

ガス拡散電極を用いた人工光合成による気相 CO₂ 還元反応

Direct Gas-Phase CO₂ Reduction for Artificial Photosynthesis Using a Gas Diffusion Electrode

昭和シェル石油中央研究所 °ジア チンシン, 田邊 真一, 脇 一太郎

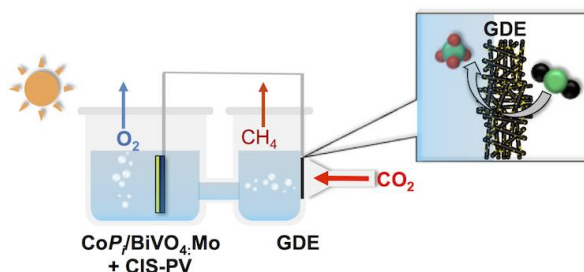
Central Research & Development Laboratory, Showa Shell Sekiyu K. K.,

°Qingxin Jia, Shinichi Tanabe, and Ichitaro Waki

E-mail: qingxin.jia@showa-shell.co.jp

太陽光エネルギー利用した CO₂ 還元反応が注目されている。この反応は水が電子源として用いられるため、人工光合成と言える。今までの CO₂ 還元反応の報告では、反応基質として水溶液中に溶け込んだ CO₂ 分子を用いている。常温常圧において CO₂ は水中の溶解度が低いため (0.033 mol L⁻¹ at 298 K under 1 atm)、反応基質の供給律速が起こり得る。また、CO₂ 還元電極と水溶液の界面で形成した電気二重層中の CO₂ 拡散律速の課題も存在するため、太陽エネルギー変換効率を向上させることが困難である。そこで、我々は CO₂ を水溶液に溶かさずに、気相で還元するための触媒を担持したガス拡散電極 (GDE) を開発した。また、CO₂ の多電子還元を進行させるために、GDE 用の電極触媒の組成および作製条件を検討した。さらに、半導体光触媒と太陽電池とのタンデム型光電極を用いて GDE と組み合わせ、人工光合成による炭化水素の生成を実証した。

疑似太陽光照射下における CO₂ の還元反応はガス流通型反応装置を用いて行った。反応容器には Nafion 膜で仕切りした Pyrex 製 H 型セルを用いて、光源にはソーラーシミュレータ (1 sun, AM1.5) を用いた。光陽極のタンデム型光電極の半導体光触媒には CoPi を担持した BiVO₄:Mo を用いて、太陽電池には CIS-PV (ソーラーフロンティア(株)製) を用いた。陰極では当社独自で開発した Cu-Ag-GDE を用いた。光陽極側の電解液には 0.125 mol L⁻¹ の K₂B₄O₇ 溶液、陰極側の電解液に 0.5 mol L⁻¹ の KHCO₃ を用いた。陰極のガス拡散電極と光陽極のタンデム型光電極との間に、電流計のみを装着し、外部電源などは使用しなかった。上記の反応装置を用いて、ガス拡散電極に気相の CO₂ を吹き込みながら、疑似太陽光照射下における CO₂ 還元反応を行った。結果として、二電子還元生成物の CO および HCOOH が少量生成したものの、CH₄ および C₂H₄ の生成が確認できた。CH₄ および C₂H₄ 生成のファラデー効率はそれぞれ 35% および 4.1% であり、太陽光-化学エネルギー変換効率はそれぞれ 0.56% および 0.07% であった¹。



1. Q. Jia, *et al*, *Chem. Lett.*, accepted (2017).

図 1. 気相 CO₂ 還元による CH₄ 生成のイメージ