

日中科学技術

No. 93

2000.6.20

発行所

日中科学技術交流協会

〒152-0023 東京都目黒区八雲2-8-11

第1益戸ビル3F 電話 03(5701)4913

日中合同分子生物物理学シンポジウム

「蛋白質物理学と水和効果」開催報告

シンポジウム学術委員長 曾田邦嗣

昨年(1999年)の11月19日から21日の3日間、東京渋谷の国立オリンピック記念青少年総合センターで、上記のシンポジウムを開催した。筆者の所属する長岡技術科学大学の松野教授を介して、菅野会長からシンポジウムの企画依頼があったときは、「今まで一度も経験のない中国の研究者との交流を持つことで、学べるものがあるのではないか」、「会の運営を隅から隅まで経験することで、得るものがあるのではないか」など、安易な気持ちでお引き受けすることにした。

学術委員長と言えば聞こえはいいが、元々人に任せられない質もあって、正に「社長兼小使い」の役を演じた。シンポジウムの企画は当然であるが、助成金の申請からビザの申請手続き、果てはアブストラクトの英語の添削までやった。直前迄に「こりゃ、開催できないのではないか」と思う場面が何回かあった。しかし当の本人には「何とかなるさ」と言う気持ちでどこかにあって、然程深刻には考えていなかったようである。「めくら蛇に怖じず」のお陰で、菅野会長には大いに気を揉ませることになってしまったのは、大変申し訳なく思っている。

かような次第で、「開催報告」とは銘打っているが、これまでの報告とは趣がかなり異なるものになると思う。寧ろ本人の独断と偏見に基づいて開催した会について当人が書いた、「開催顛末・感想記」と言う方が正確ではないかと思っている。会員諸兄姉には、そのつもりでお読み頂ければ、幸いである。

1. シンポジウムの主題

会議のタイトルは、内容・目的から講演者まで、会議の全体を規定する標語だから、これをどう設定するかは重要である。然し、これが最終確定する迄には、多少の曲折があった。一昨年(1998年)の5月に、自己紹介と講演候補者選考の依頼を兼ねて、初めて中国側にメールを送ったときは、『シンポジウムの主題としては、「生体機能分子の構造・物性・機能とそれらに果たす水の役割」を考えております。しかし講演者の選考においては、この主題に強く拘束される必要はありません。』と書いた。「生体機能分子の構造・物性・機能」とあれば、分子生物物理学の分野なら粗方取り込めるので、中国側でも講演者の人選に困ることは無いだろう。また「水の役割」を入れることによって、自分自

身が重要と考えている「水」が主題に取り込み、またこれによってこの会議の個性もアピールできるだろう、との読みがあった。個人的な事情もあって、その後中国側との連絡は1年近く途絶えた。その間、開催資金の調達では菅野会長に色々ご心配をお掛けしたが、こちらの方は東京倶楽部に申請することになった。

東京倶楽部に申請する段になって、上記のタイトルは、部外者から見て新鮮味が感じられず、アピールするものに欠けるのではないかと思いだした。兎に角、採択されないことには話にならない。そこで今度は、「生物科学の新時代における蛋白質物理学の展開」という、学会の総合シンポジウムのようなタイトルで、東京倶楽部との面接に臨んだ。これに対する倶楽部の反応は、「もっと会議の目的を明確にしてほしい、講演者は世界的に一流の人を集めてほしい」という、至極尤もなものであった。ならばというので考え出したのが、最終版の「蛋白質物理学と水和効果」である。「蛋白質物理学」というのは、学問的にも名称的にも未だ確立されてはいない。近年、生物機能におい

て中心的な役割を担っている蛋白質の機能を工学的に利用することをめざす学問分野として、蛋白質工学が注目を集めている。しかし「半導体工学を支える科学として半導体物理学があるように、蛋白質工学が予測可能な工学となるためには、これを支える基礎科学としての蛋白質物理学が不可欠であり、そこでは水の寄与を陽に取り込む必要がある」と筆者は考えてきた。上記タイトルは、このような思いを反映している。かくして会議のタイトルは、図らずも筆者の意図を露骨に表すものとなってしまった。

2. 会場：国立オリンピック記念青少年総合センター(NOMYC)

会場のNOMYCは、米軍キャンプ跡地に建設された東京オリンピックの宿泊施設を利用すべく、スポーツ活動を初めとする、青少年教育の指導者養成用の研修施設として開設された施設である。然し政治・宗教色なしで非営利目的であれば、どんな団体のどんな活動でも利用可能である。新宿駅から徒歩20分の一等地にありながら、構内には緑も多く、木々が生い茂っている。都庁の屋上か



会場玄関前での参加者全員の記念撮影

ら見ると、スモッグとビルの海に浮かぶ緑の浮島一ひょっこりひょうたん島一のように見えた。

この会場は、同僚の城所俊一助教授が見つけてくれたものである。構内には、20人から300人収容迄の、大小様々の会議室・ホールが50室以上あり、宿泊施設も完備している。そして何よりよいのが、建物が新しく設備が綺麗な上に、使用料が格安なことである。少ない予算ではあるが、折角来て頂く中国人研究者に惨めな思いはさせたくないという、主催者のささやかな見栄と希望を叶えてくれたのは、誠に有り難いことであった。更に、係員の対応が非常に丁寧かつ親身であること、直前の予定変更などにも可能な限り柔軟に対応してくれるなど、国立の施設とは思えない(?)ものであった。勿論、筆者はNOMYCとは何の繋がりもないことは、念のため付言しておこう。

3. 会議の日程、招待講演者、演題

会議は、懇親会と自由時間を含めて、以下の日程で進めた。

11月19日(金)午前10時～：受付、午後1～5時：開会、第1セッション、午後6～8時：懇親会

11月20日(土)午前9時～正午：第2セッション、

午後1時～5時30分：自由時間、午後7～9時：第2セッション(続き)

11月21日(日)午前9時～正午、午後1～5時：第3セッションと総合討論、閉会

99年になって確定したシンポジウムのタイトルに対して、中国側の代表として施蘊渝教授が選ばれ、講演者の人選は彼女に任せられることになった。一方、日本側の講演者は、筆者が選出した。両国の招待講演者とその所属・演題は、以下の通りである。

◎中国

施蘊渝 (Yunyu Shi, 中国科技大 生命科学)

“Stochastic dynamics simulations of proteins and polypeptides in solution”

滕脉坤 (Maikun Teng, 中国科技大 生命科学)

“An approach to reveal the structural flexibility of proteins from their crystal structure”

丁達夫 (Dafu Ding, 上海生化学研)

“A self consistent assembly optimization approach to simultaneous sequence selection and side-chain orientation in protein”

陳潤生 (Runsheng Cheng, 北京生物物理研)

“Three-dimensional structure prediction of protein”

孫之榮 (Zhirong Sun, 清華大 化学)

“A study on the evolution of the molecular structure of serine protease family”

沙印林 (Yinlin Sha, 北京大 物理化学研)

“Design of β -hairpin peptides”

張松林 (Songlin Zhang, 中国科学院 国際合作局)

◎日本

曾田邦嗣 (長岡技科大 生物系)

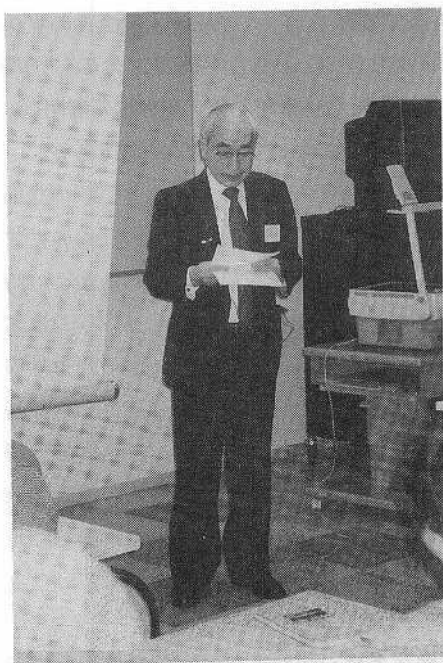
“Analysis of the nonnative structure and hydration of proteinis by a molecular modeling method”

桑島邦博 (東大院理 物理) Kunihiro Kuwajima)

“Molecular mechanism of the target recognition of E. coli chaperonin GroEL/ES”

新村信雄 (日本原子力研 先端基礎研)

“Hydrogen atoms and hydration of lysozyme by neutron protein crystallography”



開会の辞を述べられる菅野会長

後藤祐児 (大阪大 蛋白質研)

“Inconsistency of the local and non-local interactions in the folding of β -lactoglobulin”

月向邦彦 (広島大院理 数理分子生命理)

“Volumetric properties and hydration of proteins”

鈴木 誠 (東北大院工 金属工)

“Hydration structure of globular proteins and its dynamic change by dielectric dispersion method; application to a motor protein, myosin”

櫻井 実 (東工大 生命理工)

“Effects of sugar on the stability of biopolymers and biomaterials. - Hydration ability of trehalose and its physiological function - ”

城所俊一 (長岡技科大 生物系)

“Statistical thermodynamic study of protein stability with microcalorimetry”

肥後順一 (生物分子工研 情報解析)

“Solvent density and long-range dipole field around a DNA-binding protein studied by molecular dynamics”

北尾彰朗 (京大院理 化学)

“Hydration Effect on Protein Structure and Dynamics”

池口満徳 (東大院農生命科学 応用生命工)

“Molecular mechanism of roles of water and denaturants on hydrophobic effects”

小野 聡 (生物分子工研 情報解析)

“Free energy landscape of proline cis-trans isomerization in water”

李 華 (神戸大院自然科学 分子集合科学)

“NMR study of pressure-induced local unfolding and hydration of globular proteins”

Nikolay N. Khechinashvili (ロシア細胞生物物理研)

“Principle of stabilization and mechanism of temperature-induced unfolding of globular proteins in aqueous solution”

張松林氏は、中国科学院国際合作局の副処長で、本会議の中国側世話役として来日された。完全な

日本語を話し、両国の間に立って細かな気遣いをして頂いたのは、大変有り難かった。また李華さんは、神戸大院・赤坂研で学位を取得したばかりの中国人留学生である。従って、今回の中国人参加者は8人である。一方、N. ヘチナシュヴィリ氏は、ロシアの細胞生物物理研の主任研究員で、蛋白質の熱力学物性の研究では著名な方である。現在筆者の教室に、客員教授として滞在されている。

以上の結果、一般参加者も含めて総参加者数は31名であった。

4. シンポジウム(会議)の様子

これが生物物理学会誌なら、シンポジウムの講演と討論内容を詳しく紹介すべき所であろうが、本誌の読者の多くは専門外の方であろうから、要点のみを以下に述べる。

本シンポジウムの目的は、「分子生物物理学の研究において世界の最先端にいる日中両国の研究者が、蛋白質物理学の重要な課題に関する研究成果を報告し合い、それらに基づいて、蛋白質の構造・物性と機能に対する水和効果の役割とその物理メカニズムを議論すると共に、この分野の今後の研究を展望すること」である。「蛋白質の立体構造形成(折り畳み)と熱力学的安定化の分子機構」と「それに果たす水和効果の役割」の解明は、現在の蛋白質科学における重要な課題である。

懇親会と自由時間も含めて3日間という少ない時間の中で、会議を可能な限り実質的なものにするために、形式的な部分を最小限にするように時間割を組んだ。会議全体を3つのセッションに区分し、それぞれ蛋白質の構造・熱力学・動力学の側面から見た水和効果について、講演とそれに基づく討論を行うことにした。また、各講演者の持ち時間を40分と長めに設定すると共に、講演30分に対して討論時間を10分にして、議論がゆっくりできるようにした。この設定は、成功であったと思っている。

日本人講演者は、何れも日本生物物理学会に所属し、蛋白質の物理学と物理化学分野の研究者で、

特に溶媒としての水の役割の重要性を意識して研究を進めている人達である。国内の学会のミニシンポジウムなどでは、時間不足のために議論が打ち切られるケースが屢々ある。然し今回は、参加者が少人数であることも手伝ってか、何れの講演についても質問や討論が続出したが、上の時間設定のお陰で、強制打ち切りは殆どなかった。それでも討論時間が未だ足りないと感じられる場面も幾つかはあった。議論が活発になされた証拠であろう。

中国人参加者の多くにとっては、「水和効果」はやや絞り過ぎと感じられたようである。また講演に対して、白熱した議論を戦わせるというスタイルは、当初国際会議としては奇異に感じたように見えた。しかしそのような中でも、中国側の代表格の施先生は、蛋白質の折り畳み過程や溶液中での物性を、分子シミュレーション法や核磁気共鳴法を用いて研究している人であった。特に、分子動力学法に溶媒効果をどのように取り込むか、溶媒の構造情報を実験的に如何に抽出するかに関して強い関心を持っており、多くの講演に対して鋭い質問を次々と発していた。「中国では、水の研究の重要性を理解してくれる人が少ない」とこぼしていた。日本も、似たようなものであるが。

施先生は、日本で言う学士院会員に相当するという“院士”の肩書きを持つ人であるが、普段の話しぶりは極めて穏やかである。他の中国人研究者が何となく一目置いているような雰囲気があることは、直ぐに感じられた。これは、院士という肩書きに因る部分もあると思うが、寧ろ私には、彼女の生物物理学に対する意欲や情熱の強さに因る部分の方が大きいように思えた。

蛋白質科学、特に蛋白質物理学の研究分野は、日本も世界の最先端から決して後れをとってはいない。然し分野開拓的な研究の量や研究者の層の厚さでは、残念ながら米英に敵わないのが現状である。だからシンポジウム参加者も、セレモニー的な会議に3日間も費やす余裕は全然ない。その結果、会議は否応なしに密度の高いものになる一

方、歓迎色は薄いものになってしまった。後日、『「中国では、国際会議や交流事業の際に、観光や歓待に時間をかけることが多いけれど、この会議では、そういうところは簡素で、会議の効率を最大限に上げることに重点が置かれている。日本の効率がよいのは、こういう所なのだろう。自分達も考えなくてはいけないのではないか」という話が、中国人招待者同士の会話の中にあった』と、張松林さんが言っていたという話を聞いた。このような会議のあり方から何かを感じ取って貰えることがあったとしたら、それも日中交流の一つのあり方ではないかと、言い訳めいたことを考えた次第である。

5. 懇親会、自由行動、研究室訪問

1日目の夜に、レセプションを兼ねた懇親会を開催した。懇親会といっても、簡素な料理と多少のアルコールが出る、立食パーティである。お客様を歓迎する気持ちは十分あるので、できることなら日本料理でも食べて頂けたらとは思っていた。しかし何せ先立つものの関係上、大判振る舞いなどできる状況ではないし、幸か不幸か国立の施設で、そんなに豪華なメニューは最初からなかった。菅野会長と施先生から挨拶を頂き、協会の鈴木伸先生の音頭で乾杯した後は、2時間ばかり歓談し交流を深めた。会の後は、最上階のレストランで、飲み会に入った。然しここも間もなく閉店の時間とかで追い出され、結局皆部屋に帰ることになってしまった。話が弾んで盛り上がったところだったので残念であったが、国立の施設は、誠に健康的ではあった。

2日目の午後は、自由時間にした。都内からの参加者を除くと観光バスを借りる程の人数もないので、皆で話し乍ら歩いて新宿まで先ず出て、都庁に“上った”。展望台から都内を見渡すこと30分、記念撮影をしてから新宿駅へ向かった。途中、藤脉坤氏と李華さん以外の中国人は、ヨドバシ・カメラでトラップされてしまったので、そこで分かれた。その日施先生は、別の国際シンポジウムの招待講演者として、東工大に行っていた。山手



線を原宿で降り、てくてく歩いて、渋谷のNHK放送センターに辿り着いた。スタジオなどの見学コースを一巡して外へ出ると、もう辺りは暗くなっていた。タクシー2台に分乗して、渋滞の中を何とかNOMYCに戻ったときは、ほっとした。何しろ、食事の後には、昼から続きの第2セッション夜の部が、7時からあるのだから。

会議の終わった翌日の22日は、中国からの招待者は、NOMYCから飯田橋の後楽賓館に宿を移した後、東大の2つの研究室を訪問した。最初の訪問先は、日本側の招待者の一人である桑島先生の研究室で、昨年建ったばかりの高層ビルの4階にある。桑島先生は、 α -ラクトアルブミンを初めとする多くの蛋白質の折り畳みが、モルテン・グロビュルという中間状態を経て進行することを、実験的に証明したことで世界的に有名な人である。ここでも施先生は、溶液試料を急速混合し、その後の分光観測量の時間変化から反応速度を測定する、ストップフロー装置について、部品

の発注先などを熱心に尋ねていた。

次に訪れたのは、農学部清水研で、こちらも招待講演者の池口満徳さんが案内してくれた。ここは、計算法シミュレーションや分子モデリングなど、専ら計算機を用いた研究を行っている研究室である。ここでは施先生だけでなく、陳潤生



氏や孫之榮氏も強い関心を示していた。清水研に行く前に、生協書籍部で本を物色した。施先生は生物物理関係の洋書数冊を手際よく見つけ出し、4万円相当の買い物をした。これは、中国では1ヶ月分の給料に相当するくらいの額ではないだろうか？以前、国際会議でパリに行ったときも買い込んだとか。兎に角、自分の目で現物を確かめられるときに可能な限り買って置くんだとのことであつた。

都庁の展望台にて

学内食堂で昼食の後、三四郎池から学内を抜け、不忍池を回って上野公園に出た。私は施先生と話しながら歩いたが、足が痛くなる人も出て、西洋美術館の前で別れることになった。別れを惜しみながら上野駅に入ったときは、もう日も傾き始めていた。

中国人研究者との交流は初めてであり、本当に喜んで貰えたかどうかは分からない。然し、兎に角自分なりに精一杯やるだけのことはやったつも

りである。その中で自然や生物の謎を解き明かすことに喜びを感じる気持ちは、自分と全くかわらないことを肌で感じて、爽やかな連帯感を味わったことだけは確かである。

施先生から、今度は中国に来ないかと誘われた。出来れば行ってみたいけれど、いつ頃なら時間が作れるだろうか。そんなことを考えている今日この頃である。

石炭の部分ガス化 石炭のクリーンな 利用法の最適化組み合わせの一つ

中国科学院山西石炭化学研究所研究員 王 洋

(97年9月 中日科技経済学術交流会議論文・本誌 No.85参照)

石炭は中国の主要なエネルギーと主要な汚染源。中国は総体的に石炭資源が豊富で、石油と天然ガスの資源が乏しい国である。石炭がエネルギーの生産に占める割合は非常に高い。例えば、1992年中国の石炭産出量は11.64億トンで、一次エネルギーの74.9%を占め、全世界の24.4%を占めた。下記の表は1992年中国の主な一次エネルギーの消費構成を示している。

総エネルギー 使用量	石油	天然ガス	水力	石炭
Mtce 1089.0	% 18.0	% 2.0	% 5.1	% 74.9

中国の76%の発電燃料、75%の工業加熱エネルギー、80%の家庭と商業用エネルギー、60%の化学原料が石炭である。国民経済と国民生活レベルの向上につれ、エネルギー消費量も高くなるはずである。予測では、2000年石炭生産量が14億トンに達する。今後30~40年にわたって、石炭はやはり中国の主要なエネルギーである。

しかし、石炭に特有な性質により、直接石炭を使用すれば、環境問題を引き起こすことになる。例えば、1992年中国におけるSO₂の排出量は16.85MTで、粉塵の排出量は14.14MTであった。そのうち、石炭が占める割合はそれぞれ90%と70%であった。ほかの汚染物質はまだ計上されていない。そのため、石炭を有効に、クリーンに利用す

る技術の研究開発は中国の国策になっている。本文は主に部分気化—燃焼コンバイン技術を検討することである。それを通じ、皆様の共同認識を得、中国の国民経済の発展と環境保護をあわせて、推進させることを期待している。

石炭の部分気化とコンバインプロセス

石炭の気化プロセスは石炭が高温下で気化材と反応(水蒸気、CO₂)し、気体燃料になるプロセスである。

反応進行度の違いにより、石炭中のカーボン、水素、酸素とサルファがそれぞれH₂、CO、CO₂、NH₃、HCN、H₂S、COS、CH₄などになり、体積は石炭完全燃焼時排ガスの数分の一か数十分の一になるので、精製しやすく、クリーンで、利用しやすいガスで供給できる。

ガスの気化は固形分とガスの接触パターンから、主に移動床(代表的なものはルルギ炉)、流動床(代表的なものはHTW)、噴流床(代表的なものはテキサコ炉)の三種類に分類できる。移動床ガス化炉の固形分とガスが向流接触し、出口のガス温度が一番低い(350~500℃)ので、コールドベースのガス化効率が一番高い。ただし、出口ガス中メタン、タール、フェノールの含有量が高く、弱粘結炭か非粘結炭のある粒度以上の石炭が必要なので、原料費とガス精製費が高い。それと異なり、噴流床ガス化炉の固形分とガスの流動方向が同じ

で、出口ガスの温度が一番高い(1400~1500℃)プロセスのものもある。製品ガス中タール、フェノール類がない分、出口温度が高いから、一部のエネルギーが熱エネルギーに変わり、コールドベースのガス化効率が低い。かつ、耐火材の仕様が厳しく、廃熱回収設備の投資が高く、酸素を使用するなどして、プロセスの費用と初期投資を押し上げた。流動床ガス化炉の特徴は操作条件が二者の間、操作温度がそこそこ(900~1100℃)で、いろいろな種類の粉碎炭を原料に使用でき、出口ガス中タールとフェノールを含まない。しかし、流動床ガス化炉のフライアッシュブローアウトも燃焼灰中カーボン量も比較的高い(10~15%)なので、フライアッシュと燃焼灰カーボン損失の減少が長年流動床ガス化炉開発の重点である。ウェスチングハウスのKRW、IGTのU-gas及び中国科学院山西石炭化学研究所のICCプロセスはすべて灰溶融とフライアッシュ循環でカーボン転化率を向上させる手法である。研究から、これらのプロセスは現在の状況下、高い(95%以上)カーボン転化率を得るのが困難であることが分かった。近年、いろいろなプロセスが改善努力されたが、我々は、部分気化即ち部分燃焼が最適な選択であると思う。この方法で、石炭の部分気化(例えば30~80%の気化)が比較的簡単にできるので、余剰な(20~70%)部分をCFBCとBFBCに入れ、燃焼させる(燃焼率が95%以上)ことで、非常に高い転化率が達成できる。例えば、(30~80%)気化+(70~20%)燃焼 $\times 95\% = 95\sim 99\%$ のカーボン利用率と50~80%の脱硫効率が得られることになる。

部分燃焼プロセスがユーザーと製品のニーズに応じ、いろいろなシステムを構成できるし、違う操作条件での最適化もできる。例えば粉炭焚き火力発電所が輸送床反応器で、20~30%程度をガス化し、このガスに原料の50%以上のサルファを含ませる。そうすれば、このガス化プロセスがブレ脱硫プロセスになる。

都市ガス或いは都市ガスに混入して使用する場合、気化率を低く(30~50%)押さえることで、メ

タン含有量の高いガスが得られる。

石炭の大部分が気化される(例えば気化率80~90%)場合、流動床の燃焼分が少なくなり、ガス化が主要目的になり、合成原料ガス或いは工業用原料ガス(IGCCガス)などに使う。

要するに、部分ガス化—燃焼システムは割合低温度で、また、既存技術で最高と最廉価のガスが製造でき、工業用と都市ガス用と加熱用に応用できるので、研究拡大の価値がある。

第65回 理事会議事録

日時：2000年3月21日

場所：一ツ橋学士会館310号室 13時30分~16時

出席者：会長 菅野昌義

理事 鈴木 伸

以上の他委任状提出者21名

1. 前回議事録確認

2. 次回以降の日中科技シンポジウムについて

今回は未定だが、昨年11月に行われた分子生物物理学シンポジウム(曾田組織委員長)のシリーズとして来年度北京で開催されるシンポジウムに科学者を派遣することも考えられる。

3. 会計状況について

資料を元に、菅野会長より本年度の決算見込みと来年度予算見込みの説明がなされた。来年度賛助会員が退会し、支出が予算枠を越えた場合は協会の継続が困難となる旨を説明された。

4. 賛助会員の現状について

賛助会員の現状と過去の変遷が説明された。

目 次

日中合同分子生物物理学シンポジウム 「蛋白質物理学と水和効果」開催報告 曾田邦嗣……	1
石炭の部分ガス化 石炭のクリーンな 利用法の最適化組み合わせの一つ 王洋…	7
第65回理事会議事録……	8