



分子科学研究所 技術課活動報告

No.10

「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いたものが多い。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、ジャポニカ」)

目 次

巻頭言

研究者の品定め 分子科学研究所長 伊藤光男 1

特別寄稿

岡崎国立共同研究機構雑感 管理局総務部長 岡田和彦 2
公について 生理学研究所技術課長 大庭明生 4
考古学における化学あるいは物理学 管理局人事課長 岩井洋二 5

特集『Kanae創刊10号』

「かなえ」No.10 技術課長 酒井楠雄 6
かなえ3-9 東北大学科学計測研究所 宇川康夫 7
春はセンバツから、実験はセンパンから 京都大学総合人間学部 馬場正昭 8
かなえ創刊10号に寄せて 国立天文台 岡田則夫 10

技術課の業務

新人紹介 11
都築重次退職 13

技術活動報告

精密万能自動切断機ファインカットの紹介 極端紫外光科学研究系技術係長 水谷伸雄 14
最近のUVSORの進展 極端紫外光実験技術係 山崎潤一郎 18
新整備計画プロジェクト 第四技術班長 山中孝弥 22
新オンライン予約システム 第五技術班長 加藤清則 24

技術講座「知らなきや損する技術の常識」

低温技術を10倍楽しくする方法(最終回)
分子物質開発研究センター研究支援推進員 柴山日出男 25

マイレビュー

岡崎市小中学校の理科教育と国研 岡崎市現職教育委員会理科部 理科指導員 平岩浩文 30

“声”「本音を言わせて、聞かせて」

分子研装置開発室での3年間を振り返って 装置開発室 鳥居龍晴 36

巻頭言

研究者の品定め

分子科学研究所長 伊藤光男

いきなり昔のことで恐縮ですが、今を去る38年前の1960年にアメリカのウイスコンシン大学に博士研究員として留学し、そこで2年を過ごしました。当時はアメリカと日本の格差はものすごく、驚くことばかりでしたが、そのなかの一つは大学の技官（テクニシャン）が非常に尊敬され、また社会的地位も高かったことです。ベテランの技官の場合、古株の教授より給料がよいと噂されていましたし、現に大きな力と影響力を持っていました。

留学前までは九州大学理学部で助手として研究を行つていて、そこでは理学部の工場の技官の方々に装置の製作等で大変お世話になりましたが、だいたい欲しいものがあれば自分で設計し、それを持ち込んで技官の方に製作を一方的にお願いするというパターンでした。アメリカで大変違うと思ったことは、頼みに行った時、その装置なり部品なりがどのような研究に必要で、その研究がどのように重要であるか、また要求する精度等の根拠について説明を求められることでした。留学して間もない時、ある小さな金属部品の製作をマシンショップに頼みに行ったとき色々と説明を求められ面食らいました。英語もよくできなかつたせいもあって納得させることができず、結局、撃退されました。

それで注意してみると、ベテランのテクニシャンは研究者を品定めしていることに気がつきました。とくに新任の教授、助教授がくると、ベテランのテクニシャンが当たりをつけた新参者に何かお役にたつことがないかと打診することから始まります。そして自分やその部下はどのような事が得意で今までこれだけの実績をあげてきたと大いに宣伝します。その上で、研究内容や計画を問いただします。これはまさに新参者にとってはテストとして、研究内容など分からぬだろうとたかをくくると飛んでもないことになります。ベテランテクニシャンはよく勉強していく、研究の重要性やユニークさを見抜く力を持っており、それをアピールできなければ見放されてしまいます。また彼らは研究者（主に実験屋）がユニークで独創的な研究をすすめるとき、実験方法や装置等でかならず新機軸なり工夫があるはずであり、それには絶対に技官の助けを必要とするこことを確信しているのです。市販の装置等だけで事たれりとする研究者には

見向きもしません。こうしてベテランテクニシャンが納得すればとことん入れ揚げてくれるのです。これには日本とは少し異なる事情があります。アメリカの教授、助教授の研究費はそれぞれ各自が外部から獲得してきたファンダがほとんどであり、その使途にはかなりの自由度があり、人件費をふくめた技術支援に支出することが出来ます。そのため、よい研究で大きなファンダがとれそうな研究者にめぼしつけ、それに賭けるという面があります。自分たちの技術的貢献で研究者がよい仕事をすれば、それに伴つてファンダも入り、自分たちの実入りもよくなるというわけです。また、技官にたいする研究者の評価が高まれば、引く手あまたになり、場合によつては好条件で他大学等に引き抜かれることもあります。

日本はアメリカと違つて報酬は期待できないとしても、その研究に共感できるものがあれば、それにのめり込むという事があつてもよいのではないかでしょうか。そのために分子研でも技官の方々が研究者の品定めをするべきでないでしょうか。研究者はつねに他人とは違う研究をめざしています。市販の装置のみに頼るようでは所詮、皆と同列の研究しかできません。違つたことをやるために、工夫をこらさなければなりません。研究者はいつも、これができればなー、あれができればなー、と思い悩んでいるものです。実験屋にとってそれは市販の装置だけでは満足出来ないことを意味しています。研究者はこのような悩みを技官の方々に直接にぶつけることが必要ですし、またぶつけてくる研究者はほんものでしょう。

私の分子研での任期も終わろうとしています。任期中に技官の方々に何かお役にたてることができたかどうか甚だ心許ない限りですが、技官奨励研究費の申請等を通じて分子研の技官の方々の研究熱心と研究者の役にたちたいという真摯な気持ちに打たれました。このような技官の方々の想いと研究者の想いとは互いに通ずるものがあります。しかし、今まで2者の間の意思疎通が充分であったとは言えません。手始めに新任の教授、助教授に研究計画を語っていただき、技官の方で品定めすることをやつたらどうでしょうか？勝手なことを言って申し訳ありません。最後ですのでご勘弁ねがいます。

特別寄稿

岡崎国立共同研究機構雑感

管理局総務部長 岡田和彦

早いもので岡崎国立共同研究機構へ赴任して以来5ヶ月が経過しました。職場環境も素晴らしい。本機構が始めての単身赴任地でもあり、自分の公務員生活での良い思い出が残るよう、まず岡崎の地での生活に早くなれ生活基盤を確立するよう心がけています。本機構は、地理的に不便な所だなというのが第一印象でありましたが、近隣の大学、大学共同利用機関に赴任挨拶に訪問し、他機関が余り好条件がない場所にあることもあるてか、今度は、新幹線の駅近くにはないまでも、逆に仲々良い場所に設置したものだ（但し、外国人の要人訪問等ではやはり不便感有）と思う始末がありました。幸い、学術には関心がありますが、本機構の各論については、まだまだ白紙に近く、諸先生、技術課や管理局の皆さん方の教えを請わなければいけないものが多々あります。職責上、やらなければいけないことが多々あるかと思いますが、まだまだ初步のことまでお聞きすることもあるうかと想いますが、その節はよろしくご指導をお願い致します。

本機構は、Center of Excellence (COE) として国内外でよく知られており、かつ、素晴らしい研究成果を出していることも当地に来る前から多少は承知していた。しかし、赴任して早速各研究所の技術課にお願いして各研究所を見学させて頂く機会を設けて頂いたが、私の持っていた既存の国内の大学のイメージと異なり3研究所とも、特に若い研究者が非常に多く、また、キーパーソンとして活躍されていることには驚きました。どんな組織においても「若さ」は将来の発展の大きな要因の一つであると思いますが、特に、このようなCOEにおいては更に大きなインパクトとなるのではないかでしょうか。更に、本機構の教官人事で内部昇格制度がないこと及び研究人材の流動性が高いことも日本の土壤からすれば思いきったシステムを先行導入していると感心しております。

さて、ここ2~3年間の我が国の学術研究の動きを見ますと、これまでにない大きなうねりが押し寄せてきていると言えると思います。即ち、ある政治家グループが資源の少ない日本が21世紀を生き残るために、科学技術（文部省関係では「学術；SCIENCE」、科学技術庁では「科学技術；SCIENCE AND TECHNOLOGY」を使

用）の推進が不可欠であるとの認識に立ったことあります。これが源動力となり平成7年11月に科学技術基本法が成立し、これに基づき翌年に「科学技術基本計画」が策定されました。科学技術関係省庁が具体的事業を実施するため、初年度は、これらに基づき学術、科学技術関係予算も大幅な要求をし認められましたが、2年目以降からは我が国の金融不祥事に端を発した長引く経済不況が極度の財政難を引き起させ、学術、科学技術関係予算も他部門に比べるとそれほどではないものの、前途に暗雲が立ちはだかり始めた感があります。

さらに、このような財政難が進行中の中での行財政改革がこれに一層の拍車をかけた格好となってきたことも否めません。

ところで、ご案内のように西暦2001年から1府12省庁体制への移行開始を骨子とした「中央省庁等改革基本法」が平成10年6月9日参議院本会議で可決・成立し、同6月12日に公布されました。これにより文部省と科学技術庁が統合され「教育科学技術省（仮称）」となることが決まった訳であります。

このことは、我々文部省所管の大学共同利用機関に勤務する者にとっては極めて重大な出来事であることを認識すべきではないでしょうか（科学技術庁と文部省との発想形態の相違（例えば、文部省はボトムアップ型、科学技術庁はトップダウン型）というような、いわゆる「異文化」にあること：参考／Nature Vol.388, p.223; 17 July 1997 & Nature Vol.391; 29 January 1998）。このような組織が統合さればどうなるのか。私も強い関心を持って見守っている一人であります。

要すれば、これまで比較的他人事のように思っていたことが目の前の我々自身の問題として捉えなければならない状況になってきたことであります。

具体的には、国立大学の即独立法人化は免れたものの、同法第43条2にあるように「・・・その教育研究についての適正な評価体制及び大学ごとの情報の公開の充実を推進するとともに、・・・」と引き続き各種改革を求めており、独立行政法人化は先送りされていましたが、小渕内閣では平成10年8月7日の新聞報道にも見られるように国立大学のエージェンシー化が再浮上してきました。我々の大学共同利用機関においても予断が許

されないでしょ。今後、科学技術庁関係類似研究所等との整理統合などの調整問題が検討される余地が十分残されているのではないでしょか。

このような状況の中で、日本の学術の一翼を我々自身が担っているとの観点から、一緒に考えるキッカケにして頂ければ幸いであります。では、このような状況下で何が必要なのでしょうか？

上述のような発想形態を異にする省庁間での統合が、両省庁間の類似研究機関間の統配合にどの程度にドラスティックに作用するか現時点では明確ではありませんが、いずれにせよ、大学共同利用機関がしっかりとした基盤を構築しておく必要があるのでないでしょか。

例え、本機構のアイデンティティ、即ち、岡崎国立共同研究機構でなければダメであるというものをさらに確立し、積極的に外部にPRする事も一つではないでしょか。これは言うは易しいが行うことは決して安易なものではないでしょ。しかし、生き残るためにやらなければならないことではないでしょか。現在、機構が一丸となってその実現を目指している概算要求をしている「分子生命体科学研究推進センター」もその一つとなるのではないでしょか。

さらには、優秀な若手研究人材の養成・輩出（機構の内外へ）。これは、将来への大きな投資でしょ。研究人材の養成・輩出は、国立大学や大学共同利用機関のいわば専売特許であります。大学や大学共同利用機関は、人材の宝庫であります。この宝を21世紀に向けて長い目で根気よく育て、有効な人材供給（機構の内外への輩出）の場として位置付けていくことだと思います。

本機構のようなCOEにおいては、基礎研究を中心として精力的に共同研究等を実施すると併に研究者は勿論のこと、技官、事務官の職種を問わず21世紀を踏まえた資質の向上を含む人材養成が強く求められることは間違いないでしょ。

定員削減が厳しく実施されていく中で、研究者より一層、技官や事務官がどのように今後生き残るかは極めて大きな課題であります。これから21世紀の厳しい競争時代を迎えるに当たっては、研究者ばかりでなく、特に、事務官や技官は、その職務遂行に当たっては、これまでの固定概念を捨て、先を見据えた発想で物事に柔軟かつ積極的に対応することが益々強く求められているのではないかと思います。このためには、世界の学術研究動向をも踏まえた幅広い視点からの自己研鑽も必要ではないでしょか。

御承知のように、本機構の構成員は研究者、技官、事務官（並びに総合研究大学院大学の大学院生）から成っております。このどれ1つが欠けても本機構としては機能しないであります。

とりわけ、事務官及び技官は定員削減が厳しい中、本機構全体の研究支援機能を十分果たして研究者が研究に専念できるような環境づくりに常に心がける必要があるのではないでしょ。また、昨今のような激動する時代の転換期においては、まず、一人一人がそのような心がけを常に持ち、特にフレキシブルな発想でそれぞれの職務に専念する必要があるとの認識を持つようになることが必要ではないかと考える昨今であります。

このためには、微力ではありますが本職として皆様の御指導ご鞭撻を頂きながら出来る範囲の努力を惜しまないつもりでおります（上記記述内容は、岡田の個人的見解でありますので念のため申し添えます）。

公について

生理学研究所 技術課長 大庭 明生

その一

改革論議が盛んである。

改革は我々の所属する一組織や分野だけの話ではない。今の日本のあらゆる分野にわたって言われている。それはこのところの出版物のタイトルからも窺える。『日本改造計画』、『文明の衝突』、『寂しい国の殺人』、『戦争論』、『日本の危機』、『なぜ日本人はかくも幼稚になったのか』等々である。

この申し立てを貫く糸はこの国のあり方であり、公のあり方である。

ここで言う公のあり方は単に不祥事への非難なりを素直に受け反省すれば良いと言うことではない。それでは私人レベルの問題の扱い方である。私人レベルというものは時の過ぎるを待ち、やり過ごすことである。それではすべてが受け身で、個の内側になんら規範が感じられないものである。

世間はよく公務員をこう言う。『安定して、失業がない』、『当の公務員のそれは『雇用されれば、やめなくていい』である。ともによく似た言葉である。世間はなにも期待していない言葉であり、当事者もなにをしようとしているのかが判らない言葉である。これはすべて私語である。私語には規範がないのである。

公は使命感とかの言葉であらわされる規範である。そ

の信条は『先憂後楽』である。先憂はそのときどきがより良かれと務める緊張であり、後楽はその後の落ち着きである。公においてはそう心掛けできるのも、それこそ『安定して、失業がない』、『雇用されれば、やめなくていい』からである。公に仕えるものはそう考え、そう生きることが立派だと思うべきである。

その二

改革のなかで第二の創業の時代を迎えている。第一の創業の時代には、創業プランがあり、その実行に、熱意を知らず知らずのうちに發揮できる時代である。人材も次々と登用でき、かつ若さも期待できた。第二の創業においては経験深い人材を新プランのなかでいかに活用するかの守成の時代である。

守成の時代の難しさは、構成員が同じだからといって決してうまくいくとは言えないことである。むしろお互いがよく知り合った仲間だけに、相手を害しまいと思い、口を閉じ、公の問題が見えなくなり、公の機能が失われてしまうことが多いのである。それに上が同調すれば上下雷同である。上下雷同は何の衝突も生じないから、安泰のように思えるが、それは錯覚である。公が現実から遊離し、公が機能しなくなる前触れである。

守成の時代は公の再自覚と個の志の高さで乗り切る以外方法がないと知るべきである。

考古学における化学あるいは物理学

管理局人事課長 岩井洋二

「かなえ」編集委員長の酒井技術課長より原稿の執筆依頼を受け、何について書いたらよいか悩んだのですが、ここはやはり、日頃関連する書籍や雑誌を読みあさっている考古学について筆を執ることにしました。

日夜、研究支援に奮闘され、加えて、自らの研究、研鑽に邁進されている技術課の皆さんのお息抜きの一助になれば幸いです。

日本の考古学、歴史学の大きなテーマとして、「邪馬台国」の所在地論争があります。

ご承知のとおり、九州説と畿内説があり、江戸時代から論争が続いています。この邪馬台国所在地論争の大きな争点の一つが、卑弥呼が魏の皇帝から貰った鏡が三角縁神獣鏡であったとする説とこれらの鏡は国産であるとする説のいずれを取るかという問題です。畿内の古墳から出土した三角縁神獣鏡の中に、魏の年号を有するものがあるため、三角縁神獣鏡は魏で製作され、魏の皇帝から卑弥呼に下賜されたものであると考える学者は畿内説を主張しています。この説の難点は、それらの鏡が、卑弥呼の時代よりかなり後の古墳時代に埋められており、卑弥呼の時代とされる弥生時代の遺跡、墳墓からは出土していないことです。何故弥生時代に埋められなかつたのか。また、何故古墳時代に埋められたのか。これについての合理的な説明がなされていません。さらに、三角縁神獣鏡が中国では出土していないのです。これでは、三角縁神獣鏡が中国で製作され、卑弥呼に下賜されたとする説は雲散霧消してしまいます。

ここに、強い味方が現われました。鏡の素材となった青銅に含まれる鉛の同位体比の分析により、どこの鉱山の鉛鉱石が使われているかが特定できることを利用すれば、鏡の製作地が推定できるのではないかと考えた化学者が、その分析結果から、中国の鉱山の鉛が使用されていると報告したのです。

これにより、畿内説が盛り返すかと思われましたが、考古学者から、「中国から青銅の地金を持ち込んで国内で製作することも可能である。」とする意見が出され、製作地の決定は、またも振り出しに戻ってしまいました。

考古学者の意見としては、三角縁神獣鏡の鋳型や製作に必要な道具の遺物が出土しなければ、製作地とは認めないようです。

一方の三角縁神獣鏡国産説ですが、残念ながら、こちらにも大きな欠陥があります。それは、これまでに三角縁神獣鏡の鋳型が日本の遺跡から出土していないことです。当時は砂の鋳型を使っていたため、鋳型は見つからないという考古学者もおり、三角縁神獣鏡の製作地論争は、ますます、わからなくなっています。

同じ様に遺物の組成を分析する研究としては、ガラスや土器を対象とした研究成果も報告されていますが、やはり邪馬台国に関係すると考えられる鏡を対象とした鉛の組成分析の研究が、考古学者の最も関心を呼ぶ課題のようです。

次に年代測定法についてお話ししましょう。

材木などの遺物の年代測定に、炭素14を利用する方法も、考古学では一般的になりました。大気中に含まれる炭素14は、宇宙線中の中性子が窒素原子と衝突した際に生成されたものであり、その半減期は、5730年です。生物は、生きている間は、絶え間なく大気から炭素14を得ていますが、死ぬと炭素14の新たな供給がなくなるため、生体内では炭素14の原子数（または、濃度）が半減期に従って減少していきます。

そこで、大気中の炭素14濃度が、今も昔も変化しなかつたと仮定すると、現在の大気や生体の炭素14濃度と遺物の炭素14濃度を測定することにより、遺物が死んでからの経過年数を求めることができます。このことに着目して、材木、穀物、貝殻などを測定対象として、年代測定が行われています。ただ、炭素14の半減期を計算の基礎とするため、誤差の範囲が広く、数千年単位の古い年代の測定には適していますが、数百年前の新しい時代の年代測定には適していないと言われています。最近では、かなり精密な測定ができるようになり、誤差の範囲も数十年単位となったようですが、それでも、歴史時代の測定に使用するには、少し抵抗を感じます。もうすこし精密な測定方法はないものでしょうか。

考古学の分野にも、自然科学的方法が取り入れられるようになりました。これからも科学者の方々の研究に大いに期待しています。

特集『Kanae 創刊10号』

「かなえ」No.10

技術課長 酒井楠雄

技術課はどんな仕事をしているのか、そして何が出来るのかということを、研究所の皆様に知つてもらうために、平成5年9月、技術課活動報告誌として「かなえ」を創刊しました。「かなえ」とは、“技官・教官・事務官は研究を支える三本脚の鼎である”という言葉から、技官組織の技術課が、真に鼎の一本の脚になれるることを願い命名したのです。この冊子も、年2回の刊行で満5年を経、いよいよNo.10を刊行するができました。終戦後（昭和20年代）、雨後のたけのこのように多くの雑誌が刊行されましたかが、ほとんどが、創刊から2号か3号で潰れてしましました（廃刊）。そこで、これらの雑誌は‘かすとり’雑誌と言われました。‘かすとり’とは、米や芋から急造した粗悪な酒で、2合も飲むと潰れてしまったそうです。“2ごうで潰れる”というシャレが、名前の由来です。「かなえ」が、多くの方々のご支援、ご協力により、ここまでこれたことを深く感謝いたしますとともに、この冊子を、時の流れに磨かれて芳香を放つ、コニャックと呼ばれるようにしたいと思ってい

ます。皆様方のさらなるご指導と、ご鞭撻を宜しくお願ひいたします。

技術課の皆さん、「かなえ」がNo.10を刊行できたことを誇りにしましよう。そして、何時までも刊行を継続させるために、「かなえ」の精神を忘れず、質の高い研究支援を目指し精進しましよう。

“火柱が強ければ、青草でも燃えあがる”。美化作業で経験したように、刈り取った雑草は大きな山になります。青いナマの匂いがします。これを燃やそうとしても、マッチや紙くずを燃やしたぐらいでは、くすぶるばかりで燃え上がったりはしません。古木等で充分火柱をつくり、その上に青草をふりかけると、青草でも燃え上がります。技術課の皆さん、これから我々を取り巻く状況は、必ずしも楽観できるものではありません。だからこそ、21世紀に向けて‘強い火柱’になり、分子科学発展のために、その研究を強力に支援して行こうではありませんか。そして、分子研の技術課ここにあり、という実績を作りましょう。

告知板

“疲れたら休め。彼も遠くは行くまい。”（ツルケーネフ）

誰が付けたか分かりませんが、いつの間にか、夕方5時以降の技術課長室が、「い酒屋酒い」と呼ばれるようになりました。多くの人が集まり、酒を飲みながら、有益な時を過ごしています。仕事に疲れたら、「い酒屋酒い」にぜひ顔を出してみて下さい。

かなえ 3-9

東北大大学科学計測研究所 宇田川康夫

記念すべき「かなえ」第10号おめでとうございます。いつかの編集後記に酒井さんが「ここまで続いたから“かすとり雑誌”にならずに済んだ」と書いていましたがとんでもない、立派なものです。5年前の創刊号には技官と教官、事務官の3本の足で研究を支えていく資に供しようという発刊の意義と理念が高らかに謳いあげられて——いたかどうかは第3号以降の読者ですので知りませんが、その実を挙げていることは間違ひありません。

ここで自己紹介をさせて頂きます。入れ替わりの激しい分子研では7年前に去った人間など「これ誰?」と云われるのがむしろ普通でしょうから。私は東大物性研で院生をやり、その後東北大理学部、分子研(分子動力学)でほぼ10年ずつを過ごし、今は東北大科学計測研究所(略称科研)にいて自分では分光学者と思っている者です。今までに与えられた場は幸いにも優秀なスタッフからテクニカルサポートを受けることのできる恵まれた研究機関ばかりで、行く先々の工場で大小様々な「お金では買えない」装置を作ってもらえたおかげでなんとか研究者としてやってこられたというのが実感です。

そうした装置製作のための機械工作、ガラス細工、エレクトロニクスなどは知識と熟練を要し、普通の研究者が自分でやるのは無理というものです。でも、「だいそれたこと」ではなく、「ちょっとしたこと」——代用品を旋盤で削ってはめあわせる、回路図をもらって半田づけをする、ガラスの真空ラインにコックをつけるなどなど——ができるとできないとでは能率が大きく違うことは、“bottun pusher”でない実験家なら誰でも身にしみて感じているはずです。サポートスタッフにたのめる環境にいても、事件は往々にして夜中、特に金曜日に起こるものですし、それでなくとも思いつきを自分ですぐやってみることができるのとほかの人に頼るほかないのとでは天地の差があります。それに、下手なりにモノ作りは面白いものです。学生時代、夜遅く物性研の1階のサービス工場で隣の旋盤をまわして窒素レーザーの部品を作っていた吉原経太郎さんの、「キミイ、工作は淫するね」という重々しい口調は忘れられません。

我が科研の工場でも毎年工作実習を行ってくれ、小生の研究室の新人にも必ず受講させています。勿論一日か二日の実習で覚えることは微々たるもので、その後研究を進めていく過程で必要がおこる度に経験を積んでいく

ほか無いわけですが、それに備えて「これを読んでおくと後で役に立つよ」と学生に勧められるようなものがありませんでした。書店で見かける「機械工作法」的な本は素人むきには書かれていません。自分自身、昔々ちょっとだけ複雑なものを作つて貰うため「JIS製図法」という本を読みながら一生懸命図面を描いていたら「第一角法と第三角法とがごっちゃになっていて見ていると頭がおかしくなる、むしろ漫画チックに描いてきてくれ」と云われて以来まっとうな努力を放棄して耳学問と自己流に徹してきたというのが実状です。

ところが先年たまたま目にしたのが「かなえ」連載の「知らなきや損する技術の常識」シリーズの「機械工作を10倍楽しくする方法」の第2回(4号)でした。これなら自分にも分かり、ためになる、ということは工作実習をやつた学生に読ませておくのに丁度良い、と堀米さんに頼んでその前号から送つてもらったのが「かなえ」とのおつきあいのはじまりです。それに続く吉田さんの「回路工作入門」共々丁度良いレベルと分量なのは、研究者との長年の接触から得た「このくらいなら分かるだろう」という実感、「このくらいは知っておいて欲しい」という要望を反映しているからでしょう。その次の「低温技術」は——すみません、読んでません。ここ20年トラップの窒素以外は使つたことが無いもので。

離れて10年近くになると岡崎も遠くなります。その距離を埋めてくれるのが出版物ですが、「アニユアルレビュー」は目的が違うし「分子研レターズ」も表向きの顔に作つてあります。その点「かなえ」に時々載る「身辺雑記」的なエッセイには生身の人間が感じられ、思わずやりとしたこと度々です。ただ、ちょっと寂しいのは「かなえ」にもだんだん知らない名前が増えてきたことです。それが分子研のアクティビティーを示す証拠であつて嘆くのは老人の繰り言以外の何物でも無いことは重々承知の上ですが。これまで3号から9号まで利用させて頂き、また楽しませて頂き、有り難うございました。「かなえ」39!

春はセンバツから、実験はセンバンから --- かなえ創刊10号に寄せて ---

京都大学総合人間学部 馬場 正昭

「かなえ」がもう10号になるということで、お祝いと編集に苦労しておられる方々へのお礼を兼ねて、愛読者として少し書かせていただく。いろいろな技術課のトピックスだけでなく、基本的な指導書もあって、毎号送ってもらい楽しく読ませて頂いている。特に、機械工作を10倍楽しくする方法（No.3-5, 堀米さん著）、回路工作を10倍楽しくする方法（No.6-8, 吉田さん著）などは、学生さん達のテキストとしてありがたく使わせてもらっている。これからも、こういう企画をどんどん続けてくださいとお願いの意味も込めて、私なりにいつも感じていることをお話ししようと思う。

かれこれ18年前。私は技官として分子研に赴任し、分子線を用いた高分解能レーザー分光（いわゆるジェット分光）を始めた。これがまた結構大変な仕事で、レーザーのおもりだけでなく、真空装置、パルス制御回路、気体試料用のガラス真空系など、とにかく何でもできないとデータが出ない。でもどうしてもこの研究がやりたくて、私は頻繁に装置開発室にいりびたり、技術を学ぶとともに独自のデザインの装置を作った。頑固なこだわりもあって必ずしもベストだったとは言えないが、他の人には真似できないそれなりに誇れる自分だけの装置であった。もちろん市販で買えるものではない。とかくスペクトル屋さんというのは、そういうちょっとした職人気質的なところがあって、新しいスペクトルが取れたときはまるで実験の自慢話、ましてや苦労の末解析ができ、面白いことでも出ようものならそれは有頂天になって得意満面で発表する。応用がもてはやされる最近では、このようなあまりにも基礎的な研究は歓迎されないようだが、私は今でもこれは分子本来の姿を知ることのできる重要な研究分野だと信じていて、大学で働いている今でも日夜実験に勤しんでいる。とにかく、ターゲットとした分子に最もふさわしい装置を作ることから始まる。それでできたスローガンが、「実験はセンバンから」である。

ところが、この「センバン」というものがまた実にむずかしい。分子研に来てまだまもないころ、朝から工場に行って張り切って回し始めるのだが、これがなかなかうまく行かない。当時金属工作には、堀米さん、水谷さんの他に、岡田さん、鈴井さん、加藤さんがいて、その頃は工作依頼も多かったようでいつも何人かが工場で仕

事をしておられた。そして、そのうち誰かが見かねて手ほどきをしてくれる。この「センバン」の道は奥深い。センス、知識、ちょっとの勇気、一つ間違えば大けがをする危険性もあり、専門にやっている方々の指導無しには到底成功することはない。忙しい中で、彼らはいつも本当に親身になって教えてくれた。時にはむつとするやりとりも今にして思えば結構楽しかった。そして、何とかチャンバーが完成した時は何とも言えない喜びがあった。

とにもかくにもこうして真空装置ができると、今度は測定システムを作らなくてはならない。パルスレーザー、パルス分子線の時間制御回路、測定回路、そして当時出たばかりのNEC9801を使ってのデータ処理。回路室にいた吉田さん、早川さんがそれこそハンダ付けのしかたから、I Cの取り付け、デバッグのやり方まで、素人相手に親切に教えてくれた。そしてとうとう回路がうまく動いた時にはまるで二人が神様に見えた。

いよいよ実験しようとすると試料がいる。試薬をガラス真空系で精製し分子線に導く。ガラス工作の部屋の永田さんのところへいき、継ぎ、曲げ、T字管、いろいろはから教えて頂いた。特に初心者のためのやり方で、ちょっとみっともないけど使用に充分絶えるガラスの吹き方を伝授してもらい、これが今でも非常に良く役に立っている。これを知らないと、バーナーの前で延々とガラスと格闘することになる。

さあ、これで実験ができる。あとは測定をするだけだから勝負はここで決まっている。それでも、次はちょっと温度を上げてみたいんだけど、こういうふうに作り変えてS/N比を良くしたいんだけど、手間がかからないように自動化したいんだけど。。。その都度装置開発室へ行けば何とかなった。

こういうノウハウはなかなか知ることができない。それで何か教科書を書いてくださいと堀米さんにお願いしたら、「かなえ」にちょっと書いたからと紹介してくれた。忙しいのはわかっているけれど、さらにもっと実際の装置作りに即したことをまとめて是非掲載してほしいと会う度にお願いしている。編集に携わっておられる方々も大変だとは思うが、装置作りのポテンシャルが高い大学で研究している者にとっては些細なことでも本当に有難い。

こうやって、昔のメンバーの名を連ね、昔話を持ち出したのにはちょっとわけがある。それは研究と人間性とのかかわりを言いたかったからである。当時、技術課はいろんな個性がうまくからまり合ったとてもいいグループであった。内田課長と酒井班長（現課長）、もちろん楽しいことばかりではなく、不満、けんか、面白くないこともあったけど、みんながそれぞれの「のぞみ」を持ってそれを「かなえ」と一生懸命やっていた。その辺が魅力だったのか、何にもなくともとにかく渡廊下を渡って東へ行くのがいつのまにか私の習慣になっていた。装置開発室あってこそその充実した分子研時代だったと今でも思っている。最近わかったことだけど、やはり研究というものは人間がやっていることだから、とにかく個性や人間性、ふだんの生活といったものがその結果に必ず滲み出る。岡崎でいい仕事ができたのは、ここに挙げたすべてのメンバーとともに過ごした充実した研究

生活によるものであることは今でも信じて疑わない。それこそ、「センバツ」のレベルよりははるかに低いが、無邪気にしかし夢中になって野球をやっていたのも、心と身体をレベルアップするのと負けん気を煽るのにとても大切なことであった。

もう何年になるだろうか。分子研を出てからもずっと大学で研究を続けているが、活発な研究室では若くて元気な学生達がスタッフと人生を共にしているという感じがして、分子研とはまた違った雰囲気で楽しい。しかし、技術課、装置開発室のような素晴らしい組織は日本の大学のどこを見てもないから、これはとても大切なもののだし、分子科学をやろうとする多くの人たちにも、その技術をその力を学ばせてほしい。「夢よ、のぞみよ、かなえたまえ。」これからも楽しい「かなえ」を読みづけたいと願っている。

かなえ創刊10号に寄せて

国立天文台 岡田則夫

みなさん、御無沙汰いたしております。

かなえ創刊10号、おめでとうございます。

最初は難産であった”かなえ”も二桁発行に到達し定期刊行物の地位を確立したように思います。これもひとえに編集委員長はじめ編集委員のみなさまのご努力、また技術課を構成するメンバーの協力体制があって実現されたことと確信いたしております。

現在、私は天文機器開発実験センターのマシンショップにおいていますが、ここでは年1回約2週間の新任技官の機械工作実習を行います。その際「かなえ」連載の「機械工作を10倍楽しくする方法」(堀米さん著)を教科書として活用させて頂いております。この「知らなきゃ損する技術の常識」シリーズは分かり易くて実に良いですね。是非続けていってくださいるようお願い申しあげます。また、9号のトピックスで永田さんの永年勤続表彰を知り、「あれれ、私も移らなきやーそろそろ表彰の時期だったなあー」などと思っています。毎回送って頂いている「かなえ」を見るたびに懐かしく何かホッとする気持ちになります。

さて、この節目となる号に載せるのにふさわしい事柄であるかは疑問ですが、現在、私が思っていることを書いてみます。

早いもので、分子研から天文台に転勤して4年半が経過しようとしています。相も変わらずの半人前に最近は物忘れの悪癖が加わってしまい、はたからは中途半端で滑稽に見えるかもしれません、『研究者から信頼され

るマシンショップ』を目指して自分なりに頑張っています。17年半という分子研での技官生活は私の思考の基準になってしまっていて、知らず知らずのうちに何をするにも「分子研はこうだった・・分子研のあの設備や装置があったらなー・・」が先行してしまいます。離れてみて判ったのですが、分子研の技術レベルの高さ、スタッフの結束の堅さは研究所全体が明大寺の山の上に一つの個体として集約されていること、また各施設に専門のスタッフが配置されていること、それと活動的な技術課の存在に起因していると思います。

天文台は水沢、堂平、三鷹、野辺山、乗鞍、岡山、ハワイ、といった観測所ごとの集合体であり、それぞれ地理的にも離れています。電子メールの整備などで少しは便利になりましたが、ホールウェイの向こう側には知恵袋の集団、装置開発室や隣の棟にはその道のスペシャリストが同居していて、必要な時に瞬時にコンタクトが取れる分子研の恵まれた職場環境とは比べようもありません。今となってはうらやましい限りです。また、数々の新企画?例えば技術研究会の発祥の地、活動報告紙の発刊、技官研修の草分け、など共同利用研の技術部(技術課)をたえずリードする技術課の存在は、はたから見ても頗らしい限りです。私は分子研技術課に在籍していたことを『誇り』として、これからも天文台で働いて行きたいと思っております。今後とも古巣である分子研また技術課の更なる御発展、御活躍を期待しております。

技術課の業務

新人紹介

研究支援推進員

小丸 忠和 (分子物質開発研究センター)

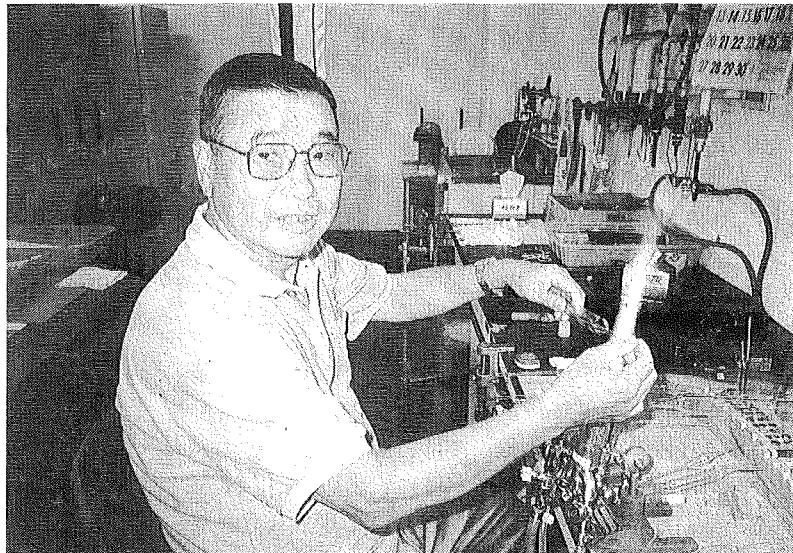
物質開発センター、ガラスの鉄人

小丸忠和氏は今年4月から、分子物質開発研究センターに研究支援推進員として勤められています。氏は名古屋大学理学部を定年退官され、退官後は、同じく名古屋大学の大気水圈科学研究所で研究支援推進員として勤められました。その後、同じく研究支援推進員として分子物質開発研究センターに勤めておられます。

小丸氏は昭和23年(1948年)、東北大学硝子研究所付属硝子技術員養成所に入所され、本科3年、研究科1年の課程を終了されました。卒業された昭和27年4月に、名古屋大学理学部化学科に教室技術員として採用されました。平成5年(1993年)3月に定年退官されるまで41年間、名古屋大学で硝子工作を通じ教育と研究に従事されてきました。大学では、毎年数多くの硝子器具や硝子実験装置を組み上げ、数多くの化学の研究者に多くの貢献をいたしました。それとともに、毎年多くの学生に、硝子工作実習を行ってきました。小丸氏は、名古屋大学において、後継技術者を育てられました。さらに、20代の若手の後継者(孫弟子にあたります)も育っており、小丸氏の灯した硝子工作の灯は確実に受け継がれております。

硝子研究所はその後、非水溶液化学研究所に改組され更なる改組ののち現在では反応化学研究所となっております。硝子技術員養成所を卒業された方々は、全国の大きな大学に勤務され、日本の硝子工作界を形成しました。現在、現役で活躍しておられる硝子工作の方々のはほとんどは、硝子技術養成所卒業生の弟子・孫弟子に当たります。また、各地で理化学硝子製品を扱っております業者のかなりの方々もそのルーツは養成所の卒業生に遡ります。養成所での教育はかなり厳しいそうで、4年間の研修期間を終え、卒業するときには、学生はかなり少なくなることもあるそうです。そして、卒業してからも絶え間ない技術研鑽の連日とのことです。残念ながら硝子技術員養成所は閉鎖されてしましましたが、その理化学硝子工作界に果たした功績は図り知れません。

今から二十数年前にも、短い期間ですが、分子科学研



究所装置開発室の永田係長に技術指導をされております。その縁があってか、分子物質開発研究センターに来られてからは永田係長に色々とお世話になっております。

小丸氏は、名古屋大学化学科で硝子工作を教えた学生が今では新進気鋭の研究者となっているのを聞くと、名古屋大学で仕事をてきて本当に良かった、と語られています。また、分子科学研究所でも、在職当時硝子工作を教えた学生が、立派な研究者として研究の第一線で活躍しているのを見て、感慨一沢のようです。

私は、小丸氏が分子物質開発研究センターに来られてから初めて硝子工作というものを詳しく目にすることができました。以前は、化学合成というのは、全く違う分野と思っており全く興味もありませんでした。分子物質開発研究センターが、旧化学試料室と合体し、また化学合成分野の助教授グループが増えるにつれ、無関心ではいられなくなりました。業務の一環として硝子工作環境を整えなければならなくなりました。

名古屋大学理学部の硝子工作室も見学いたしました。そこには、多くの硝子工作機械が並んでおり、2名の技官が熱心に仕事をしておりました。工作室は3室に分かれ、それぞれ、馴染みのない装置が並んでおりました。全て

の装置が充分に使い込まれ、磨かれすり減っておりました。これを全部使いこなせば、相当に難しい硝子実験装置でも製作できるとのことです。

硝子工作を依頼できるのは分子物質開発研究センター職員と課題採択グループメンバーに限られます。当センターが小丸氏にお願いしたのは、1.どんな簡単な依頼でも引き受け、2.なるべく早く完了して欲しいということです。大型の装置、例えば、硝子旋盤とか研磨機等を使わなければ製作できないときは、装置開発室の機器を使用させて頂いてます。ニューマテリアルセクションの永田係長には、装置の借用を快く引き受けてくださり、大変感謝しております。本格的な硝子旋盤は高価でとても購入できないが、小型・簡易型のラボタイプの旋盤なら部品を購入し、自作できるのではないかと、装置開発室メカトロニクスセクションに相談したところ、"装置開発室の技術なら充分可能だ"ということで製作していただくことになりました。また、エレクトロニクスセクションには有機溶媒精製制御装置コントローラを製作して頂くことになり、装置装置開発室の皆さんにはいろいろな面でお世話になっております。ここで、誌上を借りてお礼申し上げます。

6月に3台の真空ラインを解体したところ数多くの硝子コックやムッフが得られました。それらの部品はヘキサンで洗浄し依頼があったときに再利用しております。小丸さんが修理したガラス製品を目にしましたが、不思議なことに、新品同様に生まれ変わっておりました。電気炉に入れて550℃程度で熱すれば有機物は全て分解してしまうのだそうです。今までに製作した製品の名称を拾

い上げてみると、溶媒蒸留ヘッド、トラップ、リーピッヒ冷却器、アリン冷却器（球入冷却器）などがあります。また、修理した物品には、ナスフラスコ、2口反応管、電解セル、ジムロート冷却器、キリヤマ漏斗などがあります。小丸氏は今、有機溶媒精製装置の製作に取り組んでおられます。この装置は、蛇管冷却器、ジムロート冷却器、アリン冷却器、水分除去器、ナスフラスコ等を複雑かつ巧妙に組み合わせた装置です。

テニスは小丸さんの最大の趣味です。名大では、共済組合テニス大会では、名大代表として研究機構代表チームと何度も対戦されております。機構にとってそうとう手強い相手であったことは間違いないようです。私もUVSORテニスコートで何度か、小丸さんとテニスを行いましたが、少しでも甘いボールや浮いたボールは間違なく決められてしまいますので、相当なプレッシャーでした。

もう一つの趣味、それは、家庭菜園です。長久手町の自宅には菜園があり無農薬野菜づくりを楽しんでおられます。作った野菜を自分で料理するのも趣味で、腕前はかなりのものです。奥さんがマラソンレース出場で留守の時はご自分でつまみを作り、一杯やるのが趣味でもあります。ちなみに、奥さんは、ウルトラランナーとして、佐呂間湖100kmレースを完走されており、全国のマラソン大会に出場して走るのが楽しみとのことです。

ご夫婦ともにスポーツが趣味でそれぞれかなりの域に達しておられます。ともに健康でおられますので、これからも永くスポーツを楽しまれることでしょう。

（第5技術班長 加藤清則）

都築重次氏退職

平成10年3月31日をもって都築重次氏が退職されました。都築氏は平成元年に機構管理局経理課用度係を定年退職後、技術課の臨時用務員として、受付業務をはじめ蛍光灯の交換、ミスコピーの回収など所内の様々な実務を舞台裏でどっしりと支えて下さいました。分子研に限らず、機構においても多くの方々がお世話いただきました。ここに長年のご苦労に感謝の念を込めて、お写真を掲載させていただきます。



(撮影 水谷伸雄)



技術課記念撮影 (分子研玄関にて)

技術活動報告

精密万能自動切断機ファインカットの紹介

極端紫外光科学研究所技術係長 水谷伸雄

1. はじめに

分子研装置開発室のテクニカルサービスには、メカトロニクス部門、エレクトロニクス部門、ニューマテリアル部門の三部門があります。その内のメカトロニクス部門では、旋盤、フライス盤等の一般工作機械、NC工作機械、ワイヤーカット放電加工機、型彫放電加工機、電子ビーム溶接機、Arアーク溶接機等を用いた金属工作技術に加え、セラミックス、超硬材、難削複合材の加工を可能とし、多様化してゆく工作依頼に対応しようとしています。また、セラミックス加工技術は、装置開発室の基盤技術育成プログラムの一部にも取り上げられ、ニューマテリアルセクションとの協力のもとにセラミックス加工を基本に、石英、サファイヤガラスの精密加工へと進行しつつあります。過去に置いても、これらの加工は、超音波加工機や、小型電動工具を用いて行われていましたが、加工精度、作業能率の点で、問題がありました。今回、これらの事を改善すべく第一歩として精密万能自動切断機を購入しましたので、その基本性能と今までの加工例、そして、今後の展開（改良予定）について紹介します。

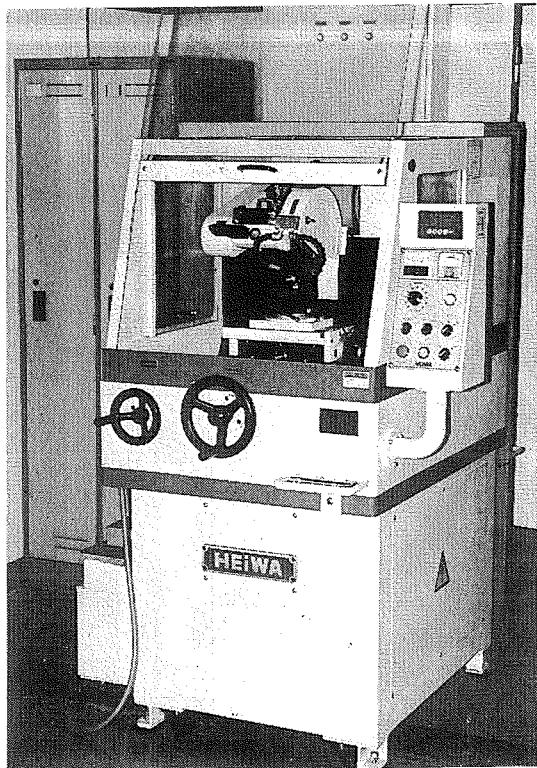


写真1 精密万能自動切断機

2. 基本性能と現状

今回購入した機械は、平和テクニカ（株）精密万能自動切断機ファインカットHS-100型で、幅、奥行、高さが、1130mm x 1130mm x 1550mm、重量500kgのものです。

（写真1）本機は、切断用薄型砥石（ブレード）を取り付けた主軸をモーターにより回転させ材料を加工します。主軸とモーターは、Vベルトでつなぐ事によりモーターの振動は砥石に伝わり難くなり、また万一、砥石が破損した場合でも衝撃からモーターは守られます。

材料は、ワークテーブル上でバイスにより固定されま



写真2 平面回転バイス

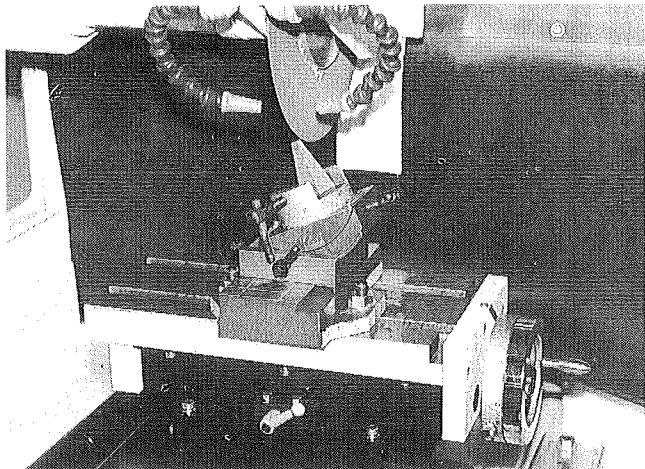


写真3 ゴニオステージ

す。バイスは、標準バイスのほか平面回転バイス（写真2）、ゴニオステージ（写真3）の使用により任意の角度で加工出来ます。ガラスパイプや薄板等、破損しやすくバイスに固定出来ない材料や異型材等は、熱軟化性ワックスで金属板等に固定し加工します。（写真4、5）熱軟化性ワックスは、材料を包み込む様に保持出来るため、ガラス、セラミックス等脆い材料が、欠けるのを防止し金属材料のバリの発生を抑える効果もあります。

ワークテーブルは、ブレードに対して水平に切り込むX軸方向と、ブレードと直交するY軸方向に動き、Y軸位置決め機構はハンドルにより110mm（最小目盛2/100mm）移動出来ます。切り込みは、Z軸（手動ハンドルによるブレードの上下機構、移動量250mm）X軸（手動ハンドル及び、自動送り機構、移動量240mm、送り速度0～100mm/分）により行い、X軸自動送りの場合、リターン

センサーのストローク調整により加工終了後自動的にスタート位置に戻りクーラントと主軸回転は、停止します。

切断能力は、パイプの場合、丸角共45mm程度、無垢棒の場合35mm角程度、平鋼の場合20mm x 75mm程度迄可能です。また薄片切り出し限界は、Φ20mmで、200ミクロン（硬質金属の場合のカタログデータ）となってます。加工時には2本のノズルからクーラントを噴出させブレードの目つまりや、材料の温度上昇を防ぎます。

主軸回転数は、インバーター制御により、0～4200回転まで無段变速が可能なため加工条件により变速したり、既存のダイヤモンドブレードやメタルソー、研削砥石の使用も考えています。

現在、メーカー純正の切断砥石としては、ダイヤモンド砥粒を使いファインセラミックス、超硬合金等の加工に適した砥石をはじめ、砥石厚さ0.5mm～1.0mm、外径Φ150mm～Φ230mm、粒度#80～#400、結合度の違い等による

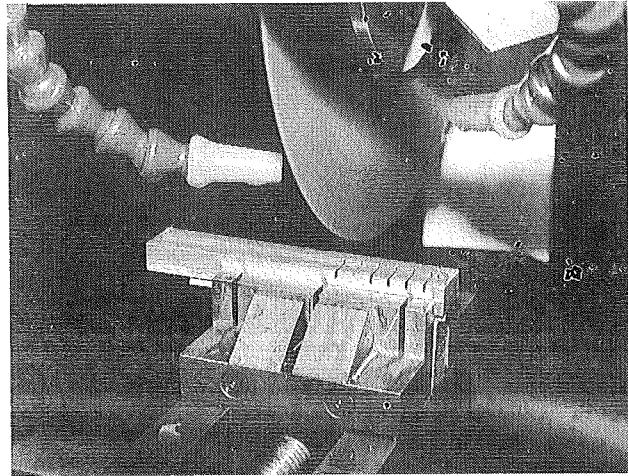


写真4 熱軟化性ワックスを用いたセラミックス細管の切断

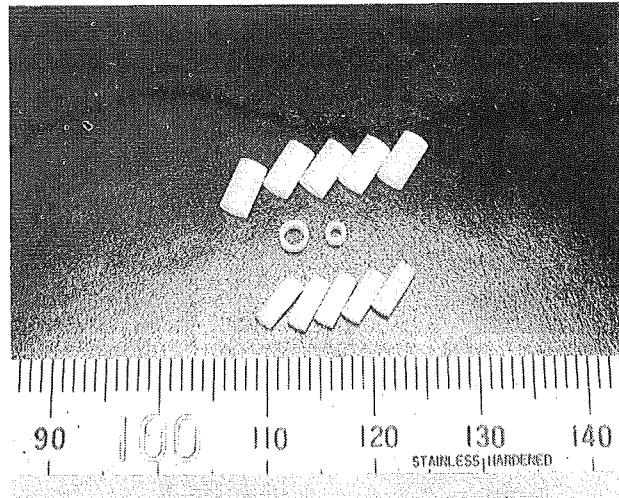


写真6 セラミックス細管切断
(Φ2 x 0.5 t, Φ3 x 0.5 t)

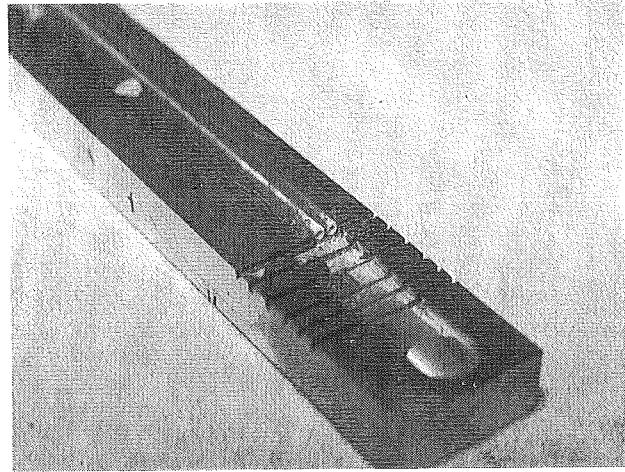


写真5 熱軟化性ワックスを用いたセラミックス細管の切断

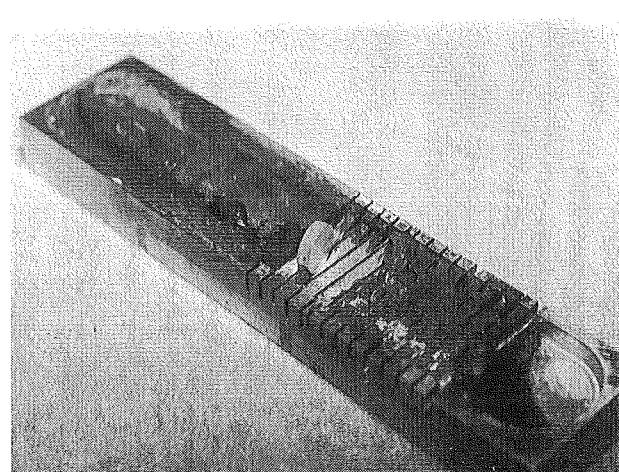


写真7 サファイアロッド切り出し (Φ7)

砥石10種類ほどを用いて、セラミックス、ガラス、金属、樹脂の切断、加工を行ってます。一般的に粒度の粗い砥石の場合、加工時間は短縮できますが、切断面は悪くなります。また、粒度の細かい砥石の場合は、切断面は、きれいですが表面に焼けが生じやすくなり、断面積が大きくなるにつれ加工能率が悪くなる傾向があります。砥粒結合剤の強弱、送り速度と回転数の関係、クーラントの供給方法等様々な要因が加工面の善し悪しや、砥石寿命に影響してきます。

3. 加工例

加工例を写真6～写真13に示します。

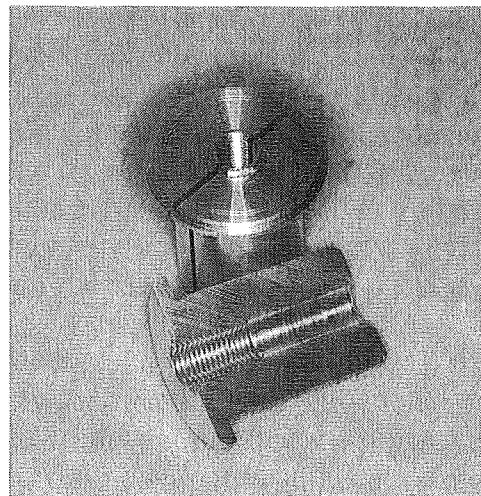


写真10 アルミニウム合金 (A2017) のすり割りと切断
($\Phi 25 \times 28$)

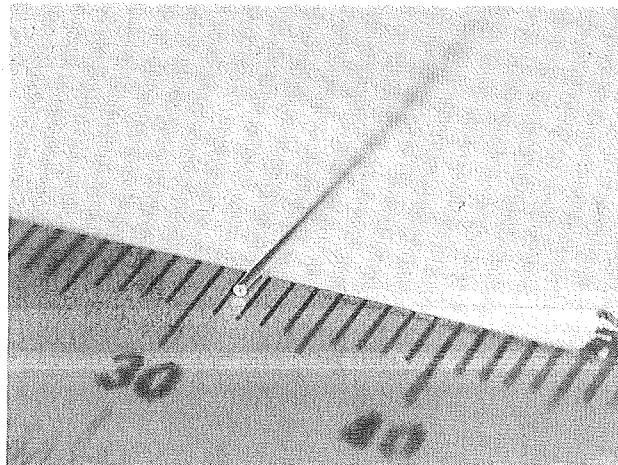


写真8 ステンレス細管切断 ($\Phi 0.5 \times 0.15 t$)

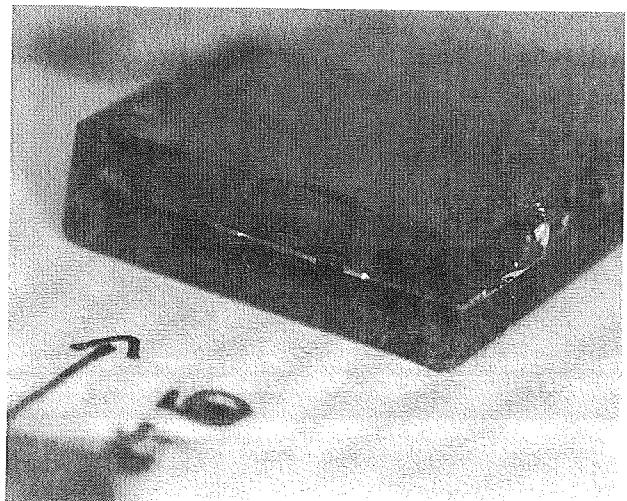


写真11 アクリル樹脂と黄銅歯車の切断 (20 x 6 t)

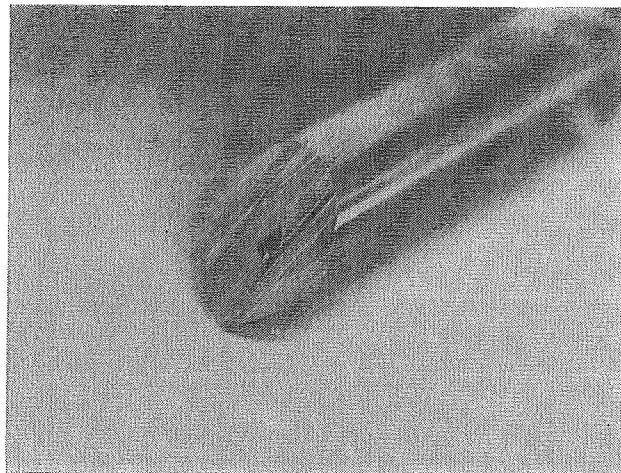


写真9 パイレックス肉厚管切断 ($\Phi 8-\Phi 1.5$)

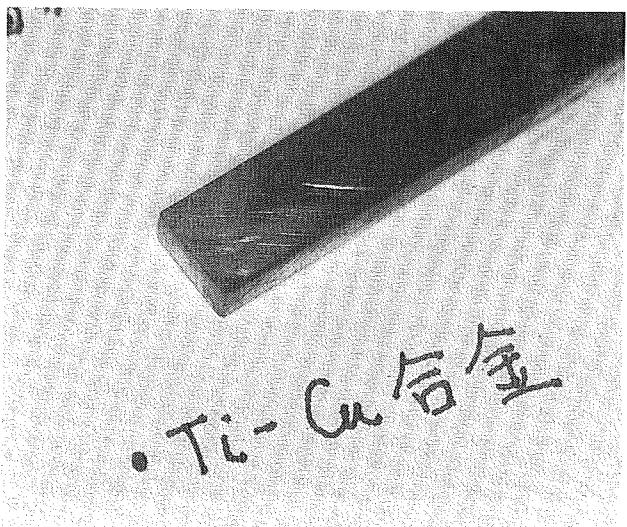


写真12 チタン銅合金の切断 (50 x 10 t)

4. 今後の展開

今後は、メーカー純正砥石による加工のみならず工具アダプターの製作により、既存のダイヤモンドホイール、メタルソー、研削用砥石の活用も考えています。さらに、小型電動スピンドルを組み込んだり、Vベルトとブーリーで本体のモーターを利用した孔あけ専用スピンドルを作成し、ワークテーブル、クーラントシステムとの組み合わせにより精度の出し難かったサファイヤ板等の精密孔あけ加工にも取り組んで行きたいと考えています。

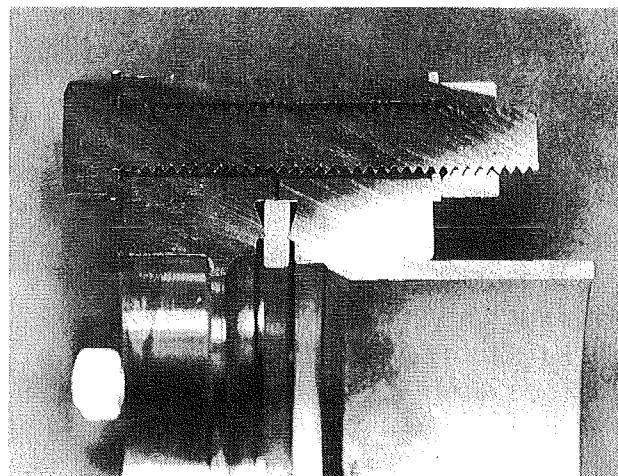


写真13 コンフラットフランジ (CF70) と
銅ガスケットのカットモデル

最近のUVSORの進展

極端紫外光実験技術係主任 山崎 潤一郎

1. はじめに

UVSORにおける加速器群の各装置は10年以上の使用で疲弊し老朽化が甚だしく、電気部品等の故障の際、入手できないパーツ等が現われてきている。年間予算で機器の更新を少しづつ行なっているが、今回はここ数年で更新した装置と新たに開発し導入した装置の紹介およびFELの現状について報告する。

2. 更新した装置

○シンクロトロンおよびストレージリング用高周波加速空洞電力増幅器

本装置はシンクロトロンおよびストレージリングを周回している電子がシンクロトロン放射によって失うエネルギーを補うものであるが、従来のものは電力増幅させるのに専用の真空管で行っていたため真空管が破損した場合真空管の交換、交換後の調整が容易ではなかったため復旧させるのに時間が掛かった。またその間共同利用実験はストップしてしまう事にもなった。これらの事を考慮し、メンテナンスの容易さと故障時の復旧しやすさを念頭に置き、全てトランジスタアンプで構成される電力増幅器を採用した。シンクロトロン用には最大8kW、ストレージリング用には20kWのアンプを導入した。この最大出力はほぼこれまでのものと同様である。このトランジスタアンプは最大出力800Wのアンプユニットを多数連結しているのでシンクロトロン用には10ユニット、ストレージリング用には30ユニット装着されている。シンクロトロン用、ストレージリング用は共通のアンプなのでメンテナンス上極めて都合が良い。またこれらのユニットは万一故障しても増幅器全体の最大出力が幾分下がるだけで、増幅器の出力が0になることはないので電力増幅器故障により利用実験時間が減るようなことはなくなった。なお更新した高周波増幅器は放送局の送信用のものを採用した。

○シンクロトロン用インフレクター電源

線型加速器からシンクロトロンにビームを入射するためのインフレクターが老朽化、また電場の安定性が悪く小さな放電の頻度も高くなってきたため更新した。これによりパルス電場はフラットトップとなり、安定性も格段に向上し、シンクロトロンで加速される電流の激しいばたつきは非常に小さくなった。

○ストレージリング用パートベータ電源（ロングランテスト中）

シンクロトロンから輸送された電子ビームはストレージリングへ入射するためインフレクタおよび3つのパートベータ（バンプマグネット）を用いている。今回ストレージリング用パートベータ電源の放電部を更新した。パートベータは大電流を高速でON/OFFさせる制御が必要で従来はスイッチングにサイラトロンを使用していたが、サイラトロンは入手が容易でなくまた新品が不良品であることがしばしばあるため、今回トランジスターでスイッチングさせるIGBTに置き換えた。現在は試運転中でテスト終了後全てIGBT使用のものに置き換える予定である。

なおUVSORの加速器は線型加速器（LINAC）、シンクロトロン電磁石系を除く全てにおいて計算機制御を用いて自動運転を行っている。

3. 新規に開発し導入した装置

○円偏光アンジュレータ

本装置は旧アンジュレータに代わるものであり96年4月に設置された。ストレージリングの直線部に設置する挿入型光源で、永久磁石列のギャップを変えることにより、紫外から極端紫外光に及ぶ広いエネルギー範囲で強力な光を発生させさらに、永久磁石列の位相を変えることにより偏光度を制御し、左右円偏光、楕円偏光、直線偏光などの光を生成すること目的とした装置である。現在この装置を用いたスピンドル分光実験がビームライン5A1で行われている。なお中央部の磁石配列をFEL実験用にオプティカルクライストロン型としてある。

○円偏光アンジュレータ用ビームダクト

ビームダクトは旧アンジュレータ用に設計されたものであったので円偏光アンジュレータを導入するにあたり新たにビームダクトを製作する必要が生じた。ダクトはNEGポンプ（non-evaporation getter pump）を内蔵したアルミ押し出し整形型のものとした。（通常ante-chamberと呼ばれる）NEGポンプのゲッター材はZr-V-Feで7基装着してある。1基あたりの排気速度は1500/sで、コンダクタンスを考慮すると実際の排気速度は35

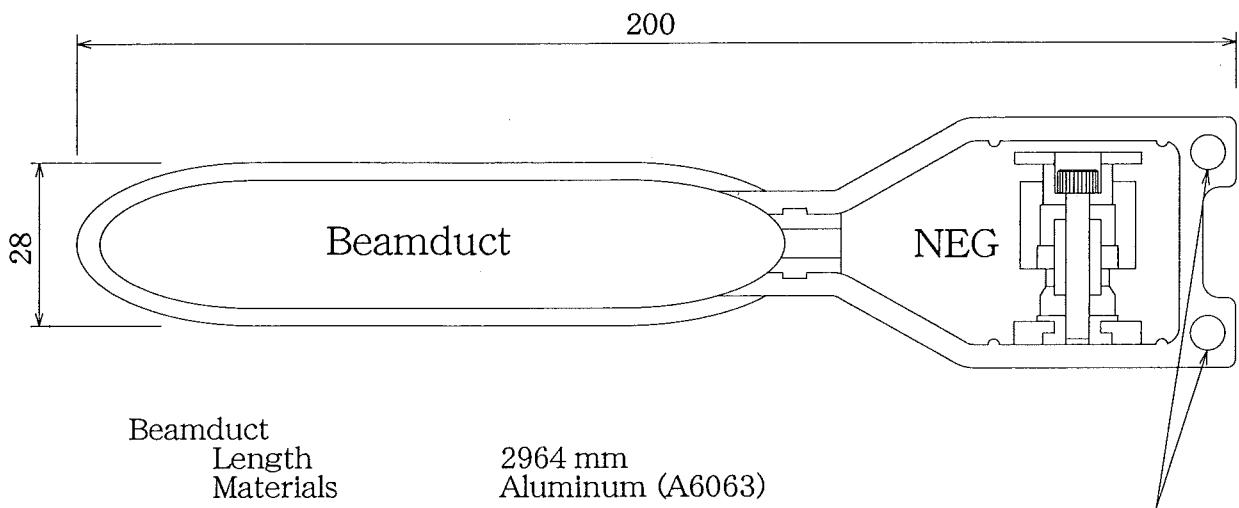


図1. アルミ製ビームダクトの断面図

0 l/s程度となる。アルミ製のダクトは比較的精度がよく、軽量で放出ガスも少ないといった利点がある。渦電流は磁石のギャップや偏向ヘリシティのスイッチングに長時間掛かるため問題にならない。アルミ製ビームダクトの断面図を図1に示す。

○横方向共鳴キッカー（パンチダンパー）

UVSORのストレージリングは16ヶのバケットを作ることが出来る。即ちストレージリング1周に16ヶの電子の集団を形成することが出来るが、この装置はバ

ケット内に入射した電子ビームの任意のパンチをRFでスウェイプするものである。これにより単一パンチの貯蔵が簡単化された。横方向共鳴キッカーのブロック図を図2、断面図を図3に示す。

4. 円偏光アンジュレータを用いたFEL実験について

現在新規チェンバー製作中のため昨年から実験を一時休止しているが、これまでに円偏光アンジュレータを用いたFEL実験で得られた成果について報告する。

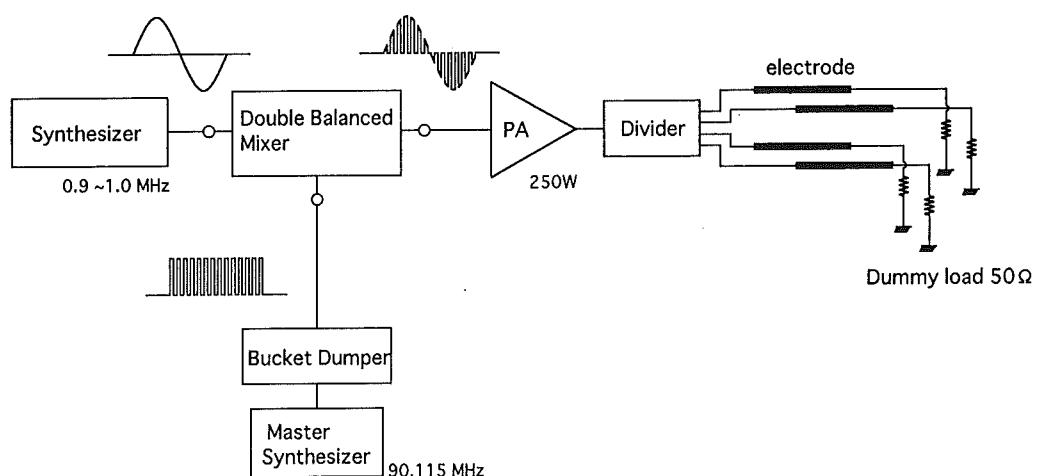


図2. 横方向共鳴キッカーのブロック図

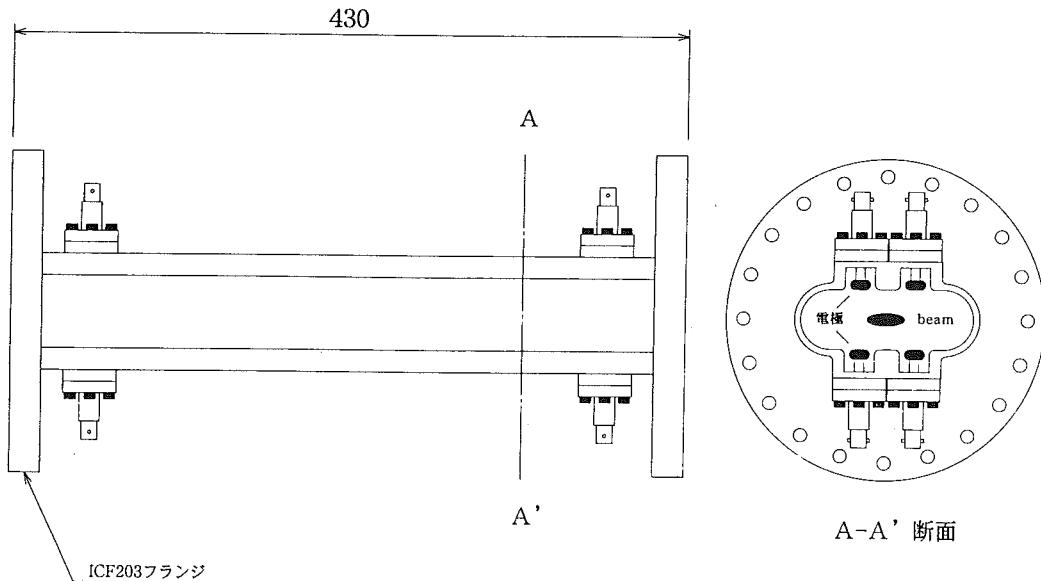


図3. 横方向共鳴キッカーの断面図

○円偏光オプティカルクライストロンの開発

発振波長の短波長化において一番の問題点としてはアンジュレータ光照射によるミラーの反射率劣化である。主な原因として高次高調波によるミラーの汚染及び内部欠陥などがある。これらを抑圧するのにFEL利得を減少させることなく高次高調波成分を減らすような磁場分布を有する新しい光クライストロンの開発が必要となつた。

○円偏光アンジュレータを用いたストレージジリングの運転について

FEL実験で用いる狭いギャップでの運転はチューンシフトが大きく運転が困難だったことから、アンジュレータ直線部のベータ関数を小さくするためラティス関数と動作点を完全に変えた。これによりビーム入射と運転が可能となった。ベータ関数を小さくした結果、光クライストロン中のビームサイズがこれまでのFEL実験の500MeVとほぼ同じになった。

○FEL発振実験

円偏光オプティカルクライストロンの開発により、従来型（プラナー型）アンジュレータに比べ高調波成分が大きく減少しミラーの劣化が非常に遅くなった。これを実証するために円偏光アンジュレータにおけるプラナーモードとヘリカルモードのミラーの反射率劣化を比較した。図4はアンジュレータ光の照射量に対する反射率の変化

タ光の照射量と反射率の変化を示したものである。可視で1/70、紫外で1/30程度の劣化速度となった。またこのことによりFEL発振中の寿命が約3倍と長くなった。（20mA/bunchで240分）これはより高い輝度を持った基本波が得られたことを意味している。なおビームエネルギーを従来のFEL実験の500MeVから600MeVに上げたためレーザーパワーも2～3倍程度增加了。（平均～3mW）FEL利得は波長250nm、10mA/bunchの時、3.2%でプラナー型の約1.7倍の利得が得られた。

今回の実験では発振波長239nmまでの短波長化に成功したので、図5に得られたFEL発振のレーザースペクトルを示す。

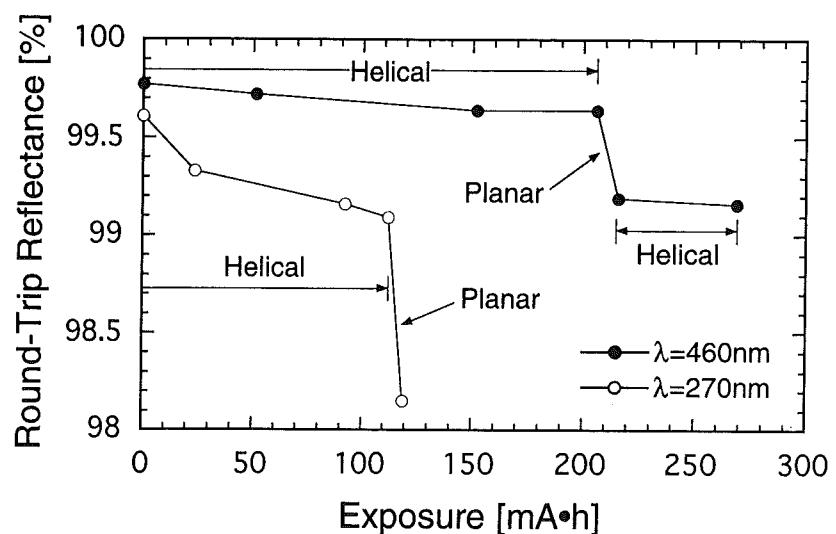


図4. アンジュレータ光の照射量に対する反射率の変化

Oct-28, 96
Beam Energy : 600MeV
Beam Current : 38mA/bunch
Mirror : HfO₂/SiO₂ (Ion Beam Sputtering)

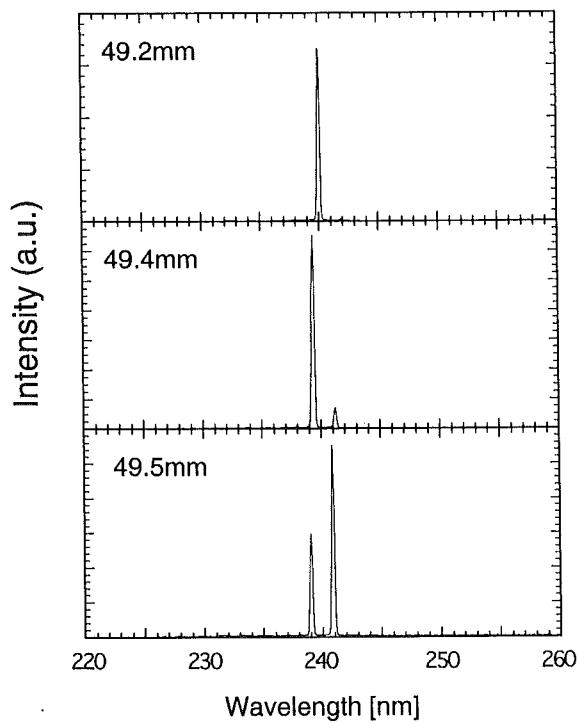


図5. 240 nm付近で得られたFEL発振のレーザー
スペクトル

○偏光度について

偏光プリズムを用いて275 nmで発振するレーザーの偏光度を測定した。プリズムの回転角とレーザー光強度を測定した結果、円偏光に近い楕円偏光（約6%）であることがわかった。完全な円偏光のレーザー光が得られなかつた原因として垂直磁場と水平磁場の僅かな違い、永久磁石の磁化軸のバラツキや加工・組立精度に起因する垂直磁場と水平磁場の僅かな位相のずれなどが考えられる。

5. おわりに

ビームライン5A1の移動に伴い既設のFELラインとの干渉が生じたため、両ラインが共存できる新しい光共振器チャンバーを現在製作中であるが、以前のFEL実験よりレーザー光がより安定度を増すためにも外乱の影響を受けないものとし、マクロテンポラルジッターなどの安定化のための帰還制御システムなども導入する。またFELの応用実験として逆コンプトン高エネルギー光子の生成実験を予定している。

新整備計画プロジェクト

プロジェクトリーダー 第四技術班長 山中孝弥

10年を「ひと昔」と数え「ふた昔」が経つと、過ぎ去った日々を振り返りつつ次のふた昔に備える。そんな20年を一区切りとすることが中長期計画のさまざまな局面において多く見受けられる。特に建築物では古式ゆかしい風習があって、伊勢神宮の遷宮にみられるように、20年に一度建物をそっくり立て直してしまう。一般住宅でも大手住宅メーカーでは築後50年保証をうたっているものの、その前提には築後15年ないし20年目で、防水工事等を主とする大規模な修繕工事の施工をその条件にしている。この20年という期間が、日本の気候において建築物の保全の観点から極めて重要な節目になっていく。

建物の立地環境を形成させる基礎となるのが都市整備計画であり、そこにも当然ながら「20年」の見地にたつた計画が盛り込まれている。セピア色になりつつある昭和48年発行の岡崎市都市計画図を広げてみると、東岡崎

駅南側（分子研側）で現在行われている道路工事の概要が示されている。さらに平成4年の都市計画法及び建築基準法の改正（平成5年6月25日から施行）により、住環境の保護、市街地形態の多様化への対応等を目的として用途地域の種類が8種類から12種類になった。そのことが最近の同図から読みとれ、岡崎国立共同研究機構の敷地は第二種住居地域に指定されている。これは隣接する住宅地（第一種住宅地域）では建設することが許されない3000m²を超える事務所等の立地を認めるもので、岡崎市が岡崎国立研究機構の立地を長期的に認めているとも解釈できる。

住環境の変化は、我々の生活の変化、とりわけ科学技術の発展による設備面での変化に従うところが大きい。科学技術の急展開が日本に根付いた20年サイクルとかみ合わなくなってきた。建築躯体は、その部材の改良や建築工法の開発によって50年あるいはそれ以上に長寿命化している。その反面、建築物の中に入れる実験装置を含めた設備は、急速に変化している。我々の認識の中には、建築躯体の物理的耐用年数と設備の機能的耐用年数の間に大きな溝ができていることは確かだ。ここ20年で急展開した技術で我々に関係深いものとして、コンピューター環境があげられる。筆者自身、トグルスイッチがCPUのビット数分だけ付いた手作りのコンピューターから始まり、分子研で初めてキーボードの付いたNECのコンポ BSでBASICによりパルスモーターを回した。余談になるが、その嬉しさのあまりパルスモーターの軸にサンダーバード2号のプラモデルを取り付けて、テレビで見た救助活動を思いだしながら、思わずテーマソングを口にしてしまった。時が経つのとコンピューターが新しい機種に変わることとが、相乗効果を起こしているかの如く、実験の自動計測環境がPC-88、PC-98と変わった。その波はさらに強くなって、現在のMacやDOS/Vマシンに至り、実験室だけではなく居室にまで押し寄せている。ネットワークが整備され、電子メールのやりとりによって、事務的な伝達も含めて情報革命が進行している。パソコンコンピューターの名が示すようにひとりひとりがコンピューターを独り占めしている。その分電力も一人一人に供給されている。従来、居室で消費される電力と言えば、白熱灯スタンドと空調機であった。それがコンピューター及びレーザープリンタなどのOA機器の占める割合が多くなっているのは

情報機器	電源	発熱量
ワークステーション(WS)	800VA	400kcal/h
オフコン	2600VA	1820kcal/h
CATV・ビデオテック	150VA	130kcal/h
光ディスク	800VA	680kcal/h
マイクロフィルムリーダ	1000VA	515kcal/h
ファクシミリ	350VA	310kcal/h
コピー	1700VA	880kcal/h
ワープロ	600VA	410kcal/h
パソコン	500VA	340kcal/h

表1 コンピュータ関連機器の電源容量と発熱量

OA化の段階	OA機器(人/台)	OA機器設備容量(VA/m ²)	冷房装置電源容量(VA/m ²)
A	50	従来設備で対応	従来設備で対応
B	10	15	6
C	5	25	12
D	1~2	40	28
E	電算室	200以上	100以上

表2 コンピュータ稼働室に必要な電源容量

配線方式 要求品質	床配管方式	天井配線	フロアダクト	セルラダクト	床トレーニチ式	フリーアクセス床	アンダーカーペット
配線の供給量	○	○	○	○	○	○	○
取出し位置の融通性	○	△	○	○	○	○	○
損傷に対する補償性	○	○	○	○	○	○	△
対ノイズ性能	○	○	○	○	○	△	△
居住性	△	△	○	○	○	○	○
増設の容易さ	△	○	△	○	○	○	○
階高に対する影響度	小	中	中	中	大	大	小
床高に対する影響度	小	小	大	大	大	中	小

【備考】 ○：非常に良い ○：良い △：やや良い

表3 コンピューター関連の配線方式

氏名	担当実験室
野村 幸代	X線・合成
酒井 雅弘	磁気共鳴
高山 敬史	低温物性
山崎 潤一郎	真空
水谷 文保	居室
山中 孝弥	レーザー

表4 新整備計画プロジェクトメンバーと担当実験室

明らかである。では、空調機は従来と変わらないかというと、お察しの通り、そういう訳にはいかない。情報系機器の電源容量と発熱量には表1に示す関係があり、結果として居室に必要な電力容量は、表2に示すようにOA機器の設備容量だけではなく、冷房装置の電源容量も含めた增量変位を考える必要がある。OA機器には電力以外に多くの配線があり、その重要性が叫ばれているのに、床や壁に仮設的に配線されてというより、はわせているのが現状であるが、実際には表3に示す配線方式を考察した上で最良の方法をとることが望ましい。しかし、建物構造とも関連して簡単な工事で行う訳にはいかない。結果として大規模な設備改良工事は、建築躯体そのものの改良も含めた総合的な改修工事を必要とする。

分子科学研究所は昭和50年に創設され、実験棟の北半分が第1期工事により昭和51年に竣工した。建設準備段階から竣工に至るまでの苦労話を旧機器センターの木村助手（現姫路工大教授）から伺ったことがある。特に設備面では、それまでに蓄積されたノウハウと多くの反省が実験棟などの設備に反映されており、その機能は非常に高い評価を得ている。この便利さのあまり、実験室の設備全体をブラックボックス的に考えることができたのも、建設企画段階でご苦労された先生方の先見性の高い

設備設計の賜物であろう。

それから20年が経過した。「省エネルギー」や「エコ」という言葉があちらこちらで呼ばれるようになった。政府も地球温暖化対策推進大綱を決定（平成10年6月19日付け）し、官民一体となった取り組みを行っている。その中で、電力は可能な限り太陽光発電システム等の新エネルギーを導入することや、環境負荷の少ない材料及び技術を積極的に採用し、その効果を検証することを目的とする「環境配慮型官庁施設整備モデル事業」の実施などが建築・設備面の改修と関連した項目である。これらの推進は向こう20年を見据えた設備を考える上での中核部分になるであろう。

分子研では新たな20年への出発として、昨年発足した分子物質開発研究センター及び分子制御レーザー開発研究センターは、一部の開発研究部が実験棟において新たな研究展開を行っている。そこで研究者から提起されたのが実験を支える設備、特に空調設備及び電気容量等において、その性能及び容量が不足している問題である。このため、酒井技術課長は、研究者の要望を資料にまとめあげる作業の支援組織として、技術課内に新整備計画プロジェクトチームを発足させた。本プロジェクトは5人のメンバーで構成され、それぞれの専門分野に分かれ作業を分担した。メンバーと担当した実験室を表4に示す。作成した資料の詳細は、割愛させて頂くが、分厚い1冊のファイルとなって活躍していることは申すまでもなく、分子研の一般的な営繕工事などの重要な参考資料になっており、最近ではE地区にも関連して、全機構的な資料になっている。

＜参考資料＞

- 1) 昭和48年及び平成8年度岡崎市都市計画図
岡崎市発行
- 2) 山田信亮ら 図解 建築設備の知識
平成7年 オーム社
- 3) 地球温暖化対策推進大綱（抜粋）

新オンライン予約システム

プロジェクトリーダー 第五技術班長 加藤清則

本プロジェクトは、1998年5月18日に開催された、「第一回2センター合同運営委員会」（主要議題：共同利用機器の管理体制及び使用料金について）で、分子制御レーザ開発研究センター側から提案されたのがそもそものおこりである。

現在稼働中の機器予約システムは旧機器センターの酒井、山中両技官が作成したものである。しかし、このシステムも、ハードの劣化が進み、かつ、施設の再編のために2開発研究センターに分かれて機器を管理するようになり、全所的な包括的システムの構築が必要になってきた。今回、新たに開発する予約システムは現在のシステムの資産を継承しつつそのシステムのもつ至便性を継承し発展させる事を目的にしている。そのことに加えて、技術課がイニシアチブをとってプログラムの開発・運用を行えば、ユーザーの使いやすさを損なわずに施設の垣根を取り払った、また最近のネットワークの発展や機器利用の実状に合わせたシステムができるメリットがある。これまでに、仕様案作成のために、4回の会議を行い、かつ中間報告を1回開いてきた。プログラムは電子計算機センターの水谷主任及び内藤技官が協力して作成し、また全体の管理・運用を担当する。内部情報の改廃は各センターが主体的におこなえるものである。

新予約システムは一定期間の内部試験・運用試験を経てより洗練された形にしていく予定である。システムの詳細はシステム完成後に発表されることになるが、以下、新予約システムの目標とする特徴を述べておく。

1.新規システムは拡張性が大きい。

将来、他施設、他の業務のオンライン予約にまで拡張することを念頭において設計している。

2.ユーザーの立場にたった統一したシステム。

ユーザーはそれぞれ機器を管理している施設に施設利用の申請を行い、資格を取得すれば、その施設の予約システムにはいることができる。なお予約カレンダー画面には8週間分のデータを表示でき、画面の機器情報は日々更新される。

3.相互乗り入れ方式の採用

ユーザーは機器を管理しているセンターを意識せずに直接目的機器にアクセスできる。利用者登録はネットワークを経由して自動的に行い、ユーザー登録・機器の登録などの管理作業は同じくネットワークを経由して各センター担当者が行う。一方、機器コードの変更や施設利用者の登録

も各施設で独自に更新でき、しかも個別装置はその利用形態に合わせ、時間貸し又は日貸しのどちらかの形態をも設定できる、などの独自性も備えている。

4.検索機能の充実。

ユーザーが機器に関する情報が欲しいときは、日本語と英語のキーワードにより検索できる。

5.新規システムはインターネット環境を使用する

本システムへのアクセスはWWWブラウザで行う。付加機能として、決まりに従わないユーザーには、警告電子メールが自動的に発信され、その発信記録も自動的に管理者に送られる。

資料1<メンバー>

技術課プロジェクト第4号

”新オンライン予約システムの構築”

プロジェクトリーダー：

加藤清則（第五技術班長、分子物質開発研究センター）

サブリーダー：

西本史雄（第二技術班長、電子計算機センター）

山中孝弥（第四技術班長、分子制御レーザー開発研究センター）

メンバー：

水谷文保技術主任（電子計算機センター）、

酒井雅弘技官（分子物質開発研究センター）、

内藤茂樹技官（電子計算機センター）

資料2<経過>

1998年6月8日（月曜日）発足・第一回打ち合わせ。

現システムの説明。

1998年6月15日（月曜日）第二回打ち合わせ。

現システムの仕様書及び希望仕様の検討。

1998年6月22日（月曜日）第三回打ち合わせ。

主にデータベース構成案の仕様提案。

1998年6月29日（月曜日）第四回打ち合わせ。

基本仕様案作成。

1998年7月8日（水曜日）技術課長に仕様案提出。

技術課長はただちに、斎藤レーザーセンター長、小林物質センター長と打ち合わせ、主計課と費用算出交渉にはいる。斎藤センター長は、教授会議並びに主幹会議で報告をおこなった。

1998年7月23日（木曜日）開発・設置費用が認められた。

1998年8月3日（月曜日）中間報告1。データベース改訂並びにユーザー検証ロジック及び予約ロジックの詳細説明。

1998年9月7日（月曜日）中間報告2（予定）

技術講座「知らなきや損する技術の常識」

—低温技術を10倍楽しくする方法—

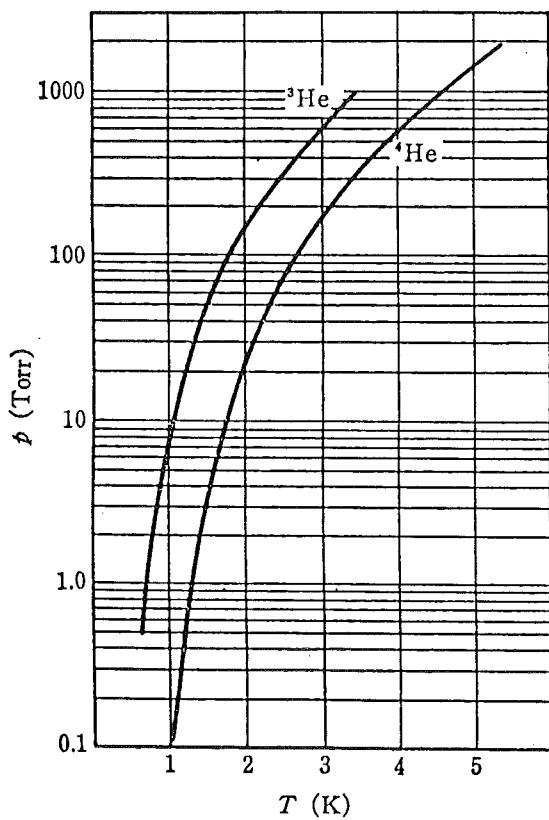
低温技術（最終回）

分子物質開発研究センター

研究支援推進員 柴山日出男

2.1 1K以下の温度の生成

液体ヘリウム (^4He) を使用して最も簡単に温度を下げるには、これを排気して蒸発の潜熱を奪えばよい。しかし、液体ヘリウムの特異な性質によって、強力なポンプを使用しても到達し得る温度は1K程度である。液体 ^4He は2.17K以下になるとHe IIと呼ばれ超流動性を示す。厚さ30ナノメートル程度のヘリウムの膜となり、壁に温度差があつても移動する。He IIの膜は液面から温度勾配のある容器の壁をはい上がっていき、壁の温度が高い場所で蒸発する。排気ポンプの能力が、この膜から蒸発してくれるヘリウムガスの量とつり合ったところで温度降下が止まる。第2.1図からわかるように液体 ^4He の蒸気圧は1Kで0.12Torrであつても温度は下がらない。そして蒸気圧の調整である温度を一定に保持するには排気量をコントロールすればよい。第2.2図に自作も簡単で動作も確実なマノスタッフを示す。



第2.1図 ^3He と ^4He の蒸気圧

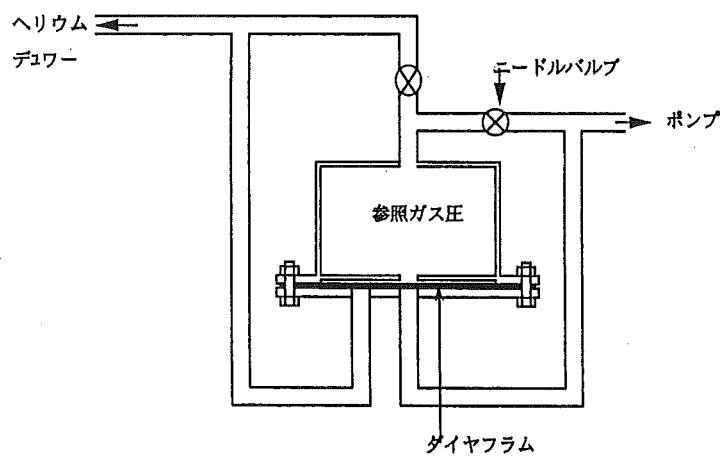
^4He の同位元素である ^3He の性質は全く異なっている。

^3He の沸点は3.19K、 ^4He は4.21Kであり、更に蒸気圧は第2.1図に示すように高いから、同じ温度では ^3He の蒸気圧のほうがはるかに大きい。さらに ^3He は0.003Kまでは超流動性を示さない。したがって強制排気によって容易に0.3K（蒸気圧は0.002Torr程度）までの低温を得ることができる。

更に低い温度を得ようとするには次のような手段が必要となる。

1. $^3\text{He}-^4\text{He}$ 希釈冷凍機 : ほぼ2mKまで
2. ポメランチュク冷却 : ほぼ1mKまで
3. 核断熱消磁 : 格子系でほぼ0.03Kまで

$^3\text{He}-^4\text{He}$ 希釈冷凍機はめざましい進歩がみられ、使い易くなっている。2. 3. については出発温度が希釈冷凍機温度と低く、この温度領域を必要とするのは超低温物理学の分野にとどまっているのでここに記するだけにする。一般的参考文献としてはLounasmaa¹⁾および信貴・平井²⁾のテキスト、 ^3He クライオスタットの解説では、信貴³⁾、益田・馬宮⁴⁾、そして $^3\text{He}-^4\text{He}$ 希釈冷凍機はWheatley⁵⁾、小田⁶⁾らの文献を参照した。



第2.2図 マノスタッフ

ダイヤフラムは厚さ1mmのポリウレタン製である。

ポリウレタン（イグラン）は弾性と剛性に富み長時間バネ常数を維持することができる。

このマノスタッフは高い蒸気圧から低圧まで使いやすい。

2.2 液体³Heの排気減圧

⁴Heの同位元素である液体³Heを排気減圧することにより、0.3K近傍までの低温を得ることができる。液体⁴Heを用いた場合同じ経費をかけても最低到達温度は0.8K程度であり、低温に於ける冷凍能力を考えると³Heのほうがはるかに有利である。図2.1に示すように、⁴Heと比べると、同じ温度での蒸気圧は、³Heのほうが桁違いに大きく、また³Heの場合には超流動⁴Heにみられるフィルムフローによる損失がないので持続時間も長い。

次に³Heクライオスタットを作る場合の要点の第1は、クライオスタット内部の³He回路に漏れがないようにすることが重要になる。特に³Heの中に⁴Heが漏れ込めば排気によって低温を得ることが次第に困難になってくる。そして液体³Heの蒸気圧によってその温度が測定できる利点も失われてしまう。更に断熱管中に漏れがあれば低温度は作れない。第2は液体³Heと容器の壁との境界面に界面熱抵抗が存在し、最低温度近傍では無視できない大きさとなることである。超低温領域(1K以下)で密度の異なる物質の間で熱伝達を行う場合には、境界面において熱抵抗が存在する。液体ヘリウムのように、非常に密度の小さい物質と金属銅の様な固体との間では、密度の差が大きいために、この界面熱抵抗、いわゆるカピツア抵抗がきわめて顕著になる。この障害を克服するためには界面の面積を大きくする方法がとられる。³He容器の壁に多くのひだをつけてその表面積を増やしたり、銅粉や銀粉を容器の壁に焼結して表面積を大きくする方法がとられている。第3は液体³Heを排気する導管のコンダクタンスをできるだけ大きくすることである。0.3Kの液体³Heの蒸気圧は 1.5×10^{-3} mmHgで排気ポンプ付近の圧力は更に小さくなっているので、排気される³Heの流れは非常に低温の部分を除いて分子流の領域にある。³Heクライオスタットの最低到達温度はほとんど排気管のコンダクタンスできまる。排気ポンプは、シャフト部分およびケーシングに漏れのない回転ポンプを使用する。この回転ポンプのみを用いると0.45K程度の低温が得られ、これに油エジェクターポンプを加えると0.3Kに到達することが可能になる。

断熱については漏れがなければ、通常外部の拡散ポンプにより1~2時間で 10^{-6} Torr以下の必要な断熱真空が得られるが、室温部からの熱放射に対しては十分の注意が必要である。例えば液体³Heの排気管、高真空排気管などの中には放射遮蔽板をいれたり、排気管を弯曲させたりして室温部からの熱放射を避ける方法をとる。

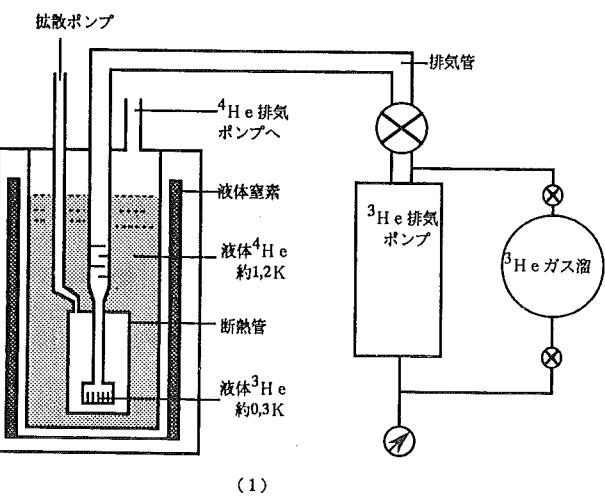
³Heクライオスタットは実験の目的に応じて連続運転、あるいは非連続運転を行うように製作される。後者の場合持続時間は普通5~30時間である。この型の³Heクライオスタットの基本的な構成を第2.3図に示す。

(1) は約1.2Kまで温度を下げられる⁴He槽中に、断熱管にかこまれた³He容器が置かれている。初め、断熱管中

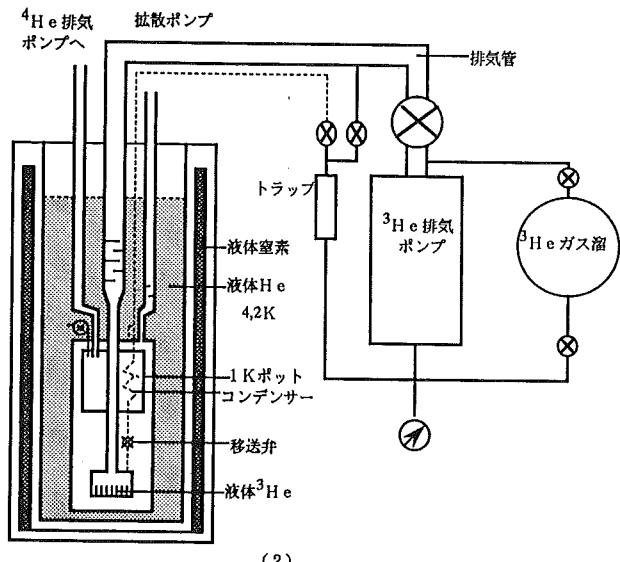
に熱交換用の⁴Heガスを1Torr程度の圧力で入れておき、排気管を通して³Heを凝縮させ、³He容器に溜める。その後熱交換ガスを 10^{-6} Torr以下に排気して、³He容器を周囲から熱的に絶縁する。そして排気管を通して凝縮した液体³Heを排気してその蒸気圧下げるとそれに応じて容器の温度が下がっていく。この³Heの比熱は、クライオスタットに通常使用される材料の比熱に比べるとはるかに大きい。主な金属の1Kにおけるエンタルピー(0Kから1Kまで暖めるときの全熱入力)は 10^{-6} J/gのオーダーであり、かなりの量の金属でもすでに1Kまで冷却されれば、それ以下に冷却するのは容易である。温度を1.2Kから0.3Kまで下げるのに普通、最初の液量の20~30%が蒸発するにすぎない。排気によって生じる冷凍能力Qは

$$Q = n(T) \cdot \gamma(T)$$

この式で、蒸発潜熱 $\gamma(T)$ の温度依存性は比較的小さい



(1)



(2)

第2.3図 ³Heクライオスタットの基本形式

が (${}^3\text{He}$ の蒸発潜熱、標準沸点のとき 25.5 J/mol 、 0K のとき 18.8 J/mol)、排気量 $\dot{n}(T)$ の方は蒸気圧曲線に対応して温度降下とともに急速に減少するため、冷凍能力 Q はほぼ温度の指数関数で低下していく。実際に得られる冷凍能力は、使用するポンプの排気能力と、排気管のコンダクタンスで決まってくる。

また排気されたガスは高価（約3万円/L）なのでガス溜に回収し再利用する。

(2) は非連続型ながら、断熱管中に 1.2K の ${}^4\text{He}$ 溜がおかれてい比較的長時間の運転用である。これに点線の部分を加えると連続運転が可能になる。

連続運転をするとき、 ${}^3\text{He}$ は点線の部分の上から液体 He 槽中に入り、焼結銅製の熱交換器で 4.2K に冷却されて断熱管中に入り、 1.2K の ${}^4\text{He}$ 溜中のコンデンサーで凝縮され移送管（管に適当なインピーダンスを付けた物で替えてよい）を通して ${}^3\text{He}$ 容器に入り 0.3K に冷却される。そして ${}^3\text{He}$ 排気ポンプで排気弁を通じて強制排気されて、このポンプを通り、液体窒素トラップで精製され、再び点線のラインへ至ることを繰り返すことにより長時間の連続運転が可能となる。

さらに大きな冷凍能力と低い到達温度を得る目的で ${}^3\text{He}$ 吸着ポンプをクライオスタット内部に設置する方法がある。吸着剤は活性炭またはゼオライトである。 1g の活性炭は 4.2K で約 400Ncm^3 の ${}^3\text{He}$ を吸着することができる。この装置の性能は外部排気のクライオスタットに比べると、 He 温度から室温に至る長い排気管が省かれるため桁違いに大きな排気能力が得られることにより、冷凍能力は 0.3K で $10\mu\text{W}$ 、ヒートリークを μW 程度に抑えれば 0.25K を得ることが可能になる。

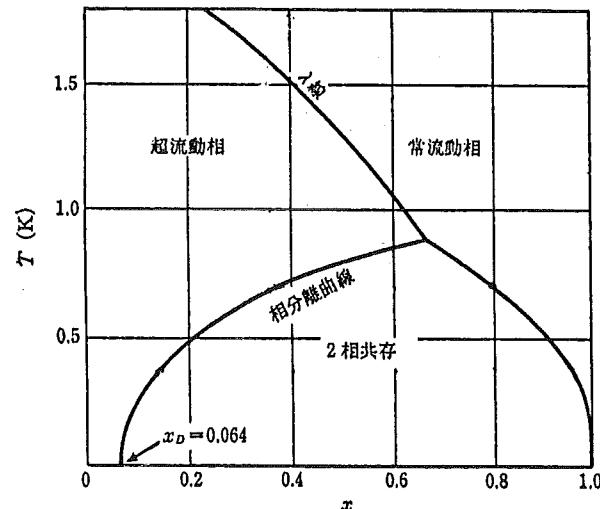
2.3 ${}^3\text{He}-{}^4\text{He}$ 希釈冷凍機

現在日本で使用されている装置は、ほとんどが市販品である。この ${}^3\text{He}-{}^4\text{He}$ 希釈冷凍機を用いることにより、特に低温の専門家でなくとも 10mK 近傍の超低温を比較的容易に手にすることが可能になった。低温実験で致命的な漏れによるトラブルも無くなり ${}^3\text{He}$ 循環型の希釈冷凍機は技術的に完成されたものになった。ここでは希釈冷凍機を運転するためにある程度必要な知識と経験的な技術の要点をまとめてみる。

(1) 希釈冷凍機の動作原理

希釈冷凍機の動作原理に関しては簡単にしか述べないが、詳しくは参考文献^{1,2,5,6)}を参照してほしい。動作原理は低温で ${}^3\text{He}$ と ${}^4\text{He}$ の混合相が示す特有な性質に基づいている。図 2.4 の ${}^3\text{He}$ と ${}^4\text{He}$ 混合液の相分離曲線が示すように、 0.87K 以下になるとこの 2つの混合液体は、 ${}^3\text{He}$ が多い相と ${}^4\text{He}$ が多い相の 2つに分離してしまう。

${}^3\text{He}$ の多い相は密度が低いため、 ${}^4\text{He}$ が多い相の上に浮かんでくる。温度を下げていくと 2 相中の ${}^3\text{He}$ と ${}^4\text{He}$ の濃度が変化し、約 0.05K 以下では上部の濃厚相は実際上 100%



第 2.4 図 ${}^3\text{He}-{}^4\text{He}$ 相分離曲線

${}^3\text{He}$ となり、下部の希薄された相では ${}^4\text{He}$ の中に ${}^3\text{He}$ が 6.4% しか溶解しない 0K でも ${}^4\text{He}$ の中に ${}^3\text{He}$ が 6.4% 溶解することは非常に重要なことである。

液体 ${}^3\text{He}$ と液体 ${}^4\text{He}$ の熱的性質は、低温でいちじるしく異なる。液体 ${}^4\text{He}$ はほとんど完全に不活性であり、その比熱は 0.3K 以下では実質上無視できる。液体 ${}^3\text{He}$ の比熱は低温で非常に大きい。その結果希釈相の ${}^4\text{He}$ は、 ${}^3\text{He}$ に対してはただの支持媒質とみることができる。 ${}^3\text{He}$ の濃厚相を液相に、希薄相を気相に、溶液の浸透圧を蒸気圧にそれぞれ対応させて考えると、 ${}^3\text{He}$ を分離している液相面から ${}^3\text{He}$ の希薄相へ拡散し混合して行く現象は、ちょうど液相から気相への蒸発と同じであって温度は降下する。

熱交換器が理想的なときの冷凍能力は

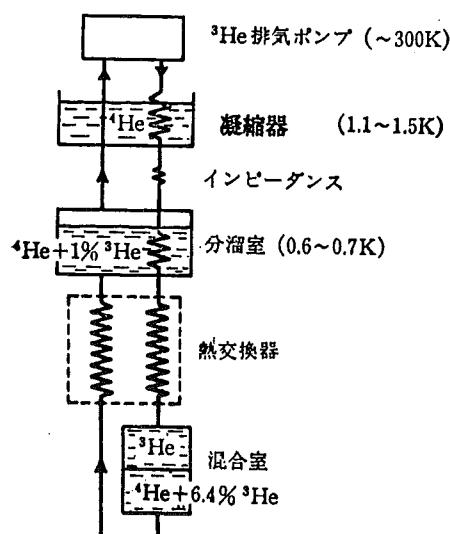
$$\dot{Q} = \dot{n}_3 \cdot 83 \text{ } T^2 \text{ J/mol} \cdot \text{K}^2$$

ここで希薄相における ${}^3\text{He}$ の 6.4% という溶解度が重要になってくる。普通の排気冷却では気相がかなり速く分子の欠乏状態になるのに対して、希釈冷凍機の場合、気相すなわち希薄相の ${}^3\text{He}$ 原子の濃度は、温度が下がっても 6.4% と一定である。したがって循環率 \dot{n}_3 は分留室の温度が一定なら混合室の温度が十分低い温度になつても一定である。

(2) 装置の概要

動作原理について説明したので、ここでは希釈を連続的に行う方法について述べる。

第 2.5 図に希釈冷凍機の概要をしめす。冷却は混合室の中で、 ${}^3\text{He}$ 原子を上方から相分離面を横切って下方に移動させておこなう。この過程は室温のポンプで ${}^3\text{He}$ を循環させれば連続的に達成できる。凝縮器は液体 ${}^4\text{He}$ をポンプで減圧して $\sim 1.3\text{K}$ に保たれた 1K ポット中に置かれている。入ってきた気体 ${}^3\text{He}$ は 4.2K に予冷され、凝縮器で液化する。 ${}^3\text{He}$ を凝縮するための高い圧力はインピーダンスに



第2.5図 ^3He - ^4He 希釈冷凍機の概要

よって保たれる。液体 ^3He は次に約0.7Kに温度コントロールされている分留室中の熱交換器に入りその温度近くまで冷やされる。さらに同軸パイプ型熱交換器⁷⁾、焼結銀熱交換器⁸⁾と通りながら冷やされて混合室に入る。 ^3He の原子は浸透圧の勾配によって移動し、相分離面を横切った後は逆向きに熱交換器を通って分留室に至る。分留室では ^3He と ^4He の蒸気圧の差により ^3He を選択的に排気する。 ^4He の蒸気圧はほとんど無視できるほど小さいがフィルムフローによる流出が数%はある。ガスの十分な循環効率を保つためには温度コントロールとフィルムフロー対策が必要になる。こうして ^3He の効率的な循環が可能になる。

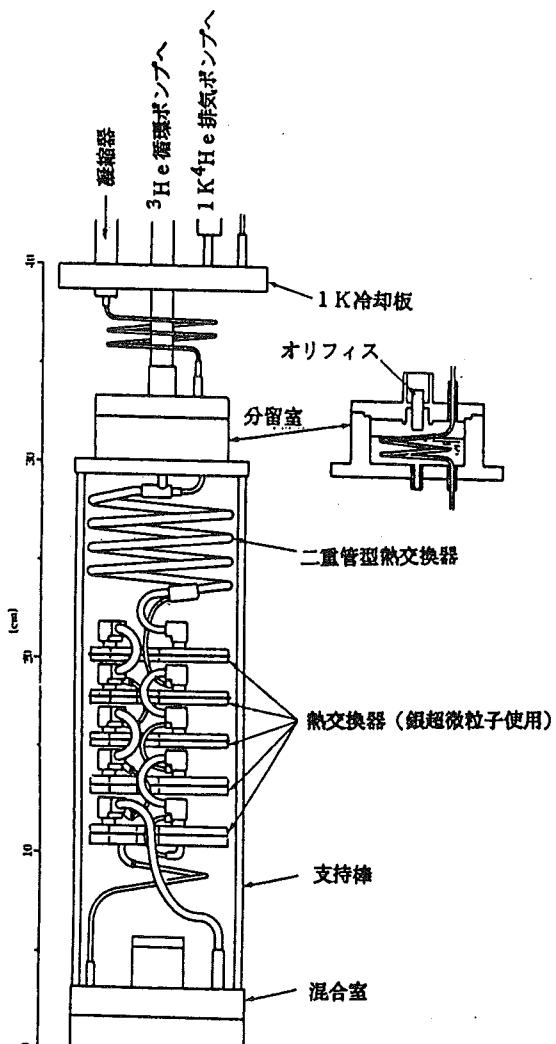
(3) 設計、製作の例

希釈冷凍機内の ^3He の流れを考えてみる。超低温度を生成している混合室から分留室へ向かって流出する ^3He を含む冷たい希薄溶液(1)の部分は相平衡で支配されているのではなくて、 ^3He の浸透圧が一定という条件で支配されている。したがって、分留室で分離されて混合室へ流入する ^3He (2)との間で熱交換をおこなうためには、この(1)(2)の両部分を固体壁で分離する必要がある。ここに、カピツツア抵抗の問題が現れる。最も簡単な熱交換器は⁷⁾、太い管に細い管を通した二重管の間を(1)が上方へ動き、内管を(2)が下方に通り、その間に内管壁を通して熱交換を行うものである。

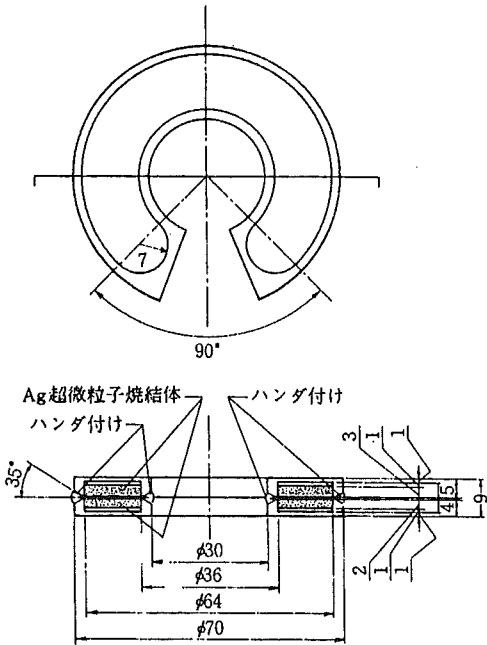
ここで熱交換の効率を上げるために、界面熱抵抗の小さい物質を発見するか、界面の面積を大きくするかのいずれかである。現在では界面の面積大きくする手段として銀の超微粒子を使うことによって界面熱抵抗の克服に成功している。初期の希釈冷凍機の熱交換器には銅粉の焼結体⁹⁾を用いていた。1974年、Radebaughたち⁹⁾は真空

冶金製の銀の超微粒子と ^3He - ^4He 混合液との間の界面熱抵抗を測定し、銀の超微粒子が熱交換器に適当であるという結果を得た。Frossatiたち¹⁰⁾はこの銀の超微粒子を希釈冷凍機の熱交換器に用いて、最低到達温度2mKという記録を作った。現在では、市販の希釈冷凍機の熱交換器にも銅粉にとってかわって、銀の超微粒子が使用されている。

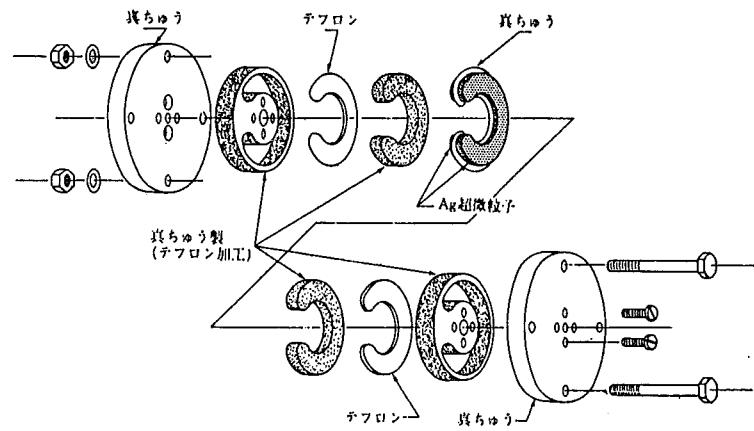
われわれの作った希釈冷凍機¹¹⁾の主要部を第2.6図に示す。循環ポンプはエドワードのシールドポンプED660とオイルブースターポンプ9B3の組み合わせとした。 ^3He の循環速度 $\dot{n}_3 = 4 \times 10^{-4} \text{ mole/sec}$ のときに最低到達温度が3.6mK、100mKの冷凍能力は $\dot{n}_3 = 9.7 \times 10^{-4} \text{ mole/sec}$ のとき $730 \mu\text{W}$ という大きな冷凍能力をもち自作された冷凍機としては最大級のものである。また500mKより10mKまで下げるに要する時間は15~20分である。銀超微粒子が使われている熱交換器の詳細は第2.7図に、焼結法の実際



第2.6図 ^3He - ^4He 希釈冷凍機の主要部



第2.7図 超微粒子型熱交換機詳細



第2.8図 热交換機製作詳細

は第2.8図に示してある。この治具を使って 700 \AA 銀超微粒子を水素雰囲気中で約 200°C で45分間焼結した。厚さ 0.1 mm の馬蹄形の真ちゅう板にJ I S 1種1級の銀メッキを施して、治具によりまず片面に充填率50%まで銀超微粒子をプレスする。ついで反転して反対側にも同様にこれをプレスして、治具ごと、水素炉で焼結する。治具はオス型、メス型とも真ちゅう製でテフロン・コーティングをした。焼結後、第2.8図に示すように、両側から真ちゅうに銀メッキしたふたをハンダ付けして完成する。上面下面をそれぞれ反対方向に高温（前述の2）、低温（1）の液体 ${}^3\text{He}$ がながれて、中間の焼結体、真ちゅう板を通して熱交換がおこなわれる。第2.7図では5段の熱交換器を用いているが、たとえば最終段の熱交換器の界面の面積は ${}^3\text{He}$ 濃厚相（ 7.2 mK ）、希薄相（ 3.6 mK ）とともに 35 m^2 であった。実験の結果によると、 \dot{n}_3 が $12 \times 10^{-4}\text{ mole/sec}$ にいたるまで、伝熱面積が十分広くて余裕のあることがわかった。伝熱面積に余裕があったので ${}^3\text{He}$ 流量を多くするため分留室を改良した。分留室のオリフィスの内径を 2.7 mm 、 5.4 mm 、 8.1 mm と変えて測定した。

測定値は、 $T_{mc}=10\text{ mK}$ 、 $T_{stil}=650\text{ mK}$ のときの \dot{n}_3 はそれぞれ $3 \times 10^{-4}\text{ mole/sec}$ 、 $5 \times 10^{-4}\text{ mole/sec}$ 、 $7 \times 10^{-4}\text{ mole/sec}$ と増加した。そして ${}^4\text{He}$ のフィルム・フローによる流出も分析の結果それぞれ7%以下で許容される範囲内であった。

各部の詳細は省くがコンデンサー、混合室等にも熱交換用に焼結体を使用した。

最後に温度測定はカーボン抵抗温度計、NBSの定点

温度計、核整列温度計を使ったが信頼性と簡便性にそれぞれ一長一短があり、後になって融解圧温度計を加えた。現在でも超低温を生成する技術に比べ超低温領域での温度計測技術は遅れているといえる。ただし超低温物理の研究者の間で現在最も標準的な温度計として使用されている、 ${}^3\text{He}$ 融解圧温度計¹²⁾は製作も操作も簡単ではないが、 $1\text{ mK} \leq T \leq 750\text{ mK}$ の全温度域で信頼性が最も高いといえる。

文 献

- 1) O.V.Lounasmaa:Experimental principles and Methods below 1K (Academic Press, London and New York, 1974)
- 2) 信貴豊一郎、平井章：低温工学ハンドブック
内田老鶴圃新社 (1982)
- 3) 信貴豊一郎：低温工学 3 (1968) 227
- 4) 益田義賀、馬宮孝好：低温工学 3 (1968) 234
- 5) J.C.Wheatley, O.E.Vilches and W.R.Abel :Physics, 4 (1968) 1.
- 6) 小田祺景：日本物理学会誌 37 5 (1982) 409, 37 7 (1982) 595
- 7) 益田義賀、柴山日出男：固体物理 7 (1972) 634
- 8) 益田義賀、沢田安樹、柴山日出男：
固体物理特集号 超微粒子 (1984) 123
- 9) R.Radebaugh, J.D. Siegwarth and J.C. Holste: Proc, ICEC-5 Kyoto, (1974) 242
- 10) G.Frossati, H.Godfrin, B. Hebral, G. Schumacher and D. thoulouze: Proc.ULT Hakone Symposium, (1977) 205
- 11) 柴山、井上、伊東、黒川、益田：
第27回低温工学研究発表会予稿集Nov.(1981) 41
- 12) 福山寛：固体物理 30 (1995) 938

マイレビュー

岡崎市小中学校の理科教育と国研

岡崎市現職教育委員会理科部

理科指導員 平岩 浩文

1. 岡崎市現職教育委員会「理科部」の組織

市内の小中学校の理科教師（約200名）の組織が、岡崎市現職教育委員会「理科部」です。現職教育委員会は全教科の部会で構成され、「理科部」はそのひとつです。この委員会は古く、昭和24年に編成されました。理科部の組織は、理科部長、指導員、世話係、理科主任を中心に成り立っています。もちろん各学校ごとの研修はなされていますが、全市的には「理科部」を核にして小中学校の理科教育の充実を図っています。現在、下の図のような組織でさまざまな行事、研修等を企画運営しています。その中で、岡崎国立共同研究機構の御理解をいただいて推進しているのが、研修部の「国研セミナー」、作品展部の「理科作品展」、特別委員会の「中学校理科副教材作成」です。

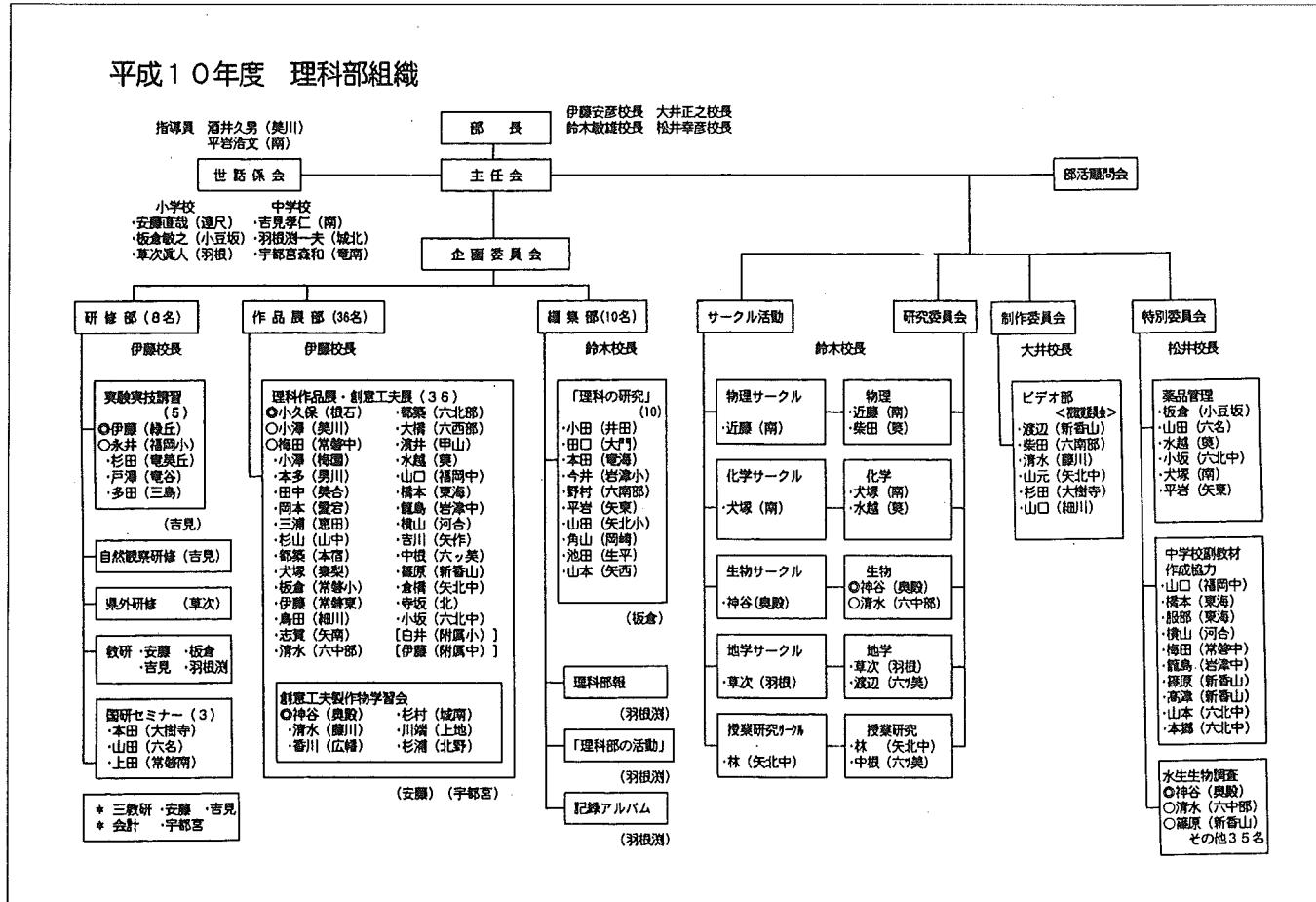
2. 国研セミナー

岡崎国立共同研究機構と岡崎南ロータリークラブとの間で国研交流委員会（分子研・諸熊奎治教授、基生研・江口吾朗教授、生理研・金子章道教授、南ロータリー・神谷宏委員長）が組織され、その活動の一環として「国研セミナー」が企画されました。1年あまりの準備期間を経て、昭和60年12月14日に第1回が開催されました。以後、このセミナーは継続的に開催され、現在までに63回を数えます。（次ページ一覧参照）

小中学校の理科教師は、理科を専門にしているものの科学の先端に直接ふれる機会はほとんどありません。そして、国研は雲の上の存在で、どうも近づきがたいという印象を持ちます。それが、このセミナーを通じて認識を新たにすることができました。

よりすばらしい社会の実現は、やはり科学技術の進歩

平成10年度 理科部組織



平成9年6月13日（金）

第60回「生体系と水の分子科学」

講師 分子科学研究所 理論研究系

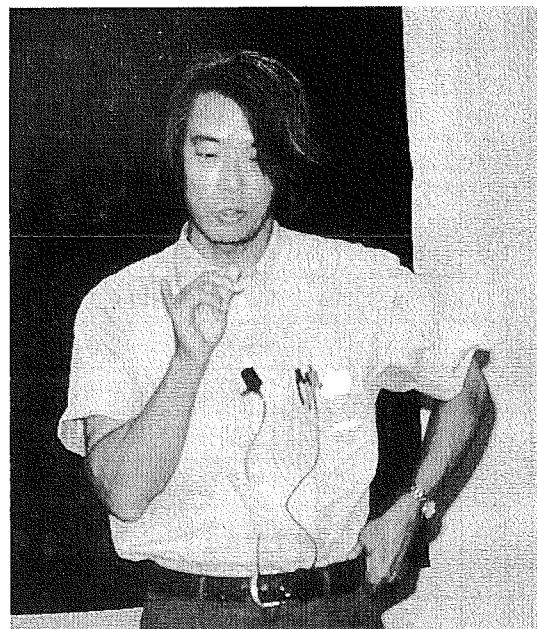
分子基礎理論第四研究部門 平田文男教授

〈セミナー参加者の感想〉

アミノ酸の配列により異なった構造をとり、機能も変わること、さらに構造変化は1秒間に 10^{18} 構造もとることなど驚くことばかりでした。アミノ酸の配列により構造（位置関係）が変わるだけで、なぜその機能（内容）まで変わってしまうのでしょうか。アミノ酸は高速で構造変化を繰り返し、自由エネルギーが一番小さな方で安定するようですが、水がある環境とその他の環境とでは構造が違うこと、さらには水により構造変化が加速されるという事実には驚きました。

私たちのまわりにあふれている水が蛋白質に影響を与えていたということは想像もつきません。水のどのような働きがそうさせるのでしょうか。蛋白質について、今までにない知識や疑問を得ることができました。

（福岡中 深田豊至）



〈講演される平田教授〉

『国研セミナー』の歩み

* 職名はセミナー当時

		岡崎南ロータリークラブ 国研交流委員決まる 神谷 宏委員長 川瀬 志郎副委員長			
S 59. 5		国研内の交流委員決まる 諸熊 奎治教授（分子研） 江口 吾朗教授（基生研） 金子 章道教授（生理研）			
S 59. 12. 6		国研セミナーのための懇談会 江口 吾朗教授 神谷 宏 R C 交流委員長 伊藤 安彦指導主事			
S 59. 9. 27		国研セミナーの検討会 諸熊、江口、金子各教授 R C 交流委員 教育委員会 理科部長・指導員・世話係			
1	S 60. 12. 14	「基生研の紹介」「生理研の紹介」 懇親会（75名参加）	岡田病院にて	基生研 生理研	江口 吾朗 教授 金子 章道 教授
2	61. 1. 18	「分子研の紹介」	大平市民センターにて	分子研	諸熊 奎治 教授
3	61. 6. 7	「シンクロトロン放射とは」 分子研研究棟 101号室にて (以後分子研の会はここで行う) 加速器・分光器・測定器の見学		分子研	渡辺 誠助教授 春日 俊夫助教授
4	61. 7. 5	「神経のはたらき」	生理研 1F 会議室にて	生理研	山岸 俊一 教授
5	61. 8. 2	「生き物たちから教えられること」	基生研 1F 会議室にて	基生研	江口 吾朗 教授
6	61. 10. 4	「人類は元素をいかに利用してきたか」		分子研	斎藤 一夫 教授
7	61. 12. 6	「心臓はどのようなメカニズムで動くか、また、何故動き続けるか」		生理研	入沢 宏 教授
8	62. 2. 24	「動物の生殖のしくみ」		基生研	長濱 嘉孝 教授
9	62. 6. 13	「レーザーの応用について」		分子研	吉原經太郎 教授
10	62. 7. 4	「生体におけるpHについて」		生理研	亘 弘 教授
11	62. 9. 5	「生き物の行動を支配する遺伝情報」		基生研	渡辺 恵二助教授
12	62. 9. 26	「コンピューターで探る分子の世界」		分子研	柏木 浩助教授
13	62. 12. 12	「色を見るメカニズム」		生理研	金子 章道 教授

1 4	63. 2. 6	「日本の基礎科学・輸入品の宿命」	基生研	岡田 節人 所長
1 5	63. 7. 2	「目で見る低温実験・発光現象と光酸化現象」	分子研	木村 克美 教授
1 6	63. 7. 30	「神経のインパルス・電気シグナルと光シグナル」	生理研	渡辺 昭 教授
1 7	63. 8. 27	「植物のかたちを決める遺伝子を探る」	基生研	岡田 清季助教授
1 8	63. 10. 29	「人工光合成とは何か」	分子研	坂田 忠良助教授
1 9	63. 12. 17	「音を聴くメカニズム」	生理研	大森 治紀 教授
2 0	H 1. 3. 11	「植物は如何に光を利用するか」	基生研	藤田 善彦 教授
H 1. 3. 11		国研セミナー20回記念親睦会	国研 職員会館 2F会議室	5時より立食パーティー
1. 4.		諸熊教授(分子研)に代わり中村教授 交流委員に		
2 1	1. 6. 24	「星間分子と水・生命を育む分子環境」	分子研	西 信之助教授
2 2	1. 7. 29	「脳の発生」	生理研	小幡 邦彦 教授
2 3	1. 8. 26	「遺伝子操作と生物研究」	基生研	阿形 清和 助手
2 4	1. 10. 21	「常温での超伝導は実現できるか」	分子研	那須奎一郎助教授
2 5	1. 12. 16	「脳と行動」	生理研	彦坂 興秀 教授
1. 12.		国研セミナー20回記念誌発行 (500部)		
2 6	2. 2. 3	「粘菌の生物学」	基生研	田坂 昌生 助手
2 7	2. 6. 23	「目で見る結晶の生成と溶解」	分子研	大瀧 仁志 教授
2 8	2. 7. 28	「実験動物の話」	生理研	尾崎 敏助教授
2 9	2. 8. 25	「生き物の発生を動かす遺伝子群」	基生研	鈴木 義昭 教授
3 0	2. 10. 20	「電気と化学」	分子研	井口 洋夫 所長
3 1	2. 12. 8	「ミクロの世界の立体観察と超高圧電子顕微鏡」	生理研	有井 達夫助教授
3 2	3. 2. 9	「寒さに強い植物と寒さに弱い植物」	基生研	西田 生郎 助手
3. 4.		中村教授(分子研)、金子教授(生理研)に代わり、正島教授、小幡教授 交流委員に		
3 3	3. 6. 22	「自己秩序形成の分子科学」	分子研	花崎 一郎 教授
3 4	3. 7. 27	「電子顕微鏡を用いた細胞の分子解剖学」	生理研	月田承一郎 教授
3 5	3. 10. 5	「動物の発生と再生のはなし」	基生研	江口 吾朗 教授
3 6	3. 11. 9	「生き物における水の役割」	生理研	亘 弘 教授
3 7	3. 12. 14	「からだと酸素、そしてエネルギー・その分子科学」	分子研	北川 穎三 教授
3 8	4. 2. 8	「動物の細胞間連絡のしくみ」	基生研	児玉 隆治 助手
3 9	4. 7. 7	「サッカーボール分子の世界」	分子研	加藤 立久助教授
4 0	4. 9. 22	「植物の種子ができるとき細胞はどう変わっていくか」	基生研	西村 幹夫 教授
4 1	4. 10. 23	「電気シナプスとギャップジャンクション」	生理研	濱 清 所長
4 2	4. 11. 13	「炭酸ガスの化学的な利用法」	分子研	田中 晃二 教授
4 3	4. 12. 15	「生物の発生の規則性と柔軟性」	基生研	竹内 郁夫 所長
4 4	5. 2. 16	「細胞はどのようにして水を運ぶか」	生理研	村上 政隆助教授
4 5	5. 6. 22	「化学反応はどのように進むか?」	分子研	正島 宏祐助教授
5. 6.		R C 神谷宏委員長より大須賀興三委員長に引き継ぐ	大村栄治副委員長に	
4 6	5. 7. 27	「生物個体への遺伝子導入の実態」	基生研	餅井 真 助手
4 7	5. 9. 24	「レトロウィルスベクターを用いた遺伝子治療」	生理研	池中 一裕 教授
4 8	5. 10. 1	「宇宙に広がる分子の世界」	分子研	斎藤 修二 教授
4 9	5. 11. 16	「環境とは」	基生研	藤田 善彦 教授

50	5.12.7	「消化管の吸収・分泌のメカニズム」	生理研	岡田 泰伸 教授	
	6.9	国研セミナー50回記念誌発行 (500部)			
51	6.6.21	「分子の動き」	分子研	伊藤 光男 所長	
52	6.9.20	「ヒトという生物」	基生研	江口 吾朗 教授	
53	6.11.29	「人間の脳活動に伴う磁場計測」	生理研	佐々木和夫 教授	
54	7.6.20	「生体内で活躍する鉄イオン」	分子研	渡辺 芳人 教授	
	7.6.	R C 大村栄治副委員長より鈴木英成委員長に引き継ぐ			
55	7.11.24	「生物の融通性」 (メルサ12F 美の間) 江口先生 紫綬褒章受章記念パーティー	基生研	江口 吾朗 教授	
56	8.2.2	「心と脳」	生理研	柿木 隆介 教授	
57	8.6.28	「分子を積み上げて超伝導体を作る話」	分子研	小林 速男 教授	
58	8.11.29	「神経系の記憶」	基生研	山森 哲男 教授	
59	9.2.14	「脳の機能を支える分子」	生理研	井本 敬二 教授	
60	9.6.13	「生体系と水の分子科学」	分子研	平田 文男 教授	
	9.6.	R C 鈴木英成委員長より宮川鉄英司委員長に引く継ぐ			
61	9.8.8	「神経結合形成のメカニズム：神経はどうして結合相手を見つめるか」	基生研	野田 昌晴 教授	
62	10.2.6	「脳と運動の制御」	生理研	森 茂美 教授	
63	10.6.12	「電子シンクロトロン放射光による半導体の超微細加工」	分子研	宇理須恒雄 教授	

平成10年6月12日（金）

第63回「電子シンクロトロン放射光による半導体
の超微細加工」

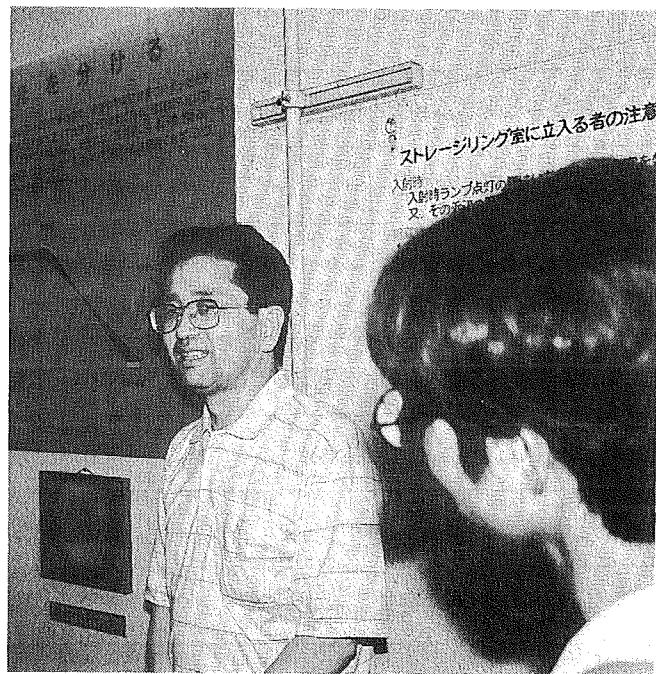
—ナノプロセスとナノ科学—

講師 分子科学研究所 極端紫外光科学研究系
反応動力学研究部門 宇理須恒雄教授

〈セミナー参加者の感想〉

宇理須先生はなるべく身近な話につないで興味深く話を下さり、「電子シンクロトロン放射光」が、いかに広範囲で利用でき、期待できるものかということことがよくわかりました。今の科学では、人間の体の中に入って働く「マイクロマシン」も夢ではないというお話を聞き、すばらしい研究をしてみえるなと思いました。また、先生は、今大変なブームにむっている携帯電話に便われるLSIを開発してみえ、その後この研究所に移られ10⁻⁹mの大きさの加工の研究をされるなど、その姿勢にも大きく感銘しました。

（矢作東小 平岩佐登美）



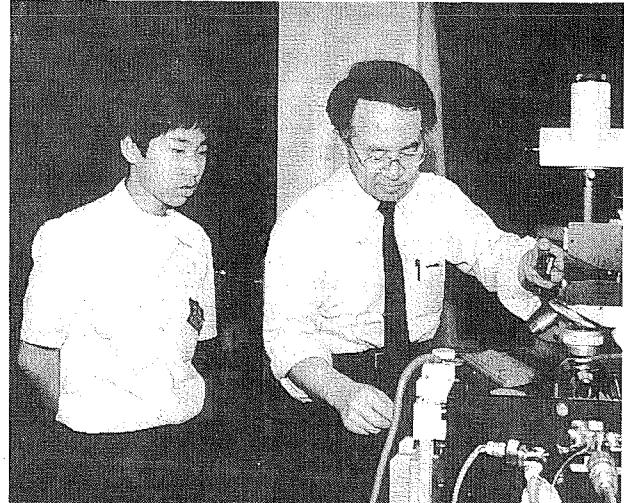
〈UVSORの施設を説明される宇理須教授〉

なくしては考えられません。時代を担う子供達の育成に携わる小中学校の教師として、理科教育の充実は重要な責務であります。講話される先生方は最も低いレベルまで落とし、しかもスライドやOHP、实物を使ってわかりやすく話をして下さるわけですが、それでもセミナーの

内容は難解で、すべて理解することはできません。しかし、私たち教師が世界最先端の研究の一端にふれることで、子供たちの科学の芽を育むことができると考えています。今後も、このセミナーが引き続き開催されることを期待してやみません



〈北川先生の研究室で〉



〈薬師先生から実験装置について伺う〉

テーマ	分子研助言者	執筆者（教師）	(生徒)
1 ミクロの世界にチャレンジ	中村宏樹教授	福岡中 山口直純	福岡中2年 山田勝也
2 スーパーコンピュータでのぞく分子の世界	岩田末廣教授	東海中 橋本直司	東海中2年 大須賀悠人
3 電子から光を取り出すUVSOR	鎌田雅夫助教授	河合中 横山清文	河合中2年 倉橋優子 市川友子
4 分子科学を探るためのレーザー	大竹秀幸助手	東海中 服部竜哉	東海中2年 中田好美
5 化学変化を映像化する	鈴木俊法助教授	六ヶ美北中 本郷一毅	六ヶ美北中2年 工藤夕佳
6 電波でわかる宇宙の分子	斎藤修二教授	常磐中 梅田康典	常磐中2年 平山亮 旭僚輔
7 分子レベルで見るタンパク質の形と役割	平田文男教授	六ヶ美北中 山本能達	六ヶ美北中2年 秋山勇氣
8 分光法で探るタンパク質の機能	北川禎三教授	岩津中 籠島篤司	岩津中2年 大竹加歩子
9 電気を通す有機物	藤原秀紀助手	新香山中 高津健	新香山中2年 市川絵里
10 意図した方向のみに電流を流す分子	薬師久彌教授	新香山中 篠原正樹	新香山中2年 小原一輝
<監修> 酒井楠雄技術課長			

3.中学校理科副教材「分子のしくみ」

一分子科学研究所を訪ねてー

平成8年度より、岡崎市の委託により国研内に「理科教育振興研究会」を設置し、中学2年生のための副教材の作成が開始されました。基礎生物学研究所（8年度）、生理学研究所（9年度）、そして本年度が分子科学研究所です。分子研で御指導いただいた先生方、各学校の執筆者、訪問中学生は前ページのようです。

中学校の教師と生徒が、6月に国研の先生方の研究室を訪問しました。そこでいろいろなことを伺いました。これをもとに、中学2年生でもおおよそ理解できるような教材を作成します。できた冊子は、10月に市内の中学2年生全員に無料配布し、授業等で役立ててもらう予定です。

やっと分子という言葉を習う中学生にとって研究の内容を理解することは難しいわけですが、研究者の方々と直に話することは何よりも大きな収穫です。さらに、市内の多くの生徒に配布した冊子は、研究所を知る絶好の機会にもなります。3年を経て、この企画が新たな方向で進められることを願っています。

4.おわりに

国研セミナーがこのように継続され、すばらしい成果を見るすることができますのも、ひとえに岡崎国立共同研究機構の先生方の御理解と、そして岡崎南ロータリークラブの御支援があればこそです。理科部としてはこの上ない喜びで、引き続きの開催を熱望している次第です。また、国研に賛助をいただいている理科部の行事に「岡崎市理科作品展」があります。伝統的な行事で、今年で45回を迎えます。展示の中に「国研コーナー」を設けて、出品をお願いをしております。3研究所が順に、一般公開を行った次の年、そこで使ったパネル等をお借りしています。10月10日、11日の両日に開催しますが、本年度は分子研ということで、また御協力をお願い申し上げます。

理科部といたしましては、一方的なお願いばかりで何のお返しもできません。私どもにできることは、理科好きな子供を育てるごとに肝に銘じ、理科教育に力を注いでまいります。そのためにも、研究所から学ぶことは多く、今後も引き続き御指導いただければ幸いです。

“声” 「本音を言わせて、聞かせて」

分子研装置開発室での3年間を振り返って

装置開発室 鳥居龍晴

名鉄東岡崎駅から続く緩やかな長い坂はちょっとした十字路を折れ曲がったところで急にその勾配を増す。この坂には、暑い日は汗をぬぐい、また、寒い日は背をまるめて「これを登りきればもう一息だ！」と思いつつ通つたいつもの風景がある。装置開発室のドアを開ければそこにはいつものメンバーがいる。「これらの風景ともさよならか！」と思いちょっと寂しくなってきた。雨の日、風の日も・・・月日の流れるのは予想以上に早く感じる今日この頃だ。

早いもので分子研に転任（鈴井氏との人事交流）して3年が過ぎようとしています。転任当時は不安に思ったり、落ち込んだ事もありましたが、現在はやり残したことばかりで悔しく思ったり、また、寂しい思いになる時もあります。

ここでは、分子研での3年間を振り返り、私が感じたままを述べさせていただきます。言葉の使い方、考え方の違い等で、気にさわる方もおられるかもしれませんにお許しください。

1. 人事交流の始まり

3年前を振り返れば、名古屋大学では私が理学部に就職して20年近く経っても技術職員がほとんど入れ替わりもなく、40代の技術職員が大半を占めているのが現状でした。定員削減のあおりを受けて退官した職員の補充がされず、技術職員の数は減少する一方です。やりがいのある仕事をさせてもらっていましたが、人の入れ替わりが無いということは、どうしてもマンネリ化しがちで、私自身の活気も低下してくるように感じきました。そこで、心機一転を図るため、異なった環境下で仕事をすることで、自分自身と職場を見直し活性化する良い機会にもなるのではないかと考え、転任希望を出しておりました。当時名大理学部装置開発室の運営委員長だった篠原先生をはじめ、いろいろな方々のお骨折りにより、3年の任期を条件で分子研装置開発室の鈴井さんとの人事交流が成立しました。

分子研装置開発室は私が名大に着任したころから付き合いがあったことと、同じ様な装置開発の仕事を行っている職場のため、全く未知の世界に飛び込むという感覚はありませんでしたので、私自身は不安等はありませんでした。しかし、私自身が未熟なことと、使用する機械

等（コンピューターのハードおよび、ソフトウェアや工作機械）の違いや運営方針等の違いで時々周りの人に迷惑をかけたかも知れません。

2. 分子研と名大理学部の違い

私は名大と分子研での組織の違いを感じました。組織化がされてまだ数年たっただけの名大と創立当初から技術課があり組織的に運営されている分子研とでは違うのも当然です。組織図では名大理学部も分子研も同じ様な形態をとっていますが、名大理学部では組織化する前に大学の技術組織のあり方についていろいろ議論し、組織図はどうであれ専門行政職移行を目標にし、技官ひとりひとりが仕事状況等を判断し取り組む（スタッフ制）ようにめざしています。それに比べ分子研では事を進める場合に上司から決められていく命令形態（ピラミッド制）が、ある程度技術職員の中に定着しているように感じるられます。今思うと分子研に転任して第一に戸惑った原因の一つにこの組織の違いが上げられます。

名大理学部装置開発室はメカトロニクス部門のみで構成されていますが、分子研装置開発室にはメカトロニクス、エレクトロニクス、ニューマテリアル（ガラス）の3部門があります。そのため、分子研では装置開発室内でトータル的な技術開発が可能です。また、装置開発室には助教授、助手各1名の教官がおられ、技官の将来や技術的なことはもちろんあるが、研究に関するアドバイス等が受けられます。また専門分野以外についても気軽に相談できるため、私にとっては非常に心強く感じています。依頼業務以外の仕事の一つに基盤技術育成プログラムが設定しています。これは、装置開発室が主体で技官の興味と特技を考慮し、専門分野を意欲的に修得し、長期レンジで開発に取り組むこともできます。このシステムは他大学等にとって非常にうらやましく感じられるものだと思います。分子研の技官の年齢構成は名大と比べると若い技官が多いのが特徴です。

3. 何事もプラス思考で（親睦会会長）

分子研技術課には職員の親睦及び相互扶助を図るために、技術課親睦会があります。この親睦会は会長、副会長各1名とグループ幹事5名、計7名の役員で構成（1998年度）され、会長は立候補制でその後、選挙によって選出（任期は1年）されます。

私は分子研内で気楽に話が出来る人を早くたくさん作ろうと考え、転任して半年後にこの親睦会会长に立候補しました、と言うのは立て前で、ある人から半強制的に「立候補させられた」が本音です。当時は私も含めて多くの人が親睦会会长の仕事は「雑用」と考えていましたので、当然会長に立候補する人は皆無に近いのが現状でした。実際に会長に当選して、まず困ったのが副会長の選出でした。まずは、副会長を引き受けてくれそうな4～5名の方に問い合わせたら、何だかんだの理由を付けて上手く断られてしまい、最終的に快く引き受けてくれたのが計算機センターのTさんでした。このTさんには各グループ幹事の推薦にも協力していただきました。Tさんと各幹事さんのおかげで今までにない数多くのイベントを企画、実行出来たと自負しております（好評だったかどうかは別問題です）。

結果的に会長を行った（やらされた）ことで、気楽に話せる知り合いが出来たことと私を知ってもらえたことで十分有意義に過ごせたと考えています。私が親睦会会长の任期が終わるころ、次期会長の立候補受付が行われました。予想通り最初設定した期日までに立候補者は無く、現会長として次期会長を当たることになりましたが、これについてもTさんの手助けがあって無事に候補者が出来ました。

今思うことは、新天地での戸惑いを少なくするには、知り合いを如何に多く、早く作るかにかかっていると実感しました。親睦会会长の仕事は単に「雑用係」と受けとめないで、色々な人とふれ合う機会が出来、さらにはリーダーシップをとるための良い勉強の場とらえれば、やり方も変わってくるのではないかと思うのです。今後も何事もプラス思考で考えて行きたいと思っています。

4. 今後の人事交流者へ

「人事交流の目的は何なのか？」人それぞれ考え方の違いはありますが、実際に3年間の交流中に感じたのは、「自分が樂しければそれで良い！」です。

2年ほど前にある研究者の方から人事交流は「自分が樂しければそれで良い！」と言われました。その時はなんて身勝手な意見なんだ、と思っていましたが、しばらく

くして「自分が樂しく働くことができれば、他の人もそれを見て樂しくなっていくものだ」と別の研究者の方に言われ、「なるほど」と納得しています。新天地に慣れようなどと無理やり考えずに「自分が樂しければ・・」を大切にして、自分のやりたいようにやって力を充分に発揮することも広い意味で良いことになると思います。

大義名分を引っ提げて行きたくないところに行つても決して樂しくできるとは思いません。だれかのために、とか技術課のために「俺が犠牲になって行くんだ！」と言う考えのみで人事交流が行われても決して長続きするとは考えられません。自分なりの目的をしっかり持つていれば、違った職場で戸惑いや挫折感に浸る日が来てもプラス思考で乗り切れると考えています。

5. おわりに

この3年間の人事交流での感想は「やって良かった！」を実感しています。それは、自分自身と仕事に対する見直しができたこと、です。名大で20年近く同じメンバーと仕事をしているとマンネリ化してきても不思議ではありません。以前、当たり前だと感じていたことが、そうではなく名大での利点だったんだなと感じることが多々ありました。

分子研と名大での「装置開発室」と言う同じ名前の部署でも運営方針や組織において違いがあります。その違いの中で育った人間は、どうしても他部署での方針等に馴染めないこともあります。自分では良かれと思っても、その部署や技官及び研究者にとってはなかなか馴染まないこともあります。おのおの特徴のある装置開発室になるためには違いが出てくるのは当然だと思います。その違う部署で自分は「どっちが適しているかな？」と考える良い機会になったことは言うまでもありません。公務員生活の中間点でこのような人事交流をさせてもらったことを非常にうれしく思っています。また、マンネリ化しそうになった時には、人事交流の希望を出そうとも考えています。

最後に、人事交流することで人とのつながりが広がることは、技術開発を行う上で最良の肥やしになるとを考えています。今後も全国的に人事交流が盛んに行われるよう願っています。

編集後記

お忙しい中、原稿を執筆して下さった皆様、どうもありがとうございました。

かなえ10号をお届けすることができました。「かなえ」創刊の主旨は特集のなかで酒井技術課長が述べておりますように技術課を理解していただくことを目的とし、手軽に読める肩の凝らない刊行誌を目指しております。しかし過去10号にあっては編集の不味さからせっかくの記事を読みにくく構成にしてしまったり、マンネリになりがちであるなど、編集に当たっての不手際さが多々見受けられます。その様な中で特集「かなえ創刊10号」で紹介したように「かなえ」を暖かく見守ってくださる方々がいらっしゃることに感謝しています。今回はたまたま外部の方のみにお願いすることになりましたが次の機会には所内のみなさんにある程度執筆願えればと存じます。

話は少し変わりますが、「かなえ10号」の編集を始めた頃に装置開発室にカラーのプリンターが入りました早速原稿をプリントしてみました。写真がカラーで印刷された原稿をみてひと味違った出来上がりに感動してしまいました。写真が増えてきた「かなえ」もカラー印刷をする事により違った味を醸し出せないかと感じたしだいです。

カラー印刷などを含めて良い刊行誌となるように今後一層の精進を重ねていき20号、30号と号数を重ねられるよう努力致していきます。今後も皆様の暖かいご協力をお願い致します。

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

山中孝弥

堀米利夫

永田正明

吉田久史

蓮本正美

水谷伸雄

—かなえNo.10—

発行年月	平成10年10月
印刷年月	平成10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

