

## 2. グリーンケミストリー国際シンポジウム

第1回が日本で2003年に開催された国際シンポジウム(第2回)が今回はアメリカの第9回 Annual Green Chemistry & Engineering Conference と合同でアメリカ・ワシントンで今年6月20日から24日まで開催された。概要を報告する。

参加者は25カ国、約500名、日本から約50名の参加があり、口頭発表約260件、ポスター発表約60件という「Sustainability」をキーワードにした活気あるシンポジウムとなった。

次回は2007年にデルフト(オランダ)で開催される。

### 1) Keynote Addresses

Keynote Addressとして、21日から24日の連日朝一番8時から4氏による講演が行われた。演者と講演タイトルは以下の通りである。内容は講演要旨集にも掲載されていないので、出席者以外には分かりません。下記はJCIIニュースから出張者日吉和彦氏の報告を借用しました。ご了承下さい)

Prof. Ronald Breslow, Columbia University

Beyond the Molecular Frontier: Green Approaches to a Sustainable Future

Sustainabilityへの化学の寄与、化学そのものに徹して述べ、その広範膨大な業績の提示と今後の課題が示唆された。もはや有機溶媒中での反応を捨てて、全て水を溶媒としよう。水に溶けないとされているものでも水媒体中で反応させる工夫や、水中では早すぎて制御不可、工業化不能とされている反応を実用的な速度に制御しよう等々、極めて意欲的にその取り組みが語られた。

Prof. George Whitesides, Harvard University

What is the Scope of Green Chemistry? Picking the Problems

最も広範に原理的哲学的にSustainabilityとは何かを論じ、その追求には人々の利害が絡み合い複雑なものとならざるを得ないことを指摘し、化学技術の役割と、叡智をもって取り組むべきこととが強調された。

Prof. Ryoji Noyori, Nagoya University and RIKEN (The Institute of Physical and Chemical Research)

Molecular Catalysis: Today and Tomorrow

高い立場からSustainabilityを考察した。これこそがGSCの典型という最先端の研究成果を挙げて、化学技術の役割、しかもその社会的な意義を分かりやすく示すと共に、化学者に向かって、「社会に目を向けよ」と、自らの興味と関心だけによって化学に埋没することを厳しくたしなめ、21世紀における化学者の役割を極めて力強い言葉で述べられた。

Linda Fisher, Dupont, Chief Sustainability Officer

Green Chemistry: Driving Sustainable Growth

Dupont 社の取り組みが述べられた。同氏は長らく EPA で Sustainability に関する国策形成の中心的役割を担い、Anastas 博士らの若手官僚による思う存分の GC 推進をリードしてきた人物で、最近 Dupont 社に副社長兼最高 Sustainability 担当者として迎えられたものである。

Sustainability への広範で深い理解があるであろうに、企業人となった今、明確に Dupont 社という企業の存続に的を絞った話をした。すなわち 200 年以上にわたりその時々時代の要請にあわせ事業の基盤となる技術領域を極めて大胆に変えてきたことを述べ、今後は再生可能資源に基づく製品開発に必要な諸技術の開発を目指すと明示した。云うまでもなく Dupont 社ほどの企業ともなれば、CSR を徹底して追求する内容であるが、それらの責任を担うのは企業存続のため、と明快であった。

## 2) Visions for the Future (Anastas, Organizer)

基調講演に準ずる二人の講演があった。

M. Poliakoff 教授、Nottingham 大

A. B. Ellis 博士、National Science Foundation

この中で Poliakoff 教授は、Sustainability の追求のためには、chemistry と chemical engineering の共同作業が必須で、この点で化学と化学工学の境目が無い日本はやりやすいと漢字を示して述べられたのが意外に興味深かった。(同上 JCI1 日吉氏による)

## 3) Technical Session から

以下に、各 Technical Session の発表からいくつか紹介する。

7つの技術グループに大別され、各グループがさらに合計28のセッションに分けられて、合計約250件の口頭発表が行われた。(以下、(1)、(2)、…がグループを示し、 、 、…がセッションを示している。裸の数字は講演番号である)

### (1) Metrics, Measures & Processes - General Contributions

Green Chemistry & Engineering Metrics (Constable, Organizer)

### 12. Evaluating metrics for green chemistries: Information and calculation needs

R. L. Smith et al, EPA

EPA の危機管理研究所が開発しているグリーンケミストリー評価メトリックス GREENSCOPE の概要。サステナビリティは、4つのE、効率/環境/エネルギー/経済性で評価する。

### 15. BASF eco-efficiency method as sustainable decision tool

A. Kicherer, BASF

BASF の評価法 eco - efficiency について。今までに約 250 の製品・製造法の評価を実施した。一例として国連のプロジェクトとして行われたモロッコの染料製造の評価を紹介する。

BASF では本法による評価結果を 99 年に R&D 段階の Neopor (新規発泡 PS) の評価に用いて以来、製品ポートフォリオの管理に利用している。

37. Evaluation tools for green and sustainable chemistry

安井 至, 国連大学

日本の GSC 賞選考の際の評価法として考案された 4 軸法を紹介。LCA をベースに物質の毒性も評価する。

38. Green degree approach: A new methodology for ranking environmental friendly chemical processes routes

X. Zhang et al, Chinese Academy of Science

化学プロセスのグリーン度を環境への影響度とプロセスシミュレーションにより評価する手法を開発した。MMA モノマープロセスを例として示した。

41. Chemistry based design process to create environmentally benign consumer products: The Greenlist Process

D. Long et al, SC Johnson & Son Inc

化学製品のグリーン度を改善する為に原料の評価分類システム Greenlist を開発、好ましい原料を選択して使用している。評価は機能別に生分解性、毒性、EU 分類などの因子に基づいてスコアとして表示する。

Toxicology in Assessing Green Chemistry & Engineering Approaches

163. Toxicity assessment for green chemistry: methods, insights, uncertainty and ignorance

J. Ranke et al, Univ. of Bremen

化学物質の毒性評価について、イオン性流体と防汚剤を例に問題点を議論する。

164. Role of the National Toxicology Program in green chemistry

M. J. Hooth et al, National Inst. Environ. Health Science (USA)

アメリカでは 8 万の化学物質が登録されており更に毎年 2 千の新規物質が生まれている。これらによる安全上の問題を防ぐ為の NTP (National Toxicology Program) があり、バイオ関連を含めた安全性評価のロードマップが作られている。<http://ntp.niehs.nih.gov/ntp>

198. Need for incorporating understanding of toxicity and ecotoxicity into green chemistry

T. J. Collins, Carnegie Mellon Univ.

化学者はもっと化学物質の毒性・環境毒性に関する知識を身につける必要があり、その為にはグリーンケミストリー教育が良い機会である。

Entropy and Materials

192. Entropy-based metrics for sustainability assessment in green manufacturing

D. P. Seklic, Univ. of Kentucky

製造業のサステナビリティ評価にエントロピーを用いる手法について自動車の大量生産方式を例に説明する。

194. Developing sustainable technology: Quantitative assessment metrics from thermodynamics

Jo Dewulf et al, Ghent Univ.

エクセルギーを用いる技術の定量的評価法について。

Life Cycle Assessment and Sustainable Design

212. Life cycle assessment using input-output models

H. S. Matthews, Carnegie Mellon Univ.

カーネギーメロン大学が開発した新しいLCA手法、EIO-LCA (Economic Input-Output LCA) について説明し、いくつかの評価例を紹介する。

216. Incorporation of variability and uncertainty in life cycle assessments

A. E. Landis et al, Univ. of Illinois

LCAでは基礎データ(LCI)のばらつき(不確かさ)による評価精度が常に問題になる。農業生産関連のLCAに関してモンテカルロ法を適用して変動幅を検討した。

Product Lifecycle

167. Beyond the product: New approaches to eco-innovation

C. J. Ryan, Univ. of Melbourne

エコプロダクトの考え方に関する国連の新しい指針「Design for sustainability」(通称D4S)について。

169. Assessment of new technologies: Case study of gasoline oxygenates

V. M. Thomas et al, EPA (USA)

環境新技術の評価法についてMTBEなどの含酸素ガソリン添加剤比較を例にとり、LCAやリスクアセスメントを含めて検討した。

323. Trace determination of arsenic and its removal: An environmental overview

T. Pal, Indian Inst. Tech.

水中のAsの微量分析とその除去について、分析キットとFe-Al-Si-O<sub>2</sub>系の吸収剤を用いる簡便な方法を開発した。

(2) Alternative Synthesis and Solvents - General Contributions

Green Synthesis

6. Design of dehydrative condensation catalysts directed toward GSC

K. Ishihara, Nagoya Univ.

Zr-Fe、Hf-Fe系触媒によりカルボン酸とアルコールからの直接エステル化反応を行い、イオン性流体、ポリマーマトリックスの利用による触媒の回収再利用を検討した。劣化することなく10回以上の再使用が可能であり、工業的にも応用出来る。

25. Microwave-assisted chemistry: Synthesis of amines and heterocycles via carbon-nitrogen bond formation in aqueous media

R. S. Varma et al, EPA (US)

マイクロウェーブ(MW)を用いて、C-N結合を持つ化合物の合成を行なった結果を、無溶媒でのプロパギルアミン、水溶媒でのアミンのアルキル化、アニリン誘導体からアリルアザシクロアルカンの合成の3例について示す。MWの利用によりマイルドな温度条件で高収率・高速・低副生物の反応が可能になる。

26. Synthesis of a selective estrogen receptor modulator

J. L. Leazer et al, Merck & Co., Inc.

選択的エストロゲン受容体モジュレーター(SERM)の合成について。SERMはsyn-2,3-distributed-2,3-dihydro-1,4-benzoxathin環をコアとする。メルクのグリーンケミストリーへのコミットメントを示す。

27. Salt-free process to epichlorohydrin

J. M. Renga et al, Dow Chemical

アリルアルコール、ジメチルカーボネート、塩素からエピクロルヒドリンを合成する。メタノールとCO<sub>2</sub>はリサイクルし、メチルクロライドだけが副生して無機塩を生じない。

28. Methylenation of aldehydes and ketones using dimethyl carbonate and triphenylphosphine

J. M. Renga et al, Dow Chemical

アルデヒドとケトンにジメチルカーボネート、トリフェニルフォスフィンと120以

上で反応させて、アルケン、メタノール、CO<sub>2</sub>、酸化トリフェニルフォスフィンを得る無溶剤の Wittig 反応は塩を副生しないグリーンな手法である。

152. Green chemistry in the redesign of the Pregabalin process

J. Tao, et al, Pfizer

医薬品 Lyrica (Pregabalin を有効成分とする癲癇・疼痛薬) の合成プロセスを見直し、バイオ触媒の開発、水溶媒化、バイオリクター開発等により、有機溶剤の削減、副生マンデル酸削減などを実現した。

157. Greener routes in organic preparations: Microwave-assisted synthesis of banana-shape liquid crystals

K-T. Liu et al, National Taiwan Univ.

有機液晶化合物の合成に際してマイクロウェーブを利用すると、エステル化、Heck 反応、シッフ塩基生成、Williamson 合成などの各反応が従来法に比べて容易に進行し、しかもエネルギー・溶媒・反応時間などの節減に通じる事を見出した。

Solvent Selection

250. Glycol ether properties and potential uses as alternative solvents

T. C. Frank et al, Dow Chemical

グリコールエーテルは水と水素結合をし、親油基と親水基を有しているため、多くの反応溶媒或いは共溶媒として有用である。また、生分解性で毒性も低い。グリコールエーテルの溶媒としての特性と用途について、蛋白回収、カルボン酸抽出など新たな展開も含めて報告する。

253. Green solvents for multiphase catalysis

W. Leitner, RWTH aachen

触媒反応による精密化学品の製造において溶媒の役割は重要である。超臨界 CO<sub>2</sub> とイオン性流体或いはポリエチレングリコール 2 相からなる非有機溶媒系での有機金属、ナノ、酵素などを用いる新しい触媒反応について検討した。

The Role of Supercritical Carbon Dioxide

61. Supercritical fluids and green chemistry, Success and challenges

M. Poliakoff, Univ. of Nottingham

超臨界流体の反応溶媒としての利用の工業化には技術的にも経済的にもバリアーがある。これに対する Nottingham グループの挑戦の現状を特に連続反応器と超臨界 CO<sub>2</sub>、水に関して報告する。

62. Green resolution in pharmaceutical process research: Rapid access to kilograms

of enantiopure intermediates using preparative SFC

W. R. Leonard et al, Merck Research

分取超臨界流体クロマトグラフィー(SFC)を利用したキログラム単位での医薬品の初期製造について。高純度立体規則性化合物の分取等に極めて有用で、溶剤の95%削減を含め、CO<sub>2</sub>のリサイクルなどグリーンケミストリー的にも優れている。

64. Supercritical fluid deposition of barrier layers for microelectronic devices

S. A. O'Neil et al, Goessmann laboratory (USA)

集積回路製造において、従来のCVDに代わって超臨界デポジションを検討した。ルテニウムバリア層の形成に際して有機金属プリカーサーの超臨界CO<sub>2</sub>溶液を用いる。通常のCVDに比較して高いルテニウム濃度が容易に得られるので、高アスペクト比でのstep coverageが可能となる。

66. Supercritical fluid (carbon dioxide with cosolvents) extraction of cholesterol from cow brain: Extraction and modeling

N. Vedaraman et al, TU Hamburg

牛の脳にはコレステロールを初め多量の脂質が含まれている。これを抽出するには大量の塩素含有溶剤が必要であるが、超臨界CO<sub>2</sub>と助溶媒を用いる方法を検討し、抽出されたコレステロールの分析に基づき抽出プロセスのモデル化を行なった。

Alternative Synthesis (Scott, Organizer)

225. Synthesis of amino acids and peptides in ionic liquids

S. V. Malhorta, New Jersey Inst. Tech

イオン性流体のバイオ触媒プロセスへの利用は、新しい可能性を秘めている。天然アミノ酸から固定化したプロテアーゼによりペプチドを得る方法を検討、イオン性流体による効果を見た。流体の物性を調整できる点が特に従来の溶剤と異なるところである。

227. Green carbohydrate chemistry: Environmentally benign chemical glycosidations

K. Toshima, Keio Univ.

炭水化物の化学において環境にやさしいグリコシド化は1つの大きな課題である。固体触媒とイオン性流体を用いる方法を検討した。

229. Improved approach to the preparation of duloxetine and atomoxetine

K. T. Lorenz et al, Eli Lilly

Eli Lillyの新しい抗鬱剤成分duloxetineとatomoxetineの合成法についてモノメチルアミンからの直接法を採用し、従来のN-メチルプロテクション法よりも環境影響(Eファクター)を大幅に削減する事が出来た。

Non-Covalent Derivatization (Zaworotko & Jones, Organizers) 199-205

199. Mechanical treatment: Solvent-less preparation of co-crystals and polymorphs  
W. Jones, Cambridge Univ.(UK)

有機固体共結晶の研磨による新しい組成物の生成について。

200. Molecular dynamics in crystal in the presence of solvent vapor

戸田扶美夫, 岡山理科大

結晶中の反応、相転位などは溶剤蒸気の存在により大きく影響される。いくつかの例を紹介する。

204. Green chemistry strategies using crystal-to-crystal reactions: Total synthesis of natural products with adjacent quaternary stereogenic centers

M. A. Garcia-Garibay et al, Univ. of California

結晶間反応について、光励起が反応促進する例を見出した。

(3) Catalysis - General Contributions

Catalysis in Water (Li, Savage & Kobayashi, Organizers) 9-11, 29-36, 158-162,

29. Lewis acid catalysis in aqueous media 50

小林 修, 東大

水溶媒中での新しいルイス酸触媒を開発した。各種金属塩が水溶媒でルイス酸として働き、不斉アルドール反応、Mannich 反応の触媒として有効であることを見出した。

31. Catalytic asymmetric carbon-carbon bond formation in water in the presence of surfactants

D. Sinou, Univ. Claude Bernard Lyon (France)

水系溶媒での触媒反応の可能性を高める為に界面活性剤を用いて不斉炭素結合を生成する方法を検討した。パラジウム触媒によるアルキル化では 93% の光学異性選択性を実現した。

159. Heterogeneous aquacatalysis with amphiphilic resin-supported palladium complexes

Y. Uozumi, Inst. Molec. Science

水溶媒中でパラジウムのポリスチレン・ポリエチレングリコール樹脂 (PS-PEG) 担持触媒による各種有機反応を検討した。シクロアルケニルエステルの不斉アリル置換では最高 99% の選択率を達成した。

160. Homogeneous catalysis in high-temperature water

P. E. Savage et al, Univ. of Michigan

高温の水を溶剤とする 1,4-ブタンジオールからのテトラヒドロフラン、ビスフェノール A からのイソプロペニルフェノール、p-キシレンからのテレフタル酸などの触媒反応を検討した。CO<sub>2</sub> の添加が速度の維持に有用である。

#### Environmentally Beneficial Catalysis

182. Heteropoly and perovskite catalysis for green/sustainable chemistry and a thought on the promotion of GSC

御園生誠, 工学院大

環境触媒としてヘテロポリ酸は化学プロセスに、ペロブスカイトは大気汚染防止に使われている。その現状を紹介し、さらに GSC の推進に必要な方策について議論する。

219. Green chemistry and catalysis in organic synthesis

R. A. Sheldon, Delft Univ. of Tech.

精密化学品の合成に関して特に chemo-, regio-, stereo-選択性に注目して均相・異相・バイオ触媒と新しい反応媒体、触媒リサイクルの動向をレビューする。特に注目すべき反応として、アルコールの酸素または過酸化水素によるカルボニルへの酸化を取り上げる。

224. Designing green catalytic oxidation technologies

T. J. Collins, Carnegie Mellon Univ.

塩素や毒性がある金属を使わない酸化技術を目指し、TAML と称する鉄系の触媒を開発した。その開発の足跡をたどる。

(4) Industrial Success Stories - General Contributions

Industrial Sustainability

206. Developing sustainable process technology

J. A. Kocal, UOP

サステイナブルな成長の鍵は技術開発にあり、経済性・環境保護・社会進歩に貢献するものでなければならない。これから必要とされるのは、ハザード低減・原料代替・新エネルギーに係わる技術である。例として天然ガスの直接利用、脱硫、非酸触媒プロセスを取り上げる。

207. Sustainable substitutes for ozone depleting substances and compounds with high global warming potentials including HCFCs, HFCs, PFCs and halons

K. T. Werner, 3M

3M の電子材料事業部門ではオゾン層と温暖化の問題への対応を第一にしている。フッ素化合物に代わる新製品の開発について示す。

208. Biorefinery concept: Using biotechnology to shift from crude oil to biomass feedstocks 40

M. H. Emptage, DuPont

石油に代わりバイオマスを原料とする化学体系(バイオリファイナリー)について、トウモロコシからの1,3-ブタンジオール(新ポリマーSoronaの原料)と燃料エタノールを例に説明する。

211. Industrial sustainability: A review of European initiatives

C. Adams, XeF6 Ltd.

化学に関する持続可能な技術開発について、ヨーロッパの研究戦略(Initiative)を概観する。産学官の連携を進めて、GDPに対する研究費比率を3%に、若い研究者に魅力があり、産業は研究成果をいち早く実用化する、という3つの目標を掲げている。

Industrial Success Stories

236. Green chemistry: an integrated component of R&D

P. Dunn, Pfizer

ファイザーはコーポレートシチズンシップの一環としてグリーンケミストリーを捉えて活動している。プロセス改善の例として、多カラムクロマト、光学異性体リサイクル、バイオトランスフォーム、触媒の利用による廃棄物削減、エネルギー有効利用を実現した例を紹介。

238. Ionic liquids: A BASF success story

C. J. Emanuel, BASF Corp.

BASF がイオン性流体を初めてトン単位で工業的に利用したアルコキシフェニルフォスフィン製造のBASIL™ プロセスについて。BASILはHCl塩素化、共沸蒸留、抽出などの操作に有用であるが、BASFではさらにイオン性流体の工業的利用を進めている。

239. Development of the aqueous-coated photothermographic material

H. Tsuzuki, 富士写真フィルム

医療用の光サーモグラフィーフィルムは現場での溶剤使用を削減したが、生産時には溶剤を大量に使っていた。富士写真フィルムではこれを改善する為に、水性のラテックスを用いるシステムの開発に成功した。

240. Discovery and development of a green commercial process

T. J. Grinter, GlaxoSmithKline

新薬の開発に伴い特定の光学異性体を生産する必要性が出ている。GSK社の多カラムクロマトの利用による製造は、原材料・プロセス流体の大幅な削減を実現するメリット

の大きな方法である。医薬品では画期的な E ファクター (= 原料の製品に対する重量比) 20 という数値を実現している。

#### 276. AstraZeneca SHE Triggers Model

W. D. White, AstraZeneca UK

医薬品開発に係わる SHE (安全・健康・環境) について AstraZeneca 社は SHE Trigger Model を開発初期に対して 01 年から適用、04 年に英国化学工学会賞を受賞して、現在は開発の 2 次段階にも採用している。(SHE は結果論や夢ではなく、作り出すもの、と云う考えで推進している様である・・・訳者注)

#### 277. Environmentally friendly acrylic thermosets

B. Weinstein et al, Rohm and Haas

フェノール・ホルムアルデヒド系熱硬化樹脂に伴う健康・環境の問題を解決するために、Rohm and Haas 社はグリーンケミストリーの手法に基づいたアクリル系の新製品を開発した。建築用断熱材などに利用され始めている。

#### 278. Development of Nike brand footwear outside rubber as environmentally preferred material

M. Predovic et al, Nike

Nike ブランドのシューズに用いられる靴底用ゴムの環境負荷低減を検討、有毒物の 96% を削減して性能・コストに遜色ないものを開発した。05 年春の製造から採用、約 60% の 14 千トン余りのゴムが新処方に転換されている。

#### Small Business Success Stories

#### 268. EPA 's small business innovation research program

A. Richards et al, EPA (US)

EPA の小企業開発研究プログラム (SBIR) は、人の健康と環境を守るための EPA の重要な R&D 支援活動である。フェーズ 1 では半年に最高 7 万ドル、フェーズ 2 では 15 ヶ月に最高 22.5 万ドルの補助を行いそれぞれ基礎研究、工業化研究を支援している。

#### (5) Electrochemistry - General Contributions

##### Electrochemistry

#### 242. Development of the brine electrolysis using an oxygen reduction cathode

K. Sasaki et al, 新化学発展協会、山梨大学他

イオン交換膜法に代わる新しいソーダ電解法である酸素還元電極法の開発について。電解電圧が半分以下になり、副生水素の発生もなくエネルギー消費が小さい方法である。93 年からの基礎研究の成果に基づき 99 年から実用化開発を開始、従来法に比べて 40% のエネルギー削減を実証している。CO<sub>2</sub> 削減にも貢献する。

243. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> synthesis and oxidations by a H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>-fuel cell reactor

I. Yamanaka et al, 東工大

燃料電池による過酸化水素の直接合成について。

電力とH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>を併産する燃料電池システムをフェノールの酸化によるカテコール、t-ブタノールの酸化によるTBHPの製造に利用する方法を検討した。

Fuel Cells

279. Proton-conducting fluorosulfonimide polymer electrolytes for fuel-cell power sources

S. E. Creager et al, Clemson Univ.(US)

パーフルオロスルホンイミド(PFSI)アイオノマーのPEM(プロトン交換膜)燃料電池への応用について検討。PFSIは酸中で400℃程度迄安定であり長寿命が期待できる。

(6) Biotech and Biobased - General Contributions

Bio-based Materials

234. Starch modifications for co-continuous composite materials

W. Thielemans et al, Inst. National Polytech de Grenoble (France)

デンプンを硫酸で色々な程度に加水分解し、さらにポリエチレングリコールメチルエーテル、塩化ステアリン酸等で化学処理をした。こうして得られた変性デンプンを熱成型して共連続コンポジットを作り物性を測定した結果を報告した。(要旨集では結果不詳)

261. Synthesis and chemical recycling of green polyesters using environmentally benign catalyst

S. Matsumura, 慶応大学

ポリ乳酸(PLA)のlipaseおよびclay触媒によるケミカルリサイクルを検討した。PLAおよびコポリマーは容易にモノマーに分解し、再重合が可能であることが分かった。

267. Development of new elastomers from plant oils

L. Zhu et al, Univ. of Delaware

再生可能原料として植物油からエラストマーを合成した。このエラストマーを基に、架橋剤による処理やエマルジョン重合により高分子化し、物性を測定した。既存の合成ゴム相当のものが得られることを明らかにした。

290. Bio-based materials: What shall we make?

L. Pierce, DuPont

発酵をベースにした膨大な化学産業が既に存在するが、さらにそのコストを下げてもっと多くの化学物質の体系を築こうという動きがある。技術的可能性とニーズを踏まえ

てバイオリファイナリーのプラットホームを構築する為に必要な中間のステップについて考察する。

291. Progress in the commercialization of natural plastics

J. Barber, Metabolix, Inc

Metabolix 社は砂糖などの発酵により PHA(ポリヒドロキシアルカノエート)を商業化している会社であり、現在穀類から直接 PHA を生産する技術を開発している。PHA は柔軟なものから剛直なものまで広い物性をカバーし、フィルム化・繊維化も可能であってしかも生分解性である。

292. PHA production using activated sludge as microorganisms: Effect of different carbon sources

S. Yan et al, Univ. of Quebec and US EPA

上述(講演 291)の PHA は製造コストが高く用途が限られているのが実状である。本研究では各種工場の活性汚泥菌と都市排水中のカーボンから PHA を得る可能性につき検討した。PHA の製造は可能で、下水の COD 低減にも効果がある事が判明した。

295. Bio-based foam synthesis from soybean oil

L. M. Bonnaille et al, Univ. of Delaware

バイオベースの発泡材が伸びている。エポキシ化した大豆油をアクリル化したものを CO<sub>2</sub> で発泡し、ラジカル開始剤で硬化して発泡材を得た。

326. Self-assembled nanomaterials from renewable resources: A new paradigm

G. John, City college of New York

再生可能原料(カシューナッツ産業の副生物)からアリルグリコ脂質を得て、自己制御によりナノ構造を作った。材料として液晶構造、ナノ繊維、ナノチューブなどとしてすることが出来る。

328. Green nanocomposites from cellulosic thermoplastics and organoclay for automotive applications

M. Misra et al, Michigan State Univ. and Ford Motor

自動車材料として用いられている PP/TPO(熱可塑性ポリオレフィン)のナノコンポジットを代替するものとして、セルロースと粘土をベースとするナノコンポジットを検討した。複合材には酢酸セルロース(CA)、トリエチルクエン酸(TEC)、有機変性粘土とマレイン酸架橋ブチル化酢酸セルロース(CAB-g-MA)を用いた。自動車材料として PP ベースの複合材を代替できる可能性を有する事が明らかとなった。

329. Carbon nanotube composites from plant oil resins

I. M. McAninch et al, Univ. of Delaware

カーボンナノチューブの分散剤としてアクリル化エポキシ化大豆油 (AESO) が有効である事が知られている。残存する凝集を減少させる方法について検討、温度が重要である事を見出した。

Design for Degradation: Biodegradable & Biobased Materials

60. Synthesis of biodegradable polymers from itaconic anhydride and stearyl methacrylate

S. Shang et al, Univ. of Connecticut and Inst. Material Science

無水イタコン酸 (ITA)、乳酸 (LA)、メタアクリルステアリン酸 (SM) から櫛形の生分解性ポリマーを合成した。

146. Ecoflex: 100% biodegradable plastic

K. A. Edwards, BASF

ポリエチレンと同様に使える 100% 生分解性の Ecoflex について。現在はアメリカでの販売となっている。

149. Biobased plastics and fibers from corn: The NatureWorks PLA Story

P.R. Gruber, Cargill Dow

トウモロコシから作られたポリ乳酸 (PLA) について。NatureWorks LLC 社のネブラスカ工場では、4 万ブシェル/日のトウモロコシを原料に年産 3 億ポンド以上の NatureWorks PLA を生産できる。トレイ、フィルム、ボトルばかりでなく繊維 (Ingeo) としてさらに衣料、家具用途にも使われる。

177. Life cycle analysis of products made with bio-based 1,3-propanediol

C. Muska et al, DuPont

トウモロコシを原料とするバイオからの PDO (1,3-プロパンジオール) は DuPont と Tate & Lyle 社が合併で 06 年にも製造を開始し、Sorana ポリマーの原料となる。Sorana は広い用途に使われる樹脂プラットフォームである。

PDO ならびに Sorana の LCA を実施したので、報告する。(要旨集では LCA の内容不詳)

179. Bio-based materials of controlled performance

S. H. Imam et al, WRRRC-ARS-USDA

生分解性ポリマーをブレンドすると分解性に変化が生じる。USDA (アメリカ農務省) ではデンプンを用いて制御された分解性を持つ材料の研究を行った。

(7) General Topics - General Contributions

Nanotech and the Environment

4. Green chemistry considerations in nanomanufacturing

J. C. Warner, Univ. of Massachusetts Lowell

ナノ材料製造とグリーンケミストリー原則の関係について考察。

Green Engineering: Process Design and Intensification

298. Inorganic membrane separations for emerging CO<sub>2</sub> technologies

G. D. Bothun et al, North Carolina A&T Univ.

メソポーラスセラミックス膜の液体 CO<sub>2</sub>、超臨界 CO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub> + 共溶媒の透過性について検討。マイクロエレクトロニクス製造における溶剤分離へのセラミックス膜の利用についても考察する。

304. Continuous production of biodiesel using intensified reactor technology

R. J. J. Jachuk et al, Clarkson Univ. (US)

植物油からのマイクロリアクターによるバイオディーゼル製造を検討。触媒の効果、混合効果などを見ている。

Green Chemistry & Engineering Curriculum

16. GEMs for chemists: An interactive database of greener education materials

J. A. Haack, Univ. of Oregon

ウェブベースの教材用双方向データベース GEM (Greener Education Materials for chemists) を開発した。化学の各領域に関して、各レベルの教育に利用可能である。

46. Green chemistry education at the beginning level

S. E. Manahan, Univ. Missouri

高校上級、大学初級レベルでのグリーンケミストリー教育が重要である。このレベルの教育で触れられるべき内容につき報告。この中には、テロと化学 (時にレッドケミストリーと云われる) の項目も含まれている。

49. Exposing green chemistry to non-chemistry majors

A. F. Patti et al, Monash Univ. (Australia)

グリーンケミストリー (GC) の普及には化学専門家向けではない課程での GC 教育が重要な役割を果たす。化学を「friendly」で魅力的存在だと思ってもらえるような教育を Monash 大学の例で説明。

Politics and Economics of Green Chemicals

332. Reorganizing knowledge for green chemistry: The case of electronics

A. Iles, Univ. of California

グリーンケミストリーは単なる技術のイノベーションやビジネス戦略の問題ではなく、

知識体系の再構築の問題である。グリーンケミストリーを推進するための社会プロセスとしての知識について、エレクトロニクスを例に考えてみる。

333. Political dimensions of green chemistry: A case study

J. Howard, Univ. of Texas

塩素化学の功罪に関してはグリーンピースのような廃止論から業界主体の必須論まで様々な意見があるが、グリーンケミストリー推進の立場からの意見ははっきりとは見えていなかった。どう考えるべきかをインタビュー等を通じて探った。

Sustainable Energy 54-57

54. Alternative chemical and fuel feedstocks from Ponderosa pine wood treated in supercritical methanol

J. A. Soria et al, Univ. of Idaho

ポンデローサ松 (Ponderosa pine) の超臨界メタノール抽出による燃料・化学品製造を検討した。固形分の 90%抽出が可能である。

(8) Posters - General Contributions

約 70 件のポスター発表が行われた。日本からの発表は約 11 件であった。

69. SaFE A new concept for plant protection

Y. Arimoto, 理研

87. Novel approach to development of bio-based specialty plastics

K. Fukushima et al, 京都工繊大

89. Development of hydroxyapatite-supported palladium catalyst for environ-friendly organic synthesis

T. Hara et al, 大阪大院

90. Proposal for a new metrics for GSC (2)

K. Hiyoshi et al, JCII

96. Metrics for GSC

M. Kitajima et al, JCII

97. Generation of endocrine disrupting chemicals from plastics and its biodegradation

S. Yada et al, 日大

110. Polymerization to form poly(phenyleneoxide)s in water

K. Saito et al, 早稲田大

112. Novel and stereoselective glycosidations using environmentally benign and designable ionic liquids

K. Sasaki et al, 慶応大

113. Development of green chemical synthesis by solid strong base catalysts

T. Seki et al, 東京大院

123. Green & Sustainable Chemistry Network in Japan

K. Uchino et al, JCII

336. Photochemical reactions in microreactors

T. Ichimura et al, 東工大

