

**「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／  
⑧ CO<sub>2</sub>有効利用拠点における技術開発」  
(中間評価)**

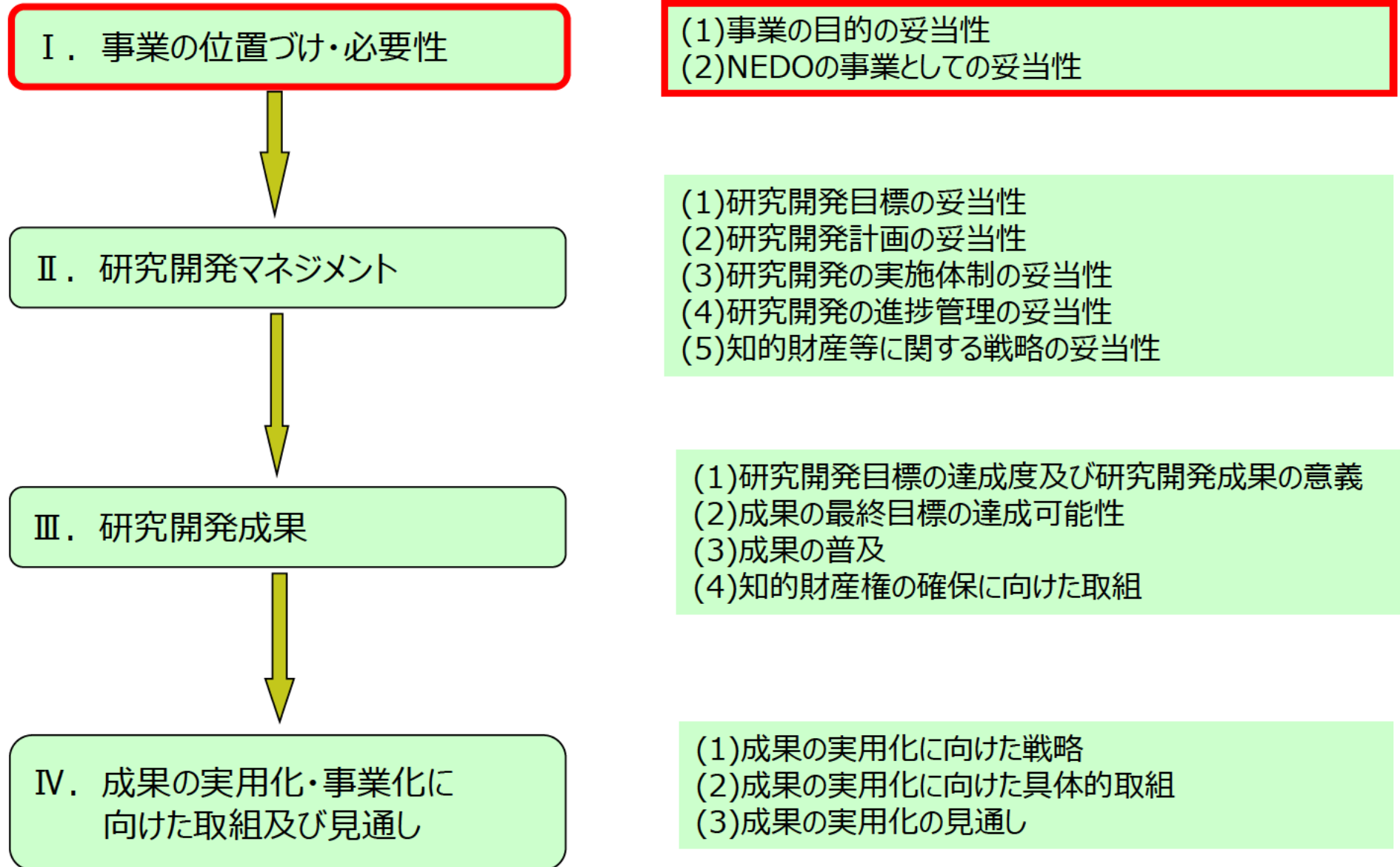
**(2020年度～2026年度 7年間)**

**プロジェクトの概要 (公開)**

**NEDO**

**環境部**

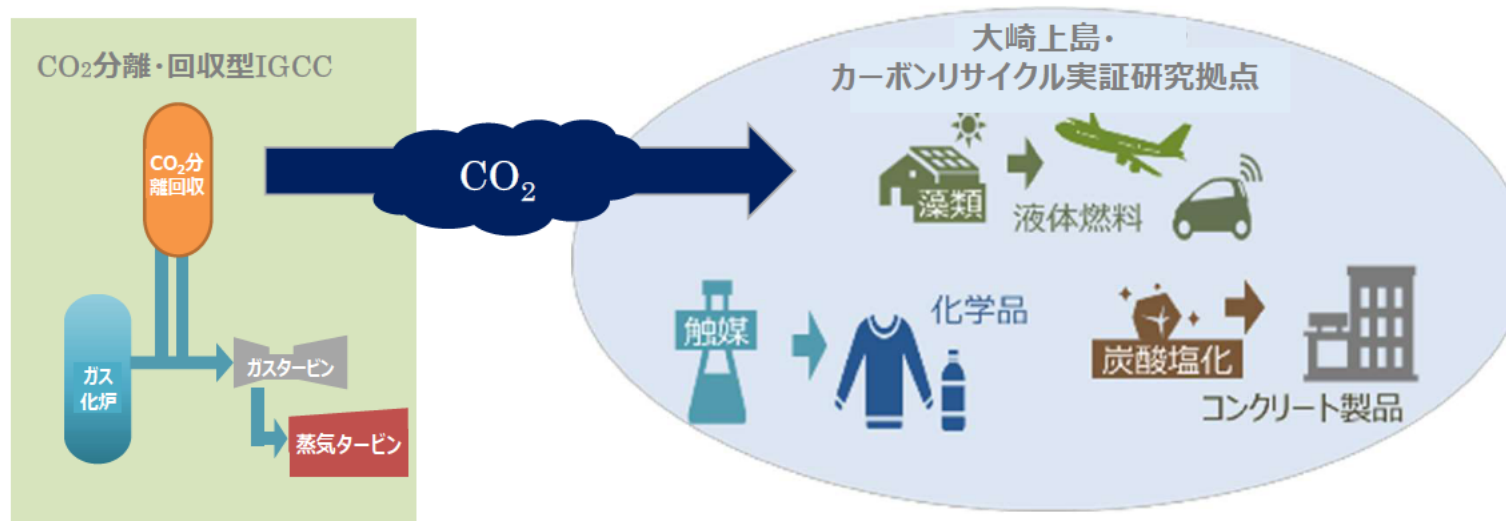
**2022年7月26日**



## ◆本事業の概要

- ◆広島の大崎上島町では、NEDO事業「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業（大崎クールジェン）」※により、石炭をガス化した上で燃焼させる石炭ガス化複合発電（IGCC）とそこから発生するCO<sub>2</sub>を分離回収する実証事業を実施中。 ※今回の中間評価の対象外
- ◆この場を活用し、CO<sub>2</sub>を資源として有効利用するカーボンリサイクル技術の研究開発・実証環境を整備し、技術開発を加速する。
- ◆バイオ燃料、化学品、炭酸塩など、様々なカーボンリサイクル技術の「ショーケース」として世界中にアピール。

### 大崎上島・カーボンリサイクル実証研究拠点



「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業（大崎クールジェン）」

※「革新的環境イノベーション戦略」（2020年1月）より

## 実施中テーマリスト

(A) CO <sub>2</sub> 有効利用拠点化推進事業	契約先	事業期間
(A-1) 大崎上島における研究拠点整備・設備保守	大崎クールジェン	'20.07~'25.02
(A-2) 基礎研究拠点整備・研究支援の最適化検討と実施	JCOAL	'20.07~'25.02
(B) 研究拠点におけるCO <sub>2</sub> 有効利用技術開発・実証事業	契約先	事業期間
(B-1) CO <sub>2</sub> 有効利用コンクリートの研究開発	中国電力、鹿島建設、三菱商事	'20.07~'23.03
(B-2) 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	川崎重工、大阪大学	'20.07~'25.02
(B-3) Gas-to-Lipidsバイオプロセスの開発	広島大学、中国電力	'20.07~'24.02
(C) CO <sub>2</sub> 有効利用拠点における要素技術開発	契約先	事業期間
(C-1) ダイヤモンド電極を用いた石炭火力排ガス中CO <sub>2</sub> からの基幹物質製造	慶応大学、東京理科大学、JCOAL	'22.04~'25.03
(C-2) 大気圧プラズマを利用する新規CO <sub>2</sub> 分解・還元プロセスの研究開発	岐阜大学、川田工業	'22.04~'25.03
(C-3) CO <sub>2</sub> の高効率利用が可能な藻類バイオマス生産と利用技術の開発	日本製鉄	'22.04~'25.03
(C-4) CO <sub>2</sub> を炭素源とした産廃由来炭化ケイ素合成	東北大学	'22.04~'25.03
(C-5) カーボンリサイクルLPG製造技術とプロセスの研究開発	ENEOSグループ、日本製鉄、富山大学	'22.04~'25.03
(C-6) 微細藻類によるCO <sub>2</sub> 固定化と有用化学品生産に関する研究開発	アルガルバイオ、関西電力	'22.04~'25.03



## ◆ 本事業の概要

### 実施場所



※藻類研究エリア (B)実証研究エリア (C)基礎研究エリア

(A) CO<sub>2</sub>有効利用拠点化推進事業

(B) 研究拠点におけるCO<sub>2</sub>有効利用技術開発・実証事業

(C) CO<sub>2</sub>有効利用拠点における要素技術開発

※ 「藻類研究エリア」は今回の中間評価の対象外

## ◆ 事業実施の背景と事業の目的

### 社会的背景

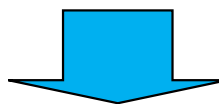
- ・CO<sub>2</sub>排出削減による気候変動対策は世界的課題
- ・火力発電などからのCO<sub>2</sub>排出量が多い



カーボンニュートラルを目指し、大気中に排出するCO<sub>2</sub>を増加させない技術  
(カーボンリサイクル技術) 開発の必要性

### 事業の目的

カーボンリサイクル技術の実用化に向け、実ガスを用いて  
効率的に開発を進めることが必要



火力発電由来のCO<sub>2</sub>が分離回収されている広島県大崎上島で  
集約的にカーボンリサイクル技術の開発を行う

## ◆政策的位置付け (その1)

### ■ カーボンリサイクル 3 C イニシアティブ (2019年9月)

2019年第1回カーボンリサイクル産学官国際会議において、菅原経済産業大臣 (当時) より、我が国の取組としての「カーボンリサイクル 3 C イニシアティブ」を発表。

3C : Caravan、Center of Research、Collaboration

#### (1) 相互交流の推進 <Caravan>

海外の研究者等が来日する機会を捉え、日本国内の研究拠点を訪問してもらうことで情報交換が促進されることを目指す。

#### (2) 実証研究拠点の整備 <Center of Research>

CO<sub>2</sub>の分離回収が行われている広島県大崎上島を企業や大学等による研究も行える実証研究の拠点として整備し、燃料、化学品、炭酸塩などのカーボンリサイクル技術開発と、その技術の早期の実用化に向けた制度整備検討を進める。

#### (3) 国際共同研究の推進 <Collaboration>

キャラバンの実施による普及活動や、研究拠点での情報交換などを通じ、お互いの強みと弱みを補完できる国際共同研究の実施を追求する。優れた技術を有しているか、カーボンリサイクルに取り組む意欲を有しているか、必要な資源が安価かつ安定的に得られるかなどを考慮しながら、パートナーとなりうる国との対話を強化する。

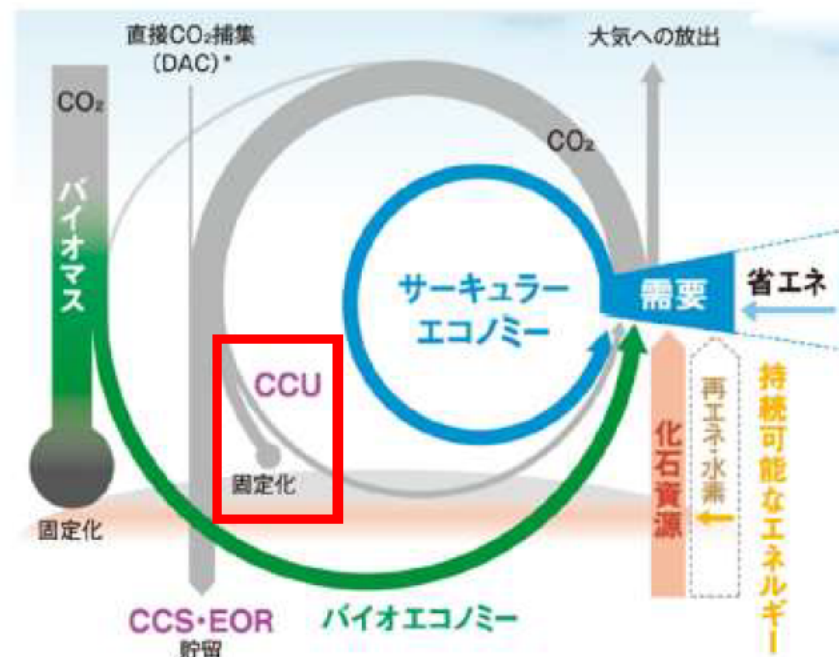
(参考) カーボンリサイクルを対象とした二国間MOCを アメリカ、インドネシア、シンガポール、タイなど  
8ヶ国と締結

## ◆政策的位置付け (その2)

- **パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略 (2019年6月)**  
CO<sub>2</sub>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。
- **革新的環境イノベーション戦略 (2020年1月)**  
アクセラレーションプランでは、カーボンリサイクル実証研究拠点の新設として、広島県大崎上島町を、CO<sub>2</sub>を資源として有効利用するカーボンリサイクル研究のための実証環境を整備し、様々なカーボンリサイクル技術の「ショーケース」として、万博などの機会も活用しつつ、世界中にアピールする。
- **カーボンリサイクル技術ロードマップ (2021年7月改訂)**  
CO<sub>2</sub>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し、大気中へのCO<sub>2</sub>排出を抑制するカーボンリサイクル技術は、省エネルギー、再生可能エネルギー、CCSなどとともに鍵となる取り組みの一つであり、非連続的イノベーションを進めていく。

## ◆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CO<sub>2</sub>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



炭素循環から見た社会システムの概念図

CCU=Carbon Capture and Utilization  
=カーボンリサイクル技術  
CO<sub>2</sub>を原料として、再利用する

出典：持続可能な社会の実現に向けた技術開発総合指針2020（2020年2月）

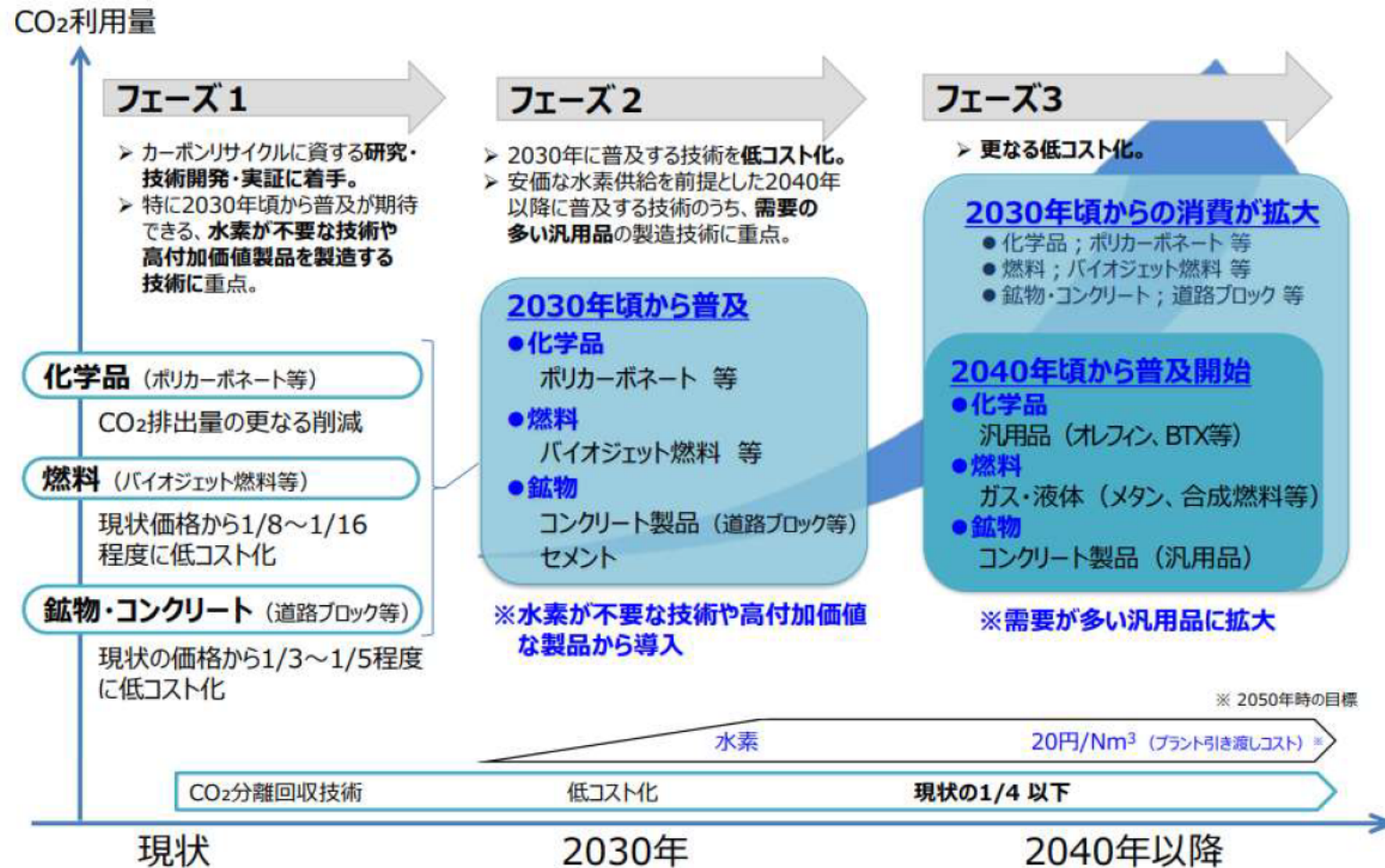


## ◆ 技術戦略上の位置付け

### ■ カーボンリサイクル技術ロードマップ

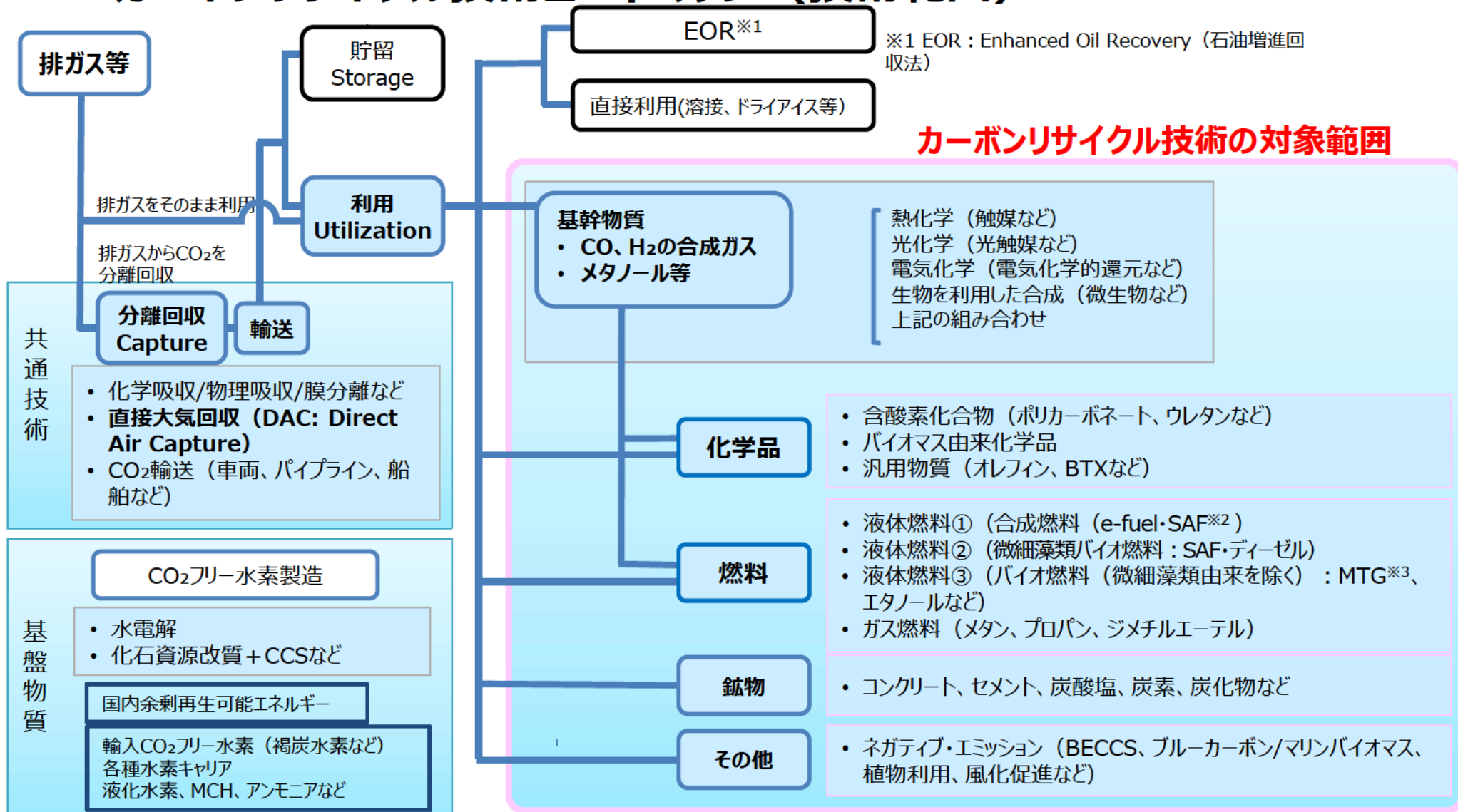
(2019年6月策定、2021年7月改訂)

- **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CO<sub>2</sub>排出を抑制。



## ◆技術戦略上の位置付け

### ■ カーボンリサイクル技術ロードマップ<sup>o</sup> (技術範囲)



※2 SAF: Sustainable aviation fuel  
※3 MTG: Methanol to Gasoline



1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

◆ 技術戦略上の位置付け

■ カーボンリサイクル技術ロードマップ  
 カーボンリサイクル技術・製品概要、課題等

	CO <sub>2</sub> 交換後の物質	カーボンリサイクル技術現状 <sup>※1</sup>	課題	既存の同等製品の価格 <sup>※1</sup>	2030年	2040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
燃料	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
	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))	技術開発段階(合成燃料(e-fuel-SAF))、 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 【価格例】 合成燃料 約300~700円/L	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))	-	合成燃料: ガソリン価 格以下のコスト 既存のエネルギー・製 品と同等のコスト
ガス燃料 (メタン、プロパン、シタール)	技術開発/実証段階	システム最適化、スケールアップ、 高効率化 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	コンクリート、セメント、炭酸 塩、炭素、炭化物	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 (DAC含む)	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> 2000円以下/t-CO <sub>2</sub> (DAC)
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)

## ◆ 国内外の研究開発の動向と比較

- **研究開発・実証拠点** ; 一部のCCS技術開発実証サイトが研究対象としてカーボンリサイクル分野を追加し、実ガスを用いた技術開発を実施。

	米国 National Carbon Capture Center (NCCC)	米国 Wyoming Integrated Test Center (Wyoming ITC)
概要	CO <sub>2</sub> 分離回収技術の実証サイトとして、2009年に米エネルギー省（DOE）の石炭火力発電研究施設の敷地に開設。 2020年にカーボンリサイクルとDACを研究対象に追加。	Dry Fork石炭火力発電所に隣接する実証サイト。大小合わせて6件分の実証エリアを有し、CO <sub>2</sub> 分離回収技術やカーボンリサイクル技術の研究機関に提供。
所在地	米国アラバマ州	米国ワイオミング州
運営体制	DOEが設立、Southern Companyが運営。	ワイオミング州が運営。
予算	約80%がDOE、約20%がSouthern Company他の民間企業	ワイオミング州政府及び民間企業
CO <sub>2</sub> 源	微粉炭火力及び天然ガスコンバインドサイクルからの分離・回収	微粉炭火力からの分離・回収
カーボンリサイクル分野の取組	化成品製造、コンクリート、藻類等の研究を計画。第一弾として2021年に低炭素排出コンクリートの実証試験を実施。 また、エタン・エチレン製造プロセスの実証試験を計画。	コンクリート、液体燃料等の研究を実施するベンチャー企業が入居（2020年時点）。

## ◆ 国内外の研究開発の動向と比較

- **研究開発・実証拠点** ; 一部のCCS技術開発実証サイトが研究対象としてカーボンリサイクル分野を追加し、実ガスを用いた技術開発を実施。

	英国 Translational Energy Research Centre (TERC)	豪州 Otway International Test Centre
概要	英国シェフィールド大学の試験施設。産学官連携組織CCS研究センター（UKCCSRC）が同大学内に設置したパイロット試験施設の成果を受け、大学の一部として規模を拡大。CCUSの他、水素、再エネ等も研究分野に含む。	豪州におけるCCUS技術の産学官共同研究団体CO2CRCが保有するCCUS実証サイト。地中貯留の実証が主な対象。
所在地	英国サウス・ヨークシャー	豪州ビクトリア州
運営体制	シェフィールド大学が運営。	独立非営利研究団体CO2CRCが運営。
予算	英国ビジネス・エネルギー・産業戦略省（BEIS）、欧州地域開発基金（ERDF）及び大学予算	豪州政府予算、メンバー会費等
CO <sub>2</sub> 源	小型の石炭・バイオマス混焼炉及び天然ガスコンバインドサイクルからの分離・回収	Otwayで採掘されるCO <sub>2</sub> リッチ天然ガスからの燃焼前分離・回収
カーボンリサイクル分野の取組	CO <sub>2</sub> からの航空燃料（SAF）製造において、逆シフト反応 + FT合成プロセスの高効率化を研究。	CO <sub>2</sub> 利用分野においては主にEORに取り組んでいるが、炭化水素系製品・燃料製造のラボスケールの研究にも着手。今後、パイロットプラントの建築を計画。



## ◆国内外の研究開発の動向と比較

- **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、**CO<sub>2</sub>の原料利用技術を商用化** (ポリカーボネート) 。)

### 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)

## ◆ 国内外の研究開発の動向と比較

- **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>INPEX</b> 日立造船	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、合成燃料 (e-fuel)	実証
日	<b>IHI</b>	ジェット燃料(微細藻類)	基礎 (NEDO)
日	<b>JPEC等</b>	合成燃料 (e-fuel)	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>Blue Planet</b> (スタートアップ)	軽量骨材	商用化
加	<b>Carbon Cure</b> (スタートアップ)	セメント原料	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)

## ◆他事業との関係

### 【NEDO事業】・カーボンリサイクル・次世代火力推進事業／共通基盤技術開発

カーボンリサイクル技術の構築に必要なCO<sub>2</sub>分解メカニズムの解明や化学反応速度評価等の検討、および個々の技術の可能性を探索する先導研究により、カーボンリサイクル技術の底上げを目指す。

### 【NEDO事業】・CO<sub>2</sub>排出削減・有効利用実用化技術開発

カーボンリサイクル技術の中長期的な研究開発を推進し、将来のCO<sub>2</sub>有効利用技術の社会実装につなげていくことで、CO<sub>2</sub>の排出削減に貢献。

### 【NEDO事業】・グリーンイノベーション基金事業

2050年でのカーボンニュートラルを目指し、カーボンニュートラルに取り組む企業などを研究開発・実証から社会実装にめどをつけるため2030年度まで最大10年間継続して支援。

- CO<sub>2</sub>等を用いた燃料製造技術開発：燃焼しても大気中のCO<sub>2</sub>を増加させず、化石燃料を代替する合成燃料、合成メタン、グリーンLPGなどのカーボンリサイクル燃料への転換を推進。
- CO<sub>2</sub>を用いたコンクリート等製造技術開発：コンクリートの全工程でCO<sub>2</sub>排出量の削減とCO<sub>2</sub>固定量の増大を図り、既存製品と同等以下のコスト化プロセス構築及び国際標準化を推進。セメントでも低コストでCO<sub>2</sub>回収するプロセス開発及び回収CO<sub>2</sub>を用いた炭酸塩をセメント原料などに再利用する技術の開発。

### 【環境省事業】・CO<sub>2</sub>排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業

各地域の特性を活かして、脱炭素かつ持続可能で強靱な活力ある地域社会を構築するため、地球温暖化対策の強化につながるCO<sub>2</sub>排出削減効果の高い技術の開発・実証を推進。

◆他事業との関係

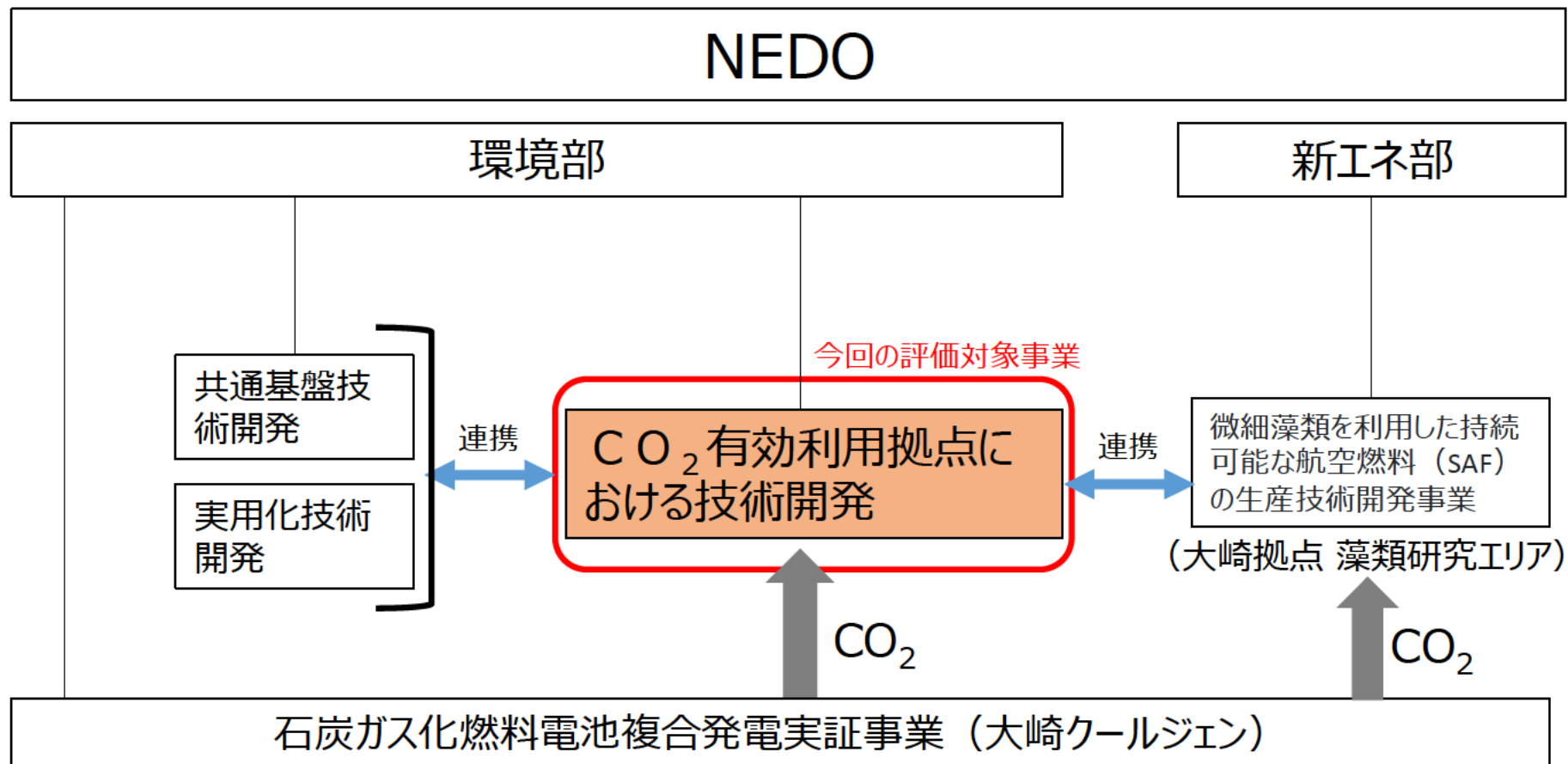
※赤字・赤枠が今回の評価対象事業・期間

事業項目		'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	
CO <sub>2</sub> 排出削減有効利用	先導基礎	CO <sub>2</sub> 排出削減のための要素研究調査/要素技術検討(終了)											
		⑥カーボンリサイクル技術の共通基盤技術開発											
	⑨実用化開発事業	化学品	CO <sub>2</sub> 排出削減・有効利用実用化技術開発：化学品										
		液体燃料	液体燃料製造技術に関する開発シーズ発掘調査(終了)										
		CO <sub>2</sub> 排出削減・有効利用実用化技術開発：液体燃料											
	気体燃料	CO <sub>2</sub> 有効利用可能性調査(終了)											
		CO <sub>2</sub> 有効利用技術開発(終了)											
		CO <sub>2</sub> 排出削減・有効利用実用化技術開発：気体燃料											
	鉱物炭酸塩	CO <sub>2</sub> 排出削減・有効利用実用化技術開発：炭酸塩											
	⑧CO <sub>2</sub> 有効利用拠点における技術開発	(A)CO <sub>2</sub> 有効利用拠点化推進事業											
(B)研究拠点におけるCO <sub>2</sub> 有効利用技術開発・実証事業													
(C)CO <sub>2</sub> 有効利用拠点における要素技術開発													
炭素循環型セメント製造プロセス技術開発													
GI基金	CO <sub>2</sub> を用いたコンクリート等製造技術開発												
	CO <sub>2</sub> 等を用いた燃料製造技術開発												
	CO <sub>2</sub> の分離・回収等技術開発												

CO<sub>2</sub>排出削減有効利用やGI基金など、他の事業とも連携・展開を図るマネジメントで技術体系の構築を推進



◆他事業との関係



## ◆NEDOが関与する意義

### CO<sub>2</sub>有効利用拠点における技術開発

- 国家的課題（気候変動対策）への対応

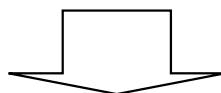
CO<sub>2</sub>を炭素資源として再利用し、化石燃料とCO<sub>2</sub>の回収・貯留を組み合わせることで、大きなCO<sub>2</sub>削減効果が見込まれる。

- 投資規模、技術的難易度

エネルギー・環境の技術開発は社会実装までに長期間を要し、コスト低減に向けた開発リスクが大きい。

- 世界の叡智を幅広く結集

革新的技術を早期に実現し、社会実装を加速させるため、研究開発を集中的・横断的に実施できるプラットフォーム機能を担える。



**NEDOは、産学官の技術力・研究力を最適に組み合わせることで研究開発を推進でき、一貫した総合的なマネジメントを行うことが可能。  
今後生まれてくる技術革新のポテンシャルを増大させることができる。**

◆実施の効果 (費用対効果)

【投資コストと経済効果】

本事業実施の費用対効果より、事業の妥当性を確認

**プロジェクト費用の総額** 87億円 (2020-2026年度) < 年間売上予測 (2030~2050年)  
約70億円~約7300億円

[算出根拠] カーボンリサイクル製品の販売予測:

化学品 約70億円/年 (2030予測), 約1800億円/年 (2050予測)

鋳物 約0億円/年 (2030予測), 約5500億円/年 (2050予測)

【効果】

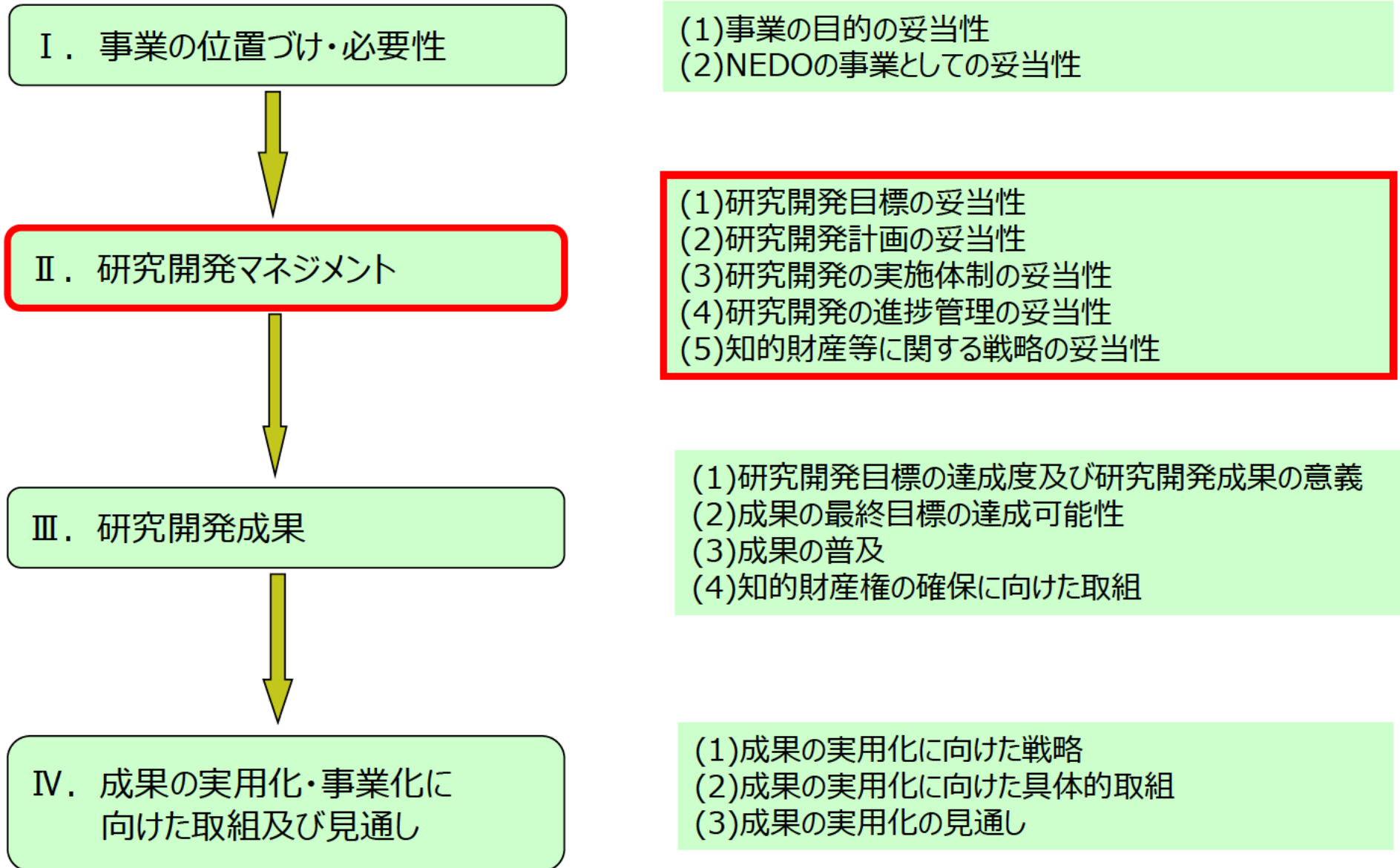
**CO<sub>2</sub>削減効果 (2030、2050年)** 参考: 日本の2019年CO<sub>2</sub>排出量: 10.9億トン/y

CO<sub>2</sub>排出削減量: 約480トン-CO<sub>2</sub>/年 (2030予測)

約1270万トン-CO<sub>2</sub>/年 (2050予測)

[算出根拠] 化学品 約480トン/年 (2030予測)、約870万トン/年 (2050予測)

鋳物 約0トン/年 (2030予測)、約400万トン/年 (2050予測)



## ◆事業の目標

### CO<sub>2</sub>有効利用拠点における技術開発

#### 中間目標 (2022年度)

複数の企業や大学等が要素技術開発および実証試験等を行うための拠点化に向けた検討および整備を行う。また、CO<sub>2</sub>有効利用に係る要素技術開発を行い、実現可能性を検討し、拠点候補地で行うべき事業を選定する。

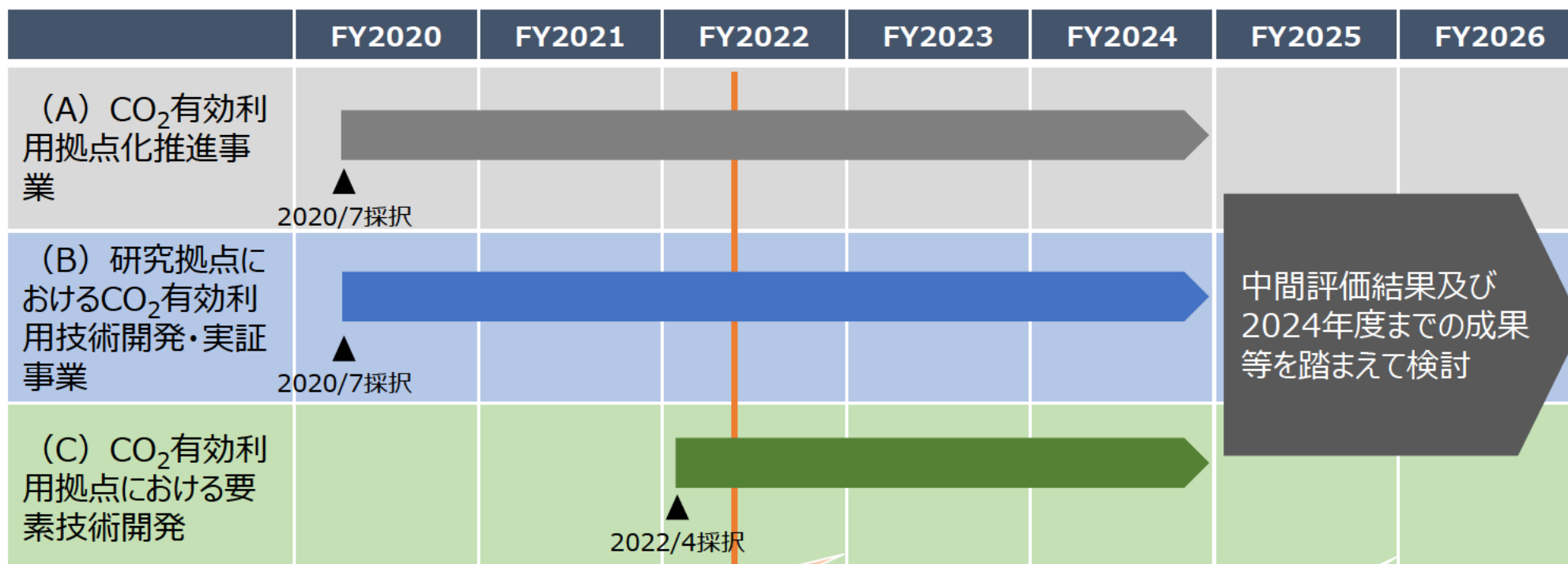
#### 中間目標 (2025年度)

当該拠点化に向けた追加整備を必要に応じて行う。また、CO<sub>2</sub>有効利用に係る要素技術開発や実証試験を行い、実施済の要素技術開発等についてCO<sub>2</sub>有効利用技術の経済性、CO<sub>2</sub>削減効果等を評価する。

#### 最終目標 (2026年度)

CO<sub>2</sub>有効利用に係る要素技術開発や実証試験を行い、2026年度まで実施した要素技術開発等についてCO<sub>2</sub>有効利用技術の経済性、CO<sub>2</sub>削減効果等を評価する。

## ◆事業のスケジュールと目標



### 中間目標 (2022年度)

複数の企業や大学等が要素技術開発および実証試験等を行うための拠点化に向けた検討および整備を行う。また、CO<sub>2</sub>有効利用に係る要素技術開発を行い、実現可能性を検討し、拠点候補地で行うべき事業を選定する。

### 中間目標 (2025年度)

当該拠点化に向けた追加整備を必要に応じて行う。また、CO<sub>2</sub>有効利用に係る要素技術開発や実証試験を行い、実施済の要素技術開発等についてCO<sub>2</sub>有効利用技術の経済性、CO<sub>2</sub>削減効果等を評価する。

### 最終目標 (2026年度)

CO<sub>2</sub>有効利用に係る要素技術開発や実証試験を行い、2026年度まで実施した要素技術開発等についてCO<sub>2</sub>有効利用技術の経済性、CO<sub>2</sub>削減効果等を評価する。

◆研究開発テーマ毎の目標

(A) CO<sub>2</sub>有効利用拠点化推進事業

テーマ	目標	根拠
<p>(A-1) 大崎上島における 研究拠点整備・設 備保守</p>	<p>【中間目標】(2022年度末) 複数の企業や大学等が要素技術開 発および実証試験等を行うための拠 点化に向けた検討および整備を行う。</p> <p>【最終目標】(2024年度末) 「複数の企業や大学等が2030年の CO<sub>2</sub>有効利用技術の技術確立, 実 用化に向けた研究開発・実証事業を 広島県大崎上島の研究拠点を活用 して高い評価を得ている」ように最適 な運営を行い、研究拠点化を推進する。</p>	<p>我が国のカーボンリサイクル技術ロード マップにおいて、フェーズ1の中で 2030年度頃からの普及を目指して 取り組まれるべき研究開発の促進に 直接貢献する。</p> <p>その際に、研究に必要な土地整備や ユーティリティ供給等について、個別に 対応するより、研究開発実施者の要 求を踏まえ、研究開発が効率よく円 滑に進むよう、一括管理し実施するこ とで、カーボンリサイクル技術開発を一 体的に行うことが可能となる。</p>
<p>(A-2) 基礎研究拠点整 備・研究支援の最 適化検討と実施</p>		



◆研究開発テーマ毎の目標

(B) 研究拠点におけるCO<sub>2</sub> 有効利用技術開発・実証事業

研究開発テーマ	研究開発目標	根拠
(B-1) CO <sub>2</sub> 有効利用コンクリートの研究開発	【最終目標】(2022年度末) 現場打設コンクリートなどの市場規模の大きいコンクリート製品・構造物に適用できるCO <sub>2</sub> 有効利用コンクリートの開発を目指す。	現状、CO <sub>2</sub> を有効利用するコンクリートの適用製品が市場規模の小さい無筋プレキャスト製品(コンクリート市場全体の数%)等に限定されており、CO <sub>2</sub> の有効利用量がごくわずかであるため。
(B-2) 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	【中間目標】(2022年度末) CO <sub>2</sub> 排出量が1t-CO <sub>2</sub> /t-パラキシレンとなる可能性があることを確認する。 【最終目標】(2024年度末) CO <sub>2</sub> 排出量が1t-CO <sub>2</sub> /t-パラキシレン以下の目標を得る。	欧州で提唱されている低炭素水素認証スキームであるCertifHyプロジェクトでの低炭素水素の定義が従来法に比しCO <sub>2</sub> 排出量が40%以下であると定義していることから、石油化学由来のパラキシレン製造時のCO <sub>2</sub> 排出量2.7t/t-パラキシレンに対し、40%以下であるCO <sub>2</sub> 排出量1tを設定した。
(B-3) Gas-to-Lipidsバイオプロセスの開発	【中間目標】(2022年度末) 一貫製造プロセスでCO <sub>2</sub> から酢酸100g/L/d、油脂30g/L/d(カロテノイド1g/L/d)の収量を達成する最適条件を決定する。 【最終目標】(2023年度末) 上記最適条件で一貫製造プロセスの発酵性能を検証し、CO <sub>2</sub> 排出量削減への貢献量および市場競争力・経済性を評価して事業化計画を作成する。	数10L発酵槽によるベンチスケールでの実証研究は前例がないため、従来のラボスケールでの研究実績および報告事例から、最適条件での発酵性能を想定して目標収量を設定した。

◆研究開発テーマ毎の目標

(C) CO<sub>2</sub>有効利用拠点における要素技術開発

研究開発テーマ	研究開発目標 (2024年度末)
(C-1) ダイヤモンド電極を用いた石炭火力排ガス中CO <sub>2</sub> からの基幹物質製造	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う。これまで個別であったシステムを統合し、連続的にギ酸生成を行うことができるベンチスケールシステムを構築、実現可能性を検証する。また、水素エネルギー源と化学原料の両面から、新規市場開拓に向けた可能性を検討する。
(C-2) 大気圧プラズマを利用する新規CO <sub>2</sub> 分解・還元プロセスの研究開発	新規CO <sub>2</sub> 分解・還元プロセスの構築を目的として、大気圧プラズマを利用してCO <sub>2</sub> を分解する反応器、未反応CO <sub>2</sub> を炭酸塩に転換する反応器、大気圧プラズマを利用してCOを尿素に転換する反応器で構成されるプロセスの最適化とスケールアップに関する研究開発を行う。
(C-3) CO <sub>2</sub> の高効率利用が可能な藻類バイオマス生産と利用技術の開発	CO <sub>2</sub> から有機物を合成し、製鉄の還元剤や熱源としての用途開発や栄養補助食品、化粧品他の多用途開発を図る。本事業では、有望な藻類の選定とともに、製鉄所の未利用低温排熱を利用し、藻類を効率的に育成するための最適な担持体の初期の試設計、試作を行う(固相表面培養)。
(C-4) CO <sub>2</sub> を炭素源とした産廃由来炭化ケイ素合成	炭化物合成に関わる研究開発として、CO <sub>2</sub> を炭素源とした産廃由来炭化ケイ素合成の実用化・事業化を最終目標に、そのコア技術確立のためのベンチスケール試験を行い、プロセスの最適化とコスト評価を行う。
(C-5) カーボンリサイクルLPG製造技術とプロセスの研究開発	CO <sub>2</sub> とH <sub>2</sub> を原料とし、FT合成法を用いてLPガスを製造する合成触媒技術および製造工程を研究開発するとともに、社会実装モデルの検討を実施する。
(C-6) 微細藻類によるCO <sub>2</sub> 固定化と有用化学品生産に関する研究開発	CO <sub>2</sub> を資源として、増殖速度が速く、高い生産効率が期待できる海産珪藻フェオダクチラムの大量培養技術と、培養した微細藻類から抽出される付加価値の高い機能性化学品の利用技術を開発する。

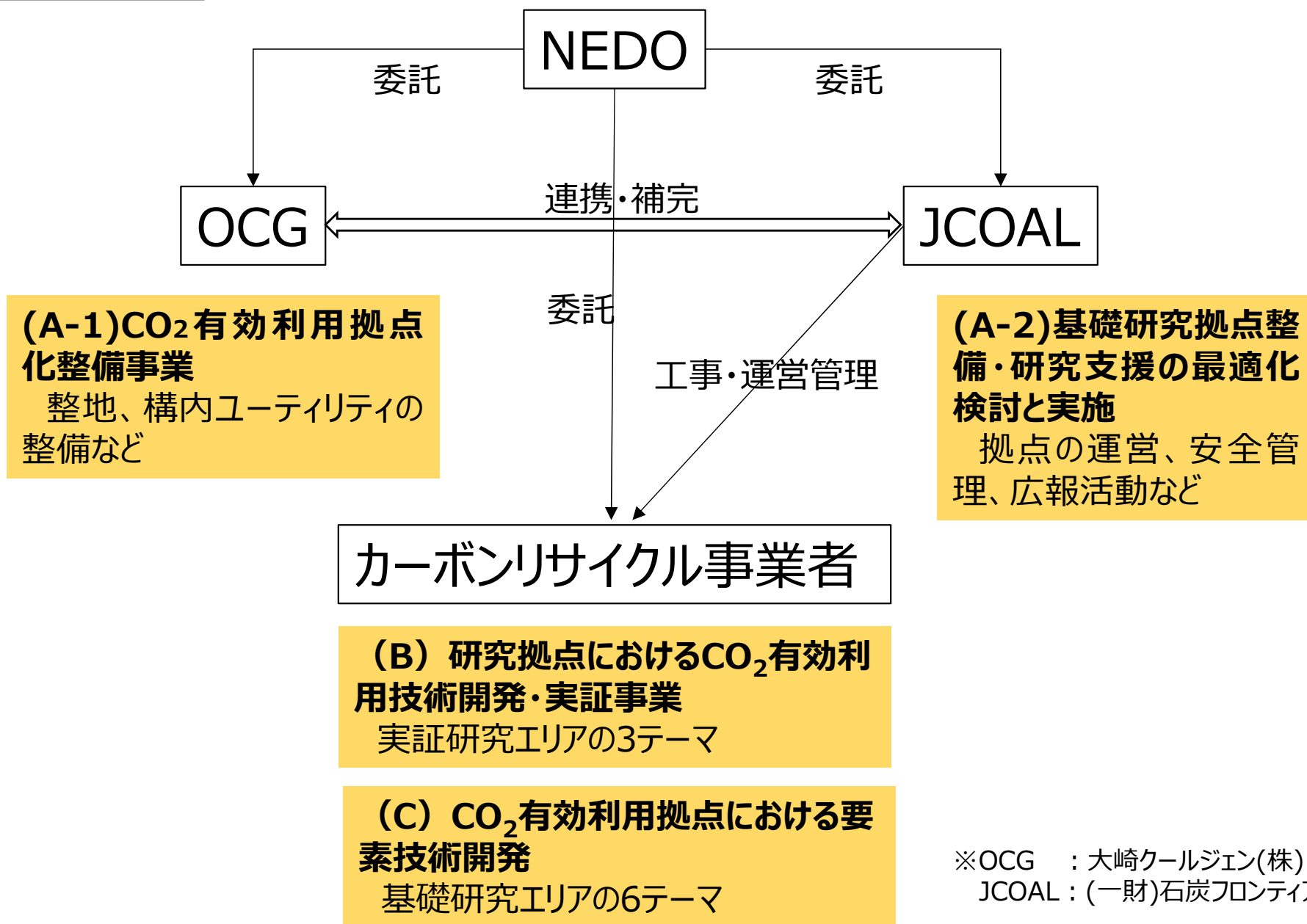


## ◆プロジェクト費用

評価対象年度 (単位：億円)

研究開発項目	2020	2021	2022	合計
(A) CO <sub>2</sub> 有効利用拠点化推進事業	0.3	18.0	4.1	22.3
(B) 研究拠点におけるCO <sub>2</sub> 有効利用技術開発・実証事業	4.8	9.6	14.7	29.1
(C) CO <sub>2</sub> 有効利用拠点における要素技術開発	—	—	10.2	10.2
<b>合計</b>	<b>5.0</b>	<b>27.6</b>	<b>29.0</b>	<b>61.6</b>

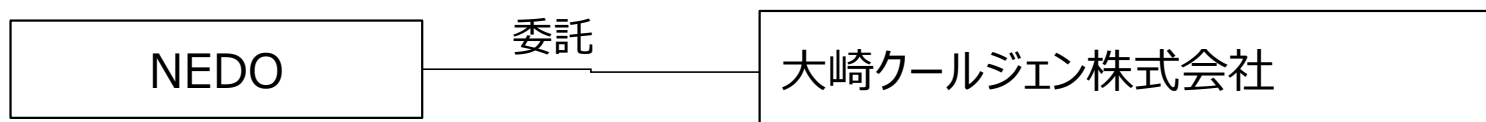
◆実施体制



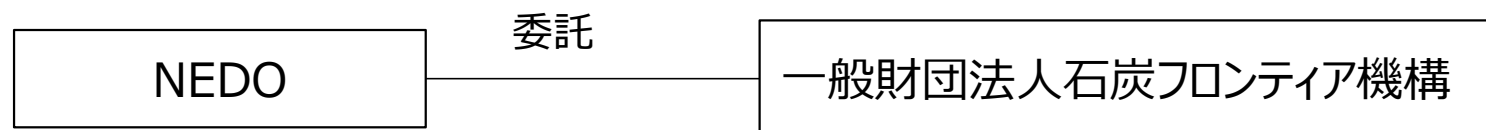
◆ 研究開発の実施体制

(A) CO<sub>2</sub>有効利用拠点化推進事業

(A-1) 大崎上島における研究拠点整備・設備保守



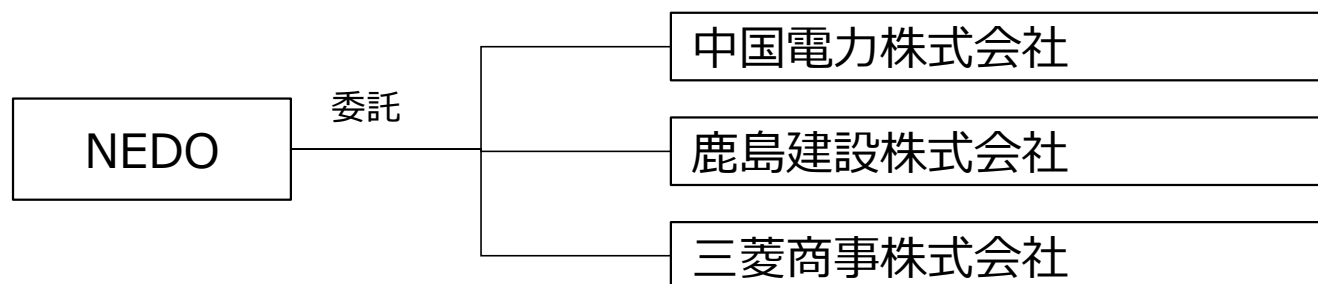
(A-2) 基礎研究拠点整備・研究支援の最適化検討と実施



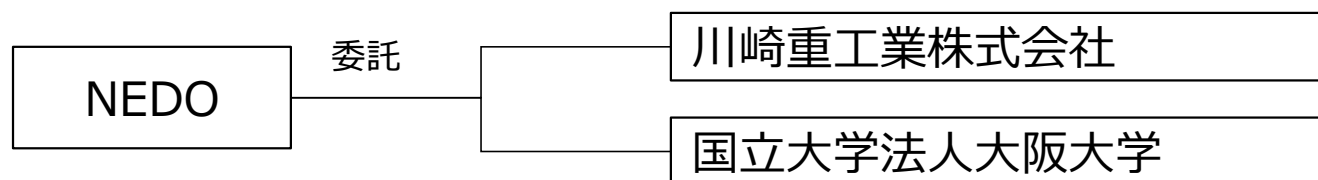
## ◆ 研究開発の実施体制

### (B) 研究拠点におけるCO<sub>2</sub>有効利用技術開発・実証事業

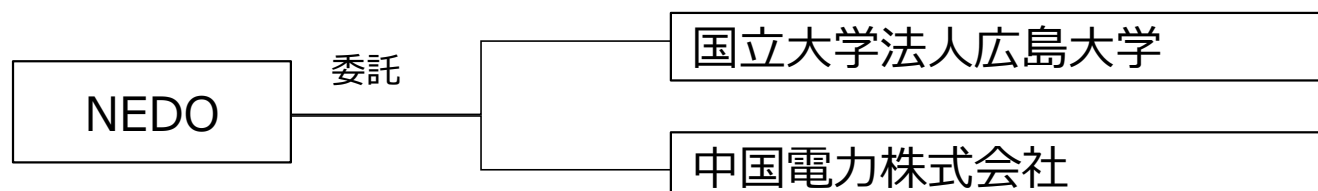
#### (B-1) CO<sub>2</sub>有効利用コンクリートの研究開発



#### (B-2) 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



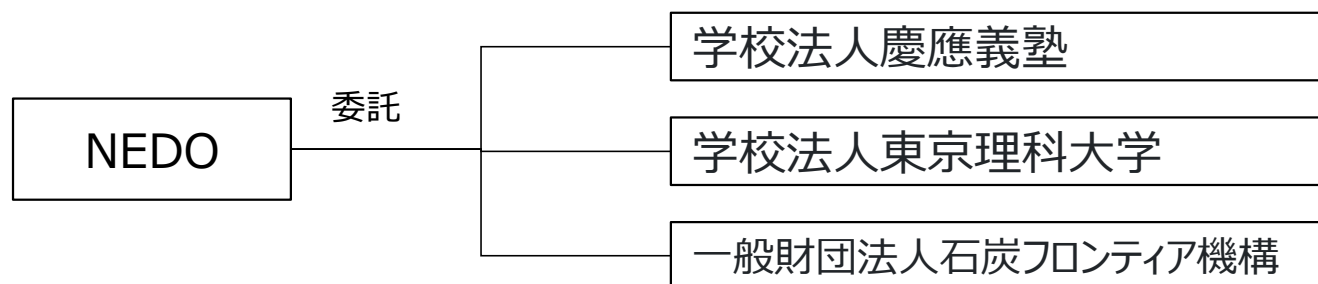
#### (B-3) Gas-to-Lipidsバイオプロセスの開発



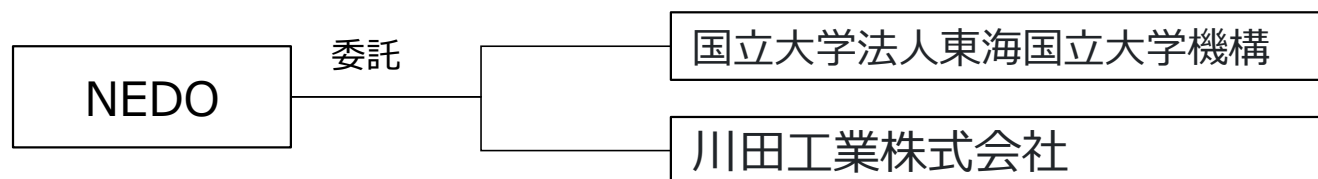
## ◆ 研究開発の実施体制

### (C) CO<sub>2</sub>有効利用拠点における要素技術開発 ①

#### (C-1) ダイヤモンド電極を用いた石炭火力排ガス中CO<sub>2</sub>からの基幹物質製造



#### (C-2) 大気圧プラズマを利用する新規CO<sub>2</sub>分解・還元プロセスの研究開発



#### (C-3) CO<sub>2</sub>の高効率利用が可能な藻類バイオマス生産と利用技術の開発

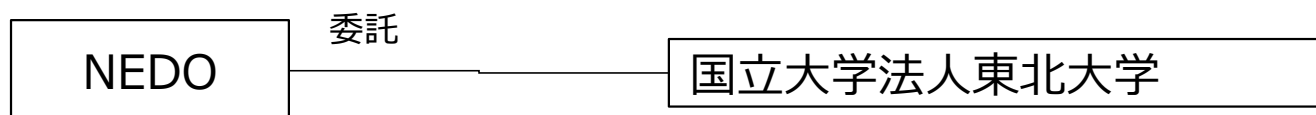




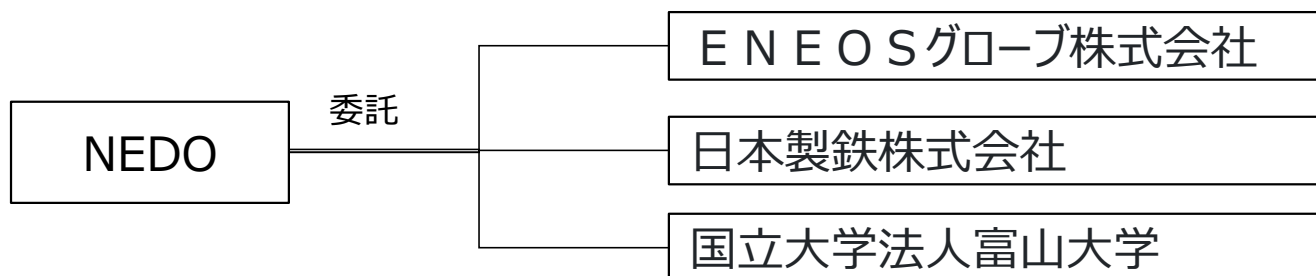
## ◆ 研究開発の実施体制

### (C) CO<sub>2</sub>有効利用拠点における要素技術開発 ②

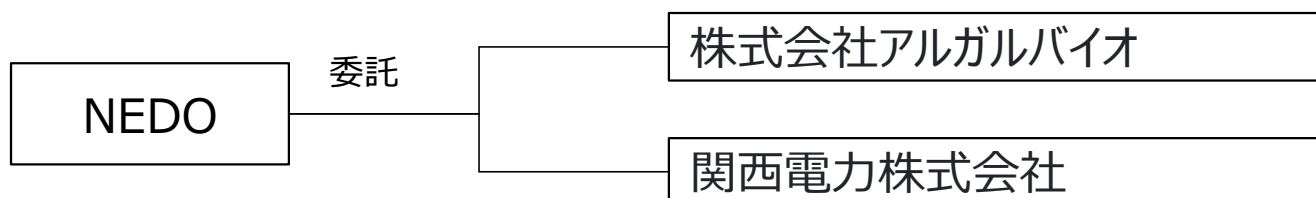
#### (C-4) CO<sub>2</sub>を炭素源とした産廃由来炭化ケイ素合成



#### (C-5) カーボンリサイクルLPG製造技術とプロセスの研究開発



#### (C-6) 微細藻類によるCO<sub>2</sub>固定化と有用化学品生産に関する研究開発



## (B) 研究拠点におけるCO<sub>2</sub>有効利用技術開発・実証事業

### 【B-1】CO<sub>2</sub>有効利用コンクリートの研究開発

#### <概要>

CO<sub>2</sub>を有効利用するコンクリートは一部の製品で実用化されているが、その採用量は限定的であり、同コンクリートによる有効利用は少量に留まっている。その要因として、現状で大量にCO<sub>2</sub>を有効利用するためには「鉄筋が腐食する可能性」「屋内でCO<sub>2</sub>を吸収させる製造工程」といった技術的制約があり、鉄筋コンクリート・現場打設コンクリートには適用できていないことがあげられる。

そこで、コンクリートによる大量のカーボンリサイクルを実現していくために、市場規模の大きな製品・構造物等広範囲に適用できるCO<sub>2</sub>有効利用コンクリートの開発を行う。

#### <実施期間>

2020年9月～2023年3月

#### <実施体制>

中国電力株式会社  
鹿島建設株式会社  
三菱商事株式会社

	コンクリート製品	現場打設コンクリート	
無筋	 <p>道路ブロック等</p>	 <p>ダム・河川構造物等</p>	<div style="border: 1px solid green; padding: 2px;">実用化済</div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px;">開発対象</div>
鉄筋	 <p>地下道・水路等</p>	 <p>ビル・柱等</p>	

## (B) 研究拠点におけるCO<sub>2</sub>有効利用技術開発・実証事業

### 【B-2】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

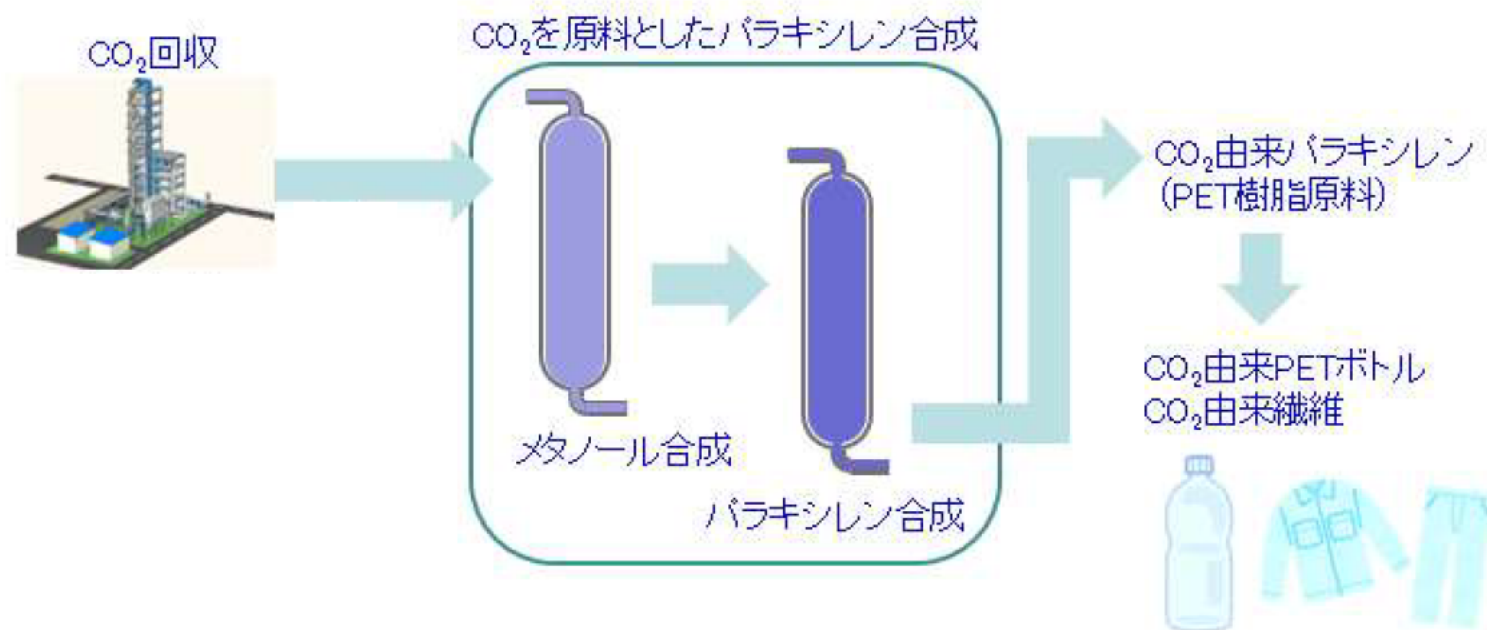
※パラキシレンは樹脂や繊維原料

#### <概要>

将来的に需要増を見込むことができるパラキシレンのCO<sub>2</sub>からの製造を目指し、化成品原料であるメタノール合成、更にはメタノールから高収率でパラキシレンを製造可能な触媒およびプロセスを開発し、石油化学由来のパラキシレンに比し、CO<sub>2</sub>排出負荷を低減可能な技術を構築する。

<実施期間> 2020年7月～2025年2月

<実施体制> 川崎重工業株式会社、大阪大学



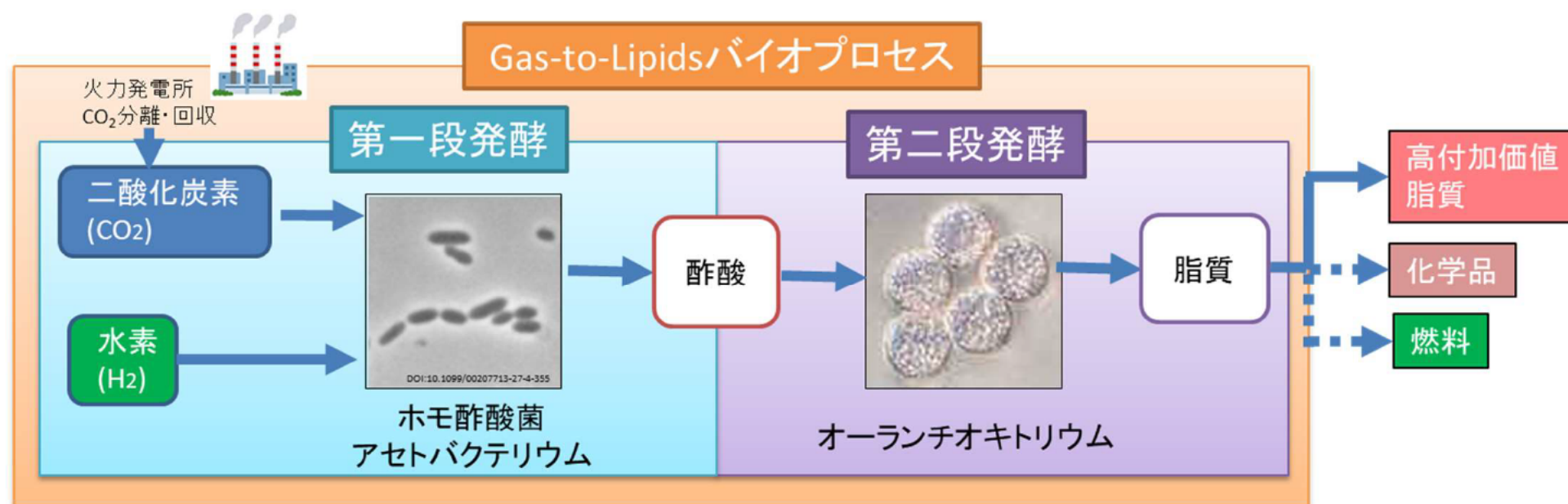
## (B) 研究拠点におけるCO<sub>2</sub>有効利用技術開発・実証事業

### 【B-3】 Gas-to-Lipidsバイオプロセスの開発

＜概要＞ 次世代火力発電において分離・回収されるCO<sub>2</sub>の有効利用技術を確立するため、CO<sub>2</sub>を固定化して酢酸を生成するプロセスと、その酢酸から高付加価値脂質や化学品原料などを合成するプロセスからなる二段階発酵によるバイオリファイナリー技術『Gas-to-Lipidsバイオプロセス』を開発する。そのため、個別および一貫製造プロセスのベンチスケール試験を行うとともに、環境負荷、技術競争力および実現可能性について評価し、早期の事業化に資する知見を得る。

＜実施期間＞ 2020年8月～2024年2月

＜実施体制＞ 国立大学法人広島大学、中国電力株式会社



## ◆ 研究開発の進捗管理

### PMによる進捗管理

- 研究開発責任者および研究開発実施者と連携し、ヒアリング等により実施状況を確認することで研究開発の進捗状況を把握。
- 特に、外部有識者で構成する技術検討委員会（研究開発責任者主催）を定期的に開催（2021.3-2022.4で4回開催）。事業の進捗や計画、目標達成の見通しなどについて指導・助言を受けることで、より効果的に事業を推進。

#### 【技術検討委員会（外部有識者）】

- ・カーボンリサイクル化学品① 2021年3月24日
- ・カーボンリサイクル炭酸塩① 2021年4月21日
- ・カーボンリサイクル炭酸塩② 2021年12月20日
- ・カーボンリサイクル化学品② 2022年4月11日

### 研究開発責任者による進捗管理

- 実施者との打ち合わせを頻繁に行い、各研究開発項目の進捗状況、成果、課題などを把握。
- 実証研究拠点の管理者により、拠点全体の工事・研究工程や安全を管理する。
  - ・実施者に対して現地キックオフ会議を開催
  - ・（工事開始後）安全対策協議会を月1回程度開催
  - ・（工事終了後）事業運営委員会を月1回程度開催
  - ・工事スケジュールと設備諸元については適宜更新
  - ・実証研究拠点利用マニュアルの整備



◆ 動向・情勢の把握と対応

事業開始以降、以下のような情勢変化があり、本事業の重要性が一層高まっている。

情勢の変化	対応方針
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2021年4月に菅総理大臣は、2030年に向けた温室効果ガスの削減目標について、<b>2013年度に比べて46%削減</b>することを旨とし、さらに50%の高みに向けて挑戦を続けていくことを表明した。</li> <li>➤ 2021年7月に経済産業省により「<b>カーボンリサイクル技術ロードマップ</b>」が改訂された。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ことが重要とされ、DACやCO<sub>2</sub>輸送等の取り組みも追加され、また、<b>カーボンリサイクル製品（汎用品）の普及開始時期を2040年頃に前倒し</b>すること等が示された。</li> <li>➤ 2021年11月に「<b>COP26</b>」が開催され、低排出エネルギーシステムへの移行に向けての技術の開発・実装・普及及び政策の採用を加速させることとなった。また、パリ協定第6条に基づく市場メカニズムの実施指針が合意された。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>カーボンリサイクル実証研究拠点としての機能を一層拡大</b>することを目指し、「<b>実証研究エリア</b>」に<b>新たな研究開発テーマを追加</b>する（2022年度）。</li> <li>● <b>研究・実証案件の継続・拡大を視野に、2025年度以降のカーボンリサイクル実証研究拠点の運営・管理等についての検討</b>を開始する。</li> </ul>

◆ 知的財産権等に関する戦略

【基本戦略】

- ◆ 知財として確保する方が有利な技術については積極的に特許として出願する。
- ◆ ノウハウとして保有する方が有利な技術は出願しない。
- ◆ 競合技術の出願状況を定期的に調査し、対策を検討する。
- ◆ 「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**

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	} → 必要に応じて 権利化
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		

## ◆知的財産管理

### ✓ 知的財産権の帰属及び取扱い方法について文書化して管理

#### 知的財産権の帰属

産業技術力強化法第19条第1項に規定する4項目及びNEDOが実施する知的財産権の状況調査（バイ・ドール調査）に対する回答を条件として、知的財産権は全て発明等をなした機関に帰属。

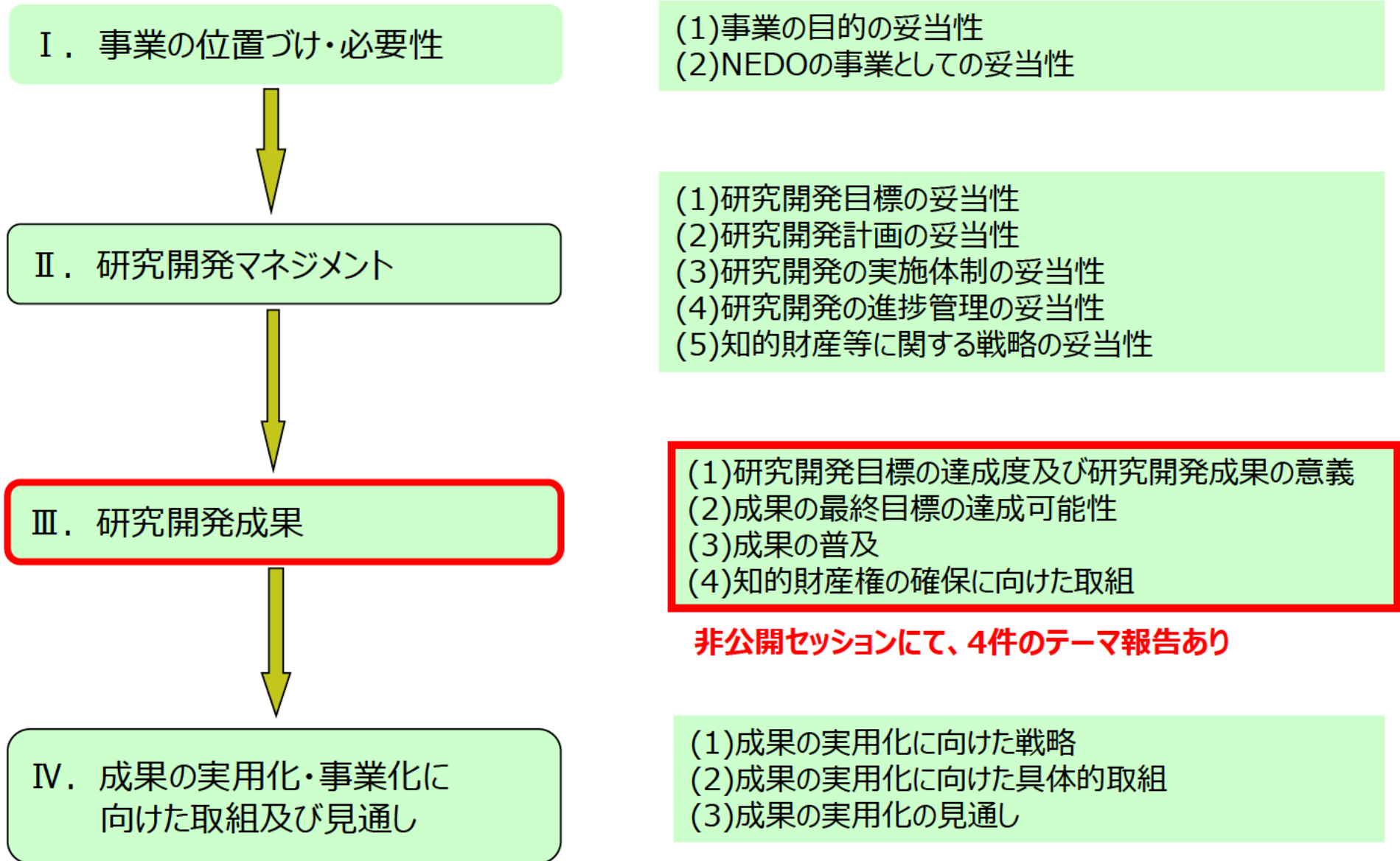
#### 知財マネジメント基本方針（「NEDO知財方針」）に関する事項

NEDO知財方針に記載された「全実施機関で構成する知財運営委員会（又は同機能）」を整備し、「知財の取扱いに関する合意書」を作成済み。

#### データマネジメントに係る基本方針（NEDOデータ方針）に関する事項

NEDOデータ方針に記載された「全実施機関で構成する知財運営委員会（または同機能）」を整備し、「データの取扱いに関する合意書」を作成済み。

### ✓ 本事業で得られた知財については、関係各機関の知財管理部門と連携し、特許管理、知財管理を推進



## ◆プロジェクトとしての達成状況と成果の意義

テーマ	達成状況（中間目標）		成果の意義
<b>(A) CO<sub>2</sub>有効利用拠点化推進事業</b>	拠点の整備、拠点化の推進を計画通りに実施した。	△	(B) (C) の事業者が計画通り現地での研究開発を開始できることとなった。
<b>(B) 研究拠点におけるCO<sub>2</sub>有効利用技術開発・実証事業</b>	CO <sub>2</sub> 有効利用技術について各事業者により要素技術開発を行うとともに、研究拠点で実施する実用化研究のための準備を行った。	△	実用化研究の実施期間内での目標達成や評価完了に寄与した。
<b>(C) CO<sub>2</sub>有効利用拠点における要素技術開発</b>	基礎研究棟に入居可能な最大数である6チームの事業者を採択した。	△	研究開発拠点機能の拡充や一層の活性化につながった。

◎大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）、×未達

## ◆研究開発テーマ毎の目標と達成状況

### (A) CO<sub>2</sub>有効利用拠点化推進事業

#### (A-1) 大崎上島における研究拠点整備・設備保守

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と 解決方針
大崎上島における研究拠点整備・設備保守	各試験設備の要求を満足するユーティリティー（CO <sub>2</sub> 、所内用水等）供給設備を設置する。	CR事業者の研究内容の調査を行ってニーズを把握し、NEDO当初要求仕様からさらに最適化した仕様で整備した。	○	2022年6月より計画通り運用開始

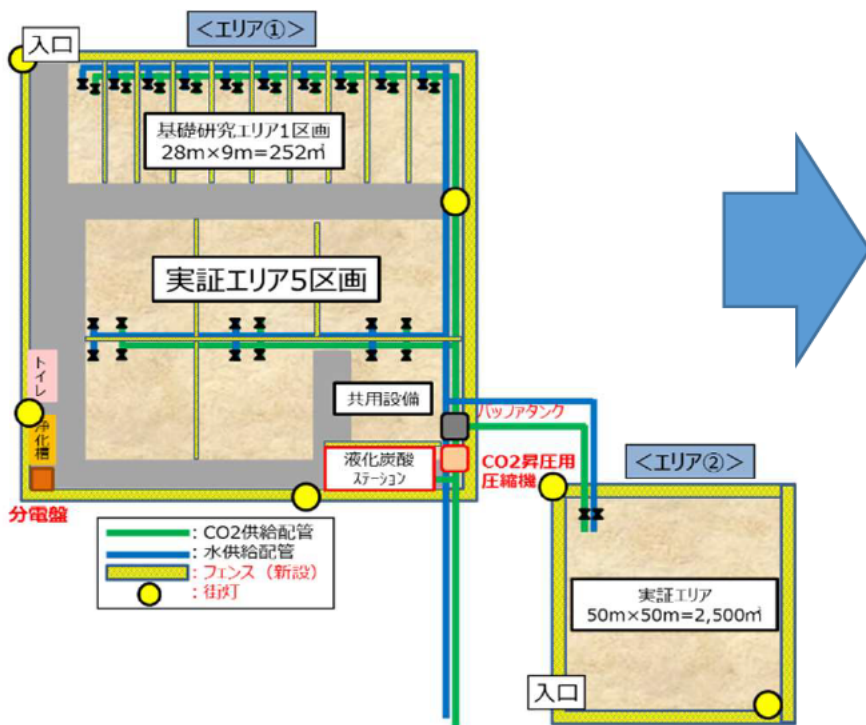
◎大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）、×未達



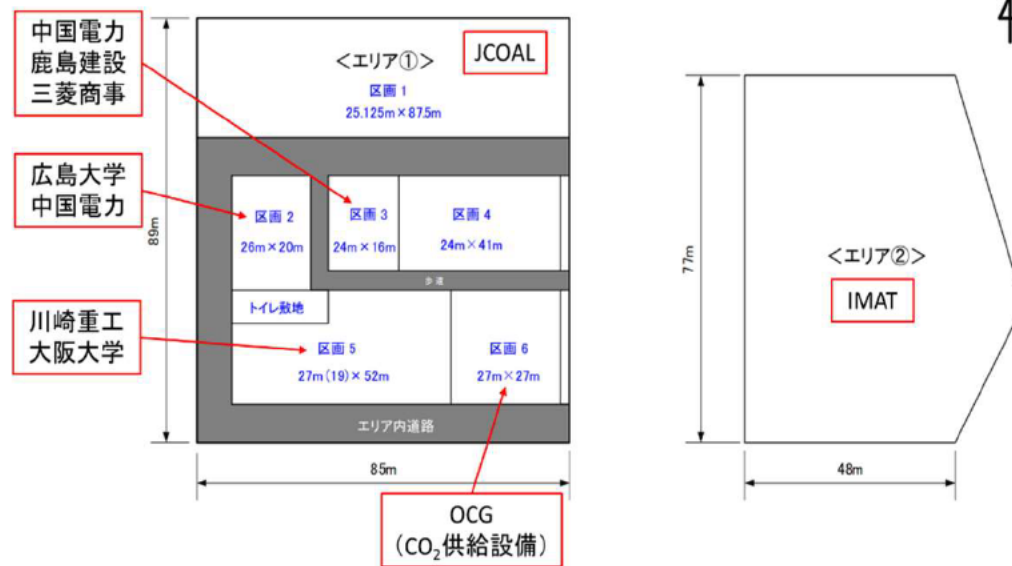
◆大崎上島における研究拠点整備・設備保守 成果：CR事業者割り当てエリア

- CR事業者にとって研究開発実証事業を適正に実施できるように、各CR事業者に研究計画の調査を行い、敷地面積やユーティリティ供給設備等の仕様について、最適化を図った。
- CR事業エリア内区画については、CR事業者に必要な敷地面積を調査し、各CR事業者に最適な範囲での区画、割り当てを行った。
- CR事業者が未定である区画4について、可能な限り敷地を確保し、2つの事業者が入る場合に備え、CO<sub>2</sub>や用水等のユーティリティ供給配管を分割して供給できるよう配管計画を行った。

当初計画



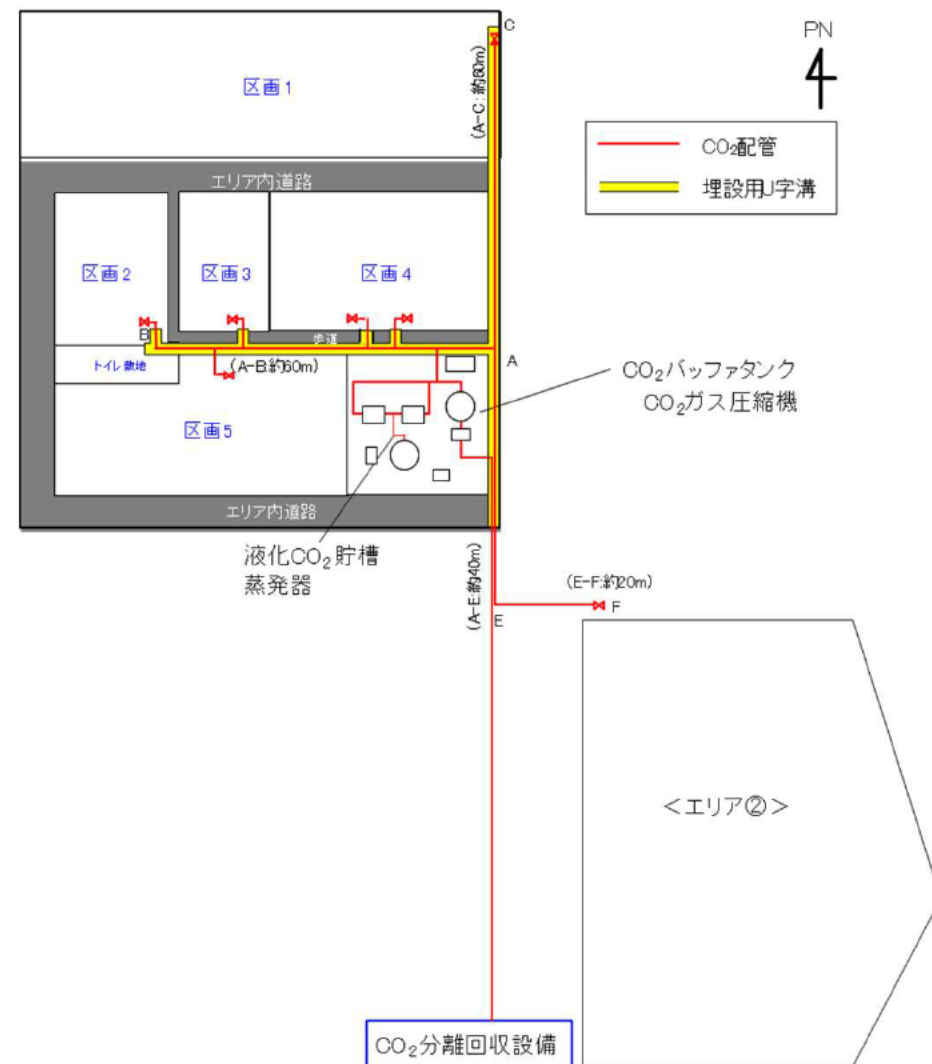
最新計画



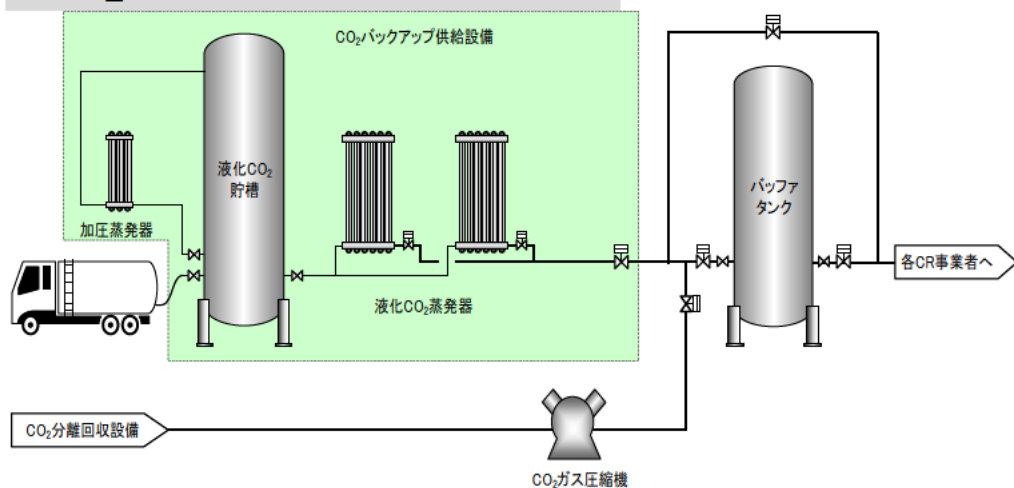
◆大崎上島における研究拠点整備・設備保守 成果：CO<sub>2</sub>供給設備構成

- ・CR事業者が必要なCO<sub>2</sub>供給量を調査し、CO<sub>2</sub>を十分な量を供給できる仕様で設計を行った。
- ・今後新規に入るCR事業者が計画仕様以上のCO<sub>2</sub>供給を要求した場合に備えて、増設可能な敷地の確保、配管の取り回しを行った。
- ・IGCC設備、CO<sub>2</sub>分離・回収設備の停止時にCO<sub>2</sub>供給が途絶えることのないよう、CO<sub>2</sub>バックアップ<sup>°</sup>供給設備を設けた。

CO<sub>2</sub>供給配管ルート図



CO<sub>2</sub>供給設備概略系統図



## ◆ 研究開発テーマ毎の目標と達成状況

### (A) CO<sub>2</sub>有効利用拠点化推進事業

#### (A-2) 基礎研究拠点整備・研究支援の最適化検討と実施 (1 / 3)

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
実施項目①「CO <sub>2</sub> 有効利用技術の研究拠点化の最適化検討と実施」 (1) 研究拠点エリア全体の基礎検討実施 (2) 研究用プレハブ仕様と工事計画策定 (3) 研究用プレハブの建設と保守メンテ	基礎研究・先導研究エリア内の研究拠点の整備を完了すること。	(1) 研究拠点全体の基本レイアウト、および基礎・先導拠点内の詳細レイアウトを決定した。 (2) 研究用プレハブについて、多様な研究内容に対応できるような仕様と工事計画を決定した。 (3) 研究用プレハブの建設を着工し、完成後、消防検査と建築完了検査に合格した。	△ (2023年3月達成予定)	(3)6月から、運用に入るが、安全で使いやすい施設運営を目指す。必要に応じて保守メンテを適切に実施する。

◎大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）、×未達

## ◆研究開発テーマ毎の目標と達成状況

### (A) CO<sub>2</sub>有効利用拠点化推進事業

#### (A-2) 基礎研究拠点整備・研究支援の最適化検討と実施 (2 / 3)

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
実施項目②「研究支援の最適化検討と実施」 (1)現地駐在 (2)研究者支援 (3)共用エリアの管理 (4)研究拠点利用者間の調整・液体CO <sub>2</sub> 調達 (5)利用マニュアルの整備・充実	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究者支援業務について、主に運営面の最適化を行い、実践していること。</li> <li>研究拠点利用者の研究活動支援業務、研究拠点利用者間の調整、および基礎研究・先導研究の共用エリアの管理業務を適切に実施していること。</li> <li>研究拠点の利用マニュアルの改訂が適切に行われていること。</li> </ul>	以下の項目を実施し、CR事業者の円滑な研究開発を支援した。 (1)2021年7月に大崎事務所を開設してCR事業者を拠点内で支援できるようにした。CR事業者の建設工事を安全遂行させるため、利用マニュアル（工事編）を2021年1月に発行した。2021年10月から毎月安全対策協議会を実施した。元方事業者による毎週の安全協議会にもオブザーバーとして2021年7月から出席して、支援活動改善に反映した。 (2)2022年1月から試運転を開始するCR事業者向けに利用マニュアル（運用編）の暫定版を1月15日に前倒して発行して研究支援活動を開始して便宜を図った。 (3)共用エリアの建設工事の安全管理を実施した。 (4)事業運営委員会の設置を検討した。液体CO <sub>2</sub> のメーカー選定、契約を行った。 (5)4月1日に利用マニュアル（運用編）を正式に発効した。	△ (2023年3月達成予定)	(2)(3)(4)2022年6月から正式に共用エリアの管理を開始して、CR事業者が研究を安全に遂行できるように適切に対応していく。 (5)研究拠点の管理とCR事業者支援を通じて利用マニュアルの改訂を速やかに実施していく。

## ◆研究開発テーマ毎の目標と達成状況

### (A) CO<sub>2</sub>有効利用拠点化推進事業

#### (A-2) 基礎研究拠点整備・研究支援の最適化検討と実施 (3 / 3)

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
実施項目③「対外支援活動の最適化検討と実施」 (1)最適化検討・効率的実施方法開発 (2)対外支援活動(広報活動) ・研究成果の受発信 ・NEDOが企画するイベント等の遂行 ・WEBサイトの整備 ・パネル、動画等の作成	・対外支援活動が、費用対効果が全体最適となる実施方法に基づき実施していること。 ・研究成果のタイムリーな発信を行い、かつ、受信者からの反応を研究支援に活用していること。 ・研究開発の成果を集約し、NEDOが企画するイベント等を滞りなく遂行すること。 ・調査結果が研究支援業務に反映されていること。	(1) 研究拠点の紹介動画、完成予想CG、パンフレット、パネル、およびWEBサイトの5点の製作を同時進行しながら連携して実施したことにより、全てのコンテンツを最新の情報に基づき構築でき、かつ、情報の共有化によって合理的な製作工数で実施できた。 (2) 国内外からの視察に対応し、研究拠点の特色をアピールした。研究拠点の概要について発信できる機会を捉えて実施した。論文1件、対外発表2件、新聞・雑誌等へ4件の発信を行った。	△ (2023年3月達成予定)	(1) CR事業者の増加や建設が終了して研究に入るCR事業者が増えたり、新規に拠点に入るCR事業者に対応して、研究拠点を紹介する情報を適宜更新していく。 (2) 研究拠点の2022年6月の竣工以降多くの来訪者が予想されるので適切に対応してPRに務める。

◎大きく上回って達成、○達成、△達成見込み(中間)、×未達

## ◆研究開発テーマ毎の目標と達成状況

### (B) 研究拠点におけるCO<sub>2</sub>有効利用技術開発・実証事業

#### (B-1) CO<sub>2</sub>有効利用コンクリートの研究開発

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
①CO <sub>2</sub> 有効利用コンクリートの用途拡大のための技術開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>大型の現場打設コンクリートの炭酸化目標値を達成。</li> <li>鉄筋代替材のCO<sub>2</sub>有効利用コンクリートへの適用方法を確立する</li> <li>部分的に炭酸化した鉄筋コンクリートの設計方法を提案する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>供試体サイズでは、炭酸化目標値達成。</li> <li>鋼材系および非鋼材系補強材を適用した場合の性能を評価した。</li> <li>部分炭酸化コンクリートの設計確立に必要な諸元を整理し、室内試験にて表面の炭酸化深さとの耐力の関係を把握。</li> </ul>	△ (2023年3月達成予定)	<ul style="list-style-type: none"> <li>拠点で屋外大型試験を実施中。</li> <li>力学特性および耐久性性能を評価する。</li> <li>かぶり厚さ炭酸化程度が鋼材腐食に及ぼす影響を評価</li> </ul>
②普及拡大時に想定される技術課題への取組	<ul style="list-style-type: none"> <li>吸収材料を利用した場合のCO<sub>2</sub>有効利用コンクリートの用途に応じた適用方法を確立する</li> <li>各種排出源からのCO<sub>2</sub>を用いたコンクリートの性能（強度、耐久性、施工性）を評価し、CO<sub>2</sub>有効利用コンクリートに適用可能なCO<sub>2</sub>ガスの特性評価方法を確立する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>室内試験により新たな材料候補のCO<sub>2</sub>吸収性能およびその材料を用いた場合のコンクリート性能（強度、耐久性、施工性）を評価した。</li> <li>各種排出源からの模擬CO<sub>2</sub>ガスを用いたコンクリートの炭酸化速度および性能を把握し、SO<sub>x</sub>・NO<sub>x</sub>がCO<sub>2</sub>吸収能力およびコンクリート性能に及ぼす影響を評価した。</li> </ul>	△ (2023年3月達成予定)	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリートの用途に応じた適用方法を確立する。</li> <li>適用可能なCO<sub>2</sub>ガスの特性評価方法を確立する</li> </ul>
③事業性評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub>有効利用コンクリートの事業性評価を行い、2050年までの普及シナリオを作成する。</li> </ul>	室内試験の結果から製造原価を概算評価した。さらに、普及シナリオとして、2050年までのtCO <sub>2</sub> あたりのコストとCO <sub>2</sub> 削減価値を比較し、鉄筋プレキャストおよび現場打設コンとも封緘養生式による部分炭酸化方式に普及の可能性があることをあきらかにした	△ (2023年3月達成予定)	原価を評価する際に必要な緒元等が現状では室内試験の結果からの推定値であるため、大崎拠点の屋外大型試験において必要事項を計測し精度を向上する。



## ◆研究開発テーマ毎の目標と達成状況

### (B) 研究拠点におけるCO<sub>2</sub>有効利用技術開発・実証事業

#### (B-2) 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 (1 / 3)

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
①CO <sub>2</sub> からのメタノール合成プロセスの開発	触媒性能向上、活性の維持を確認すると共に、50L/d規模で新規触媒による省エネルギー型メタノール合成装置の設計を行う。 開発触媒においては、従来のCu-ZnO-ZrO <sub>2</sub> 系触媒と同等の触媒活性を示し、触媒原材料費半減の目途を得ることを目標とする。	Non-ZrO <sub>2</sub> 系触媒で従来触媒と同等の触媒活性を確認し、触媒原材料費半減の目途を得た。 また、50L/d規模のメタノール合成装置の設計を実施中である。	△ (23年2月達成予定)	設計はほぼ完了。 一方、触媒原材料費については今年度精査する。
②メタノールからのパラキシレン合成プロセスの開発	高効率パラキシレン選択合成触媒の開発を行うとともに、スケールアップ時にパラ選択性、選択率を維持しうる触媒プロセスの開発を行う。	パラ選択性を維持できるシェルを触媒に被覆する合成装置のスケールアップ手法を確立 プロセス条件の最適化を検討中	△ (23年3月達成予定)	コア触媒の改良を実施する

◎大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）、×未達

## ◆ 研究開発テーマ毎の目標と達成状況

### (B) 研究拠点におけるCO<sub>2</sub>有効利用技術開発・実証事業

#### (B-2) 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 (2 / 3)

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
③ベンチスケール試験・統合プロセスの検討	<p>ベンチスケール試験の準備として、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・CO<sub>2</sub>からメタノール合成プロセスは、50L/d規模のベンチスケール試験装置について、基本設計から据付完了までは達成する。</li> <li>・パラキシレン合成プロセスは、0.5L/d規模でベンチスケール試験装置の基本設計までは達成する。</li> <li>・水素製造の低コスト化調査は、Hybrid水電解システムの小型試験装置で原理検証のための基礎実験を実施し、理論電解電圧以下での水電解の可能性を確認する。</li> <li>・統合プロセスとして、経済性、CO<sub>2</sub>削減効果等を中間評価する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基本設計完了、高圧ガス申請</li> <li>・基本設計完了</li> <li>・光触媒Hybrid水電解小型システムで基礎実験を実施、水の理論電解電圧以下での水素生成を確認した。</li> <li>・各プロセス流体同士での熱交換により、外部入熱量がゼロにできることを確認</li> </ul>	△ (23年3月達成予定)	<p>課題 海外製コンプレッサーの納期管理 解決方針 メーカーと密に連絡を取り、適切に管理する</p>

◎大きく上回って達成、○達成、△達成見込み(中間)、×未達

## ◆研究開発テーマ毎の目標と達成状況

### (B) 研究拠点におけるCO<sub>2</sub>有効利用技術開発・実証事業

#### (B-2) 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 (3 / 3)

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
④CO <sub>2</sub> 有効利用技術に関する技術／事業調査	国内外のカーボンリサイクル適地を探索し、早期事業化候補地の目途をつける。	<p>CCSやその他カーボンリサイクル技術等の競合技術との比較評価を実施し、市場規模、ニーズ、開発ステージ（実用化時期）、経済性、持続性、CO<sub>2</sub>削減効果などの観点から評価した結果、水素を還元剤として利用し、発熱反応によるプロセスで特定物質を生成する触媒反応技術が有望であることが分かった。また、触媒開発では主に収率、原料の転換率、選択率の改善が取り組み対象になっていることが分かった。</p> <p>政策動向、需要動向他を調査し、CO<sub>2</sub>排出量、カーボンリサイクル関連政策、CCUS技術の進展度、水素ポテンシャル等からカーボンリサイクル適地をスクリーニングした結果、候補地を絞り込んだ。</p>	△ (2023年2月達成予定)	引き続き実施するカーボンリサイクル適地の詳細調査により、早期事業化候補地の目途をつける。

◎大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）、×未達

## ◆研究開発テーマ毎の目標と達成状況

### (B) 研究拠点におけるCO<sub>2</sub>有効利用技術開発・実証事業 (B-3) Gas-to-Lipidsバイオプロセスの開発 (1 / 2)

研究項目	目標	達成度	今後の課題と解決方針
①CO <sub>2</sub> を再資源化する高効率水素駆動型酢酸発酵技術の確立			
(1-1) CO <sub>2</sub> からの酢酸発酵技術に関する文献情報の収集整理	・CO <sub>2</sub> 原料での酢酸発酵に関する情報収集と実証施設設計資料の提供	○	・設備改良に向けた情報収集を継続する。
(1-2) CO <sub>2</sub> からの酢酸生産試験基本プロトコールの策定	・ラボ試験による基本プロトコールの策定	○	・基本プロトコールを随時見直し、必要に応じて改善を図る。
(2-1) 酢酸発酵実証施設の建設および試運転	・微生物非接種での操作確認 ・商用ガスを用いた性能確認	△	・OCGからの給水の都合により操作・性能確認遅れ、3月末までに完了予定
②酢酸を原料とする油脂発酵技術の確立			
(1-1) 油脂発酵に関する文献情報の整理収集	・油糧微生物の発酵生産に関する文献等情報の収集、整理	○	・情報収集は随時、継続的に行う。
(1-2) ラボスケールのバイオリアクターでの標品酢酸を用いた培養条件の検討	・ラボ試験による基本的培養条件の決定	○	・発酵パラメーターの改善に向けた詳細条件の探索を継続する。
(1-3) 連続培養における培養条件の検討	・合成培地での増殖槽と油脂蓄積槽のC/N比、pH、滞留時間の至適化	△	・脂質蓄積槽における最適なC/N比や滞留時間を決定する。
(2-1) ホモ酢酸菌培養液を用いたラボスケール培養条件の検討	・培地成分測定系の確立 ・酢酸発酵液での油脂発酵条件決定	△	・回分培養での決定条件を連続培養系へ反映させる。
(2-2) ベンチスケールリアクターの試運転	・微生物非接種での操作確認 ・分析装置の操作確認	△	・リアクターの設置確認が完了次第、試運転を実施する。

◎大きく上回って達成、○達成、△達成見込み(中間)、×未達

## ◆研究開発テーマ毎の目標と達成状況

### (B) 研究拠点におけるCO<sub>2</sub>有効利用技術開発・実証事業 (B-3) Gas-to-Lipidsバイオプロセスの開発 (2 / 2)

研究項目	目標	達成度	今後の課題と解決方針
③一貫製造プロセスの構築と検証			
(1-1) システムの詳細設計、設備仕様の策定	・建屋、水道等設備、排水処理等の建設関係と発酵槽や装置等の培養設備の仕様策定	○	・運転開始後も必要に応じて改良を重ねる。
(1-2) システムの建設	・培養装置や分析設備の建設、設置	○	・運転開始後も必要に応じて改良を重ねる。
(2-1) 一貫製造プロセスの試運転	・システム全体の模擬稼働による発酵槽や測定器、インフラ設備の状況確認	△	・給排水共用開始時期の遅れにより運転遅延、3月末までに完了予定
④商用化を見据えたシステム評価			
(2) 化学品・高付加価値品製造の技術動向・市場動向調査	・調査対象製品について国内外の市場規模・価格等の整理	○	・調査結果を元に、④(4) バイオプロセスの最適システムの検討を進める。
(3-1) 高付加価値品製造プロセスの検討	・通気攪拌速度決定法の検討 ・カロテノイドの成分分析、食品等規格基準の調査 (・規格基準適合性の確認、改善策の立案と検証)	△	・食品用途への安全性担保のため、原料分析を進めるとともに、他の用途展開も模索する。

## ◆ 成果の最終目標の達成可能性

### (A) CO<sub>2</sub>有効利用拠点化推進事業

最終目標 (2025年3月)	現状	達成見通し
基礎研究・先導研究エリア内の研究拠点の保守メンテナンスを完遂すること。	実施項目①の(1)と(2)を完了し、(3)の研究用プレハブの建設までを完了。	研究成果①、②、および③をPDCAサイクルの中で連携させて着実に成果を積み上げる方法を継続して行うことにより、新たな課題が出現しても大きな開発の障害になる前に対策を打つ体制を構築しており、最終目標は達成できる見通し。
支援業務を完遂していること、研究者支援業務について、主に運営面の最適化を行い、実践し、PDCAサイクルを回して改良していること、研究拠点利用者の研究活動支援業務、研究拠点利用者間の調整、および基礎研究・先導研究の共用エリアの管理業務を完遂していること、研究拠点での最適な研究実施方法を含む利用マニュアルが整備されていること。	実施項目②の(1)を完了し、(2)(3)(4)については建設工事と試験の暫定実施を行うC R 事業者支援対応は完了した。2022年6月の研究拠点の竣工後より対応していく体制を整えた。(5)については利用マニュアル初版を発行済み。	



## ◆ 成果の最終目標の達成可能性

### (B) 研究拠点におけるCO<sub>2</sub>有効利用技術開発・実証事業

#### (B-1) CO<sub>2</sub>有効利用コンクリートの研究開発

研究開発項目	現状	最終目標 (2022年度末)	達成見通し
①CO <sub>2</sub> 有効利用コンクリートの用途拡大のための技術開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>供試体サイズでは、炭酸化目標値達成。</li> <li>鋼材系および非鋼材系補強材を適用した場合の性能を評価した。</li> <li>部分炭酸化コンクリートの設計確立に必要な諸元を整理し、室内試験にて表面の炭酸化深さと耐力の関係を把握。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現場打設コンクリートの炭酸化目標値を達成。</li> <li>鉄筋代替材のCO<sub>2</sub>有効利用コンクリートへの適用方法を確立する</li> <li>部分的に炭酸化した鉄筋コンクリートの設計方法を提案する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>室内試験で確認済みであり、拠点において、屋外大型試験実施中であるため、達成可能な見込み</li> </ul>
②普及拡大時に想定される技術課題への取組	<ul style="list-style-type: none"> <li>室内試験により新たな材料候補のCO<sub>2</sub>吸収性能およびその材料を用いた場合のコンクリート性能（強度、耐久性、施工性）を評価した。</li> <li>各種排出源からの模擬CO<sub>2</sub>ガスを用いたコンクリートの炭酸化速度および性能を把握し、SO<sub>x</sub>・NO<sub>x</sub>がCO<sub>2</sub>吸収能力およびコンクリート性能に及ぼす影響を評価した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>吸収材料を利用した場合のCO<sub>2</sub>有効利用コンクリートの用途に応じた適用方法を確立する</li> <li>各種排出源からのCO<sub>2</sub>を用いたコンクリートの性能（強度、耐久性、施工性）を評価し、CO<sub>2</sub>有効利用コンクリートに適用可能なCO<sub>2</sub>ガスの特性評価方法を確立する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>室内試験にてデータ取得が進んでいるため達成可能な見込み</li> </ul>
③事業性評価	室内試験の結果から製造原価を概算評価した。さらに、普及シナリオとして、2050年までのtCO <sub>2</sub> あたりのコストとCO <sub>2</sub> 削減価値を比較し、鉄筋プレキャストおよび現場打設コンとも封緘養生式による部分炭酸化方式に普及の可能性があることをあきらかにした	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub>有効利用コンクリートの事業性評価を行い、2050年までの普及シナリオを作成する。</li> </ul>	拠点における屋外大型試験により精度向上に必要なデータを取得することにより、達成可能な見通しである。

## ◆ 成果の最終目標の達成可能性

### (B) 研究拠点におけるCO<sub>2</sub>有効利用技術開発・実証事業

#### (B-2) 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

研究開発項目	現状	最終目標 (2024年度末)	達成見通し
①CO <sub>2</sub> からのメタノール合成プロセスの開発	Non-ZrO <sub>2</sub> 系触媒組成設定 MI手法による触媒組成探索 2.5m <sup>3</sup> の中型釜における製造レシピ完成	パラキシレン合成と連動した合成メタノール中の副生物制御、粉化抑制による触媒耐久性向上の確認、省エネルギー型メタノール合成プロセスの検証を行う。 ベンチスケール試験において、ラボ試験と同等の触媒活性を示すことを確認する。	Non-ZrO <sub>2</sub> 系触媒の触媒性能評価を実施し、ベンチスケール試験で触媒評価を実施することで、目標を達成見込み
②メタノールからのパラキシレン合成プロセスの開発	パラ選択性を維持できるシエル合成のスケールアップ製法を確立 プロセス条件の最適化を検討中	開発した触媒を用いた、パラキシレン選択合成プロセスの開発を行うとともに、副生物含め、最適となるプロセスの開発を行う。	プロセスの改良検討および不純物の影響についても確認を進めており、最終目標を達成見込み
③ベンチスケール試験・統合プロセスの検討	パラキシレン合成ベンチ設備基本設計完了	CO <sub>2</sub> からのメタノール合成およびパラキシレン合成のベンチスケール試験において、CO <sub>2</sub> 排出量及び製造コストを推算可能なデータを取得する。 統合プロセスとして、経済性、CO <sub>2</sub> 削減効果等を最終評価し、従来プロセスと比較し、CO <sub>2</sub> 排出量が1t-CO <sub>2</sub> /t-パラキシレン以下の目途を得る。	引き続き、詳細設計、機器製作等を計画通り実施予定であるため、最終目標を達成見込み
④CO <sub>2</sub> 有効利用技術に関する技術／事業調査	CCSやその他カーボンリサイクル技術等の競合となる技術との比較評価を実施した。 政策動向、需要動向他を調査し、水素ポテンシャル等からカーボンリサイクル適地をスクリーニングした。	当該技術の適用候補地における事業化に向けた経済性評価を実施する。	カーボンリサイクル適地の詳細調査により事業化に向けた経済性を検討することで、達成見込み。

## ◆ 成果の最終目標の達成可能性

### (B) 研究拠点におけるCO<sub>2</sub>有効利用技術開発・実証事業

#### (B-3) Gas-to-Lipidsバイオプロセスの開発

研究開発項目	現状	最終目標 (2023年度末)	達成見通し
①CO <sub>2</sub> を再資源化する高効率水素駆動型酢酸発酵技術の確立	ラボ試験による基本プロトコール策定、商用ガスでの性能確認	CO <sub>2</sub> 利用効率90%以上、酢酸生産効率100g/L/dを達成するための課題解決策を検証	想定通りに目標達成可能な気液移動性能、および想定菌体濃度を維持できれば達成可能
②酢酸を原料とする油脂発酵技術の確立	合成培地での基本的培養条件の決定、酢酸発酵液での油脂発酵実施	酢酸100g/Lから油脂30g/L以上を実現するための培養条件最適化及び課題検証	所定の溶存酸素濃度など脂質生産条件のベンチ設備での実現により達成可能
③一貫製造プロセスの構築と検証	培養装置、分析設備及び建屋の建設、インフラ整備、試運転完了	一貫製造プロセスで上記目標達成に向けて実地検討し、効率改善への指標を明示、検証	①②を達成し、課題抽出を行うことで達成可能
④商用化を見据えたシステム評価	国内外市場規模・価格等の情報整理、製品化に向けた成分分析及び規格基準の調査	化学品原料・高付加価値品製造の市場・技術動向調査、要素技術に関する特許調査、CO <sub>2</sub> 排出量削減への貢献量評価、将来的な市場規模・競争力の検討、経済性評価、事業化計画作成	市場・技術動向調査は終了しており、これと試験結果を受けて、事業化計画作成は可能と考える

◆ 成果の普及

※2022年6月現在  
 ※投稿済み・発表前の論文等を含む

	2020 年度	2021 年度	2022 年度	計
論文	1	5	14	20
研究発表・講演	4	23	3	30
新聞・雑誌等への掲載	16	10	0	26

発表の例（詳細は事業原簿を参照）

- 2020年11月 Global Bioeconomy Summit 2020 での紹介  
「Development of Gas-to-Lipids Bioprocess」
- 2021年10月 第73回日本生物工学会大会トピックスに選定  
「CO<sub>2</sub>を再資源化するGas-to-Lipidsバイオプロセスの開発」
- 2021年12月 石炭灰有効利用シンポジウム2021での講演

## ◆ 成果の普及

日米政府及び関係機関によるCCUS・カーボンリサイクル分野の意見交換の場であるU.S. – Japan CCUS/Carbon Recycling Working Group Meetingにおいて、本事業の取組を紹介。



**◆ 知的財産権の確保に向けた取組****➤ 出願特許の状況**

※2022年6月現在

	2020	2021	2022	計
特許出願 (うち外国出願)	0	3	0	3
特許登録 (うち外国出願)	0	1	0	1

その他商標登録1件

**➤ 主な出願・権利化特許**

非公開版の事業原簿に記載



◆本プロジェクトにおける「実用化」の考え方

本プロジェクトにおける「実用化」とは、プロジェクトで整備された実証研究拠点が、CO<sub>2</sub>有効利用に適応可能な技術開発に利用され、その結果が実証等に至ることをいう。

## ◆ 実用化に向けた戦略

### (A) CO<sub>2</sub>有効利用拠点化推進事業

拠点の整備が完了し、研究開発設備の導入が進捗（写真は2022年5月時点）



【A-1】CO<sub>2</sub>供給設備



【B-1】CO<sub>2</sub>有効利用コンクリート



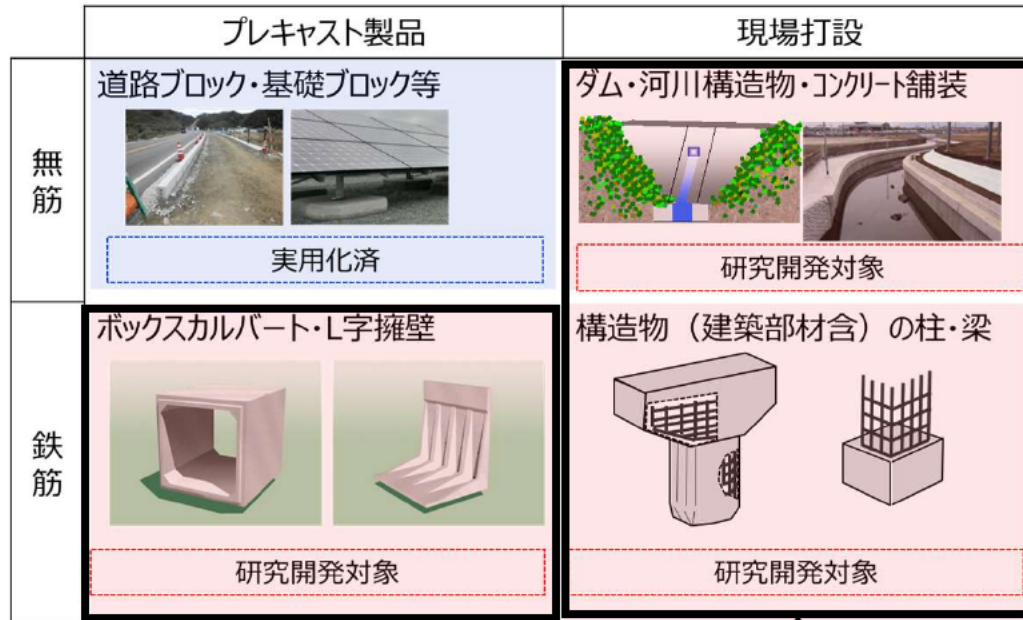
【B-2】化成品選択合成



【B-3】Gas to Lipids

## ◆ 実用化に向けた戦略

### (B-1) CO<sub>2</sub>有効利用コンクリートの研究開発



鉄筋プレキャスト製品

現場打設コンクリート

**< 成 果 >**  
 ・現場炭酸化技術  
 ・鉄筋コンクリートの品質確保技術

● 現場打設コンクリート

- ① 現場打設コンクリートの炭酸化技術の実構造物規模への適用性を確認（本事業）
- ② 実用化検討（炭酸化養生システムの詳細設計・製造、適用対象構造物の検討、適用現場の選定等）
- ③ 実際の構造物への適用（実用化）

● 鉄筋プレキャスト製品

- ① 鉄筋コンクリートへ適用した場合の品質確保ができることを確認（本事業）
- ② 現場炭酸化技術を応用することによる製造システムの開発
- ③ 試作品の性能試験
- ④ 実際の構造物への適用（実用化）

● 事業化に向けた環境整備

- ① 土木学会コンクリート標準示方書・指針等の整備
- ② JIS化
- ③ CO<sub>2</sub>削減（吸収量含む）のクレジット化

## ◆ 実用化に向けた具体的取組

### (B-1) CO<sub>2</sub>有効利用コンクリートの研究開発

	2020年度	2021年度	2022年度	～ 2025年度	～ 2030年度	～ 2040年度	～ 2050年度
現場打設コンクリート	現場打設の炭酸化技術 鉄筋コンクリートの品質確保			▽実用化 実用化検討 (製造システム設計等)			
鉄筋プレキャスト製品	鉄筋コンクリートの品質確保			実用化検討 (製造システム設計等)	▽実用化 性能試験		
事業化				CO <sub>2</sub> 削減(吸収含む)のクレジット化	事業化検討	▽事業化	
				ボランタリークレジット展開			普及
	本事業			技術の標準化(JIS化、土木学会) 別事業			



## ◆成果の実用化・事業化の見通し

### (B-1) CO<sub>2</sub>有効利用コンクリートの研究開発

- これまでの室内試験の結果から、現場打設コンクリートの炭酸化養生方法はCO<sub>2</sub>吸収量の目標量は達成できる見通し。2022年度の拠点における屋外大型試験により実規模で実証する予定。海外の競合製品と比較して、CO<sub>2</sub>削減量などに優位性がある。
- 鉄筋コンクリートに適用した場合の品質確保として、代替鉄筋の適用、部分炭酸化の設計手法は予定通り進捗している。一部で更に検討が必要な課題はあるが、実用化困難な難易度の課題ではなく、技術的には従来のコンクリートと同等の性能を確保できると考えられる。
- 室内試験の結果から、鉄筋プレキャスト・現場打設コンクリートの製造原価を概算評価し、2050年までのtCO<sub>2</sub>あたりのコストとCO<sub>2</sub>削減価値を比較したところ、将来的に一部の方式に事業化が期待できることがわかった。
- 実用化に向けては、本事業の成果に加え、炭酸化養生方法・装置・設計手法の更なる検討が必要である。将来の事業化に向けては、CO<sub>2</sub>削減量のクレジット化や設計手法の標準化が必要である。

## ◆実用化に向けた戦略

### (B-2) 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

#### 2040年以降

①H<sub>2</sub>価格が十分に低下する場合



- ・CO<sub>2</sub>を原料としたメタノールからキシレンを製造する事業を展開
- ・CCS、H<sub>2</sub>技術、CCUの技術を統合したシステムを確立

②H<sub>2</sub>価格が十分に低下しない場合

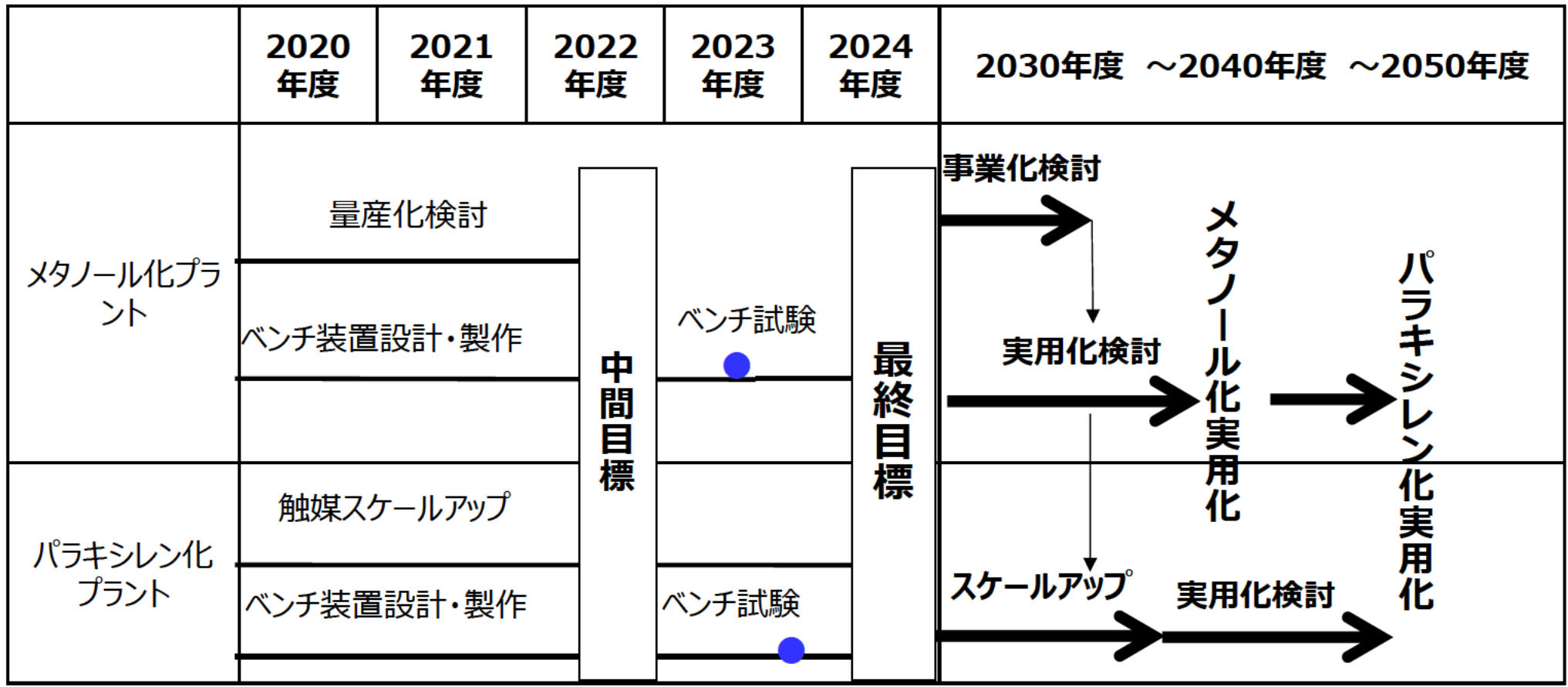


- ・天然ガス由来のメタノールからキシレンを製造する事業確立を目指す（H<sub>2</sub>が不要となる）
- ・将来的にH<sub>2</sub>価格が低減した時点でCCUにシフト



◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組

(B-2) 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



● : 基本技術確立

## ◆ 成果の実用化・事業化の見通し

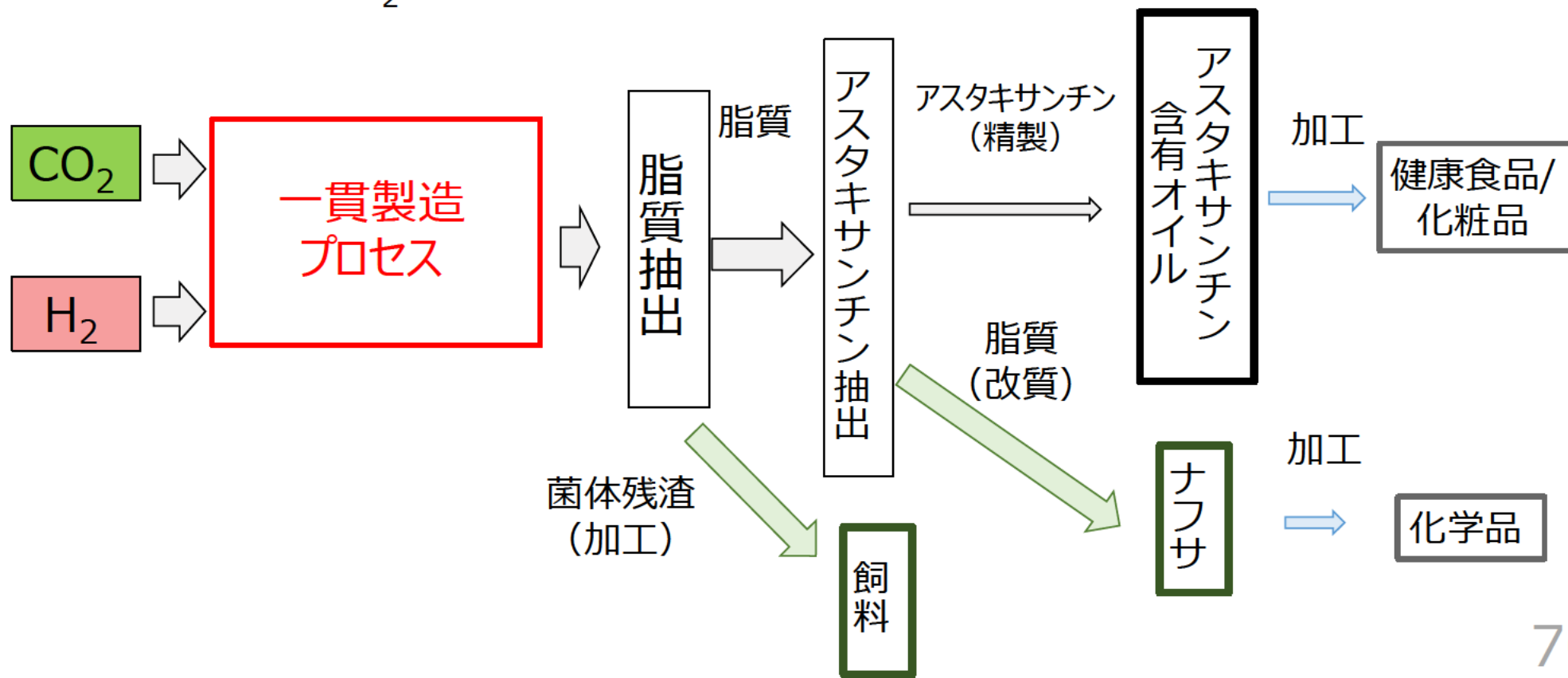
### (B-2) カーボンリサイクルを志向した化成品選択合成技術の研究開発

- ・実用化に向けた最大の課題は、原料となる水素価格であり、低水素価格が見込める時期、地域の選定が重要となる。
- ・また、CO<sub>2</sub>由来化成品に対するCO<sub>2</sub>負荷が低いことに対するインセンティブへの理解が進むことも必要である。
- ・技術的には、メタノール化、パラキシレン化いずれも発熱反応であるため、大型化の際には熱のコントロールが課題となることが想定される。

## ◆ 実用化に向けた戦略

## (B-3) Gas-to-Lipidsバイオプロセスの開発

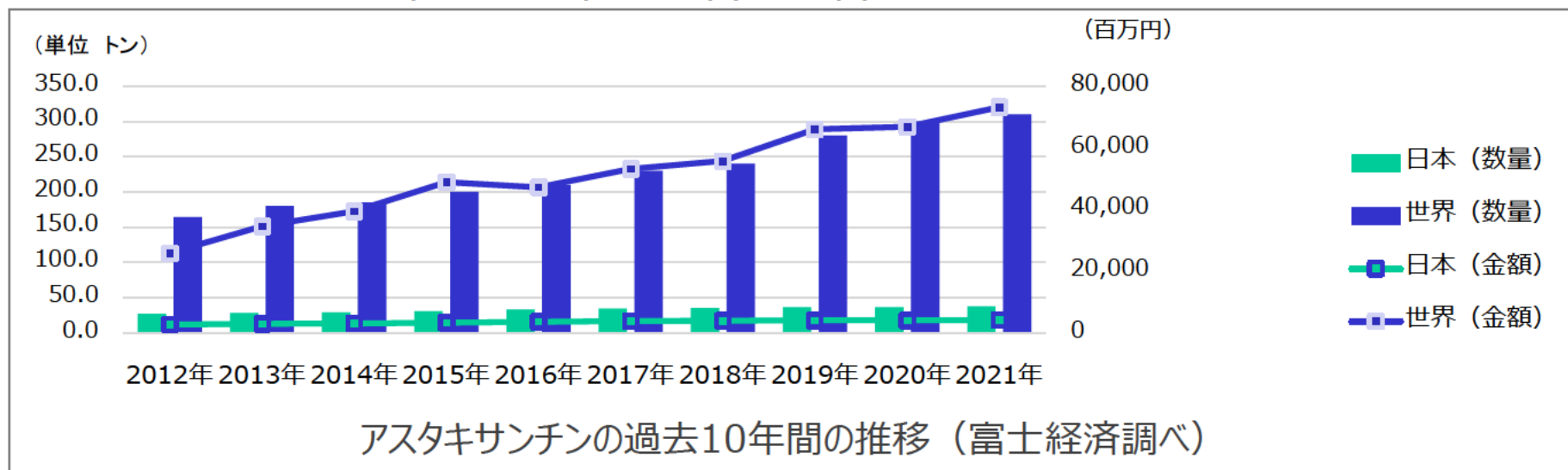
- 2022年度の一貫製造プロセスでの試験で得られた結果から、ライフサイクルアセスメント（LCA）手法によりCO<sub>2</sub>排出量削減への貢献量を、2023年度に評価するよう計画。
- 本プロジェクトでは菌体残渣等の副産物が発生するため、これらの有効利用により、全体としてのCO<sub>2</sub>排出量削減を目指す。



## ◆ 実用化に向けた戦略

### (B-3) Gas-to-Lipidsバイオプロセスの開発

- 2030年代は、単価の高い高付加価値品の製造を目指す。
- 市場動向調査の結果、高付加価値品の中で最も卸売単価の高いアスタキサンチンは、健康食品や化粧品その他、飼料の原料として世界的にも成長を続けている。

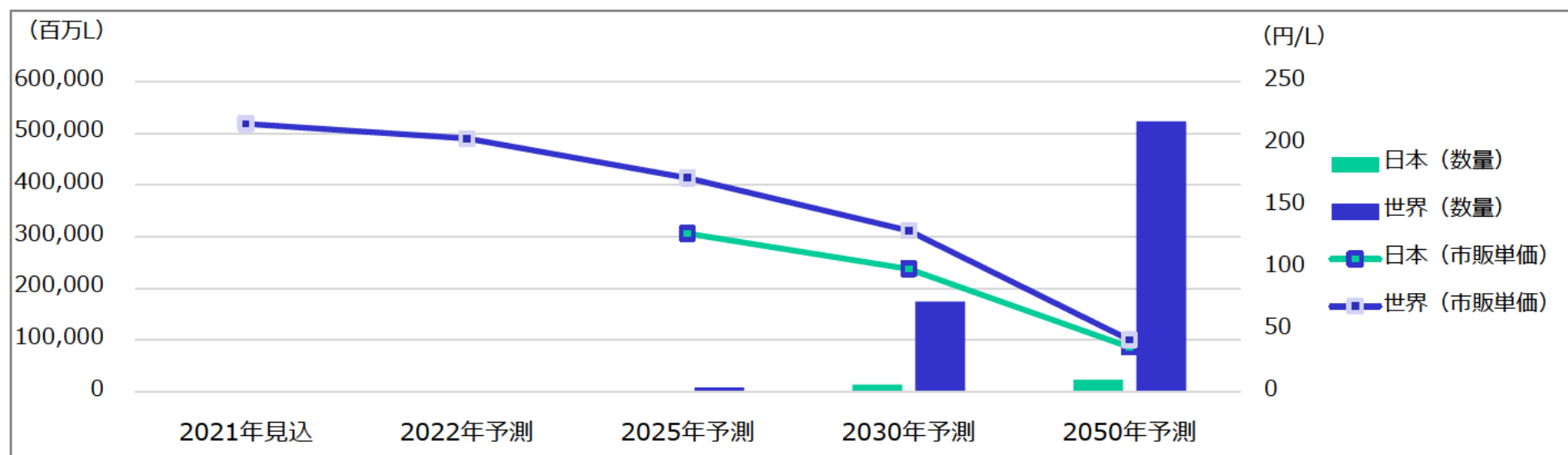


アスタキサンチンは、抗酸化作用、目の疲労感軽減などが報告されて、健康食品や化粧品に用いられている他、養殖魚（サケ等）の体色改善や鶏卵黄の色付けなどの分野でも広く使用されている。

## ◆ 実用化に向けた戦略

## (B-3) Gas-to-Lipidsバイオプロセスの開発

- CO<sub>2</sub>処理量増大のため、2050年代の安価な水素20円/m<sup>3</sup>を前提に、化学品の材料となるナフサ等の製造を目指す。
- ナフサに関しては、原料として植物等の再生可能な有機資源を使用するいわゆるバイオナフサへの代替が期待されている。2050年には、日本で2,350万kLものバイオナフサの市場規模が期待されている。
- 現在、様々なバイオナフサの製造方法が研究されているが、その一つとして位置付ける。



バイオナフサの2050年までの市場予測 (富士経済調べ)

## ◆ 実用化に向けた具体的取組

### (B-3) Gas-to-Lipidsバイオプロセスの開発

- 実用化に向けては、現在のベンチスケール規模からのスケールアップが必須となる。当面はアスタキサンチン等を製造する小規模プラントで、事業として成立させる。
- その後さらなるスケールアップで、バイオナフサ等を製造する大規模プラントを目指す。

	2020	2021	2022	2023	2024~	2030~	2040~	2050~
ラボスケール (JST-OPERA)	■							
ベンチスケール (OCG-CR)			試験	(延長)				
アスタキサンチン製造 実用化					スケールアップ検討 →	→	→	→
バイオナフサ 製造実用化						スケールアップ検討 →	→	→





## ◆波及効果

### 技術・社会的効果

- 拠点の設置及びそこでの集中的な研究開発について国内外へ情報発信することで、日本のカーボンリサイクル分野への取組に関する強いPR効果が期待できる。
- 海外の研究者等による拠点への訪問を通じたカーボンリサイクル技術の普及促進が期待できる。
- カーボンリサイクル技術開発の重点的な実施により社会実装を加速し、2050年のカーボンニュートラル化に貢献することが期待できる。

### 経済的効果

- 世界的に脱炭素化が進む中で日本発カーボンリサイクル技術の社会実装を促進することにより、国際的なシェアの確保が期待できる。

### 人材育成効果

- 拠点での集中的な研究開発および人材交流を通じ、企業や研究機関におけるカーボンリサイクル分野の研究者・技術者を育成する効果が期待できる。

(C) CO<sub>2</sub>有効利用拠点における  
要素技術開発 に関する補足資料

## (C) CO<sub>2</sub>有効利用拠点における要素技術開発

### 【C-1】ダイヤモンド電極を用いた石炭火力排ガス中CO<sub>2</sub>からの基幹物質製造

＜概要＞ 次世代電極材料であるダイヤモンド電極を利用し、石炭火力排ガス中CO<sub>2</sub>から連続的にギ酸生成を行うシステムを創製する。

＜実施期間＞ 2022年4月～2025年3月

＜実施体制＞ 学校法人慶應義塾、学校法人東京理科大学、一般財団法人石炭フロンティア機構



＜実施内容＞ これまで「共通基盤技術開発」により行ってきた個々の要素技術を統合し、大崎上島「カーボンリサイクル実証研究拠点」にて石炭ガス化複合発電プラントにより供給される排ガス中のCO<sub>2</sub>を用い、連続的にギ酸生成を行うことのできるベンチスケールの統合システムを構築し、実現可能性を検証する。

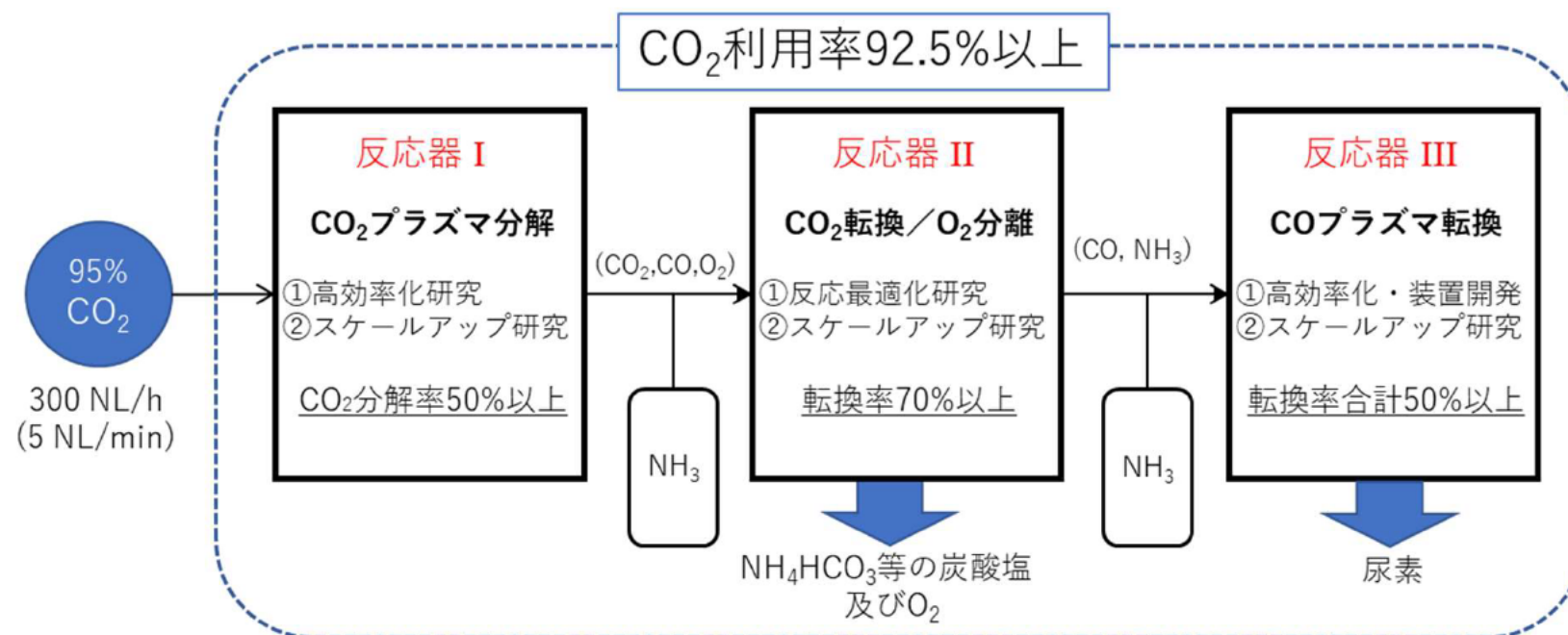
## (C) CO<sub>2</sub>有効利用拠点における要素技術開発

### 【C-2】大気圧プラズマを利用する新規CO<sub>2</sub>分解・還元プロセスの研究開発

＜概要＞ CO<sub>2</sub>分解，炭酸塩生成，尿素生成反応器で構成するCO<sub>2</sub>分解・還元プロセスの開発。

＜実施期間＞ 2022年4月～2025年3月

＜実施体制＞ 国立大学法人東海国立大学機構、川田工業株式会社



＜実施内容＞ 本研究では、3つの反応器から成る新規CO<sub>2</sub>分解・還元プロセスを開発する。

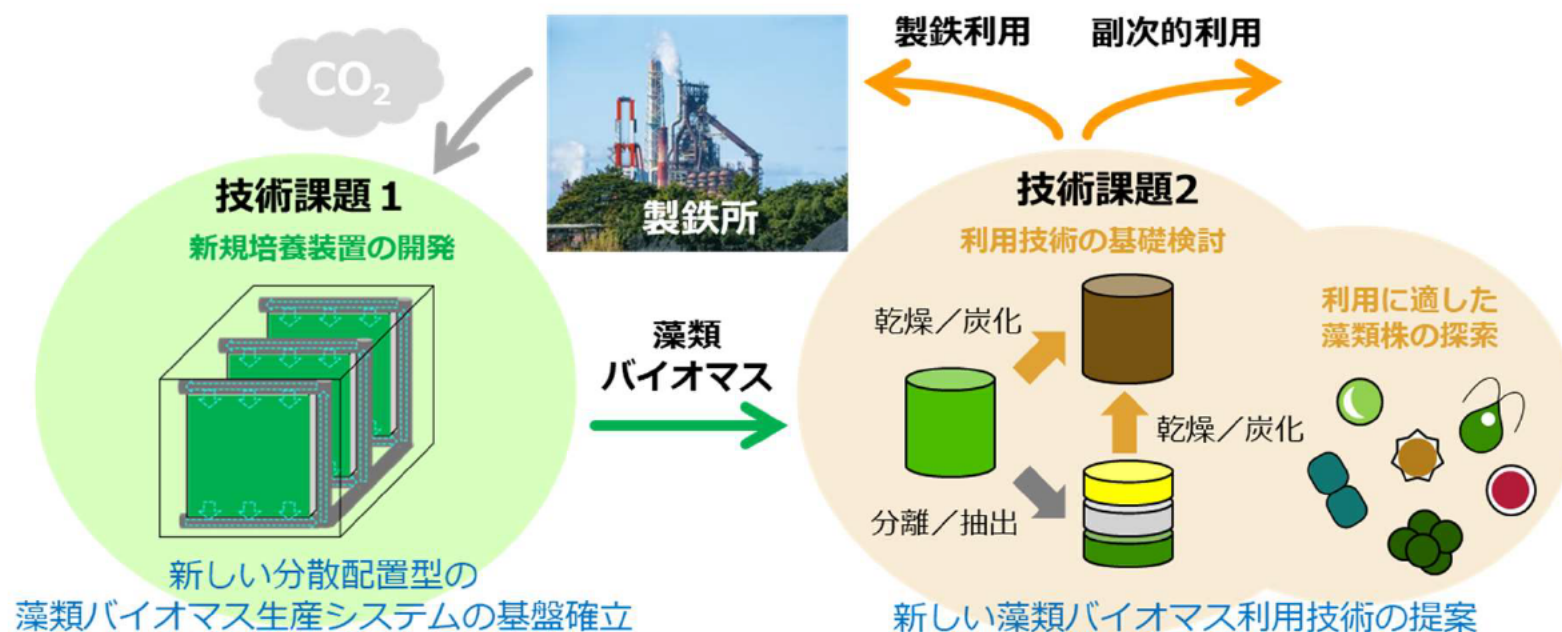
## (C) CO<sub>2</sub>有効利用拠点における要素技術開発

### 【C-3】CO<sub>2</sub>の高効率利用が可能な藻類バイオマス生産と利用技術の開発

＜概要＞ カーボンリサイクル技術としての藻類バイオマスの実用化に向け、生産と利用の両面で研究を行う。

＜実施期間＞ 2022年4月～2025年3月

＜実施体制＞ 日本製鉄株式会社



＜実施内容＞ CO<sub>2</sub>集中排出源からのCO<sub>2</sub>を活用して、藻類バイオマスを効率的に生産するための技術開発と、生産したバイオマスを製鉄プロセスを含む多角的用途に適用するための技術開発を行う。



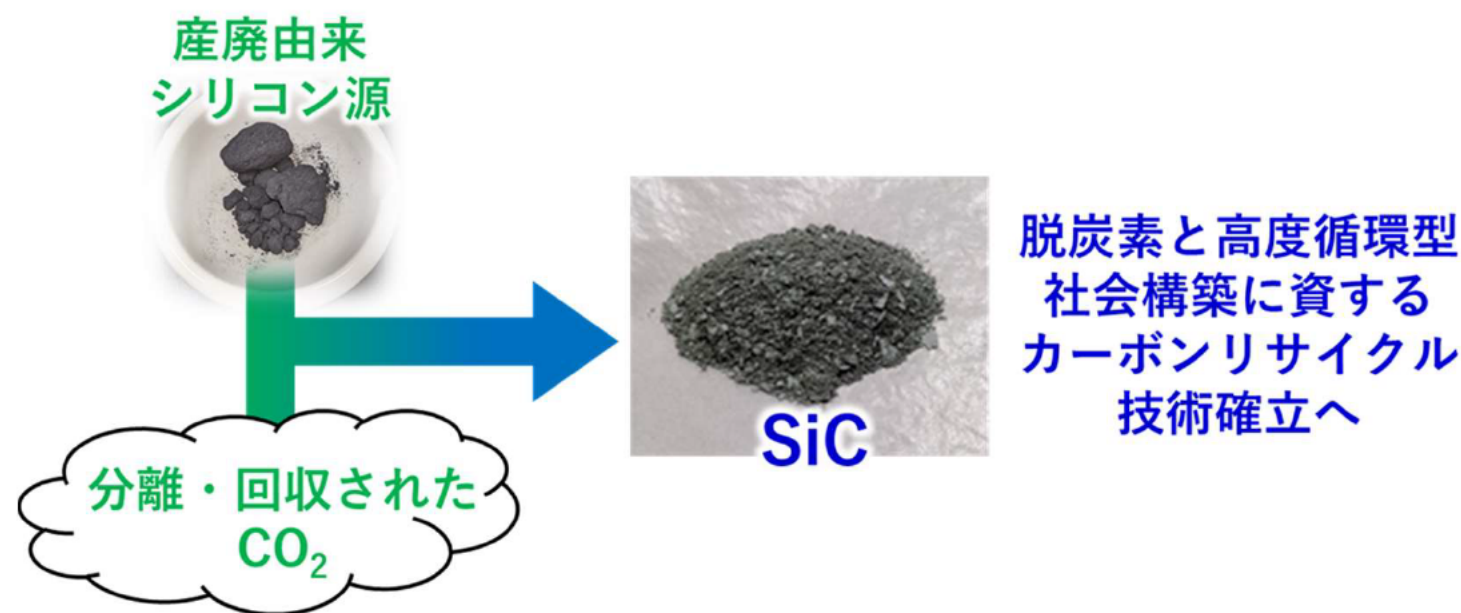
## (C) CO<sub>2</sub>有効利用拠点における要素技術開発

### 【C-4】CO<sub>2</sub>を炭素源とした産廃由来炭化ケイ素合成の研究開発

<概要> CO<sub>2</sub>を炭素源とした産廃由来炭化ケイ素合成プロセスを確立し、事業性評価を行う。

<実施期間> 2022年4月～2025年3月

<実施体制> 東北大学



<実施内容> 本研究では、CO<sub>2</sub>を炭素源とした産廃由来炭化ケイ素合成の実用化・事業化を最終目標に、そのコア技術確立のためのベンチスケール試験を行い、プロセスの最適化とコスト評価を行う。



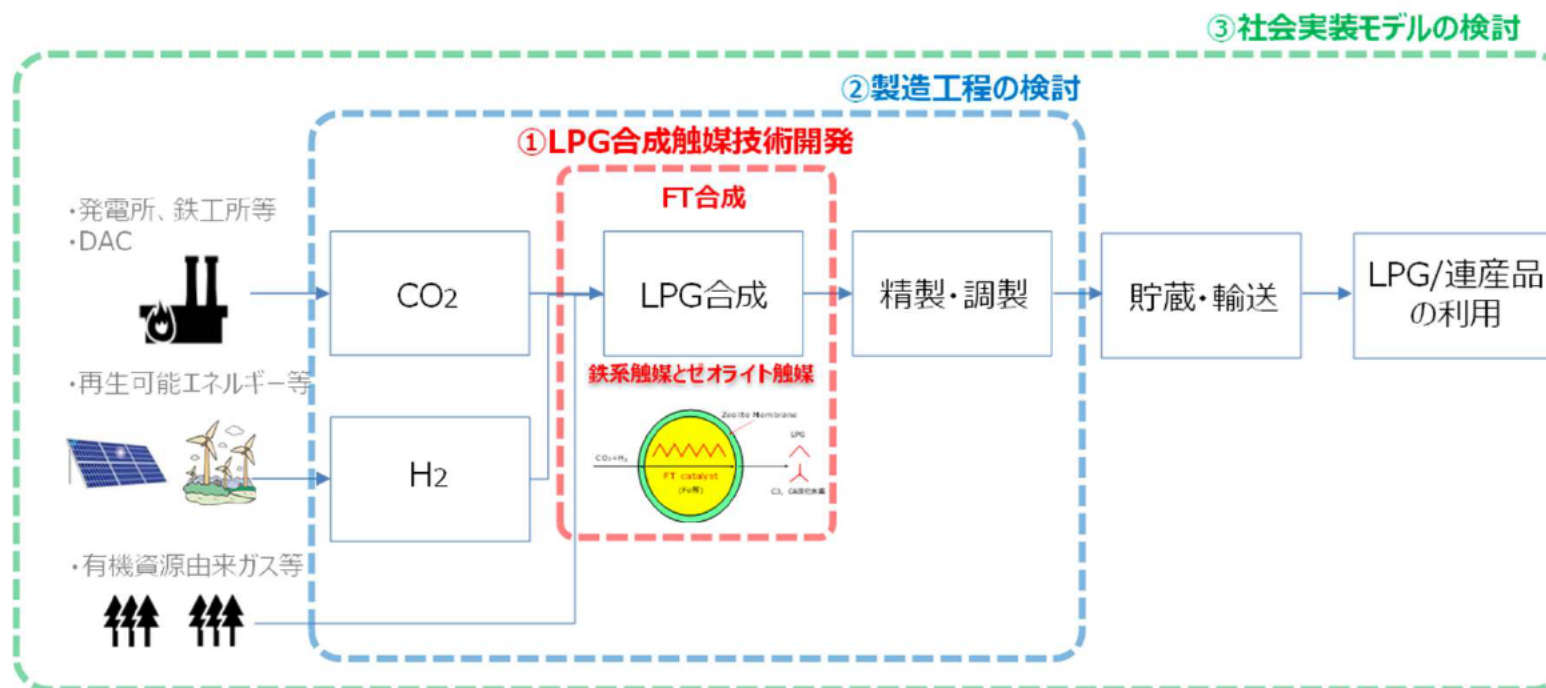
## (C) CO<sub>2</sub>有効利用拠点における要素技術開発

### 【C-5】カーボンリサイクルLPガス製造技術とプロセスの研究開発

＜概要＞ カーボンリサイクルLPガス合成のためのFT合成触媒やプロセス等基盤技術開発を実施。

＜実施期間＞ 2022年4月～2025年3月

＜実施体制＞ ENEOSグループ株式会社、日本製鉄株式会社、国立大学法人富山大学



＜実施内容＞ 本研究では、FT合成を用いたカーボンリサイクルLPガス合成に係る触媒技術やプロセス、製造技術開発に取り組むとともに、CO<sub>2</sub>、COおよびH<sub>2</sub>等の原料の調達からFT合成により生じる連産品の利用も含めた社会実装モデルの検討を行う。

## (C) CO<sub>2</sub>有効利用拠点における要素技術開発

### 【C-6】微細藻類によるCO<sub>2</sub>固定化と有用化学品生産に関する研究開発

**<概要>** 工場等から発生するCO<sub>2</sub>の活用を目指し、微細藻類の育種と大量培養技術の確立と、天然資源に頼らない機能性化学品やバイオプラスチック等の利用技術を開発する。

**<実施期間>** 2022年4月～2025年3月

**<実施体制>** 株式会社アルガルバイオ、関西電力株式会社



**<実施内容>** 本研究では、微細藻類（海産珪藻等）を用いて技術開発を行い、カーボンリサイクル技術の社会実装を目指す。