

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

ライフサイクルアセスメント(LCA)による
Carbon Removal and Recycling (CR2) Technologies
の温室効果ガス排出量算定ガイドライン

第 1 版 2020 年

LCA 日本フォーラム

目次

15	1. はじめに	1
16	1.1 ガイドライン策定の背景	1
17	1.2 ガイドライン策定の目的および適用範囲	1
18	1.3 既存の規格並びにガイドライン等との関係	1
19	1.4 ガイドラインの活用	2
20	2. Carbon Removal and Recycling Technologies (CR2 技術)の定義	2
21	3. CR2 技術による GHG 排出量の算定方法	3
22	3.1 算定を実施する目的の設定	3
23	3.2 機能単位の設定	3
24	3.3 評価範囲の設定	3
25	3.4 算定の対象とする GHG と温室効果係数	4
26	3.5 算定方法	4
27	3.5.1 化石原燃料を使用する技術による GHG 発生量(式(1)の右辺第 1 項)の算定方法	4
28	3.5.2 CR2 技術の導入要素による GHG 排出量(式(1)の右辺第 2 項)の算定方法	4
29	3.5.3 CR2 技術の導入要素による GHG 貯留・隔離量(式(1)の右辺第 3 項)の算定方法	5
30	3.6 CR2 技術によるコストの算定	5
31	3.7 データ収集方法およびデータ品質	6
32	3.8 感度分析および不確実性分析	6
33	4. CR2 技術による GHG 削減貢献量の算定方法	6
34	4.1 GHG 削減貢献量の定義および算定の目的	6
35	4.2 GHG 削減貢献量の算定方法	6
36	4.3 リファレンスの設定	7
37	5. 報告	8
38	6. クリティカルレビューと検証	9
39	7. 用語解説	9
40	8. 参考文献	10
41	Appendix CR2 技術による GHG 排出量および GHG 削減貢献量の算出例	11

43	Appendix 1. 発電+CCS システムの GHG 排出量および GHG 削減貢献量	11
44	Appendix 2. 化石原燃料使用技術+CCU システムの GHG 排出量および GHG 削減貢献量	11
45	Appendix 3. DAC+CCU システムの GHG 排出量 (マイナスの場合は除去量)	12
46	Appendix 4. DAC+CCS システムの GHG 排出量 (マイナスの場合は除去量)	12
47	Appendix 5. 混焼 BECCS (化石:バイオマス = 1:2) 発電システムの GHG 排出量 (マイナスの	
48	場合は除去量) と GHG 削減貢献量	13
49		
50		

1. はじめに

1.1 ガイドライン策定の背景

2015 年に採択されたパリ協定において、産業革命前からの気温上昇を 2℃より十分低く抑えることが長期目標として掲げられた。しかしながら、現状の大気中の温室効果ガス (Greenhouse Gases、以下 GHG) の濃度推移のままでは、上記長期目標の達成は厳しいことが、IPCC の報告書等で示されている。そこで近年、CO₂ を大気から回収・貯蔵する技術 (ネガティブエミッション技術; Negative Emission Technologies、以下 NETs)、または排出ガスから回収した CO₂ を有効利用 (カーボンリサイクル)・貯留する技術 (Carbon Capture, Utilization and Storage、以下 CCUS) の開発が進められている。

しかしながら、これらの技術は炭素回収・隔離等の各プロセスにおいて、エネルギーや資源を消費し、CO₂ およびその他 GHG が排出されること、そして隔離期間や副産物の影響、自然界への副次的な影響において不確実性が高いこと、などその総合的な有効性は不明確な点も多い。そのため、ライフサイクルアセスメント (Life Cycle Assessment、以下 LCA) によってその効果を定量的に評価することが求められている。

LCA 日本フォーラムでは、NETs 研究プロジェクトを設置し、過去の NETs および CCUS に関する LCA 研究の事例を収集し、LCA 評価に向けた考え方を整理するとともに、その前提条件等に関する注意事項について検討することとした。検討にあたり、NETs だけでなく、NETs と要素技術を共有する CCUS などの評価も将来の産業技術マップを構築するにあたり有用と考えられることから、これら技術を総称して Carbon Removal and Recycling Technologies (以下 CR2 技術) と呼ぶことにし、CR2 技術全体を対象とした。

本ガイドラインは、その研究会がまとめた CR2 技術の温室効果ガス排出量算定に関するガイドラインである。

1.2 ガイドライン策定の目的および適用範囲

本ガイドラインは、CR2 技術の導入による GHG 排出量および除去量を CR2 技術のライフサイクル全体で算定する方法を示すものである。

ただし、GHG 排出量以外の顕著な排出物質および大量の資源消費量が見込まれる場合には、それらについて注記しなければならない。

1.3 既存の規格並びにガイドライン等との関係

本ガイドラインは、以下の国際規格に準拠している。

- ・ ISO 14040: 2006 Environmental management — Life Cycle Assessment — Principles and framework
- ・ ISO 14044:2006 Environmental management — Life Cycle Assessment — Requirements and guidelines

また、以下のガイドライン等と整合するように算定方法を整理している。

- ・ 日本 LCA 学会：GHG 削減貢献量のガイドライン，
<https://www.ilcaj.org/lcahp/doc/guideline20150224.pdf>
- ・ 経済産業省：GHG 削減貢献定量化ガイドライン，
<https://www.meti.go.jp/press/2017/03/20180330002/20180330002-1.pdf>
- ・ IPCC: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
- ・ IPCC: 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
- ・ Müller, L. J. et al. 2020: A guideline for life cycle assessment of carbon capture and utilization. Frontiers in Energy Research 8: 15.

1.4 ガイドラインの活用

本ガイドラインは、CR2 技術に関する研究者および開発実務者が、CR2 技術の GHG 排出量または GHG 除去量を算定し、その結果を組織の内部で活用すること、並びに、学術的な発表および CSR 報告書等への記載による外部へのコミュニケーションに活用することを想定している。

また、国や自治体、業界団体などにより、CR2 技術導入による GHG 排出削減効果に関する制度等の構築の指針として活用されることを想定している。

2. Carbon Removal and Recycling Technologies (CR2 技術)の定義

ここでは、CR2 技術を「NETs」および「化石原燃料を使用して GHG を排出する技術と CCUS 技術とを組み合わせたシステム」を併せたものと定義する。化石原燃料を使用して GHG を排出する技術とは、化石エネルギー利用および産業プロセスからの GHG 発生を伴う技術を指す。NETs については、Minx et al. (2018)による広義な定義 “intentional human efforts to remove CO₂ emissions from the atmosphere”を参考に、NETs を「大気から GHG を回収し、貯留・隔離する技術」と定義する。

このガイドラインでは、CR2 技術による大気への GHG 排出量 (あるいは大気からの GHG 除去量) を以下のように算定する。この値が負となる場合は、正味で GHG を大気から除去することを意味する。

$$\begin{aligned}
 & \text{(CR2 技術による GHG 排出量)} \\
 & = \text{(化石原燃料を使用する技術による GHG 発生量)} \\
 & + \text{(CR2 技術の導入要素による GHG 排出量)} \\
 & - \text{(CR2 技術の導入要素による GHG 貯留・隔離量)} \quad \cdots \cdots \cdots \text{式(1)}
 \end{aligned}$$

ここで、CR2 技術により回収される GHG 源として化石原燃料を使用する技術を伴わない場合 (NETs のうち、回収 GHG に化石原燃料技術由来 GHG を含まない場合)は、右辺第 1 項がなく、第2項および第3項のみとなる。

式(1)の右辺第1項、第2項、第3項の算定方法を、それぞれ3.5.1節、3.5.2節、3.5.3節に示す。

Note 1: CR2 技術による GHG 排出量算定方法の例としては Appendix を参照。

Note 2: 第3項の GHG には、CO₂-EOR に多く用いられるような、自然起源 GHG を貯留・隔離した場合は含まない。

3. CR2 技術による GHG 排出量の算定方法

3.1 算定を実施する目的の設定

【要求事項】

- 算定を実施する際には、算定の対象となる技術または製品を明確にしなければならない。

【推奨事項】

- 算定する理由、報告相手、報告手段を明確にすることが望ましい。

3.2 機能単位の設定

【要求事項】

- 機能単位を設定しなければならない。機能単位とは GHG 排出量を算定する技術およびシステムの機能を特定し、その機能のある単位で定量化したものである。
- GHG 排出量を算定する期間、および地域も特定されなければならない。期間の設定に当たっては、各 CR2 技術による GHG の貯留・隔離に関する科学的な根拠を示さなければならない。

Note: 機能単位の例

バイオ炭: バイオ炭質量 1kg

BECCS (Bioenergy with CCS): 発電電力量 1 kWh (送電端)

植林: 植林面積 1 ha

3.3 評価範囲の設定

【要求事項】

- 評価範囲(システム境界)内のプロセスを特定しなければならない。
- 各プロセスにおいて使用されるすべてのエネルギー、原材料、および廃棄物は原則としてシステム境界への導入(インプット)、および排出(アウトプット)に含めなければならない。また、プロセスを構成する資本財についても原則としてシステム境界内に含めなければならない。
- システム境界内のプロセスの一部を除外する場合は、それらのプロセスを明記するとともにその理由を明確に述べなければならない。

3.4 算定の対象とする GHG と温室効果係数

【要求事項】

- ・ 気候変動枠組条約で合意された 7 つの GHG (二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、一酸化二窒素(N₂O)、ハイドロフルオロカーボン(HFCs)、パーフルオロカーボン(PFCs)、六フッ化硫黄(SF₆)、三フッ化窒素(NF₃))を算定の対象とする。
- ・ GHG の地球温暖化係数は、気候変動に関する政府間パネル(Intergovernmental Panel on Climate Change)の評価報告書等の最新版の係数を用いなければならない。なかでも、GWP 100年係数の使用を推奨する。

【許容事項】

その理由を明確に示せば、特定の GHG だけを評価してもよい。

3.5 算定方法

3.5.1 化石原燃料を使用する技術による GHG 発生量(式(1)の右辺第 1 項)の算定方法

【要求事項】

- ・ この算定においては、CR2 技術で回収される GHG 源として利用される、化石原燃料を使用する技術に投入されるエネルギー、原材料、および廃棄物処理等に関わる GHG 発生量を算定しなければならない。同時に、当該技術の資本財の生産に関わる GHG 発生量を算定しなければならない。

【許容事項】

- ・ 原則として資本財の生産に伴う GHG 発生量を算定対象とするが、事業の実施に起因しない資本財、およびその GHG 発生量が化石原燃料を使用する技術の運転に関わる GHG 発生量よりも非常に小さいものと考えられる資本財については算定の対象外とすることができる。ただし、その理由を合理的に説明する必要がある。

3.5.2 CR2 技術の導入要素による GHG 排出量(式(1)の右辺第 2 項)の算定方法

【要求事項】

- ・ この算定においては、CR2 技術に導入されるエネルギー、原材料、および廃棄物処理等に関わる GHG 排出量を算定しなければならない。同時に、当該技術の資本財の生産に関わる GHG 排出量を算定しなければならない。

【許容事項】

- ・ 原則として資本財の生産に伴う GHG 排出量を算定対象とするが、事業の実施に起因しない資本財、およびその GHG 排出量が CR2 技術の運転に関わる GHG 排出量よりも非常に小さいものと考えられる資本財については算定の対象外とすることができる。ただし、その理由を合理的に説明する必要がある。

3.5.3 CR2 技術の導入要素による GHG 貯留・隔離量(式(1)の右辺第 3 項)の算定方法

CR2 技術による GHG 貯留・隔離には、CCS による GHG の地下貯留、CCU による製品としての GHG の隔離、および、自然プロセスに依存する GHG の隔離がある。

Note 1: 製品としての隔離は、人工的な工程を経て、GHG を固定したものをいう。例えば合成燃料、コンクリート構造物、バイオ炭などがある。

Note 2: 自然プロセスに依存する隔離には、植林、農地土壌、ブルーカーボン、鉱物の風化促進などがある。

Note 3: 製品としてバイオ炭で隔離する場合のように、利用場所の条件など、自然プロセスの考慮が必要な場合もある。

【要求事項】

- ・ CCS による GHG の地下貯留の場合は、貯留・隔離される GHG 量を算定しなければならない。この場合、貯留システムによって圧入された GHG 量から隔離プロセスにおける大気中への GHG 漏洩量を差し引いた量を貯留・隔離量として計上しなければならない。
- ・ CCU による製品としての GHG の隔離の場合は、
 - (1) 回収 GHG 由来で製品に含まれることとなった GHG 量
 - (2) 回収 GHG 量から製品に利用されない GHG 量を差し引いた GHG 量のいずれかの方法で GHG 隔離量として計上しなければならない。また、製品による平均的な GHG 隔離期間を明記しなければならない。
- ・ 自然プロセスによる算定を実施する際には、算定の対象とする炭素貯蔵場所(炭素プール)を定義し、プール内炭素量の時間あたりの増減量(吸排出係数)および活動量(対象エリアその面積など)を明確にしなければならない。

【推奨事項】

- ・ CCS および自然プロセスに依存して GHG を貯留・隔離する場合、貯留・隔離中の GHG 漏洩量は、モニタリングにより算定することが望ましい。
- ・ 自然プロセスに依存する GHG 隔離の算定の際には、主要な炭素プールを可能な限り網羅して算定することが望ましい。

【許容事項】

- ・ 貯留・隔離中の GHG 漏洩量のモニタリングが困難な場合は、推定値を用いることができる。
- ・ 自然プロセスに依存する GHG 隔離の算定の際に、吸排出係数の測定が困難な場合は、IPCC ガイドラインに定められているデフォルト値を用いることができる。

3.6 CR2 技術によるコストの算定

【推奨事項】

- ・ CR2 技術に伴うコストが算定されることが望ましい。
- ・ GHG 削減貢献量を算定する場合 (4 章)、GHG 削減貢献量あたりのコストが付記されることが推奨される。

3.7 データ収集方法およびデータ品質

【要求事項】

- ・ データ入手方法およびデータ品質は、ISO 14040:2006 規格 / JIS Q 14040:2010 および ISO 14044:2006 規格 / JIS Q 14044:2010 に準拠しなければならない。

3.8 感度分析および不確実性分析

【推奨事項】

- ・ GHG 排出量の算定にあつては、感度分析および不確実性分析を実施し、前提条件の結果への寄与についての確認することが望ましい。

4. CR2 技術による GHG 削減貢献量の算定方法

4.1 GHG 削減貢献量の定義および算定の目的

本ガイドラインでは、CR2 技術による GHG 削減貢献量を「CR2 技術を導入したシステム全体で評価した、正味の GHG 排出削減量」と定義する。すなわち、GHG 削減貢献量は「回避された GHG 排出量 (avoided emissions)」を意味する。

【要求事項】

- ・ CR2 技術による GHG 削減貢献量を算定する際には、算定の対象となる CR2 技術、および CCU の場合は GHG 隔離に用いる製品を明確にしなければならない。

【推奨事項】

- ・ CR2 技術による GHG 削減貢献量を算定する目的や理由、報告相手、報告手段を明確にすることが望ましい。
- ・ CR2 技術による GHG 削減貢献量を算定する時点、期間、および地域も特定されることが望ましい。

4.2 GHG 削減貢献量の算定方法

CR2 技術による GHG 削減貢献量は次の算定式にて計算できる。

CR2 技術による GHG 削減貢献量 = リファレンスの GHG 排出量 - CR2 技術による GHG 排出量 …式 (2)

Note: CR2 技術による GHG 削減貢献量算定の例としては Appendix を参照。

4.3 リファレンスの設定

【要求事項】

- ・ リファレンスは、CR2 技術を導入したシステムと同一の機能単位を持つシステムとしなくてはならない。
- ・ リファレンスは、CR2 技術を導入したシステムがない場合に、その地域・その時点に想定されるシステムとしなくてはならない。

Note 1: 次の Note 2 に示した条件に該当しない場合、CCS を利用する火力発電のリファレンスは次の通り設定する(CR2 技術を導入したシステム: リファレンスのシステム)。

CCS を利用するガス専燃火力発電: CCS なしガス専燃火力発電

CCS を利用する石炭専燃火力発電: CCS なし石炭専燃火力発電

CCS を利用する石炭とバイオマスの混焼発電: 混焼割合が同一の CCS なし混焼発電

Note 2: 全電源平均 CO₂ 排出係数が既に低位となっており今後の電力需要が大きく増加しないと見込める地域(例:スイス、フランス、スウェーデン、カナダ等)で検討する場合、あるいは世界的に脱炭素化が進んだシナリオを前提とした将来時点を検討する場合には、CCS を利用する火力発電のシステムにおいて CCS なし火力発電をリファレンスとするべきではない。このような地域・時点においては、その地域・時点の全電源平均 CO₂ 排出係数を持つ仮想的な発電方法をリファレンスとするべきである。

Note 3: DACCS (Direct Air Capture and Carbon Storage) システムの場合は、DACCS 投資前の排出ゼロの状態をリファレンスとすることができる。

- ・ 機能単位およびその数量は、(2)式右辺第 1 項(リファレンスの GHG 排出量)と(2)式右辺第 2 項(CR2 技術による GHG 排出量)の間で同一としなくてはならない。
- ・ 評価範囲は、(2)式右辺第 1 項(リファレンスの GHG 排出量)と(2)式右辺第 2 項(CR2 技術による GHG 排出量)の間で同一としなくてはならない。

【推奨事項】

- ・ 対象とするシステムに機能単位が複数ある場合は、それぞれの機能単位を明確に設定することが望ましい。

Note: 複数の機能単位がある例(CCU)

セメント生産設備にて CO₂ 回収を行い、回収 CO₂ を用いてメタノール生産を行うケース(Appendix 2) の場合、機能単位は、セメント 1 t と、メタノール 1 t の二つがある。

297
298 **【許容事項】**

- 299 ・ 機能単位が複数存在する場合であっても、データの観測、入手、推定が著しく困難である場
300 合は、機能単位を1つとみなしてもよい。
- 301 ・ 機能単位が複数存在する場合であっても、機能単位に由来する GHG 排出量・削減貢献量が
302 十分小さい場合は、当該する機能単位を考慮しなくてもよい。
- 303 ・ 評価範囲は一般に広く設定することが望ましいものの、「リファレンスの GHG 排出量」と「CR2
304 技術による GHG 排出量」の両方でプロセスが同一となるシステム、あるいは同一と見なしてよ
305 い部分システムがある場合は、同一と見なせることを明確に説明した上で評価範囲外としても
306 よい。

307
308 Note 1: 既存の方式で生産したメタノールと CCU により生産したメタノールについて、メタノール出
309 荷以降のプロセスを同一とみなし、メタノール生産プロセスまでを評価範囲とし、メタノール出
310 荷以降のプロセスを評価範囲外としてもよい。

311
312 Note 2: CR2 技術の内、主産物、副産物が間接的あるいは波及して大きな GHG 排出削減に寄
313 与する場合もある(例: バイオ炭の土壌鋤き込みによる化学肥料利用の削減、化学肥料製造
314 由来の GHG 排出削減)。このような場合、その GHG 排出削減効果を具体的かつ詳細に述べ
315 た上で(かつ正負両方の効果を正味で計上した上で)CR2 技術による GHG 削減貢献量とし
316 て計上してもよい。

317
318 **5. 報告**

319 **【推奨事項】**

- 320 ・ GHG 排出量の算定結果を関係者等へコミュニケーションする際、目的によってその方法が異
321 なることが想定される。第三者向けの報告書には、以下の要件を含むことが望ましい。
- 322 a. 算定の目的
- 323 b. 評価対象技術の設定
- 324 c. 機能単位の設定(隔離期間および地理的範囲等を含む)
- 325 d. [影響領域の設定]
- 326 e. 評価範囲の設定
- 327 f. 算定の対象とした GHG と温室効果係数
- 328 g. GHG の貯留・隔離量の算定方法および算定結果
- 329 h. データの収集方法
- 330 i. データ品質
- 331 j. 解釈

k. クリティカルレビュー

6. クリティカルレビューと検証

【推奨事項】

- ・ 作成した報告書はクリティカルレビューあるいは、検証を実施することが望ましい。ただし、必ずしも第三者によるものに限定しない。

7. 用語解説

CCS (carbon dioxide capture and storage)：産業およびエネルギー関連の供給源からの CO₂ の分離、輸送、地層への注入で構成され、結果的に大気からの長期的な隔離となるプロセス。
(ISO/TR27915:2017 を和訳)

(以下「1.」～「5.」は、ISO 27917 による CCS についての補足説明を和訳)

- ※ 1. CCS として「carbon capture and storage」がしばしば用いられるが、炭素の回収ではなく、二酸化炭素の回収を目的とするので、「carbon capture and storage」は不正確であるため推奨されない。植林は炭素回収の別の形態であるが、産業排出源から CO₂ を除去する物理的プロセスを正確に示すものではない。
- ※ 2. 「sequestration (隔離)」という用語も、「storage (貯留)」の代わりに使用されるが、「sequestration」はより一般的であり、生物学的プロセス(生物による炭素の吸収)を指すこともあるため、「storage」という用語が好ましい。
- ※ 3. 長期とは、CO₂ 地質貯留が効果的で環境的に安全な気候変動緩和措置として必要な最小期間を意味する。
- ※ 4. 二酸化炭素の回収、利用(または使用)、および貯留(CCUS)という用語には、大気からの隔離が有益な結果に関連付けられる可能性があるという概念も含まれている。CCUS は、地質内での貯留による CO₂ の長期的な隔離が行われるという CCS の定義の範囲内で具体化された表現。CCU は、地質内の貯留はなく、二酸化炭素を回収し利用(または使用)すること。
- ※ 5. CCS はまた、海洋、湖、飲料水、その他の天然資源からの CO₂ の長期的な隔離を保証する必要がある。

GHG (温室効果ガス)：地球の表面、大気、および雲によって放出された赤外線放射のスペクトル内の特定の波長で放射を吸収および放出する、自然または人為的な大気の気体成分
(ISO/TR27915:2017 を和訳)

GHG 除去：指定された期間に大気から除去された GHG の総質量(ISO/TR27915:2017 を和訳)

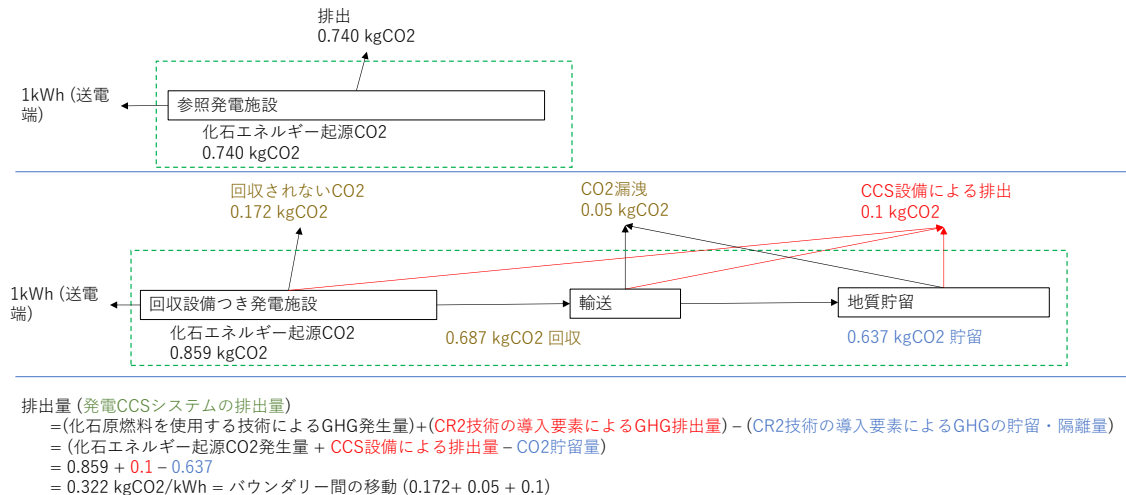
GHG/CO₂ 排出削減：ベースラインシナリオと評価対象技術のアウトプットの間の GHG 排出量の
計算された正味の削減量(ISO/TR27915:2017 を和訳)

8. 参考文献

- ISO 14040:2006 Environmental management — Life Cycle Assessment — Principles and framework
- ISO 14044:2006 Environmental management — Life Cycle Assessment — Requirements and guidelines
- ISO 27917:2017 Carbon dioxide capture, transportation and geological storage — Vocabulary — Cross-cutting terms
- ISO/TR27915:2017 Carbon dioxide capture, transportation and geological storage – Quantification and verification
- Minx, J. C., Lamb, W. F., Callaghan, M. W., Fuss, S., Hilaire, J., Creutzig, F., Amann, R., Beringer, T., de Oliveira Garcia, W., Hartmann, J., Khanna, T., Lenzi, D., Luderer, G., Nemet, G. F., Rogelj, J., Smith, P., José Luis Vicente-Vicente, Wilcox, J., and Maria del Mar Zamora Dominguez. 2018. Negative emissions – Part 1: Research landscape and synthesis. Environmental Research Letters 13 (063001).
- Müller, L. J., Kästelhön, A., Bachmann, M., Zimmermann, A., Sternberg, A., Bardow, A. 2020. A guideline for life cycle assessment of carbon capture and utilization. Frontiers in Energy Research 8: 15.
- 温室効果ガスインベントリオフィス(編), 2020, 環境省地球環境局総務課脱炭素社会移行推進室(監修)「日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2020 年」, 国立環境研究所地球環境研究センター
- 経済産業省, 2017, GHG 削減貢献定量化ガイドライン,
<https://www.meti.go.jp/press/2017/03/20180330002/20180330002-1.pdf>
- 日本 LCA 学会, 2015, GHG 削減貢献量のガイドライン,
<https://www.ilcaj.org/lcahp/doc/guideline20150224.pdf>
- IPCC, 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- IPCC, 2019, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland.

Appendix CR2 技術による GHG 排出量および GHG 削減貢献量の算出例

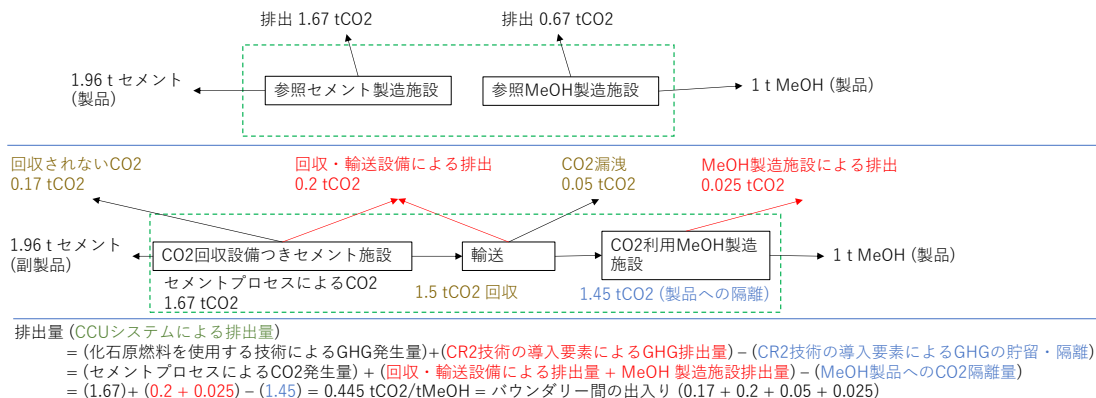
Appendix 1. 発電+CCS システムの GHG 排出量および GHG 削減貢献量



削減貢献量 (CO₂ emissions avoided)
 = (参照発電施設の排出量) - (発電CCSシステムの排出量)
 = 0.740 - (0.322) = 0.418 kgCO₂/kWh

図 A-1 火力発電と CCS 利用火力発電の GHG 排出量および GHG 削減貢献量の例

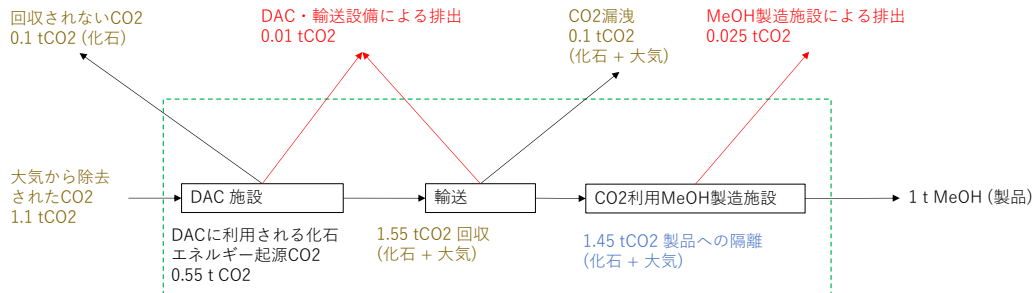
Appendix 2. 化石原燃料使用技術+CCU システムの GHG 排出量および GHG 削減貢献量



削減貢献量 (CO₂ 排出 avoided)
 = (参照セメント施設の排出量 + 参照MeOH施設の排出) - (CCUシステムによる排出量)
 = (参照セメント施設の排出量 + 参照MeOH施設の排出) - ((セメントプロセスによるCO₂発生量) + (回収・輸送設備による排出量 + MeOH製造施設排出量) - (MeOH製品へのCO₂隔離量))
 = (1.67 + 0.67) - (1.67 + 0.2 + 0.025 - 1.45)
 = (2.34 - 0.445)
 = 1.895 tCO₂/tMeOH

図 A-2 セメント生産設備にて CO₂ 回収を行い、回収 CO₂ を用いてメタノール生産を行う CCU システム (2 つの機能単位) の GHG 排出量および GHG 削減貢献量の例

Appendix 3. DAC+CCU システムの GHG 排出量 (マイナスの場合は除去量)



排出量 (DAC + CCUシステムによる排出量)

= (化石原燃料を使用する技術によるGHG発生量) + (CR2技術の導入要素によるGHG排出量) - (CR2技術の導入要素によるGHGの貯留・隔離量)

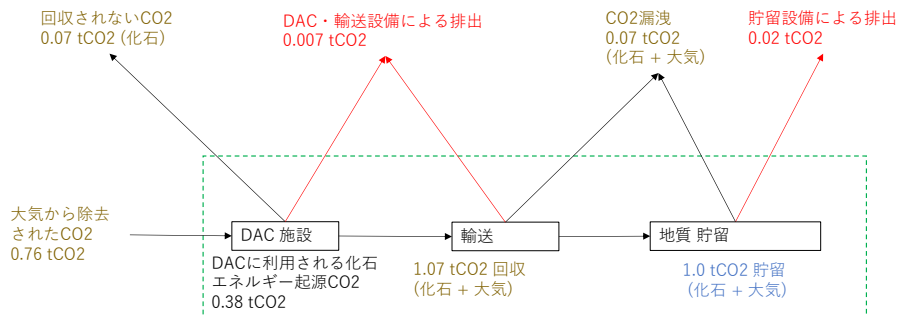
= (化石エネルギー起源CO2発生量) + (DAC・輸送設備による排出量 + MeOH製造施設排出量) - (MeOH製品へのCO2隔離量)

= 0.55 + (0.01 + 0.025) - 1.45

= -0.865 tCO2/tMeOH = バウンダリー間の出入り (0.1 + 0.01 + 0.1 + 0.025 - 1.1)

図 A-3 DAC+CCU システムの GHG 排出量(マイナスの場合は除去量)の例

Appendix 4. DAC+CCS システムの GHG 排出量 (マイナスの場合は除去量)



排出量 (DAC + CCSシステムによる排出量)

= (化石原燃料を使用する技術によるGHG発生量) + (CR2技術の導入要素によるGHG排出量) - (CR2技術の導入要素によるGHGの貯留・隔離量)

= (DACに利用される化石エネルギー起源CO2発生量) + (DAC・輸送設備による排出量 + 貯留設備による排出量) - (CO2貯留量)

= 0.38 + (0.007 + 0.02) - (1.0)

= -0.593 tCO2/tCO2 stored = バウンダリー間の出入り (0.07 + 0.007 + 0.07 + 0.02 - 0.76)

図 A-4 DAC+CCS システムの排出量(マイナスの場合は除去量)の例

Appendix 5. 混焼 BECCS (化石:バイオマス = 1:2) 発電システムの GHG 排出量 (マイナスの場合は除去量) と GHG 削減貢献量

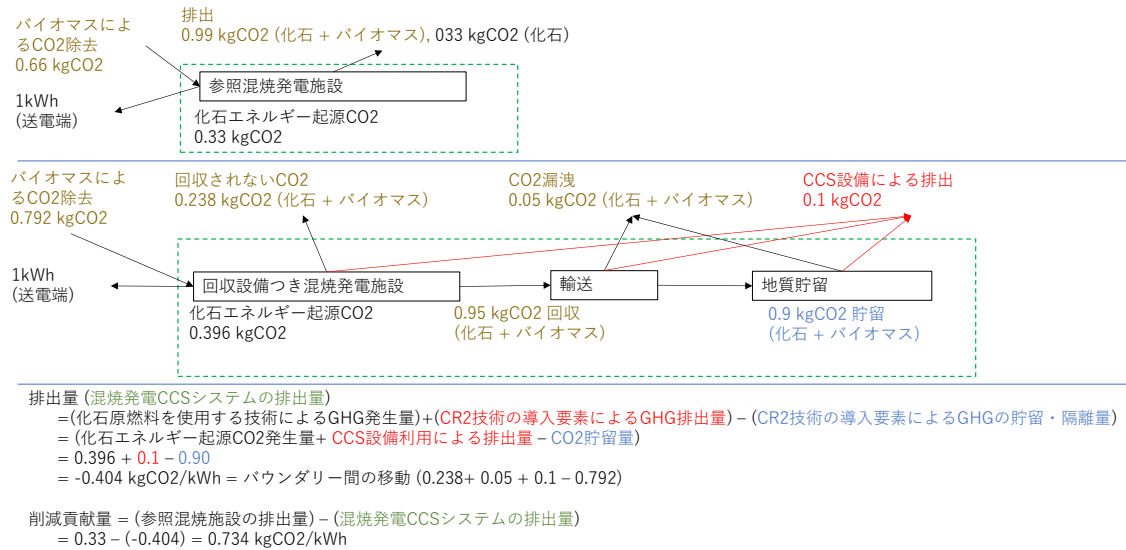


図 A-5 混焼 BECCS (化石:バイオマス= 1:2) 発電システムの GHG 排出量 (マイナスの場合は除去量) と GHG 削減貢献量の例