

「二酸化炭素を原料とした新規物質—材料変換プロセスの創製」 Creation of Novel Material-Product Convert Process by Carbon Dioxide

研究代表者:遠山 岳史¹

梅村 靖弘², 小泉 公志郎³, 西村 克史⁴, 谷川 実¹, 星 徹¹, 青山 忠¹, 梅垣 哲士¹, 伊掛 浩輝¹, 松田 弘幸¹

(協力者:辻 智也⁵, 日秋 俊彦⁵)

【研究期間内に何をどこまで明らかにしようとするのか】

現在、二酸化炭素(CO₂)の削減が国策として挙げられており、様々な分野の研究者がCO₂の削減についての研究を行っている。しかし我々人類の歴史は有史以来発展を目指した積み重ねであり、自ら発展を抑制するようなサバイバビリティな社会を構築することは不可能である。

また、化学の目からCO₂を見つめるとCO₂は化学的に安定であり、石油および有機物の燃焼により一旦生じたCO₂はその他の化合物に変化しない最終安定物と思われる。一方、化学周期表に目を落としてみると炭素(C)のすぐ下に同族のケイ素(Si)が位置している。しかし、ケイ素の酸化物(SiO₂)は炭素の酸化物であるCO₂とは異なり、コンクリートを構成する主要成分でもあり、機能性ガラスとして光ファイバーに用いられるなど、日本の強い産業の基本素材として活躍している。このため、CO₂もケイ酸同様に各種産業の基幹素材となりうる基盤を有している、といっても過言ではない。

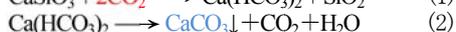
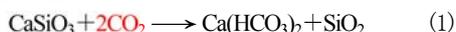
したがって、世の大多数の人々の認識は「CO₂は削減するもの」となっているが、実際にはむしろCO₂は「工業原料として必要不可欠なもの」であり、CO₂の物質—材料変換による日本独自の産業を作り出すべきである、と本プロジェクトから社会に提案することを目的として、そのための基礎を研究期間中に構築する。

【当該分野における本研究の学術的な特色・独創的な点及び予想される結果と意義】

幸いにも日本大学理工学部は多くの研究者を擁しており、CO₂を原料とした新規物質—材料変換プロセスの創製に関するプロジェクトを構築するにあたり、ベクトルを共有した研究者で構成することができた。研究については以下の4つの柱を構成し平行に研究を行うが、いずれの研究者もCO₂は原料であるとの視点で研究を行っていることが独創的であり、研究成果は本学の特徴になるものと予想される。

1. コンクリート廃材と二酸化炭素を原料とした新規無機フィラーの作製 (無機炭酸化グループ)

(Fig.1) 現在、建造物の立替えなどにより多量のコンクリート廃材が廃棄されている。ケイ酸カルシウム化合物であるコンクリート廃材は



二酸化炭素を吹き込むことにより、(1)式のように可溶性の炭酸水素カルシウム溶液と、不溶性のシリカへと分解することが知られている。しかし、このプロセスの回収物の用途は乏しく、コスト面から実用化されていない。このため、高付加価値の最終生成物を作製するプロセスができれば、CO₂を原料とした工業化プロセスが開発可能であると考えられる。

一方、噴霧乾燥法は溶液を高温度のチャンバー内に霧状にして吹き込むことにより、液滴のまま瞬時に乾燥させることでマイクロサイズの中空体を形成することが可能である(②式, Fig.1)。このようなマイクロカプセルをコンクリートなどの構造物に骨材として添加することで、軽量コンクリートなどへの応用が可能であり、これにより大量のCO₂を建造物に変換できる (Fig.2)。

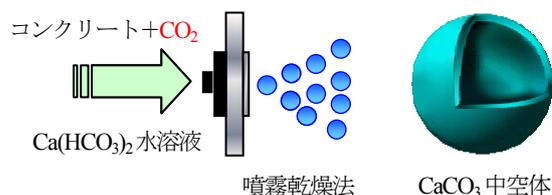


Fig.1 噴霧乾燥法によるCaCO₃中空体の創製

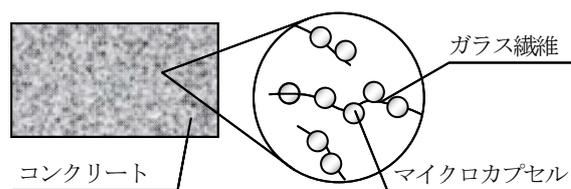


Fig.2 CaCO₃中空体を利用した軽量コンクリート

2. 二酸化炭素と無機塩を栄養とする微生物からバイオセルロースの作製 (微生物グループ)

CO₂の固定化を目指し、CO₂を固定化する微生物の探索・活用に関する研究が行われている。しかし、固定化のためには多量の有機成分を含む培地が必要であり、さらに、固定化した後の微生物には工業的に付加価値はないため、微生物の死骸は最終的に腐敗しCO₂として大気中に放出され、結果として系全体として考えればCO₂を固定化することはできない。したがって、微生物を利用してCO₂を固定化するためには、(1)カーボンフリーの無機塩を栄養源として成長する微生物を探索・選択する、(2)人間の工業生産活動に役立つ副産物を生成する微生物を利用する、ことが必要と考える。

このような条件を満たす微生物として緑藻綱に属するクラミドモナス (*Chlamydomonas*) などが挙げられる。

これは、NH₄Cl, K₂HPO₄などの無機塩を栄養源としてCO₂を取り込みながら繁殖する微生物である。このような微生物を用いることで、CO₂

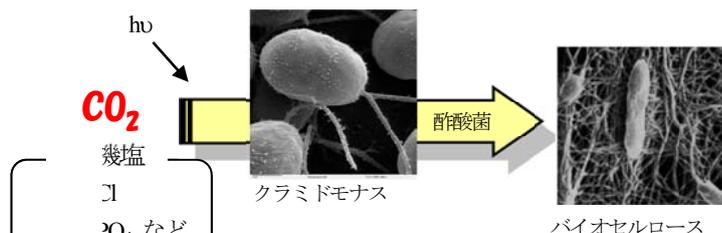


Fig.3 無機塩を栄養とする微生物によるバイオセルロースの作製

