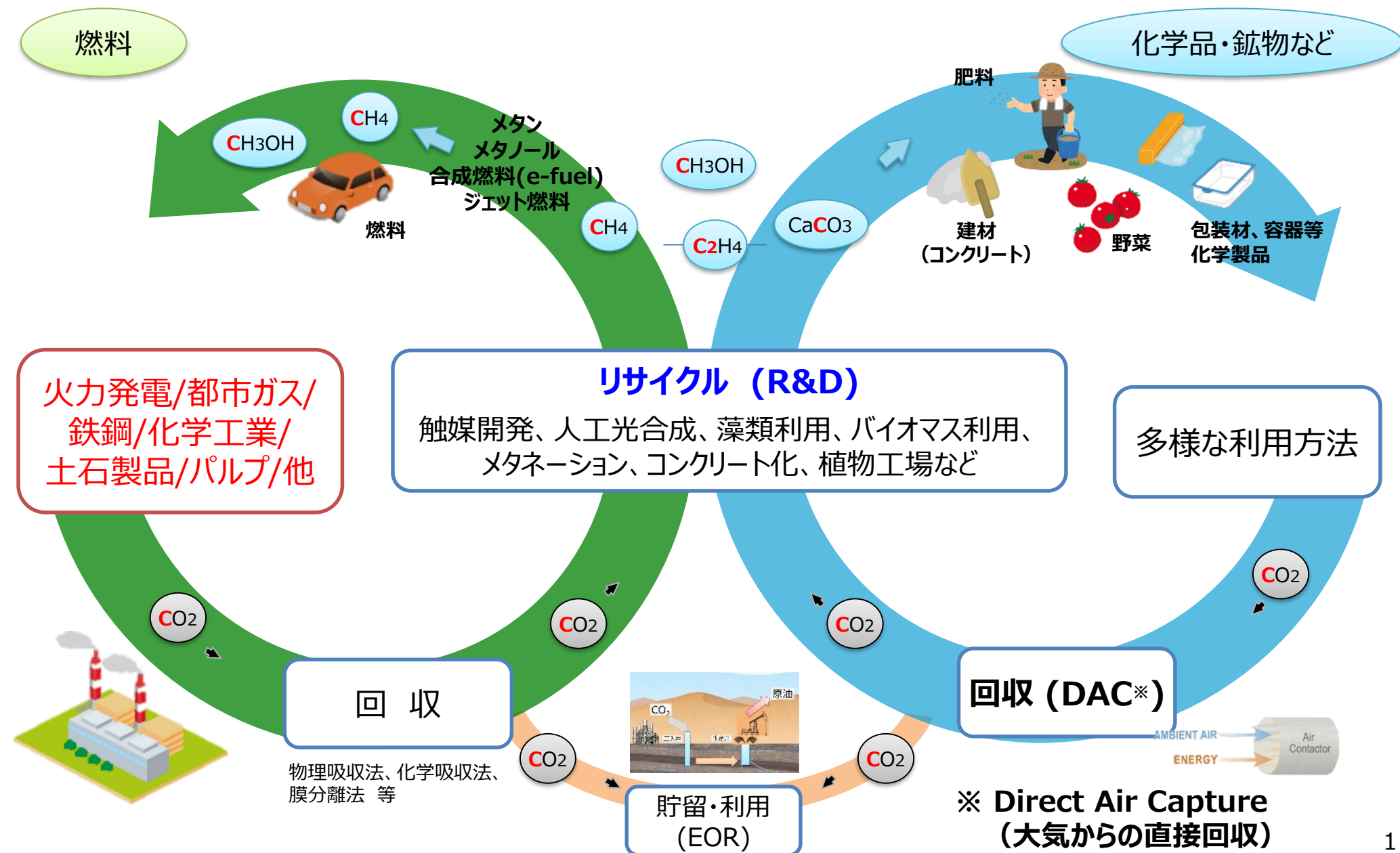


カーボンリサイクル政策について

2021年10月

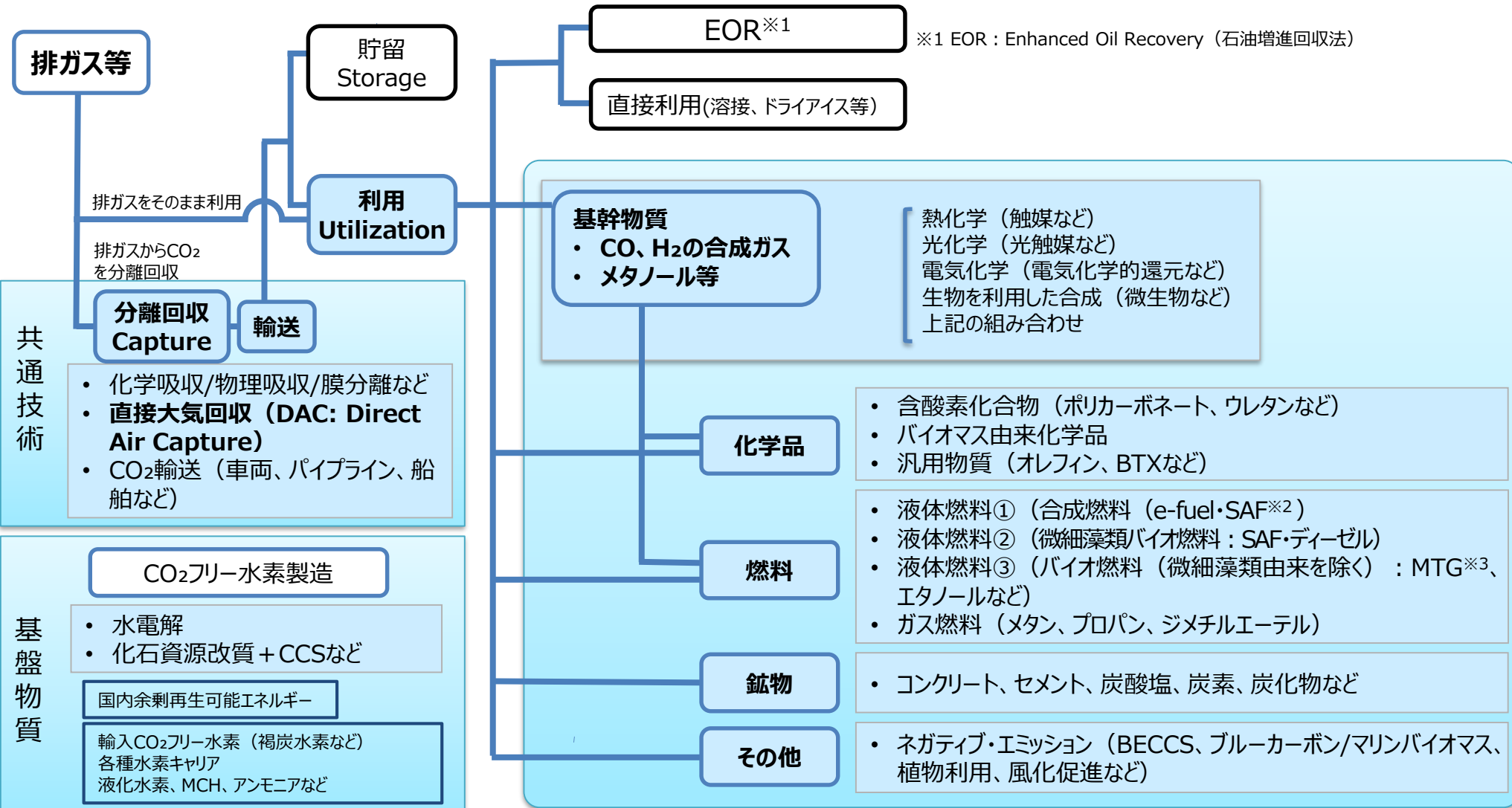
経済産業省

カーボンリサイクルのコンセプト ～社会実装に向け研究開発を強力に推進～



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。



※2 SAF:Sustainable aviation fuel

※3 MTG:Methanol to Gasoline

全体としてのカーボンニュートラル実現に向けたカーボンリサイクル

- **パリ協定の目標達成**に向け、温室効果ガスの**実効的な排出削減**、全体としてのカーボンニュートラルを追求。
- 他方、**国民生活向上・経済発展やエネルギー安全保障**にとって、発展段階に応じて、**化石燃料を使わざるを得ない産業・地域**が存在。
- **化石燃料のゼロエミッション化**の実現には、CO₂を資源として活用する**カーボンリサイクルが有効**。

➤ カーボンリサイクルの意義

1. カーボンリサイクル自体が、**直接的に温室効果ガス削減に貢献**。

2. カーボンリサイクルの実現は、水素や再生エネの活用・相乗効果により、**ネットゼロの実現に有効**。

3. カーボンリサイクルは、（省エネ・省資源、リサイクル等と同様に）**多様な業種**（化学、セメント、機械、エンジニアリング、化石燃料、バイオ等）の事業者が、**それぞれの事業分野**において、**既存インフラを活用して取組可**。

（メタネーション、合成燃料（e-fuel）含む）

➤ 欧米各国においても、**化石燃料・既存インフラを活用**しつつ、温室効果ガスのネット・ゼロの実現を目指し、（化石燃料由来のCO₂を相殺する）**ネット・ゼロエミッション技術**に着目。

カーボンリサイクルを拡大していく絵姿（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

カーボンリサイクルは、CO₂を資源として有効活用する技術でカーボンニュートラル社会を実現するためのキーテクノロジーであり、日本に競争力がある。

カーボンリサイクル産業は、カーボンリサイクル技術ロードマップに示されたとおり、鉱物（コンクリート製品、コンクリート構造物、炭酸塩、セメント等）、燃料（藻類ジェット燃料、藻類ディーゼル燃料、合成燃料、バイオ燃料、メタネーションによるガス燃料等）、化学品（ポリカーボネートやウレタン等の含酸素化合物、バイオマス由来化学品、オレフィンやパラキシレン等の汎用物質）等の主要分野含め、多岐にわたる。

これら主要な製品を中心に、コスト低減や用途開発のための技術開発、社会実装を進め、カーボンリサイクル産学官国際会議の活用等も通じてグローバル展開を目指す。

「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」より抜粋

カーボンリサイクル産業

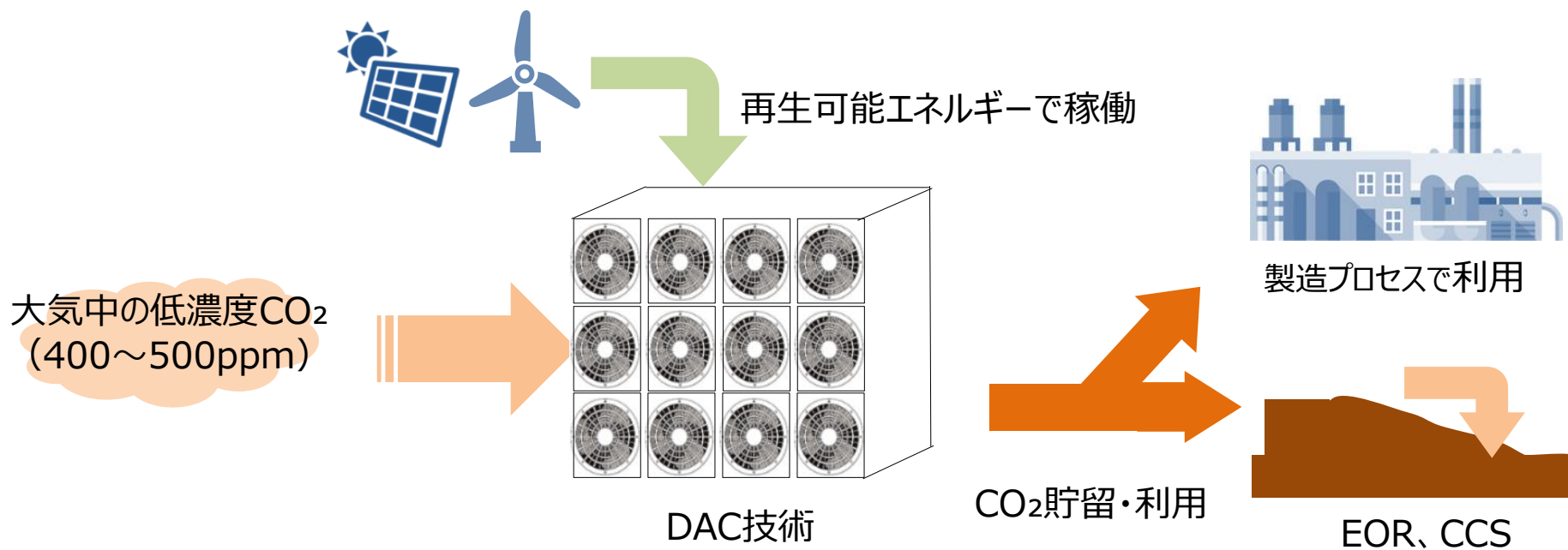
- ◆ カーボンリサイクルは、CO₂を資源として有効活用する技術でカーボンニュートラル社会実現に重要。日本に競争力があり、コスト低減、社会実装を進め、グローバル展開を目指す。（IEAは、2070年のCCUSによるCO₂削減量は世界で約69億トン/年と予測。）

	現状と課題	今後の取組
コンクリート・セメント	CO₂を吸収して造るコンクリートは実用化済だが、市場が限定的 - 現状のCO₂-SUICOMはコスト高。 （＝既存コンクリートの約3倍の100円/kg） - CO₂吸収量が限定的、コンクリートの中の鉄骨が錆やすいため（CO₂吸収により酸化しやすくなるため）、<u>用途限定</u>。	公共調達を活用し販路拡大・コスト低減 - コスト目標として、2030年に、需要拡大を通じて<u>既存コンクリートと同価格</u>（＝30円/kg）を目指す。 2050年に、防錆性能を持つ新製品を建築用途にも使用可能とする。 - 市場規模は、<u>2030年時点</u>で、世界で<u>約15～40兆円</u>を見込む。 ①公共調達による販路拡大 - 新技術に関する<u>国交省データベース</u>（NETIS）にCO₂吸収型コンクリートを登録。国・地方自治体による<u>公共調達を拡大</u>。<u>2025年日本国際博覧会でも導入を検討</u>。さらに、<u>国際標準化</u>を通じ、<u>アジアへの販路も拡大</u>。 ②更なる販路拡大 <u>防錆性能を持つ新製品を開発</u>。建築物やコンクリートブロックに<u>用途拡大</u>。<u>標準化等導入に向けた支援</u>による民間部門での需要拡大を検討。 - CO₂吸収量の増大と低コスト化を両立させた新技術・製品の開発と知財戦略を通じたライセンス事業形態の活用によるシェア獲得・拡大。
	石灰石の燃焼時にCO₂が発生、しかし大量のCO₂回収技術が未確立 - キルンから1日当たり数千トンのCO₂が発生。 現行技術（化学吸収法）では<u>大規模化</u>。 - 炭酸塩化技術もCO₂利用量が少なく、またカルシウム源も限定的。	新たな製造プロセスの確立・炭酸塩の利用拡大 2030年までに、石灰石からの排出CO₂を<u>100%近く回収する技術の確立</u>を目指す。 廃棄物等を用いた炭酸塩や<u>カーボンリサイクルセメント技術</u>を確立し、炭酸塩の利用拡大を図る。 2050年までに、<u>国内工場への導入</u>や<u>東南アジア等のプラントとの技術協力</u>、<u>カーボンリサイクルセメントの普及拡大</u>を目指す。

現状と課題		今後の取組
代替航空燃料（SAF）※1 合成燃料※4 カーボンリサイクル燃料 合成メタン グリーンLPG	安定供給・高コスト克服のための大規模化が課題 要素技術の開発が進展し、実証開始。ガス化FT合成（※2）は、様々な原料の品質の均一化、ATJ（※3）は、触媒反応の制御、微細藻類の培養については、CO₂の吸収効率向上等の藻を安定的に増殖させることを可能とする技術の確立が必要。 （※1）SAF（Sustainable Aviation Fuel）。 （※2）木くず等の有機物を蒸し焼き（ガス化）し、触媒により液化する工程によりSAFを製造する技術（Fischer-Tropsch process（フィッシャー・トロプシュ法））。 （※3）Alcohol to jet の略。バイオエタノールを触媒等を用いてSAFに改質する技術	大規模実証を通じたコスト低減、供給拡大 ・コスト目標として、2030年に、既存のジェット燃料と同価格（＝100円台/L）を目指す。 ・市場規模は、2030年時点で、国内空港での総需要は約2,500億円～5,600億円を見込む。 ・国際航空に関し、ICAO（国際民間航空機関）により、「2019年比でCO₂排出量を増加させない」という制度が2021年から導入。SAFの国際市場は拡大。 ①大規模実証を実施し、コストを既存のジェット燃料と同等まで低減。他国に先駆けて2030年頃には実用化。 ②SAFの国際市場の動向に応じて、国内外において、航空機へ競争力のあるSAFの供給拡大（国際認証取得済み）。
	商用化に向けた課題はコストと製造技術の確立 ・CO₂と水素を合成して製造される脱炭素燃料。 ・特徴は、化石燃料と同様に液体燃料であるため、高エネルギー密度と可搬性。 ・商用化に向けた一貫製造プロセス未確立。 （※4）発電所や工場等から回収したCO₂と水素を合成して作られる液体燃料。	合成燃料の大規模化・技術開発支援 ・既存技術（逆シフト反応＋FT合成プロセス）の高効率化や製造設備の設計開発。 ・革新的新規技術・プロセス（共電解、Direct-FT等）の開発。 ・2030年までに高効率かつ大規模な製造技術を確立し、2030年代に導入拡大・コスト低減し、2040年までの自立商用化（※5）を目指す。 ・2050年にガソリン価格以下のコストを実現することを目指す。 （※5）自立商用化フェーズにおける合成燃料のコストは、その環境価値を含めたコストであると想定される
	実用化・低コスト化のための技術開発が課題 ・メタネーションの基盤技術開発、より高効率な革新的技術の先導的基盤技術開発を実施。 ・メタネーションの設備大型化や高効率化の技術開発、水素とCO₂を調達するサプライチェーンの構築、CNに資するCO₂削減量のカウントの検討が必要。	メタネーション設備大型化等の技術開発、海外サプライチェーン構築を通じたコスト低減、供給拡大 ・2030年には既存インフラに合成メタンを1%注入、その他の手段と合わせ5%のガスのCN化、2050年には合成メタンを90%注入、その他の手段と合わせガスのCN化を目指す。 ・メタネーションの設備大型化や高効率化の技術開発、海外サプライチェーン構築、CNに資するCO₂削減量のカウントの検討を進める。 ・2050年までに合成メタンを2,500万トン供給、現在のLNG価格(40～50円/Nm³)と同水準を目指す。
	商用化に向けた技術確立が課題 ・LPガスは2050年においても一定量の需要が維持される見込み。 ・世界的に見てもグリーンなLPガス合成を主目的とした技術開発は実施されておらず、世界に先立ち、当該技術の確立及び早期の社会実装を目指す。	大規模生産に向けた実証事業を実施 ・商用化に耐え得る生産が可能な触媒等の基盤技術の開発。 ・触媒等の基盤技術と周辺基盤技術を融合させ実証プラントに実装する技術の開発。 こうした取組に対する支援を通じて、2030年の商用化を目指す。

	現状と課題	今後の取組
人工光合成によるプラスチック原料 カーボンリサイクル化学品	大規模化に向けた技術的課題あり ・<u>基礎研究</u>（ラボレベル）は成功、<u>実証予定</u>。（※光触媒を用いて太陽光によって水から水素を分離し、水素とCO₂を組み合わせたプラスチック原料を製造） ・現状の光触媒では太陽光の変換効率が限定的で、<u>生産性が低い</u>ため、<u>コスト高</u> ・日本企業に技術力。主要な海外競合企業なし。 CO₂排出量の大幅削減が必要 ・廃プラスチックや廃ゴムは燃やすとCO₂が排出されるため、対策が必要。 ・機能性化学品についてもCO₂排出量削減に加えて、<u>軽量化等の高付加価値化</u>が必要。 ・ナフサ分解炉において必要とされる<u>熱源への対応</u>も今後重要。 商用化に向けた要素技術の確立が課題 ・バイオマス資源を原料とするバイオものづくりは、既存の化学品に比べて<u>コストが高い</u>こと、<u>生産できる化学品の種類が限定</u>されていることが課題。 ・大気中のCO₂を原料とするバイオものづくりは、効率的な物質生産が可能な微生物の開発や培養技術など、<u>基盤技術の確立</u>が課題。	変換効率の高い光触媒の開発を加速、実用化 ・コスト目標として、2030年に、<u>変換効率の高い光触媒</u>を開発、<u>製造コスト2割減</u>を目指す。 ・大規模実証を実施し、2050年に、既存のプラスチック製品と<u>同価格</u>（＝100円/kg）を目指す。 ・人工光合成の大規模実証や社会実装を実施するため、水素と酸素を分離する際の安全性確保の観点から、先見性のある新たな<u>保安・安全基準の策定</u>、高圧ガス保安法等の<u>関連規制の対応</u>等に取り組む。 廃プラスチック・廃ゴムやCO₂のプラスチック原料化技術の確立 ・CO₂を原料とする機能性化学品（ポリカーボネイト等含酸素化合物）やバイオマス・廃プラスチック由来化学品等については、2030年に<u>製造技術を確立</u>し、2050年に<u>既存製品と同価格</u>を目指す。 ・耐熱性や耐衝撃性、軽量化といった機能性の更なる向上により、<u>同価格で現行よりも高い付加価値</u>を有する製品（自動車や電子機器等）を実現する。 ・同時に、<u>熱源のカーボンフリー化</u>等によるナフサ分解炉の高度化も検討する。 ・市場規模は、<u>2050年時点</u>で、世界市場で<u>数百兆円規模</u>、日本市場だけでも<u>10兆円規模</u>を見込む。 バイオものづくり技術の確立 ・バイオマス資源を原料とするバイオものづくりについては、ゲノム編集等による産業用微生物等の開発や生産プロセスの開発・実証などにより、2035年までに<u>既存製品と対抗し得る水準の低コスト化</u>と商業ベースで<u>生産可能な化学品の種類・機能の拡大</u>を目指す。 ・大気中のCO₂を原料とするバイオものづくりについては、培養に適した微生物株の開発等により<u>基盤技術を確立</u>し、2040年頃からの実用化を目指す。
分離回収設備 排気中CO₂の分離回収	市場獲得に向けた分離回収技術の低コスト化が課題 ・EOR（CO₂注入による石油生産増）や化学用途向けに、発電所からの<u>高濃度CO₂の分離回収設備</u>は、既に生産段階。（日本企業がCO₂回収プラント実績において、トップシェア。日本の産学の特許数が多い。） ・様々な濃度や特性を持つCO₂排出源から<u>低コスト</u>での回収技術が、今後の開発課題。	低コスト化を通じた需要拡大 ・市場規模として、<u>2030年時点</u>で、世界で約<u>6兆円/年</u>、<u>2050年には約10兆円/年</u>にまで拡大を見込む。 ・2030年に、分離回収技術の更なる低コスト化と、EOR以外の用途への拡大実現を目指す。 ・低コスト化につながる<u>高効率なCO₂分離回収技術</u>を開発。 ・分離回収の標準評価技術の確立後、国内外への展開を加速するため、国際標準化を検討。 ・実証に当たっては2025年日本国際博覧会等の場の活用も検討。 ・2050年に、世界の分離回収市場で<u>年間10兆円の3割シェア実現</u>（約25億CO₂トンに相当）を目指す。
	(参考) 大気中からのCO₂直接回収 (Direct Air Capture) 現状と課題 ・世界的にも<u>要素技術開発段階</u>。国内でも、<u>ラボレベル</u>での開発を2020年に開始。 ・エネルギー効率が低く、大気中からの<u>回収コストが高い</u>。	今後の取組 大気中からの高効率なCO₂回収方法について技術開発を進め、<u>低コスト化、2050年実用化を目指す</u>。

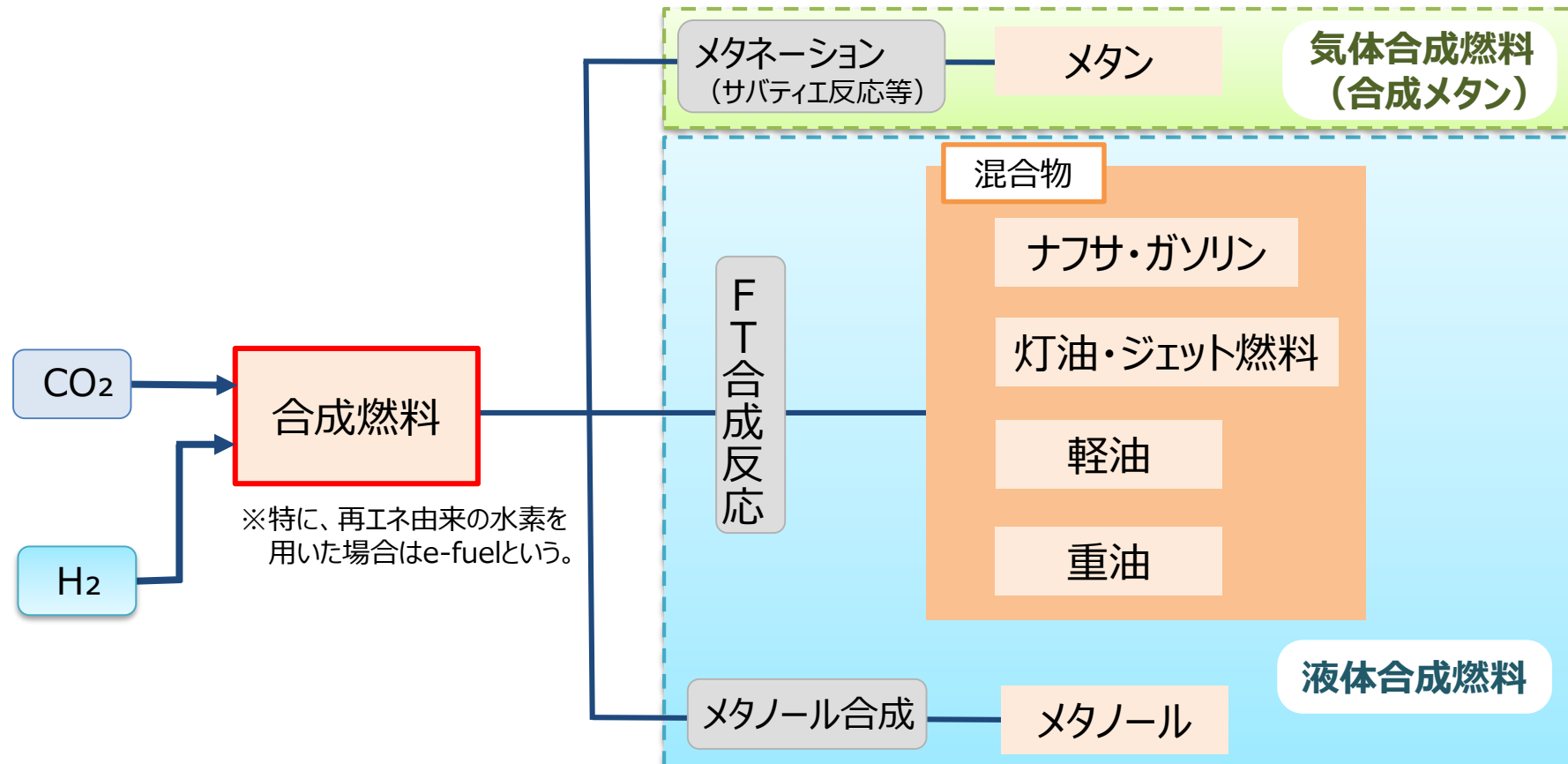
- **DAC (Direct Air Capture)** とは、大気中のCO₂を直接分離し、回収する技術。
方式を大別すると、以下の3種。主に化学吸収・吸着法の技術開発が進んでいる。
 - **化学吸収・吸着法** (アミン系吸収液・吸着剤等を用いて空気中のCO₂を吸収・分離し、その後、加熱や減圧操作により吸収液・吸着材等からCO₂を回収)
 - **膜分離法** (イオン交換膜を用いて空気中からCO₂を分離・回収)
 - **深冷法** (CO₂の沸点(-79℃) 以下まで空気を冷却し、CO₂をドライアイスにして分離)
- 共通課題として、**分離・回収に要するエネルギーコストの低減**。
→ **革新的な分離膜・化学吸収剤等の開発や、システム開発**がポイント。



(開発中の革新的技術②) 合成燃料

- 合成燃料は、CO₂とH₂を合成して製造される燃料。排出されたCO₂を再利用することからカーボンニュートラル燃料とされている。既存の燃料インフラが活用可能であり、他の新燃料に比べて導入コストを抑えることが可能。
- 商用化に向けた一貫製造プロセスは確立されておらず、製造プロセス確立のための研究開発・実証が必要。

	現状と課題	今後の取組
C 燃 料 化 の	合成燃料※の低価格化と製造技術・体制の確立 ・ 商用化に向けた一貫製造プロセス未確立	合成燃料の大規模化・技術開発支援 ・ 2050年にガソリン価格以下のコストを実現することを目指す。 ・ 革新的新規技術・プロセスの開発、商用化に向けた一貫製造プロセス確立のための応用研究を実施する



カーボンリサイクル技術の国際動向①

- **CO₂分離・回収**；技術の**国際競争力**は、**優位性**あり。

化学吸収法（アミン液）；**商用化済**。排出源に合わせた**効率化・大規模化**が課題。

DAC技術；投入エネルギーが多く、高コストが課題。**低コスト化に向けた要素技術開発**の段階（**競争状態**）。

- **化学品**；ポリマーなど**一部商用化**。**研究開発・実証が本格化**し始めた段階（**競争状態**）。

多様な製品・技術に係る研究・実証が**世界で活発化**。**化学メーカーを中心に研究開発**が進む。

（**旭化成**は世界に先駆けて、**CO₂の原料利用技術を商用化**（ポリカーボネート）。）

CO₂分離・回収

国	企業・組織名	製品・生成物	開発段階
日	三菱重工エンジニアリング	化学吸収法（アミン液）	商用化
日	日鉄エンジニアリング	化学吸収法（アミン液）	商用化（NEDO）
独	BASF（化学メーカー）	化学吸収法（アミン液）	実証～商用化
蘭	シェル（石油化学）	化学吸収法（アミン液）	商用化
米	UOP（化学メーカー）	膜分離法（有機膜）	実証～商用化
日	住友化学、RITE	膜分離法（有機膜）	実証（NEDO）
日	金沢大学、RITE	DAC（化学吸収法（固体））	基礎（NEDO）
スイス	Climeworks	DAC（アミン系固体吸収剤等を利用）	商用化※高コスト

化学品

国	企業・組織名	製品・生成物	開発段階
日	旭化成	ポリカーボネート	商用化
米	Newlight Technologies（スタートアップ）	ポリマー（生体触媒を活用）	商用化
日	日本製鉄 千代田化工	パラキシレン	基礎（NEDO）
日	東工大	アクリル酸	基礎（JST）
日	東ソー・産総研	ウレタン原料	基礎（NEDO）
独	BASF（化学メーカー）	アクリル酸	基礎
日	三菱ケミカル・東大等（人工光合成プロジェクト）	メタノール/オレフィン	基礎（NEDO）

カーボンリサイクル技術の国際動向②

● 燃料、鉱物（セメント・コンクリート）；

一部で商用化が進みつつある。研究開発・実証が本格化し始めた段階（競争状態）

（多様な製品・技術を対象とした開発・実証が活発化。コスト低減と用途拡大が課題。）

国内では、化学、セメント、エネルギー、エンジニアリング等多様な分野の企業が参画。

欧州・米国でも、国家プロジェクトやスタートアップによる開発・実証が活発化。

燃料

国	企業・組織名	製品・生成物	開発段階
米	Lanzatech (スタートアップ)	エタノール	実証
米	Opus12 (スタートアップ)	メタン、エタン、エタノール	実証
日	国際石油開発帝石 日立造船	メタン	実証 (NEDO)
日	ユーグレナ	ジェット燃料（微細燃料）	実証
独	Audi （自動車メーカー）	メタン、合成燃料（e-fuel）	実証
日	IHI	ジェット燃料(微細藻類)	基礎 (NEDO)
日	ENEOS	合成燃料（e-fuel）	基礎

鉱物

国	企業・組織名	製品・生成物	開発段階
日	中国電力、鹿島建設 等	CO ₂ 吸収コンクリート	商用化
英	O.C.O Technology (スタートアップ)	軽量骨材	商用化
米	Solidia Technology (スタートアップ)	CO ₂ 吸収コンクリート	商用化
米	Blue Planet (スタートアップ)	軽量骨材	商用化
加	Carbon Cure (スタートアップ)	セメント原料	商用化
日	宇部興産、日揮、出光、 東北大学	セメント原料	実証 (NEDO)
日	太平洋セメント、東京大学、 早稲田大学	セメント原料	基礎～実証 (NEDO)
仏	LafargeHolcim 等 (セメントメーカー)	セメント原料	基礎～実証 (FastCarb PJ)

カーボンリサイクル技術開発の促進

- 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3年度予算額 479億円

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>

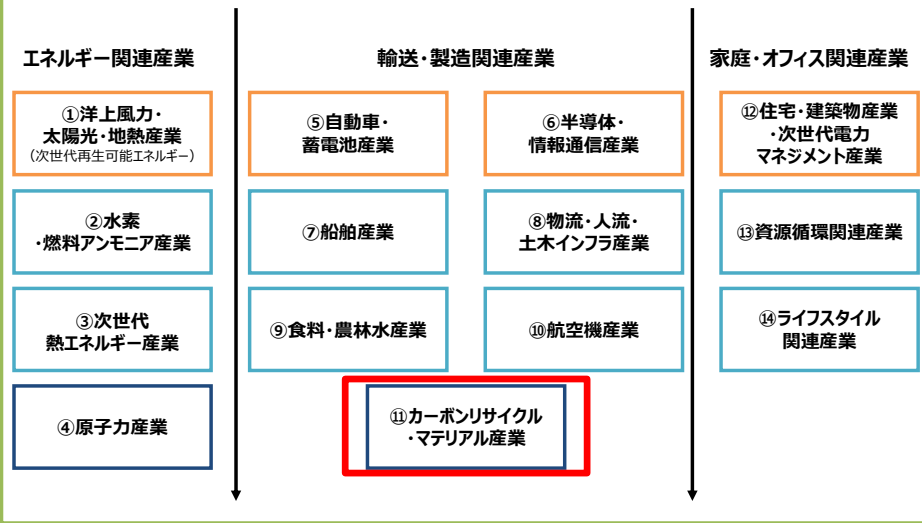
- ・CO₂を吸収するコンクリートの技術開発
- ・CO₂を集中的に吹き込んで大量生産した微細藻類を原料としたバイオジェット燃料の開発
- ・CO₂を利用した合成燃料(e-fuel) 製造技術の開発
- ・CO₂から化学品を製造する人工光合成の技術開発
- ・高効率なCO₂分離回収技術の開発 等

※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。



(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 (2020年度)

化学品	製品・生成物	開発段階
富山大、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 (NEDO)
三菱ケミカル・東大等 (人工光合成プロジェクト)	メタノール/オレフィン	基礎 (NEDO)
AIST、神戸大学、かずさDNA研究所 味の素 (スマートセルプロジェクト)	バイオプラ・医薬品原料 等	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、産総研、 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、東大、愛媛大、島津テクノ、日清 紡	海洋生分解性プラ	基礎～実証 (NEDO)

鉱物	製品・生成物	開発段階
出光興産、宇部興産、日揮、成蹊大、 東北大	セメント原料	基礎～実証 (NEDO)
竹中工務店	地盤改良材	基礎～実証 (NEDO)
トクヤマ、双日、ナノミストテクノロジーズ	炭酸ナトリウム、重曹	基礎～実証 (NEDO)
中国電力、広島大 中国高圧コンクリート工業	緑化基盤材 等	基礎～実証 (NEDO)
早稲田大、ササクラ、日揮	セメント原料 等	基礎～実証 (NEDO)
太平洋セメント	セメント原料	基礎～実証 (NEDO)

燃料	製品・生成物	開発段階
IHI、三菱パワー、ユーグレナ、bits、 ちとせ、電源開発	ジェット燃料 (微細藻類等)	基礎～実証 (NEDO)
国際石油開発帝石、日立造船	メタン	基礎～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)

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)
出光興産、出光エンジニアリング	千葉コンビナート (広域) 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	全国の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)

大崎拠点化	製品・生成物	開発段階
大崎クールジェン、JCOAL	拠点整備、研究支援	—
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 (NEDO)
川崎重工業、大阪大	パラキシレン	基礎 (NEDO)
中国電力、広島大学	ディーゼル燃料等(菌類)	基礎 (NEDO)
日本微細藻類技術協会	ジェット燃料(微細藻類)	基礎 (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 (2020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 (有機膜)	実証 (NEDO)
日本製鉄、日鉄エンジニアリング、神戸製鋼 JFEスチール	化学吸収法 (高炉からCO ₂ 分離回収)	実証 (NEDO)

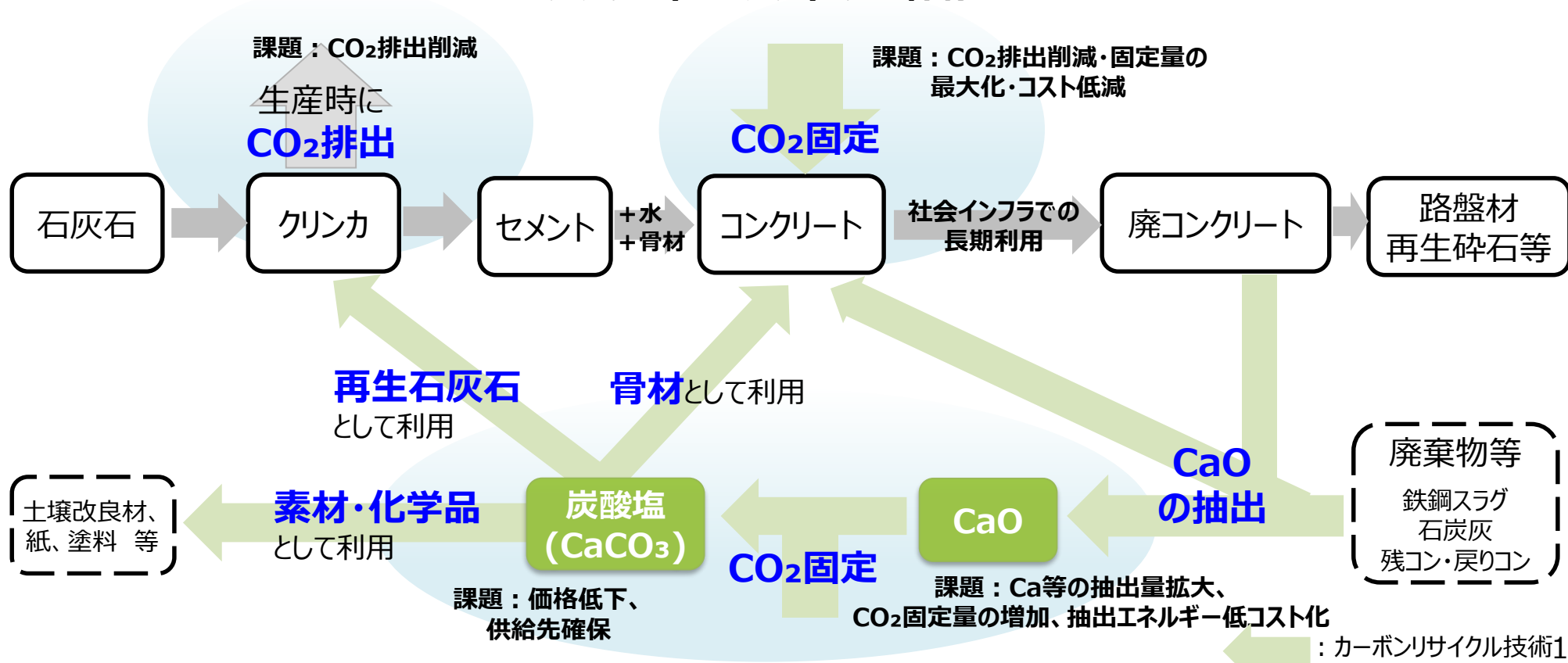
DAC (Direct Air Capture)	製品・生成物	開発段階
金沢大学、RITE	DAC (化学吸収法 (固体))	基礎 (NEDO)
名古屋大学、東邦瓦斯等	DAC (化学吸収法・冷熱利用)	基礎 (NEDO)
東京大学、大阪大学、宇部興産、 清水建設、古河電工等	DAC (物理吸着法、化学吸収法)	基礎 (NEDO)
AIST、東京工業大学、 名古屋大学	DAC (微生物による固定)	基礎 (NEDO)
東京大学、北海道大学	DAC (鉱物化による固定)	基礎 (NEDO)
東北大学、公立大学法人大阪、 等	DAC (膜分離法)	基礎 (NEDO)
九州大学、熊本大学、 北海道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

基礎・先導研究	製品・生成物	開発段階
大阪ガス、AIST	共電解を利用した水と CO ₂ からの直接メタン合成	基礎 (NEDO)
JCOAL、慶應義塾大学 東京理科大学	ダイヤモンド電極を活用 CO ₂ 電気還元により 基幹物質を製造	基礎 (NEDO)
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)
東海国立大学機構、澤藤電機 川田工業	放電プラズマによる CO ₂ 還元・分解	基礎 (NEDO)
電力中央研究所、慶應義塾大学	中低温イオン液体を用いた 尿素電解合成	基礎 (NEDO)
住友大阪セメント、山口大学 九州大学	カルシウム含有廃棄物から のカルシウム抽出、CO ₂ 鉱 物固定化	基礎 (NEDO)
MHPS、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)
神鋼環境ソリューション、岡山大学、 理化学研究所	金属ナトリウム分散体 によるカルボン酸合成	基礎 (NEDO)
三菱ガス化学、日本製鉄、日鉄エンジニアリング 東北大学	CO ₂ 利用ポリカーボネート 製造用中間体	基礎 (NEDO)

カーボンリサイクル技術（コンクリート・セメント分野）の特徴

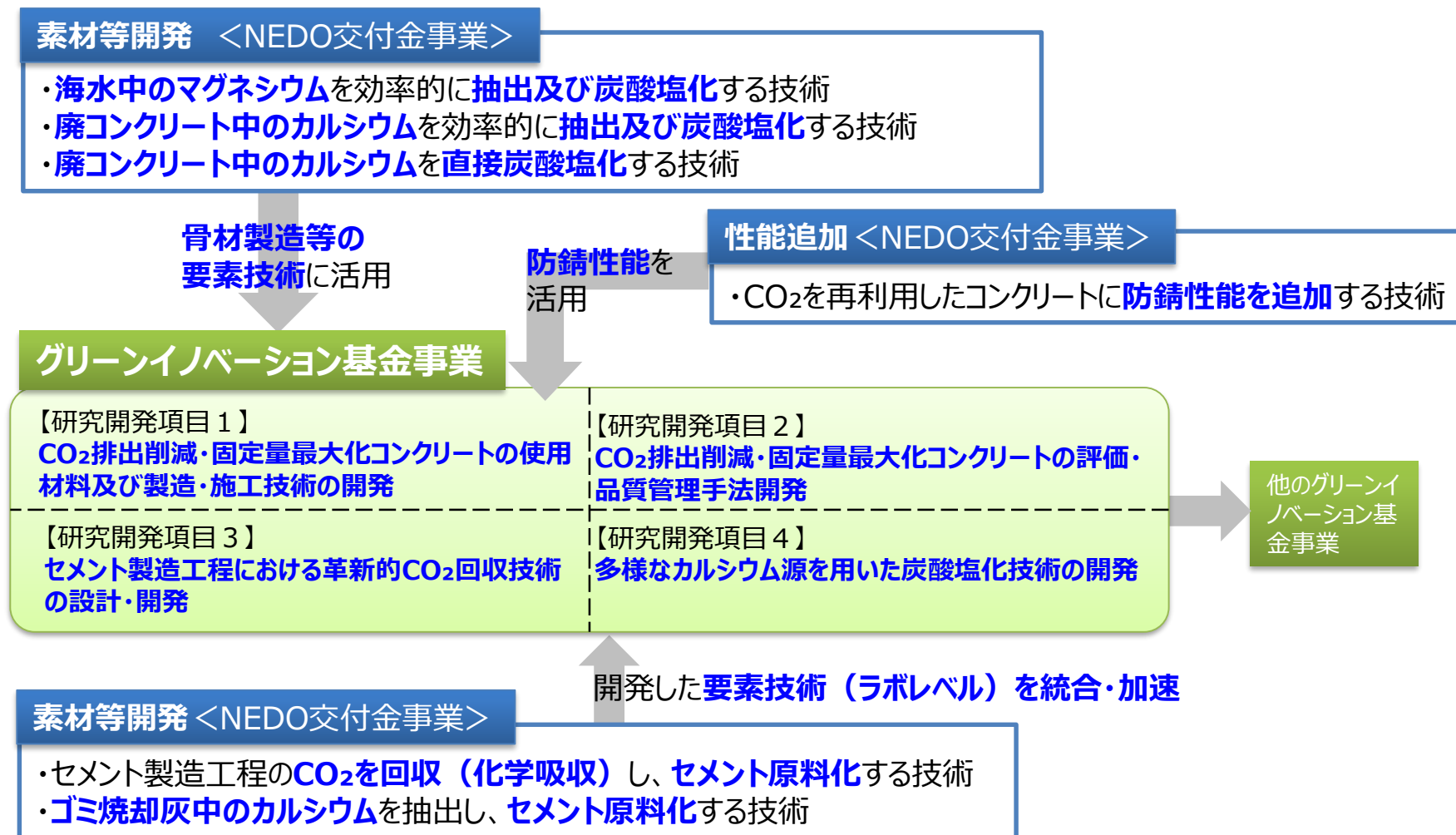
- コンクリート・セメント分野は、**日米欧**を中心に、スタートアップを含めて**研究開発・実証が本格化**。
- 技術領域としては、多様なカルシウム等含有廃棄物から、効果的にカルシウム等を抽出・再利用し、**CO₂をコンクリート・セメント生成物等に取り込み活用**する技術をはじめ、多岐に亘る。
- **CO₂排出削減・固定量の最大化、コスト低減**、セメント生産工程における**CO₂排出削減等**を実現し、多様な技術を組み合わせて**持続的な資源循環システムを確立することが必要**。

コンクリート・セメントの全体像



グリーンイノベーション基金プロジェクトへの既存事業等の活用

- 開発・実証を効率的に遂行すべく、**NEDO交付金事業等の成果を最大限活用**する。
- CO₂分離・回収分野等、関係するグリーンイノベーション基金事業の進捗を注視し、必要に応じて連携・成果の取り込み等を実施。関連学会等と連携し、取組の全体像を随時発信していく。



国際的な取組；「カーボンリサイクル産学官国際会議」の開催

- カーボンニュートラル実現のキーテクノロジーであるカーボンリサイクルについて、各国が将来的な社会実装に向けた技術開発・実証に取り組むことを確認するとともに、各国間の協力関係を強化することを目指す。
- 協力覚書（MOC）に基づく各国との協力分野の深掘り等を進めるとともに、グリーンイノベーション基金事業や広島県・大崎上島のカーボンリサイクル実証研究拠点の進捗等を発信し、世界の実効的な脱炭素化に向けて日本が技術開発・実証をリードしていく姿勢を示す。

1. 会議概要

- ・ 日時：10月4日（月）15:30～18:30
- ・ 場所：オンライン
- ・ 参加者数：約2,800名（32か国・地域）
- ・ プログラム
 - ・ 閣僚講演、基調講演、専門家パネルディスカッション
 - ・ CO₂を利用した鉱物（コンクリートやセメント）の動向
 - ・ CO₂を利用した燃料・化学品の動向
 - ・ 未来につながる技術、投資への期待

2. 主要な参加者

- ・ 保坂 資源エネルギー庁長官
- ・ ビロル IEA事務局長
- ・ アブドルアジーズ サウジアラビア王国エネルギー大臣
- ・ アリフィン インドネシア共和国エネルギー・鉱物資源大臣
- ・ ウィルコックス 米国エネルギー省次官補代理
- ・ 湯崎広島県知事、CRF小林会長
- ・ その他各国の産学官のカーボンリサイクル関係者



3. 成果

- ・カーボンリサイクル分野（コンクリート・セメント、燃料・化学品、研究開発・投資）における産学官の第一人者が国内外から参加し、講演・パネルディスカッションを通じて、カーボンリサイクルの社会実装に向けた今後の方向性を発信。
- ・カーボンリサイクルの社会実装に向けた日本の直近1年間の取組として、「グリーン成長戦略カーボンリサイクル実行計画」の策定や「カーボンリサイクル技術ロードマップ」改訂などの進捗を「プロGRESSレポート」として取りまとめ、発信。国際連携を強化しつつ、オープンイノベーションを加速することを確認。

- 日米両国は、本年4月16日の首脳会談**において、気候野心、脱炭素化及びクリーンエネルギーに関する協力の強化にコミットし、国際社会の気候行動を主導していくことで合意。
- カーボンリサイクル**を含む優先分野における**二国間協力を強化**。

日米気候パートナーシップ（抜粋）

＜気候・クリーンエネルギーの技術及びイノベーション＞

日米両国は、気候変動対策に取り組み、再生可能エネルギー、エネルギー貯蔵（蓄電池や長期エネルギー貯蔵技術等）、スマートグリッド、省エネルギー、水素、**二酸化炭素回収・利用・貯留／カーボンリサイクル**、産業における脱炭素化、革新原子力等の分野を含むイノベーションに関する協力の強化により、**グリーン成長の実現に向けて協働することにコミット**する。

また、この協力は、再生可能エネルギー、電力系統最適化、デマンドレスポンス及び省エネルギーを含む分野における連携を通じて、気候変動に配慮・適応したインフラの開発、普及及び活用を促進する。

一般社団法人 カーボンリサイクルファンド

- カーボンリサイクルの取組を加速化**するため、一般社団法人**カーボンリサイクルファンド**が民間主導で2019年8月に設立。**会員85社11個人1地方公共団体**（2021年9月1日時点）。化学、エネルギー、建設、電機、機械、金融、商社など多様な業界が参画。
- カーボンリサイクルに関して、①**研究に対する助成**、②**広報・普及**、③**政策提言、実態調査**等。異業種連携による**Open Innovationを促進**。

会 長：小林 喜光（三菱ケミカルホールディングス 取締役）、副会長：北村 雅良（電源開発 特別顧問）

【会員企業】五十音順

IHI、會澤高圧コンクリート、愛三工業、アサヒクオリティーアンドイノベーションズ、出光興産、伊藤忠商事、INPEX、ウシオ電機、宇部興産、AGC、荏原製作所、エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所、大森建設、川崎重工業、環境システムズ、神戸製鋼所、コスモス商事、熊谷組、山陰酸素工業、サン・フレア、JSR、JFE商事、島津製作所、清水建設、CO2資源化研究所、新日本空調、住友大阪セメント、住友重機械工業、住友商事、西華産業、石炭フロンティア機構、石油資源開発、大成建設、大日本印刷、太平電業、太平洋セメント、大和証券グループ本社、地熱技術開発、千代田化工建設、DIC、デンカ、電源開発、電力中央研究所、東亜建設工業、東京エコサービス、東京ガス、東京産業、東京理科大学、東芝エネルギーシステムズ、Dome Gold Mines Ltd、東洋エンジニアリング、東レ、戸田工業、凸版印刷、日揮ホールディングス、日産自動車、日鉄エンジニアリング、日本ガイシ、日本コークス工業、日本製鉄、日本エネルギー経済研究所、BASFジャパン、日立造船、日立パワーソリューションズ、日立プラントサービス、ヒューリック、福岡建設合材、福祉開発研究所、フソウ、フューチャーエステート、古河電気工業、丸紅、みずほフィナンシャルグループ、みずほリサーチ&テクノロジーズ、三井住友銀行、三井住友トラスト・パナソニックファイナンス、三井物産、三菱ガス化学、三菱ケミカル、三菱重工業、三菱商事、三菱マテリアル、三菱UFJ銀行、ユーグレナ、若築建設

【地方公共団体】 広島県