

エネルギー構造転換分野WG

事業戦略・事業計画

実施プロジェクト名：

「燃料アンモニアサプライチェーン構築に係るアンモニア製造新触媒の開発・技術実証」

【研究開発項目1】アンモニア供給コストの低減 ①アンモニア製造新触媒の開発・実証

2022年12月7日

千代田化工建設株式会社（幹事企業）

共同提案者：株式会社JERA、東京電力ホールディングス株式会社

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

幹事企業

JERA

JERAが実施する研究開発の内容

- アンモニア製造プラントユーザ評価 (大規模)
- アンモニアサプライチェーンの費用・量の評価等を担当

JERAの社会実装に向けた取組内容

- 発電所への適用性評価
- 利用者側からのバリューチェーン最適化検討等を担当

東京電力ホールディングス

東京電力HDが実施する研究開発の内容

- 触媒開発 (酸水素化物系)
- アンモニア触媒の探索
- ベンチ試験での水素サプライ
- アンモニア製造プラントユーザ評価 (小・中規模)等を担当

東京電力HDの社会実装に向けた取組内容

- アンモニア製造ユーザー評価
- ベンチ試験での水素提サプライ等を担当

千代田化工建設

CYDが実施する研究開発の内容

- 触媒開発 (塩基性複合酸化物系, エレクトライド系)
- アンモニア触媒の評価/選定
- アンモニアプロセス設計から触媒開発へのF/B
- 最適プロセスの構築
- ベンチ/パイロット試験
- 商業化検討等を担当

CYDの社会実装に向けた取組内容

- アンモニア製造運転コスト低減
- アンモニア製造技術確立等を担当

実施プロジェクトの目的：燃料アンモニア需要が高まる将来に向けて、社会・顧客に対して安価にアンモニアを提供する技術確立の実現

1. 事業戦略・事業計画／千代田化工建設のこの分野における取組

中期経営計画「再生計画～再生と未来に向けたビジョン～」アップデートについて

中期経営計画アップデートの全体像

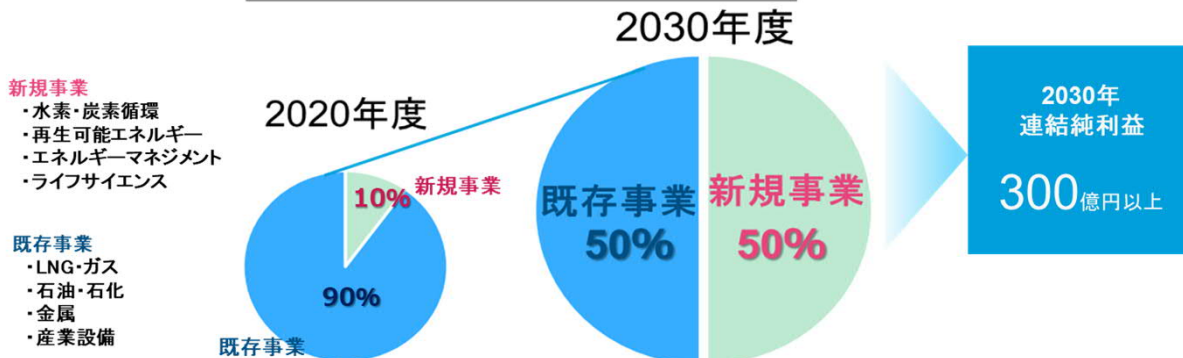
2030年のありたい姿

水素社会をはじめとする脱炭素社会への移行を高い技術力で加速し、2050年カーボンニュートラル達成に貢献する。

既存事業の深化と新規事業の創出・強化により、事業ポートフォリオを革新し、収益構造を変革する。

【事業ポートフォリオの革新】

利益貢献比率

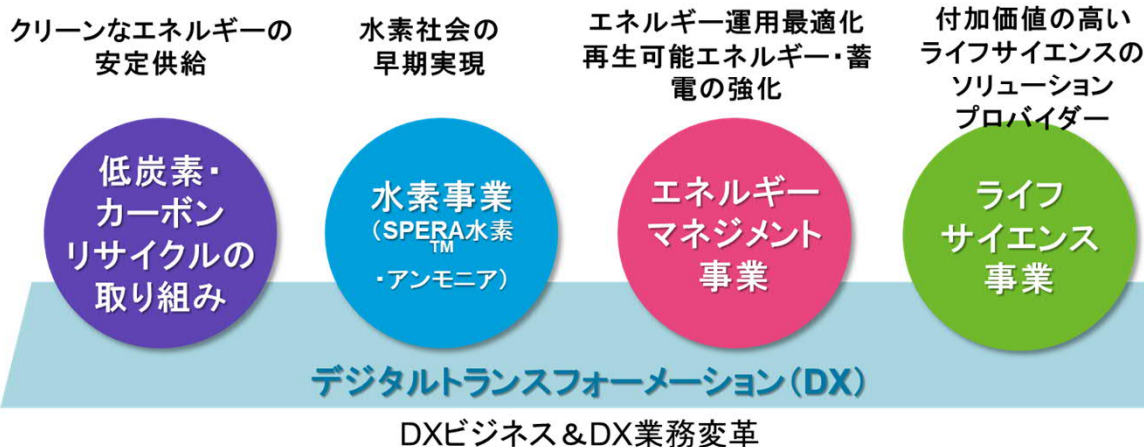


1. 事業戦略・事業計画／千代田化工建設のこの分野における取組

事業戦略について -事業領域-

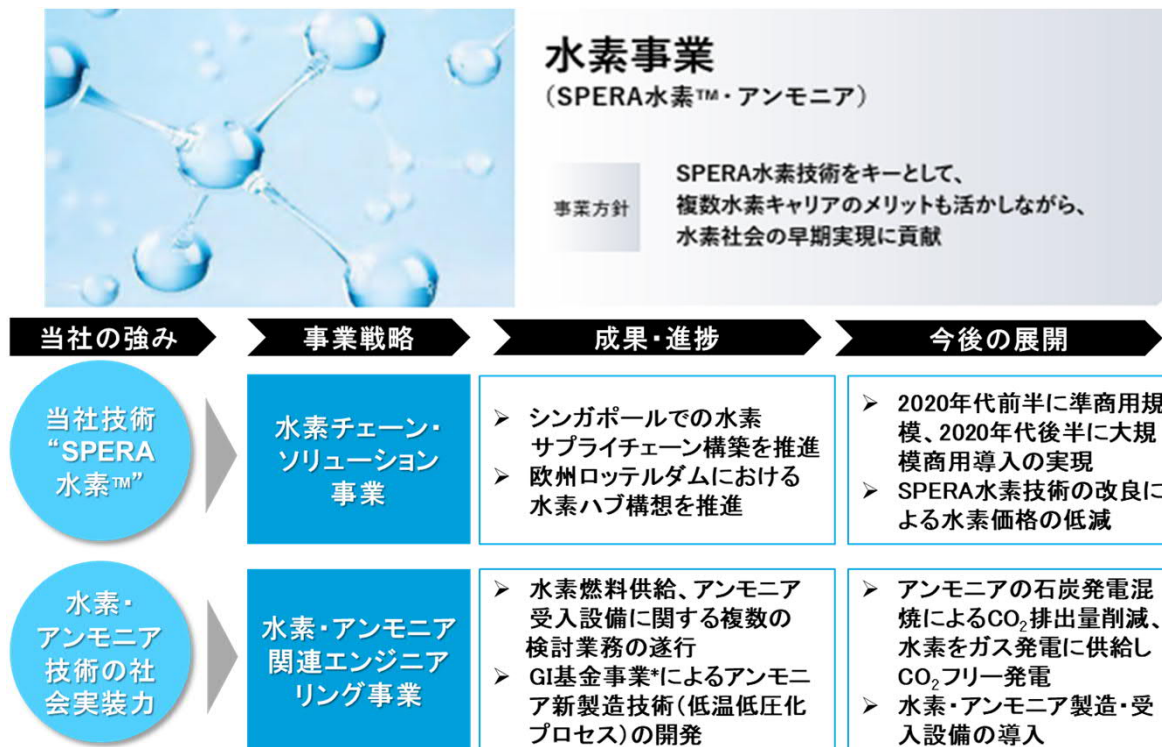
エンジニアリング
私たちの存在意義：社会の“かなえたい”を共創する。
それが当社の存在意義です。

当社グループは4つの事業領域とDXで
「エンジニアリングの新たな価値」を創出し、
複雑化・高度化する社会・顧客の課題に応じていきます。



1. 事業戦略・事業計画／千代田化工建設のこの分野における取組

水素事業（SPERA水素™・アンモニア）



* NEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)のグリーンイノベーション基金事業

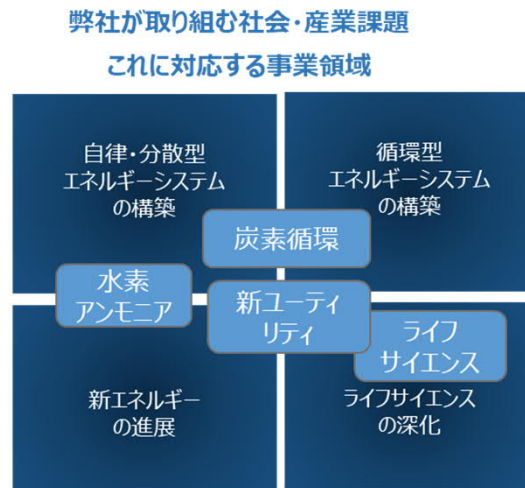
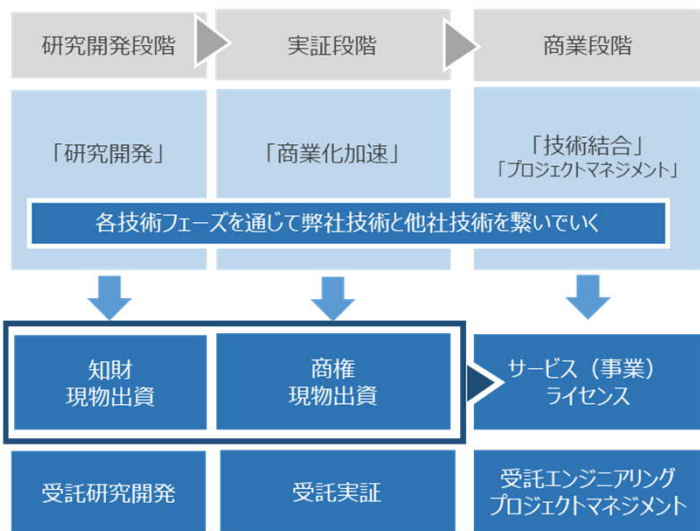
1. 事業戦略・事業計画／千代田化工建設のこの分野における取組

エネルギーと環境の調和を目指して

千代田化工建設は、水素・アンモニア、炭素循環等への取組を加速させるために、フロンティアビジネス本部を2019年に設立。
本案件は、この本部の「基本方針」の基に計画を進めており、会社の総力をあわせて取り組んで行く。

<フロンティアビジネス本部の基本方針>

これからの社会・産業課題を解決する技術を、顧客・パートナーの皆様と共創し、これをシステム/サービス/ライセンスとして提供する

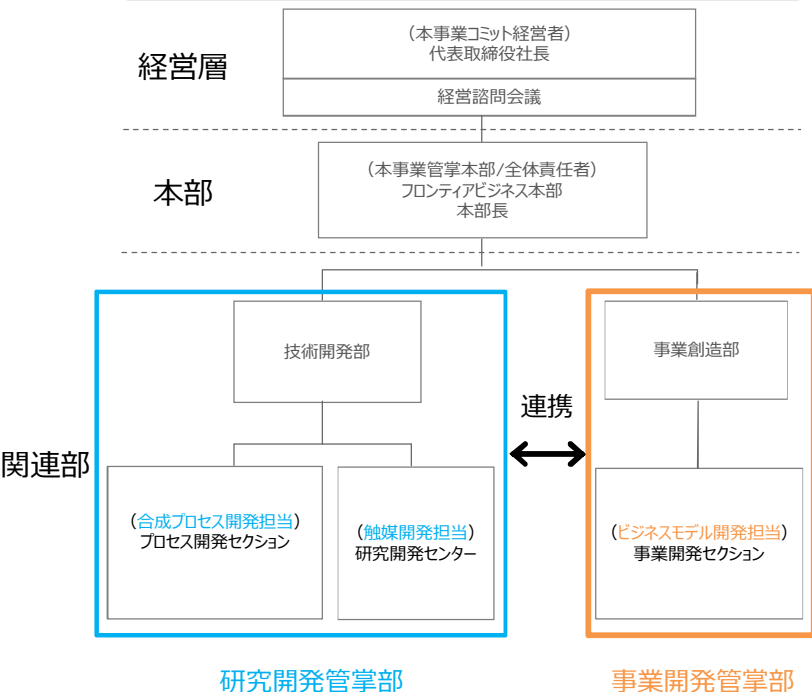


3. イノベーション推進体制／(1) 組織内の事業推進体制

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

2022年10月現在



組織内の役割分担

研究開発責任者と担当部署

- 本事業管掌本部/全体責任者
 - フロンティアビジネス本部 本部長 本事業の進捗、KPI達成モニタリング、経営層への報告等を担当
- 担当チーム
 - 技術開発部プロセス開発セクション：アンモニア合成プロセス開発を担当
 - 研究開発センター：アンモニア合成触媒開発を担当
 - 事業創造部 / 事業開発セクション：本事業ビジネスモデル開発及びマーケティングを担当

部門間の連携方法

- 関連部内は全体進捗共有に係るミーティングの設営に加え、課題別にミーティングを設営しての連携を行う。
- 関連部-本部間はミーティングを設営しての連携を行う。
- 本部及び経営層間は本事業を含む定例報告会にて連携し、必要に経営諮問会議での報告等を行う。

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)

既存技術・商流・標準の活用による社会実装の早期化と競争力の強化を推進

海外の標準化や規制の動向

(規制動向)

- アンモニア自体の取扱いに際する安全等に関しては、化学物質管理や労働安全管理等の各国の法律が存在し、適切に運用されている。
- (アンモニア事業・技術の現状)
- アンモニアは化学用途で既存技術・商流・標準が確立されている。
- 用途が変わっても物質としての特性は変わらない。



標準化の取組方針

- 既存技術・商流・標準を最大限に活用し、開発ポイントの選択と集中を実施。
- コンソーシアムが持つ触媒／プロセス開発技術を活かし、短期間での製造コスト削減の実現。

知財、その他規制等に関する取組方針・内容

社会実装／ライセンス事業の早期立ち上げに向けて、事業面／技術面において既存技術・商流・標準の活用する。

(事業面)

- 状況に応じて既存製造会社等とも連携
- CFAAでの法規対応等への積極的な参画

(技術面)

- 上流／下流プロセスの既存装置と効率的なインテグレーションが可能な技術とする
- ブルー／グリーンアンモニア両方の製造に適用可能な技術とする
- 化学品としても転用可能な製品の製造も可能な技術とする

標準化の取組内容 (全事業期間通じて)

これまでの触媒／プロセス開発やEPCコントラクターとしての知見・経験を活かした独自技術の開発を行う。加えて、サプライチェーンにおけるキープレイヤーとの協業、特許化により開発技術の利用拡大と触媒製造等において特定企業に依存しない事業体制の構築ならびに優位性確保の両立する。これらを通じて、早期かつ確実にライセンス事業を立ち上げる。また、状況に応じて今後も触媒のさらなる改良や連携先の増加などにより、技術開発・事業開発両面において既存ライセンスに対する競争力を強化していく。

事業面

- 燃料アンモニアユーザーを含むコンソーシアムを形成
- サプライチェーンを俯瞰して評価を実施

技術面

- コンソーシアムが持つ技術優位性を活かせるアンモニア合成触媒／プロセスの開発に集中
- 低温作動型触媒の開発と当該触媒に適したプロセスの開発による製造コスト削減の実現
- 特殊な原料（貴金属）、製造方法を必要としない安価な触媒の開発
- 触媒／プロセスの特許化し、委託製造可能な触媒とする

1. 事業戦略・事業計画 / (5) 事業計画の全体像

2030年度までの研究開発の後、2031年度以降に事業化、2040年代前半に投資回収を想定

各社共通

	研究開発											事業化	投資回収 (2040年代前半)
	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度	2029年度	2030年度	2031年度~	事業化Phase	
売上高	-											【投資回収イメージ】 ・運転コスト15%削減 (Phase 1検討にて精査中) を達成 ・研究開発費相当 (自己負担分) をライセンス収益から回収、2040年代前半に回収可能と想定。 想定条件 ・発電用途の国内アンモニア需要年間300万t(2030年)、年間3000万t(2050年) ・2031年以降に100万t/年規模アンモニアプラントを定期的に案件獲得し、ライセンス収益を得る想定。 CO₂削減効果^(*) ・発電所へのアンモニア混焼利用で100万トン/年のアンモニアプラント1基分でCO ₂ 削減効果は約200万トン/年	
研究開発費	約240億円 (本事業の支援期間、国費負担分を含む)												
取組の段階	Phase1 ←-----→ Phase2 (ベンチ試験) ←-----→ Phase3 (パイロット試験)												
CO ₂ 削減効果(MMt)	-												

単位：億円 (実績値)

(*)2021年8月 第5回 産業構造審議会 グリーンイノベーションプロジェクト部会 エネルギー構造転換分野ワーキンググループ 資料5「燃料アンモニアサプライチェーンの構築」プロジェクトの研究開発・社会実装の方向性、P5に基づき算出

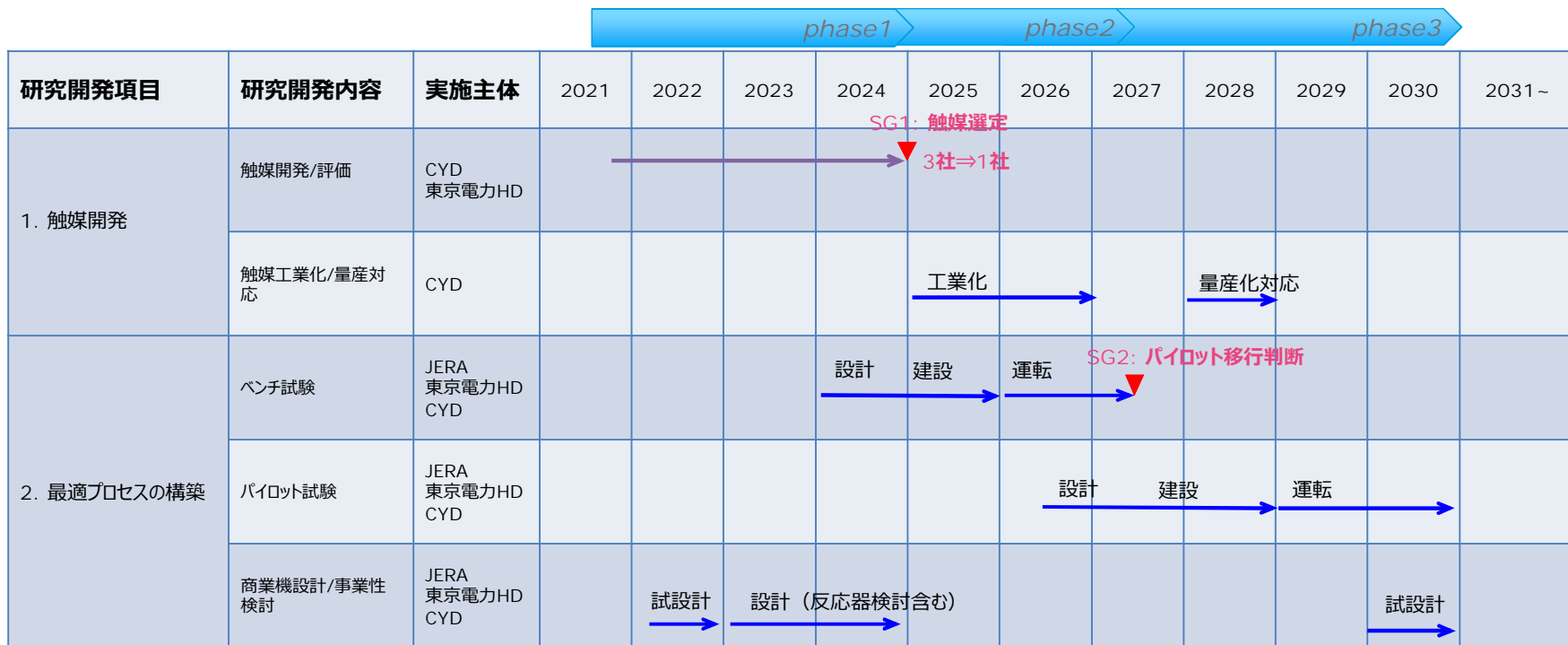
1. 事業戦略・事業計画 / (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画

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	<ul style="list-style-type: none">触媒の競争開発による開発の加速と開発目標達成の確実性向上顧客となるJERA・東京電力HDとのコンソーシアム形成による顧客ニーズに合致するプロセスの開発と社会実装一号機導入の道筋をつける	<ul style="list-style-type: none">特殊な原料、製造方法を必要としない触媒を開発し、国内外の触媒メーカーにて委託製造可能な触媒とすることで、触媒供給安定性を向上する	<ul style="list-style-type: none">共同知財を保有し、ライセンサー収益を得るために、千代田化工・JERA・東電HDとの3社コンソーシアム形成を予定化学会社との連携
進捗状況	<ul style="list-style-type: none">触媒開発目標をより明確化するため、具体的な触媒選定方法を協議中。	<ul style="list-style-type: none">触媒スクリーニング段階から、実用上入手性がよく特殊な製造方法を必要としない候補材料を選定するよう計画中	<ul style="list-style-type: none">連携先を検討中
国際競争上の優位性	<ul style="list-style-type: none">世界最大級の発電事業会社であるJERA・東京電力HDとのコンソーシアムにより、開発完了から社会実装、大規模展開にスムーズに移行できる	<ul style="list-style-type: none">固定の生産設備を持たないため、高い経済性と供給面での柔軟性・安定性を両立できる	<ul style="list-style-type: none">開発段階から、メーカー、ユーザーと密に連携することにより、現実的でリーズナブルな技術の完成を最短で実現できる

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 / (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

研究開発内容

1. ①

触媒性能向上

直近のマイルストーン

触媒開発に必要な各種設備等の導入



開発進捗

- ・反応試験装置、分析装置の整備、導入について、選定/発注等の作業は計画通り実施中。
- ・新規触媒成分スクリーニングを実施中。
- ・担体合成・担持方法の最適化、触媒メーカー候補先の調査を開始。

技術課題

- ・触媒活性向上
- ・高圧条件での反応挙動の把握

解決の見通し

- ・試験装置導入による、触媒スクリーニング試験の加速により、24年度までに目標をクリアする触媒を見出す。

2. ①

低温低圧条件に適したプロセスの構築

ブルーアンモニアの低温低圧条件に適したプロセスの構築



- ・反応温度圧力をパラメータとして、用役費の観点から低温低圧の最適条件を検討中。
- ・最適化検討では、反応温度圧力に加えて、反応器段数、液化温度、熱回収方法などを検討中

- ・最適な反応温度圧力条件の探索
- ・反応器廻りの設計

- ・22年度の検討を通して反応温度圧力の最適条件を明らかにする。

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

経営者等によるアンモニア合成プロセス/触媒開発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

- 2019年に発表(2021年改訂)した中期経営計画にて、カーボンニュートラル化に向けた対応・取組みを軸とする新規事業領域を、2030年以降の当社全体利益の50%程度にまで伸長させることを掲げており、本事業はその重要施策として、当社代表取締役社長のリーダーシップの下で推進する。

(https://www.chiyodacorp.com/ir/20210507-1_J.pdf)

- 本事業が採択された場合は、その対外発表を含め、当社事業計画として公表し、当社経営が本事業の当社経営戦略上の重要性につき、社内外ステークホルダーに対して発信する。また、本事業による成果については、カーボンニュートラル化に向けた当社バリューチェーンの中で重要なポートフォリオとなることを同時に発信する。
- 上述の推進・開示・発信に当たり、当社経営はガバナンスイノベーションやイノベーションマネジメントシステムを十分に担保し、柔軟な組織改編や産学連携を推奨していく。

● 事業のモニタリング・管理

- 当社経営が定期的に本事業の進捗を把握・管理する為、必要に応じてモニタリング会議と、定例経営諮問会議への適宜報告を行う体制を構築済み。
- 当社経営からの事業の進め方・内容に係るタイムリーな指示の授受等は、上記のモニタリング会議を活用する。また、本事業のKPIの達成に向けての重要な指摘等は、本事業も対象とした当社経営サイクルに沿ったマネジメント・レビュー会議で協議・確認する。
- 事業進捗を判断するにあたっての幅広い意見の取り込みにあたり、上述のモニタリング会議では、本事業の担当本部（フロンティアビジネス本部）に加え、他本部の各本部長も出席することで、活発な意見交換を行う。

- また、取締役会に定期報告を行う。取締役会で得た社内外取締役のコメントを検討し、マネジメントレビュー会議で協議・確認する。本事業は異なる事業領域に跨る複数社での共同事業となり、当該複数社間によるステアリング・コミティーの開催により、各々の立場からの客観的なコメントの授受も行う。

- 事業化に向けたKPI、及び、諸条件は、本事業における応募書類（本書）での記載内容を前提とするが、当社中期経営計画の中で燃料アンモニアは重点分野に指定されており、本事業の進捗及び市場動向により、必要に応じた体制強化や事業化推進を加速する。

(2) 経営者等の評価への反映

- 先述の通り、本事業は当社中期経営計画における重点対応分野の一つに含まれていること、また本事業の採択後には当社経営は本事業の推進をステークホルダーに対してコミットすることになることから、そのコミットメント達成如何は、当社中期経営計画の進捗に対する評価、及び、当社経営への評価にも直結する。

(3) 事業の継続性確保の取組

- 本事業は2030年断面及びそれ以降を見据えた当社長期成長戦略に位置付けられること、また、本事業採択後には本事業の推進をステークホルダーにコミットすることから、当社経営層が交代する場合においても、その位置づけと経営者等への評価への反映されることは、不変であり、本事業は継続される。また、本事業における成果取得に至るまでの研究開発やビジネス開発の過程は、当社社員・組織の知見の獲得と伝承に繋がることから、本事業終了後の更なる改善・展開拡大や別分野へのシナジー・横展開を見据え、当社の次世代リーダーとなる中堅・若手も本事業体制のサブリーダークラスに積極的に登用する。

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アンモニア合成プロセス/触媒開発事業を位置づけ、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
 - 2019年に発表(2021年改訂)した中期経営計画にて、カーボンニュートラル化に向けた対応・取組みを軸とする新規事業領域を、2030年以降の当社全体の利益の50%程度にまで伸長させることを掲げている。その中でも、水素・燃料アンモニアのバリューチェーン構築はその中核に位置づけられている。本事業の成果を当該バリューチェーンにおけるコア・バリューとしていくと共に、同時に重点分野と位置付けているCCUS展開にも領域を超えて有機的に連携させることで、上述の中期経営計画を実現する。
- 事業戦略・事業計画の決議・変更
 - 当社は1948年の設立来、「技術による社会への奉仕」を企業スローガンとし、「エネルギーと環境の調和」という経営理念の下、国内外のプロジェクトに関わり、各年代におけるエネルギー・トランジションと環境問題に真摯に向き合いながら技術革新を続けてきた歴史を有している。上記の中期経営計画、これに基づく事業戦略・事業計画、及び、同戦略・計画の中に位置づけられる本事業は、夫々、経営諮問会議と取締役会での決議がなされている。従い、その変更についても同様の決議を必要とする。
<https://www.chiyodacorp.com/jp/csr/message/message.html>
 - 本事業の進捗状況等については、経営とのモニタリング会議とマネジメント・レビュー会議で定期的にモニタリング・監督され、その場での議論を通じ更なる体制強化等の適宜見直しが行われる。
- 決議事項と研究開発計画の関係
 - 上記で決議された本事業は、当社中期経営計画実行上の重点分野として位置づけられており、同計画に基づく会社全体の研究開発計画の中でも優先度が高く位置づけられている。

(2) ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
 - 本事業が採択された場合、IR資料・統合報告書、CSR報告書等においてTCFD等のフレームワークも活用し、本事業計画の内容を明示的に位置付けることとし、その後においても事業上のステージゲートを通じた時点など、適時の情報開示を行う。
<https://www.chiyodacorp.com/jp/csr/environment/business-activities.html>
 - 上述の通り、本事業が採択された場合には、研究開発計画の概要をプレスリリース等により对外公表する。
- ステークホルダーへの説明
 - 本事業は、当社中期経営計画の重点分野に位置づけられ、同計画の進捗、及び、経営への評価に直結するものとなる為、本事業については上述の情報開示等を通じて株主や金融機関等のステークホルダーに加え、取引先やサプライヤー等に対しても適宜説明を行う。
 - また、本事業の成功時における効果（社会的価値等）に関し、本事業は事業領域が異なる複数社での共同事業となる観点から、参画各社各々の立ち位置から国民生活のメリットに重点を置いて、各社共同もしくは個社にて幅広くアピールを行う。

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化に向けた対応・取組みを軸とする新規事業領域を2030年以降の当社全体の利益の50%程度にまで伸長させる為、2019年に本事業を担当するフロンティアビジネス本部を設立した経緯があり、当該本部が経営から一定の権限委譲を受けて、事業の進捗状況や事業環境の変化を踏まえた開発体制や手法等の必要且つタイムリーな見直しや、追加的なリソース投入等を行う準備・体制が整えている。また前述の「取締役会での決議」において、本事業は重点分野と位置付けられることで、本事業を担当するフロンティアビジネス本部を超えた他本部間の連携・リソースシフトが必要となった際は経営層との定期的な協議の中で臨機応変に対応できる体制を構築している。
 - 本事業の推進にあたっては、事業の成功が最大のプライオリティとなる為、そのリソースに関しては、社内や部門内の経営資源に必ずしも拘らず、目標達成に必要であれば、本事業における共同参画企業等を含め、積極的に外部リソースを活用する用意がある。
 - 本事業参画企業の座組の強みは、プロセス/商業設備の開発者（当社）に加え、製品の需要者が含まれることであり、本事業の過程におけるプロトタイプに対する早期フィードバック等を参画企業内でやり取りすることが可能であり、これを踏まえて早期に方針を見直し、成果に結びつけていくことは十分に可能である。
- 人材・設備・資金の投入方針
 - 本事業実施にあたっての投入予定人材については、本書3. イノベーション推進体制/(1)組織内の事業推進体制「組織内体制図」及び「組織内の役割分担」を参照願う。
 - 総事業費節減の観点から、既存の設備・土地の活用を念頭におき、(a)触媒開発フェーズにおいては、参画各企業が保有する研究所やラボ装置等を活用し、(b)続くベンチプラント・フェーズでは、山梨県/東京電力HDが実施する米倉山IP2G実証サイト隣接にベンチプラントを建設、電解水素の融通等を図り、(c)最終的なパイロットプラント・フェーズにおいては、相応のスケールのプラントを建設する観点から本事業での研究開発対象とならない付帯関連設備は極力既存のものを利用すること、を各々念頭に置く。

- 資金投入の観点において、当社は燃料アンモニアのバリューチェーン構築を最終目標とし、本事業の成果はその一部となることから、アンモニア合成以外の部分も今後の市場動向に関する検討により決定される。
- 短期的な経営指標に左右されずに資源の投入を継続するかの観点については、「本書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(3) 事業の継続性確保の取組」に記述している通り、当社中期経営計画において本事業は2030年を見据えた長期的な視点を持った重要施策として位置づけられており、これにより短期的な目線によらず、必要に応じての資源が投入されることが確認できる。

(2) 専門部署の設置

- 専門部署の設置
 - 左記(1)経営資源の投入方針に記述の通り、機動的な意思決定を可能とする組織構造・権限設定を行っている。
 - 本書にて記述の通り、事業環境の変化に伴う産業アーキテクチャや自社のビジネスモデルについては、本事業の座組における共同実施企業及び当社内連携における経営層/社外取締役との協議、また適時のステークホルダー等への情報開示により、不断に検証する体制を構築している。
- 若手人材の育成
 - 本書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(3) 事業の継続性確保の取組に記述の通り、将来のエネルギー・産業構造転換を見据え、当該分野を中長期的に担う若手人材に対して育成機会を提供する。
 - 本事業の座組に大学及びスタートアップを組み入れることで、アカデミアの若手研究者やスタートアップ企業との共同研究を推進する。

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、研究開発及び社会実装等で継続困難な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

- 触媒性能が目標に対し未達となるリスク
→ 従来とは異なる触媒開発手法の採用により材料探索、触媒開発を加速し、触媒開発を3チーム体制で行うことでリスクを低減する。
- 開発技術が既存ライセンス保有特許を侵害するリスク
→ アンモニア合成技術、プロセスに関して特許侵害防止調査を実施し、IP侵害リスクを最小化する。
- 技術開発設備設計の設計不具合
→ 社内の設計照査を複数人で実施
→ 施工部門や運転部門を担う社による承諾

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- アンモニア混焼技術の開発が遅れる等の事由により製品アンモニアの導入が遅れるリスク
→ アンモニア混焼可能な石炭火力発電所あるいは燃料として適用可能な船舶の選定調査を早期に実施し、候補地を選定しておく。
- 石炭火力発電でのアンモニア混焼が認められない状況等、社会情勢の変化によるリスク
→ 石炭火力発電混焼と船舶の2つの用途に加え、よりクリーンなアンモニア専焼も並行して検討を行うことで適用先を確保する。
→ 固定価格買取制度等の制度措置を国に訴求。
- 安全性確保
→ 危険性のあるアンモニアに対して細心の注意を払う

その他（自然災害等）のリスクと対応

- 自然災害等によりベンチ・パイロットプラントにおいてアンモニアが漏洩するリスク
→ アンモニアのハンドリングに関する既存技術を適用して安全性を確保する。
- 暴風雨被害
→ 土砂崩れ危険地域、ハザードマップの確認



- 事業中止の判断基準：
 - 社会情勢の変化、自然災害等の影響含め、目標性能達成が困難と言ったことが確定し、かつ、他用途展開の可能性がない場合
 - 各ステージゲートで触媒性能・アンモニア製造コストが目標に達しない事が確定となった場合
 - アンモニア製造の基盤技術において、安全の維持に不可欠であるが解決できない課題が生じた場合
 - 急激なインフレ等により、資金の調達ができなくなった場合
 - 海外でアンモニア製造コストをより下げる技術が生じた場合
 - 社会実装後、原料価格の高騰、制度措置の未整備等により、収益性が確保できない場合

ご清聴ありがとうございました

