

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：常温、常圧下グリーンアンモニア製造技術の開発

実施者名：出光興産株式会社、代表名：代表取締役社長 木藤 俊一
コンソーシアム内実施者（再委託先除く）：
東京大学
九州大学
大阪大学
東京工業大学

幹事会社：出光興産株式会社

目次

0.コンソーシアム内における各主体の役割分担

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

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

出光興産(幹事会社)

実施する研究開発の内容

- 触媒高活性化
- 電極担持触媒開発(日産化学)
- 新規還元剤探索
- 電極反応系の構築
- システム構築(東芝)
- 装置の実用化
等を担当 (括弧内は再委託先)

社会実装に向けた取組内容

- 基礎技術の確立
- 触媒(電極担持触媒)供給 日産化学
- システム開発と実証 東芝
- 本技術を適用したアンモニア製造(仕入)とサプライチェーン構築
- CO₂フリーアンモニア販売の事業化

東京大学

実施する研究開発の内容

- 触媒高活性化
- 電極反応系の構築
等を担当

社会実装に向けた取組内容

- 技術支援

大阪大学

共同研究開発

実施する研究開発の内容

- 新規還元剤探索
等を担当

社会実装に向けた取組内容

- 技術支援

九州大学

実施する研究開発の内容

- 触媒高活性化
- 新規還元剤探索
等の研究を支援する理論
解析と機械学習による解析
を担当

社会実装に向けた取組内容

- 技術支援

東京工業大学

実施する研究開発の内容

- 電極反応系の構築
- システム構築支援
等を担当

社会実装に向けた取組内容

- 技術支援

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

脱炭素化による化石燃料事業からの脱却が急拡大すると予想

カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

(社会面)

- 世界的な地球温暖化問題の深刻化

(経済面)

- コスト競争力の高い化石エネルギー（石炭、石油、LNG等）からグリーンエネルギーへのシフトは燃料コスト増加を伴う
- 既存アセット（石炭火力等）の活用への期待の高まり

(政策面)

- 2050年カーボンニュートラルを宣言
- カーボンニュートラル実現に向けたロードマップの策定

(技術面)

- 石炭火力発電におけるアンモニア混焼技術の検討が進展（20～50%混焼、将来的にはアンモニア専焼も視野）
- 安価なアンモニア合成技術への期待の高まり

- 市場機会：グリーンエネルギー需要の拡大。拡大が期待されるエネルギーとしては、再生可能エネルギー（太陽光、風力）、水力、原子力、グリーン水素及びアンモニア、バイオ燃料、合成燃料等。
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：従来の化石エネルギーと比べ、グリーン水素・アンモニア、バイオ燃料、合成燃料の供給コストは上昇するため、コスト負担の増加影響が大きくなると想定される。

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

- 電力：再エネ、水力、原発、グリーン水素及びアンモニアで大部分を供給し、一部の火力（LNG、石炭）が残存。
- グリーン水素・アンモニアは国内製造のみでは需要をカバーできず、不足を海外輸入で対応。
- 液体燃料：航空機用（SAF）、自動車用（バイオ燃料、合成燃料）の燃料転換が進捗、需要は大幅に減少。合成燃料は国内の電力供給能力に制約を受け、海外での製造、輸入に頼るかたちとなる。
- 国内のCO₂排出を完全に無くすることが困難なため、CCSUによるネガティブエミッションが不可欠なバランスとなる（現状のCO₂排出量の2～3割）

● 当該変化に対する経営ビジョン：

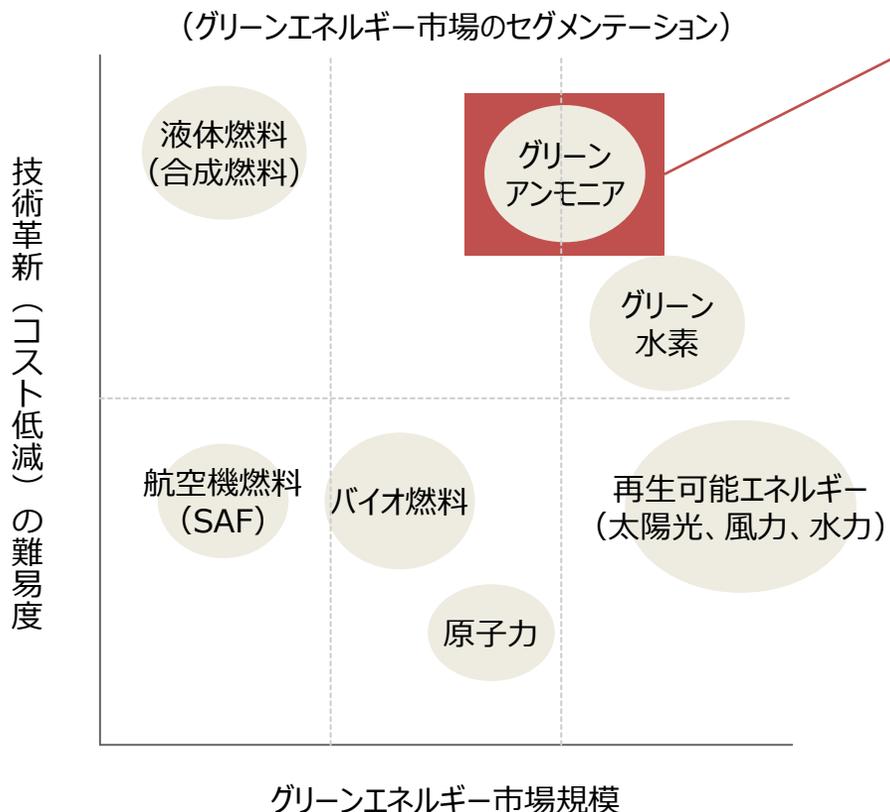
- グリーンエネルギー供給事業及びバイオ化学品事業の拡大
- 具体的には、再生可能エネルギー、グリーン水素・アンモニア、SAF、バイオ燃料、バイオ化学品、合成燃料の取り組み強化
- ネガティブエミッション、CCSの取り組み強化

1. 事業戦略・事業計画 / (2) 市場のセグメント・ターゲット

グリーンエネルギー市場のうちアンモニアをターゲットとして想定

セグメント分析

カーボンニュートラル実現のため、グリーンエネルギーの安定供給・コスト低減に注力



ターゲットの概要

市場概要と目標とするシェア・時期

- 発電用、産業用、輸送用燃料市場（アンモニア）
- 2050年カーボンニュートラル実現に要するグリーンアンモニア国内シェア50%以上

| 需要家 | 主なプレイヤー | 消費量 (2050年) | 課題 | 想定ニーズ |
|----------|-------------|--------------------------|--|--|
| 電力事業者 | 国内発電会社 | 約3000万t (国内需要) ※出典 | <ul style="list-style-type: none"> CO₂排出量の削減 発電コストの低減 発電効率の向上 グリーン燃料供給インフラの整備 | <ul style="list-style-type: none"> 安価なグリーン発電用燃料（アンモニア、水素）製造・供給 大規模供給ターミナルの整備 |
| 産業用ボイラ発電 | 化学会社他 | | <ul style="list-style-type: none"> CO₂排出量の削減 発電コストの低減 グリーン燃料供給インフラの整備 | <ul style="list-style-type: none"> 安価なグリーン産業用燃料（アンモニア、水素）製造・供給 |
| 輸送用燃料 | 船舶会社（内航、外航） | | <ul style="list-style-type: none"> CO₂排出量の削減 燃料コストの低減 | <ul style="list-style-type: none"> 安価な輸送用グリーン燃料（アンモニア、水素）製造・供給 |

※「燃料アンモニアサプライチェーンの構築」プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画（資源エネ庁、令和3年9月）

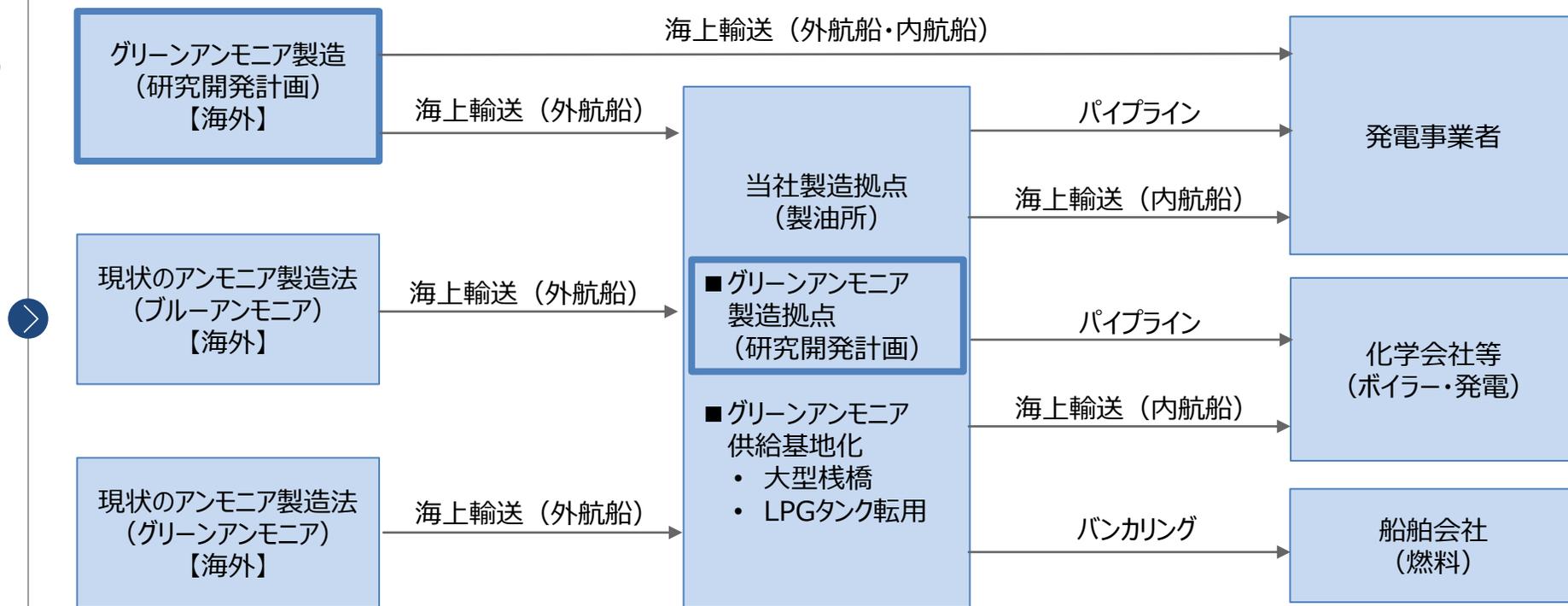
1. 事業戦略・事業計画 / (3) 提供価値・ビジネスモデル

電解反応技術を用いて安価なグリーンアンモニアを提供する事業を創出/拡大

社会・顧客に対する提供価値

- 安価なグリーンアンモニアの安定供給
 - 常温常圧で製造可能のため重厚な設備が不要
 - 再生可能エネルギー発電量の変動に対応可能
 - 製造コスト低減

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



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)

本事業全般の標準化・知財戦略

本開発技術の特徴、競合の情報

- 本技術は「常温、常圧」で「N₂と水からアンモニアを直接電解合成」する技術の開発であり、従来技術よりも簡素、低エネルギー消費でグリーンアンモニアを製造できることが特徴
- グリーンアンモニア製造の競合技術としては、電解水素とハーバーボッシュ法の組み合わせや熔融塩を電解液として用いる方法が知られているが、加熱や加圧によるエネルギーロスや再エネ電力を用いた際の負荷変動対応が難しいという課題がある



標準化・知財 (事業化) の取組方針

- グローバルな競争を想定し、競合と差別化、市場確保を有利に進めるための戦略を構築していく
- 本技術の高いCO₂削減効果を差別化ポイントと考え低環境負荷のグリーンアンモニアグレードの創出を想定。それに限らずグローバルな競争に有利となる戦略を幅広く検討していく

標準化・知財 (事業化) の取組内容 (全事業期間通じて)

- 開発技術：強固な特許網構築とノウハウ化を進め参入障壁を作る
- 製品アンモニア：低環境負荷の付加価値の高いグリーンアンモニアのグレードを創出する。
- 基礎技術開発が固まる2024年中旬までに事業戦略、標準化・知財戦略を具体化する
- 当該技術が確立した際にスムーズに社会実装できるよう、アンモニア製造も含めたアンモニアサプライチェーン構築に向け、以下に取り組む。
 - 海外サプライヤー (中東、北米、豪州など) とのパートナーリング
 - 製油所アセットを活用したアンモニア受入基地化の検討
 - 自社事業所における燃料アンモニアの利用検討
 - 周南コンビナートにおけるアンモニア供給拠点整備の検討

【目標スケジュール】

- 2020年代後半に徳山事業所にアンモニア受入基地を整備
- 2030年までに年間100万トンの超のアンモニア供給体制を確立

1. 事業戦略・事業計画 / (4) 経営資源・ポジショニング

技術開発力・既存製油所設備の強みを活かして、社会・顧客に対して安価なグリーンエネルギーの安定供給という価値を提供

自社の強み、弱み (経営資源)

ターゲットに対する提供価値

- 安価なグリーンアンモニアの製造
- グリーンアンモニアの安定供給



自社の強み

- 建設用地 (既存製油所遊休地、将来用地)
- 入出荷設備 (大型栈橋、タンク、パイプライン)
- オペレーション技術、人材
- 製造拠点立地 (需要地に近い)

自社の弱み及び対応

- アンモニアの海上輸送能力
- アンモニアのハンドリング経験が少ない

競合との比較優位性

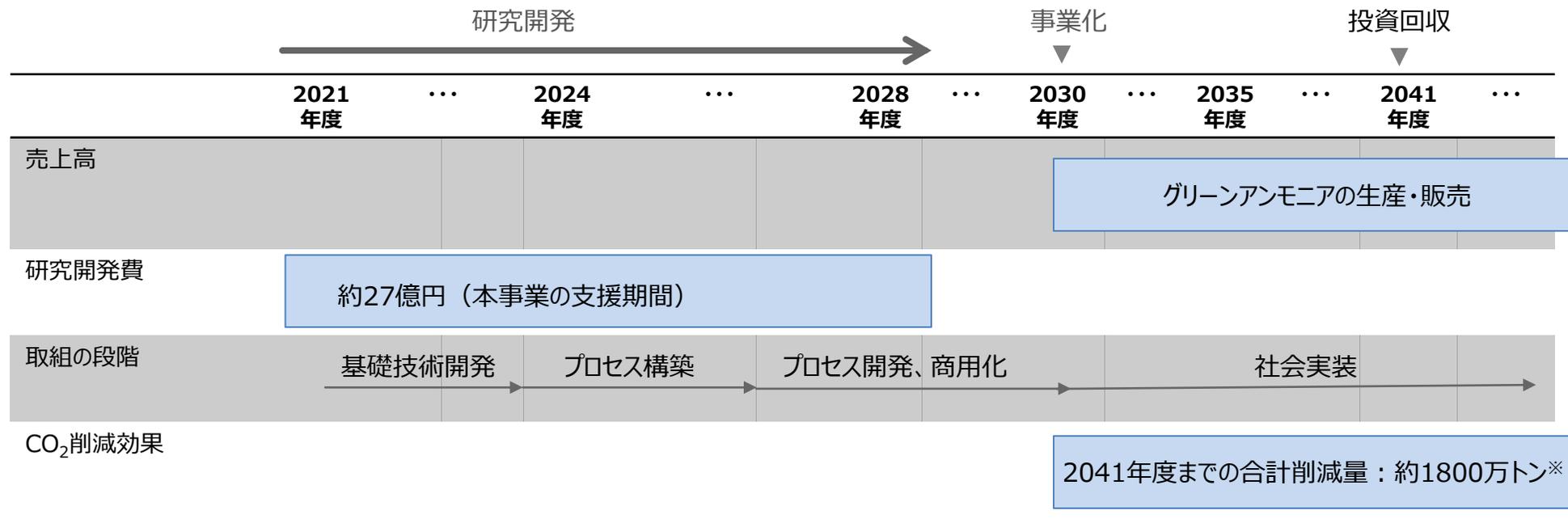
| | 技術 | 顧客基盤 | サプライチェーン | その他経営資源 |
|--------|---|---|---|---|
| 自社 | <ul style="list-style-type: none"> • (現在) 研究開発  <ul style="list-style-type: none"> • (将来) 常温・常圧グリーンアンモニア製造技術 | <ul style="list-style-type: none"> • 石炭・燃料油の販売  <ul style="list-style-type: none"> • 石炭・燃料油からアンモニア販売への転換 | <ul style="list-style-type: none"> • グリーンアンモニアは海外サプライヤーから調達  <ul style="list-style-type: none"> • 安価なグリーンアンモニアの生産、国内市場への導入 | <ul style="list-style-type: none"> • アンモニアへ転用できる可能性のある既存製油所設備  <ul style="list-style-type: none"> • 自社製油所設備をアンモニアへ転換・輸入基地化 |
| 商社 | <ul style="list-style-type: none"> • 従来 of HB法によるアンモニア製造技術 | <ul style="list-style-type: none"> • 石炭・燃料油の販売ネットワーク | <ul style="list-style-type: none"> • HB法により生産されたグリーンアンモニアの調達、国内市場への導入 | <ul style="list-style-type: none"> • 大きな資金力 |
| 発電事業会社 | <ul style="list-style-type: none"> • 従来 of HB法によるアンモニア製造技術 | <ul style="list-style-type: none"> • 同業他社 | <ul style="list-style-type: none"> • HB法により生産されたグリーンアンモニアの調達、国内市場への導入 | <ul style="list-style-type: none"> • アンモニア混焼ボイラ |

1. 事業戦略・事業計画 / (5) 事業計画の全体像

8年間の研究開発の後、2030年頃の事業化、2041年頃の投資回収を想定

投資計画

- ✓ 本事業終了後、2030年以降国内でアンモニア生産量数万トン/年規模、2035年以降海外で数十万トン/年規模のプラント建設
- ✓ グリーンアンモニアの製造・販売により、2041年度頃投資回収できる見込み



※石炭火力へのアンモニア混焼によるCO₂削減量として試算

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>オープンイノベーションをフルに活用して研究を促進 初期段階からプロセスをイメージした装置設計</p> <ul style="list-style-type: none"> 東京大、阪大で反応を構築 東工大、産総研で電極反応を設計 最適な装置を東芝(再委託先)が構築 触媒の量産体制を日産化学が構築 低コスト、低CO₂発生量の生産技術の確立 重厚な装置が不要な製造方法の確立 | <p>生産段階における、設備・システム導入、部品調達、立地戦略</p> <ul style="list-style-type: none"> グリーンアンモニア製造装置の建設 海上輸送に有利な立地を選定（大型船が着岸可能な港湾隣接地） 安価なグリーン電力を入手可能な立地（国内外）の選定 | <p>出光にてエネルギーキャリアのアンモニアの流通システムの構築</p> <ul style="list-style-type: none"> 大規模海上輸送の確立（VLGC規模） 既存LPGタンク転用によるアンモニアターミナル基地の整備 産業向け供給パイプラインの整備 輸送用燃料供給設備の整備 |
| 進捗状況 | <p>電解反応の性能向上に向け、新たに筑波大の保有する新規隔離膜に着目し、本PJへの適用検討を開始した</p> | <p>豪州でのグリーンアンモニア製造、輸出へ向けた調査を開始した</p> | <p>周南コンビナートにてアンモニア供給拠点整備に向けた検討を開始した</p> |
| 競争上の優位性 | <p>本PJのメンバーは常温、常圧で画期的な性能を有するアンモニア合成用の触媒やPCET還元剤を保有している。さらに、プロセス開発において参考にすべき、CO₂電解・水電解やレドックスフロー電池等に関する知見を有している</p> | <p>当社は、エネルギーや資源等のビジネスを通じて知り合った様々な国内外のパートナーとアンモニア製造、供給、販売において連携が期待できる</p> <p>アンモニア供給拠点整備においては当社が保有する製油所、工場等のインフラが活用できる</p> <p>当社は石炭ボイラにおける高度な燃焼技術を保有しておりアンモニア燃焼にも活用できる</p> | |

1. 事業戦略・事業計画 / (7) 資金計画

国の支援に加えて、百億円規模の自己負担を予定

資金調達方針

| | 2021 年度 | ... | 2024 年度 | ... | 2028 年度 | ... | 2030 年度 | ... |
|-------------------|------------|-----|------------|-----|--|-----|------------|-----|
| 事業全体の資金需要 | 約27億円 | | | | | | | |
| うち研究開発投資 | 約27億円 | | | | | | | |
| 国費負担※ (委託又は助成) | 約23億円 | | | | | | | |
| 自己負担 | 約4億円 | | | | 本期間にて本グリーンアンモニア製造技術開発を完成させた後、商用プラント開発・建設に向けた自己負担による百億円規模の投資を実施する想定 | | | |

※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

常温、常圧下でのグリーンアンモニアを製造するため必要なKPI

研究開発項目

1. 新規アンモニア製造方法の確立

研究開発内容

- 1 触媒開発
- 2 PCET還元剤開発
- 3 電解反応場設計
- 4 システム構築

アウトプット目標

電解反応を用いて常温・常圧下で窒素と水からアンモニアを定常的に製造する反応系を見出す

KPI

PCET還元剤存在下で高活性な錯体触媒を見出す

電解反応で繰り返し使用可能なPCET還元剤を見出す

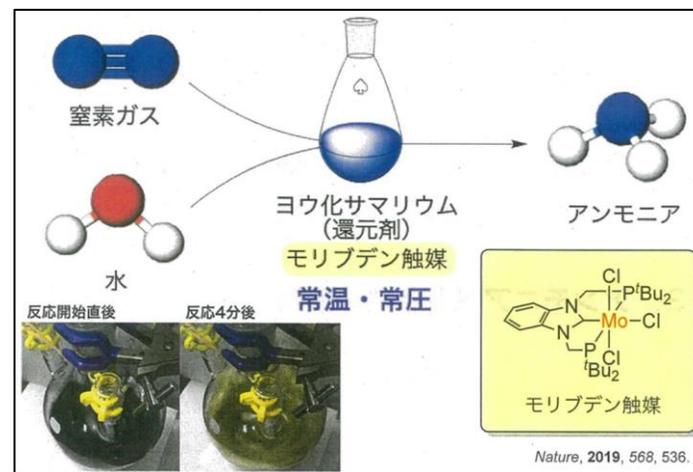
PCET機構により高効率にアンモニアが生成する電解反応方式を見出す

アンモニアを高効率に生産する電解セルシステムを構築

KPI設定の考え方

電解反応を用いて常温・常圧下で窒素と水からアンモニアを定常的に製造する反応系を見出すための設定

本開発のベース技術



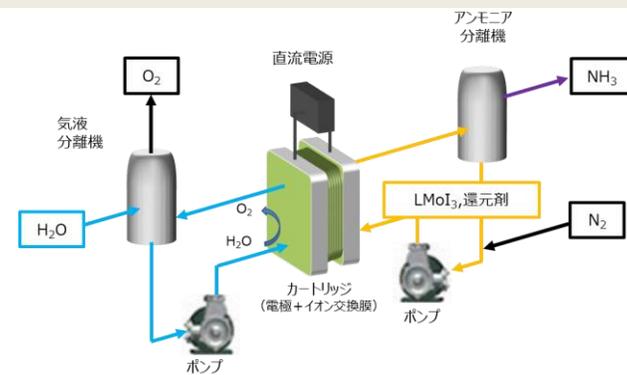
2. 製造プロセスの構築と実証

- 5 スケールアップ、実用化

アンモニアコスト 20円/Nm³未満 (水素換算) の実現

電解セルシステムをスケールアップ

アンモニアコスト20円/Nm³未満 (水素換算) の実現に必要な



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

| | KPI | 解決方法 |
|---------------|-----------------------------------|---|
| 1 触媒開発 | PCET還元剤存在下で高活性な錯体触媒を見出す | PCET機構でアンモニア生成反応活性の高い錯体触媒の設計 |
| 2 PCET還元剤開発 | 電解反応で繰り返し使用可能なPCET還元剤を見出す | PCET還元能が高くかつ電解反応で原形に戻る還元剤の設計 |
| 3 電解反応場設計 | PCET機構により高効率にアンモニアが生成する電解反応方式を見出す | 錯体触媒とPCET還元剤が機能し効率良くアンモニア生成でき、かつ電気化学的に再生する電解反応方式の設計 |
| 4 システム構築 | アンモニアを高効率に生産する電解セルシステムを構築 | 低コストでアンモニアを製造できる電解システムを単セルレベルで設計・実証 |
| 5 スケールアップ、実用化 | 電解セルシステムをスケールアップ | 上記システムをスケールアップ（複数セル）し実証 |

2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容 (これまでの取組)

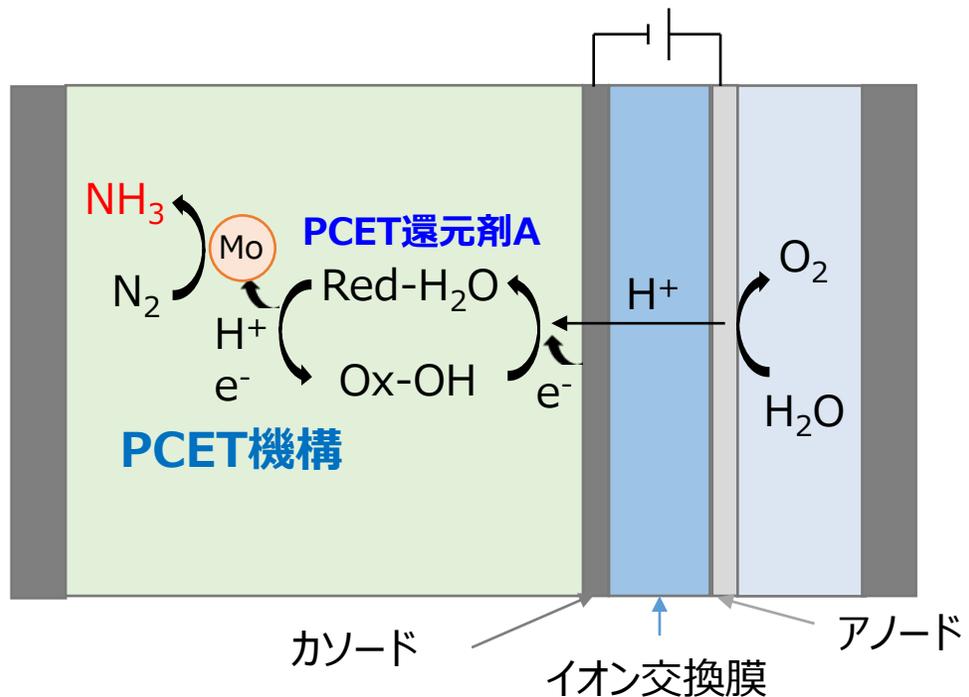
各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗

| | 直近のマイルストーン (PJ前半) | これまでの (前回からの) 開発進捗 | 進捗度 |
|-------------------|--|---|------|
| 1 触媒開発 | PCET剤が存在すれば アンモニア生成量が 1万回/時間/Mo触媒 | PCET剤存在下2万回/時間/Mo触媒を超える高活性触媒を得た。 * 化学反応 (多量のPCET剤 (ヨウ化サマリウム) 存在下) にて。電解反応 では未達 | 計画通り |
| 2 PCET還元 剤開発 | ・Mo触媒との反応後、 電解反応で賦活 ・副生水素量がアンモニア 生成の5mol%以下 | 電解で賦活する新規PCET還元剤Aを見出した。 | 計画通り |
| 3 電解反応 場設計 | 単セルでアンモニアが製造で き、水素発生量がアンモニ ア生成量の5mol%以下で あること | アノード電極での水の酸化により生成したH ⁺ 、及びカソード電極のe ⁻ を用い、 新たに発見したPCET還元剤Aを再生しながら、Mo触媒存在下 高いファラデー効率で連続的にアンモニアが生成することを見出した。 | 計画通り |
| 4 システム構築 | アンモニアを高効率に生産す る電解セルシステムを構築 | フローセルを導入することで、これまでの電解反応系に比べて約10倍に電流値 が向上した。 | 計画通り |
| 5 スケールア ップ、実用化 | — | PJ後半で実施する | — |

2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容 (これまでの取組)

【補足資料】「電解反応場設計」のこれまでの開発進捗

■ 水をプロトン源としたアンモニア生成反応における還元剤添加効果



カソード：アンモニア生成反応



カソード：還元剤再生反応



アノード



イオン交換膜内を移動

アノード電極での水の酸化により生成したH⁺、及びカソード電極のe⁻を用い、新規PCET還元剤Aを再生しながら、Mo触媒存在下、高いファラデー効率で連続的にアンモニアが生成することを見出した。

2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容 (今後の取組)

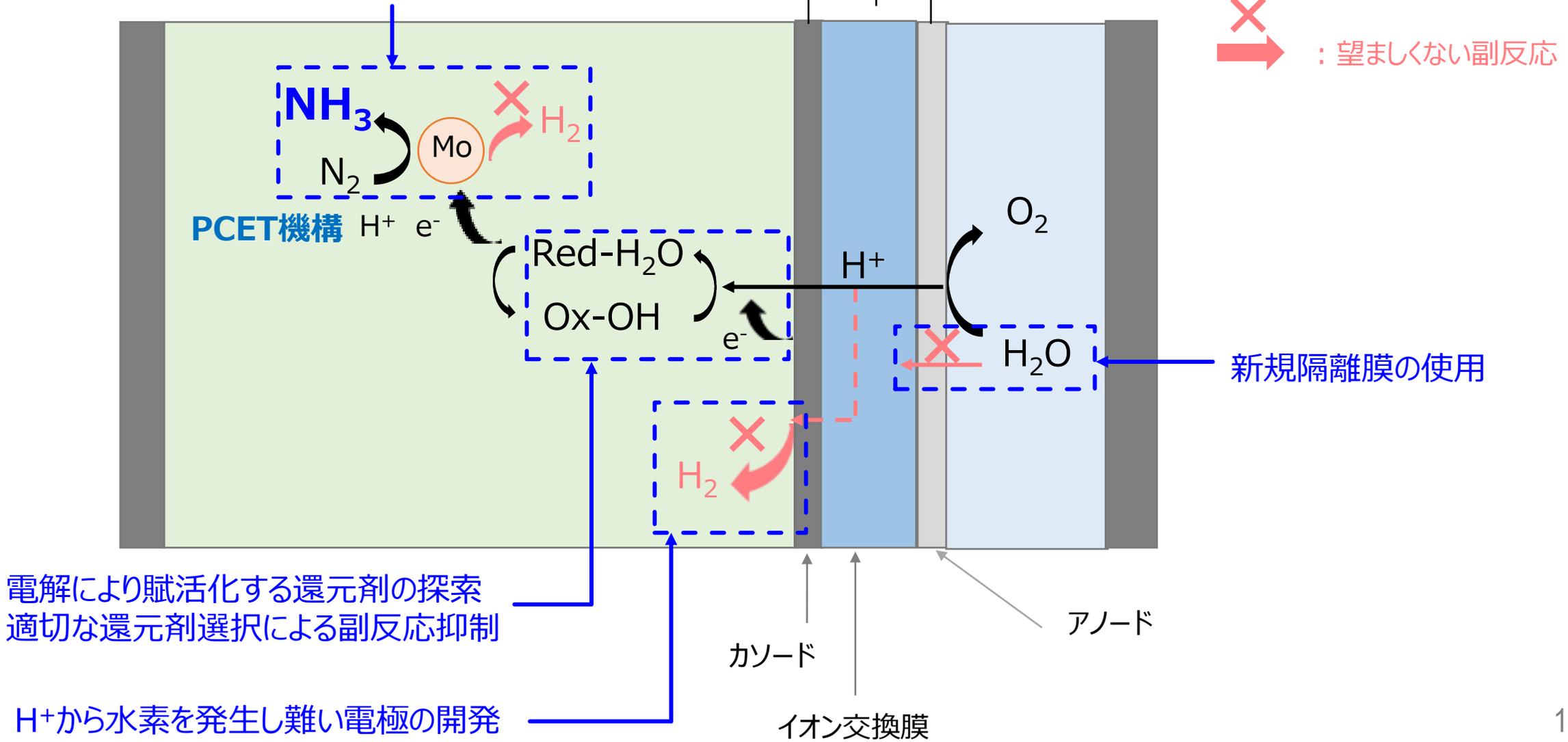
個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

| 研究開発内容 | 直近のマイルストーン(PJ前半) | 残された技術課題 | 解決の見通し |
|---------------|--|---|--|
| 1 触媒開発 | PCET剤が存在すればアンモニア生成量が1万回/時間/Mo触媒 | 水をプロトン源とした電解反応場で活性を有する高活性触媒種探索 | 計算化学を活用した新規錯体の探索 |
| 2 PCET還元剤開発 | <ul style="list-style-type: none"> Mo触媒との反応後、電解反応で賦活 副生水素量がアンモニア生成の5mol%以下 | 還元剤の構造変更による安定性、アンモニア生成活性の更なる改良を目指す | 他の候補還元剤は計画通り合成中 |
| 3 電解反応場設計 | 単セルでアンモニアが製造でき、水素発生量がアンモニア生成量の5mol%以下であること | <ul style="list-style-type: none"> アンモニア生成選択性、速度向上を目指した新規還元剤の使用 H⁺から水素を発生し難い電極の開発 水のクロスオーバー抑制 | <ul style="list-style-type: none"> ①②の成果物の活用 新規隔離膜の適用 |
| 4 システム構築 | アンモニアを高効率に生産する電解セルシステムを構築 | 反応システムを構築した後、長期運転での耐久性を確認する | <ul style="list-style-type: none"> 汎用的な電解技術システムを適用 長期運転による課題抽出・対策実施(速度論解析、生成物分析) |
| 5 スケールアップ、実用化 | — | PJ後半で実施する | PJ前半で抽出された問題点を解決できる能力を有するメーカーと組むことで早期解決を目指す |

2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容 (今後の取組)

【補足資料】「電解反応場設計」の目標達成に向けた方策

Mo触媒の高活性化によるNH₃への反応選択性向上

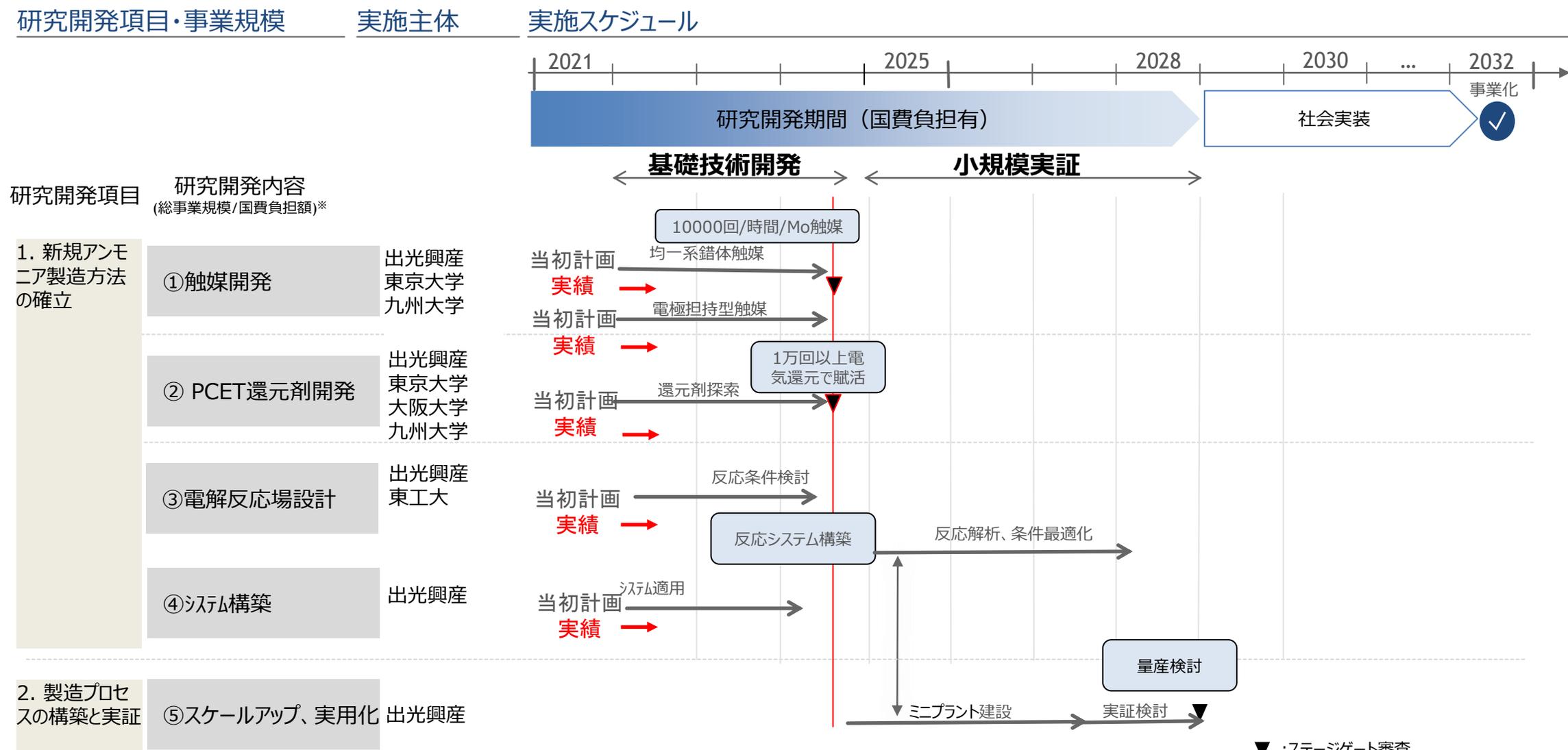


電解により賦活化する還元剤の探索
適切な還元剤選択による副反応抑制

H⁺から水素を発生し難い電極の開発

2. 研究開発計画 / (3) 実施スケジュール

研究開発計画



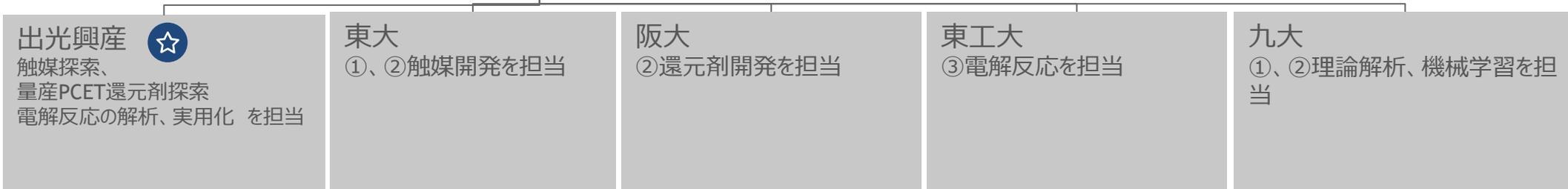
▼ :ステージゲート審査

2. 研究開発計画 / (4) 研究開発体制

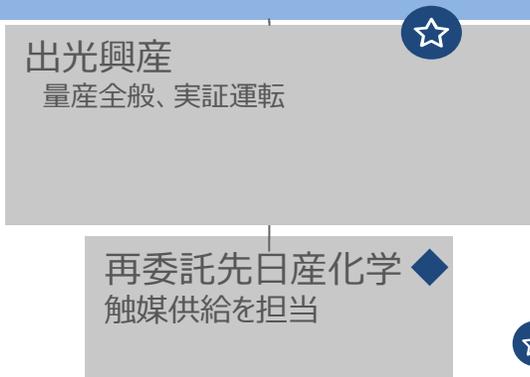
各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

実施体制図

1. 新規アンモニア製造方法の確立



2. 製造プロセスの構築と実証



☆ 幹事会社 ◆得意技術を持つ企業

各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発項目 1 全体の取りまとめは、出光興産が行う
- 日産化学は、再委託で電極担持型触媒を担当する
- 東芝は、再委託でプロセスの構築を担当する
- 阪大は、PCET還元剤 の探索を担当する
- 東工大は、電解反応を担当する
- 九大は全系の反応を計算化学で解析し、材料設計、反応設計の提案を行う
- 産総研はケミカルの対応した電解反応場を変更し、より効率の高い系を見出す
- 筑波大学は新規隔離膜を探索し、アンモニア生成反応を促進させる

研究開発における連携方法

- 全担当の情報共有の場を毎月持つ
- 個別の打合せを毎月行う。

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. 新規アンモニア製造方法の確立 | ① 触媒開発 | <ul style="list-style-type: none"> 錯体合成 反応解析 分子設計・理論解析 | <ul style="list-style-type: none"> 本件の特許保有 当分野の研究を東大が世界的に牽引 理論解析では九大が実績あり 出光には錯体触媒の実用化実績がある |
| | ② PCET還元剤開発 | <ul style="list-style-type: none"> 錯体合成 分子設計・理論解析 | <ul style="list-style-type: none"> 本件の特許保有 当分野の研究を阪大が牽引 |
| | ③ 電解反応場設計 | <ul style="list-style-type: none"> 電気化学 装置設計、評価、 | <ul style="list-style-type: none"> 本系の特許保有 東芝、産総研、東工大で実績あり |
| | ④ システム構築 | <ul style="list-style-type: none"> 反応解析 水電解のシステム構築装置設計 | <ul style="list-style-type: none"> 東芝がCO₂電解システム等で実績あり 東芝はシステムの販売実績がある |
| 2. 製造プロセスの構築と実証 | ⑤ スケールアップ、実用化 | <ul style="list-style-type: none"> 反応解析 水電解のシステム構築装置設計 | <ul style="list-style-type: none"> 出光は各種製造装置建設の実績がある 錯体触媒や特殊な環境を構築し管理する実績がある |

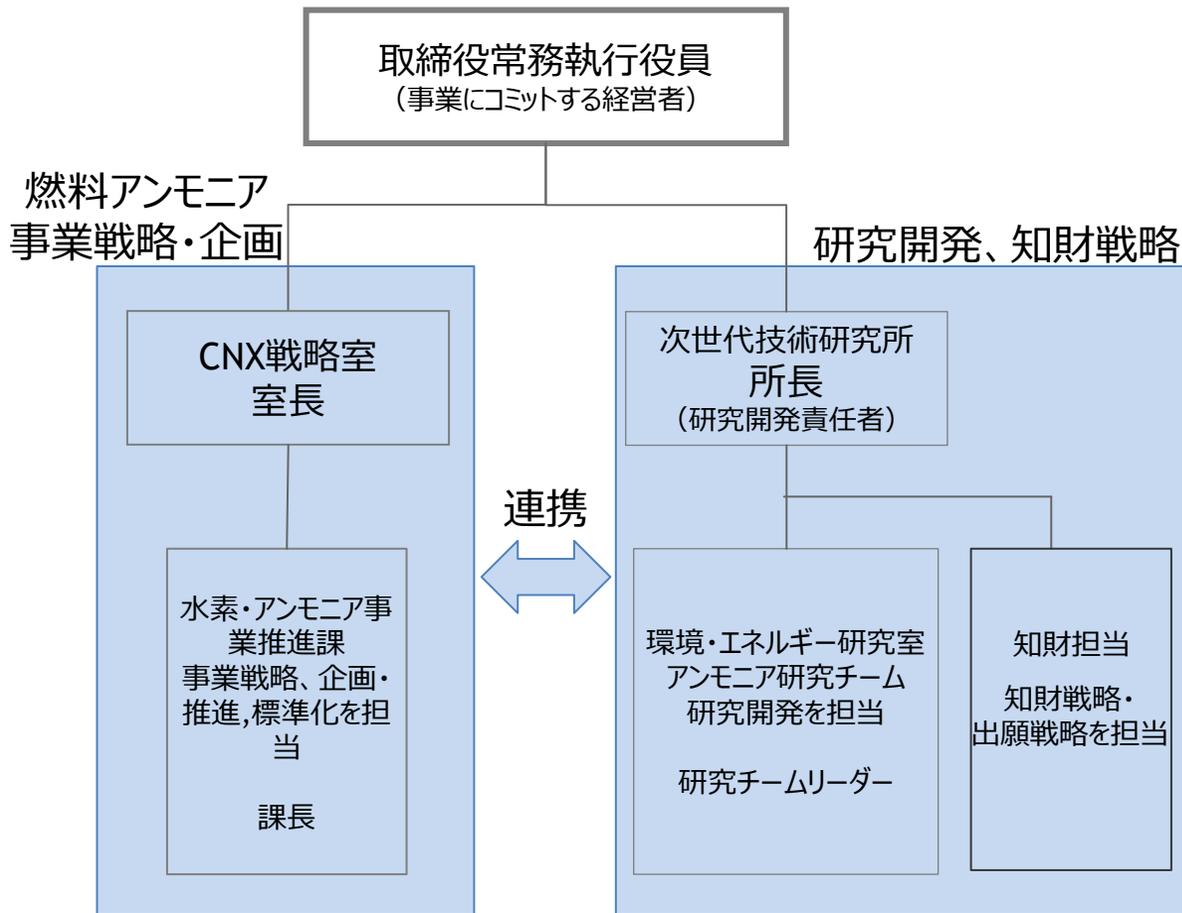
3. イノベーション推進体制

(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
 - 次世代技術研究所長：研究開発マネジメントを担当
- 担当チーム
 - アンモニア研究チーム：研究開発を担当
 - 知財担当：知財戦略、特許出願戦略を担当
 - 水素・アンモニア事業推進課：事業戦略・企画・標準化を担当
- チームリーダー
 - 研究チームリーダー：触媒開発、有機合成、計算科学
 - 事業推進課長：アンモニア事業戦略、企画策定・推進、標準化

部門間の連携方法

- 定期的に室長・所長レベルで相互の進捗確認を行う（回/半年）
- CNX戦略室が主管となり、社内関係部署への情報共有の場を設定する

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

経営者等によるグリーンアンモニア事業への関与の方針

（1）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
 - 中期経営計画の中にカーボンニュートラルに向けた事業構造転換やグリーンアンモニアサプライチェーンの構築への挑戦を明示（2021年5月）
 - ホームページやメディアのインタビュー等でも同様のコミットメントを社長メッセージとして提示
 - カーボンニュートラルに取り組むための専門組織：技術・CNX戦略部を設置。その後、CNX戦略室が分離・独立
- 事業のモニタリング・管理
 - 技術・CNX戦略部が中心となりカーボンニュートラルやグリーンアンモニア事業実現に向けた戦略や具体的方策を検討。経営委員会や経営層勉強会で方向性を議論し、具体的な方針（会社としてのロードマップ）を策定中。次期中期経営計画へ反映予定。

（2）経営者等の評価・報酬への反映

経営計画の達成状況を反映した役員報酬や社員の処遇を決定する人事制度を採用している。

（3）事業の継続性確保の取組

経営層が交代する場合にも事業が継続して実施されるよう、後継者の育成・選別等の更に当該事業を関連づける等、着実な引継ぎを行う。

- カーボンニュートラル推進の経営責任者が取締役常務執行役員に交代。

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グリーンアンモニア事業を位置づけ、広く情報発信

（1）取締役会等での議論

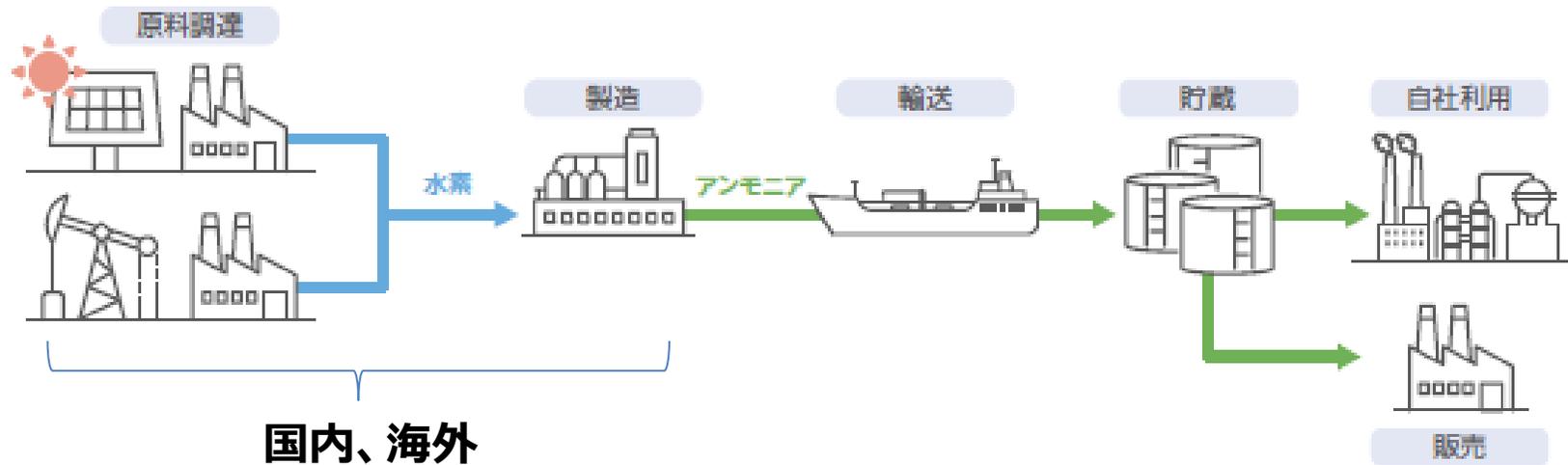
- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
 - 中期経営計画に織り込み済み（2021年5月）
 - 更に具体的な取り組みとして、2030年、2050年に向けたカーボンニュートラルに向けたロードマップを策定。次期中期経営計画に反映予定。
- 事業戦略・事業計画の決議・変更
 - 次期中期経営計画の内容は取締役会の承認事項となる。
 - 事業の進捗状況を経営委員会の重要な意思決定の場において定期的にフォローし、事業環境の変化等に応じて見直しを実施する
 - 事業について決議された内容を社内の関連部署に広く周知する
- 決議事項と研究開発計画の関係
 - 経営委員会、研究開発委員会にて研究開発の優先順位を決定するが、カーボンニュートラルに関わる研究開発は重要なテーマとして位置付けている。研究開発委員会、経営委員会にて、コーポレート研究の重点テーマの一つとして本研究開発に取り組んでいること及び研究計画を報告した。

（2）ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
 - 中期経営計画等のIR資料・アニュアルレポート等において、TCFD等のフレームワークも活用し、事業戦略・事業計画の内容を明示的に位置づける
 - 採択に伴い、本研究開発の概容をプレスリリースした
 - グリーンアンモニア事業の確立に向けパートナーと具体的取り組みを開始しており、その内容を都度プレスリリースで公表している（実績：8件※2022年12月時点）
- ステークホルダーへの説明
 - 中期経営計画を通じて幅広くステークホルダーに説明する。
 - 経営計画の内容は事業の将来見通しやリスクを踏まえたものであり、ステークホルダーに対して説明することになる。
 - カーボンニュートラルとすることの意義・目的を情報発信していくが、エネルギー転換に伴うコストアップ等のネガティブ情報も発信していかなければならないと考えている。

(参考資料) アンモニアサプライチェーンの構築

産業・発電部門へのCO2フリーアンモニアサプライチェーンの構築



当社のアンモニア関連の取組み *プレスリリースからの抜粋

- ・2021年6月 : 出光・徳山事業所の既設設備を活用したアンモニアサプライチェーン構築についてIHIとの共同検討開始
- ・2021年10月 : アンモニアサプライチェーン構築に関するJERAおよびヤラ・インターナショナルとの共同検討開始
- ・2021年11月 : 豪州ニューキャッスル港でのグリーン水素・アンモニアプロジェクトにおける共同検討・調査開始
- ・2021年12月 : UAEからのブルーアンモニア輸送実証試験を実施
- ・2022年1月 : 「常温、常圧下アンモニア製造技術の開発」がNEDOグリーンイノベーション基金に採択
- ・2022年7月 : 革新的なアンモニア合成技術を有する東工大発ベンチャー企業「つばめBHB株式会社」へ出資
- ・2022年8月 : 「周南コンビナートアンモニア供給拠点整備基本検討事業」が経済産業省の補助金事業に採択
- ・2022年11月 : 豪州アボットポイント港でのグリーンアンモニア製造、輸出へ向けた調査を開始

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

（1）経営資源の投入方針

- 実施体制の柔軟性の確保
 - カーボンニュートラルに向けて事業ポートフォリオの変革を進めるためには、組織体制やリソース配分の見直しを進める。
 - エネルギー転換を達成するためには、国、他のエネルギー事業者、アンモニア製造者、資源開発事業者との協業や連携が不可欠になると判断している。
 - 世の中の動向や国の政策に基づき柔軟な対応が必要になると考えている。
- 人材・設備・資金の投入方針
 - 事業企画・標準化、研究開発の人員は必要に応じ強化を図る
 - 自社の燃料油・化学品製造・供給・販売のアセットの最大活用を進める
 - 自己資金でもグリーンアンモニアのサプライチェーン構築に向けた基盤整備、実証を着実に進める。

（2）専門部署の設置

- 専門部署の設置
 - カーボンニュートラルやグリーンアンモニア事業の実現に向けた、戦略立案、企画立案推進のために技術・CNX戦略部を設置。その後、カーボンニュートラル推進に特化した専門部署としてCNX戦略室が分離・独立
- 若手人材の育成
 - カーボンニュートラルをけん引する人材育成のためにCNXセンター塾を開設（1期4カ月、年間3期開催予定）
 - クリーン燃料アンモニア協会等の関連学協会に若手研究員を積極的に参加させ幅広い見識を身に付けさせる
 - 大学の研究員も本PJを通してカーボンニュートラルをけん引する人材に育成する。

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、懸念される事態(下記)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

- 難技術課題がブレークスルーできないリスク（基礎技術開発ステージ）
→ 当社のオープンイノベーションのネットワーク、ノウハウも活用しながら国内外の有識者に幅広くアクセスし衆知を集める努力を進める
- 電解システム開発を積極推進するパートナーが確保できないリスク（システム開発・実証ステージ）
→ 現状は本技術のPOCが未了。
基礎技術開発によりPOCを進めるとともにシステム開発に資するデータ採取を進め提示できるようにする。

社会実装(経済社会)におけるリスクと対応

- CO2フリーアンモニア製造に必要なグリーン電力（再生可能エネルギー、原子力発電等）の確保が社会実装の障害となる（量及びコスト）。
- 国内の再エネ適地確保が大きな課題。
- 原子力発電も新設・再稼働についても国民の理解を得ることは相当難しい見通し。
- 発電単価上昇の際のコスト負担の仕組み構築が出来なければ社会実装の障害となる（今後の技術開発の進展次第だが、現状の化石エネルギーを燃料とする発電コストレベルまで到達できない可能性は高い）。

その他（自然災害等）のリスクと対応

- 震災等の大災害により研究開発が長期遂行できないリスク
→ 研究拠点を被害を受けていない大学等に移し可能な限り研究開発を継続する



● 事業中止の判断基準：

大変難易度の高い技術開発のため、幅広い有識者の知恵や知見を入れても、基礎研究開発期間中に本技術開発の目標（マイルストーン）の達成に目途が付かない場合は本技術開発中止の判断をせざるを得ない。