

一般財団法人 環境対策推進財団 御中

2021 年度研究助成金 報告書

Carbon Removal and Recycling (CR2) 技術の CO2 削減効果の考察

一般社団法人産業環境管理協会

現在、世界がゼロエミッションを目指す動きの中で、CCS、CCUS、植林、ブルーカーボン、バイオ炭、BECCS、風化促進など様々なカーボンリムーバル・リサイクル技術の研究開発が活発になっている。既に実証段階から実装への段階へシフトする技術もあり、今後、ライフサイクルアセスメント（以下、LCA）を使った技術のポテンシャルを定量化する機会が増えるものと考えられる。各技術の実装可能性を公正に検証するためにも、LCA 算定のためのガイドラインは必要とされることである。

そこで令和 3 年、LCA の民間プラットフォームである LCA 日本フォーラムが開催する「カーボン・リムーバル&リサイクル (CR2) 技術研究プロジェクト」にて、「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」が作成・公開された。本研究では、このガイドラインを基に、同フォーラムの「CR2 研究プロジェクト」チームと共に、CR2 技術の導入効果を検証し、その結果を LCA 日本フォーラムと共催するセミナーにて発信した。

LCA 日本フォーラムのガイドラインは、基本的に ISO14040、14044 に則って作成されており、目的、機能単位、評価範囲などを特定するように要求事項として記載している。このガイドラインでは、ネガティブエミッション技術とカーボンリサイクル技術の両方に適用できるようにする意図で作成されている。そして、原則、温室効果ガス (GHG)、つまり CO₂ 以外の CH₄ や N₂O などの物質も算定の対象としている。ガイドラインは、大きく「CR2 技術による GHG 排出量の算定方法」と「CR2 技術による GHG 削減貢献量の算定方法」に分かれる。このガイドラインの LCA 算定の主たる枠組みは、システム全体での GHG 吸収量と排出量を把握し、正味の吸収量/排出量を定量的に示すことである。

ガイドラインでは、資本財、隔離期間、GHG の漏洩などの取り扱いについて、要求事項、推奨事項、許容事項に分けて記載している。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、なかでも、GWP (Global Warming Potential) 100 年係数の使用を勧めている。

GHG 削減貢献量の算定では、リファレンスの設定について、評価するシステムと同一の機能単位をもつシステムとすることと、リファレンスの選択は、導入したカーボンリムーバル・リサイクル技術がない場合に、その地域・時点を考慮して想定されるシステムとすることが要求されている。

LCA 日本フォーラムでは今年度、このガイドラインに基づいて、BECCS、バイオ炭、

CCUS（コンクリート養生製品）、ブルーカーボン、風化促進の算定を実施した。目的は、事例の蓄積とガイドラインの課題抽出である。算定結果については、令和4年3月18日に報告会を開催（付属資料2）し、令和4年5月頃に報告書として発行する予定である。

今回課題となった事項の一つとして、炭素隔離期間があった。特にCCU製品は、その製品の寿命により固定期間が異なる。CO₂の有効利用技術を対象としたテクノエコノミー分析（Techno economic analysis; 以下、TEA）及びLCAのガイドライン（Zimmermann, et al. 2020）では、最低10万年の固定でなければ永久貯留ではなくネガティブエミッションとはならないとされている。この隔離期間については、今後比較可能なLCAのためにも合意形成が必要と考えられる。また、システム境界の設定については、ネガティブエミッション技術には、自然プロセスを利用した技術が含まれていることから、各技術の特性を考慮して検討することが必要である。自然界におけるすべての相互作用を含めることは現実的ではないので、ガイドラインでは間接的影響の限界の指標などについて検討することが一案として考えられる。比較を可能とする機能単位として、Terlouw et al.（2021）によるCO₂除去量1トンあたりに機能単位を統一するという提案も検討対象と考えられる。最後に、カーボンリムーバル・リサイクル技術は、将来の導入を念頭とした技術であるため、ガイドラインでの将来を考慮した考え方が必要であることも提案された。

持続可能なプロセス設計には、コスト面と環境面の両面を考慮することが必要不可欠である。近年はTEAとLCAを統合する手法の研究開発も進んでいる。（Muhmud et al. 2021）。これを背景に、TEA-LCAの評価事例が増加している（例：Yang et al. 2021）。

各技術は、近年研究開発がすすみ、社会実装、スケールアップのフェーズへと移行しつつある。カーボンリムーバル・リサイクル技術の社会への導入の際、各技術の効率、正味のCO₂吸収量の把握だけでなく、導入の際にインセンティブとなるカーボンのクレジット化や認証制度などを運用するときにLCAによる技術の検証は必要不可欠である。LCAをより公正に実施するために、またLCA結果の妥当性を検証するために、LCAのガイドラインの開発が進められている。今後ガイドラインは、その信頼性を担保するために、各種の課題解決が必要とされる場所であるが、評価事例の蓄積と共に開発されていくと考えられる。

以上