

**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 .

地球と人類のための高分子科学・技術

Polymer Science and Technology for the Global Society

京都大学大学院工学研究科 教授
高分子学会 会長 澤本 光男



井上靖は散文詩「元旦に」で、「なぜ元旦があるかわからないが、人間の一生が少々長すぎるので、神様が365日ずつに区切り、その階段で人はひと休みするのだ」と硬質の文で綴っている。筆者の属する高分子学会は、2011年に60周年を迎える。還暦も、5年と12年の暦を組合せた恣意的な区切りかもしれないが、ここでしばし歩みを休め、高分子科学の来し方・行く末を考える機会になればと思う。

そんな折2009年初頭、高分子学会は、化学技術戦略推進機構の依頼を受け、将来の高分子科学の役割について提言を行った。片岡一則（東大）副会長の下、産学の小委員会をお願いした労作であるが、「持続可能な社会実現に向け貢献する高分子に期待される役割」と題し、環境・エコロジー、環境低負荷プロセス、エネルギー、安心・健康の4分野が設定され、実例を挙げて高分子科学と技術がいかに貢献できるか、高分子学会は何を目指すべきかが示されている。

一方、日本学術会議は、新年に「日本の展望-学術からの提言2010」を発表し、そこでも化学委員会・高分子化学分科会（委員長：岡本佳男・名大名誉教授）が提言「地球と人類の持続社会に貢献する化学のために」を行っている。やはり、科学技術振興のための基盤技術（物質創成研究）、エネルギー・環境問題克服および安心・安全社会のための材料化学、高齢化社会と情報化社会に貢献する材料化学の推進が緊急課題となっている。

これらの提言は、ある意味で昨今の予想に違わず、「人類と社会のために科学と技術」という共通の認識が学界と社会とに浸透していることを示している。「人類と社会のため」には、新たな知の創造もあり、必ずしも産業への貢献を意味しないが、エネルギーのための電導膜、環境保全ための複合材料、非侵襲医療のための高分子など、「もう視野に入っている」次世代高分子も数多い。今後の学会においても、集合体あるいは単一分子としての高分子独自の特性を見極めて、高分子科学と技術における新たなパラダイムの創成を推進することが求められる。ひと休みの後には、力強い一歩が続いてほしいものである。

スウェーデンで見た持続型社会への取り組み

Approach for Sustainable Society in Sweden

東京大学 大学院農学生命科学研究科 岩田 忠久

一年に一度、ノーベル賞の時期になると必ず世界中の目が注がれる北欧の雄、スウェーデン王国。総人口わずか900万人強と東京都より少ない国ではあるが、自動車のサーブやボルボ、質の高いスウェーデン鋼が有名で、福祉国家としての先進性を併せ持っている。そのスウェーデンで見た、バイオガスの利用を含めた持続型社会への取り組みについて紹介する。

2009年9月下旬に、ストックホルムから電車で40分ほど北に位置するスウェーデン第4の都市であるウプサラを訪問した。ウプサラは、人口18万人に過ぎないが、1477年に創設された北欧最古の大学であるウプサラ大学があり、植物分類学で有名なカール・フォン・リンネ、単位に名が残されているアンデルス・オングストロームなどを輩出している。今回、筆者は同じウプサラにあるスウェーデン農科大学(SLU)を訪問したのだが、我が国ではほとんど目にすることがなく、一部の自治体でわずかに使われ始めているバイオガス車を一般市民が普通に使っているのを目にし、驚きを隠せなかった。



写真1 バイオガスで動くスクールバス

スウェーデンでは冬場のエンジン始動時の問題を避けるためにガソリン15%とエタノール85%の混合燃料(ET85)が主に使われている。しかし実際は、SLUの教員と話をしていると、実にそのときの価格に応じて適当に混ぜて使っているようで、「今日の我が車はET63だ。」などとお気楽であるが、裏を返せば、それだけ身近になっていることの証拠である。

一方、バイオガス車に目を向けると、ウプサラでは公共のバスの3分の1はバイオガス車であり、写真のようなスクールバスも既にバイオガス車が利用されていた。一般の市民もバイオガス車を利用し始めており、驚くことに町中にバイオガススタンドが存在しており、ガソリンスタンドと同じ感覚で訪れ、自分で



写真2 町中のバイオガススタンド

バイオガスを車に充填していた。私などはつい最近までセルフのガソリンスタンドで入れるのも躊躇していたが、さすがに、世界で初めてバイオガス列車を走らせた国である。バイオガスは非常に身近なエネルギーなのだと実感させられた。

ちょうどバイオガスを充填している女性がいたので聞いてみると、5分ほどで充填できるとのことであった。バイオガスの値段は、1Nm³当たり12スウェーデンクローネ(日本円で120円)ほどであり、満タンにすると200キロは走ると教えてくれた。知っただけの通り、バイオガス車の燃料はメタンガスであり、主に動物の排泄物、生ゴミ、生分解性物質、農産廃棄物などの発酵により生産され、高純度に精製された後、バイオガス車に利用される。町外れには、生ゴミからのバイオガスを製造する微生物発酵槽などが多数見られ、安定的にバイオガスが身近で製造されている様子が見られた。

最後に、少し話は変わるが、冬の長いスウェーデンにおいて、安定的な熱供給は最も重要な課題である。スウェーデンでは、ヤナギの栽培を積極的に行っている。ヤナギ(あえて、柳とは書かない)というと、日本では結構な大木で、川沿いに植わっており、枝が垂れ下がり幽霊と結びつけたくなるが、スウェーデンのヤナギは全く別のもので、非常に細く、まっすぐ伸び、約3年で5mに成長する。農家の方は、この短期回転型ヤナギの栽培を、農地を3つに分割して行うことにより毎年安定的に収穫できるようにしており、1ヘクタール当たり年間10トンほど収穫できると教えられた。非可食系の短期回転型の持続可能なバイオマスを生じたエネルギー生産の現場を見て、我が国では何が出来るか今一度考えさせられた。

バイオエタノールを含むバイオマスエネルギー生産において、ある意味非常に後れを取った我が国。



写真3 バイオガス用に栽培されているヤナギ

石油に頼らない、持続可能かつ社会の発展のために、バイオエタノールに限らず、バイオポリマーの生産も含め、バイオマス利用に関する総合戦略図を再度描き直す必要性を感じたスウェーデン訪問であった。

グリーンケミストリーを担う過酸化水素酸化技術

Green Oxidation with Aqueous Hydrogen Peroxide

(独) 産業技術総合研究所 環境化学技術研究部門 佐藤 一彦

酸化反応を含むプロセスは全化学プロセスの30%以上を占めると言われ、工業的に最重要であるが、一方で環境を汚染しやすいプロセスでもある。たとえば硝酸は工業的に大量に使われている酸化剤であるが、酸化反応を行う際に地球温暖化物質である亜酸化窒素や窒素酸化物 (NO_x) を副生する。また、高選択酸化のためにクロムなどの重金属を含む酸化剤が用いられているが、目的物と当量以上の重金属廃棄物が生じる。本稿では、このような観点から我々が開発してきた過酸化水素を用いる環境に優しい選択酸化技術と、それを利用した革新的絶縁材料開発について述べる。

過酸化水素 (H₂O₂) は消毒薬オキシドールやコンタクトレンズの洗浄剤として低濃度の水溶液が市販され、また無機化合物と組み合わせて固体化したものは非塩素系漂白剤や洗濯槽クリーナーなどとして、我々の身の回りで広く使われている。過酸化水素はクリーンな酸化剤であるが、それ自身の酸化力は弱く、石油化学由来の様々な化合物を酸化するためには何らかの活性化が必要である。我々は、過酸化水素の酸化力を飛躍的に向上させるいくつかの新しい触媒を発見した。触媒として働く化合物は目的とする変換反応ごとに異なる。その結果、目的に応じて様々な種類の化合物を高収率および高選択率で与え、有機溶媒を必要とせず、水以外の副生成物が出ないクリーンな酸化反応を開発することができた (図1、矢印上の赤字が触媒)。

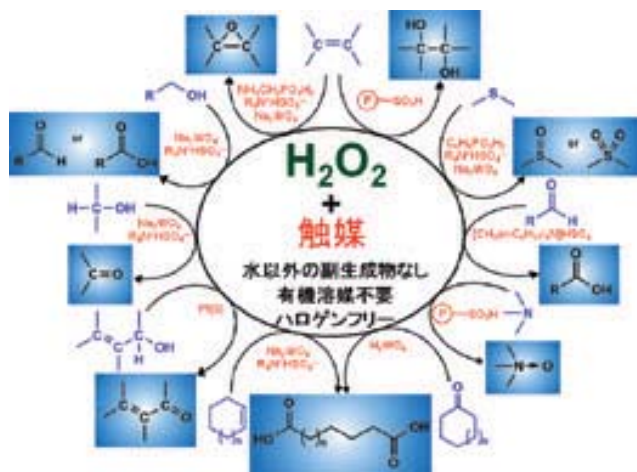


図1 過酸化水素による選択酸化反応

我々の開発した反応の社会への還元は未だ十分ではなく、製品化に至る様々な段階で失敗を経験してきた。共同研究開発の一例として、昭和電工 (株) と共同で行ったNEDOプロジェクトの概要を紹介する。我々の開発した過酸化水素による塩素フリーエポキシ化技術と昭和電工 (株) の硬化剤技術の融合により、次世代エレクトロニクス製品に対応可能な革新的絶縁材料を共同開発することができた。絶縁材料は大型液晶ディスプレイから携帯電話まで、あらゆる電子部品に使用されている。一般にエポキシ樹脂が絶縁材料の原料であるが、従来の製造技術では原料およびプロセスに塩素化合物の使用が不可欠であり、大量の塩素化合物が廃棄物として発生してい

た。また、樹脂中に微量に残存する有機塩素化合物が長期間の使用時に塩化水素を発生し、微細配線をショートさせ、長期絶縁性が損なわれる問題点があった。電子部品の高機能化、軽量化は今後ますます進んでいくが、そのためにはプリント基板のフレキシブル化と配線の細線化が重要技術であり、その上を被覆し回路を保護する絶縁材料も高い絶縁性能と柔軟性が求められるようになってきた。電子材料用に設計したジオレフィン化合物の過酸化水素によるエポキシ化に対して、高活性と高選択性と大量生産性を実現する新規な触媒系を開発し、100 kgスケールでの塩素フリー選択的エポキシ化に成功した。得られた二官能性エポキシモノマーをオリゴマー化するとともに、このエポキシ基と反応させるのに最適な硬化剤を開発し、高性能樹脂 (絶縁材料) を完成させた。絶縁保護膜用樹脂として実際に利用した場合に、従来よりも2桁以上高い絶縁性を有し、しかも長期間その絶縁性を維持することが出来た。さらに、高い柔軟性を合わせ持つ革新的な絶縁材料の開発に成功した (図2)。液晶ディスプレイの薄型化などの製品の小型軽量化を実現するとともに、消費電力を減少させることも可能である。

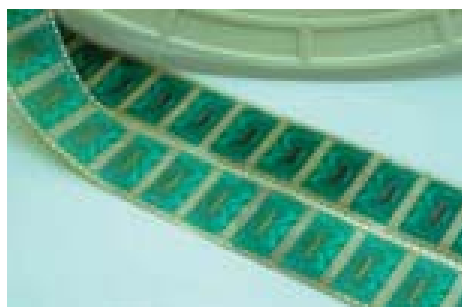


図2 COFフィルム サンプル

上記共同研究開発が契機となり、経済産業省のグリーン・サステナブルケミカルプロセス基盤技術開発プロジェクトが2008年度からスタートした。総合科学技術会議でS評価 (特に重点的に実施すべき) を頂き、産業技術総合研究所では9月から集中研を設置して企業4社とともに革新的酸化プロセス基盤技術開発を行っている。また、過酸化水素酸化技術を含むグリーン化学技術は、総合科学技術会議の革新的技術にも選定された。我々が開発した反応のいくつかは、グリーンケミストリーの教育目的で大学等の教育カリキュラムとして実施されている (日本科学未来館実験工房「グリーンケミストリーを体験しよう!」など)。

第10回 GSC シンポジウムのご案内

日時：10年3月4日（木）～5日（金）
 場所：学術総合センター・一橋記念講堂（東京）
 〒101-0003 東京都千代田区一ツ橋2-1-2（地図：<http://www.gscn.net/event/map.pdf>）

主要テーマ

「持続可能な社会に向けた GSC の実践と展望」

主なプログラム内容

1. 主な講演者（敬称略、50音順）

磯貝 明	東京大学 教授	未定
遠藤 守信	信州大学 教授	カーボンナノチューブの材料開発
袖岡 幹子	理化学研究所 主任研究員	未定
寺倉 誠一	三菱重工(株)	セルロース系バイオマスの糖化技術開発
錦谷 禎範	新日本石油(株)	有機太陽電池における高効率化の現状と将来展望
原 亨和	東京工業大学 教授	固体酸触媒によるセルロースの加水分解
福田 秀樹	神戸大学 学長	革新技術によるバイオリファイナリー展開
宮田 清蔵	NEDO シニアプログラムマネージャー	未定
吉田 潤一	京都大学 教授	未定
福田 淳史	経済産業省 室長	未定
谷 広太	文部科学省 室長	未定

2. 第9回 GSC 賞受賞講演 & ポスター発表

3. 主なプログラム

2010年3月4日（木）		2010年3月5日（木）	
登録受付	9：30～16：30	登録受付	9：00～15：00
開会式	10：00～10：20	特別企画	9：30～11：30
招待講演	10：20～12：00	－ NEDO セッション－	
ポスター発表	12：50～15：20	（GSC セミナー）	
招待講演	15：30～17：30	GSCN 賞受賞講演	11：30～12：20
ポスター発表	17：30～17：40	GSCN 賞受賞講演	13：20～14：35
GSCN 賞表彰式	18：00～18：30	招待講演	14：50～17：00
レセプション	18：30～20：30	閉会式	17：50～17：10

参加登録料： 一般 15,000円、学生 4,000円（10年1月31日振込まで）
 一般 18,000円、学生 5,000円（10年2月1日以降の振込）

プログラムの詳細は、決まり次第 Web に掲載します。

参加登録は、Web サイト (<http://www.gscn.net/>) よりお申し込みください。

お問い合わせ先：（財）化学技術戦略推進機構 GSC ネットワーク事務局
 〒101-0051 東京都千代田区神田神保町1-3-5
 TEL：03-5282-2866 FAX：03-5282-0250
 E-mail：gscn@jcii.or.jp Web サイト：<http://www.gscn.net/>

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)高分子学会 触媒学会 (社)石油学会 (社)電気化学会 (社)日本化学会 (社)日本分析化学会 (社)化学情報協会 (社)近畿化学協会 ケイ素化学協会 (社)高分子学会高分子同友会 (社)新化学発展協会 (社)日本ゴム協会 (独)産業技術総合研究所 (独)製品評価技術基盤機構 塩ビ工業・環境協会 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/>