

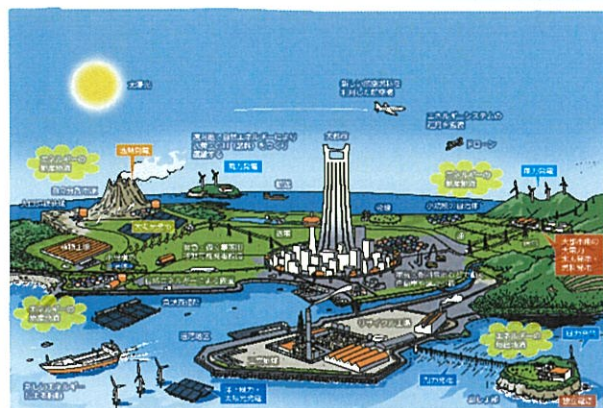
二酸化炭素還元による有用物質生成のための 反応場その場解析

中村 龍平
小池 佳代、藤井 克司、森下 圭、和田 智之

理化学研究所 環境資源科学研究センター
理化学研究所 光量子工学研究センター

背景

将来（例えば2050年頃）の自然エネルギーをベースとした社会については、エネルギー使用状況に応じて、
1) 分散して居住する地方都市や農村・島嶼地域
2) 高密度な居住空間となる大都市地域
3) エネルギーを多く使う工業地域
といった地域に分類されることになると考えています。
この際、1) の分散居住地域では、地産地消のエネルギーシステムを利用することが可能であると考えられますが、
2) 3) の場合は、絶対的な自然エネルギー量が不足するため、エネルギー輸送が必須です。この場合、エネルギー密度が高い炭化水素系は有用な物質となります。また、化成品等の化学製品を製造する場合にも炭化水素系材料が必須となります。このような将来ニーズを見据えた場合、二酸化炭素を出発物質とする人工的な化学物質サイクル（システムケミストリー）を構築する意義は重要であると考えています。

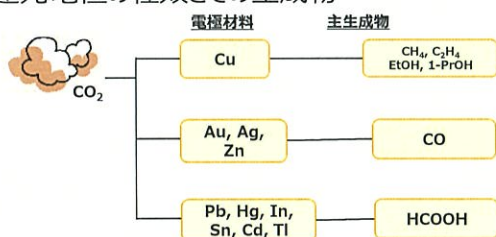


概要

二酸化炭素を有用な物質に変換する場合、二酸化炭素の電気化学的還元が行われます。この場合、水の還元は競合反応となるので、寄生反応としての水素生成が多くみられます。また、電極の種類によって生成される還元物質が異なります。この中で、銅電極は唯一、二酸化炭素から種々の還元物質を作ることが可能な電極として知られています。一方、この反応は非常に複雑で、生成物質は人為的に制御することが出来ません。また、その還元メカニズムは種々提案されていますが、明らかではありません。この、二酸化炭素還元メカニズムを明らかにするためには、反応のその場観察が有効です。

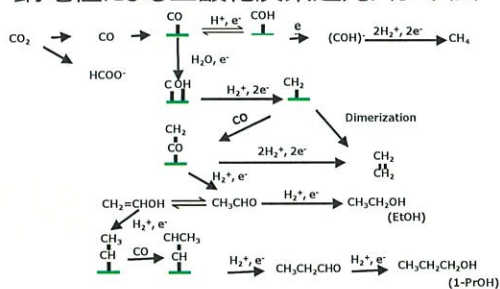
二酸化炭素の還元反応

還元電極の種類とその生成物



Y. Hori, Cap. 3, Modern Aspects of Electrochemistry, Number 42, Springer, New York, 2008.

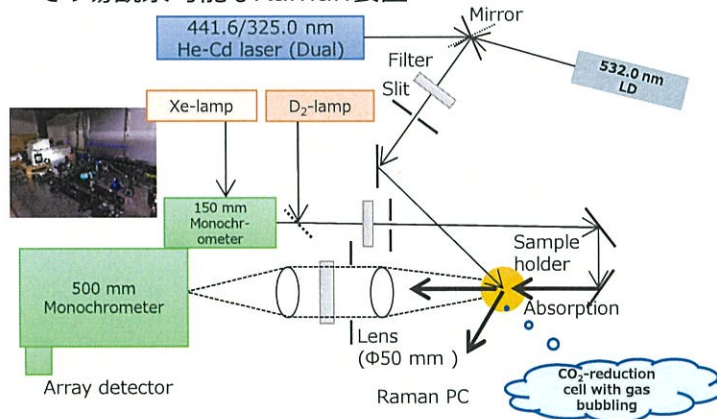
銅電極による二酸化炭素還元メカニズム



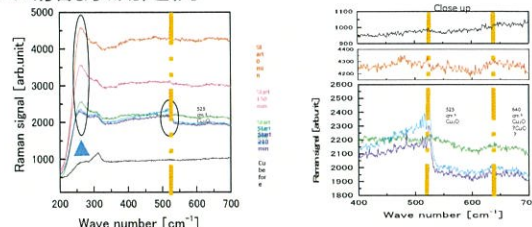
Y. Hori, Electrochemistry 1996, 64, 350, Y. Hori, Electrochemistry 1990, 58, 996.

二酸化炭素還元Raman分光法によるその場観察

その場観察可能なRaman装置



その場観察測定例



利点

- 銅電極は電解反応を行っている電解液中でも電位によって表面状態が変化することが知られています。その状態を、反応を行っている状態の下で測定できることは、反応状態の正確な解析を行うこととなり、制御できていない生成物の制御など、
- 二酸化炭素還元反応場の設計に役立ちます。また、この手法は他の電気化学反応のその場観察にも応用可能です。上記のメカニズム解明を通して、空気中の二酸化炭素より直接C₂H₄やCOなどの化学合成の出発物質として有用な化合物を、
- 常温常圧かつ簡便な設備により、高選択率で長時間安定して連続的に生成させる技術の開発を目指しています。将来は、こういったCO₂リサイクルを工場や集合住宅、大規模ビルオフィス、商業施設、病院などで行う時代 があると考えています。