

# ネガティブエミッション市場創出に向けた 検討会の進め方について

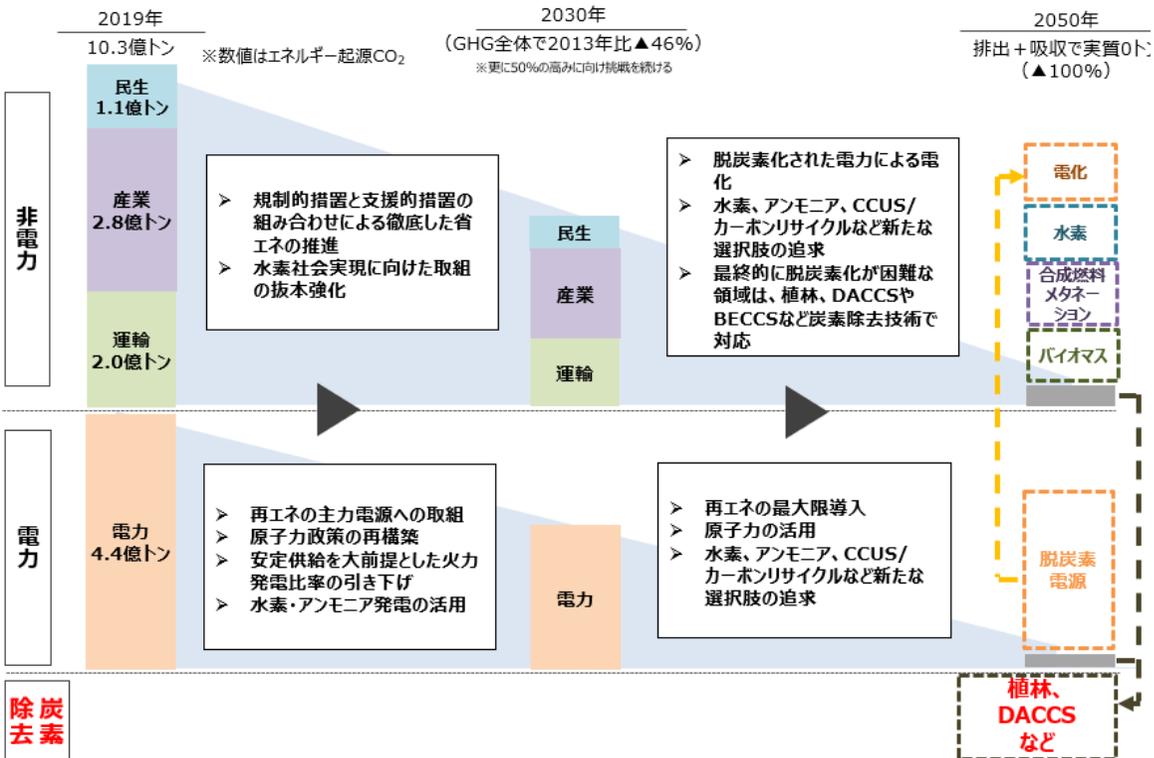
令和5年3月15日

エネルギー・環境イノベーション戦略室

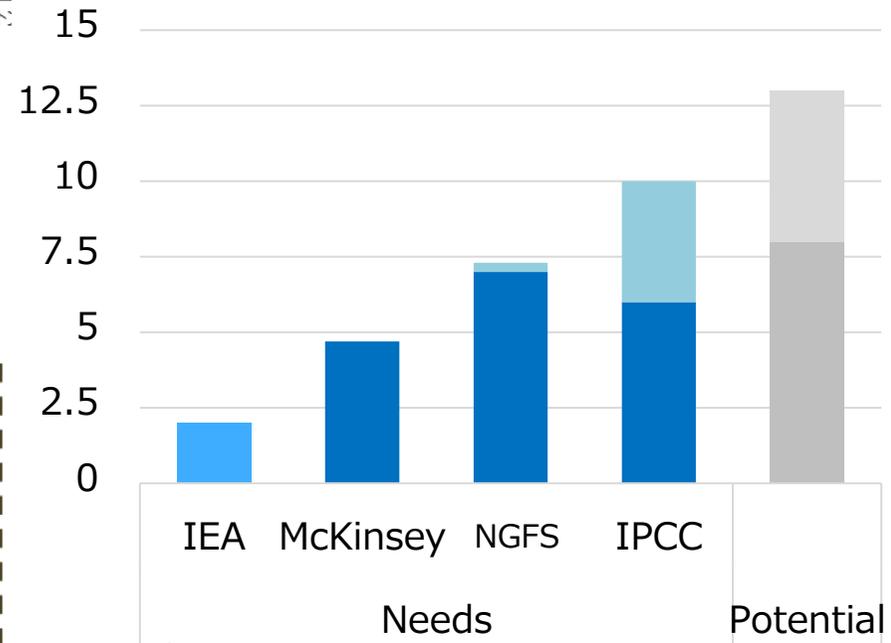
# ネガティブエミッションの必要性

- CN達成には、最終的に脱炭素が困難な領域には、ネガティブエミッション技術で対応することが必須。
- 各機関によると、世界で、年間約2～10Gtの削減が必要と試算されている。

## 2050年カーボンニュートラルに向けた削減イメージ



## 各機関のNETsのCO2削減寄与想定



2050年

NETsのCO<sub>2</sub>削減寄与・ポテンシャルの推定, GtCO<sub>2</sub>/年

\* IEAはDACCSとBECCSのみが対象

# ネガティブエミッション技術全体像

- **ネガティブエミッション技術(NETs)**とは、大気中のCO<sub>2</sub>を回収・吸収し、貯留・固定化することで大気中のCO<sub>2</sub>除去 (CDR, Carbon Dioxide Removal)に資する技術。

植林・再生林	植林は新規エリアの森林化、再生林は自然や人の活動によって減少した森林の再生・回復。
土壌炭素貯留	バイオマス中の炭素を土壌に貯蔵・管理する技術（バイオ炭を除く）
バイオ炭	バイオマスを炭化し炭素を固定する技術
BECCS	バイオマスエネルギー利用時の燃焼により発生したCO <sub>2</sub> を回収・貯留する技術
DACCS	大気中のCO <sub>2</sub> を直接回収し貯留する技術
風化促進	玄武岩などの岩石を粉砕・散布し、風化を人工的に促進する技術。風化の過程(炭酸塩化)でCO <sub>2</sub> を吸収
ブルーカーボン管理	マングローブ・塩性湿地・海草などの沿岸のブルーカーボン管理によるCDR。大型海藻類(例えば、昆布)など他の沿岸および非沿岸生態系における炭素隔離の可能性を議論中。
海洋肥沃	海洋への養分散布や優良生物品種等を利用することにより生物学的生産を促してCO <sub>2</sub> 吸収・固定化を人工的に加速する技術。大気中からのCO <sub>2</sub> の吸収量の増加を見込む。
植物残渣・海洋隔離	海洋中で植物残渣に含まれる炭素を半永久的に隔離する方法（自然分解によるCO <sub>2</sub> 発生を防ぐ）ブルーカーボンのみならず外部からの投入を含む
海洋アルカリ化	海水にアルカリ性の物質を添加し、海洋の自然な炭素吸収を促進する炭素除去の方法



# 参考：G7やIPCC 第6次評価報告書におけるCDRの位置づけ

- IPCC第6次評価報告書においては、CDRは排出削減を代替することはできないものの、短期的にはネット排出削減の強化、中長期的にはネットゼロやネットマイナス達成のための手法としての補完的な役割が認められている。
- また、IPCCの分析も踏まえつつ、G7気候・エネルギー・環境大臣会合コミュニケにおいて、『CDRソリューションのスケールアップを適切に加速するために協力』することにコミットしている。

## G7 気候・エネルギー・環境大臣会合コミュニケ（抄）（2022年5月） 日本語訳（暫定仮訳）

### 二酸化炭素除去：

我々は、オーバーシュートせず又は限定的なオーバーシュートを伴って地球温暖化を1.5℃上昇の範囲に抑えるほぼ全ての経路は、21世紀を通して100～1000ギガトン単位の二酸化炭素に達する二酸化炭素除去（CDR）の使用を見込んでいることをIPCCの最新の分析が示していることを認識する。

これらの技術に関連するリスクや制限を念頭に置き、CDRが脱炭素化及び温室効果ガス排出削減のための緊急行動に取って代わるものではないが補完しうるものであることを強調した上で、我々は、これらの装置の有効性を調査し、CDRソリューションのスケールアップを適切に加速するために協力することにコミットする。

自然の炭素吸収源を保護、回復、拡大することは引き続き不可欠であるが、我々は、自然に基づく解決策を通じたものを含め、強固な社会・環境セーフガードを備えた追加的なマイナス排出技術、例えば、二酸化炭素の回収・貯蔵を伴うバイオエネルギー（BECCS）や、直接大気による二酸化炭素の回収・貯蔵（DACCS）が、ネット・ゼロ排出の達成に役割を果たしうることを、更さらなる技術革新と展開により、この10年間でコストが大幅に低下することを認識する。

二酸化炭素除去技術は、短期的には実質排出量の削減に、中期的には完全な脱炭素化が困難なセクターにおける残留排出量の相殺に、そして長期的には年間残留排出量を超えるレベルで導入されればネット・マイナス排出の達成に貢献することが可能である。

CCUSやカーボンリサイクルのような技術的解決策は、それら自体では必ずしもネガティブエミッション技術ではないものの、そうした技術がなければ排出が避けられない大規模なエネルギー源や産業源からの排出を削減でき、国によってはネット・ゼロ経済の目標達成にとって適切である可能性がある。このため、我々は、これらの技術のコストをさらに下げるための技術革新のための資金を提供することにコミットし、ミッション・イノベーションの二酸化炭素除去イニシアティブ、及びファースト・ムーバーズ・コアリション等のイニシアティブを認識する。

# これまでの検討状況

- 昨年度のグリーンイノベーション戦略推進会議及びWGにて、NETs要素技術の分類や、各分類の世界規模でのコスト、ポテンシャルの分析を踏まえ、今後の対応を議論した。
- NETsの位置づけや意義/役割の明確化、NETs関連の技術開発、NETsの産業化のための施策が必要との結論。

## ➤ NETsの位置づけや意義/役割の明確化

- 政府主導で社会実装に向けた目標・マイルストーンを設定。
- 日本における、コスト、ポテンシャル、技術優位性等の分析を技術開発と両輪で進め、国内で優先的に社会実装すべきNETsについて検討を深める。
- これらにより、技術開発・市場形成を加速。

## ➤ NETs関連の技術開発をどのような観点で磨いていくか

- NETsの低コスト化・省エネルギー化に向けた研究開発プロジェクトを実施。（工学的プロセス・自然プロセスの双方が必要なことに留意。最終的な固定貯留までを含めたプロセスを確立。）
- NETsの不確実性・課題（コスト・ポテンシャル・環境負荷・社会的受容性・LCA等）を適切に評価・分析するための技術開発・データ収集を実施。
- 幅広い技術分野・適応エリアにまたがるため、産学官の連携・海外研究機関との連携も図る。

## ➤ NETs関連の技術開発をどのように産業化につなげていくか

- 政府調達による初期需要の創出。企業によるCN製品購入の恣憑。
- NETs関連の機器・材料を購入する際の補助制度・減税制度の導入。
- VCC市場においてNETs関連のクレジットの導入拡大を促すための方策を検討。
  - ※ NETsクレジットの位置づけ（他クレジットとの関係）
  - ※ 品質の信頼性と価格の透明性の両方を担保した取引プラットフォームの確立とルール整備。
  - ※ 回収・貯留（・利用）における排出削減寄与度の帰属についてルール整備。
- 市場化に向けた産学官の連携、海外市場への展開・ルール作りを見すえた国際連携の推進。

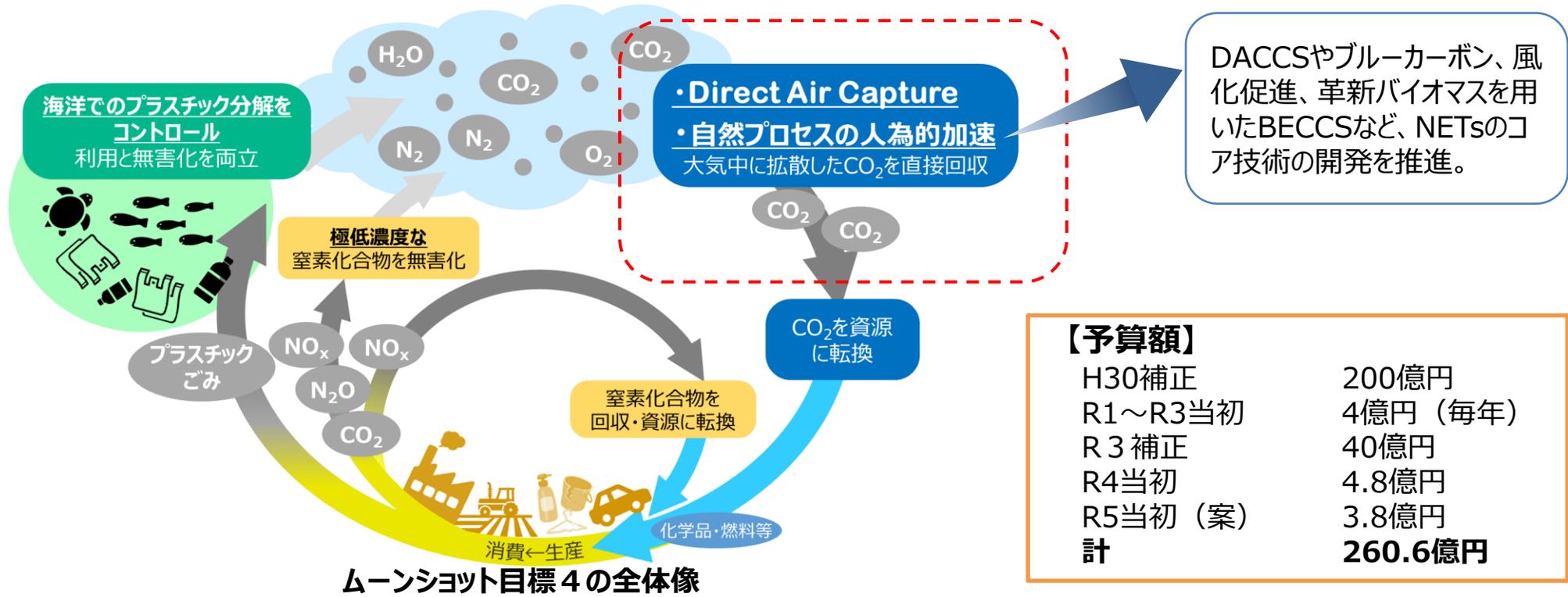
# 参考：ムーンショット型研究開発制度の概要

- 超高齢化社会や地球温暖化問題など重要な社会課題に対し、人々を魅了する**野心的な目標**（ムーンショット目標）を国が設定し、挑戦的な研究を推進する制度。
- 経産省・NEDOは目標4のCool EarthにてNETs関連の技術開発を実施。

## 目標4

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

<ターゲット> 環境汚染問題の解決(Clean Earth)と地球温暖化問題の解決(Cool Earth)を目指す。



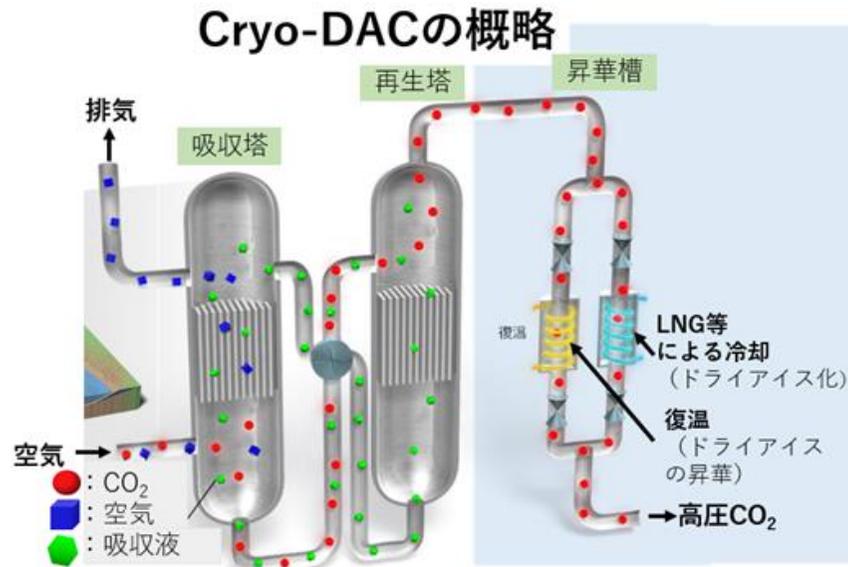
# 参考：ムーンショット事業での取組例

## 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、CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>を効率よく吸収する液体を開発

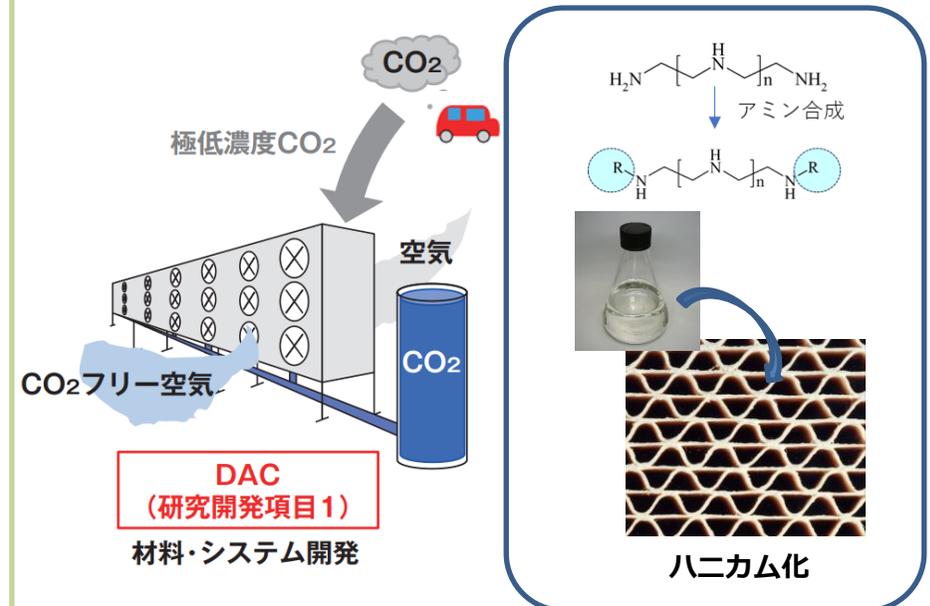


## 大気中からの高効率CO<sub>2</sub>分離回収 技術の開発

児玉 昭雄 PM

(国大)金沢大学 教授

- 60℃の低温でCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>濃縮回収プロセス(ハニカム型)を開発



# ネガティブエミッション技術に関する主要国の動向

- この1, 2年で、米国、EU、英国はCDRの必要性和今後の取組方針を相次いで公表。
- いずれも、カーボンニュートラル達成のためには、CDRが必須であること、CDRには様々な種類があることを示した上で、ネガティブエミッション市場拡大に向けて、実証に向けた政策支援や、削減効果の確認方法の確立、導入拡大に向けた支援策等の方針が示された。

## CDRに対する認識

## 基本的方針

### 米国

- ✓ 2050年**ネットゼロの達成には、「排出削減」と「大気中からのCO2の除去」の2つの戦略が存在**。今世紀半ばまでに、毎年ギガトンスケールでの大気中からのCO2回収が必要。  
(Carbon Negative Shot, 2021年10月)
- ✓ **CDRには様々な手法**があり、DAC、土壌炭素貯留、バイオマス、鉱物化、海洋由来、森林・植林再生などが含まれる。

- ✓ CDRの技術実証や市場拡大のため、**Carbon Negative Shot**を立ち上げ。以下の目標を達成することを目指す。
  - ・CO2の回収と貯留の両方を**100 \$ 未満/トン**にコスト削減
  - ・**ライフサイクル排出量の確実な算定**
  - ・**地中での安定的な貯留**と、モニタリング・報告・検証
  - ・**ギガトン規模**でのCO2除去

### EU

- ✓ 2050年気候中立の達成に向けて、**最優先はGHG排出削減だが、避けられない排出を相殺するための炭素除去が同時に必要**。2050年までには、年間数億トンのCO2除去が必要。  
(Sustainable Carbon Cycles, 2021年12月)
- ✓ **炭素の除去・貯蔵の手法**は、BECCSやDACCSなどの**工学的手法**、**カーボンファーミング**（森林再生、土壌管理など）、**製品への炭素貯蔵**（製品への木材利用など）の3つに分けられる

- ✓ CO2除去量を増やすための行動計画として、**Sustainable Carbon Cycles**を策定。
- ✓ カーボンファーミング（炭素農業）と工学的手法の目標達成に寄与する短中期的な計画を策定。また、**実証/モニタリング/検証・評価基準の確立**や、**政策資金プログラム**（Innovation 基金 /LIFEプログラムなど）の**整備等**を実施。

### 英国

- ✓ ネットゼロ達成のための第一の手段は野心的な脱炭素だが、完全な脱炭素化が難しいセクターの**残余排出を相殺するために Greenhouse Gas Removal(GGR)は必要**。  
(Net Zero Strategy, 2021年10月)
- ✓ **自然ベースと工学的手法の両方が必要**で、工学的手法においては2030年に5Mt、2050年には75-81Mtの削減が期待される。

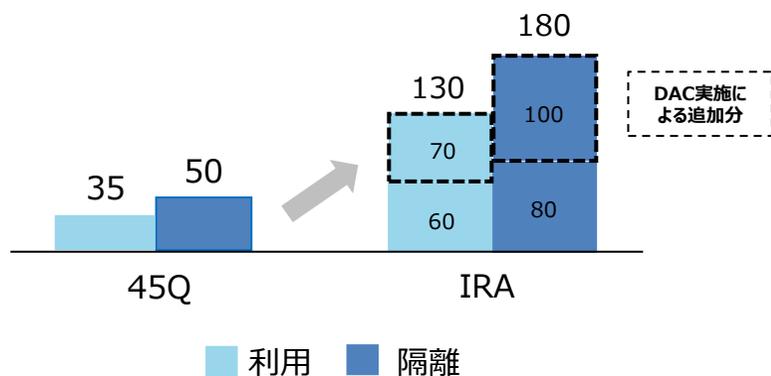
- ✓ **Net Zero Strategy**において、以下を含む方針を表明
  - GGR投資へのリスクを低減し、インセンティブを高めるための**ビジネスモデルや市場**（UK ETS含む）の**発展**
  - DACCSなどのイノベーション促進のために**1億ポンドを措置**
  - 有識者の助言を基にした、**MRV確立のための選択肢の検討**

# NETsに関する支援・取組動向①米国

- 2022年8月に成立したインフレ削減法案（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。
- 12月には、インフラ投資法案に基づき、DAC Hubの設置を含む4つのDACプログラムに37億ドルを充当することを発表。

## IRA法に基づき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。

## 4つのDACプログラムを発表（2022.12）

### ① DAC Hub

35億ドルを投資し、国内に4つのDAC Hubを設置。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。

### ② DAC prize

商用化/インキュベーション段階の画期的な技術を支援  
商用化：最大1億ドル、  
インキュベーション段階：最大1500万ドル

### ③ Carbon Utilization Procurement Grants

州、地方自治体等に対し、CDR技術の商用化と、回収した炭素から開発した製品の調達を支援するためのグラントを設置。合計1億ドル。

### ④ Technology Commercialization Fund (TCF)

技術商用化のためのファンドを設置し、CDR分野にまたがる多様な産業界のパートナーシップ（国立研究所、プラント等）によってサポートされるプロジェクトに、1500万ドルを支援。

# NETsに関する支援・取組動向② EU

- 欧州グリーン・ディールを受け、各種資金プログラムの中で森林系/海洋系/CCS系の開発・実装を支援。また、2022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。

## Innovation Fund (総額€100億(2021年-2030年))

設立：2019年2月

概要：水素やエネルギー貯蔵、CCUS等の革新的クリーンエネルギープロジェクトの実証・実装を支援

(案件例)・既存バイオマス熱電併給施設における  
BECCS設備建設 (スウェーデン)  
・CO2の輸送と玄武岩への炭酸塩化貯蔵(アイスランド)

## LIFE program (総額約€28億(2021年-2024年))

(NETs関連支援額：€5億550万(2021年-2024年))

設立：2021年7月

概要：EUの環境/気候関連の目標達成に寄与する革新的な技術・手法の開発や実証を支援  
NETsにおいては、森林系や海洋系など自然ベースのCO2吸収の強化保全プロジェクトを支援

## Europe Green Deal

## Horizon Europe (総額€955億(2021年-2027年))

※うち気候変動対策関連は€334億

設立：2021年4月

概要：研究開発・イノベーション推進を支援

NETsでは、CCUSと自然ベースのCO2吸収の強化と保全における開発/実証を支援

(予算例)・DACCS及びBECCSの技術開発、コスト削減  
(2023-2024年、1500万ユーロ)  
・ブルーカーボンにおける中国との国際協力  
(2023年、500万ユーロ)

## EU Certification of Carbon Removals

- ✓ 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。
- ✓ EU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 (QU.A.L.ITY※)**を提案
- ※ (1) 定量化、(2) 追加性、(3) 長期貯留、(4) 持続可能性
- ✓ 今後、欧州議会と理事会における議論に進む予定。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行う。

# NETsに関する支援・取組動向③英国

- 英国では、Net Zero Strategyにおいて、CDRを排出削減が困難なセクターからの残余排出を相殺する重要な役割として位置づけ。2021年には、Greenhouse gas removal (GGR) の手法・ポテンシャルを分析。
- その後、2022年7月にBusiness Models for Engineered GGRsを公表し、GGR導入拡大に向けて必要な、炭素差額決済等の民衆の契約に基づくビジネスモデルの構築に向けた検討を実施。また、特にBECCSについてはBusiness Models for Power BECCSを公表し、発電された電力の保証価格やCO2の価格を検討。

## GGR methods and their potential UK deployment

公表：2021年10月

概要：各GGR手法のコストやポテンシャル等について、既存の研究も元として整理・分析のうえ、英国における8つの異なる普及シナリオを構築。平均的シナリオにおいては、2050年に年間110MtCO<sub>2</sub>の除去が必要であり、70%はBECCSやDACCS等の工学的手法、30%は土地ベースのソリューションが占めると推定。



## Business Models for Engineered GGRs

公表：2022年7月

概要：

- GGR導入拡大に向けて、供給側への補助、政府による余剰クレジット買取、炭素差額決済による値差補填等の手法を提示し、民衆の契約に基づくビジネスモデルの構築や、導入拡大に向けた課題解決方法を検討。
- 2023年にはビジネスモデルの詳細設計と実装に関するプロポーザルを行う予定。

## Business Models for Power BECCS

公表：2022年8月

概要：

- 発電目的のバイオマス燃焼に伴うCCS(Power BECCS)技術の開発加速に向けた民間投資を促す方法を見出す狙い。
- 9つの異なるビジネスモデルについて検討し、コストや制度の柔軟性等の観点から、電力・カーボンクレジットそれぞれにおける差額補填の仕組みを志向。そのうえで、発電された電力の保証価格や、CO<sub>2</sub>の価格などについて検討。

# NETsにおけるクレジットの活用可能性

- クレジットは、国連・政府主導のものと民間主導のものに大別され、例えば、政府主導のEU-ETSの直近の取引価格は90～100€程度※1、Jクレジットは直近、約3,300円（再エネ）、約1600円（省エネ）※2で取引されている。 ※1 trading economicsより ※2 J-クレジット制度事務局
- 削減評価等の手法が十分にオーソライズされていない、一部のNETsについては、国連・政府主導のクレジット化は行えないため、ボランタリークレジット（VCC）の活用が想定される。
- しかし、一般的には（オーソリティーが低い）VCCの価格は、3～17\$※1（約390～2210円※2）程度であり、コストに見合わない。 ※1 Argus Insight: Voluntary Carbon Markets ※2 1\$=130円で計算
- 他方で、黎明期のNETsの導入拡大に向けて、グリーンプレミアム※を支払い、高額での取引が行われている例はあり、こうした高額で取引されるネガティブエミッション市場の確立が重要。  
※ ここでのグリーンプレミアムとは、市場価格と比して高いクレジットの購入を促進する何等かのインセンティブを指す。

## カーボン・クレジットの大まかな分類

国連・ 政府主導	国連主導	京都メカニズムクレジット (JI、CDM) 等
	二国間	二国間クレジット制度 (JCM) その他パイロットプログラム 等
	国内制度	EU-ETS (EU) J-クレジット (日本) ACCUs (豪州) 等
民間主導 (ボランタリークレジット)		VCS、Gold Standard ACR、CAR 等

## Jクレジットの対象となっているNETs

- バイオ炭
  - 植林・再生林など森林関係
- ※DACやブルーカーボン等はJクレジットの対象となっていない。

## Jブルーカーボンクレジットの取引量

年度	認証量 (tco2)	平均取引単価 (円/tco2)
2020	22.8	-
2021	80.4	72,816
2022	3733.1	78,063

# ネガティブエミッション技術に関する今後の検討方針について

- 世界的に、ネガティブエミッション技術の社会実装に向けた動きが加速。
- 我が国としても、NETsの早期技術開発・産業化は喫緊の課題であり、以下の4つのステップで検討を進めてはどうか。

STEP1：国内・海外におけるNETsの技術開発動向及びビジネス動向を整理

STEP2：産業化に当たって国内と国外で各々重視すべき要素を整理

STEP3：重視すべき要素に従って優先して産業化を進めるNETsを特定

STEP4：特定したNETsについて、対策案の検討

## 検討の方針（案）

### STEP1

国内/海外におけるNETsの現在地を分析

- 調査・整理が必要な要素の抽出（技術面、ビジネス面等）
- 抽出した要素を踏まえ、各技術の動向を整理

### STEP2

国内/海外における産業化の際に重視すべき要素の整理

- STEP 1 で整理した情報を踏まえて、
  - 1) 狙うべき市場
  - 2) 比較優位な技術
  - 3) シェア獲得の素養の有無といった観点から重視すべき要素を整理。

### STEP 3

優先して産業化を進めるNETsの特定

### STEP 4

優先して取り組むNETsの対策案の検討

# ご議論いただきたい論点

- ネガティブエミッション技術について、G7やIPCCにおいては、CDR（Carbon Dioxide Removal）として、その重要性が語られているが、諸外国と比較して相対的に資源に乏しい我が国においては、省エネ省スペースなど高性能なCDRに重点的に取り組むべきではないか。
- また、各技術を巡る状況や我が国の強み、国内外の政策動向などを踏まえ、ネガティブエミッション市場創出を検討するに当たっては、技術ごとに国内・海外のいずれでの導入、あるいは市場の獲得を目指すべきなのかを分けて検討するべきではないか。

〔例えば、国内にポテンシャルのあるNETsについては、国内での導入促進が重要であり、国際的にNETsとして認められるように評価手法や位置づけを明確にすべき、国内での資源に乏しいNETsは海外への展開を視野に入れるべき、といった仮説が考えられる。〕

- 今後の検討内容や議論の進め方について、留意した方が良い点はあるか。

## <スケジュール（案）>

- 3/15 【第1回】 現状認識の共有、今後の進め方 等 <STEP 1 >
- 3/29 【第2回】 国内外におけるDACCS/BECCSの動向（企業ヒアリング等） <STEP 1 >
- 4/19 【第3回】 国内外における風化促進、ブルーカーボン等自然由来NETsの動向（企業ヒアリング等） <STEP 1 >
- 5/15 【第4回】 産業化の際に重視すべき要素の整理（LCA、認証、国内での排出削減） <STEP 2 >
- 5月下旬 【第5回】 取りまとめ骨子案 <STEP 3、4 >
- 6月上旬 【第6回】 取りまとめ案

### STEP1

国内/海外におけるNETsの  
現在地を分析

### STEP2

国内/海外における産業化の  
際に重視すべき要素の整理

### STEP 3

優先して産業化を進める  
NETsの特定

### STEP 4

優先して取り組むNETsの対  
策案の検討