

東ソー・環境エネルギー賞

京都大学 教授 藤田 健一 氏

Ken-ichi Fujita

(業績)「有機分子の触媒的脱水素化を基軸とする効率的有機合成 ならびに水素貯蔵・水素製造」

Development of Efficient Methods for Organic Synthesis, Hydrogen Storage, and Hydrogen Production Based on Catalytic Dehydrogenation of Organic Molecules



持続可能な社会の構築を目指すために、有機合成化学に関わる研究者が果たすべき役割は多岐にわたる。例えば、貴重な有機資源を最大限活用する環境調和型物質合成法の開発、エネルギー問題の解決に資する基礎的な分子変換法の開拓、そして高難度有機化学反応を実現するための新規触媒の創製等が希求されている。藤田健一氏は、有機分子の脱水素化反応に高活性を示す一連の新規イリジウム錯体触媒を合成するとともに、これらを活用する環境調和性に優れた効率的有機合成法、有機ハイドライド水素貯蔵システム、メタノール水溶液を原料とする水素製造法の開発に成功した。以下に同氏の研究業績の概要を示す。

1. 機能性配位子を有するイリジウム錯体触媒の合成とアルコールの脱水素的酸化触媒系の開発

藤田氏は最初に、有機分子の脱水素化反応を効率的に達成するための錯体触媒の合成に取り組んだ。その結果、触媒反応の素過程において構造を変化させながらイリジウムと協働して作用する、 α -ピリドナート構造の「機能性配位子」の導入が触媒分子設計において重要であることを見出した。続いて、合成した新規錯体触媒を用い、アルコールからカルボニル化合物へ変換する反応を、酸化剤を一切用いることなく脱水素化を伴って実現する触媒系を構築した。また、ジヒドロキシビピリジン構造の機能性配位子を有する水溶性イリジウム錯体触媒の合成にも成功し、水溶媒中でアルコールの脱水素的酸化を達成する環境調和性に優れた触媒系を開発した。本系は、触媒回収が容易であり触媒寿命も長く、繰り返し利用が可能な点が大きな特長である。続いて、現在知られているアルコールの脱水素的酸化触媒の中で最も活性の高い、ビピリドナート構造の機能性配位子を有するイリジウム錯体触媒の開発にも成功している。

2. 含窒素複素環の脱水素化と水素化に基づく有機ハイドライド水素貯蔵システムの開発

低炭素社会実現の観点から、水素は理想的なエネルギーとして注目されている。水素の利用拡大を図るために、さまざまな貯蔵法が検討されているが、そのひとつとして

有機ハイドライド水素貯蔵システムが挙げられる。藤田氏は、機能性配位子を有するイリジウム錯体触媒を用いることによって、含窒素複素環の可逆的な脱水素化と水素化に基づく水素貯蔵システムを構築することに成功した。最初に、テトラヒドロキナルジンとキナルジンとの間を脱水素化と水素化によって相互変換する触媒系、すなわち水素貯蔵システムの原型を開発した。続いて、ジメチルデカヒドロナフチリジンとジメチルナフチリジンとの間の相互変換に基づく水素貯蔵システムへと展開し、重量水素貯蔵率の大幅な向上を達成した。最近では、ジメチルピペラジンとジメチルピラジンとの間の相互変換を利用した効率的な水素貯蔵システムの構築にも成功している。

3. メタノール水溶液を原料とする水素製造法の開発

近年、持続的に入手可能な化学資源としてメタノールを利用する物質変換に注目が集まっている。特に、取り扱いが容易なメタノール水溶液を原料として用いる水素製造を、低温条件下で実現する触媒系の開発が求められている。藤田氏は、ビピリドナート構造の機能性配位子を有するアニオン性のイリジウム錯体触媒を新たに開発し、メタノール水溶液からの効率的な水素製造を、100 °C以下の温和な条件下で達成した。また、水素製造反応の進行に伴うメタノール水溶液の消費速度に合わせて、メタノール水溶液を継続して添加することにより、長時間にわたる水素製造を実現する手法の開発にも成功した。メタノール水溶液からの触媒的な水素製造を 100 °C以下の低温で達成した報告例は、これまでのところ少数しかなく、本触媒系は反応条件の観点からみて最も優れたものである。

以上のように藤田健一氏は、イリジウムと機能性配位子の協働作用に基づいた錯体触媒設計を行い、独創的な脱水素化触媒系を開発してきた。これら一連の研究成果は、有機合成化学における新しい手法を提供するものとして重要であるだけでなく、水素貯蔵法や水素製造法としての研究展開にも成功しているように、環境・エネルギー分野における寄与も大きい。よって、同氏の研究業績は有機合成化学協会東ソー・環境エネルギー賞に値するものと認め、ここに選定した次第である。