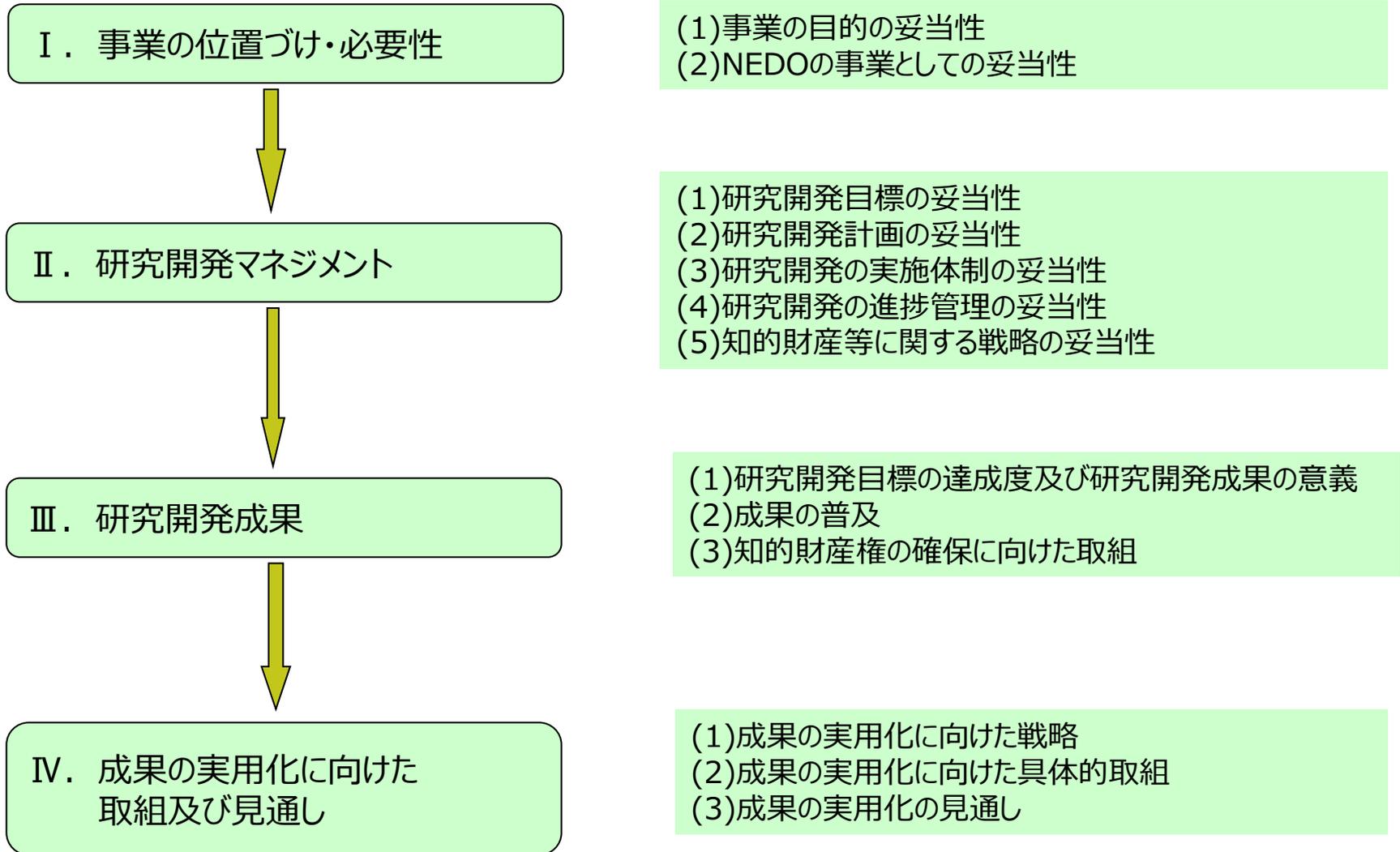


**「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／
④次世代火力発電基盤技術開発
7)CO₂有効利用技術開発」
(前倒し事後評価)**

**(2017年度～2021年度 5年間)
プロジェクトの概要 (公開)**

**NEDO
環境部**

2021年4月20日



【参考】「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」事業一覧*

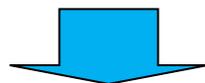
年度(西暦)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
研究開発項目④ 次世代火力発電基盤技術開発																			
1) 次世代ガス化システム技術開発(委託)									※ 2	◇									
										2018年度以降は研究開発項目⑤へ統合									
2) 燃料電池向け石炭ガスクリンナップ技術要素研究(委託)									※ 2	◇									
										基盤技術									
3) ガスタービン燃料電池複合発電技術開発(委託)												◇				◇			
										基盤技術開発									
4) 燃料電池石炭ガス適用性研究(委託)												◇				◇			
										基盤技術開発									
5) CO ₂ 分離型化学燃焼石炭利用技術開発(委託)									※ 2	◇									
										2018年度以降は新規公募にて研究開発項目④(8)で実施									
6) 石炭火力の負荷変動対応技術開発(委託)																			
										基盤技術開発									
7) CO ₂ 有効利用技術開発(委託)																			
										基盤技術開発									
8) CO ₂ 分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術開発(委託)																			
										基盤技術開発									
9) 機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の要素研究(委託)																			
										基盤技術開発									

* 一部抜粋
◇中間評価、◆事後評価

◆事業実施の背景と事業の目的

社会的背景

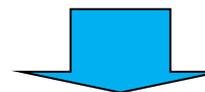
- ・CO₂排出削減、温暖化対策は世界的課題
- ・石炭火力発電からのCO₂排出量が多い



CO₂の回収・貯留やCO₂を資源として利用し、有価物を製造する技術によるCO₂排出削減の必要性

事業の目的

CO₂を資源として利用し、有価物を製造する技術によるCO₂排出削減の必要性



CO₂排出削減に寄与するCO₂有効利用技術の確立

◆政策的位置付け (その1)

■ 長期エネルギー需給見通し (2015年7月)

(3) 2030年度以降を見据えて進める取組

安全性、安定供給、経済効率性及び環境適合に関する政策目標の確実な実現と多層・多様化した柔軟なエネルギー需給構造の構築に向け、革新的な蓄電池、水素社会の実現に向けた技術、次世代型再生可能エネルギー、二酸化炭素の回収貯留(CCS)及び利用に関する技術を始めとする新たな技術の開発・利用の推進、メタンハイドレートなど我が国の排他的経済水域内に眠る資源の活用に向けた取組も推進する。

◆政策的位置付け (その2)

■ エネルギー・環境イノベーション戦略 (2016年4月)

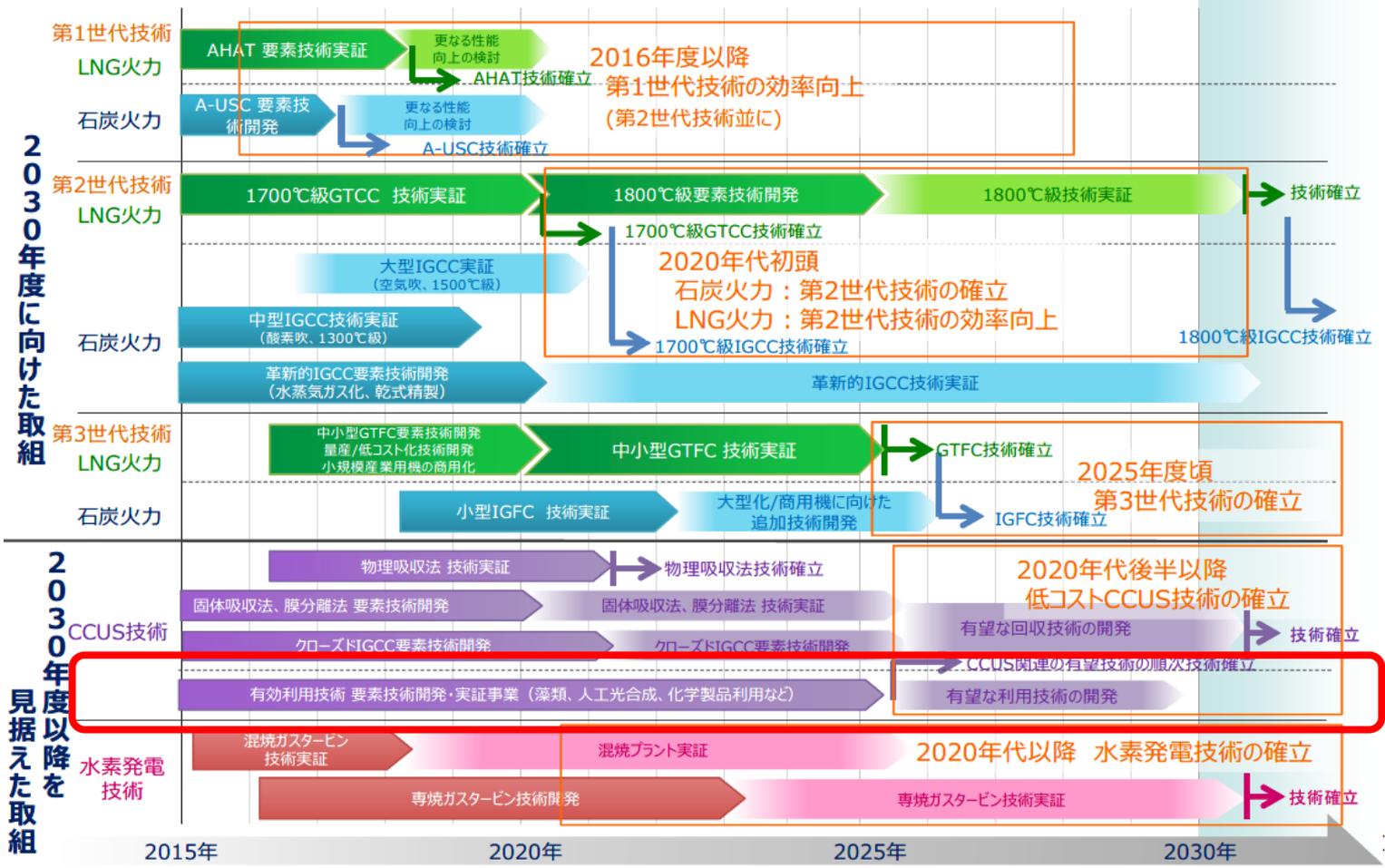
II. 有望分野の特定		
①これまでの延長線の技術ではなく、非連続的でインパクトの大きい革新的な技術 ②大規模に導入することが可能で、大きな排出削減ポテンシャルが期待できる技術 ③実用化まで中長期を要し、且つ産学官の総力を結集すべき技術 ④日本が先導し得る技術、日本が優位性を発揮し得る技術		
エネルギーシステム 統合技術	○革新技術を個別に開発・導入するだけでなく、ICTによりエネルギーの生産・流通・消費を互いにネットワーク化し、デマンドレスポンス (DR) を含めてシステム全体を最適化。AI、ビッグデータ、IoT等を活用。	
システムを構成する コア技術	○次世代パワエレ：電力損失の大幅削減と、新たなシステムの創造 ○革新的センサー：高耐環境性、超低電力、高寿命でメンテナンスフリー ○多目的超電導：モーターや送電等への適用で、電力損失を大幅減	
分野別 革新技術	省エネルギー	1 革新的生産プロセス ○高温高压プロセスの無い、革新的な素材技術 > 分離膜や触媒を使い、20~50%の省エネ 2 超軽量・耐熱構造材料 ○材料の軽量化・耐熱化によるエネルギー効率向上 > 自動車重量を半減、1800℃以上に安定適用
	蓄エネルギー	3 次世代蓄電池 ○リチウム電池の限界を超える革新的蓄電池 > 電気自動車が、1回の充電で700km以上走行 4 水素等製造・貯蔵・利用 ○水素等の効率的なエネルギーキャリアを開発 > CO ₂ を出さずに水素等製造、水素で発電
	創エネルギー	5 次世代太陽光発電 ○新材料・新構造の、全く新しい太陽光発電 > 発電効率2倍、基幹電源並みの価格
		6 次世代地熱発電 ○現在は利用困難な新しい地熱資源を利用 > 地熱発電の導入可能性を数倍以上拡大
	7 CO ₂ 固定化・有効利用	○排ガス等からCO ₂ を分離回収し、化学品や炭化水素燃料の原料へ転換・利用 > 分離回収エネルギー半減、CO ₂ 削減量や効率の格段の向上

出典：内閣府 総合科学技術・イノベーション会議決定 「エネルギー・環境イノベーション戦略(NESTI2050)」

◆政策的位置付け (その3)

■ 次世代火力発電に係る技術ロードマップ° (2016年6月)

7. 次世代火力発電技術の早期確立、実用化に向けた工程表



出典：経済産業省 次世代火力発電の早期実現に向けた協議会 「次世代火力発電に係る技術ロードマップ」

◆本プロジェクトの経緯

■CO₂有効利用可能性調査(2016～2017年度)

<概要>

CO₂排出量削減のための有効利用技術の一つであり、既存インフラが使えるメタネーションについて、技術・事業性等の調査・実験・検討を行った。

CO₂排出源ごとのCO₂分離回収技術・有効利用技術の最適組み合わせの検討やポリジェネレーションシステムの可能性の検討が必要とNEDOが判断。

■CO₂有効利用技術開発(2017～2021年度)

<2021年度目標(最終目標)>

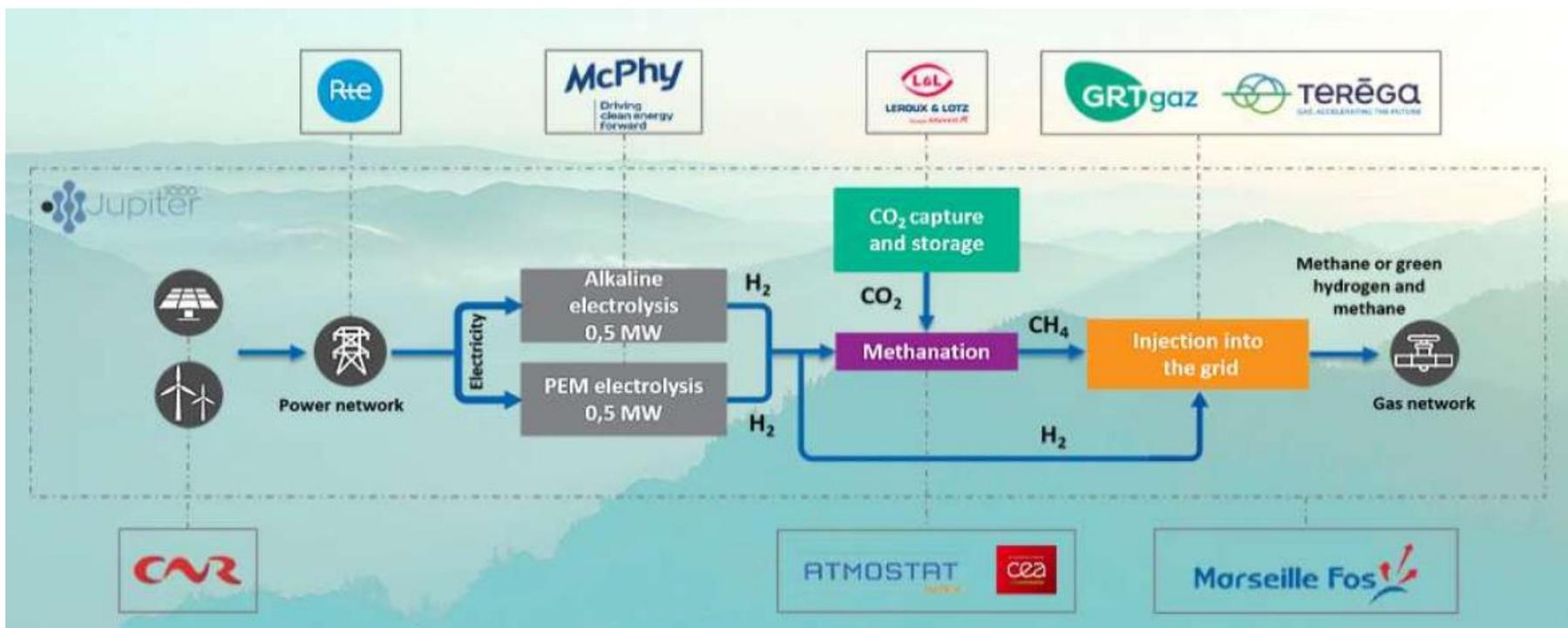
事業終了時に本事業として実施するCO₂有効利用技術の適用性を確認する。一例としては、将来的に天然ガス代替では0.9円～1.4円/MJ(LHV)を見通す経済性を評価する。

◆国内外の研究開発の動向と比較 (その1)

EUにおいてPower-to-Gas関係のプロジェクトが進行中。

■ Jupiter 1000 (フランス、2014年～2023年)

- ・Power to Gasの最初の産業用実証(CO₂回収によるメタネーションプロセス)。
- ・水素は100%再エネから製造。メタン合成能力:25Nm³/h。
- ・参画企業:GRTgaz(全体統括、ガス供給)、ATMOSTAT(メタン化リアクター)、他。



◆国内外の研究開発の動向と比較 (その2)

■ STORE&GO (ドイツ・スイス・イタリア、2016~2020)

- ・Horizon2020のもと、27機関がメタネーション実証を行うもの。
- ・実証サイトはドイツ、スイス、イタリアで、地域特性に合わせて再エネ、CO₂を調達している。
- ・CO₂供給元は、大気・排水処理プラント・バイオガスプラント。

Partner Organizations



出典：STORE&GO
ホームページより

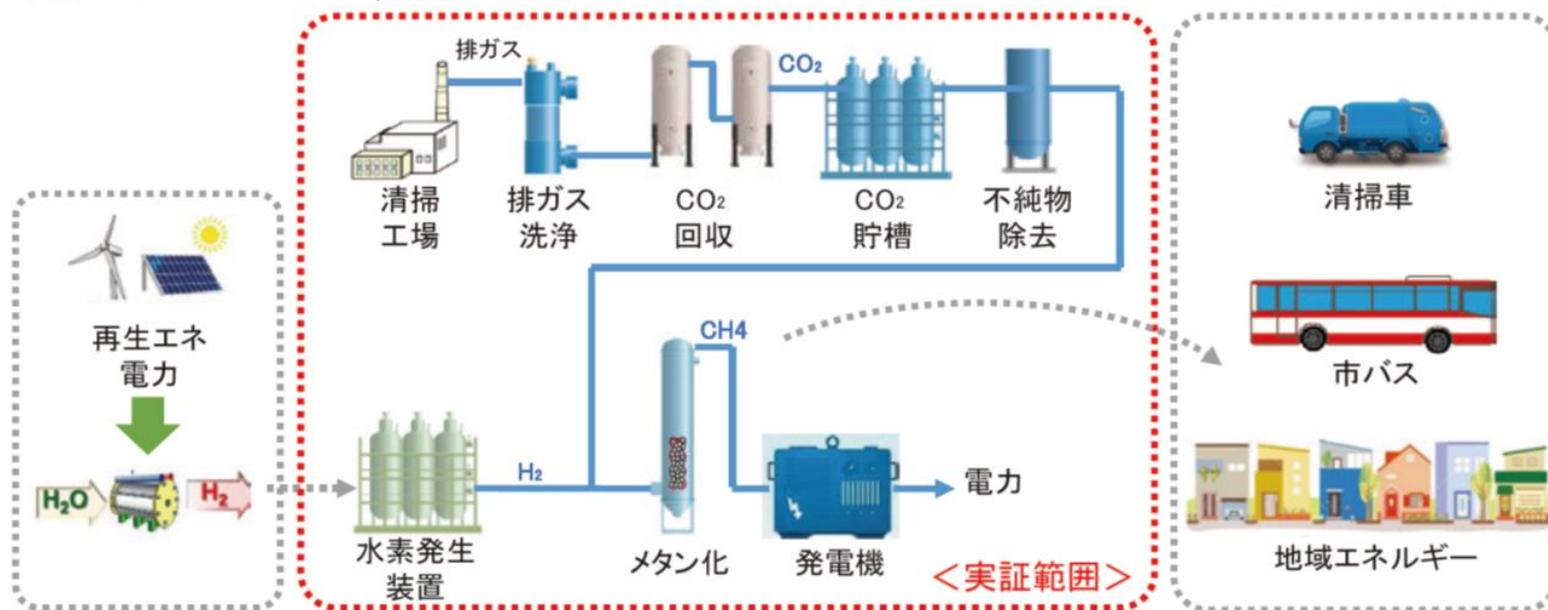
海外でもメタネーション実証は実施中であり、日本においてもメタネーション分野の研究開発を進め、国際的にリードすべきと考える。

◆他事業との関係

■ 清掃工場から回収した二酸化炭素の資源化による炭素循環

モデルの構築実証事業（環境省）（2018年～2022年）

- ・ごみ焼却炉からの排ガスCO₂を利用したメタネーション実証事業(合成能力:125Nm³/h)。
- ・メタネーション反応器は、以前にNEDO事業で開発した別の技術を使用。
- ・実証試験は2022年度開始予定。



出典：環境省ホームページ内資料「日立造船株式会社におけるCCU事業の取組」より

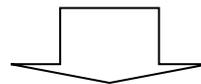
ゴミ焼却炉の排ガスは石炭火力等の排ガスとは性状が大きく異なり、そのため設備構成も違う。

◆NEDOが関与する意義

CO₂排出削減に寄与するCO₂有効利用技術の開発・実用は、

- 社会的必要性：大、**国家的課題（温暖化対策）に貢献する技術**
- 研究開発の難易度：実用化に向けて**実証試験など長期かつ段階的な技術開発が必要**で難易度高
- 投資規模：長期に渡る開発が必要で投資リスク大

エネルギー・地球環境問題の解決を担う組織であるNEDOは、国家的課題である**温暖化対策**に対し、マネジメント力を生かした**産学官の技術力・研究力を最適に組み合わせ研究を推進**できる。また、NEDO内部にある**他分野の知見（水素）**を本事業に生かし効果的な事業推進ができる。



N E D O が も つ こ れ ま で の 知 識 、 実 績 を 活 か し て 推 進 す べ き 事 業

◆実施の効果 (費用対効果)

プロジェクト費用の総額 (5年間) : 約19億

【メタネーション】

➤ 電力市場

CO₂由来のメタンを天然ガスパイプライン運用上の許容圧力範囲内において、再エネ由来電力として、少なくとも**3,000万kW程度の余剰電力を吸収**可能。

➤ CO₂削減効果

国内の天然ガス年間消費量(約1,000億m³)の10%をCO₂と水素からの合成メタンで代替した場合、**年間約2,240万tonのCO₂削減効果**となる。日本での年間CO₂排出量の**約2%削減**となる。

- ・天然ガス燃焼時のCO₂排出量 : 51g/MJ
- ・天然ガス発熱量 : 40MJ/m³
- ・2019年度 日本のCO₂排出量 : 12億1300万ton

◆事業の目標

【最終目標（2021年度）】

事業終了時に本事業として実施するCO₂有効利用技術の適用性を確認する。一例としては、将来的に天然ガス代替では0.9円～1.4円/MJ※（LHV）を見通す経済性を評価する。

※35円～55円/Nm³：天然ガス39MJ/Nm³

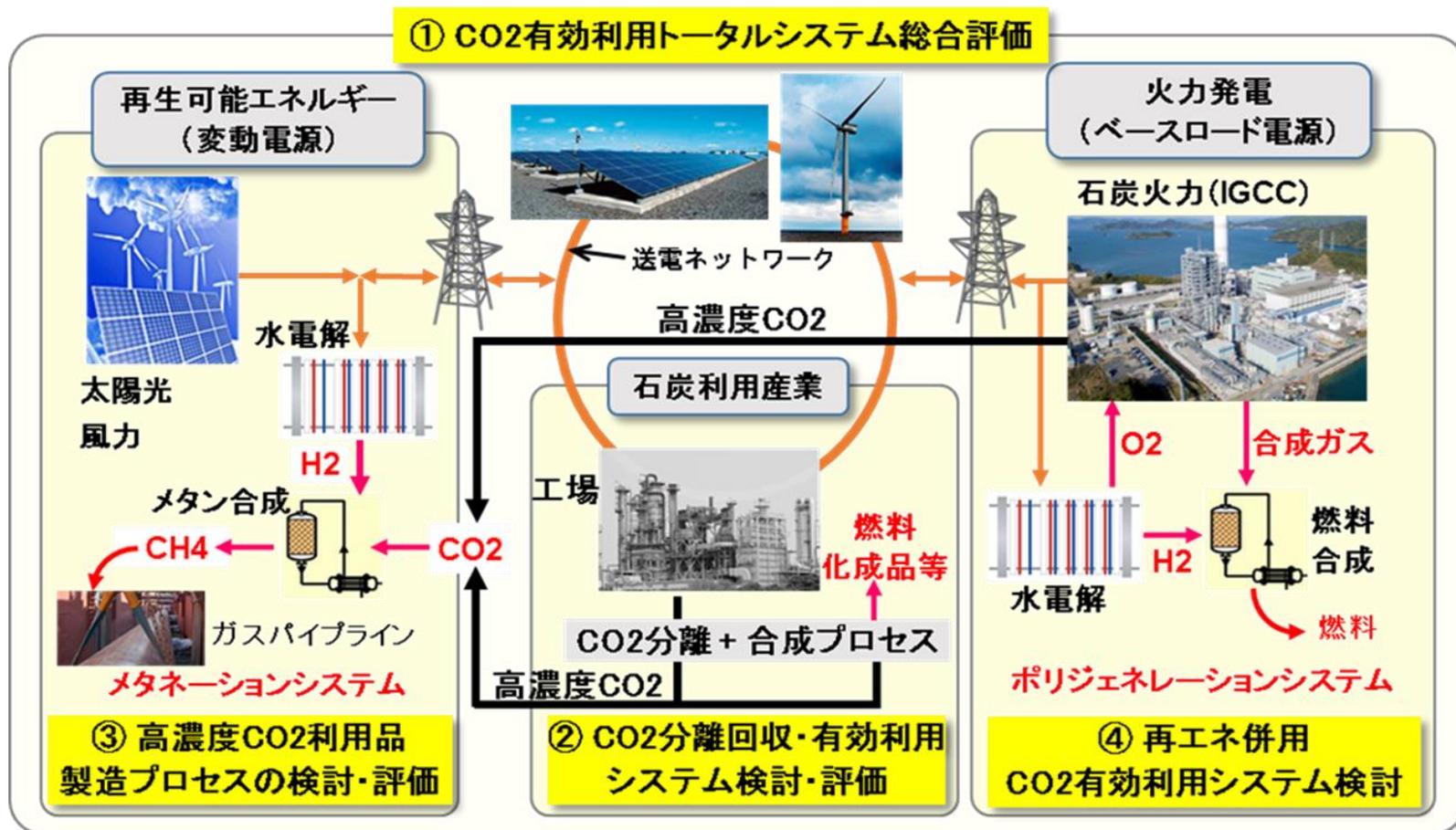
【目標設定根拠】

- ・将来のCO₂有効利用技術の社会への普及には技術の確立だけでなく、経済性等の社会への適用性を評価する必要があり、その確認をすることを目標として定めた。
- ・0.9円～1.4円/MJ（LHV）は、現時点での天然ガス価格から算出した値で、商用スケールでの経済性を検討する目標値として定めた。

◆本プロジェクトの概要

【事業内容】

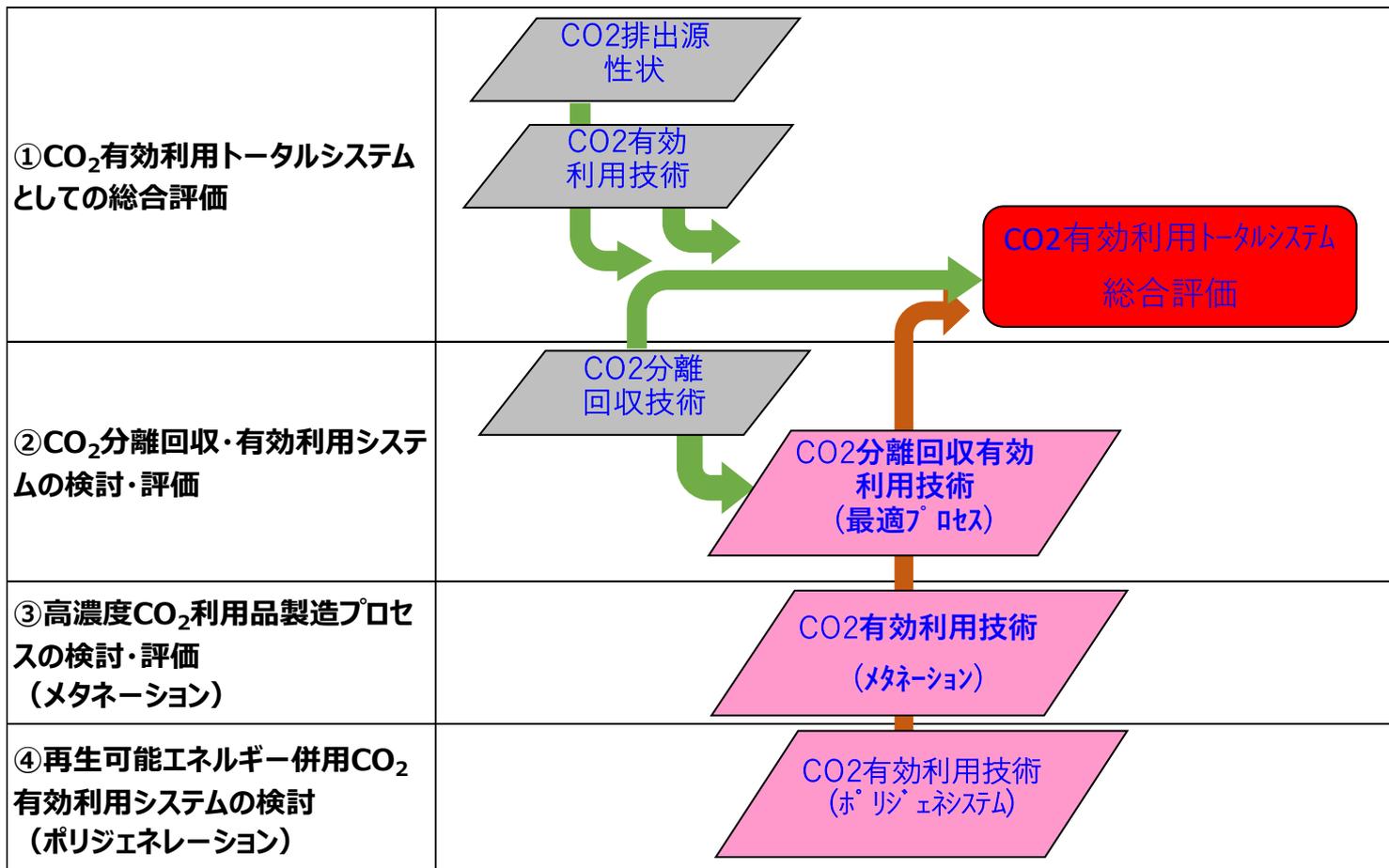
2030年度以降を見据え、**将来有望なCCU技術の確立**を目指して、我が国の優れたクリーンコールテクノロジー（CCT）等に更なる産業競争力を賦与することが可能なCO₂有効利用技術（CCU）について、実用化に向けた開発を実施する。



◆本プロジェクトの概要

【研究開発項目①】

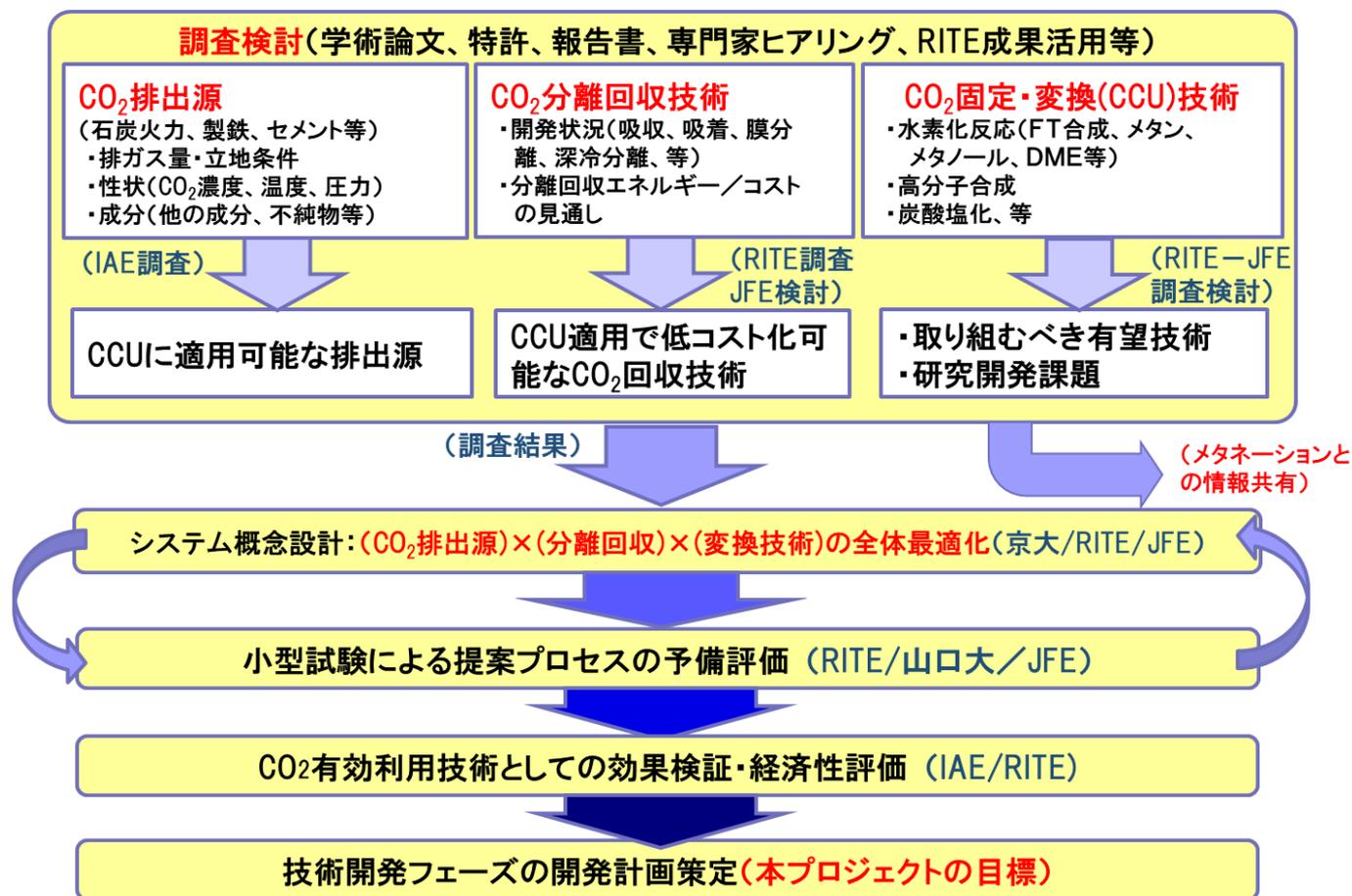
CCU技術によるCO₂排出削減や有価物製造を総合的な観点からその効果と価値を明らかにするため、研究開発項目②～④を踏まえて上でCCU技術やCCU技術を用いたトータルシステムの総合評価を行う。



◆本プロジェクトの概要

【研究開発項目②】

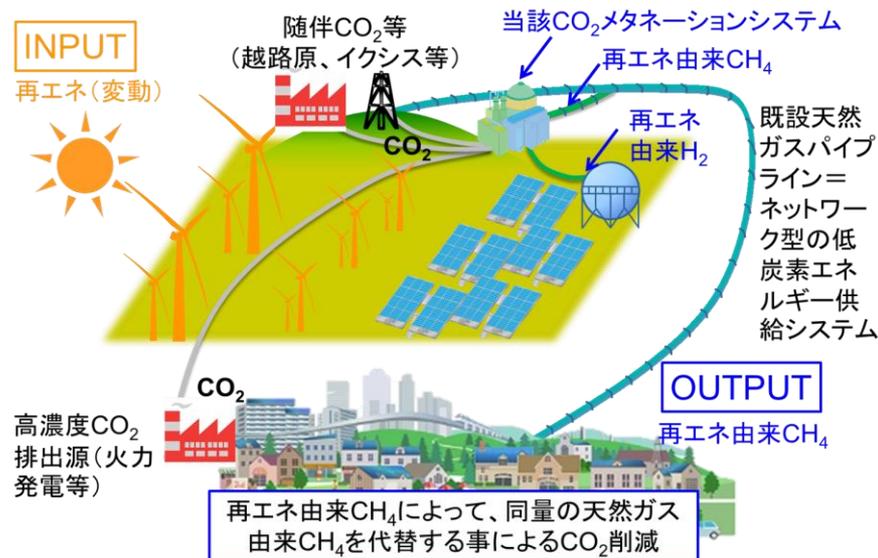
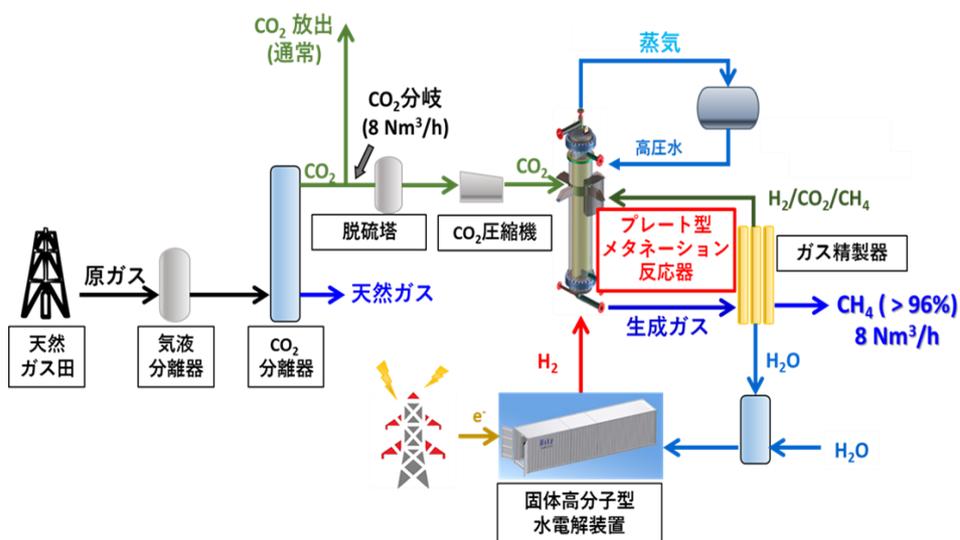
最適なCCUプロセスを構築するための技術課題や経済性を明らかにするため、**CO₂分離回収技術および変換技術の組み合わせの検討や評価**を、実験やシミュレーションを通じて行う。



◆本プロジェクトの概要

【研究開発項目③】

高濃度に分離回収されたCO₂を利用した**有価物製造プロセス（メタネーション）**の事業性を明らかにするために、同プロセスの**試験装置を設計・製作し、その検証結果からCCU技術としての適用性や経済性**に関する検討や評価を行う。

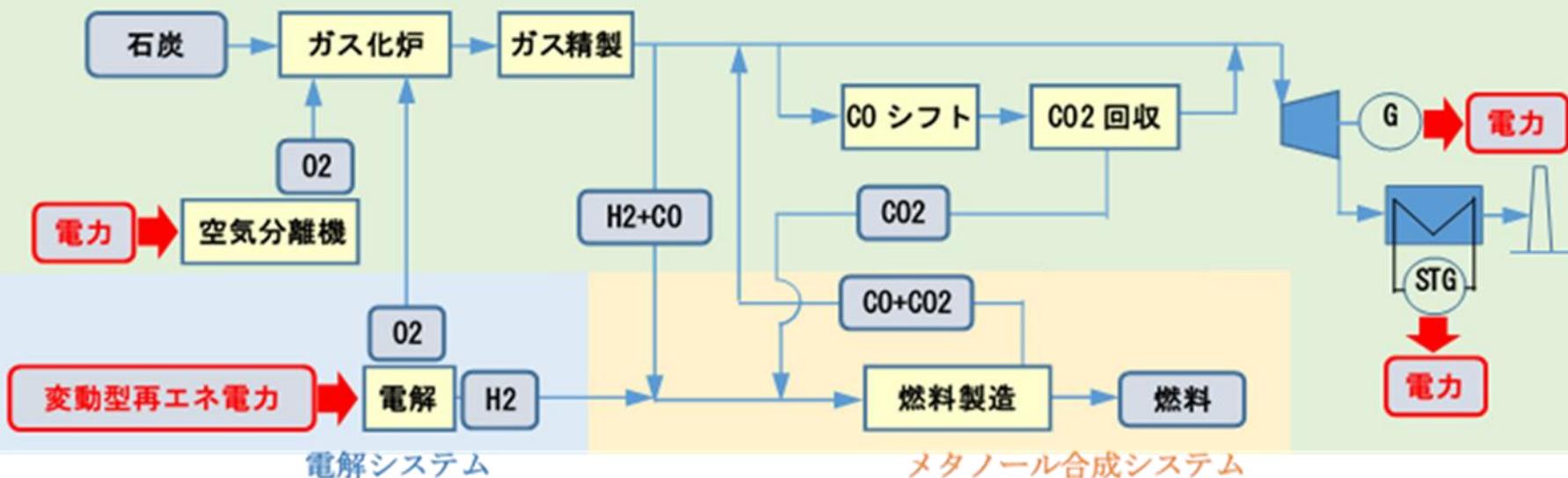


◆本プロジェクトの概要

【研究開発項目④】

国内外における石炭ガス化ガスをベースとした**ポリジェネレーションシステム**の検討例を調査し、用いられている技術（石炭ガス化、水素/酸素製造、合成燃料製造など）について開発状況を整理する。また、**再生可能エネルギーとの組み合わせシステムの可能性**についても検討する。

CO₂ 回収 IGCC システム



◆ 研究開発目標と根拠

研究開発項目	研究開発目標	根拠
<p>① CO₂有効利用トータルシステムとしての総合評価</p>	<p>CO₂排出量削減や有価物製造を総合的な観点からその効果と価値を明らかにするため、以下の②～④を踏まえてうえでCCU技術やCCU技術を用いたトータルシステムの総合評価を行う。</p>	<p>技術の実用化を目指すうえで、CO₂効果・経済性等の総合的な評価をする必要がある。</p>
<p>② CO₂分離回収・有効利用システムの検討・評価</p>	<p>最適なCCUプロセスを構築するための技術課題や経済性を明らかにするために、CO₂分離回収技術及び変換技術の組み合わせ（プロセス）等の検討や評価を、実験やシミュレーションを通じて行う。</p>	<p>CO₂排出源ごとのCO₂分離回収技術・有効利用技術の最適組み合わせを検討し、抽出したプロセスの最適化を検討・評価することが必要と判断した。</p>
<p>③ 高濃度CO₂利用品製造プロセスの検討・評価</p>	<p>CO₂を利用したメタネーションプロセスの試験装置(メタン合成能力8m³/h)の設計・建設・試験を以下を目標に実施。 ・性能 製造能力：8Nm³/h 熱回収率：85%以上 合成メタン濃度：96%以上 ・メタン反応の熱・触媒活性 将来的に天然ガス代替では0.9円～1.4円/MJ (LHV)を見通す経済性を評価する。</p>	<p>実用化までの段階的な開発を元に目標値を策定した。 現時点での天然ガスを目標値としたもの。</p>
<p>④ 再生可能エネルギー併用CO₂有効利用システムの検討</p>	<p>石炭ガス化ガスをベースとしたポリジェネレーションシステムの検討例を調査し、技術（石炭ガス化、水素/酸素製造、合成燃料製造など）についての開発状況を整理する。再生可能エネルギーとの組み合わせシステムの可能性についても検討する。</p>	<p>増加している再エネ導入量と電力の安定化を両立するシステムをして有効であると考え、その可能性の検討を実施することとした。</p>

◆研究開発のスケジュール

研究開発項目	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
①CO ₂ 有効利用トータルシステムとしての総合評価		調査(技術開発動向)		CO ₂ 有効技術の総合評価	
②CO ₂ 分離回収・有効利用システムの検討・評価	調査(分離回収技術)	プロセス概念設計・試験検証			
③高濃度CO ₂ 利用品製造プロセスの検討・評価	反応熱・触媒マネジメント研究、プロセス適用性・経済性検討、商用スケールPre-FS	ベンチスケール設備設計・建設		メタネーション試験	
④再生可能エネルギー併用CO ₂ 有効利用システムの検討		ポリジェネレーション全体システム検討	事業性検討		

カーボンリサイクル技術ロードマップに従った気体燃料に関する技術開発プロジェクトを公募予定。

カーボンリサイクル技術ロードマップに従ったポリジェネレーション技術開発プロジェクトを実施中。

新型コロナウイルス感染拡大の影響で、2020年度③メタネーション試験が中断したことにより、事業期間を2021年まで延長。

◆プロジェクト費用

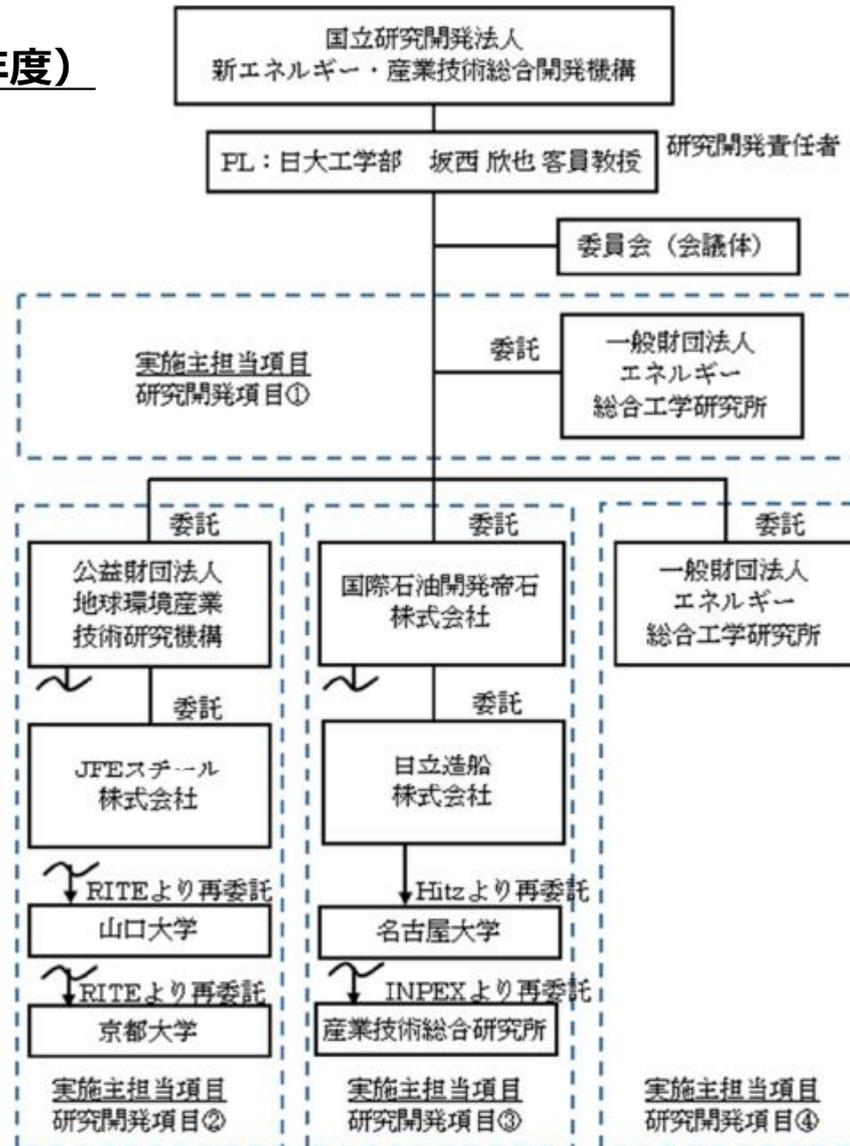
◆費用

(単位：百万円)

研究開発項目	2017 年度	2018 年度	2019 年度	2020 年度	2021 年度	合計
①CO ₂ 有効利用トータルシステムとしての総合評価	22	21	6	9	3	60
②CO ₂ 分離回収・有効利用システムの検討・評価	39	39	50	0	0	128
③高濃度CO ₂ 利用品製造プロセスの検討・評価	286	549	389	342	123	1,689
④再生可能エネルギー併用CO ₂ 有効利用システムの検討	20	20	3	0	0	43
合 計	366	628	448	351	126	1,919

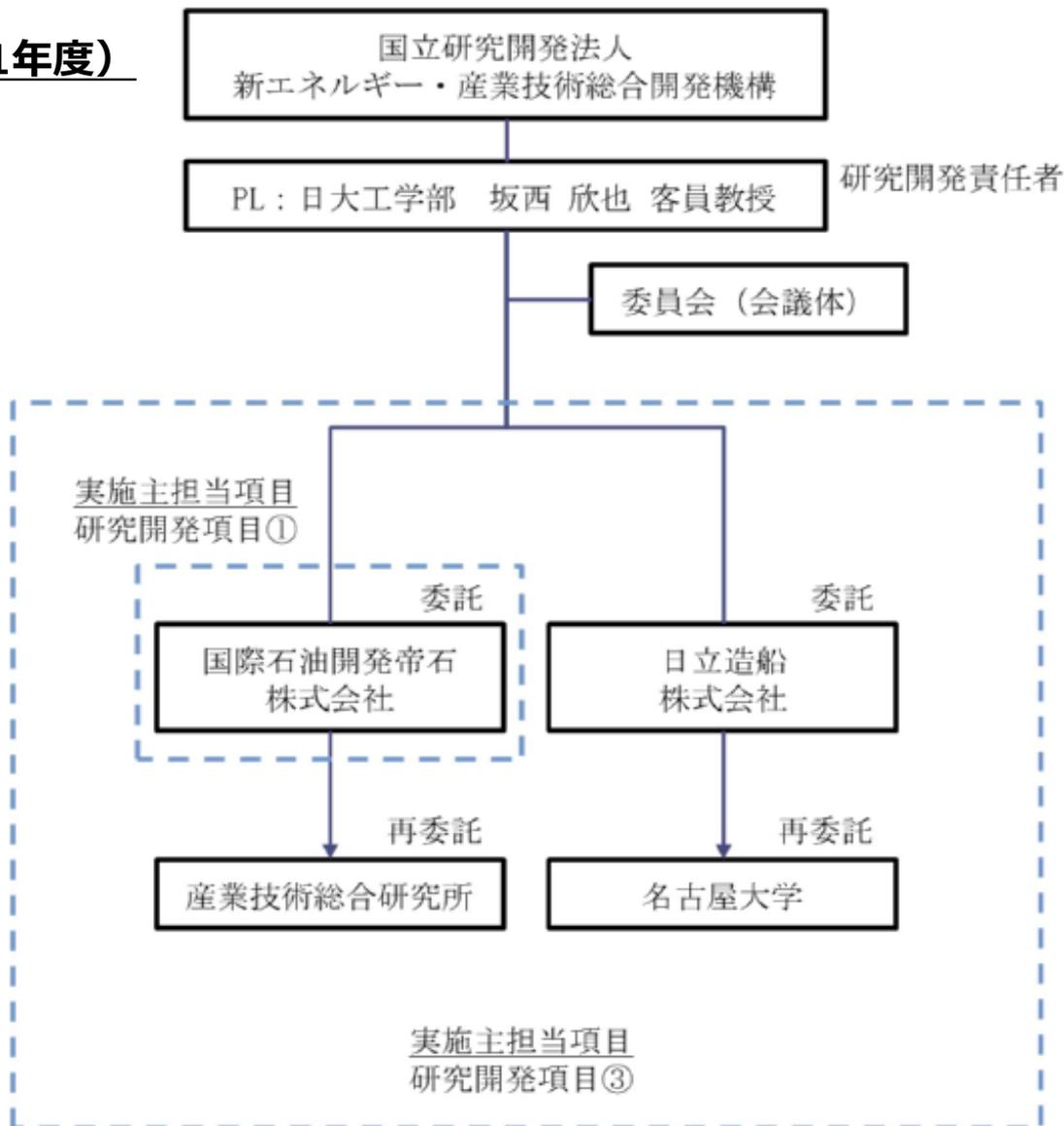
◆ 研究開発の実施体制 (その1)

(2017年度～2019年度)



◆研究開発の実施体制 (その2)

(2020年度～2021年度)



◆研究開発の進捗管理

PMによる進捗管理

- PLや実施者と密接に連携し、研究開発の**進捗状況を把握**した。また従事日誌、月間工程表、執行管理表および適宜ヒアリング等により実施状況を確認し、**目標達成の見通しを常に把握**することに努めた。

PLによる進捗管理

- PM、実施者との打ち合わせを頻繁に行い、各研究開発項目の**進捗状況、成果及び問題点を把握**し、適宜指導を行った。

PM/PLによる管理実績（技術検討委員会、推進委員会、進捗会議）

- 技術検討委員会：2回、推進委員会：4回、進捗会議：6回

◆ 動向・情勢の把握と対応

事業開始以降、以下のような情勢変化があり、より加速しての本事業の早期実用化が引き続き重要な状況にある。

情勢の変化

- 2019年6月に経済産業省により「**カーボンリサイクル技術ロードマップ**」が策定された。CO₂を資源として捉え、これを分離・回収し、多様な炭素化合物として再利用するカーボンリサイクルに係る技術は、将来有望な選択肢の一つであり、そのイノベーションを加速化していくことが重要とされている。
- 2020年1月に内閣府により「**革新的環境イノベーション戦略**」が策定された。CO₂排出削減効果が大きな技術(39テーマ)の一つとして「**低コストメタネーション技術の開発**」が設定され、技術の確立を目指すことが示された。
- 2020年12月に経済産業省により「**カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略**」が策定された。この中で、「**カーボンリサイクル産業**」も重要分野として指定され、技術開発・社会実装を進め、グローバル展開を目指すことが示された。

⇒本事業の事業内容を上記政策に反映しており、本事業の早期実用化の重要性がますます高まった。

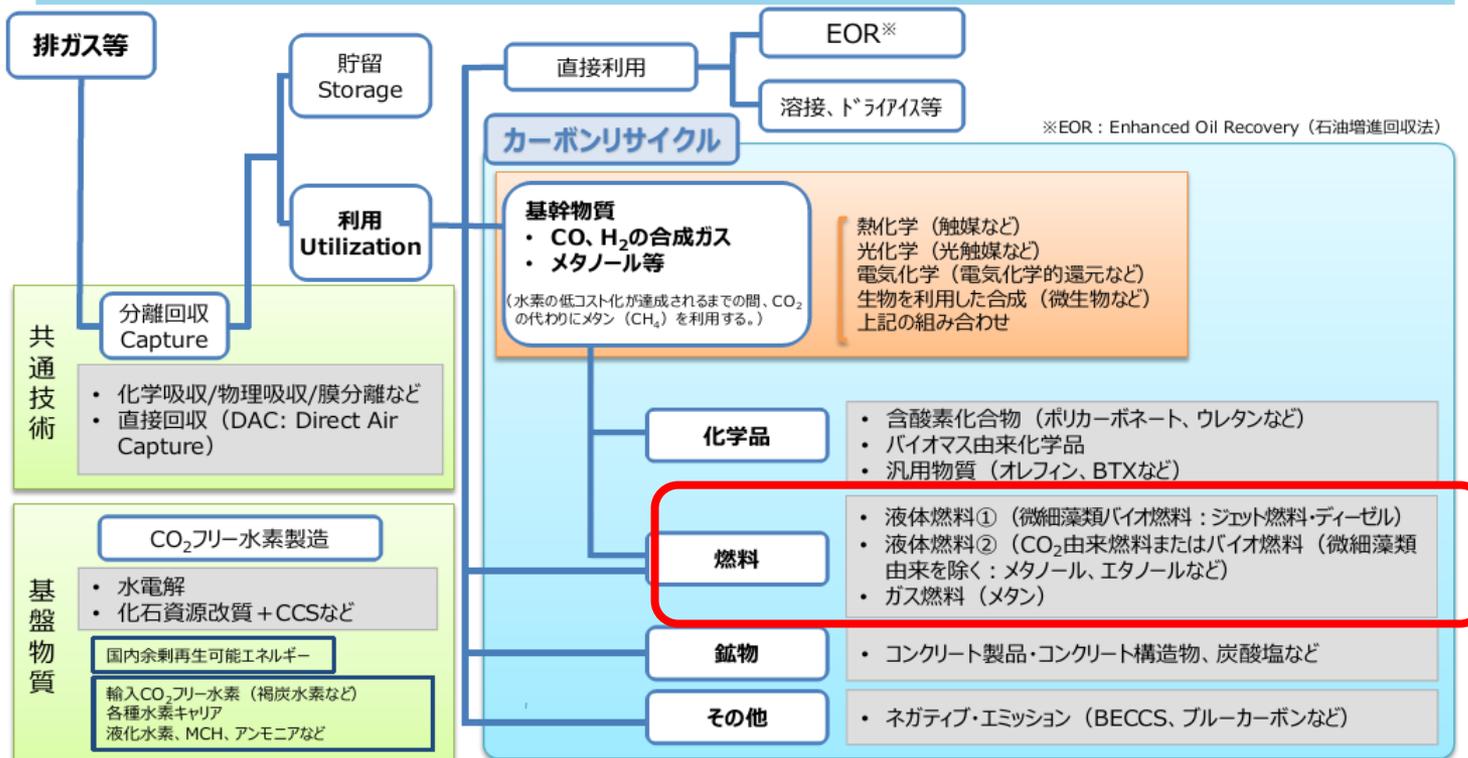
◆ 動向・情勢の把握と対応

■ カーボンリサイクル技術ロードマップ^o (2019年6月)

カーボンリサイクル技術の中で、燃料分野として特にガス燃料（メタン）は有望視されている。

CCUS/カーボンリサイクル

- カーボンリサイクル：CO₂を資源として捉え、これを分離・回収し、鉱物化や人工光合成、メタネーションによる素材や燃料への利用等とともに、大気中へのCO₂排出を抑制していく。

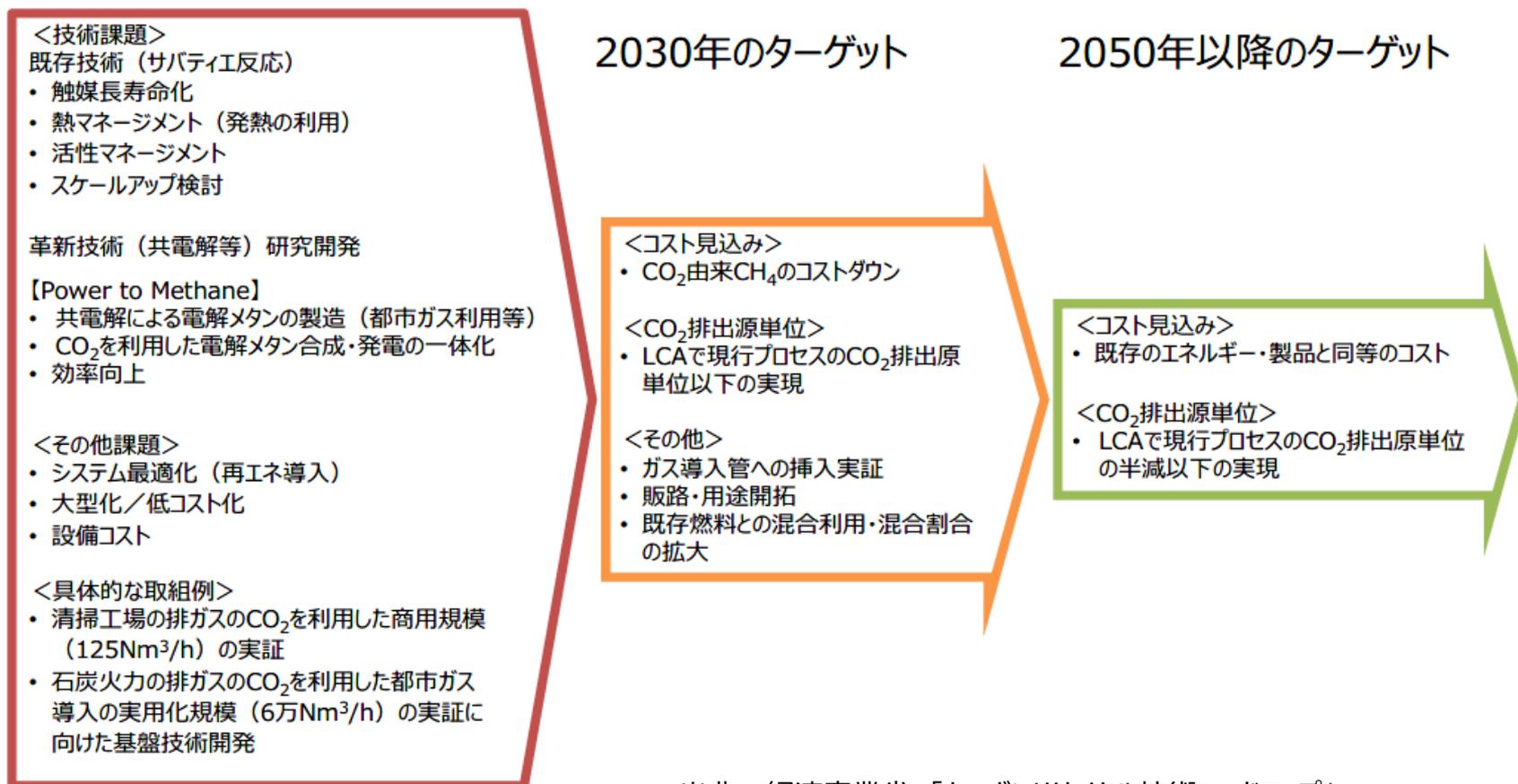


共通課題： 熱・圧力・物質等の全体最適化 (低コスト化など)、LCA (現行プロセスとの比較)

◆ 動向・情勢の把握と対応

燃料

● ガス燃料（メタン）の製造技術



◆ 動向・情勢の把握と対応

■ 革新的環境イノベーション戦略 (2020年1月)

本プロジェクトの開発ロードマップを政策に反映している。
 カーボンリサイクル技術によるCO₂の原燃料化など

② 低コストメタネーション (CO₂と水素からの燃料製造) 技術の開発

【目標】

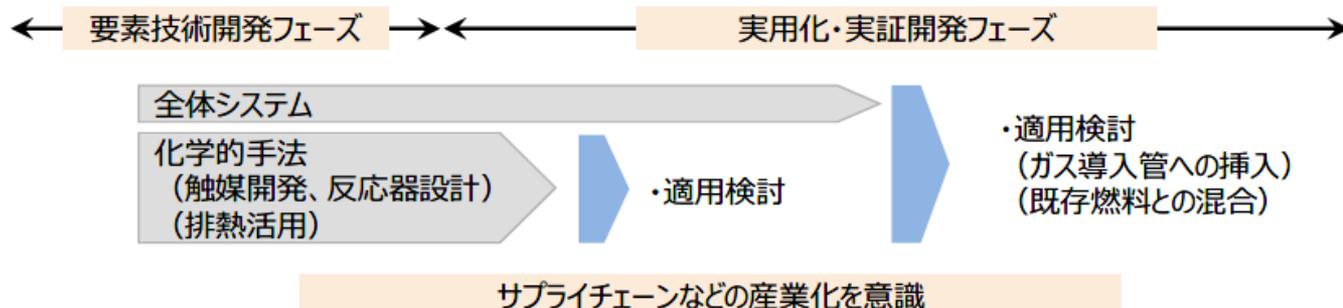
- 2050年までに既存メタン (40~50円/Nm³ (天然ガス (輸入価格)) と同等のコストとすることを旨とする。世界全体におけるCO₂削減量は約11億トン。¹⁾

【技術開発】

- 再エネ由来の水素、火力発電所等から回収したCO₂を利用した、燃料に使用可能なメタンを低コストで製造する技術を確認するため、劣化の少ない革新的な触媒の開発、製造システム全体の最適化等についてナショナルプロジェクトとして5年程度 **商用規模の1/150の規模での技術開発**を行う。
- 廃棄物焼却施設等で排出されるCO₂を原料としたメタン製造に関しては、清掃工場の排ガスのCO₂を利用した商用化規模 (125Nm³/h) の実証に取り組むとともに、2030年以降の本格的な社会実装に向けた実用化を目指す。

【実施体制】

- 将来のビジネス展開まで見据えた上で、実プロセスを想定した触媒性能や製造プロセス全体でのコスト低減等を行うため、大学、触媒メーカー、プラントメーカー、システム運用企業、ガスライン利用を想定したガス事業者等が連携したサプライチェーンを意識した体制を構築する。



◆知的財産権等に関する戦略

本プロジェクトにおいて発生する知的財産に関しては、以下の通り。

- **本プロジェクト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、知財管理を進める。**
- **「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条（委託の成果に係る知的財産兼の帰属）の規程等に基づき、原則として、事業成果に関わる知的財産権は全て委託先に帰属させる。**

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況 (その1)

① CO₂有効利用トータルシステムとしての総合評価

研究開発項目	最終目標	成果	達成度
①-1 CO ₂ 排出源ごとの排ガス量・性状の調査・解析	CCU技術の有効性検討のため、 CO₂排出源ごとの排ガス量・性状の調査 を実施する。	産業別や化学プロセス別の調査を行い、結果を総合評価等に反映した。	○
①-2 CO ₂ 固定化・有効利用技術の最新開発動向調査	取り組むべき有効利用技術と研究課題の整理のため、 CO₂固定化・有効利用技術の最新開発動向 の調査を実施する。	各種CO ₂ 有効利用技術の動向を調査し、 市場規模・CO₂固定化可能量を考慮するとメタノール合成が有望 と結論づけた。	○
①-3 CO ₂ 有効利用技術の効果検証	CO ₂ 有効利用技術による CO₂排出削減効果 を検証する。	CO ₂ 排出削減効果を試算した。	○
①-4 CO ₂ 有効利用トータルシステムの総合評価	メタネーション等についての経済性も含めた 総合評価 を行う。	総合評価を実施し、CO ₂ フリー燃料・資源としての可能性を評価した。	○

◎ 大きく上回って達成、○ 達成、△ 達成見込み (中間) / 一部達成 (事後)、× 未達

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況 (その1)

② CO₂分離回収・有効利用システムの検討・評価

研究開発項目	最終目標	成果	達成度
②-1 CCUに適用可能な分離回収技術に関する調査	各種CO ₂ 分離回収技術を調査し、 CCUに適した分離回収技術の抽出 を行う。	CO ₂ 排出源ごとのCO ₂ 分離回収技術、CO ₂ 有効利用先との 最適組み合わせ を示した。	○
②-2 最適CCUプロセスの概念設計と試験による有効性検証	CO ₂ ガス組成や変換システムまでの 全体最適化したプロセスの検討を試験・シミュレーションにより行う 。抽出した プロセスの概念設計 を行う。	製鉄複製ガス、石炭火力排ガス、IGCC合成ガスを対象に、 プロセスシミュレーションを行い最適プロセスを導きだした 。抽出したプロセス（膜反応器）の 概念設計・要素研究 を実施した。	○
②-3 プロセスの技術課題整理・開発計画の策定	②-2の結果をもとに、 技術開発課題を抽出し、実用化に向けた開発計画 を策定する。	技術課題を整理し 開発計画 を策定した。	○

◎ 大きく上回って達成、○ 達成、△ 達成見込み（中間） / 一部達成（事後）、× 未達

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況 (その1)

③ 高濃度CO₂利用品製造プロセスに検討・評価

研究開発項目	最終目標	成果	達成度
③-1 反応熱エネルギーマ ネージメント技術	メタネーション反応をシミュレーションできる 数値モデルを構築 する。このモデルを用いて、反応速度・熱流体シミュレーションを行い、 反応器・プロセス設計 へフィードバックを行う。	CFD(数値流体力学)モデルを構築し、実験測定データをシミュレーションでの再現を確認。シミュレーション結果の 次期スケールアップ反応器設計へのフィードバックを推進中 。	△ (2021年6月達成見込み)
③-2 触媒活性マネージメント技術	メタネーション触媒の失活が生じない下記 条件を明確 にする。 微量不純物(H ₂ S、VOC)許容濃度上限	H ₂ S、VOCによる活性低下に帯するメカニズム解明を実施し、 許容濃度の確認 を実施中。	△ (2021年6月達成見込み)
③-3 プロセス運転マネージメント技術	メタン合成能力8Nm ³ /hの試験装置を設計・建設・試験を実施し、下記目標を達成する。 合成能力：8Nm³/h メタン濃度：96%以上 熱回収率：85%以上 定格運転時間：4500時間	合成能力、メタン濃度(実績99%)、熱回収率(実績87%)は達成済み。 定格運転時間は、 6月には達成見込み(1月末の段階で2500時間達成)	△ (2021年6月達成見込み)

◎ 大きく上回って達成、○ 達成、△ 達成見込み (中間) / 一部達成 (事後)、× 未達

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況 (その1)

③ 高濃度CO₂利用品製造プロセスの検討・評価

研究開発項目	最終目標	成果	達成度
③-4 プロセス適用性・経済性評価	下記各スケールにおけるメタネーション事業の適用性・経済性を評価する。 ① 400 Nm ³ -CO ₂ /h ② 10,000 Nm ³ -CO ₂ /h ③ 60,000 Nm ³ -CO ₂ /h	400Nm ³ /hスケールの基本エンジニアリングを実施し、適用性の評価を実施。また、将来の商用スケールでの経済性評価を実施し、収益性の分析した。	△ (2021年6月達成見込み)
③-5 オーストラリアにおける商用スケール適用に係るPre-FS	オーストラリアでの商用スケール60,000 Nm ³ -CO ₂ /hのPre-FSを実施する。	オーストラリア研究機関CSIROと共同で、電力網・ガスパイプライン網等々の情報を得て、商用スケールのPre-FSを実施した。	△ (2021年6月達成見込み)

◎ 大きく上回って達成、○ 達成、△ 達成見込み (中間) / 一部達成 (事後)、× 未達

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況 (その1)

④ 再生可能エネルギー併用CO₂有効利用システムの検討

研究開発項目	最終目標	成果	達成度
④-1 CO ₂ 有効利用基礎技術 適用統合システムの検討	変動型再生エネルギーと安定電源(IGCC)を 協調させる手法としての ポリジェネレーション システム をCO ₂ 排出量削減効果や技術課 題等について調査・検討を行い、 システムの 有効性を示す。	再生エネルギー利用ポリジェネレーションシステム化により、電 力と化学エネルギーのフレキシブルな造り分けが可能 (= 系統安定化に寄与)、またIGCCと再生エネルギー 余剰電力でメタノールを製造貯蔵し、一次エネルギー 量削減が可能(= CO₂削減が可能)と結論づけ られた。	○
④-2 CO ₂ 有効利用統合システ ムの事業性検討	メタネーション、メタノール合成、ポリジェネ レーションの事業性検討のため、 技術調 査・市場調査 を実施する。	各技術の動向調査、市場調査を実施し、調査内 容を 各個別技術開発へ情報提供 できた。	○

◎ 大きく上回って達成、○ 達成、△ 達成見込み (中間) / 一部達成 (事後)、× 未達

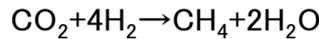
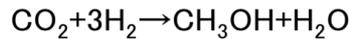
◆プロジェクトとしての達成状況と成果の意義

- **メタメーションについては、基礎基盤研究段階の本プロジェクトでのベンチスケール試験を通じて、技術目標を達成した。実用化に向けての技術的知見や課題も得られ、段階的な設備スケールアップ試験・実証に向けた大きな成果を得られた。**
- **0.9円～1.4円/MJ (LHV) を見通す経済性の評価については、商用スケールでの事業性を電気料金 (水電解コスト)、副生物 (酸素、熱) 販売、CAPEX/OPEX等の条件を加味して評価し、電気料金は1～3円/kWh程度が事業性には必要であることが明らかとなった。**

◆ 各個別テーマの成果と意義

① CO₂有効利用トータルシステムとしての総合評価

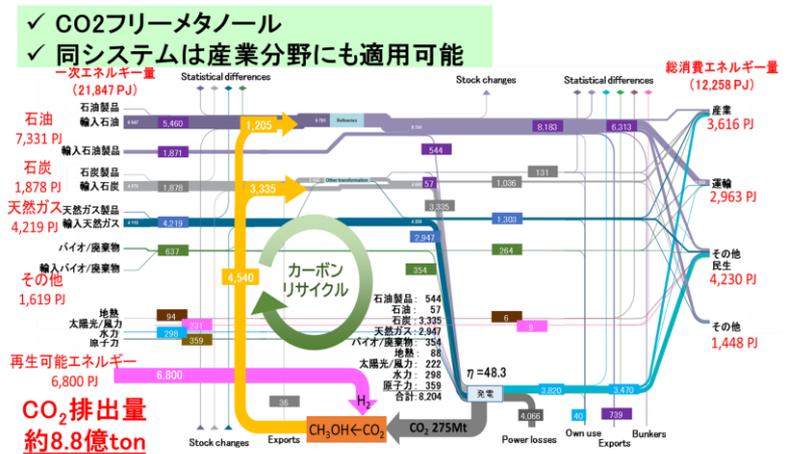
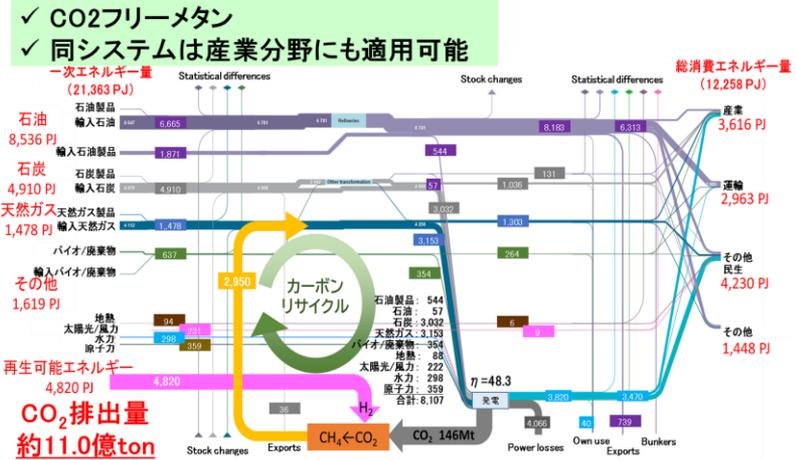
開発項目②～③を踏まえてメタン、メタノールをCO₂フリー化するカーボンリサイクルエネルギーシステムのCO₂削減効果を定量的に把握。その可能性を見出すことができたと共に、④による再生・火力発電の協調運用の有意性を見出すことができた。



電力単価 (円/kWh)	2	3	4	5
CO ₂ 量 (kg)	1000			
必要H ₂ 量 (kg)	136			
電気料金 (円/kg-CH ₃ OH)	21.0	31.5	42.0	52.5
CO ₂ 代 (円/kg-CH ₃ OH)	13.8			
H ₂ 設備償却費 (円/kg-CH ₃ OH)	7.8			
メタノール設備償却費 (円/kg-CH ₃ OH)	5.0			
メタノール単価 (円/kg-CH ₃ OH)	47.6	58.1	68.6	79.1
メタノール単価 (円/kWh)	7.6	9.2	10.9	12.6

電力単価 (円/kWh)	2	3	4	5
CO ₂ 量 (kg)	1000			
必要H ₂ 量 (kg)	182			
電気料金 (円/kg-CH ₄)	56.0	84.0	112.0	140.0
CO ₂ 代 (円/kg-CH ₄)	27.5			
H ₂ 設備償却費 (円/kg-CH ₄)	20.8			
メタン設備償却費 (円/kg-CH ₄)	6.6			
メタン単価 (円/kg-CH ₄)	110.9	138.9	166.9	194.9
メタン単価 (円/kWh)	7.2	9.0	10.8	12.6

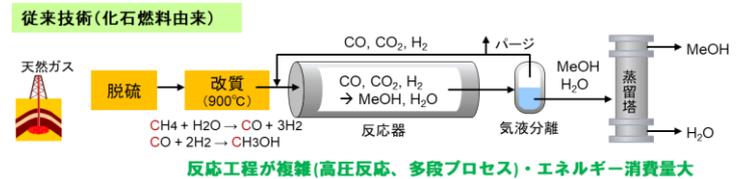
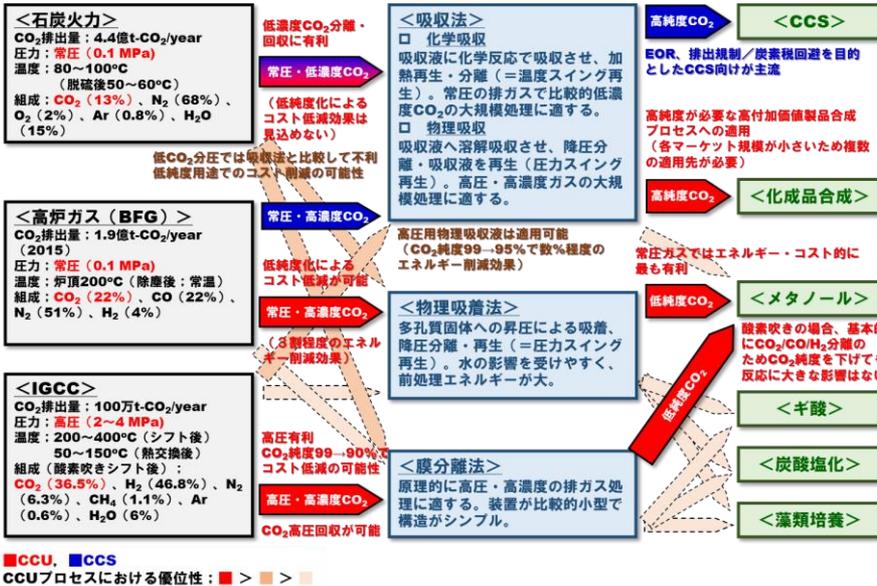
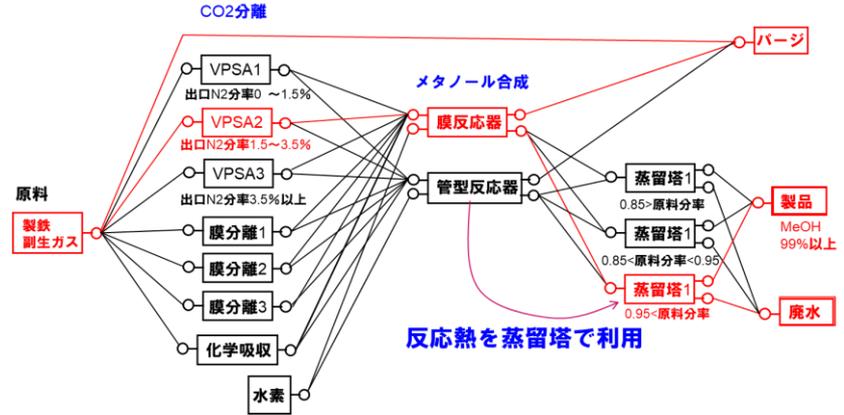
H₂設備、メタン設備、メタノール設備利用率: 80%
 メタノール燃焼熱: 5420kcal/kg(高位)、メタン燃焼熱: 13280kcal/kg(高位)
 H₂設備費、メタン設備費、メタノール設備費はエネ総研にて設定



◆各個別テーマの成果と意義

②CO₂分離回収・有効利用システムの検討・評価

CO₂排出源ごとのCO₂分離回収技術、CO₂有効利用先との**最適組み合わせ**を示した。
 製鉄複製ガス、石炭火力排ガス、IGCC合成ガスを対象に、**プロセスシミュレーション**を行い**最適プロセス**を導きだした。抽出した**プロセス（膜反応器）**の**概念設計・要素研究**を実施した。

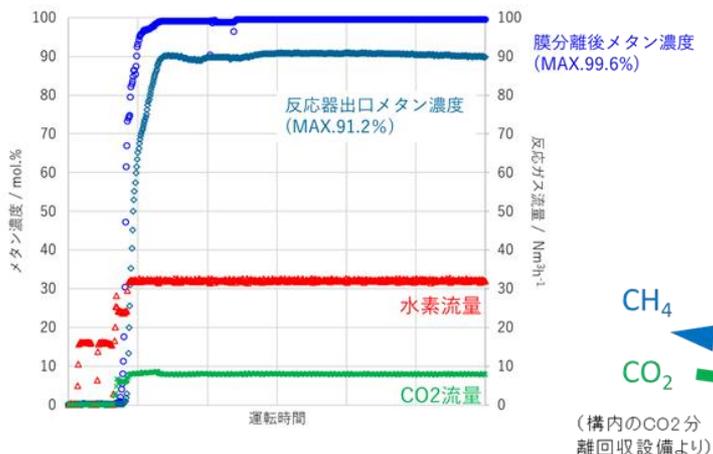


- ・膜反応器による効率向上(CO₂利用が可能)
- ・スweepガスによる効率的な除熱
- ・蒸留工程不要or簡略化(一段プロセス) → 大幅な省エネ、低コスト化が見込める

◆ 各個別テーマの成果と意義

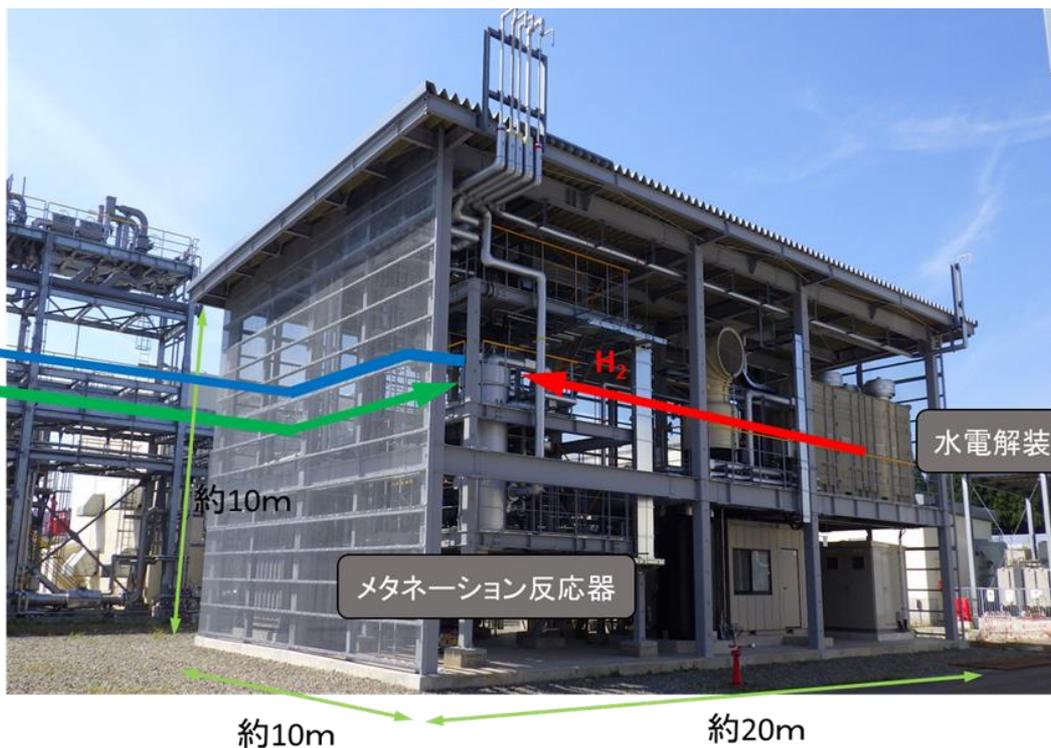
③ 高濃度CO₂利用品製造プロセスの検討・評価

- ・新規プレート型反応器を使用したベンチスケール試験設備（メタン合成能力：8Nm³/h）をINPEX長岡に建設し、試験を実施。
- ・試験運転を通じて合成プロセスの熱マネジメント、触媒マネジメント等技术課題の検討・研究を実施し、技術的知見（メタン反応のモデル化、ガス性状による触媒活性影響、プロセス最適化、等）や大型化に向けた課題（設備コストダウン、反応熱・副生物利用、等）の抽出が出来た。



(構内のCO₂分離回収設備より)

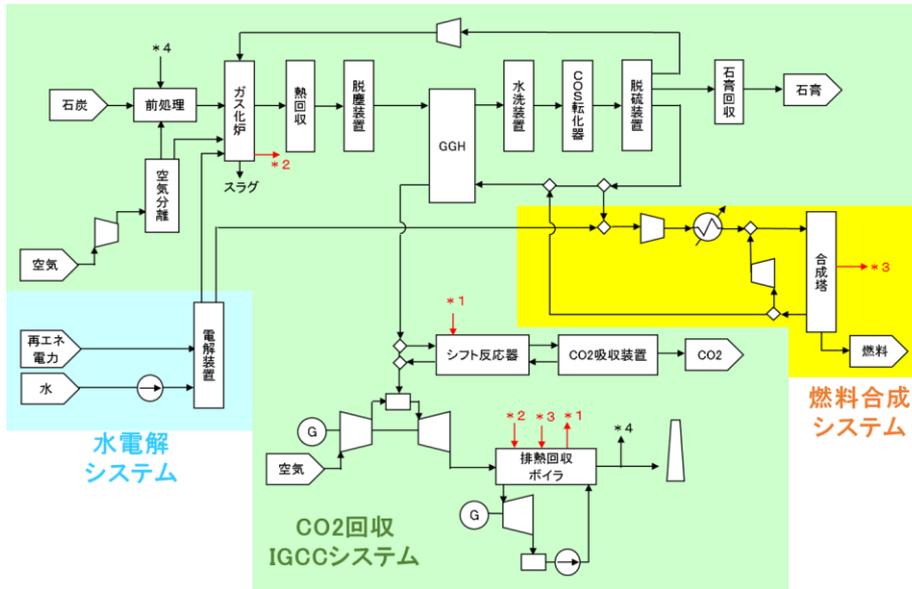
反応器出口で合成メタン濃度90%以上を達成。



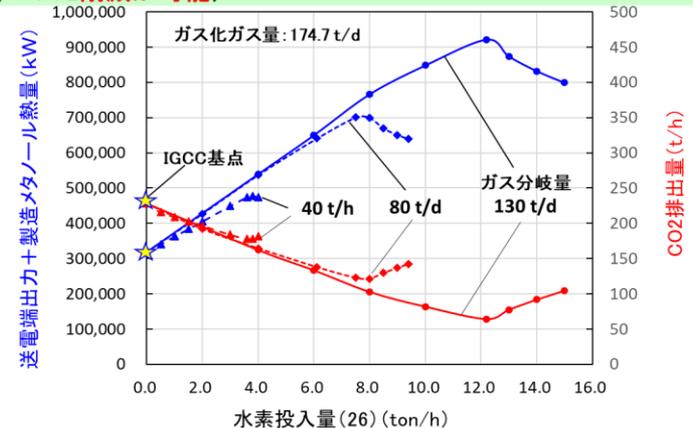
◆ 各個別テーマの成果と意義

④ 再生可能エネルギー併用CO₂有効利用システムの検討

- 石炭火力発電の特性（安定性、CO₂排出量大）と再エネ電力の特性（不安定性、CO₂排出量ゼロ）を生かした**ポリジェネレーションシステムの有効性を評価した。**



- ✓ 再エネ利用ポリジェネレーションシステム化により、電力と化学エネルギーのフレキシブルな作り分けが可能(=系統安定化に寄与)
- ✓ IGCCと再エネ余剰電力でメタノールを製造貯蔵し、一次エネルギー量削減が可能(=CO₂削減が可能)



◆ 成果の普及

研究成果の発信

※2021年3月1日現在

	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	計
論文	0	0	1	4	0	5
外部発表	0	4	27	19	0	50

政策への反映

- ・カーボンリサイクル技術ロードマップ「**ガス燃料(メタン)の製造技術**」への本プロジェクトの取り組み・成果を反映した。 <技術課題>、<具体的取り組み例>
- ・革新的環境イノベーション戦略「**②1低コストメタネーション技術の開発**」の開発方針に本プロジェクトで策定の開発ロードマップを反映した。

メディア発表

2019年11月 INPEX長岡でのメタネーション試験設備の完成・試験開始に際し、現地にメディア（新聞、テレビ）を招き**メディア向け説明会を実施した。**

◆知的財産権の確保に向けた取組

出願特許の状況

	2016 年度	2017 年度	2018 年度	2019 年度	2020 年度	計
特許出願（うち外国出願）	0	0	1	0	1(1)	2件

出願者	出願番号	出願日	名称	発明者
国立研究開発法人産業 技術総合研究所	2019- 017829	2019年 2月4日	気相反応の触媒反応器 および触媒反応方法	高坂文彦 山口十志明 倉本浩司 望月剛久 安藤祐司 高木英行 松岡浩一
公益財団法人地球環境 産業技術研究機構	PCT/JP2020 /19275	2020年 4月22日	ゼオライト膜複合体およ びその製造方法、並びに 流体分離方法	柳波 余語克則

※2021年3月1日現在

◆本プロジェクトにおける「実用化」の考え方

CO₂を利用して製造された有価物が市場に流通し、その製造システムにおいてCO₂削減に寄与するCO₂有効利用技術が確立すること。

◆実用化に向けた戦略

実用化に向け下記方針で取り組む。

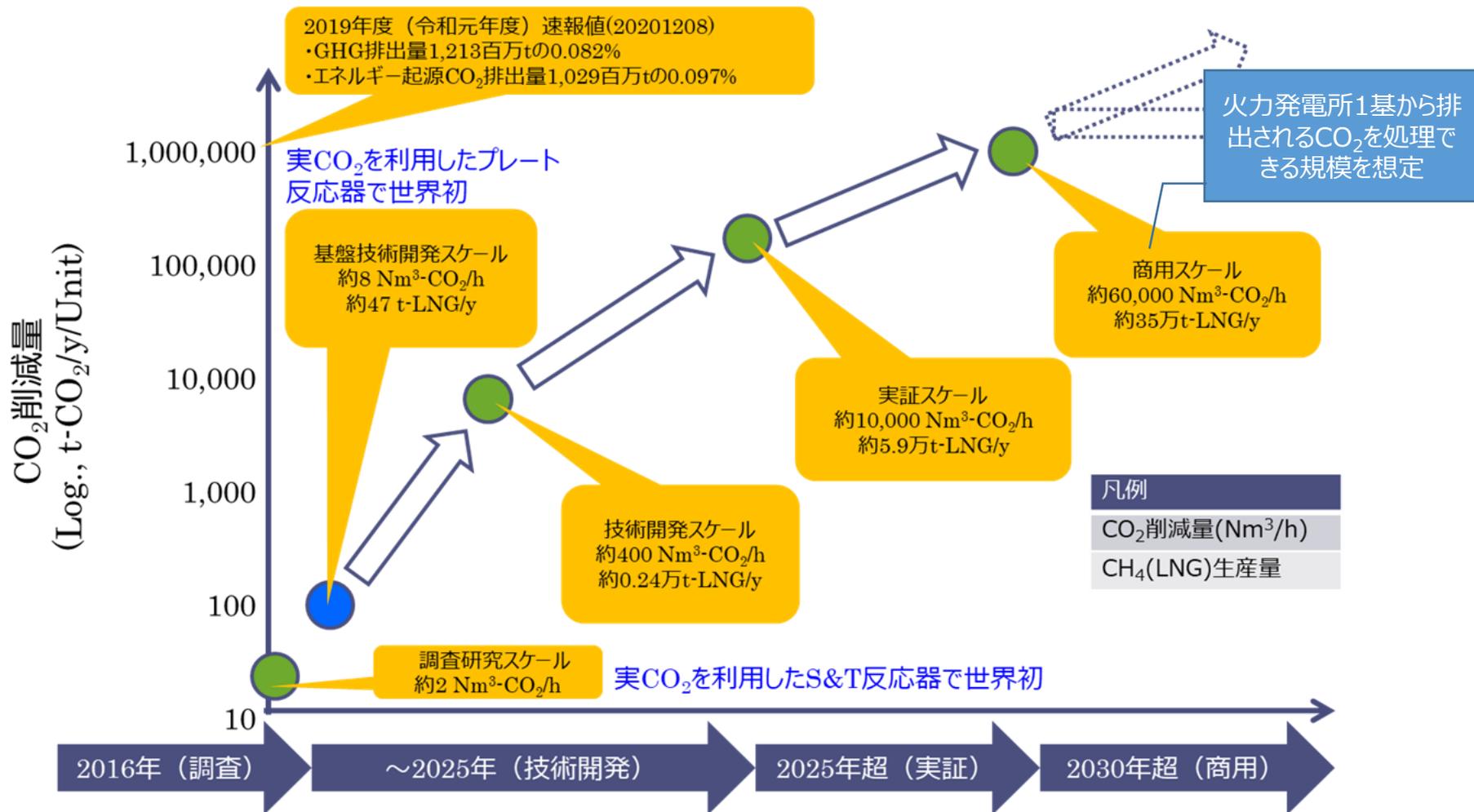
【メタネーション】

策定した実用化に向けた技術ロードマップに基づき、本プロジェクトで得た知見・技術的課題を踏まえ、**段階的な技術開発・実証**を進める。

2021年度 カーボンリサイクル技術ロードマップの**気体燃料分野**の公募を実施予定。

◆ 実用化に向けた具体的取組 (その1)

【メタネーション】段階的な**大型スケールでの技術開発・実証**を進める。



◆ 成果の実用化の見通し

➤ 市場ニーズ

・低炭素化・脱炭素化による温暖化対策のため、CO₂を回収して合成燃料等の有価物を製造し、社会に再循環させることにより、**化石燃料起源のCO₂排出を抑制する技術**として期待できる。

・変動する再エネ電力の余剰分を使った水電解水素を使ったメタネーションを行い、ガス導管注入を行うことで**余剰電力の受け皿**となりうると期待できる。

➤ 競合技術に対する優位性

・メタン合成技術の中では、基礎技術は既に確立されているという優位性があり、**大型化研究開発の段階を経て実用化**には近い。

➤ 技術確立の見通し

・段階的な大型化研究・実証を経ることで**実用化のための技術確立は獲得**できる。

◆波及効果

➤ 社会的効果

世界的に温暖化対策・CO₂排出削減が求められている中で、メタネーションは既存インフラ（都市ガスパイプライン）を使える利点があり、実用化されれば国内のCO₂排出量削減に大きな貢献ができる。また、海外で適用をすることで国際的な貢献にもなる。

➤ 国内科学技術の発展

本プロジェクトでは、一部の技術開発において、再委託による大学研究者からの支援・連携により開発を加速している。また、実用化には化学・プラント・ガス関連企業の連携のもとで進めていくこととなり、これら連携のより日本の技術・研究力向上に貢献できる。