

# Kodae

分子科学研究所 技術課活動報告

No.6

「技官、教官、事務官は研究を支える三本足の鼎である。」



### 鼎（かなえ）

中国古銅器のうち食物を煮る三足の器。先史時代の土器を祖型とする。殷周時代には、祭器として尊ばれ、権威の象徴でもあって、奇怪な動物文や銘文をつけたものが多い。戦国時代には、貴族の日用の器となり、華美な装飾が施されたが、漢時代には無文となり、六朝時代には衰えた。隋唐以後は、本来の用途から離れ、香炉の形として面影をとどめるだけとなった。

（小学館「大日本百科事典、ジャボニカ」）

# 目 次

## 巻頭言

2枚舌の効用 ..... 電子構造研究系主幹 花崎一郎 ..... 1

## 特別寄稿

技官に関わる状況の変化 ..... 生理学研究所技術課長 南定雄 ..... 2

## 技術課の業務

技術課の役割 ..... 技術課長 酒井楠雄 ..... 3

### 施設系の技官の業務

計算機センターの技官と業務 ..... 電子計算機技術係 水谷文保 ..... 5

極低温センターの技官と業務 ..... 極低温技術係長 吉田久史 ..... 8

機器センターの技官と業務 ..... 研究機器技術係長 山中孝弥 ..... 9

装置開発室の技官と業務 ..... 装置開発技術係長 堀米利夫 ..... 12

## トピックス「海外出張体験記」

海外出張成果報告 ..... 電子構造研究系技術係 片柳英樹 ..... 14

アメリカの印象 ..... 化学試料技術係 戸村正章 ..... 16

BINGHAMTON滞在記 ..... 第二技術班長 加藤清則 ..... 17

出張報告 ..... 化学試料技術係長 永田正明 ..... 23

## 技術活動報告

NMR装置を作成するための設計と材料 ..... 分子集団研究系技術係 大石修 ..... 25

ワークステーションを用いたモデリングと構造解析の現状 ..... 装置開発技術係 矢野隆行 ..... 30

ヘリウム液化機損傷原因究明のためプロジェクトチームの活動 ..... 装置開発技術係 鳥居龍晴 ..... 33

## 技術講座「知らなきや損する技術の常識」

回路工作を10倍楽しくする方法 ..... 極低温技術係長 吉田久史 ..... 38

## マイレビュー

フェムト秒画像観測による反応動力学の研究 ..... 電子状態動力学研究部門 柴田武 ..... 45

## 科学講座「知って得する分子科学の常識」

レーザーの話(第5回) ..... 装置開発室 浅香修治 ..... 48

“声”「本音を言わせて、聞かせて」 ..... 編集担当 永田正明 ..... 50

世間と自分の価値判断の差について



## 巻頭言

### 2枚舌の効用

電子構造研究系主幹 花崎一郎

よくいわれることであるが、政府の予算の出し方にはいろいろな点で大いに問題がある。なかでも、長期的な目で見た科学の発展を根本的に阻害しているのは、新しいプロジェクトや組織には巨額の予算を出しても、現在の研究の発展を裏付ける維持費や定常研究費、さらには人員増などにたいする考慮がろくなされていないという点である。「原理的に新しい発見」をするというのが基礎研究の場合のもっとも望ましい姿である。このような発見は毎日少しづつ進むこともあるし、ある日突然大発見ということもあるが、いずれにしても、定常的な毎日の研究の中からしか生まれてこないものである。「原理的に新しい発見」をしますから、といって新しいプロジェクトを申請するなどということはあり得ない。もし、今まで、「新しい原理」云々ということでプロジェクトの申請があったとすれば、それはアメリカあたりですでに発見された原理のいわゆる「本邦初公開」にすぎない。「発見」をしたあとでこれをプロジェクトにすることはできる。しかし、その段階では、肝心の新発見の瞬間はすでに終わっているのである。

心ある研究者は、もちろんそんなことは百も承知で、なんらかのプロジェクトで予算を取り、これを本当の新発見のための研究にまわしているわけである。これは、個人単位でもそうだし、研究所単位でも同様である。いわば2枚舌を使っているわけである。誰に対して？もちろん、政府に対してである。このために、研究所や大学はつねに新しい施設やら組織やら建物やらを申請して予算をとり、膨張してゆかないと維持してゆけないという馬鹿なことが起こる。困ったことに、管理者的発想からすると、このような新しい「もの」を作ったということがその人達の実績になるらしい。このような怪しからぬ習慣の結果、研究所の規模は次第に大きくなる。しかし、基礎研究をおこなう場合にはその分野に応じた研究所の適正規模というものがある。もし、これを超えて研究所が肥大化すれば、管理運営面で根本的な変化が必要になるし、このことはまた研究そのものの質にも必然的に影響を与える。

政府に対し2枚舌を使うということは、裏を返せば、研究所の中では、研究者も所長も管理局も暗黙のうちに2枚舌を承知で一致団結しているということである。少し不謹慎ないいかたを許していただければ、研究所が適正規模を超えるということは、研究所内でこの暗黙の了解がうまく通用しなくなる、ということではなかろうか。規模が大きくなりすぎてコミュニケーションに支障をきたすというこ

ともある。しかし、もっと恐ろしいのは、予算を取った以上、そのプロジェクトを走らせることこそ研究者の使命だと本気で思いこむ研究者が出てくることである。こうなったときに基礎研究を使命とする研究所の寿命は尽きる。

2枚舌なんかやめたいとお思いですか？ なに、簡単です。予算を決める際に、基礎研究と応用研究の区別もつかないような人たちに口を挟ませなければよいのです。冗談ではなく、事態の抜本的改善にはこうするしかないと私は考えている。現在、緊急に必要なのはこのような場合の予算配分のあり方を、学術研究、とくに基礎研究のなんたるかを充分理解した人たちの手に委ねるようにする、ということである。大学の先生達にまかせればよい、というのは甘い考え方である。このような点を正しく認識し、場合によっては政府に嗜みつくだけの氣骨を持った人はそう多くはない。人選が重要である。かりに、このようなことがうまくゆけば、無理して規模拡大を計らなくても、実際に「新しい発見」を目指した研究に必要な予算や人員が保証されるようになる。夢のような素晴らしい話であるが、このことは同時に、われわれ研究者が従来以上の責任を政府あるいは国民に対して負うということを意味する。「教育」という逃げ道をもたない分子研の研究者にとって、これは相当に過酷な条件であるということもよく認識しておく必要がある。

この話は技術課となんの関係があるんだ、という人が出てきそうな気配を感じたので、あわてて言い訳をさせていただく。実はおおいに関係があるのである。もし、研究所が適正規模を超えて巨大化した設備、装置をもてば、技術課の人たちはその維持、管理、運転といった仕事に追いまくられることになる。場合によっては手仕事同然の段階から研究者を助け、これが本質的に新しい発見につながる、といった技術課本来の役割は次第に隅に追いやられるであろう。研究者の側の質的变化と技術課の変質とは無関係ではないのである。すでに現時点でも、技術課の人たちが「本来の」仕事以外の仕事をこなすことを要求されているように見えることがある。もちろん研究者側の責任は大きいが、技術課のひとたちも、ここで自分の研究所内における役割は何かということを真剣に考えていただく必要があるのでなかろうか。

## 特別寄稿

### 技官に関わる状況の変化

生理学研究所 技術課長 南 定 雄

電気魚の実験を見たのがきっかけで、医用電子の仕事に関わって40年近く経ってしまった。この間にアルバイト、民間会社、研究室、他大学へ出向、数研究所を異動し、今は生理学研究所でお世話になっている。

仕事に厳しく、思いつくと昼夜の区別のない大先生や、実験が終わると次の実験日までにと改造を言いつける人使いの荒い教官、電源を切ると安定に時間がかかるから切らずに治せというお医者さまたちの中で実験装置の維持を任せられた。別の異動先では、各自の自主性を尊重することであったが、仕事は厳しく、休暇を申し出ると、休みをとるに値する仕事をしたか、私は認めぬと言った調子で遊びやスキーは流れてしまった。しかし、技術や知識の習得には理解があり、電磁気学や数学のセミナーを開いたり学部、院生にまじっての聴講、学会や研究会への参加の便を図っていただいた。その後の異動先では、測光、音響計測と大学院生や研究員の技術指導を行うことになったが既得の基礎知識が大いに役立った。技官業務が多様化し習得すべき関連知識の幅が広がっていく中で基礎知識の重要性が分かつてきただ。

教室系技官として異動先で気になったのは、相談する仲間のいないことと技官が教室に定着しないことであった。明日はわが身と、孤立して自己研鑽に励むしかなかった。技官の組織が確立されていない教室系技官の多くは誰かに相談したり、引き留められることもなく、教官とくに教授の異動時に専門技術が違ってきたなどを理由に転職していく。私自身が勤務環境に恵まれて仕事に従事できたのは、たまたま運がよかつただけと振り返っている。

技官に関わる最近の周辺状況をみると、技官の専門行政組織への移行、教官の任期制、任期制研究公務員の制度改編が新聞等で報道されている。従来、教室系技官は各部門に属し業務内容は部門ごとに技術支援、機器管理、一般事務など雑多であった。そのため技官の位置づけが曖昧で定員削減の恰好の標的とされ、8次にわたって削減してきた。削減の結果、業務はさらに多様化し、研究の技術支援を技官に期待することは困難となっていました。国立大学協会では技官削減の反省から、技術職として業務をはっきりさせ、時代の要請に応え得る能力を有する優秀な人材を確保するため、待遇面では専門行政俸給表を適用することを検討してきた。専門行政俸給表への移行に先だって、技官の組織化や教室系技術職員の技術研修が実施され、平成7年12月、組織化等の充実が進み、移行の条件が整ったとして、

俸給表適用審査基準を文部省に提示した。

一方、平成7年9月、大学の人事の交流と教育研究の活性化のため教員の任期制導入を求める提言が大学審議会の組織運営部会から示された。また、平成8年7月末には政府方針として研究公務員に新たな任期制のポストを設け研究開発の活性化のために人材の流動性と確保の充実を図ることを明らかにした。また、これらに拍車をかけるかのように、研究助成をみると省庁を越えた公募型大型プロジェクトが計画され、推進のために研究者の雇用までも計上できる募集が目立ってきた。技官の専門行政組織への移行、教官の任期制や任期制研究公務員の制度がいつから実施されるかは明かでないが、世論として盛り上がりつつあることは確かである。

教官や研究者の異動が頻繁になると、着任した研究者が要求する技術と技官の専門技術の不整合が起きてくる。この場合、どこまで技術支援に対応できるかは、技術課内の相互協力、技術交流などで得られる技術と技官の自己啓発、研究者の指導、業務への適性等による。技術課には各種の専門技術者が集まっており、機構の3技術課の技官たちが関わっている技術領域は広範で他の研究所には類を見ない。そのため教室系技官とは比較にならないほど相互協力や技術交流、知識の習得は容易なはずである。普段から技官の相互協力、技術交流を維持することは技術支援において有益なことである。今後とも3技術課の協力関係の強化と維持をお願いしたい。あと一つは研究者の異動や公募型プロジェクトの推進に技術力のある技術者が勧誘されることである。教官や事務官が全国を異動するなかで技官だけが一ヶ所に留まっている理由はない。将来、教官や研究員の公募と共にプロジェクト推進のために専門技官の公募がでてくるような気がしてならない。応募で得意とする技術を活かし楽しく業務を遂行できる道が開けることを期待する。

研究者の交流が激しい中で技官が満足して業務に従事するためには技術課の充実ならびに各自が自己的技術レベルを評価して得意とする技術と必要な基礎知識を向上、蓄積する自己研鑽の努力が必要であろう、

# 技術課の業務

## 技術課の役割

技術課長 酒井楠雄

### 1. はじめに

技術課は、所長に直属した組織として、7付属研究施設及び6研究系に配属された技官によって構成されています。本冊子「かなえ」は、技術課の活動報告として、平成5年9月に創刊し、年2回刊行しています。目的は、技官がどのような仕事をやっているのか、何が出来るのかということを、研究所の皆さんに知つてもらうためです。さらに施設、部門の枠を越え、分子科学という広い観点にたって、互いの技術向上のための意見交換の場を作ることです。「かなえ」とは、「技官、教官、事務官は研究を支える三本足の鼎である。」という言葉から、技術課が真の鼎の一本の足になることを願い命名しました。技術課の構成員である技官は、先に述べましたように、配属された研究施設や研究系において仕事を行います。ところが、各研究施設や研究系は、当然目的も運営方針も違います。また、業務内容も違います。ですから、各技官は配属された部署において、自分は何をすべきかをしっかり認識し、最善を尽くさなければなりません。

それでは技術課は何のためにあるのでしょうか。各施設、研究系で各人が常に最善を尽くし、そこで高い評価が得られるならば、技術課など必要ありません。しかし技術課創設の理念を考えた場合、技官は研究を支援するために、常に高い技術と広い知識を目指し精進しなければなりません。ところが、施設や研究系の枠の中に閉じ籠ってしまうと、おうおうにして独善に陥ってしまいます。これは各人の技術向上にとって大きなマイナスになるばかりではなく、広く分子科学研究の支援が出来なくなってしまうのです。そこで、施設、研究系の枠を越えて互いの技術を吸収し、切磋琢磨することが大切です。枠を越えて分子科学の研究という広い観点に立てば、互いの技術は通ずるところがあるはずです。この枠を取り外し、互いの技術交流が出来るようになりますが技術課の役割だと思います。つぎに、技術課創設の理念である、研究を支援するということは、先ず、各人が配属された部署において最善を尽くすからにはじまります。さらに、広く分子科学の研究を支援するということは、広い観点に立ち、建物、設備、安全等分子研共通の問題や、人間関係をも含めた、研究のしやすい環境を作ることです。これが技術課の大きな役割だと思います。

### 2. 研究施設、研究系の枠は越えられるか

技術課の組織は、研究施設や研究系の枠に縛られていません。技術課はこの利点を生かして、極低温センターの液化機故障処理に大きく貢献しました。つまり、昨年11月、極低温センターの液化機が故障しました。すぐに復旧させようとしましたが、約4千万円の費用と、半年の工事期間がかかるとメーカー(神戸製鋼)から言われました。これは極低温センターだけでなく、研究所にとって一大事です。修理費が高額のため、すぐに当該機を修理するのが得策か、いろいろ関係者で検討が行われました。しかしながら結論がでませんでした。そこで技術課は、故障原因の究明と今後の対策を決めるために、極低温センター、装置開発室、UVSORから5名の技官を選び、プロジェクトチームを結成しました。そして、このメンバーで当該機を解体し、故障箇所とその原因の究明を行いました。その結果、故障原因が設計に問題があることがわかりました。その後のメーカーとの交渉は、分子研にとって非常に有利になりました。当初の修理費用は約半分になりました。そこで、当該機は修理することに決定したのです。技術課としては大きな実績を作ったと自負しています。それにも増して、研究施設の枠を越えたことが、プロジェクトチームのメンバーにとっては大きな刺激となり、仕事に対する意欲が倍加しました。技術課は、さらにこの様な実績をたくさん積み上げていきたいと思います。

### 3. 設備、安全、節約

ご存じのように、分子研には標記の委員会があります。これは、各研究施設、研究系から選ばれた委員によって構成され、標記の問題をいろいろ討議します。ところが、この委員会で決められたことを、誰が実施するかが大きな問題です。例えば、今年度4月に委員会で不要物品の整理を全所的に行なうことが決まりました。やはり、誰がどのように実施するかが問題でした。委員の人が、業務の片手間にやるには、仕事量が多すぎて不可能です。やはりこれは、技術課の役割だと思います。委員会は、国で言うならば国会のように立法機関だと思います。これを実行するのは、行政機関つまり技術課が行うべきだと思います。事実、技術課が全面的に協力し、大きな効果を上げることができました。

安全はとても重要な問題です。ところが、事故が起きなければ皆さんなかなか関心を持ちません。今年の3月に、

UVSORで感電事故があり、不幸にしてその作業者は亡くなりました。これを契機に分子研では、安全に対する意識が高まりました。しかし、安全の問題は一時的な問題ではなく、常日頃から心がけていなければなりません。そのためには、技術課が安全を業務の一環として行なうべきだと思います。余談ですが、安全の安という字は、宀の下に女と書きます。宀は家の屋根を意味します。つまり、家に女がいると安らぐのです。ちなみに、家という字は宀の下に豕と書きます。豕は豚を意味します。大昔は豚はとても大切なものだったそうです。女性を大切にするということは、安全につながるのかも知れません。

#### 4. 見学、一般公開

分子研は何をしているのか。一般の人に知つてもらうことは、とても大切だと思います。一般の人の理解が得られれば、研究もやりやすくなるのではないかと思う。多くの人が分子研の見学を希望しています。でも、すべてを受け入れるわけにはいきません。そこで、見学や一般公開の業務は、研究活動に支障をきたさないように、技術課が全面的に協力していくべきだと思います。

つくばの高エネルギー物理学研究所、今でこそたくさんの建物ができていますが、当初はゴルフ場の跡で、クラブハウスが拠点でした。まわりは、やせた松や雑草のおい茂る原野でした。地元の人達は、いったいどんな研究所ができるのか、不安と期待でいっぱいだったそうです。当時、この辺はまむしがたくさんいました。そこである人は、高いエネルギーというのは精力増強のことだと思い、まむしをつかまえて、スタミナドリンクの研究をするところだと誤解したそうです。

研究所を正しく理解してもらうためにも、見学や一般公開はとても大切だと思います。

#### 5. 人間関係(出会いー“縁”を生かすか、殺すか)

人ととの出会いは、結局“縁”としかいいようがありません。男女の中だけでなく、長い人生のなかで、いろいろな人の出会いがあります。その出会った人の“縁”で幸せになる人も、反対に不幸になる人もいます。人間の運命は本当に不思議です。

徳川家の武芸の指南役、柳生家の家訓にこんなのがあります。

小才は、縁にであつて縁に気づかず

中才は、縁に気づいて縁を生かさず

大才は、袖すりおうた縁をも生かす

われわれ技官は、何かの縁あって、分子科学研究所の技術課に所属しました。たとえ互いの立場、業務は違っていても、この縁を大切にしましょう。また、分子科学研究所で、多くの人と出会えたのも縁です。この出会いを大切にすることにより、研究所の人間関係はきっと良いものになると思います。

#### 6. おわりに

技術課の大きな役割は、研究のしやすい環境を作ることです。そのためには、今まで述べてきた以外に、まだまだたくさんの業務があります。技術課の皆さん、月15時間、年間180時間、技術課としての業務に参加してください。技術課がこれだけの実績を上げれば、三本足の鼎の、真の一本の足になることができると思います。



技術課職員写真撮影

# 電子計算機センターの技官と業務

電子計算機技術係 水谷文保

## 1. はじめに

電子計算機センターは、文字どおり「電子計算機サービスを行う「センター」であるわけだが、この「電子計算機」という名称は、実はなかなかの食わせ物(死語になりつつある様でもあるが)で、あらゆる技術にコンピュータが活用されるに至り、それが持つ意味合いは極めて多岐に渡って、ますますその裾野を広げている。

当センターが創設した当時、「電子計算機」と言えば純粹に「科学計算をするためのマシン」を指しており、その意味より当時の得られる最高水準の大型汎用機(汎用コン)による演算環境をサービスするのが電子計算機センター本来の姿であった。現在においてもその基本姿勢は変わっていないが、時代の流れとともに計算機をとりまく環境は激動しており、臨機応変な対応が求められている。歴史を振り返って見れば、多配列計算に高速性を発揮するスーパーコンピュータ(スペコン)が登場してきたばかりか、ミニコン、ワークステーション(WS)、パソコンの登場によって、予算規模に応じた計算環境が個人レベルで確保できるようになり、それぞれの性能に応じた棲み分けが生まれ、さらにワープロに代表される様な科学計算以外の用途に利用されるに至っている。電子計算機を取り巻く歴史の中でも最も特筆されるべきものがコンピュータネットワークの発達であり、現在ではインターネットへの発達でコンピュータは通信機器としての地位も確立した。コンピュータネットワークはこの様な利用だけにとどまらず、WSやパソコンの高速化と低価格化の追い風を受け、複数台を1つのシステムとして活用するクラスタや並列コンピュータとしての利用方法も誕生している。さらにはそれぞれのマシンパワーに応じて分散処理を行い、ネットワークで接続されたコンピュータすべてが1つのシステムとして利用できる環境に発達してきた。この様に「電子計算機」はもはや単体としては存在しえず、あらゆる技術が複合された「コンピューティング環境」となっているのである。

これまでの歴史を踏まえると、現在電子計算機技術に携わっていくには、単純に計算機のハードウェアやプログラミングに精通するだけでなく、通信・情報技術、データ管理技術、また最近ではマルチメディアが現実化してきていることから音声、画像、動画等の知識まで必要になってきている。さらには計算機の発達は産業の発達とも密接な関係を持ってきていることから、経済情報

にアンテナを張っておく必要性があるばかりか、貿易摩擦がもたらしたスペコン調達問題に代表するように、社会的な話題にも目光させておかなければならない状況にある。以上の様な時代の流れから、自ずと技官に要求される業務内容も変化してきている。

## 2. 業務内容

当センターでは、平成8年9月現在NEC社製のスペコンであるSX-3/34Rをはじめとして、同社製汎用コンのHSP、HPC、IBM社製の48ノードWSクラスタであるSP2を利用者に公開している。各マシンの詳細等については、「利用の手引き」(オンライン版 <http://ccinfo.ims.ac.jp/publish/index.html>)を参照されたい。現時点の利用者は659名(205課題)である。

当センターのスタッフは、センター長(併任)のほか、助教授1名、助手3名、非常勤研究員1名、技官5名、事務補佐2名である。この他に納入企業SEが5名ほど常駐している。それぞれの業務を明確に区別することは困難であるため内容的に重複している部分はあるが、現在の技官の業務内容を考えると、以下の6項目に分類することができる。

- ・公開計算機および周辺機器関係
- ・センター計算機および周辺機器関係
- ・センター施設関係
- ・所内・機構内ネットワーク関係
- ・研究サポート関係
- ・事務・その他

以下に詳細を述べる。

## 3. 公開計算機および周辺機器関係

一番メインとなる業務は、スペコン、汎用コン、WSクラスタの機器の運用管理である。ハードウェア障害対応は常駐SEが行っている。これらマシンは24時間運用を行っているため、実質24時間対応して頂いている。ハードウェア障害発生時には、自動的にポケベルによってSEおよび技官に通知される様になっており、場合によっては技官も対応する。正常な機器動作の維持をSEが行うのに対して、技官はシステムをどう運用するかという判断およびそれに付随する作業を行っている。

その運用面での重要な業務の1つが、ユーザ管理である。例えばユーザのアカウント登録や資源(ディレクトリ等)管理があげられる。大口利用申請は年2回、小口利用申請および申請内容の変更是隨時行っているため、多量の登録作業は年2回、その他の登録は月1回、変更作業は隨時行っている。これ以外に、ユーザからの問い合わせ(パスワードの初期化や利用環境に対する質問等)に対応する場合もある。

利用者の利便を考慮して種々のライブラリプログラムを維持・管理しているが、ライブラリの移植・開発も運用上重要な業務である。ただし開発に関しては、外注する場合や、ライブラリ開発課題によって研究者が行う場合もある。これと同様にデータベースの開発・維持がある。現在当センターでは化学文献データベースを維持しているが、これについては、データベース開発課題によって研究者を行っている。

利用者への広報として、2ヶ月毎に「速報」を、および不定期であるが「利用の手引き」を発行しており、その編集を行っている。これらは紙面と同時に、インターネットを通じてオンラインでWebにより参照できる様な作業も行っている。利用者への広報は、上記出版物以外に電子メールおよび電子ニュース、またログイン時に表示されるmotdによって行っている。さらにネットワーク障害時の問い合わせに、ファクシミリによる運用状況を通知をするシステムの開発を現在行っている。

複数ベンダによる分散処理環境において、その運用管理は、汎用コンだけだった過去のシステムに比べ、複雑になっており、また信頼性も低いと言える。しかし現在のオープン環境はユーザにとって利便性が極めて高いため、この様なシステムの特性を損なわず、かつ、信頼性とシステムの複雑さを解消するために、当センターでは管理システムの開発を行っている。例えば今までにユーザ管理を行うシステム(jupiter)および機器の稼働状況を監視するシステム(watchman)を外注して作成を行ってきている。前者は、Webをインターフェイスとしている点が特徴であり、後者は負荷分散を目的として、階層構造のマスター・スレーブ運用している点が特徴である。この2システムについては、平成7年の全NEC C&Cシステムユーザ会に投稿し、それぞれ優良賞(手島、水谷)を受賞している。これ以外にも、独自にシェルスクリプト、sed、awk、perl、C言語などを使用した様々なツールを開発しているが、現在進めている大きなプロジェクトは、電子メールで申請や変更を受け付けるシステムを手がけており、jupiterとの融合も考え、ユーザ管理について可能な限りの自動化を実現していく予定である。

#### 4. センター計算機および周辺機器関係

センター職員が使用する、コピーやWS、パソコン環境および使用しているソフトウェアの管理なども業務の1つ

である。MacintoshやWindowsNTによるファイルサービス、リモートプリンタ環境の構築と維持を行っている。また電子出版を念頭においたソフトウェアの評価やデータ変換等の知識の収得も必要な項目である。センター出版物については、数名による執筆の後にその内容を編集して印刷原稿を作成して印刷製本発注を行った後、その原稿をHTML変換および修正を加えオンラインマニュアルとしてWebで公開を行うことを目指しており、その流れにおいてできるだけタイムラグが生じない手法およびそのドキュメントの維持管理方法を確立することが現在の課題である。

#### 5. センター施設関係

センターの施設の維持・管理も重要な業務である。筆頭にあげられるのは、公開マシンが納められている主機室の空調等の管理および消防設備の把握である。前者の空調等の監視については、オンラインでコンピュータ管理されており、異常時にはポケベルによる通知が可能である。このシステムも外注して独自に作成したものである。後者の消防設備の維持管理については警備保障会社と契約しているが、設備に炭酸ガス消火を採用しているので、作業環境の安全性確保の観点からも設備の把握および非常時の対策は非常に重要である。

利用者が使用する端末環境は、センター内と実験棟に用意しているが、その管理も業務の1つである。ユーザが利用する機器の多様化に合わせた機器の見直しも重要な内容であり、使いなれたパソコンを端末として導入・整備している。

センター内の会議室の管理も業務の1つである。特に最近はコンピュータで直接プレゼンテーションする機会が増えており、当会議室は所内の研究会でも多く利用されることから、電算センターにふさわしい環境整備を念頭に行っている。

センター内の居室の電源、およびネットワークや電話等の通信配線も業務の1つである。年々コンピュータやその周辺機器は増加しており、居室においては創設当初の容量では不足している場所がでてきていている。安定した環境を維持するために、電気容量等も念頭に入れておかなければならぬ。またセンター内のネットワーク環境の整備も重要な業務である。トポロジのメンテナンス性を向上させるために、情報コンセントへの移行も行ってきた。また経路制御等の検討も行っている。

#### 6. 所内・機構内ネットワーク関係

コンピュータネットワークは、コンピュータ環境上重要なウェイトを占めており、その健全な運用は非常に重要である。現在所内のネットワークおよびコミュニケーション環境整備も当センターで対応することになり、電子メールサーバ、ファイルサーバの運用・管理およびWebの環境整備も行っている。さらにWebを活用するための必要な

プログラム開発も同時に行っている。今年度開発したものとしては、Web や Ph クライアントから参照可能な所内ユーザのアドレス参照システム(<http://ims2.ims.ac.jp/imslist/index.html>)、Web で参照・メンテナンス可能なスケジュール管理システム (<http://ims2.ims.ac.jp/schedule/index.html>)などがあげられる。これらは Perl および C 言語で開発している。

所外と安定した接続性を確保するため、機構全体のネットワークシステムの維持についても携わっている。平成7年度に導入された ATM ネットワークにおいては、仕様策定時の情報収集や検討、および技術審査を行ってきた。さらにそのシステムを有効活用するため現在次の 2 点、所内および図書館や会議室等の共通施設のどこでも移動可能なネットワーク環境の構築、経路の 2 重化による信頼性の向上、を目指して検討を進めている。

インターネットの最先端技術の導入も積極的に行っており、VRML や JAVA の技術習得および開発を行っている。例えば視覚的効果および操作性の向上を念頭に、3 次元表示によるバーチャルセンターの構築などを計画している。

## 7. 研究サポート

センター教官の研究をサポートするためのプログラム開発も業務の 1 つである。現在行っているのは、電子軌道法で計算された電子の 3 次元確立分布から電子雲として等値面を 3 次元曲面として視覚化するプログラムで、Windows 系と Xwindow 上で利用できるものを開発している。これは OpenGL を使用しているため移植性が高く、リアルタイムに視点を変えることができるところが特徴である。画像の出力形式も多種に対応しているのも特徴の 1 つで、種々のグラフィック形式 (JPEG, TIFF, PPM)、汎用图形データ形式 (DXF、VRML)、汎用分子模型フォーマット (XYZ)、さらにレイトレーシングデータ形式 (POVray 用) にも対応している。

## 8. 事務・その他

年 2 回行われる電子計算機センター運営委員会の資料作成および、利用状況の報告集であるセンターリポートを年 1 回出版するための編集作業を行うのも業務の 1 つである。

また今までのところおおよそ 5 年を単位としてシステムのリプレースを行ってきているが、その検討委員会、調達委員会のための資料作成および情報収集も重要な業務の 1 つである。

情報収集として、カタログ請求以外に評価のためにデモ機を借りることもあり、ベンチマークテスト等を行い独自の判断材料としている。

## 9. さいごに

「電子計算機」の多様性に対して、当センターの技官が業務の中でどのように取り組んでいるかが伝わったかどうか

かは定かで無いが、最後に付け加えさせて頂くならば、拙文では技官が多様なすべての技術を守備範囲として取り込むことを宣言している訳では決して無い点、またそれら技術のサービスを目指している訳では無い点には注意して頂きたい。ただし誤解の無い様お願いしたいのだが、この 2 点は技術修得という共通した目的や開発的、生産的行為をも否定しているものでは決して無い。

拡大の一途をたどっている電子計算機技術に対応していくことは、最先端を追求していくセンターの運営において、時代を先取りするくらいの心構えでないとセンター存在意義に影響を及ぼしかねない、という危機感から必要に迫られた選択であることを理解して頂きたい。たとえセンターの名称を「スーパーコンピューティングセンター」と変更したとしても、ネットワークがつながりにくい、接続してするが非常に遅い、マニュアルが出版物しか無い（出版サイクルは長いので、最新情報に対応しきれない）、など、利便性を無視していたのでは、高速な CPU の価値を引き下げる一方なのである。

技術者として、基本的な原理を確実に修得しながら、その応用性を考えていくことこそ普遍的な業務だと考えている。特定技術に固執するのではなく、その技術の幅を広げるための他分野技術の習得は非常に重要であるが、決して技術や知識の百貨店になってはならないと思うのである。そのバランス感覚を維持するには、非常に難しい分野であるのは確かである。

## 極低温センターの技官と業務

極低温技術係長 吉田久史

極低温施設の技官と業務について執筆することになりましたが、実際には私は装置開発室で業務を行っているので、極低温施設の業務についてあまり詳しい所までは把握していない点をまず御了承下さい。従って、極低温施設の現況についてのみ報告するに留めます。

極低温施設の業務については、加藤班長により“鼎”の創刊号に詳しく紹介されていますが、大きく分けると

1. 液体窒素・液体ヘリウムの寒剤供給
2. 高圧ガス製造事業所として高圧ガス設備の維持、管理
3. ユーザーサービス
4. 低温関連技術開発に分類されます。

これらの業務を加藤班長と高山技官の2名で共同、または分担して行っています。現況では、ヘリウムの液化機が故障修理中で、ヘリウムの回収一液化の業務はストップしている状況です。液化機の故障に関しては、技術課でプロジェクトを組織してその原因の解明やその後の処置について検討しています。この件に関しては、本号の技術活動報告の欄で鳥居技官から詳しく報告される予定なので、そちらを参考にして下さい。液化機の修理は、本年12月中旬には終わる予定ですが、その間、高山技官はUVSOR施設で液体ヘリウム回収ラインの整備を行っています。

低温関連技術の開発に関しては、積極的に行われていて、液体ヘリウム自動供給システム1号機・2号機、ヘリウム液化機モニターシステム、 $^3\text{He}$ -3蒸気圧制御装置(写真1参照)では、私もその開発に携わってきました。装置を開発することで得られた技術は、技術研究会などの場でできる限り報告するように努力しています。また、こうした研究会に参加することで、他機関の技官との交流を深め、情報の交換を積極的に行ってています。最後に、本施設で開発した液体ヘリウム自動供給システムは、北大の低温

センターでも導入されたことを報告して終わりたいと思います。

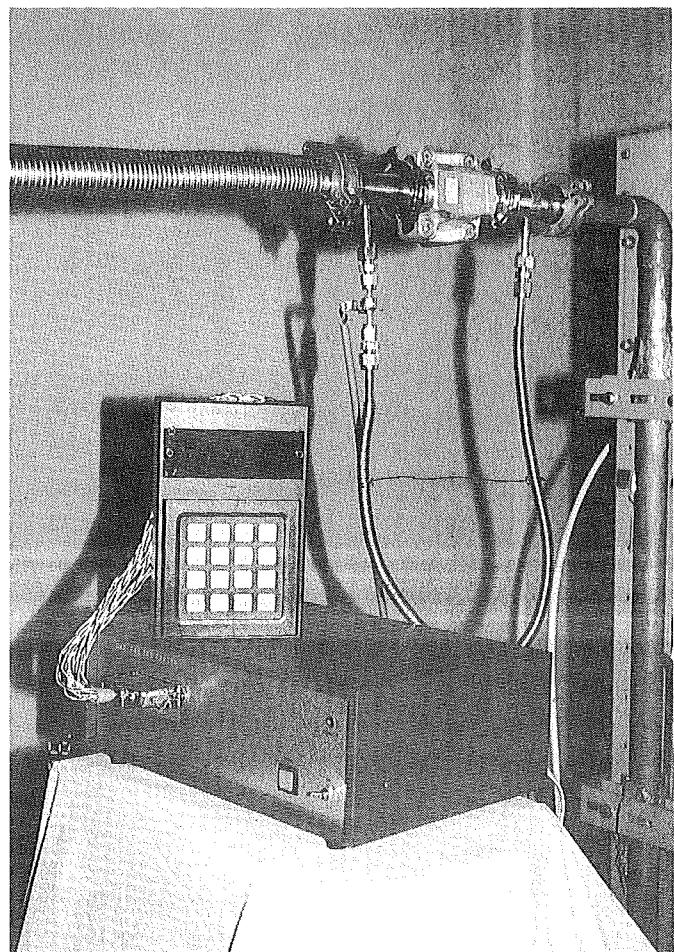


写真1  $^3\text{He}$  蒸気圧制御装置

# 機器センターの技官と業務

研究機器技術係長 山中孝弥

## 1. はじめに

分子科学研究所は、6研究系、7研究施設および技術課から構成されている<sup>1)</sup>。機器センターは研究施設の一つであり、分子科学の研究に必要とされる機器のうち共通性があり、かつ最高級のものを集中管理している。このことは、研究費の二重投資を防止できるとともに、機器の性能維持を組織的かつ計画的に行うことができるという利点を持っている。機器センターの利用者は表Ⅰに示されるように所内研究者はもちろん、所外の研究者にも広く利用され、大学共同利用機関としての窓口的な役割をしている。所蔵機器は平成8年4月現在、各種レーザー、自記分光光度計、ESR、NMRなどの中型機器が38台、オシロスコープや各種電源などの小型機器が156台を保有<sup>2)</sup>している。

本稿では、機器センターに所属する技官の業務について、機器の維持・管理の方法も含めて紹介する。

## 2. 機器センター職員の構成と業務内容

機器センターの職員は、センター長(研究主幹が兼任)、助教授1名、助手3名、技官2名、事務補佐員2名の合計8名で構成されている。センター長は予算要求およびその執行等に関する諸問題や運営に関わる重要な懸案事項等の助言・処理を行い、日常的な運営の管理は助教授によって行われている。

所蔵機器の維持・管理は、助教授以下7名の職員で分担して行っている。所蔵機器の台数に比べ職員数が絶対的に少ないため、オープンシステムをとつて使用者自身が機器の操作を行な<sup>い3)</sup>、多数の分析センターが行っているような依頼測定は行っていない。そのため不特定多数の利用者が

所内研究者	所外研究者
教官・技官	協力研究者 分子研共同研究専門委員会で採択された研究
外国人研究員	
総合研究大学院大学学生	
特別研究生	施設利用者 国公私大学の教官・技官 及び博士課程後期学生 (営利企業でなければ 利用可能)
特別協力研究員	

表Ⅰ 機器センター利用者

- A. 高性能機器の維持、管理
- B. 技術的に最先端の装置の導入
- C. センター独自の付属装置の研究開発  
及びユニークな大型装置の開発
- D. 周辺機器の貸出業務  
(各種エレクトロニクス機器、  
計測器、電源、各種の部品など)  
対象……分子研職員及び  
外来利用者

表Ⅱ 機器センターの業務

る。依頼測定は行っていない。ただし測定に先立ち機器の操作に関してセンター職員の助言を受けることができる。また、一部の中型装置については、所内研究者に限り、所内研究室へ持ち出すことができる。貸出小型機器の貸出期間は、1回につき2週間以内とし、延長は3回まで認めている。中型機器の使用後は、備え付けの使用ノートに使用者名、使用時間、機器の性能状態などを記入してもらうことにより、機種更新の時期や利用状況などの統計データの資料として利用している。

#### 4. 所蔵機器の維持・管理

所蔵機器の維持・管理の仕方は、担当する装置によって管理の仕方が異なるため、各担当者の責任で独自の方法によって行われる。機器管理で重要なことは、(1)各機器の性能を常に研究者の要求を満たす値に維持することである。X線管球などの経年による劣化から購入時の性能を維持できなくなる場合には、現状の性能を定量的に把握しておくことが必要である。(2)新規に購入した装置を担当する場合は、カタログ等に記載されている特性値の真偽、初期故障の有無、その他必要な検査を行う。これら検査から、一般利用を開始した場合に予想される諸問題を検討し、必要に応じて新たなるルールの作成や、多数の利用者が円滑に利用できる環境整備を行う。

(3)利用申請があった場合、実験内容の検討や申請者の利用を希望する機器に対する習熟度等を考慮し、採否を決定する。よる劣化から、購入時の性能を維持できなくなる。これら場合には、現状の性能を定量的に把握しておくことが必要である。(2)新規に購入した装置を担当する場合は、カタログ等に記載されている特性値の真偽、初期故障

の有無、その他必要な検査を行う。これら検査から、一般利用を開始した場合に予想される諸問題を検討し、必要に応じて新たなるルールの作成や、多数の利用者が円滑に利用できる環境整備を行う。

(3)利用申請があった場合、実験内容の検討や申請者の利用を希望する機器に対する習熟度等を考慮し、採否を決定する。

これら機器の維持・管理は、その保守のためにだけ起動(つまり空運転)させるのではなく、担当する機器を用いて行うことのできる研究テーマを設定し、その実験を通して維持・管理するようにしている。このような方法をとることにより、故障の前兆となる性能低下や新規購入時の初期不良等を早期に発見できるばかりではなく、自分自身の実験経験から研究者の立場にたった助言が利用者にできるという利点がある。

#### 5. オンラインによる機器予約・貸出管理システム<sup>4)</sup>

従来の機器のマシンタイム管理は、使用予定一覧表(中型機器)および機器に添付されたカード(小型機器)を設け、利用者自らが予約・貸出等の記入、参照ができる形で管理を行ってきた。所外利用者については、機器センター職員が電話連絡によって対応してきた。しかし、予定表等を閲覧するためには機器センターまで足を運ばなければならず、通信設備の整った現在において賢明な方法ではない。また管理する機器センターにとって、利用状況等の統計処理に時間がかかり、かなりの負担を生じていた。そこで、利用者のメリットを最優先に考え、既設のネットワーク環境を利用して、特に予約および予約状況の閲覧等は端末を用いて利用者の研究室等から行えることを念頭に機器予約・貸出業務のコンピュータ化・オンライン化を行い、1994年4月から本格的にオンラインシステムに移行した。紙面の都合上、本システムの概要については参考文献(5)を参照して頂きたい。現在の利用状況は、200~250/月のログイン数があり、そのうち約10%が施設利用者で占められている。

オンライン化により、各機器の予約状況などの統計データを容易に得ることができるようになった。しかし、使用料を頂く場合に必要な使用時間の積算は、各中型機器に備え付けた使用ノートから計算しているのが現状である。今後は、使用ノートのオンライン化や、webによる予約・貸出、小型機器返却時の簡略化などオンラインシステムのグレードアップを検討している。

#### 5. あとがき

機器センターでは、本年2月に理化学研究所より猿倉信彦先生が助教授として着任された。自らを「お猿」と呼ばれている様相は、NHK 大河ドラマで竹中直人が演じる秀吉と何か重なるところがある。「猿が秀吉」に、その陰には補佐役を勤めた小竹(こちく)、後の豊臣秀長の存在は大

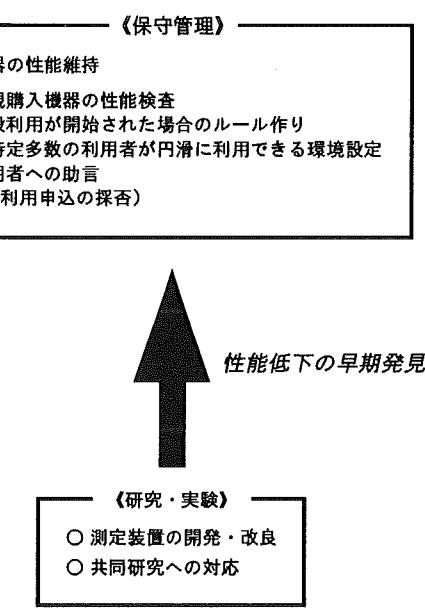
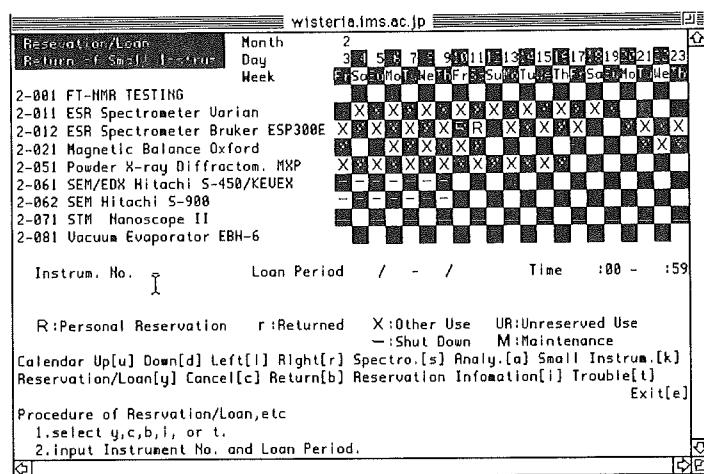


図1 機器の維持・管理

きい。機器センターの猿の補佐役には、小竹ならぬ大竹助手が着任された。そして、我々技官はそれをさらに補佐する立場にある。猿と大竹・・・、変革の前兆を感じるのは私だけではないと思う。

#### 参考文献

- 1) 分子科学研究所要覧、94年
- 2) 所蔵機器リスト第9版、94年7月、  
分子科学研究所機器センター、  
または <http://wisteria.ims.ac.jp/icindexj.html>
- 3) 機器利用方法第9版、94年7月、  
分子科学研究所機器センター発行  
理研シンポジウム 第8回「研究を支える技術」  
91年10月、理化学研究所研究基盤技術部
- 4) 分子科学研究所技術課活動報告、P27、93年9月、  
機器センターの事務処理とネットワーク」、  
酒井雅弘、山中孝弥
- 5) 高エネルギー物理学研究所技術研究会、P221、  
95年2月、「機器予約業務のオンライン化」、  
酒井雅弘、山中孝弥



画面1 機器予約・貸出システム

## 告 知 板

### 古い新人の紹介

平成8年度より、文部省は国立大学や大学共同利用機関の、質の高い学術研究を支えるための研究支援体制の強化を図ることを目的として、研究支援推進員雇用制度が発足しました。分子研でも1名の定員が付きました。

それでは、9月1日付で採用されました柴山日出男さんをご紹介いたします。柴山さんは、平成7年3月、名古屋大学理学部(極低温実験室)を定年退官されました。名古屋大学では40年以上低温関係の業務に従事されて来られました。現在61歳ですが、たいへん健康で、週2回はテニスをします。趣味は囲碁で五段の腕前です。柴山さんには極低温センターの業務をしてもらいます。勤務時間は9時から16時までの週30時間です。低温関係の仕事をしている人は、柴山さんの技術を貪欲に盗んでください。また、柴山さんには、人生の師として、後輩たちの指導もお願いいたします。

(酒井楠雄 記)

# 装置開発室の技官と業務

装置開発技術係長 堀米利夫

## はじめに

装置開発室は、①テクニカルサービス、②技術推進本部、③基盤技術育成の3つの構成に分かれて運営されている。現在、8名の技官がそれぞれ一つ或いは二つの構成に属し日常の業務を行っている。

以下に簡単に技官の主な業務について述べる。(装置開発室の詳しい組織構成、役割等については分子科学研究所要覧などを参照いただきたい。)

## A. 各構成別業務内容と技官

### 1. テクニカルサービスの業務と主に担当している技官

テクニカルサービスとは、研究者からの工作依頼を処理するための技官のグループを総称した呼び方です。テクニカルサービスは、依頼内容に応じて各セクション(メカトロニクス、エレクトロニクス、ニューマテリアル)ごとに日常的な業務を行っている。各セクションはそれぞれ責任者(メカトロニクス:堀米、エレクトロニクス:吉田、ニューマテリアル:永田)によって仕事の配分などの運営が行われている。

#### \*工作依頼の処理

研究者が実験に利用する装置・部品の製作依頼を処理する業務。メカトロニクス(機械工作・写真関係)、エレクトロニクス(回路工作関係)、ニューマテリアル(ガラス工作関係)の3セクションごとに業務を処理している。

年間総依頼件数は200件程度である。

#### \*設備機器の点検・保守

各工作室にはたくさんの機器が設備されており、高い性能を維持するための保守・点検を行う。

設備の多様化と老朽化に伴い、この業務は重要性を増している。しかも、常に機器の性能を十分に發揮できるように機能等の習得を心がけるのも忘れてはならない大切な業務である。

#### \*ストックルームの管理

各セクションは部品のストックルームを持っており、各ストックルームを管理・運営する業務。

各ストックルームごとに担当者が決まっており、担当者を中心におき、在庫管理などの運営を行っている。利用者の便を考え、出庫管理やストック部品などの改善を心がけている。

#### \*一般利用者のサポート

各工作室は一般利用者(研究者)が自ら工作できるようなシステムになっており、これをサポート・指導する業務。

#### \*主担当技官の紹介

##### 堀米 利夫

メカトロニクス関係が専門、テクニカルサービスの総合受付とメカトロニクスセクションの受付を担当している。

趣味は宝くじ、当たらないくじを買い続けています。

##### 水谷 伸雄

メカトロニクス・写真関係が専門、写真の依頼は全てこなしている。

自転車・車に興味があるらしく、何か困った時は相談すると良いアドバイスを得ることができます。

メカトロニクスのストックルーム管理を担当している。ストックでトラブルが生じた時は遠慮なく相談して下さい。

機械工作15年のベテランです。

##### 矢野 隆行

メカトロニクス関係が専門、入所して2年目です。コンピュータ関係に疎い機械工作関係の人達の中にはあって、コンピュータに明るい面を活かして、メカトロニクス関係のコンピュータ管理の良き相談役です。

競馬が趣味で馬が大好きです。

瀬戸市から毎日2時間程度をかけて遠距離通勤しています。

##### 吉田 久史

エレクトロニクス関係が専門、エレクトロニクスセクション関係の受付も同時担当しています。

装置開発室に在籍していますが、身分上は極低温技術係長です。

スポーツ万能で所内においてはテニス、野球に活躍されています。

##### 豊田 朋範

エレクトロニクス関係が専門、入所3年目です。

技術者ですがいたって不器用(自称)らしく、業務中のエピソードは止まるところなく聞こえています。

入所3年にして、工作依頼の中でも数すくない同形大量生産の回路工作依頼に自分の生き甲斐を見つけたようです。

週末には市立図書館に通い、新聞や書籍を読み漁っています。装置開発室の新聞は一日絞つと切り抜かれ穴だらけにされてしまいます。

エレクトロニクス関係のストックルーム管理及び全ストックルーム関係の出庫用コンピュータを管理しています。

### 永田 正明

ニューマテリアル関係が専門、ニューマテリアル関係を一人で対応しています。

化学試料技術係長です。

整理整頓がいたって苦手のようでガラス工作室が整然と整理されていたことがなく、一度置いた物が1年以上は同じところにあります。ガラス工作室の机はいつも危険がいっぱいです。

年の功か(?)色々な面に精通(?)されているらしく話しかけると面白い話が聞けることもあります。

入所20年目です。

## 2. 技術推進本部の業務と主に担当している技官

技術推進本部は装置開発室浅香助手を中心に専任技官2名によって主に運営されている。

進捗状況報告会(装置開発室のみ、3ヶ月毎)、IMSマシン経過報告(全所、半年毎)、IMSマシン成果報告会(全所、1年毎)などの報告会を開き、活動状況を公開しながら活動しています。

### \* 推進本部の業務

一年ごとに公募によって選定されたIMSマシンを製作することが業務です。  
1~2年程度の期間をかけて一つの装置を完成させます。

### \* 主担当技官の紹介

#### 鳥居 龍晴

メカトロニクス関係が専門。

昨年10月に名古屋大学理学部装置開発室から分子研に人事交流ということで転勤されて来られた。前任者の鈴井光一氏の後を受け持ちIMSマシンの製作を業務とされている。転勤当時は環境の変化に少し戸惑いもあったようですが、最近は環境にも慣れ、技術課親睦会々長として幅広く活躍されています。

#### 内山 功一

エレクトロニクス関係が専門。

入所9年目となり、装置開発室では中堅クラスです。今年度はIMSマシンのエレクトロニクス関係の仕事に頑張っています。

## 3. 基盤技術育成

装置開発室の渡辺助教授が中心となり運営されている。

### \* 技官の業務

装置開発室が推進している基盤技術育成に従い、個人及びセクションに分担された技術を習得する。  
具体的な活動は今後の展開に期待されます。

平成8年度の装置開発室の基盤技術育成は以下の項目に従って行われています。

1. 超高真空技術
2. 高圧技術
3. ガラス・セラミック加工技術

## B. 技官の異動

装置開発室はこの2~3年の間に人事交流ということで創設以来のベテラン技官の異動が盛んに行われました。  
ここにその人達の異動先と連絡先を記載いたします。  
機会がありましたら連絡をして上げてください。

岡田剛夫：国立天文台

研究開発センター マシンショップ

☎ 0422-34-3861

e-mail okada@design.mtk.nao.ac.jp

1994.4.1 転出

鈴井光一：名古屋大学 理学部 装置開発室

☎ 052-789-2439

e-mail suzui@indec.nagoya-u.ac.jp

1995.10.1 転出

加藤真治：核融合科学研究所 技術部装置技術課

☎ 0572-57-5627

e-mail skato@nifs.ac.jp

1996.4.1 転出

注)技官紹介は著者が勝手に紹介しました、独断と偏見の部分についてはご容赦願います。

## トピックス

### 海外出張体験記

今回は海外出張の体験記をトピックスとして取り上げました。

平成7年度後期に技術課からは次の方々が海外出張されました。

片柳 英樹 (電子構造研究技術係)	3.10~3.17	アメリカ
原 隆一郎 (錯体化学実験技術係)	3.10~3.17	アメリカ
戸村 正章 (化学試料技術係)	3.15~3.21	アメリカ
加藤 清則 (第2技術班長)	3.15~3.23	アメリカ
永田 正明 (化学試料技術係長)	3.18~3.24	アメリカ

みなアメリカに1週間程度と同じように見えますが、出張の目的はそれぞれ違っていたようです。興味深い旅行記や体験談を寄せて下さいました。

(編集担当)

### 海外出張成果報告

電子構造研究系技術係 片柳英樹

平成8年の3月10日から17日にかけて、米国カリフォルニア州内のいくつかの研究室を見学させていただきました。ここで、この出張で見てきたことを報告したいと思います。

見学させていただいた研究室を日程順に挙げますと、カリフォルニア大学バークレー校のNeumark先生、Moore先生、Lee先生、Chen先生の研究室、スタンフォード大学のZare先生の研究室、カリフォルニア工科大学のOkumura先生、Zewail先生の研究室、カリフォルニア大学サンタバーバラ校のWodtke先生の研究室です。どの研究室の方にも親切に説明していただきました。特に私がわからないような様子でいると、説明の仕方を変えて、私がわかったというまで何度も説明してくれました。このような場合日本の感覚では、お互いお愛想笑いで終わってしまいそうな所ですが、決してそうはありませんでした。これは、とかくいい加減な私にとって、大いに反省の材料となりました。

見学してきたことはいろいろあるのですが、ずらづらと羅列してもおもしろくないと思いますので、現在の自分のテーマである「光解離動力学」に関係の深い研究を二つ選んで、内容を紹介したいと思います。一つはNeumark研究室で行われている、fast ion beam実験、もう一つはWodtke研究室で行われている、状態選択TOF実験です。これらはいずれも、実験によって光解離生成物の放出速度、角度などの情報を得、解離の際のエネルギー分配や生成物の終状

態分布などを求めて、小さな分子の光分解の機構を明らかにすることを目的としています。

これらの研究を紹介する前に、まず私の現在行っていることについて少し説明します。私の所属している鈴木グループでは、光イオン化画像観測法を主な実験手法として、反応素過程の研究を行っています。画像観測装置は製作中のものも含めて3台あり、私はその内の、既に立ち上がっている光分解用の装置を用いて、硫化カルボニル(OCS)および亜酸化窒素(N<sub>2</sub>O)の光解離機構の研究を行っています。ここで、この装置を用いた実験について説明します。まず分子線とレーザーを交差させることで、分子を一点で分解します。ここで放出された生成物を二色目のレーザーによって、その放出速度、角度を保ったままイオン化します。この場合レーザーの波長を調整することで、特定の状態にある生成物だけを選択的にイオン化できます。その後このイオンの雲を電極で加速して位置敏感型の検出器(蛍光板付MCP)に投影します。この投影像から解離生成物の三次元分布がわかり、解離機構に関する情報を得ることができます。

私はまだ経験が浅く、このタイプの装置でしか、光分解の実験を行ったことがありません。そこで今回の出張では、これ以外の装置の原理や構成について、特に注意して見学してきました。

これより、見学させていただいた二つの装置について説

明します。まず始めは、Neumark研究室のfast ion beam装置、およびその装置に使われている時間位置敏感型検出器(coincidence wedge and strip anode、C - WSA)についてです。この装置では、始めに反応物のビームに電子線を当ててイオン化し、電場で加速して高速なイオンビームを作ります。次にレーザー光で電子を跳ばして中性の高速なビームを得ます。その後二色目のレーザー光と交差させ、分子を分解します。放出された生成物はそのまま1m先のC - WSA付きMCPまで飛んで行きます。このC - WSAから得られる生成物の到着時間、および位置を示す信号から、解離生成物の放出を三次元的に観察することができます。実際の装置を見せていただいたのですが、イオン化や中性化の過程が、ビームが飛行していく間順番に行われる事からもわかりますが、このチャンバーはとても横長なものでした。

この装置で技術的に重要な点の一つはC - WSAがあります。C - WSAは名前の通り、ある種の電極です。エッティングによって金属板の表面に幅の異なる短冊型と楔形の電極を作り込んでいます。飛んできた電荷(電子雲)が電極をたたく位置によって短冊と楔の太さが異なるため、各電極に分配される電気量をモニターすることで、飛んできた電荷の位置を決定することができます。またこの電極は応答が非常に速く、光解離反応  $AB \rightarrow A + B$ において、AとBの僅かな到着時間差を計測することができます。この位置と時間の情報を併せて解析することで、生成物の三次元分布を求めるすることができます。なお、これまで、この装置では、NCO、 $N_3$ などの分子の研究が行われています。

次にWodtke研究室で行われている状態選択TOFについて説明します。この装置を用いた研究としてはケテン( $CH_2CO$ )の光解離についての論文が出版されており、見学の時もこのケテンの研究について説明していただきました。ケテンは紫外光によって  $CH_2$  と CO に解離します。この時光によって与えられたエネルギーが生成物の自由度にどのように分配されるのか、また生成物の終状態分布がどのようにであるのかが、測定の対象になります。

解離の際、光によって与えられたエネルギーは、 $CH_2=CO$ 結合の解離、 $CH_2$ とCOの内部状態(振動、回転)、および  $CH_2$  と CO の反跳の並進エネルギーに分配されます。結合解離エネルギーは既知なので、この装置では、特定の内部状態にあるCO分子の速度分布を実験的に求めることより、 $CH_2$ の内部状態を含めたエネルギー分配の全体像を得ることができます。

この装置では、まずパルスバルブから放出した試料をスキマーで切り出して分子線を得ます。この分子線とレーザーを交差させることで、分子を一点で分解します。ここでいろいろな内部状態を持った生成物が放出されます。つぎにある特定の内部状態を持った生成COを二色目のレーザーによって、準安定なa状態に励起します。励起CO分子はそのまま約9cm飛行し、直径1cmのニッケル板に当た

り、電子を放ちます。この電子を検出しCOの飛行時間(time of flight, TOF)を求め、反跳の並進エネルギーを得ます。この装置で、分子線源はレーザーとの交差領域を中心として回転できるようになっており、角度分解した実験が可能です。

解析では、ある特定の内部状態を持ったCOが生成されるチャンネルについて、まずCOの並進エネルギー放出分布を仮定し、その分布から、実験で得たいいくつかの角度におけるCOの速度分布を計算によって求め、実験結果と比較して、全ての角度について最もよく速度分布を再現するように、並進エネルギー放出分布を修正する事を繰り返して、最終的な結果を得ます。

この研究から、生成する  $CH_2$  は約95%が  $a^1A_1$  状態で、残りが  $X^3B_1$  状態であること、また並進エネルギー放出分布には  $CH_2(a^1A_1)$  の(0,0,0)と(0,1,0)に対応するピークが見られ、その分岐比がCOの回転状態によって異なること、などの結果が得られています。

今回の出張は、何か一つまとまった仕事をしてくるというよりは、なるべくいろいろ見て勉強するという、研修の意味が大きかったため、出張の成果報告というよりは論文紹介のようになってしまいました。読みがいのある文章にはならなかったかもしれません、多くの優れた研究にふれることができ、私にとってはたいへん意味のある出張でした。

## 参考文献

- R. E. Continett, D. R. Cyr, D. L. Osborn, D. Leahy and D. M. Neumark, J. Chem. Phys., 99(4)(1993)2616.  
M. Drabbels, C. G. Morgan, D. S. McGuire and A. M. Wodtke, J. Chem. Phys., 102(1) (1995) 611.

## アメリカの印象

化学試料技術係 戸村正章

今年の2月下旬、「そろそろ春年会の準備せなあかんなあ」という頃、降ってわいたように「アメリカ国内やつたらどこでもええから3月中に行つてきいや」というお話をいただき、3月15日から21日までアメリカ東南部のサウスキャロライナ州、コロンビア市にあるサウスキャロライナ大学と、たまたまその時期に開かれていた "1996 Florida Advanced Materials Chemistry Conference" に参加するためフロリダ州パラムコースト(カーレースで有名なディトナビーチのちかく)に行ってきました。実はこれが私にとっての記念すべきアメリカへの第一歩になったのですが、ちょうどアトランタオリンピックが開かれている頃、今度はユタ州ソルトレイクシティ近郊で開催されたICSM96(International Conference of Synthetic Metals)に参加し第二歩まで刻んできました。そこで、アメリカの印象やアメリカの大学や研究室を見て感じたことなどを思いつづきまことに書いてみたいと思います。

最も印象深かったことはなんといっても「アメリカはものが安いなあ」ということです。特に食べ物(肉)とモーテル代(宿泊費)が安くたいへん助かりました。でも参加した国際学会は両方とも高級リゾートで開かれたのものが高く(ペプシが1ドル!!)、まるで日本にいるようで悲しい思いをしました。また一番心配していた事はやはり言葉の問題だったのですが、これはなんとかクリアできたので(英語がうまく話せたとは言いませんが、少なくともこっちの要望を相手に伝えることはできたようです)少し自信がつきました。しかし後から考えてみるとほとんどの会話は私が客で向こうは商売というシチエーションだったので、私のわけのわからん話をなんとか理解して売り上げを増やすという相手の考えのおかげで会話が成立していただけなのかもしれません。ただ、サウスキャロライナ州やフロリダ州の人達が標準的な発音の英語を話すのは少し意外でした。どうもこのあたりはお隣のジョージア州のような「ディープ・サウス」というわけではないようです。

サウスキャロライナ大学では化学科のJ. Tour教授(有機化学)の研究室を、現在ここでボスドクとして働いている小畠正敏博士(以前、総研大生として化学試料室に在籍)に案内していただきました。この研究室は有機合成化学的手法を駆使して分子素子となりうる分子や新しい機能性導電性ポリマーの開発をおこなっているアメリカでも第一線級の研究室で、実際、「新しい分子デバイスを合成したるでえ!」というような活気を感じることができました。

もっとも、設備や装置などの面では私が分子研に長くいすぎたせいか、あまり驚くことはありませんでした。分子研という所がいかに素晴らしい研究環境であるかということを再認識した次第です。また、日本の大学でもアメリカでも研究の実際の主力は大学院生なのですが、この研究室に在籍する十数名の大学院生(もちろん皆20才前半)はほとんどがもう結婚していて夜7時ぐらいには皆さん帰宅されるし、土、日曜もほとんど出てこないのだそうです。その割りには週一回のセミナーの時にはきっちりデータを出してくるということで、このへんの事情は日本とずいぶん違うなあと感心しました。違うといえば、学部の掲示板に「おめでとう!!、○○教授。先生はどこぞの企業から10万ドルのファンドをぶんどってきはりました。」という紙がいっぱい貼ってあるのにも驚かされました。日本とアメリカとでは大学のシステムが異なるとはいえ、これは日本ではちょっと考えられないことで、いかにもアメリカ的だと思いました。

アメリカの人達はだいたい皆さん陽気でよく話しかけられました。タクシーの中はもとより飛行機の中で地図を見ると隣席のおっちゃんが目的地を指さして「今からここに行くねんで」、飛行場のチェックインカウンターの行列に並んでると後ろのおばちゃんが「えらい長い行列やねえ。なんでこないに効率悪いん?」、あるレストランではウェイタレスのおねえちゃんに「あんた、韓国から来たん? それとも日本?」と言われました。レストランやコンビニのレジではアメリカ人同士もう四六時中「へろ」、「はうずえぶりしん」とずいぶんと気軽に声をかけあって、まるでみんな友達のようです。これは私の行ったところが大都市圏ではなかったからなんでしょうか。とにかく一言も言葉を発することなく買い物ができる日本のコンビニとは大違いでした。

というわけで、特に事件もなく無事、日本に帰ってくることができました。帰りの飛行機(ポートランドー名古屋)でオーバーブッキングのためビジネスクラスにまわされたというのが唯一の(幸運な!)トラブルといえるでしょうか。珍しい(=人に自慢できる)縁表紙の公用旅券での自分一人で行く海外旅行というものを体験することができ、分子研やアメリカでお世話になった皆様には深く感謝したいと思います。どうもありがとうございました。

## BINGHAMTON 滞在記

第二技術班長 加藤清則

### はじめに

ニューヨーク州立大学理学部・物理学科の鈴木正継 Associate Professor(セイ鈴木)とE-mailでやりとりしているうちに、ニューヨーク州の大学には液体ヘリウム・リサイクルシステムがあるのは常識だ、ということが分かりました。この機会を利用して、その辺りの事情を少しでも探ろうと、State University of New York(SUNY) at Binghamtonを訪問することになりました。氏にはBinghamton滞在中には公私ともお世話になりました。大変な骨折りをしていただき、大学の技術者と面会でき、Cornell大学の施設の見学まで手配をして頂きました。滞在中、Dinnerに招待して頂いたり、Corning本社のガラス博物館に連れていただいたら、私の面でも大変お世話になりました。誌上を借りてお礼申し上げます。

日本国内の施設と違い、考え方・文化・習慣が異なるために周辺の状況まで書き込んでしまったため幾分長くなってしまい、編集長には多大のご迷惑をおかけしました。それでも掲載していただき有り難うございました。この場を借りてお礼申し上げます

BinghamtonはNew York州のほぼ中央、大西洋と五大湖の中程に位置しています。New York市まで車で凡そ4時間、ナイアガラ滝に近いBuffaloまでも車で凡そ4時間、カナダ国境まで2時間といいます。車で1時間ほどのところにある町IthacaにはCornell大学があります。分子研と共同研究を行っているRochester大學も割と近くに位置しています。

### 1996年3月15日(金曜日)

JL006便はNY市のJFK国際空港に到着した。空は曇り、小雨が落ちているが暖かい。JFK空港からのバス。広い道路脇には空き瓶や紙ゴミが散らばり、何故か日本を思い浮かべてしまう。ほっとする親近感も湧く。CARRYバス、13\$で、ニューヨーク市の中心部Park Avenue, 42 streetのGrand Central駅前の空港連絡バス発着所に着く。そこには、航空会社の窓口が並んでいて、reconfirmを簡単におこなえる。USAirで翌日Binghamton行きのreconfirmを行う。禁煙席、窓際を予約。

そうか、マンハッタンはほんとに細長い。整然と区割りされてるから、通りの両側が切れ落ちて建物は何も見えない。河の対岸の陸地が直接見える。それにしても、上には伸びている。教会をどんどん高くしていった、中世の教会

にみられたような、どんどん高い建物を求める傾向が非常によくわかる。それでいて、セントラルパークのような広大な公園を市の中心に持っている。市内中心部、適度に離れて旭屋書店と紀ノ国屋書店があった。中にはいると日本国内の書店とまるでかわらない。日本の本が並び、日本人客で混み合って、日本語が飛び交っている。錯覚を起こしそうだ。NYなのに。今夜泊まる予定の、ルネサンスホテルはブロードウェイと5th Avenueと42nd streetとが交差したところにあり、5th Avenueに面している。ブロードウェイとは、整然と碁盤目状に区画整理された街並みを発狂した巨人が大きな刀で袈裟掛けに切ったような街路である。

ホテルから1ブロック離れたところにもはや裕福でない層が住んでいて、街の雰囲気がだいぶ違う。華やかさはない。古い小さな店や安い食堂がある。中華料理の定食店はランチ2.9\$, 定食5\$未満で十分腹が膨れる。定食をたのんだら山盛りのインデカ米に山盛りのビーフの空揚げあんかけが出された。私を中国人と思ったのか、隣の白人の皿よりはるかに大盛りだった。残すのは気がひけて、食べきれなかった分は包んでもらい持ち帰った。市内マンハッタンの中央にはビジネスマン向けの料理屋がある。日本料理店や寿司バーなどはそのひとつで、金持ち日本人を対象にしている。NY市には日本人がたくさん訪れるし、住んでいる。日本人の店も見かける。しかし、NY州の田舎町にはどれほどの日本人が住んでいることだろう。

ホテル周辺には中華料理店、ピザショップ、屋台なども多くみかける。窓の外からは高層ビルが壁となって取り囲む。1208号室。深夜まで工事の音がうるさく響いている。夜遅くなつてホテルの前の歩道で数人のグループが大道演奏を始めた。窓からはドラムを叩くリズミカルな音だけが聞こえてくる。

### 1996年3月16日(土曜日)晴れ。

朝、5時半ごろ突然アラームがなった。ワケも分からぬまま急いで服をはおり廊下にててみる。心配そうな面もちのいろいろの國の人たちが出てくる。階段を使って一階に降りることにした。ラテン系の中年夫婦と一緒に下まで降りた。外にでてホテルの前を見ると大きな消防車が3台とまっており、1台の処理車が立ち去つていった。ホテル受け付けに入るとそこにも10人程度の客が屯していた。ホテルの案内係も原因が分からないでいる。と、突然目の

前のエレベーターのドアが開き、中から、2メートルを越す大男の消防士を先頭に5、6名の一団が降り立ちそのままホテルの外へでていった。案内係はあわてて後を追いかけアラームの原因を尋ねた。機器の誤動作ということであった。なんだ人騒がせな、ぶつぶつ。客は部屋に戻った。眠いなあ、コーヒーでも飲むか！どこかの部屋でシャワーを使い始めた音がした。

Binghamton 出発までの数時間を利用して、午前中は美術館見学でもしようかと思った。ホテルに荷物を預け外に出てみると人がぞろぞろとセントラルパークの方角へ歩いていく。五番街ではアイリッシュの祭りだった。パレード参加者がぞくぞく集まって通りは通行規制されてしまっていた。何処へ回っても人混みでごったがえしていた。前に進めない。11時半を回ったとき美術館行きは諦めざるを得なかつた。結局、パレード見物に切り替えた。そういうの人出だ。ニューヨーク市でのアイリッシュの占める位置を誇示するように、パレード風の装いをしている人々に加え、各種職業の人々が制服でも参加している。第一次世界大戦、第二次世界大戦のときの服装での行進もあった。高層ビルの谷間で打ち鳴らす無数のドラムにときおり「わあー」という大歓声が沸き起こり街は大騒動のような雰囲気である。パレードは5番街をセントラルパークに向かって進んでいく。迂回を繰り返しながら、つかず離れずパレードを追いかけていくとセントラルパークに突き当たつた。セントラルパークは市民の憩いの場所である。広大な敷地ではパレードを見物する人々とは別に思い思いのことを楽しんでいる人たちも多い。若者のグループがインラインローラースケートを楽しんでいた。赤い蛍光色の円錐マークを 20 個程度並べてのスラローム。後ろ向きスラロームは、両脚に前後差を付け左右違った回転弧を描きながら滑り降りていく。といっても、スキーと違って斜度はわずかだ。脇で見ていると脚をもつれさせないで、器用にマークを回っていく。見事なリズムである。それにも長く脚だ。ホテルに戻るときにもインラインローラースケートを担いでパークに向かう少女とすれ違った。パーク内では、スケートボードの少年もいた。ロードレーサーに乗って楽しむ人も多かった。でも、スポーツを楽しむ人の中で一番多いのはやはりジョギングをする人のようだ。特定の年齢に偏らずに楽しめるからであろうなあ。

Grand Central 駅前バスターミナルからラガーディア空港へむかう。CARRY社の直行バスで1時間足らず、10\$である。地下鉄に比べるとはるかに高いが、バスの運転手は異邦人とみると、航空会社を確認してくれ、バスが目的の航空会社の飛行ターミナルまでくれば大声で案内してくれる。ラガーディアへ向かう日本人は希なので、まず、運転手はJFK の間違いではないのか、乗る航空会社は何だ、と聞いてくれる。USAirと答えると納得してうなづくが、しっかりと覚えていてくれて間違えて降りてしまいそうなときは制止してくれる。というのも、この空港は航空会社専用の小さ

な空港の集合体、といった作りなのだ。しかも、それらの空港は互いにかなり離れているので間違ったら移動し直さなければならない。USAirの空港だけでも名古屋空港の国際線のような大きさであった。待合室から外を眺めると、小型機、中型機が次々に発着していく。日本人はほとんど見かけない、と思ったら2人の若い男がやってきた。日本語を話している。そして、Ithaca行きの飛行機に乗り込んでいった。Cornell大学へ行くのかな？

乗客を見ていると、飛行機はアメリカ国民の足である、ということが実感できた。日本でいう、新幹線に乗るような気軽な雰囲気なのだ。Binghamtonいきの飛行機も4席が9列あるだけの小さな飛行機である。全席が埋まった。背が高い金髪美人のガイドが一人で客を取り仕切っている。プロペラ回転音のようなメチャクチャに早いアナウンスが在った後、小型プロペラ機は出発した。アナウンスは結果だけわかった。途中は意味不明であった。

機体はそう高くない高度で飛んでいる。眼下には、丘と湖が無数に点在している、いつまでも似たような景色が続く。これは、カナダに入つても同じだそうだ。およそ1時間でElmire飛行場に到着。客の8割方が降りてしまう。なおも機内で待っていると、別の客が乗り込んできた。席はほぼ半分埋まつた。到着してから15分後飛行機は再び離陸した。空は暗くなつてきている。地上を見おろすといつのまにか街の明かりが点々としている。ときおり、ひときわ明るく、多数の車が駐車している建物群がみえる。これは、あとで分かるのだが、ショッピング・モールである。スーパー・マーケットを中心として異種の大型店がいくつか集合している店群である。日本でも少しづつ増えてきている。15分のフライトのあと、飛行機はBinghamtonへ到着した。滑走路に降り立ちターミナルに歩いていく。待合室には人も少ない。お、おおお、見覚えのある姿が手を振っている。鈴木正継さん(セイ鈴木、SUNY at Binghamton の Associate Professor)だ。そばに若い学生が立っている。彼は千葉市からきている鈴木和久さん、学部の3年生だ。彼をジェフリー鈴木(Jeffery Suzuki)と呼び区別する。日本人の友人を見送りに着て、見送ったばかりという。彼は純粹の日本人だが、名前の持つ意味を米語で表すと、Jefferyとなるのだそうだ。研究室ではそのほうが呼びやすいようだ、なにせ、ボスと同じ呼び方では混乱してしまう。空港の駐車場の端には除雪した雪がまとめて放置されており堅くなつていて。確かに寒い、NY市の暖かさとはだいぶ違う。3人の乗ったトヨタ車は空港からBinghamtonへ直結している専用道路を飛ばす。SUNYでジェフリー鈴木さんを降ろす。大学の周辺にはドウミトリ(略してドームとも呼ぶ)が立ち並んでいる。1万人の学生が住んでいるそうだ。SUNYは正確にはBinghamtonではなくすぐ隣のVestal町にある。Binghamton一帯の人口が5万人程度で、そのうち学生が1万人居て、またスタッフも相当数いるだろうから、まさに大学の町である。

まず、チェックインを済ませてる。Ho-Jo Innはホテル王のHoward Johnson が建てた比較的安く泊まれる宿舎チェーンである。大学関係者が多く泊まるのだから高価なホテルは必要ない。チェックインにはカードが必要だった。JCB のカードはまるで通用しなかった。やはりというべきか、第一勧銀のマスターカードは通用した。アメリカはカード社会だからカードがない人の信用は薄い。Ho-Jo Innは二階建て二棟と平屋が一棟の、宿だけを提供するところである。食事は Ho-Jo Innを取りまくように立つ、食堂群を利用する。中華料理店、McDonalds,Pizza Hat,Friendly's, Village chefなどのアメリカ料理店(?)が立ち並んでいる。Ho-Jo Innは小さいがこざっぱりした宿である。一步廊下に踏みいれると、もう防寒衣類は必要ない、全館24時間暖房の館である。荷物をおいてすぐに、セイ鈴木宅に案内される。

1996年3月17日(日曜日)晴れ。

Binghamton から Buffalo に向かって車でおよそ1時間、Corning 本社のガラス博物館に見学に行く。Suzuki Family とドライブだ。奥さんは鈴木伊津子さん、子供さんは奈津子ちゃん、3月31日で1歳になる。可愛い盛りだ。セイ鈴木さんはよっちょう大きな声で" HA---I, NA-TSU-KO--CHA--N" と呼びかける。奈津子ちゃんはにこにこして喜ぶ。途中、セイ鈴木さんから、" 昨夕、飛行機が立ち寄ったElmira 空港が見えるよ" と言われる。空港の小さな建物がポツンと立っている。さて、Corning 本社の建物群が見えてきた。この会社は特に良質なガラスを供給し、パイレックスを供給し、グラスファイバーを発明した会社だ。コレールも同社の食器ブランドである。あたり一面見渡す限り Corning 社関連施設ばかりだ。ここは世界でも珍しいガラスに関する博物館だ。ガラスを、歴史、芸術、工芸、科学、製造などいろいろな観点からとらえ、展示している。特に歴史的工芸品の収集は目を見張るばかりだ。

1996年3月18日(月曜日)晴れ。

朝、6時半に朝食を取りにFriendly'sに行く。しかし、電気は付いているが扉は閉まっている。準備中なのだろうか。隣は Pizza Hat だが日本でも見かけるので入らずにおく。その隣の三菱車販売会社の隣の Village chef が営業していた。外扉、内扉を開けると美人のカウンターレディが居て慣れたしぐさで作業をしていた。カウンターには若い男が腰掛け朝食をとっていた。" グッドモーニングブレックファーストOK? " " ..... " (^^;) あ、通じないようだ。" I'd like to take breakfast. OK? " " Oh! Yes. Please 云々 ." レジのすぐ脇のカウンターに座ることにした。メニューを出したので、どれがいいか迷っていると、レディは小さな紙片にプリントしたおすすめ朝の定食メニューを差し出した。Egg,Bacon,... これにする。" I'll take this one. " " OK. How about the egg..... " " Egg 's soft....ei と "

"Scrambled?""OH! Yes. sc-Ramble-do please. And BAY--con." 話がなんとなくまとまった。すぐにコーヒーを出してくれた。カフェイン抜きである。それから二人連れの男が入ってきてボックス席に座り注文した。しばらくして、朝食が来た。予想していたものとほぼ同じだった。ほっとした。派手に違っていたらどうしよう? 軽く柔らかくつくった、スクランブルエッグとこんがりベーコン、トースト。ホットケーキが付いて来た。これは予想になかった。メープルシロップを掛けて食べる。すぐ隣に地元の新聞が置かれた。Binghamton に住んでいて、Syracuse へ引っ越した一家が火事になり、幼い子どもが残された記事、34歳女性のバラバラ死体が見つかった事件などが報道されていた。結構騒なところだなあ。コーヒーがなくなると継ぎ足してくれる。つい3杯もマグカップで飲んでしまった。勘定は税込みでやってくれた、それでも4\$弱だ。日本では考えられない値段だ。カウンターはチップ不要だと思う。隣に座った男はカウンターにチップを置いてなかったので私はその真似をした。レディは追いかけてこなかった。(セイ鈴木氏談:チップは本来サービスが良かったときにそのお礼として上げるものだと思います。)

SUNY,Binghamton校に行く。セイ鈴木氏に研究室の方々に紹介して貰う。ジェフリー鈴木氏(学部3年生)が出てきている。コーヒーを飲みながら待っていると、William(Bill) Brinkman 氏(Cryogenic Specialist)が現れた。彼から低温業務についての説明を受ける。その後、新しく購入した液化機キットを見せてもらった。彼はSUNY at Binghamton の低温関係の業務を一人で請け負っている Specialist である。Specialist とは Technician と同じ意味で使われている。現在、SUNY at Binghamton では液化していない。20年近く使ってきたcTi社(PSI社の前身、液体窒素予冷で8L/H)の液化機がこわれ、すでに撤去してしまった。新しい液化機、PSI社の50L/H(LN2 予冷した場合)のパーツを購入して、これから組み立てるところである。この液化機はBill が一人で組み上げ、つまり配管・配線・試運転まで行い、それから本運転するそうである。彼は、3週間、ボストンのPSI社に行って、組立の講習を受けてきた。彼と一緒に一人の日本人が通訳付きで同じ講習を受けていたそうである。日本の大学・研究所では考えられない。高圧ガス取締法(近い将来、高圧ガス保安法と名称変更する)の規定がヘリウム液化機システムにも重く覆いかぶさり、1MPa(以前は10 kg/cm<sup>2</sup>)以上の圧力を使用する配管の溶接・ロー付けについては、資格ある工場の従業員でないと工事をするのは難しい。ニューヨーク州には、液化機に関して日本のような法的規制がないので、能力・経験のある者は自由に工事ができる。液化機の運転は基本的に長時間連続・無人運転である。設計思想が連続・無人運転にあるため、とにかく丈夫であるそうだ。定期的な保守だけで25年前に製造された液化機が働いていたということはそれを物語る。この液化機は週300L程度供給していたそうである。ちなみ

に、SUNY at Buffalo では 50L/H の液化機で週 1000L 供給しているそうだ。

SUNY at Binghamton の液体ヘリウムユーザーは、物理・化学あわせて 4 グループと学生実験、Watson school(工学部)が少々 という。いま、液体ヘリウムは、エアープロダクツ社から 100L 当たり 290\$(1Lあたりおよそ 300 円)で購入し実験している。液化機が壊れた原因は、液化圧縮機(レシプロ型)のピストンのオイルリングが破損し、液化機本体の熱交換器内部に油が飛散し油除去不可能となつたからだ。破損の原因是長期使用による磨耗であるそうだ。Bill はレシプロ型圧縮機でなく、スクリュ型圧縮機を薦めていた。物理学の液化機は Bill がキットで購入し、彼自身が組み立てることになつていて。実際に彼が組み立て始めたところ事務当局から中止命令が出た。勝手に配線、配管をやられて困るということで鍵を取り上げられ、液化機が入るべき部屋はロックアウトされてしまつていて(4月11日現在、部屋の内装が完了し Bill はその部屋の主人としておさまっている)。なぜ、彼が自分で組み立てることにしたのかをセイ鈴木に聞いてみた。Bill 自身は十年前まではエアープロダクツ社の社員であり、アメリカの大学・研究所にガスシステムを納入していた技術だったからで、腕には自信があるとのことだ。設置の費用を節約すればそれだけ、設備に金を掛けられることにもなる。3月21日(水)には彼に Ithaca にある Cornell 大学の放射光施設の液化室に案内して貰う予定だ。

少し早いが 11 時 40 分頃に職員食堂にいって食事を取る。サラダバーを注文。サラダ、ハム、果物、スープ、ライス、肉と野菜のソース煮、パン等が食べ放題で 4.5\$ である。日本の感覚でみて、生活費は安いようだ。

午後 1 時から 2 時までは放射線管理者の James (Jim) Brownridge 氏(Radiation Safety Officer)に放射線管理システムの講義をうける。Officer とは何らかの権限を持つ人で、Radiation Safety の規則に違反すれば、彼の権限で処罰できる。また、彼が行う許可及び定期検査に合格しなければ放射線を発生する装置は使用できない。Radiation Safety の規則のおおもと州法であり、それに基づいて SUNY at Binghamton の規則・システムが作られていると言う。物理学の放射線発生装置については總て Jim の監督の基にあり、彼の許可がなければ使用できない。研究室にある装置には必ず安全装置が取り付けられており、もしそれが作動すれば装置は作動しなくなり、実験はできない。復旧できるのは彼だけである。また、放射線シールドの扉が開けられるとアラームがあり、それを止められるのは研究室の責任者だけである。Jim は毎月、床やドアのノブを含めた装置周辺の放射線レベルを測定し、検査合格証を装置に貼り付けていく。

Bill、Mark(Equipment and Lab. Specialist、翌日案内してもらう)や Jim は基本的には一人で業務をおこなつていて。仕事量を一人で仕事が行える量に限定しているからなの

か、はわからない。Jim は、緊急時や長期休暇の時のバックアップ体制は整つていて、と言つていた。

彼らは通常個室(事務・業務兼用)に居り、必要なときは他の業務を行う部屋に移動する。部屋を出る時は必ず鍵を掛けていく。とにかく、管理者を通さなければ部屋には入れない。個人が全責任を持つシステムである。分子研で個室を持つのは所長、教授、助教授と技術課では課長だけである。しかし、鍵を掛けるのは管理局だけである。分子研ではこっそり又は堂々と忍び込んで実験データなどを黙つて持ち出すことも可能である。岡崎は安全なのであろう、危機管理は不要(?)なのだ。Binghamton では学内警察のパトカーが巡回していた。警察の建物は岡崎研究機構の管理局くらいの大きさであった。以前、「24人のビリーミリガン」という多重人格者の捜査・治療記録をもとにした小説を読んだことがある、その本の冒頭で大学警察の刑事が容疑者を逮捕する場面があった。そこで、大学にも警察があるということを初めて知つた。多数の人間が集まり生活する地域には、たとえ大学という、限られた目的意識を持った人たちの生活する場所であろうともトラブルはあり、規律違反はあり、犯罪はあるという至極当然の結果なのであろう。もちろん、日本の大学・研究所にも違反、トラブル、犯罪はある筈だが、大学警察はない。ある集団がその目的を達成するために、規則をつくりそれを断固として守らせるために強い権限をもつた警察を雇い、彼らに自分たちの組織を監視させている、という図式のようだ。違反や犯罪を曖昧にせず、断固とした処置をとり事件発生を未然に防ぐために、強い組織力で対処する、というところが日本の大学・研究所と違う点かもしれない。研究所だけでなく、このような、自己の組織を客体化し第三者機関を雇いその機関から自己の組織を監視させるという発想は日本にはない。封建時代から根強く伝わる”お上が国民を監視する”という発想のせいかもしれない。市民オンブズマンが国会、高級官僚組織、自治体などを強い権限で監視するようになれば今、マスコミを賑わしている不祥事は激減するのではないか。

午後 2 時半よりセイ鈴木氏からアメリカの研究事情についての講義を受ける。その後、鈴木研究室の研究内容や装置を説明していただいた。現在、グラファイト層間化合物(GIC)での興味は C 軸方向の電気伝導度の特異な振る舞いに興味を持っておられた。研究室前の廊下には、鈴木研究室の研究内容、実験結果、成果、実績などが掲示され、興味ある人はだれでも質問、議論ができるようになっている。米国では、連邦自体の膨大な赤字のために研究予算が 25% 削減されており、新規計画はほとんど認められていない、などと苦しい財政事情を話された。セイ鈴木氏は、当面 GIC に関する Review を執筆することに専念する、と言つておられた。そして、Review の重要性を説明された。Review は執筆した時点でのその分野のまとめと評価であり、次世代の人々には系統的な知識と興味を与え、なにを

なすべきかが容易に理解できその分野の導きの糸となる。その分野に対する貢献は大きい。そして、日本の先生方はあまり Review を書かれないので残念である、とも言っておられた。突然、物理学科主任の Robert Pompì 教授(Associate Professor)が訪れた。ジーパンを穿いて大変ラフな格好をしている。簡単な挨拶を交わす。

4時半頃に帰宅。途中、会員制スーパー Sam's Club で希釈冷凍機を用いた低温の実験に使用する”ソープ・シール”に使うアイボリー石鹼を購入する。16個入りおよそ4\$。そのままセイ鈴木さんの家にいく。交差点には、三河でみかける鯉のぼりのように、道路を横断して渡されたロープに信号灯が吊り下げられている。スキーリフトのような頑丈なロープに信号灯がぶら下がっている。信号灯はレーン毎に、適当な間隔で付けられていた。鈴木さんにはまたまた夕食をごちそうになる。鈴木宅は1階2階は24時間全自動暖房であり室内は一定温度に保たれて、たいへん暖かい。大學も全館セントラルヒーティングで廊下だろうが、人の居ない部屋だろうが何処も暖かかった。エネルギー費用が大変安いためにできるのだそうだ。ふと、過去に起きた石油パニックを思い出した。この消費構造では大変だったろうなあ。食事の後、丘の上の住宅地を回り少々遠回りして Ho-Jo Inn まで送って貰う。丘の中に付けられた路沿いには、日本で言えば山荘風でゆったりした家が並ぶ。リゾート地ではなく、普通の住宅だそうだ。映画”グーニーズ”にでてきた家の並びを思い出した。途中、栓抜きと爪切りを買うことを思いだし、道を変えてショッピングモールに立ち寄る事にした。その途中小さな沼があるところで野生の鹿の一団、6~7頭に出会った。ちょうど、水を飲みに来て帰るところだった。7時半頃に Ho-Jo Inn に到着。シャワーを浴びたりしながら SCOTCH ALE (ボストンの地ビール) 小瓶を 4本空ける。スーパーマーケットでは6本6\$程度で賣っていた。このビールは他州からの輸入品なので高いのかな。もっと、安いビールもたくさん並んでいた。日本でポピュラーなバドワイザーやクラーズとは違い、色は濃い茶色で味はこくがあり決して軽いビールではない。余談の余談だが、会員制の巨大マーケット、Sam's Club でモーターポート(船外エンジンを取り付けるタイプ。エンジン別売り)本体を 700\$で賣っていた。7万円ていどなら買えるなあ。でも、なんでこんなに安いのだろう。

1996年3月19日(火曜日)まだ雨が降らない。ブリザードも来ない。

今日の目覚めは6時のアラームベルである。ようやく時差ボケから回復したようだ。今まで5時半になると目が覚めていた。さあ、朝食だ。Village chef にいく。店番のレディは昨日とは違っていた。若くなっていた。でも太くなっていた。H--i, breakfast please? OK! " ..... " I'll take this breakfast menu." "Coffee? " "Ye-s, cou-he, cou-he..." "Bacon or Sausage?" " So-seiji please." 昨日と違って、たつ

ぶりバターで炒めて柔らかくしたトースト2枚とワインナソウセージにした。3.5\$plus tax で 3.78\$ である。ロッジに帰りシャワーを浴びる。8時半にセイ鈴木氏が迎えに来た。

午前10時30分より、Equipment and Lab. Specialist の Mark Stephens 氏から物理学科の学生実験についての説明をうける。Mark 氏の業務内容は、主として教授と相談して学生実験システムを作り、それを使った学生実験の指導である。学部1年生より4年生までと大学院学生用の実験室に分かれており、それぞれ学年で理解すべき実験装置が置かれている。彼はそれらを管理している。学生は室内のすべての実験を一人で行い実験結果を測定し、そこから理論を導き出す。または、理論から導かれる式に具体的な数値を当てはめて計算し、実験値との比較を行う。それらを詳細なレポートにまとめて提出することになっている。実験装置は、直接、目・手などを用いて実験結果を測定し物理現象のイメージをもって貰い、その物理的意味を十分に考え、検討することに努力が払われている。学生実験の具体的な内容については、セイ鈴木氏より「1年生の物理実験教科書」(1995年秋版)を頂いたので興味ある方は加藤までご連絡ください。

鈴木伊津子さんが、プログラム作成、データ処理などに利用しているマックを借りてメールを見る。メールボックスを開けると、昨日送った今枝さんから、返事のメールが届いていた。同時に酒井技術課長から、技術研究会が無事終了したこと、3月26日に神戸製鋼所から前回と同じ5人のメンバーが来所し交渉を行うことになった、との2件の通知があった。二人にメールを返す。

昼食は Ho-Jo Inn の向かいにある Pizza Hat に、鈴木夫妻、ジェフリー鈴木氏と4人で入り Buffet を注文した。食べ放題のピザサラダバーである。ダイエットコーラをピッチャーで2杯も注文した。いいのかな、そんなに飲んで。

2時からはセイの研究室の学生である、Ross Niver 氏とジェフリー鈴木氏にキャンパスツアーをして貰う。まず、図書館にいく。パーソナル・コンピューターがメーカー別に相当数並んでいる。学生がぎっしり並び検索したりワープロやメールマシンとして利用している。そのまま、Watson School(工学部)に行く。学生が測定器をつないでデータ授受の実習をしている。その後、学生が生活している場所を案内してもらう。Union のなかには、8レーンのボウリング場、貸しビデオショップ、パブ、ビリヤード場、学生食堂がある。Union を出ると、その先にはレストランがある。大学キャンパスの山手側に収容1万人というドミトリイがある。ジェフリー鈴木氏の部屋に案内してもらう。2人部屋だが今、彼は一人で住んでいる。なんと、狭い、部屋だ。幅の狭いベッドと小振りの机を置くと一人分の空間はもういっぱいである。ジェフリー鈴木氏の入っている部屋は Chemical free の階に属しているため男子学生に人気がない。でも女子学生の入居は多い。ドミトリイは基

本的に男女混在である。Chemical free とはタバコ、酒一切禁止という親にとってはうれしい私にとって苦痛の階である。ドミトリイは基本的に炊事の設備がないので学生はすべて外食することになる。学生は、各 Semester に1回1週間だけドミトリイを完全に追い出され家なき子になる。国内学生は帰省すればよいが留学生はつらい。ふふふふ、ジェフリー鈴木はもうすぐここをでてアパートに移る、という。そこでは自炊もできるし、ホームレスになることもない。

### 1996年3月20日(水曜日)ときどき小雨

今日は朝、直接、Bill に迎えにきてもらい、Ithaca の Cornell 大学に行く。Bill の Dodge pick up truck で8時20分、Ho-Jo Inn を出発する。Cornell 大学は Finger lakes の一つの指先に位置する Ithaca にあり、キャンパスは丘の上と下に点在している。ここでは坂を越えた移動に苦労しそうだ。セイ鈴木氏によると、Cornell 大学には、1951年夏、湯川秀樹博士が滞在していた、そうである。そのときに作った歌があります。「移り住む二階の窓ゆ青葉越しにいさか見ゆるイサカ下町」

さて、セイ鈴木氏の紹介で会うことになっていた放射光施設の Dr. Ehrlich は急用のために不在で、代わりに Dan Sabol 氏が液化・冷凍システムを説明してくれた。ここには、超伝導マグネットを冷却するための冷凍機として、cTi 社の液化・冷凍機が二台並列で置かれてあった。能力は 50L/H (with LN2) である。一台ずつ交代で連続運転している。設置してから18年になるという。液化することを考慮して 1000L 貯槽にデリバリーチューブがそれぞれ接続されているが使用していない、と言う。もっぱら、マグネット冷却のために閉サイクルで運転されている。液化機本体は中二階に置かれており、その下にはスクリュー圧縮機が2台置かれてあった。運転時間はそれぞれ、32,000 時間、27,000 時間であった。バルブを操作することで、それぞれ、交互に液化機と切り替えができる。合計 59,000 時間であるから、18 年運転して年間約 3,300 時間になる計算だ。液化機の維持管理は Dan が一人で行っている。私と Bill と Dan の会話は、私の米国人離れした米語を日本人慣れしている Bill が米語に翻訳して Dan に伝えるという訳のわからない会話になってしまった。他の施設でヘリウムを液化し、供給しているところを知らないか、と尋ねると Dan は知らないという。だから紹介できないという。日本と違って管理がしっかりとしているニューヨーク州の大学では当然のことなのかもしれない。SUNY at Binghamton でも、廊下は自由に歩けるが部屋には自由に入れない。留守にしている部屋には鍵がかかり管理者でない限り入室できないからだ。Bill も Cornell 大学は初めて訪れるところであり、Dan と知り合いになれた、と喜んでいた。ちなみに、Bill は Cryogenic Specialist として大学に勤めているが、別の職業も持っている。自宅で電気工事の店を経営し、5軒のレスト

ランと Owego にあるキャンプ場の電気管理責任者になっている。定期的に点検し、相談にのる。だから、大学を引けたあとも忙しく働いている。”仕事を2つ持て” というのが Bill の祖父の言葉で、彼はそれを実行しているだけだ、と言う。奥さんはシカゴに本店を持つ銀行の Vestal 支店の支店長をしている。

### 1996年3月21日(木曜日)丘の上はうっすらと雪化粧

Binghamton を去る日。いよいよ天気が崩れてきた。TV の天気予報専門チャンネルではブリザードの予報を繰り返していた。朝、7時セイ鈴木の車が迎えにきた。広い敷地に建つ鈴木宅を訪れるのもこれが最後となる。焼きたてパンの朝食をいただく。鈴木家には家庭用自動製パン機がある。夕刻に小麦粉とイーストを混ぜて水を加えてタイマーをセットすれば、翌日の朝には焼きたての香ばしいパンができる。小麦粉大袋一つあれば3ヶ月もつそうだ。一袋およそ 4\$ のこと。ファミリーで空港まで送ってもらう。思えば、Binghamton 到着以来、毎日歓待していただいた。ステーキやロブスター素晴らしい料理でした。私は奈津子ちゃんにはすっかりなついてしまった。鈴木家には今年5月に、ご両親が訪れる予定だ。鈴木ファミリーは今からじっくりと計画を練っている。ミニバンを借りて新緑のナイアガラ(カナダ側)及びワシントン DC へ長期旅行に出かける、という。計画はじっくりと時間を掛けて練り、手配をすませ、旅行中はなにも考えずにただ実行するだけ、というのがセイ鈴木氏の行動指針、である。楽しい旅になりますように。鈴木ファミリーに Binghamton (Link Airport) 飛行場まで見送って頂く。時間に余裕があるので少し回り道をして、IBM 創業の建物を見ていくことにする。そこは、3階建て、石造りのクラシックなビルである。駐車場に面した3階上の外壁に大きな文字で "THINK" と彫られてあった。Watson は、このビルで事業を始める前になにを考えたのだろう。周辺には IBM 社の関連する建物が多い。SUNY at Binghamton では同社から少し古くなったコンピューターを大量に寄贈してもらっている、という。

雪の田園風景のなか、車は静かに走っていく。車内の CD からはゆきさおり姉妹の“里の秋”が流れている。風景にぴったりとはまっている音楽だ。ねむくなる。はや奈津子ちゃんは寝ている。9時に空港に着く。いくつもの丘を平坦にならし、谷を埋めて作った山の上飛行場という趣だ。ここで、鈴木ファミリーと別れを告げる。寂しい風がとおり抜ける。出発は10時。行き先は ニュージャージー 州の ニューアーク 国際空港だ。

ニューアーク 国際空港はハドソン川を挟み ニューヨーク 市のすぐ隣にある。対岸にはマンハッタンの高層ビル群が連なっている。河口先端にある World Trade Center のツインタワーがひときわ太く高い。空港からマンハッタン直通の Olympia Buss で 42 street 、 Grand Central 駅へ向かう。7\$。5日前に来ているので懐かしく感じる。さっそく食べる。

チキンとパスタとコカコーラ。ここからJFK国際空港行きのバスに乗る。空港で降り、ホテルの送迎シャトルバスで、空港近くのTravelodge Hotelにチェックインする。空港そばのホテルは楽しみが全くない。外で飲食はできないし、買い物もできない。翌朝確実に空港に到着できるというメリットだけだ。マンハッタンのホテルに泊まり、早朝空港へ向かうほうがよかつたのかなあ、などと考えたりした。

1996年3月22日(金曜日)曇り

ホテルの送迎シャトルバスで JFK 国際空港の日本航空ターミナルに着く。朝早くから日本人旅行者の群れがたむろしている。群のなかには先端茶髪のボーイとガールがいた。膝に換気口のついたジーンズをはいたボウイもいた。12時10分、JL005便は JFK 国際空港を離陸した。

## 出張報告

化学試料技術係長 永田正明

技術課より数人が、各自出張報告を載せるので、私としては奇をねらって仕事は二の次に、失敗談を主にした形で、以降に旅行する人の参考になるよう(?)3月18日から24日までの7日間の出来事をトラブルの順に、書いていきたいと思います。

まず、18日。名古屋発ポートランド行きのデルタ航空便の欠航の為、急遽、成田発デルタ78便に変更(サンフランシスコ行き)、東京駅で成田エキスプレスに乗る(まず1から4号車が到着して、数分後に5から8号車が着く、連結して出発)5号車の切符を手にして居たので数分間、目が点になる。成田が近づいたら、空港には第二ビルも有ると聞く(搭乗する会社により歩く距離が変わる)、1便遅らすつもりで、第二ビルで降りる、(正解であった)手続きをして搭乗口に待機(成田ーサンフランシスコーサンノゼ)、ところが、時間が来ても、飛行機がなかなかこない、乗れる時間が判らない、タバコも吸わず(近くに吸う場所がない)出発まで、1時間の待ちぼうけ。やっとの事で乗った飛行機は全席禁煙、トイレで隠れて吸えるかと尋ねたら、答えはダメです(日本語)。

サンフランシスコの乗り換えもロビーは禁煙、サンノゼまでの途中のサンタバーバラ空港?では間違って降りてしまった。すぐ気がついたので、どの位止まっているか聞くと20分位は大丈夫と聞き、喜びながらタバコを吸いに喫煙所に駆け込む(こんな旨いタバコは何年ぶりだろう)。さて乗り込もうすると、規則だから手荷物のチェックが必要と係りの人が言う。今降りたのに、乗るのだから見逃してと言っても聞き入れてくれない。もう一度X線を浴びて、乗り込む。飛行機の中でコーヒーを注文したのに何故

かコーラが出てくる(発音が悪いのか)。この経験は飯屋と併せて都合2回あり発音だけでなくアクセントも悪いらしいと気がつき、以降はスペルを言うようにしたら間違えなくなつた。

サンノゼ空港でタクシーに乗り、行き先を告げるが、なかなか理解できないらしい、エルカミノ通りのマーメイド・イン(モーテル名)と何度も繰り返しても、番地が解らないと走れないと言い張る、スタンフォード大の近くメンロパーク駅の前と説明して(約20分の筆談)、何とかモーテルに着く(この通りは異常に長く何十Kmも続いていたと後で地図を見て気がつく)。チップの相場は知っていたが、細かいのが無い、おつりも十分なだけないし、仕方なしに10ドル札を渡す。

モーテルの回りを歩きながら、本屋で地図を買い、どんな店があるか、飯屋はどの辺が安いか探し回る(R.P.Gの主役になった気分)。朝食付きのモーテルは量が少なく、おやつ、夜食等の買い出し、特に飲水は必要であった。昼夜食は外食である、口に合わないときは、ホテルでパン等をかじるしかない。

仕事に於けるトラブルを紹介することで詳しい報告は省略する。

S.R.Iでは技術者のキーガンに会い、引率してもらい、機械工作室、ガラス工作室を見る。が、数枚の写真を取るうちに撮影禁止で有るから、フィルムの提出を求められる、(S.R.Iインターナショナルは企業で有るから秘密保持はきついそうだ)一応、こちらで言うところの始末書?か、状況説明書をキーガンが書き、現像された物に、秘密が写つて無いことを、確認した後に、プリント、ネガ、そしてフィルム1本とともに返された。

S.R.IではキーガンとC60、周辺装置、互いの技術的な話しばかりしていた。後で考えると少しの事柄を、5倍ぐらいかけて居たように思える。

22日にメンロパークの駅よりサンタクララ迄電車で行き(放送が聞き取りにくいので、止まるたびに駅名を看板で確認する)、バスに乗り換え(運転手の発音が悪いのか、耳が悪いのか、私の方が両方悪いのか運賃が判らない、しようがないから好きなだけ取ってと小銭を数ドル差し出す)、サンノゼ空港よりシアトル空港で降り、空港より電話でジェットモーテルの予約をして(電話は迎えの車が行くと言っている、しかしその後の向こうとのやりとりはホワイトカラーと言っているのだが、私の耳にはどうしてもホワットカラーと聞こえるので黄色い服の黄色い鞠のと自分の特徴を何度も繰り返し、最後にはしゃべる言葉でなく、全部スペルで言ってもらい電話で筆談をする)そこで泊まる、飯屋は近くにあるデニーズだけだから食事はそこにいく。ここはチップを必用としないが、出したら変な顔して返してくれた(まだチップが必用かどうか判らない)。ここも含めて空港に近いモーテルは夜遅くまで飛行機が飛ぶので、あまりお勧めしません。

後は順調に23日シアトルよりポートランド乗り換えて名古屋に、岡崎迄バスに揺られて後は研究所まで歩くだけとゆうところで、(バスから荷物を降ろすとき)重そうな荷物を持とうと苦闘している金髪の娘さん(シアトルから一緒の便)になにか手助け出来ますかと英語で質問をしたら、No、ノーサンキュウと答えられ、次の会話に移れない自分の会話能力の不足をまたもや実感しました。

貧弱な英会話と厚かましさの2つを頼りにして、無事に予定どおり帰つてこれたのは、忍耐強く対応してくれた親切な多くのアメリカ人との出会いにあったと感謝しています。また、メンロパークでお世話になった東さん(KEK)、S.R.Iを紹介してくれた田路さん等、参考になる話いや、予備知識などを提供して下さった研究所の人達のおかげと、感謝しています。

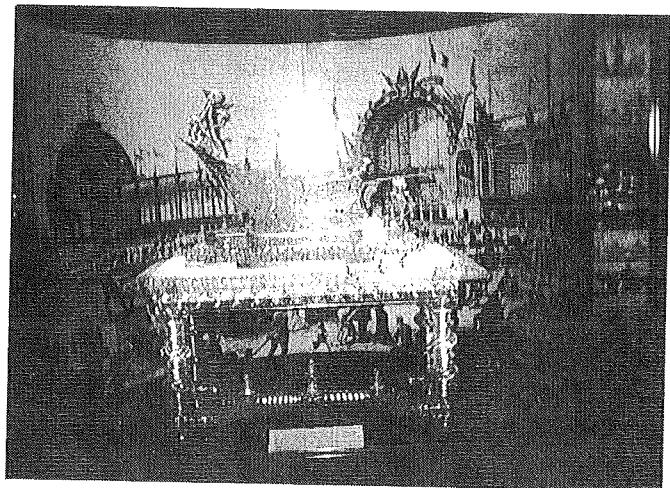
後日談として永田さんでも行けたんだから、僕でも行けそうだと、某氏はアメリカに1週間の旅行に行き、どうも私より少ないトラブルで無事に戻つて来ました。

喜んで良いのか、悲しむべきか、はたまた怒らないといけないのか、複雑な気持ちのままトラブル報告書の筆を置きます。

《加藤清則氏撮影》



IBM社創業の建物(米国)



ガラス博物館(米国)  
パリ博覧会に出品されたガラス工芸品

# 技術活動報告

## NMR 装置を作成するための設計と材料

分子集団研究系技術係 大石 修

### 【はじめに】

NMR 装置は現在最も広く使用されている測定機器の一つです。有機機器分析において化合物の同定が微量でしかも容易にできることから急速に広まり、それにあいまってパルス系列や装置自体も改良されより使い易くなってきました。市販機は装置的に見ると、溶液用ではより強磁場になって測定感度が上がりルーチンに測れるようになってきており、固体用でも CPMAS 法が導入されてからはより高分解能でスペクトルを測れるようになりました。近年の NMR では装置よりはパルス系列的な研究の方が大きく進歩してきましたが(ほとんどが市販品となり装置自体に手を加える事が難しくなってきた事もあります)、新しい技術や仕組みを導入して装置を改良すればスペクトル測定以外にも多くの利用法が可能です。

NMR に磁場勾配(普通の NMR は均一磁場中で行われる)を導入する方法は、原理的には以前より知られていましたが、最近になって導入され始めた技術です。この方法は NMR 顕微鏡などのイメージングのほかに、分子のダイナミクス(動き)を測定する事が出来ます。固体 NMR に磁場勾配を導入する試みは世界中でいくつかのグループが行って来ましたが、成果が出始めたのがごく最近なのは装置的にかなり厳しい条件があったからです。

私はこの方法を用いて、液晶や固体の異方的な拡散係数を測定する装置(市販機では不可能)作ってきて、現在では液晶の異方的拡散係数を測定できるようになりました。この装置を作る上で必要となった技術や要求される精度や性能について報告いたします。

### 【NMR プローブに使われる材料】

プローブを作る材質に要求される特性は測定する NMR の条件によって決まりますが、一般的には以下の性質が要求されます。

磁場中で使用するため非磁性でなければなりません。ステンレスやキュプロニッケルなどは鉄族元素を含みますが、その磁性は消されている為、NMR に使用されます。(ただしステンレス等は加工(曲げや溶接)により磁性が復活する事があるため、磁性に最も敏感なプローブヘッド部分には使用されません)

測定核を含まない材質であること。NMR では有機化合物の測定を行なう事からプローブヘッド部分には有機物はあまり使われません。ただしテフロン、ベスペル、ジュ

ラコン等は用途によっては使われる事があります。

高強度、耐熱、電導性、非電導性、耐腐蝕性、熱伝導の良し悪し、加工のしやすさ、材料価格、購入のしやすさ(規格品)等を考えて選択されます

#### 《ステンレス(304,316,321)》

プローブのフランジに比較的使用される。超伝導磁石を用いた市販品のプローブではジュラルミン系、銅合金が使われて、ステンレスは使われない。ステンレスは熱伝導が特に悪い為、NMR ではクライオスタット等に使用される。プローブの耐腐蝕性等によって使われる組成が変わる。

#### 《キュプロニッケル》

銅合金であるがニッケルを含む為、ステンレス同様の使い方がされる。磁性はステンレスより更に小さいようだ。

#### 《インコネル(600,601)》

ステンレスよりも更に耐腐蝕性を必要とする場所に使われる。

#### 《シンチュー》

安く規格品が多く、加工が楽で非磁性の為、使用可能なところなら何処にでも使われる。

#### 《銅ベリリウム》

以前より高強度、耐圧等を必要とする所に用いられてきたがベリリウムが毒性なのでその使用は減少傾向にあるようだ。

#### 《他の銅合金》

リン青銅などが強度や耐腐蝕性の為使われる事がある。チタン合金(IME-680等) : 最近、銅ベリリウムの変わりに使われている。耐腐蝕性も銅ベリリウムより良い為、高温部に使われる。

#### 《ジュラルミン》

軽く、強く、加工しやすく、非磁性で NMR で通常観測する元素を含まない為よく用いられる。ハンダ付けや溶接が困難な為通常はネジ止めされる。

#### 《純金属(アルミニウム、銅、銀、金、白金)》

比熱が小さく、熱伝導や電気伝導性を必要とする所に使われる。金や白金は最も耐腐蝕性を必要とする所に使われる。電線には通常銅か銀が用いられ、セラミック被膜線やテフロン被膜線が使われる。

#### 《テフロン(PTFE、バイトン、ジュラコン)》

非電導体材料で高電圧に耐え、NMR で一般に使われるが、最高使用温度が 200 °C 程度である。高分解能 NMR

では若干ではあるがバックランドの信号が出るため感度を要する場合は使用しないほうがよい。

#### 《ポリイミド(ペスペル)、アラミド》

NMRに用いられる有機性高分子のうちポリイミドは比較的高温200°C程度まで耐えテフロンに比べ固く変形しにくく高温で加工が必要な場所に用いられる。

#### 《ガラス》

NMRではパイレックスと石英がプローブヘッド部、クライオスタットに比較的用いられる。ただし測定核がナトリウムの場合はパイレックスは使用できない。

セラミック：アルミナ、ジルコニア、窒化ホウ素がNMRではよく使われる。一般的な磁器(ムライト)はほとんど使われない。セラミックは加工が難しいが、非伝導性の材料としては最高の性質を持っている。アルミナやジルコニアのチューブなどは市販品があり(t0.2mm 1.2mm×50mm~)用途によってはかなり便利。

#### 《他の材料》

加工可能なマシナブルガラスや、シール部にハーメチック等が用いられる。

#### 規格

材料は規格品を購入することになるので、設計段階で規格外の寸法の部品を使うように図面を描いてしまうと加工に余計な手間がかかったり場合によっては加工できないこともあります。規格外だと装置が壊れた場合は修理により長い時間を消費しなければならないので研究者の立場からも好ましいことではありません。特にパイプの内径が違う

ような場合には加工がかなり難しくなるので、できるだけ規格品に合うように設計しなければなりません。つまり設計者は装置の性能以外に仕える材料を知っておく必要があるので、常日頃から規格表やカタログを開いて転用できそうな物や仕える材料等を覚えておくのが望ましい。(高温や高圧等で使われる装置などがあった場合、使われている部品の材料とその性能などをチェックしておくと仕える部品が増えてきます。手当たり次第にカタログをもらってきて最新の装置の交換部品などをチェックしておきましょう。)

#### 【装置の概要】

NMRは磁場中に置かれたサンプルに一定時間の共鳴周波数と呼ばれる周波数の信号をかけてサンプルをラベルします。その後サンプルが放出する信号を検出します。そのため磁石の他に共鳴周波数を作る周波数発生装置、一定の長さのパルスを作るパルスジェネレーター、これらを混合してRFパルスを作るミキサー、RFパルスを增幅してサンプルに照射させるためのアンプ、サンプルから出てきた信号を増幅するレシーバー、信号をコンピューターに取り込むためのA-Dコンバーター、そしてこれらの装置を制御しデータを解析するコンピューターが必要になります。また必要に応じて磁場を安定させるための装置や、温度制御などの装置が付け加わります。

磁場勾配NMRでは磁場勾配を作るためにNMRプローブ(サンプルが入り、照射コイルや測定コイル、温度制御ヒーターなど実際に測定装置がある場所)の中に磁場勾配

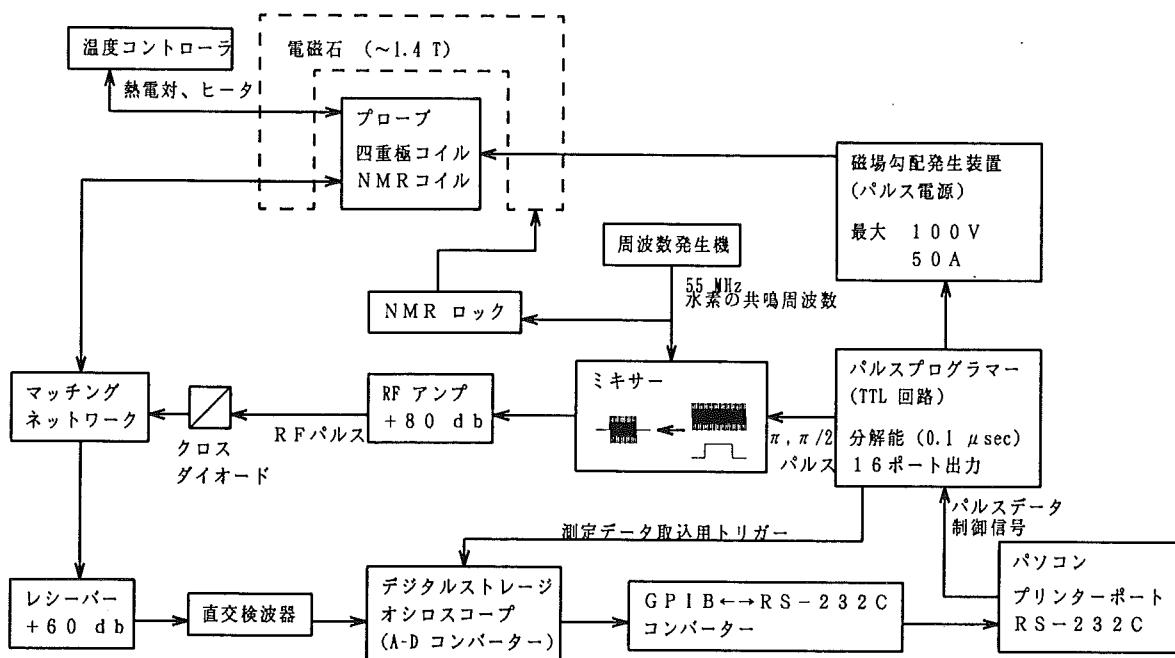


図1 NMR装置概略(1H測定用)

コイルをつけ、一方で磁場勾配コイルに電流を流して磁場を発生させるパルス電源、流れる電流を制御するフィードバック回路やトリマー回路などが別途必要となります。

#### 【設計の注意点】

これらの装置に要求される性能は目的とするデータを測るのに必要で十分でなければなりません。サンプル管の大きさは必要な信号強度を得るためにサンプルの量から決

まり、この大きさからプローブの大きさやNMRコイルの配置などが決まります。そしてNMR測定の最も基本的な部品を配置した後の残りのスペースに最も効率的になるように磁場勾配コイル等を配置する事になります。

しかし実際の信号強度はNMRコイルの作り方によっても大きく変化するので、新しい装置をまったく始めから作る場合に理想的な設計図を描く事はまず不可能で、叩き台の装置をまず作って改良していくかなければなりません。

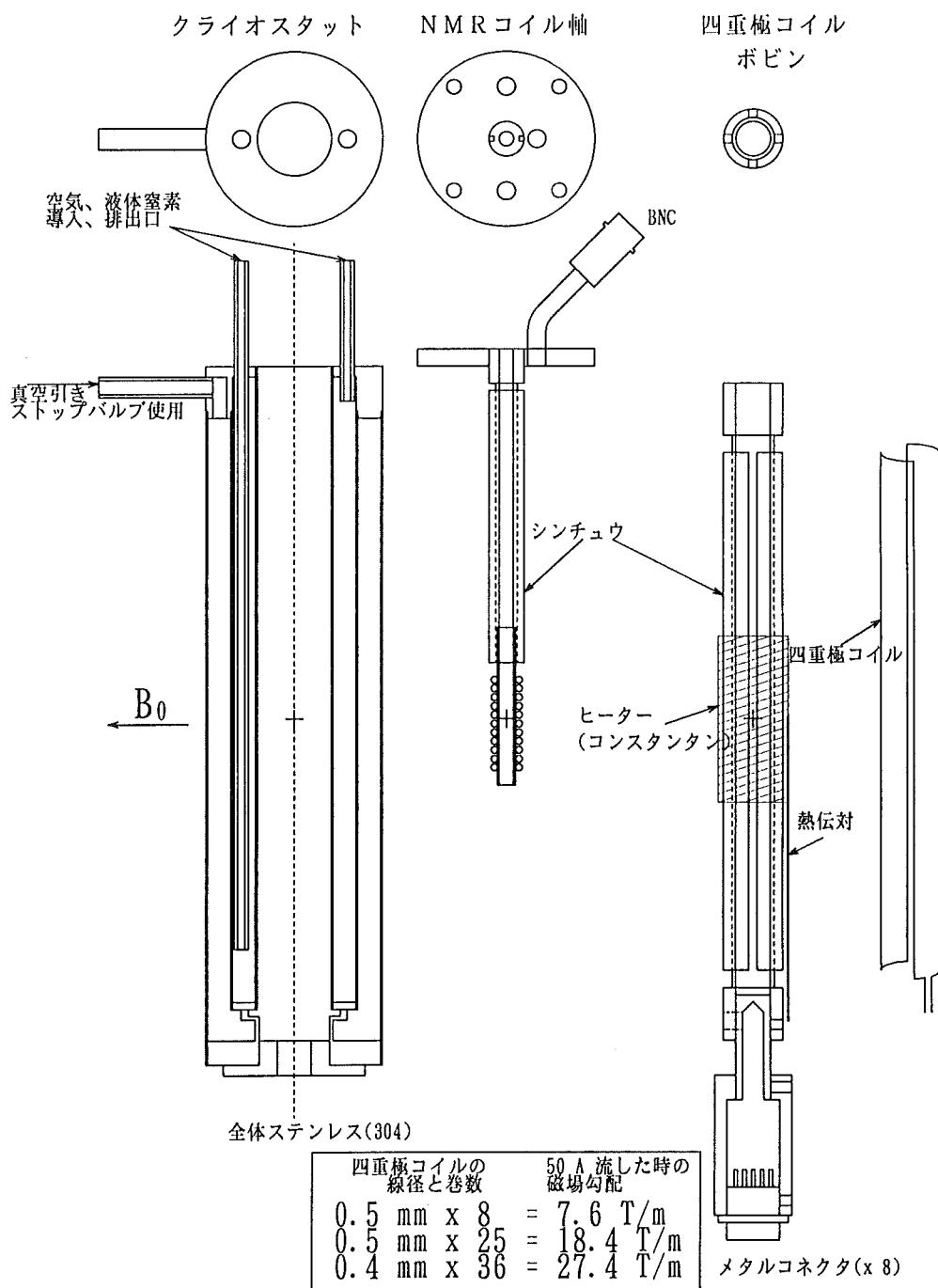


図2 パルス磁場勾配用NMRプローブ

(始めから完全な設計図が描けるような装置は既に世界のどこかで既に使われていて、データを得る為に作られるもので、新手法のデータを測る装置を開発するという立場から考えるともはや研究対象にはなりません。)

部品は旋盤やフライス盤で加工するのが最も楽なので(放電加工等は時間がかかるのでできるだけ避けましょう)、これらで加工できるような設計にしておいたほうがよい。設計者は加工装置を一通り自分で使えるようになって、いくらかは自分で作ってみることが望ましい。(ただし全てが最高精度でできる必要はなく、作れることさえわかつていれば自分で作れなくても外注するなどすればよい。)

### 【NMRプローブ】

液晶の拡散測定に用いるプローブは、液晶物質が液晶相を示す温度で使われるため、上限の温度が300°Cまで使えるようにしなければならず、かなり材料が制限されています。一方で磁場勾配コイルやNMRコイル軸は用途に応じて取り替える事が出来るように設計してあり、200°C以下でしか用いない実験ではテフロンなども使った磁場勾配コイルを別途作成して使用している。高温用のコイルは一度壊れると始めから作りなおさなければならないが常温用のコイルは楽に修理ができるためである。

また本プローブは配向した液晶の方向を限定して拡散の速さを測らなければならなかつたため、磁場勾配コイルに四極コイルと呼ばれるコイルを用いて、さらにこのコイルを回転させる機構を導入する必要があった。NMRコイル軸はプローブに固定し、磁場勾配コイル軸は回転させなければならぬいため、それぞれ上からと下から別々に取り付けるようにしている。ここでNMRコイル軸が上なのはサンプルを上から入れたほうが測定に楽だからである。

本プローブは「機械はすぐ壊れる。測定していると不満が出てきて(データが取れない等)すぐ改良したくなる」をモットーに設計されています。そのため部分的な改良のしやすさから部品点数がかなり多くなり、溶接などは少なくネジ止めが多くなっています。製作段階で始めから終わりまで変わらなかつた部分はクライオスタートだけです。このクライオスタートも使っているうちに不満が出なかつたわけではないのですが、私の技術の未熟さ(低温真空引きで使用する場所の溶接は出来ません)から改良できなかつただけです。作り始めての1年間は、測定の度に装置が変わっていてどれと同じ条件で測ったものはありませんでした。また部品の加工精度も本当に精度が必要な部品は5個程度作ってみて一番良いものを用いており、一方であまくても良いところはかなりいい加減に作っています。このプローブのサンプル管導入路を含むNMRコイル軸と磁場勾配コイル軸(特に溝の部分)はプローブの性能のほとんど全てを決めるため最低でも±0.05mmで作ってあり、他はほとんど±0.1mm、クライオスタートのふたの高さなどは±1mmで作っています。どこが大事か知っていると同じ性能の装置でも適当に手抜きがで

きます。

NMRコイル軸や磁場勾配コイル軸はNMRコイルと磁場勾配コイルが電気的に相互作用しないように、また強度と熱伝導性の性質、加工のしやすさからシンチュウを用いていますが、磁場勾配コイルには数十Aの電流が流れNMRコイルには1kw程度の電力が入るため、ショートの危険があります。電気的なグランド処理を十分にしておかなければなりません。このような部分は理想的にはジルコニアセラミックを加工して作り、電波遮断のため0.2mm程度の非磁性の金属板を間に置いてさらに絶縁処理のため表面にセラミック被膜処理をすべきです。しかし現段階では技術的に不可能に近く、性能の割に費用がかかり過ぎるため行っていません。(それでも一番始めの設計では絶縁性を重視してマシナブルガラスで作っていた)

部品は可能ならば市販品を使うべきなので、NMRコイルには石英管の外に20回程度巻いた物を使っている。しかし、コイルとサンプルが近い方が信号の検出感度が良くなるため、理想的にはジルコニアセラミック管の内側に溝を切りそこにコイルを巻けば性能は増加します。この場合同じ性能ではNMRコイルに入力する電力を下げる事ができるため、アンプの出力を抑える事ができ電気回路の安定性が増します。これは装置を作る上で一つの技術が優れている場合に別の技術的要件を抑える事ができる例でもありますが、装置を設計する上でどのように技術配分するかは、全ての使える技術を把握した上設計者の好みになります。またオーバースペックなところを作らないように心掛けたい。オーバースペックは何処かに無理を生じ、結果的に測定データの信頼性を下げ装置が壊れやすくなってしまいます。(高温用のセラミック被膜線を巻いた磁場勾配コイルはよく壊れます)

装置の寸法設計で、サンプル管の大きさと磁場勾配の均一性と強さから磁場勾配コイルの半径が決められます。磁場勾配の均一性はきりがいいところで誤差1%以内になるように、強さは液晶とプラスチック結晶の拡散が測れる程度の大きさを基準にしてあります。「磁場勾配コイルの半径と誤差1%以内」の条件からコイルの長さはコイルの直径の10倍となり、そこからプローブの長さが決まります。磁場勾配コイル軸の溝の大きさは磁場勾配コイルに使用する導線の太さと巻数及び作る磁場勾配の強さで決まり、これらはさらに導線の材質とパルス電源が流す事の出来る電流量から計算されます。プローブの幅は磁石に入る大きさの制限で決まり真空断熱部や窒素を流す部分はその残りの空間を均等に割った値で決まっています。サンプル管と磁場勾配の大きさはこのようにして連鎖的に総ての寸法を決定しています。

### 【磁場勾配用パルス電源】

NMRにおける磁場の均一性は0.01ppm程度の誤差で保

たれている。本装置で液晶の拡散係数を2桁の精度で測定する時に用いるような磁場勾配もまた最低で誤差50ppmの精度がなければならない。理論計算においても実際に測定したデータから見ても同程度の精度を要求します。装置を作る上での技術的な問題を無視すれば、この条件はパルス電源の基準電圧を0~10V可変で $50\mu V$ の分解能で制御するか10msの時間を50nsの解像度で制御しなければならないことを意味しています。これをすべてデジタル制御するには18bitのD-Aコンバーターを使うか20MHzのクロック制御のパルスジェネレーターを使わなければなりません。プラスチック結晶に対してはさらに要求が厳しくなり、最低でも $20\mu V$ の電圧制御か50MHzでの時間制御が望まれる。3桁の精度で測りたいならば $2\mu V$ か500MHzで制御しなければなりません。現時点でのデジタル制御は不可能なので電流安定化のためのフィードバック回路と時間の微調整のためのトライマ回路をアナログで入れています。(400MHzのCPUと2nsのSRAMで6層程度の基盤を使ってCPU回路を作り1クロックごとにタイミングをとったプログラムをアセンブラーで書くような設計をした場合、金に糸目をつけず外注すれば不可能ではない。しかし波形の歪み、反射や配線の長さでのタイミングを考えないといけないようなアナログ帯域のデジタル回路は誰もがいやがって作ってもらえません。)

本実験におけるパルス電源の現段階での能力は100V、50A程度で液晶の拡散係数を測れる範囲で制御されていますが、最終的には200V、200A程度流せる事が望されます。改良の点から言えば、パルス幅設定(パルスジェネレータ)→定電圧設定器→フィードバック付き電圧増幅器→電流増幅器→磁場勾配コイルのように機能(部品)をブロック化して作ることが望ましい。この場合の欠点は外部からのノイズを拾いやすい点と部品の増加とともに占有スペースが大きくなることですが、ノイズの問題はさらに大きなケースに入れてグランド処理を行うことにより多くは改善できます。また測定の安定化のためには装置制御の完全自動化を行うべきであり少なくとも液晶の拡散を測る50MHzまではデジタル制御にすべきです。これには現在可能だと思われる方法が2つあり1つはPC/AT互換機のボードを買ってきてDRAMをすべてSRAMに置き換えるCPUのデータバス

から直接信号を取り出す方法。2つ目は80MHz動作のTTLの8bitカウンタで高速な256カウントだけを50MHzのクロックで数え、全体は50MHzを10MHzに分集した10MHzのパルスジェネレーターを使う方法である。ただどちらにしてもかなり面倒になります。

### 【最後に】

新しい装置を作る場合できるだけ性能のよいパーツを求めるべきであるので、必然と出たばかりの部品をカタログや規格表で調べ注文することになります。しかしながら電子部品、特に半導体を中心に、規格表に載っていたり製品発表会等に展示していても市場に出でていない場合がかなりあります。またこのような部品は注文生産が多く納期がかなり長い場合がほとんどです。市場に無くてもメーカーの半導体事業部などに直接問い合わせて無理矢理納入されることもある程度は可能ですが、やはり部品を手に入れた上で設計図を描くのが無難です。

本装置はまだ改良の余地がいろいろありますが、それでも作り始めて1年間でデータが出始め、2年間で十分機能するようになりました。生物化学出身で分子研に来る前はもっぱら合成と測定を中心にしていました私が1から装置を作った感じたことは、「人がやってることをやっておもしろくない。市販機でできることはそれを買えばできる。装置はやりたい実験に対応させてやりたい人が作るべきだ。」そして「装置作りは測定の理論と加工技術と電気回路と材料部品の知識の総合力だ」と言うのが結論です。

あと現在外注では可能でNMRに必要な技術としてセラミックを加工しサブミクロンの精度で研磨する技術、数百MHzまでのパッシブフィルターを作るアナログ回路技術、CPU回路技術がある。装置開発でこれらが可能になれば装置の設計もかなり楽になるので検討してもらえたとありがたい。

TTLが持つほとんどぎりぎりの性能で立案したパルスジェネレータを作っていただいた装置開発の豊田氏と磁場勾配用パルス電源の1号機を作っていただいた同じく吉田氏に感謝します。

# ワークステーションを用いたモデリングと構造解析の現状

装置開発技術係 矢野 隆行

## 1. はじめに

最近のコンピュータ技術の急速な発展に伴って、工学の分野でもこれを利用した技術が多く導入されています。特に最近注目を浴びている技術にCAE(computer aided engineering)というものがあります。今回は私の所属する装置開発室におけるCAEの現状をお話します。

## 2. CAD & CAM

コンピュータがほぼ一家に1台あるような現在では、みなさんも1度や2度、CAD&CAMという言葉を耳にしたことがあるのではないかでしょうか。CADは(computer aided design)の略で、コンピュータを利用し機械・電気製品などの設計を行うことです。またCAMは(computer aided manufacturing)の略で、コンピュータを利用して製品の製造の自動化を図るために、コンピュータで工作機械の選択、加工

手順の決定などを行うことです。

装置開発室では、平成2年にワークステーションを利用したCADと、CAMシステムを導入しました。図1に装置開発室のメカトロネットワークを示します。

決してこのことは珍しいことではなく、現在、広く一般のものづくりの現場にあってCAD/CAMシステムは、生産活動の流れの中ではなくてはならないツールの一つになっています。この背景には、製品の多様化・迅速化に伴って、それらの製品を作り出す製造現場での部品の高精度化、納期短縮化などへの要求がますます高まっているからであると考えられます。

また、これに対応してCAD/CAMシステムをとりまく環境も大きく変化してきています。今日ではCAD/CAMの世界も、その後の急速なコンピューターの発達により、その主力は2次元から3次元の時代に移りつつあり、多くの

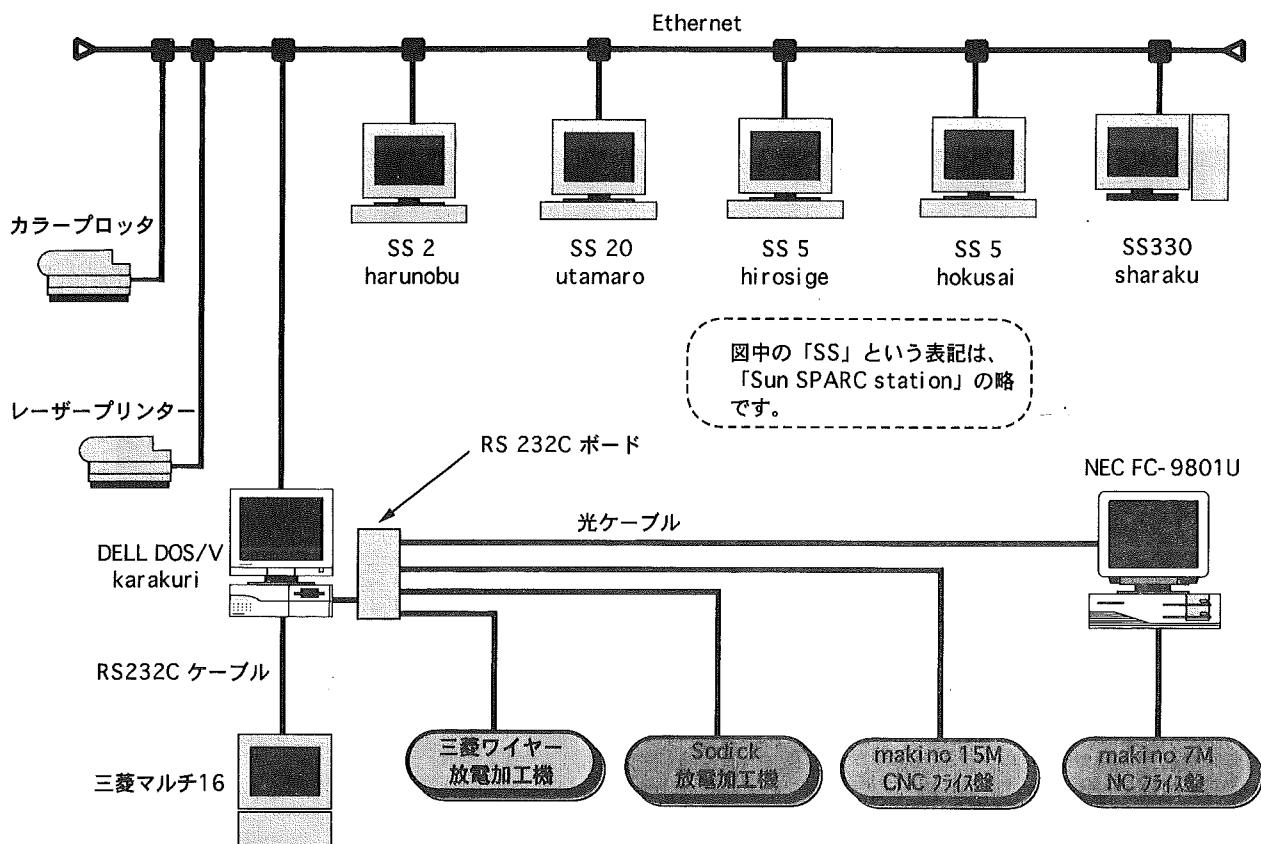


図1 メカトロネットワーク

ハード、ソフトも開発されています。そしてこの3次元CADの発達が、今まで大型コンピュータでしか出来ないときってきた有限要素法による構造解析計算と一体化し拍車をかけ、ワークステーション上で十分実用のレベルで使用することができるCAEのソフトウェアを次々と生み出しました。

### 3. CAE

製品の設計をする際に、設計した製品が意図した機能を果たしているか、あるいは性能を満足しているかなどをできる限り正確に検討する事が重要です。これまでこのような検討を行うために設計の段階で何度も試作品を作成していました。しかしながら、試作品を作ることは、多くの時間を必要とし、費用もかなりかかります。そこで登場してきたのがCAEなのです。

CAEでは、試作品を製作する代わりに、コンピュータ上で製品の試作品を作り上げ、機能や性能をコンピュータに予測させることができます。このようにコンピュータ上での作業に置き換えることによって、次のような恩恵を受けることができます。

まず第一に、設計一試作というサイクルをワークステーション上で繰り返し行うことによって、最終段階での完成度を飛躍的に高めることができ、結果的にはユーザーの待ち時間を短縮することができます。

第二に、製品の一個あたりの製作費を大幅に下げるることができます。

そして第三に、ワークステーション上で使用する条件でシミュレーションを行うことができ、設計段階で安全性の確認ができます。

以上のようなことを加味して、装置開発室ではCAEソフト「P3/PATRAN3」を導入しています。

### 4. 「P3 / PATRAN3」

「P3 / PATRAN3」は著名なCADシステムの形状データをアクセスし、構造解析、熱解析、流体解析などの解析ソフトウェアのためのモデリング、結果処理を統一されたユーザインターフェースのもとで行えるCAE統合化システムです。

この「P3 / PATRAN3」を利用すると装置開発室が所有する3次元CAD「Pro/ENGINEER」のCAD形状データを作成された数学的形状表現のままアクセスし、PDAエンジニアリングの各解析プログラムに対応するモデリングや、解析結果に対する変形図や応力センター図などのグラフィックイメージ処理が行えます。

また、「P3 / PATRAN3」はユーザーが任意にカスタマイズできるように設計されているため、装置開発室が開発したプログラムなど標準でサポートしていない解析ソフトウェアもインテグレートすることができます。

図2に「P3 / PATRAN3」のモデル作成の手順を示し、また図3に最近行った解析の出力例を示しておきます。今回の解析結果から解析対象物の応力集中部分を指摘でき、その後の改良時の有力なデータを示すことができました。

### 5. 装置開発室でのCAEの現状

以上のようなことからCAEシステムは分子科学研究所における技術力を飛躍的に高める可能性を持ったソフトウェアだと考えられます。したがって、導入から数年間は「P3 / PATRAN3」自体かなり「使える」ソフトウェアでし

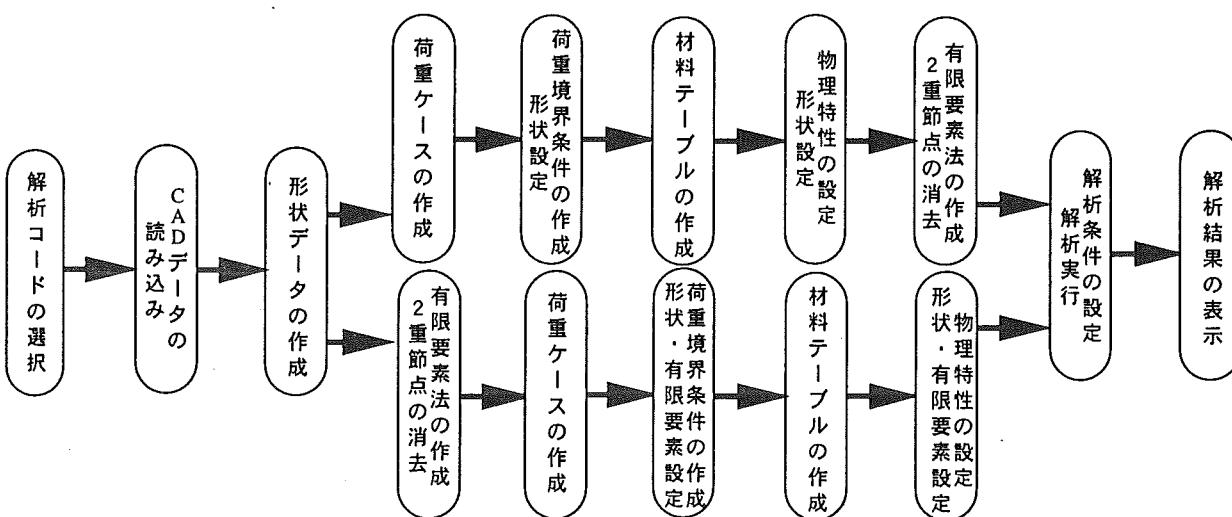


図2 「P3 / PATRAN3」のモデル作成の手順

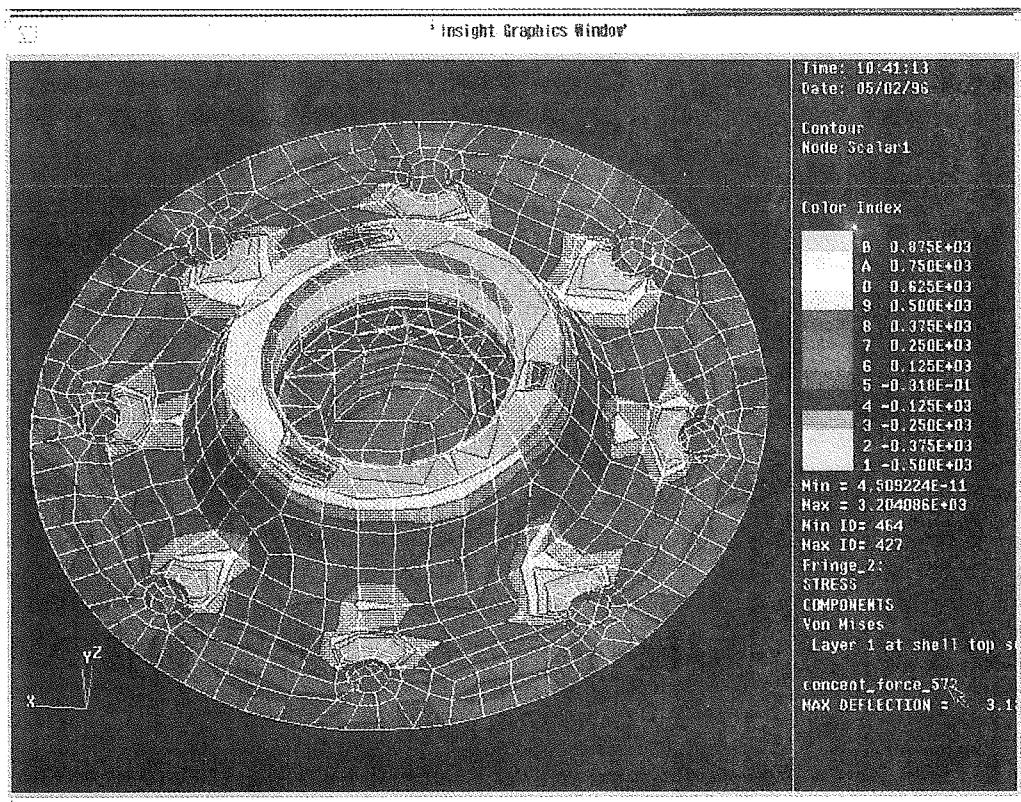


図3 出力例

た。しかしながら、実際に装置開発室が所有している「P3/PATRAN3」には、「P3/FEA」(汎用構造解析)のモジュールしかないということが応用の範囲を狭めています。また、ワークステーションも装置開発が所有する最も新しいタイプのものから数えてもすでに5年が経過しており、決して解析に適している環境とはいえません。さらに最も多くメインメモリーを搭載している機種(搭載メモリー32MB)をもってしても最近のソフトウェアの推奨使用メモリーの量は仮想メモリーを使用したからといって解決するようなものではなく、逆に仮想メモリーの使用が解析環境の悪化につながっています。しかもこの搭載メモリーの不足はソフトウェアのバージョンアップの大きな障害になっています。

従って、今まで以上に構造解析を積極的に利用するには、ワークステーションの高速化と搭載メモリーの増設が不可欠な問題になっています。

#### 6. おわりに

近年のコンピュータの発達にはめざましいものがあります。それに伴い数値解析の技術も急速に進歩しています。そして、複雑な現象解析や高精度な機器設計・性能評価を可能にしつつあります。また最近のCAEは設計しようとするメカニズムの機構解析をすることのできるものも登場しています。これは設計者が設計しようとするメカニズムをコンピュータ上で組み立て、これを画面上で動かし、組

み立てたメカニズムが所定の運動を行うかの検討、運動の途中に部品間で干渉することがないかのチェックを行う機能を持つもののことです。

このようにCAD・CAM・CAEの世界は日々進歩しています。これに伴い装置開発室でもこのCAEシステムを今まで以上に利用していくなければならないように思います。そして、もし装置開発室で新型のCAEシステムを用いることができるようになれば、今までにないような画期的な実験機器を製作することができると考えられます。この文を発表することで、少しでも装置開発室の構造解析の環境が良い方に向かえれば幸いです。

最後に多くの助言をいただきました諸先輩方にこの場をかりて深く感謝いたします。

#### [参考文献]

PATRAN3 機能概説書

伊藤忠テクノサイエンス株式会社 MDA システム  
第2部 1995

図解メカトロニクス入門シリーズ CAD/CAM/CAE 入門  
雨宮好文・安田仁彦 オーム社 1986

# ヘリウム液化機損傷原因究明のための プロジェクトチームの活動報告

裝置開發技術係 鳥居龍晴

## 1. はじめに

1988年3月に導入された分子科学研究所極低温センターの全自動ヘリウム液化機(神戸製鋼所製作)が、約8年後の1995年11月21日の液化を最後に停止した。当研究所では液体ヘリウムが必要不可欠な実験が多く、今回の液化機の損傷で研究所全体が支障をきたしている。

液化機損傷後(1995年12月)に神戸製鋼所側から出された「故障発生原因及びその対応」の報告書をもとにした修理見積には、分子研として納得できる内容ではなかった。それは、損傷の第一原因が究明されていないため、再発防止対策が考えられていないからであった。

従って、1996年2月14日に酒井技術課長の提案により、液化機損傷原因究明のためのプロジェクトチーム(以降はプロジェクトチーム)を結成し、伊藤所長も非常に期待されていた。

プロジェクトチームのメンバーは、酒井楠雄技術課長、極低温センターの加藤清則班長・高山敬史技官、装置開発室の堀米利夫係長、UVSORの中村永研技官、及び筆者の6名である。以下に、プロジェクトチームの活動を報告する。

## 2. 液化機の概要

図1に今回損傷した液化機の概略系統を示した。また、液化システムについては、今回の損傷にかかわる部分のみについて述べる。

## 2-1 不純ガスの不純物を取り除くシステム

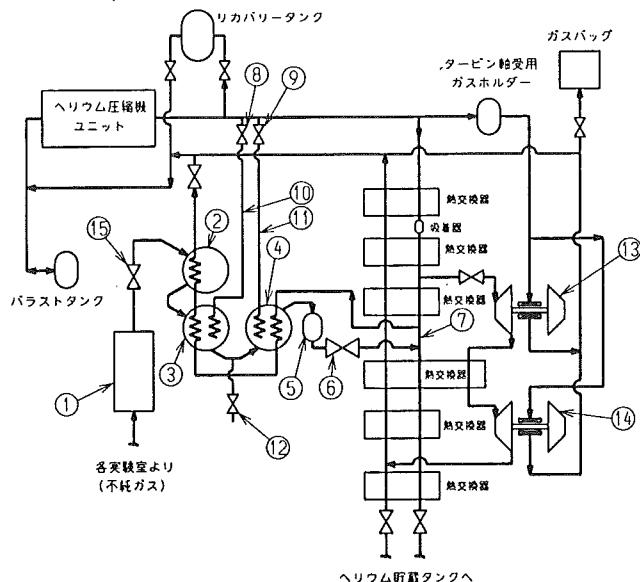
各実験室で液体ヘリウムを使用した場合、そのガス化したヘリウム(ガス)は、配管を通して極低温センター内の液化機まで導入される。このガス(以降は不純ガス)は、実験時等に空気成分が混入することはさけられず、液化させる前に、不純物を取り除くことが必要になる。

(1)この不純ガスは、ヘリウムガスドライヤー①で温められて大部分の水蒸気成分が除かれる。その後、低温にした第一段内部精製器②(入口温度: 300K、出口温度:

140K)でH<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub>を取り除き、第二段内部精製器③(入口温度; 140 K, 出口温度; 69 K)でO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>を凝縮させ、また、第三段内部精製器④(入口温度; 69 K, 出口温度; 40 K)で凝固させて取り除くことでヘリウムガスの純度が上げられる。

(2)さらに、吸着器(活性炭)⑤では内部精製器で取りきれなかつた不純物を取り除き、ヘリウム液化ライン⑦に導かれる。

尚、各精製器を低温にするためには、ヘリウム液化ライン⑦より、冷却(~40K)されたヘリウムガスを精製器内に巻かれたチューブ内に導入(第三、第二、第一の順番)させることでできる。



- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| ①ヘリウムガスドライヤー        | ②第一段内部精製器           |
| ③第二段内部精製器           | ④第三段内部精製器           |
| ⑤吸着器（活性炭）           | ⑥精製ガス導入バルブ          |
| ⑦ヘリウム液化ライン          | ⑧加温ガス導入バルブ（第二段精製器用） |
| ⑨加温ガス導入バルブ（第三段精製器用） | ⑩加温ライン（第二段精製器用）     |
| ⑪加温ライン（第三段精製器用）     | ⑫ドレンバルブ             |
| ⑬高段ターピン             | ⑭低段ターピン             |
| ⑮不純ガス導入バルブ          |                     |

図1 全自動ヘリウム液化システム概略系統図

## 2-2 精製器に蓄積した不純物の除去システム

不純ガスを導入させれば各精製器内に不純物が蓄積していく。それが抵抗になりガスの流れが悪くなる(不純ガスが導入されなくなる)ため、蓄積した不純物を取り除く必要がある。

(1)精製器内に不純物(固化された)が蓄積していくと、精製器内部の圧力が上昇していく。精製器内の圧力は通常で $15\text{Kg/cm}^2\text{G}$ であるが、入口の圧力が $17\text{Kg/cm}^2\text{G}$ になった(精製器の入口と出口の差圧が $2\text{Kg/cm}^2\text{G}$ になった)時点で、不純ガスと精製されたガスの導入を中止(不純ガス導入バルブ⑩と精製ガス導入バルブ⑥が閉になる)する。

(2)加温ガス導入バルブ⑧⑨が開になり、加温ライン⑪に常温のヘリウムガス( $15\text{Kg/cm}^2\text{G}$ )が導入され、内部精製器の温度が上昇し、不純物が融解する(2段、3段の精製器のみ)。その時には、ドレンバルブ⑫が開になっている。

(3)融解した不純物は精製器下部に流れ落ち、融解した不純物はドレンバルブ⑫を通り排出される。

## 3. 液化機の損傷状態

今回の液化機の損傷によって、液化が停止しヘリウム貯槽の液面が下がりはじめた。その後、高段タービン⑬から金属のこする音(キーキー)が出たので、液化機運転を緊急停止させた。その後の神戸製鋼所側の調査で、高段タービンが焼損していたことがわかった。

神戸製鋼所側から、このタービンが焼損した原因是、内部精製器(内部精製器が3個ある)内部でのガス洩れが原因でタービンに不純物(空気分)が混入し、それが軸受内部で冷却・凝固し、ローターの回転状態のバランスが崩れ、異常振動が発生した、と報告がされた。これは、洩れ等が発生して不純ガスラインと純ガスラインがつながってしまい、不純ガスが精製される前に純ガスラインに流れ込んだことである。しかし、ガス洩れ原因等については全く調査されていなかった。

## 4. プロジェクトチームの活動

上記に示した損傷原因を究明するため、プロジェクトチームが発足された。その後、約2カ月間にプロジェクトチームのみで9回、管理局(経理課)及び神戸製鋼所の技術者と合同で4回、計13回の会議を行い、作業、調査等を数回行った。表1にそれらの概要を示し、プロジェクトチームが行ったことについて下記にまとめた。

### 4-1 故障箇所の推測と分解、調査

#### (1)ガス洩れ箇所の推測と断定

前にも述べたように、液化機が損傷した直後の神戸製鋼所側の報告によると、液化機の損傷原因是内部精製器(内部精製器が3個ある)内でガス洩れが生じ、その洩れた不純ガスの空気分が高速タービンの軸受内部で冷却・凝固し

表1 プロジェクトチームの活動概要

月/日	会議、作業内容の概要
2/14	プロジェクトチーム結成
	ガス洩れ箇所の特定作業
2/22	調査・作業方針の検討
	内部精製器の取り外し作業
	外部及び、内視鏡による内部観察
2/28	損傷原因の検討(1)
	神戸製鋼所側に状況説明
	内部精製器の分解作業
2/29	損傷原因の検討(2)
3/7	損傷原因の検討(3)
3/8	神戸製鋼所側からの報告に対する議論(1)
3/11	他メーカー製の液化機との比較検討
3/12	破断面観察
3/14	専門家による破断面観察の依頼
3/21	損傷原因の検討(4)
3/26	神戸製鋼所側からの報告に対する議論(2)
4/22	神戸製鋼所側からの報告に対する議論(3)
4/25	統一見解の確認。解散

タービンが破損したことが述べられていた。しかし、ガス洩れ原因等については全く調査されていなかった。

そのため、我々プロジェクトチームは、まずは洩れ箇所が3個ある内部精製器のどれで、また、どの配管ライン(純ヘリウムライン、ヘリウム冷却ライン)かを推測することからはじめた。後の修理のことを考慮して、最小限の分解にとどめるように以下の作業でガス洩れ箇所の推測を行った。

#### (I)フローガス量やフロー箇所による推測

配管の入口からガスを導入した場合、導通していない部分にはガスは流れない。しかし、洩れが生じた場合は他の配管部分にも流れることになり、配管出口のガスフロー量の減少の状態と他の配管へのガスフローの有無について調査した。

#### (II)洩れ音による推測

洩れの生じた配管にガスを導入すれば、漏れ箇所で洩れ音が出ると思われる。その音を聴診器によって聞き取ることで推測した。

#### (2)外観からの推測

3段目の内部精製器の保持棒が他の内部精製器のものと比べ、異常に変形していた。この変形した保持棒からも、3段目の内部精製器に何らかのトラブルが生じたのではないかと推測した。この変形の原因は、内部精製器の損傷時に生じたか、また、保持棒と配管の温度差による熱収縮・膨張差の繰り返しによるものとも考えられる。尚、このことが漏れの原因かどうかは確かでない。

上記(1)及び(2)の方法で漏れ箇所を3段目の内部精製

器と推測した。そこで、3段目の内部精製器のラインを切断した結果、推測通り3段目の内部精製器内で漏れがあることがわかった。

### (3) 内視鏡での観察と分解

その後、内部精製器(図2)を液化機本体から切り放し、下部のドレンパイプ⑦(内径25 mm)から内視鏡で観測した結果、純ヘリウムラインの銅パイプ(伝熱管⑤)が切断されていることが確認された。それは、内筒②が脱落し、伝熱管⑤に食い込んでおり、その後、逆さ吊りにして外側からプラスチックハンマーで衝撃を加えたら、内筒②が少し戻り(図の上側)、伝熱管⑤が完全に切断されていることを確認した(写真1)。また、反対側の伝熱管⑤は内筒②によりつぶされていた(写真2)。この伝熱管⑤が切断されたことにより、不純ガスが純ヘリウムラインに混入して高速タービンの軸受が損傷したと考えられる。

また、内視鏡を精製ガス出口より挿入し内部精製器の上部を観測した結果、内筒上部平板③と外筒①の内側とを固定しているサポート金具④(t<sub>2</sub> × 5; 4本)の溶接部が破断していることを確認した。これらのこととを神戸製鋼所側に

も確認してもらい、内部精製器を分解することになった。

分解した結果、内部全体に活性炭の微粉末が大量に付着しており、液化ガスが逆流したことも考えられる(図1の吸着器⑥の活性炭が内部精製器内部に入ってきた)。

### (4) 内筒脱落の原因究明

今回の損傷原因是内筒②を固定しているサポート金具④(t<sub>2</sub> × 5; 4本)の溶接部が破断(写真3)して内筒が脱落し、純ヘリウムラインの銅パイプ(伝熱管⑤)が切断されたことにある。我々は、この溶接部の破断による内筒の脱落原因の究明を行った。

#### (I) 設計ミスと溶接不良による脱落

サポート金具④の破断は強度不足、材質の選定、及び溶接性に問題がなかったかについて検討を行った。

サポート金具④の強度は内筒②の自重を支えるのみであれば十分な強度であるが、圧力差が生じた場合には、それを支えるだけの強度は無い。また、低温脆性を考慮するならば、低炭素ステンレス鋼(SUS304L等)を使用するべきであった。

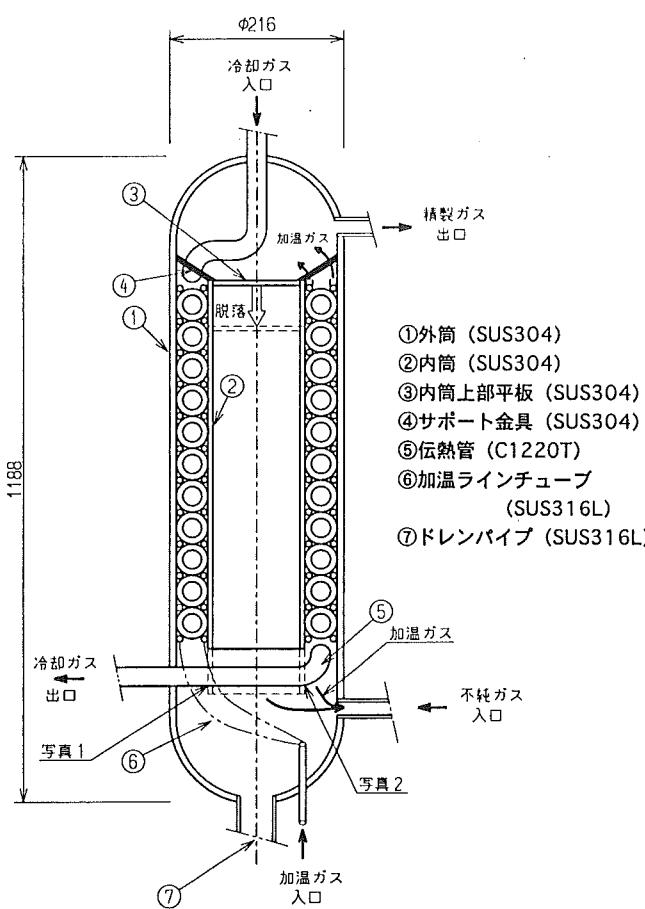


図2 破損した第三段内部精製器の概要図

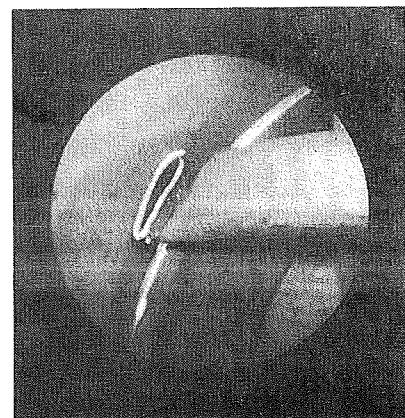


写真1 切断された伝熱管  
(内筒により完全切断された伝熱管；位置は図2参照)

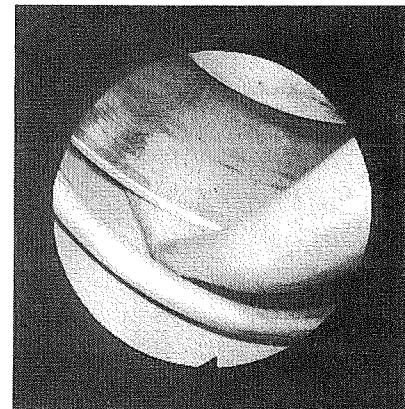


写真2 つぶされた伝熱管  
(位置は図2参照)

## (II) 液化能力不足による脱落

他大学(京大、広大)の液化機では、当研究所のものと比べ、内部精製器の液化容量が大きく、伝熱管⑤(フィン部)が長いことがわかった。それのことより、当研究所の液化機は能力不足による「疲労破壊」でサポート金具④が損傷したのではないかと推測した。

しかし、内筒のサポート金具④である溶接部の破断面を専門家(名大・工・田川先生)にSEM観察していただいた結果、破壊応力以上の荷重が加わったため、材料が延ばされて破壊された「延性破壊」であることがわかった。尚、当研究所の機器センターでのSEM観察結果においても同様な結果になった。「延性破壊」ということは、切断時に材料強度以上の大きな荷重が加わったことを意味している。

以上の作業と調査から今回の内筒の脱落原因是以下のように考えた。

本液化機は、精製器に不純物が蓄積した場合は、「2-2 精製器に蓄積した不純物の除去システム」に示したように、内部精製器には加温ラインチューブ⑥からヘリウムガス(加温ガス; 15Kg/cm<sup>2</sup>G)が上部から導入され、不純物(固化した蓄積物)が融解される。(加温ラインチューブ⑥は内部精製器下部から伝熱管⑤と共に内筒②に巻かれ、内部精製器上方で開放されているため、加温ガスは内部精製器の上部から下部に流れる。)

しかし、不純物が非常に多いと、加温ガスによって精製器内の全ての不純物を融解させる温度にまで上昇できず、一旦融解した不純物が精製器内の下方で再凝固してアイス状になり、フィン部のガス流路を完全に閉塞させたと考えられる。従って、加温ガス圧(15Kg/cm<sup>2</sup>G: 荷重換算で2650Kgf)が内筒上部平板に加わり、サポート金具が破壊したと考えられる。

尚、フィン部のガス流路を完全に閉塞させるような大量の不純物が蓄積したかは不明である。

## 4-2 神戸製鋼所との技術的議論

上記の作業と調査をもとに以下の項目について、神戸製鋼所技術陣と議論を行った。

### (1) 設計思想

フィン部のガス流路を完全に閉塞させた場合においても、破損しないシステムにする必要があり、また、完全に閉塞しないような安全策を取るべきであった。

### (2) 他大学の液化機との比較

他大学に納入された液化機の内部精製器は、当

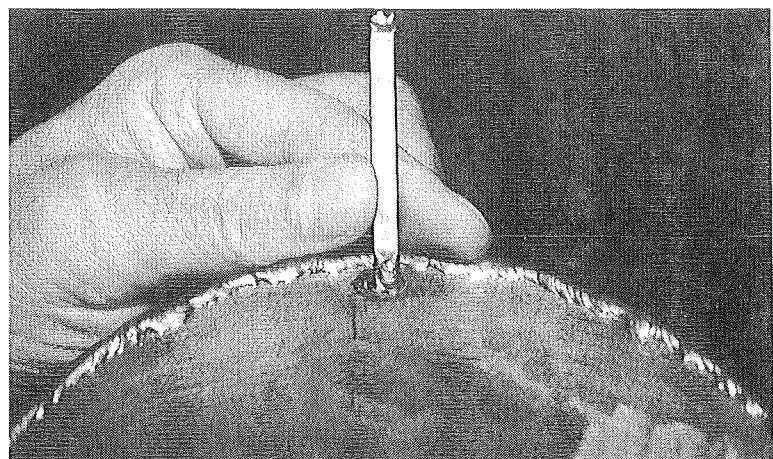


写真3 破損したサポート金具  
(延性破壊をおこした溶接部)

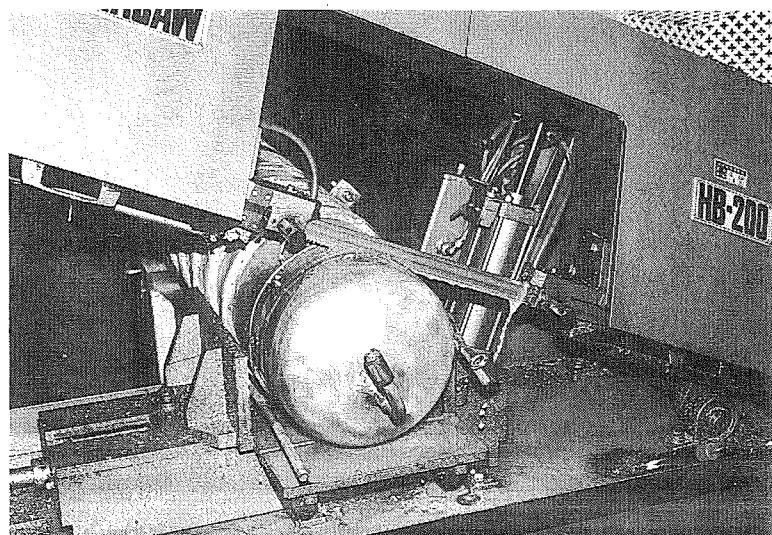


写真4 内部精製器の分解作業  
(ノコ盤で外筒を切断しているところ)

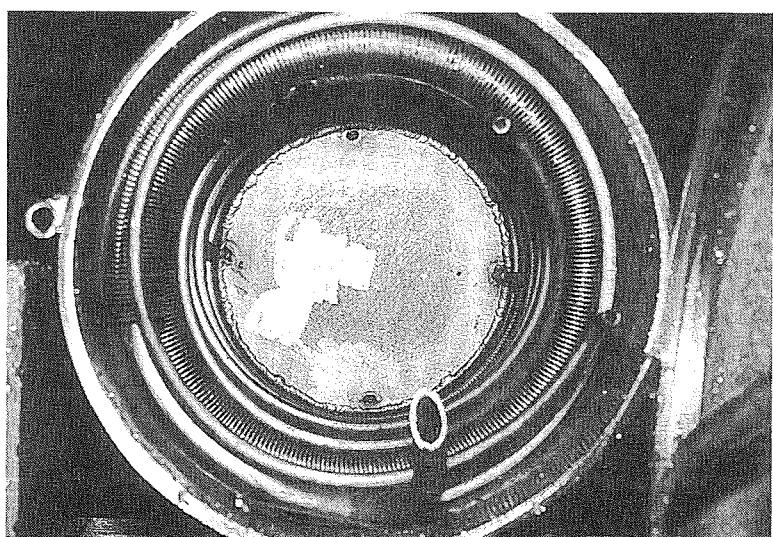


写真5 分解後の内部精製器の内部  
(上部から見たところで、内筒上部平板の周りに伝熱管が巻かれている)

研究所のものと比べ、伝熱管(フィン部)の長さや、外筒のサイズが大きくなってしまっており、能力不足ではなかったか。

#### (3) 内部精製器の材質の選定問題

低温装置での溶接部は粒界腐食、低温脆性等のため、強度が低下することが考えられるため、粒界腐食のおこりにくい超低炭素材料(SUS304L等)の使用も考えられた。

#### (4) 対応の悪さに対する指摘

今回の損傷事故前では修理、メンテナンス等の問い合わせに対する対応が悪かったが、それに対して指摘した。

神戸製鋼所側は、これらに対して認めようとしなかったが、その後、神戸製鋼所側から提出された損傷原因の見解は、我々のものとほぼ同様であった。また、内部精製器の修復において、我々との交渉を考慮し、加温ガス供給を時間制御から温度制御に変更することで、内部精製器内の不純物(蓄積物)が積算しないシステムにしたことと、フィン部のガス流路を完全に閉塞させた場合においても、内筒上部平板のサポート金具が切断しない十分強度のあるものに変更したこと等の提案がされた。

### 4-3 結論

我々プロジェクトチームでは、以下のような統一見解を出して解散した。

#### (破損原因の推定)

4月22日に神戸製鋼所から提出された、破損原因の推定の報告書は、「精製運転中、精製器 HX311B 内で固化した空気はシャーベット状で伝熱管のフィンチューブ部に付着しているものと思われるが、再生時には加温再生ガスによって上部から順次融解していくと考えられます。事故直前の再生操作においては、精製器内の固化空気の蓄積量が多くたために、再生操作時に精製器の温度があまり上昇せず、一旦融解した空気が精製器内の下方で再凝固したアイス状になり、フィン部のガス流路を完全に閉塞させたのではないかと推測されます。このため、再生加温ガス(15Kg/cm<sup>2</sup>G / 荷重換算で2650Kgf)がまともに内筒上部平板にかかり(大きな差圧が平板にかかり)、サポート金具に過大な応力が発生してこれを破断せしめたものと考えられます。」と述べているが、我々プロジェクトチームもこれを了承する。

#### (なぜ完全閉塞したか)

神戸製鋼所は、「設計思想として、完全閉塞は起こらない、ということで設計した。」と述べている。しかし、現実には、上記のように完全閉塞が生じたと思われる。なぜ完全閉塞をしたのか。それは、大量の不純ガスが、流れ込んだか、蓄積したものと思われる。それではなぜこのような状況になったかは不明である。

#### (神戸製鋼所の設計思想に問題はないか)

上記のように、完全閉塞は起こらないということで設計された。しかしこれは、完全閉塞を起こさないという、積極的な対策を施したものではない。今までの経験と計算によって、完全閉塞は起こらないだろうという推測の元に、設計されたものである。しかし、実際には、完全閉塞が生じた、と推測される。それゆえ、分子研としては、この設計思想は誤りであったと考える。

結果論ではあるが、神戸製鋼所が、設計時に完全閉塞を予想し、内筒のサポート金具の強度を、15Kg/cm<sup>2</sup>G の差圧に耐えられるものであったなら、今回のような事故にはならなかつた。

1996.4.25 技術課

#### 5. おわりに

我々プロジェクトチームが液化機損傷の原因究明に携わったことにより、最終的な神戸製鋼所側からの報告書が、敏速に且つ的確な再発防止策を考慮した修理方法の内容になった。

プロジェクトチームのメンバーは、技術課長をはじめ、極低温センター、装置開発室およびUVSOR から選ばれ、施設の枠を越えて仕事をすることができた。今後もこのようなことで、技術課が一致団結できる場が多く設定されることにより、技術力の向上につながっていくと考えられる。

写真4に内部精製器の分解作業を、写真5に分解後の内部精製器の内部を、また、写真6にプロジェクトチームのメンバーを示した。

尚、この報告は、今回のプロジェクトチームの行ってきた議事録、作業報告書をもとにまとめたものである。



写真6 プロジェクトチームのメンバー

# 技術講座「知らなきや損する技術の常識」

—回路工作を10倍楽しくする—

## はじめての回路工作入門（その1）

極低温技術係長 吉田久史

### はじめに

前号までの「はじめての機械工作入門」に代わって、今回からは「はじめての回路工作入門」を3回のシリーズで掲載することになりました。そこで、これから電子回路を工作してみようという人を対象として、

- I. 回路工作で使用する工具と機器
- II. はじめての回路工作入門
- III. 回路工作で使う機構部品
- IV. 回路製作に便利なツール

の順で紹介したいと思います。（回数および題目は予定です。）

電子回路を設計・製作する上では、教科書で回路の理論や半導体の動作を学ぶことも大切ですが、実際に回路を製作して、そのなかでいろいろなノウハウを吸収することも大切です。教科書に載っている回路図は、使用する素子の型番すらない簡略化された回路であったり、また、実用書の回路図でもICのバイパス・コンデンサなどは省略されていて、そのまま回路を製作しても旨く動作しないことがあります。そればかりでなく、使用する素子の特性や信号源および負荷の特性の違いによって、また、動作環境の違いなどによっても回路が動作しなくなることもあります。筆者の経験した一例を上げると、某メーカーのトランジエント・メモリとPC-98とのインターフェース回路を製作した際に、その誤動作に悩まされたことがあります。オシロスコープでトランジエント・メモリからの信号を観測してみるとひどいノイズの山でした。最終的には、入力段のICをTTLからCMOSのゲートに置き換えるだけで誤動作は無くなりました。CMOSに換えた理由は、CMOSはTTLに比べてノイズ・マージンが高いこと、また、TTLはCMOSよりも高速に動作するので、速いノイズに対してもまた敏感であるからです。教科書には、こうした素子の特性については書かれていますが、どういう場合にその素子を使ったら良いのかは、経験することによって初めて身をもって知ることができます。

電子回路の工作は、扱う信号のレベルや周波数にもよりますが、はんだごてなどの僅かな工具とテスター オシロスコープなどの測定器があればたいていの回路が製作できます。回路工作的経験が無い人でも、最初は何処かの回路図を参考にして、みようみまねで作成してみましょう。そして、製作した回路の動作をオシロスコープなどで検証しているうちに、徐々に電子回路に馴れてくると思います。

また、製作した回路が思いどおりに動作しなくても（そういう場合の方が多い！）諦めずに配線のチェックや各部の波形を注意深く観測して下さい。その誤動作のヒントが何処かに隠されているはずです。筆者の場合もカット・アンド・トライで取り敢えず回路を動作させてから、その後でその理屈を考えるといったことが良くあります。回路の理論的な話は他書に譲って、ここでは回路を製作する上でのアドバイスを含めながら回路工作的基礎的なことを述べたいと思います。

### I. 回路工作で使用する工具と機器

#### 1) 最低限準備したい工具と機器

ここでは、回路工作を始める前に準備して置きたい最小限の工具や機器を紹介します。写真に掲載した工具は代表的なもので、カタログを見ているとこれらの他にもいろいろとアイデアを工夫した工具があってそれだけでも結構楽しめます。

#### a. はんだごて

はんだごても最近では、高機能の温度コントローラ付きのものや温度コントローラをはんだごてに内蔵してしまったものまで市販されているようですが、一般的には15W～20W程度のはんだごてが電子回路の工作には適しています。プリント基板の配線には、はんだごての先端が1mm $\phi$ 程度の円柱を斜めにカットした形のものが使い易い

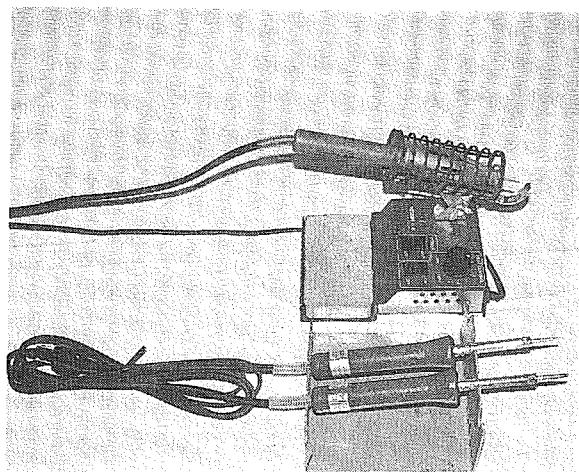


写真1 はんだごてとはんだごてスタンド

でしょう。また、AC電源系統やパワー回路の配線など熱容量の大きなものをはんだ付けするのに、こて先がやや太目(3mm φ程度)のはんだごても用意するのが良いでしょう。はんだ付け作業をするときは、写真1の様なスポンジ付きのはんだごてスタンダードがあると、こて先に付着した余分なはんだをクリーニングするのに便利です。

#### 【はんだ付けのポイント】

- ・単線ケーブル、スズメッキ線、エナメル線などの場合は、あらかじめ予備はんだを行って線にはんだを馴染ませて置きます。そうすることで配線の際に、はんだ付けを短時間でかつ奇麗に処理することができます。

- ・より線ケーブルの場合は、少し多めのはんだを付け、はんだがより線にしっかりと浸透するまで十分に加熱します。ビニール線の場合、加熱しすぎると被覆が溶けてしまうので、ラジオペンチで線を押さえて熱を逃しながら行います。もし、被覆が溶けてしまった場合には、熱収縮チューブなどで保護して置きましょう。

- ・プリント基板の配線は、はんだが基板の銅箔に馴染むのを目安に手短(2~3秒)に行います。加熱しすぎると銅箔が剥がれてしまったり、素子を壊すことがあります。

#### 【ワンポイント・アドバイス】

配線を手直しするようなときに、はんだごての容量不足ではんだが溶け難いといったことがあります。こういう時にも、はんだごてをその個所に当てた状態で予備はんだをしてやると、こて先とはんだの密着が良くなつてはんだが溶け易くなります。また、はんだ付けの際に出る煙(蒸気)には、鉛などの重金属が含まれています。はんだ煙除去ファンなどを使用して、煙を吸引しないようにしましょう。

#### b. はんだ吸い取り器

はんだ吸い取り器には、スパイド式やばね仕掛けのポンプ式の手動のものや電動ポンプを利用したものがあります。回路工作を頻繁に行わない場合は、安価な手動式のもので良いと思いますが、はんだごてとはんだ吸い取り器を同時に操作しなければならないので、部品を基板から外す場合に少し苦労することがあります。一方、電動式のものは高価(約8~10万円)ですが、吸引力が強くまた片手で操作ができる点が便利です。

#### 【ワンポイント・アドバイス】

スルーホールの基板からICのようなピン数の多いものを外すのは、はんだ吸い取り器を使ってもひと苦労します。こういう場合には、ICの形状に合わせたこて先が市販されていますので、それを使って一気に(または片側づつ)ICを基板から引き抜く方法が旨く行きます。但し、無理やりICを引き抜こうとすると銅箔や破線パターンまで剥がしてしまうので注意して下さい。また、はんだがスルーホールの中に残ってしまったような場合には、前述の予備はんだを行ってから吸引力の強いはんだ吸い取り器を

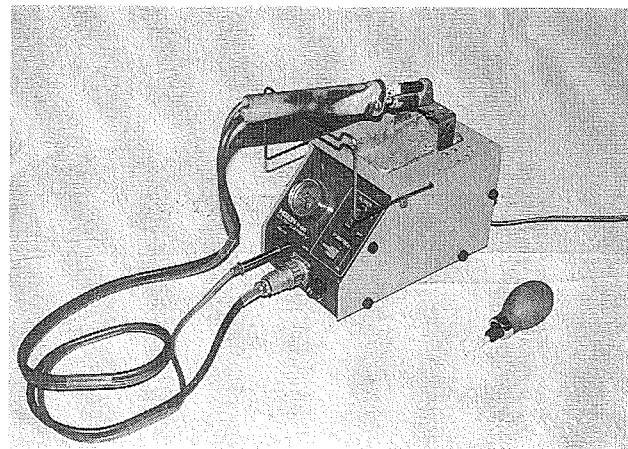


写真2 はんだ吸い取り器

使ってやり直すと旨く行きます。

#### c. ラジオペンチ、ニッパー

電子回路の工作では狭いスペースでの作業や小物部品を扱うことが多いので、ラジオペンチやニッパーは配線用の小型のものを使用します。また、機構部品をパネルに取り付ける際には、電工用のラジオペンチ(またはプライヤ)が必要となります。ニッパーは、ケーブルや抵抗の足などの線材の切断やケーブルの被覆を剥くのに使用します。

#### d. ワイヤーストリッパ

ケーブル(特に細い単芯のケーブル)の被覆を剥くには、ワイヤーストリッパを使うのが便利です。ワイヤーストリッパは、ケーブルの種類に応じて2種類ほど用意すると良いでしょう。写真4の上側のワイヤーストリッパは、AWG # 22~# 30の細線用のもので、これにはワイヤーをカットするための刃も付いているので、同軸ケーブルの様な少し太目のケーブルやフラット・ケーブルなどを切断するのにも重宝しています。

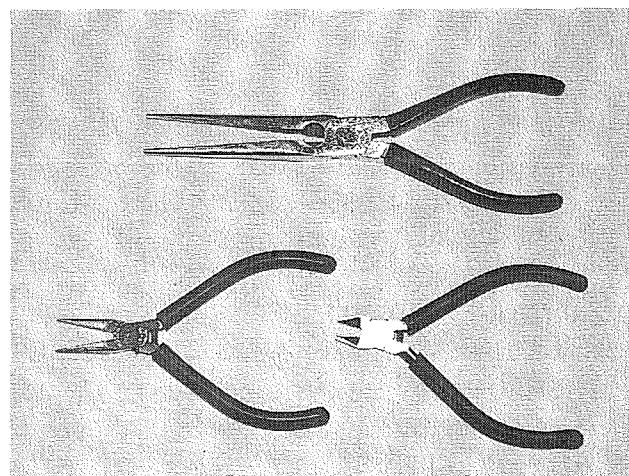


写真3 ラジオペンチとニッパー

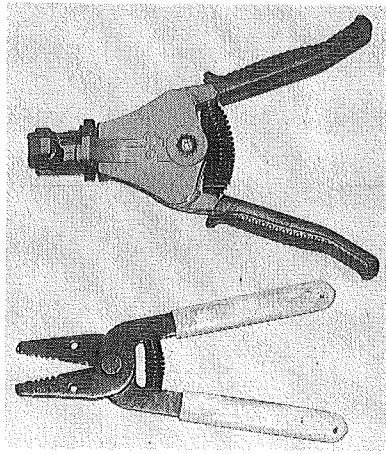


写真4 ワイヤーストリッパ

#### [ワイヤーの種類について]

ワイヤーの表記にはAWG (American Wire Gauge) 番号が使われることがあります。線番号表を表1に示します。プリント基板の配線には単線のAWG # 24～# 30を、筐体の配線にはAWG # 18～# 26のより線が良く使用されます。

#### e. 精密ドライバ

精密ドライバは、ドライバとしての本来の使い方の他に、ICをソケットから取り外す際に使用したり、はんだ付けの時に配線をICピンに巻き付けたりするのに使います。(ピンセットやラジオペンチでもできますが、筆者は精密ドライバを愛用しています。)

#### 【ワンポイント・アドバイス】

配線の信頼度は、はんだ付けよりもラッピングの方が高いという記事を以前どこかで読んだことがあります。筆者は配線の際に、できる限り配線をICソケットのピンなどに2～3回巻き付けてからはんだ付けするように心掛けています。

#### f. 定電圧電源

製作した回路をテストする上で定電圧電源が必要となります。3端子レギュレータなどで自作したり、スイッチング・レギュレータなどの電源モジュールを購入してもかまいませんが、実験用の定電圧電源のように電流値がモニタできると回路の過電流をすぐに発見できるので便利です。

#### 【ワンポイント・アドバイス】

試作した回路に電源を供給する際には、慎重に配線(特にICの電源系統)をチェックするだけでなく、ICの規格表などから事前に回路全体の消費電流を概算して置きます。そして、もし回路に異常な電流が流れた場合には、即座に電源をオフします。特に、高価なICを使用する場合

AWG 番号	直 径 [mm]	断面積 [mm <sup>2</sup> ]
16	1. 291	1. 309
18	1. 024	0. 8826
20	0. 8118	0. 5174
22	0. 6438	0. 3256
24	0. 5106	0. 2047
26	0. 4572	0. 1642
28	0. 3211	0. 08097
30	0. 2546	0. 05097
32	0. 2019	0. 03203

表1 線番号表 (a) 単線

公称断面積 [mm <sup>2</sup> ]	AWG 番号	より構成 直径 (mm×本数)	路号
1. 25	16	0. 26×26	—
	—	0. 32×16	—
	—	0. 18×50	—
0. 9	18	0. 32×16	—
	18	0. 26×20	—
	18	0. 26×19	—
	18	0. 18×32	—
	18	0. 16×42	—
	—	0. 26×16	—
0. 75	—	0. 18×30	D
0. 5	20	0. 32×7	—
	20	0. 18×21	—
	—	0. 26×10	—
	—	0. 18×20	C
	—	0. 18×19	—
0. 3	22	0. 26×7	—
	22	0. 16×17	—
	—	0. 12×30	—
	—	0. 18×12	B
0. 2	24	0. 2×7	—
	24	0. 16×11	—
	—	0. 12×18	—
0. 18	—	0. 18×7	J
0. 15	—	0. 08×30	—
0. 14	26	0. 16×7	—
	—	0. 12×12	G
0. 125	—	0. 1×16	—
0. 1	—	0. 14×7	—
	—	0. 12×10	—
	—	0. 1×12	—
	—	0. 08×19	—
0. 08	28	0. 127×7	—
	—	0. 12×7	K
	—	0. 1×10	—
0. 05	30	0. 1×7	—
0. 035	32	0. 08×7	—

(b) より線

には慎重に電源を入れましょう。また、回路の異常を判断するのは電流値ばかりでなく、発熱、音、臭いなどによっても行います。

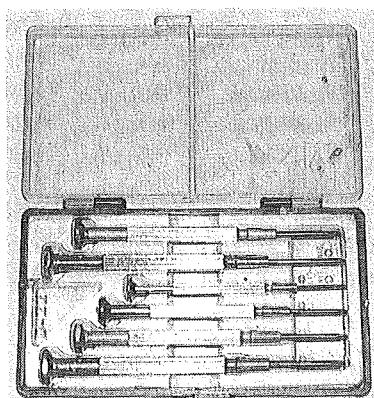


写真5 精密ドライバ

#### g. テスター

配線の導通をチェックしたり、端子電圧や電流値の測定のためにテスターはぜひ揃えておきたい測定器です。テスターはアナログ式でもデジタル式でもかまいませんが、導通試験を行うにはデジタル式のものが便利です。デジタル式のテスターは、たいてい導通の有無を音で知らせる機能があるので、いちいち配線から目を離さなくて済む点が便利です。

#### 【ワンポイント・アドバイス】

デジタル式テスターの導通試験では、機種によって違いますが音を鳴らすのに数百～数十KΩのしきい値になっているので、それ以下の抵抗が在っても音は鳴ってしまいます。接触抵抗を問題にするような場合には、抵抗レンジで測定する必要があります。

#### h. オシロスコープ

回路の動作を検証する上で、オシロスコープもまた必需品です。対象とする信号の周波数や繰り返し周期によって使用すべきオシロスコープの性能が決まります。100M

H<sub>z</sub>の帯域のアナログまたはデジタル・オシロスコープがあれば立ち上がりが約3.5nSの信号まで正確に観測することができます。また、繰り返し周期が遅く幅の狭い信号(単発現象)を観測するには、輝度の高いオシロスコープが有利です。その点では、デジタル・オシロスコープかストレージ式のオシロスコープがあると便利です。

#### [オシロスコープの帯域について]

オシロスコープの帯域Bw [GHz]と正確に測定できる信号の立ち上がり時間t<sub>ro</sub> [nS]には、

$$t_{ro} = \frac{0.35}{B\omega}$$

という関係があります。また、これよりも速い立ち上がりの信号を観測した場合、観測された立ち上がり時間t<sub>rm</sub>と真の立ち上がり時間t<sub>ro</sub>との間には、以下の関係があります。

$$t_{rm} = \sqrt{t_{ro}^2 + t_{ro}^2}$$

#### 2) その他あると便利な工具

ここでは前項で紹介した工具以外で、エレクトロニクス・セクションで使用していて、あると便利だなと思われる工具を紹介します。なお、これらの工具を利用したい方は、電子回路工作室(装置開発棟203号室)までお越し下さい。但し、回路工作室での使用を原則とします。

##### a. バイス

プリント基板用のバイスか卓上用の万力があると便利です。電子回路の工作の経験のある方なら、3本目の手が欲しいと思った経験のある人は多いと思います。プリント基板用のバイスは、プリント基板を自由な向きで固定できます。卓上用の万力は、プリント基板などを固定させる他にフラット・ケーブル用のコネクタなどの圧着にも使用できます。

##### b. 圧着工具

圧着工具は、1.25mm<sup>2</sup>～5.5mm<sup>2</sup>の小型の圧着端子を取り付けるための手動式のものと、14mm<sup>2</sup>～150mm<sup>2</sup>の大型の圧着端子用の手動油圧式のものを揃えています。

##### c. 圧着型BNCコネクタ用圧着工具

圧着型BNCコネクタを同軸ケーブルに取り付けるための専用工具です。BNCケーブルを作る際に、回路のストックルームにあるような汎用的なBNCコネクタは、ねじ込み式なので適切な取り付けかたをしないと接触不良などのトラブルを起こします。その点、圧着型のBNCコネクタはそれよりも簡単にBNCケーブルを作成することができます。なお、圧着型のBNCコネクタは、各自で用意して頂く必要があります。

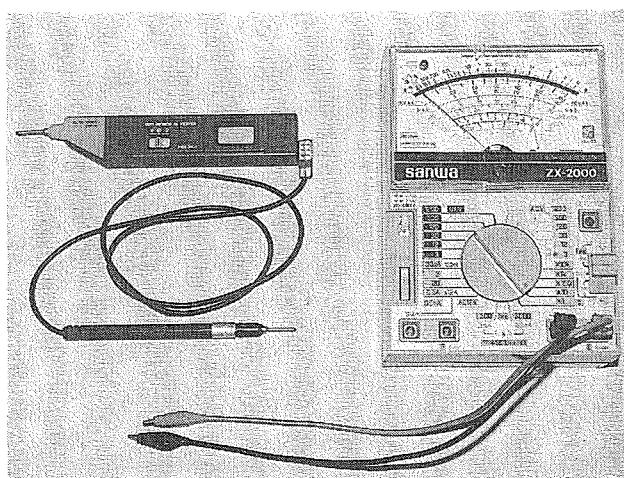


写真6 アナログテスターとデジタルテスター

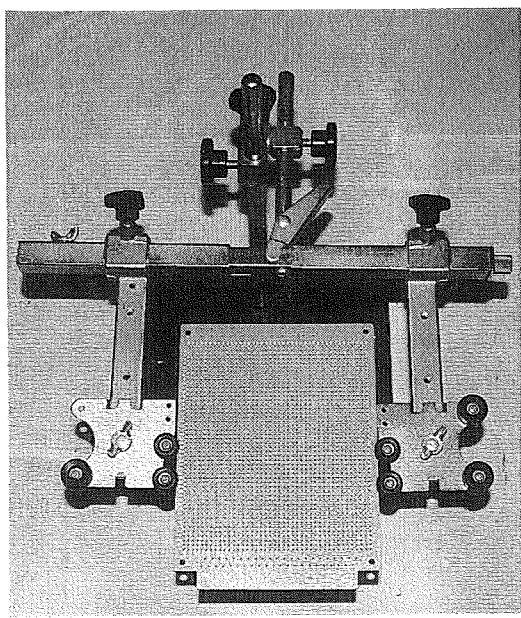


写真7 プリント基板用バイス

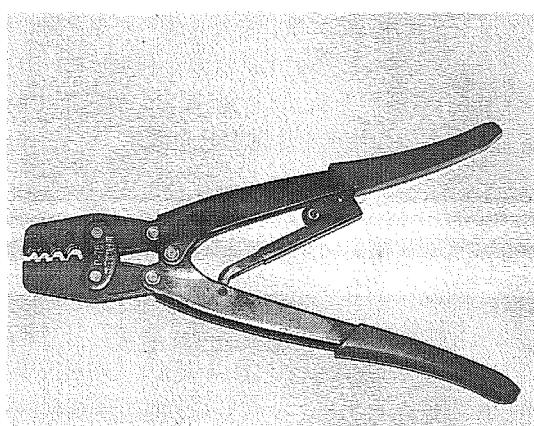


写真8 手動圧着工具

d. ワイヤラッピングツール

マイコンのマザーボードのように沢山の信号線をカード・エッジ・コネクタから各基板に送るような場合には、各信号線をはんだ付けするよりもラッピングした方が早く済むことがあります。ラッピングツールは電動式のものを使用していくて、先端のビット・スリーブを交換することで AWG # 20～AWG # 30 のワイヤーが利用できます。カード・エッジ・コネクタや I C ソケットなどには、はんだ付け用のものとラッピング用のものがあります。ラッピング用のものは、各自で準備して下さい。

e. 超音波カッター

プリント基板の配線パターンなどをカットするのに超音波カッターを使用します。勿論、小刀やカッターを使っても加工できますが、超音波カッターを使えば作業が非常にスムーズにできます。

f. プリント基板切断機

紙エポキシやガラスエポキシなどのプリント基板を任意のサイズに切断するのに使用します。

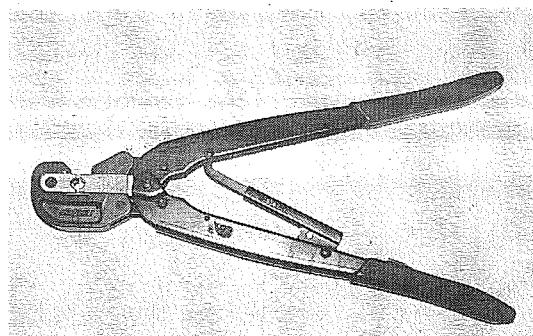


写真10 BNCコネクタ圧着工具

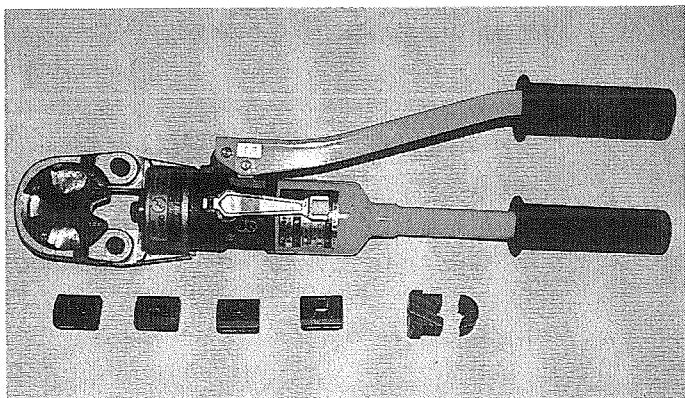


写真9 手動油圧式圧着工具



写真11 電動ランピング工具

### 【ワンポイント・アドバイス】

紙エポキシの基板の切断は、基板が割れたり銅箔が剥がれてしまうことがあるので注意しましょう。紙エポキシ基板の場合には、糸のこを使って切断したり、基板をドライヤーなどで暖めてからプリント基板切断機を使うと奇麗に切断できます。

### g. パネル加工機

板厚約3mm  $\phi$  のアルミまたは板厚約1mm  $\phi$  の鉄のパネルに、四角い穴や丸い穴を開けるためのパネルパンチです。カッターのサイズは角穴が5×13.2mm、丸穴が7.2mmから16.2mmまで1mm毎に揃っています。パネルパンチの大きさの制約上、あまり大きなパネルの加工はできませ

ん。(回路ストックルームに在庫しているユニバーサルケース程度のもので、フラットな形状のものなら可能)

### 3)回路の動作テストで使用する機器

ここでは、エレクトロニクス・セクションで保有している試作回路の動作試験や性能評価に使う機器のリスト(代表的なもの)を示します。これらの機器もまた回路室内での使用を原則として利用可能です。

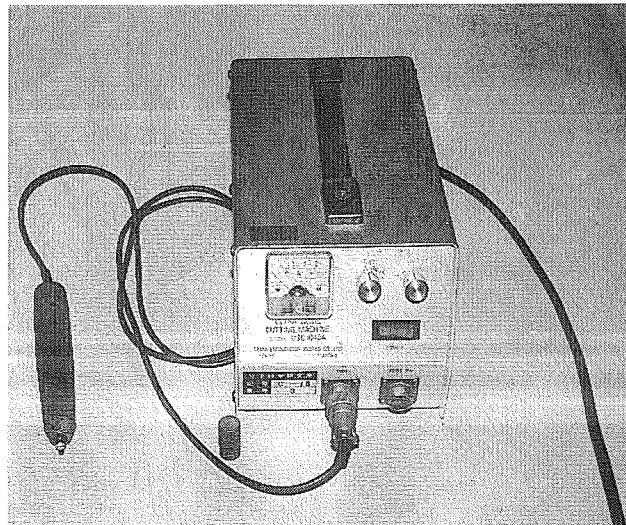


写真12 超音波カッター

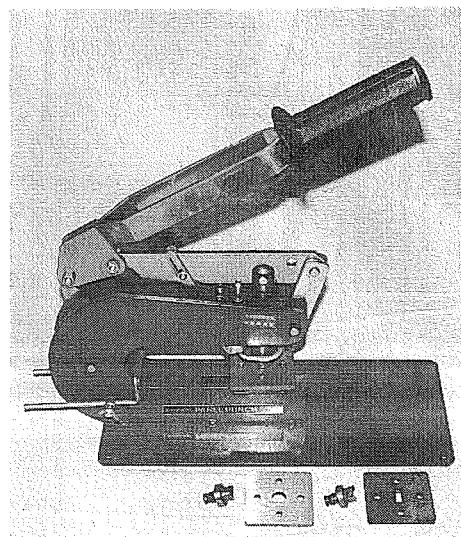


写真14 パネル加工機

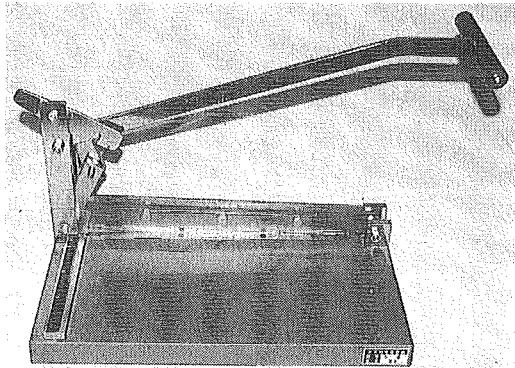


写真13 プリント基板切断機

機種名	社名、モデル名	主な仕様
ファンクション ジェネレータ	H P 3312A	出力波形：正弦波、三角波、正負ランプ波形、etc 周波数範囲：0、1Hz～13MHz 出力特性：10Vp-p (50Ω) DCオフセット：±10V
パルスジェネレータ	WAVETEK model 801	動作モード：連続、トリガ、ゲート、ダブルパルス、トリガバースト、etc 周波数範囲：5Hz～50MHz 出力特性：10Vp-p (50Ω)、20Vp-p (開放) 固定出力：ECL、TTL
デジタルマルチメータ	Keithley model 2001	測定モード：DC電圧 (10nV～1,1KV)、DC電流 (10pA～2,1A)、AC電圧、AC電流、抵抗 (1μΩ～1GΩ)、周波数カウンタ (1Hz～15MHz)、peak spikes 測定、温度測定、etc
周波数カウンタ	日置 3601	周波数測定範囲：10Hz～20MHz (A入力)、1mHz～20MHz (B入力) 周期測定：50nS～999,99999S 時間間隔測定、パルス幅測定、デューティレシオ測定、積算計数測定、etc
ロジック アナライザ	Biomation K100D	入力チャンネル：16 入力インピーダンス：1MΩ/5pF 内部クロック：10nS～50mS スレッシュホールド：TTL、ECL、レベル設定 メモリ長：16Ch×1024ビット×3
インピーダンス/ゲイン フェーズアナライザ	H P 4194A	インピーダンス測定パラメータ： Z 、 Y 、θ、R、X、G、B、L、C、D、Q ゲインフェーズ測定パラメータ：振幅比、絶対振幅、位相、群遅延時間 掃引パラメータ：周波数、測定信号レベル、DCバイアス
ネットワーク アナライザ	H P 8754A	測定機能：伝送特性、反射特性、絶対電力、Sパラメータ 掃引モード：フル掃引 (リニア、4～1300MHz) 入力チャンネル：基準チャンネルR (40dB)、測定チャンネルA、B (80dB)
スペクトラム アナライザ	アドバンテスト R3261	測定機能：周波数特性、電界強度測定、周波数カウンタ、QP測定 周波数範囲：9kHz～2.6GHz 周波数設定分解能：1Hz
ペンレコーダ	横河電機 LR4110	チャートスピード：10mm/h～1200mm/min ペン数：4 演算機能：スケーリング機能、差演算
デジタル オシロスコープ	Lecroy 7200A	サンプリング：単発 2GS/s (2ch同時) or 1GS/s (4ch同時)、連続 20GS/s メモリ長：200kW/ch アナログ帯域幅：500MHz
デジタル ストレージスコープ	岩通 TS-8123	周波数帯域：DC～100MHz 垂直軸：2Ch 垂直軸感度：1mV/div～5V/div デジタイズ：垂直軸8ビット、時間軸256Ch
アナログ オシロスコープ	岩通 SS-6122	周波数帯域：DC～100MHz 垂直軸：4Ch 垂直軸感度：1mV/div～5V/div (Ch1, Ch2) モード：Ch1, Ch2, ALT, CHOP, ADD, QUAD

表2 エレクトロニクス・セクションで保有する機器リスト

## マイレビュー

# フェムト秒画像観測による反応動力学の研究

電子状態動力学研究部門 柴田武

化学反応はどのように進んで行くのだろう?『反応中の原子・分子の動きを実際に目で(あるいは顕微鏡で微生物の世界を見るように)見れたらなー』と多くの化学者が夢見てきたのではないでしょうか。今、私はそんな夢を求めた実験をしています(と言っても、まだそんな大それた結果には至ってませんが)。

では、どうやって反応を見るのか。当然、どんなに視力がいい人でもそのまま目で見ることはできませんので、機械の助けを借りるわけですが、拡大だけしても動きが速すぎては頭で認識することができません。それではどうするかというと、映画フィルムのように時事刻々と変化する様子を時間を追って撮影(観測)すればいいことになります(後は静止画像で見ようが、コマ送りで見ようが好きなようにすればいいわけです)。私が所属する研究室では、これまでにも画像観測法を使って光解離生成物の散乱分布(どの方向にどんな速さで動いているのか)を測定してきました。この画像から反応中の動きが分かるのですが、これまでの測定で使っているナノ秒レーザーでは時間を追って撮影していくことはませんでした。なぜなら分子の動きの時間スケールはもっと短いからです。ナノ秒レーザー

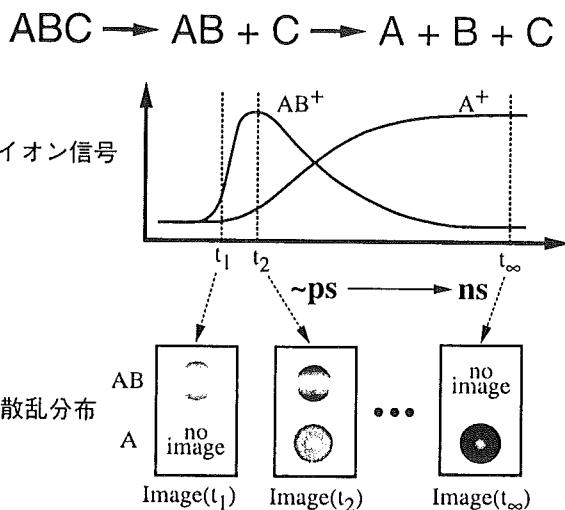


図1. フェムト秒画像観測法の概念図。上はイオン信号の収量の時間発展。フェムト秒画像観測法はフェムト秒レーザーを用い、生成物の散乱分布の時間発展を観測する。従来のナノ秒レーザーによる画像はImage(t<sub>0</sub>)に相当する。

では写真撮影で露光時間を無限大にしているようなもので時間を追ってスナップショットを撮っていくことなどできません。そこで短い露光時間を得るために超短パルス(フェムト秒)レーザーを使うことになります。実際にはこれまでの散乱分布の測定をフェムト秒レーザーを用いたpump-probe法を使ってやるわけです。

図1はこのフェムト秒画像観測の概念図で、反応物ABCが中間体ABとCに解離し、最終的にA+B+Cと三体解離する例をあげています。生成物の収量だけを観測すれば上の時間応答のようになります。そして、生成物の散乱分布を時間の関数として観測していくのがフェムト秒画像観測で、従来のナノ秒レーザーを用いた散乱分布はImage( $t_1$ )に相当します。図にも示したように、この手法を用いれば途中でいなくなる粒子の散乱分布も見ることができます。またImage( $t_1$ )の様に早い時間に画像観測を行えば分子回転などの影響を考える必要がなくなります。また特定の速度をもった中間体の挙動だけを追っていけば内部エネルギー規定して解離反応速度を議論するすることが可能になります。フェムト秒レーザーを用いたpump-probe法と画像観測による散乱分布の測定組み合わせことで他にも、色々なことが新たに分かってくる可能性があります。

それでは、まだ、たいした成果はあがっていませんが、これまでに私が行った実験とその結果を少し示したいと思います。

実験は次のように行いました。画像観測はこれまで、我々のグループで行ってきているものと変わりません。そしてフェムト秒パルスは Ar+ イオンレーザー励起のチタンサファイアレーザー発振を YAG レーザーで再生増幅したもの (150fs, 10Hz, 6mJ) です。BBO 結晶でその 2、3、4 倍波を順次発生させてその 3 倍波、4 倍波を励起光として用い、残った基本波(または 2 倍波)を使い生成物をイオン化して観測します。励起光とイオン化光の間の遅延時間を変えていくことで、その存在量や散乱分布の時間応答を得ることができます。時間分解能は励起光とイオン化光の cross-correlation から約 300fs と考えられます。

ここで紹介するのは  $\text{CH}_3\text{COCl}$ 、 $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$  などのケトン類を 3 倍波 253 nm で光励起し基本波でイオン化した例です。これらの分子は紫外光励起で Norrish type I 反応で知られる光解離を起こし、また励起エネルギーを高くすると 3 体解離することがこれまでの研究から知られています（ナノ秒 248 nm の実験では約 20% から 30% が 3 体解離を

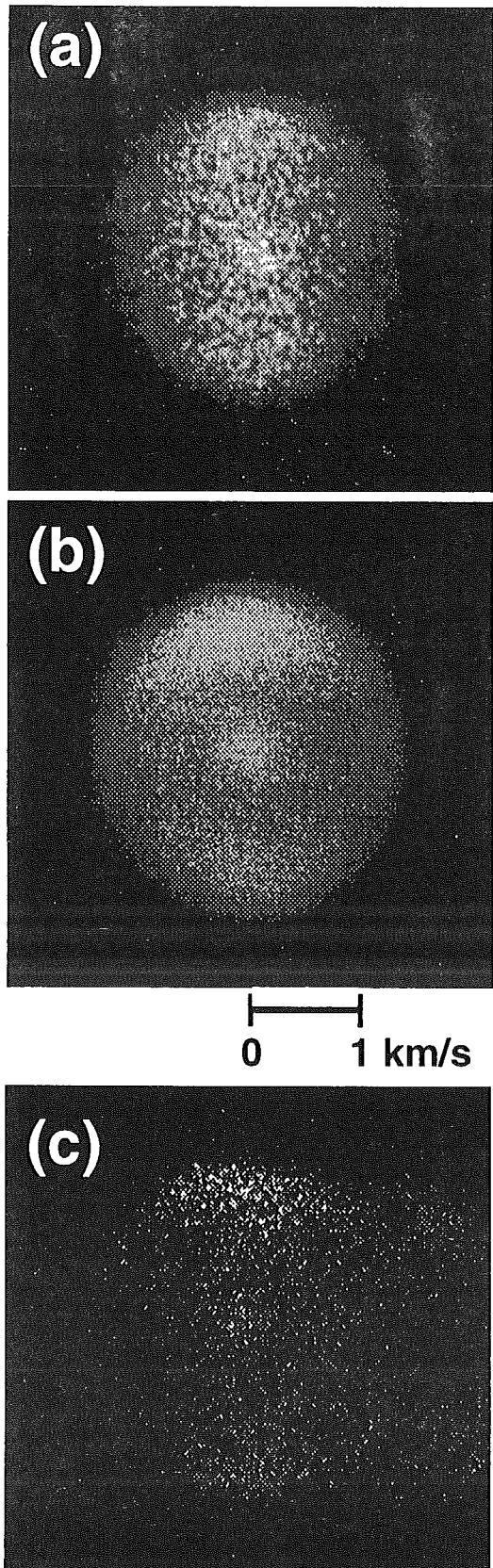


図 2. (a)  $\text{CH}_3\text{COCl}$  を 253 nm で光解離し、解離生成物  $\text{CH}_3\text{CO}$  を遅延時間 1 ps でイオン化した時の画像。(b) 遅延時間 15 ps。(c) イオン化光だけでの画像、(イオン収量は解離光をいたれたときの 1/10)

起こす)。

まずアセチルクロライドの例です。図 2 は  $\text{CH}_3\text{COCl}$  を 3 倍波 (253 nm) で励起しその解離生成物  $\text{CH}_3\text{CO}$  ラジカルを観測した時の散乱分布で遅延時間は 1 ps 及び 15 ps です。分子は 1 ps ではほとんど分子回転がないので、その異方性は分子の構造だけから決定されます。1 ps の画像から得られる異方性因子は  $0.9 \pm 0.3$  であり遷移双極子モーメントの方向が C-Cl 結合から  $37 \pm 6^\circ$  傾いていることが分かります。このことから遷移は  $\pi^* \leftarrow n$  であると考えて矛盾しません。積算時間が違うため画質は違いますがその散乱分布はほとんど変化していません。このことから  $\text{CH}_3\text{COCl}$  は 253 nm の励起光を吸収した後 1 ps 以内に解離反応がほとんど終了していること結論しました。また同じ様な散乱分布はイオン化光のみの画像(図 2 (c))からも見られます(ただしイオン収量は pump 光がある時に比べ約 1/10)。これは、『イオン化光だけの時にも 3 光子吸収によって 3 倍波励起の時と同じ状態に励起され、そこからの解離がイオン化光のパルス幅(約 200 fs)と同程度かそれよりも速いために光励起・光解離・解離生成物のイオン化の過程がイオン化光だけで起り、pump-probe による散乱分布によくた画像が得られた』と今のところ考えています(もちろん、今後より詳細な実験や議論が必要です)。いずれにせよ、解離寿命は 1 ps 以内と早いことになります。その原因は  ${}^1(\text{n}(\text{O}), \pi^*(\text{C=O}))$  と  ${}^1(\text{n}(\text{Cl}), \pi^*(\text{C-Cl}))$  の avoided crossing の為、励起状態からそのまま解離していくためと考えられます。

次にアセトンの例ですが、この場合は  $S_1$  状態への光励起の後、三重項状態を経由してから切れる通常の Norrish type I 反応で進みます。この場合項間交差が律速となる為、それほど速い反応は期待できません。しかしその一方で最近、励起光として 208 nm を用いた pump-probe 実験からその寿命が 200 fs 以下であると報告されています。

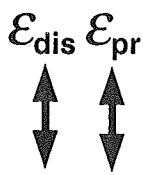
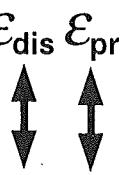


図 3 (a) はアセトンを 253 nm で励起した時の時間応答です。ここで注意しなければならないのは  $\text{CH}_3\text{CO}^+$  イオンは本当に目的の光解離生成物がイオン化したものかということです。アセチルクロライドの時には詳しくは述べていませんが、 $\text{CH}_3\text{CO}^+$  は中性の  $\text{CH}_3\text{CO}$  ラジカルがイオン化したものと励起分子が解離前にイオン化光でイオン化してから壊れてくるものの 2 通りが考えられます。前者の Norrish I 型反応による C-C 結合解離では一度 3 重項状態への乗り移り、その後  ${}^3(\text{n}, \pi^*)$  と  ${}^3(\text{n}, \sigma^*)$  の avoided crossing のによる障壁を越え解離していくと考えられ、散乱粒子は障壁の高さに応じた並進エネルギーを持つと考えられます。その値はナノ秒レーザーの実験では  $\text{CH}_3$  の速度分布が測定され 248 nm で励起した際の並進エネルギー分布のピークは 14 kcal/mol と既に報告されています。図 3 (b) は遅延時間 1 ps での  $\text{CH}_3\text{CO}^+$  の散乱分布ですが、分布は中心に集まり並進エネルギー分布から解離が起きた後イオン化した信号と考えることはできません。つまり観測された信号は親分子がイオン化した後に解離したものと考えられ、励起親分子

子は測定の時間領域 15ps より長い解離寿命を持っている結論できます。

先ほども紹介しましたが、アセトンの  $S_1$  状態励起ではより高いエネルギーの 208nm に励起した際の解離寿命が 200fs 以下と報告されていますが、253 nm における寿命とは大きくかけ離れています。もしかするとこのあいだのエネルギー領域に劇的な変化があるのかもしれません。今後 4 倍波を用いてこのあたりの波長領域でも測定しよう考えていますので、もう少しおもしろい事実が見つかるかもしれません。

以上のように、このフェムト秒画像観測でいくつかの結果を出してきていますが、残念ながらここに紹介した実験例では、観測時間領域で散乱分布の大きな変化を見るということができず、未だこのフェムト秒画像観測法

が本当にその真価を発揮したとはいえません。今後は、まず 3 体解離を起こす様な系を研究してみたいと考えています。例えばここであげた 2 つの分子は励起エネルギーを 200 nm 付近の 4 倍波領域まであげると、ほぼ 100%、3 体解離を起こすことが分かっています。アセトン分子の場合ですと、もし 3 体解離が 2 段階  $[(CH_3)_2CO \rightarrow CH_3CO + CH_3 \rightarrow 2CH_3 + CO]$  で起きたとき、最初に放出される  $CH_3$  と中間体  $CH_3CO$  ラジカルが放出するする  $CH_3$  を散乱分布を利用して分離して観測することが可能になります。次に機会がある時には、そのあたりが示せれば幸いです。

はじめに書いた様にコマ撮りした散乱分布をつなげて映画の様に反応の間の分子の動きが描き出せればなー、と夢だけふくらませてこの辺で終わりたいと思います。

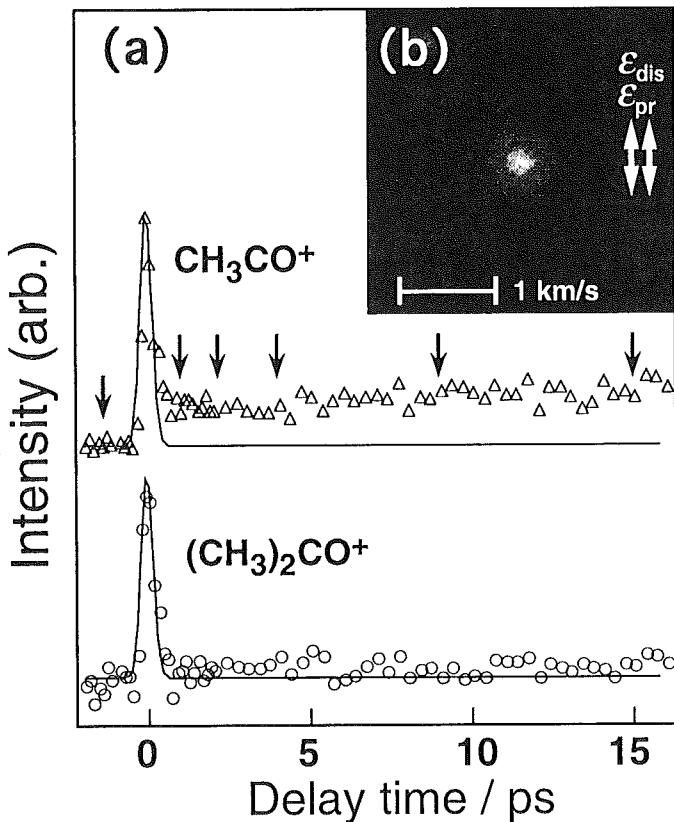


図 3. (a) アセトンを 253 nm で光励起し、760 nm でイオン化した時のイオン収量の時間発展。図中の矢印は画像観測を行った時間を示している。(b) 遅延時間 15 ps での  $CH_3CO$  の画像。

# 科学講座「知って得する分子科学の常識」

## レーザーの話(第5回)

装置開発室 浅香修治

今回から、前とのつながりがわかりやすいように見出し番号を付けました。

### 5. レーザーの具体的構成と種類

#### 5.2 【各種レーザー装置の構成】

##### 5.2.2 アルゴンイオンレーザー

アルゴンイオンレーザーは希ガスであるアルゴンArのイオンをレーザー媒質とした気体レーザーです。

アルゴンガスの中で放電を起こさせて、中性Ar原子と電子との衝突でアルゴン・イオン $\text{Ar}^+$ の基底状態ができ、もう一度、電子との衝突によりイオンの励起状態に上がります(第一励起状態だけでなく、もっと上方の励起状態にも行きます)。中には一度の電子衝突で中性原子からここまで上がるのもあるでしょう。いずれにせよ、このイオンの高い方の励起状態のひとつ(4pという記号で表される)がレーザーの上準位、低い方の励起状態(4s)が下準位となり、この準位間でレーザー作用が起ります。

4p、4s準位は微細構造を持つので、このレーザーは多数の発振波長を持ちます。代表的なのは488.0nm(青色)と

514.5nm(緑色)です。最短波長は350nm付近の紫外域にあります。可視のすべてのレーザー波長を同時に発振させることも可能で、その場合は青緑色に見えます。コンサートや屋外イベントなどで使われるレーザーディスプレイはだいたいこれが多いようです。

装置の構造を図11に示します。(a)は古いタイプのガラス製のもの、(b)はセラミックス製のものです。現在市販されている大型機はほとんど耐久性の高いセラミックス製になっています。

チューブの中に1Torr程度のアルゴンガスを入れて両極の間でアーク放電を起こさせます。レーザー発振の光路部分のアルゴンだけが効率よく励起されるように、また壁との衝突によってレーザーの下準位から速やかに基底状態に戻るように、放電路には内径数mmの細管または穴あき金属板を置きます。また電離したアルゴンイオンが拡散するのを防ぐために軸方向の磁場も与えてやります。

レーザー出力パワーが数Wの標準的な装置ならば、放電長が1m程度です。このとき放電電流は数10A、両極間電圧は100V程度なので、このチューブで数kWの電力消費、つ

まりそれだけの発熱があることになります。これを冷やすために、ガラスタイルだと細管部分、セラミックスタイルだとチューブの外側に冷却水を流して冷やしてやります。

多数の発振波長から希望する波長のみを選ぶために、共振器内にプリズムを置き、100%ミラーの角度調節で波長選択をおこないます。すべての波長を同時に発振させるときはもちろんプリズムは不要です。

アルゴンイオンレーザーの特徴は

- 1) 可視光の連続発振が可能で出力も大きい、
  - 2) 安定な横単一モードを得やすい、
  - 3) 大出力の単一の縦モードが得やすい、
- ということです。1)の出力パ

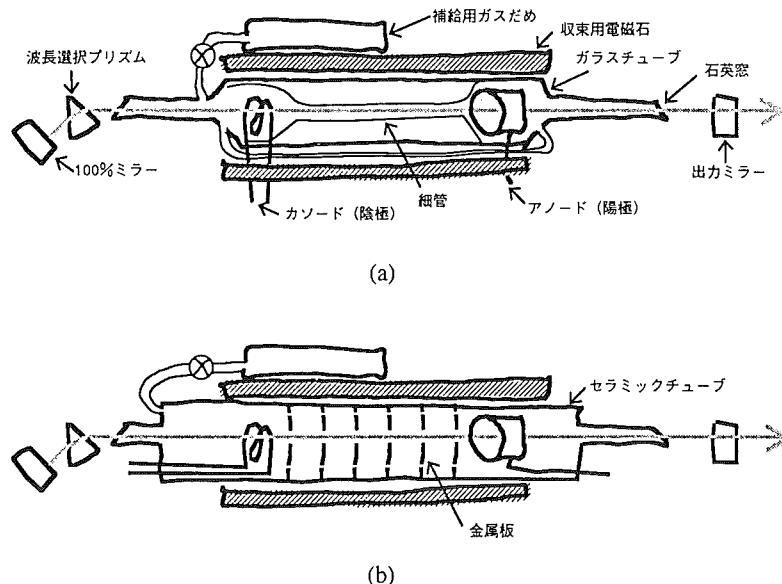


図11 アルゴンイオンレーザーの構成  
(a) ガラスチューブタイプ  
(b) セラミックチューブタイプ

ワードは市販品で最大 50W ぐらいまでのものがあります。紙などに当てるとい瞬で穴があきます。2)の「横モード」とはレーザー光線の断面の強度分布のことです(かなえ No.1 の 3 章を参照)。これをきれいなガウス型分布  $TEM_{00}$  にすることが容易なのです。共振器内にビームを乱すようなものが少ない(窓板とガスしかない)からです。3)の「縦モード」は共振器長によって決まるレーザー周波数で、通常はいくつかの縦モードが同時に発振します。アルゴンイオンレーザーの場合、共振器内に

エタロンと呼ばれるもう一つの共振器を挿入することにより、容易に縦モードを一つに制限することが出来ます。

以上の 2)と 3)は言い換えれば空間的、時間的コヒーレンスが良いということです。この性質のため高出力であることもあわせて、アルゴンイオンレーザーは高分解能の分光測定や干渉を伴う測定、ホログラム製作の光源、CD や LD の原盤製作などに便利に用いられます。

アルゴンイオンレーザーの欠点は装置が大きい(細長い)事と、放電チューブに寿命があるという事です。10Wクラスの出力の製品でチューブの長さは 2m ぐらいで、これを載せるために大きなテーブルが必要です。また放電チューブは数千から 1 万時間の作動によっておもにカソードが壊れて、チューブごと取り替える必要があるので、この費用(数 100 万円)が頭の痛いところです。また、かなり大きな電力を用いますので、どこででも使えるわけではありません。そのような欠点の少ない半導体レーザー励起 Nd:YAG レーザーの様な全固体化レーザーにいづれはとて替わられるのかもしれません。

### 5.2.3 ヘリウムネオンレーザー

数年前までは最もポピュラーだったのがヘリウムネオンレーザーです。いまだも簡単な光学実験や軸合わせなどに一般的に用いられている赤色のレーザーです。

ヘリウム He とネオン Ne の混合ガスの中で放電を起こさせると、まずヘリウム原子が電子衝撃により励起状態に上

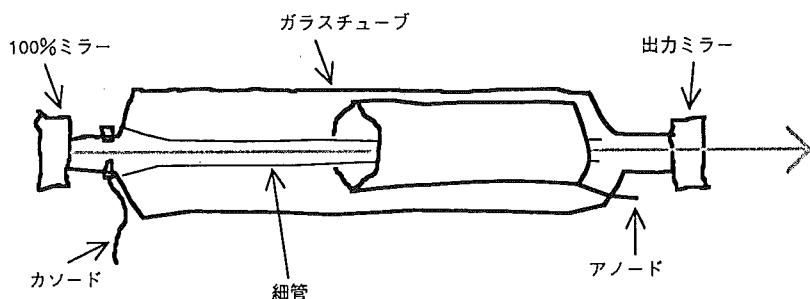


図 12 ヘリウムネオンレーザーの構成

げられます。このヘリウムがネオン原子と衝突して、エネルギーをネオンに与え、ネオンは高い励起状態に上げられます。ヘリウムの励起準位とネオンの励起準位のいくつかはそのエネルギー値が非常に近いので、ヘリウムからネオンへのエネルギー移動は効率よく起こります。こうしてできたネオンの高励起状態から低励起状態への遷移がレーザー遷移となります。

構造を図 12 に示します。アルゴンイオンレーザーと似たような形です。1mW 出力のもので、チューブの長さは 30cm 程度、放電電流は 1mA ぐらいです。封入ガスは He と Ne の圧力比 5 : 1 程度、全圧力は約 4Torr で効率よく発振します。

発振波長はよく知られているのが 632.8nm の赤色、そのほかに、1.15 μ m、3.39 μ m の赤外光も発振します。

ヘリウムネオンレーザーの特徴は

- 1) 可視光の連続発振が可能、
  - 2) 小型で消費電力も少ない、
  - 3) 空間、時間コヒーレンスを容易に高くできる、
- といったところです。

安価なのでこれまで非常に多くの分野でたくさん使われてきました。しかし現在ではもっと小型・軽量・安価で丈夫な可視域(例えば 650nm)の半導体レーザーが手にはいるようになってきたので、多くの用途ではこちらの方が使用されるようになってきました。

“声” 「本音を言わせて、聞かせて！」

世の中には本音と建て前を巧みに使う人が多い、発言の揚げ足を取られ、他人の悪口を言うつもりは無くとも、あいつが誰その批判をしていたとか、有らぬ誤解を生む事が間々ある。そこで、大物と呼ばれるようになると、言葉が急に当たり障りのない方向に向いてしまう事が多いようだ。影響を考えれば至極もつともなことだと世間では受け取られている。逆に、本音に近いところで話しをすると、あいつはまだ子供みたいなことをと、良くない反応が返って来る事が多い。

此のコーナーでは他人の反応はあまり考えに入れず、日頃思っている事で、青臭い理想論、改善したい問題の提示などを、身近な仕事場から、国のあるべき形まで皆様の意見などを取り上げて行きたいと思っています。どんどん投書して下さい。

(編集担当 永田正明)

### 世間と自分の価値判断の差について

この頃、新聞等で、騒がれることが多い事柄で、自衛隊及びアメリカ駐留軍について、少しふれたい。私として、公務員として是非は述べませんが、違和感の有るところを指摘していきます。

まず、自衛隊の取り扱いについて、先ほど東京都知事は、地震等での災害救助では、自衛隊の力は大きく都民の暮らしの手助けになるから、出動していただきたい。が、憲法上の解釈では、なくさなければならない。と発言したことが理解できないのは私だけだろうか。知事の発言が建て前として、本音の部分を私流に翻訳すれば、自衛隊は災害時には使ってやるが、そのうちに首を切ってやる。こんな言い方をされれば、怒らない方が不思議で、当然、防衛庁より抗議があり、知事として自衛隊の存続を認めるが、私人としては認めないと言う本音、建て前の使い分けで、決着がついたらしい。

もし私が隊員で、もし出動の命令が来た時、真剣に働くであろうか、自分ならどうなるのか考えて見て欲しい。又、前例として神戸の地震の時も、新聞、テレビ等のニュースでも彼らは、散々悪口を言っていたのは記憶に有るだろうか。

出動が遅い。今一番の重要な場所にこない等が主であり、出動命令を出し遅れた？司令官の責任追及をするような有り様が、それが、てんで的外れなのは理解できない。地震の被害まで自衛隊の責任のような言い方まであったような気がする。

私の考えでは、あまりに遅い兵庫県知事の要請が出る前に、行動を起こした自衛隊責任者の服務規程義務違反を問うべきで、それ以外は、批判する人がおかしいのだと思う。出動判断にしても偵察行動であると、解釈すれば問題は皆無で、報道等で、何故変な言いがかりをつけるのか理解できない。

日本人には軍隊もしくは、それに類する物に特別な偏見が有るのではないかと仮定をして歴史を振り返ると、普通の人なら第2次世界大戦の時の旧日本軍を連想し否定的な

感情の拠り所とするであろう。

それもあるが、根はもっと深く、私が知る限りでは、鎌倉幕府成立以前から軍隊に対して言われ無き差別をしている。差別の根元は、死の汚れに触れる、たった此だけの理由で有る。

私は此こそが日本人が持つ、恥ずかしい一面であり、日本人の行動様式の根底を流れる価値判断ではないのかと思い、どの様な、差別となつて現れているか、調べると、続々と出てきて、書き出せば、切りがないので数例を挙げる。

1. 御飯を食べるとき、お百姓さん有り難うと言うが、いくら旨い刺身が出ても、漁師さん、魚屋さん有り難うは、聞いたことがない。
  2. 江戸時代の劇に於いて、不淨役人とののしられる役職がある。不思議なのは、武士階級では、金を扱うのも不淨であるはずが、何故か、奉行所に所属する与力、同心にだけ使われる。
  3. よくご存知の首切り役人の山田朝衛門は徳川家家臣ではなく、非常勤のおやとい身分であること。

挙げれば切りがないので此の辺で止めますが、私の言いたいのは、今でも差別されいている同和問題は、単に彼らが古くから獸を殺し革製品を提供することをしていただけであり、根拠のない偏見や差別は、汚れを嫌う性格よりでっち上げられた冤罪に等しいと思われる。

さて、自衛隊の件ですが、人それぞれ意見は有ると思いますが、無くなったとき、世間の有り様が小説羅生門の様にならないよう、アメリカ軍の基地問題にしても、原子力発電所にしても、パパ抜きの論理ではなく、無くなった時の対処法と、どれぐらいの価値が得られ、どれほどの不自由を覚悟しなければならないのか、損も得も十分に提示されない議論は不毛だと思えるし、世間でよく聞く手居合いの言葉は、悪徳セールスマン以下の評価しか下せないのは、私の勉強不足なのか、果たして、押し売り的常識の方なのか。

疑問を抱えたまま筆を置きます。

化学試料技術係長 永田正明

## 編集後記

原稿の執筆をしていただいた方々に厚くお礼申し上げます。

『シリーズ特集「Si』は前号をもって一時休ませて頂くことになりました。本号では間に合いませんでしたが新しいシリーズ特集を検討しております。技術講座「知らなきや損する技術の常識」は「はじめての機械工作入門」から「はじめての回路工作入門」になりました。このシリーズでは3回をめどに吉田久史氏に執筆していただくことになっております。

内容についてなるべく変化を持たせるように編集しながら、6号を発行致しました。発行部数の面で、4年前の創刊号は発行部数が300部でしたが、本号は700部と増やし多くの方々の目に触れるように致しました。創刊号の配布は所内の職員が中心でしたが、2号、3号と号数を重ねるごとに配布部数も増えてきました。

最近では所外の方々からも「Kanae」を送ってくださいという声が増えているような状況です。年2回の発行は色々な面で厳しいですが、できる限り発行号数を重ねていきたいと考えています。みなさまの叱咤激励をお待ち申し上げております。

編集担当 堀米 利夫

分子科学研究所技術課活動報告「かなえ」編集委員

酒井楠雄（委員長）

加藤清則

松戸修

西本史雄

木下敏夫

堀米利夫

永田正明

山中孝弥

吉田久史

蓮本正美



かなえNo.6

発行年月	平成8年10月
印刷年月	平成8年10月
発 行	岡崎国立共同研究機構 分子科学研究所・技術課
編 集	か な え 編 集 委 員 会
印 刷	有 限 会 社 研 文 印 刷

