

事業戦略ビジョン

プロジェクト名：CO2フリー水素発電実証

実施者名：ENEOS株式会社、代表名：代表取締役社長 齊藤 猛

目次

1. 事業戦略・事業計画

- (1) 産業構造変化に対する認識
- (2) 市場のセグメント・ターゲット
- (3) 提供価値・ビジネスモデル
- (4) 経営資源・ポジショニング
- (5) 事業計画の全体像
- (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画
- (7) 資金計画

2. 研究開発計画

- (1) 研究開発目標
- (2) 研究開発内容
- (3) 実施スケジュール
- (4) 研究開発体制
- (5) 技術的優位性

3. イノベーション推進体制（経営のコミットメントを示すマネジメントシート）

- (1) 組織内の事業推進体制
- (2) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与
- (3) マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ
- (4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

4. その他

- (1) 想定されるリスク要因と対処方針

1. 事業戦略・事業計画

1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

脱炭素社会の到来によりCO2フリーの電気・水素・燃料がエネルギーキャリアに

カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

（脱炭素・循環型社会の進展）

- 地球温暖化問題の深刻化（世界的な異常気象・自然災害）
- 再生可能エネルギー・蓄電池のコストダウン加速化
- 世界的な省資源化の動き（レアメタル・廃プラスチック問題）

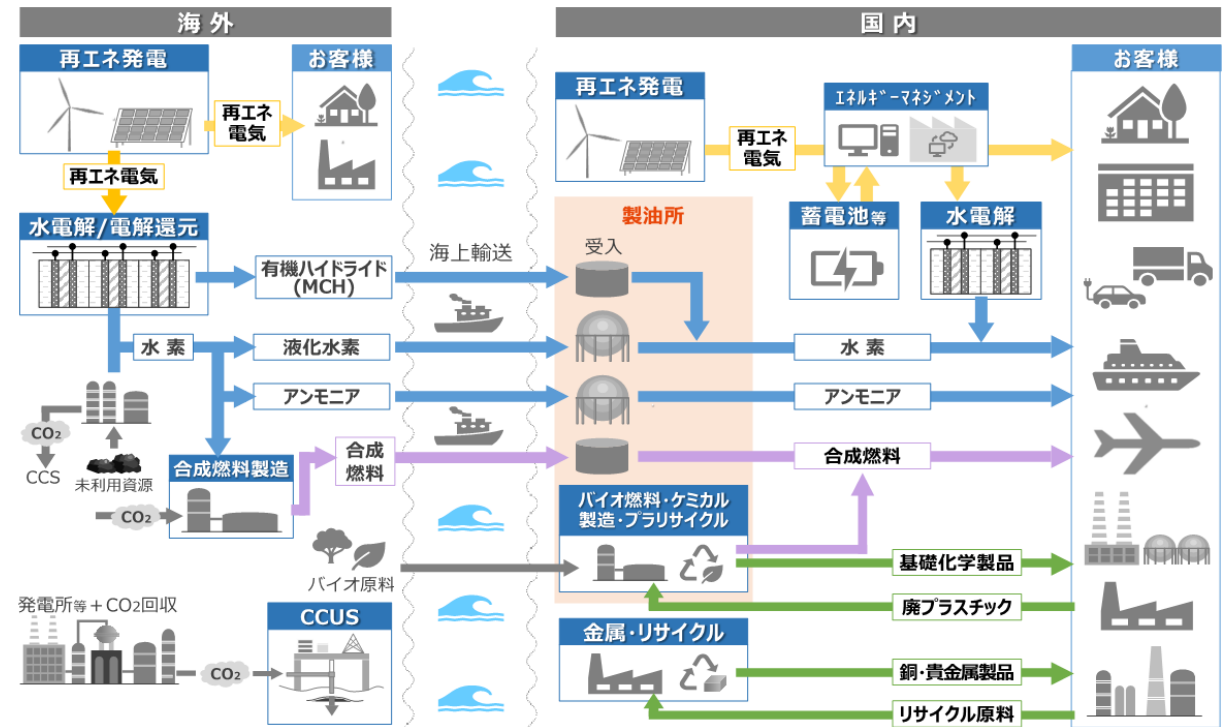
（デジタル革命の進展）

- インターネット社会・ブロックチェーン技術の進展
- 各産業の劇的な生産性向上（AI, IoT, ロボット等）
- 電化社会の進行（EVシフト・自動運転等）

（ライフスタイルの変化）

- アジアを中心に世界経済は成長（豊かさの追求）
- 人生100年時代、都市過密化、街づくりニーズ
- 利便性の追求（コト消費）、所有からシェアリングへ

カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ



● 市場機会や社会・顧客・国民等を与えるインパクト：

- 安価な再エネの大量導入
- ガソリン車大幅減
- 分散型太陽光発電＋蓄電池
- 多様なサービス提供者が生活を快適に

● 当該変化に対する経営ビジョン：

- 脱炭素・循環型社会の構築に向けて、CO2フリーの電気・水素・燃料を中心としたエネルギー、循環型の金属・化学品等の素材のサプライチェーン構築を進めていく
- CO2フリー水素に関しては、製油所を輸入CO2フリー水素供給の、SSを街のCO2フリー水素供給のハブとして、発電所・工場・家庭・FCモビリティユーザー等のお客様への水素供給体制の構築に取り組む

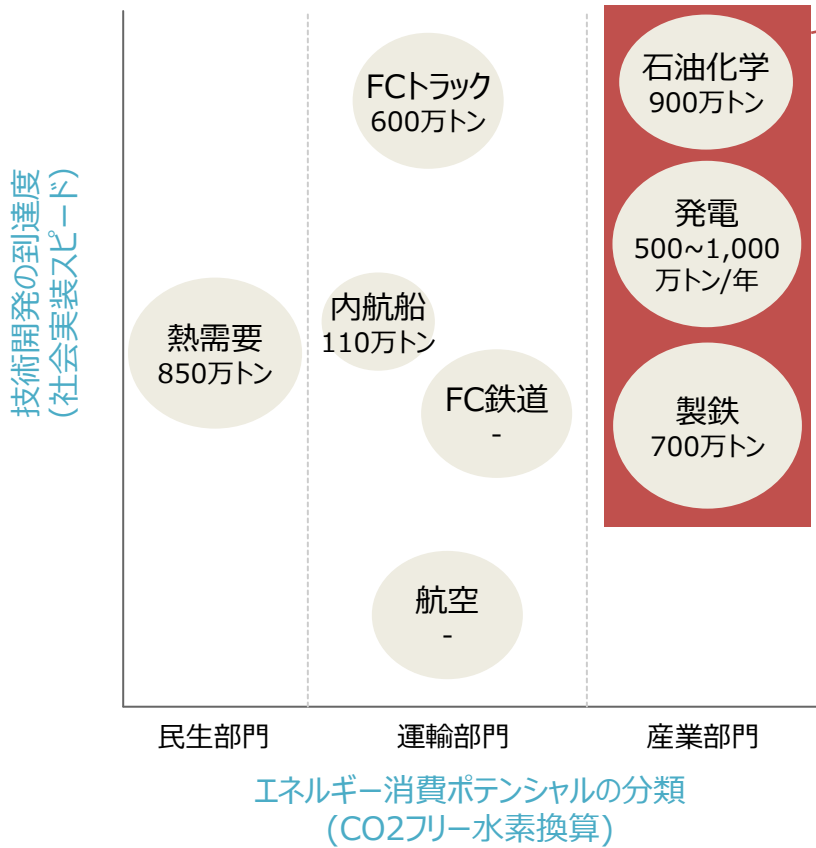
1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

CO2フリー水素市場のうち、発電・産業部門での利用をターゲットとして想定

セグメント分析

大量需要を早期に確保するため、企業のカーボンニュートラル実現に向けた取り組み加速が見込まれる発電/産業部門に注力

(CO2フリー市場のセグメンテーション)



ターゲットの概要

- 市場概要と目標とするシェア・時期**
2030年頃に300万トン/年、2050年頃には2,000万トン/年の国目標がスコープ
- 発電 : CO2フリー水素発電のインセンティブ制度により市場拡大を国が後押し (目標シェア 50% : 当社拠点付近の発電所へ供給・2050年頃)
 - 鉄鋼 : ゼロ・カーボンスチール実現に向けて市場拡大の見込み ※但し、コスト次第 (目標シェア 50% : 当社拠点付近の製鉄所へ供給・2050年頃)
 - 石油化学 : 既存アセットを活用し、企業のカーボンニュートラル実現に向けて市場拡大の見込み (目標シェア 50% : 当社拠点の工場へ供給・2050年頃)

需要家	主なプレイヤー	消費量 (2050年)	課題	想定ニーズ
発電	ENEOS JERA 関西電力 JR東日本	約500~1,000 万トン/年	<ul style="list-style-type: none">燃焼安定性の実証燃焼器の開発水素供給方法	<ul style="list-style-type: none">代替燃料対比 コスト競争力供給圧力 (タービン吸込 圧力相当)
鉄鋼	日本製鐵 JFEスチール	約700万トン/年	<ul style="list-style-type: none">既存製法での水素活用水素還元製鉄の技術開発水素供給方法	<ul style="list-style-type: none">現状同等の コスト競争力製鉄プロセスと統合
石油 化学	ENEOS	約100万トン/年 (石油) 約800万トン/年 (化学)	<ul style="list-style-type: none">プラント全体の需給調整水素供給方法	<ul style="list-style-type: none">代替燃料対比 コスト競争力プラント設備の活用

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

エネルギー製造・供給技術を用いてCO2フリー水素・電気等を提供する事業を創出/拡大

社会・顧客に対する提供価値

- 当社が海外から調達したCO2フリー水素を、国内需要家（発電・製鉄等）などに安価かつ安定供給するビジネスを行う。
- 世界に先駆け水素キャリア技術を社会実装し、資源国並びに国際水素取引市場における主要なプレゼンスを確立する。

- 国内の需要家にCO2フリー水素1,000万トン/年（2050年頃2,000万トン/年の50%相当）の供給を行い、日本国内のCO2排出量の約7,000万トン/年*の削減に貢献する。

*供給先を水素発電と想定し、燃料である輸入天然ガスを水素が熱量等価で代替すると仮定した上で削減量を算出

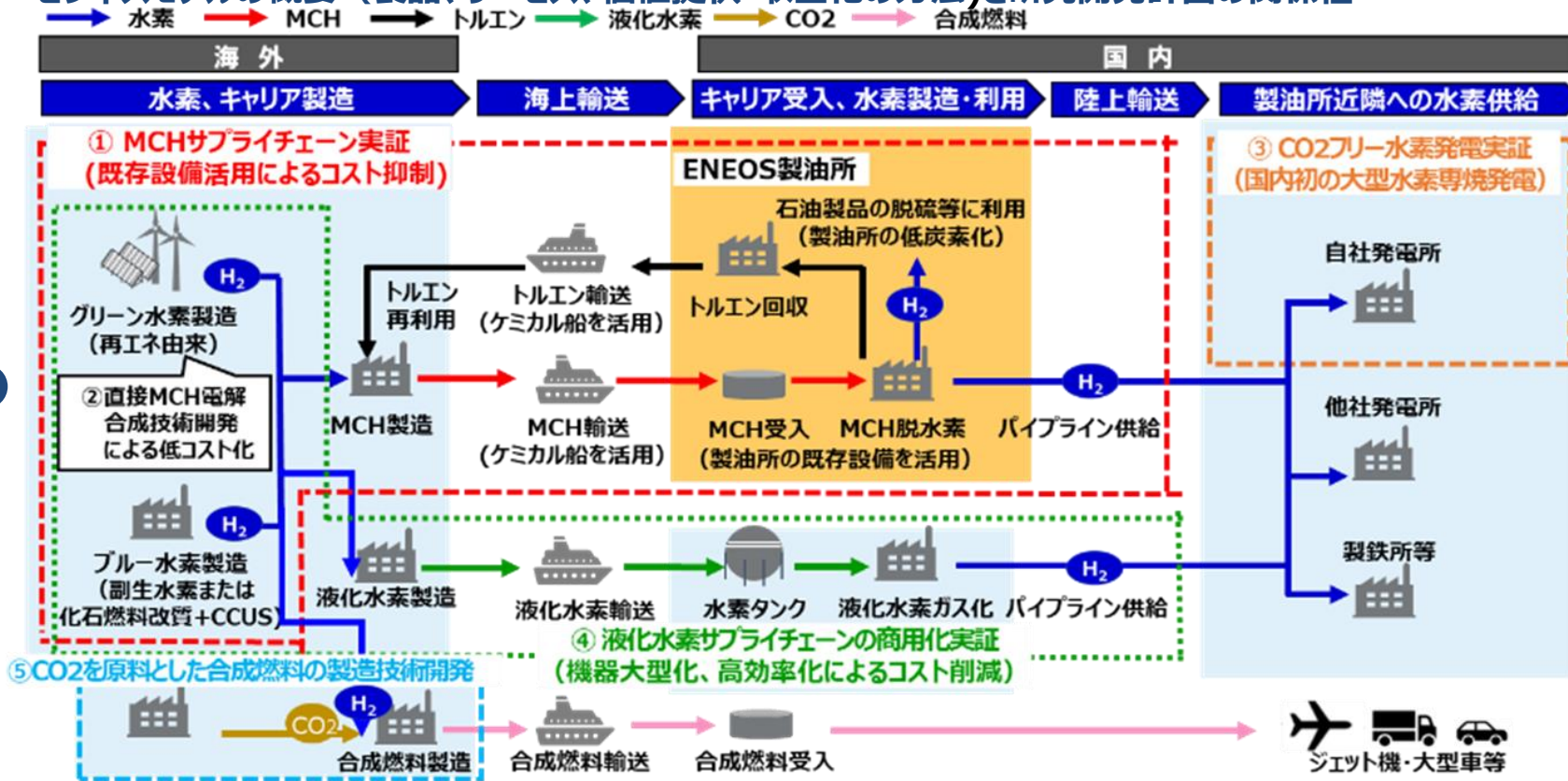
- 東南アジアをはじめとするCO2フリー水素の輸入国への供給ビジネスの覇権を確立し、水素国際市場(*)での取引量2,000万トン/年（2050年頃5,500万トン/年の36%）を確保し、CO2排出量約1億4千万トン/年の削減に貢献する。

必要な研究開発

安価かつ安定的にCO2フリー水素および電気を供給するために以下を行う。

- ①多様な水素源を利活用したMCH水素サプライチェーン構築
- ②再エネ由来のMCH製造の低コスト化を可能とするD-MCH技術を実用化
- ③液水サプライチェーン構築のための製造・輸送・貯蔵など基盤整備、技術確立
 - ①③共通のコスト目標（2030年30円/Nm³-H₂（船上引き渡しコスト）
2050年20円/Nm³-H₂以下）
- ④実機搭載による水素専焼発電の燃焼安定性、負荷応答性などの技術確立
- ⑤CO₂を原料とした合成燃料の製造技術の確立

ビジネスモデルの概要（製品、サービス、価値提供・収益化の方法）と研究開発計画の関係性



ビジネスの特徴

- 当社は2000年代初頭から電気事業を開始し、製油所・遊休地等にガスタービン等の自社電源を保有しており、既存設備を活用・改造することで、早期かつ安価にCO2フリー水素発電が可能である。
- 加えて、製油所のガスタービンは、最大で50%程度の水素を含むオフガス等を燃料としており、水素混焼発電に関する長年の実績・ノウハウを有している。
- 今後、CO2フリー水素（MCH、液水）供給事業と水素発電事業を一貫してビジネスを行うことにより、安定的かつ競争力のある価格でのゼロエミ電力供給事業を目指す。

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル（標準化の取組等）

標準化を活用し、水素の低炭素化・品質に関するルール形成を推進

標準化を活用した事業化戦略（標準化戦略）の取組方針・考え方

- CO2フリー水素を用いた大型発電設備での専焼発電実証を実行し、2050年頃において大規模な水素発電市場の形成を達成するためには、発電用燃料である水素の低炭素化度・品質に関する共通の基準を共有することが重要となる。
- 大規模市場の形成に向け、JH2AのWGへの参画等を通じて以下の標準化への取組みを進める。
 - a) 低炭素水素の定義
 - ・多様な水素源（化石燃料ケース、再エネケース）に対応したCO2排出原単位の算出方法及び低炭素水素の定義の明確化
 - b) 水素品質
 - ・水素、不純物の許容濃度など
 - c) 安全基準
 - ・水素発電設備の制御・運転に関わる操作手順など

国内外の動向・自社の取組状況

（国内外の標準化や規制の動向）

- ISOのLCA評価規格(ISO14044)
- CertifHy（低炭素水素の定義）
- GHG排出量評価の国際標準化（IPHE）
- 低炭素水素評価手法に関する標準化に向けた検討
（省エネルギー・新エネルギー分科会 水素政策小委員会）
- 水素インフラ整備に関わる規制の在り方検討
（水素保安戦略の策定に係る検討会）

（これまでの自社による標準化、知財、規制対応等に関する取組）

- 水素ステーション設置に関する規制緩和
- ISO FCV向け水素品質規格（ISO14687）、水素品質管理基準（ISO19887-8）の規格緩和、
- HySUT 水素ステーションに関するガイドラインの策定

1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

製油所等のアセットを保有する強みを活かして、社会・顧客に対してCO2フリー水素による脱炭素化という価値を提供

自社の強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供価値

- ・ 発電：燃料の脱炭素化、インセンティブ享受の可能性
 - ・ 鉄鋼：製鉄プロセスの脱炭素化
 - ・ 石油化学：石油化学プロセスの脱炭素化
- ➡製油所等の自社アセットを最大限活用し、社会投資を最小化の上、早期にCO2フリー水素サプライチェーンを構築し、日本全体の脱炭素化を促進する

自社の強み





- ・ 製油所等のアセットを保有
 - 設備投資を抑制する
 - 早期にサプライチェーン実証を実施する
- ・ 自社製油所および、近隣水素需要があり、大規模オフテイクとして国際水素市場で認識
- ・ 水素をハンドリングする知見・ノウハウを保有

自社の弱み及び対応

- ・ 水素キャリア関連設備の新設/改造に関するエンジニアリングを単独でできない
 - 機器メーカー、エンジニアリング会社とパートナー連携をして検討を進める

他社に対する比較優位性

自社

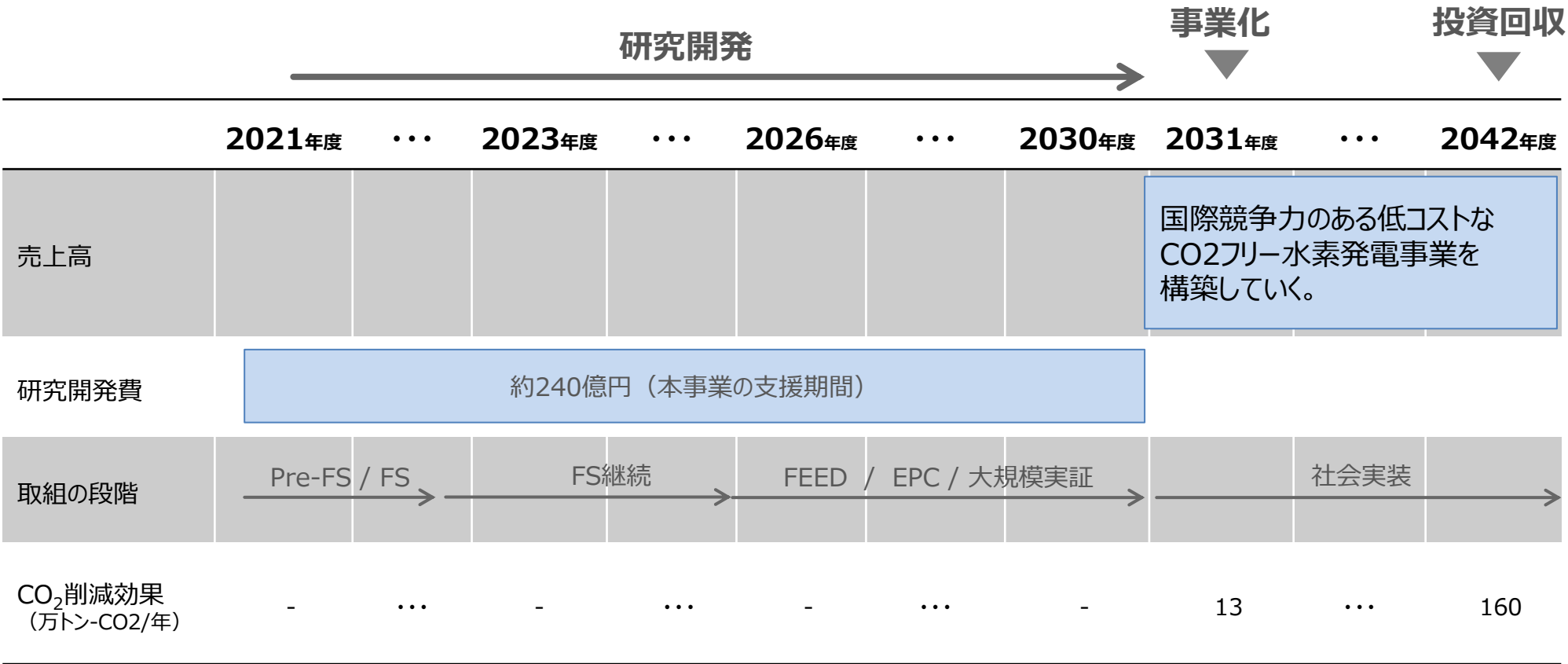
技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他経営資源
<ul style="list-style-type: none">・ 製油所など海外からの原油受入や大規模な水素設備の運転に精通・ 水素ステーション関連機器の開発実績有り	<ul style="list-style-type: none">・ 石油製品、ガス、石炭、電気、水素の販売事業を通して、民生/産業/運輸の全部門に顧客基盤を保有	<ul style="list-style-type: none">・ 石油製品等について、海外の資源開発から国内の供給までの事業を展開・ FCV用に水素製造・販売事業を展開	<ul style="list-style-type: none">・ 水素設備を含むプラント運転経験が豊富な人材・ 製油所や栈橋などの既存アセット・ 全国約13,000箇所のSSネットワーク
			
<ul style="list-style-type: none">・ 海外での水素製造から国内の供給までのサプライチェーンを構築・ 大規模サプライチェーン構築技術を確立	<ul style="list-style-type: none">・ 顧客の脱炭素化に対応することで、CO2フリー水素の供給先を既存顧客から拡大・ アジア市場の水素輸入国に対して、水素供給ビジネスを展開	<ul style="list-style-type: none">・ 既存サプライチェーンを基盤に、CO2フリー水素も事業を拡大・ 競争力のある水素源企業と協業し、日本、第三国へ輸出	<ul style="list-style-type: none">・ 水素サプライチェーン運用に関する知財を保有・ 国内にCO2フリー水素受入拠点を整備
<ul style="list-style-type: none">・ 液化水素技術を保有し、宇宙産業向け等に販売実績多数・ 有機ハイドライド技術を保有し、実証実績有り	<ul style="list-style-type: none">・ 国内の産業用水素の供給シェアが最大・ エンジニアリング会社として、プラントへ設備導入の実績多数	<ul style="list-style-type: none">・ 日豪間で液化水素キャリアでの国際間水素輸送実証を実施中・ 日本ブルネイ間でMCHキャリアでの国際間水素輸送実証に成功	<ul style="list-style-type: none">・ 液化水素製造プラントを国内に3か所、水素STを国内外に複数保有・ MCHの脱水素触媒を開発・ SPERA水素を商標登録

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

10年間の研究開発の後、2031年頃の事業化、12年間で投資回収を目標とする

投資計画

- ✓ 本事業終了後の2030年以降も設備の運用を継続し、CO2フリー水素発電の事業化を目指す。
- ✓ 日本国内市場での販売を図り、2042年頃に投資回収できる見込み。



1. 事業戦略・事業計画／（6）研究開発・設備投資・マーケティング計画

研究開発段階から将来の社会実装（設備投資・マーケティング）を見据えた計画を推進

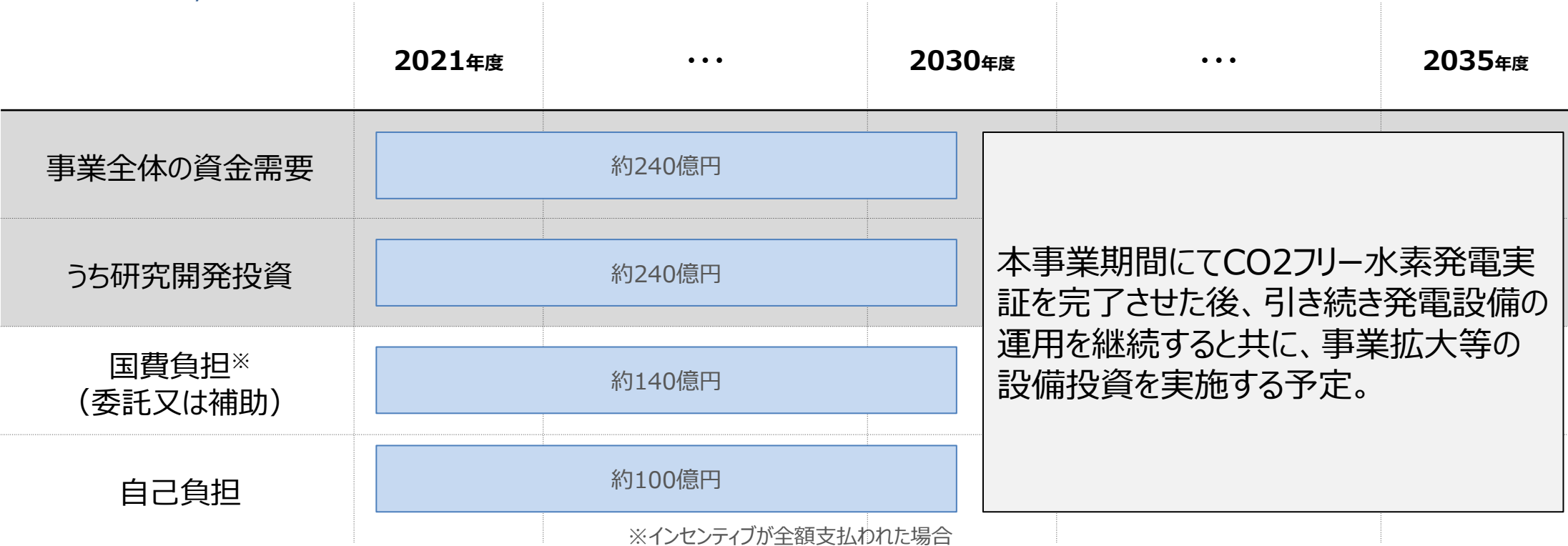
	研究開発・実証	設備投資	マーケティング
取組方針	<p>研究開発項目は以下の2項目とする</p> <p>1. 水素発電技術（専焼）の実機実証</p> <ul style="list-style-type: none">① 実証発電所の選定（事業性の評価）② 専焼燃焼器への改造仕様の確立③ 実機改造④ 長期間の連続運転の実機実証⑤ 燃料品質規格の確立、標準化 <p>2. 発電用CO2フリー水素供給システムの確立</p> <ul style="list-style-type: none">⑥ 実証発電所の選定（事業性の評価）⑦ 水素供給設備の新設仕様の確立⑧ 供給設備の新設⑨ 負荷追従を行う上での運転方法の確立⑩ 温室効果ガス削減効果の評価	<p>1. 方針</p> <p>水素需要黎明期に水素発電コストを抑えられるように、①当社アセット活用、②将来の需要拡大が期待できる場所に設備投資する。</p> <p>2. 戦略</p> <ul style="list-style-type: none">・短期的には実証設備を活用したスケールアップ・中長期的には、実証地以外でも自社の水素発電を拡大すると共に、発電事業者等他社向けの水素供給に必要な設備投資を行い、水素コストの低減を図る。	<ul style="list-style-type: none">・発電事業社とともに、変動性の少ないカーボンフリー電源として、水素発電がインセンティブが受けられる市場づくりに向けてアピールしていく。・大規模なカーボンフリー電源として、調整力市場に対しても、価値を提供していく。・当社製油所周辺発電所や製鉄所など、将来の水素需要になり得る設備を保有する企業と連携し、既設設備を最大限活用する地域での水素需要拡大を目指す。
進捗状況	<p>1. 水素発電技術（専焼）の実機実証</p> <p>大型発電設備による水素専焼発電FSを実施するとともに、実証発電所の選定と事業性評価を実施中。</p> <p>2. 水素供給システムの確立</p> <p>実証発電所の選定と事業性評価を実施中。</p>	<ul style="list-style-type: none">・設備投資先の検討 <p>社会実装を実現する上では水素発電コストを抑えることが重要となるため、当社アセットの最大限の活用と発電所等の大型需要が期待できる臨海部を中心に水素供給設備の検討を実施中。</p>	<ul style="list-style-type: none">・水素利用に関する企業・自治体連携 <p>当社保有の発電所の活用や京浜臨海部での水素供給事業の協業検討を開始した。更に、自治体との協力も得ながら地域社会と一体で水素利用拡大を取り進め中。</p>
国際競争上の優位性	<p>水素専焼発電の技術を確立（発電技術、発電向け水素供給技術）</p>	<p>国際競争力のある低コストな水素発電事業の構築（発電および供給する水素の低コスト化）</p>	<p>水素発電機器メーカーとともに、運転方法を含む水素発電技術国際競争力のある低コストな水素発電事業の構築（発電および供給する水素の低コスト化）</p>

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、自己負担を予定

資金調達方針：

- 基金適用期間（～2030年）の技術実証にかかる総事業費（＝研究開発投資）は約240億円の見込み。
 - ✓ 国の支援（1/2補助およびインセンティブ：約140億円）と自社で負担予定



2. 研究開発計画

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

「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」というアウトプット目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

研究開発項目		アウトプット目標	
1. 水素発電技術（専焼）の実機実証		・燃焼安定性の検証等、水素発電を実現するための技術の確立 ・国際市場形成の基盤となる既存設備の改造仕様/運転手順/燃料品質規格の標準化	
研究開発内容		KPI	KPI設定の考え方
1	実証発電所の選定（事業性の評価）	候補地毎に事業性を評価し、 実証場所と実証システムの構成を決定 する	早期かつ低コストな水素供給を確保、かつ将来の社会実装の実現可能性を考慮し、実証に最適な発電所を選定の上、最適な実証システムを明らかにする
2	専焼燃焼器への改造仕様の確立	水素発電導入の際の 既設設備の改造仕様を確立 し、コスト情報を精査した上で、 実証計画を確定 する	既設の発電所に水素専焼仕様の燃焼器を導入する際の改造仕様の標準化*とコスト精査を目指す （*燃料供給や排ガス処理などを含むシステム全体が対象）
3	実機改造	①②の実証計画に基づき、 既設設備を改造し、実機実証システムを建設 する	発電タービンメーカーと連携し、実証設備の建設コントラクターの詳細設計、建設業務を管理し、実機へ専焼燃焼器を実装する
4	長期間の連続運転の実機実証	燃焼安定性、発電出力、負荷応答性、NOx値などを実機で検証し、 水素専焼で長期間安定運転するための技術を確立 する	水素専焼仕様の燃焼器を実機実装することで、既設燃料と同等の発電性能を目指す
5	燃料品質規格の確立、標準化	規定すべき不純物の種類と、同燃焼器で許容できる混焼可能範囲を規定 する	上記の性能を達成しつつ、同燃焼器で許容できる燃料性状を明らかにし、水素発電燃料の品質を標準化する

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

「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」というアウトプット目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

研究開発項目	アウトプット目標		
2. 発電用CO2フリー水素供給システムの確立	<ul style="list-style-type: none">・大型化等、水素サプライチェーンの供給コスト削減に必要な技術の確立・国際市場形成の基盤となる設備建設仕様/運転手順/燃料品質規格の標準化・水素の非化石価値の顕在化による事業採算性向上に資する電力市場の整備		
研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方	
6 実証発電所の選定（事業性の評価）	候補地毎に事業性を評価し、 実証場所と実証システムの構成を決定 する	水素供給側の実証事業と連携を前提とし、海外からのCO2フリー水素受入から売電までの事業性を評価する 水素受入供給拠点として、実証に最適な場所を選定の上、最適な実証システムを明らかにする	
7 水素供給設備の新設仕様の確立	CO2フリー水素を発電設備へ供給するための設備建設仕様を確立 し、コストを情報を精査した上で、実証計画を確定する	大量の水素受入/供給設備を発電設備近傍にする際の設備建設仕様の標準化とコスト精査を目指す	
8 供給設備の新設	⑥⑦の実証計画に基づき、 水素供給設備を新設、既存発電設備へ接続し、実機実証システムを建設 する	水素キャリアに関連する設備メーカーと連携し、実証設備の詳細設計、建設業務を管理し、大量に水素を供給できる設備を実機に実装する	
9 負荷追従を行う上での運転方法の確立	水素供給のレスポンス性、安定性などを実機で検証し、 長期間安定して大量に水素安定供給するための技術を確立 する	実機運転で負荷追従における水素供給設備の応答性を評価し、負荷の変動に対して安定した連続運転を達成する	
10 温室効果ガス削減効果の評価	CO2フリー水素発電による 温室効果ガス削減量を定量化する評価手法を確立 する	実証システムを通して、水素の非化石価値を定量化し、売電事業における水素発電の付加価値を明らかにする	

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

研究開発項目		1. 水素発電技術（専焼）の実機実証			
研究開発内容	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
① 実装発電所の選定 (事業性評価)	候補地毎に事業性を評価し、 実証場所と実証システムの構成を決定 する	-	⇔ 実証場所、 実証システムの決定	➡ 発電タービンメーカー、エンジニアリング会社と連携し、 当社既存設備の活用を前提に候補地における 水素供給量の確保、改造範囲、将来の事業性等 を評価する	高い (90%)
② 専焼燃焼器への 改造仕様の確立	水素発電導入の際の 既設設備 の改造仕様を確立 し、コストを情 報を精査した上で、 実証計画を 確定 する	-	⇔ 改造仕様の確立 実証計画の確定	➡ ①での評価結果を基に基本設計を実施する 既存設備の検査経歴や今後の保全計画と当改造 計画を連携し、最適な改造計画を検討する	高い (80%)
③ 実機改造	①②の実証計画に基づき、 既設 設備を改造し、実機実証システ ムを建設 する	-	⇔ 改造完了	➡ 製油所/発電所における燃焼器の運転および改造 保全に関する知見を総合し、改造に関わるノウハウを 纏め、建設業務を推進する	中 (50%)
④ 長期間の連続運転 の実機実証	燃焼安定性、発電出力、負荷 応答性、NOx値などを実機で検 証し、 水素専焼で長期間安定運 転するための技術を確立 する	専焼燃焼器を メーカー開発中 (TRL4)	⇔ 実機実証完了 (TRL8)	➡ メーカーでの燃焼器の技術開発成果を基に、 実機試験で評価する 製油所/発電所における水素燃焼の監視および 設備の改造保全に関する知見を総合し、課題解決 を推進する	中 (50%)
⑤ 燃料品質規格 の確立、標準化	規定すべき不純物の種類と、同 燃焼器で許容できる混焼可能 範囲を規定 する	専焼燃焼器を メーカー開発中 (TRL4)	⇔ 実機実証完了 (TRL8)	➡ 水素ステーションにおける水素品質管理の知見を 総合し、水素燃料の組成や不純物濃度を測定し、 実機での実証試験で運転影響を評価する	中 (50%)

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

研究開発項目		2. 発電用CO2フリー水素供給システムの確立					
研究開発内容	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)		
⑥ 実装発電所の選定 (事業性評価)	候補地毎に事業性を評価し、 実証場所と実証システムの構成を決定 する	-	実証場所、 実証システム の決定	候補周辺の水素需要家になり得る事業者へ 将来計画ヒアリングなどで需要ポテンシャルを調査し、 実証設備の基本仕様、事業性等を評価する	高い (90%)		
⑦ 水素供給設備の 新設仕様の確立	CO2フリー水素を発電設備へ供給するための設備建設仕様を確立 し、コストを情報を精査した上で、 実証計画を確定する	-	新設仕様の確立 実証計画の確定	⑥での評価結果を基に基本設計を実施する 既存インフラや用役の活用や、将来的な他社への 供給を踏まえ、最適な新設計画を検討する	高い (80%)		
⑧ 供給設備の新設	⑥⑦の実証計画に基づき、 水素供給設備を新設、既存発電設備へ接続し、実機実証システムを建設 する	-	建設完了	製油所/発電所における水素設備の運転および 改造保全に関する知見を総合し、新設に関わる ノウハウを纏め、建設業務を推進する	中 (50%)		
⑨ 負荷追従を行う上での 運転方法の確立	水素供給のレスポンス性、安定性 などを実機で検証し、 長期間安定して大量に水素安定供給するための技術を確立 する	小型試験機で 実証完了 (TRL5)	実機実証完了 (TRL8)	発電機実機の負荷変動に対して実証設備を 運転評価する 製油所/発電所における水素および発電設備 の改造保全に関する知見を総合し、課題解決を 推進する	中 (50%)		
⑩ 温室効果ガス削減 効果の評価	CO2フリー水素発電による 温室効果ガス削減量を定量化する評価手法を確立 する	小型試験機で 実証完了 (TRL5)	実機実証完了 (TRL8)	水素サプライチェーン構築PJと連携し、水素製造 から発電までの温室効果ガス排出量を実機実証 の結果を基にLCAにて評価する	高い (80%)		

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発項目

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

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの開発進捗	進捗度
<div>16</div> <div>実装発電所の選定 （事業性の評価）</div>	<div>（2022年度ステージゲート①） 候補地毎に事業性を評価し、 実証場所と実証システムの構成 を決定する</div>	<div>《実証システム構成の検討》 （ア）ガスタービン本体機器の検討 ➡必要な水素量、設備改造範囲、改造に必要なスケジュール、追加敷地面積、必要なユーティリティ量等の調査を実施。 （イ）発電設備周辺機器の検討 ➡発電設備周辺機器の改造範囲、改造に必要なスケジュール、追加敷地面積、必要なユーティリティ量等の調査を実施。 （ウ）水素供給方法の検討 ➡水素供給方法および水素キャリアに関する調査を実施。 （エ）必要となる許認可の整理 ➡水素発電における必要となる許認可確認および調査を実施。 （オ）候補地周辺のCO2フリー水素需要・遊休地調査 ➡発電設備周辺のCO2フリー水素需要調査を実施。</div>	<div>○</div>

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

研究開発項目

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

研究開発内容

- 1
- 6 実装発電所の選定
（事業性の評価）

直近のマイルストーン

（2022年度ステージゲート①）
候補地毎に事業性を評価し、
**実証場所と実証システムの構成
を決定する**

残された技術課題

- 《実証システム構成の検討》
- （ア）ガスタービン本体機器の検討
➡必要な水素量、設備改造範囲、改造に必要なスケジュール、追加敷地面積、必要なユーティリティ量等の調査を実施。
 - （イ）発電設備周辺機器の検討
➡発電設備周辺機器の改造範囲、改造に必要なスケジュール、追加敷地面積、必要なユーティリティ量等の調査を実施。
 - （ウ）水素供給方法の検討
➡水素供給方法および水素キャリアに関する調査を実施。
水素発電に必要な水素の流量・圧力に対する水素供給システムの設備仕様に対して、水素受入基地側仕様に適合課題あり。
 - （エ）必要となる許認可の整理
➡水素発電における必要となる許認可確認および調査を実施。
 - （オ）候補地周辺のCO2フリー水素需要・遊休地調査
➡発電設備周辺のCO2フリー水素需要調査を実施。

解決の見通し

- （ウ）水素受入基地側の設備
メーカー側の開発進捗に合わせ、
解決に向けた取り組みを継続実施

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容の詳細、これまでの取組、今後の見通しに関する参考資料

【ご参考】 ENEOSの主な発電設備

2000年初頭より、電気事業を展開しており、現在、8カ所の火力発電所（計133.3万kW）を保有
さらに、バイオマス・水力・太陽光・風力等の再生可能エネルギー事業も展開

事業別発電容量

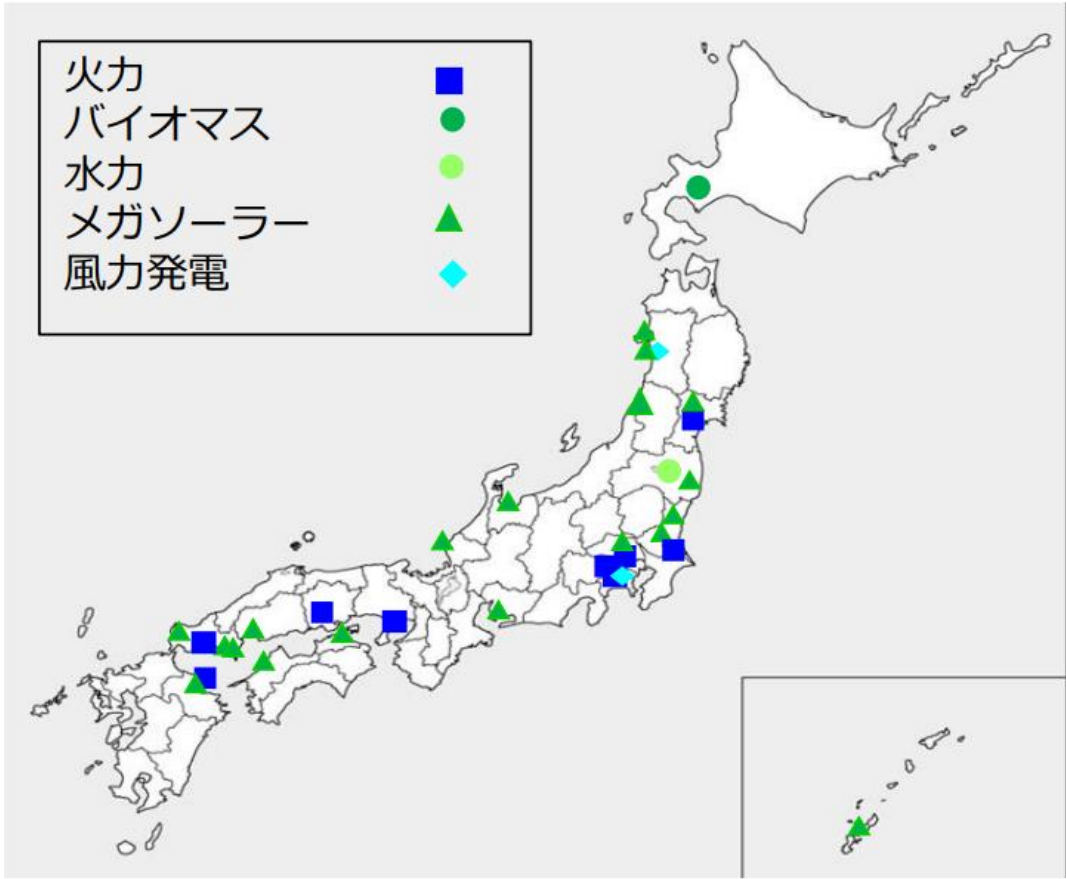
・電気事業	10拠点	140.6万kW
火力	8拠点	133.3万kW
バイオマス	1拠点	6.8万kW
水力	1拠点	0.5万kW
・メガソーラー	28拠点	8.0万kW
・風力	2拠点	0.4万kW
合計（当社持分ベース）		149.0万kW

火力発電所リスト

拠点	所在地	発電容量 (万kW)	使用燃料	運開年
川崎天然ガス発電	川崎市	42.1	天然ガス	2008年
仙台製油所	仙台市	9.0	副生ガスなど	2007年
鹿島製油所	神栖市	11.0	SDAピッチなど	2016年
川崎製油所	川崎市	4.1	副生ガスなど	1994年
水島製油所	倉敷市	6.0	石油コークス	2018年
大分製油所	大分市	13.7	SDAピッチ	1999年
根岸製油所	横浜市	34.2 ¹⁾	VR	2003年
麻里布製油所	和木町	13.2	石油コークス	2004年

1) 送電量

当社の電源構成



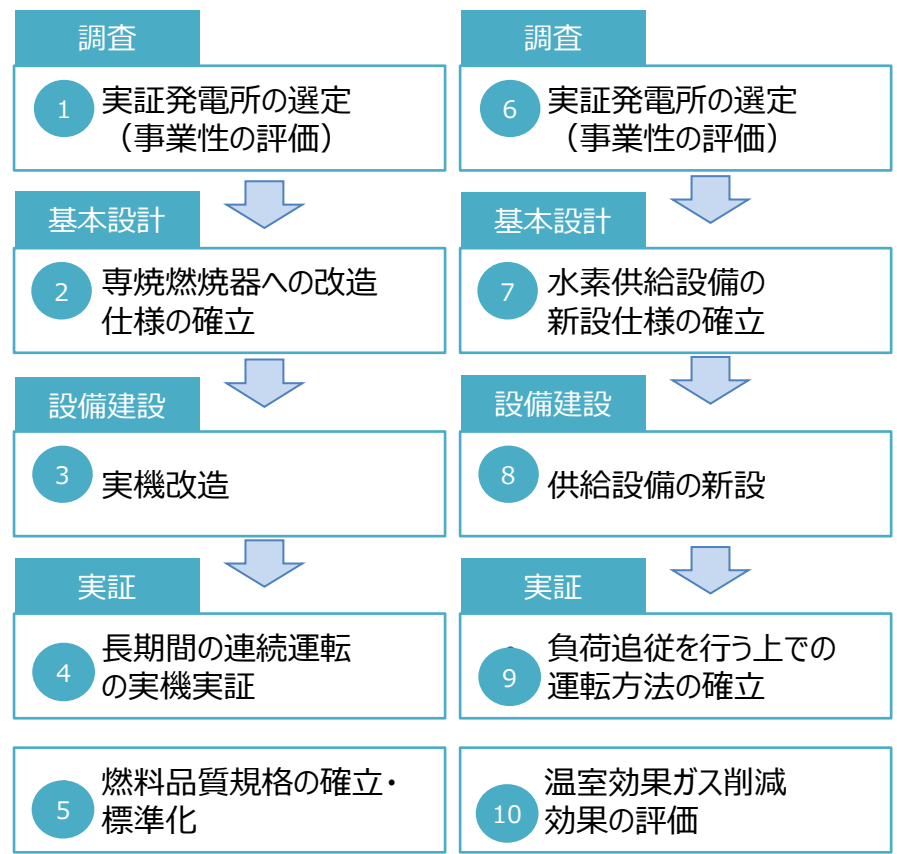
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容の詳細、これまでの取組、今後の見通しに関する参考資料

研究開発項目1・2 水素発電技術(専焼)の実機実証、発電用CO2フリー水素供給システムの確立

研究開発内容

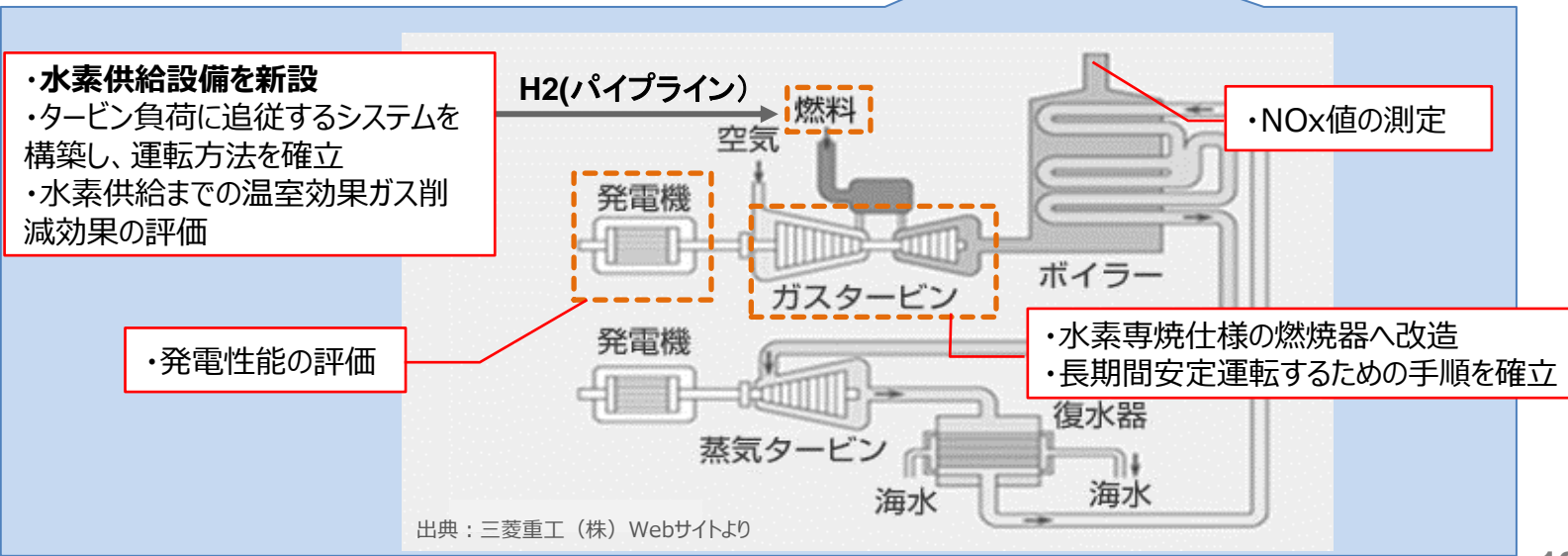
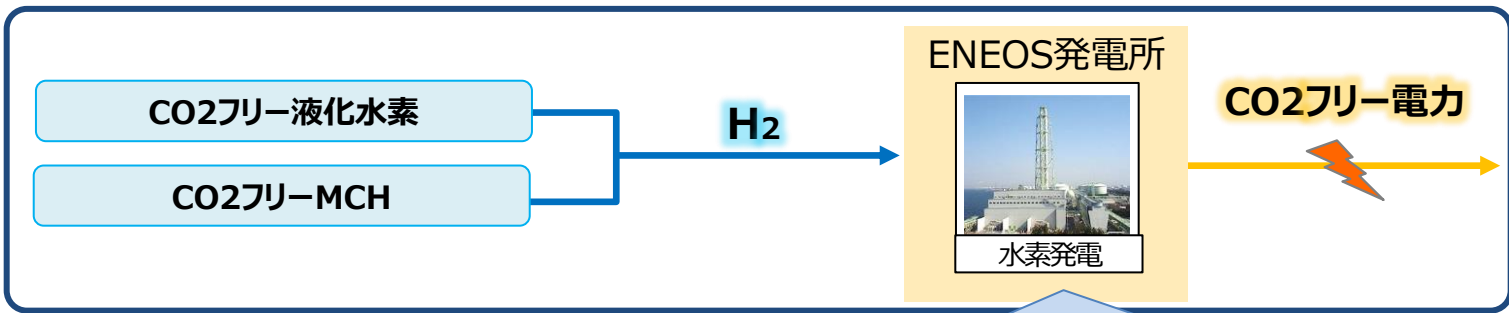
1. 水素発電技術の実機実証

2. 発電用CO2フリー水素供給システムの確立



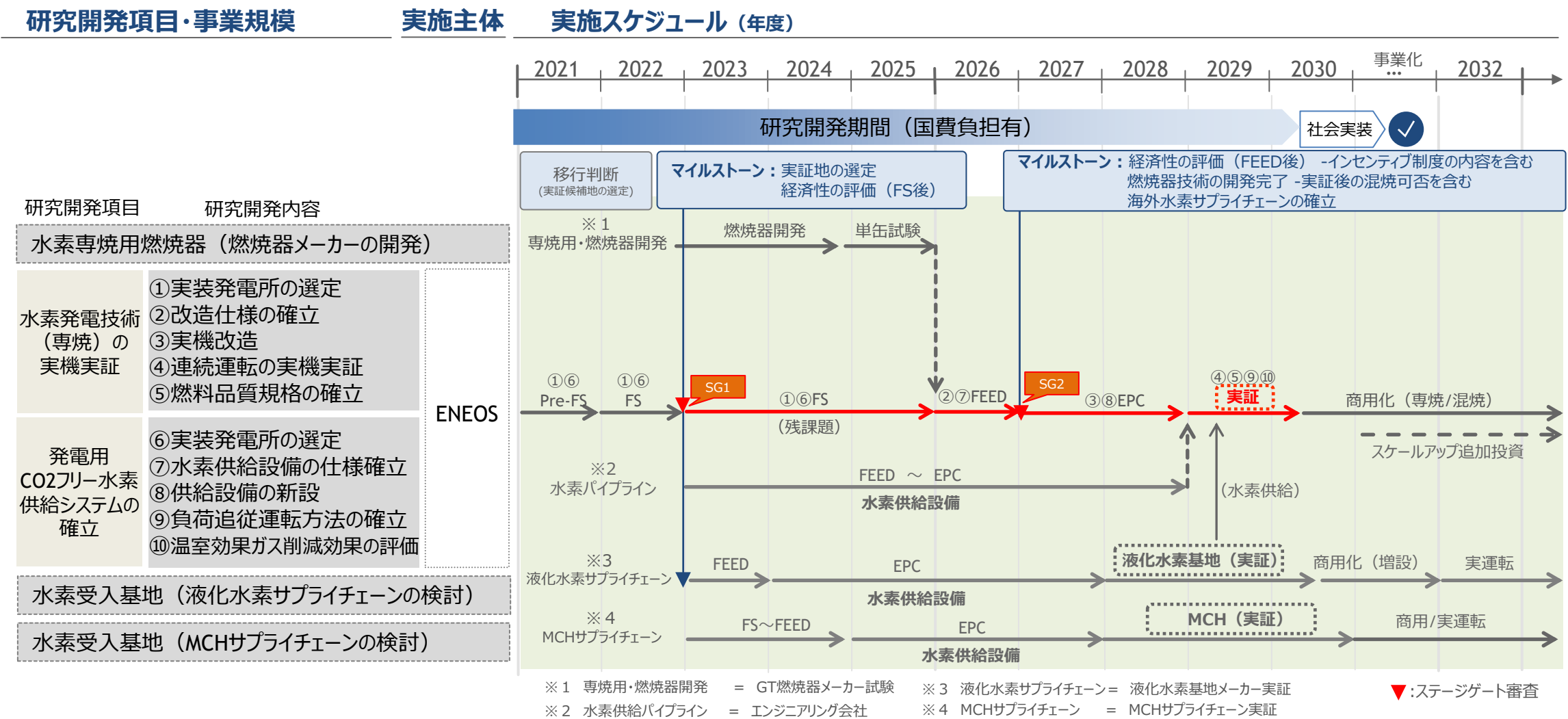
実証におけるポイント

- 水素発電技術を発電所へ実装し、**水素受入から電力販売までの事業全体を検証**する
- 国際水素サプライチェーン構築事業と連携し、**CO2フリー水素の安定供給技術を確立**し、実証後に**商用化へ移行**する



2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

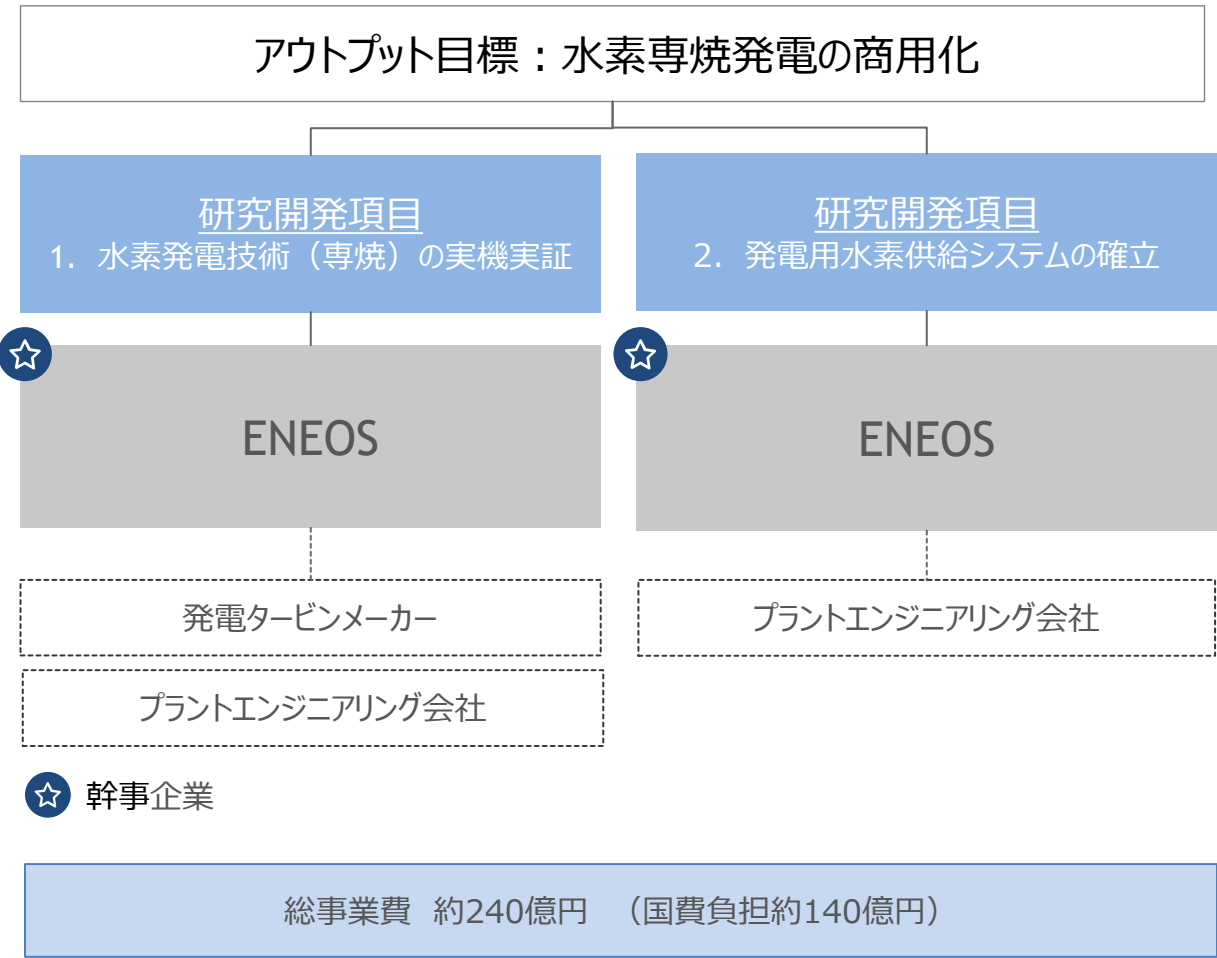
複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

実施体制図



各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- ENEOSは、発電設備と水素供給設備を統合した全体の取りまとめ、実証場所の選定、実証規模の検討、事業の経済性評価を行う
- ENEOSは、発電タービンメーカーに請負もしくは委託し、水素発電設備（燃烧器・脱硝設備等）の改造、運転方法の確立、燃料品質の規格化を行う
- ENEOSは、プラントエンジニアリング会社に請負もしくは委託し、液化水素もしくはMCHキャリアでの水素供給設備の検討、基本設計を実施する
- ENEOSは、水素専焼発電および水素供給設備を、実証試験の詳細設計・建設を実施し、実証試験を行う

研究開発における連携方法

- 発電タービンメーカーで開発中の水素専焼燃烧器を、ENEOSの発電設備に導入し、実機実証をする
- プラントエンジニアリング会社に外注して、最適な水素供給設備の基本設計を実施し、実証計画を策定する

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
1. 水素発電技術（専焼）の実機実証	1 実証発電所の選定（事業性の評価）	<ul style="list-style-type: none">2000年代初頭から発電事業を開始し、現在、計9箇所の火力発電設備を全国の製油所、製造所に保有上記の設備にて、様々な燃料での運転のノウハウを保有水素受入貯蔵設備に関する設備・栈橋等ノウハウ保有ガスタービン発電設備や燃料ガス化設備の建設、メンテナンスに関する実績があり、ノウハウを保有石油精製で発生する副生水素を含むオフガスの燃焼に関する運転ノウハウを保有（ボイラ、加熱炉、ガスタービン等）国内の製油所、事業所で省エネ推進およびSOx/NOx等の排出基準順守に関する知見や運転ノウハウを保有様々な種類の発電用燃料供給および品質管理の実績	<p>（優位性）</p> <ul style="list-style-type: none">既設インフラの活用や水素受入貯蔵設備に関する設備ノウハウによる設備投資の抑制可能性を保有プラント運転技術・ノウハウを有する人材を保有開発中のマルチクラスタ導入により、高効率発電を実証燃料品質規格との比較が自社内で実施可能 <p>（リスク）</p> <ul style="list-style-type: none">商用設備改造・実証期間中に、売電の機会損失の発生水素専焼燃焼器の開発中止/遅延による機会損失運転費・補修費の増加による売電価格への影響
	2 専焼燃焼器への改造仕様の確立		
	3 実機改造		
	4 長期間の連続運転の実機実証		
	5 燃料品質規格の確立・標準化		
2. 発電用水素供給システムの確立	6 実証発電所の選定（事業性の評価）	<ul style="list-style-type: none">臨海地区にある製油所・事業所に事業用発電設備や水素受入用の設備保有、LNG発電所のノウハウ保有水素受入貯蔵設備としてタンク・栈橋などが転用可能石油精製プロセスで使用している水素製造装置の新設・メンテナンスのノウハウを保有全国47ヵ所（22年9月末時点）の水素ステーションの新設・メンテナンスのノウハウを保有水素含有燃料での発電タービンの運転および運転中の水素比率変動に関する操作ノウハウを保有水素製造に起因する温室効果ガス排出量の定量化手法を今後規定予定	<p>（優位性）</p> <ul style="list-style-type: none">既設インフラの活用や水素受入貯蔵設備に関する設備、発電設備ノウハウによる設備投資の抑制可能性を保有水素ガス設備の取り扱いに精通しておりノウハウを保有MCH・液化水素サプライチェーン構築のGI基金事業と連携し、適確な水素キャリアからの水素利用が検討可能 <p>（リスク）</p> <ul style="list-style-type: none">液化水素をキャリアとする場合、設備運転の経験がない水素専焼燃焼器の開発中止/遅延による機会損失既存設備の改造に伴う運転費・補修費の増加
	7 水素供給設備の新設仕様の確立		
	8 供給設備の新設		
	9 負荷追従を行う上での運転方法の確立		
	10 温室効果ガス削減効果の評価		

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

活用可能な技術等に関するエビデンスリスト

No.	既存の技術等	エビデンス（出典）
1- ①	<ul style="list-style-type: none">➢ 臨海地区にある製油所・事業所に事業用発電設備や水素受入用の設備を保有➢ 水素受入貯蔵設備としてタンク・栈橋などが転用可能➢ LNG発電所の運転ノウハウを保有	<ul style="list-style-type: none">➢ ENEOSの発電設備 https://www.eneos.co.jp/business/power/setsubi.html➢ ENEOSの事業所一覧 https://www.eneos.co.jp/company/about/branch/➢ 川崎天然ガス発電所HP https://www.knng.co.jp/
1- ②	<ul style="list-style-type: none">➢ ガスタービン発電設備や燃料ガス化設備の建設、メンテナンスに関する実績があり、ノウハウを保有	<ul style="list-style-type: none">➢ 根岸製油所パンフレット：ガス化複合発電設備を記載 https://www.eneos.co.jp/company/about/branch/negishi/refinery/pdf/pamphlet.pdf
1- ③ ④ ⑤	<ul style="list-style-type: none">➢ 石油精製で発生する副生水素を含むオフガスの燃焼に関する運転ノウハウを保有（ボイラ、加熱炉、ガスタービン等）➢ 国内の製油所、事業所で省エネ推進およびSOx/NOxの排出基準順守に関する知見や運転ノウハウを保有➢ 様々な種類の発電用燃料供給および品質管理の実績	<ul style="list-style-type: none">➢ 仙台製油所パンフレット：ガスタービン複合発電設備を記載 https://www.hitachihyoron.com/jp/pdf/1990/06/1990_06_09.pdf➢ ENEOS REPORT ESGデータブック2022 https://www.hd.eneos.co.jp/csr/report/pdf/eneos_2021_f.pdf➢ ENEOSホールディングス HP：品質管理 https://www.hd.eneos.co.jp/csr/social/quality.html➢ ENEOSホールディングス HP：天然ガスの供給について https://www.eneos.co.jp/business/industrial/lng/taisei.html
2- ⑥	<ul style="list-style-type: none">➢ 臨海地区にある製油所・事業所に事業用発電設備や水素受入用の設備を保有➢ 水素受入貯蔵設備としてタンク・栈橋などが転用可能➢ LNG発電所の運転ノウハウを保有	<ul style="list-style-type: none">➢ ENEOSの発電設備 https://www.eneos.co.jp/business/power/setsubi.html➢ ENEOSの事業所一覧 https://www.eneos.co.jp/company/about/branch/➢ 川崎天然ガス発電所HP https://www.knng.co.jp/
2- ⑦	<ul style="list-style-type: none">➢ 石油精製プロセスで使用している水素製造装置の新設・メンテナンスのノウハウを保有➢ 全国47カ所（22年9月末時点）の水素ステーションの新設・メンテナンスのノウハウを保有	<ul style="list-style-type: none">➢ ENEOSの水素ステーション https://www.eneos.co.jp/business/hydrogen/station.html➢ 堺製油所パンフレット：製油所の水素製造装置を記載 https://www.eneos.co.jp/company/about/branch/sakai/refinery/pdf/pamphlet.pdf
2- ⑧ ⑨ ⑩	<ul style="list-style-type: none">➢ 水素含有燃料での発電タービンの運転および運転中の水素比率変動に関する操作ノウハウを保有➢ CO2フリー水素サプライチェーン構築事業も本事業と並行して実施しており、水素製造に起因する温室効果ガス排出量の定量化手法を今後規定予定	<ul style="list-style-type: none">➢ 仙台製油所パンフレット：ガスタービン複合発電設備を記載 https://www.hitachihyoron.com/jp/pdf/1990/06/1990_06_09.pdf➢ サウジアラムコとのCO2フリー水素・アンモニアのサプライチェーン構築に向けた協業検討に関する覚書締結について https://www.eneos.co.jp/newsrelease/20210325_01_01_1090046.pdf➢ SEDCIエネルギー株式会社、住友商事株式会社との水素事業における協業検討に関する覚書の締結について https://www.eneos.co.jp/newsrelease/20201023_01_2011051.pdf➢ 「技術研究組合 CO2フリー水素サプライチェーン推進機構」への参画について https://www.eneos.co.jp/newsrelease/20190801_01_02_1090046.pdf

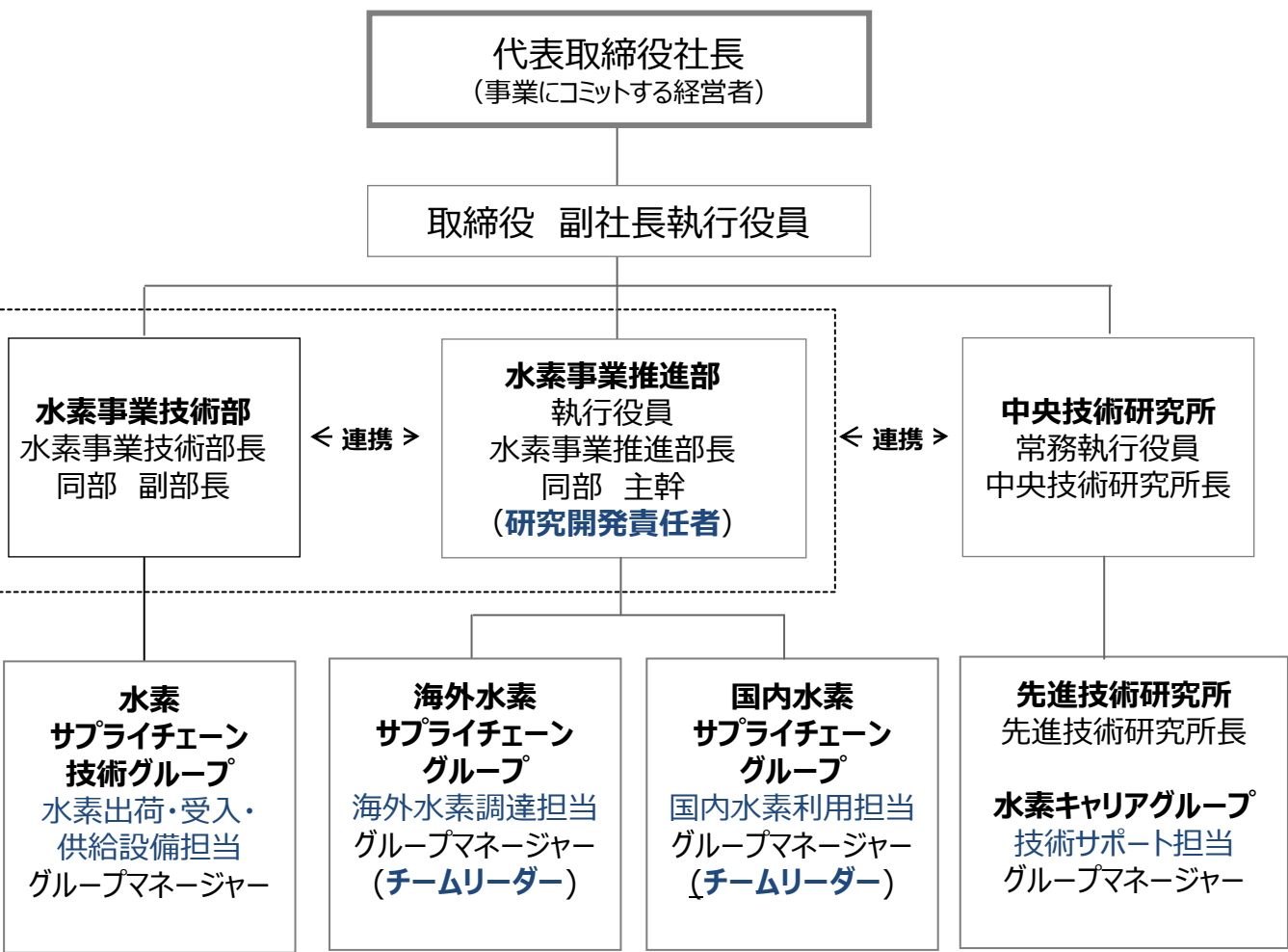
3. イノベーション推進体制

(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

3. イノベーション推進体制／（1）組織内の事業推進体制

経営者のコミットメントの下、専門部署に複数チームを設置

組織内体制図



組織内の役割分担

研究開発責任者と担当部署

- **研究開発責任者**
 - 水素事業推進部 主幹
: 全体事業総括
- **担当グループ**
 - 国内水素サプライチェーングループ
: 国内受入側 液化水素技術開発/水素供給事業担当
 - 海外水素サプライチェーングループ
: 水素出荷側 海外CO2フリー水素調達担当
 - 水素サプライチェーン技術グループ
: 国内外水素関連設備担当
 - 中央技術研究所
: 技術サポート担当
- **研究開発責任者/チームリーダー級の実績**
 - 研究開発責任者: 水素事業等の新エネルギー事業企画・立案実績
 - 国内水素チームリーダー: 研究開発戦略策定等の実績
 - 海外水素チームリーダー: エネルギー調達、製油所生産管理等の実績

部門間の連携方法

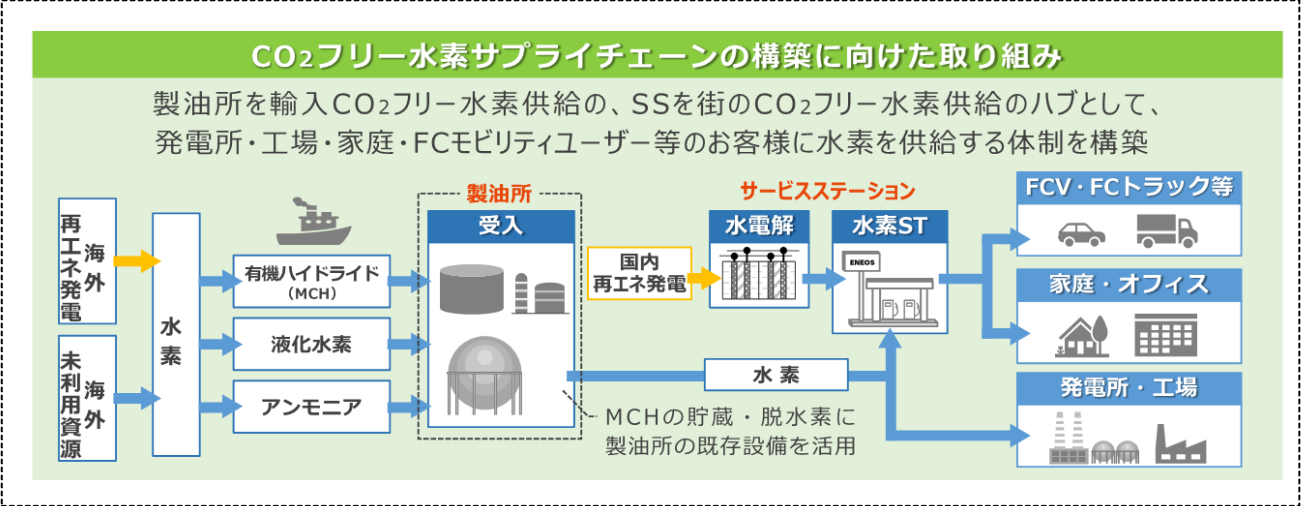
- **部門横断PJを創設**
 - 部長レベルでの進捗報告 (経営企画部、技術計画部等)
 - 定期的な経営会議報告

3. イノベーション推進体制／（2）マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与

経営者等による国際水素サプライチェーン構築事業への関与の方針

経営者等による具体的な施策・活動方針

- 経営者のリーダーシップ
 - 長期ビジョン、第2次中期経営計画ならびにその進捗の公表資料において、当社の目指す事業像を発信
 - 上記において当社は、製油所を輸入CO2フリー水素供給の、SSを街のCO2フリー水素供給のハブとして、発電所・工場・家庭・FCモビリティユーザー等のお客様に水素を供給する体制を構築することを明示
 - 技術革新を創出するため、スタートアップ企業や大学も含む異業種における技術・アイデアを柔軟に活用する体制を構築
- 事業のモニタリング・管理
 - 必要に応じて都度進捗を確認することに加え、四半期に一度、経営会議において業務執行状況報告を実施し、PJ主管部門に対して進捗を確認
 - CO2フリー水素のサプライチェーン構築に向けた検討を部門横断体制によって取り組み、本PJを含めた全体像について経営陣による議論を定期的に実施
 - 社外取締役を含む取締役会においても、四半期に一度業務執行状況報告を実施し、社外からの意見を幅広く取り入れる
 - 事業化に係る投資意思決定に際しては、内部収益率（IRR）、回収期間、正味現在価値（NPV）、投資金額等を参考として把握し、総合的に投資判断を行う



経営者等の評価・報酬への反映

- CO2削減量の達成状況は取締役の報酬の評価指標の一部。全社または管掌部門単位のCO2削減量を報酬に反映（特定のPJの進捗が反映されるわけではない）

事業の継続性確保の取組

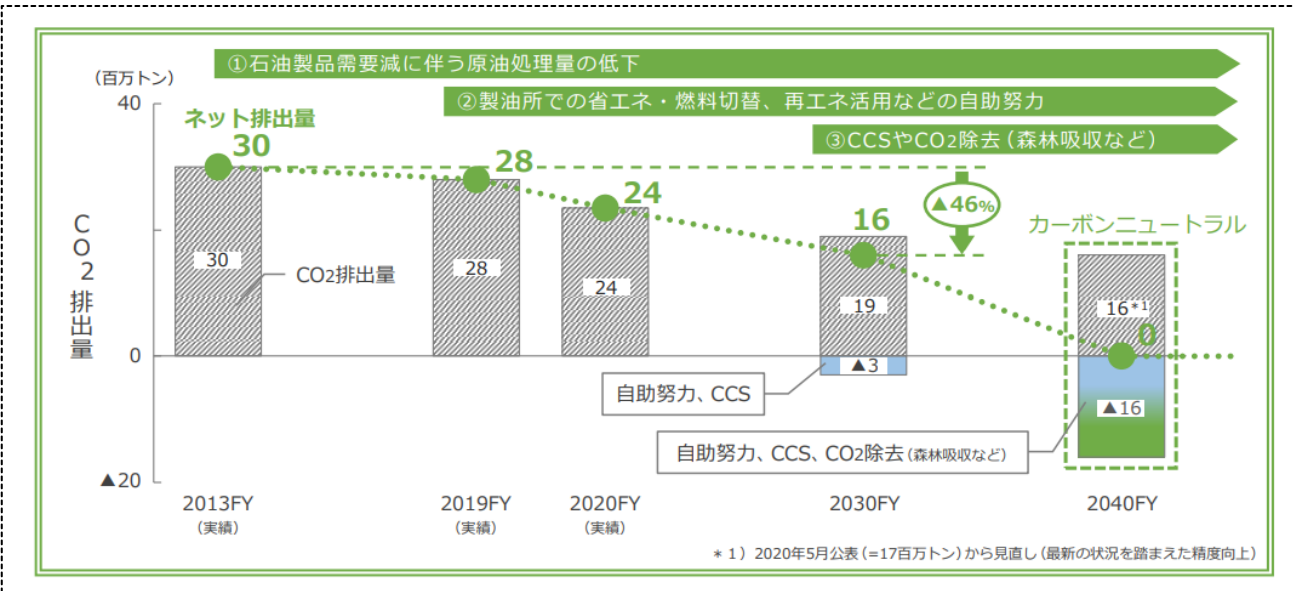
- CO2フリー水素事業を当社の目指す事業像として明確化したことにより、長期的に継続して取り組む事業として位置付け

3. イノベーション推進体制／（3）マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ

経営戦略の中核において国際水素サプライチェーン構築事業を位置づけ、広く情報発信

取締役会等での議論

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
 - 2018年度に長期ビジョンを策定し、取締役会において決議
 - 上記において、当社は2040年に向けてカーボンニュートラルを目指すこと目標として提示
 - 同方針において、CO2フリー水素は重要なアイテムと位置付け
 - 2021年度決算発表において、カーボンニュートラル計画を公表
 - 2022年度よりGXリーグに賛同
- 事業戦略・事業計画への落とし込み
 - 2020年度に第2次中期経営計画を策定し、取締役会において決議
 - 同計画は、部門横断的体制により検討を深め、カーボンニュートラルの実現に向けた取り組みを具体化したもの
 - 計画策定以降も部門横断的体制での検討を継続し、事業環境の変化等を踏まえ適宜見直し・計画のアップデートを実施



ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
 - 以下の通り情報を開示
 - 中期経営計画のIR資料
 - 統合報告書
 - ESG説明会
 - また、東京五輪の大会車両への水素供給等、イベント等を通じて水素社会の実現に向けた広報活動を実施
- ステークホルダーへの説明
 - 上記の開示方法等を通じて世間に広報する予定



3. イノベーション推進体制／（4）マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

機動的に経営資源を投入し、着実に社会実装まで繋げられる組織体制を整備

経営資源の投入方針

- 実施体制の柔軟性の確保
 - 2020年6月のグループ運営体制変更を機に、全社的に大幅な権限移譲を進めており、事業部門によるスピード感をもった意思決定や業務執行可能な体制を構築している。また、リソースの追加等の権限を超えた意思決定が必要になった際は、期初・期央を問わず然るべきタイミングで経営会議にて審議・決定する
 - 革新技術/事業の創出にあたり、自前主義に拘ることなく、スタートアップや大学等の外部リソースを積極的に活用する体制を構築済み
- 人材・設備・資金の投入方針
 - CO2フリー水素事業を当社の目指す事業像として明確化し、長期的に継続して取り組む事業として位置付けており、一定の経営資源を継続的に投入することを方針としている
 - 既存の石油・ガス・電力事業で培ったノウハウを有する社内の人材を活用し、CO2フリー水素事業のサプライチェーン全般にわたり、資源開発、調達、需給、技術、製造、販売等の多様な専門人材を確保する
 - 海外から海上輸送でCO2フリー水素を大量に受け入れ拠点としては、大型船の着船可能な港湾・栈橋や貯蔵タンク・ユーティリティ等の既存アセットを有する、製油所および遊休地等を最大限活用する。近隣への水素供給については、既設パイプラインの転用や既存配管ルートの活用等により、コスト削減と早期構築の両立を目指す
 - 既存発電装置の設備改造による水素専焼燃焼器の導入や、発電の負荷追従を行う上での性能確認に伴う運転費等に対して、資金を投じ、課題解決に取り組む

専門部署の設置

- 専門部署の設置
 - 2020年10月に「国内水素サプライチェーングループ」および「海外水素サプライチェーングループ」を設置し、国内外から調達するCO2フリー水素を活用したサプライチェーン構築を立案・実行する体制を構築済み
 - GI基金事業にあわせて水素インフラ整備に係る建設PJに従事し、技術・エンジニアリングを統括する水素サプライチェーン技術グループを2021年9月に設置済み
 - 2022年4月には新組織・水素事業技術部を創設（水素サプライチェーン技術グループ異動）し、本社2部門体制を構築済み
 - 事業部門に対しては、先述の通り大幅な権限移譲を実施しており、機動的な意思決定を行うための組織体制を構築済み
 - また、異なる部門間で横断的に検討し経営に答申する仕組みを通じて、既存事業との連携・アセットの活用や、異なるエネルギーキャリア間の比較等を行う体制を構築済み
- 若手人材の育成
 - 上記3グループでは、経験豊富な専門人材とともに、若手人材を登用する等、適切な年齢構成の人員編成を行い、今後の脱炭素化に向かう十数年スパンの事業構造転換を念頭に、効率的かつ効果的な人材育成、ノウハウの伝承を行う。
 - GI基金の社会実装と並行し、別途、研究部門において、本件に係る次世代の革新的な技術シーズの研究開発を実施するにあたり、学会やアクセラレーションプログラム等を活用し、アカデミアやスタートアップとのオープンイノベーションを推進する

4. その他

4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

リスクに対して十分な対策を講じるが、研究開発費用の超過等の事態に陥った場合には事業中止も検討

研究開発（技術）におけるリスクと対応

- **CO2フリー水素受入場所の選定難航のリスク**
＜受入場所への水素供給設備建設不可＞
→FS段階で地歴、土壌調査を行い、対応策を策定
必要に応じて実証内容・スケジュールの変更を検討
＜受入場所への航路の使用不可＞
→自治体と連携してリスクを抽出し、対応策を策定
＜許認可等に関する遅延＞
→FS段階でリスクを抽出し、対応策を策定
- **燃焼器技術開発の遅延・停止リスク**
→FS段階で複数の装置開発事業者の進捗を確認し、
必要に応じて実証内容・燃焼方式・スケジュール等の変更を検討
→実機実証時の運転において、燃焼器逆火・燃焼振動
等が確認された場合は、運用負荷の制限や運用可能な水素混焼率の範囲変更を検討
- **CO2フリー水素供給設備の整備・開発の遅延・停止リスク**
→CO2フリー水素供給設備側PJと連携して進捗を確認し、
必要に応じて実証内容・燃焼方式・スケジュールの変更
を検討

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- **研究開発費用の超過リスク**
→CO2フリー水素供給設備側PJと連携のもと、FS/FEED段階
で、コスト精査を行い、対応策を策定
海外再エネ価格、為替変動、材料費など市場環境を監視し、
コスト削減策の検討を継続して実施
必要に応じて実証内容・スケジュールの変更を検討
- **投資採算性のリスク**
→CO2フリー水素による発電のインセンティブ制度の開始時期、
内容について、市場立ち上がり後押し（投資採算基準に
到達）するものになるよう業界団体と連携して政府へ働きかけ
- **既存発電燃料(天然ガス)の価格変動、国内再エネ電気の
価格変動による競争力低下のリスク**
→燃料価格、再エネ電気価格の市場環境を監視
必要に応じて、CO2フリー水素による発電のインセンティブ制
度への反映を提言
- **許認可リスク（環境アセス含む）**
→法的な規制や自治体条例との調整を図ると共に、
計画変更等により調整対応を行う。

その他（自然災害等）のリスクと対応

- **大型商用プラントへの改造リスク**
→改造の実施時期と補修時期の整合性を確認し、
売電事業の機会損失を発生させないスケジュー
ルへ変更を検討
実証後のCO2フリー水素供給量の確保量を
確認し、その規模に応じた商用ガスタービンへ
の実証変更を検討
- **水素パイプライン敷設に関する投資採算リスク**
→水素パイプライン敷設のための助成制度等を通し
て、事業性を確保することを検討
- **自然災害によるリスク**
→過去の自然災害の記録を確認し、必要に応じて
適切な保険の付保を実施
- **政府支援策の変更・縮小等によるリスク**
→政府機関との情報交換を密に実施
- **実証場所の地域社会との関係悪化のリスク**
→自治体などと連携し、必要に応じて近隣施設、
住民への事業説明を実施



- **事業中止の判断基準：**
FSから実証を通じて上記リスクが顕在化し、当初想定していた事業性・経済性・実現性が見込めない場合、
又は参画する各事業者において事業継続において継続不可の意思決定がなされた場合は、事業を中止する