の実施
a. 個別機器の性能確認 b. ユニットとしての性能確認
c. システムとしての性能確認 d. 運転ノウハウの蓄積
e. 商用チェーンのコスト評価

マイルストーン

FS、基本設計～2023年度
（当初予定より1年拡張実施）

投資判断（2023年度）
2023年度末にステージゲート1

詳細設計、機器調達、設備建設（～2027年度）
2027年度末にステージゲート2（実証移行判断）

水素出荷側の運転確認（2028年度）
水素受入側の運転確認（～2029年度）実証用機器の運転検証（～2030年度）
実証結果を反映したコスト評価（2030年度）

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 1 : 国際水素サプライチェーン技術の確立及び液化水素関連機器の評価基盤の整備

テーマ名・事業者名

MCHサプライチェーン実証

・ ENEOS株式会社

アウトプット目標

- ✓ 多様な水素源を利活用したMCH製造技術を確立する
- ✓ コスト目標 2030年30円/Nm³-H₂@30万トン/年-H₂

実施内容

① 海外MCH製造技術の確立

マイルストーン (候補地再検討によりスケジュール1～2年後ろ倒し)

製造プロセスの 確立・運転検証

(FS～2023年度、基本設計～2024年度、建設～2029年度、実証～2030年度)
水素源のLCA 評価及び低炭素水素 評価手法の確立 (最終案策定2026年度)
貯蔵・海上輸送 コスト低減 (案策定2024年度)

② 国内MCH処理技術の確立

MCH脱水素に関する FSの実施 (～2024年度)
MCH脱水素技術の 確立 (設備完成2029年度)
水素利活用技術の 確立 (実証2029～30年度)

③ 国際MCHサプライチェーン 技術の確立

国際MCHサプライチェーンライセンスパッケージの 構築
(ライセンス選定2024年度、対象技術検討～2025年度、パッケージ構築2029年度)
国際MCHサプライチェーン品質規格 標準化
(品質基準案2024年度、基準案の検証～2027年度)

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 1 : 国際水素サプライチェーン技術の確立及び液化水素関連機器の評価基盤の整備

テーマ名・事業者名

液化水素関連機器の研究開発を支える 材料評価基盤の整備

・ 国立研究開発法人物質・材料研究機構
[NIMS]

アウトプット目標

- ✓ 液化水素の製造、輸送・貯蔵、利用に関わる機器・材料の低価格化に資するため、極低温水素雰囲気での材料の機械特性等を統一的に評価する上で基盤となる設備を整備する。
- ✓ 関係機関と連携して金属母材や溶接部材等の機械特性等を評価し、データの提供を行う。

実施内容

① 常圧極低温水素雰囲気での機械特性
評価試験設備の開発

② 高圧極低温水素雰囲気での機械特性
評価試験設備の開発

③ 特殊実験施設の開発

④ 材料データベース基盤の構築

マイルストーン

設計完了 (2022年度)
設備完成 (2024年度)

フォーマット検討 (2022年度)
フォーマット完成 (2024年度)

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 1 : 国際水素サプライチェーン技術の確立及び液化水素関連機器の評価基盤の整備

テーマ名・事業者名

水素液化機向け大型高効率機器の開発

・ 川崎重工業株式会社

アウトプット目標

✓ 液化機に搭載される機器の性能を向上させ、2050年20円/Nm³ の水素コストの達成に資する

実施内容

① 大型高効率水素圧縮機の開発
液化効率を数%向上させる見通しを得る。

② 動力回収型膨張タービンの開発
膨張タービンから動力を回収することにより、
液化効率を数%向上させる。

③ Wetタービンの開発
④ 磁気冷凍機の開発
従来の膨張弁（JT弁）をWetタービンと磁
気冷凍機に代替し、合わせて液化効率を
数%向上させる。

マイルストーン

小型機要素技術検討（～2022年度）
小型機製作・工場試験（～2024年度）
小型機サイト実証試験（～2026年度）
大型機への技術拡張（～2028年度）
大型機完成（2030年度）

要素研究（～2024年度）
構造成立性確認試験（2028年度）
水素環境下全機試験（2030年度）

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 1 : 国際水素サプライチェーン技術の確立及び液化水素関連機器の評価基盤の整備

テーマ名・事業者名

直接MCH電解合成(Direct MCH)技術開発

・ ENEOS株式会社

アウトプット目標

- ✓ 中型電解槽プラント(150kW級Direct MCH電解槽)を豪州に建設(2022年度)、グリーンMCHを日本に輸送
- ✓ 大型電解槽プラント(5000kW級Direct MCH電解槽)を豪州に建設、一部のグリーンMCHを日本に輸送
- ✓ 国内イベント等において、国内で豪州産グリーン水素を提供(25年度)
- ✓ 商用Direct MCH電解槽の仕様を決定し、プラントの概念設計を完了(2030年度)

実施内容

① Direct MCHプラント開発

② Direct MCH電解槽の開発

マイルストーン

大型電解槽プラント実証地決定/プラントエンジニアリング会社選定(2023年度)
大型電解槽プラント詳細設計完了(2024年度)
大型電解槽プラント完成(2025年度)
国内イベント等への水素提供(2025年度)
プラント耐久試験完了、水素コスト精査(2027年度)

中型電解槽の完成(2022年度)
大型電解槽の完成(2025年度)
商用電解槽の仕様決定(2027年度)
商用電解槽触媒層形成技術完成(2027年度)
改良水電解同等性能確立(2030年度)

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目2：水素発電技術（混焼、専焼）を実現するための技術の確立

テーマ名・事業者名

大規模水素サプライチェーン構築に係る水素混焼発電の技術検証

・株式会社JERA

アウトプット目標

✓ 最大水素混焼率(計画値)燃焼器を用いた安定した水素混焼発電技術の確立

実施内容

実機実証試験 (プロセス設計・既設改造、燃焼器製造、実証試験)

マイルストーン

水素混焼用プラントの設計完了（2022年度→2025年度→2024年度※）
※GI基金以外で水素性状影響を検討しており、その結果を反映した水素供給設備の仕様等を検討するために2025年度に再FSを実施する計画としていたが、実証試験方法の見直しにより、再FSを前倒して検討実施中。

水素予混合箇所から燃焼器において、既設発電設備と同等水準以下の建設費達成に向けた検討（2025年度→2024年度※）※再FSを前倒し

最大水素混焼率(計画値)燃焼器を用いた安定した水素混焼発電技術の確立（2028年度）

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目2：水素発電技術（混焼、専焼）を実現するための技術の確立

テーマ名・事業者名

既設火力発電所を活用した水素混焼/専焼発電実証

・関西電力株式会社

アウトプット目標

✓ 社会実装計画における2030年のアウトプット目標「大規模需要を創出する水素ガスタービン発電（混焼、高混焼、専焼）を実現するための技術の確立」を目指し、既設ガスタービンを用いた実証により水素混焼発電の運用技術を確立する

実施内容

① 既設改造範囲の決定

② 据付・試運転工程の決定

③ 水素発電時の安全対策の決定

④ 運用方法の確定

⑤ 水素要求品質の明確化

マイルストーン（2022年度末に大型混焼による実証にスコープチェンジ）

中型混焼/専焼での詳細FS（～2022年度）

中型混焼/専焼FSを活用し、自社取り組みとしての大型混焼FSも実施（2022年度）

詳細設計・製作（2023～2024年度）

水素混焼実証・評価（2025年度）

大阪・関西万博期間中での実証を予定

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 2 : 水素発電技術（混焼、専焼）を実現するための技術の確立

テーマ名・事業者名

CO2フリー水素発電実証

・ ENEOS株式会社

アウトプット目標

大規模需要を創出する水素ガスタービン発電技術（混焼、専焼）を実現するための技術の確立する

実施内容

① 水素発電技術（専焼）の実機実証

② 発電用CO2フリー水素供給システムの確立

マイルストーン（2024年度に、2025年度以降の事業方針・スケジュールを再検討）

実装発電所の選定（～2022年度）
改造仕様の確立（2026年度）
実機改造（～2028年度）
連続運転の実機実証、燃料品質規格の確立（～2030年度）

実装発電所の選定（～2022年度）
水素供給設備の新設仕様の確立（2026年度）
供給設備の新設（～2028年度）
負荷追従を行う上での運転方法の確立（～2030年度）
温室効果ガス削減効果の評価（～2030年度）