

電気化学的・光電気化学的還元による CO₂ ガスの有用成分への変換

(研究期間：平成12年度～平成13年度)

研究代表者： 吉田 章 (独立行政法人産業技術総合研究所)

研究課題の概要

CO₂ガスの有用成分への変換について、光電気化学的還元、電気化学的還元の2つのアプローチから研究を行う。

光電気化学的還元では、太陽光で水から水素を生成し、この発生期の水素を二酸化炭素固定化触媒にスピルオーバーさせて、メタン、ホルムアルデヒド、蟻酸、メタノール及びエタノールを合成する。太陽光のエネルギーの10%を有機物に変換することを目指す。

電気化学的還元では、多結晶銅及び銅合金の結晶方位、結晶子径を制御した電極による電解還元や、炭素電極、無機高分子修飾電極によるエチレン収率の向上を行う。(メタン+エチレン)の生成に費やされる電流効率が全体の75%を上回ることを目標とし、見かけの電極電流密度を50mA/cm²まで高める。

(1)総評

電気化学的還元と光電気化学的還元の二法を用いて、二酸化炭素から有用な有機化学物質を得ようとする研究である。前者の方法では、炭素電極や銅合金電極を使用して、主にメタンとエチレンをかなりの収率で得るなど相当の成果をあげていると言える。一方、後者の方法では、初期の目標である太陽エネルギーの10%をメタノールへの変換に利用するという成果を得るには全く及ばなかったが、太陽光のみでメタノール及びエタノールの生成を認めたことは評価できる。この両方法間での討論ならびに全体としての研究の統一性に欠けており、さらに、本研究は国際共同研究であるにもかかわらず、単なる情報交換、講演会の開催にとどまっている。全体としてはある程度の成果をあげた研究と言えるが、少なからずの評価委員が、不十分であると判断している。 総合評価：b

(2)各テーマにおける評価結果

光電気化学的還元による二酸化炭素の還元

種々の電極を用いて、水素による二酸化炭素の還元反応を行い、主にメタンとエチレンからなる有機化合物を得ている。電極としては、銅電極、銅合金電極(Cu-Ag系、Cu-Zn系、Cu-Sn-P系及びCu-Be系)、ガラス状炭素電極及び炭素繊維電極を試みている。銅電極では(メタン+エチレン)の生成収率は62%に、銅合金電極では銅の含有率が高い程その生成率が良かったが、なかでもCu-Sn-P(リン青銅)系で70%に達した。一方、ガラス状炭素電極では生成効率63%を得、炭素繊維電極では58%であった。以上の中で、エチレンの生成効率が最も高かったのは炭素繊維電極を用いた場合で、30.5%に達する結果を得ている。これらの成果は、当初目標とした電流効率が全体の75%を達成したいとした期待値にほぼ達したと高く評価できる。ただし、口頭発表はされているが報文化して発信することが遅れている点は問題である。また、二国間国際共同研究であるにもかかわらず、それが研究面に表れておらず、単なる相互訪問による情報交換に終わっている点にも問題がある。本来は、それぞれが得意とする実験装置や触媒を用いて実験を行う形式や、外国人分担者の指導による研究の推進の形をとるべきであろう。

電気化学的還元による有用成分への変換

当初の目標、即ち、太陽光で水を分解して水素を発生させ、これと二酸化炭素固定化触媒を

用いて二酸化炭素から種々の有機化合物を生成させ、太陽エネルギーの10%を有機物に変換するという設定が余りに高すぎたために、残念ながらその目標はほとんど達成されていないという結果に終わっている。即ち、平板型及び平行湾曲鏡による集光では期待したようには温度が上がらず、二酸化炭素からメタンとホルムアルデヒドと蟻酸が少量生成したにすぎなかった。一方、凹面鏡による集光法ではCu-ZnO系二酸化炭素固定化触媒とチタン系光触媒との複合化触媒を用いた場合には、上述の化合物に加えて更に少しのメタノールの生成を、また、Fe-Cu-K-Al2O3系固定化触媒との複合化触媒では、以上の生成物に加えて量的には微々たるもののエタノールの生成を認めた。本当に複合化触媒を合成出来たかどうか、その同定は不十分であるが、生成量は微量であるものの太陽光のみでメタノール及びエタノールの生成を認めたことは評価できる。非常に挑戦的な研究であるためかなりの困難を伴っているが、口頭発表や報文化に努力が認められる。一方、国際共同研究については、前項で記したように不十分であり、さらに、それぞれのサブテーマにおいては研究協力が見られるものの、両サブテーマ間の連携整合性は残念ながら見られない。電気化学的及び光化学的両還元法いずれにおいても応用面からのアプローチは評価されるが、実用レベルには達していない。学術的にも触媒の材料学的工夫が必要と思われる。

(3) 評価結果

総合評価	1.目標達成度	2.目標設定	3.研究成果			4.研究体制		5.国際共同研究		
			(1)科学価値	(2)科学的波及効果	(3)情報発信	(1)指導性	(2)連携・整合性	(1)受入体制	(2)海外機関	(3)意義
b	b	b	b	b	b	b	c	b	c	b