

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：人工光合成型化学原料製造事業化開発

- ①グリーン水素（人工光合成）等からの化学原料製造技術の開発・実証
- ②CO₂からの基礎化学品製造技術の開発・実証

実施者名：三菱ケミカル株式会社（幹事企業）、代表名：代表取締役 下平 靖雄

（コンソーシアム内実施者（再委託先除く）：人工光合成化学プロセス技術研究組合、三菱ガス化学株式会社）

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

研究開発項目4.

アルコール類からの化学品製造技術の開発

① グリーン水素（人工光合成）等からの化学原料製造技術の開発・実証

② CO₂からの基礎化学品製造技術の開発・実証

人工光合成化学プロセス技術研究組合（ARPCChem）

組合員：INPEX、JX金属、大日本印刷、デクセリアルズ、東レ、トヨタ自動車、日本製鉄、フルヤ金属、三井化学、三菱ケミカル、京セラ

共同実施：東京大学、信州大学、東京理科大学、産業技術総合研究所、東北大学、京都大学、名古屋大学、山口大学、宮崎大学、岐阜大学

研究開発の内容

光半導体水分解触媒による安全安価なグリーン水素製造プロセス開発

- 高活性な水分解半導体光触媒系の開発
- 光触媒粉の塗布法等による光触媒シート開発
- 水素分離システムを組み込んだモジュール開発
- 水素製造モジュールの量産化技術開発

等

社会実装に向けた取組内容

- 屋外試験設備での目標水素製造コストの実現可能性検証

三菱ケミカル（幹事会社）

研究開発の内容

- **メタノール反応分離プロセス開発**
- 革新的オレフィン製造技術開発

共同実施

共同実施：東京大学、東京工業大学

社会実装に向けた取組内容

- CO₂とH₂を原料とし、反応分離プロセスを用いたメタノール製造の大型実証
- メタノールからのオレフィン製造実証
- 2029年度以降
屋外試験設備での目標水素製造コストの実現可能性検証

三菱ガス化学

研究開発の内容

- メタノール反応分離プロセス
• 反応分離に適したメタノール触媒、プロセスの開発、実証等

社会実装に向けた取組内容

- CO₂とH₂を原料とし、反応分離プロセスを用いたメタノール製造の大型実証等

CO₂とグリーンH₂を原料とした化学品の製造の実現

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

CN実現の不可欠な課題解決策として、化学産業においてカーボンリサイクル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)

- GHGインパクトニュートラルな“新・炭素社会”へに移行していく
- 化石資源の使用を大きく低減した資源循環型社会への移行していく

(経済面)

- CO₂フリーの水素がエネルギー用、産業用に広く使用されていく
- CO₂排出低減に貢献する環境価値が十分に評価されていく

(政策面)

- 国家目標として2030年CO₂排出-46%、2050年カーボンニュートラルを目指す。その達成のためのCO₂回収、CCUSが促進されていく
- 世界的なカーボンプライシングの導入

(技術面)

- 水素輸送等技術向上により、水素供給のコストが低減する
- CO₂の原料化、カーボンリサイクル技術が今後大きく進展していく

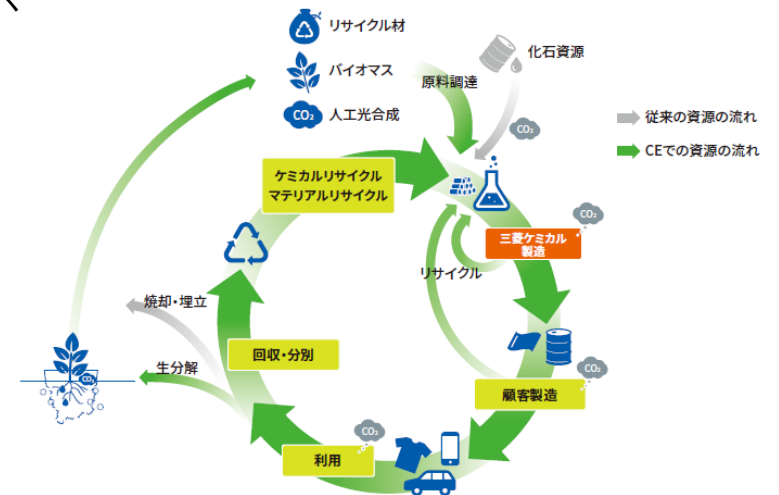
カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ

サーキュラーエコノミーの実現

原料調達から製品製造、使用、廃棄までのライフサイクル全体で化石資源の使用量と廃棄物の発生量を最小化する取り組みを、バリューチェーンパートナーが一体となり進めて行く

具体的取組

- **CO₂回収・利活用**
人工光合成による炭素循環システムの実現・
- **プラスチック循環リサイクル**
- **バイオプラスチックの活用**



- 市場機会：
化学製品のCO₂低減のために、CO₂を有効利用し、一定期間CO₂を固定化できるカーボンリサイクルによる化学品製造の市場が形成され、大きく伸びる。
2022年米国におけるCCS/CCUの税額控除が改正を反映し、今後のCCS/CCU市場の成長が大きく加速されると予測されている
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：
CO₂の有効利用という究極の資源循環が可能となる。

- 当該変化に対する経営ビジョン
地球：気候変動対応と資源・エネルギーの効率性向上
温室効果ガス削減
・ LCAを通じた炭素マネジメント
・ CO₂の利活用技術の確立 等
社会：最適なサーキュラーエコノミーの推進
健康でいきいきと暮らせる社会の実現への貢献
ビジネスモデル変革やデジタル技術の活用による社会課題の解決
人：創造性と生産性の向上、「働きがい」の充実

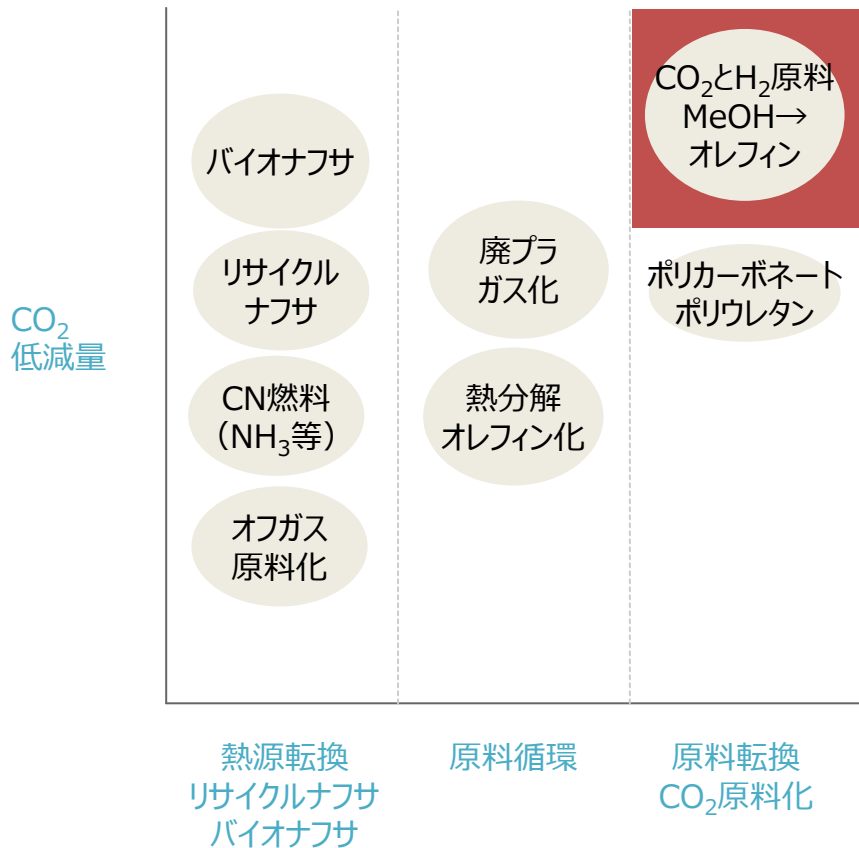
1. 事業戦略・事業計画 / (2) 市場のセグメント・ターゲット

化学品原料のうちCO₂の原料化によるオレフィン製造をターゲットとして想定

セグメント分析

CO₂排出量を大幅削減できる、CO₂を原料としたMeOHからのMTOによるオレフィン製造に本プロジェクトで注力

(化学品原料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

- 2050年までに日本のオレフィン製造の大部分がリサイクル由来、バイオ由来、およびCO₂由来に転換されると予想
- 2035年以降少量生産を開始し、2040年代に大規模の生産を開始する。
- 2050年にシェアを拡大するするとともに、他社、海外へのライセンスを行う。
- CO₂とH₂からのオレフィンにおいて、コストの大部分を占めるH₂コスト低減が最大の課題となる
→ 低コストグリーンH₂製造方法として、光触媒によるH₂製造方法を開発する。

需要家	主なプレーヤー	消費量 (2019年)	課題	想定ニーズ
ポリエチレン	日本 ポリエチレン	245万ton	<ul style="list-style-type: none"> LCA低減 リサイクル バイオ化 	<ul style="list-style-type: none"> 包装材 容器等
ポリプロピレン	日本 ポリプロ	244万ton	<ul style="list-style-type: none"> LCA低減 リサイクル バイオ化 	<ul style="list-style-type: none"> 自動車部品 家電部品 包装材 容器等

1. 事業戦略・事業計画 / (3) 提供価値・ビジネスモデル

光触媒技術を用いたクリーンなH₂製造のシステムを提供する事業を創出

社会・顧客に対する提供価値

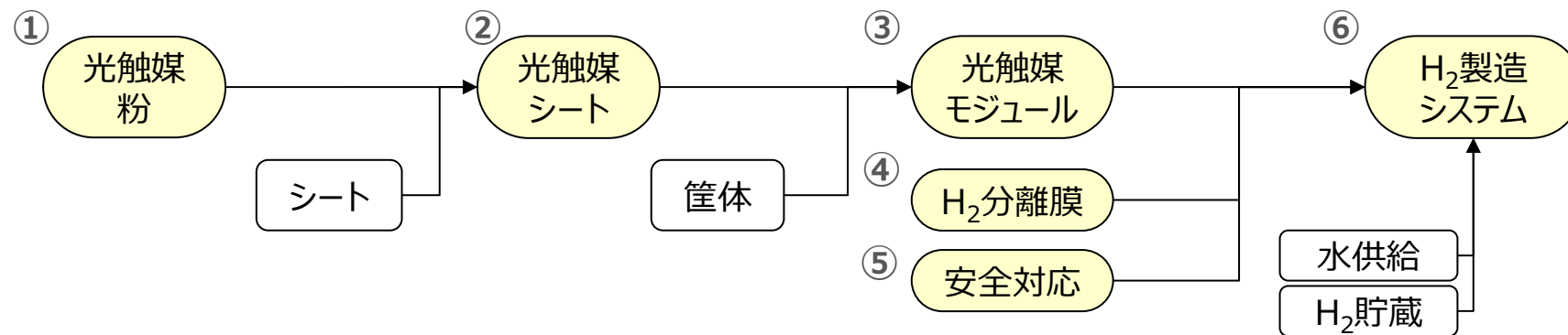
- 安価なH₂を供給することにより、CO₂原料とするカーボンリサイクルを加速する。また、燃料等エネルギー分野、鉄鋼等産業分野のカーボンニュートラルに貢献する。

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

光触媒の製造、シート、モジュール、システム等安価H₂製造の部材、システム販売を計画。
また、自社利用H₂の製造を計画
ARPCHEM参加各社の技術を組み合わせ、早期に実用化に結び付ける。

要素

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| ① 光触媒製造 | (無機酸窒化物、酸硫化物等 + 助触媒) |
| ② 光触媒シート | (高耐久性な粉体のシートへの塗布・製膜) |
| ③ 光触媒モジュール | (高耐久かつ安価なモジュール設計) |
| ④ H ₂ /O ₂ 分離膜 | (H ₂ の安全、安価な分離) |
| ⑤ H ₂ 安全対応・設計 | (H ₂ の安全制御技術) |
| ⑥ H ₂ 製造システム | (水供給、H ₂ 貯蔵を含めた全体システム) |



1. 事業戦略・事業計画 / (3) 提供価値・ビジネスモデル

CO₂原料化—MTO技術を用いてCN実現に貢献する事業を創出

社会・顧客に対する提供価値

- CO₂原料の化学品原料を提供することにより、プラスチック等の化学品の低CO₂排出化、またはCO₂排出のネガティブ化に貢献する。

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

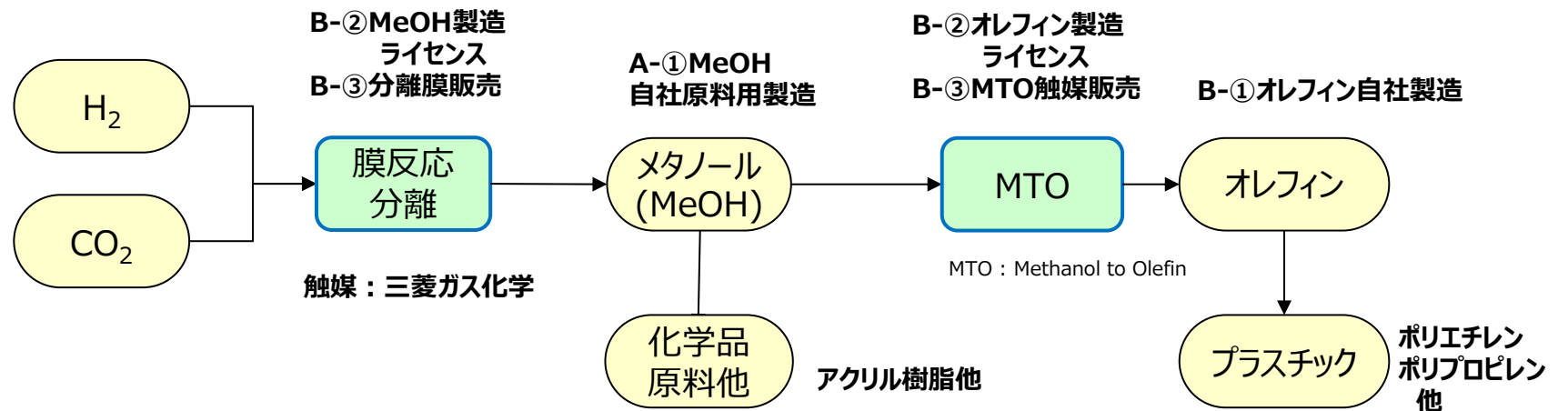
自社にて、MeOH, オレフィンの製造、使用、販売を行うとともに、分離膜、触媒等の部材販売、及びMeOH, オレフィン製造のライセンス販売を計画

A. MeOH製造

- MeOHの製造（オレフィン原料、及びMMA等の化学品原料）
- CO₂とH₂を原料とした高効率MeOH製造プロセスのライセンス販売
- 反応分離膜の販売

B. オレフィン製造

- オレフィンの製造（ポリオレフィン等の原料）
- 特定のオレフィンを高選択に製造可能な高効率MTOプロセスのライセンス販売
- MTO触媒の販売



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)

市場導入(事業化)しシェアを獲得するために、ルール形成(標準化等)を検討・実施

標準化戦略の前提となる市場導入に向けての取組方針・考え方

- 廃プラスチックや地球温暖化ガス等の社会課題への取組みを強化し、サーキュラーエコミーに関するソリューション提案と事業化を推進する
- サーキュラーエコミー実現への取組みにむけ、プラスチック循環、バイオプラスチック活用 (バイオマスへの原料転換・生分解による炭素循環)、人工光合成PJ等炭素・水素の活用を行う。
- 各種イニシアチブ、国際機関、業界団体に参加し、連携するとともに、バリューチェーン全体で環境負荷削減へ貢献する製品・サービスの強化するためにLCAの活用を進めていく。



国内外の動向・自社のルール形成(標準化等)の取組状況

- (国内外の標準化や規制の動向)
 - バイオプラ、リサイクルプラの認証、識別表示
 - バイオプラ、リサイクルプラのマスバランス法認証
 - 化学業界としてのLCA-CFP(CFP:カーボン・フットプリント)算出法の確立
 - ISCC-PLUSによるCO₂原料認証が策定された
(バイオCO₂、または化石燃料由来CO₂+グリーンH₂が認定される)
- (市場導入に向けた自社による標準化、知財、規制対応等に関する取組)
 - LCA実施体制を整備し、顧客対応・製品開発・意思決定のツールとして活用
 - まずは、原料から自社製品製造までの範囲のCFPの算定体制を整備し、ライフサイクル全体に評価範囲を広げる
 - ISCC-PLUSによるCO₂原料認証によるCO₂原料プラの認証を想定
 - 水素バリューチェーン推進協議会のメンバーとして、水素サプライ、規格、規制緩和に関する議論に参加

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

- 安全かつ低コストなグリーンH₂製法を確立し世界へ普及させる
 - 光触媒による水素製造法、安全対策等に関して、国際標準化の検討する
- リサイクルプラ、バイオプラと合わせて、その環境価値を明確化することにより消費者の認知を高め、日本におけるCO₂原料プラ利用を世界に先駆けて実現させる。
 - CO₂原料プラのLCA-CFPの算定を業界でガイドライン化
 - CO₂原料プラの認証のあり方についてについて検討
 - CO₂原料プラのマスバランス法の確立・活用

知財戦略

- 本事業において独自に開発する材料 (光触媒、MTO触媒)、部材 (光触媒シート、MeOH分離膜)、機器 (光触媒モジュール、反応器) 等に関して特許化を行い、自社製造、及びライセンス供与を行うことにより利益を確保する。
- 光触媒材料に関しては、特許化に加え、製造ノウハウをブラックボックス化し日本国内での製造を行う。

1. 事業戦略・事業計画 / (4) 経営資源・ポジショニング

人工光合成技術の強みを活かして、社会・顧客に対してCN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

- CO₂原料の化学品原料を提供することにより、プラスチック等の化学品の低CO₂排出化、またはCO₂排出のネガティブ化に貢献する。







自社の強み

- NEDO人工光合成プロジェクト(2012-2021)において、光触媒による安価H₂製造の基礎技術の開発、MeOHの膜反応分離技術の開発、及びMTO用新規触媒の開発を実施し、コスト優位な独自性のある技術を有する。

自社の弱み及び対応

- MeOH膜反応分離に関して、CO₂原料からのMeOH製造の触媒を有していない
 - 触媒技術を有する三菱ガス化学社と共同開発する。

他社に対する比較優位性

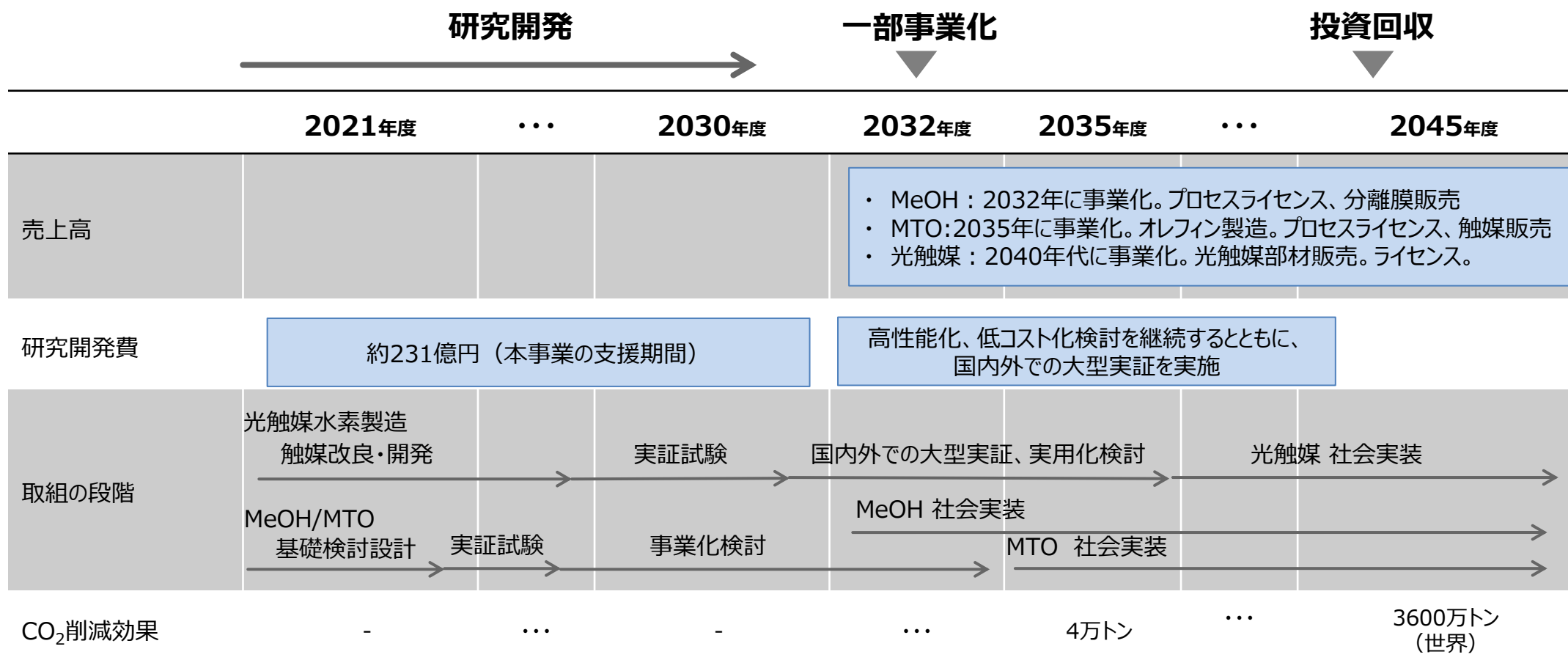
	技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他経営資源
自社	<ul style="list-style-type: none"> (現在) ナフサクラッカー  <ul style="list-style-type: none"> (将来) 光触媒による安価H₂とCO₂による反応分離を用いたMeOH製造-MTOによるオレフィン製造 	<ul style="list-style-type: none"> 自社原料 コンビナート内供給  <ul style="list-style-type: none"> 自社原料 国内外への技術ライセンス。 部材販売 	<ul style="list-style-type: none"> グループ会社でプラスチック製造・販売を実施  <ul style="list-style-type: none"> 高機能樹脂への展開 国内外を含めたライセンス販売、及び部材売り 	 <ul style="list-style-type: none"> 自社内排出のCO₂利用
競合CRI等	<ul style="list-style-type: none"> CO₂とCO₂フリーH₂を原料としたMeOH製造 	<ul style="list-style-type: none"> 地熱発電を利用し製造 中国にライセンス 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料用CO₂フリーMeOHとして販売 	<ul style="list-style-type: none"> EU内の再生可能エネルギー利用
競合UOP等	<ul style="list-style-type: none"> MTO 石炭ガス化を原料としたMeOHを用いたMTO 	<ul style="list-style-type: none"> 中国 	<ul style="list-style-type: none"> 中国国内で消費 	<ul style="list-style-type: none"> 安価石炭の利用

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年頃の一部事業化、2045年頃の投資回収を想定

投資計画

- ✓ 本事業終了後も5年程度研究開発を継続し、オレフィン製造については2035年頃の事業化を目指す。
- ✓ 光触媒部材販売、オレフィン製造市場での販売を図り、2045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

- 光触媒H₂製造：光触媒における物性・活性相関の解析を通じ高性能光触媒の実現し、物質・用途の特許網を強化する。
Printing/coating等による安価光触媒シート及びモジュールの開発を行う。その実現の為にARPChem参加の異業種連携にて開発を行う。
安全なH₂分離systemを開発するとともに規制法令の整備、緩和を要望する
海外大規模実証につながる国内でのヘクター級の実証を実施する。
- MeOH製造：高压化世界初となる反応分離によるメタノール製造技術を実証する。
- オレフィン製造：メタノール、オレフィンまでの一貫製造プロセスの実証

光触媒H₂: ARPChemの一員として研究開発実施
MeOH: 実条件に近い条件での分離膜性能確認
MTO: スケールアップする触媒仕様を絞り、コスト低減検討を実施中



進捗状況

- 光触媒H₂：光触媒粉体の製造に関しては、重要技術のため国内にて実施し、技術流出を防ぐ。
光触媒部材製造については、ARPChem参加各社の技術を組み合わせ早期に実用化する。
製造に関しては、自社にて実施するとともに、積極的にライセンスを実施する。
- MeOH、オレフィン：安価輸入グリーンH₂、ブルーH₂が入手可能等条件が整えば、光触媒H₂より先行して国内にて、MeOH-オレフィン製造の商用機を建設する。商用機の実績を元に、国内外にライセンス活動を行う。

光触媒H₂: ARPChemとして実験装置を導入
MeOH: 三菱ガス化学と共同で、反応器設計、ベンチ設計を実施中
MTO: FSを進め、ベンチ試験方法に関する設計を実施中



国際競争上の優位性

- NEDO人工光合成プロジェクトにて、光触媒、及びMeOH、オレフィン製造技術開発を実施しており、特に光触媒科学の研究は日本が世界最先端に位置している。光触媒材料については、基本的な物質等の知財網を有している。
- MeOH: 反応分離のスケールアップに成功している企業はまだ存在せず、その分野をリードしている。
MTO: オレフィンの選択性を向上させる研究においても、業界をリードしている

- 光触媒粉体製造は、硫化物・窒化物といった特殊化合物の高結晶微粒子の製造、及び助触媒の精密担持と言ったKnow-howが非常に重要となる技術であり、使用量は少ないため、日本国内で製造することで競争優位性を確保する
- 中東、豪州等日本と関係が深く、会社としても海外のチャネルがある国との連携を活かし、光触媒によるH₂製造、H₂とCO₂からのMeOH製造、MTOによるオレフィン製造の実証、実用化に結び付ける。

- 光触媒H₂：高性能光触媒を用いたH₂製造の実証により、低コスト製造をアピール。太陽エネルギーが豊富で、土地コストも低い海外の国と協力し、実証を実施。副生O₂の利用を合わせて、用途探索する
- MeOH：膜反応器がより得意な数万トンの小スケールのライセンスから開始。CO₂原料以外にも、バイオマス、廃プラ等からの合成ガス原料もアピールする。
- オレフィン：エチレン/プロピレン比調整可能、CO₂原料化であることの強みをアピール
- マスバランス法による認証適用を進める
- CO₂原料プラのLCA-CFPの算定明確化、認証法確立により、その環境価値を明確にし、カーボンリサイクルの環境価値をアピールし、価格に反映させる。
- バイオ由来のCO₂を原料とすることにより、カーボンネガティブな化学品につなげる
- 光触媒H₂: ARPChemとして講演会・取材でPR実施
- ISCC-PLUS CO₂原料認証等規制の動向調査
- 数社で協力し、UAEアブダビにてグリーン水素とCO₂を原料としたポリプロピレン製造のFSを開始



- 国際標準や各国の規制・補助金制度、さらに製品のLCA低減効果による市場アピール、環境価値が価格にどのように反映されているかなどを勘案し、原料としてのH₂にはグリーンH₂やブルーH₂、CO₂には化石由来、バイオマス由来、DAC由来のものなど、さまざまなソースを検討する。そして、地域ごとの需要と供給を考慮に入れた最適な方法を探求する。

1. 事業戦略・事業計画 / (7) 資金計画

国の支援に加えて、2030年までに110億円規模の自己負担を予定

	2021年度	...	2030年度	...	2040年度
事業全体の資金需要	約231億円				
うち研究開発投資	約231億円				
国費負担※ (委託又は補助)	約123億円				
自己負担	約108億円				

グリーン水素（人工光合成）等からの化学原料製造技術の開発・実証に関しては、本事業期間にて開発、実証を完了させた後、引き続き光触媒部材、システム等の高性能化、低コスト化検討を継続するとともに、国内外での大型実証、社会実装を実施する。

メタノールからの化学品製造については、本事業期間にて開発、実証を完了させた後、引き続きプロセス等の高性能化、低コスト化検討を継続するとともに、国内外での大型実証、社会実装を実施する。

※インセンティブが全額支払われた場合

2. 研究開発計画

① グリーン水素（人工光合成）等からの化学原料製造技術の開発・実証

2. 研究開発計画 / (1) 研究開発目標

研究開発項目

1. 光半導体水分解触媒による安全 安価なグリーン水素製造プロセス開発

研究開発内容

① 高活性な水分解光触媒
及び光触媒シートの開
発

② 水素/酸素分離モジュー
ルを組み込んだ水素回
収システムの開発

③ ヘクター級屋外試験設
備での目標水素コストの
実現可能性検証

アウトプット目標

ヘクター級の水分解モジュールの実証運転により、好ましい立地条件において、水素製造コスト
20¥/Nm³以下が実現可能な基本モジュール、基本プロセスを確立する

KPI

- 可視光応答一段型/二段型光触媒での
STH~10%(~2030)の達成
- 塗布法等による光触媒シートの開発及び
m²級光触媒パネル量産製造技術の確立

- 水素分離システムでのH₂濃度≥96%、
H₂回収率≥90%の達成
- モジュール製造技術の確立及び試験設
備・モジュールでの性能及び耐久性、安全
性の検証

- 触媒量産化時に必要な触媒製造技術の
確立
- 大規模設備での連続運転により、化学原
料用純度の水素を供給できるグリーン水
素ガス製造プロセスの確立

KPI設定の考え方

- 目標水素製造コストをサンベルト地域で実現する為の
光触媒性能及び設置コスト試算値
- 触媒シートとして上記目標を実現し、Numbering-
up可能な触媒シートパネルの構造設計と触媒パネル
としての性能を確認する。

- 触媒パネルと水素/酸素分離モジュールを連結した水
素製造システムの屋外設備での連続運転を実施し、
パイロット用仕様の確定に必要な諸性能を確認する。
- ラボスケールからの段階的スケールアップを実施し
Numbering-upした水素製造モジュールにて性能及
び耐久性、安全性を確認する。

- パイロット規模設備に供給可能な量産化技術を確立
し、商用時の生産プロセスに繋げる。
- プロセスの安全性、設備コスト、水素製造コストの妥当
性を検証し、化学原料用のグリーン水素製造法を確
立する。

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

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
<p>① 高活性な水分解光触媒及び光触媒シートの開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> 可視光応答一段型/二段型光触媒でのSTH\sim10%(\sim2030)の達成 塗布法等による光触媒シートの開発及びm²級光触媒パネル量産製造技術の確立 	<p>STH$>$1%ラボスケール (TRL3)</p>	<p>STH\sim10%、m²級パネルスケール (TRL6)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 光半導体(YTOS,BTON, LTCA等)のサブミクロン粒子の高結晶性、defect-free、モルフロジー制御 助触媒/光半導体界面設計、H₂/O₂発生サイト分離 光半導体構造活性相関解析による活性化要因の解明 m²級光触媒シートの耐久性を意識した光触媒シート化技術開発(printing、coating) 粉末触媒調製後のシート化、光半導体シート化後助触媒担持等、複数の触媒調製プロセス検討 	<p>80%</p>
<p>② 水素/酸素分離モジュールを組み込んだ水素回収システムの開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> 水素分離システムでのH₂濃度\geq96%、H₂回収率\geq90%の達成 モジュール製造技術の確立及び試験設備・モジュールでの性能及び耐久性、安全性の検証 	<p>H₂濃度\geq96%、H₂回収率\geq90% (TRL5限定条件)</p>	<p>H₂濃度\geq96%、H₂回収率\geq90% (TRL7)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 目標H₂純度を得られる分離性能、共存水蒸気の影響を考慮した安全・安価な分離システムの実証 筐体、光透過窓、支持体の耐久性評価・コスト試算 水素製造モジュールとしての寿命試験・コスト試算 	<p>80%</p>
<p>③ ヘクター級屋外試験設備での目標水素コストの実現可能性検証</p>	<ul style="list-style-type: none"> 触媒量産化時に必要な触媒製造技術の確立 大規模設備での連続運転により、化学原料用純度の水素を供給できるグリーン水素ガス製造プロセスの確立 	<p>ラボスケール (TRL4)</p>	<p>パイロットスケール実証 (TRL7)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 工業的製造法として対応可能な酸窒化物合成法、酸硫化物合成法の開発：段階的なスケールアップで調整法の絞り込み、最適化を実施 化学原料用のグリーン水素を生産・供給できる水素ガス製造プロセスをパイロット規模で実証 	<p>70%</p>

2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容 (これまでの取組)

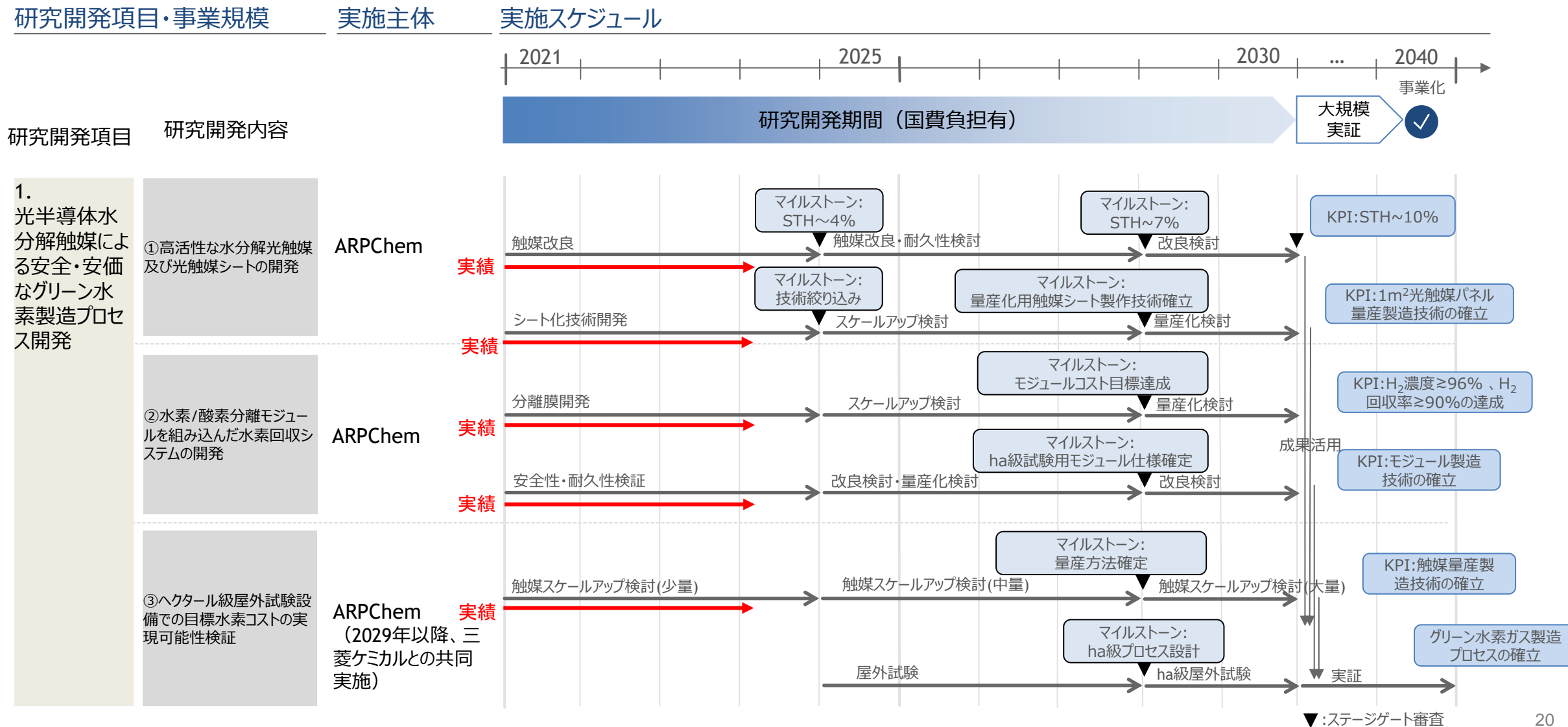
研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの (前回からの) 開発進捗	進捗度
① 高活性な水分解光触媒及び光触媒シートの開発	2024年度 ・光触媒 ; STH~4% ・光触媒シート ; 技術絞り込み	・全分解、STH4%以上が達成可能な酸硫化物、酸窒化物光触媒系を開発中。 ・高い量子効率で水素生成反応を駆動する触媒と、酸素生成反応を駆動する触媒を導電材と組み合わせた二段型触媒系 (Z-スキーム) を開発中。 ・量産が見込める塗布法による低コスト化光触媒シート化の検討を継続。	計画通り進捗
② 水素/酸素分離モジュールを組み込んだ水素回収システムの開発	2024年度 ・分離膜の安定性確認 ・光触媒パネル候補材の耐久性評価、コスト試算	・無機系分離膜で高い水素純度と回収率を達成。また、有機系分離膜ではフィルムのスケールアップ製造の検討開始。 ・光触媒パネルに水素/酸素分離モジュールを組み込んだ水素回収システムの屋外分離試験と安全性評価検証を計画に基づいて検討中。 ・従来にないコンセプトを導入したモジュールの低コスト化検討を実施中。	計画通り進捗
③ ヘクター級屋外試験設備での目標水素コストの実現可能性検証	2024年 ・触媒製造技術の課題抽出	・活性の向上、及びシート化を検討をしている水分解光触媒の複数の候補材料について、パネル型、フィルム型等の構造の予備検討を実施、合わせて触媒製造における課題を抽出、解決策を検討中。	計画通り進捗

2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容 (今後の取組)

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 高活性な水分解光触媒及び光触媒シートの開発	2024年度 ・光触媒; STH~4% ・光触媒シート; 技術絞り込み	・光触媒材料の欠陥密度低減と粒子サイズ・形態制御 ・助触媒の構造と担持サイトの制御 ・逆反応の抑制 ➡ 触媒設計課題を解決して電荷移動効率、反応効率を高め、STHの向上を図る ・光触媒シートの性能向上 (活性、耐久性)、評価とm ² 級への大面積化	・現在検討中の高い水素発生活性を有する光触媒材料と、比較的高い酸素発生活性を有する光触媒材料の組み合わせによる二段型触媒系(Zスキーム型)で4%以上のSTHを目指す。 ・全分解活性が向上しない要因を解析し構造・物性と活性の関係を明らかにして一段型触媒としての性能向上を目指す。特に、①各種無機合成法を駆使した小径・高品位な光半導体の合成、②組成が均一なナノ粒子原料の合成、③助触媒担持サイトの精密設計 に注力する。 ・耐久性を意識した高性能光触媒シート開発に注力する。
② 水素/酸素分離モジュールを組み込んだ水素回収システムの開発	2024年度 ・分離膜の安定性確認 ・光触媒パネル候補材の耐久性評価、コスト試算	・光触媒パネル/分離膜モジュール結合ユニットを用いた屋外試験を安全に実施し、実証データを取得する。 ・配管部の安全性試験 (爆轟、消炎試験) ・変動する水素生成量を制御し、化学プロセスへの水素供給を可能にするプロセス設計。	・開発中の無機及び有機分離膜はいずれもさらなる性能向上が期待できる材料で、膜構造と分離機能の相関性を理解することで技術課題を解決できる見込み。長尺化の量産技術とシステムの安全な取り扱い方法を確立して、膜モジュールコスト削減に重点的に取り組む。 ・爆轟試験及び消炎試験により、システムの安全設計に資するデータを取得する。
③ ヘクター級屋外試験設備での目標水素コストの実現可能性検証	2024年 ・触媒製造技術の課題抽出	・ラボスケールでSTH~4%を達成可能な光触媒候補材料を用いた水素製造モジュールの基本構成の確立。それを用い numbering-upによる大面積化。	・光触媒改良検討の中で得られた知見をもとに、モデル化合物をラボスケールで合成し、触媒製造に係わる課題を抽出することで目標を達成できる見込みである。

2. 研究開発計画 / (3) 実施スケジュール

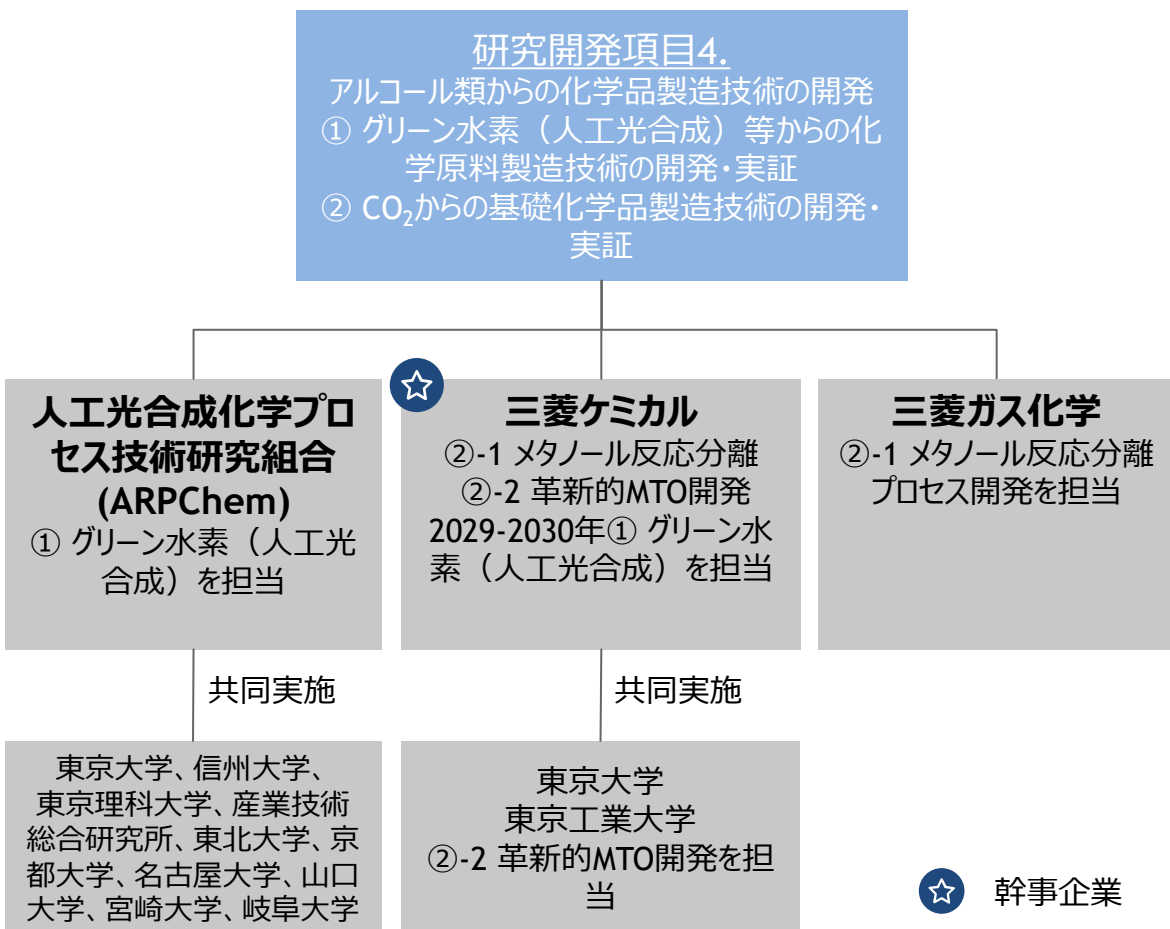
複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



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



人工光合成化学プロセス技術研究組合 プロジェクト参画企業
INPEX、JX金属、大日本印刷、デクセリアルズ、東レ、トヨタ自動車、日本製鉄、フルヤ金属、三井化学、三菱ケミカル、京セラ

各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発項目 4 全体の取りまとめは、三菱ケミカルが行う
- 人工光合成化学プロセス技術研究組合 (ARPCHEM)は① グリーン水素（人工光合成）等からの化学原料製造技術の開発・実証 を担当する
- ① グリーン水素（人工光合成）等からの化学原料製造技術の開発・実証のうち光触媒の開発等を共同実施にて、東京大学、信州大学、東京理科大学、産業技術総合研究所、東北大学、京都大学、名古屋大学、山口大学、宮崎大学、岐阜大学が担当する
- 三菱ケミカルは、② CO₂からの基礎化学品製造技術の開発・実証（②-1 メタノール反応分離プロセス開発、②-2 革新的MTO開発）を担当する
また、2029-30はARPCHEMと共同で①グリーン水素の屋外大規模実証を担当する
- ②-2 革新的MTO開発のうち、触媒の研究開発等を共同実施にて、東京大学、東京工業大学が担当する
- 三菱ガス化学は、② CO₂からの基礎化学品製造技術の開発・実証のうち、②-1 メタノール反応分離プロセス開発を三菱ケミカルと共同で担当する

研究開発における連携方法

- ①グリーン水素
 - 全体会議（1回/年） PJ全体の目標・成果の共有のため全体会議を開催する
 - テーマ別定例会議（1回/1.5月）を開催する。
酸窒化物、酸硫化物、パネル（分離膜、安全性検討）、共同実施先
- ②-1メタノール反応分離
 - 三菱ケミカルと三菱ガス化学において、4回/年の技術会議を開催する。
- ②-2 MTO開発
 - 三菱ケミカル－東工大－東大にて3回/年の技術会議を開催する

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. 光半導体水分解触媒による安全・安価なグリーン水素製造プロセス開発	1 高活性な水分解光触媒及び光触媒シートの開発	<ul style="list-style-type: none"> • ARPCHEMで開発された光触媒材料に関する知財・ノウハウ • 触媒・無機材料に関する解析・シミュレーション技術 • ARPCHEMで開発された光触媒シートの作成技術・ノウハウ 	<ul style="list-style-type: none"> → 光触媒材料に関する知財・ノウハウを保有 → 無機材料の工業化実績 → 光触媒シートの作成技術・ノウハウを保有
	2 水素/酸素分離モジュールを組み込んだ水素回収システムの開発	<ul style="list-style-type: none"> • ARPCHEMで開発されたH₂/O₂分離可能なゼオライト膜、高分子膜、H₂/O₂混合気の消炎技術 • 筐体、光透過窓等に利用可能な樹脂材料 	<ul style="list-style-type: none"> → H₂/O₂分離膜の事業化 → 各種樹脂材料製品を保有
	3 ヘクター級屋外試験設備での目標水素コストの実現可能性検証	<ul style="list-style-type: none"> • 触媒・無機材料等の量産製造技術 • 可燃性ガスを扱う化学プロセスの設計、運転ノウハウ • 爆発試験設備(東大柿岡、産総研)、各種の安全対策検討結果 	<ul style="list-style-type: none"> → 無機材料の工業化実績 → 可燃性ガスを扱う化学プロセスの設計、運転ノウハウを保有 → 爆発試験設備(東大柿岡、産総研)での効率的な安全検証実験実施可能

② CO₂からの基礎化学品製造技術の 開発・実証

2. 研究開発計画 / (1) 研究開発目標

研究開発項目

4. アルコール類からの化学品製造技術の開発

研究開発内容

1 メタノール反応分離プロセス開発

2 革新的MTO触媒プロセス開発

アウトプット目標

CO₂とH₂を原料として、反応分離プロセスを用い、高効率にMeOHを製造する技術確立する。得られたMeOHを原料として用い、MTO(Methanol to Olefin)反応により、目的とするオレフィンに需要に即した比率で製造する製造技術の確立を目指す。製造時に排出するCO₂をゼロにする技術確立した上で、>1万トン/年規模の本格プラントの建設に繋がる触媒プロセス技術を大型パイロット試験設備で実証し、現行技術を用いたCO₂とH₂を原料としたオレフィン製造と比べて製造コスト2割減を実現する。

KPI

- 反応器出口収率向上を達成可能な膜反応器を開発する。
- CO₂排出 ゼロを達成する。
- >1万トン/年規模の本格プラントの建設に繋がる触媒プロセス技術を大型パイロット試験設備で実証する。

- エチレン又はプロピレンを高い収率で製造可能な触媒プロセスを開発する。
- 1年間以上の連続運転を実施可能な触媒プロセスを開発する。
- >1万トン/年規模の本格プラントの建設に繋がる触媒プロセス技術を大型パイロット試験設備で実証する。

KPI設定の考え方

- 従来技術は平衡収率30-40%で、未反応原料を大量にリサイクルする必要がある。膜反応プロセスを開発し転化率を大幅に向上することで製造コスト削減を達成する。
- 発熱反応の熱エネルギー等を有効利用することで外部から投入するエネルギー由来のCO₂排出ゼロを達成する。

- 目的とするエチレン又はプロピレンを高収率で製造可能な新規触媒を開発し、需要に合わせた原料生産を可能にすることで、製造コスト削減を達成する。
- 触媒の連続再生技術等の開発により、1年以上に相当する1万時間以上の連続生産を可能にする。

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

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)	
1	メタノール反応分離プロセス開発	<ul style="list-style-type: none"> 反応器出口収率向上 CO₂排出:ゼロ 大型パイロット試験設備実証 	ラボレベルでの膜反応分離の確認 (提案時TRL4 → 現状TRL4)	大型パイロット機で、反応器出口向上を実証する (TRL7)	<ul style="list-style-type: none"> 膜反応プロセス開発 <ol style="list-style-type: none"> 分離膜の開発 分離性能向上、低コスト化 触媒最適化 膜分離への触媒最適化 膜反応器開発 低コスト反応器開発 プロセス開発 & 実証 CO₂排出低減可能なトータル設計 	① 80% ② 90% ③ 70% ④ 80%
2	革新的MTO触媒プロセス開発	<ul style="list-style-type: none"> エチレン又はプロピレンを高収率で製造可能な触媒プロセスの開発 1年間以上の連続運転を実施可能な触媒プロセス 大型パイロット試験設備実証 	ラボレベルでの高効率MTO触媒開発 (提案時TRL4 → 現状TRL4)	大型パイロット機で、事業化を想定した条件にて実証する (TRL7)	<ul style="list-style-type: none"> 新規MTO触媒開発 <ol style="list-style-type: none"> 触媒改良 高オレフィン収率、長寿命化 触媒製造効率化 低コスト化、最適な触媒成型 反応器開発 高効率反応器設計、開発 プロセス開発 & 実証 CO₂排出低減可能なトータル設計 	① 80% ② 80% ③ 70% ④ 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 メタノール
反応分離
プロセス開
発

実証試験判断
(FY2025)

①分離膜開発：実使用条件に近い条件における膜透過データを取得。長尺膜の性能低下原因を特定。寿命試験に着手。
②触媒最適化：触媒寿命評価を実施中。モックアップ試験の結果等からベンチ試験に用いる触媒を選定。
③膜反応器開発：膜反応器の概算見積を取得し、シミュレーションによるコスト試算を実施。
④プロセス開発 & 実証：最適なプロセス選定を継続。ベンチ設備の発注完了。

①○ 概ね当初の計画通り進捗している。
②○ 概ね当初の計画通り進捗している。
③○ 概ね当初の計画通り進捗している。
④○ 概ね当初の計画通り進捗している。

2 革新的
MTO触媒
プロセス開
発

実証試験判断
(FY2025)

①触媒改良：低コスト化が期待されるMTP触媒で、前PJで開発した触媒と同等以上の性能を有する触媒の合成に成功。
②触媒製造効率化：MTP触媒原料の安価合成ルートを見出した。
③反応器開発：反応速度解析を実施し、ベンチ実証設備の設計を完了。
④プロセス開発 & 実証：シミュレーションソフトウェアを使用してプロセスモデルを作成し、既存プロセスとの比較を実施。

①○ 概ね当初の計画通り進捗している。
②○ 概ね当初の計画通り進捗している。
③○ 概ね当初の計画通り進捗している。
④○ 概ね当初の計画通り進捗している。

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

1 メタノール
反応分離
プロセス開
発

2 革新的
MTO触媒
プロセス開
発

直近のマイルストーン

実証試験判断
(FY2025)

実証試験判断
(FY2025)

残された技術課題

① 分離膜の開発：膜長尺化及び性能向上、寿命評価。
② 触媒最適化：膜を組み合わせた際の寿命評価
③, ④ 膜反応器 & プロセス開発：反応器構成の最適化、シミュレーション精度向上

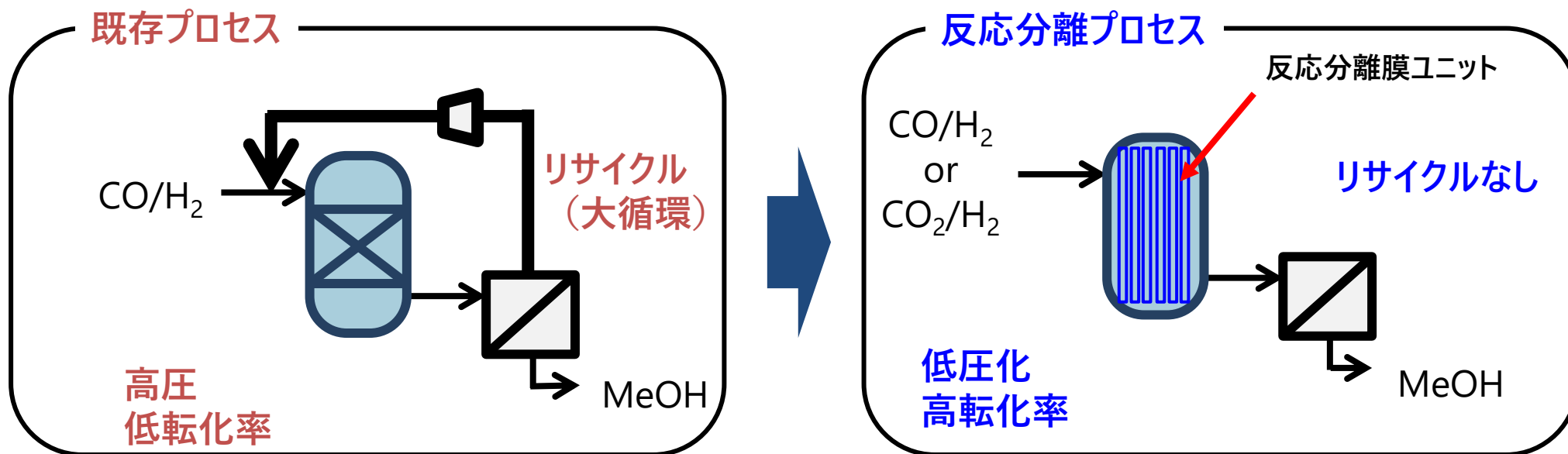
① 触媒改良：オレフィン収率及び寿命向上。
② 触媒製造効率化：最適な触媒成形法の確立。
③, ④ 反応器開発、プロセス開発 & 実証：コスト優位性のある触媒プロセスの構築、ベンチ実証。

解決の見通し

以下の取り組みにより、計画通り目標とするマイルストーンを達成できる見込み。
① 膜合成条件の最適化及び修飾等の検討、各種劣化試験による寿命評価
② 触媒寿命評価の継続
③, ④ シミュレーションによる各種プロセス評価、感度解析

以下の取り組みにより、計画通り目標とするマイルストーンを達成できる見込み。
① 触媒の合成条件や修飾条件の検討、ライフ評価。
② 触媒成形形状、レシピの検討。
③, ④ シミュレーションによるプロセス改良、設計したベンチ実証設備での性能評価。

①メタノール反応分離プロセス開発



既存プロセス (触媒のみ)

熱力学的平衡により、転化率を高めることができない
→ 平衡収率30-40%で、未反応原料を大量にリサイクル

反応分離プロセス

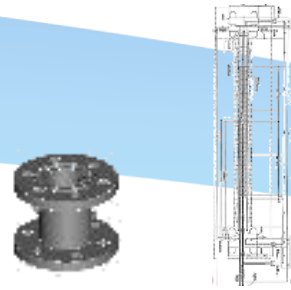
転化率の大幅な向上を目指す

①メタノール反応分離プロセス開発：技術課題と解決方法

• 実証設備設計

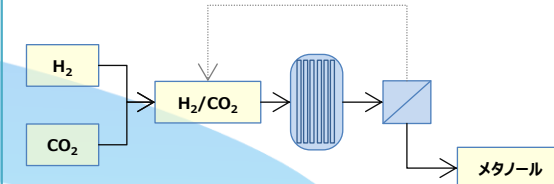
★
マイルストーン
2025

- ベンチ検討
2024～ 設計、建設
2025～ 運転検討

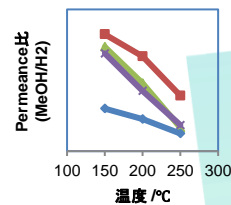


2024

- プロセス設計
2022～ プロセス最適化
コスト評価



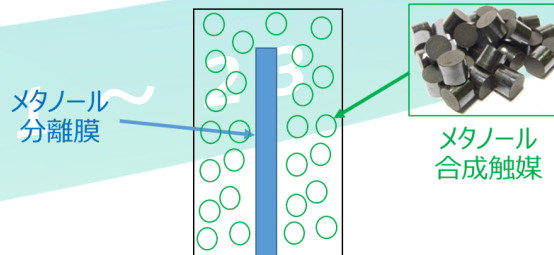
- 膜開発
2021～ 性能向上
2023～ 耐久性試験
2025～ スケールアップ



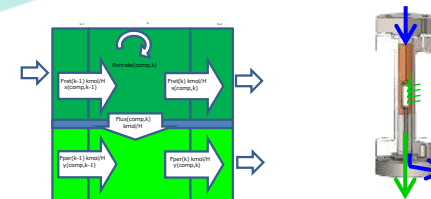
2022

- 触媒最適化
反応分離用の最適化

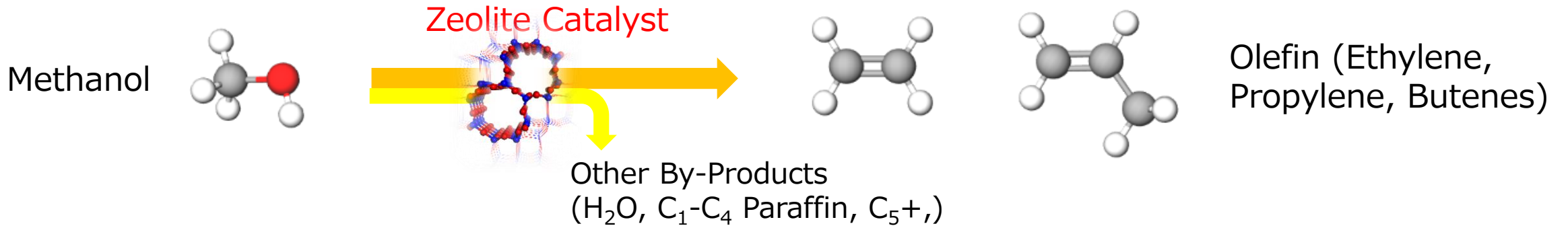
反応器断面
イメージ図



- 膜反応器設計
2022～ シミュレーション
基本構造設計
コスト低減検討



② 革新的MTO触媒プロセス開発



※文献情報を元に算出

※ラボワンパス選択率

既存触媒	反応成績※
SAPO-34	エチレン39% プロピレン39%
ZSM-5	プロピレン65-70%

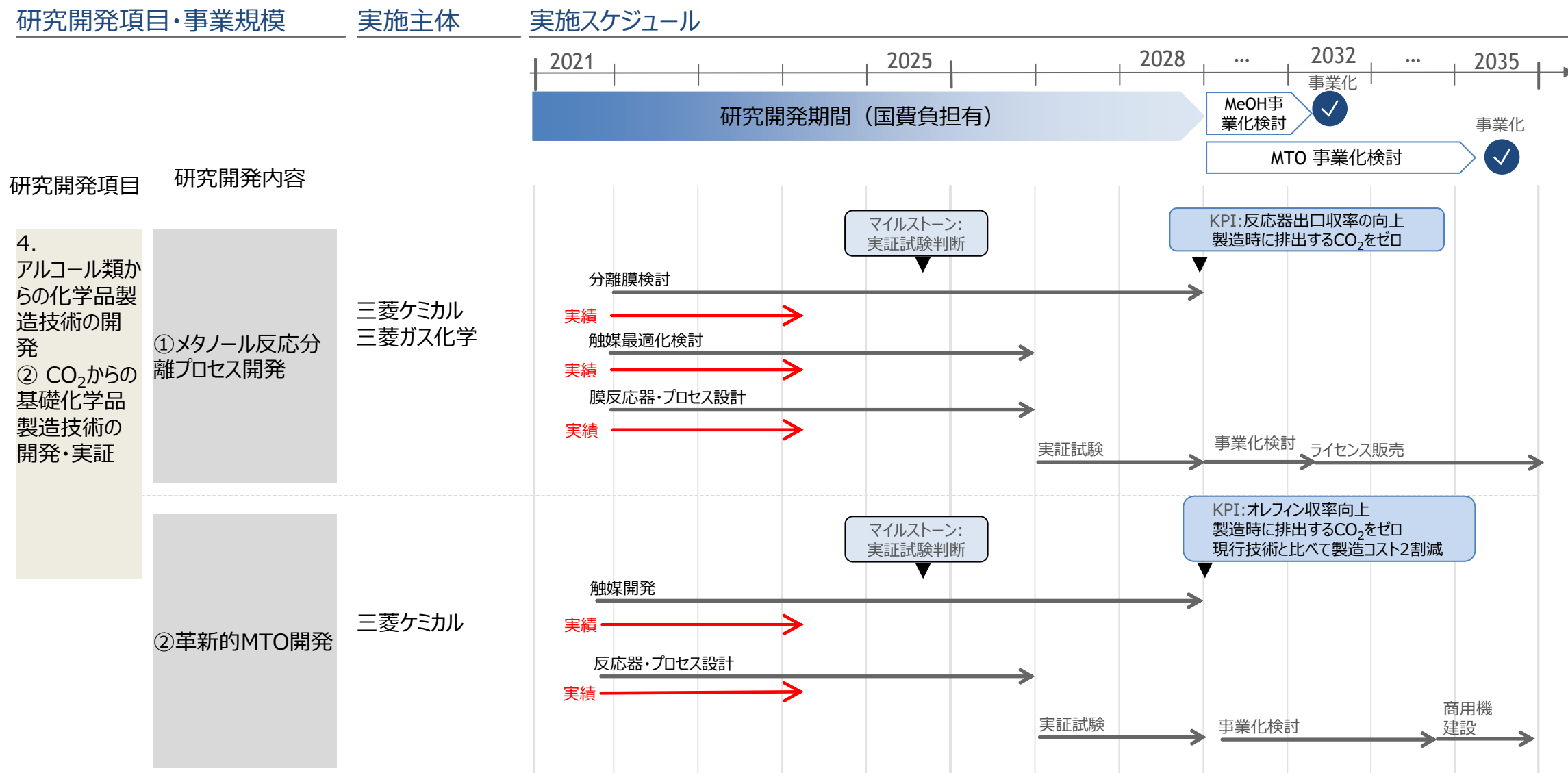


開発触媒	反応成績
MTE	エチレン70%※
MTP	プロピレン76%

既存のMTO触媒と比較して、エチレンおよびプロピレンを選択的に製造可能なMTE触媒、MTP触媒をNEDO-人工光合成プロジェクトにて開発

2. 研究開発計画 / (3) 実施スケジュール

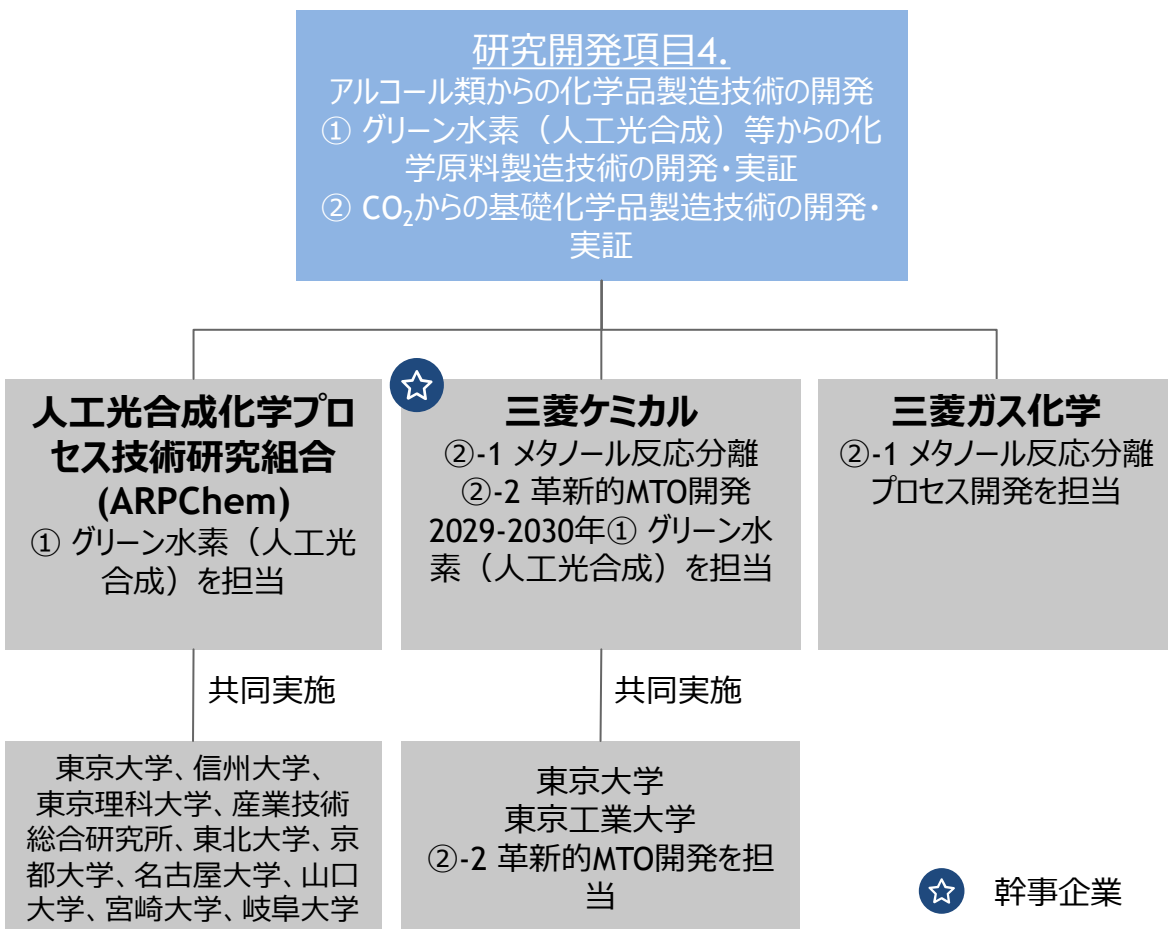
複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



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



人工光合成化学プロセス技術研究組合 プロジェクト参画企業
INPEX、JX金属、大日本印刷、デクセリアルズ、東レ、トヨタ自動車、日本製鉄、フルヤ金属、三井化学、三菱ケミカル、京セラ

各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発項目 4 全体の取りまとめは、三菱ケミカルが行う
- 人工光合成化学プロセス技術研究組合 (ARPCHEM)は① グリーン水素（人工光合成）等からの化学原料製造技術の開発・実証 を担当する
- ① グリーン水素（人工光合成）等からの化学原料製造技術の開発・実証のうち光触媒の開発等を共同実施にて、東京大学、信州大学、東京理科大学、産業技術総合研究所、東北大学、京都大学、名古屋大学、山口大学、宮崎大学、岐阜大学が担当する
- 三菱ケミカルは、② CO₂からの基礎化学品製造技術の開発・実証（②-1 メタノール反応分離プロセス開発、②-2 革新的MTO開発）を担当する
また、2029-30はARPCHEMと共同で①グリーン水素の屋外大規模実証を担当する
- ②-2 革新的MTO開発のうち、触媒の研究開発等を共同実施にて、東京大学、東京工業大学が担当する
- 三菱ガス化学は、② CO₂からの基礎化学品製造技術の開発・実証のうち、②-1 メタノール反応分離プロセス開発を三菱ケミカルと共同で担当する

研究開発における連携方法

- ①グリーン水素
 - 全体会議（1回/年） PJ全体の目標・成果の共有のため全体会議を開催する
 - テーマ別定例会議（1回/1.5月）を開催する。
酸窒化物、酸硫化物、パネル（分離膜、安全性検討）、共同実施先
- ②-1メタノール反応分離
 - 三菱ケミカルと三菱ガス化学において、4回/年の技術会議を開催する。
- ②-2 MTO開発
 - 三菱ケミカル－東工大－東大にて3回/年の技術会議を開催する

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
4. アルコール類からの化学品製造技術の開発 ② CO ₂ からの基礎化学品製造技術の開発・実証	① メタノール反応分離プロセス開発	<ul style="list-style-type: none"> ゼオライト分離膜を用いた反応器中よりメタノールを選択的に分離する技術、知的財産（三菱ケミカル） ゼオライト分離膜の量産技術（三菱ケミカル、液分離で量産） ゼオライト分離膜を用いた膜反応器のベンチスケール実証設備（三菱ケミカル） CO₂とH₂を原料としたメタノール製造の触媒技術（三菱ガス化学） CO₂とH₂を原料としたメタノール製造のパイロット機の所有（三菱ガス化学） 	<ul style="list-style-type: none"> → メタノールのみを選択的に分離可能な膜は当技術のみ → 特殊なゼオライト膜の量産技術を有するのは三菱ケミカルのみ → ゼオライト膜反応器をベンチスケールで実証しているのは三菱ケミカルのみ → 高耐久性触媒を保有、自社生産できる → 多様なガスで実証可能な多目的設備
	② 革新的MTO触媒プロセス開発	<ul style="list-style-type: none"> エチレンを選択的に製造できるMTE (Methanol to Ethylene)触媒技術を保有 プロピレンを選択的に製造でき、かつ高耐久性なMTP(Methanol to Propylene)触媒技術を保有 	<ul style="list-style-type: none"> → 現在中国等で量産化されているMTO触媒に比べ、エチレンを選択的に製造することが可能となり、コスト優位性がある。また、海外ライセンサーに依存しない生産体制が構築できる。 → 現在中国等で量産化されているMTP触媒に比べ、より高耐久で大幅なコスト低減が期待できる。また、海外ライセンサーに依存しない生産体制が構築できる。

3. イノベーション推進体制

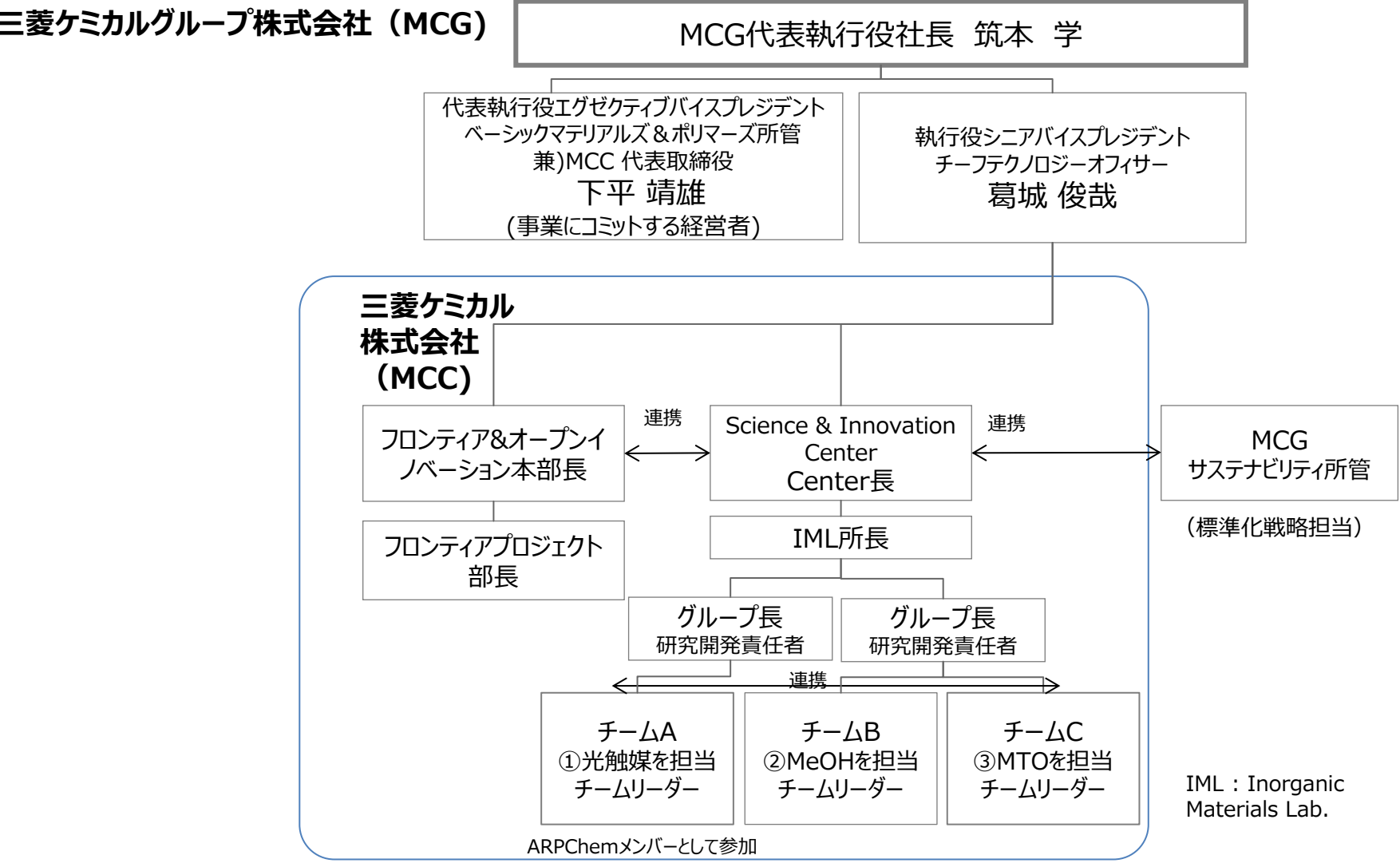
(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

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
 - プロジェクト全体の計画・連携を担当
- 担当チーム
 - チームA:
 - ①光触媒開発を担当。2021-27年はARPCChemメンバーとして、開発を実施する
 - チームB:
 - ②MeOH反応分離を担当。三菱ガス化学と共同でMeOH製造プロセスを開発する
 - チームC:
 - ③MTO開発を担当
 - フロンティア&オープンイノベーション本部・フロンティアプロジェクト部：社会実装担当

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

経営者等による人工光合成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

- サステナビリティに関する考え方と推進体制
 - 経営方針「Forging the future 未来を拓く」を策定しました。
市場の成長性、競争力、サステナビリティにフォーカスしたポートフォリオ運営を推進します。サステナビリティに関しては、カーボンニュートラルの視点から、CO₂排出水準、CO₂排出の削減余地、顧客／社会に対する付加価値を評価基準として、注力事業を選別します。
 - 三菱ケミカルグループ企業行動憲章
企業の社会的責任を果たすためには、人と社会、地球の持続可能性に貢献する事業を推進していくことが重要と考えています。そのために、三菱ケミカルグループでは、あらゆる企業活動の基盤となる「三菱ケミカルグループ企業行動憲章」を定め、高い倫理観と社会的領域を持って行動するよう努めています。そして、KAITEKI というコンセプトを掲げ、さまざまな環境・社会課題を解決する事業を積極的に推進しています。また、KAITEKIを実現する価値を持続可能なものにしていくためにManagement of Sustainability (MOS) という独自の経営手法を取り入れ、その進捗を管理するMOS指標を定めています。
 - サステナビリティ推進体制
サステナビリティに関する方針や関連事項の審議および、諸活動の進捗モニタリング、統括を行う機関として、当社執行役社長を委員長とし、当社の執行役等から構成するサステナビリティ委員会を設置しています。
- 気候変動の影響を軽減するための取り組みとして、従来の一方通行のリニアエコノミーから、リサイクルを含む資源の有効活用や再生可能原料の使用などをはじめとするサーキュラーエコノミー（循環型経済）への移行を推進して行きます。具体的には、廃プラスチックリサイクル体制の構築、バイオマス原料の活用に加え、CO₂を原料化し化学品を製造するNEDO人工光合成プロジェクトを推進しております。
- 事業のモニタリング・管理
 - 経営層からなるSteering Committeeを設置し、定期的に本事業の進捗をReviewし、各種状況変化への対応策を議論決定します。
 - CO₂とH₂からの化学品製造に関しては、社内関連する事業部門と、本事業の研究開発の進捗・状況について、定期的に議論します。

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

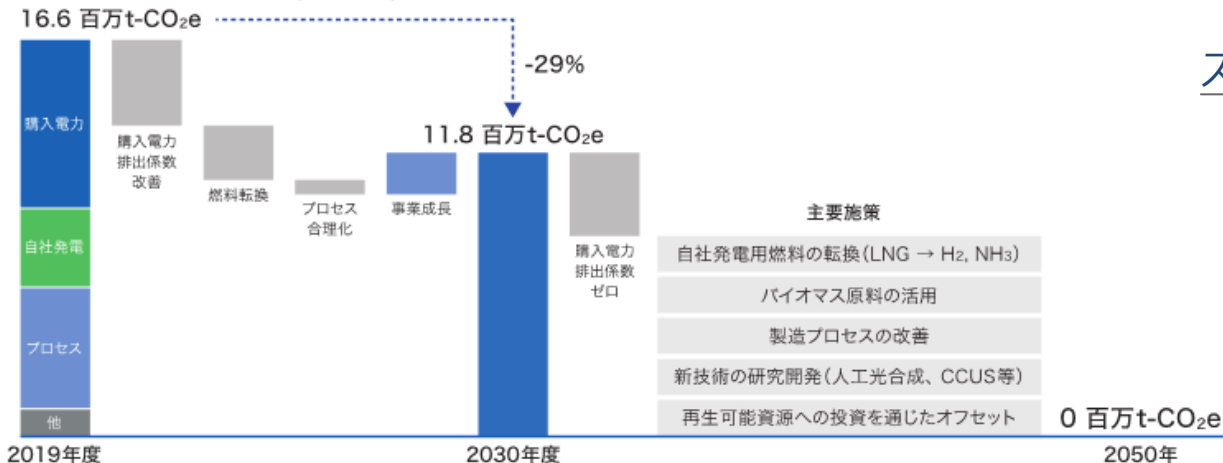
経営戦略の中核に人工光合成事業を位置づけ、企業価値向上とステークホルダーとの対話を推進

取締役会等コーポレート・ガバナンスとの関係

- 2050年カーボンニュートラルに向けたロードマップを公表
 - 三菱ケミカルグループとして、2030年度までに温室効果ガス（GHG）排出量を、グローバルで29%削減する（2019年度比）
製造プロセスの合理化、自家発電用燃料転換等による削減により削減します。
 - 2050年までにGHG排出量を実質ゼロとするカーボンニュートラルを達成する
 - 自社発電用燃料の転換（LNG→H₂, NH₃）
 - バイオマス原料の活用
 - 製造プロセスの改善
 - 新技術の研究開発（人工光合成、CCUS等）
 - 再生可能資源への投資を通じたオフセット

2050年カーボンニュートラルに向けたロードマップ

当社グループGHG排出量 (Scope1+Scope2)



- イノベーション戦略の位置づけ
 - 2023年7月からのイノベーションの新体制のもと、フロンティア&オープンイノベーション本部内で実施するフロンティア領域の研究開発として、フロンティアプロジェクト部の最優先として位置づけ、研究開発を推進している
- コーポレートガバナンスとの関連付け
 - 取り組む重要課題(マテリアリティ)「GHG低減」「環境インパクトの削減」「サーキュラーエコノミー」といった気候変動に関連する課題を定め、その進捗を測る経営指標と目標を設定しています。目標に対する進捗は、執行役社長を委員長とし、執行役等から構成するサステナビリティ委員会にて、定期的にモニタリングし、関連施策を若実に推進しています。
 - 執行役の報酬を構成する業績連動報酬を、年度ごとの目標値の達成状況の結果に応じて決定し、支払っています。評価は、経済効率性やイノベーションに加え、サステナビリティの向上に係る指標を用いるKAITEKI 価値評価および個人評価にて決定しています。

ステークホルダーとの対話、情報開示

- 中長期的な企業価値向上に関する情報開示
 - 統合報告書として“KAITEKI REPORT”を発行しており、持続的な成長戦略、ESGの強化、財務・非財務情報 等について、株主・投資家に情報開示を行っています。
 - その中で、サステナビリティについては、サステナビリティ指標のモニタリング状況を示すとともに、TCFD（Task Force on Climate-related Financial Disclosures）提言に基づく報告を行っています。

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、社会実装、企業価値向上に繋ぐ組織体制を整備

経営資源の投入方針

- 機動的な経営資源投入、実施体制の柔軟性の確保
 - **実施体制**：チーフテクノロジーオフィサーのもと中長期のビジネスに貢献することが期待されるフロンティア領域のひとつとして位置づけ、フロンティア&オープンイノベーション本部管轄下重点的に資源を配分するとともに、必要に応じ追加的にリソース投入していく。
 - **外部リソース**：光触媒水素製造においては、技術組合ARPCChemの一員として参加しているが、参加企業と協力し研究開発をすすめ、実証試験に進んでいく段階で、各社の技術をくみ上げ全体システムを構築することにより、早期に実用化に結び付ける体制を構築する。MeOH反応分離、MTO(Methanol to Olefin)に関しては、必要に応じ外部のエンジニアリング会社、設計会社、部材メーカーに外注することにより、開発の加速を試みる。
 - **プロトタイプ**：光触媒水素製造に関しては、ARPCChem内水素ユーザーや商社等と情報交換することにより、ニーズを把握する。MTOに関しては、社内事業部と情報交換することでオレフィンのニーズを把握する。
- 全社事業ポートフォリオにおける本事業への人材・設備・資金の投入方針
 - **人材**：横浜のScience & Innovation Center(SIC)を中心として基礎的な技術を開発するとともに、分離膜の開発・スケールアップ、MTO触媒開発はSIC福岡と共同で開発を進める。MeOH反応分離膜の開発においては、三菱ガス化学の新潟研究所の設備を利用し共同で実験を行う。また、光触媒開発においては、ARPCChemの研究者として、大学に研究員を派遣する。

専門部署の設置と人材育成

- 専門部署の設置
 - **専門部署**：フロンティア&オープンイノベーション本部内に人工光合成プロジェクトの事業化担当を設置
 - **社内体制**：持続的な資源・エネルギーの循環を推進する三菱ケミカルグループ株式会社 サステナビリティ所管と協力し、全体戦略を常に検証していく。特にカーボンニュートラルに向けた取り組みを検討しており、プラスチックのリサイクル、バイオ原料の利用、及びCO₂の原料化を進める人工光合成プロジェクトを含め、総合的に考えカーボンニュートラル社会に貢献すべくビジネス化していく。
- 人材育成
 - ナフサを原料とする石油化学から、CO₂とH₂を原料とする化学品製造という大きな産業構造転換に合わせ、世界にライセンスできる技術を作り上げることができる人材を育成する。
 - ARPCChemに参加し、大学等の研究機関との共同研究を通じて、世界最先端の光触媒技術を共同で開発し、研究成果を即開発に進める体制を整える。大学へ研究員を派遣すること等を通して、企業内の若手研究者を育てるとともに、大学-企業のコネクションを作る。

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、想定外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

- 研究開発目標大幅未達によるリスク
→ 研究進捗の管理を十分に行うとともに、状況に応じを実施機動的に外部も含めリソースの配分を検討する。
- 当該技術より大幅にコストを低減できる新規競合技術が出現するリスク
→ 競合技術の競争力について検討し、NEDOと十分協議を行いその影響について把握するとともに、必要に応じ開発目標を変更する。

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- 光触媒による安価H₂が実用化する前に、海外からのCO₂フリー輸入H₂等の使用によるオレフィンを想定しているが、十分に輸入H₂の価格が下がらないリスク
→ 海外でのオレフィン製造での実用化の可能性を検討する
- CO₂原料の化学品が高コストになるが、CO₂低減という環境価値が評価されず、市場で受け入れられない
→ バイオプラスチック、リサイクルプラスチックと並行し、CO₂原料プラスチックの環境価値を十分にアピールし、その制度を整備する。

その他（自然災害等）のリスクと対応

- 世界的な情勢等により燃料代、電気代等が想定より大幅に変動し、参照値や目標値が大きく変動するリスク
→ 想定が大幅に変更となった場合は、目標値の見直しを大なう。



- 事業中止の判断基準：
研究開発目標が大幅に未達の場合
研究開発目標が達成しても、想定していた状況が変わり、競合技術に対して十分優位性を出すことができないことが判明した場合
当該技術より大幅にコストを低減できる新規競合技術が出現した場合