「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／⑨CO_2排出削減・有効利用実用化技術開発／４）気体燃料へのCO_2利用技術開発」中間評価報告書

２０２３年１２月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

研究評価委員会

2023 年 12 月

国立研究開発法人新エネルギー･産業技術総合開発機構
　理事長　　斎藤　保　殿

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会 委員長　　木野　邦器

NEDO技術委員・技術委員会等規程第34条の規定に基づき、別添のとおり評価結果について報告します。

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／⑨CO_2排出削減・有効利用実用化技術開発／４）気体燃料へのCO_2利用技術開発」中間評価報告書

２０２３年１２月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

研究評価委員会

目　次

はじめに　1
審議経過　2
分科会委員名簿　3
研究評価委員会委員名簿　4

第１章　評価
１．　評価コメント　1-1
１．１　意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋
１．２　目標及び達成状況
１．３　マネジメント
（参考）分科会委員の評価コメント　1-3
２．評点結果　1-9

第２章　評価対象事業に係る資料
１．事業原簿　2-1
２．分科会公開資料　2-2

参考資料１　分科会議事録及び書面による質疑応答　参考資料 1-1
参考資料２　評価の実施方法　参考資料 2-1
参考資料３　評価結果の反映について　参考資料 3-1

はじめに

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構においては、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される分科会を研究評価委員会によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会において確定している。

本書は、「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／⑨CO_2 排出削減・有効利用実用化技術開発／４）気体燃料への CO_2 利用技術開発」の中間評価報告書であり、NEDO 技術委員・技術委員会等規程第 32 条に基づき、研究評価委員会において設置された「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／⑨CO_2 排出削減・有効利用実用化技術開発／４）気体燃料への CO_2 利用技術開発」（中間評価）分科会において評価報告書案を策定し、第 75 回研究評価委員会（2023 年 12 月 11 日）に諮り、確定されたものである。

2023 年 12 月
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

審議経過

● 分科会（2023 年 7 月 11 日）

公開セッション

１．開会、資料の確認

２．分科会の設置について

３．分科会の公開について

４．評価の実施方法について

５．プロジェクトの概要説明

非公開セッション

６．プロジェクトの詳細説明

７．全体を通しての質疑

公開セッション

８．まとめ・講評

９．今後の予定

１０．閉会

● 第 75 回研究評価委員会（2023 年 12 月 11 日）

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／

⑨CO_2排出削減・有効利用実用化技術開発／

４）気体燃料へのCO_2利用技術開発」（中間評価）

分科会委員名簿

（2023年7月現在）

	氏名	所属、役職
分科会長	朝見（あさみ）　賢二（けんじ）	北九州市立大学　国際環境工学部　教授
分科会長代理	山中（やまなか）　一郎（いちろう）	東京工業大学　物質理工学院　応用化学系　教授
委員	伊東（いとう）　徹二（てつじ）	株式会社　日本政策投資銀行　企業金融第5部 部長
	遠藤（えんどう）　宏治（こうじ）	住友商事株式会社　理事／エネルギー本部長／ エネルギーイノベーション･イニシアチブサブリーダー
	桑畑（くわはた）　みなみ	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所 社会・環境戦略コンサルティングユニット マネージャー
	林（はやし）　潤一郎（じゅんいちろう）	九州大学　先導物質化学研究所　教授
	森本（もりもと）　慎一郎（しんいちろう）	国立研究開発法人産業技術総合研究所 ゼロエミッション国際共同研究センター 環境・社会評価研究チーム長

敬称略、五十音順

研究評価委員会委員名簿

（2023 年 12 月現在）

	氏　名	所属、役職
委員長	木野（きの）　邦器（くにき）	早稲田大学　理工学術院　教授
委員	浅野（あさの）　浩志（ひろし）	岐阜大学　特任教授 一般財団法人電力中央研究所　研究アドバイザー
	稲葉（いなば）　稔（みのる）	同志社大学　理工学部　教授
	五内川（ごないかわ）　拡史（ひろし）	株式会社ユニファイ・リサーチ　代表取締役社長
	鈴木（すずき）　潤（じゅん）	政策研究大学院大学　政策研究科　教授
	原田（はらだ）　文代（ふみよ）	株式会社日本政策投資銀行　常務執行役員
	松井（まつい）　俊浩（としひろ）	東京情報デザイン専門職大学　情報デザイン学部 学部長・教授
	松本（まつもと）　真由美（まゆみ）	東京大学　教育学部附属教養教育高度化機構 環境エネルギー科学特別部門　客員准教授
	吉本（よしもと）　陽子（ようこ）	三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 政策研究事業本部　経済政策部　主席研究員

敬称略、五十音順

第１章　評価

１．評価コメント

１．１　意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

本事業は、政府の掲げた 2050 年カーボンニュートラル達成へ大きく貢献できる CO_2 を利用したメタネーションの実用化を図るものであり、社会実装に必要なスケールアップを目指した事業として評価できる。アウトカム達成までのプロセスについても明確に示され、必要な実証、標準化まで含めて検討されているといえる。また、グリーン水素の活用という政府の方針を適切に当該研究開発に盛りこむなど見直しが図られていることも評価できる。

今後においては、本事業の優位性や位置づけをより明確に示すために、メタネーション技術の安全面や供給までを含めたサプライチェーンでの総合コストを他の気体燃料との比較を行っていくことが望まれる。また、社会実装に向けては、運用上制約となりえる規制への対応について、調査のみならず官民の役割分担や対応スケジュールを設定することも期待される。さらに、特許戦略については、オープン・クローズ戦略として、知財運営委員会の設置と知財の取扱いを明確に整理はされているが、各国の動向を適時適切にフォローし、製造プロセスなど個別の技術に関して積極的に権利化し、サバティエプロセス技術のどこを他国に対する優位性としてクローズにするのかなどより明確な戦略での推進が望まれる。

１．２　目標及び達成状況

アウトカム目標においては、実用化を見据えて、各種団体との連携含めて検討が進められ、商用機 1 系列 6 万 Nm^3/h と、実現性踏まえた適切な目標設定がなされており、技術的な成功の可能性は極めて高いと判断できる。

アウトプット目標においては、$400Nm^3/h$ メタネーション試験機の設置以外の項目について、シミュレーション技術開発、スケールアップ対応など、中間評価までの目標を概ねクリアできているといえる。成果の発信においても講演やプレス発表など数多くの外部発表を実施しており、メタネーション技術開発の先駆けとして情報発信を積極的に行っていることは評価できる。

一方、アウトカム目標の設定根拠を明確にするために、スケールアップによる効率改善の効果がコスト目標にどの程度寄与するのかを定量的に示し、また、CO_2 削減量の評価においては、国際的に議論されている内容を踏まえ、適切な方法を検討する必要があると考える。メタン製造に係るエネルギー収支とともに、エネルギー消費を含めた CO_2 削減効果の算定なども行うことが望まれる。

１．３　マネジメント

メタネーションの推進は難易度が高く、他事業の知見を活かせることから、NEDO が執行機関であることは適切である。実施体制においても、実施者のこれまでの天然ガス採掘、天然ガス輸送事業、都市ガス供給の実績から、事業化能力を十分有していると評価できる。受益者負担の考え方では、本事業は、これまでの研究開発実績を踏まえたスケールアップを目指すものである一方、事業化までの期間が長いこと、再エネ電力や水素コストについて政策動向の影響を大きく受ける事業であること、技術開発の社会的意義が大きいことから、助成率 2/3 に設定した助成事業は適切であると言える。研究開発計画については、開発の進捗状況に合わせて適宜見直しを行いながら、事業を実施しており、現状までは適切に管理されているものと認識できる。特に、グリーン水素の導入に対応するための変更は、メタネーション試験機の整備建設予定地と建設・運転スケジュール、費用面も含め大変大きな軌道修正を伴うが、実用化を見据えた上で非常に重要であるといえる。

今後、普及促進に向けたコスト削減と需要喚起への取組等を加速させつつ、国際情勢を適時適切に見極めていくことが肝要である。また、本技術は、水素製造・供給、CO_2 回収・供給などの観点において我が国で開発されているカーボンリサイクル技術に共通する課題であることから、将来のどの事業においても関連付けられ活用されていくことが期待される。

（参考）分科会委員の評価コメント

１．１　意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

＜肯定的意見＞

- 本事業は、政府の掲げた 2050 年カーボンニュートラル達成へ大きく貢献できる CO_2 メタン化の実用化を図るものであり、大変重要な技術開発であるといえる。これは少数の組織や企業で取り組むべきものではなく、国家事業として取り組むべき課題である。
- 目標の実現に向けて、実証、標準化など幅広い取組がなされている。METI・NEDO 等の適切な指導・資金援助をうけ、目標達成へ着実に進めているようにうかがえる。
- 適切な知財取り扱いが行われている。
- 油ガス田から必然的に副産する濃い CO_2 の特性を活かし、歴史のあるサバティエ反応を改善してメタンに変換し、都市ガスとして利用するコンセプトは現実味がある。
- CO_2 の有効利用の事例として、重用な取り組みである。
- 研究発表を広く行っており、啓蒙に努めている。
- 政府の施策にも合致し、我が国の熱需要のカーボンニュートラル化に向け、社会実装に必要なスケール化を意識した事業として評価できる。都市ガス需要のカーボンニュートラル化では、既存インフラを活用できる点でも、現時点では有力な選択肢の一つとなり得るものと理解。
- 当初はブルー水素の利用を想定していたが、外部環境の変化によりグリーン水素の活用に切り替えた点、社会的影響等を考慮したと評価できる。
- CO_2 の有効利用&既存のガス施設・インフラを活用するという目的、グリーン成長戦略における位置づけ、導管注入目標も具体的である。
- 先ずは 400Nm^3/h で実証、次に大型化、というステップは明確。幅広いステークホルダーと具体的な話を進めている。
- 競争域、非競争域での公開・非公開とする基準が明確だと思います。
- 本事業が目指す将来像や関連する政策・施策における位置づけが示されているとおり、熱の脱炭素化の手段の一つとして既存インフラの活用ができるメタネーションの技術開発は重要であり、早期実用化が求められている観点から NEDO において補助支援する意義がある。
- グリーン水素の活用という政府の方針を適切に当該研究開発に盛りこむなど見直しが図られていることは評価できる。また、講演やプレス発表等で情報発信を積極に行っており、本事業においてメタネーション技術開発における先進的な取組を行っていることが社会的に認知され始めていると言える。
- オープン・クローズ戦略として、知財運営委員会の設置と知財の取扱いを明確に整理されている。
- メタン合成技術の枠内では目標は明確である。
- 商用機（6 万 Nm^3/h）の目標は適切であり、技術的な成功の可能性は極めて高いと言える。

・ オープン・クローズド戦略は概ね妥当である。
・ スケールアップ手法の確立はメタネーションの大幅導入に向けて意義が大変、大きいと理解している。我が国のインフラを活用した CO_2 削減技術として効果が大きい事業である。
・ アウトカム達成までのプロセスは明確化されており、必要な政策、実証、標準化まで含めて検討されている。特に国内のステークホルダーと連携している点は事業の実用化という観点から効果的である印象を受けた。
・ 競争領域と非競争領域、公開と非公開が明確に分けられていて、知財戦略としては問題ない。

＜問題点・改善点・今後への提言＞
・ 本事業の重要性や実施内容等についての広報活動をより一層推し進めてもらいたい。本事業終了後の自立化へ向けた経済的検討により注力していただきたい。
・ サバティエ反応が非常に歴史の長い反応であるがゆえに、知財となり得る発明等には限界があるのは致し方ないが、製造プロセスなど個別の技術に関して積極的に権利化を図ってもらいたい。
・ 触媒の改良により、熱量の大きい炭化水素を含むような人造天然ガスを製造できればより汎用性が高まることが期待できる。都市ガスとして燃焼させた後の CO_2 を回収する手法と結びつける必要があるのではないか。グリーン水素の動向次第で大きく計画が左右されることは失念してはならない。
・ 既存燃料からの転換を図るもので、需要家の負担を伴うことから、将来的なコスト低減に向けた目標設定もあると望ましい。
・ 今後のコスト低減や普及促進に向けて、政策（値差補填や補助金の在り方等）とのリンケージ等がさらに重要になるものと認識。
・ 今後、念には念を入れた特許戦略が必要な局面も想定されるため、各国の動向を適時適切にフォローする必要がある。
・ 今回の実証を通して合成メタンのコストの低減策を纏めていくとの理解ですが、単に製造コストだけでは無く、供給までを含めたバリューチェーンでの総合コストで他の熱エネルギーとの比較を行っていくこと良いと思います（メタネーションは都市ガスインフラの追加投資額が不要なことに対し、他の熱エネルギーは必要）。
・ アウトカム目標の達成（FY2035 に 6 万 Nm^3/h の実現）において、今回の技術開発の後に、海外実証を行っていくが、海外投資の前には、CO_2 カウントをどうするのか、日本側での熱量が下がる分をどの様に制度設計するのか、といった政策面での取り決めが必要となると思いますので、本実証期間終了までに、今後必要となる政策面サポートのマイルストーンを作成して関係者に提示していくと良いかと思います。また、海外実証にあたって、コスト低減策についての具体的な要件があると良いと思います。

・ サバティエ技術そのものは確立されているので、競争優勢を持ち得る特許は限定的である点も理解しました。
・ 熱プロセスの脱炭素化手法として水素やアンモニア燃焼等の技術も考えられるところ、それらと比較した際のメタネーション技術の安全面やコストを含めた優位性や位置づけをより明確に示した方が望ましい。
・ アウトカム達成の重要なファクターとなるメタン製造コスト及びその支配的要因となる水素と再エネ電力コストについて、明確に目標値を示すことが望ましい。また、本技術を社会実装する際に運用上制約となりえる政策への対応については、調査のみならず官民の役割分担や対応スケジュールを明らかにすることが望ましい。
・ ボトルネックは水素の供給であり、他のカーボンリサイクル技術も視野に入れたボトルネック解決の見通しも考慮した、より明確なシナリオ展開が望まれる。
・ 上記と同様、水素供給をどう考えるのか、可能な限りでお示しいただきたい。
・ サバティエプロセス技術のどこを他国に対する優位性としてクローズド化するのか、より明確な戦略を描けるように思われる（技術開発の進展が良好であるため）。
・ メタネーションが再エネ、水素、アンモニアと比較してどのような意義があるのかを整理・明確化した方が分かりやすい。海外で合成メタンが大幅導入されないのは、理由があるはず。地理的条件、用途等によって合成メタンの優位性を明確化して頂きたい。
・ CO_2の固定発生源や水素の製造方法も含めて将来の社会経済的な背景をもっと整理した方がいいのではないか。上述した合成メタンの意義・優位性と将来シナリオとの関連性が体系的に整理されているとより分かりやすい。

１．２　目標及び達成状況

＜肯定的意見＞

・ グリーン水素の導入に対応するための、400Nm³/h メタネーション試験機の整備建設予定地と建設・運転スケジュールの変更は費用面も含め大変大きな軌道修正ではあるが、この変更は実用化を見据えた上で非常に重要であり、この決断に敬意を表したい。
・ 400Nm³/h メタネーション試験機の設置以外の項目については、シミュレーション技術開発、スケールアップ対応など、中間評価までの目標を概ねクリアできることが確実となっている。
・ グリーン水素に対応すべく研究開発計画を見直している。
・ 堅実な目標を立てている。実験の着実な実施を期待している。
・ スケールアップに向けた道程としては、実現性踏まえた適切な目標設定がなされているものと認識。
・ 質疑を通じて、中間目標については概ね達成すると見込まれる。
・ アウトカム指標・目標(2035 年頃に製造事業規模 60,000Nm³/h=LNG 換算で年間 36 万トンの生産開始)は適切にセットされていると思います。

・ 中間目標を確実に達成している、乃至は達成の見込みが確実視されている点が明確だと思います。
・ アウトカム目標のうち、費用対効果に関する記載はやや不明瞭であるものの、実用化を見据えて、各種団体との連携含めて検討が進められている。
・ アウトプット目標のうち中間目標については定性的な表現となっているものの、現時点では順調に進捗しており、全ての項目について今年度中に達成見込であることを確認した。既に講演やプレス発表など数多くの外部発表を実施しており、メタネーション技術開発の先駆けとして情報発信を積極的に行っていることが評価できる。今後、技術開発の進捗に応じて、海外での研究に先駆けた特許出願や権利化に期待したい。
・ 商用機（6 万 Nm^3/h）の目標は適切であり、技術的な成功の可能性は極めて高いと言える。
・ 技術開発は計画通りに進捗しており、今後の開発の大きな支障になるものは見当たらない。
・ 目標達成の見込みについては、詳細な説明を頂き、ほぼ達成可能であるとの印象を受けた。またアウトカム目標についても政府の目標値を反映している。
・ 水素の供給方法について、グリーン水素に変えたことは政策の方向性や社会的影響を踏まえて適切であると感じた。

＜問題点・改善点・今後への提言＞
・ 大型化プラントへの移行の是非を考える上で、より早い段階で合理的な実験結果を獲得することが望ましい。
・ 現在は開発の途中であり評価できない。パイロット化して十分な反応成績が出るかどうかが問題である。
・ 商用化に向けたコスト削減は不断の取り組みが必要。
・ 現時点は実用化技術開発の段階なので、アウトカム目標の達成見込みがあるかどうか、を技術開発で明確にしていく必要があるので、アウトプット目標の達成確認の時点で行うべきかと思います。
・ アウトプット目標②-4「スケールアップ時の Capex 試算」ですが、これはもう少し早めに出来ると良いと思います。海外実証の実現に向けての可能性や課題を早めに潰していくためにも、コスト低減に向けてのロードマップは早めに作成するのが良いのではないでしょうか？また、③-5「早期社会実装に係る政策動向、制度設計調査」ですが、上記 2(1)にも記載していますが、課題とその克服のマイルストーンをセットする事が必要かと思います。また、今回は油ガス田の随伴 CO_2 を前提としていますが、セメント・鉄鋼産業からの CO_2 を集積する場合には CO2 除去に係る Capex 想定が変わり得るかとも思いますので、そういった点も試算に組み入れると尚良いと思います。

・ メタン製造に係るエネルギー収支とともに、メタン製造に係るエネルギー消費を含めた CO_2 削減効果の算定が必要であるが、それが示されていない。
・ また、グリーン水素を活用したメタン製造コストについて支配的な再エネ電力や水素コストが明示されていない。当該技術の優位性と実現可能性を判断することができないため改善が必要である。
・ 水素と CO_2 の供給（とくに前者)、水素の価格をどう考えるのか、さらなる検討が必要ではないか？(そもそも論だが)「アウトカム」は目標か？ここに違和感がある。
・ 目標設定について効率改善の効果、スケールアップの効果等がコスト目標にどの程度寄与するのかを定量的に示して頂きたい。CO_2 削減量の評価は国際的に議論されている内容を踏まえ、適切な方法を検討する必要がある。また、CO_2 削減量の評価には様々な前提条件が関与するので、それらを明確にしないと目標の設定根拠が分かりにくい。
・ 分科会での説明からプロセスの検討はメタネーションのみならず、CO_2 分離回収や水素製造も含めたトータルシステムとして検討していることを理解した。ただし、現状の資料ではそれが理解しにくいので分かりやすく明記してほしい。また LCA については、バックグラウンドデータの選定や評価範囲の設定について入念な検討が必要と感じる。今後の検討に加えてほしい。

１．３　マネジメント

＜肯定的意見＞

・ 執行機関は適切であり、実施者との指導、コミュニケーションも十分に取れている。
・ 概ね適切であると考えられる。
・ 開発の進捗状況に合わせて適宜見直しを行いながら、事業を実施している。
・ これまでの長年の CO_2 メタン化触媒開発の経験を活かし、より実践的な研究開発の実施体制が敷かれている。
・ 随伴 CO_2 ガスを何とかしなければならないという、強い使命感、危機感があり、精力的に開発研究を行っていると考えられる。
・ 堅実な目標を立てている。
・ 過去の他事業の知見を活かせることから、NEDO が執行機関として適切であり、INPEX 及び大ガスも、自社のこれまでの天然ガス採掘、天然ガス輸送事業、都市ガス供給の実績からも事業化能力を十分有していると評価できる。
・ カーボンニュートラルに向けた事業としての社会的価値が高い一方、実用化に向けて段階的な設備のスケールアップ、巨額な資金が必要であることから、現在の補助率は適切であると考える。現状までは適切に管理されているものと認識。
・ メタネーションの推進は日本が一番進んでいる一方で、技術面、制度面、商業面での課題も多く実現の難易度は高いので、NEDO の支援による実施が適切だと思います。本件の進捗状況や、質疑応答内容を見ても、実施者の事業能力が優れていることは明らかだと思います。以上から、実施体制は適切だと思います。

・ 上述の通り実現の難易度が高いこと、また順調に進捗している状況であることから、継続すべきだと思います。
・ 実施体制は技術力及び実用化・事業化能力のある人員で適切に配置され、役割分担も明確になされている。また、早期社会実装に向けては、本事業のコンソーシアムメンバー以外の事業者や団体における検討状況についても適切に情報連携されていることを確認した。
・ 本事業は、これまでの研究開発実績を踏まえてスケールアップを目指すものであり、補助事業として実施することが適切である。また、本事業は事業化までの期間が長いことや、再エネ電力や水素コストについて政策動向の影響を大きく受ける事業であること、技術開発の社会的意義が大きいことから、補助率 2/3 の設定も適切であると言える。
・ グリーン水素を活用する我が国の戦略についても計画に適切に反映するなど、社会動向を踏まえた研究開発計画になっている。また、前事業の事後評価における課題や指摘事項を踏まえた実施計画となっている。
・ いずれの観点についても適切である。
・ 「受益者負担の考え方」に沿って技術開発が進められている。
・ サバティエプロセスおよび下流の技術に関しては計画は適切。
・ ガス事業者を中心に実施体制を構築したことから、目標としている導入注入は可能であると理解した。
・ 現状の補助率の設定を続けていくことが適切である。
・ 研究開発契約とアウトプット目標値の設定は適切である。スケジュールに関しても適切に見直している。

＜問題点・改善点・今後への提言＞
・ 他の研究機関や企業の研究開発動向に対応すべく研究体制の柔軟性も維持することが望まれる。
・ 色々な類似のプロジェクトが乱立しているようにも見える。
・ 他の開発中の CO_2 メタン化プロセスとの競合について注意が必要である。他のプロセスに優位性がある場合は合理的に決断すべきである。
・ 普及促進に向けたコスト削減と需要喚起への取組等を加速させつつ、国際情勢を適時適切に見極めていくことが肝要。
・ 「成果のユーザーによる関与」に関しては今後新たな課題が出てくる可能性があり、随時の検討、問題解決を期待する。
・ 我が国で開発されているカーボンリサイクル技術に共通する課題（水素製造・供給、CO_2 回収・供給など）の観点から本技術と将来の事業が改めて位置づけられることを期待する。
・ 上述の通り、LCA についてはバックグラウンドデータ、評価範囲や評価機関、方法について入念の検討が必要と感じる。

２．評点結果

評価項目・評価結果		各委員の評価							評点
1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋									
	(1)本事業の位置付け・意義	A	B	A	B	B	B	A	2.4
	(2)アウトカム達成までの道筋	A	B	B	B	B	A	A	2.4
	(3)知的財産・標準化戦略	B	B	B	A	A	B	A	2.4
2. 目標及び達成状況									
	(1)アウトカム目標及び達成見込み	A	B	A	A	C	B	B	2.3
	(2)アウトプット目標及び達成状況	A	B	A	B	B	A	B	2.4
3. マネジメント									
	(1)実施体制	A	A	A	A	A	A	B	2.9
	(2)受益者負担の考え方	A	A	A	A	A	A	A	3.0
	(3)研究開発計画	A	B	B	A	A	A	A	2.7

≪判定基準≫
A：評価基準に適合し、非常に優れている。 B：評価基準に適合しているが、より望ましくするための改善点もある。 C：評価基準に一部適合しておらず、改善が必要である。 D：評価基準に適合しておらず、抜本的な改善が必要である。

（注）評点は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算・平均して算出。

第２章　評価対象事業に係る資料

１．事業原簿

次ページより、当該事業の事業原簿を示す。

資料７

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／⑨CO2 排出削減・有効利用実用化技術開発／４）気体燃料へのCO₂利用技術開発」

事業原簿

担当部	国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 環境部

―目次―

概要		概要- 1
プロジェクト用語集		用語集-1
1	**意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋**	1-1
(1)	本事業の位置づけ・意義	1-1
(2)	アウトカム（社会実装）達成までの道筋	1-14
(3)	知的財産・標準化戦略	1-15
2	**目標及び達成状況**	2-1
(1)	アウトカム目標と達成見込み	2-1
(2)	アウトプット目標と達成状況	2-4
3	**マネジメント**	3-1
(1)	実施体制	3-1
(2)	受益者負担の考え方	3-3
(3)	研究開発計画	3-5

（添付資料）

・プロジェクト基本計画

・特許論文等リスト

概　要

	最終更新日		2023 年 6 月 12 日

プロジェクト名	カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／ ⑨CO_2 排出削減・有効利用実用化技術開発 ４）気体燃料への CO2 利用の研究開発	プロジェクト番号	P16002
担当推進部/ ＰＭまたは担当者 及び METI 担当課	環境部　ＰＭ 森 伸浩（2022 年 10 月～2023 年 7 月現在） 環境部　ＰＭ 谷村 寧昭（2022 年 4 月～2022 年 9 月） 環境部　ＰＭ 荒川 純　（2020 年 7 月～2022 年 3 月）		
０．事業の概要	産業・民生部門のエネルギー消費量の約６割は熱需要である。熱は国民生活に欠かせないものであり、2050 年カーボンニュートラル実現に向けて、需要サイドに熱エネルギーを供給するガスの脱炭素化を進めることにより、熱需要の脱炭素化に貢献する。 本事業では油ガス田からの随伴 CO_2 などを有効利用して再エネ由来の水素とサバティエ反応によりメタンを合成する試験設備を建設し、合成したメタンを都市ガス導管に注入する研究開発を実施する。また事業化に向けて実証機、商用機の FS、制度課題などの調査も併せて実施する。 将来的には都市ガス中の合成メタン構成が 2030 年 1%、2050 年 90%となり、水素直接利用等その他の手段と合わせてガスのカーボン・ニュートラル（CN）化達成が見込まれる。		

１．事業のアウトカム（社会実装）達成までの道筋		
1.1　本事業の位置付け・意義	我が国は 2050 年までに温室効果ガスの排出を全体でゼロにすることを宣言し、カーボンニュートラル実現に向けた議論が加速している。熱需要については天然ガスを代替する CO_2、H_2 から合成された合成メタンが求められており、2021 年 6 月のグリーン成長戦略では、次世代熱エネルギー産業の今後の成長が期待される産業として位置付けられている。2022 年 5 月のクリーンエネルギー戦略においても、供給サイド・需要サイドが一体となって燃料転換や合成メタン等の開発・実証等を推進することが求められている。 カーボンニュートラルを実現するため、メタネーションの技術確立及び実証、商用機建設のための経済性、制度課題などを検討する。	
1.2　アウトカム達成の道筋	本事業では実証機、商用機開発に向けたシミュレーション構築、メタネーション反応プロセス設計を実施することで技術開発を行うほか、実証機、商用機建設に向けた FS や制度課題などの調査を実施する。その後実証機、商用機と段階を踏んで大規模設備に移行することで確実なアウトカム達成ができる。	
1.3　知的財産・標準化戦略	■　NEDO は事業者と以下のように交付決定している ・助成事業に基づく発明、考案等に関して、産業財産権等を出願又は取得及びそれらを譲渡し若しくは実施権を設定した場合には、届け出ること ■　事業者及びNEDOは経産省主催の官民協議会に出席し、都市ガスや燃料、その他の用途での活用拡大に向け、メタネーションを中心に、技術的・経済的・制度的課題や、その解決に向けたタイムラインを官民で共有し、一体となって取組を進めている。	
２．目標及び達成状況		
2.1　アウトカム目標及び達成見込み	【アウトカム目標】2035 年度にメタン製造規模 60,000Nm^3/h 規模の設備を建設、稼働させ、それを用いて合成メタンを製造し、都市ガス導管に注入する。これにより都市ガスの脱炭素化が進み、2050 年カーボンニュートラルに貢献する。 【達成見込み】現時点、本事業によりメタン製造規模 400 Nm^3/h 規模の設備の基本設計が完了し、事業終了までには合成メタンの導管注入が達成される見込み。その後この試験結果を用いてさらに大きな 10,000 や 60,000 Nm^3/h 規模の設備を建設し、稼働させることでアウトカムが達成される見込みである。	
2.2　アウトプット目標及び達成状況	研究開発項目	中間目標	計画との差異
	①反応シミュレーション技術開発	メタネーション反応速度及び反応と流体/伝熱を連成したシミュレーションを完成させる	なし （2024 年 3 月達成見込み）

	②大規模 CO_2-メタネーション反応プロセス技術開発	プロセスの以下設計を完了させる。 ・反応プロセス詳細設計 ・原料 CO_2 内不純物除去 ・起動/停止手順	なし （2024 年 3 月達成見込み）
	③反応システムのスケールアップ等適用性検討	・試験機の基本設計を完了させる ・合成メタン導管注入を行うための課題を抽出する ・社会実装のための政策動向など調査を完了させる	なし （2024 年 3 月達成見込み）

3. マネジメント

3.1 実施体制	経産省担当原課	資源エネルギー庁 資源・燃料部 石炭課
	プロジェクトリーダー	設定なし
	プロジェクトマネージャー	環境部 ＰＭ 森 伸浩（2022 年 10 月～2023 年 7 月現在） 環境部 ＰＭ 谷村 寧昭（2022 年 4 月～2022 年 9 月） 環境部 ＰＭ 荒川 純 （2020 年 7 月～2022 年 3 月）
	助成先	株式会社ＩＮＰＥＸ 委託先；大阪ガス株式会社、国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学

3.2 受益者負担の考え方

主な実施事項	2021fy	2022fy	2023fy	2024fy	2025fy	2026fy	総額
①反応シミュレーション技術開発	→	→	→	→	→	→	
②大規模 CO_2-メタネーション反応プロセス技術開発	→	→	→	→	→	→	
③反応システムのスケールアップ等適用性検討	→	→	→	→	→	→	

事業費推移
(単位:百万円)

会計・勘定	2021fy	2022fy	2023fy	2024fy	2025fy	2026fy	総額
一般会計	-	-	-				-
特別会計 (需給の別)	90	878	2,042				3,010
開発成果促進財源	-	-	-				-
総 NEDO 負担額	90	878	2,042				3,010
（助成） ：助成率 2/3							

3.3 研究開発計画

情勢変化への対応	グリーン成長戦略にて 2030 年グリーン水素を用いて合成した合成メタンを 1%導管注入する目標が立てられたことに対応し、本事業においてもグリーン水素のみを用いて合成メタンを合成できるようにメタネーション設備の仕様を変更した。
中間評価結果への対応	－
	事前評価なし

	評価に関する事項	中間評価	2023 年度　中間評価実施(今回実施)
		終了時評価	2026 年度　終了時評価実施予定
別添			
	投稿論文	「査読付き」1 件、「その他」2 件	
	特　　許	「出願済」0 件、「登録」0 件、「実施」0 件（うち国際出願 0 件）	
	その他の外部発表（プレス発表等）	研究発表・講演；30 件 新聞・雑誌等への掲載；7 件 展示会への出展；3 件	

プロジェクト用語集

名称	略号	意味
e-methane		グリーン水素等の非化石エネルギー源を原料として製造された合成メタンに対して用いる呼称。
Hazard and Operability studies	HAZOP	数ある方法の中でもリスクを網羅的に洗い出せることから、世界中で幅広く用いられているプロセスや操作における危険源を抽出するために用いられる安全性評価手法の一つ。
Measurement,Reporting and Verification	MRV	「（温室効果ガス排出量の）測定、報告及び検証」のことを指す。国政府、地方公共団体、企業などあらゆる団体における地球温暖化対策の基礎は、自らの活動に起因する温室効果ガスの排出量を把握することである。MRVはその把握した排出量の正確性や信頼性を確保する一連のプロセスのこと。
Safety Integrity Level	SIL	IEC 61508 にて、電気制御システムの安全性能を定量化し表す尺度。電気/電子/プログラマブル電子安全関連システムの故障を、使用場所や方法に関係なく最小化することを目的とする。
カーボンニュートラル		温室効果ガスの排出量と吸収量を均衡させること。
カーボンリサイクル		CO_2を炭素資源として捉え、分離・回収し、コンクリート、化学品、燃料などの炭素化合物へ再利用することによって大気中への CO_2 排出を抑制すること。
グリーンイノベーション基金	GI 基金	カーボンニュートラル実現に向けた国の取り組みの中で主要な役割を果たす基金。NEDO に創設され、研究開発・実証から社会実装までを見据え、官民で野心的かつ具体的な目標を共有し、企業等の取り組みに対して 10 年間総額 2 兆円の継続的な支援を行う。
グリーン水素		再生可能エネルギーを用いて作られた水素のこと。
グレー水素		天然ガスや石炭などの化石燃料を原料として水蒸気改質や自動熱分解などの方法により分解して得られる水素のこと。同時に二酸化炭素も得られ大気排出される。
サバティエ反応(Sabatier reaction)		水素と二酸化炭素を高温高圧状態に置き、ニッケルなどを触媒としてメタンと水を生成する化学反応。
シェルアンドチューブ型反応器(Shell & Tube Type)	S&T	反応熱を、除熱流体を用いて反応器内で回収し、出口温度を低温とすることで高メタン濃度を一段の反応で達成可能。
断熱型反応器		反応系と外部との熱の出入りを断ち、 孤立させた状態で反応させる方式。 反応熱を高温蒸気として反応器下流で回収する。
二酸化炭素回収・貯留	CCS	Carbon Dioxide Capture and Storage 発電所や化学工場などから排出された CO_2 を、ほかの気体から分離して集め、地中深くに貯留・圧入すること。
二酸化炭素回収・有効利用	CCU	Carbon dioxide Capture and Utilization 発電所や化学工場などから排出された CO_2 を、ほかの気体から分離して集め、新たな製品の製造に利用すること。

二酸化炭素回収・有効利用・貯留	CCUS	Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage
ブルー水素		水素を得る方法はグレー水素同様だが、同時に作られた二酸化炭素を大気排出される前に回収する。回収することでグリーン水素同様、温室効果をゼロにすることが可能。
ホットスポット(Hot Spot)		メタン反応は発熱反応であり、局所的に高温となる場所のこと。
メタネーション(Methanation)		水素と二酸化炭素から天然ガスの主成分であるメタンを合成する技術。

1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

(1)本事業の位置づけ・意義

① 事業の背景・目的・将来像

a. 背景

世界の気候変動問題に対処するため、CO_2 排出削減が求められている。我が国においても 2050 年の温室効果ガス排出を全体でゼロとするため様々な方策が取られている。その中でも産業・民生部門のエネルギー消費量の約 6 割は熱需要である。熱は国民生活に欠かせないものであり、2050 年カーボンニュートラル実現に向けて、需要サイドに熱エネルギーを供給するガスの脱炭素化を進めることにより、熱需要の脱炭素化に貢献する必要がある。

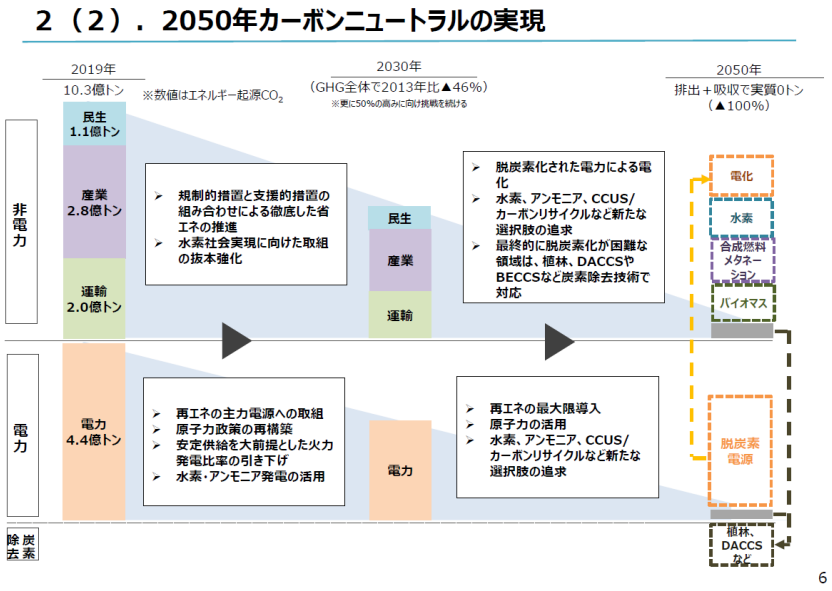


図 1-1　2050 年カーボンニュートラルに向けて（グリーン成長戦略 p6）

b. 目的

本事業では、再エネ由来などの水素と CO_2 からメタンを合成する技術を開発し、都市ガス導管など既存のインフラを活用して天然ガスを代替することを目的とする。

c. 将来像

都市ガス中の合成メタン構成が国の目標である 2030 年　1%、2050 年　90%を達成することにより、水素直接利用等その他の手段と合わせてガスの CN 化達成が見込まれる。

国の目標　　2030 年　合成メタンの導管注入　1%

2050 年　合成メタンの導管注入 90%

② 政策・施策における位置づけ

我が国は 2020 年 10 月の「カーボンニュートラル」宣言にて 2050 年までに温室効果ガスの排出を全体でゼロにすることを宣言し、カーボンニュートラル実現に向けた議論が加速している。熱需要については天然ガスを代替する CO_2、H_2 から合成された合成メタンが求められており、2021 年 6 月のグリーン成長戦略では、次世代熱エネルギー産業が今後の成長が期待される産業として位置付けられている。2022 年 5 月のクリーンエネルギー戦略においても、供給サイド・需要サイドが一体となって燃料転換や合成メタン等の開発・実証等を推進することが求められている。

また 2023 年 4 月に開催された G7 気候・エネルギー・環境大臣会合のコミュニケにおいても、「e-fuel や e-methane などの CR 燃料を含む CCU/CR 技術は、化石由来の製品代替や二酸化炭素を活用することで、他の方法では回避できない産業由来の排出を、既存のインフラを活用しながら削減できる。」とあり、合成メタンによる CO_2 削減について言及されている。

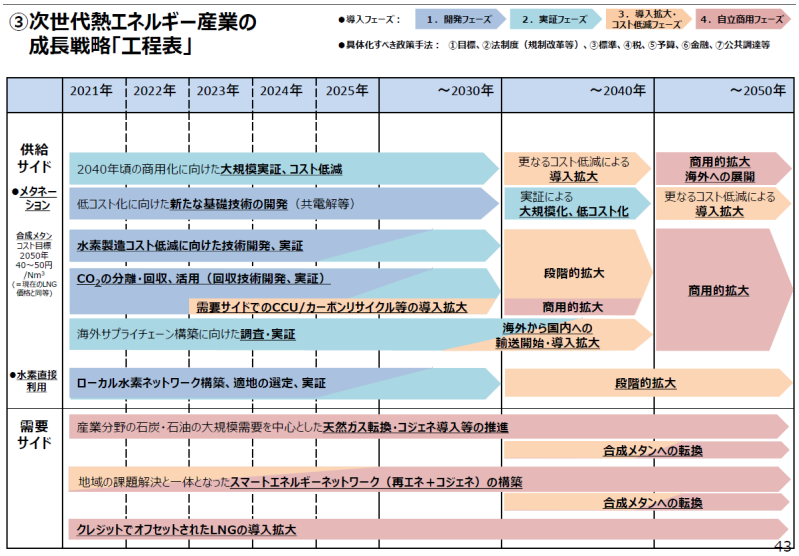


図 1-2 次世代熱エネルギー産業の成長戦略工程表（グリーン成長戦略 p 43）

③ 技術戦略上の位置づけ

a. カーボンリサイクル技術ロードマップ

カーボンリサイクル技術ロードマップでは CO_2を資源として捉え、これを分離・回収し、メタネーション等により燃料へ再利用し、大気中への CO_2排出を抑制するとしている。図 1-3 はロードマップ全体の技術範囲を示しており、本事業の対象であるメタンのほか、基幹物質である合成ガス、メタノールなど様々な化学品、液体燃料、鉱物類などが記載されている。図 1-4 にはガス燃料に関する現状の技術課題のほか、将来のターゲットが記載されている。

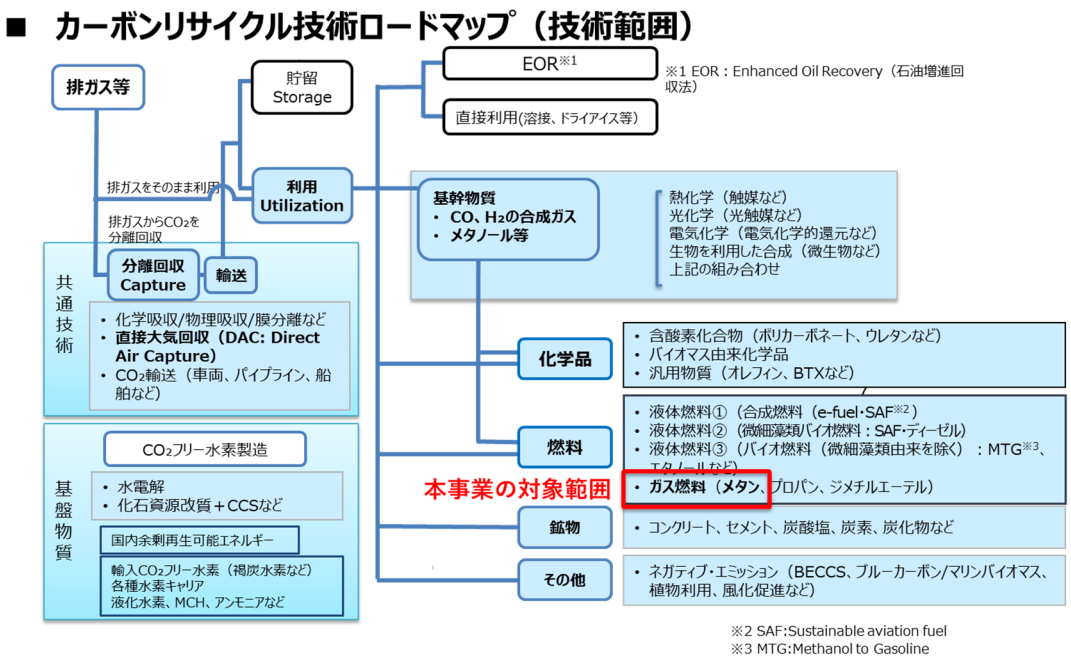


図 1-3　カーボンリサイクル技術ロードマップの中でのメタンの位置付け

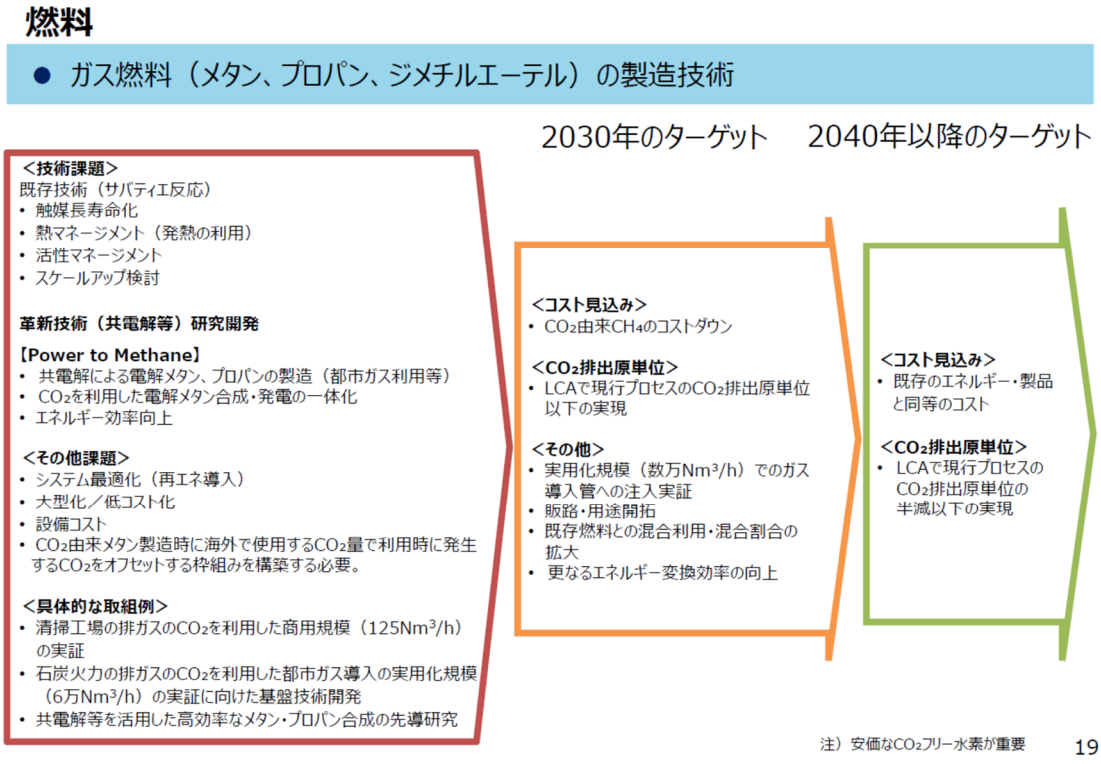


図 1-4　カーボンリサイクル技術ロードマップ（ガス燃料）

b. NEDO における CR 技術開発

NEDO では CO_2 有効利用技術に関して 2016 年度に「次世代火力発電等技術開発／次世代火力発電技術推進事業」の中で調査事業「CO_2 有効利用可能性調査」を開始し、その後 2017～2021 年度にかけて「次世代火力発電等技術開発／次世代火力発電基盤技術開発／CO_2 有効利用技術開発」を実施し、現在 2021～2026 年度の「「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／⑨CO_2 排出削減・有効利用実用化技術開発／気体燃料への CO_2 利用の研究開発」と進めてきた。またカーボンリサイクル技術ロードマップにある他の有価物に対しても液体燃料、化学品、炭酸塩などに関して技術開発を行っている。他に 2022 年度からはグリーンイノベーション（GI）基金事業の中で「CO2 等を用いた燃料製造技術開発／③気体燃料」を実施している。

交付金及び GI 基金の気体燃料の事業者は合成メタンを用いた都市ガスの市場創設に向けてメタネーション官民推進協議会に共に参画し制度的な課題などについて議論を進めている。

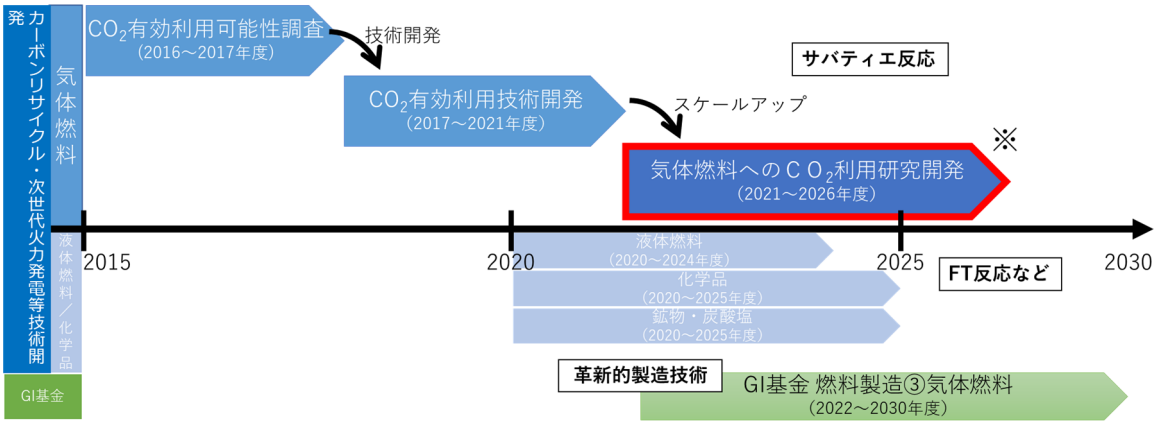


図 1-5　NEDO におけるカーボンリサイクル関連技術開発

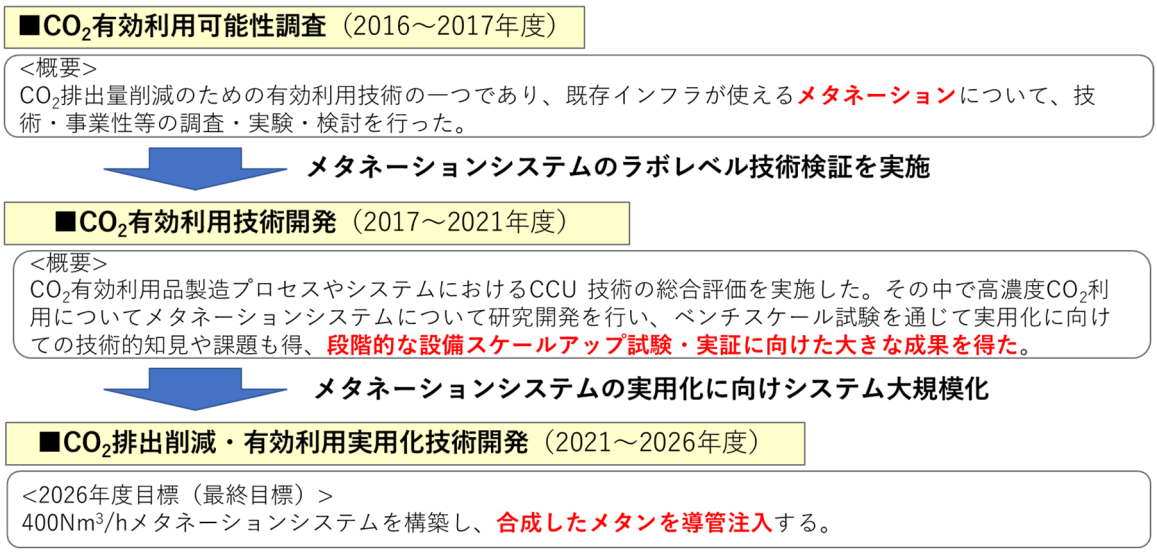


図 1-6　メタネーションにおける技術開発の経緯

c.　前事業における検討内容

カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／④次世代火力発電基盤技術開発 7)ＣＯ$_2$有効利用技術開発（2017～2021 年度）の成果を基に本事業では更に技術開発を実施する。その中では 2030 年度以降を見据え、将来有望な CCU 技術の確立を目指して、我が国の優れたクリーンコールテクノロジー等に更なる産業競争力を賦与することが可能な CO_2 有効利用技術について、実用化に向けた開発を実施する。

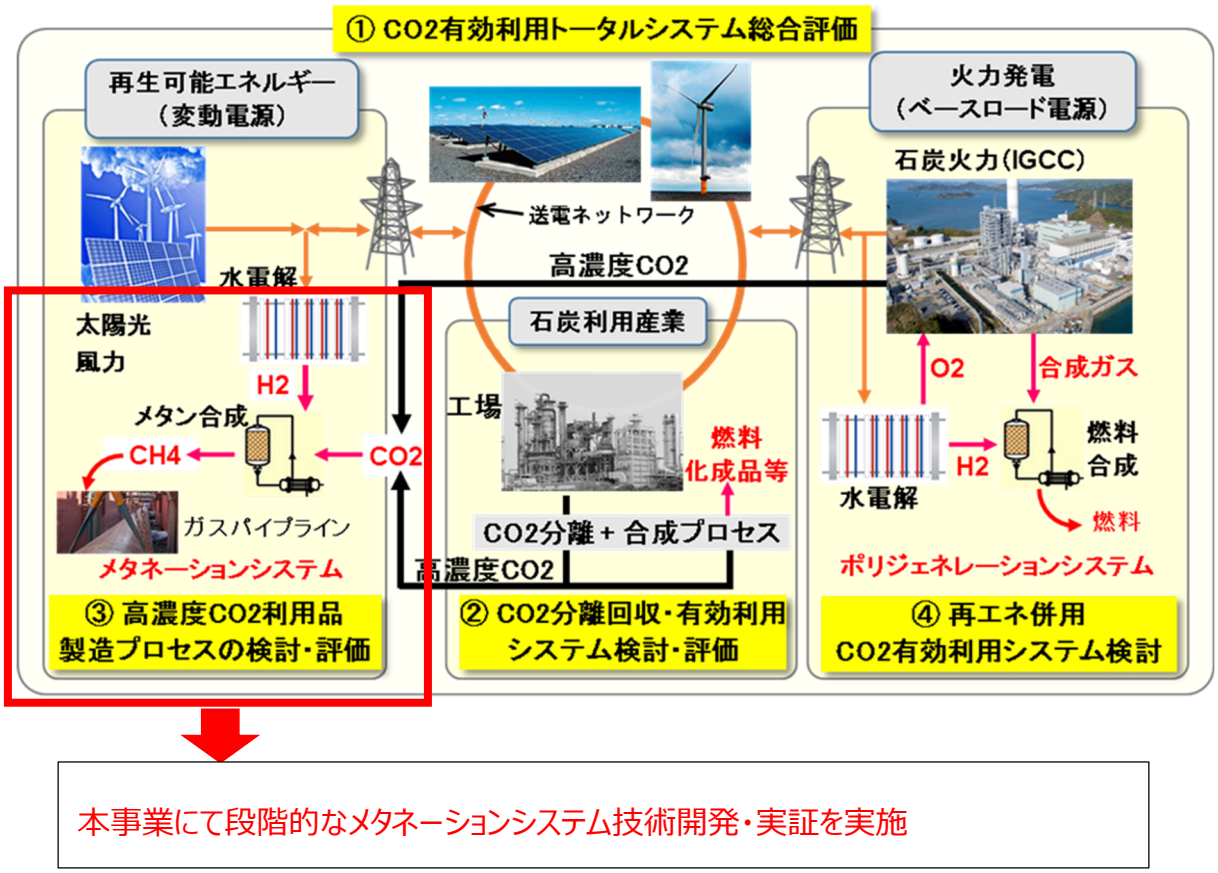


図 1-7　CO_2有効利用技術開発（2017～2021 年度）の実施内容

本事業で開発する技術試験機（400Nm^3/h）はパイロットスケールにあたり、前の事業で開発したベンチ機（8Nm^3/h）からスケールアップし、将来の実証、商用機製作に向けた反応プロセス開発を行う位置付けになる。

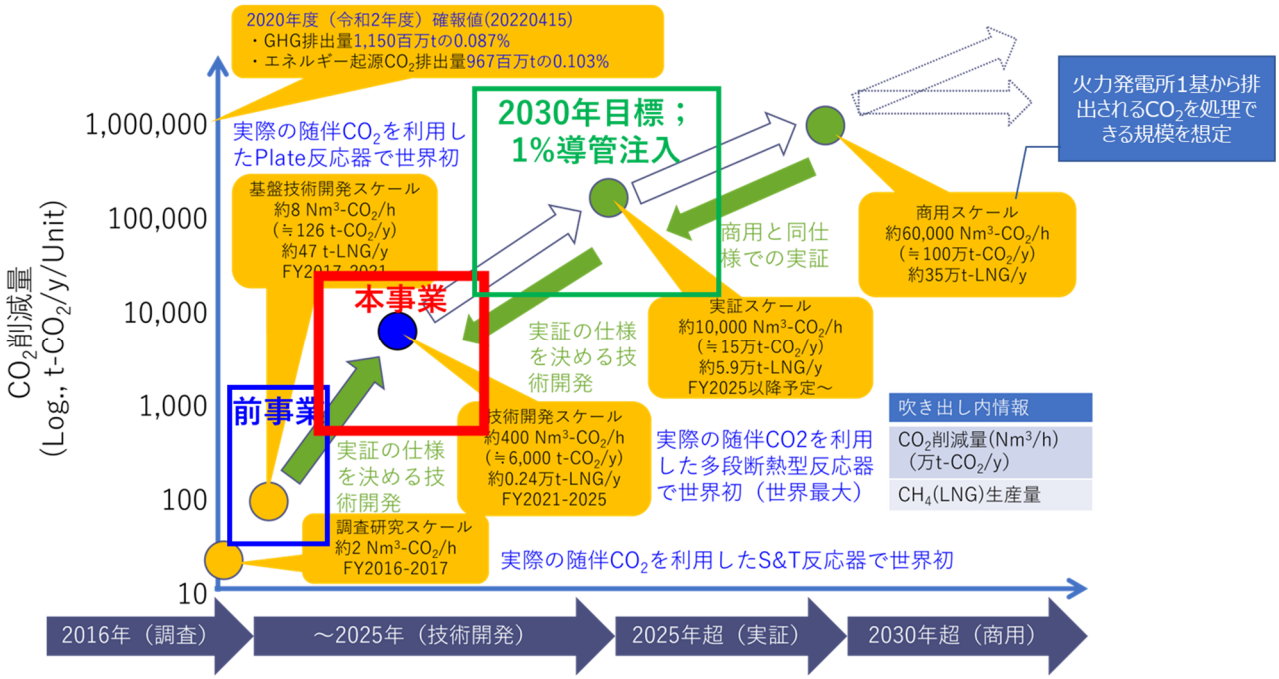


図 1-8　本事業の位置付け

④ 国内外の動向と比較

欧州は水素などに注力していると思われ、メタネーション設備の規模は現状比較的小規模である。大規模メタネーションに注力しているのは日本中心である。

表 1-1 国内外の合成メタンの事業例

事業名称	開始年度	規模 Nm^3-CO_2/h	場所 国	CO2 源	H2 源	電解槽規模 ベンダー	触媒 ベンダー	反応器 ベンダー
Store & Go	2016	57	ファルケンハーゲン ドイツ	バイオエタノール排ガス	再エネ電力	A-WE 2.0 MW Hydrogenics	非公開	等温(ハチの巣状) KIT
		35	ゾロトルン スイス	排水処理排ガス	再エネ電力	PEM-WE 0.35 MW	バイオ Electrochaea	バイオ Electrochaea
Jupiter1000	2018	25	マルセイユ フランス	工場排ガス	再エネ電力	A-WE PEM-WE 1.0 MW McPhy	非公開	マイクロチャネル ATMOSTAT
カーボンリサイクル高炉	2025	500	千葉 日本	高炉ガス	非公開	非公開	非公開	等温(S&T) IHI
セメント	非公開	非公開	日本	石灰石仮焼炉排ガス	非公開	非公開	非公開	IHI
導管注入	2025	400	長岡 日本	ガス田の CO2	液化水素	利用せず	大阪ガス	多段断熱 大阪ガス

以下に各社の研究開発例を紹介する。

a. IHI

国内企業では株式会社 IHI が小型メタネーション装置の販売を開始している。（2022/10）

■装置の仕様：

方式；サバティエ方式

反応器型式；シェル＆チューブ

合成メタン製造量；12.5 [Nm^3/h]

外形寸法；幅 2,250mm×長さ 6,100mm×高さ 2,850mm

図 1-6　IHI 社製小型メタネーション装置

IHI プレスリリース

「CO_2と水素から燃料をつくる，メタネーション装置を販売開始

～設計標準化により，短納期かつ高拡張性を実現～」

https://www.ihi.co.jp/ihi/all_news/2022/resources_energy_environment/1198059_3473.html

また、同社は世界最大級の製造能力を持つメタネーション装置を受注（2022/10）した。

JFE スチール株式会社より，試験高炉の排出ガスから 1 日あたり 24 トンの CO_2 を再利用し，1 時間に 500Nm^3 のメタンを製造するメタネーション装置を受注したとプレスリリースしている。

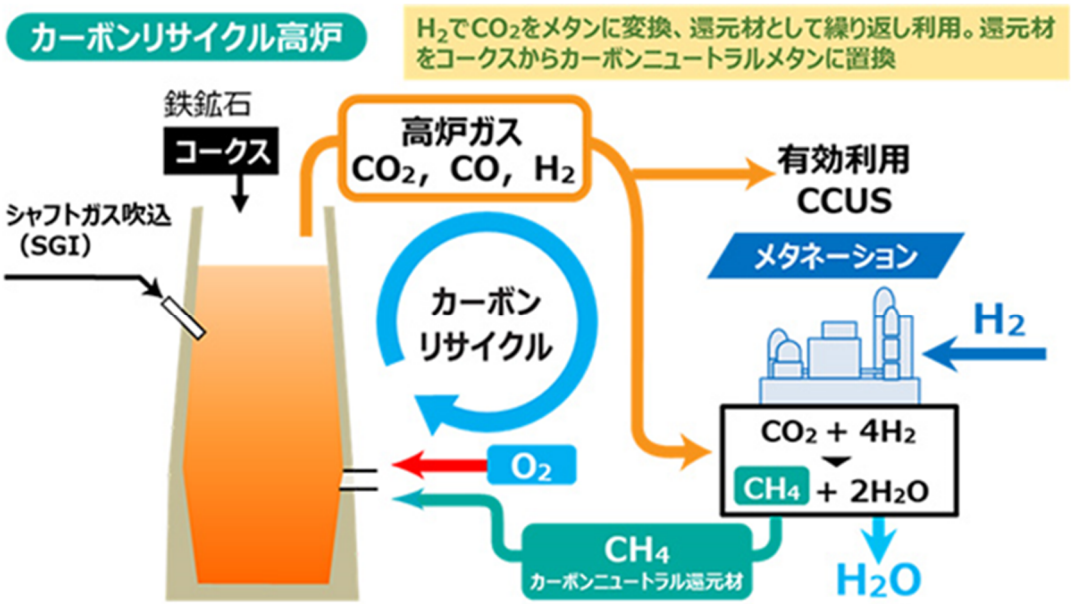


図 1-6　カーボンリサイクル試験高炉の排ガスを利用したメタネーション設備

IHI プレスリリース
「世界最大級の製造能力を持つメタネーション装置を受注
～JFE スチールの試験高炉向けに，排出ガス中の CO_2 を有効活用～ 」
https://www.ihi.co.jp/ihi/all_news/2022/resources_energy_environment/1198112_3473.html

b. 日立造船

日立造船株式会社では NEDO 事業（カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／④次世代火力発電基盤技術開発 7)ＣＯ２有効利用技術開発（2017～2021 年度））にて CO_2 と水素からメタンを合成する試験設備を国際石油開発帝石 株式会社（現 株式会社 INPEX） 長岡鉱場（新潟県長岡市）の越路原プラント敷地内に完成させている（2019/10）。

■装置の仕様：

合成メタン製造量； 8Nm^3/h

図 1-7 メタネーション試験設備

プレスリリース

「CO_2 を有効利用するメタン合成試験設備を完成、本格稼働に向けて試運転開始 ―カーボンリサイクル技術の一つであるメタネーション技術の確立を目指す―」

https://www.hitachizosen.co.jp/newsroom/news/release/2019/20191016_001242.html

また神奈川県小田原市の環境事業センター内に国内最大となるメタネーション設備の建設工事を完成させ、実証運転を実施している（2022/6）。

■装置の仕様：

合成メタン製造量；125Nm^3/h

図 1-8　メタネーション設備

プレスリリース

「国内最大となるメタネーション設備の実証運転開始

～ 清掃工場からの二酸化炭素を利用したメタネーションは世界初 ～」

https://www.hitachizosen.co.jp/newsroom/news/assets/pdf/20220616.pdf

c.　Jupiter1000 プロジェクト

Jupiter1000 プロジェクトは 2018 年に開始され、1 MW の再エネ電力から作られた水素と近くの工業地帯で回収した CO_2 を原料としてメタネーションを行うものである。

表 1-2　事業概要

事業開始	2018 年
事業者	GRTGaz、McPhy ほか
メタン生成量	25Nm^3/h
CO_2 源	工場排ガス
H_2 製造方法	水電解（アルカリ型、固体高分子型）

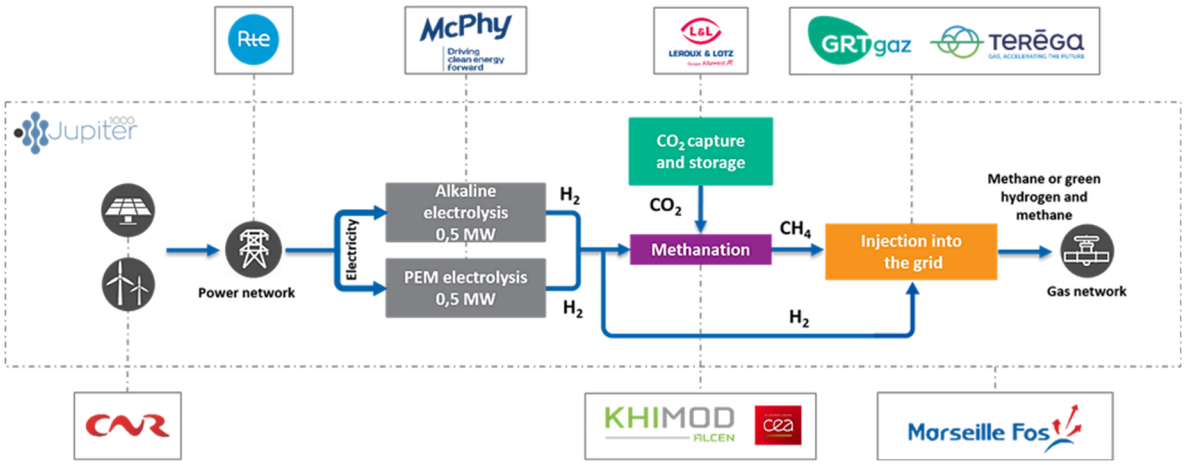


図 1-9　Jupiter1000 プロジェクト

参照

Jupiter1000 プロジェクト；https://www.jupiter1000.eu/english

第 2 回国内メタネーション事業実現タスクフォース　資料 3　7-10p；https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/methanation_suishin/kokunai_tf/pdf/002_03_00.pdf

⑤ 他事業との比較

NEDO では他にグリーンイノベーション（GI）基金事業として、2050 年でのカーボンニュートラルを目指し、カーボンニュートラルに取り組む企業などを研究開発・実証から社会実装にめどをつけるため 2030 年度まで最大 10 年間継続して支援している。化石燃料の代替となる燃料の実用化についても「CO_2 等を用いた燃料製造技術開発」にて実施されており、燃焼しても大気中の CO_2 を増加させず、化石燃料を代替する合成燃料、合成メタン、グリーン LPG などのカーボンリサイクル燃料への転換を推進に向けた技術開発が実施されている。

上記事業の中で合成メタンに係る事業として「合成メタン製造に係る革新的技術開発」が実施されている。GI 基金事業では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を高めることで、製造システム全体のコストを下げる革新的技術の開発を行っており、下記 2 事業を実施している。

・SOEC メタネーション技術革新事業（大阪ガス、産業技術総合研究所）

・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、IHI、宇宙航空研究開発機構）

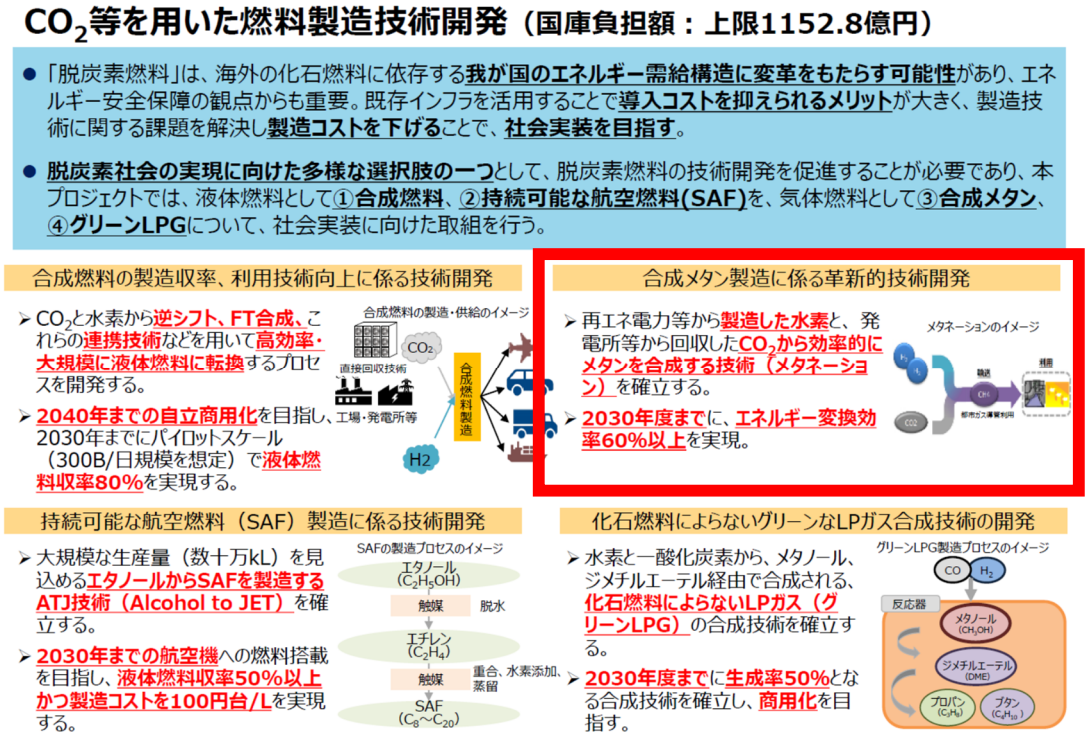


図 1-10 GI 基金「CO_2 等を用いた燃料製造技術開発」

参照

「CO_2 等を用いた燃料製造技術開発」プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画；
https://www.nedo.go.jp/content/100941592.pdf

(2) アウトカム（社会実装）達成までの道筋

① アウトカム（社会実装）までの道筋

アウトカム達成に向けて、本事業終了後もアップスケール検討を進める。安価なグリーン水素調達などの観点から、今後の 10,000Nm^3/h 以降の設備は海外建設を想定しており、その実証にて製造コスト低減などを進め、メタン合成技術に必要な反応器や熱マネジメント技術を確立する。また合成メタンを導入するための制度整備状況などの確認、市場性の判断を行った上で商用投資判断を行う。

また商用化に向けて都市ガス業界とも連携し、合成メタンの環境価値向上なども進めていき、アウトカム目標である 60,000Nm^3/h のメタネーション設備稼働を目指している。

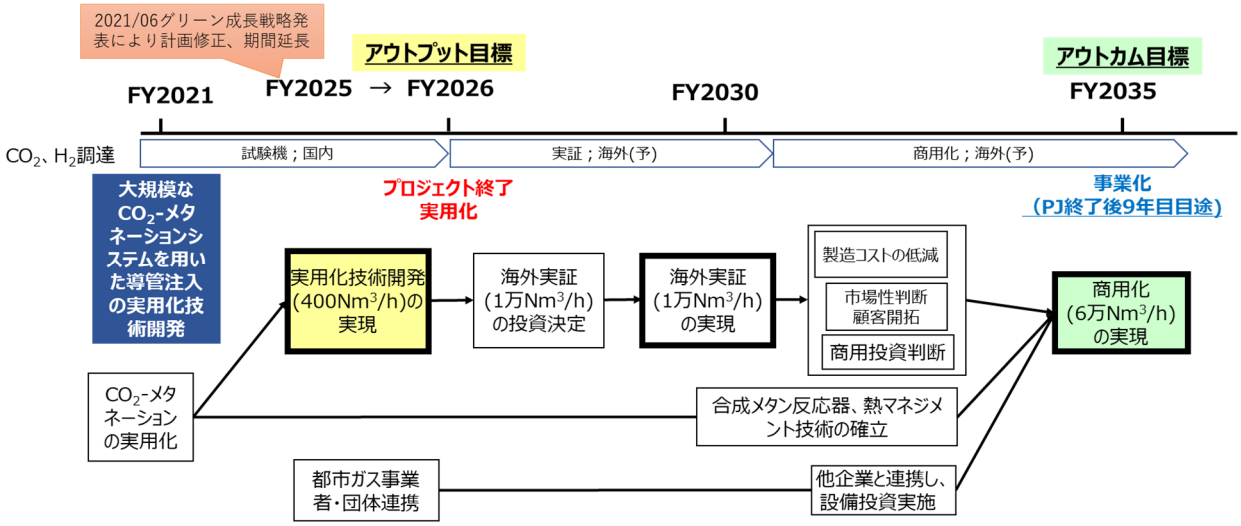


図 1-11 アウトカム（社会実装）までの道筋

(3) 知的財産・標準化戦略

本事業は助成事業であり知的財産に関しては事業者が管理する内容であるが、NEDO との関連においては以下の通りとなっている。

① 知的財産・標準化戦略

知的財産管理について、NEDO は事業者に以下の内容で交付決定している。

・助成事業に基づく発明、考案等に関して、産業財産権等を出願又は取得及びそれらを譲渡し若しくは実施権を設定した場合には、届け出ること。

なお事業者間では知的財産についてオープン／クローズ戦略を定め、適切に管理を行っている。

また事業者及び NEDO は経済産業省主催のメタネーション推進官民協議会に出席し、都市ガスや燃料、その他の用途での活用拡大に向け、メタネーションを中心に、技術的・経済的・制度的課題や、その解決に向けたタイムラインを官民で共有し、一体となって取組を進めている。

② 知的財産管理

事業者間で締結した知財合意書（および知財運営委員会運営規則）の中で、知財運営委員会の設置と知財が発生した場合の取扱いについて定めて運用している。

2 目標及び達成状況

(1)アウトカム目標と達成見込み

① アウトカム目標の設定及び根拠

アウトカム目標として、2035 年頃に製造事業規模 60,000 Nm^3/h(年間 36 万トン)にて合成メタンを製造開始することと設定した。その根拠は、株式会社 INPEX（INPEX 社）が 2022 年 2 月に発表した「長期戦略と中期経営計画（INPEX Vision@2022）における 2035 年頃のメタネーションによる合成メタン製造事業規模目標によるものである。

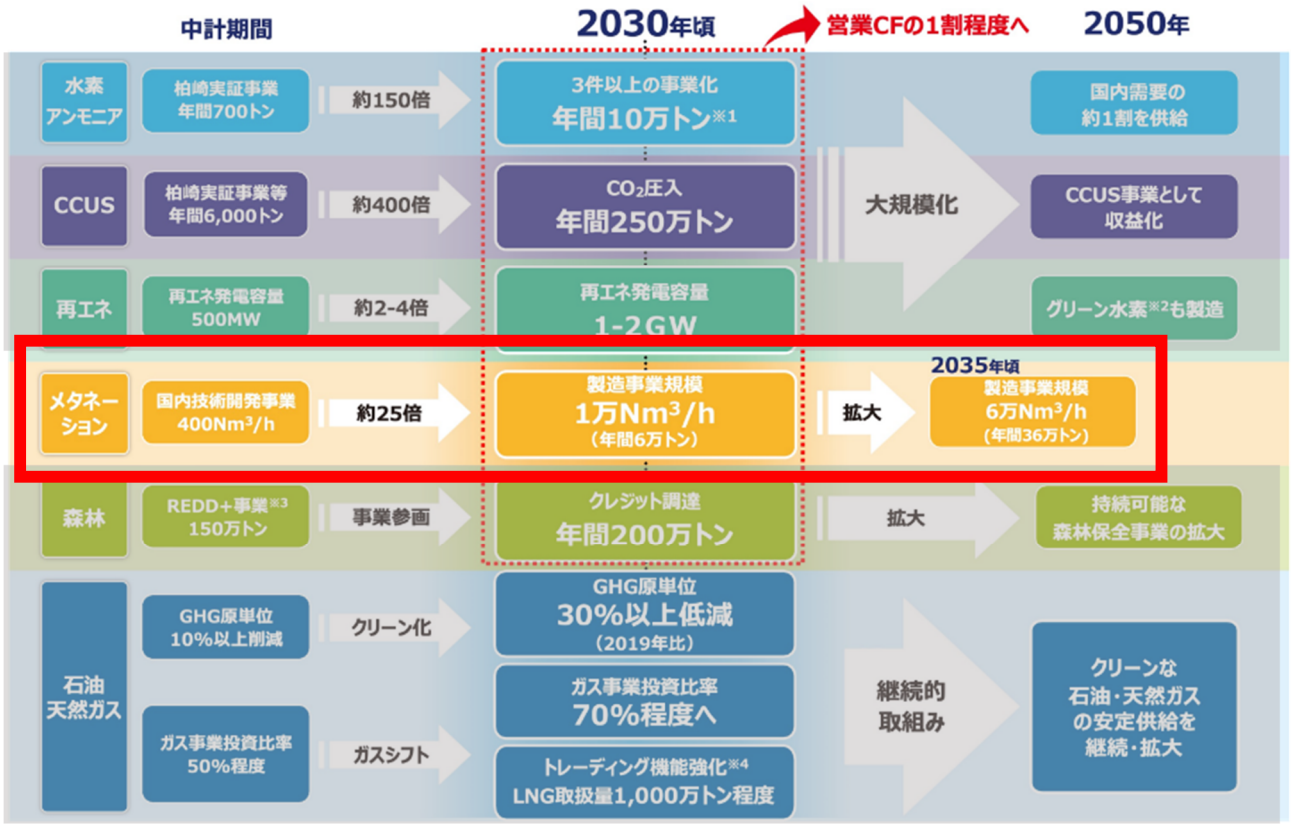


図 2-1 長期戦略と中期経営計画（INPEX Vision @2022） 抜粋/加筆

② 本事業における「実用化・事業化」の考え方

「実用化・事業化」については本事業においては以下のように考えた。

【実用化】

・試験設備（400 Nm^3/h）が完成し、その設備で合成したメタンが導管注入されること。

・実証設備（10,000 Nm^3/h）の基本設計が完了すること。

【事業化】

商用スケール（60,000 Nm^3/h）のメタネーション設備が完成し、その設備で合成したメタンが導管注入されること。

実用化においては、本事業で研究開発する試験設備が完成することでグリーン水素を用いた合成メタンが製造できるようになり、合成したメタンの品質や導管注入するための制度などを見極めたうえで導管注入する。これにより合成メタンを都市ガスとして利用するための必要条件が達成されたことがわかる。また事業化に向けて、更に大規模化した実証設備（10,000 Nm^3/h）を製作するための基本設計を完了させることで実用化が完了したものとする。

また事業化に至ると、実際の商用設備を用いてメタネーションを実施し、導管注入することにより合成メタンを一般顧客に届け、対価が得られる状態となる。

③ アウトカム目標の達成見込み

本事業にてメタネーション試験機（400 Nm^3/h)の技術開発が完了する見込みである。具体的には技術試験機のメタネーション反応器の開発完了とともに不純物除去などの補器を含めたシステム設計が完了する。またシステム設計のシミュレーション技術も完成する。この技術を用いて実証機(10,000 Nm^3/h)を建設することが可能と判断している。実証機では、コストダウンなどの検証を行った上で、商用機（60,000 Nm^3/h）を完成できる見込みである。このように多段階でメタネーション商用機の開発を進めることでサバティエ反応熱利用などの課題を解決することが可能と判断している。

併せて市場性判断、カーボンプライシングなどの制度設計など、他企業との連携などについて総合的に判断して商用機建設の事業判断を行う。これらについても本事業において検討を進めており事業化判断までには解決されると判断している。

商用機によるメタネーションが実施されることで、本事業のアウトカム目標（2035 年合成メタン製造量 36 万トン/年）が達成される。

④ 波及効果

本事業により合成メタン製造技術が確立すること見込みである。この製造技術は他のガス会社にも展開することが可能であり、他のガス会社においても合成メタンを製造することで都市ガスの CN が早期に確実に達成することが可能となる。

⑤ 費用対効果

本事業の費用総額は全期間で助成金 70 億円である。一方、本事業で合成メタンが事業化されると 2035 年単年度で 670 億円の売り上げが見込まれ、操業 20 年間の総売り上げは 1.3 兆円が見込まれる。このように研究開発費に対してその効果は非常に大きいものと考えられる。

2035 年の想定

販売量	5.6 億 $Nm^3/$年（10,000 と 60,000 Nm^3/h の 2 プラント稼働）
売上高	670 億円（2030 年の製造コスト 120 円/Nm^3 を想定）

また本事業の実施による CO_2 の削減への寄与は 2035 年時点で 110 万トン－CO_2/年、操業 20 年間で 2,200 万トンを予測しており、大きな削減効果が期待できる。

(2)**アウトプット目標と達成状況**

本事業では大きく 3 つの研究開発項目を設定している。

①触媒反応のシミュレーション技術開発、②実際の反応プロセス開発、③商用機に向けたスケールアップ適用性検討で、①では将来のスケールアップに向けたシミュレーション技術を構築し、②では 400 Nm^3/h メタネーションシステムのプロセス開発、設計など、③では 400 Nm^3/h メタネーションシステムを用いた試験や実証機及び商用機建設に向けた FS、社会実装に向けた検討を行う。

具体的な中間目標及び最終目標としては、

【研究開発項目① 反応シミュレーション技術開発】

最終目標は 400 Nm^3/h 試験設備を用いて反応器シミュレーションを構築である。またその際は触媒劣化を考慮し反応器性能の経時変化を予測可能とすることを目標としており、2023 年度末の中間目標は反応速度モデルシミュレーションプログラム開発を行い、±5%の再現性を確認。また、初期状態だけでなく熱劣化触媒の反応速度モデルを構築する。

これらを目標とした根拠は、今後実証機、商用機を設計するにあたり、設計開発コスト削減や開発期間の短縮、設計品質向上を目的に反応シミュレーションを構築するためである。また設計の際、初期性能だけではなく経時変化含めたシステム性能設計が必要なためである。

【研究開発項目② 大規模 CO_2 メタネーション反応プロセス技術開発】

最終目標は 400 Nm^3/h のメタネーションプロセスを完成である。目標値は 1)メタン濃度 96 vol.%以上、2)エネルギー効率 75%以上、3)総合エネルギー効率 88%以上である。

中間目標は 400 Nm^3/h 実験機の反応プロセス及び不純物除去システムの詳細設計を完了させ、製作に移る準備を完了させる。また実験機の起動から停止まで一連の運転手順、運転計画を策定する。

設定根拠は、まず 400 Nm^3/h 試験機の反応プロセスを完成させることが実証機、商用機への見通しを得るために必要なためである。また事業化を進めるため、その結果を用いて概略コストを算出することが判断のため必要なので設定している。

【研究開発項目③ 反応システムのスケールアップ等適用性検討】

最終目標は 400 Nm^3/h 試験機を建設し、メタン合成を行い、合成したメタンを都市ガス導管に注入することである。また実証機、商用機に向け CO2、H2 調達含め実証、商用スケールの FS 等を行うこと、社会実装に向けた政策動向・制度設計など調査を完了させることである。

中間目標はまず 400 Nm^3/h 試験機の基本設計を完了し、調達・建設業務を開始することである。合成したメタンを導管注入するため、その環境価値を付与するためのシステムを構築する。また、実証及び商用スケール設備の FS を実施するとともに、社会実装のための政策動向などの調査を完了させる。

設定根拠はメタネーション設備を用いて導管注入可能なメタンを合成し、実際に注入することで社会実装に向けた第一歩とするために設定したものである。

また目標設定など事業計画作成の際には、前事業の前倒し事後評価の結果を反映させた。

表 2-1　アウトプット（最終）目標の設定及び根拠

研究開発項目	最終目標（2026 年 3 月）	根拠
①反応シミュレーション技術開発	反応試験結果を再現する反応速度試験モデルを構築し、次期実証機を想定した反応器シミュレーションを構築する。また触媒劣化を考慮し反応器性能の経時変化を予測可能とする。	実証機、商用機の反応器を設計するために反応器シミュレーションを完成させる必要がある。また商用機では初期性能だけでなく経時変化の把握も必要であるため設定。
②大規模 CO_2-メタネーション反応プロセス技術開発	メタネーションプロセスを完成させる。 目標値は 1)メタン濃度 96 vol.%以上、2)エネルギー効率 75%以上、3)総合エネルギー効率 88%以上。	実証機、商用機への見通しを得るためには、まずメタネーションプロセスそのものを完成させる必要がある。また事業化を進めるためには大規模化したときの概略コストを算出できる必要があるため設定。
③反応システムのスケールアップ等適用性検討	試験設備を施工完了し、運用・評価を実施し、合成メタンを導管注入する。 CO_2、H_2 調達含め実証、商用スケールの FS 等を行う。社会実装に向けた政策動向・制度設計など調査を完了させる。	試験機にて導管注入可能な合成メタンを合成するため。社会実装のため実証機、商用機を建設するための見通しを得る必要があるため設定。

以下研究項目開発項目ごとに達成状況を説明する。

研究開発項目①反応シミュレーション技術開発

（担当：名古屋大学）

触媒反応の反応モデルを構築した。劣化触媒についても予備実験結果から反応モデルを選定し実測値と比較してパラメータを決定した。その結果、シミュレーションと実測値の CO_2 転換率の誤差が±5%以内の一致を見た。目標達成の根拠は、既に反応速度に関して、ラボ試験結果とシミュレーション結果の相互確認は終了していること、流体/伝熱を連成したシミュレーションモデルは 2023 年 7 月に完成予定であるため、合わせ込みは 2024 年 3 月に達成が見込める。

① -1 反応速度モデルの構築

本事業で利用する大阪ガス(OG)が開発した触媒の反応速度データを取得し、反応速度モデルの決定を行なった。加圧流通型触媒固定床反応器を用い、内径 5 mm の反応器に、ふるい分けした触媒と希釈材を充てんし、触媒層とした。事業用反応器で想定される反応温度および CO_2 が CH_4 へと転換する過程のガス組成を段階的に網羅する条件において、メタネーション反応速度の測定を実施した。実測値と反応速度モデルの計算値との最小二乗法によって複数の反応速度モデルを検討し、最も実測値を再現できる反応速度モデルとして Xu and Froment モデル を選定した。そして、この反応速度モデルを利用し、パラメータの決定を完了した。得られた反応速度モデルと CFD により算出した積分型反応器における CO_2 転換率と別途(OG 積分反応器)得られた CO_2 転換率は、5%以内の誤差で一致する結果を得た。

① -2 反応器の熱流体シミュレーション

本事業で設計中の断熱型反応器の計算格子作成を行った。計算格子作成は OpenFOAM のユーティリティの BlockMesh を用いた。計算格子の総数は約 12 万セルであり、ワークステーションでも十分に実行可能である。反応器の上部と下部の一定区間はアルミナボールを充填した非反応領域であり、その間を、触媒を充填した反応領域の長さ（触媒層の長さ）とした。触媒およびアルミナボールが反応器に充填されている領域は多孔質媒体モデルを採用して計算を行った。メタネーション反応モデルとして本事業触媒に対し①-1 でパラメータ決定した Xu and Froment モデルをプログラムに組み込んだ。さらに、大阪ガスから提供された運転条件を基に計算を実施した。

上記シミュレーションを用いて断熱型反応器内、反応管中心におけるガス温度及びガスのモル分率を得た。触媒層開始を $y = 0$ m とし、ここから 0.10–0.15 m 付近で急激に変化、温度がピークに達する。断熱反応器は熱を除去する機構を備えていないため、その後出口まで変化しない。予測温度の最大は 760 K であり、出口での予測値はプロセスシミュレーションで示された値と一致した。

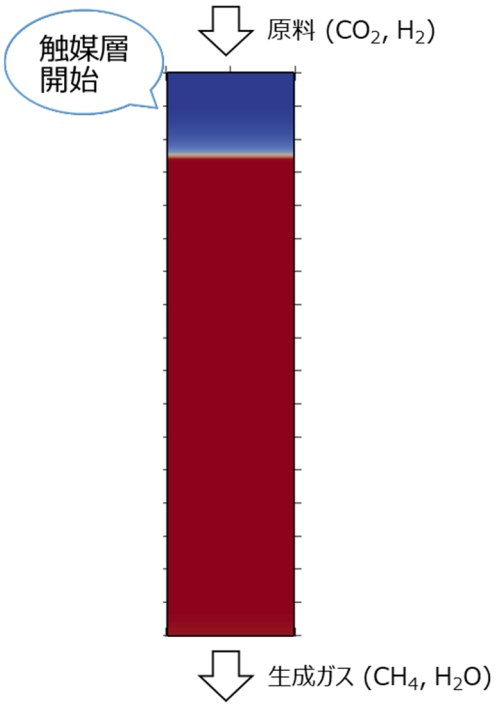


図 2-2 断熱型反応器の温度計算例

次にシェルアンドチューブ型反応器の計算格子の作成を行った。計算格子作成に際し、まず 3 次元形状データファイルを用意するために Blender というソフトを使用し、反応器形状をコンピューター上で再現した。この際の出力フォーマットは汎用性の高い STL（Standard Triangulated Language）とした。次に OpenFOAM のユーティリティである BlockMesh、SnappyHexMesh というツールを使い、先ほど作成した STL ファイルから、計算格子を作成した。計算格子の総数は約 1,500 万セルとかなり多いので計算は名古屋大学のスーパーコンピューター不老を用いて並列計算で行った。

上述のメタネーション反応モデルを使用し、大阪ガスから提供された運転条件を基にテスト計算を実施し、シェルアンドチューブ型反応器において外側の反応管(Outer)と中央に配置されている反応管(Centre)の中心でのガス温度を得た。ピーク位置は触媒層開始位置($y = 0$ m)より、おおよそ 0.6 m で最大温度約 960 K である。

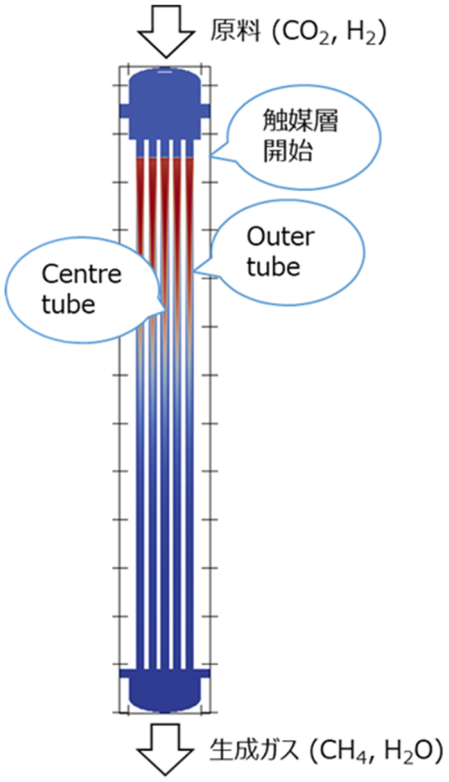


図 2-3　シェルアンドチューブ型反応器のシミュレーション例

また断熱型反応器外側の反応管(Outer)と中央に配置されている反応管(Centre)の反応管中心でのモル分率の挙動を確認した。さらに、プロセス計算から得られた出口での温度、濃度を再現できることを確認した。クーラント領域は高温高圧水とし、管内でのメタネーション反応によるホットスポット近傍で発生した反応熱が反応管壁面を移動し、クーラント領域に到達、高温高圧水を蒸気へ相転移させ、多数の気泡が発生するとともに管内の冷却される様子をシミュレーションにより可視化した。

研究開発項目②大規模 CO_2-メタネーション反応プロセス技術開発

（担当：大阪ガス）

400 Nm^3/h 試験機の反応プロセスの基本設計は完了している。また不純物除去に関しては脱硫システム設計に反映完了している。運転手順方案も作成を完了している。残りは 400 Nm^3/h 試験機を用いた運転計画の策定及び反応プロセスの詳細設計であり、終了までに達成見込みとなっている。

② -1 プロセスの基本性能評価

実施計画書「②-1-1 メタネーション反応プロセス設計」の目標である「1)メタン濃度 96 vol.%(dry)以上、2)ガスとしてのエネルギー効率:75%以上、3)総合エネルギー効率:88%以上」を達成するために検討を行った。また、機器のサイジングなどの構造の検討を行った。特に反応器は上記の目標に大きく影響することから、過去の実績や大阪ガスでの実証実験（NEDO 事業外）を踏まえて、サイジングを行った。反応速度と平衡組成の観点で、目標のメタン濃度を達成するための反応温度条件を維持できるよう、大阪ガスで伝熱計算等を行った結果、最適値を見出した。他の機器の設計思想などは INPEX 社に共有を行い、問題ないことを確認した。

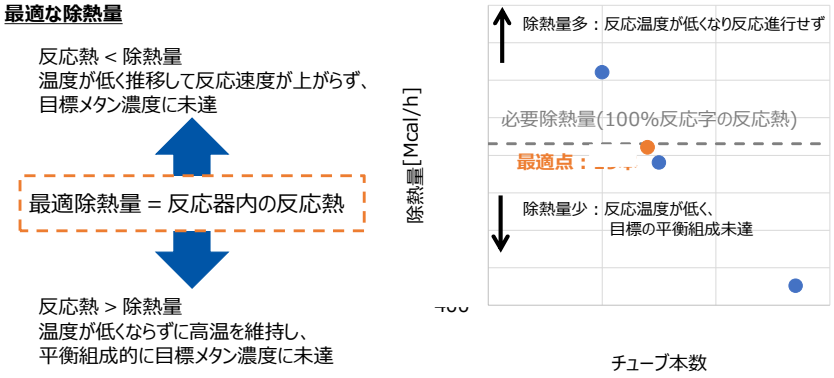


図 2-4 伝熱計算結果

② -2 触媒の長期耐久性の評価

今回の試験では大阪ガスの開発した触媒を用い、長期間使用して触媒の交換頻度を下げることを志向している。そこで、被毒要素となる物質の除去を検討する必要がある。炭化水素や硫黄に対しての除去プロセスを検討し、プロセスに反映した。炭化水素の除去のために導入する水については、CO_2 に飽和蒸気分の水分が含まれていることを確認したため、プロセス系内への水の導入を取りやめた。 一方で、硫黄に関しては水添触媒を用いて無機硫黄化合物を硫化水素に変換し、その後吸着剤や吸着剤をスルーした硫黄化合物を確実に吸着する超高次脱硫剤にて硫黄分を完全除去できる過去に実績のある構成（順番）とした。その内容を機器のデータシートに反映した。

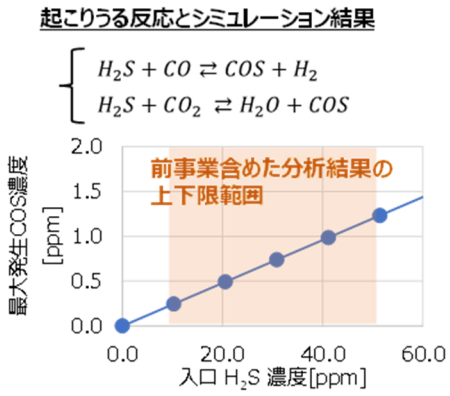


図 2-5　脱硫装置検討結果

② -3 制御・運用性の確立

スタートアップ(SU)、シャットダウン(SD)、緊急シャットダウン(ESD)、レート変更操作の運転方針の検討を行い、さらに詳細な運転方案の作成を行った。詳細化を行うに当り、主に検討した内容は以下の点である。

□ ボイラーの起動・停止方法についてはメーカーへのヒアリングの結果を反映した。

□ HAZOP 及び SIL のワークショップを行い、ESD の健全性を検証し、ESD 方法に反映した。また、SU、レート変更、SD については運転方案を作成し、INPEX（施設 U、生産 U、鉱場のオペレーター）への説明を行い、指摘点を反映させて完成させた。

ESD についてはシャットダウンファンクションチャートにすべて反映させた。以上の通り、起動・停止・緊急停止・レートアップ・レートダウンにかかわる詳細な運転手順の検討を完了した。

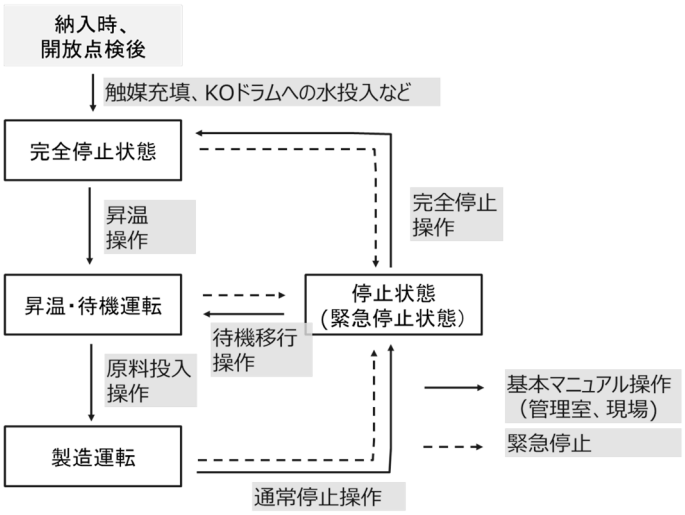


図 2-6　運転方針の検討内容

研究開発項目③反応システムのスケールアップ等適用性検討

（担当：INPEX）

400 Nm^3/h 実験機の基本設計は完了し、建設に着手しており、合成メタンの環境価値付与方法についても候補案の検討及び社会実装に向けた課題の調査が完了している。残りの環境価値のトレーサビリティについても詳細設計と共に対応中であること、実証及び商用に向けた FS についても関係各所と協議中であるため、達成が見込まれている。

③　-1 試験設備の設計・施工・運用・評価

2022 年夏より試験設備の施工業者入札を実施し、最終的に千代田化工建設株式会社へ発注することを決定した。並行して一部機器の発注、土木工事の一部、設計作業の一部を開始した。その後 2023 年 3 月に本工事の現地工事も開始となった。

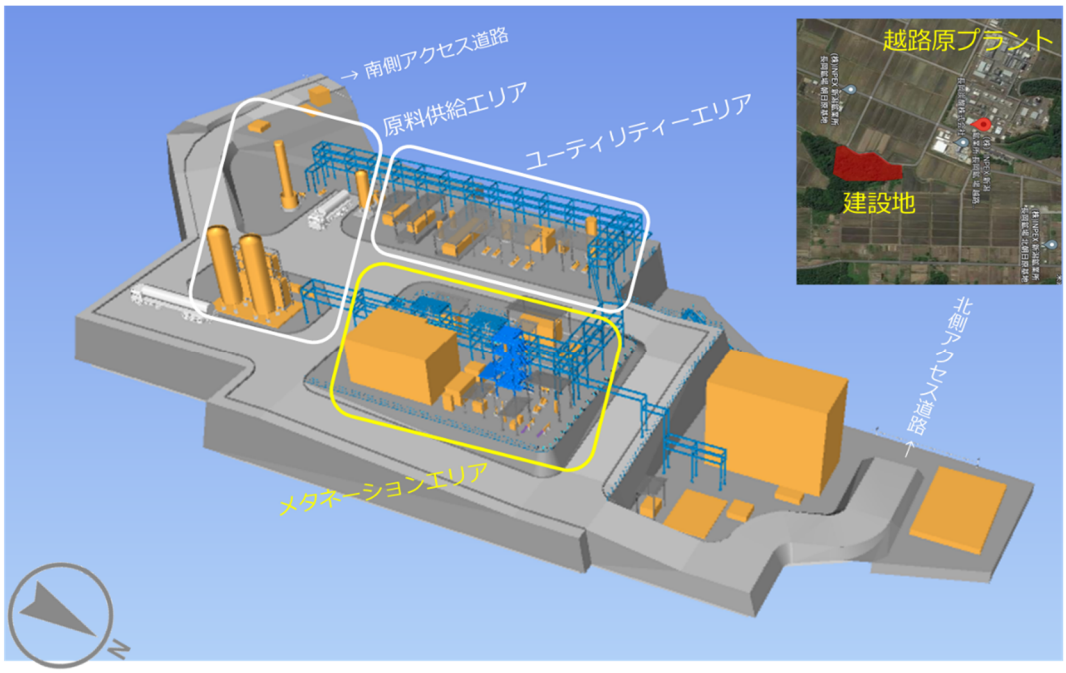


図 2-7　試験設備 3D Model

図 2-8 製作機器類

図 2-9 試験設備全体計画

図 2-10　400 Nm^3/h 試験設備建設地着工直後の様子（2022 年 9 月撮影）

図 2-11　400 Nm^3/h 試験設備建設地造成工事中の様子（2023 年 4 月撮影）

③-2 合成メタンの導管注入検討・実施

MRV（温室効果ガス排出量の測定、報告及び検証） 等トレーサビリティを担保するシステムを、操業情報管理、環境価値管理それぞれについて選定した。

合成メタンの導管注入による INPEX 販売ガスへの影響については、影響が最大となる条件を想定し、熱量と組成の変化量を確認した。まずは関係する供給先との販売契約において担保すべき熱量を下回らないとの結果を確認している。この結果も踏まえ、今後関係先への説明・協議を進めていく。

③-3 反応プロセスのスケールアップ・経済性・適用性検討

最新の随伴 CO_2 分析において新たな触媒被毒物質は確認されていないことから、既に得られた特性に基づく基本設計にて除去塔・脱硫塔の設計を進めた。

③-4 日豪 CR-MoC に基づく実証・商用スケールの FS/LCA 調査

AACE Class 4 相当(L: -15% to -30%, H: +20% to +50%)のコスト試算を実施し、前事業の Pre-FS よりも高い精度で FS を完了した。

③-5 早期社会実装に係る政策動向・制度設計等調査

国内外の水素政策をとりまとめ、合成メタンへの適用を視野に入れた ERGaR、ICAO-CORSIA マスバランス法等の制度課題、条件を調査した。日本ガス協会が提案するクリーンガス証書の考えに則り、国内では証書制度での環境価値移転を想定している。

研究開発成果の意義（副次的成果）

本事業を実施することによる意義は表 2-2 のように考えている。実施することによりメタネーション設備の開発が進捗するほか、人材育成など副次的効果も得られると考えている。

表 2-2　研究開発成果の意義（副次的効果）

意義	副次的成果
メタネーション反応器を設計するにあたり、**反応挙動の把握**が課題である。 本事業では反応シミュレーションを開発し、試験機、今後は**実証機、商用機の反応器設計に活かす**ことができると考えられる。	これらのシミュレーションに必要なコード開発等には、名古屋大学の博士課程の学生も参画しており、実プロセス設計に関わることで、**実践型の高度研究開発人材の育成**につながっている。
メタネーションプロセスを設計するにあたり、**総合エネルギー効率を可能な限り高める**ことが課題である。 本事業で反応プロセスを開発することで試験機の基本設計を終わらせることができた。	ベース技術では大型化ができているので本事業の成果を用いて**大型化に関するリスクを低減**できると考える。
既存のメタネーション設備に比して大規模であり、その**スケールアップ手法を確立**することが課題である。 大規模化を見据えた基本設計については期限通り完了することができた。	設備を導入するにあたっての**規制など対応方針を得る**ことができた。

特許出願及び論文発表

本事業を推進することにより表 2-3 にあるような特許及び論文発表を実施する計画としている。

表 2-3　特許出願及び論文発表

	2021 年度	2022 年度	2023 年度	計
特許出願(うち外国出願)	0	0	(0)	0
論文	1	0	(2)	3
研究発表・講演	6	21	(3)	30
受賞実績	0	0	(0)	0
新聞・雑誌等への掲載	3	4	(0)	7
展示会への出展	0	2	(1)	3

※2023 年 6 月 5 日現在

3 マネジメント

(1) 実施体制

① NEDO が実施する意義

CO_2 排出削減・有効利用の実用化の開発は、国家的課題（気候変動対策）に貢献する技術であり、社会的必要性は非常に大きいものと考えている。また研究開発の難易度は、実用化に至るまで段階的な実証試験などの技術開発が必要であり難易度が高いものと考えている。また投資規模も非常に大きく、開発リスクが大きな事業と考えられる。

このような国際的課題である気候変動対策に対し、産学官の技術力を最適に組み合わせ、研究を推進できること、また NEDO の過去の他事業の知見を本事業に活かすことで効率的な事業推進ができることから、本事業は NEDO で実施すべき事業であると考える。

② 実施体制（責任体制）

体制については前事業終了時から外部専門家などの意見を踏まえ、スケールアップを見据えサバティエ反応のシミュレーションを名古屋大学、商用規模でナフサなどの炭化水素から都市ガスを合成する技術を持つ大阪ガスが反応器設計などについては実施する体制とした。

また事業者間で推進委員会を開催し、事業成果及び今後の進め方の共有を図り、事業の中で出てきた知財などについては知財運営委員会にて協議している。

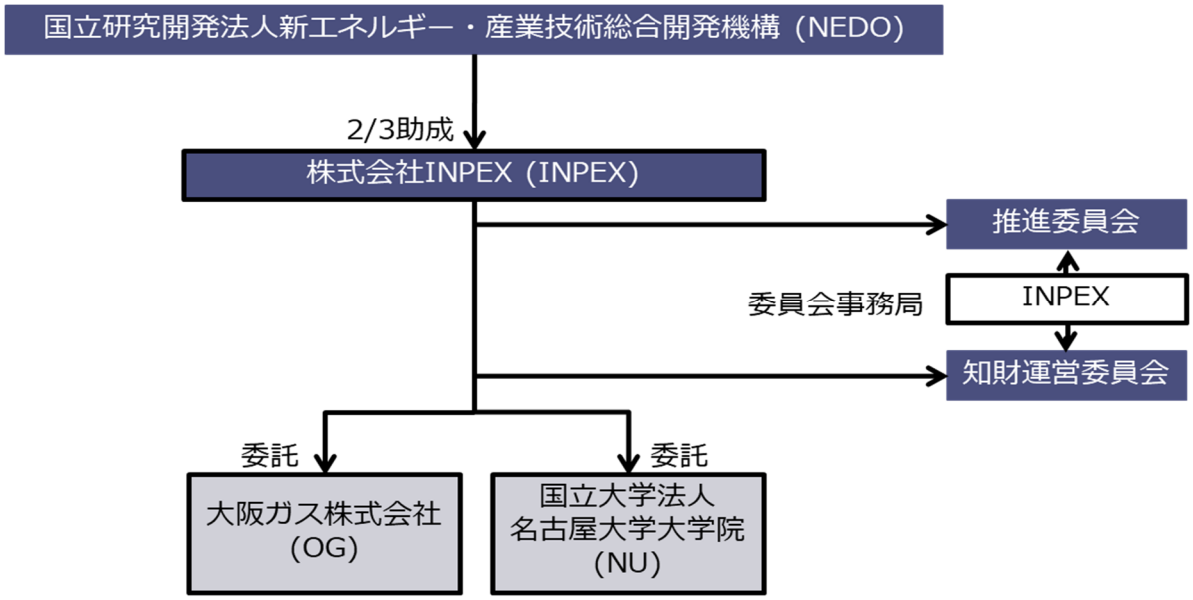


図 3-1 実施体制

③　個別事業の採択プロセス

本事業は以下の内容で公募を行った。

【公募】

公募予告（2021 年 5 月 31 日）⇒公募（2021 年 7 月 15 日）⇒公募〆切（2021 年 8 月 27 日）

【採択】

採択審査委員会（9 月 14 日）

採択審査項目；NEDO の標準的採択審査項目を用いて

①申請内容の評価（公募目的・目標との整合性、既存技術との優位差、申請内容の実現性）

②申請者の評価（関連分野に関する実績、開発体制の整備、必要設備の保有、人材の確保）

③成果の実用化（社会や他の技術への波及効果）

の 3 項目を中心に評し、各項目の重要度に応じた重み付け係数を変更して行った。

採択条件；なし

【採択委員】

区分	氏名	所属	役職
委員長	山中　一郎	東京工業大学　物質理工学院	教授
委員	齊藤　文	みずほリサーチ＆テクノロジーズ株式会社 グローバルイノベーション＆エネルギー部	課長
委員	鈴木　朋子	日立製作所　研究開発グループ	技師長
委員	藤原　哲晶	京都大学　大学院工学研究科	准教授
委員	牧野　尚夫	電力中央研究所　エネルギー技術研究所	研究アドバイザー

④　助成事業期間の見直しについて

本事業の目的はメタネーション反応システムの開発を重点的に行うことであり、グレー水素を用いてメタネーション試験を実施する計画であったが、2021 年 6 月に発表されたグリーン成長戦略のカーボンニュートラル合成メタン製造に資する設備（グリーン水素を用いたメタネーション設備）とするため、グリーン水素が導入可能となるよう設備計画を見直した。

その結果、建設期間の延長による、事業期間の見直し、費用の増加が発生した。

事業期間については、可能な限り最短となるよう NEDO と事業者で協議しながら進めていく。

(2) 受益者負担の考え方

① 予算及び受益者負担

本事業の予算は実証に向けた技術開発を終了させるために必要な費用を精査し金額を決定した。開発状況に応じて金額の見直しを行った。

表 3-1 本事業の予算計画

研究開発項目		2021年度	2022年度	2023年度	合計
大規模なCO2-メタネーションシステムを用いた導管注入の実用化技術開発	補助率 2/3	134 【90】	1,317 【878】	3,062 【2,042】	(4,513) 【3,010】

【】内は NEDO 負担額

（単位；百万円）

なお前事業は 2017～2021 年度に委託事業でメタネーションシステムの検討を進め、ベンチスケール試験を通じて技術目標を達成した。本事業では次段階の実証研究に移るため、助成事業とした。

なお本事業は助成事業として公募したが、事業化までの期間が長く事業リスクが高いこと、今後実用化に向けて段階的な設備スケールアップ試験・実証を行う必要があるため、補助率として 2/3 を設定した。

② アウトプット（研究開発成果）のイメージ

本事業では、実証/商用メタネーション設備に対し、①反応シミュレーション技術開発は本事業で開発したシミュレーション技術が実証/商用設備の反応器開発に貢献する。②大規模 CO_2-メタネーション反応プロセス技術開発は本事業で開発した 400Nm^3/h メタネーション設備の技術を用いて実証/商用機の開発に活かされる予定である。③反応システムのスケールアップ等適用性検討では 400Nm^3/h メタネーション試験機を用いたメタネーション試験を実施するほか、実証、商用に向けた FS、制度などの調査を行っており、その成果を用いて実証、商用化の検討が実施されることとなる。

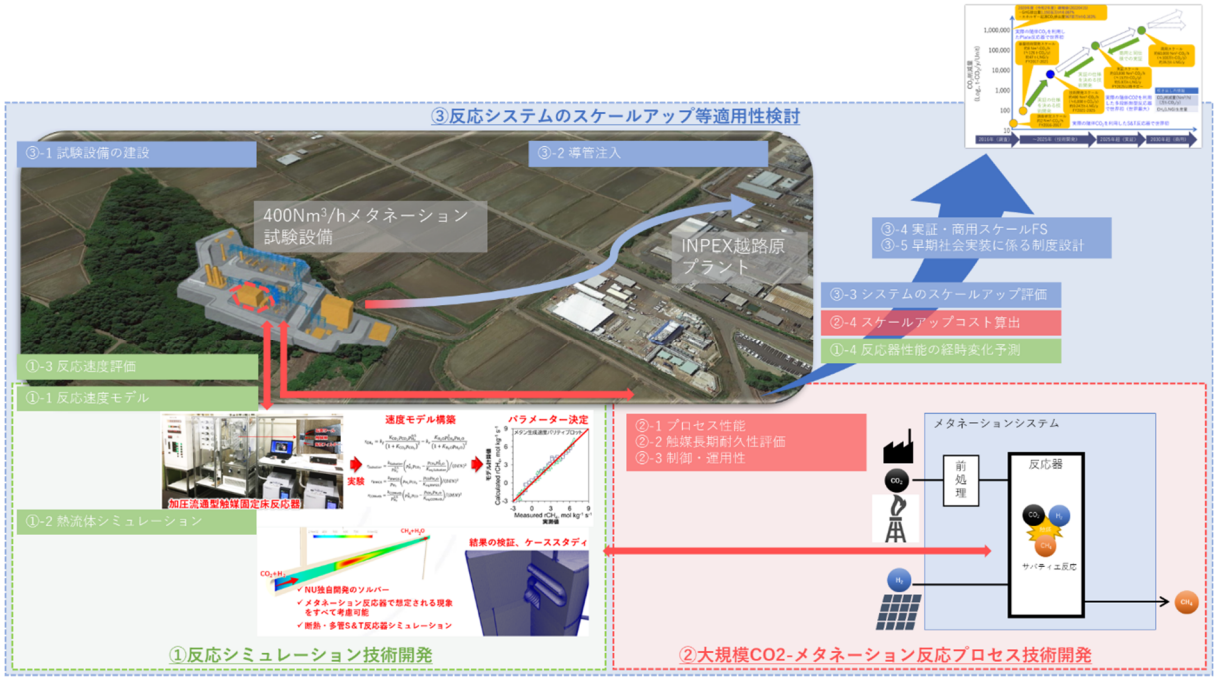


図 3-2　アウトプット（研究開発成果）のイメージ

③　目標達成に必要な要素技術

本事業では研究開発項目【研究開発項目①反応シミュレーション技術開発】及び【研究開発項目②大規模CO_2-メタネーション反応プロセス技術開発】を実施することで実証機/商用機を見据えた反応プロセスが完成する。また実証機、商用機開発に向けて建設適地を調査する【研究開発項目③反応システムのスケールアップ等適用性検討】を実施する。【研究開発項目③】では実証機、商用機を建設する適地調査やグリーン水素調達のための再エネ確保、事業化に向けた制度/政策に関する調査及び低コスト化に向けた調査を行っており、目標達成に向けて必要な要素技術は網羅していると考える。

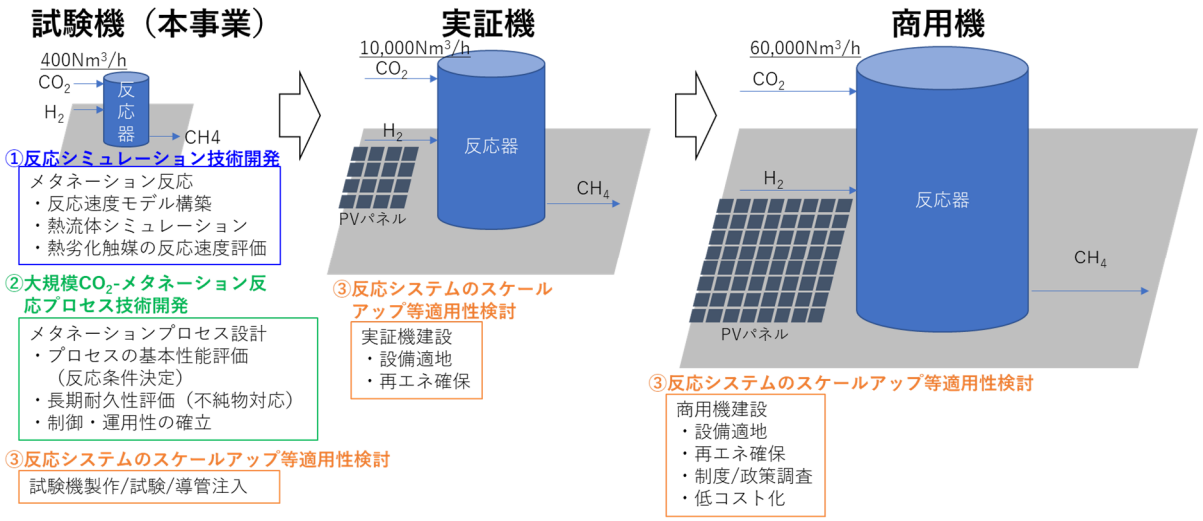


図 3-3　目標達成に必要な要素技術

(3) 研究開発計画

① 研究開発のスケジュール

本事業では 2030 年 1%の目標から逆算してスケジュールを作成した。

当初 2025 年度までの計画だったが、設備計画の見直しにより、2026 年度までの計画に変更している。

今後も EPC 業者と工期短縮のための協議は継続する予定である。

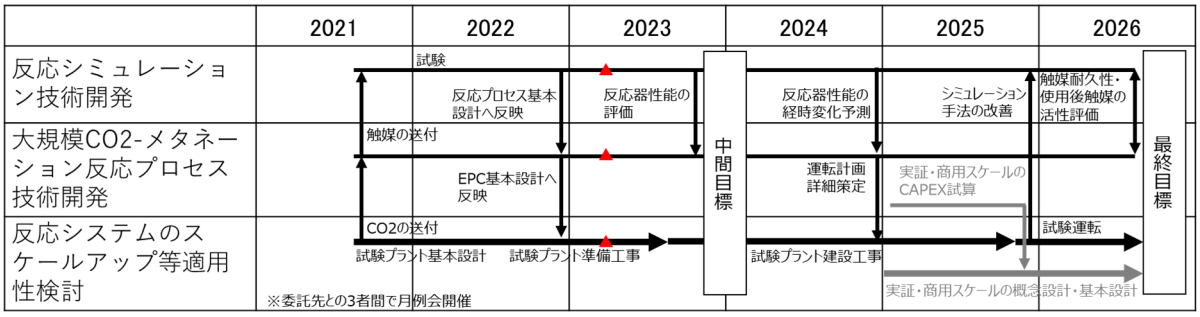


図 3-4 研究開発スケジュール

② 進捗管理

NEDO は事業者による進捗報告会（外部委員）に出席し開発状況を理解するほか、NEDO 自身も外部有識者による技術検討委員会を開催し、進捗確認、今後の進め方に対するアドバイスを実施した。

表 3-2 事業者による進捗管理

	参加者	目的	頻度
外部委員による進捗報告会	事業者、外部有識者	研究開発内容の確認、進め方のアドバイス、指導を得る	年 1 回(2022/4、2023/4 開催)
内部定例会議など	事業者	進捗情報、今後の進め方共有	INPEX/名大/大ガス(9 回) INPEX/大ガス(11 回) INPEX/大ガス/千代田建他(8 回)

※2023 年 5 月末現在

表 3-3 NEDO による進捗管理

	参加者	目的	頻度
外部委員による技術検討委員会	事業者、外部有識者、NEDO	本事業の進捗状況、方針の確認等を第三者である外部有識者からアドバイス、指導を得る。	年 1 回 （2022/4、2023/6 開催）
状況に応じた打合せ等	事業者、NEDO	事業的な状況、今後方針確認	随時

※2023 年 6 月末現在

③ 進捗管理：事後評価結果への対応

前事業事後評価における指摘事項を反映し、実施計画の改善を行った。

表 3-4　事後評価結果

カテゴリー	指摘事項	対応状況
事業の位置づけ・必要性	指摘なし	－
研究開発マネジメント	【1】今後に向けた後継プロジェクトでは、当該分野での市場競争が厳しくなっていく中、今後ますます革新的かつ早急な技術開発が必要となるため、NEDO として研究開発マネジメントの知見を適切に蓄積して応用していただくことを期待したい。 【2】現状の想定より更に脱炭素社会への加速が進む事も想定されるため、複数のシナリオを常に想定しながら今後の研究開発の方向性を検討して頂きたい。 【3】メタネーション装置は、本プロジェクトのキーコンポーネントであり、各社連携して、高効率で耐久性の高いものにしていって欲しい。	【1】後継プロジェクトにおいて、早急かつ柔軟な技術開発を行うべく、NEDO 関連事業との相乗効果も追求する。具体的には、メタネーションに係る電解還元等の共通基盤開発事業や CO_2 分離回収事業などの事業において得られる知見を本事業に活用したり、また、本事業で得られた知見の展開に取り組む。 【2】後継プロジェクトでは、水素の普及状況などについてのシナリオを複数想定し、実現可能な技術を段階的に設定するなど、開発計画を策定する。 【3】後継プロジェクトでは、スケールアップ検討とともに熱回収による高効率化と耐久性の向上を検討項目として設定し、サバティエ方式でのメタネーション技術の社会実装可能性を高める計画とする。
研究開発成果	【4】個々の研究成果に対しては、分離回収の先導的な研究成果としての位置づけであり、60,000Nm^3/h のフルスケール実機規模での概念設計のキースペックを出せるとさらに良く、触媒関係の成果についても、さらに良い評価を得るために、上記フルスケール相当での青写真、適用有無での効果比較まで言及をしていただきたい。 【5】製品の利用者の理解を促すことにより、製品の受容性を向上させる効果や、気候変動や脱炭素社会実現などに関する教育への貢献のため、本事業で建設した設備を活かした広報・発信を技術開発とともに期待したい。	【4】CO_2 分離回収の技術開発については現在 CCUS 事業においてラボ～パイロットレベルにおいて実施中である。これらの知見もメタネーションでの大規模適用の一例として成果を利用することを検討する。また、後継プロジェクトでは、商用化規模での概念設計を行い、触媒についてもフルスケールでの仕様について検討する。 【5】8Nm^3/h 級のメタネーション設備開発では現地に記者を呼ぶなど外部への発表を積極的に行った。後継プロジェクトにおいては、地域の導管注入にも取り組む予定であるところ、地域住民に対する情報発信も重要と考える。将来的には、さらに導管注入が広まる可能性があることも念頭におきつつ、各種媒体を通じ、積極的な発信を行う。
成果の実用性・事業性	【6】メタネーションで作ったメタンをそのまま都市のガスインフラに流せないことから、早期社会実装する上で、ガスインフラへの適用や LCA の検討を期待している。 【7】カーボンニュートラルに向けて取り得る手段は直接合成する方法に限られないため、例えばカーボンニュートラル LNG 等の代替手段との棲み分けを考慮した検討、さらにメタネーションの実用化に向けた具体的取組みにおいて技術確立後の導入にかかるリードタイムも考慮した成果の活用を検討いただきたい。	【6】早期の社会実装に向けた環境を構築する観点から、後継プロジェクトでは、都市ガス既存導管への利用を進めるため、注入試験やカロリー調整方法についても検討する。また、LCA 的観点での CO_2 削減量評価にも取り組む。 【7】メタネーションのコスト見通し、オフセット LNG 価格、通常の LNG 価格などについて、技術等が市場に導入されるリードタイムも考慮しつつ、市場における時間軸を含んだ「棲み分けイメージ」について、後継プロジェクトで整理することを検討する。

事後評価コメントに対して、表 3-5 の内容を実施計画書に反映した。

表 3-5　実施計画書への反映内容

事後評価コメント	実施計画における対応内容
現状の想定より更に脱炭素社会への加速が進む事も想定されるため、**複数のシナリオを常に想定しながら今後の研究開発の方向性を検討**して頂きたい。	**豪州の水素、CCUS 戦略に基づいた水素普及シナリオに加え、太陽光発電設備併設など**実現可能な技術を段階的に設定する計画とした。
メタネーション装置は、本プロジェクトのキーコンポーネントであり、各社連携して、**高効率で耐久性の高いものにしていって欲しい**。	スケールアップ検討とともに**サバティエ反応により発生する熱を回収することで高効率化と硫黄による触媒劣化に対する耐久性の向上を検討項目として設定**し、サバティエ方式でのメタネーション技術の社会実装可能性を高める計画とした。
個々の研究成果に対しては、分離回収の先導的な研究成果としての位置づけであり、60,000Nm^3/h のフルスケール実機規模での概念設計のキースペックを出せるとさらに良く、触媒関係の成果についても、さらに良い評価を得るために、上記**フルスケール相当での青写真、適用有無での効果比較まで言及**をしていただきたい。	CO2 分離回収の技術開発については、継続的にモニタリングし、これらの知見もメタネーション技術の大規模適用に利用することを検討する。**高濃度な天然ガス随伴 CO_2 が得られる可能性の高い地域を主要候補地として商用化規模での概念設計を行い**、触媒についてもフルスケールでの仕様について検討する計画とした。
メタネーションで作ったメタンをそのまま都市のガスインフラに流せないことから、早期社会実装する上で、**ガスインフラへの適用や LCA の検討を期待**している。	早期の社会実装に向けた環境を構築する観点から、都市ガス既存導管への利用を進めるため、**注入試験やカロリー調整方法についても検討する。**また、**再エネ由来のメタン製造に関するプロセスにおいて LCA 的観点での CO_2 削減量評価にも取り組む**計画とした。

④ 進捗管理：動向・情勢変化への対応

グリーン成長戦略にて 2030 年グリーン水素を用いて合成した合成メタンを 1%導管注入する目標が立てられたことに対応し、本事業においてもグリーン水素のみを用いて合成メタンを合成できるようにメタネーション設備の仕様を変更した。

添付資料

●プロジェクト基本計画

Ｐ１６００２
Ｐ１６００３
Ｐ１００１６
Ｐ９２００３

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発」基本計画

環境部

１．研究開発の目的・目標・内容

（１）研究開発の目的

①政策的な重要性

２０１５年７月に決定された長期エネルギー需給見通しにおいては、３Ｅ＋Ｓ（安全性、安定供給、経済効率性、環境適合）を同時達成しつつ、バランスの取れた電源構成を実現していくこととしており、火力発電分野においては、石炭火力発電及びＬＮＧ火力発電の高効率化を図り、環境負荷の低減と両立しながら、有効活用を推進することとしている。火力発電の高効率化は、再生可能エネルギーの最大限の導入促進、安全性の確認された原子力発電の活用と合わせ、温室効果ガス削減目標積み上げの基礎となった対策・施策として位置づけられている。これを踏まえ、２０１６年６月に官民協議会で策定した「次世代火力発電に係る技術ロードマップ」においては、火力発電の高効率化、CO_2削減を実現するため、次世代の火力発電技術の早期確立を目指すこととしている。また、２０２１年１０月に策定された「第６次エネルギー基本計画」においては、火力発電は再生可能エネルギーの変動性を補う調整力・供給力として柔軟な運転（幅広い負荷変動への対応）が求められることから、負荷変動対応や機動性に優れた火力技術開発等の取組を推進することとしている。

２０５０年に向けて化石燃料の利用に伴うCO_2の排出を大幅に削減していくためには、あらゆる技術的な選択肢を追求していく必要があることから、CO_2を炭素資源（カーボン）と捉え、これを回収し、多様な炭素化合物として再利用するカーボンリサイクルを推進することとしており、２０２１年６月に策定された「２０５０年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」では、カーボンニュートラル社会を実現するための重要分野の１つにカーボンリサイクル技術が位置づけられた。また、「カーボンリサイクル技術ロードマップ」（２０１９年６月策定、２０２１年７月改訂）において、カーボンリサイクル技術の確立、普及を目指していくこととしている。

２０２０年３月に策定された「新国際資源戦略」では、CO_2排出削減に向け、液体アンモニアの混焼を含めて着実に技術開発等を進めることが必要とされている。

石炭利用に伴って発生するCO_2、ＳＯｘ、ＮＯｘ、ばいじん等への対応や、石炭灰及びスラグの有効利用方策を確立することが大きな課題である。そのため、今後とも石炭を活用し、エネルギー需給安定化に貢献していくためにも、より高度なクリーンコールテクノロジーの開発が必要である。

②我が国の状況

我が国の火力発電の熱効率は世界最高水準を保っている。世界で初めて超々臨界圧火力発電（ＵＳＣ）を商用化し、さらには高効率な空気吹石炭ガス化複合発電（ＩＧＣＣ）が既

に実用化段階であり、酸素吹ＩＧＣＣにおいても実証フェーズにある。また、効率向上に大きく寄与するガスタービンにおいて、１６００℃級という高温化を世界に先駆けて実現する等、熾烈な国際競争の中においても、我が国の高効率火力発電システムは、トップレベルを維持しており、世界をリードしている。しかしながら、燃料資源を他国に大きく依存する我が国にとっては、限られた資源の有効利用を図ることは至上命題であり、今後とも、更なる効率化を図っていく必要がある。また、中長期的な視点では、大幅なCO_2削減を実現しうるCO_2の回収・貯留・利用（ＣＣＵＳ）やCO_2フリー燃料の利用技術の開発・推進も重要なテーマであり、国内でのＣＣＳ（二酸化炭素の回収・貯留）大規模実証事業や貯留ポテンシャル調査等に加え、CO_2を炭素資源と捉え、これを回収し、多様な炭素化合物として再利用するカーボンリサイクルを推進する取組や石炭火力発電におけるアンモニア混焼試験が進められている。

また、我が国においては、石炭の排ガスに関して、世界的に見ても非常に厳しい環境基準（環境保全協定値）が定められ、その基準が遵守されている。そのような背景から、脱硫、脱硝、ばいじん処理技術等、高度な環境保全技術が過去から培われており、日本の強みが発揮できる分野のひとつである。一方、石炭利用に伴い排出する石炭灰については、主にセメントの原料として、これまでは有効利用されてきたが、近年セメント生産量は減少傾向にあり、セメント原料に代わる石炭灰の利用方法の確立が喫緊の課題である。

③世界の取組状況

気候変動対策のため、２０２１年１１月時点では世界の１５０ヶ国以上で年限付きのカーボンニュートラル目標が掲げられており、各国でCO_2排出量を大幅に削減するための基礎研究から技術開発、実証研究等の様々な取組が行われている。

火力発電のＣＯ２排出の削減に向けた高効率化、ゼロエミッション火力発電、再エネ導入時の負荷変動対応に向けた開発等が海外でも進められている。また、火力発電とＣＣＵＳの組み合わせによるカーボンニュートラルにも注力する方向であり、火力発電や各種産業等の排ガスからのCO_2を分離・回収する技術として、高性能の材料等を用いて省エネルギー・低コストを目指す化学吸収法や物理吸着法、膜分離法等の研究開発と実証等が世界各地で進められている。さらに、回収したCO_2を様々な物質に変換させて有効利用する技術についても、先進的な取組が行われており、CO_2と水素から基礎化学品や機能性化学品、液体燃料や気体燃料を合成する技術、コンクリート等にCO_2を効率的に固定化させる技術の開発や実証等が進められている。

④本事業のねらい

長期エネルギー需給見通しの実現に向けて、火力発電の高効率化に関しては、石炭火力の発電効率を大幅に引き上げる石炭ガス化燃料電池複合発電（ＩＧＦＣ）の実証事業をはじめ、石炭火力、ＬＮＧ火力の双方につき、新たな火力発電技術の開発等を実施する。また、火力発電から発生するCO_2排出量をゼロに近づける切り札となる技術として、CO_2フリー燃料の利用及び火力発電所等から発生する大量のCO_2を効率的に分離・回収・有効利用するための技術開発等を実施する。これまでの火力発電に係る技術開発は、個別の技術ごとに進められていたが、石炭火力、ＬＮＧ火力は共通する要素技術が多く、火力発電全体の技術開発を加速するためには、個別技術開発を統合し、包括的かつ一体的に推進することが有効である。そこで、次世代火力発電技術に係る事業を本事業において統合し、関連

事業を一元管理し、一体的に進めることで、開発成果を共有しつつ、技術開発に係るリソースを最適化する。これにより、次世代火力発電技術の開発を加速し、早期の技術確立及び実用化を狙う。また、ＬＣＡ的な観点も含めたCO_2の利用に係るカーボンリサイクル技術開発を一元的に進めることで、火力発電プロセスの更なる効率化を図るとともに、CO_2排出削減に向けた取り組みの効率化を図る。

石炭の効率的利用、環境対応等を目的として、石炭利用の環境対策に関する調査・技術開発を実施する。これらの取組により、石炭の安定調達性が増し、石炭を安価で安定的に使用することが可能となり、我が国におけるエネルギーセキュリティーの向上に資する。

（２）研究開発の目標

①アウトプット目標

本事業を通じて、発電効率の大幅な向上技術、調整力確保に寄与する負荷変動対応発電技術、CO_2分離・回収後においても高効率を維持する技術、CO_2フリー燃料の利用技術、低コストなCO_2分離・回収技術及びCO_2有効利用技術（カーボンリサイクル等）により、CO_2排出の削減に寄与する革新的なカーボンリサイクル技術及び次世代火力発電技術の見通しを得る。また、石炭灰の有効利用率を１００％まで向上させるなど、石炭の有効利用技術を確立する。

研究開発項目ごとの目標については、別紙にて定める。

②アウトカム目標

本事業の開発成果により、２０３０年頃にＬＮＧ火力においては、将来のガスタービン燃料電池複合発電（ＧＴＦＣ）商用機として送電端効率６３％（高位発熱量基準）を達成し、さらには、ＩＧＦＣ商用機へと繋げることで、石炭火力として送電端効率５５％（高位発熱量基準）を達成する。２０４０年頃に燃料としての年間アンモニア利用量１，０００万トンを達成し、アンモニア３５，０００円/t を想定した場合において、３，５００億円相当の燃料アンモニア市場を創出する。ＣＣＵＳの実現に向け、CO_2分離・回収コスト１，０００円台/ｔ-CO_2という大幅な低減を達成する。また、CO_2有効利用の一例として、CO_2由来のメタンで天然ガスパイプラインの許容圧力変動幅の１割を活用して負荷変動対応に供する場合として、１，３００億円相当の天然ガス代替を獲得する。また、負荷変動対応技術を確立することで、電力市場整備の一つとして進められてきた調整力公募市場（短期間での電力需給調整能力（ΔkW 価値）を取引する市場公募）での電力供給機会の更なる創出に寄与し、電力市場の活発化に貢献する。

また、カーボンリサイクルの観点からは、２０３０年頃に短期的に実現可能な技術（ポリカーボネートなどの化学品、バイオジェットなどの液体燃料、道路ブロックなどのコンクリート製品など）を既存のエネルギー・製品と同等のコスト実現を目指すとともに、２０４０年以降に実現をめざした需要の多い汎用品（オレフィンやＢＴＸなどの化学品、ガス、液体などの燃料、汎用コンクリート製品など）へ拡大する。

③アウトカム目標達成に向けての取組

市場ニーズを見極めつつ、各技術開発プロセスの進捗管理を行い、開発優先度の調整、開発スケジュールの最適化、技術開発の相互連携を図り、中長期の火力発電技術開発の全

体プロセスの最適化・効率化を図る。そして、技術開発のプロセスにおけるコスト低減の取組と信頼性の確保により、商用機導入を早期に拡大する。

（３）研究開発の内容

火力発電の効率化及びCO_2フリー燃料の利用、CO_2分離・回収・有効利用等に関する調査、開発及び実証、石炭灰や溶融スラグの有効利用及び削減に関する調査及び技術開発並びに排煙処理技術等の環境対策に関する調査等を実施する。実施に当たっては、各事業の性質に合わせ、委託事業又は助成事業（ＮＥＤＯ負担１／３、２／３、１／２）により実施するとともに、必要に応じてステージゲート審査を用いる。

なお、個別研究開発項目の研究開発内容の詳細については、別紙にて記載する。

研究開発項目①　石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業［委託・助成事業］

１）酸素吹ＩＧＣＣ実証（１／３助成）

２）CO_2分離・回収型酸素吹ＩＧＣＣ実証（１／３，２／３助成）

３）CO_2分離・回収型ＩＧＦＣ実証（１／２助成）

４）信頼性向上、低コスト化（１／３助成）

５）CO_2分離・回収負荷変動対応ガスタービン要素技術開発（１／２助成）

６）CO_2分離・回収型ＩＧＣＣにおけるバイオマス混合ガス化技術開発（委託、１／２助成）

研究開発項目②　高効率ガスタービン技術実証事業［助成事業］

１）１７００℃級ガスタービン

（２０１６～２０１８年度：２／３助成、２０１９～２０２０年度：１／２助成）

２）高湿分空気利用ガスタービン（ＡＨＡＴ）（２／３助成）

研究開発項目③　先進超々臨界圧火力発電技術開発［助成事業（２／３助成）］

研究開発項目④　次世代火力発電基盤技術開発［委託事業］

１）　次世代ガス化システム技術開発

２）　燃料電池向け石炭ガスクリーンナップ技術要素研究

３）　ガスタービン燃料電池複合発電技術開発

４）　燃料電池石炭ガス適用性研究

５）　CO_2分離型化学燃焼石炭利用技術開発

６）　石炭火力の負荷変動対応技術開発

７）　CO_2有効利用技術開発

８）CO_2分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術開発

９）機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の要素研究

研究開発項目⑤　CO_2回収型次世代ＩＧＣＣ技術開発［委託事業］

研究開発項目⑥　カーボンリサイクル・次世代火力推進事業［委託事業］

研究開発項目⑦　次世代技術の早期実用化に向けた信頼性向上技術開発［助成事業（１／２助成）］

研究開発項目⑧　CO_2有効利用拠点における技術開発［委託・助成事業］

１）　CO_2有効利用拠点化推進事業［委託・助成事業］

２）　研究拠点におけるCO_2有効利用技術開発・実証事業［委託・助成事業］

研究開発項目⑨　CO_2排出削減・有効利用実用化技術開発［委託・助成事業］

１） 化学品へのCO_2利用技術開発［委託・助成事業］

２）液体燃料へのCO_2利用技術開発［委託・助成事業］

３）コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物などへのCO_2利用技術開発［委託・助成事業］

４）気体燃料へのCO_2利用技術開発［委託・助成事業］

研究開発項目⑩　石炭利用環境対策事業［委託・助成事業］

１）　石炭利用環境対策推進事業［委託事業］

２）　石炭利用技術開発［助成事業（２／３助成）］

研究開発項目⑪　アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業［委託・助成事業］

１）　要素研究［委託事業］

２）　実証研究［助成事業（１／２助成）］

※１）の実施者を公募した後の、１）から２）への移行の可否は、外部有識者で構成される委員会の審査（ステージゲート審査）を経て決定する。

研究開発項目⑫　CO_2分離・回収技術の研究開発［委託・助成事業］

（２０２１年度までは「ＣＣＵＳ研究開発・実証関連事業」において実施）

１）　先進的二酸化炭素固体吸収材実用化研究開発［委託事業］

２）　先進的二酸化炭素固体吸収材の石炭燃焼排ガス適用性研究［委託・助成事業（１／２）］

３）　二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発［委託事業］

４）　二酸化炭素分離膜システム実用化研究開発［委託事業］

研究開発項目⑬　火力発電負荷変動対応技術開発・実証事業［委託・助成事業］

１）　機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の技術開発・実証研究［委託・助成事業］

２）　石炭火力の負荷変動対応技術開発・実証研究［委託・助成事業］

２．研究開発の実施方式

（１）研究開発の実施体制

本事業は、ＮＥＤＯが単独又は複数の企業、大学等の研究機関（原則、国内に研究開発拠点を有していること。ただし、国外企業の特別の研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点から国外企業との連携が必要な部分はこの限りではない。）から、原則公募によって実施者を選定し実施する。ただし、移管事業に関してはこの限りではない。

ＮＥＤＯは、プロジェクトの進行全体の企画・管理やプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させるため、必要に応じてプロジェクトマネージャー（以下「ＰＭ」という。）を任命する。また、各実施者の研究開発ポテンシャルを最大限に活用し、効率的かつ効果的に研究開発を推進する観点から、必要に応じて研究開発責任者（プロジェクトリーダー、以下「ＰＬ」という。）を指名する。

なお、研究開発項目ごとのＰＭ、ＰＬは以下のとおり。また、研究開発項目④２）、３）、４）は、推進にあたって、燃料電池に関する情報共有と開発戦略の整合性を図るため、プロジェクトチーム（ＰＴ）にＮＥＤＯスマートコミュニティ・エネルギーシステム部を加える。

研究開発項目①　石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業

ＰＭ：ＮＥＤＯ　吉田准一、ＰＬ：大崎クールジェン株式会社　菊池哲夫

研究開発項目②　高効率ガスタービン技術実証事業

1）１７００℃級ガスタービン

ＰＭ：ＮＥＤＯ　園山希、ＰＬ：三菱重工業株式会社　石坂浩一

2）高湿分空気利用ガスタービン（ＡＨＡＴ）

ＰＭ：ＮＥＤＯ　山中康朗、ＰＬ：三菱日立パワーシステムズ株式会社　吉田正平

研究開発項目③　先進超々臨界圧実用化要素火力発電技術開発

ＰＭ：ＮＥＤＯ　足立啓、ＰＬ：一般社団法人高効率発電システム研究所　福田雅文

研究開発項目④　次世代火力発電基盤技術開発

1）次世代ガス化システム技術開発

ＰＭ：ＮＥＤＯ　中田博之、ＰＬ：一般財団法人電力中央研究所　牧野尚夫

2）燃料電池向け石炭ガスクリーンナップ要素研究

ＰＭ：ＮＥＤＯ　春山博司、ＰＬ：電源開発株式会社　早川宏

3）ガスタービン燃料電池複合発電技術開発

ＰＭ：ＮＥＤＯ　福原敦、ＰＬ：三菱日立パワーシステムズ株式会社　北川雄一郎

4）燃料電池石炭ガス適用性研究

ＰＭ：ＮＥＤＯ　福原敦、ＰＬ：電源開発株式会社　大畑博資

5）CO_2分離型化学燃焼石炭利用技術開発

ＰＭ：ＮＥＤＯ　中田博之、ＰＬ：一般財団法人石炭エネルギーセンター　原田道昭

6）石炭火力の負荷変動対応技術開発

ＰＭ：ＮＥＤＯ　野原正寛、ＰＬ：契約毎に設置

7）CO_2有効利用技術開発

ＰＭ：ＮＥＤＯ　天野五輪麿、ＰＬ：国立研究開発法人産業技術総合研究所　坂西欣也

8）CO_2分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術開発

ＰＭ：ＮＥＤＯ　森匠磨

9）機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の要素研究

ＰＭ：ＮＥＤＯ　新郷正志、ＰＬ：一般財団法人電力中央研究所　渡辺 和徳

研究開発項目⑤　CO_2回収型次世代ＩＧＣＣ技術開発

ＰＭ：ＮＥＤＯ　青戸冬樹、ＰＬ：一般財団法人電力中央研究所　牧野尚夫

研究開発項目⑦　次世代技術の早期実用化に向けた信頼性向上技術開発

ＰＭ：ＮＥＤＯ　西里友志、ＰＬ：一般社団法人高効率発電システム研究所　福田雅文

研究開発項目⑧CO_2有効利用拠点における技術開発

ＰＭ：ＮＥＤＯ　吉田准一

研究開発項目⑨　CO_2排出削減・有効利用実用化技術開発

ＰＭ：ＮＥＤＯ　森伸浩

研究開発項目⑩　石炭利用環境対策事業

ＰＭ：ＮＥＤＯ　齊藤英治

研究開発項目⑪　アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業

ＰＭ：ＮＥＤＯ　櫻井靖紘

研究開発項目⑫　CO_2分離・回収技術の研究開発

ＰＭ：ＮＥＤＯ　選定中

研究開発項目⑬　火力発電負荷変動対応技術開発・実証事業

ＰＭ：ＮＥＤＯ　井川純二

（２）研究開発の運営管理

ＮＥＤＯは、研究開発全体の管理及び執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適切に把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

①進捗把握・管理

ＰＭは、ＰＬや研究開発実施者と密接に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、外部有識者で構成する技術検討委員会を組織し、定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努める。

②技術分野における動向の把握・分析

ＰＭは、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し、技術の普及方策の分析及び検討を行う。

３．研究開発の実施期間

本事業の実施期間は、２０１６年度から２０２６年度までの１１年間とする。なお、研究開発項目①及び②は２０１２年度から２０１５年度、研究開発項目③は２００８年度から２０１５年度まで経済産業省により実施したが、２０１６年度からＮＥＤＯが実施している。研究開発項目⑫は２０１８年度から２０２１年度まで「ＣＣＵＳ研究開発・実証関連事業」により実施したが、２０２２年度より本事業で実施する。

４．評価に関する事項

ＮＥＤＯは、技術的及び政策的観点から、事業の意義及び目標達成度や成果に係る技術的意義及び将来の産業への波及効果等について、評価を実施する。研究開発項目①～⑤、⑦～⑨、⑪については、技術評価実施規程に基づき、プロジェクト評価を行い、⑩については事業評価を行う。

評価の時期については、研究開発項目①は、中間評価を２０１７年度、２０２０年度及び２０２３年度に、前倒し事後評価を２０２５年度に実施する。研究開発項目②は、中間評価を２０１８年度、事後評価を２０２１年度に実施する。研究開発項目④１）は、研究開発項目⑤と統合の上、評価を行う。研究開発項目④２）は、事後評価を２０１９年度に実施する。研究開発項目④３）、４）は、中間評価を２０１９年度に、事後評価を２０２２年度に実施する。研究開発項目④５）は中間評価を２０１７年度に実施し、研究開発項目④６）は、中間評価を２０２０年度に、前倒し事後評価を２０２３年度に実施し、研究開発項目④７）は前倒し事後評価を２０２１年度に実施し、研究開発項目④８）は中間評価を２０２２年度に、事後評価を２０２５年度に実施し、研究開発項目④９）は前倒し事後評価を２０２１年度に実施する。研究開発項目⑤は、中間評価を２０１７年度、前倒し事後評価を２０２０年度に実施する。研究開発項目⑥は、調査事業については内容に応じて研究開発項目①から⑤、⑦～⑪の中間評価、事後評価の際に合わせて評価を実施し、共通基盤技術開発については研究開発項目⑨の中間評価、事後評価の際に合わせて評価を実施、先導研究については内容に応じて研究開発項目⑨、⑪の中間評価、事後評価の際に合わせて評価を実施する。研究開発項目⑦は、中間評価を２０１９年度、事後評価を２０２２年度に実施する。研究開発項目⑧および研究開発項目⑨１）、２）、３）は、中間評価を２０２２年度及び２０２５年度、事後評価を２０２７年度に実施する。研究開発項目⑨４）は中間評価を２０２３年度、前倒し事後評価を２

０２６年度に実施する。研究開発項目⑩は、中間評価を２０１９年度、２０２２年度、前倒し事後評価を２０２５年度に実施する。研究開発項目⑪は、事後評価を２０２５年度に実施する。研究開発項目⑫は、中間評価を２０２２年度、事後評価を２０２５年度に実施する。研究開発項目⑬は、中間評価を２０２４年度、前倒し事後評価を２０２６年度に実施する。

５．その他の重要事項

（１）委託事業成果の取扱い

①成果の普及

得られた事業成果については、ＮＥＤＯ、実施者とも普及に努める。

②標準化等との連携

得られた事業成果については、標準化等との連携を図り、我が国の優れたカーボンリサイクル・次世代火力発電等技術を普及させるために、標準化への提案等を積極的に行う。

③知的財産権の帰属

事業成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第２５条の規定等に基づき、原則として、全て委託先に帰属させることとする。

なお、海外動向や国際展開を見据えた知財管理を行うとともに、海外における知財の確保を積極的に推進する。

④知財マネジメントに係る運用

本プロジェクトのうち、研究開発項目①石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業６）、研究開発項目④次世代火力発電基盤技術開発及び研究開発項目⑥カーボンリサイクル・次世代火力推進事業、研究開発項目⑧CO_2有効利用拠点における技術開発、研究開発項目⑨CO_2排出削減・有効利用実用化技術開発、研究開発項目⑩石炭利用環境対策事業及び研究開発項目⑪アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業、研究開発項目⑫CO_2分離・回収技術の研究開発、研究開発項目⑬火力発電負荷変動対応技術開発・実証事業は、「ＮＥＤＯプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を適用する。

⑤データマネジメントに係る運用

本プロジェクトのうち、研究開発項目①石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業６）、研究開発項目④次世代火力発電基盤技術開発８）、研究開発項目⑥カーボンリサイクル・次世代火力推進事業、研究開発項目⑧CO_2有効利用拠点における技術開発、研究開発項目⑨CO_2排出削減・有効利用実用化技術開発、研究開発項目⑩石炭利用環境対策事業及び研究開発項目⑪アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業、研究開発項目⑫CO_2分離・回収技術の研究開発、研究開発項目⑬火力発電負荷変動対応技術開発・実証事業のうち２０１８年度以降に公募を行う事業は、「ＮＥＤＯプロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針」を適用する。

（２）基本計画の変更

ＰＭは、当該事業の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、事業内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応じて目標達成に向けた改善策を検討し、達成目標、実施期間、実施体制等、基本計画を見直す等の対応を行う。

（３）根拠法

本事業は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第十五条第一号ハ、第三号及び第六号イに基づき実施する。

（４）委託先等以外の第三者の土地に設置した資産の処分方法

研究開発項目⑧においては委託先等以外の第三者の土地に拠点整備インフラを設置する予定である。第三者の土地に設置した資産であっても、委託先は、委託事業終了後、有償により、ＮＥＤＯに帰属する資産をＮＥＤＯから譲り受けることとなっている（約款第 20 条の 2①）。ただし、以下の要件を満たすものに限り、委託事業内における当該資産の解体撤去を実施できる。

・事業目的達成後に、取得資産を設置した第三者の敷地等の速やかな原状回復を必要とし、かつ、その時点で利活用できない資産（機能が著しく低下している、 移設するとその機能を失う等、物理的に使用できない資産）である場合

（５）その他

最新の技術動向や政策上の必要性に鑑み、必要に応じた研究開発項目の追加や見直しを行うことがある。本事業の実施を通じて、イノベーションの担い手として重要な若手研究員及び女性研究員の育成や中堅・中小・ベンチャー企業等を支援することとする。

６．基本計画の改訂履歴

（１）２０１６年１月、基本計画制定。

（２）２０１６年４月、３．研究開発の実施方式（１）研究開発実施体制　研究開発項目③、④ １）と２）、⑤のＰＭの変更。

５．評価に関する事項、研究開発項目④ ５）中間評価、事後評価の年度を１年後ろ倒し。

別紙 研究開発項目④ ５）の３．達成目標、中間目標年度と最終目標年度を１年後ろ倒し。

研究開発スケジュールは研究期間を１年延長し、中間評価と事後評価を１年後ろ倒し。

（３）２０１６年９月、５．評価に関する事項、研究開発項目④ ５）中間評価、事後評価の年度を１年後ろ倒ししたが、当初計画通りに戻す。

別紙 研究開発項目④ ５）の３．達成目標、中間目標年度と最終目標年度を１年後ろ倒ししたが、当初計画通りに戻す。

研究開発スケジュールは研究期間を１年延長し、中間評価と事後評価を１年後ろ倒ししたが、当初計画通りに戻す。

（４）２０１７年２月

１．研究開発の目的・目標・内容の（２）研究開発の目標並びに（３）研究開発の内容に、研究開発項目④次世代火力発電基盤技術開発６）石炭火力の競争力強化技術開発、７）Ｃ

O_2有効利用技術開発及び研究開発項目⑦次世代技術の早期実用化に向けた信頼性向上技術開発の内容を追加した。

３．研究開発の実施方式のＰＭ及びＰＬを追記・修正した。

５．評価に関する事項の①及び⑥の実施時期を修正し、並びに④１）、５）の前倒しの区分を明確化し、④６）、７）、⑦を追加した。

６．その他の重要事項の（１）委託事業成果の取扱い③知的財産権の帰属に知財マネジメント適用プロジェクト名を追記した。

（５）２０１７年５月

３．研究開発の実施体制（１）研究開発実施体制　研究開発項目②の１）と２）及び④の６）のＰＭの変更。

（６）２０１７年６月

研究開発項目④の１）３．達成目標に中間目標を設定し、２０１７年度に中間評価を実施する。

（７）２０１８年２月

１．研究開発の目的・目標・内容の（３）研究開発の内容のうち、研究開発項目①の２）、３）の助成率を変更した。また、研究開発項目④次世代火力発電基盤技術開発８）流動床ガス化燃焼を応用した石炭利用技術開発、９）機動性に優れる広付加帯高効率ガスタービン複合発電の要素研究の内容を追加した。また、研究開発項目④次世代火力基盤技術開発１）次世代ガス化システム技術開発を、研究開発項目⑤に統合し、研究開発項目⑤の名称を変更した。

３．研究開発の実施方式のＰＭ及びＰＬを追記・修正した。

５．評価に関する事項の④１）、６）、８）、９）の評価時期を追記・修正した。

６．その他の重要事項の（１）委託事業成果の取扱い③知的財産権の帰属に注釈を追記した。

（８）２０１８年７月

３．研究開発の実施方式（１）研究開発実施体制 研究開発項目④２）、８）のＰＭの変更、及び、研究開発項目④５）のＰＬの変更、研究開発項目④６）のＰＬの記載変更。別紙 研究開発項目⑥ １．研究開発の必要性、２．具体的研究内容にかかる記載を一部変更した（バイオマスに係る記載の追記）。

（９）２０１８年９月

３．研究開発の実施方式において、研究開発項目①及び研究開発項目④７）、９）のＰＬの変更、４．研究開発の実施期間の変更、５．評価に関する事項の研究開発項目①の中間評価時期及び事後評価時期の変更、研究開発項目④２）の評価時期変更、研究開発項目④５）の事後評価を削除。６．その他の重要事項のデータマネジメントに係る運用に研究開発項目①３）を追記。また、別紙　研究開発項目①について、期間の延長および、２）CO_2分離・回収型酸素吹ＩＧＣＣ実証の最終目標を詳細な記載に変更。別紙　研究開発項目④９）について、目標値を補足。研究開発スケジュール表の修正。

（１０）２０１９年１月

１．研究開発の目的・目標・内容の（３）研究開発の内容において、研究開発項目②１）の助成率の変更。５．評価に係る事項において、研究開発項目⑦の中間評価の追加及び事後評価時期の変更、研究開発項目④８）の前倒し事後評価時期の変更。別紙 研究開発項目④８）の実施期間の変更。別紙 研究開発項目④９）の最終目標を詳細な記載に変更。別紙 研究開発項目⑥の２．具体的研究内容に燃料多様化に係る記載を追記。別紙 研究開発項目⑦の実施期間の変更及び中間目標の策定、最終目標年度の変更。研究開発スケジュール表の修正。

（１１）２０１９年７月

和暦から西暦へ表記修正。３．研究開発の実施方式において、研究開発項目④６）、７）、９）、⑤及び⑦のＰＭの変更。５．評価に関する事項において、研究開発項目④３）、４）の中間評価の追加及び研究開発項目④２）、３）、４）の事後評価時期の変更。別紙　研究開発項目④３）、４）について、実施期間の延長、中間目標の策定及び最終目標の修正。研究開発項目⑥の文言修正。研究開発スケジュール表の修正。その他誤記修正。

（１２）２０２０年２月

改訂：　基本計画の名称変更、基本計画「クリーンコール技術開発」の統合による記載内容の移管、１．研究開発の目的・目標・内容（１）（２）において内容の追加、１．研究開発の目的・目標・内容（３）研究開発の内容及び２．研究開発の実施方式（１）研究開発の実施体制において名称変更と項目の追加、３．研究開発の実施期間において期間変更及び追加、４．評価に関する事項において評価時期の変更及び追加、５（１）④知財マネジメントに係る運用⑤データマネジメントに係る運用において対象研究開発項目の追加、研究開発項目④３）４）において中間評価結果反映のため最終目標を追記。研究開発項目⑧⑨の追加、研究開発項目⑩の移管。

（１３）２０２０年３月

５．その他重要事項（４）委託先等以外の第三者の土地に設置した資産の処分方法、（５）その他において追記。

（１４）２０２０年７月

２．研究開発の実施方式　（１）研究開発の実施体制　研究開発項目②２）　④３）、４）、８）　⑧、⑨のＰＭと研究開発項目④８）の名称を変更。別紙　研究開発項目④８）１．研究開発の必要性、２．具体的研究内容、３．達成目標の記載から噴流床ガス化技術に係る記載を追加　別紙　研究開発項目⑤　２．具体的研究内容の記載から噴流床ガス化技術（ポリジェネレーション）に係る記載を削除。研究開発スケジュール表の修正。その他誤記修正。

（１５）２０２０年９月

２．研究開発の実施方式（１）研究開発の実施体制　研究開発項目①、④６）、⑧の PM を変更、④４）の PL を変更、⑧と⑨の PL に関する記載を削除。

（１６）２０２０年１０月

２．研究開発の実施方式（１）研究開発の実施体制　研究開発項目①、⑧の PM を変更。

（１７）２０２１年１月

１．研究開発の目的・目標・内容（１）（２）において内容の追加、１．研究開発の目的・目標・内容（３）研究開発の内容及び２．研究開発の実施方式（１）研究開発の実施体制において項目の追加、３．研究開発の実施期間において期間変更、４．評価に関する事項において評価時期の変更及び追加、５（１）④知財マネジメントに係る運用⑤データマネジメントに係る運用において対象研究開発項目の追加、研究開発項目①２）の内容拡充、研究開発項目①４）５）、⑨４）の追加。研究開発項目⑪の追加。

（１８）２０２１年５月、２．研究開発の実施方式（１）研究開発実施体制　研究開発項目④３）、４）、６）、７）及び８）、研究開発項目⑦、研究開発項目⑩のＰＭの変更。

（１９）２０２１年６月

１．研究開発の目的・目標・内容（３）研究開発項目⑨３）における項目名の変更。別紙研究開発項目⑨３）の項目名の変更および内容の拡充。

（２０）２０２１年7月

５．その他の重要事項（１）委託事業成果の取扱い④知財マネジメントに係る運用及び⑤データマネジメントに係る運用における対象研究開発項目の変更。

（２１）２０２２年３月

１．研究開発の目的・目標・内容（１）（２）において内容の追加、１．研究開発の目的・目標・内容（３）研究開発の内容及び２．研究開発の実施方式（１）研究開発の実施体制において項目の追加、３．研究開発の実施期間において期間変更及び記載の追加、４．評価に関する事項において評価時期の変更及び追加、５（１）④知財マネジメントに係る運用、⑤データマネジメントに係る運用において対象研究開発項目の追加。別紙において、研究開発項目⑦、研究開発項目⑧、研究開発項目⑨、研究開発項目⑪において期間変更及び研究開発項目⑫、研究開発項目⑬の追加。

（２２）２０２２年８月

２．研究開発の実施方式（１）研究開発の実施体制における部署名の変更。別紙研究開発項目⑥２．の組織名の修正。

（２３）２０２２年１１月

２．研究開発の実施方式（１）研究開発の実施体制における研究開発項目①、⑧、⑨、⑩、⑪、⑬のＰＭの変更、研究開発項目①のＰＬの変更。

（２４）２０２３年１月

１．研究開発の目的・目標・内容（２）②において内容の見直し、（３）において項目の追加及び助成フェーズの追加、４．評価に関する事項において評価時期の変更、５（１）④知財マネジメントに係る運用及び⑤データマネジメントに係る運用において対象研究開発項目の追加。別紙において、研究開発項目①の追加、研究開発項目④６）及び⑬において期間変更、研究開発項目⑥において文言修正、研究開発項目⑫において助成フェーズの追加。

別紙

研究開発項目①　「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」

１．研究開発の必要性

石炭は、他の化石燃料と比べ、可採年数が約１１０年と長く、かつ世界各国に幅広く分布する等、供給安定性が高く、経済性に優れることから、エネルギー自給率が極めて低い我が国にとって重要な一次エネルギー源であり、発電の分野においても石炭火力発電は発電電力量の約３割を占める重要な電源の一つである。

一方で、石炭は他の化石燃料と比べ、燃焼時の単位発熱量当たりのCO_2排出量が多く、地球環境面での制約要因が多いという課題を抱えており、石炭火力発電についてもさらなるCO_2排出量の抑制が求められている。

したがって、石炭火力発電の高効率化及びCO_2排出量削減の観点から本事業を実施する必要性がある。

２０１４年４月に閣議決定されたエネルギー基本計画においても、石炭火力発電は、「安定供給性や経済性に優れた重要なベースロード電源」と評価されている一方、「温室効果ガスの排出量が多いという課題がある」と指摘され、その課題を解決すべく、次世代高効率石炭火力発電技術として、石炭ガス化複合発電（ＩＧＣＣ）の開発・実用化を進めるとともに、２０２０年頃の二酸化炭素回収貯留（ＣＣＳ）の実用化を目指した研究開発を行うことが盛り込まれている。

その後、エネルギー基本計画を踏まえ、２０１４年１２月にまとめられた「エネルギー関係技術開発ロードマップ」において、「高効率石炭火力発電」、「二酸化炭素回収・貯留技術」が国際展開も見据えた形で整理されている。

２０２１年１０月「第６次エネルギー基本計画」において、石炭火力は、再生可能エネルギーを最大限導入する中で、調整電源としての役割が期待されるが、電源構成における比率は、安定供給の確保を大前提に低減させる一方で、脱炭素化を見据えつつ、次世代の高効率石炭火力発電技術であるＩＧＣＣや石炭ガス化燃料電池複合発電（ＩＧＦＣ）などの技術開発等を推進することが盛り込まれている。

以上のとおり、石炭火力発電におけるCO_2排出量の課題を克服していくことが一層重要となっており、石炭火力発電の高効率化及びCO_2排出量削減を目指す本事業の必要性は大きい。

２．具体的研究内容

本事業では、石炭火力発電から排出されるCO_2を大幅に削減させるべく、究極の高効率石炭火力発電技術であるＩＧＦＣとCO_2分離・回収を組み合わせた実証試験やバイオマス混合ガス化技術の開発を行い、革新的低炭素石炭火力発電の実現を目指す。

１）酸素吹ＩＧＣＣ実証（１／３助成）

ＩＧＦＣの基幹技術である酸素吹ＩＧＣＣの実証試験設備により、性能（発電効率、環境性能）、運用性（起動停止時間、負荷変化率等）、経済性及び信頼性に係る実証を行う。

２）CO_2分離・回収型酸素吹ＩＧＣＣ実証（１／３，２／３助成）

酸素吹ＩＧＣＣ実証試験設備とCO_2分離・回収設備を組み合わせて、CO_2分離・回収型石炭火力システムとしての性能、運用性、信頼性及び経済性に係る実証を行う。また、CO_2分離・回収装置を追設した場合のＩＧＣＣ運用性について実証を行う。更に、CO_2分離・回収と組み

合わせたCO_2液化プロセスを構築する。加えて、ＩＧＣＣの負荷変動に対応したCO_2分離・回収装置とＩＧＣＣ設備の運用性について実証を行う。

３）CO_2分離・回収型ＩＧＦＣ実証（１／２助成）

CO_2分離・回収型酸素吹ＩＧＣＣシステムと燃料電池を組み合わせ、石炭ガス化ガスの燃料電池への利用可能性を確認し、最適なCO_2分離・回収型ＩＧＦＣシステムの実証を行う。

４）信頼性向上、低コスト化（１／３助成）

酸素吹ＩＧＣＣシステムの早期商用化を実現すべく、設備信頼性の向上及び経済性の改善に係る実証を行う。

５）CO_2分離・回収負荷変動対応ガスタービン要素技術開発（１／２助成）

CO_2分離・回収型ＩＧＣＣシステム及びＩＧＦＣシステムのCO_2分離・回収設備の負荷変動に対応すべく、CO_2分離・回収負荷変動対応ガスタービンの環境性能、安定性、信頼性に係る要素技術開発を実施する。

６）CO_2分離・回収型ＩＧＣＣにおけるバイオマス混合ガス化技術開発（委託、１／２助成）

石炭火力発電の更なる脱炭素化を目指し、CO_2分離・回収型ＩＧＣＣにおけるバイオマス燃料混合のための基礎的データの収集・分析、要素技術の開発を行うと共に、ＩＧＣＣシステム全体への影響を検証し、石炭バイオマス混合ガス化発電に必要な技術を確立する。

（ａ）要素研究（委託）

燃料搬送及びガス化の各工程における石炭バイオマス混合燃料の挙動や特性、微量物質の影響に関する基礎データを収集する。

（ｂ）実用化研究（１／２助成）

バイオマス混合ガス化試験を行い、バイオマス混合に適応した燃料供給システム、ガス化・チャーリサイクル手法、微量物質処理の各技術を開発するとともに、CO_2分離・回収型ＩＧＣＣ設備全体のシステム検証評価を行う。

３．達成目標

［実施期間］

１）酸素吹ＩＧＣＣ実証：２０１２年度～２０１８年度（うち２０１２年度～２０１５年度は経済産業省において実施）

２）CO_2分離・回収型酸素吹ＩＧＣＣ実証：２０１６年度～２０２２年度

３）CO_2分離・回収型ＩＧＦＣ実証：２０１８年度～２０２２年度

４）信頼性向上、低コスト化：２０２１年度～２０２２年度

５）CO_2分離・回収負荷変動対応ガスタービン要素技術開発：２０２１年度～２０２５年度

６）CO_2分離・回収型ＩＧＣＣにおけるバイオマス混合ガス化技術開発：２０２３年度～２０２４年度

１）酸素吹ＩＧＣＣ実証

［中間目標（２０１７年度）］

（ａ）発電効率：４０．５％程度（送電端効率、高位発熱量基準）を達成する。

商用機の１／２～１／３倍の規模で、１３００℃級ガスタービンを採用する実証試験設備により送電端効率（高位発熱量基準）４０．５％を達成すれば、１５００℃級ガスタービンを採用する商用機（石炭処理量２，０００～３，０００ｔ/ｄ）で送電端効率約４６％を達成する見通しが得られる。

（ｂ）環境性能：「ＳＯｘ＜８ｐｐｍ」、「ＮＯｘ＜５ｐｐｍ」、「ばいじん＜３ｍｇ／Ｎｍ^3」を達成する（O_2＝１６％）。

我が国における最新の微粉炭火力は世界的に見ても最高水準の環境諸元を達成しており、酸素吹ＩＧＣＣを導入する場合には同等の環境諸元を達成することが求められる。

［最終目標（２０１８年度）］

（ａ）プラント制御性運用性：事業用火力発電設備として必要な運転特性及び制御性を確認する。

我が国における微粉炭火力はベースからミドル電源として運用されており、酸素吹ＩＧＣＣ商用機を導入する場合にも同等の制御性、運用性を確保する。

（ｂ）設備信頼性：商用機において年間利用率７０％以上の見通しを得る。

我が国における微粉炭火力は年間利用率７０％以上で運用されており、酸素吹ＩＧＣＣ商用機を導入する場合にも同等の設備信頼性を確保する。

（ｃ）多炭種適用性：灰融点の異なる数種類の炭種で適合性を確認する。

酸素吹ＩＧＣＣ商用機には、微粉炭火力に適合し難い灰融点の低い亜瀝青炭から、微粉炭火力に適合する比較的灰融点の高い瀝青炭までの適用炭種の広さが求められる。商用化に向け、実用化時期や日本への供給可能性も考慮に入れつつ、性能と経済性を評価する。

（ｄ）経済性：商用機において発電原価が微粉炭火力と同等以下となる見通しを得る。

国内外において酸素吹ＩＧＣＣ商用機の普及を促進するためには、発電原価を微粉炭火力と同等以下とすることが求められる。また、海外普及を目的としたマイルストーンを検討する。

２）CO_2分離・回収型酸素吹ＩＧＣＣ実証

［中間目標（２０１７年度）］

CO_2分離・回収設備の詳細設計を完了する。

［中間目標（２０２０年度）］

（ａ）基本性能（発電効率）：新設商用機において、CO_2を９０％回収しつつ、発電効率４０％（送電端効率、高位発熱量基準）程度の見通しを得る。

CO_2回収時のエネルギーロスによる発電効率の低下という課題に対し、CO_2を９０％回収（全量ガス処理）しながらも、現状の微粉炭火力と同等レベルの発電効率４０％程度の見通しを得る。これを実現するために、実証機プラントにおいて、CO_2分離・回収にかかるエネルギー原単位「０．９０ＧＪ/ｔ-CO_2（電気エネルギー換算）」を発電効率に係る性能として確認する。

（ｂ）基本性能（回収効率・純度）：CO_2分離・回収装置における「CO_2回収効率＞９０％」、「回収CO_2純度＞９９％」を達成する。

革新的低炭素型石炭火力の実現のためにCO_2分離・回収装置単体における回収効率は９０％以上を目標とする。CO_2地中貯留から求められる可能性があるCO_2純度について、湿式物理吸収法を使って定常運転時、体積百分率９９％以上を目標とする。

（ｃ）プラント運用性・信頼性：CO_2分離・回収型ＩＧＣＣシステムの運用手法を確立し、信頼性を検証する。

商用機において、CO_2分離・回収型酸素吹ＩＧＣＣシステムを構築するには、プラントの起動停止や、発電所特有の負荷変動等に対し、ＩＧＣＣ本体に追従したCO_2分離・回収装置の運用手法を確立し、信頼性を検証する。また、生成ガスの全量をCO_2分離した場合のＩＧＣＣ運転との相互影響やガスタービン性能についても検証する。

（ｄ）経済性：商用機におけるCO_2分離・回収の費用原単位を評価する。

CO_2分離・回収型酸素吹ＩＧＣＣを普及させるに当たっては、費用原単位評価が必要であり、CO_2分離・回収装置建設時期や発電所敷地等の制約に応じた評価を実施する。また、実用化・事業化に向けたマイルストーンを検討する。

（ｅ）ＩＧＣＣプラント運用性：

CO_2分離･回収装置を追設した場合のＩＧＣＣ運転への影響を確認し､運用性を検証する。

［最終目標（２０２２年度）］

CO_2液化プロセス開発：CO_2分離･回収型ＩＧＣＣとCO_2液化を組み合わせた場合の最適プロセスを構築する。

CO_2分離･回収負荷変動対応ＩＧＣＣ運用性向上：ＩＧＣＣの負荷変動に伴うCO_2分離･回収設備の追従性を確認し、運用性を検証する。

３）CO_2分離・回収型ＩＧＦＣ実証

［中間目標（２０２０年度）］

CO_2分離・回収型ＩＧＦＣ実証設備の詳細設計を完了する。また、機器製作に着手する。

［最終目標（２０２２年度）］

５００MW級の商業機に適用した場合に、CO_2回収率９０％の条件で、４７％程度の発電効率（送電端効率、高位発熱量基準）達成の見通しを得る。

４）信頼性向上、低コスト化

［最終目標（２０２２年度）］

信頼性向上により５，０００時間以上の長期運転の達成、また経済性向上により早期商用化の見通しを得る。

５）CO_2分離・回収負荷変動対応ガスタービン要素技術開発

［中間目標（２０２３年度）］

水素濃度の変動に対応した燃焼試験を開始する。

［最終目標（２０２５年度）］

CO_2分離・回収の負荷変動に伴う、経時的な水素濃度変化に対応したガスタービン燃焼技術を確立する。

６）CO_2分離・回収型ＩＧＣＣにおけるバイオマス混合ガス化技術開発

［中間目標（２０２３年度）］

（ａ）要素研究（委託）

ＩＧＣＣシステムでの石炭とバイオマスの共ガス化技術の実現に求められる石炭バイオマス混合燃料の挙動や特性、微量物質の影響に関する基礎データを収集・分析し、石炭バイオマス混合比５０％（熱量比）実現に向けた課題を抽出する。

（ｂ）実用化研究（１／２助成）

大規模ＩＧＣＣシステムでの石炭とバイオマスの共ガス化技術の開発に向けた検討を開始する。

［最終目標（２０２４年度）］

ＩＧＣＣシステムでのバイオマス混合燃料の粉体供給性能、ガス化性能および微量物質挙動を評価し、（ａ）要素研究の結果も踏まえ、石炭バイオマス混合比５０％（熱量比）に適用可能な石炭とバイオマスの共ガス化技術を開発する。

研究開発項目②　「高効率ガスタービン技術実証事業」

［実施期間］

１７００℃級ガスタービン:２０１２年度～２０２０年度（うち２０１２年度～２０１５年度は経済産業省において実施）

高湿分空気利用ガスタービン（ＡＨＡＴ）：２０１２年度～２０１７年度（うち２０１２年度～２０１５年度は経済産業省において実施）

１．研究開発の必要性

２００８年３月に閣議決定された「Ｃｏｏｌ　Ｅａｒｔｈ　―エネルギー革新技術計画」において、天然ガスタービンの高効率化が環境負荷低減の実現のための重要な技術開発であると位置づけられている。また、２０１１年８月に制定された「第４期科学技術基本計画」においては、安定的なエネルギー供給と低炭素化の実現のため火力発電の高効率化に資する技術開発は重点的な取組として位置づけられている。

欧米は巨額の研究開発費を投じており、厳しい国際競争の中で我が国の優位性を維持するため、また電力産業の保守高度化とリプレース需要にあった大容量機の高効率化を目指し、コンバインド効率向上、CO_2排出量削減を達成するため、１７００℃級に必要な革新的技術開発に取り組み、早期に実用化する事が必要である。

また、高湿分空気利用ガスタービン（ＡＨＡＴ）は、ガスタービンサイクルを改良したシステムであり、比較的早期に実用化が期待できる高効率発電システムで、電力産業の短中期的ニーズに対応する中小容量機（１０万ｋW程度）の高効率化（４５％（高位発熱量基準）→５１％（高位発熱量基準）以上）を目的とした日本オリジナルの技術であり、世界初となるＡＨＡＴの実用化は急務である。

これらの政策を実現するために、発電規模に応じた発電熱効率の一層の向上が必要であり、ガスタービン高温部品の技術向上と発電サイクルの工夫が必要不可欠である。また、環境負荷の少ない発電システムを開発することは、電力の安定的かつ低廉な供給を確保する上で極めて重要な対策である。

さらに、石炭ガス化複合発電（ＩＧＣＣ）や石炭ガス化燃料電池複合発電（ＩＧＦＣ）における更なる効率向上には、将来的に１７００℃級ガスタービンやＡＨＡＴシステムの導入が不可欠である。

２．具体的研究内容

１）１７００℃級ガスタービン

１７００℃級ガスタービンにおける性能向上、信頼性向上に関する要素技術開発を実施する。例として、製造技術・検査技術の開発、超高温高負荷タービンの信頼性向上、過酷環境下でのデータ取得のための特殊計測技術開発等を実施する。また、１７００℃級での実証運転時における特殊計測の実施、試運転データの評価・分析を行い、商用化の検討を実施する。

２）ＡＨＡＴ

ＡＨＡＴシステムについては、ユーザーニーズとしてミドル運用以上（年間５０回以上の起動・停止）における長期信頼性が求められていることから、既存４０MW級総合試験装置の改造による実証機製作、実証試験による長期信頼性評価を実施する。また、実証機試験結果を用いて商用機化の検討を実施する。

３．達成目標

１）１７００℃級ガスタービン

［中間目標（２０１８年度）］

１７００℃級ガスタービンの性能向上、信頼性向上に関する要素技術開発により、商用機に適用できる見通しを得た上で、設計・製作の仕様を決定する。

［最終目標（２０２０年度）］

１７００℃級ガスタービンの実証試験データの取得、及び評価を実施し、送電端効率５７％達成（高位発熱量基準）の見通しを得る。

２）ＡＨＡＴ

［最終目標（２０１７年度）］

実証機を用いた試験により、長期信頼性の実証として以下を達成する。

・ミドル運用（年間５０回以上の起動・停止）の２倍である年間１００回以上の起動・停止での実証試験を実施し、等価運転時間　１０，０００時間以上を確保する。

（等価運転時間とは、起動・停止等の機械装置の寿命を考慮し、同等の連続運転時間とみなせる運転時間）

研究開発項目③　「先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発」
[実施期間]２００８年度～２０１６年度（うち２００８年度～２０１５年度は経済産業省において実施）

１．研究開発の必要性

従来型石炭火力発電の中で最高効率である超々臨界圧火力発電（ＵＳＣ）は蒸気温度の最高温度は６３０℃程度が限界と言われてきた。しかしながら、近年の材料技術の進歩により７００℃以上の蒸気温度を達成できる先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発（Ａ－ＵＳＣ）の実現可能性が見えてきた。

本事業では２０２０年以降に増大する経年石炭火力のリプレース及び熱効率向上需要に対応するため、高い発電効率を実現できるＡ－ＵＳＣの開発を行う。

２．研究開発の具体的内容

（１）システム設計、設計技術

基本設計、配置最適化、経済性の試算

（２）ボイラ要素技術

７００℃級候補材料について、耐久試験により、１０万時間の長期信頼性を確保する

（３）タービン要素技術

大型鋼塊の製造性を確認するとともに１０万時間の長期信頼性を確保する

（４）高温弁要素技術

実缶試験・回転試験に組み込み、信頼性を確認する

（５）実缶試験・回転試験

実缶試験、回転試験により、ボイラ要素及びタービン要素の信頼性の実証を行う。

３．達成目標

[最終目標（２０１６年度）]

蒸気温度を７００℃へ高めるための要素技術開発を実施し、２０２０年以降において商用プラントでの送電端熱効率４６％（高位発熱量基準）達成の技術的見通しを得る。

研究開発項目④　「次世代火力発電基盤技術開発」

１）　次世代ガス化システム技術開発

［実施期間］２０１５年度～２０１８年度（うち２０１５年度はＮＥＤＯゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクトにて実施）

１．研究開発の必要性

エネルギー基本計画（２０１４年４月閣議決定）においては、石炭火力発電は重要なベースロード電源として位置づけられているが、温室効果ガスの大気中への排出をさらに抑えるため、石炭ガス化複合発電（ＩＧＣＣ）等の次世代高効率石炭火力発電技術等の開発及び実用化を推進することとされている。中長期的には、さらなる高効率化に向けて、現在開発中のＩＧＣＣを効率でしのぐ次世代高効率石炭火力発電技術等の開発を実施する必要がある。

２．具体的研究内容

次世代高効率石炭ガス化発電システムについて、冷ガス効率及び送電端効率の向上並びに実用化に向けた技術開発を実施する。

酸素吹石炭ガス化においては、ガス化炉にガス化剤として酸素を供給して石炭を部分燃焼させ、石炭を熱分解しているが、投入された石炭が一部燃焼して消費されること、酸素製造装置等の所内動力の増加により送電端効率が低下することが効率向上のための課題となっている。

そこで、熱分解の一部を、ガスタービン排熱を利用して作る水蒸気を用いた石炭ガス化反応に置き換えることにより、冷ガス効率の向上を図るとともに、酸素供給量の低減を図り、送電端効率の向上を目指す。

これまでのシミュレーションによる検討結果では、①噴流床型ＩＧＣＣガス化炉への高温の水蒸気の注入による冷ガス効率及び送電端効率の向上、②エネルギー効率の高い酸素製造技術を組み込んだＩＧＣＣシステムの構築による更なる送電端効率の向上、の可能性があることが分かった。そこで、これらの可能性を検証及び評価するため、以下の項目を実施する。

（１）水蒸気添加による冷ガス効率向上効果の検証

噴流床型ガス化炉への高温の水蒸気の注入による冷ガス効率の向上について、小型ガス化炉での検証を行う。

（２）エネルギー効率の高い酸素製造装置の適用性評価

エネルギー効率の高い酸素製造装置の適用性を評価する。

（３）ＩＧＣＣシステム検討

エネルギー効率の高い酸素製造装置を組み込んだＩＧＣＣの最適化システム試設計及び経済性検討を行う。

冷ガス効率の向上及び試設計を踏まえて、送電端効率を精査する。

３．達成目標

［中間目標（２０１７年度）］

既存のＩＧＣＣ（１５００℃級ＧＴで送電端効率４６～４８％）を凌ぐ高効率石炭ガス化発電システムの見通しを得るため、小型ガス化炉による水蒸気添加ガス化試験方法を確立する。

［最終目標（２０１８年度）］

既存のＩＧＣＣ（１５００℃級ＧＴで送電端効率４６～４８％）を凌駕する高効率石炭ガス化発電システムの見通しを得る。

２０１８年度以降については研究開発項目⑤CO_2回収型クローズドＩＧＣＣ技術開発と統合して、新名称　研究開発項目⑤CO_2回収型次世代ＩＧＣＣ技術開発とする。

研究開発項目④　「次世代火力発電基盤技術開発」

２）　燃料電池向け石炭ガスクリーンナップ技術要素研究

［実施期間］２０１５年度～２０１７年度（うち２０１５年度はＮＥＤＯゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクトにて実施）

１．研究開発の必要性

石炭ガス化燃料電池複合発電（ＩＧＦＣ）は石炭をガス化させ、燃料電池、ガスタービン、蒸気タービンの３種の発電形態を組み合わせてトリプル複合発電を行うもので、究極の高効率発電技術として、実現が望まれている。

クールアースエネルギー革新技術開発ロードマップにおいても２０２５年頃の高効率石炭火力発電技術として５５％の送電端効率を目指すＩＧＦＣが位置づけられている。

ＩＧＦＣにおいては、燃料である石炭ガス化ガスに多種類の微量成分が含まれており、この微量成分の一部が燃料電池の劣化を招き、長期信頼性を損なう可能性があることが懸念されている。

そのため、ＩＧＦＣの実現に向けては、石炭ガス化ガス中の微量成分の燃料電池への影響を把握するとともに、燃料電池の被毒成分に対するガス精製技術を確立することが必要である。

２．具体的研究内容

燃料電池用ガス精製技術と燃料電池を組み合わせ、石炭ガス化ガスの模擬ガス試験により燃料電池の被毒耐性を確認する。また、特定された被毒成分に対して、成分を許容レベルまで除去するガス精製技術を検討し、模擬ガスによる性能評価を行う。

３．達成目標

［最終目標（２０１７年度）］

・模擬ガス試験により燃料電池の被毒耐性を評価する。

・模擬ガス試験により燃料電池用ガス精製技術性能を評価し、ガス精製技術を確立する。

研究開発項目④　「次世代火力発電基盤技術開発」

３）　ガスタービン燃料電池複合発電技術開発

［実施期間］２０１６年度～２０２１年度

１．研究開発の必要性

２０１５年７月に経済産業省における「次世代火力発電の早期実現に向けた協議会」により策定された「次世代火力発電に係る技術ロードマップ」において、ガスタービン燃料電池複合発電（ＧＴＦＣ）については、小型ＧＴＦＣ（１，０００ｋW級）の商用化、量産化を進め、ＳＯＦＣのコスト低減を図り、中小型ＧＴＦＣ（１０万ｋW級）の実証事業を経て、発電効率６３％程度、CO_2排出原単位：２８０ｇ－CO_2／ｋＷｈ程度を達成し、２０２５年頃に技術を確立することが示されている。また、量産後は従来機並の発電単価を実現することとされている。

さらには、同ロードマップにおいて、ＩＧＦＣの技術を確立するためには、ＧＴＦＣの開発成果を活用していくことが示されており、次世代火力発電技術の早期確立に向けて、本事業の必要性は高い。

２．具体的研究内容

小型ＧＴＦＣ（１，０００ｋW級）の商用化及び量産化を進め、ＳＯＦＣのコスト低減を図る。さらに、中小型ＧＴＦＣ（１０万ｋW）の要素技術を開発し、中小型ＧＴＦＣの技術実証に活用する。

３．達成目標

［中間目標（２０１９年度）］

中小型ＧＴＦＣ（１０万ｋW）の要素技術を開発する。

・高圧ＳＯＦＣモジュールを開発する。
・ガスタービンとの連係技術を確立する（燃焼器、燃料／空気差圧制御系、排燃料・排空気・空気抽気）。

［最終目標（２０２１年度）］

中小型ＧＴＦＣ（１０万ｋW）の要素技術を確立する。

・燃料電池の高性能化による中小型ＧＴＦＣシステムの最適化を行う。
・小型ＧＴＦＣ（出力１，０００ｋW級）において、５７％ＬＨＶ（低位発熱量基準）の発電効率（送電端）の見通しを得る。

研究開発項目④　「次世代火力発電基盤技術開発」

４）　燃料電池石炭ガス適用性研究

［実施期間］２０１６年度～２０２１年度

１．研究開発の必要性

石炭ガス化燃料電池複合発電（ＩＧＦＣ）は、石炭をガス化し、燃料電池、ガスタービン、蒸気タービンの３種類の発電形態を組み合わせてトリプル複合発電を行うもので、究極の高効率石炭火力発電技術として、その実現が望まれている。

「次世代火力発電に係る技術ロードマップ」において、ＩＧＦＣの開発方針として、２０２５年度頃技術確立、発電効率５５％及び量産後従来機並の発電単価の実現を目指すことが示された。

ＩＧＦＣを構成する高温型燃料電池については、現在、天然ガスを燃料とした燃料電池の開発が進んでいるが、石炭ガスを燃料とした場合の適用性についての検証及びシステムの検討を行う必要性がある。

燃料を石炭ガスとした場合に、燃料電池の劣化を引き起こすガス中被毒成分濃度の確認と被毒成分の除去技術についての研究は、すでに着手されている。

ＩＧＦＣを構成する燃料電池モジュールについて、石炭ガスを燃料とした場合の運用性や性能を把握する必要があることから、実燃料電池モジュールを用いた石炭ガス燃料の適用性試験を行い、その結果を踏まえて、ＩＧＦＣの技術確立に必要な実証機に係るシステム検討を行う必要性がある。

２．具体的研究内容

（１）ＩＧＦＣシステムの検討

国内外における高温型燃料電池及びＩＧＦＣの技術開発動向をレビューすることにより、最新情報を入手し、ＩＧＦＣの実用化に向けた課題の整理を行う。商用機システムとして、CO_2分離･回収を行わないＩＧＦＣとCO_2分離･回収型ＩＧＦＣについて､ケーススタディを行い、送電端効率とコストの試算を行う。ＩＧＦＣの実用化に向けた課題、商用化システムの検討結果及び（２）の成果を踏まえて、ＩＧＦＣ実証システムについて検討を行い、実証機の容量を決定のうえ、試設計を行う。

（２）燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究

石炭ガス燃料の適用性試験に供する高温型燃料電池モジュールについては、天然ガス燃料で既に実用化されている燃料電池モジュールとする。本試験に係る設計、製作、据付け等を行い、まず、天然ガスを燃料とした試運転を行う。次いで、天然ガスをH_2リッチガスに改質した燃料を用い、燃料電池モジュールの運用性、性能等を把握するとともに、天然ガス燃料の場合との比較から課題を抽出する。さらに、石炭ガス化の実ガスを燃料として、燃料電池の被毒成分をガス精製によりクリーンナップしたうえで燃料電池モジュールに供給し、その運用性、性能等を把握するとともに、石炭ガス適用時の課題を抽出する。さらに、これまで実績のない石炭ガスによる運転を行うことから、燃料電池セル及びモジュール内部構造への影響を把握するため、装置の解体調査を行い、石炭ガス適用時の課題を抽出する。

３．達成目標

（１）ＩＧＦＣシステムの検討

［最終目標（２０１９年度）］

ＩＧＦＣ実証機の容量を決定し、実証機の試設計を完了する。

（２）燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究

［中間目標（２０１９年度）］

H_2リッチガスを燃料とした場合の燃料電池モジュールの基本性能を確認するとともに、発電性能を最適化するための運用性を確立する。また、石炭ガスを燃料とした場合の燃料電池モジュールの基本性能を確認する。

［最終目標（２０２１年度）］

石炭ガスを燃料とした場合の燃料電池モジュールの運用性と性能を把握し、課題を抽出する。また、石炭ガス適用時の燃料電池出力変化率を天然ガスと同等の１％／ｍｉｎ程度とする石炭ガス化炉連係システムを構築する。

研究開発項目④　「次世代火力発電基盤技術開発」

５）CO_2分離型化学燃焼石炭利用技術開発

[実施期間]２０１５年度～２０１７年度（うち２０１５年度はＮＥＤＯゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクトにて実施）

１．研究開発の必要性

エネルギー基本計画（２０１４年４月閣議決定）においては、石炭火力発電は重要なベースロード電源として位置づけられているが、温室効果ガスの大気中への排出をさらに抑えるため、環境負荷の一層の低減に配慮した石炭火力発電の導入を進めることとされている。

現在、石炭の燃焼排ガス又は石炭ガス化プラントの石炭ガス化ガスからのCO_2の分離・回収技術の開発が進められているが、CO_2分離・回収工程において多くのエネルギー損失が発生することが課題となっている。これを解決するため、エネルギー損失のない高効率でありながら、CO_2の分離・回収が可能な化学燃焼石炭利用技術について、実用化に向けた開発を実施する。

２．具体的研究内容

従来、石炭の燃焼時の排気ガス又は石炭ガス化プラントの石炭ガス化ガスからのCO_2分離・回収に当たっては、この過程における多くのエネルギー損失が課題となっているが、CO_2分離型化学燃焼石炭利用技術においては、酸素キャリアとなる金属を媒体とする石炭の燃焼反応と金属の酸化反応を二つの反応器で別個に発生させることにより、CO_2の分離・回収装置及び空気分離装置が不要となり、エネルギー損失のないCO_2の分離・回収が可能である。

さらに、CO_2分離型化学燃焼石炭火力発電は、流動床燃焼技術を用いることから多様な燃料（低品位炭、バイオマス等）が活用でき、ＩＧＣＣやＡ－ＵＳＣが大規模プラントであるのに対して、中小規模プラント（１０～５０万ｋW）におけるCO_2の分離・回収に適しているといった特長がある。

しかしながら、実用化に向けては、酸素キャリアのコスト抑制及び反応塔の小型化に向けた酸素キャリアの反応性の向上という課題がある。

そこで、有望な酸素キャリアの評価と選定並びにプラント構築を目的として、以下の項目を実施する。

（１）酸素キャリアの評価と選定

酸素キャリアの反応性、耐久性及び流動性等について要素試験にて評価を行い、コストを踏まえて選定する。

（２）プラント試設計及び経済性検討

酸素キャリアの反応性からプロセス解析を行うとともに酸素キャリアの流動や循環を検討し、プラント試設計を行う。この結果をもとに経済性検討を行う。

（３）ベンチ試験装置によるプロセス検証

酸素キャリアの反応性、耐久性及び流動性等並びに流動や循環を含むプラントの成立性を検証するため、ベンチ試験装置を製作し、試験・評価を行う。

３．達成目標

[中間目標（２０１７年度）]

分離・回収コスト１，０００円台／ｔ－CO_2を見通せるキャリアを選定する。

[最終目標（２０２０年度）]

分離・回収コスト１，０００円台／ｔ－CO_2を見通せるCO_2分離型化学燃焼石炭火力発電システムを提示する。

２０１７年度の中間評価で、中間目標は達成したものの「データ解釈の精密化と実用的な設計提案の立案についてより深く検討する」ことが求められたことから、研究開発体制を見直す必要があると考えた。従って２０１７年度で本研究を中止し、研究開発の内容を見直し、ラボ試験を行いデータを蓄積し精度向上を図ると共に、実用的な設計立案に向け、実機設計技術の確立を目指した要素研究を「研究開発項目④８）流動床ガス化燃焼技術を応用した石炭利用技術開発」で実施する。

研究開発項目④　「次世代火力発電基盤技術開発」
　６）石炭火力の負荷変動対応技術開発
［実施期間］２０１７年度～２０２３年度

１．研究開発の必要性

日本の石炭火力発電所は、長年の技術開発の成果により、高い発電効率や排出ガス対策で、世界的に最高レベルの技術を有している。しかしながら、日本の技術を採用したプラント価格は、他の国のプラントに比べて高価であるため、国際市場に於いて必ずしも高い競争力を有しておらず、海外での導入事例も限られているのが現状である。日本の石炭火力発電所が受注に至った地域では、厳しい技術要件が定められており、日本の高効率発電技術が入札時に評価されている一方、他国性の石炭火力発電所を導入した諸外国のユーザーの多くが、稼働率の低下をはじめとしたオペレーション上の様々な課題を抱えている。

また、２０１９年７月に閣議決定された「第５次エネルギー基本計画」において、石炭は「現状において安定供給性や経済性に優れた重要なベースロード電源の燃料として評価されているが、再生可能エネルギーの導入拡大に伴い、適切に出力調整を行う必要性が高まると見込まれる」とされている。さらに、２０２１年１０月に閣議決定された「第６次エネルギー基本計画」において、今後、石炭火力は、電源構成における比率は、安定供給の確保を大前提に低減とされている一方で、「再生可能エネルギーを最大限導入する中で、調整電源としての役割が期待される」とされている。

今後とりわけ自然変動電源（太陽光・風力）の導入が拡大する中で、電力の需給バランスを維持し周波数を安定化するために、火力発電等による調整力の一層の確保と信頼性・運用性の向上が求められている。

そこで本事業では、石炭火力発電による調整力の一層の確保と信頼性・運用性を向上させるための先進的な技術開発を実施する。そのことにより、日本の石炭火力発電プラントの競争力向上にも寄与する。

２．具体的研究内容

負荷変動対応に伴う事故リスクと保守コスト低減に必要な故障予知・寿命予測等の保守技術および石炭火力発電による調整力の一層の確保と信頼性・運用性を向上させるための先進的な技術開発を実施する。

３．達成目標

［中間目標（２０２０年度）］

長期保守契約（ＬＴＳＡ）等に寄与できる各種モニタリング・センシング・解析等の要素技術を確立する。

［最終目標（２０２３年度）］

負荷変動対応に伴う事故リスクと保守コスト低減に必要な故障予知・寿命予測等の保守技術および石炭火力発電による調整力の一層の確保と信頼性・運用性を向上させるための先進的な技術の見通しを得る。

研究開発項目④　「次世代火力発電基盤技術開発」

７）CO_2有効利用技術開発

［実施期間］２０１７年度～２０２１年度

１．研究開発の必要性

供給安定性及び経済性に優れた天然資源である石炭を利用した火力発電は、将来的にも、国内の発電供給量の２６％を担う重要な電源である。

しかし、これら石炭火力発電ではCO_2排出量が比較的多く、将来的にCO_2分離・回収有効利用：Ｃａｒｂｏｎ　Ｃａｐｔｕｒｅ　ａｎｄ　Ｕｔｉｌｉｚａｔｉｏｎ（ＣＣＵ）が検討されている。現時点ではCO_2の大規模処理が困難であるものの、有価物の製造等により利益を創出する可能性がある。

２０３０年度以降を見据え、将来の有望なＣＣＵ技術の確立を目指して、我が国の優れたＣＣＴ（Ｃｌｅａｎ　Ｃｏａｌ　Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ）等に、更なる産業競争力を賦与する事が可能なＣＣＵ技術について、実用化に向けた開発を実施する。

２．具体的研究内容

短～中期において大規模且つ高濃度のCO_2（９９%以上）を、エネルギーとして工業的に活用可能な技術開発を実施する。一例として、メタネーション技術については石炭火力発電所等から回収した高濃度CO_2の適用性を評価する。

３．達成目標

［最終目標（２０２１年度）］

事業終了時に本事業として実施するCO_2有効利用技術の適用性を確認する。一例としては、将来的に天然ガス代替では０．９ 円～１．４ 円／ＭＪ（ＬＨＶ）を見通す経済性を評価する。

研究開発項目④　「次世代火力発電基盤技術開発」

８）CO_2分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術開発

[実施期間]２０２０年度～２０２４年度

１．研究開発の必要性

エネルギー基本計画において、石炭火力は、安定供給性と経済性に優れたエネルギー源として評価されているものの、温室効果ガスの排出量が多いという問題があるため、脱炭素化を見据えた高効率化が望まれている。

石炭火力からのCO_2排出抑制技術としては、CO_2の分離・回収技術があるが、エネルギー損失が大きいことから、発電システムとしてCO_2を分離・回収できるガス化技術を適用した技術が有望視されている。また、この技術は、バイオマスや炭素系廃棄物等を燃料として発電することによるCO_2排出削減や有価な生産物（水素や化学品等）の製造に応用できる技術として期待されている。

本事業ではガス化技術を適用して、燃料を多様化するとともに、有価な生産物を併産することで、CO_2分離・回収コストの低減を目指したCO_2分離・回収型ポリジェネレーションシステムを構築する火力発電設備設計技術の確立に向けた技術開発を実施する。

２．具体的研究内容

CO_2分離・回収型ポリジェネレーションシステムを構築可能な技術として、流動床ガス化燃焼技術と噴流床ガス化技術がある。

（１）　流動床ガス化燃焼技術の適用

流動床ガス化燃焼技術は、流動床技術をベースとして、空気燃焼塔、揮発分（可燃性ガス）反応塔、石炭反応塔（ガス化）で構成され、流動材（酸素キャリア）を媒介として空気燃焼塔で流動材を酸化し、酸化された流動材を揮発分反応塔、石炭反応塔に供給し、酸化された流動材の酸素を用いて石炭をガス化し、発生した可燃性ガスを燃焼させるシステムで、窒素が揮発分反応塔や石炭反応塔に同伴されないことから、石炭は燃焼後、CO_2、水蒸気、ばいじんとなる。煤塵を集塵機で捕集し、ガス温度を下げることで水蒸気を凝縮するとCO_2ガスのみが分離・回収できる。

本技術は中小規模（１００MW級）の発電プラントにも適用でき、多様な燃料（低品位炭、バイオマス等）に活用できる。また、水素反応器を追加することにより、水素併産が期待できる。また、別置きのCO_2分離・回収装置や空気分離装置が不要であることから、エネルギー損失がないCO_2分離・回収および水素製造が可能となる。

具体的研究内容としては、水素併産に最適な流動材の選定およびシステム開発、プラント構成の最適化を実施し、流動床ガス化燃焼を適用した火力発電設備設計技術確立のための研究開発を実施する。例えば、流動材を利用した水素製造技術の最適化、バイオマス燃焼の適用性、長期運転における課題検討などを実施する。

（２）　噴流床ガス化技術の適用

酸素吹き石炭ガス化においては、ガス化炉にガス化剤として酸素を供給して石炭を部分燃焼させ、石炭を熱分解しているが、投入された石炭が一部燃焼して消費されること、酸素製造装置等の所内動力の増加により送電端効率が低下することから、熱分解の一部をガスタービン排熱

等を利用して作る水蒸気を用いた石炭ガス化反応に置き換えることにより、冷ガス効率の向上を図るとともに酸素供給量の低減を図り、送電端効率の向上が可能となる。このようなO_2／CO_2／H_2O吹き噴流床ガス化技術をベースとし、燃料として石炭だけでなく炭素系廃棄物等を利用することでCO_2排出量を削減し、化学品を併産することでCO_2分離・回収コストの低減が期待できる。

具体的研究内容としては、炭素系廃棄物燃焼の適用性検証、ガス化ガスからの化学合成技術の選定、システム構成の最適化を実施し、噴流床ガス化技術を適用した火力発電設備設計技術確立のための研究開発を実施する。

３．達成目標

［中間目標（２０２２年度）］

CO_2分離・回収型ポリジェネレーションシステムの実証設備設計に必要な要素技術の確立に目途をつける。

［最終目標（２０２４年度）］

CO_2分離・回収型ポリジェネレーションシステムにより分離・回収コスト１，０００円台／ｔ－CO_2を見通せる火力発電設備の設計技術確立および経済性を評価する。

研究開発項目④　「次世代火力発電基盤技術開発」

9）機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の要素研究

［実施期間］２０１８年度～２０２１年度

１．研究開発の必要性

我が国では、２０５０年に温室効果ガス８０％削減の目標が掲げられており、その達成に向けた手段の一つとして、再生可能エネルギー電源（以下、再エネ電源）の増加が見込まれている。２０１５年7月に公表された、長期エネルギー需給見通しにおいて示された２０３０年度の電源構成比では、太陽光発電が7%の発電電力量を占めることになる。太陽光発電の利用率を平均の１３％とすると、約６４００万kWの設備容量を必要とし、これは国内事業用の全発電設備容量の１／４程度に相当する。一方で、普及の拡大が予測される太陽光発電や風力発電の出力は天候に大きく影響を受けるため、電力の安定供給を考えた場合、系統安定化が必要不可欠である。

火力機は、大量に導入される再エネ電源に対応して、需給調整や周波数調整など重要な役割を果たしている。例えば、太陽光発電の日中に生じる急激な天候変動等による大幅な出力変動に対応するには、ガスタービン複合発電（以下、ＧＴＣＣ）を用いることが有望な手段の一つであるが、現状の性能では起動時間が長い、出力変化速度が遅い、最低出力が高い等の課題がある。

そこで本研究開発では、再生可能エネルギー電源の大量導入時の電力安定供給とCO_2排出量削減の両立を狙い、既存の火力発電設備へのレトロフィットやリプレース向けに定格時の効率を維持したうえで、機動力と再エネ出力不調時のバックアップ電源の両機能を具備した、機動性に優れる広負荷帯高効率ＧＴＣＣを開発するため、中核機器であるガスタービン（以下、ＧＴ）の負荷変動対応に係る要素技術を開発し、実機に組み込める目処を得ることを目的にする。

２．具体的研究内容

急速起動・出力変動時のＧＴＣＣの安定運転の実現に向け、ＧＴの数値解析技術、材料技術、燃焼技術、制御技術、冷却・シール技術などの要素技術開発を行う。具体的には、試験設備を用いて、燃焼器の急速起動･燃焼負荷変動･ターンダウン等の試験、軽量化したタービンロータの設計と翼の試作、クリアランスや冷却･シール空気の能動制御機構の設計等を行い、実証に進める目処を得る。

並行して、発電事業者にとって重要となる設備信頼性の確保に向けて、合理的な設備保守技術の開発研究に取り組むとともに、実機レトロフィットによる機器実証の準備を行う。

表　先行研究で設定されたＧＴＣＣとしての目標性能

	起動時間（ﾎｯﾄｽﾀｰﾄ）	出力変化速度	1/2負荷における定格からの効率低下（相対値）	最低出力（一軸式）
開発目標	10分	20 %/分	10 %	10 %
（参考）現状性能	60分	5 %/分	15 %	45% 程度

３．達成目標

［最終目標（２０２１年度）］

・先行研究で設定した目標性能（上表）を実現する目処を得るために、実規模の燃焼器を設計・試作し、単缶実圧燃焼試験により、無負荷から定格まで５分で到達すること、最低負荷条件においても安定燃焼が可能であることを確認する。

・急速起動、出力変化速度向上、最低負荷引き下げ、部分負荷時の効率低下抑制を含む、ＧＴＣＣシステムとしての運転制御技術とＧＴ後流（ＨＲＳＧ－蒸気タービン側）の成立性・性能評価、急速起動に寄与する動翼・ロータの軽量化については、実プラントの設計に反映できる目処を得る。

・合理的な設備運用保守を行うために、従来の考え方からの違いを整理する。

・対象ＧＴＣＣと他の調整力電源（揚水発電、蓄電池など）の経済性を比較評価し、事業として成立するための課題を整理する。

・既存設備のレトロフィットによる実証研究計画を立案し、実証試験の仕様を明らかにする。

研究開発項目⑤　「CO_2回収型次世代ＩＧＣＣ技術開発」

［実施期間］２０１５年度～２０２０年度（うち２０１５年度はＮＥＤＯゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクトにて実施）

１．研究開発の必要性

エネルギー基本計画（２０１４年４月閣議決定）においては、石炭火力発電は重要なベースロード電源として位置づけられているが、温室効果ガスの大気中への排出をさらに抑えるため、石炭ガス化複合発電（ＩＧＣＣ）等の次世代高効率石炭火力発電技術等の開発及び実用化を推進することとされている。石炭は他の化石燃料と比べ利用時の二酸化炭素排出量が大きく、地球環境問題での制約要因が多いという課題を抱えており、石炭火力発電についても更なる二酸化炭素排出量の抑制が求められている。 今後CO_2排出量抑制のためには、さらなる高効率化に向けて、現在開発中のＩＧＣＣを効率でしのぐ次世代高効率石炭火力発電技術等の開発に加え、ＣＣＳによる低炭素化を図っていく必要がある。

しかしながら、ＣＣＳは多大な付加的なエネルギーが必要であり、効率の低下や発電コストの上昇を招く。そのためエネルギー資源を海外に依存する我が国では、資源の有効利用と発電コストの抑制のため、このエネルギーロスを可能な限り低減する必要がある。

２．具体的研究内容

本技術開発においてはCO_2回収型クローズドＩＧＣＣの開発、水蒸気を添加した次世代ガス化システム及び両技術の相乗効果確認を実施する。とりわけ相乗効果については、既存のＩＧＣＣへ両要素技術の適用性についても効果を検証する。クローズドＩＧＣＣシステムは、排ガスCO_2を一部系統内にリサイクルすることにより、CO_2回収型石炭ガス化発電システムの効率を大幅に向上することのできる、世界でも例のない次世代ＩＧＣＣシステムである。本システムは高効率に加え、CO_2の１００％回収が可能であるため、CO_2を排出しないゼロエミッション石炭火力の実現が期待できる。また、次世代ガス化システムは、冷ガス効率及び送電端効率の向上並びに実用化に向けた技術開発に向けて、酸素吹石炭ガス化においては、ガス化炉にガス化剤として酸素を供給して石炭を部分燃焼させ、石炭を熱分解しているが、投入された石炭が一部燃焼して消費されること、酸素製造装置等の所内動力の増加により送電端効率が低下することが効率向上のための課題となっていることから、熱分解の一部を、ガスタービン排熱を利用して作る水蒸気を用いた石炭ガス化反応に置き換えることにより、冷ガス効率の向上を図るとともに、酸素供給量の低減を図り、送電端効率の向上を目指す。ＣＯ２回収型クローズドＩＧＣＣの実現に向けては、２００８年度から２０１４年度まで実施した「CO_2回収型次世代ＩＧＣＣ技術開発」において、石炭投入量３ｔ／ｄの小型ガス化炉を活用し、送電端効率４２％（高位発熱量基準）以上を達成可能とする基盤技術を開発してきた。

本事業では、この基盤技術開発の成果を活用し、実機により近い大型のサイズのガス化炉において検証を行い、システム実現に向け、基盤技術をより確実な技術として発展させるとともに、他のCO_2分離・回収技術と比較した本システムの経済的優位性を確認することを狙いとする。

具体的には、石炭投入量５０ｔ／ｄ規模のガス化炉を用いた、O_2／CO_2ガス化技術の実証や乾式ガス精製システムの実証といった高効率発電を可能とする各要素技術を開発する。また、セミクローズドＧＴについては、燃焼試験とＣＦＤ解析を通し、実スケールの燃焼器の特性評価を行う。

次世代ガス化システムのこれまでのシミュレーションによる検討結果では、①噴流床型ＩＧＣＣガス化炉への高温の水蒸気の注入による冷ガス効率及び送電端効率の向上、②エネルギー効率の高い酸素製造技術を組み込んだＩＧＣＣシステムの構築による更なる送電端効率の向上、の可能性があることが分かった。そこで、これらの可能性を検証及び評価するため、以下の項目を実施する。

（１）水蒸気添加による冷ガス効率向上効果の検証

噴流床型ガス化炉への高温の水蒸気の注入による冷ガス効率の向上について、小型ガス化炉での検証を行う。

（２）エネルギー効率の高い酸素製造装置の適用性評価

エネルギー効率の高い酸素製造装置の適用性を評価する。

（３）ＩＧＣＣシステム検討

エネルギー効率の高い酸素製造装置を組み込んだＩＧＣＣの最適化システム試設計及び経済性検討を行う。

冷ガス効率の向上及び試設計を踏まえて、送電端効率を精査する。

また、両技術の相乗効果確認及び既存のＩＧＣＣへ適用した場合の効果を検証する。

３．達成目標

［中間目標（２０１７年度）］

ＣＯ２回収型クローズドＩＧＣＣについては、送電端効率４２％（高位発熱量基準）を見通すための要素技術確立の目途を得る。

次世代ガス化システムについては、既存のＩＧＣＣ（１５００℃級ＧＴで送電端効率４６～４８％）を凌ぐ高効率石炭ガス化発電システムの見通しを得るため、小型ガス化炉による水蒸気添加ガス化試験方法を確立する。

［最終目標（２０２０年度）］

CO_2回収型クローズドＩＧＣＣについては、２０１９年度までに送電端効率４２％（高位発熱量基準）を見通すための要素技術を確立する。

次世代ガス化システムについては、２０１８年度までに既存のＩＧＣＣ（１５００℃級ＧＴで送電端効率４６～４８％）を凌駕する高効率石炭ガス化発電システムの見通しを得る。

両技術の相乗効果として、２０２０年度までにCO_2回収型クローズドＩＧＣＣの目標効率から更に０．５ポイント程度の向上の見通しを得る。

研究開発項目⑥　「カーボンリサイクル・次世代火力推進事業」
［実施期間］２０１６年度～２０２４年度

１．研究開発の必要性

長期エネルギー需給見通しにおける基本方針は、３E+S（安全性、安定供給、経済効率性、環境適合）を同時達成しつつ、バランスの取れた電源構成を実現することである。２０３０年以降、中長期的に火力発電から排出されるCO_2を一層削減するには、次世代技術の普及による更なる高効率化や再生可能エネルギーの利用拡大、並びにカーボンリサイクルの推進が重要である。これらの推進を実現するには中長期的な研究開発も重要であるため、革新的技術の先導研究や調査が必要となる。

２．具体的研究内容

最新の技術動向や社会情勢、社会ニーズに合わせ、国内外の火力発電技術分野およびカーボンリサイクルにおける最新技術の普及可能性、技術開発動向、産業間連携等の調査や、新規技術開発シーズ発掘のための調査を実施する。また、ＩＣＳＣ（Ｉｎｔｅｒｎａｔｉｏｎａｌ　Ｃｅｎｔｒｅ　ｆｏｒ　Ｓｕｓｔａｉｎａｂｌｅ　Ｃａｒｂｏｎ）、ＩＥＡ／ＦＢＣ（Ｆｌｕｉｄｉｚｅｄ　Ｂｅｄ　Ｃｏｎｖｅｒｓｉｏｎ）、等に参画し、技術情報交換・各種技術情報収集を行うとともに、国内関係者への情報提供を行う。また、今後の国際市場における日本の火力発電所受注に向けて、高い競争力を発揮できる戦略及びビジネスモデルを構築する。さらに、低コスト高効率次世代火力発電システム実現に向けた検討や次世代火力発電における燃料多様化（バイオマス、アンモニア等）のための調査および先導研究を進める。また、カーボンリサイクルにおいては、要素技術検討のための共通基盤技術開発及び基盤技術開発を進める。

３．達成目標

［最終目標（２０２４年度）］

火力発電技術分野において、CO_2排出量低減、環境負荷低減及び国際競争力の強化を図るために必要となる基礎的情報や、最新情報の収集・解析及び将来における次世代火力の技術開発や導入可能性について、関連技術の適応性、課題等の調査を行う。また、海外との協力を通して、我が国の優れたＣＣＴの導入に向けた取組を行う。カーボンリサイクル分野において、先導研究や調査の成果を俯瞰して、関連技術の経済性や導入可能性、CO_2削減効果に関する基礎的情報や課題を整理する。

研究開発項目⑦　「次世代技術の早期実用化に向けた信頼性向上技術開発」
［実施期間］２０１７年度～２０２２年度

１．研究開発の必要性

従来型石炭火力発電の中で最高効率である超々臨界圧火力発電（ＵＳＣ）は蒸気温度の最高温度は６３０℃程度が限界と言われてきた。７００℃以上の高温蒸気へ適用されるボイラ・タービン適用材料開発については、長期高温環境下での使用を想定したクリープ試験を実施する等、更なる信頼性の向上が必要である。本事業では２０２０年以降に増大する経年石炭火力のリプレース及び熱効率向上需要に対応するため、高温材料信頼性向上及び保守技術開発を行う。

２．研究開発の具体的内容

（１）高温材料信頼性向上試験

信頼性向上のため、クリープ疲労試験、異種材料溶接部健全性評価、材料データベースの拡充、表面処理技術開発等を実施する。

（２）保守技術開発

タービンロータ超音波探傷試験（ＵＴ検査）等の精度向上、高効率化、適用箇所の拡大を目的とした非破壊検査技術開発を実施する。

３．達成目標

［中間目標（２０１９年度）］

長時間クリープ疲労試験、材料データベースの拡充については、各種データの取得を行い、２０２１年度末までの試験計画を策定する。

表面処理技術開発等の高温材料信頼性向上及びタービンロータ超音波探傷試験（ＵＴ検査）精度向上等の保守技術については、技術確立の見通しを得る。

［最終目標（２０２２年度）］

事業終了時において送電端熱効率４６％（高位発熱量基準）達成可能な商用プラントへ適用する長時間クリープ疲労試験、材料データベースの拡充、表面処理技術開発等の高温材料信頼性向上及びタービンロータ超音波探傷試験（ＵＴ検査）精度向上等の保守技術を確立する。

４．その他重要事項

本事業については、他の事業との連携を図りながら、ユーザー及び外部有識者等の意見を適切に反映し、着実な運営を図る。情報発信及び知財化についても、技術の流出防止と適宜知財化を適切に助成先へ指導する。

研究開発項目⑧「CO_2有効利用拠点における技術開発」［委託・助成事業］
［実施期間］２０２０年度～２０２６年度

１．研究開発の必要性

供給安定性及び経済性に優れた天然資源である石炭を利用した火力発電は、将来的にも、国内の発電供給量の２６％を担う重要な電源であるが、これら石炭火力発電ではCO_2排出量が比較的多い課題がある。このような石炭火力を中心とした産業部門から生成するCO_2を削減するため、経済産業省において策定された「カーボンリサイクル技術ロードマップ」（２０１９年６月策定、２０２１年７月改訂）において、CO_2を資源として捉え、これを分離・回収し、鉱物化や人工光合成、メタネーションによる素材や燃料への利用等とともに、大気中へのCO_2排出を抑制していく方針が示された。

２０１９年９月に開催されたカーボンリサイクル産学官国際会議において、経済産業省より、カーボンリサイクル３Ｃイニシアティブ、すなわち、３つのＣのアクションとして、①相互交流の推進（”Ｃ”ａｒａｖａｎ）、②実証研究拠点の整備（”Ｃ”ｅｎｔｅｒ ｏｆ Ｒｅｓｅａｒｃｈ）、③国際共同研究の推進（”Ｃ”ｏｌｌａｂｏｒａｔｉｏｎ）に取り組むことが示された。

カーボンリサイクル技術の開発を効率的に進めるためには、CO_2の分離・回収が行われている場所において、カーボンリサイクル技術開発を重点的に進める必要がある。

２．具体的研究内容

１）CO_2有効利用拠点化推進事業

CO_2が得られる広島県大崎上島を研究拠点に、複数の企業や大学等が要素技術開発および実証試験等を行うための拠点化に向けた検討および整備を行い、拠点の運営業務、要素技術開発および実証試験の総括的な評価等を行う。

２）研究拠点におけるCO_2有効利用技術開発・実証事業

２０３０年の実用化に向け広島県大崎上島の研究拠点において、CO_2有効利用に係る要素技術開発および実証試験を実施する。

３．達成目標

［中間目標（２０２２年）］

複数の企業や大学等が要素技術開発および実証試験等を行うための拠点化に向けた検討および整備を行う。また、CO_2有効利用に係る要素技術開発を行い、実現可能性を検討し、拠点候補地で行うべき事業を選定する。

［中間目標（２０２５年）］

当該拠点化に向けた追加整備を必要に応じて行う。また、CO_2有効利用に係る要素技術開発や実証試験を行い、実施済の要素技術開発等についてCO_2有効利用技術の経済性、CO_2削減効果等を評価する。

［最終目標（２０２６年度）］

CO_2有効利用に係る要素技術開発や実証試験を行い、２０２６年度まで実施した要素技術開発等についてCO_2有効利用技術の経済性、CO_2削減効果等を評価する。

研究開発項目⑨　「CO_2排出削減・有効利用実用化技術開発」［委託・助成事業］

１）化学品へのCO_2利用技術開発

［実施期間］２０２０年度～２０２６年度

１．研究開発の必要性

火力発電や各種工場で排出される二酸化炭素（CO_2）を資源として捉え、回収し、有効利用するカーボンリサイクル技術の開発は、気候変動対策の一つとして重要なものと考えられている。経済産業省が策定した「カーボンリサイクル技術ロードマップ」（２０１９年6月策定、２０２１年7月改訂）では、化学品や燃料（液体や気体燃料）、鉱物（コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物など）などの分野を中心に、カーボンリサイクル技術を活用した製品の、コスト低減や用途拡大に向けた技術開発を進める方向性が示された。また、２０２１年6月に策定された「２０５０年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」においてカーボンリサイクル技術は、カーボンニュートラル社会を実現するためのキーテクノロジーに位置づけられた。

化学品へのCO_2利用技術については、既存の化石燃料由来化学品に代替可能でありCO_2削減・CO_2固定化に繋がること、高付加価値品製造に利用可能であること、新規技術導入による効率向上やコスト低減の可能性があること等から、カーボンリサイクル技術として実現への期待は大きい。一方で、現状では基礎研究レベルに留まる研究も多く、今後重点的に技術開発に取り組むべき分野である。

２．具体的研究内容

CO_2を原料とした化学品の合成において、CO_2と水素あるいは合成ガスから一段で直接オレフィンを合成する技術や、CO_2と水素あるいは合成ガスからＢＴＸ（ベンゼン・トルエン・キシレン）等を製造する技術の開発、CO_2分離・回収技術とメタノール合成技術とを一体化させたシステムの技術の開発等が必要である。これらについて高効率な製造技術の開発や、全体システムの最適化を行い、適用条件の明確化や事業性の検討を行う。

３．達成目標

［中間目標（２０２２年）］

CO_2を原料とした化学品合成の各技術について、要素技術開発および全体システムの構築を行う。

［中間目標（２０２５年度）］

CO_2を原料とした化学品合成の各技術について技術開発もしくは実証研究を実施し、全体システムを最適化するとともに、プロセス全体のCO_2削減効果および経済性評価を実施する。

［最終目標（２０２６年度）］

CO_2の排出源や製品の用途等に応じた適用技術の成果の整理を行い、化学品に関するカーボンリサイクル技術の実用化の見通しを得る。

２）液体燃料へのＣＯ$_2$利用技術開発

［実施期間］２０２０年度～２０２６年度

１．研究開発の必要性

火力発電や各種工場で排出される二酸化炭素（ＣＯ$_2$）を資源として捉え、回収し、有効利用するカーボンリサイクル技術の開発は、気候変動対策の一つとして重要なものと考えられている。経済産業省が策定した「カーボンリサイクル技術ロードマップ」（２０１９年６月策定、２０２１年７月改訂）では、化学品や燃料（液体や気体燃料）、鉱物（コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物など）などの分野を中心に、カーボンリサイクル技術を活用した製品の、コスト低減や用途拡大に向けた技術開発を進める方向性が示された。また、２０２１年６月に策定された「２０５０年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」においてカーボンリサイクル技術は、カーボンニュートラル社会を実現するためのキーテクノロジーに位置づけられた。

ＣＯ$_2$由来の液体燃料については、既存の石油サプライチェーンを活用でき液体燃料の低炭素化を促進する技術であることから、カーボンリサイクル技術としての実現への期待は大きい。一方で、現状では生産効率やコストなどの面で課題が大きいことから、普及に向けて技術開発に取り組む必要がある。

２．具体的研究内容

ＣＯ$_2$を原料とした既存の液体化石燃料（ガソリン、軽油等）の代替品となり得る液体燃料（微細藻類由来のバイオ燃料を除く）製造に関するＦＴ合成やその他合成反応など製造プロセスの改善などを通じ、ＣＯ$_2$を有効利用しつつ、その排出削減を目指す技術開発を行う。

３．達成目標

［中間目標（２０２２年）］

ＣＯ$_2$を原料とした液体燃料合成の各技術について、要素技術開発および全体システムの構築を行う。

［中間目標（２０２５年度）］

ＣＯ$_2$を原料とした液体燃料合成の各技術について技術開発もしくは実証研究を実施し、全体システムを最適化するとともに、プロセス全体のＣＯ$_2$削減効果および経済性評価を実施する。

［最終目標（２０２６年度）］

ＣＯ$_2$の排出源や製品の用途等に応じた適用技術の成果の整理を行い、液体燃料に関するカーボンリサイクル技術の実用化の見通しを得る。

３）コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物などへのCO_2利用技術開発
［実施期間］２０２０年度～２０２６年度

１．研究開発の必要性

火力発電や各種工場で排出される二酸化炭素（CO_2）を資源として捉え、回収し、有効利用するカーボンリサイクル技術の開発は、気候変動対策の一つとして重要なものと考えられている。経済産業省が策定した「カーボンリサイクル技術ロードマップ」（２０１９年６月策定、２０２１年７月改訂）では、化学品や燃料（液体や気体燃料）、鉱物（コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物など）などの分野を中心に、カーボンリサイクル技術を活用した製品の、コスト低減や用途拡大に向けた技術開発を進める方向性が示された。また、２０２１年６月に策定された「２０５０年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」においてカーボンリサイクル技術は、カーボンニュートラル社会を実現するためのキーテクノロジーに位置づけられた。

コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物などへのCO_2利用については、CO_2固定化ポテンシャルが高いこと、生成物が安定していること、土壌改質などへの適用も見込めることなどから、カーボンリサイクル技術としての実現への期待は大きく、早期の社会実装が望まれる分野である。

２．具体的研究内容

鉄鋼スラグ、廃コンクリート、石炭灰等の産業副産物、廃鉱物、海水（かん水）等からの有効成分（ＣａやＭｇの化合物）の分離や微粉化等の前処理の省エネ化、湿式プロセスにおける省エネ化、安価な骨材や混和材等の開発および炭素・炭化物の生成技術などの要素技術を開発する。また、CO_2発生源から製造・供給までの一貫システム構築・プロセスの最適化、用途拡大と経済性の検討を行い事業性について検討する。

３．達成目標

［中間目標（２０２２年）］

コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物などへの各CO_2利用技術について、要素技術開発および全体システムの構築を行う。

［中間目標（２０２５年度）］

コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物などへの各CO_2利用技術について技術開発もしくは実証研究を実施し、全体システムを最適化するとともに、プロセス全体のCO_2削減効果および経済性評価を実施する。

［最終目標（２０２６年度）］

CO_2の排出源や製品の用途等に応じた適用技術の成果の整理を行い、コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物などに関するカーボンリサイクル技術の実用化の見通しを得る。

４）気体燃料へのＣＯ$_2$利用技術開発

［実施期間］２０２１年度～２０２６年度

１．研究開発の必要性

火力発電や各種工場で排出される二酸化炭素（ＣＯ$_2$）を資源として捉え、回収し、有効利用するカーボンリサイクル技術の開発は、気候変動対策の一つとして重要なものと考えられている。経済産業省が策定した「カーボンリサイクル技術ロードマップ」（２０１９年６月策定、２０２１年７月改訂）では、化学品や燃料（液体や気体燃料）、鉱物（コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物など）などの分野を中心に、カーボンリサイクル技術を活用した製品の、コスト低減や用途拡大に向けた技術開発を進める方向性が示された。また、２０２１年６月に策定された「２０５０年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」においてカーボンリサイクル技術は、カーボンニュートラル社会を実現するためのキーテクノロジーに位置づけられた。

気体燃料へのＣＯ$_2$利用技術については、既存の化石燃料を代替可能であり既存燃料市場へ適応した場合、大規模なＣＯ$_2$削減を実現する可能性を持つことや、既存のインフラを活用可能な点から技術確立後のＣＯ$_2$削減効果の波及のしやすさが大きく期待される等、カーボンリサイクル技術として実現への期待は大きい。一方で、現状では基礎研究レベルに留まる研究も多く、今後重点的に技術開発に取り組むべき分野である。

２．具体的研究内容

ＣＯ$_2$を原料とした気体燃料製造技術においては、触媒長寿命化や活性マネージメント、熱マネージメント、スケールアップ検討、電解技術等を活用した基盤技術等の開発が必要である。これらについて高効率な製造技術の開発や全体システムの最適化、またそれらを通じた低コスト化検討等を行う。

３．達成目標

［中間目標（２０２３年）］

ＣＯ$_2$を原料とした気体燃料製造の各技術について、要素技術開発および全体システムの構築を行う。

［最終目標（２０２６年度）］

ＣＯ$_2$の排出源や製品の用途等に応じた適用技術の成果の整理を行い、気体燃料に関するカーボンリサイクル技術の実用化の見通しを得る。

研究開発項目⑩　「石炭利用環境対策事業」
［実施期間］２０１６年度～２０２５年度

１．研究開発の必要性

石炭は、経済性、供給安定性に優れた重要なエネルギー資源であり、「第６次エネルギー基本計画」においては、再生可能エネルギーを最大限導入する中で、調整電源としての役割が期待されている。一方、石炭利用に伴い発生するCO_2、ＳＯｘ、ＮＯｘ、ばいじん等への対策や、石炭灰やスラグの有効利用方策を確立することが喫緊の課題である。

２．具体的研究内容

石炭利用に伴い発生する環境影響の低減等に貢献する技術の開発を行う。

１）石炭利用環境対策推進事業

石炭利用時に必要な環境対策に関わる調査を実施する。また、今後のＣＣＴ開発を効率的に支援するコールバンクの拡充及び石炭等の発熱性に係る調査・技術開発を行う。

石炭灰の発生量や有効利用に関する実態調査等を行う。具体的には、国内石炭灰排出量・利用量を把握するとともに、海外の石炭灰利用技術及び利用状況等を調査する。また、石炭等の燃焼灰利用及び削減に係る技術開発を行う。

さらに、石炭ガス化溶融スラグ有効利用技術を開発し、工業製品として規格化することにより、スラグ製品として新しい販路を開拓し、石炭等の燃焼灰有効利用の用途を広げる。

２）石炭利用技術開発

石炭等の燃焼灰の利用用途拡大に関する技術開発を行う。

セメントを使用しないフライアッシュコンクリート製造技術の開発を実施する。加えて、低品位フライアッシュの硬化体原材料としての適用範囲を把握し、有望視される用途（土木分野、建築分野、環境分野等）に適した硬化体製造技術を確立する。

石炭ガス化溶融スラグを利用したコンクリート構造物を製造し、強度、組成、耐久性などに関する評価試験を実施し、信頼性・性能の確認を行う。また、コンクリートを使用する際のガイドラインとなる設計・施行指針を作成する。

３．達成目標

［中間目標（２０１９年度）］

１）石炭利用環境対策推進事業

石炭利用環境対策に関わる調査、コールバンクの拡充及び石炭等の発熱性を把握することにより、石炭の有効利用技術の確立に向けた知見を得る。

石炭等の燃焼灰の有効利用、及び削減に寄与する技術の確立に向けた知見を得る。

また、新たな石炭ガス化溶融スラグ有効利用技術を開発し、工業製品としての規格化の見通しを得る。

石炭の有効利用に資する国内石炭灰排出量・利用量等の共通基盤データをとりまとめる。

２）石炭利用技術開発

石炭等の燃焼灰の利用拡大技術として、セメントを使用しないフライアッシュコンクリート製造技術を確立し、製品化に向けた用途を提案する。

［中間目標（２０２２年度）］

１）石炭利用環境対策推進事業

石炭等の発熱性を把握すると共に、石炭管理の指針に資する知見を得る。石炭等の燃焼灰の有効利用、削減及び用途拡大に寄与する技術の確立に向けた知見を得る。

２）石炭利用技術開発

石炭等の燃焼灰の利用拡大技術として､セメントを使用しないコンクリート製造技術を確立、製品性能の見通しを得る。また､石炭ガス化溶融スラグを使用したコンクリートの信頼性･性能を示し、また設計・施工指針を作成するための知見を得る。

［最終目標（２０２５年度）］

１）石炭利用環境対策推進事業

石炭利用環境対策に関わる調査、コールバンクの拡充及び石炭等の発熱性を把握することにより、石炭の有効利用技術確立の見通しを得る。

石炭等の燃焼灰の有効利用、及び削減及び用途拡大に寄与する技術確立の見通しを得る。

また、新たな石炭ガス化溶融スラグ有効利用技術を開発し、工業製品としての規格化の見通しを得る。

石炭の有効利用に資する国内石炭灰排出量・利用量等の共通基盤データをとりまとめる。

２）石炭利用技術開発

石炭等の燃焼灰の利用拡大技術として、セメントを使用しないフライアッシュコンクリート製造技術を確立し、製品化に向けた用途を提案する。加えて、石炭ガス化溶融スラグを使用したコンクリートの信頼性・性能を示し、設計・施行指針を作成する見通しを得る。

研究開発項目⑪「アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業」［委託・助成事業］
［実施期間］２０２１年度～２０２４年度

１．研究開発の必要性

２０１８年７月「第５次エネルギー基本計画」では、石炭は、経済性、供給安定性に優れた重要なエネルギー資源であり、重要なベースロード電源と位置付けられている。また、既存のインフラを有効利用した脱炭素化のための技術開発として、アンモニアを燃料として直接利用する技術開発が挙げられている。また、２０２１年１０月「第６次エネルギー基本計画」では、アンモニアを燃料とした発電は燃焼時にCO_2を排出せず、カーボンニュートラル実現に向けた電源の脱炭素化を進める上で有力な選択肢の一つと位置付けられている。

２０２０年３月に策定された「新国際資源戦略」では、CO_2排出削減に向け、液体アンモニアの混焼を含めて着実に技術開発等を進めることが必要とされている。

CO_2フリーアンモニアは、水素を輸送・貯蔵できるエネルギーキャリアとして、火力発電の燃料として直接利用が可能であり、燃焼時にはCO_2を排出しない燃料として、温室効果ガスの排出量削減に大きな利点がある。

火力発電等におけるアンモニアの燃料としての利用は、２０３０年以降、中長期的に火力発電から排出されるCO_2を一層削減し、アンモニアをはじめとする水素エネルギーの社会実装に繋がる技術開発である。

２．具体的研究内容

火力発電等におけるアンモニアの燃料としての利用技術を実証すべく、設備費、運転費並びにアンモニアの製造・輸送コストを考慮した経済性検討、実証試験に必要な技術検討などを実施する。

１） 要素研究［委託事業］
２） 実証研究［助成事業（１／２助成）］

※１）の実施者を公募した後の、１）から２）への移行の可否は、外部有識者で構成される委員会の審査（ステージゲート審査）を経て決定する。

３．達成目標

［中間目標（２０２３年）］

火力発電等におけるアンモニアの燃料としての利用技術の見通しを得る。

［最終目標（２０２４年度）］

火力発電等におけるアンモニアの燃料としての利用技術を確立する。

研究開発項目⑫　CO_2分離・回収技術の研究開発［委託・助成事業］
［実施期間］２０１８年度～２０２４年度
（２０２１年度までは「ＣＣＵＳ研究開発・実証関連事業」において実施）

１．研究開発の必要性

２０２０年１月に策定された「革新的環境イノベーション戦略」においては、CO_2分離・回収コストの低減が技術課題として記載されており、新たな研究開発・実証として、固体吸収材や分離膜を用いた分離回収技術が挙げられている。

また、２０２１年７月に経済産業省が改定した「カーボンリサイクル技術ロードマップ」では、CO_2の分離・回収は共通技術として重要な位置づけとされている。

本事業では、石炭火力発電所等で発生するガスからCO_2を分離・回収するのに有効な技術として、固体吸収法および膜分離法について研究開発を行う。

２．具体的研究内容

（１）先進的二酸化炭素固体吸収材実用化研究開発【２０１９年度終了】

CO_2の分離・回収技術の一つである化学吸収法のうち、高効率な回収が可能な「アミンを固体に担持した固体吸収材」について、燃焼排ガスを対象としたプラント試験設備を用いた実用化研究を行う。

（２）先進的二酸化炭素固体吸収材の石炭燃焼排ガス適用性研究

石炭火力発電所の燃焼排ガスに最適化された、固体吸収材移動層システムの研究開発を行う。

固体吸収材移動層システムのCO_2分離・回収試験を実施するために、移動層パイロットスケール試験設備（４０ｔ-CO_2/ｄ規模）について、設計・建設・運転等を行う。また、固体吸収材の性能向上を図るとともに、固体吸収材の大量製造技術、移動層システムにおけるCO_2分離・回収等の各工程にかかるプロセスシミュレーション技術等、CO_2固体吸収法に関わる基盤技術開発を行い、石炭火力発電所からの実燃焼排ガスを用いて、固体吸収法による石炭燃焼排ガスへの適用性を研究する。

１）　要素研究［委託事業］
２）　実証研究［助成事業（１／２助成）］

（３）二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発

石炭ガス化複合発電等で発生する比較的高い圧力を有するガスからＣＯ２を分離・回収するのに有効な分離膜技術について、実ガスを用いた実用化研究を行う。

（４）二酸化炭素分離膜システム実用化研究開発

火力発電所等で発生するガスからCO_2を分離・回収するのに有効な膜分離技術について、実ガスに適用可能な分離膜モジュールおよび分離膜システムの実用化研究を行う。

また、CO_2分離・回収プロセスとCO_2利用プロセスの統合を考慮した膜分離技術の研究開発を行う。

３．達成目標

（１）先進的二酸化炭素固体吸収材実用化研究開発
［最終目標］２０１９年度
CO_2分離・回収エネルギーを１．５ＧＪ／ｔ－CO_2を達成する固体吸収材・システムを開発

する。

（２）先進的二酸化炭素固体吸収材の石炭燃焼排ガス適用性研究
［中間目標］２０２２年度
移動層パイロットスケール試験設備すべての機器の据付、受電を完了し、石炭火力発電所煙道から移動層パイロットスケール試験設備へ実燃焼排ガスを導入し、CO_2を分離し回収出来ることを確認する。
固体吸収材のスケールアップ製造技術開発を行い、パイロット試験開始に必要な固体吸収材の供給を完了する。また、移動層シミュレーションによる実ガス試験での最適運転条件を提示する。

［最終目標］２０２４年度
火力発電所などの燃焼排ガスなどからCO_2を分離・回収する固体吸収法について、実燃焼排ガスからのCO_2分離・回収連続運転を実施し、パイロットスケール設備においてCO_2分離・回収エネルギー１．５ＧＪ／ｔ－CO_2の目途を得る。

（３）二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発【２０２１年度終了】
［最終目標］２０２１年度
石炭ガス化複合発電等で発生する比較的高い圧力を有するガスからのＣＯ２分離・回収エネルギーについて、実用化段階（数百万ｔ－ＣＯ２／年規模を想定）で回収エネルギー０．５ＧＪ／ｔ－CO_2以下を達成する分離膜技術を開発する。

（４）二酸化炭素分離膜システム実用化研究開発
［中間目標］２０２２年度
実用化段階で想定される条件下でCO_2分離･回収に用いることができる分離膜材料の設計方針の見通しを得て、評価設備による性能検証を開始する。

［最終目標］２０２３年度
火力発電等で発生するガスからのCO_2の分離・回収において、CO_2の利用プロセスに適する分離膜材料を適用した分離膜システムを開発し、比較的高い圧力を有するガスからのCO_2の分離・回収においては実用化段階でCO_2分離・回収エネルギーが０．５ＧＪ／ｔ－CO_2以下を達成できる技術を開発する。

研究開発項目⑬「火力発電負荷変動対応技術開発・実証事業」［委託・助成事業］

１） 機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の技術開発・実証研究［委託・助成事業］

［実施期間］２０２３年度～２０２６年度

１．研究開発の必要性

２０２１年１０月に策定された「第６次エネルギー基本計画」では、再生可能エネルギーを大量導入するには、調整力の確保等の電力システムの柔軟性の向上が必要であるとされており、火力発電の今後の在り方についても、安定供給を大前提に設備容量の確保が挙げられている。

火力発電の運用性向上を目指すため、調整力電源の安定性維持に貢献する機動性に優れるガスタービン複合発電（ＧＴＣＣ）に適用する技術について、既存設備への適用を対象とした社会実装に取り組むことが重要である。

２．具体的研究内容

急速起動・出力変動時のＧＴＣＣの安定運転の実現に向け、発電事業者が抱える現状ガスタービンの課題に対し、本事業の要素研究にて確立した燃焼技術、制御技術、数値解析技術等を中心とした要素研究の成果を、発電事業者の設備投資コストをできるだけ抑えた形で実用化する検討を実施し、最低負荷の引き下げ や出力変化速度改善の検証等を行う。

１） 要素研究［委託事業］

２） 実証研究［助成事業（１／２助成）］

※１）の実施者を公募した後の、１）から２）への移行の可否は、外部有識者で構成される委員会の審査（ステージゲート審査）を経て決定する。

３．達成目標

［最終目標（２０２６年度）］

機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電について、実証設備での目標性能達成の目途を得る。

研究開発項目⑬「火力発電負荷変動対応技術開発・実証事業」［委託・助成事業］
２） 石炭火力の負荷変動対応技術開発・実証研究［委託・助成事業］
［実施期間］２０２３年度～２０２６年度

１．研究開発の必要性

２０２１年１０月に策定された「第６次エネルギー基本計画」において、火力発電は、再生可能エネルギーの瞬時的・継続的な発電電力量の低下にも対応可能な供給力を持つ形で設備容量を確保することを求められており、とりわけ自然変動電源（太陽光・風力等）の導入が今後拡大する中で、電力の需給バランスを維持し周波数を安定化するために、火力発電による調整力の一層の確保と信頼性・運用性の向上が必要となる。

２．具体的研究内容

火力発電による調整力の一層の確保と信頼性・運用性を向上させるために、機動性に優れる広負荷帯高効率発電用ボイラに関する技術開発・実証研究を実施する。

１） 要素研究［委託事業］
２） 実証研究［助成事業（１／２助成）］
※１）の実施者を公募した後の、１）から２）への移行の可否は、外部有識者で構成される委員会の審査（ステージゲート審査）を経て決定する。

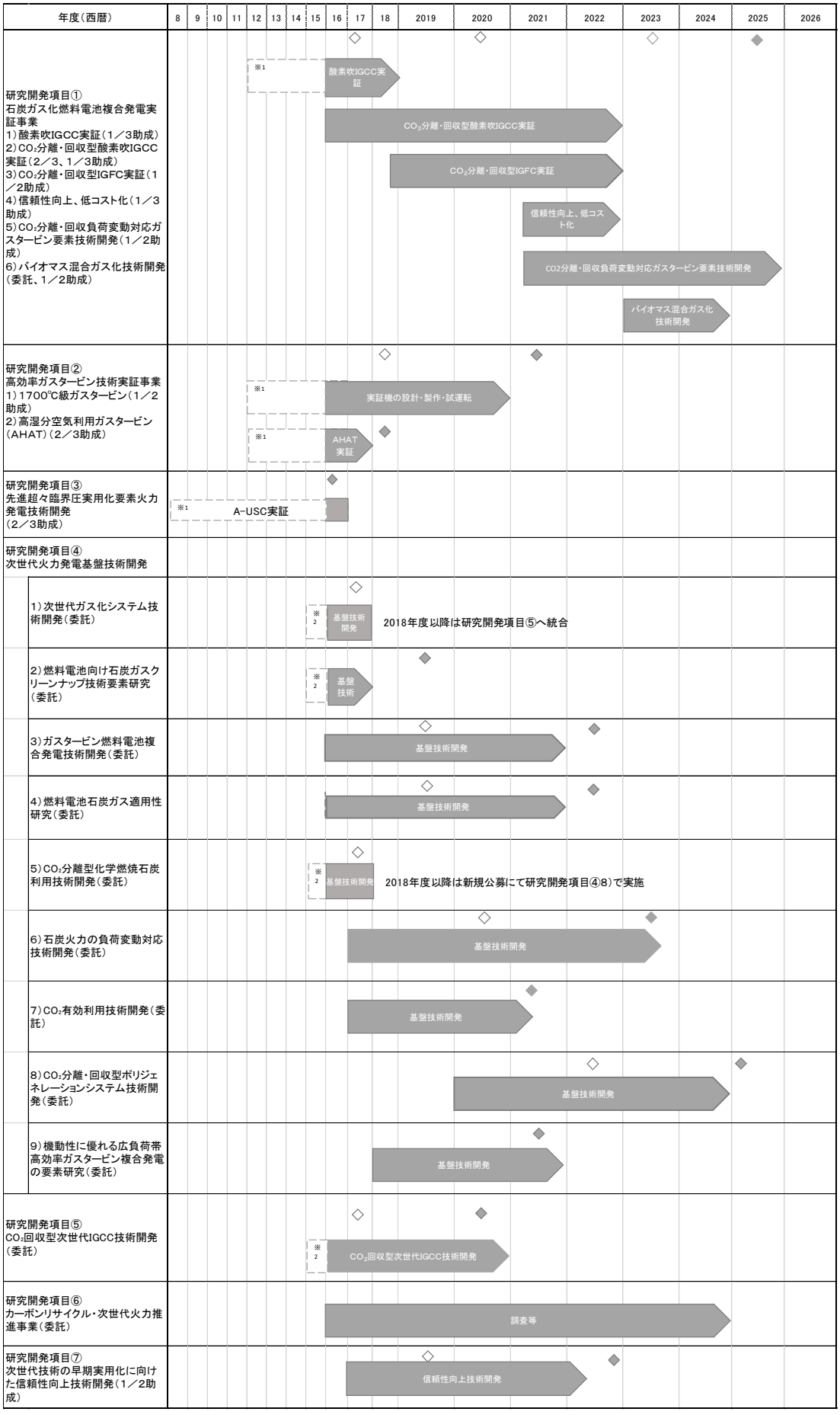
３．達成目標

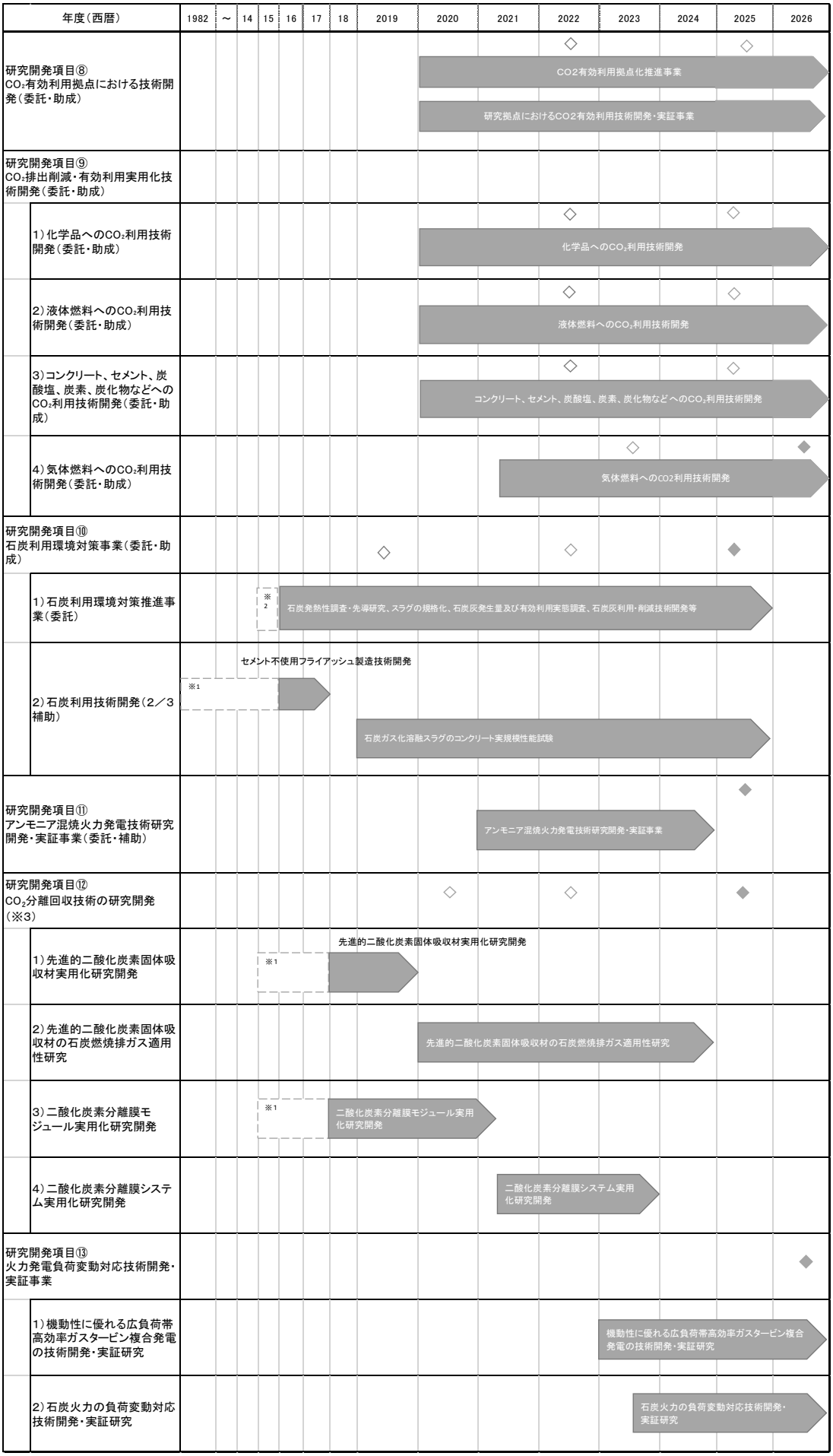
［最終目標（２０２６年度）］

負荷変動対応に伴う事故リスクと保守コスト低減に必要な故障予知・寿命予測等の保守技術および火力発電による調整力の一層の確保と信頼性･運用性を向上させるための先進的な技術の社会実装に向けた見通しを得る。

研究開発スケジュール

◇中間評価、 ◆事後評価




年度（西暦）
1982
～
14
15
16
17
18
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
研究開発項目⑧
CO₂有効利用拠点における技術開発（委託・助成）
CO2有効利用拠点化推進事業
研究拠点におけるCO2有効利用技術開発・実証事業
研究開発項目⑨
CO₂排出削減・有効利用実用化技術開発（委託・助成）
1）化学品へのCO₂利用技術開発（委託・助成）
化学品へのCO₂利用技術開発
2）液体燃料へのCO₂利用技術開発（委託・助成）
液体燃料へのCO₂利用技術開発
3）コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物などへのCO₂利用技術開発（委託・助成）
コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物などへのCO₂利用技術開発
4）気体燃料へのCO₂利用技術開発（委託・助成）
気体燃料へのCO2利用技術開発
研究開発項目⑩
石炭利用環境対策事業（委託・助成）
1）石炭利用環境対策推進事業（委託）
※2
石炭発熱性調査・先導研究、スラグの規格化、石炭灰発生量及び有効利用実態調査、石炭灰利用・削減技術開発等
2）石炭利用技術開発（2／3補助）
セメント不使用フライアッシュ製造技術開発
※1
石炭ガス化溶融スラグのコンクリート実規模性能試験
研究開発項目⑪
アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業（委託・補助）
アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業
研究開発項目⑫
CO₂分離回収技術の研究開発（※3）
1）先進的二酸化炭素固体吸収材実用化研究開発
先進的二酸化炭素固体吸収材実用化研究開発
※1
2）先進的二酸化炭素固体吸収材の石炭燃焼排ガス適用性研究
先進的二酸化炭素固体吸収材の石炭燃焼排ガス適用性研究
3）二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発
※1
二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発
4）二酸化炭素分離膜システム実用化研究開発
二酸化炭素分離膜システム実用化研究開発
研究開発項目⑬
火力発電負荷変動対応技術開発・実証事業
1）機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の技術開発・実証研究
機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の技術開発・実証研究
2）石炭火力の負荷変動対応技術開発・実証研究
石炭火力の負荷変動対応技術開発・実証研究

※１　経済産業省にて実施
※２　ＮＥＤＯゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクトにて実施
※３　２０２１年度までは「CCUS 研究開発・実証関連事業」において実施

●特許論文等リスト

2023 年 5 月末時点

【特許】

出願なし

【論文】

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	若山 樹	INPEX	INPEX における CO2-メタネーションへの取組みと今後の展開	石油技術協会令和 3 年度秋季講演会 シンポジウム講演原稿	有	2021/12
2	若山 樹	INPEX	メタネーション技術の事業化展望	月刊省エネルギー	無	2023/7
3	若山 樹	INPEX	メタネーション技術の事業化展望	CMC 出版	無	2023/7

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	若山 樹	INPEX	メタネーション事業化展望	（公社）化学工学会東海支部第 55 回化学工学の進歩講習会「脱炭素への工学」	2021/12
2	福本 一生	名古屋大学	メタネーション触媒反応器の数値流体解析	（公社）化学工学会東海支部第 55 回化学工学の進歩講習会「脱炭素への工学」	2021/12
3	若山 樹	INPEX	早期社会実装に向けた CO2 有効利用技術開発動向と課題	（公社）化学工学会関東支部第 53 回 Continuing Education シリーズ講習会「低炭素社会実現に向けた CO2 回収・利用・貯留(CCUS)技術と社会実装」	2022/1
4	若山 樹	INPEX	CO2 の燃料資源への変換技術，その高効率化，市場性と可能性 ～CCU 技術の現状・課題・展望～	技術情報協会オンラインセミナー	2022/1
5	若山 樹	INPEX	INPEX 長岡鉱場越路原プラントにおける CO2 メタネーションシステム技術開発事業	GCCSI(Global CCS Institute)第 48 回勉強会	2022/1
6	若山 樹	INPEX	INPEX による NEDO CO2-メタネーション事業	日本ガス協会「カーボンニュートラル実現に向けた熱の脱炭素化～メタネーション～」	2022/3
7	若山 樹	INPEX	INPEX の 2050 ネットゼロへの取組み ～NEDO-CO2 メタネーション事業について～	新潟天然ガス協会公営部会	2022/5
8	若山 樹	INPEX	INPEX の 2050 ネットゼロへの取組み	新潟天然ガス協会	2022/5

			～NEDO-CO2 メタネーション事業について～		
9	若山 樹	INPEX	メタネーションと燃料利用	情報機構オンラインセミナー「カーボンニュートラル燃料の可能性」	2022/5
10	若山 樹	INPEX	メタネーションの取り組みと課題	技術情報協会「水素の製造,輸送,貯蔵と利用技術」	2022/5
11	若山 樹	INPEX	メタネーション	情報機構「カーボンニュートラル燃料の動向～既存内燃機関を活かした CO２削減への可能性～」	2022/5
12	若山 樹	INPEX	INPEX：カーボンリサイクル実現に向けた CO2 有効利用実用化技術開発と今後の最重要課題	JPI（日本計画研究所）第15889回特別セミナー	2022/6
13	若山 樹	INPEX	INPEX の 2050 ネットゼロへの取組み ～NEDO-CO2 メタネーション事業を通して～	日本学術振興会製銑第 54 委員会	2022/6
14	若山 樹	INPEX	早期社会実装に向けた CO2 有効利用技術開発動向と課題	技術情報協会「二酸化炭素の分離・回収・貯蔵技術の開発」	2022/7
15	若山 樹	INPEX	INPEX の 2050 ネットゼロへの取組み ～NEDO-CO2 メタネーション事業を通して～	紙パルプ技術協会	2022/7
16	若山 樹	INPEX	CO2-メタネーション技術の開発状況と事業化展望、課題 ～NEDO-CO2 メタネーション事業を通して～	技術情報協会「メタネーション技術の最新動向と触媒、反応プロセスの開発」	2022/7
17	若山 樹	INPEX	Carbon Recycling (Methanation) project by INPEX with CSIRO	第 3 回日豪 CR-MOC_WS	2022/7
18	則永 行庸	名古屋大学	カーボンニュートラルを目指した二酸化炭素の回収・除去・利用に関する研究	カーボンニュートラルを支援する CAE（主催：計測エンジニアリングシステム株式会社）	2022/8
19	中村 真季	名古屋大学	大規模な CO_2 メタネーションへの研究	GiSM 第一回ワークショップ（主催：東海国立大学機構名古屋大学未来社会創造機構マテリアルイノベーション研究所 グリーン構造材料インフォマティクス研究部門(GiSM)）	2022/8
20	則永 行庸	名古屋大学	有機資源や二酸化炭素転換反応器における現象理解とシミュレーション	第31回 日本エネルギー学会大会	2022/8
21	則永 行庸	名古屋大学	メタネーション触媒反応速度モデルの開発と反応器熱流体数値解析技術	(株)技術情報協会「メタネーションの動向、プロセスの設計とシミュレーション技術」	2022/9
22	若山 樹	INPEX	INPEX の 2050 ネットゼロへの取組み	紙パルプ技術協会（執筆）	2022/10

			～NEDO-CO2 メタネーション事業を通して～		
23	若山 樹	INPEX	CO2-メタネーション技術の開発状況と事業化展望、課題 ～INPEX での取組み、 NEDO-CO2 有効利用技術開発事業での成果を含めて～	技術情報センターセミナー	2022/10
24	則永 行庸	名古屋大学	メタネーション－反応器内の流動状態と温度分布，反応速度解析－	第 71 回 最近の化学工学講習会	2023/1
25	若山 樹	INPEX	INPEX の 2050 ネットゼロへの取組み ～NEDO-CO2 メタネーション事業を通して～	日本エネルギー学会 100 周年記念事業 天然ガス部会講演会	2023/3
26	若山 樹	INPEX	INPEX の 2050 ネットゼロへの取組み -NEDO-CO2 メタネーション事業を通して-	柏崎技術開発振興協会	2023/3
27	若山 樹	INPEX	大規模な CO2-メタネーションシステムを用いた導管注入の実用化技術開発	NEDO 発電事業者向け FY2022 発表会	2023/3
28	若山 樹	INPEX	メタネーション技術の事業化展望	化学工学会出版記念シンポジウム	2023/5
29	若山 樹	INPEX	メタネーション技術の事業化展望	JPI レギュラーセミナー	2023/6
30	若山 樹	INPEX	INPEX の 2050 ネットゼロへの取組み -NEDO-CO2 メタネーション事業を通して-	長岡市・北陸ガス主催講演回	2023/10

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	INPEX，大阪ガス	世界最大級のメタネーションによるCO2排出削減・有効利用実用化技術開発事業の開始について	INPEX-OG共同記者会見	2021/10
2	INPEX	世界最大級のメタネーションによるCO2排出削減・有効利用実用化技術開発事業の開始について	INPEX-HP おしらせ	2021/10
3	大阪ガス	世界最大級のメタネーションによるCO2排出削減・有効利用実用化技術開発事業の開始について ～都市ガスのカーボンニュートラル化を実現する技術の実用化へ～	OG-HP プレスリリース	2021/10
4	INPEX	技術内容の HP 紹介「都市ガスの脱炭素化を目指した CO_2-メタネーションの技術開発」	OG-HP	2022/4
5	INPEX	排ガス・下水からエコ燃料	日本経済新聞	2022/4
6	大阪ガス	大規模なCO2-メタネーションシステムを用いた導管注入の実用化技術開発	NewsPicks	2023/3
7	大阪ガス	当社ネットゼロ 5 分野	知られざるガリバー	2023/3

(c)その他 （書籍、展示会への出展）

書籍

番号	執筆者	所属	タイトル	発表年月

1	福本 一生 則永 行庸	名古屋大学	カーボンニュートラルに貢献する触媒・反応工学 第７章 メタネーション －固定床触媒反応器の反応・伝熱・流動を考慮した数値流体力学シミュレーション－	2022/12
2	則永 行庸 若山 樹他	名古屋大学 INPEX	カーボンニュートラルへの化学工学	2023/1

展示会への出展

番号	発表者	所属	発表タイトル	展示会名	発表年月
1	宮本 広樹	INPEX	INPEX Initiatives on CO_2-Methanation ~Low-carbonization of City Gas~	ADIPEC（経済産業省「産油国補助金事業に伴うゼロエミッション火力グローバル広報事業」ブースへの出展）	2022/10
2	宮本 広樹	INPEX	INPEX Initiatives on CO_2-Methanation ~Low-carbonization of City Gas~	Word Future Energy Summit (METI 主催 Japan Pavilion "Thermal Power for Zero Emission - Transitioning energy and mind for a carbon neutral society -")	2023/1

２．分科会公開資料

次ページより、推進部署・実施者が、分科会において事業を説明する際に使用した資料を示す。

資料5－1

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／⑨CO_2排出削減・有効利用実用化技術開発／４）気体燃料へのCO_2利用の研究開発」（中間評価）

2021年度～2023年度　3年間

プロジェクトの概要（公開版）

2023年7月11日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

環境部

カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／ ⑨CO_2排出削減・有効利用実用化技術開発／ ４） 気体燃料へのCO_2利用の研究開発

プロジェクトの概要

【背景】
産業・民生部門のエネルギー消費量の約６割は熱需要である。熱は国民生活に欠かせないものであり、2050年カーボンニュートラル実現に向けて、需要サイドに熱エネルギーを供給するガスの脱炭素化を進めることにより、熱需要の脱炭素化に貢献する。

【研究開発の内容】
本事業では油ガス田からの随伴CO_2などを有効利用して再エネ由来の水素とサバティエ反応によりメタンを合成する試験設備を建設し、合成したメタンを都市ガス導管に注入する研究開発を実施する。また事業化に向けて実証機、商用機に向けたFSを実施し、制度課題などの調査も併せて実施する。

①反応シミュレーション技術開発
メタネーション反応速度及び反応と流体/伝熱を連成したシミュレーションを完成させる。

②大規模CO_2-メタネーション反応プロセス技術開発
プロセスの反応プロセス詳細設計、原料CO_2内不純物除去、起動/停止手順などの設計を実施する。

③反応システムのスケールアップ等適用性検討
試験機の基本設計、合成メタン導管注入を行うための課題の抽出、社会実装のための政策動向など調査を実施する。

想定する出口イメージ等

アウトプット目標	・試験結果を再現する反応速度試験モデルを構築し、次期実証機を想定した反応器シミュレーションを構築完了 ・実証機、商用機を見据えた反応プロセスを完成 ・試験設備を施工、運用・評価を実施し、合成メタンを導管注入する。また実証、商用スケールのFS等を行う。政策動向・制度設計など調査を完了
アウトカム目標	2035年頃に製造事業規模60,000Nm^3/h（年間36万トン）の生産開始

環境部　森（PM）
関連する技術戦略：カーボンリサイクル分野（CCU による機能性化学品製造）の技術戦略
プロジェクト類型：標準

既存プロジェクトとの関係

1)CO_2有効利用可能性調査（2016～2017年度）
2)CO_2有効利用技術開発（2017～2021年度）
将来有望なCCU技術の確立を目指して、我が国の優れたクリーンコールテクノロジー等に更なる産業競争力を賦与することが可能なCO_2有効利用技術について、実用化に向けた開発を実施。
3)グリーンイノベーション基金（2022～2030年度）
「CO_2等を用いた燃料製造技術開発/合成メタン製造に係る革新的技術開発」
従来よりも高効率など革新的な先を見据えた技術開発を実施。

事業計画

期間：2021～2026年度（6年間）
総事業費：70億円（助成）
2022年度政府予算額：20.4億円（需給）

【研究開発スケジュール】

	2021	2022	2023
反応シミュレーション技術開発	→	→	→
大規模CO2-メタネーション反応プロセス技術開発	→	→	→
反応システムのスケールアップ等適用性検討	→	→	→

報告内容

ページ構成

1．意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

(1)本事業の位置づけ・意義
(2)アウトカム（社会実装）達成までの道筋
(3)知的財産・標準化戦略

- 事業の背景・目的・将来像
- 政策・施策における位置づけ
- 技術戦略上の位置づけ
- 国内外の動向と比較
- 他事業との関係
- アウトカム（社会実装）達成までの道筋
- 非連続ナショプロに該当する根拠
- 知的財産・標準化戦略
- 知的財産管理

2．目標及び達成状況

(1)アウトカム目標と達成見込み
(2)アウトプット目標と達成状況

- アウトカム目標の設定及び根拠
- 本事業における「実用化・事業化」の考え方
- アウトカム目標の達成見込み
- 波及効果
- 費用対効果
- アウトプット（研究開発成果）のイメージ
- アウトプット目標の設定及び根拠
- アウトプット目標の達成状況
- 研究開発成果の意義
- 副次的成果及び波及効果
- 特許出願及び論文発表

3．マネジメント

(1)実施体制
(2)受益者負担の考え方
(3)研究開発計画

- NEDOが実施する意義
- 実施体制
- 個別事業の採択プロセス
- 予算及び受益者負担
- 目標達成に必要な要素技術
- 研究開発のスケジュール
- 進捗管理
- 進捗管理：中間評価結果への対応
- 進捗管理：動向・情勢変化への対応
- 進捗管理：開発促進財源投入実績
- モティベーションを高める仕組み

＜評価項目１＞意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

（１）本事業の位置づけ・意義
（２）アウトカム（社会実装）達成までの道筋
（３）知的財産・標準化戦略

報告内容

1．意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋
(1)本事業の位置づけ・意義
(2)アウトカム（社会実装）達成までの道筋
(3)知的財産・標準化戦略

2．目標及び達成状況
(1)アウトカム目標と達成見込み
(2)アウトプット目標と達成状況

3．マネジメント
(1)実施体制
(2)受益者負担の考え方
(3)研究開発計画

ページ構成

- 事業の背景・目的・将来像
- 政策・施策における位置づけ
- 技術戦略上の位置づけ
- 国内外の動向と比較
- 他事業との関係
- アウトカム（社会実装）達成までの道筋
- 非連続ナショプロに該当する根拠
- 知的財産・標準化戦略
- 知的財産管理

事業の背景・目的・将来像

事業の背景

産業・民生部門のエネルギー消費量の約６割は熱需要である。熱は国民生活に欠かせないものであり、2050年カーボンニュートラル（CN）実現に向けて、**熱需要の脱炭素化**を進める必要がある。

目的

再エネ由来などの水素とCO_2からメタンを合成（合成メタン）する技術を開発し、都市ガス導管など**既存のインフラを活用して天然ガスを代替**する。

将来像

都市ガス中の合成メタン構成が以下のようになり、水素直接利用等その他の手段と合わせて**ガスのCN化達成**が見込まれる。

国の目標　　2030年　合成メタンの導管注入 1%
　　2050年　合成メタンの導管注入90%

政策・施策における位置づけ

■ 「2050年カーボンニュートラル」宣言（2020年10月）

菅内閣総理大臣が所信表明演説にて**2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロ**にすることを宣言。カーボンニュートラルの実現に向けた議論が加速。2021年4月には、2030年度に温室効果ガスを2013年度から46%削減することを目指し、さらに50%の高みに向けて挑戦を続けるとの新たな方針も示された。

■ グリーン成長戦略（2021年6月）

成長が期待される産業として「次世代熱エネルギー産業」を位置づけ。実行計画の着実な実施を通じて、2050年CN実現を目指す。**2030年に合成メタンを1%導入**することを目標とした。

■ クリーンエネルギー戦略（2022年5月）

合成メタンの導入拡大を見据えた**国内・海外サプライチェーン構築、CO_2排出に係る制度・ルール整備を進める**。

■ G7気候・エネルギー・環境大臣会合（2023年4月）

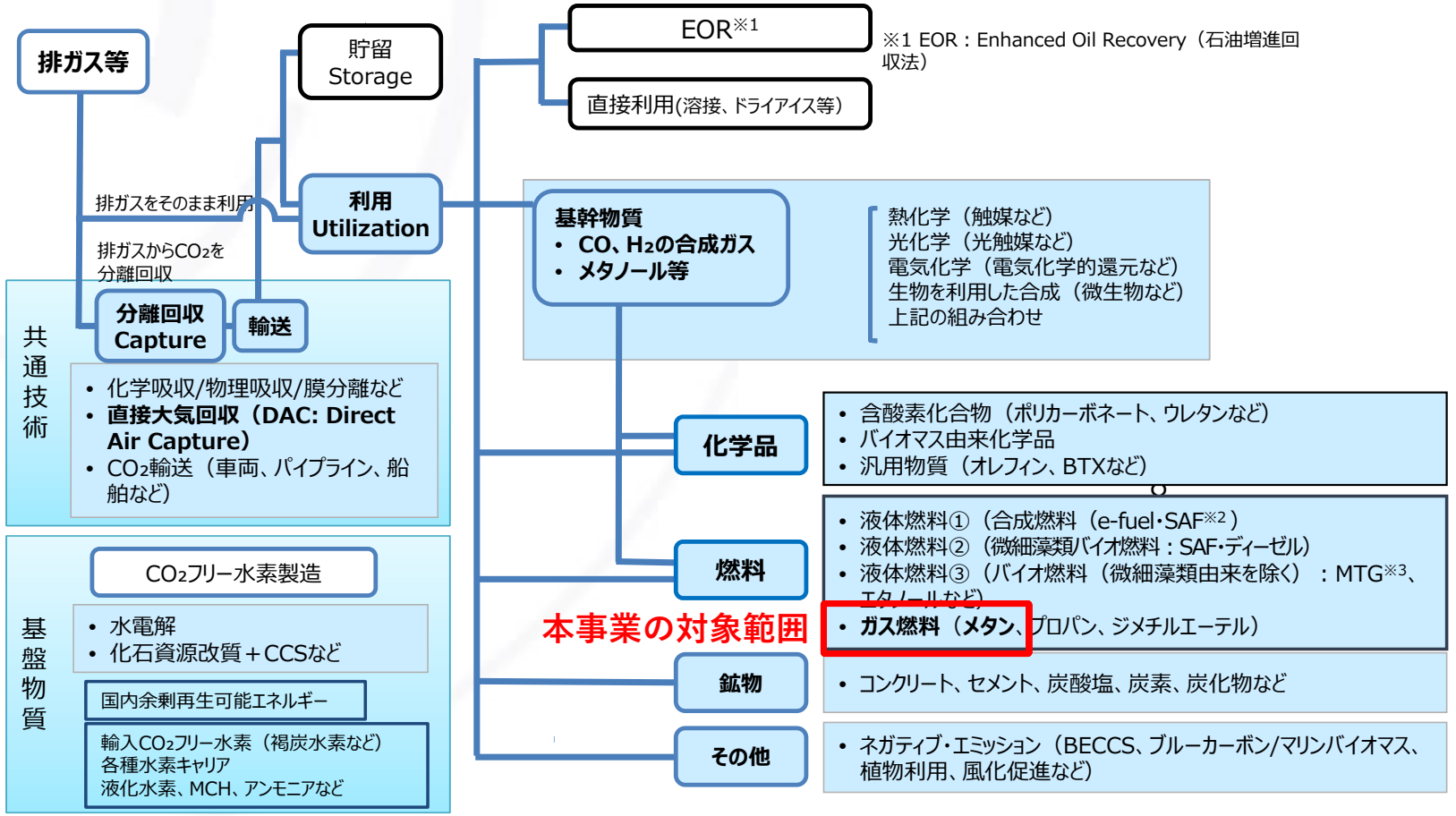
e-fuelやe-methaneなどのCR燃料を含むCCU/CR技術は、化石由来の製品代替や二酸化炭素を活用することで、**他の方法では回避できない産業由来の排出を、既存のインフラを活用しながら削減**できる。

■ カーボンリサイクル技術ロードマップ（2019年6月　2021年7月改訂）

カーボンリサイクル：CO_2を資源として捉え、これを分離・回収し、**メタネーション等により燃料へ再利用し、大気中へのCO_2排出を抑制**。

技術戦略上の位置づけ(1)

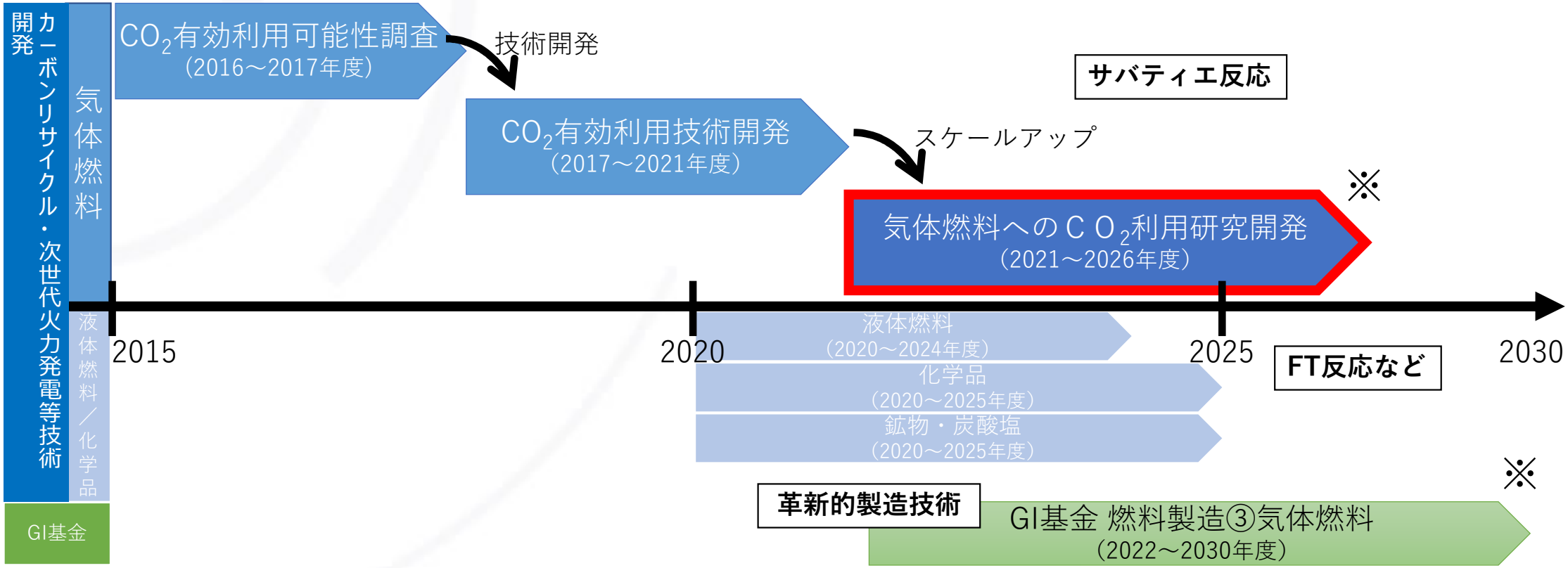
■ カーボンリサイクル技術ロードマップ（技術範囲）



※2 SAF:Sustainable aviation fuel
※3 MTG:Methanol to Gasoline

技術戦略上の位置づけ(2)

CO_2を原料とした気体燃料の研究開発事業のほか、液体燃料、化学品など様々な事業を実施



※気体燃料の事業者（交付金事業/GI基金）は市場創設に向けてメタネーション官民推進協議会に共に参画

技術戦略上の位置づけ(3)

本プロジェクトの経緯

■CO_2有効利用可能性調査（2016～2017年度）

<概要>
CO_2排出量削減のための有効利用技術の一つであり、既存インフラが使える**メタネーション**について、技術・事業性等の調査・実験・検討を行った。

メタネーションシステムのラボレベル技術検証を実施

■CO_2有効利用技術開発（2017～2021年度）

<概要>
CO_2有効利用品製造プロセスやシステムにおけるCCU 技術の総合評価を実施した。その中で高濃度CO_2利用についてメタネーションシステムについて研究開発を行い、ベンチスケール試験を通じて実用化に向けての技術的知見や課題も得、**段階的な設備スケールアップ試験・実証に向けた大きな成果を得た**。

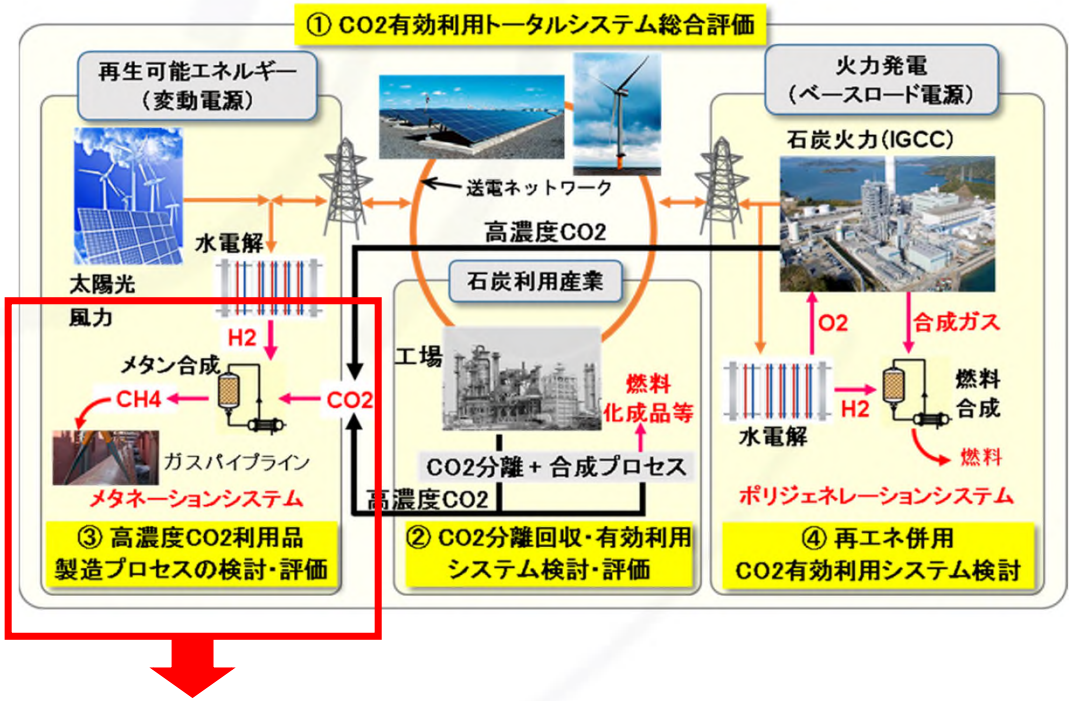
メタネーションシステムの実用化に向けシステム大規模化

■CO_2排出削減・有効利用実用化技術開発（2021～2026年度）

<2026年度目標（最終目標）>
400Nm^3/hメタネーションシステムを構築し、**合成したメタンを導管注入**する。

技術戦略上の位置づけ(4)

カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／④次世代火力発電基盤技術開発7) ＣＯ$_2$有効利用技術開発（2017～2021年度）の成果を基に本事業を実施。



【事業内容】

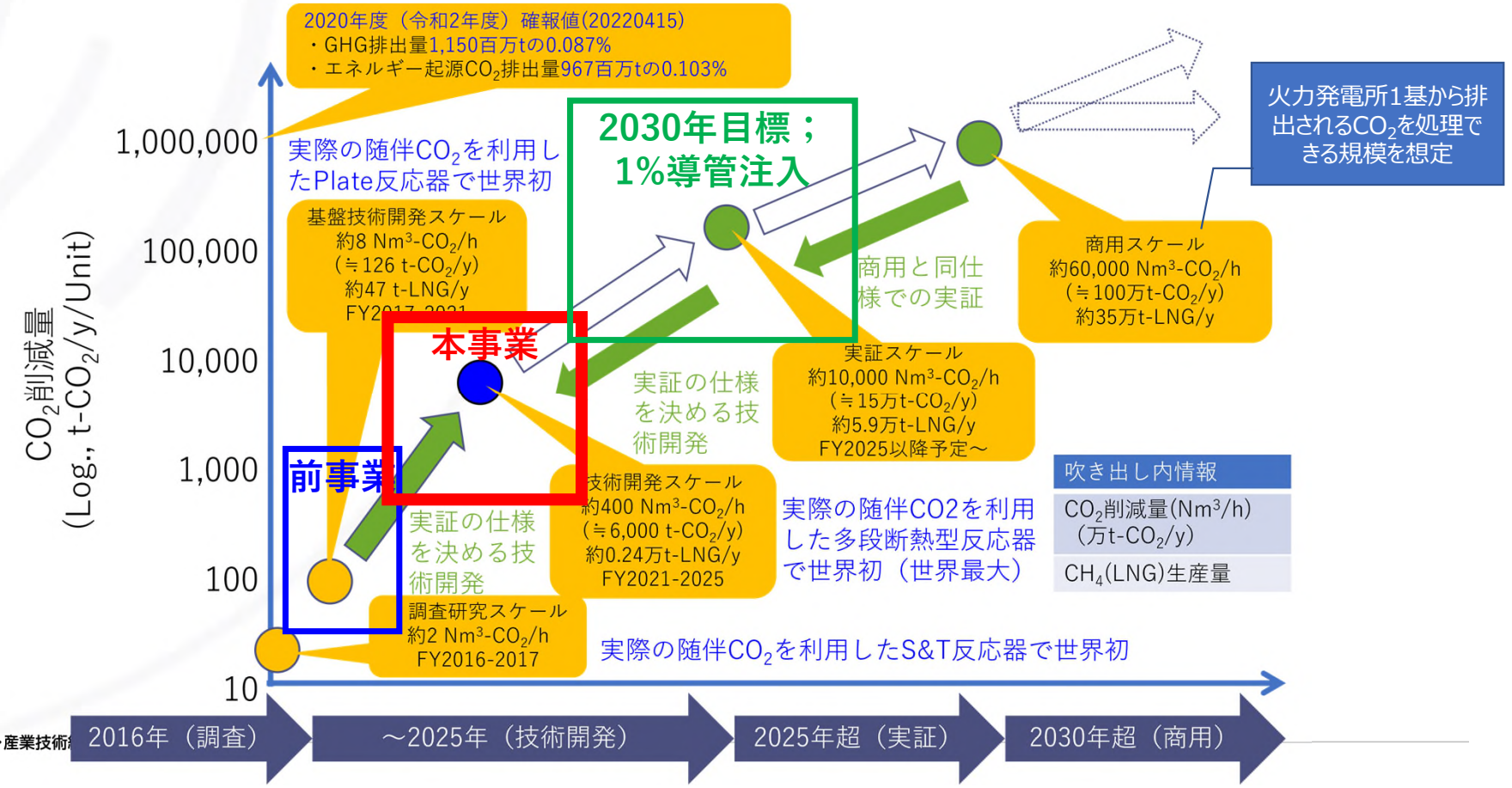
2030年度以降を見据え、将来有望なCCU技術の確立を目指して、我が国の優れたクリーンコールテクノロジー（CCT）等に更なる産業競争力を賦与することが可能なCO$_2$有効利用技術（CCU）について、実用化に向けた開発を実施。

研究開発項目③にて高濃度に分離回収されたCO$_2$を利用した有価物製造プロセス（メタネーション）の事業性を明らかにするために、同プロセスの試験装置を設計・製作し、その検証結果からCCU技術としての適用性や経済性に関する検討や評価を実施。

本事業にて段階的なメタネーションシステム技術開発・実証を実施
合成メタン製造設備；8Nm^3/h→本事業；400Nm^3/h

技術戦略上の位置づけ(5)

本事業は実証/商用に向けた技術開発の位置付け
本事業完了により、実証設備(商用設備)の仕様が決定する



国内外の動向と比較

熱需要に対して、欧州は水素に注力、合成メタンは現状小規模。
日本は大規模な合成メタン合成で先行している。

事業名称	開始年度	規模 Nm^3-CO_2/h	場所 国	CO_2源	H_2源	電解槽 規模 ベンダー	触媒 ベンダー	反応器 ベンダー
Store & Go	2016	57	ファルケンハーゲン ドイツ	バイオエタノール排ガス	再エネ電力	A-WE 2.0 MW Hydrogenics	Unknown	等温（ハチの巣状） KIT
		35	ゾロトルン スイス	廃水処理排ガス	再エネ電力	PEM-WE 0.35 MW	バイオ Electrochaea	バイオElectrochaea
Jupiter1000	2019	25	マルセイユ フランス	工場排ガス	再エネ電力	A-WE PEM-WE 1.0 MW McPhy	**Unknown**	マイクロチャネル ATMOSTAT
カーボンリサイクル高炉	2025	500	千葉 日本	高炉ガス	非公開	Unknown	**Unknown**	等温（S&T） IHI
セメント	非公開	非公開	日本	石灰石仮焼炉排ガス	非公開	非公開	**非公開**	IHI
導管注入	**2025**	**400**	**長岡 日本**	**ガス田の CO_2**	**液化水素**	**利用せず**	**大阪ガス**	**多段断熱 大阪ガス**

NEDO-CO2有効利用技術開発事業における現地先進地調査からINPEX作成

国内外の動向と比較

ＩＨＩ

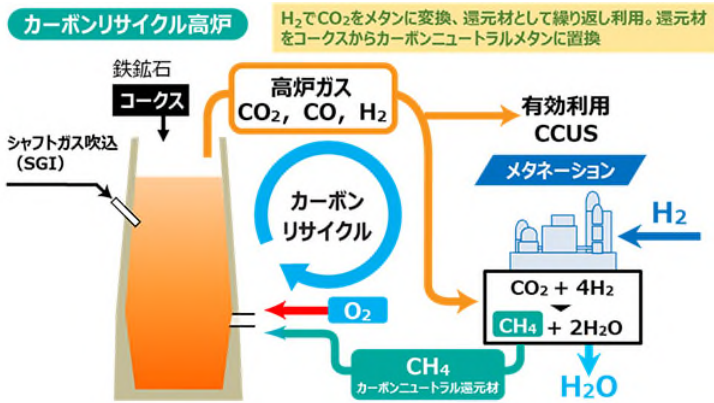
●小型メタネーション装置を販売開始（2022/10）

■装置の仕様：
方式；サバティエ方式
反応器型式；シェル＆チューブ
合成メタン製造量；12.5 [Nm^3/h]
外形寸法；幅2,250mm×長さ6,100mm×高さ2,850mm

IHIプレスリリース
「CO_2と水素から燃料をつくる，メタネーション装置を販売開始
～設計標準化により，短納期かつ高拡張性を実現～」
https://www.ihi.co.jp/ihi/all_news/2022/resources_energy_environment/1198059_3473.html

●世界最大級の製造能力を持つメタネーション装置を受注（2022/10）

JFEスチール株式会社より，試験高炉の排出ガスから1日あたり24トンのCO_2を再利用し，1時間に500Nm^3のメタンを製造するメタネーション装置を受注



NEDO事業

GI基金事業

IHIプレスリリース
「世界最大級の製造能力を持つメタネーション装置を受注
～JFEスチールの試験高炉向けに，排出ガス中のCO_2を有効活用～ 」
https://www.ihi.co.jp/ihi/all_news/2022/resources_energy_environment/1198112_3473.html

国内外の動向と比較

日立造船

●CO_2と水素からメタンを合成する試験設備を国際石油開発帝石株式会社（現　株式会社INPEX）長岡鉱場（新潟県長岡市）の越路原プラント敷地内に完成（2019/10）
合成メタン製造量； 8Nm^3/h

NEDO事業(CO_2有効利用技術開発)

プレスリリース
「CO_2を有効利用するメタン合成試験設備を完成、本格稼働に向けて試運転開始 ―カーボンリサイクル技術の一つであるメタネーション技術の確立を目指す―」
https://www.hitachizosen.co.jp/newsroom/news/release/2019/20191016_001242.html

●神奈川県小田原市の環境事業センター内に国内最大となるメタネーション設備の建設工事を完成させ、実証運転を実施（2022/6）

合成メタン製造量；125Nm^3/h

プレスリリース
「国内最大となるメタネーション設備の実証運転開始
～ 清掃工場からの二酸化炭素を利用したメタネーションは世界初 ～」
https://www.hitachizosen.co.jp/newsroom/news/assets/pdf/20220616.pdf

他事業との関係

【NEDO事業】・交付金事業（2017-2021年度）

「**CO_2排出削減・有効利用実用化技術開発**」

将来有望なCCU技術の確立を目指し、CO_2有効利用品製造プロセスやシステムにおけるCCU技術の総合評価を実施。**CCU 技術の総合評価（経済性、環境性など）のため、CO_2 の排出源、CO_2 分離回収技術、変換技術や有効利用技術などがベストマッチングできる最適なシステムを、実験やシミュレーションを通じて詳細検討。**

この中で高濃度に分離回収されたCO_2を利用したメタネーションの事業性を明らかにするために、8Nm^3/hの試験装置を設計・製作し、その検証結果からCCU技術としての適用性や経済性に関する検討や評価を実施。

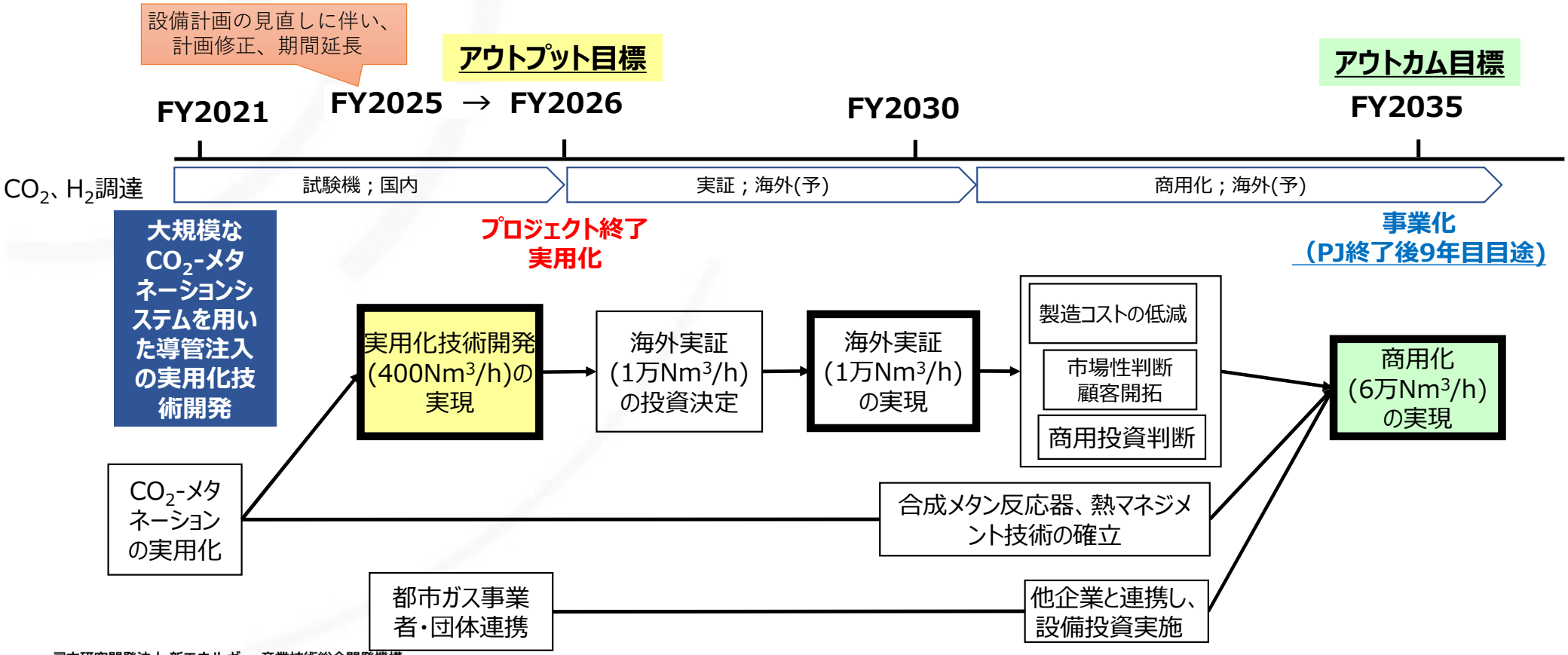
【NEDO事業】・グリーンイノベーション基金事業（2022-2030年度）

2050年でのカーボンニュートラルを目指し、カーボンニュートラルに取り組む企業などを研究開発・実証から社会実装に目処をつけるため2030年度まで最大10年間継続して支援。

- CO_2等を用いた燃料製造技術開発：燃焼しても大気中のCO_2を増加させず、化石燃料を代替する合成燃料、合成メタン、グリーンLPGなどのカーボンリサイクル燃料への転換を推進。
  「合成メタン製造に係る革新的技術開発」；サバティエ反応以外の革新的な合成メタン合成手法を開発
  ・SOECメタネーション技術革新事業（大阪ガス、産業技術総合研究所）
  ・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、IHI、宇宙航空研究開発機構）

アウトカム（社会実装）達成までの道筋

アップスケール検討の中で熱マネージメント技術等を確立するとともに製造コスト低減を図る。
都市ガス業界団体と連携し、合成メタンの環境価値向上などを通じて商用化を実現。



知的財産・標準化戦略

助成事業のため知的財産は事業主体であるが、取得状況などは管理している。
合成メタンを普及させるため、NEDOは事業者と一体となった取組を進めている。

■ NEDOは事業者に以下のように交付決定している
・助成事業に基づく発明、考案等に関して、産業財産権等を出願又は取得及びそれらを譲渡し若しくは実施権を設定した場合には、届け出ること。

■事業者間にてオープン／クローズ戦略を定め、適切に管理を行っている（非公開セッションにて説明）。

■事業者及びNEDOは経産省主催の官民協議会に出席し、都市ガスや燃料、その他の用途での活用拡大に向け、メタネーションを中心に、技術的・経済的・制度的課題や、その解決に向けたタイムラインを官民で共有し、一体となって取組を進めている。

知的財産管理

■事業者間で締結した知財合意書（および知財運営委員会運営規則）の中で、知財運営委員会の設置と知財が発生した場合の取扱いについて定めて運用している。

＜評価項目２＞目標及び達成状況

（１）アウトカム目標及び達成見込み
（２）アウトプット目標及び達成状況

報告内容

１．意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

(1)本事業の位置づけ・意義
(2)アウトカム（社会実装）達成までの道筋
(3)知的財産・標準化戦略

２．目標及び達成状況

(1)アウトカム目標と達成見込み
(2)アウトプット目標と達成状況

３．マネジメント

(1)実施体制
(2)受益者負担の考え方
(3)研究開発計画

ページ構成

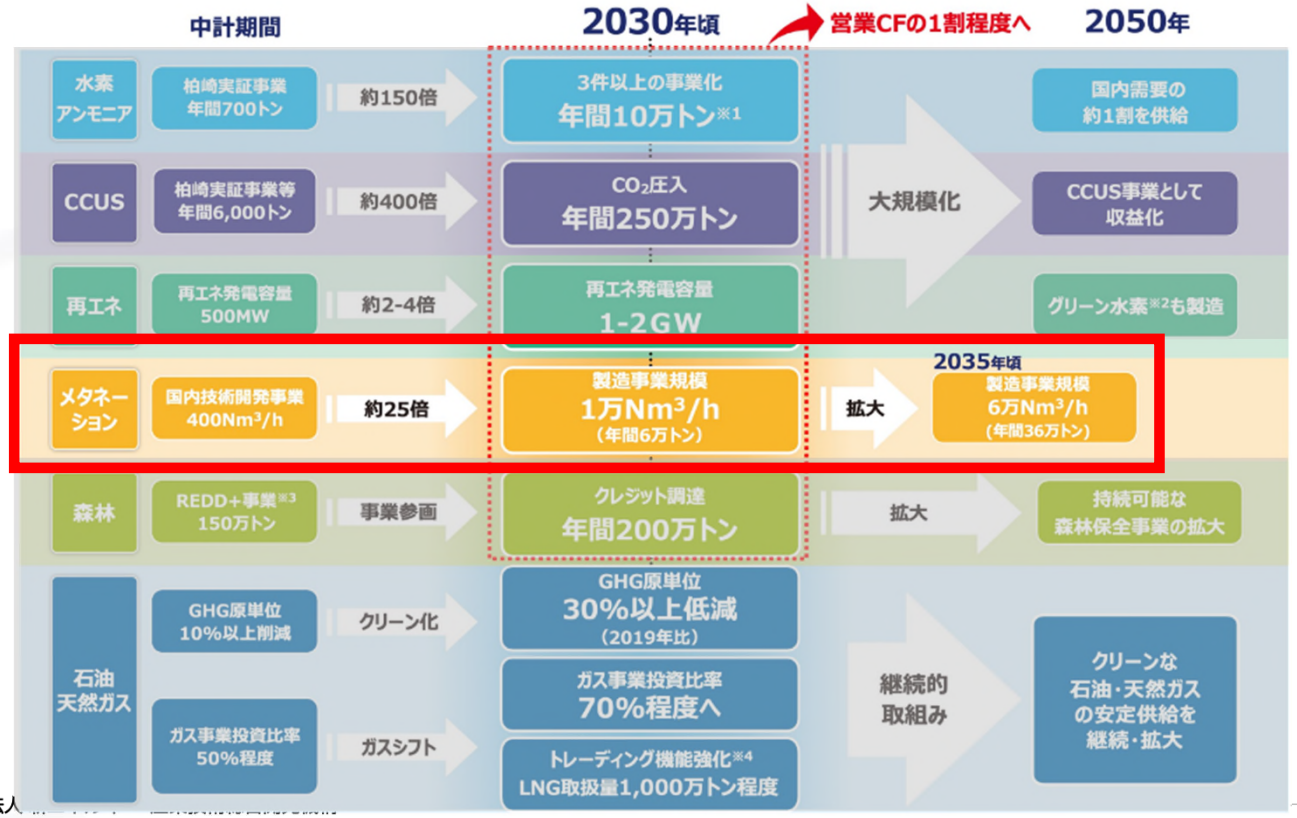
- アウトカム目標の設定及び根拠
- 本事業における「実用化・事業化」の考え方
- アウトカム目標の達成見込み
- 波及効果
- 費用対効果
- アウトプット（研究開発成果）のイメージ
- アウトプット目標の設定及び根拠
- アウトプット目標の達成状況
- 研究開発成果の意義（副次的成果）
- 特許出願及び論文発表

アウトカム目標の設定及び根拠

アウトカム目標

2035年頃に1系列で製造事業規模60,000Nm³/h（年間36万トン）の生産開始

根拠



INPEX社「長期戦略と中期経営計画（INPEX Vision @2022）」2022年2月公開

本事業における「実用化・事業化」の考え方

実用化

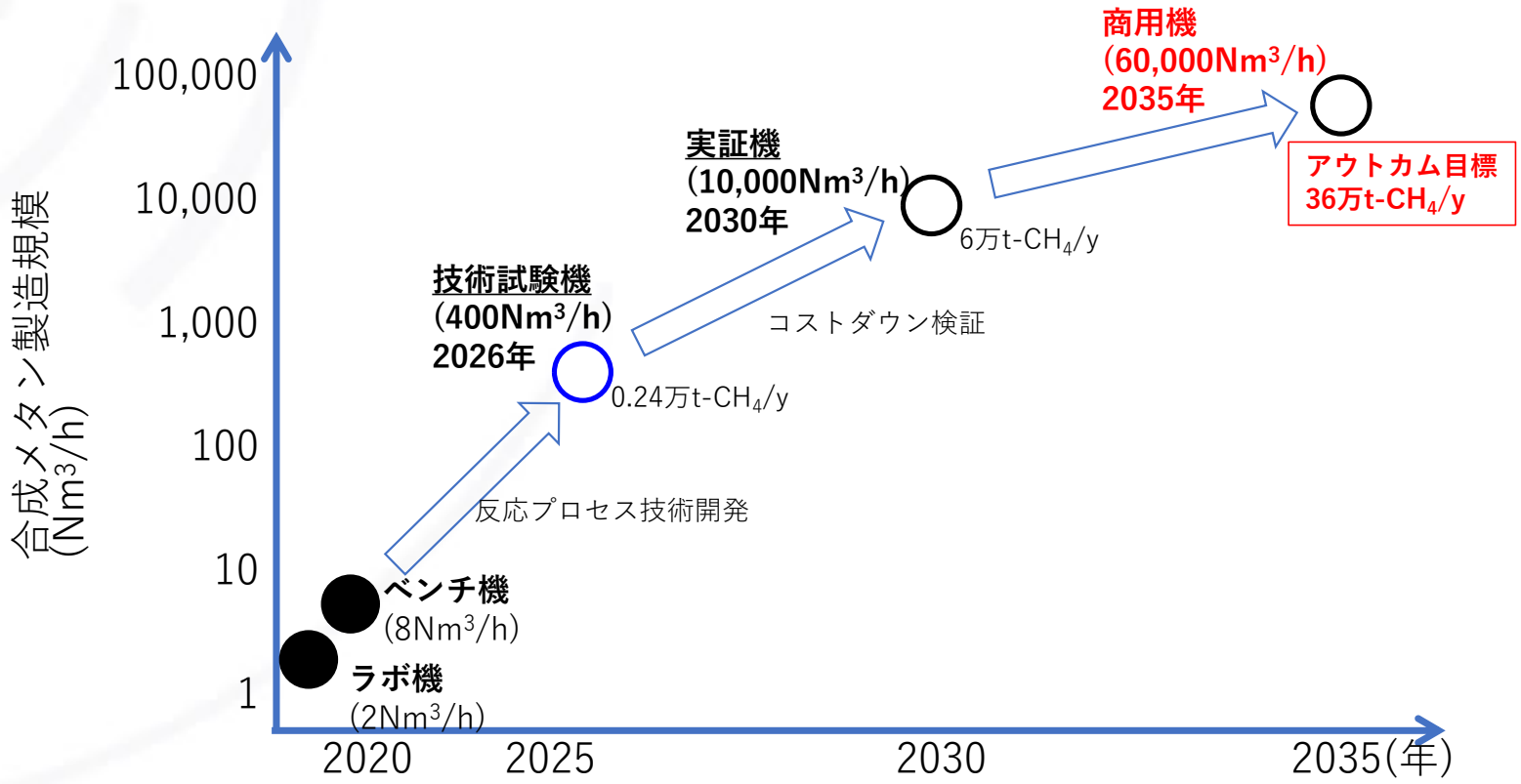
・試験設備（400Nm^3/h）が完成し、その設備で合成した合成メタンが導管注入されること
・実証設備（10,000Nm^3/h）の基本設計が完了すること

事業化

商用スケール（60,000Nm^3/h）のメタネーション設備が完成し、その設備で合成したメタンが導管注入されること

アウトカム目標の達成見込み

段階的な技術開発を実施し、2035年のアウトカムは達成見込み



波及効果

本事業にて合成メタン製造技術が確立すれば、
他のガス会社にも製造技術を展開することが可能となる

費用対効果

技術開発費用約100億円に対し、2035年の売上は670億円、操業期間20年での売上は1.3兆円と想定

【インプット】

・技術開発費用の総額	100億円規模、助成金70億円

【アウトカム】

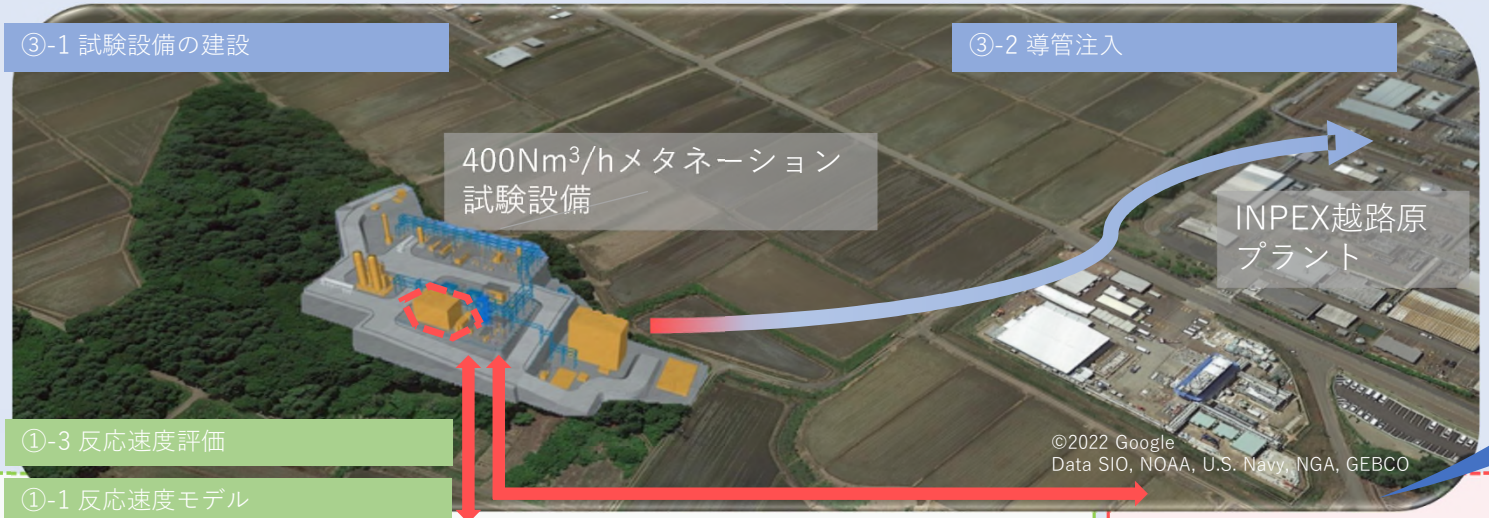
・合成メタン販売量（2035年）	5.6億m^3/年（10,000と60,000Nm^3/hの2プラント稼働）
・2035年の合成メタン売上高	670億円（2030年の製造コスト120円/m^3を想定）
・2035年以降の操業中の売上高	1.3兆円（20年間の操業を想定）
・CO_2削減効果	110万ton/年、20年間で2,200万ton

アウトプット（研究開発成果）のイメージ

③反応システムのスケールアップ等適用性検討

③-1 試験設備の建設

③-2 導管注入



③-4 実証・商用スケールFS
③-5 早期社会実装に係る制度設計

③-3 システムのスケールアップ評価

②-4 スケールアップコスト算出

①-4 反応器性能の経時変化予測

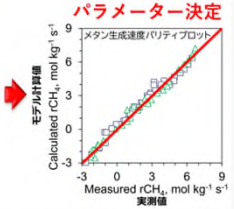
①-3 反応速度評価

①-1 反応速度モデル

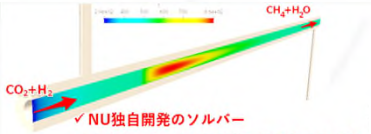
速度モデル構築

実験

パラメーター決定

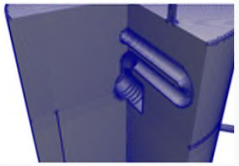


①-2 熱流体シミュレーション



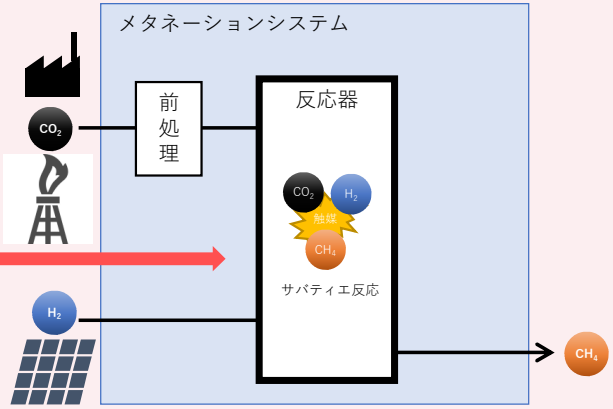
✓NU独自開発のソルバー
✓メタネーション反応器で想定される現象をすべて考慮可能
✓断熱・多管S&T反応器シミュレーション

結果の検証、ケーススタディ



①反応シミュレーション技術開発

②-1 プロセス性能
②-2 触媒長期耐久性評価
②-3 制御・運用性



②大規模CO2-メタネーション反応プロセス技術開発

アウトプット(中間)目標の設定及び根拠

研究開発項目	中間目標（2024年3月）	最終目標（2026年3月）	根拠
①反応シミュレーション技術開発	・反応速度モデル選定及びパラメータ設定をした上で、速度モデルを連成したシミュレーションプログラムの開発を行い、±5%の実測値再現性を達成する。 ・熱劣化触媒の反応速度モデルを構築し、速度パラメータを決定する。	・反応試験結果を再現する反応速度試験モデルを構築し、次期実証機を想定した反応器シミュレーションを構築する。 ・触媒劣化を考慮し反応器性能の経時変化を予測可能とする。	実証機、商用機の反応器を設計するために反応器シミュレーションを完成させる必要がある。また商用機では初期性能だけでなく経時変化の把握も必要であるため設定。
②大規模CO_2-メタネーション反応プロセス技術開発	・反応プロセス及び不純物除去システムの詳細設計を完了する。 ・運転手順、運転計画の策定を完了する。	・メタネーションプロセスを完成させる。 ・目標値は1)メタン濃度96 vol.%以上、2)エネルギー効率75%以上、3)総合エネルギー効率88%以上。	実証機、商用機への見通しを得るためには、まずメタネーションプロセスそのものを完成させる必要がある。また事業化を進めるためには大規模化したときの概略コストを算出できる必要があるため設定。
③反応システムのスケールアップ等適用性検討	・試験設備の基本設計を完了する。調達・建設業務を開始し継続する。 ・計測・報告・評価手法（MRV)等トレーサビリティを担保するシステムを構築する。 ・CO_2、H_2調達含め実証及び商用スケールのFSを実施する。 ・社会実装のための政策動向など調査を完了させる。	・試験設備を施工完了し、運用・評価を実施し、合成メタンを導管注入する。 ・CO_2、H_2調達含め実証、商用スケールのFS等を行う。 ・社会実装に向けた政策動向・制度設計など調査を完了させる。	試験機にて導管注入可能な合成メタンを生産するため設定。 社会実装に向けて実証機、商用機を建設する見通しを得る必要があるため設定。

アウトプット目標の達成状況

研究開発項目	目標(2024年3月)	成果(実績)(2023年5月)	達成度(見込み)	達成の根拠/解決方針
①反応シミュレーション技術開発	・反応速度モデル選定及びパラメータ設定をした上で、速度モデルを連成したシミュレーションプログラムの開発を行い、±5%の実測値再現性を達成する。 ・熱劣化触媒の反応速度モデルを構築し、速度パラメータを決定する。	・新規触媒の反応モデルを構築 ・劣化触媒の予備実験からモデルを選定 ・実測値と比較しパラメータを決定 ・シミュレーションと実測のCO_2転化率が誤差5%以内で一致	○ 2024年3月 達成見込み	・ラボ試験結果とシミュレーション結果の相互確認が終了済み ・モデルの構築が23年7月に完了予定のため24年に3月に達成が見込める
②大規模CO_2-メタネーション反応プロセス技術開発	・反応プロセス及び不純物除去システムの詳細設計を完了する。 ・運転手順、運転計画の策定を完了する。	・反応プロセスは基本設計が完了(詳細設計は23年度１Qに完了予定) ・硫黄除去システムを検討し脱硫剤構成等の脱硫システム設計に反映完了 ・運転手順方案作成完了	○ 2024年3月 達成見込み	・23年度は、24年度以降の実証における運転計画を策定予定 ・基本設計終了後、詳細設計に着手し完了見込み
③反応システムのスケールアップ等適用性検討	・試験設備の基本設計を完了する。調達・建設業務を開始し継続する。 ・計測・報告・評価手法（MRV)等トレーサビリティを担保するシステムを構築する。 ・CO_2、H_2調達含め実証及び商用スケールのFSを実施する。 ・社会実装のための政策動向など調査を完了させる。	・試験機の基本設計完了し建設に着手 ・合成メタン環境価値の付与方法について候補案検討完了 ・社会実装に向けた課題調査完了	○ 2024年3月 達成見込み	・試験設備について調達・建設を開始済み ・システム構築について詳細設計と並行し対応中 ・FS実施に向けた仕様について協議中

◎　大きく上回って達成、○達成、△一部未達、　×未達

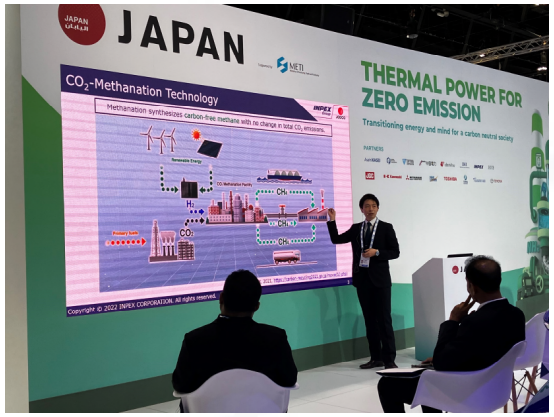
研究開発成果の意義（副次的成果）

意義	副次的成果
メタネーション反応器を設計するにあたり、**反応挙動の把握**が課題である。 本事業では反応シミュレーションを開発し、試験機、今後は**実証機、商用機の反応器設計に活かす**ことができると考えられる。	これらのシミュレーションに必要なコード開発等には、名古屋大学の博士課程の学生も参画しており、実プロセス設計に関わることで、**実践型の高度研究開発人材の育成**につながっている。
メタネーションプロセスを設計するにあたり、**総合エネルギー効率を可能な限り高める**ことが課題である。本事業で反応プロセスを開発することで試験機の基本設計を終わらせることができた。	ベース技術では大型化ができているので本事業の成果を用いて**大型化に関するリスクを低減**できると考える。
既存のメタネーション設備に比して大規模であり、その**スケールアップ手法を確立**することが課題である。大規模化を見据えた基本設計については期限通り完了することができた。	設備を導入するにあたっての**規制など対応方針**を得ることができた。

特許出願及び論文発表

	2021年度	2022年度	2023年度	計
特許出願（うち外国出願）	0	0	(0)	0
論文	1	0	(2)	3
研究発表・講演	6	21	(3)	30
受賞実績	0	0	(0)	0
新聞・雑誌等への掲載	3	4	(0)	7
展示会への出展	0	2	(1)	3

※2023年6月5日現在



アブダビ国際石油展示会・会議（ADIPEC）2022年10月

「カーボンニュートラルへの化学工学」丸善出版2023年1月

＜評価項目３＞マネジメント

（１）実施体制
（２）受益者負担の考え方
（３）研究開発計画

報告内容

1．意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

(1)本事業の位置づけ・意義
(2)アウトカム（社会実装）達成までの道筋
(3)知的財産・標準化戦略

2．目標及び達成状況

(1)アウトカム目標と達成見込み
(2)アウトプット目標と達成状況

3．マネジメント

(1)実施体制
(2)受益者負担の考え方
(3)研究開発計画

ページ構成

- NEDOが実施する意義
- 実施体制
- 個別事業の採択プロセス
- 予算及び受益者負担
- 目標達成に必要な要素技術
- 研究開発のスケジュール
- 進捗管理
- 進捗管理：中間評価結果への対応
- 進捗管理：動向・情勢変化への対応
- 進捗管理：開発促進財源投入実績
- モティベーションを高める仕組み

NEDOが実施する意義

CO_2排出削減・有効利用の実用化の開発は、

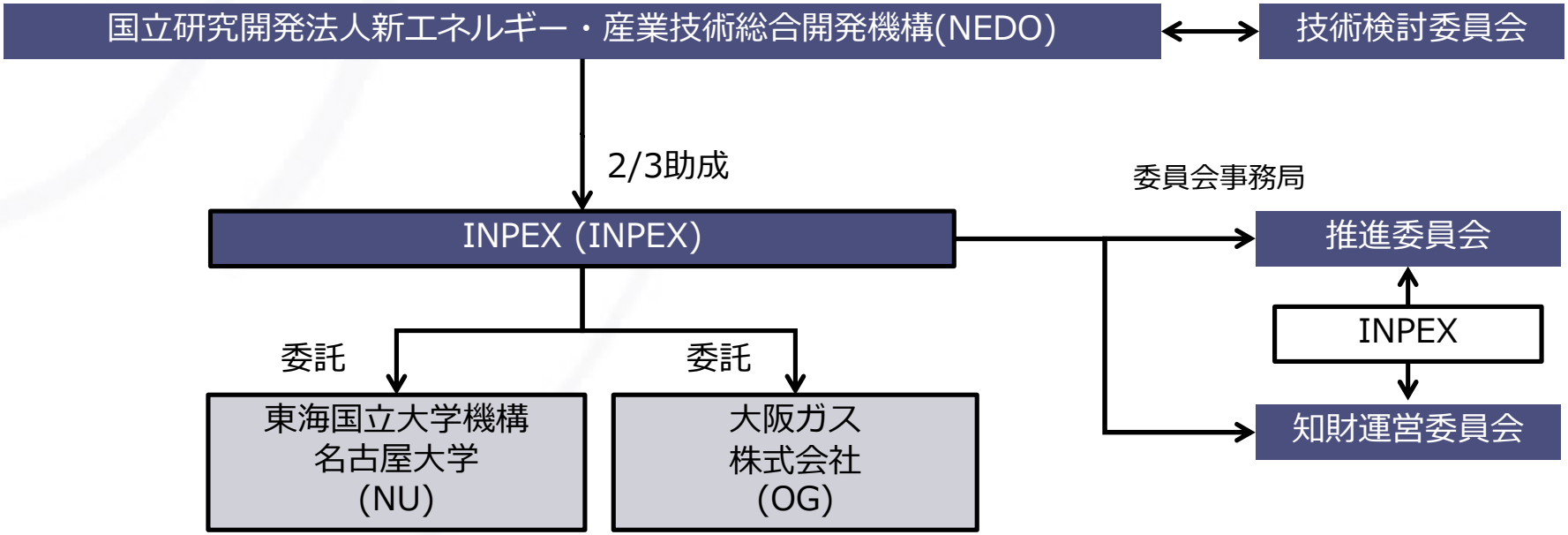
- ●社会的必要性　：**大**　**国家的課題（気候変動対策）に貢献する技術**
- ●研究開発の難易度　：**高**　**実用化に至るまで段階的な実証試験などの技術開発が必要**であり難易度高
- ●投資規模　：**大**　**長期にわたる開発が必要**で開発リスク大

国際的課題である気候変動対策に対し、産学官の技術力を最適に組み合わせ、研究を推進できる。またNEDOの過去の他事業の知見を本事業に活かすことで効率的な事業推進ができる。

ＮＥＤＯが持つこれまでの知識、実績を活かして推進すべき事業

実施体制

外部検討会を開催し、事業化を見据えた委託先を専門家の知見を活用して選択した。



個別事業の採択プロセス

【公募】公募予告（2021年5月31日）⇒公募（2021年7月15日）⇒公募〆切（2021年8月27日）
【採択】
　採択審査委員会（9月14日）
　採択審査項目；NEDOの標準的採択審査項目を用いて
　　①申請内容の評価（公募目的・目標との整合性、既存技術との優位差、申請内容の実現性）
　　②申請者の評価（関連分野に関する実績、開発体制の整備、必要設備の保有、人材の確保）
　　③成果の実用化（社会や他の技術への波及効果）
　　の3項目を中心に評し、各項目の重要度に応じた重み付け係数を変更して行った。
　採択条件；なし
【採択委員】

区分	氏名	所属	役職
委員長	山中 一郎	東京工業大学 物質理工学院	教授
委員	齋藤　文	みずほリサーチ＆テクノロジーズ株式会社 グローバルイノベーション＆エネルギー部	課長
委員	鈴木　朋子	日立製作所 研究開発グループ	技師長
委員	藤原　哲晶	京都大学 大学院工学研究科	准教授
委員	牧野　尚夫	電力中央研究所 エネルギー技術研究所	研究アドバイザー

前事業の評価結果を実施計画書に反映した。

助成事業期間の見直しについて

・本事業の目的はメタネーション反応システムの開発を重点的に行うことであるが、2021年6月に発表されたグリーン成長戦略のカーボンニュートラル合成メタン製造に資する設備とするため、**グリーン水素が導入可能となるよう設備計画を見直した。**
・その結果、建設期間の延長による、**事業期間の見直し、費用の増加が発生**した。
・事業期間については、**可能な限り最短となるようNEDO/事業者で協議**しながら進めていく。

予算及び受益者負担

実証に向けた技術開発を終了させるために必要な費用を精査し金額を決定した。
開発状況に応じて金額の見直しを行った。

◆予算

研究開発項目		2021年度	2022年度	2023年度	合計
大規模なCO2-メタネーションシステムを用いた導管注入の実用化技術開発	補助率 2/3	134 【90】	1,317 【878】	3,062 【2,042】	(4,513) 【3,010】

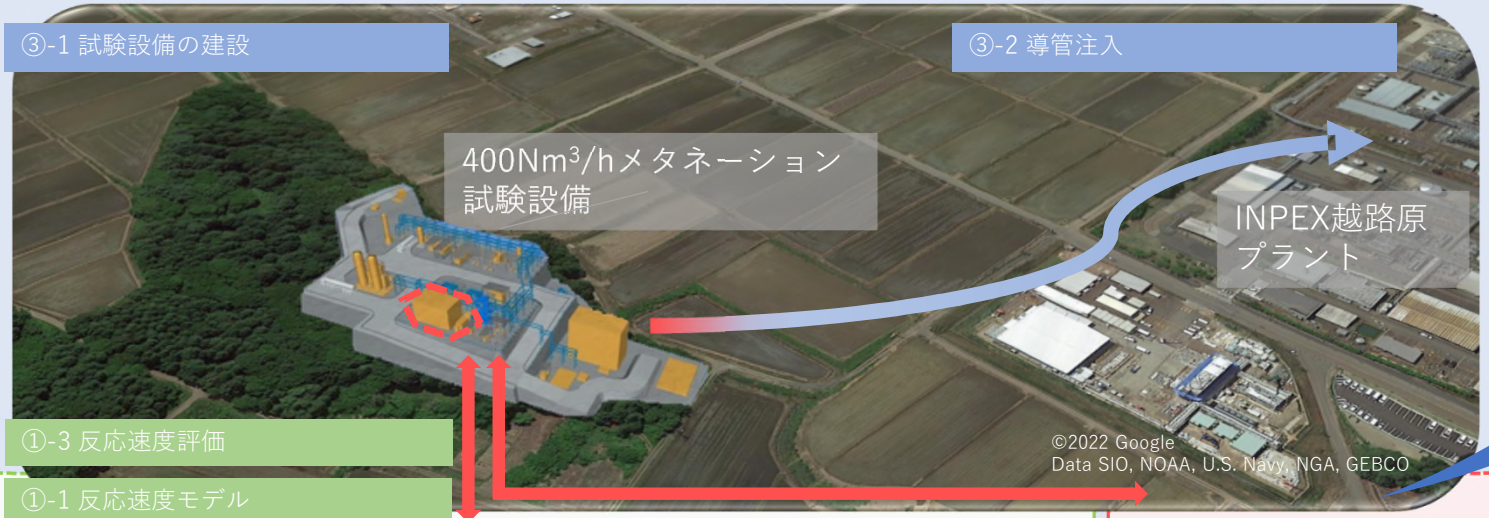
【】内はNEDO負担額
（単位；百万円）

◆補助事業の理由

2017～2021年度に委託事業でメタネーションシステムの検討を進め、ベンチスケール試験を通じて技術目標を達成した。次段階の実証研究に移るため、本事業は助成事業とした。
本事業は事業化までの期間が長く事業リスクが高いこと、今後実用化に向けて段階的な設備スケールアップ試験・実証を行う必要があるため補助率として2/3を設定した。

アウトプット（研究開発成果）のイメージ

③反応システムのスケールアップ等適用性検討



③-4 実証・商用スケールFS
③-5 早期社会実装に係る制度設計

③-3 システムのスケールアップ評価

②-4 スケールアップコスト算出

①-4 反応器性能の経時変化予測

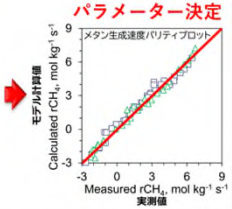
①-3 反応速度評価

①-1 反応速度モデル

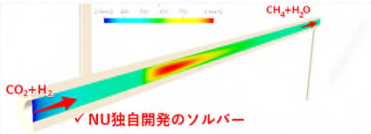
速度モデル構築

実験

パラメーター決定

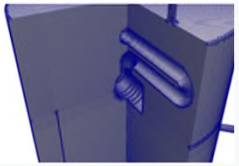


①-2 熱流体シミュレーション



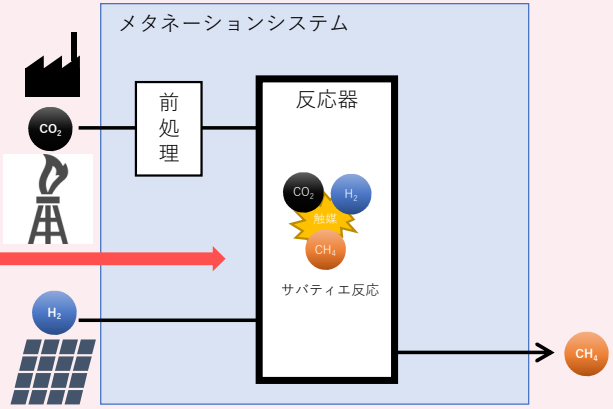
✓NU独自開発のソルバー
✓メタネーション反応器で想定される現象をすべて考慮可能
✓断熱・多管S&T反応器シミュレーション

結果の検証、ケーススタディ



①反応シミュレーション技術開発

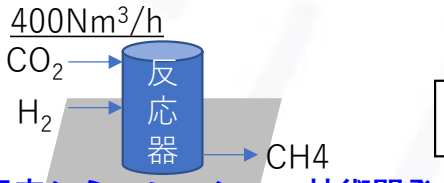
②-1 プロセス性能
②-2 触媒長期耐久性評価
②-3 制御・運用性



②大規模CO2-メタネーション反応プロセス技術開発

目標達成に必要な要素技術

試験機（本事業）



①反応シミュレーション技術開発

メタネーション反応
- 反応速度モデル構築
- 熱流体シミュレーション
- 熱劣化触媒の反応速度評価

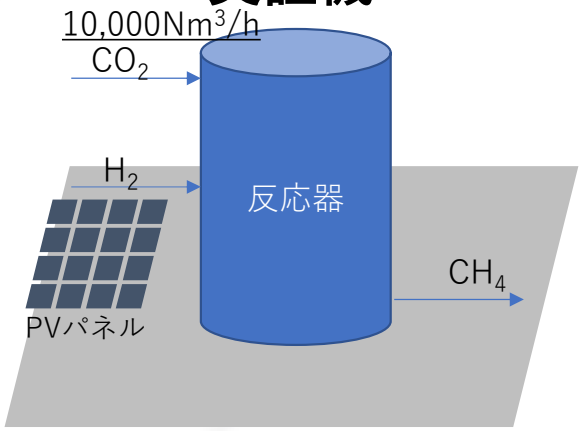
②大規模CO_2-メタネーション反応プロセス技術開発

メタネーションプロセス設計
- プロセスの基本性能評価（反応条件決定）
- 長期耐久性評価（不純物対応）
- 制御・運用性の確立

③反応システムのスケールアップ等適用性検討

試験機製作/試験/導管注入

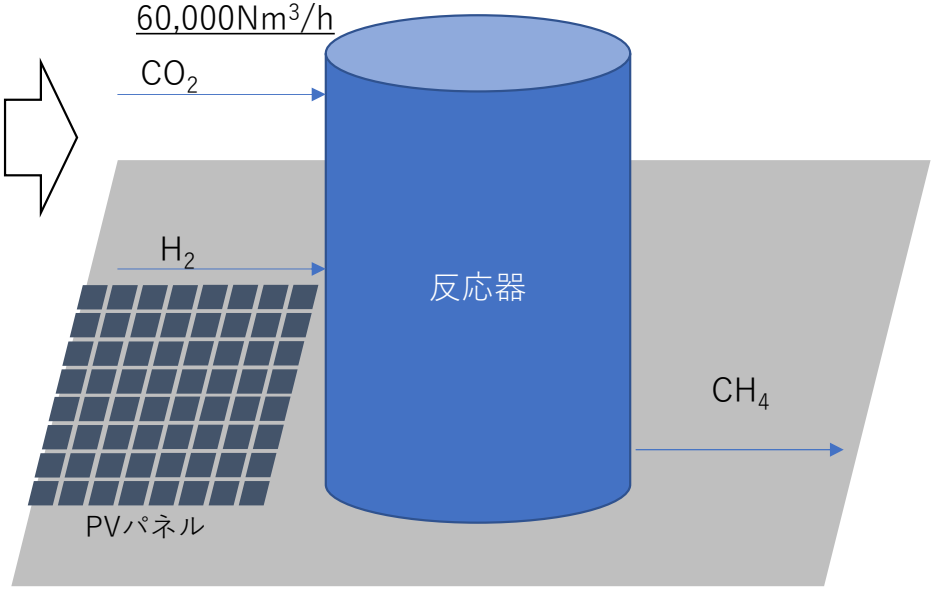
実証機



③反応システムのスケールアップ等適用性検討

実証機建設
- 設備適地
- 再エネ確保

商用機

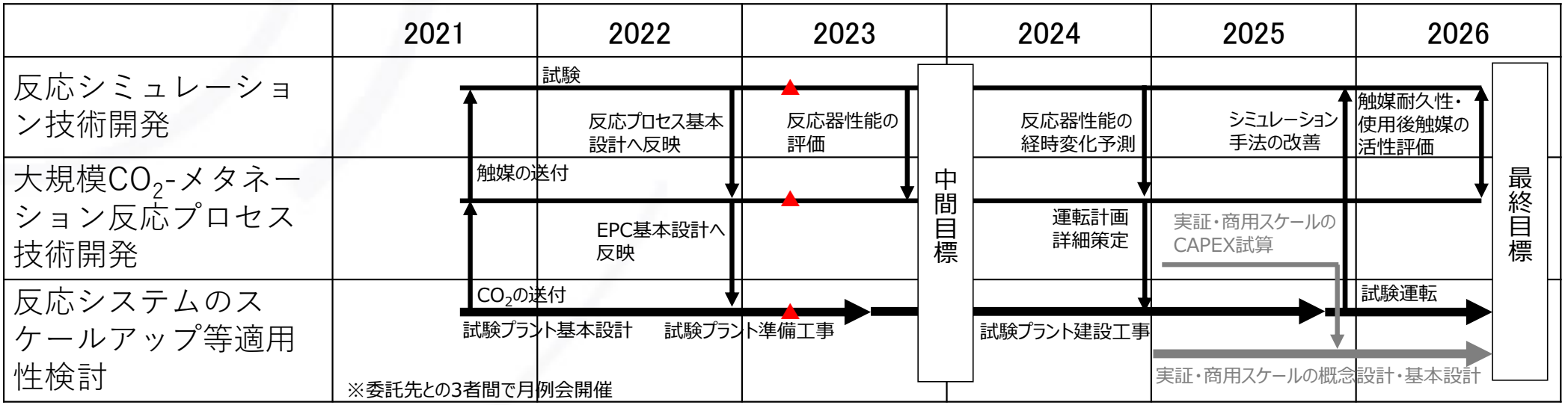


③反応システムのスケールアップ等適用性検討

商用機建設
- 設備適地
- 再エネ確保
- 制度/政策調査
- 低コスト化

研究開発のスケジュール

2030年1%の目標から逆算してスケジュールを作成
2025年度までの計画だったが、設備計画見直しの影響により2026年度まで延長



進捗管理

事業者による進捗報告会（外部委員）に出席し状況を理解するほか、
NEDO自身も外部有識者による技術検討委員会を開催し進捗確認、今後の進め方に対するアドバイスを実施。

事業者による進捗管理

	参加者	目的	頻度
外部委員による進捗報告会	事業者、外部有識者	研究開発内容の確認、進め方のアドバイス、指導を得る	年1回(2022/4、2023/4開催)
内部定例会議など	事業者	進捗情報、今後の進め方共有	INPEX/名大/大ガス(9回) INPEX/大ガス(11回) INPEX/大ガス/千代田建他(8回)

※2023年5月末現在

NEDOによる進捗管理

	参加者	目的	頻度
外部委員による技術検討委員会	事業者、外部有識者、NEDO	本事業の進捗状況、方針の確認等を第三者である外部有識者からアドバイス、指導を得る。	年1回 （2022/4、2023/6開催）
状況に応じた打合せ等	事業者、NEDO	事業的な状況、今後方針確認	随時

⇒建設長期化に対し、23年度分の契約延長を実施し早期に設備建設の契約を締結し期間延長を最小限にするマネジメントを実施

進捗管理：事後評価結果への対応

前事業事後評価における指摘事項を反映し、実施計画の改善を行った

カテゴリー	指摘事項	対応状況
事業の位置づけ・必要性	指摘なし	－
研究開発マネジメント	【1】今後に向けた後継プロジェクトでは、当該分野での市場競争が厳しくなっていく中、今後ますます革新的かつ早急な技術開発が必要となるため、NEDOとして研究開発マネジメントの知見を適切に蓄積して応用していただくことを期待したい。 【2】現状の想定より更に脱炭素社会への加速が進む事も想定されるため、複数のシナリオを常に想定しながら今後の研究開発の方向性を検討して頂きたい。 【3】メタネーション装置は、本プロジェクトのキーコンポーネントであり、各社連携して、高効率で耐久性の高いものにしていって欲しい。	【1】後継プロジェクトにおいて、早急かつ柔軟な技術開発を行うべく、NEDO 関連事業との相乗効果も追求する。具体的には、メタネーションに係る電解還元等の共通基盤開発事業やCO_2分離回収事業などの事業において得られる知見を本事業に活用したり、また、本事業で得られた知見の展開に取り組む。 【2】後継プロジェクトでは、水素の普及状況などについてのシナリオを複数想定し、実現可能な技術を段階的に設定するなど、開発計画を策定する。 【3】後継プロジェクトでは、スケールアップ検討とともに熱回収による高効率化と耐久性の向上を検討項目として設定し、サバティエ方式でのメタネーション技術の社会実装可能性を高める計画とする。

進捗管理：事後評価結果への対応

前事業事後評価における指摘事項を反映し、実施計画の改善を行った

カテゴリー	指摘事項	対応状況
研究開発成果	【4】個々の研究成果に対しては、分離回収の先導的な研究成果としての位置づけであり、60,000Nm^3/hのフルスケール実機規模での概念設計のキースペックを出せるとさらに良く、触媒関係の成果についても、さらに良い評価を得るために、上記フルスケール相当での青写真、適用有無での効果比較まで言及をしていただきたい。 【5】製品の利用者の理解を促すことにより、製品の受容性を向上させる効果や、気候変動や脱炭素社会実現などに関する教育への貢献のため、本事業で建設した設備を活かした広報・発信を技術開発とともに期待したい。	【4】CO_2分離回収の技術開発については現在CCUS 事業においてラボ～パイロットレベルにおいて実施中である。これらの知見もメタネーションでの大規模適用の一例として成果を利用することを検討する。また、後継プロジェクトでは、商用化規模での概念設計を行い、触媒についてもフルスケールでの仕様について検討する。 【5】8Nm^3/h 級のメタネーション設備開発では現地に記者を呼ぶなど外部への発表を積極的に行った。後継プロジェクトにおいては、地域の導管注入にも取り組む予定であるところ、地域住民に対する情報発信も重要と考える。将来的には、さらに導管注入が広まる可能性があることも念頭におきつつ、各種媒体を通じ、積極的な発信を行う。
成果の実用性・事業性	【6】メタネーションで作ったメタンをそのまま都市のガスインフラに流せないことから、早期社会実装する上で、ガスインフラへの適用やLCA の検討を期待している。 【7】カーボンニュートラルに向けて取り得る手段は直接合成する方法に限られないため、例えばカーボンニュートラルLNG 等の代替手段との棲み分けを考慮した検討、さらにメタネーションの実用化に向けた具体的取組みにおいて技術確立後の導入にかかるリードタイムも考慮した成果の活用を検討いただきたい。	【6】早期の社会実装に向けた環境を構築する観点から、後継プロジェクトでは、都市ガス既存導管への利用を進めるため、注入試験やカロリー調整方法についても検討する。また、LCA 的観点でのCO_2 削減量評価にも取り組む。 【7】メタネーションのコスト見通し、オフセットLNG 価格、通常のLNG 価格などについて、技術等が市場に導入されるリードタイムも考慮しつつ、市場における時間軸を含んだ「棲み分けイメージ」について、後継プロジェクトで整理することを検討する。

進捗管理：事後評価結果への対応

本事業実施計画策定にあたり、以下のように前事業事後評価における指摘事項を反映した。

事後評価コメント	実施計画における対応内容
現状の想定より更に脱炭素社会への加速が進む事も想定されるため、**複数のシナリオを常に想定しながら今後の研究開発の方向性を検討**して頂きたい。	**豪州の水素、CCUS戦略に基づいた水素普及シナリオに加え、太陽光発電設備併設など**実現可能な技術を段階的に設定する計画とした。
メタネーション装置は、本プロジェクトのキーコンポーネントであり、各社連携して、**高効率で耐久性の高いものにしていって欲しい**。	スケールアップ検討とともに**サバティエ反応により発生する熱を回収することで高効率化と硫黄による触媒劣化に対する耐久性の向上を検討項目として設定**し、サバティエ方式でのメタネーション技術の社会実装可能性を高める計画とした。
個々の研究成果に対しては、分離回収の先導的な研究成果としての位置づけであり、60,000Nm^3/hのフルスケール実機規模での概念設計のキースペックを出せるとさらに良く、触媒関係の成果についても、さらに良い評価を得るために、上記**フルスケール相当での青写真、適用有無での効果比較まで言及**をしていただきたい。	CO2分離回収の技術開発については、継続的にモニタリングし、これらの知見もメタネーション技術の大規模適用に利用することを検討する。**高濃度な天然ガス随伴CO_2が得られる可能性の高い地域を主要候補地として商用化規模での概念設計を行い**、触媒についてもフルスケールでの仕様について検討する計画とした。
メタネーションで作ったメタンをそのまま都市のガスインフラに流せないことから、早期社会実装する上で、**ガスインフラへの適用やLCAの検討を期待**している。	早期の社会実装に向けた環境を構築する観点から、都市ガス既存導管への利用を進めるため、**注入試験やカロリー調整方法についても検討する。**また、**再エネ由来のメタン製造に関するプロセスにおいてLCA的観点でのCO_2削減量評価にも取り組む**計画とした。

進捗管理：動向・情勢変化への対応

グリーン成長戦略にて2030年グリーン水素を用いて合成した合成メタンを1%導管注入する目標が立てられたことに対応し、本事業においてもグリーン水素のみを用いて合成メタンを合成できるようにメタネーション設備の仕様を変更した。

ご清聴ありがとうございました。

参考資料１　分科会議事録及び書面による質疑応答

研究評価委員会
「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／⑨CO_2排出削減・有効利用実用化技術開発／4）気体燃料へのCO_2利用技術開発」（中間評価）分科会
議事録及び書面による質疑応答

日　時：2023 年 7 月 11 日（火）13：00～16：30
場　所：2301,2302,2303 会議室（オンラインあり）

出席者（敬称略、順不同）

＜分科会委員＞

分科会長	朝見　賢二	北九州市立大学　国際環境工学部　教授
分科会長代理	山中　一郎	東京工業大学　物質理工学院　応用化学系　教授
委員	伊東　徹二	株式会社　日本政策投資銀行　企業金融第 5 部　部長
委員	遠藤　宏治	住友商事株式会社　理事/エネルギー本部長 /エネルギーイノベーション・イニシアチブサブリーダー
委員	桑畑　みなみ	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所 社会・環境戦略コンサルティングユニット　マネージャー
委員	林　潤一郎	九州大学　先導物質化学研究所　教授
委員	森本　慎一郎	国際研究開発法人産業技術総合研究所　ゼロエミッション国際共同研究センター　環境・社会評価研究チーム長

＜推進部署＞

福永 茂和	NEDO 環境部 部長
森 伸浩(PMgr)	NEDO 環境部 主査
天野 五輪麿	NEDO 環境部 主査
在間 信之	NEDO 環境部 統括調査員
吉田 准一	NEDO 環境部 主任研究員
定兼 修	NEDO 環境部 主任研究員
冨田 和男	NEDO 環境部 主査
木下 茂	NEDO 環境部 主査
丸岡 明広	NEDO 環境部 主査

＜実施者＞

若山 樹	株式会社 INPEX 水素・CCUS 事業開発本部 技術開発ユニット 兼 再生可能エネルギー・新分野事業本部 新分野事業ユニット プロジェクトジェネラルマネージャー
則永 行庸	名古屋大学 未来社会創造機構 脱炭素社会創造センター 教授
横山 晃太	大阪ガス株式会社 ガス製造・エンジニアリング部 カーボンニュートラルメタン開発チーム マネージャー
中村 真季	名古屋大学 大学院工学研究科 化学システム工学専攻 特任講師
熊見 彰仁	大阪ガス株式会社 ガス製造・エンジニアリング部 カーボンニュートラルメタン開発チーム
丸田 妙	株式会社 INPEX 水素・CCUS 事業開発本部 技術開発ユニット 水素グループ

＜オブザーバー＞

萩 厚	経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部 燃料環境適合利用推進課 係長
渡邊 貴紀	経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部 燃料環境適合利用推進課 係長
黒岩 壮	経済産業省 資源エネルギー庁 ガス市場整備室 課長補佐
高橋 勇斗	経済産業省 資源エネルギー庁 ガス市場整備室

＜評価事務局＞

三代川　洋一郎	NEDO 評価部 部長
山本 佳子	NEDO 評価部 主幹
佐倉 浩平	NEDO 評価部 専門調査員
對馬 敬生	NEDO 評価部 専門調査員

議事次第

（公開セッション）

１．開会、資料の確認

２．分科会の設置について

３．分科会の公開について

４．評価の実施方法について

５．プロジェクトの概要説明

5.1 意義・社会実装までの道筋

5.2 目標及び達成状況

5.3 マネジメント

5.4 質疑応答

（非公開セッション）

６．プロジェクトの詳細説明

７．全体を通しての質疑

（公開セッション）

８．まとめ・講評

９．今後の予定

１０．閉会

議事内容

（公開セッション）

1．開会、資料の確認

・開会宣言（評価事務局）

・配布資料確認（評価事務局）

2．分科会の設置について

・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき事務局より説明。

・出席者の紹介（評価委員、評価事務局、推進部署）

【朝見分科会長】　今回、分科会長を仰せつかりました北九州市立大学の朝見です。私の専門は、カーボンリサイクルに関するところでは、現在、合成液体燃料を中心に研究を行っております。本日はよろしくお願いいたします。

【山中分科会長代理】　東京工業大学の山中です。私は、触媒の中でも特に電極触媒のほうをずっと研究をしております。また最近では、はやりのCO_2還元であるとか、あるいは昔から「とにかく超省エネの化学プロセス」とも言われていますが、そのための触媒の開発といったところも専門にしています。よろしくお願いいたします。

【伊東委員】　日本政策投資銀行の伊東です。私は企業金融第5部に所属しており、エネルギー産業、電力、石油ガスのカンパニーといった、いわゆるコーポレートローンを中心としながらも、再生可能エネルギーであるとか、水素・アンモニア、メタネーション等の新技術開発に対するファイナンスを担当しております。よろしくお願い申し上げます。

【遠藤委員】　住友商事の遠藤です。私は、エネルギー本部で油、ガス、LNG 等の上流圏域から中下流のトレード等に携わるほか、エネルギーイノベーションイニシアチブという組織のサブリーダーもやっております。こちらでは、次世代エネルギーということから、水素・アンモニア、SAF（Sustainable Aviation Fuel）、バイオエネルギー並びにメタネーション、それから CCS も含め、そういったビジネスの推進を担当しております。今日はよろしくお願いいたします。

【桑畑委員】　エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所の桑畑と申します。もともとは電力会社出身であり、現在はコンサルティング会社で、主に再エネ全般に関するCO_2削減効果や事業シミュレーションといったところを担当しております。どうぞよろしくお願いいたします。

【林委員】　九州大学の林です。私の専門は、化学工学、反応工学になります。最近は、バイオマスを主とする炭素資源転換に関する研究をしております。どうぞよろしくお願いします。

【森本委員】　産業技術総合研究所の森本です。私は、主に循環経済であるとか、カーボンリサイクル、ネガティブエミッションといった低炭素に関わる技術の評価に関する研究をしております。本日はよろしくお願いいたします。

3．分科会の公開について

評価事務局より資料2及び3に基づき説明し、議題6.「プロジェクトの詳細説明」及び議題7.「全体を通しての質疑」を非公開とした。

4．評価の実施方法について

評価の手順を評価事務局より資料 4-1 から 4-5 に基づき説明した。

5．プロジェクトの概要説明

5.1 意義・社会実装までの道筋

5.2 目標及び達成状況

5.3 マネジメント

推進部署より資料5に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

5.4 質疑応答

【朝見分科会長】　ご説明ありがとうございました。これから質疑応答に入りますが、技術の詳細につきましては次の議題6での取扱いとなりますので、ここでは主に事業の位置づけ、アウトカム達成への道筋、マネジメントについて議論します。

それでは、事前に行った質問票の内容も踏まえまして、委員の皆様、ご意見、ご質疑等ございますか。桑畑委員、お願いします。

【桑畑委員】　ご説明ありがとうございました。エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所の桑畑です。幾つか質問いたしますが、まず資料17ページに関して伺います。そこで示されているアウトカム達成までの道筋として、制度面の課題認識と対応のスケジュールをどのように考えられているか教えてください。研究開発項目等を拝見すると、基本的には制度面の調査といったところの記載がございますが、その課題に向けてどのような取組をされていくのかといったところで、ご見解を伺いたく思います。

【INPEX_若山】　INPEXの若山から回答いたします。ご質問ありがとうございます。制度面につきましては、メタネーション推進官民協議会や、同官民協議会の下の各タスクフォースにも弊社は参加しており、そこでCO_2のカウントも含めた検討を進めております。また、今年2月に行われた「第26回 ガス事業制度検討ワーキンググループ」の中でもメタネーションの議論が進んでいまして、つい先日その中間取りまとめが公表されたという状況です。これらのチャンネルを通し、本事業で調査した成果、検討した成果というのをこれまでも反映してきていますので、今後ともそのようにしていきたいと考えております。

【桑畑委員】　ご回答ありがとうございます。次に、これはコメントになりますが、資料23ページの実用化・事業化に係るところで、今回の定義の中にコストの検証があまりないような印象を受けました。費用対効果の中では売上げを算出されていますので、恐らく製造コストの想定はあるものと考えますが、例えば実用化・事業化に向けて数字で書くのが難しいのであれば、水素の価格と比較してよいですとか、目標が何らかの形で定性的に示されているとよいのではないかと感じた次第です。

そして最後に、26ページの費用対効果としてCO_2の削減効果が出されている点について伺います。これは事前の質問でもお尋ねした内容となりますが、細かい数字というのは恐らく非公開部分に該当するという認識の上で、その考え方として、使用するCO_2の量を削減効果として換算されているように見受けられます。ですが、実際はメタネーションに係る電力使用等があるかと思いますので、その分を控除されているのかどうかについて確認をさせてください。

【NEDO 環境部_森 PMgr】　26ページの表記については、合成したメタンの量から換算したものになります。現在行っているのは400Nm³/hの設備ということで、まだまだCO_2の削減効果を計算がするのが難しい規模ですが、今後の10,000Nm³/h、60,000Nm³/hに関しては、使用電力等も含めた形でLCA、CO_2の削減効果を算出する計画です。

【桑畑委員】　ありがとうございました。以上です。

【朝見分科会長】　それでは、ほかにございますか。伊東委員、お願いします。

【伊東委員】　日本政策投資銀行の伊東です。ご説明、誠にありがとうございました。資料13ページに関して伺いますが、一部、欧州での状況について一覧表に示されているところで、いわゆるメタネーションに係るところの海外での政策動向であるとか補助の在り方といった点で、何か日本で参考になるような部分がもしあれば、少し教えていただけたらと思います。

それから、こちらはコメントになりますが、先ほどの桑畑委員のご意見とも重なるところで、やはりコストの部分がどうなるのかという目標値であるとか、その結果としての成果物、仕上がった商品について、例えば今後それをスケールアップしていく際にはどういった値差補塡の在り方があるのかなど、そのあたりの政策との連携もぜひ今後ご検討いただければと思った次第です。

【INPEX_若山】　INPEX の若山から回答いたします。ご質問ありがとうございます。まず、メタネーション（合成メタン）に限りますと、完全に合致する政策が欧州ではないような状況です。その一方、IRA に代表される米国では「45Q」が始まっており、水素生産に適用できる制度が施行されています。先ほどのご質問にもありましたが、メタネーションの生産コストは、大部分が水素コストですから、水素生産に適用できる制度で補完されてきますと、メタネーションにも波及できる制度にもなりつつあるといったところがございます。また、欧州の「REPowerEU」では合成燃料も想定されていることからも、将来的に徐々に合成燃料、合成メタンに係る制度というのができてくるのではないかと思ってございます。

【朝見分科会長】　それでは、ほかにございますか。森本委員、お願いします。

【森本委員】　スケールアップ手法の確立というのは、メタネーションの大幅導入に向けて非常に重要な課題であると思っており、非常に意義のある研究開発だと感じました。一方、利用した CO_2 の量をそのまま CO_2 の削減量と換算するというやり方は、LCA の考え方とは異なるのではないかと考えます。CCU とかカーボンリサイクルをした場合に、どのように CO_2 削減量を算定するか、今の世界的な標準に基づくことが重要だと考えます。また、海外事業を行った場合、海外で回収した CO_2 を日本で出してしまうことにもなり、具体的なルール整備がまだないため、制度面の検討必要かと存じます。

2 つ目ですが、メタネーションの意義、その地域の状況事業によって変わるものだと思っています。それら地域特性との関連も考慮して、再エネ、水素、アンモニア等と比較する形でメタネーションの意味を明確にし、1%という目標設定の根拠を示した方が説得力があると存じます。

【朝見分科会長】　今の森本委員からのコメントに対しまして、推進部から何かご発言はございますか。

【NEDO 環境部_森 PMgr】　2030 年、2050 年というのは、現時点の国の目標というのを基に設定いたしております。ただ、今後の政策状況であるとか、海外等の状況も含め、どういったところが我々の目指すべきところであるかというのが今後具体的になってくると思いますので、それに合わせて目標を設定していきたいと考えております。

【朝見分科会長】　それでは、ほかにございますか。林委員、お願いします。

【林委員】　林です。質問は幾つかあったのですが、ほかの委員の方々と重なるものでしたので、私からは成果の公表に関して一つ伺います。記載の表を見ますと、学術論文があまり出ていない点は別として、学会等の発表が割と多い件数なされています。これというのは、どういう成果で、どなたが発表をされたのか、オープン・クローズ戦略であるとか人材育成等とも関連する事項だと思いますので、簡単で結構ですが、差し支えのない範囲で教えていただけたらと思います。

【NEDO 環境部_森 PMgr】　事業原簿の最後をご覧いただくと今回の発表のリストがついていますので、そちらをご覧いただけたらと思います。

【林委員】　分かりました。後ほど確認いたします。

【朝見分科会長】　それでは、ほかにございますか。遠藤委員、お願いします。

【遠藤委員】　住友商事の遠藤です。ご説明ありがとうございます。私からも、先ほどのコストに絡んだところで伺います。事前質問に対する回答として、「過去の有効利用可能性調査事業において基本となるコスト目標とかロードマップ等を決定している」ということでしたが、どのような形として目標的なところを設定されたのかを差し支えない範囲で教えていただければと思います。

また 2 点目として、それに講じて、恐らくコスト競争力という点で耐用年数であるとかそういった

部分も検討に入っているのではないかと思います。ですので、どれぐらいの耐用年数を設備、目標も含めて検討されているかを伺います。

最後に3点目として、今言ったライフサイクルとかはありますが、結局は、例えばダイレクトエアキャプチャー（DAC）でCO_2を取ってくれば、それを混ぜればマイナスになりますので、そこの部分は将来的に必ずうまくいく部分はあるのだろうと思っているところです。その一方、どうやってCO_2をトレースしていくかという部分はやはりありますから、恐らくこれはシステムの形だと思いますが、もし課題等がございましたら共有いただけるとありがたいです。以上3点よろしくお願いいたします。

【INPEX_若山】　ご質問ありがとうございます。前事業では「コストダウンのロードマップ」というのを策定、一部公表してございますが、大きくはメタネーションのシステムの部分と電解槽のコストダウンをグラフにしています。電解槽のコストに関しては、SIP で電解槽の技術開発が進んでおりましたので、その目標値を使ってございます。また、メタネーションのほうはメタネーションシステム、BOP などを含まず単体として評価をしており、将来的に当時「キロワット el.」という表現をしていましたけれども、キロワット el.で3万円というのを将来コストとして目標値としておりました。すみません、あと2点の内容については何だったでしょうか。

【遠藤委員】　すみません、一度に多く質問をいたしました。2点目は耐用年数になります。

【INPEX_若山】　耐用年数は今のところ20年と思っております。将来的に発電装置ではないので15年というわけでもないと思いますし、より長期化するようなものなのか、メンテをしていったほうが安いのかといったあたりは、またシステムをつくるところでいろいろ検討していきたいと考えています。

【遠藤委員】　次に3点目として、CO_2トレースに関する課題がもしあればと。

【INPEX_若山】　おっしゃるとおり、トレーシング、トレーサビリティというのも必要だと思っていますし、今、大阪ガス様のほうでやられている「CO_2NNEX™（コネックス）」もそうですが、そこに弊社がアドバイザーとして入っておりますし、本事業の中でも MRV 手法をどうしていくべきかということを考えているところで、それらを含め、最終的には発生源からトレースができるような形にしたいと考えています。

【遠藤委員】　ありがとうございます。先ほどの1点目と2点目のところで、大きくシステムそのものでの改善というのは、その効率を上げるという部分なのか、それとも機器の簡素化とか、もしくは容量化などで削減をしていくのか、イメージとしてはどれに当たるでしょうか。

【INPEX_若山】　どちらかと言えば両方になるのですが、「聖域なき」と言うと格好はいいですけれども、いろいろなところでコストダウンをしていかなくてはならないと考えています。複雑な形のリアクターがいいのか、単純な形のリアクターがいいのかという単純なことでもなく、それをどう組み合わせるかなどいろいろあるので、そこも含めてこのシステム検証の中でやっていきたいと考えています。

【遠藤委員】　どうもありがとうございます。

【朝見分科会長】　それでは、ほかにございますか。山中分科会長代理、お願いします。

【山中分科会長代理】　東工大の山中です。事前の質問でもお伺いした内容ですが、本事業以外でも、例で示されていたように IHI 様、JFE 様で大規模なメタン製造のいろいろな計画がされていると。そういった意味において、400Nm^3/h を達成し、次の2030年の 10,000Nm^3/h やそのあたりのところで、それぞれのシステムの優位性といいますか、製造設備としての優位性がはっきり判断できるかと思うのですが、同じメタンということで、そのあたりの判断として、さらに大規模なものを研究開発していく意義があるのか、それとも、ほかのプロジェクトでつくられたシステムのほうが優位性があるということであれば、そちらを採択すべきといった気もいたしますが、そういった観点ではどのようにお考えでしょうか。

【NEDO 環境部_森 PMgr】　まずこの事業では初めて導管注入をしていくところに意義があると考えております。また、助成事業ですので、基本的には事業者様の競争領域のところに入ってくるかと思いますので、将来的にはどちらかが残るのか、両者がライバルとして残るのか、ちょっとそのあたりは分かりませんが、そういった形で事業として進まれていくのではないかと考えております。今時点では、INPEX 様ほかの事業者様を今回の事業では支援を行っているという状況です。

【NEDO 環境部_在間】　環境部の在間です。基本的には、これは公募して決めることですので、その次の事業がもう既に決まっているというわけではございません。また、予算に応じて次のプロジェクトを公募するというプロセスになっていくかと思います。そういう意味で、今、森が申し上げたように、そのときに一番優れたもの、あるいは社会実装的に正しいものと。ただ、導管注入ということ、既設のインフラをうまく使って利用していくということを考えていくと、やはりガス会社というのがかなり優位なところになるのではないかという気がしております。以上です。

【山中分科会長代理】　導管注入としてはそうですが、メタンをつくる製造設備としては、メタンはメタンですよね。ですから、そこのところをどのように今後判断されていくのだろうかと思い伺った次第です。

【NEDO 環境部_在間】　それは、やはり今後の公募で優れたものが採択されていくことになるかと思います。

【山中分科会長代理】　分かりました。ありがとうございます。

【朝見分科会長】　それでは、ほかにございますか。

それでは、私のほうから。お話を聞いていて、個々の開発目標などは妥当なものとして伺っておりましたが、最終的なイメージが少し分からなくなった点がございました。それというのは、発電所 1 個当たりを想定した規模をつくったというところで、まずその発電所とは何発電所なのかと。もちろん火力発電であることは間違いないと思いますが、LNG 発電なのか石炭ガス化炉なのかという部分です。そして、海外での実証みたいなお話もありましたが、これは導管注入を図る以上、最終的には国内にプラントを造るというのが基本なのではないかと思うのですけれども、そういうことではないのですか。

【NEDO 環境部_森 PMgr】　まず発電所ですが、当時は石炭の火力発電所で想定をしておりました。ただ、今回の事業は CO_2 であればいいので、LNG でもほかのものであっても CO_2 源として検討が可能です。

【朝見分科会長】　得られる CO_2 の規模感が違うのではないかと思ったので。

【NEDO 環境部_森 PMgr】　CO_2 源という意味では、INPEX 様は天然ガスを持たれているので、そこから出てくる随伴の CO_2 であるとか、そういったようなものも含めて考えております。そういう意味では、その 60,000Nm³/h というものが最終的なゴールなのかどうかは、CO_2 がどこからどのように得られるかといったところも含めて検討していくところと思っております。あと、海外でメタネーションをして、それを船で持ってきて日本で導管注入をしていくというような形になるのではないかと考えております。

【朝見分科会長】　その場合は、電力は海外になってしまいますよね。

【NEDO 環境部_森 PMgr】　そうですね。海外の再エネを使っていくというような形になるかと思います。

【朝見分科会長】　ガスだけを持ってくると、そういうイメージということですね。

【NEDO 環境部_森 PMgr】　おっしゃるとおりです。

【朝見分科会長】　分かりました。それでは、まだお時間が多少ありますが、ほかにございますか。では森本委員、お願いします。

【森本委員】　資料 28 ページの最終目標に関して、「エネルギー効率 75%以上、総合エネルギー効率 88%以上」との記載がありますが、このエネルギー効率というのは、メタネーションの反応器回りがエネルギー効率で、メタネーション全システムのことを総合エネルギー効率と言っているのか、それともメタネーションの全プロセスをエネルギー効率として、CO_2 回収や水素製造も含めた全システムのことを

総合エネルギー効率と言っているのか、ここの効率をどのように見たらよいのかを教えてください。

【大阪ガス株式会社_横山】　ご質問ありがとうございます。大阪ガスの横山から回答いたします。75%や88%については、おっしゃっていただいた前者のほうに当たりまして、メタネーション装置のみのプロセス効率のことです。「エネルギー効率」と申し上げているのは、水素のエネルギーが幾らメタンのエネルギーに変換されたかを示しており、「総合エネルギー効率」というのは、メタンのエネルギーに取り出した熱エネルギーを加えたものを水素のエネルギーと比較したものであるため、75%から 88%に増えているということになります。

【森本委員】　分かりました。目標値として、26 ページに「120 円/m^3」と記載あるのは、これは現状幾らのものを 120 円にするというイメージになるのでしょうか。

【大阪ガス株式会社_横山】　現状とおっしゃっているのは、天然ガスの価格ということですか。

【森本委員】　天然ガスはもっともっと安いとは思うのですが、この開発をすることによって、幾らだったものが幾らになるのかと。今のエネルギー効率だけで達成できるのかといった質問になります。

【大阪ガス株式会社_横山】　これはエネルギー効率の観点で言えば、エネルギー効率を目標どおり達成できたらという想定のコストになります。今そのベースが幾らなのかというところとしては、想定次第で数値が変わるためお答えしづらいです。規模が大きくなればなるほどコストは下がっていきますし、再エネの電力代をどう設定するか、どの国でメタネーションを実施するのかというのも関係してくるものと考えます。

【森本委員】　おっしゃるとおりです。恐らく次の非公開のところでまた詳しくお伺いすることになるかなと思いますが、スケールメリットがどのぐらいなのか、効率としてどのぐらい上げられるのか、コストはどのぐらい下げられるのかというところのイメージを少し頭の中で計算したいという趣旨で伺った次第です。

【大阪ガス株式会社_横山】　承知いたしました。

【森本委員】　また後ほどで構いませんので、少しそのあたりをよろしくお願いいたします。

【大阪ガス株式会社_横山】　承知いたしました。

【朝見分科会長】　委員の皆様、ほかにございますか。よろしいでしょうか。

それでは特にないようですので、以上で議題 5 の質疑応答を終了といたします。

（非公開セッション）

6．プロジェクトの詳細説明

省略

7．全体を通しての質疑

省略

（公開セッション）

8．まとめ・講評

【朝見分科会長】　議題 8 に移ります。

これから講評を行いますが、その発言順序につきましては、冒頭に行った挨拶の逆の流れとなりまして、最初に森本委員にお願いしまして、最後に私、朝見ということで進めてまいります。

それでは、森本委員、よろしくお願いいたします。

【森本委員】　本日いろいろと説明をいただきまして、資料に記載されている部分がかなり明確になり、非常に分かりやすかったと感じております。また、目標の設定であるとか研究開発の内容についても大変意義深いものでありました。研究開発の内容や目標設定も理解できました。公開資料には書けない部分も多かったと存じますが、意義や目標設定に関する条件について書ける範囲内で記載いただけたらと思います。本日はどうもありがとうございました。

【朝見分科会長】　ありがとうございました。続きまして、林委員、よろしくお願いいたします。

【林委員】　林です。本日はご説明いただきまして、どうもありがとうございました。技術的には極めて順調に進捗されているものと判断できる内容であったと理解しております。一方で、これは実施者の皆様だけの問題ではなく、本日、森本委員からもご提示があったようなCO_2削減量をどう考えるかというところで、これは再エネ電力、プラス水電解で水素をつくるということを含めると、もう逃れられないようなところがあって、今ざっと私が高効率の水電解を考えてみても、石炭火力、プラス天然ガス燃焼の従来型の組合せと比較しても、1 キロの CO_2 削減をするのに相当量の新たな再エネ電力のインプットが必要であることは確かです。そして、また一方で、やはりメタンは必要だからつくらなくてはいけないという面もあるわけで、そのあたりを NEDO 様も含めてよく整理されて、新たな考え方といいますか、多くの方が理解できるような技術開発の必然性といった部分がもっと強化されるとよいのではないかと思いました。以上です。

【朝見分科会長】　ありがとうございました。続きまして、桑畑委員、よろしくお願いいたします。

【桑畑委員】　エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所の桑畑です。中間評価ではありますが、現時点として特に問題なく技術開発が進捗していることや、途中にはグリーン水素の必要性という政府の方針においても随時対応されていたことがよく確認できました。また、本日の質疑応答の中でもあった点になりますが、私としては、製造のエネルギーを含んだ LCA をきちんと評価いただくところと、熱の脱炭素化の手法としてはメタネーション以外にも水素・アンモニアなど e-fuel はいろいろとありますので、それを将来的に横比較できるように必要な情報をお出しいただけるとありがたいと思っております。それから、最後にエリアとしてどこで活用するかという話もありましたが、基本的には民生というよりは、どちらかと言うと沿岸部、主に工業地帯といったところの活用になってくるかと思いますので、あまり可能性を広げ過ぎず、早期に技術開発を行うためには、ある程度の前提条件を縛って進めていくことも一案ではないかとも考えますので、そういった観点で進めていただけたらと思っております。本日はありがとうございました。

【朝見分科会長】　ありがとうございました。続きまして、遠藤委員、よろしくお願いいたします。

【遠藤委員】　遠藤です。本日は詳細な説明を伺い、参考になるお話がいろいろありまして、大変ためになりました。また、エネルギーの少し角度が違う話になりますが、油、ガス、再エネ、原子炉、これが一次エネルギーであり、我々はこれを利用しているわけです。そして IEA が出している 2050 年の「カーボンニュートラルネットゼロシナリオ」においても、この油、ガスはなくならないと。しかし、なくならないけれども、減らしていかなくてはいけない。このユーティライズ、CO_2 をどうやってやるのかと。これは非常に大きな地球規模の課題であり、これに対する一つの対策という点で、私は非常にこのメタネーションというのは意味があると思います。一方、とはいえ、やはり二次エネルギーとなる水素、これを一次エネルギーに戻すように CO_2 でやるわけなので、コストの課題とか制度面でいろいろと超えなくてはいけない壁があると思います。そんなことをやりながらも、前を見てきちんとやっていただいているという皆様のご努力に非常に感服するとともに、引き続きこういった悩みを抱えながらどうやって克服するかという点を見ていきたいといいますか、応援させていただきたいと思いました。本日はどうもありがとうございました。

【朝見分科会長】　ありがとうございました。続きまして、伊東委員、よろしくお願いいたします。

【伊東委員】　伊東です。本日は大変勉強になりました。まさに今のエネルギー基本戦略ではないですが、カーボンニュートラルの実現に向けてはいろいろな手法があると思っており、メタネーション一つをとっても、サバティエだけではなくハイブリッドサバティエであるとか、ほかの方法も東京ガス様も含めてやられているところでしょうか。また、メタネーションのみならず、水素の直接利用の話やアンモニアの活用などといったところで、今この時点で方法を絞り込む必要は恐らくないと思っております。その意味では、非常に本プロジェクトにつきましても有意義で、今後ぜひ数ある選択肢の一つとして育てていかなくてはならないだろうと感じた次第です。また今後、そういう今の実証段階を越えて商用に入っていくタイミングでは、私は銀行にいますので、ファイナンスという点で考えると、今後どうやってスケールアップをしていって、それでファイナンスに適応する形というのはどういうものがあり得るのかということだと思いますが、スケールアップしていく段階では技術的な壁も当然ありますが、前半戦のところで少しお話させていただいたような行政との連携であるとか、制度設計、値差の問題、そして規制の問題に加えて、多分今後 CO_2 そのものも恐らく確保するための工夫の余地というのが必要になってくると考えます。先ほどの話でいくと、水素の低廉化みたいなところも重要な課題ですから、これをどのように実現していくのか、そのための再エネの導入というのをこれからどうしていかなくてはいけないのかと。再エネを導入するだけではなく、今度は送配電の部分、つくった電気をどうやって持ってくるのですかといった問題も、多分エネルギー戦略全体として考えなくてはいけない課題も多いと思いますので、今後そういうようなところで、ぜひまた議論を行えたらと思っております。本日はどうもありがとうございました。

【朝見分科会長】　ありがとうございました。続きまして、山中分科会長代理、よろしくお願いいたします。

【山中分科会長代理】　東工大の山中です。本日はありがとうございました。特に、INPEX 様の濃い CO_2 をしっかりとメタンに転換するところの実証実験ということで、非常に頼もしいといいますか、進んでいることを感じた次第です。また、先生方から幾つかご意見がありましたとおり、前半戦のブルー水素のところは、またそれはそれでしっかり仕事をされている先生方、企業様がおられるわけで、そこが確保できた上で、後半戦のところをいかに効率よくできるかといった観点が大事になりますが、そういったところもお考えの下で進められていることをよく理解いたしました。そして、こちらも幾つかご質問があった部分ですが、言葉の問題で「削減」というものが独り歩きをすると少し怖いところがあるように思います。せっかくのよい仕事が逆に取られてしまう可能性もあると考えるところで、私自身も、自分が何かを発言する際には、言葉の使い方は気をつけなければならないと感じたところでした。改めまして、本日はありがとうございました。

【朝見分科会長】　ありがとうございました。それでは最後に、私、分科会長の朝見より講評を行います。まず、本日は本当にどうもありがとうございました。以前のプロジェクト事後評価時にもやらせていただきましたが、そのときに出された意見、あるいは改善点というのが十分に反映され、新たなプロジェクトとして推進されていることがよく分かりました。今回のお話にあったシミュレーションの話、それから触媒の劣化対策等も含めたシミュレーション、ガス中に含まれる不純物の問題、プラント自体を造る場所の移動であるとか、いろいろなご苦労がありながらも着実に進めていかれていることを理解した次第です。今後も、このまま最終目標に向かって進んでいただければと思いますし、本日、山中分科会長代理からの話にもあったように、結局、最終的には水素をつくってもらわなければいけないという部分があって、こちら側としては、もう水素さえつくってくれれば、どんどんメタンをつくれますよといったところでやっていただけると、向こう側にもプレッシャーがかかって開発が進むのではないかとも思うところです。そして、プラントの場所が移ったことにより少し遅れるというのは、発展的にそういうことになったわけですので、それはもう仕方のないことで、決して悪いことではありません。最近は、大分コロナの影響も緩和されてきたところもあり、資材調達等も以前に比べればよくな

ってきていると思いますので、今後としてはなるべく早い時期に完成をといいますか、私自身もそれを目にできたらと思っております。皆様、本日はどうもありがとうございました。

【對馬専門調査員】　委員の皆様、講評を賜りまして誠にありがとうございました。それでは、ただいまの講評を受けまして、推進部署、環境部の福永部長より一言お願いできればと思います。

【NEDO 環境部_福永部長】　NEDO 環境部の福永です。本日は、委員の先生方におかれましては、長時間にわたりまして様々なご意見を頂戴いたしまして誠にありがとうございました。コスト面であるとか、導管注入における需要側の課題などの事業面に係る様々な課題、また、LCA の手法やメタネーションの反応プロセスや触媒といったところに関しても技術的な詳細にわたり様々なご指摘を賜りました。現在、政府全体として、NEDO も含め 2050 年のカーボンニュートラル実現に向けて様々な事業を進めておりますが、電化のできない熱需要を担う合成メタンの早期の社会実装は必須のものであると考えております。CO_2 からメタン合成、メタネーションを大規模に実施するとなると、技術的な課題もさることながら、原料の調達や制度面での課題など様々な解決すべき課題が顕在化してまいりますが、これらを併せて解決していく必要がありますので、NEDO も事業者としっかり連携しながら取組を進めてまいりたいと思います。最後に、改めまして本日長時間のご審議を賜りましたこと、誠にありがとうございました。

【朝見分科会長】　どうもありがとうございました。以上で議題８を終了といたします。

９．今後の予定

１０．閉会

配布資料

資料１	研究評価委員会分科会の設置について
資料２	研究評価委員会分科会の公開について
資料３	研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
資料 4-1	NEDO における技術評価について
資料 4-2	評価項目・評価基準
資料 4-3	評点法の実施について
資料 4-4	評価コメント及び評点票
資料 4-5	評価報告書の構成について
資料５	プロジェクトの概要説明資料（公開）
資料６	プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
資料７	事業原簿（公開）
資料８	評価スケジュール
番号なし	質問票（公開 及び 非公開）

以上

以下、分科会前に実施した書面による公開情報に関する質疑応答について記載する。

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／⑨CO_2排出削減・有効利用実用化技術開発／４）気体燃料へのCO_2利用技術開発」（中間評価）分科会

ご質問への回答（公開分）

資料番号・ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答 説明
資料 5-1、P6, 12　他	導管注入 2030 年 1%・2050 年 90%の国の目標に対して、本技術開発で想定されるプロセスがそれぞれに対してどれぐらい寄与できるのか、また設定した技術開発スケール 400Nm³/h,実証スケール 10,000Nm³/h の根拠と妥当性	朝見分科会長	国の目標は各ガス会社の販売量に対して課されています。INPEX におけるガス販売量対比で説明すると、実証スケール(1 万 Nm³/h)はその 4%、商用スケール(6 万 Nm³/h)はその 22%となります。よって INPEX 分の 1%目標（約 2,700 Nm³/h）に対しては、実証スケール 1 基で目標を達成し、90%の目標に対しては商用機 4-5 機で目標を達成します。 現在の国内全体の都市ガス販売量（4,697,000 Nm³/h, 2030/2050 年の想定販売量ではありません）に対しては、実証スケール 10,000 Nm³/h はその 0.21%、商用スケール 60,000 Nm³/h はその 1.28%となります。 また、各スケールは、年間 100 万 t-CO_2（石炭火力発電所 1 基分を想定）を合成メタンに変換する商用スケール 60,000 Nm³/h からバックキャストして、決定しています。決定においては、INPEX のプラントエンジニア等複数名が、国内外の化学・石化プラントのスケールアップファクター等を検討しました。本検討は、INPEX らが実施した NEDO-CO_2 有効利用可能性調査事業（2016 年度～2017 年度）の成果となります。

資料番号・ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
			本事業では、委託先である大阪ガスの CO-メタネーションの実績（触媒開発-1 Nm^3/h、プロセス開発-数百 Nm^3/h、商用機-数千～数万 Nm^3/h）からも妥当なものと考えています。
資料 5-1、P14	国内外の動向と比較ですが，IHI さんが既に 12.5 Nm^3/h のパッケージを販売したとのこと，また 500 Nm^3/h の装置の受注を受けたとのこと．これを受け，本 NEDO プロの位置づけと達成目標の合理性について，説明をいただけると助かります.	山中分科会長代理	本事業では都市ガスのカーボンニュートラル化に向けて、合成メタンの製造価格低減を目指し、サバティエ反応を利用した製造システムの熱効率改善及び実際に合成したメタンの導管注入を行い技術、制度の課題解決を図ります。 上記により CO_2 から合成したメタンにより天然ガスを代替することが可能となります。
資料番号 5-1､P2	アウトカム目標である 60,000Nm^3/h（年間 36 万トン）の生産開始ですが、これは LNG 換算で年間何トン程度でしょうか？	遠藤委員	60,000 Nm^3/h は、年間 36 万 t-メタンを製造するスケールです。都市ガスの成分の 90%はメタンであり、等価熱量換算でも大きくは変わりません。年間 36 万 t-LNG の規模感は、標準的な LNG 船で 6 カーゴ（6 隻）に相当します。
資料番号 5-1 ､P11	高濃度 CO_2 とありますが、具体的に濃度の基準はあるのでしょうか？ また、今後火力からの排ガスから CO_2 を分離させる等して高濃度化する場合、技術的な難易度はどの程度でしょうか？	遠藤委員	CO_2 濃度に基準はありませんが、事前に高濃度化しておかないと、反応システムが大型化しますし、N_2 等の不純物が還元されて NH_3 となったり、後段で合成メタンと還元された不純物を分離する必要性が生じます。CO_2 分離・高濃度化については、既に商用化されている技術が存在しますが、NEDO 等の事業において、より低コスト且つ低消費エネルギーな技術の研究・実証が進められています。
資料番号 5-1 ､P11	高濃度 CO_2 を得られる場所としては、火力発電所以外にどこが想定されるでしょうか？	遠藤委員	高濃度 CO_2 源としては、セメント製造プロセス（14-33%)、鉄鋼製造プロセス（高炉ガス-20%強、転炉ガス-16%程度)、石油精製プロセス（8-10%程度）が挙げられ、これらは INPEX らが実施した NEDO-CO_2 有効利用技術開発事業（2017 年度～2021 年度）において整理されています。

資料番号・ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料番号 5-1 、P12	(1)CO_2 削減量は合成メタンを製造する際に使用される CO_2 量を指しますか？この理解が正しい場合、この合成メタンを燃焼した場合の CO_2 排出量は製造の際に使用される CO_2 と同量と考えて宜しいでしょうか？ (2)違う場合、CO_2 削減量がどの様に計算されているかご教示ください。	遠藤 委員	(1)ご理解の通り、CO_2 削減量は合成メタンの製造の際の CO_2 に相当しますし、この合成メタンを燃焼させる際に発生する CO_2 と同量となります。詳細な CO_2 削減量には LC-CO_2 の評価が必要ですが、これは導入候補地に応じて変動しますので、原理的な CO_2 削減量として、原料同等としております。本年度から、研究開発項目③-4 において、LC-CO_2 を算定予定です。
資料番号 5-1、P23	設備にて製造される合成メタンの成分は、都市ガスと同一なのでしょうか？違う場合は、どの部分が大きく異なり、注入にあたっての懸念点はありますでしょうか？	遠藤 委員	都市ガスの主成分はメタン、合成メタンの主成分はメタンですので、同一です。一方、一般的な都市ガスの熱量はプロパン等で増熱して 45 MJ/Nm^3、合成メタンの熱量は 40 MJ/Nm^3 ですので、ここが大きく異なります。よって合成メタンを注入すると都市ガスの熱量を下げることとなり、INPEX のガスを利用する需要家との供給約款を満たせなくなることが懸念でしたが、分析の結果、現在の注入量では熱量的に問題無いことを確認しております。 2050 年 90%注入時に向けては、2020 年度に行われた熱量バンド制の議論の中で結論付けられた 40MJ/m^3 への標準熱量引き下げの段階的な移行計画と足並みをそろえる必要があります。
資料番号 5-1、P26	製造コスト 120 円/m^3 とありますが、天然ガス・LNG で使用されるトン当たり、乃至は MMBTU あたりの価格に換算すると幾らでしょうか？また、120 円のおおよその内訳はありますでしょうか？（設備償却コス	遠藤 委員	120 円/m^3 は換算すると 3,178 円/mmBtu となります。メタネーション推進官民協議会にて横浜国立大学、IEEJ の出されていた試算に基づき、おおよそ以下の内訳と認識しています。 再エネ電力 40%、設備費 52%、CO_2 回収費 2%、ユーティリティ 2%、輸送費 4%

資料番号・ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
	ト、保守運転コスト、水素調達コスト、電気代等の Utility コスト、等）		
資料番号 5-1 、P28	コスト低減に向けたアイデア、施策、ロードマップといったものはどのタイミングで行い、どの様な目標にしていくとお考えでしょうか？	遠藤委員	INPEX らで実施した NEDO-CO_2 有効利用可能性調査事業（2016 年度～2017 年度）において、基本となるコストダウン目標やロードマップ等を決定しておりますが、NEDO-CO_2 有効利用技術開発事業（2017 年度～2021 年度）、本事業を実施中に、政府施策やエネルギー情勢を勘案し、商用スケール 60,000 Nm^3/h の規模感の見直し（更なる大規模化）、商用スケールの開発から見た本事業の位置づけに係るアップデートをしております。
資料番号 5-1 、P45	CO_2 分離回収にプラスして、Direct Air Capture (DAC) との組み合わせを検討することはしないのでしょうか？	遠藤委員	DAC の技術開発については現在 NEDO のムーンショット事業において実施中です。将来これらの知見もメタネーションでの大規模適用に対して成果を利用する可能性があります。グリーン電力が安価で得られ、かつ、CO_2 発生源のない地域では、DAC との組合せも可能と考えます。
資料 5-1・P8	技術戦略上の位置づけについて、熱の脱炭素化の手段として水素やアンモニアの直接利用の可能性もあるが、それと比較してメタネーション技術の優位性をどのように位置付けているのか。	桑畑委員	メタン（都市ガス）は既存インフラがあり、それを用いて需要家に提供することができること、需要先でも都市ガス利用機器を変更無く使えることが最大の優位性と考えています。また安全性においても比較的優位性があります。大口需要家で水素やアンモニアが経済合理性ある場合は利用されると考えます。
資料 7, P.1-6, 図 1-8 他多数	技術開発スケール試験研究（400 Nm^3）を踏まえた実証の規模（10,000 Nm^3 規模）はどのようにして決められたのでしょうか? 10,000 → 60,000 Nm^3 のスケールアップは、	林委員	各スケールは、年間 100 万 t-CO_2（石炭火力発電所 1 基分を想定）を合成メタンに変換する商用スケール 60,000 Nm^3/h からバックキャストして、決定しています。決定においては、INPEX のプラントエンジニア等複数名が、国内外の化学・石化プラントのスケールアップファクター等を検討しました。

資料番号・ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
	多系列化でなく反応器をはじめとする各工程設備のスケールアップだと思います（例：資料 7, 図 3-3）が、60,000 Nm^3はスケールアップの上限でしょうか?それともさらなるサイズアップが可能でしょうか（シミュレータの適用範囲に関する質問でもあります）?		本検討は、INPEX らが実施した NEDO-CO_2 有効利用可能性調査事業（2016 年度～2017 年度）の成果となります。 また、ご理解の通り、10,000→60,000 Nm^3/h のスケールアップは、多系列化ではありません。 2050 年の METI 目標値である 90%を満足させるには、INPEX における現在のガス販売量（2030/2050 年の想定販売量ではありません）換算で、約 270,000 Nm^3/h に相当しますので、更なるスケールアップも必要と考えております。CO_2 ではなく CO-メタネーションでは、単機 100,000 Nm^3/h 以上のシステムがあることから、シミュレータを含め段階的に検証することで、スケールアップが可能と考えております。
資料 7, P.1-6, 図 1-8 他多数	実証（10,000 Nm^3）以降の期間は、グリーン水素をいかにして調達ないし自ら製造するか（CO_2 も同様）、が最大の課題であると思われます。本事業に限ったことではないとは言え、懸念されます。	林 委員	ご指摘の通り、実証以降では安価且つ大量で安定なグリーン水素の調達が課題となります。そのため、先ずは安価な再エネ電力（グリーン水素を水の電気分解で製造する場合）が得られる国内海外の地域への導入が進むと考えております。今回の FS では水素調達のため太陽光発電設備を含めたビジネスモデルを検討しましたが、CAPEX が超大となりますので、安価にグリーン水素を販売する他事業者からの購入(OPEX)も合わせて検討しています。
資料 7, P.2-16	特許がありませんが、知財戦略などの特段の背景や理由がありますか?	林 委員	サバティエ反応自身は 100 年前に発明されているものであり、プロセスに関する発明などは中々難しい面があります。ただし今後実証を行う中で、特に運転面からの新しい発明が出る可能性もありますので、その際には出願を検討したいと考えています。触媒に関しては機密としておきたい情報もありますので、得られた知見の特許性も鑑みて、今後特許化を検討したいと思います。

資料番号・ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答 説明
全体	資料を拝見した範囲内では、技術開発は順調に進捗していると思われます（ご回答不要です）	林 委員	－

参考資料２　評価の実施方法

NEDO における技術評価について

1. NEDO における技術評価の位置付けについて

NEDO の研究開発の評価は、事業の実施時期毎に事前評価、中間評価、終了時評価及び追跡評価が行われ、研究開発のマネジメントにおける PDCA サイクル（図 1）の一角と位置づけられています。さらに情勢変化の激しい今日においては、OODA ループを構築し、評価結果を計画や資源配分へ適時反映させることが必要です。

評価結果は、被評価事業等の資源配分、事業計画等に適切に反映させることにより、事業の加速化、縮小、中止、見直し等を的確に実施し、技術開発内容やマネジメント等の改善、見直しを的確に行っていきます。

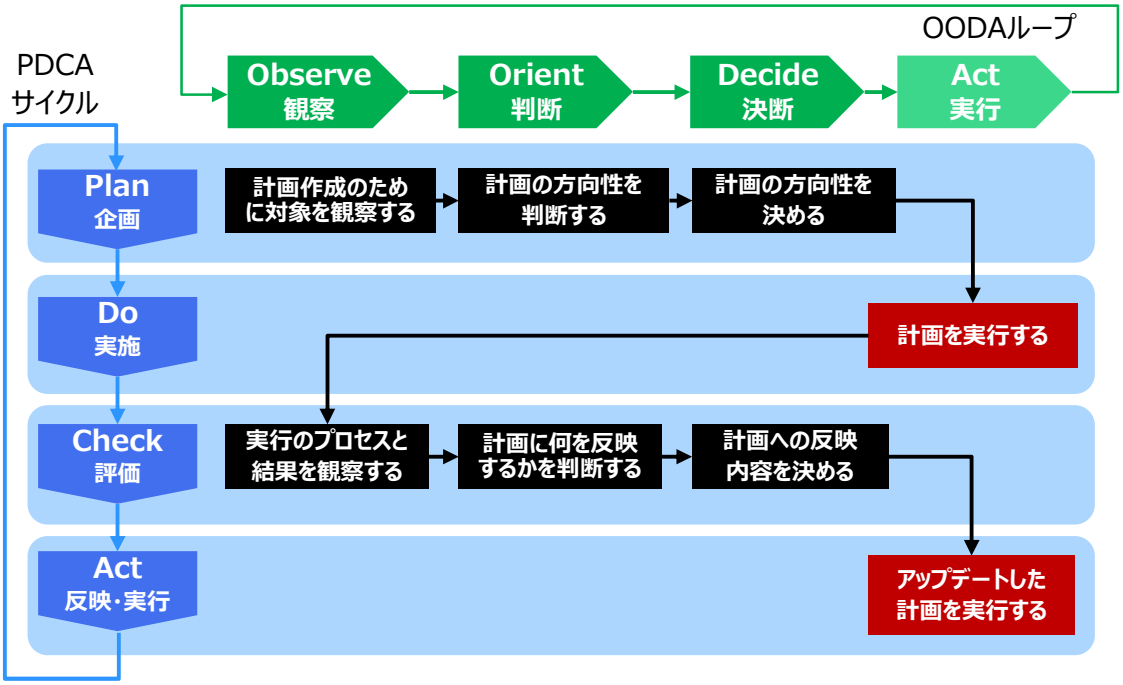


図 1　研究開発マネジメント PDCA サイクルと OODA ループ組み合わせ例

2. 技術評価の目的

NEDO では、次の 3 つの目的のために技術評価を実施しています。

(1) 業務の高度化等の自己改革を促進する。

(2) 社会に対する説明責任を履行するとともに、経済・社会ニーズを取り込む。

(3) 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を促進する。

3. 技術評価の共通原則

技術評価の実施に当たっては、次の 5 つの共通原則に従って行います。

(1) 評価の透明性を確保するため、評価結果のみならず評価方法及び評価結果の反映状況を可能な限り被評価者及び社会に公表する。なお、評価結果については可能な限り計量的な指標で示すものとする。

(2) 評価の明示性を確保するため、可能な限り被評価者と評価者の討議を奨励する。

(3) 評価の実効性を確保するため、資源配分及び自己改革に反映しやすい評価方法を採用する。

(4) 評価の中立性を確保するため、可能な限り外部評価又は第三者評価のいずれかによって行う。

(5) 評価の効率性を確保するため、研究開発等の必要な書類の整備及び不必要な評価作業の重複の排除等に務める。

4. プロジェクト評価の実施体制

プロジェクト評価については、図 2 に示す実施体制で評価を実施しています。

(1) 研究開発プロジェクトの技術評価を統括する研究評価委員会を NEDO 内に設置。

(2) 評価対象プロジェクト毎に当該技術の外部の専門家、有識者等を委員とした分科会を研究評価委員会の下に設置。

(3) 同分科会にて評価対象プロジェクトの技術評価を行い、評価報告書（案）を取りまとめた上、研究評価委員会に諮る。

(4) 研究評価委員会の審議を経て評価報告書が確定され、理事長に報告。

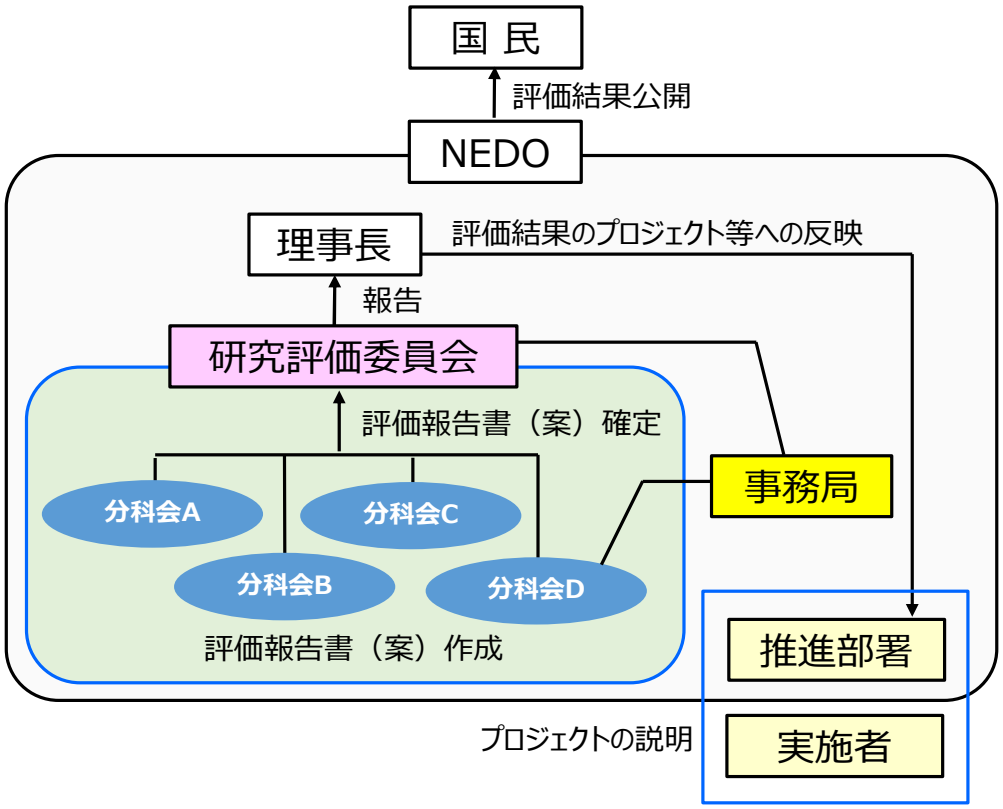


図 2　評価の実施体制

5. 分科会委員

分科会は、研究開発成果の技術的、経済的、社会的意義について評価できる NEDO 外部の専門家、有識者で構成する。

6. 評価手順

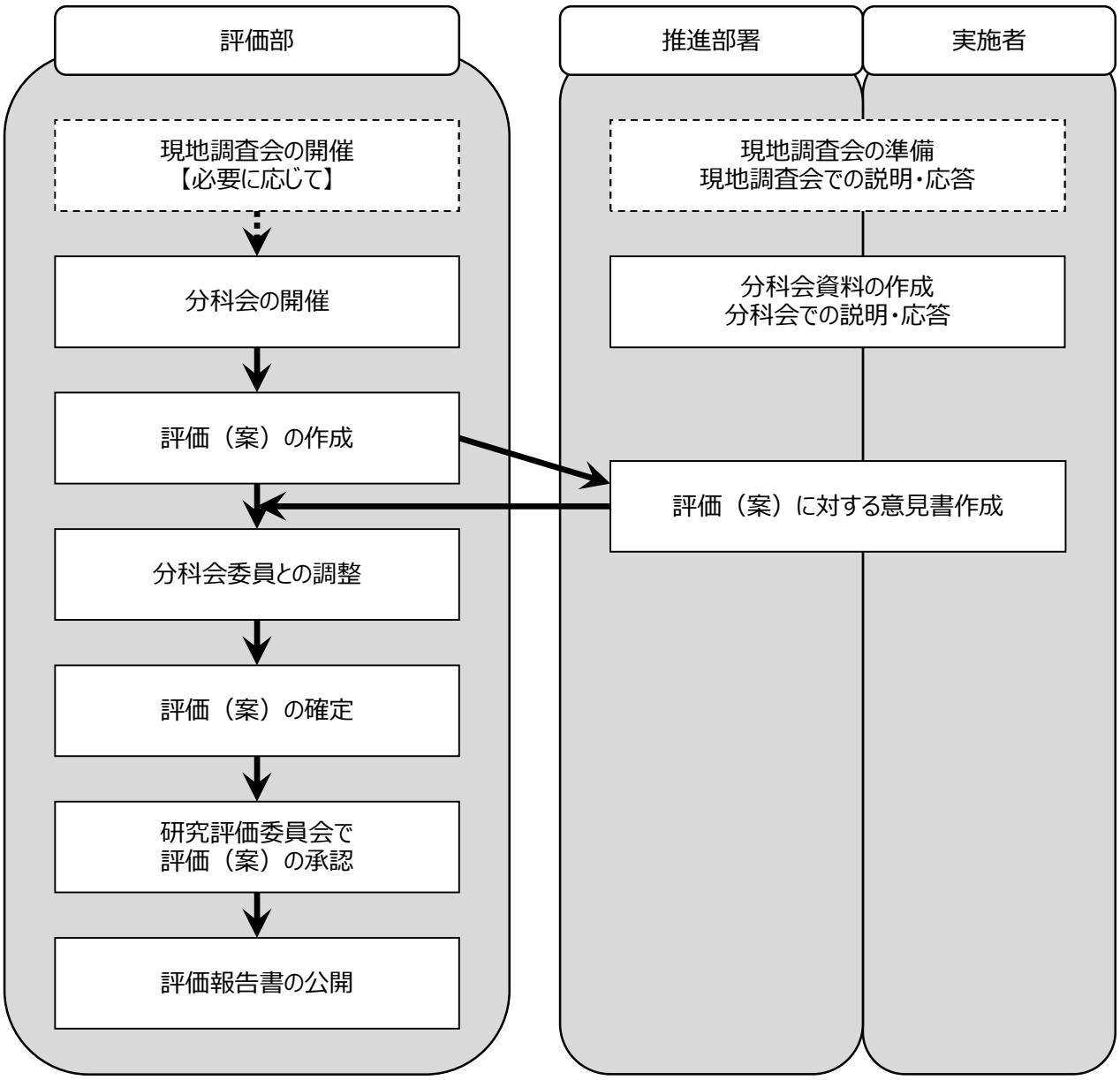


図 3 評価作業フロー

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／⑨CO_2排出削減・有効利用実用化技術開発／４）気体燃料へのCO_2利用技術開発」（中間評価）分科会に係る
評価項目・評価基準

１．意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

(1) 本事業の位置づけ・意義

・本事業が目指す将来像（ビジョン・目標）や上位のプログラム及び関連する政策・施策における位置づけが明確に示された上で、それらの目的達成にどのように寄与するかが明確に示されているか。

・外部環境（内外の技術・市場動向、制度環境、政策動向等）の変化を踏まえてもなお、本事業は真に社会課題の解決に貢献し、経済的価値が高いものであり、国において実施する意義があるか。

(2) アウトカム達成までの道筋

・「アウトカム達成までの道筋」※の見直しの工程において、外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を考慮しているか。

※ 「アウトカム達成までの道筋」を示す上で考慮すべき事項
・将来像（ビジョン・目標）の実現に向けて、安全性基準の作成、規制緩和、実証、標準化、規制の認証・承認、国際連携、広報など、必要な取組が網羅されていること。
・官民の役割分担を含め、誰が何をどのように実施するのか、時間軸も含めて明確であること。
・本事業終了後の自立化を見据えていること。
・幅広いステークホルダーに情報発信するための具体的な取組が行われていること。

(3) 知的財産・標準化戦略

・オープン・クローズ戦略は、実用化・事業化を見据えた上で、研究データを含め、クローズ領域とオープン領域が適切に設定されており、外部環境の変化等を踏まえてもなお、妥当か。

・本事業の参加者間での知的財産の取扱い（知的財産の帰属及び実施許諾、体制変更への対応、事業終了後の権利・義務等）や市場展開が見込まれる国での権利化の考え方は、オープン・クローズ戦略及び標準化戦略に整合し、研究開発成果の事業化に資する適切なものであるか。

・標準化戦略は、事業化段階や外部環境の変化に応じて、最適な手法・視点（デジュール、フォーラム、デファクト）で取り組んでいるか。

２．目標及び達成状況

(1) アウトカム目標及び達成見込み

・外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトカム指標・目標値を適切に※見直しているか。

・アウトカム目標の達成の見込みはあるか（見込めない場合は原因と今後の見通しは妥当か）。

・費用対効果の試算（国費投入総額に対するアウトカム）は妥当か。

※ アウトカム目標を設定する上で考慮すべき事項

・本事業が目指す将来像（ビジョン・目標）と関係のあるアウトカム指標・目標値（市場規模・シェア、エネルギー・CO_2 削減量など）及びその達成時期が適切に設定されていること。

・アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果が優れていること。

・アウトカム目標の設定根拠は明確かつ妥当であること。

・達成状況の計測が可能な指標が設定されていること。

(2) アウトプット目標及び達成状況

・外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトプット指標・目標値を適切に※見直しているか。

・中間目標は達成しているか。未達成の場合の根本原因分析や今後の見通しの説明は適切か。

・副次的成果や波及効果等の成果で評価できるものがあるか。

・オープン・クローズ戦略や実用化・事業化の計画を踏まえて、必要な論文発表、特許出願等が行われているか。

※ アウトプット目標を設定する上で考慮すべき事項

・アウトカム達成のために必要なアウトプット指標・目標値及びその達成時期が設定されていること。

・技術的優位性、経済的優位性を確保できるアウトプット指標・目標値が設定されていること。

・アウトプット指標・目標値の設定根拠が明確かつ妥当であること。

・達成状況の計測が可能な指標（技術スペックと TRL※の併用）により設定されていること。

※TRL：技術成熟度レベル（Technology Readiness Levels）の略。

３．マネジメント

(1) 実施体制

・執行機関（METI/NEDO/AMED 等）は適切か。効果的・効率的な事業執行の観点から、他に適切な機関は存在しないか
・実施者は技術力及び実用化・事業化能力を発揮しているか。
・指揮命令系統及び責任体制は有効に機能しているか。
・実施者間での連携、成果のユーザーによる関与など、実用化・事業化を目指した体制となっているか。
・個別事業の採択プロセス（公募の周知方法、交付条件・対象者、採択審査の体制等）は適切か。
・本事業として、研究データの利活用・提供方針等は、オープン・クローズ戦略等に沿った適切なものか。また、研究者による適切な情報開示やその所属機関における管理体制整備といった研究の健全性・公平性（研究インテグリティ）の確保に係る取組をしているか。

(2) 受益者負担の考え方

・委託事業の場合、委託事業として継続することが適切※か。補助事業の場合、現状の補助率の設定を続けていくことが適切※か。

※ 適切な受益者負担の考え方
・委託事業は、「事業化のために長期間の研究開発が必要かつ事業性が予測できない※、又は、海外の政策動向の影響を大きく受けるために民間企業では事業化の成否の判断が困難な場合において、民間企業が自主的に実施しない研究開発・実証研究」、「法令の執行又は国の政策の実施のために必要なデータ等を取得、分析及び提供することを目的とした研究開発・実証研究」に限られていること。
※「長期間」とは、技術特性等によって異なるものの「研究開発事業の開始から事業化まで 10 年以上かかるもの」を目安とする。「事業性が予測できない」とは、開発成果の収益性が予測不可能であり、民間企業の経営戦略に明確に記載されていないものとする。
・補助事業は、事業化リスク（事業化までの期間等）に応じて、段階的に補助率を低減させていくなど、補助率が適切に設計されているものであること。

(3) 研究開発計画

・外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえ、アウトプット目標達成に必要な要素技術、要素技術間での連携、スケジュールを適切に見直しているか。
・研究開発の進捗を管理する手法は適切か（WBS※等）。進捗状況を常に関係者が把握しており、遅れが生じた場合、適切に対応しているか。

※WBS：作業分解構造(Work Breakdown Structure)の略。

参考資料３　評価結果の反映について

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／⑨CO_2排出削減・有効利用実用化技術開発／４）気体燃料へのCO_2利用技術開発」（中間評価）の評価結果の反映について

評価のポイント	反映（対処方針）のポイント
【1】本事業の優位性や位置づけをより明確に示すために、メタネーション技術の安全面や供給までを含めたサプライチェーンでの総合コストについて、他の気体燃料との比較を行っていくことが望まれる。	【1】NEDO は事業者に、今後のスケールアップ検討の中で、メタネーションと他の気体燃料（水素、アンモニア）について、安全面や原料調達から燃料供給までのコストなど含めた総合比較を行い、本事業の優位性や位置付けを明確にするよう助言する。
【2】社会実装に向けては、運用上制約となりえる規制への対応について、調査のみならず官民の役割分担や対応スケジュールを設定することが期待される。	【2】NEDO は事業者に、国内外の政策、制度の調査に加え、官民協議会などで議論された内容を基に社会実装に向けたスケジュールを設定するよう助言する。
【3】特許戦略については、オープン・クローズ戦略として、各国の動向を適時適切にフォローし、製造プロセスなど個別の技術に関して積極的に権利化し、サバティエプロセス技術のどこを他国に対する優位性としてクローズにするのかなど、より明確な戦略での推進が望まれる。	【3】NEDO は事業者に対し、事業展開を想定する国々を中心に製造プロセス技術について権利化などの戦略を推進し、優位性を得られるように知的財産のオープン･クローズ戦略を策定、実施するように指導する。
【4】アウトカム目標の設定根拠を明確にするために、スケールアップによる効率改善の効果がコスト目標にどの程度寄与するのかを定量的に示し、また、CO_2削減量の評価においては、国際的に議論されている内容を踏まえ、適切な方法を検討する必要があると考える。メタン製造に係るエネルギー収支とともに、エネルギー消費を含めたCO_2削減効果の算定なども行うこ	【4】2024 年度以降に実施予定である実証・商用スケールのメタネーション設備の FS 検討では、スケールアップによる効率改善の効果を検証し、コストへの影響を定量的に示すようにする。また商用化時のサプライチェーンを想定した上で、適切な評価方法を用いて用役費用､エネルギー消費など含めた LCA 検討を行い、CO_2削減効果を明らかにする。

参考資料3-1

評価のポイント	反映（対処方針）のポイント
とが望まれる。 【5】普及促進に向けたコスト削減と需要喚起への取組等を加速させつつ、国際情勢を適時適切に見極めていくことが肝要である。 【6】本技術は、水素製造・供給、CO_2回収・供給などの観点において我が国で開発されているカーボンリサイクル技術に共通する課題であることから、将来のどの事業においても関連付けられ活用されていくことが期待される。	 【5】NEDO は事業者に、商用化に向け地域による設備費及び原料調達費を勘案したシナリオを想定させ、国際情勢も加味した上で商用設備の建設地などの検討を進めるよう助言する。 【6】本事業では、まずオーストラリアで水素製造・供給、CO_2回収・供給などのサプライチェーン構築を検討する。また、その他の可能性についても検討する。

本研究評価委員会報告は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）評価部が委員会の事務局として編集しています。

NEDO 評価部
部長　三代川　洋一郎
担当　對馬　敬生

＊研究評価委員会に関する情報は NEDO のホームページに掲載しています。
（https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu_index.html）

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地
ミューザ川崎セントラルタワー20F
TEL 044-520-5160　FAX 044-520-5162