

# CO<sub>2</sub>排出削減・有効利用実用化技術開発

環境部 次世代火力・CCUSグループ

荒川 純

2020年度成果報告会

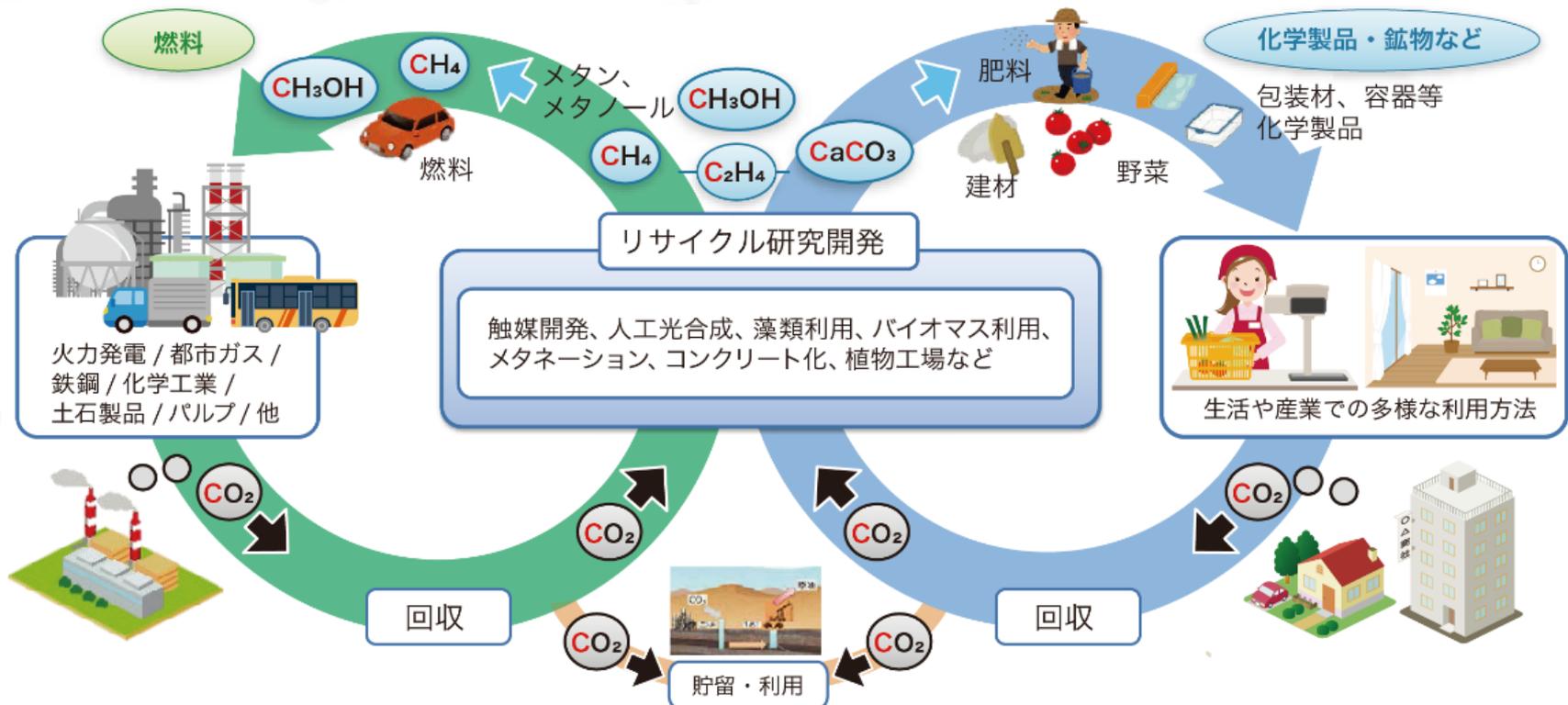
## 報告内容

1. 全体概要 ……荒川主査(PM)
2. カーボンリサイクル技術の共通基盤技術開発 ……荒川主査
3. CO<sub>2</sub>を原料利用した含酸素化合物などを  
直接合成するカーボンリサイクル技術の開発 ……荒川主査
4. 化学品へのCO<sub>2</sub>利用技術開発 ……荒川主査
5. 液体燃料へのCO<sub>2</sub>利用技術開発 ……荒川主査
6. 炭酸塩、コンクリート製品・  
コンクリート構造物へのCO<sub>2</sub>利用技術開発 ……青戸主任
7. 気体燃料へのCO<sub>2</sub>利用技術開発 ……西海主査

# 1. 全体概要

# カーボンリサイクル技術とは

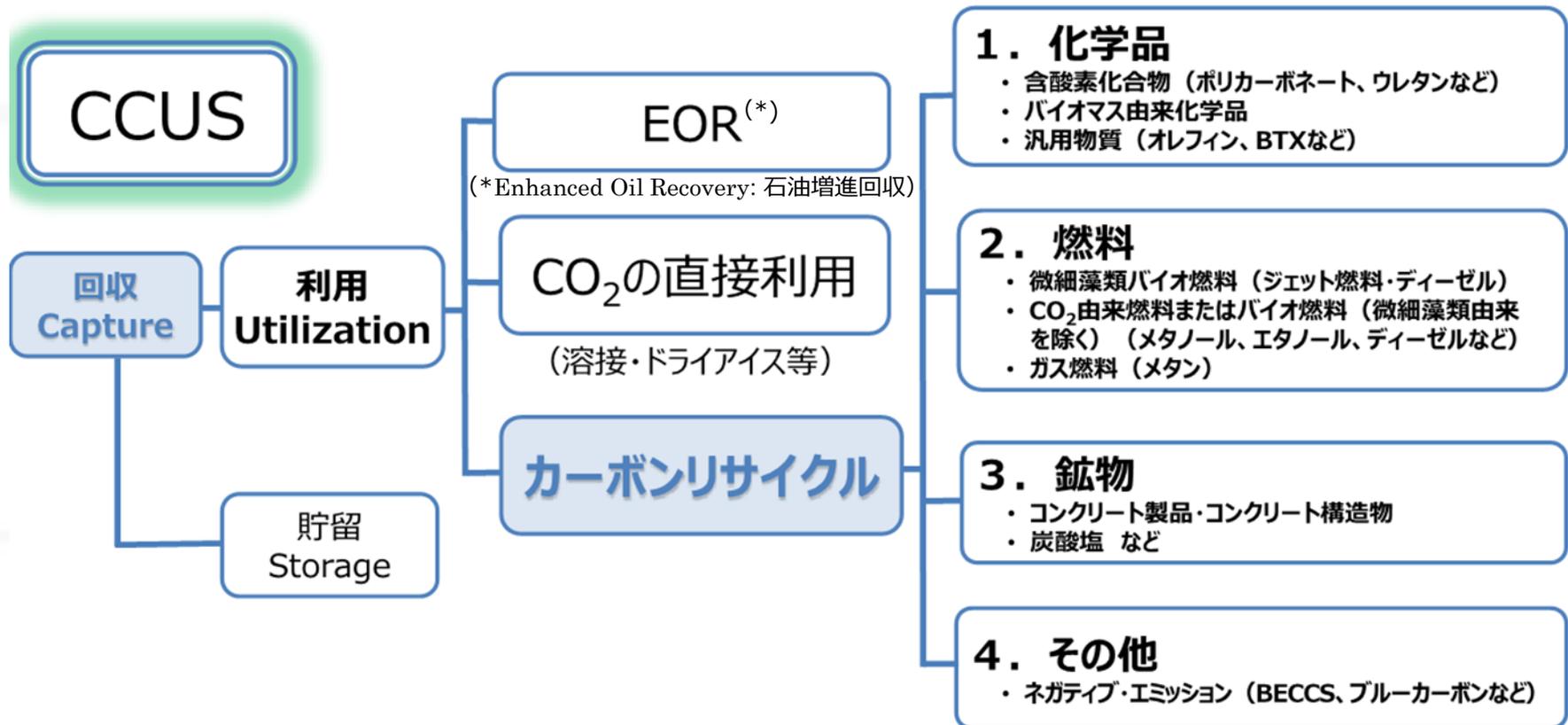
CO<sub>2</sub>を分離・回収し、コンクリートやプラスチック原料など資源として利用し、大気中へのCO<sub>2</sub>排出を抑制していく技術。  
産学官連携の下で研究開発を進め、非連続的イノベーションを進める取り組み。



(出典：資源エネルギー庁ホームページ)

# カーボンリサイクル技術とは

## CO<sub>2</sub>有効利用、カーボンリサイクル技術の分類



# 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。

### 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

### 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

## 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。

### 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**  
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

## 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

### 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)
- **鉱物・コンクリート**  
汎用品

※需要が多い汎用品に拡大

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

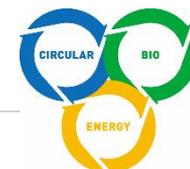
低コスト化

現状の1/4 以下

現状

2030年

2050年以降



# カーボンリサイクル技術に関する現状と課題

カテゴリー	CO <sub>2</sub> 変換後の物質	現状 <sup>※1</sup>	課題	既存の同等製品の価格 <sup>※1</sup>	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・選択率の向上など）	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（微細藻類バイオ燃料）	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（E-Fuel等）、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・コンクリート構造物	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）、他の手法を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）

# NEDOにおけるカーボンリサイクル技術開発



項目			基礎・先導研究	研究開発、技術開発
基幹物質	合成ガス等	光化学、光触媒		二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発
		電気化学	カーボンリサイクル技術の共通基盤技術開発	
		生物利用合成	植物等の生物を用いた高機能品生産技術の開発	カーボンリサイクル実現を加速するバイオ由来製品生産技術の開発
化学品	含酸素化合物		NEDO先導研究プログラム (エネルギー・環境新技術先導研究プログラム)	
	汎用物質 (オレフィン・ B T X)	MTO・オレフィン <sup>※1</sup>		二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発
		MTA・BTX <sup>※2</sup>		化学品へのCO <sub>2</sub> 利用技術開発
燃料	液体燃料	微細藻類、バイオ燃料		バイオジェット燃料生産技術開発事業
		CO <sub>2</sub> 由来燃料		液体燃料へのCO <sub>2</sub> 利用技術開発
	気体燃料		CO <sub>2</sub> 有効利用技術の先導研究	CO <sub>2</sub> 有効利用技術開発
鉱物	炭酸塩 コンクリート製 品・構造物		カーボンリサイクル技術の共通基盤技術開発	炭酸塩、コンクリート製品・コンクリート構造物へのCO <sub>2</sub> 利用技術開発
				炭素循環型セメント製造プロセス技術開発

※1 MTO...Methanol To Olefinsの略語。メタノールを経由してオレフィン系炭化水素を合成する方法。

※2 MTA...Methanol To Aromaticsの略語。メタノールを経由して芳香族炭化水素を合成する方法。BTXは、芳香族炭化水素であるベンゼン、トルエン、キシレンの総称。

(2021年1月時点)

注) 上記のほか「ムーンショット型研究開発事業」、「NEDO先導研究プログラム（未踏チャレンジ2050）」および「CO<sub>2</sub>有効利用拠点における技術開発」で関係する研究・技術開発を実施

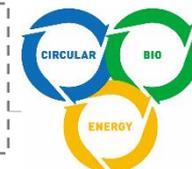
(NEDO所管部門)

環境部

新エネルギー部

材料・ナノテクノロジー部

イノベーション推進部



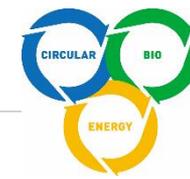
# NEDO環境部におけるカーボンリサイクル技術開発事業



分類	プロジェクト（事業）名称		開始年度
CO <sub>2</sub> 有効利用拠点 における技術開発	CO <sub>2</sub> 有効利用拠点化推進事業	CO <sub>2</sub> 有効利用拠点化推進事業	2020年度
		基礎研究拠点整備・研究支援の最適化検討と実施	2020年度
	研究拠点におけるCO <sub>2</sub> 有効利用技術開発・実証事業	CO <sub>2</sub> 有効利用コンクリートの研究開発	2020年度
		カーボンリサイクルを志向した化成品選択合成技術の研究開発	2020年度
		Gas-to-Lipidsバイオプロセスの開発	2020年度
バイオジェット燃料生産技術開発事業/実証を通じたサプライチェーンモデルの構築、微細藻類基盤技術開発/微細藻類研究拠点における基盤技術開発		2020年度	
基礎・先導研究	カーボンリサイクル技術の共通基盤技術開発	ダイヤモンド電極を用いた石炭火力排ガス中のCO <sub>2</sub> からの基幹物質製造開発事業	2020年度
		CO <sub>2</sub> 電解リバーシブル固体酸化物セルの開発	2020年度
		高温溶融塩電解を利用したCO <sub>2</sub> 還元技術の研究開発	2020年度
		CO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O共電解技術の研究開発	2020年度
		放電プラズマによるCO <sub>2</sub> 還元・分解反応の基盤研究開発	2020年度
		二酸化炭素資源化のための中低温イオン液体を用いた尿素電解合成の可能性調査	2020年度
		カルシウム含有廃棄物からのCa抽出およびCO <sub>2</sub> 鉱物固定化技術の研究開発	2020年度
		石炭灰およびバイオマス灰等によるCO <sub>2</sub> 固定・有効活用に関する要素技術開発	2020年度
	NEDO先導研究プログラム/CO <sub>2</sub> を原料利用した含酸素化合物などを直接合成するカーボンリサイクル技術	金属ナトリウム分散体によるカルボン酸合成技術の研究開発	2020年度
		CO <sub>2</sub> 利用PC製造用中間体の新規合成技術開発	2020年度
CO <sub>2</sub> 有効利用技術の先導研究(CO <sub>2</sub> 直接分解)		2019年度	
CO <sub>2</sub> 有効利用技術	化学品へのCO <sub>2</sub> 利用技術開発	CO <sub>2</sub> を原料としたパラキシレン製造に関する技術開発	2020年度
	液体燃料へのCO <sub>2</sub> 利用技術開発		2020年度
	炭酸塩、コンクリート製品・コンクリート構造物へのCO <sub>2</sub> 利用技術開発	廃コンクリートなど産業廃棄物中のカルシウム等を用いた加速炭酸塩化プロセスの研究開発	2020年度
		セメント系廃材を活用したCO <sub>2</sub> 固定プロセス及び副産物の建設分野への利用技術の研究	2020年度
		微細ミスト技術によるCO <sub>2</sub> 回収技術及び炭酸塩生成技術の研究開発	2020年度
		マイクロ波によるCO <sub>2</sub> 吸収焼結体の研究開発 (CO <sub>2</sub> -TriCOM)	2020年度
		海水および廃かん水を用いた有価物併産CO <sub>2</sub> 固定化技術の研究開発	2020年度
	炭素循環型セメント製造プロセス技術開発		2020年度
	CO <sub>2</sub> 有効利用技術開発：メタネーション		2017年度

以降の  
報告内容

( 2020年度開始 )

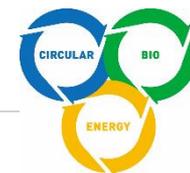


# NEDO環境部 カーボンリサイクル技術開発 2021年度の公募予定



NEDO環境部は、カーボンリサイクル技術開発として、  
2021年度に下記テーマの公募を予定しています。

- ・CO<sub>2</sub>有効利用拠点における技術開発
- ・カーボンリサイクル技術の共通基盤技術開発
- ・化学品へのCO<sub>2</sub>利用技術開発
- ・液体燃料へのCO<sub>2</sub>利用技術開発
- ・炭酸塩、コンクリート製品・コンクリート構造物へのCO<sub>2</sub>利用技術開発
- ・気体燃料へのCO<sub>2</sub>利用技術開発



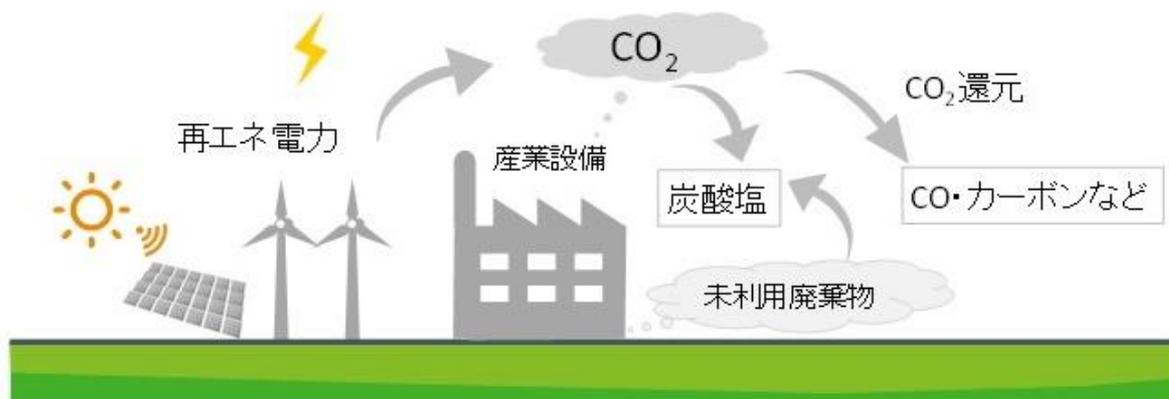
## 2. カーボンリサイクル技術の 共通基盤技術開発

## 共通基盤技術開発の必要性と概要

抽出課題のような基礎・先導研究レベルの課題に取り組むことで、多様なカーボンリサイクル技術に共通する基盤技術の開発が期待できる。

「カーボンリサイクル技術の共通基盤技術開発」の概要

- CO<sub>2</sub>還元と炭酸塩に関する全8テーマの研究開発
- 基礎研究・先導研究レベルが対象
- 事業期間は2020年度～2022年度



## 共通基盤技術開発の必要性と概要

No.	事業名	技術分類 / 生産品・用途	
(1)	CO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O共電解技術の研究開発	CO <sub>2</sub> 還元	合成ガス (CO・H <sub>2</sub> )
(2)	CO <sub>2</sub> 電解リバーシブル固体酸化物セルの開発		合成ガス (CO・H <sub>2</sub> )、発電
(3)	ダイヤモンド電極を用いた石炭火力排ガス中のCO <sub>2</sub> からの基幹物質製造開発事業		ギ酸
(4)	放電プラズマによるCO <sub>2</sub> 還元・分解反応の基盤研究開発		C・CO
(5)	二酸化炭素資源化のための中低温イオン液体を用いた尿素電解合成の可能性調査		尿素
(6)	高温熔融塩電解を利用したCO <sub>2</sub> 還元技術の研究開発		C (炭素製品、燃料など)
(7)	石炭灰およびバイオマス灰等によるCO <sub>2</sub> 固定・有効活用に関する要素技術開発	炭酸 塩化	土木・農林水産分野等での資材化
(8)	カルシウム含有廃棄物からのCa抽出およびCO <sub>2</sub> 鉱物固定化技術の研究開発		セメント増量材



# 2.(1) CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O共電解技術の研究開発

## <概要>

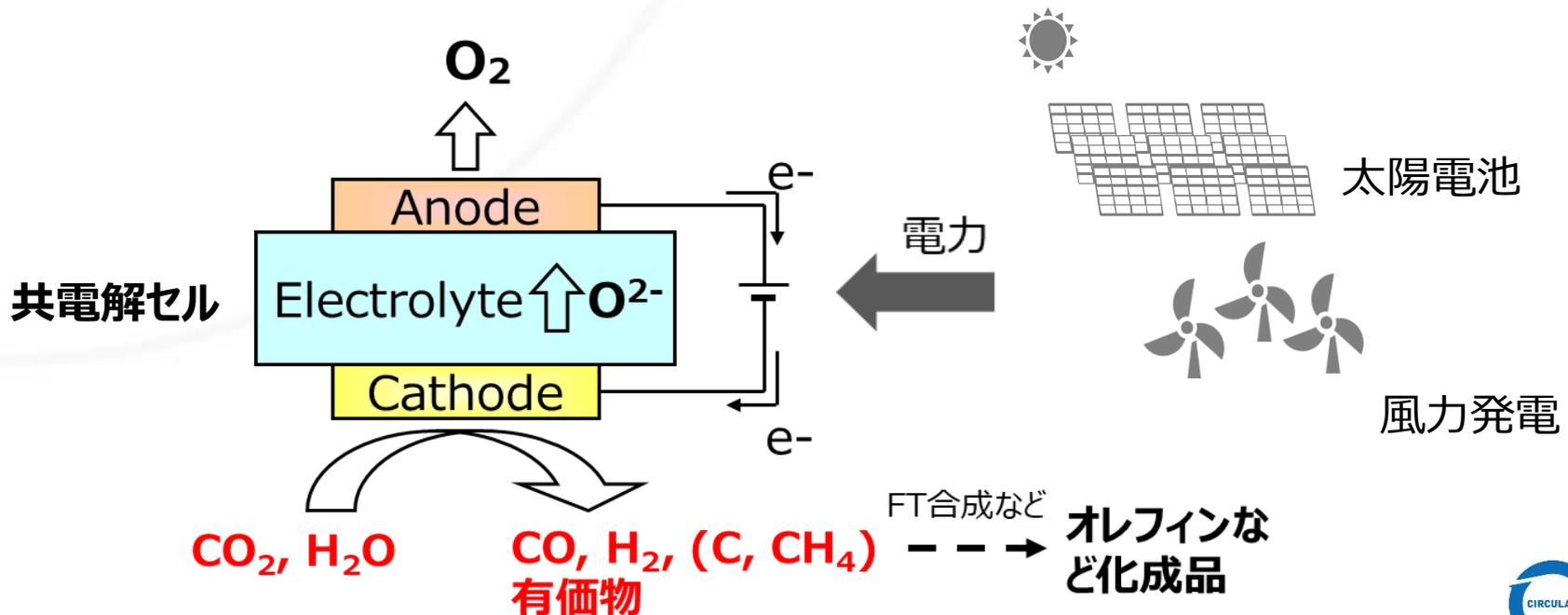
CO<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>Oを同時に還元し有価物であるCOと水素を生成するための高温共電解システムの研究開発を進めるにあたり、共電解反応メカニズム解明を行い、高性能電極触媒材料の開発を行う。

## <実施期間>

2020年7月～2023年2月

## <実施体制>

東芝エネルギーシステムズ株式会社、  
国立大学法人九州大学



## 2.(2) CO<sub>2</sub>電解リバーシブル固体酸化物セルの開発



### <概要>

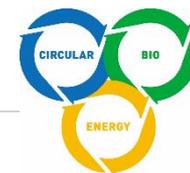
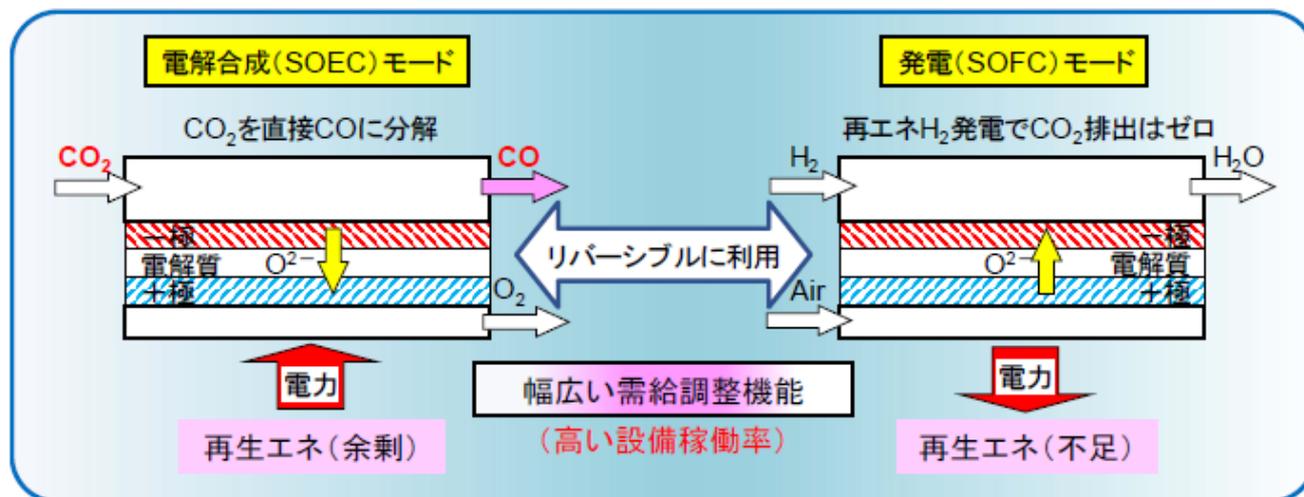
本研究開発では、CO<sub>2</sub>を直接電気分解することにより有価なCOまたは合成ガスに変換すると同時に電力の需給調整が可能なシステムの根幹技術となるリバーシブル固体酸化物セル（rSOC）について、現行トップレベルのSOFCメーカーセルをリバーシブルセルとして評価し、技術的課題を明らかとする。あわせて、低コスト・大面積化が可能な金属支持rSOCを次世代セルとして開発する。最終的に、rSOCのためのシステムコンセプトを提案する。

### <実施期間>

2020年7月～2023年2月

### <実施体制>

一般財団法人電力中央研究所、  
国立大学法人東京工業大学



# 2.(3) ダイヤモンド電極を用いた石炭火力排ガス中のCO<sub>2</sub>からの基幹物質製造開発事業



## <概要>

ダイヤモンド電極を用いて、石炭火力等の排ガス中CO<sub>2</sub>を電解還元し、基幹物質としてのギ酸を製造するシステム構築を行い、長時間連続駆動によるCO<sub>2</sub>還元を実現し、量産化施策の構想設計を可能とする。また、大型電解還元システムに適用可能な大面積・高品質なダイヤモンド電極製造技術を確認する。さらに、CO<sub>2</sub>還元により製造したギ酸の分離精製技術の最適化検討を行い、水素エネルギー源と化学原料の両面からの新規市場開拓に向けた可能性を検討する。

## <実施期間>

2020年7月～2023年2月

## <実施体制>

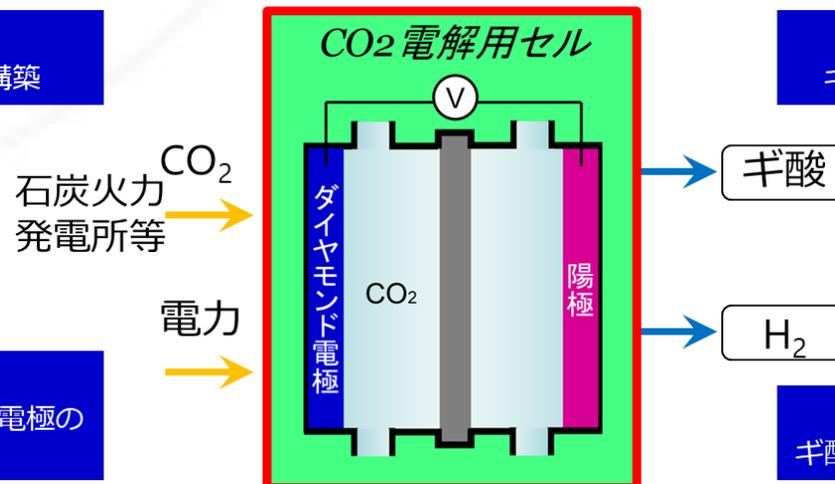
学校法人慶應義塾、  
学校法人東京理科大学、  
一般財団法人石炭エネルギーセンター

### 技術課題①

大型電解還元システムの構築

### 技術課題②

大面積・高品質ダイヤモンド電極の  
製造技術開発

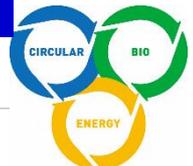


### 技術課題③

ギ酸の分離精製技術の最適化

### 技術課題④

ギ酸の新規市場開拓に向けた検討



# 2.(4) 放電プラズマによるCO<sub>2</sub>還元・分解反応の 基盤研究開発

## <概要>

放電プラズマでのCO<sub>2</sub>還元・分解反応速度を測定し、カーボン効率良く析出させる触媒や電極材質について探索を行ない、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、NH<sub>3</sub>等共存下での反応メカニズムを解明する。また、CO<sub>2</sub>を効率よく還元・分解する最適なプラズマ状態を得るために、高電圧パルス電源の開発と最適化およびプラズマリアクターの開発と最適化を行なう。

## <実施期間>

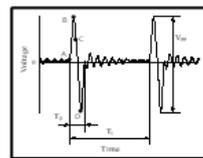
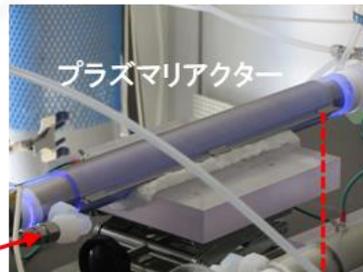
2020年7月～2023年2月

## <実施体制>

国立大学法人東海国立大学機構、  
澤藤電機株式会社、川田工業株式会社

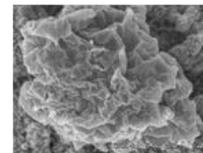
原料ガス → 放電プラズマ → 生成物

IGCC回収CO<sub>2</sub>  
+  
IGCC副生NH<sub>3</sub>  
+  
H<sub>2</sub>O(g)



高電圧パルス電源

1)カーボン:電極または内挿粒子表面に析出させて回収(利用・貯留)



電極上に析出したカーボン



粒子表面に析出したカーボン

2)COガス(合成ガスとして利用)



# 2.(5) 二酸化炭素資源化のための中低温イオン液体を用いた尿素電解合成の可能性調査



## <概要>

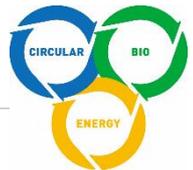
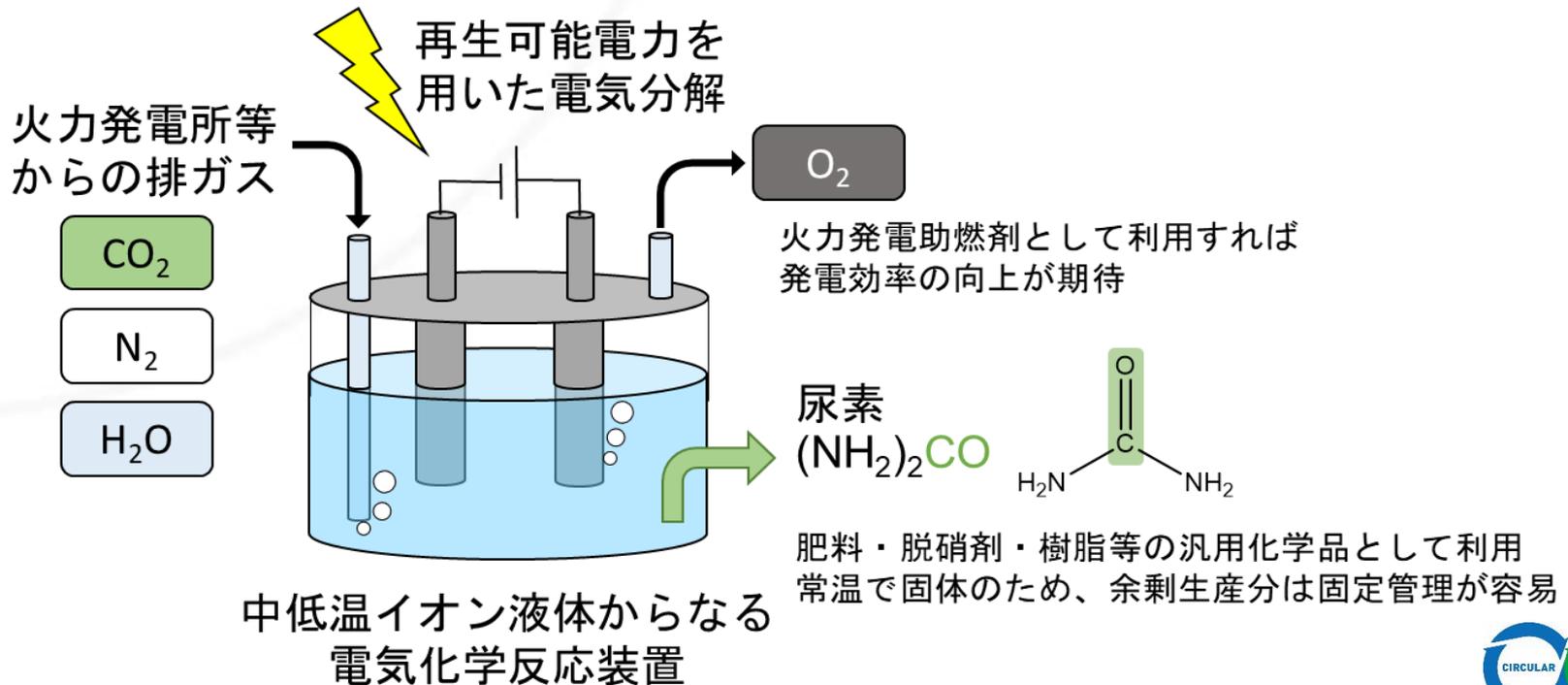
火力発電所等からの燃焼後排ガスに含まれるCO<sub>2</sub>を固定化するため、排ガス中に含まれる窒素および水(水蒸気)を原料として再生可能電力を用いた、中低温イオン液体中における尿素電解合成反応によるCO<sub>2</sub>固定化・資源化システムの実現可能性を調査する。

## <実施期間>

2020年7月～2022年2月

## <実施体制>

一般財団法人 電力中央研究所、  
学校法人慶應義塾



## 2.(6) 高温熔融塩電解を利用したCO<sub>2</sub>還元技術の研究開発

### <概要>

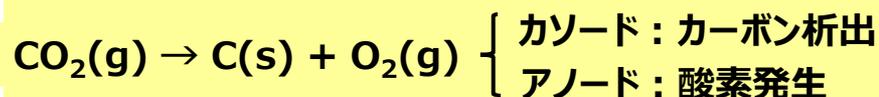
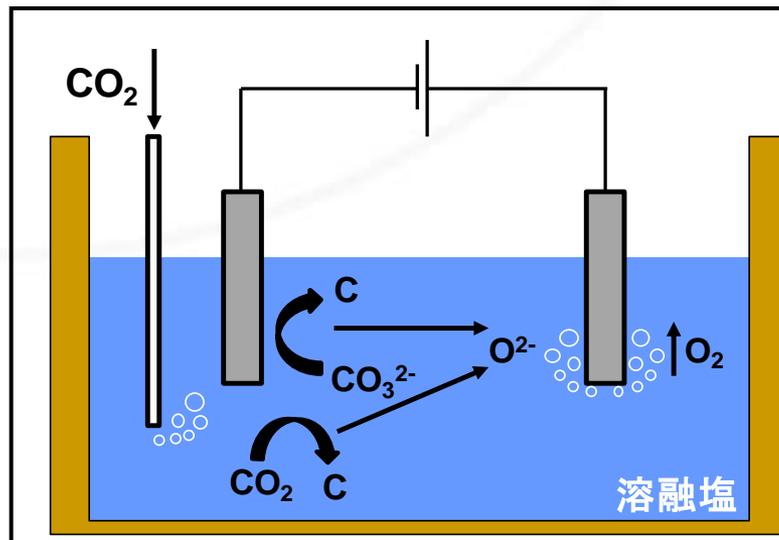
熔融塩電解を利用して、CO<sub>2</sub>を固体カーボンと酸素ガスに分解し、固体カーボンを回収・再利用するプロセスの確立を目指し、高効率なCO<sub>2</sub>還元反応と酸素発生プロセスの基本設計に資する先導的かつ基盤的研究を行う。具体的には、カソードにおけるCO<sub>2</sub>還元反応の高効率化、固体カーボンの形態制御と不純物の削減、ならびに長期間安定に動作する酸素発生アノードの開発を行う。

### <実施期間>

2020年7月～ 2023年2月

### <実施体制>

国立研究開発法人産業技術総合研究所、  
学校法人同志社



### 研究開発項目

- ①カソード反応の高効率化とカーボンの形態制御・高純度化
- ②酸素発生アノードの開発
- ③カーボンの有効利用検討
- ④社会導入のためのシナリオ検討

# 2.(7) 石炭灰およびバイオマス灰等によるCO<sub>2</sub>固定・有効活用に関する要素技術開発



## <概要>

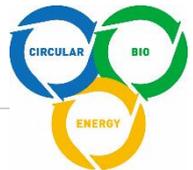
国内で発生する廃棄物のうち、石炭灰およびバイオマス灰等は、CaやMg等といった安定的な炭酸塩を形成するアルカリ成分を含む。これらの灰等を用いたCO<sub>2</sub>固定システムの構築、および炭酸化した灰を有効活用する技術の確立（図）を最終目標に、最適なCO<sub>2</sub>固定方法の調査・選定を行うとともに、炭酸化に伴う重金属等の動態評価・安定化処理、および炭酸化灰の資材化に向けた基礎製造技術の開発を行う。

## <実施期間>

2020年7月～2023年2月

## <実施体制>

- 一般財団法人電力中央研究所
- 三菱パワー株式会社
- 東洋建設株式会社
- 一般財団法人石炭エネルギーセンター



# 2.(8) カルシウム含有廃棄物からのCa抽出 およびCO<sub>2</sub>鉱物固定化技術の研究開発

## <概要>

より多様なカルシウム含有廃棄物からの効率的なカルシウム回収をCO<sub>2</sub>鉱物固定化により行い、新たなカーボンリサイクルプロセスを構築するための基盤技術開発を実施する。

カルシウムは排ガスからのCO<sub>2</sub>との鉱物固定化により炭酸カルシウムとして回収し、セメント増量材・原料への有効利用を行い、またカルシウム抽出後の残渣については、セメント産業などで有効利用を図る。

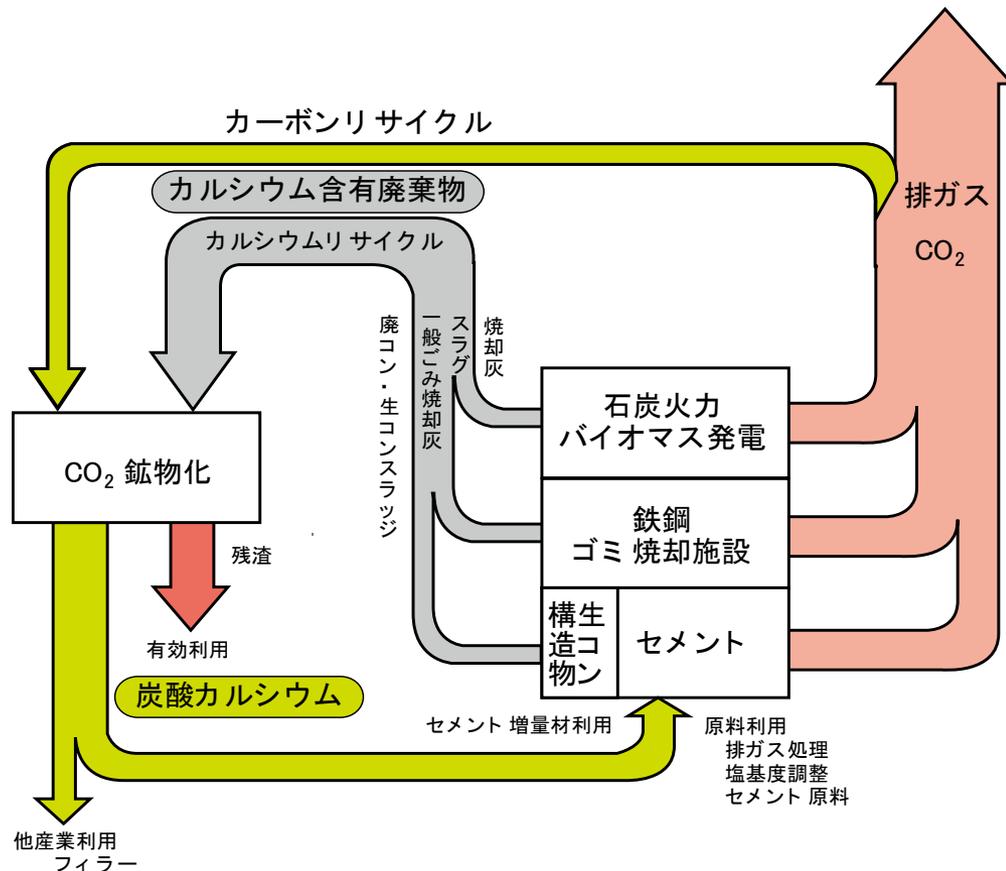
カルシウム含有廃棄物からのカルシウム抽出を効率的に行うための、省エネルギー・省資源となるカーボンリサイクルプロセスの確立を目指す。

## <実施期間>

2020年7月～2023年2月

## <実施体制>

住友大阪セメント株式会社、  
株式会社山口大学、  
株式会社九州大学



### 3. CO<sub>2</sub>を原料利用した含酸素化合物などを 直接合成するカーボンリサイクル技術 (NEDO先導研究プログラム)

# 3.(1) 金属ナトリウム分散体によるカルボン酸合成 技術の研究開発



## <概要>

金属ナトリウム分散体を用いて調製されるカルボアニオンとCO<sub>2</sub>から、ポリマーや医薬品の原料となりうるカルボン酸を合成する。

## <実施期間>

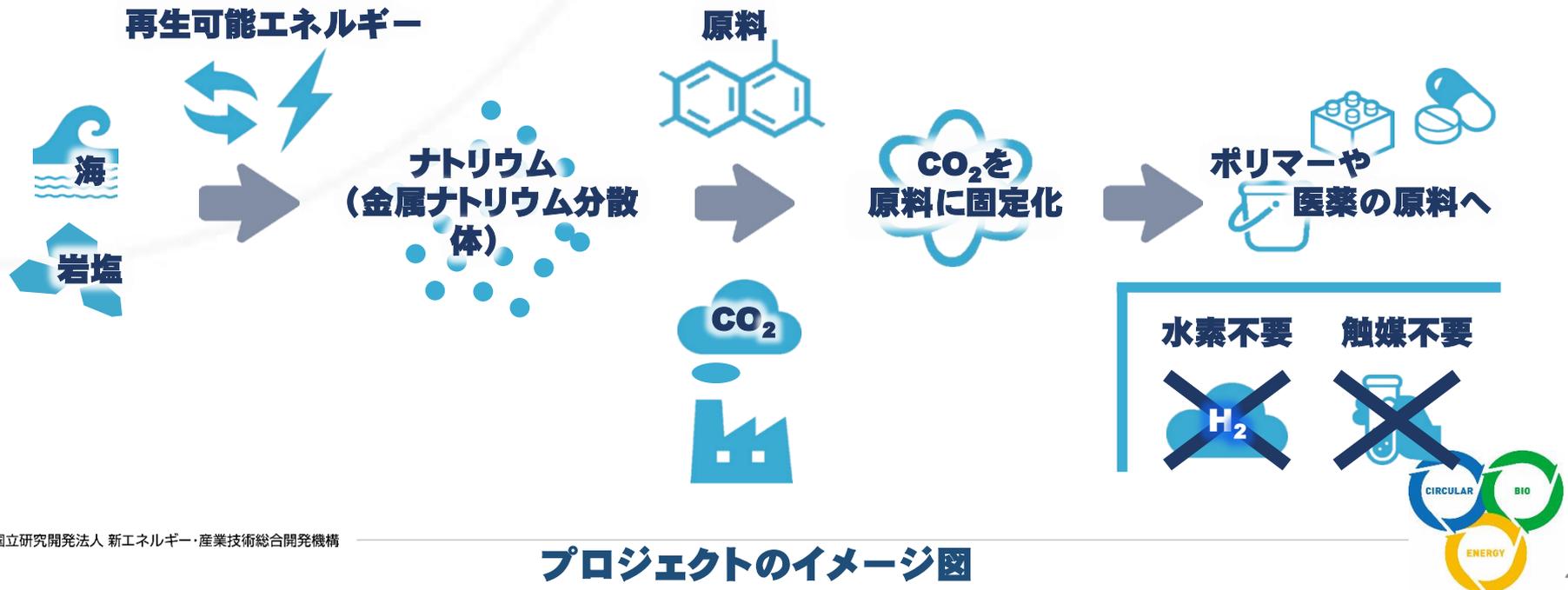
2020年6月～2021年3月

## <実施体制>

株式会社 神鋼環境ソリューション

国立大学法人 岡山大学

国立研究開発法人 理化学研究所



# 3.(2) CO<sub>2</sub>利用PC製造用中間体の新規合成 技術開発



## <概要>

炭酸ジフェニル（DPC）は世界中で年間500万トン以上生産されているポリカーボネート（PC）樹脂の主な製造法である溶融重合プロセスの原料。この研究の目的はCO<sub>2</sub>とアルコールからDPC前駆体である炭酸ジアルキル（DRC）を効率的に生成する新しいプロセスを開発することである。

正味ゼロまたは負の炭素排出社会を実現するために、この新しいプロセスの炭素排出削減の可能性を調査している。

## <実施期間>

2020年6月～2021年3月

## <実施体制>

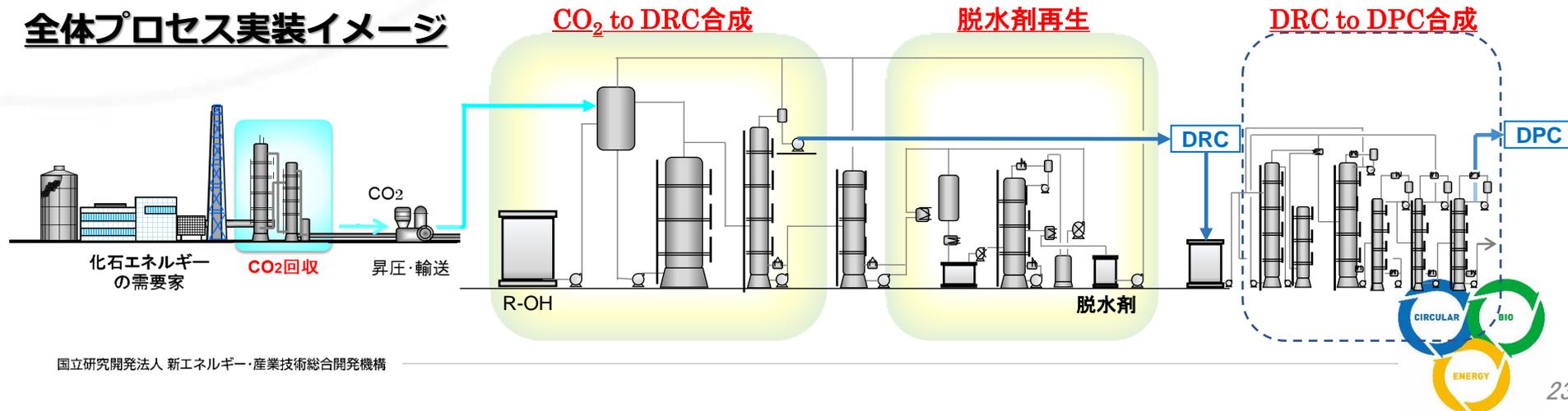
三菱ガス化学株式会社

日本製鉄株式会社

日鉄エンジニアリング株式会社

国立大学法人 東北大学

## 全体プロセス実装イメージ



## 4. 化学品へのCO<sub>2</sub>利用技術開発

# カーボンリサイクル化学品製造技術の課題

## 化学品

### ● 汎用物質（オレフィン、BTX等）の製造技術

#### 2030年のターゲット

#### 2050年以降のターゲット

##### <技術課題>

【MTO－オレフィン】（実稼働プラントあり）

- 触媒開発（転換率・選択率の向上）  
例：エチレン、プロピレン、ブテン等の生成割合の制御
- 触媒の被毒対策（カーボンの析出制御）

【MTA－BTX】（プロジェクトあり）

- 触媒開発（転換率・選択率の向上）  
例：ベンゼン、トルエン、キシレンの生成割合の制御

※MTOやMTAについては、中国において、主に石炭から製造されたメタノールを用いたプロセスが実施（または検討）されているところ。

【合成ガス→オレフィン、BTX】

要素研究

- 触媒開発（転換率・選択率の向上）  
例：ベンゼン、トルエン、キシレンの生成割合の制御
- CO<sub>2</sub>やメタン発生の抑制

【MTO－オレフィン】

<触媒>

C2～C4の選択合成技術の確立

- さらなる収率の向上と選択性の制御
- 小型パイロット規模のプロセスを確立

【MTA－BTX】

<触媒>

- さらなる収率の向上と選択性の制御

【合成ガス→オレフィン、BTX】

<触媒>

- さらなる収率の向上と選択性の制御

<CO<sub>2</sub>排出源単位>

- LCAで現行プロセス（原油由来）のCO<sub>2</sub>排出原単位以下の実現

<コスト見込み>

- 既存のエネルギー・製品と同等のコスト

<CO<sub>2</sub>排出原単位>

- LCAで現行プロセス（原油由来）のCO<sub>2</sub>排出原単位の半減以下の実現

## ▶カーボンリサイクルに関する化学品の特長

既存の化石燃料由来化学品に代替可能でありCO<sub>2</sub>削減・固定化に繋がること、高付加価値品製造に利用可能であること、新規技術導入による効率向上やコスト低減の可能性があること等から、カーボンリサイクル技術として実現へ向けて期待が寄せられる。

## ▶NEDO事業の狙い

分離回収したCO<sub>2</sub>を資源として活用し、既存の化石燃料由来化学品に代替することを目的として化学品へのCO<sub>2</sub>利用技術の実証試験等を行うとともにプロセス全体のCO<sub>2</sub>削減効果および経済性の評価を行う。

# 4.(1) CO<sub>2</sub>を原料としたパラキシレン製造に関する技術開発：

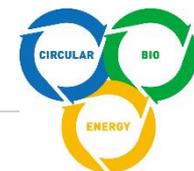
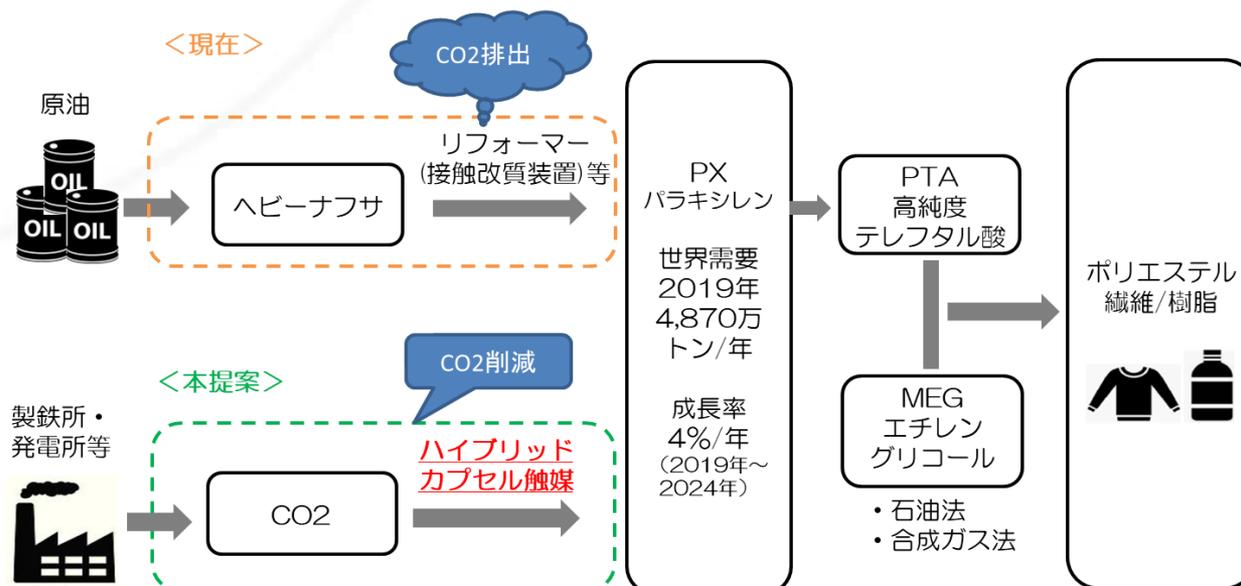
## 事業概要

**<概要>** パラキシレン(PX)は、組成上、他の化学品に比べ製造時に必要な水素原料が少なく済むため、より低コストで多くのCO<sub>2</sub>を固定できる。画期的な触媒の改良や量産技術の開発、プロセス開発を実施するとともに、全体の経済性やCO<sub>2</sub>削減効果を含めた事業性の検討を行う。

**<実施期間>** 2020年9月～2024年2月

**<実施体制>** 国立大学法人富山大学、日本製鉄株式会社、日鉄エンジニアリング株式会社、ハイケム株式会社、千代田化工建設株式会社、三菱商事株式会社

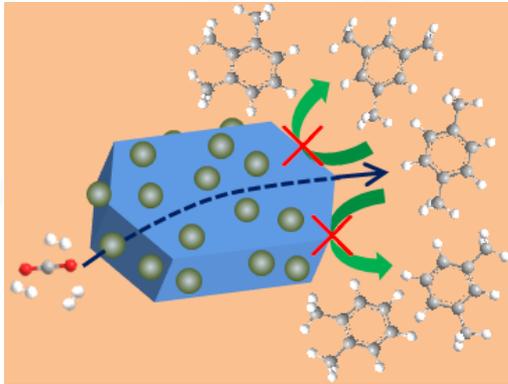
**<実施項目>** 1) 触媒開発、2) 触媒量産化検討、3) プロセス開発、4) 事業化検討



# 4.(1) CO<sub>2</sub>を原料としたパラキシレン製造に関する技術開発：触媒開発、触媒量産化検討



## 1) 触媒開発（新規触媒の性能向上、長寿命化等）



(CO<sub>2</sub>から一段でPXを合成する触媒のイメージ)

### 実施状況

- ・反応機構の解明に向けた考察、試験・分析
- ・反応条件の最適化検討
- ・触媒組成に関する考察、触媒調製方法の検討
- ・選択性、寿命向上対策の検討

## 2) 触媒量産化検討（触媒構成成分の大量合成、工業触媒向けの成形等）



(工業触媒の成形イメージ)

### 実施状況

- ・量産化に適した合成条件検討
- ・合成装置の検討
- ・試作品の物性測定
- ・工業的成形、形状・サイズ等の検討

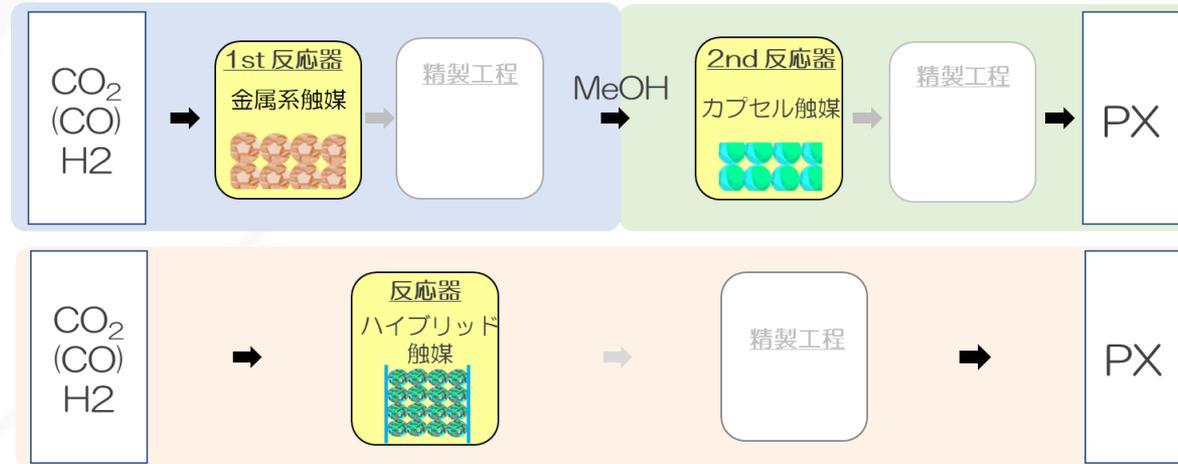


# 4.(1) CO<sub>2</sub>を原料としたパラキシレン製造に関する技術開発：プロセス開発、事業化検討



## 3) プロセス開発（最適プロセスフロー、最適運転条件の確立等）

- 実施状況
- ・商業機簡易プロセス設計
  - ・ベンチ試験装置運用方針検討
  - ・ベンチ装置の基本設計、仕様検討



## 4) 事業化検討（反応経路に応じた経済性とCO<sub>2</sub>削減効果の評価、市場調査）

- 実施状況
- ・対象市場の検討
  - ・原料コスト試算・検討
  - ・製品の認証に関する検討



# 5. 液体燃料へのCO<sub>2</sub>利用技術開発

# カーボンリサイクル液体燃料製造技術（CO<sub>2</sub>由来燃料）に関する技術課題



- 液体燃料の製造技術② ※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）（メタノール、エタノール、ディーゼル、ジェット、DMC、OMEなど）

## 2030年のターゲット

### <技術課題>

- FT合成（現行プロセス）の改善（転換率・選択率の向上）
- その他合成反応（現行プロセス）の改善

### <その他課題>

- システム最適化（再エネ導入（E-Fuel））

### <具体的な取組例>

- 微生物を利用した合成ガス（清掃工場由来）からのバイオエタノールへの一貫製造の実証（2023年までに技術確立：目標 500～1,000kL/y規模の実証を実施） ※追加的な水素が不要なプロセスも含む。

### <CO<sub>2</sub>排出源単位>

- LCAで現行プロセス（原油由来）のCO<sub>2</sub>排出原単位以下の実現

### <その他課題>

- ナフサ・原油由来の燃料では問題のない規制や装置、機器に対するCO<sub>2</sub>由来の燃料の影響
- 実環境での実証
- 既存燃料との混合利用・混合割合の拡大

## 2050年以降のターゲット

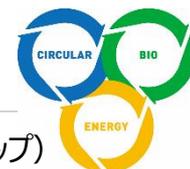
### <コスト見込み>

- 既存のエネルギー・製品と同等のコスト

### <CO<sub>2</sub>排出源単位>

- LCAで現行プロセス（原油由来）のCO<sub>2</sub>排出原単位の半減以下の実現

※バイオ燃料のコスト、CO<sub>2</sub>排出のターゲットについては、バイオ由来化学品や微細藻類バイオ燃料同様、2030年に既存のエネルギー・製品と同等のコスト、LCAで現行プロセス（原油由来）のCO<sub>2</sub>排出原単位の半減以下の実現を目指す。

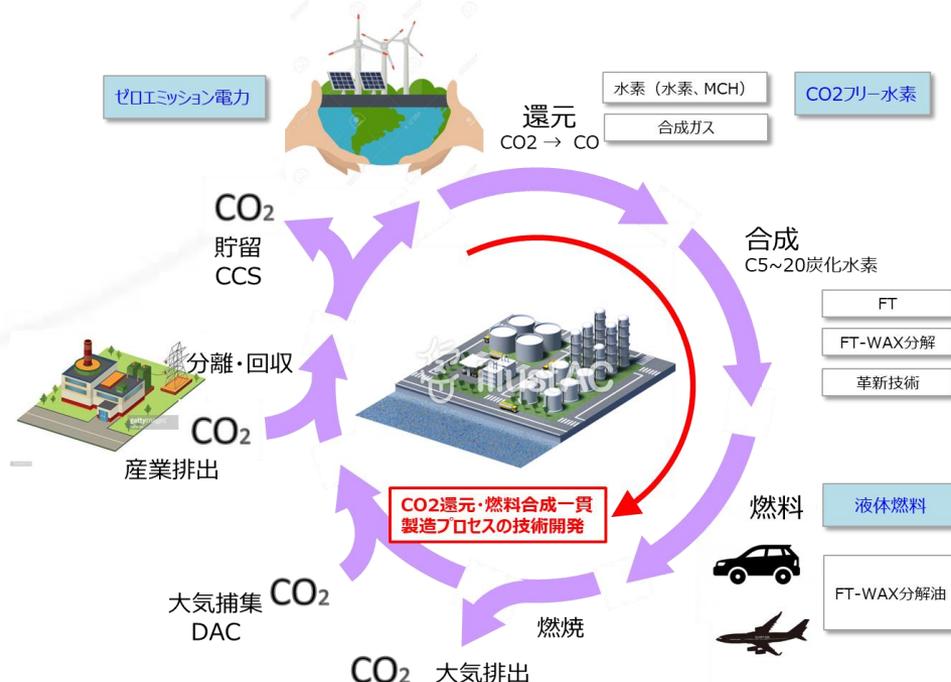


# 5.(1) CO<sub>2</sub>からの液体燃料製造技術に関する 開発シーズ発掘のための調査

**<概要>** 2050年までの温室効果ガス排出量の80%削減に向けて、将来の燃料市場動向を踏まえつつ、既存の液体化石燃料（ガソリン、軽油、ジェット燃料等）の代替品となり得るCO<sub>2</sub>を原料とする液体燃料製造に関する新たな技術の調査を実施する。また本技術を用いた液体燃料の一貫製造プロセスおよびサプライチェーンの分析・評価（エネルギー効率、CO<sub>2</sub>収支及び経済性の検討等）を行い、将来の持続可能性と事業性から有望な技術を抽出した上で、今後に取り組むべき技術開発と目標を明確化することを目的とする。

**<実施期間>** 2020年2月～2020年8月

**<実施体制>** 一般財団法人石油エネルギー技術センター，みずほ情報総研株式会社



# 5.(2) CO<sub>2</sub>から液体燃料への利用技術開発 技術開発の方向性

## 技術開発の方向性

- 次世代FT反応の研究開発
  - 直接FT合成、選択性制御
- 再エネ由来電力を利用した液体合成燃料製造プロセスの研究開発
  - 電解利用技術、電解とFT合成を組合わせた一貫製造プロセス、燃料利用技術

