

—————
 卷 頭 言
 —————

複合触媒機能の解明と新触媒の開発

乾 智 行



かつて、アンモニア合成、石油の接触分解、そして石油化学工業の多彩な反応プロセスにおける触媒開発の成功は、それぞれ、合成肥料、エネルギー、化学製品の生産分野で画期的な進展をもたらし、近代文明発展の根幹を支えてきた。しかし触媒は、複雑な付帯設備に埋もれて、市民の目に触れることもなく、さらには大学などの研究者ですら、工業触媒自体は乖離した存在となって、しばしば、clean surface における表面物理化学現象と zero conversion 条件という極限状態での触媒反応の速度や機構の追究に偏重するきらいが生じていた。

しかし、大気汚染と石油ショックという二度の危機的情況に直面して、触媒研究者は、前例のない極めて具体的な問題の解決を迫られるとともに、排気浄化においては、元来微量濃度の有害成分をさらに無害レベルの極微量濃度にまで低減させるという total conversion の見地、また代替エネルギー・資源合成においては、CO、H₂ といった単純化合物から多様かつ有為な化合物の合成といった、これまで不足していた触媒反応工学思想の創成と新触媒開発への依存度が一気に高まったのである。

このような問題を解決しうる有効な触媒は、ほとんど例外なく、単一元素またはその化合物から成るのではなく、何種類かの成分の組み合わせによっている。すなわち、高度な機能を安定に発揮し得る触媒においては、構成成分はそれぞれ不可欠であり、どれを欠いてもその高性能の発揮は実現しないし、また複合触媒の性能は、各成分の性能の和ではなく synergy が期待されるのであって、もはやかつてのように主触媒と助触媒といった区別は適切ではなく、ここに、各成分の存在を対等に評価した“複合触媒”の呼称が一般化してきたといえよう。

複合酸化物を含む広範な複合触媒の特性として、触媒反応が実効速度をもって進行する条件において、触媒表面と反応物質の関与はダイナミックなバランスの上に保たれており、表面は必ずしも安定で確定できる化学量論的化合物の形を取っていない。このバランスが崩れれば、自己振動反応などの様々な非線形現象を生じる。したがって、こうした固体触媒反応の本質をよく把握して触媒設計に生かすことがなければ、決して高い機能を持つ触媒の開発はなし得ない。複合触媒の構造と機能の解明、そしてその情報に基づき、新しくより優れた触媒を構築するという、分化と統合のプロセスの繰返しが肝要である。そして、ナノメーター領域を境として、巨視的には均一な構造、微視的にはよく設計された不均一な構造が要請される。clean surface の対極にあるのは dirty surface ではなく、well-designed surface であることを銘記したい。本特集は、斯界の権威を集めて構成されている。大いなる触発の機会となることを願っている。

(京都大学工学部)