

【領域番号】 2304

【領域略称名】 有機分子触媒

【領域代表者（所属）】 寺田眞浩（東北大学・大学院理学研究科・教授）

【研究の学術的背景】

有機合成化学は、医薬品、農薬からファインケミカル、さらに機能性材料等の様々な有用物質の合成法を提供することにより、医学、薬学、農学、材料科学などの分野に大きく貢献し、高度文明社会を支えてきた。2010年ノーベル化学賞を受賞された日本人研究者 鈴木章 北海道大学名誉教授、根岸英一 パデュー大学教授に象徴されるように、高度な「モノづくり」の原点を支える基礎的かつ重要な研究分野である有機合成化学は、日本の「お家芸」とまで言われるようになってきた。しかし、天然資源の乏しい我が国の将来にとって、現段階の学術・技術水準に甘んじることなく、今世紀の最大命題である「希少・枯渇資源の有効利用と再生可能資源の活用促進を原則とした元素戦略」、「持続可能な循環型社会の確立」に即した最先端の「モノづくり」（高付加価値の新機能性材料や医薬品の創製）の科学と技術を確立し、科学技術創造立国として、21世紀も世界的優位性を保つことが肝要である。近年、産業界においても法規制や社会的要請に対応するため、環境に配慮した製造技術や生産システムの構築に多額の資金が投じられるようになり、希少資源の回収・再利用化や枯渇資源の使用回避を指向した「モノづくり」の新手法を開発できる「有機合成化学」に対する期待は今まで以上に大きくなってきている。

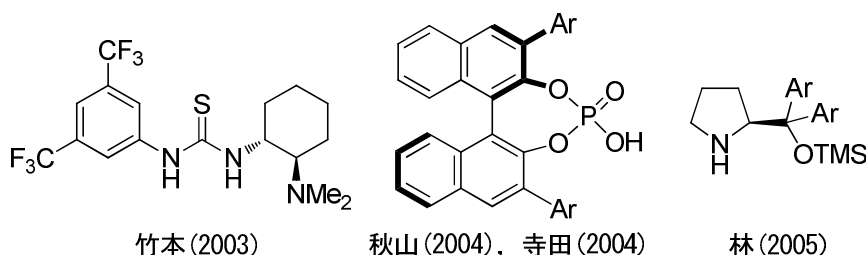
【有機分子触媒とは何か、新学術領域としての意義と目的】

1970年代から現在に至るまで、2010年ノーベル化学賞の受賞対象となった鈴木-宮浦カップリングや根岸カップリングを代表とする金属錯体触媒を用いた有機合成反応が活発に研究されてきた。一方、2000年ごろから、光学活性な有機小分子が優れた不斉触媒能を有することが再認識され、Organocatalyst（有機分子触媒）として一躍脚光を浴びるようになってきた。有機分子触媒は金属元素を含まないことから、金属触媒の大きな問題点である、①生成物への金属の残留、②触媒の取り扱いに特殊な技術や設備が必要、③希少金属の局在化による価格の高騰、などの諸問題に応えうる次世代のクリーンな反応触媒として、学界および産業界から大きな期待が寄せられている。

有機分子触媒は極めて新しい研究分野であり、2000年を前後して世界各国の多くの研究者が参入し、急速な発展を遂げている（図1）。この分野において日本人研究者の貢献度は極めて高く、例えば、竹本は2003年にチオ尿素誘導体を、秋山、寺田は2004年に独自にキラルリン酸を、また林は2005年にプロリノール誘導体を報告した（図2）。これらの有機分子触媒を報じた初報の論文は500回以上の引用回数を誇っており、世界の注目の的となっている。同時に日本人研究者がこの分



図2. 日本人研究者が開発した有機分子触媒の代表例



野のパイオニアとして大きく貢献していることを顕著に示している。これら有機分子触媒は学術的な研究のみならず、産業界での実用化が望まれており、まさに金属触媒から有機分子触媒へのパラダイムシフトが進行しつつあると言っても過言ではない。しかし、「有機分子触媒」は研究の歴史が未だ浅く揺籃期にあり、触媒活性、反応の多様性等、実践的な合成プロセスとするには解決すべき多くの諸問題を抱えている。本領域研究では、研究グループ間の共同研究を促進することで「有機分子触媒」をキーワードとする有益な知的基盤を共有・統合化し、学問領域として確固たる地位を確立するとともに、革新的な科学技術の開拓に基づいた「モノづくり」の新たな未来像を創出することを目的とする。

### 【本研究領域の対象と取り組み】

研究の対象：「多様な研究者による斬新な視点や手法を取り入れた共同研究等の推進により、当該研究領域の新たな発展を目指すもの」である。

### 【学術水準の向上・強化につながる点】

「モノづくり」の新たな未来像の創出を目指す本領域研究では、近年急速に進展しつつある「有機分子触媒」に焦点を絞り、1) 有機分子触媒の制御システム設計開発 (A01)、2) 有機分子触媒による分子変換システム開発 (A02)、3) 有機分子触媒による実践的有用物質合成 (A03) の3つの研究項目を設定し、理論化学者との連携のもと、有機合成化学者を主体とする研究チームを組織し総力を挙げた開発研究を行う。①理論化学者による触媒現象の解明を進めることで、有機合成化学者によるこれまでの試行錯誤的な触媒開発から脱却し、「高い触媒活性」、「取り扱いの容易さ」、「立体化学制御能」など優れた特性を備えた有機分子触媒の合理的な設計開発を実現する。②触媒現象の解明を進展させることで、基質/触媒間の相互作用と活性化の本質に理解を深め、金属触媒では成しえない分子変換システムの開拓、あるいは新手法に基づく分子変換反応の開発へと結び付ける。③これら有機分子触媒と触媒反応系を駆使することで、有用物質の実践的な合成プロセスとして真に優れた分子変換を実現する。これら3つの開発研究を有機的・発展的に結びつけたスパイラルアップによって、有用物質合成(医薬品、農薬、機能性材料など)におけるトータル効率(低環境負荷、省エネルギー、収率、選択性、工程数など)に優れた方法論の開発が期待される。これにより有機合成化学の学術水準の飛躍的向上・強化に繋がるだけでなく、有機分子触媒の新たな骨格(privileged structure)の創製による反応開発や有用物質合成など、「モノづくり」の科学の発展に大きく寄与することができる。このように、本領域研究の強力な推進は、この分野における基礎研究の学術水準を高めるだけでなく、地球の資源と環境に可能な限り配慮した持続可能な「モノづくり」の科学を飛躍的に発展させ、医薬品、農薬、機能性材料等の合成において我が国の国際的な優位性を強化することにつながる。

### 【有機分子触媒の開発研究に関する国内外の動向】

本領域研究の基軸となる「有機分子触媒」、さらに広義で言う「反応触媒」の開発研究は、有機合成化学の中心的な研究課題の一つであり、産業界への実用化にも近いため、日本はもとより欧米、アジアを含む全世界の産と学の領域で幅広く活発に研究されている。その中で本領域の日本の研究水準はトップレベルにあるが、益々複雑・多様化する医薬品や機能性材料を地球環境のあらゆる点に配慮しながら大量に安全に効率よく生産するという社会のニーズに応えるには、革新的な触媒や反応の開発による持続可能な「モノづくり」の科学を飛躍的に発展させることが急務となっている。

ドイツでは、2005年より、'Organocatalyst'に着目した6年間の研究プロジェクトが発足した。これは、日本の特定領域に類似する総額16億円規模のプロジェクトであり、30余りの研究グループが一同に会して討議と共同研究を重ねることにより、極めて多くの成果を挙げつつあり、ドイツの有機分子触媒の研究は長足の進歩を遂げている。また、中国でも極めて数多くの研究者が有機分子触媒の研究分野に参入し、顕著な業績を上げつつある。このように世界規模の開発競争が繰り広げられる中、日本の優位性を継続的に維持するためには「有機分子触媒」をキーワードとする研究グループを組織し、総力を挙げた開発研究を推し進めることでその力量を飛躍的に向上させなければならない。本研究領域は、「触媒設計」「触媒反応系の開拓」「その活用による実践的有用物質合成」3つの研究項目を設定することで「有機分子触媒」の開発研究を強力に推進し、技術創造立国・日本の「モノづくり」に新たな未来像を創出することを目標としている。