

2. 施設・設備の紹介

理学部では優れた大型施設・設備の充実がはかられ、それらの活用により教育研究面で大きな実績を上げてい

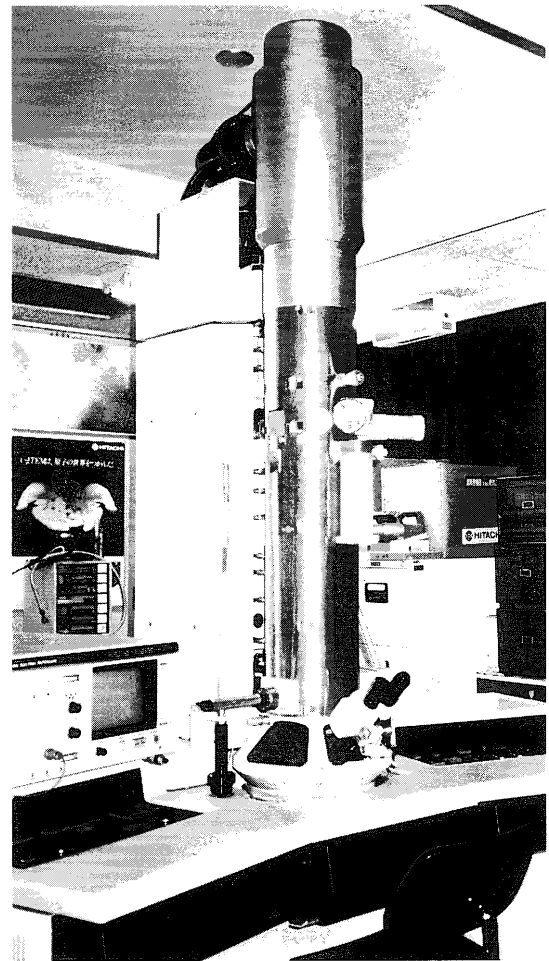
る。これらの施設・設備は運営委員会の下で運用され、共同利用がなされている。以下にそれらを紹介する。

電子顕微鏡施設

電子顕微鏡施設は、故奥田富子名誉教授（物理学）により、中型電子顕微鏡が私立大学助成金により購入された1958年に家政学部に開設され、1970年に大型透過電子顕微鏡の導入を機に全学組織の共同利用施設と発展し、1982年に各棟に分散されている分室が統合して電子顕微鏡施設となった。本施設は、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、電子顕微鏡試料の作製から観察、写真の作製まで一連の操作を行う事ができる。

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ー 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ー 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(1991年購入)
 - ①超ミクロトーム Reichert-Nissei ULTRACUT S
 - ②クライオセクションニングシステム
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凍結試料作製装置 エイコー FD-5A
 - ⑥クライオトランスファーフォルダー
Gatan Model 656
- 8) フリーズエッチング装置
バルツァース BAF-500K (1985年購入), BAF-301 (1976年購入)
- 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, 1986年購入)
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), クリーニング装置 (AIRBRASIVE 6500システム), 臨界点乾燥装置 (日立 HCP-1, HCP-2), 凍結乾燥装置 (日立 ES-2020), イオンスパッター装置 (日立 E-102, E-1030), 真空蒸着装置 (日本電子 JEE-4B, 日立 HUS-5GB), 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 EMpire2000), 親水化処理装置 (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階および地下1階の電子顕微鏡施設に設置されている。

2. 教育・研究活動

物質生物科学科では、本施設を細胞生物学実験、超微構造学実験に利用しており、総合科目（数理・自然）、家政学部通信教育生物学のスクーリング授業にも使用している。本施設はまた、理学部および家政学部の教員の研究、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したので、共焦点レーザー走査顕微鏡とともに、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。他大学大学院や外部機関との共同研究も活発に行っている。さらに、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、1981年度より「生命・細胞・電子顕微鏡」講演会を連続開催し、研究の公開に努めた。2001年度には、文部科学省の「オープン・リサーチ・センター」整備事業が本施設に認可され、研究の助成とともに若手研究者の育成、理科教育の啓蒙などを目的とした新たなプロジェクトが発足した。

高出力パルス NMR 装置

1. 装置名 JEOL JNM GX270HT

設置年月 1986年 3月

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ることは一般的に知られているが、固体状態においては分子間の相互作用が著しく強いため、個々の分子の情報を得ることは難しい。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ため、試料の特性をそのまま測定でき、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、温度可変装置（測定温度域： -80°C ～ 100°C ）の利用により、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っている。さらに、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可能である。

3. 教育活動・研究活動

本装置は、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研究において利用している。主にセルロースを中心とした多糖類を研究対象とし、下記のような解析・研究を行ってきている。

① 多糖類の分子鎖形態および緩和現象の検討

分子鎖中に存在する分子内・分子間水素結合の強弱が、NMR スペクトルに化学シフトとして表れることから、セルロース多形において結晶型が同じでも出発原料の違いによって異なる分子鎖形態となることを解明した。さらにキチン、キトサン多形間の転移によって生じる分子鎖形態の変化を検討中である。

また、多糖類は結晶部分と非晶部分から構成されるが、NMR スペクトルの緩和時間を測定することにより、非晶部分の緩和時間を分離、検出することができる。そこで緩和時間測定より、種々の多糖の結晶部分と非晶部分の運動性に関する比較検討を行っている。

② 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、メチルセルロースで見られるような、高温でゲル化する特殊な系についての研究を行っている。



イオンマイクロアナライザー

1. 設備名

日立イオンマイクロアナライザー 2A 型

設置年月 1987年 3 月

2. 施設・設備の概要

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。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。また本学では、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. 教育・研究活動

同位体比測定は主に同位体効果が顕著に現われる軽元素 (H, C, O, N, S) と鉛について、地球化学的、地質学的見地から、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が、同位体比の僅かな違いを測定するため高い精度を要求される。従来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、同位体比測定用気体試料の調製には時間と技術を要する。また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的手段として、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硫黄、鉛同位体比の測定を行い、データを集積している。また、理学部物質生物科学科の機器分析実験で「磁気ディスクの表面および深さ方向の元素分析」を実施している。

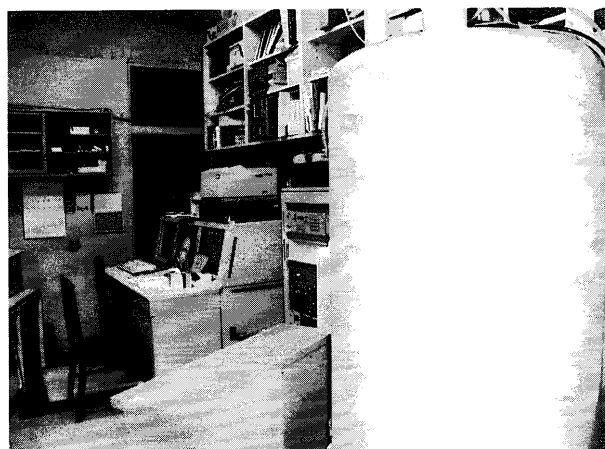
高分解能 NMR 装置

1. 装置名 Bruker AMX-400WB

設置年月 1992年3月

2. 設置の概要

NMR (核磁気共鳴) とは、いわば原子核の自転速度をはかる方法である。溶液中の ^1H , ^{13}C , ^{15}N , ^{31}P など



を測定し分子構造や分子運動の解析につかう。本学の装置は多様な用途に対応できる柔軟性と潜在能力をもつ。そのために採用された大口径の超伝導磁石は、磁場が不安定で使いにくいとされるが、本学では問題なく使いこなしている。

装置はまわりの環境変化にきわめて鋭敏なため除震装置や温度制御装置をつけ、さらに自作ユニットを付加して空気の温度や圧力ゆらぎを改善している。プローブは 5 mm HX と 4 核, 10mm HX の 3 本が用意されている。測定データは研究室にデータ転送してリモートで処理している。

3. 教育・研究活動

学部学生の授業としてスペクトルの温度変化からジメチルアセトアミド分子の内部回転速度を求めている。この装置はまた、院生だけでなく学部学生の卒業研究にも自由に使える環境にしてあり、おもに有機合成の反応、純度、構造の確認のために各自が測定を行っている。

また週末を利用してラット脳組織の測定を中心とする

研究が行われている。たとえば2次元NMRは長時間の測定時間が必要とされるが、1スペクトル約4.5分で脳組織を測定できる高速測定法を開発した。さらに2量子遷移測定法を改良して水の選択照射なしで水信号をほとんど除去することに成功した。これは生体系測定の長年の課題の解決へ一歩踏み出したことになる。

データ処理プログラムとしては、MATNMR、NMR-Pipe、Nuts、SAGE/IDなどが稼働している。市販プログ

ラムでたりない部分は自作プログラムNM1D、NM2DをMATLAB言語で作成して、適宜改変して使用している。またNMR画像処理ソフトはすべて自作し、組織の代謝物量を評価する作業を行っている。さらに傾斜磁場画像から水の拡散方向をテンソル解析し表示するプログラムを作成した。これはNMR画像から脳神経の走行方向を解析するコア部分となる予定。

X線回折実験関連施設

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 1992年3月

(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. 施設の概要

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、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) 本装置はX線最大出力18kWという高性能を有し、左右2方向からのX線照射が可能で、小角および広角のシステムを登録している。

(2) その他に挙げた装置のX線出力は低い、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、特殊な実験に有効な装置である。

3. 教育活動・研究活動

(1) 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研究において利用している。下記に解析・研究の一例を示す。

① 高分子ゲルの構造解析

高分子が形成する物理ゲルにおいて、ネットワーク構造を形成している架橋領域の状態の検討、およびゲルのダイナミクス等に関する構造解析を行っている。

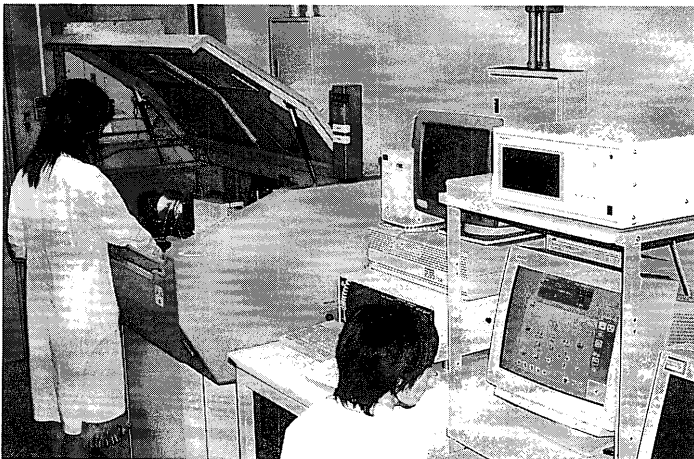
② リオトロピックスメクティック液晶相の構造解析

両親媒性分子による2分子膜の周期構造解析や、リオトロピック液晶とサーモトロピック液晶の2種類の液晶を混合した際に生じる新たな液晶相の構造解析を行っている。

③ 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用い、さらに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) 理学部数物科学科の学生実験(X線回折)に使用している。扱う試料の状態や実験の目的に合わせた装置を用い、装置の違いによる結果の相違を学ぶなど、X線回折の理解を深めている。また、理学部数物科学科の卒業研究として、局所部分のX線回折を行うことができるマイクロディフラクトゴニオメーター搭載のX線装置を乾燥ゲルの構造解析に利用している。



環境生理物性複合解析教育システム

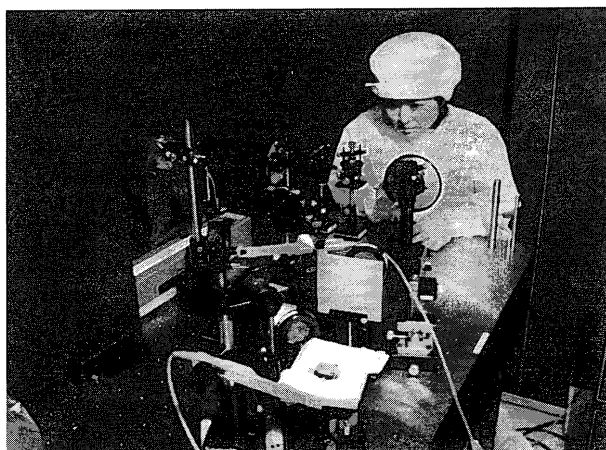
1. 設備名

環境生理物性複合解析教育システム

設置年月 1993年 3月

2. 施設・設備の概要

本システムは環境条件の異なる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。本システムにより、環境と生理現象、環境汚染の実体、環境分析の方法等を複合的に教育することができる。

環境計測制御システムは、動物環境制御、高等植物環境制御、大気汚染環境計測制御、環境制御、また、環境要因解析システムは、紫外可視領域分析、赤外領域物性解析、光学顕微鏡観測、大気汚染計測用ラマン分光観測の各計測装置より構成されている。

3. 研究・教育活動

動物環境制御用チャンバーではマウスの免疫反応の誘導や嗅覚コミュニケーションと行動との関係、高等植物環境制御用チャンバーでは体細胞突然変異誘発実験や植物の茎の重力屈性などの研究に用いる植物の芽生えの育成、大気汚染計測環境制御用チャンバーでは人工大気中で生育した植物硫黄の同位体比測定や環境モニタリング、また、環境制御用チャンバーではホログラフィックメモリの高密度記録の研究や光並列相関システムの構築など、広範にわたる研究に利用されている。また、各チャンバーは、動物発生学、動物生理学、生化学、生物学概論、植物生理学、機器分析、環境分析、応用物理学の各実験や目白祭の研究にも利用されている。

組織化学、免疫生化学分析装置

1. 設備名

組織化学、免疫生化学分析装置

2. 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。

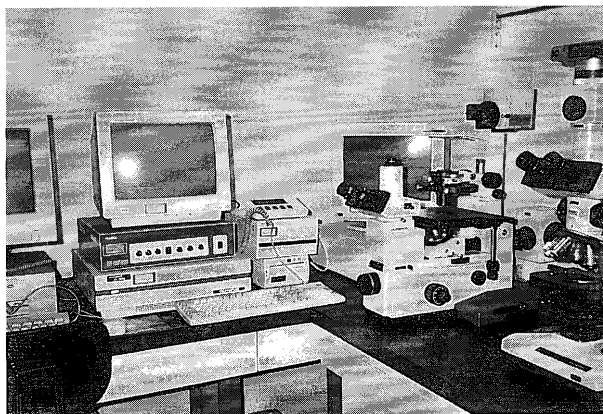
オートバイブラトーム PL2000：主として生の、あるいは固定した生物組織を、数十ミクロンから数百ミクロンの切片にスライスする装置である。得られた切片を用いて神経活動の電氣的記録など生体のミクロな機能を解析したり、生体成分の組織化学あるいは免疫細胞化学的方法による検出等に用いられる。

ライカユングクライオカット3000 IV：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マイクロトーム。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 Ca^{2+} イオン

濃度の経時的变化を 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。



3. 装置の利用状況, 研究教育活動

クライオカットは, 食物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 Ca^{2+} インディケーターを用いた顕微蛍光測光による細胞内 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。本学でも走査型共焦点レーザー顕微鏡が教育装置として設置されたこともあり, その役割は終えようとしている。

本装置を用いて行われている主な研究テーマは以下の通りである。

- 1) 物質生物科学科: 鳥類の脳の免疫組織化学
- 2) 物質生物科学科: 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) 物質生物科学科: 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) 物質生物科学科: 幼期溪流沿い植物の狭葉の解剖的研究
- 5) 食物学科: 食品成分と老化との関係
- 6) 食物学科: 自己免疫疾患の栄養学的制御に関する病理組織学

生体物質遠心分離装置

1. 装置名 生体物質遠心分離装置

設置年月 1994年 3月

2. 装置の概要

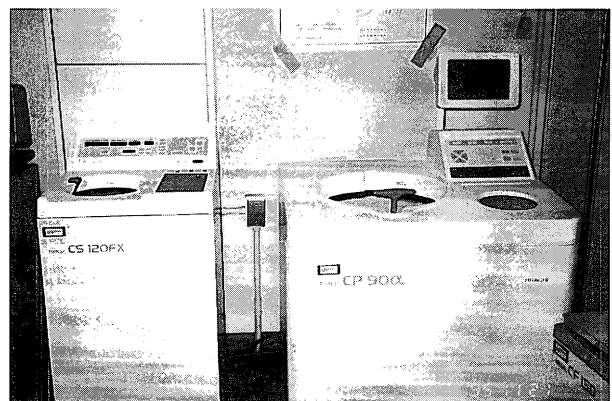
生体物質遠心分離装置は, 平成6年度文部省私立大学研究設備整備費等補助金により設置され, 平成7年3月以降八十年館A棟地下遠心機室に配備されている。本装置の設置目的は, 生命科学の研究を進めるために, 研究対象である様々な生体物質を生体から分離し, 解析が速やかに行なえるようにすることである。本装置の構成は, 1) 微小粒子分離装置 CP90 α (日立工機(株) 図1), 2) 少量微小粒子分離装置 CS120FX (日立工機(株) 図1), 3) 精密分離処理装置 CF15D (日立工機(株)), 4) 分離分画確認装置 MTP-32 (コロナ電気(株)) の4種類の装置から構成されている。

本装置の研究活動上の稼動状況を, 本装置を使用されている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から概観すると次のとおりである。①食品成分と発ガン, 制ガンおよび老化との関連性について (食物学科 グェン・ヴァン・チュエン教授), ②リウマチ, アレルギーにおける食物抗原に対する免疫反応の研究 (食物学科 佐藤和人教授), ③高脂血食負荷による脂質代謝, 糖代謝への影響 (食物学科 丸山千壽子助教授), ④マウス小腸刷子縁膜小胞を用いたリン輸送機構の研究 (食物学科 五関正江講師), ⑤細胞壁構成成分グルカンのセルフリース系における生成 (物質生物科学科 大隅正子教授), ⑥植物細胞タンパク質の細胞内転送に関する研究 (物質生物科学科 金子堯子教授), ⑦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), ⑧神経系の形態形成の分子機構 (物質生物科学科 永田三郎教授), ⑨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), ⑩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), ⑪ *Xenopus* の神経系の発生に関する研究 (物質生物科学科 藤田尚子助手)。

最近の本装置の教育活動上の稼動状況を, 本装置を使用されている家政学部食物学科, 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から概観すると, 次の通りである。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 の精製実験, 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, 生化学実験: DNA多型の解析, 植物生理学実験: 植物培養を用いた二次代謝の解明, 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, 超微構造学実験: *S. cerevisiae* の微細構造の観察, 生物学概論実験: 分子生物学基礎実験, タンパク質の取り扱いの実験, 卒業研究, 前期・後期課程特別研究。

以上のように設置後8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。



物性構造解析システム

1. 施設・設備名 物性構造解析システム

設置年月 1996年3月

2. 施設・設備の概要

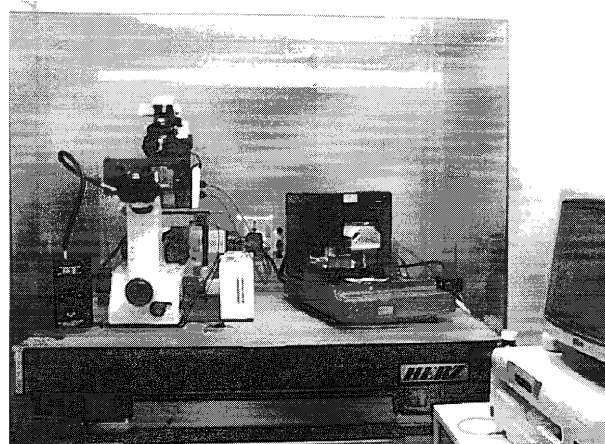
本システムは、走査型プローブ顕微鏡（SPM）コントロールステーション、大型サンプルSPM観測システム、生体試料観察用システム、電気化学走査型トンネル顕微鏡（STM）／走査型原子間力顕微鏡（AFM）システムから構成されている。X線解析、電子顕微鏡、光学顕微鏡など従来の構造解析装置に比べて、はるかに広範囲な対象に適用できる特徴を持っている。大型サンプルSPM観測システム、生体試料観察用システム、電気化学STM／AFMシステムという3種の測定システムを選択することにより、物性物理・化学及び生物学分野における有機物質、生体物質、微粒子膜、木材、液晶などの高分子物質の表面構造、微細構造の実寸化像観察、粒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、微細加工システム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っている。通常は、大気中で非破壊的な測定を行うが、電解液などの溶液中での測定も可能である。これらの測定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できる。

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、電子顕微鏡より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を活かして教育用装置として使用している。高い分解能でのデジタル画像処理により、有効な微細構造解析を行うことができる。

3. 研究・教育活動

半導体微細加工素子構造の観察・測定、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。



短時間波長可変光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）

1. 装置名

短時間波長可変光パルスレーザー発生増幅システム

設置年月 1996年3月

2. 概要

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。真空紫外光発生のための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している。

3. 構成

1) Nd:YAGレーザー励起光パラメトリック発振器（コンティニウム社 PL8000+MIRAGE3000）

波長領域 1.45~4.5 μm ；パルス幅 4~6 ns；エネルギー 10 mJ at 2.0 μm ；分解能 $\leq 0.13 \text{ cm}^{-1}$ ；繰り返し 10 Hz。

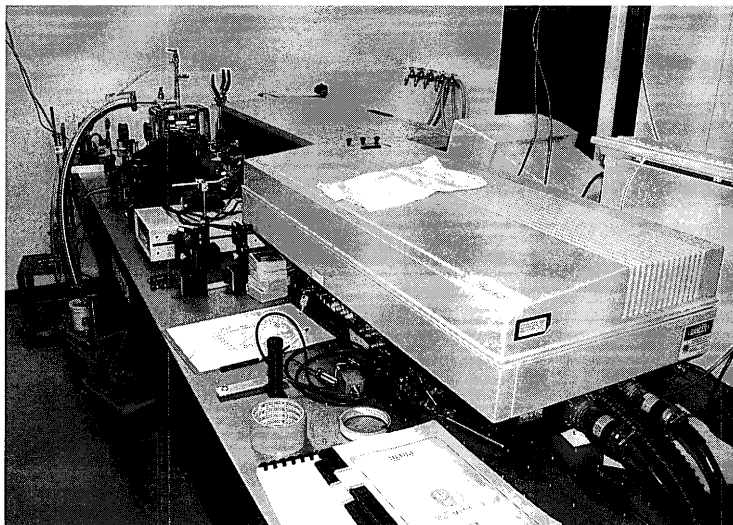
- 2) Nd:YAG レーザー励起色素レーザー (コンティニューム社 Surelite III-10+独国ラムダファイジックス社 SCANmate 2EY)

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 (ラムダファイジックス社 COMPEX 201+SCANmate 2EX 2台) 2光子共鳴4波混合による波長可変真空紫外コヒーレント光の発生。波長領域 200~120 nm; パルス幅~5 ns; エネルギー 約10 μJ ; 分解能 $\leq 0.5 \text{ cm}^{-1}$; 繰り返し10 Hz.

これらのレーザーを、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と組み合わせて、いろいろな分光

計測を可能にしている。



生体ミクロ機構総合教育システム

1. 装置名 生体ミクロ機構総合教育システム

設置年月 1998年3月

2. 施設の概要

高級システム生物顕微鏡 (オリンパス BM50) 41台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すことによって全体指導ができるようになっている。

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

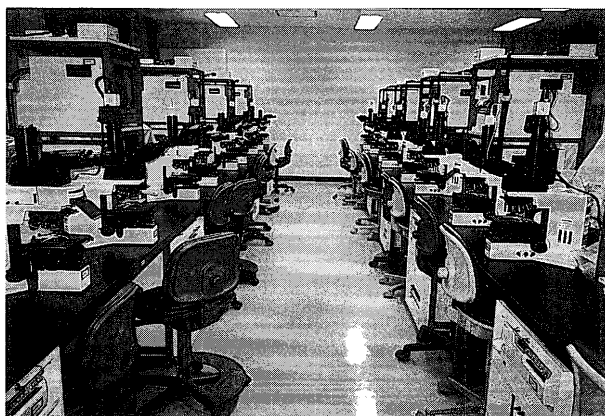
真撮影装置 (オリンパス PM30) が5台用意されている。

これら41台の生物顕微鏡のすべてに微分干渉装置がついており、これを使用することによって無染色の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になっている。また41台のうち22台の顕微鏡には落射蛍光装置が付いており、細胞の自家蛍光を利用した葉緑体などの観察や、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もできる。

この他に、共焦点レーザー走査顕微鏡1台もラインに接続していて、標本の立体映像を必要に応じて提供することができる。また顕微鏡下でのよりマクロな実験操作・観察のためには、22台の実体顕微鏡 (ライカ MZ APO 写真撮影装置付きが1台と、ライカ MS5 が21台) が設置されている。

3. 教育・研究活動

以上の機器を有機的に連結した本システムは、実験課題の幅や密度を一挙に現代化することができ、これにより教育効果と指導効率は飛躍的に高度化されることになった。こ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他にほとんど例がなく、特に41台もの微分干渉装置付きの生物顕微鏡を学生実験に使用しているのは、国内では本学だけであり、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。実際には、理学部の基礎となる理学部共通科目の「生物学概論実験」で年間を通して利用され、また物質生物科学科の専門科目としては「細胞生物学実験」、「遺伝学実験」、「植物生理学実



験」,「動物生理学実験」,「超微構造学実験」,「環境生物学実験」など広範な分野の科目で使用されている。また家政学部の「解剖学実験」などの他学部の教育,さらに全学部の学生に提供されている総合科目の数理・自然系列の授業科目にも活用されている。

研究活動としては,理学部・物質生物科学科のみならず家政学部の4年次学生の卒業研究に,また博士課程前

期(修士課程)・後期(博士課程)の大学院学生の研究に利用されている。特に共焦点レーザー走査顕微鏡は,アクチンフィラメント,多糖類,微小管の観察や,生体蛍光マーカーとして使われるGFP観察などに使用されている。このように生体マイクロ機構総合教育システムは,学生の教育だけでなく,様々な分野の研究活動においても大いなる威力を発揮している。

環境生理活性物質分析システム

1. 装置名

環境生理活性物質分析システム(島津製作所)

設置年月 1998年3月

2. 設備の概要

(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

高速液体クロマトグラフ

(2) 生理活性物質質量分析部

ガスクロマトグラフ質量分析計

QP-5050S(GC/MS)

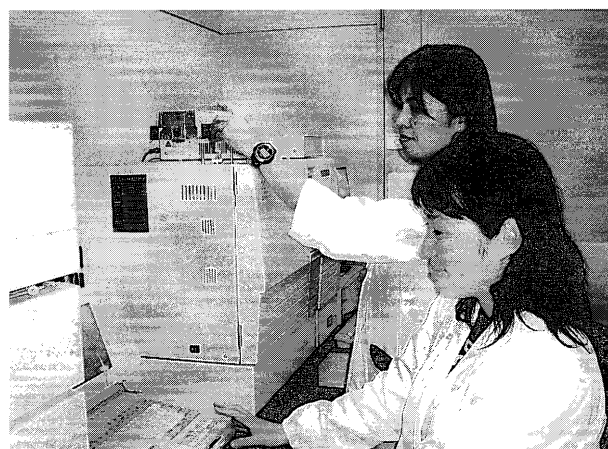
(大形のプリロード付き四重極ロッドによる高感度装置)

3. 教育・研究活動

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,たとえば,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。



表面微細構造加工解析システム

1. 施設・設備名 表面微細構造加工解析システム

設置年月 1999年3月

2. 施設・装置の概要

表面微細構造加工解析システムはスパッタリング装置ANELVA L-332S-FHS, マスクアライナー装置KARL SUSS MJB3, エッチング装置ANELVA L-310RESより構成されている。スパッタリング装置は材料研究,超伝導の研究用に適した平行平板型多元同時スパッタリン

グ装置である。最大3種類の大きさφ3"の材料をそれぞれ個別に,または同時にスパッタリングを行うことができ,各材料の組成比も自由に選択できる。マスクアライナー装置は,アライメント精度0.1μm,解像度1.5μm以上と,精度,信頼性,性能について導入時における粋を集めた製品となっている。半導体素子や光デバイスの試作のために,フォトリソグラフィを行う上で,最も重要なツールである。シンプルな設計によりコンパクトサイズ(本体・光源:700×600×550mm)の上,広い応

用範囲を持っており、平易な操作手順、メンテナンスが容易などの優れた特長をもっている。エッチング装置はプロセスガスを用い被エッチング物が載る電極に高周波を印加し、プラズマ放電を発生させエッチング処理するための平面電極型リアクティブイオンエッチング装置である。

これらの装置によるシステムで薄膜形成、パターンニング、ドライエッチングプロセスにより、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が可能な装置である。

さらに高分解能レンズと CCD カメラを組み合わせて取得した光学的画像情報により、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。

3. 研究・教育活動

高性能なシステムの特徴を生かし、また本学物理分野に設置された「物作り」のための本格的な大型装置として設置以降、十分にその機能を発揮している。たとえば、



フォトリソグラフィ用超高速全光モジュールやデジタルプレズした高精度な微細バイナリ光学素子の作製と評価、さらには半導体超伝導デバイス作製のための成膜技術の開発などの研究に利用されている。また、その成果は学術論文や国際・国内会議で報告され、評価を受けている。さらに数物科学科物理系の卒業研究、応用物理学実験（3 年次）の「リソグラフィプロセス実験」でライン幅 $1\mu\text{m}$ の光学素子を作製し、「微細加工技術」への理解を深めている。

マルチメディア情報教育システム

1. 装置名：マルチメディア情報教育システム

設置年月：2000年10月

2. 装置の概要

本システムは、高度な情報教育・研究を目的として、2000年度の「私立大学等経常費補助金特別補助（情報化推進特別経費・情報処理関係設備）」により導入し、2000年度後期から運用を始めているものです。

物理実験室Ⅱでは Sun Microsystems 社の Enterprise



420R をサーバ機として、端末用のパソコンを 28 台接続し、さらにマルチメディアデータ編集用に Apple Computer 社の Macintosh と IBM 社の Intelli Station、デジタルビデオ撮影機、スキャナ、カラープリンタ、DVD-RAM 装置等が設置されています。また数物科学科コンピュータ室 1、2 では 19 台の IBM 社 PC300PL を Windows と Linux の両方の環境で使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 2 台、デジタルビデオ撮影機、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、高度な情報教育が可能です。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計 7 台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。

ICP 発光・質量・原子吸光システム

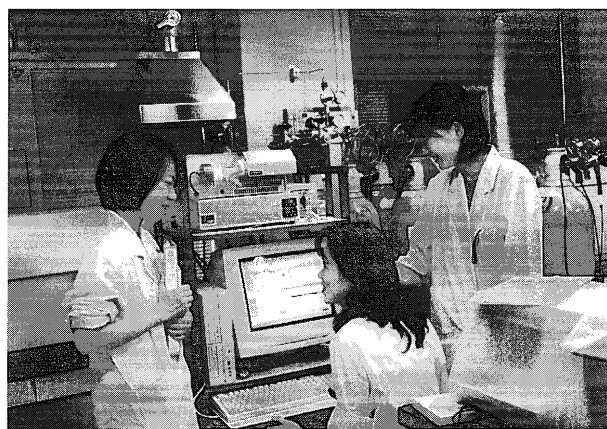
1. 装置名

ICP 発光・質量・原子吸光システム

設置年月 2000年3月

2. 施設・設備の概要

本システムは日立 ICP 発光分析装置 P-4010型, Agilent 4500 ICP 質量分析装置及び日立偏光ゼーマン原子吸光度計 Z-5010より構成されている。ICP 発光分析 (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・定量分析が行える。ICP 質量分析 (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質量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 (LA) 装置を接続した。LA 法は固体試料にレーザー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. 教育・研究活動

近年は諸分野における研究に、微量の物質の検出・定量が要求されることが多く、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。またレーザーアブレーション-ICP-MS による固体試料中の鉛同位体比測定を行っている。グラファイト炉原子吸光分析は、 μl 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中のテルルの定量を検討している。

超高速時間分解測光装置

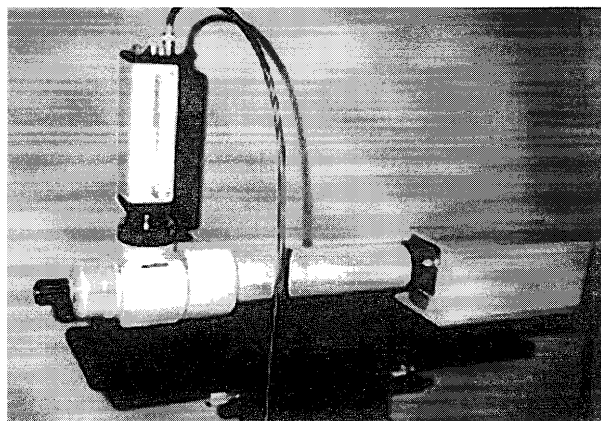
1. 施設・設備名 超高速時間分解測光装置

設置年月日 2001年3月

2. 施設・設備の概要

本装置はストリークカメラ部 C5680, 発光パターン解析部 PMA-50, 分光分析部 LEPAS-11 から構成されている。ストリークカメラ部は超高速光現象の時間-空間 (波長) の光強度の測定が可能で、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、30GHz 以上の周波数帯域での、高感度な検出も可能である。植物、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、時間的变化、偏光性などを精密に測定する装置として有効である。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



レーンメモリ, 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。

3. 研究・教育活動

導入されて1年, 順調に各分野の研究に寄与している。たとえば,

- ・波長多重の半導体レーザを光源とした自由空間高速光通信機能デバイスの研究
 - ・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
- 以上の研究などが進行中である。

全自動分取HPLCシステム

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

2) 大量分取精製装置

・本体

BioCad 700E (Applied Biosystems Japan)

・試料採取部

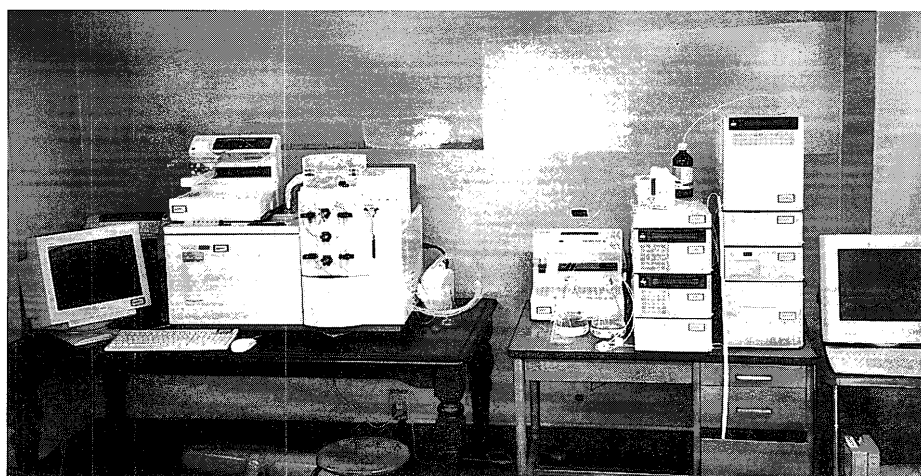
SF-2120 スーパーフラクションコレクタ
(Advantec)

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だけでなく, 本学の学部学生や大学院生の研究指導における教育効果が大いに期待できる。

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: Comparison of ingestive effects of brewer's yeast, casein and soyprotein on bioavailability of dietary iron. J. Nutr. Sci. Vitaminol:



全自動分取HPLCシステム

左: 大量分取精製装置

右: 精密三次元分析装置

48 (2002).

- ・金子堯子: Behavior of phosphatase isoforms during sclerotium formation in *Physarum polycephalum*. *Phytochemistry*: 61 (2002) .
- ・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 Allelopathy (2002).
- ・中村輝子: Distribution of gibberellin A₁, 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).