

2006nen1

1. 第6回 GSC シンポジウム

第6回 GSC シンポジウムが2006年3月7・8日に東京・学術総合センターで開催された。

冒頭、内ヶ崎功 GSCN 会長（日立化成会長）から挨拶があり、GSC アジアオセアニア会議（GSC-AON2007）が07年3月7-9日に東京で開催される旨発表された。

1) 基調講演

「課題先進国」日本とGSC 小宮山 宏（東京大学総長）

日本は資源に乏しい人口密度が高い国である故に、21世紀近未来の世界の姿を先取りしており、その未来社会が有する諸課題を他国に先駆けて顕在化している「課題先進国」である。この地位をうまく使って、国際競争力の源泉を培うことができる筈であるから、世界の先頭に立つ勇気をもって問題解決にあたるべきである。

（小宮山の提唱した）「ビジョン2050」（「地球持続の技術」（岩波新書））では、循環システムの採用・98年比エネルギー効率3倍、自然エネルギー利用2倍の世界を目指すことにしており、「東京ウォーターベッド計画」（同）では580kmの排熱用海水パイプ敷設で東京のヒートアイランドが解消できるはずだし、新設したサステナビリティ学連携推進機構（IR3S）では大学・研究所のネットワークにより検討を進めて行く事になっている。GSCを含めて、この目標に向かって進めば先進国課題の解決に貢献できるのである。

豪でのGSCの将来展開(仮題) （中止） M. Hearn (Monash大学教授)

The Partnership of R&D Groups and Industries in Promoting Green Chemistry and Chemical Process in Taiwan J-S. Yang (ITRI:台湾工業技術研究院)

ITRI（イトリ）は6千人を擁する台湾の経済省の資金で運営される国立研究機関。グリーンケミストリーに関しては応用研究を担当し、反応蒸留、超遠心マイクロリアクター、光触媒反応、バイオポリマーなどを手がけている。

具体的には、超遠心によるHClのstripping、超臨界IC洗浄、可視光で作用する酸化チタン光触媒、フォトレジストのリサイクル使用などの研究をおこなっている。

どのような豊かさを求めるべきか？ 北野 大（淑徳大学教授）

豊かさをモノに求める段階は過ぎて、大方の日本人は心の豊かさを求めている。ほんものに触れ、ほんものを持つところに心の豊かさを感じ、その豊かさを求める過程に幸福がある。

化学、GSCに今必要なのはそのような消費者に心の豊かさを感じさせる「ほんもの」を作り出すことである。天然物の代替品としてのプラスチックではなく、プラスチックでな

ければならないところに使うべきである。

社会のパラダイムに変換が起こっている様に、化学のパラダイム変換であるGSCの考え方を生かして行く事が求められている。

急速に拡大深化する化学

村井眞二（JST、前日本化学会会長）

持続可能な社会実現の方策の重みが増大している世の中で、ケミカルサイエンスはその幅と深さを増している。日本の化学と化学技術はワールドリーダーの一つとして輝いているが、IUPAC（国際純正応用化学連盟）の次期会長には早大の松本和子教授が就任、06年7月発刊を目標にアジアの化学雑誌Chemistry - An Asian Journalを計画中、また、2010年の化学オリンピックの誘致などこの分野での日本のポジションは高まっている。

さらに10年、20年先の高い目標を掲げて、挑戦して行こうではないか。

2) 経営者のビジョン及び企業におけるGSCの実践

住友化学と持続可能な発展

河内 哲（住友化学副社長）

GSC、レスポンシブルケアを通じてCSR（企業の社会的責任）を推進、持続可能な未来を拓くことを目指している。技術開発の具体例として、資源を有効利用するPO製法の工業化、排出物をなくし環境を維持するカプロラクタム新製法や塩酸酸化技術の開発、高機能材料開発によるエネルギー効率向上を齎す高分子LED、マラリア防除蚊帳オリセットを通じた社会貢献を紹介。さらに英知を結集して、産学官の連携により持続的発展が可能な仕組みを作って行かなければならない。

ライフサイクルでのグリーン化を目指して 江村祐輔（キャノン常務取締役）

化学物質規制の考え方が有害物質製造の規制から最終製品での使用規制へと大きく変わりつつある。

キャノンではファクター2ビジョンを定め、2010年に製品価値と環境負荷の比率（エコ効率）を2倍にすることを宣言したが、化学物質対策はビジョン達成の大前提となっている。RoHS規制対応やグリーン調達活動などを進め、製品のライフサイクルを通じた環境保証活動を推進している。

3) GSC関連政策及びアジアオセアニア連携

高度部材産業集積と持続可能性

渡邊宏（経済産業省機能性化学品室長）

我が国の化学産業は、製造業の基幹産業の一つとして、高度な技術・ノウハウを保持し、自動車や家電等の世界で活躍するユーザー産業を支え、日常生活の質の向上においても、医療や環境などのあらゆる分野で多大なる貢献をしている。また、情報電子材料、医薬等の機能性化学品分野において、アジアにおける高付加価値製品の生産・開発拠点として、大きな役割を果たしている。新産業創造戦略2005でも、高度部材産業として位置づけられ

ているので、わが国産業の持続的発展のために振興策を講じて競争力を強化して行く。

具体的には、海外事業収益の国内還元、減価償却制度の見直し、サプライチェーン(垂直連携)の円滑化、化学物質管理制度の競争力強化への活用など諸課題の検討を進める。

循環型新産業のためのバイオマス全利用システム

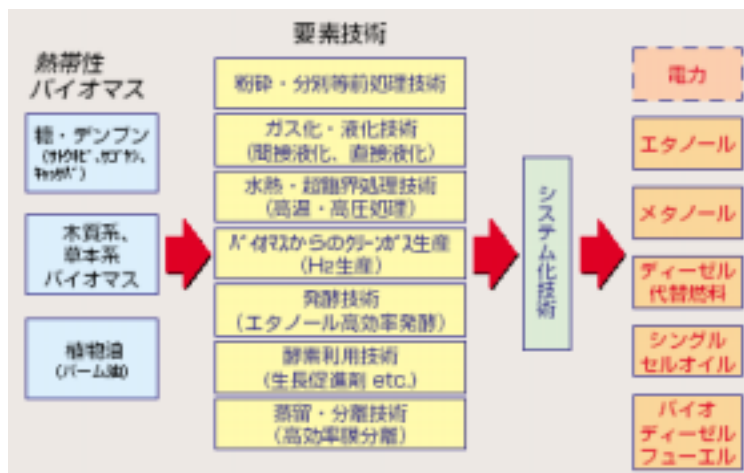
坂西欣也(産総研バイオマス研究センター長)

日本のバイオマス資源量は小さく、しかも分散しているので、有効利用のために高度の技術開発が求められている。産総研バイオマス研究センターでは、木質バイオマスからのエタノール・ETBE製造とBTL(Biomass to Liquids)システムを重点課題としている。

エタノール製造プロセスでは、木質の水熱前処理と高温酵素糖化、吸着によるエタノール回収を検討している。

BTLシステムでは、バイオマスガス化によるCO/H₂製造、乾式ガス精製、フィッシャートロプシュ合成、水素化分解・異性化による非石油系ディーゼル油製造を検討している。

地産地消型の小規模分散利用システムとアジア全体を含むバイオマスアジア構想によるバイオマス全利用システムを構築し、高度有効利用を可能にして行く。



4) GSCの最先端

元素戦略とグリーン&サステイナブルケミストリー

中村栄一(東京大学教授)

貴金属触媒がGSCに果たす役割は大きい、これらの資源は制約が大きく将来のリスクは高い。触媒等を貴金属からユビキタス金属(鉄、アルミ、炭素、ケイ素、硫黄)に置き換える研究が京大元素科学国際研究センターなどで行われている。

金属を使わない有機合成反応としては、フラーレンを触媒にしたN₂の固定化(京大・植村、丸岡;04年)、Pdに代わりFeを触媒とする反応などの成果が出ているが、歴史を遡れば銅と水を用いるNiouland反応(アセチレンからネオプレンを合成)は1906年に発見されたものである。化学考古学の中にGSCが眠っている可能性がある。

ユニークな微生物機能の探索・開発とものづくりへの利用 清水昌（京都大学教授）
微生物の化学反応への利用の例は日本に多く、この10年間に約20件が工業化されている。
光学活性化合物として、ラクトナーゼによるパントテン酸合成中間原料のパントラクトンの光学分割法、カルボニル還元酵素による汎用型キラルアルコール生産が工業化されている。また、アクリロニトリルからニトリルヒドラーターゼによりアクリルアミドを作るプロセスは環境調和型のGSC成功例として注目されている。

自然条件が多様である事から微生物資源大国であり、有用微生物の探索と活用は大学の研究に適しており産学連携の成果が期待される領域でもある。

Materials Synthesis using Supercritical Fluid Solvents

A. I. Cooper (Liverpool大教授)

超臨界CO₂ (scCO₂) を用いる先端材料研究について。

scCO₂は安価、低毒性、易分離、低粘度、低界面張力、樹脂可塑化など特徴を持っており、これをうまく使った材料開発が行われている。

- ・ scCO₂可溶の酢酸ビニルオリゴマーは、高価なフッ素系界面活性剤以上に溶解性と乳化性を有する。
- ・ ペンタアセチルガラクトースのscCO₂溶液の定方向凍結、気化により細胞培養用多孔性材料を作成。
- ・ エマルジョンをテンプレートにした多孔性高分子材料。CO₂ / 水エマルジョンを溶剤にして水相で重合反応を行い、終了後CO₂を気化除去し次いで水を除去することで平均孔径9.7 μm、見掛け密度0.14g / cm³の多孔性ポリアクリルアミドを作る。

5) 第5回GSC賞受賞講演

文部科学大臣賞

キラル有機分子触媒のデザインと有用アミノ酸の実用的不斉合成

丸岡啓二（京都大学教授）

環境調和型のキラル有機分子触媒のデザインに取り組み、有用アミノ酸の実用的不斉合成など、地球環境にやさしい無公害型の有機合成反応プロセスを開拓した。

有機分子触媒が水と有機溶媒の間を行き来する相間移動反応は、水溶液中、常温、常圧、開放系で行なえるため、極めて工業化しやすい反応システムである。しかも、金属を使わない相間移動触媒を用いるため、地球環境に調和した有機合成反応プロセスが可能になる。市販の安価な光学活性ピナフトール由来のスピロ型キラル相間移動触媒を考案し、これを用いて有用物質の触媒的不斉合成、とくに天然型及び非天然型の有用アミノ酸やペプチドの実用的な大規模プロセスを確立した。本法により、既存の工業的方法では入手が難しかった各種の人工アミノ酸の大量合成が可能になった。生理活性アミノ酸として、パーキンソン病の治療薬L-ドーパ、抗生物質L-アザチロシン、ACE 阻害剤、各種のイソキノリンア

ルカロイドなどが容易に合成できる。また、先例のない不斉二重アルキル化反応の開発により、従来至難とされていた β -ジアルキルアミノ酸の触媒的合成プロセスが確立でき、生体代謝の遅い各種の非天然型生理活性ペプチド合成と、それらの新規な創薬への可能性を開いた。

本キラル触媒は産業界から注目を集めており、米国アルドリッチ社や和光純薬から「Maruoka Catalyst(丸岡触媒)」として本キラル触媒の商品化、販売が行なわれている。さらに、構造の単純化と併せて、極めて高活性のキラル相間移動触媒(基質の一万分の1の量)を開発することに成功し、関東化学から市販されている。また、最近、他の実用的なキラル有機分子触媒として、光学活性ピナフチル基を有するキラルアミノ酸触媒やアミン触媒などをデザインし、実用的不斉アルドール、不斉マンニッヒ反応の確立に成功した。

経済産業大臣賞

人工ゴルジ装置による複合糖質の自動合成法

西村紳一郎(北海道大学)、塩野義製薬株式会社、東洋紡績株式会社、株式会社日立ハイテクノロジーズ

糖鎖およびこれらを含む複雑な分子である複合糖質は重要な「情報伝達・制御因子」であるということが明らかとなってきた。複合糖質の機能解明のための基礎研究はもとより医薬品開発や疾患の早期診断等の新技術開発にとって「効率的で汎用性に富む糖鎖合成法を確立すること」は緊急課題の一つとなっている。

本研究では安全で効果的な糖鎖合成反応を基本とする「糖鎖自動合成の新技术」を確立し、産学連携研究によってこの原理を発展させた糖鎖自動合成装置「Golgi™」を完成させた。細胞内で実際に糖鎖がタンパク質に導入されて順次伸長するプロセスで最も重要な2つの事実、糖鎖はランダムコイル型のフォールディングしていないポリペプチド鎖(タンパク質前駆体)に導入されること、糖転移酵素群は細胞内小器官であるゴルジ膜表面に高密度で分布していることに着目し、この現象をもとにして設計・デザインされた磁性体ビーズに固定化した安定なリコンビナント糖転移酵素とタンパク質前駆体を模倣した受容体基質、すなわちランダムコイル型ポリマータイプのプライマー分子を用いることにより試験管内での効果的な糖鎖合成反応を実現させた。

糖鎖自動合成装置「Golgi™」(右図)を活用して既にオリゴ糖鎖誘導体や免疫学的に重要な糖脂質ガングリオシド類などの迅速合成が達成されている。また、癌関連糖ペプチド抗原MUC1糖ペプチドライブラリーの構築とそれらを用いるバイオマーカー分子探索研究にも応用され、新規な癌ワクチン療法の開発研究をはじめ次世代バイオ医薬品として期待される糖タンパク質製剤の開発においても、波及効果の大きい鍵技術に発展すると期待されている。



環境大臣賞

環境低負荷型超低イオウ燃料製造技術の開発（独立して共同受賞）

- ） 藤川貴志他（コスモ石油中央研究所）
- ） 畑中重人他（新日本石油中央技術研究所）

（本業績は、燃料油中のイオウ分を10ppm 以下（サルファーフリー）に低減する超低イオウ化に関するものである。両社は独自に技術開発と実用化を進め、コスモ石油は「環境調和型軽油超深度脱硫触媒の開発とその実用化」、新日本石油は「サルファーフリー燃料製造技術の開発」として個別にGSC 賞に応募した。超低イオウ化における両社の技術水準は高く、既に10ppm 以下にイオウ分を低減できる触媒と製造技術を開発し、2005 年1 月より市場供給に入っている。これら技術は環境負荷低減に大きく貢献することから、両社の業績を、表題「環境低負荷型超低イオウ燃料製造技術の開発」として共同受賞となった）

コスモ石油は1999 年よりNEDO / (財)石油産業活性化センターの「石油精製汚染物質低減等技術開発」プロジェクトに参画して軽油超深度脱硫触媒の開発に取り組んだ。その結果、既存の500ppm対応軽油脱硫装置でサルファーフリーを達成できる高性能CoMo 系脱硫触媒（C-606A）の開発に成功した。開発触媒の脱硫活性は従来の500ppm 対応触媒と比較して反応速度で約3 倍である。本触媒は、高分散MoS₂ のエッジ部位にCo 種が配位した高活性CoMoS 相（CoMoS Type II）を高濃度で発現させるための有機酸やリンの利用など、新規な触媒調製技術により完成した。CoMoS 相については、島根大学・岡本康昭教授により開発された触媒のキャラクタリゼーション法により、その状態の確認がなされている。

本触媒技術は既存の500ppm 対応軽油脱硫装置で超低イオウ軽油の生産を可能にするため、触媒の増充填の必要がなく、その結果、使用後の廃触媒最終処分量の増大も抑制できる。また、温和な運転条件で超低イオウ軽油の生産が可能のため、エネルギー節約による環境負荷低減効果も大きい。

新日本石油は、ガソリンや軽油といった目的とする生成物ごとの低イオウ化技術に加え、重油などのより重質な留分を原料とし水素化分解することでサルファーフリー燃料を得るなど、いくつかの技術の融合体としての燃料製造技術を開発した。“ROK-Finer” プロセスは、特殊な触媒と反応条件によって高い脱硫選択性とオクタン価低下防止（オレフィン水素化率低減）を両立できる国内唯一の独自のFCCガソリンの選択的水素化脱硫プロセスである。(財)石油産業活性化センターの技術開発事業として2004 年より20,000 バレル/日規模で実証化を開始し、順調にサルファーフリーガソリンを製造している。

軽油水素化脱硫用の開発触媒は、担体の構造を高度に制御することにより高い表面積を付与するとともに、活性金属の単層化により超微細化している点に大きな特徴がある。これにより大幅な活性向上を達成し、現在2,000m³ 以上の開発触媒が各製油所脱硫装置で使用

されている。重油の水素化分解触媒では、分解活性が向上するものの灯油・軽油留分の収率が低下し、不要なガス・ナフサが増加することが指摘されていたゼオライトに、独自に工夫を施すことにより従来の触媒に比べて高い分解活性を有しながらも、灯油・軽油留分の増産を可能にした

6) ポスター発表

ポスター発表146件の内、以下の8件にポスター賞が贈られた。

セラミックスの水溶液合成および自己組織化単分子膜を用いた液相パターンニング

増田佳丈、河本邦仁；名古屋大学大学院工学研究科

生体内の有機テンプレートによる無機材料の結晶成長制御・構造体作成に倣った、単分子膜をテンプレートにしたナノマイクロセラミックス構造体をアモルファスTiO₂、アナターゼTiO₂結晶、ZnO結晶を用いて作成した。

超臨界二酸化炭素を利用した機能性複合粉体の製造技術

今木卓弥他；花王株式会社加工・プロセス開発研究所

臨界CO₂中に高分子化合物を溶解させ、同時に無機粒子を分散させた後、CO₂が液化しないように減圧することにより、無機粒子表面に吸着した高分子化合物を固着させ被覆する。超臨界CO₂特有の性質を利用することにより、複合化粒子の微細構造制御が可能となり、化粧品原料として良好な機能（光学特性、感触等）を有する複合粉体（図-1 参照）を開発、2002年から和歌山工場で本複合粉体の製造設備が稼動。

シトクロムc₃ をクロスリンクした光合成反応中心からヒドロゲナーゼへの直接的電子移動による光水素生産

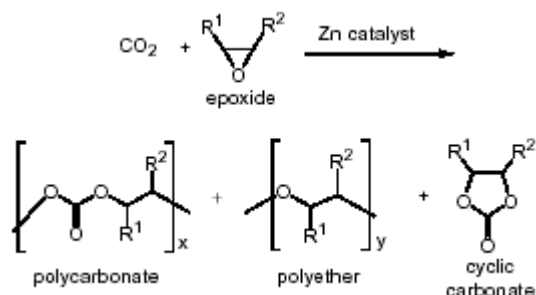
伊原正喜、大倉一郎他；理化学研究所、東工大他

藍藻や藻類を利用した太陽光による水素生産は、光化学システムI（PSI）からプロトン還元酵素であるヒドロゲナーゼへの電子伝達頻度が低い為に効率が低い。そこで、PSI にヒドロゲナーゼの電子伝達パートナーであるシトクロムC₃(*cyt c₃*)を化学的に連結し、PSI C₃ ヒドロゲナーゼと続く人工的電子移動経路（図1）のモデル系の構築を目指し、水素発生速度から検証した。

二酸化炭素を直接原料とする高分子合成[1] 亜鉛二核錯体を用いた二酸化炭素とエ

ポキシドの共重合 小河綾香、井上祥平他；東京理科大学工学部

二酸化炭素とエポキシドの交互共重合によるポリカルボナートの合成に、架橋構造を持つ亜鉛二核錯体(1)を用いて、選択性よく合成することに成功した。



層状粘土触媒ハイドロタルサイトおよびモンモリロナイトを用いるOne-Pot反応系の開発 本倉健、金田清臣他；大阪大学大学院基礎工学研究科

層状粘土触媒の特性を活かしたone-pot 反応系の開発を行っている。単核4価Ru 種を表面に固定したRu 表面固定化HT(Ru/HT)は固体表面に塩基点とRu 種を有する多機能触媒としてはたらき、アルコールの酸化・還元反応、アルドール反応などを進行させてキノリン誘導体³⁾および α -アルキル化ニトリル化合物⁴⁾のone-pot 合成を可能とした。

ポリ(4-ヒドロキシブタン酸)の熱分解メカニズムの解析

金剛柱、土肥義治、阿部英喜、東京工業大学大学院総合理工学研究科、理化学研究所
脂肪族ポリエステル熱分解メカニズムを系統的に把握することを目的として、主鎖炭素数が4のポリ(4-ヒドロキシブタン酸)(P(4HB))の熱分解反応を詳細に解析し、その分解メカニズムを明らかにした。

酵素触媒を用いた新規ポリチオエステルの合成

加藤誠、戸嶋一敦、松村秀一；慶應義塾大学理工学部

種々のジカルボン酸ジエステルと1,6-ヘキサジチオールを *Candida antarctica* 由来固定化リパーゼ(lipase CA)存在下直接重縮合を行なうことで分子量1万程度のポリチオエステルが高収率で得られることを見出した。得られたポリチオエステルはいずれも相当するポリオキシエステルと比べて熱特性の向上が確認された。また、融点及び結晶化温度ともに明確な偶奇性を示した。また、生分解性も併せ持つことが示唆された。

光とメタンの有効利用：Ce-Ti 共担持光触媒による直接メタンカップリング反応

レニ ユリアティ、伊藤秀章、吉田寿雄；名古屋大学大学院工学研究科，同エコトピア科学研究所

シリカ担体のセリウム・チタン高分散光触媒Ce(x)/Ti(y)/SiO₂を用いてメタンからエタンと水素を得る反応の活性を調べ、CeとTiの活性の和に等しい事を明らかにした。