



GSCN
Green & Sustainable
Chemistry Network

GSCNは化学技術の革新を通して 「人と環境の健康・安全」を目指し、 持続可能な社会の実現に貢献する 活動を推進する組織です

GSCN was established in 2000 to promote research and development for the Environment and Human Health and Safety, through the innovation of Chemistry .

GREEN CHEMISTRY CAN MEET THE CHALLENGE

Paul T. Anastas

Senior Policy Analyst, OSTP, Executive Office of the President



There are few things that chemists and chemical engineers like more than a good challenge. In many ways, this is why it is such a wonderful time in history to be a chemist or chemical engineer. The challenges that confront the planet are nothing short of the most consequential that Man has ever faced. Simply put, if we do not meet the challenges of maintaining the viability of the biosphere, Man will not survive to see any of the other challenges.

With a population of six billion that is expected to reach 10 billion by the year 2050, the planet is showing signs of strain. The empirical data of population growth shows a dramatic correlation between higher standard of living and sustainable population growth. However, higher standard of living has historically been accompanied by negative impacts on human health and the environment. The challenge then comes to the scientists and engineers; "How to increase quality of life, especially in developing nations, while minimizing the impact on the planet." Green Chemistry and Engineering will be a significant part of the solution.

The focus of these efforts could be centered on the major issues for sustainability including global climate change, energy production, food production, resource depletion and toxics in the environment. The principles of Green Chemistry and Green Engineering can be particularly useful in addressing these major challenges.

The ability to invent a sustainable future exists in the talents of our chemists and engineers. The two elements that are still needed are education and urgency. We need to continue to understand the molecular basis of hazard that is not part of our current chemistry curriculum. The miraculous ability of our chemist and chemical engineers to "engineer away environmental problems" after they are formed must now be reoriented to include the engineering of processes that obviate the need for the utilization of hazards wherever feasible. This education, this action, must not be undertaken at a pedestrian pace. It needs to be done now, with the sense of urgency that the sustainability of our planet warrants.

(p2 下へつづく)

動き出した世界のGSC

JCII 北島 昌夫

最近になって、米欧の GSC への取り組みが活発になり、それに伴って各国の考え方の違いがはっきりしてきた。グリーンケミストリーの提唱者として知られる、アメリカ大統領府の Dr. P. Anastas から巻頭言を頂いた機会に世界の GSC の動きについてまとめた。

グリーン・サステイナブル ケミストリー (GSC) は地球の限界を強く意識した技術開発を先導する指針として広く世界に定着しつつある。グリーン ケミストリー (GC) は米国で生まれ「予防的アプローチによる革新的化学技術開発の推進」を特徴とし、また欧州で主張されているサステイナブル ケミストリー (SC) は、環境、経済、社会を等しく基本要素とすることを特徴として推進されてきた。このような動きの中で日本は GSC として両者を統合し、産学官連携の良さを軸に世界をリードしてきた。例えば昨年日本が先導的に開催した GSC 国際会議 (GSC TOKYO 2003) は、その第2回の開催 (2005年6月20日 - 24日、於米国・ワシントン) が公表されている。GSCN ではさらに足元であるアジア・太平洋に焦点を合わせた地域連携組織を構築すべく準備をはじめている。

最近になって、GSC を国際競争力強化の手段とす



2003年11月にバルセロナで開かれた第5回グリーンケミストリー会議 (IUCT主催) のパネル討論

る動きが先進各国で活発になってきた。その第一は GSC を対象とした技術ロードマップの策定である。すでにオランダ¹⁾と英国²⁾では重点技術領域や目標達成時期を示した技術ロードマップが産学官連携によってまとめられている。日本の GSC や米国の GC は「法規制によらない自主的活動」を原則としてきた。しかし、2004年に入ってから GSC を国家戦略の対象とする動きも表面化してきた。1月にはドイツ (環境省) が OECD と共催で SCワークショップ³⁾を開催し、「法制度をてことした SC の推進」を提案した。また3月には「GC R&D 促進法案」が米国下院科学委員会に提出された⁴⁾。日本でも GSC を軸とした環境・製造技術・エネルギーを融合した「サステイナブル テクノロジー戦略 (ST戦略)」提言が JCII によって策定された⁵⁾。

これらの動きは、GSC の理念に基づいた革新的化学技術の開発を単に環境負荷の低減に役立てるだけでなく、21世紀前半の産業の国際競争力強化の核にしようという思惑が国家レベルで表面化しつつあることを示している。(詳細は各 URL を参照していただきたい。)

¹⁾ <http://www.ez.nl/publicaties/pdfs/01I118.pdf>

²⁾ <http://www.crystalfaraday.org/>

³⁾ <http://www.sustainable-chemistry.com/>

⁴⁾ <http://www.congress.nw.dc.us/chemical/>

⁵⁾ <http://www.jcii.or.jp/>

(連絡先: kitajima@jcii.or.jp)

(p 1 より)

There are those that argue that sustainability is far more than a scientific and technological challenge, that it involves complex social interactions and value systems. They may be correct. However, while they engage in the endeavor of changing the hearts, minds and behavior of six billion people to make society more sustainable, I believe it is the responsibility of the less than 1% of the population that is knowledgeable in science and engineering to make the current (and likely future) behavior as sustainable as possible. This can be done through the design of intrinsically benign products and processes. To tell the developing world that increased quality of life is an unrealistic expectation, is simply not an option. To make that increased quality of life have a minimal negative impact on the Earth is our greatest and an attainable challenge

(日本訳は GSCN の web にのせる予定です。)

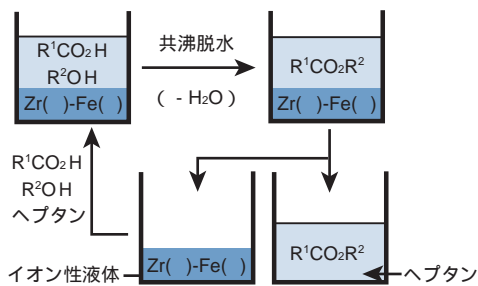
2002年度 グリーン・サステイナブル ケミストリー賞 文部科学大臣賞 回収・再利用が容易な脱水縮合触媒

名古屋大学 大学院工学研究科 生物機能工学専攻 石原 一彰

エステル及びアミド縮合反応はあらゆる有機化合物の製造に必要な不可欠であると言って過言ではない。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。しかし、近年はグリーンケミストリーの観点から高い原子効率と低いEファクターが強く求められており、原料の1:1混合物からの触媒的脱水縮合反応の開発が急務である。我々は回収・再利用可能な高活性エステル縮合触媒、アミド縮合触媒、ニトリルへの脱水触媒を開発した。

1. エステル縮合触媒の開発

2000年、我々はカルボン酸とアルコールの1:1混合物からの触媒的脱水縮合反応に成功した。市販の $\text{HfCl}_4 \cdot (\text{THF})_2$ (0.1~1.0 mol%) を用いて、カルボン酸とアルコールの1:1混合物をトルエン溶媒中で加熱還流して脱水し、目的のエステルをほぼ100%の収率で合成した。本法は高い触媒回転数と水のみを副生成物とする点で画期的である。3級アルコールを除く殆どすべての脂肪族及び芳香族のアルコールと脂肪族及び芳香族のカルボン酸に適用できる。注目すべきは $\text{HfCl}_4 \cdot (\text{THF})_2$ を用いて5万を越える数平均分子量を持つポリエステルが合成できることである。2001年にはエステル交換反応を促進しない $\text{HfCl}_4 \cdot (\text{THF})_2$ の特徴を利用して、2級アルコール共存下、触媒的1級アルコール選択的エステル縮合反応に成功した。さらに2002年、より安価な $\text{ZrCl}_4 \cdot (\text{THF})_2$ にも $\text{HfCl}_4 \cdot (\text{THF})_2$ と同等な触媒活性があり、THF錯体よりもDMF錯体の方が空气中でより安定で扱いやすいことがわかった。また最近、Fe(III)が助触媒として有効であり、反応後、複合触媒Zr(IV)-Fe(III)をイオン性液体で抽出し、繰り返し回収・再利用することに成功した(図1)。



2. アミド縮合触媒の開発

1996年、我々は酸、塩基、水、熱に比較的安定な3,4,5- $\text{F}_3\text{C}_6\text{H}_2\text{B}(\text{OH})_2$ を触媒に用いてカルボン酸とアミンの1:1混合物からの世界初の触媒的脱水縮合反応に成功した。ケブラーに代表されるアラミド(芳香族ポリアミド)は耐熱、耐炎性、耐強度繊維として重要であるが、その低い溶解性と芳香族ジアミンの低い求核性から熱重縮合による合成は不可能であるというのが常識であったが、我々はこのボロン酸触媒を用いて200~300℃に加熱することによりナイロン、アラミド、ポリイミド樹脂の合成に成功した(2000年発表)。さらに、回収・再利用が容易なフルオラス

ポロニウム触媒3,5-(C_6F_5) $_2\text{C}_6\text{H}_3\text{B}(\text{OH})_2$ の合成に成功した(2001年)。このボロン酸はキシレンには室温で溶けないが加熱すると溶ける。従って、加熱環流中は均一触媒として働き、反応後室温まで冷やすことにより濾過・回収できるので工業的価値が大きい。本法はフルオラス触媒のフッ素溶媒を用いない[固/液]回収システムとして世界初である(図2)。

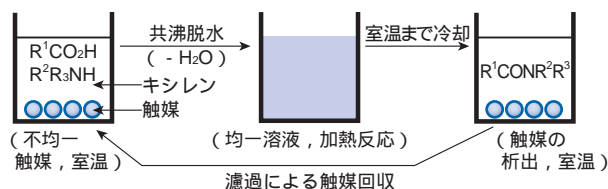


図2 フルオラスボロン酸触媒の回収・再利用システム

3. 脱水触媒によるニトリル合成法の開発

2002年、我々は市販の $(\text{HO})\text{ReO}_3$ (0.5~1 mol%) が1級アミド及びアルドオキシムからニトリルへの脱水反応の触媒となることを発表した。本反応は大量スケールにおいても遜色なく進行する。生成したニトリルをそのまま蒸留によって単離すれば、触媒のみがフラスコに残るため再利用も可能であるので工業的価値は大きい。過酸化レニウム特有の六員環遷移状態を経由する反応であることが推察される。また最近、3,5-(CF_3) $_2\text{C}_6\text{H}_3\text{B}(\text{OH})_2$ と $(\text{HO})\text{ReO}_3$ の混合触媒を用いてカルボン酸と尿素からN-モノアシル尿素を経由してニトリルに変換するワンポット合成法を開発した(図3)。

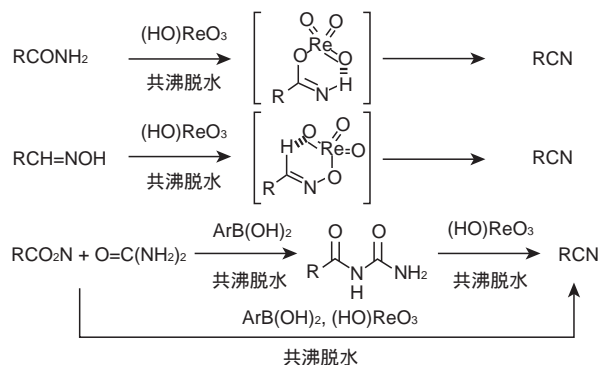


図3 触媒的脱水反応によるニトリル合成

(連絡先: ishihara@cc.nagoya-u.ac.jp)

2003年度GSCNハイライト

GSC賞 第3回(2003年度)のグリーン・サステイナブルケミストリー賞は、1次(委員長:角五 正弘GSCN GSC賞委員長)および2次の選考委員会(委員長:安井至・国連大学副学長)を経て次の3件がGSC賞に選ばれた。1次選考委員会ではグリーン度、新規性、科学的合理性の観点を中心に。2次選考委員会ではこれらに加え経済性・社会的影響度、波及効果・発展性を総合的に検討して決定した。賞の贈呈式は、3月8日午後6:00から第4回GSCシンポジウムのレセプションの前に行われた。

1. GSC賞: -経済産業大臣賞-

「気相ベックマン転位プロセスの開発と工業化」
住友化学工業株式会社

2. GSC賞: -文部科学大臣賞-

「環境調和型新規酸素酸化法の創成とその工業化」
石井 康敬(関西大学工学部)、
八浪 哲二、中野 達也(ダイセル化学工業)

3. GSC賞: -環境大臣賞-

「環境安全性に優れた自己消火性エポキシ樹脂組成物の開発と電子部品への適用」

木内 幸浩、位地 正年(日本電気)、
鈴木 博之、大須賀 浩規(住友ベークライト)

GSCシンポジウム

3月8,9日学術総合センター一橋記念講堂で行われました。講演は、野依良治先生の特別講演を始め10件、ポスター発表121件、参加者400人以上という盛り上がりを見せました。

GSC News Letter

2003年度は、NO.7-10までを発行しました。2004年度も同じ時期に発行の予定です。

メンバー

2003年度は、従来の10団体に加え、新たに12の団体がメンバーになりました。メンバー名は下に記載しました。

用語解説

脱水縮合反応(dehydrative condensation reaction):

脱水を伴う縮合反応を脱水縮合反応という。例えば、カルボン酸とアルコールからエステルが生成する反応、カルボン酸とアミンからアミドが生成する反応、リン酸とアルコールからリン酸エステルが生成する反応などがある。また、ポリエステルやポリアミドを生成する脱水縮合反応を特に脱水重縮合反応という。ほとんどの脱水縮合反応は可逆的であり、縮合反応によって生成する水を反応系から除くことによって促進される。GSCの観点から、近年、触媒的脱水縮合反応の開発に注目が集まっている。

グリーン・サステイナブル ケミストリー ネットワーク (GSCN)



(社)化学工学会 (社)近畿化学協会 (社)高分子学会 (社)高分子学会 高分子同友会 触媒学会 (社)石油学会 (社)日本化学会 (社)日本ゴム協会 (社)日本分析化学会 (独)産業技術総合研究所 塩ビ工業・環境協会 (社)化学情報協会 (社)新化学発展協会 石油化学工業協会 (社)日本化学工業協会 (社)日本塗料工業会 (社)プラスチック処理促進協会 (財)化学物質評価研究機構 (財)野口研究所 (財)バイオインダストリー協会 (財)油脂工業会館 (財)化学技術戦略推進機構

事務局 101-0051 東京都千代田区神田神保町 1-3-5
Tel 03-5282-7866 Fax 03-5282-0250
URL <http://www.gscn.net/>

