

DAC方法論（案） （概要）

**令和6年5月17日
GX投資促進室**

目次

1. はじめに

2. 方法論の対象、用語の定義

- 本方法論が活動とする対象と用語の定義について規定

3. 適用条件

- 本方法論が適用可能な条件と、各条件の説明について規定

4. 除去量の算定

- プロジェクト実施時の正味での除去量の算定式と、算定の際に考慮すべき温室効果ガス排出活動について規定

5. プロジェクト活動による貯留・固定化量の算定

- プロジェクト活動における貯留・固定化による総除去量の算定式について規定

6. プロジェクト活動による排出量の算定

- プロジェクト活動に伴い発生する排出量の算定式について規定

7. モニタリング方法

- 活動量および係数のモニタリング項目、方法例、頻度について規定

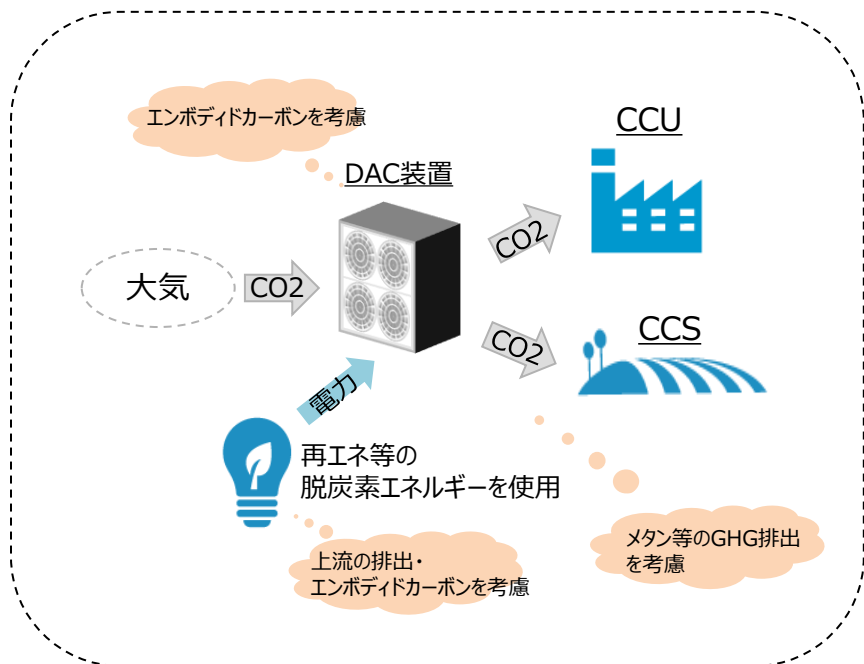
8. 付記

1. はじめに（DACの将来像）

- CN達成時点においてDACCSは残余排出相殺の手段として必要であり、その際にはLCAネガティブであることを保証することが求められる。そのため、将来的にはエンボディドカーボン等を含めてその価値が評価されると考えられる。
- 他方、市場形成の初期段階である現状においては、現時点の技術成熟度や関連制度等を踏まえながら DAC技術の社会実装を促すことが必要と考えられる。

将来像

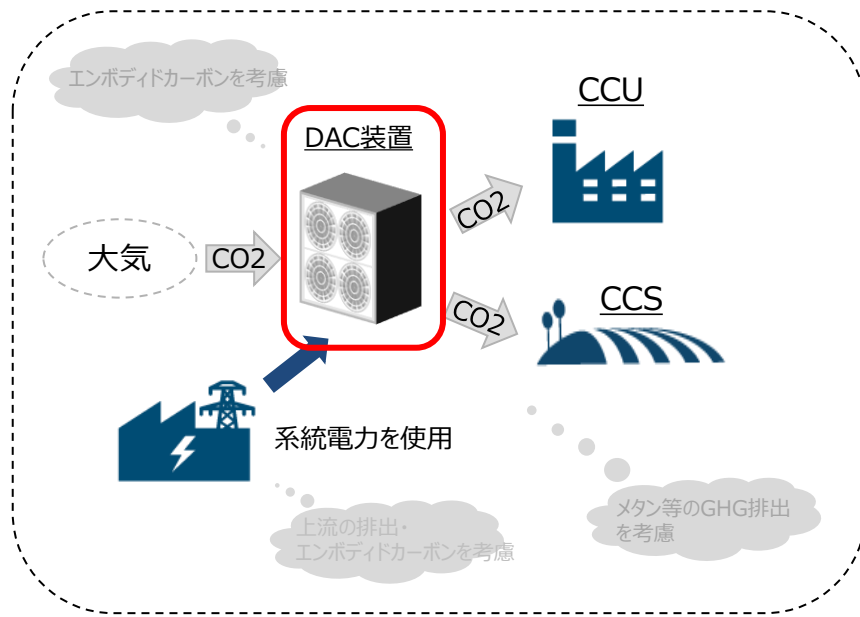
- CN達成時、残余排出分はDACCS等により相殺
- エンボディドカーボン等の付随する排出を含め、DACの効果が評価されている



LCAでDAC効果を評価

現状

- DAC技術の社会実装のため、早期に実証を開始する必要がある
- 周辺技術（エンボディドカーボン/上流の排出の正確な算出等）の進捗や関連制度に合わせながら、DAC技術の早期の社会実装を行う



現状に合わせた形での実証を行い
早期の社会実装を目指す

2. 方法論の対象、用語の定義

- 本方法論は、大気中のCO₂を直接回収し貯留等により固定化することで、大気中のCO₂を除去する活動（DAC）を対象とする。
- DACCSの算定範囲としては輸送/貯留までを含めることが必要であるため、**輸送/貯留設備までを算定範囲**とする。今回のDAC方法論においては検討範囲を**回収装置～調整/送出設備まで**とし、輸送/貯留設備の範囲についてはCCS等の方法論と整合性をとる。

建設資材に関する
製造・輸送・設置
に伴う排出

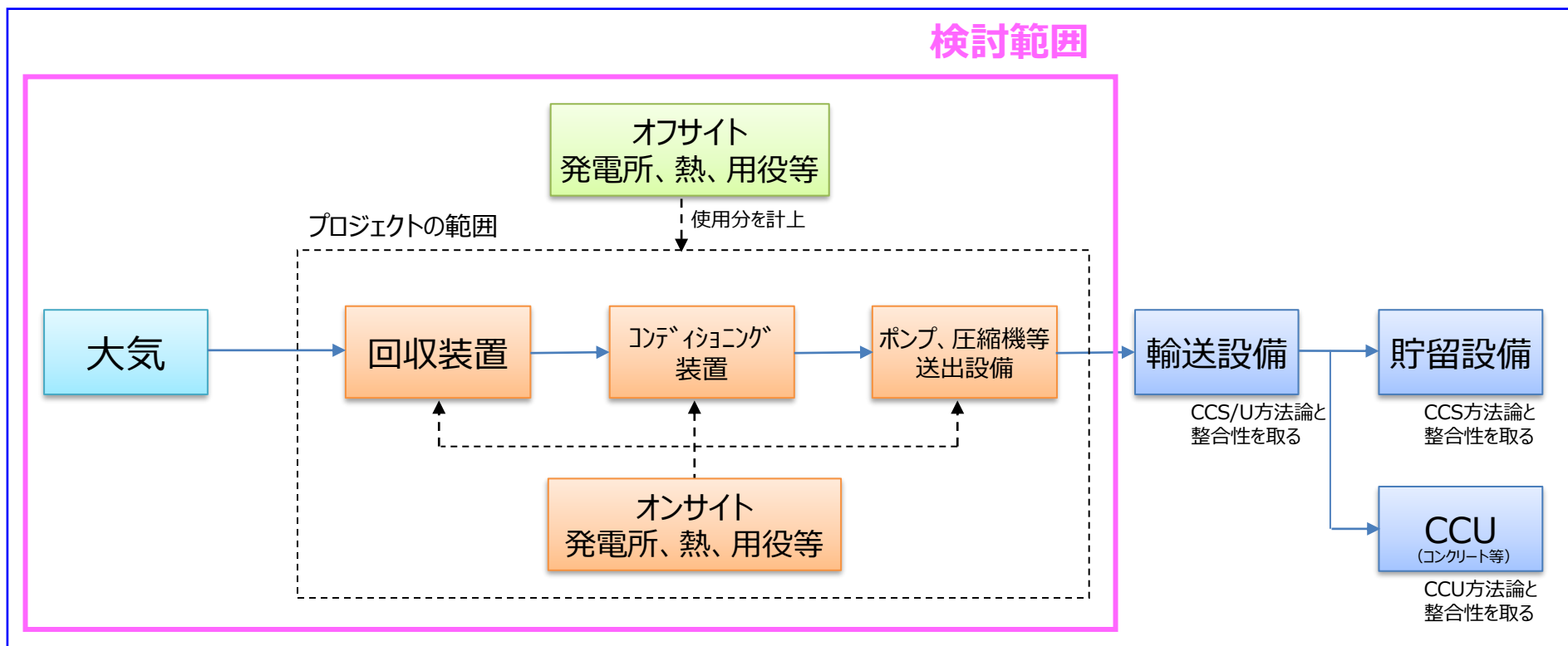
消耗品に関する
製造・輸送・設置
に伴う排出

オペレーター
通勤に伴う排出

研究開発
に伴う排出

土地利用の変化
に伴う排出

DACCS/U算定範囲



※ただし、CO₂が長期的に貯留/固定されるもののみをCDRとする

3. 適用条件

- 本方法論は、次の条件の全てを満たす場合に適用することができる。

条件1：回収するCO₂は大気由来のものであること。

条件2：CO₂の回収方法には、大気からCO₂を回収して高濃度で取り出すことが可能な技術を用いること。例として、1.化学吸収、2.化学吸着、3.膜分離、4.電気化学、5.物理吸着、6.物理吸収などの技術を用いた回収方法であること。また、回収に用いる資材については、再生利用を行うこと。

条件3：プロジェクトで再生可能エネルギーを用いる場合で、エネルギーの調達方法が自家消費又は自己託送である際には、当該エネルギーは国内制度に準拠した適格性を有する電力や、生成された熱でなければならない。エネルギーの調達方法が小売り電力事業者の電力メニューである場合、当該メニューは再エネメニューであること。ただし、他者から再エネを調達する様式の取扱いについては、国内の再エネ普及状況を踏まえて検討を行うこととする。

条件4：プロジェクトの実施に当たって外部から廃熱を調達する場合、未利用の廃熱であること。

条件5：プロジェクトに必要な熱の確保のため化石燃料を用いる装置を新規に設置する際は回収装置を設置すること。回収装置の付いていない化石燃料燃焼装置を新設することは不可とする。

条件6：CO₂の回収、輸送、貯留等による固定化の各工程において関連法令・規制を遵守すること。また、プロジェクト実施にあたり、環境社会配慮を行い持続可能性を確保すること。

条件 1 : DACの適格な回収源の定義について

- 工場・発電所などの点源から回収されたCO₂（削減CO₂）と区別するためにDACの適格な回収源の定義が必要。一方、大気中のCO₂濃度や点源の影響は地域差などがあり明確な定義が難しい事情がある。
- そのため、DACWGでは「**回収源は固定排出源の影響を直接受けない大気**」と定義とする。また、国土が狭くDAC装置を設置する土地が確保しづらい日本の事情を踏まえ、**屋内の空気の回収も対象とする。**

各方法論における考え方の比較

方法論	考え方
VCS	・ 回収源は固定の排出源の影響を受けない周囲の大気としている。 ・ 適格性の立証方法については、特段言及していない。
Puro.earth	・ 回収源に関して特段の定義を示していない。 ・ 適格性については、DACプラントの能力と回収の実績を対照して、大気からの回収であることの立証を求めている。
Clime Works	・ CO₂回収源は、固体吸着材の使用を前提とし、大気中のみを適格としている。 ・ DACの手法は、同社の提供技術である、温度-真空スイング（TVS: Temperature Vacuum Swing）吸着法による化学吸着法のみを適格としている。

条件2：回収方法について

- CO₂の回収方法には、大気からCO₂を回収して高濃度で取り出すことが可能な技術を用いること。例として、1.化学吸収、2.化学吸着、3.膜分離、4.電気化学、5.物理吸着、6.物理吸収などの技術を用いた回収方法であること。
- 化学吸収：空気を吸収液に通すことで、CO₂を吸収・分離し、加熱などによってCO₂を回収する方法。
- 化学吸着：空気を吸着材に通すことで、CO₂を吸着・分離し、加熱・減圧・加湿操作によりCO₂を回収する方法。
- 膜分離：空気を分離膜に通すことで、大気中のCO₂を分離・回収する方法。
- 電気化学：電極に電気を流してCO₂を吸着し、電圧を変えることで回収する方法。
- 物理吸着：高圧・低温下で吸着剤に接触させ、物理的にCO₂を吸着し、減圧または加熱により CO₂ を回収する方法。
- 物理吸収：高圧・低温下で吸収液に接触させ、物理的にCO₂を吸収し、減圧または大気圧に開放し、加熱することで CO₂ を回収する方法。

※CO₂の回収に用いる資材（吸着剤等）については、回収したCO₂の脱着等の処理による再生利用を行うことを要件とする。再生利用がされない資材を用いるような取組（例えば回収に用いた資材がそのまま建造物と一体になって固定されるような場合）については本方法論の対象外とする。

条件3：再エネの取扱いについて

- DACによる正味のCO2除去価値を高めるためには、使用する電力として再エネ・原子力等の脱炭素電源を使うことが重要。
- 再エネ電力の調達手法は一般に、①DAC事業者自身が発電（オンサイト、自営線、自己託送）、②他者から調達（非化石証書、再エネ由来J-クレジット、グリーン電力証書、PPA）の2通り想定される。市場形成初期においては、DAC事業者が再エネ用の事業地を確保することが難しい場合を考慮し、①のみならず②も認める方針とする。ただし、国内の再エネ普及状況を踏まえて、適格な再エネの範囲について適宜検討を行うこととする。

各方法論における考え方の比較

方法論	考え方
VCS	● 調達手法①のみ認める方針（※自己託送の取り扱いは不明）。
Puro.earth	● 特段の記載なし。 ✓ ただし、注記に「通常、CCS活動は、自家発電または<u>契約による再エネ電力源の利用</u>を目指す。」と記載。 ✓ GHG算定についてはISO等に基づくLCA評価を求めている（ただし、ISO14040,44において証書の明確な取り扱いは決まっていない）。
Clime Works	● 特段の記載なし。 ✓ GHG算定についてはISO等に基づくLCA評価を求めている。 ✓ 同社は地熱発電事業を行っており、電源の一つに考慮されていると考えられる。

(※)再エネ対象設備の使用に伴う排出はゼロとするが、付随的な排出活動（原料の運搬・電力制御装置の使用など）は計上する。

(※)証書・クレジット使用時に時間的・地理的近接性を求めるべきとの議論もあるが、まずはJ-クレジットなど他の制度に倣った運用とする。

条件4：廃熱の活用について

- DAC装置においては、回収資材のCO2脱離に加熱が必要な場合があり、その加熱に他装置で発生した廃熱を用いることが想定される。
- CO2排出削減の観点やDACプロジェクトの経済性確保の観点から、**未利用の廃熱の利用を認める方針とする。**
- なお、廃熱の利用や廃熱回収設備の導入により影響を受ける既設の熱利用設備がある場合は、「プロジェクト実施前には未利用であった」とはいえないため、未利用廃熱の対象とならない。

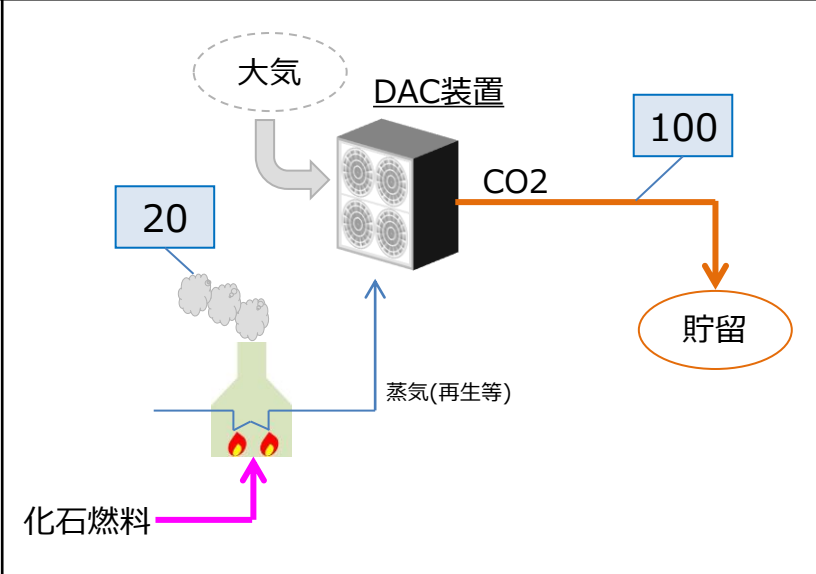
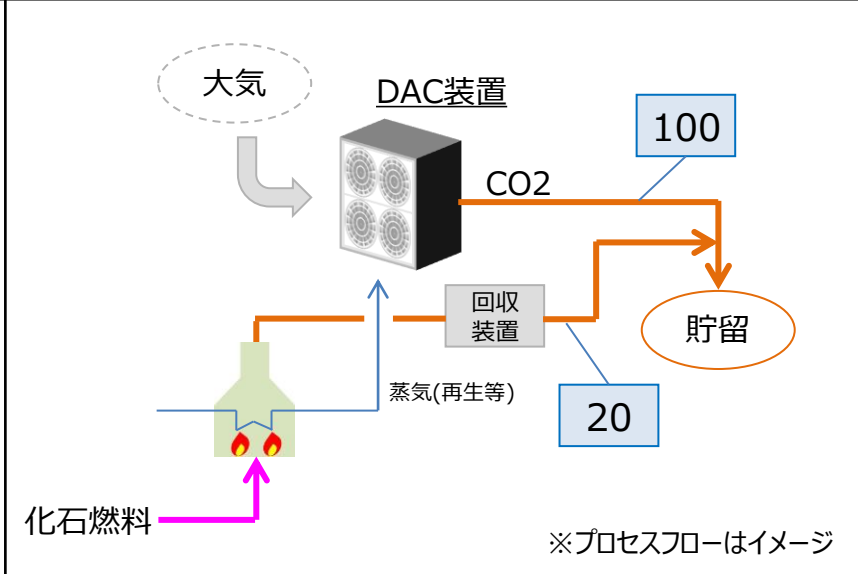
※再エネ由来廃熱は廃熱ではなく、再エネとして評価する

各方法論における考え方の比較

方法論	考え方
VCS	● 以下の要件を満たす場合、廃熱利用に係る排出量はゼロとみなすことができる。 1. プロジェクトバウンダリの外部から調達している。 2. プロジェクトがなければ熱源の設備で利用されておらず、プロジェクト開始以前には他の需要家への引き渡し、販売、利用がされていない。 3. プロジェクト開始以前には周囲のヒートシンクに放熱されている。
Puro.earth	● 特段の記載なし（再エネ同様、LCA評価の方法に依ると考えられる）。
Clime Works	● DAC設備に用いる熱エネルギーに関し、GHG排出の算定を要求している。 ✓ 同社は地熱発電事業を行っており、電源利用と同時に廃熱利用が考慮されていると考えられる。

条件5：化石燃料の併用について

- 一部のDACプロセスにおいて化石燃料を用いることが合理的な場合も想定される。その場合においては化石燃料由来のCO2を回収しなければ、排出分がCO2除去量から差し引かれる。
 - そのため、**化石燃料の使用を想定しその併用を認めた上で、回収する際は除去分と削減分を明確に区別する**。ただし、国内外の議論や化石燃料使用の状況を踏まえつつ、化石燃料の使用に関する条件について適宜検討を行うこととする。
- ※DACのために回収装置の付いていない化石燃料燃焼装置を新設することは不可とする。

ケース	化石燃料由来のCO2回収なし	化石燃料由来のCO2回収あり														
想定プロジェクトフロー																
CO2バランス ※数量はイメージ	<table><tr><td>DAC装置回収量</td><td>100</td></tr><tr><td>化石燃料由来排出</td><td>▲20</td></tr><tr><td>正味のCO2除去量 (=除去クレジット)</td><td>80</td></tr></table>	DAC装置回収量	100	化石燃料由来排出	▲20	正味のCO2除去量 (=除去クレジット)	80	<table><tr><td>DAC装置回収量</td><td>100</td></tr><tr><td>化石燃料由来排出</td><td>0</td></tr><tr><td>正味のCO2除去量 (=除去クレジット)</td><td>100</td></tr><tr><td>削減クレジット</td><td>0</td></tr></table>	DAC装置回収量	100	化石燃料由来排出	0	正味のCO2除去量 (=除去クレジット)	100	削減クレジット	0
DAC装置回収量	100															
化石燃料由来排出	▲20															
正味のCO2除去量 (=除去クレジット)	80															
DAC装置回収量	100															
化石燃料由来排出	0															
正味のCO2除去量 (=除去クレジット)	100															
削減クレジット	0															

条件5：化石燃料の併用について

各方法論における考え方の比較

方法論	考え方
VCS	• 区別しているが、酸素燃焼を含むオンサイトの排出源から併せて回収すること も認めている。 ➤ 現在、除去/削減を区別するツールを作成中。
Puro.earth	• 除去のみ認めている。
Clime Works	• 排出の削減に関して特段の記載なし。 ➤ DACの回収量（貯留地での圧入量）とDACプロジェクトでの排出量とは 区別されており、排出の削減分は後者に反映できると考えられる。

4. 除去量の算定

- 除去量の算定にあたっては、以下のとおり計算する。

$$ER = RM_{PJ} - EM_{PJ}$$

ER : 除去量 (tCO₂/年)

RM_{PJ} : プロジェクト活動による貯留・固定化量 (tCO₂/年)

…プロジェクト実施後に、DACが行われたことによる除去量。【5】において算定式を規定。

EM_{PJ} : プロジェクト活動による排出量 (tCO₂/年)

…プロジェクト実施後のCO₂回収、輸送、貯留・固定化等に伴う、化石燃料又は電力の使用等による排出量。【6】において算定式を規定。

5. プロジェクト活動による貯留・固定化量の算定

- プロジェクト活動による貯留・固定化量の算定にあたっては、以下のとおり計算する。

$$RM_{PJ} = ST_{DACCS} \times R_{PJ1} \times R_{PJ2}$$

RM_{PJ} : プロジェクト活動による貯留・固定化量 (tCO₂/年)

ST_{DACCS} : CO₂の貯留・固定化量 (tCO₂/年)

R_{PJ1} : 貯留・固定化されたCO₂の総量のうち、プロジェクトで回収したものが占める割合 (%)

R_{PJ2} : プロジェクトで回収したCO₂の内、大気由来CO₂が占める割合 (%)

6. プロジェクト活動による排出量の算定

- プロジェクト活動による排出量の算定にあたっては、以下のとおり計算する。

$$EM_{PJ} = EM_{PJ,capture} + EM_{PJ,transport} + EM_{PJ,storage} + EM_{PJ,methodology}$$

- なお、上流の排出量（化石燃料の製造及び運搬等に係る排出）、メタンリーク、エンボディドカーボンについては、現状、付随排出量の算定対象としない。ただし、今後の技術・制度の進展状況等を踏まえつつ、算定の必要性については将来的に検討を行う。

EM_{PJ} : プロジェクト活動による排出量 (tCO₂/年)

$EM_{PJ, capture}$: CO₂の回収による排出量 (tCO₂/年)
…CO₂の回収における燃料・電力等のエネルギー使用に伴う排出量など

$EM_{PJ, transport}$: CO₂の輸送による排出量 (tCO₂/年)
…別途規定するCCS等の方法論に準拠

$EM_{PJ, storage}$: CO₂の貯留・固定化等による排出量 (tCO₂/年)
……別途規定するCCS等の方法論に準拠

$EM_{PJ, methodology}$: その他、再エネに関連する活動による排出量 (tCO₂/年)

上流の排出量（化石燃料の製造及び運搬等に係る排出）について

- 燃料や電力の利用に伴う排出量の計算に当たって、上流の排出量（石油の採掘や燃料の運搬時の排出）を考慮すべきとの意見がある一方で、算定根拠となる排出係数等のデータが現時点では不確実性が高い状況である（※）。
- そのため、早期の産業化を目指すという目的や、関連諸制度の趣旨に鑑みて現状含めない方針とする。ただし、データの整備状況等を踏まえて、上流の排出量の考慮の在り方について適宜検討を行うこととする。

各方法論における考え方の比較

方法論	考え方
VCS	● 考慮を求めている。電気の排出係数が上流工程も含んだものになっている場合は、電力量×当該排出係数で算定することとしている。算定方法として以下の3つを例示。 ➤ ISO14040および14044に基づくLCAの実施。 ➤ 地域のコンプライアンス市場で承認された方法または同等の方法を使用（例えば、カリフォルニア州の低炭素燃料基準） ➤ DACプラントの稼働を時間的および地理的に代表する、査読済みの文献で公表された排出係数
Puro.earth	● 特段の記載なし（再エネ同様、LCA評価の方法に依ると考えられる）。
Clime Works	● 特段の記載なし（再エネ同様、LCA評価の方法に依ると考えられる）。

（※） J-クレジット制度では方法論策定規程にて、化石燃料の製造及び運搬に係る排出活動は算定対象外であるとしている。

メタンリークについて

- メタンはCO₂よりもGHG係数が高く、近年そのリークについて各国において規制が強まりつつある。また、DAC装置においては、燃料として化石燃料を利用する場合も想定される。一方で、現在、メタンリークについて報告を義務付けられている事業者 비해、DAC事業者は使用量が少ないことが想定される。
- そのため、メタンに関する国内の規制や他の方法論の考え方に準じ、化石燃料を燃料として使用する場合は考慮しないこととする。

各方法論における考え方の比較

方法論	考え方
VCS	• 考慮を求めている。 ➢ 配管などからの漏洩及びベントによる排出について、算定を要求している。
Puro.earth	• 特段の記載なし（再エネ同様、LCA評価の方法に依ると考えられる）。
Clime Works	• 考慮を求めている。 ➢ DAC設備のエネルギー消費（電源、熱源）およびDACプロジェクトの廃棄物に対し、メタンおよびN₂Oの排出への考慮を要求している。

エンボディドカーボンについて

- プロジェクト範囲内における設備の建設・廃棄に係る排出量（エンボディドカーボン）については考慮すべきとの意見がある一方で、オペレーションで使用するエネルギーと比べ相対的には軽微である[1]。
- また、消耗品に関する排出量については、その製造や廃棄に係る排出量を提示する際に技術情報が漏洩する懸念がある。
- そのため、国内方法論においてはエンボディドカーボンは算定しない方針とする。ただし、オペレーションに使用するエネルギーが低くなり相対的に無視できなくなった場合や、秘匿性の管理方法の確立状況を踏まえつつ、エンボディドカーボンの考慮の在り方について適宜検討を行うこととする。

各方法論における考え方の比較

方法論	考え方
VCS	● 方法論ドラフト（2023年6月）では、算定項目として挙がっているものの、計算式が提示されていない状況。今後の検討とされている。
Puro.earth	● 考慮を求めている。 ➢ 実際の排出量が分からない場合、金額×原単位の計算も認めている。 ➢ 初回発行時までには計算及び認証量からの減算が完了していることを要求。
Clime Works	● 考慮を求めている。 ➢ 算定方法は、プラント寿命に関する学術論文、またはプラント固有のLCA研究に基づくプロジェクトの算定結果を採用している。 ➢ 最低限の算定範囲は、使用される材料のうち、GHG排出量が重大なもの。 ➢ 操業前の評価結果を採用でき、予定耐用年数で減価償却が完了。 ➢ 各プロジェクトに対し、CO2計上のスケジューリングを要求している。

[1] Life Cycle Assessment of Direct Air Carbon Capture and Storage with Low-Carbon Energy Sources, Tom Terlouwら, Environmental Science & Technology, Volume 55, Issue 16, 2021 (<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.1c03263>) によると、ライフサイクル排出量全体におけるエンボディドカーボンの割合は0.6%。

(※) プロジェクト範囲外におけるオフサイト発電設備のエンボディドカーボンについても同様の考え方とする。