

**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 .

### かけがえのない地球 Only One Earth

九州大学総長 **梶山 千里**  
Tisato KAJIYAMA  
President, Kyushu University



国造りの物語である「古事記」には天照大御神(あまてらすおおみかみ)の孫、天津日高日子番能邇邇芸命(あまつひだかひごほのにぎにぎのみこと)が豊葦原(とよあしはら)の瑞穂の国を治める様命ぜられ、天より地に下りる光景が記されている。一昨年来、九州でもくっきりとした遠景の山並を楽しめる日が目立って少なくなってきた。この主原因は中国からの黄砂と石炭燃焼による煙のエアロゾルと思われる。工場のない対馬でも昨年は光化学スモッグ注意報が出され、九州の大気汚染は、私達の身体に影響を及ぼすまで悪化している。100m先がぼんやりとしか見えない日も多く、「古事記」に出てくる邇邇芸命も国造りのため天より日本の国土を見付けて、下りてくるのも難しいのではと想像される。中国・韓国などの経済発展は、東アジア及び日本に大きな利益をもたらすと同時に、急激な環境悪化を引き起こしている。そこで九州大学は、2011年に迎える百周年記念事業の一環として「東アジアの環境問題」に全学で取り組むこととし、優れた研究者を学内或いは国内外から集めて、国際産学連携プロジェクトとしてスタートさせた。

20世紀になり科学技術を生かして工業生産活動が活発になると、自然界に於ける生物生産などの地球環境に対する正の要因と環境汚染等の負の要因のバランスが徐々に崩れ、特に20世紀半ば以後、地球環境への負荷は著しくなってきた。オゾンホールによる紫外線の増加、炭酸ガスによる地球温暖化、酸性雨による植物、建造物被害等、著しく速度を早めて私達を襲っており、これらの問題解決が、かけがえのない地球を守るために待ったなしの問題となってきた。一つしかない地球で持続可能な社会を実現できるのも、また、豊かで健康な日常生活を送ることができるのも、科学と化学技術の有効使用なくしては不可欠です。

# フッ素科学でのグリーンケミストリー的な循環系の構築

東京工業大学・大学院生命理工学研究科 北爪 智哉、岩井 伯隆

化学の分野では、90年代からグリーン・サステナブルケミストリーという立場に立った研究が活発に行われている。フッ素科学の分野でも技術と資源は大きなテーマとなっており、環境に配慮された「資源循環型プロセスの構築」が重要となっているが、フッ素化合物の独特の性質が障壁となりほとんど取り組まれている。フッ素科学独特のこのテーマに我々のグループは、フッ素化合物の生物機能を利用して、合成・分解するという手法で取り組んでいるので紹介したい。

## フッ素系物質の分解菌の探索

フッ素資源のグリーンケミストリー的な循環型のシステムを構築するために、菌体や酵素を活用する技術の開発に取り組んでいる。まず菌体によるフッ素系物質の分解により使用されたフッ素系物質からフッ素イオンの形で回収し、フッ素化酵素により分子内にフッ素原子を導入する試みである。モノフルオロ酢酸の分解菌として *Pseudomonas indoloxidans*, *P. cepacia*, *Moraxella* sp., *Burkholderia* sp. 等のグラム陰性菌や、菌類である *Fusarium solani* が報告されており、その分解機構(図1)についても詳細な報告がある。我々は、分子内に複数個のフッ素原子を含有する、ベンゾトリフルオリド(BTF)、ジフルオロ酢酸誘導体、ジフルオロエタノール等の分解菌の探索から行っている。医薬品などの生理活性化合物のファーストスクリーニングでは数万

図1 モノフルオロ酢酸の微生物による脱フッ素化

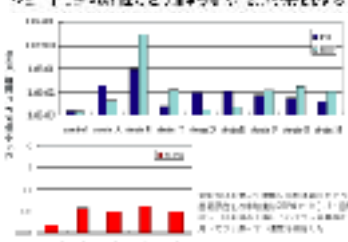


図2 C-F結合分解菌のスクリーニング結果

検体進めても候補化合物が一つ見つかるかどうか一般的な現状を考えると非常に高い確率で候補株が見出されたことは驚きであった。具体的にはFBについて分解能を示す株が350株中4株、BTFについてはFBについて分解能を示す株が350株中5株、EDFAについては250株中4株見出された。特にFBとBTFは同じ菌株で最も高い分解能を示し、その割合は添加した基質に対して数%の値に至った。

## フッ素化酵素(フルオリナーゼ)

無機のフッ化物イオンからフッ素系物質を生成する酵素(フルオリナーゼ)が放線菌 *Streptomyces cattleya* から見出され、無機フッ化物からC-F結合が合成可能となった。驚くべきことは、生体内においてはメチル化の基質として供給されているS-アデノシル-L-メチオニン(SAM)へフッ素を導入可能であることである。DNAのメチル化反応は生物が自己認識をする上で非常に重要な反応であるので、ほとんど全ての生物がSAMをメチル化の基質として用いているが、SAMが全く違う使われ方をした例は、恐らくこのフッ

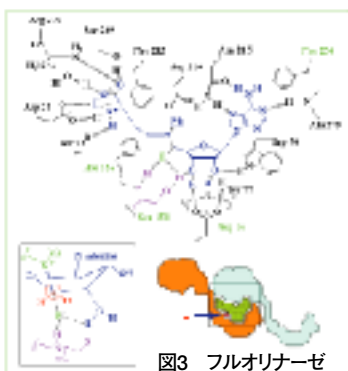


図3 フルオリナーゼ

素化反応が初めてではないだろうか。フルオリナーゼは5位の炭素をフッ素化することによって、アデノシンのフッ素化誘導体5-FDAを生成する。この反応機構は5位の炭素を中心にして硫黄原子の背面からフッ化物イオンが求核的に攻撃するS<sub>N</sub>2型の反応であると考えられている。筆者の研究室では、この酵素フルオリナーゼの活性を高めるために、熱やその他のストレスにより変性・失活したタンパク質を再生する機構が備わっているシャペロンといわれるタンパク質、中でもGroEタンパク質の導入を系に試み、活性を4倍近く向上させることに成功している。図2に示すように、フルオリナーゼの反応場は互いに異なるフルオリナーゼのN末端ドメインとC末端ドメインによって挟まれる形で構成されており、N末端ドメイン側のアミノ酸残基によって形成されるフッ化物イオンポケットにフッ化物イオンは収まる。一番コンタクトをとると考えられるのは158番目のセリンであるが、脱溶媒和環境を形成するためには156番目のフェニルアラニンも重要であると推測される。また、SAMのリボース環と水素結合を介すると思われる16番目のアスパラギン酸も158番目のセリン残基であるヒドロキシル基の方向を規定すると思われる、これらのアミノ酸の変換がフッ化物イオンに対する親和性に大きく変化をもたらすことが容易に推測できる。現在筆者の研究室では、完成度の高いフッ化物イオンポケット構造を期待しながらフルオリナーゼの変異体を設計し、進化型フルオリナーゼの構築を試みている。

## フッ素資源循環型プロセスの構築

前述したように生物機能によりフッ素系物質が分解・合成できることが明らかとなったので、分解により生成したフッ素イオンが酵素フルオリナーゼにより分子内へ導入可能かどうかについても検討を進めている。その結果、ある種のフッ素系物質を用いることによりこの「フッ素資源循環型プロセスの構築」も可能であることの光が見え始めている。フッ素科学における「持続可能な発展」に向けての取り組みは、人工的に作り出されたフッ素系物質を自然界の菌体で分解して生成したフッ素イオンを、別の菌体で分子内へ組み込むという時空間を超えた異分野融合というシステムで、「フッ素科学での資源循環型プロセスの構築」という新しい扉を開け始めている。



図4 フッ素資源循環プロセスの展開

## 「環境低負荷な“水なしCTP版”および印刷システムの開発と更なる進化」

### Development and Further Progress of Environmentally Friendly "Waterless CTP Plate" and its Printing System

東レ株式会社 後藤 一起

世界的な環境意識の高まりの中、印刷業界においても、VOC低減や廃液削減など環境問題への対策が急務となっている。また、業界動向として、コンピューター上のデジタルデータを、レーザーを用いて印刷版に直接書き込むというCTP (Computer To Plate) システムの普及が急速に進んでいる。東レでは、このような背景のもと、新規な画像形成機構の発明等により、近赤外レーザー光で画像形成可能で、幅広い分野での印刷適正に優れ、現像廃液・湿し水廃液などを生じず、加えてVOC低減にも効果的な、極めて環境低負荷な水なしCTP版および印刷システムの開発・実用化に成功した。

今回、東レが開発した水なしCTP版は、レーザー照射による感熱層表層の反応、その後の現像処理によるシリコンゴム層の除去というプロセスを通して印刷版として使用される(図1)。ポイントとなる技術は、以下の3つである。

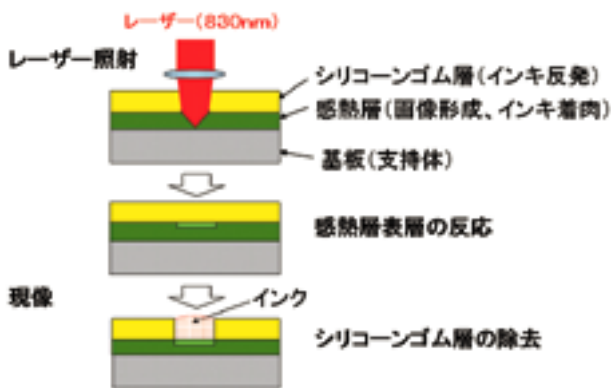


図1 水なしCTP版の構成と印刷版作製プロセス

第1のポイントは、独自の光機能性高分子材料の設計と、レーザー光の吸収特性制御により“光(熱)剝離機構”と呼ぶ新規な画像形成機構を発明したことである。本機構では、近赤外レーザー光の照射により、感熱層中に急激な温度分布が生じると共に、感熱層表層が反応する。その結果、感熱層とシリコンゴム層との接着力が低下し、その後の現像処理により、レーザー照射部のシリコンゴム層が除去される。レーザー照射により生じる温度分布を積極的に利用したことで、高感度が達成できた。

第2のポイントは、実質的に循環水だけで現像する水現像システムを採用・開発したことである。現像は自動現像機を用いて行うが、薬液による膨潤処理後、ブラシで擦る事によりシリコンゴム層を除去する。有害な現像廃液を生じないシステムである。

第3のポイントは、新たなシリコンゴム材料の設計・開発である。水なしCTP版では、このシリコンゴムにより形成された数ミクロン厚の層によりインキが付着しない部分(インキ反発部)が形成される。従って、IPAなどを含む‘湿し水’でインキ反発部を形成する従来のPS版とは異なり、湿し水廃液を全く生じない。さらに、印刷条件のコントロールが容易であり、高精細な美しい仕上がりの印刷物が、熟練者を必要とせず安定して得られる。

水なしCTP版を用いた印刷システムは、湿し水を用いる従来の印刷システムに対して、高い印刷特性、

経済的優位性のみならず、環境への低負荷が大きな特長である(図2)。具体的には、フィルムを使用しない。現像工程において、アルカリ現像廃液が出ない。印刷工程において、湿し水を使用しないため廃液が発生しない。湿し水に由来するVOCを低減することが出来る。さらに、印刷立ち上がり時の紙使用量の削減にも貢献できる、などの点である。

さらに、最近のトピックスとして、現像時の膨潤処理薬液をも不要にするケミカルレス水なしCTP版“INOVA”の開発が挙げられる。水なしCTP版の環境低負荷特性を揺るぎないものにすべく、研究・開発を進めている。



図2 水なしCTP印刷システムの環境負荷低減

水なし印刷は、“バタフライマーク”(図3)を象徴とし、日米欧拠点の水なし印刷協会(Waterless Printing Association)等により、活発に普及活動が進められている。また、「オフセット印刷サービス」グリーン基準ガイドラインでの認定、(社)日本印刷産業連合会が定めるグリーンプリンティング認定工場での高い使用実績、さらには官公庁でのグリーン購入判断基準に組み入れられるなど、今後の大きなうねりに繋がる動きが見られる。市場的にも、従来の一般商業印刷分野の拡大に加え、欧州を起点とする



図3 水なし印刷を表すバタフライマーク

新聞印刷用途の急拡大、さらにはパッケージ印刷やCD/DVD印刷分野への展開などの新しい動きもあり、また、昨今、注目を集めつつあるプリントブル・エレクトロニクス分野への応用展開など、今後の益々の拡大・発展が期待されている。

(連絡先: Kazuki\_Goto@nts.toray.co.jp)

## 第8回 GSC シンポジウムのご案内

日時：2008年3月6日（木）、7日（金）  
 場所：学術総合センター・一橋記念講堂（東京）  
 主催：グリーン・サステイナブルケミストリーネットワーク  
 後援：経済産業省、文部科学省、環境省、日本学術会議、新エネルギー・産業技術総合開発機構、日本経済団体連合会等  
 主なプログラム：

- － 3月6日（木）  
 人の役に立つ環境にやさしいものづくり 小林 修 東京大学大学院 教授  
 製紙業界における環境問題への取組みと今後の課題 内藤 勉 日本製紙 参与、技術本部長代理  
 <ポスター発表>  
 演題未定  
 Sanga Ngoie Kazadi  
 立命館アジア太平洋大学 国際協力・研究部長 教授  
 化学物質管理から見たグリーン サステイナブル ケミストリー  
 浦野 紘平 横浜国立大学大学院 特任教授  
 生命科学時代が求める新材料 ―ソフト&ウェットマテリアルの創成  
 Gong Jian Ping 北海道大学理学研究院 教授
- － 3月7日（金）  
 技術を核としたイノベーション推進に向けて 徳増 有治 経済産業省 大臣官房審議官  
 サステナブル・モビリティへの取組み 上田 建仁 トヨタ自動車 常務役員  
 科学報道とリスクコミュニケーション 小出 重幸 読売新聞 科学部長  
 <第7回 GSC 賞受賞講演>  
 サステイナブルケミストリーの一断面-人の健康を可視化する分子イメージング技術の現状と展望-  
 西本 清一 京都大学 副学長・工学研究科長  
 三菱ケミカルホールディングスグループにおけるコア技術を生かした GSC  
 田中 栄司 三菱化学 執行役員

参加登録、詳細情報： web サイト <http://www.gscn.net/> をご参照下さい。

## 平成19年度産総研 環境・エネルギーシンポジウムシリーズ4 「21世紀の化学反応とプロセス―バイオマス原料の新たな展開―」

主催：独立行政法人 産業技術総合研究所  
 協賛：(社)日本化学会、触媒学会、GSC ネットワーク (GSCN) ほか  
 日時：平成20年2月15日（金）13:00～18:30  
 会場：つくばカピオ（茨城県つくば市竹園1-10-1）TEL 029-851-2886 FAX 029-851-2851  
 参加料： 無料  
 特別講演  
 「高性能・高機能バイオベース高分子材料」 宇山 浩（大阪大学大学院工学研究科教授）  
 産総研講演 6件  
 産総研・環境化学技術研究部門、コンパクト化学プロセス研究センターポスター発表  
 問い合わせ先：(財)日本産業技術振興協会 産業技術部 水野 (tel 029-855-1267)  
 申し込み方法：下記ホームページからお申し込みください。  
<http://www.jita.or.jp/kankyokagakusympo.htm> または e-mail(mizuno@jita.or.jp)、fax(029-855-1279)にて、参加者名、所属、職名、連絡先の郵便番号、住所、電話、fax、e-mailをご記入の上、お申し込みください。  
 事前登録締め切り：2008年1月末日（当日参加登録可）。

### 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/>

