

# CCUS／カーボンリサイクル関係の技術動向

令和 2 年 7 月

事務局

# CCUS／カーボンリサイクルを見据えた低コストでのCO<sub>2</sub>分離回収

## ⑫ CCUS／カーボンリサイクルの基盤となる低コストなCO<sub>2</sub>分離回収技術の確立

革新イノベーション戦略より抜粋

### 【目標】

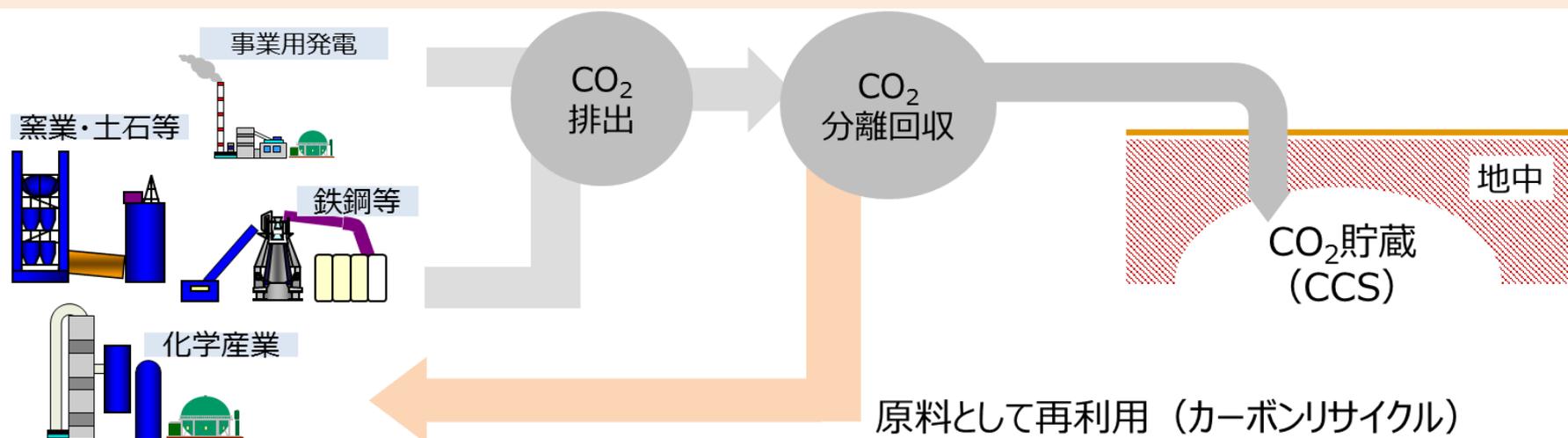
- 2050年までにCO<sub>2</sub>分離回収コスト1,000円/t-CO<sub>2</sub>を目指し技術開発を行う。様々なCO<sub>2</sub>排出源に対応する分離回収能力を獲得することを目指す。CCS (EOR<sup>1)</sup> やBECCS<sup>2)</sup> を含む) による世界全体におけるCO<sub>2</sub>削減量は約80億トン。<sup>3)</sup>

### 【技術開発】

- CCSコストの大半を占めるCO<sub>2</sub>分離回収コストの低減に向け、燃焼後回収用（大気圧～低圧ガス対象）の固体吸収材や燃焼前回収用（高圧ガス対象）の分離膜を用いた分離回収技術の研究を推進する。
- CO<sub>2</sub>分離回収の技術確立・適用に向け、引き続きパイロットスケール試験等の研究開発に取り組む。
- 環境配慮型CCSの実用化に向けて、排ガスからCO<sub>2</sub>を環境に影響なく分離回収する技術の確立に取り組む。

### （実施体制）

- 固体吸収材は、石炭火力発電所の排ガス（大気圧、主成分：N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O）からのCO<sub>2</sub>回収への適用を想定し、民間企業や大学とも連携してパイロットスケールでの事業を実施する。
- 分離膜は、石炭ガス化複合発電（IGCC）への適用を想定し、石炭ガス化炉で製造する燃料ガス（高圧、主成分：H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>）からのCO<sub>2</sub>回収技術の開発事業を実施する。



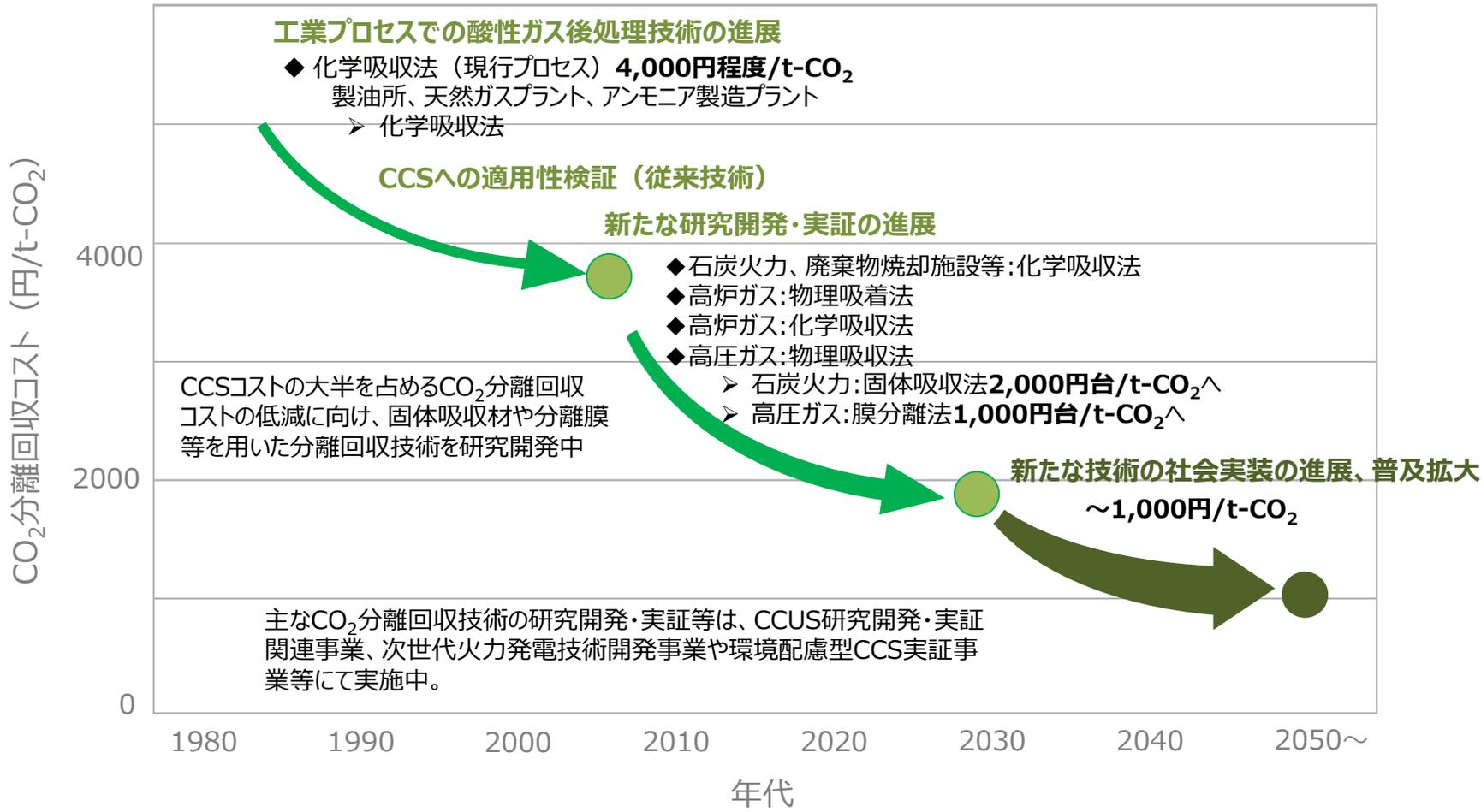
1) EOR : Enhanced Oil Recovery, 2) BECCS : Bioenergy with Carbon Capture and Storage, 3) IEA ETP2017を基に、NEDO TSCで試算。

# I. エネルギー転換

## (参考5) イノベーションによるコスト削減 CO<sub>2</sub>分離回収の例

これまでの経験と、現在見つかっている革新的な技術を勘案し、2050年までにCO<sub>2</sub>分離回収のコストを1,000円/t-CO<sub>2</sub>以下とすることを目指す。<sup>1,2)</sup>

革新イノベ戦略より抜粋



1) 分離回収コストが現状の4,000円程度/t-CO<sub>2</sub>から1,000円/t-CO<sub>2</sub>へ低減されることで、例えば、石炭火力発電所から年間500万tのCO<sub>2</sub>を回収した場合、年間約150億円のコスト削減に繋がる。

2) 図はカーボンサイクルロードマップ（2019）を参考に作成。順調な社会実装によりスケールメリットが出てくるのが前提。競合技術のコスト変動には留意する必要あり。

# ⑫ CCUS／カーボンリサイクルの基盤となる低コストなCO<sub>2</sub>分離回収技術の確立

## 研究の進め方に関するポイント

- 現状の優位な市場シェアを維持すべく、**既存のアミン吸収法の改良**に加え、低コストでCO<sub>2</sub>分離回収を可能にする**革新的な要素技術（非水系吸収材、固体吸収材、分離膜、吸着材等の素材）の開発**。
- 各種のCO<sub>2</sub>分離回収方法や素材に最適なプラントシステムの構築と**プロセスの全体最適化**。さらには**CO<sub>2</sub>の分離回収と直接転換を一体化**した革新的なカーボンリサイクル技術の開発を推進。
- 多種多様な排ガス源に対応するため、実証試験レベルでの**排ガス中の不純物等**（SO<sub>x</sub>、ばいじん等）の**処理技術**に関する知見の蓄積。

## 成果普及、産業化に向けたポイント

- **現行技術の深化**（継続的な改良によるシステム全体の低コスト化等）と**国際連携**等を含めた政策との連携。
- 多様なCO<sub>2</sub>源と利用ニーズを捉えた**素材とプロセスの一体的な開発**と共に、研究開発プレイヤーの連携の溝となる**研究領域を補完する研究インフラ**が重要。
- 革新的な素材の要素技術に対しては、**実用化までの期間を短縮するための研究開発の環境づくり**が各国でのコスト競争の激化する展望においては重要。
- CCUS／カーボンリサイクルプロセス全体のシステムを産業化・社会実装するために、分離回収技術のみならず、**船舶やパイプラインによる効率的な輸送技術、安全・安心かつ効率的な圧入・モニタリング技術の開発と国内外でのフィールド実証**。



# ⑫ CCUS／カーボンリサイクルの基盤となる低コストなCO<sub>2</sub>分離回収技術の確立

## 関連する予算事業例

### ○ナショナルプロジェクト

事業名	期間	規模	実施者
(NEDO) CCUS研究開発・実証関連事業/ CO <sub>2</sub> 分離回収技術の研究開発/ 先進的二酸化炭素固体吸収材 実用化研究開発	2018年度 ～2022年度	73.1億円の内数 (2019年度、委託) ※2020年度より下記「カーボン リサイクル・次世代火力発電の技 術開発事業」へ事業移管	・RITE (アミン系固体吸収材の開発) ・川崎重工業 (プロセス開発) ・東京農工大学 (CO <sub>2</sub> 分離回収シミュレーション)
(NEDO) カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発/ 石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業/ CO <sub>2</sub> 分離・回収型酸素吹IGCC実証	2016年度 ～2022年度	155.0億円の内数 (2020年度、補助)	・大崎クールジェン ・日立製作所
(環境省) CCUS早期社会実装のための脱炭素・ 循環型社会モデル構築事業	2014年度 ～2022年度	75.0億円の内数 (2020年度、委託)	・東芝ESS、他 (バイオマス混焼に対応する技術のスケールアップ)

### ○先導研究等

NEDO先導研究プログラム 実施中テーマ	革新的CO <sub>2</sub> 分離膜による省エネルギーCO <sub>2</sub> 分離回収技術の研究開発	・九州大学 ・東ソー株式会社
	吸着式CO <sub>2</sub> 分離回収におけるLNG未利用冷熱の活用	・東邦瓦斯株式会社 ・東海国立大学機構、名古屋大学
	未利用冷熱による燃焼ガス中CO <sub>2</sub> の回収技術の開発	・東海国立大学機構 ・名古屋大学、東邦瓦斯株式会社
産総研ゼロエミッション国際共同研究センター (GZR)	CO <sub>2</sub> 資源化研究チーム	チーム長：Atul SHARMA
ゼロエミクリエイターズ500	(公募中)	

## II. 運輸

## 多様なアプローチによるグリーンモビリティの確立

## ⑮ カーボンリサイクル技術を用いた既存燃料と同等コストのバイオ燃料・合成燃料製造や、これら燃料等の使用に係る技術開発

革新イノベ戦略より抜粋

## 【目標】

＜自動車＞ 世界では、ガソリン等を燃料とする内燃機関自動車は2040年でも8割を超えると見込まれており（Energy Technology Perspectives 2017, IEA）、燃料の脱炭素化にも取り組む必要がある。これを踏まえ、**排出されたCO<sub>2</sub>から液体の合成燃料を製造する技術開発**に取り組む。2030年頃に実証レベルの製造技術を確立すること、2040年頃に製造コストを既存のバイオエタノール（200円/L）と同等又はそれ以下の水準にすること等を目標とする。**世界全体におけるCO<sub>2</sub>削減量約60億トン**に貢献する。<sup>1)</sup>

＜航空機＞ **バイオジェット燃料のコスト**（微細藻類は現状1600円/L）は**2030年時点で100～200円/L**を目指し、CO<sub>2</sub>排出源単位についても、LCAで既存のジェット燃料の半分以下とすること等を目標とする。また、2050年までに更なる低コスト化や航空部門におけるCO<sub>2</sub>排出量を2005年比50%削減へ貢献する。合成燃料についても、自動車と同様の内容を目標とする。**世界全体のCO<sub>2</sub>削減量約20億トン**に貢献する。<sup>2)</sup>

＜船舶＞ 船舶分野においては、国際海事機関（IMO）のGHG削減戦略に掲げられた「2050年までにGHG総排出量の50%以上削減、今世紀中なるべく早期に排出ゼロ」という目標の達成に向け、**次世代燃料の活用を進めるために必要な技術開発**等に取り組み、**2030年までに商業ベースでのゼロミッション船の実現**を目指す。**世界全体におけるCO<sub>2</sub>削減量約26億トン**に貢献する。<sup>3)</sup>

## 【技術開発】

＜自動車＞ 合成燃料の開発を進める。

- **CO<sub>2</sub>から合成燃料までの一貫製造プロセス**の最適化により、反応プロセスの高効率化・低コスト化を図る。
- 革新的な新規技術・プロセスの開発に取り組み、飛躍的な高効率化を目指す。

＜航空機＞ ジェット燃料代替のバイオ燃料、合成燃料の開発を進める。

## ○バイオ燃料

- **自然環境下の大規模培養池・設備**（PBR等）における低廉な大量培養システムを確立するため、様々な条件下で大規模実証を行う。
- 火力発電等から回収したCO<sub>2</sub>を利用し、光量、温度、使用する微細藻類種、培養設備等、**様々な条件下で実験を行える拠点を整備**。当該拠点において、火力発電所由来のCO<sub>2</sub>吸収効率最大化や、大規模実証から得られた課題解決のための研究を行う。
- 微細藻類によるバイオ燃料の効率的な産生とコスト低減に資する遺伝子改変技術確立に向け、**ゲノム編集技術の開発**を行う。

## ○合成燃料（自動車と同様。）

＜船舶＞ 船舶での次世代燃料の使用に係る技術開発等を着実に実施する。

運輸部門のCO<sub>2</sub>削減は、将来的な電源構成やインフラ整備状況等の見通しを考慮しつつ、多様なアプローチ（電化や燃料の脱炭素化などの技術開発）が必要である。

1) 電動化や燃料の低炭素化等のあらゆる対策を講じた際のCO<sub>2</sub>削減量を経済産業省で試算。2) IATAの長期目標に基づき、国際航空分野において、電動化や燃料の低炭素化等の対策を講じた際のCO<sub>2</sub>削減量を経済産業省で試算。3) 「Third IMO Greenhouse Gas Study 2014」の2050年における見通しをもとに、IMOのGHG削減戦略における2050年のCO<sub>2</sub>排出削減目標を達成した場合の削減量を国土交通省で試算。

# ⑮ カーボンリサイクル技術を用いた既存燃料と同等コストのバイオ燃料・合成燃料製造や、これら燃料等の使用に係る技術開発

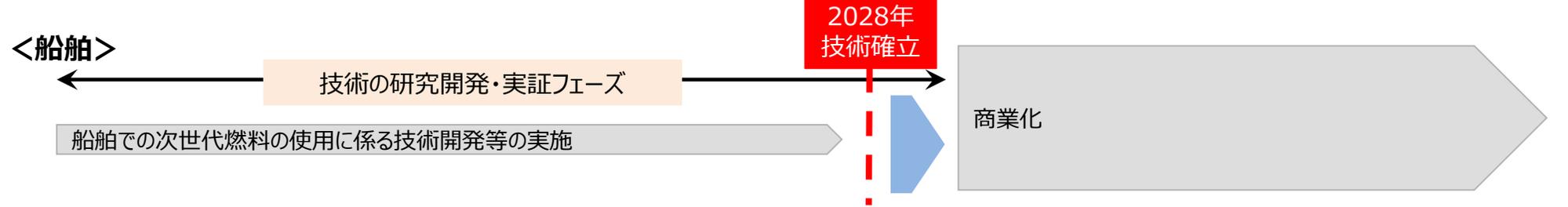
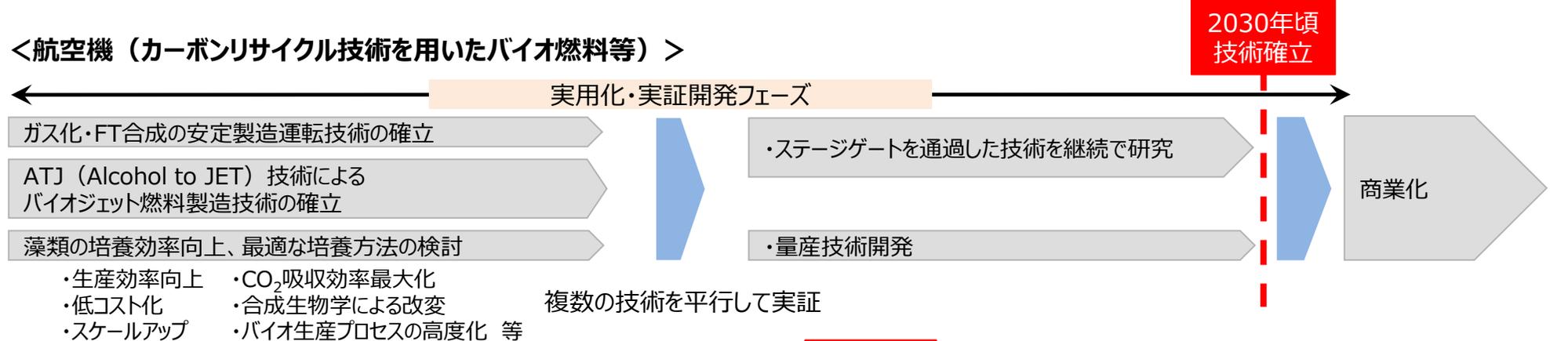
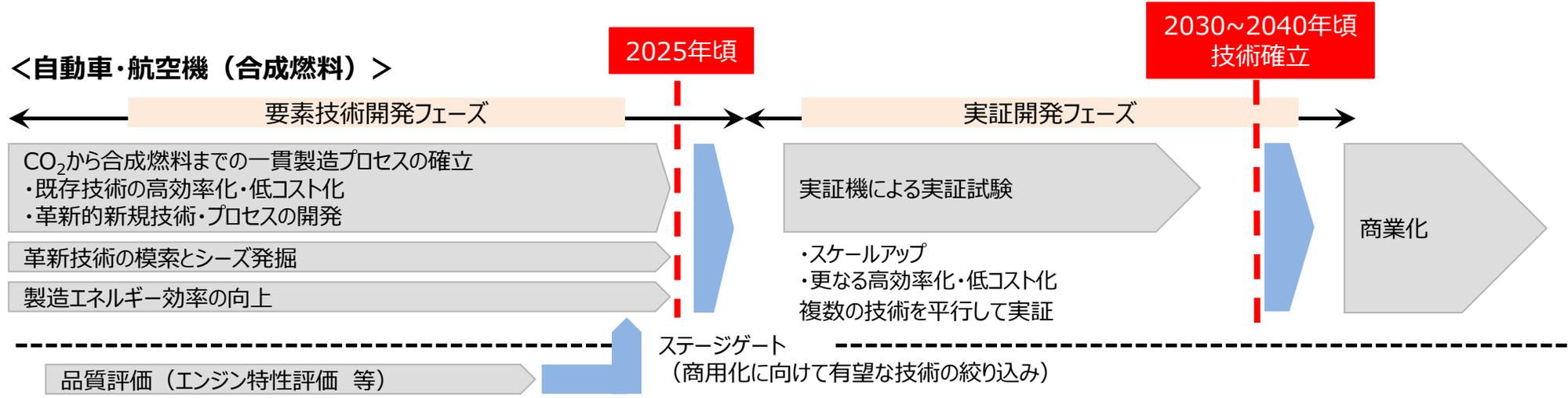
## 研究の進め方に関するポイント

- ゲノム編集や遺伝子組み換え、効率的培養に係る技術の開発による、**安定的・大容量かつ低コストの微細藻類の生産**
- 高温水蒸気電解による高効率水素製造技術、および、水素・COの最適比実現によるCO<sub>2</sub>排出量を最大限抑制かつ製造エネルギーの使用量を抑える低コストの合成燃料の生産のための化学合成プロセスの開発

## 成果普及、産業化に向けたポイント

- 2030年社会実装に向け、**実証段階にある微細藻類等によるバイオジェット燃料生産**は、**民間企業を中心とする大規模実証**の実施等により加速化
- 2030年社会実装に向け、**輸送用燃料として適切な燃料の合成方法**、および、トータルとしてのCO<sub>2</sub>排出量の低減、さらに、合成に必要なエネルギー量の低減を進め、**大規模化を中心にした全体プロセス技術開発**の実施により加速化

# ⑮カーボンリサイクル技術を用いた既存燃料と同等コストのバイオ燃料・合成燃料製造や、これら燃料等の使用に係る技術開発



# ⑮カーボンリサイクル技術を用いた既存燃料と同等コストのバイオ燃料・合成燃料製造や、これら燃料等の使用に係る技術開発

## 関連する予算事業例

### ○ナショナルプロジェクト

事業名	期間	規模	実施者
(NEDO) 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	2017年度 ～2024年度	45.0億円 (2020年度、 補助／委託)	(公募中)
(NEDO) 次世代火力発電等技術開発/ 次世代火力発電技術推進事業/ 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	2019年度 ～2020年度	155.0億円の内数 (2020年度、委託)	・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
(JST) 未来社会創造事業（低炭素社会領域）	2017年度～ ※最長10年/PJ	8.3億円の内数 (2020年度、委託)	・富山大学、他
(環境省) CCUS早期社会実装のための脱炭素・ 循環型社会モデル構築事業	2014年度 ～2022年度	75.0億円の内数 (2020年度、委託)	・日立造船、積水化学工業、東芝、他

### ○先導研究等

NEDO先導研究プログラム 実施中テーマ	自動車の早期低炭素化を実現する内燃機 関／燃料組成の開発	・広島大学、他
ゼロエミクリエイターズ500	(公募中)	—

## Ⅲ. 産業

カーボンリサイクル技術によるCO<sub>2</sub>の原燃料化など

## ⑱ 人工光合成を用いたプラスチック製造の実現

革新イノベーション戦略より抜粋

## 【目標】

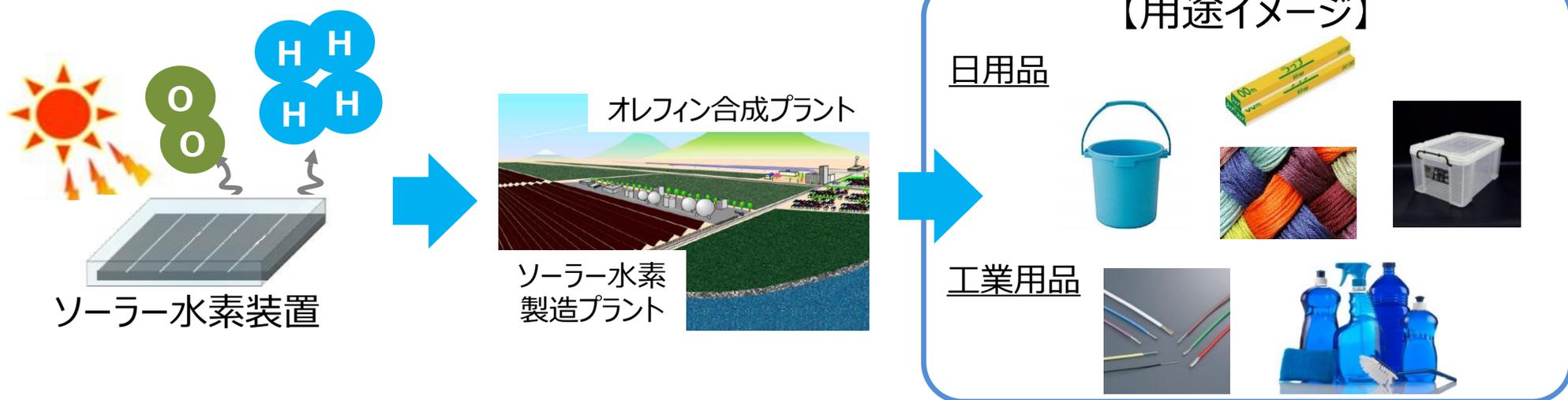
- 人工光合成によるプラスチック製造に関して、**2050年までに化石燃料由来基幹化学品と同等コスト**（製造コストを1/10以下）を目指す。**世界全体におけるCO<sub>2</sub>削減量は基幹化学品合計で約15億トン**。<sup>1)</sup>

## 【技術開発】

- 産業プロセス中の排ガス等から分離回収したCO<sub>2</sub>を**人工光合成により得られる水素等を原料とすることにより基幹化学品を製造**するための要素技術開発を進め、2030年までに技術を確立する。具体的には、2020年から**100m<sup>2</sup>規模の水素製造パネルを用いたフィールド試験**を開始するとともに、2021年から社会実装を見据えた**メタン改質等の水素製造システムの実証**に着手する。人工光合成等のCO<sub>2</sub>フリー水素製造技術は要素技術開発レベルにあり、引き続き、基礎基盤研究を進めるとともに、**変換効率向上のための材料設計**や、**分離プロセスを含むプロセス検討**を、官民共同の下ナショナルプロジェクトでの実施を行う。

## 【実施体制】

- 化学メーカー、プラントメーカー、大学、公的研究機関が一体となり、サプライチェーンを意識した体制を構築する。



1) IEA資料（The Future of Petrochemicals）を基に、NEDO TSCで試算。

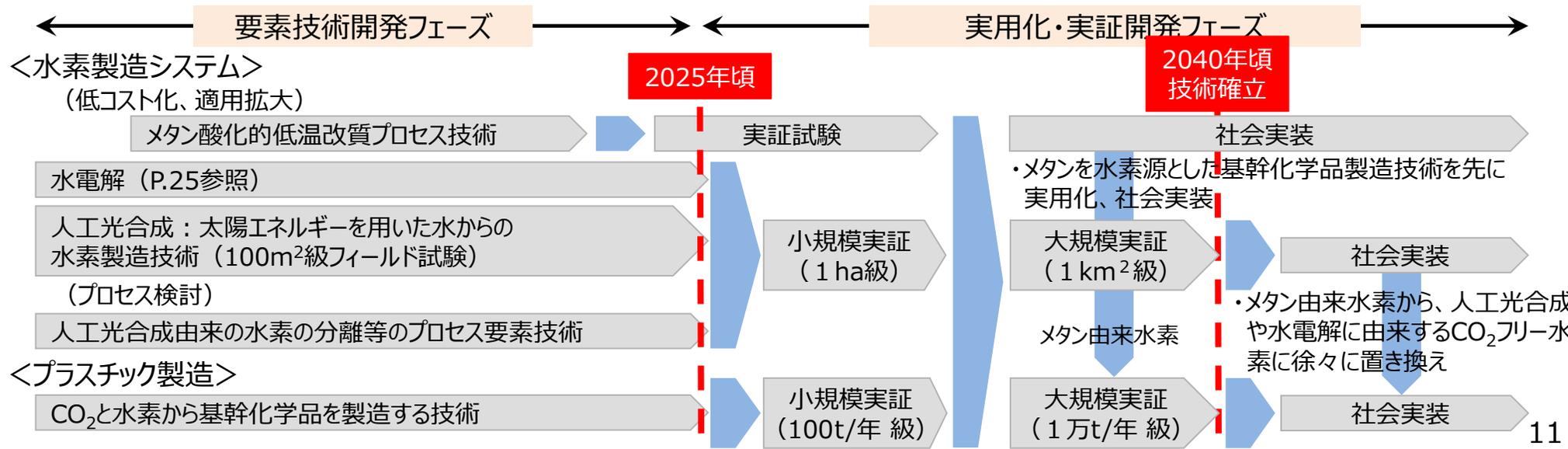
# ⑱ 人工光合成を用いたプラスチック製造の実現

## 研究の進め方に関するポイント

- **太陽光水素変換効率(STH)10%以上の光触媒パネルの実現と低コスト化**に向け、より開発難易度の高い、水から水素への生成効率を向上させる**Zスキーム型等の光触媒**などの素材の開発。
- 低エネルギー、低コストを実現した**膜分離技術**に加え、**水素とCO<sub>2</sub>からの革新的な化学品製造プロセス**の開発。
- **太陽光エネルギーの潤沢な地域での大型実証**を中心とした海外実証事業の実施

## 成果普及、産業化に向けたポイント

- **安価なCO<sub>2</sub>フリー水素**の安定的な入手。
- 光触媒パネルの**パネル製造技術**の確立に加え、**パネルの規格・標準化**による設置費用の低減。
- 2050年までは、**天然ガスの利用**や**CO<sub>2</sub>フリー水素製造技術の高度化**等を進めつつ、設備更新に合わせて導入する。
- 本分野のCO<sub>2</sub>削減に関わる技術変遷  
 水素製造 (短期)化石燃料改質、副生水素、(中期)改質+CCS併用、再エネ+水電解、メタン熱分解、(長期)光触媒による水分解  
 化学品製造 (短期)リサイクル、天然ガス利用、バイオマス利用、(中期)廃棄物等原料とした合成ガスからの転換、(長期)CO<sub>2</sub>原料利用の人工光合成



# ⑱ 人工光合成を用いたプラスチック製造の実現

## 関連する予算事業例

### ○ ナショナルプロジェクト

事業名	期間	規模	実施者
(NEDO) 二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発	2013年度 ～2025年度	16.8億円（2020年度、 委託）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東大(STH10%超に向けた粉末型光触媒の開発)</li> <li>・三井化学、東京理科大(可視光での水素生成に向けた助触媒技術)</li> <li>・TOTO(大面積パネル化に向けた光触媒シート化技術)</li> <li>・早大(高転化率メタノール合成用反応分離膜)</li> <li>・三菱ケミカル、東工大(C2～C4の高選択性MTO触媒)等</li> </ul>
(環境省) CCUS早期社会実装のための脱炭素・ 循環型社会モデル構築事業	2014年度 ～2022年度	75.0億円の内数 (2020年度、委託)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東芝 (CO<sub>2</sub>還元触媒電極開発・セルスタック化等)</li> <li>・豊田中央研究所、名古屋大学 (太陽光を利用した合成ガスの高効率合成技術実証、金属錯体触媒開発)</li> </ul>

### ○ 先導研究等

産総研ゼロエミッション国際共同研究センター (GZR)	人工光合成研究チーム	チーム長：佐山 和弘
ゼロエミクリエイターズ500	(公募中)	

## カーボンリサイクル技術によるCO<sub>2</sub>の原燃料化など

### ②0 製造技術革新・炭素再資源化による機能性化学品製造の実現

革新イノベ戦略より抜粋

#### 【目標】

- **2025年までに**、機能性化学品の製造法の主流であるバッチ法（1つの反応ごとに原料を入れて、その都度加熱・冷却して反応物を得る工程を独立して行う合成法）を革新し、**フロー法による連続精密生産技術**（原料を連続して供給し、複数の反応を連続させ一連の工程で行う）を**確立**することで、機能性化学品の製造方法の大幅な省エネルギー化とコスト低減の実現を目指す。
- **2030年までに**、カーボンリサイクル技術により**CO<sub>2</sub>を原料に機能性化学品を製造するプロセスを構築**し、既存同等コストを目指す。2050年における**世界全体のCO<sub>2</sub>削減量は～1億トン**。<sup>1)</sup>
- CO<sub>2</sub>やカーボンニュートラルな炭素源を活用し、高機能化学品等を製造する**バイオものづくり技術を開発**する。**世界全体におけるバイオプロセス及びバイオ製品に由来するCO<sub>2</sub>削減量は約25億トン**。<sup>2)</sup>

#### 【技術開発】

- 連続精密生産に必要となる、**副生物のできない新規触媒の開発**、**省エネ型の膜分離プロセス**、溶媒リサイクル等の要素技術開発を進め、省エネルギーで廃棄物発生量の少ないプロセス技術を確立する。
- 工場等から排出されるCO<sub>2</sub>を分離回収し、ポリエステルやポリウレタン等の含酸素化合物の原料利用を可能とする反応系の確立、触媒開発を進めるとともに、大型化を視野に入れた省エネプロセスを開発し、実証プラントによる試験を実施する。
- CO<sub>2</sub>やカーボンニュートラルな炭素源を活用し、バイオプラスチック、高機能化学品、食品用機能性物質を生産するための**酵素や微生物探索技術の開発**を進めると同時に、**スケールアップの課題を解決する生産プロセス**のバイオファウンドリを整備する。

#### （実施体制）

- フロー法による連続精密生産技術に用いられる触媒開発は、大学、研究機関、化学メーカーが連携するナショナルプロジェクトで引き続き実施する。
- カーボンリサイクル技術では、機能性化学品毎に、要素技術であるCO<sub>2</sub>分離回収技術の適用可能性を検証し、大型化に向けた全体プロセス設計等については、大型実証事業として、化学メーカーを中心に大学等の研究機関とも連携して、国際展開も視野に技術開発を進める。
- バイオものづくり技術では、大学、研究機関、化学メーカー・食品メーカー、プラントメーカー等が連携するナショナルプロジェクトで新たに実施し、バイオ戦略を踏まえたものとする。

1) CARBON DIOXIDE UTILIZATION (CO<sub>2</sub>U) ICEF ROADMAP 1.0 (ICEF, 2016) を基に、NEDO TSCで試算。

2) Industrial Biotechnology and Climate Change (OECD) P. 7 の記載を引用。

## ⑳ 製造技術革新・炭素再資源化による機能性化学品製造の実現

### 研究の進め方に関するポイント

- 我が国が強みを有する触媒技術により、**資源利用の高度化**を図るとともに製造プロセスのCO<sub>2</sub>排出量を大幅に削減する**汎用性の高い化学品製造基盤技術**を開発
- バイオ由来製品の社会実装の加速化を目指し、バイオものづくり産業の基盤として、**生物機能を活用した産業用物質生産システムの一貫的な検証**を実現できるバイオファウンドリ基盤を構築

### 成果普及、産業化に向けたポイント

- **2030年実装**に向けて、連続精密生産プロセスに必要となる、新規触媒、膜分離等小型のプロセス等の分野で、大学・国研と民間企業の共同研究の加速。
- 実用化段階にあるセルロースナノファイバー等の生物資源利用の大学、民間企業の共同研究の加速。
- **コロナ禍を受けて世界が注目するオンデマンド生産**へのフロー合成プロセスの早期実装および展開
- NEDOスモールセルプロジェクトで構築したバイオものづくりの生産基盤技術に加え、**スケールアップ技術**等のボトルネックを解消する技術開発によりバイオ由来製品の社会実装を加速、製品クラスター開発を個社が推進する仕組みを作る
- 高機能プラスチック等の機能性化学品分野では**ポリカーボネートに続くCO<sub>2</sub>を原料とする化学品の商用化**を加速すると同時に、製品群拡大に向け基礎研究の充実を図る。



# ②製造技術革新・炭素再資源化による機能性化学品製造の実現

## 関連する予算事業例

### ○ナショナルプロジェクト

事業名	期間	規模	実施者
(NEDO) 省エネ型化学品製造プロセス技術の開発事業		20億円 (2020年度、委託)	[非可食バイオマス]森林研究・整備機構、京都大学、IHI プラントエンジニアリング、産総研、新潟薬科大、東大 [連続フロー合成]東大、産総研、東京理化学器械株式会社、東和薬品株式会社、富士フイルム株式会社
(NEDO) 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	2020FY ～2026FY	18.0億円 (2020年度、委託)	[微生物生産システム]京都大学、神戸大学、大阪大学、 ちとせ研究所、花王、カネカ [植物生産システム]産総研、北海道大学、東大、鹿島建 設、デンカ
(NEDO) CCUS研究開発・実証関連事業 (苫小牧におけるCO <sub>2</sub> のメタノール合成実証)	2018年度～	62.0億円の内数 (2020年度、委託)	MHPS、三菱ガス化学、三菱重工エンジニアリング
(環境省) 革新的な省CO <sub>2</sub> 実現のための部材や素材の社会 実装・普及展開加速化事業	2020年度 ～2024年度	18億円の内数 (2020年度、補助)	・今後公募予定
(環境省) セルロースナノファイバー（CNF）等の次世代素材 活用推進事業	2015年度 ～2020年度	5億円 (2020年度、委託)	・京都大学（CNF適用部材拡大のための課題解決支 援） ・エックス都市研究所（CNF利活用ガイドライン作成）

### ○先導研究等

NEDO先導研究プログラム 実施中テーマ	CO <sub>2</sub> 利用PC製造用中間体の新規合 成技術開発	・三菱ガス化学、他
ゼロエミクリエイターズ500	(公募中)	

## Ⅲ. 産業

カーボンリサイクル技術によるCO<sub>2</sub>の原燃料化など② 低コストメタネーション（CO<sub>2</sub>と水素からの燃料製造）技術の開発

## 【目標】

革新イノベ戦略より抜粋

- 2050年までに既存メタン（40～50円/Nm<sup>3</sup>（天然ガス（輸入価格））と同等のコストとすることを旨とする。世界全体におけるCO<sub>2</sub>削減量は約11億トン。<sup>1)</sup>

## 【技術開発】

- 再エネ由来の水素、火力発電所等から回収したCO<sub>2</sub>を利用した、燃料に使用可能なメタンを低コストで製造する技術を確認するため、劣化の少ない革新的な触媒の開発、製造システム全体の最適化等についてナショナルプロジェクトとして5年程度、商用規模の1/150の規模での技術開発を行う。
- 廃棄物焼却施設等で排出されるCO<sub>2</sub>を原料としたメタン製造に関しては、清掃工場の排ガスのCO<sub>2</sub>を利用した商用化規模（125Nm<sup>3</sup>/h）の実証に取り組むとともに、2030年以降の本格的な社会実装に向けた実用化を目指す。

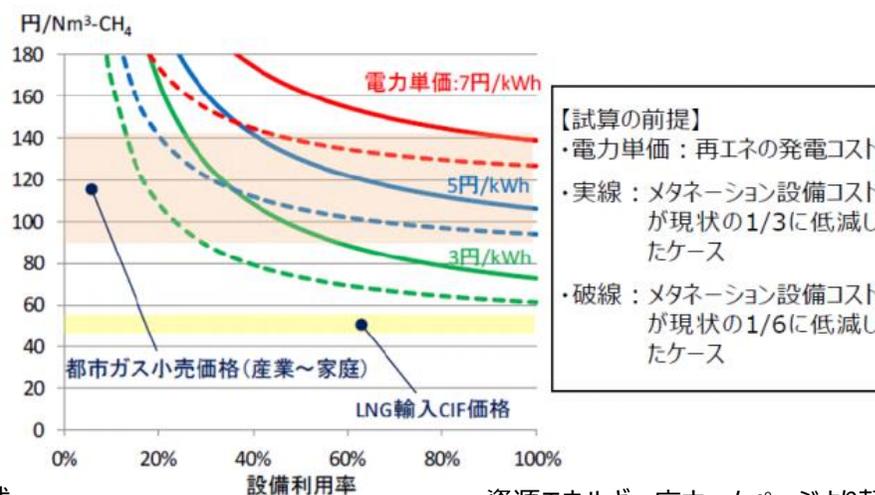
## 【実施体制】

- 将来のビジネス展開まで見据えた上で、実プロセスを想定した触媒性能や製造プロセス全体でのコスト低減等を行うため、大学、触媒メーカー、プラントメーカー、システム運用企業、ガスライン利用を想定したガス事業者等が連携したサプライチェーンを意識した体制を構築する。

## メタン利用イメージ



資源エネルギー庁ホームページより転載

再エネ由来水素とCO<sub>2</sub>合成によるメタン製造コスト試算

資源エネルギー庁ホームページより転載

1) ICEF ROADMAP 1.0を基に、革新的技術が一定割合導入されたときのCO<sub>2</sub>削減量をNEDO TSCで試算。

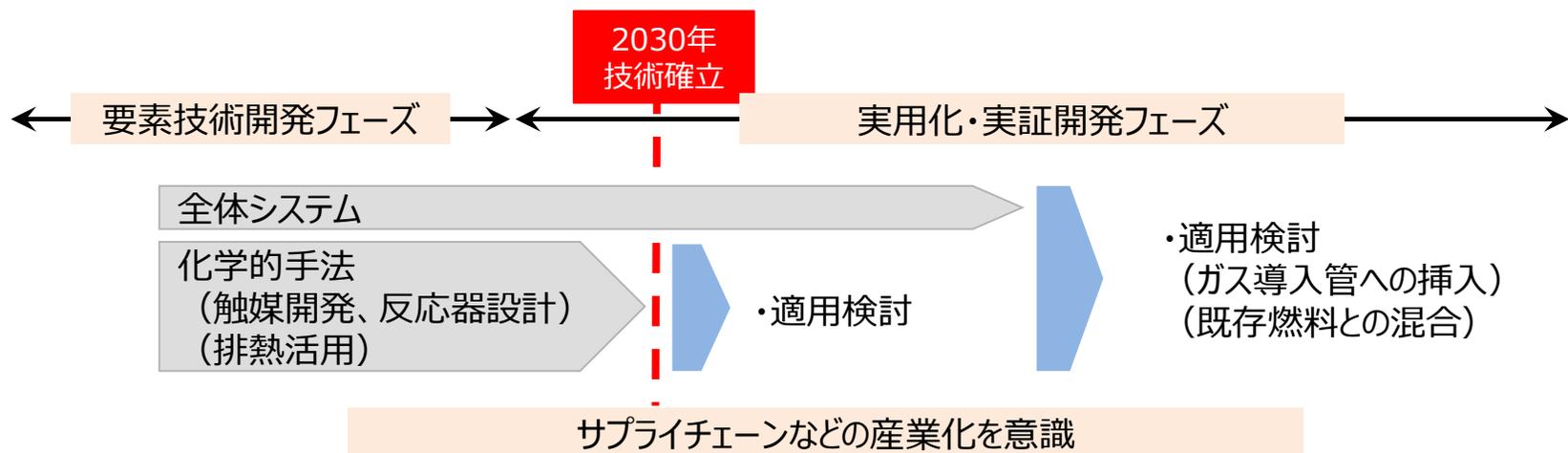
# ⑳ 低コストメタネーション（CO<sub>2</sub>と水素からの燃料製造）技術の開発

## 研究の進め方に関するポイント

- 安価なCO<sub>2</sub>フリー水素の製造技術に加え、膜分離などの抜本的にエネルギーを削減するCO<sub>2</sub>分離プロセス開発と、排熱利用を含めた熱マネジメントによるメタン製造の省エネルギー化
- 物質収支、熱収支の全体システム最適化に向けたFS実証試験（企業中心）、およびスケールアップ検討（政府支援）
- CO<sub>2</sub>と水を原料利用するなどの革新的プロセスの開発

## 成果普及、産業化に向けたポイント

- 安価なCO<sub>2</sub>フリー水素の安定的な入手。
- 日本全国各地にくまなく供給するためのガスグリッドの整備。都市ガスへのメタン混合を後押しする支援の整備。
- 比較的手容易な廃棄物をガス化し、分解した合成ガスからの転換・利用をしつつ、CO<sub>2</sub>フリー水素の普及拡大にあわせて、CO<sub>2</sub>の原料利用に切り替えていく。



# ② 低コストメタネーション（CO<sub>2</sub>と水素からの燃料製造）技術の開発

## 関連する予算事業例

### ○ナショナルプロジェクト

事業名	期間	規模	実施者
(NEDO) 次世代火力発電等技術開発/ 次世代火力発電基盤技術開発/ CO <sub>2</sub> 有効利用技術開発	2017年度 ～2019年度	155億円の内数 (2020年度、委託)	・INPEX/日立造船（大型設備での安定稼働に向けたマネージメント技術） ・名古屋大学/産総研（安定稼働に向けた反応器開発と触媒劣化メカニズムの分析技術）
(JST-CREST) 再生可能エネルギーからのエネルギーキャリアの製造とその利用のための革新的基盤技術の創出 「新規固体酸化物形共電解反応セルを用いた革新的エネルギーキャリア合成技術の開発」	2013年度 ～2020年度	418億円の内数 (2020年度、委託)	・産総研(CO <sub>2</sub> と水の共電解による高効率なCO <sub>2</sub> 還元技術)
(環境省) CCUS早期社会実装のための脱炭素・ 循環型社会モデル構築事業	2014年度 ～2022年度	75.0億円の内数 (2020年度、委託)	・日立造船

### ○先導研究等

NEDO先導研究プログラム 実施中テーマ	廃プラスチックガス化処理の低温化技術の開発	・東北大学
産総研ゼロエミッション国際共同研究センター（GZR）	電気化学デバイス基礎研究チーム 水素製造・貯蔵基盤研究チーム	チーム長：岸本 治夫 チーム長：高木 英行
ゼロエミクリエイターズ500	(公募中)	

## カーボンリサイクル技術によるCO<sub>2</sub>の原燃料化など

### ② CO<sub>2</sub>を原料とするセメント製造プロセスの確立／CO<sub>2</sub>吸収型コンクリートの開発 他

革新イノベ戦略より抜粋

#### 【目標】

- 2030年以降、既存セメントと同等価格以下かつ同等性能以上とすることを目標に、**製造工程で発生するCO<sub>2</sub>を回収し、炭酸塩として固定化**後、原料や土木資材として**再資源化するセメント製造プロセス**構築を目指す。同様に、既存コンクリートと同等価格以下かつ同等性能以上とすることを目標に、**製造時にCO<sub>2</sub>を吸収するコンクリートについて、用途拡大**等に向けた新しい製造プロセス構築を目指す。また、技術確立後、速やかな公共調達での優先適用等を通じた、政府としての積極的な普及推進策についても検討する。2050年における**世界全体のCO<sub>2</sub>削減量は約43億トン**。<sup>1)</sup>
- その他、紙資源の再利用・製造工程における省エネルギー、バイオマス燃料を利用した燃料転換の推進等により、紙・パルプ分野におけるCO<sub>2</sub>削減を目指す。

#### 【技術開発】

- セメント製造プロセスにおいて、2030年頃の実用化を目指し、製造工程で発生するCO<sub>2</sub>を分離回収し、廃コンクリートや生コンを用いて炭酸塩として固定化し、石灰石の代替として原料利用する技術や、その他の炭酸塩に固定化し路盤材等の土木資材として再資源化する技術等の要素技術開発、実用化・実証開発等を実施する。**2020年には、削減量10トン-CO<sub>2</sub>/日**（既存技術の500倍規模）**までスケールアップ**する実証事業に着手する。
- CO<sub>2</sub>吸収型コンクリートの材料となるCO<sub>2</sub>と反応して硬化する特殊混和材を、**鉄筋を使用するコンクリート製品や大型コンクリート構造物等の新たな用途**で利用するための要素技術開発、実証開発及び実用化に向け普及拡大時の技術課題の調査等を実施する。

#### （実施体制）

- 将来のビジネス展開まで見据えた上で、セメント製造事業者を中心に、CO<sub>2</sub>分離回収技術を有する大学や研究機関等と連携し、ナショナルプロジェクトとして技術開発を進める。
- CO<sub>2</sub>吸収型コンクリートについても、将来のビジネス展開まで見据えた上で、ゼネコン等を中心に、ナショナルプロジェクトとして技術開発等を進める。

1) NEDO TSCで試算。

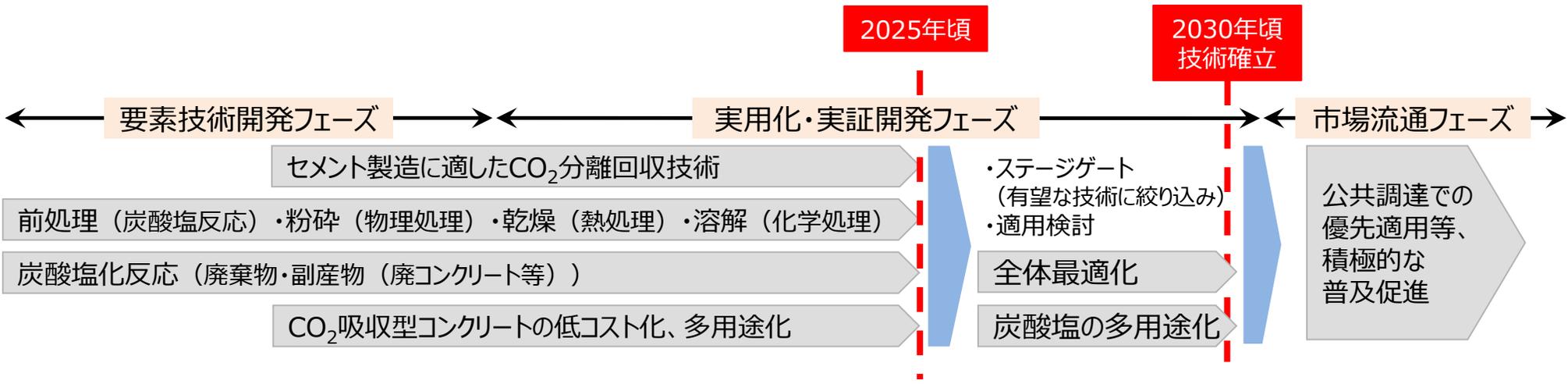
# ⑫ CO<sub>2</sub>を原料とするセメント製造プロセスの確立 / CO<sub>2</sub>吸収型コンクリートの開発 他

## 研究の進め方に関するポイント

- **CO<sub>2</sub>と廃棄物・副産物**（廃コンクリート等）**から**、セメント原料となる**炭酸カルシウム等に再資源化**する技術開発
- 製品化されている**CO<sub>2</sub>吸収コンクリート**（SUICOM）の新規混和材開発による低コスト化、素材開発による**強度向上**、**鉄筋への腐食性をなくす技術**開発
- 建材製品の長期的なライフサイクルを踏まえた**CO<sub>2</sub>削減効果の可視化**

## 成果普及、産業化に向けたポイント

- セメント製造プロセスに適したCO<sub>2</sub>分離回収技術、及び**製造プロセスを含めたシステム最適化**を提案。
- CO<sub>2</sub>と共に、廃棄物・副産物のCa等の元素が循環するサプライチェーンの構築が重要。
- 副次的な価値（副産物の生成等）を生かしたビジネスモデルの探索。
- 早期の技術確立の可能性が高い技術を対象に、**グリーン調達制度への登録等、普及に向けた政策面のサポート**を並行して検討する必要。



# ②② CO<sub>2</sub>を原料とするセメント製造プロセスの確立 / CO<sub>2</sub>吸収型コンクリートの開発 他

## 関連する予算事業例

### ○ナショナルプロジェクト

事業名	期間	規模	実施者
(NEDO) 革新的環境イノベーション戦略加速化事業/ セメント生産プロセスにおけるCO <sub>2</sub> 分離回収・固定化 技術開発	2019年度～	17.0億円 (事業期間全体、委託)	(公募中)

### ○先導研究等

ゼロエミクリエイターズ500	(公募中)		
----------------	-------	--	--

## 大気中のCO<sub>2</sub>の回収

### ③9 DAC (Direct Air Capture) 技術の追求

#### 【目標】

革新イノベ戦略より抜粋

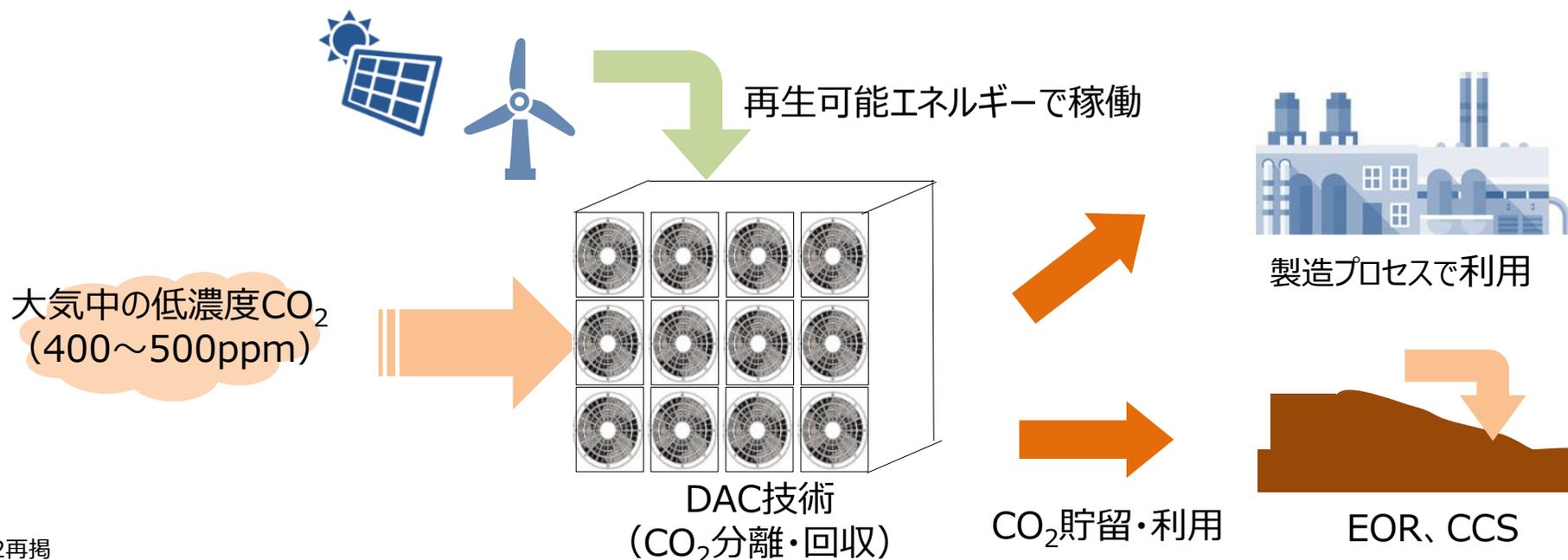
- やむなく大気中に排出されたCO<sub>2</sub>を分離回収し、得られるCO<sub>2</sub>を利用、固定化する。また、CO<sub>2</sub>の分離や利用等に要するエネルギーは再生可能エネルギーを用いるなど、**受容可能なコストでネガティブエミッションを実現する技術開発**を2050年までに確立する。**世界全体におけるCO<sub>2</sub>吸収量は約80億トン**。<sup>1)</sup>

#### 【技術開発】

- 大気中の低濃度CO<sub>2</sub> (400~500ppm) を分離回収し、利用する手法の開発を行う。**これまでにない新たな分離膜、化学吸収材等の開発**や、**手法の開発**を行う。また、得られるCO<sub>2</sub>の利用手法としてのシステム化も併せて開発する。
- また、全体としてネガティブエミッションとするため、**再生可能エネルギーとの組合せによるシステム化**を図る。

#### (実施体制)

- これまでにない新たなシーズを幅広く対象**とするため、基礎研究や要素技術開発段階から**公募型・ステージゲート方式を活用**する。一定の技術開発段階に至った際には、全体システムの構想及びビジネス展開を視野に入れ、産学の連携により技術開発を進める。



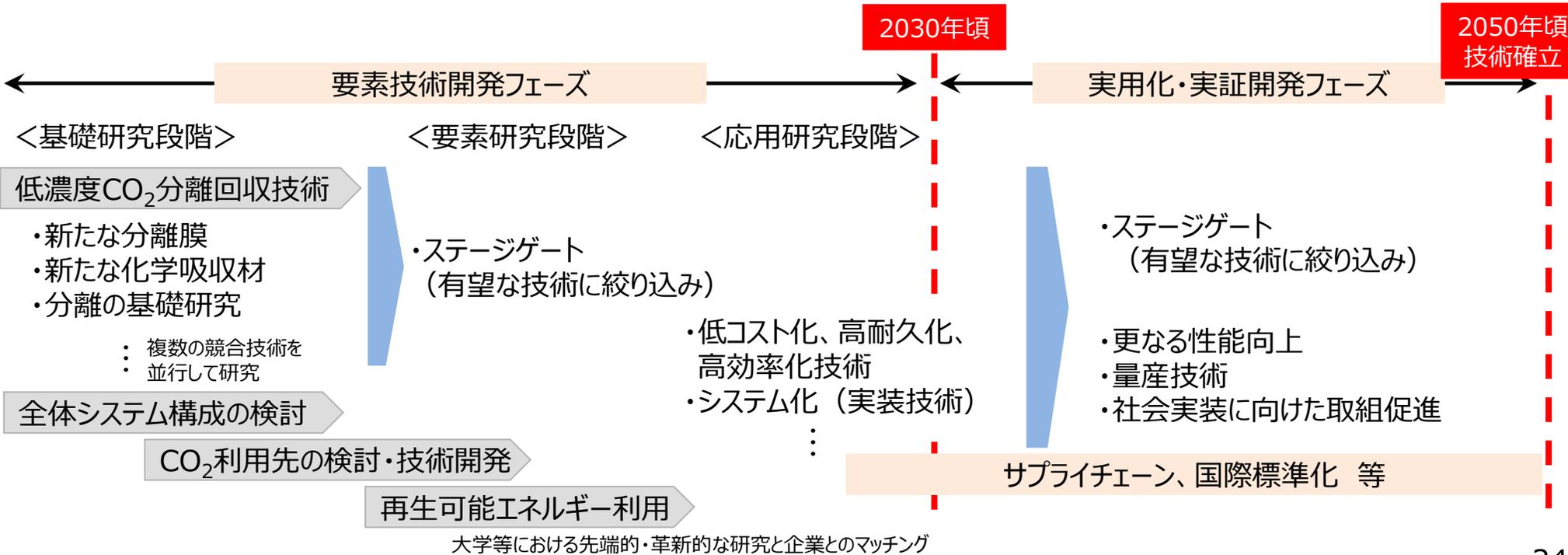
# ③ DAC(Direct Air Capture)技術の追求

## 研究の進め方に関するポイント

- ・ **低濃度（400ppm）のCO<sub>2</sub>回収に係るエネルギーの最小化**、及び**回収CO<sub>2</sub>の利用（カーボンリサイクル）との組合せ**による更なる省エネルギー化、低コスト化

## 成果普及、産業化に向けたポイント

- ・ **2030年のパイロット試験、2050年社会実装**に向け、最先端の研究開発を推進するため、**国内外の関連する研究者等の幅広い人的ネットワークを構築**するとともに、大学・国研と企業等との共同研究により、基礎研究から実用化へのスピードを加速する。
- ・ CO<sub>2</sub>の集中排出原における分離回収と異なり、**大気を取り込み方法においてもイノベーションが必要**。
- ・ **設置場所の制約**（水の有無、熱源の有無、CO<sub>2</sub>利用先など）に応じ、**資源制約を考慮**した分離回収方式、及びシステムの最適化
- ・ 他のネガティブエミッション技術（植林や風化）とのベンチマーク



# ③⑨ DAC(Direct Air Capture)技術の追求

## 関連する予算事業例

### ○ナショナルプロジェクト

事業名	期間	規模	実施者
(NEDO) ムーンショット型研究開発制度「2050年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現」	2020年度～ (最長10年)	200億円の内数 (事業全体(5年)、委託)	(公募中)
(環境省) CCUS早期社会実装のための脱炭素・循環型社会モデル構築事業	2014年度 ～2022年度	75.0億円の内数 (2020年度、委託)	・川崎重工業

### ○先導研究等

ゼロエミクリエイターズ500	(公募中)	
----------------	-------	--