

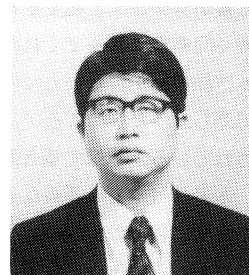
■ 論 説 ■

新エネルギー資源や太陽エネルギーの化学的変換 に関する国際会議に出席して

Recent Several Symposia on Energy Conversion

藤 嶋 昭*

Akira Fujishima



1. はじめに

筆者は今年は外国出張のあたり年であった。1月から8月までに5回も出かけることになってしまった。台北での国際電気化学会議やモスクワでの日ソ電気化学セミナーはのぞくことにして、エネルギー変換に直接関係した会議について以下概略を御紹介したい。

筆者は半導体-溶液界面を使う光エネルギー変換を研究しているので、これらに關係することが主になってしまう。だからエネルギー問題のほんの一面しかお伝えできないことをあらかじめおことわりしておかなければならない。

以下に御報告するのは4つの会議である。1月インドのボンベイで開かれたユネスコ主催の光電気化学的エネルギー変換に関するワークショップ、5月下旬にスペインのマドリッドで開かれた新エネルギーの変換と貯蔵の国際会議、7月パリ郊外で開かれたサミットがらみの特別シンポジウム、それにパリ市内での第6回太陽エネルギーの光化学的変換と貯蔵に関する国際会議である。

2. ユネスコ主催の光化学電池のワークショップ

ユネスコ主催による半導体電極を用いる光化学電池のワークショップが1986年1月6日～21日、インド工科大学のボンベイ校で開かれた。このワークショップはアジアの研究者に対し光電気化学的太陽エネルギー変換の知識を修得されることを主な目的としたもので、インド工科大学のProf. Sharonが2年以上準備して開いたものである。インド各地からの参加者以外にもイラン、バングラディッシュ、ベトナムなど各国数名の受講者があった。受講者の参加費用もユネスコの援助によるためか、参加者は非常に熱心であった。一方の



写真1 TiO₂電極を用いる光化学電池による水素生成実験

講師陣であるがインド工科大学やボンベイ市内にある原子力関係の研究をしているTATA研究所などのインド国内の先生方以外に、世界から5人の講師が選ばれ、講義と実験指導を受けもった。筆者も講師の1人として1時間の講義4回を受けもち、半導体電極の基本特性、光電池の効率測定法、フラットバンド電位の求め方、光電気化学の最近の応用例などの講義をおこなった。外人講師の他の4人はカナダからSimon Fraser大学のProf. Morrison、アメリカ側からNew York City Uni. のProf. Tomkiewicz, Uni. Texas at ArlingtonのProf. Rajeshwer, それにソ連電気化学研究所のProf. Pleskovであった。ただし、Prof. Pleskovはインド政府のビザ発給がおくれて、ワークショップ開始4日後に到着した。このことが影響して講義予定は大幅にくみかえられ、小生も予定より早目に講義をすることになった。これら講義は午前中に4時間おこなわれ、午後は実験室での実習というプログラムである。実習についても筆者は一日TiO₂多結晶電極とPtを用いる湿式光電池について指導した。つまりこの光電池を実際に組んでもらい屋外の太陽下のもとで水素発生を実験してもらった。写真1にその時の様子を示す。1月とはいえやはりインドであるので強い太陽光のもと、実際に

* 東京大学工学部合成化学科教授

水素がブクブクと発生するのを目のあたりにして参加者一同非常に喜んでくれた。この時の参加者からTiO₂多結晶電極がほしいとたのまれ帰国後10名ほどに送って差し上げた。今ごろアジア各地でこの実験がおこなわれていると想像すると楽しくなる。

筆者は日本での講義などの予定からこのコースの途中までに自分の担当のすべてを終えて一足さきに帰国したが、このときの受講生の1人であるインドの大学院生Mr. K. Patelがこの10月1日から国費留学生として東大に留学することになった。筆者も彼とのこれからの共同研究を楽しみにしている。

インドの一面をかいまみただけの10日間ではあったが、やはり、貧富の差が予想以上に大きいにはおどろいた。路上生活者がいる一方で、すぐ道路一つへだてたところには全館エアコンディション完備の大研究所（例えば原子力に関するTATA研究所）があるといったところである。

このユネスコ・ワークショップでは全員大学のゲストハウスに泊まったが、インド国内の参加者にはベジタリアン（肉食主義者）が多く、3食ともにベジタリアン料理が出て、それに一品だけノンベジタリアン料理（例えば鳥のからあげ）がつくといったものである。最初は筆者もどうなるものかと思っていたが、いろいろカレーの味を変えた料理が出て肉や魚などの動物性のものを加えない料理にも2、3日でなれてしまった。ベジタリアンの人々にとって動物性のものとしては乳製品がゆるされる唯一の食物であって、特にヨーグルトは重要な食物である。ここで思い出したのは、日本にこられた筆者の友人のインドの先生方が、ヨーグルトがぜひほしいと言われ、ごはんの上にヨーグルトをのせておいしいおいしいと言って食べておられたことである。今回のボンベイ滞在で、このヨーグルトライスにも少しながら理解が示せそうに感じた。

3. マドリッドでの新エネルギー源に関する国際会議

新エネルギー源に関する国際会議が5月18日～23日スペイン国立研究機構で開かれた。

原子力関係を除くエネルギー関連のことすべてをとり扱うので、主題はバイオマス、地熱、石炭のガス化、太陽エネルギー、風力などからエネルギー経済まで非常に幅の広いものであり、世界中から約300名弱の出席者があった。

9時から1時間の特別講演、ついで4会場に分かれ

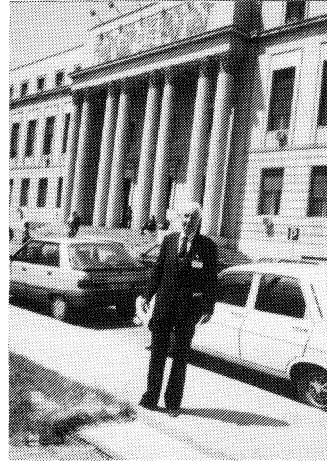


写真2 会議場の前でのProf. Terol

での口頭発表、正午から2時間のポスターセッション、おそい昼食をはさんで午後3時半からの特別講演と2時間の口頭発表。筆者も3日目の午前中の特別講演をさせてもらった。題して Photoelectrochemistry and Solar Energy, Present and Future.

組織委員長の Terol教授は70才ではあるが、長身に細身の体を動かすすべてを指示しておられた。写真2は会場前でのProf. Terolである。教授はTiO₂を使う光電気化学反応には特に興味を示しておられ、御自分でもすでに2報のペーパーを書いておられる由、『君にはよく別刷を請求して送ってもらっているし、TiO₂がなぜあのような作用があるのか不思議ではないよ』というのがProf. Terolの筆者への第一声であった。スペインでの光電気化学の研究者と言えば Dr. SalvadorとProf. Munueraしか知らなかった筆者はこちらの勉強不足を痛感した。

発表された光電気化学に関係した発表のいくつかを簡単にまとめてみよう。

スペインSevilla大学のProf. MunueraはTiO₂光触媒反応における水の分解時における酸化反応側に焦点を合せて、なぜ水素にくらべて酸素の出方が少ないのか、という疑問に取りくんでおられた。これは、半導体上での水の光分解に関する重要な課題であるが、TiO₂表面のXPS、IRなどによる分析から Peroxidesを中間体とする反応機構が提案された。

フランスのCRNS太陽光化学研究所の所長Kossanyiは半導体-溶液界面のトランジエント挙動をパルスレーザー励起や、パルス印加電圧法などで調べていた。

フランス Nancy の Prof. Nadjo らは光励起P型カソードに対するヘテロポリアニリンなどによる表面



写真3 マドリッド市長招待宴の1コマ

処理によって水素発生効率の向上がみられたと報告した。

イスラエル・ワイツマン研究所の Prof. Halmann は以前から炭酸ガスの光電気化学還元を精力的に研究しているが、今度はさらに研究を進めて、窒素およびその関連化合物の光還元の可能性をさがっていた。

フランス人は気位が高いので、フランスでは英語がほとんど通じないとなげく人が多い。しかしスペインはその比ではない。これは筆者一人の独断ではなく、アメリカやインドその他の国からの出席者の一致した意見である。マドリッドの観光地マヨール広場のみやげ物屋の女店員に one, two, three の英語が通じない。一番の問題は、この国際会議でのスペインからの発表のキャンセルの多いこと。会場になっている研究所の人々自身によるキャンセルがかなりあり、ポスターセッションのときもポスターがあればよい方でポスター自体ないものもスペイン側の発表のものに多かった。なぜかと言えばスペイン人の英語力による。日本ではたとえ英語がへたでもアセをかきながらポスター前に立っているものであるが、国民性のちがいだろうか。スペイン側がこのような状態なので、開会式や総合討論はスペイン語と英語の同時通訳付となった。

第1日目の午後レジストレーションがおこなわれ、そのあとレセプションとなった。何人かの友人とは再会をよろこんだし、また新たな友人ともブドウ酒やシェリーを十分に楽しんだ。2日目の夕方はマドリッド市長招待のレセプションが市長公邸であり、写真3にその時の雰囲気を示す。さらに4日目の夕方は待望のバンケットとなった。ショーを見ながらのバンケットである。Terol教授がバンケットではかたくなしいあいさつなしでいこうと言っていた意味がわかった。筆者は Prof. Terol 夫妻、研究所長夫妻に囲まれての席ではあるが、夜中の12時まで続くおどりやマジックを

楽しんだ。

スペインの夜はおそい。夏時間をとっているのだからおのこであるが、周囲が暗くなり始めるのが9時半すぎである。バンケットをおえて宴会場を12時に出ると次のショーを見るための行列があるのにおどろいた。フラメンコなどを楽しむその道の通は朝5時ごろまでが普通という。

マドリッドは芸術の町でもある。世界3大美術館の一つと言われるプラド美術館を訪ねた。この美術館もその質の高さと量の多さには圧倒された。エル・グレコの30点以上の油絵、明るいベラスケスの画、カルロス四世家族で代表されるゴヤの傑作。また観光バス半日コースで歴史の町トレドにも足をのびした。そして忘れることのできない悪夢といおうか、闘牛も見物することとなってしまった。後楽園球場とほぼ同じ大きさのスタジアムの一席を占める観光客となった筆者は、20分ごとに勇敢に戦ったあと殺されてゆく牛に、申し訳ない気持ちでいっぱいであった。背中にヤリをうちこまれ、血をしたたらせながら、コマドールの広げる赤い布に突進してゆく牛がかわれであった。

3. 界面における光誘起プロセスに関するシンポジウム

毎年先進国首脳によるサミットが開かれているが、この会議では科学技術が議題にのぼることも多いという。数年前のベルサイユサミットでは今後科学技術も国際共同によって研究開発をおしすすめてゆくべきとのことで15ぐらいのテーマが選定されたという。その1つに光合成と太陽エネルギー変換が入っており、これの主な世話をする国として、日本が担当することにきまっているということであった。このようなことから、文部省と科学技術庁、それに理化学研究所をスポンサーにして今後この方面の研究をどのように進め、またどのような共同研究をするべきであるかを議論するEC諸国と日本とのシンポジウムが開かれることになった。京都大学の本多健一教授を委員長に、理化学研究所の吉良爽博士と筆者を世話人として標題のシンポジウムが7月18日、19日の両日開かれた。場所はパリ郊外ルイ・マルメゾンという古城のある静かな町のホテルが会場に選ばれた。ホテル前での参加者の集合写真を写真4に示すが、日本からは世話人たちのほか本誌編集長であられる大阪大学の坪村宏教授、分子研の坂田忠良助教授、京都大学清水剛夫助教授、理研の金子正夫博士と中林誠一郎博士であり、EC諸国のフラ



写真4 ECと日本の光電気化学者たち



写真5 ポスター発表会場

ンスからは Dr. Kossanyi, Dr. Herrmann, 西ドイツから Prof. Tributsch, Prof. Kisch, Dr. Memming, イタリアから Prof. Scorasati, ベルギーの Prof. Gomes, オランダの Dr. Mackor という方々で、朝9時から夕方まで非常に熱心な討論がおこなわれた。光エネルギー変換を目的として半導体-溶液界面の現在の問題点を浮きぼりにし、今後の研究すべき方向を明らかにすることができた。参加者全員この会議は大成功であると感じ、また言い合っただけであるが、その成功の理由は何と云っても参加者全員が非常に活発に討論に参加したことによる。熱心な討論が可能であったのは静かなホテルで3食を共にしながら、しかも人数が15名ほどという限られた数であったことによる。

4. 第6回太陽エネルギーの化学的変換と貯蔵に関する国際会議

この国際会議は1年おきに開かれており、前回の第5回は坪村先生を委員長として大阪で1984年8月盛大に実施された。大阪に次いで開かれたこの第6回大会はパリを会場とし、Prof. Lehnを委員長、Dr. Kossanyiなどを世話人として本年7月20～25日に開かれた。当初ユネスコ本部を会場とするはずであったが急にこの会場が借りられなくなり、この本部に近接した会議場を急遽手配してその急をしのいだ。Plenary LectureとPosterを組み合わせた運営で、次のような6つのテーマがかかげられた。

- (1) 電子移行過程
- (2) バイオシステム
- (3) 光触媒
- (4) 太陽エネルギー変換の工業化の可能性
- (5) 膜等が関与する光化学
- (6) 半導体の光電気化学

Plenary lectureのうちでも特に筆者に印象深かったのは次のようなものであった；

Argonne National LaboratoryのDr. J. R. Millerの電子移動に関する最近の話題、Dr. Adam Hellerの光電気化学の将来の可能性、Stanford Uni.のProf. Lewisの光電気化学の最近の進歩、それに九大工の国武教授による合成二分子膜の特性とその光化学エネルギー変換への応用、坪村先生のSi電極を用いた高い効率での太陽エネルギー変換。

ポスター発表は写真5で見られるように大きな体育館の中にセットされ、非常に活発な議論が期間中続けられた。ここでも半導体の光電極特性と光触媒反応の発表が多く、ポスター発表の約2/3がこれらに関係するものであった。このほかPoster発表への意見などを含めてRound Table Discussionが2会場並行の形で3日間それぞれ2時間を使って開かれ、その総括としてのRound Table Reportsも最後の金曜日におこなわれた。

「花の都」を会場にしているの、どこかに見学に出かけるようなSocial Eventは各自で適当に考えるべしということで、この件に関するアレンジは一切組織委員会からはなかった。Welcome Receptionは会場の中庭で、またバンケットはモダンな建物をほこるポンピドー文化センターの5階で開かれたが、いずれも何ひとつあいさつもなく、始まりも終わりも自然のままという非常にあっさりしたものであった。形式ばった日本でのバンケットなどよりかえてこのような会の方が気楽で、友人を作りやすいのではないかと感じた。いずれにしる2年後の夏シカゴ地区での再会を約して多くの友人とわかれをおしんだパリの夜であった。