

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

2023年度 WG報告資料

2023年 6 月29日

環境部、省エネルギー部、新エネルギー部

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。

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

- ・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。

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

- ・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。

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>

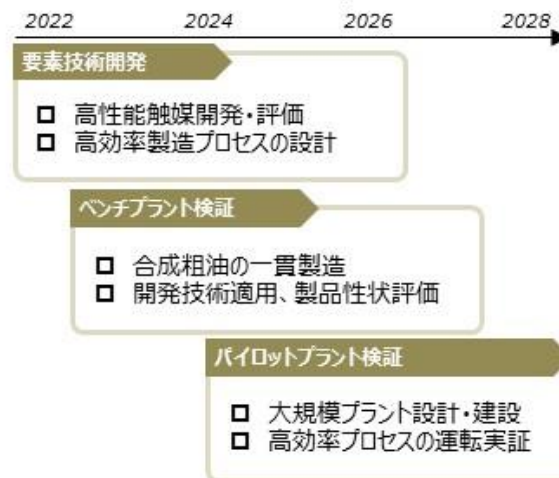


出典：ENEOS株式会社

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、

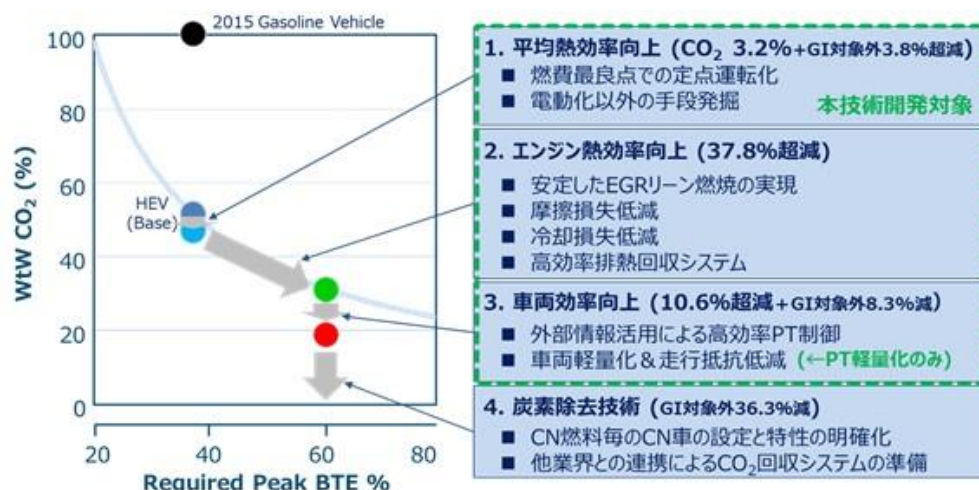
- 現行HEVに対して、走行中に発生するCO₂排出量 (Tank-to-Wheel [TtW] CO₂) を2分の1以上削減するための要素技術として、HEV用ガソリンエンジンの熱効率向上技術、車両走行時の平均熱効率向上技術、車両効率向上技術、革新的排気後処理技術を開発する。
- 現行の大型商用車に対して、最高熱効率55%超、TtW CO₂排出量を4分の1以上削減するための要素技術として、大型商用車用ディーゼルエンジンの熱効率向上技術、車両走行時の平均熱効率向上技術、車両効率向上技術、革新的排気後処理技術を開発する。

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

事業イメージ



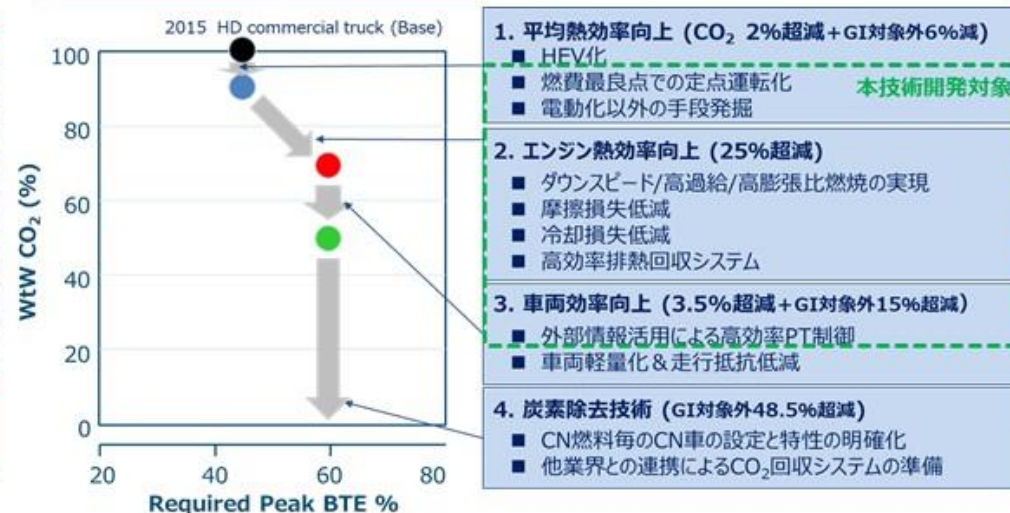
出典：自動車用内燃機関技術研究組合

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



(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、エタノールからのニートSAF*収率50%以上かつ製造コスト100円台/Lを実現する。
*ニート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】



【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⁾ 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		

出展：出光興産株式会社

(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

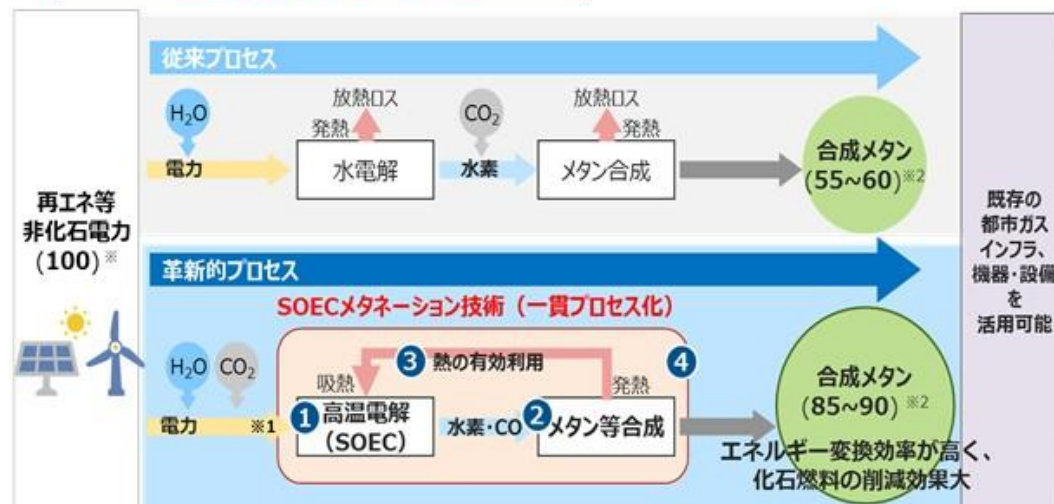
大阪ガス株式会社

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・ベンチスケール向け要素技術開発	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	3 システム構成最適化・熱有効利用技術の開発 スケール向け要素技術開発	次期実証事業
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 SOECスタック・ガス合成・熱有効利用	5 SOECメタネーション技術の中規模試験 ベンチスケール試験	6 SOECメタネーション技術の大規模試験 パイロットスケール試験	社会実装

(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

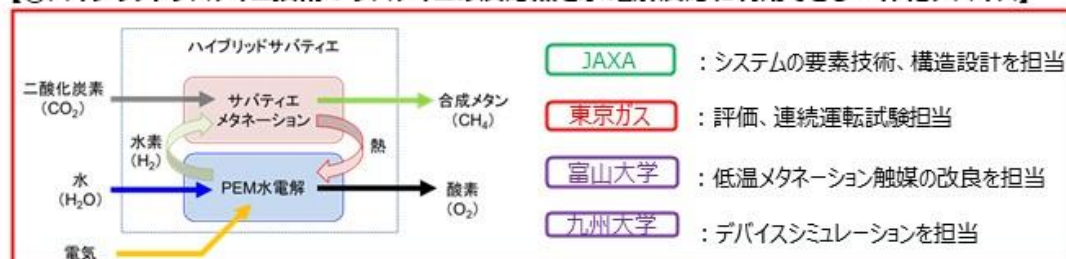
東京ガス株式会社、株式会社IHI、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）

事業期間

2022年度～2030年度（9年間）

事業イメージ

【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】



【②PEMCO₂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】



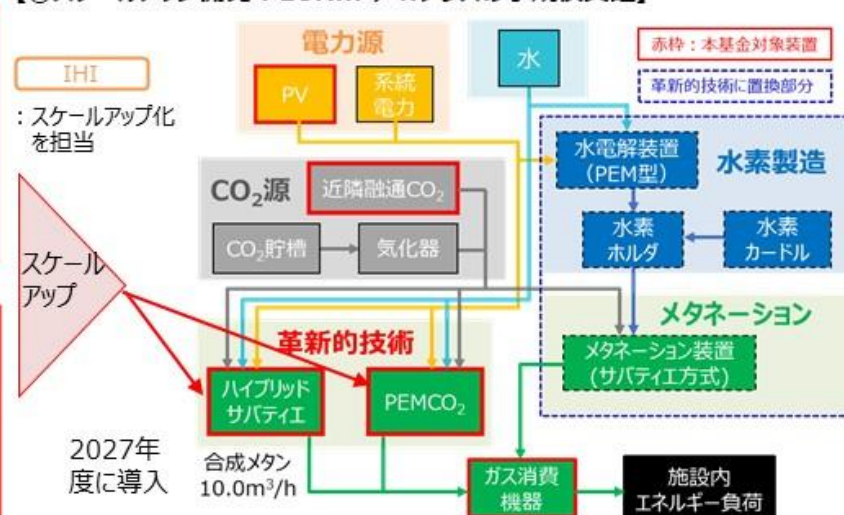
事業規模など

- 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%）

【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

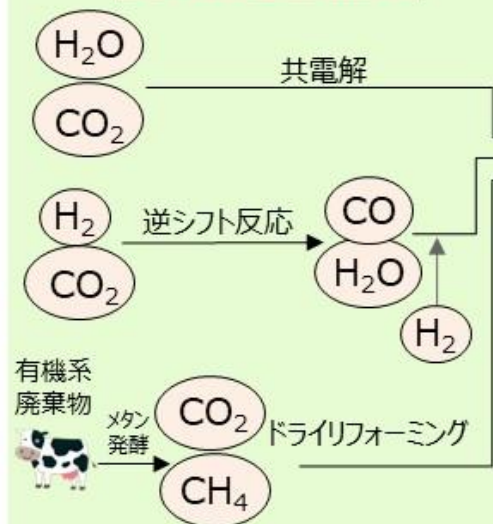
2022年度～2030年度（9年間）

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

H₂

CO

革新的プロセス（ラムネ触媒®）



グリーンLPガス

(C₃H₈、C₄H₁₀)



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・製作準備中。
- 2023年度以降、実証事業に移行するタイミング等で事業継続の判断を行うステージゲート審査を実施予定。

研究 開発 項目	案件名	2022 年度	2023 年度	2024 年度	2025 年度	2026 年度	2027 年度	2028 年度	2029 年度	2030 年度	
【①-1】 合成燃料	(ENEOS：幹事) 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	ラボ要素技術開発、ベンチプラントテスト 触媒開発、プロセス設計、 ベンチプラント設計・建設			★	パイロットプラント設計・建設		パイロットプラントによる運転検証			
【①-2】 合成燃料	(AICE：幹事) 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	各要素技術の開発			★						
【②】 SAF	(出光興産：幹事) 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	SAF製造技術開発		★	実証設備詳細設計・建設		★	実証運用			
【③】 合成メタン	(大阪ガス：幹事、産総研) SOECメタネーション技術革新事業	革新的技術の選定・要素技術の開発			★	要素技術統合によるシステムの技術開発			★	革新的システムの構築・検証	
	(東京ガス：幹事、IHI、JAXA) 低温プロセスによる革新的メタン製造技術 開発	革新的技術の選定・要素技術の開発			★	要素技術統合によるシステムの技術開発			★	革新的システムの構築・検証	
【④】 グリーンLPG	(古河電工：幹事) 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	触媒開発・性能評価		★	ベンチプラントでの検証		★	大規模実証プラント設計・建設		実証運用	

★：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

- 本年2月にNEDO技術・社会実装推進委員会を開催し、プロジェクト全体は概ね計画通りに進捗していることを確認。
- 今後、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＞

＜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

- 6案件とも2022年度に計画していた基礎データ取得、原理検証等の研究開発に対する進捗度について、ほぼ達成できている状況。
- 2023年度には、②SAF、④グリーンLPGについて、実施計画中予定通りにステージゲート審査を実施予定。



- 順調な進捗を確認できたが、まだ技術的な検討項目が多く残るもの、高い目標値のクリアが必要となる案件があり、モニタリング時の進捗度の判定が今後より重要となる。
- 実施企業等の先行知見、保有技術を活かしたものであるが、国際的な技術開発が活発化しており、今後の達成度の評価ではグローバルベンチマークの提示があるとよい。

「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

- 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。



- 水素やCO₂の原料調達をどうするか、どの市場を狙うか、といったサプライチェーン全体の設計がまだ明確ではない印象。事業化を目指すには事業の絵姿からのバックキャストが重要であり、現実感を欠かないよう設計を進めてほしい。
- 開発した技術による製品が、国際的にカーボンニュートラル燃料として認定されることが大事。常に世界動向をみることが重要。

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

【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> ・ENEOS株式会社（幹事）	<u>取組状況</u> - 要素技術の開発・評価について、FT触媒改良では、従来技術からの活性向上を確認。FTリアクター設計では、流動反応モデルを用いて、効率よく反応が進む運転条件を見出した。 - ベンチプラント実証準備について、FSにて目標達成に向けたプロセス設計を実施し、プロットプランを策定した。 - パイロットプラント実証準備について、プレFSにて、商業機を念頭にしたプロセス設計を実施し、機器設計へ順次反映中。 - 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。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開始。 <u>委員からの助言</u> 「液体燃料収率目標」に関する進捗状況が分かり難い。ワンパス転化率など、数値で示せるものは、定量的に提示して欲しい。 - 半導体不足や資材高騰などが実証設備の建設に影響を及ぼす懸念が示されている。前もって十分に関係機関との調整を図り、遅滞せず進めて欲しい。 - 大型モビリティは、BEV代替が困難な領域であり、燃料種により更なるエンジン高効率化の可能性がある。燃料利用技術の事業者との更なる連携を期待する。 → 交付金事業含めた関連事業者の連携連絡会を設置し、5/16に第1回連携連絡会を開催した。今後も継続的に活動を進める。 - 合成燃料がカーボンニュートラル燃料として認定されることが大事。常に世界動向をウォッチすること、関係機関と強く連携することが重要である。
【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> ・自動車用内燃機関技術研究組合（幹事）	<u>取組状況</u> - 達成度を評価するためのエンジン・車両モデルを構築し、ステージゲート目標の達成見込みを得るためのコンセプトスタディ(シミュレーション)を実施した。 - 熱効率向上およびCO₂低減に関して、乗用車・重量車ともに、現在計画されているアイテムの組合せによりステージゲート目標の達成見込みを確認した。今後は単気筒エンジン実験等による効果検証を進める。 <u>委員からの助言</u> 2027年最終目標に届きそうにないところをどうやって埋めるのかを見通しや計画を今後示して欲しい。 - シミュレーションの精度は、それぞれの要素技術に対し幅があるので、目標値に対する到達度としての下限と上限などが出てくる。今後、その点が分かるように整理して欲しい。 - 合成燃料製造技術開発との連携を深めて欲しい。 → 交付金事業含めた関連事業者の連携連絡会を設置し、5/16に第1回連携連絡会を開催した。今後も継続的に活動を進める。

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：持続可能な航空燃料（SAF）製造に係る技術開発

【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> ・ 出光興産株式会社（幹事）	<u>取組状況</u> - 研究開発段階で得られた技術の蓄積、標準化、SAF大型実証規模プラントの設計・建設においては、1.エタノール脱水反応における水分希釈によるコーキング抑制効果データより、最適な反応条件の選定を実施し、2. ベンチプラントの反応実験の結果から、重合反応におけるキーフクターを同定した。 3Dモデル流動解析等による反応器設計、反応条件解析とプロセス構築、運転制御システムの開発においては、3Dモデル解析前提を構築し、触媒テストベンチプラント設計を完了した。 - サプライチェーン構築では、1.ブラジル、米国などのエタノール調達先の多様化・多角化について調査を実施、2. エタノール調達のグローバル調査の結果から原料安定調達の重要性を確認し、エタノールサプライチェーン構築検討を実施、3. 国内航空会社とのSAFTレサビリティについて方向性の策定を実施した。 <u>委員からの助言</u> - 高い数値目標（エタノールからのエチレン収率98%以上、エチレンからのジェット燃料率 90% 以上）を掲げ順調に進展していると思われるが、今後反応器設計という高いハードルがある。シミュレーション活用を考慮しているが、目標値をクリアできない課題が発生した場合の解決法・体制を考えること。 - 原料からのジェット燃料率を高める研究とともに、外部エネルギー投入を削減する研究も行うこと。 - 低濃度エタノールでの原料化で期待する収率が得られなかったときにどうするのか、対応策やバックアップの計画を示すこと。 - KPIに対し、達成に向けた年度単位目標（可能な限り具体的、定量的に）を設定し、モニタリング時の進捗状況把握をより分かり易くする工夫を行って欲しい。 - 早期のエタノールサプライチェーン確立に積極的に取り組むこと。 - ステージゲート前に、コスト分析、（外部エネルギー投入を含めた）エネルギー収支分析、LCGHG分析を示すこと。 - コモディティー商品であるエタノールに、SAFという新たな消費先が生まれる事で価格の上昇が想定できる。原料供給（さとうきびやコーン等）を拡大させるため、権益取得に留まらずプランテーションの拡大、第二世代エタノールの調達への対応は必要と考える。 - 第二世代エタノールの原料化達成はハードルが高いと印象を持った。確保すべき原料の量は第一世代エタノールだけで十分のようだが、標準化の取り組みとしては第二世代エタノールの原料化も必要であると思うのでステージゲートでは取り組み状況の説明を求める。 →実施者には、各委員からの指摘、助言を踏まえて今年度後半に予定されるステージゲートに臨むように申し入れ。
--	---

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）

【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	<u>取組状況</u> ・ SOECセル要素技術開発について、材料調製条件選定、基礎データを取得。（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、大面積セル設計および電解装置の基本設計を完了。（大阪ガス） ・ ガス合成反応制御技術の開発について、電解出口ガスでの自社開発触媒評価向け反応試験装置準備中。増熱成分合成での各手法の触媒/担体モデルの構築、触媒基本設計・選定や、反応器の基本設計を実施。（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、SOECとガス合成統合機のプロトタイプ設計を完了。（大阪ガス） ・ SOECメタネーション技術の小規模試験について、原理試作機の基本設計を完了。（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開始。（大阪ガス） <u>委員からの助言</u> ・ 要素技術開発は、技術優位性を確認する重要なステップであり、引き続き、設計・製作・試験に注力して欲しい。 ・ ステージゲートに向けては、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欲しい。 ・ カーボンニュートラル燃料としては、メタン＋水素などの混合利用も想定される。多様な燃料に対する燃焼技術の適用性を検証することも重要。 ・ 原料となるCO₂等のコストが事業化および事業継続に大きく影響するため、コスト評価を多方面から行うことが望ましい。 ・ 物価高騰等に伴う状況の変化が事業全体に与える影響についてもリスク管理の観点で検討が必要（例、事業成立のためのグリーン電力価格、CO₂価格の検討など） ・ 原料確保の見通しや将来の不確実性を含めたシステムとしての成立させるためのシナリオを早めに描いて欲しい。
--	---

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3：合成メタン製造に係わる革新的技術開発（2/2）

【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）	<u>取組状況</u> ・ ハイブリッドサバティエ技術について、評価インフラを構築し、デバイス製作、新規構造水電解セルの試作・評価を開始。合わせて、メタネーション触媒の耐久性向上に向けた課題抽出を進めた。（JAXA） ・ PEMCO₂還元技術について、評価インフラを構築し、要素セル試験にてメタン生成および条件制御によるファラデー効率向上を確認。（東京ガス） ・ スケールアップ開発について、ベンチスケール機の仕様決定に向け、スケールアップ時の課題抽出に着手し、システムフローの設計検討を開始。（IHI） ・ 事業化に向けては、専門部署や複数チームの設置。また、国際標準化戦略担当部署の設置および責任者の指名を行い、社内関係部が一体となって事業推進できる体制と、外部組織と連携する体制も構築し、事業化検討を開始。（東京ガス、IHI）
	<u>委員からの助言</u> ・ ハイブリッドサバティエ技術について、高い目標であるが、最低限達成できる効率をもとに、課題解決の手順を整理していただくの実現性を評価できる。 ・ 各要素技術についての目標値が見えないので、要素毎の開発目標値に対して達成度を示して欲しい。 ・ カーボンニュートラル燃料としては、メタン＋水素などの混合利用も想定される。また、生成ガス水素、CO₂含有率の基準設定は、標準化において重要。多様な燃料に対する燃焼技術の適用性を検証することも重要。 ・ エネルギー変換効率評価方法の標準化については他技術との差別化を図る上で重要。計算式や運用を明確にして欲しい。 ・ LCA評価方法の規格化については、具体的な評価対象と手法を整理して欲しい。 ・ 原料となるCO₂等のコストが事業化および事業継続に大きく影響するため、コスト評価を多方面から行うことが望ましい。 ・ 安定的な原料の大量調達が必須。競争状態にある水素・CO₂・グリーン電力等の資源確保において遅れを取らぬよう進めて欲しい。ステージゲートに向けては、サプライチェーン構築について、より具体的な提示を希望する。

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：化石燃料によらないグリーンなLPガス合成技術の開発

【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> ・ 古河電気工業株式会社（幹事）	<u>取組状況</u> ・ 触媒の開発と性能評価について、LPG合成効率50%以上を実現する触媒開発の目処がほぼついた。 ・ グリーンLPガス合成プロセスの開発について、CO/H₂をバイオガスから得て合成するプロセスの概念設計に着手。 ・ 社会実装に向けた実証試験について、サプライチェーン構築のために、原料提供者、製品流通者と連携する契約を締結。 ・ 事業化に向けては、部門間を跨り連携して推進できる体制を構築。標準化戦略立案に向け、知財、マーケティング、事業戦略の各専門家を集めた体制を構築。事業化戦略を検討中。
	<u>委員からの助言</u> ・ ステージゲート向けて、引き続き、具体的かつ定量的に到達すべき目標値を明示してもらいたい。 ・ 触媒の長寿命化は重要。助触媒の検討などに加え、多くの触媒研究者へヒヤリングするなど、研究を加速できる基盤を広げて欲しい。 ・ 事業展開に向けては、多様な原料よりの生産・展開を検討して欲しい。 ・ 原料調達コストと量は、事業成立のために重要。ステージゲートの前までに、調達コストと量の精査を行い、合わせて、コスト分析、外部エネルギー投入を含めたエネルギー収支分析、LCGHG分析をした上で、改めてシステムとして事業成立の可能性を示して欲しい。 ・ 現在の事業計画は具体的ではあるが、地域限定的でもある。パッケージ商品が成り立つかも含めて、今後の、量産や広域的展開を可能とする戦略を描いて欲しい。

その他共通事項に係るNEDO委員会からの助言

- ・ 再エネ電力等の調達を含むサプライチェーン構築に向けた課題対応は、事業者のみでは限界がある。政府などの関係機関との連携のもと、整理・対応頂きたい。
- ・ GI基金共通の基盤として、全体のサプライチェーンのプロジェクト評価をする仕組みを検討して欲しい。

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。**
- 欧米中心に内燃機関（エンジン）車の将来規制見直しの動きが活発に。電動化推進の中、カーボンニュートラルな合成燃料の利用を容認する動きもあり。今後の規制動向は注視が必要。
- 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、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。 【米国】'23年4月、'27～32年型の車両に対する新たな排出ガス規制案にて、CO ₂ 排出量を2027年から段階的に50%程度削減を発表。 【G7気候・エネルギー・環境相会合】'23年4月、G 7 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。
SAF	'22年10月、ICAOにおいて“CORSIA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を開始。

・第1回 2023年5月16日開催



＜燃料製造と利用技術の連携連絡会の様子＞

➤ 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に設置することで準備中。

● 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



＜メタネーション推進官民協議会の様子＞ ※

● 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。

※出典：資源エネルギー庁ウェブサイト (<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/methanation.html>)

(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

【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

アウトプット目標

- ✓ 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

【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）

アウトプット目標

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

実施内容

①触媒の開発と性能評価

②グリーンLPガス合成プロセスの開発

③社会実装に向けた実証試験

マイルストーン

LPガス生成率 50 C-mol%以上を実現する触媒を開発（2023年度）

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）

グリーンLPガスを1,000 ton/年製造する体制を構築（2030年度）