



資料6

グリーンイノベーション基金事業／ CO₂等を用いたプラスチック原料製造技術開発

2024年度 エネルギー構造転換分野WG報告資料

2024年6月20日

材料・ナノテクノロジー部

目次

1. プロジェクトの概要
2. プロジェクトの実施体制
3. プロジェクトの実施スケジュール
4. プロジェクト全体の進捗
5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見
6. プロジェクトを取り巻く競争環境
7. NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況

(参考1) 採択テーマの概要

(参考2) プロジェクトの事業規模

(参考3) 研究開発進捗のマイルストーン

1. プロジェクト概要

- **カーボンニュートラルおよびサーキュラーエコノミー社会を実現するため、石油由来の原料（ナフサ）に依存しCO₂排出量の多い化学産業**において、**熱源転換、原料循環、原料転換に関わる技術開発**に取り組み社会実装を目指す。

研究開発項目 1

ナフサ分解炉の高度化技術の開発

研究開発概要・アウトプット目標

2030年までに、アンモニア(水素)等CO₂フリー熱源でナフサを熱分解するバーナー及び炉を開発し、エチレン、プロピレン等基礎化学品の収率や製造時の消費エネルギーを現行のナフサ分解炉と同程度にする技術を実現。数万トン/年スケール試験炉で現行と同程度の製造コストを見通す。

研究開発項目 2

廃プラ・廃ゴムからの化学品製造技術の開発

2030年までに、廃プラスチックや廃ゴム等からエチレンやプロピレン、ブタジエン等の基礎化学品を収率60~80%で製造し、製造時に排出されるCO₂をそれぞれ0.8、1.2kg-CO₂/kg-オレフィン以下にする技術を確認。数千~数万トン/年スケールの実証で、現行ケミカルリサイクルプラスチックと比べて製造コスト2割減を目指す。

研究開発項目 3

CO₂からの機能性化学品製造技術の開発

2030年までに、ポリカーボネートやポリウレタン等の機能性を向上させ、ホスゲン等の有毒原料を不要とすることで有毒原料製造時のCO₂排出量を削減し、更に0.3kg-CO₂/kg以上のCO₂を原料化できる技術を実現。数百~数千トン/年スケールの実証で、既製品と同価格を目指す。

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

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

2030年までに、変換効率10%以上の光触媒を開発するとともに、人工光合成の数ヘクタール規模実証によって水素製造コスト30円/Nm³以下の見通しを得る。

研究開発内容②

メタノール、エタノール等からの基礎化学品製造技術の開発・実証

2030年までに、水素とCO₂からアルコール類等を経由してエチレン、プロピレン等の基礎化学品を収率80~90%で製造し、製造時に排出するCO₂をゼロにする技術を確認した上で、数千~数万トン/年スケールの実証により、耐久性1万時間以上、現行MTO等と比べて製造コスト2割減を実現する。

2. プロジェクトの実施体制（1）

- 化学メーカーを軸に、石油精製、タイヤメーカー、エンジニアリング会社などサプライチェーン上の幅広い分野の関係企業、大学・研究機関等が実施者となり、熱源転換：1件、原料循環：3件、原料転換：5件の技術開発テーマを推進中。

研究開発項目1：ナフサ分解炉の高度化技術の開発

テーマ名・事業者名	事業期間
<u>アンモニア燃料のナフサ分解炉実用化</u> ・三井化学株式会社（幹事）（※）、丸善石油化学株式会社、東洋エンジニアリング株式会社、 双日マシナリー株式会社	2021年度～2030年度

研究開発項目2：廃プラ・廃ゴムからの化学品製造技術の開発

テーマ名・事業者名	事業期間
<u>使用済タイヤ(廃ゴム)からの化学品製造技術の開発</u> ・株式会社ブリヂストン（幹事）（※）、ENEOS株式会社	2021年度～2030年度
<u>炭素資源循環型の合成ゴム基幹化学品製造技術の開発</u> ・日本ゼオン株式会社（幹事）（※）、横浜ゴム株式会社	2021年度～2030年度
<u>廃プラスチックを原料とするケミカルリサイクル技術の開発</u> ・住友化学株式会社（幹事）、丸善石油化学株式会社	2021年度～2030年度

2. プロジェクトの実施体制（2）

研究開発項目3：CO₂からの機能性化学品製造技術の開発

テーマ名・事業者名	事業期間
<u>CO₂を原料とする機能性プラスチック材料の製造技術開発</u> ・東ソー株式会社（幹事）、三菱瓦斯化学株式会社	2021年度～2028年度
<u>多官能型環状カーボネート化合物の大量生産工程確立および用途開発</u> ・浮間合成株式会社	2021年度～2025年度

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

テーマ名・事業者名	事業期間
<u>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</u> ・三菱ケミカル株式会社（幹事）（※）、人工光合成化学プロセス技術研究組合（ARPCHEM）	2021年度～2030年度

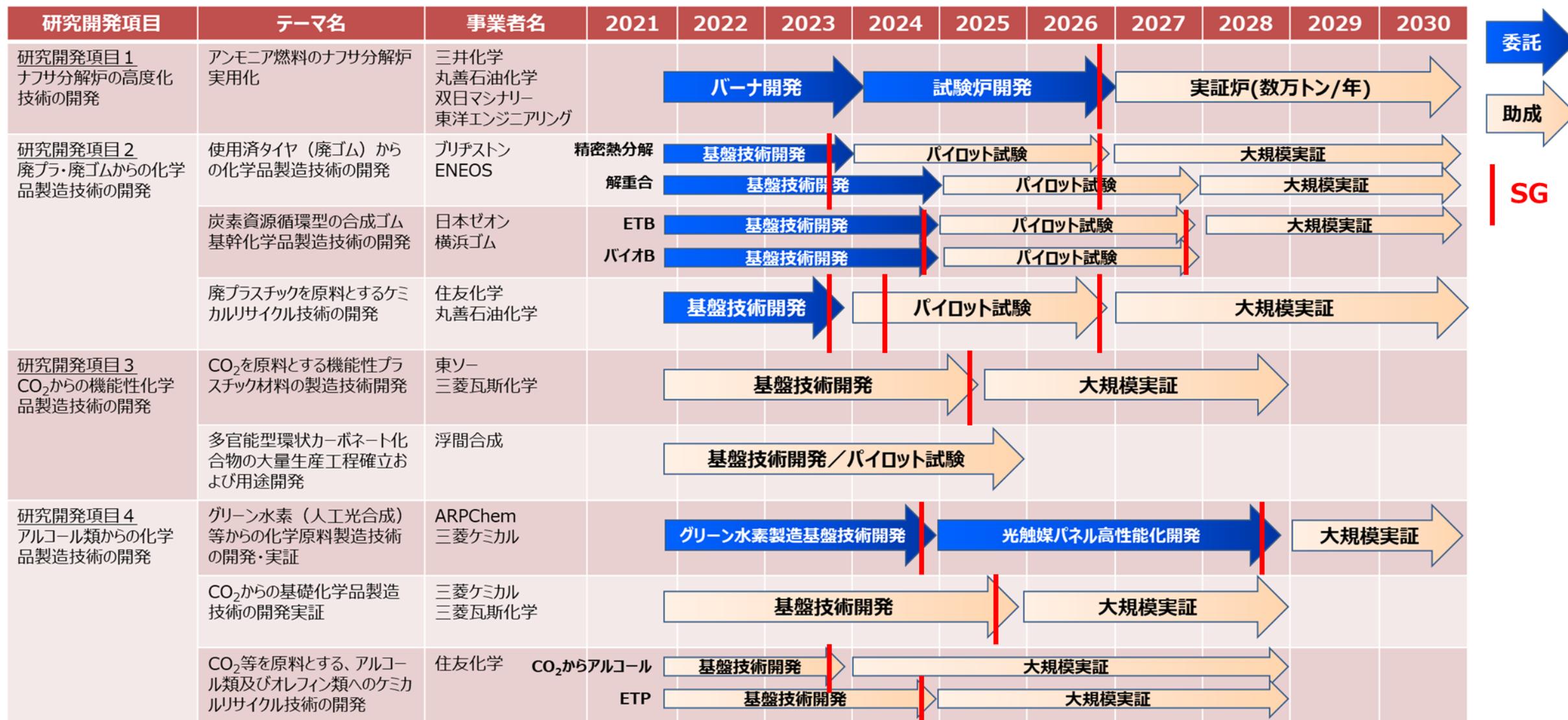
研究開発項目4：アルコール類からの化学品製造技術の開発／②メタノール、エタノール等からの基礎化学品製造技術の開発・実証

テーマ名・事業者名	事業期間
<u>CO₂からの基礎化学品製造技術の開発・実証</u> ・三菱ケミカル株式会社（幹事）（※）、三菱瓦斯化学株式会社	2021年度～2028年度
<u>CO₂等を原料とする、アルコール類及びオレフィン類へのケミカルリサイクル技術の開発</u> ・住友化学株式会社	2021年度～2028年度

（※）WG出席企業

3. プロジェクトの実施スケジュール

- 2023年12月NEDO技術・社会実装推進委員会を開催。3テーマについては**ステージゲート審査（以下、SG審査）**を実施、一部条件付ではあるが**全て継続、パイロット試験等に向けた準備を開始したところ。**



4. プロジェクト全体の進捗

- 2023年12月にNEDO委員会開催。現在進めている基盤技術開発については当初計画どおり進捗しているものの、後半の実証試験に向けては**設備費高騰や工期長期化等の影響により、一部テーマについては計画の見直し**を進めているところ。

「技術面」

<実施企業等の主な取組状況>

<NEDO委員会による主な意見>

「研究開発の進捗度」、「研究開発の見通し」等について

- 各テーマにて複数の候補技術（触媒、プロセスなど）がある中、**事業化に向けて技術の取捨選択（選択と集中）**を行うとともに、次のフェーズ（ベンチ試験やパイロット試験）に向けた仕様等の検討を進めているところ。
- 3テーマのSG審査を実施。**一部条件付ではあるが全て継続**。
（委託事業終了となる実施者については、SG審査を経て助成事業に移行するとともに、「目標達成度」100%であったため、インセンティブ満額付与）



- 引き続き、**競合技術のベンチマーク、過去の取組や専門家の意見などを踏まえて取り組む**ことが重要。
- 技術開発の進捗度を踏まえ、必要に応じて目標値を含む**技術戦略の明確化・見極め**を進めていくことが重要。（SG審査の有効活用など）
- 個別開発（触媒など）だけでなく、**課題の連関性や将来のボトルネック課題（寿命やエンジニアリングなど）も先行して取り組む**とともに、理論的裏付けも取りつつ効率的に進めて欲しい。

「事業面」

<実施企業等の主な取組状況>

<NEDO委員会による主な意見>

「社会実装に向けた取組状況」、「ビジネスモデル」等について

- 各テーマとも、技術開発の推進に加えて、標準化戦略を意識した事業面での取組を進めている。**一部テーマは、環境変化に伴う事業戦略の見直しを検討中**。
- 各社において、将来のビジネスモデルの確立に向けて**LCA評価やISCC-PLUS等の認証取得の検討**を進めている。
（ブリヂストンコンソーシアムと日本ゼオンコンソーシアムは連携）。



- 化学産業を取り巻く環境変化を踏まえ、**全体像の中での各社および実施内容の位置付けを再整理、環境性および経済性などの課題の継続検討**が重要。
- 各種原燃料（アンモニア、廃プラ、バイオマス、CO₂）について、**将来の調達リスクも考慮して検討しておくこと**。
- 標準化・ルール化戦略については、昨年より取り組みが進んでいるが、**最新動向調査等を定期的に行い適宜更新**して欲しい。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目1：ナフサ分解炉の高度化技術の開発

<p><u>アンモニア燃料のナフサ分解炉実用化</u></p> <ul style="list-style-type: none">・三井化学株式会社（幹事）・丸善石油化学株式会社・東洋エンジニアリング株式会社・双日マシナリー株式会社	<p><u>取組状況</u></p> <p>テーマ① ナフサ分解炉に適用可能なアンモニアバーナの開発</p> <ul style="list-style-type: none">・壁バーナにて、アンモニア混焼率100%を確認、目標NO_x値達成。 <p>床バーナでは、アンモニア高混焼率下における火炎の安定化対策を継続検討中。目標NO_x値達成に目処。</p> <p>テーマ② アンモニアバーナに対応したナフサ分解炉（試験サイズ）の基本設計</p> <ul style="list-style-type: none">・開発途中の壁バーナ性能情報、および作成したマテリアルバランス・プロセスフローダイアグラムを基に、試験炉の基本設計・外形図の作成を実施・完了。脱硝設備のサイズ等の検討を実施中。 <p>テーマ③ アンモニアバーナに対応したナフサ分解炉（試験サイズ）の開発</p> <ul style="list-style-type: none">・研究開発テーマ②にて実施したアンモニアバーナを用いた試験炉の基本設計情報を基に、試験炉の詳細設計（各種強度計算、詳細図面作成）を開始。また、作成した図面を基に、調達作業も並行して開始。 <p>その他</p> <ul style="list-style-type: none">・グリーン/ブルーアンモニアの調達が必須であるため、その調達に向けた調査及びインフラの検討を継続実施。 <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none">・試験炉基本設計において伝熱特性の予測は不可欠であるので、壁バーナ開発に並行して床バーナ開発を加速していただきたい。壁バーナは一定の水準まで開発が進んでいることは評価できるが、床バーナ開発の進展は遅いと言わざるを得ない。・ナフサクラッカーの炉体は大きいので、燃焼ガス滞在時間は大きく、アンモニア燃焼の低NO_x化にとって有利である。更なる低NO_x化も可能であるので、脱硝装置（SCR）の小型化、脱硝用アンモニアの削減、設備コストの低減につながる開発を行っていただきたい。・現状のKPIが少なくとも試験炉の設計に十分である説明が必要である。また、様々な規模の既存の分解炉へ導入する時に、必要となる技術的課題（KPI）を明確にする必要がある。・試験炉と実証炉での開発・評価項目を明確にし、試験炉の運転が1年でよい理由を説明してほしい。長期試験を行うことも考えて頂きたい。・炉の運転のフレキシビリティを考慮すべきである。・現在用いられているナフサ分解副生ガスの使い道をさらに検討すべきである。・アンモニアの供給に対するリスク対応を明確にする必要がある。・ブルーアンモニア及びグリーンアンモニアへの移行予想時期と本技術の実用化時期との関係を示してほしい。・アンモニア燃料に転換することに伴うCO₂削減効果を定量的に示していただきたい。・国内外のナフサ原料の転換、変換の将来の可能性について検討する必要がある。・2タイプの実証炉を2つ建設して実証することになっているが、両方の実証が必要な理由を明確にして頂きたい。
--	---

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目2：廃プラ・廃ゴムからの化学品製造技術の開発

<p>使用済タイヤ(廃ゴム)からの化学品製造技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none">株式会社ブリヂストン（幹事）ENEOS株式会社	<p>取組状況</p> <p>テーマ① 使用済タイヤの精密熱分解によるケミカルリサイクル</p> <ul style="list-style-type: none">ベンチ機での熱分解油化検討におけるオイル/ガス比率および熱分解油の石化原料化検討における触媒寿命にてKPI達成。組成分析結果によるシミュレーションにて、化成品収率のKPIを達成。 ⇒ステージゲート審査にて「継続」の判断。（「目標達成度」100%、インセンティブ満額付与）LC-CO₂評価計算モデルによるCO₂削減効果を試算し、通常の焼却処理に対する本技術の優位性を確認。パイロット機の設計を開始。 <p>テーマ② 使用済タイヤの低温分解・解重合による高収率ケミカルリサイクル</p> <ul style="list-style-type: none">ラボ評価において、複数種の使用済タイヤモデルゴムの低温分解でのイソプレン骨格保持率および解重合後のモノマー収率にて、2023年度KPIおよび2024年度目標達成。⇒ステージゲート審査にて「継続」の判断。助成事業の開始時期を1年前倒し承認。ベンチ機設計およびLCA評価に向けて、各反応系の特徴および課題を抽出中。 <p>その他</p> <ul style="list-style-type: none">LC-CO₂算定方法を4社(ブリヂストン・ENEOS・日本ゼオン・横浜ゴム)間で検討継続中。
	<p>委員からの助言</p> <ul style="list-style-type: none">熱分解生成物の高度な分析解析技術が確立されていること、ベンチ運転によりラボ並みのアルケン収率データが取得できていること、また熱分解油の水素化や水素化分解による精製について実験的に成功しており、ブリヂストンとENEOSの連携も見られ、全体としてテーマの進捗は順調である。水添反応の結果を明確に示してほしい。LCAの算定やGHG排出削減効果の考え方が、明確になってきた。リサイクル製品控除および投入電力の考え方などの手法については専門家を交えた検討が必要である。「タイヤ中の天然ゴム—イソプレン」についてクローズドループを形成できるスキームであり、重要なテーマである。社会実装を念頭に研究開発資源をもっと投入して加速する必要がある。解重合プロセス等のプロセス構成を明確にする必要がある。ブリヂストンとENEOSの良好な連携はテーマの社会実装化の大きなパワーである。廃タイヤの確保については、いろいろなケースを想定してリスクを十分評価してほしい。リトレッドなどのマテリアルリサイクル、副生物などタイヤ利用が困難な生成物の他の産業分野での有効利用、資源代替など、本事業以外の取り組みも合わせて、タイヤ製品システム全体の持続可能性向上を進めていただきたい。テーマ①、②を統合して経済性や環境性を比較評価できるプロセスモデルを構築し、早期に事業性を判断していくことが必要であろう。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目2：廃プラ・廃ゴムからの化学品製造技術の開発

<p><u>炭素資源循環型の合成ゴム基幹化学品製造技術の開発</u></p> <ul style="list-style-type: none">・日本ゼオン株式会社（幹事）・横浜ゴム株式会社	<p><u>取組状況</u></p> <p>テーマ① エタノールからの高効率ブタジエン合成</p> <ul style="list-style-type: none">・触媒の活性向上と長寿命化の両立を図り、触媒金属組成、担体および調製条件を検討中。世界トップレベルの触媒活性を実現し、24年度目標とするブタジエン収率達成に目途。・スケールアップ検討のためのデータを取得し、計画通りベンチ装置設計を開始 <p>テーマ② 植物原料からのバイオブタジエン・イソプレン製造技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none">・4種変異株の大腸菌への導入により酵素効率が大幅に向上、2024年度KPIに向け補酵素に注目した検証を進めている。・培養プロセスは通気条件の寄与が大きいことを突き止め、条件最適化を実施中。 <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none">・エタノールからの合成では、触媒開発については一定の進捗が見られるが、最終目標収率を目指す戦略が具体的ではない。触媒の解析と性能評価、副生物のリサイクルなどの基礎検討が必要である。・ブタジエンについては多くの製造ルートが考えられるが、イソプレンについては製造ルートが少なく、<u>本テーマによるバイオイソプレンの製造に期待される</u>ところである。・菌株の開発での成果は見られるものの、現状でいずれのKPIに対しても目標と大きな隔たりがあるので、説明が必要である。・テーマ名の植物原料はグルコースを含む植物と思われるが、具体的に原料として何を想定しているのかわからない。・両テーマで、カーボンニュートラル達成にむけたLCA算定についての進捗報告が不十分である。開発早期から概算でも良いのでLCA算定を進めていく必要がある。・<u>エタノール、グルコース源植物ともに、原料調達の見通しが十分に検討されていない。</u>バイオエタノールは現状では調達可能であっても、将来は需要が増加し調達困難あるいはコスト上昇のリスクも見込んでおく必要があるだろう。植物原料では、栽培地における持続可能性への影響も考慮しておく必要がある。・<u>これまでの成果が基礎研究レベルにとどまっております。</u>目標が達成できたとしても実際にタイヤ産業で実装されるまでは相当の時間を要すると思われる。開発を加速する必要がある。
---	---

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目2：廃プラ・廃ゴムからの化学品製造技術の開発

<p>廃プラスチックを原料とするケミカルリサイクル技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none">住友化学株式会社（幹事）丸善石油化学株式会社	<p>取組状況</p> <p>テーマ① 廃プラスチックの直接分解によるオレフィン製造</p> <ul style="list-style-type: none">ミニベンチにて目標収率60%以上を確認。納期遅れのため、ベンチ機での収率確認は未達。 <p>⇒ステージゲート審査にて「条件付継続」の判断。2024年7月の委員会でベンチ機での結果にて再審査。</p> <ul style="list-style-type: none">設備費等の高騰に伴いプロセス見直しが必要となった。具体案を2024年7月の委員会にて審議予定。 <p>テーマ② 廃プラスチック由来合成ガスを用いたエタノール製造</p> <ul style="list-style-type: none">ハイスループット試験と機械学習により目標コストおよびエタノール選択率を達成する触媒に目処。設備費等の高騰に伴いパイロットおよび実証の計画変更を提案⇒ステージゲート審査にて「条件付継続」の判断。2024年3月に委員へ説明し承認を得た。 <p>その他</p> <ul style="list-style-type: none">製品カーボンフットプリントを簡易かつ効率的に算定することができるシステムCFP-TOMO®を自社開発し、広く無償提供
	<p>委員からの助言</p> <ul style="list-style-type: none">オレフィン製造用ベンチ装置の稼働と実験データ取得が待望される。オレフィン収率が、既存のスチームクラッカーよりも良好であることが期待できる固有のプロセスと言える。KPIについては、ラボ実験でC2~C5収率や触媒寿命のKPIを達成している。<u>パイロット/実証の計画変更が事業の継続に影響しない技術的な説明が必要である</u>。現実に入手可能と判断される廃プラで予想される夾雑物についての検証を進めていただきたい。ハイスループット試験と機械学習により目標コストおよび選択率を到達する触媒に目処が立っている。しかし、コンバージョンが低くさらなる触媒改良が必要である。エタノール合成触媒の安定性について十分な検討が必要である。計画変更に伴うCO₂削減効果の再評価を実施して頂きたい。市中の廃プラスチックを使う事業計画と今後の見通しとの違いを説明し、計画変更に伴うCO₂排出量の再評価を実施して頂きたい。<u>設備費高騰により開発方針の変更の可能性があり、SG再審査にて事業面に関しよく議論する必要がある</u>。接触分解生成物はナフサクラッカーに比べ、プロピレンが顕著に多い。事業面での変更の可能性を検討してほしい。長期的に目標とする製造量を実現するためにはさらにプラスチック製品製造事業者や回収事業者、中間処理事業者との連携が必要である。オレフィン製造もエタノール製造もパイロット装置を実証と一体化させるとのことであるが、これまで扱って来なかった原料プロセスであるため、従来の経験で商用規模に一気にスケールアップできるかよく検討していただきたい。計画変更に伴う課題、解決方法、意思決定プロセスを明確にして頂きたい。研究開発が目標に達しないリスクをどのように回避するか説明が必要と思われる。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目3：CO₂からの機能性化学品製造技術の開発

<p><u>CO₂を原料とする機能性プラスチック材料の製造技術開発</u></p> <ul style="list-style-type: none">東ソー株式会社（幹事）三菱瓦斯化学株式会社	<p>取組状況</p> <p><東ソー> ポリウレタン原料の製造技術開発</p> <ul style="list-style-type: none">素反応の収率向上（MDI、HDI 合成）を検討中。MDIでは、プロセス検討により2023年度目標（濃度および収率）達成。ベンチ設備設計のためのプロセスデータ取得をバッチ型反応器で実施。ベンチ設備設計に着手。ジアルキルカーボネート合成の触媒最適化および素反応の収率向上を検討。収率が60%超の条件、有望な担体種を見出した。 <p><三菱ガス化学> ポリカーボネート（PC）製造用中間体の新規合成技術開発および熔融法PCの高機能化プロセス開発</p> <ul style="list-style-type: none">ジフェニルカーボネート（モノマー）製造プロセスに関し、ラボ実験段階にて2030年度までのGHG排出量削減目標を概ね達成。ベンチプラント建屋は、2023年3月完工。ベンチプラント装置は、2023年11月完工、立上げ運転中。パイロットプラントの基本設計に前倒しで着手。ポリカーボネート熔融重合プロセスに関し、特殊モノマーの添加による高速な高分子量化の導入により、熔融法PCの物性改善が可能であることをベンチプラント実験で確認済み。今後各プロセスを実証プラントまでスケールアップし、商業化への評価及びLCA検証が必要。 <p>委員からの助言</p> <p><東ソー></p> <ul style="list-style-type: none">全体プロセスとして各ステップの反応条件が明確になってきたが、カルバミン酸エステルからイソシアネートを合成するプロセスは更なる検討が必要な印象である。反応条件や触媒の検討を継続的に粘り強く行い、新プロセスを実現してほしい。ベンチ装置対応や他機関との協力体制など、開発体制の強化は評価できる。一方で、事業化に向けた具体的な活動が読み取れない。パイロットプラントの建設も含めて、具体的な活動を明確にしてほしい。既存ホスゲン法とのコスト競争力についても検討されたい。 <p><三菱ガス化学></p> <ul style="list-style-type: none">残された技術的課題は、触媒の寿命などで、ベンチプラントの連続運転により確認することが重要である。ベンチ装置を早期に立ち上げ、プロセスとしての問題点の摘出と改善に取り組んで頂きたい。本開発プロセスは、CO₂を原料とし、ホスゲン・塩化メチレン・酸化エチレンなどの安全のリスクがある化合物を使用しない新プロセスとして評価される。
---	--

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目3：CO₂からの機能性化学品製造技術の開発

<p><u>多官能型環状カーボネート化合物の大量生産 工程確立および用途開発</u></p> <p>・浮間合成株式会社</p>	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none">・超臨界CO₂条件下での触媒性能評価を実施。開発触媒にて目標値達成（活性、選択性、堅牢性など）。・超臨界CO₂条件下でのフロー合成装置の予備実験を行い仕様を決定し発注。・ポリウレタン系製品として、ガスバリア性コート剤・水系製品の開発を実施。既存バリア材と同レベルの酸素バリア性を確認。カタログや展示会でCO₂を使用した製品であることを積極的にアピール。 <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none">・ラボレベルでは実験がうまく進んでいる。・<u>工業触媒の選定と製造、選定触媒の寿命評価が残された課題である。</u>・LCA算定の進捗状況を示していただきたい。・自社製品向けの原料製造技術という位置づけであり、事業面のシナリオは明確である。・ガスバリア性とポリマー構造の相関などは基礎的にデータを蓄積しておく必要があると考えられる。
---	---

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

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

<p>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</p> <ul style="list-style-type: none">・三菱ケミカル株式会社（幹事）・人工光合成化学プロセス技術研究組合	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none">・2024年目標のSTH4%以上を達成可能な量子効率が高く可視光応答光触媒候補を追加で見出し、現在開発中。・細孔径制御ゼオライト膜およびひだ状構造ポリアミド薄膜にて水素/酸素の目標分離性能を達成可能な分離膜候補を見出し、基本性能向上を検討中。・水素・酸素混合気体の安全性に関する実証実験を開始。 <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none">・ STH10%以上を目指して頑張ってもらいたい。競合技術に対抗できるコスト面も考慮すること。・ 光触媒開発テーマでは、触媒の活性の持続が課題であり、活性低下の原因を解明することが重要である。・ 安全性への取り組みについては、実機規模になったときの配管や設備システムへの対応を明らかにしてほしい。・ 光触媒による水分解の実機のプラントイメージを分かりやすく説明する資料を作成して公表し、社会に広く理解してもらう必要がある。・ コンソーシアムとしての取組みなので、社会実装に向けての3テーマの関連性を説明してほしい。
--	---

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

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
／②メタノール、エタノール等からの基礎化学品製造技術の開発・実証

<p><u>CO₂からの基礎化学品製造技術の開発・実証</u></p> <ul style="list-style-type: none">・三菱ケミカル株式会社（幹事）・三菱瓦斯化学株式会社	<p><u>取組状況</u></p> <p>テーマ① メタノール反応分離プロセス開発</p> <ul style="list-style-type: none">・高圧高線速実験の結果、膜開発方針を見直す必要性が示唆され、検討加速のため外注での膜評価に着手。・膜型メタノール反応分離プロセス想定条件における触媒単独での基礎データ取得。・膜型メタノール反応分離プロセスシミュレーションモデルを構築しケーススタディ（製造コスト、CO₂排出量など）が可能になった。 <p>テーマ② 革新的MTO触媒プロセス開発</p> <ul style="list-style-type: none">・MTP用ゼオライト触媒のコスト低減と性能改善を達成。・寿命評価装置を立ち上げ、経済性を考慮し、従来想定より厳しい条件での触媒のライフテストを開始 <p>その他</p> <ul style="list-style-type: none">・<u>ISCC-PLUS にCO₂原料認証が追加されたことを受け、CO₂原料プラスチックの認証を検討する。</u>
	<p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none">・（テーマ①）膜の寿命について早めに検討してほしい。・（テーマ②）固定床では課題が多いので十分に検討してほしい。・コンソーシアムとしての取組みなので、テーマ間のつながりを明確に説明してほしい。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

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
／②メタノール、エタノール等からの基礎化学品製造技術の開発・実証

<p><u>CO₂等を原料とする、アルコール類及びオレフィン類へのケミカルリサイクル技術の開発</u></p> <p>・住友化学株式会社</p>	<p><u>取組状況</u></p> <p>テーマ① CO₂からの高効率アルコール類製造</p> <ul style="list-style-type: none">・メタノールでは、ベンチ機にて目標収率および触媒寿命に目処。・CO₂からメタノールを高効率に製造する実証に向けたパイロット設備を愛媛工場に新設し、試運転を開始。 ⇒<u>ステージゲート審査にて「条件付継続」の判断。パイロット機での検討結果を委員へ説明し審議中。</u>・本テーマにおけるCO₂からのエタノール製造検討については中止。 <p>テーマ② アルコール類からのオレフィン製造</p> <ul style="list-style-type: none">・ETP（エタノールからプロピレン）にて<u>プロピレン収率の向上を確認</u>。パイロット設備を千葉工場袖ヶ浦地区に建設中。 <p>その他</p> <ul style="list-style-type: none">・製品カーボンフットプリントを簡易かつ効率的に算定することができるシステムCFP-TOMO®を自社開発し、広く無償提供 <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none">・メタノール合成については、2023年度KPI目標に掲げた項目に対し、ほぼ予定通り進捗している。・実証機を縮小する変更について、当初計画を明確にしたうえで、できなくなることを説明してほしい。・<u>エタノール1段法</u>の中断はやむを得ない。ただし、中断せざるを得ない理由について理論的な説明を求めたい。2段法については、他の方法があることを考慮しながら、今回の成果を生かして自社で進めてほしい。・ETPについては概ねKPIを満足している。・ETIB（エタノールからイソブテン）についてはKPIを達成するよう頑張ってもらいたい。・メタノールを主体にPJを実証機まで行う理由を明確にすること。・メタノールからオレフィンへの変換について考え方を明確にしてほしい。・今後のエタノールの供給について検討する必要がある。・全体計画について、開発方針の変更を反映し、予算計画を明確にすること。・オレフィン合成までのGHG排出量の算定の根拠を明らかにしてほしい。
---	--

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

その他共通事項に係る委員からの助言

標準化・ルール化戦略については、各社よく考えられており昨年より取組が進んでいることが確認できた。

今後も引き続き以下の点に留意して進めて欲しい。

- ・環境面・性能面・経済面におけるユーザーからの評価を得て、国内外市場を獲得し、国際標準化を進めること。
- ・環境価値の見える化に関し、既存の評価・認証方法への準拠のみならず、業界団体などを通じて国際ルール形成と国内外への普及を主導し、社会価値創造・利益創出にも着実につなげていくこと。
- ・市場の創出・獲得時のみならず、継続的に自社製品を選んでもらえるよう長期的に優位性を維持し儲けていく仕掛け・仕組み作り（標準・知財戦略策定、各種連携強化など）が重要である。具体的には、ユーザーを含めた社外連携、一気通貫の強みを活かすコンソーシアム内外連携、社内の部署横断的な連携が挙げられる。
- ・標準化・ルール化戦略については、更なる情報収集、最新動向調査を定期的に行い適宜更新すること。
- ・上記活動を継続していくためにも、若手人材や多能的人材の早期育成を進めること。

6. プロジェクトを取り巻く競争環境

- NEDOにおいても、**競合となる国内外企業のベンチマークや周辺環境の変化に関する調査を実施**し、本GI事業における取組の競争力などの位置付けを精査しながら推進しているところ。

研究開発項目 1

ナフサ分解炉の高度化技術の開発

研究開発項目 2

廃プラ・廃ゴムからの化学品製造技術の開発

主な最新動向

- グローバルでは、主に**ナフサ熱分解炉の電熱化の開発**が推進されており、エネルギー源となる**再エネ電源への投資等**、付帯要素の検討も併せて進められている。
- 出光興産は、2024年2月に徳山事業所の商業用ナフサ分解炉にてIHIバーナーを用いアンモニア燃焼を実施。**既存燃料の2割超をアンモニアに切り替えできることを確認**
- 廃プラ/廃ゴムの熱分解（油化、オレフィン化）については、現状各社で開発を加速。
- グローバル大手企業は、**スタートアップを含む技術**を有する企業の探索・提携を含めた、**原料調達から製品製造までのバリューチェーン組成を加速強化**している。

ナフサ分解炉の高度化技術に関する開発動向 (2024年5月時点)

技術	拠点	化学メーカー	エネルギー源	開発ステージ
電気加熱式	独	BASF / Linde / SABIC	電力	実証プラント稼働開始
電気加熱式	蘭	Dow / Shell	電力	実証プラント計画中
電気加熱式	韓	LG Chem	電力	ラボ実証中
アンモニア燃焼加熱式	日	出光興産 (IHIバーナー)	アンモニア	商業機にて実証
アンモニア燃焼加熱式	日	三井化学 (GI事業)	アンモニア	ラボ実証

国内初、商業用ナフサ分解炉の燃料としてアンモニア燃焼を実施

(2024年3月15日 出光興産によるニュースリリース)



アンモニア燃焼時のナフサ分解炉内の様子

<https://www.idemitsu.com/jp/news/2023/240315.html>

◆ ミシュラン、アンティンとエンバイロと共同で、スウェーデンに初のタイヤリサイクルプラントの建設を発表 (2024年2月23日)

- スウェーデンのウッデバラ市に新工場建設、2025年中に稼働する予定。
- 合併企業は、使用済みタイヤ、回収カーボンブラック、熱分解油の供給に関する複数年契約を締結。
- 2030年までに年間最大100万トンの使用済みタイヤのリサイクル処理を目標に、ヨーロッパ各地に工場を建設予定。

ANTIN
INFRASTRUCTURE PARTNERS

Enviro

MICHELIN

<https://news.michelin.co.jp/articles/20240321-collaboration-antin-enviro-tyre-recycling-plant>

6. プロジェクトを取り巻く競争環境

研究開発項目 3

CO₂からの機能性化学品製造技術の開発

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

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

研究開発内容②

メタノール、エタノール等からの基礎化学品製造技術の開発・実証



◆ ISCC PLUS System Document に関する更新状況

- 2023年9月発行のv3.4.1では、新たに“Requirements for CO₂ Certifications”が追加された。
- 2024年3月6日より義務化された。（微修正されたv3.4.2を発行）
- CO₂は化石資源由来でも良いが、**反応物はISCC Plusにて認証されるものであることが要件**

主な最新動向

- CO₂からの化学品製造に関しては、**旭化成やCovestro（独）が技術開発に成功し、製品展開**を進めている。また、スタートアップによる商用プラント建設など事業展開が加速。
- ISCC Plusの最新ドキュメントにて、CO₂原料の要件が追加**された。今後、CN原料による化学品の一つとして、更なる市場ニーズの増大により技術開発等が進む見通し。
- グリーン水素製造においては、現状水電解が主流であり、製造コスト削減を重視した開発が進められている。
- 人工光合成に関しては、**国内勢を除くと依然ラボレベル**にとどまっている。
- 中国では、既に**メタノール to オレフィン（MTO）技術の商用化実績**があり、将来の製造コスト削減に向けた技術開発も進められている。また、スタートアップによる商用プラント建設など事業展開が加速している。

5.4 Requirements for CO₂ Certifications

CO₂ from the following sources can be used under ISCC PLUS:

- > Biogenic CO₂ which originates from biomass
- > Atmospheric CO₂ from direct air capture
- > Post-industrial (fossil) CO₂ captured from industrial processes, which use fossil sources to deliberately produce electricity, heat, or materials (e.g., cement, iron and steel, petrochemical industry)
～中略～

ISCC PLUS must fulfil the following preconditions:

- > **Post-industrial or atmospheric CO₂ and hydrogen as reactant**
If fossil or atmospheric CO₂ reacts with hydrogen, the hydrogen needs to be ISCC compliant (bio, (bio-)circular or **renewable-energy-derived hydrogen**) in order to claim products derived from the reaction of fossil or atmospheric CO₂ with H₂ as ISCC.
- > **Post-industrial or atmospheric CO₂ and other materials as reactants**

CO₂ is used in the chemical industry for the production of different products (e.g. urea). The outputs of such processes can get ISCC PLUS certified if the following two requirements are both met:

- At least one other relevant process input (reactant of fossil or atmospheric CO₂) in the production process besides the fossil or atmospheric CO₂ needs to be ISCC compliant (for relevance of process inputs see certification example 2 in Annex I – 4. Certification Examples).
- Only the outputs of the process can get ISCC PLUS certified, which contain the carbon derived from the fossil or atmospheric CO₂ and / or other ISCC compliant inputs (no attribution from CO₂ to other carbon atoms allowed).

7. NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況

- プロジェクトの立ち上げ後、関連するプロジェクトとの連携強化、市場動向、技術動向等の情報提供、成果の認知度・社会受容性の向上に向けた取組等を継続して進めている。

関連するプロジェクトとの連携強化

- アンモニアに関しては、関連プロジェクトのPM等が会し情報交換を行うNEDO燃料アンモニア連携会議を毎月開催。
- プラスチック循環に関わる先行NEDOプロジェクト「革新的プラスチック資源循環プロセス技術開発」と随時意見交換会開催。
- その他関連するグリーンイノベーション基金事業（「大規模水素サプライチェーンの構築」、「CO₂の分離回収等技術開発」プロジェクト等）とも随時意見交換会開催。

市場動向、技術動向等の情報提供

- 化学産業を取り巻く環境（本事業に関わるプラスチック市場動向、カーボンニュートラルやサーキュラーエコノミーへの取り組みなど）、特に競合となり得る技術や他社動向、ルール化・標準化の動向に関して引き続き最新情報を収集し、適宜事業者へ提供。ISCC Plusの更新情報（Requirements for CO₂ Certificationsの追加など）は事業者の標準化戦略へ反映された。
- 2023年度より、「基礎化学品に関わる現在および将来のサプライチェーン（需給動向など）に関する調査」を開始。シナリオ分析により課題を整理しマネジメントに活用するとともに、委員会や事業者へ情報提供予定。

認知度・社会受容性向上

- 2024年2月には、nano tech 2024にて本プロジェクトにおける取組概要について紹介。引き続き各種イベントや展示会等において、本プロジェクトに対する認知度やカーボンリサイクルに係る社会受容性の向上に向けた取組を進めていく。



ナノテク展での展示例

【研究開発項目1】ナフサ分解炉の高度化技術の開発

- アンモニア燃料のナフサ分解炉実用化 -

事業の目的・概要

- ナフサ分解炉に適用可能なアンモニアバーナの開発** NH₃安定燃焼に必要なガスチップ形状や噴射角度、設置位置などを検討しナフサ分解に適した火炎形状などに関する知見を用いて床バーナと壁バーナのプロトタイプを開発する。
- アンモニアバーナに対応したナフサ分解炉（試験サイズ）の基本設計、開発** 上記aを通じて開発されたバーナや得られた知見、既存の設定手法を用いて試験炉の形状を決定し、ナフサ分解試験炉の運転結果により性能・特性を評価する。
- ナフサ分解炉（数万トン／年規模）の実証** 上記aとbの結果を踏まえ、数万トン／年規模のナフサ分解実証炉・付属設備の設計および建設、運転を実施し、性能を確認する。

実施体制

三井化学株式会社[幹事企業]、丸善石油化学株式会社
東洋エンジニアリング株式会社、双日マシナリー株式会社

事業規模等

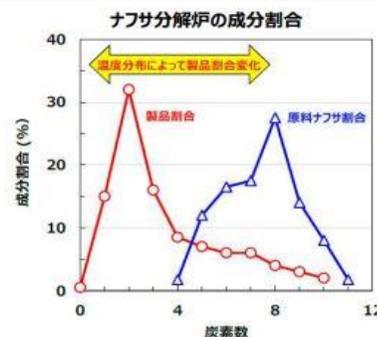
- 事業規模 : 約 233.0 億円
 - 支援規模 : 約 166.0 億円*
- *インセンティブ額を含む。今後変更の可能性あり。
- 補助率など
9/10委託→1/2補助（インセンティブ率10%）

事業期間

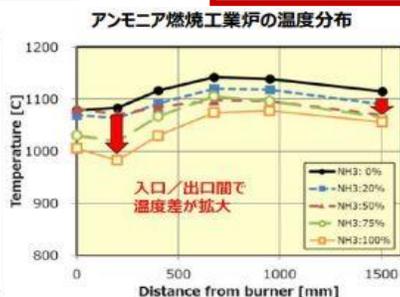
2021年度～2030年度（10年間）

事業イメージ

a. アンモニアバーナ（床・壁）の開発

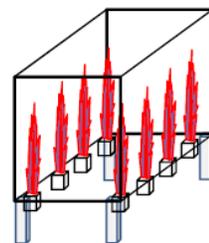


b. ナフサ分解試験炉の設計、開発

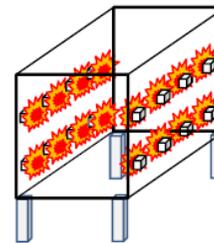


SIPエネルギーキャリア終了報告書

床バーナ



壁バーナ



- ・ナフサ分解炉に適したアンモニアバーナとその特性に合致した分解炉の開発
- ・大型分解炉の実用化に向けたアンモニアバーナ開発と試験炉の開発

出典：カーボンリサイクル関連プロジェクト（化学品分野）の研究開発・社会実装の方向性（経済産業省）

(参考1) 採択テーマの概要

【研究開発項目2】 廃プラ・廃ゴムからの化学品製造技術の開発 (i)

- 使用済タイヤ(廃ゴム)からの化学品製造技術の開発 -

事業の目的・概要

a. 使用済タイヤの精密熱分解によるケミカルリサイクル

使用済みタイヤゴムを精密熱分解して得られる分解油を石化原料化し、C2-C4（ブタジエン）、BTXへ高収率に化学品変換するケミカルリサイクル技術を開発し、数万トン/年規模の大型実証を通じ社会実装性とカーボンニュートラルへの貢献を2030年までに確認する。

b. 使用済タイヤの低温分解・解重合による高収率ケミカルリサイクル

使用済みタイヤゴムを低温分解した液状ポリマーを解重合し、イソプレンを中心とした化学品を高収率で得るケミカルリサイクル技術を開発する。

実施体制

- a. 株式会社ブリヂストン[幹事企業]、ENEOS株式会社
- b. 株式会社ブリヂストン

事業規模等

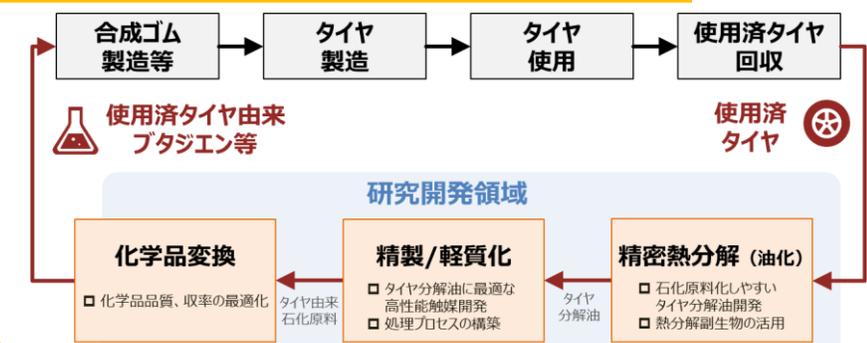
- 事業規模 : 約 241.0 億円
 - 支援規模 : 約 164.5 億円*
 - 補助率など : 9/10委託→2/3補助→1/2補助 (インセンティブ率10%)
- *インセンティブ額を含む。今後変更の可能性あり。

事業期間

2021年度～2030年度 (10年間)

事業イメージ

a 使用済タイヤの精密熱分解によるケミカルリサイクル



b 使用済タイヤの低温分解解重合による高収率リサイクル法開発



(参考1) 採択テーマの概要

【研究開発項目2】 廃プラ・廃ゴムからの化学品製造技術の開発 (ii)

- 炭素資源循環型の合成ゴム基幹化学品製造技術の開発 -

事業の目的・概要

a. エタノールからの高効率ブタジエン合成

使用済みタイヤや植物原料由来などのエタノールを高効率にブタジエンへ変換する技術を開発し、既存材料をベンチマークに合成ゴム/タイヤ製品化の可能性を実証する。

b. 植物原料からのバイオブタジエン・イソプレン製造技術の開発

ゴム・タイヤリサイクル循環における炭素源の補完をするため、植物原料を用いて、植物原料からブタジエンやイソプレンをバイオ技術を利用して高効率で合成する技術を開発する。

実施体制

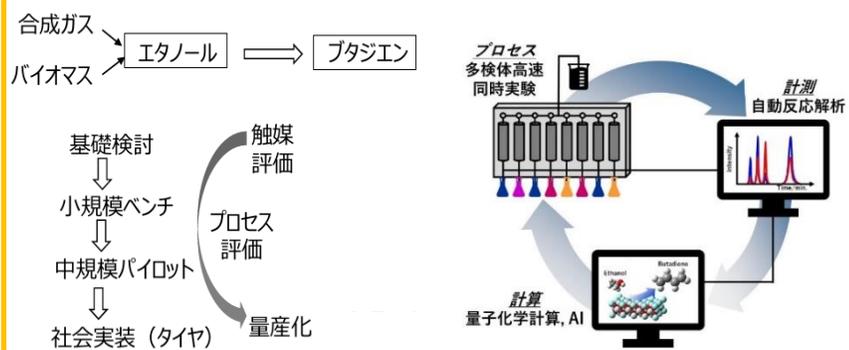
日本ゼオン株式会社[幹事企業]
横浜ゴム株式会社

事業期間

2021年度～2030年度（10年間）

事業イメージ

a. エタノールからの高効率ブタジエン合成



事業規模等

□ 事業規模 (a+b) : 約 95.8 億円

□ 支援規模 (a+b) : 約 72.5 億円*

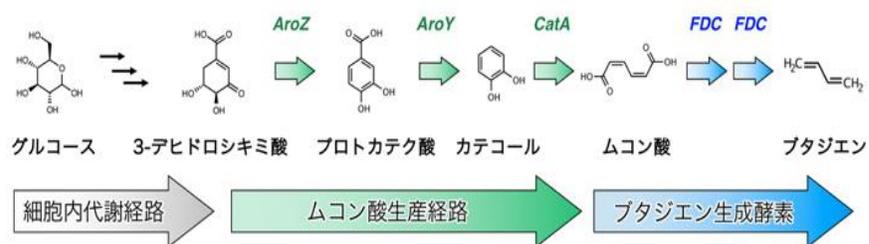
*インセンティブ額を含む。今後変更の可能性あり。

□ 補助率など

a : 9/10委託→2/3補助→1/2補助 (インセンティブ率10%)

b : 9/10委託→2/3補助 (インセンティブ率10%)

b. 植物原料からのバイオブタジエン・イソプレン製造技術の開発



https://www.riken.jp/press/2021/20210413_3/

出典：日本ゼオン株式会社事業戦略ビジョン

(参考1) 採択テーマの概要

【研究開発項目2】 廃プラ・廃ゴムからの化学品製造技術の開発 (iii)

- 廃プラスチックを原料とするケミカルリサイクル技術の開発 -

事業の目的・概要

a. 廃プラスチックの直接分解によるオレフィン製造

ポリオレフィン系廃プラスチックから基礎化学原料を高効率でアルコール等を経由せずに製造する技術を開発する。また、生成物の分離や副生油の処理に既存のナフサ分解設備を使用することにより、投資額を抑えながら競争力の高いプロセスの構築を図る。

b. 廃プラスチック由来合成ガスを用いたエタノール製造

多種多様な成分からなる廃プラスチックから得た合成ガスを原料に、触媒を利用して高効率にエタノールを製造するプロセスの構築を図る。得られるエタノールは、別途開発を予定する『アルコール類からのオレフィン製造』の原料などとして用い、基礎化学品原料にリサイクルする。

実施体制

住友化学株式会社[幹事企業]
丸善石油化学株式会社

事業規模等

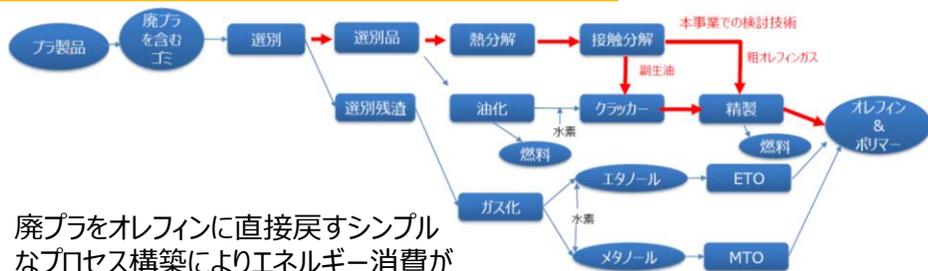
- 事業規模 : 約 253.0 億円
- 支援規模 : 約 171.5 億円*
*インセンティブ額を含む。今後変更の可能性あり。
- 補助率など
9/10委託→2/3補助→1/2補助 (インセンティブ率10%)

事業期間

2021年度～2030年度 (10年間)

事業イメージ

a. 廃プラスチックの直接分解によるオレフィン製造



廃プラをオレフィンに直接戻すシンプルなプロセス構築によりエネルギー消費が少ない高効率ケミカルリサイクルを実現

b. 廃プラスチック由来合成ガスを用いたエタノール製造



不純物を多く含む廃プラを合成ガス化し、それを原料にエタノールを製造するプロセスの実現

【研究開発項目3】 CO₂からの機能性化学品製造技術の開発 (i)

- CO₂を原料とする機能性プラスチック材料の製造技術開発 -

事業の目的・概要

a. ポリウレタン原料の製造技術開発

従来原料のホスゲンの代わりに工場等の排ガス中のCO₂を直接利用しポリウレタン原料であるイソシアネートやCO₂を原料とするPCD製造技術を開発する。これらCO₂由来のポリウレタン原料を用いて環境対応型の高機能ポリウレタンの実現を目指す。

b. ポリカーボネート (PC) 製造用中間体の新規合成技術開発および熔融法PCの高機能化プロセス開発

DPC前駆体の製造に関し、ホスゲンの代わりにCO₂を原料とした新しい合成技術を開発する。この技術で得られるDPCを利用したPC(ポリカーボネート)の高機能化プロセスの実現を目指す。

実施体制

東ソー株式会社[幹事企業]
三菱瓦斯化学株式会社

事業期間

2021年度～2028年度 (8年間)

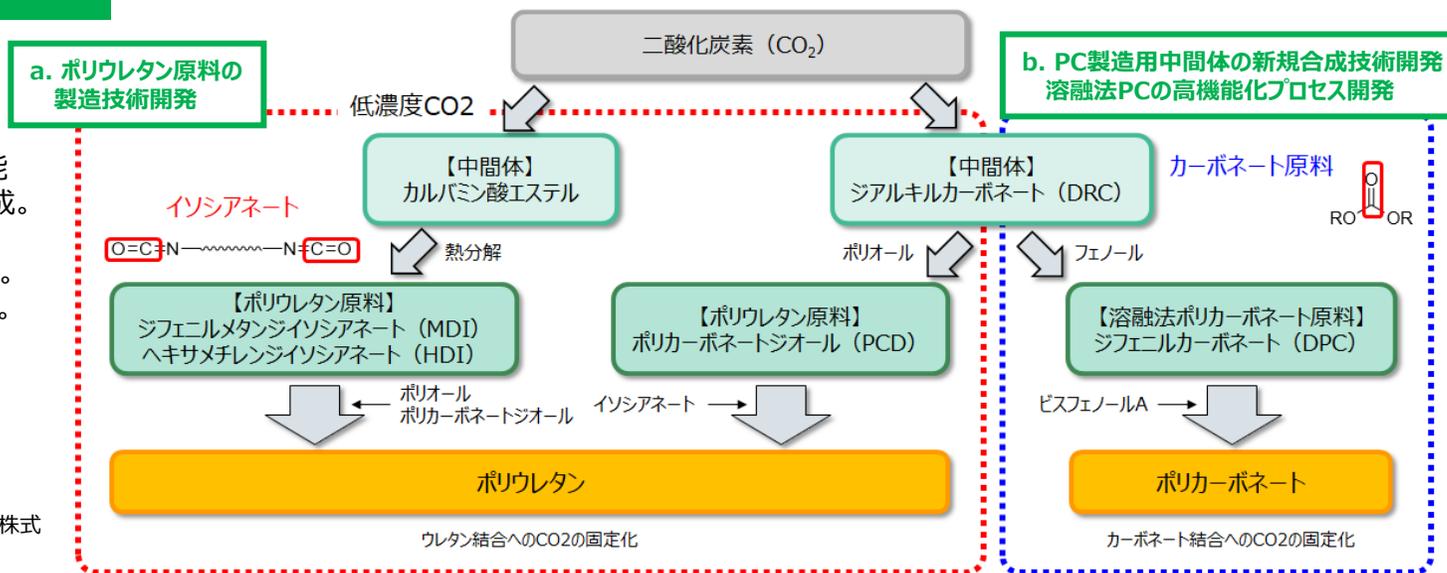
事業規模等

- 事業規模 : 約 311.0 億円
 - 支援規模 : 約 198.0 億円*
- *インセンティブ額を含む。今後変更の可能性あり。
- 補助率など
2/3補助→1/2補助 (インセンティブ率10%)

事業イメージ

- ・プラスチックの原料となる機能性化学品をCO₂原料から合成。
- ・プラスチックとしてCO₂を固定。
- ・プロセスエネルギーの効率化。
- ・従来製法プラスチックよりもCO₂排出量を低減

出典：東ソー株式会社/三菱瓦斯化学株式会社両社事業戦略ビジョン



(参考1) 採択テーマの概要

【研究開発項目3】 CO₂からの機能性化学品製造技術の開発 (ii)

- 多官能型環状カーボネート化合物の大量生産工程確立および用途開発 -

事業の目的・概要

環状カーボネートの生産コストを下げ大量生産できる製造方法を開発する。用途展開として、ポリウレタン接着剤、エポキシ代替接着剤等を開発する。

実施体制

浮間合成株式会社

事業期間

2021年度～2025年度（5年間）

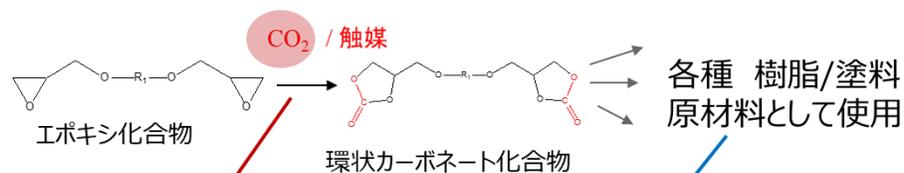
事業規模等

- 事業規模：約 3.3 億円
- 支援規模：約 2.0 億円*
*インセンティブ額を含む。今後変更の可能性あり。
- 補助率など
1/2補助（インセンティブ率10%）

事業イメージ

多官能型環状カーボネート化合物の大量生産工程確立と用途開発

プロセス開発



解決方法

- ・CO₂反応の触媒開発
- ・超臨界CO₂利用による無溶媒化

大量生産による低コスト化

- ・ウレタン代替市場
- ・エポキシ代替市場

用途開発 (案)

パッケージ分野

接着剤
バリアコート剤
ガスバリア性接着剤



オートモーティブ分野

構造接着剤
内装材
外装材



出典：浮間合成株式会社事業戦略ビジョン

(参考1) 採択テーマの概要

【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(i)

- 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

事業の目的・概要

- 高活性な水分解光触媒及び光触媒シートの開発** 可視光応答一段型／二段型光触媒でのSTH～10%（～2030年）を達成し、塗布法等による光触媒シートの開発およびm²級光触媒パネル量産製造技術を確立する。
- 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** 水素分離システムでのH₂濃度>96%、H₂回収率>90%を達成する。また、モジュール製造技術の確立および試験設備・モジュールでの性能および耐久性、安全性の検証を実施する。
- ヘクタール級屋外試験設備での目標水素コストの実現可能性検証** 触媒量産化時に必要な触媒製造技術を確立し、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を確立する。

実施体制

三菱ケミカル株式会社 [幹事企業]
人工光合成化学プロセス技術研究組合(ARPCChem)

事業規模等

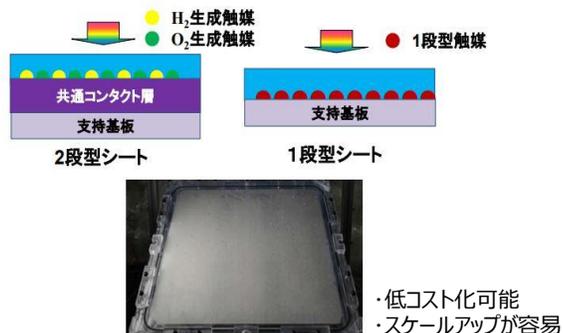
- 事業規模 : 約 217.6 億円
 - 支援規模 : 約 169.0 億円*
- *インセンティブ額を含む。今後変更の可能性あり。
- 補助率など
9/10委託 → 1/2補助（インセンティブ率10%）

事業期間

2021年度～2030年度（10年間）

事業イメージ

a. 高活性光触媒と光触媒シート開発



b. 水素分離システムの開発



c. ha級屋外施設による実現可能性検証



出典：三菱ケミカル株式会社／人工光合成化学プロセス技術研究組合事業戦略ビジョン

(参考1) 採択テーマの概要

【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 (i)

- 人工光合成型化学原料製造事業化開発 - ②CO₂からの基礎化学品製造技術の開発・実証 -

事業の目的・概要

- a. **メタノール膜型反応分離プロセスの開発** CO₂からメタノールを合成した場合、平衡反応であるため従来技術では収率が30～40%程度で大量のリサイクルが必要だが、新たに膜型反応分離プロセスを開発し、転化率の大幅な向上を目指す。
- b. **革新的MTO触媒プロセスの開発** 目的とするエチレンまたはプロピレンを高収率で製造可能な触媒を開発する。また、触媒の連続再生技術などの開発により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。MTO: Methanol to olefine

実施体制

三菱ケミカル株式会社 [幹事企業]
三菱瓦斯化学株式会社

事業期間

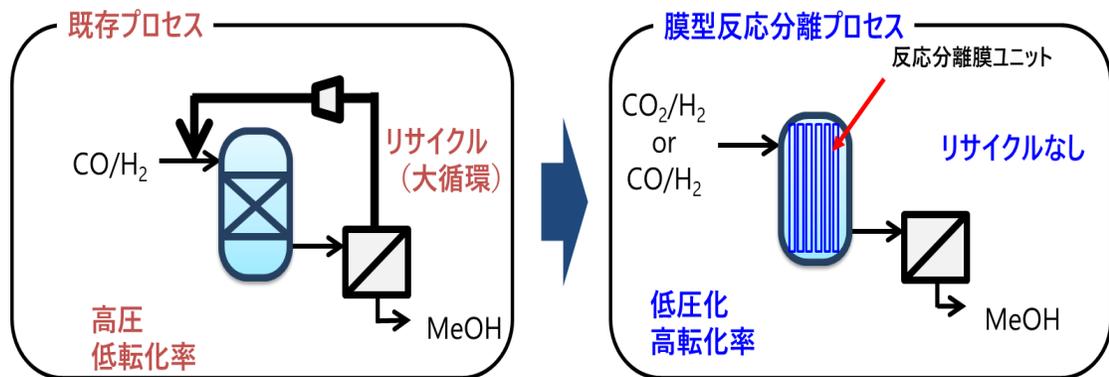
2021年度～2028年度 (8年間)

事業規模等

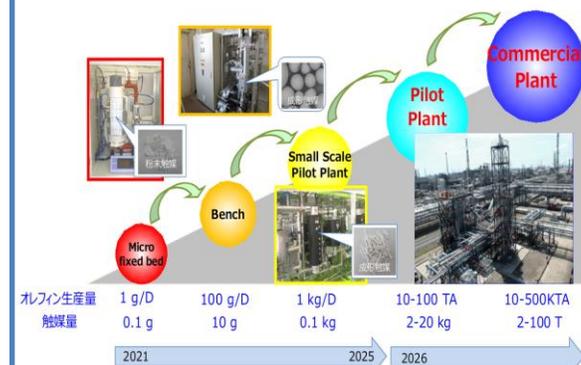
- 事業規模 : 約 211.1 億円
 - 支援規模 : 約 133.8 億円*
- *インセンティブ額を含む。今後変更の可能性あり。
- 補助率など
2/3補助→1/2補助 (インセンティブ率10%)

事業イメージ

a. メタノール膜型反応分離プロセス



b. 革新的MTO触媒プロセス



(参考1) 採択テーマの概要

【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 (ii)

- CO₂等を原料とする、アルコール類及びオレフィン類へのケミカルリサイクル技術の開発 -

事業の目的・概要

a. CO₂からの高効率アルコール類製造

CO₂からのメタノールやエタノールの合成に関して、メタノールの合成は高耐久性の触媒を開発し生産性の向上を図るとともに、エタノールの合成は新規の高効率な触媒を開発することにより、CO₂を原料としたアルコール類の高効率合成法を完成させる。また、これらの触媒と新たに開発する内部凝縮型反応器を組み合わせることで、エタノールやメタノールの収率を大幅に改善し、オレフィン製造向けの経済的なアルコール類製造を達成する。

b. アルコール類からのオレフィン製造

エタノールを主原料としメタノールを適宜混合利用することによる、C3以上のオレフィンの高効率製造プロセスの開発を目指す。

実施体制

住友化学株式会社

事業規模等

- 事業規模 : 約 240.8 億円
- 支援規模 : 約 156.4 億円*
- 補助率など : 2/3補助→1/2補助 (インセンティブ率10%)

*インセンティブ額を含む。今後変更の可能性あり。

事業期間

2021年度～2028年度 (8年間)

事業イメージ

a. CO₂からの高効率アルコール類製造

[エタノール合成技術開発]

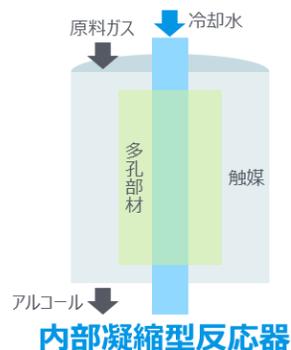
CO₂からの一段合成を可能とする触媒・プロセスの開発

[メタノール合成技術開発]

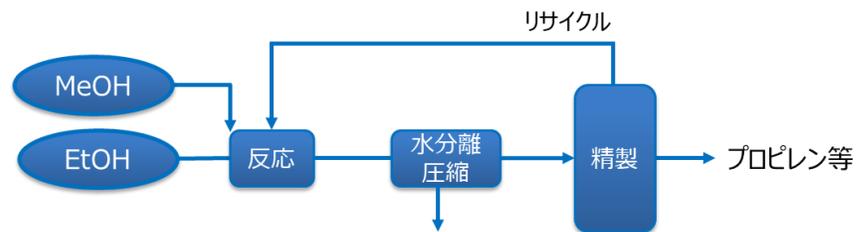
触媒改良による、CO₂からの高耐久性触媒・プロセスの開発

[反応器開発]

高効率・触媒寿命長期化が期待される、内部凝縮型反応器の開発



b. アルコール類からのオレフィン製造



CO₂由来または、廃プラ合成ガス由来のエタノールを使用し、炭素循環を実現

(参考2) プロジェクトの事業規模

プロジェクト全体の関連投資額※

※ プロジェクト実施企業等が、事業終了後の期間を含めて見積もった社会実装に向けた取組（グリーンイノベーション基金事業による支援を含む）にかかる関連投資額

4,037億円

グリーンイノベーション基金事業の支援規模

	事業規模	支援規模
研究開発項目 1 ナフサ分解炉の高度化技術の開発	233億円	166億円
研究開発項目 2 廃プラ・廃ゴムからの化学品製造技術の開発	589億円	409億円
研究開発項目 3 CO ₂ からの機能性化学品製造技術の開発	314億円	200億円
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	670億円	459億円

(参考3) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目1：ナフサ分解炉の高度化技術の開発

テーマ名・事業者名

アンモニア燃料のナフサ分解炉実用化

- ・三井化学株式会社（幹事）
- ・丸善石油化学株式会社
- ・東洋エンジニアリング株式会社
- ・双日マシナリー株式会社

アウトプット目標

メタンを主成分とする燃料をアンモニアに切り替えることにより、ナフサ分解炉で発生するCO₂を限りなくゼロにする。2030年にはアンモニア専焼の商業炉での実証を目指す。2050年のカーボンニュートラルの実現に向けた道筋を付ける。

実施内容

①ナフサ分解炉に適用可能なアンモニアバーナの開発

②アンモニアバーナに対応したナフサ分解炉（試験サイズ）の基本設計

③アンモニアバーナに対応したナフサ分解炉（試験サイズ）の開発

④ナフサ分解炉（数万トン/年規模）の実証

マイルストーン

- ・壁バーナ開発終了（2024年度）
- ・床バーナ開発終了（2025年度）

- ・分解炉形状の基本設計終了（2023年度）
- ・バーナ・分解炉管の配列検討終了（2023年度）
- ・脱硝設備サイズの検討終了（2023年度）

- ・試験炉の開発終了（2026年度）

- ・数万トン/年規模炉運転開始（2030年度）

(参考3) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目2：廃プラ・廃ゴムからの化学品製造技術の開発

テーマ名・事業者名

使用済タイヤ(廃ゴム)からの化学品製造技術の開発

- ・株式会社ブリヂストン（幹事）
- ・ENEOS株式会社

アウトプット目標

総CO₂削減に向け、削減効果を定量化し、社会実装に向けた技術を構築する
使用済タイヤの一貫処理により、所定の品質を満たす化学品の製造技術を確立し、ケミカルリサイクルの事業性を検証する

実施内容

使用済タイヤの精密熱分解によるケミカルリサイクル

- ①使用済タイヤの油化技術
- ②タイヤ分解油の石化原料化技術
- ③タイヤ由来石化原料からの化学品変換技術
- ④大型実証
- ⑤一連技術のLCA、プロセスコスト計算

マイルストーン

- ①各ステージに合わせたオイル/ガス比率確認（2023年度）
ベンチ炉設計・設営（2023年度）
- ②触媒の基本設計構築、触媒寿命の推定（2023年度）
- ③化学品収率の推定完了（2023年度）
- ④大型実証機の設計完了（2026年度）
- ⑤CO₂削減効果の確認（タイヤ燃焼対比）（2023年度）

2030年： ゴム中のイソプレン等を高回収率で回収する技術をパイロット機でLCA含めて実証

2050年： 国内使用済タイヤの数10万トンからイソプレンと高性能再生CBを回収し、CO₂排出量削減に貢献

使用済タイヤの低温分解・解重合による高収率ケミカルリサイクル

- ①ゴムを低温分解する触媒・分解反応開発
- ②高選択解重合法開発・最適化
- ③高性能再生CBの開発
- ④パイロット設備での実証
- ⑤CO₂削減量達成見込みの検証

- ①架橋ゴム分解時の、ゴムのポリマーの基本骨格の維持率（2023年度）
- ②解重合後のモノマー収率（2023年度）
- ③高混合率でタイヤへのリサイクルが見込める再生CB品質（2023年度）
- ④数10トン/年のパイロット実証機のプロトタイプ設計完了（2026年度）
- ⑤各ステージで、データに基づくCO₂排出量の削減効果算出（2023年度）

(参考3) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目2：廃プラ・廃ゴムからの化学品製造技術の開発

テーマ名・事業者名

炭素資源循環型の合成ゴム基幹化学品製造技術の開発

- ・日本ゼオン株式会社（幹事）
- ・横浜ゴム株式会社

アウトプット目標

エタノールからブタジエンへ変換で、ブタジエンの理論収率の80%以上を達成する。
パイロットスケール実証完了。（終了時、プラント試算：投入エネルギー 25.5GJ/t、運転コスト ¥240/kg以下、設備コスト 180億円）

実施内容

エタノールからの高効率ブタジエン合成

- ①触媒活性の向上
- ②スケールアップ検討
- ③プラント実証検討
- ④製品実装の検討

マイルストーン

- ①ブタジエン触媒活性：収率 65%以上（2024年度）
- ②ベンチ設備基本設計完了（2024年度）
- ③パイロット装置基本設計完了（2027年度）
- ④重合性確認（分子量30万以上、シス構造比率95%以上）（2024年度）

アウトプット目標

糖原料からブタジエンおよびイソプレンを収率の80%以上かつ1.5 kg/m³/hrを達成する。

実施内容

植物原料からのバイオブタジエン・イソプレン製造技術の開発

- ①バイオブタジエン、イソプレン生産菌の開発
- ②発酵タンクによる生産技術の開発
- ③試作品評価による品質向上

マイルストーン

- ①キー酵素の変換効率：80%以上（2024年度）
- ②生産性の評価（収率50%以上）、培養プロセスの決定（2024年度）
- ③重合阻害物質の除去法把握（2024年度）

(参考3) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目2：廃プラ・廃ゴムからの化学品製造技術の開発

テーマ名・事業者名

廃プラスチックを原料とするケミカルリサイクル技術の開発

- ・住友化学株式会社（幹事）
- ・丸善石油化学株式会社

アウトプット目標

- ・廃プラスチックの直接分解により、基礎化学品収率60~80%を得る触媒・プロセスの開発・実証。
- ・CO₂排出量0.8 kg-CO₂/kg-エチレン, プロピレン（他基礎化学品は1.2 kg-CO₂/kg）以下とするプロセスの確立。
- ・数千~数万トン/年スケールの実証で、現行ケミカルリサイクルプラスチックと比べて製造コスト2割減。

実施内容

廃プラスチックの直接分解によるオレフィン製造

- ①オレフィン化触媒の開発
- ②ベンチスケール試験
- ③パイロット試験
- ④大型実証試験
- ⑤シミュレーション検討
- ⑥先行・競合技術調査

廃プラスチック由来合成ガスを用いたエタノール製造

- ①触媒開発ラボ検討
- ②ベンチスケール試験
- ③パイロットスケール試験
- ④大型実証試験
- ⑤シミュレーション検討
- ⑥先行・競合技術調査

マイルストーン

ベンチスケールにてC2'-C5'収率60%以上（2023年度）

ベンチまたはラボで、目標コストを達成する触媒を用いてエタノール選択率 $\geq 70\%$ の目的。
ただし、触媒の目標コストについては、20 円/kg（エタノール当たり）以下を目安とする。（エタノール製造目標コストを200 円/kg と仮定した場合の10%以下）
（2023年度）

(参考3) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目3 : CO₂からの機能性化学品製造技術の開発

テーマ名・事業者名

CO₂を原料とする機能性プラスチック材料の製造技術開発

- ・東ソー株式会社 (幹事)
- ・三菱瓦斯化学株式会社

アウトプット目標

2030年までにポリカーボネートやポリウレタン等の機能性を向上させ、ホスゲン等の有毒原料を不要とすることで有毒原料製造時のCO₂排出量を削減し、更に0.3kg-CO₂/kg以上のCO₂を原料化できる技術を実現。数百～数千トン/年スケールの実証で、既製品と同価格を目指す。

実施内容

【東ソー株式会社】
ポリウレタン原料の製造技術開発
①イソシアネート製造技術の開発
・素反応の収率向上検討
・ケイ素反応剤に関する検討
・スケールアップ検討
②ジアルキルカーボネート製造技術の開発
・素反応の触媒探索および収率向上検討
・CO₂排出量算出システムの構築

【三菱瓦斯化学株式会社】
①ポリカーボネート(PC)製造用中間体の新規合成技術開発
②熔融法ポリカーボネート(PC)の高機能化プロセス開発

マイルストーン

- ・ベンチ評価を実施 (ベーシックエンジニアリング)
- ・CO₂排出量把握 : ベンチ評価結果に基づき、CO₂排出量算出
- ・従来法 (ホスゲン法) とのCO₂排出量差 < 0

- ①全体プロセスのGHG排出量を44%(0.58kg/kg)削減 (2030年度)
- ・ベンチプラントによるCO₂ to DPCプロセス確立
- ② CO₂合成DPCを用い、従来熔融法より分岐構造量減 (2030年度)
- ・ベンチプラントによる新熔融法PCプロセス確立

(参考3) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目3 : CO₂からの機能性化学品製造技術の開発

テーマ名・事業者名

多官能型環状カーボネート化合物の大量生産工程確立および用途開発

・浮間合成株式会社

アウトプット目標

超臨界CO₂を使用し、環状カーボネートの生産をCO₂排出量0.1kgCO₂/製品kg 以下となる生産フローを完成させる。フローの実証は新規設計のパイロットプラントにより行う。更に20t/M の生産量となる実機的设计を完了させる。環状カーボネートの応用用途開発を行い、2030年に20t/M（環状カーボネートとして）に相当する需要を発掘し、これの販売計画を策定する。

実施内容

①触媒開発

②生産フロー開発

③量産装置開発

④用途開発

マイルストーン

・触媒設計と合成の方針決定（2023年度）

・ラボ用フロー式反応装置での試験（2023年度）
・量産装置の設計完了（2023年度）

・装置メーカーの選定（2024年度）

・ポリウレタン系製品の開発（コーティング分野での製品設定）（2025年度）

(参考3) 研究開発進捗のマイルストーン

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

テーマ名・事業者名

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

- ・三菱ケミカル株式会社(幹事)
- ・人工光合成化学プロセス技術研究組合

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円/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。

実施内容

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

マイルストーン(全て2024年度)

- ・可視光応答一段型/二段型光触媒でのSTH~4%の達成
- ・塗布法等による光触媒シート作製技術の絞り込み

- ・分離膜の耐久性確認
- ・光触媒パネル候補材の耐久性評価、コスト試算の精度向上

- ・水素製造コスト50円/Nm³以下の見通しを得る
- ・触媒の量産製造技術の候補選定・検証と課題抽出

(参考3) 研究開発進捗のマイルストーン

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

テーマ名・事業者名

メタノール、エタノール等からの基礎化学品製造技術の開発・実証
CO₂からの基礎化学品製造技術の開発・実証

- ・三菱ケミカル株式会社（幹事）
- ・三菱瓦斯化学株式会社

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を製造する技術を確立する。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を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をゼロにする技術を確立した上で、>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。

実施内容

- ①メタノール膜型反応分離プロセス開発
- ・分離膜の開発
 - ・触媒最適化
 - ・膜反応器開発
 - ・プロセス開発・実証

- ②革新的MTO触媒プロセス開発
- ・触媒改良
 - ・触媒製造高効率化
 - ・反応器開発
 - ・プロセス開発・実証

マイルストーン

- ・実証試験判断（2025年度）
収率、コスト、CO₂排出量から総合判断

- ・実証試験判断（2025年度）
収率、コスト、CO₂排出量から総合判断

(参考3) 研究開発進捗のマイルストーン

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

テーマ名・事業者名

CO₂等を原料とする、アルコール類及びオレフィン類へのケミカルリサイクル技術の開発

・住友化学株式会社

アウトプット目標

水素とCO₂からアルコール類等を経由してエチレン、プロピレン等の基礎化学品を収率80～90%で製造し、製造時に排出するCO₂をゼロにする技術を確立する。数千～数万トン/年スケールの実証により、現行MTO等と比べて製造コスト2割減。

実施内容

① CO₂からの高効率アルコール類製造

マイルストーン

- ・ベンチ、パイロットで収率改善を確認（2023年度）
- ・ベンチで触媒寿命1年の目途を得る（メタノール化触媒）（2023年度）
- ・エタノール化製造ルート選定（2023年度）

②アルコール類からのオレフィン製造

- ・ベンチ試験とシミュレーションを組み合わせ、エチレン、プロピレン等の基礎化学品収率80～90%（プロピレンが主成分）の目途を得る（2024年度）