

「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／ 8) CO₂分離・回収型
ポリジェネレーションシステム技術開発」
中間評価報告書

2026年7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
研究評価委員会委員名簿	3
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）研究評価委員会委員の評価コメント	1-5
2. 評点結果	1-13
第2章 評価対象事業に係る資料	
1. 研究評価委員会公開資料	2-1
参考資料1 研究評価委員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

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、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研究評価委員会を設置し、同研究評価委員会にて被評価対象プロジェクトの評価を行い、評価報告書を確定している。

本評価報告書は、「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／8) CO₂分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術開発」の中間評価の評価結果を報告するものである。

2026 年 7 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

● 研究評価委員会（2026 年 6 月 2 日）

公開セッション

1. 開会
2. プロジェクトの説明

非公開セッション

3. プロジェクトの補足説明
4. 全体を通しての質疑

公開セッション

5. まとめ・講評
6. 閉会

「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／ 8) CO₂分離・回収型

ポリジェネレーションシステム技術開発」(中間評価)

研究評価委員会委員名簿

(2026 年 6 月現在)

	氏名	所属、役職
委員長	いたや 板谷 よしのり 義紀	愛知工業大学 総合技術研究所 客員教授／ 岐阜大学 名誉教授
委員長 代理	よしいえ 義家 りょう 亮	岐阜大学 工学部 化学・生命工学科 物質化学コース 教授
委員	あかまつ 赤松 ふみてる 史光	大阪大学 大学院工学研究科 機械工学専攻 燃焼工学研究室 教授
	えんどう 遠藤 ひろふみ 啓史	みずほ総合研究所 サステナビリティコンサルティング部 GXビジネスチーム マネジャー
	にしもと 西本 ひでひこ 英彦	電気事業連合会 技術開発部長
	ふしみ 伏見 ちひろ 千尋	東京農工大学 大学院工学研究院 化学物理工学部門 教授

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

<肯定的意見>

本事業の位置づけ・意義

- ・ エネルギー基本計画等に対応し、CCUS^{※1} 導入加速のハードルとなっているコスト面の課題に対応するための技術開発として位置づけられており、目的達成への寄与も含めて示されている。
- ・ 外部環境を踏まえても石油等、単一燃料への依存はエネルギー安全保障上の課題として顕在化する中で、石炭や炭素系廃棄物、バイオマス、廃液など多様な燃料が使用可能で CO₂を効率的に回収可能な技術の開発は重要と考えられ、国において実施する意義はある。

アウトカム達成までの道筋

- ・ アウトカム目標としてカーボンリサイクルロードマップで示された CO₂回収コストについて 2030 年に 1,000 円/t-CO₂、2040 年以降 1,000 円/t-CO₂以下と明確に設定したうえで、要素研究、実証試験、スケールアップ、商用化と、自立化に向けて踏まえるべきステップが考慮されている。
- ・ 資源の多様性に即した柔軟なプロセスを提案することによって、多様な価値を生産しながら CO₂分離回収を実現可能にする具体的道筋を示している。

知的財産・標準化戦略

- ・ 噴流床ガス化および CLC^{※2}のそれぞれについて、特許出願とコア技術の保護が適切に行われている。

<問題点・改善点・今後への提言>

本事業の位置づけ・意義

- ・ 今年に入ってからホルムズ海峡封鎖による原油ならびに石油製品の流通が滞る状況が急速に顕在化している。今後の国際情勢によっては長期化も危惧される中で、ポリジェネレーション併製品の位置付けについて精査するとともに、これまで想定されているポリジェネレーション品だけでなく、ナフサ代替などの化学原料合成の可能性も含めて、今後検討されることが望まれる。

アウトカム達成までの道筋

- ・ 社会実装に向けて原料となる炭素資源のサプライチェーンの検討も含めたビジネスモデルや波及効果を高めるためのユーザー開拓についての具体的な検討を進めることが必要である。
- ・ 実用化・事業化を見据えた際に、目標値である CO₂回収コストについて第三者からも分かりやすく試算の定義を明確にしておくことも必要である。
- ・ 「ポリジェネレーション」というキーワードにより、CCS^{※3}よりも CCU^{※4}に比重を置いたストーリーになっているが、実際の回収 CO₂の分配割合は示されていない。

本プロジェクトで想定される 100MWth^{※5} 程度以上のプラントにおける CCU に本当に需要があるのかの見通しについて検討が求められる。

- ・ 研究開発テーマ①では、アジア・ゼロエミッション共同体の取組などもあり、必ずしも国内だけでなく、海外への技術の普及展開による削減貢献と輸出の効果も見据えた考えを整理するのも一案である。

知的財産・標準化戦略

- ・ ライセンサーになって、海外展開していくという戦略があるのであれば、まず国内で具体的な場所を設定し、そこで実証ができるようにしてライセンスを強化するということが必要である。

※1 CCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage) :

CO₂の回収・利用・貯留

※2 CLC (Chemical Looping Combustion) : ケミカルループینگ燃焼

※3 CCS (Carbon dioxide Capture and Storage) : CO₂の回収・貯留

※4 CCU (Carbon dioxide Capture and Utilization) : CO₂の回収・利用

※5 MWth (Mega Watt thermal) : 熱エネルギーの出力を表す単位

1. 2 目標及び達成状況

<肯定的意見>

アウトカム目標及び達成見込み

- ・ CO₂回収コストを 2030 年に 1,000 円/t-CO₂、2040 年以降 1,000 円/t-CO₂以下とするアウトカム目標は、国のカーボンリサイクルロードマップと整合しており、社会実装に向け、コストを目標として定めたことは適切である。
- ・ CO₂回収コスト 1,000 円/t-CO₂というプロジェクト目標に対する達成見通しを得られている。

アウトプット目標及び達成状況

- ・ いずれの研究開発テーマも、プロセスシミュレーションと実勢コストからアウトプット目標は達成しうる成果が得られている。
- ・ タール低減やアルカリ対策など、エネルギー収支や物質収支には現れない詳細な制御技術においても課題解決の成果が示されている。
- ・ 本事業における検討により、コスト面の目標達成に加え、需給調整能力の評価や廃材の燃料活用など、副次的な効果についても確認されており、多角的なアウトプット成果を得られていることは、社会実装に向けて非常に価値のある実績である。
- ・ いずれのテーマも論文発表や対外発表、特許出願は妥当な件数と言える。

<問題点・改善点・今後への提言>

アウトカム目標及び達成見込み

- ・ 研究開発テーマ①では、勿来の IGCC^{※1} または大崎クールジェンでの商用規模に近

い設備等との連携を模索し、今後の検証を行うことが望まれる。研究開発テーマ②では、試算上は CO₂回収の極めて低コスト化が示されているが、各コスト試算が甘い見込みになっていないか危惧されるので、研究開発テーマ③での 300kWth^{※2} 級実証機による可能性評価で、その妥当性を早急に見極めることが必要である。

- ・ アウトカム目標は CO₂回収コストを指標としているが、併産物が多数あり、その販売価格等を事業者が変更する事で CO₂回収コスト自体を変動させられてしまう指標となっている。事業環境の変化は踏まえる必要があるが、電力等一般的で揃えられる指標は同一にするなど考え方を整備していく事が望ましい。
- ・ インプットは多様な燃料、アウトプットは発電と有価物併産、という境界条件に対する柔軟性も本プロジェクトの特長として挙げられているが、それならば、1,000 円/t-CO₂の CO₂回収コストについても運転条件に対するパラメトリックな評価を行うことが求められる。

アウトプット目標及び達成状況

- ・ アウトプットの数値目標が CO₂回収コストに限定されているが、技術的な革新性をアピールするためにも、効率や装置性能などの目標設定が望まれる。
- ・ 研究開発テーマ②および③では、技術的にまだハードルが高く、課題は山積していることが想定される。研究開発テーマ③において、課題に対して系統的な実証試験計画を十分検討した上で実施することが必要である。
- ・ 今後は負荷変動に対する許容幅などについても実験やプロセスで検討されるとなおよくなり、それが TRL^{※3}を上げることにもつながると考えられる。
- ・ 今回の経済性評価はあくまで一定の前提に基づいたものであり、諸元の変化次第で結果が大きく左右される側面も持ち合わせている。確実な社会実装に向けて、今後もコスト低減の技術検討を継続して進めていただきたい。
- ・ 省スペース化という点は第 7 次エネルギー基本計画でも示されており、今回の技術について、既存の製造設備比（火力や水素製造設備等）でどの程度増減があるのか、検証が期待される。
- ・ CO₂を炭化水素等の原料として利用することを想定しているので、用途に応じて回収する CO₂の品質、適合性などの基準についても、本プロジェクトの中である程度は検討すべきである。

※1 IGCC (Integrated Gasification Combined Cycle) : 石炭ガス化複合発電

※2 kWth (kilo Watt thermal) : 熱エネルギーの出力を表す単位

※3 TRL (Technology Readiness Level) : 技術成熟度

1. 3 マネジメント

<肯定的意見>

実施体制

- ・ CCS の推進という巨大な国策の動向に関わるプロジェクトであり、その点で NEDO による国内外の情報提供、基本戦略提示、研究支援は不可欠である。
- ・ 持続可能なエネルギー利用および資源循環の原理追及の側面もあり、公共性の高い研究機関の参画も重要である。そこに有力な企業および大学が協力するかたちとなっており、技術結集の面からも多方面への研究成果展開の面からもバランスのよい共同研究の枠組みとなっている。

受益者負担の考え方

- ・ 第一フェーズは、直ちに民間の商用化に繋がらない基盤技術の開発であることから委託事業としたことは適切であり、第二フェーズは商用化前の民間企業による実証であることから補助事業としたことは妥当と考える。

研究開発計画

- ・ いずれの技術も制御性に対するハードルが極めて高いことが想定されるが、要素技術の積み重ねにより順調に成果が得られている。
- ・ 外部有識者を交えた技術検討委員会を定期的を開催されていることは、進捗管理や目標達成管理の観点から適切である。

<問題点・改善点・今後への提言>

実施体制

- ・ 事業化に向けては化学メーカーとの連携なども必要。開発技術の国外への普及展開も検討するのであれば、更に関係者は多くなり得るため、事業化に向けて他社も巻き込んだ検討を進めることが求められる。

研究開発計画

- ・ 最近の国際動向を踏まえて、ポリジェネレーションの併製品のターゲットおよび様々なコストの見直しを再検討することも視野に入れることが望ましい。
- ・ 研究開発テーマ①については研究開発段階終了ということで、社会実装への速やかな展開を期待する。研究開発テーマ②の複数の研究開発の内容に関しては網羅的に研究開発テーマ③へ継承されることが望ましい。特に研究開発テーマ②における酸素キャリア粒子の材料開発が 300kWth 級実証機において着実に成果につながることを期待する。

(参考) 研究評価委員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>

- 2030年と2040年時点でのCO₂回収コストを1,000円台/t-CO₂およびそれ以下を目標として設定し、段階的な具体的ロードマップが示されている。また、CO₂回収設備がなくともCO₂回収が可能なプロセスとして技術的意義を有している。また、それを達成するためにポリジェネレーションによる有価な副産物合成を併産するプロセス開発を図る方法論が採用されており、社会的意義も有している。
- アウトカムの想定年度として2030年と2040年以降を視野に入れたターゲットが、段階的に設定されている。また、現状はポリジェネ技術が存在しないため、新たな標準化に向けての検討も想定されている。
- 研究体制が概ね民間企業メーカーとユーザーが連携し、大学側は支援研究であることから、知財管理は適切に実施されていると考えられる。
- 化石燃料から再生可能エネルギーへの移行期において、CCSやCCUが不可欠であるとの「カーボンリサイクルロードマップ」の指針に基づいた研究開発であり、そこに併せて示されたCO₂回収コスト1,000円台/t-CO₂の目標に対しての実現見通しも含まれている。社会実装に向けた定量的道筋も明確である。
- 噴流床ガス化およびCLCのそれぞれについて、過去のプロジェクト等において要素技術の研究開発は着実に進められてきており、その十分な蓄積が本プロジェクトに生かされている。その一方でCO₂排出低減ではなく、CO₂分離回収という世界的潮流および国策からの要請に対応した発展を遂げている。
噴流床ガス化およびCLCのそれぞれについて、特許出願とコア技術の保護が適切に行われている。
- 水素、アンモニア、メタネーションメタン、e-Fuel等の利用は、太陽光・風力といった再生可能エネルギー起源の安価な電気を用いた水素がベースとなっており、再生可能エネルギーに富んだ諸外国との連携が必要不可欠であり日本国内のみでの実施は不可能で国際協力が必要となるのに対して、本事業は、日本国内のみでの実施が可能であり、日本独自の強みとなるため、大変重要な事業であると考ええる。
- CCUSを前提としている本プロジェクトでは、石炭、天然ガス等の化石資源を利用しながら、二酸化炭素の削減が可能な点においても、本プロジェクトはすぐれていると認識している。特に、石炭の燃焼利用技術はエネルギーの安定供給の観点からも非常に重要であると考えるので、本事業による石炭の継続的な利用が有効であることを示すことができる。と考える。
- バイオマス燃料、マテリアル利用が完了した廃タイヤ等を利用する場合には、CO₂のネガティブエミッションが達成される点においても、本プロジェクトは非常に有用である。
- CCSであれば、CO₂を貯蔵できる強固な岩盤が必要であるが、地震国である日本はその点において不利であるのに対して、本プロジェクトではCCUSを目指しておりCO₂を貯

蔵できる強固な岩盤が必要でない点においても、本プロジェクトは非常にすぐれている。

- ・ エネルギー基本計画等に対応し、CCUS 導入加速のハードルとなっているコスト面の課題に対応するための技術開発として位置づけられており、目的達成への寄与も含めて示されている。外部環境を踏まえても石油等、単一燃料への依存はエネルギー安全保障上の課題として顕在化する中で、石炭や炭素系廃棄物、バイオマス、廃液など多様な燃料が使用可能で CO₂ を効率的に回収可能な技術の開発は重要と考えられ、国において実施する意義はあると考える。
- ・ アウトカム達成に向けて、CO₂回収設備の追設による単純なコスト上昇ではなく、電力以外の有価物を併産するシステム構築で経済性を向上させる取組は現状も有効な取組。多様な燃料への対応も有効であり、開発の方向は現社会環境を踏まえても良い取組と思慮。研究発表等も精力的に行われている。
- ・ 特許出願等も含めて開発段階で実施されており、適切。
- ・ カーボンリサイクル技術ロードマップにおいて「CO₂回収を容易にするためのプロセス技術」として本事業の対象技術であるクローズド IGCC、ケミカルルーピングが明確に示されており、2030 年のターゲットとされた 1,000 円/t-CO₂のコスト目標を、本事業のアウトカム目標として適切に設定している。
- ・ アウトカム目標としてカーボンリサイクルロードマップで示された 2030 年に 1,000 円/t-CO₂、2040 年以降 1,000 円/t-CO₂以下と明確に設定したうえで、要素研究、実証試験、スケールアップ、商用化と、自立化に向けて踏まえるべきステップが考慮されている。
- ・ 第 7 次エネルギー基本計画で示された CO₂分離回収設備の省スペース化の必要性について、本事業では別途の CO₂分離回収設備を必要としないことをもって対応できていることを確認されている。
- ・ 非営利団体である事業者においては、知財化することで研究の自由度を確保するという守りの知財戦略が適切に取れている。
- ・ 各技術開発およびプロセス検討については、当初の予定通りに進められていると思う。
- ・ 適切に特許出願や論文発表されていると思う。

<問題点・改善点・今後への提言>

- ・ 今年に入ってからホルムズ海峡封鎖による原油ならびに石油製品の流通が滞る状況が急速に顕在化している。今後の国際情勢によっては長期化も危惧される中で、ポリジェネ併産品の位置付けについて精査するとともに、これまで想定されているポリジェネ品だけでなく、ナフサ代替などの合成の可能性も含めて、今後検討されることが望まれる。
- ・ アウトカムの想定年度として 2030 年と 2040 年以降でのターゲットが示されているが、具体的な数値目標は CO₂回収コストだけのため、国内外の社会情勢が不確定な現状でもあり、算定方法によっては目標値達成の有無に大きく依存する。また、事業性を評価するためには、トータル的な変換効率などについても数値目標の設定や経済性評価等も今後段階的に検討されることが望まれる。

- ・ 研究目標とアウトカム目標が CO₂回収コストに集約されているが、標準化戦略の方向性・手法・視点等が明確にされているかは疑問である。実用化・事業化を見据えた際に、目標値である CO₂回収コストについて第三者からも分かりやすく試算の定義を明確にした上で、算定に必要なコストをある程度標準化する工夫を検討して頂きたい。
- ・ 「ポリジェネ」というキーワードを挙げることによって、CCS よりも CCU に比重を置いたストーリーになっているが、実際の CO₂回収の分配割合は示されていない。本プロジェクトで想定される 100MWth 程度以上のプラントにおける CCU が本当に需要があるのかの見通しは、本プロジェクトの中でも言及してはどうか。
- ・ 回収する CO₂の品質にまで議論が及んでいない。CCU によって CO₂が炭化水素等の原料として利用されることを想定するならば、そこに提供されるべき CO₂の基準が存在するはずである。それに対する適合性、たとえば CO₂の純度や不純物の種類に関しても本プロジェクトの中である程度は保証されるべきである。
- ・ 1,000 円台/t-CO₂の目標の定義を正確に示してほしい。「CO₂を回収しない技術で発電、化学合成を行う場合に掛かる費用に対して今回追加で必要な費用を、既存技術で排出される CO₂の量でわったものを CO₂回収コスト」ということであったが、それでは化学合成の割合を上げるほど CO₂回収コストは相対的に小さくなる。つまり本来 CO₂をほとんど出さない化学合成のプラントの利益で石炭火力発電の CO₂回収コストを希釈しているような誤解を受ける。ポリジェネレーションシステムの意義の根幹にかかわる重要部分なので、本プロジェクトの中で丁寧に慎重に説明していただきたい。
- ・ 水素、アンモニア、メタネーションメタン、e-Fuel 等の利用は、太陽光・風力といった再生可能エネルギー起源の安価な電気を用いた水素がベースとなっており、再生可能エネルギーに富んだ諸外国との連携が必要不可欠であるため日本国内のみでの実施は不可能であり、国際協力が必要となるので、海外での水素製造コストがどこまで低価格化できるかが最重要点であるので、水素価格を適切に仮定した上で、本プロジェクトとの経済性比較を行うことはいかがでしょうか？そうすることにより、本プロジェクトの有用性がより明確になるのではないかと存じます。
- ・ 研究開発テーマ①は石炭を中心とした新設ガス化炉が必要となるが、市場動向を踏まえて国内新設は現実的か。石炭技術も重要性は認められ、否定するものではないが、事業目的をバイオマスや炭素廃棄物を燃料とする事による CO₂排出削減も掲げる中で、半数以下の混焼までを確認している点は十分か。国費投入の技術開発ではより高い比率や代替燃料だけなども含めて開発がなされる方が良いのではないか。国外で CCS 付で石炭化学を行う事は産炭国で貯留ポテンシャルもある国ではあり得るかもしれない。アジア・ゼロエミッション共同体の取組などもあり、必ずしも国内だけでなく、海外への技術の普及展開で削減貢献と輸出による効果も見据えた考えが整理されても良いのかもしれない。
- ・ 想定されているよりも小型の設備にして、導入時期を早めるということも想定されるとよいと思う。

- ・流動層の塔数が相当増える方向に行っているため、制御性や固定費の観点から気になった。
- ・今後は負荷変動に対する許容幅などについても実験やプロセスで検討されるとなると思う。それがTRLを上げることにもつながると思う。
- ・流動層の塔数が増えることは、これまで以上に実証が遅くなる方向に行くと思われるので、可能な限り最小限の塔数で対応できる方が望ましいと思う。
- ・ライセンスになって、それをライセンスで売るという戦略があるのであれば、まず国内で具体的な場所を設定してそこで実証ができるようにしてライセンスを強化するという戦略が必要かと思った。ライセンスとして強化する前に海外にもっていくと、権利をその国に（一部でも）譲る状況が起こり得るので、プラントやプロセス・製品の販売までふくめて仕上げてから海外展開した方がよいのではないかと思った。

1. 2 目標及び達成状況

<肯定的意見>

- ・全般に技術的ハードルが高く日本独自の新規性の高い技術を対象としている点で評価する。技術開発研究開発テーマ①では、石炭のIGCC技術がすでにほぼ確立されているが、ここではさらに燃料の多様化を目指している。これまで得られた成果から今後の戦略によってはアウトカム目標の達成見込みは期待される。研究開発テーマ②および③では、現時点での試算では併産される水素販売でかなりの売上が見込まれ、CO₂回収コストが目標を大幅に達成して、極めて低いコストが示されている。これに基づき、アウトカム達成に向けた目標が2031年、2035年、2040年以降ごとに実用化、事業化、社会実装に向けた戦略・具体的取組のロードマップが示されている。
- ・いずれの研究開発テーマも、プロセスシミュレーションと実勢コストからアウトプット目標は達成しうる成果が得られている。特に研究開発テーマ②では、現時点での試算では併産される水素販売でかなりの売上が見込まれ、CO₂回収コストが目標を大幅に達成して、極めて低いコストとなる試算結果となっている。本試算の適正性を検証する実証研究の成果が待たれる。研究開発テーマ③では、現時点で300kW実証機の設置準備中であり、計画通り準備が進んでいるとのことで、今年度末には試運転とトラブル対応がほぼ完了できるよう努力していただきたい。なお、いずれのテーマも論文発表や対外発表、特許出願は妥当な件数と言える。
- ・単に省エネルギーと高効率化を追求するのではなく、地域や資源の多様性に即した柔軟なプロセスを提案することによって、多様な価値を生産しながらCO₂分離回収を実現可能にする具体的道筋を示している。
- ・CO₂回収コスト1,000円/t-CO₂というプロジェクト目標に対する達成見通しを得るとともに、タール低減やアルカリ対策など、エネルギー収支や物質収支には現れない詳細な制御技術においても課題解決の成果が示されており、提案プロセスへの信頼性を高めている。
- ・設定した目標の達成に向けた道筋は整理されている。

- ・ 技術開発要素に合わせて見直しを行い①、②共に完了。③も着実に進行しており、アウトプットの指標は満たせている。
- ・ 今回のアウトカム目標である、2030 年に 1,000 円/t-CO₂、2040 年以降 1,000 円/t-CO₂ 以下とするアウトカム目標は、国のカーボンリサイクルロードマップと整合しており、社会実装に向け、コストを目標として定めたことは適切である。また、その目標に対して今回の事業では、一定の前提に基づく試算ながら、異なる 2 つの技術において 2030 年に CO₂回収コストを 1,000 円台とする見通しを得られており、アウトカム目標の達成に向けて大きく前進したと評価している。
- ・ 本事業における検討により、アウトカム目標とされているコスト面の目標達成に加え、需給調整能力の評価や廃材の燃料活用など、副次的な効果についても確認されており、多角的なアウトプット成果を得られていることは、社会実装に向けて非常に価値のある実績である。
- ・ 1,000 円/t-CO₂についての検討はよくされていると思う。
- ・ 国費投入の費用対効果については、環境価値の評価にもつながるので、単純な判断はしにくい。

<問題点・改善点・今後への提言>

- ・ 研究開発テーマ①では、勿来の IGCC または大崎クールジェン (OCG) での商用規模に近い設備等との連携を模索していただき、今後の検証が望まれる。研究開発テーマ②および③では、試算上は極めて低コストでの CO₂回収が見込まれているが、技術的にまだハードルが高いと考えられる。アウトカム目標計画に沿って実用化および最終的に社会実装を進めるには多岐にわたる課題が浮上することも想定され、現在の研究開発フェーズとのマッチングにやや疑問を感じる。今後、経済性も含めつつ技術的課題解決のロードマップの策定を検討して頂きたい。
- ・ 研究開発テーマ②では、試算上は CO₂回収の極めて低コスト化が示されているが、各コスト試算のどこかで甘い見込みになっていないか危惧される。研究開発テーマ③での 300kW 規模実証試験機による可能性評価で、その妥当性を早急に見極めていただきたい。これまでの成果ではラボ試験での各反応器の流動性および反応性評価、キャリアの性能向上など基礎研究が中心となっているが、CLC ではキャリアの閉ループサイクルとなる。したがって、定常状態に至るまでには長時間を要し、反応率および温度の収束結果と操作変数との相関性はかなり複雑であるだけでなく、応答時間を見極めた制御、さらには VR での完全燃焼性を担保する要件、長時間にわたるキャリアに与える灰の影響等、課題は山積していることが想定される。系統的な実証試験計画を十分検討した上で実施して頂きたい。また、アウトプットの数値目標が CO₂回収コストに限定されているが、技術的な革新性をアピールするためにも、効率や装置性能などの目標設定が望まれる。
- ・ 1,000 円台/t-CO₂達成見込の理由を示してほしい。噴流床ガス化と CLC のそれぞれにおいて研究成果に基づく各入口出口条件の積算として数値的に目標達成見込というのは理

解できる。しかし、既存技術に対して何が優れているのか、といった試算結果の解析は必要ではないか。

- インプットは多様な燃料、アウトプットは発電と有価物併産、という境界条件に対する柔軟性も本プロジェクトの特長として挙げられている。そうであるならば、1,000 円/t- CO_2 のコストについても運転条件に対するパラメトリックな評価を行うべきである。つまり 1,000 円/t- CO_2 が提案プロセス 2 種の最適条件における最高性能か、あるいは平均的な運転条件で達成可能な値か、の解説を加えていただきたい。
- 水素、アンモニア、メタネーションメタン、e-Fuel 等の利用は、太陽光・風力といった再生可能エネルギー起源の安価な電気を用いた水素がベースとなっており、再生可能エネルギーに富んだ諸外国との連携が必要不可欠であるため日本国内のみでの実施は不可能で、国際協力が必要となるので、海外での水素製造コストがどこまで低価格化できるかが最重要点であるため、水素価格を適切に仮定した上で、本プロジェクトとの経済性比較を行うことはいかがでしょうか？そうすることにより、本プロジェクトの有用性がより明確になるのではないかと存じます。
- 費用対効果の試算では電力量の 3%を設定しているが、説明に妥当性は感じにくい。併産品の市場規模や考えられる運転パターンを踏まえて整理が必要がある。単年で数字を上回る必要もなく、より妥当な水準で設定すべきではないか。アウトカム目標の CO_2 コストを指標とする事は否定するものではないが、併産物が多数であり、その販売価格等を事業者が変更する事で CO_2 コスト自体を変動させられてしまう指標となっている。事業環境の変化は踏まえる必要があるが、電力等一般的で揃えられる指標は同一にするなど考え方を整備していく事が望ましい。特に今回二つの事業を同一で管理する事のメリットはポリジェネレーションの考え方を整備する以外に感じにくく、期待したい。 CO_2 回収コストもどのような品質でそのコストを目指すのか、後段の利用方法や販売先によって異なる事もある。政府目標のみでなく、採択事業に合わせて定義をしっかりと設け、評価する事が必要ではないか。
- 細かい点だが、研究開発テーマの中でのものとしても副次的効果の記載は共通しないものもあると思われる。需給調整能力などはどちらの成果なのか整理して記載すべきではないか。
- 省スペース化という点は第 7 次エネルギー基本計画でも示されており、今回の技術について、既存の製造設備比（火力や水素製造設備等）でどの程度増減があるのか可能であれば、検証いただくと良いと思う。
- 今回の経済性評価はあくまで一定の前提に基づいたものであり、諸元の変化次第で結果が大きく左右される側面も持ち合わせている。確実な社会実装に向けて、今後もコスト低減の技術検討を継続して進めていただきたい。
- 1,000 円/t- CO_2 について、ポリジェネレーションでの製品の販売を含むのか含まないのかの検討が必要。この、目標値に対する達成の見込みについては、それにも大きく依存すると思う。

- ・ 社会的な影響を踏まえた見直しについては、もう少しあるとよいと思った。プロジェクト開始（公募時？）の状況をそのまま数年間使っているような印象を受けた。

1. 3 マネジメント

<肯定的意見>

- ・ 概ね研究開発実施体制は妥当と言える。
- ・ 研究開発テーマ①および②の事業開始前は、FS^{*}を少し発展させた段階であり、特にこのような新規プラントでの事業化リスクは一般に極めて高いことから、委託事業としては妥当であると考えられる。一方テーマ③は、②の成果に基づき実証試験を実施することが目標であることから、補助事業であることも適切であると考えられる。

※ FS (Feasibility Study) : 実現可能性調査

- ・ いずれの技術も制御性に対するハードルが極めて高いことが想定されるが、要素技術の積み重ねにより順調に成果が得られている。
- ・ CCS の推進という巨大な国策の動向に関わるプロジェクトであり、その点で NEDO による国内外の情報提供、基本戦略提示、研究支援は不可欠である。また、持続可能なエネルギー利用および資源循環の原理追及の側面もあり、公共性の高い研究機関の参画も重要である。そこに有力な企業および大学が協力するかたちとなっており、技術結集の面からも多方面への研究成果展開の面からもバランスのよい共同研究の枠組みとなっている。
- ・ 第一フェーズは委託事業、第二フェーズは補助事業という考え方は十分に適切である。
- ・ 概ね当初予定通りに進行している。
- ・ NEDO が実施する事は適切と考えられる。
- ・ 産官学連携で実施されており、特に②・③ではユーザーと EPC^{*}が連携し学術も連携し、実用化・事業化体制が整っている。

※ EPC (Engineering Procurement Construction) : 設計・調達・建設

- ・ ケミカルルーピング技術は開発要素も大きく、事業化には不確実性が存在すると思慮。現状の補助率での継続は問題ない考える。
- ・ ポリジェネレーションシステムは国策であるカーボンニュートラル社会の実現に向けて重要な技術であるが、現時点で商用化に至っておらず、NEDO が推進機関となることは適切である。
- ・ 研究機関、大学、民間企業がそれぞれの強みを活かした実施体制となっており、この体制がアウトプット目標の達成に寄与したと評価できる。
- ・ 第一フェーズは、直ちに民間の商用化に繋がらない基盤技術の開発であることから、委託事業としたことは適切。第二フェーズは商用化前の民間企業による実証であることから、補助事業としたことは妥当と考える。
- ・ 外部有識者を交えた技術検討委員会を定期的開催されていることは、進捗管理・目標達成管理の観点から適切である。
- ・ 研究体制は現状においては問題ないと思う。

- データの利活用・提供方針などについては今回の資料や発表からはよくわからなかったもので判断ができない。なお、事業に関わるところまでを公開する必要は無いので、このプロジェクトではクローズ戦略を多めに・広めにとるというのは仕方がないと思う。
- 「受益者負担」という表現がよいのかわからないが、事業化しても 20 年以上にわたる長期の事業となり、その不確実性が高いので、補助事業として実施するということは妥当である。
- 補助率の設定というより、補助金の金額の妥当性を検討した方がよいと思う。
- 各要素技術についてはよく検討されていると思う。

＜問題点・改善点・今後への提言＞

- 各テーマで研究開発されているプロセスの社会実装に向けたビジネスモデルや波及効果を高めるためのユーザー開拓についても検討を進めることが必要である。
- 研究開発テーマ③では、当初の本事業で想定されていた研究開発フェーズとは少々ずれているとの印象もあり、委託事業期間は基礎研究が中心となっていたと思われる。したがって、補助事業でのスケールアップ実証試験はリスクが高いことも危惧される。しかし、ラボスケール装置によりある程度の連続操作に成功していること、助成率が大企業としては比較的高いこと、また本事業の制度設計上ある程度やむを得ないと思われるので、研究計画を十分精査して残された期間で事業化に繋がる成果を期待したい。
- 最近の国際動向を踏まえて、ポリジェネレーションの併製品のターゲットおよび様々なコストの見直しを再検討することも視野に入れていただきたい。また、社会実装に向けて原料となる炭素資源のサプライチェーンの検討も含めたビジネスモデルの具体的な検討も不可欠である。さらに今後は負荷変動に対する制御性についても詳細な検討が望まれる。
- テーマ 1 については研究開発段階終了ということで、社会実装への速やかな展開を期待する。テーマ 2 の複数の研究開発の内容に関しては網羅的にテーマ 3 へ継承されることが望ましい。特にテーマ 2 における酸素キャリア粒子の材料開発が 300kWth 級実証機において着実に成果につながることを期待する。
- 事業化に向けては化学メーカーとの連携なども必要。開発技術の国外への普及展開も検討するのであれば、更に関係者は多くなり得るため、事業化に向けて他社も巻き込んだ検討を進めて頂きたい。
- 経済性評価は様々な評価方法や用いる諸元の考え方があり、必ずしも唯一の正解があるわけではないが、2 つの異なる技術テーマを同じプロジェクトの中で扱う意義として、経済性の評価方法や用いる諸元を統一すれば、プロジェクト内での整合性・説明性が高まり、なおよかったと思われる。

2. 評点結果

評価項目・評価基準		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) 本事業の位置づけ・意義	B	A	A	B	A	B	2.5	
(2) アウトカム達成までの道筋	B	B	B	A	A	B	2.3	
(3) 知的財産・標準化戦略	B	B	A	A	A	B	2.5	
2. 目標及び達成状況								
(1) アウトカム目標及び達成見込み	B	A	B	B	A	B	2.3	
(2) アウトプット目標及び達成状況	B	B	A	A	A	B	2.5	
3. マネジメント								
(1) 実施体制	B	A	A	B	B	A	2.5	
(2) 受益者負担の考え方	B	A	A	A	A	B	2.7	
(3) 研究開発計画	B	B	A	A	A	B	2.5	

《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. 研究評価委員会公開資料

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

「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／

8) CO₂分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術開発」(中間評価)

2020年度～2027年度 8年間

プロジェクトの説明 (公開版)

2026年6月2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

サーキュラーエコノミー部

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／
8) CO2分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術開発

【PMgr】環境部／サセキラーエコノミー部
主査：越後 拓海(2020年11月～2021年3月)
主査：森 匠磨(2021年4月～2023年3月)
主査：野川 直翔(2023年4月～2025年3月)
主査：阿部 正道(2025年4月～)

事業の概要

温室効果ガス排出削減に資するCO2分離・回収技術は存在するものの、現状ではエネルギー損失が大きく高コストであるといった課題があり、CO2分離・回収の高効率化とコスト低減が求められている。
本事業では、発電システムとしてCO2を分離・回収できるガス化技術を適用し、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、CO2分離・回収コストの低減を目指したCO2分離・回収型ポリジェネレーションシステムを構築する技術開発を実施する。
なお、CO2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、噴流床ガス化技術と流動床ガス化燃焼技術が想定されたため、両技術に対する研究開発を推進する。
第一フェーズ（委託）として、要素技術開発、設計技術検討及び経済性検討を実施する。その後、第二フェーズ（補助）として、導入先を想定したシステムの成立性ならびに経済性評価を実施する。

フェーズ	対象技術	研究開発テーマ	
第一	噴流床	①	多様な燃料を利用するCO2回収型ポリジェネレーションシステム基盤技術開発
	流動床	②	ケミカルルーピング燃料ポリジェネレーション技術開発
第二		③	ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術の実用化に向けた研究開発

想定する出口イメージ等

アウトプット目標	＜第一フェーズ＞（委託事業；2020～2024年度） ・CO2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-CO2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。 ＜第二フェーズ＞（補助事業；2025～2027年度） ・導入先を想定したCO2分離・回収型ポリジェネレーションシステムの成立性ならびに、CO2分離・回収コストを含む全体システムの経済性を評価し、課題抽出・解決策検討及び開発ロードマップの検討といった実用化の見通しを明確化する。
アウトカム目標	以下のCO2回収コスト目標を達成するポリジェネレーションシステムの社会実装 ・2030年の目標：CO2回収コスト1000円台／t-CO2 ・2040年以降の目標：CO2回収コスト1000円以下／t-CO2
出口戦略 (実用化見込み)	適用可能な技術・規模から順次実用化・事業化を目指す。 ・国際標準化活動予定：無 ・委託者指定データ：無
グローバル ポジション	プロジェクト開始時：DH(Dead Heat) →プロジェクト終了時：LD(Leading) ・国外でもポリジェネレーションシステムへの取組みは始まっており、開始時はDHとした。終了時には実用化の見通しが明確化されることにより、LDを想定。

関連する技術戦略：カーボンリサイクルロードマップ

プロジェクト類型：標準的研究開発

既存事業との関係

以下の前身事業の成果を踏まえて本事業を実施。
・NEDO委託事業「CO2分離型化学燃焼石炭利用技術開発」（2015～2017年度）において、ケミカルルーピングガス化燃焼によるプロセス実現に技術的目処を立てた。経済性や市場性の観点から一時中断。[流動床ガス化燃焼技術]
・NEDO委託事業「CO2回収型次世代IGCC技術開発」（2015～2020年度）において、プロセスから約100%のCO2を回収しつつ高火力発電の発電効率を見通す要素技術を確認。[噴流床ガス化技術]

事業計画

・期間：2020年度～2027年度（8年間）
・総事業費（NEDO負担額）：39.4億円（予定）
（第一フェーズ（テーマ①、②）：委託、第二フェーズ（テーマ③）：2/3補助）

＜研究開発スケジュール・評価時期・予算規模＞

年度	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
研究開発 テーマ①	多様な燃料を利用するCO2回収型ポリジェネレーションシステム基盤技術開発								
研究開発 テーマ②	ケミカルルーピング燃料ポリジェネレーション技術開発								
研究開発 テーマ③						ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術の実用化に向けた研究開発			
評価時期			中間 評価	今回の評価範囲				中間 評価	終了時 評価
予算 (億円) NEDO負担額	0.8	4.6	10.2	3.6	4.4	1.7	11.7	2.3 (見込)	

本事業の概要

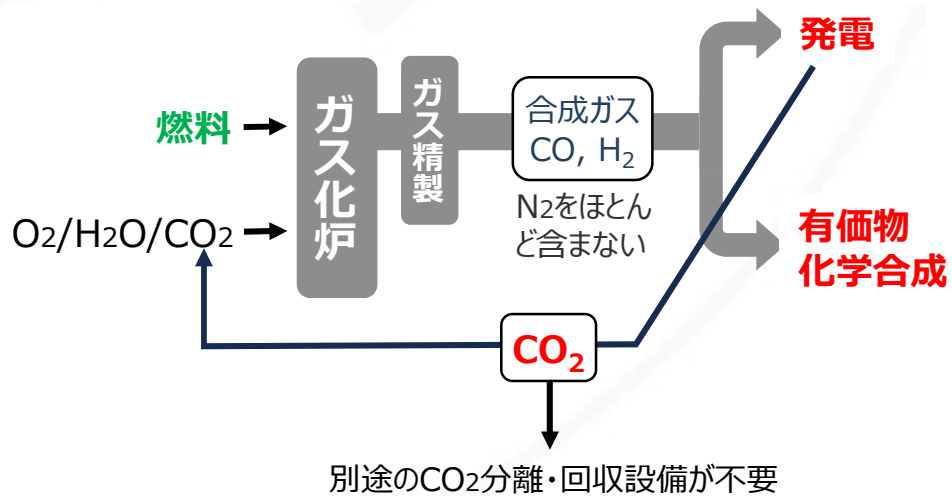
✓ CO₂分離・回収型ポリジェネレーションシステムを構築可能な技術は以下の2つ。

「**噴流床ガス化技術**」 及び 「**流動床ガス化燃焼技術**」 ⇒ 両技術に対する研究開発を推進

「噴流床ガス化技術」

安定した合成ガスを供給可能な、O₂/H₂O/CO₂吹き噴流床ガス化炉を活用するプロセス。

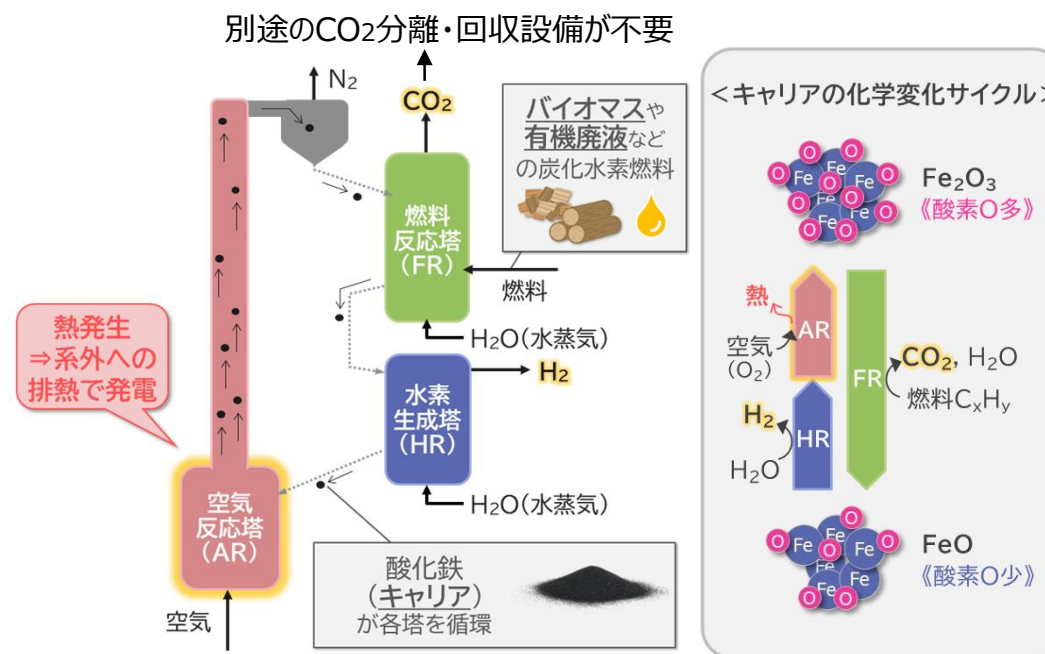
多様な燃料を用いて、発電、CO₂分離・回収、有価物化学合成を同時に行える。



「流動床ガス化燃焼技術」

酸化鉄含有粒子（キャリア）を反応媒体とした循環流動床型プロセス。

多様な燃料を用いて、発電、CO₂分離・回収、水素製造を同時に行える。



ページ構成

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋



2. 目標及び達成状況



3. マネジメント

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

- (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

- (1) 実施体制
- (2) 受益者負担の考え方
- (3) 研究開発計画

- ・ 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
- ・ 外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）
- ・ 他事業との関係
- ・ アウトカム達成までの道筋
- ・ 知的財産・標準化：オープン・クローズ戦略
- ・ 知的財産管理

- ・ 実用化・事業化の考え方と
アウトカム目標の設定及び根拠
- ・ アウトカム目標の達成見込み
- ・ 費用対効果
- ・ 前身事業との関連性
- ・ 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
- ・ 研究開発成果の副次的成果等
- ・ 特許出願及び論文発表

- ・ NEDOが実施する意義
- ・ 実施体制
- ・ 個別事業の採択プロセス
- ・ 研究データの管理・利活用
- ・ 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：成果普及への取り組み

＜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） アウトカム達成までの道筋
- （３） 知的財産・標準化戦略

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
- 外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）
- 他事業との関係
- アウトカム達成までの道筋
- 知的財産・標準化：オープン・クローズ戦略
- 知的財産管理

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) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況



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

事業の背景・目的・将来像

社会的背景

- ・ 温室効果ガスの排出削減は世界的な課題
- ・ CO₂分離・回収技術はエネルギー損失が大きく、コストが高い

⇒ CO₂分離・回収の効率化とコスト低減が必要

事業の目的

- ・ バイオマスや炭素系廃棄物等を燃料とすることによるCO₂排出削減
- ・ 有価な生産物を併産するガス化技術の構築、それに伴うCO₂分離・回収コスト低減

⇒ CO₂分離・回収型ポリジェネレーションシステムの確立に向けた技術開発

将来像

CO₂分離・回収型ポリジェネレーションシステムの社会実装

⇒ カーボンニュートラル社会の構築に貢献

政策・施策における位置づけ（1/2）

■ 次世代火力発電に係る技術ロードマップ[○]（2016年6月 経済産業省）

2030年度以降を見据えた取組に係る技術に関する方針等に以下の記載あり。

- CCUS技術及び水素発電技術は、火力発電からのCO₂排出量をゼロに近づける切り札となり得るものであり長期的視点を持ちつつ戦略的に推進。
- CCUSが実用化されるためには、前提として経済的なCO₂分離回収技術の確立が不可欠である。
- CCUは、現時点ではCO₂の大規模処理が困難であるが、有価物の製造により利益創出の可能性あり。ただし、実用化には大きなイノベーションが必要。

■ 革新的環境イノベーション戦略（2020年1月 閣議決定）

- 2050年までにCO₂分離回収コスト1,000円/t-CO₂を目指し技術開発を行う。
- 様々なCO₂排出源に対応する分離回収能力を獲得することを目指す。

■ 2050年カーボンニュートラル宣言（2020年10月）

■ 2030年度に温室効果ガス46%削減（2013年度比）を目指すこと、さらに50%の高みに向けて挑戦を続けていくことを表明（2021年4月）

■ 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（2021年6月）

- カーボンニュートラル実現に向け、高効率＆低コストなCO₂分離・回収技術が不可欠。

政策・施策における位置づけ（2/2）

エネルギー基本計画の推移

エネルギー基本計画におけるCO₂分離・回収技術の位置づけは、「未成熟な研究対象 → 必須インフラ技術」へと推移
⇒**本事業の重要性は増加**

エネルギー基本計画	CO ₂ 分離・回収技術の位置づけ	エネルギー基本計画より（抜粋）
第5次 (2018年7月) ※事業開始時点	CCUSの起点となる技術であり、研究開発・実証の対象。	・温室効果ガスの大気中への排出を更に抑えるため、IGCC・IGFC等の次世代高効率石炭火力発電技術等の開発・実用化を推進するとともに、「東京電力の火力電源入札に関する関係局長級会議取りまとめ」（2013年4月25日経済産業省・環境省）等を踏まえ、2020年頃の CO₂回収・有効利用・貯留（CCUS）技術の実用化を目指した研究開発 、国際機関との連携、CCSの商用化の目途等も考慮しつつできるだけ早期のCCS Ready 導入に向けた検討や、 国内における回収・輸送・圧入・貯留の一連のCCSのプロセスの実証と貯留適地調査等を着実に進めるなど、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。
第6次 (2021年10月) ※2022年度中間評価時点	2050年カーボンニュートラル実現に向け、火力発電の脱炭素化を成立させる前提技術。	・ 2050年カーボンニュートラル実現に向けて は、火力発電から大気へ排出されるCO ₂ 排出を実質ゼロにしていくという、火力政策の野心的かつ抜本的な転換を進めることが必要である。一方で、火力発電は東日本大震災以降の電力の安定供給や電力レジリエンスを支えてきた重要な供給力であるとともに、現時点の技術を前提とすれば、再生可能エネルギーの変動性を補う調整力として重要な機能を保持していることを踏まえ、安定供給を確保しつつ、その機能をいかにして脱炭素電源に置き換えていくかが鍵となる。このため、 火力発電の脱炭素化に向けては、燃料そのものを水素・アンモニアに転換させることや、排出されるCO₂を回収・貯留・再利用することで脱炭素化を図ることが求められる。 ・ CCUS／カーボンサイクルについては、2030年に向けて、技術的課題の克服・低コスト化を図ることが不可欠 であり、CCSの商用化を前提に2030年までに導入することを検討するために必要な適地の開発、技術開発、輸送実証、事業環境整備、できるだけ早期のCCS Ready導入に向けた検討に取り組むなど CCUS／カーボンサイクルの事業化に向けた環境整備を推進 する。これらの取組を通じて、安定供給に必要な設備を維持しつつ、火力発電由来のCO ₂ 排出量を着実に削減する。
第7次 (2025年2月)	電化・水素等による脱炭素化が困難な分野を支える実装前提の基盤技術。 CO₂分離・回収のコスト低減が事業成立条件として明確化。	・ CCUS（Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage） は、鉄、セメント、化学、石油精製等の脱炭素化が難しい分野や発電所等で発生したCO ₂ を地中貯留・有効利用することで、電化や水素等を活用した非化石転換では脱炭素化が難しい分野において脱炭素化を実現できるため、エネルギー安定供給、経済成長、脱炭素の同時実現に不可欠となっている。 ・ CCS事業の自立化に向けたコスト低減を進めるべく、分離回収分野では排出ガス中のCO₂濃度や圧力を踏まえた最適な技術の開発 、輸送分野では船舶の大規模化に向けた最適なタンク設計などの船舶輸送技術確立、貯留分野では低コストなモニタリング技術の導入を目指した国内外での実証を進める。 ・ CO₂分離・回収設備の導入には、一層のコスト低減や省スペース化が重要 であり、膜技術などの新たな手法も活用し、排ガスごとの条件に適した分離・回収技術の実用化・社会実装を推進する。

技術戦略上の位置づけ (1/3)

✓ 「カーボンリサイクルロードマップ」
(2023年6月)
・CO₂分離・回収技術として「クローズドIGCC」及び「ケミカルルーピング」が明記

共通技術 (CO₂分離回収技術)

現状課題

- <技術課題>**
(コスト低減に向けた開発)
- ・設備・運転コスト及び所要エネルギーの削減
 - ・新しい材料(吸収材、吸着材、分離膜)の開発(選択性、容量、耐久性の向上)
 - ・基材の製造コストの低減
 - ・プロセスの最適化(熱、物質、動力等)等
 - ・CO₂排出源、用途に応じた分離回収法の選定
- [現在の回収コスト]
石炭火力発電排ガス(低圧ガス) + 化学吸収法 コスト
例: 6,000円程度/t-CO₂ (既設石炭火力に追設の場合)
所要エネルギー: 2.5GJ程度/t-CO₂
- (技術の標準評価方法の確立)**
- ・エネルギー消費とコスト評価手法の明示化、評価基盤確立
- <その他課題>**
- ・CO₂発生源と需要・供給先を連携させたカーボンリサイクルに適合するCO₂分離回収システムの構築(コプロダクション)
 - ・化学品、燃料、鉱物等、回収したCO₂を利活用する技術との連携
 - ・CO₂需給量の調整・運用機能
 - ・輸送、貯蔵技術開発、超臨界CO₂の安全性評価
 - ・輸送コストの低減(大量輸送、液化技術)

2030年に向けた取組

- <具体的な取組>**
(コスト低減に向けた技術開発及び実証試験)
- ・圧力、濃度の違いによるCO₂分離回収技術の開発(材料開発、プロセス最適化・高効率化、コスト低減)(低圧ガス用)
 - ・固体吸収法、化学吸収法、物理吸着法、膜分離法、電界法等(適用例: 燃焼排ガス、高炉ガス)(高圧ガス用)
 - ・物理吸収法(適用例: IGCC燃焼前回収)
 - ・膜分離法(適用例: IGCC燃焼前回収、天然ガス精製)
- <その他取組>**
- ・CO₂輸送・貯蔵技術開発/実証
 - ・CCSの事業環境整備と整合性のとれたCO₂分離回収・輸送システムの検討
 - ・CO₂排出源を踏まえた分離回収技術と用途に適合したビジネスモデルの検討、ルール形成のサポート
 - ・ISO TC265(二酸化炭素回収・輸送・地中貯留)を中心とした、関連標準化動向の把握
 - ・排出削減カウントルールの形成に関する情報の収集
 - ・CO₂回収効率化燃焼・ガス化技術(酸素富化燃焼・クローズドIGCC、ケミカルルーピング)
- <グリーンイノベーション(GI)基金>**
CO₂の分離回収等技術開発
- ①天然ガス火力発電排ガスからの大規模CO₂分離回収技術開発・実証
 - ②工場排ガス等からの中小規模CO₂分離回収技術開発・実証
 - ③CO₂分離素材の標準評価共通基盤の確立
CO₂濃度10%以下の低圧・低濃度のCO₂分離回収技術を確立し、CO₂分離回収設備・素材ビジネスの拡大に加えて、カーボンリサイクル市場における我が国の国際競争力を強化

2030年の目標

- <技術目標>**
(コスト低減に向けた開発)
(低圧ガス用)
- ・<燃焼排ガス、高炉ガス等、濃度数%~、常圧程度>
-2,000円台/t-CO₂【GI基金】
 - ・-所要エネルギー1.5GJ/t-CO₂
 - ・-化学吸収法、固体吸収法、物理吸着法、膜分離法等(高圧ガス用)
 - ・<化学プロセス、燃料ガス等、濃度数10%、数MPa>
-1,000円台/t-CO₂
 - ・-所要エネルギー0.5GJ/t-CO₂
 - ・-物理吸収法、膜分離法等
- (CO₂分離回収システムの構築)**
- ・CO₂排出源および用途に適合した省エネルギー、低コストとなるCO₂分離回収のシステム化
 - ・10,000時間連続運転の実現(耐久性、信頼性の実証)
- <その他取組>**
- ・CO₂排出源を踏まえた分離回収技術と用途に適合したCO₂純度の組み合わせを考えた社会システム構築
 - ・省エネルギー、低コストとなるCO₂輸送・貯蔵手段の確立
-液化(冷却、圧縮)、貯蔵(コンテナ、タンク)、輸送(車両、パイプライン、船舶等)
- <分離素材標準評価技術の確立>**
- ・評価プロトコル確立による素材開発加速の実現【GI基金】

2030~2050年までの 取組・ターゲット

- <技術目標>**
- ・1,000円/t-CO₂に向けた技術革新
 - ・CO₂分離回収システムの耐久性、信頼性の向上、小型化
 - ・CO₂発生源と用途先の運用に応じたCO₂分離回収システムの最適化

- <普及への課題>**
- ・CO₂分離回収および輸送システムの本格普及

出典: 経済産業省、「カーボンリサイクルロードマップ」(2023年6月)

技術戦略上の位置づけ（2/3）

✓「カーボンリサイクルロードマップ」 （2023年6月）

・CO₂分離・回収技術の2030年におけるコスト目標として「**1000円台／t-CO₂**」が示された。

・CO₂分離・回収技術の2040年以降におけるコスト目標として「**1000円以下／t-CO₂**」が示された。

出典：経済産業省、「カーボンリサイクルロードマップ」（2023年6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

（参考）カーボンリサイクル技術・製品概要

- ※1 現状のカーボンリサイクル製品の価格は事務局調べ
 ※2 既成製品の価格は統計情報や調査結果等に基づく参考値
 ※3 「CO₂等を用いた燃料製造技術開発」プロジェクトの研究開発・社会実装の方向性（第8回 産調審G1プロジェクト部会 エネルギー構造転換分野 WG(2021年12月23日)）における目標値
 ※4 「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」(2021年6月)における目標値

	CO ₂ 変換後の物質	カーボンリサイクル技術開発の現状	課題	既存製品の価格 (2023年1月現在)	2030年	2040年以降
基幹物質	合成ガス メタノール等	一部実用化、革新的プロセス（光、電気等利用）は技術開発段階	変換効率・反応速度の向上、触媒の耐久性向上 等	—	製造コストの低減	製造コストの更なる低減
化学品	汎用品 (オレフィン、BTX等)	一部実用化（石炭等から製造した合成ガス等を利用） その他は技術開発段階	転換率・選択率の向上 等	約180円/kg ^{※2} (エチレンの国内販売価格)	製造コストの低減	製造コストの更なる低減
	含酸素化合物	一部実用化（ポリカーボネート等）、 その他は技術開発段階 【価格例】 既存の同等製品程度（ポリカーボネート）	ポリカーボネートはCO ₂ 排出量の更なる削減 ポリカーボネート以外の実用化（転換率・選択率の向上）	約400円/kg ^{※2} (ポリカーボネートの国内販売価格)	既存製品と同等のコスト	製造コストの更なる低減
	バイオものづくり、 バイオ由来化学品	技術開発段階（CO ₂ や非可食性バイオマス等を原料とした物質生産）	低コスト・効率的な前処理技術、微生物改変技術 等	—	既存製品の1.2倍程度のコスト	更なる低コスト化
燃料	液体燃料 (バイオ燃料（SAF）)	技術開発/実証段階 【価格例】SAF1600円/L ^{※1}	生産率向上、低コスト・効率的な前処理技術 等	100円台/L ^{※2} (ジェット燃料の国内販売価格)	製品コストの低減	更なる低コスト化
	液体燃料 (合成燃料(e-fuel))	技術開発段階(合成燃料(e-fuel)) 【価格例】 合成燃料 約300～700円/L ^{※1}	現行プロセスの改善、システム最適化 等	約170円/L ^{※2} (ガソリンの国内販売価格)	—	既存の製品と同等のコスト (約100-150円/L) ^{※3}
	ガス燃料 (合成メタン、LPガス等)	技術開発/実証段階	システム最適化、スケールアップ、高効率化 等	105円/Nm ³ ^{※2} (天然ガスの輸入価格)	製造コストの低減	既存の製品と同等のコスト (40-50円/Nm ³) ^{※4}
鉱物	コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物	一部実用化、 低コスト化に向けた技術開発段階 【価格例】数百円/kg(道路ブロック)	CO ₂ と反応させる有効成分の分離、微粉化、低コスト化 等	30円/kg ^{※2} (道路ブロック用プレキャストコンクリートの国内販売価格)	道路ブロック等、技術成熟度が高い製品について、既存の製品と同等のコスト	新たに用途拡大された製品について、既存製品と同等のコスト
共通技術	CO ₂ 分離回収 (DAC含む)	一部実用化(化学吸収法)、 その他手法は技術開発段階 【価格例】 約4000円～6000円/t-CO ₂ (化学吸収法)	所要エネルギーの削減 等	—	1000-2000円台/t-CO ₂ (共通技術(CO ₂ 分離回収技術)のスライド参照)	1000円以下/t-CO ₂ 2000円以下/t-CO ₂ (DAC)
基盤物質	水素	概ね技術確立済み(水電解等)、 他の手法を含め低コスト化に向けた技術開発を実施	低コスト化 等	—	30円/Nm ³ ^{※4}	20円/Nm ³ ^{※4} (プラント引き渡しコスト) ^{※4}

技術戦略上の位置づけ（3/3）

参考
（2022年度
中間評価時点）

✓ 「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）
CO₂回収のプロセス技術として「クローズドIGCC」「ケミカルルーピング」、その目標値が明記。

共通技術

● CO₂分離回収技術

<技術課題>

- 設備・運転コスト及び所要エネルギーの削減
新しい材料（吸収材、吸着材、分離膜）の開発
（選択性、容量、耐久性の向上）
基材の製造コストの低減
プロセスの最適化（熱、物質、動力等）など
- CO₂排出原、用途に応じた分離回収法の選定
- CO₂発生源と需要・供給先を連携させたカーボンリサイクルに
適合するCO₂分離回収システムの構築（コプロダクション）
- エネルギー消費とコスト評価手法の明示化、評価基盤確立
- 輸送、貯蔵
輸送コストの低減（大量輸送、液化技術）
CO₂需給量の調整・運用機能

<個別技術>

- 化学吸収法（温度差（現行プロセス））
4,000円程度/t-CO₂、所要エネルギー2.5GJ程度/t-CO₂
- 物理吸収法（圧力差（実証段階））
- 固体吸収法（温度差）（研究開発段階）
- 物理吸着法（圧力差・温度差、小スケールでメリット、
選択率、容量、耐久性の向上、新材料の開発）
- 膜分離法（圧力差）
- その他、深冷分離法、Direct Air Capture など

<CO₂回収を容易にするためのプロセス技術>

- 酸素富化燃焼・クローズドIGCC
低コスト酸素供給技術の開発
- ケミカルルーピング
低コスト、長寿命の酸素キャリアの開発

<具体的な取組例>

- 低コスト型分離回収技術の開発
- 液体CO₂の船舶輸送の技術の開発

2030年のターゲット

- 低圧ガス用（燃焼排ガス、高炉ガスなど、濃度数%～、常圧
程度でのCO₂分離）
2,000円台/t-CO₂
所要エネルギー1.5GJ/t-CO₂
化学吸収法、固体吸収法、物理吸着法など
- 高圧ガス用（化学プロセス、燃料ガスなど、濃度数十%、
数MPaでのCO₂分離）
1,000円台/t-CO₂
所要エネルギー0.5GJ/t-CO₂
物理吸収法、膜分離法、物理吸着法など
- その他プロセス全体の見直し（CO₂分離回収機能を備えた
発電・化学合成システム）
クローズドIGCC・ケミカルルーピングなど
1,000円台/t-CO₂
所要エネルギー0.5GJ/t-CO₂

<CO₂分離回収システムの構築>

- CO₂排出原および用途に適合した省エネルギー、低コストとな
るCO₂分離回収のシステム化
- 10,000時間連続運転の実現（耐久性、信頼性の実証）

<分離素材標準評価技術の確立>

- 評価プロトコル確立による素材開発加速の実現

<CO₂輸送・貯蔵システムの構築>

- CO₂排出原および用途に適合した省エネルギー、低コストとな
るCO₂輸送・貯蔵手段の確立
液化（冷却、圧縮）、貯蔵（コンテナ、タンク）、輸送（車両、
パイプライン、船舶など）

2040年以降 のターゲット

<分離回収実用化>

- 1,000円～数百円
/t-CO₂の達成
- CO₂分離回収システ
ムの耐久性、信頼性
の向上、小型化
- CO₂発生源と用途先
の運用に応じたCO₂
分離回収システムの
最適化
- CO₂分離回収および
輸送システムの本格
普及
- CO₂ネットワーク化
（回収・輸送・利用イ
ンフラ、ハブ&クラス
ター など）

外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）(1/5)



◆国内外の研究開発の動向と比較 (その1)

【石炭から化学合成・発電の例】

- ・メタノールや液化油等を主に製造し、発電しても所内電力として消費。
- ・古くから使われている技術であるが、近年、中国で急速に増加。
- ・最近の例

Dalian, 石炭3,000t/日, 水素製造, 2019年運開

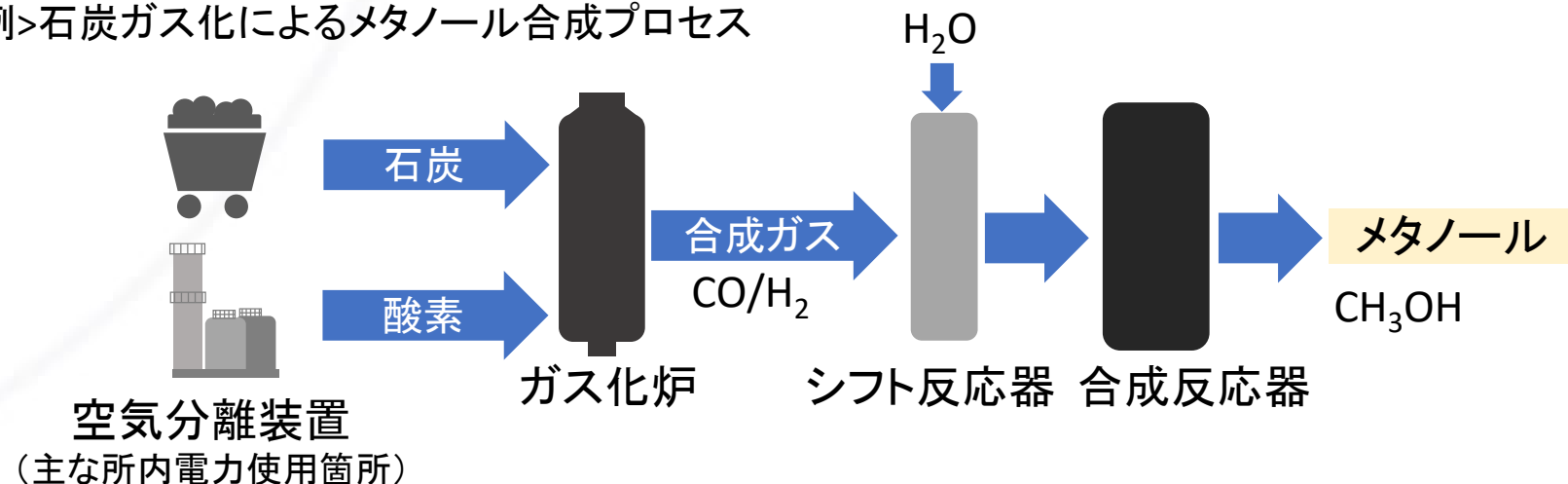
Rongxin, 石炭4,000t/日, メタノール製造, 2019年運開

<比較>

- ・本NEDO事業では、**発電した電力を積極的に送電**することを想定。
- ・CO₂回収を伴う実績は無し。

※ 化学合成の知見は活用可能。

<例>石炭ガス化によるメタノール合成プロセス



外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など)(2/5)



◆国内外の研究開発の動向と比較 (その2)

【再エネを利用したポリジェネレーションの例】

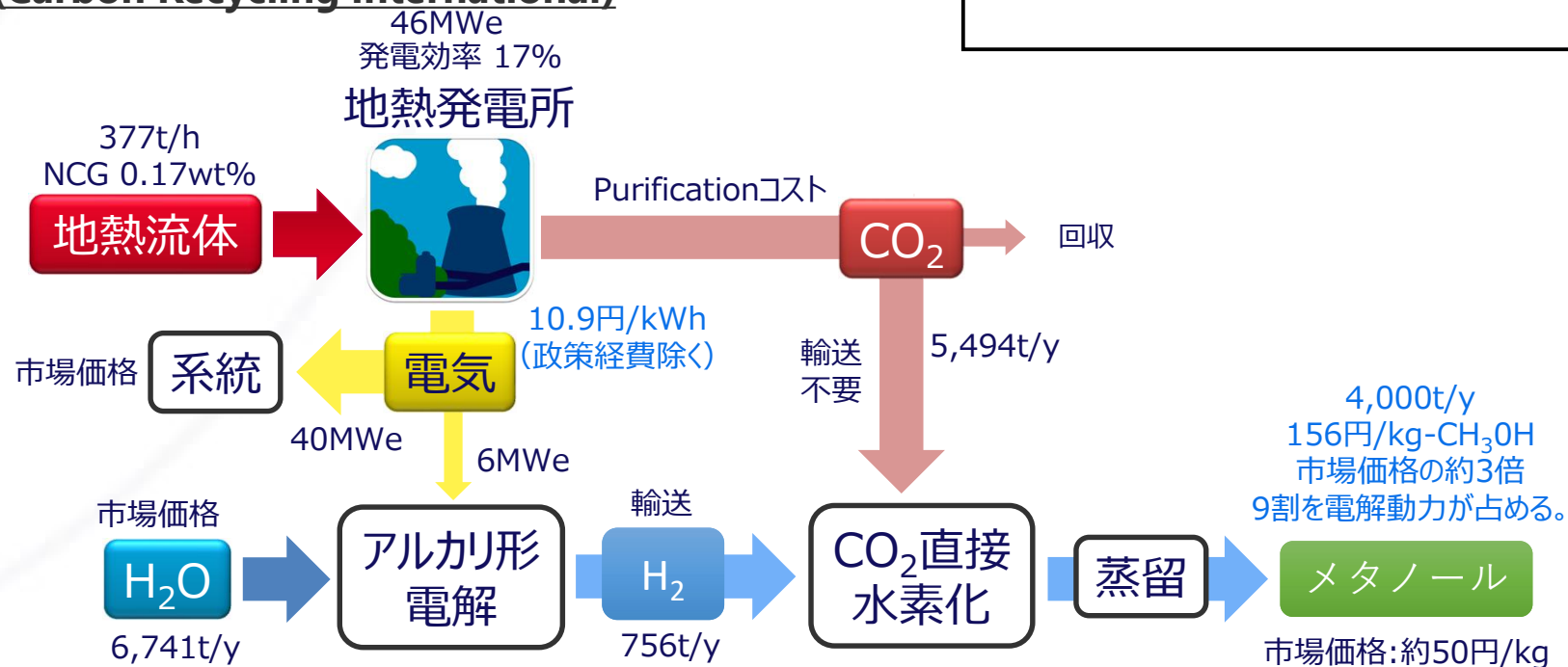
- ・再エネ発電とCO₂を利用したポリジェネレーションが試行されている。
- ・現状では製品コストは高額。

＜比較＞

- ・本NEDO事業では、**併産品販売によりCO₂回収コスト低減を目指し**、製造コストの高い製品は避け、適切な製品を見出す予定。

ポリジェネレーションシステム技術事例

(Carbon Recycling International)



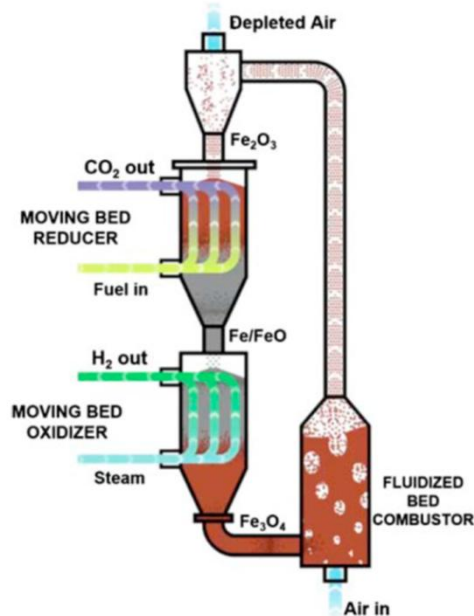
外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など)(3/5)



◆国内外の研究開発の動向と比較 (その3)

【水素併産ケミカルルーピング燃焼（CLC）の例】

- ・オハイオ州立大Fan教授とBabcock Wilcoxの開発チームがトップランナーとして先行。
- ・3塔式移動層反応器、酸化鉄系人工キャリアを用いて250 kW_{th}ホット装置で運転を実施（次期60 MW_{th}実証機計画発表）。
- ・移動層のため、**固体燃料には不向き**。



出典：Tien-Lin Hsieh, Dika iXu, Yitao Zhang, Sourabh Nadgouda, Dawei Wang, Cheng Chung, Yaswanth Pottimurthy, Mengqing Guo, Yu-Yen Chen, Mingyuan Xu, Pengfei He, Liang-Shih Fan, Andrew Tong, "250 kW_{th} high pressure pilot demonstration of the syngas chemical looping system for high purity H₂ production with CO₂ capture", Applied Energy, 230, 1660-1672, 2018

ガス燃料を用いたケミカルループ水素製造250kW_{th}装置

＜比較 本NEDO事業では・・・＞

- ・ **流動層プロセス**を開発しており、**反応効率と温度制御性の更なる向上**を目指す。**固体燃料も使用可能**。
- ・ 高性能キャリアの開発と選定により効率向上を目指す。
- ・ 300kW_{th}ホット装置を活用することで上記を検証予定。

【その他の類似プロセスの開発動向】

[中国/清華大]

3塔式循環流動層反応器、天然イルメナイトキャリアを用いて5 MW_{th}ホット装置で運転を実施。
(水素併産なし)。

[台湾/ITRI]

3塔式移動層反応器、酸素キャリアに酸化鉄系球形粒子を用いてメタンを反応。固体燃料には不向き。

[韓国/KAIST、KIERなど]

3塔式移動層反応器に流動層を使う方式も提案し、コールドモデルで粒子循環実験を実施。

[中国/西南大]

酸素キャリアとして鉄系以外でNi系粒子を提案。

[日本/豊田中央研究所]

効率的なVOCの分解とCO₂回収を目的にCLC燃焼システムの制御方法を提案。

⇒ 継続して開発動向を注視

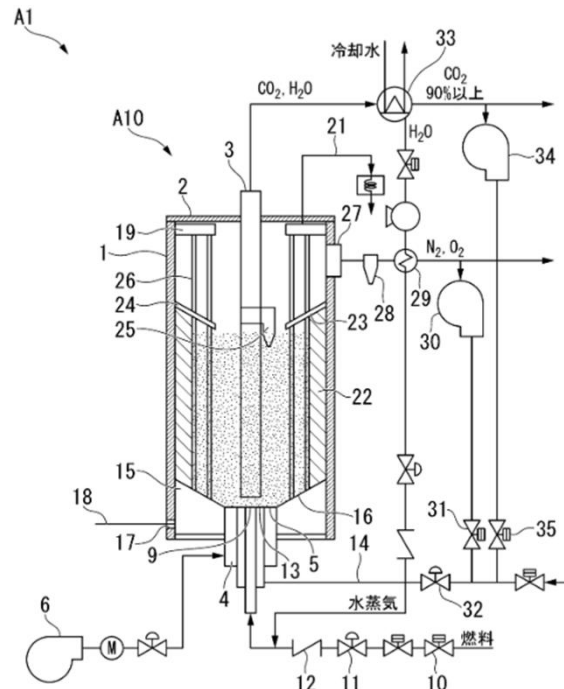
外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など)(4/5)



◆国内外の研究開発の動向と比較 (その4)

【有機溶剤・廃液を利用したCLCの例】

- ・有機廃液の利用において、ガス化せず直接CLCで分解、CO₂を高純度で回収する例は少ない。
- ・学校法人幾徳学園/東京応化工業株式会社にて
金属粒子を用いた有機廃液（半導体洗浄廃液など）の利用に関する公開情報あり。
⇒単一反応器切替もしくは2塔構成による金属粒子の酸化・還元サイクル。
- ・特許調査の範囲では他のプレイヤーは見えていない。



出典：特開2021-96064
学校法人幾徳学園/
東京応化工業株式会社

＜比較＞

- ・本NEDO事業では、3塔構成によりCO₂分離だけでなく、H₂製造も並行。
- ・有機廃液には**国内化学メーカーで発生する重油**の使用を検討。生成するH₂, STM, CO₂ 電気需要の観点からも、化学プラントへの親和性が高い。

外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など)(5/5)



◆標準化動向

【ISO・国内外の規格化の現状】

ケミカルルーピング単独の国際標準は未整備

・現時点で**Chemical Looping技術そのものに直接対応する国際標準は未整備**である。現状では、各国の研究機関や産業界が独自仕様で開発を進めている段階である。

・ISO/TC265 WG1（CO₂回収分野）において、中国がCO₂回収のためのケミカルルーピング技術の原理と応用を提案検討中との情報がある。継続して動向を注視する。

（GI基金事業／CO₂の分離回収等技術開発※／CO₂分離素材の標準評価共通基盤の確立（産総研）事業戦略ビジョン（2025年11月））

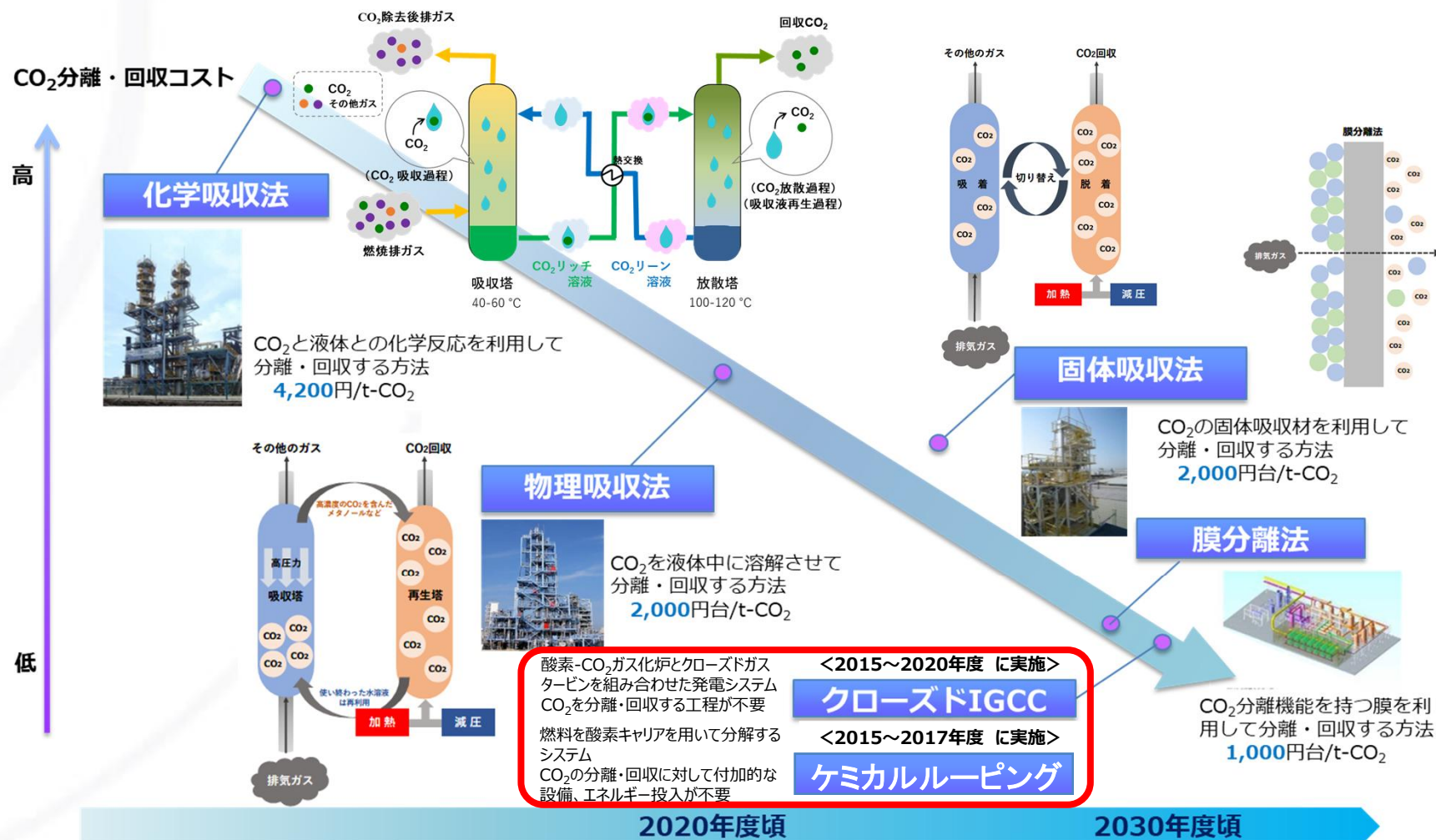
<https://green-innovation.nedo.go.jp/resources/pdf/development-co2-separation-recovery/item-001-3/vision-aist-004.pdf>

※：グリーンイノベーション基金事業／CO₂の分離回収等技術開発

<https://green-innovation.nedo.go.jp/project/development-co2-separation-recovery/>

他事業との関係

◆CO₂分離・回収 技術開発の比較



※ 図中のコストは様々な仮定に基づき試算したもの。
経済産業省「次世代火力発電に係る技術ロードマップ/技術参考資料集」(2016年6月)を基にNEDO作成

アウトカム達成までの道筋

インプット

アクティビティ

アウトカム

アウトカム

2020 (プロジェクト開始)

2024

2027

2030~

2040~

第一フェーズ
(2020fy~2024fy)

アウト
プット
目標

第二フェーズ
(2025fy~2027fy)

アウト
プット
目標

実用化・事業化 → 社会実装
(2030年代目途)

研究開発テーマ①

要素技術研究開発

全体システム検討

コスト評価

適用先検討

研究開発テーマ②

要素技術研究開発

全体システム検討
・実証機設計

コスト評価

研究開発テーマ③

補完研究

実証機
建設

実証試験

事業性評
価

スケール
アップ検討

要素技術の確立

実用化の見通しの明確化

アウトカム目標

ポリジェネレー
ションシステムの
社会実装
※CO₂回収コ
スト：1000円
台/t-CO₂

アウトカム目標

ポリジェネレー
ションシステムの
社会実装
※CO₂回収コ
スト：1000円
以下/t-CO₂

適用可能な技術・規模から順次実用化・事業化

数百kW_{th}~

数~数十MW_{th}~

数百MW_{th}~

スケールアップ技術開発
⇒スケールアップに伴い適用先拡大
需要家探索・市場性検討

設計技術の確立

EPC/ライセンス事業展開

色の対応

経済的側面
社会的側面
技術的側面

波及効果

燃料供給安定性
向上への貢献

日本の研究
力向上

※機密性の高い詳細版は「非公開版」に掲載

知的財産・標準化:オープン・クローズ戦略

【基本戦略】

- ◆ 知財として確保する方が有利な技術については積極的に特許として出願する。
- ◆ ノウハウとして保有する方が有利な技術は出願しない。
- ◆ 競合技術の出願状況を定期的に調査し、対策を検討する。

【特許化のキーワード（注力分野）】

噴流床

- ① 多様な燃料を利用するCO₂回収型ポリジェネレーションシステム基盤技術開発
 - ・ 多様な燃料を利用するガス化炉：[技術の保護]
 - ・ ガス精製技術：[技術の保護]
 - ・ それらを用いて構築するポリジェネレーションシステムのコア技術：[技術の保護]

流動床

- ② ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術開発
- ③ ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術の実用化に向けた研究開発
 - ・ ケミカルルーピング燃焼プロセス：[ライセンス化]
 - ・ 反応器：[ライセンス化]（内部構造や流動制御等ノウハウに関する技術は秘匿）
 - ・ 人工（酸素）キャリア：[ライセンス化]

知的財産管理

- ✓ 知的財産権の帰属及び取扱い方法について文書化して管理
- ✓ 本事業で得られた知財については、関係各機関の知財管理部門と連携し、特許管理、知財管理を推進

	第一フェーズ（委託事業）	第二フェーズ（補助事業）
知的財産権の帰属	産業技術力強化法第17条第1項に規定する4項目及びNEDOが実施する知的財産権の状況調査（ <u>バイ・ドール調査</u> ）に対する回答を条件として、知的財産権は全て発明等をなした機関に帰属。	本事業の実施によって得られた知的財産権等の研究成果は、全て発明等をなした機関に帰属。
知財マネジメント	<u>NEDO知財マネジメント基本方針</u> に記載された「 <u>全実施機関で構成する知財運営委員会（又は同機能）</u> 」を整備し、「 <u>知財の取扱いに関する合意書</u> 」を作成。	「 <u>全実施機関で構成する知財運営委員会（又は同機能）</u> 」を整備し、「 <u>知財の取扱いに関する合意書</u> 」を作成。
データマネジメント	<u>NEDOデータマネジメントに係る基本方針</u> に記載された「 <u>全実施機関で構成する知財運営委員会（または同機能）</u> 」を整備し、「 <u>データの取扱いに関する合意書</u> 」を作成。	<u>NEDOデータマネジメントに係る基本方針</u> に記載された「 <u>全実施機関で構成する知財運営委員会（または同機能）</u> 」を整備し、「 <u>データの取扱いに関する合意書</u> 」を作成。

＜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

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) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況

- ・ 実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠
- ・ アウトカム目標の達成見込み
- ・ 費用対効果
- ・ 前身事業との関連性
- ・ 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
- ・ 研究開発成果の副次的成果等
- ・ 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

実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠

本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方

●実用化

当該研究開発成果に基づくポリジェネレーションシステムの実機適用のために基盤技術が確立されること。
具体的には、**本事業で開発された技術が組み込まれたシステムにより、電力や有価物が提供される目処がつくこと。**

●事業化

確立された基盤技術に基づき商用システムが建設・運転されること。
具体的には、**本事業で開発された技術が組み込まれた商用システムにより、電力や有価物が提供されること。**

アウトカム目標

以下のCO₂回収コスト目標を達成するポリジェネレーションシステムの社会実装

- 2030年の目標：CO₂回収コスト1000円台／t-CO₂
- 2040年以降の目標：CO₂回収コスト1000円以下／t-CO₂

設定根拠

- カーボンリサイクルロードマップ（2023年6月）で示された目標

アウトカム目標の達成見込み (1/4)

アウトカム目標の達成見込み

・小規模な研究開発でコアとなる要素技術を確立後、スケールアップを経て、実用化・事業化を着実に目指す方針を採用している。ただし、スケールアップに関する技術開発だけに固執せず、幅広いニーズに合わせたシステム構築と、それらの普及展開の可能性も視野に入れ、適用可能な技術・規模から順次、成果の実用化・事業化を目指す。

・例えば、本事業にて基盤技術を確立後は、バイオマス等を燃料とする小規模システムの実用化・事業化を目指すとともに、中規模システム向けの開発を推進し、最終的には、中規模システムの実用化・事業化を目指す。

・なお、本事業の成果として「CO₂分離・回収型ポリジェネレーションシステム」が実現した場合は、CO₂分離・回収コスト低減のニーズの高さ、併産有価物（水素、メタノール等）の需要の多さ、熱または電力・物質サプライシステムとしてコンビナート内の産業間連携への貢献などの要因により、実用化・事業化の見通しを有する。

⇒以上により、**アウトカム目標達成を見込む**

課題

事業化リスク：

- ・燃料価格高騰・調達難や、設備建設コスト高騰のリスク
- ・CO₂分離・回収コストや事業性に影響する、併産有価物の需要・価格動向

アウトカム目標の達成見込み (2/4)

補足

◆実用化・
事業化に
向けた戦略

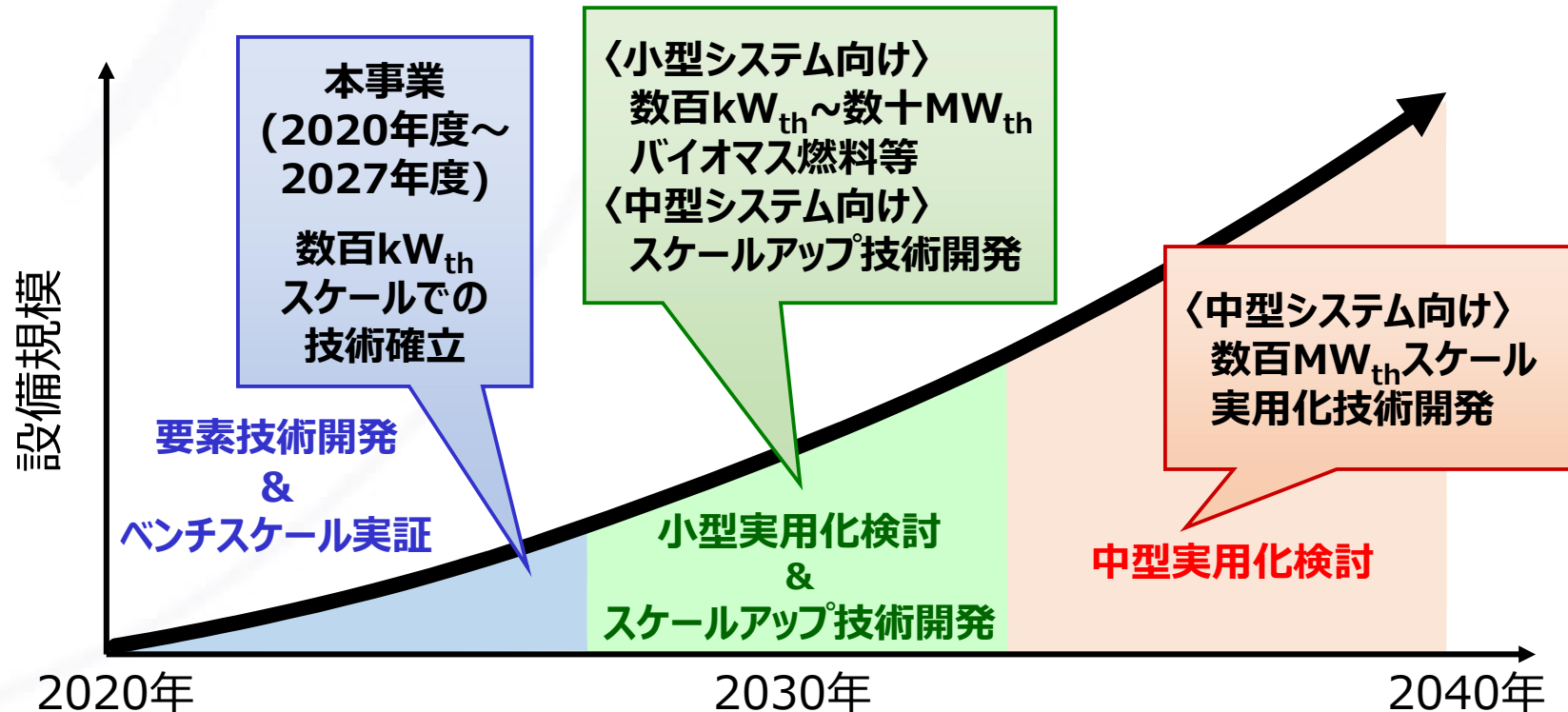
- 小規模な研究開発でコアとなる要素技術を確立し、スケールアップを経て、実用化・事業化を着実に目指す方針。
- 前身事業で得られた成果を活かして取り組んでおり、**燃料多様化と有価物併産**に関する技術開発にも注力。
- 将来を見据えたスケールアップの技術開発だけでなく、多様な製品に適用可能という利点を活用して、**ニーズに合わせたシステム構築**とそれらの普及展開を図る。
- **適用可能な技術・規模から順次実用化・事業化**を狙う。

アウトカム目標の達成見込み (3/4)

補足

◆実用化・
事業化に向
けた取組

- 本事業で分離・回収コスト1,000円台/t-CO₂に向けた基盤技術を確立。
- 次フェーズでは、例えば、バイオマス燃料等を用いる小型システムの実用化・事業化を目指すとともに、中型システム向けにスケールアップの開発を推進。
- 最終的には、中型システムの実用化・事業化を目指す。



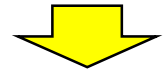
アウトカム目標の達成見込み (4/4)

補足

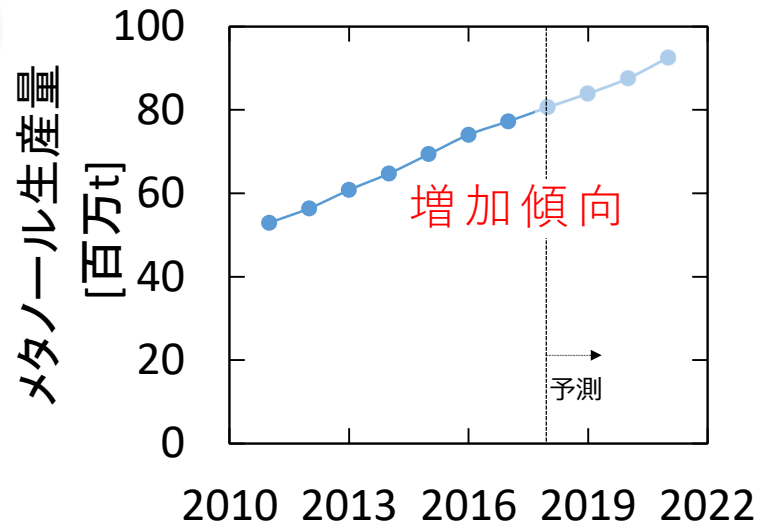
◆成果の
実用化・
事業化の
見通し

- **低コストなCO₂回収**技術はニーズ大
- 併産化学品（第一候補：メタノール）は世界的に需要拡大傾向
- 併産水素は水素社会の実現に貢献
- 熱または電力・物質サプライシステムとしてコンビナートなどの**産業間連携**に貢献
- **バイオマスや廃棄物の燃料利用**は循環型社会の構築に貢献

本技術が確立



**実用化・事業化
見通し：有**



Methanex "Methanex investor presentation" 2018 October. を参考にして作成

図1 メタノールの需要実績および予測

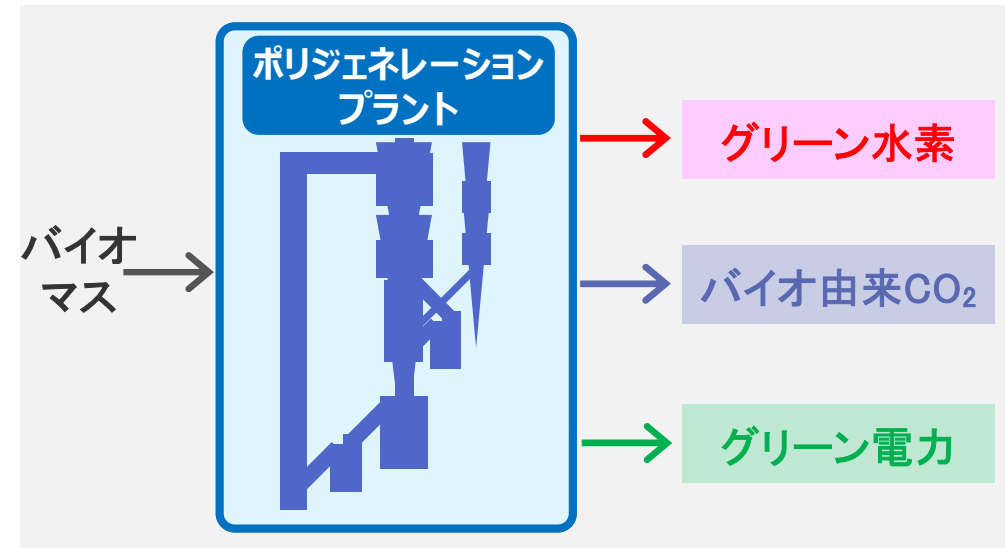


図2 バイオマス燃料のポリジェネレーションプラントによる
水素・電力・CO₂製造事業のイメージ

費用対効果

【投資コストと効果】

本事業実施の費用対効果より、事業の妥当性を確認

プロジェクト費用の総額
(NEDO負担額)
39億円
(2020-2027年度)

<

効果 (2040年以降)

- ① 併産有価物 **300～877億円/年**
- ② CO₂排出削減に係るCD **178～259億円/年**

【効果①】

〈併産有価物〉
**300 ～
877億円/年**

[算出根拠]

- ・ 2040年の総発電電力量： **1.1～1.2兆kWh/年**（第7次エネ基見通し）
- ・ 2040年の火力発電の比率： **3～4割**（第7次エネ基見通し）
- ・ 2040年以降、火力発電の**電力量の3%を本技術で賄う**と仮定 ⇒ **99～144億kWh/年**
- ・ この時、**併産化成品** 64～93万t/年 ⇒ **300～436億円/年**（47円/kg）
または、**併産水素** 30～44億Nm³/年 ⇒ **603～877億円/年**（20円/Nm³）

【効果②】

〈CO₂排出削減に
係るコストダウン〉
178～259億円/年

[算出根拠]

- ・ 石炭火力のCO₂排出原単位: 0.8kg-CO₂/kWh、本技術の**CO₂回収率: 90%**
- ・ 削減されるCO₂排出量は **713～1037万t-CO₂/年**
- ・ 低減されるCO₂分離・回収コストは **△2,500円/t-CO₂**
(現状: 4,000円/t-CO₂ ⇒ 本技術: 1,000円台(平均: 1,500円)/t-CO₂)
- ・ 削減CO₂排出量に係るコストダウン効果 ⇒ **178～259億円/年**

【CO₂削減効果】

既設石炭火力による発電の代替分として **713～1037万t-CO₂/年**
(バイオマス・廃棄物の燃料利用によりさらに向上)

前身事業との関連性 (1/3)

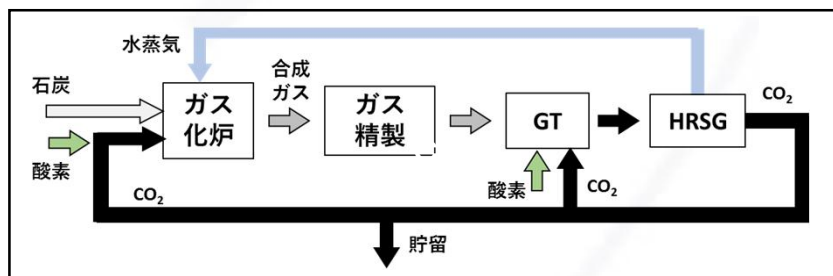
■ CO₂回収型次世代IGCC技術開発 (2015～2020年度)

<概要>

CO₂回収型クローズドIGCCに水蒸気添加ガス化を適用することにより、更なる効率向上を実現する。

<2020年度目標（最終目標）と達成状況>

送電端効率42%HHVを見通すための要素技術を確立し、技術の組み合わせで更に0.5%の効率向上の見通しを得た。産業用ガス化炉への展開を考案。



- ・ CCS技術の実用化検討中
- ・ 成果の早期実用化
- ・ CO₂分離・回収コスト低減

- [追加技術要素]
- ・ 燃料多様化 (廃棄物等)
 - ・ 化学合成

■ CO₂分離型化学燃焼石炭利用技術開発 (2015～2017年度)

<概要>

ケミカルループ燃焼 (CLC※1) による石炭利用技術を確認し、1,000円台/t-CO₂の回収コストを実現する。

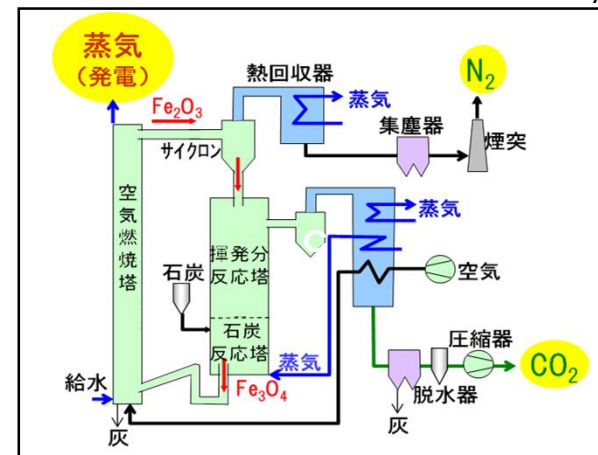
<2017年度目標（中間目標）と達成状況>

1,000円台/t-CO₂を見通せる天然キャリアを選定し、CLCプロセスの実現性に技術的めどを付けた。

⇒ EOR※2用CO₂への適用に求められる経済性の向上が不透明であり、一時中断。

※1 CLC : Chemical Looping Combustion

※2 EOR : Enhanced Oil Recovery



- [追加技術要素]
- ・ バイオマス燃料
 - ・ 水素生成

前身事業との関連性 (2/3)

CO₂回収型次世代IGCC技術開発事業における事後評価結果を本事業の実施に反映

研究テーマ	『CO ₂ 回収型次世代IGCC技術開発』
委託先	一般財団法人電力中央研究所、三菱重工業株式会社、三菱パワー株式会社※1
総合評価	優れている
コメント	得られた成果は、従来型IGCCの効率向上に貢献できるものと高く評価され、大型化ならびに実証フェーズへの進展が期待される。また、化学合成プラントへの展開だけでなく、 ポリジェネレーションシステムへの展開が期待 でき、顕著な波及効果が見込まれる。

※1 2021年10月の統合により、現在は三菱重工業株式会社

NEDOホームページ <http://www.nedo.go.jp/content/100935459.pdf>

事後評価における評価委員からの指摘、提案事項とその対応

指摘		対応（本事業において考慮した点）
1	我が国独自の優れた技術として積み上げてきたIGCCのノウハウの蓄積を絶やさない仕組みの検討が必要である	特に 産業用ガス化炉 への新たな展開については、「 CO₂分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術開発 」において 経済性も含めた検討 を実施する。
2	O ₂ /CO ₂ ガス化の“SNG※ ² 合成等の産業用ガス化炉としての展開”は良いアイデアと思うため、経済性を含めたFSを進めてほしい。	O ₂ /CO ₂ ガス化の“SNG合成等の 産業用ガス化炉 としての展開”については、「 CO₂分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術開発 」において 経済性も含めた検討 を実施する。

前身事業との関連性 (3/3)

技術的に関連のある事業は下表の2つ。

年度	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
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	※	石炭、水素併産なし ケミカル ループ											
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													
研究開発項目⑤ CO ₂ 回収型次世代 IGCC技術開発	※												
		石炭、化学合成なし											

石炭、水素併産なし
ケミカル
ループ

ケミカルループ
燃焼ポリジェネ
レーション技術開発

追加される技術要素
・ 燃料の多様化
・ 有価物の併産

具体的な導入先を
想定した有価物を
併産する実証

第一フェーズ（委託）

第二フェーズ（補助）

多様な燃料を利用するCO₂
回収型ポリジェネレーションシ
ステム基盤技術開発

クローズドIGCC

アウトプット（中間）目標の設定及び根拠（1/9）

◆事業目標

<第一フェーズ>（2020～2024年度）

中間目標（2023年3月）	最終目標（2025年3月）	根拠
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。	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。	分離・回収コスト1,000円台／t-CO ₂ の最終目標は、カーボンリサイクル技術ロードマップにおける2030年ターゲットに示された数値であり妥当である。

<第二フェーズ>（2025～2027年度）

中間目標（2027年3月）	最終目標（2028年3月）	根拠
多様な燃料を用いて、導入先を想定したCO ₂ 分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術確立に向けて必要なデータの取得または実証試験実施に目途をつける。	導入先を想定したCO ₂ 分離・回収型ポリジェネレーションシステムの成立性ならびに、CO ₂ 分離・回収コストを含む全体システムの経済性を評価し、課題抽出・解決策検討及び開発ロードマップの検討といった実用化の見通しを明確化する。	CO ₂ 分離・回収型ポリジェネレーションシステムの社会実装のためには、原料の調達から、アウトプットとしての水素、化成品、CO ₂ の供給までをサプライチェーンに組み込むための導入先を含めて検討する必要がある。よって本フェーズでは、実際の導入先を想定し、用途拡大可能性の評価を含めて全体システムを検討し、実用化の見通しを得ることを目標とした。

アウトプット（中間）目標の設定及び根拠（2/9）

◆研究開発テーマ毎の目標

<第一フェーズ>（2020～2024年度）

研究開発テーマ	中間目標（2023年3月）	最終目標（2025年3月）	根拠
【噴流床】①多様な燃料を利用するCO ₂ 回収型ポリジェネレーションシステム基盤技術開発	CO ₂ 回収コスト1,000円台/t-CO ₂ を実現するために必要な ポリジェネレーションシステム構成を構築 し、その 要素技術確立の目途 を得る。	CO₂回収コスト1,000円台/t-CO₂を実現する火力発電設備の基盤技術確立 および 経済性評価 。	カーボンリサイクル技術ロードマップのCO ₂ 分離回収技術の目標に則した数値を採用した。
【流動床】②ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術開発	分離・回収コスト1,000円台/t-CO ₂ を見通せるケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーションシステムの設備設計に必要な 要素技術に目途 をつける。	分離・回収コスト1,000円台/t-CO ₂ を見通せるケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーションシステムの 設備設計技術に目途 をつける。	カーボンリサイクル技術ロードマップにおける2030年ターゲットから設定。

<第二フェーズ>（2025～2027年度）

研究開発テーマ	中間目標（2027年3月）	最終目標（2028年3月）	根拠
【流動床】③ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術の実用化に向けた研究開発	300 kW _{th} 級実証機の建設及び補完研究を行い、補助事業期間中の必要なデータ取得及び実証試験実施の 目途 をつける。	300 kW _{th} 級実証機で運転試験を行い、200 MW _{th} 級でCO ₂ 分離・回収コスト1,000円台/t-CO ₂ 又はそれ以下を見通せる設計技術に 目途 をつけ、実用化の見通しを明確化する。	カーボンリサイクル技術ロードマップにおける2030年ターゲットから設定。

アウトプット（中間）目標の設定及び根拠（3/9）

＜第一フェーズ＞【噴流床】①多様な燃料を利用するCO₂回収型ポリジェネレーションシステム基盤技術開発

◆実施項目毎の目標

項目		中間目標（2022年度）	最終目標（2024年度）	根拠
① 全体システム評価	①-1 全体システム構成の構築および課題抽出（～2022fy）	CO ₂ 回収コスト1,000円台/t-CO ₂ を実現するために必要なシステム構成を構築し、技術課題を抽出する。	—	カーボンリサイクル技術ロードマップのCO ₂ 分離回収技術の目標に則した数値を採用した。 中間時点までにシステム構築を行うことを想定。
	①-2 全体システムのCO ₂ 削減量とCO ₂ 回収コストの算出と課題抽出（2023fy～）	—	CO ₂ 回収コスト1,000円台/t-CO ₂ を実現するシステムの効率や経済性を評価し、実用化に必要な技術的課題を抽出する。	上記で設定した数値目標、システムを基に、他の項目の成果も反映して試算を行い、次フェーズに向けた課題を整理するために設定した。
② 発電・化学合成技術の調査と選定	②-1 発電技術の調査と選定	複数の発電機器について、全体システムの効率評価に必要な知見を整備する。	需給調整能力が高く、本システムに適する発電技術の選定と性能評価を行う。	本ポリジェネレーションシステムの利点である高い需給調整能力を発揮できる発電技術を選定するために設定した。
	②-2 化学合成技術の調査と選定	- 需要等を基に化学合成対象を選定し、性能評価に必要な情報を整備する。 - シュウ酸合成工程のうち、ギ酸ソーダ合成、シュウ酸ソーダ合成で各収率が最大となる反応条件を見出す。	- システム評価に必要な化学合成の各種情報を整備する。 - CO₂回収コスト低減効果が高いシュウ酸の合成プロセスを構築する。	①の目標達成のために必要な情報を得るために設定した。 - 本ポリジェネレーションシステムの効果をさらに高める基盤技術を構築するために設定。

アウトプット（中間）目標の設定及び根拠（4/9）

＜第一フェーズ＞【噴流床】①多様な燃料を利用するCO₂回収型ポリジェネレーションシステム基盤技術開発

◆実施項目毎の目標

項目		中間目標（2022年度）	最終目標（2024年度）	根拠
③ H ₂ /CO調整型多種燃料ガス化炉とガス精製の基盤技術開発	③-1 O ₂ /CO ₂ /H ₂ Oガス化によるH ₂ /CO調整性能解明	3TPD炉とリダクタ炉を用いて石炭とプラスチックの共ガス化の基本特性を明らかにする。 3TPD炉に廃棄物供給設備を追設し、共ガス化とH₂/CO調整性能解明に必要な運転方法を確立する。	石炭と廃棄物の混合燃料へO ₂ /CO ₂ /H ₂ O噴流床ガス化技術の適用性検証を行うとともに、合成ガス（生成ガス）中のH ₂ /CO比の調整性能を明らかにする。	①の目標を達成するために、石炭と廃棄物の混合燃料をガス化して、組成が安定した合成ガスを得る技術を検証するために設定した。
	③-2 多種燃料ガス化炉の設計支援技術構築	- ガス化反応実験を通して、石炭に廃プラスチックを混合することで現れる既往のモデル予測との差異を明らかにする。 - 詳細な数値解析により運転条件が合成ガス組成等に及ぼす影響を評価するとともに、1種類の炉形状で多目的最適化計算を実施する。	- 石炭、廃プラ、バイオマスの3種の混合ガス化に適用可能な反応モデルの構築または選定。 - 石炭、廃プラ、バイオマスの3種の混合ガス化に適用可能な詳細数値解析ツールの構築と、多目的最適化計算ツールの構築。	- 数値解析技術に反応モデルを提供するために設定した。 ①の目標を達成するために必要なデータを取得するとともに、③-1で実験的に検証した技術をスケールアップした際の性能を評価するために設定した。
	③-3 多種燃料ガス化に対応するガス精製システムの構築	本技術に適するガス精製システム構成の一次案を構築する。	本ポリジェネレーションシステムに対応するガス精製のシステム構成を構築し、運用特性を評価する。	①の目標を達成するために、ガス化炉で生成した合成ガスを化学合成や発電に使用できるようにする技術の構築のために設定した。

アウトプット（中間）目標の設定及び根拠（5/9）

◆実施項目毎の目標

＜第一フェーズ＞【流動床】②ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術開発

実施項目		中間目標（2022年度）	最終目標（2024年度）	根拠
①-2 要素技術研究開発、 バイオマス燃焼性検討	①-2-1 キャリアの水素生成反応性に関する検討	キャリアの水素生成速度と酸化還元反応の繰り返し安定性の評価に基づき、天然鉱石と人工粒子から候補キャリア及び水素生成流動層条件の絞り込みを行う。	300 kW _{th} 級実証機の改良設計及び試験結果のフィードバックに基づく検討の実施、および水素反応器の最適操作条件の確立。	キャリアの水素生成速度は、反応器の温度、キャリアの繰り返し性能、滞留時間などの操作条件に強く依存するため、実験データを基にした操作条件の最適化により300 kW _{th} 級実証機の水素反応器の水素生成速度の最大化を図る必要があることから設定。
	①-2-2 循環流動層のキャリア循環/流動/及び最適装置構造の検討	キャリア循環量制御方法を立案する。水素生成塔から燃料反応塔への水素リーク量を把握し、リーク量が問題となるとみられる場合は低減方法を立案する。	300 kW _{th} 級実証機の改良設計及び試験結果のフィードバックに基づく検討の実施、および実機に向けた3塔式循環流動制御方法の確立。	今までのCLC技術開発ではキャリアの酸化反応(空気反応塔)/還元反応(燃料反応塔)特性、及び循環/流動特性を検討してきたが、本研究開発では水素生成反応（水素生成塔）を追加して、空気反応塔/燃料反応塔/水素生成塔で構成する3塔式循環流動層システムを確立する必要があることから設定。
	①-2-3 バイオマスチャーとキャリアの混合/分離促進の検討	バイオマスチャーとキャリアの分離促進を行う操作条件を明らかにする。	300 kW _{th} 級実証機の改良設計及び試験結果のフィードバックに基づく検討の実施、および実機に向けた混合・分離機器設置条件の確立。	燃料反応塔における未反応のチャーや低融点灰とキャリアの凝集体による流動不良発生を防ぎ、水素生成塔への流入による水素生成速度低下を防止する必要があることから設定。
	①-2-4 石炭・バイオマス化学燃焼性や水素製造の検証	3塔式CLCベンチ試験装置による水素、CO ₂ 同時生産のコンセプトが実証できる操作条件を見出す。	300 kW _{th} 級実証機の改良設計及び試験結果のフィードバックに基づく検討の実施、および実機に向けた固体燃料利用方法の確立。	石炭、バイオマスなどの固体燃料を3塔式CLCベンチ試験(5-10kW _{th})装置に投入して、想定した反応が各反応塔で起きることを検証する必要があることから設定。
	①-2-5 バイオマス灰等不純物によるキャリアへの影響の検討	アルカリ金属がキャリア特性に及ぼす影響を解明するとともに、耐久性向上方法を検討する。	300 kW _{th} 級実証機の改良設計及び試験結果のフィードバックに基づく検討の実施、および実機に向けたタール、アルカリ、硫黄等の影響減少方法を確立。	バイオマスの熱分解時に大量に生成するタールのキャリアによる分解反応度合及び灰中アルカリがキャリアと反応して低融点物を生成する可能性があるため、キャリアに与える反応性及び流動性への影響を検討する必要があることから設定。

アウトプット（中間）目標の設定及び根拠（6/9）

◆実施項目毎の目標

＜第一フェーズ＞【流動床】②ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術開発

実施項目	中間目標（2022年度）	最終目標（2024年度）	根拠
①-3 プラント構成、条件の最適化	CO ₂ 分離・回収コスト1,000円台/t-CO ₂ を満たすプロセス構成及び操作条件を見出す。	CO ₂ 分離・回収コスト1,000円台/t-CO ₂ を満たす実機に向けたプロセスの構成と条件の最適化。	①-2で得られた反応特性、キャリア耐久性、循環流動条件、混合/分離条件、不純物影響等の評価結果を踏まえ、プロセス解析シミュレーターを用いて、燃料種ごとにプロセスのヒートバランス、マスバランスを解析し、最適なプラント設計条件と最適な操作条件、及びプラント効率向上策を検討する必要があることから設定。
①-4 ポリジェネレーション事業性、CO ₂ 分離回収コスト検討	暫定的な経済性評価モデルにおいて、研究開発項目①-2、及び①-3の成果を使ってCO ₂ 分離・回収コストのコスト推算の精緻化を行う。	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の確立および経済性を評価する。	CLCポリジェネレーションの設計検証、及び経済性向上の確認が、CO ₂ 分離回収コストの大幅低減を同時達成可能なものかを検証する必要があることから設定。
② 300 kW _{th} スケール3塔式CLC開発	300 kW _{th} 級実証機のプロトタイプ・基本設計を完了させる。	300 kW _{th} 級実証機を想定して設計された機器を製作・調達して、製作性・動作確認を行い、機器の安定動作確認により、機器の設定手法を確立する。	社会実装のための経済性と長期信頼性の確認・検証を行うにあたり必要となる熱自立試験に活用可能なことから設定。

アウトプット（中間）目標の設定及び根拠（7/9）

<第二フェーズ>【流動床】③ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術の実用化に向けた研究開発

◆実施項目毎の目標

実施項目		中間目標（2026年度）	最終目標（2027年度）	根拠
I.300 kWth級実証機建設（～2026fy）	i. 300 kWth級実証機の据付	300 kWth級実証機の構成機器・パーツ等が設計仕様通り据付・接続されている。	—	運転実施に向けて、構成機器・パーツ等が正しく据付・接続されている必要があるため設定。
	ii. 300 kWth級実証機の機器単体試運転	300 kWth級実証機を構成するFDF（押込送風機）、流動化蒸気用ボイラ、空気加熱器、排ガス燃焼装置等の機器が設計仕様を満足している。	—	運転実施に向けて、構成機器の設計が仕様を満足している必要があるため設定。
	iii. 300 kWth級実証機の全体試運転	300 kWth級実証機の全体試運転におけるキャリア循環量が5 t/h（K改質ILを想定）を満たしている。	—	300 kW _{th} 級の燃料でCLC運転するには循環量 5 t/hの確保が必要であり、全体試運転において確認の必要があるため設定。
II.300 kWth級実証機運転試験	i. 都市ガス燃料を用いた300 kWth級実証機でのCLC原理実証(2027fy～)	—	HRで水素が少量でも生成している（13A都市ガスでのCLC原理実証）。	都市ガスによるキャリアの酸化還元反応を用いて、水素発生を確認することで、気体燃料によるCLC原理実証を確認可能なため設定。
	ii. バイオマス燃料を用いた300 kWth級実証機でのCLC原理実証(2027fy～)	—	HRで水素が少量でも生成している（木質ペレットでのCLC原理実証）。	バイオマスによるキャリアの酸化還元反応を用いて、水素発生を確認することで、固体燃料によるCLC原理実証を確認可能なため設定。
	iii. バイオマス燃料を用いた300 kWth級実証機での物質・熱収支確認(2027fy～)	—	300 kWth級実証機を設計点に近い状態で運転するための最適条件を明確化し、同条件でのプロセス物質収支・熱収支解析結果を実施項目Ⅲのスケールアップ機の設計検討の基礎情報として提示する。	300 kWth級実証機で確認された物質・熱収支がスケールアップ機の基本設計情報となるため設定。
	iv. バイオマス燃料を用いた300 kWth級実証機での長期信頼性確認(2027fy～)	—	CLC装置を連続運転に耐えられるようにするための設計指針を明確化し、実施項目Ⅲのスケールアップ機の設計検討用に提示する。	連続運転が要求されるスケールアップ機の設計指針を作成していく上で必要なため設定。

アウトプット（中間）目標の設定及び根拠（8/9）

＜第二フェーズ＞【流動床】③ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術の実用化に向けた研究開発

◆実施項目毎の目標

実施項目		中間目標（2026年度）	最終目標（2027年度）	根拠	
Ⅱ.300 kW _{th} 級実証機運転試験	v.有機廃液燃料を用いた300 kW _{th} 級実証機の運転試験(2027fy～)		—	有機廃液を燃料としたCLC装置スケールアップ・商用化への課題を明確化する。	多様な燃料の一つとして有機廃液を燃料としたCLC装置の商用化を検討するため設定。
	vi.補完研究	①反応メカニズム解明	問題「運転中のキャリア性状変化によるプロセス性能の不安定化」、「流動層の不均一性によるキャリアの見かけ還元速度の低下」の回避又は影響軽減に繋がりうる300 kW _{th} 級実証機に反映可能な対策及びその対策の実行計画を明確化する。	反応メカニズム解明で得られた示唆を踏まえ、スケールアップ機に向けた設計面の改善点を提示する。	300 kW _{th} 級実証機およびスケールアップ機の安定運転技術確立に向け、プロセスの不安定化・性能低下のメカニズムに係る知見を獲得する必要があるため設定。
		②CaK改質IL開発	CaK改質ILが高い水素生成性能を発現するメカニズムを明らかにする。	CaK改質ILの製造コスト情報を提示する。	将来的により高性能なキャリアの製造コストを踏まえた経済性評価を実施するため設定。
		③実燃料でのCLC運転性評価	問題「流動層の不均一性によるキャリアの見かけ還元速度の低下」、「有機廃液供給系の詰まり」の回避又は影響軽減に繋がりうる300 kW _{th} 級実証機に反映可能な対策及びその対策の実行計画を明確化する。	得られた示唆を踏まえ、スケールアップ機に向けた設計面の改善点を提示する。	300 kW _{th} 級実証機およびスケールアップ機の安定運転技術確立に向け、実燃料供給課題に係る知見を獲得する必要があるため設定。
		④バイオマス灰等の影響評価	問題「灰等によるキャリア流動不良発生」の回避又は影響軽減に繋がりうる300 kW _{th} 級実証機に反映可能な対策及びその対策の実行計画を明確化する。	得られた示唆を踏まえ、スケールアップ機に向けた設計面の改善点を提示する。	300 kW _{th} 級実証機およびスケールアップ機の安定運転技術確立に向け、灰等によるキャリア流動性課題に係る知見を獲得する必要があるため設定。



アウトプット（中間）目標の設定及び根拠（9/9）

<第二フェーズ>【流動床】③ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術の実用化に向けた研究開発

◆実施項目毎の目標

実施項目		中間目標（2026年度）	最終目標（2027年度）	根拠
Ⅲ.経済性・環境価値評価 (2027fy～)	i .スケールアップ機の設計検討	－	300 kWth級実証機で運転試験を行い、200 MWth級でCO ₂ 分離・回収コスト1,000 円台/t-CO ₂ 又はそれ以下を見通せる設計技術に目途をつけ、実用化の見通しを明確化する。	カーボンリサイクル技術ロードマップにおける2030年ターゲットから設定。
	ii .20 MW _{th} 級プラントの事業性評価	－		
	iii .200 MW _{th} 級プラントの事業性評価及びCO ₂ 分離・回収コスト評価	－		

アウトプット目標の達成状況 (1/9)

◆研究開発テーマ毎の達成状況

＜第一フェーズ＞ (2020～2024年度)

研究開発テーマ	最終目標 (2025年3月)	成果(実績) (2025年3月)	達成度	達成の根拠／解決方針	今後の課題と対応方針
【噴流床】①多様な燃料を利用するCO ₂ 回収型ポリジェネレーションシステム基盤技術開発	CO ₂ 回収コスト1,000円台/t-CO ₂ を実現する火力発電設備の 基盤技術確立 および 経済性評価 。	提案したポリジェネレーションシステムについて、基幹設備であるガス化炉、ガス精製の基盤技術を構築するとともに、経済性評価を行い、CO ₂ 回収コスト1000円台/t-CO ₂ が実現可能であることを示した。	○	石炭と廃棄物の混合燃料の噴流床ガス化試験に成功するなど、基盤技術を構築した。経済性評価の結果、CO ₂ 回収コストは1500円/t-CO ₂ 相当が見込める。	課題：石炭利用に関する新規技術の導入が困難な情勢 対応：既存の石炭火力への段階的な導入と、廃棄物やバイオマスのみを利用する技術への展開を図る。

◎大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

アウトプット目標の達成状況 (2/9)

◆研究開発テーマ毎の達成状況

第一フェーズ (2020～2024年度)

研究開発テーマ	最終目標 (2025年3月)	成果(実績) (2025年3月)	達成度	達成の根拠／解決方針	今後の課題と対応方針
【流動床】②ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術開発	分離・回収コスト1,000円台/t-CO ₂ を見通せるケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーションシステムの 設備設計技術に目途 をつける。	バイオマスと亜瀝青炭のケースで事業性が有るかCO ₂ 分離・回収コスト1,000円台/t-CO ₂ 以下となる見通しを得た。	○	・種々の燃料種や流動ガス、キャリアの酸化還元度、キャリア組成を考慮してヒートバランス、マスバランスを明らかにした。 ・商用規模の設備でCO₂分離回収・コストを最小化するプロセス構成及び操作条件を得た。	・300 kW_{th}級実証機での物質・熱収支確認が課題。 ・キャリアの繰返し反応性、灰の影響、長期・安定運転に必要な課題を抽出し、300 kW_{th}級実証機で検証が必要。

◎ 大きく上回って達成、○ 達成、△ 一部未達、× 未達

アウトプット目標の達成状況 (3/9)

◆研究開発テーマ毎の達成状況

第二フェーズ (2025～2027年度)

研究開発テーマ	中間目標 (2027年3月)	成果(実績) (2026年3月)	達成度 (見込み)	達成の根拠／解決方針	今後の課題と対応方針
【流動床】③ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術の実用化に向けた研究開発	300 kW _{th} 級実証機の建設及び補完研究を行い、補助事業期間中の必要なデータ取得及び実証試験実施の目途をつける。	300 kW _{th} 級実証機建設において、2026年度内の完工目途で進めている。また、補完研究では各課題について、取得データを踏まえ、追加データ取得等の検討指針を明確化しており、計画通り。	○	300 kW _{th} 級実証機建設においては、設計、品質、調達、納期管理等を実施し、全体進捗管理を行った。補完研究においては各課題に対する知見収集を進めた。	300 kW _{th} 級実証機建設においては、機器据付、単体・全体試運転を完了させる。補完研究においては各課題に対する対応策を検討する。

◎ 大きく上回って達成、○ 達成、△ 一部未達、× 未達

アウトプット目標の達成状況 (4/9)

＜第一フェーズ＞【噴流床】①多様な燃料を利用するCO₂回収型ポリジェネレーションシステム基盤技術開発

◆実施項目毎の達成状況

項目		最終目標 (2025年3月)	成果（実績） (2025年3月)	達成度	達成の根拠／解 決方針	今後の課題と対応方針
① 全体シ ステム評価	①-2 全体シス テムのCO ₂ 削減量と CO ₂ 回収コストの 算出と課題抽出 (2023fy～)	CO ₂ 回収コスト1,000円台/t- CO ₂ を実現するシステムの効 率や経済性を評価し、実用化 に必要な技術的課題を抽出 する。	新技術による設備費増加を見込んで もCO ₂ 回収コストは1500円/t-CO ₂ で競争 力を維持できることを確認し、CO、CO ₂ を 含む合成ガスの燃料電池への影響等の実 用化に向けた課題を抽出した。	○	目標として設定した 1000円台/t-CO ₂ の 実現可能性を見通す とともに、技術的課題 を抽出した。	課題：石炭利用に関する新規技術の 導入が困難な情勢 対応：既存の石炭火力への段階的 な導入と、廃棄物やバイオマスのみを 利用する技術への展開を図り、シス テム評価を進める。
② 発電・ 化学合成 技術の調査 と選定	②-1 発電技術 の調査と選定	需給調整能力が高く、本シス テムに適する発電技術の選定 と性能評価を行う。	発電技術としてセミクロードガスタービンシ ステム、燃料電池＋ボイラを選定し、性能 評価を行い、①に必要な情報を取得した。	○	目標通り達成した。	課題：燃料電池等の発電技術のCO、 CO ₂ を含む合成ガスへの対応 対応：①の対応の進捗に応じて、合 成ガスに対する試験を行う。
	②-2 化学合成 技術の調査と選 定	- システム評価に必要な化学 合成の各種情報を整備する。 - CO₂回収コスト低減効果が 高いシュウ酸の合成プロセス を構築する。	- 既存の化学合成技術としてメタノール合 成、ジメチルエーテル合成を選定し、性能 評価を行い、①に必要な情報を取得した。 3段階のシュウ酸合成プロセスを構築し、 プロセスデータを取得した。	○ ○	- 目標通り達成した。 - 目標通り達成した。	課題：シュウ酸について、合成プロセス のスケールアップや、利用先の明確化 対応：①の対応に見合う規模へのス ケールアップや利用先の検討を行う。

◎ 大きく上回って達成、○ 達成、△ 一部未達、× 未達

アウトプット目標の達成状況 (5/9)

＜第一フェーズ＞【噴流床】①多様な燃料を利用するCO₂回収型ポリジェネレーションシステム基盤技術開発

◆実施項目毎の達成状況

項目		最終目標 (2025年3月)	成果（実績） (2025年3月)	達成度	達成の根拠／解決方針	今後の課題と対応方針
③ H ₂ /CO調整型多種燃料ガス化炉とガス精製の基盤技術開発	③-1 O ₂ /CO ₂ /H ₂ Oガス化による H ₂ /CO調整性能解明	石炭と廃棄物の混合燃料へO ₂ /CO ₂ /H ₂ O噴流床ガス化技術の適用性検証を行うとともに、合成ガス（生成ガス）中のH ₂ /CO比の調整性能を明らかにする。	3t/dガス化炉とリダクタ模擬ガス化炉によるガス化試験で石炭とプラスチックの混合およびH ₂ /COの調整能力を実証した。	○	石炭と廃棄物の混合ガス化に成功し、また、投入ガス量の変化で合成ガス中H ₂ /CO比を調整できることを明らかにした。	課題：石炭以外の燃料のみでのガス化性能解明 対応：①の対応の進捗に応じて、選定された燃料について、ガス化試験を行う。
	③-2 多種燃料ガス化炉の設計支援技術構築	- 石炭、廃プラ、バイオマスの3種の混合ガス化に適用可能な反応モデルの構築または選定。 - 石炭、廃プラ、バイオマスの3種の混合ガス化に適用可能な詳細数値解析ツールの構築と、多目的最適化計算ツールの構築。	- 反応モデルを構築し、ドロップチューブファーンネスによる試験により検証した。 - 構築したモデルを数値解析ツール、多目的最適化ツールに導入し、解析を実施した。	○ ○	- 目標通り達成した。 - 目標通り達成した。	課題：石炭以外の燃料に対する反応モデルおよび数値解析の高精度化 対応：①の対応の進捗に応じて、選定された燃料に適用できるモデルへの改良と、数値解析への導入、検証を行う。
	③-3 多種燃料ガス化に対応するガス精製システムの構築	本ポリジェネレーションシステムに対応するガス精製のシステム構成を構築し、運用特性を評価する。	塩素等の様々な微量物質を除去するガス精製システム構成の案を策定し、各除去プロセスの性能を評価した。	○	目標通り達成した。	課題：スケールアップ等 対応：①の対応の進捗に応じて、③-1のガス化試験で生成する合成ガス等への本技術の適用性評価を行う。

◎ 大きく上回って達成、○ 達成、△ 一部未達、× 未達

アウトプット目標の達成状況 (6/9)

◆実施項目毎の達成状況

<第一フェーズ>【流動床】②ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術開発

項目		最終目標 (2025年3月)	成果(実績) (2025年3月)	達成 度	達成の根拠／解決方針	今後の課題と対 応方針
①-2 要素技術 研究開発、バイ オマス燃 焼性検 討	①-2-1 キャリアの 水素生成反応性 に関する検討	300 kW _{th} 級実証機の改良設計及び 試験結果のフィードバックに基づく検討 の実施、および水素反応器の最適操 作条件の確立。	複数キャリアの水素発生性能や調達コストを比較 評価し、最有力候補としてカリウム改質イルメナイト を見出した。また、この材の水素生成反応の温 度・還元度の依存性や木炭での還元速度に係る 知見を得た。	○	バブリング流動層及び2段流動層 反応装置を製作し、キャリアの繰 り返し反応性、バイオマスで還元 されたキャリアからの水素発生性 能及び物性変化を評価した。	2段流動層装置を 用いた流動層の不 均一性によるキャ リアの見かけ還元 速度への影響評価。
	①-2-2 循環流 動層のキャリア循 環/流動/及び最 適装置構造の検 討	300 kW _{th} 級実証機の改良設計及び 試験結果のフィードバックに基づく検討 の実施、および実機に向けた3塔式循 環流動制御方法の確立。	3塔式循環流動層コールドモデル装置を製作し、 キャリア循環量及び燃料混合に関する制御因子 を明らかにした。	○	3塔式循環流動層コールドモデル を用い、キャリア循環量とガス流量 の関係を把握した。また、燃料滞 留時間確保への仕切板の有効 性を実証した。	300 kW _{th} 級実証 機での検証。
	①-2-3 バイオマ スチャーとキャリアの 混合/分離促進の 検討	300 kW _{th} 級実証機の改良設計及び 試験結果のフィードバックに基づく検討 の実施、および実機に向けた混合・分 離機器設置条件の確立。	仕切板による燃料滞留時間確保の方法を考案し、 シミュレーションや小型コールドモデルでの検証を実 施。①-2-2の実証へ繋がる結果を得た。	○	小型流動層コールドモデル試験に よって、異なる比重粒子の混合、 滞留方法を検討した。	300 kW _{th} 級実証 機での検証。
	①-2-4 石炭・バイ オマス化学燃焼 性や水素製造の 検証	300 kW _{th} 級実証機の改良設計及び 試験結果のフィードバックに基づく検討 の実施、および実機に向けた固体燃料 利用方法の確立。	3塔式CLCベンチ試験(5-10kW _{th})装置にて、液 体燃料(灯油)、木片それぞれの運転で水素発生 を確認、3塔式CLCの原理実証に成功した。	○	3塔式CLCベンチ試験(5- 10kW _{th})装置を製作し、粒子連 続循環・燃料連続供給状態をに おいて本提案のコンセプトの反応 が進むことを実証した。	有機廃液燃料供給 系での課題抽出。
	①-2-5 バイオマ ス灰等不純物によ るキャリアへの影響 の検討	300 kW _{th} 級実証機の改良設計及び 試験結果のフィードバックに基づく検討 の実施、および実機に向けたタール、ア ルカリ、硫黄等の影響減少方法を確立。	キャリアが灰分により劣化することを懸念していたが、 カリウム(K)成分により酸化還元性能がむしろ活性 化することが研究の結果明らかになった。また、本 成果は、①-2-1でのキャリア選定の契機となった。	○	熱天秤及び小型固定層反応装 置を用いて、バイオマス灰等不純 物などのキャリア/流動及び反応 性への影響を評価した。	大過剰の灰等が キャリア流動性及び 反応性に与える影 響の評価。

アウトプット目標の達成状況 (7/9)

◆実施項目毎の達成状況

＜第一フェーズ＞【流動床】②ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術開発

項目	最終目標 (2025年3月)	成果(実績) (2025年3月)	達成度	達成の根拠／解決方針	今後の課題と 対応方針
①-3 プラント構成、条件の最適化	CO ₂ 分離・回収コスト 1,000円台/t-CO ₂ を満たす実機に向けたプロセスの構成と条件の最適化。	要素研究成果を反映したプロセスにおいて、 20 MW _{th} 商用機でCO ₂ 分離・回収コストを 最小化するプロセス構成及び操作条件を得た。	○	実機諸条件及びバブリング流動層試験等の成果を反映したプロセス計算 (Aspen Plusプロセスシミュレーター) を 行い、設計用に物質・熱収支をまとめた。	300 kW _{th} 級実証機での物質・熱収支確認。
①-4 ポリジェネレーション事業性、CO ₂ 分離回収コスト検討	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の確立および経済性を評価する。	事業性が有るかCO ₂ 分離回収コスト 1,000円台/t-CO ₂ 以下となる見通しを得た。	○	①-3の検討結果を踏まえ、バイオマス、亜瀝青炭の両ケースにて計算を実施した結果、現実的なプラントスケール及び電力・水素の販売単価の条件の下で、事業性が有るか、CO ₂ 分離回収コスト1,000円台/t-CO ₂ 以下となる見通しを得た。さらに、感度分析により、各種入力条件値とCO ₂ 分離回収コストの相関を明らかにすることが出来た。	補助事業Ⅲの項目に引き継ぎ、300 kW _{th} 級実証機の結果を踏まえた経済性評価を実施。
② 300 kW _{th} スケール3塔式CLC開発	300 kW _{th} 級実証機を想定して設計された機器を製作・調達して、製作性・動作確認を行い、機器の安定動作確認により、機器の設定手法を確立する。	要素研究とプロセス計算の結果を踏まえ、内部反応熱のみで昇温し、反応させる熱自立型の300 kW _{th} 級実証機を設計した。また、実際に機器を製作・調達して製作性を確認し、機器の設計手法を確立した。加えて、動作確認を行うことで機器の安全性と安定動作を確認した。	○	長時間運転、高温での運転、広範な制御範囲に対応するべく、フレキシビリティの高い、様々な試験条件を試すことができる装置とした。また、実際に機器の製作性の確認を実施した。	300 kW _{th} 級実証機でのCLC技術原理の実証や長期信頼性確認。

◎ 大きく上回って達成、○ 達成、△ 一部未達、× 未達

アウトプット目標の達成状況 (8/9)

＜第二フェーズ＞【流動床】③ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術の実用化に向けた研究開発

◆実施項目毎の達成状況

項目		中間目標 (2027年3月)	成果（実績） (2026年3月)	達成度 (見込み)	達成の根拠／解 決方針	今後の課題と対 応方針
I. 300 kW _{th} 級 実証機建 設	i. 300 kW _{th} 級実証機の 据付	300 kW _{th} 級実証機の構成機器・パ ーツ等が設計仕様通り据付・接続されて いる。	300 kW _{th} 級実証機の設計に従い、 基礎工事が完了。機器調達もスケ ジュールに従い順次納入。	○ (2027年3 月達成予定)	300 kW _{th} 級実証機 建設において、2026 年度内の据付工事 完了目途で計画通り 進めている。	機器調達および据付 を完了させ、気密試 験等により、運転に 必要な機器・パ ーツ等の据付・接続状況 を確認する。
	ii. 300 kW _{th} 級実証機の 機器単体試運転	300 kW _{th} 級実証機を構成するFDF (押込送風機)、流動化蒸気用ボイ ラ、空気加熱器、排ガス燃焼装置等の 機器が設計仕様を満足している。	機器単体試運転作業の据付工事業 者への発注が完了。	○ (2027年3 月達成予定)	300 kW _{th} 級実証機 建設において、2026 年度内の機器単体 試運転完了目途で 計画通り進めている。	機器単体試運転計 画を策定し、各機器 の設計仕様を機器 単体試運転にて確 認する。
	iii. 300 kW _{th} 級実証機の 全体試運転	300 kW _{th} 級実証機の全体試運転に おけるキャリア循環量が5 t/h (K改質 ILを想定) を満たしている。	全体試運転作業の据付工事業者への 発注が完了。	○ (2027年3 月達成予定)	300 kW _{th} 級実証機 建設において、2026 年度内の全体試運 転完了目途で計画 通り進めている。また、 キャリア循環量を計 測可能な機構を設 計へ反映済み。	全体試運転計画を 策定し、キャリアの3 塔間の流動循環を 確認する。



アウトプット目標の達成状況 (9/9)

＜第二フェーズ＞【流動床】③ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術の実用化に向けた研究開発

◆実施項目毎の達成状況

項目		中間目標 (2027年3月)	成果（実績） (2026年3月)	達成度 (見込み)	達成の根拠／解決方針	今後の課題と対応方針	
Ⅱ.300 kW _{th} 級実 証機運転 試験	vi. 補 完 研 究	①反応メカニ ズム解明	問題「運転中のキャリア性状変化によるプロセス性能の不安定化」、「流動層の不均一性によるキャリアの見かけ還元速度の低下」の回避又は影響軽減に繋がりうる300 kW _{th} 級実証機に反映可能な対策及びその対策の実行計画を明確化する。	二段流動層におけるマテリアルシール効果の確認および一段流動層における木炭連続供給によるキャリア還元反応データの取得。	○ (2027年3月 達成予定)	二段流動層を用いて流動層の不均一性を回避する運転条件を確認した。この条件を用いてキャリア還元反応データを取得する計画。	繰り返し反応後のキャリア性状データおよび二段流動層における燃料連続供給によるキャリア還元反応データを取得し、300 kW _{th} 級実証機運転パラメータ条件へ反映する。
		②CaK改質IL開発	CaK改質ILが高い水素生成性能を発現するメカニズムを明らかにする。	CaK改質ILの低温合成条件の検討および水素生成速度向上要因となるCTFOの生成を確認。	○ (2027年3月 達成予定)	Ca含有量が特に水素生成性能に大きく影響することを確認。高Ca試料では良好な反応挙動が得られ、CTFO相の形成が反応性能の向上に寄与することが示された。	キャリアのキャラクタリゼーションにより反応機構を解明するとともに、反応速度向上に向けた合成条件を検討する。
		③実燃料でのCLC運転性評価	問題「流動層の不均一性によるキャリアの見かけ還元速度の低下」、「有機廃液供給系の詰まり」の回避又は影響軽減に繋がりうる300 kW _{th} 級実証機に反映可能な対策及びその対策の実行計画を明確化する。	気泡流動層における有機廃液燃料を用いた水素発生の確認（CLC原理実証）。有機廃液燃料の一定時間における供給性確認。	○ (2027年3月 達成予定)	有機廃液供給時の詰まりを解消可能なノズル構造を検討した。また、3塔式CLCベンチ試験装置における有機廃液燃料を用いたCLC原理実証を確認した。	有機廃液供給時の炭素収支データを取得し、300 kW _{th} 級実証機運転時の実燃料供給条件へ反映する。
		④バイオマス灰等の影響評価	問題「灰等によるキャリア流動不良発生」の回避又は影響軽減に繋がりうる300 kW _{th} 級実証機に反映可能な対策及びその対策の実行計画を明確化する。	K過剰添加雰囲気化におけるアグロメ形成評価データの取得。	○ (2027年3月 達成予定)	小型ステンレス流動層を用いて、K過剰添加雰囲気化におけるアグロメ形成等による流動不良は発生しないことを確認した。	K添加量の更なる増加によるアグロメ形成への影響を評価し、300 kW _{th} 級実証機でのBA抜出頻度等の運転条件へ反映する。

◎ 大きく上回って達成、○ 達成、△ 一部未達、× 未達

研究開発成果の副次的成果等

◆成果の意義

- 再エネと火力発電の協調運転時における本技術の需給調整能力は、再エネの導入促進ならびに大量導入時の電力系統安定化に貢献できる。
- 本技術は、熱または電力・物質サプライシステムとして、コンビナートなどの産業間連携に貢献できる。
- 本技術により、バイオマスや廃棄物が燃料や原料として活用されることで、循環型社会の構築に貢献できる。

◆波及効果

【社会的効果】

- 本技術により、火力発電における燃料を多様化することで、燃料供給の安定性向上に貢献できる。

【技術的効果】

- 本プロジェクトは、一部の技術開発において、再委託等による大学研究者からの協力により開発を加速化、推進している。これら連携により、化学工学関連やCFD技術関連等における国内基盤技術の発展を通じて、日本の研究力向上に貢献している。（例：研究発表の受賞）

特許出願及び論文発表 (1/3)

＜第一フェーズ＞【噴流床】①多様な燃料を利用するCO₂回収型ポリジェネレーションシステム基盤技術開発

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	計
特許出願 (うち外国出願)	0	1	0	1	1	1	0	4
論文 (うち査読付き)	0	0	1	3 (1)	1 (1)	3 (2)	0	8 (4)
研究発表・講演	0	10	14	14	14	4	0	56
受賞実績	0	0	0	0	2	0	0	2
新聞・雑誌等への掲載	0	3	2	2	0	0	0	7
展示会への出展	0	0	0	0	0	0	0	0

※2026年4月1日現在

特許出願及び論文発表 (2/3)

＜第一フェーズ＞【流動床】②ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術開発

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	計
特許出願 (うち外国出願)	0	0	1	1 (1)	1	1	0	4 (1)
論文 (うち査読付き)	0	2 (1)	1	2	1 (1)	3 (2)	0	9 (4)
研究発表・講演	0	6	15	12	9	10	0	52
受賞実績	0	0	0	1	0	1	0	2
新聞・雑誌等への掲載	4	4	2	0	0	2	0	12
展示会への出展	0	0	0	0	0	0	0	0

※2026年3月27日現在

特許出願及び論文発表 (3/3)

＜第二フェーズ＞【流動床】③ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術の実用化に向けた研究開発

	2025年度	2026年度	計
特許出願 (うち外国出願)	0	0	0
論文 (うち査読付き)	0	0	0
研究発表・講演	6	0	6
受賞実績	0	0	0
新聞・雑誌等への掲載	5	0	5
展示会への出展	0	0	0

※2026年3月27日現在

＜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

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) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウプット目標及び達成状況



3. マネジメント

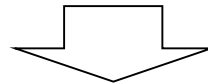
- (1) 実施体制
- (2) 受益者負担の考え方
- (3) 研究開発計画

- NEDOが実施する意義
- 実施体制
- 個別事業の採択プロセス
- 研究データの管理・利活用
- 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：成果普及への取り組み

NEDOが実施する意義

CO₂分離・回収型のポリジェネレーションシステム技術の開発

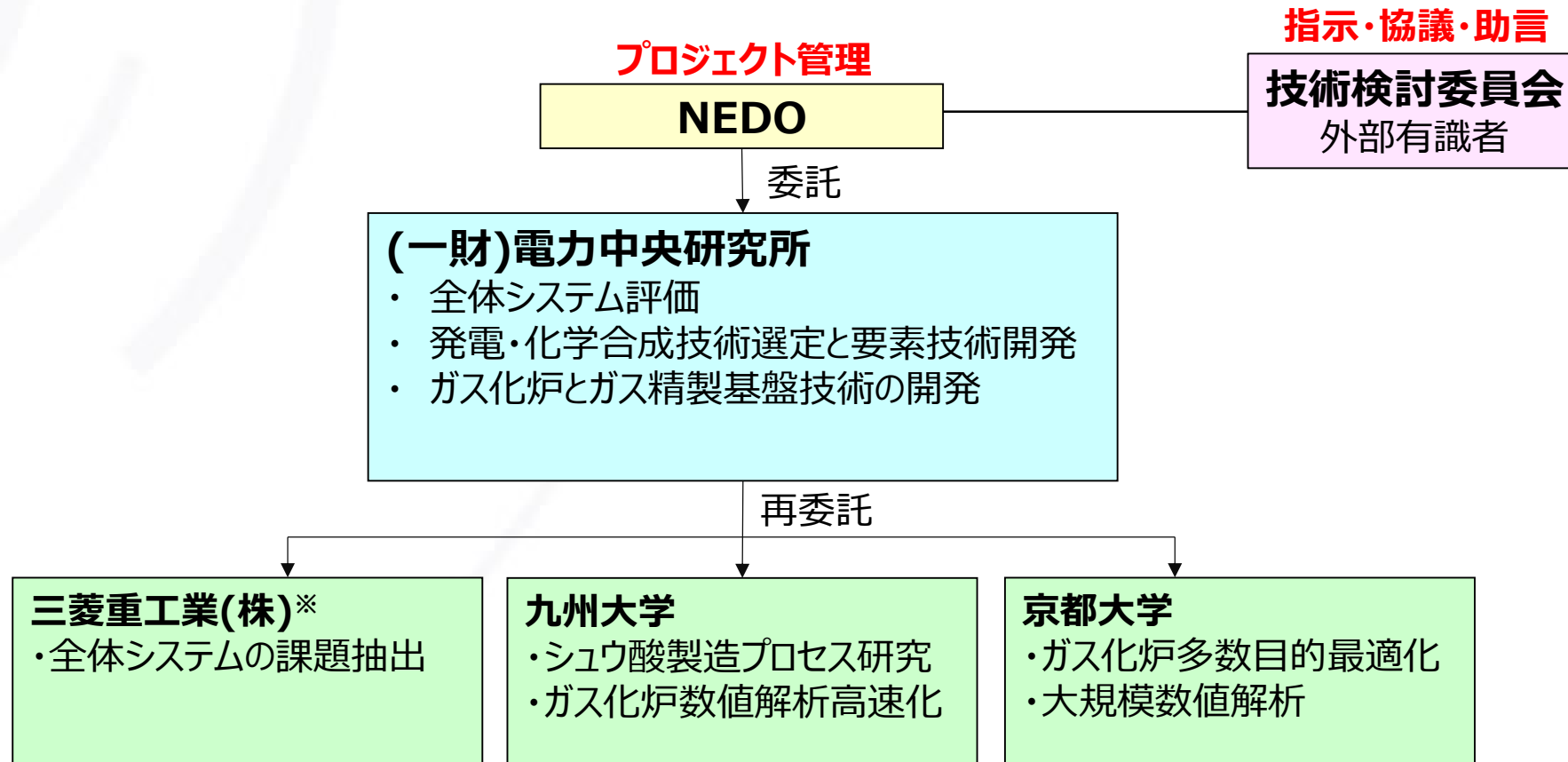
- 火力発電の低炭素化に向けた技術開発は、国の方針に沿った重要課題（**国家的課題**）であり、CO₂を低コストで分離・回収できる本技術開発は、**社会的必要性が大きい**。
- 経済的なCO₂分離・回収技術の確立は、NEDOで既に実施している**CCUあるいはカーボンリサイクル分野**の研究開発への展開や貢献が可能。
- 研究開発の**難易度が高く**、必要な**投資規模が大きく**、また実用化までのリードタイムが長いことから、民間企業だけでは**リスクが高い**。



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 (1/3)

＜第一フェーズ＞【噴流床】①多様な燃料を利用するCO₂回収型ポリジェネレーションシステム基盤技術開発



※ 2021年10月、三菱パワー(株)から社名変更

実施体制 (2/3)

<第一フェーズ>【流動床】②ケミカルループING燃焼ポリジェネレーション技術開発

プロジェクト管理

NEDO

指示・協議・助言

技術検討委員会

外部有識者

委託

委託

大阪ガス(株)

- ・ コールドモデル評価
- ・ バイオマス事業性検討
- ・ プロセス最適化
- ・ ベンチ装置の設計※3

(一財)カーボンフロンティア機構

- ・ 循環、反応試験研究 (運転、流動、反応)
- ・ プロセス高効率化検討
- ・ ベンチ装置設計※3、専用設計された構成部材・機器の機能確認

※3 ベンチ装置の設計

- ・カーボンフロンティア機構：試験装置の基本設計、プロセス解析シミュレーション、最適な操作条件の検討。
- ・大阪ガス：シミュレーション結果のレビュー、試験装置設置場所の確保、基礎工事の設計仕様検討、ユーティリティ工事などの据付け準備。
- ・JFEエンジニアリング：EPCメーカー選定及び基礎施工業者選定に必要な設計図面類一式の作成。主要機器の製作着手。技術仕様書作成、技術評価、検品等の技術支援。

再委託

新潟大学

3塔式CLC※1試験装置の製作、バイオマス化学燃焼性の検討

東京科学大学※2

キャリアの水素発生反応性に関する検討

中央大学

バイオマスチャーとキャリアの混合/分離促進の検討

群馬大学

バイオマス灰等不純物によるキャリアへの影響の検討

JFEエンジニアリング(株)

(2022/10～)
ベンチ試験装置の設計※3と技術支援、事業性評価支援

※1 CLC : Chemical Looping Combustion

※2 2024年10月、東京工業大学と東京医科歯科大学の統合により設立

実施体制 (3/3)

＜第二フェーズ＞【流動床】③ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術の実用化に向けた研究開発

プロジェクト管理

NEDO

指示・協議・助言

技術検討委員会
外部有識者

2/3補助

大阪ガス(株)

全事業内容について、課題整理、計画立案、作業指揮、結果考察、運転方法等の改善点検討、経済性評価等を主に担当。また、事業全体のとりまとめを担当

2/3補助

JFEエンジニアリング(株)

全事業内容について、装置設計、試運転要領書作成、試験運転手順書作成、装置仕様等の改善点検討、コスト見積り等を主に担当。

共同研究

(一財)カーボンフロンティア機構

- ・300kW_{th}級実証機建設・運転の補助
- ・CLC ※プロセス改善点等検討
- ・東京科学大、群馬大の研究補助

東京科学大学

- ・反応メカニズム解明
- ・CaK改質IL開発

新潟大学

- ・実燃料での3塔式CLC運転性評価（課題抽出・改善点検討）

群馬大学

- ・バイオマス灰等の影響評価（連続運転する際の課題抽出や改善点検討）

※CLC : Chemical Looping Combustion

個別事業の採択プロセス

＜第一フェーズ＞（委託事業）

【公募】

- 公募内容（研究開発課題の設定）

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CO₂分離・回収コストの低減を目指した、CO₂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。

- 公募予告（2020年7月15日）⇒公募（2020年8月30日）⇒公募〆切（2020年10月5日）

【採択】

- 採択審査委員会（2020年10月15日）
- 採択審査項目：NEDOの標準的採択審査項目とした。

＜第二フェーズ＞（補助事業）

【公募】

- 公募内容（研究開発課題の設定）

本事業では、バイオマスや炭素系廃棄物等の燃料にガス化技術を適用し、発電とともに、具体的な導入先を想定した有価物を併産する実証を行い、CO₂の排出抑制ならびにCO₂分離・回収コスト低減を目指したCO₂分離・回収型ポリジェネレーションシステムの技術開発を実施する。

- 公募予告（2025年2月20日）⇒公募（2025年3月14日）⇒公募〆切（2025年4月21日）

【採択】

- 採択審査委員会（2025年5月20日）
- 採択審査項目：NEDOの標準的採択審査項目とした。

研究データの管理・利活用

＜第一フェーズ＞（委託事業）／＜第二フェーズ＞（補助事業）共通

- プロジェクト開始に際し、実施者間で「知的財産の取扱いに関する合意書」及び、「研究開発データの取扱いに関する合意書」、「知財運営委員会運営規則」を定めて管理。
- 前述の「知的財産・標準化:オープン・クローズ戦略」で示した戦略に沿って適切に研究開発データを管理。
- 実施者が、研究発表・講演等を実施するにあたり、知財に該当する内容がないか等、全実施者の知財担当間で協議した上で、NEDO担当者にも報告して対応。

予算及び受益者負担

◆ 予算

研究開発テーマ		2020 年度	2021 年度	2022 年度	2023 年度	2024 年度	2025 年度	2026 年度	2027 年度 (見込)	合計
＜第一フェーズ＞【噴流床】 ①多様な燃料を利用するCO ₂ 回収型ポリジェネレーションシ ステム基盤技術開発	事業費	22	318	730	188	240	－	－	－	1,499
	委託	22	318	730	188	240	－	－	－	1,499
＜第一フェーズ＞【流動床】 ②ケミカルルーピング燃焼ポリ ジェネレーション技術開発	事業費	53	140	293	171	202	－	－	－	859
	委託	53	140	293	171	202	－	－	－	859
＜第二フェーズ＞【流動床】 ③ケミカルルーピング燃焼ポリ ジェネレーション技術の実用化 に向けた研究開発	事業費	－	－	－	－	－	257	1,757	351	2,364
	補助率 2/3	－	－	－	－	－	174	1,174	234	1,582
合計（NEDO負担額）		75	457	1,023	359	443	174	1,174	234	3,939

※四捨五入の関係で見た目の合計が合わない場合がある

(単位：百万円)

◆ 委託及び補助事業の理由

・委託事業（第一フェーズ）：
第一フェーズは、要素技術開発
であり、事業化のために長期間
の研究開発が必要かつ事業性
が予測できないことから、委託事
業とした。

・補助事業（第二フェーズ）：
第二フェーズは、第一フェーズの
成果を踏まえて実施され、その
成果として実用化の見通しを得
られることと、その後の事業化検
討（スケールアップ技術開発
等）の予見性を考慮して補助
率2/3の補助事業とした。

目標達成に必要な要素技術 (1/3)

<第一フェーズ>【噴流床】①多様な燃料を利用するCO₂回収型ポリジェネレーションシステム基盤技術開発

① 全体システム評価

- ①-1 全体システム構成の構築
および課題抽出 [MHI]

② 発電・化学合成技術の調査と選定

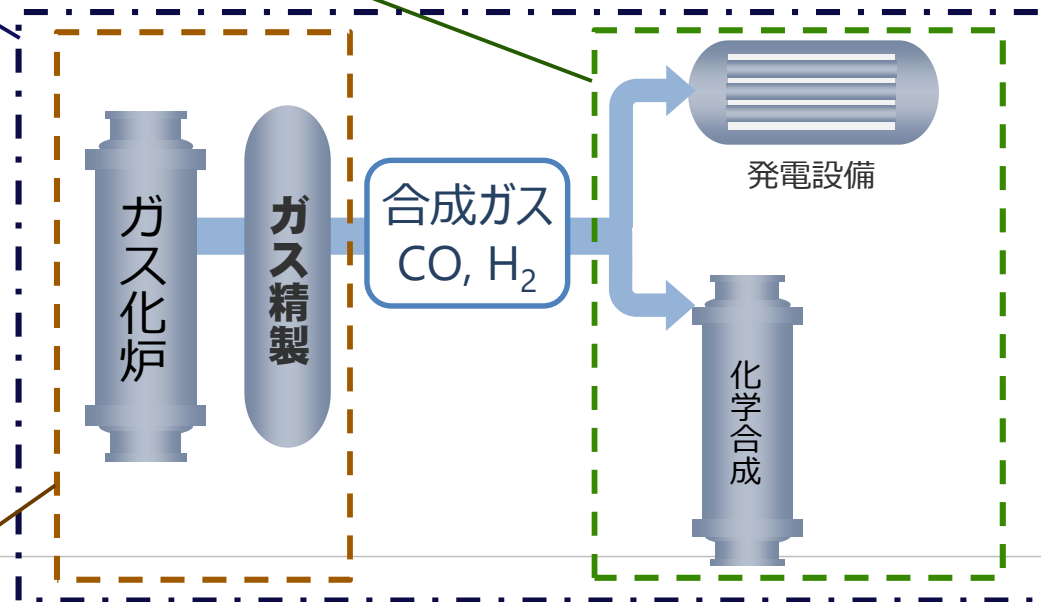
- ②-1 発電技術の調査と選定
(燃料電池(SOFC)、ガスタービン、ガスエンジン等)
- ②-2 化学合成技術の調査と選定 [九州大]
(オレフィン、メタノール、DME、有機酸 等)

SOFC : Solid Oxide Fuel Cell (固体酸化物形燃料電池)

DME : dimethyl ether (ジメチルエーテル)

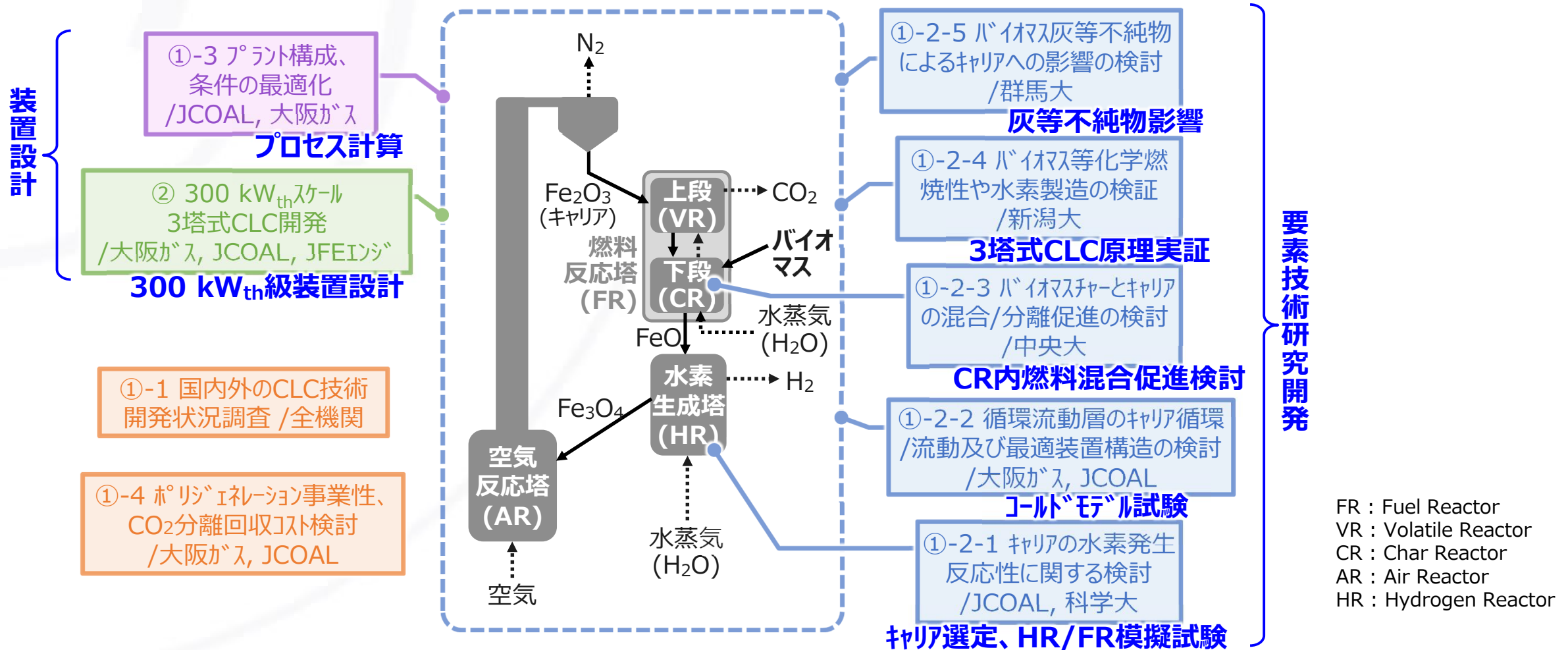
③ ガス化炉・ガス精製

- ③-1 O₂/CO₂/H₂Oガス化による
H₂/CO調整性能解明
- ③-2 多種燃料ガス化炉の
設計支援技術構築
[九州大、京都大]
- ③-3 多種燃料ガス化に対応する
ガス精製システムの構築



目標達成に必要な要素技術 (2/3)

＜第一フェーズ＞【流動床】②ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術開発



目標達成に必要な要素技術 (3/3)

＜第二フェーズ＞【流動床】③ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術の実用化に向けた研究開発

I 300 kW_{th}級実証機建設

- I - i 実証機の据付
- I - ii 実証機の機器単体試運転
- I - iii 実証機の全体試運転
/大阪ガス, JFEインジ, JCOAL

委託事業成果に基づき設計された
300 kW_{th}級実証機の建設

II 300 kW_{th}級実証機運転試験

- II - i 都市ガス燃料を用いたCLC原理実証
- II - ii バイマス燃料を用いたCLC原理実証
- II - iii バイマス燃料を用いた物質・熱収支確認
- II - iv バイマス燃料を用いた長期信頼性確認
- II - v 有機廃液燃料を用いた運転試験
/大阪ガス, JFEインジ, JCOAL

II - vi

- ①反応メカニズム解明/科学大, JCOAL
- ②CaK改質IL開発/科学大
- ③実燃料での3塔式CLC運転性評価/新潟大
- ④バイオマス灰等の影響評価/群馬大, JCOAL

多様な燃料を用いた300 kW_{th}級
実証機でのCLC原理実証およびデータ収集

III 経済性・環境価値評価

- III - i スケールアップ機の設計検討
- III - ii 20 MW_{th}級プラントの事業性評価
- III - iii 200 MW_{th}級プラントの事業性
評価及びCO₂分離・回収コスト評価
/大阪ガス, JFEインジ

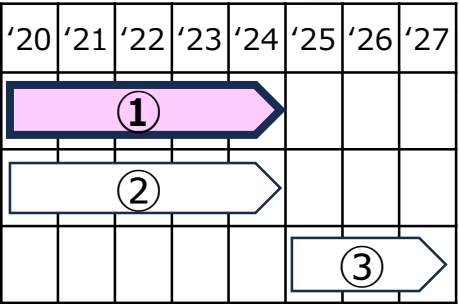
I・IIの結果を踏まえた

スケールアップ検討、事業性評価、CO₂分離・回収コスト評価



研究開発のスケジュール (1/3)

<第一フェーズ>【噴流床】①多様な燃料を利用するCO₂回収型ポリジェネレーションシステム基盤技術開発



		2020	2021	2022	2023	2024
【噴流床】 ①多様な燃料 を利用する CO ₂ 回収型 ポリジェネ レーション システム 基盤技術開発	①全体システ ム評価	システム構成構築と課題抽出			→	
	②発電・化学 合成技術	発電機器・合成技術候補選定 シュウ酸合成プロセスの基盤技術開発			性能データ更新 プロセス評価	最終目標
	③ガス化炉・ ガス精製技術	石炭・廃棄物共ガス化挙動解明 最適化技術構築 ガス精製システム構成一次案構築			ガス化性能解明 多目的最適化計算 最終案構築	

研究開発のスケジュール (2/3)

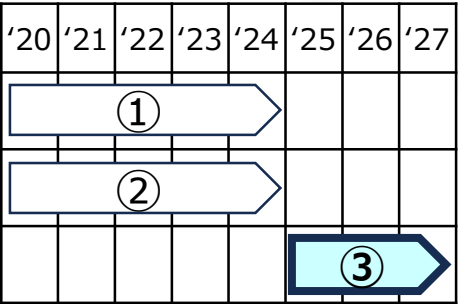
＜第一フェーズ＞【流動床】②ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術開発

'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27
		①					
		②					
					③		

		2020	2021	2022	2023	2024
【流動床】 ②ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術開発	①要素技術研究開発	CLC技術開発状況調査 バイオマス燃焼性検討 要素技術確立 プラント構成、条件の最適化 事業性、分離回収コスト検討			ベンチ設計補完研究 事業性検証	
	②300kW_{th}スケール3塔式CLC実証	設計			設計見直し 専用設計・機器機能確認	

研究開発のスケジュール (3/3)

<第二フェーズ>【流動床】③ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術の実用化に向けた研究開発



		2025	2026	2027
【流動床】 ③ケミカル ルーピング燃焼 ポリジェネ レーション 技術の実用化 に向けた 研究開発	I .300 kW _{th} 級 実証機建設	調達、据付工事 → 単体・総合試運転 →	中間目標	最終目標
	II .300 kW _{th} 級 実証機運転試験	稼働前課題評価 →		
	III .経済性・環境 価値評価			
				各種燃料による 実証機運転 → 稼働後課題評価 → スケールアップ機 概略設計 → 事業性評価 →

進捗管理 (1/2)

PMgrによる進捗管理

- 研究開発責任者および研究開発実施者と連携し、ヒアリング等により実施状況を確認することで研究開発の**進捗状況を把握**。
- 特に、研究開発責任者が主催する外部有識者からなる技術検討委員会における各研究開発項目の進捗状況報告を通じ、**目標達成の見通しを常に把握**。
- 更に、NEDOが主催する技術検討委員会を通じ、第一フェーズの最終段階においては**最終目標達成の見通しを把握**するとともに、**委員コメントを実施内容に反映**。また、第二フェーズにおいても、中間目標達成見通しを把握予定。

【技術検討委員会】 (外部有識者)	□	2021年03月09日	第1回委員会 (※2)	□	2023年03月29日	第5回委員会 (※2)
	□	2021年07月26日	第2回委員会 (※2)	□	2023年10月05日	第6回委員会 (※2)
	□	2021年07月29日	第1回委員会 (※1)	□	2024年01月24日	第4回委員会 (※1)
	□	2022年03月31日	第3回委員会 (※2)	□	2024年05月07日	第7回委員会 (※2)
	□	2022年07月25日	第2回委員会 (※1)	□	2024年09月05日 NEDO主催 第1回委員会 (対象：※1、※2)	
	□	2022年09月13日	第4回委員会 (※2)	□	2025年02月25日	第5回委員会 (※1)
	□	2023年01月27日	第3回委員会 (※1)	□	2025年03月17日	第8回委員会 (※2)
				□	2026年度下期予定 NEDO主催 第2回委員会 (対象：※3)	

- ※1 ①多様な燃料を利用するCO₂回収型ポリジェネレーションシステム基盤技術開発
 ※2 ②ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術開発
 ※3 ③ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術の実用化に向けた研究開発

進捗管理 (2/2)

研究開発責任者による進捗管理

- 共同実施者間や再委託先との打ち合わせを頻繁に行うとともに、全実施者が進捗報告を行うワーキング会議等を定期的に行い、各研究開発項目の進捗状況、成果および課題を把握し、プロジェクトの計画や工程に反映。

- 【ワーキング会議等】
- 関係者間打ち合わせ：適宜 1回/1か月以上（※1、※2、※3）
 - ワーキング会議：1回/2か月 これまでに12回実施（※2）
 - 全体進捗会議：約1回/半年 これまでに1回実施（※3）

※1 ①多様な燃料を利用するCO₂回収型ポリジェネレーションシステム基盤技術開発

※2 ②ケミカルループ燃焼ポリジェネレーション技術開発

※3 ③ケミカルループ燃焼ポリジェネレーション技術の実用化に向けた研究開発

進捗管理：中間評価結果への対応

◆2022年度中間評価結果への対応

問題点・改善点・今後への提言	対応
流動床においては、現時点では基盤的研究段階との印象がある。300kWベンチ試験装置による技術課題解決と安定的な連続運転のためのノウハウ蓄積を進めるため、 実証研究に向けた加速を希望 する。	流動床テーマにおいて、循環流動層プラント建設実績の豊富なエンジニアリング会社を体制に加えることにより、実用化・スケールアップに通じる仕様・制御を念頭に置いた、ベンチ試験装置設計を実施した。
化学合成技術の開発は、ポリジェネレーションの概念として重要な課題でもあるため、メタノールやギ酸ソーダ、シュウ酸合成の波及効果やそれ以外の物質の合成も想定しつつ調査をするとともに、 合成する候補化合物を追加する場合には、その化合物の需給バランス、連続プロセス構築やコスト面での課題等を鑑みながら選定することも検討 してほしい。	噴流床テーマにおいて、合成ガスから製造可能な化学合成品を比較し、需要が上昇していくこと等を確認されたメタノール、ジメチルエーテル、シュウ酸を選定した。
有価物の製造に関して、 どの製品をターゲットにするかは、各製品の既存市場の大きさ、製品当たりのCO₂固定量、CCU技術を導入した場合のCO₂固定ポテンシャルの大きさ、化学業界の脱炭素動向など、多角的な観点での検討 が望まれる。	
噴流床に関しては、IGCCとポリジェネレーションという異なるプロセスを組み合わせたもので、研究開発目標の焦点がやや曖昧になることが危惧されるため、 実用化のイメージを明確にした上で、データ解析と経済性評価を行うこと が望まれる。	噴流床テーマにおいて、具体的な適用先を選定し、システム評価を実施した。
流動床に関しては、実用化の方向性をあまり限定せずに、 CLC（ケミカルルーピング燃焼）の優位性を最大限引き出せるリアクター方式や用途の検討をフレキシブルに進めること が望まれる。	流動床テーマにおいて、ベンチ試験装置では水素生成塔（HR）、燃料反応塔（FR）の滞留時間を可変とし、試験条件や燃料種への柔軟性を高めるような設計を実施した。

進捗管理：動向・情勢変化への対応

◆2022年度中間評価以降の対応

動向・情勢の変化	情勢の変化に応じた対応
「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）を踏まえて、カーボンリサイクルロードマップが新たに策定された（2023年6月）	・CO ₂ 分離・回収技術の位置づけ、コスト目標は変更されず、本事業の目標は維持 ⇒引き続き推進
エネルギー基本計画の推移： ・第5次（2018年7月）※事業開始時点 ・第6次（2021年10月）※2022年中間評価時点 ・第7次（2025年2月）	・エネルギー基本計画におけるCO ₂ 分離・回収技術の位置づけは、「未成熟な研究対象 → 必須インフラ技術」へと推移しており、本事業の重要性は増加 ⇒引き続き推進
流動床テーマ（第一フェーズ）において、研究成果及び委員指摘等を踏まえ、広範な制御範囲に対応するようベンチ試験装置の詳細設計を実施した結果、フレキシビリティの高い、様々な試験条件を試せる装置を設計できたものの、事業予算及び事業期間に対して当初想定を大幅に超える水準となった。	・流動床テーマ（第一フェーズ）においては、ベンチ試験装置建設を中断し、設計までの成果をもって終了することとした。建設以降については実施計画から外し、本事業の第二フェーズ（新規公募）への提案に含めることとした。
燃料供給安定性への国際情勢の影響	・本技術により、火力発電における燃料を多様化することで、燃料供給の安定性向上に貢献することから、本事業の重要性は増加 ⇒引き続き推進

進捗管理：成果普及への取り組み

NEDOによる普及活動	実施時期	研究開発テーマ	対象	概要
電気事業者向けNEDO 火力発電技術開発 成果発表会 【@NEDO川崎／オンラ イン併用】	2021/11/18	①多様な燃料を利用する CO ₂ 回収型ポリジェネレーシ ンシステム基盤技術開発 ②ケミカルルーピング燃焼ポリ ジェネレーション技術開発	・電気 事業者	・NEDOサーキュラーエコミー部が実施。 火力発電分野の技術開発について、その成果を社会実装の主体となる電気 事業者へ紹介・意見交換することにより、技術開発の活発化を図り、社会実 装を促進させることを目的とした。
雑誌寄稿 『化学装置』 (2023年11月号)	2023/9	①多様な燃料を利用する CO ₂ 回収型ポリジェネレーシ ンシステム基盤技術開発 ②ケミカルルーピング燃焼ポリ ジェネレーション技術開発	・一般	・NEDOによる寄稿（PMgrが執筆） 題名：「ネットゼロを目指したCO ₂ 分離回収技術の研究開発」 NEDO が取り組むCO ₂ 分離・回収技術開発の例として、CO ₂ 分離・回収型 ポリジェネレーション技術開発を紹介。
NEDO脱炭素技術分野 成果報告会2025 【@パシフィコ横浜／オン ライン配信併用】	2025/7/15- 17	①多様な燃料を利用する CO ₂ 回収型ポリジェネレーシ ンシステム基盤技術開発 ②ケミカルルーピング燃焼ポリ ジェネレーション技術開発	・一般	・NEDOが実施している成果報告会。 脱炭素技術分野のNEDOプロジェクトの実施状況、成果等を、広く一般に 周知して社会実装につなげることを目的としている。 本成果報告会と並行して「NEDO水素・アンモニア成果報告会2025」も隣 接会場で開催し、分野の垣根を越えたシナジー創出を図った。 https://www.nedo.go.jp/events/report/ZZEV_100026.html

参考資料 1 研究評価委員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／④次世代火力発電基盤技術開発／
8) CO₂分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術開発」(中間評価)
議事録及び書面による質疑応答

日 時：2026年6月2日(火) 13:00～18:00

場 所：NEDO 高輪ゲートウェイオフィス 20F T 大会議室 06 (オンラインあり)

出席者(敬称略、順不同)

＜研究評価委員会委員＞

委員長	板谷 義紀	愛知工業大学 総合技術研究所 客員教授 / 岐阜大学 名誉教授
委員長代理	義家 亮	岐阜大学 工学部 化学・生命工学科 物質化学コース 教授
委員	赤松 史光	大阪大学 大学院工学研究科 機械工学専攻 燃焼工学研究室 教授
委員	遠藤 啓史	みずほ総合研究所 サステナビリティコンサルティング部 GX ビジネスチーム マネジャー
委員	西本 英彦	電気事業連合会 技術開発部長
委員	伏見 千尋	東京農工大学 大学院工学研究院 化学物理工学部門 教授

＜推進部署＞

福永 茂和	NEDO サークュラーエコノミー部 部長
阿部 正道(PM)	NEDO サークュラーエコノミー部 主査
中村 雄二	NEDO サークュラーエコノミー部 専門調査員
島 聡明	NEDO サークュラーエコノミー部 主事
工藤 紗菜	NEDO サークュラーエコノミー部 主事
田窪 陽司	NEDO サークュラーエコノミー部 主査

＜実施者＞

梅本 賢	一般財団法人 電力中央研究所 上席研究員
植田 健太郎	大阪ガス株式会社 課長
山田 貢平	大阪ガス株式会社 副課長
柴谷 徹也	大阪ガス株式会社 係長
大西 英文	JFE エンジニアリング株式会社 室長
山本 隼也	JFE エンジニアリング株式会社 主幹
鎌田 大輝	JFE エンジニアリング株式会社 主幹
橋本 敬一郎	一般財団法人カーボンフロンティア機構 センター長
与田 竜一郎	一般財団法人カーボンフロンティア機構 担当部長
林 石英	一般財団法人カーボンフロンティア機構 主任技師
齊藤 知直	一般財団法人カーボンフロンティア機構 課長

＜オブザーバー＞

川崎 咲枝	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
西山 直毅	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 研究開発専門職

<評価事務局>

薄井 由紀	NEDO 事業統括部 研究評価課 課長
植松 郁哉	NEDO 事業統括部 研究評価課 主任
須永 竜也	NEDO 事業統括部 研究評価課 専門調査員
有若 正彦	NEDO 事業統括部 研究評価課 専門調査員

議事次第

(公開セッション)

1. 開会
2. プロジェクトの説明
 - 2.1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋
 - 2.2 目標及び達成状況
 - 2.3 マネジメント
 - 2.4 質疑応答

(非公開セッション)

3. プロジェクトの補足説明
 - 3.1 多様な燃料を利用する CO₂回収型ポリジェネレーションシステム基盤技術開発
 - 3.2 ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーションシステム技術開発
 - 3.3 ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術の実用化に向けた研究開発
4. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

5. まとめ・講評
6. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、出席者紹介

- ・開会宣言（評価事務局）
- ・出席者の紹介（評価委員、評価事務局、推進部署）

【板谷委員長】 板谷と申します。3年前に岐阜大学を退職し、現在は愛知工業大学の客員教授を務めております。私自身の専門はもともと化学工学であり、その中でも熱工学やエネルギー工学等を専門にしております。よろしくお願いいたします。

【義家委員長代理】 義家と申します。本日は、急遽ウェブでの参加となりまして申し訳ございません。岐阜大学に移ってきてから2年が経ったところです。専門は燃焼工学であり、特に固体燃料の燃焼を広く手掛けております。よろしくお願いいたします。

【赤松委員】 大阪大学の赤松と申します。機械工学専攻で燃焼工学を専門にしております。最近の水素・アンモニアといったカーボンフリー燃料の直接燃焼利用に関する研究をさせていただいております。本日は、どうぞよろしくお願いいたします。

【遠藤委員】 みずほ総合研究所の遠藤でございます。私は、水素やCCUSといったあたりの技術や政策動向について調べさせていただきながら、事業者様、官公庁様の事業性の評価をはじめ、CI値などの算定支援を行っております。本日は、よろしくお願いいたします。

【西本委員】 電気事業連合会の西本と申します。事業者団体からの代表ということで、本日は事業者目線から運用面、経済面等について確認させていただければと思いますので、よろしくお願いいたします。

【伏見委員】 東京農工大学の伏見と申します。専門は化学エネルギー工学であり、バイオマスや石炭等の炭素系資源の変換、それからプロセス工学、流動床工学などを行っております。本日は、よろしくお願いいたします。

2. プロジェクトの説明

- (1) 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋、目標及び達成状況、マネジメント
推進部署より資料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。

【板谷委員長】 御説明ありがとうございました。

これから質疑応答に移ります。評価項目に従いまして、まずは1番目のアウトカム（社会実装）達成までの道筋と2番目の目標及び達成状況に関する内容について議論を行います。

また、議論に進む前に1点だけ確認をさせてください。今回、唯一の数値目標として掲げられているCO₂の回収コスト1,000円/tの算定根拠について、その定義を改めて御説明いただけないでしょうか。その背景として、委員の皆様方からの事前質問を拝見したところ、当初CO₂の回収コストというのは、それぞれの各技術開発の中で回収できたCO₂を基準とし、その回収に必要な経費をCO₂量で割り算したものとして皆様理解をされていると思いました。一方、回答としては、現状の技術にCO₂回収設備を設置したときのコスト差から算出との御説明でしたので、理解を統一するために何う次第です。

【阿部 PM】 CO₂回収コストの算出については、大きく分けて2つのテーマで実施していますが、この2つのテーマそれぞれで若干違う算出方法を行っております。それぞれの説明をすることになりますが、もしこの場で事業者の方に説明していただけるのであれば、ここで説明を行いたいと思いますけれども、それでもよろしいでしょうか。

【板谷委員長】 この場での御回答に差し支えがなければ、お願いできますか。

【阿部 PM】 もしこの場で差し支えがあるのであれば、次の非公開セッションでの回答ということもできますが、電中研様、大阪ガス様、お答え可能でしょうか。

では、まずは電中研様からお願いいたします。

【梅本上席研究員】 電力中央研究所の梅本と申します。委員長から御発言があったとおり、回収した CO₂ の量で CO₂ を回収するためにかかった費用を割り算するというのが自然というのは大変理解できるところではあるものの、弊所で開発したシステムというのが、途中で御説明があったように前フェーズで開発した CO₂ 回収型のクローズドシステムを前提としております。CO₂ 回収することに特化した設備というものを改めて付けることがないものですから、システム全体で CO₂ を回収しやすくなるというコンセプトで実施しており、CO₂ を回収するためにかかった費用について算定できないというのがシステムの特徴となります。ですので、フェアに一番評価する方法として、既存システム、既存技術で同じ量の化学合成、あるいは発電を行ったときにかかる費用に幾ら加えれば CO₂ が回収できるかという算定の仕方をしております。回答になっているでしょうか。

【板谷委員長】 分かりました。

【阿部 PM】 では、ケミカルルーピングについてお願いします。

【植田課長】 大阪ガスの植田です。阿部 PM、よろしければ資料 4-2 の補足資料を提示いただけるとありがたいのですが、可能でしょうか。

【阿部 PM】 非公開資料については、公開セッションの中では投影できないものとなります。もしその資料が説明において必要であれば、非公開セッション時に説明いただくことも可能です。

【植田課長】 分かりました。では、簡単に口頭で少し御説明します。ケミカルルーピングのほうについては、CO₂ 分離機能のほか水素製造機能もついた装置となっております。ですので、装置としては既存の CO₂ を排出するようなプラントに付加的につけるものはなく、新設のプラントとなります。この新設のプラントの CO₂ 回収コストを評価するときには、通常 CO₂ 分離機能付きの発電装置ということでいきます。そしてリファレンスとなる同じ発電容量の発電プラントとコストの比較を行い、また、その CO₂ の排出量の差で割り、CO₂ 量当たりのコストを求めるのが通例かと思います。ただ、この技術については副産物として水素という有価物が出てきますので、この水素という有価物の取扱いが難しいところで、考え方は様々あると思います。実は、委託事業をやっている間も、また、今の補助事業を始めさせていただいた後にもいろいろな議論がありまして、幾つかの数式を提案して NEDO 様とも調整の上で進めてきたのが現状です。委託事業のときは、実際には水素の売上分を全体のコストから引いて、それを CO₂ 排出量で割ることで求めておりました。補助事業は少しそこをまた改良し、リファレンスとなる発電容量の同じ発電プラントのコストで差を取った上で水素の売上げも引きまして、それを CO₂ の排出量の差で割るということでやっております。すみません、数式を見せながらでないといけないところですが、そういうことで対応しております。以上です。

【板谷委員長】 ありがとうございます。それでは、委員の先生方からのコメントをお受けします。西本委員お願いします。

【西本委員】 御説明ありがとうございました。スライド 19 ページのアウトカム達成までの道筋について確認いたします。先ほどの説明の中で、アウトカム目標の内容とともに道筋についてもお話いただき、アウトカム目標としては 2030 年、それから 2040 年の CO₂ 回収コストということで明確な目標の下、分かりやすいステップを記載いただけているのではないかと思います。その上で 1 点確認しますが、9 ページ目の第 7 次エネルギー基本計画の中に、CO₂ の分離回収設備の導入に当たり、コスト低減も重要ですが、加えて省スペース化が重要だという記載があります。今回のプロジェクトにおいては、省スペース化に関して、特段アウトカムをはじめ、アウトプット目標のところでは触れられていないと理解しております。アウトカム達成までの道筋にも省スペース化に関するような記載はないものと思って

いるところで、そもそも今回のクローズド IGCC であるとかケミカルルーピングにおいて、省スペース化という部分は特段課題にならないことから、今回特にピックアップをされていないのか。その辺りの扱いについて補足して御説明いただきたいです。

【阿部 PM】 ありがとうございます。まず、省スペース化というのは、対象としているのが CO₂ 分離回収装置ということであれば、本事業のプロセスとしては、そもそも CO₂ 分離回収するための特別な装置を設置しないということです。それに関する省スペース化の検討はしていないことになります。一方、確かにプラントを建設するときに、そのプラント自体がなるべくコンパクトであったほうがいいというのはあると思います。ですので、省スペース化の検討がもし必要になるとすれば、実際のプラントそのものを建てる時に考えられるものかと考えます。そのため、こちらのアウトカムまでの道筋の中には省スペース化という項目は入れておりません。

【西本委員】 承知しました。今回の技術というのは CO₂ 分離回収装置そのものが必要というわけではないために、そこの省スペース化は考慮しておらず、このプラント自体の省スペース化というのは、最終的には建設費などのコストにつながるもので、そういうものも含めてこのアウトカム目標を達成していく。そうした整理として理解しました。ありがとうございます。

【板谷委員長】 その他いかがでしょうか。遠藤委員どうぞ。

【遠藤委員】 御説明ありがとうございました。今の省スペース化の観点でいいますと、既存のプラントに対して両方とも割と新設に近いような形で建っていくような技術かと思います。それというのは、既存のプラントのスペースにそもそもこの技術で建てていってスペースが足りるのか、足りないのか。そうしたところとかの議論も必要だと思いますが、その辺りの整理はもうされているのでしょうか。

【阿部 PM】 ありがとうございます。設備を建てるときの目的にもよるかと思います。いろいろあると思うのですが、例えば既存の発電設備に置き換えて造るのか。それとも何か 1 つのプラントがあってそれに付加するような形で造るのかによって変わってくると思います。ですので、今回の場合は「この工場に入れます」という具体的などころまでは想定していませんので、今回の中ではそこまでの検討はしていないというのが実情です。

【遠藤委員】 ありがとうございます。あともう 1 点、そもそも論みたいな話になりますが、いろいろなものが併産されるところで経済性を生んでいく、いろいろなものを売っていくという中で、CO₂ 回収コストを目標にすることで、目標の部分が分かりづらいことになっている面も少しあるような気がいたします。実際 CO₂ を回収した後は利用するであるとか、CCS をするのならその後に貯留が発生し、事業性に影響します。どこの目標を引用するかというのは難しいのかもしれませんが、今第 2 フェーズなどもスタートしている中で、より社会実装を見据えた上で、CO₂ の分離回収コストにばかりこだわるよりも、この併産している中の事業性の評価の仕方、また、目標の評価の仕方というのは何か少し見直すといえますか、考え直すようなところがあると今後の評価についても分かりやすくなるのではないかと思います。その辺りの御見解としては、いかがでしょうか。

【阿部 PM】 ありがとうございます。個人的には、まさにおっしゃるとおりだと思います。「ポリジェネレーションシステム」という名のとおり、入力といいますか入ってくる燃料も多様ですし、出てくるアウトプットも多様なものとなります。ですので、この CO₂ 分離回収コストを指標にすると、CO₂ だけがその指標の対象になって、その他の併産物であるとか発電効率などといったところは入っていないわけです。そうしたところで、この全体のシステムとしてそれがよいか悪いかといった評価をするときに、この CO₂ コストだけで評価してよいのかという疑問は当然起こると思います。一方、もともとこの事業を立ち上げたときの動機というのは、冒頭の背景で説明したとおり、CO₂ 分離回収コストを低減するといったところで、特に CO₂ 分離回収装置単体で技術開発を様々している中でコスト低減のハードルが高いという現状について、そこで一種のブレークスルーをするために方向性を変えまして、有価

な併産物を作るという要素を入れたコンセプトとしておりました。そうしたところで、この事業としては、やはり CO₂ 分離回収コストについてはこだわる必要があると考えています。ただ、まさにおっしゃるとおり、それを実際に社会実装するときに、CO₂ 分離回収コストだけを指標にして実装するとは限りません。様々豊富なバリエーションがあると考えておりますので、そこは実際に社会実装を行うときに、この技術仕様でどのようなことをするか。そうしたところを軸にして優劣と言うべきか、性能を評価することも必要になってくるのではないかと考える次第です。

【遠藤委員】 ありがとうございます。

【板谷委員長】 今の質問とも少し関連するのですが、特にアウトカムの目標の考え方といいますか、事業化の考え方として、どうしても発電設備としての規模についていきなり大きくスケールアップするというのは難しいような気がいたします。現時点で 2030 年あるいは 2040 年といったところを見据えた場合、どうしても規模的なことを考えますと、むしろこういった技術を実装するところというのは、現在の発電事業者というよりは、小規模で新たなビジネスを展開するようなところ。場合によっては化学会社などで、新たな事業展開されることになってくるのではないかと考えられます。本来、この事業としてはどういう想定をされていたのかを伺います。

【阿部 PM】 ありがとうございます。実際にどこに適用するかというのは、今、各テーマを実施されている事業者様がいろいろと検討されております。もともとの前身事業で実施していた研究開発は、先ほど説明したとおり、石炭を原料とした発電の 1 つのシステムとしてやっていたわけですが、今回このポリジェネレーションという事業を始めるに当たっては、発電を軸にしつつも様々な有価物を併産するということで、必ずしも発電装置の入替えではなく、この説明の中でも言及しましたように、産業間連携に資するような様々なインプット、アウトプットが出せるような装置としての展開というのも非常に期待できることとなります。具体的にここというのは、どちらかという事業者様に答えていただくほうがよいと思うのですが、必ずしも発電プラントの代替物のみならず、それ以外のところも様々な適用可能性がある。そうしたところがこのシステムの利点と言うべきか、アドバンテージなポイントではないかと考えております。

【板谷委員長】 分かりました。どうもありがとうございます。それでは、義家委員お願いします。

【義家委員長代理】 岐阜大学の義家です。御説明ありがとうございました。先ほどから話題になっている CO₂ の回収費用について、やはりずっと気になっております。化石燃料をシュリンクしていった再生可能エネルギーに変えていくという数十年規模のスケールで見たときに、CO₂ 排出を固定化する、炭素を固定化するという意味で、CO₂ 回収というものに特化したパラメータを重視するのは、私は正しいと思います。ですから、それは必要ですし、1,000 円目標という方向性としては正しいと思います。ただ、その定義が曖昧では本当に理解できないというところですね。特に今回ポリジェネレーションと言っているわけですから、例えば H₂、CO のガスに 100% 持っていったら CO₂ は出てきません。そうすると、極端な話ですが、それを回収する必要がないから回収コストは 0 円というような計算もできてしまうわけです。そうすると、ポリジェネレーションというものを複合化したときの回収コストの定義は、例えば CO に持っていく割合はどの程度であるとか、CO に持っていった割合のうちの何パーセントは燃料として使われるため CO₂ になるはずだといったように、何かいろいろな仮定がないと計算できないと思います。単純に発電に持っていった部分だけの CO₂ として出てくる従来型の IGCC 的なもので考えると、パラメータが多過ぎます。意地悪な言い方をすれば、幾らでもパラメータをいじれば 1,000 円になってしまうのではないかとこのところがあります。その辺りをもう少し丁寧に教えていただきたいです。よろしくお願いします。

【阿部 PM】 ありがとうございます。非常に答えが難しい御質問ですが、おっしゃるとおりパラメータは多くあります。先ほど事業者の方からも CO₂ 分離回収コストの計算方法について御説明いただき

ましたが、これもいろいろな仮定を置いて計算をしております。御指摘のように、仮定を置かないと計算のしようがないという言い方もできます。ですので、ここでは目標として 1,000 円/t-CO₂ という数字を掲げておりますけれども、この数字の出し方として、どういう出し方でこの 1,000 円/t を目標達成したと出したのかも含め、しっかり理解していただく必要がある。そのような御質問が出るのはもっともなことです。ただ、現状では、正直申し上げますと半分模索中といったところもございます。システム自体、例えばケミカルルーピングで言えば、実証機を造って実際にシステムを回して期待したような操業結果が出るかどうかというのは、まさにこれから確認するところです。そういった成果も踏まえ、今申し上げたように、このパラメータをこのように動かすところがこう動くというのが徐々に明らかになってくると思いますので、その中で、そういう全体システムとして CO₂ の分離回収コストというのはどう評価すべきか。そうしたところも、その検討の中に含まれてくるのではないかと考えております。回答になっていないかもしれませんが、今ははっきりと「この計算方法が軸としてこれしかない」といったところを容易に言える状況段階ではないと考えております。

【義家委員長代理】 ありがとうございます。非公開も含め、もう少し丁寧に理解していこうと思います。

【阿部 PM】 よろしく願いいたします。

【板谷委員長】 その他いかがでしょうか。赤松委員お願いします。

【赤松委員】 赤松でございます。私は燃焼が専門となるため分野が少し違うのですが、メタネーションは選択性が非常に高く生成物はメタンしかできないとお聞きしています。水電解で水素を作って CO₂ を燃焼排気から回収する、もしくは CO₂ を DAC により回収するメタネーションの場合と比較して、CO₂ を 1t 減らすためのコストを比較することはできないでしょうか。ポリジェネレーションというのは、非常に技術的には魅力的ですが、メタネーションのようなモノジェネレーションに対して、CO₂ の回収コストを比較できるような資料はあるでしょうか。

【阿部 PM】 ありがとうございます。今の御質問の趣旨は、例えば合成ガスを使って様々なものが作られるわけですが、それを 1 つに絞ったときのコスト計算方法であるとか、そういった意味合いになりますか。

【赤松委員】 先ほど義家先生からの御指摘にもあったように、いろいろなものを製造すると、確かにどれがどのような割合で製造されるのかによって、CO₂ を 1t 減らすためのコストが変わってくるかと思います。原料も多様化できるということで、技術的には非常に確立しているように思いますので、メタネーションのようなモノジェネレーションと比較したときに、コストはどうかというような評価ができないかという質問になります。すみません、私、専門が違うのでその辺りのことが分かっていないからかもしれませんが、よろしくお願いいたします。

【阿部 PM】 確かに、おっしゃるとおり、例えば合成ガスであれば複数の選択肢がありまして、それぞれ作られるものの当然販売価格が違いますので、何を作るかによって CO₂ 分離回収コストが変わってくることになります。ですので、現状においては仮定を置かなければいけないことになりますが、ただ、その際に注意する必要があるのは、販売単価が高いものを作ればいいのかというと、多分そうではありません。やはり需要であるとか、例えば設備はどこにあって、そのサプライチェーンをどのようにつないでいくか。そうしたところまで含めて、その装置についてはこれを併産物として作りましょうといったことで、まさに場面ごとに評価のやり方が変わってくるものだと思います。現状において、まだそこまで決まっていない状態であり、何か統一的・確立的な評価手法があるかということ、そこもなかなか難しいところだと考えております。

【赤松委員】 分かりました。私の質問が悪かったのかもしれませんが。例えばメタネーションであれば非常に選択性が高くメタンしか製造されないと認識しています。今回の CO₂ を 1t 減らすためのコストを評価指標とした場合、もちろん今のところは不確定なところがありますけれども、一番よく見積もった

場合に、メタメーションとの比較はできないのでしょうか。

【阿部 PM】 メタネーション技術との比較という趣旨ですね。

【赤松委員】 おっしゃるとおりです。メタネーションといいますと、非常にモノジェネレーションではなく、今回のものとは違って単一成分を作るという技術だと思います。それに対しても当然燃料としての価値が出てきますし、当然 CO₂回収技術が伴うため CO₂回収の効果が出るということであると思います。例えばですが、そういう観点はないのでしょうかということです。

【阿部 PM】 メタネーションとどういう観点で比較するかというのがなかなか理解できないところですけども、いわゆる化成品、例えばメタンであれば燃料なわけですけども。燃料を製造するという観点で言えば、その燃料を製造するコストという見方、つまり CO₂分離回収のコストではなく、この燃料を製造するためにかったコストはどうか。そういった軸の比較方法が 1 つあるのではないかと思いますし、そういう方法もできると考えます。ただ、どちらかというと今は、CO₂分離回収といったところに軸を置いております。将来的には、そういう実際に併産し、その併産したものを販売するというところになってくれば、その販売するためのコストの値づけを幾らにするなど、そういったところも検討しなければいけません。ですので、そういった時点になれば、そういう併産物のコストを軸に全体システムの評価をすることも考えられるのではないかと思います。

【赤松委員】 分かりました。メタネーションも、例えば燃焼ガス中からのアミン吸収で CO₂を回収するなどといった技術もありますし、水電解で水素を作るという技術もあるかと思います。そして、CO₂と H₂O から共電解でメタンを作るなどの確立された技術があるかと思いますので、そういうものと、CO₂を 1t 減らすためのコストの比較ができないだろうかと思った次第です。ありがとうございました。

【板谷委員長】 伏見委員、御質問のあるところかと思いますが、時間の都合もございますので、一旦、次のマネジメントについての質疑をお受けした上で、またこちらの観点に係る質問をお受けできればと思います。

それでは、次に、マネジメントに関する御質問をお受けします。

では、私から現在の体制について伺います。これまでの体制は、どちらかというと企業と非営利団体的なところ、大学等を含めてという関係でしたので、知財面での問題というのは比較的少ないような気がいたします。そうしたところで、今後、特に次のフェーズですと、例えば CLC の場合は大阪ガスと JFE エンジニアリングという 2 社の関係があるところで、このあたりの情報交換、あるいは知財の考え方について教えてください。

【阿部 PM】 知財については、基本的に事業者間で知財の協定といいますか、合意書を結びまして、それに従って特許の出願であるとか研究発表をしていくというのは委託事業の第 1 フェーズと同じと考えます。(資料 3 スライド 20 を示しながら) ここに、知財戦略ということで特許化としてどういったものを進めていくかを示しています。逆に、これに載っていないものはノウハウ化することになるわけですが、例えばケミカルルーピングの場合で言えば、この下の流動床の③が今回の補助事業になるわけですけども、この反応器そのものは構造物になりますので、例えば JFE エンジニアリングの場合はエンジニアリングメーカーとして、そういった設備を造るノウハウを実際に持っており、そのノウハウをもってライセンス化し、今後ライセンス事業として運営していくようなことも考えられます。一方、大阪ガス様の場合は、その設備を使って実際に事業を行うという役割分担的なことがございますので、そうした役割分担の中で特許化する部分、ライセンス化する部分というものに分かれていくことになるかと思います。そうした部分は、お互いに知財の協定等を結んだ中で決まっていくものとなります。

【板谷委員長】 要するに、メーカーとユーザーの位置づけの中で、どういった知財の交渉をされるか。そうしたものと理解してよろしいでしょうか。

【阿部 PM】 おっしゃるとおり、そうした理解をしております。

【板谷委員長】 分かりました。その他いかがでしょうか。特によろしいですか。

では、特にないようですので、1つ目の観点の意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋、それから目標及び達成状況の項目に戻ります。伏見委員、よろしくお願いします。

【伏見委員】 農工大の伏見です。事前質問で伺ったところですが、御回答をいただいたところで少し分からない点がありましたので、確認をさせてください。資料 27 ページ、28 ページ辺りの中型システムに関して「数百 MW サーマルクラス」と書いてあります。これですと、ほぼ大型に近く、石炭が前提と思うのですが、中型の場合ですと 100 であるとか、せいぜい 200 ぐらい、MW サーマルぐらいのところではないかと思うのですが、この中型の数百 MW スケールで、石炭以外を使うという見込みは大丈夫なものでしょうか。私の考えでは、数百メガですと大型ではないかと思った次第です。

【阿部 PM】 こちらは、事業者の方に御回答いただいたほうがよいと思うのですが、いかがでしょうか。

では、まず電中研様からお願いします。

【梅本上席研究員】 電力中央研究所の梅本です。弊所で検討したポリジェネレーションシステム、噴流床型を利用するほうについては石炭も使うという前提ですので、それに対しては数百 MW というのが成立するといったところでした。少しその辺りの詳細は、また後ほど御紹介いたします。

【伏見委員】 ありがとうございます。

【阿部 PM】 大阪ガス様、お願いします。

【植田課長】 大阪ガスの植田です。ケミカルルーピングのほうにつきましては、具体的な回答としては 100MW から 200MW ぐらいのスケールまでのスケールアップというのを想定しております。燃料としましては、バイオマス単体で計画しており、量にしますと年間 50 万 t から 80 万 t ぐらいの数値になっていきます。これは既存のバイオマス発電所でも事例のあるスケールですので、決して無理ではない数字だと思っている次第です。一旦ここまでの回答させていただきたいと思います。

【伏見委員】 分かりました。ありがとうございます。

【板谷委員長】 それでは、予定の時間が参りましたので、議題 2 は以上とさせていただきます。

（非公開セッション）

3. プロジェクトの補足説明

省略

4. 全体を通しての質疑

省略

（公開セッション）

5. まとめ・講評

【有若専門調査員】 これから委員の皆様から御講評をいただきます。

最初に、伏見委員お願いいたします。

【伏見委員】 農工大の伏見です。皆様、長時間お疲れさまでございました。いろいろお話を伺い、それぞれ個別のところでは着実に進んでいるという印象を受けました。評価ということだと、今回は「1t-CO₂ 当たりの回収 1,000 円」がキーになってくると思いましたけれども、先ほどの全体討論で話したとお

り、売り物を売るというところまで含めているのか、含めていないのか、そういうところで少し差があるような気もいたしましたので、その辺りについてどの範囲での回収コストになるのか、グロスかネットかというところを統一されるとよいのではないかと思います。あと、今後のことにつきまして、議論の中で出てきましたが、負荷変動性あるいは運転の幅というのが非常に重要になってくるのではないかと思います。今後の事業に向けての実験及びプロセス等の検討については、そういう負荷変動の幅にどれだけ対応できるか、可能であればそうしたところも含めて進めていただければと思います。私からは以上です。

【有若専門調査員】 ありがとうございます。次に、西本委員お願いいたします。

【西本委員】 電気事業連合会の西本でございます。本日は、貴重な研究開発の成果を御説明いただきましてありがとうございました。2050年のカーボンニュートラルに向け、CO₂の分離回収技術というのは非常に重要な鍵を握る技術だと認識しています。特に今日御説明いただいたポリジェネシスシステムについては、CO₂の排出削減、電力に加え、さらに化成品や水素といったような有価物を生成できるという点が強みだと捉えます。電力と有価物について、途中で御質問等もいただきましたが、その生成比率を柔軟に調整できるといったことができたなら、電力の需給バランスであるとか各マーケットの市況に応じた最適な運用が可能となるといったところで、事業者にとっても、社会にとっても双方において多大なメリットがあるのではないかと認識しております。技術的には非常にチャレンジングな技術だと考えますが、ぜひとも今後のさらなる技術発展に期待いたします。それから、今回のアウトカム目標であるCO₂の回収コストについては、一定の前提に基づく試算ではあるものの、両技術とも達成の見通しが得られたことは、社会実装の経済性の観点から有意義な成果だと認識いたします。ただし、今回あくまでも一定の前提に基づく試算ということですので、パラメータの変化次第では結果が大きく左右される側面もあります。今後の社会実装に向けては、引き続きコスト面を含めた技術検討について期待いたします。本日は、どうもありがとうございました。

【有若専門調査員】 ありがとうございます。次に、遠藤委員お願いいたします。

【遠藤委員】 みずほ総合研究所の遠藤でございます。本日は、御説明いただきましてありがとうございました。今回開発している技術について、経済性評価のところでのポリジェネレーションでいろいろなものが出る中、他の委員からもありましたが、その評価といったところをどういったものにやっていくのがよいのか。その点は今後も考えていくところが必要と思いました。一方、今開発している多様な燃料が使用可能で、その上でCO₂回収コストも落としてながら電力であるとか化成品、水素などといったものが作られるという技術は、昨今の石油をはじめ、ガスも今後それに連動して上がってくると思いますが、日本の調達コストの上がる中、それと相関しないような燃料が使えるような技術というのは絶対日本として持っておくべきだと思います。その技術の実装先については、産業間連携が必要になるなど大変なところも多々あると思いますけれども、実際に導入されるようなところも見据えながら、かつ技術も開発しながら、社会に実装されるような技術開発を目指して今後も進めていただければよいのではないかと感じました。長くなりましたが以上です。

【有若専門調査員】 ありがとうございます。次に、赤松委員お願いいたします。

【赤松委員】 大阪大学の赤松でございます。本日は、技術開発の貴重な過程を御紹介いただきまして誠にありがとうございました。非常に重要な技術であると認識しています。やはり、今、再生可能エネルギーに富んだ地方、地域における安価な電気等を使って、水素、アンモニア、e-メタン等を作り、それを国内に大量導入して二酸化炭素を削減するというのが言われているかと思います。それですと、当然日本も参画はできるものの、海外との協力が必須となります。今回お聞かせいただいたポリジェネレーションに関しては、日本国内でできるという技術であると同時に、他の委員の方とも言われたように電気も作れますし、CCSを伴い化石燃料を使いながらCO₂を出さないで有価物を作れるという技術とな

ります。さらに原料として、例えばバイオマスであるとかマテリアル利用が終わった廃タイヤ等を活用すればネガティブエミッションも期待できるということで、非常に重要な技術だと感じています。また、石炭の利用技術に関しても、日本は世界でトップであったにもかかわらず、今それに関して非常にネガティブな意見があります。その石炭の利用に関しても、この技術であれば日本が世界をリードできると考えますので、引き続きこのような分野の開発が進められることに期待いたします。どうもありがとうございました。

【有若専門調査員】 ありがとうございました。次に、義家委員長代理お願いいたします。

【義家委員長代理】 お疲れさまでございました。噴流床ガス化、CLC とともに、今回のプロジェクトだけでなく、もう長い年月をかけた緻密な研究の成果であったと思います。そうしたものに対して、心より敬意を表します。化石燃料を今しばらく使い続けなければいけないという時代、日本という境界条件の中で、単なる省エネ、省資源だけでなく CCU、CCS の導入が不可欠である、やらなくてはならないというのが今回のプロジェクトの大前提だろうと思います。そういう意味では、今日何度か申し上げましたが、CO₂ の削減だけでなく CO₂ の回収に直接寄与する、CO₂ の回収を直接カウントするところが重要だろうと思います。そういった意味では、経済性評価であるとかそういった物質収支の評価に関しても新しい概念を導入していく必要があるのだと思います。そうした技術だけでなく考え方、ポリシーの面も含め、これからの日本に役立つものを提案していただけるようなプロジェクトになってほしいと思いますし、だからこそ、こういった 2 つのテーマが並んで共有点を探すという価値あるプロジェクトになっているのだらうと思いますので、よろしくお願いいたします。以上です。

【有若専門調査員】 ありがとうございました。続きまして、板谷委員長、全体の議論を踏まえ、評価項目ごとにコメントをお願いします。

【板谷委員長】 事業者の皆様方、今日は大変詳細に御説明いただきありがとうございました。最後に評価項目ごとのコメントということで、全体をまとめた講評をさせていただきます。とはいえ、全体をまとめて切れるかどうかは分かりませんが、できるだけ簡単にまとめていただきたいと思います。

まず、1 番目の意義・アウトカム (社会実装) 達成までの道筋について、今回の事業はポリジェネレーションであり、従来の単に CO₂ 回収、いわゆる CCS ということであると、回収した CO₂ というのは結果的に廃棄物になってしまうわけで、また貯留するために更にコストがかかってくる。そうしたところで、日本としてこういうポリジェネレーションの概念というのは、できるだけコストを下げっていく上で重要な概念だと思っております。それから、もともと化石資源もないような日本の場合、それをうまく回しながら再利用していくといった考え方は非常に重要です。そういった意味で、今回の大きな目標として 1,000 円/t というのは非常に重要な目標になっていると思います。ただ、今後これを実用化につなげていくためには、今度は経済的な評価といったところも必要になってまいります。委員全体の意見としても、それぞれの段階ごとにコスト評価のロードマップなども今後作っていただけるとよいという思いです。それから、特に直近の世界動向というのは、非常に石油資源が入りにくなり、日本国内だけでなく世界的にも情勢は様々ですが、化学原料や化成品などのサプライチェーンのバランスがだんだん取れなくなっているという状況の中において、こういったポリジェネレーションというものを有効に活用できるような仕組みも今後検討していただければと思っております。

次に、2 番目の目標及び達成状況については、皆様方いろいろな努力をされており、本当に新規性の高いような技術開発なども多く進められておられます。それから、設備的にも結構ハンドリングなど難しいところもございますが、そういったもので試験をされながら、一応 CO₂ の回収コストのめどがついてきたという点では評価ができるかと思います。ただし、今日の委員会の議論の中でもいろいろと質問等が出てまいりましたけれども、その CO₂ のコスト試算についてもある程度少し統一的な評価をしていただきながら、ある程度誰にでも分かりやすいような形での評価指標といえますか、CO₂ コスト

試算についてももう少し分かりやすい形にさせていただけるとよいと思っております。それからもう 1 点としては、今後継続される事業と、今後どうしていくかといった検討をされている事業等もございますが、今後の目標として負荷変動に対してどの程度の制御性、あるいはどこまでの負荷変動に耐え得るかといったような評価指標も今後の目標に挙げていただけるとよいと感じています。そういったものに基づき、今後こういった技術を社会実装していく上で、興味を持ってもらえるような事業者様が現れたときに、技術の波及効果を期待する上では非常に重要な視点になってくるのではないかという気がしますので、そういった点も含めて検討していただければと思います。

最後に、3 番目の評価項目のマネジメントですが、これまで一応産官学の連携の中でうまく連携されながら目標達成に向けて実証試験を行ってこられたということと、一部の事業のケミカルルーピングに関しては、更にベンチスケールでスケールアップした実証試験を今後進められていかれる。そのときの体制につきましても、実際のメーカー、ユーザー、そして、それをサポートするような学術機関等との連携の体制としては評価し得ると思います。ただ、さらに今後進めていく中で、実際にこれを事業化していくような事業者様も含め、ユーザーの拡大を図るような検討を今後していただけるとよいと感じました。それから噴流床に関しては、これまで IGCC、IGFC、具体的には例えば勿来の IGCC、それから大崎クールジェン（OCG）などといったところで、すでに商用プラントに近い噴流床ガス化装置で現在事業が進められておりますので、そういった事業とも何かうまく連携できるような体制を今後構築していただきながら、噴流床でのポリジェネシスシステムというものの経済性評価もしつつ、非常に重要な技術であるところをアピールしていただけるとよいと思いました。

以上、全体をうまくまとめ切れたかどうかは分かりませんが、委員長としての全体の総括とさせていただきます。詳細につきましては、またそれぞれの委員の皆様方からの評価コメント等の評価票の中で提出されてくるかと思っておりますので、そういったところを全体まとめして頂き、関係の皆様方におかれましては、今後の進め方として御検討いただければと思います。

【有若専門調査員】 委員の皆様、御講評いただきましてありがとうございます。ただいまの委員長の御講評につきまして、推進部のほうから何かございますでしょうか。

特にないようですので、それでは委員の皆様からの御講評を受けまして、推進部長から一言申し上げます。

【福永部長】 NEDO サーキュラーエコノミー部の福永でございます。本日は、先生方には長時間にわたりまして御審議をいただきありがとうございました。最後に御講評をいただいたように、3 つほど論点があると考えます。まず 1 つ目はアウトプット目標の置き方ですが、これ自体は分離回収コスト 1,000 円ということで、プロジェクト当初からこの目標を掲げておりますが、これをどう評価するかという点で分かりにくいという御指摘をいただいたところと認識しております。また、最後に評価する際、様々なパラメータをどう置くかによって、この数字が変動しかねないというような御指摘もいただきましたので、これをどう評価していくのかというのは、分かりやすい説明とともに、しっかり我々の宿題として検討してまいりたいと思います。そして 2 つ目は、ポリジェネの有用性について御指摘をいただいたところです。特に、廃棄物を含めた多様な燃料が使えるということや、あるいは国内の資源を活用し、電力、有価物を柔軟に生産できるところを御評価いただいたものと思います。こうした点について、言わば外部経済性といいますか、経済的に評価されにくいような仕組みになっているかと思っておりますので、これをどう訴えていくのか。そうしたところは、今後 300kW のモデルを組んでいく中でしっかりと成果を出して世の中にアピールしていく必要があると思います。また、政策当局ともしっかりと議論を行い、政策としてこれを進めていくところに、NEDO 側の実証を通じて後押しをしていきたいと思っております。そして、このポリジェネプラントから、先ほど申し上げたように水素や CO₂、電力といった様々な有価物が出てきます。これをどう連携させていくのかについては、委員の先生方から

も御指摘いただいたところですが、NEDOとしてそれら水素の利用であるとか、CO₂の利用プロジェクトでは多数技術開発を行っております。こうした他のプロジェクトの連携を深め、このポリジェネを有効に活用していくといったところで、我々しっかりと進めてまいりたいと思いますし、事業者とも連携しながら進めていく所存です。それから最後に、3つ目は調整力として負荷変動を行っていくことが重要であるとの御指摘もいただきました。まさに今、大崎上島の大崎クールジェンでは、この負荷変動対応のための技術開発を行っておりますし、再エネの導入拡大によって重要性は増していると思います。一方、この流動床で異なる反応槽の中で様々な反応を起こしながら、このプラントを動かしていくという意味では、負荷変動にどう対応していくのかというのは未知の点があると考えます。これは今後、事業規模を拡大していく中で、しっかりとそういった点も確認しながら、実用化に向けた道筋を描いていければと考えるところです。私からは以上になります。どうもありがとうございました。

【有若専門調査員】 ありがとうございました、以上で議題5を終了いたします。

6. 閉会、今後の予定

配布資料

番号無し	議事次第
資料1	研究評価委員会 委員名簿
資料2	評価項目・評価基準
資料3	プロジェクトの説明資料（公開）
資料4	プロジェクトの補足説明資料（非公開）
資料5	事業原簿（非公開）
番号無し	質問回答票（公開）（非公開）
番号無し	評価コメント及び評点票
番号無し	評価スケジュール

以上

以下、研究評価委員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。

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／④次世代火力発電基盤技術開発／8）CO₂分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術開発」（中間評価）

質問・回答票（公開）

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P2, P3, P19	開発テーマ①（噴流床ガス化）と開発テーマ②（ケミカルルーピング）を一つのプロジェクトの中でまとめて技術開発する意義に関して説明がほしい。競合する複数の技術を内包すること自体を否定するわけではないが、今回のケースにおいてその利点は何か？共有できる知見や集約統合化の将来イメージは存在するのか？	義家 委員長代理	本事業は、発電システムにおけるCO₂分離・回収コストの低減手段として、別途のCO₂分離・回収設備を不要であることと、有価物の併産が可能であることをもって、システム全体としてCO₂分離・回収コスト低減を達成する技術確立することを目的としています。これは、2つの前身事業の成果（資料3 P30参照）を踏まえてはいますが、本事業の実施テーマを公募するのにあたり、それらの技術に限定してはおりません。 既存技術とは異なるアプローチによりCO₂分離・回収コストの低減を図るという、共通要素を持ったテーマを一つの事業でマネジメントすることで、同じコンセプトの複数の技術を複線的に実施することにより、事業のアウトカム目標すなわち目的とする技術の社会実装の実現性を高めることになると考えます。 一方、今回実施している噴流床と流動床の2つの技術は、競争的な関係であることから、統合化のイメージはありませんが、適用分野については完全に一致するものではないとも考えられ、複数テーマを実施することにより本事業の目的技術の適用範囲拡大に資する可能性はあると考えます。
資料3 P13	大崎クールジェンとの比較は必要ではないか。大崎クールジェンでも第二段階でCO ₂ 分離型のプロセス開発を実施しており、IGCCの下流（シフト反応後）のCO ₂ 回収として化学吸収法および物理吸収法に関する多大な知見が得られているはずである。それら課題を踏まえてのさらなる低コスト化が本研究の本質ではないか？	義家 委員長代理	前フェイズ※のOxyfuel-IGCCの開発において、一般的なCO₂回収設備付きIGCCとの比較を行い、効率やコストの面で優位性があることを確認しております。 今回は化学合成も行うなど、位置付けが大きく異なるため、大崎クールジェンプロジェクトとの比較は行っていません。 （※：「CO₂回収型次世代IGCC技術開発（2015～2020年度）」（資料3 P30, 31参照））

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P34	1,000円台/t・CO ₂ の定義を示してほしい。DACや単に発電だけを目的するプロセスでのCO ₂ 吸収と比較して、ポリジェネレーションシステムでは発電利用と合成ガスからの有機物生成の比率や有機物の種類がパラメータとなる。それをどのような根拠によって決定したのか。また、1,000円台/t・CO ₂ を目標とする（にふさわしいと判断する）根拠およびそのための本プロジェクトのアドバンテージを示してほしい。	義家 委員長代理	CO ₂ を回収しない既存技術で発電、化学合成を行う場合に掛かる費用に対して今回追加で必要な費用を、既存技術で排出されるCO ₂ の量で割ったものをCO ₂ 回収コストとしています。 1,000円台/t・CO ₂ はカーボンリサイクルロードマップ等で掲げられている目標であり、現状の他のCO ₂ 回収方法と比べると野心的な目標と言えます。本プロジェクトは、炭素の一部を化学製品に固定しながら発電することで、発電で発生するCO ₂ を抑制できる可能性があり、CO ₂ 回収コストの意味では、その面がアドバンテージと考えています。
資料3 P29	費用対効果の算出として本事業にて電力量の3%を本技術で賄うとして算出していますが3%とした根拠は何でしょうか。	遠藤委員	第7次エネルギー基本計画におけるエネルギー需給見通しを踏まえつつ、2022年度中間評価において仮定した本技術で賄う発電電力量（88.7億kWh/年）を踏襲して設定しました。
資料3 P29	噴流床ガス化技術では石炭を中心に発電を中心に化学品製造を行うものと理解しておりますが、新設はそれほど多く行われる見込みはあるのでしょうか。CO ₂ 回収コストが低下と言っても後段ではCO ₂ を利用や貯留する事が必要だと考えられます。貯留する場合にはCO ₂ 回収量に応じてコストがかかる事になり、CO ₂ 排出の大きい石炭での新設は現実的でしょうか。ガス火力へのリプレースによる着実な削減と将来的なCO ₂ 回収などが現実的に選択されるなどがあるように思え、事業化を見据えた際の導入先・導入のポテンシャルに疑問を感じました。また流動床技術は水素生産を中心とした開発を企図しているように見受けられ、その点で、現在実施している事業との費用対効果試算は整合的なのでしょうか。	遠藤委員	本技術は、バイオマス等の多様な燃料に対応し、熱または電力・物質サプライシステムとして、コンビナートなどの産業間連携への適用も期待でき、単なる石炭火力の代替ではなく、新たなニーズに適用可能性のあるシステムであると考えております。ニーズ拡大については今後の探索が必要ですが、「アウトカム達成までの道筋」、「アウトカム目標の達成見込み」で記載しているように、需要家探索・市場性検討を行いつつ、スケールアップ技術開発を行い、適用可能な技術・規模から順次実用化・事業化していくことにより普及を目指すことを想定しています。 ここでの費用対効果は実用化・事業化時のコスト評価とは異なり、投入するインプット（積み上げた投入国費の総額）が、アウトカム目標（市場創生効果、CO ₂ 削減効果等）と対比させた時、過剰投資ではないことを説明するものです。コスト評価については個別テーマにおいて実施されます。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P51	需給調整能力が高い発電技術という点、燃料供給側のガス化炉からのガスをそのまま運転に利用すると考えれば、後段の発電設備の需給調整能力が高くともガス化炉の運転の調整能力も大事になるのではと思います。この点はどのように考えているのでしょうか。また、流動床側では需給調整能力はどの程度具備されるものなのでしょうか。	遠藤委員	・噴流床ガス化の場合、ガス化炉の調整も必要となります。ただし、合成ガスの一部を化学合成に使うことで、例えば送電する量を0とする場合でも、ガス化炉を停止することなく、例えばハーフロードに維持することができます。このことで、発電だけを行うIGCC等と比べて、大きく需給調整能力が向上します。 ・流動床（CLC[※]）については、3塔プロセス内の各塔の負荷を制御によって変えることで（つまり、燃料反応塔の運転を抑えること）、電気出力と水素出力の比をある程度変えることが出来る点を特徴と捉えています。 どの程度という点については、検討を続けているところであり、明確なお答えを持っておりません。原理上は、水素ゼロとし全て発電にとすることもできますが、実際にはそのために必要なターンダウン比を持った回転機や発電機を用意しなければならないため、商用機としてはある程度限定された範囲での調整能力となることが考えられます。 （※：CLC（Chemical Looping Combustion）：ケミカルルーピング燃焼）
資料3 P13～P16	資料に記載されている国内外の技術開発動向はプロジェクト開始時点の情報が多いが、至近で大きな動向変化等があればお示しいただきたい。	西本委員	プロジェクト開発後の技術動向として、水素併産ケミカルルーピング燃焼のトップランナーとして先行している米国オハイオ州立大学とBabcock & Wilcox Company社は2023年に60 MWth規模の実証機の計画を発表しています。ただし、米国の温暖化対策に変化があったことから昨年5月以降から事業の進展はない状況となります。また、中国清華大学からは水素製造を伴わない5 MWth CLCパイロット運転実績が報告されており、2025年には20 MWth CLC実証プロセスの開発が開始される旨も発表されています。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P20	噴流床における「技術の保護」とは、特許として出願したうえでライセンス化しないという意味か。もしくは、特許出願せず秘匿とするという意味か。その意味合いと考え方を確認させていただきたい。	西本委員	本件で選択した「技術の保護」とは、特許出願により技術内容を公開しつつ、第三者による無断利用を防止し、当所および関係者が当該技術を適切に活用できる状態を確保することを目的としたものです。 秘匿ではなく特許として権利化することで、 ・研究成果の公知化による技術基盤への貢献 ・他者による無秩序な利用や先行権利化の防止 ・将来的な共同研究・社会実装時の自由度確保を図る位置付けです。 なお、実施主体の電力中央研究所は非営利団体であるため、現時点で積極的なライセンス収益化を主目的とはしていませんが、技術の普及段階に応じて柔軟に取り扱うことを想定しています。
資料3 P29	費用対効果として、プロジェクト費用（NEDO負担額）に対する併産有価物やCO ₂ 削減効果によるコストダウンの価値を比較されているが、有価物の併産やCO ₂ 削減のためにはプラントの建設・維持・運用が必要であり、そのコストを費用として織り込んでいないのは正しい評価となっていないのではないのか。	西本委員	ここでの費用対効果とは、投入するインプット（積み上げた投入国費の総額）が、アウトカム目標（市場創生効果、CO₂削減効果等）と対比させた時、過剰投資ではないことを説明するものであるため、プラントの建設・維持・運用コスト等は、組み入れていません。
資料3 P45	「性能評価を行い、①に必要な情報を取得した」とあるが、「需給調整能力が高い」とは具体的にどのような能力を想定し、どのように性能評価を実施してそれを満たすことを確認したのか、補足してご説明頂きたい。	西本委員	本システムは、発電と化学合成の双方に合成ガスを利用する構成としており、電力需要に応じて発電側への合成ガス配分を柔軟に変更することで、需給調整能力を高めることを狙いとしています。ここで想定している「需給調整能力が高い」とは、電力需要や再生可能エネルギー出力の変動に応じて、発電出力を比較的広い範囲で柔軟に調整できる能力を指します。 そのための性能として、主に想定している発電規模の領域において高い発電効率を維持できることが重要と考え、各種発電設備について、発電規模と発電効率の関係を比較しました。その上で、出力変化時にも高い効率が期待できる発電設備の種類を選定し、本システムの需給調整運用に適すると判断しました。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P51	成果の意義として「再エネと火力発電の協調運転時における本技術の需給調整能力は、再エネの導入促進ならびに大量導入時の電力系統安定化に貢献できる」との記載について、流動床（ケミカルルーピング技術）における電力需給調整能力をどのように評価されているのか教えていただきたい。	西本委員	CLCは、電気出力と水素出力の比をある程度変えることができるため、市場の電力余剰時には水素にシフトした運転を行う、などといったことが可能です。この特徴から、再エネと火力発電の需給調整を担う技術としての貢献を期待しています。
資料3 P27～P28	中型システムを目指すということであるが、この中型「百MWthスケール」は100 MWthくらいか？（「数百MWthスケール」ではなくて）。その場合でも、バイオマスや廃プラスチックにしては集めるのが相当苦労するような規模であるが、石炭と混焼などを想定されているか？ 37ページに記載の様にバイオマスだけ（あるいは廃プラスチックだけを含む）の場合は、小型スケールでの実用も視野に入れた方が良いようにも感じた。	伏見委員	ご指摘の箇所につきましては「数百MWthスケール」の誤記でした。失礼いたしました。 ・噴流床ガス化の場合、石炭と廃プラスチックの共利用を念頭に主に検討しました。その場合であれば100～200 MWthスケールは十分妥当と考えています。一方で、今後の方向性として、石炭以外のみでのガス化をターゲットとする場合には、より小規模な場合も想定する必要があります、ご指摘の通りです。 ・流動床（CLC）の場合、この規模としては具体的には200 MWthなど、「数百」の中でも前半の数字をイメージしています。燃料としては、バイオマス単独での運転をメインターゲットとして想定しています。燃料調達の実現可能性については、例えば200MWthの場合、燃料調達量は年間50万トン～80万トン程度となりますが、バイオマス発電所の規模で言えば10万kW_e級に相当し、国内でも商用稼働例がある通り、実現不可能な数字ではありません。また、海外のバイオマスの豊富な地域であれば、さらに実現可能性は高まるものと考えられます。ただし、ご指摘の通り、実際にはその実現機会は限定的なものと想定されますため、我々実施者らとしましては、数百MWthスケールのニーズにも対応できる状態を目指してはいますが、主戦場は数十MWthになるだろうと想像しています。
資料3 P72など	水素収支の面で、想定する化成品によっては、外部からの水素供給が必要になることも予想されるが、それも検討された事業化計画になっているか？	伏見委員	・噴流床ガス化の場合、主に検討した内容である石炭と廃プラスチックから電気と化成品を製造するケースでは外部から水素を購入するよりも水蒸気添加により水素濃度を高める方が現実的であると考えています。ただし、派生技術であり、既設火力発電ボイラのCO ₂ 排出原単位を削減する技術として考案したHyGreenについては、ガス化以外での水素製造も念頭に置いています。

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、プロジェクト/制度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、被評価プロジェクト/制度等の資源配分、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。

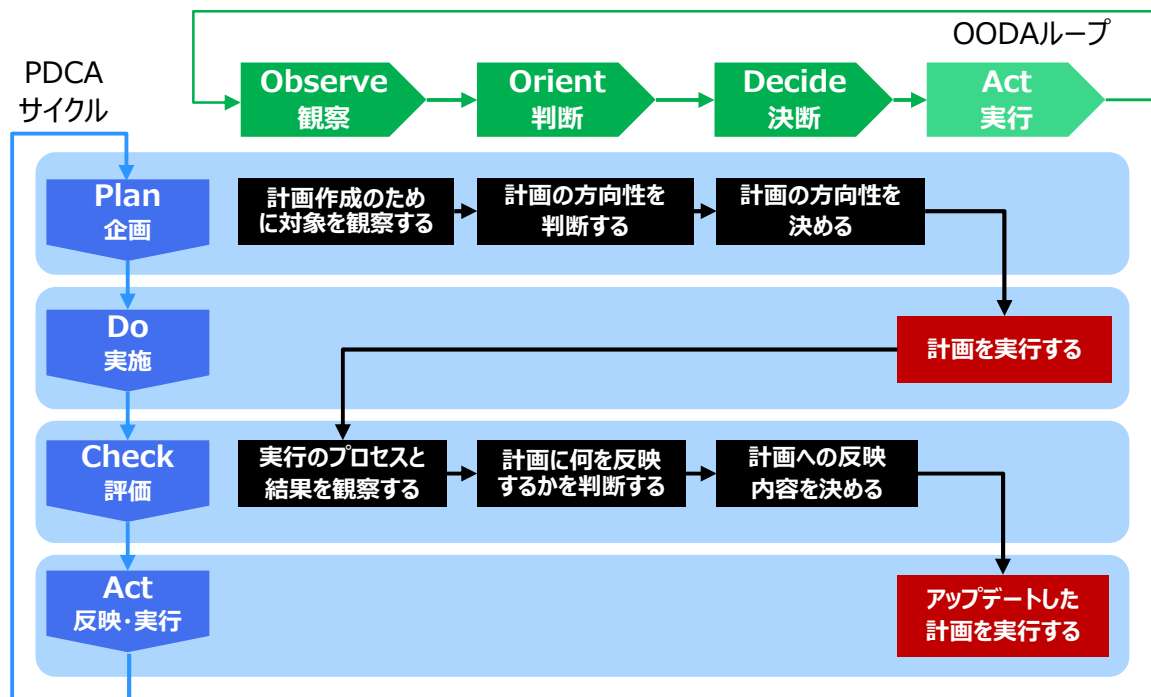


図 1 研究開発マネジメント PDCA サイクルと OODA ループ組み合わせ例

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/制度評価の実施体制

プロジェクト評価/制度評価については、図 2 に示す実施体制で評価を実施しています。

- (1) 評価対象プロジェクト/制度毎に当該技術の外部の専門家、有識者等からなる研究評価委員会を設置。
- (2) 同研究評価委員会にて評価対象プロジェクト/制度の技術評価を行い、評価を確定する。
- (3) 評価結果を事業統括部長に報告。

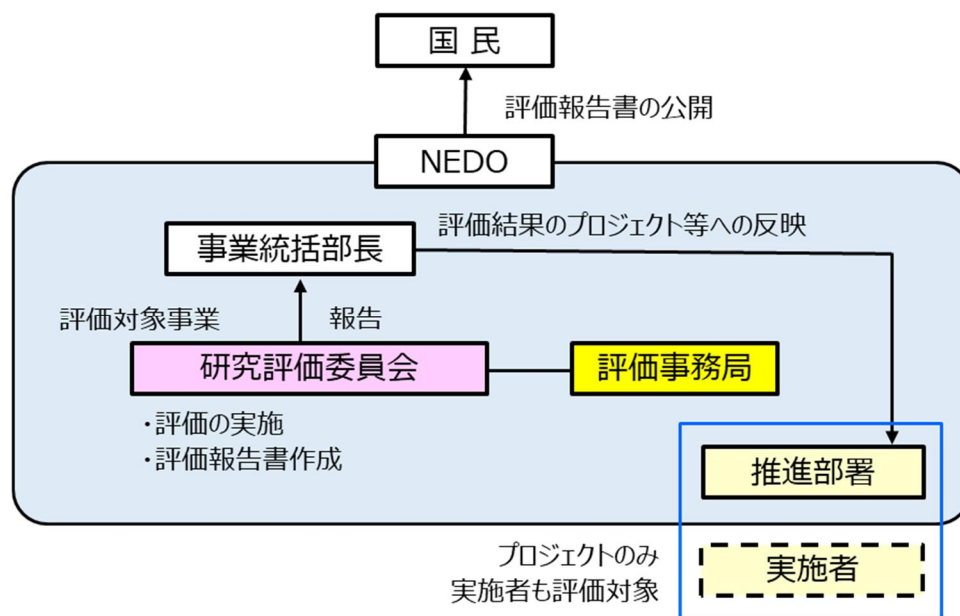


図 2 評価の実施体制

5. 評価手順

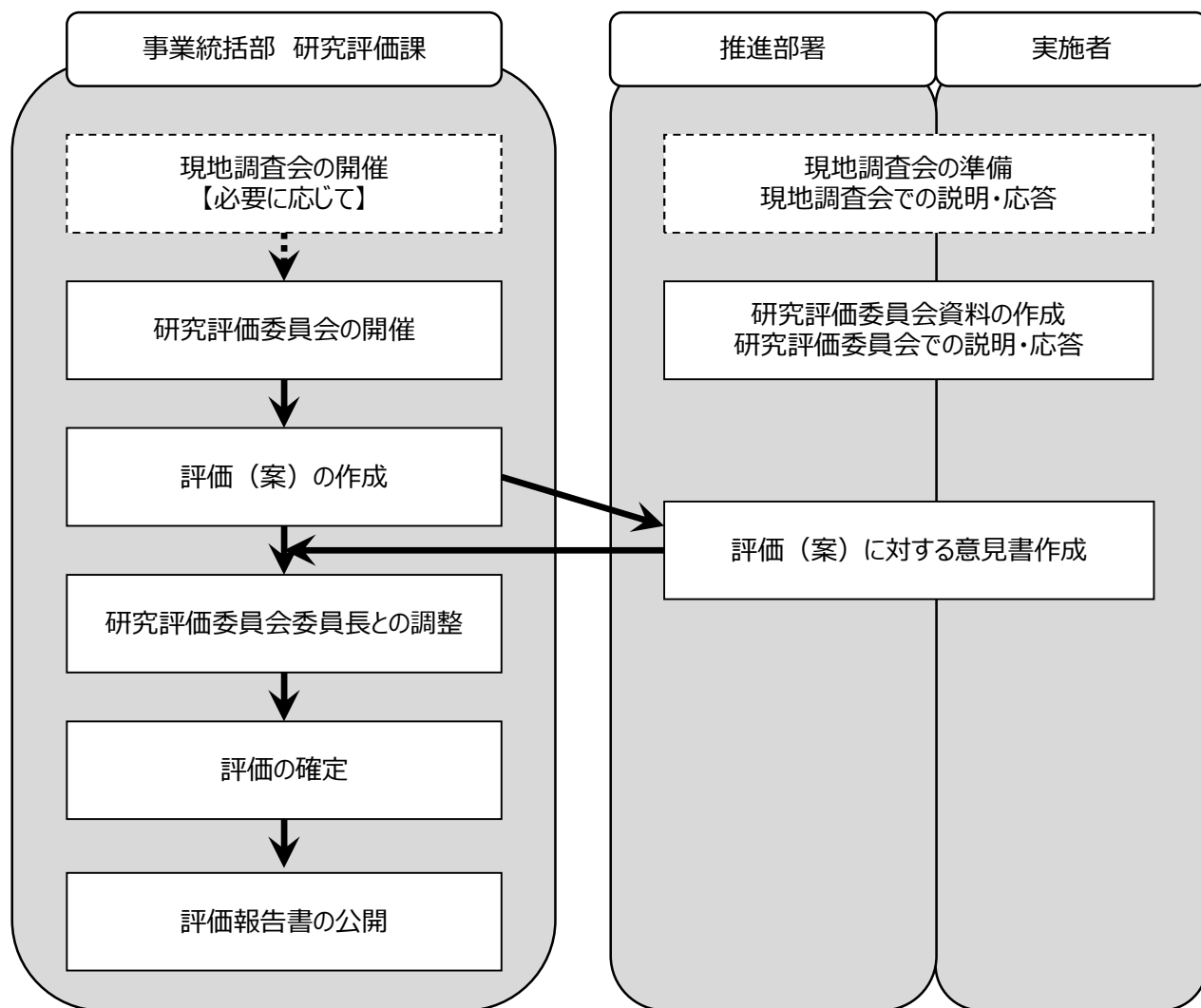


図3 評価作業フロー

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／④次世代火力発電基盤技術開発／
8) CO₂分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術開発」(中間評価)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・CO₂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。
- ・ 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・公正性（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。

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）事業統括部が委員会の事務局として編集しています。

NEDO 事業統括部 研究評価課

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

TEL 044-520-5160