

電気化学プロセスを主体とする革新的 CO₂ 大量資源化システムの開発 Integrated Electrochemical Systems for Scalable CO₂ Conversion to Chemical Feedstocks

東大先端研 ◦杉山 正和
RCAST UTokyo ◦Masakazu Sugiyama
E-mail: sugiyama@enesys.rcast.u-tokyo.ac.jp

地球温暖化を抑制して持続可能なエネルギーシステムを構築するためには、製造から利用に至るすべての過程で CO₂ を排出しない水素への燃料転換が、困難を克服しつつ進められなければならない。さらに、化石燃料の利用が究極的に減少した際には、CO₂ フリー水素では賄いきれない需要（高体積密度の燃料や化成品としての炭化水素）に対応するために、人工的に CO₂ を回収して有用炭化水素に還元する、カーボンリサイクル技術が必要となる。これは、化石燃料の製造（～10 億年）と消費（～100 年）の間の深刻な時定数ミスマッチを克服する次世代技術であり、人類の英知を結集して取り組むべき課題であろう。

我が国で求められるカーボンリサイクルは1億トン CO₂/年に達すると予想され、大量の処理を実用的なプラントサイズで行う必要がある。その駆動力は再生可能エネルギーで賄われる必要がある。太陽電池や風力発電機など主要な再エネハーベスタは電力を出力することを考慮すると、CO₂ の回収・還元への電気化学プロセスの適用が有望であると考えられる。再エネ電力による水電解がこれからの水素製造の主要形態になるのと同様に、CO₂ の回収・還元による有用炭化水素化合物の製造プラントを電気化学プロセスを主体に構築する技術が 2050 年のカーボンニュートラル達成に向けて求められている。

CO₂ 電解還元においては、カソードにおいて水素発生を抑制して目的とする炭化水素を選択的に得る必要がある。水中に溶解させた CO₂ を原料とする場合、カソードにおいて CO₂ よりも H⁺あるいは H₂O が大多数となり水素発生を抑制が難しい。このため、膜型の反応器を用い、カソード付近で CO₂ を富化する反応場設計が重要となる。CO を生成物として後段に熱化学プロセスを組み合わせるアプローチは、装置の大型化が視野に入るまでに発展してきた。一方で、エチレンなどの有用炭化水素を高選択率の電気化学還元で得るためには、一層の技術開発が必要である。

現在までに、メゾポーラス構造の基材に Cu を中心とする金属ナノ構造を担持した反応場を設計し、エチレンへの選択率 60%以上を得ることができている。今後は、化学プラントとして CO₂ の還元だけでなく分離、リサイクルを含めたシステムとしての設計と要素の最適化を進めることが重要である。

