

## 人工光合成の技術開発の現状と展望

### ～経済合理性のあるカーボンニュートラル技術を目指して～

瀬戸山 亨 氏 (NEDO 人工光合成PJ PL、三菱ケミカル(株)エクゼクティブフェロー)

我々は、2012年からNEDOの人工光合成プロジェクトで、人工光合成の社会実装を目標として、「光半導体触媒による水分解でのグリーン水素製造プロセス実用化」及び「グリーン水素とCO<sub>2</sub>を原料とするメタノール製造、エチレン、プロピレン等の化学原料への変換プロセスの実用化」に取り組んでいる。

再生可能電力による水の電気分解でグリーン水素を製造するという新聞記事が沢山掲載されるが、現状では、水素のコストは電力コストの2倍程度になる。現在の代表的な水素製造法は、天然ガスを高温で分解する技術が主流である。今後、計画されている中東の大規模太陽光発電によるグリーン水素製造コストの試算では220円/kg-水素であるが、下限界に近いと思う。償却の仕組みを工夫すればこれより低コストになるとも考えられるが、巨額の投資が必要である。

一方、光触媒では水の電気分解のプロセスが存在しないので、電力コストが発生しない。粉末触媒をシート上に塗布した光触媒シートによる”光触媒法水素製造“では非常に安価な水素製造が期待できるが、太陽光変換効率が5%以上、光触媒モジュールが1万円/m<sup>2</sup>程度というのが目安となる。現状では、光半導体触媒の開発では、良質の光半導体の合成などの課題がある。また、光触媒モジュールについては、光触媒シートの作成、光触媒モジュールの設計、スケールアップ、安定性、運転上の課題の発掘等を目的として、光触媒法水素製造システムのフィールドテストを東京大学柿岡爆発試験場で実施するなど、実用化に向けて、取り組んでいる。

グリーン水素とCO<sub>2</sub>から化学品を製造するプロセスは、CO<sub>2</sub>を資源として消費するのでカーボンnegativeになる。カーボンニュートラルの実現には、カーボンnegativeな技術の確立は必須である。メタノールからのオレフィン合成については、従来技術に比較して、エチレンまたはプロピレンの収率を格段に向上させた単産志向型の触媒、及びそれに適したプロセスの開発を目指している。安価なグリーン水素の製造は、国内では非常に困難であり、低緯度地域で光触媒法であれば可能であるが、日本までの輸送には、インフラ整備、輸送等のコストを加算しなければならない。また、輸送する為には水素をアンモニア、メタノール、メチルシクロヘキサン、液化水素等に変換する必要がある。日本が海外に先駆けて直接燃焼、混焼によるエネルギー利用を想定しているアンモニアは、比較的安価に利用できる可能性がある。メタノールは水素キャリアであると同時に炭素キャリアであるという特徴を考えれば化学原料等、炭素を本質的含む産業では有効だと考える。

人工光合成のカーボンニュートラルに向けた寄与について考えてみる。人工光合成は、既存の化石資源を原料にした製造プロセスに比較すると大きなCO<sub>2</sub>削減効果があるうえに、

CO<sub>2</sub>-negative なプロセスになる。一方、夜間や天候不順な状況ではグリーン水素の製造量は激減してしまう。化学プラントや石油精製プラントは非常に大きな設備なので、生産量を平準化する必要がある。従って、化石資源を利用した既存プロセスとの複合化が合理的な解決策になると思われる。化石資源を原料とする従来型プロセスの徹底的な省エネを追求した上で、カーボン positive になる部分を人工光合成で相殺するという構図によって、カーボンニュートラルが可能になると考えている。

そういう視点で、IPEACE (Innovative Processes for Eliminating Anthropogenic CO<sub>2</sub> Emission) に関わる多くの革新プロセスについて、日本が世界に先駆けて技術開発を実証し、世界規模の CO<sub>2</sub> 排出削減に貢献する余地は非常に大きいと思っているが、現状ではその認識も低いし、具体的な活動も少ない。欧米に追従するのではなく、稀有な大きなビジネスチャンスだと考えて、日本独自の戦略で取り組めば、産業再生の有効手段になるのではないかと考えている。