

2023年2月時点

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：直接MCH電解合成(Direct MCH)技術開発
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）

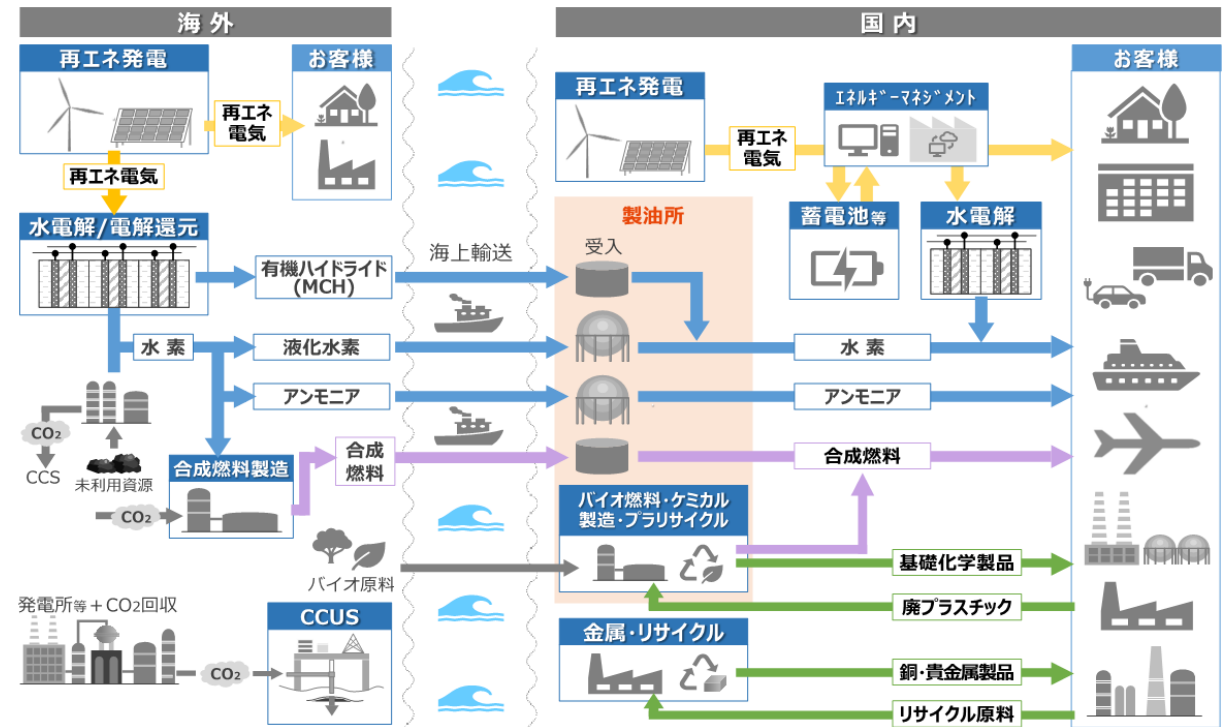
（デジタル革命の進展）

- 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

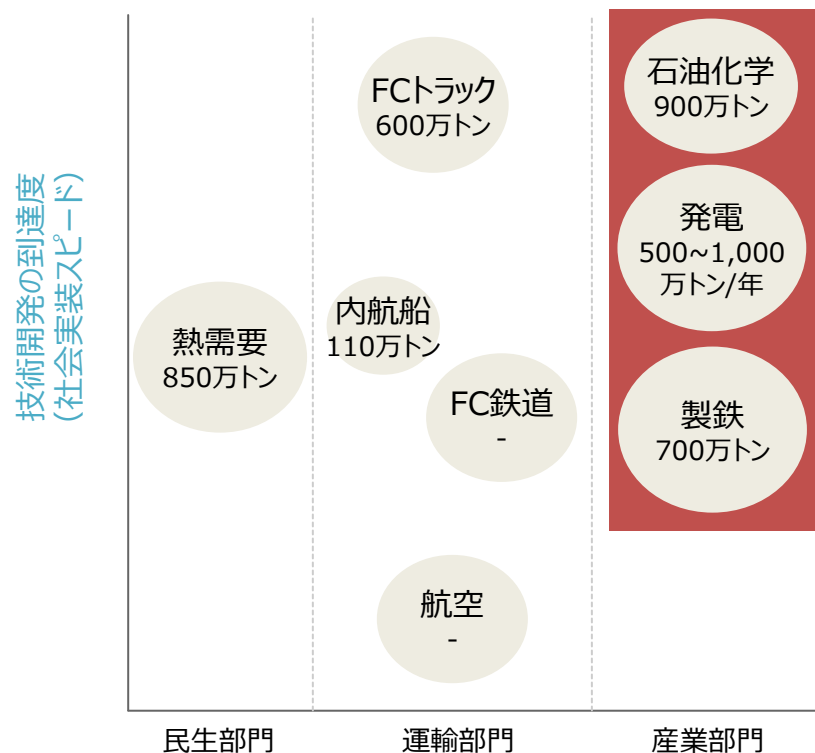
1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

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)



エネルギー消費ポテンシャルの分類
(CO2フリー水素換算)

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
- 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
- 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

需要家	消費量 (2050年)	課題	想定ニーズ
発電	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	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	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2,000万トン/年（国の2050年頃目標）の供給を行い、日本国内のCO2排出量の約1億4千万トン/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

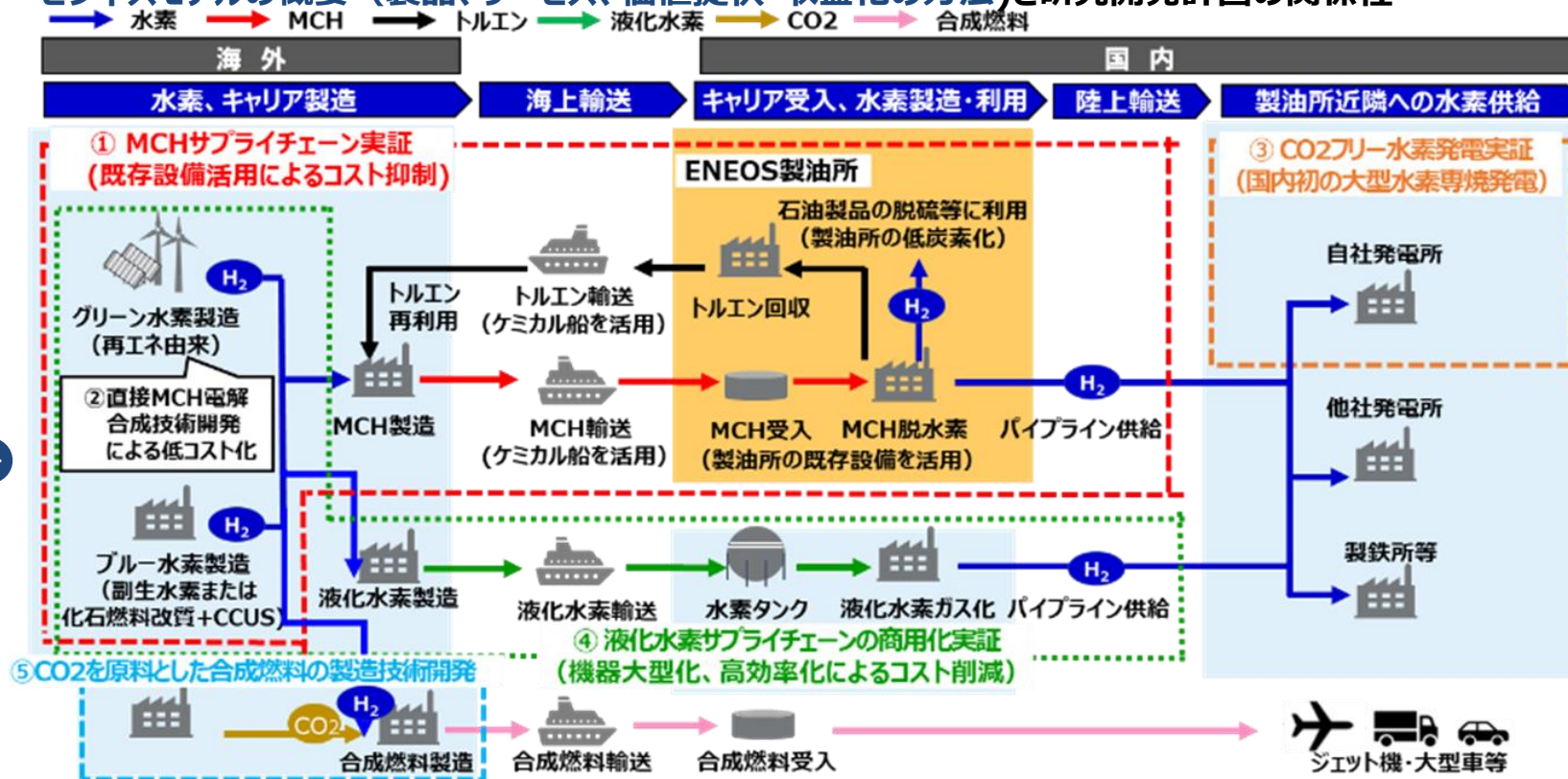
- 東南アジアをはじめとするCO2フリー水素の輸入国への供給ビジネスの覇権を確立し、水素国際市場での取引量5,500万トン/年（2050年頃）を確保し、CO2排出量約3億9千万トン/年の削減に貢献する。

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

- D-MCHはMCH製造拠点において、水素化装置や熱源等の関連ユーティリティ装置を必要としないという点において技術優位性が非常に高く、より多くの場所をMCH製造拠点候補として検討することを可能にし、競争力の高い水素源開拓に貢献する。
- 直接電解によりMCHを製造するため、再エネ電源との親和性が非常に高い。
- 海上輸送に関しては既存の船舶の転用により、比較的小規模な港湾においてもサプライチェーン構築が可能で、国内外の小規模再エネ源由来の水素の運搬という面で優位性がある。

1. 事業戦略・事業計画／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、MCHサプライチェーンビジネス構築のためのルール形成を推進

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

- MCHサプライチェーンの各パート（MCH製造・貯蔵・輸送・受入・脱水素）において設備仕様、品質等標準化の必要な項目をリスト化し、国内的な標準整備、国際的な標準整備とすべきかを明確にする。
- MCHサプライチェーンにおける、標準化の内容は以下を検討する。
 - a) MCHサプライチェーン全体のLCA評価の検討において、多様な水素源（化石燃料ケース、再エネケース）については、評価手法の目的、特徴、関連性を明確にし(ISOやCertifHyを参考)、低炭素水素算出方法のガイドラインの制定
 - b) MCH製造装置（D-MCHを含む）およびMCH脱水素装置はライセンサー毎にMCH、トルエンの要求仕様が異なるため、原料や製品の仕様の標準化。D-MCHは開発する電解槽の標準化
 - c) MCH及びトルエンの貯蔵タンクの仕様・管理方法の標準化
 - d) MCHおよびトルエンの海上輸送における、タンカー仕様の標準化
 - e) MCH脱水素後の水素品質の標準化
 - f) 水素キャリアのMCHについては、石油石炭税対象としないルール形成

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）

（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
- D-MCHの電解槽、プロセスに関わる知財を継続的に出願

本事業期間におけるオープン戦略（標準化等）またはクローズ戦略（知財等）の具体的な取組内容（※推進体制については、3.(1)組織内の事業推進体制に記載）

■標準化戦略

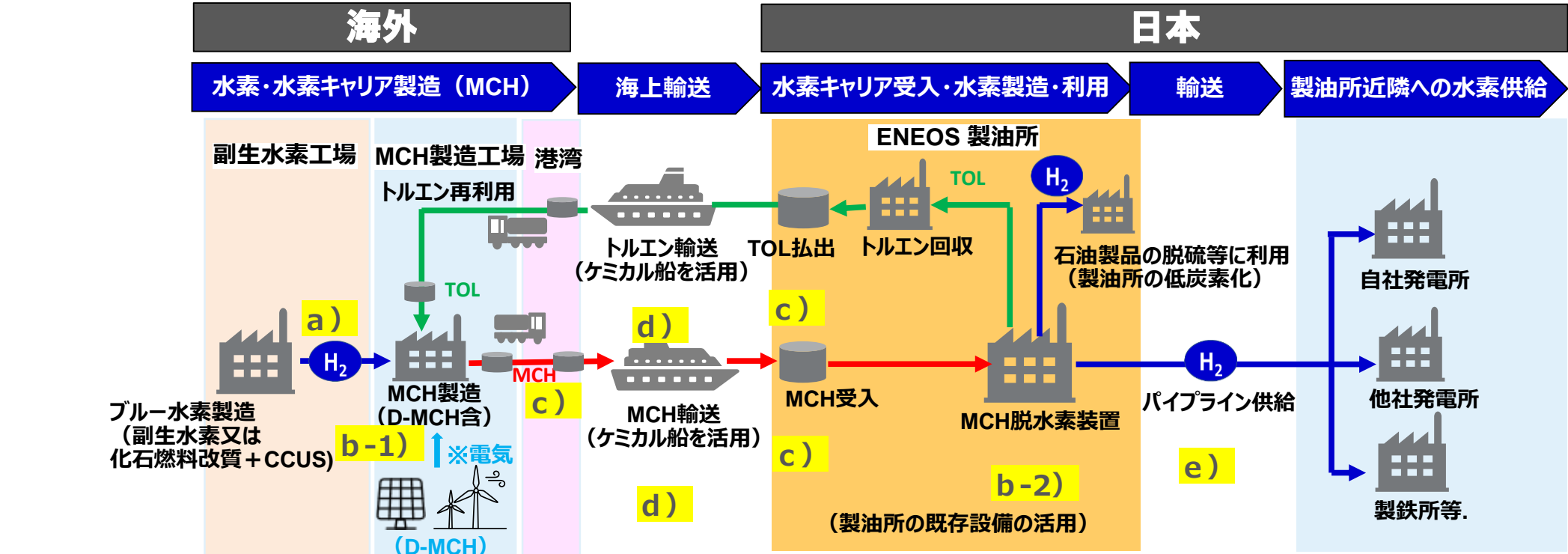
- a) 水素源の低炭素水素評価手法に関する標準化については、JH2AのCO2フリー水素委員会・炭素強度検証TFに参画して実施する。
- b) MCH製造装置（D-MCHを含む）及び脱水素装置のライセンサー毎の原料・製品の要求仕様調査及び標準化案の作成
- c) 製油所貯蔵タンクの管理方法を調査し標準化案作成
- d) IMOを元にしたMCH/TOL海上輸送に関する標準化案作成
- e) 水素需要家へのヒアリング・調査を実施し、供給水素品質の標準化案作成
- f) ルール形成に向けた管轄官庁への提案活動の実施

■知財戦略

- MCH水素サプライチェーンに関する全ての技術ノウハウ（本実証事業において得られるものをパッケージ化し、他事業者にライセンスを行うことにより普及拡大を図ると共に、先行者メリットを確保することで水素サプライチェーンビジネスの経済性を改善する。

1. 事業戦略・事業計画／提供価値・ビジネスモデル（標準化の取組等）

MCHサプライチェーンにおける標準化への取り組み



	標準化の項目案	標準化の内容
a)	水素源の低炭素水素評価手法に関する標準化	①低炭素水素評価手法、②適切な認証制度の仕組みづくり、③認証取得のためのガイドライン
b-1)	MCH製造設備に関する標準化	①設備仕様（Direct MCH含む）、②原料仕様、③製品仕様 ※ライセンサー毎の比較検討
b-2)	MCH脱水素設備に関する標準化	①設備仕様、②原料仕様、③製品仕様 ※ライセンサー毎の比較検討
c)	MCH/TOL貯蔵タンクに関する標準化	①貯蔵タンク仕様、②タンク管理方法、
d)	MCH/TOL海上輸送に関する標準化	①タンカー仕様 ※IMO ケミカルタンカー容量制限の緩和への取り組みを含む
e)	MCH脱水素後の水素供給に関する標準化	①供給水素品質の標準化（発電用途、製鉄所用途など）

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

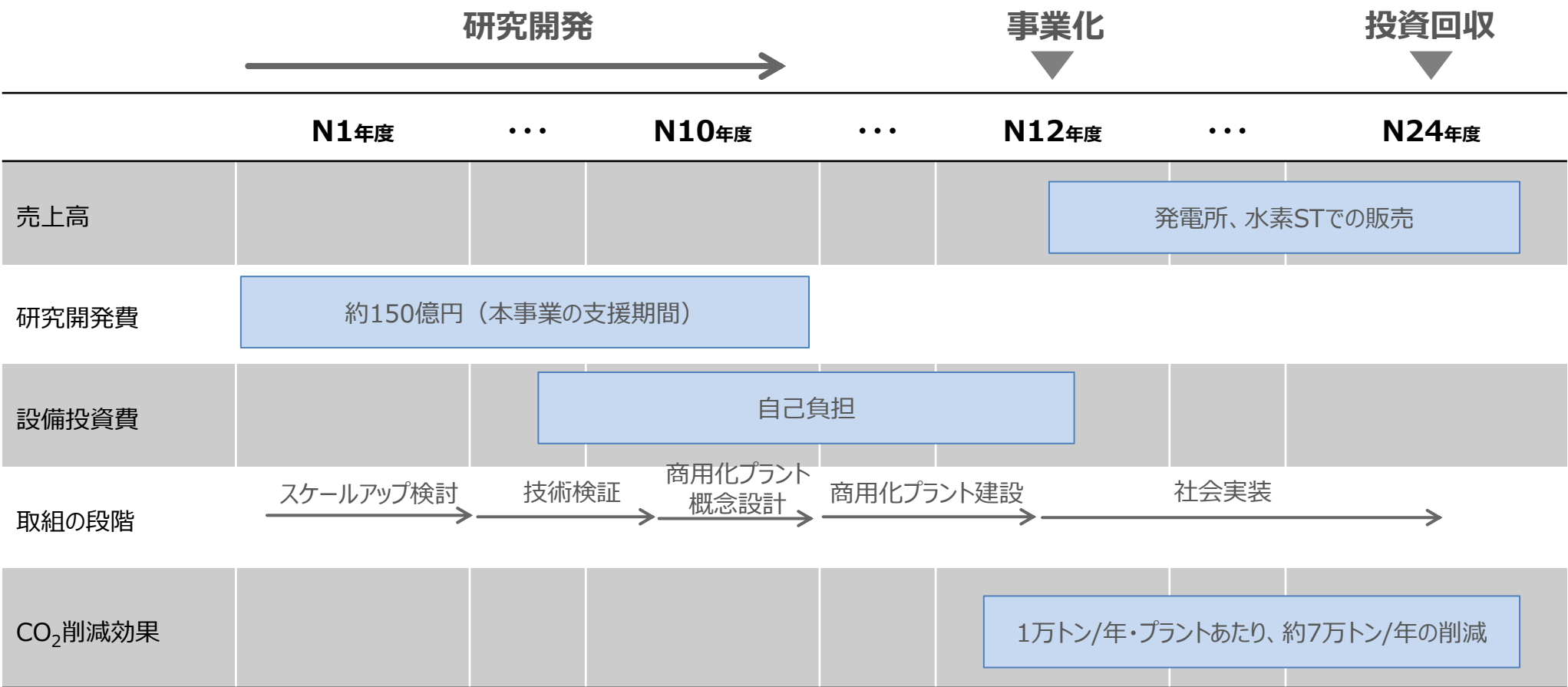
	技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他経営資源
自社	<ul style="list-style-type: none">・ 製油所など海外からの原油受入や大規模な水素設備の運転に精通・ 水素ステーション関連機器の開発実績有り	<ul style="list-style-type: none">・ 石油製品、ガス、石炭、電気、水素の販売事業を通して、民生/産業/運輸の全部門に顧客基盤を保有	<ul style="list-style-type: none">・ 石油製品等について、海外の資源開発から国内の供給までの事業を展開・ FCV用に水素製造・販売事業を展開	<ul style="list-style-type: none">・ 水素設備を含むプラント運転経験が豊富な人材・ 製油所や棧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
A社	<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	<ul style="list-style-type: none">・ 国内の産業用水素の供給シェアが最大	<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	<ul style="list-style-type: none">・ 液化水素製造プラントを国内に保有・ 水素STを国内外に複数保有
B社	<ul style="list-style-type: none">・ 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">・ 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">・ MCHの脱水素触媒を開発

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、2032年頃の事業化、2044年頃の投資回収を想定

投資計画

- ✓ 本事業終了後、実用化の初期段階として数～数十万トン／年規模のプラントを構築し、CO2フリー水素の国内供給に関してN12年頃の事業化を目指す。
- ✓ CO2フリー水素市場での販売を図り、N24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・技術検証

設備投資

マーケティング

取組方針

1. Direct MCHプラント開発
 - ① 技術検証地の選定、プラントエンジニア選定
 - ② 電解槽プラント設計
 - ③ 電解槽プラントモジュール製作、プラント建設
- 電解槽プラントにおいて、優れた設計能力のあるプラントエンジニアを選定
2. Direct MCH電解槽開発
 - ① 中型電解槽(150kW級)開発
 - ② 大型電解槽(5MW級)開発
 - ③ 触媒層塗工技術開発
 - ④ 基幹材料の開発

進捗状況

- ・ 大型電解槽プラント実証に向け、実証候補地調査を開始
- ・ 中型電解槽の初期性能を確認し（国内）、中型電解槽プラント(豪州)への輸送完了
- ・ 次世代電解槽の設計開始

国際競争上の優位性

- ・ 目標コストでDirect MCH電解槽が開発できれば、水電解、化学水素化で製造するMCHに比べ、量産時にコスト優位性
- ・ グリーンMCHを最も安く製造できる可能性のある技術

既存類似技術のノウハウや生産設備を持つサプライヤーを活用し、初期投資を抑制しつつ、開発を加速する。

1. Direct MCHプラント開発
海外でのプラント建設経験や優れた設計能力のある複数社を検討、コスト優位なエンジニアの選定と集中的な設備投資を実施
 2. Direct MCH電解槽開発
 - ① 電解槽は既存の水電解、食塩電解や蓄電池等の生産ラインを持つメーカーを選定し、設備共用化により初期投資(設備投資)を低減。
 - ② 電解質膜、触媒は、水電解、燃料電池、食塩電解等との共有化を行い、量産時の初期投資(設備投資)を低減。
- ・ 25年度実証プラントのFSを実施するため、複数のエンジニアにコンタクト開始
 - ・ 触媒層高速塗工に向けた装置の設計を開始
 - ・ 次世代電解槽評価に向けた設備準備開始

- ・ 再生可能エネルギー由来のグリーン水素として、当社LNG発電所等の既存アセットを活用した電気販売、水素ステーションでの販売、製油所辺の水素需要家への販売を進める。
- ・ 別途応募するCO2フリーMCHサプライチェーン構築事業、水素発電事業とも連携し、当社製油所やその近隣事業者への供給を検討。

- ・ 当社製油所近隣の水素需要家へ、MCHサプライチェーンのPRおよび協業に向けて取組みを開始した。

- ・ 2030年度以降に建設するの1GWのプラントにおいて、初期設備投資を約40%削減できる見込み
- ・ 本技術は当社オリジナル技術であり、開発が完了できれば、グリーン水素価格を30円/Nm³(国内プラント引渡価格)レベルに低下させることができ、国際競争上もコスト優位

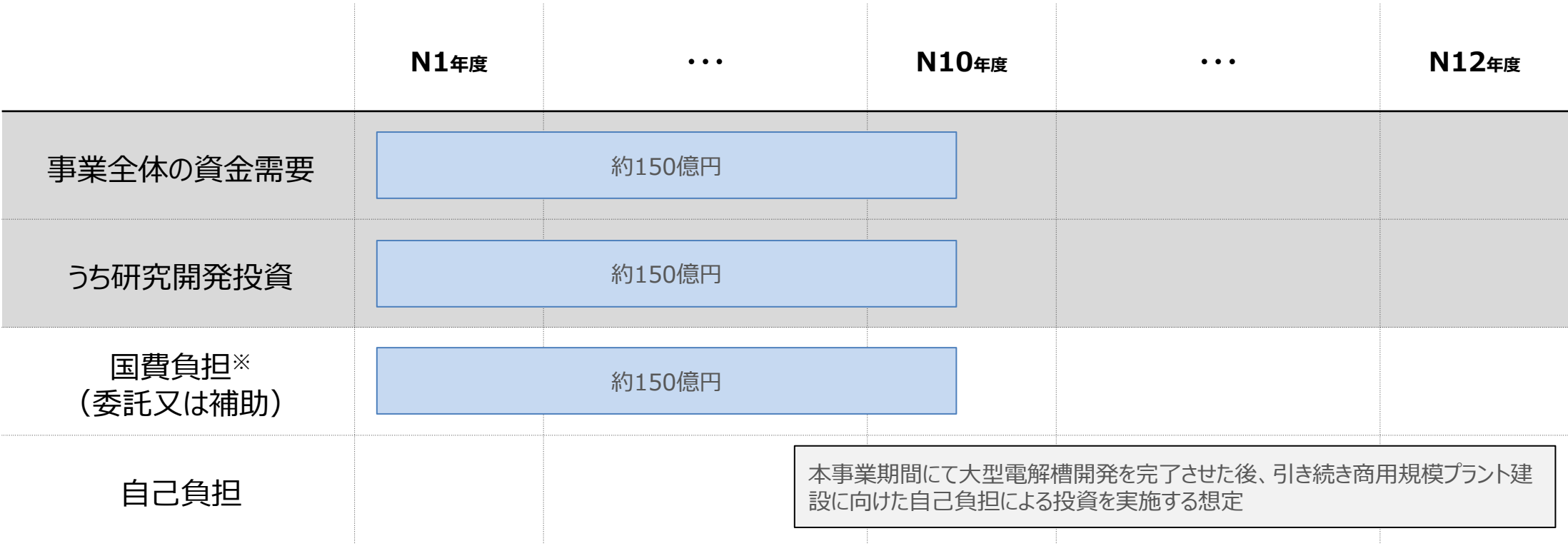
- ・ コストインパクトの大きいMCH製造側のCAPEXを低減させることで、水素コストを低減し、コスト競争力が増加
- ・ 大規模なグリーン水素の国際間輸送実証は世界でもほとんど例がなく、国際的にも優位性をもつ技術開発である
- ・ 世界に先駆けて技術開発、サプライチェーンを構築することで、グリーン水素やグリーンMCHを国内だけでなく、他国(特に、アジア諸国)への販売も可能となる

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

事業化した際には、自己負担によるプラント建設を想定

資金調達方針

- 基金適用期間（～2030年）の研究開発(委託)にかかる総事業費は150億円の見込み



※インセンティブが全額支払われた場合

2. 研究開発計画

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

商用Direct MCHプラントの概念設計完了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

1. Direct MCHプラント開発 (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、グリーン水素を日本に輸送(22年度)
大型電解槽プラント(5000kW級Direct MCH電解槽)を豪州に建設、グリーン水素を日本に輸送、
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(30年度)

研究開発内容

1 技術検証地選定
・プラント基本設計

2 プラント詳細設計

3 モジュール製作
・プラント建設

4 プラント運転評価
・耐久試験・水素コスト

KPI

大型電解槽プラント技術検証地決定/
プラントエンジニア選定(23年度)
商用プラント概念設計完了(30年度)

大型電解槽プラント詳細設計完了(24年度)

大型電解槽プラント完成(25年度)

プラント耐久試験完了、水素コスト精査(27年)

KPI設定の考え方

25年度の大型電解槽プラント技術検証に向けた基本設計を完了し、適切なプラントエンジニアを選定
30年度以降の商用化に向けた概念設計完了

22年度の中型電解槽プラント建設に向けた詳細設計完了
25年度の大型電解槽プラント技術検証に向けた詳細設計完了

22年度に中型電解槽プラントを豪州に建設し、ノウハウを蓄積、25年度に大型電解槽プラントを建設

中型電解槽プラント評価で課題を抽出し、
大型電解槽プラントや電解槽開発に反映する。
大型電解槽プラントは、商用化プラントに向けた課題抽出
運転完了までには、耐久性を考慮した水素コスト試算を実施

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

商用Direct MCH電解槽の仕様決定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. Direct MCH電解槽の開発 (ENEOS株式会社)		Direct MCH中型電解槽(150kW級)完成(22年度) Direct MCH大型電解槽(5000kW級)完成(24年度) Direct MCH商用電解槽の仕様決定(27年度)	
研究開発内容		KPI	KPI設定の考え方
① 中型電解槽開発		中型電解槽の完成(22年度)	中型電解槽の開発、評価を完了し、22年度に建設する中型電解槽プラント(豪州)に搭載
② 大型電解槽開発		大型電解槽の完成(24年度) 商用電解槽の仕様決定(27年度)	中型電解槽プラントのデータフィードバック等を活用し、大型電解槽の開発、評価を完了。25年度に建設する大型電解槽プラント(豪州)に搭載
③ 触媒層形成技術開発		商用電解槽触媒層形成技術完成(27年度)	大面積の形成技術を確立した後に、性能向上に資する高度化技術(商用電解槽触媒層形成技術)を開発
④ 基幹部材開発		改良水電解同等性能確立(30年度)	膜、触媒、電解槽部材などの基幹部材の開発により、電圧低減を行い、進化する水電解同等の電力原単位を目指す。

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

1. Direct MCHプラント開発

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 実証地選定・プラント基本設計	商用プラント概念設計完了(30年度)	中型電解槽プラントの設計	商用プラント概念設計完了	<ul style="list-style-type: none">25年の大型電解槽プラントの設計を活用25年の大型電解槽プラントのデータを活用し、商用プラント概念設計を実施商用に最適な実証地を選定	80%
2 プラント詳細設計	大型電解槽プラント詳細設計（24年度）	中型電解槽プラントの設計	大型電解槽プラント詳細設計完了	<ul style="list-style-type: none">22年度の中型電解槽プラントの設計や運転データを活用し、最適な大型プラントの詳細設計を実施	80%
3 モジュール製作・プラント建設	大型電解槽プラント建設（25年度）	中型電解槽プラントの設計	大型電解槽プラント建設（TRL5）	<ul style="list-style-type: none">22年度の中型電解槽プラントの設計や運転データを活用し、最適な大型プラントのモジュール製作、プラント建設を実施	80%
4 プラント運転評価・耐久試験・水素コスト	プラント耐久試験、水素コスト精査(27年度)	小型電解槽運転評価（TRL2）	大型電解槽プラント耐久試験完了（TRL5）	<ul style="list-style-type: none">実運転により商用化に向けた課題を抽出する。	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

2. Direct MCH電解槽の開発

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 中型電解槽開発	中型電解槽の完成（22年度度）	中型電解槽プロトタイプ作製（TRL3）	中型電解槽の完成（TRL4）	<ul style="list-style-type: none">技術完成している高さ合わせ電解槽の設計や運転データを活用水電解、蓄電池等の類似技術の知見を活用	80%
2 大型電解槽開発	商用電解槽仕様決定（27年度）	中型電解槽プロトタイプ作製（TRL3）	商用電解槽仕様決定（TRL7）	<ul style="list-style-type: none">中型電解槽の設計や運転データを活用し、大型電解槽の開発を実施水電解、蓄電池等の類似技術の知見を活用	50%
3 触媒層形成技術開発	商用電解槽触媒層形成技術確立（27年度）	3m ₂ 級触媒層形成技術検討（TRL3）	商用電解槽触媒層形成技術確立（TRL6）	<ul style="list-style-type: none">技術完成している高さ合わせ電解槽の触媒塗工技術を活用燃料電池、水電解、蓄電池等の類似技術の知見を活用	80%
4 基幹部材開発	改良水電解同等性能確立（30年度）	小型サイズで水電解同等（TRL2）	改良水電解同等性能確立（TRL4）	<ul style="list-style-type: none">ベーシックな基幹部材の開発による電圧低減を検討燃料電池、水電解、蓄電池等の類似技術の知見や最新部材の活用	50%

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

1. Direct MCHプラント開発

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
1 実証地選定 ・プラント基本設計	25年度豪州実証地を決定。 FSを完了し、エンジ会社を選定する。	25年度豪州実証地の選定作業を開始。また、25年度豪州実証プラントのFS要求仕様書を作成し、複数のエンジ会社に本FSの参加意向を確認。	◎ 計画通りに進行。 現状大きな課題なし。
2 プラント詳細設計	22年度豪州実証プラントデータを活用し、最適な25年度実証プラントの詳細設計を実施する。	22年度豪州実証プラントの建設工事を実施中。22年12月21日に完成予定。23年1月より試運転を実施し、23年2月から本運転実施予定。	○ ウクライナ情勢、半導体不足により、納期遅れが発生。 工事工程等の見直しにより遅延を解消できる見込み。
3 モジュール製作 ・プラント建設	22年度豪州実証プラントデータを活用し、最適な25年度実証のモジュール製作、プラント建設を実施する。	22年度豪州実証プラントの建設工事を実施中。22年12月21日に完成予定。23年1月より試運転を実施し、23年2月から本運転実施予定。	○ ウクライナ情勢、半導体不足により、納期遅れが発生。 工事工程等の見直しにより遅延を解消できる見込み。
4 プラント運転評価・ 耐久試験・水素コスト	実証運転により商用化に向けた課題を抽出する。	22年度豪州実証プラントの建設工事を実施中。22年12月21日に完成予定。23年1月より試運転を実施し、23年2月から本運転実施予定。	○ ウクライナ情勢、半導体不足により、納期遅れが発生。 工事工程等の見直しにより遅延を解消できる見込み。

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

2. Direct MCH電解槽の開発

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
1 中型電解槽開発	中型電解槽の完成、初期性能の確認、国内でのD S S運転の課題抽出完了(2022年度末)	22年度実証用中型電解槽を製作。国内評価サイトにて試運転実施し、プラント要求スペックを満たすことを確認 豪州プラントに輸送し、据付完了	○ 順調
2 大型電解槽開発	大型電解槽の開発完了(2025年度末)、商用電解槽の仕様決定(2027年度末)	無し (自社開発で次世代型電解槽の評価開始)	— (22年度は計画なし)
3 触媒層形成技術開発	・塗工面均一性と繰返し再現性の定量把握 ・年間500-600枚塗工可能な技術の絞り込み	・大面積CCMを40枚試作。性能ばらつきを含め、仕様達成。 ・高速塗工(年間500-600枚塗工)に向けた技術を選定し、装置設計を開始。	○ 順調
4 基幹部材開発	各部材の目標コストの設定と有望候補の抽出(22年度)	・膜、触媒、電解槽部材などの目標コストを設定し、評価を開始。 各部材に関する有望候補の抽出完了。	○ 順調

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

1. Direct MCHプラント開発

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
1 実証地選定 ・プラント基本設計	25年度豪州実証地を決定。 FSを完了し、エンジ会社を選 定する。	25年度豪州実証地の決定。25年度豪州実証 プラントのFS完了およびエンジ会社の選定完了。	23年2月末までにFSとエンジ会社選定を完了見込み。
2 プラント詳細設計	22年度豪州実証プラントデー タを活用し、最適な25年度 実証プラントの詳細設計を実 施する。	22年度豪州実証プラント完成および運転デー タ取得開始。25年度プラント設計への反映。	22年12月末にプラント完成予定。 23年1月より試運転を実施し、23年2月から本運転実施予定。
3 モジュール製作 ・プラント建設	22年度豪州実証プラントデー タを活用し、最適な25年度 実証のモジュール製作、プラ ント建設を実施する。	22年度豪州実証用モジュール製作、プラント建設 の課題点を抽出し、25年度プラントの製作、建 設へ反映する。	22年12月末にプラント完成予定。 23年1月より試運転を実施し、23年2月から本運転実施予定。
4 プラント運転評価・ 耐久試験・水素コ スト	実証運転により商用化に向 けた課題を抽出する。	22年度豪州実証プラント完成および運転デー タ取得開始し、目標到達を確認する。	22年12月末にプラント完成予定。 23年1月より試運転を実施し、23年2月から本運転実施予定。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

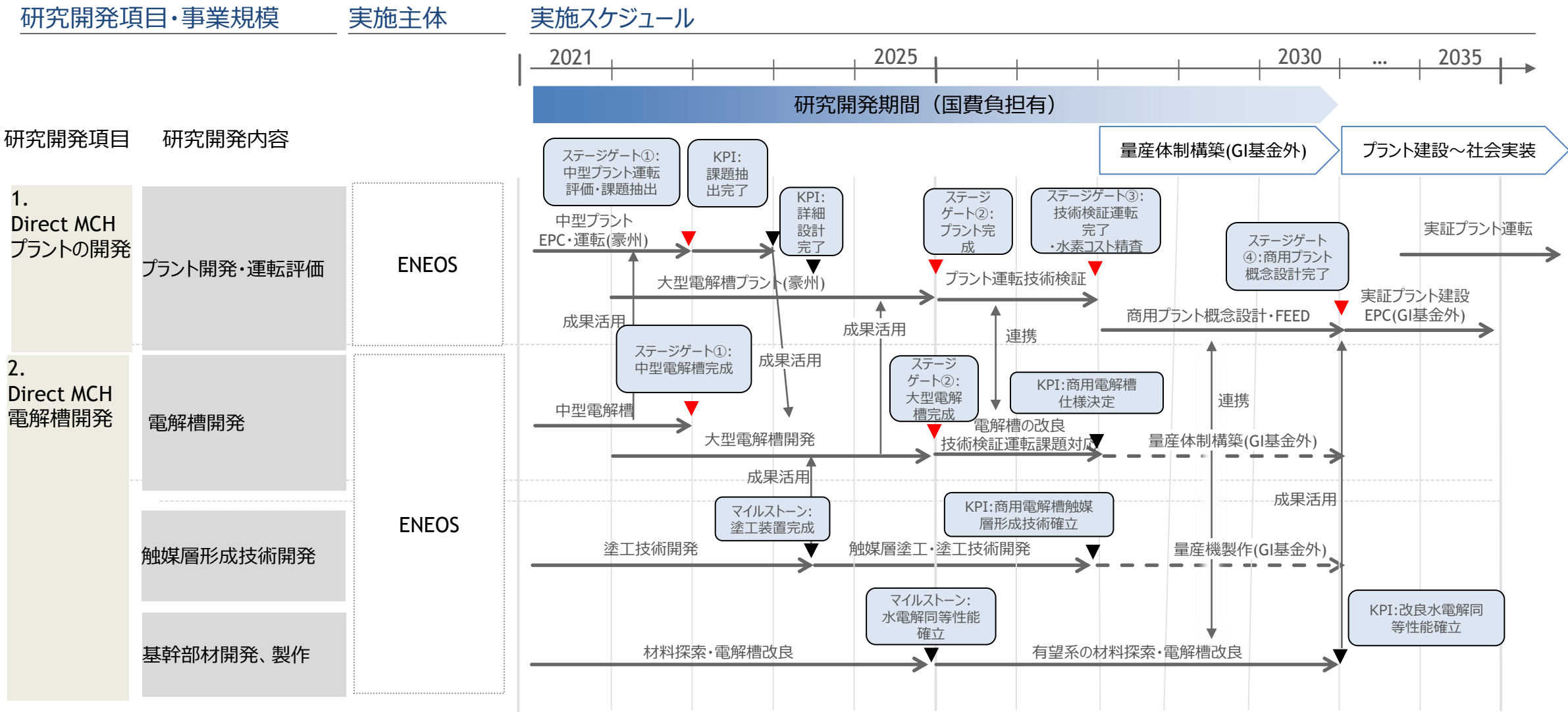
個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

2. Direct MCH電解槽の開発

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
1 中型電解槽開発	中型電解槽の完成、初期性能の確認、国内でのDSS運転の課題抽出完了(2022年度末)	・22年度豪州実証の本運転開始。 豪州での運転データ、及び国内サイトDSS運転の解析による課題抽出	・豪州は23年2月から本運転実施予定。 国内はDSS運転を開始。
2 大型電解槽開発	大型電解槽の開発完了(2025年度末)、商用電解槽の仕様決定(2027年度末)	・22年度は残課題なし ・23年度以降に、コストダウン、性能向上、次世代型電解槽の大型化等が必要	・23年度以降に取り組みを実施予定。
3 触媒層形成技術開発	・塗工面均一性と繰返し再現性の定量把握 ・年間500-600枚塗工可能な技術の絞り込み	・大面積高速塗工装置(年間500-600枚塗工)の設計完了	・設計は順調に進捗。23年2月完了見込み。
4 基幹部材開発	各部材の目標コストの設定と有望候補の抽出(22年度)	・22年度は残課題なし ・これまでの取り組みに加え、23年度以降に、大学等への再委託を検討。	・水電解等の他の電気化学デバイスを含めたベーシックな知見を持つ大学等との連携模索

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

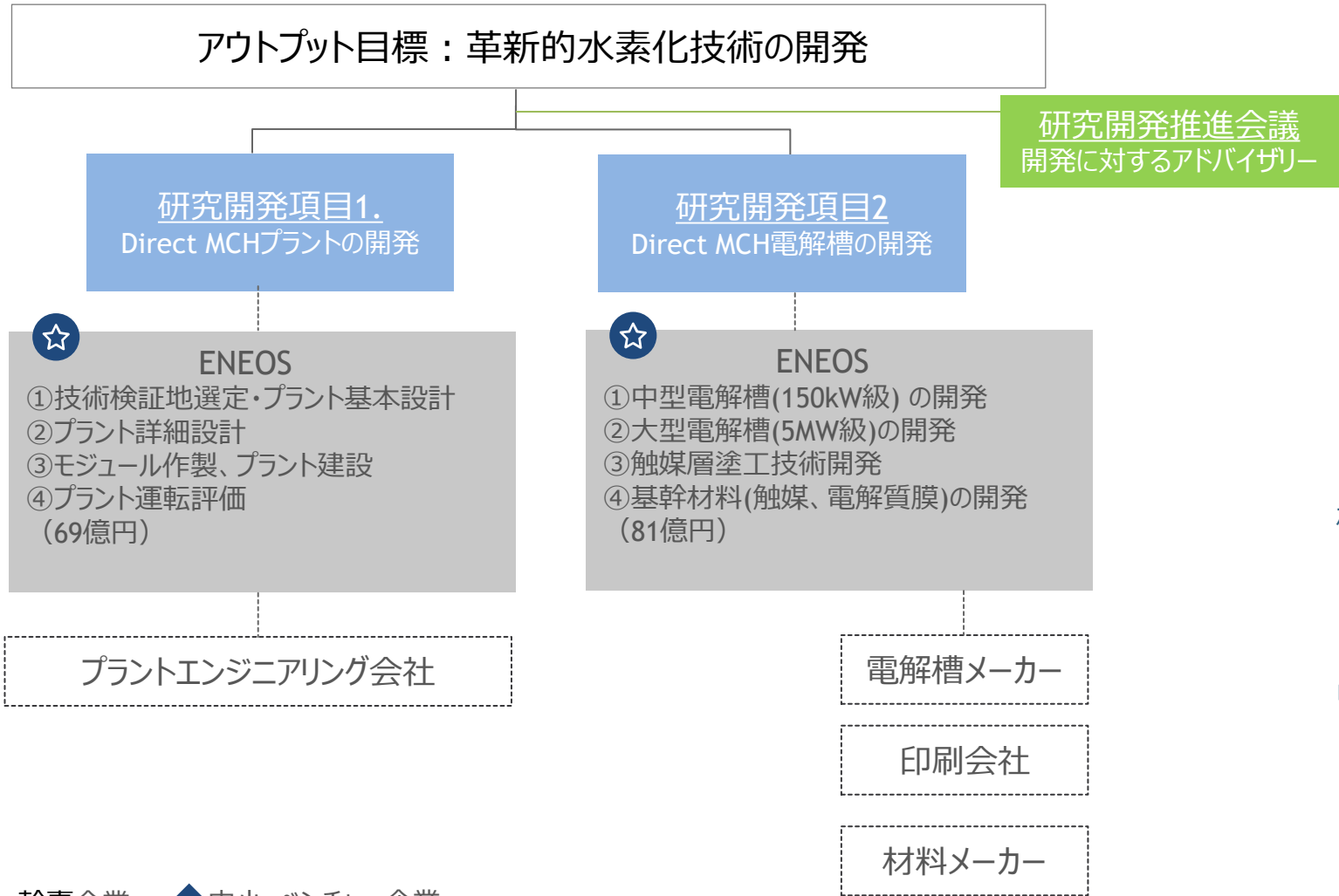
Direct MCH電解槽開発、プラント開発、豪州運転評価等を並行して進めることで、開発期間を大幅短縮



2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

既存類似技術・ノウハウを持つサプライヤーを活用しながら、効率的なプラント、電解槽の開発を実施

実施体制図



各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- ENEOSは、Direct MCHのプラントの開発、技術検証地、プラントエンジニア会社を選定する。
- プラントエンジニア会社は、ENEOSからの要求仕様に従いDirect MCHの最適化し、効率的な電解槽プラントを設計する。
- ENEOSは、プラントエンジニア会社等を活用し、現地建設および運転評価を行う。
- ENEOSは、電解槽メーカー、材料メーカー、印刷会社等を活用し、電解槽の開発を行う。
- 電解槽メーカーは、ENEOSからの要求仕様に従い、22年度に中型電解槽、25年度に大型電解槽の製作を行う。
- 外部有識者（登録委員）を加えた研究開発推進会議を開催し様々な視点でのアドバイスを取り入れながら研究を加速。

研究開発における連携方法

- ENEOSが各社の持つ既存技術をDirect MCHに活用することで、研究開発を加速する。

中小・ベンチャー企業の参画

- 優れた技術、ノウハウを持つ中小企業は積極的に起用を行う。

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

国際的な競争においても、優位性のある技術、ノウハウ等を保有

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
1. Direct MCH電解槽、プラントの開発	1 プラント開発 運転評価	<ul style="list-style-type: none">製油所プロセス開発、運転のノウハウ液体燃料の輸送・貯蔵インフラとその利用技術再エネからの水素製造技術再エネの解析、オペレーションの実績	<div>→</div> <ul style="list-style-type: none">迅速なプラント開発、安全運転の実現既存インフラ、技術の活用によるコストダウン <div>→</div> <ul style="list-style-type: none">効率的なプラントオペレーション方法の確立
	1 電解槽開発	<ul style="list-style-type: none">燃料電池の製造技術Direct MCH要素技術、基本特許	<div>→</div> <ul style="list-style-type: none">迅速な電解槽開発 <div>→</div> <ul style="list-style-type: none">国外への技術流出抑制
	2 触媒層形成技術開発	<ul style="list-style-type: none">燃料電池用触媒層の形成技術、特許MEAの評価技術	<div>→</div> <ul style="list-style-type: none">早期の触媒層形成技術確立 <div>→</div> <ul style="list-style-type: none">
2. Direct MCH電解槽開発	3 基幹部材開発、製作	<ul style="list-style-type: none">Direct MCHの評価技術Direct MCHの材料技術	<div>→</div> <ul style="list-style-type: none">性能向上の早期達成

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

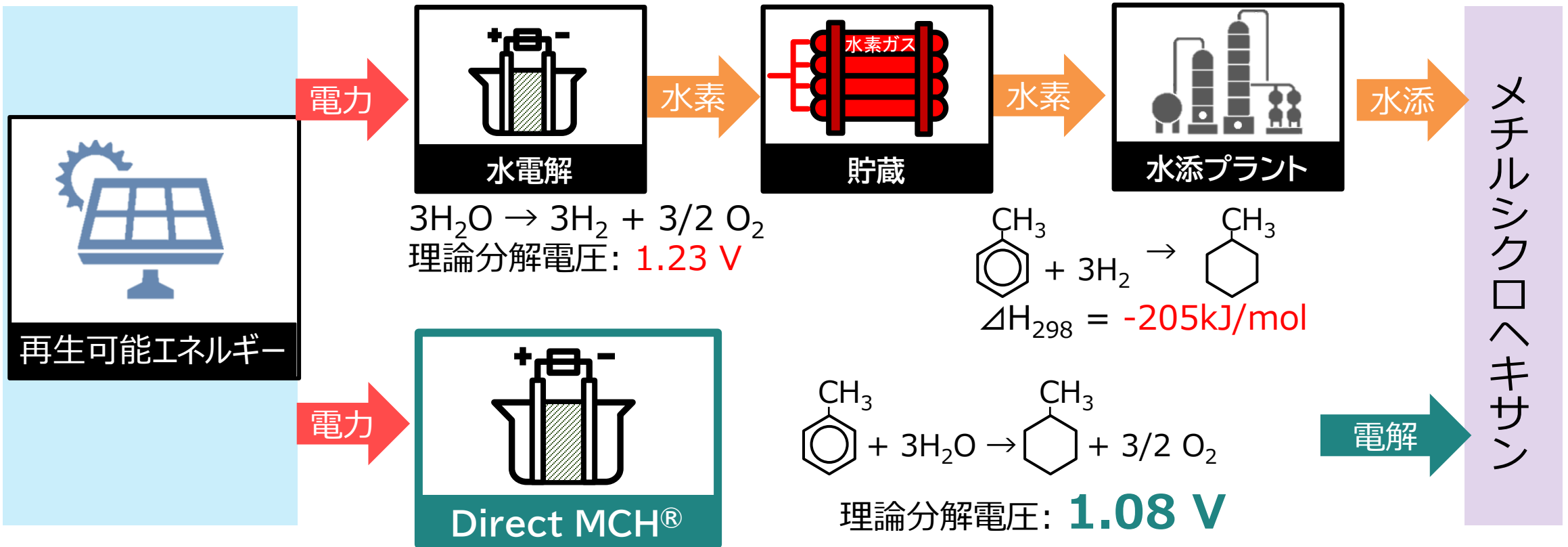
No.	既存の技術等	エビデンス（出典）
1- ①	<ul style="list-style-type: none">➤ 製油所プロセス開発、運転のノウハウ➤ 液体燃料の輸送・貯蔵インフラとその利用技術➤ 再エネからの水素製造➤ 再エネの解析、オペレーションの実績	<ul style="list-style-type: none">➤ ENEOSの製油所・事業所一覧 https://www.eneos.co.jp/company/about/branch/➤ ENEOSホールディングス HP：安全、品質管理 https://www.hd.eneos.co.jp/csr/social/safety.html https://www.hd.eneos.co.jp/csr/social/quality.html➤ ENEOSの研究開発パンフレット(石油精製・再エネ・水素など) https://www.eneos.co.jp/company/rd/pdf/pamphlet_all.pdf➤ ENEOS(再エネ事業、水素事業、多彩な次世代エネルギーへの挑戦) https://www.eneos.co.jp/company/csr/special/special02.html
2- ①	<ul style="list-style-type: none">➤ 燃料電池の製造技術➤ Direct MCH要素技術、基本特許	<ul style="list-style-type: none">➤ ENEOSの研究開発パンフレット(再エネ・水素など) https://www.eneos.co.jp/company/rd/pdf/pamphlet_all.pdf➤ ENEOSのDirect MCH開発紹介 https://www.eneos.co.jp/company/rd/intro/low_carbon/dmch.html
2- ②	<ul style="list-style-type: none">➤ 燃料電池用触媒層の形成技術、特許➤ MEAの評価技術	<ul style="list-style-type: none">➤ ENEOSのプレスリリース 「CO2フリー水素」を低コストで製造する世界初の技術検証に成功(2019.03.15) https://www.eneos.co.jp/newsrelease/2018/20190315_01_2011051.html 「再生可能エネルギーからの直接MCH電解合成」についてRD20でポスター発表(2020.01.20) https://www.eneos.co.jp/company/rd/hommoku_insight/2019/202001_04.html 再エネ固定化に関する研究で電気化学会技術賞（棚橋賞）を受賞(2020.04.03) https://www.eneos.co.jp/company/rd/hommoku_insight/2020/202004_04.html
2- ③	<ul style="list-style-type: none">➤ Direct MCHの評価技術➤ Direct MCHの材料技術	<ul style="list-style-type: none">➤ 論文、学会発表、特許関連 J. Power Sources, 343 (2017) p.156. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378775317300447 水素エネルギーシステム Vol.44, No.4 (2019) p.256. http://www.hess.jp/3_activity/journal.html 電気化学, 88, 3 (2020) p.287. https://www.jstage.jst.go.jp/article/denkikagaku/88/3/88_20-OT0044/_pdf/-char/ja 電気化学会、電解技術討論会、各種シンポジウム等で多数の発表、招待講演。関連特許多数。 (詳細は、研究開発責任者、チームリーダーの経歴書に記載)

2. 研究開発計画／【参考資料】個別の研究開発内容に対する提案の詳細

研究開発項目1、2 Direct MCH電解槽、プラントの開発

Direct MCH の優位性

- ✓ 水添プラント、タンク等の削減による初期投資の削減（設備コスト、設置面積の低減）
 - ✓ 水添プラント、タンクの削減による運用コストの削減（補機動力、メンテナンスコスト、土地代等）
- ⇒ 国内水素引渡コストにおいて、コスト低減に寄与



2. 研究開発計画／【参考資料】個別の研究開発内容に対する提案の詳細

研究開発項目2 Direct MCH電解槽開発（中型電解槽開発段階）

- 2025年の1,000Nm³/h(800トン／年、5000 kW)規模の技術検証に向けて、段階的な開発を進めている。
- 高さ合わせ電解槽までは開発に成功。現在、中型電解槽を開発中。



2. 研究開発計画／【参考資料】個別の研究開発内容に対する提案の詳細

研究開発項目1 Direct MCH電解槽、プラントの開発

- 22年度には、150kW級の技術検証、25年度には5000kW級の技術検証を実施予定
- 25年度技術検証の国内脱水素は、別途実施するMCHサプライチェーン実証等との連携を検討

22年度豪州技術検証

太陽光発電 (250kW)



脱水素 (横浜)



水素出荷センター (横浜)

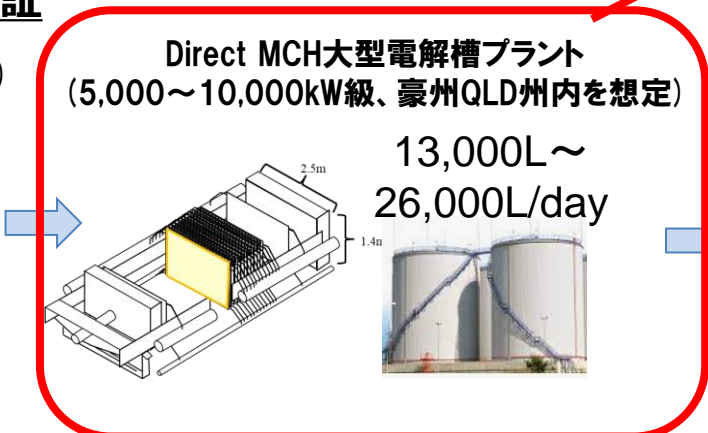


水素ステーション



25年度豪州技術検証

太陽光発電 (MWクラス)



本研究開発の対象範囲

脱水素 (当社製油所)



利用先 (選定中)



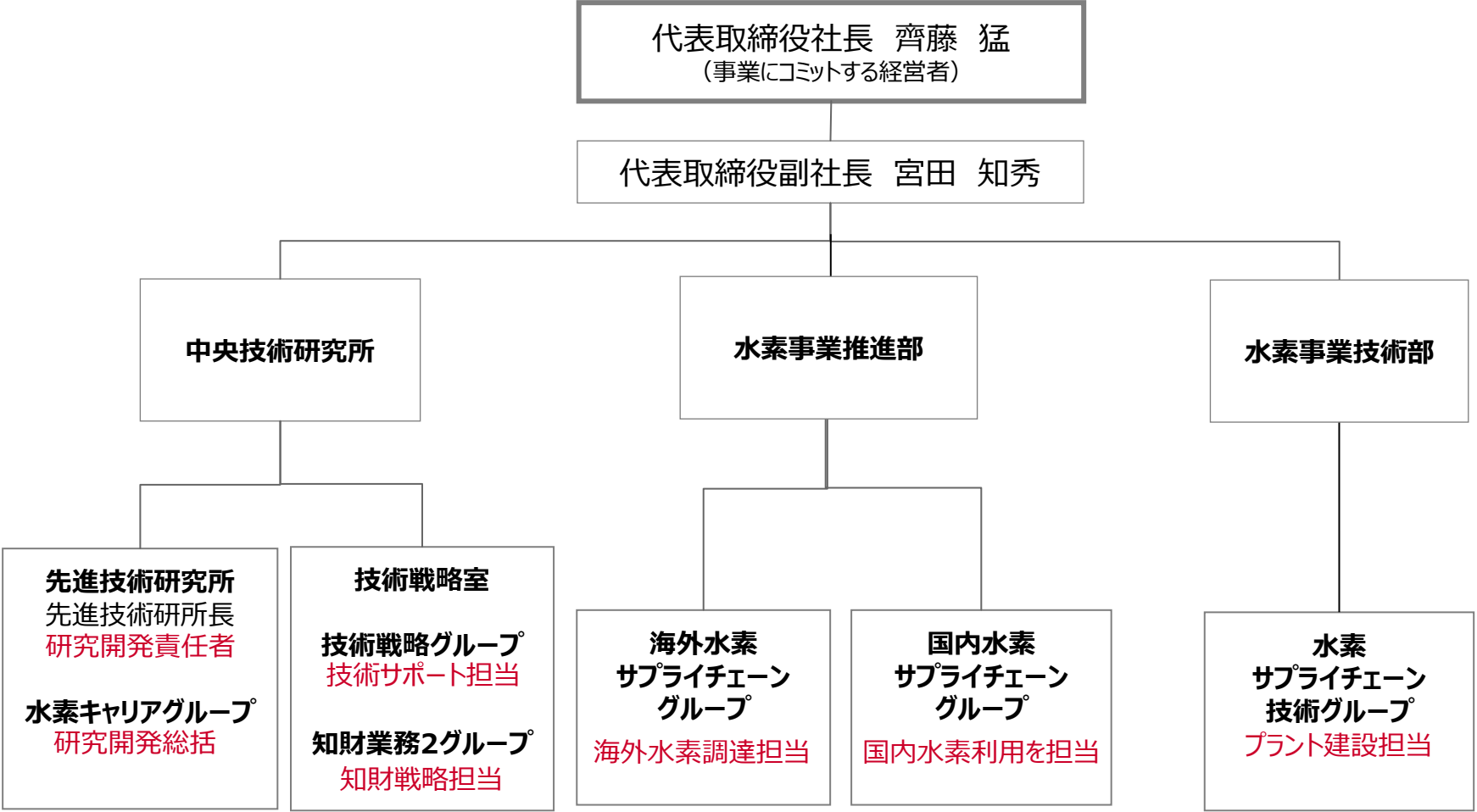
MCHサプライチェーン
実証等との連携検討

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、専門部署に複数グループを設置



組織内の役割分担

中央技術研究所
常務執行役員・中央技術研究所長
先進技術研究所長(研究開発責任者)
水素キャリアグループ(研究総括・推進)
技術戦略グループ(技術サポート担当)
知財業務2グループ(知財戦略担当)

水素事業推進部
執行役員・水素事業推進部長
海外水素サプライチェーングループ
(海外水素調達)
国内水素サプライチェーングループ
(国内水素利用担当)

水素事業技術部
水素事業技術部長
水素サプライチェーン技術グループ
(プラント建設担当)

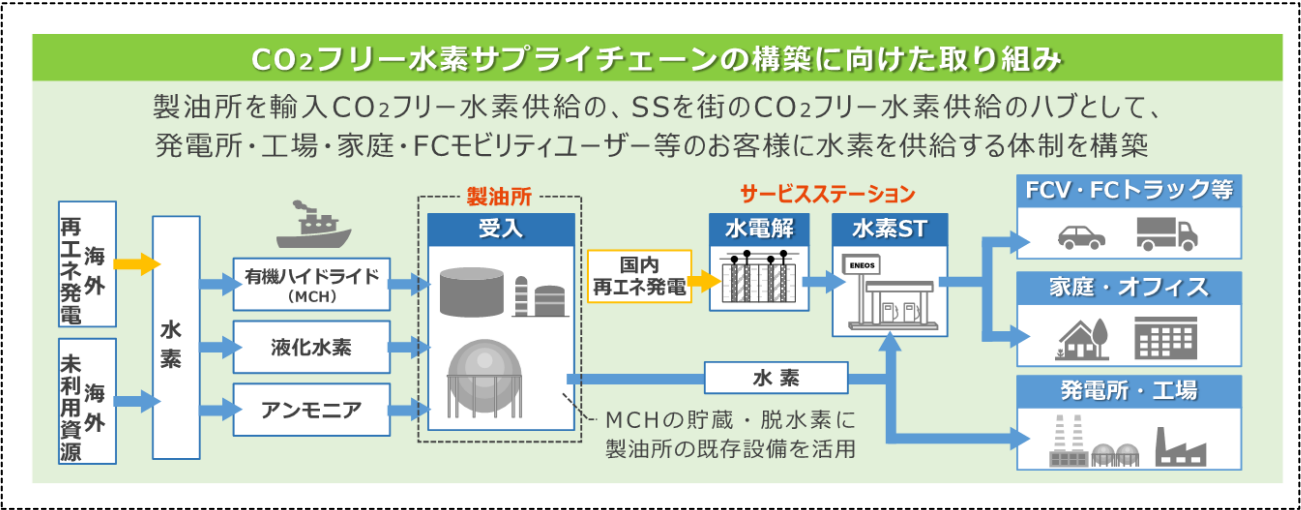
- 社内会議体
- ・ 経営会議：社長、副社長、管掌役員等によって構成され、当社の重要事項について協議・決定する会議
 - ・ ステアリングコミティー：PJの関係各部の部長級によって構成され、PJの重要事項について協議・決定する会議
 - ・ 標準化検討委員会：標準化戦略の策定および推進を取り進める委員会(新設予定)

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、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
 - 社外取締役を含む取締役会においても、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
 - 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なう



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

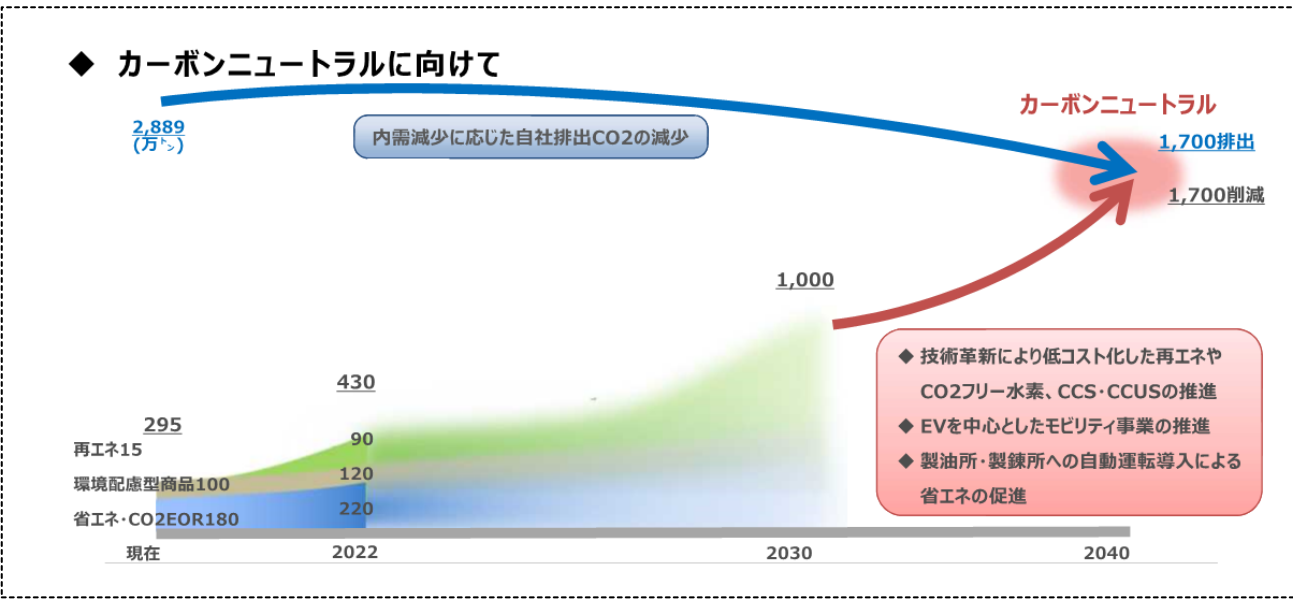
経営戦略の中核において国際水素サプライチェーン構築事業を位置づけ、広く情報発信

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を目標として提示
 - 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
- 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
 - プレスリリースを通じて世間に広報を実施。
 - 各種学会発表により、技術開発の状況を情報発信。



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
 - 革新技术/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。
 - 研究開発終了後は、水素コスト等を精査した上で、実用化に向けたプラント建設を目指す。

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
 - 2021年4月に「水素キャリアグループ」を設置し、Direct MCH技術の研究開発を実施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
 - 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4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・スケジュールの変更を検討
- **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・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、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買取制度の開始時期、
内容について、投資採算基準への到達の可否を検討
- **既存発電燃料(天然ガス)の低価格化、国内再エネ電気の
低価格化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固定価格
買取制度への反映を提言
- **海外再エネ電気が低価格化しないリスク**
→海外再エネ価格を監視、最適な調達先を探索。

その他（自然災害等）のリスクと対応

- **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
- **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および技術検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