

# カーボンリサイクルの取組状況と 今後の方向性について

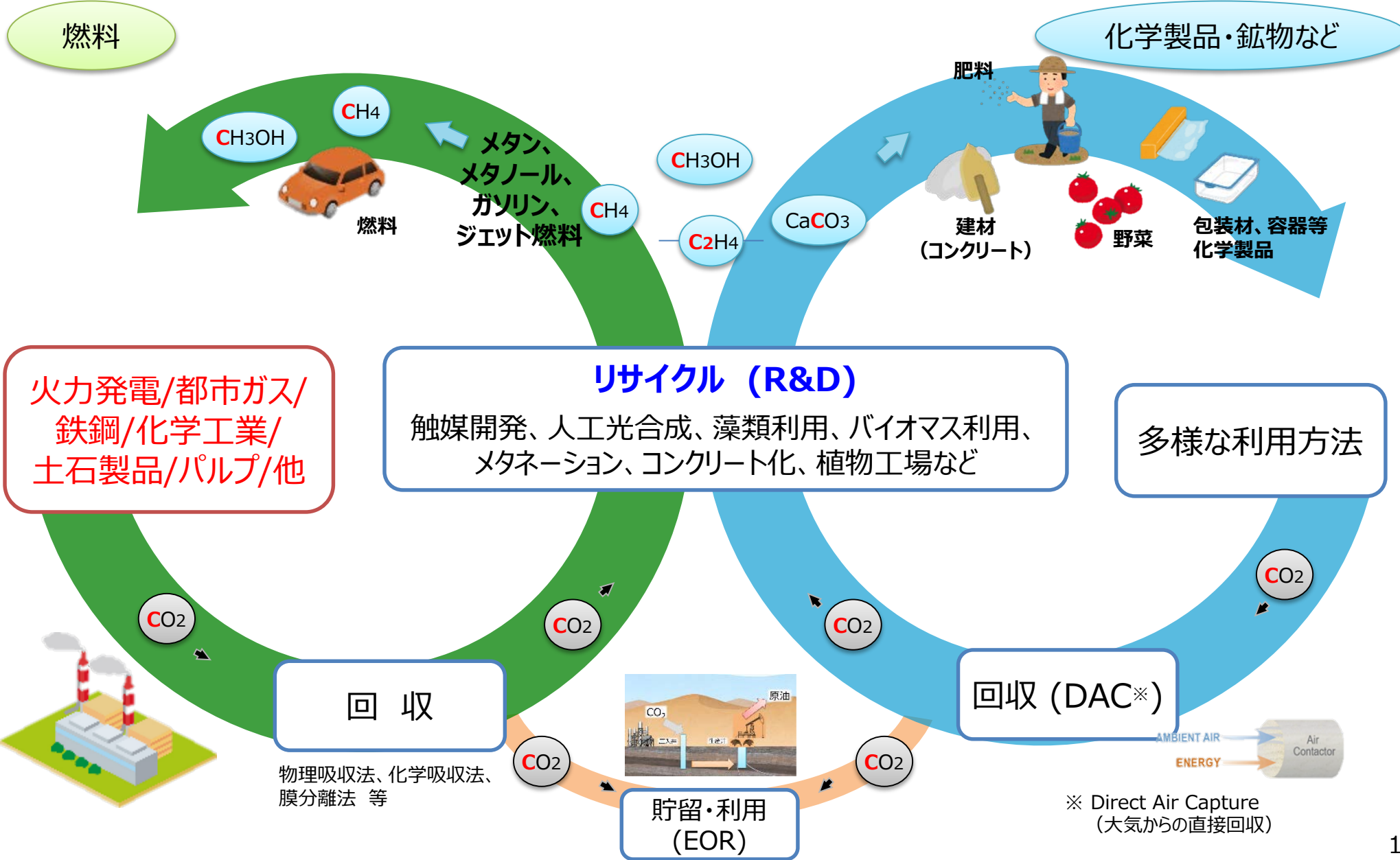
2021年2月25日

資源エネルギー庁

長官官房カーボンリサイクル室

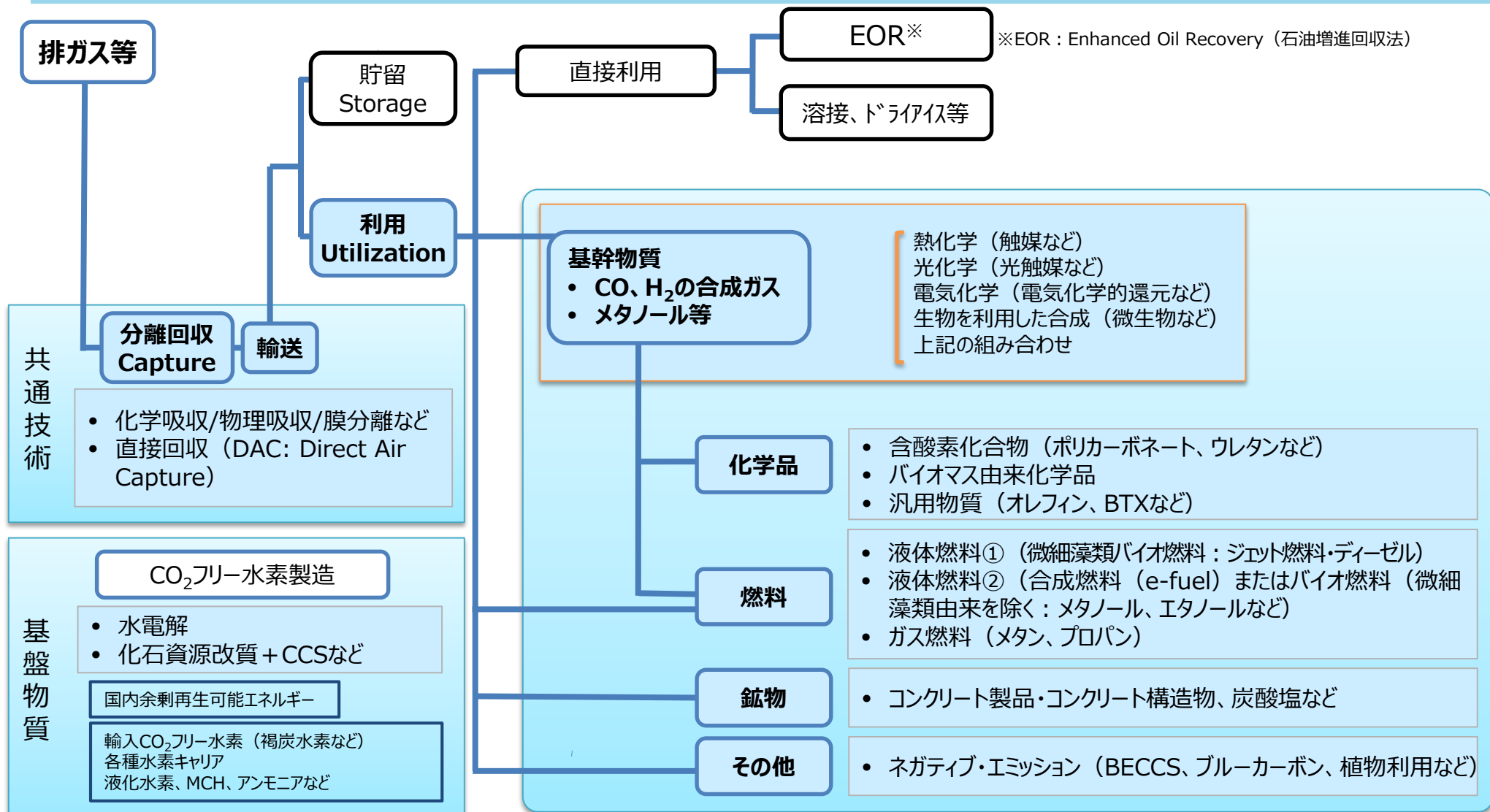
富永 和也

# カーボンリサイクルのコンセプト ～実現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**：CO<sub>2</sub>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、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CO<sub>2</sub>排出を抑制。



# 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、CO<sub>2</sub>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には、水素や再生エネの活用・相乗効果が、**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CO<sub>2</sub>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と同様のコンセプト（サウジアラビアのCircular Carbon Economy、カナダのCarbon Capture and Conversion、米国のNet Negative Emission）を打ち出し、**開発競争が加速**。

# カーボンリサイクルを拡大していく絵姿（カーボンリサイクル技術ロードマップ）

CO<sub>2</sub>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2050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
- 鋳物・コンクリート；道路ブロック 等

### 2050年頃から普及

- 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）
- 鋳物・コンクリート  
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
- 鋳物・コンクリート  
道路ブロック 等

※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）

ポリカーボネートはCO<sub>2</sub>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

### 鋳物・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

水素

20円/Nm<sup>3</sup>（プラント引き渡しコスト）

CO<sub>2</sub>分離回収技術

低コスト化

現状の1/4 以下

現状

2030年

2050年以降

カーボンリサイクルは、**CO<sub>2</sub>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、多岐に亘る。**

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①

◆ 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

### 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

### 公共調達を活用し販路拡大・コスト低減

コンクリート

- ・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）、用途限定。

- ・コスト目標として、2030年に、需要拡大を通じて既存コンクリートと同価格（＝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、2030年時点で、世界で約15～40兆円を見込む。
- ①公共調達による販路拡大
  - ・新技術に関する国交省データベース（NETIS）にCO2吸収型コンクリートを登録。国・地方自治体による公共調達を拡大。2025年大阪万博でも導入を検討。さらに、国際標準化を通じ、アジアへの販路も拡大。
- ②更なる販路拡大
  - ・防錆性能を持つ新製品を開発。建築物やコンクリートブロックに用途拡大。標準化等導入に向けた支援による民間部門での需要拡大を検討。

### 高コスト克服のための大規模化が課題

### 大規模実証を通じたコスト低減、供給拡大

燃料

藻類の培養によるバイオ燃料

- ・要素技術の開発が進展し、実証開始。
- ・現状、CO2の吸収効率が低い。
- ・藻の増殖が不安定。  
（※現状コスト1,600円/L（既存ジェット燃料100円/L））

- ・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年時点で国内航空会社（国際線）だけでも1900億円の市場規模を見込む。
- ・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。バイオジェット燃料の国際市場は拡大。
- 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。
- ②バイオジェット燃料の国際市場の動向に応じて、航空機へ競争力のある藻類ジェット燃料の供給拡大（国際認証取得済み）。

化学品

人工光合成によるプラスチック原料

### 大規模化に向けた技術的課題あり

### 変換効率の高い光触媒の開発を加速、実用化

- ・基礎研究（ラボレベル）は成功、実証予定。  
（※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、生産性が低いため、コスト高
- ・日本企業に技術力。主要な海外競合企業なし。

- ・コスト目標として、2030年に、変換効率の高い光触媒を開発、製造コスト2割減を目指す。大規模実証を実施し、2050年に、既存のプラスチック製品と同価格（＝100円/kg）を目指す。
- ・市場規模は、2050年時点で、世界市場で数百兆円規模、日本市場だけでも10兆円規模を見込む。
- ・光触媒の開発を加速するため、高圧ガス保安法や消防法などの関連規制の緩和を検討し、水素と酸素の混合ガスを扱うための保安・安全基準を制定。

# カーボンリサイクル産業②

## 現状と課題

### 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、発電所からの高濃度CO2の分離回収設備は、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排出源から低コストでの回収技術が、今後の開発課題。

## 今後の取組

### 低コスト化を通じた需要拡大

- ・市場規模として、2030年時点で、世界で約6兆円/年、2050年には約10兆円/年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高効率なCO2分離回収技術を開発。
- ・2050年に、世界の分離回収市場で年間10兆円の3割シェア実現（約25億CO2トンに相当）を目指す。

分離回収設備

排気中CO2の分離回収

(参考) 大気中からのCO2直接回収 (Direct Air Capture)

#### 現状と課題

- ・世界的にも要素技術開発段階。国内でも、ラボレベルでの開発を2020年に開始。
- ・エネルギー効率が低く、大気中からの回収コストが高い。

#### 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、低コスト化、2050年実用化を目指す。



# カーボンリサイクル技術開発の概要

※1 価格は事務局調べ

※2 基幹物質、化学品（一部の含酸素化合物を除く）、燃料の多くの技術は普及するために安価で、大量の、CO<sub>2</sub>フリー水素が必要。バイオマス由来の場合にも水素化処理等に用いる水素が必要。

	CO <sub>2</sub> 変換後の物質	現状※1	課題	既存の同等製品の価格※1	2030年	2050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）は研究開発段階	変換効率・反応速度の向上、触媒の耐久性向上 など	-	プロセスの低コスト化	プロセスの更なる低コスト化
化学品	含酸素化合物	一部実用化（ポリカーボネート等）、その他は研究開発段階 【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 <sub>2</sub> 排出量の更なる削減 ポリカーボネート等以外の実用化（転換率・選択率の向上）	300-500円程度/kg（ポリカーボネート（国内販売価格））	既存のエネルギー・製品と同等のコスト	更なる低コスト化
	バイオマス由来化学品	技術開発段階（非可食性バイオマス）	低コスト・効率的な前処理技術、変換技術 など	-	既存のエネルギー・製品と同等のコスト	更なる低コスト化
	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）	転換率・選択率の向上 など	100円/kg（エチレン（国内販売価格））	-	既存のエネルギー・製品と同等のコスト
燃料	液体燃料（微細藻類燃料）	実証段階 【価格例】 バイオジェット燃料 1600円/L	生産率向上、低コスト・効率的な前処理技術 など	100円台/L（バイオジェット燃料（国内販売価格））	既存のエネルギー・製品と同等のコスト（100-200円/L）	更なる低コスト化
	液体燃料（CO <sub>2</sub> 由来燃料またはバイオ燃料（微細藻類由来を除く））	実証段階（合成燃料（e-fuel））、バイオエタノールのうち、可食性バイオマス由来については一部実用化	現行プロセスの改善、システム最適化 など	50-80円（原料用アルコール（輸入価格）） 約130円（工業用アルコール（国内販売価格））	-	既存のエネルギー・製品と同等のコスト
	ガス燃料（メタン）	実証段階	システム最適化、スケールアップ など	40-50円/Nm <sup>3</sup> （天然ガス（輸入価格））	CO <sub>2</sub> 由来CH <sub>4</sub> のコストダウン	既存のエネルギー・製品と同等のコスト
鉱物	炭酸塩、コンクリート製品・構造物	一部実用化、低コスト化に向けた様々な技術の研究開発が実施中 【価格例】数百円/kg（道路ブロック）	CO <sub>2</sub> と反応させる有効成分の分離、微粉化 など	30円/kg（道路ブロック（国内販売価格））	道路ブロック：既存のエネルギー・製品と同等のコスト	道路ブロック以外：既存のエネルギー・製品と同等のコスト
共通技術	CO <sub>2</sub> 分離回収	一部実用化（化学吸収法）、その他手法は研究・実証段階 【価格例】 4000円程度/t-CO <sub>2</sub> （化学吸収法）	所要エネルギーの削減 など	-	1000-2000円台/t-CO <sub>2</sub> （化学吸収、固体吸収、物理吸収、膜分離）	1000円以下/t-CO <sub>2</sub>
基盤物質	水素	概ね技術確立済み（水電解等）、他の手法含め低コスト化に向けた研究開発が実施中	低コスト化 など		30円/Nm <sup>3</sup>	20円/Nm <sup>3</sup> （プラント引き渡しコスト）

# (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)	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)
JPEC	e-fuel製造技術調査	基礎 (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CO2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)

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CO2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 CO2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	CO2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CO2還元・分解	基礎 (NEDO)
東芝エネルギーシステムズ、九州大学	CO2/H2O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 CO2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、CO2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CO2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 東北大学	CO2利用ポリカーボネート 製造用中間体	基礎 (NEDO)

CO2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、神戸製鋼 JFEスチール	化学吸収法 高炉からCO2を分離回収	実証 (NEDO)

その他	製品・生成物	開発段階
日本CCS調査、三菱パワー、 三菱エンジ、三菱ガス化学	CCS実証/メタノール	実証/調査 (NEDO)
日本CCS調査	二酸化炭素貯留ポテンシャル	調査
アズビル、出光興産、ダイキン工業、 フジタ	JCM化を含む低炭素化技術 の活用案件発掘・調査	調査
日揮、JXTG、TCV	CO2圧入による原油増産の ためのCO2分離技術	実証
北陸先端科技大、早稲田大学、 東北大学、千葉大学等	カーボンニュートラル技術	基礎
AIST、東京農業大学、九州大学、 新潟大学、電力中央研究所等	国際共同研究	基礎

# カーボンリサイクル関連研究拠点の整備・拡充

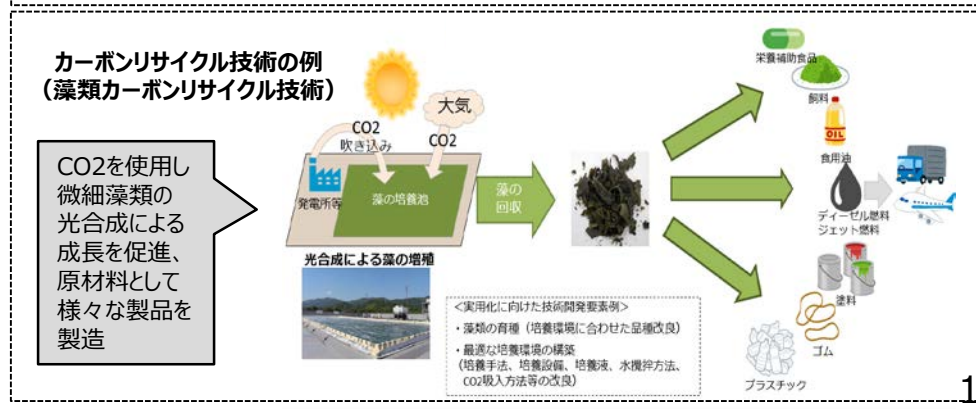
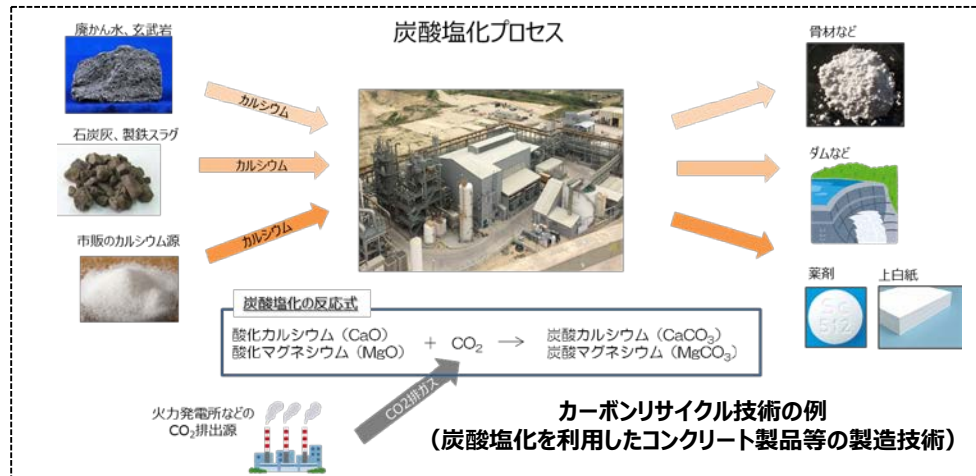
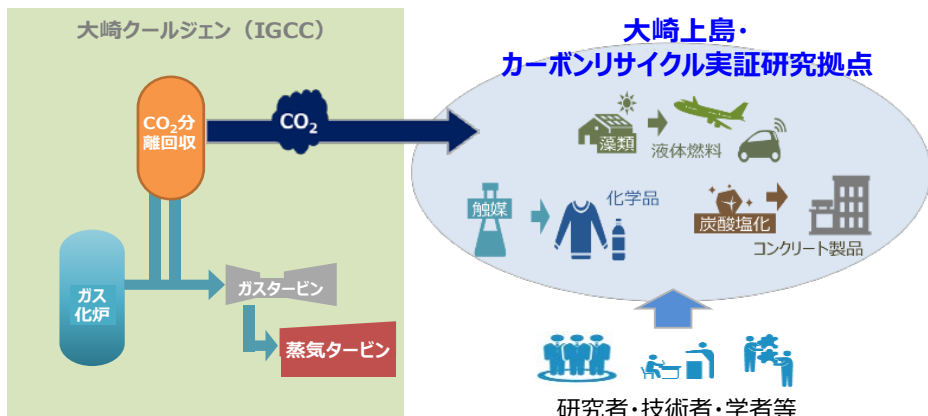
- 東京湾岸の官民連携協議会「ゼロエミベイ」のほか、実証研究拠点を立ち上げ。
- 成果の共有等の連携を通じ、イノベーションの確立を加速化。
  - ✓ 広島県大崎上島… カーボンリサイクル技術の実証研究を集中的に担う拠点
  - ✓ 北海道苫小牧… CCSとカーボンリサイクル（メタノール製造）の大規模実証拠点。
  - ✓ 福島県浪江町…世界最大級の再エネ水素製造能力を有する「福島水素エネルギー研究フィールド（FH2R）」



# 広島・大崎上島「カーボンリサイクル実証研究拠点」

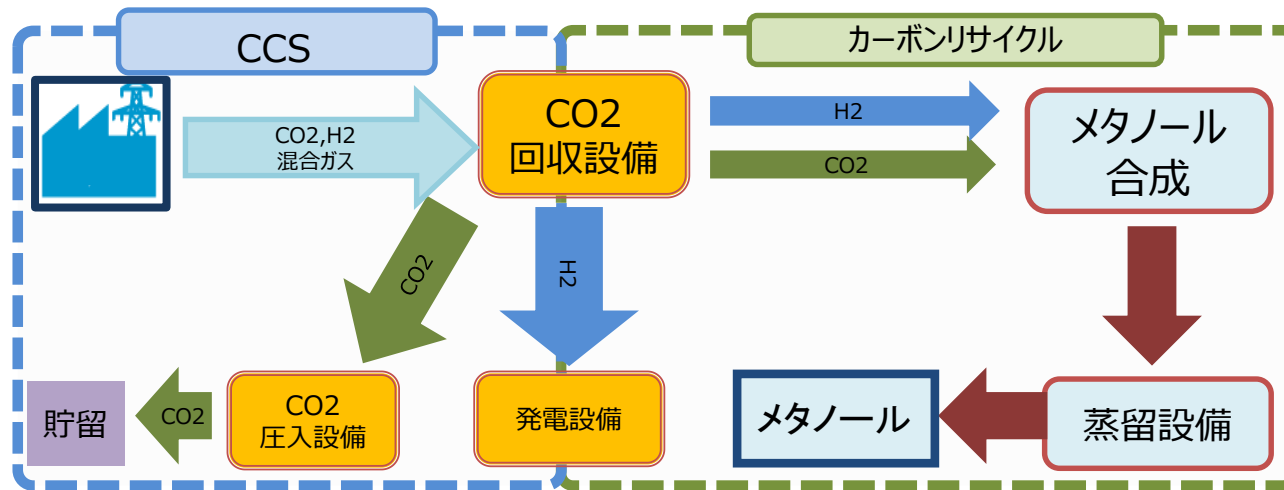
- 広島・大崎上島において、現在、石炭ガス化複合発電（IGCC）と石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）（※）の実証を実施中。2019年12月、**CO<sub>2</sub>分離回収の実証試験を開始**。
- 本実証で回収する**CO<sub>2</sub>を活用し、カーボンリサイクル技術の実証研究拠点を整備**予定。
  - ✓ CO<sub>2</sub>の炭酸塩化を利用したコンクリート製品等を製造
  - ✓ 微細藻類や触媒等を利用してCO<sub>2</sub>から化学品や燃料等を製造

（※）IGCCは、石炭をガス化した上で燃焼させて発電する技術。ガスタービン発電と蒸気タービン発電を複合させることで高効率化が可能。IGFCは、IGCCに燃料電池を組み合わせたトリプル複合発電方式で、IGCCに比べ高効率の発電が可能。



# 北海道・苫小牧「CCUS・カーボンリサイクル実証拠点」

- 実用規模でのCCS実証を目的とした、我が国初の大規模CCS実証試験を実施。  
(2019年11月に累計圧入量30万トンを達成)
- 現在、様々なモニタリング手法（弾性波探査、微小振動観測など）を組み合わせて実施中。
- **CCSに加え、カーボンリサイクルの実証拠点となるように、カーボンリサイクルの展開**予定。  
  - ✓ メタノールを製造（カーボンリサイクル）していくための実現可能性調査
  - ✓ 船舶輸送による長距離輸送に向けた実現可能性調査



<メタノール製造の想定スケジュール>

20年度	21年度	22年度	23年度
FS・基本設計	詳細設計・製作・建設		実証

# 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65社9個人（2020年12月時点）。
- 取組として、①実用化に向けた**研究に対する助成**、②カーボンリサイクルに関する**広報・普及**、③**政策提言、実態調査**等

会 長：小林 喜光（三菱ケミカルホールディングス 取締役会長）

副会長：北村 雅良（電源開発 特別顧問）

## 【会員企業】

IHI、出光興産、伊藤忠商事、宇部興産、AGC、荏原製作所、大森建設、川崎重工業、神戸製鋼所、国際石油開発帝石、コスモス商事、サン・フレア、JSR、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、石炭エネルギーセンター、石油資源開発、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、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、東洋エンジニアリング、東レ、凸版印刷、日揮グローバル、日産自動車、日本ガイシ、日鉄エンジニアリング、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、福岡建設合材、フソウ、フューチャーエステート、古河電気工業、丸紅、みずほ情報総研、みずほフィナンシャルグループ、三井物産、三井住友銀行、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

# (参考) CCUS/カーボンリサイクルの多様な取組状況①

## ● CO<sub>2</sub>分離・回収 ; 技術の国際競争力は、優位

化学吸収法（アミン液）が商用化済。排出源に合わせた**効率化・大規模化**が課題。  
**三菱重工エンジニアリング**は、世界最大の回収能力（～5000t/日）の分離回収設備を商用化。

## ● 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・技術を対象とした研究・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、**CO<sub>2</sub>の原料利用技術を商用化**（ポリカーボネート）。

### CO<sub>2</sub>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）
英	Drax（電力）	バイオマス発電、CO <sub>2</sub> 回収	実証
日	川崎重工業、RITE	化学吸収法（固体）	実証（NEDO）

### 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）

各種資料を基にNEDO 技術戦略研究センター作成（2020）



## (参考) CCUS/カーボンリサイクルの多様な取組状況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	<b>Lanzatech</b> (スタートアップ)	エタノール	実証
米	<b>Opus12</b> (スタートアップ)	メタン、エタン、エタノール	実証
日	<b>国際石油開発帝石 日立造船</b>	メタン	実証 (NEDO)
日	<b>ユーグレナ</b>	ジェット燃料 (微細燃料)	実証
独	<b>Audi</b> (自動車メーカー)	メタン	実証
日	<b>IHI</b>	ジェット燃料(微細藻類)	基礎 (NEDO)

#### 鉱物

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

各種資料を基にNEDO 技術戦略研究センター作成 (2020)

## 第2回カーボンリサイクル産学官国際会議

- 非連続なイノベーションを通じた「**環境と成長の好循環を実現**」に向け、CO<sub>2</sub>を資源として活用する**カーボンリサイクル**について、その意義と取組進捗を発信。
- **日米間の新たな覚書締結**をはじめ、国際連携を強化しつつ、**社会実装**に向けた**開発・実証**に取り組むことを確認。

日時：10月13日（火）19:00-22:30（WEB）

主催：経済産業省、NEDO

登録者数：**22カ国・地域、約1,700名**（※昨年約450名）

- ✓ 第1部：梶山大臣、江島副大臣ほか、各国閣僚・IEA事務局次長、県知事などの基調講演。
- ✓ 第2部：**パネルディスカッション**にて、カーボンリサイクルの社会実装に向けた**イノベーション**、**資金調達**や**制度設計等**の必要性を議論。

### 【登壇者】

- 梶山経済産業大臣、江島経済産業副大臣
- テイラー 豪州エネルギー・排出削減担当大臣、
- ブルー ノルウェー石油エネルギー大臣、
- ウインバーグ米エネルギー省次官補、湯崎広島県知事等
- パネルでは、KAPSARC（サウジ国研）、OGCI（石油メジャー）、三井住友銀行、INPEX、LanzaTech（米ベンチャー）、BASF（ドイツ化学メーカー）、中国電力等

- 米国と、**カーボンリサイクルに係る協力覚書**を締結。技術情報の共有、専門家の相互派遣、テストサンプルの交換等を盛り込み。両国の強み（技術、事業化）を組合せ、**開発・実用化の加速**。
- 江島副大臣が、「**カーボンリサイクル3Cイニシアティブ**」に基づいた**取組の進捗**を発信。日本の技術開発や大崎上島拠点等を紹介。国際連携を推進。



# (実用化事例①) CO<sub>2</sub>吸収型コンクリート

- コンクリート材料の**混和材がCO<sub>2</sub>を吸収する**とともに、**セメント代替**でコンクリート製造時の**CO<sub>2</sub>排出を削減**。
- 他方、CO<sub>2</sub>吸収型コンクリートは鉄筋の錆につながるため鉄筋構造物には使用できず、**用途は道路・舗装ブロックに限定**。また、**コストが従来製品に比して3～5倍**であることが課題。
- **用途拡大・低コスト化を図る**ため、コンクリート構造物等でも利用可能とするための**技術開発を実施中**。

## ◆ 施工実績

	年度	発注者	事業	用途
1	2013	国土交通省	国道9号線土田歩道 (島根県浜田市)	歩車道境界ブロック
2	2014	島根県	県道52号	歩車道境界ブロック
3	2015	島根県	第二浜田ダム	歩車道境界ブロック
4	2019	関東地方整備局	東京外かく環状道路中央JCTランプ	埋設型枠
5	2011	中国電力	福山太陽光発電所	インターロッキングブロック, フェンス基礎ブロック, 歩車道境界ブロック
6	2012	中国電力	宇部太陽光発電所	太陽光パネル基礎ブロック
7	2012	中野駅前開発	中野セントラルパークレジデンス	天井パネル
8	2015	中国電力	芸北発電所	護岸ブロック
9	2016	中国電力	西ノ島変電所	歩車道境界ブロック
10	2016	エネルギーコミュニケーションズ	エネコム広島ビル	インターロッキングブロック

## ◆ 用途拡大の技術開発 (2020年～2022年度)

- ・**体制**：中国電力、鹿島建設、三菱商事
- ・**課題**：鉄筋コンクリートに適用時の品質確保  
現場打設に適用するための技術の確立 等

## ◆ 用途例

道路ブロック



型枠



舗装ブロック



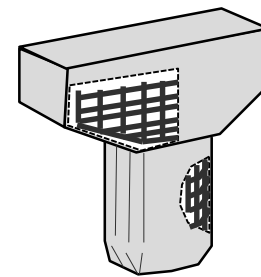
用途拡大の  
技術開発



ダム



河川構造物



構造物の梁



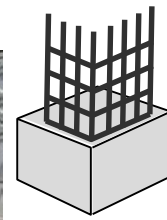
宅地造成用等のL字擁壁



共同溝・地下道等のボックスカルバート



護岸ブロック



構造物の柱

## (実用化事例②) CO<sub>2</sub>原料のポリカーボネート

- ポリカーボネート樹脂は自動車のヘッドライトカバーやパソコンの外装、CDやDVDなどに幅広く使われている。
- 従来のポリカーボネート製造技術は、有毒性が高いホスゲンを使用した製造方法。これに対し、旭化成は、ホスゲンを使用せずに、アルコール、CO<sub>2</sub>、フェノールを原料として、ポリカーボネートを製造する技術を開発し、実用化。

### ◆ CO<sub>2</sub>原料のポリカーボネート開発・実用化

- 旭化成はCO<sub>2</sub>原料のポリカーボネートを世界で初めて開発、実用化。
- ライセンス生産により、パソコン等を製造。  
※2019年:79万トン  
(世界の全製造能力の約17%)
- さらに同社は、世界初となるCO<sub>2</sub>からウレタン  
(断熱材、スポンジ等) を製造する技術開発に着手。

### ◆ ポリカーボネートの用途例

【ヘッドライトカバー】



【携帯電話の筐体】



(※出典:旭化成HP)

### ◆ ウレタンの用途例

【繊維 (断熱材)】



## (実用化事例③) CO<sub>2</sub>原料の化粧品用プラスチック容器

- ポリエチレンは、シャンプー等の**化粧品用プラスチック容器**、食品容器、ポリ袋等に幅広く使用。
- 大手化粧品メーカーである**ロレアル社（仏）**は、**ランザテック社（米）**、**トタル社（仏）**と共同で排ガス中の**CO<sub>2</sub>を再利用するカーボンリサイクル技術**を活用して、化粧品用ポリエチレン容器を**開発**。

### ◆ CO<sub>2</sub>原料の化粧品用プラスチック容器を開発

- ランザテック社は、排ガス中のCO<sub>2</sub>を回収し、独自の生物学的プロセスを用いてエタノールに変換。
- トタル社は、革新的な脱水プロセスにより、エタノールをエチレンに変換してから重合させ、ポリエチレンを製造。
- ロレアル社は、このポリエチレンを使用して、従来のポリエチレンと同等の品質と特性を持つ容器を製造。  
2024年までに、シャンプー等の容器への使用拡大を目指す。

### ◆ 製品イメージ



提供：日本ロレアル(株)

L'ORÉAL

3社による共同開発  
「Open Innovation」