

## 第7回グリーン・サステイナブルケミストリー賞の業績

### 1 はじめに

第7回グリーン・サステイナブルケミストリー(GSC)賞の受賞業績が本年3月に発表され、同月6日、7日に開催された第8回GSCシンポジウムにおいて、表彰ならびに受賞講演が為された。

GSC賞の経緯および過去の受賞業績については本誌やGSCネットワークのホームページで紹介されている<sup>1,2)</sup>。

また、本誌のヘッドラインにはGSC技術がわかりやすく解説されており<sup>3)</sup>、講座シリーズではGSC技術に基づいて開発された具体的な材料・商品が連載されているので参考にしていきたい<sup>4)</sup>。

### 2 GSC賞について

GSC賞は、2000年設立のGSCネットワークがわが国のGSCの推進に大きな貢献のあった個人や法人などに贈呈するもので、その成果を顕彰することによりGSCへの取り組みを促進することを狙いとする。GSC賞のうち特に優れたものには、経済産業大臣賞(産業技術の発展に貢献した業績)、文部科学大臣賞(学術の発展・普及に貢献した業績)、環境大臣賞(総合的な環境負荷低減に貢献した業績)があわせて授与される。対象は広い意味での化学分野であり、その利用分野も含まれる。本年度も幅広い分野からの応募があり、受賞業績も広い分野のものとなっている。本稿では今回のGSC賞受賞業績について紹介する。

### 3 第7回GSC賞 受賞業績

—GSC賞 経済産業大臣賞「固体酸触媒を用いた低環境負荷THF開環重合プロセスの開発」株式会社三菱化学科学技術研究センター 瀬戸山亨氏、小林光治氏、三菱化学株式会社 田中稔氏、竹尾弘氏、三菱化学エンジニアリング株式会社 吉田照男氏

本業績は、弾性繊維の原料として近年需要が急増しているポリオキシテトラメチレングリコール(PTMG)を製造するための新しいプロセスとして、メソ細孔を有する固体酸触媒を用い、無水酢酸の存在下でテトラヒドロフラン(THF)を連続的に重合させる低環境負荷型の重合プロセスを完成させたものである。

これまでPTMGは均一系酸触媒であるフルオロ硫酸



写真1 学術総合センター・一橋記念講堂(東京)で開催された第8回GSCシンポジウム。



写真2 第7回GSC賞受賞者。

(FSO<sub>3</sub>H)を用い、重合、加水分解、FSO<sub>3</sub>H中和の各工程からなる回分反応プロセスで生産されていた。FSO<sub>3</sub>Hは腐食性が高く、取り扱いには格段の注意と安全対策が、反応器には高級材質の使用が必要であった。

これに対して本業績では所定分子量のPTMGが拡散するのに十分な径のメソ細孔を有するシリカ担体に、所望の酸強度を有する固体酸を高分散均一担持することによって、分子量分布、副生物量、製品色調といった製品品質の優れたPTMGの工業生産を可能した。加えて、反応速度が大幅に向上したため反応器が小さくなり、かつ材質の制限もなくなるなど、大きな利点を持つプロセスとした。

このように、本業績は環境負荷の大きな均一系酸触媒プロセスを、取り扱い容易な固体触媒プロセスへと転換し、廃棄物量を実質的にゼロにしつつ、高い生産性と高品質を同時に実現したGSC技術の好例である。

—GSC賞 文部科学大臣賞「グリーンサステイナブルケミストリーの教育および普及への貢献」東北大学医療技術短期大学部 荻野和子氏

荻野氏は、多面的な活動を先導的に推進することにより、GSCを高校、大学の化学教育に広範に取り入れ、また国際的活動を通じてGSCの普及に貢献した。以下にいくつかの例をあげる。

◇マイクロスケール化学実験(MC)の開発・提唱・普及：MCには通常化学実験と比べ、環境負荷の抑制(エネルギー

ギー、試薬類使用量ならびに実験廃棄物排出量の削減)、安全性という優れた利点があり、MCを通じてGSC教育を学校に導入できる。荻野氏が開発したMC教材は、楽しく実験できるとともに、化学の基本概念の理解につながる、世界中どこでも実施できるのが特色で、国内外で多数の講演、研修講師に招かれた。

◇GSCの教科書作成：荻野氏らが編集・執筆した「環境と化学 グリーンケミストリー入門」(東京化学同人, 2002年)は、環境の保全に化学が大きな役割をはたすこと、化学者は製品・プロセスなどを環境にやさしいものにするよう努めていることが主な内容の大学向け教科書で、現在広く採用されている。

◇国際的活動：GSCの推進には国際的な連携、交流が重要と考え、国際シンポジウム、ワークショップを組織した。また、国際化学教育会議、IUPAC Congress, アジア化学会議ほか多数の国際会議でGSCの教育を提唱して、その普及に大きく貢献した。

—GSC賞 環境大臣賞「環境負荷削減を実現する高性能潤滑油 AO-オイルの開発」シチズン時計株式会社 赤尾祐司氏  
従来時計は潤滑性劣化に起因した駆動停止により、3～5年での電池交換や買い替えが為されてきた。時計は現在年間約12億個生産されており、交換される電池や廃棄される時計の量は環境負荷として無視できないものである。

赤尾氏は、この課題に対して長寿命化を実現できる潤滑油の研究を進め、潤滑油に関するゲル化、蒸発、部品への浸透や腐食などを解決し、革新的な潤滑油 AO-オイルを開発した。

開発された潤滑油を用いることで時計は10年以上の長期駆動が実現され、新時代を迎えたと言える。光発電素子と2次電池を搭載し、さらに電波を受信して時刻を修正し常に正しい時刻を表示する電波時計も市場に出現した。この時計は、電池使用量が半減されることに加えて、時計部材の腐食がなく主要部材のリサイクル利用が可能となる性能を有しており、環境負荷削減の効果は非常に大きい。また、世界中の時計に水平展開することで環境効果はより大きくなり、既に主要国産メーカーは本潤滑油を使用している。

さらにこの潤滑油に関する技術は、各種駆動部にも応用できることから、時計だけにとどまらず精密部品分野から他の回転装置分野まで幅広い環境効果が期待できる。

—GSC賞「低原子価ルテニウム錯体触媒によるアルケンの高度分子変換手法の開発」京都大学大学院 近藤輝幸氏

本業績は、受賞者らが独自の手法で初めて合成した0価ルテニウム錯体を中心とした低原子価ルテニウム錯体触媒に特徴的なアルケンの高度分子変換手法を開発したことに関するものである。

物質の高度利用に根ざした21世紀の人類社会の持続的発展のためには、環境に負荷を与えることなく新物質、新材料を生産できる環境調和型触媒の有機合成プロセスの構

築が急務である。特に有機資源として重要なアルケンの共オリゴメリゼーションは、塩などの副生を伴わず、中性条件下、原子効率100%で進行する理想的な炭素-炭素結合生成反応である。

このような背景の下、近藤氏は2-ノルボルネン類とアクリル酸誘導体との共二量化反応、スチレン類とエチレンとの鎖状共二量化反応、およびN-ビニルアミド、アクリル酸エステル、エチレンの共三量化反応の開発に成功した。これら一連の反応の合成効率の高さ、環境負荷の低さは特記するものであり、21世紀の有機合成化学が目指すGSCに大きく貢献するものである。

—GSC賞「精密制御された金属酸化物クラスター触媒による選択的酸化反応系の開発」東京大学大学院 水野哲孝氏

酸化反応は化学工業の約7割に関連した非常に重要な反応であり、樹脂や繊維などの原料、種々の合成中間体として有用なエポキシドなどの含酸素化合物を安全性、経済性、環境調和性高く合成することが社会的に切望されている。本業績は、副生物が水のみ酸素分子や過酸化水素を酸化剤として用いた環境に優しい原子効率の高い触媒酸化反応プロセスの開発に関するものである。

水野氏は、酸化物クラスターアニオンであるポリオキソメタレートの特長を巧みに利用して原子レベルで制御された活性点構造の創製を行い、酸素分子や過酸化水素を酸化剤としたアルケン選択酸化などの高難度酸化反応を高原子効率で行うことに成功した。また、無溶媒あるいは水を溶媒として用いる選択酸化に対して高原子効率を示す新規な担持水酸化物固体触媒の開発にも成功した。

このように、水野氏は触媒の活性点構造・機能を精密に制御することによりこれまでになく省資源・環境調和型酸化反応系の開発に成功しており、これらの業績はGSCの発展に大きく貢献するものである。

#### 4 おわりに

今回のGSC賞における特記事項として、地道な教育活動を長年続けられ学術の普及に大きく貢献された荻野氏に文部科学大臣賞が贈られたことが挙げられる。教育が大切なことは当然であるが、持続可能な社会の実現を目指すGSCの推進において地味ではあるが確かな業績に大臣賞が授与されたことは特筆できる。

#### 参考文献

- 1) 荻野和子, 御園生誠, 化学と教育 2004, 52, 254.
- 2) GSCN <http://www.gscn.net> (2008年5月現在).
- 3) 化学と教育 2005, 53, 11号ヘッドライン特集, 588.
- 4) 化学と教育 2006, 54, 1号～2007, 55, 12号GSCシリーズ.

内藤 豊 NAITO Yutaka

(財団法人化学技術戦略推進機構 部長研究員)

[連絡先]101-0051 東京都千代田区神田神保町1-3-5 富山房ビル(勤務先)。