

## 資 料

# 教育研究施設の概要と活動報告

## 電子顕微鏡施設

運営委員長 物質生物科学科 今市 涼子

電子顕微鏡施設は、電子顕微鏡や試料作製に関わる装置など種々の大型機器（文部省科学研究費より購入、あるいは、寄贈機器を含む）を管理・運営しており、本施設で電子顕微鏡試料の作製から観察、写真の焼き付けまで一連の操作を行うことができる。

### 1. 施設の概要

- 1) 透過電子顕微鏡 日立 H-800 (1983年購入)
- 2) 透過電子顕微鏡 日本電子 JEM-1200EXS (1988年購入)
- 3) 走査電子顕微鏡 日立 S-430 (1981年寄贈)
- 4) 高分解能走査電子顕微鏡 日立 S-800 (1985年購入)  
イメージプロセッサ 日立 FD1050S 装填
- 5) 超高分解能走査電子顕微鏡 日立 S-900LV (1989年購入)  
イメージプロセッサ 日立 FD1050S 装填
- 6) 超高分解能走査電子顕微鏡 日立 S-900 (1989年寄贈)
- 7) 急速凍結試料作製システム
  - ①超ミクロトーム Reichert-Nissei ULTRACUT S
  - ②クライオセクションングシステム  
Reichert-Nissei FCS
  - ③急速凍結固定装置 Reichert KF-80
  - ④急速凍結置換装置 Reichert CS auto
  - ⑤クライオトランスファーホルダー  
Gatan Model 656
- 8) フリーズエッチング装置  
Balzers BAF-301
- 9) 加圧凍結装置 BAL-TEC HPM-010 (1997年購入)
- 10) 超顕微鏡 明石 LEM-2000 (教育装置)  
その他、超ミクロトーム (LKB 8800, ポーター MT I, MT IIB), ガラスナイフメーカー (Reichert KNIFE-MAKER, LKB7800 KNIFEMAKER), 臨界点乾燥装置 (日立 HCP-1, HCP-2), 凍結乾燥装置 (日立 ES-2020), イオンスプッター装置 (日立 E-102, E-1030), 真空蒸着装置 (日本電子 JEE-4B, 真空デバイス VE-2030), 写真引伸機 (アサヒダースト L138S, L1200, 日本電子画像プリンター EM-55), スライド作成装置 (IMI LFR-Mark

II), 走査電子顕微鏡用画像取り込み装置 (DKL EMpire 2000), 親水化处理装置 (日本電子 HDT-400) などを整備している。

上記の装置は、80年館 A 棟地下 1 階, 泉山館 4 階, 泉山館地下 1 階 (7 号館取り壊しのため仮移転) の電子顕微鏡施設に設置されている。

### 2. 教育活動

物質生物科学科では、本施設を超微構造学実験に利用しており、家政学部通信教育スクーリングの生物学の授業にも使用している。本施設はまた、理学部の卒業研究、理学研究科大学院博士課程前期・後期の特別研究にも頻繁に利用されている。さらに、家政学部及び理学部学生および大学院生の要望に応じて本施設は、透過電子顕微鏡および走査電子顕微鏡の試料作製法や観察法の特別講習を行っている。また、超顕微鏡 LEM-2000 は、平成 9 年度に設置された生体ミクロ機構総合システムとラインで接続されており、授業において学生全員が生体の構造を多角の視点から観察することができるようになっている。

### 3. 研究活動

本施設は、本年度、理学部および家政学部の教員（今市涼子, 中村輝子, 松影昭夫, 永田典子, 増子富美, 松梨久仁子, 敬称略）および本施設施設員の研究に用いられている。主な研究テーマを以下に示す。

- 1) イワタバコ科の異形子葉性の起源と進化
- 2) 溪流沿い植物の適応形態の進化
- 3) ナギイカダの葉状茎の進化形態学
- 4) 木本植物の季節形態学的研究
- 5) 樹木の重力センサーについて
- 6) 増殖関連遺伝子の転写制御および染色体分離に関する研究
- 7) 花粉形成過程における細胞小器官の分化の解析
- 8) 葉緑体形成異常突然変異体の観察
- 9) SEM による難燃処理繊維の表面観察
- 10) 高圧ストレスに対する酵母細胞骨格の挙動
- 11) 分裂酵母のアクチン細胞骨格の挙動解析
- 12) 酵母における加圧凍結固定法の確立
- 13) 酵母細胞壁および隔壁形成の分子機構
- 14) 分裂酵母の細胞分裂異常突然変異体の隔壁形成に関する形態学的解析

- 15) 分裂酵母の形態形成に関わる蛋白の分子解剖学
- 16) 酵母ペルオキシソームの起源と形態形成に関する超微構造学
- 17) 新規抗生薬の肺炎菌への効果の走査電子顕微鏡学的検討
- 18) プレパラート検体からの電子顕微鏡用試料作製法の検討および肺組織の形態学的解析
- 19) シロイヌナズナにおけるイオントランスポーターの局在解析

#### 4. その他

本施設は本学への一般来客および高校教師の来訪や見学，一般高校生および附属高校生に対する進学相談会における見学に協力している。また，外部機関との共同研究や，企業からの依頼により電子顕微鏡技術の開発にも従事し，学外の研究者からの装置の利用にも応えている。さらに，日本電子顕微鏡学会関東支部主催の『電子顕微鏡試料作製・観察実技講習会』の走査電子顕微鏡部門の講習を行い，学会員や非学会員の技術指導も行っている。

また，本年度は電子顕微鏡の設置とその環境設定に関する EM コロキウムを開催した。

さらに，「オープン・リサーチ・センター」としての活動の一環として，セミナーやワークショップを開催し，10月には第一回公開講演会『生物と病気の秘密をひも解く』を開催した。また，オランダ University of Groningen の Kevin Knoops 氏に酵母ペルオキシソームのバイオジェネシスの研究に必要な急速凍結および加圧凍結固定法の技術を，インドネシア Center for Plant Conservation-Bogor Botanic gardens-LIPI の Titen Ngatinem Praptosuwiryo 氏にヘラシダ属の分類系統学的研究に必要な SEM 観察法の指導を行った。さらに，本学附属豊明幼稚園の園児と父母および本学附属豊明小学校の 5 年生を対象として「公開科学教室」を開催し，理科教育の啓蒙を行う機会を設けており，本学附属高校生を対象とした本学理学部主催の「サマースクール（実験体験教室）」も支援した。

なお，本施設の装置を用いて行われた研究の成果の一部について，本年度は理学部物質生物科学科の今市教授，家政学部被服学科の増子教授の研究をここに紹介する。



メシダ科ヘラシダ属の 1 種の胞子の SEM 像

インドネシア，ジャワ島ゲデ山で採集した種の胞子。胞子は三日月形を示し，胞子壁の一部が膜状に突出している。スケールバー＝25  $\mu$  m. (今市涼子研究室)

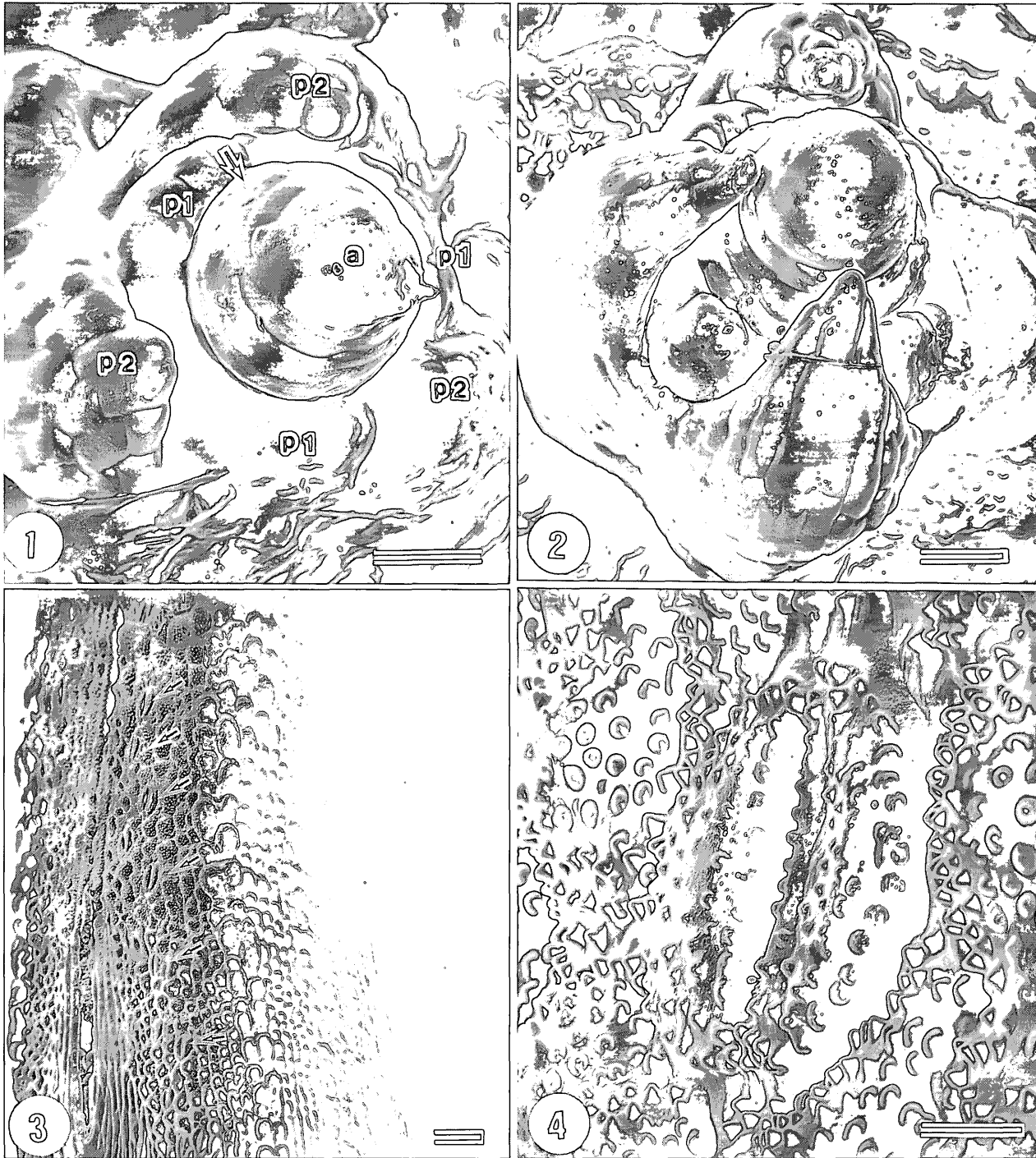


図1～図4. シダ植物スギナ (*Equisetum arvense* L.) の茎頂部 (1, 2) と、成熟葉 (3, 4) のレプリカSEM像

- 1, 2. 茎頂には、始原細胞として機能する1個の頂端細胞 (a) が存在する。葉原基は茎頂周辺部にリング状の突出部 (矢印) として発生を開始し、やがて図1に示すように、3ヶ所で葉本体 (P1, P2) の突起が形成される。普通3枚の葉が輪生するが、図2に示すように、時に4枚の葉をもつ個体もある。3, 4. 成熟葉の表面の一部 (3) と1個の気孔 (4) を示す。
3. 葉の表面には、気孔 (矢印) がほぼ一列にならんだ気孔条が数本観察される。
4. 表皮細胞だけでなく、孔辺細胞にも多数のいぼ状突起が観察される。スケールバー=50  $\mu$ m (図1～3), 10  $\mu$ m (図4)。

(今市涼子研究室)



ビニルホスホナートオリゴマー/*N*-メチロールアクリルアミドを用いて難燃処理した綿・ポリエステル混紡織物の燃焼後の表面  
a) 炭化部分, b) 熔融部分, c) 焦げた部分 スケールバー=200  $\mu$ m. (増子富美研究室)

## 高出力パルス NMR 装置

運営委員長 数物科学科 高橋 雅江

1. 装置名 JEOL JNM GX270HT  
設置年月 昭和61年3月  
設置場所 泉山館1階 高橋研究室

### 2. 装置の概要

物体は固体と液体ではその分子の振る舞いが大きく異なっていることは一般的に知られているが、固体状態での個々の分子の情報を得るのは分子間の相互作用が著しく強いので困難を伴う。しかし固体 NMR 法を用いることによって、個々の分子の情報が得られるようになった。試料を固相のまま非破壊で測定することによりその試料の特性をそのまま測定することは、例えば高分子の非晶相の分離やその動的挙動の比較といった情報を得るには大変有効な手法である。

また、現在は温度可変装置を利用することにより研究の幅を広げている。測定温度域は $-80^{\circ}\text{C}$ ~ $100^{\circ}\text{C}$ までとなり、試料の温度変化に伴う構造転移の情報が得られるようになり、研究の幅が広がっている。O-リング付きの試料管を利用してゲル状の物質の測定も行っている。

### 3. 研究活動

#### (1) 多糖類の分子鎖の状態解明

セルロースを中心とした多糖類の分子鎖の状態についての研究を行っている。天然セルロースは bent 型、再生セルロースは bent-twist 型の分子鎖形態を持っているといわれている。本装置を用いて検討を行ったところ、分子鎖中に生じる水素結合の強弱が化学シフトに反映されている結果が得られ、こうした分子鎖形態を維持しているのは各セルロースに固有の分子内および分子間水素結合が存在するためであることが解明された。さらに、セルロース多形において結晶型が同じであっても出発原料の違いによって異なる分子鎖形態の多形が存在することを確認し、他の装置によって得られた結果とともに解析を行った。

また、キチンやキトサン等の多糖類についての研究も行っている。キチンやキトサンを高温で処理することにより、抗変異原性が生じることが食物学科グエンらの研究によって確認されている。その抗変異原性を持つ原因について本装置を用いて検討した結果、加熱する際の温度がある一定以上であり、なおかつ加熱時間を長くすることによりキチン中の特定の炭素の緩和時間が変化していることが確認された。これによりキチンの分子鎖中に新たな結合が生じたことが示唆された。

## (2) 多糖類の緩和現象の研究

セルロースに各種のアルカリイオンをドーブした場合に分子鎖に与える影響について検討を行っている。セルロースは結晶部分と非晶部分から構成される物質であるが、NMR スペクトルからは一部の非晶部分の分離が可能であるが、多くの情報は結晶部分のNMR スペクトルに重なって検出される。しかし、NMR スペクトルの緩和時間を測定することにより、非晶部分からの緩和時間を分離、検出することができるようになる。結晶部分は多くの分子間の相互作用により分子の運動性が悪く、一方非晶部分は分子の運動性が結晶部分に比べるとかなり良いと考えられる。こうした現象から、ドーブしたイオンがセルロース分子鎖に与える影響などについて、またイオン種を変えた場合等についての検討を行った。さらに、キチンコロイドを作製し測定したところ、キチンに比べ官能基の運動性が高いという結果が得られた。これは、コロイドの生成過程でキチンは一度溶解するが、その後キチンよりも安定した構造で再結合したためと推測される。

## (3) 金属ドーブした多糖類の構造解析

セルロース誘導体の一つである酢酸セルロースを母体として各種の金属イオンをドーブした場合、セルロース分子鎖中に金属がどのように配置されるか、また分子鎖に与える影響について東北大学の黒川研究室と共同研究を行っている。(2)で行っているのと同様に緩和時間を測定し、その結果の解析を行っている。

## (4) 高分子ゲルの構造解明

高分子が形成する物理ゲルのうち、高温でゲル化する特殊な系についての研究をメチルセルロースをモデルとして行っている。(1)で述べたうちの一部のセルロース誘導体ではこのような現象が生じることが知られているが、現在他の手法によって得られたメチルセルロースの相図中のゲル領域を分断する不明なラインの解明を、本装置を用いて検討中である。



高出力パルス NMR 装置

## 4. 教育活動

- (1) 本装置は主に家政学部家政理学科 I 部物理系の卒業研究に利用されてきた。
- (2) 現在は理学部数物科学科の卒業研究および理学研究科数理物性構造科学専攻の博士課程前期研究に利用されている。

## 5. 本装置を用いて行った研究活動

- ・抗変異原性を示す加熱処理されたキチンの構造上の検討 I
- ・抗変異原性を示す加熱処理されたキチンの構造上の検討 II
- ・コロイド状キチンの構造検討
- ・多糖類の導電機構と分子運動性に及ぼすドーブイオンの影響
- ・Preparation of Refractory Carbide Fibers by Thermal Decomposition of Transition Metal (Ti, Zr, Hf, Nb, Ta) Alkoxide-Cellulose precursor Gel Fibers
- ・固体高分解能  $^{13}\text{C}$ -NMR による多糖類の微細構造の解析

## イオンマイクロアナライザー

運営委員長 物質生物科学科 蟻川 芳子

### 1. 装置名

日立イオンマイクロアナライザー 2A 型  
1987年3月21日  
分析・環境化学研究室 (II)

### 2. 装置の概要

本装置は、数 KeV から数 10KeV のエネルギーの一次イオンを試料表面に照射し、スパッタリングされるイオンの質量分析を行う装置で、二次イオン質量分析 (secondary ion mass spectroscopy, SIMS) 装置と言われる。主に物質の表面状態分析と、スパッタリングの効果により時間とともにエッチングされる結果、深さ方向の分析が可能である。一次イオンとしては  $\text{Ar}^+$ ,  $\text{O}^+$ ,  $\text{O}_2^+$ ,  $\text{O}^-$ ,  $\text{N}_2^-$  および  $\text{Cs}^+$  が用いられている。固体表面科学の研究、新素材の物性研究、産業界では材料の品質管理に欠くことのできない装置となっている。蟻川研究室では、本装置を固体状態での同位体比測定に用いる新しい測定法の開発も行っている。

### 3. 本装置による研究活動

主に同位体比測定は同位体効果が顕著に現れる軽元素

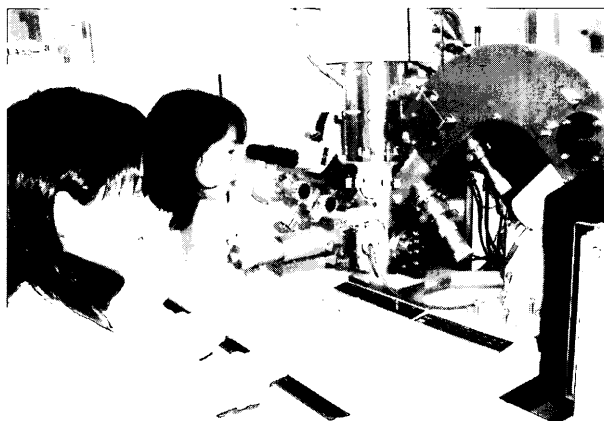
(H, C, O, N, S) と Pb について地球化学的、地質学的見地から岩石・鉱物などの生成過程の研究に、近年では生物圏を含む環境中の物質循環の研究に用いられている。いずれの元素も気体として試料から分離したのち同位体質量分析装置に導くものであるが、同位体比のわずかな違い（国際標準試料の同位体比との千分偏差、 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$  で表わす）を測定するため高い精度を要求される。同位体比測定用気体試料の調製には時間と技術を要すること、一元素一台の装置が常識という限られた測定法を改良する一つの手段として、固体状態でいかなる元素の同位体比測定も一台の装置で行える方法の開発を目指し、二次イオン質量分析法を導入した。すでに論文も発表し、現在硫黄と鉛の環境における動態解析に向けて各種環境試料中の  $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$  および  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  の測定を行い、データを集積している。

#### 4. 本装置による教育活動

理学部物質生物科学科の機器分析実験で、本装置（写真）による「磁気ディスクの表面および深さ方向の元素分析」を、毎年前期に4時間授業を12回実施している。

#### 主な研究発表

- 1) LA-ICP-MS および SIMS による環境鉛の同位体比測定, 日本分析化学会第52年会講演要旨集, 8 (2003).
- 2) LA-ICP-MS および SIMS による環境試料中の鉛同位体比測定, 日本分析化学会第51年会講演要旨集, 222 (2002).
- 3) SIMS および LA-ICP-MS による環境鉛の同位体比測定, 日本化学会第82秋季年会講演要旨集, 232 (2002).
- 4) ICP-MS および SIMS による環境試料中の鉛同位体比測定, 日本化学会第81春季年会講演要旨集, 358 (2002).
- 5) ICP-MS 及び SIMS による環境試料中の鉛同位体比測定, 日本分析化学会第50年会講演要旨集, 115 (2001).



イオンマイクロアナライザー

- 6) 環境試料中の鉛同位体比測定, 日本化学会第80秋季年会講演要旨集, 39 (2001).
- 7) 今泉幸子, 中澤綾子, 蟻川芳子: 二次イオン質量分析による鉛同位体 ( $^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$ ,  $^{208}\text{Pb}$ ) 組成の測定法の開発 (II), 日本女子大学紀要理学部 9, 35-39 (2001).
- 8) 今泉幸子, 蟻川芳子: SIMS による環境試料中の鉛同位体比測定, 第2回分析化学東京シンポジウム講演要旨集, 98 (1998).
- 9) Imaizumi Y and Arikawa Y: Measurement of Lead in Environmental Samples by Means of SIMS, *Proc. Int. Trace Analysis Sympo.* '98, 89-90 (1998).
- 10) 今泉幸子, 中川京子, 蟻川芳子: SIMS による環境鉛の同位体比測定 IV, 日本化学会第74春季年会講演要旨集, 557 (1998).
- 11) 今泉幸子, 蟻川芳子: SIMS による環境試料中の鉛同位体比測定 II, 日本分析化学会第46年会講演要旨集, 229 (1997).
- 12) 今泉幸子, 蟻川芳子: SIMS による環境鉛の同位体比測定 III, 日本化学会第73秋季年会講演要旨集, 222 (1997).
- 13) 今泉幸子, 金垣由美, 蟻川芳子: SIMS による環境鉛の同位体比測定 II, 日本化学会第72春季年会講演要旨集, 521 (1997).
- 14) 今泉幸子, 中澤綾子, 福田美絵, 蟻川芳子: SIMS による環境鉛の同位体比測定, 日本化学会第70春季年会講演要旨集, 449 (1996).
- 15) 今泉幸子, 中澤綾子, 蟻川芳子: SIMS による環境試料中の鉛同位体比測定, 日本分析化学会第44年会講演要旨集, 266 (1995).
- 16) 今泉幸子, 中澤綾子, 蟻川芳子: 二次イオン質量分析による鉛同位体 ( $^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$ ,  $^{208}\text{Pb}$ ) 組成の測定法の開発, 日本女子大学紀要理学部 (1995).
- 17) Arikawa Y and Imaizumi Y: Discrimination of Sulfur Source in Environment by Means of Isotopic Measurement, *J. Jpn. Women's Univ. Fac. Science* 2 35-38 (1994).
- 18) Arikawa Y, Imaizumi Y et al.: The SIMS Measurement of Sulfur Isotopic Composition in Environmental Samples, *Secondary Ion Mass Spectrometry SIMS IX*, 957 (1994).
- 19) Arikawa Y and Imaizumi Y: Studies on the Discrimination of the Source of Sulfur and its Cycle in the Environment by Means of the Isotopic Measurement, *Man-Environment System Research Rep.* GO83-N10R 73-76 (1993).

## X線回折実験関連施設

運営委員長 数物科学科 高橋 雅江

本施設は高輝度形強力X線回折装置を含んだ数種のX線回折装置から構成されており、それぞれの装置の特長を活かして、主として有機物・無機物の構造解析を目的とした教育・研究活動に利用されている。

### 1. 施設の内容

#### (1) 高輝度形強力X線回折装置

装置名 RINT1500  
設置年月 平成4年3月  
設置場所 泉山館1階 X線室I

#### (2) その他

X線微細構造測定装置  
ディフラクトメーター  
マイクロディフラクトゴニオメーター  
ラウエカメラ  
を登録したX線発生装置 (4台)

### 2. 各装置の概要

(1) 本装置は回転対陰極式であるため、X線最大出力18kWという高性能が確保され、これによって従来の封入管形の装置と比較して測定時間が大幅に短縮でき、S/N比も著しく向上した。左右2方向からのX線照射が可能で、現在は一方に小角を、もう一方に広角のシステムを登録し、目的に応じて双方システムの使い分けを行っている。

小角はPSPCリニアカウンタを登録しており、これを用い長時間の積算をすることにより、散乱強度の低い溶液や薄膜等の測定が解析可能である。また光学系をKlatky化したことにより、よりダイレクトビームに近い小角側の情報も得られるようになった。

一方広角はWSによる完全制御によって、X線作業に不慣れな研究者でも容易に測定することが可能である。広角測定用には標準の試料台の他に繊維試料測定用試料台・温度可変装置等のオプションが用意されており、研究の巾を大いに広げている。

本装置によって得られる結果は、高分子の高次構造の決定や、系のマクロな構造の解析の大きな手がかかりとなるもので、他の装置によって得られる結果と共に主に研究活動に利用されている。

(2) その他にあげた装置は、封入管式のためX線出力は(1)と比較すると著しく低いが、微細構造の解析や、配向した試料の測定、単結晶のラウエパターンの撮影等、特殊な実験には有効な装置である。露光時間を十分に確

保することにより、教育・研究活動に利用可能である。

### 3. 本装置による研究活動

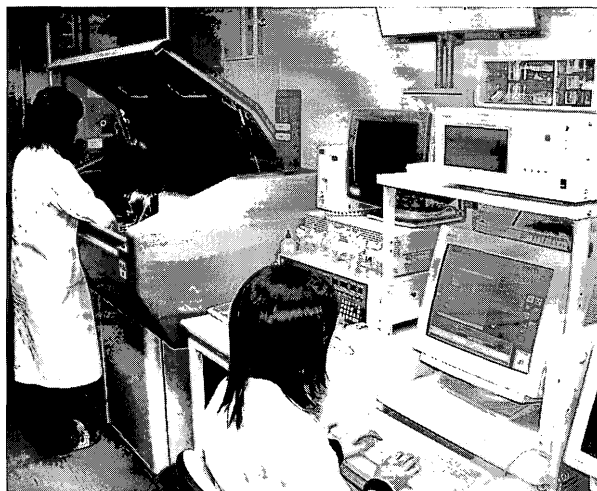
#### (1)

##### ① 多糖類の微細構造の解析

本装置を用いてセルロース等を中心とした多糖類の構造解析を行っている。セルロースは $C_6H_{10}O_5$ という分子式以外の詳細な高次構造については様々な説が提唱されているが、決定には至っていない。こうした高次構造の解明につながる基礎的データを集積中である。セルロースはIからIVまでの4つの結晶系を持っており、それぞれ、出発原料に関わらず作成することができる。しかしコンフォメーションと結晶型の関連から、出発原料のコンフォメーションが主にセルロースの構造転移に関与していることが解明された。こうした多糖類の高次構造が解明されれば、今後応用面を更に拡大することにつながると考え、検討を行っている。

##### ② 高分子ゲルの構造解析

高分子が溶媒に溶解してゲルを形成することは一般的に知られているが、ある種の水溶性セルロースが形成するゲルは低温ではゾル、高温でゲル化するという特殊な性質を持つことはあまり知られていない。一般にゾルからゲルに移行することは溶液中に一樣に分散していた分子が、均一なネットワーク構造を形成したと考えられている。このネットワーク構造を形成している架橋領域の状態についての情報を本装置による測定から検討中である。その結果、現在のところゲル領域では、溶液中に分散したセルロース分子の周りの水和水が温度上昇と共に離脱することにより、セルロースの分子が分子間水素結合を形成し、これによ



高輝度形強力X線回折装置

て形成された微結晶が架橋を形成しているのではないかと考えている。さらに架橋領域の生成の時間変化を追うことにより、ゲルのダイナミクス等に関する情報を蓄積している。

### ③ リオトロピックスメクティック液晶相の構造解析

界面活性剤や脂質等に代表される両親媒性分子は、水溶液中で様々な会合体を形成する。その中で2分子膜と呼ばれる疎水基を内側に取り込んだ形で膜状になった相は、溶媒に対してマクロな1次元方向の周期構造を持つ。現在までに試料としてSDS, C<sub>12</sub>E<sub>5</sub>, DDAB等を用いてこの周期構造を本装置によって測定し、周期の長さや、層状構造の揺らぎの大きさ等についての検討を行っている。これによって、体積分率の変化に伴ってX線のピーク位置が変化する過程や、相転移が生じる状態が認められた。また、DDABに見られる膜間が異なる2分子膜の共存という特殊な構造についての考察を得ることができた。現在、DDAB水溶液にメチルセルロース水溶液を混入することにより、2分子膜と多糖類分子鎖の相互作用について検討を行っている。

この他、リオトロピック液晶とサーモトロピック液晶という2種類の異なる性質を持つ液晶を混合した際に生じる新たな液晶相について、他の装置で得られた情報とともにその存在の確認をしている。

### ④ MgO基板上にスパッタ成膜したYBCO薄膜の結晶状態の確認

スパッタリング装置を用いて作成した高温超伝導薄膜の一種であるYBCO薄膜の結晶状態の評価に本装置を用いている。超伝導性を示すような結晶構造をもつYBCO薄膜が生成されているか否かを同定するため、本装置で測定し、現れたピークの角度についてJCPDSカードを用いた定性分析を行っている。分析後、ピークが期待される位置よりどれだけずれているかを検討し作成した薄膜の組成ずれ等を判断する。また生成すると思われる不純物についてもJCPDSカードと実際に測定したデータを比較し、良好な膜を作成するための生膜条件の検討に役立てている。

(2)

### ① マイクロディフラクトゴニオメータを利用した乾燥ゲルの構造解析

これまでに高輝度形強力X線回折装置を用いて高分子ゲルの構造解析を行ってきた。さらに、このゲルの乾燥過程を光学顕微鏡によって観察したところ、試料板の中心とその周辺では性質が大きく異なることが確認された。この乾燥ゲルの中心部および周辺部の内部構造の情報を得るために本装置を用いて測定を行ったところ、図に示すように中心部と周辺部では性質が

大きく異なることが確認された。これについてその他の装置から得られる情報とともに検討を行っている。

## 4. 教育活動

(1)

- ① 本装置は主に家政学部家政理学科 I 部物理系の卒業研究に利用されてきた。
- ② 現在は理学部数物科学科および理学研究科数理物性構造科学専攻の博士課程前期研究に利用されている。

(2)

- ① 本装置は主に家政学部家政理学科 I 部物理系の卒業研究に利用されてきた。
- ② 現在は主に学生実験に使用している。3年次数物科学科の応用物理学実験でX線回折の実験を行っているが、この実験中に取り扱う試料の状態や実験の目的に合わせて、装置を使用している。これと同じ試料をディフラクトメータで測定し、装置の違いによる結果の相違について、またそれぞれのデータから異なる解析手段で1つの結論を導き出し、結晶についての理解を深めている。学生実験の際にはX線用のポラロイドカメラを用いることにより、測定時間を大幅に改善した。その結果、より精度の高いデータを得ることができ、解析結果から十分な考察を得ることができるようになった。

## 5. 本装置を用いて行った研究活動

- ・多糖類の導電機構と分子運動性に及ぼすドーバイオンの影響
- ・メチルセルロースゲルの構造解析Ⅳ
- ・メチルセルロースゲルの構造解析Ⅴ
- ・熱可逆性ゲルを形成するメチルセルロースの相図の分子量依存性
- ・メチルセルロース水溶液の相分離過程
- ・メチルセルロースゲルの乾燥過程における自己組織化
- ・液晶マイクロエマルジョンの構造と相転移
- ・液晶マイクロエマルジョンにおける新しい相構造の解明に関する研究
- ・リオトロピック液晶と水溶性高分子混合系における相挙動Ⅱ
- ・コロイド状キチンの構造検討
- ・Thermoreversible Gelation and Phase Separation in Aqueous Methyl Cellulose Solutions



## 高分解能 NMR 装置

運営委員長 物質生物科学科 高橋 征三

### 1. 装置名 Bruker AMX-400WB

設置場所 泉山館 3 階 高分子化学研究室

設置年月 1992 年 3 月

### 2. 設置の概要

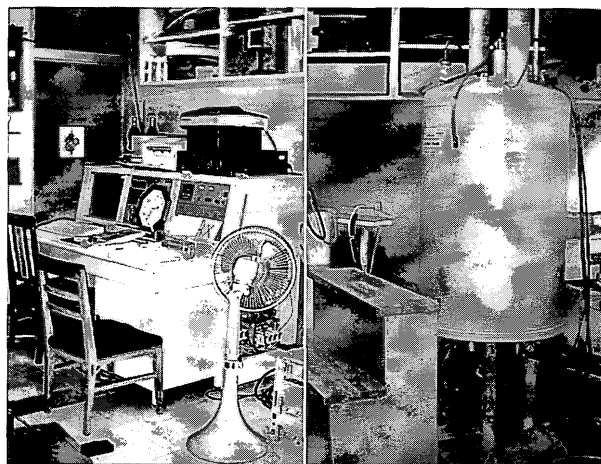
今年度は食物学科と有機合成系が時間を譲り合っている程度うまく運営できた。有機合成関連の使用頻度は昨年度と同程度であった。学生や院生は反応の確認のために各自、毎日 5, 6 本測定する。1 検体あたりの使用時間は短い、多数の試料をランダムな時間帯で測定しすぐに結果を必要とする。しかし生物物理化学研究室（高橋研）の研究プロジェクトの関係で 10 月以降極めて窮屈な状態で、合成研究も含めて全体が NMR の使用状況が律速となってしまった感がある。夜間や週末は長時間連続測定にあてているので全体として NMR の利用状況は 70% 前後であろう。

装置の設計耐用年数を越えたので本格的な故障が頻発している。年度当初に、空気温度コントロール制御のための恒温槽がダウンし新品に交換した。ついで温度制御ユニットを交換した。その直後にプローブに挿入する熱電対が断線するという事故が起こった。本体部分ではトランスミッターやアンプのトラブルや動作不良とか、ケーブルの劣化によるコントロール不良が数回あった。原因が複雑に絡まった故障が多くなり原因追及に時間がかかるようになったため装置の停止時間が去年より増大した。最大の危機は、ヘリウムレベルセンサーがダウンし新品に交換するまでに時間がかかって、ヘリウムが予想以上に蒸発したことに気がつかず quench 寸前であった。2 度とこういう危機は味わいたくない。

今年度特筆すべきことは、老朽化した Bruker の装置の補完のために、Tecmag 社の Apollo システムを購入したことである。Apollo システムは Bruker の装置の半額以下であるが、能力的には Bruker に遜色ない。Tecmag は日本でこそ珍しいが 10 年以上の実績があり購入者の評価も高い。

現在の Bruker システムにない新たな機能としてグラジエントとデジタルロックがある。これらを利用することによって  $^{13}\text{C}$  の測定時間が飛躍的に短縮するだけでなく、3 軸の磁場勾配を使ってマイクロイメージングの測定が原理的に可能になる。さらにデジタルフィルターで軽水溶液の測定において実効感度が向上する。このように Apollo システムには単なる補完を越えた機能が期待される。

Apollo システムを活用するために 10mm のイメージング専用プローブの試作を JS Research 社に依頼した。購入者が社長と親しい関係にあるので、JS Research 社は研究開発の名目で Bruker 社の約 1/10 の値段で請け負った。送付されたプローブの基本性能を調べた結果では、分解能と感度の両面で、高分解能プローブに匹敵する驚異的な結果を得た。Apollo システムが立ち上がり次第、イメージングや測定場所を選択したスペクトルの測定に挑戦する予定である。



### 3. 本装置による研究（または教育）活動

#### 1) DQF-COSY パルスプログラム

標準の DQF スペクトル測定法を改良して、DQF と SQF を 1 回の測定で得る方法を開発している。パルスプログラムがマニュアル通りの動作をしないことが分かった。新たに組んだパルスプログラムによってレシーバの位相制御が不安定になるという現象が発生し他のハードの故障も起こるので、他研究室の迷惑を考え当面中止せざるを得なかった。

#### 2) データ処理プログラム

WS のリース期間が終了し新機種に交換した。これにはほとんど応用プログラムがインストールされていないので、データ管理を中心に使用し、古い WS を別途購入しスペクトル解析用にする予定。新しくケモメトリックス解析プログラム PLS を入手した。これで超多変量解析ができるようになり NMR データ解析に威力を発揮するものと思われる。

#### 3) 有機化合物の合成

反応進行の有無、純度、構造の確認を行った。

#### 4) 天然物化合物の同定

食品分解産物の構造解析を行った。

## 環境生理物性複合解析教育システム

運営委員長 物質生物科学科 蟻川 芳子

### 1. 装置名（設置年月日、設置場所）

環境生理物性複合解析教育システム（1993年3月23日、環境生理物性複合解析実験室、環境光計測室）

### 2. 装置の概要

#### (1) システムの概要

本システムは、それぞれに環境の異なる4台のチャンバーを計測制御する環境計測制御システムと動植物の生育に重要な影響を及ぼす光、熱、ガス、化学物質（食品添加物、薬、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>等）等の諸環境要因を分析制御し、環境情報による生体機能の調節機構を解析する環境要因解析システムから構成されている。従って本システムにより、環境と生理現象、環境汚染の実態の把握、環境分析の方法等を複合的に教育することができる。

#### (2) 構成

環境計測制御システム

動物環境制御システム、高等植物環境制御システム、大気汚染計測環境制御システム、環境制御システム  
環境要因解析システム

紫外可視領域分析システム、赤外領域物性解析システム、光学顕微鏡観測システム、大気汚染計測用ラマン分光観測システム

#### (3) 環境計測制御システムの特徴

○本システムは計測制御装置に32bitCPU、マルチタスクOSを標準装備している。日本語FEP、アイコンメニューとマウスを利用した簡単な操作環境により、複数のアプリケーションソフトの連携が自由自在に実現する。

○日本語MS-DOS/2マルチタスク、マルチウィンドウ機能により各々のチャンバーの環境制御をコンピュータと連動する計測制御装置によって行い、これによって運転中の環境制御のデータと環境計測のデータがリアルタイムにファイリングできる。

○チャンバー内の環境条件は温湿度を固定した定値運転とコンピュータによって徐々に環境条件を変化させるプログラムシミュレーションが可能である。コンピュータによる運転モードの設定はIDコードをインプットするだけで定値運転、プログラム運転、運転中の条件設定の変更が自由に選択でき、運転操作に特別な知識を必要とせず、誰でも簡単に操作できる。万一コンピュータにトラブルが発生してもマニュアル運転に切り換えて実験が可能である。

○大気汚染計測環境制御用チャンバーや動物環境制御

用チャンバーには、チャンバー内の空気が外の環境に影響を与えないように排気に特殊なフィルターを備えている。また、環境制御用チャンバーには、外気取入口にフィルターを設け、チャンバー内のクリーン度をクラス1000に保つ。

○高等植物環境制御用チャンバーは、高等植物の育成に必要な温度、湿度及び照度をシビアにコントロールし、安定して持続するように設計されている。

### 3. 研究活動

動物環境制御用チャンバー

- (1) 発生を制御する細胞膜タンパク質に対するモノクローナル抗体作製のために、マウスを免疫し、一定の環境条件下で免疫反応を誘導するために利用している。
- (2) マウスの嗅覚コミュニケーションと行動との関係についての研究に利用している。

高等植物環境制御用チャンバー

- (1) ヒヤクニチソウの芽生えを育成し、単離葉肉細胞を培養し、葉緑体分裂、細胞多化の研究を行っている。
- (2) 体細胞突然変異誘発実験に用いる、フィッカス・プミラのさし芽繁殖、トルコギキョウ培養体の培養および保水剤実験に利用している。
- (3) 植物の茎の重力屈性に関する研究に用いるサクラの芽生えの育成に利用している。

大気汚染計測環境制御用チャンバー

- (1) 人工大気中で生育した植物硫黄の同位体比測定に利用している。
- (2) 赤外・紫外分光光度計による大気環境汚染物質のモニタリングに利用している。

環境制御用チャンバー

- (1) SBN結晶を用いたホログラフィックメモリの高密度記録の研究に利用している。
- (2) ホログラフィックメモリを用いた光並列相関システムの構築の研究に利用している。

### 4. 教育活動

動物環境制御用チャンバー

- (1) 動物発生学実験：異種赤血球に対するマウスの免疫反応を調べるにあたり、免疫した動物を一定の環境下で飼育、維持するために利用している。
- (2) 動物生理学実験：マウス生殖腺系と行動の性差について調べるために利用している。

高等植物環境制御用チャンバー

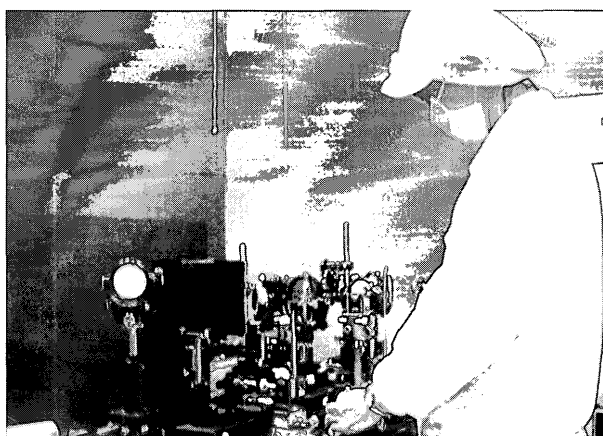
- (1) 生化学実験：生体からのタンパク質およびRNAの抽出を行うために、エンドウの種子を無菌的に育



大気汚染計測環境制御用チャンバー  
(赤外分光光度計による微量環境物質の検出)



高等植物環境制御用チャンバー  
(卒業研究のためのバラの生育)



環境制御用チャンバー  
(フォトリラクティブ結晶による光多重記録環境に関する研究)

成するのに利用している。

- (2) 生物学概論実験：茎頂培養個体ヒメナデシコの育成に用いている。

- (3) 植物生理学実験：実験材料であるエンドウ、イネ、トウモロコシを一定環境下で育成するのに利用している。

#### 大気汚染計測環境制御用チャンバー

- (1) 環境分析実験：環境試料中の微量成分の検出・定量に利用している。
- (2) 機器分析実験：環境試料中の微量成分の検出・定量に利用している。

#### 環境制御用チャンバー

- (1) 目白祭：液晶空間光変調器を用いた実時間ホログラフィの実験に利用している。
- (2) 応用物理学実験：半導体レーザを用いて回折光学素子の結像特性の評価に利用している。

### 組織化学、免疫生化学分析装置

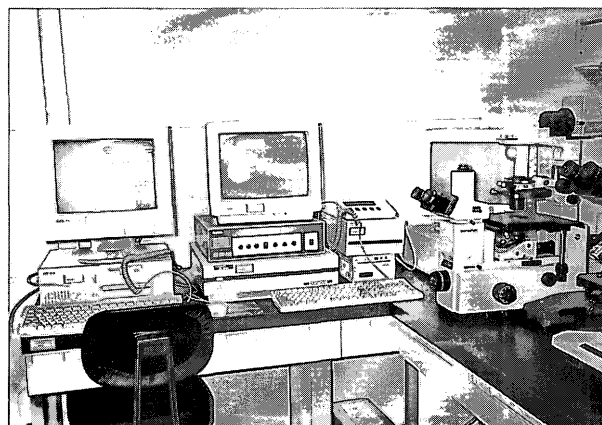
運営委員長 物質生物科学科 永田 三郎

#### 1. 装置の概要

本装置は、1993年度文部省私立大学研究設備整備費等補助金により設置されたものであり、構成は以下のとおりである。

オートパイブラトーム PL2000：主として生の、あるいは固定した生物組織を、数十ミクロンから数百ミクロンの切片にスライスする装置である。得られた切片を用いて神経活動の電氣的記録など生体のミクロな機能を解析したり、生体成分の組織化学あるいは免疫細胞化学的方法による検出等に用いられる。

ライカユングクライオカット3000IV：液体窒素中で急速凍結した組織試料を切片にするための凍結ミクロトーム。得られた試料切片は、組織化学あるいは免疫細胞化学的方法により、成体物質のミクロな分布を調



本装置の構成機器であるオリンパス顕微測光と解析装置  
オリンパス画像解析装置 XL-500-SP

べるために使われる。

オリンパス顕微測光解析装置：顕微鏡の光学系に蛍光測光装置を組み込んだものであり、細胞内  $\text{Ca}^{2+}$  イオン濃度の経時変化を  $\text{Ca}^{2+}$  依存性化学発光インディケーターを用いて測定することを主な使用目的とする。顕微鏡としては蛍光観察用光学系、ノマルスキー微分干渉光学系、位相差光学系などによる観察が可能であり、自動写真撮影装置を備える。

オリンパス画像解析装置 XL-500-SP：顕微鏡像をモニターに再現し、いくつかのパラメーターについてリアルタイムに解析することができる。

## 2. 本装置による研究活動

クライオカットは、食学科と物質生物科学科の研究者により頻繁に利用されている。使用目的は、免疫細胞化学に用いる動物組織の凍結切片の作成である。本装置の主要な構成機器である顕微測光解析装置は、画像解析装置と接続されて主に蛍光顕微鏡、光学顕微鏡として教育ならびに研究用に利用されている。この器機の当初の利用目的は、蛍光  $\text{Ca}^{2+}$  インディケーターを用いた顕微測光による細胞内  $\text{Ca}^{2+}$  濃度測定であったが、この目的では殆ど用いられていない。

[本装置を用いて行われている主な研究テーマ]

1. 物生学科、行動生物学研究室（宮本）：鳥類の脳の免疫組織化学
2. 物生学科、植物生理学研究室（中村）：シダレヤナギのジベレリン処理枝における組織学的研究
3. 物生学科、発生生物学研究室（永田）：神経系の形態形成に関与する細胞接着分子の免疫細胞化学
4. 物生学科、（今市）：幼期溪流沿い植物の狭葉の解剖的研究
5. 食学科、生物化学研究室（グエン）：食品成分と老化との関係
6. 食学科、臨床栄養学研究室（佐藤）：自己免疫疾患の栄養学的制御に関する病理組織学

## 3. 本装置を用いた教育活動

上記研究活動との関連で、各研究室に所属する卒業研究生による利用にほぼ限られ、授業等での利用はない。

## 4. 本装置を用いて行った研究の成果

1. Nagata, S., Nakanishi, M., Nanba, R. and Fujita, N.: 2003. Developmental expression of XEEL, a novel molecule of the *Xenopus* oocyte cortical granule lectin family Dev. Genes Evol., 213: 368-370.
2. Nagata, S., Yamada, Y., Saito, R. and Fujita, N.: 2003. Overexpression of receptor-type protein tyrosine

phosphatase  $\beta$  causes abnormal development of the cranial nerve in *Xenopus* embryos. Neurosci. Lett., 349: 175-178.

3. Mito, N., Kitada, C., Hosoda, T. and Sato, K.: 2003. Effect of diet-induced obesity on OVA specific immune response in murine asthma model. Metabolism, 51: 1241-1246.

## 生体物質遠心分離装置

運営委員長 物質生物科学科 金子 堯子

### 1. 装置名：生体物質遠心分離装置

設置場所：八十年館 A 棟地下遠心機室

設置年月：平成 7 年 3 月

### 2. 本装置の概要

本装置は、平成 6 年度文部省私立大学研究設備整備費等補助金により設置され、八十年館 A 棟地下遠心機室に配備されている。本装置の設置目的は、生命科学の研究を進めるために、研究対象である様々な生体物質を生体から分離し、解析が速やかに行えるようにすることである。

本装置の構成は、下記のとおりである（図 1）。

- 1) 微小粒子分離装置 CP90  $\alpha$ （日立工機株）
- 2) 少量微小粒子分離装置 CS120EX（日立工機株）
- 3) 精密分離処理装置 CF15D（日立工機株）
- 4) 分離分画確認装置 MTP-32（コロナ電気株）



図 1 生体物質遠心分離装置

### 3. 本年度の使用状況

設置後 9 年目を迎えて、学生実験などの教育活動および研究活動の面で使用頻度がますます高くなる傾向が著しい。それにともない、ローターの補強および遠心機本

体の修理点検も行なわれ順調に稼動している。学生実験の場合、一度に学生が数名入ると満室になってしまうため、実験台のスペースがほしいとの声が毎年出ている状況である。また、近年生体物質の研究手法の急激な変化により、再び中規模的な処理能力が要求されるようになってきた。したがって、現有の精密分離処理装置ではこなしきれず、そのため精密分離処理装置の能力拡大が今後の課題になってきた。

#### 4. 本年度の研究および教育活動

A) 研究活動上、本装置を使用された家政学部食物学科および理学部物質生物科学科の教員および大学院博士課程前期および後期の大学院生の研究課題は次のとおりであった。

- ① 食品成分と老化・ガンとの関連性について（食物学科 グュエン・ヴァン・チュエン教授）
- ② 栄養と免疫に関する研究（食物学科 佐藤和人教授）
- ③ リポタンパク質代謝に関する研究（食物学科 丸山千壽子助教授）
- ④ 骨代謝に関する研究（食物学科 五関正江助教授）
- ⑤ 植物酵素タンパク質の生化学的、分子生物学的研究（物質生物科学科 金子堯子教授）
- ⑥ 植物酵素タンパク質の分子生物学的研究（物質生物科学科 小川京子助手）
- ⑦ 酵母の系統分類学に関する研究（物質生物科学科 山田陽子助手）
- ⑧ 裸子植物の花粉に関する研究（物質生物科学科 山田陽子助手）

B) 教育活動上、本装置を使用された家政学部食物学科、理学部物質生物科学科、家政学研究科および理学研究科の授業科目は、次の通りであった。

- ① 家政学部食物学科および家政学研究科  
生化学実験、卒業論文、修士論文

#### ② 理学部物質生物科学科および理学研究科

細胞生物学実験：DNA ポリメラーゼβの精製、酵母の細胞骨格に関する実験

遺伝学実験：ラムダファージの分子生物学

動物生理学実験：アフリカツメガエル胚における遺伝子転写

生物学概論実験：タンパク質の取り扱いの実験

生化学実験：タンパク質およびDNAの取り扱いの実験

卒業研究、前期・後期課程特別研究

### 物性構造解析システム

運営委員長 数物科学科 小舘香椎子

#### 1. 施設・設備名

物性構造解析システム

#### 2. 設置年月日、設置場所

1996年3月12日、80年館A棟地階

物性構造解析システム室

#### 3. 施設・設備の概要

本システムは、走査型プローブ顕微鏡（SPM）コントロールステーション、大型サンプルSPM観測システム、生体試料観察用システム、電気化学走査型トンネル顕微鏡（STM）／走査型原子間力顕微鏡（AFM）システムから構成されている。X線解析、電子顕微鏡、光学顕微鏡など従来の構造解析装置に比べて、はるかに広範な対象に適用できる特徴を持っている。大型サンプルSPM観測システム、生体試料観察用システム、電気化学STM／AFMシステムという3種の測定システムを選択することにより、物性物理・化学及び生物学分野における有機物質、生体物質、ラテックス、微粒子膜、木材、液晶などの高分子物質の表面構造、微細構造の実寸化像観察、粒径分布の定量的計測と解析、半導体液晶や薄膜の原子スケール構造での配列、さらに真空装置を用いた薄膜作成プロセス実験によって得られる金属薄膜構造や厚み計測、光学実験で作製するフォトレジスト位相格子のライン巾及び断面形状解析、電気化学実験での反応電極表面の“実時間”観察など本学理学部、家政学部で行われている多くの物理学、化学、生物学、食物学、被服学の実験に関係した対象の解析をきわめて有効に行うことができる。通常は、大気中で非破壊的な測定を行うが、電解液などでの溶液中での測定も可能である。これらの測定シ

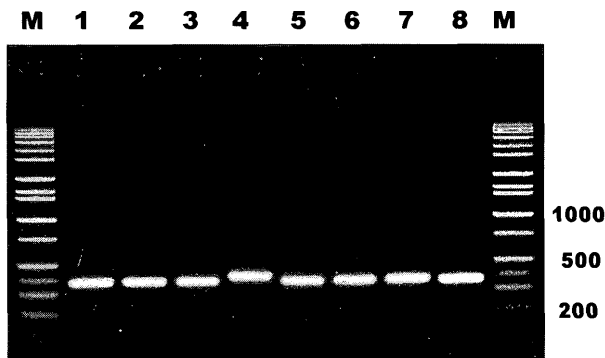
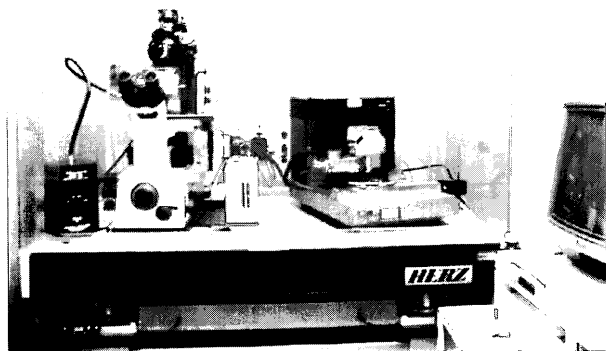
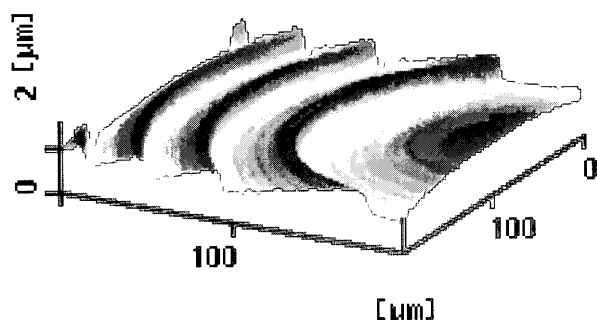


図2 本装置を使用して精製された酵母 *Malassezia* 属ミトコンドリアリボソームサブユニットRNA遺伝子のPCR産物のアガロースゲル電気泳動像



走査型プローブ顕微鏡  
(生体試料観察用システム、大型サンプルSPM観測システム)



マルチレベルバイナリゾーンプレートの断面形状  
(小館研究室提供)

システムを支援するのが、SPM コントロールステーションであり、走査型プローブ顕微鏡のコントロールおよび測定したデータの画像処理を行う。試料の構造を2次元、3次元表示することにより、多種類の物質のミクロな構造について明確なイメージを表示することが可能である。

また、本システムは、光回折による解像限界を越える点で光学顕微鏡より優れ、また試料に対する損傷効果のない点で、電子顕微鏡に優れた特徴を持つとともに、走査型プローブを用いることにより、前処理なしに大気中あるいは液中で最大8インチに及ぶ広い範囲のサイズの試料がその場観察可能であるなど、きわめて優れた特徴を持っている。そして、試料上の複数の場所を容易に自動操縦できること、測定データのばらつきが少ないこと、操作手順が簡単容易であることなど教育用装置として優れた特徴を備えている。さらに、高い分解能での画像をコンピュータ処理し、高度の微細構造解析を行う機能も備えている。

#### 4. 研究・教育活動

半導体のサブミクロン微細加工素子構造の観察・測定、

光学実験で作製・使用する微細光学系、フォトレジスト位相格子の構造解析、顔画像認識システムやアレイイルミネーターなどで用いられる各種のバイナリー光学素子の評価、有機分子膜の分子配列解析、コロイド粒子膜の配列構造評価、液晶・高分子の高次構造解析、生体組織・細胞の観察、電気化学実験での反応電極表面の実時間観測、繊維・木材・食品など生活科学に関係する分子レベル構造の観察と解析などの研究・教育に利用されている。装置を操作する講習会に参加し、教育活動に取り組む教員も増えている。

### 短時間波長可変パルスレーザー発生増幅システム (レーザー分光システム)

運営委員長 物質生物科学科 小尾 欣一

#### 1. 装置名 (設置年月日、設置場所)

短時間波長可変光パルスレーザー発生増幅システム  
(1996年3月30日、泉山館3階レーザー分光実験室)

#### 2. 装置の概要

##### (1) 概要

本システムは、赤外から可視紫外、さらに短い波長の真空紫外にわたる広い範囲のレーザー光を発生させるためのレーザー装置群である。すなわち、真空紫外コヒーレント光発生のための2台の色素レーザー、可視紫外光を発生する色素レーザー、および赤外コヒーレント光発生のための光パラメトリック発振器から成る。これらコヒーレント光を用いてレーザー誘起蛍光分光、共鳴多光子イオン化分光、赤外-紫外二重共鳴分光、レーザーフラッシュ分光などの特徴ある分光法を分子および分子集合体に適用し、その構造・反応について分子レベルの研究を推進する。

##### (2) 構成

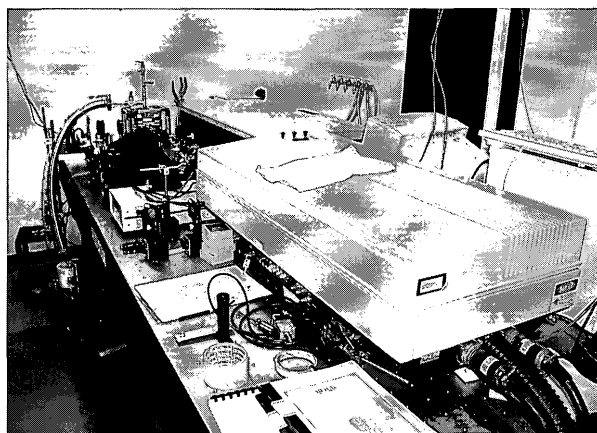
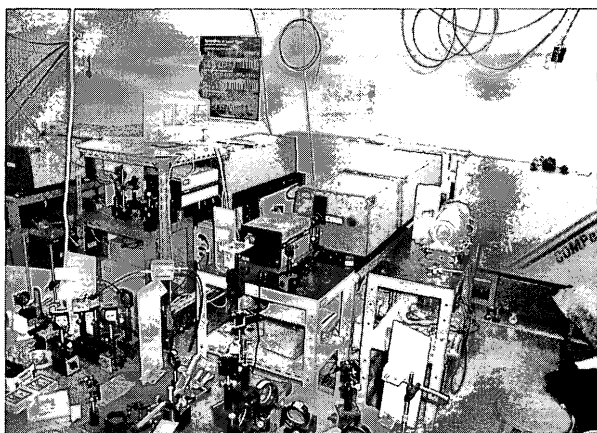
##### 1) Nd:YAG レーザー励起光パラメトリック発振器

(米国コンティニウム社 PL 8000 + MIRAGE 3000)  
波長領域 1.45~4.5  $\mu\text{m}$ ; パルス幅 4~6 ns; エネルギー 10 mJ at 2.0  $\mu\text{m}$ ; 分解能  $\leq 0.13 \text{ cm}^{-1}$ ; 繰り返し 10 Hz.

##### 2) Nd:YAG レーザー励起色素レーザー (米国コンティニウム社 Surelite III-10 + 独国ラムダフィジックス社 SCANmate 2 EY)

波長領域 基本波 800~400 nm, 第2高調波 400~210 nm; パルス幅 ~ 5 ns; エネルギー約 10 mJ; 分解能  $\leq 0.13 \text{ cm}^{-1}$ ; 繰り返し 10 Hz.

##### 3) エキシマー励起色素レーザー (独国ラムダフィジッ



色素レーザー群と種々の分光装置

クス社 COMPex 201+SCANmate 2 EX 2 台) 2 光子共鳴 4 波混合による可同調真空紫外コヒーレント光の発生。波長領域 200~120nm; パルス幅~5 ns; エネルギー約 10  $\mu$ J; 分解能 $\leq 0.5\text{cm}^{-1}$ ; 繰り返し 10Hz.

なお、超音速ジェット装置、四重極質量分析計、フラッシュ分光器、信号処理システム、精密波長計、オートトラッカーなどの付帯設備が科学研究費補助金(一般研究 B, 重点領域研究, 基盤研究 C, 奨励研究など)によって設置され、レーザーと組み合わせて、いろいろな分光計測を可能にしている。

### 3. 本装置による研究活動

#### (1) 光化学反応追跡システム

レーザーフラッシュ分光システムにより、レーザー光により発生したラジカルの過度吸収スペクトル測定を行い、その反応を追跡している。現在、ベンゾフェノンケチルラジカルの発生とその反応性の研究を行っている。ベンゾフェノンケチルラジカルは脂肪族アミン類と錯体を形成するが、錯体形成により反応速度が著しく減少し、第3級アミンとの錯体では反応速度定数が2~3分の1に減少することが明らかとなった。

#### (2) フーリエ変換分光システム

可視・紫外領域フーリエ変換分光システムの試作が終了し、これをレーザーシステムと組み合わせることにより遷移金属を含む化合物の反応性の研究を進めるべく準備を進めている。

#### (3) 共鳴多光子イオン化分光

分子線中の孤立分子に紫外レーザー光を照射し、第一電子励起状態の特定の量子状態へ励起し、さらにこの状態を経由して第2のレーザー光の照射によって、分子イオンを生成する。特定の質量数のイオンは四重極質量分析計で検出される。第一のレーザー光の波長走査によっていろいろな第一励起準位のスペクトル測定が可能であ

る。この共鳴多光子イオン化分光装置によって、水素原子の検出に応用された。励起アセチレンからの解離反応で生成する水素原子を検出し、どの励起準位が反応に寄与するかを研究している。

#### (4) 赤外-紫外二重共鳴分光

光パラメトリック発振による赤外レーザー光を分子気体に照射し、振動励起状態からの光励起の実験を開始した。振動励起状態は、基底状態と対称性を異にする。この研究では、従来一光子励起で到達できなかった量子状態を実現し、その反応性における対称性の影響を通じて、励起振電状態のダイナミクスがどう影響されるかを研究している。

### 4. 研究業績 (2003年度)

- 1) H. Murai, S. Yamauchi, A. Kawai, K. Obi and N. Hirota: "Development of Magnetic-Resonance-Related Spin Chemistry in Japan" Appl Magn. Reson., **23**, 249-267 (2003).
- 2) T. Matsui, A.S-C. Cheung, K.W-S. Leung, K. Yoshino, W.H. Parkinson, A.P. Thorne, J.E. Murray, K. Ito and T. Imajo: "High resolution absorption cross-section measurements of the Schumann-Runge bands of O<sub>2</sub> by VUV Fourier transform spectroscopy" J. Mol. Spectrosc., **219**, 45-57 (2003).
- 3) A.S-C. Cheung, A.L. Wong, D.H-Y. Lo, K.W-S. Leung, K. Yoshino, A.P. Thorne, J.E. Murray, T. Imajo, K. Ito, and T. Matsui: "Application of a VUV Fourier transform spectrometer and synchrotron radiation source to measurements of VI. The  $\epsilon$  (0, 0) band of NO" J. Chem. Phys., **119**, 8373-8378 (2003).

## 生体マイクロ機構総合教育システム

運営委員長 物質生物科学科 今市 涼子

平成9年度に設置され、10年度から本格的運用に入った教育研究施設である。高級システム生物顕微鏡（オリンパス BM50）41台（すべて微分干渉装置つきで、うち半数には落射蛍光装置が付いている）にビデオカメラを接続し、モニター上で個々に観察できるとともに、オンライン化することによって教卓で任意の映像をモニターしながら適切な個別指導ができ、また任意の映像を全員のモニター画面に出して全体指導ができるシステムになっている。微分干渉装置を用いることによって、生細胞の構造を高いコントラストで詳細に観察・追跡することが可能となり、また蛍光装置によって細胞の自家蛍光（葉緑体など）による観察や、蛍光染色による細胞内特定物質（核酸、アクチン等）の局在や消長を追うことが可能となった。

さらに、ビデオマイクロメーター（オリンパス VM30）とビデオプリンター（ソニー UP2900MD）が顕微鏡2台につき1台ずつ配置されていて、標本の長さ、面積、数等を簡便に測定できるとともに、画像を記録として保存できるようになっている。精密な写真記録のためには顕微鏡写真撮影装置（オリンパス PM30）が5台用意されている。

この他に共焦点レーザー顕微鏡1台もラインに接続し



高級システム顕微鏡とモニター、プリンター等のセット



実験室

ていて、標本の立体的映像を必要に応じて提供することもできる。また、顕微鏡下でのよりマクロな実験操作のためには、実体顕微鏡（ライカ MS5）21台が用いられている。

これらの機器を有機的に連結した本システムにより、実験課題の幅や密度を一挙に現代化することができ、教育効果と指導効率は飛躍的に高度化された。10年度から始まったばかりの利用であるが、すでに下記のように多くの学生実験に活用されている。本システムのような高レベルの機器を学生実験に用いている大学は殆ど例がなく、その意味で全国的に誇ることのできる教育施設であるといえよう。

平成15年度の本施設による教育活動および研究活動

以下に示すように、微分干渉装置付き生物顕微鏡ならびに落射蛍光装置付き生物顕微鏡は様々な授業に、また共焦点レーザー顕微鏡は主に卒業研究、大学院研究に使われている。

理学部（物質生物科学科、数物科学科）

生物学概論実験Ⅰ（1年次前期）

生物学概論実験Ⅱ（1年次後期）

理学部（物質生物科学科）

細胞生物学実験（2年次通年）

環境生物学実験Ⅰ（2年次前期）

環境生物学実験Ⅱ（2年次後期）

遺伝学実験（3年次前期）

植物生理学実験（3年次前期）

動物生理学実験（3年次後期）

超微構造学実験（3年次後期）

卒業研究（随時）

大学院研究（随時）

家政学部（食物学科）

解剖学実験（1年次後期）

通信教育・スクーリング科目 生物学2



卒業研究 (随時)  
大学院研究 (随時)  
オープンリサーチセンター公開科学教室  
(豊明幼稚園, 豊明小学校 5 年生)

## 環境生理活性物質分析システム

運営委員長 物質生物科学科 中村 輝子

### 1. 装置名

環境生理活性物質分析システム (島津製作所)  
1998年 3 月  
植物生理学研究室

### 2. 装置の概要

#### (1) 生理活性物質分離成分分析部

LC-10A SSF システム

・ 試料前処理部

超低温槽 (ULT-1386)

小型遠心機 (GS-6)

マイクロプレートリーダー (MRX)

・ HPLC 部

#### (2) 生理活性物質質量分析部

QP-5050S (GC/MS)

### 3. 本装置による研究活動および教育活動

当装置は、比較的低分子の環境生理活性物質の分離精製分析に必須の装置である。

本学における、植物の環境刺激伝達物質、動物のコミュニケーション物質、樹木・草本植物・菌類から放出される香気成分および食品・服飾繊維などに含まれる諸環境生理活性物質の地球環境における動態に関する、諸分野の研究推進等のために整えられたものである。この装置は、カドラポール使用により保守点検が容易かつその費用が廉価であり、装置がコンパクトで、研究室内に容易に設置できる等の利点がある。

当装置を活用して、植物ホルモンや環境物質、例えば、オーキシン、ジベレリン、アブシシン酸およびエチレンなどの分析を行い、植物の生活環を制御する諸成長調節物質の作用機作を明らかにするなど、既に教育研究の成果があげられている。

今後も、この装置を活用した理学部および大学院理学研究科のみならず、家政学部および家政学研究科、人間生活学研究科等を含めた諸分野における環境生理活性物質に関する教育研究の充実発展が期待できる。



### 4. 本装置を用いて行った研究発表論文等

- ・ 中川由里子, 丹羽美乃理, 橘和丘陽, 中村輝子「疑似微小重力下におけるサクラ芽生えの内生ホルモンの分布」日本植物学会第62回大会研究発表記録, 141, 1998
- ・ 丹羽美乃理, 中村輝子「疑似微小重力下におけるアラスカエンドウの成長および内生ホルモンの分布」植物化学調節学会第33回大会研究発表記録集, 23-24, 1998
- ・ 丹羽美乃理, 中川由里子, 佐藤達郎, 野村崇人, 横田孝雄, 中村輝子「立性およびしだれ性のサクラの枝におけるブラシノステロイドの同定」植物化学調節学会第34回大会研究発表記録集, 103-104, 1999
- ・ M. Tsushima, M. Niwa, Y. Nakagawa, T. Nomura, T. Sato, T. Yokota and T. Nakamura「Action and occurrence of brassinosteroids and gibberellins in weeping and upright types of *Prunus* tree branches」The 12th Naito Conference on Bioactive Natural Products and Their Modes of Action [II]: Regulation of Plant Life Cycle at Molecular Level., 1999
- ・ 丹羽美乃理, 長尾明子, 中村輝子「疑似微小重力環境下における黄化アラスカエンドウの成長方向と植物ホルモン」日本植物生理学会2000年度年会および第40回シンポジウム講演要旨集, 143, 2000
- ・ 丹羽美乃理, 佐藤麻美, 土屋瑞穂, 諫山奈央子, 信太優子, 中村輝子「ヤマザクラ種子発芽過程における内生アブシシン酸の動態」植物化学調節学会第35回記念大会研究発表記録集, 93-94, 2000
- ・ M. Niwa, Y. Nakagawa, M. Tsushima, T. Sato, T. Nomura, T. Yokota and T. Nakamura「Analysis of brassinosteroids in the shoots of Japanese cherry trees」17th International Conference on Plant Growth Substances, 2001
- ・ 丹羽美乃理, 中村輝子「ヤマザクラの種子発芽における内果皮中のアブシシン酸含量変化」櫻の科学 8, 2-5, 2001

- ・ Nakagawa Y., Kobayashi M., Sakurai A., Yokoyama T., Kitsuwa T., Nakamura T. 「Distribution of gibberellin A<sub>1</sub>, indole-3-acetic acid and abscisic acid in weeping and upright types of Japanese cherry, *Prunus spachiana*.」 J. Jpn. Women's Univ. Fac. Sci. Vol.10 89-92, 2002.
- ・ 津島美穂, 菅野真実, 増田芳雄, 中村輝子 「ホテイアオイ花茎の成長運動」 宇宙生物科学, Vol.16, 177-178, 2002.

## 表面微細構造加工解析システム

運営委員長 数物科学科 小館香椎子

### 1. 施設・設備名

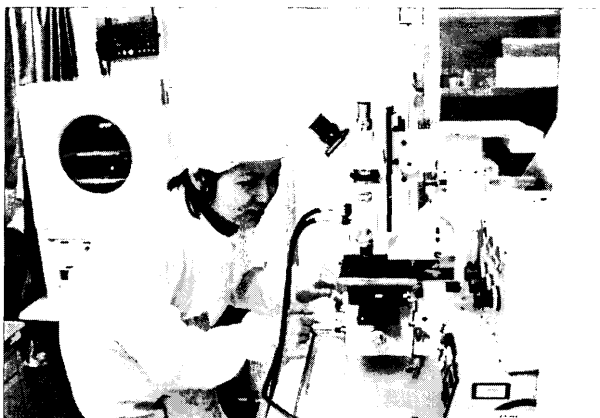
表面微細構造加工解析システム

### 2. 設置年月日

1999年3月10日, 泉山館1階 黒沢研究室, 泉山館地階 表面微細構造加工解析システム室

### 3. 装置の概要

表面微細構造加工解析システムは光機能素子をはじめ超伝導素子など電子デバイスの試作, 生体組織・細胞の観察用成膜, 複合膜の作製, 木材・パルプなどの高分子物質および微小な無機物質などのサブミクロン表面構造の作製を成膜装置部での薄膜形成とマスクアライナーによるパターニング, エッチング装置部でのドライエッチングプロセスにより行うための極めて有効な装置である。スパッタリング装置 L-332S-FHS, マスクアライナー装置 MJB3, エッチング装置 L-310RES より構成されている。

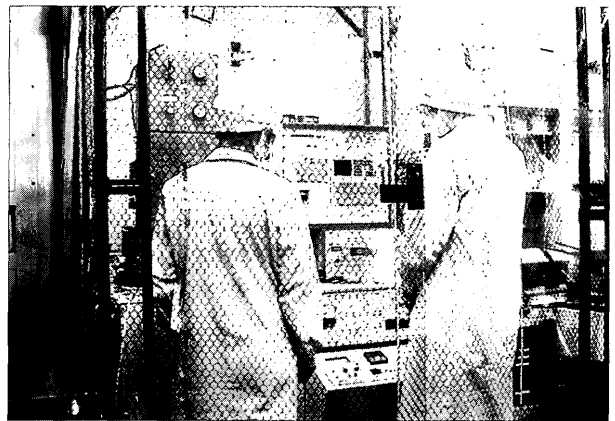


マスクアライナー装置

さらに高分解能レンズと CCD カメラを組み合わせた光学的な観測による画像情報を利用して, 微細な試料の表面形状の計測, 成膜の厚み, 屈折率変化などの物理量の2次元, 3次元の空間分布を検出し, 画像・信号処理し, 解析する機能を備えている。

### 4. 研究・教育活動

フォトリソグラフィ用光デバイスや回折光学素子の作製, 半導体超伝導デバイス作製のための成膜などの研究に利用されている他に, 数物科学科3年次学生実験で光学素子を作製し, リソグラフィ技術を用いた微細加工についての実体験をさせている。



卒業研究「極低温におけるデバイス物理の研究」でクリーン度10,000のクリーンブース内に設置されたスパッタ装置を使用

## ICP 発光・質量・原子吸光システム

運営委員長 物質生物科学科 蟻川 芳子

### 1. 装置名: 日立 ICP 発光分析装置 P-4010 形

Agilent 4500 ICP 質量分析装置

日立偏光ゼーマン原子吸光光度計 Z-5010

設置年月: 2000年3月15日

設置場所: 化学第4実験室, 分析・環境化学研究室 (II)

### 2. 装置の概要

本システムは, ICP 発光分析装置, ICP 質量分析装置及び原子吸光光度計より構成されている。ICP 発光分析 (inductively coupled plasma atomic emission spectrometry, ICP-AES) 装置は, 高温のアルゴンプラズマを発光励起源とし, 多元素の同時定性分析・定量分析が行える。ICP 質量分析 (inductively coupled plasma mass spectrometry,

ICP-MS) 装置は、アルゴンプラズマをイオン源として利用し、イオン化された元素を分析する装置であり、多元素の定性・定量分析及び同位体分析が可能である。当システムでは、本装置にレーザーアブレーション (laser ablation, LA) 装置を接続した。LA 法は固体試料にレーザー光を照射し気化した試料微粒子を直接 ICP-MS に導入するものである。また原子吸光度計 (atomic absorption spectrometer) は、試料溶液中の目的元素を原子化し、生成する原子蒸気による光の吸収を測定し定量を行う装置である。ppb レベルの試料や少量の試料の測定を行うため、グラファイト炉による原子化も可能である。

### 3. 本装置による教育・研究活動

近年は諸分野における研究に、微量量の物質の検出・定量が要求されることが多く、非分析化学研究者が高感度分析機器を使用する機会が増えている。将来、研究・技術職につく機会を持つ学生には、諸種の分析機器の原理と測定を習得させる必要から、本教育装置を導入した。物質生物科学科の機器分析実験では、水試料中ナノグラムオーダーの元素分析をテーマに実習を行っている。また、卒業研究では、環境試料中の微量有害元素の分析法の開発において、検出段階でこれらの装置を利用している。ICP-質量分析では、レーザーアブレーションにより固体を微粒子として、プラズマ中に直接導入できるため、固体試料中の鉛同位体比測定に用いている。グラファイト炉原子吸光分析は、 $\mu\text{l}$  試料量の高感度分析が可能であることから、試料濃縮後の微量定量に適しており、環境試料のテルルの定量を検討している。

### 4. 主な研究発表

- 1) 今泉幸子, 竹田理恵, 梅真由美, 蟻川芳子: LA/ICP-MS および SIMS による環境鉛の同位体比測定, 日本分析化学会第52年会講演要旨集, 8 (2003).



ICP 発光・質量・原子吸光システム

- 2) 藤田圭子, 竹田久美子, 今泉幸子, 蟻川芳子: マイクロ波分解/ICP-MS による石炭試料中の希土類元素の定量, 日本分析化学会第52年会講演要旨集, 360 (2003).
- 3) 秋山和子, 今泉幸子, 蟻川芳子: ICP-MS による石炭試料中微量元素の同時定量, 日本分析化学会第52年会講演要旨集, 360 (2003).
- 4) 秋山和子, 藤田圭子, 今泉幸子, 蟻川芳子: 石炭試料中の微量金属元素の定量, 日本化学会第83春季年会講演要旨集, 545 (2003).
- 5) 竹田久美子, 藤田圭子, 今泉幸子, 蟻川芳子: 石炭中のストロンチウム・カルシウム比, 日本化学会第83春季年会講演要旨集, 543 (2003).
- 6) 藤田圭子, 今泉幸子, 蟻川芳子: 石炭中の希土類元素の存在度, 日本化学会第83春季年会講演要旨集, 543 (2003).
- 7) Kazuko Akiyama, Yukiko Imaizumi, Yoshiko Ari-kawa: Studies on the simultaneous determination of multi-elements in coal samples by ICP-MS, Proceedings of The 4th Japan-Korea Joint Forum of EWU, OU, and JWU on Education and Research in Science for Women, 89-90 (2003).
- 8) 藤田圭子, 秋山和子, 今泉幸子, 蟻川芳子: ICP-MS による環境試料中の多元素同時分析における問題点, 日本分析化学会第51年会講演要旨集, 312 (2002).
- 9) 今泉幸子, 蟻川芳子: LA-ICP-MS および SIMS による環境試料中の鉛同位体比測定, 日本分析化学会第51年会講演要旨集, 222 (2002).
- 10) 藤田圭子, 秋山和子, 今泉幸子, 蟻川芳子: 石炭中の有害元素含有量, 日本化学会第82秋季年会講演要旨集, 227 (2002).
- 11) 今泉幸子, 蟻川芳子: SIMS および LA-ICP-MS による環境鉛の同位体比測定, 日本化学会第82秋季年会講演要旨集, 232 (2002).
- 12) 藤田圭子, 秋山和子, 今泉幸子, 蟻川芳子: 環境試料中の微量元素の定量, 第6回分析化学東京シンポジウム 2002 機器分析東京討論会講演要旨集, 196 (2002).
- 13) 藤田圭子, 今泉幸子, 蟻川芳子: ICP-MS・ICP-AES による石炭・石油中の多元素同時定量, 日本化学会第81春季年会講演要旨集, 641 (2002).
- 14) 今泉幸子, 蟻川芳子: SIMS および LA/ICP-MS による環境試料中の鉛同位体比測定, 日本化学会第81春季年会講演要旨集, 358 (2002).
- 15) 今泉幸子, 蟻川芳子: ICP-MS 及び SIMS による環境試料中の鉛同位体比測定, 日本分析化学会第50年会講演要旨集, 115 (2001).
- 16) 今泉幸子, 蟻川芳子: 環境試料中の鉛同位体比測定, 日本化学会第80秋季年会講演要旨集, 39 (2001).

- 17) 藤田圭子, 伊崎公子, 今泉幸子, 蟻川芳子: 化石燃料と浮遊粒子状物質の有害元素含有量, 日本化学会第79春季年会講演要旨集, (2001).

## 理学教育情報システム

運営委員長 数物科学科 上川井良太郎

### 1. 装置名: 理学教育情報システム

設置年月: 2003年10月

設置場所: 物理情報演習室, 数学コンピュータ室  
1, 2, 理学部各研究室

### 2. 装置の概要

本システムは, 教育・研究の高度化を目的として, 2003年度の「私立大学等経常費補助金(高度情報化推進特別経費)」により導入し, 2003年度後期から運用を始めているものです。

物理情報演習室(100年館4階)ではSun Microsystems社のSun Fire V480をサーバ機として, 端末用のパソコンが計42台接続されています。この中にはマルチメディアデータ編集用のApple Computer社のMacintoshとIBM社のThinkCentre M50各2台が含まれています。またデジタルビデオ撮影機, スキャナ, カラープリンタ, DVD-multi装置等も設置されています。数学コンピュータ室1, 2(100年館10階)では, PCサーバとしてe server xSeries 205 2台を設置し, 20台のIBM社ThinkCentre M50をWindowsとLinuxの両方の環境で利用できる設定にした他, マルチメディアデータ編集用にMacintosh 1台, カラープリンタ等を備えています。これらの教室内では, サーバ機と端末機の間での大量なマルチメディアデータの転送を可能にするため, これらを100Mbpsのスイッチングハブにより接続し, さらに既存の学内LANにつないであります。これによって, 高い演算性能とネットワーク容量が可能となり, 画像, 動画, 音声等のマルチメディアデータを取り扱う, 高度な教育が可能です。また研究用として, 計算機室に置かれたサーバマシン1台と, 各研究室に分散して設置したUNIXワークステーションをネットワークを介して利用しています。

これらの設備は, 数物科学科, 物質生物科学科の各分野で, 情報基礎教育, 自然現象のシミュレーションや数式処理の専門教育などに活用されています。

### 3. 教育・研究活動

物理学, 化学, 生物学等自然科学の諸分野では, 従来



理学教育情報システム

より自然現象をシミュレータを使って視覚的に体験させることによって大きな教育効果をあげています。とくに本システムでは, 高い演算性能とグラフィックス性能を持つワークステーション, および大容量ネットワーク設備を導入したことにより, 3次元的な現象の解析が効率よく行えます。また数学の分野では, 微分方程式の数値解法, 暗号など種々のアルゴリズムの実習や, 力学系, 曲面論などにおける対象の視覚化による教育に活用しています。またこれらの基礎となる, プログラミングやネットワークの教育にも重点を置いています。具体的には,

#### (1) 情報基礎教育

C言語によるプログラミング, UNIXを題材としたオペレーティングシステムの概要, 初等的なアルゴリズム, データ構造, 数値計算法, マルチメディアデータの処理とネットワークを介した転送の実習等, 理学部の専門教育で必要となる基礎的知識を身につけるための教育を行っています。

#### (2) 自然現象のシミュレーション

自然現象の種々の支配法則をもとに計算アルゴリズムの定式化を行って, シミュレーションプログラム, さらにはその可視化プログラムの作成を, 主として各分野の卒業研究で行っています。作成したシミュレータは2, 3年生の教育にも利用されています。

#### (3) 数式処理

方程式, 微分, 積分等の問題を数値でなく, 式の形で解くことができる機能で, 得られた解をグラフで表示することもできます。3, 4年次の実習やゼミに利用しています。

#### (4) 総合科目

目白地区3学部学生を対象とした総合科目ではJava言語を使ってWWWホームページ作成の実習を行っています。

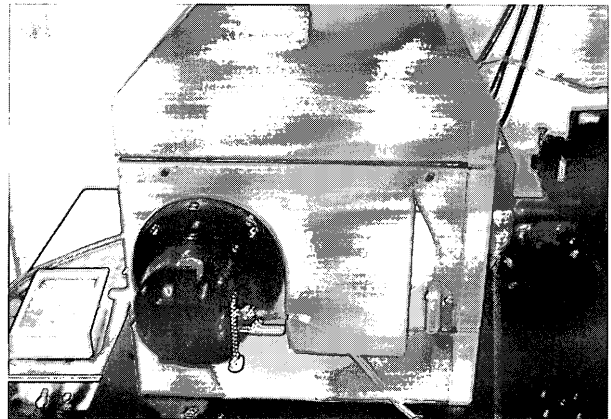
#### (5) e-learning

クライアントパソコンは一部の分野で導入が始まっ

た e-learning 用電子教材の閲覧に利用されています。

(6) 各分野の研究

研究テーマとしては、半導体のキャリア輸送現象の解析、電磁場の過渡応答解析、超伝導状態を含む電気回路の動作解析、また高性能で多彩なグラフィックス機能を利用した NMR 測定データ解析、光学素子特性評価における 3 次元画像処理、多粒子系の協力現象やカオス的な現象のシミュレーション等の分野の研究に利用されています。



ストリークカメラ部 C5680

## 超高速時間分解測光装置

運営委員長 数物科学科 小館香椎子

### 1. 施設・設備名

超高速時間分解測光装置

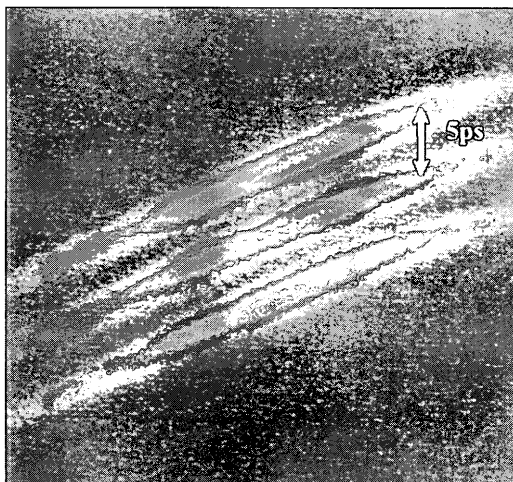
### 2. 設置年月日、設置場所

2001 年 3 月 15 日, 泉山館 4 階 光情報研究室・泉山館  
地階 表面微細構造加工解析システム室

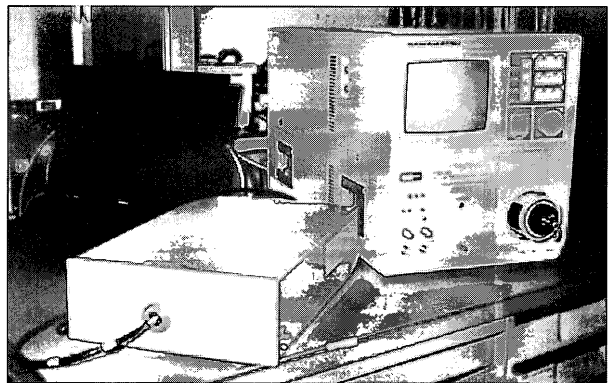
### 3. 施設・設備の概要

#### (1) 概 要

本装置には超高速光現象の時間-空間（波長）の光強度を測定するストリークカメラ部が組み込まれており、波形を直接観測する高速光検出器として、フェムト秒領域の高分解能と 1 台で数チャンネルの信号を同時計測できる特徴をもっている。また入力カメラ部には肉眼で見ることのできない赤外線、紫外線用カメラを備え、30G Hz 以上の周波数帯域、高感度な検出が可能である。植



ストリークカメラによって取得した符号化されたラベル信号  
(使用レーザー：モードロックレーザー 1.5  $\mu\text{m}$  帯)



発光パターン解析部 PMA-50

物、酵母、ラットの骨や神経などの生体細胞や、生体組織、生体関連物質から発生する微多光の強度、波長分布、空間分布、時間的変化、偏光性などを精密に測定する装置として極めて有効なものである。また高分子薄膜や、放射光などの光化学反応過程における赤外蛍光スペクトルの測定にも波長範囲を従来の計測システムより拡張できる大きな特徴を備えている。また超高速パルスレーザを用い光スイッチ機能を持つ時間多重マルチプレクサの光応答特性の検出や、回折光学素子による遅延回路特性、人体計測の分野での時間的応答特性の高性能な計測にも有効である。またビデオフレームメモリ、計測ユニットとの組み合わせにより、各種の画像処理を行うこともできるので極めて有効な設備である。

#### (2) 構 成

- 1) ストリークカメラ部 C5680
- 2) 発光パターン解析部 PMA-50
- 3) 分 光 分 析 部 LEPAS-11

### 4. 研究・教育活動

- ・自由空間高速光通信用機能デバイス
- ・超高速超伝導デバイスの動作解析法の研究
- ・生体物質の細胞内輸送に関わるシグナル伝達機構

- ・植物細胞の分泌性酵素タンパク質  
以上の研究が進行中である。

## 全自動分取HPLCシステム

運営委員長 物質生物科学科 関口文彦

### 1. 装置名 (設置年月日, 設置場所)

全自動分取HPLCシステム

2002年3月

育種遺伝学研究室 (泉山新館2階)

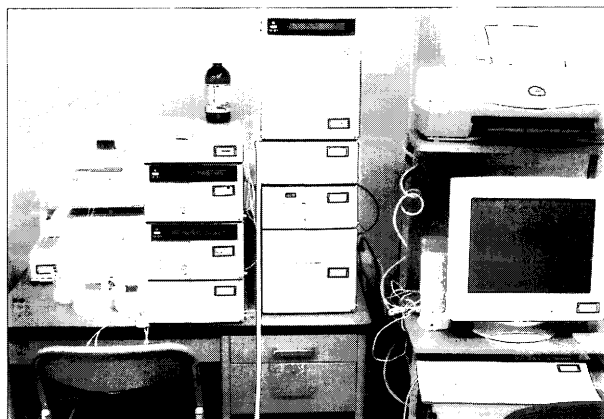
### 2. 装置の概要

本装置は、2002年度文部科学省私立大学研究設備整備費等補助金により設置された。本装置の構成は、生体物質を短時間に、高い純度と活性を保ちながら精密分析する「精密三次元分析装置」と、分析試料を信頼性の高いミキシング機構により分離精製する「大量分取精製装置」からなる。以下に、おもな構成を示す。

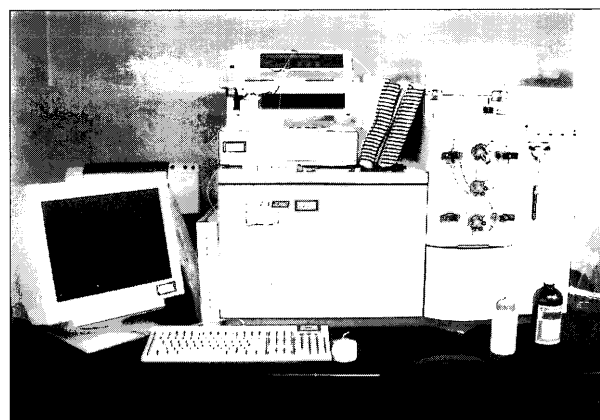
#### 1) 精密三次元分析装置

(LaChrom L7000シリーズ, 日立製作所)

- ・送液部  
L-7100形ポンプ 2台  
L-761形デガッサ
- ・試料注入部  
L-7250形プログラマブルオートサンプラー  
L-7300形カラムオープン
- ・検出部  
L-7455形ダイオードアレイ検出器
- ・データ処理装置  
D-7000形インターフェース  
D-7000形システムマネージャー



精密三次元分析装置



大量分取精製装置

#### 2) 大量分取精製装置

- ・本体  
BioCad 700E (Applied Biosystems Japan)
- ・試料採取部  
SF-2120 スーパーフラクションコレクタ  
(Advantec)

### 3. 本装置による研究活動および教育活動

本学の理学部と家政学部におけるライフサイエンス研究はヒトを含む高等生物から微生物までの核酸、酵素、タンパク質、脂質、色素などを対象としているので、本システムの活用はいろいろな生体物質がもつ動態や機能面の解析を可能にする。本装置による研究活動と教育活動は、大学院生を中心に進められているが、一部学部学生も対象としている。

### 4. 本装置を用いて行った研究発表論文等

- ・グエン・ヴァン・チュエン: Loss of imprinting of IGF2 sense and antisense transcripts in wilms tumor. *Cancer Res.* **163**, 1900 (2003).
- ・金子堯子: Isolation and characterization of four cell wall purple acid phosphatase genes from tobacco cells. *Biochimica Biophysica Acta* **1625**, 134-140 (2003).
- ・庄野邦彦: Root, root hair, and symbiotic mutants of the model legume *Lotus japonicus*. *Mol. Plant-Microbe Interact.* **15** (2002).
- ・関口文彦: Influence of coumarin and the related plant extracts on the proliferation of micro-organisms lived soil manmade. *Third World Congress on Allerophathy* (2002).
- ・中村輝子: Distribution of gibberellin A<sub>1</sub>, indole-3-acetic acid and abscisic acid in weeping and upright types of Japanese cherry, *Prunus spachina*. *J. Jpn Women's Univ., Fac. Sci.* **10** (2002).