



No.9 1990.11 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

— 私にどってのセンター —

抗酸菌病研究所所長 涌井 昭

青葉山にサイクロトロン・ラジオアイソトープセンターが設置された当初におけるこのセンターに対する私の理解は、物理・工学・化学系の学内共同教育研究施設といったきわめて漠然としたもので、強いていえば、ラジオアイソトープという名もついているので、私のような医学系の者にもどこかで関係するのかも知れないといった程度であった。

その後、私達の研究所の松沢大樹教授が度々私のところに来られて、このセンターの研究体制や機能が医学研究への利用およびPETへの発展に非常に明るい見通しを持っており、癌研究の進歩にとっても大きく貢献するであろうと説明していかれた。私も初めは大変失礼なことではあるが、内心“またか”と思っていたが、次第に傾心するようになり、高橋弘講師（当時）を中心に3～4人のチームを組んで、参加させていただくことにし、実験的研究を開始したのが確か昭和56年であったと思う。臨床研究は昭和58年4月から開始されたのであるが、それに関して1つ問題があった。この問題は何か事が起った時の責任問題とそれに対する対策である。たまたま抗研附属病院長をやっていた時でもあったので、私もこれらの問題に対する議論の場に参加するようになったが、私がこのセンターと直接かかわり合うようになったのは、それ以後のことである。結局、この件に関しては臨床上の問題は臨床側で責任を持つこと、そのためセシター内に抗研附属病院の出張診療所を置くことで解決し、臨床上の問題は臨床研究委員会で討議していくことになった。松沢教授と診療所設置の件で色々頭を悩ましたことがなつかしく思い出される。

センターにおけるPETを用いる研究で、私達の関心事はPETが抗癌剤の臨床効果の評価

や副作用の検出に用いることができるか、現在早期発見が大変困難な癌腫、特に膵癌などの診断にどの程度の威力を發揮するかなどである。これらの研究に私達のグループも最近は着々と成果をあげてきているが、最近の朗報はこれまでの検査法で発見しえなかつた小さい膵癌が診断できたことである。このような症例の予後は今後より多くの症例を集積し、それらの症例の経過を観察していくことにより明らかにされるであろうが、福音に違いない。

サイクロトロン、PETに何んらの知識も持たなかつた私達のグループがこの領域の研究に少しづつでも成果をあげえたのは、本センターの共同教育研究施設としての機能が充分に発揮されている結果と思っている。センターを訪された時、いつも感じていることは、それぞれ独自の研究のほかに膨大な時間とエネルギーを費やして、このセンターの共同利用、教育、研究を支えているスタッフの方々の努力である。この機会に松沢先生をはじめこれらの方々に深く感謝するとともに、センターが一層発展していくことを祈ってやまない。

目 次

・ 卷 頭 言	—私にとってのセンター—	
	抗酸菌病研究所所長 涌 井 昭	1
・ 研 究 紹 介	農学部栄養化学教室 木 村 修 一	3
	センター 織 原 彦之丞	8
・ 学内R I 施設だより	医学部 山 本 政 彦	19
・ 新しい機器の紹介		22
・ 共 同 利 用 状 況		27
・ センターからのお知らせ		29
・ 研 究 交 流		31
・ R I 管 理 メ モ		34
・ 組 織 図		36
・ 人 事 異 動		37
・ C Y R I C 百 科		39
・ 編 集 後 記		40

研究紹介①

栄養学の研究とサイクロ

東北大学農学部栄養化学教室 木村修一

はじめに：

われわれの教室が、サイクロにお世話になるようになった最初のきっかけは、チタニウム・アスコルベート (Ti-ascorbate) の代謝を⁴⁵Tiを用いて追求したいということで、井戸先生にそのご協力を願いしたことであった。当時われわれは、ハンガリー農科大学の化学の教授であるPais教授とチタニウム・アスコルベートに関して協同研究をしていたということと、私自身がサイクロの運営委員会のメンバーの一人であり、⁴⁵Tiをサイクロが作っていることを知っていたということがこの機会をもたらしたのであろう。

(1) ⁴⁵Tiを用いた研究の開始

チタニウム (Ti) は、地殻中に広く分布する金属であるが、海水中の濃度は非常に低い。Tiは炭素や珪素の同族体であるが、生物にとって必須か否かはまだ明らかではない。ハンガリーのPais教授は周期律表から見て、Tiは何等かの生理活性を持つものではないかとの考えから出発して、そのキレート化合物としてチタニウム・アスコルベートを合成し、それを用いて植物栄養についての研究を行った結果、これを葉面散布すると種々の作物の収量を増加させることを見いだした。Pais教授はチタニウム・アスコルベートが植物で光合成能の活性化をもたらし、成長を促進するのであると報告しており、植物においては、なんらかの生理的機能を果たしていることを強く示唆している。しかし、これまで、動物における生理的意義は明らかではない。そこでわれわれは、チタニウムの動物における必須性を検討するなど、チタニウムに関する研究を開始した。まず分かったことはチタニウム・アスコルベートはチタニウムの無機化合物と異なり、生体内に比較的よく取り込まれ、臓器、組織にも広く分布することであった。われわれは、チタニウムの動物体内での動きにおけるアスコルビン酸（ビタミンC）の影響などについても知りたいと考え、短寿命のポジトロン放射活性をもつ⁴⁵Ti（半減期：3.09時間）を用いて、生体内動態を検討することにしたのであった。井戸教授グループとの協同研究体制がこのときできたわけである。

(2) ⁴⁵Tiの腸管吸収ならびに体内運搬におけるアスコルビン酸の生理的意義

この研究で分かったことは、まず他の金属、たとえば鉄、の場合と同様、チタニウムの場合にも腸管吸収にアスコルビン酸の存在が重要な促進効果をもつことである。一般にラット（ねずみ）はヒトと異なり、アスコルビン酸を体内で合成することができるので、アスコルビン酸の影響をみる

のに都合が悪い。そこで、われわれの実験室では、先天的にアスコルビン酸合成酵素を欠落しているラット（ODSラット）を用いてアスコルビン酸の影響を検討した。そして腸管吸収だけでなく、血液中でもアスコルビン酸と結合したチタニウムがさらにキャリア蛋白とのコンプレックスを形成して体内を運搬されていることを明らかにすことができた。このキャリア蛋白は、最初アルブミン分画にあるのでアルブミンではないかと考えていたが、⁴⁵Tiのチタニウム・アスコルベートを先天的な無アルブミン血漿のラットに投与して検討したところ、アルブミンではなくトランスフェリンである可能性が強いことが分かってきた。

(3) 二重標識⁴⁵Ti, ¹⁴C-チタニウム・アスコルベートの腎機能の診断への応用

上記の研究の過程で、一つの興味ある現象にぶつかった。

すなわち、⁴⁵Tiと¹⁴C-アスコルベートとから二重標識の⁴⁵Ti-¹⁴C-アスコルベートを合成して、これをラットに与えてその生体内動態を検討したところ、⁴⁵Tiと¹⁴Cの臓器、組織への分布およびそれらの濃度はほぼ同様の動きを示すが、腎臓における場合には⁴⁵Tiの濃度分布と¹⁴Cのそれは必ずしも同一ではなく、この臓器ではTiとAscorbic acidの結合が切れて、Tiが尿中に排泄されることを示す像がえられた。しかもこの結合の切れ方は腎機能と関係があり、上に述べたODSラットでは正常ラットと異なる像が示されることから、実験的に種々の腎機能不全の疾患モデルラットをつくり、⁴⁵Ti-アスコルベート投与時の腎における⁴⁵Tiの経時的な濃度分布を、放射能をもとにする画像解析をするとともに、大腿部動脈、静脈および尿管からのカニュレによる⁴⁵Tiの経時的な血中消失および尿中排泄の測定を行い、その動態を検討した。例えば、糸球体腎炎を起こしているラットでは、⁴⁵Tiの高い集積が腎皮質に認められた。また、脳卒中易発症ラット（SHRSP）を低たんぱく、高食塩食で飼育すると尿細管の閉塞などを含む腎機能低下をきたすが、このようなラットでは、腎髓質部に⁴⁵Tiの集積が観察された。このように、⁴⁵Ti-アスコルベートは腎機能の検索に有用な方法として応用出来る可能性が示唆された。（これらの研究は主として教室の大学院生、齊藤和子が担当した。）

また、井戸研究室ならびに脳外科、口腔外科との協同研究により、ラット脳にグリオーマ（神経膠腫）をつくったラットに⁴⁵Ti-アスコルベートを注射すると、グリオーマに⁴⁵Tiの放射能が蓄積されることがオートラジオグラフィーによる画像から明らかになり、脳腫瘍などの診断に応用出来る可能性が示唆された。

チタニウムの必須性に関する栄養生理的な意義については、いまなお不明のままであるが、⁴⁵Tiを用いることによって、思わぬ副産物としての知見がえられたということになろう。

(4) ⁴⁸V-ヴァナジウムを用いたホヤの研究の開始

⁴⁸Vを用いるようになった経緯は、ややはっきりしない点もあるが、井戸教授と会話しているな

かで出てきた⁴⁸Vの話に、私自身がもっていた興味が重なったことにあるように思う。私は以前からポルフィリン化合物の生理的研究に関係しており、クロロフィル誘導体やヘム化合物などポルフィリン関連化合物の進化や生理的意義に興味をもっていた。したがって、かつて石油中に発見されたポルフィリンのヴァナジウムキレート化合物に関する報告などについては、血色素の進化といった面でおおいに夢をかき立てられたものであった。井戸教授から、東北地方で食べられている特産物のホヤと一緒に研究しないかという誘いにただちに同調したのもそのような背景があったからだと思うのである。

ホヤの血球中に、ヴァナジウムが多く含まれているということは、広く知られているが、ホヤにもいろいろあって、種類によりその含量が著しく異なることはあまり知られていない。初夏の好物として仙台でわれわれが食べるマボヤであり、ヴァナジウム含量はもっとも低いものである。それはともかくとして井戸教授を中心として、われわれの教室では川村美笑子博士が担当して、⁴⁸Vの種々の化合物の生体内分布を追究した。この場合も生体内の分布は⁴⁸V—アスコルベートが高いことが分かり、これを用いた実験が多い。ヴァナジウムの電荷によって生体への取り込みが異なること、あるいは、もっとも多く集積する血球の種類などについて、新しい知見がでているが、ここでは省くことにする。近い将来井戸教授から発表されるにちがいないと思う。なお、このことがきっかけになり、ヴァナジウム研究会が昨年発足し、仙台で第1回の研究会を開催し、日本におけるホヤの研究の第一線の研究者の集まりをもつことになった。今年も第2回の研究会を仙台で開き、3月までセンター長であった小西和彦名誉教授にホヤについての研究の思い出話を聞いていただいたことを付け加えておきたい。

(5) フェオフォルバイドの光力学作用に関する研究

われわれは、これまで、クロロフィルの分解産物であるフェオフォルバイドが光線過敏症を引き起こすメカニズムに興味をもち、この問題に取り組んできた。そして、種々の検討の結果、フェオフォルバイドによる光線過敏症発症のメカニズムとして、1重項酸素による生体膜の脂質ならびに蛋白質成分の酸化などを介する細胞障害が重要であることを明らかにすることができた。また、培養心筋細胞を用いた実験でも、その殺細胞作用の強いことを観察してきた。いうまでもなくフェオフォルバイドはポルフィリン骨格をもつ化合物であるが、すでに、ポルフィリン骨格をもつ誘導体が腫瘍組織に集積する性質のあることが知られており、Doughertyらは、ヘマトポルフィリン誘導体(HpD)を癌の診断および、光治療に応用している。筆者らも、フェオフォルバイドにもそのような性質があるのではないかと推測し、その可能性を検討するための基礎的研究をつづけてきた。そして、フェオフォルバイドには、確かに癌組織への集積性のあることを見いだした。したがって、この性質と光力学作用による殺細胞効果を組合せれば、癌の診断および光治療法に応用できる展望が開けてきた。以下にその概要を述べることとする。

(6) ポジトロン放射能⁴⁸Vを含むフェオフォルバイド誘導体による癌診断・治療剤の作成

⁴⁸Vはポジトロン放射能をもつ短寿命（半減期：15.97日）の核種であり、これをフェオフォルバイドとキレートさせた場合、もしもフェオフォルバイドの腫瘍へ集積する特性が発揮されれば、⁴⁸Vのポジトロン放射能を利用してのコンピューター・トモグラフィーによる診断剤になる可能性がある。もちろん放射線治療剤としての性質もある。このような観点から、⁴⁸V-vanadyl-pheophorbideを合成し、これを担腫瘍生体に注射したときの動態を検討した。FM3Aの固形腫瘍を移植されたC3H/Heマウスに⁴⁸V-vanadyl pheophorbideを注射後、各臓器、組織中の⁴⁸Vの放射能を経時的に測定した。その結果⁴⁸V-vanadyl pheophorbideの取り込みは、最初、肝臓および腎臓に高く、腫瘍組織には極めて低い。しかし他の臓器が8, 16, 24時間と時間経過とともに放射能が低下するに関わらず、最初低かった腫瘍組織で、時間の経過とともに増加し、他の臓器と逆転するようになった。全身オートラジオグラフィーの画像をみると、⁴⁸V-vanadyl sulfateや⁴⁸V-vanadyl ascorbateのそれらと比較して、明らかに周囲の組織である筋肉組織の放射能にたいする腫瘍組織の放射能の比率が高いことから、腫瘍組織の診断に応用できる可能性を示唆している。なお、移植腫瘍としてFM3A以外にMH-134およびS-180を用いて行った結果でもほぼ同様の成績をえており、⁴⁸V-vanadyl pheophorbideのポジトロン・コンピューター・トモグラフィーへの応用は充分考えられよう。

これまで、種々合成したフェオフォルバイド誘導体のなかで、これまでもっとも効果的な物質として、クロリン (Chlorin e₆ Na) をあげることができる。この物質は、親水性基を構造のなかに組み込んだフェオフォルバイド誘導体であるといえよう。そのため、組織への取り込みがフェオフォルバイドに比べてきわめて早く、代謝も早い。FM3Aを皮下移植した担癌C3Hマウスにクロリンを静脈に注射した後の各臓器や組織中のクロリンの分布を経時的にみると、濃度が最大値に達する時間がわずか1-2時間後であり、16時間後では、腫瘍組織中濃度は他の正常臓器に比較しても最も高く、レーザー光とクロリンとの組み合せによる光治療に適していると期待される。事実、その光力学作用による光治療を行った実際の動物実験の成績をみると、フェオフォルバイドに比較して光力学作用は弱いが、肝臓など正常臓器や組織への蓄積が非常に少ないので、クロリンは有効な診断・治療剤に用いられる可能性があると考えられる。そこで、現在このクロリンに⁴⁸Vをキレートさせた化合物について検討しており、興味ある結果をえているので、近い将来報告できると考えている。

おわりに：

われわれの教室では、上に述べた以外にも、微量元素 (trace elements) についての栄養生理学的研究をしており、Znなどについてもサイクロのお世話になっている。極く微量で生理作用をもつという性格上、この生体中での臓器、組織ならびに細胞内などのbiodistributionを知るのに、半

減期の短くて放射能がある元素を使用しうるということは、この分野の研究にとって、非常に有力な武器となっている。サイクロが身近にあることを喜んでいる一人として、われわれの研究にいかにサイクロが寄与しているかを簡単に紹介した次第である。

参考文献

〈チタニウムに関するもの〉

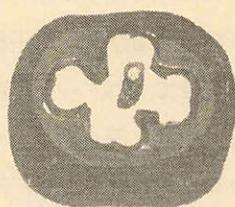
- 1) 木村修一：“微量元素と生体”p94, 木村修一, 左右田健次編, 秀潤社 (1987)
- 2) 木村修一：栄養素としての微量元素, 食糧とバイオサイエンス, 214, 朝日出版社 (1988)
- 3) 斎藤和子, 他 : ^{45}Ti -Ascorbateの生体内挙動 (II), 微量栄養素研究 第6集, 51 (1989)
- 4) S. Kimura et al., Nutritional modification of trace element metabolism. Journal of UOEH, 9, Suppl. 73 (1987)

〈ホヤに関するもの〉

- 5) 道端 斎：ホヤの謎を追って, 化学 43, 25 (1988)

〈ヴァナジウムに関するもの〉

- 6) S. Kimura et al. : Trace elements in cancer diagnosis in trace elements in clinical medicine, Ed. by Hiroshi Tomita, Springer-Verlag. (1990)
- 7) K. Iwai et al. : Localizing efficiency of [^{18}V] vanadyl-pheophorbide in tumor as a new tumor imaging agent. Nucl. Med. Biol., 16, 783 (1989)



研究紹介②

「中性子飛行時間分析装置TOFによる原子核物理の研究」

センター 織原 彦之丞

はじめに

ニュース編集委員会から「研究紹介」執筆の依頼を受けていさか戸惑っています。と申しますのは表題のTOF装置はこのセンターのサイクロotron実験室の建設当時からの目玉商品のひとつであり、また幸いにして(p,n)反応の研究においては、当初の目算をはるかに超える成果がえられ、かなり名の通った装置と考えていたからです。ともあれ、専門外の皆様にもご理解頂けるような解説になればと考え、お引受けした次第です。

原子核は、その重さのほとんどを担う陽子と中性子の、いわゆる核子によって構成されています。このうち陽子は1荷の電荷をもち、中性子はその名の通り電荷をもたず、電気的には中性の粒子です。そして、陽子と中性子はこの荷電状態のみの異なる同じ粒子（核子）と考え、それぞれを区別するための印として荷電スピン（アイソスピンともいう）という量を添えます。また、核子は固有の自転をしていて、スピンといわれています。陽子も中性子も孤立して存在する場合は、それは素粒子としての属性を持ちます。中性子は、半減期10.7分で陽子になりますが、一方陽子の寿命は今のところ測れないくらい長いということになっています。この陽子と中性子が何個かづつ集まって原子核をつくります。例えば、陽子が6個、中性子が6個集まると¹²Cと言う表記の炭素の原子核ができ、陽子数が同じ6個でも中性子数が1個増えますと、¹³Cという（放射性）同位元素の原子核が出来ます。ここで、面白いのは素粒子としての陽子は中性子に変わらないのに原子核の中に入ると途端に中性子に崩壊できる様になって、¹³Cの中では、なんと20分位の半減期で中性子に変わり、陽電子を核外に放出するといいわゆるベータ崩壊をおこします。このように陽子と中性子という非常に単純な構成要素からなり、かつ、どの様にかき集めても高々陽子は100個、中性子は200個位しか集まらない摩訶不思議な自然の一階層が原子核と言われるものです。この原子核を対象とし、上で述べたような核子集団の多体効果を研究し、さらに核反応のようなダイナミックスをも含めて原子核を研究する学問が原子核物理といえます。このダイナミックスは原子格特異の自然のあり様を我々に見せてくれ、一方核融合、放射能、あるいは核分裂と言ったような原異エネルギーは今や我々の日常生活に深く結びつくようにもなっています。

さて、我々の研究においては、対象とするものに揺動を与え対象物の応答をみるというのが常套手段ですが、原子核研究においては多くの場合粒子を加速器で加速し、それを原子核に当て放出される放射線を測定することを行っています。この場合、電荷をもっていない中性子が放出されてくるという核反応は多く、原子核研究において中性子検出というのは重要なテーマとなって

きました。しかしながら、中性子は電荷をもっていないため、検出、特に精度のよいエネルギー分析が難しく、本格的な中性子検出による実験は1970年代後半まで待たなければなりませんでした。ここ20年来のAVFサイクロトロンをはじめとする大ビーム強度加速器の発展と、エレクトロニクス技術、ならびに電子計算機の飛躍的な進歩は、飛行時間測定法による高精度の中性子エネルギー分析を可能にし、本センターにおける中性子検出による原子核研究も、この波に乗り大いに発展しました。

中性子検出による原子核研究として、一番興味がもたれてきたものは(p,n)反応です。ここでは、入射した陽子の代わりに標的核から中性子がたたき出されるとも考えられますが、別な見方をすれば、入射した陽子が電荷という衣を脱ぎ捨てて原子核に渡して、裸になって中性子となり飛び出してくるとも考えられます。また一方原子核にとっては、陽子と中性子が入れ替わるわけですから β -崩壊をしたのと同じになります。ここで若干物理的な話になりますが、電荷を交換していますのでアイソスピシン空間での反応になりますし、さらに、スピンを変える反応を選択的に観測すれば、スピン・アイソスピシン励起という新しい原子核の励起様式が出てきます。さらに“電荷の衣”を脱ぎ捨てる事は一中間子(πプラス)を交換したことに対応し、核子と原子核の相互作用の重要な部分も見て來ることになります。

このようにして(p,n)反応は、強い相互作用の関与するハドロンの散乱でありながら、 β -崩壊という弱い相互作用の支配する現象とも結びつけられ、一方で核力の基本である中間子交換とも関係し、また、電磁相互作用によっておこる電子非弾性散乱などとも同等の情報が得られることなどから核構造、核反応、原子核の励起の素過程ならびに核子多体系の集団運動の研究に、重要な役割を果たすことがわかりました。具体的に本センターで(p,n)反応によって研究されたテーマをあげておきますと、

- (1) Gamow-Teller型 励起
- (2) 伸びきった状態の観測
- (3) $\Delta J^{\pi} = 0^-$ 励起

となります。(1)はスピン交換をともなう β -崩壊(ガモウ・テラー型といわれる)に対応する(p,n)反応であり、(2)はスピン交換をともなう高スピン励起のトピックスであり、また(3)はパイ中間子交換の効果を直接見ることに対応し、あわせて核内核子が、自由な核子とどのように異なる振舞いをするかということを見るプローブ(探針)ともされている反応です。以下にTOF装置と、この3例のトピックスについて解説を加えさせていただきます。

1. 高速中性子飛行時間分析装置 (Time-of-Flight ; TOF装置)

放射線の計測は、放射線と物質との相互作用を利用し、放射線の入射によって生ずる電離や発光などを電気信号に変えて行います。ところが、中性子は電荷をもっていない為に検出、とりわけ

そのエネルギー分析が困難とされています。現在、最も分解能と効率のよい中性子エネルギー分析の手段はこのTOF法とされています。TOF法というのは、文字どおり中性子を一定距離飛行させてその時間を測定し、飛行時間から速度を求め、それをエネルギーに換算し、中性子のエネルギー分析をする方法です。この場合、重要なのは核反応の結果生成された中性子が標的核を出発する時刻と、一定距離飛行して検出器に到着した時刻を知ることであり、これにより、TOF法の時間従ってエネルギー分解能が決まります。この出発信号をとるためにAVFサイクロトロンは大変に都合のよい加速器です。この加速器のビームは、直流ビームとも見なせますが、細かくみると30 MHz位の高周波の繰り返しのパルスビームになっています。おまけにビームのパルス巾は0.5ナノ秒（20億分の1秒）という極めて短い値を持っています（これは本センターのサイクロトロン的一大特色でもあります）。あとは、中性子の到達信号を発生する中性子検出器の開発ですが、数年間の悪戦苦闘の末、現有の、単体で0.42ナノ秒であり、12個全体でも1ナノ秒以下の時間分解能をもつ液体シンチレーターの検出器システムを作り上げることに成功しました。

本センターのTOF装置は、飛行距離は最大44mまでとすることができますが、40MeVの中性子はこの距離をおよそ200万分の1秒かかって飛行します。時間分解能の方は先に述べましたように10億分の1秒ですから、比に直しますと1/500の精度で中性子の速さを分解して測定できることになります。時間分解能が同じでも、飛行距離を大きくすればする程、エネルギー分解能は良くなります。但し、それにしたがって測定用のスペースを大きくとりますし、また、検出器がターゲットを見込む角度がどんどん小さくなつて検出効率が落ちてしまいます。

さて、原子核反応の研究において、ビームの進行方向と検出器のなす角を変えて反応の微分断面積の大きさの角度依存性を測定する事は、反応によって移行される角度運動の大きさを決める事ができるなど重要な測定ですが、本センターのような大がかりな検出器システムを移動させることは

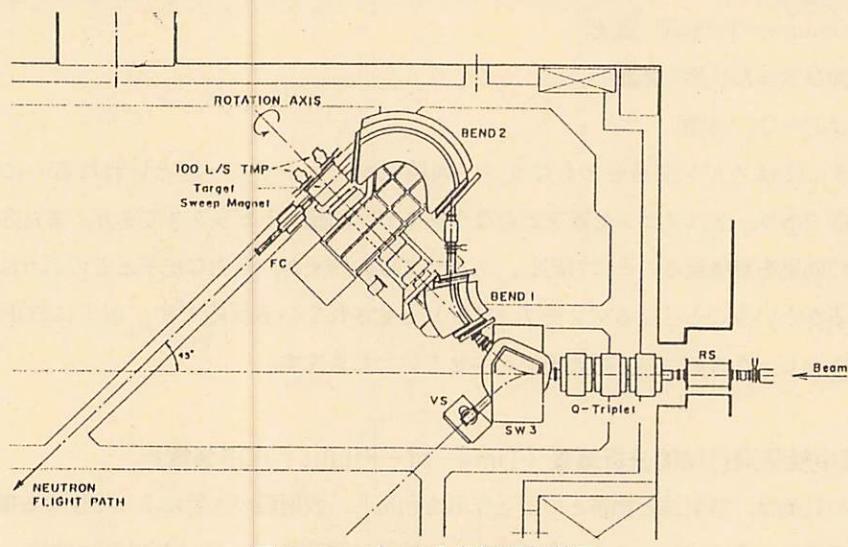


図1-a ビーム入射軸回転装置

現実的ではありません。そこで、センターのTOF装置は、図1-aにあるようなビーム輸送を行ってこれを実現しています。ここでは、検出器を廻すかわりにターゲットへのビームの入射方向を変えています。このような本格的なビームスウェインガーは本センターのTOF装置の特長でもあります。図1-b、図1-cに計測用エレクトロニクス、ならびにデータ処理システムを示します。

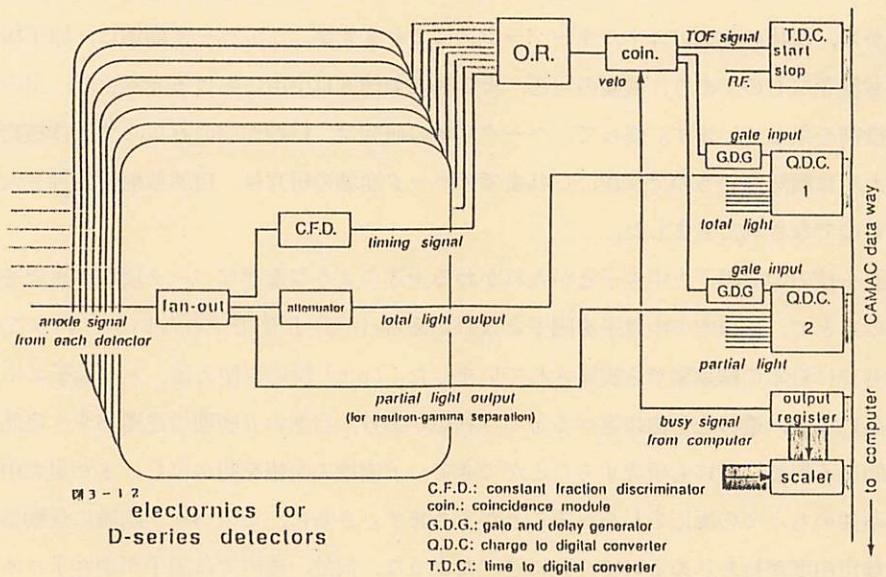


図1-b TOFエレクトロニクス

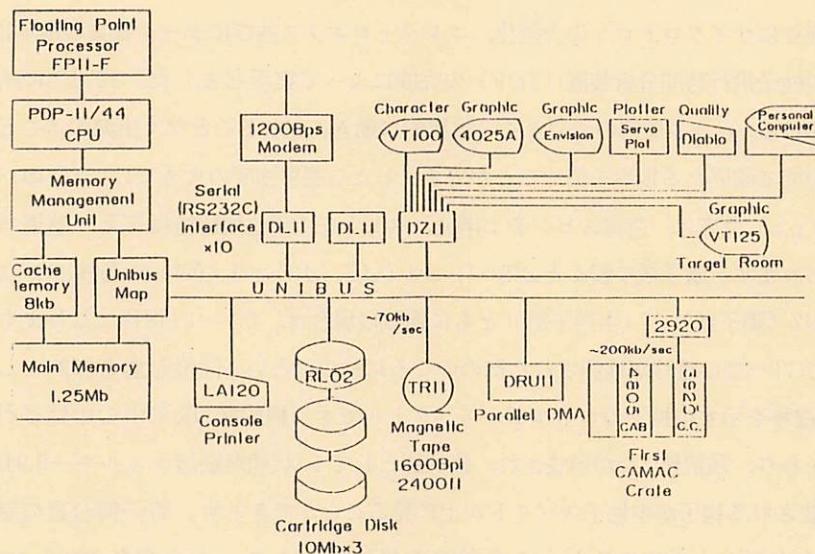


図1-c データ処理システム

2. (p,n) 反応によるガモウ・テラー (Gamow-Teller ; GT) 遷移の研究

核内で陽子が中性子に変わり、原子核が原子番号の1つ減った元素になる遷移様式はベータ(プラス)崩壊といわれ、同様にして中性子が陽子に変わるベータ(マイナス)崩壊もあります。前者では、荷電のバランスをとるため陽電子が放出され、後者においては陰電子が放出されます。いずれの場合にもニュートリノがあわせて放出されます。どちらのベータ崩壊が起るか、あるいは何も起らないかは、遷移の前後のエネルギーバランスによりますが、このベータ崩壊は、原子核の壊変の中で最も重要なものです。壊変の可否、その崩壊の速度は宇宙における元素合成、星の進化に決定的な役割を果しています。従って、ベータ崩壊の研究は、核物理学のみならず天体核物理の見地からも大変に興味深いものですが、これまでのベータ崩壊の研究は、自然放射性核種や人工的につくったものでなされてきました。

さて、原子核の中で陽子と中性子とが入れかわる上述のような重要なベータ崩壊の研究を、強い相互作用のもとで、核の中で中性子を陽子に入れかえる(p,n)反応でやれないとということは、もう30年も昔に日本の理論家から提案されていました。(p,n)反応を使えば、入射陽子エネルギーが十分に高い場合、遷移を自由に選べるという利点があり、自然の β 崩壊の逆遷移や、自然にはエネルギー的に不可能な遷移も研究することができて、 β 崩壊の全貌を明かにし、また星の中のような特異な条件のもとでの反応をしらべることができます。さらに、このベータ崩壊に運動量移行という新たな自由度が持ち込めるので、先に述べたような、何故、核内では陽子が中性子にするりと変わるのがどういった問題についての解決の糸口も、つかめるのではないかとも考えられています。

さて、この(p,n)反応を使ってベータ崩壊を研究するという夢は、その後20年近くもたった1970年代の終りにサイクロトロンの大型化、エレクトロニクス並びにデータ収集の進歩に支えられた、本格的中性子飛行時間分析装置(TOF)の完成によって実現しました。1979年に始まった本センターにおける、(p,n)反応の研究もこの世界的な動きに遅れることなく出発することができ、この分野の研究で確固たる地歩を築くことができました。遷移強度の大きいGT-型のベータ崩壊に対応する(p,n)反応は、荷電スピンを1単位、スピンを1単位残留核に与え、軌道角運動量の移行は零であります。量子数で書くと $\Delta T=1$, $\Delta J (\Delta L, \Delta S)=1 (0.1)$ の遷移になります。従って、標的核がZ(陽子数), N(中性子数)ともに偶数の場合は、 $0^+ \rightarrow 1^+$ 遷移になります。図2は、(p,n)反応でGT-型の遷移が観測された初めのころに鉄の54という同位元素を標的として観測されたGT-型遷移を示す中性子のエネルギースペクトルです。標的核 ^{54}Fe の中の中性子が入射した陽子に入れかわり、残留核 ^{54}Co が形成され、終状態として 1^+ 状態が励起エネルギー0.94MeVと10.23MeVに形成される様子が中性子スペクトル上に見ることができます。若干舞台裏の話になりますが、今から十年近くも前のこと、この論文を投稿したとき、かの有名なPhysical Review LettersのRefereeは、名もない日本のサイクロトロン・ラボから思いがけないデータを見せられて

相當に驚いたらしく、いろいろと文句をつけてきました。“Article in PRL should be Stimulating, noble and interesting for general audience of physics”とか、説教までされて、また、さんざんこちらからも反論をして、8ヶ月近くもかかりましたが、ともかくめでたく掲載ということになりました。

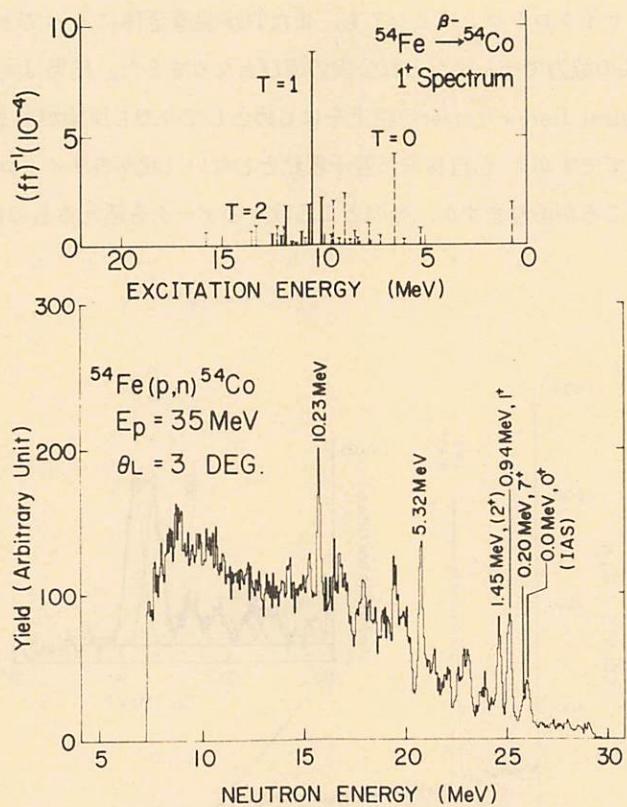


FIG. 1. Neutron energy spectrum for the reaction $^{54}\text{Fe}(p,n){}^{54}\text{Co}$ at $\theta_{\text{lab}} = 3^\circ$ measured with 35-MeV protons at a neutron flight path of 24.6 m. Energy per bin is 50 keV. Also shown is the theoretical prediction for the locations and strengths of 1^+ states by Gaarde *et al.* (Ref. 18).

図2 $^{54}\text{Fe}(p,n){}^{54}\text{Co}$ 反応中性子スペクトル
 Phys. Rev. Lett. 47,301(1981) より転載

さて、図3にありますのは、 $^{71}\text{Ga}(p,n)^{71}\text{Ge}$ 反応による中性子スペクトルで、太陽ニュートリノ検出に関するものです。太陽ニュートリノについては、面白いお話を山ほどありますが、紙面の関係で割愛させて頂きます。我々のこの仕事は、ガリウムを使って太陽ニュートリノを検出するという計画の、検出器の効率を算定するためのデータとなるものです。ニュートリノが ^{71}Ga に吸収される過程はベータ崩壊の逆反応ですが、このニュートリノがガリウムに吸収される確率を(p,n)反応の断面積によって決めようという研究です。残留核である ^{71}Ge の基底状態へ行くものは、ベータ崩壊の測定があり確固としたものですが、第一励起状態(0.175MeV)に遷移する確率が不明であるので(p,n)反応で決めようと言う訳です。(p,n)反応の断面積が小さく、また高いエネルギー分解能が要求され、サイクロトロンにとっても、またTOF装置全体にとっても極めつけの困難な実験でしたが、皆さんの協力でデータがとれ公表の運びとなりました。結果は大変に“Stimulating”なものであり、Physical Review Letterの誌上をはじめとして今でも反論がある論文です（データではなく解釈についてですが）。私自身未だ若干釈然としない（我々のサイクロトロンのエネルギーが足りないため）ところがありますが、今のところ我々のデータを超えるものは公表されていません。

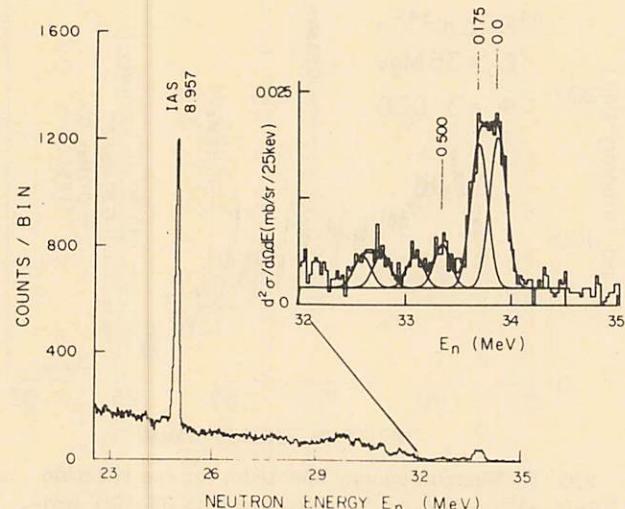


FIG. 1. Neutron energy spectrum for the reaction $^{71}\text{Ga}(p,n)^{71}\text{Ge}$ at $\theta = 0^\circ$ measured with 35-MeV protons at a neutron flight path of 43.6 m. Energy per bin is 25 keV. Also shown is an enlarged display for neutrons in $32 \leq E_n \leq 35$ MeV. The curves show the background and individual Gaussian peaks derived from a fitting code.

図3 $^{71}\text{Ga}(p,n)^{71}\text{Ge}$ 反応中性子スペクトル
Phys. Rev. Lett. 51, 1328(1983) より転載

3. ストレッチド状態 (Stretched State ; 伸びきった状態)

次の話題は，“Noble”とRefereeに折り紙をつけられた仕事ですが、(p,n) 反応の結果、残留核には陽子という粒子が着いて中性子の空孔のあいた“一粒子一空孔状態”が実現しますが、この時、スピンと軌道角運動量の総和が最大となる状態が実現された時、Stretched Stateが励起されたといいます。核子のスピンも勿論揃って 1 にならないといけないので、スピン励起になり、(p,n) 反応ではスピン・アイソスピン励起になります。図4の例は、 ^{24}Mg (p,n) ^{24}Al 反応で、 ^{24}Al 核の励起エネルギー 5.545 MeV のところに 6^- 状態という高スピン状態が鋭いピークとして観測されています。先程の話でゆきますと、陽子が $L = 3$ の最大のスピンの $f_{7/2}$ 軌道に入り、一方、中性子空孔は $L = 2$ の最大のスピンの $d_{5/2}$ 軌道にでき、かつ、 $7/2$ と $5/2$ のベクトル和のうちの最大の $J = 6$ が実現し、そのパリティが負である 6^- 状態が見えたということになります。

そこでこの話の面白さは何かということになりますが、第一に、ある世界の極限状態が見えたということであり、第二にこの状態が極めて純粋な状態であるが故に、この波動関数のあいまいさのない遷移を使って、テンソル力のような比較的遠くまで届くような核力の本質に迫られないかということです。ともあれ、(p,n) 反応を使ってこのような Stretched State の観測を世界で初めて成功させました。

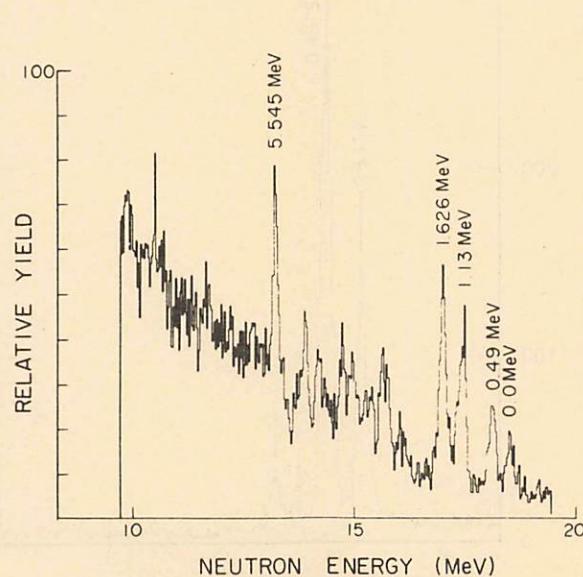


FIG. 1. Neutron energy spectrum for the reaction $^{24}\text{Mg}(p,n)^{24}\text{Al}$ at $\theta_{1ab} = 80^\circ$ measured with 35-MeV protons at a neutron flight path of 24.6 m. The ordinate is compensated for the variation of the detector efficiency with respect to neutron energy. Energy per bin is 25 keV.

図4 $^{24}\text{Mg}(p,n)^{24}\text{Al}$ 反応中性子スペクトル

Phys. Rev. Lett. 48, 469 (1982) より転載

4. $\Delta J^{\pi} = 0^- (0^+ \rightarrow 0^-)$ 遷移

最後のトピックスは、我々の仕事がようやく認められるところとなり、この実験はTohoku Cyclotron（何故か、リニアックはSendai Linacといわれ双方とも同じ街にあるということを知らない人が結構いる）でしかできないからと、期待されて行った研究に関するものです。Physical Review Lettersでもこの頃になると投稿してから掲載まで2ヶ月という超スピードになっていました。

図5にやはり、中性子のエネルギースペクトルを残留核の励起エネルギーに従って変換したものを持っています。ここで見て頂いたのは、 ^{16}F の基底状態（スピン・パリティが 0^- ）への中性子ピークです。この反応で移行されているのは、アイソスピンと 0^- というスピン・パリティですが、これはまさに、核力を仲介するパイ（ π ）中間子の持っている量子数であり、かつ、この反応は極めて特殊な反応で、電子散乱のような電磁相互作用では励起されないという特徴を持っています。

先にも述べましたが、陽子や中性子は自由粒子として振舞うときと、核内にあるときとは、中間子を交換しながら、大変に異なる動き方をしますが、この π -中間子が介在する力（核力）を明ら

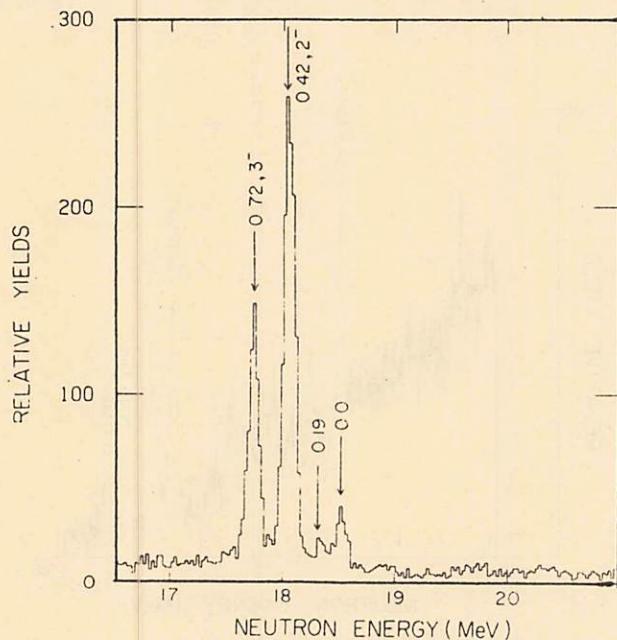


FIG. 1. Neutron energy spectrum for the reaction $^{16}\text{O}(p,n)^{16}\text{F}$ at $\theta_{\text{lab}} = 40^\circ$ measured with 35-MeV protons at a neutron flight path of 30 m. The ordinate is compensated for the variation of the detector efficiency with respect to neutron energy. Energy per bin is 25 keV.

図5 $^{16}\text{O}(p,n)^{16}\text{F}$ 反応中性子スペクトル

Phys. Rev. Lett. 49,1318(1982) より転載

かにすることは原子核物理学の重要な課題です。図6に掲げてある、(p,n)反応の微分断面積の角度依存性のうちの50度より前方の断面積が理論でよく説明されていることから、核力のうちの一中間子交換のテンソル力ならびに中心力はよく理解されてきました。しかし、大きな角度で見られる断面積の強調(Enhancement)は、複数の π -中間子が絡み合った現象とも考えられ議論を呼んでいますが、未だ説明されずに残っています。

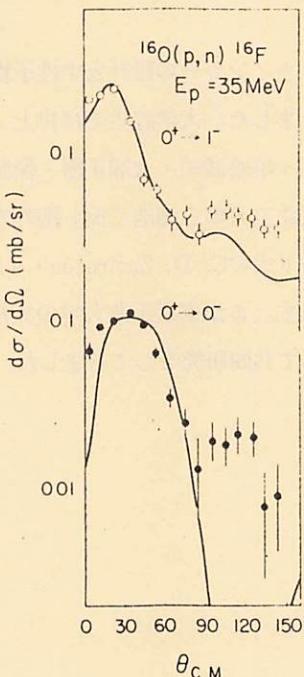


FIG. 2. Differential cross sections for the peaks corresponding to the ground state and the 0.19-MeV state in ^{16}F . The curves are DWBA predictions calculated with the M3Y interaction. The error bars stand for statistical uncertainty and that of background subtraction. The curves are normalized to the data at $\theta_{\text{c.m.}} \approx 22^\circ$.

図6 $^{16}\text{O}(\text{p},\text{n})^{16}\text{F}$ 反応微分断面積の角度分布

Phys. Rev. Lett. 49, 1318(1982) より転載

おわりに

これまで、PRLに公表した4編の論文に関するトピックスを紹介させて頂きましたが、この他、Physics Letters, Physical Review, Nuclear Physics, Zeitschrift fur Physik A, Nuclear Instruments and Methods等に公表した論文は30編を数えます。これは、歴代センター長を初めとする皆々様の深いご理解があって、始めて出来た仕事と思い感謝にたえません。

サイクロotronも、実に安定によく稼働してくれたと思います。しかし、もしサイクロotronの加速エネルギーが30MeV以下だったら、これだけの成果は望めなかった事を考えるとき、加速器

が小さくとも周辺装置が揃っていて安定に動けば成果があがるという反面で、やはり、加速器もある程度大きくなればというのも、また実感です。小成に甘んずることなく、より高い嶺を目指すのが我々の使命であると考えますが、サイクロotronビームの量（エネルギー、ビーム強度）質（偏極ビーム、重イオンビーム）ともに向上させる次期計画の実現を願ってやみません。

最後に、この仕事に共同研究者として参加された方々の名前をあげさせていただいてこの稿を閉じたいと思います。

高橋正二・市川真一の両氏は、スワインガーの設計と中性子検出器の研究をされました。中性子スペクトルを見る事なく卒業されました。大学院生では村上 健・西原 進・古川和朗・樋澤光昭・河村 亨・高橋 豊・新関 隆・平崎誠司・大浦正樹・保坂将人の諸氏。東北大学では石井慶造・中川武美・前田和茂の諸氏。東北工大の三浦浩二氏。国外では中華民国（台湾）中央研究院の江 紀成・仲 國慶の諸氏。コロラド大のC. D. Zafiratos・ミシガン州立大のA. Brown. ミネソタ大のD. Dehnhardの諸氏であります。また東京工業大学の大沼 甫氏とは多分に私の方が依りかかった二人三脚でしたが、一貫して共同研究をしてきました。

学内 R I 施設だより

医学部 R I センター 山本政彦

医学部の R I 施設は昭和40年4月に放射性同位元素中央実験室（R I 中央実験室）という名称で開設され、昭和49年3月には臨床分室、昭和51年10月には基礎研究棟の7箇所に基礎分室が開設された。R I 中央実験室は名称の通り、医学部内の R I 施設の中心的役割を果たしてきたが、施設の老朽化と狭溢のため、10年以上も前から新しい R I 中央実験室の建設が叫ばれていたが、長い間予算化されないままであった。ようやく、昭和58年11月に建設予算が下り、昭和59年7月に竣工、昭和60年2月に医学部ラジオアイソトープセンター（医学部 R I センター）という呼称で開所の運びとなった。医学部 R I センターの開所に伴い、既存の施設は全て廃止になり、医学部内で研究用 R I が使用できる施設としては医学部 R I センターのみということになった。施設の建設に当って、放射線管理上はコンピューター等を積極的に利用して省力化を進めた方がいいという当時の栗冠正利教授（現東北放射線科学センター会長）の前々からの助言を生かして、可能なところは全てコンピューターに任せることとした。図にそのシステムの概要を示した。当時としては最新鋭のシステムであったはずであるが、立案から算えると10年近く経過した現在では改良すべき点が随所に見られる様になってきたというのも、この方面的進歩の速さを象徴しているのであろう。

建物の方は地上4階、地下1階、延床面積は約1600平方米余りであり、その平面図を示した。実際に実験に使用できる部分は2階と3階のみであるので、この面積でもかなり狭く感じられる。従って実験室や実験台の効率的使用をはかるため、それらは講座や研究室単位の割り当て制にはせず、実験者には適当な所を使う様、職員が指示して使う方式をとっている。この施設は夜間も自由に入りして実験できる様なシステムを取っているので、同じ実験台を白昼と夜間では全く別の実験者が使う可能性があるので止むをえない措置である。

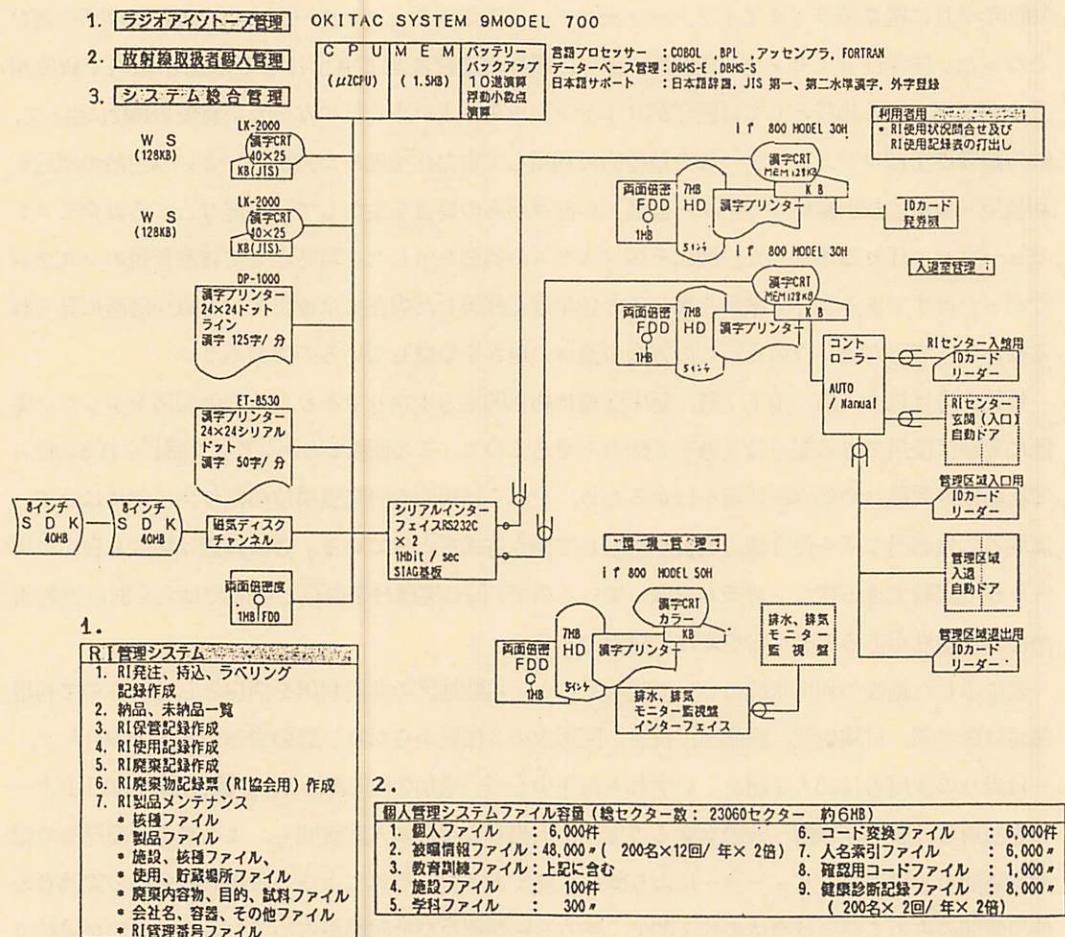
表に示した施設の利用状況について説明すると、星陵地区の共同利用を前提としているので利用部局は医学部、付属病院、歯学部、抗研、医短大の5部局からなり、登録者数は現在約600人で、一日当たりの使用者は50人を超える、いずれも毎年少しづつ増加の傾向がある。実験者は各自のIDカードを使用して管理区域内へ入退室するので、一人当たりの年間の入室時間も、また講座や部局毎の総入室時間も容易にコンピューターにより算出可能であるが、それによると付属病院所属の実験者の使用時間の占める割合は全体の約7割で、残りを医学部及び他部局が占めているというのが現状である。次いで運営上の問題について話すと、施設としての年間の運営費は約3500万円であるが、文部省からの配分額は600万円未満である。その差額は受益者負担として各講座に請求されることになっている。その負担金額の算定は主に上述の管理区域内の入室時間の割合による。ざっと計算すると1人1時間当たり、1000円位となる。これは廃棄物集荷料金等の全てを含めた料金となるが、

また実験室内で居眠りをしているとそれも込みの料金ということにもなる。従って、それが高いのか安いのかは容易には判定できないとしても、利用者数の多い講座の負担金は数百万円にもなり、大変な負担となる。

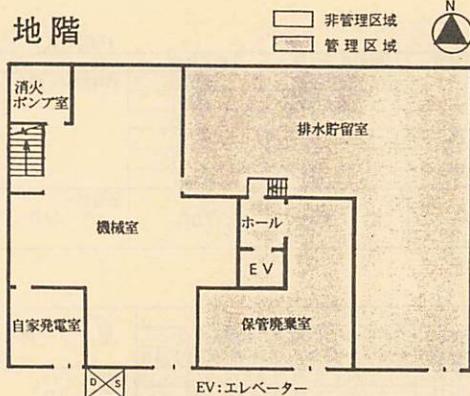
放射線やR Iを管理する者にとっては安全面のみに頭を悩まされるのが通常であるが、利用コストの面でも悩まされることとなった。利用コストが上るとR Iの使用にブレーキがかかり、増えコストが上るという悪循環に陥らない様にしたいものである。

紙面の関係上、中途半端な所で終りますが御意見、御助言等を宜しくお願ひ致します。

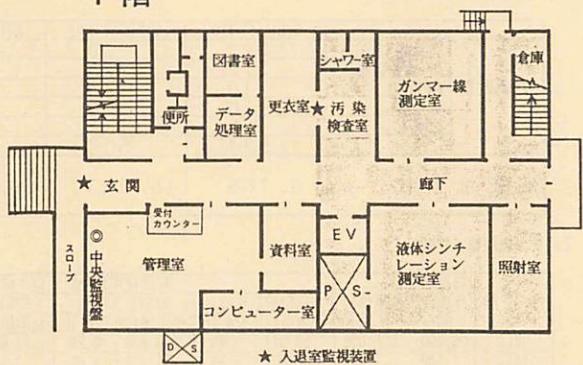
東北大学医学部R Iセンターコンピューター放射線管理システム概要



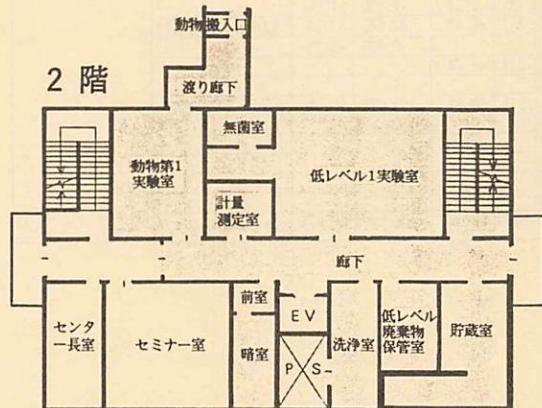
地階



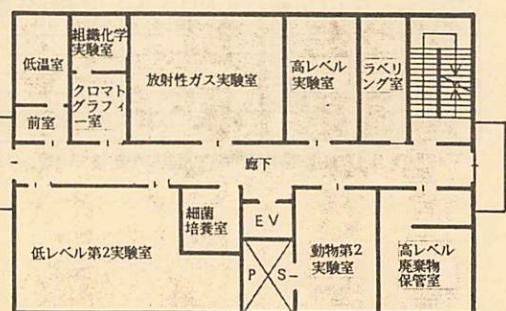
1階



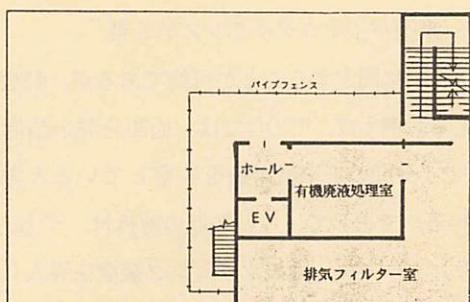
2階



3階



4階



医学部ラジオアイソトープセンター

〈医学部R Iセンター利用状況〉

1. 登録者数及び延使用者数

	昭和60年度	昭和61年度	昭和62年度	昭和63年度	平成元年度	(単位:人)
登録者数	医学部 医・附属病院	242 279	239 275	244 265	278 275	323 241
	歯学部	10	14	13	14	16
	抗 研	0	2	3	7	6
	医 知 人	3	2	2	2	1
	合 計	534	532	527	576	587
	延 使用者数	9,788	15,563	16,695	18,109	18,704
						各年度 4/1 ~3/31

2. R I 使用量(年間)

核種	科技庁承認 年間使用数量(A) mCi	年間使用数量(単位:mCi)						備考	
		昭和60年度		昭和61年度		昭和62年度			
		使用量(B)	B/A比	使用量(C)	C/A比	使用量(D)	D/A比		
31I	26,000	962,000	99.847	0.4%	48,230	0.2%	73,826	0.3%	
14C	100	3,700	2,803	2.8%	5,797	5.8%	3,144	3.1%	
22Na	2	74	0,100	5.0%	0,060	3.0%	0,220	11.0%	
32P	100(2000)*	74,000	23,726	23.7%	242,654	12.1%	200,883	10.0%	
35S	150	5,550	10,226	6.8%	17,953	12.0%	31,214	20.8%	
36Cl	2	74	0,058	2.9%	0		0,020	1.0%	
45Ca	10	370	1,555	15.6%	1,801	18.0%	0,725	7.3%	
51Cr	200	7,400	96,081	48.0%	89,374	44.7%	92,851	46.4%	
89Sr	0.5	18.5	0		0		0		
59Fe	0.5	18.5	0		0,080	16.0%	0,014	2.7%	
86Rb	10	370	0,257	2.6%	0		0		
125I	200	7,400	56,871	28.4%	117,620	58.8%	181,218	90.6%	
57Co	0.5	18.5	0		0		0		
42K	20	740	0		0		0		
123I	40	1,480	0		0		0		
131I	20	740	0		0		0		
18F	100	3,700	0		0		0		
一群換算	51,305mCi (70,305mCi)	6,399mCi	12.5%	14,698mCi	20.9%	20,709mCi	29.5%	25,877mCi 111,8371 36.67% 42.94%	

* : ()内の数値は変更申請で増量した値 (S.61年度より)

MBq

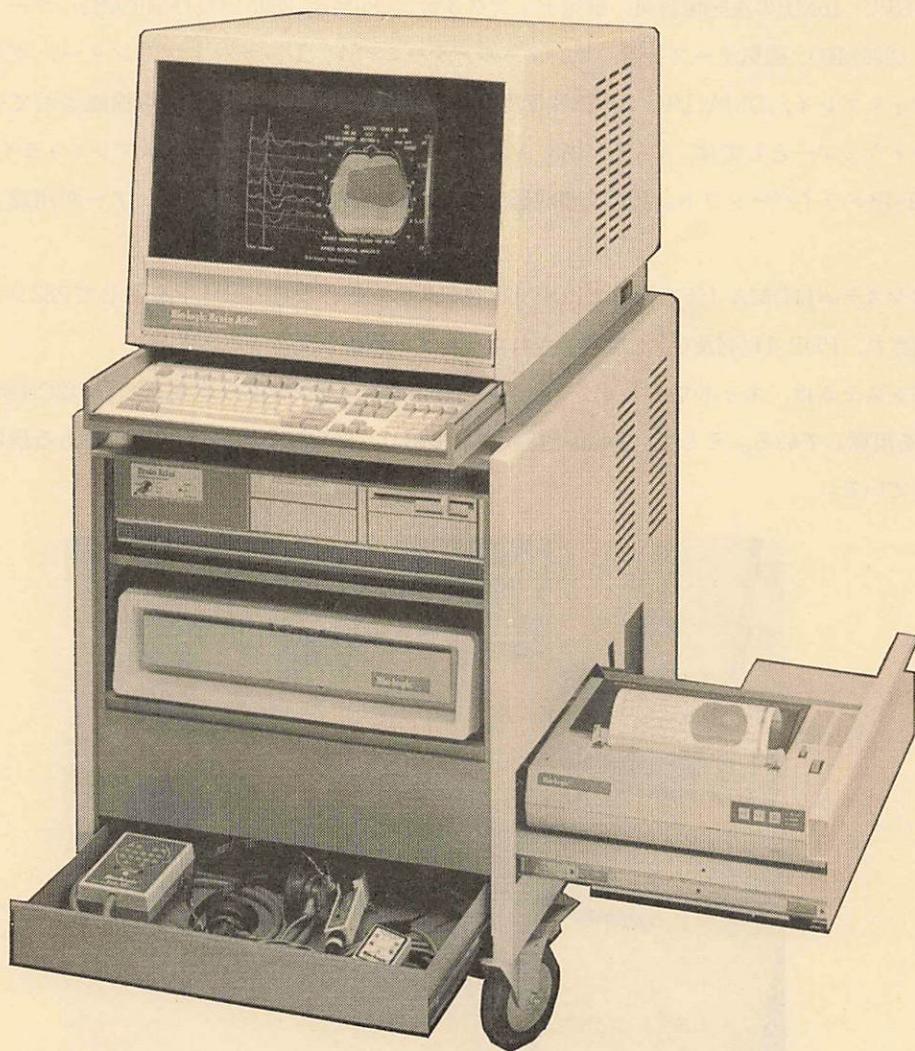
新しい機器の紹介

脳波マッピングシステム ブレインアトラスIII 米国バイオロジックシステム製

ポジトロン断層法を用いれば、脳の活動部位を3次元的に同定することができるが、刺激に対する反応の時間情報が不足しているのが難点といえる。例えば、¹⁸FDGでは、約30分間の脳活動の加重平均、¹⁵O₂持続吸入法で数分間、H¹⁵O₂静注法で1分間の平均脳活動を観察していると考えられる。しかし、神経活動は、msec単位で行われているのであって、この領域の解析は、やはり、脳波、脳磁波なしでは、観察し得ない。そこで、本センターでは、脳波マッピング装置を導入し、PETと相関させることで脳研究の進展を図ることになった。ここに装置の概要を紹介する。

装置には、21チャンネルまでの脳波信号の入力が可能で、A/D変換されたデータがGP-IBを介してコンピューターに入力され、演算処理、表示、保存される。コンピューターは、IBM PC/ATでMSDOSを使用している。主な機能として、脳波のCRTへの表示とその波高の分布表示、周波数解析と指定周波数帯の振幅のマップ化、誘発脳電位の採取とそのマップ作成である。ここまででは、他

の機種と基本的に同じであるが、本機種では、処理速度、側面像の表示等のソフト上で群を抜いている。ユニークなのは、dipole routineで、これは、ある瞬間の脳波起電力が一つの双極子から発していると仮定して、そのベクトルの位置と方向を3次元的に表示するものである。てんかん波、誘発脳波等のスパイクの位置推定に使用される。このように機能的にも非常に優れているのであるが、なんと言っても、PETと同じ時間と場所でデータ採取できることに価値があると考えられる。各研究者のアイデアに期待したい。なお、画像刺激装置として、AVタキストスコープが設置され、セットアップ中であることを加えます。



16チャンネルEEG・誘発&マッピング装置

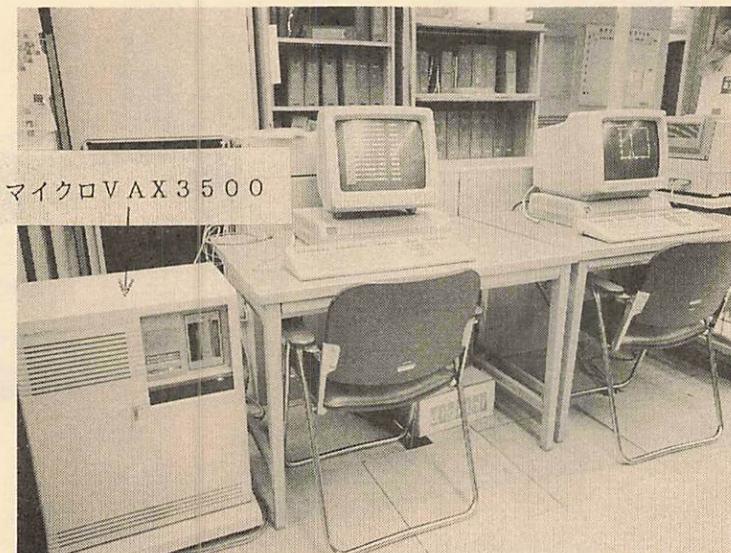
マイクロVAX3500システムの導入

センターでは、データ収集・解析システムとしてメルコム70・コスマ500システムが装備されていましたが、年々の実験技術の向上とそれに伴う実験データの複雑及び多様化に対処できなくなっていました。そこで、この代替として、汎用性にも富み、科学測定及びそのデータ解析に最も現在優れているシステムの1つであるVAXシステムによるデータ収集・解析システムが、現在センターで整備されつつある。

マイクロVAX3500システムは、現在、実験データの解析及び科学計算に使用されている。このシステムはDEC社製であり、そのCPUは、3.2MIPSの処理能力を持っている。これは、センターに3台も整備されているマイクロVAXII(0.9MIPS)の3倍以上のスピードである。本システムは、CPU、16MBの主記憶容量、磁気ディスク3台(280MB、280MB及び640MB)、カートリッジMT(296MB)、磁気テープ装置、コンソール・ターミナル、レーザー・プリンター、グラフィックディスプレイ、DMA I/F、GP-IB I/F及びイーサネットコントローラから構成されている。ソフト・ウェアとしては、VAX/VMS、VAX/Fortran、グラフィックディスプレイ・ライブラリー、GP-IBドライバーソフト、記述文書成形ソフトTexなど他各種のソフトウェアが用意されている。

本システムはDMA I/Fを通してPDP 11/44システムと、又GP-IB I/Fを通してP32システムと接続され、PDP 11/44及びP32で収集されたデータの解析を支援している。

本システムは、ネットワーク・ソフトウェアの通信手順プログラムとして、DECNET及びTCP/IPを用意している。そして、Tainsと接続されており、非常に多機能で有効性のある環境を作り出している。



マイクロVAX3500システム

ドーズ・ミニ、TLDリーダー

R I 管理用ワークステーション

平成2年9月中旬まで本センターのR I 管理はDEC社製のマイクロVAX IIによって行なわれて来たが、VAX IIの利用増に併い、種々の弊害が出る様になったため新しく購入した日立ワークステーション2050/32Eに管理業務を移し替え実施している。(写真1 ワークステーション)

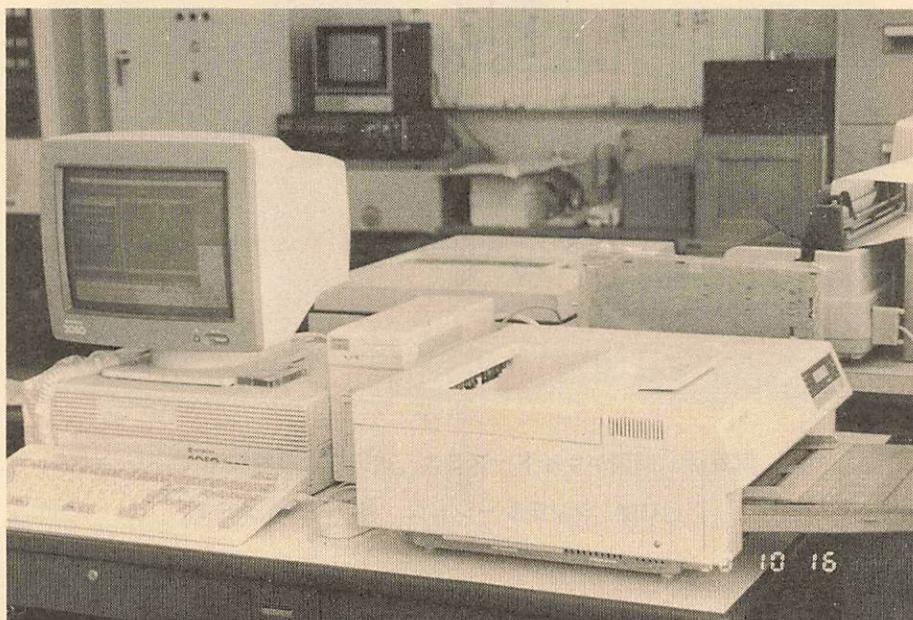


写真1 ワークステーション

改正法令に対応する放射線防護機器

平成2年4月より現在(10月9日)まで以下の防護機器を購入した。いずれも改正法令対応型であり、表示はSv目盛となっている。

- 1) GMサーベイメーター Aloka TGS-133 4台
- 2) シンチレーションサーベイメーター Aloka TCS-161 1台
- 3) 電離箱式サーベイメーター富士電機 NHA-1 1台
- 4) マイドーズミニ Aloka PDM-102 50本
- 5) TLDリーダー ナショナル UD512P 1台

マイドーズミニはシリコン半導体素子を用いたデジタル式のガンマ線個人線量計で胸等に装置して使用する。

ポケット線量計と同じように使えるが、電源スイッチを切ると表示が失われる。またスイッチを入れっぱなしにしておくと電池が早くなくなるので注意してほしい。大きな衝撃を与えると表示が狂うがあるので注意が必要である。(写真2, 3)

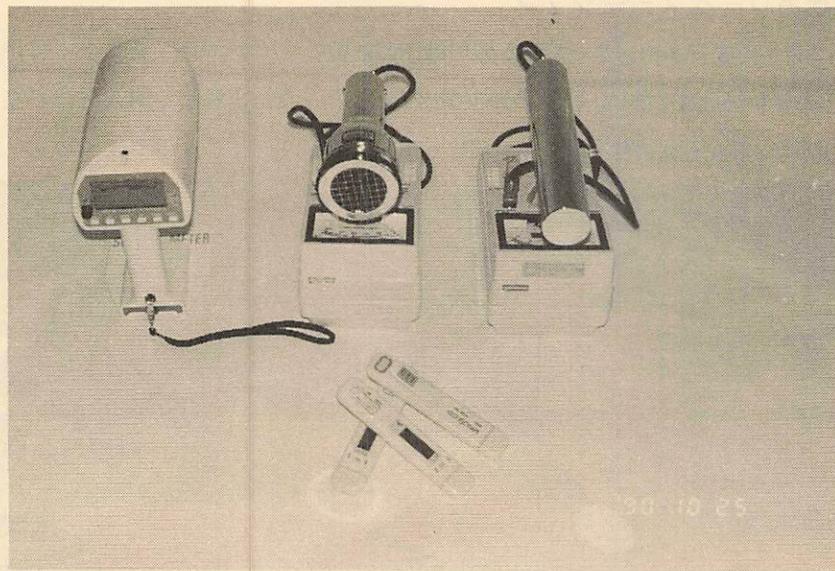


写真2 前列がマイドーズミニ、後列左より電離箱、
GM、シンチレーション、各サーベイメータ



写真3 TLDリーダー

共同利用状況

サイクロトロン共同利用実験

第46回のサイクロトロン共同利用が終了し、現在第47回が進行中である。

この2回の共同利用の分野別申込み数を下の表にかかげる。第47回は、申込み件数が増え過去最高となった。

分 野	46回	47回
1. 物理・工学	16	13
2. 化 学	7	9
3. 医学・生物	基礎	20
	臨 床	58
計	101	104

R I 棟部局別共同利用申込件数

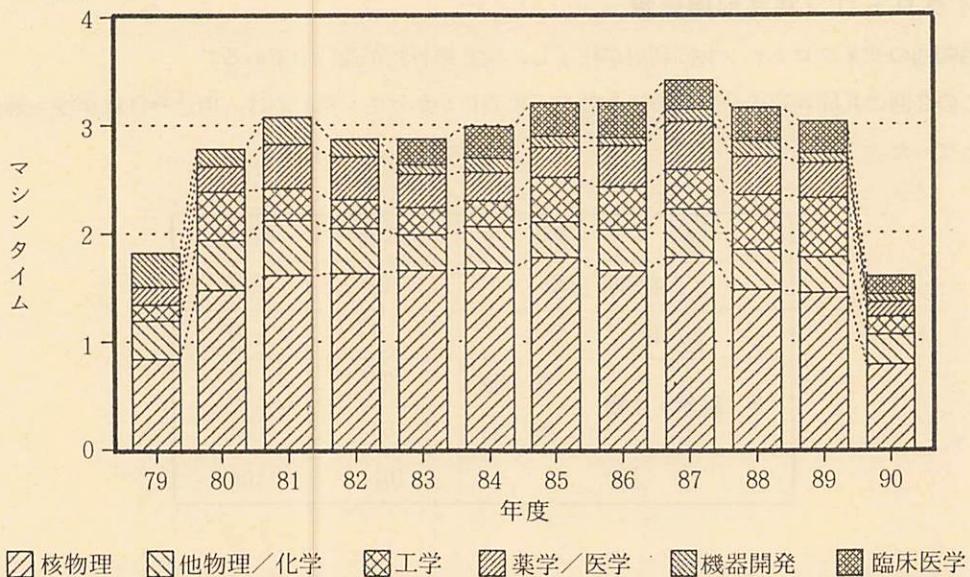
(平成2年4月1日～10月9日)

CYRIC	医学部 (病院)	理学部	農学部	薬学部	教養部	金 研	抗 研	合 計
2	27	6	3	12	1	3	9	63

分野別マシンタイム

単位・千

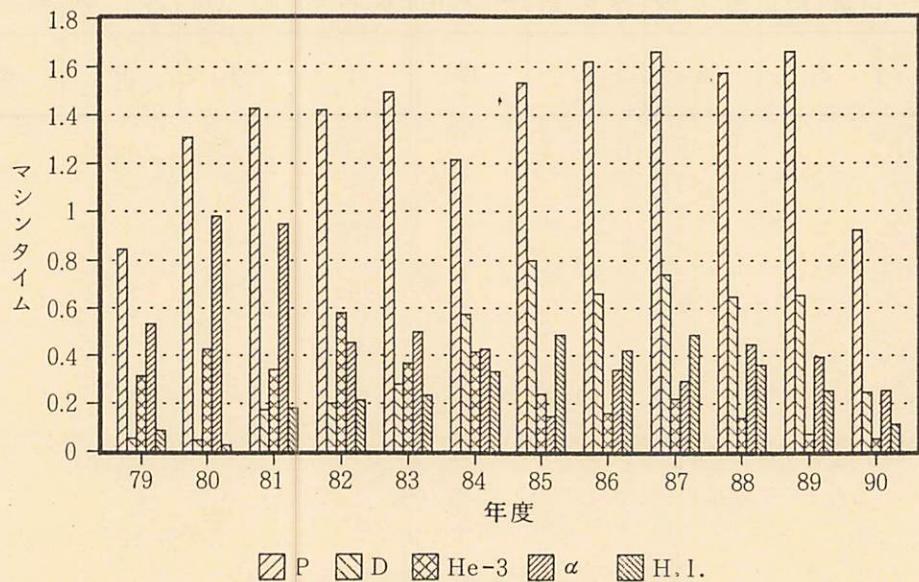
(単位；時間)



粒子別マシンタイム

単位・千

(単位；時間)



センターからのお知らせ

[サイクロトロン平成2年度中・後期運転計画]

第47回：平成2年10月中旬～12月中旬（8週）

第48回：平成3年1月下旬～3月下旬（8週）

[放射線とR I の安全取扱いに関する全学講習会]

第29回 基礎コース：平成2年12月10日（月）～14日（金）

第15回 X線コース：平成2年12月17日（月）

第5回 専門コースI：平成2年11月14日（水）

会場：サイクロトロン・R I センター

[センター長会議]

平成2年6月6日（水）に仙台ガーデンパレスで国立10大学アイソトープセンター長会議が開催された。議事は次の通り

- 1) 平成3年度概算要求
- 2) 平成2年度全国研修
- 3) ブロック別ネットワーク
- 4) 改正法令の問題点と対策
- 5) センターの現状と今後の方向 など

[第11回サイクロトロン共同利用実験研究発表会日程]

平成2年11月26日（月）、27日（火）にサイクロトロン・R I センター講義室で開催の予定。

[運営委員会報告]

第105回（平成2年5月21日）

- 平成元年度決算報告を承認
- 平成3年度概算要求に関する学長ヒアリングが5月11日にあり、医用物理研究部新設、放射線管理研究部助教授1及び事務官1をⒶとし、大型サイクロトロン装置、全身放射能検査システムおよび第2研究棟建屋をAとして要求した旨の報告があった。
- 「東北大学における動物実験に関する指針」に基づく動物実験委員会（略）を6月1日より発足することとした。
- 課題採択専門委員を改選した。

第106回（平成2年7月9日）

- ・全国国立大学アイソトープセンター長会議が6月6日東北大学を幹事校として開催された。
- ・平成2年度予算案を承認
- ・「東北大学における動物実験に関する指針」に基づくサイクロトロン・R I センターにおける内規について審議。
- ・予算委員会の一部委員の交替を承認。

第107回（平成2年10月15日）

- ・「東北大学における動物実験に関する指針」サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターにおける運用内規を10月15日より施行することを決定。

〔講演会記録〕

- ① I. Mahunka (ハンガリー科学アカデミー原子核研究所) 平成2年10月
「Medical Project at the Debrecen Cyclotron」
- ② E. Koltay (ハンガリー科学アカデミー原子核研究所) 平成2年10月
「An Evaluation of Elemental Concentrations in Atmospheric Aerosols over Hungary : Regional Signatures and Long-Range Transport Modelling」
- ③ 上村 博 (日立製作所エネルギー研究所) 平成2年11月
「半導体素子の放射線損傷」
- ④ F. Moore (国立標準技術研究所, アメリカ) 平成2年11月
「Review of Penning Trap」
- ⑤ K. Vali (ユバスキラ大学, フィンランド) 平成2年11月
「Ion-Guide Quadrupole Mass Spectrometer」

ご苦労さん、メルコム70・コスマ500システム

この3月に、サイクロトロン・データ収集・解析システムとしてのメルコム70・コスマ500電子計算機システムがシャット・ダウンされました。メルコム70・コスマ500システムは、センター開設と同時に整備されました。この10年間余りに、このシステムが収集及び解析したデータは莫大な量で、センターにおける多くの論文の生産に貢献しました。センターのユーザーのほとんどの方は、このシステムを利用されたことと思われます。これからは本システムの代りとして、VAXシステムがその任を担う予定です。

研究交流

今号から、各研究部に見えている国内外の研究者の人達のご紹介をします。

みなさん!! どうぞ、よろしく……

氏　名　小嶋文良（サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター受託研究員）
会　社　名　メクト株式会社製剤技術研究所
会社での身分　研究員
研究題目　呼吸器機能診断用放射性薬剤の開発研究
指導教官　井戸達雄教授
研究期間　2.4.1～3.3.31

氏　名　湯浅光秋（サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター受託研究員）
会　社　名　株式会社日本製鋼所室蘭製作所加速器部
会社での身分　技術員
研究題目　ポジトロン標識薬剤の合成研究
指導教官　井戸達雄教授
研究期間　2.10.1～3.3.31

氏　名　林克己（サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター民間等研究員）
会　社　名　日立エンジニアリング株式会社 CE2部 原子力プラント計画グループ
会社での身分　技師
研究題目　宇宙環境における放射線量評価法の研究
指導教官　中村尚司教授
研究期間　2.6.16～3.3.31

氏　名　石川敏夫（サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター民間等研究員）
会　社　名　フジタ工業株式会社技術研究所
会社での身分　主任
研究題目　高エネルギー中性子の物質透過・放射化に関する研究
指導教官　中村尚司教授
研究期間　2.6.16～3.3.31

氏　　名　　百瀬琢磨（サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター民間等研究員）
会　社　名　　動力炉・核燃料開発事業団東海事業所安全技術部
会社での身分　研究員
研究題目　中性子個人被ばく線量測定・評価技術の高度化研究
指導教官　中村尚司教授
研究期間　2. 6.25～3. 3.31

氏　　名　　クラウディオ　パスカル（サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター客員研究員）
出　身　地　イタリア
会社での身分　EC委員会　研究・開発部門　派遣研究員
研究題目　ポジトロン標識薬剤の合成法
指導教官　井戸達雄教授
研究期間　1990. 4.23～1991. 7.22

氏　　名　　ヘルマン・ヴォルニック（学術振興会短期研究員）
出　身　地　ドイツ連邦共和国（ギーセン大学物理学科）
研究題目　高品質放射性イオン・ビームによる安定線から離れた原子核の研究
指導教官　藤岡　学教授
研究期間　1990. 8.24～1990.10. 4 (42日間)

氏　　名　　アルバロ・アウレリオ・メヒア（工学研究科博士課程後期 3年）
出　身　地　パナマ（国立腫瘍研究所）
研究題目　核医学検査における陽電子放出核種標識薬剤による内部被曝評価
指導教官　中村尚司教授
研究期間　1987. 5～1991. 3.31

氏　　名　　ティティク・スワルソノ・スハルティ（工学研究科博士課程後期 1年）
出　身　地　インドネシア（国立原子力庁）
研究題目　高エネルギー中性子による放射化断面積の測定
指導教官　中村尚司教授
研究期間　1990. 4～1993. 3.31

氏　名　鄭　明　基（サイクロトロン・R I センター研究生）
出　身　地　韓国
研究題目　PET画像の解析プログラムの開発
指導教官　伊藤正敏助教授
研究期間　1990. 4. 1～1991. 3. 31

氏　名　仲　國　慶（サイクロトロン・R I センター研究生）
出　身　地　台湾
研究題目　(p,n) 反応によるsd-shell核のIASの研究
指導教官　織原彦之丞教授
研究期間　1990. 4. 1～1991. 3. 31

氏　名　閔　中　（サイクロトロン・R I センター研究生）
出　身　地　中華人民共和国
研究題目　中性子エネルギー測定用ソフトウェアの開発・研究
指導教官　織原彦之丞教授
研究期間　1990. 5. 1～1991. 3. 31

R I 管理メモ

平成2年度放射線取扱有資格者再教育について

下記のとおり実施されました。

日時：平成2年7月6日（金）10：30～11：30

場所：理学部大講義棟

講師：東北放射線科学センター会長 栗冠正利氏

内容：放射線防護はどういう科学か

日時：平成2年7月16日（月）11：00～12：00

場所：CYRIC講義室

内容：7月16日実施した再教育のVTR

尚、平成2年10月9日現在でのCYRIC放射線取扱有資格者は以下のとおりである。

CYRIC放射線取扱有資格者数

所 属 局	他大学	理学部	医学部 (病院)	歯学部	薬学部	工学部	農学部	教養部	金 研	選 研	抗 研	非水研	医短大	CYRIC
人 数	6	88	58	1	49	17	7	5	8	2	18	1	2	51

〔計 313人〕

全学の廃棄物集荷状況について

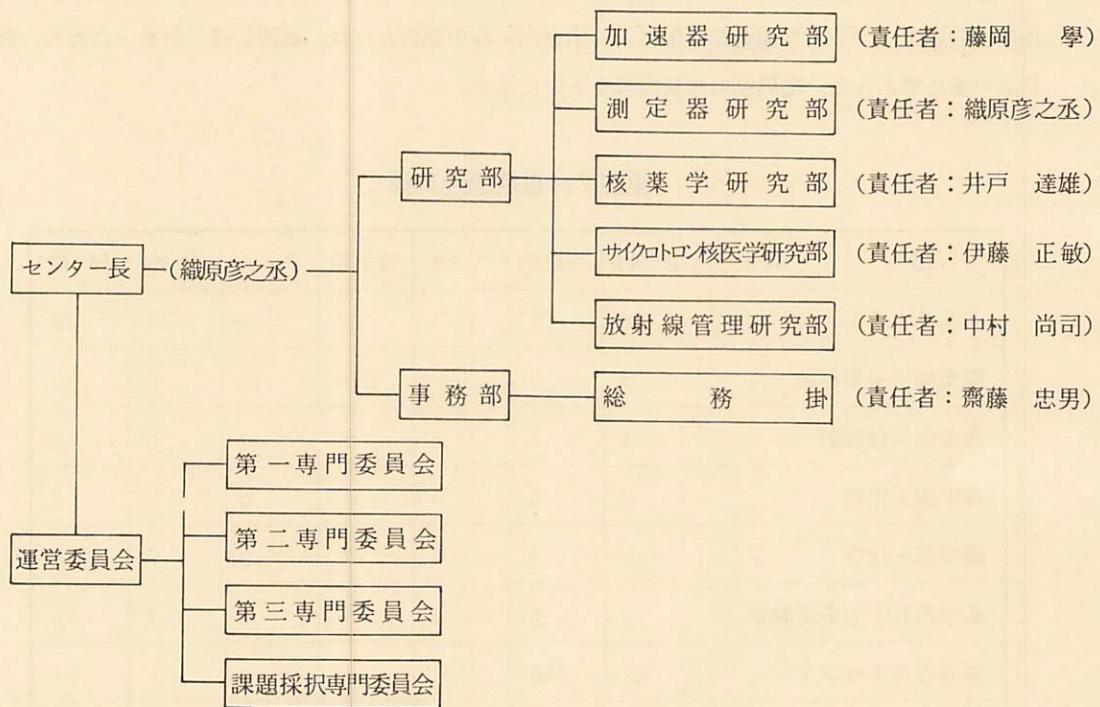
本学の平成2年度のアイソトープ廃棄物の集荷作業は、10月1日～10月4日にかけて実施された。前年度日本アイソトープ協会の事情により不燃物のみの集荷となり、集荷し残しがあったため、例年より多めであった。部局別の集荷内容を下記に示す。

平成2年度廃棄物集荷

部局	可燃物	不燃物	ヘパタ	特不燃	フィル	動物	無機
C Y R I C	38	51	0	2	0	24	18
廃棄物中央集積所	4	0	0	0	17	0	0
理学部・核理研	4	7	0	0	0	0	2
理学部・生物	3	5	0	0	0	0	2
理学部・化学	0	4	0	0	0	0	0
薬学部R I 中央実験室	0	6	0	0	0	4	26
医学部R I センター	42	255	0	0	8	1	61
医学部核医学診療棟	3	17	0	0	18	0	0
抗研R I 管理室	7	36	0	0	3	0	1
抗研放射線科R I 検査室	0	2	0	0	0	0	0
歯学部R I 実験室	0	8	0	0	0	0	12
農学部R I 実験棟	2	18	0	0	3	4	2
工学部R I 実験室	5	2	0	1	0	0	1
金研R I 使用施設	1	5	0	0	0	0	0
選研・放射や金	2	1	0	0	0	0	7
非水研R I 使用施設	0	7	0	0	0	0	0
遺伝子実験施設R I	2	2	0	0	0	0	3
	113	426	0	3	49	33	135

※ 廃棄物中央集積所分は工学部に加える。

組 織 図



学内内線電話番号		分野別窓口（ダイヤルイン）
センター長室	5565	理工系：石井慶造(263-5924)
藤岡教授室	5567	ライフサイエンス：
織原教授室	5568	井戸達雄(263-5938)
井戸教授室	5569	R I : 中村尚司(263-5929)
中村教授室	5570	事務室：齋藤忠男(263-5360)
伊藤助教授室	5572	
総務掛	5566	
R I 実験棟管理室	5571	

[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
2. 8.15	事務補佐員	加 藤 亜希子	退職
2. 8.16	事務補佐員	丹 野 典 子	採用
2. 9.30	事務補佐員	照 井 省 子	退職
2.10. 1	事務補佐員	山 下 知恵子	配置換え（旧理学部物理学科）
2. 9.30	事務補佐員	田 中 尚 子	退職
2.10. 1	事務補佐員	渡 邊 律 子	採用

C Y R I C 百科

<p>物質に3MeV程度のエネルギーの電子ビームを照射すると、その物質特有のX-線（特性X-線）が発生される。この特性X-線の発生断面積は大変大きく数百バーンもあり、しかも、バックグラウンドが大変低いため、微量元素分析に利用されている。PIXEとは、Particle Induced X-Ray Emissionの略であるが、普通この微量元素分析法のことを指す。PIXE法では、試料の量は耳かき一杯ぐらいで良く、一回の測定でppmの量のマグネシウム元素からウラン元素まで同時に定量分析でき、しかもその測定は大変簡単である。現在、生物学、化学、医学、資源探索、考古学、環境汚染などに応用されている。</p> <p style="text-align: right;">* PIXE</p>	<p>Single Photon Emission Computed Tomographyの略。γカメラを用い、これを人体の体軸を中心として回転させて得られた投影データからコンピューターを用いた逆投影によって体軸横断断層像を得るものである。通常、^{99m}Tc, ^{131}I等で標識された放射性医薬品が用いられる。平板型γカメラ1台では、感度の点で不利があるので、リング型、四角型ないし三角型で体を囲む形の専用機が開発され、解像力もPETと同程度となっている。PETが、511keVのポジトロン消滅γ線を、同時計数法で検出するのに対して、SPECTの対象は、80-300keVの比較的エネルギーの低いγ線をコリメーターを使用して検出する。ここに、Single photon CTと呼ばれる由来がある。リング型の機種を除き、空間分解能が全方向で等しいため、三次元的な画像再構成に優れる特長がある。</p>
<p>LET（リニアエネルギー輸送）とは線エネルギー付与と日本語訳され、これは放射線が物質中を通過する時に電離などによって単位距離当たり物質に与えられたエネルギーをいう。物理学で用いる阻止能と同じ意味を持つが、生物への効果を考えてその単位距離を細胞の大きさに相当するμm（マイクロメートル、10^{-4} cm）ととり、$\text{keV}/\mu\text{m}$の単位で示される。LETの大きい、つまり微少空間でより大きなエネルギーを与える放射線を高LET放射線（中性子やアルファ線など）といい、これらは低LET放射線（X, γ線やβ線など）よりも大きな影響を生物に与える。</p>	<p>HPLC（ハイパーフォーマンスリキッドクロマトグラフィー）は混合物を分離精製する方法に液体クロマト法があるが、HPLC法は分離に使用する担体を細粒化（4~10 μm）したり、表面処理をして分離能を格段に向上したものである。分離の形態により、吸着法、分配法、イオン交換法、ゲルろ過法などがあり、それぞれの化合物の性質によって選択される。粒子が細いため展開溶媒の流速が遅くなり、分離に長時間かかるのを補うため高圧ポンプ（~400kg/cm²）を使用している。本センターでは放射性薬剤の分離精製、化学純度検定、生体内代謝物の分析などに頻用されている。</p>

編 集 後 記

サイクロトロンR I センターのある青葉山の木々の葉も紅く染まってきました。第9号を発行いたします。今号からは、新しい企画として研究交流欄を設けました。当センターで研究に従事している国内外の研究者の方々を御紹介するコーナーです。おたがいの親睦、交流にお役に立てばと思います。

サイリックニュースは評判がよろしいようで、当初の発行部数350は450になり、学内外に送っています。バックナンバーの問い合わせがあったり、号によってはストックがなくなり増刷してお渡したりしています。当センター関係者および利用者の皆様にさらにお役に立つニュースにしたいと考えていますので、御意見をお寄せ下さい。

(H. T 記)

編集委員

中村尚司 (CYRIC)
井戸達雄 (CYRIC)
高橋 弘 (抗酸菌病研究所)
大森 雄 (理学部)
山屋 堯 (理学部)
篠塚 勉 (CYRIC)
山下知恵子 (CYRIC)

CYRICニュース No.9 1990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

TEL 022(222)1800(大代表)

022(263)5360(直通)

FAX 022(263)5358

022(263)5356(R I 棟)