



No.15 1993.11 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

東北大学理学部原子核理学研究施設 菅原真澄

サイクロトロンR Iセンターについては、研究成果、学内R I関係組織の中心としての活躍ぶりは見聞きしていながら、さてなにか書くとなると、具体的な内容については殆ど知識がないと言うことに気付かされた。最近、原子理工学委員会からの派遣委員としてセンター運営委員を仰せつかってもその事情はあまり変わりがない。

したがって、卷頭言としてふさわしいかどうかの判断はご勘弁をねがって、ここでは私の所属する核理研、あるいはセンターにも共通の共同利用と言うことについて、日頃考えていることを述べさせていただくことにする。

1970年を中心に10年ぐらいの間に、核理研、センターと比較的大型の施設が全学共同利用として設置されたのは東北大学、あるいは学界全体の研究進展に応じた必然的な結果であったと考えられる。その時点での発展しつつある分野の研究を効率的に推進するために、装置と人員を集中させ共同利用を行うと言う考え方が一般的となり、全国的な共同利用研究所の設置も前後して行われている。講座、あるいは部門単位の研究から、各研究機関にまでまたがった研究グループが構成されて組織的に研究が行われるようになってきたのもこの時期からではないかと思う。

共同利用施設では、共同利用を支援するための実験装置、技術者等の配置を完全とはいえないまでも整備してきたし、これからも強化されていくに違いない。

施設の整備は研究開始のための労力を軽減し、個々の研究者の置かれた立場に制約されずに、研究を行うことを保証してきた。大規模な研究であっても、研究内容に興味を持つ研究者が集まってグループを作り、施設の支援のもとに、比較的容易に研究を開始するこ

とが出来る。大学院の重点化で大講座制を取ろうとする最近の動きは、一般の研究でもこのようなグループ構成を研究基盤とする方向を目指しているものとも考えられる。

しかし、この様な研究の進めかたにも問題が無いわけではない。施設の支援によるグループ編成の容易さが、逆にグループ数の増加、細分化をもたらし、グループ間の交流、再編成もないまま活性を失ってしまうということが起こる。これを防ぐためには、課題採択委員会等が、常に研究グループの活動状況を把握し、指導助言を行うことが望ましい。

センターと核理研はサイクロトロンと電子ライナックという加速器の違いを利用し、研究者層の多様な要求を満たすことのできる環境を提供してきたが、両機関の研究者間の交流、情報交換を積極的に行い、お互いの孤立を避ける努力をすることは、同時に細分化による弊害から抜け出す助けとなるに違いない。

また共同利用機関内部の研究者と、外部からの利用者の間の対立の問題も、研究グループの細分の結果として起こることが指摘されている。共同利用の面を強調し、支援活動に徹することを求めれば、研究環境の変化に対応する施設側からの自発的な改革意欲が失われてしまう。逆に内部の研究者が、外部研究者に対する研究支援を怠れば、施設は孤立し、共同利用施設としての発展に対する支持基盤を失うことになる。共同利用機関は、ともすればどちらかの極端に陥り易い。支援活動に対する正当な評価、機関内外の研究者を含むような研究グループの編成等の日常的な努力が、この問題の解決策であろう。

核理研、センターを問わず、多くの共同利用施設が変革期を向えようとしている。これまで共同研究を支えてきた歴史の重い殻の中から、両施設の創成期の様な熱気が再現することを期待したい。

## 目 次

・ 卷 頭 言	東北大学理学部附属原子核理学研究施設 菅 原 真 澄	1
・ 補 正 予 算		3
・ 研究紹介(1)	CYRIC 石 井 慶 造	4
・ 研究紹介(2)	医学部第一薬理 渡 邊 建 彦	14
・ 学内R I 施設だより	医学部附属病院放射線部 高 橋 信 雄	18
・ 共同利用の状況		23
・ センターからのお知らせ		25
・ 研究交流		27
・ R I 管理メモ		28
・ 人事異動		30
・ C Y R I C 百科		31
・ 編集後記		32

## 平成5年度補正予算について

センター長 織原彦之丞

今年も余すところ2カ月となり、来年度提出する概算要求を具体化する時期になりました。この頃は補正予算などもあってセンター長はいつでも予算に追いかけられているところです。センターニュースの依頼を受け、6年度の概算要求にかかる平成5年度の補正予算をお知らせし、またこれから運営委員会を始めとしていろいろな機会にご審議いただく平成7年度概算要求の参考になればと考えています。

センター共同利用は、RI棟の利用も含め多くの分野で活発な教育・研究がなされ、センターニュースの前号で報告したような研究成果となり、また広く国内外にも認められるところとなって、1991年にはEMIS-12、1992年にはBio-PIXE、さらに今年1993年にはClinical PET in Oncologyと三つの国際会議が相次いで、センターがHost Instituteとなって開催されました。

一方、皆さんもよくご存じのように主力装置であるサイクロトロンのビームタイムの不足と、加速器そのものの力不足がさらに深刻になってきています。また、センターにおける多くの分野の教育・研究を支え、東北大学の放射線安全管理のため、センター職員の任務分担も多様化し、この状況に沿った責任体制確立の必要性が痛感されてきました。さらに、加速器施設の充実を中心とする近未来を睨んだセンター次期計画の実現も重要な課題です。

平成6年度の概算要求は、このような趣旨に沿ってなされました。幸いにして平成5年度の補正予算において「高分解能ポジトロン断層撮影装置」ならびに本装置に付随する「標識薬剤代謝解析装置」各一式の予算化が実現しました。後者につきましては目下検討中ですが、前者につきましては10月末国際入札が行われ、島津製作所の「全身用ポジトロンECT装置SET-1400W特型」の購入が決まりました。本装置は、4ブロックリング、検出器総数21,504個、体軸方向撮影範囲20センチメートルの本格的三次元画像を目指すものです。平成6年度早々に共同利用を開始する予定です。これまで仕様策定、技術審査等において関係各位にご尽力いただきました。この紙面を借り厚く御礼申し上げます。本センターにおけるこれまでの実績を生かし、より良いものにするため共同利用者のご協力を切にお願いする次第です。

平成6年度概算要求では、この他に助教授の人員要求をしています。平成7年度概算要求への準備もはじまります。今月末には研究発表会も開かれますが、利用者の会などでのご検討をお願い致します。

## 研究紹介

# 原子衝突・PIXE・医用物理

東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター助教授 石井慶造

センターで行われているイオンと原子との衝突の物理、その応用としての微量元素分析法 PIXE、及びこれらの医学への応用について紹介する。

### § 1. 原子の内殻電離

AVF サイクロトロンからのイオン・ビームを物質に当てるとき物質からその物質固有の X 線及び電子が発生する。これは、原子の内殻電子が、入射イオンによってはじき飛ばされ、できた穴を外殻電子が埋め、その時余分のエネルギーを X-線として放出するか、又は外殻電子をはじき出す（オージェ効果）のに使うからである。図 1 にこの発生機構の模式図を示す。陽子ビームで衝撃されたアルミニウムターゲットからの K-X 線を Si(Li) 半導体検出器で測定して、その発生断面積を入射エネルギーの関数で表したのが図 2 である<sup>1</sup>。陽子のエネルギーが 3 MeV のところで、断面積は最大になっている。入射エネルギーを  $E_p$ 、内殻電子の束縛エネルギーを U とし、入射イオンの質量  $m_p$  と電子の質量  $m_e$  の比  $\lambda (=m_p/m_e)$  を用いると、 $E_p = \lambda U$  のとき X 線の発生断面積は最大になる。銅の K 殼電離では、このエネルギーは、16.5MeV/amu ランの K 殼電離では 210.8MeV/amu である。原子からはせいぜい数 10keV の X 線しか放出されないので、イオン・原子衝突の研究では、その 3 衍も大きいサイクロトロンビームが必要なことが解る。

イオンによる原子の内殻電離は、様々な特徴を持っている。以下にいくつかを紹介する。

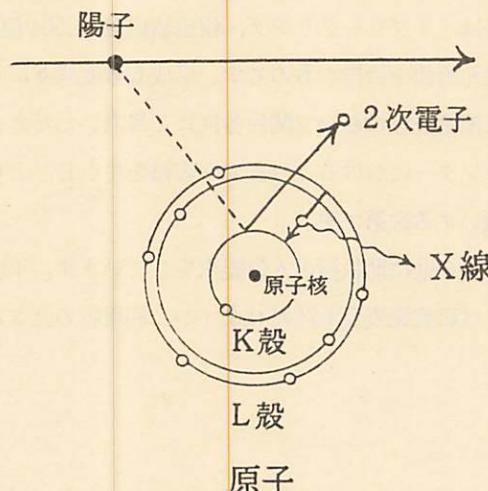


図 1 陽子衝突による原子の内殻電離

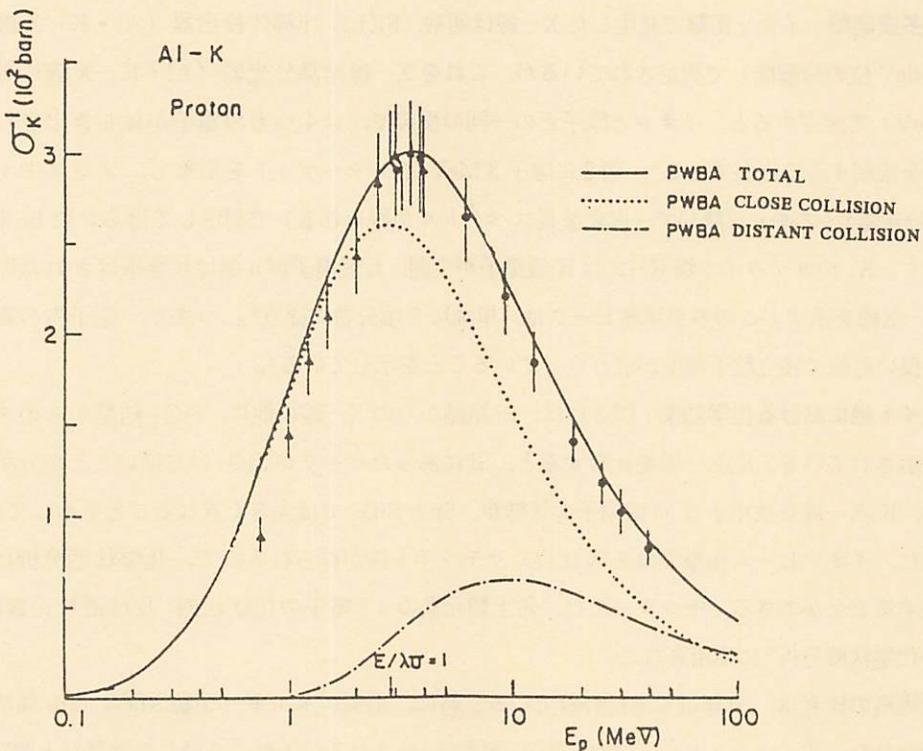


図2 陽子衝撃によるアルミニウム原子のK殻電離断面積

電離断面積のスケーリング則：内殻電離断面積  $\sigma^i$  は、近似的に非常に簡単なスケーリング則に従う。

$$U^2 \sigma^i / Z_p^2 = f(E_p / \lambda U)$$

ここで、 $Z_p$  は入射粒子の電荷数である。入射粒子による内殻電子の波動函数の歪みの効果<sup>2</sup>、ターゲット原子核による入射粒子の偏向効果などによって、入射粒子のエネルギーが低くなってくるとこのスケーリング則は成りたたなくなってくる。

近距離衝突と遠距離衝突：入射エネルギーが  $\lambda U$  より小さい場合と大きい場合では、内殻電離機構は異なる。 $E_p < \lambda U$  の領域では、電離は入射イオンと内殻電子との2体の近接衝突によって引き起こされるのに対し、 $E_p > \lambda U$  の領域では、これに入射イオンと電子雲としての内殻電子との散乱が加わる<sup>1,3</sup>（図2を参照）。更に入射イオンのエネルギーが数GeV以上になると入射イオンのクーロン・ポテンシャルに加えてベクトル・ポテンシャルによる電離が加ってくる。このポテンシャルによる電離の寄与は、数100MeVの電子ビームで、良く調べることができる<sup>4</sup>。

電離原子の整列現象：内殻電子の分布は方位量子数に依って異なる。このため、方位量子数によって電離断面積も変わるために、電離された原子に方位性が生じる。イオンビームによるこの効果は、東北大学によって初めて見つけられた<sup>5</sup>。

原子の多重電離：イオン衝撃で発生したX線は通常、Si(Li)半導体検出器（Al・K-X線に対して180eV位の分解能）で測定されているが、これをX線結晶分光器（Al・K-X線に対して2~3eV）で測定すると、イオンと原子との一回の衝突で、いくつもの電子がはじき出される多重電離を観測することができる<sup>6</sup>。図3に陽子3MeVでSiターゲットを衝撃し、ノンスキャニング型X線分光器<sup>7</sup>（スキャン無しで一度に波長スペクトルが得られる）で測定して得られたSi K-X線を示す。K<sub>α</sub>のサテライト線K<sup>1</sup>L<sup>0</sup>はK殻電子が1個、L殻電子がn個はじき飛ばされた原子からのK-X線を示す。この多重電離ピークは、単純に2項分布に従う<sup>6</sup>。つまり、原子内の電子は非常に良い近似で独立粒子模型が成立していることを示している<sup>8</sup>。

サテライト線における化学効果：図3には、Si結晶からのX線の他に、SiO<sub>2</sub>結晶からのスペクトルも示されている。K<sub>β</sub>X線を比較すると、SiにあったピークがSiO<sub>2</sub>には無いことが分かる。これは、K<sub>β</sub>X線を放出するM殻電子の状態が、SiとSiO<sub>2</sub>では大きく異なることを示している。この様に、イオンビーム衝撃ではS/N比良くサテライト線が得られるので、化学状態分析にこれを応用することができる。センターでは、希土類元素の4f電子の化学状態<sup>9</sup>及び遷移元素の3d電子の化学状態分析<sup>10</sup>に応用された。

内殻電離の研究は、20年近くも行われている。特に、衝突エネルギーが数MeV/amu領域の研究が行われた。重イオン・ビームでは、衝突過程で形成される分子軌道を通した電離など興味ある現象が見つけられた。最近では非常に多価のイオンと原子との衝突の研究が行われている。一方、軽イオン・ビームに関しても、遠距離衝突、多重電離機構などで、まだまだ解明しなければならない課題が残されている。

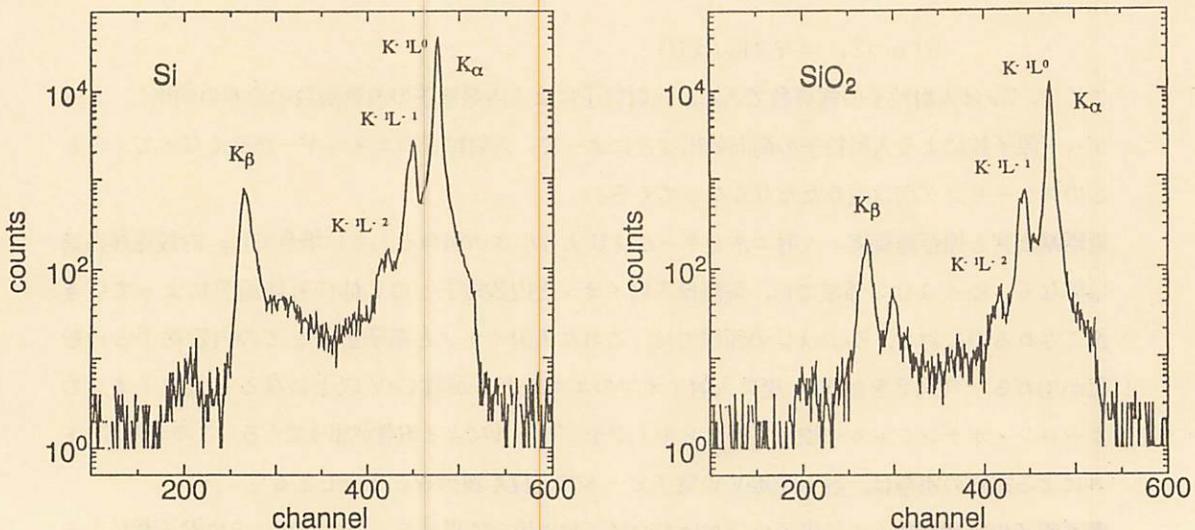


図3 結晶分光器で測定された3MeV陽子衝撃によるSi K-X線。左はSi結晶右はSiO<sub>2</sub>結晶

## § 2. 制動輻射

電荷を持った粒子が制動を受けると連続のエネルギーの光子を放出する。この制動輻射は、様々な状態にある粒子が様々な制動を受けたとき放出される。ここでは、イオン・ビームで物質をたたいた時に出てくる制動輻射を紹介する。

イオン・原子衝突からの制動輻射：図4は、生体試料を陽子3 MeVで衝撃して得られたX線ス

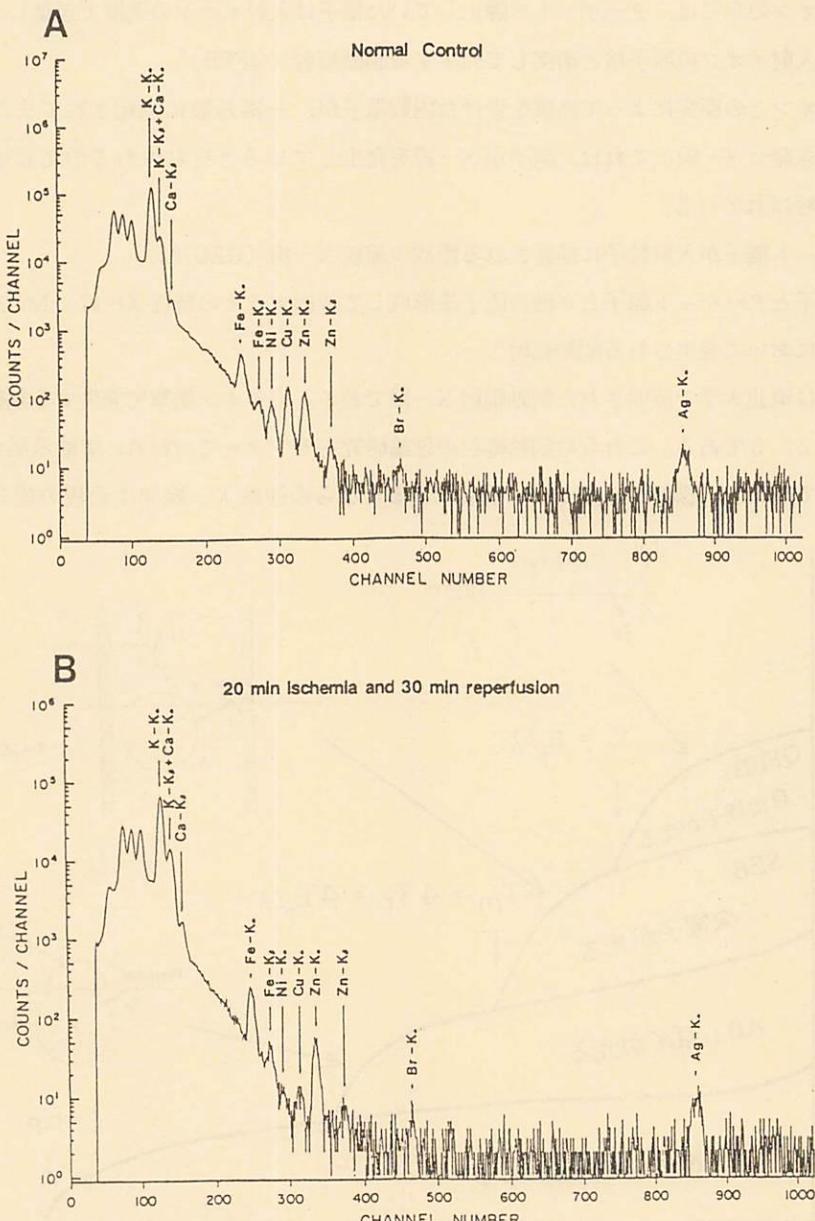
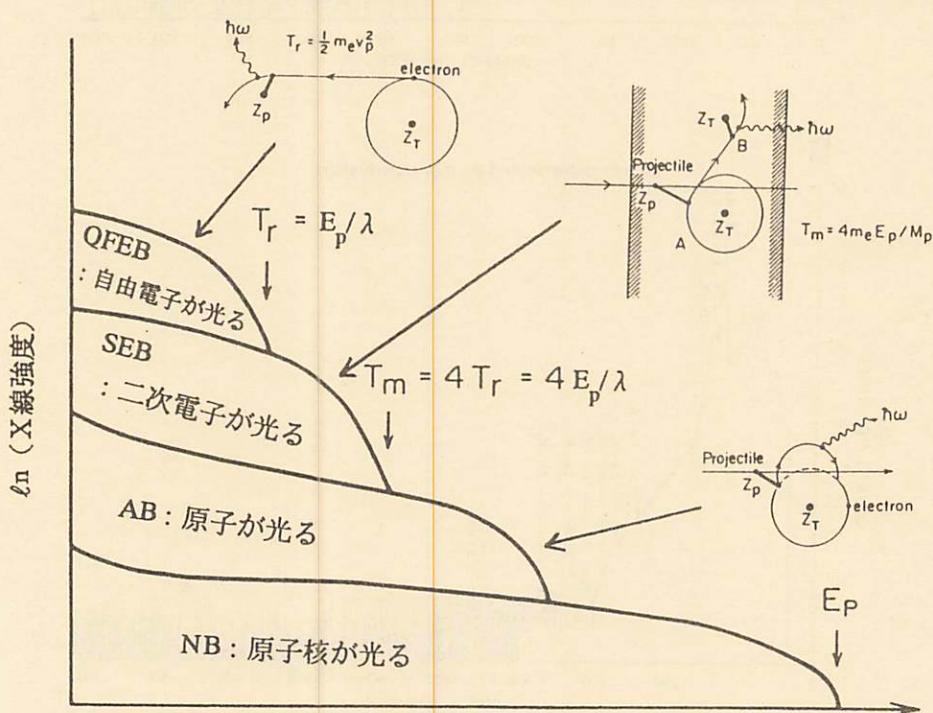


図4 ラットの海馬のPIXEスペクトル(3 MeV陽子衝撃)

Aは正常脳、Bは虚血した脳

ペクトルである。特性X-線のピークの下に連続のバックグラウンドが見える。これは、電気回路等のバックグラウンドではなく、様々な衝突過程による制動輻射である。今まで、次の過程からの制御輻射が見つけられている。

1. イオンによる原子の内殻電離によってはじき出された2次電子が、ターゲット中を通過するとき他の原子の原子核と衝突して発生する制動輻射(SEB)<sup>11</sup>。
  2. 入射イオンの系では、ターゲットで静止していた電子は入射イオンの速度で運動している。この電子が入射イオンの原子核と衝突して発生する制動輻射(QFEB)<sup>12</sup>。
  3. 入射イオンとの衝突によって衝撃を受けた内殻電子が、一端外殻に励起されてまた元の内殻に戻るとき発つX-線。これは、原子がX-線を発生していると見なされるので原子制動輻射(AB)<sup>13</sup>と呼ばれている。
  4. ターゲット電子が入射粒子に捕獲される際放つ連続X-線(REC)<sup>14</sup>。
  5. 入射粒子とターゲット原子とが融合原子を形成して放出するその特性X-線(MOX-線)と形成過程において発生される制動輻射<sup>15</sup>。
- 1, 2, 3は東北大学で解明された制動輻射X-線である。軽イオン衝撃で発生する制動輻射はほとんど1, 2, 3である。これらの制動輻射の理論研究もセンターで行われ、実験結果を良く再現することができた<sup>11,13</sup>。図5に、軽イオン衝撃によるこれらの連続X-線発生過程の模式図と断面



積への寄与を示す。連続で何の変哲もない制動輻射 X-線スペクトルであるが、階層構造を持っていることが解かった。

制動輻射 X-線は、これから紹介する PIXE 元素分析法において、その検出限界を決定する主要な因子でもある。PIXE の最適入射エネルギーとしては陽子 3 MeV が良いと経験から言われていたが、我々の研究によって、理論的にそれが示された<sup>16</sup>。

**原子核・原子核衝突からの制動輻射：**イオン・原子衝突の実験では、様々な過程からの制動輻射が測定された。同様にして、原子核・原子核衝突においてもいくつかの過程からの制動輻射が期待される。この場合には、衝突によって原子核が励起されて、約 10MeV までに広がる励起  $\gamma$ -線を放出するので、制動輻射を検出するためには、より高い入射エネルギーで数 10MeV 以上の高エネルギー  $\gamma$ -線の検出を行う必要がある。CYRIC ニュース 10 号 (1991.5, p22) で紹介した BaF<sub>2</sub> 検出器システムを用いて、サイクロトロン・ビーム衝撃による高エネルギー  $\gamma$ -線の測定を行っている。図 6 に <sup>3</sup>He 65MeV でカーボン・ターゲットを衝撃して得られたスペクトルを示す<sup>17</sup>。ここで、注目すべきことは、入射粒子のエネルギーに近いエネルギーを持つ  $\gamma$ -線が観測されていることであ

C(3He,gamma) Eh=65MeV

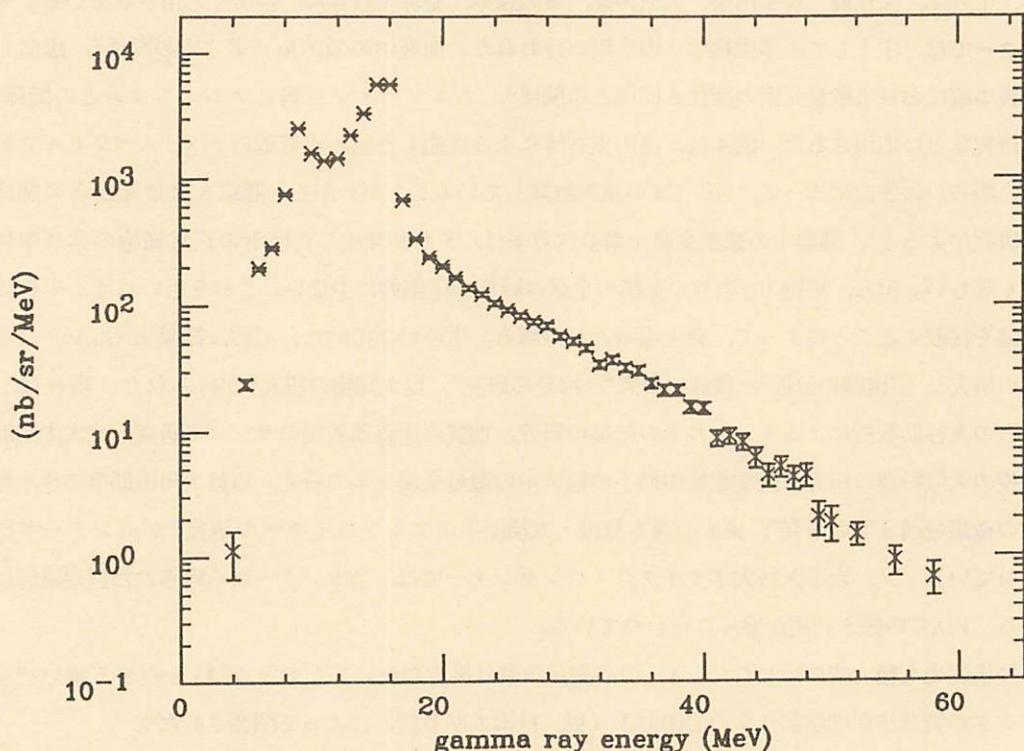


図 6 65MeV ヘリウム-3 衝撃による高エネルギー連続  $\gamma$ -線スペクトル  
(炭素ターゲット、測定角度90°)

る。 ${}^3\text{He}$  は 3 個の核子で構成されているから、各々が 21.6MeV の運動エネルギーを持っていると考えると、どの様にして 3 つの粒子がそれらのエネルギーを 1 つの量子として放出するのか、これから解析が楽しみである。

### § 3. PIXE (Particle Induced X-ray Emission) : 微量元素分析法

上に述べた原子衝突からの特性 X-線を微量元素分析に応用したのが PIXE 元素分析法である。この PIXE 法は次の優れた利点を持つ。

1. 高感度 : ppm より高い感度で分析できる。
2. 試料は少量 : 数  $\mu\text{g}$  の試料でも分析できる。
3. 多元素を同時に分析 : アルミニウムからウランまでの元素を同時に定量分析できる。
4. 簡便さ : 測定は試料を薄膜にのせて、ビームを照射し、X-線を測定するだけである。

感度は少し落るが、大気中での分析も可能で、この場合は試料をそのまま分析できる。

PIXE 法は、簡便にして且つ高感度であるので、半導体や金属学、宇宙物理、考古学、医学、歯学、生物学、文化財、環境汚染、大気汚染、資源探索、犯罪捜査等に、幅広く応用されている。センターでは、主として医学生物学への応用が行われた。血液中の Zn/Cu と若さとの関係<sup>18</sup>、虚血した後の脳における微量元素の変化と回復との関係<sup>19</sup>、アルツハイマー病とアルミニウムとの関係<sup>20</sup>の研究などに応用された。図 4 は、津田丈秀等による虚血した脳と正常脳の PIXE スペクトルである。明らかに虚血によって、Ni, Cu の量が激減していることがわかる。腫瘍と微量元素との関係の研究によると<sup>21</sup>、腫瘍中の微量金属元素の含有率は、それが発生した場所の正常細胞の含有率に全く等しい。但し、細胞 1 g 当りの金属の全量は腫瘍が圧倒的に少ない。これを用いれば、少量の腫瘍を採取することによって、発生場所とかが解る。生命科学の他に、GaAs 結晶と GaAsP の混晶の研究<sup>22</sup>、宇宙塵の分析<sup>23</sup>、黄砂の研究<sup>24</sup>、海草の研究<sup>25</sup>、巨大細胞の研究<sup>26</sup>が行われた。現在は、岩石の大谷助教授によるマントル下の結晶の研究、地質の中森助教授のサンゴの研究、北大太田助教授の大気粉塵の研究、農学部横田助手の植物中の微量金属元素の研究、専修大角田助手の淡水魚中の微量金属元素の研究<sup>27</sup>、東大の湯本教授・大橋助手のアルツハイマーの研究<sup>28</sup>がセンターで行われている。又、岩手医科大学サイクロトロンセンターでは、当センターから移られた世良講師により、PIXE の医学利用が盛んに行われている。

技術開発も精力的に行われた。X-線の測定角度は後方が良いことや<sup>29</sup>、試料をのせる薄いパッキングの製造法が理学部化学の岩田助手（現、秋田大助教授）によって開発された<sup>29</sup>。

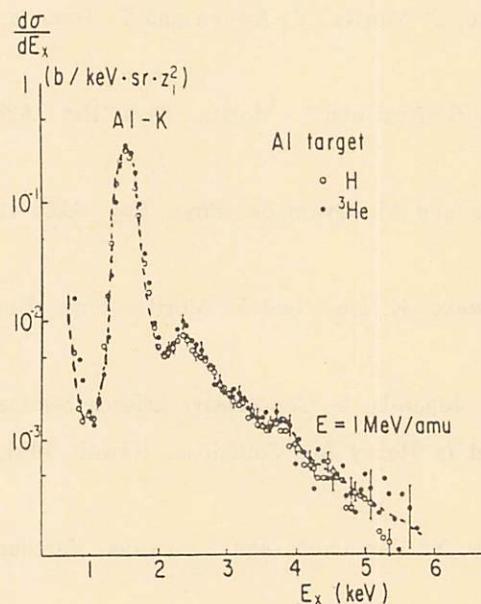
この様にセンターでは、PIXE の基礎と応用の研究が活発に行われ、昨年の 7 月には、PIXE の医学、生物学、環境問題への応用についての国際シンポジウム “バイオ-PIXE” を仙台で開くまでに至った (CYRIC ニュース、No.13 を参照して下さい。)。

更に、PIXEの専門雑誌IJ PIXEが刊行、及びPIXE研究協会が設立され、PIXE研究は益々発展している。

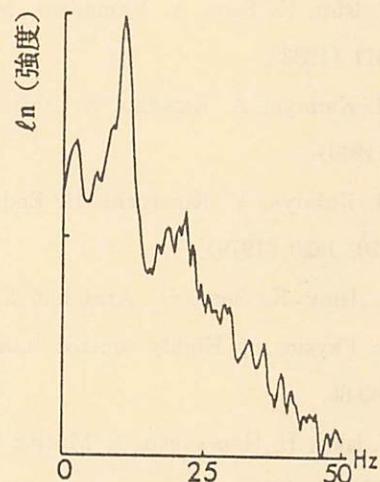
PIXEのこれから技術開発としては、ビーム・スポットが $1\mu\text{m}$ 以下のマイクロビームを用いたマイクロPIXEがある。これによって、1つの細胞の中での微量の金属元素分布や、細胞膜を通しての金属元素のやりとりを調べることができる。ビームの角度を変えてデータを取り、CT技術によって元素の3次元的分布画像を得るマイクロイオンビームCTが考えられる。

#### § 4. SQUIDによる脳磁波の測定

図7の右は、脳波をフーリエ解析して得た周波数スペクトルであり、左はアルミニウム原子からのX線スペクトルである。これらは大変良く似ている。左図におけるピークは、周期運動している電子からのものであり、連続スペクトルはそれと他の粒子との相互作用によって発生したものである。脳波に対して、この様なモデルを応用できないだろうか?と考えたくなる。脳波のメカニズムを調べるために、SQUIDと脳波計を組み合わせたシステムを開発している。SQUID(Superconductive Quantum Interference Device)は非常に微弱な磁場を超伝導素子を用いて測定することができる。これを用いると脳の神経を流れた微弱電流によって生じた微弱磁場(脳磁場)を測定することができる。すなわち、脳内の電圧変化と電流変化の相関を調べることが、本システムでは可能となる。



1 原子からのX線スペクトル



脳波のパワースペクトル

図7 X-線スペクトルと脳波のパワースペクトルの比較

## § 5. ポジトロン-CT の開発

センターでは、ポジトロン-CT による医学研究が活発に行われているが、利用ばかりでなくポジトロン-CT そのものの開発も行われた。1989年には、国内で初めて強いアーティファクトを消すことができる、TOF型ポジトロン CT ( $\gamma$ -線の飛行時間を測定して得たポジトロンの位置情報を利用する) を開発した<sup>30</sup>。この CT の詳細は、CYRIC ニュース No.7 (1989.11, p21) に掲載した。

現在ポジトロン-CT の開発は、感度が今までのものより数倍から 10 倍以上高い 3 次元ポジトロン-CT に移っている。当センターでも、この 3 次元ポジトロン-CT の開発が始まられている。

以上、原子衝突物理学を核にした基礎と応用の研究を紹介した。センターが発足してから今日まで、これらの研究成果を査読のある雑誌へ発表した論文の総数は 50 編以上になります。これらは、原子衝突、PIXE では、森田右、神谷正己 (昭 54 博士), 杵淵義昭 (昭 53 修士) 桑子彰 (昭 54 修士), 瀬端正男 (昭 55 修士), 荒井宏 (昭 61 博士), 世良耕一郎 (昭 56 博士), 山寺亮 (昭 56 博士), 朱鉄吉 (昭 56 博士) の諸氏, ポジトロン CT では、織原彦之丞, 四月朔日聖一, 松澤大樹, D. Binkley の諸氏との協同研究によるものが主です。この様な大きな成果が得られたことは、センターのスタッフをはじめとして多くの人々の御協力、御支援の賜物と感謝しております。

## 参考文献

1. K. Sera, K. Ishii, M. Kamiya, A. Kuwako and S. Morita, Phys. Rev. A21, 1412 (1980).
2. K. Ishii, M. Sebata, M. Kamiya, A. Kuwako, S. Morita, Y. Awaya and T. Tonuma, Jour. Phys. Soc. Japan 51, 4021 (1982).
3. K. Ishii, K. Sera, A. Yamadera, M. Sebata, H. Arai and S. Morita, Phys. Rev. A25, 2511 (1982).
4. M. Kamiya, A. Kuwako, K. Ishii, S. Morita and M. Oyamada, Phys. Rev. A22, 413 (1980).
5. M. Kamiya, Y. Kinoshita, H. Endo, A. Kuwako, K. Ishii, and S. Morita, Phys. Rev. A20, 1820 (1979).
6. K. Ishii, K. Sera, H. Arai and S. Morita, Japan-U. S. Cooperative Science Seminar on Physics of Highly Ionized Ions Produced in Heavy Ion Collisions, Hawaii 1983, P83-86.
7. K. Ishii, H. Hamanaka, S. Morita, M. Ohura, Y. Yamamoto and Y. Awaya, Vacuum 39, 97 (1989).
8. K. Ishii, IJPIXE, 2, 197 (1992).
9. H. Arai, K. Ishii, K. Sera, H. Orihara and S. Morita, Nucl. Instr. and Meth. A262, 144 (1987).

10. J. Iihara, T. Omori, K. Yoshihara, and K. Ishii, Nucl. Instr. and Meth. B75, 32 (1993).
11. K. Ishii, S. Morita and H. Tawara, Phys. Rev. A13, 131 (1976).
12. A. Yamadera, K. Ishii, K. Sera and S. Morita, Phys. Rev. A23, 24 (1981).
13. K. Ishii and S. Morita, Phys. Rev. A30, 2278 (1984).
14. K. Ishii, K. Sera, H. Arai, S. Morita and K. Tokuda, Phys. Rev. A27, 2225 (1983).
15. K. Ishii and S. Morita, Phys. Rev. A31, 1168 (1985).
16. K. Ishii and S. Morita, Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. B34, 209 (1988).
17. M. Hosaka, K. Ishii, S. Miyamoto, Z. Guan, Y. Ishimaru, H. Orihara and J. Kasagi, CYRIC Annual Report 1992, P79.
18. S. Hamashima, T. Sato, K. Ohgai, K. Kubota and T. Matsuzawa, CYRIC Annual Report 1980, P216.
19. T. Tsuda, K. Kogure, K. Ishii and H. Orihara, Brain Research 484, 228 (1989).
20. S. Yumoto, H. Ohashi, H. Nagai, S. Kakimi, A. Ishikawa, K. Kobayashi, Y. Oagawa, and K. Ishii, Nucl. Instr. and Methods B75, 188 (1993).
21. K. Ishii, M. Kamiya, K. Sera, S. Morita, T. C. Chu, T. Matsuzawa, F. Shishido and H. Tawara, Nucl. Instr. and Methods 138, 186 (1976).
22. I. Yonenaga, K. Sumino, G. Izawa, H. Watabe, and J. Matsui, J. Mater. Res. 4, 361 (1989).
23. 大橋英雄, ICR 報告-42-83-5 (東京大学), 29 (1983).
24. M. Tanaka, M. Shiobara, T. Nakajima, M. Yamano and K. Arao, J. Meteor. Soc. Japan, 67, 267 (1989).
25. M. Ishikawa, G. Izawa, T. Omori and K. Yoshihara, Nippon Suisan Gakkaishi 53(5), 853 (1987).
26. V. R. Navarrete-Dominguez, K. Yoshihara and N. Tanaka, Radiochem. Radioanal. Letters, 53(4), 231 (1982).
27. I. Kakuta, K. Ishii and S. Murachi, Comp. Biochem. Physiol. (to be published).
28. T. C. Chu, K. Ishii, A. Yamadera, M. Sebata and S. Morita, Nucl. Instr. and Methods 190, 395 (1981).
29. Y. Iwata, T. Fujiwara and N. Suzuki, IJPIXE, 2(3), 381 (1992).
30. K. Ishii, H. Orihara, T. Matsuzawa, D. Binkley and R. Nutt, Rev. Sci. Instrum. 61, 3755 (1990).

## 医学部・第一薬理学教室

東北大学医学部教授 渡邊建彦

私は、1985年5月、大阪大学・医学部・第二薬理学教室から本学へ赴任して参りました。大阪で風の便りに本学のPETセンターのことを聞いておりましたので、「いつか、自分の研究でも利用できれば」と思った記憶があります。結論から言えば、予想外に早く手掛けることができましたので、その経緯を述べて、本稿の責を果たしたく思います。

その直前、1984年にヒスタミンの合成酵素であるヒスチジン脱炭酸酵素の抗体を用いた免疫組織化学的方法で、中枢ヒスタミン神經系の局在を明らかにしました<sup>1)</sup>。ヒスタミン神經系の細胞体は、視床下部後部・乳頭体に存在し、そこから吻側、尾側にひろく神經終末を有する神經線維を送り出しています(図1)。そこでその機能を本学で研究しようと思っておりましたところ、1985年10月、多田啓也教授から小児科のセミナーで話す機会を頂きました。セミナーのあと沢山の質問があり、さすが東北大学は素晴らしいところだと実感しました。そのことをすっかり忘れていた1987年3月、谷内一彦君が教室に現れ、ジョーンズ・ホプキンス大学のワグナー教授のところへ留学中に、[<sup>11</sup>C]-ピリラミン(欧州ではメピラミン)を合成したので、こちらでPETをやろうと思っているところで、びっくりしました。先の小児科のセミナーの翌日、私のところへきてヒスタミンH1アンタゴニストで最も特異的なのは何ですかと質問した非常に活発な若い人が、谷内君であったのです。1988年4月、医学部基礎部門のローテイトの助手の席が私の方へまわってきま

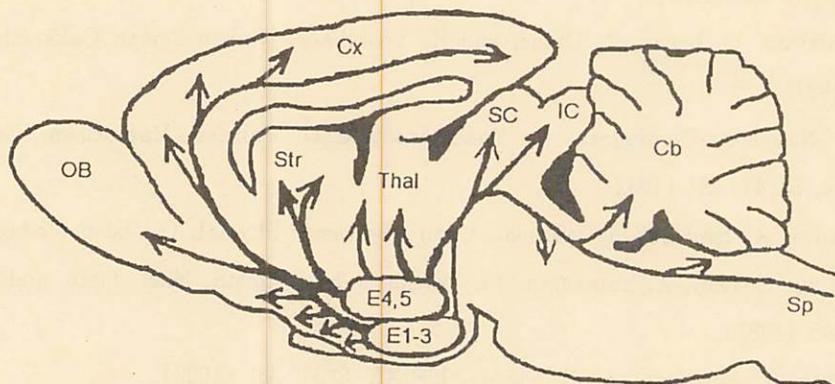


図1 中枢ヒスタミン神經系の局在と分布。図は、ラット脳の矢状断を示す。結節乳頭核にある5つの亜核(E1~5)から、吻側、尾側に軸索を送り出している。Cb、小脳；Cx、大脳皮質；IC、下丘；OB、嗅球；SC、上丘；Sp、脊髄；Str、線状体；Thal、視床。

したので、日本学術振興会の特別研究員だった彼に、多田教授を介して声をかけましたら、しばらくして薬理学をやりますと彼が言ってくれ、大変うれしく思いました。その後、いろいろいきさつはありましたが、当時のセンター長、小西教授のお力添えで、マシン・タイムを頂き、井戸達雄教授、伊藤正敏助教授ら多くの先生と共同で、谷内君が中心となって1990年4月24日、H1受容体のPETが世界で初めて、本センターで行われました。以後、多くの症例を重ね、興味ある知見を得ています<sup>2-4)</sup>が、今回はその一部をご紹介します。

さて、中枢ヒスタミン神経系の機能ですが、図1からおわかり頂けるように、この神経系は1対1の情報伝達というより、広い範囲に影響を与える、所謂、ニューロモジュレーターとして脳全体の機能の微細な調節にあずかっていると考えられます<sup>5,6)</sup>。しかし、いろいろな生理学的パラメータへのヒスタミン神経系の影響を薬理学的に検討しているうちに、痙攣との関連で面白いことが、続々とわかつてきました。そのきっかけは、本学における行動薬理学の共同研究者、歯学部薬理学教室の小野寺憲治講師が、1988年フィンランドに留学中に行った、痙攣易発症性のKrushinski-Molodkina ラットを用いて痙攣とヒスタミンが関係あるという研究です。丁度、1990年4月、小児科の飯沼一宇助教授から大学院生横山裕之君をお預かりしましたので、飯沼助教授、小野寺講師、横山君と、痙攣をテーマに研究をすることにしました。ヒスタミンの合成酵素の阻害剤、 $\alpha$ -フルオロメチルヒスチジンとヒスタミン代謝酵素の阻害剤、メトプリンを用いて脳内ヒスタミン含量をそれぞれ、低下、上昇させますと、マウスの最大電撃痙攣の持続時間が、それぞれ延長、短縮し、両者が逆比例の関係にあることがわかりました（図2）<sup>7)</sup>。即ち、ヒスタミンは痙攣抑制的に働い

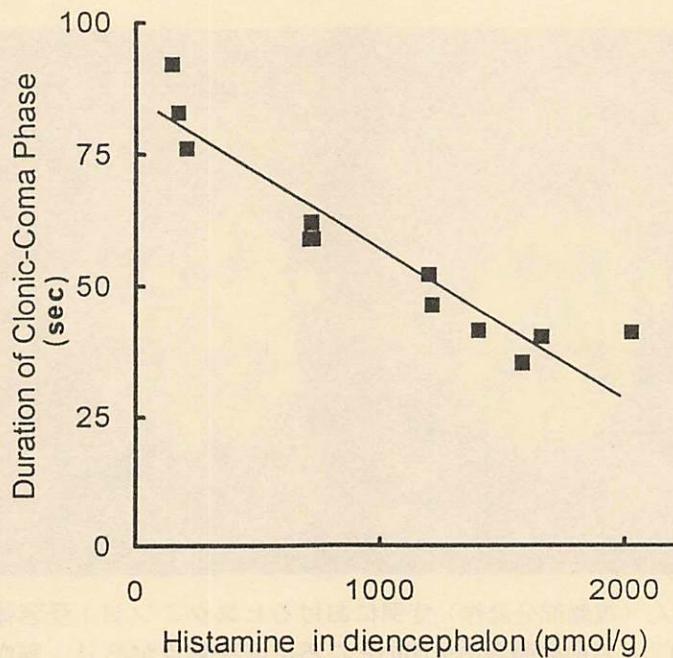


図2 マウスにおける電撃による間代性痙攣の持続時間と間脳におけるヒスタミン含量の逆相関<sup>7)</sup>。

ていることになります。このことは、ヒスタミン神経系の前シナプス性オートレセプター、H3受容体のアンタニゴスト、チオペラミドを投与して、ヒスタミンを遊離させますと、痙攣は抑制されることからも確認されました<sup>8)</sup>。

丁度その頃、横山君がトランクで診察している気仙沼の病院で次のような症例に遭遇しました。てんかん発作があるけれど、抗てんかん薬でコントロールされている5才の坊やが、春になるとアレルギー性の鼻炎にかかり、近所のお医者さんから抗アレルギー薬、ケトチフェン（ザジデン<sup>R</sup>）を処方され、これを服用すると発作がおこる、これを2年繰り返しているということを母親から聞き出しました。横山先生は専門家なので、薬理学教室で研究していくなくても気がついたかも知れませんが、自分のヒスタミンと痙攣の基礎研究と関連づけて、ケトチフェンは血液・脳関門を通過するH1拮抗薬だから、痙攣を増悪したのではと考えました。そこで血液・脳関門を通過しないH1拮抗薬、ターフェナジン（トリルダン<sup>R</sup>）に変えたところ、見事、発作をおこすことなく、アレルギー性鼻炎の治療もできました。さらに、脳波研究からもこれを確認しました<sup>9)</sup>。そこで早速横山君は、これを基礎研究にフィードバックして痙攣の発達薬理学を研究しました。即ち、幼若マウス（3週齢）は、成熟マウスに比べて、抗ヒスタミン薬により電撃痙攣の持続時間が延長することを示しました<sup>10)</sup>。私は、この一連の研究を医学部ならではのものと高く評価しています。

基礎的、臨床的研究から痙攣とヒスタミン神経系が関連するということが明らかになりました。こういう背景に立って、飯沼先生は、掌握している800例のてんかん症例の中から、焦点のはっきりしている複雑部分発作症例8例について、H1受容体のPET検査を行い、貴重な報告をされま

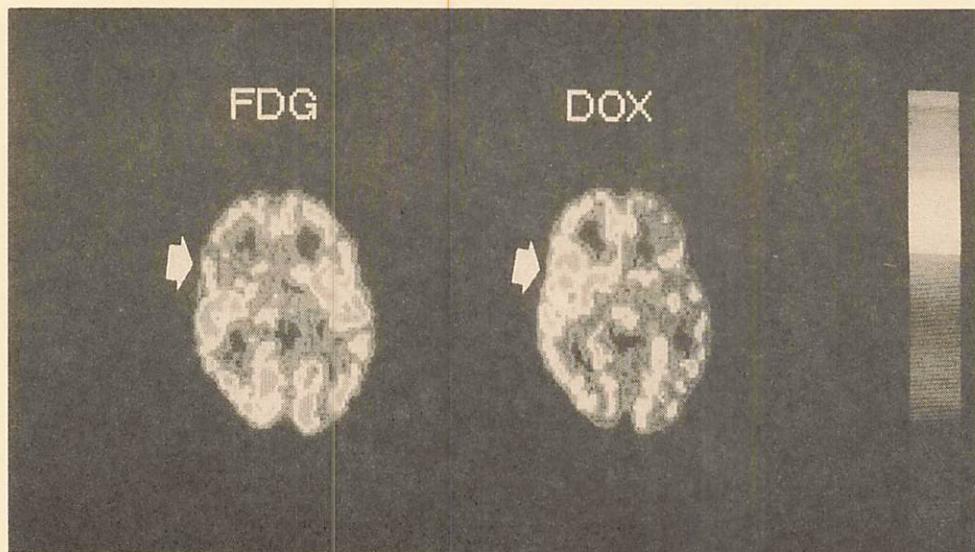


図3 てんかん（複雑部分発作）症例におけるヒスタミンH1受容体と脳血流量のPET<sup>11)</sup>。右前側頭葉の矢印のところに発作焦点があり、脳血流量は低下している。そこでH1受容体の密度が上昇している。

した(図3)<sup>10</sup>。右がFDGによる脳血流量、左がH1受容体のPET画像です。右前側頭葉の矢印のところに焦点があり、そこで脳血流量は減少していますが、H1受容体の密度は高くなっています。現在、われわれはヒスタミンは痙攣に対して抑制的に働くので焦点の周辺ではH1受容体のアップ・レギュレーションがおこって、痙攣の波及を抑えようとしているのではないか、と解釈しています。

ヒスタミン神経系で成功したこのストラテジーが広くPETによるヒト脳の研究に役立てる道筋になればと思っています。

最後に、PETの利用を可能にしていただいている方々にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

- 1) T. Watanabe et al., *Brain Res.*, 295, 13-25 (1984)
- 2) K. Yanai et al., *Neurosci. Lett.*, 137, 145-148 (1992)
- 3) K. Yanai et al., *J. Neurochem.*, 59, 128-136 (1992)
- 4) K. Yanai et al., *Neuro Report*, 3, 961-964 (1992)
- 5) H. Wada et al., *Trends Neurosci.*, 14, 415-418 (1991)
- 6) T. Watanabe & H. Wada, *Histamine Neurons : Morphology and Function*, CRC Press, 1991.
- 7) H. Yokoyama et al., *Naunyn-Schmiedeberg's Arch. Pharmacol.*, 346, 40-45 (1992)
- 8) H. Yokoyama et al., *Eur. J. Pharmacol.*, 234, 129-133 (1993)
- 9) H. Yokoyama et al., *Meth. Find. Exp. Clin. Pharmacol.*, 15, 183-188 (1993)
- 10) H. Yokoyama et al., *Psychopharmacology*, 112, 199-203 (1993)
- 11) K. Iinuma et al., *Lancet*, 341, 238 (1993)

## 学内 RI 施設だより

東北大学医学部附属病院核医学診療棟 高橋信雄

東北大学医学部附属病院における RI 施設は、昭和 40 年 3 月 5 日より科学技術庁の承認をえて放射性同位元素診療室として発足した。当初の装置は島津製 2 インチシンチスキャナー放電式、島津製 3 インチシンチスキャナー単打点及び 2 面ホットシンチ式等で、シンチスキャナーが主であり、その他東芝製レノグラム装置、ウェルカウンタ、GM スケーラ、甲状腺摂取率測定用シンチレーションカウンタ、アロカ製試料交換型ウェルカウンタやガスフローカウンタ等が装備使用されていた。

トリオソルブメータが備えられインビトロ検査が本格化したのは昭和 43 年頃で、翌年には現在も使用活躍している東芝製 5 インチ対向シンチスキャナーが導入された。

昭和 47 年 10 月に現在の核医学診療棟が新たに建築され移転した。もちろん排水、排気、空間の放射線は、放射線集中監視装置により連続監視、記録され装置設備も充実が計られた。

旧放射性同位元素診療室はその後改装され、医学部放射性同位元素中央実験室臨床分室として昭和 49 年 4 月 1 日付使用承認をえて研究用放射性同位元素使用施設として生れ変り、昭和 59 年 7 月現在の医学部 RI センターが完成し使用開始されるまで高度利用されていた。管理上は医学部に属するが運営は臨床系各講座より選出された委員による臨床分室運営委員会において行っていた。

現在 RI を取り扱っている施設といえば、核医学診療棟、アイソトープ病棟とライナック治療室（中央診療棟地下 2 階コバルト装置 3 室）の 3 施設である。共に放射線科（坂本澄彦教授）の管轄であり放射線科医師が診断と治療を行っている。

そのうち唯一の診断部門が核医学診療棟である。

医療用非密封 RI を用いて、管理責任者である医師の丸岡伸先生を筆頭に専任医師 1 名、医師 2 名の計 4 名の医師と、放射線技師 3 名、受付 1 名の構成である。

検査室には汎用型 SPECT 装置、シンチレーションカメラ装置 3 台、シンチスキャナー装置、甲状腺摂取率測定装置、動態機能測定装置、試料測定装置等を配置している。

検査はテクネシウムジェネレータからミルキングした  $^{99m}\text{Tc}$  核種を用い、DTPA や DMSA を標識静注した腎機能検査、MDP を標識静注した骨シンチやクエン酸- $^{67}\text{Ga}$  を静注して炎症性疾患や腫瘍の検索等の患者で大半を占め、その他  $^{81m}\text{Kr}$  ガスでの局所肺換気機能検査、 $^{99m}\text{Tc-MAA}$  静注による肺血流検査、 $^{99m}\text{Tc-Sn}$  コロイド静注による肝機能検査、SPECT 装置を用い、 $^{99m}\text{Tc-HMPAO}$  や  $^{123}\text{I-IMP}$  静注による局所脳血流検査や  $^{201}\text{Tl-Cl}$  静注による心筋及び心機能検査等を 1 日平均 18 件こなしている。

今年度予算で核医学診療棟の装置の充実がはかられ、最新鋭の SPECT 専用装置とシンチレーションカメラの導入が決定した。

またスタッフは、放射性医薬品や各種放射線管理及び個人被曝線量管理等も担当している。ちな

みに現在の当院のフィルムバッヂ装着者は数百名でその中で放射線業務従事者は、約100名である。

アイソトープ病棟は高井良尋医局長が放射線取扱主任者となり、医師7名と看護婦8名で<sup>131</sup>I投与による甲状腺癌等の治療や<sup>223</sup>Ra針による舌癌等の治療に当たっている。

放射線治療部門は山田章吾助教授が放射線管理責任者となり、医師6名と放射線技師4名とで医療用直線加速器やコバルト照射装置で悪性腫瘍等の治療に当たっている。

RI使用の装置は、外部照射に用いる<sup>60</sup>Co回転式照射装置(111TBq)および<sup>60</sup>Co固定式照射装置(55.5TBq)の2台と<sup>60</sup>Co腔内照射装置(74GBq×3)がある。

医療用直線加速装置は悪性腫瘍等の治療はもちろんのこと、坂本教授の御研究である全身低線量照射による免疫力の活性化に利用され癌の治癒率向上に貢献している。また臓器移植患者に輸血として使用する血液にX線照射して、拒絶反応の軽減に効果を上げている。

貯蔵箱には、放射線測定器の校正用線源として<sup>14</sup>C、<sup>90</sup>Srが所蔵されもちろん科学技術庁の承認を得ている。

最後に、当院の施設の見取図を掲載したので参考にして頂ければ幸いである。

技術 員室	骨密度 検査室	操作 室	工作室	便 所	患者 更衣 室	診断室	診察室	監視室	管理室
----------	------------	---------	-----	--------	---------------	-----	-----	-----	-----

管 4

管 3 管 2

管 1

カルテ  
保管室 試料  
測定  
室 同  
更衣室  
汚染検  
査室 1  
注

機械室 暗室

コールド  
ルーム オート  
グラフ  
室 アイソトープ  
取扱室 1

化学  
調剤  
室

準備室

廃8  
水4 アイソトープ  
取扱室  
2 汚染器具  
洗浄室 汚染  
便所

廃7  
保2 廃棄物  
保管室 貯  
藏箱室 2 貯  
藏室 1

出入口

注

同 9

同 8

同 7

同 6

同 5

同 4

同 3

同 2

同 1

アイソトープ検査室 1

アイソトープ検査室 2

アイソトープ  
検査室 3アイソトープ  
検査室 4機械室  
(2階  
排気設備)

電気室

管 7

廃 9 (2階)

### 診療用放射性同位元素診療室（平屋）

#### 標識の場所及び種類

管：管理区域（使用施設）

同：放射性同位元素使用室

廃：管理区域（廃棄施設）

保：保管廃棄設備

汚：汚染検査室

排：排気設備

貯：貯蔵室

水：排水施設

箱：貯蔵箱

注：注意事項

廃 3  
水 2廃 6  
水 3

廃 4 水 1

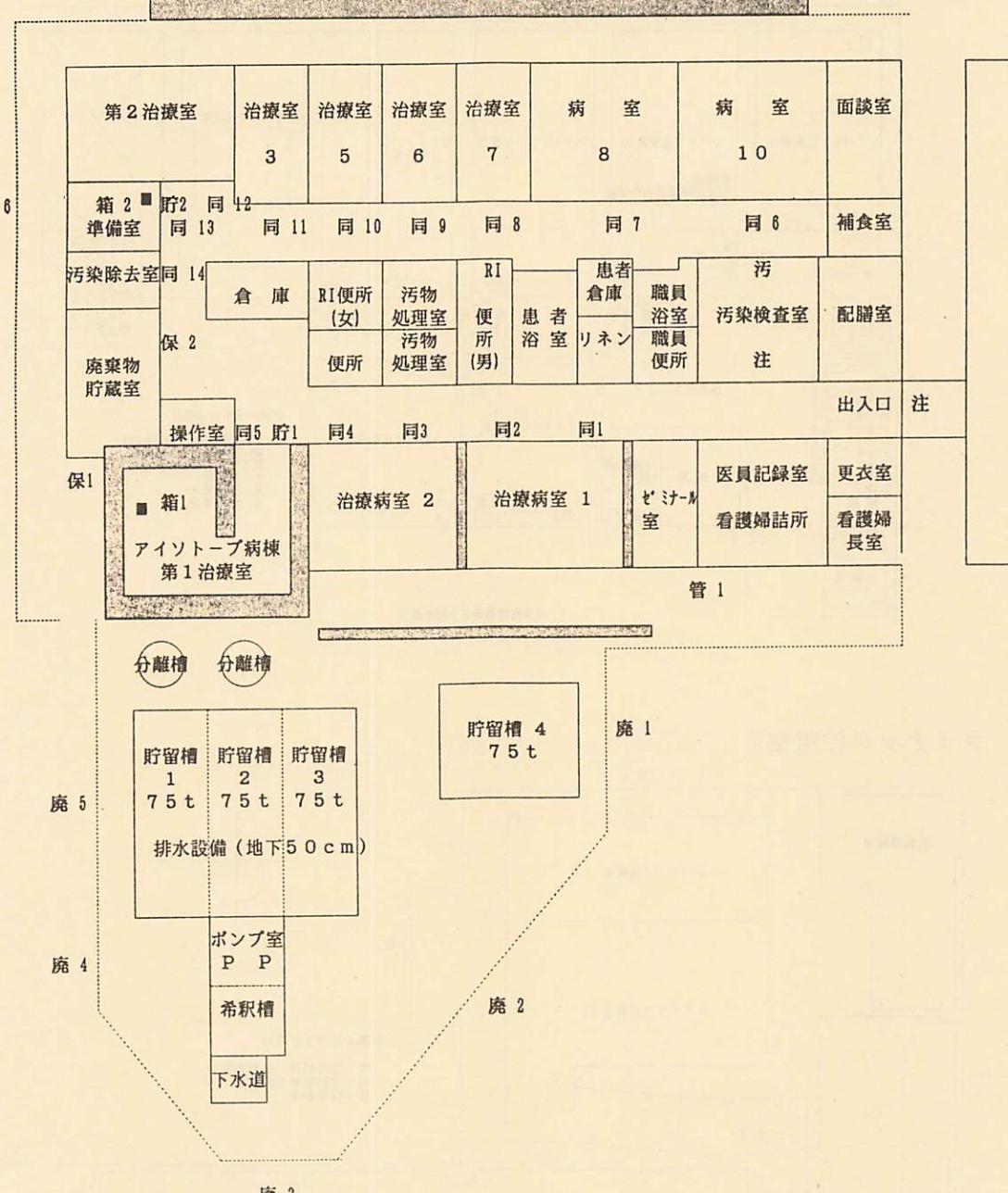
管 6

管 5 標

管 2

管 3

管 4



## R.I. 病棟

## 標識の場所及び種類

管：管理区域（使用施設）

同：放射性同位元素使用室

廃：管理区域（廃棄施設）

保：保管廃棄設備

汚：汚染検査室

排：排気設備

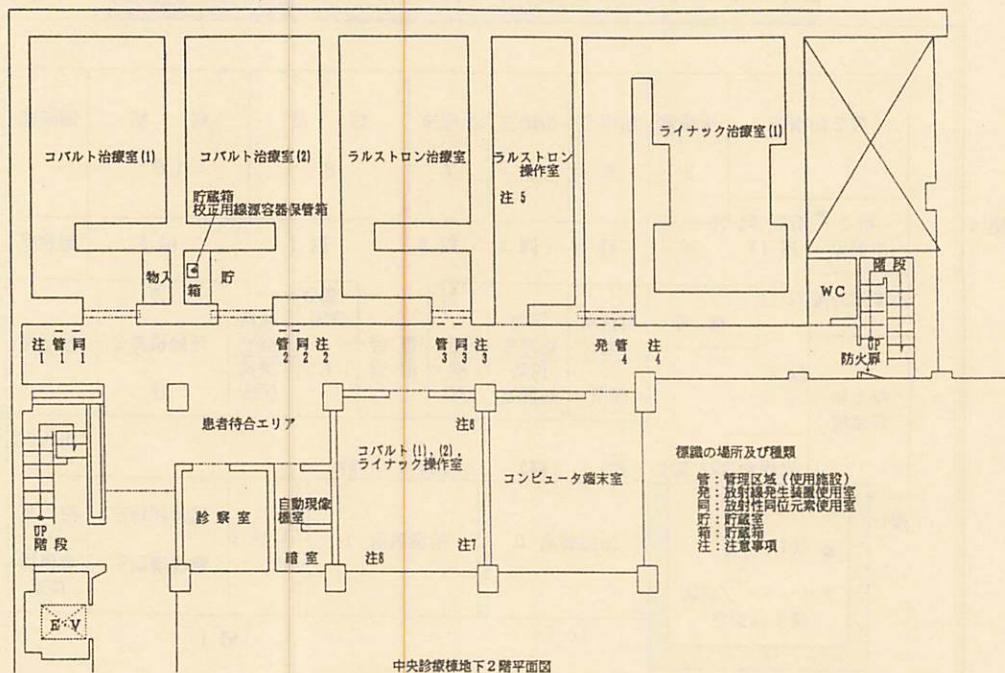
貯：貯蔵室

水：排水施設

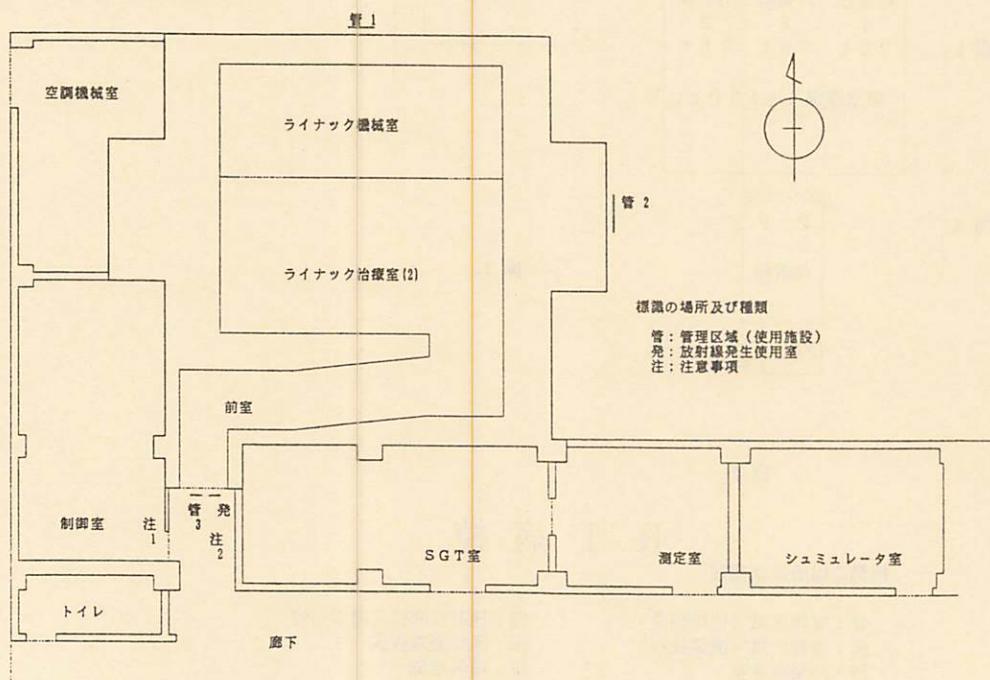
箱：貯蔵箱

注：注意事項

中央診療棟施設



## ライナック治療室<sup>(2)</sup>



ライナック治療室(2)

## 共同利用の状況

### サイクロトロン共同利用実験

第58回のサイクロトロン共同利用が終了し、現在第59回が進行中である。

第57～59回の共同利用の分野別申込み数を下表に示す。

サイクロトロン共同利用実験申込課題件数

分 野	57回 (4月～6月)	58回 (7月～9月)	59回 (10月～12月)
物理・工学	17	15	15
化学	8	7	7
医学・生物(基礎)	24	25	26
医学・生物(臨床)	52	54	55
計	101	101	103

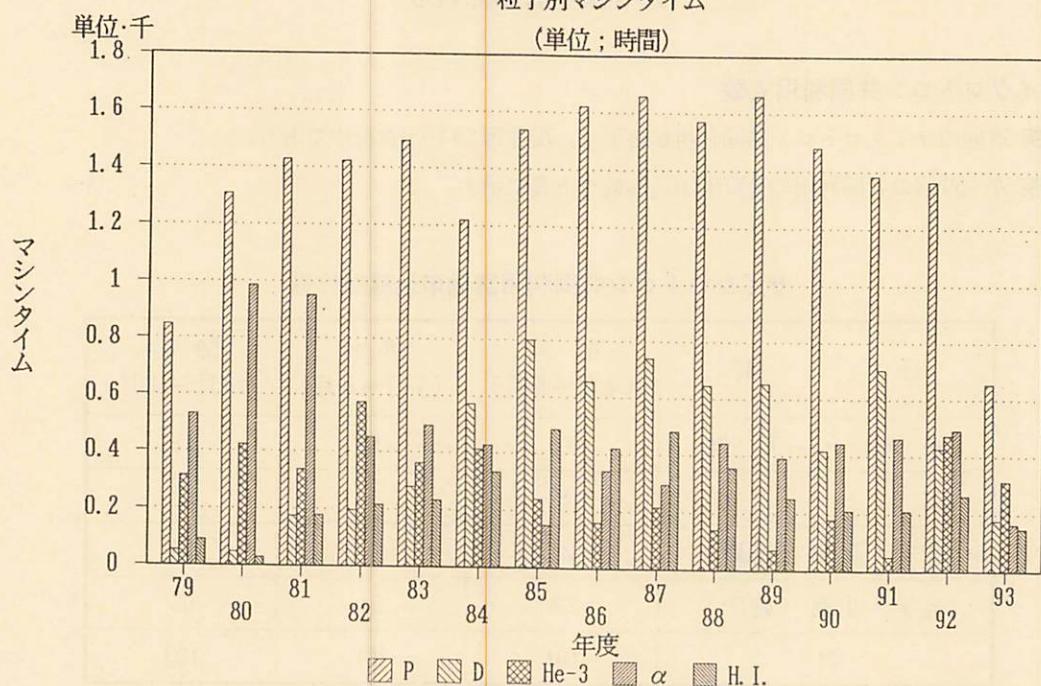
### R I 棟部局別共同利用申込件数

平成5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	金 研	加齢研	合 計
18	5	5	5	12	1	1	12	59

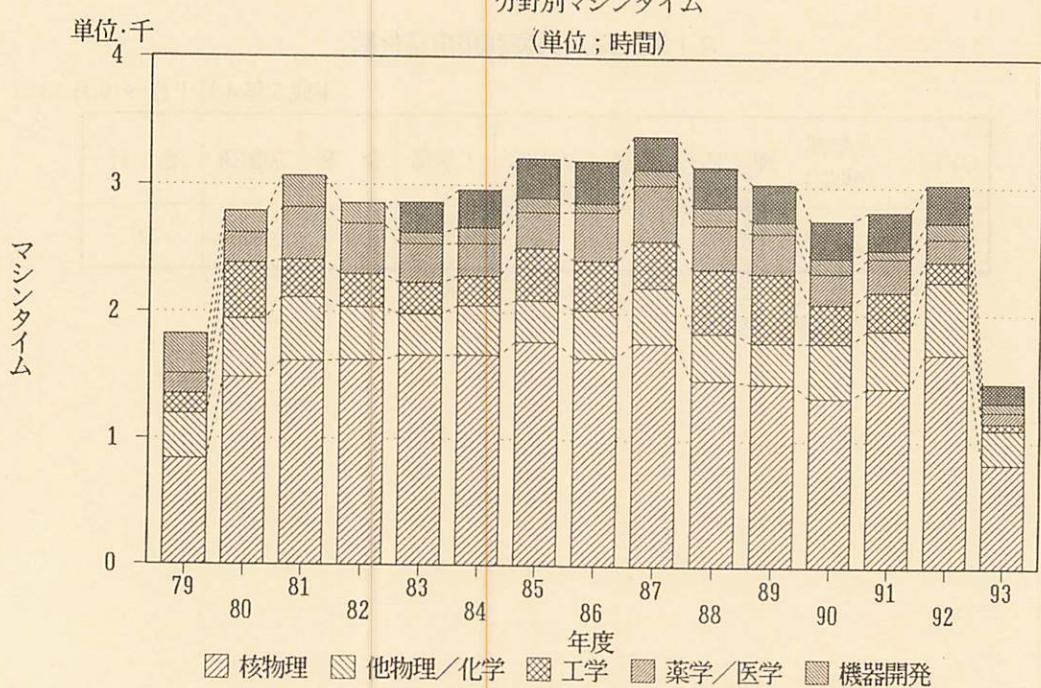
粒子別マシンタイム

(単位; 時間)



分野別マシンタイム

(単位; 時間)



## センターからのお知らせ

### [サイクロトロン平成5年度下半期運転計画]

第59回：平成5年10月初旬～平成5年12月下旬

第60回：平成6年1月初旬～平成6年3月下旬

(第60回課題締切 12月6日(月))

### [放射線とRIの安全取扱いに関する全学講習会]

第35回 基礎コース：平成5年11月8日(月)～12日(金)

第21回 X線コース：平成5年11月5日(金)

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

### [センター長会議]

第17回全国国立大学アイソトープセンター長会議が、本年新設された新潟大学を加えて13大学参加の下に、平成5年6月3日(木)に九州大学国際ホールで九州大学が担当して開催された。

## 研究発表会

### 「第14回サイクロトロン共同利用実験研究発表会」

平成5年11月25日(木), 26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 41件)

## [研究棟図書室への移動式集密書架の設置及び図書室の整備について]

現在、当センターの図書室は、サイクロ棟（物理系図書）と研究棟（工学系、核医学・核薬学系図書）の2ヶ所に設置してあります。しかしながら、昨今の蔵書の増大に伴いサイクロ棟は既に満杯、研究棟も手狭になって来たため、この10月、研究棟図書室に2台のスライド式集密書架が設置されました。

かねて懸案となっていたこの件について、本年2月以降の図書委員会で検討を重ね、センター長の諒承のもと、センター長保留金から150万円を上限とする資金を得て実現したものです。

作業は、数名のアルバイト要員を動員し、10月の6・7・8日の3日間図書室を閉鎖して行われました。

更にこの機会を利用して、図書室の整備も行いました。散逸していた図書や未分類図書及び図書カードの整理、購入雑誌並びに所蔵雑誌のリスト作成、寄贈図書の取扱選択、閲覧・貸出・複写等に関する利用案内の作成・掲示等々行いましたが、まだまだ不十分ですので、今後徐々に、東北大附属図書館本館直属の名に恥じないような図書室をめざしていきたいと思います。利用者の皆様のご理解と物心両面のご支援をお願いいたします。

(図書室：佐宗)

## [運営委員会報告]

第123回（平成5年6月21日）

- ・6月3日、全国センター長会議が九州大学で開催された。
- ・高分解能PET装置等が補正予算で認められた。
- ・前年度とほぼ同額の平成5年度センター運営経費の示達があった。
- ・平成4年度の決算を承認
- ・核薬学研究部助教授人事に関し人事委員会を発足させた。

第124回（平成5年7月19日）

- ・第一、第二、第三専門委員会委員長をそれぞれ再任した。
- ・第58回サイクロトロン共同利用マシンタイム配分を決定
- ・核薬学研究部助教授に岩田 錬助手（センター）を選任した。
- ・平成5年度実行予算を決定した。

## 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 IMRE MAHUNKA (JSPS客員研究員)

出　　身　地 ハンガリー (ハンガリー科学アカデミー)

(所属機関) 原子核研究所 部長

研　　究　題　目 低エネルギーサイクロトロンの医学生物学への応用

指　　導　教　官 井戸達雄教授

研　　究　期　間 H5. 11. 1～H5. 11. 16

氏　　名 ZOLTAN KOVACS (JSPS客員研究員)

出　　身　地 ハンガリー (ハンガリー科学アカデミー)

(所属機関) 原子核研究所 主任研究員

研　　究　題　目 低エネルギーサイクロトロンの医学生物学への応用

指　　導　教　官 井戸達雄教授

研　　究　期　間 H5. 11. 1～H5. 11. 16

氏　　名 SUNARHADIJOSO SOENARJO (IAEA-JICA受託研修員)

出　　身　地 インドネシア

(所属機関) National Atomic Energy Agency, Radioisotope Production Center

(インドネシア国立原子力機関ラジオアイソotope製造センター　主任研究員)

研　　究　題　目 アイソotope生産技術の研修

指　　導　教　官 井戸達雄教授

研　　究　期　間 H5. 11. 1～H5. 11. 10

## R I 管理メモ

### ・センターの自主点検

9月20日～22日に行われた。特に問題となる個所はなかった。サイクロトロン棟にうすいひび割れが発見されコーティング剤で補修することにした。

・東北大学では10月15日、以下の2部局に科学技術庁の立入検査がありました。

### 放射線障害防止法に基づく科学技術庁による立入検査

日 時 平成5年10月7日 PM 1:45～4:10

場 所 医学部附属病院

第二臨床研究棟3階大会議室及びRI関係施設

検査官 科学技術庁原子力安全局放射線安全課

山本順二放射線検査官、安田友亮係官

立会人 根本健二放射線科助手、有馬宏寧技師長、高橋信雄主任技師、佐々木勁総務課長補佐、  
庄子恭一管理課長補佐、渡辺弘庶務掛長、岩間武職員掛長、庄司勝男施設管理掛長、  
佐藤秀二服務主任、鈴木啓一研究協力主任

日 時 平成5年10月7日 AM 10:00～12:15

場 所 電気通信研究所中会議室、L103（実地）

立会者 通研 教 授 宮本信雄（放射線障害予防委員会委員長）

助 教 授 庭野道夫（放射線取扱主任者）

用度掛長 青沼 滿

庶務主任 丸本俊彦

検査官 科学技術庁原子力安全局放射線安全課

放射線検査官 安田友亮

山本順二

## 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5年度のラジオアイソトープ廃棄物集荷作業は6月14日～6月16日にかけて実施された。

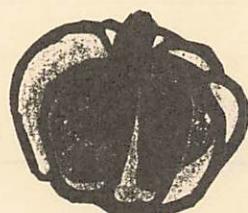
### 平成5年度東北大学放射性廃棄物集荷状況

部局	可燃物	難燃物	不燃物	動物	無機	フィルター
C Y R I C	40	15	3	4	4	
理学部・化学	4	1	3			
理学部・生物	8		3			
理学部・核理研		1	3			
医学部 RI センター	50	117	12	2	22	7.5
医学部附属病院	8	8	4			23.0
歯学部		2	1		8	
薬学部		5	2	2	9	
工学部	17	1				
農学部	8	17	4	3	5	12.5
素材研	4	1			2	
加齢研	16	20	2			
加齢研病院		1	1			
反応研	4		4			
遺伝生体研究センター	1	2	1		1	
遺伝子実験施設	12	20	3		2	
合計	172	211	46	11	53	43.0

[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
5. 7. 31	事務補佐員	渡 邊 律 子	退職
5. 8. 1	事務補佐員	奥 村 由 里	採用
5. 8. 1	文部教官助手	岩 田 鍊	文部教官助教授に昇任



笠

# C Y R I C 百科

原子核の基底-励起準位間に相当するエネルギーを外部から与えると、その核は共鳴励起されるはずです。しかし励起源として $\gamma$ 線を用いる場合、放射・吸収に伴う核の反跳、それに起因するドップラー広がりが無視できないため、共鳴吸収を観測することが困難です。そこで低エネルギー(<150keV)の $\gamma$ 線、大きい質量数(>40)の核種を用い、さらに線源及び試料に固体を使用すると、反跳が無視でき、高分解能で共鳴吸収が観測されます。この様な $\gamma$ 線の無反跳共鳴吸収はメスバウアー効果と呼ばれ、 $^{57}\text{Fe}$ など約80種の核種、40種の元素について観測されています。この効果は1958年R. L. Mössbauerによって発見され、彼はノーベル物理学賞を受けました。

試料となる原子核の電子的、磁気的環境などが変化すると、 $\gamma$ 線吸収スペクトルの形状や吸収位置は影響されることが知られています。このことを利用して、化学種分析への応用などが数多く報告されています。

## メスバウアー効果

オートラジオグラフィーは、サンプルに密着させて撮った写真フィルム上の黒化度から2次元の放射能分布を解析する方法ですが、この写真フィルムのかわりにユーロピウムイオンをドープしたBaFBrの粉末結晶蛍光体をプラスチックフィルム上に塗布したイメージプレートを使用する方法がラジオルミノグラフィーです。この方法は写真フィルムに比べて3桁程高感度に、しかも広いダイナミックレンジ(5桁)で直線性の良い測定ができます。これは蛍光体に吸収された $\beta$ 線のエネルギーが一時トラップされ、レーザー光線で照射された時放出される蛍光を光電子増倍管で受けて画像データとするものです。定量性が良く感度が高いため使用する放射能も少なくて済み、今後大いに注目され、発展する測定技術です。最近放射線被曝モニターとしての応用も考えられています。

それぞれ、国際放射線防護委員会(International Commission on Radiological Protection)、国際放射線単位測定委員会(International Commission on Radiation Units and Measurements)の略称であり、前者は人体を放射線の過度の被曝から守るために1921年にイギリスに設立された委員会を基に1950年に現在の国際的な委員会になっています。この委員会の委員は政府機関の代表でなく、個人の資格で参加し、討議し、勧告を出している点に特徴があり、委員の選出も個人的なつながりで行われています。しかし、各国の行政はその勧告を尊重し、国内法規に取り入れています。後者は1925年に設立され、放射線や放射能の単位、放射線医学・生物学における放射線の測定法などについて討議し、ICRPと連携して勧告をICRP/ICRU出しています。

## ICRU

ハドロンとレプトン  
有機物、無機物を問わず、宇宙を構成する物質すべてを細分化した果てに何があるか?巨大科学の象徴である米国の超大型加速器(SSC)の建設問題が紙上を賑わすように、常に我々の頭の片隅にある問いかけです。分子、原子、原子核、核子(陽子、中性子)、クオークと物質の階層構造が明らかにされていますが、同時に基本的な相互作用(力の源泉といってよい)も、「重力」、「電磁気力」、そして原子核を作る「強い相互作用」、奇妙でかつ水銀を金に変えてしまうような鍊金術的な力を持つ「弱い相互作用」と、4つの作用で自然が構成されていることが解っています。この内、強い相互作用をもって力のやり取りをしている粒子群(陽子、中性子、パイ中間子、クオークなど)をハドロンと呼び、電磁力及び弱い相互作用を持って力のやり取りをしている粒子群(電子、ミュー中間子、ニュートリノなど)をレプトンと呼んでいます。

## 編 集 後 記

私は、先頃秋田大学に御栄転された岩田吉弘先生の後任のものです。CYRIC ニュースの編集は、今回がまだ 2 回目であり、勉強させられることばかりですが、これも修業と思い先生方の話題に何とかついていこうと努力しております。まだまだ若輩ですが、以後よろしくお願ひ致します。

東北のあちこちでは、今芋煮会の真っ盛り。先日我々の研究室でも、紅葉狩りを兼ねて奥新川の河原でドンチャン騒ぎをしてきました。皆様はどのような芋煮会を催されたのでしょうか。

まだ神無月だというのに、仙台はすでに秋を通り越して冬の気配です。特に、私は自動二輪(250cc)で通勤しているので、皮ジャンが手離せません。この原稿を書いている研究室でも、そろそろ何か暖房がなくては過ごせなくなってきた。これをお読みの皆様も風邪など召しませんようご注意くださいませ。

(塙原記)

### 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 塙 勉 (CYRIC)  
塙 原 聰 (理学部)  
佐 宗 うらら (CYRIC)

CYRICニュース No.15 1993年11月15日発行

〒980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)