

## 第1回CS3会議

### はじめに

人類が直面している多くの課題に化学の立場から挑戦するために、毎年テーマを決めて、世界の第一線の化学者が自由に討議するCS3 (Chemical Science and Society Symposium) という試みが今年から始まった。第1回は今年7月22日～26日にかけて、ドイツのKloster Seonで開催され、「Sunlight to power the world」をテーマに日米英独中の5ヵ国から32人の科学者とそれぞれの国の化学会と研究資金供与機関の関係者が参加した。日本からは、首都大学東京の井上晴夫教授を団長に、橋本和仁東大教授、田中晃二分子研教授、堂免一成東大教授、原 亭和東工大教授、石谷 治東工大教授に日本学術振興会プログラムオフィサーの岡畑恵雄東工大教授と日本化学会から太田が参加した。

### 討議内容

昨年9月に各国から1名の代表(我が国からは井上教授)で構成する科学委員会が組織され、電話、メールなどでの意見交換を経て、全体を4つのセッションに分けて討議をすること、各国がセッションの進行を受け持つこと、ホスト国のドイツがまとめを担当すること、各セッションでは約40分の基調講演、数人のコメント講演(5～10分)と自由討議で構成すること、などが決められていた。

初日午前中の最初のセッションは、「人工光合成/光触媒による水分解と炭酸ガス固定」で日本が担当し井上教授が司会した。最初に堂免教授が、光触媒を用いた水分解の研究の最先端の状況を講演した。これまでは紫外光を利用していたが可視部に吸収がある触媒を用いることにより可視光の利用に研究の焦点が移っていることが強調された。

第二セッション「バイオマスを通じた太陽光のエネルギー利用」の担当は英国で、バス大学のPeter教授が司会をした。インペリアルカレッジのBarber教授が基調講演をし、10億年かけて蓄積された化石燃料をわずか1000年で使いはたそうとしていることや、現在、地球に降りそそぐ太陽熱は10万TW(テラワット)あるが、植物に捉えられているのは200TWで総合効率は0.2%にすぎないことを紹介し、バイオエネルギー利用の必要性を熱く語った。

2日目の午前中の第三セッションは「有機・無機ならびに色素増感型を含む太陽電池」で北京の物理・化学技術研究所のTung教授が司会をした。上海物理技術研究所のChu教授が基調講演を行い、太陽電池の原理と現状を概説した。2030年に太陽電池の発電コストが他のソースのコストとクロスするであろうと予測した。



写真1 会議場の風景

最後のセッションは「不連続に供給されるエネルギーの貯蔵・運搬・配給」で米国が担当し、カルフォルニア工科大学のHaile教授が司会した。基調講演ではMITのNocera教授がエネルギーの実用的な貯蔵法が確立するまで太陽電池は普及しないだろうと述べた。その上で、推奨するシステムとして、水を電気分解して得られた水素を運搬しやすい物質になおして貧しい国々に供給することを提案した。

2日目の夕刻、5ヵ国の団長が集まり、CS3声明発表のための骨子について検討した。一般社会、政治家、研究資金供与機関、とともに、次世代研究者、学生へのメッセージを発信することや、人工光合成(光エネルギーの化学変換)、光エネルギーの電気エネルギーへの変換、バイオマスエネルギー、光エネルギーの貯蔵の各分野で挑戦すべき重要課題を盛り込むことを決めた。

## 太陽光エネルギーの利用 (第1回CS3会議からの声明)

### 社会の挑戦

太陽が1時間間に地球に供給するエネルギーは、世界の1年分の消費量に匹敵する。そしてこれは100万年かけて化石燃料の形で蓄積された量と同じである。化石燃料は持続可能なエネルギー源ではなく、我々はそれへの依存を断ち切らなければならない。そして太陽エネルギーは最も有望な代替候補の一つである。問題は、いかにそれを利用するかである。

### 化学の重要性

エネルギーをある形から別の形にかえるのは根本的に化学反応である。したがって化学は太陽エネルギーを燃料に変える技術を開発する試みの鍵を握っている。地球のエネルギー問題の解を太陽に求める国際連携と革新的な思考を始めるべく、五つの国の化学会から30人の指導的科学家が2009年7月ドイツのKloster Seonに集まった。CS3の国際的、学際的な性格が太陽エネルギー利用に必要なアイデアの相乗という新しいパラダイムを構築した。あわせて大切なことは、3日間の討議を経て、各国の、そして国際的なエネルギー開発が太陽エネルギーの科学と技術にさらに向けられなければならないことが明らかになった。

### 太陽エネルギーの科学と技術の強化に向けて

- ・ 今日の発見は明日の技術である。 今日我々が利用可能な太陽エネルギーは大規模での実施に高いコストがかかるという制約がある。社会と科学は、今日の技術からだけではなく、将来の技術も使って、より安価で持続可能なエネルギー問題の解決策を求めなければならない。
- ・ 今日、化学に投資することは明日に投資することである。 化学はエネルギー問題の解決には必須である。化学において強力な基礎研究プログラムを保持することは、太陽エネルギーの潜在価値を引き出すために必要不可欠である。
- ・ 今日の化学の学生は明日のエネルギー科学者である。 社会は地球上のエネルギー問題を解決するために、革新的で太陽を基本においた手法に熱意をもって取り組む新しい世代のエネルギー科学者を必要としている。

### 挑戦すべき重要課題

太陽エネルギーの燃料への転換：人工光合成は、自然界で植物が行う天然の光合成を模して、太陽光を炭水化物の形に変える過程である。人工光合成を広く使われうる低コストで持続性のあるものにするには何が必要であるか。

- 1) 人工光合成の主要物質である二酸化炭素の還元と水素の発生効率を向上させること。
- 2) 人工光合成における集光工程と化学変換を集積合体させること。

すでに地球上に存在する太陽光エネルギーの活用：バイオ燃料は、すでに太陽エネルギーの巨大な受け皿として自然界で形成された植物体から作られたエタノールのようなエネルギー源である。バイオ燃料を広く使われうる低コストで持続性のあるものにするには何が必要であるか。

- 3) バイオマスエネルギー変換に関与する化合物の脱酸素過程を制御する手法を確立すること。
- 4) 植物の二酸化炭素固定の効率を向上させるために生化学的手法を用いること。

太陽エネルギーの電気への変換：太陽エネルギーを直接電気に変換する太陽電池の普及は、その高コストのゆえに、普及が制限されている。太陽電池を広く使われうる低コストで持続性のあるものにするには何が必要であるか。

- 5) 太陽電池の能動部分、受動部分を構成する汎用材料（存在量、無毒性、低価格、低製造エネルギー、耐久性）の開発
- 6) 安定で高効率の第3世代太陽電池を実現させるために化学を応用する。

収集され変換された太陽エネルギーの貯蔵：我々は、太陽エネルギーを他のエネルギー形態に変換し、かつ貯蔵しなければならない。大規模で使われうる低コストで持続性のある太陽エネルギーの貯蔵システムを構築するには何が必要であるか。

- 7) 太陽エネルギーを捕え、貯蔵する新しい方法の設計
- 8) 自己修復機能をもつ劣化しない太陽エネルギー変換システムの設計

表 1 CS3 参加科学者

中国	Prof. C.-H. Tung (Tech. Inst. of Phys. and Chem.) Prof. H. Chen (Zhejiang Univ.) Prof. J. Chu (Shanghai Inst. of Tech. Phys.) Prof. F. Huang (Ins. of Botany) Prof. D.C. Li (Inst. of Chem. Phys.) Prof. Q. Meng (Inst. of Phys.)
ドイツ	Prof. F. Schüth (Max-Planck-Inst. für Kohlenforschung) Prof. P. Bauerle (Univ. of Ulm) Prof. J. Janek (Justus Liebig Univ. Giessen) Prof. W. Leitner (Inst. für Tech. und Makromol. Chem.) Prof. H. Michel (Max-Planck-Inst. für Biophysik) Prof. K. Müllen (Max Planck Inst. for Polymer Research) Prof. R. Schlögl (Fritz-Haber-Inst. der Max-Planck-Inst.)
日本	Prof. H. Inoue (首都大東京) Prof. K. Domen (東大) Prof. M. Hara (東工大) Prof. K. Hashimoto (東大) Prof. O. Ishitani (東工大) Prof. K. Tanaka (分子研)
英国	Prof. L. Peter (Univ. of Barth) Prof. J. Barber (Imperial College London) Prof. A. Harriman (Newcastle Univ.) Prof. T. Jones (Univ. of Warwick) Prof. A. Mills (Univ. of Strathclyde) Prof. C. Pickett (Univ. of East Anglia)
米国	Prof. A. Compaan (Univ. of Toledo) Prof. M. Davis (NREL) Prof. E. Fujita (Brookhaven National Laboratory) Prof. S. M. Haile (California Inst. of Tech.) Prof. S. Maldonado (Univ. of Michigan) Prof. D. G. Nocera (MIT) Prof. M. Jane (Schultz Tufts Univ.)

これを受けて、3日目の午後、ドイツ Max Plank 研究所の Schüth 教授の司会で今後の重点課題の抽出と声明文の討議が行われた。声明文の内容を前ページに示す。

ととした。次回のテーマについては、水の問題を取り上げようという意見と、水の問題は化学以外の要素が強く、これを論じる化学者を集めるのは難しいという意見が対立した。また、健康に関するテーマは、米国の NSF が自機関で関与でき



写真 2 Kloster Seeon の建物

#### 今後の進め方

23日の昼食後約1時間をかけて、各国の化学会並びに研究資金の供与機関の代表が集まり、今回の反省と今後の計画について話し合った。

次回開催は、中国と英国が関心を示し、自国へ戻ってから最終的に決めるこ

る分野でないことを指摘した。中国で開催する可能性があることを考慮し、Sustainable Materials (Materials for Sustainability?) を取り上げたいという中国の Shuai 教授の意向を尊重することとした。

#### おわりに

会場となったドイツ南部 Kloster Seeon は、ミュンヘンとオーストラリアのザルツブルグとの間に位置する田舎町にあり、四方を水に囲まれた中世風の美しい建物である。Kloster とはドイツ語で修道院を意味し、かつて修道院があったためにこの名前がつけられた。今日人類が抱えている問題の多くは1国で解決できるものではなく、こうした形で世界中の化学者が意見を交換できる場をつくったことは非常に有意義であったと考える。

〔太田暉人 (本会常務理事)〕

© 2009 The Chemical Society of Japan