

大気圧プラズマジェットと真空紫外線を用いた CO₂還元

CO₂ reduction using atmospheric pressure plasma jet and vacuum ultraviolet ray

○高木海 (K. Takagi)¹⁾、鈴木孝宗²⁾、岡崎晟大¹⁾、早川 壮則¹⁾

丸田晃大^{2),3)}、寺島 千晶^{2),3)}、藤嶋 昭²⁾

オーク製作所¹⁾、東理大総研²⁾、東理大院理工³⁾

連絡先: 高木海 (e-mail: k-takagi@orc.co.jp)

【緒言】

今日、地球温暖化の原因物質である二酸化炭素 (CO₂)を還元し再利用する、カーボンリサイクルが研究されている。カーボンリサイクルは、電気化学、熱触媒や人工光合成(光触媒)などの手法が用いられている。しかし、従来の手法は高純度の CO₂ ガスが必要であり、分離・回収が問題となる。そこで、本研究は大気圧プラズマジェット (APPJ)と真空紫外線 (VUV)に着目した。APPJ は、大量の CO₂ を CO に分解することが可能であり、排ガスの直接利用が見込める。他方 VUV は、水面に照射することで OH・や H・を生成することが可能である。Sakakura ら¹⁾は、APPJ と VUV を用いて N・および H・を生成し、アンモニアの直接合成を報告している。APPJ と VUV より生成したラジカルを反応させ、有用資源としてギ酸 (HCOOH)や酢酸 (CH₃COOH)等の直接合成を検討した。

【実験方法】

実験装置を図 1 に示す。実験は、高電圧側に石英被覆モリブデン箔、グラウンド側に銅箔を巻き付けた誘電体バリア放電 (DBD)管を使用した。DBD 管に CO₂ を 100 mL/min、アルゴン (Ar)を 1,000 mL/min で供給し、バイポーラパルス電源の電圧を 10 kV、パルス幅を 1.0 μsec、周波数を 83 kHz とすることで APPJ を発生した。セルに 5 mL の超純水を満たし、APPJ を 5 分間照射した。APPJ 照射前または照射時に、エキシマランプを用いてセル底部から波長 172 nm の VUV を照射した。APPJ は発光分光光度計、ガスは FT-IR、溶液はイオンクロマトグラフィーにより評価した。

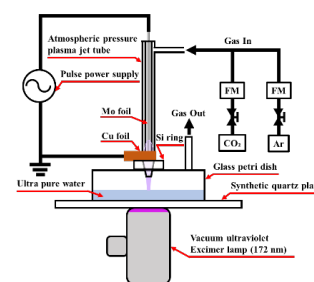


図 1 APPJ と VUV による CO₂還元実験装置

【結果・考察】

図 2 に APPJ の発光スペクトルを示す。DBD 部で生成した CO が、Ar によって励起されることを確認した。また、FT-IR から 4,000 ppm の CO を検出した。各条件でのギ酸生成量を図 3 に示す。APPJ 照射のみで、1.0 nmol のギ酸を生成した。一方、VUV 照射を併用した場合、ギ酸の生成量が減少した。これは、VUV または生成した OH・によりギ酸が分解されたためだと考えられる。

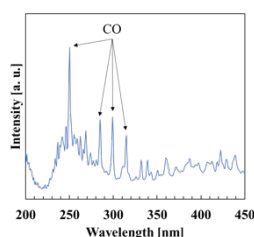


図 2 APPJ の発光スペクトル

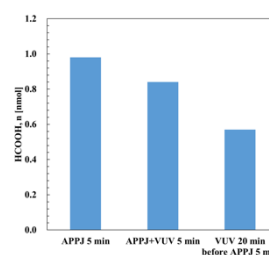


図 3 ギ酸の生成量

【結論】

APPJ と VUV を用いて CO₂ を有用資源に直接合成する方法を検討し、ギ酸の合成を確認した。しかし、生成量が微量であったため、増産に向けては気液界面での反応を制御する必要がある。

【謝辞】

本研究は東京理科大学光触媒推進拠点の「共同利用・共同拠点」の研究費の助成を頂いて行われたものです。

【参考文献】

1) T. Sakakura *et al.*, *ChemPhysChem* (2019), 20, 1467