

東ソー・環境エネルギー賞

名古屋大学 教授 斎藤 進 氏

Susumu Saito

(業績)「有機金属錯体を用いる安定カルボン酸誘導体の触媒的水素化法の開拓」

Development of Catalytic Hydrogenation of Carboxylic Acid and Its Derivatives Using Organometallic Complexes



学界、産業界を問わず、持続可能な開発目標(SDGs)を達成していくうえで看破すべき難題に果敢に挑戦していくことは、今世紀以降の有機合成化学や触媒化学に求められる新たな使命である。例えば、高酸化状態にあり熱力学的に安定かつ速度論的に不活性な再生可能(持続可能天然)資源の化学変換に新指針を提供しうる新触媒の創製、エネルギーや炭素資源の持続的な確保や利用にも貢献する環境負荷低減型の分子変換法の開発等が切望されている。斎藤進氏は、再生可能な天然資源に多く見られる官能性カルボン酸誘導体の高難度化学変換を、有機金属錯体を用いる触媒的水素化によって達成した。これら水素化に高活性を示す一連の有機金属錯体触媒を発見、開発するとともに、これらを活用して多数の塩廃棄物ゼロ排出型の有機合成法にも成功した。以下に同氏の研究業績の概要を示す。

1. 精密設計されたルテニウム錯体およびレニウム錯体を用いる一価カルボン酸の触媒的水素化法の開拓

多彩な一価カルボン酸は天然にも無数に存在する。ジホスフィン配位低原子価ルテニウム錯体から誘導できる「カチオン性単核ルテニウムカルボキシレート」が、カルボン酸の水素化触媒の原型構造となることを世界に先駆けて実証した。この原型構造の学理は高原子価ルテニウム錯体へと展開され、中心金属や金属原子価を変えてもカルボン酸の水素化が進行することを明確に示した歴史的な快挙となった。本触媒作用機構の獨創性や新規性は、カルボン酸が水素化される基質としてだけではなく、触媒構造の重要な一部として機能する「カルボン酸の自己誘導型カルボン酸の水素化」にあり、カルボン酸への水素移動機構は Saito 触媒として国際的にも広く認知された。固体触媒技術などの従来法では選択的に水素化できないカルボン酸や、触媒を失活させる官能基化カルボン酸を水素化でき有機合成的応用も大きく広がった。エステル基は水素化されない、種々の硫黄成分による触媒失活もみられないなど、従来にない数々の特徴的な官能基の選択性や許容性が証明された。

2. 配位飽和な新規イリジウム錯体を用いる多価カルボン酸の触媒的水素化法の開拓

多価カルボン酸類(コハク酸、リンゴ酸、アコニチン酸、クエン酸、2-オキソグルタル酸等)は、好気性生物全般の

代謝産物として人工的に大量生産も可能である。これら炭素資源の水素化を効果的に促進させる新規イリジウム錯体を開発した。加熱と水素圧のみを含む簡便な方法によって、単離可能なカチオン性金属錯体から持続性の高い触媒活性種が誘導される。触媒の構造的頑健性をもたらす「嵩高い炭素鎖に覆われた配位飽和型イリジウム-ピリジン骨格」によって、高官能基化された多価カルボン酸の多座配位による触媒失活が効果的に抑制される。本水素化法によって得られる 1,4-ブタンジオール類は、ポリウレタンやポリエステルモノマー原料としてだけではなく、水素貯蔵有機液体への応用も期待される。

3. 配位飽和な新規ルテニウム錯体を用いる安定アミドの触媒的水素化法の開拓

安定アミドの水素化に有効な分子触媒を導く金属錯体は歴史的にも不明だったが、この問題を解決する獨創的な六配位ルテニウム錯体を世界に先駆けて開発した。この錯体から有効な触媒が導かれる理由の一つは、触媒の頑健さをもたらす「嵩高い炭素鎖に覆われた配位飽和型ルテニウム-ピリジン骨格」にある。観測された触媒回転数の最高値約 8,000 は本触媒系の今後の高い発展性を約束する。従来法では水素化が極めて困難だった多数の安定アミドおよび活性アミドを水素化できる。二酸化炭素から脱水的に誘導されるアミドの水素化によって新燃料社会メタノール・エコノミーをも後押しする。オリゴペプチドやアミド系人工高分子も水素化できる。プラスチックの回収・再利用に向けて新境地を拓いたことで、生態系を揺るがす廃プラスチック問題の解決にも資する大きな潜在性をもつと判断できる。

以上のように斎藤進氏は、精密分子設計された数々の遷移金属錯体を新たに開発し、これまで困難とされてきた水素化触媒作用の発現に成功した。これら一連の研究成果は、基幹化学物質、エネルギー貯蔵体、精密化成品の新規合成法を提供しただけではなく、自然界に豊富に存在するバイオマス資源を含めた再生可能な環境資源の利用法、および人工物質の再利用法にも役立つ学術と技術に大きな進展をもたらしたなど、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。

