

「CO₂の分離回収等技術開発」プロジェクトの 今後の取組みに関する提案

2023年1月26日

伊與木健太	(東京大学)
小柳裕太郎	(U3 イノベーションズ)
瀬古祐介	(東京ガス)
高須大輝	(東京工業大学)
津野地直	(広島大学)
八神実優	(あひだの道)

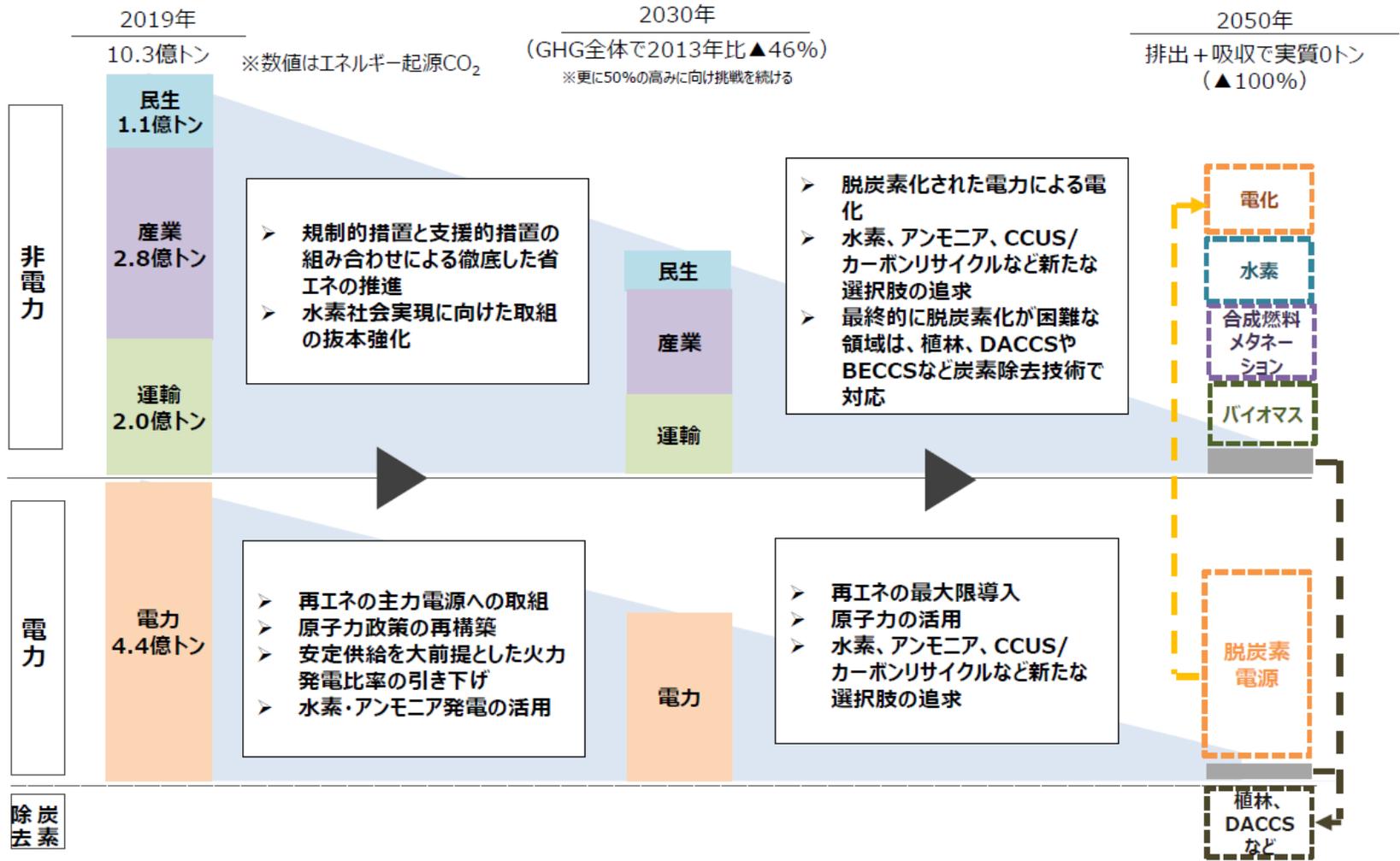
全体の構成

1. 現行の「CO₂の分離回収等技術開発」プロジェクトおよび提案の背景
2. CCU低コスト化技術開発とスタートアップ(新事業)の一体化
3. 低コストシーズ始動型スタートアップ(新事業)の成長・大規模事業展開
4. スタートアップ(新事業)拡大のための制度&環境の整備
5. まとめ

2050年カーボンニュートラルの実現に向けたCO₂分離回収の役割

(出所)「第8回産業構造審議会グリーンイノベーションプロジェクト部会エネルギー構造転換分野ワーキンググループ」(2021年12月23日開催) 資料3

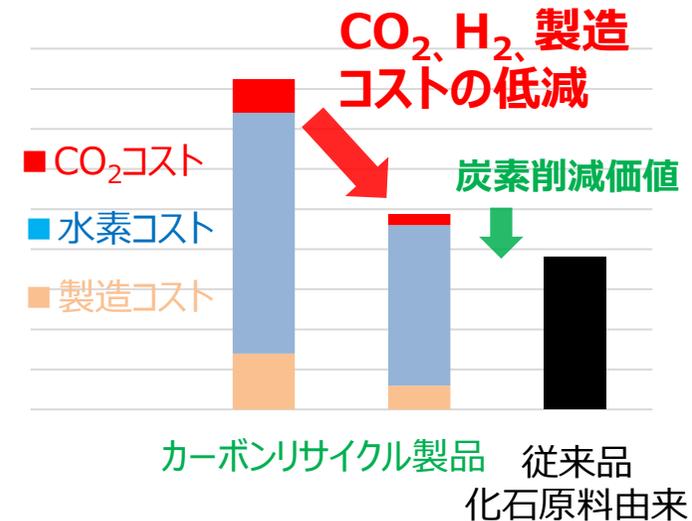
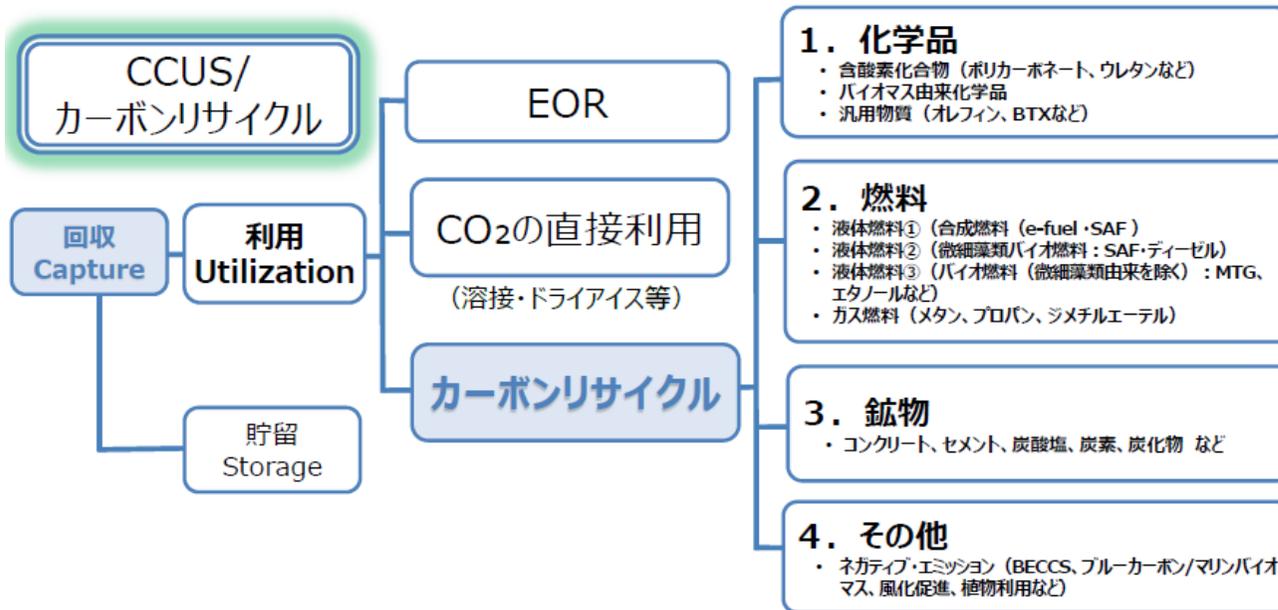
● 2050年カーボンニュートラルに向けて、再エネ導入を最大限進めるとしても電力、産業部門等で不可避となるCO₂排出には、「CO₂分離回収」を最大限活用する必要。



CO₂分離回収技術の立ち位置と 産業化に向けたCCU政策支援イメージ

(出所)「第8回産業構造審議会グリーンイノベーションプロジェクト部会エネルギー構造転換分野ワーキンググループ」(2021年12月23日開催) 資料3を基に作成

- カーボンリサイクルにおいて、回収されたCO₂は、CO₂フリー水素等との化学反応等を経て、鉱物（コンクリート）、燃料、化学品等に再利用される。**CO₂分離回収はそれらの共通技術。**
- ビジネスモデルとしては、CO₂分離回収の設備・素材ビジネスからカーボンリサイクルビジネスへの拡大を想定。いずれの技術開発においても、**共通する産業競争力の源泉はコストの低減にある。**
- カーボンリサイクル製品のコスト低減には、**CO₂分離回収のコストダウンに加え、水素コスト、変換コストのコストダウンが必要**であり、それぞれをGI基金を通じて支援。



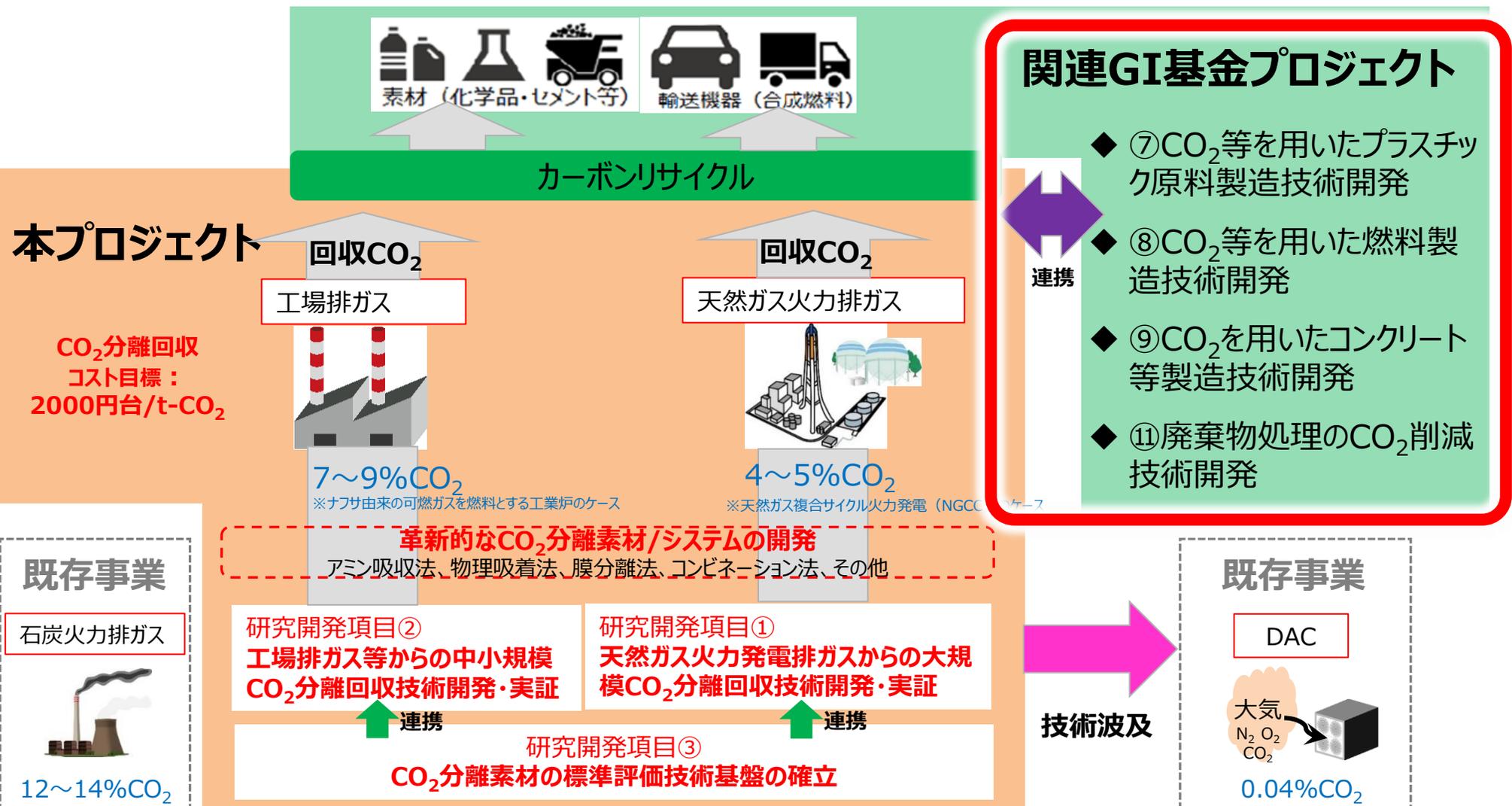
カーボンリサイクル技術ロードマップ (令和3年7月改訂) 資料より図を抜粋

カーボンリサイクル製品の
コストブレイクダウンと政策支援イメージ

CO₂分離回収事業の現状

(出所)「第8回産業構造審議会グリーンイノベーションプロジェクト部会エネルギー構造転換分野ワーキンググループ」(2021年12月23日開催) 資料3を基に作成

- カーボンリサイクル製品の製造までの技術開発を一気通貫で加速するため、二酸化炭素利用プロジェクトとの連携を推進。**競争力担保の観点からCCU事業の一体化(産業構造の転換)が重要。**



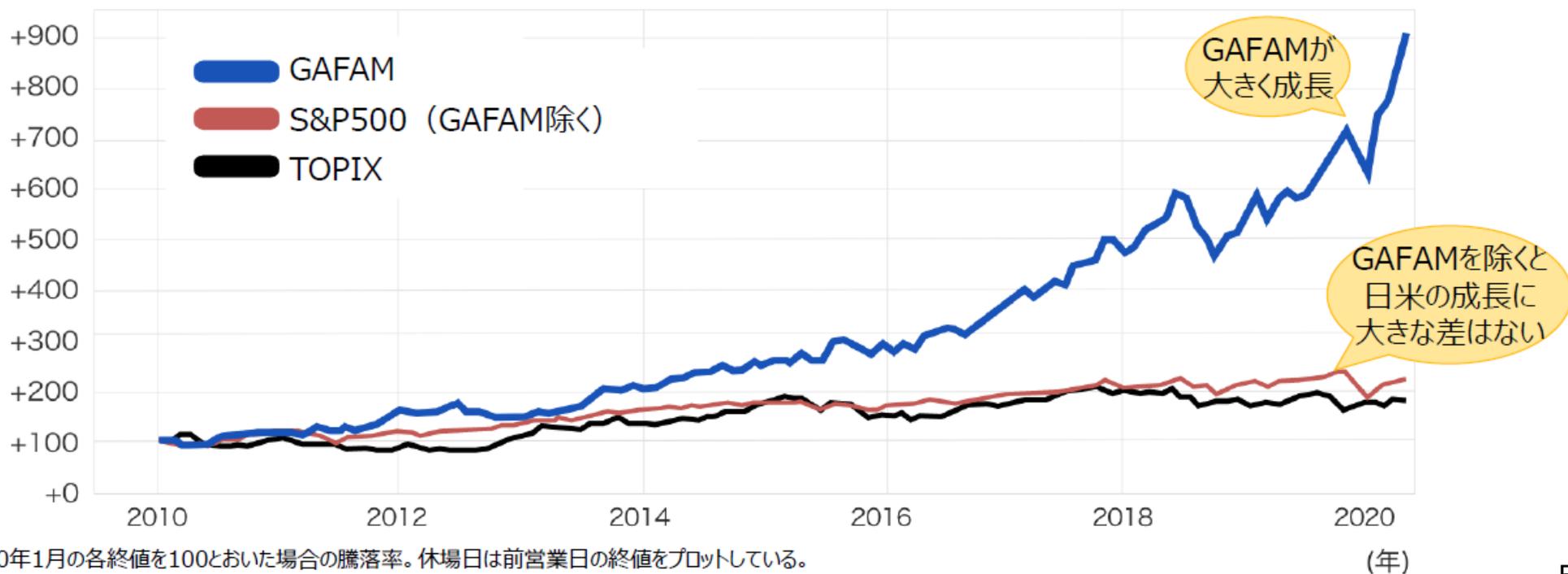
スタートアップ政策の位置付け

(出所)「第4回 産業構造審議会 経済産業政策新機軸部会」(2022年2月16日開催) 資料3

- 新興企業であるGAFAMが米国の成長をけん引。スタートアップは成長のドライバーであり、将来の雇用、所得、財政を支える新たな担い手。
- 世界で戦えるスタートアップを早急に創出しなければ日本と世界の差は開くばかり。
- 安定を求め、リスクをとらない、これまでの経済社会の制度・慣行、組織体質の変革を含め、政府が一步前に出て、スタートアップが迅速かつ大きく育つ環境を整備する必要。

日本 (TOPIX) と米国 (S&P) における直近10年間の株式市場のパフォーマンスの推移*1

(騰落率,%)



*1: 2010年1月の各終値を100とおいた場合の騰落率。休場日は前営業日の終値をプロットしている。

出所: S&P500指数、GAFAM時価総額推移、日経平均株価指数データをもとにオコスモ作成

ESG投資市場活性化／グリーン投資額の試算

(出所)「第3回 産業構造審議会 経済産業政策新機軸部会」(2022年2月4日開催)資料3を基に作成

- 世界的なESG投資の急増、企業活動が気候変動に及ぼす影響について開示する任意枠組み「TCFD」の発足・拡大など、金融面でも環境対応の成否が企業の競争力に直結。
- 2050年までに世界で排出量ゼロ目標実現のためには、クリーン発電やクリーンエネルギーのインフラに1.1兆ドル、エネルギーの効率性や、建物・各産業・輸送部門の脱炭素化に0.5兆ドル必要。同時に、水素やバイオエネルギーに基づく低排出燃料の使用を加速させる必要。

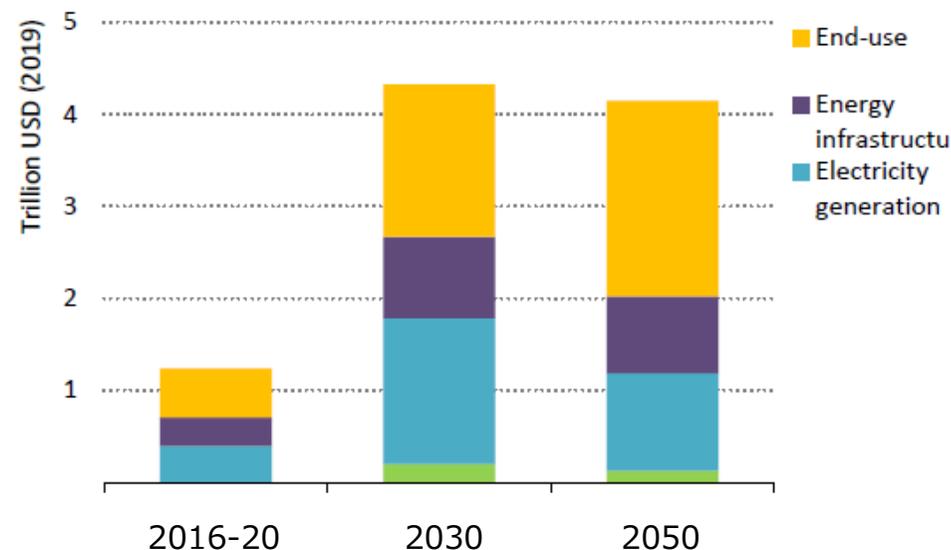
ESG投資の急増

全世界のESG投資の合計額は、2020年に35.3兆ドルまで増加



(出所) GSIA「Global Sustainable Investment Review」

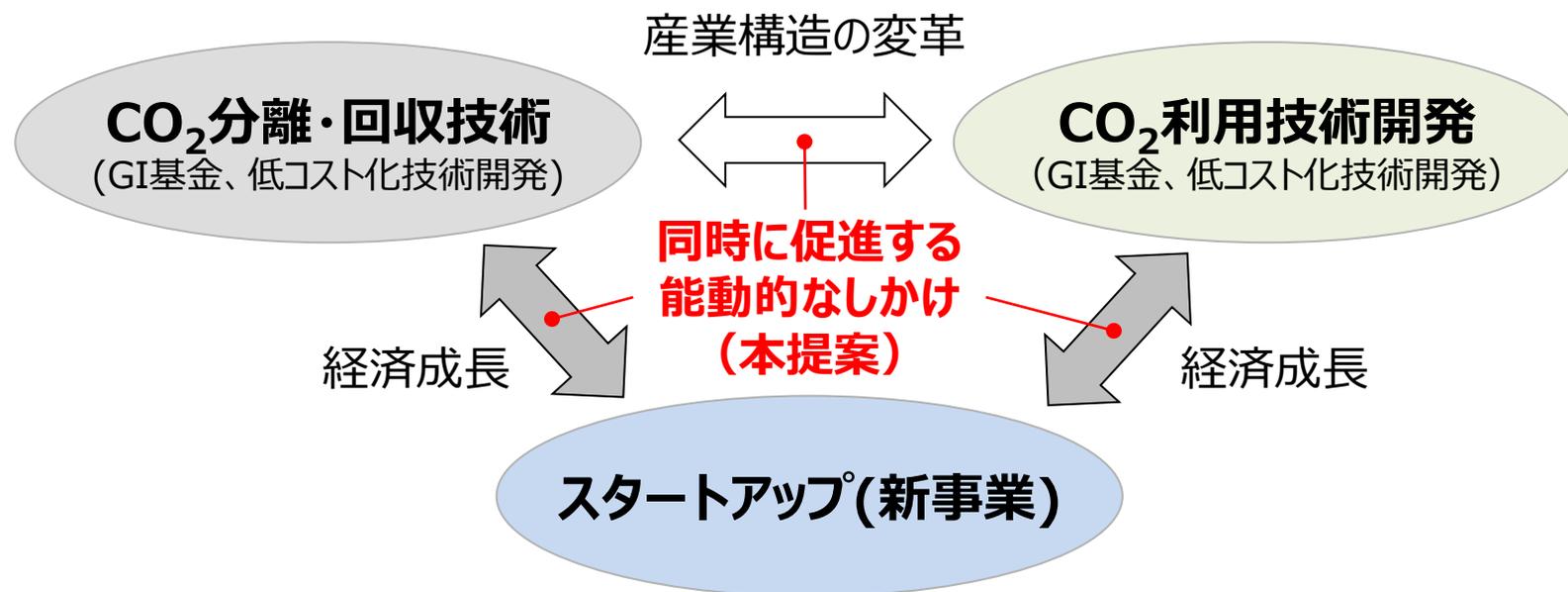
IEA (国際エネルギー機関) によるグリーン投資額の試算



(出所) IEA「World Energy Outlook 2021」P47、48に基づき作成。

背景まとめと提案概要

- 産業競争力の担保のために二酸化炭素回収・利用の低コスト化技術開発が重要である。
- 回収・利用等の独立した技術開発ではなく、CCUが一体となった事業の推進が重要である。
- スタートアップ(新事業)創出は経済成長の要であり、国際的に投資額が急増しているESG投資の受け皿となり得るCCU分野においても、早急な環境整備が求められる。



本提案：

- ① 低コストCCU技術開発とスタートアップ(新事業)の一体化
- ② スタートアップ(新事業)のための制度 & 環境の整備

社会実装シナリオと本提案

(出所)「第8回産業構造審議会グリーンイノベーションプロジェクト部会エネルギー構造転換分野ワーキンググループ」(2021年12月23日開催)資料3を基に作成

- 国内では水素不要の化学品等の社会実装が立ち上がると想定。合成燃料等のカーボンリサイクルは再エネ豊富な海外適地での社会実装が先行する可能性を指摘。**将来の大規模な事業展開と経済成長のために、(将来技術も含んだ)技術開発への継続的な投資が必要。**
- **低コストCCU技術開発とスタートアップ(新事業)注の一体化および制度&環境の整備を提案**

安価な再エネ/水素

海外CCU(燃料等)

- ・安価な再エネ、安価な水素をベースに燃料等のCCU市場が海外で立ち上がる。
- ・海外での事業拡大を想定。

国内CCU(燃料等)

- ・再エネ価格、水素価格低減と共に国内でもCCUが拡大。

国内CCU(化学品等)

- ・水素不要の用途等で国内CCUが立ち上がる。
- ・化学品等(ポリカーボネート、ポリメタン、含酸素化合物等)

本提案:

- ①低コストCCU技術開発とスタートアップ(新事業)の一体化
- ②スタートアップ(新事業)のための制度&環境の整備

シーズへの継続投資
+ 新事業による収益安定化

継続的なCCU技術開発による
低コスト化、国際的競争力の担保

(注)「スタートアップ企業」だけでなく既存企業が行う新規事業も含む

2020

2030

2040

2050

全体の構成

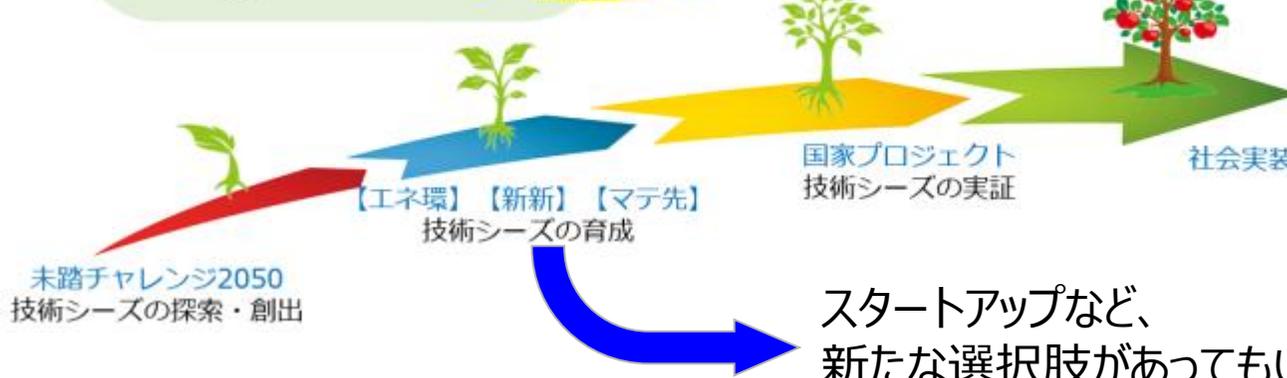
1. 現行の「CO₂の分離回収等技術開発」プロジェクトおよび提案の背景
2. CCU低コスト化技術開発とスタートアップ(新事業)の一体化
3. 低コストシーズ始動型スタートアップ(新事業)の成長・大規模事業展開
4. スタートアップ(新事業)拡大のための制度&環境の整備
5. まとめ

シーズの担い手（NEDO先導研究）

- NEDOでは、2040年以降の社会実装を見据えた革新的な技術開発（エネルギー・環境新技術先導研究プログラム）や2050年頃を見据えた温室効果ガスの抜本的な排出削減を実現する技術（未踏チャレンジ2050）を支援しているが、CCUスタートアップ創出に向けた制度設計になっていない。



（出所）NEDO「新技術先導研究プログラム 事業概念図」を基に作成
https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100100.html



“CCU”スタートアップの障害

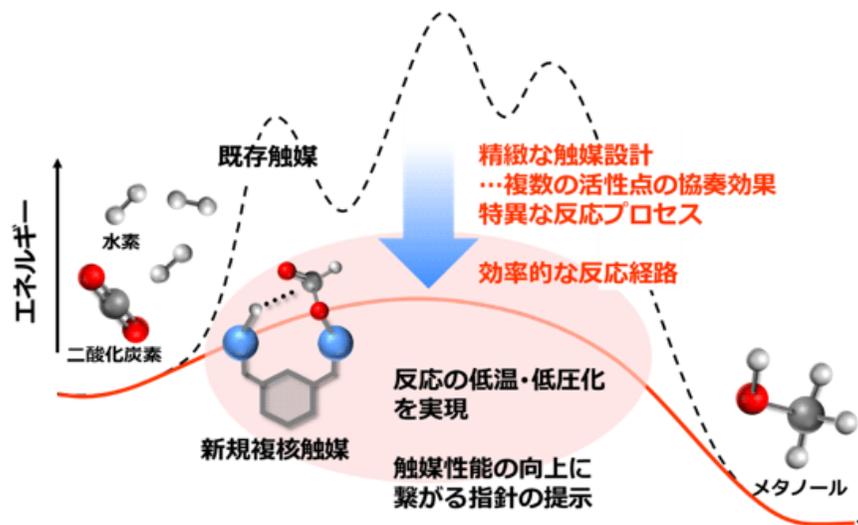
- ・研究者⇔経営者のコネクション
- ・実用を見越した研究側の意識づけ
- ・収益化までにかかる時間、コスト
- ・制度的な補助の不足
- etc.

シーズの担い手（NEDO先導研究）

- 未踏チャレンジ2050や先導研究プログラムにおいて有望なシーズ技術が多く存在：大型の国家プロジェクトを通じた社会実装だけでなく、早期のスタートアップとしての展開も有り得るのではないか（提示したシーズが国プロに適していないという意味ではない）

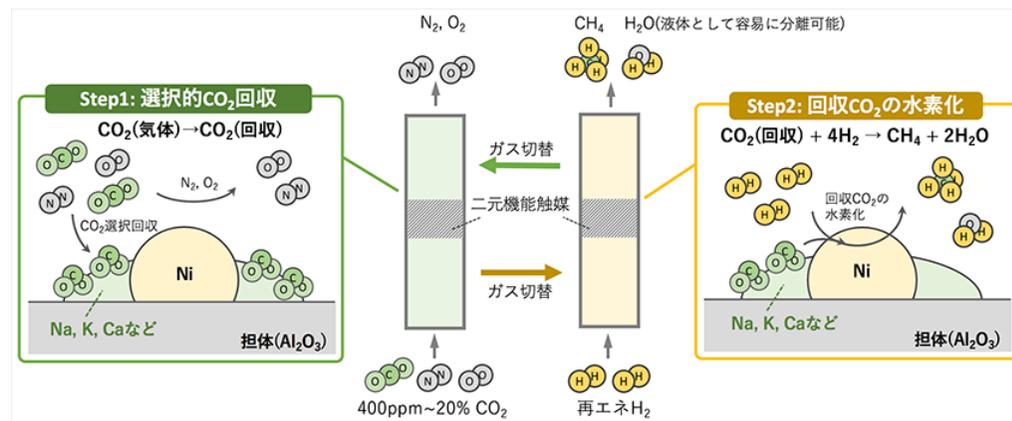
産総研取組み

新規に設計した複核錯体触媒を開発し、低温低圧の温和な条件で二酸化炭素の水素化により高い選択性でメタノールを合成
 （国際共同研究開発事業/未踏チャレンジ2050）



産総研取組み

CO₂分離回収過程の前処理を必要とせずに低濃度のCO₂から高濃度のメタンを合成



（出所：左図） https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2021/pr20210114/pr20210114.html

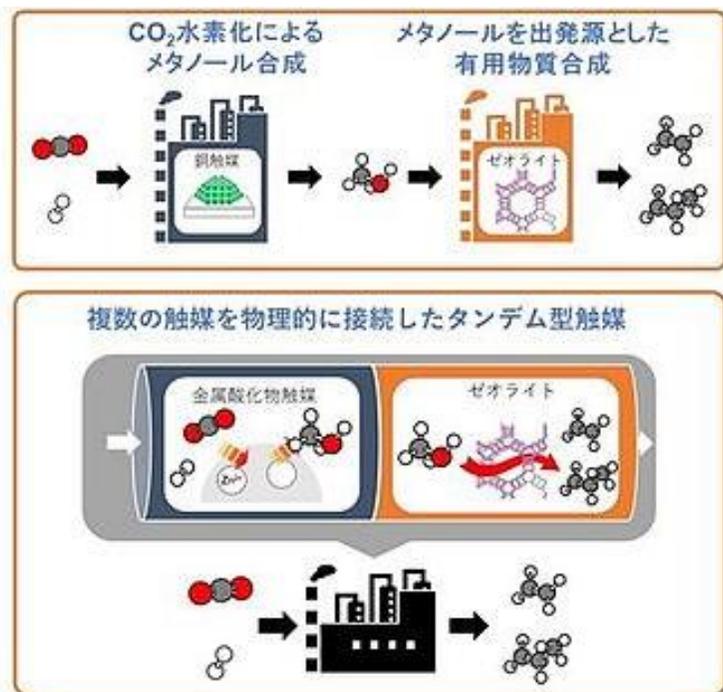
（出所：右図） https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2021/pr20210225_2/pr20210225_2.html

シーズの担い手（NEDO先導研究）

- 未踏チャレンジ2050や先導研究プログラムにおいて有望なシーズ技術が多く存在：大型の国家プロジェクトを通じた社会実装だけでなく、早期のスタートアップとしての展開も有り得るのではないか（提示したシーズが国プロに適していないという意味ではない）

東大、茨大取組み

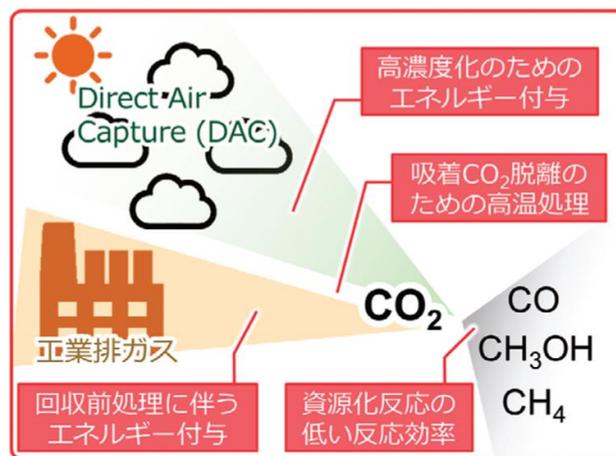
CO₂水素化による有用物質合成プロセスを1台の反応装置でワンパスで行うことでコスト低減に期待（未踏チャレンジ2050）



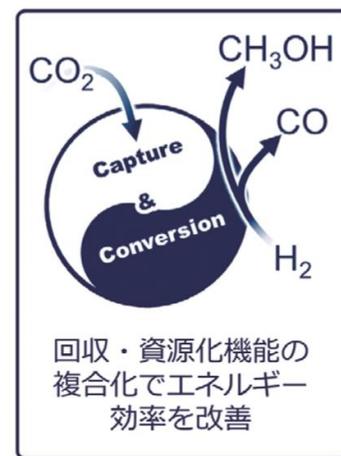
広大、高知大取組み

CO₂の回収と資源化を複合的に行うことでコスト低減に期待（未踏チャレンジ2050）

背景：
二酸化炭素の回収・資源化
における多量のエネルギー消費



本未踏チャレンジ：
二酸化炭素回収と資源化の複合化技術開発

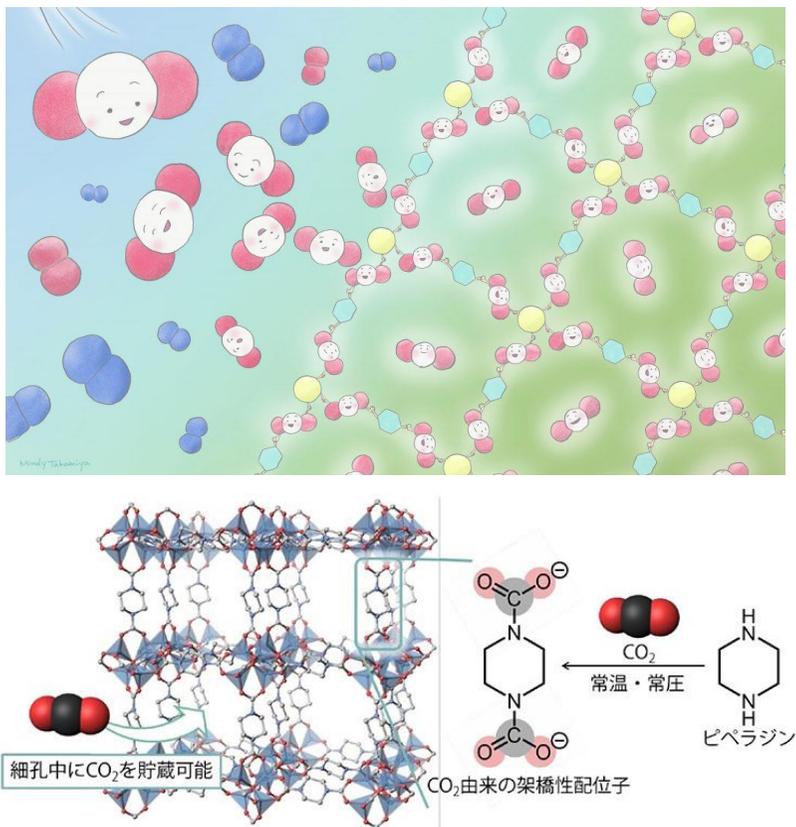


シーズの担い手（NEDO支援以外）

- 文科省（JSPS、JST）、環境省（ERCA）などの支援によっても様々な技術が開発

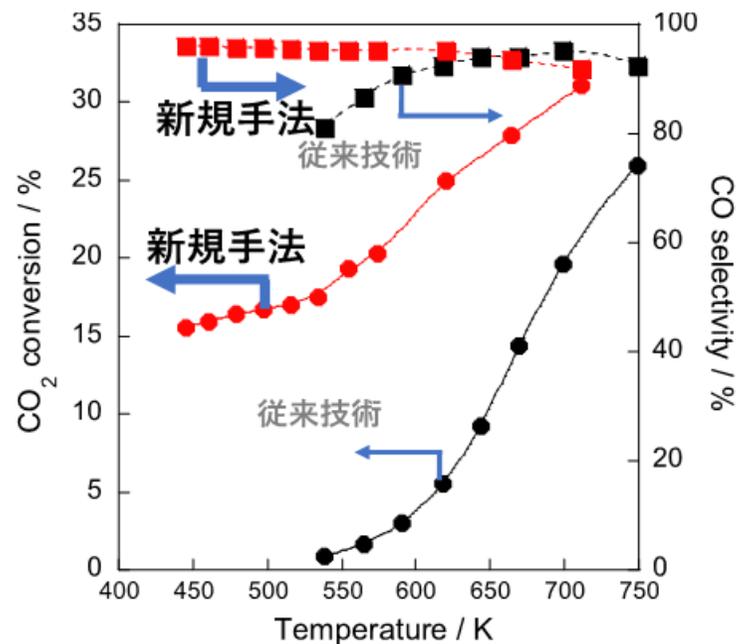
京大取組み

CO₂を多孔質材料の原料として用いる



早稲田大取組み

電場印加により、CO₂からCOへの転換プロセスを低温下

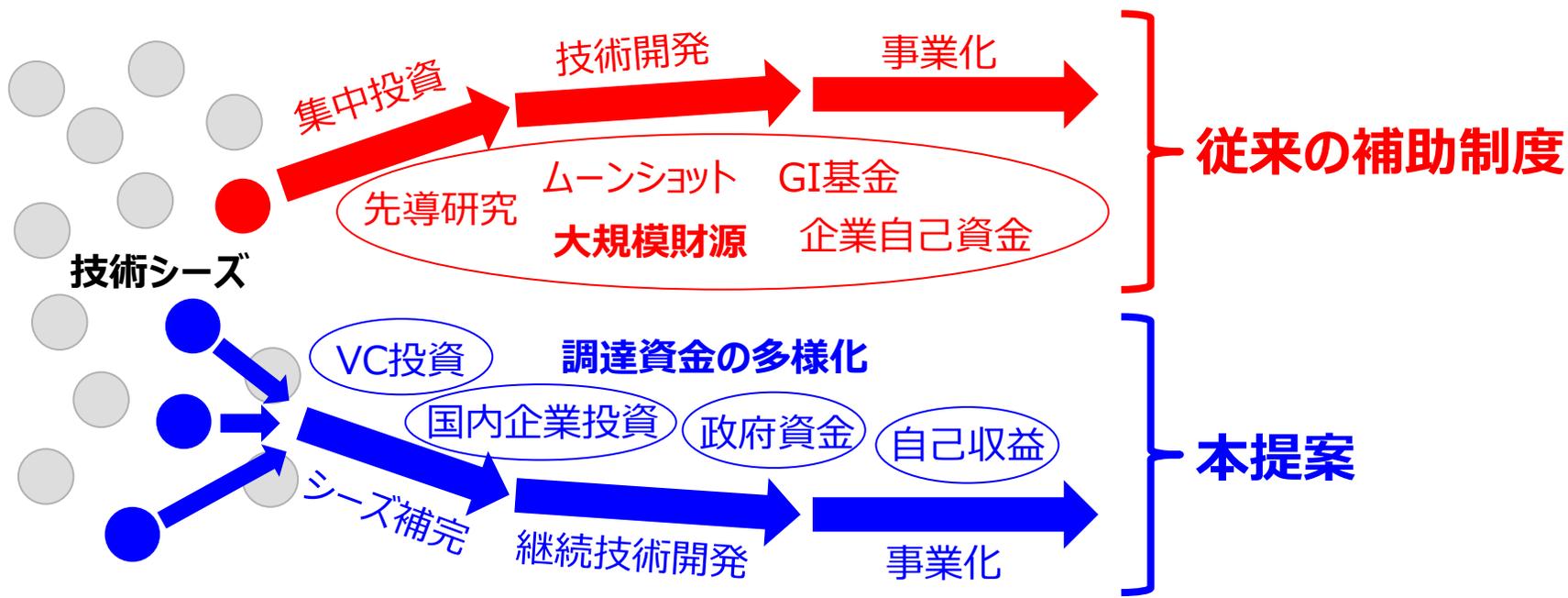


(出所：左図) <https://www.icems.kyoto-u.ac.jp/news/6311/>

(出所：右図) <https://www.waseda.jp/top/news/85969>

提案（CCU低コスト化技術開発とスタートアップ(新事業)の一体化)

- 経済産業省をはじめとした各省庁の研究・開発支援等が発端となって、CCU低コスト化技術シーズが多数輩出。一方で、大規模プロジェクトにつながっているのは一部の研究のみであり、国内に潜在するシーズを活用できていない。
- 将来的な社会実装に対して優位性(低コスト化素養)があれば、継続して投資・開発すべき。多様な技術への投資は、国際競争に勝利するための産業競争力が担保につながる。
- CCU低コスト化技術開発がスタートアップ(新事業)と一体となり、政府資金、VC投資、国内企業投資、自己収益等を活用することで、技術開発資金の継続調達が可能となるのではないか。
- 政府施策とすることで、低コスト化技術開発に対する研究開発者の機運の向上も期待できる。



全体の構成

1. 現行の「CO₂の分離回収等技術開発」プロジェクトおよび提案の背景
2. CCU低コスト化技術開発とスタートアップ(新事業)の一体化
3. 低コストシーズ始動型スタートアップ(新事業)の成長・大規模事業展開
4. スタートアップ(新事業)拡大のための制度&環境の整備
5. まとめ

CCUの事業例（スタートアップ取組み例 1）

- 海外のスタートアップでは、回収したCO₂をCを含む鉱物（方解石やダイヤモンド）に転換するビジネスが生まれてきている。

Carbfix社の取組み

アイルランドのスタートアップCarbfix社では、玄武岩にCO₂を溶け込ませた水を反応させ、2年かけて方解石などの炭酸塩鉱石に固定する。重工業企業のCO₂削減や他産業へのコンサルティングを手掛ける。

<テクノロジー>



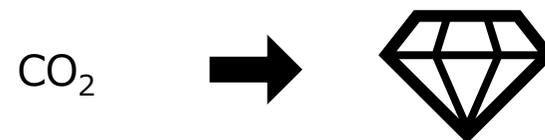
<ビジネスモデル>

CO₂固定のテクノロジーを軸に
重工業などの企業へコンサルティング

Aether Diamonds社の取組み

アメリカのスタートアップAether Diamonds社では、DACしたCO₂を炭化水素原料と合成し、ダイヤモンドを組成する。ダイヤモンドの販売、受注生産を手掛ける。

<テクノロジー>



<ビジネスモデル>

回収したCO₂からCを分離し、
ダイヤモンドを販売

CCUの事業例（スタートアップ取組み例2）

- 海外のスタートアップおよび国内の研究開発型スタートアップでも、CO₂を植物や藻類の成長促進に利用する動きが生まれている。

Duijvestijn Tomatoes社の取組み

オランダのトマト生産企業Duijvestijn Tomatoes社では、トマトの成長促進のためにCO₂を利用している。近隣の工場やロッテルダム港で排出されたCO₂を純化し、パイプラインを通じてビニールハウスに輸送している。

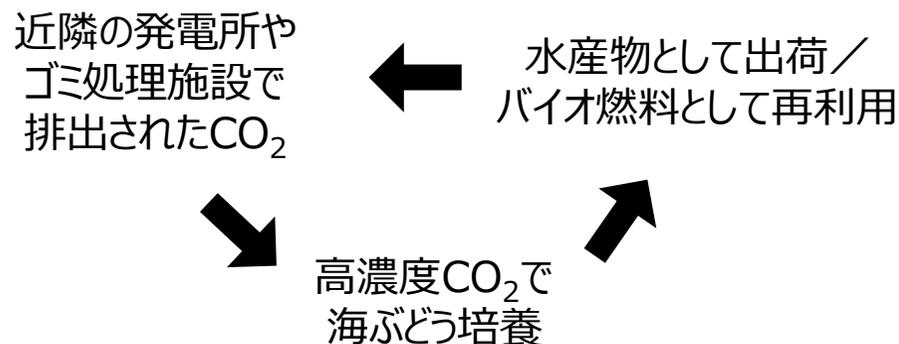


<ビジネスモデル>

近隣で排出されたCO₂を利用して
成長促進したトマトの販売

リテックフロー社の取組み

排ガス等から回収したCO₂と、独自の流れの技術を取り入れることにより、海ぶどうの従来の成長速度を4~5倍に促進する「炭素回生システム」構築に取り組んでいる。

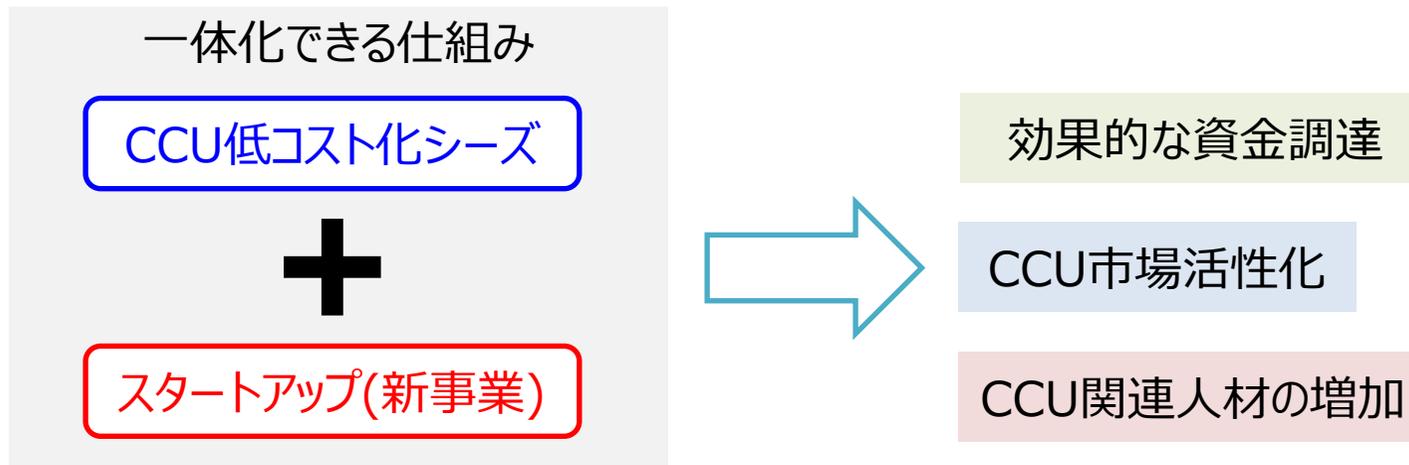


<ビジネスモデル>

近隣で排出されたCO₂を利用して
成長促進した海ぶどうの出荷／再利用

提案（低コストシーズ始動型スタートアップ(新事業)の成長）

- 国内外でCCU(S)に関わるスタートアップは、主要産業へのコンサルティング、付加価値の高い製品の製造、植物・藻類の成長促進法の開発等で収益を計画し、スタートアップ資金の調達を行っている。
- CCU低コスト化シーズとスタートアップの一体化を促す制度整備を提案する。低コスト化シーズを起点としたスタートアップは、将来的な大規模事業における競争力に関して、従来技術をベースとしたスタートアップと比較して優位であり、より効果的な資金調達が可能になるのではないかと。
- 既存概念にとらわれない新たな事業構造(新規需要、新産業)の創出によって、国内企業のCCUに対する機運の向上、国内CCU市場の活性化も期待できる。
- 政府施策とすることで、人材が関連分野のスタートアップに参入する能動的な仕掛けにできる。



CCUの事業例（既存企業取組み例 1）

- 既存企業において、CCUに関連した新たな事業は、実際に製品化・サービス化までされているものはまだ少ないものの、技術開発・実証の取組みが拡大を続けている。
- 下記企業では、既に事業化を行っており、収益の獲得やエコブランディングに繋げている。

旭化成取組み

CO₂を原料に使用するポリカーボネート（PC）樹脂製造プロセスを世界で初めて確立。

2002年に第1期プラントの商用運転開始し（年産5万トン）、既に事業化されており、新たなPC製造プロセス等も開発中。



旭美化成（旭化成と奇美実業との合併会社）第1期プラント

PC樹脂の主な用途

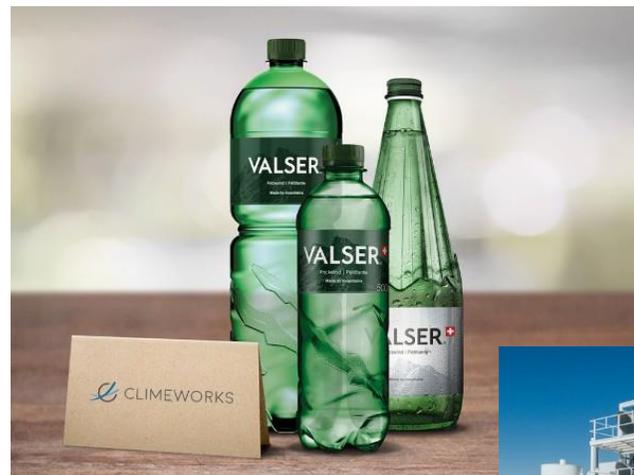
- DVDやBDの表面
- スマートフォンや家電の筐体
- 車載用ライトのカバー
- 航空機や新幹線の窓



PC生産能力：475万トン@2016

スイスコカ・コーラHBC社

Climeworks社(スイス)の技術により、大気からCO₂を直接回収し、発泡性ミネラルウォーターの原料として利用。商品として実際に発売されており、スタートアップと組むことでエコブランディングに成功している。



（出所）「第1回 グリーンイノベーション戦略推進会議 兼 第1回グリーンイノベーション戦略推進会議ワーキンググループ」（2020年7月7日開催）資料6-2より抜粋

CCUの事業例（既存企業取組み例 2）

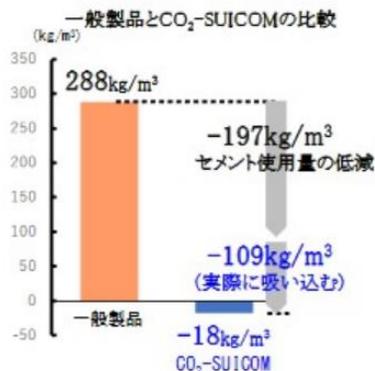
- 既存企業において、CCUに関連した新たな事業は、実際に製品化・サービス化までされているものはまだ少ないものの、技術開発・実証の取組みが拡大を続けている。

鹿島建設、東京ガス取組み

都市ガス機器利用時の排ガスを利用した「CO₂吸収型コンクリート」の製造を世界で初めて開始



試験製造したCO₂吸収コンクリート（地先境界ブロック）



製造試験設備外観（東京ガス千住テクノステーション）

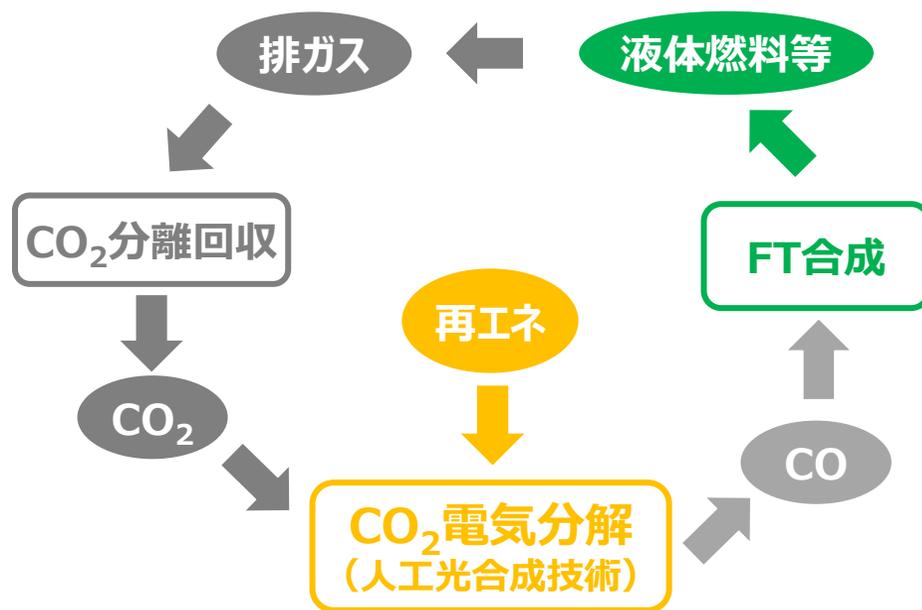


導入状況（東京ガス日立LNG基地）

（出所）鹿島建設、東京ガスプレスリリース（一部加工）
（2021年7月7日掲載）

東芝エネルギーシステムズ取組み

排出源から分離回収したCO₂を人工光合成技術を活用してCOに還元し、さらに航空輸送燃料や地域で利用可能な液体燃料への転換によりCO₂の資源化を行うプロセスについて検討



（出所）環境省プレスリリース「令和3年度二酸化炭素の資源化を通じた炭素循環社会モデル構築促進事業委託業務の公募採択案件について」
（2021年8月23日掲載）

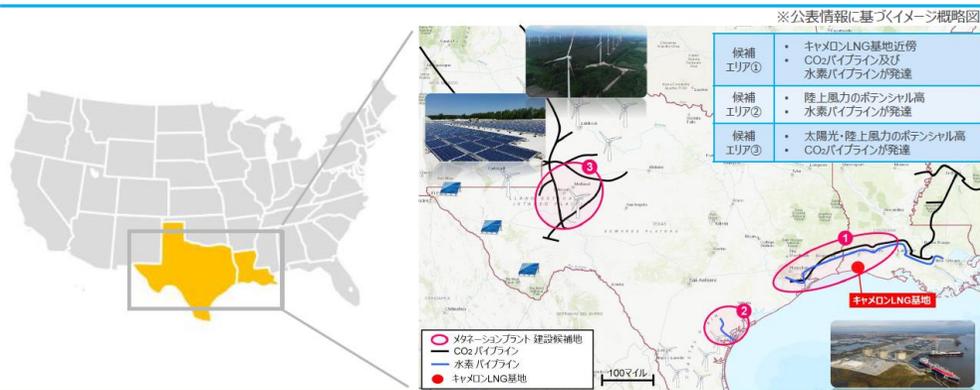
CCUの事業例（既存企業取組み例3）

- 既存企業において、CCUに関連した新たな事業は、実際に製品化・サービス化までされているものはまだ少ないものの、技術開発・実証の取組みが拡大を続けている。

三菱商事・東京ガス・大阪ガス・東邦ガス取組み

米国（テキサス州・ルイジアナ州）のキャメロンLNG基地から、2030年に3社合計1億8,000万Nm³-CH₄/年の合成メタン（e-methane）輸入を目指し、原材料調達やサイト選定の現地調査、関連制度の検討などを4社で進めている。

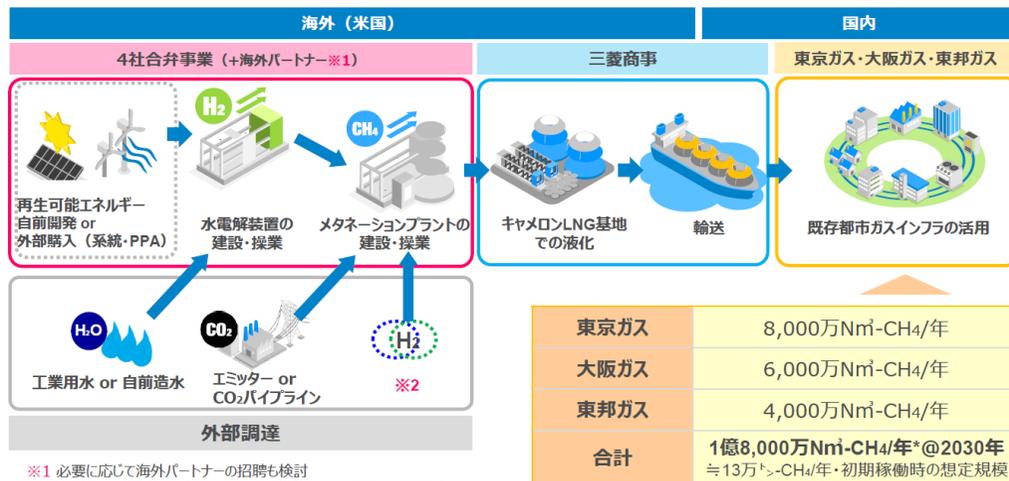
3. 米国4社詳細検討：米国（テキサス州・ルイジアナ州）選定背景



既存インフラの活用可能性

再エネ・電力系統網	i. 発電容量：豊富な発電容量（太陽光・陸上風力） ii. 輸送手段：発達した電力系統網 iii. 制度：Virtual PPA（仮想電力購入契約）や証書（REC）などの充実した取引制度 →上記を活用し、再エネ間歇性の補填が可能
CO ₂	特定の排出源からの回収に限らず、 既設CO₂パイプラインの活用が可能
水	工業用水や地下水の活用が可能
天然ガスパイプライン網	発達した既存天然ガスパイプライン網の活用が可能
LNG出荷基地	キャメロンLNG基地の活用が可能
外部水素調達	立上げ期に 外部調達水素（ブルー・グリーン） の活用が可能

3. 米国4社詳細検討：事業主体・原材料調達方針



東京ガス	8,000万Nm ³ -CH ₄ /年
大阪ガス	6,000万Nm ³ -CH ₄ /年
東邦ガス	4,000万Nm ³ -CH ₄ /年
合計	1億8,000万Nm ³ -CH ₄ /年* @2030年 ≒ 13万トンのCH ₄ /年・初期稼働時の想定規模

※1 必要に応じて海外パートナーの招聘も検討
※2 水素の外部調達も検討（特に立上げ期はブルー・グリーンとも対象）

*東京ガス、大阪ガス、東邦ガスの都市ガス需要合計（足元の実績値）の1%に相当

提案（CCUシーズ始動型スタートアップ^o(新事業)の大規模事業展開)

- 旭化成によるポリカーボネート製造（事業化済）や、鹿島建設等によるCO₂吸収コンクリート、東京ガス等による合成メタン製造等、既存技術を活用したCCU製品の事業化が検討されている。また、コカ・コーラ社ではスタートアップ（Climeworks社）と連携した製品化も行っている。
- 一方で、その件数については商品化されているものも含めて少なく、また、既存企業とスタートアップの連携が十分とも言えない状況。これを加速させるために、既存企業とスタートアップで確立された事業のサプライチェーン構築の連携や、スタートアップで開発されたCCU低コスト化シーズとの連携を早期に実施できる仕組みが必要ではないか。
- スタートアップにおけるCCU事業を既存企業が大規模展開することによって、CCU分野の市場が拡大し、自ずと国内産業構造の転換がもたらされる。

早期連携できる仕組み（例）

CCU低コスト化シーズ

スタートアップ
(新事業)

既存企業の
アセット、資金



CCU分野の
市場拡大



国内産業構造の
転換

全体の構成

1. 現行の「CO₂の分離回収等技術開発」プロジェクトおよび提案の背景
2. CCU低コスト化技術開発とスタートアップ(新事業)の一体化
3. 低コストシーズ始動型スタートアップ(新事業)の成長・大規模事業展開
4. スタートアップ(新事業)拡大のための制度&環境の整備
5. まとめ

スタートアップ(新事業)拡大のための制度&環境の整備

- CCU関連の新事業を立ち上げていくためには、事業拡大をより効果的にするための事業スキームの整備、市場拡大や需要家サイドも含めCO2削減価値を明確にするための制度上の位置づけ整備、経済性の確保が必要と考えられる。

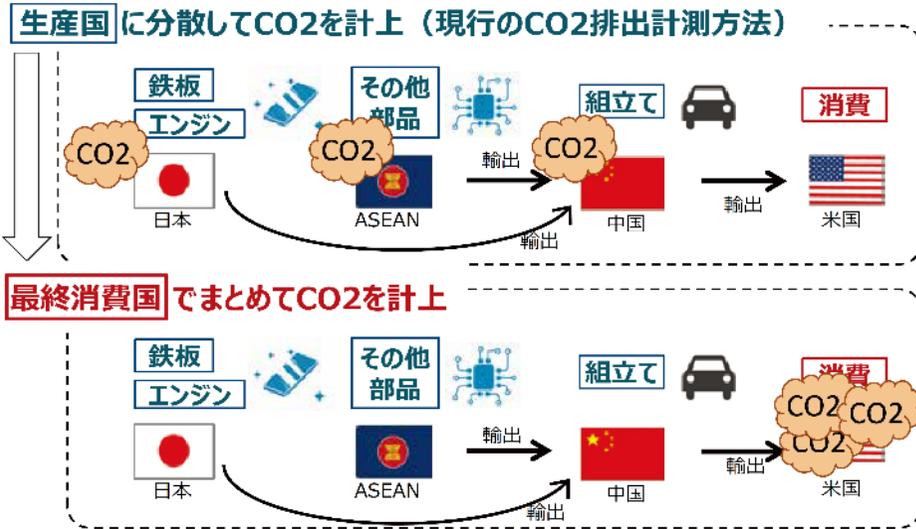
カテゴリと狙い	必要と考える制度&環境整備	
事業スキームの整備 (効果的な事業拡大)	海外展開戦略	海外連携の取り組みやプロジェクト創出に関する中長期的な方針・支援の整備
	知的財産戦略 (人材育成等)	知的財産をビジネスの戦略として取得・利用できる人材の育成
制度上の位置づけ整備 (市場拡大と価値の 明確化)	クレジット活用の普及	CCUS関連クレジット方法論の早期創出と、それに基づく市場創出
	環境価値の確保	需要家側に確実にCO ₂ 削減価値が帰属する制度整備
経済性の確保	政府による支援 (補助金等)	特に事業立ち上げ期における補助金等の支援整備

海外展開戦略：海外でのCO₂排出量削減対応推進の必要性

- 現在、国連気候変動枠組み条約やパリ協定の下では「生産ベース」の排出量基準で各国が温室効果ガス排出削減目標を設定しているが、「消費ベース」の排出量基準に移行する可能性がある
- 「消費ベース」となった場合、日本においては10%程度（≒1億トンCO₂/年）の追加CO₂削減対応が必要になるが、国内でのCO₂削減対応を想定した場合、高コストなCO₂限界削減費用（約500US\$/tCO₂@2050年*）から6.5兆円/年の負担が発生する計算となる
- 上記の高額なCO₂削減費用負担を避けるためにも、国内でのCO₂削減対応だけでなく、CCUによる海外（特にアジアの発展途上国）でのCO₂削減対応の展開を推進する必要性がある

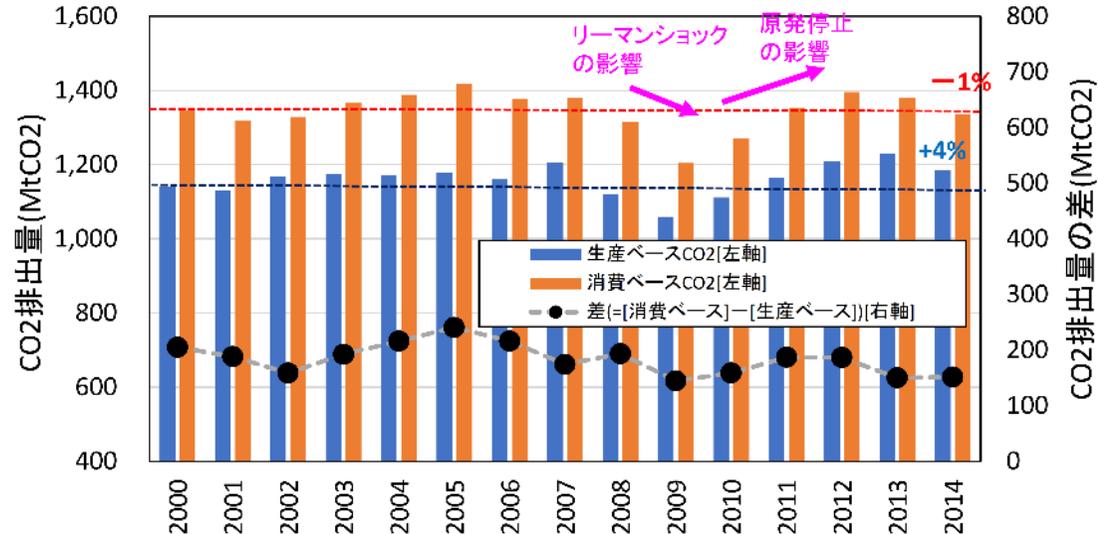
*地球環境産業技術研究機構（RITE）「総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会（第43回会合）」（2021年5月13日開催）資料2

■ 自動車サプライチェーンにおけるCO₂排出量計上比較例



（出所）経済産業省「令和3年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2020）」

■ 日本における生産・消費ベースのCO₂排出量の推移



（出所）地球環境産業技術研究機構（RITE）「経済とCO₂排出量のデカップリングに関する分析：消費ベースCO₂排出量の推計」（2018/9/25公開）

海外展開戦略：CCUが将来的に関連し得る海外連携の取り組みや方針例

- 様々な分野における各種海外連携の取り組みや方針については、既に各省庁で検討が進められており、CCUが将来的に関連し得るものについても少なくない
- 成長段階のCCU世界市場に対する、国としての中長期的な取り組み・支援方針の提示は重要

アジア・エネルギー・トランジション・イニシアティブ（AETI）

今後もエネルギー需要の拡大が見込まれるアジアにおいて持続的な成長とカーボンニュートラルを実現するためには、**あらゆる技術・エネルギー源を活用した多様かつ現実的なエネルギー転換が不可欠**。そのために、日本政府として、以下から成るAETIを通じてASEAN各国のトランジションの取組を支援。

1. エネルギー転換のロードマップ策定支援
2. アジア版トランジションファイナンスの考え方の提示・普及
3. 再エネ・省エネ、LNG等のプロジェクトへの100億ドルファイナンス支援
4. 2兆円基金の成果を活用した技術開発・実証支援
 - (分野例) 洋上風力発電、燃料アンモニア、水素等
5. 脱炭素技術に関する人材育成やアジアCCUSネットワークによる知見共有
 - アジア諸国の1,000人を対象とした脱炭素技術に関する人材育成
 - エネルギー転換に関するワークショップやセミナーの開催

(出所) 経済産業省「ポストコロナを見据えた日ASEAN協力の深化」(2021年5月24日付)
<https://www.meti.go.jp/press/2021/05/20210528007/20210528007-1.pdf>

日本経済再生におけるインフラシステム海外展開の重要性

- ◆ 成長する世界における膨大なインフラ需要
 - 世界のインフラ投資必要額は2016～2030年累計で約44兆ドル(=約5100兆円)(OECDデータをもとにみずほ銀行が試算(2016年))
 - アジアのインフラ投資必要額は2016～2030年累計で約26兆ドル(=約3000兆円)(ADB(2017年))



(出所) 「第53回国土交通省政策評価会」(令和4年6月2日開催)資料2-3

- 膨大な需要を、「インフラシステム海外展開」により日本経済に取り込むことが重要
- 「質の高いインフラ」は日本の強み(安心、安全、快適、環境配慮等)

JCMパートナー国 (25か国)

(出所) 炭素市場 익스プレス「二国間クレジット制度(Joint Crediting Mechanism (JCM))の最新動向」(2022年12月版)

海外展開戦略：国際展開を見据えたCCU事業開発に関する提案

- 2022年1月段階で国際的なCCUSプロジェクトは137件が実施中または計画中。その内大部分はヨーロッパ・北米が中心で、日本企業が関わるのは全体の5件のみ。
- 既存技術の延長線上以外での国内企業によるCCU事業の海外展開を期待するためには、市場形成段階におけるリスクテイクとそれを見据えたCCU技術の開発推進が鍵である。
- 成長段階のCCU世界市場に対する国内企業の事業展開を期待するためには、国の中長期的かつ具体的なCCU市場への展開方針の明確化と資金面の支援や法的制度設計の推進、また、それと一体となったCCU技術の開発推進が必要ではないか。
- 特にアジア途上国の発展支援と日本の脱炭素実現は親和性が高く、省庁間の既存海外展開事業と連携することで、迅速な世界のCCU需要の取り込みを推進していくべきではないか。

<世界の実施中・計画中のCCUSプロジェクト状況>

	実施中・計画中 PJ件数 (日本関連)	CO ₂ 回収量 [百万トンCO ₂ /年]
アジア太平洋	27件 (4件)	26-27
ヨーロッパ	65件 (1件)	130-144
北米	36件	70-75
アフリカ	2件	3
中南米	1件	3
中東	5件	8-11
ロシア・中央アジア	1件	N/A

(出所) International Association of Oil&Gas Producers「Map of global CCUS projects」(Updated in January 2022)を基に作成
<https://www.iogp.org/bookstore/product/map-of-global-ccs-projects/>

知的財産戦略：技術のビジネス実装に必要な知財戦略について

- 知的財産をただ取得するだけでなく、**ビジネスの戦略として**取得・利用できる人材を育成し、テクノロジーが競争優位となるCCUに関するスタートアップにもその知が還元される仕組みづくりが必要。
- これまでの様々な知財人材育成の政策を振り返った上で、経営戦略と知財戦略を結びつけて設計を描くことができる人材の育成が必要。

・ビジネス戦略における知的財産活用

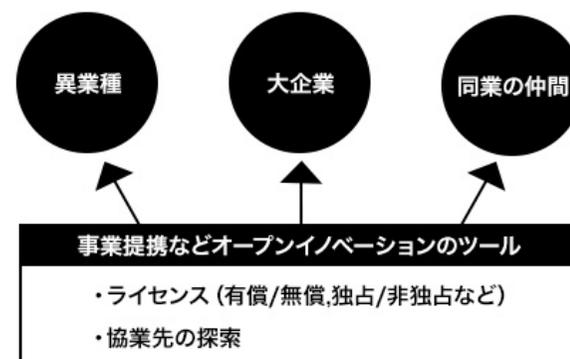
ビジネス展開を目的に知的財産を捉えたときには、何を開示し、何を秘匿するのかの「オープン＆クローズ戦略」が重要。

また一社で一部の特許を保有するのではなく、業界としての競争力を高めるためにライセンスの在り方などをGI基金の段階から構想してもよいのではないか。

・スタートアップにおける知的財産活用

スタートアップにおいては、経営戦略と知財戦略を結びつけて設計を描くことができる人材が少ないことが課題と指摘されている。

GI基金を通じて研究開発する技術についても、早い段階から知財戦略を設計できる人材の育成・マッチングが必要なのではないか。



(出所) 特許庁IP BASE掲載記事「知財3大メリット」より抜粋
<https://ipbase.go.jp/learn/merit/>

スタートアップの知財戦略を支える人材のスペックは様々であり、一様ではない。初期の段階の知財戦略支援においては、ビジネスモデル構築と同期した形で知財戦略のグランドデザインを「設計」することの方が、出願・権利化等の戦術的「実装」よりも重要であるが、「設計」を支援するスキルと「実装」を支援するスキルは異なるものであり、「設計」を支援できる人材は少ないという課題が指摘される。

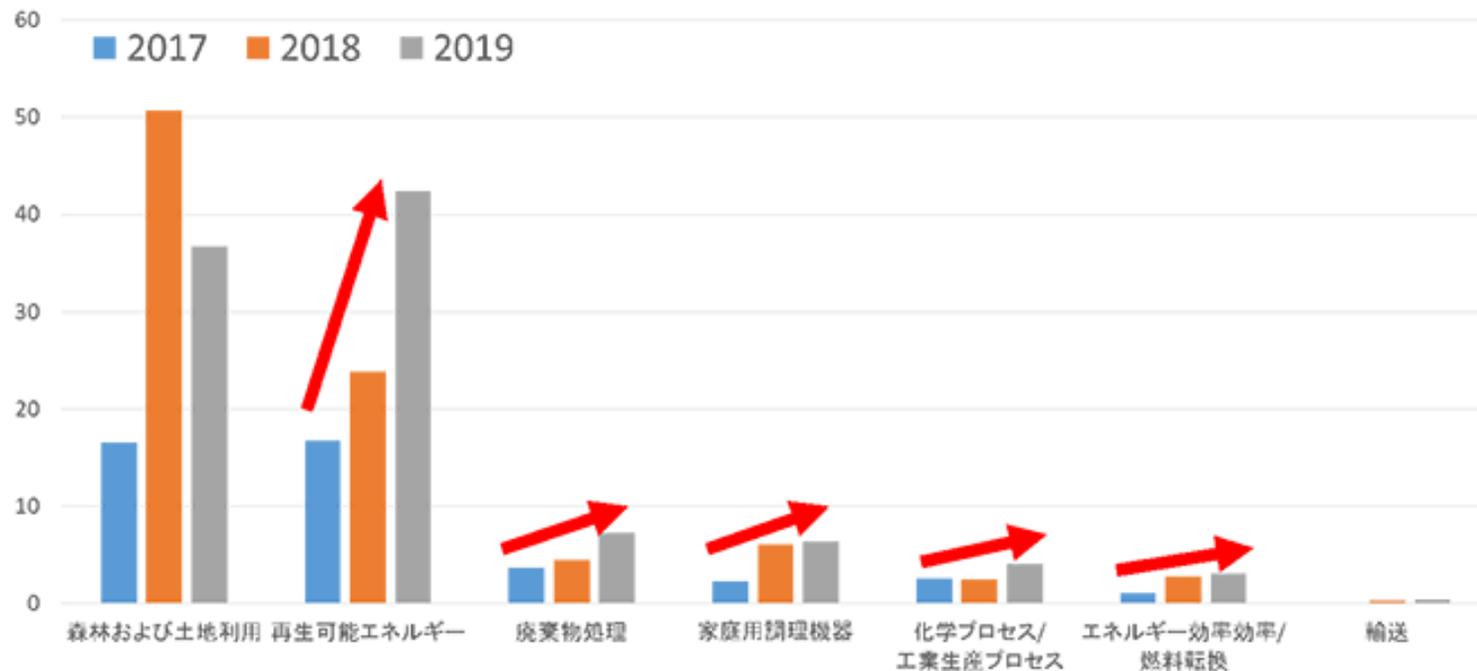
(出所) 内閣府「スタートアップ・大学を中心とする知財エコシステムの在り方に関する検討会」
資料「スタートアップ・大学を中心とする知財エコシステムの強化に向けた施策の方向性」
(2022年4月28日付) より抜粋

クレジット活用の普及：クレジットの活用状況

- 森林炭素貯留や再生可能エネルギーを除き、国内外の多くのCO₂回収のモデルがカーボンクレジットで申請が出ていない状況。
- これは、環境保全・貢献という国の最たる優先事項であるにも関わらず、クレジットを創出する経済的インセンティブが低すぎる点に起因しており、スタートアップや中小企業がCO₂分離回収の分野に踏み込みにくい要因と考えられる。

縦軸は世界で取得されたボランタリークレジット量

(百万t-CO₂)



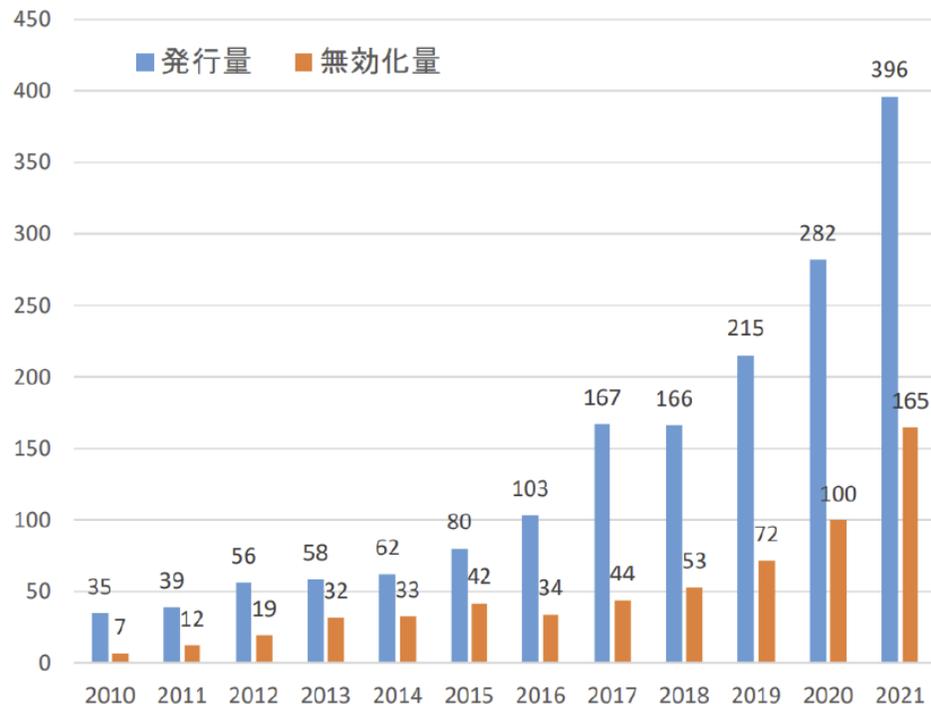
出典：みずほリサーチ&テクノロジーズ「今、注目を集める、ボランタリークレジット」

https://www.mizuho-rt.co.jp/publication/report/2021/ghg2102_02.html

クレジット活用の普及：クレジットの活用状況

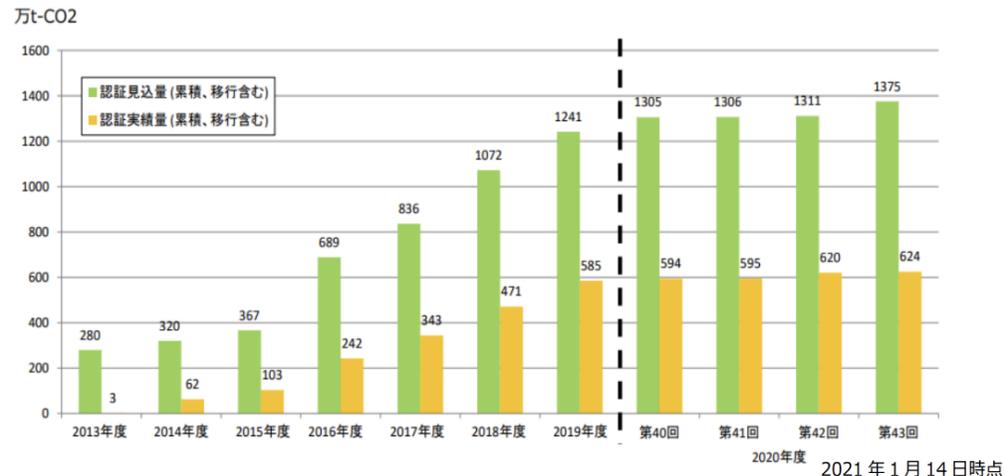
- 2020年における世界でのクレジット発行量が282百万tに対して、日本では約6百万tの発行量にとどまっており、カーボンクレジットの申請量が日本は圧倒的に少ない。
- 日本が世界で5番目に多いCO₂排出国であることを考慮すると、世界での発行量総数に対して極めて発行量が少ないと考えられる。

(Mt CO₂e) グローバルのクレジット単年発行量の推移



(出所) 経済産業省「第4回 カーボンニュートラルの実現に向けたカーボン・クレジットの適切な活用のための環境整備に関する検討会」(2022年6月15日開催) 参考資料4より抜粋

Jクレジットの累積発行量の推移



(出所) 令和2年度環境省・経済産業省委託事業「令和2年度」-クレジット活用促進支援委託業務 報告書」より抜粋

クレジット活用の普及：コンソーシアム形成による経済インセンティブ確保

- 複数企業コンソーシアム単位でのクレジット活用を支援することにより、企業規模を問わず、CCUの活用→クレジット創出→高付加価値オフセット商品の創出→市場創出→更なるCCUの積極的活用、という一連の流れを形成できるのではないか。CCU関連のクレジット方法論の確立が前提ではあるが、これにより参加者の経済インセンティブの確保に貢献できると考えられる。

- 下図例は現存する農地でのバイオ炭への炭素貯留から創出したクレジットを活用し、カーボンオフセット商品の販売を想定。コンソーシアム単位に補助金を付けることができないか？ Ex：クレジット申請費用・オフセット商品第三者認証費用・オフセット商品（ふるさと納税返礼品なども想定）PR費用などへの補助金

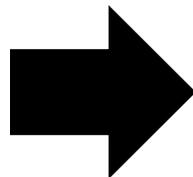
クレジット創出 自治体・企業群



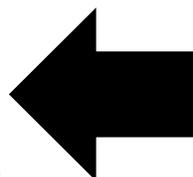
農機メーカー
収量の向上

微生物・肥料
等のメーカー

クレジット
創出・販売



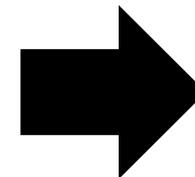
オフセット商品
企画共有



カーボンオフセット 商品創出・PR希望企業

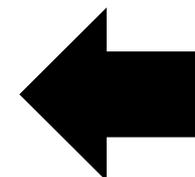
・食品メーカー
・航空会社(機内食)
・鉄道会社(車内販売)
・ふるさと納税
返礼品提供企業
Etc..

高付加価値
オフセット商品
PR・提供



消費者

環境貢献への
納得感からの
商品購入



環境価値の確保：クレジット方法論やCO₂排出関連制度に関する整備

- カーボンクレジット方法論（排出削減・吸収に資する技術ごとに、適用範囲、排出削減・吸収量の算定方法及びモニタリング方法等を規定した基準）については、二か国間クレジットCDMで4方法論（全約230方法論中）、国際ボランタリークレジットで最大のVCSで2方法論（全約120方法論中）、Jクレジットで2方法論（全約60方法論中）にとどまっている。
- CCUを活用した製品・サービスのCO₂削減価値が需要家（消費者）に確実に帰属するべきと考えるが、CO₂削減の価値については国内・海外の環境価値に関する制度において、一部議論が開始されているものの定められていない状況であり、早急に整備をしていくべきではないか。

クレジット方法論	クレジット市場		CCUに関連する方法論
	CDM	工業施設におけるテールガスからのCO ₂ 回収による化石燃料の代替 Ver.1.2.0	
		バイオメタンの都市ガス製造用燃料・燃料としての利用 Ver. 2.0	
		劣化したマングローブ生息地の植林と再植林 Version 3.0	
非炭化水素系鉱業におけるメタン回収・破壊 Ver.2.0			
VCS	コンクリート製造におけるCO ₂ 利用方法論		
	廃鉱からのメタン回収・破壊		

CO ₂ 排出量算定報告関連制度	制度名		CCUに関する現状の位置づけ
	海外制度	IPCC インベントリ ガイドライン	「回収されたCO ₂ がCCSで長期貯留される場合のみ、CO ₂ 固定量を発生源分野の排出量から控除する」こととされているため、CCUのためのCO ₂ 回収量は、原則として発生源分野から控除されないとされているが、帰属ルールについては未整理の状況。
		GHGプロトコル	ネガティブエミッションやCCUSの取扱いについて議論が一部開始されているが、CCUに関する会社やScopeを跨ぐ場合の帰属ルール等について現時点で未整理の状況。
	国内制度	温室効果ガス 排出量算定・ 報告・公表制度	ネガティブエミッションやCCUSの取扱い、会社やScopeを跨ぐ場合の帰属ルール等について今後議論されていく可能性があるが、現時点で未整理の状況。

提案のまとめ（スタートアップ(新事業)拡大のための制度&環境の整備）

- 低コストシーズ始動型スタートアップ(新事業)を立ち上げ、成長する国際CCU市場を獲得していくために、以下の制度&環境の整備が必要。
- 事業拡大をより効果的にするための事業スキームの整備として、海外展開戦略や知的財産戦略が必要。海外展開に向けては、国の中長期的かつ具体的なCCU市場への展開方針の明確化と資金面の支援や法的制度設計の推進が必要ではないか。また、知的財産戦略としては、ビジネスの戦略として取得・利用できる人材を育成し、テクノロジーが競争優位となるCCUに関するスタートアップにもその知が還元される仕組みづくりが必要ではないか。
- 市場拡大や需要家サイドも含めたCO₂削減価値を明確にするための制度上の位置づけとしては、クレジット活用の普及と、環境価値の確保が必要。カーボンのクレジットについては、クレジット方法論を早期に確立するとともに、大企業・スタートアップ・自治体など複数のステークホルダーによるコンソーシアム形成による経済インセンティブの確保が必要ではないか。また、環境価値の確保については、CCU製品・サービスを利用するにあたって需要家（消費者）に確実にCO₂削減価値が帰属するような制度を早急に整備すべきではないか。
- 経済性確保の観点では、国内においてクレジットの経済インセンティブが低く活用が進んでいない点にも鑑みながら、特に事業立ち上げ期における補助金等の支援整備が必要ではないか。

全体の構成

1. 現行の「CO₂の分離回収等技術開発」プロジェクトおよび提案の背景
2. CCU低コスト化技術開発とスタートアップ(新事業)の一体化
3. 低コストシーズ始動型スタートアップ(新事業)の成長・大規模事業展開
4. スタートアップ(新事業)拡大のための制度&環境の整備
5. まとめ

提案のまとめ

- CCUの低コスト化技術開発は産業競争力の確保のため重要であり、CCUが一体となった産業構造の变革と経済成長の要であるスタートアップ(新事業)の参画も推進する必要がある。この背景から、低コストCCU技術開発とスタートアップの一体化および制度 & 環境の整備を提案した。
- CCU低コスト化技術開発とスタートアップ(新事業)の一体化によって、国内に潜在する技術シーズの補完ならびに、資金調達が多様化によって多様な低コスト化技術への継続的な投資が期待できる。また、低コスト化技術開発に対する研究開発者の機運の向上も期待できる。
- スタートアップ、既存企業ともCCUに関わる事業展開が活発化している。低コストシーズとスタートアップ(新事業)の一体化を促す制度整備によって、効果的な資金調達、CCU市場の活性化、CCU関連人材の増加が見込める。また、スタートアップで確立された技術や事業をベースとしたサプライチェーン構築に既存企業が円滑に連携できる仕組みによって、CCU事業の大規模展開、更なる市場の拡大ならびに国内産業構造の転換が期待される。
- CCU事業をより効果的に拡大するために、海外展開戦略や知財戦略、クレジットの市場拡大や需要家サイドも含めCO₂削減価値を明確にするための制度上の位置づけ整備、事業立ち上げ期における経済性の確保として補助金等の支援を整備していく必要であると考えられる。

提案の施策例(申請制度)

- 低コストCCU技術を持つ技術(研究)者が経営者と一体となって、補助金事業へ申請。短、中、長期的なキャッシュフローの健全化と高成長率の両立が可能な事業を申請制度内で精査。該当事業のための制度 & 環境の整備も同時に進める。
- 投資先としての魅力向上、国内の機運向上 & 産業構造変革、CCU技術開発の活性化を期待。

補助金事業申請制度

事業提案側

- ・**技術者**→低コスト化技術シーズを提供
- ・**経営者**→マーケティング戦略を提案
 - ①短期的 (収益性確保)
 - ②中期的 (安定化後の成長)
 - ③長期的 (技術成熟後の国際展開)

事業精査側

- ・産学技術者→技術的優位性確認
- ・企業経営者→マーケティング戦略の確認

事業助言側

- ・**パテントマネージャー**→知財戦略性確認

事業化に向けて低コスト化技術を洗練

- ・自己収益 (エコブランディング)
- ・政府支援
- ・VC支援
- ・国内企業支援

大規模化
実証資金調達

- ・自己収益 (CCU事業化)

制度 & 環境の整備

- ・カーボンプライジング制度
- ・ビジネス化のサポーター
- ・コンダクター・コンソーシアム利用
- ・サプライチェーン構築の推進