

2003 年

1. グリーン・サステイナブルケミストリー賞（GSC 賞）

第 2 回 GSC 賞は今年度から経済産業省、文部科学省、環境省の各大臣賞として以下の 3 件に授与された。

1) 経済産業大臣賞

副生 CO₂ を原料とする新規な非ホスゲン法ポリカーボネート製造プロセス
旭化成株式会社 福岡 伸典他

2) 文部科学大臣賞

環境調和型触媒を用いる高効率有機合成への応用
名古屋大学大学院工学研究科生物機能工学専攻 教授 石原 一彰

3) 環境大臣賞

地球にやさしい新規五員環フッ素系化合物製造技術の開発
日本ゼオン株式会社 山田 俊郎他、産総研 関屋 章

各業績の内容は次の通りである。（GSCN のホームページに基づく）

1) 経済産業大臣賞

副生 CO₂ を原料とする新規な非ホスゲン法ポリカーボネート製造プロセス
旭化成株式会社 福岡伸典、府川伊三郎、河村守、小宮強介、東條正弘

ポリカーボネートの生産能力は世界で約 270 万トンであるが、これまでは全て一酸化炭素（CO）が原料であった。しかもその大部分は、CO と塩素から製造される有毒なホスゲンを原料とする方法である。ホスゲン法は、(1)ホスゲンの毒性、(2)溶媒として低沸点で暴露制限のある塩化メチレンを大量に用いる、(3)塩化メチレンを含む大量の廃水処理が必要、など環境面での多くの課題を有している。ホスゲン法の持つ環境面及びコスト面での課題を解決しようと、多くの試みがなされてきているが、ホスゲンに替わる安全なモノマーを製造する工程と、これを重合してポリカーボネートを製造する工程の両方にわたる技術上の厚い壁があり、これまで殆ど成功していなかった。

ポリカーボネートを、非ホスゲン法で製造する新規な技術を開発することにより、環境面で社会に貢献すべく GSC 的発想に基づき約 20 年にわたる研究開発がなされ、この両工程に存在する技術上の壁がブレークスルーされ、新しい技術の確立がなされた。この技術は既存の方法（CO 原料）とは異なり、CO₂ を原料とする世界で初めての非ホスゲン法ポリカーボネート製造技術である。

本技術は、エチレンオキシドと副生 CO₂、及びビスフェノール A の 3 つを原料とし、高性能のポリカーボネートと高純度エチレングリコールの 2 つの製品を高収率で製造するものである。CO₂ は化学反応を殆ど起こさないで、これをポリカーボネートの主骨格の中に取り入れることは困難とされてきたが、この技術では化学反応が巧みに利用され、用いた CO₂ の全量を製品中に取り入れることに成功している。原料として用いる CO₂ はエチレンオキシド（PET ボトルやポリエステル繊維用のエチレングリコールの原料）の製造時に副生し、これまでその殆どが大気中に放出されていたものである。

本技術は、ホスゲン法の持つ課題を解決し、その上、収率が高く省資源、省エネルギー

を達成しており、CO₂ の削減（ポリカーボネート 1 万トン当たり 1730 トン）にも寄与しているトータルでグリーンなプロセスであり、GSC の精神を具現しているものである。

本技術に基づく工業化プラントは、旭化成の合併会社（旭美化成）で 2002 年 6 月から商業運転に成功しており、既存法に比べ建設費及び原材料費が安いので、非ホスゲン法ポリカーボネート製造法として、今後世界に広く展開されていくものと、期待される。

2) 文部科学大臣賞

環境調和型触媒を用いる高効率有機合成への応用

名古屋大学大学院工学研究科 石原一彰

エステル及びアミド縮合反応はほとんどの有機化合物の製造に関わっている。従来の縮合法では原料のどちらかを大過剰に用いるか、予めカルボン酸を反応性の高い別の物質に変換しておくのが一般的である。本研究では市販のハフニウム(IV)塩またはジルコニウム(IV)塩を触媒に用いてカルボン酸とアルコールの 1:1 等モル混合物からの高効率エステル脱水縮合反応を実現し、触媒の回収・再利用にも成功した。本手法により生分解性ポリエステルも合成可能である。また、アリアルホウ酸を触媒に用いてカルボン酸とアミンの 1:1 等モル混合物からの高効率アミド脱水縮合反応にも成功した。本手法を応用した触媒的脱水重縮合反応によるアラミド合成は世界初である。アラミドは耐熱、耐炎性、高強力繊維として注目されている。更に、均一触媒の回収・再利用を目的にフルオラスホウ酸を設計し、有機相/フルオラス相の [液/液] 二相分離により回収・再利用を実現した。このフルオラス触媒の溶解性に温度依存性があることに着目し、[固/液] 回収システムを考案した。このシステムではフッ素溶媒を全く必要とせず均一触媒を濾過・回収できる。

過酸化レニウム触媒が第一級アミド及びアルドオキシムの脱水反応によるニトリル合成の触媒として極めて活性が高く、触媒の回収・再利用もできることを見つけた。また、本触媒系をベックマン転位反応やベックマン開裂反応に応用し、含窒素化合物の変換反応のグリーン化に大きく貢献した。また化学修飾により様々な機能を付加できる超強酸（濃硫酸よりも強い酸）を開発した。例えば、有機溶媒に膨潤することを特徴とするポリスチレン樹脂担持型超強酸を合成し、このものが回収・再利用できることはもちろん、様々な有機反応に対し既存の固体酸触媒を凌ぐ触媒活性を発現することを明らかにした。特に、本触媒を用いてビタミン E の高効率合成法を実現したことは特筆に値する。また、フルオラス超強酸の設計にも成功し、[固/液] 回収システムに応用した。

なお、本研究は科学技術振興事業団の研究プロジェクトである CREST、及び SORST（研究代表者：山本 尚・現米国シカゴ大学教授）の一環として行われた。

3) 環境大臣賞

地球にやさしい新規五員環フッ素系化合物製造技術の開発

日本ゼオン株式会社 山田俊郎、大槻記靖、杉本達也、田中公章

産業技術総合研究所 関屋章

本業績の「地球にやさしい新規五員環フッ素系化合物製造技術の開発」のポイントは、

世界的な要請に応える物質として、5員環構造を有する独創的な2種類のフッ素系化合物(精密洗浄剤用途のヘプタフルオロシクロペンタンおよび半導体製造用ドライエッチング剤用途のオクタフルオロシクロペンテン)の実用化とその製造技術開発である。これらの化合物は、オゾン層破壊力を持たないこと、地球温暖化への影響が小さいことが特徴であり、さらに製造技術においても、独創的合成法による短工程化、フッ素系廃棄物の最小化等において、GSCの観点から優れた成果を示したものである。

本技術の特長は、独創的な分子設計により、環境適合と高性能を両立したことである。5員環の特性を生かした新規かつ独自の分子構造のため、先端分野に対応した高い性能を有する。エッチング用途では高集積な先端半導体製造用ドライエッチング剤として、広く世界中で使用され情報化社会実現の一翼を担っていること、溶剤用途では精密機械部品や電気電子部品の高精細な洗浄剤、また、ポリマーコーティング溶剤に用いられることにより、従来のフッ素系化合物をしのぐ性能で社会への貢献実績を伸ばしている。また、これらの化合物が使用されるに際し、エッチング機器や洗浄機およびそれらの周辺機器の発展という波及効果も高く、この点からも産業界への貢献を果たしている。

現在、本業績で開発された化合物のさらなる適用範囲の拡大、化学原料としての利用拡大、および、蓄積された製造技術の活用による、次世代の環境に適合しかつ高性能な物質開発等において検討が継続されており、一部は実用化に向けての開発段階にも入っている。

第 2 回 GSC 賞

環境調和型触媒を用いる高効率有機合成法の開拓は 21 世紀の最重要課題である。特に、環境汚染の問題から、バルクケミカルの製造を担う反応プロセスのグリーン化が急務である。環境調和型触媒反応プロセスの実現には、(1) 高い原子効率、(2) 低い E-ファクター、(3) 毒性化学物質の使用禁止、(4) 実用性等のグリーン・サステイナブル ケミストリー (GSC) の条件を満たす必要がある。