



# マイクロ波によるCO<sub>2</sub>吸収焼結体の開発研究 [CO<sub>2</sub>-TriCOM]

本研究は、2050年のカーボンニュートラル実現に向けた取り組みとして、廃棄物にCO<sub>2</sub>を「取り込む」ことで新たな製品として生まれ変わらせる画期的なカーボンリサイクル技術である。NEDOが実施する「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発」の委託事業として、2020年9月から国立大学法人広島大学、中国高圧コンクリート工業株式会社（再委託先：中部大学）と共同で実施しており、CO<sub>2</sub>を吸収させた新たな石炭灰製品の開発を目指すものである。

キーワード：カーボンリサイクル、マイクロ波、フライアッシュ、廃コンクリート

## 1. まえがき

従来から供給安定性や経済性に優れた天然資源である石炭を利用した火力発電は国が目指している2030年の電源構成においても、高効率化を進めながら発電供給量の約20%を担うものとされており、主要な供給力との位置づけである。これまで、当社は石炭火力発電所から排出される石炭灰を利用した製品の有効利用に向けた研究開発を積極的に進めてきており、今後はカーボンリサイクル技術としてもさらなる有効活用拡大を目指している。

また、2021年7月に経済産業省において改定された「カーボンリサイクル技術ロードマップ」では、CO<sub>2</sub>を資源として捉え、これを分離・回収し、鉱物化によりコンクリート等、人工光合成等により化学品、メタネーション等により燃料へ再利用し、大気中へのCO<sub>2</sub>排出を抑制していく方針があらためて示された。

この方針に同調し、電力業界では非効率な石炭火力発電所のフェードアウトと並行して高効率石炭火力の研究、排出するCO<sub>2</sub>の有効利用・固定化の研究等が盛んに実施されている。

今回、当社のCO<sub>2</sub>有効利用に関する研究開発の取り組みの中のうち、鉱物化によるカーボンリサイクル技術に分類される「CO<sub>2</sub>-TriCOM（シーオーツートリコム）」について報告する。

## 2. CO<sub>2</sub>-TriCOM について

CO<sub>2</sub>-TriCOMとは、火力発電所から発生するCO<sub>2</sub>、石炭灰（Coal Ash）およびコンクリート電柱をリサイクルする際に発生する廃コンクリート粉（Concrete waste）を混合し、マイクロ波による加熱で焼結することでCO<sub>2</sub>を固定化する焼結体を生成する技術である。上記の3つの「CO」を取り込んだ材料「Triple CO Capture Material」の頭文字から、CO<sub>2</sub>-TriCOMと名付けられている。CO<sub>2</sub>-TriCOMの技術概要図を図1に示す。

石炭火力発電所で発生する石炭灰はフライアッシュとクリンカアッシュに大別される。フライアッシュは主にコンクリート混和材等に使用され、クリンカアッシュは緑化基盤材、軽量盛土材、排水材など幅広い用途に利用されている。本技術により生成された焼結体は、クリンカアッシュに近い物理性状を示すことから軽量盛土材、緑化基盤材等の土木材料として幅広く利用されることが期待されている。

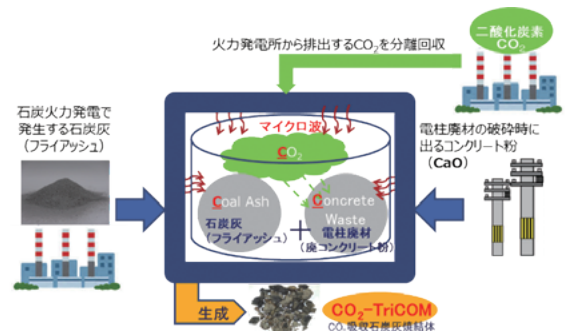


図1 CO<sub>2</sub>-TriCOMの概要図

## 3. 研究開発の目標とこれまでの成果

本技術は、石炭灰と廃コンクリートの焼結にマイクロ波加熱を利用している。マイクロ波には「短時間で加熱が可能（高速加熱）」「試料を内部まで速やかに加熱（内部加熱）」「加熱したい部位を選択加熱が可能」といった利点があり、熱伝導性の低い物質に対しても効率的な加熱方法であることに加え、炭素燃焼やCaCO<sub>3</sub>の分解を抑制することも可能である。

基礎研究段階での試算では、マイクロ波を使用する際の消費エネルギーが大きく、焼結体1tあたりのCO<sub>2</sub>排出量は453kgと見積もられたため、他の土木材料と比較してCO<sub>2</sub>収支（CO<sub>2</sub>排出量- CO<sub>2</sub>吸収量）の優位性がなかった。そこで、焼結体1tあたりの製造時のエネルギー消費によるCO<sub>2</sub>排出量を半減させるとともに、焼結体1tあたりのCO<sub>2</sub>吸収量を60kgとすることにより、CO<sub>2</sub>収支を167kg/tとすることを目標として2020年度よりNEDO委託事業として研究開発を開始

した。CO<sub>2</sub>収支を図2に、他の土工材とのCO<sub>2</sub>収支比較を図3に示す。

2020～2021年度においては、マイクロ波出力1.5kW～6kW級のベンチスケールで焼結試験を実施しCO<sub>2</sub>を吸収した焼結体が製造可能であることを確認するとともに研究開発目標を達成する見込みを得ることができた。

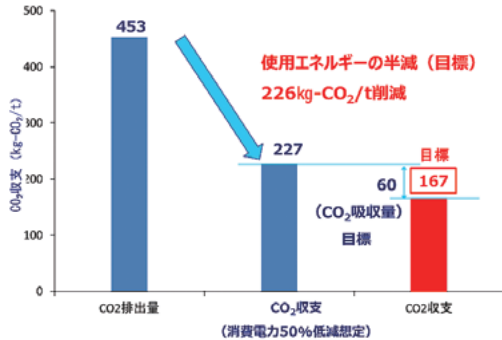


図2 CO<sub>2</sub>-TriCOMのCO<sub>2</sub>収支

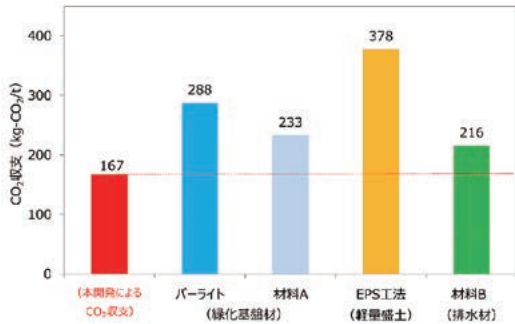


図3 他の土工材とのCO<sub>2</sub>収支比較

そこで、さらに大型のパイロットスケールにおける試験体製造の研究開発段階へとステップアップした。2022年度の6月末には、中国電力のエネルギー総合研究所にパイロットスケールの試験に用いるマイクロ波出力30kW級の小型プラントの設置が完了した。

小型プラントの構成を図4に、小型プラントの外観と焼結体製作フローを図5に示す。

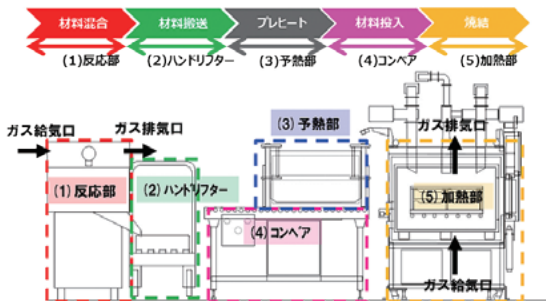


図4 小型プラントの構成

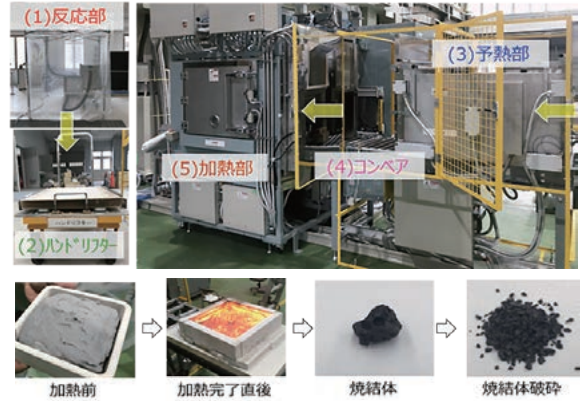


図5 小型プラントの外観と焼結体製作フロー

2022年7月からパイロットスケールである小型プラントでの焼結試験を開始しており、現在は小型プラントにおいてCO<sub>2</sub>収支167kg/t - CO<sub>2</sub>以下の焼結体製造を目指した研究を実施している。

さらに、将来的な商用化に向けてCO<sub>2</sub>焼結体製造システムの高効率化と適切な発電所排ガス、石炭灰、廃コン粉の供給プラントの構成を検討する予定としている。商用化時の目標製造量は5万t/年 (CO<sub>2</sub>吸収量は3千t - CO<sub>2</sub>/年) である。

表1 商用化までのスケジュール

	2015	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
基礎研究 ラベルでのCO <sub>2</sub> 焼結体製造												
CO <sub>2</sub> 吸収焼結体の 配合最適化検討 (ベンチスケール)												
製造システムの 最適化検討 (ベンチスケール)												
小型製造プラント での焼結体製造 (パイロットスケール)												
実用化研究 (スケールアップ検討)												
高用化検討 (デモンストラショナル)												
商用化 (高付加価値品)												

## 5. あとがき

本技術はCO<sub>2</sub>を吸収させた新たな石炭灰製品の開発によって、廃棄物とCO<sub>2</sub>を有効利用する、環境への負荷軽減が期待できる画期的なカーボンリサイクル技術である。今後も、商用化に向けてさらなる研究開発に取り組んでいきたいと考えている。

## 4. 研究スケジュールについて

表1にCO<sub>2</sub>-TriCOMの商用化までのスケジュールを示す。NEDO事業開始後の2020年度～2021年度にベンチスケールでのCO<sub>2</sub>吸収焼結体の最適配合の選定および製造システムの最適化を実施した。

中国電力(株)  
エネルギー総合研究所  
土木グループ  
宮本 将太

専門分野：土木材料分野  
主な担当業務：石炭灰関係

