



No.17 1994.11 東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター

## 卷頭言

医学部放射線医学講座教授 坂本澄彦

サイクロトロンラジオアイソトープセンターに於けるサイクロトロン核医学研究もすっかり軌道に乗って、サイクロトロン利用の大きな割合を占める様になって来ている。

東北大学のサイクロトロン建設設計画が俎上に載せられていた前後に、日本の色々な所で加速器が建設されたが、東京大学医科学研究所や放射線医学総合研究所のサイクロトロンの様に初めから医学利用を目的として建設された加速器を除き、物理系や工学系の人達を中心となって建設に漕ぎ着けた加速器は、建設に当たっては、この加速器は医学利用が出来ますという事で医学関係者を巻き込んで協力させ、出来上がった暁には、医学利用は簡単には出来ないものが造られた、という事が良くあったと言われている。東北大学のサイクロトロンも建設設計画に際しては、医学関係者の協力も求めていたとの事であるが、サイクロトロンが完成した後も、他の施設のように、医学利用への道を閉ざす事なく、医学利用の推進に、理解と協力をし続けてくれている事は有り難く、高く評価している。これは、関係各位の熱意と相互理解もさることながら、東北大学の持っている良き体質に因るものではないかと思っている。

しかし、医学利用の課題が増えるに従い他の分野の研究のマシンタイムを圧迫する事も事実であり、ライフサイエンス系、特に人を扱う場合には、管理その他、種々の面で、細心の注意を払わなければならないので、それに関わる人も増やす必要があろう。医学部付属病院に医療用サイクロトロンが設置されれば問題は可なり解決するだろうが、その計画は病院の建築計画とも関連しており、ここ数年間はあまり期待出来ないだろうと思っている。従って、しばらくは、サイクロトロンラジオアイソトープセンターに全面的にお世話になる事になると思うし、時節柄、人員増は仲々認められないから、せめて、サイクロトロンで臨床研究をしている関係者で、人の問題を含めて、問題検討をしなければならない時期がきているのではないかと思っている。

## 目 次

・ 卷頭言	医学部放射線医学講座 坂本澄彦	1
・ 研究紹介①	CYRIC核医学研究部 伊藤正敏	3
・ 研究紹介②	理学部核物理学講座 山屋堯	7
・ 学内RI施設だより	金属材料研究所 附属材料試験炉利用施設 茅野秀夫	13
・ 新しい機器の紹介	CYRIC核医学研究部 伊藤正敏	19
・ 共同利用の状況		23
・ センターからのお知らせ		27
・ 研究交流		30
・ RI管理メモ		31
・ 人事異動		34
・ CYRIC百科		35
・ 編集後記		36



## 研究紹介 ①

# サイクロトロン核医学研究部

伊藤 正敏

本研究部は、昭和62年に松沢大樹センター長（当時）の尽力により発足致しました。星陵地区からは離れた施設で医学研究を行うための措置でもありました。サイクロトロンを用いる医学研究は、臨床、動物実験、PIXEと多岐にわたりますが、我々は、PETを用いた臨床研究（主として脳に関して）を主課題として来ました。具体的には、測定法の開発とそれに係わる画像処理プログラムの開発、トレーサーの利用法の開発となります。平成3年までは、私に加え畠沢順助手が、以降は藤原竹彦助手が協力してくれました。

### 1. 測定機器の開発

#### ポジトロン内視鏡

測定機器について大きなものでは、TOF-PETの開発、3D-PETの開発がありますが、主として石井助教授の功績でありますので、ここでは述べません。我々は、放射線管理研究部の協力を得て、小型放射線検出器を開発してきました。がん診断におけるPETの有用性は、加齢研の福田教授、窪田講師を中心とする基礎的、臨床的研究により確立されました。我々は、PETのがん診断と一般臨床診断を結ぶ機器の必要性を感じ開発に着手したのがポジトロン内視鏡です。このアイデアは、加齢研の高橋助教授と現琉球大学山口講師と私がほぼ同時期に考えていたものであり、ある機器メーカーとの共同研究により装置の開発と特許の申請を終わっています。当初は、CWO結晶を用いる $\gamma$ 線検出と致しましたが、指向性を向上させるため二つの結晶を連結しての同時計数法を模索していく段階でランダムコインシデンスが利用できることを大学院生の渡部君が見だしました。しかし、ガンマ線の利用では、画像化が困難でありますので、ベータ線検出器を放射線管理研究部を中心として開発中です。

#### 経皮動脈血放射能モニター

PETの定量の際に、動脈採血が必要となります。これは、心理的にも手技的にも好ましくありません。如何に動脈中の放射能の変化を比較的簡便に測定するか？。この問題は、10年来の課題であり、一対の心臓用のTOF検出器を作製し試みたこともあります。当時、短期滞在した米国人J. Fares氏の示唆もあり、2本のベータ線検出器を用い一本を比較検出器として他方との差をとるとの結論に達しました。しかし、ポジトロンのレンジが小さいため、針型検出器を動脈の近傍に刺入せざるを得ないと考えていましたが、放射線管理研究部のグループにより体外計測が可能であることを証明してくれました。ただし、本方法論は、まだ未完であり較正方法等を開発中です。

### Post-injection transmission

Transmission scan は、ガンマ線の組織での減弱を補正するために行うもので、isotope を投与する前に行うのが常識であります。しかし、これでは、through put が悪いし、被検者が動いてしまった時、補正ができません。そこで、emission scan を行った後、ring source を出して、transmission を行う必要があります。PET の計数のうち、emission 分と transmission 分を分けることができれば、これが可能となります。この動機のもとに ECAT II の時代に、我々は、Post-injection transmission を提唱致しました。残念なことに、本方法の重要性は、当時認識されず、技術的な問題点を解決するに至らず研究を中断しました。Post-injection transmission が新 PET で導入されるに先立つこと約12年のことでした。

## 2. PET 計測法の開発

主として  $H_2^{15}O$  を用いる血流測定システムの開発と脳高次機能研究用の三次元画像解析プログラムの開発を行ってきました。ECAT II 及び PT931 の定量用ソフトウェアは、無きに等しいものでした。現在使用中の血流量、酸素消費量の計算、Patlak グラフ解析プログラム等のプログラムは、畠沢助手、四月朔日技官の尽力によります。また、オンラインソフトウェア (ECHOS、東北弁で絵をいじるの意) は、瀬尾技官の開発によるものであり、DOS レベルのソフトでは、日本最高レベルにあると考えます。

### 脳血流計測法

$^{15}O$  水による血流測定及び解析法の開発は、かなり複雑なものでした。自動注入器、血液計測装置の開発、定量ソフトウェアの開発は、文献に従い行いましたが、特に、後者において PT931 が特殊な装置でメーカーのサポートが期待できないということもあり、難儀を極めました。更に、水の定量には、血液計測装置内での流体原理に基づく放射線計数のなまりと時間的遅延の評価とその補正が必要がありました。これは、全脳放射能の連続計数 (四月朔日君がプログラムを作製) と血液放射能の連続計数間の対比により実現されます。血流計算は、ハンマスミス病院の Lammertsmma の方法を採用しましたものの、彼らとは使用環境が異なるため、ソフトウェアは全部、自作となりました。ここにおいても、渡部君の天才的 UNIX PROGRAMMING が貢献してくれました。我々の行った血流計測法において最もエポックメーキングであったのは、無採血脳血流定量法の開発です。血流量は、質量保存則に立脚する Fick の原理を表現する微分方程式を解いて計算されます。様々な解法が既に報告されていました。しかし、脳賦活検査においては、血流量を定量した後、脳血流の個体差を消去するため全脳血流を  $50\text{ml}/100\text{g}/\text{分}$  となるよう再度基準化致します。ならば、最初から全脳血流値を与えて Fick の式を解いたらどうなるのか、この過程に 2 重積分を導入すると動脈放射能入力関数が積分値となり消去される。つまり、動脈血入力関数は、脳の計測値自体の中に包含されているのであるから PET による脳の測定のみで血流値が導かれる

訳です。ここに脳賦活検査用無採血脳血流定量法が開発されました。これに関しては、Mejia、渡部君の努力により J. Nucl. Med. 11月号に報告されます。この延長に、だれもが予想もできなかつた展開、採血なしで脳血流の絶対値を計算する方法が渡部君により立案されました。これも、近日、J. CBF Metabol に報告されます。近年 PET 測定法の簡便化が Clinical PET への道として重視されています。Clinical PET における脳血流測定法は、CYRIC で開発されたと自負しています。

### 三次元脳機能解析ソフトウェア

脳賦活検査法においての脳活動部位を画像間の統計的処理により明らかにする必要があります。このためソフトウェア、imagetool3d を開発致しました。このソフトは、三次元方向への画像の移動、回転、拡大を行い、CYRIC 標準脳（Talairach atlas に線形変換した 7 人の被検者の平均脳血流画像）に合わせて非線型の画像変換を行います。原理的には、Hammersmith の K. Friston の考案した Plastic transformation を取り入れました。これは、極座標空間で非線型の座標変換を行うものですが初期状態をかなり標準脳に合わせておく必要がありますし、画像の平滑化が位置的精度を不確かにする欠点があります。三次元的な非線型画像変換への移行が現在の研究テーマとなっています。三次元画像表示に関しては、日本 IBM 基礎研究所と脳外科大槻先生と我々の三者でソフトウェアを開発中です。

## 3. 生物学的基礎的研究

核薬学研究部、加齢研多田助教授との共同研究を行ってきました。 $[^{11}C]$  YM09151-2,  $[^{11}C]$  Benzotropin の定量法の開発、 $[^{18}F]$  ガラクトサミンによるムコ多糖類の代謝測定法の開発、 $[^{11}C]$  ACPC による癌診断が主なものです。この分野の成否は、核薬学関係者の努力に負うものであり、日本での中心的存在となっています。しかし、新しい臨床薬剤の登場が待たれている時もあります。

## 4. 臨床研究

### 脳血流代謝の加齢変化

我々の中心課題は、PET で測定される脳血流と代謝がどのように加齢の過程をたどり、破綻していくかを PET で観察記録することあります。当初は、脳機能の加齢変化は、形態の変化に先行すると考えていましたが、我々の測定した脳血流と酸素代謝は、驚くほどの恒常性を保ち、80歳まで全脳血流は、安定との結果を得ました。 $[^{18}F]$  FDOPA で測定した神経伝達物質であるドーパミン合成能の加齢変化も僅少であり、脳は、加齢とともに必然的に機能が低下するとは言えないと結論しました。しかし、PET が測定したのは安静時脳であり、いわば、脳の基礎代謝を測定しています。活動時の脳の加齢変化を検討すべく、眼科と共同研究中であります。これに対して、神経受容体の PET で測定される結合能力は、一様に甚だしい加齢変化を示します。これが、事実であ

るのか、PET測定のpit holeであるのか検討が必要です。

### 痴呆脳の代謝と神経伝達能

前章で脳の恒常性が保たれることを述べました。つまり、老人脳がそのまま痴呆脳に移行するのではなく、そこに病的過程が加わることで痴呆へのドアが開かれるわけであります。痴呆脳は、どのように機能しているのか、PETが鑑別診断に役立つことができるかを、我々は積極的に問うてきました。東北大学には、膨大な痴呆患者の糖代謝データの蓄積がありますが、十分解析されていないのは残念なことです。糖代謝の問題に関しては、畠澤助手による研究があります。なかでも、アルツハイマー型痴呆脳において糖代謝が酸素代謝に比較してより重篤に障害されることが見いだされました。糖代謝の酵素系に問題があると思われます。この問題は、いまだに追試が行われ、再確認されています。

さて、核薬学研究部の努力により神経受容体解析の道が開かれました。我々は、当然のように痴呆を対象と致しました。今回は、老人科の佐々木教授と目黒助手の参加を得、大々的かつ、今まで検討できなかった脳の高次機能の評価を入れ精密な研究プロトコールが立てられました。結果は、ドーパミン合成能が痴呆の重症度と相関して低下することが見だされました。アルツハイマー病においてアセチルコリン産生が低下することが常識となっています。学習等の理知的作業におけるアセチルコリンは、重要な神経伝達系です。ドーパミンは、むしろ、情動に関係します。ともあれ、高次機能に関する神経伝達系が痴呆で確実に障害されることを明らかにできました。

## 5. おわりに

昭和61年度に、畠澤助手が抗研から赴任し、翌年に伊藤が助教授として任命されました。僅か二名の研究者で何ができるのかと絶望的ではありました。その解決策は、外に出て仲間を増やそうということでありました。ここには、我々が、積極的に関与した研究についてのみ述べましたが、この他、共同利用者の皆さんのがんの研究が数多く進行中であります。この多様性が東北大学CYRICの強みであると考えます。このたび、広い軸方向視野の高解像力PETの導入により、今まで、制限を受けていた方法論的障壁が解除され、臨床研究を一層促進するものと期待します。

## 重イオン加速と原子核間衝突

東北大学・理学部・物理 山屋 堯

### 1. はじめに

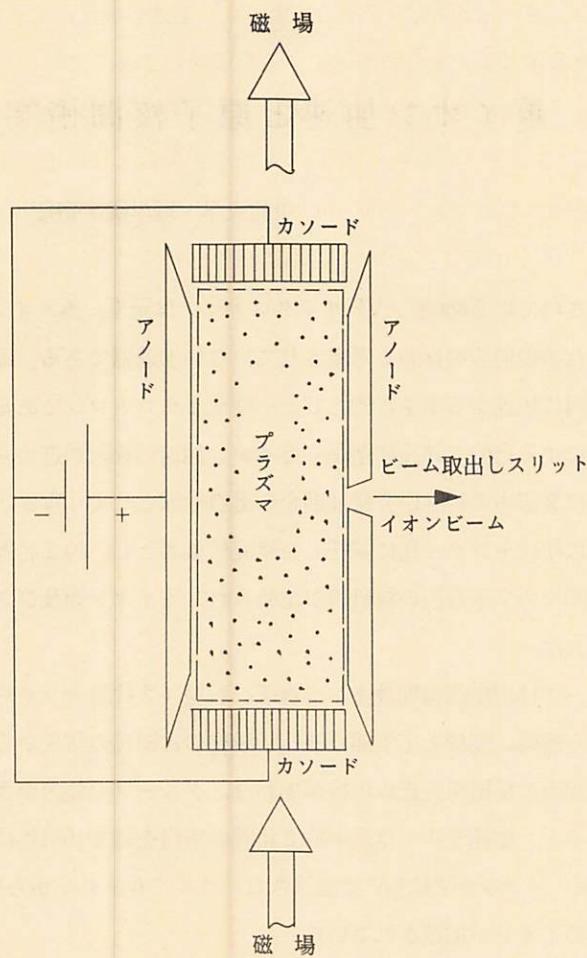
当センターに設置されている680型 AVF サイクロトロンは元来、重イオン（Li より重い元素のイオン）を加速するための何らの保障も考慮されていない加速器である。即ち陽子、重陽子、ヘリウムイオンのみを専用に加速する事を目的とした小型サイクロトロンである。しかし多方面の研究分野での研究を可能にする目的で建設初期から重イオン加速の検討が進められていた。幸いにも当時（1976～1977年）に文部省の科学研究費補助金の重点領域として「重イオン科学」が認められた。早速森田右先生（後に初代センター長に就任）を研究代表者とし、他2名と共に重イオン加速に関する申請をし、2年間で約2千万円の科研費が認められ、重イオン源及びプラズマ・アーク電源の設計・製作が開始された。

重イオン加速グループは理学部物理教室から森田、石松（2代目センター長）、山屋、又サイクロトロン加速器部から藤岡、篠塚と工学部原子核工学科の古田島の諸氏から構成された。後に、当時東京大学原子核研究所の桜田勇三氏の応援が加わり、グループの能力がさらに強化された。サイクロトロンによる重イオン加速テストは途中約2年間の空白を経て1981年に開始され、種々の困難を越えて1982年に  $^{14}\text{N}^{5+}$  イオンが 84MeV で加速され、サイクロトロンから引き出された。現在ではネオンまでの元素のイオンが加速されている。

### 1. 冷陰極 PIG 型重イオン源

PIG とは Penning 又は Philips Ionization Gauge の略称である。当センターのサイクロトロンは非常にコンパクトに設計されており、イオン源が設置される中心部は空間的に非常に狭い。従って通常、用いられている重イオン源をそのままコピーして製作してもサイクロトロンの中心部に挿入不可能であり、特別な設計を必要とした。結局最大直径部分が34mm である世界最小の PIG 型重イオン源となった。簡単に構造の原理図を第1図に示す。

この型のイオン源はサイクロトロン内に生ずる強い磁場を利用して、図中のカソード間に加速イオンガスのプラズマを数百ワット～千ワットの電力で発生させ、次々と原子の束縛電子を取り剥がして、荷電数の高い多価イオンを作り、ビーム取り出し穴から生成された多価イオンをサイクロトロンの加速部へ送り出す。プラズマを持続させるに必要な電子は熱せられた Ta カソードから熱電子として放出され、加えられたアノードとカソード間の電圧で加速され、磁力線のまわりを螺旋運動しながらガス分子と衝突し、次々と電子を剥ぎ取って行く。又カソードにはプラズマ中で発生し



第1図 冷陰極PIG型重イオン源の概略図

たイオンが引き寄せられ衝突し、カソードをさらに熱する自己加熱型イオン源となる。ここにこのイオン源の特徴がある。簡単な計算によるとこのようなイオン源のプラズマ自身は3000～5000Aの電流に相当する電子群がカソード間を往復している。このイオン源に関する詳細な記述が文献1, 2に当グループによって報告されている。

## 2. 重イオン加速

サイクロトロンの性能を示す因子の一つとして、得られるエネルギーの最高値がある。この値は、 $E_{\max}$  (最高エネルギー) =  $K \cdot (q^2/M)$  で表わされ、ここで  $q$  は加速イオンの荷電数、  $M$  は質量数である。定数  $K$  がサイクロトロン固有の定数で最高磁場の強さ、電磁石の大きさで決定される。当センターのサイクロトロンの場合、 $K = 50\text{MeV}$  で、 $\text{He}^{2+}$  を例にとると  $q = 2$ ,  $M = 4$  である

から得られる最高エネルギーは 50MeV である。重イオン加速の場合、上式からわかるように、得られるエネルギーの最高値は、イオン源で発生する荷電数の 2 乗に比例して決まる。従って如何に高い多価イオンをイオン源内で発生させるかによってサイクロトロンの性能が生かされる。例えば  $^{12}\text{C}^{4+}$  イオンは、得られる最高エネルギーが  $^{12}\text{C}^{1+}$  イオンの場合と比較して 16 倍となるのである。表 1 に現在までに加速された重イオンの種類とエネルギー及びイオンビーム強度が示されている。この中で現在最もよく使用されているのは、65MeV の  $^{12}\text{C}^{4+}$ 、45、60MeV の  $^{13}\text{C}^{4+}$ 、85MeV の  $^{15}\text{N}^{5+}$ 、75MeV の  $^{16}\text{O}^{5+}$ 、84MeV の  $^{14}\text{N}^{5+}$  イオン等である。

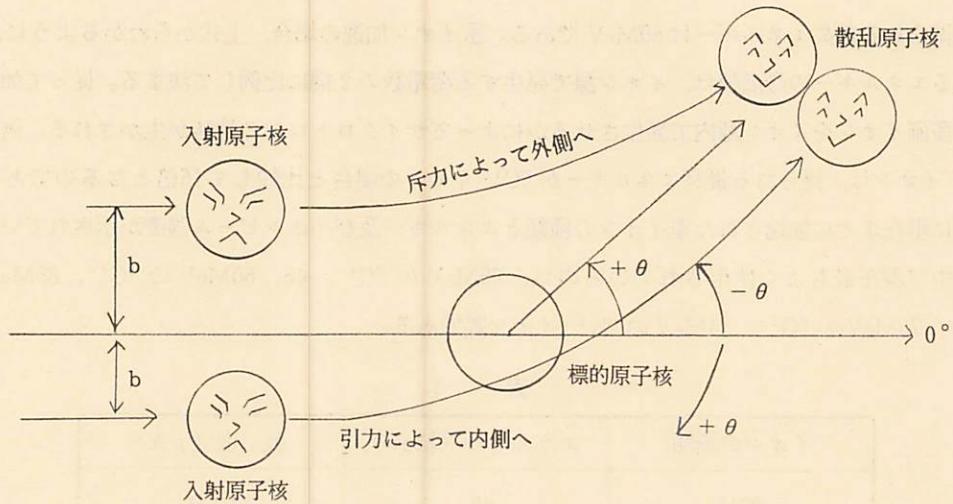
表 1

イオンの種類	エネルギー (MeV)	強度 ( $\mu\text{A}$ )
$^{12}\text{C}^{4+}$	65	1.0
$^{12}\text{C}^{5+}$	104	0.005
$^{13}\text{C}^{4+}$	45	0.5
	60	1.5
$^{14}\text{N}^{4+}$	57	1.0
$^{14}\text{N}^{5+}$	90	1.0
$^{15}\text{N}^{5+}$	85	1.2
$^{16}\text{O}^{5+}$	75	1.0
$^{20}\text{Ne}^{5+}$	62.5	(~5.0)

### 3. 原子核-原子核衝突の古典的描像

1970年代までは原子核の構造等を調べる手段として、種々の元素の原子核に軽イオン（陽子、重陽子、ヘリウム）を衝突させる実験が主たるものであった。1970年後半からは世界的に重イオン加速器が駆動し始め、重イオンを用いた原子核実験が花を開いた。当センターのサイクロトロンにおいても低エネルギーながら重イオン加速に成功し、2つの研究テーマが走り始めた。その1つは工学部原子核工学科の古田島氏を中心とする収束中性子源の開発（CYRIC ニュース第6巻10頁研究紹介掲載）であり、他の1つがここで紹介する原子核-原子核衝突による核反応の研究である。

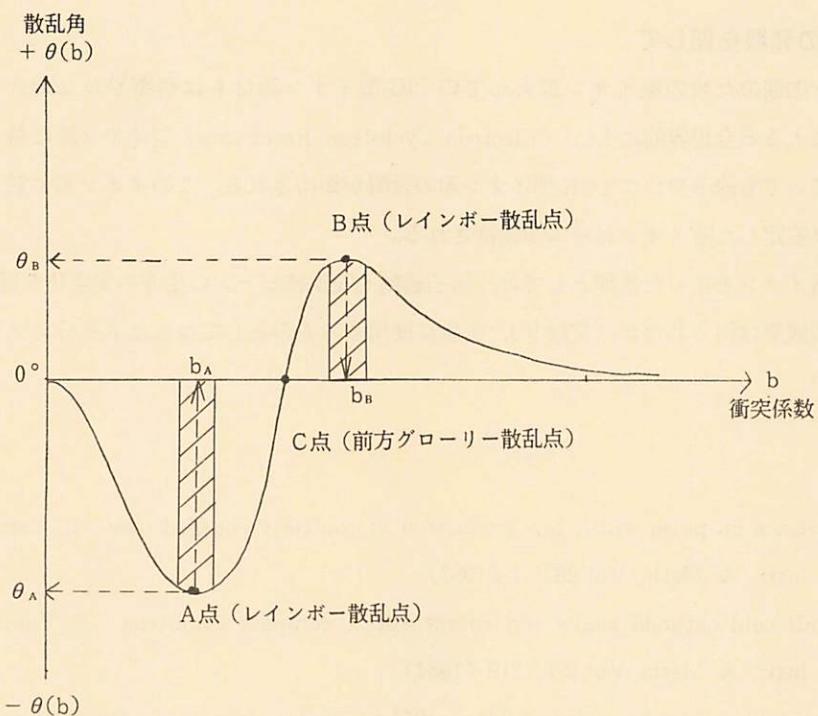
原子核-原子核衝突は軽イオンを衝突させた実験と違って、互に複雑な構造をもった核物質間の衝突であるので、非常に変化に富んだ現象が多く見られる。他方、衝突する際の互いの原子核間の衝突距離に比して、衝突する原子核の運動の波長が充分に短いために、衝突過程における軌道が古典的描写で明確に説明出来る特長をもっている。その時の様相が第2図に図解されている。図に示された  $b$  は標的原子核の中心を通る入射軸からの入射原子核の距離を示し、これを衝突係数と呼ぶ。 $\theta$  は衝突後種々のポテンシャルによって散乱される方向を示す散乱角で、斥力（反発力）で外側に



第2図

散乱される場合を $+ \theta$ 、引力で内側に曲げて散乱される場合の角度を $- \theta$ と定義する。外側に散乱された原子核は衝突の際の原子核の外側の情報を得て散乱され、内側に曲げられた場合は原子核の中まで食い込み、原子核の内部の情報をもって散乱される。このように我々は散乱された原子核を測定する事によって原子核内外の情報を得る事が出来る。さらにこのような現象を第3図に図式化する。即ち散乱角 $\theta$ を衝突係数 $b$ の関数として図式化したものである。この図から正面衝突に近い原子核( $b$ が0に近い入射原子核)程、引力(核力)によって内側に曲げられ( $- \theta$ 方向)、原子核間の距離が遠い点( $b$ が大きい)での散乱は、斥力(クーロン力や遠心力)によって外側( $+ \theta$ 方向)へ散乱される事がわかる。又 $b$ が非常に大きい所では入射原子核は何らの力も感じずに $0^\circ$ 方向へ通り過ぎて行く。第3図中の点A, B, Cでは特別の散乱過程が起こりこの点に対応する角度で散乱原子核を測定する事は大変重要である。A点及びB点では、これらの衝突係数 $b_A$ 又は $b_B$ の近傍の衝突係数をもって入射して来る原子核はすべて同じ角度 $\theta_A$ 及び $\theta_B$ に集中して散乱される事が図からわかる。即ち角度 $\theta_A$ 又は $\theta_B$ で散乱を観測すると特別に数多くの散乱原子核が観測される。この現象をレインボー(虹)散乱と呼び、原子核内外の特別な情報が得られる。又C点に対応する角度は $0^\circ$ であるために直接散乱原子核を観測出来ないが、引力と斥力の微妙なバランスの下で $0^\circ$ 方向へ散乱される事を示している。この現象を前方グローリー散乱と呼び光の現象と同様な干渉効果を $0^\circ$ の近傍角度で示す。光学的には雲のスクリーンの上に写る影のまわりに強い光が輝いて見えるグローリー現象と同じであるが、この場合は後方グローリーである。このグローリー散乱を測定する事により、標的核と入射原子核が核融合を起す全確率が精度よく観測出来る。

A, B, C点以外の角度でも散乱された原子核は内側( $- \theta$ 方向)と外側( $+ \theta$ 方向)への散乱が干渉して同一角度で測定出来る。これらの散乱を各角度毎に測定する事で種々の原子核間の相互作用力の情報が得られる。



第3図

#### 4. 重イオンビームを用いた原子核実験

現実に実験を遂行するためにはさらに重イオン加速システムの整備、データ収集システムの開発が必要であった。開発されたこれらの報告が文献3, 4に収められている。

重イオンビームを用いた原子核実験は、第4ターゲット室(41コース)で遂行される。以下に今まで得られた研究成果を示す。又内容に関しては紙面の都合上省略するが、多くは論文として公表してあるので参考文献を参照されたい。主な研究課題としては、

- a)  $^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{N}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^{16}\text{O}$  原子核と  $^{28}\text{Si}$  原子核との弾性・非弾性散乱の測定よりこれらの相互作用力が光学ポテンシャルを用いて説明され、“見かけのスピン軌道力”がスピンをもつ原子核について発見された(文献5, 6)。
- b)  $^{13}\text{C} + ^{12}\text{C}$  散乱系の二重散乱の測定から  $^{13}\text{C}$  の偏極度が測定され、反応機構に強く依存している事が推測された(文献7, 8)。
- c) 陽子過剰不安定原子核ビームの生成  
 $^1\text{H} (^{15}\text{N}, ^{15}\text{O}) \text{n}$  反応を用いた  $^{15}\text{O}$  ビームの生成(文献9)。
- d) 全反応断面積とグローリー散乱  
 $^{12,13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^{16}\text{O} + ^{28}\text{Si}$  散乱系に於ける  $\theta = 0^\circ$ での散乱振巾の導出等があげられる。

## 5. 今後の発展を期して

重イオン加速のための重イオン源としての PIG 型イオン源はもはや華やかな時代は終った。1990年代に入ると全世界的に ECR (Electron Cyclotron Resonance) 型イオン源に替った。当センターに於いても速みやかに ECR 型イオン源の設置が期待される。このイオン源に於いてはより強力な、又安定した重イオンビームが期待される。

当面、重イオンを用いた物理としては、陽子過剰不安定核ビームの生成の実用化を目指したい。ある程度の成果は得られたが（文献 9），実験に使用するものとしては未だ不充分である。今後を期待したい。

## 参考文献

- 1) Dependence on pulse width for production of multiply charged ions : T. Yamaya et al., Nucl. Instr. & Meth. Vol.203, 7 (1982)
- 2) A samll cold cathode heavy ion source for a compact cyclotron : T. Yamaya et al., Nucl. Instr. & Meth. Vol.226, 219 (1984)
- 3) A precision gas feeding system for a PIG heavy ion source : T. Onodera et al., Nucl. Instr. & Meth. in Phys. Res. A269, 445 (1988)
- 4) A multi data aquisition controller for position sensitive detectors : O. Satoh et al., Nucl. Instr. & Meth. in Phys. Res. A268, 225 (1988)
- 5) Spin-orbit term in light heavy-ion elastic scattering potential : O. Satoh et al., J. Phys. Soc. Japan supl. 55, 762 (1986)
- 6) Optical potential for p-shell heavy ion projectiles : T. Yamaya et al., Phys. Rev. C37, 2585 (1988)
- 7) Observation of polarization in  $^{13}\text{C} + ^{12}\text{C}$  elastic scattering : O. Satoh et al., Fifth Int. Conf. on "Cluster aspects in Nuclear and Subnuclear System" 1988, Kyoto Japan. iii)-28
- 8) Characteristic phenomena of composite nuclei in the optical model potential : T. Yamaya., Invited talk at the symposium on "Nuclear Collective Motion and Nuclear Reaction Dynamics", RIKEN, Japan 1989, Proceeding p.333
- 9) Low-energy radioactive beams by inversion kinematics : T. Yamaya et al., Nucl. Instr. & Meth. in Phys. Res. B70, 374 (1992)

## 学内 R I 施設だより

金属材料研究所附属材料試験炉利用施設 茅野秀夫

本施設は、全国各大学の研究者が日本原子力研究所、大洗研究所の材料試験炉「JMTR」等を利用して、原子炉材料及び核燃料に関する基礎的研究を行うことを目的として設置された共同利用施設である。

昭和40年に発足した金属材料研究所の後藤秀弘教授を班長とする関連国立大学の総合研究班、日本学術会議特別委員会及び原子力開発基礎研究会の下部組織としてつくられた材料試験炉準備委員会等の審議に基づき、昭和44年6月11日文部省令第18号により設置された。同時に施設と密接な関連をもって研究を行う、金属材料研究所の原子炉材料研究部の照射研究部門も併設が認められた。続いて燃料の照射に関する第2部門増設の要請が関係者からなされたが、これが実現したのは約20年後であった。すなわち昭和62年になり4年計画でアクチノイド元素実験棟を整備することが認められた。平成2年に放射線金属化学部門が仙台から大洗地区に移転し、1施設、2研究部門（材料と燃料）となった。

敷地の所在場所及び建屋の配置は図1に示す通りで、敷地は日本原子力研究所大洗研究所よりJMTRに近接したところを借用しており、その総面積は12,161m<sup>2</sup>である。建屋総面積は5,340m<sup>2</sup>で、主なものはホットラボラトリ一棟852m<sup>2</sup>（昭和44年度完成）、研究棟989m<sup>2</sup>（昭和43年度）、部門実験棟216m<sup>2</sup>（昭和45年度）等で全部平屋である。一方、昭和63年度に完成したアクチノイド元素実験棟2,282m<sup>2</sup>は、地上3階、地下1階である。ホットラボラトリ一棟のスタック（排気筒）は高さ30m、アクチノイド棟のそれは40mである。なお施設から約6km離れた大洗町大貫町に共同利用者のための宿泊施設（昭和45年度完成）が設置されている。ホットラボラトリ一棟、研究棟及びアクチノイド元素実験棟の内に管理区域が設定されている。

図2にホットラボラトリ一棟の平面図を示す。JMTRで照射されたキャプセルの内筒は、鉛製の輸送容器に入れてホットラボラトリ一棟に搬入される。ここには高放射性試料を安全に取り扱うための鉛セルが6基あり、その1つで、遠隔操作により内筒を解体して照射済み試料を取り出す。放射能の減衰を待って、引張、衝撃および他の機械試験を行い、中性子照射した材料の機械的性質変化を調べる。ここには図示しないが、研究棟ではホットラボラトリ一棟で分けられた放射能の比較的弱い試料について、透過電子顕微鏡観察、陽電子消滅等を行い、中性子照射による材料の微細組織変化から機械的性質や物理的性質を解析している。

図3に示すアクチノイド元素実験棟では専用の $\alpha-\gamma$ ケーブ、 $\alpha-\gamma$ グローブボックスを設置して、ウラン化合物やウランアモルファス合金の物質探索、高品位単結晶の育成及びその電子物性評価を行っている。また超ウラン元素の溶液化学・核化学的研究を開始した。更にネプツニウム化合物の物性研究を計画している。

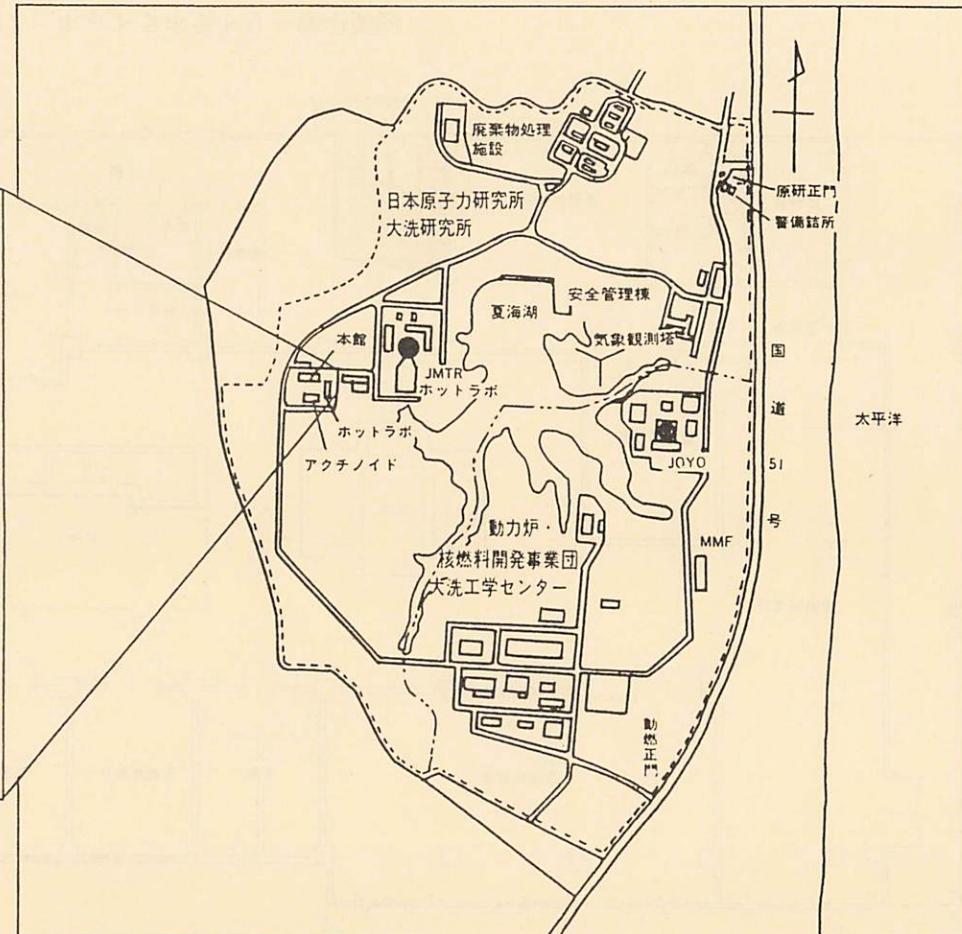
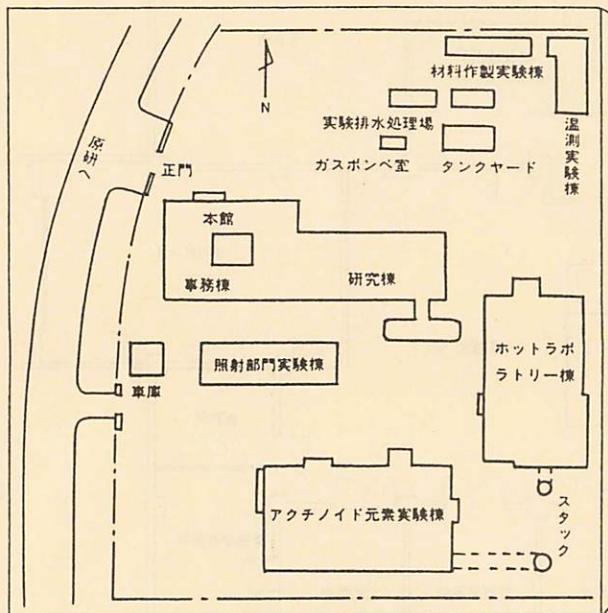
本施設の運営は、金属材料研究所原子力部門の担当教官より構成されている施設運営委員会、全国の大学、日本原子力研究所、動力炉・核燃料開発事業団の関係者より構成されている施設共同利用委員会及び金属材料研究所教授会の議を経て行われている。放射線の安全管理基準としては、他のRI施設と同様に放射線障害予防内規を定める他に、核燃料物質を使用するのでホットラボラトリーアンセム規程およびその下部規程であるホットラボラトリーアンセムの使用に関する内規、放射性廃棄物に関する内規及び非常時における措置に関する内規を定めている。

共同利用に関しては、昭和44年には年2回、45年からは年1回の共同利用募集を行い、現在（平成6年11月）までに27回に達した。表1に過去5年間の共同利用状況を示す。1年間の採択テーマ件数は70弱、延べ利用者は1,900（人・日）であり、他大学の利用者は東北大の半数程度である。表2には大学別の利用内訳を示す。北海道から九州までの全国に及んでいるが、東北大以外では、北海道大、東京大、武藏工大、名古屋大、京都大及び九州大の利用が多い。共同利用者の宿泊については、歴代の宿泊施設管理人に人を得て大変好評を博している。

本施設は、その名の通り JMTR を利用した原子炉材料研究の大学における拠点施設としての役割を果たしてきたが、高速増殖炉の開発および制御核融合反応の実現を目指したトカマク実験の進展とともに、大量の中性子照射下での材料挙動の把握とそれに耐える材料の開発、即ち重照射研究が重要な課題となり、昭和60年から動力炉・核燃料開発事業団の高速実験炉、「常陽」の利用を開始した。また、核融合の DT 反応の場合、14MeV のエネルギーを有する中性子の照射損傷が起こることから従来型の原子炉照射では中性子エネルギーが不足し、一国では新型照射設備の開発も困難なため国際協力が必要となってきた。そこでアメリカのローレンス・リバモア研究所に設置された核融合 14MeV 中性子源、RTNS-II を利用した照射研究が昭和57年から5年計画で日米科学技術協力事業として推進されたが、本施設は日本における照射後試験施設として重要な役割を果たしてきた。これにひき続いて、アメリカのハンフォードにある高速中性子実験施設 FFTF を利用した微小試験片を主体とする材料照射研究が、核融合分野における日米協力事業の一環として実施されている。これは照射に用いられる開放型材料試験装置（MOTA）の名前を冠して FFTF/MOTA 計画とよばれているが、この試料の照射後試験も本施設において電子顕微鏡観察を主体として実施されている。

一方、本施設を中心とした JMTR 照射もここ数年来高度化を図ってきた。即ち照射温度を精密に制御したキャップセルの開発（一定温度、温度変動、原子炉の出力と独立したヒーターによる温度制御等）、中性子スペクトルを一定にして照射量を変える中性子束一定型、照射中に電気抵抗や光ファイバー特性を測定する In Situ 計測型、照射中に試料を炉心から引き上げる多段多分割型等である。更に大洗地区の地の利を生かして、熱中性子炉の JMTR と高速中性子炉の JOYO とのカップリング照射を開始している。また高速実験炉の常陽においても温度制御照射の推進を図っている。

# 施設付近図



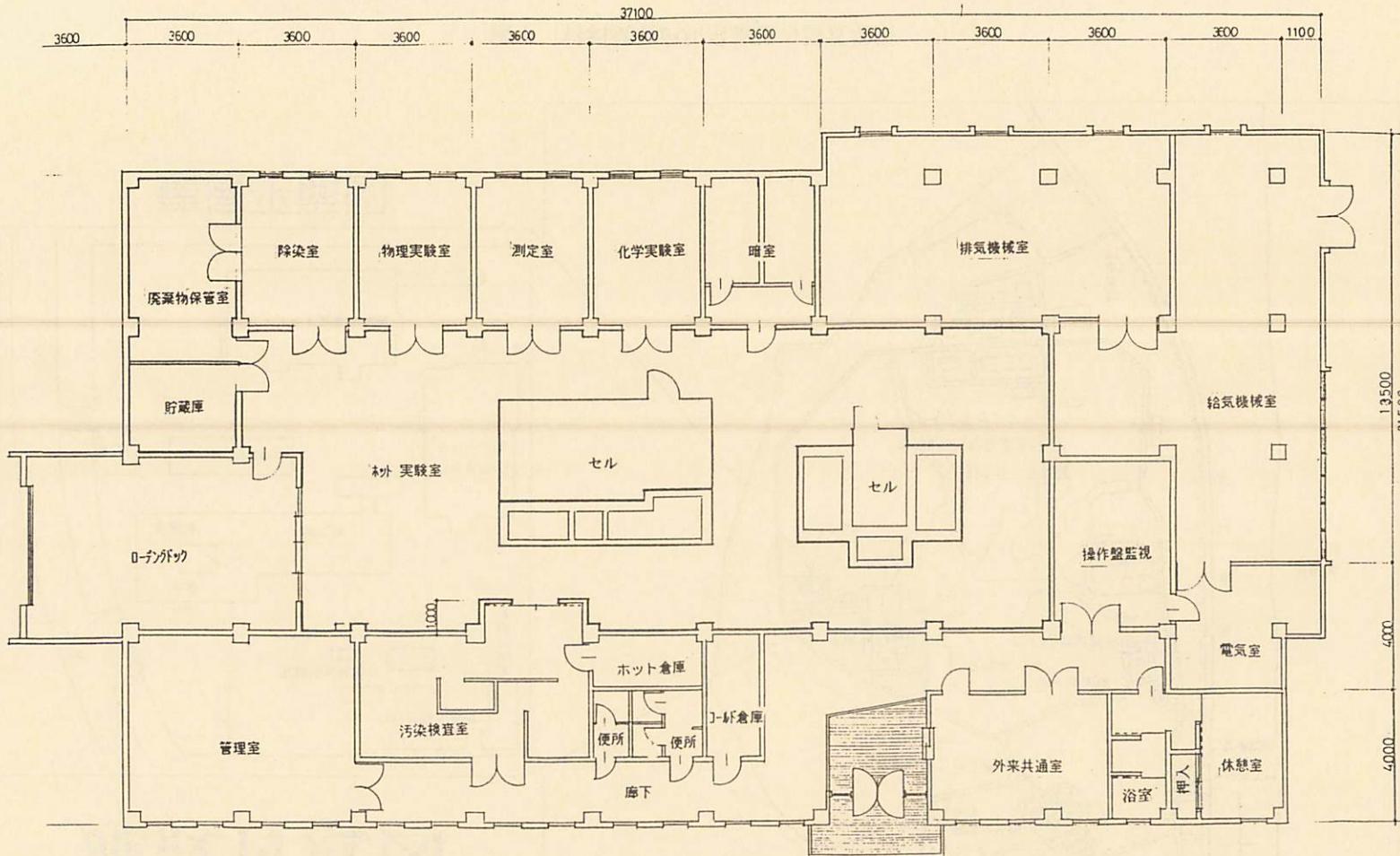


図2 ホットラボラトリー棟平面図

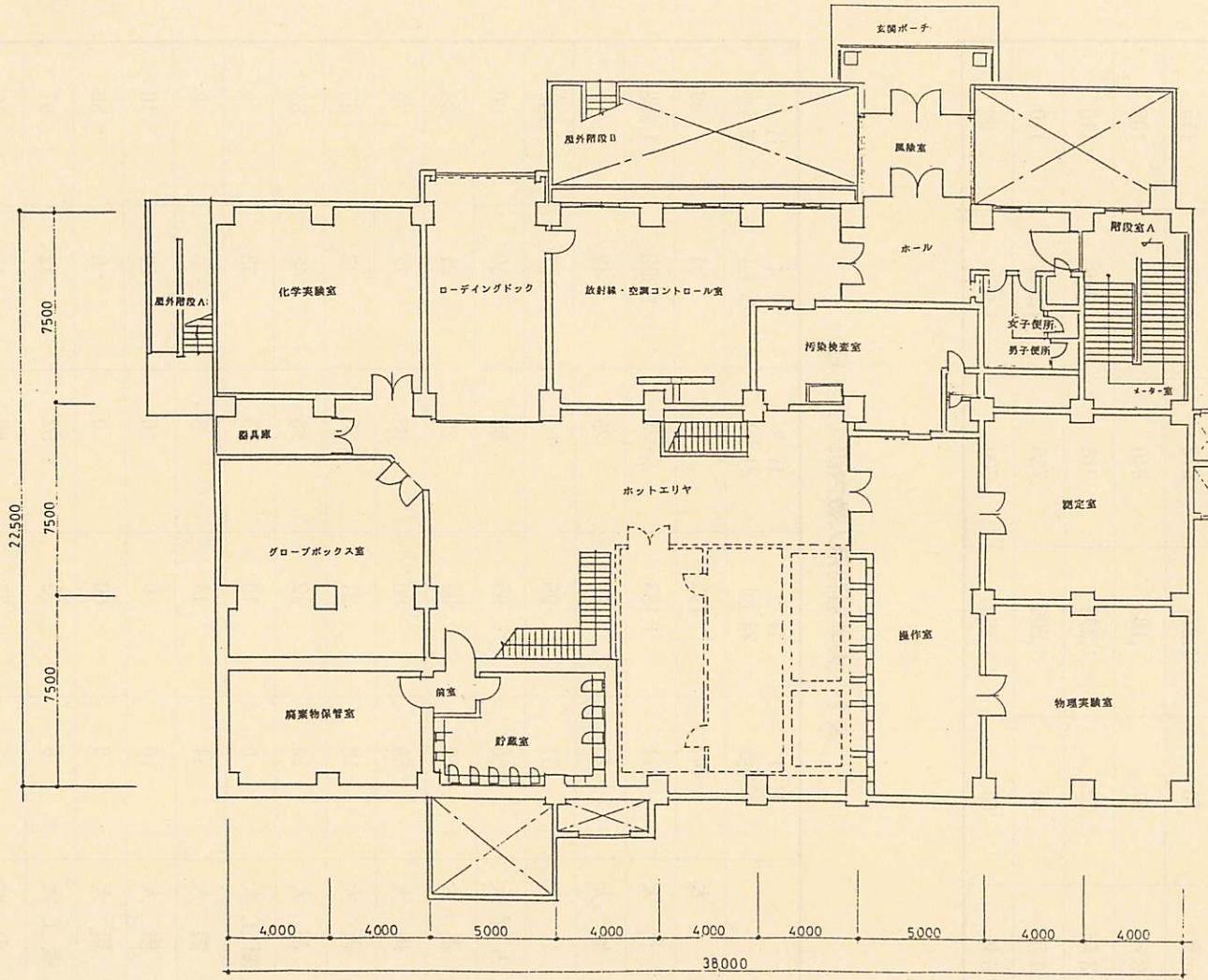


図3 アクチノイド元素実験棟1階平面図

表1 共同利用状況

年 度	採択テーマ (件数)	延べ利用者 (人・日) 東北大	延べ利用者 (人・日) 他大学等	延べ利用者 (人・日) 合計	実人数 (人) 合計
元年	70	1,271	672	1,943	115
2年	67	1,183	640	1,823	105
3年	62	1,238	718	1,956	116
4年	66	1,200	725	1,925	110
5年	65	1,363	590	1,953	99

表2 大学別利用人数内訳(人・日)

	H.1 22回	H.2 23回	H.3 24回	H.4 25回	H.5 26回
北 大	200	122	78	91	59
東 北 大	1,271	1,183	1,238	1,200	1,363
茨 城 大	40	30	25	47	2
東 大	37	96	105	147	140
名 古 屋 大	166	95	98	150	60
広 島 大	60	33	20	21	20
九 州 大	66	80	98	73	72
大 阪 大	18	21	56	32	25
京 都 大	13	12	85	48	53
室 蘭 工 大	0	10	13	33	0
新 洩 大	34	14	8	0	0
島 根 大	10	0	10	10	10
群 馬 大	0	60	0	0	36
武 蔵 工 大	0	33	52	42	97
そ の 他	28	37	60	41	16
合 計	1,943	1,826	1,946	1,935	1,953

# 新 PET（島津 SET2400W-S）紹介

サイクロトロン核医学研究部 伊藤 正敏

新しく導入されましたポジトロン断層撮影装置を紹介致します。本装置の設計思想は、広い軸方向視野、高感度、高解像力、三軸方向均一解像力にあります。これらは、臨床使用に不可欠の条件であり、過去の PET は、高感度 (ECAT II の場合)、又は、高解像力 (PT931 の場合) を追及し他の性能をある程度犠牲にするものがありました。上記の基本性能を可能とした基本原理は、 $\gamma$ 線検出部分での結晶と光電子増倍管 (PMT) の組み合わせ方法にあります。この方法は、PT931 型 PET で初めて採用されたもので、この場合は、4 個の PMT と 24 個の結晶が組み合わされ各 PMT の光る比率により、発光した、つまり、 $\gamma$ 線を検出した結晶の位置を計算により求めるものでした。この方法により PMT と回路系の数が減少し、価格の低下と故障率の低減が達せられました。性能的には、結晶を小型化できるため解像力が上昇しました。新 PET は、この方式を更に進め 4 個の PMT が 48 個の結晶と組み合わされています。浜松フォトニクス社の開発した小型 PMT の採用により結晶の大きさは、6 (軸方向)  $\times$  4 (円周方向)  $\times$  30 (奥行き) mm となり、解像力は、軸方向 5 mm、円周方向 4 mm となりました。新 PET は、これを多段に重ね 32 リングとなっています。この結果、軸方向視野は 20cm となり、現時点で世界唯一最長であります。

以下、主な性能的特徴について述べます。

## 1. 広視野撮影ならびに全身スキャン

軸方向視野の拡大により、脳、心臓等の臓器全体を一度に撮影できます。広視野を利用して、特に、腫瘍症例で問題となる病巣の広がりの診断を目的として全身スキャンが開発されました。ECAT II の場合でも、rectilinear scan という全身撮影モードが採用されていましたが、これは、体内放射能分布の前後方向の投影像を平面画像として得るものでした。新 PET は、断層撮影を数回繰り返すことにより全身の三次元画像データを得て、投影画像とその上に示される線上の断層画像を表示します。しかし、データ量は、膨大なもので一回に 10 メガバイト程度となります。

## 2. Post-injection Transmission

本装置でのトランスマッショナリスキャンは、従来のリング型線源を使用せずに棒状線源を回転させて代用します。この利点は、棒状線源が回転円周上のどこにあるかを常に知ることができ、それを利用して検出されたガンマ線が棒状線源から来た確率が高いか、投与された放射能 (emission data) からなのかを随時判断ができます。この結果、トランスマッショナリスキャンを放射能投与後に行なうことが可能となります。

### 3. 三次元データ収集

解像力と感度の追及は、本来、相反するもので、一方の向上は必ず、他方の劣化を伴いました。この矛盾を解決する方法が、三次元データ収集法です。二次元データ収集では、一つ一つの検出器は扇型の二次元計数空間を持つのに対して、本方法では三次元の角錐に近い形でデータを得ます。つまり、リング内の同時計数に加えて他の全リングとの間で同時計数を行います。これにより感度が飛躍的に増大します。この場合、リングの数が重要となり、PT931のような4リングマシンでこのことを行っても意味がありません。感度の増加は軸方向視野長に依存し、15cmの視野では約5倍と言われています。我々の装置では、10-15倍の感度の増加が見込まれます。この方法の採用により、検出器を小型化しても感度を上昇させることができることが実用的となりました。しかし、三次元データ収集では、リング間の鉛遮へい板（セプタ）を取り外すため、散乱線が著しく増加しこの補正なしでは、定量画像を得ることができません。また、三次元画像再構成なる新しい演算法を開発し短時間のうちに計算を終了させる必要があります。更に、生ずる膨大なデータの保存の問題等ハードウェア、ソフトウェア共に、まだ、世界的に未完成であります。センターでは、測定器研究部を中心として、最重要課題としてこの問題の解決に当たります。

### 4. 通常の二次元撮影

基本的な撮影自体は、PT931の場合と変わりありません。小型化された検出器により一断面当たりの感度が劣化していますので投与放射能量を増やす必要があります。装置の方の対策としては、同時計数リングの数を増やして（束ねといいます）感度を上げることができます。これは、軸方向の解像力を劣化させますが、他社のPETでも標準撮影方式となっています。低感度領域では、感度と解像力が比例するため、束ねた方が解像力が高いことがあります。どの程度束ねるのが適当かは、実験により決めたいと考えています。

### 5. 定量画像作製

本装置の特徴の一つとして、定量プログラムが多数用意されています。血流量、酸素消費量（酸素のボーラス吸入法にも対応します）、糖消費量計算プログラムの他、各種のグラフ解析法の利用が可能です。もっとも有用と考えられるところは、重み付け積分がハードウェアで行われるため、データ採取の終了とほぼ同時にFDGモデルにおける速度定数画像を得ることができる点です。放射線管理研究部と共同開発した無採血脳血流計算ソフトも用意する予定です。ただし、メーカー側でのプログラムの移植の時間が必要です。

### 6. 画像処理

画像演算、フィルタリング等の比較的単純な処理は可能ですが、残念ながらこの分野の開

発は、遅れています。しかし、画像処理専用に CLIPPS なるソフトウェアを導入しましたので、これを用いてボリュームレンタリング処理による三次元画像解析が可能となっています。

## 7. データ記録

データの記録は、1ギガバイトの光磁気記憶装置で行います。128×128の画像サイズでは63枚の画像が約2メガバイトとなります。ダイナミックスタディでは、適切なデータ採取を行う必要があります。

最後に、装置基本性能表と撮影された画像を紹介致します。

表 PET 性能比較表

*Field of View*

	SET2400W-S	PT931		SET2400W-S	PT931
検出器 BGO 結晶数 サイズ	21,504 3.8×6.3×30.0	2,048 5.6×13.5×30.0	撮影視野 断層平面 軸方向	<i>transverse</i> 590mm 200mm <i>axial</i>	600mm 54mm
光電子増倍管 (回路) 数	1,792	256	解像力 平面内 軸方向	<i>radial</i> 4.0mm 5.0mm <i>axial</i>	<i>transverse</i> 5.3mm 6.7mm
リング数 スライス数	32 63	4 7	感度 2D 3D	270kcps 2 D の 10-20 倍	52kcps -
スライスシールド	電動格納	固定	トランスマッショソ	RI 投与後も可能	RI 投与前のみ
ワークステーション SPECmark89 データメモリ	タイタン II 121 1 GB	$\mu$ VAX II 16MB	エミッション <i>Scan mode</i>	2 D & 3 D	2 D
画像再構成時間 (2D)	3秒/画像	10秒/画像	全身撮影	断層画像	平面画像

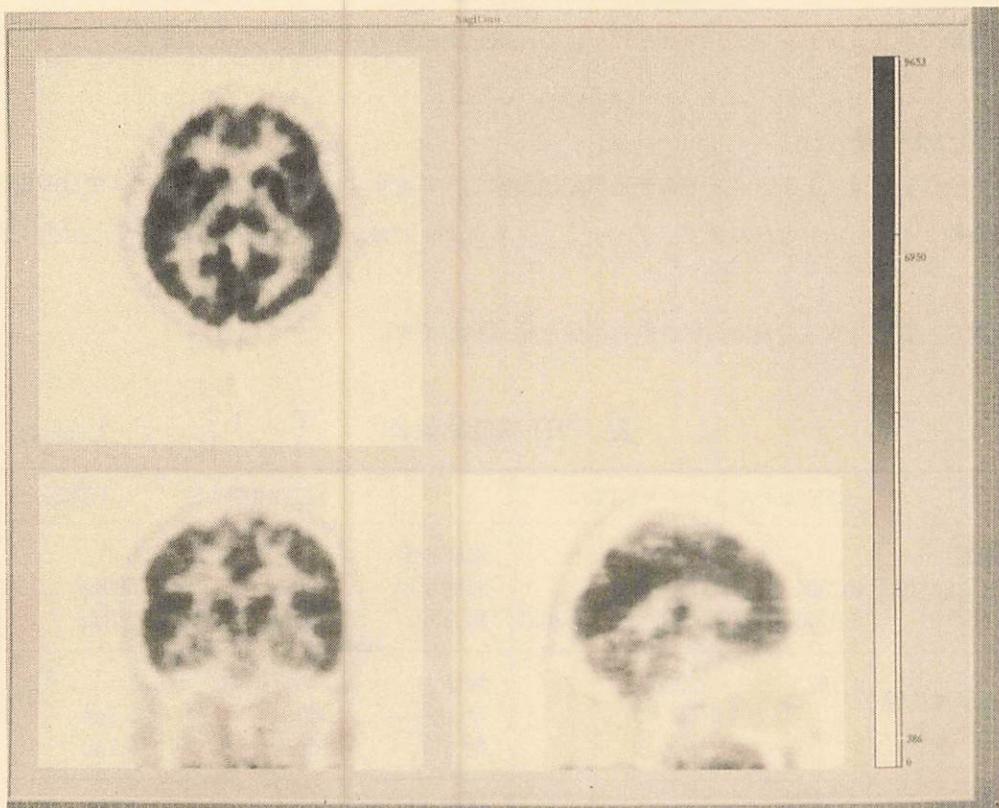


図 新PETで撮影された脳の三次元画像

## 共同利用の状況

### サイクロトロン高周波系プレート電源故障について

CYRIC 加速器研究部 篠 塚 勉

第62回サイクロトロン共同利用期間中である平成6年9月7日（木）夕方、サイクロトロン高周波系の主プレート電源で重大な故障が発生し、約40日間に亘りサイクロトロンの運転に支障をきたす事態が発生しました。幸い、最高エネルギーの70%までまかなえる代替電源の手配が付き、本期間に於ける研究課題の内、約8割が消化することができたことは、不幸中の幸運でありました。故障及び復旧時にユーザーの方に迷惑を掛けた点お詫びいたします。

以下、故障の経過、原因、復旧状況について報告します。

発生日時：平成6年9月7日（木）17時頃

発生場所：サイクロトロン棟地下電源室、サイクロトロン高周波系主増幅器用プレート電源  
(12kV, 20A, 240kW出力) 高圧トランス内部

故障状況：本トランスは上記仕様を満たすプレート電源の心臓部であり、1.7m立方の鉄製匡体内部が絶縁油で充たされている総重量4トンの水冷型高圧絶縁トランスです。

サイクロトロン運転準備中に高周波系及び電源自身の持つ機器診断シーケンスの異常信号から電源の故障が知られ、トランス外部に設けられている内部オイル監視用ゲージに発見された多量の水からトランス内部での水漏れ事故と判断されました。9月7日、8日の両日に亘って、製造元と共に診断、検査を行った結果、トランス内部での水漏れは内部の機器に回復不能のダメージを与えていることが判明し、製造元に持ち帰っての全面改修とすることに決定しました。

復旧及び応急処置：トランス復旧に要する期間は通常45日が標準とされますが、本センターでの運転状況の緊急性から、製造元の協力もあり、30日という工期短縮を計ることができ、10月8日改修トランスのセンター搬入という日程が決定しました。

30日間の共同利用停止は本センターが共同利用を開始して以来初めての経験でもあり、共同利用に多大の影響を及ぼすことから代替電源を国内各加速器施設に問い合わせることとしました。

本電源はサイクロトロンという特殊機器をまかぬ大出力の特殊電源であることから、移動可能な代替電源を求めるることは困難が予想されましたが、幸いにも住友重機械工業(株)田無工場で開発中のシンクロトロン用高周波電源が移動可能な状況にあったため、急速応急用代替電源として搬入することとしました。

しかし、7kV, 10A出力の高圧電源であるため最高エネルギーを要する実験は行えず、ビームタイム等の振り分け変更で当初予定の8割が実行可能の状況でした。

代替電源はスペース、搬入の問題から本体地下ピット室に据え付けることとし、9月13日（火）に大学側、及び業者の協力の下、搬入、及び増幅器、1次側電源との配線を行いました。代替電源によるテスト運転は順調にゆき、共同利用も無事消化できる状況となり、30日間サイクロ停止という事態は免れることとなりました。10月8日（土）予定どおり改修された新トランジストが搬入され、翌火曜日からのテスト運転を経て、10月13日（木）から正規の状態で共同利用が行える状況となりました。

所見：サイクロトロン運転開始以来17年を経過し、サイクロトロン各種機器各部の痛みが心配されていましたが、今回の故障は水冷用冷却パイプ2カ所で穴があいたという事態が製造元での分解調査過程で明らかになりました。希な故障とはいえ、サイクロトロンの他の重要部分でも同様な老化が進んでいることを考え合わせると、早い時期での抜本的なオーバーホール又は更新を考慮する必要を感じています。

### サイクロトロン共同利用実験

第63回の共同利用が進行中であり、間もなく、第64回の共同利用申込みが始まります。

第61～63回の分野別申込み数は下表の通りです。

サイクロトロン共同利用実験申込課題件数

分 野	61回 (4月～6月)	62回 (7月～9月)	63回 (10月～12月)
物理・工学	18	15	17
化学	5	6	7
医学・生物（基礎）	21	19	20
医学・生物（臨床）	53	44	53
計	97	84	97

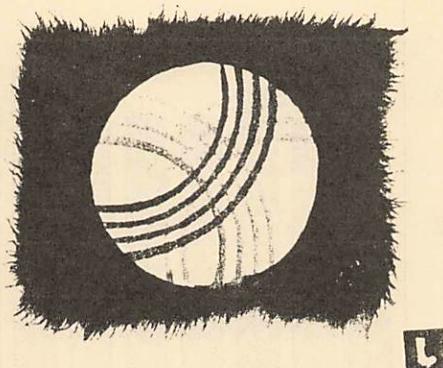
## R I 棟共同利用

R I 棟共同利用の部局別申込み数は下表の通りです。

### R I 棟部局別共同利用申込件数

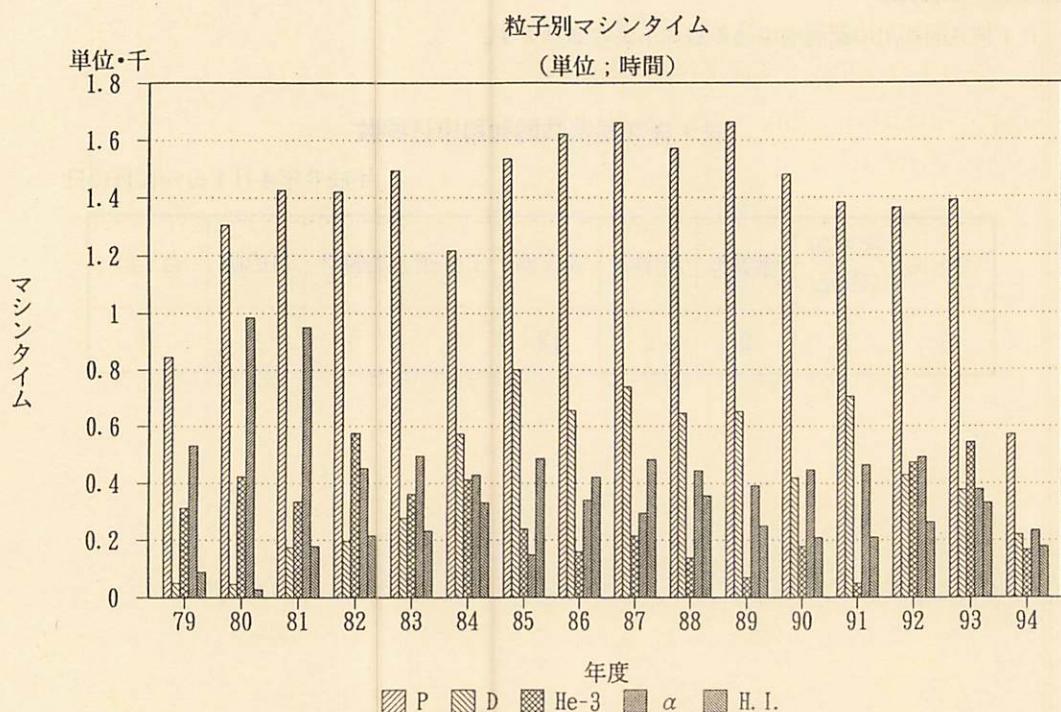
平成 6 年 4 月 1 日～10月13日

CYRIC	医学部 (病院)	理学部	農学部	薬学部	工学部	加齢研	反応研	合 計
3	8	2	2	13	1	5	1	35

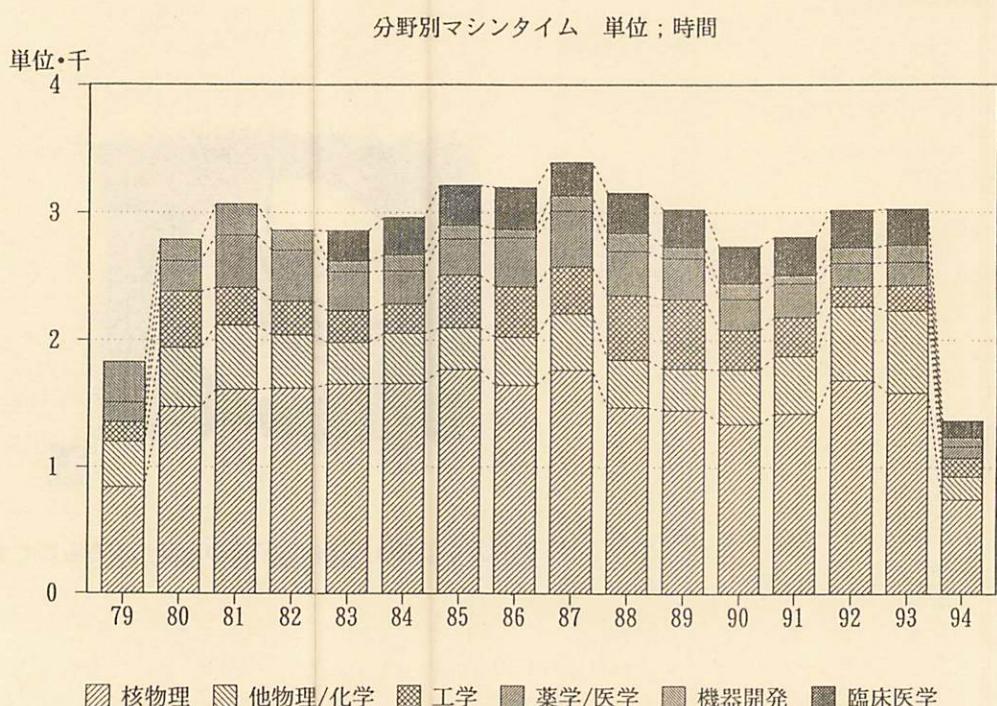


(文中のカットは、阿部笙子氏の版画によるものです。)

1994.9.30現在



1994.9.30現在



## センターからのお知らせ

### [サイクロotron平成6年度下半期運転計画]

第63回：平成6年10月初旬～平成6年12月下旬

第64回：平成7年1月初旬～平成7年3月下旬

(第64回課題締切 11月28日(月))

### [放射線とRIの安全取扱いに関する全学講習会]

第37回 基礎コース：平成6年11月7日(日)～11月11日(金)

第23回 X線コース：平成6年11月2日(木)

会場 基礎コース 講義：工学部青葉記念会館

実習：CYRIC

X線コース CYRIC

第1回 専門コースⅢ [イメージングプレートを用いたオートラジオグラフィ法] が10月24日(日)～10月25日(火)にCYRICで実施されました。参加した人の所属は医学部から通研と多岐に亘り、幅広い利用が感じられました。講義と実習受講者は17名、講義のみは15名で計32名でした。

### [全学の新規取扱者教育訓練について]

#### 1) 講義日の増加について

平成6年度までは講義日が1日、実習が複数日設けられていましたが、7年度からは実習と同様に複数(2日)の講義日を設け、いずれか受講しやすい日に講義を受ければよいように変更します。

#### 2) SOR(放射光)コースの新設について

平成7年度から新たにSORコースを新設する予定です。

これはSORの利用者の増大に伴う措置で、基礎コースの講義を受講し、実習は受けなくてもよくなります。ただし取扱いには制限があり、管理区域に立入って加速器の取扱いは出来ますが、非密封RIの取扱いはできません。放射線取扱者手帳(赤手帳)には、その旨の限定付であることを明記することになりました。

### [放射線取扱者手帳について]

平成元年度放射線障害防止法改正時に本学の放射線取扱手帳(赤い手帳(RI)と青い手帳(X線))が改訂されましたが、在庫がなくなり現在印刷中です。内容は手帳(I)は変化がなく、手帳(II)が規則の改正があったので、その部分を取り入れたものとなっています。

## 研究発表会

### 「第15回サイクロトロン共同利用実験研究発表会」

平成6年12月1日(木), 2日(金)

サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター講義室で  
開催の予定(発表件数 48件)

### [第18回全国国立大学アイソトープセンター長会議]

6月2日(木)に岡山大学が主催して、標記センター長会議がカルチャーホテルで開催されました。  
参加したのは本年新設された熊本大学を加えて14大学のセンター長と専任教官及び事務官です。

### [全国国公私立大学等研修(放射性同位元素等取扱施設教職員研修)]

全国研修が10月20日(木), 21日(金)の2日間に亘り本年度の当番校である本センターで開催されました。

研修課題は「教育訓練実習の実際と新しい工夫」で、実習は

実習A: 開封と小分け

実習B: スミヤー試料のイメージングプレートを用いた測定法  
の2課題です。

講義は今回新たに出版された「'94大学等における放射線安全管理の実際」をテキストとして  
次の5課題の講義

1) 放射性同位元素の安全管理の実務

2) 放射性廃棄物の安全管理の実務

3) 環境の安全管理の実務

4) 個人管理の実務

5) 放射線安全管理における留意事項

に加えて、科学技術庁放射線安全課の近藤龍雄氏

6) 最近の放射線安全管理の動向  
を行いました。

実習受講者は国立大学30名、公立大学3名、私立大学15名の計48名で、講義・実習担当は全国  
13大学アイソトープセンター教官を中心に29名でした。

## [運営委員会報告]

第130回（平成6年9月19日）

- ・6月2日全国センター長会議が岡山大学で開催された
- ・放射線管理研究部山寺亮助教授が6月24日発令された
- ・平成5年度決算を承認した
- ・平成6年度実行予算を決定した
- ・動物実験委員会委員長に糸山泰人教授を承認
- ・第3専門委員会委員1名を補充（船木善仁助手）
- ・課題採択専門委員会委員1名を補充（山屋 勇助教授）
- ・受託研究員1名の受け入れ期間の延長を承認
- ・日本学術振興会招致研究者1名、研究生1名の受け入れを承認

## [講演会報告]

1) ウォン ヤンシャン (Wang Yongxian) : 中国科学院原子核研究所教授

“A New Biomedical Tracer Facility-Radiopharmaceutical Research and Development  
in SINR”

平成6年9月26日(月)

## CTRIC の新しいロゴを決定！

創立15周年を記念して新しく CYRIC のロゴを定めました。これはサイクロトロンでの粒子の加速を CYRIC の C として現わしたもので、核薬学研究部の岩田助教授の原案によるものです。今後いろいろな所で愛用していただけたら幸いです。



## 研 究 交 流

新しくセンターに来られた共同研究者を紹介します。

氏 名 藤 井 亮 (研究生)

会 社 西陣病院 (京都)

会社での身分 研究員

研 究 課 題 F-18 標識イノシトールの合成

指 導 教 官 井戸達雄教授

研 究 期 間 H6. 10. 1～H7. 3. 31

氏 名 ウォン ヤンシャン Wang Yongxian (日本学術振興会招致研究者)

出 身 地 中国 (原子核研究所)

研 究 題 目 放射性薬剤の製造に関する研究

担 当 教 官 井戸達雄教授

研 究 期 間 H6. 9. 19～H6. 9. 30

氏 名 ティモシイ ジャクソン Thimothy W. Jackson (客員研究員)

出 身 地 オーストラリア (オーストラリア原子核科学技術機構)

研 究 題 目 サイクロトロンによる放射性医薬品の製造研究

担 当 教 官 井戸達雄教授

研 究 機 関 H6. 11. 14～H7. 7. 13

氏 名 斎 藤 康 雄 (研究生)

会 社名 (有)現代矯正セミナール

研 究 題 目 顎骨および歯の微量元素の解析

指 導 教 官 石井慶造助教授

研 究 期 間 H6. 10. 1～H7. 9. 30

## R I 管理メモ

### [変更承認について]

次の2件について、3月4日科学技術庁に変更承認申請を行っていましたが、6月7日付けで承認されました。

1)  $^{60}\text{Ge}$  密封線源 370MBq×2個

研究棟のガントリー室で、新しく購入された島津社製のポジトロン断層装置の較正線源として使用する。

2)  $^{22}\text{Cf}$  非密封線源  $1.85 \times 10^6 \text{Bq}$

第2ターゲット室で、質量分析器の引出し効率を測定するために使用する。

### [定期検査について]

原子力安全技術センターによる定期検査が10月11日（9時30分～17時）に行われました。RI棟の低レベル共通実験室等の床材のひび割れが指摘され、早急に修理をすることになりました。他の指摘はありませんでした。

### [施設自主点検]

定期検査の直前の9月13日～28日にかけて行いました。結果は壁のうすいひび割れ、壁仕上材の劣化、床仕上材のひび割れ等があり、コーティング塗装・張替え等の補修を行いました。

### [全学個人管理システムの変更について]

現在の機種マイクロVAXⅡが8月初旬突然クラッシュするアクシデントが発生し今後、全学個人管理に供するには困難になりました。

この緊急事態に対処するため日立3050RXをホストにした新しいシステムを導入することになりました。現在システム変更を行っています。

### [全学のラジオアイソトープ廃棄物集荷状況について]

本学の平成6年度のラジオアイソトープ廃棄物集荷作業は6月13日～6月15日にかけて実施されました。

## 〔平成6年度〕

部局	旧可燃物	非圧縮	動物	動物割増	無機
単価	86,520	82,400	25,750	27,501	20,600
CYRIC	6		3	1	4
CYRIC 合計	519,120	0	77,250	27,501	82,400
理学部・化学					
理学部・生物					1
理学部・核理研					
理学部 合計	0	0	0	0	20,600
医学部 RI センター				1	5
医学部 合計	0	0	0	27,501	103,000
医学部附属病院	1				
附属病院 合計	86,520	0	0	0	0
薬学部	1		1		4
薬学部 合計	86,520	0	25,750	0	82,400
工学部					
工学部生物化学					
工学部 合計	0	0	0	0	0
農学部		1	1	1	4
農学部 合計	0	82,400	25,750	27,501	82,400
加齢研	3				
加齢研 合計	259,560	0	0	0	0
加齢研病院					
加齢研病院 合計	0	0	0	0	0
遺伝子実験施設	1				7
遺伝子実験施設 合計	86,520	0	0	0	144,200
合計	1,038,240	82,400	128,750	82,503	515,000

## 廃棄物集荷]

無機割増	可燃物	難燃物	難燃割増	不燃物	不燃割増	フィルター	部局合計
22,351	21,630	32,960	33,269	47,792	68,186	34,299	
3	17	16		5	1		
67,053	367,710	527,360	0	238,960	68,186	0	1,975,540
	2	5		3			
	1			1		3	
				4			
0	64,890	164,800	0	382,336	0	102,897	735,523
14	37	81		14		15	
312,914	800,310	2,669,760	0	669,088	0	514,485	5,097,058
		11		4			
0	0	362,560	0	191,168	0	0	640,248
7	7	8		3	1		
156,457	151,410	263,680	0	143,376	68,186	0	977,779
1	11		1		1		
	1	2					
22,351	259,560	65,920	33,269	0	68,186	0	449,286
2	5	13		5			
44,702	108,150	428,480	0	238,960	0	0	1,038,343
	4	20		4		46	
0	86,520	659,200	0	191,168	0	1,577,754	2,774,202
		1		2		10	
0	0	32,960	0	95,584	0	342,990	471,534
1	5	10		3			
22,351	108,150	329,600	0	143,376	0	0	834,197
625,828	1,946,700	5,504,320	33,269	2,294,016	204,558	2,538,126	14,993,710

## 「全国国立アイソトープセンターが出版した書籍の御案内」

この度、全国研修に合わせて、ここ数年間かかって作成した下記の本が出版されました。

「'94 大学等における放射線安全管理の実際」大学放射線施設協議会  
(平成6年10月) クバプロ (245頁, 定価3914円)

安全管理に役立つ事項がいろいろ書かれています。

購入御希望の方がありましたら、当方まで御連絡下さい。

(東北大学 CYRIC 中村尚司)

## [人 事]

下記の職員の異動がありました。

発令年月日	官 職	氏 名	異 動 内 容
6. 6. 24	文部教官助手	山 寺 亮	文部教官助教授に昇任

# C Y R I C 百科

free electron laser (自由電子レーザー) の略称です。相対論的速度をもつ電子ビームからの放射を用いたレーザーの総称であり、シンクロトロン放射、サイクロトロン放射等がこれに含まれます。しかし一般的には狭義に定義されたレーザー光を指します。即ち、空間的に周期的に変化する静磁場と相対論的電子ビームの相互作用から発生する誘導放射の光源を意味します。

最初の発振実験は1978年に、L. R. Eliasによって波長 $3.4\text{ }\mu\text{m}$ のレーザー光が、電子線型加速器からの電子ビームをヘリカルウェイラー型の電磁石（電子の進行方向に沿って周期的に変化する静磁場分布を持つ電磁石で、磁場の向きはらせん状に変化する立体のらせん形コイルからなっている）の磁場の中を通して得られました。

このようにして得られたレーザー光は通常のレーザー光のような原子、分子のエネルギーレベルによる制限から解放され、赤外、可視あるいは紫外の全領域にわたって、容易に連続的に変えられます。又、理論的にはさらに高効率化、短波長化が可能で、各国でその方法が広く研究されています。

## F E L

近年、コンピュータ・ネットワーク「インターネット」は、大学などの学術研究だけでなく一般の活動や商用にも応用され、様々な分野に広がりをみせています。インターネットの歴史は、1969年に米国国防総省が開発したコンピュータ・ネットワーク「ARPANET」に始まります。当初、ARPANETは少数の大学や特定の研究機関を相互に接続する研究用ネットワークでしたが、その運用が軌道に乗り有効性が認められると、急速に全世界に浸透していました。現在ではIPネットワークによる構造化が図られ、世界各国のコンピューティング・システムとIP接続されています。利用面においても、自然科学、社会科学の研究分野から商用等の民間分野へ、さらには教育、行政関係へと広がっていました。また、電子メールやネットワーク・ニュースなどの情報伝達手段としても利用されています。現在、コンピュータ・ネットワークは利用の多様化にともない、電話網と並列する電気通信手段の重要な一分野となっています。

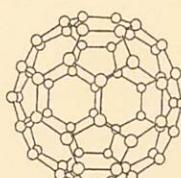
## インターネット

神経伝達物質受容体とも言われ、神経細胞から遊離された神経伝達物質を認識し、それによって何らかの化学反応を引き起こすものとして定義され、伝達物質の種類によってアセチルコリン受容体、ヒスタミン受容体というように命名、分類されてきました。現在では多くの受容体がタンパク分子として一次構造が決定されています。一種類の伝達物質には複数個の受容体サブタイプがあり從来薬理学的な基準、すなわち特異的に結合する薬物によって分類されてきましたが、遺伝子あるいはcDNAの検索によってより多数のサブタイプが存在することがわかつてきました。たとえば、アセチルコリンのムスカリン性受容体には少なくとも5種類、ドバミン受容体は5種類以上、セロトニン受容体には14種類以上一次構造の異なる受容体が存在しています。神経伝達物質受容体研究の最近の進歩は2つあり、ひとつはこのような分子生物学的な進展であり、他方はPETのような非侵襲的な方法で生きている状態で受容体を観察されるようになったことです。東北大学サイクロトロノンRIセンターは日本の中で最も早くからPETによる受容体研究をおこなっている施設です。

## 神経

## レセプター

フラーレンは、図のようなサッカーボール構造を有し、すべて炭素からなっている化合物の総称です。ここには最も安定的な、 $\text{C}_{60}$ の構造を示してありますが、同図と類似の構造を持つ $\text{C}_{70}$ なども知られています。フラーレンは、H. W. Kroto, R. E. Smalleyらによって初めて1985年に確認されました。また、1990年に大量合成の手法が報告されました。この方法は、炭素棒をヘリウムガス中で加熱させ、生成する“スヌ”から有機溶媒で抽出するという極めて単純なものです。 $\text{C}_{60}$ ではすべての炭素が等価という特徴を有し、更にその中に他の分子、例えば、La, Yなどの元素を取り込むこと(Dope Ballと呼ばれる)も可能です。今後様々な方面への発展が期待されています。



$\text{C}_{60}$

## 編 集 後 記

CYRIC ニュースも再発刊以来 No.17 と13冊になり、年2回発行が定着してきました。編集委員長もセンター内の編集委員も、6年間固定しておりますので、この辺でそろそろ顔ぶれを新たにして、心機一転出発するのは如何でしょうか。年4回開かれる編集委員会はなかなか楽しいので、意欲のある新メンバーの参加を待ちにしています。ともかくニュースは休まずに遅れずに発行するのが、最も大切なことです。

(T.N記)

### 編 集 委 員

中 村 尚 司 (CYRIC)  
井 戸 達 雄 (CYRIC)  
高 橋 弘 (加齢医学研究所)  
山 屋 堯 (理学部)  
篠 塚 勉 (CYRIC)  
塚 原 聰 (理学部)  
佐 宗 うらら (CYRIC)

CYRICニュース No.17 1994年11月30日発行

〒980-77 仙台市青葉区荒巻字青葉

東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター

T E L 022 (222) 1800 (大代表)

022 (263) 5360 (直 通)

F A X 022 (263) 9220 (サイクロ棟)

022 (227) 5628 (R I 棟)

022 (263) 5358 (研究棟図書室)