

事業戦略ビジョン

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

実施者名：千代田化工建設株式会社（幹事企業）、代表名：代表取締役社長 榊田 雅和

（コンソーシアム内実施者（再委託先除く）：株式会社JERA、東京電力ホールディングス株式会社）

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

幹事企業

JERA

JERAが実施する研究開発の内容

- アンモニアサプライチェーンのコスト評価
- 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）
- ユーザー評価
- アンモニア触媒の探索等を担当

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
- ペンチ/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

1.事業戦略・事業計画／(1)産業構造変化に対する認識

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(千代田化工建設のこの分野における取組)

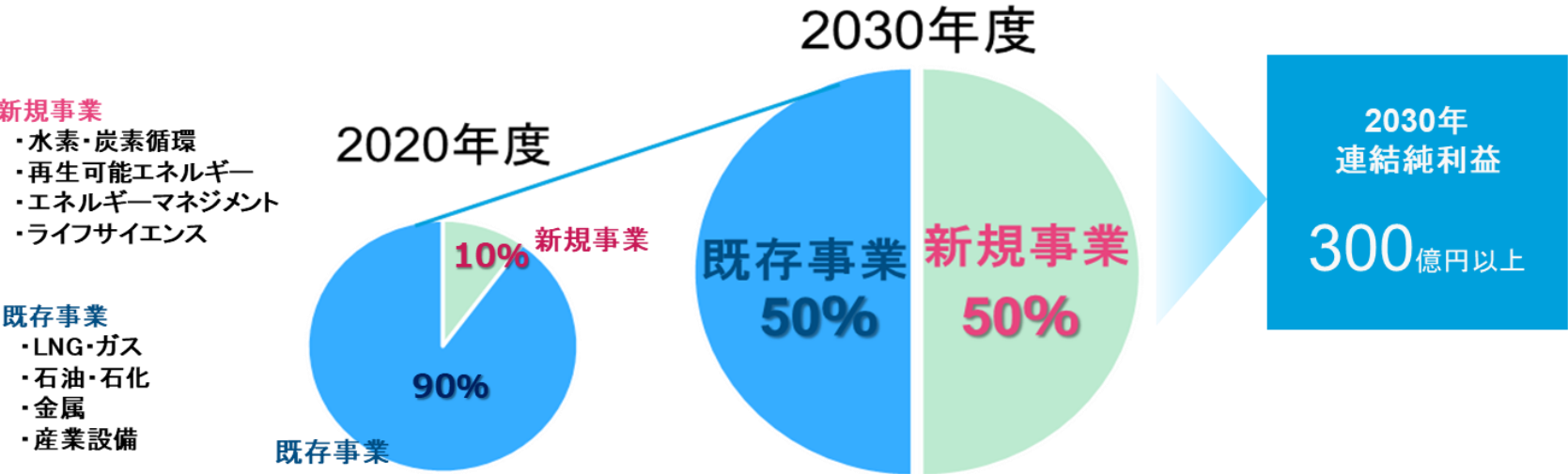
中期経営計画アップデートの全体像

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／(1)産業構造変化に対する認識

事業戦略について -事業領域- (千代田化工建設のこの分野における取組)

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。

クリーンなエネルギーの
安定供給

低炭素・
カーボン
リサイクルの
取り組み

水素社会の
早期実現

水素事業
(SPERA水素TM
・アンモニア)

エネルギー運用最適化
再生可能エネルギー・蓄
電の強化

エネルギー
マネジメント
事業

付加価値の高い
ライフサイエンスの
ソリューション
プロバイダー

ライフ
サイエンス
事業

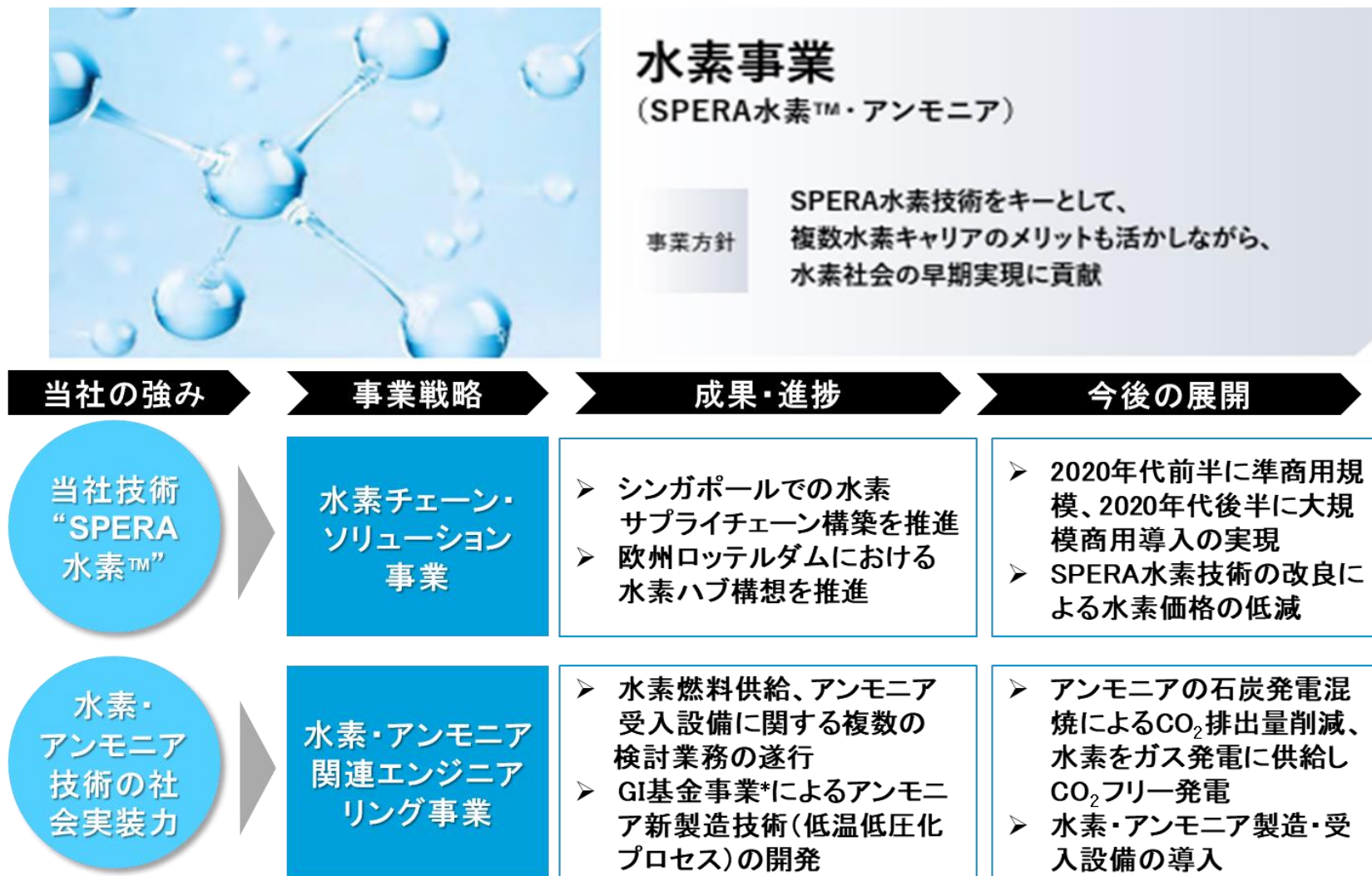
デジタルトランスフォーメーション(DX)

DXビジネス&DX業務変革

1.事業戦略・事業計画／(1)産業構造変化に対する認識

水素事業（SPERA水素TM・アンモニア）

(千代田化工建設のこの分野における取組)



* 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

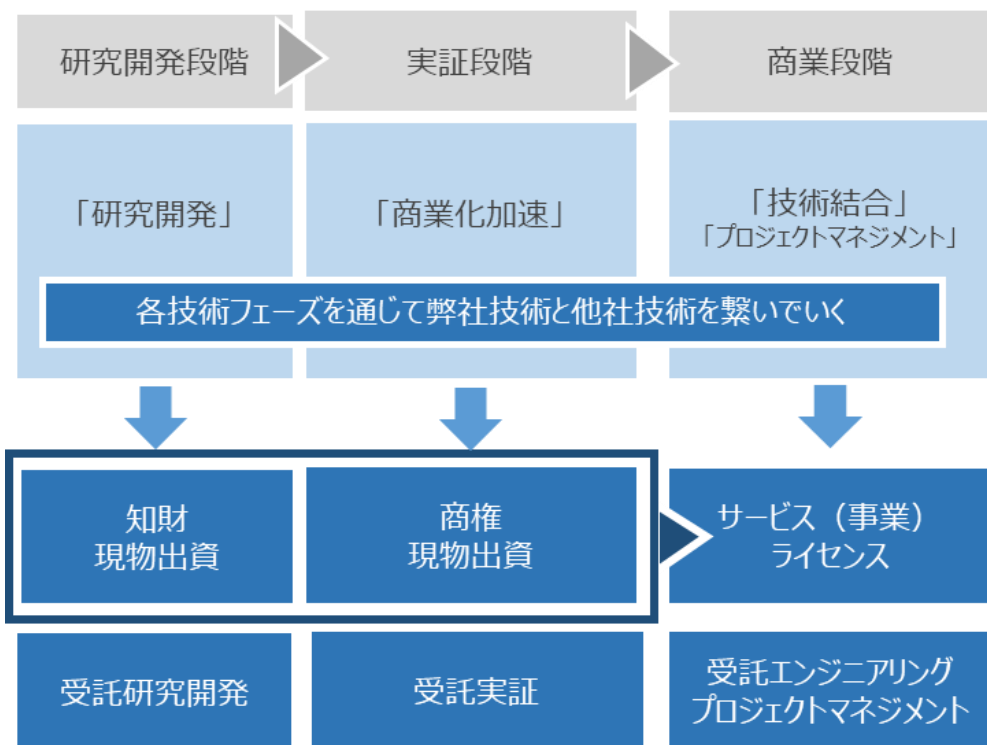
1.事業戦略・事業計画／(1)産業構造変化に対する認識

エネルギーと環境の調和を目指して (千代田化工建設のこの分野における取組)

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、会社の総力をあげて取り組んで行く。

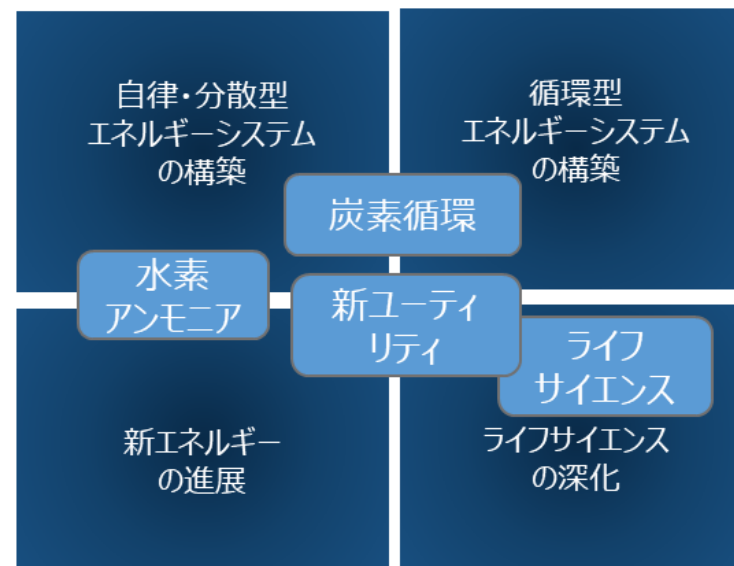
＜フロンティアビジネス本部の基本方針＞

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



弊社が取り組む社会・産業課題

これに対応する事業領域



1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

石炭火力からのCO₂排出削減等の変化により燃料アンモニア利用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）

- CO₂削減要求から、石炭火力や船舶燃料分野における燃料アンモニア導入が計画されている
- ブルー/グリーンアンモニア製造が望まれる

（経済面）

- 低価格のアンモニア製造技術が必要

（政策面）

- 石炭火力発電、船舶分野におけるCO₂排出削減必須
- アンモニア製造時のCO₂排出削減必須

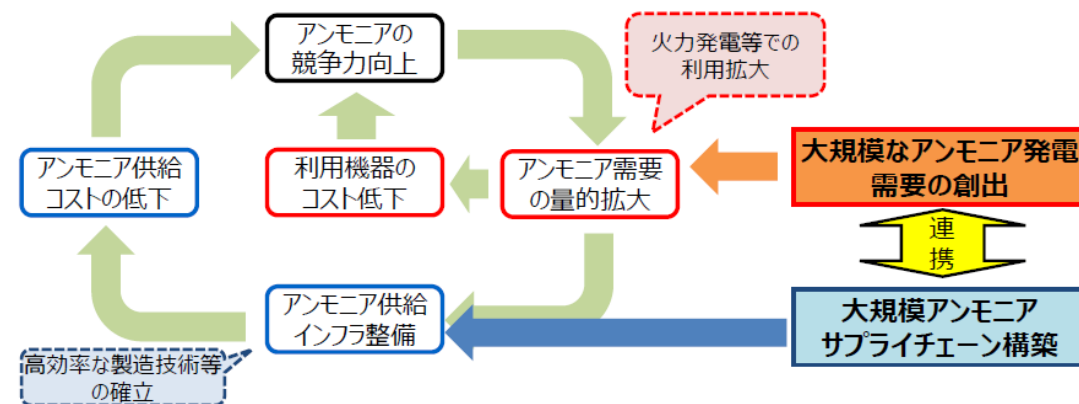
（技術面）

- 低圧・低温のアンモニアの省エネアンモニア製造技術が望まれる
- アンモニア需要の高まりにより、大型化アンモニアプラントが志向



- 市場機会：
 - CO₂削減要求からの石炭火力、船舶燃料分野における燃料アンモニア導入によるアンモニア需要が急拡大すると考えられる。
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：
 - 石炭火力プラントからのCO₂排出削減による温暖化抑制。

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



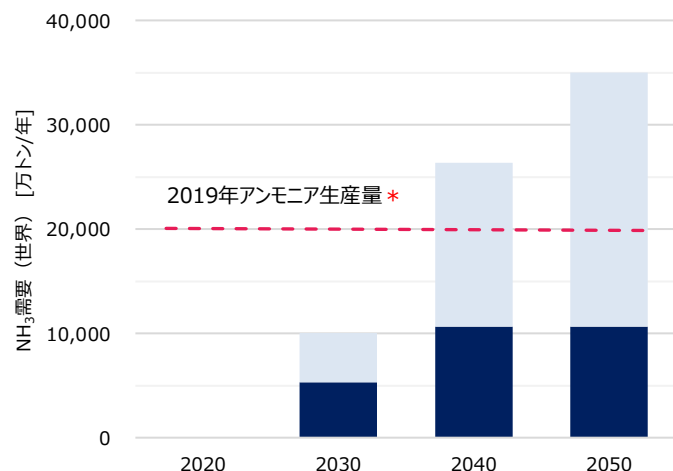
- 当該変化に対する経営ビジョン：
 - 燃料アンモニアの急拡大により、競争力のあるアンモニア製造技術の確立が必須であり、低温、低圧のアンモニア合成触媒の開発とアンモニア合成プロセスの開発を計画。

1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

アンモニア市場のうち燃料アンモニアをターゲットとして想定

セグメント分析

発電、船舶分野のカーボンニュートラル目標達成のため、肥料、化学品等の既存のアンモニア用途に匹敵する規模の燃料アンモニア市場を形成することが求められる。



■ 発電 ■ 船舶¹⁾

* 2019年のアンモニア
(肥料/化学品用途等)生産量²⁾

ターゲットの概要

市場概要と目標とするシェア・時期³⁾

- 国内石炭火力分野において300万トン（2030年）、3000万トン/年（2050年）

需要家	主なプレイヤー	消費量（2030年）	課題	想定ニーズ
石炭火力	国内電力会社（JERA等） 石炭火力保有の電力会社	300万トン/年	・ サプライチェーンの確立 ・ アンモニア輸送、貯蔵	・ 燃料アンモニア
船舶	国際海事機関は2050年までに2008年度比GHG排出量50%以上削減を目標に、2028年までに燃料アンモニアを直接燃焼させるアンモニア燃料船の商用化を目指し、エンジン、燃料タンク、燃料供給装置等の技術開発を進める。			

1) IEA, Net Zero by 2050 (2021)

2) Globaldata. Global Ammonia Capacity and Capital Expenditure Outlook, 2020-2030 (2020)

3) 燃料アンモニア導入官民協議会 中間とりまとめ (2021年2月)

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

石炭火力からのCO₂排出削減等の変化により燃料アンモニア利用が急拡大

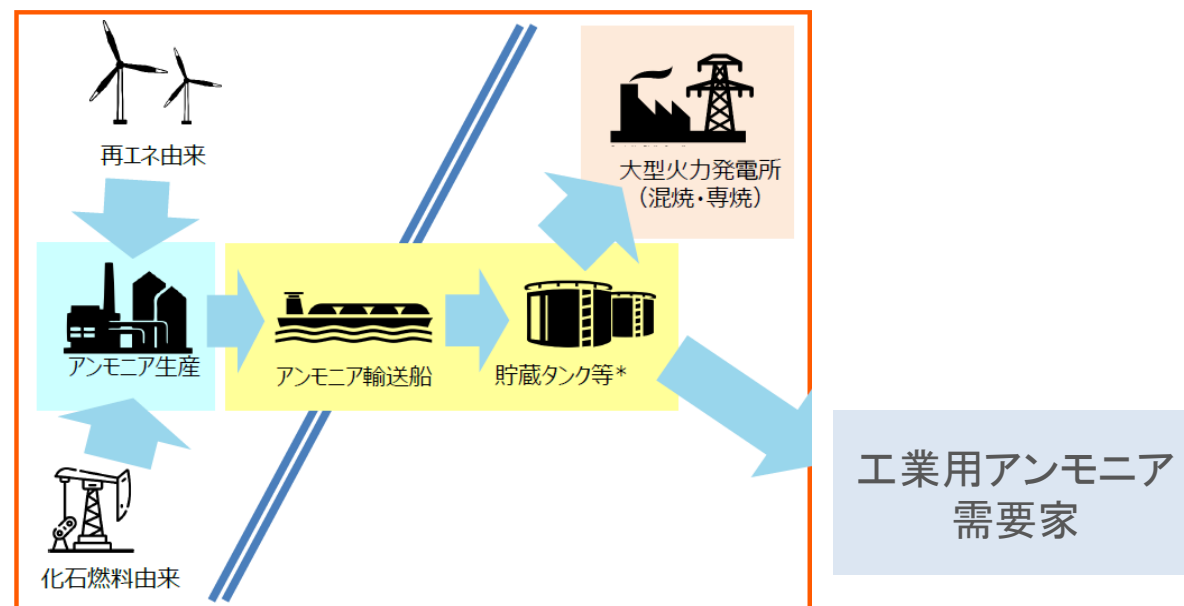
社会・顧客に対する提供価値

- 石炭火力へのアンモニア混焼
- CO₂排出量の削減
- 安価な工業用アンモニアの提供

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

- 発電用途の燃料アンモニアの需要が急拡大することにより、より安価で競争力のあるアンモニア製造技術の確立が求められている。
- 低温低圧アンモニア合成触媒およびプロセス開発を行い、製造コスト低減につながるアンモニア合成プロセスのライセンス事業により収益化を目指す。

社会実装モデル例（大型火力発電所等での大規模活用）



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。

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サ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／プロセスを特許化し、委託製造可能な触媒とする

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

1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

技術開発力を活かして、社会・顧客に対して安価なアンモニアを提供

自社の強み、弱み（経営資源）

競合との比較

ターゲットに対する提供価値

- 製造コストを低減する次世代アンモニア合成プロセス技術
- 上記プロセス性能の核となる触媒



自社の強み

- プロセス開発力
 - プロセス構築、反応器設計、スケールアップ
- 触媒開発力
 - アンモニア触媒に関する知見（名古屋大、東工大、京大）、触媒担体製造

自社の弱み及び対応

- 出口戦略（具体的な顧客開発）
 - JERA・東京電力HDとのコンソーシアム形成

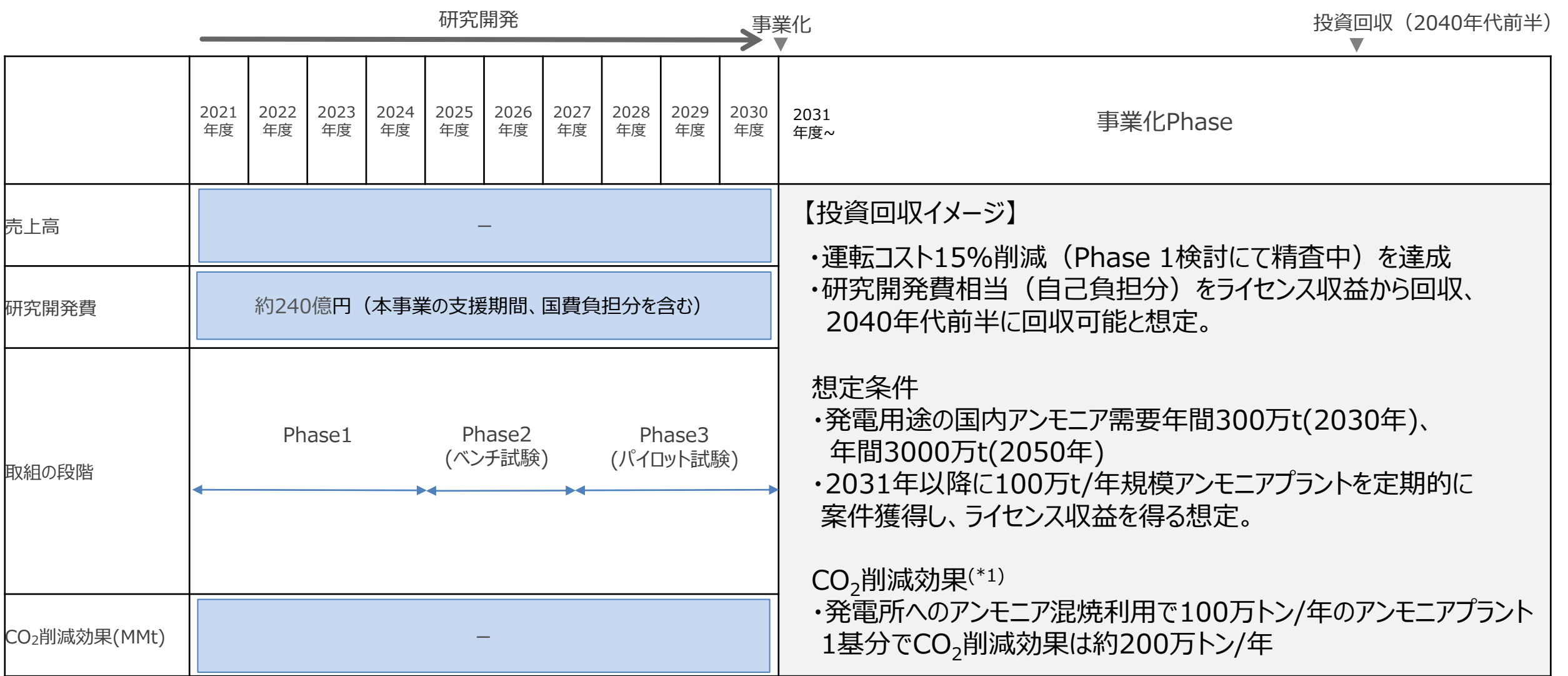
自社

技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他経営資源
• 低温低圧技術 開発中（ラボ段階）	• 未開拓	• 未開拓	• 人材 （技術開発力）
↓	↓	↓	↓
• 低温低圧技術 完成	• JERA・東京電力 HD、化学会社など	• 燃料用（JERA等） 工業用（化学会社等）	• JERA・東京電力HD、 化学会社等との協業に よる補完/増強
既存ライセンサー （KBR、 Topsoe など）	• 多数の実績あり	• 構築済み	• 豊富なIP、経験
• 高温高圧技術 完成			

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



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・東京電力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済。反応温度圧力をパラメータとしてプロセス検討を実施し、運転コスト15%減を達成できる反応温度圧力条件域を特定。	<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。工業化の検討を開始。	<ul style="list-style-type: none">連携先化学会社を検討中
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

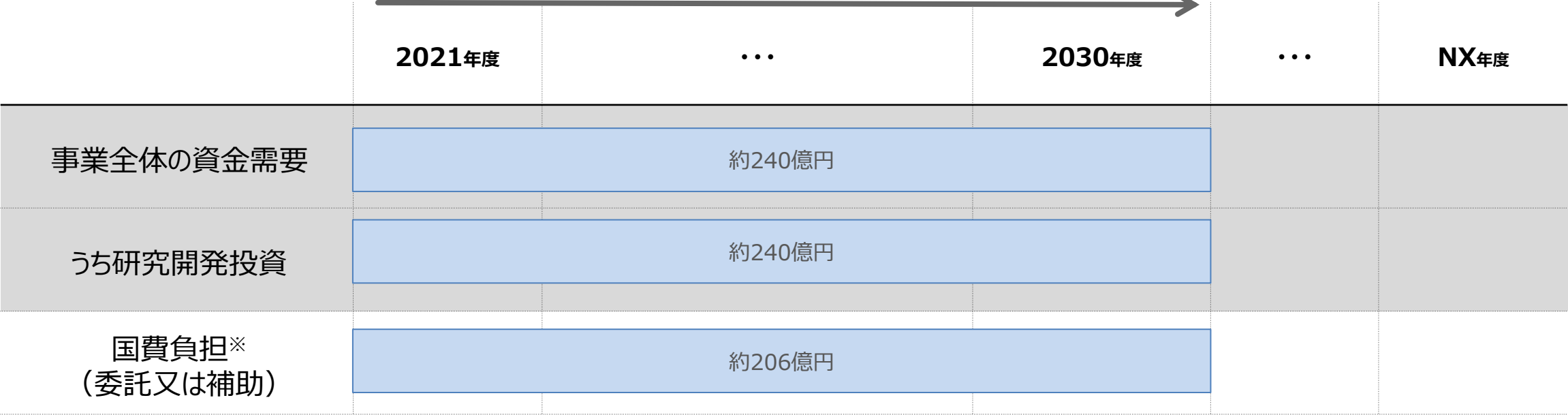
1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、自己負担を予定

各社共通

✓ 2030年までの基金適用期間の研究開発にかかる総事業費は240億円程度

事業化



自己負担

パイロット試験設備などの研究開発段階においても一部自己負担（約34億円）を予定。

本事業期間にて低温低圧アンモニア技術開発を完了させた後、引き続き案件獲得に向け、自己負担により継続的な研究開発投資や営業活動を実施する予定。

※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

アウトプット目標アンモニア合成部運転コスト15%減を達成するためのKPI設定

研究開発項目		アウトプット目標	
1. 触媒開発		・ 反応温度圧力を下げてワンパス転化率30%以上を確保できる高活性な触媒の開発と工業化（運転コスト7.5～15%低減を可能とする条件）	
研究開発内容		KPI	KPI設定の考え方
① 触媒性能向上		ワンパス転化率30%以上の反応率到達	アンモニア合成部の運転コスト7.5～15%低減
② 触媒工業化		妥当な製造方法、コストでの大量生産方法の確立	工業化に必要な安価で大量に生産する触媒製造法の確立が必要
③ 触媒寿命確認		商業化に耐えうる触媒寿命に相当することを加速劣化条件での確認	一般的なアンモニア合成触媒の寿命相当

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

アウトプット目標アンモニア合成部運転コスト15%減を達成するためのKPI設定

研究開発項目		アウトプット目標	
2. 最適プロセスの構築		同一の熱改質を用いた際に、原料ガス（水素＋窒素）からアンモニアを合成するプロセス全体の設備費用を増やすことなく、アンモニア製造の運転コスト（人件費を除く）を15%以上低減する合成技術の確立	
研究開発内容		KPI	KPI設定の考え方
① 低温低圧条件に適したプロセスの構築（Phase 1）		プロセス全体の設備費用を増やすことなく、運転コストを15%以上低減可能な温度・圧力条件の選定 その条件に最適な触媒選定/反応器設計	圧力・温度の低減は、運転コスト削減のメリットと反応速度低下のデメリットがあり、単純に圧力・温度を下げるだけではアウトプット目標の達成は不可能であるため、触媒性能、反応器設計、コストを考慮して最適条件を見極める。
② ベンチ試験（Phase 2）		ベンチ装置で取得したデータに基づく商業機ベースでの運転コストで15%以上低減達成	触媒・プロセスの性能がアウトプット目標を達成できることを確認する。
③ パイロット試験（Phase 3）		運転コスト15%以上低減条件での商業化を見据えた連続安定運転達成	システム全体での性能を商業運転を想定した時間軸で検証を実施する。

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

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 触媒性能向上	ワンパス転化率 30%以上の反応 率到達	325~450de g.C/ 5 ~10 MPaG (提案時TRL 3 →現状TRL3)	頻度因子～ 数倍、活性 化エネルギー ～数十%減 (TRL6)	<ul style="list-style-type: none">低温作動型プロモーター開発と頻度因子向上の組み合わせ既存電子化物系材料と活性金属種の組み合わせによる材料の工業化検討酸水素化物材料と活性金属種の組み合わせ	(80%)
2 触媒工業化	妥当且つ安全な製 造方法、コストでの 大量生産方法の確 立	未検討 (提案時TRL2 →現状TRL2)	数百kg (ベンチ) 数トン (パイ ロット) 規模生産技 術確立 (TRL6)	<ul style="list-style-type: none">触媒成形化への委託製造とコスト検証成形化した触媒への活性金属種担持の委託製造とコスト検証輸送・貯蔵時の条件の指定出荷前検査項目・方法の確立	(70%)
3 触媒寿命確認	商業化に耐えうる 触媒寿命に相当す ることを加速劣化条 件およびパイロット 試験での確認	数日 (ラボ 装置) (提案時TRL3 →現状TRL3)	商業化に耐 えうる連続 運転 (TRL6)	<ul style="list-style-type: none">パイロット試験装置でのロングラン試験	(90%)

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

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 低温低圧条件に適したプロセスの構築 (Phase 1)	プロセス全体の設備費用を増やさずことなく、運転コストを15%以上低減可能な温度・圧力条件の選定 その条件に最適な触媒選定/反応器設計	触媒研究開発レベル (提案時TRL3→現状TRL3)	机上検討でのKPI達成 (TRL4-5)	<ul style="list-style-type: none">低温低圧に適したプロセス検討	(95%)
2 ベンチ試験 (Phase 2)	ベンチ装置で取得したデータに基づく商業機ベースでの運転コストで15%以上低減達成	ラボレベル (提案時TRL4→現状TRL4)	ベンチデータに基づくKPI達成 (TRL6)	<ul style="list-style-type: none">低温低圧触媒特性に合わせたプロセス構築	触媒開発の実現可能性にリンク
3 パイロット試験 (Phase 3)	運転コスト15%以上低減条件での商業化を見据えた連続安定運転達成	ラボレベル (提案時TRL4→現状TRL4)	パイロットデータに基づくKPI達成 (TRL7)	<ul style="list-style-type: none">低温低圧触媒特性に合わせた全体システムの最適化	触媒開発の実現可能性にリンク

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	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. 1 触媒性能向上	触媒活性の向上	<ul style="list-style-type: none">・反応試験装置、分析装置の整備・導入が進み、触媒開発が本格化。・新規触媒成分のスクリーニングを各チームで実施中。・担体合成・担持方法の最適化を実施中。・触媒メーカー候補先との工業化検討を開始。	△ 鋭意各チームで触媒開発を継続中。触媒活性向上および工業化検討の本格化が課題
2. 1 低温低圧条件に適したプロセスの構築	A.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 B.グリーンアンモニア商業機の試設計	<p>A.反応温度圧力をパラメータとして、運転コストと製造コストの観点から低温低圧の最適条件を検討。HBに対してコスト優位性があることを確認。</p> <p>B.プロセスフロー・マテバラを構築し、運転コスト・製造コストを検討中。</p>	◎ 計画前倒しで検討した結果、サプライチェーンコストへの反映も前倒しで実施できた

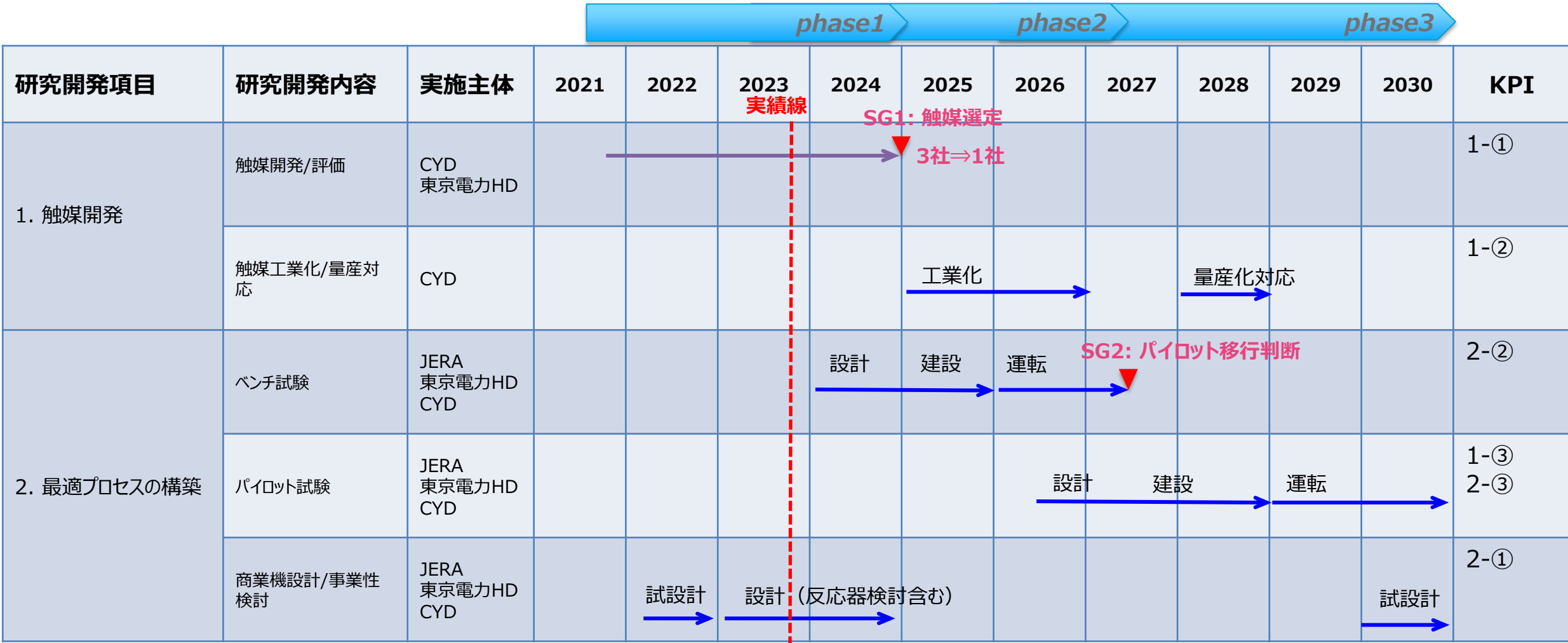
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

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	残された技術課題	解決の見通し
1. 1 触媒性能向上	ワンパス転化率30%以上の反応率到達	<ul style="list-style-type: none">触媒活性向上高圧条件での反応挙動の把握工業化の検討	<ul style="list-style-type: none">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ため、各チームで鋭意検討中。
2. 1 低温低圧条件に適したプロセスの構築	プロセス全体の設備費用を増やすことなく、運転コストを15%以上低減可能な温度・圧力条件の選定	<ul style="list-style-type: none">触媒被毒、還元条件等を加味したプロセス検討のアップデート	<ul style="list-style-type: none">各触媒チームと連携して、プロセスを適宜アップデート中。

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

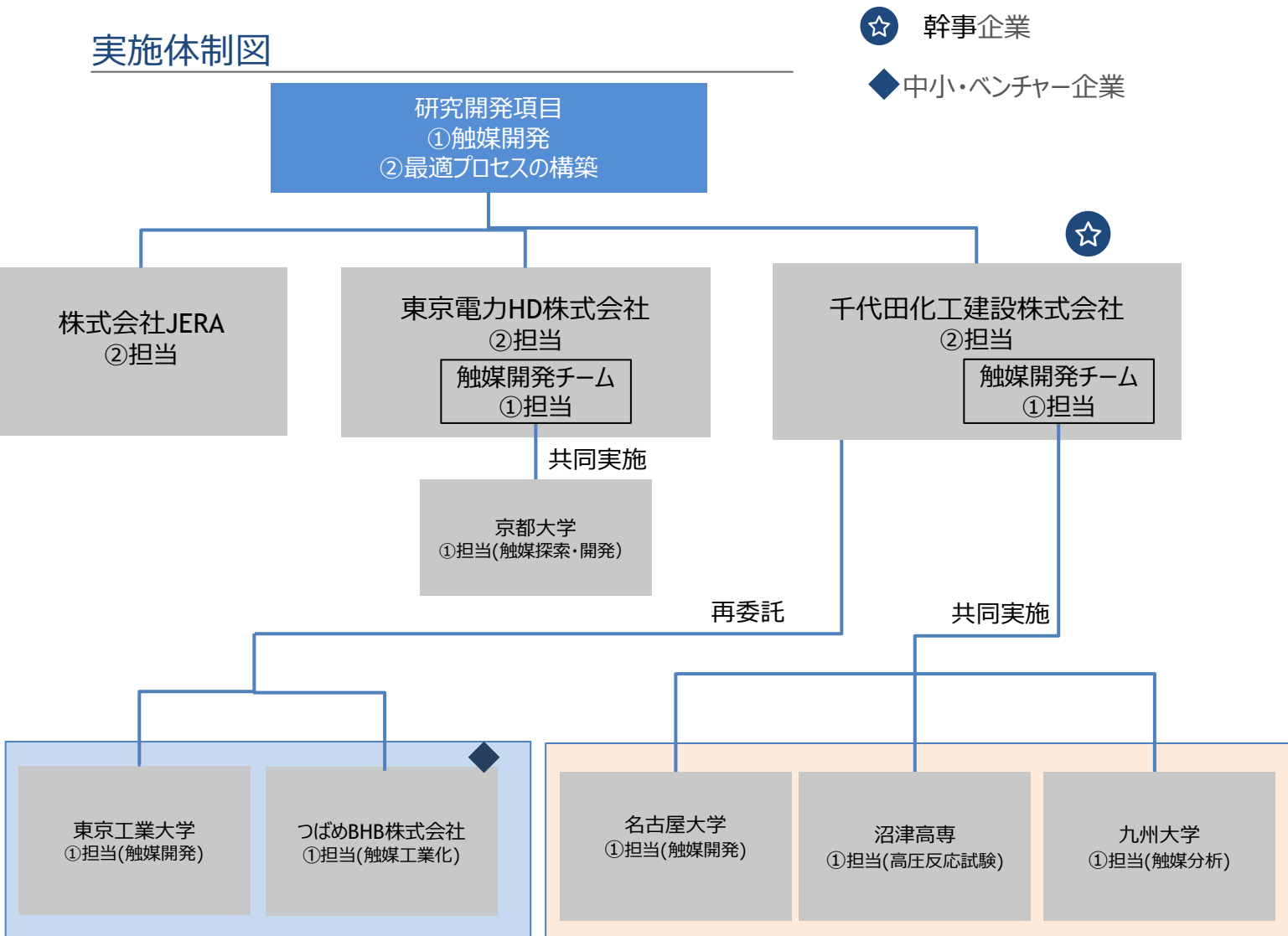
複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



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

【委託先】

1. JERA :
燃料用アンモニアとしての適用性評価、アンモニア製造プラントの運営評価
2. 東京電力HD :
触媒探索、ベンチ試験におけるアンモニア製造プラント評価。アンモニア製造プラントユーザ評価(小・中規模)。
【共同実施】
 - ・ 京都大学 :
酸水素化物系触媒の開発
3. 千代田化工建設（全体取りまとめ） :
触媒の評価/選定（東京電力HDと連携）、最適プロセスの構築、ベンチ/パイロット試験、商業化検討
【触媒開発チーム】
塩基性複合酸化物系触媒工業化、触媒担体の提供
【再委託/共同実施】
 - ・ つばめBHB/東京工業大学（再委託） :
エレクトライド系触媒の開発、触媒工業化
 - ・ 名古屋大学/九州大学/沼津高専（共同実施） :
塩基性複合酸化物系触媒の開発

研究開発における連携方法

- ・ 定期的なオンライン連絡会を開催
- ・ 現地にて実験立ち合い、連携

中小・ベンチャー企業の参画

- ・ つばめBHB（低温低压アンモニア合成の知見活用）

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. 触媒開発	1 触媒性能向上	<ul style="list-style-type: none">過去のアンモニア合成触媒開発における知見・ノウハウ（触媒調製手法、キャラクターゼーション手法、触媒活性向上メカニズムなど）	<ul style="list-style-type: none">非ルテニウム系触媒としては現時点で世界最高性能触媒を保有長年のアンモニア合成触媒開発で培った触媒開発における知見、ノウハウを活用可能コンソーシアム外の競合他社による高性能触媒開発達成がリスク（現状は名大および東工大の触媒が大きくリード）
	2 触媒工業化	<ul style="list-style-type: none">過去の触媒工業化における知見工業アンモニア合成触媒に関する知見	<ul style="list-style-type: none">多くの触媒量産化実績があり、知見を活用可能工業アンモニア合成触媒に関する知見を活用可能
	3 触媒寿命確認	<ul style="list-style-type: none">過去の工業触媒開発におけるベンチ試験装置運転の知見、ノウハウ	<ul style="list-style-type: none">豊富な高圧ベンチ試験装置運転の経験を保有

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
2. 最適プロセスの構築	1 低温低圧条件に適したプロセスの構築	<ul style="list-style-type: none">触媒技術を核としたプロセス開発に関する知見(CYD)反応器開発経験(CYD)合成ガス設計に関する知見(CYD)発電用燃料ユーザである電力事業の知見(東京電力HD、JERA)	<ul style="list-style-type: none">触媒技術を核としたプロセス開発能力を保有しており優位数々の反応器設計に関する知見を有しており優位数々の合成ガス関連の設計に携わり優位社会実装に向けたユーザ視点評価が行われ実現性で優位
	2 ベンチ試験	<ul style="list-style-type: none">触媒技術を核としたプロセス開発に関する知見(CYD)実証装置の設計/運転経験(CYD)原料水素の製造実証を実施中(東京電力HD)	<ul style="list-style-type: none">触媒技術を核としたプロセス開発能力を保有しており優位数々の実証経験があり優位
	3 パイロット試験	<ul style="list-style-type: none">商業機設計に関する知見(CYD)スケールアップエンジニアリング(CYD)既存バリューチェーン構築の知見(JERA)	<ul style="list-style-type: none">商業機スケールアップ知見を有しており優位将来的なアンモニア需要想定を基にした事業性の評価最経済となるバリューチェーンの構築が可能

3. イノベーション推進体制

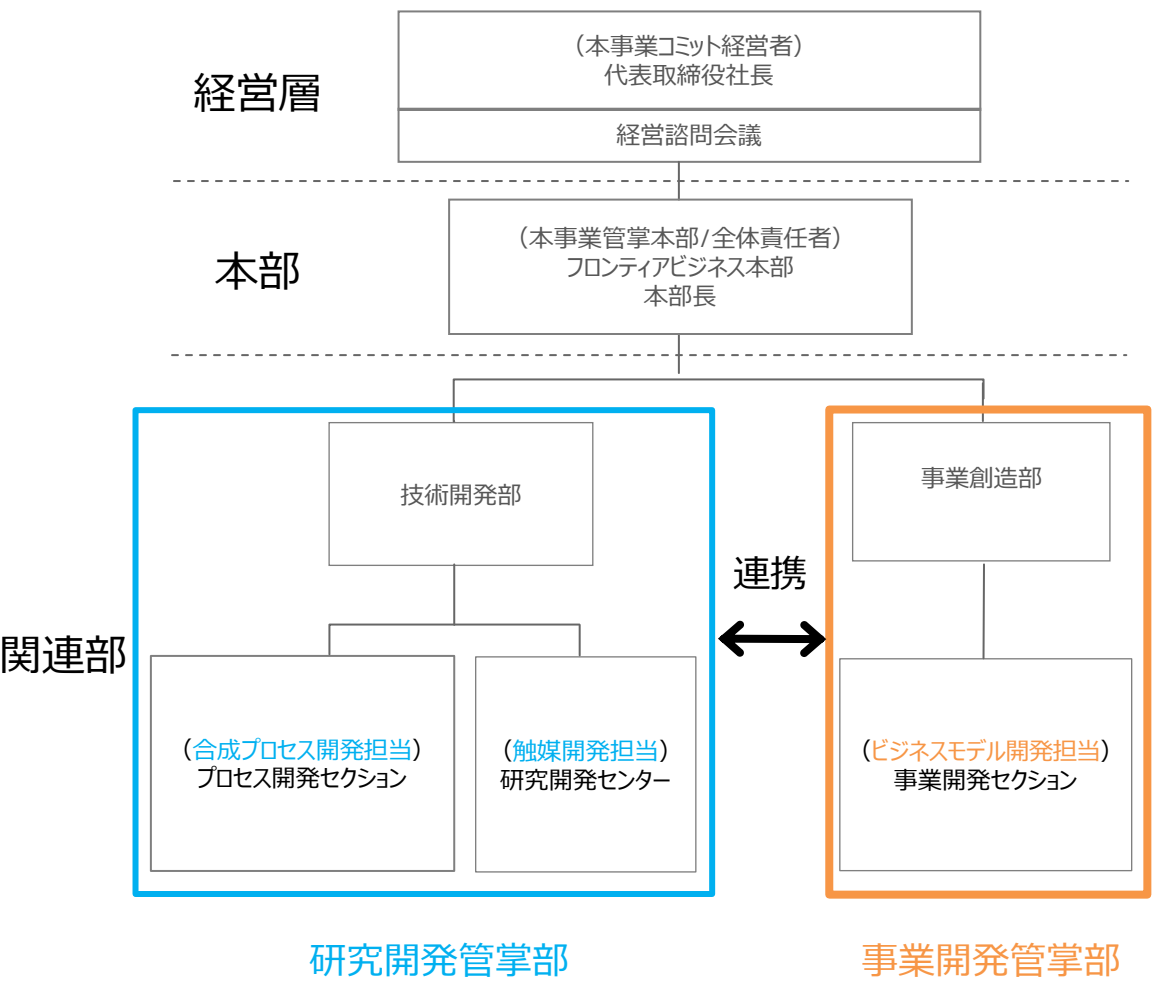
(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

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

2021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
 - フロントビジネス本部 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
- 本研究開発の遂行・標準化責任者
 - 技術開発部 部長
- 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。
- 本部内のステージゲート制度に基づき、研究開発および標準化・事業開発の方針を決定する。最終決裁は本部長が行う。
- 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、必要に応じて経営諮問会議での報告等を行う。

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、当社代表取締役会長兼社長 榊田雅和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ことで、22年1月7日にプレスリリースを実施、当社事業計画として公表し、これ以降、当社経営が本事業に係る経営戦略上の重要性を踏まえ、新聞/業界紙等の各種インタビューを受ける形で社内外ステークホルダーに対して発信を行っている。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で、燃料アンモニアの利活用を含むバリューチェーン対応を当社のWeb siteで公表した。
 - 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、隔月のモニタリング会議と、月2回開催されている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、上記の隔月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半年毎のマネジメント・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、上述の隔月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、半年ごとに行われる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四半期毎のステアリング・コミッ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。
- 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おり、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展開においても燃料アンモニアを水素キャリアの一つとして捉えるなど、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、経営との隔月モニタリング会議と半年毎のマネジメント・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
 - 本事業の採択により、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過した時点など、適時の情報開示を行う。採択以降、22年8月の当社有価証券報告書、決算概要説明資料で本事業参画への意義に係る発表を行っており、当社統合報告書においても本事業に係るUpdateを報告した。
- 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付けられ、同計画の進捗、及びに、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。
 - プラント・エンジニアリング関係者が多数参加する展示会「INCHEM TOKYO 2023」において、本事業を含む脱炭素技術に関するプレゼン及び展示を行い、取引先やサプライヤー等にアピールした。

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P2G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（国内外における燃料アンモニア大規模受入・貯蔵設備の開発/検討等）も積極的に参画する意向であり、これに伴う具体的な投入資金は本事業の進捗と併せ、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

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	社会実装（経済社会）におけるリスクと対応	その他（自然災害等）のリスクと対応
<ul style="list-style-type: none">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サー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	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">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うことが確定し、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事実となった場合
- 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