



資料5

グリーンイノベーション基金事業／ CO₂等を用いた燃料製造技術開発

2024年度 WG報告資料

2024年12月20日

サーキュラーエコミー部、自動車・蓄電池部、再生可能エネルギー部

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) プロジェクトの事業規模

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

1. プロジェクト概要

脱炭素燃料の社会実装を目指し、①**合成燃料**、②**持続可能な航空燃料（SAF）**、③**合成メタン**、④**グリーンLPG**について、製造コストを下げるための製造技術に関する課題解決に向けた取組を行う。

研究開発項目①

合成燃料の製造収率、利用技術向上に係る技術開発

研究開発内容 1

液体燃料収率の向上に係わる技術開発

研究開発内容 2

燃料利用技術の向上に係わる技術開発

<研究開発概要・アウトプット目標>

・CO₂と水素から**逆シフト**、**FT合成**、これらの**連携技術**などを用いて**高効率・大規模に液体燃料に転換**するプロセスを開発。
・2028年までに、パイロットスケール（300BPD 規模を想定）で液体燃料収率 80%を達成。

・合成燃料の組成変化への対応を前提としつつ、**乗用車の燃料利用段階のCO₂排出量を現在（110g-CO₂/km）から半減**するための基盤的技術及び、**内燃機関（重量車）の正味熱効率（最高点）55%以上**を実現するための基盤的技術を開発。

・大規模な生産量（数十万kL）を見込める**エタノールからSAFを製造するATJ技術（Alcohol to JET）**を確立。
・2030年までの航空機への燃料搭載を目指し、製造する技術（ATJ 技術を想定）を確立し、液体燃料収率 50%以上かつ製造コストを 100 円台/L を実現。

・再エネ電力等から製造した**水素**と発電所等から回収した**CO₂から効率的にメタンを合成する技術**を確立。
・2030年度までに、メタン合成（メタネーション）するプロセスの総合的なエネルギー変換効率 60%以上を実現。

・水素と一酸化炭素から合成される、**化石燃料によらないLPガス（グリーンLPG）**の合成技術を確立。
・2030年までに、化石燃料によらない LP ガスを年産 1,000 トン以上生産し、商用化を実現。なお、商用ベースに乗せるための技術課題として、現状の生成率30%を改善し、生成率50%となる合成技術を確立。

研究開発項目②

持続可能な航空燃料（SAF）製造に係る技術開発

研究開発項目③

合成メタン製造に係わる革新的技術開発

研究開発項目④

化石燃料によらないグリーンなLPガス合成技術の開発

2. プロジェクトの実施体制

世界に先駆けた脱炭素燃料の社会実装を目指し、次の6件の技術開発を推進中。

①**合成燃料**：2件、②**持続可能な航空燃料(SAF)**：1件、③**合成メタン**：2件、④**グリーンLPG**：1件

テーマ名・事業者名	事業期間
【①-1 合成燃料】 CO ₂ からの合成反応を用いた高効率な液体燃料製造技術の開発 ・ ENEOS株式会社 （幹事）（※）	2022年度～2028年度
【①-2 合成燃料】 乗用車および重量車の合成燃料利用効率の向上とその背反事象の改善に関する技術開発 ・ 自動車用内燃機関技術研究組合（AICE） （幹事）	2022年度～2027年度
【②SAF】 最先端のATJ（Alcohol to Jet）プロセス技術を用いたATJ実証設備の開発と展開 ・ 出光興産株式会社 （幹事）（※）	2022年度～2026年度
【③合成メタン】 SOECメタネーション技術革新事業 ・ 大阪ガス株式会社 （幹事）、国立研究開発法人産業技術総合研究所	2022年度～2030年度
【③合成メタン】 低温プロセスによる革新的メタン製造技術開発 ・ 東京ガス株式会社 （幹事）（※）、株式会社IHI、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）	2022年度～2030年度
【④グリーンLPG】 革新的触媒・プロセスによるグリーンLPガス合成技術の開発・実証 ・ 古河電気工業株式会社 （幹事）（※）	2022年度～2030年度

（※）WG出席企業

(参考) 採択テーマの概要

【①-1】 CO₂からの合成反応を用いた高効率な液体燃料製造技術の開発

事業の目的・概要

- 航空・船舶・モビリティ分野などのカーボンニュートラル化に向けて、**CO₂と再エネ由来水素を原料とする合成燃料の製造技術開発**を行う。本事業で開発する製造プロセスでは、FT合成を活用することで、ガソリンやジェット燃料、軽油といった幅広い液体燃料製品の製造が可能となる。
- 本事業では、合成燃料コストの大半を占める原料コスト（水素・CO₂消費量）の低減のため、**個別工程の高性能化とリサイクル技術適用による液体燃料収率の大幅な向上**に取り組む。さらにパイロットプラントでの技術検証を通してスケールアップ技術を確立し、合成燃料の社会実装につなげる。

実施体制

ENEOS株式会社

事業期間

2022年度～2028年度（7年間）

事業イメージ

<合成燃料製造プロセスと主な研究開発要素>

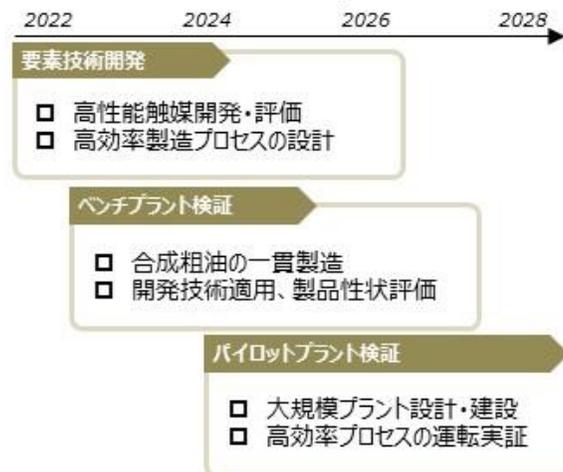


出典：ENEOS株式会社

事業規模など

- 事業規模：約558億円
- 支援規模*：約546億円
- *インセンティブ額を含む。採択テーマの提案総額であり、今後の手続きにより変更の可能性あり。
- 補助率など：9/10→1/2（インセンティブ率10%）

<合成燃料製造プロセス開発スケジュール>



(参考) 採択テーマの概要

【①-2】 乗用車および重量車の合成燃料利用効率の向上とその背反事象の改善に関する技術開発

事業の目的・概要

合成液体燃料 (e-fuel) の供給量とコスト課題を克服するために、

- 現行HEVに対して、走行中に発生するCO₂排出量 (Tank-to-Wheel [TtW] CO₂) を2分の1以上削減するための要素技術として、HEV用ガソリンエンジンの熱効率向上技術、車両走行時の平均熱効率向上技術、車両効率向上技術、革新的排気後処理技術を開発する。
- 現行の大型商用車に対して、最高熱効率55%超、TtW CO₂排出量を4分の1以上削減するための要素技術として、大型商用車用ディーゼルエンジンの熱効率向上技術、車両走行時の平均熱効率向上技術、車両効率向上技術、革新的排気後処理技術を開発する。

実施体制

自動車用内燃機関技術研究組合(AICE)

組合員、共同研究企業、大学・研究機関との産学連携体制

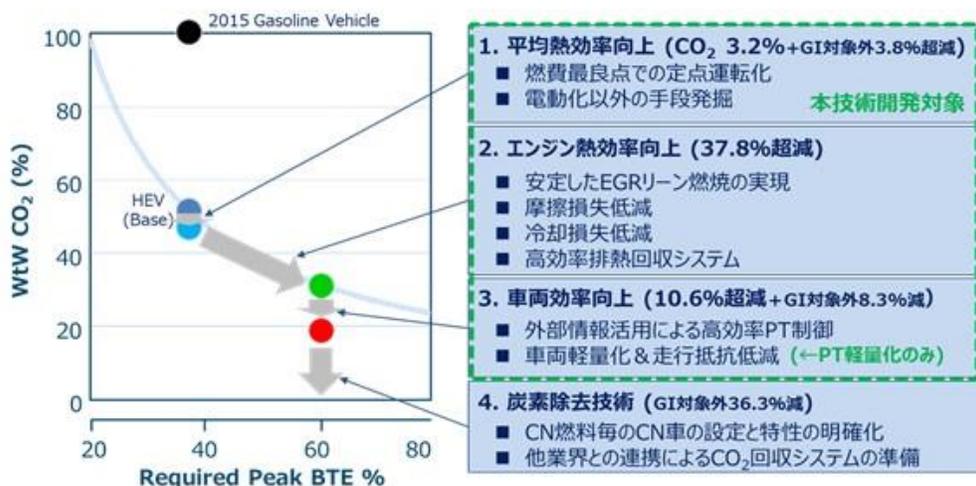
事業期間

2022年度～2027年度 (6年間)

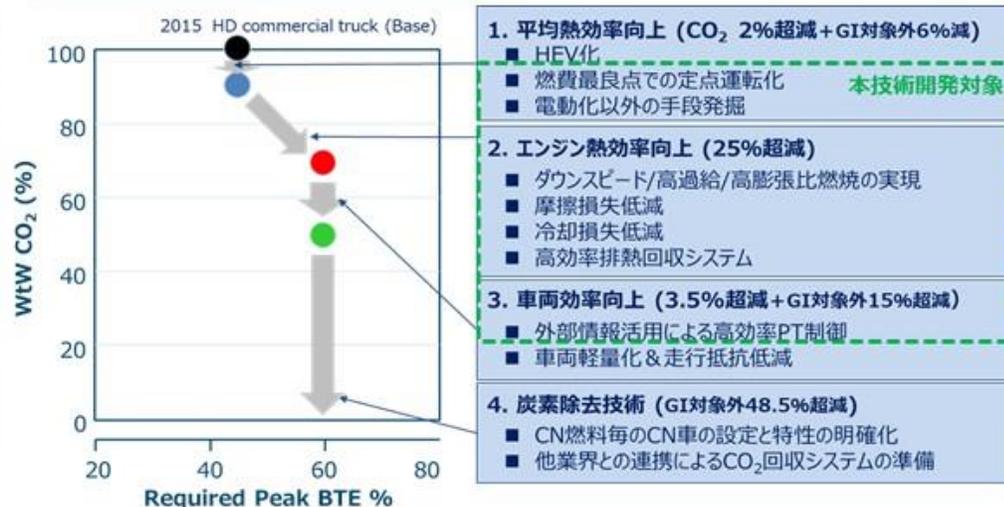
事業規模など

- 事業規模：45億円 □ 支援規模：30億円
- 補助率：2/3

事業イメージ



出典：自動車用内燃機関技術研究組合



(参考) 採択テーマの概要

【②】最先端のATJ (Alcohol to Jet) プロセス技術を用いたATJ実証設備の開発と展開

事業の目的・概要

- 研究開発期間では、エタノール脱水によるエチレン生産とエチレンの重合によりSAFを製造するATJ (Alcohol to Jet) 技術の開発と大量生産を可能とする製造プロセスを確立し、エタノールからの**二ートSAF*収率50%以上**かつ**製造コスト100円台/L**を実現する。
*二ートSAF：化石由来燃料（ケロシン）混合前の純度100%SAF
- 建設期間では、**最先端のATJ実証設備**を設計し建設する。
- 実証運用期間では、ATJ実証設備の安定安全稼働によりSAFを生産し、**2026年度を目標**にサプライチェーンを構築する。

実施体制

出光興産株式会社

事業期間

2022年度～2026年度（5年間）

事業規模など

- 事業規模：約384億円
- 支援規模*：約292億円
*インセンティブ額を含む。採択テーマの提案総額であり、今後の手続きにより変更の可能性あり。
- 補助率など：9 / 10 → 2 / 3 → 1 / 2（インセンティブ率10%）

事業イメージ

【ATJ製造プロセス】



出展：出光興産株式会社

【ATJ事業化スケジュール】

	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	～	2030年度
SAF製造技術開発	SAF製造技術開発							
SAF社会実装			SAF製造装置設計・建設		実証運転	国内外での大型SAF製造装置の展開		
事業目標	①無水・含水エタノールを原料化する ⁷ 脱入開発/反応系での水分除去、②エタノールからエチレンの収率向上（98%以上wt%）/副生廃水の処理技術確立、③エチレンからのジェット燃料率90%以上(炭化水素基準wt%)※実証目標95%				④年産10万KL相当の安定生産・供給の実現	2030年以降のSAF社会実装に向け、①国内外におけるATJ2号機の建設、②第二世代エタノールの開発と原料化、③得られた技術を基にしたバイオケミカルへの展開		

(参考) 採択テーマの概要

【③】 SOECメタネーション技術革新事業

事業の目的・概要

SOEC（固体酸化物形電解セル）メタネーション技術は、高温電解方式による必要電力削減効果と排熱の有効活用により、従来メタネーションプロセスの**総合エネルギー効率を大幅に上回る超高効率（85%~90%）を実現**し、合成メタン製造コストの大部分を占める電力コストを大幅に削減し得ると期待されている。本事業では、SOECメタネーション技術の実現に必要な三つの革新的要素技術開発と小規模試験を実施し、次期実証事業への移行が可能な水準の技術確立を目指す。

実施体制

※太字：幹事企業

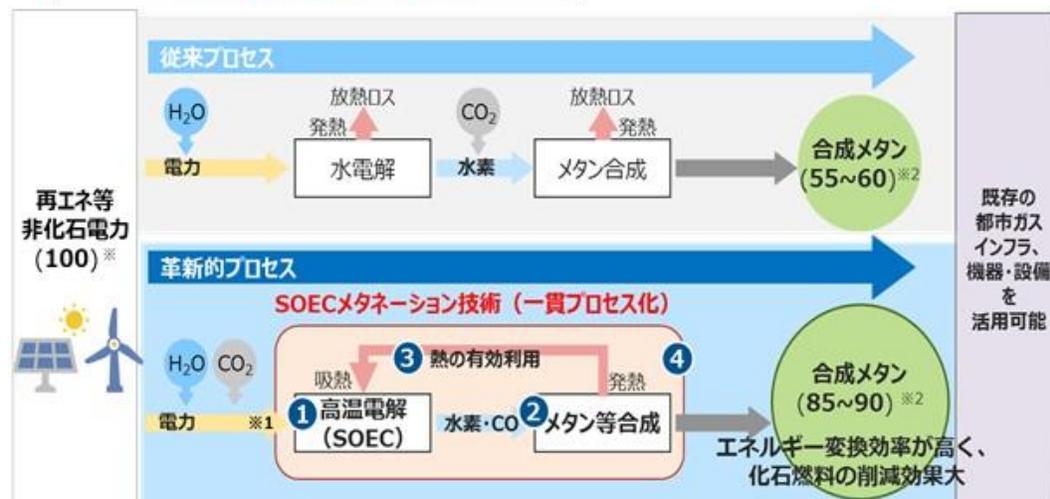
大阪ガス株式会社

国立研究開発法人産業技術総合研究所

事業期間

2022年度～2030年度（9年間）

事業イメージ



事業規模など

□ 事業規模：約254億円

□ 支援規模*：約204億円

*インセンティブ額を含む。採択テーマの提案総額であり、今後の手続きにより変更の可能性あり。

□ 補助率など：9/10→2/3（インセンティブ率10%）

	2022年度 ～2024年度	2025年度 ～2027年度	2028年度 ～2030年度	
	高温電解・ガス合成制御等 高度基盤技術研究			
革新的要素技術開発	① 高温電解セルスタック・電解装置の開発	ラボ・ベンチ	パイロット	次期実証
	② ガス合成反応制御技術の開発	スケール向け要素技術開発	スケール向け要素技術開発	事業向け要素技術開発
	③ システム構成最適化・熱有効利用技術の開発	技術開発	技術開発	技術開発
システム技術開発・検証	④ SOECメタネーション技術の小規模試験	ラボスケール試験	ベンチスケール試験	パイロットスケール試験
	次期実証事業			社会実装

出典：大阪ガス株式会社 ※1 電気分解は、温度が高いほど少ない電力で反応を進められる。SOECは、約700℃～800℃の高温で働くため、必要な電力を他方式に比べ削減可能。 ※2 製造ガス熱量（HHV）

(参考) 採択テーマの概要

【③】 低温プロセスによる革新的メタン製造技術開発

事業の目的・概要

合成メタン製造に係る一連のプロセス（再エネからの水素製造、メタネーション）の**低温プロセスでの総合的なエネルギー変換効率（補機損込）**について、**既存技術を上回る効率（60%～65%、補機損込）**が見通せる革新的技術を実現する。

- ① **ハイブリッドサバティエ技術**：スケールアップを視野に入れた構造設計などにより、**エネルギー変換効率75%（補器損未考慮）**を実現する。
- ② **PEMCO₂還元技術**：メタン選択性の向上と過電圧の低減により、**エネルギー変換効率62%（補器損未考慮）**を実現する。
- ③ **スケールアップ開発**：メタン合成量10Nm³/h規模において、**エネルギー変換効率60%～65%（補器損込）**を実現する。

実施体制

※太字：幹事企業

東京ガス株式会社、株式会社IHI、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）

事業期間

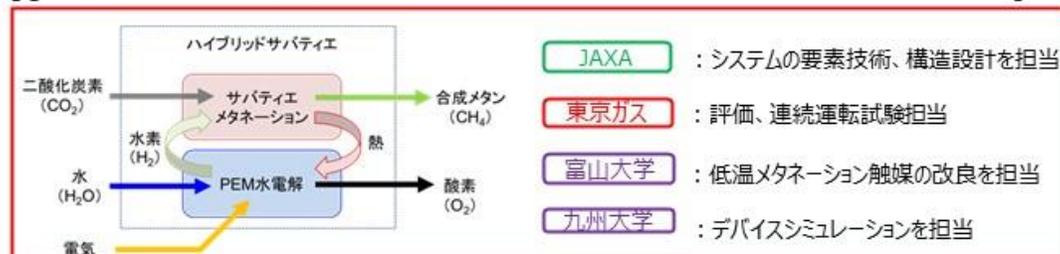
2022年度～2030年度（9年間）

事業イメージ

事業規模など

- 事業規模：約42億円
 - 支援規模*：約38億円
- *インセンティブ額を含む。採択テーマの提案総額であり、今後の手続きにより変更の可能性あり。
- 補助率など：9/10→2/3（インセンティブ率10%）

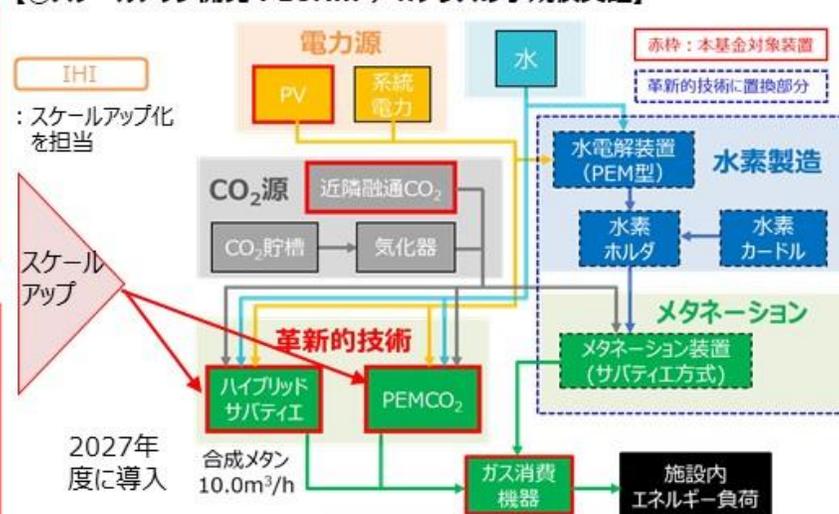
【①】ハイブリッドサバティエ技術：サバティエの反応熱を水電解反応に利用できる一体化デバイス



【②】PEMCO₂還元技術：PEM（固体高分子膜）を用いて水とCO₂から直接メタンを合成



【③】スケールアップ開発：10Nm³/hクラスの小規模実証



出典：東京ガス株式会社、株式会社IHI、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

(参考) 採択テーマの概要

【④】 革新的触媒・プロセスによるグリーンLPガス合成技術の開発・実証

事業の目的・概要

- 海外からLPガスを調達する業界構造から、国内でグリーンLPガスを製造するグリーンLPガス製造業を創出するために、**生成率 50 C-mol%以上となるグリーンLPガス合成技術**を確立する。
- その後、**グリーンLPガスを年間1000t製造する技術の実証を2030年に完了させる**。同技術をライセンスなども含めて広く展開することでカーボンニュートラル社会と国内の持続可能なエネルギー供給に貢献していく。

実施体制

古河電気工業株式会社

事業期間

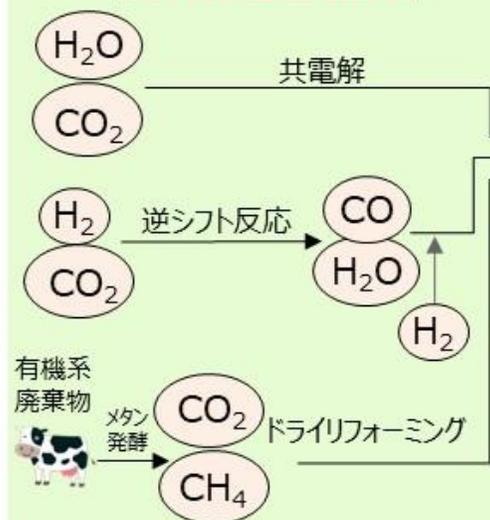
2022年度～2030年度（9年間）

事業イメージ

事業規模など

- 事業規模：約53億円
- 支援規模*：約36億円
- *インセンティブ額を含む。採択テーマの提案総額であり、今後の手続きにより変更の可能性あり。
- 補助率など：9/10→2/3→1/2（インセンティブ率10%）

原料調達（例）



グリーンLPガス事業

原料
 H_2
 CO

革新的プロセス（ラムネ触媒®）



グリーンLPガス
(C_3H_8 , C_4H_{10})



北海道大学（再委託先）

- ・ 触媒反応メカニズムの解明
- ・ 反応速度論解析を担当

静岡大学（再委託先）

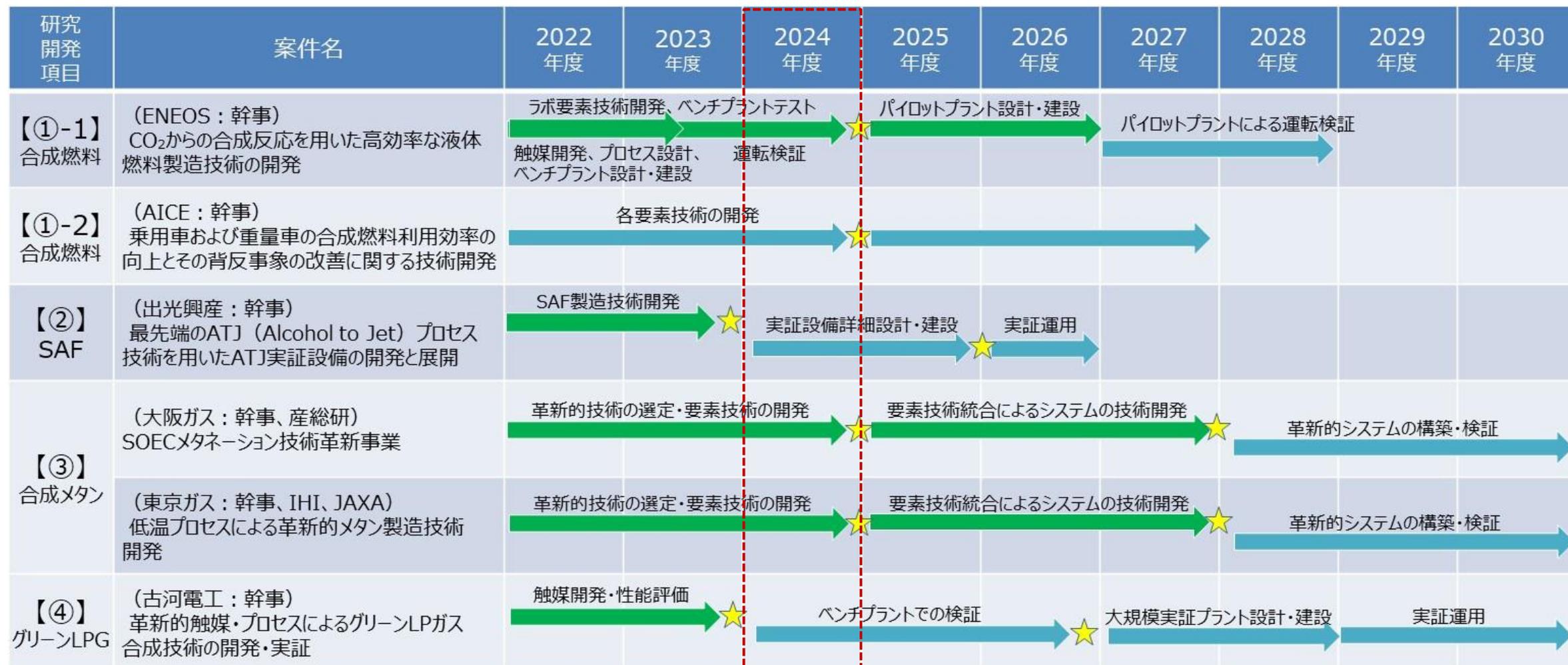
- ・ 高性能構造体触媒の作製と評価
- ・ 反応装置のエネルギー収支に関する検討

流通・消費



3. プロジェクトの実施スケジュール

- 2022年度から事業開始し、現在、要素技術研究および実証設備の設計・製作中、一部では運転検証開始。
- 2023年度に、2事業のステージゲート審査を実施（共に“継続”の判断）、2024年度は4事業のステージゲート審査予定。



★：ステージゲート

■：委託事業期間

■：助成事業期間

4. プロジェクト全体の進捗

- NEDO技術・社会実装推進委員会を現在までに4回開催し、**要素技術開発は、概ね計画通りに進捗していることを確認。今後のプラント等の実証では、予算工夫(資材費高騰対応等)と工期長期化(長納期化,人手不足対応等)への対応が必要。**
- 技術開発と並行して、**事業面でサプライチェーンの更なる具体化**（水素やCO₂の原料調達等）が必要との意見。

「技術面」

<実施企業等の主な取組状況>

「研究開発の進捗度」、「研究開発の見通し」等について

- 全案件とも2023年度に計画している基礎データ取得、原理検証、実証プラント設計等の研究開発に対する進捗度について、ほぼ計画通りに進捗している状況。
- ステージゲート審査を2023年度に2件（SAF、グリーンLPG）実施し、審査結果は、いずれも「継続」。2024年度は、残りの4件の審査を予定。
- 今後の実証設備建設等の工期に関しては、長納期化・人手不足等により長期化が見込まれる。



<NEDO委員会による主な意見>

- 順調な進捗を確認できたが、技術開発の**良い面だけでなく、リスクやその対策についても明らかに**して欲しい。
- 開発中の要素技術の**量産化技術開発**は、社会実装での高いハードルになる可能性があり、**早期より課題に取り組んで**頂きたい。
- 今後のプラント等での実証に向けては、予算・工程管理等をしっかりと行い、**実証期間確保を重点に計画を進めて**欲しい。また、実証では、**様々な要因によりトラブルが発生することも予想されるので、トラブル事象の想定・洗い出しとその対策案についても検討**頂きたい。

「事業面」

<実施企業等の主な取組状況>

「社会実装に向けた取組状況」、「ビジネスモデル」等について

- 既存の燃料インフラの活用、海外含む原料調達の適地検討など、燃料種の特徴を考慮したビジネスモデル検討が進行中。
- 事業化（標準化戦略）に向けて、経営企画・営業等の部門間の連携体制を構築し、事業化戦略検討中。



<NEDO委員会による主な意見>

- 製品の**ユーザーや用途**などを含めた**ビジネスモデルをできるだけ早い段階から検討し、技術開発と連携しながら進めて**欲しい。また、開発中の**要素技術に関し、製造・量産化**を見据えた製造プレイヤーとの**事業体制確立**も今後重要となる。
- 社会実装に向けての**リスクは原料確保**にある。供給適地の選定においては、**長期的な安定供給のリスク面も含めた検討**を進め、サプライチェーン構築に向けて、原料を確保する候補地やその供給ポテンシャルの分析を引き続き願います。

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：合成燃料の製造収率、利用技術向上に係る技術開発

<p>【①-1】 <u>CO₂からの合成反応を用いた高効率な液体燃料製造技術の開発</u></p> <p>・ ENEOS株式会社（幹事）</p>	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none">合成燃料製造触媒開発・評価では、FT合成触媒の改良レシピにおいて、種々の条件でCO転化率が向上されることを確認し、プロセス運転条件における触媒諸性能の違いなど詳細を確認中。また、アップグレーディングプロセスについて、触媒スクリーニング評価にてレシピを確定し、長期性能評価を実施中。合成燃料一貫製造運転検証では、EPCフェーズに移行し、機器納入・据付工事を開始。また、ベンチプラントのスタートアップに向けたチーム体制、運転要領書・手順書の作成等を開始。パイロットプラント設計・建設では、基本設計フェーズへ移行し、各種設計(プロセス・メカニカル・計装電気・配管・土建等)を実施中。プラント安全性確保のため、Pre-HAZOP (Hazard and Operability Studies) を工程毎に順次実施し、リスク要素を抽出。オフサイト設備構成を検討し、プラント設計ベースへ反映。液体燃料収率、合成燃料コスト評価では、CO₂サプライチェーンに関して、レポート等をベースに情報収集中。パイロットプラントフィージビリティスタディ結果に基づき、マテリアル・エネルギーバランス評価、合成燃料製造コストについて精査中。事業化に向けては、事業・販売戦略に向けた部門間の密な連携体制を構築し、カーボンニュートラル燃料を提供する事業の創出/拡大策を標準化戦略も含めて検討中。 <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none">FT合成触媒については、性能評価と設計へのフィードバックが明確になっており、商用化に向けて前進しているものと評価できる。ステージゲートでは、今回同様に具体的かつ定量的に到達すべき目標値を提示して貰い、状況を確認させて欲しい。順調にベンチプラント建設が進んでいる。ベンチプラントのスタートアップが難しい以外にも、スタートアップ後にも様々な要因によりトラブルが発生することも予想されるので、初めて導入する機器のトラブル（劣化等に起因するものを含む）対応策の事前検討など予期せぬ事象の洗い出しやその対策案についても是非検討し、安全に十分配慮し、次年度目標を達成して欲しい。資材調達や価格高騰がパイロプラント建設の納期、コストへの影響を懸念しているとのことだが、早め早めにNEDOに相談し、納期・コストへのインパクトを最小限に留めるようにして欲しい。水素やCO₂の調達コストは大きな課題であり、原料確保や供給ポテンシャルの分析を継続し、できるだけ早い段階でライフサイクルCO₂およびコストの分析結果を出して欲しい。また、CO₂削減量（割合）別に、合成燃料コストすなわち事業性を検討することも必要である。安価な「海外CO₂フリー水素やCO₂の調達」のサプライチェーン構築は、一社のみで検討する内容ではなく、日本としてどう取り組んでいくべきか、また、その中で事業者としては、どのような点において貢献していくのかについても、本事業外とはなるが検討・紹介願いたい。
---	--

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 1 : 合成燃料の製造収率、利用技術向上に係る技術開発

<p>【①-2】 <u>乗用車および重量車の合成燃料利用効率の向上とその背反事象の改善に関する技術開発</u></p> <p>・自動車用内燃機関技術研究組合（幹事）</p>	<p>取組状況</p> <ul style="list-style-type: none">・乗用車に関して、目標達成度評価用のベースモデル構築と、研究開発中の各技術の実機検証が進み、'24ステージゲート目標(CO₂排出量：1/4以上削減、排出ガス：現行ガソリン車とエミッション同等以下かつ貴金属1/4以上削減)の達成目途が得られた。・また、'27最終目標達成に向けて、各研究開発項目の目標割付変更と研究開発項目の追加を行った(NEDO委員会での審議・了承済み)。・重量車についても、実機での熱効率検証と排気後処理のベースモデルの構築を進めており、'24ステージゲート目標（正味熱効率：50%超、排出ガス：現行大型商用車とエミッション同等以下かつ貴金属量1/4以上削減）を達成できる見通しである。
	<p>委員からの助言</p> <ul style="list-style-type: none">・順調に開発が進んでいるが、電動パワートレインの損失低減技術の占める割合が非常に大きいので、早期に目処を立てて欲しい。・今回の研究の進捗により、より高精度な計算が可能になった点は評価できる。研究開発の進捗による新たな知見も取り入れ、最終目標となるCO₂半減のロードマップを検討頂きたい。・今後、実機装置での評価により具体的な課題が明確になるものと思われるが、実機装置での評価で判明した課題に対し解決の見通しを具体的に提示して頂きたい。・各研究開発項目の目標値について提案時からの履歴を残し、ステージゲート審査・最終審査で達成値を評価できるようにして欲しい。

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2：持続可能な航空燃料（SAF）製造に係る技術開発

<p>【②】 <u>最先端のATJ（Alcohol to Jet）プロセス技術を用いたATJ実証設備の開発と展開</u></p> <p>・ 出光興産株式会社（幹事）</p>	<p>取組状況</p> <ul style="list-style-type: none">◆ 競争力のあるATJ製造実証機の開発では、実証機（スケールアップ）に反映する技術課題を明確にした。・ 無水・含水エタノールを原料化するプロセス開発では、触媒に影響する不純物の種類と濃度を把握して、反応への影響を確認した。反応系での水分除去は検討結果により不要と確認し、コスト低減を抽出できた。・ エタノールからエチレンの収率向上では、ラボにおける分解反応試験の解析により設計に反映する目標収率達成のため反応条件を整理した。ラジアル反応器の設計図面/反応条件確定のため、CFD※にて偏流を最小限にする反応器のディメンジョンを検討し、設計に反映する条件を確定した。CFD※：反応・流動解析シミュレータ・ 副生廃水の処理技術確立では、排水処理フロー及び設備仕様の確定のため、廃水性状を把握し、廃水処理フロー及び設備仕様を確定した。・ エチレンからのジェット燃料収率では、実証機への反映に向け、CFDにて流動解析を実施した。又、反応解析と開発した反応シミュレータにて、目標収率達成の反応条件を見極めた。◆ 実証運転とSAF供給では、サプライチェーン構築における下準備、課題整理を完了した。・ 年産10万KL相当の安定生産・供給の実現では、1.エタノール供給会社より供給意思表明を獲得。2.CORSIA・ASTM認証取得準備を完了。3.国内第2世代エタノールのサンプル入手と分析の実施。4.事業拡張の計画立案・他事業での設備活用を検討。◆ 現状の課題と環境変化への対応・ ATJ 製造へ向けた技術開発の目的はついたが、コマーシャル規模での SAF 製造設備建設は世界でも前例がなく、プロセスの最適化、効率化に余地が残る状況にある。加えて昨今の国内建設業界の環境変化も踏まえると、さらなるプロセスの最適化が必須と判断している。
	<p>委員からの助言</p> <ul style="list-style-type: none">・ 含水率が高い低品位エタノールを原料とするSAF製造の技術的優位性が明確であり、製造技術の開発・実証課題にも具体性がある。・ 技術開発は目標に沿って順調に進んでおり、早い段階でライフサイクルCO₂およびコストの分析結果を出して頂きたい。・ 設定されているKPIに対して、個別の研究開発の進捗に致命的な遅れなく開発が進んでいるものと理解している。フルサイズになった場合の性能低下抑制のためにも、検討されている技術課題の対応を願いたい。・ プラント建設前に、投入エネルギー量、外部投入エネルギー量、産出エネルギー量などを確認したい。・ 含水エタノールの利用は原料調達コストの低減に繋がるものの、プロセスにおける脱水工程の負荷増加とトレードオフな関係にあると思うので、FEED結果後に、仕上りのSAF価格に与える影響や競争力強化への意味付けも含めて改めて説明頂きたい。FEEDにおいては、将来の商用スケールへのスケールアップファクターを詳細検討し、最適なプロセス及びスケールで設計頂きたい。・ 現状ではブラジルのサトウキビが主なターゲットという点は様々な観点で妥当とは考えるが、一国に調達先が集中することで将来的なリスクも考えられると思うので、事業の成長や将来リスクを見据えながら第2世代も含めた原料調達の可能性を今後も検討すると良いと思う。・ 資材高騰・工期長期化等の厳しいEPC環境は把握・認識しており、本事業の責に依るものではないが、限られた時間の中で判断に資する各検討を迅速且つ精緻に実施頂きたい。

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3：合成メタン製造に係わる革新的技術開発（1/2）

<p>【③】 SOECメタネーション技術革新事業</p> <p>・大阪ガス株式会社（幹事） ・国立研究開発法人産業技術総合研究所</p>	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none">SOECセル要素技術開発について、中間層の低抵抗化および酸素発生極の合成法が完成。水素発生極の共電解反応数理モデル構築を実施中（産総研）SOEC電解の開発について、セルおよびスタックの性能確認・課題抽出を行い、大面積セル設計を進めると共に電解装置の基本設計を完了。水蒸気電解装置・電解ユニット（ホットモジュール：スタックを内蔵した断熱構造体）の概念図一次案を策定。（大阪ガス）ガス合成反応制御技術の開発について、ラボ耐久試験の候補触媒選定終了。増熱成分合成での各手法の触媒組成選定。（大阪ガス）システム構成最適化・熱有効利用技術の開発について、水蒸気電解ベンチスケール試験向け統合システム基本設計完了。共電解SOECメタネーションのPFDを作成。（大阪ガス）SOECメタネーション技術の小規模試験について、原理試作機の製作完了。（大阪ガス）事業化に向けては、研究開発から事業化まで一体的に推進できる部門間連携可能な社内体制を構築。合成メタンの国際産業への発展と競争優位性確保に向けた標準化戦略を検討するとともに、ステークホルダーと共に社会実装に向けた検討を実施中。（大阪ガス） <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none">電解ユニットの具体的なイメージ（規模、サイズ）が明確になってきたことは高く評価できる。スタックの量産技術開発は社会実装の高いハードルになるかもしれない。早期に課題に取り組んで頂きたい。DSS運転だと確かに安価となるが、生産量は少なくなる。年間を通じて、天候を考慮して、DSS運転をした場合、事業として成立するか、検討頂きたい。また、SOECの起動停止による性能や寿命への技術的な影響は十分検証するようお願いしたい。できるだけ早い段階で、ライフサイクルCO₂およびコストの分析結果を出して頂きたい。CO₂(と水素)の調達に関するサプライチェーンが今ひとつ不明確である。優れた技術であるだけに、技術開発だけできたということにならないように、さらなる取り組みが必要である。
--	--

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3：合成メタン製造に係わる革新的技術開発（2/2）

<p>【③】 低温プロセスによる革新的メタン製造技術開発</p> <ul style="list-style-type: none">東京ガス株式会社（幹事）株式会社IHI国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none">ハイブリッドサバティエ技術について、考案したハイブリッドサバティエ用水電解セル試験にて、熱中立電圧以下での水電解性能を確認。量産化に向けた水電解セル仕様の評価に着手。 改良したメタネーション触媒の耐久性試験にて触媒の安定した性能特性を確認した。 今後、実験とシミュレーション結果からデバイスの更なる改良を推進する。（JAXA）PEMCO₂還元技術について、評価装置等の製作を完了し、各種性能試験及び耐久試験を実施中。メタン生成のファラデー効率の向上を図るため触媒構成ほか最適化検討を行う。（東京ガス）スケールアップ開発について、将来の社会実装規模を想定し、スケールアップ時における課題を抽出し、大型化に適したレイアウトを検討開始。（IHI）事業化に向けては、専門部署や複数チームを設置し、国内外のサプライチェーン構築について検討中。（東京ガス、IHI） <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none">ハイブリッドサバティエ技術について、水電解セルの量産化に向けた課題の抽出とその対応策についての検討もお願いしたい。また、ハイブリッドサバティエ技術の開発を通じて培う技術や成果は、可能な限りPEMCO₂還元技術に積極的に取り入れて開発を進めて頂きたい。PEMCO₂還元技術について、TRLはどのレベルにあるか厳密に評価しながら、実用化までの課題を整理頂きたい。耐久性の観点からの評価もお願いしたい。スケールアップ（基本ユニットのスケール決定＋ナンバリングアップによる大規模化）について、リスクの洗い出しと必要に応じた計画の見直しをお願いしたい。ハイブリッドサバティエ技術とPEMCO₂還元技術からのオフガス酸素の活用について、経済性ある適用の可能性はあるのか検討して頂きたい。できるだけ早い段階で、ライフサイクルCO₂およびコストの分析結果を出して頂きたい。事業が成立する候補ユーザー（仮でも良い）を具体的に挙げていただくと、BRLの位置づけが明確になるので、検討状況を纏めて頂きたい。原料となるCO₂の調達を実現するための取り組み強化が必要。また製品の使用後の回収を通じた循環利用の可能性などについて、引き続き検討頂きたい。
--	---

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4：化石燃料によらないグリーンなLPガス合成技術の開発

<p>【④】 <u>革新的触媒・プロセスによるグリーンLPガス合成技術の開発・実証</u></p> <p>・ 古河電気工業株式会社（幹事）</p>	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none">触媒の開発と性能評価について、CO/H₂から、グリーンLPガスを生成率50C-mol%以上で合成可能な触媒を開発できた。また、CO/H₂をバイオガスから得て合成する場合でも、生成率50% C-mol以上となった。開発触媒の寿命は約3か月となり、量産化の目途が立ち、実用化の見通しを得た。合成プロセスの開発について、ベンチ実証プラントの概念設計を行った。開発触媒性能でのシミュレーションにて、「CO/H₂から直接グリーンLPガスを合成する場合」、「CO/H₂をバイオガスから得てグリーンLPガスを合成する場合」のいずれでも生成率50C-mol%以上であることを確認した。社会実装に向けて、ベンチ実証のサプライチェーンについて、自治体と、原料(バイオガス)供給とベンチ実証プラントの設置場所を合意した。既存ロジスティクスを利用したグリーンLPガスの流通に関し、LPガス販売会社との協議を開始した。
	<p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none">触媒寿命について、今後、更にどのように長期化するのか示して頂きたい。ベンチ実証について、大規模実証が見通せるベンチスケールとして、コストダウンと共に更なるプロセスの最適化（マテリアルバランス・エネルギーバランス・エネルギー効率・LC-CO₂等）を図って頂きたい。大規模実証について、CO₂排出量（電力・重油使用量や搬入時のエネルギー消費など）を削減できる設計を行い、国際的な基準でのGHG評価を実施して頂きたい。事業化検討について、LPガスの需要見通しと地域供給・サプライチェーンの検討に関する取組みを加速して欲しい。生産量とコストについて、事業ベースで推算できるように検討を進めてもらいたい。エネルギー効率の向上が、事業収支の向上につながると考える。未利用のバイオガスは、国内外で都市ガスの低炭素化やグリーン水素原料でも有用でニーズが高い。早期且つ規模感を持った確保を進めて頂きたい。今回の実証の原料は家畜ふん尿由来のバイオガスであるが、大きく集約されている汚泥等も検討頂きたい。

6. プロジェクトを取り巻く環境

- **合成燃料、SAFは世界的に技術開発が活発。合成メタン、グリーンLPGは革新的な技術開発で日本が先行。**
- 欧米を中心とした車の内燃機関（エンジン）の将来規制強化・電動化推進の中、足元のEV販売鈍化に伴い、車メーカーの完全EV化計画見直し（後倒し）の動きあり。今後も規制・車メーカーの動向は注視が必要。
- カーボンニュートラル燃料では、CO₂削減価値やCO₂排出カウント方法に関する考え方・ルールの整備が必要。国際的な議論・検討が進み始めており、引き続き、動向は注視が必要。

国際的な技術開発動向

合成燃料	欧州系OEM、石油会社、新興企業等はコンソーシアムを形成して実証試験を進めているが、一部、投資環境の悪化を背景にスケジュールが遅れている事例も出てきており、製造技術のデファクトは未だ定まっていない。
SAF	バイオマス原料を用いた技術開発が先行。技術成熟度、原料制約を踏まえた供給ポテンシャルの観点では、HEFA → ATJおよびFT → PtLの順で移行すると見られている。
合成メタン	欧州中心にサバティエ反応を利用した技術開発の取組あり。革新的技術開発は、日本が先行。
グリーンLPG	バイオ燃料の副産物としてのLPG生産が、欧州のバイオ燃料製造プレイヤー中心に先行。ただし、副産物系LPGは、2050年需要に見合うグリーンLPG供給量は見込まれず、日本が先行しているグリーンLPG合成技術開発が必要。

社会・国際情勢

合成燃料	【EU】'23年3月、温暖化ガス排出をゼロとみなす合成燃料を利用する場合に限り、'35年以降も内燃機関車の新車販売を容認する方針表明。 【G7気候・エネルギー・環境相会合】'23年4月、G7各国が保有する自動車から出るCO ₂ を'35年までに少なくとも'00年比半減する共同声明。 【車メーカー】欧州メーカー中心に、完全EV化時期の見直し（後ろ倒し）公表。
SAF	'22年10月、ICAOにおいて“CORISIAのベースラインの見直し”が採択（「'24年から'19年GHG排出量85%以下の義務化」）

7. NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況

● 連携強化の取組

➤ 分野内での連携：「合成燃料分野」

GI基金事業と交付金事業（先行的に既存の合成燃料の性状を分析）の連携・情報共有の場としてNEDOに「燃料製造と利用技術の連携連絡会」を設置。自動車燃料利用における合成燃料に関する技術的な議論中。

・計3回開催（第1回:2023年5月16日、第2回:2023年10月6日、第3回:2024年3月29日）

➤ 分野間での連携：「CO₂分離回収分野」との連携

サプライチェーンでの上流と下流の技術的な議論・交流を進めるため、GI基金事業「CO₂分離・回収」PJと「CO₂等よりの燃料製造技術開発」PJの連携・情報共有の場をNEDOに設置。

・計2回開催（第1回:2023年9月22日、第2回:2023年12月7日）

● 情報共有の取組「協議会活動」

経済産業省や業界団体が主催する官民協議会等への委員やオブザーバー参加を通じ、GI基金事業の取組をPRするとともに、プロジェクトを取り巻く課題や政策動向について情報把握し、実施企業等に共有。

- ・合成燃料（e-fuel）の導入促進に向けた官民協議会
- ・SAF導入促進官民協議会、航空分野におけるCO₂削減取組に関する調査検討委員会
- ・メタネーション推進官民協議会
- ・グリーンLPガス推進官民検討会

● 認知度・社会受容性の向上に向けた取組

脱炭素燃料の利用に関する社会受容性や認知度向上に向けて、雑誌投稿、講演、成果報告会開催等で情報発信。

例. METI記者会ブリーフィング（2024年9月24日）、合成メタンに関する革新的メタネーション技術シンポジウム(2024年11月13日、聴講者1,000名超)



<燃料製造と利用技術の連携連絡会の様子>



<「CO₂分離・回収」PJと「CO₂等よりの燃料製造技術開発」PJの連携検討会の様子>

(参考1) 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

約 9,793億円

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 合成燃料の製造収率、利用技術向上に係る技術開発	約 603億円	約 576億円
研究開発項目 2 持続可能な航空燃料（SAF）製造に係る技術開発	約 384億円	約 292億円
研究開発項目 3 合成メタン製造に係わる革新的技術開発	約 296億円	約 242億円
研究開発項目 4 化石燃料によらないグリーンなLPガス合成技術の開発	約 53億円	約 36億円

(参考 2-1) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 1 : 合成燃料の製造収率、利用技術向上に係る技術開発

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

【①-1】
CO₂からの合成反応を用いた高効率な
液体燃料製造技術の開発

・ ENEOS株式会社 (幹事)

✓ パイロットプラントでの液体燃料収率80%の達成

実施内容

マイルストーン

①合成燃料製造プロセス開発

- (1) 合成燃料製造プロセス設計・選定
 - ・合成ガス製造/FT合成/アップグレーディングプロセス設計・選定(2022年度)
 - ・合成燃料製造プロセス基本設計(液体燃料収率80%)(2024年度)
- (2) 合成燃料製造触媒開発・評価
 - ・高性能FT触媒の開発、アップグレーディング運転最適条件抽出、反応予測モデル構築(2023年度)
- (3) 合成燃料一貫製造運転検証
 - ・ベンチプラント設計・建設完了(2023年度)
 - ・合成原油の一貫製造、ガス分離プロセス評価、合成燃料の性状評価(2024年度)

②合成燃料製造プラント運転検証

- (1) パイロットプラント設計・建設
 - ・液体燃料収率80%を満たすパイロットプラントの設計・建設完了(2026年度)
- (2) 合成燃料製造プロセスのプラント運転検証
 - ・合成ガス製造工程およびFT合成工程のパイロットプラント性能実証(2028年)
- (3) 液体燃料収率、合成燃料コスト評価
 - ・液体燃料収率80%の達成、マテリアル・エネルギーバランス評価と合成燃料コスト評価(2028年度)

(参考 2-2) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 1 : 合成燃料の製造収率、利用技術向上に係る技術開発

テーマ名・事業者名

【①-2】
乗用車および重量車の合成燃料利用
効率の向上とその背反事象の改善に
関する技術開発

・自動車用内燃機関技術研究組合
(幹事)

アウトプット目標

- ✓ 乗用車：現行HEVに対して燃費を2倍以上（TtW CO₂を1/2以上削減）にする。
- ✓ 重量車：熱効率55%超、CO₂排出量1/4以上減を達成する。

実施内容

- ①乗用車のTtW CO₂削減技術の開発
- ・エンジンの最高熱効率向上技術
 - ・実走行時の平均熱効率向上技術
 - ・車両効率向上技術
 - ・高効率過給リーンエンジンへ適用可能な革新的排気後処理技術

- ②重量車のTtW CO₂削減技術の開発
- ・エンジンの最高熱効率向上技術
 - ・実走行時の平均熱効率向上技術
 - ・車両効率向上技術
 - ・高効率ディーゼルエンジンへ適用可能な革新的排気後処理技術

- ③目標達成度評価のためのエンジン・車両
モデルの開発
- ・乗用車モデル
 - ・重量車モデル
 - ・HINOCA 3D-CFDエンジンモデル

マイルストーン

- ・内燃機関効率：CO₂排出量 1/4以上削減
排出ガス改善：現行ガソリン車比排気レベル同等以下(貴金属量は現行より1/4削減) (2024年度)
- ・内燃機関効率：CO₂排出量 1/2以上削減
排出ガス改善：2030年相当の排ガス規制達成(RDE含む) (2027年度)
- ・内燃機関効率：熱効率50%超
排出ガス改善：現行大型商用車比排気レベル同等以下(貴金属量は現行より1/4削減) (2024年度)
- ・内燃機関効率：熱効率55%超(CO₂排出量 1/4以上削減)
排出ガス改善：2030年相当の排ガス規制達成(RDE含む) (2027年度)
- ・ベースモデル構築(HEVおよび大型商用車) (2025年度)
- ・研究成果の実証&組合せ効果推定 (2027年度)

(参考 2-3) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 2 : 持続可能な航空燃料 (SAF) 製造に係る技術開発

テーマ名・事業者名

【②】
最先端のATJ (Alcohol to Jet)
プロセス技術を用いたATJ実証設備の
開発と展開

・出光興産株式会社 (幹事)

アウトプット目標

- ✓ 2026年までの航空機への燃料搭載を目指し、製造技術 (ASTMD7566 Annex5 ATJの品質保証) を確立
- ✓ 液体ニートSAF燃料収率50%以上 (炭化水素基準wt%) 且つ製造コスト100円台/Lを実現

実施内容

①無水・含水エタノールを原料化するプロセス
開発、及び反応系での水分除去

②エタノールからエチレンの収率向上、及び副
生廃水の処理技術確立

③エチレンからのジェット燃料油の収率向上

④安定生産方法の確立とサプライチェーンの
構築

マイルストーン

- ・100%含水エタノールの原料化達成2年連続運転 (触媒不純物耐性)
- ・反応系での含水エタノール処理実現
(いずれも2023年度)

- ・エタノールからのエチレン収率98%以上 (炭化水素基準wt%)
- ・実証機規模での廃水処理実現
(いずれも2023年度)

- ・エチレンからのジェット燃料率90%以上 (炭化水素基準wt%)
(2023年度)

- ・年産10万KL相当の安定生産・供給の実現
(2026年度)

(参考 2-4) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 3 : 合成メタン製造に係わる革新的技術開発

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

【③】
SOECメタネーション技術革新事業

- ・大阪ガス株式会社（幹事）
- ・国立研究開発法人
産業技術総合研究所

✓ 2030年度までに、総合的エネルギー変換効率が80%を上回る合成メタン製造が見通せる革新的なSOECメタネーション技術（実証事業への移行が可能な水準）を実現

実施内容

- ①革新的要素技術開発（大阪ガス）
- ・高温電解セルスタック・電解装置の開発
 - ・ガス合成反応制御技術の開発
 - ・システム構成最適化・熱有効利用技術の開発

- ②システム技術開発・検証（大阪ガス）
- ・SOECメタネーション技術の小規模試験

- ③高温電解・ガス合成制御等
高度基盤技術研究（産総研）
- ・界面制御基盤技術開発
 - ・耐久性向上基盤技術開発
 - ・先端分析・解析、予測モデル構築

マイルストーン

- ・ベンチスケール装置搭載技術の仕様設計完了（2024年度）
- ・パイロットスケール装置向け搭載技術の仕様設計完了（2027年度）
- ・次期実証向け搭載技術の仕様・構成の概念設計完了（2030年度）

- ・ラボスケール試験結果と理論的検証による総合エネルギー変換効率60%以上の実現可能性の確認（2024年）
- ・ベンチスケール試験結果と理論的検証による総合エネルギー変換効率60%以上の確認（2027年）
- ・総合エネルギー変換効率80%を見通せる水準をパイロットスケール試験にて確認（2030年）

- ・界面制御技術のパイロットスケール向け要素技術への反映（2024年）
- ・耐久性向上技術の次期実証向け要素技術への反映（2027年）
- ・高温電解・ガス合成の高度解析・予測基盤技術確立（2030年）

(参考 2-5) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 3 : 合成メタン製造に係わる革新的技術開発

テーマ名・事業者名

【③】
低温プロセスによる革新的メタン製造
技術開発

- ・東京ガス株式会社（幹事）
- ・株式会社IHI
- ・国立研究開発法人
宇宙航空研究開発機構（JAXA）

アウトプット目標

- ✓ 10 Nm³/h規模の合成メタン製造に係る一連のプロセスの総合的なエネルギー変換効率（補機損込）について、既存技術を上回る効率（60%-65%、補機損込）を目指す。

実施内容

①ハイブリッドサバティエ技術（JAXA）

②PEMCO₂還元技術（東京ガス）

③スケールアップ開発（IHI）

マイルストーン

- ・エネルギー変換効率(補器損分は未考慮) : 75%の達成（2024年度）
- ・エネルギー変換効率(1 Nm³/h機、補器損込) : 65%の達成（2027年度）
- ・エネルギー変換効率(10 Nm³/h機、補器損込) : 65%の達成（2030年度）

- ・エネルギー変換効率(補器損分は未考慮) : 62%の達成（2024年度）
- ・エネルギー変換効率(1 Nm³/h機、補器損込) : 60%の達成（2027年度）
- ・エネルギー変換効率(10 Nm³/h機、補器損込) : 60%の達成（2030年度）

- ・ベンチスケール機の仕様決定（2024年度）
- ・小規模実証機の仕様決定、ベース技術評価の完了（2027年度）
- ・各革新的技術の仕様確定（2030年度）

(参考 2-6) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 4 : 化石燃料によらないグリーンなLPガス合成技術の開発

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

【④】
革新的触媒・プロセスによるグリーン
LPガス合成技術の開発・実証

・ 古河電気工業株式会社（幹事）

✓ LPガスの生成率 50 C-mol%以上となる合成技術を確立し、1,000 ton/年製造する体制を構築する。

実施内容

マイルストーン

①触媒の開発と性能評価

LPガス生成率 50 C-mol%以上を実現する触媒を開発（2023年度）

②グリーンLPガス合成プロセスの開発

水素と一酸化炭素からグリーンLPガスを製造するプロセスの概念設計の完了（2026年度）

③社会実装に向けた実証試験

グリーンLPガスを1,000 ton/年製造する体制を構築（2030年度）