

カーボンリサイクルの社会実装に向けた 日本の取組【直近1年間の進捗】

2022年9月26日

経済産業省

◆ 2050年カーボンニュートラル宣言

- 2020年10月、日本政府は「2050年カーボンニュートラル」を宣言。同年12月には、「カーボンリサイクル実行計画」を策定し、カーボンリサイクルをカーボンニュートラルの実現に向けたキーテクノロジーと位置づけるとともに、社会実装に向けた技術開発・実証の道筋を明記。

取組1. カーボンリサイクル実証研究拠点の開所

- 2022年9月14日に開所式を催行。本実証研究拠点は実証研究エリア、基礎研究エリア、藻類研究エリアの三つのエリア（総面積14,300m²）からなり、隣接する大崎クールジェンプロジェクトで分離・回収したCO₂を供給できる日本初の施設として整備。産業界や大学などから10事業以上が実施される予定。本拠点を「ショーケース」として海外の研究者などとの連携を促進していく。

取組2. グリーンイノベーション基金の公募・採択が進展

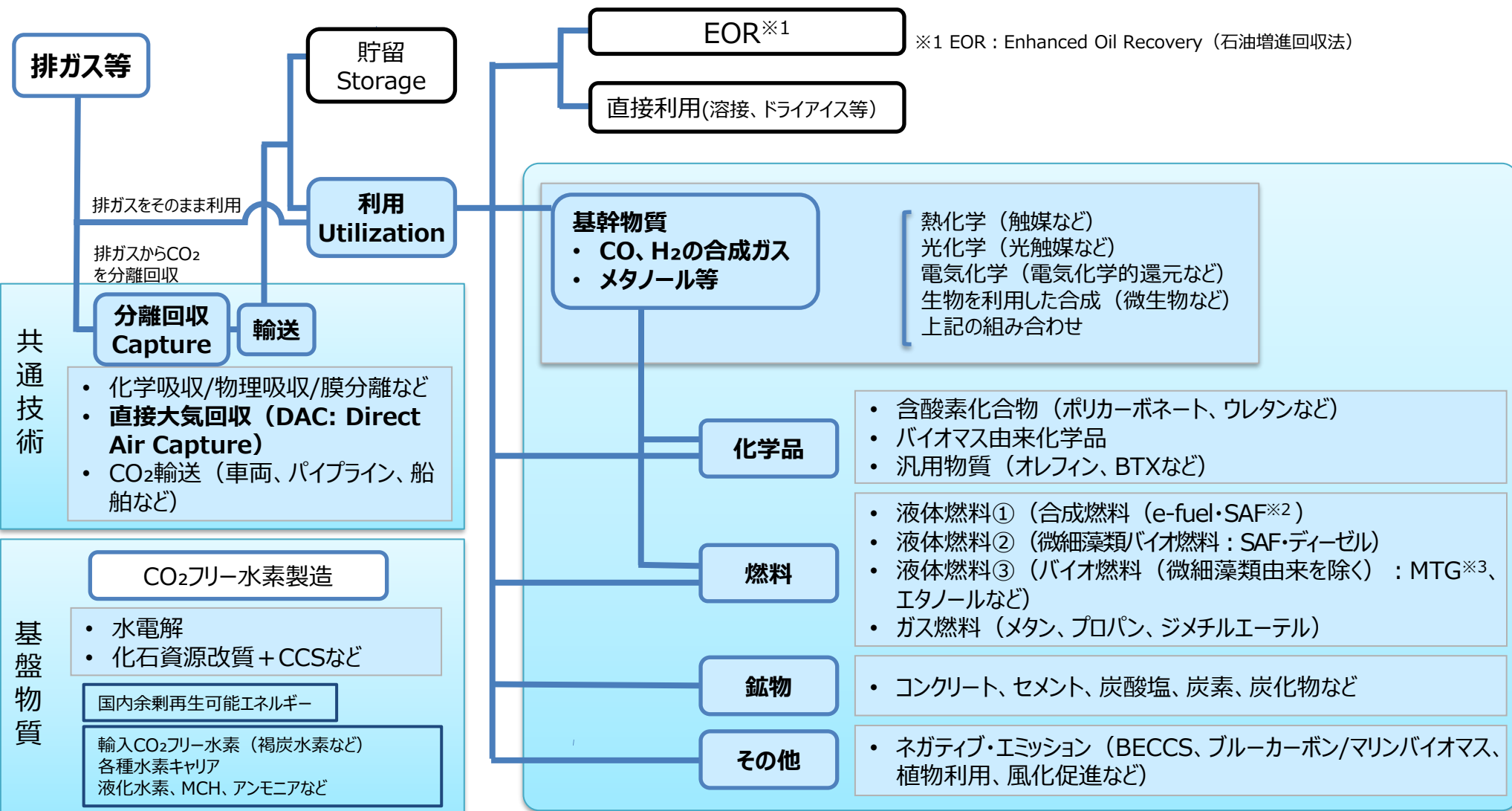
- 本年、総額2兆円規模の「グリーンイノベーション基金」の活用を通じ、社会実装に向けた技術開発・実証の取組を加速。プラスチック原料製造、燃料製造、コンクリート等製造、CO₂分離回収の4プロジェクトを組成。予算規模は合計で約3365億円。このほか、現在、バイオものづくりに関するプロジェクトについて実施を検討中。

取組3. 大崎クールジェンプロジェクト・IGFC実証を開始

- 2022年4月から、CO₂分離・回収設備を組み合わせたIGFC（石炭ガス化燃料電池複合発電）の実証を開始。

カーボンリサイクルとは

- **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、鉱物化によりコンクリート等、人工光合成等により化学品、メタネーション等により燃料へ再利用し、大気中へのCO₂排出を抑制。



取組 1. 広島・大崎上島「カーボンリサイクル実証研究拠点」

広島県大崎上島において、大崎クールジェンプロジェクトで回収したCO₂を利用し、**カーボンリサイクルの技術開発・実証を集中的に実施**するための研究支援を行うことで、実用化に向けた技術開発を加速化。令和4年9月14日に開所式を催行。



カーボンリサイクル実証研究拠点



(参考) 広島・大崎上島 カーボンリサイクル実証研究事例

CO₂吸収型コンクリート製造技術

- 多くのコンクリート構造物等への**用途拡大のため、工事現場におけるコンクリート製造技術や防錆性能に係る技術**の開発。
- 上記技術で製造したコンクリートの性能確認（CO₂量、強度、腐食状況等）。

コンクリート製品

無筋
道路ブロックなど

鉄筋
地下道・水路など

現場打設コンクリート

ダム・河川構造物など

ビル・橋など

用途拡大のための技術開発

CO₂を含んだ練混ぜ水 ※各手法による炭酸化

パイプ経由でCO₂注入

周囲を覆ってCO₂注入

大崎クールジェンプロジェクトから回収したCO₂

実用化済

開発対象

中国電力

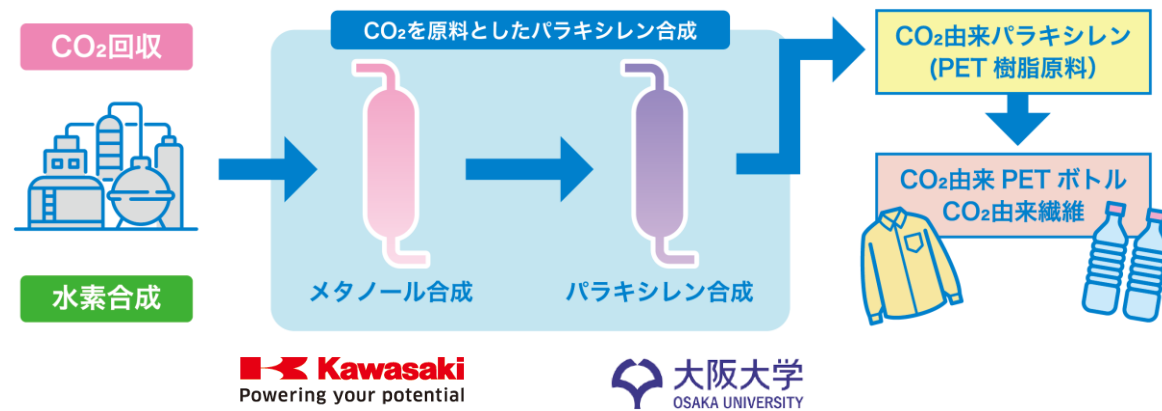
100年をつくる会社

鹿島

三菱商事

CO₂利用化成品製造技術

- CO₂を原料とした**パラキシレン**（PETやポリエステル繊維の原料）**製造技術**の開発。
- メタノールから、高収率で**パラキシレン**を製造する**触媒及びプロセス**を開発。



藻類カーボンリサイクル技術

- **微細藻由来のSAF製造**を目指し、**微細藻類**に集中的にCO₂を吹き込むことで、**効率的に光合成**させる基盤技術の確立及び標準化。
- ① 実証データ取得のための**テストベッド整備**。
- ② 事業化に向けた**標準条件等を策定**。

① 微細藻類関連技術の研究基盤・テストベッドの構築

フラットパネル型

チューブ型

レースウェイ型

② 測定・分析手法や条件設定等の標準化

標準化	工程の検証	事業化支援
環境・気候条件	抽出・精製	バイオ燃料
		飼料・添加物
分析条件	乾燥	化粧品原料
培養試験	収穫・濃縮	色素

IMAT
日本微細藻類技術協会

※SAF（Sustainable Aviation Fuel）：持続可能な航空燃料

取組 2. グリーンイノベーション基金を活用したカーボンリサイクル技術開発

- グリーンイノベーション基金を活用し、プラスチック原料製造、燃料製造、コンクリート等製造、CO₂分離回収の4プロジェクトを組成。予算規模は合計で約3365億円。
- このほか、現在、バイオものづくりに関するプロジェクトについて実施を検討中。

1. コンクリート/セメント※

コンクリート製造技術※

・CO₂削減量の最大化・用途拡大・低コスト化が課題。

→ CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの開発



セメント製造※

・石灰石からセメントを製造する工程でCO₂が必然的に発生。

→ 石灰石由来のCO₂を全量近く回収する、セメント製造プロセスを開発

2. カーボンリサイクル燃料※

持続可能な航空燃料 (SAF:Sustainable Aviation Fuel)

・国際航空輸送分野でのSAFの活用は必要不可欠。
→ SAFの製造技術(ATJ)を開発、製造コスト100円台/Lを目指す。

合成燃料

・電化が困難なモビリティ等の脱炭素化には、合成燃料の社会実装がカギ。
→ 製造プロセス全体のさらなる高効率化等

合成メタン

・ガス体エネルギーの脱炭素化が課題
→ 高効率なメタン合成(水電解反応とメタン合成反応の一体化)

グリーンLPG

・非化石燃料由来のLPガス合成技術の確立が必須。
→ グリーンなLPガス生成の基盤技術となる触媒や合成方法等

3. 化学産業※

・化学産業からのCO₂排出の約半分は、ナフサ分解プロセス(エチレン、プロピレン等の基礎化学品製造)。
→ グリーン水素とCO₂からの化学品製造技術(人工光合成)、熱源のカーボンフリー化によるナフサ分解炉技術等を開発



4. バイオものづくり

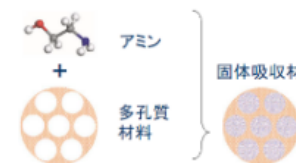
・ゲノム改変技術とデジタルとの融合により、製品が拡大。
→ 微生物設計プラットフォーム事業者と異分野事業者との共同開発の促進等(CO₂を原料とする水素細菌などによるバイオプラスチック等を製造)

5. CO₂分離回収技術※

・分離回収に必要なエネルギーコストの低減が課題。

→ 分離素材の革新により、低コスト化、国際競争力の強化を図る。

新規アミン吸収剤の開発例



必要エネルギー
約1/3を実現

(参考) グリーンイノベーション基金 (概要)

- NEDOを通じ、カーボンリサイクル技術 (CO₂分離回収、鉱物、燃料、化学品等) の開発、実証、拠点整備を実施。
- グリーンイノベーション基金を活用し、2050年カーボンニュートラルに向けて、革新的な技術開発・社会実装に取り組む。

カーボンリサイクル関連予算 (NEDO事業)

令和4年度予算額 539億円

高効率なCO₂分離回収技術や、CO₂の有効利用に向けたカーボンリサイクル技術の開発・実証。

<事業例>

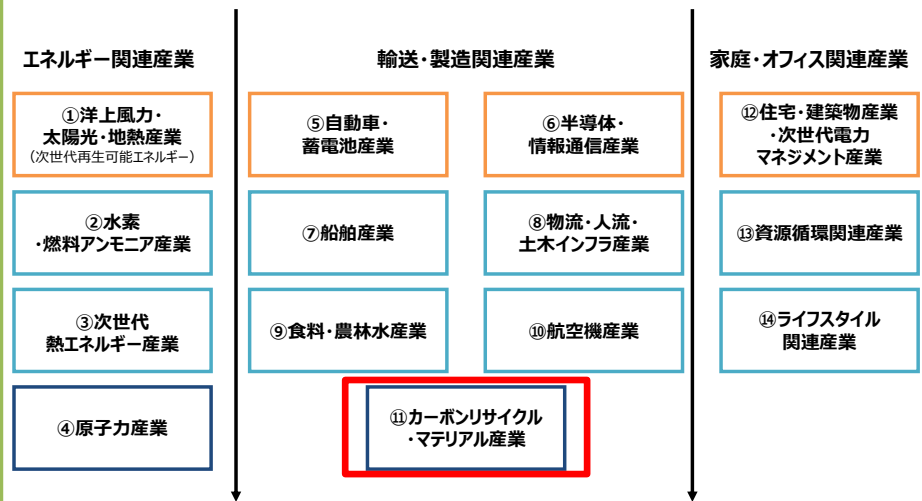
- ・CO₂を吸収するコンクリートの技術開発
- ・CO₂を集中的に吹き込んで大量生産した微細藻類を原料としたバイオジェット燃料の開発
- ・CO₂を利用した合成燃料(e-fuel) 製造技術の開発
- ・高効率なCO₂分離回収技術の開発 等

※DAC (Direct Air Capture) については、ムーンショット型研究開発 (NEDO) により実施。

グリーンイノベーション基金 (NEDO事業)

令和2年度補正予算額 2兆円

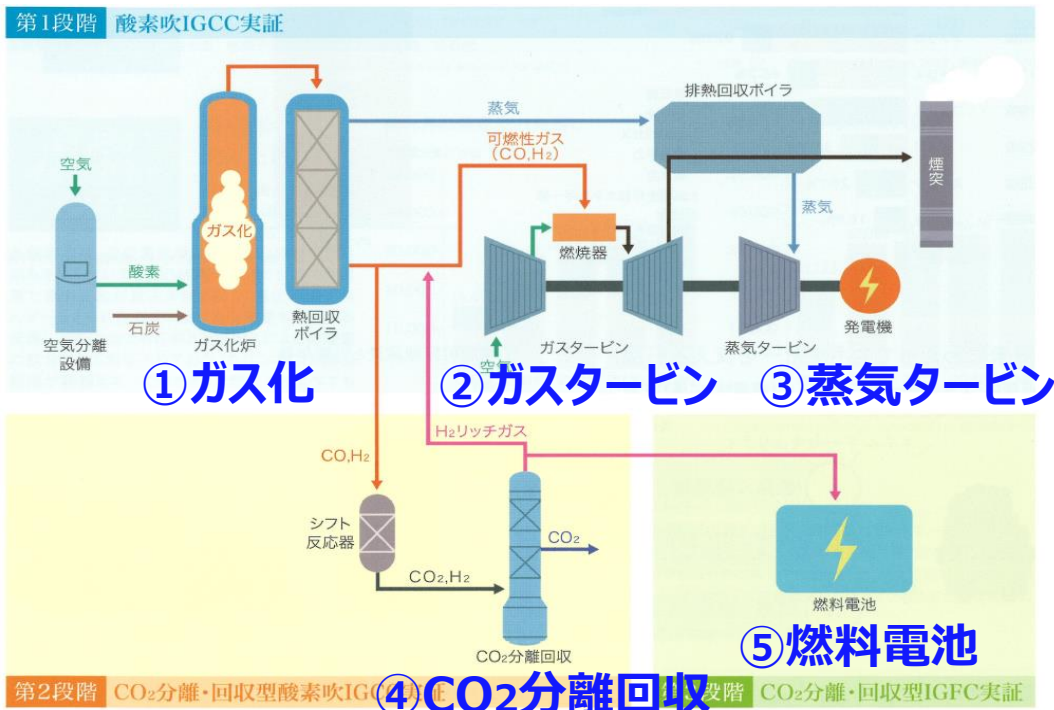
カーボンリサイクル分野を含む14分野について、10年間、研究開発・実証から社会実装までを継続して支援。



取組3. 大崎クールジェンプロジェクト

- **広島県大崎上島**において、**大崎クールジェン**（中国電力50%、電源開発50%）が、経済産業省・NEDO支援により、2012年から3段階に亘って、**IGCC/IGFC実証事業**を実施。
 - 第1段階：石炭をガス化し燃焼させる**IGCC**（石炭ガス化複合発電）【2012-2018年度】
※Integrated Coal Gasification Combined Cycle
 - 第2段階：CO₂を有効利用すべく、**IGCCからCO₂を分離・回収する技術**【2016-2022年度】
 - 第3段階：IGCCに燃料電池を合せた**IGFC**（石炭ガス化燃料電池複合発電）【2018-2022年度】
※Integrated Coal Gasification Fuel Cell Combined Cycle
- 2022年4月から、第3段階として、**CO₂分離・回収設備を組み合わせたIGFC（166MW）の実証試験を実施**。

プロセス概要



事業スケジュール

年度	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
第1段階 酸素吹IGCC実証	設計・製作・据付				実証試験						
第2段階 CO ₂ 分離・回収型IGCC実証					設計・製作・据付			実証試験	追設	実証試験	
第3段階 CO ₂ 分離・回収型IGFC実証								設計・製作・据付			実証試験

(参考) カーボンリサイクル技術ロードマップ

CO₂ 利用量

フェーズ1

- カーボンリサイクルに資する**研究・技術開発・実証**に着手。
- 特に2030年頃から普及が期待できる、**水素が不要な技術や高付加価値製品を製造する技術**に重点。

フェーズ2

- 2030年に普及する技術を**低コスト化**。
- 安価な水素供給を前提とした2040年以降に普及する技術のうち、**需要の多い汎用品**の製造技術に重点。

フェーズ3

- **更なる低コスト化**。

2030年頃からの消費が拡大

- 化学品；ポリカーボネート等
- 燃料；バイオジェット燃料等
- 鉱物・コンクリート；道路ブロック等

2040年頃から普及開始

- 化学品
汎用品（オレフィン、BTX等）
- 燃料
ガス・液体（メタン、合成燃料等）
- 鉱物
コンクリート製品（汎用品）

2030年頃から普及

- 化学品
ポリカーボネート等
- 燃料
バイオジェット燃料等
- 鉱物
コンクリート製品（道路ブロック等）
セメント

※水素が不要な技術や高付加価値な製品から導入

※需要が多い汎用品に拡大

化学品（ポリカーボネート等）

CO₂排出量の更なる削減

燃料（バイオジェット燃料等）

現状価格から1/8～1/16程度に低コスト化

鉱物・コンクリート（道路ブロック等）

現状の価格から1/3～1/5程度に低コスト化

※ 2050年時の目標

水素

20円/Nm³（プラント引き渡しコスト）※

CO₂分離回収技術

低コスト化

現状の1/4以下

現状

2030年

2040年以降

(参考) カーボンリサイクル関連予算による主な技術開発① (2022年度)

鉱物	製品・生成物	開発段階
出光興産、宇部興産、日揮、成蹊大学、東北大学	炭酸カルシウム	基礎～実証 (NEDO)
中国電力、広島大学、中国高圧コンクリート工業	緑化基盤材等	基礎～実証 (NEDO)
神戸製鋼、神鋼環境ソリューション	炭酸カルシウム	基礎～実証 (NEDO)
JFEスチール	炭酸カルシウム	基礎～実証 (NEDO)
三菱マテリアル	炭素ナノ材料	基礎～実証 (NEDO)

化学品	製品・生成物	開発段階
富山大学、日本製鉄、日鉄エンジニアリング、ハイケム、千代田化工、三菱商事	パラキシレン	基礎～実証 (NEDO)
IHI	オレフィン	基礎～実証 (NEDO)
JFEスチール、RITE	メタノール	基礎～実証 (NEDO)
花王、大洋塩ビ、日本製紙、宇部興産、東ソー、大王製紙、スギノマシン、AIST、パナソニック、住友ゴム、福井大学等	セルロースナノファイバー	基礎～実証 (NEDO)
AIST、NITE、静岡県環境衛生科学研究所、東京大学、愛媛大学、島津テクノ、日清紡	海洋生分解性プラ	基礎～実証 (NEDO)

燃料	製品・生成物	開発段階
INPEX	メタン	実証 (NEDO)
石油エネルギー技術センター(JPEC)、ENEOS、出光興産、成蹊大学等	合成燃料 (e-fuel)	基礎 (NEDO)
IHI、三菱重工業、ユーグレナ、bits、ちとせ、電源開発	ジェット燃料	基礎～実証 (NEDO)

大崎上島実証研究拠点	製品・生成物	開発段階
中国電力、鹿島建設、三菱商事	改良型CO ₂ 吸収コンクリート	基礎～実証 (NEDO)
川崎重工業、大阪大学	パラキシレン	基礎～実証 (NEDO)
中国電力、広島大学	化粧品等	基礎～実証 (NEDO)
慶應義塾大学、東京理科大学、JCOAL	ギ酸	基礎 (NEDO)
東海国立大学機構、川田工業	尿素	基礎 (NEDO)
日本製鉄	製鉄用燃料	基礎 (NEDO)
東北大学	炭化ケイ素	基礎 (NEDO)
ENEOSグループ、日本製鉄、富山大学	LPG	基礎 (NEDO)
アルガルバイオ、関西電力	バイオプラ等	基礎 (NEDO)
日本微細藻類技術協会	ジェット燃料	基礎～実証 (NEDO)

※拠点の運営、研究支援、設備保守については、JCOAL・大崎クールジェンが実施。

コンビナート等における産業間連携	製品・生成物	開発段階
横河電機	千葉五井地区におけるカーボンリサイクル連携事業	調査 (NEDO)
石油コンビナート高度統合運営技術研究組合(RING)、JCOAL	全国石油化学コンビナートのカーボンリサイクル連携事業	調査 (NEDO)
石油資源開発、デロイト	苫小牧地域におけるカーボンリサイクル連携事業	調査 (NEDO)

(参考) カーボンリサイクル関連予算による主な技術開発② (2022年度)

CO ₂ 分離・回収	製品・生成物	開発段階
大崎クールジェン	物理吸収法	実証 (NEDO)
川崎重工業、RITE	化学吸収法 (固体)	実証 (NEDO)
住友化学、RITE	膜分離法 (有機系)	基礎～実証 (NEDO)
東レ	膜分離法 (無機系)	基礎～実証 (NEDO)
九州大学、東京工業大学、東ソー	膜分離法 (有機系)	基礎～実証 (NEDO)

DAC (Direct Air Capture)	製品・生成物	開発段階
金沢大学、RITE	DAC (化学吸収法 (固体))	基礎 (NEDO)
名古屋大学、東邦瓦斯等	DAC (化学吸収法・冷熱利用)	基礎 (NEDO)
東京大学、大阪大学、宇部興産、清水建設 等	DAC (物理吸着法、化学吸収法)	基礎 (NEDO)
AIST、東京工業大学、名古屋大学	DAC (微生物による固定)	基礎 (NEDO)
東京大学、北海道大学	DAC (鉱物化による固定)	基礎 (NEDO)
東北大学、公立大学法人大阪等	DAC (膜分離法)	基礎 (NEDO)
九州大学、熊本大学、北海道大学	DAC (膜分離法)	基礎 (NEDO)

基礎・先導研究	製品・生成物	開発段階
電力中央研究所、東京工業大学	CO ₂ 電解リバーシブル 固体酸化物セル開発	基礎 (NEDO)
AIST、同志社大学	高温溶解塩電解を 利用したCO ₂ 還元・分解	基礎 (NEDO)
東芝エネルギーシステムズ、九州大学	CO ₂ /H ₂ O共電解	基礎 (NEDO)
三菱重工業、電力中央研究所、東洋建設、JCOAL	石炭灰及びバイオマス灰 によるCO ₂ 固定・活用	基礎 (NEDO)
東京工業大学、埼玉大学、北海道大学	CO ₂ の気相電解還元による 炭化水素燃料の直接合成 可能な電極触媒	基礎 (NEDO)
北里大学、東京大学、日本海水、出光興産	海水と生体アミンを用いた CO ₂ 鉱物化	基礎 (NEDO)
日揮ホールディングス、日揮グローバル、広島大学	CO ₂ からのアンモニアメタネーション	基礎 (NEDO)
九州大学、金属系材料研究開発センター	CO ₂ を活用したマリンバイオマス由来活性炭転換	基礎 (NEDO)
日本グリーンLPガス推進協議会、AIST、エヌ・イー ケムキャット	カーボンリサイクルLPガス合成	基礎 (NEDO)
AIST、日立造船	二元機能触媒を用いた高効率炭酸ガス回収・メタン合成	基礎 (NEDO)