

ネガティブエミッション市場創出に向けた 今後の方針について

令和5年11月9日

GX投資促進室

1. ネガティブエミッション市場を取り巻く国内外の動向

2. ルール形成に関する今後の進め方

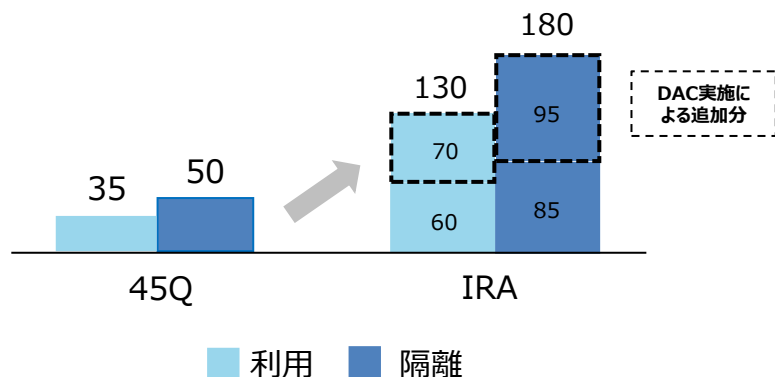
3. 産業化に向けた視点と検討の方向性

CDRに関する支援・取組動向① 米国

- 米国は、CDRの実施コストを100ドル/トン以下とする目標を表明。2022年8月に成立したインフレ削減法（IRA）において、既存のCCSタックスクレジットを拡大。DACに関する特別措置を追加し、1トン当たり最大180ドルを税額控除。
- また、本年9月にはオフテイク契約による政府初の購入プログラムをアナウンス。来年度にはパイロット実証やMRV（測定・報告・検証）手法の開発に対する資金提供プログラムのリリースを予定。

IRAに基づき45Qクレジット拡大（2022.8）

\$ /ton CO₂



- 既存の45Qタックスクレジットを拡大し、大気から直接回収したCO₂に対するインセンティブを追加。
- CO₂の利用には\$130/トン。隔離には\$180/トン。

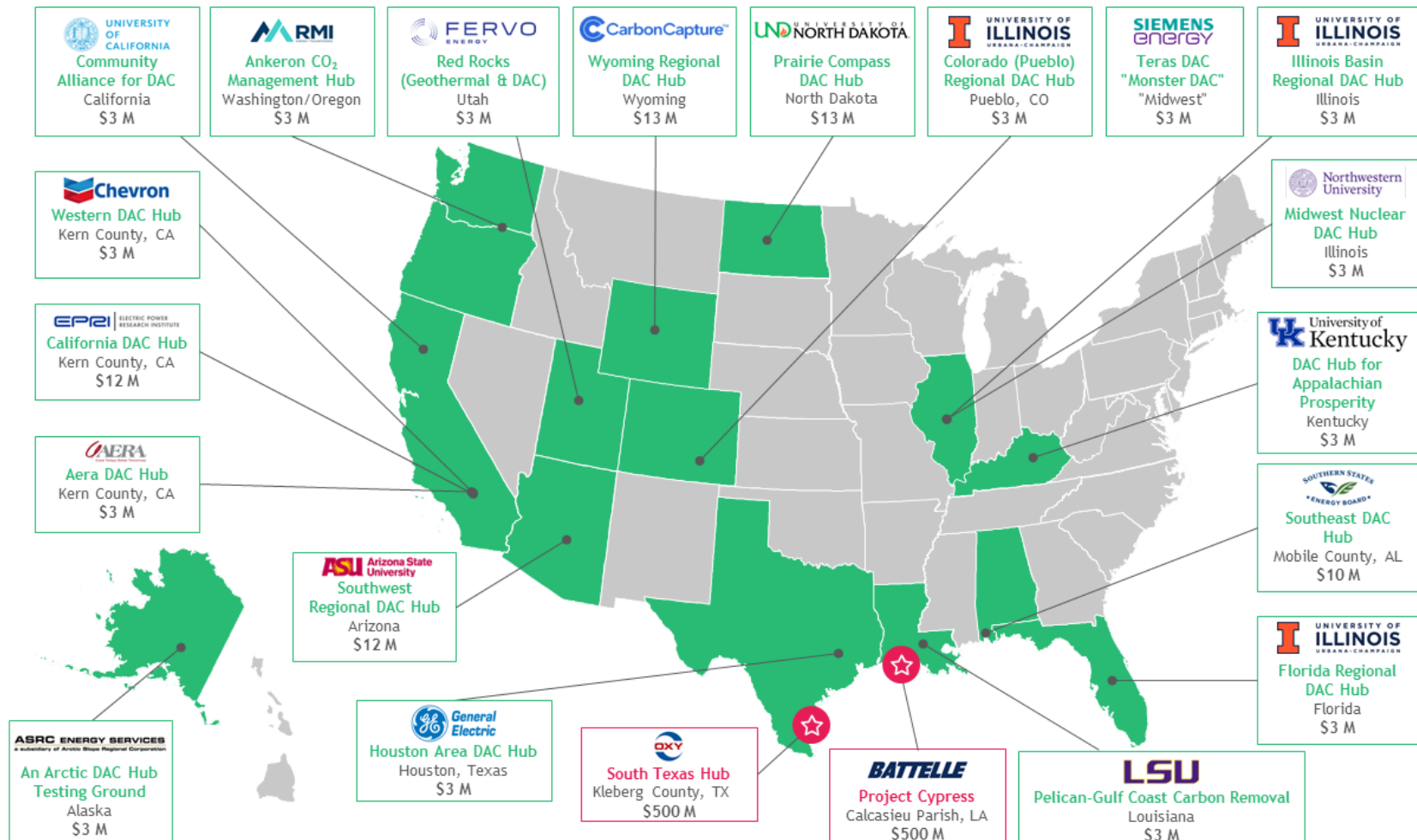
Commercial CDR Purchase Pilot Prize（2023.9）

- ✓ 3つの段階を通して、最高3500万ドルを提供。
 1. CDRクレジットのコンセプト、主な契約条件等の概要について提案
 2. オフテイク契約の詳細計画を提案、正式なオファー提出
 3. 契約に基づく期限と基準に沿った、第三者認証済みCDRの納入（Phase2及び3は前Phaseでの採択者のみが応募可能）
- ✓ 「政府による初の購入プログラム」と銘打つ、オフテイク契約の形での資金供与スキーム
- ✓ 対象技術(AOI)は、DACCS、BiCRS、風化促進・鉱物化、管理された炭素吸収源

	Number of Winners	Cash Prize Available for Each Winner	Total
Phase 1	Up to 25 across the 4 Areas of Interest (AOI)	\$50,000	\$1,250,000
Phase 2	Up to 10 across the 4 Areas of Interest (AOI)	\$375,000	\$3,750,000
Phase 3	Up to 10 across the 4 Areas of Interest (AOI)	CDR Purchase awards: up to \$3,000,000	\$30,000,000

CDRに関する支援・取組動向① 米国

- 2022年12月には、国内における4つのDAC Hub設置に対して35億ドルの投資を表明。年100万トン以上のCO₂の回収・貯留・製品転換ポテンシャルのある技術を実証、商用化。
- 本年8月に総額12億ドルの第1弾採択案件を公表。商業化を前提とした2案件に10億ドル、FS・FEED（基本設計調査）の19案件に計2億ドルを提供。



CDRに関する支援・取組動向② EU

- Innovation FundやHorizon Europeなど各種資金プログラムの中で**DACCS/BECCS、森林系、海洋系など幅広い技術の開発・実装を支援**。また、昨年11月に、欧州委員会が**炭素除去認証枠組に関する規則案を提案**。今年中にも欧州理事会において合意見込み。また、EU-ETS指令の改正において、**排出量取引における除去の扱いの検討**についても記載。



EU Carbon Removal Certification Framework

- ✓ 欧州委員会は、質の高い炭素の除去を確実に認証するための、**EU全域を対象とした初の自主的枠組み**を提案。
- ✓ 炭素除去の質と比較可能性を確保するための**一連の基準 (Q.U.A.L.I.T.Y※)**を提案
- ※ (1) 定量化、(2) 追加性、(3) 長期貯留、(4) 持続可能性
- ✓ 欧州議会および理事会での採決を今後予定。並行して、それぞれの炭素除去活動に合わせた認証方法の開発に向けて専門家との協議を実施中。

EU-ETS指令改正

- ✓ EU-ETS指令改正案を含むFit for 55関連法案を採択、発効（2023年5月）。
- ✓ 2026年7月までに、**欧州委員会は以下の事項について、欧州議会及び理事会に報告を行うことを明記**。
— **排出量取引においてネガティブエミッションの扱いをどのように説明可能か**、また、適切な場合、スコープや基準、必要な排出削減を相殺しないためのセーフガードも含め、**ネガティブエミッションをどのようにカバーすることが可能か**

CDRに関する支援・取組動向③ 英国

- 英国は、2050年に年間110MtCO₂の除去が必要（うち、70%はDACCS/BECCS）と推定。2020年に公表したNet Zero Strategyにおいては、DACCSを含むGGR(Greenhouse Gas Removal)の研究開発、社会実装に対する1億ポンドの支援を表明。
- また、GGRの導入拡大に向けて、炭素差額決済（値差支援）などの政府支援策も検討中。さらに、排出量取引制度（UK-ETS）へのGGRの組み込みについてもコンサルテーションを実施、意見を募集。それぞれ年内にも、検討状況について更なるアップデートが公表される予定。

Business Models for Engineered GGRs

コンサルテーション期間：2022.3月～7月

概要：

- GGR導入拡大に向けて、炭素差額決済による値差補填、政府調達、政府による余剰クレジット買取等の手法を提示し、民衆の契約に基づくビジネスモデルの構築や、その導入に当たって考慮すべき論点について検討、コンサルテーションを実施。
- また、今年1月から専門家会合を立ち上げ、各オプションに対する制度上の課題などを議論。
- 今年7月に公表されたコンサルテーションの結果では、値差補填への支持が多数。専門家会合を引き続き行いつつ、年内にも、ビジネスモデルの詳細設計や技術スコープ、適用要件等に関するプロポーザルを行う予定。

Developing the UK Emissions Trading Scheme

コンサルテーション期間：2022.7月～9月

概要：

- 論点の一つとして、UK-ETSにおける除去クレジットの扱いについてコンサルテーションを実施。
- 今年7月に公表された結果では、8割がUK-ETSでの除去の組み込みを支持。永続的な除去のみを対象とすること、厳格なMRVに基づくことが前提として挙げられた。（自然系については、コベネフィットの観点からEU-ETSに含めることを支持する一方、MRVの困難さに対する懸念もあり）
- コンサルテーションの結果を受け、英国政府は、政府による厳格な基準を満たしたGGRをUK-ETSに含める方向で検討。年内にも、更なるプロポーザルを行う予定。

検討会とりまとめ概要

- 本年3～6月にかけて検討会を開催し、各技術の今後の方向性や、ルール形成など市場創出に向けた方針についてとりまとめ。
- 市場創出に向け、①市場形成の初期段階における政府支援の検討の必要性、②CO₂除去（CDR）の価値を取引するためのカーボン・クレジットの活用環境の整備と初期需要の拡大、③市場獲得に向けて必要なルール形成に向けた検討体制の構築などについて整理した。

市場（需要側）

- ✓ 相対的に価格の高い炭素除去市場を早期に創出するため、市場化に向けた政府支援の在り方を検討（①）
- ✓ 国外では炭素除去に対するオフテイク契約の例が見られはじめており、国内の市場拡大に向けて、初期需要の担い手を拡大。（②）

技術（供給側）

- ✓ 技術的視点と導入的環境の10の視点に基づいて個別技術の現状分析を行い、各技術の今後の方向性について提示。
- ✓ 特にDACCSについては、急拡大する海外市場への参入、CCS事業法の整備などを踏まえて、早期の国内実証を検討。

→ 第3部で議論

ルール・制度

- ✓ CO₂除去の価値を取引するためのカーボン・クレジットの活用環境を整える。（②）
 - J-クレジットやJCMにおける除去クレジットの拡大
 - 排出量取引制度（GX-ETS）における除去クレジットの活用を進める
- ✓ クレジット創出やNDCへの位置づけを見据え、各技術の除去量算定手法等の構築が必要。（③）
→ 算定手法含め、必要なルールの合意形成や知見の共有を行うための場が必要。

→ 第2部で議論

1. ネガティブエミッション市場を取り巻く国内外の動向

2. ルール形成に関する今後の進め方

3. 産業化に向けた視点と検討の方向性

CDRのルール形成に関する国際動向（概念・フレームワーク）

- CDRの産業化に向けては、除去効果を正確に測定することで品質・信頼性を担保するための**MRV（測定・報告・検証）方法論の確立**が重要。現在、国際的に統一された手法はないものの、**一部の国・地域においては考え方のフレームワークが提唱されている**。
- 例えば、**英国**はMRVに関する専門家会合を実施。その提言を踏まえて、**CDRのMRVに関する一連のフレームワークを開発**。また、**欧州委員会**は、昨年11月に**炭素除去認証枠組に関する規則案を提案**。

英国：MRVフレームワークの概要

原則	概要
正確性 (Accurate)	科学的に正確で検証可能な確実な方法論を確立すること
一貫性 (Consistent)	国際的なベストプラクティスや、既存の基準に沿ったものであること
継続的改善 (Continuous Improvement)	技術革新や新たな科学的見地に柔軟に対応し、改善可能なものであること
環境セーフガード (Environmental Safeguards)	政府の環境セーフガードを遵守し、環境への影響とリスクを最小限に抑えること
簡潔性 (Simplicity)	関係者の過度な管理コストを最小限に抑えること
衡平性 (Parity)	技術の多様なニーズと特性を考慮し、技術全体にわたって一貫した枠組みを提供すること
透明性 (Transparent)	定量可能で、正確かつ明確に報告され、第三者によって検証されるものであること

EU：炭素除去認証枠組に関する規則案の概要



CDRのルール形成に関する国際動向（個別技術のMRV方法論）

- また、民間レベルでは、炭素除去クレジットの創出を目的としたMRV方法論が整備されつつある。
- 炭素除去特化型のボランタリークレジット市場Puro.Earthは、独自にCDR（DACCS, BECCS, バイオ炭、風化促進など）の方法論を整備。
- Climeworksも、ISOに準拠した独自のDAC方法論を開発。第三者評価機関による認証を取得したうえで、Microsoftなどに認証済の高品質DACクレジットを提供。さらに、Puro.Earthからの認証も取得。

Puro. Earth

- ✓ 世界初の炭素除去クレジット市場および証書発行主体。
- ✓ 独自の方法論であるPuro Standardを満たすプロジェクトに対してCORC(クレジット)を発行。
- ✓ 方法論の対象はバイオ炭、CO₂貯蔵建設資材(CO₂ネガティブコンクリートなど)、風化促進、CCSを伴う除去（DACCS, BECCS）、木質バイオマスの5つ。
- ✓ ボランタリーカーボンクレジットの品質基準を提供するICROA（International Carbon Reduction & offset Alliance）から、100年以上の持続性が担保された高品質除去クレジットプログラムとして承認を取得済み。

Puro. Earthの対象プロジェクト例



国：フィンランド
技術：バイオ炭
価格：270€ / tCO₂（CORC1単位）



国：オーストラリア
技術：DAC
価格：900€ / tCO₂（CORC1単位）
備考：2024年より事業開始

Climeworks：第三者認証取得済クレジットの提供



DAC方法論の開発
(ISO14064-2に準拠)



地下貯留・鉱物化方法
論の開発



DNV
認証
(第三者評価機関)



アイスランドにおける
DACの実施

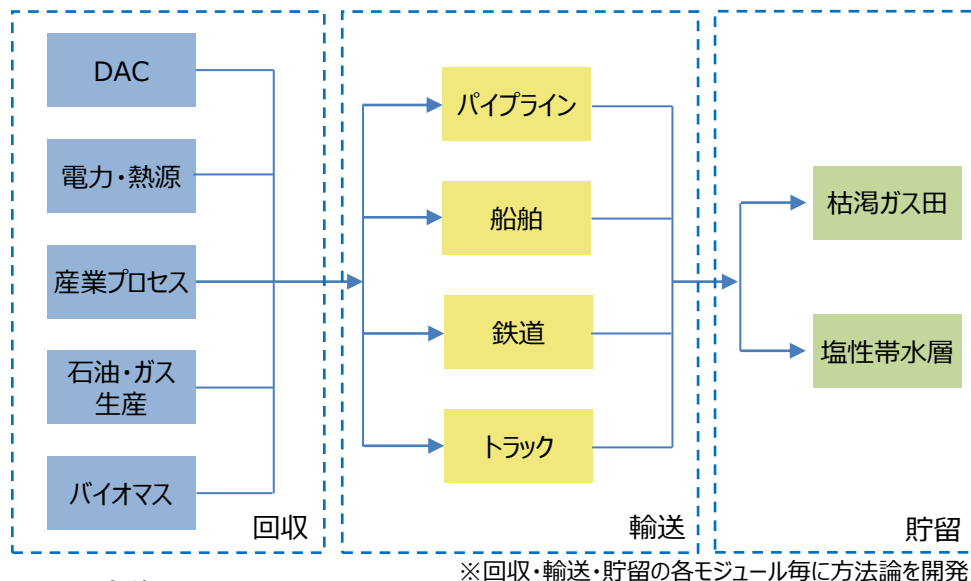


Microsoft, Shopify,
Stripeへ提供

CDRのルール形成に関する国際動向（個別技術のMRV方法論）

- CCSによるCO₂削減量算定方法の国際的な確立を目的とした**CCSプラス・イニシアティブ**は、**DACを含むCCSバリューチェーン一連の方法論をモジュール毎に開発**。ボランタリークレジット市場（VCS）での方法論化に向けて、コンサルテーション等のプロセスが進行中。
- **EU**は、**CDRのMRV方法論開発に向けた専門家グループを構成**し、議論を開始。**カナダ**も**DACCS等の除去技術の方法論開発に着手**するなど、国レベルでも徐々に動きが見られ始めている。

CCSプラス・イニシアティブ：DAC方法論の作成



<今後のスケジュール>

2023.6-7	コンサルテーション実施
2023.8-9	モジュールの改訂
2023 Q3	モジュールの検証
2023 Q4	方法論修正の完了
2024	修正された方法論の公表



出典：（左）CCS-Methodology-Public-Consultation-Draftを基に作成
（右）JETROビジネス短信（2022.6.15）、各国政府HP

各国政府のCDR方法論開発に向けた動向



2023年3月、CDRに関する専門家会合の開始
→ 各々の炭素除去活動に合わせた**認証方法**
の開発に向けた協議の開始



2022年6月、温室効果ガス・オフセット・クレジット
制度を開始。「森林管理」や「DACCS」、「**土壌有機炭素**」の制度方法論を現在作成中（森林管理についてはパブリックコメントを9月に終了）、さらにBECCSについても制度化を検討。



CDRセクターにおいて**現在適用されているMRVのレビュー、評価を実施中**。今秋に完了、公表予定。

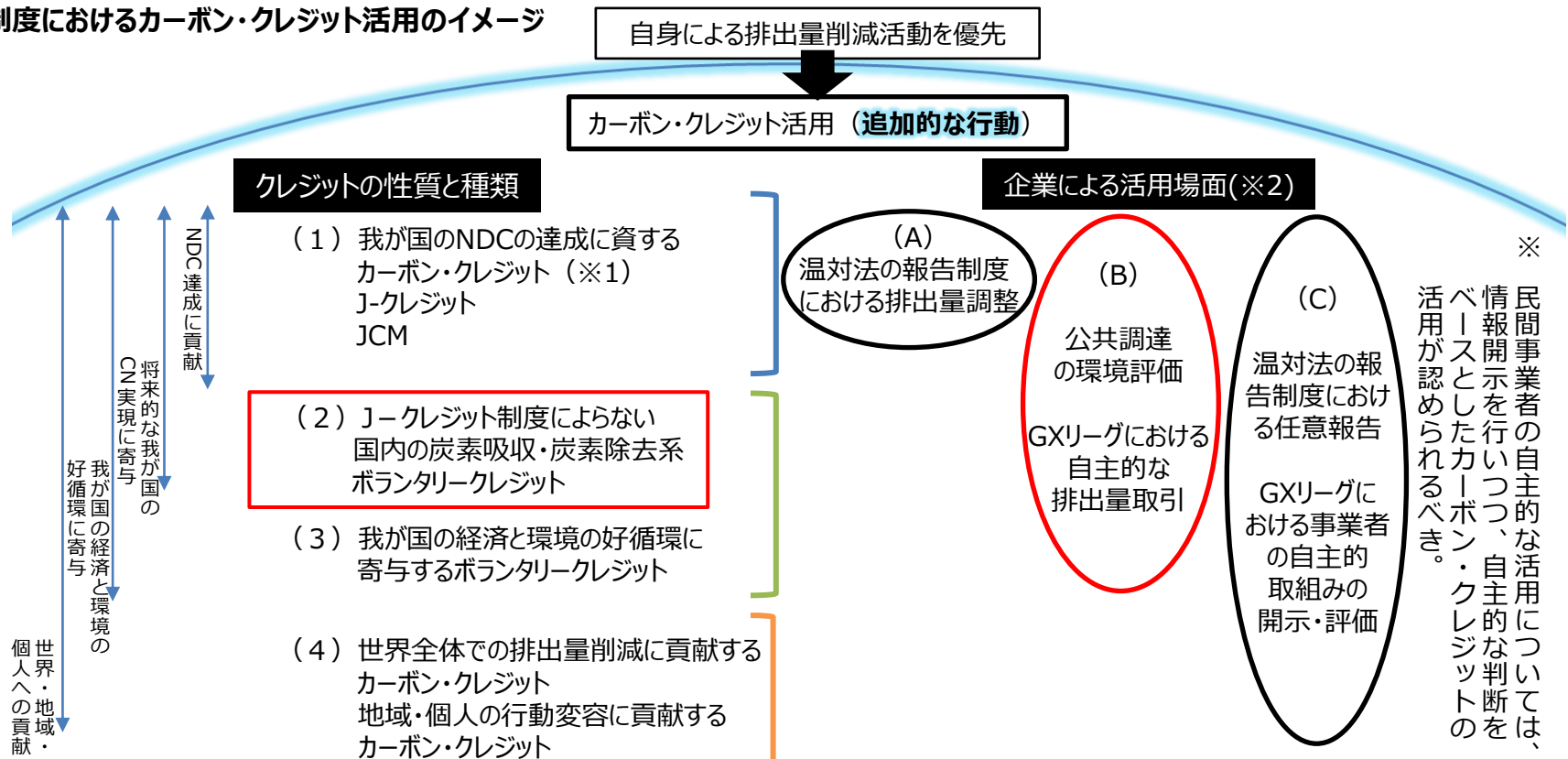


MRV手法を開発する研究機関等に対し、資金を提供。また、政府が提供するDAC補助金プログラムにおいても、2022年にDOEが作成した“**Best Practices for LCA of DACS**”に沿ってLCA評価を行うことを採択基準として要求。

参考：排出量取引制度における除去クレジットの位置づけ

- 現在、多くの国の排出量取引制度においては、除去クレジットの扱いが明確化されていないが、英・EUでは、MRV方法論の議論と同時に、排出量取引制度における除去クレジットの扱いに向けた議論が行われている。
- 我が国も、GXリーグにおける排出量取引制度（GX-ETS）の第1フェーズを本年度より開始。まずは、目標達成に活用可能な適格カーボン・クレジットとして、J-クレジットとJCMを位置づけたうえで、今後追加すべき適格カーボン・クレジットの要件について議論中。
- インベントリという観点で必ずしも国内の排出量への影響を示していないものの、将来の除去・吸収の拡大に貢献するカーボン・クレジットの活用についても、位置付けについて検討を進めていくことが必要。

◆ 国内制度におけるカーボン・クレジット活用のイメージ



CDRに係るルール形成検討のあり方について

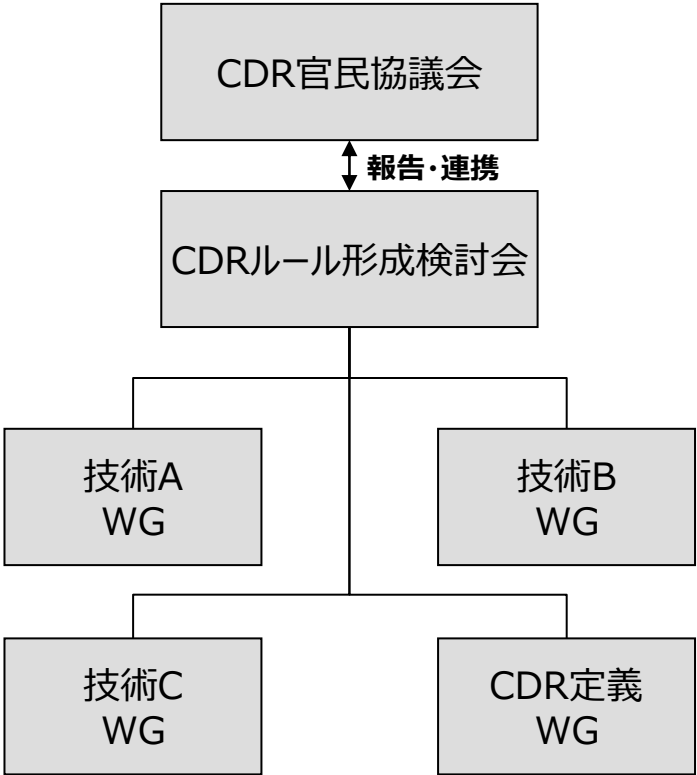
「ネガティブエミッション市場創出に向けた検討会 とりまとめ」

- 技術ごとの開発状況や、クレジット創出かNDC貢献かといった目的を踏まえながら、技術ごとに必要なルールの合意形成や知見の共有を適切な場で実施していくことが重要であり、関係者間でルール形成を戦略的に検討するための仕組みが必要。
- CDRに係る様々なルール形成の取組方針等、分野横断的な検討を行う場だけではなく、風化促進・ブルー・カーボン・DACCS・CDR定義や必要な技術基準等の具体的なルールの内容を検討する場が必要。

表. CDRに係るルール形成の分類ごとの方針

分類	方針
①気候変動対策におけるCDRの位置づけ	IPCCやIEAなどの国際機関や、G7等マルチ交渉の成果文書、多国間のイニシアティブ等の活動を通じて、CDRの必要性について合意形成を図る。
②CDR（範囲と技術）の定義	CDRに求められる要件（永続性、除去に要する期間等）、CDRに含める技術分類を、国内外で明確にする。
③CDRの除去効果算定手法を中心としたMRV手法等	除去の効果の測定方法に関する研究の推進等を行い、クレジット化等に向けて必要なMRV手法等の構築をすすめる。
④各技術特有のルール形成	関係者が集まってルール形成の方針を議論するための場を設けるなど、標準戦略を検討するため『仕組み』を検討する。

図. 協議体イメージ



国内ルール検討体制の構築：DAC WGの設置

- クレジット創出に向けて必要となるMRV方法論の開発・確立など、必要なルール形成を行うための議論の場として、本検討会の下にワーキンググループを設置する。
- 市場の急速な発展や諸外国の政策支援動向、ボランタリークレジット市場での方法論整備などの状況を踏まえ、まずはDACワーキンググループ（DAC WG）を立ち上げ、専門的な議論を開始する。
- また、技術の開発状況や国内外でのルール整備動向を踏まえ、その他の個別技術ごとのワーキンググループの設置についても今後検討していく。

ネガティブエミッション市場創出に向けた検討会

➤ 議論内容

- ① 国内外におけるNETsの技術開発動向及びビジネス動向の整理
- ② 産業化に当たって重視すべき要素や優先して取り組むNETsの整理
- ③ NETsに関する今後の官民での取組方針
- ④ その他、NETs の振興に関する事項

DACワーキンググループ

➤ 議論内容

- ① 国内外におけるDACのルール形成に関する動向
- ② DACのライフサイクル評価及び算定方法論の開発
- ③ DAC市場創出に向けて必要なルールの開発や、国際動向を踏まえた発展の方向性
- ④ その他、DAC市場創出に向けた今後の取組方針

⋮

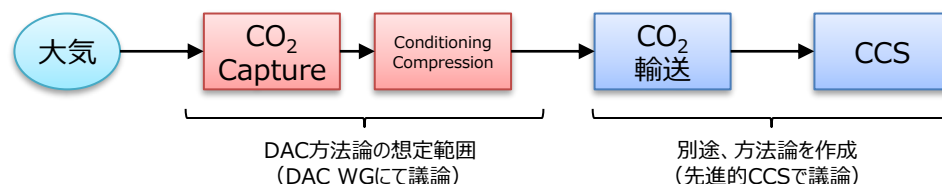
DAC WGでの議論内容

- DAC方法論の作成にあたっては、DACの定義、適用条件やLCAバウンダリ（プロジェクトの境界）、プロジェクト排出量の計算式などが主な論点として想定される。
- 国際的な議論との整合性も踏まえながら、国内でのDAC実施にあたって合理的な方法論の開発を行う。デジュールやデファクト等の標準化の開発、活用動向を見極めながら、開発するルール of 国際展開について検討を行うことも必要か。

スケジュール・議論内容（現時点案）

- 本日 「ネガティブエミッション市場創出に向けた検討会」開催
- 1月 DAC WG【第1回】
- ・国内外のDAC市場・ビジネス動向の現状整理
 - ・今後の産業化に向けて必要なルール形成事項の整理
 - ・国内外のDAC算定方法論、定義論（回収源、永続性、環境影響など）に関する検討状況について
 - ・関連の国内検討状況
- 2～3月 DAC WG【第2回】
- ・国内算定方法論の構築に当たって留意すべきポイントの議論（DAC定義、LCAバウンダリ等）
- 3月 DAC WG【第3回】（※必要に応じて開催）
- ・国内算定方法論の構築に当たって留意すべきポイントの議論（DAC定義、LCAバウンダリ等）
- 4月以降 DAC WG【第4回】
- ・レポート案の提示、議論

DAC方法論の想定範囲



DAC方法論の構成例(VCS DACモジュール)と内容

1. 定義
 2. 適応条件
 3. 方法論の範囲
 4. ベースラインシナリオ
 5. 計算手順
 6. 係数
- DACの定義**
- ・他の排出源からどの程度離れていれば良いか？
- 対象とする回収方法は何か？
- ・化学吸着、物理吸着、膜、電気、深冷プロセス
 - ・触媒は再生しなければならない
- 算定に含める装置
- ・送風機 ・専用用役設備 ・輸送用コンディショニング装置
 - ・圧縮機 等
- プロジェクト排出量の計算手順**
- ・使用電力は排出係数を用いる（再エネは直接接続以外認めない）
 - ・燃料消費でメタンリークした場合はGHG係数を乗じて排出に加算する 等

1.ネガティブエミッション市場を取り巻く国内外の動向

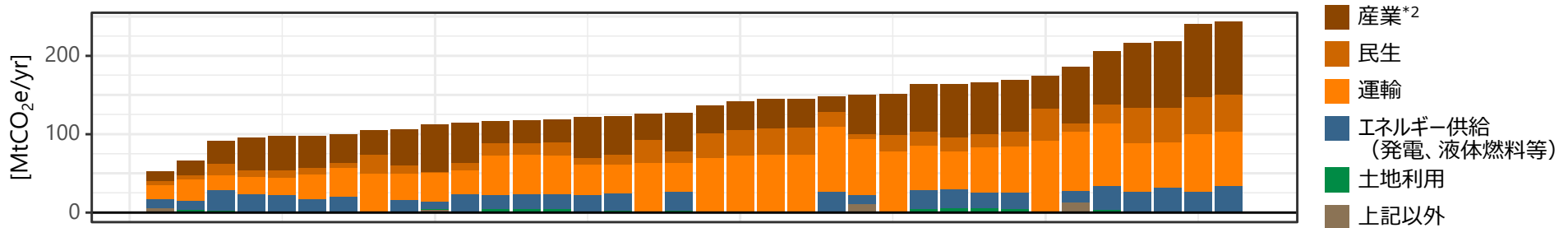
2. ルール形成に関する今後の進め方

3.産業化に向けた視点と検討の方向性

ネガティブエミッション産業の将来像（排出削減の視点）

- CN達成には、残余排出を相殺する手段としてCDRが必須。IPCC AR6 のシナリオによると、我が国の将来的な残余排出量は、年間約0.5～2.4億トンと推定されている。
- 主な残余排出は、産業や運輸部門において見られ、産業部門では、電化が難しい分野など、いわゆるHard-to-abateな分野において、運輸部門では、航空機、海運など、電化が困難な分野において、CO₂排出が残ると考えられる。CDRは、これらの産業が脱炭素に転換するための切り札となりうる。

2050年前後に日本がネットゼロ排出となった時点における部門別の残余排出の量（IPCC AR6シナリオデータベース）*1

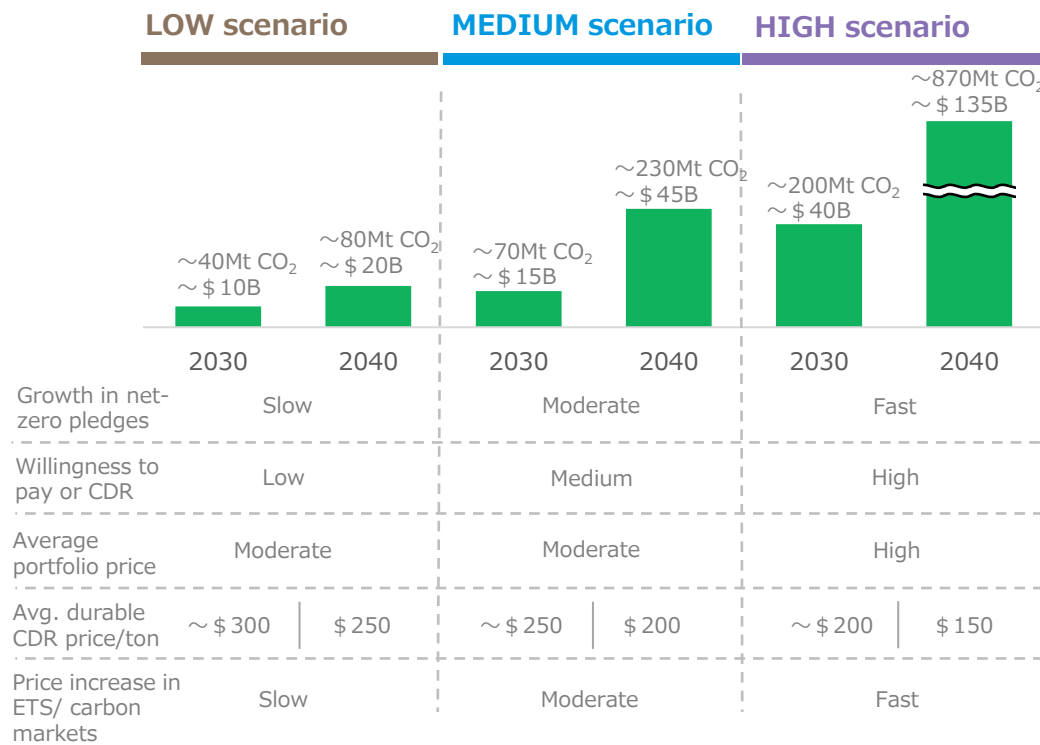


*1 IPCC AR6シナリオデータベースに収録された1202本のシナリオのうち、(1)世界全体の温度上昇が2℃未満（カテゴリC1～C4）及び(2)2050年前後（2045～2054年）に日本がCO₂排出量ネットゼロを達成という2条件を満たし（具体的な方法は坂本・堀尾(2020)電中研報告Y20001を参照）、産業部門における除去の想定が極端と判断したモデルによる結果を除外した36本のシナリオについて、部門別のCO₂排出量の分布を図示。各シナリオについて、この排出量と同量の除去量が存在。

*2 産業部門は、エネルギー起源の排出と産業プロセスによる排出の両方を含む。

ネガティブエミッション産業の将来像（経済成長の視点）

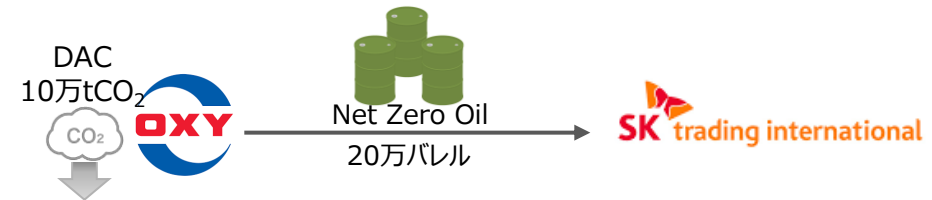
- 米英欧を中心とした支援策や制度整備を背景に、世界的に急速に除去市場が形成されはじめており、**将来的な需要の急拡大と、炭素除去価値の上昇が予測される。**
- また、炭素除去価値のオフセットへの活用や、回収CO₂を活用したカーボンリサイクル製品・燃料の生産も将来的に期待され、**国内産業のサプライチェーンの脱炭素化・クリーンエネルギーの安定供給を通じた産業基盤の安定化にも貢献**しうる。
- 我が国においては、石炭火力等の高濃度CO₂の分離回収プラント建設でトップシェアを誇り、**CO₂回収技術における技術優位性・国際競争力も高い**と考えられる。



出典：（左）BCG “The Time for Carbon Removal Has Come” を基に作成

（右）Occidental, SK Trading International sign first agreement for net-zero oil created from captured atmospheric carbon dioxide
Marine Bioenergy, Inc. HP

Net-zero Oilを販売（米Occidental）



- ✓ SK trading internationalは、Occidentalから年間最大20万バレルのネットゼロ・オイルを5年間購入することで合意(2022年)。
- ✓ Occidentalは、子会社である1PointFiveがDACにより地下に貯留する年間10万トンのCO₂除去価値を活用して、CO₂総排出量をゼロとした石油20万バレルを販売。

海藻由来の燃料生産（米Marine bioenergy）

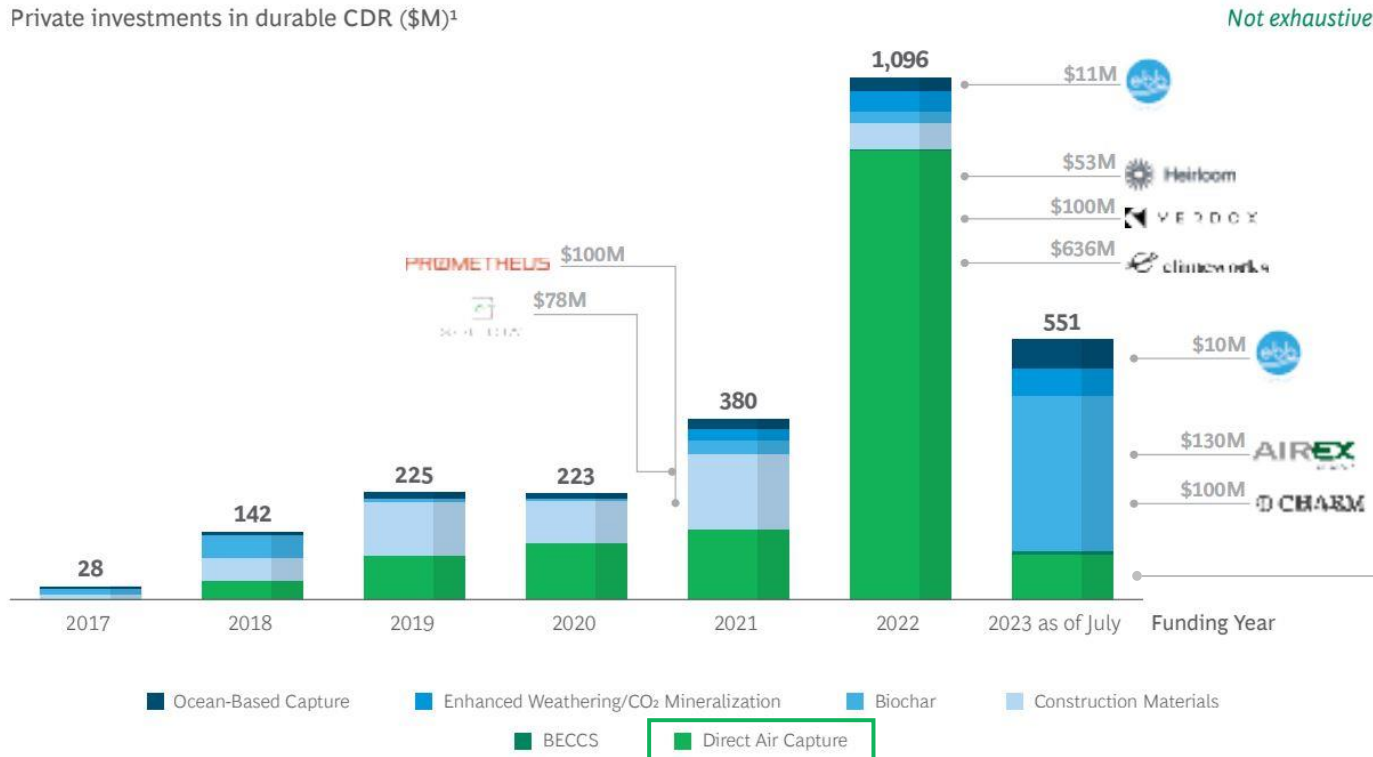
- ✓ はえ縄を水中ドローンでけん引し、ジャイアントケルプ（大型海藻）を沖合で養殖。
- ✓ 養殖したケルプは、エタノールやメタンなどの代替バイオ燃料生産に活用。



CDRに関する民間投資の動向

- 近年、CDRに対する民間投資が急拡大。特に、石油や航空などの多排出企業がDAC技術を有する企業に対して、資金を投じる例が目立つ。買い手からの注目度も高く、DACの市場が今後も拡大することが予想される。

Private investments in durable CDR (\$M)¹



Sources: Pitchbook; BCG Greentech portal; Center for Growth & innovation Analytics; BCG analysis.

Note: Analysis focused on carbon removal tech companies receiving private investments since 2017.

¹23% investments undisclosed; private investments refer to investments by VC/PE, corporate venture, financial institutions.

2023.7

米Avnosが、Shell, ConocoPhillips, JetBlueから\$ 80Mを調達



2023.8

ANAが、米1PointFiveと、2025年から3年間で合計3万トン以上の炭素除去クレジット（CDR）調達契約を締結



2023.9

Amazonが米1PointFiveと、10年間で25万トンのDAC購入を表明。

2023.9

FrontierがDAC \$ 2.1M、風化促進 \$ 1.5M、BECCS \$ 0.5M、海洋由来CO₂回収 \$ 2.6Mのオフテイク購入契約を表明

2023.9

米石油企業Occidentalが、Carbon Engineeringを\$ 1,100Mで買収



2023.11

BlackRockがOccidentalのテキサスにおけるDACプロジェクトに\$ 550Mの出資を表明

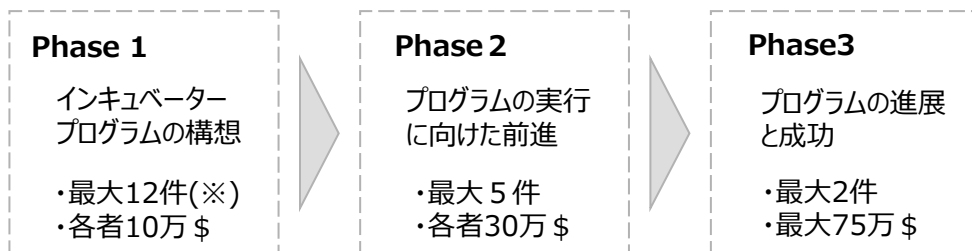
CDRの産業化に向けたスタートアップの重要性

- 海外では、ネガティブエミッション分野で多くのスタートアップが誕生し、民間投資や政府支援の下、研究開発や大規模実証が加速度的に進められている。
- 意思決定スピードが速く、機動的なビジネスが可能なスタートアップは、ネガティブエミッション技術の社会実装において今後重要な役割を果たす。一方で、長期かつ大規模な資金を要するなどリスクも大きいため、事業化に向けた支援など、ネガティブエミッション分野におけるスタートアップの創出を促すための環境整備が重要。

◆米国のDAC懸賞金制度

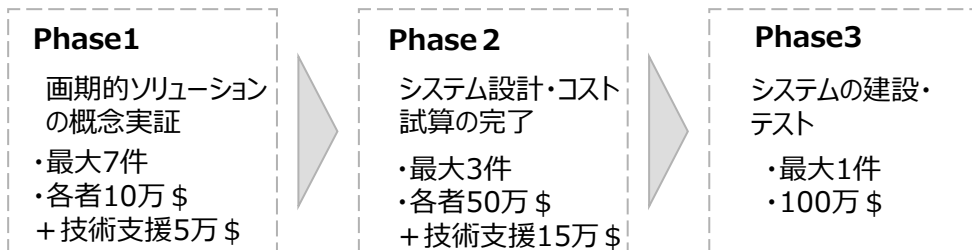
・DAC Pre-Commercial EPIC Prize

…DAC分野における起業家・スタートアップを支援する、インキュベータやアクセラレータの運営を支援。



・DAC Pre-Commercial Tech Prize

…DAC分野における画期的な技術ソリューションの開発を支援。



AVNOS 【米国・DAC】

- ・湿度スイング吸着法を用いた独自の「ハイブリッドDAC (HDAC)」システムを用いることで、CO₂回収に伴うエネルギー消費を大幅に削減するとともに、CO₂ 1トン回収ごとに副産物として水を5トン生成。
- ・7月にShell, ConocoPhillips, JetBlueから\$ 80Mを資金調達。



Heirloom 【米国・風化促進】

- ・石灰岩を原料として、粉碎・焼成によりCaOを生成、水を混ぜてCa(OH)₂にし、天日干しさせることで大気中のCO₂をCaCO₃として回収する。
- ・Microsoftと、今後10年間で最大31万5千トンの炭素除去クレジットの供給契約に合意。



今後の方向性 (DACCS/BECCS)

「ネガティブエミッション市場創出に向けた検討会 とりまとめ」

- CCS適地が豊富な米国等の諸外国において、DACCSやBECCSは高いポテンシャルを有すると考えられる。また、これらの技術の商用化に向けた実証支援やビジネスモデルの構築が進められており、市場の拡大が見込まれることから、こうした海外市場にも積極的に参入していくことが重要。
- 国内では160億トンのCO₂貯留可能量が推定されており、2030年までの事業開始に向けて民間事業者におけるCCS事業の検討が開始されているところであり、こうした制度環境が整備されていくことも踏まえ、国内での実証化も進めていく必要がある。一方、CO₂貯留地の確保は依然として課題である。
- さらに、DACCSについては、大気中からのCO₂回収プロセスにおいて多量のエネルギーを要することから、省エネルギー・低コスト化に向けた研究開発を引き続き推進。また、国内でのクレジット化に向けて、既にCCSの算定方法論は確立されつつあるところ、CO₂回収プロセスにおける算定方法論の早期確立を図ることも必要。

DACCSやBECCSに対する支援の例

- ✓ DOEは、大気から回収したCO₂の処理、輸送、安全な地中貯蔵、変換の商業化を加速し、実証するために、国内の4つの地域直接大気回収ハブ (DACハブ) の開発に35億ドルを投資。
- ✓ 英国は、バイオマス発電 (Power BECCS) に対する支援として、炭素クレジットと発電の双方に対して値差補填を導入する支援策を優先モデルとして検討中。



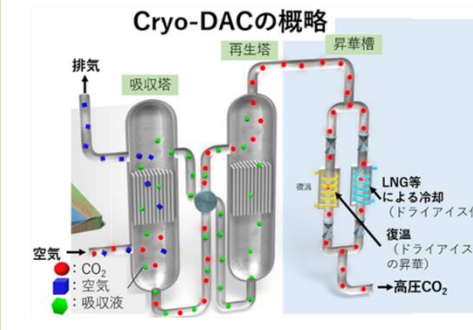
出典: Climeworks

ムーンショット研究開発型事業

冷熱を利用した大気中二酸化炭素直接回収の研究開発

則永 行庸 PM
(国大)東海国立大学機構名古屋大学 教授

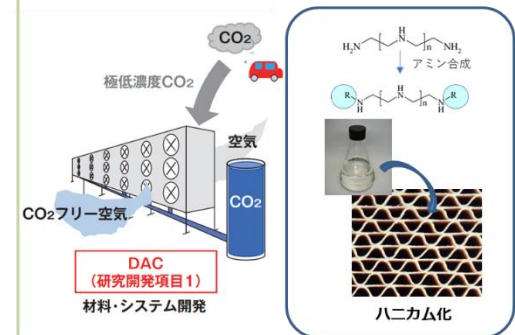
- LNG等の未利用冷熱を活用し、CO₂を昇華させドライアイスにすることで、圧力を下げ、吸収液からCO₂を回収する新プロセス(Cryo-DAC)を開発
- 常温で超低濃度 (～400 ppm) のCO₂を効率よく吸収する液体を開発



大気中からの高効率CO2分離回収技術の開発

児玉 昭雄 PM
(国大)金沢大学 教授

- 60℃の低温でCO₂の分離が可能な革新的ポリアミンを開発
- 従来技術よりも少ないエネルギーで再生可能なCO₂濃縮回収プロセス(ハニカム型)を開発



DAC産業化に向けた検討の方向性

- 海外では直接大気回収の分野において既に大規模実証、商用化が進む一方、国内では現状ベンチスケール実証に留まる。大規模化に強みを持つ技術については、国際競争において今後劣後することのないよう、早期に国内での大規模実証、商用段階への移行が必要。
- 一方で、技術の難易度・革新性ともに高く、コストの削減余地が大きい技術や、小型化に強みを持ち、敷地に余裕のない場所での実装にも適合するなど、既に実証が進む大型DACとの差別化を図ることが可能な技術については、今後の社会実装を見据えた技術開発も引き続き重要と考えられる。

海外でのスケールアップの例

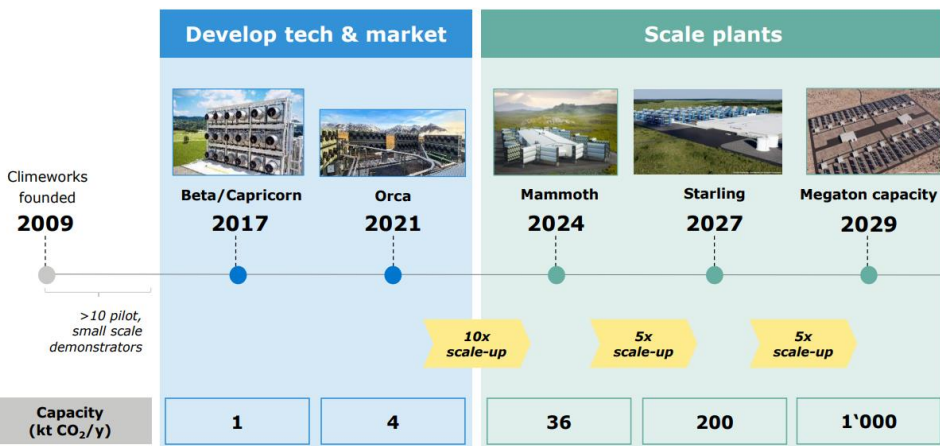
海外では数十万トン/年規模の実証が進む

Carbon Engineering

2025年：50万トン/年(米国・テキサス)にて稼働
100万トン/年への拡張可能なDAC設備

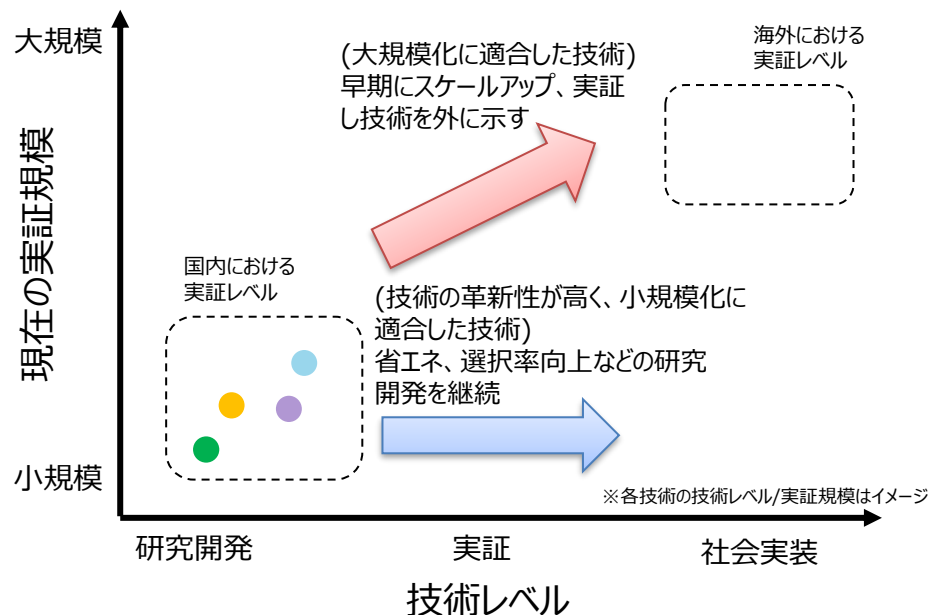
Climeworks

2024年：3.6万トン/年(アイスランド)稼働開始予定
2027年：20万トン/年稼働開始予定



今後の方向性

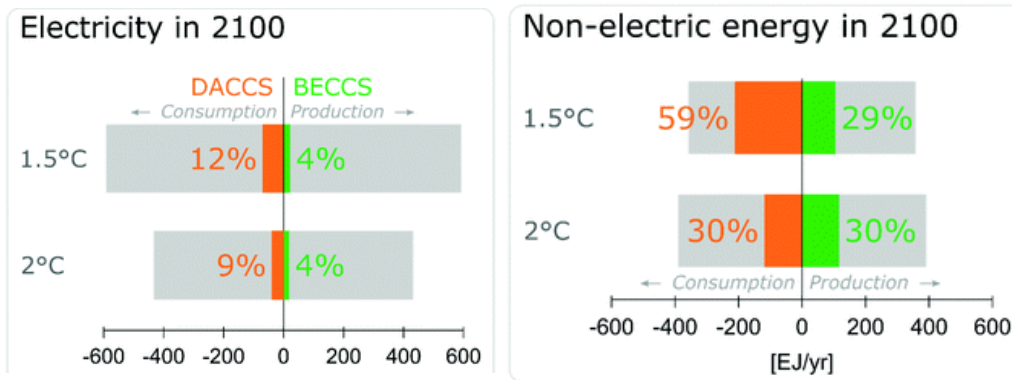
適合する規模に応じて、今後の方向性を選択。
特に大規模に適合した技術は、海外での大規模実証の進展より、早期のスケールアップが必要。



参考：CDRの実施に必要な脱炭素電源の確保

- CDRには、実施過程においてエネルギーを必要とする技術が存在。特にDACについては大気中からのCO₂回収時に多くのエネルギーが必要となるため、ネットでのCO₂除去を実現するためには脱炭素エネルギーの活用が必須。
- そのため、今後のCDR拡大のためには、安定的で安価な脱炭素電源の確保という視点も重要である。

統合評価モデル*を用いた、
DACCSの消費エネルギー予測

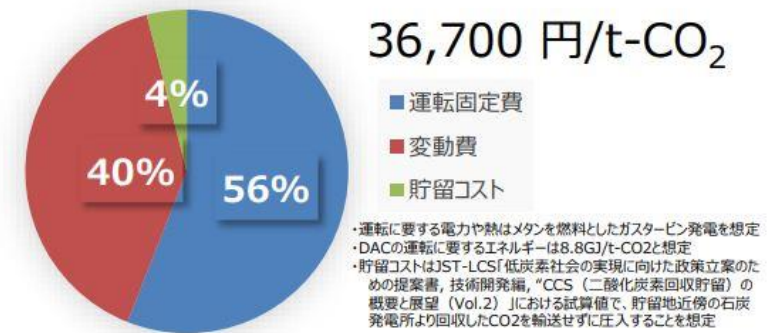


* The mutual dependence of negative emission technologies and energy systems, Creutzig et al.,(2019)

- ✓ 2°C シナリオでは、2100年に年間 450 EJ の電力と 400 EJ の非電力（熱エネルギー等）が消費される。電力については消費エネルギーの 9%、非電力については消費エネルギーの30%が DACCSに由来。
- ✓ 1.5°C シナリオでは、2100年に年間 600 EJ の電力と 350 EJ の非電力が消費される。電力については消費エネルギーの 12%、非電力については消費エネルギーの59%が DACCSに由来。

DACCSのコスト試算と内訳

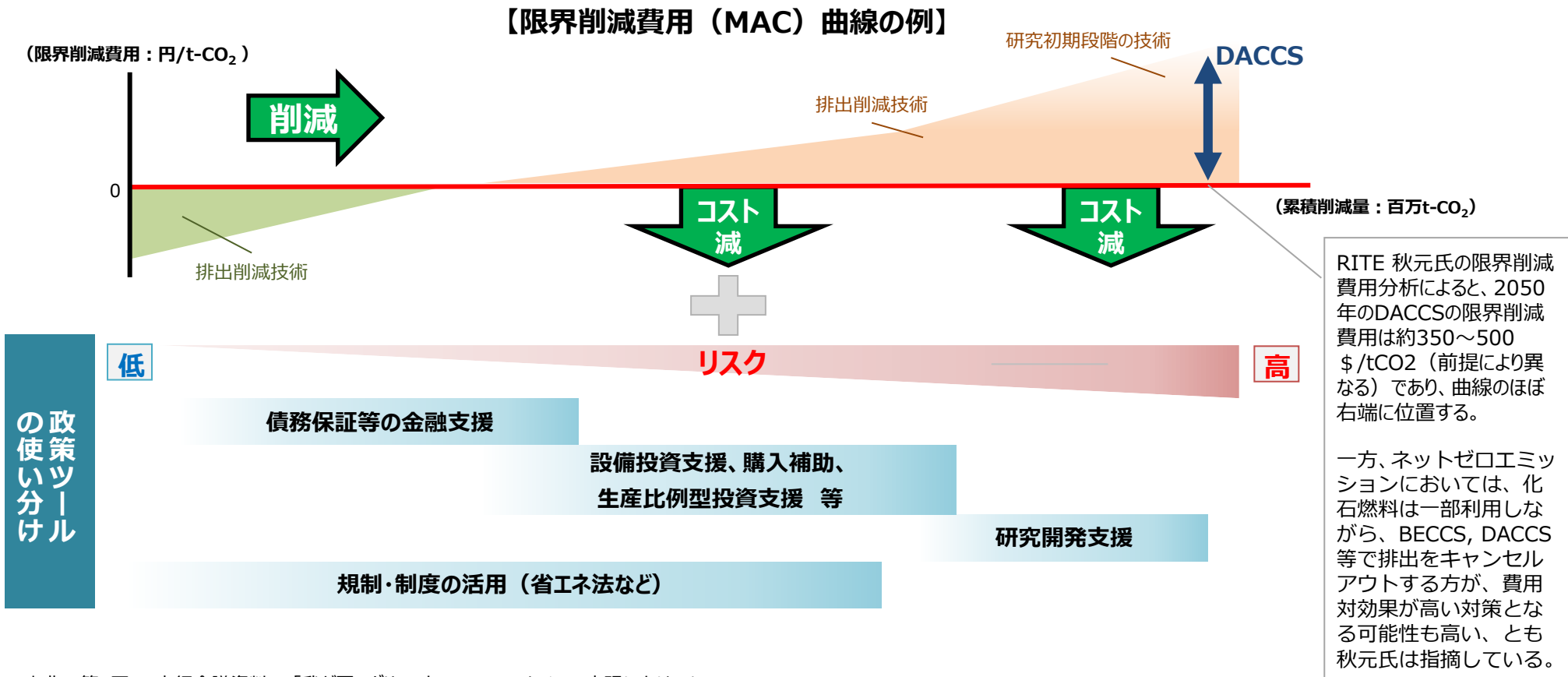
JST試算（国内）



- ✓ JST低炭素社会戦略センター（LCS）の試算によれば、DACCSのコストは現在36,700円/t-CO₂。そのうち、運転に要する電力や熱に由来する変動費が4割を占める。

政策手段の検討具体化にあたっての考え方

- 政策手段の具体化に際しては、各技術の限界削減費用（導入による「追加的費用」を「排出削減効果（削減ポテンシャル）」で除したもの）やリスク等に応じて政策手段を使い分けることが重要。
- 現状TRLが低く、限界削減費用が極めて高い炭素除去技術については、**研究開発・実証支援が効果的だが、技術の成熟段階に応じて、市場拡大に向けた投資支援・需要側対策や、規制・制度の活用等の組み合わせも有効となる可能性。**



「ネガティブエミッション市場創出に向けた検討会 とりまとめ」

- 25

参考：政府による市場創出・拡大に向けた手法のオプション②

「ネガティブエミッション市場創出に向けた検討会 とりまとめ」

- 現在、欧米を中心に様々な手法の検討・導入が実施されているところ、それらを総合すると以下のオプションに整理される。

④ 税額控除

- ✓ 米国ではインフレ削減法案（IRA）においてCCSに対する既存の45Qタックスクレジットを拡大し、大気から直接回収したCO₂に対するインセンティブを追加。（CO₂の利用には \$ 130/トン。隔離には \$ 180/トン）
- ✓ 米国では、もともと税額控除による投資促進策が活用される傾向にあるが、英国は検討の対象としていない。

⑤ 設備投資・実証支援

- ✓ 米国においては、DAC hubの建設に関するFSや基本設計調査（FEED）に対してそれぞれ上限8割、5割補助を実施。今後、プロジェクト開発や調達・建設等に対する支援も行う予定。
- ✓ 設備投資規模が比較的大きい技術（DACCS等）に対しては、商用化初期における事業者への収益の予見可能性を高めるにあたって有効な手法となりうる。

⑥ 研究開発補助

- ✓ 米国においては、100 \$ /tCO₂のコスト目標を達成するため、DACCS/DACCUや、海洋由来CDR、風化促進など幅広い技術のR&Dを支援。欧州においても、Horizonプログラムなどの各種資金策において、自然系を含む様々なNETsの技術開発を進めている。
- ✓ 技術の初期段階においては、コスト低下に大きく貢献しうるが、長期的な収入の確実性をもたらすものではなく、ネガティブエミッション市場の拡大を直接的に支援するものではないことに留意。

⑦ 排出量取引への除去の組み込み

- ✓ EUにおいては、2023年5月に採択・発行したEU-ETS指令改正案において、EU-ETSにおけるネガティブエミッションの扱いについて、欧州委員会が欧州議会及び理事会に2026年7月までに報告を行うことを明記。
- ✓ 英国においても、ネガティブエミッション市場としてのUK-ETSの活用ポテンシャルについてコンサルテーションを実施しており、UK-ETSへの除去の組み込みについて検討を開始している。

⑧ 義務量割当

- ✓ カリフォルニア州においては、排出量のうち一定割合の除去の購入義務化に向けた検討が進められており、中長期的には、こうした規制的アプローチの導入も民間需要の拡大のための有効な手段となりうる。
- ✓ 一方、導入初期においては、義務量を満たすだけの供給が確保されるかは不明瞭であるほか、ペナルティ価格の水準によっては、高価な技術由来のクレジットは買い取られず市場が発展しない恐れもある。さらに、対象とすべき産業や義務量の水準等、詳細設計において公平性の確保にも課題が存在。