

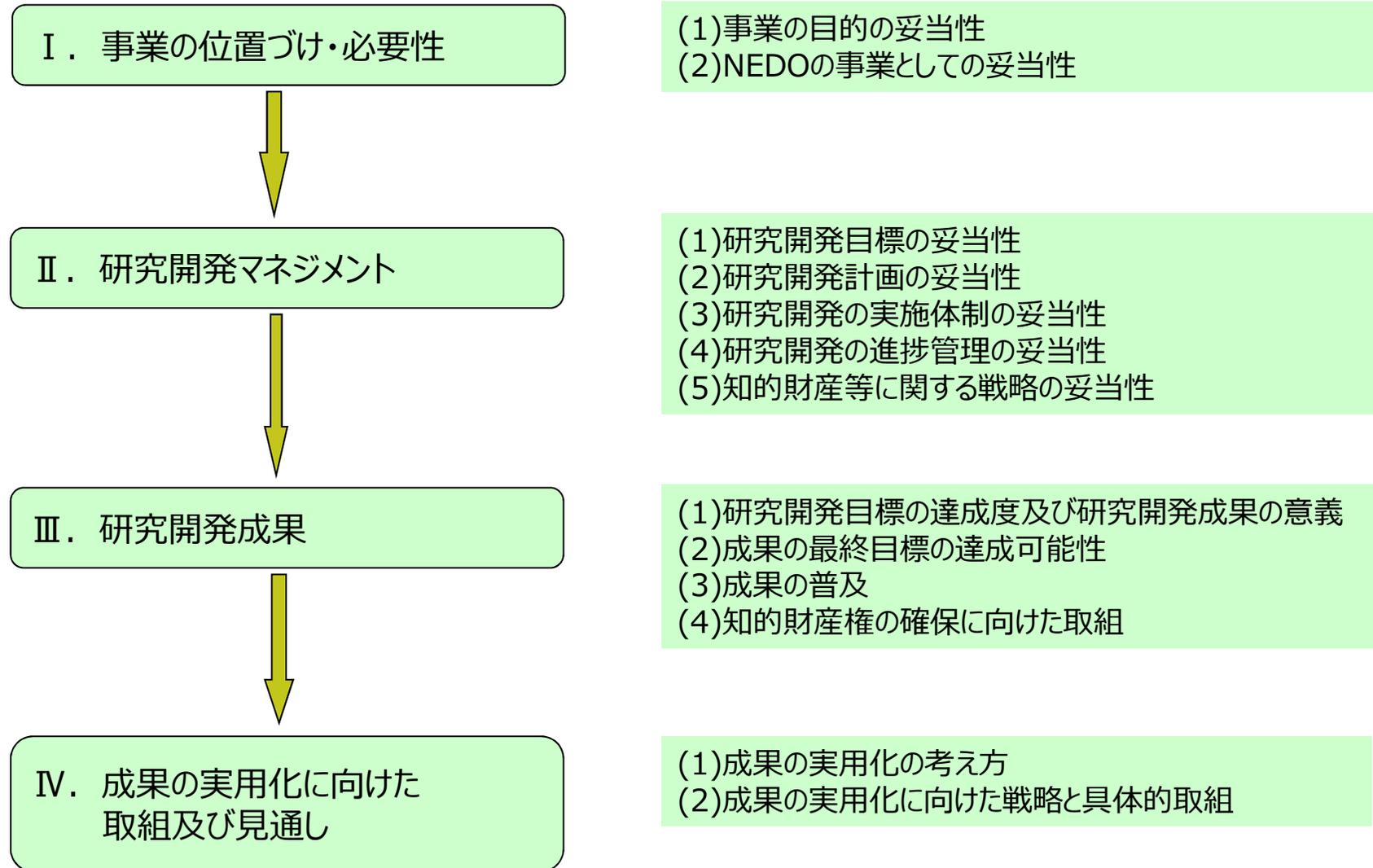
「CCUS 研究開発・実証関連事業①～④」 (中間評価)

(2018年度～2024年度 7年間)

プロジェクトの概要 (公開)

NEDO
環境部

2020年9月28日



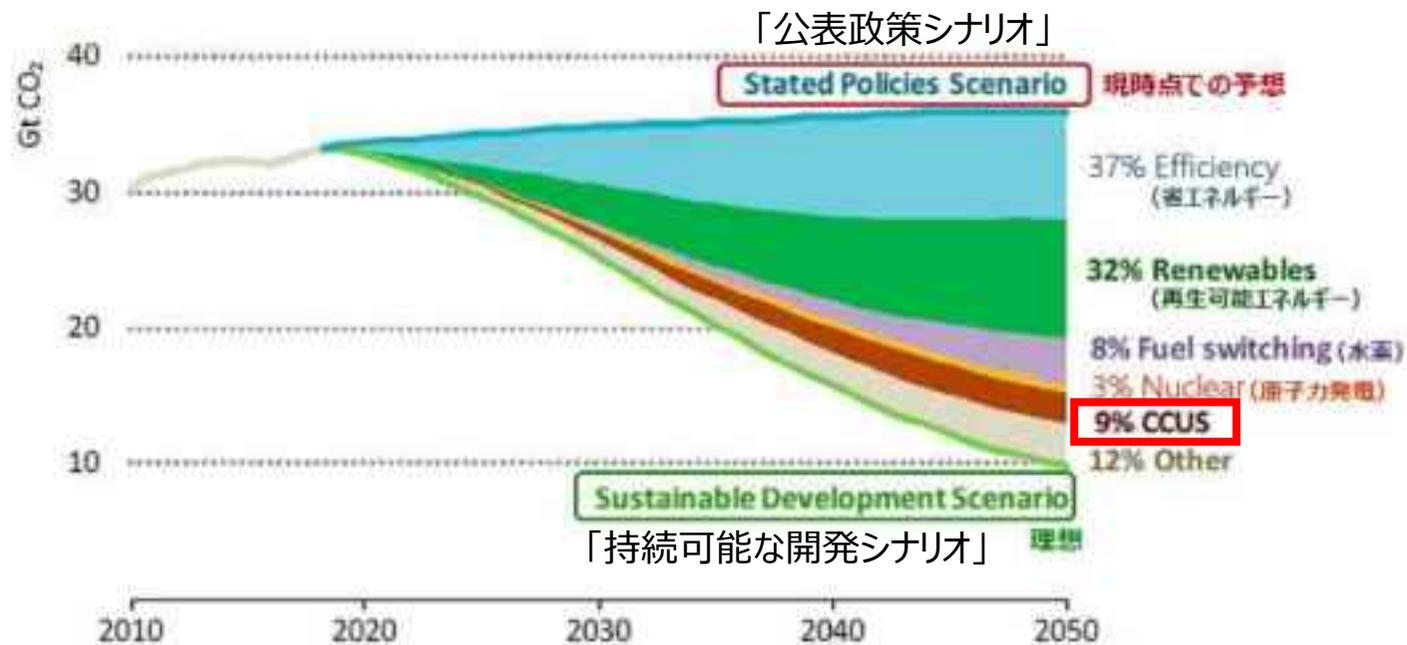
I. 事業の位置づけ・必要性

(1)事業の目的の妥当性

(2)NEDOの事業としての妥当性

◆事業実施の背景

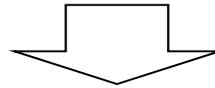
- COP21で採択された『パリ協定』の地球温暖化対策には、世界的に一層のCO₂排出削減が必要
- CO₂削減には、省エネや再エネの導入だけでなく、CCUS技術を含む複数手段の組み合わせが重要



出典：World Energy Outlook 2019 CO₂削減に関する取り組みとその貢献度

◆事業の目的

- 『第5次エネルギー基本計画』において、CCUS技術などの研究開発を実施し、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ている。
- 日本の技術として、脱炭素かつ安価なエネルギー供給技術の実現を進め、温室効果ガスの国内での大幅削減とともに、世界全体での排出削減に最大限貢献する



CCUSの実用化による革新的なCCUS関連技術の確立

研究開発項目① 苫小牧におけるCCS大規模実証試験

研究開発項目② 安全なCCS実施のためのCO₂貯留技術の研究開発

研究開発項目③ CO₂分離・回収技術の研究開発

研究開発項目④ CCUS技術に関連する調査

◆政策的位置付け

➤ 第5次エネルギー基本計画（2018年7月3日閣議決定）

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。

➤ カーボンリサイクル技術ロードマップ（2019年6月7日策定）

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。

➤ パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（2019年6月11日閣議決定）

CCS・CCU/カーボンリサイクルについて、2023年までに最初の商用化規模のCCU技術を確立することを目指すとともに、排出源と利用・貯留地までの最適なCO₂輸送を実現する取り組みを実施。

➤ 革新的環境イノベーション戦略（2020年1月21日策定）

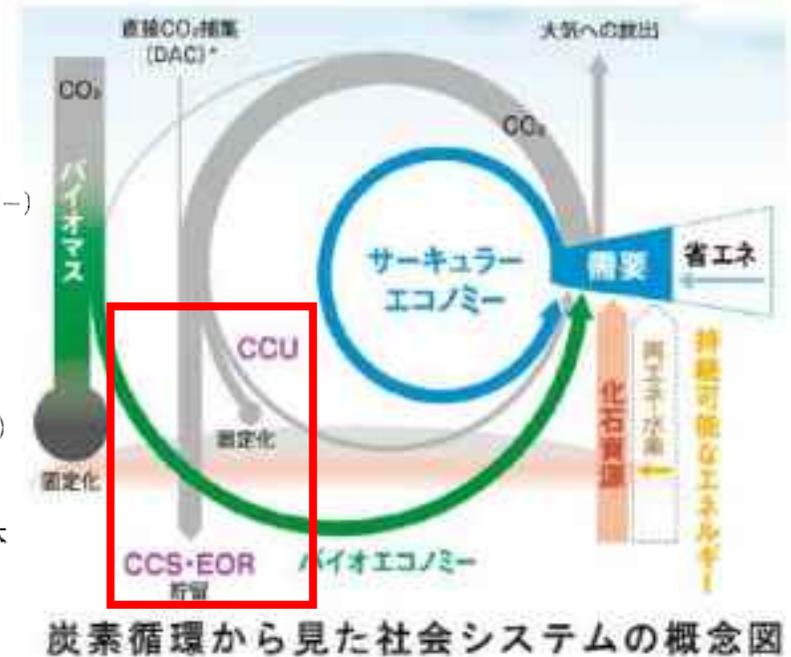
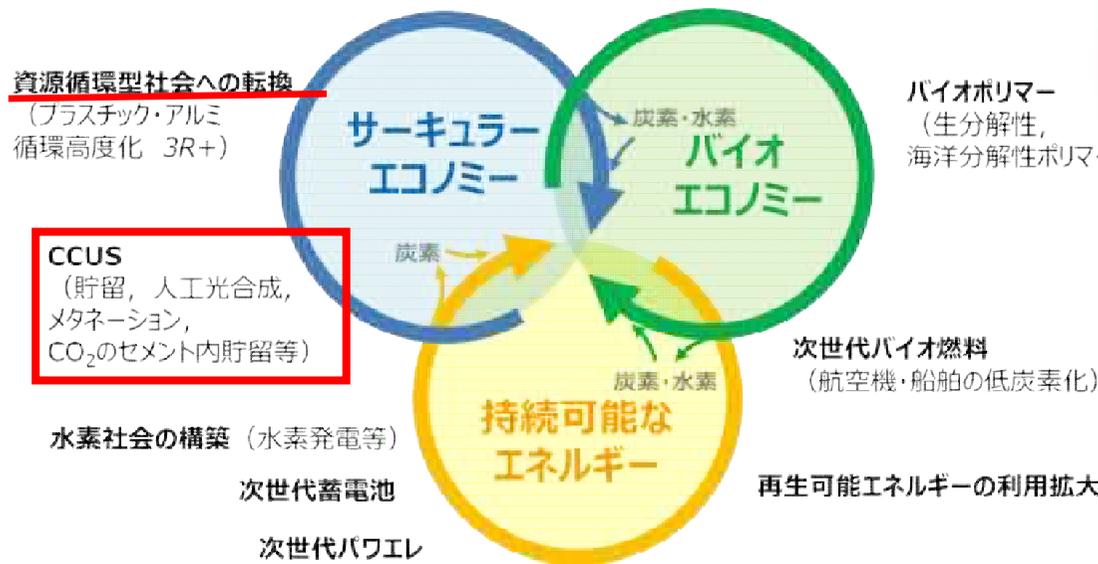
CO₂の大幅削減に不可欠なカーボンリサイクル、CCUS技術を重点領域の一つと位置づけて、脱炭素かつ安価なエネルギー供給技術の実現を進め、温室効果ガスの国内での大幅削減とともに、世界全体での排出削減に最大限貢献する。特に、CCUS/カーボンリサイクルの基盤となる低コストのCO₂分離回収技術の確立として、2050年までにCO₂分離回収コスト1,000円/t-CO₂を目指す。

➤ グリーンイノベーション戦略推進会議（2020年7月7日開催）

本会議は、『革新的環境イノベーション戦略』を実行する司令塔として設置され、「ビヨンド・ゼロ」に向けた取組の具体化としてカーボンリサイクル/CCUSに係る取組や国内外の技術開発動向、施策が議論された。

◆技術戦略上の位置付け

- NEDOでは、気候変動問題の解決に向けた技術開発の在り方や目指すべき方向性などをまとめた「持続可能な社会の実現に向けた技術開発総合指針2020（NEDO総合指針）」を策定
- 温室効果ガス排出量の大部分を占めるCO₂ について、排出削減、貯蔵・固定化、再利用を全て考慮する炭素循環という観点から、社会システム全体で持続可能な社会を目指すことが重要



◆ 国内外の研究開発の動向と比較

2050年に向けた主要国のCO₂削減目標とCCUS戦略

	削減目標	柔軟性の確保	主な戦略・スタンス		CCUS
			ゼロエミ化	省エネ・電化	
米国	▲80%以上 (2005年比)	削減目標に向けた 野心的ビジョン (足下での政策立案を意図するものではない)	ゼロエミ比率 引き上げ 変動再エネ + 原子力	大幅な電化 (約20%→45~60%)	<ul style="list-style-type: none"> 2050年 CCS火力 0~25%。 シナリオにより CCS付火力存在
カナダ	▲80% (2005年比)	議論のための 情報提供 (政策の青写真ではない)	電化分の確保 水力・変動再エネ + 原子力 <small>※既にゼロエミ電源比率は約80%</small>	大幅な電化 (約20%→40~70%)	<ul style="list-style-type: none"> 2050年 CCS火力 0~10% 多排出産業で CCSの削減余地
フランス	▲75% (1990年比)	目標達成に向けた あり得る経路 (行動計画ではない)	電化分の確保 再エネ + 原子力 <small>※既にゼロエミ電源比率は90%以上</small>	大幅な省エネ (1990年比半減)	<ul style="list-style-type: none"> 完全ゼロエミ化 シナリオではCCS 不可欠 多排出産業で CCS活用
英国	▲80%以上 (1990年比)	経路検討による今後数年の 打ち手の参考 (長期予測は困難)	ゼロエミ比率 引き上げ 変動再エネ + 原子力	省エネ・電化を 推進	<ul style="list-style-type: none"> 2025年までに CCSの無い石炭火力を廃止 CCUS技術開発を先導
ドイツ	▲80~95% (1990年比)	排出削減に向けた 方向性を提示 (マスタープランを模索するものではない) <small>※定期的な見直しを行う</small>	引き上げ 変動再エネ	大幅な省エネ (1990年比半減)	<ul style="list-style-type: none"> 産業部門で新技術による低炭素化が困難な場合に、CCU, CCSの順に検討

出典：資源エネルギー庁 エネルギー情勢懇談会提言 関連資料（2018年4月）を基にNEDO作成

◆国内外の研究開発の動向と比較

メジャー各社のCO₂削減に向けた取組状況

気候変動問題に対する社会的な要請に応じ、世界の石油開発企業の多くは、再エネやCCSなど、脱炭素化に向けた取組を強化

	CO ₂ 排出削減目標	主な取り組み
BP (英)	2050年までに生産過程におけるCO ₂ 排出量をネットゼロ、消費段階を含めたCO ₂ 排出量50%減	<ul style="list-style-type: none"> 低炭素事業への投資拡大、石油天然ガス生産の削減 カーボンオフセット、CCS、水素などの活用
Shell (英、蘭)	2050年までに生産過程におけるCO ₂ 排出量をネットゼロ、消費段階を含めたCO ₂ 排出量50%減	<ul style="list-style-type: none"> CCS、森林再生によるCO₂の削減 再エネ、バイオ燃料、水素利用、充電への投資拡大
TOTAL (仏)	2040年までに生産過程、消費段階において、ネットCO ₂ 排出量を25～35%減	<ul style="list-style-type: none"> CCUS、省エネ脱炭素技術開発 経済性を維持できる石油上流投資を継続
Exxon Mobil (米)	生産過程におけるCO ₂ 削減	<ul style="list-style-type: none"> メタン漏えい15%、随伴ガス焼却25%削減 バイオ燃料、CCSなどの研究開発を実施
Chevron (米)	生産過程におけるCO ₂ 削減	<ul style="list-style-type: none"> 豪州のLNGプロジェクトでの大規模CCSの実施 バイオ燃料、水素、再エネの技術開発投資

出典：新型コロナウイルスの感染拡大を踏まえた資源・燃料政策の今後の方向性
資源エネルギー庁資源・燃料部（2020年7月）

◆ 国内外の研究開発の動向と比較 【① 苫小牧CCS ② 安全貯留】

世界のCCSプロジェクトの普及状況

※ CO₂EOR (CO₂による原油増進回収法)

- 稼働中の事業の大半はCO₂EOR※であり、帯水層での大規模CCSは5件のみ(2019年)
- 北米で多くのプロジェクトが先行している一方、中東、東アジアでのプロジェクト数も増加傾向
今後、後続のCCS関係プロジェクトの立ち上げが期待される。

※大規模：年間 80万t以上 (石炭火力)
年間 40万t以上 (その他の排出源)



出典：Global CCS Institute Reports (2020年6月)

◆国内外の研究開発の動向と比較【③CO₂分離・回収】

CO₂回収関連技術の開発の見通し



出典：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 次世代火力発電の早期実現に向けた協議会（2015年7月）

◆他事業との関係

【経済産業省直執行事業】 ・CO₂貯留適地の調査事業
・地球温暖化対策における国際機関等連携事業

CO₂の貯留潜在能力を有する適地調査事業と連携し、事業化への道筋の一助とする。国際連携事業により国際会議などでの情報発信、情報収集を行う。

【環境省事業】 ・環境配慮型CCS導入検討事業

環境配慮型のCO₂分離・回収設備を建設し、石炭火力発電排ガスからCO₂の大半を分離・回収する場合のコスト、発電効率の低下、環境影響等の評価を行う。

【NEDO事業】 ・石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業

石炭火力発電から排出されるCO₂大幅削減のため、究極の高効率発電技術である石炭ガス化燃料電池複合発電とCO₂分離・回収を組み合わせた革新的低炭素石炭火力発電の実現を目指す。

【NEDO事業】 ・製鉄所のCO₂排出量を削減する革新的な技術開発

COURSE50 (CO₂ Ultimate Reduction System for Cool Earth 50)

高炉法による一貫製鉄所のCO₂発生量を抜本的に削減し、地球温暖化防止に貢献するため、高炉からのCO₂の発生量を減少させる技術、及び発生したCO₂を分離・回収する技術を開発。

【NEDO事業】 ・カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発

CO₂を炭素資源（カーボン）と捉え、これを回収し、多様な炭素化合物として再利用するカーボンリサイクルに係る技術開発を実施。

◆NEDOが関与する意義

「CCUS研究開発・実証関連事業」は、

- 温室効果ガスの削減に貢献する技術であるが、生産性向上、省エネルギーなど**事業者の利益に直接寄与しにくい技術**である。
- 国プロとして、技術実証やコストの低減、安全性の担保、貯留適地の確保、社会的受容性の醸成活動等をすすめており、**CCUSの技術導入に向けた制度や枠組みなどに資する技術の確立を推進**する。
- NEDOでは、METI事業を移管する以前より、CO₂分離・回収や地下貯留などの関連する技術開発に取り組んでおり、技術的な知見を有するとともに研究開発や実証事業のマネジメントに長けている。
- **研究開発の難易度が高く、投資規模も大きい**ため、民間企業だけでは**リスクが高い**。

NEDO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)

事業名	事業期間	プロジェクト費用の総額	波及分野	効果
①苦小牧CCS	2009 ～ 2022	685億円 NEDO：132億円 (2018-2020) METI：553億円 (2009-2018)	火力発電所 セメント製造所 鉄鋼 化学工業 天然ガス製造	<ul style="list-style-type: none"> ・CCUS技術確立と関連する規格基準の整備支援 ・2050年CCUSによるCO₂削減量1～2億トン/年に貢献 ・CCSコストダウン(*1) 最大300億円 ・石油増産 (EOR) (*2) 約600億円/年 ・計測技術展開 約1,000億円/年
②安全貯留	2016 ～ 2020	54億円 NEDO：35億円 (2018-2020) METI：19億円 (2016-2017)		<ul style="list-style-type: none"> ・CO₂回収費用削減(*3) 約3,000億円/年
③固体吸収材・分離膜	2016 ～ 2024	47億円 NEDO：37億円 (2018-2020) METI：10億円 (2016-2017)		

*1：計1,500万t貯留（100万t/年×15年）サイトを想定

*2：光ファイバー計測技術展開、マイクロバブルCO₂圧入機器展開、年400万t級のCO₂-EORに適用した場合

*3:石炭火力発電所（2018年）からのCO₂排出量約2.7億トン/年の50%を分離・回収
化学吸収法に比べ、2,200円/t-CO₂の分離回収コスト低減を想定

Ⅱ. 研究開発マネジメント

- (1)研究開発目標の妥当性
- (2)研究開発計画の妥当性
- (3)研究開発の実施体制の妥当性
- (4)研究開発の進捗管理の妥当性
- (5)知的財産等に関する戦略の妥当性

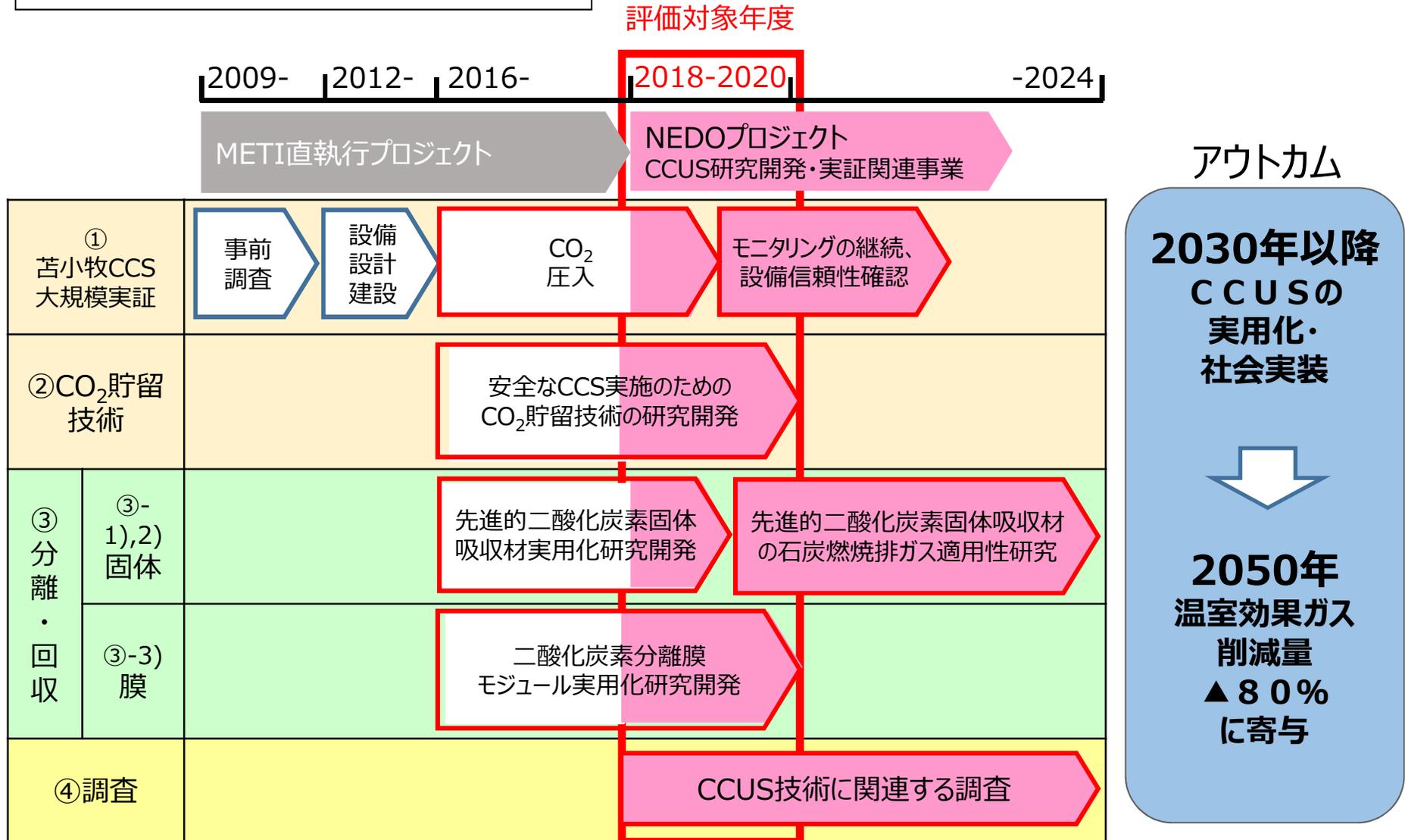
◆事業の目標

本事業では、大規模CO₂排出源からのCO₂を低コストで分離・回収する技術開発を実施し、CO₂大規模貯留実証を通じて、貯留を安全に実施するためのモニタリング技術の開発や、関連技術調査を行う。

また、これらの研究開発を相互に連携させ、一体的に進めることで、**CCUS/カーボンリサイクル技術の早期の確立及び実用化**を狙う。

- 中間目標（2020年度）：苫小牧CCSでは、**累計圧入量30万トン**を達成し、**圧入レート10万t-CO₂/年**による貯留技術を確立する。また、安全貯留では、**CCS技術の実用化に必要な技術・手法の有効性を検証**する。さらに、先進的CO₂分離・回収技術の研究開発として、**固体吸収材や分離膜モジュールの実用化研究を完了**する。その他関連技術調査として、**メタノール実証に向けた周辺技術調査とプラント基本設計**を実施。
- 最終目標（2024年度）：2024年度末までに、開発した安全評価技術・手法をCCS実証で活用あるいはフィードバックすることを目指す。実用化レベルを想定したCO₂貯留・モニタリング等のCCUS関連技術・手法の開発を進めることで、CCUS/カーボンリサイクルの安全な実施に資する。

◆ 研究開発のスケジュール



※経済産業省の担当原課 ①②④：産業技術環境局 環境政策課 地球環境対策室
③：資源エネルギー庁 資源・燃料部 石炭課

◆研究開発目標と根拠 (1/3)

研究開発項目	研究開発目標	根拠
<p>①-1) 苫小牧CCS 大規模実証 (2018-2022)</p>	<p>【中間目標】(2020年度)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 年間10万トン規模でのCO₂分離・回収設備の運転を行い、CO₂濃度99%以上を達成 • 貯留層に年間10万トン規模でのCO₂圧入により累計圧入量30万トンを達成 • 貯留したCO₂の漏出がないことを確認 • プラントの設備劣化状況を評価し、CCS実用化に向けたプラント設計に資する知見のとりまとめ <p>【最終目標】(2022年度)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 貯留したCO₂のモニタリングを継続し、漏出がないことを確認するとともに、効率的なCO₂貯留層の監視を可能とするモニタリング手法の最適化 • 100万トン/年規模の圧入レートを想定したプラント設備機器の基本設計、経済性評価を実施 	<p>高効率かつ安定したプラント運転を行い、CO₂分離・回収エネルギー1.2GJ/t-CO₂以下を達成する。</p> <p>年間10万トン規模のCO₂圧入を連続実施し、累計圧入量30万トンを達成する。</p> <p>CO₂貯留層の温度・圧力に異常がないことを確認するとともに、CO₂圧入と貯留に伴う微小振動が見られないことや周辺海域への影響がないことを確認し、安全安心な貯留ができることを確認。</p> <p>実用化に向けた量産規模でのプラントでの経済性評価を実施</p>

◆研究開発目標と根拠 (2/3)

研究開発項目		研究開発目標	根拠
②CO ₂ 貯留技術 (2018-2020)		【最終年度】(2020年度) ・ 実用化レベルを想定したCO ₂ 貯留・モニタリング等のCCS関連技術・手法の開発を進めることで、CCSの安全な実施に資する	2020年度末までに開発した安全評価技術・手法を実証サイトで活用あるいはフィードバックする
③ 分 離 ・ 回 収	③-1),2) 固体吸収材 (2018-2019、 2020-2024)	1)【最終年度】(2019年度) ・ CO ₂ 分離・回収エネルギーを1.5GJ/t-CO ₂ を見通す固体吸収材・システムを開発 2)【最終年度】(2024年度) ・ 火力発電所などの燃焼排ガスなどからCO ₂ を分離・回収する固体吸収法について、実燃焼排ガスからのCO ₂ 分離・回収連続運転を実施し、パイロットスケール設備においてCO ₂ 分離・回収エネルギー1.5GJ/t-CO ₂ の目途を得る。	ベンチ試験にて 1.5GJ/t-CO ₂ の見通しを得る パイロット試験にて 1.5GJ/t-CO ₂ の目途を得る
	③-3) 分離膜 (2018-2020)	3)【最終年度】(2020年度) ・ 石炭ガス化複合発電等で発生する比較的高い圧力を有するガスからのCO ₂ 分離・回収エネルギーについて、実用化段階で回収エネルギー0.5GJ/t-CO ₂ 以下を達成する分離膜を開発	2030年のIGCC等のCO ₂ 排出源に適用し、幅なコスト・エネルギー低減を達成する

◆研究開発目標と根拠 (3/3)

研究開発項目	研究開発目標	根拠
④ 関連技術 調査 (2018-2024)	【中間年度】(2020年度) <ul style="list-style-type: none">CO₂からのメタノール合成実証に資する可能性検討および周辺技術調査を行うとともに実証試験を行う場合に必要となる基本設計を実施 【最終年度】(2024年度) <ul style="list-style-type: none">最新の関連技術の収集・解析により、CCUS技術の国際競争力の強化を図るために必要な基礎的情報を得るとともに、実用化に向けたCCUS技術の開発動向と導入可能性、適応性、課題等を整理	CRメタノール実証プラントに向けた基本設計を完了すること。 2030年のCCUS実用化に有用な技術情報の収集や解析を実施

◆プロジェクト費用

評価対象年度 (単位：億円)

研究開発項目	METI事業	2018	2019	2020	合計
① 苫小牧におけるCCS大規模実証試験	553 (2009-2018)	32	56	45	686
② 安全なCCS実施のためのCO ₂ 貯留技術の研究開発	19 (2016-2017)	10	12	13	54
③ CO ₂ 分離・回収技術の研究開発	10 (2016-2017)	10	10	17	47
④ CCUS技術に関連する調査				3	3
合計	582	52	78	78	790

【NEDO事業のみの小計】

(単位：億円)

① 苫小牧におけるCCS大規模実証試験	133
② 安全なCCS実施のためのCO ₂ 貯留技術の研究開発	35
③ CO ₂ 分離・回収技術の研究開発	37
④ CCUS技術に関連する調査	3



【2018-2020年度】
208億円

◆研究開発体制

- 各プロジェクトの事業開始年度～2017年度は、経済産業省委託事業として実施。
- 2018年度より、NEDOが有する技術的知見や産学官の専門家とのネットワークを活用し、各プロジェクトの技術的成果や政策的効果を最大化することを目的に、NEDOの委託事業として実施。

経済産業省委託事業：開始年度～2017年度

NEDO：2018年度～

(委託)

研究開発項目①
苫小牧におけるCCS
大規模実証試験

日本CCS調査(株)

(指導・助言)

課題検討会

(委託)

研究開発項目②
安全なCCS実施のための
CO₂貯留技術の研究開発

二酸化炭素地中貯留
技術研究組合

(指導・助言)

研究推進委員会

(委託)

研究開発項目③-1)
先進的^{二酸化炭素}固体吸収材
実用化研究開発

地球環境産業技術
研究機構 (RITE)

(指導・助言)

研究推進委員会

(委託)

研究開発項目③-2)
二酸化炭素分離膜モジュール
実用化研究開発

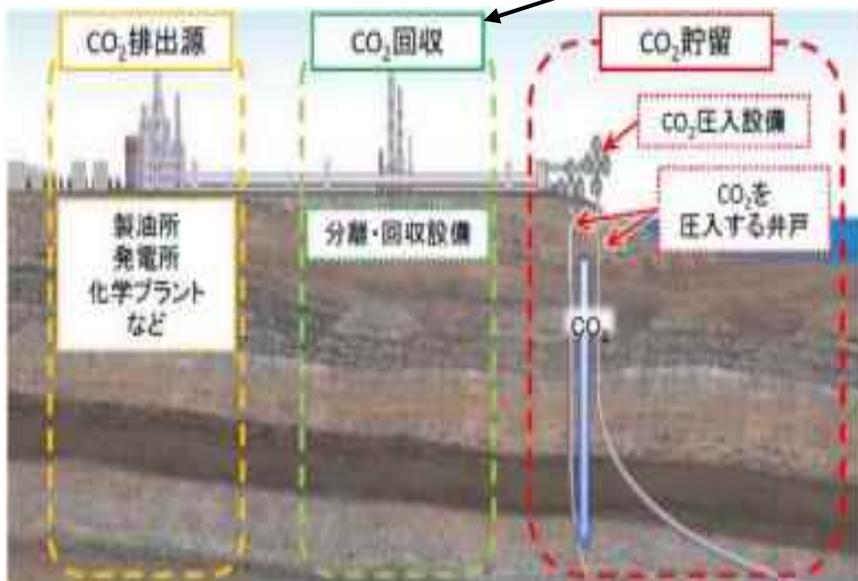
次世代型膜モジュール
技術研究組合

(指導・助言)

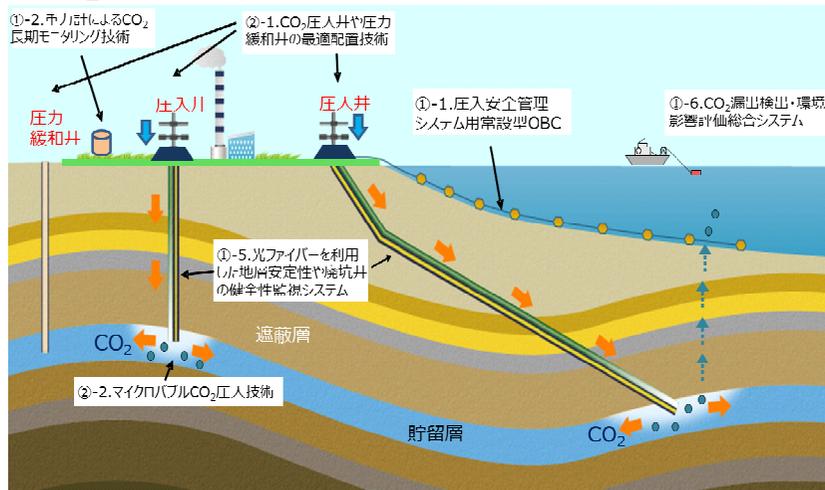
研究推進委員会

◆CCUS事業 研究開発項目

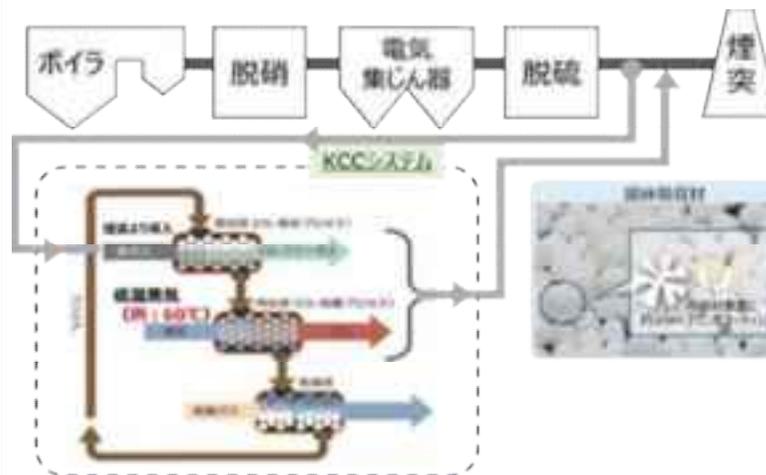
①大規模CCS実証事業



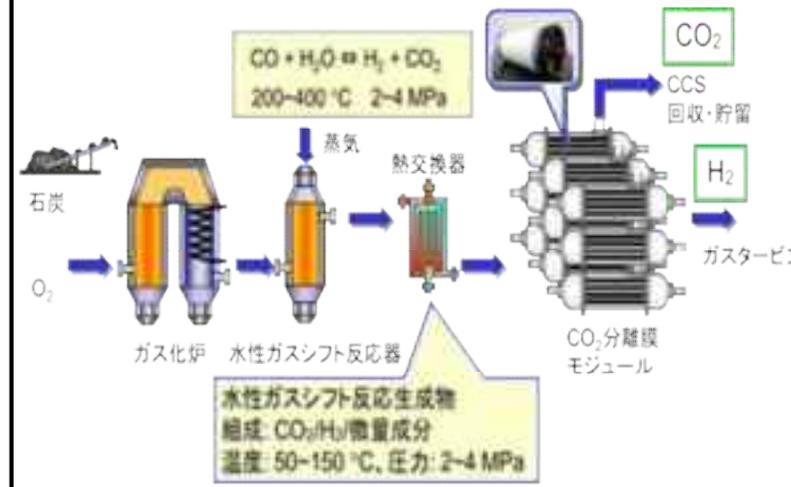
②CO₂貯留技術の研究開発



③-1)2) CO₂分離回収技術の例 (固体吸収)



③-3) CO₂分離回収技術の例 (分離膜)



◆ 研究開発の進捗管理

- NEDOは、研究開発全体の管理及び執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適切に把握し、必要な措置を講じた。
- PMは、**外部有識者で構成する研究推進委員会を開催するとともに実施者が主催する技術委員会に参加し**、事業の進捗や計画、目標達成の見通しなどにつき指導・助言を受けることで、より効果的な事業推進に努めた。
- PMは、**研究開発実施者と密接に連携し**、研究開発の進捗状況を把握した。また、毎月、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。
- PMは、**プロジェクト関係者との打ち合わせを適宜実施し**、研究開発の成果及び課題を把握し、プロジェクト計画や工程に反映させた。さらに、それぞれの**研究開発項目の相互連携**を図り、研究開発全体の成果ならびに知見が的確かつ最大限に得られるよう調整した。

◆ 動向・情勢の把握と対応

情勢	対応
<ul style="list-style-type: none"> 2018年7月に策定された「エネルギー基本計画」において、温室効果ガス排出量を抜本的に下げするための技術等の開発を更に進める 	<ul style="list-style-type: none"> 本技術開発にて、大規模実証試験におけるCO₂の貯留（CCS）や地中CO₂のモニタリング技術の開発、CO₂分離・回収コストの低減等のCCS関連の技術開発を実施。
<ul style="list-style-type: none"> 2019年6月に策定された「カーボンリサイクル技術ロードマップ」において、排出されるCO₂を資源として捉え、有効利用することで大気中へのCO₂排出を抑制する取り組みが示された。 	<ul style="list-style-type: none"> CO₂を資源として捉えて利用するカーボンリサイクルでは、排ガスなどからCO₂を分離・回収する技術が必要。 CO₂排出源および用途に適合した省エネ、低コストとなるCO₂分離回収システム実用化に取り組む。
<ul style="list-style-type: none"> 2019年6月に閣議決定された「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」の目標として、CCU/カーボンリサイクル製品を既存製品と同等コストとすることやCO₂排出削減に貢献するインフラ輸出の強化などの国際展開を挙げている。 	<ul style="list-style-type: none"> 2023年までに最初の商用化規模のCCU技術を確立することを目指すとともに、排出源と利用・貯留地までの最適なCO₂輸送を実現する取り組みを推進
<ul style="list-style-type: none"> エネルギー安定供給に万全を期しながら脱炭素社会をいかに実現していくかという、大きな課題に取り組んでいく必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 石炭を含む化石燃料を徹底的に効率的に利用した上で、最終的に発生するCO₂については、CCUS/カーボンリサイクルなどの技術開発や実証を進める。

◆METI中間評価結果への対応

下記は、経済産業省産業技術環境局技術評価室にて2018年11月に実施した『「CCS研究開発・実証関連事業」複数課題プログラム中間評価検討会』における主な指摘事項に対する対応。

	指摘事項	METI対応方針
1	当該プログラムの個々の数値目標を達成するのみでなく、結果を詳細に分析し、今後のCCS事業を円滑に推進するための規範となるような成果を挙げることを期待している。当該プログラムで得た知見を基に、 将来CCSを実施する際のガイドライン的なものを作成していただきたい。	将来的にCCSを実施する際のガイドライン等の作成に資するべく、本プログラムにおいては、 得られた知見や成果等を用いて、CCS技術事例集 （事業者等が参考とできる手引き）の作成を行う。
2	それぞれのプロジェクトで得られた知見や成果を他のプロジェクトにフィードバックし、プログラム全体の成果を担保するという点において課題があるように感じる。プログラムとしてプロジェクト間の フィードバックの仕組みを検討してほしい。	各プロジェクトで得られた知見や成果を他のプロジェクトにフィードバックすべく、 プロジェクト間の連携等に向けた検討を行う。
3	実証試験の段階では、想定外の様々な問題が発生する可能性があるため、 実用化に向けて、必要に応じて国内外の技術や知見を有する企業の関与を得る など、柔軟に対応しプログラムを進めていただきたい。	本プログラムの実施にあたっては、必要に応じて 技術や知見を有する国内外の企業の関与を得る など、柔軟に進めていく。

◆ 知的財産権等に関する戦略

【基本戦略】

- 得られた事業成果については、NEDO、事業者とも成果の普及に努める。
- 製造加工技術や検査手法など**ノウハウとして保有する方が有利な技術は非公開**
- CCUS一貫システムなど、知財として特許やライセンスを確保する方が有利な技術については**戦略的に公開**
- 「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権の帰属）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**
- 得られた事業成果については、標準化機関等との連携を図り、わが国の優れたCCUS技術を普及させるために、**標準化への提案等を積極的に行う。**

新規に開発、取得した知財は基本的にオープンとする

	非競争域	競争域
公開	システム要件 モデル構築手法 など	機械装置類の開発 システム開発 など
非公開	事業者の独自技術に基づいたものであり、かつ その事業者が当該技術をクローズ（秘匿）しているもの	

} 必要に応じて
権利化

◆知的財産管理

▶ 知的財産管理指針の策定

- NEDOでは、『日本版バイ・ドール条項（産業技術力強化法第19条）』を適用し、当該研究開発に係る知的財産権は、NEDOに譲り渡すことなく、委託先に帰属する。
- 実施者の知的財産の取り扱いについては、約款にて規定し、知的財産権の出願、申請等の手続きを行った場合は、NEDOに報告すること。
- プロジェクト内での共同実施者には実施を許諾する。

▶ 発明委員会の運用

- 実施者より、発明等を創作した旨の報告がなされたときは、報告日の翌日から30日以内に発明委員会を開催
- 発明の技術的評価、本研究開発に関わることの認定、出願要否に関することについて審議・認定
- プロジェクト実施期間中、必要に応じ、任意に開催

Ⅲ. 研究開発成果

- (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義
- (2) 成果の最終目標の達成可能性
- (3) 成果の普及
- (4) 知的財産権の確保に向けた取組

※研究開発成果の詳細については、
分科会当日に、非公開セッションとして各事業者より報告

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況 (1/3)

◎ 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	2020年度 中間目標	成果	達成度	今後の課題と 解決方針
① 苫小牧におけるCCUS 大規模実証 試験	年間10万トン規模でのCO ₂ 分離・回収設備の運転を行い、CO ₂ の濃度を99%以上とする	<ul style="list-style-type: none"> 供給ガス量と着圧の変動に対する自動化運転の追従性、自動緊急停止 (ESD) とフレアスタックへの緊急放出等の安全対策等が適切であることを実証 	△	<ul style="list-style-type: none"> 再圧入に向け、設備機能の維持管理に必要な点検を実施
	貯留層に年間10万トン規模でのCO ₂ 圧入により分離回収から圧入までの一貫システムとしての運用を確認	<ul style="list-style-type: none"> 分離・回収エネルギーが、目標値1.22 GJ/t-CO₂より低減した運用を達成 (実測値1.16～1.20 GJ/t-CO₂) 2019年11月22日累計CO₂圧入量30万t達成 	○	
	貯留したCO ₂ の漏出がないことを確認	<ul style="list-style-type: none"> 年4回の海洋環境調査を滞りなく実施し、基準超過無し 	△	<ul style="list-style-type: none"> 圧入後もモニタリングを継続実施
	プラントの設備劣化状況を評価し、CCS実用化に向けたプラント設計に資する知見のとりまとめ	<ul style="list-style-type: none"> CO₂分離回収の地上設備について、PSAオフガス圧縮機、設備機器の開放点検検査および内部付着物の分析等を実施し、不具合箇所の改善策を提案 	△	<ul style="list-style-type: none"> 分離回収設備 (配管) 等について開放点検検査、分析を実施し、必要に応じて対策を検討

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆研究開発項目毎の目標と達成状況 (2/3)

◎ 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	2020年度 中間目標	成果	達成度	今後の課題と 解決方針
②安全なCCS 実施のための CO ₂ 貯留技術 の研究開発	実用化レベルを 想定したCO ₂ 貯 留・モニタリング等 のCCS関連技 術・手法の開発 を進めることで、 CCSの安全な実 施に資する技術 を確立する	<ul style="list-style-type: none"> ・圧入安全管理システムを開発し、実観測データに基づいたシステム運用を確立 ・重力変化の異常を検知する沿岸域での高精度重力モニタリング技術を確立 ・マイクロバブルCO₂圧入技術への適用によるCO₂溶解促進および貯留率向上 	○	
		<ul style="list-style-type: none"> ・大規模貯留層を対象とした地質モデル構築手法の確立 ・大規模貯留層に適したCO₂挙動シミュレーション、長期挙動予測手法の確立 ・CO₂圧入井や圧力緩和井の最適配置技術の確立 	△	<ul style="list-style-type: none"> ・実用化規模のCCSサイトでの検証
		<ul style="list-style-type: none"> ・長尺光ファイバーを用いた地層安定性や廃坑井の健全性監視システムを開発 ・光ファイバー音響測定技術 (DAS)を開発 ・CO₂貯留安全性管理プロトコル (IRP) の整備 	△	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模CCSサイトでの実用化検証 ・社会的受容性向上に関する方策として、SLO※手法の検討

※SLO : Social License to Operate 企業が事業活動を行う際、社会貢献や環境対策への投資、地域の安全性や情報の透明性確保等を継続的に行うこと

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況 (3/3)

◎ 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	2020年度 中間目標	成果	達成度	今後の課題と 解決方針
③CO ₂ 分離・ 回収技術の研究開発	③-1)固体吸収材 CO ₂ 分離・回収エネルギーを 1.5GJ/t-CO ₂ を達成する固体 吸収材・システムを開発	<ul style="list-style-type: none"> ベンチ試験（数t-CO₂/d)にて 1.5GJ/t-CO₂の見通しを得た 	○	
	③-3)分離膜 IGCCでの実ガス（高圧）におけ るCO ₂ 分離・回収エネルギーで 0.5GJ/t-CO ₂ 以下を達成する 分離膜を開発	<ul style="list-style-type: none"> 実ガス試験を実施： 短期での性能・安定性確認 経済的に有利な回収率を試算 	△	<ul style="list-style-type: none"> 膜モジュールシステ ムの設計 商用化イメージとコ ストの精緻化
④CCUS技術 に関連する調 査	CO ₂ からのメタノール合成実証に 資する可能性検討および周辺技 術調査を行うとともに実証試験を 行う場合に必要となる基本設計 を実施	<ul style="list-style-type: none"> 水素とCO₂から直接メタノールを 合成する場合における触媒評 価として、活性試験及び寿命 試験の試験実施 メタノール合成システムの基本 仕様について検討し、水素供 給設備および触媒条件の基本 設計を実施 	△	<ul style="list-style-type: none"> CCUS技術の開発 動向と導入可能性、 適応性、課題整理 を実施

◆プロジェクトとしての達成状況と成果の意義

- 2020年度時点の中間目標に対し、今年度実施中の分の達成見込みを含め、おおむね目標達成できる見込みである。
- 苫小牧CCSでは、**累計圧入量30万トン**を達成し、圧入レート10万t-CO₂/年での**海底下貯留に関する基盤技術**を確立し、**これまでのCCS実証試験成果**について、**総括報告書**を作成し、HP上にて公開。
- 安全貯留では、**CCS技術の実用化に必要な技術・手法の有効性を検証**ができた。
- 先進的CO₂分離・回収技術の**固体吸収材や分離膜モジュールの研究開発**については、**実用化に向けた目標達成の目途**を得ている。
- 周辺技術調査については、メタノール実証に向けた周辺技術調査とプラント基本設計を今年度末までに完了する見込みである。
- いずれの研究開発項目についても、**CCUS/カーボンリサイクル技術の早期の確立及び実用化**を目指す技術として、非常に重要である。

◆各個別テーマの概略紹介【①苫小牧CCS】

【概要】

- 北海道苫小牧市にて、我が国で初となる大規模なCCSの実証試験を実施。
- 2012年度から2015年度の4年間で、CO₂分離・回収設備等の設計や建設、井戸の掘削を実施。
- 2016年度より、製油所の排出ガスから分離回収したCO₂を年間約10万トン規模で地中に貯留し、2019年11月に累計圧入量30万トンに到達。現在は圧入を停止し、CO₂の貯留状況のモニタリングや周辺海域への影響のないことを確認する海洋環境調査を継続実施中。
- これまでの事業成果については、経済産業省、事業者、NEDOの連名にて総括報告書として公開。
- CCSに対する国民の認知度を高め、理解を深めるための社会的受容性の醸成活動を実施。

<実証試験スケジュール>



※ 2016年度より圧入開始



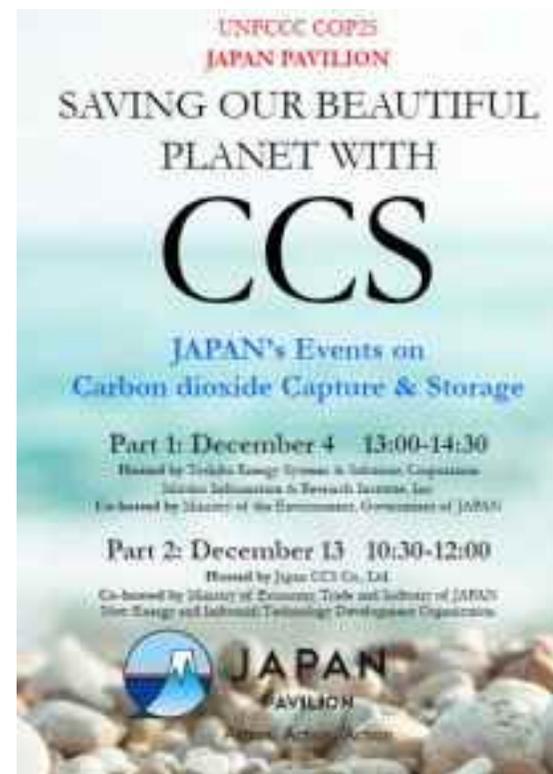
地中貯留CO₂累計圧入量30万トンを達成

◆各個別テーマの概略紹介【①苫小牧CCS】

本事業にて実証した日本のCCS技術の国際展開に寄与することを目指し、COP(Conference of the Parties)、CSLF(Carbon Sequestration Leadership Forum)、CEM(Clean Energy Ministerial)などの国際会議に積極的に参画し、CCS事情や動向について、情報発信収集を実施



CSLF年次総会（東京開催）
（2016年10月）苫小牧プロジェクトを
「CSLF認定プロジェクト」に認定

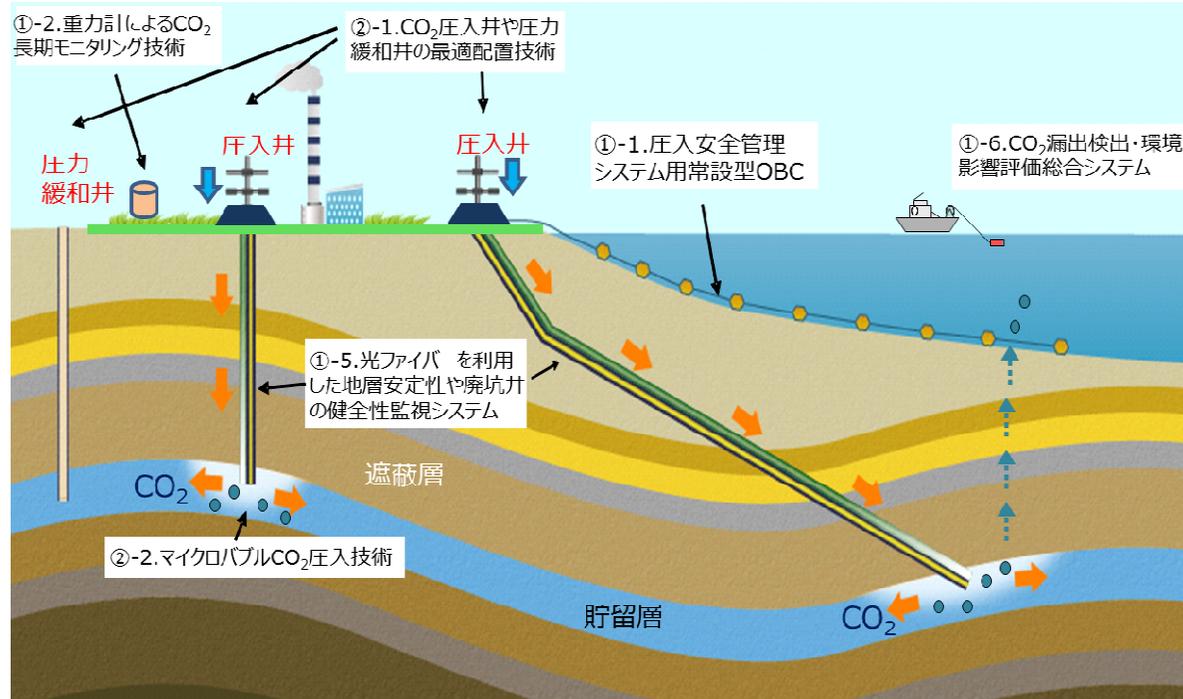


COP25（第25回国連気候変動枠組条約締約国会議）
（2019年12月）で情報発信収集活動として参加

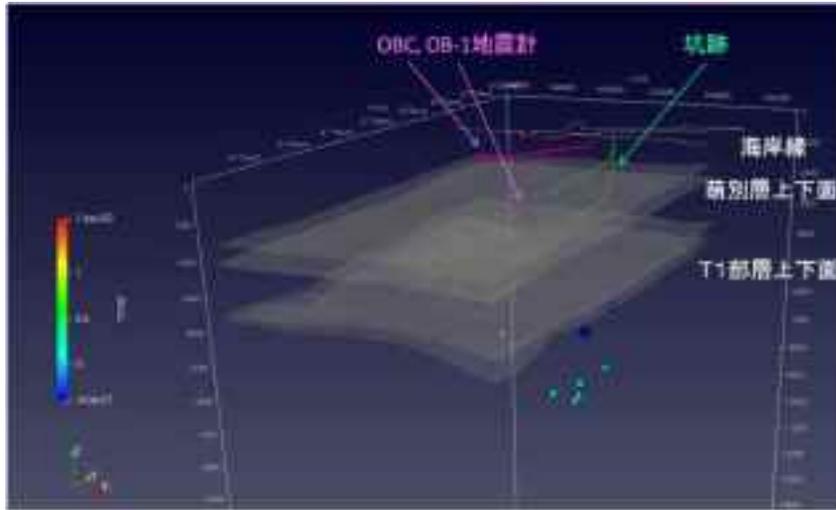
◆各個別テーマの概略紹介 【②安全貯留】

【概要】

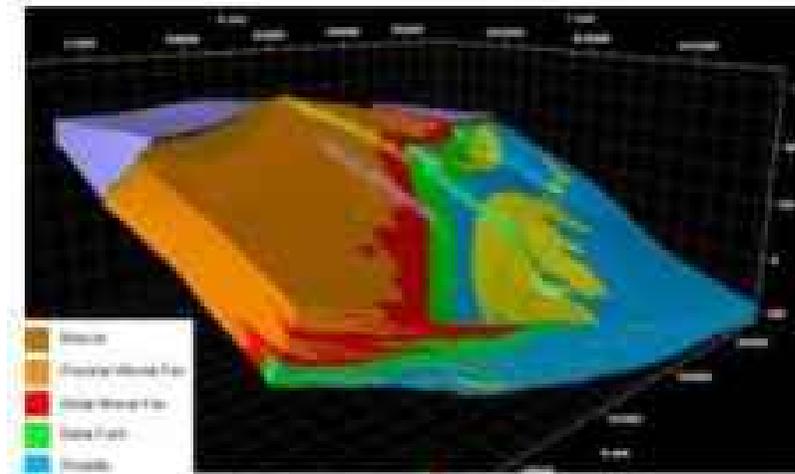
- 実用化規模（100万トン/年規模）での効率的なCO₂圧入・貯留技術の確立に向け、我が国の不均質で地質構造が複雑な貯留層に適した、CO₂貯留安全管理技術を開発
- 大規模CO₂圧入・貯留の安全管理技術の確立に向け、CO₂長期挙動予測シミュレーション技術、光ファイバーや重力計を使用したモニタリング技術など、低コストで高精度のモニタリング技術を開発
- 大規模貯留層における効率的な圧入・利用技術の確立に向け、マイクロバブルCO₂圧入技術や坑井の適正配置技術を開発
- CCS普及条件・基準の整備に向け、技術事例集の作成、CCSに係る国際基準（ISO）審議との連携



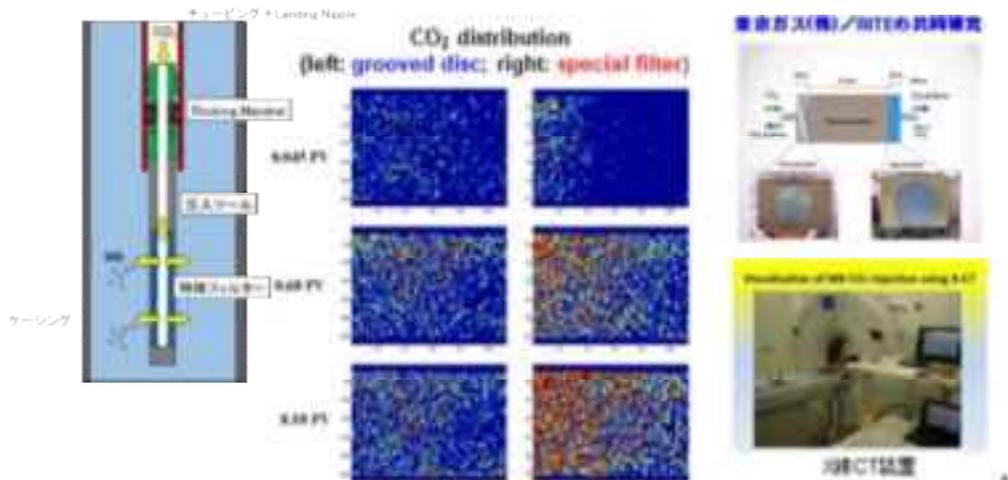
◆各個別テーマの概略紹介 【②安全貯留】



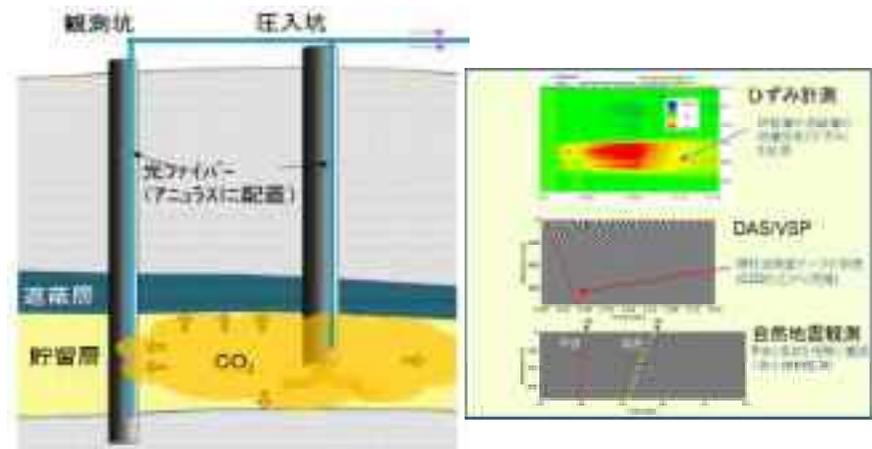
圧入安全管理システム(ATLS)の開発



大規模貯留層を対象とした地質モデルの確立



マイクロバブルCO₂圧入技術の適用による貯留率の向上



光ファイバー等を利用した地層安定性や坑井の健全性監視システムの開発

◆各個別テーマの概略紹介 【③CO₂分離・回収】

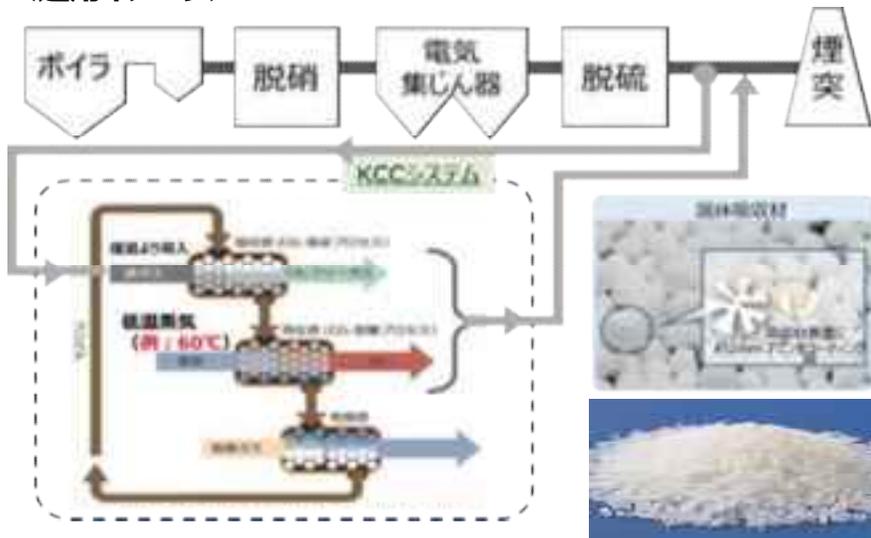
【概要】

- CCS事業コストのうち6割程度を分離・回収コストが占めると試算(RITE, 2005)、CCS技術の広範な展開に向けては、CO₂分離・回収コストの低減が重要。
- CO₂分離・回収コストの低減を目的として、大気圧の燃焼排ガスに含まれるCO₂の回収に有利な技術である化学吸収法（固体吸収材）と、石炭ガス化複合発電（IGCC）等で発生する高圧のガスに含まれるCO₂の回収に有利な技術である膜分離法の実用化に向けた研究開発を実施。

③-1),2)先進的二酸化炭素**固体吸収材**実用化研究開発

- 固体吸収材とは、化学吸収剤であるアミン化合物を多孔質支持体に担持させた先進的な吸収材
- CO₂再生時に比熱の大きい水を加熱する必要が無いため、CO₂分離回収エネルギーの低減が可能

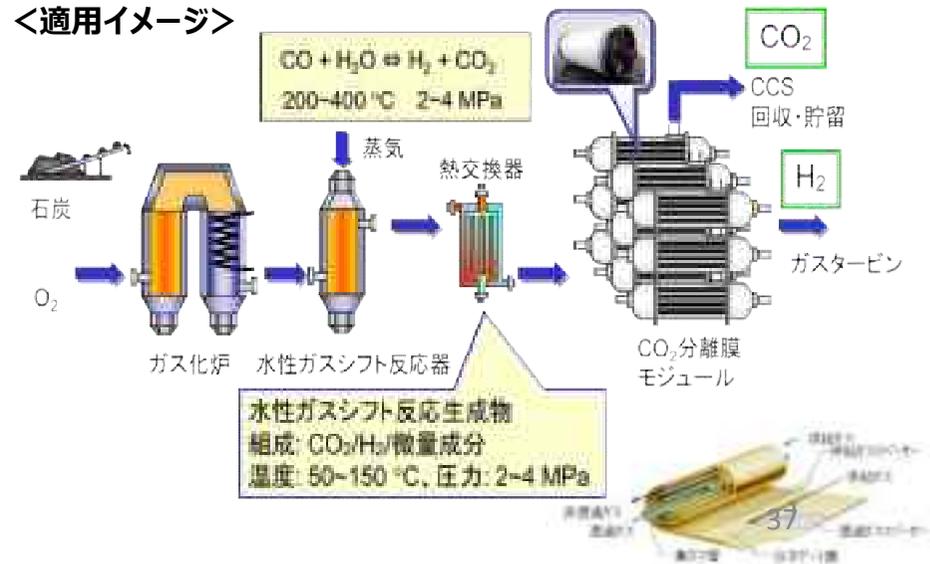
<適用イメージ>



③-3)二酸化炭素**分離膜**モジュール実用化研究開発

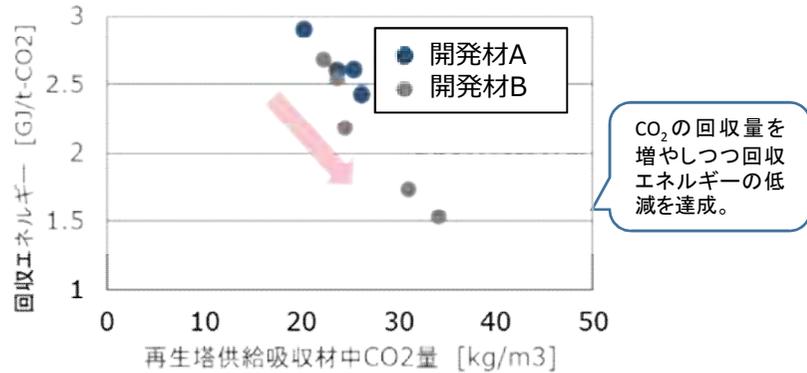
- CO₂を選択的に透過させる特殊な分離膜を用いて、効率的にCO₂を分離回収
- ガスが持つ圧力差を駆動力としてCO₂を分離するため、CO₂分離回収エネルギーの低減が可能

<適用イメージ>

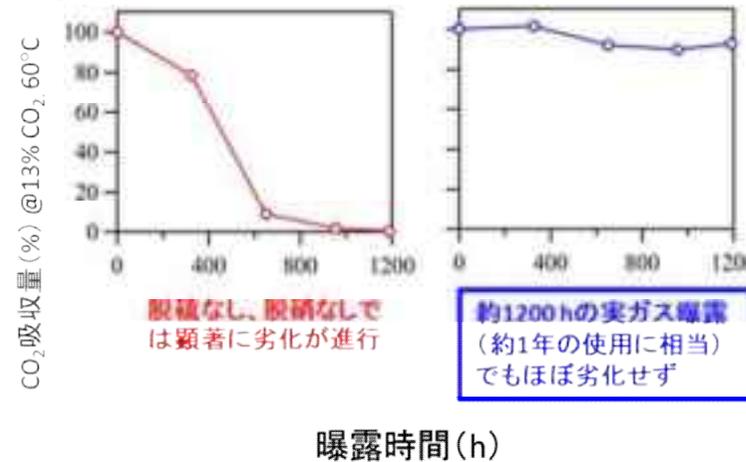


◆各個別テーマの概略紹介 【③-1) 固体吸収材】

①高効率CO₂回収のためのシステム検討
ベンチ試験で回収エネルギー目標
1.5GJ/t-CO₂を達成。

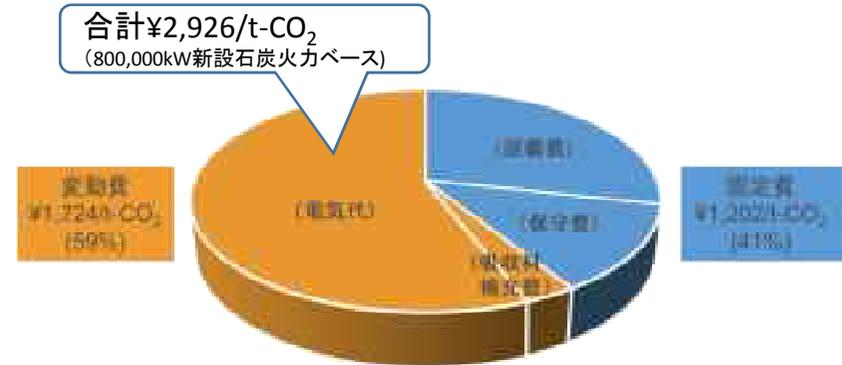


②実用化のための材料最適化
実ガス暴露試験により材の実ガス耐性（約1年）を確認。



③スケールアップ検討と経済性評価
ベンチ試験の知見を基にパイロット試験装置の基本設計を完了。コスト試算から、分離回収コスト2,000円台/t-CO₂の見通しを確認。

④CO₂分離回収技術に関する情報収集発信
外部有識者による技術評価を受けながら研究開発を推進。



◆各個別テーマの概略紹介【③-3)CO₂分離・膜事業】

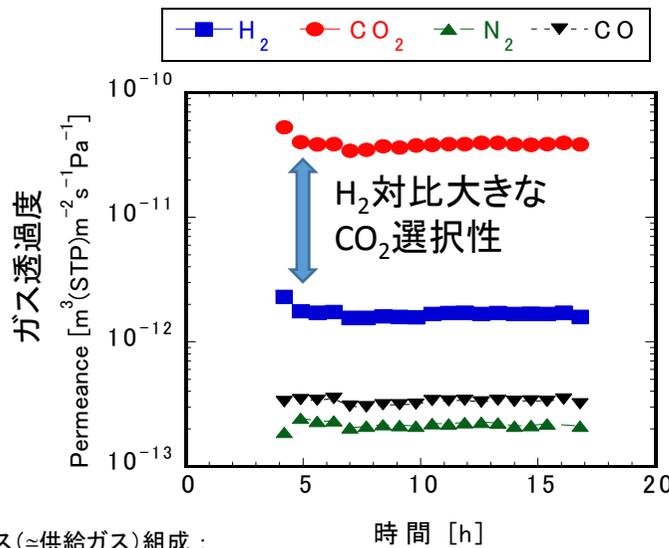
①実ガス(石炭ガス化ガス)を用いたCO₂分離性能試験による課題抽出と解決

膜エレメント
外径5cm;
長さ200mm



IGCC予備試験設備

JP若松事業所: 非透過ガス(≒供給ガス)組成:
H₂/CO₂/N₂/CH₄/CO=8.7/17.6/48.6/0.054/25.0 vol%, H₂S: 約350ppm



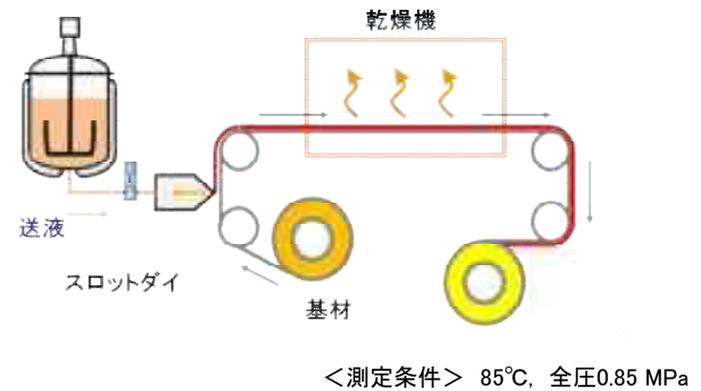
石炭ガス化実ガスを利用し、加速試験(硫化水素濃度350ppm)実施⇒初期性能耐久性低下なきことを確認。

③経済性評価

分離・回収コスト、エネルギー試算を実施
膜システム導入のIGCC発電効率への影響評価実施

②膜材料と膜エレメントの最適化

大面積膜の連続製膜

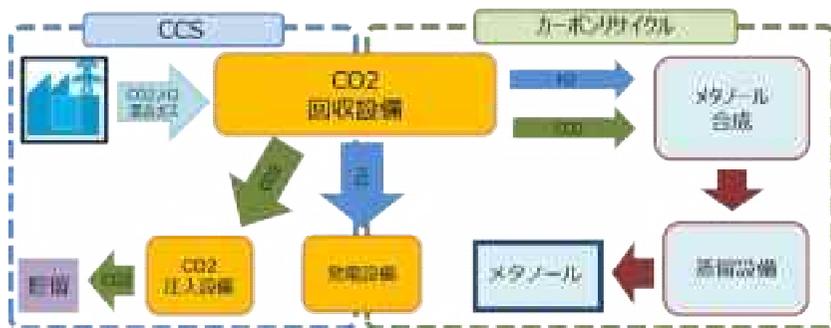


単膜: 高耐圧化、高耐久化処方を選択
膜エレメント: 連続製膜化、大型化(4インチ)
→改良膜エレメントの実ガス試験(①)を予定

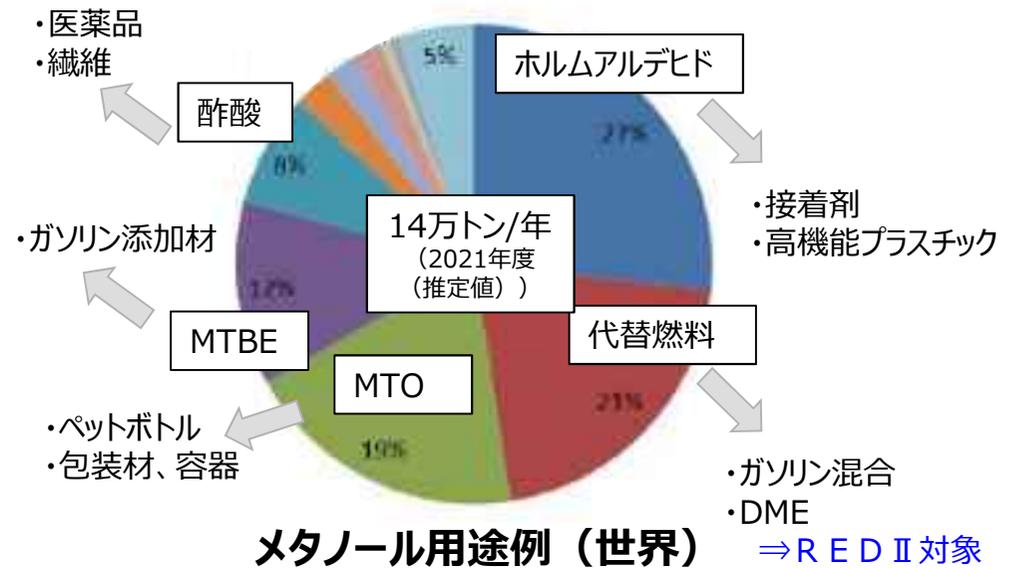
◆各個別テーマの概略紹介【④周辺技術調査】

【概要】

- 最新の関連技術の収集・解析により、CCUS技術の国際競争力の強化を図るために必要な基礎的情報を得るとともに、CCUS技術の開発動向と導入可能性、適応性、課題等を整理する。
- メタノールは、カーボンリサイクル技術の中でも様々な業界で重要な基礎原料として使用されるため、特定の産業の景気に左右されにくく、安定的な需要が見込まれることより、水素とCO₂から合成される基幹物質として、最初に立ち上がる分野の一つとして期待されている。
- CCUS連携運用技術に着手するため、CO₂からのメタノール合成実証に資する可能性検討および周辺技術調査を行うとともに実証試験を行う場合に必要となる基本設計を実施する。



周辺技術調査：CCUS連携運用技術の確立に資する可能性検討



出典：経済産業省 質の高いエネルギーインフラシステム海外展開促進事業 (2017年2月)

◆ 成果の最終目標の達成可能性

研究開発項目	現状	最終目標（2024年度末）	達成見通し
① 苫小牧におけるCCUS大規模実証試験	分離回収から圧入貯留までの一貫システムとしての連続実証運転により、累計圧入量30万トンを達成	輸送実証も含めた一貫システムの拡張実証 CCUS連携運用による経済性評価	達成見込み
② 安全なCCS実施のためのCO ₂ 貯留技術の研究開発	安全管理、圧入・利用に必要な要素技術の確立 CCS普及条件の整備、基準の整備、データ整理	技術開発におけるコスト低減と信頼性の確保により、実用化できた技術から段階的に順次実用化を推進	達成見込み
③ CO ₂ 分離・回収技術の研究開発	③-1)、2) 固体吸収材 石炭火力排ガス向けパイロット規模試験設備の設計中 ③-3) 分離膜 実ガスIGCC試験設備での試験に着手。	③-2) 2024年度末 ・パイロット規模で実燃焼排ガスによる連続運転を実施し、エネルギー1.5GJ/tの達成に目処。 ③-3) 2020年度末 ・CO ₂ 分離・回収コスト1,500円/t以下、エネルギー0.5GJ/t以下を達成する概念設計完了	達成見込み
④ CCUS技術に関連する調査	カーボンリサイクルメタノールの実証設備に関する基本設計を実施中	CCUS技術に関する関連技術調査、国内外の動向調査を実施し、実用化への可能性検討、課題を整理	達成見込み

◆成果の普及

	2018年度	2019年度	2020年度	計
論文	26	23	7	56
研究発表・講演	73	63	22	158
受賞実績	1	1	0	2
新聞・雑誌等への掲載	96	150	80	326
展示会への出展	4	12	3	19

※2020年7月7日現在

【研究発表・講演の新しい取組み】

2020年度は、研究発表・講演の機会が大幅に減っているが、新しい情報発信の方法の一つとして、CEM : Clean Energy Ministerial CCUS Initiativeのウェビナ「CCUS in Japan」(2020年6月)において、本事業の総括ならびに日本でのCCUSの将来展望についてリモート発表。(ウェビナ登録数450名、リアルタイム聴講数220名)



苫小牧CCS概要発表資料



◆知的財産権の確保に向けた取組

- ・ 本事業中で得られた技術成果のうち、ノウハウについては、公開につながる特許化は行わない。必要に応じて、新たな基本特許になりうる重要なものは特許化を推進。
- ・ 本事業によって得られた成果を活用し、標準化機関等との連携を図り、わが国の優れたCCUS技術を普及させることを念頭に、積極的な提案活動を展開。

特許出願件数 (うち、カッコ書きの中は外国出願)

研究開発項目	2018年度	2019年度	2020年度	計
① 苫小牧におけるCCS大規模実証試験	0	0	0	0
② 安全なCCS実施のためのCO ₂ 貯留技術の研究開発	1	0	0	1
③ CO ₂ 分離・回収技術の研究開発	2	2(2)	0	4
④ CCUS技術に関連する調査	0	0	0	0

※2020年7月7日現在

IV. 成果の実用化に向けた 取組及び見通し

(1)成果の実用化の考え方

(2)成果の実用化に向けた戦略と具体的取組

◆本プロジェクトにおける「実用化」の考え方

実用化とは、CCUSに係る社会的受容性を配慮した上で、各研究開発項目の技術を確立し低コスト化を図ることである。具体的には、地中貯留技術として圧入レート10万t-CO₂/年の実証成果を踏まえ、圧入レート100万t-CO₂/年規模の安全・安心な貯留技術を確立すること、安全貯留管理技術としてCO₂圧入に係るモニタリング手法を検証、分離・回収技術として所用エネルギーの低減を図り、これらの成果を整理し、CO₂排出削減に繋がる技術の見通しを得ることである。

- 温室効果ガス削減目標（2050年度に温室効果ガスを2013年度比80%削減する目標等）に向けた材料選定や設備実証等により要素技術を完成させる。
- CCUSの社会受容性醸成に向け、安全運用方法の確立とモニタリング等の継続実施、結果公開等のアウトリーチ活動を進める。
- 要素技術開発プロセス、アウトリーチ活動等の進捗管理を行い、開発優先度の調整、開発スケジュールの最適化、技術開発の相互連携を図り、中長期のCCUS技術開発全体プロセスの最適化・効率化を図る。さらに調査活動等によりCO₂削減に対する市場ニーズを見極めることで、経済性見通しを確立する。

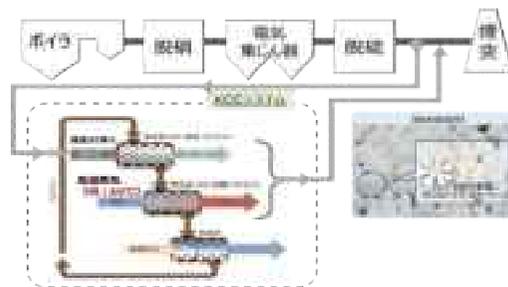
◆ 実用化に向けた戦略

- CCUS技術が**地域社会や国民の理解・賛同を得て受け入れられるよう、研究開発および実証を着実に推進して成果を積み上げる**とともに、**CO₂排出削減コストの低減**を図る。
- 研究開発を継続して実施するとともに、**社会のニーズに応じた技術の信頼性の確保を進め、実用化できる技術から順次導入**を図る。
- 国内外での大規模貯留事業に向け、科学的根拠に基づくCCUS技術データおよびノウハウを継続的に蓄積し、**法整備等含めた国の政策検討に資する情報を的確に提供**する。

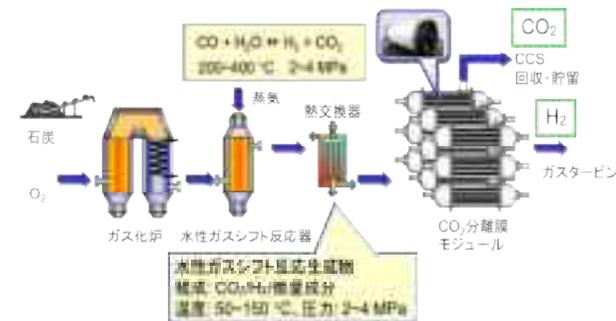
◆ 実用化に向けた具体的取組



CO₂輸送手段としての船舶輸送は、日本型CCS事業を進める上での重要なオプションとなる。



実用化可能なレベルのコスト削減を目指し、低温化による所要エネルギー削減に加えて、廃熱利用による効率化の可能性を検討。



実用化に必要な連続製膜技術、膜エレメント技術を確立し、実機サイズの膜モジュールを開発することで、実用化を目指す。

ご清聴ありがとうございました。