

事業事前評価表

国際協力機構 地球環境部 環境管理グループ

1. 案件名

国名：南アフリカ共和国（南アフリカ）

案件名：和名 脱炭素社会に向けた炭酸塩化を利用したカーボンリサイクルシステムの開発

英名 Development of a Carbon Recycling System toward a Decarbonised Society by Using Mineral Carbonation

2. 事業の背景と必要性

(1) 当該国における気候変動セクターの開発の現状・課題及び本事業の位置付け

南アフリカ政府は、「パリ協定」に基づき国連へ提出した自国で決定する貢献（Nationally Determined Contribution;NDC）において、2025年までに2005年時点の温室効果ガス（Greenhouse Gas;GHG）より42%削減し、更に2025年から2030年の間に398~614百万t-CO₂eqの削減を目標に掲げるとともに、他のアフリカ諸国に先駆けて2019年6月から炭素税を導入している。この流れを受けて、製造業界全体で低コストのGHG排出削減技術が切望されており、中でも本事業の対象としているセメント産業においては、省エネ技術の導入に加え、セメント製造プロセス由来のCO₂排出量（約480kg-CO₂/t-cement）を削減することが喫緊の課題となっている。また、廃棄物管理の面において2020年に改訂された「国家廃棄物管理戦略2020：National Waste Management Strategy 2020」は廃棄物減量化の促進を掲げており、特に廃コンクリート等の建設・解体廃棄物の減少および再利用の促進を重要課題としている。同戦略を受け、同国で第2位の経済規模を有する西ケープ州は建設廃棄物の再利用を念頭にした適正処理を義務付けているものの、技術及び経済的な観点から効率的な処理方法が確立されていない。また、各種金属の製錬工程から排出されるスラグ（金属製錬の際に生じるかす）や石炭火力発電所からのフライアッシュ（石炭を燃焼する際に生じる灰；飛散灰）等の廃棄物についても適正な処理方法の確立が課題となっている。

本研究は、南アフリカにおける主要なCO₂排出源の一つであるセメント産業から排出されるCO₂を削減するため、解体コンクリート等の建設廃棄物、セメント製造やミキサー車の洗浄過程で生じるコンクリートスラッジ（汚泥）、火力発電に伴い生成されるフライアッシュ（飛散灰）等の塩基性廃棄物を利用したCO₂固定と副生成物の再利用技術の開発を目的としている。具体的には、塩基性廃棄物に直接あるいは物理的・化学的処理を施し、カルシウムあるいはマグネシウムイオンを抽出し、セメントキルン排ガス等に含まれるCO₂と反応させる炭酸塩鉱物化（MCC&U：Mineral Carbon Capture and Utilization）の開発を行う。また、プロセスで得られた副生成物（石灰石）はセメント製造に資源循環し、さらに循環が不可能な資源については環境浄化材として、同国で深刻化している酸性抗廃水処理への活用を想定している。これまでの調査結果から、本技術により年間60万t以上のCO₂（セメント産業から排出されるCO₂の約7.5%に相当）を削減可能であることが見込まれており、本研究はGHG排出量の大幅な削減

減を求められている南アフリカの産業界に対して、SDGs9（産業と技術革新の基盤構築）の達成に寄与することから南アフリカの開発政策やニーズに合致する取り組みである。

（２）気候変動セクターに対する我が国及び JICA の協力方針等と本事業の位置づけ

我が国の対南アフリカの国別開発協力方針では、「成長加速化に向けた人材基盤の強化とインフラ開発促進支援」を重点分野の一つに掲げている。特に南アフリカが中進国であることを踏まえ、「相互協力を通じた高度人材育成プログラム」において環境・エネルギー、感染症を含む科学技術分野での相互協力を拡大し、イノベーション創出に向けた人材育成及び成果の社会還元・社会開発への応用を支援するとしている。また、JICA グローバル・アジェンダ「16.気候変動対策の推進・主流化」では、途上国の持続的かつ強靱な社会の構築と国連気候変動枠組条約を始めとする国際開発目標の達成に貢献することを掲げており、本事業はこれらの方針に合致し、SDGs13（気候変動とその影響への緊急の対処）に資するものである。

（３）他の援助機関の対応

脱炭素を推進する技術開発について、他援助機関による類似協力は確認できていない。

3. 事業概要

（１）事業目的（協力プログラムにおける位置づけを含む）

本事業は、南アフリカにおいて、塩基性廃棄物を活用する炭酸塩鉱物化（MCC & U）によるカーボンリサイクルシステム開発にかかる研究及び社会実装に向けた活動を通じ、セメント産業における CO2 排出削減を図り、もって循環経済の概念に基づく脱炭素社会の構築促進に寄与するもの。

（２）プロジェクトサイト/対象地域名

南アフリカ全土（西ケープ州、ハウテン州を主対象とする。）

（３）本事業の受益者（ターゲットグループ）

直接受益者： 研究者（ケープ半島工科大学、ケープタウン大学、西ケープ大学及び地球科学研究所）、セメント会社、再生骨材製造業社

最終受益者： セメント協会、石炭火力発電所、製鉄所、非鉄製錬所、
鉱山の酸性抗廃水の悪影響を受ける地域住民、セミナー参加者

（４）事業実施期間 2021年10月～2026年9月を予定（計60カ月）

（５）総事業費（日本側） 約3.0億円

（６）相手国側実施機関

ケープ半島工科大学、ケープタウン大学、西ケープ大学、地球科学研究所

（７）国内協力機関

東北大学、成蹊大学、福岡工業大学、太平洋セメント株式会社

(8) 投入 (インプット)

1) 日本側

- ① 短期専門家：研究代表者をはじめとして各関係機関から研究者を投入（金属資源循環システム、環境化学工学等の分野）
- ② 長期専門家：業務調整
- ③ 供与機材：MCC&Uパイロットプラント、誘導結合プラズマ発光分析装置、レーザー光散乱粒度分布計、バイポーラ膜電気透析装置など
- ④ 本邦研修：外国研究員受入として実施

2) 南アフリカ側

- ① カウンターパートの配置
- ② プロジェクト事務所、事務所用資機材（家具や什器等）
- ③ 現地活動費：パイロットプラント稼働にかかるランニングコスト（水光熱費など）、プロジェクト事務所の水光熱費、カウンターパート日当旅費等

(9) 他事業、他援助機関等との連携・役割分担

1) 我が国の援助活動

国連気候変動枠組条約（UNFCCC）の下に設立された気候技術センター・ネットワーク（CTCN）が実施する技術支援事業のひとつとして、日本の公益財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE）が「南アフリカのセメント産業におけるCO2回収・有効利用と排熱回収を活用したCO2削減に関する事業可能性調査」を実施した（2017年-2018年）

2) 他援助機関等の援助活動

脱炭素を推進する技術開発について、他援助機関による類似協力は確認できていない。

(10) 環境社会配慮・横断的事項・ジェンダー分類

1) 環境社会配慮

② カテゴリ分類：C

③ カテゴリ分類の根拠：本事業は「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010年4月公布）上、環境への望ましくない影響は最小限であると判断されるため。

2) 横断的事項：本事業は、気候変動対策（緩和）に資する。

3) ジェンダー分類：ジェンダー対象外

<活動内容／分類理由> 本事業の概要は大学及び研究機関との協同研究プロジェクトであり、ジェンダー平等や女性のエンパワーメントに資する具体的な取り組みを明示的には組み入れていないため。

- (11) その他特記事項
特になし

4. 事業の枠組み

- (1) 上位目標：南アフリカにおいて、提案技術(MCC&U)を用いたカーボンリサイクルシステムが導入され、循環経済および脱炭素社会の構築が促進される。

指標及び目標値

- ① MCC:セメント製造プラントにおいて、MCC 実証施設が設置される。
- ② U1 (セメント製造に資源循環可能な副生成物を原料として再利用) :セメントキルンにおける再炭酸塩の再利用技術がセメント製造業において適用される。
- ③ U2 (セメント製造に資源循環不可能な副生成物を環境浄化材として再利用) :MCC&U の副産物が鉱山の酸性抗廃水の中和、または、他の環境汚染サイトにおける環境浄化材として3か所以上で利用される。

- (2) プロジェクト目標：セメント産業におけるプロセス由来の CO2 排出量削減に向けた資源循環ループを含むカーボンリサイクルシステムの開発

指標及び目標値

- ① CO2 削減に寄与する少なくとも5つの資源循環ループがセメント産業に対して提案される。
- ② ターゲット工場において、2050年に向けたプロセス由来のCO2排出量の削減対策技術ロードマップが策定される。
- ③ MCC&U由来の副産物が環境汚染サイト、または、鉱山の酸性抗廃水において環境浄化材として利用される。

- (3) 成果

成果1：廃コンクリートの直接炭酸化法(MCC&U1)が開発される

成果2：パイロットプラントが設置され、コンクリートスラッジの間接炭酸化法(MCC&U2)が開発される

成果3：バイポーラ膜電気透析法を利用した間接炭酸化法(MCC&U3)が開発される

成果4：MCC&U技術の社会実装に向けた戦略が提示される

- (4) 活動

【成果1活動】

- 1-1. 解体コンクリート発生現場の調査と回収方法の検討
- 1-2. 解体コンクリートの物理化学的性質の解析
- 1-3. 炭酸化条件の影響に関する調査
- 1-4. 副産物利用方法の開発
- 1-5. 炭酸化反応の理論解析
- 1-6. 温室効果ガス削減ポテンシャルの推定とセメント産業におけるLCA分析
- 1-7. MCC&U1の評価と技術展開・ビジネスプランに向けた課題抽出

【成果 2 活動】

- 2-1: コンクリートスラッジの回収システムの確立および LCA 分析
- 2-2. パイロットプラント (1m³サイズのリアクター) の設置
- 2-3. パイロットプラントの運転 (プロセスの最適化、副産物の分析と用途開発)
- 2-4. MCC&U2 の評価と技術展開・ビジネスプランに向けた課題抽出

【成果 3 活動】

- 3-1. スラグおよびフライアッシュの化学的・物理的性質の分析
- 3-2. 廃棄物からの Ca/Mg 抽出条件の最適化
- 3-3. 副産物の分析と利用方法の開発
- 3-4. 炭酸塩析出条件の最適化
- 3-5. バイポーラ膜電気透析による酸・塩基再生の最適化
- 3-6. 炭酸化反応全体の理論解析
- 3-7. パイロットプラント設置に向けた MCC&U3 の評価

【成果 4 活動】

- 4-1. MCC&U1 にかかる実施計画および資金動員方法の検討
- 4-2. 移動式パイロットプラントの運転結果を反映した、実施計画を支援するための資金源調査
- 4-3. 他のアルカリ性 Ca/Mg 含有廃棄物を用いた MCC&U3 技術のパイロットプロジェクトの実施方法に関する、官民合同技術ワークショップの開催
- 4-4: MCC&U 技術を用いた CO₂ 排出量削減量の算出方法をステークホルダーと議論することを目的とした、GHG 算出方法に関するワークショップの開催

5. 前提条件・外部条件

(1) 前提条件

パイロットプラントの実証試験において、セメント会社、再生骨材製造業者、コンクリート二次製品製造会社から協力が得られる

(2) 外部条件 (リスクコントロール)

CO₂ 削減にかかる南アフリカ政府の政策優先度が低下しない

6. 過去の類似案件の教訓と本事業への活用

「インドにおける低炭素技術の適用促進に関する研究 (SATREPS)」(2010~2014) では、実証された技術の導入に関する設備投資費用及び運営維持管理費用が高額で同国企業の大部分を占める中小企業の財務基盤では、コストを負担することが出来なかったため、企業のエネルギー効率向上に向けた効果が限定的であったという教訓が得られている。

そのため、本事業においては同教訓を踏まえ、MCC&U 技術にかかる経済面での市場性を綿密に検討する。

7. 評価結果

本事業は、南アフリカの気候変動政策、開発ニーズ、我が国及び JICA の協力量針と合致し、塩基性廃棄物を活用する炭酸塩鉱物化 (MCC & U) によるカーボンリサイクルシステム開発にかかる研究及び社会実装に向けた活動を通じ、セメント産業における CO₂ 排出削減を図り、もって循環経済の概念に基づく脱炭素社会の構築促進に寄与するものであり、SDGs ゴール 9「産業と技術革新の

基盤構築」に貢献すると考えられることから、事業実施を支援する必要性は高い。

8. 今後の評価計画

(1) 今後の評価に用いる主な指標

4のとおり。

なお、本事業の目標達成には、研究成果だけではなく、民間企業の協力が不可欠であるものの、南アフリカ政府が CO2 削減技術を導入した民間企業にどのようなインセンティブを設定するかによって、提案技術の普及が大きく左右されるため、中間レビューの時点で上位目標の指標を必要に応じて変更する。

(2) 今後の評価スケジュール

事業完了 3 年後 事後評価

以上