



岐阜薬科大学薬学部・准教授 澤間 善成 氏

Yoshinari Sawama

(業績) 「水素抽出型化学変換法の開発と応用展開」

水素(H<sub>2</sub>)は燃焼により無害な水に変換されるため次世代エネルギーとして実用化検討されている。しかし引火性ガスであるため、有機合成の還元剤などとして利用される場合には、高圧ガス保安法に基づいた厳密な管理が必要であり、安全性の観点からハンドリングや保管に規制がかかる。また、主としてメタンの水蒸気改質で製造されるため、CO<sub>2</sub>の副生は避けられない。従って、CO<sub>2</sub>フリーで進行する水素製造法の開発が期待されており、常温で液体の化合物として運搬・貯蔵して、必要時に H<sub>2</sub>を取り出して還元反応やエネルギーに利用するシステムの開発が求められている。澤間氏は、水・炭化水素・エーテル・アルコール類から水素を効率良く取り出す技術を開発し、様々な反応に応用展開している。以下に代表的な業績概要を示す。

## 1. メカノケミカルエネルギーを利用した水素の製造と還元反応への応用

遊星型ボールミル容器の中でステンレス鋼(SUS, Fe-Cr-Ni の合金)ボールを衝突させると、衝突点に大きなメカノエネルギーが発生し、H<sub>2</sub>O、炭化水素あるいはEt<sub>2</sub>O から H<sub>2</sub>が効率良く発生することを見出した。この反応は SUS を構成する0価 Cr が促進し、同時に Ni の接触水素化触媒効果により、容器内に共存する有機化合物が one-pot で還元される。例えば Et<sub>2</sub>O を水素源とした場合には、共鳴安定化されたベンゼン環の核還元反応が進行する。同様に水を水素源として、地球温暖化物質である CO<sub>2</sub>の完全分解にも成功した。

## 2. 有機分子の不均一系触媒的脱水素反応と応用

不均一系遷移金属触媒は容易に回収・再利用できるため、不均一系触媒的に進行する水素製造法や反応開発は循環型社会の構築に向けて重要である。また、水は安全で無尽蔵な資源であり、水中で反応することで発火などの危険性も回避できる。同氏は、Rh/C や Pd/C などの活性炭担持型遷移金属触媒存在下、水中で進行するアルコールの脱水素型酸化反応を確立した。また、第1級アルコールからカルボン酸への変換では、副生する H<sub>2</sub>が媒介する副反応が問題となったが、穏やかな減圧条件下で反応して H<sub>2</sub>を系外に排除することで、反応効率を格

段に向上することに成功した。新たな減圧反応装置を開発するなどユニークな成果を挙げている。これは、アルコールの水素キャリア(貯蔵・運搬物質)としての可能性も示唆しており、2-PrOHとH<sub>2</sub>Oを混合して、Pt/Cなどの不均一系触媒存在下穏やかに加熱攪拌するのみで、H<sub>2</sub>が *in situ* で調製され、化学的に安定な Ar-F 結合の切断や芳香核の還元反応が進行する。後者は、H<sub>2</sub>を外部添加することなく核還元反応を達成した初めての例である。またアルコールだけでなく、不飽和脂環式化合物の不均一系触媒的脱水素反応も開発し、アルケンあるいはアルキンとジエンの環化付加反応を組み合わせた、ベンゼン環の one-pot 合成法へと応用展開した。

重水素(D)は水素(H)の安定同位体であり、重水素標識化合物は、反応機構解明や薬物の体内動態を追跡するトレーサー実験などに利用される。最近では C-D 結合の安定性を利用して持続性を改善した重水素化医薬品(ヘビードラッグ)にも注目が集まっている。同氏は、最も安価な重水素源である重水(D<sub>2</sub>O)中、H<sub>2</sub>を遷移金属触媒の活性化剤とした、様々な重水素標識化法の開発に成功している。アルコールから H<sub>2</sub>を *in situ* で発生させる手法を応用し、2-PrOH/D<sub>2</sub>O 混合溶媒中 Pt/C を触媒とした、芳香環・アルカン・脂肪族カルボン酸・アクリル酸などの多重重水素化を達成した。また、Si-H 結合の活性化や有機分子触媒による重水素標識化にも成功した。

以上澤間氏は、有機化学者があまり意識することなく使用している H<sub>2</sub>を取り巻く現状に興味を持ち、CO<sub>2</sub>フリーで進行する H<sub>2</sub>発生法を基盤とした環境調和型実用的有機合成法を開発した。これらは、次世代エネルギーの創生や地球温暖化対策としても利用価値が高い。遊星型ボールミルや減圧反応装置など、有機反応には馴染みのない装置を積極的に取り込み、ユニークな発想に基づく反応開発を展開した点は見事である。よって同氏の業績は有機合成化学奨励賞に値するものと認め、ここに選定した次第である。

[略歴] 平成18年3月大阪大学大学院薬学研究科  
博士課程 修了  
現在 岐阜薬科大学薬学部 准教授