



No.10 1991.5 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

——放射線の安全管理——

原子理工学委員会安全管理委員会委員長 及川 淳

私のサイクロトロン・ラジオアイソトープセンターとの関わりは安全管理委員会を代表してセンターの運営委員となっている点にある。東北大学全体の放射線安全管理という面からセンターに、あるいはむしろその上の方の機関に注文をつけたい。

東北大学に原子力等安全管理委員会が設置されたのは1962年(昭和37年)である。翌1963年に最初の全学に共通の障害予防規程が制定されている。いわゆる放射線障害予防法ができたのはその5年前(昭和32年6月10日)であり、その翌年に原子理工学委員会が出来ている(昭和33年4月1日)。この5年間の事については往時茫茫、私の周囲にそれを知る人はいない。恐らく各部局がそれぞれに内規を作っていたのであろう。

1976年に、原子力等安全管理委員会は原子理工学委員会の下部機関として統合され安全管理委員会となった。1981年には教育研究委員会も原子理工学委員会の下部機関として誕生し、ほぼ現在の体制が整った。

「原子力等」の抜けた安全管理委員会の第1回の会議は加藤陸奥雄学長の司会で開催され、百田教授(工)、鈴木教授(金研)がそれぞれ正副委員長に選出され、私はその末席にあった。この会議ではR.I.総合センターの概算要求をサイクロトロン研究センターと統合した形で行なうとの報告、最初の「赤い手帳」の編集が終り印刷中であるとの報告が行なわれている。サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターが翌1977年に発足した事は周知の通りである。1978年は6月12日に発生した宮城県沖地震が特筆される。これに対応して放射線施設の地震火災対策を盛り込んだ予防規程及び取扱基準の改正が行なわれ、ま

た1年あまりの後にこの顛末は「大学の地震災害とその予防対策」という124ページの本の一つの章として記録に残される事となった。この教訓を思い起すために、10年後の1988年に「緊急時のマニュアル」作成のための指針が取りまとめられた。またこの年は障害防止法の大改正があって、その対応に追われた年でもあった。

年代的には後戻りするが、サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターが出来た当初、これには他の大学のR I 総合センターに相当する機能が同時に期待されていた。教官定員からいえばサイクロトロンに相当する分だけ多く、R I センターとしての全学的安全管理機能と両立し得るように見えるが、実質はなかなかそうはいかないようである。安全管理という仕事は専門の職員を置いて、制度化することによって初めて、「研究第一主義」と両立し得る。行政改革とは画一的に定員を減らす事ではなく、この様な専門官を置く事である。ある人が云ったように、何か新聞をにぎわす事故が起こる事がこの様な改革が進む唯一の道であるならば、人類の想像力、予知能力の貧困は救い難い。

目 次

• 卷 頭 言 —放射線の安全管理—	
原子理工学委員会安全管理委員会委員長 及 川 淳	1
• 「電磁質量分離器とその応用技術に関する 第12回国際会議」について センター 藤 岡 學	4
• 研究紹介① 医学部附属脳疾患研究施設 小暮 久也	8
• 研究紹介② センター 篠 塚 勉	10
• 学内R I 施設だより 農学部RI実験棟 堀 金 明 美	17
• 新しい機器の紹介	20
• 共同利用の状況	25
• センターからのお知らせ	37
• 研究交流	44
• R I 管理メモ	45
• 組織図	50
• 委員会名簿	51
• 職員名簿	53
• CYRIC百科	55
• 編集後記	56

国際研究紹介

「電磁質量分離器とその応用技術に関する 第12回国際会議」について

センター 藤岡 學

今年の9月に、本センターの主催で標記のような国際会議が開かれます。そのあらましを以下に列挙させて頂きます。皆様のご支援を御願いする次第です。

1. 会議の概要

国際会議名：電磁質量分離器とその応用技術に関する第12回国際会議

The 12-th International Conference on Electromagnetic Isotope Separators and Techniques Related to Their Applications (略称 EMIS-12)

会議の主たるテーマ：

電磁質量分離器に依って質量分離された濃縮同位体は様々な基礎科学の分野に役立ってきたが、同位体分離には特殊な装置と高度の技術が要求される。本学会は、これら装置並びにその応用技術の進展を目的として組織される伝統ある国際会議であって、第一回目が1955年に英国のハーウェルで開催されて以来30年以上の歴史を持っているが、近年の我国のこの分野の発展に対応して、我国に於いて初めて開催される運びとなった。主たるテーマとしては、分離（質量）技術、オンライン分離とターゲット、イオン源、反跳分離器、ヘリウム・ジェットと質量分析、イオンガイドとレーザー分光、核整列、その他、である。

主催ほか機関名：東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター（主催）
日本物理学会（後援）

議長：東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター 藤岡 學
副議長：京都大学原子炉実験所 岡野事行
会期：平成3年9月2日（月）～6日（金）
会場：仙台東急ホテル
参加者：16ヶ国から約150名

2. 会議の趣意

会議の目的、及び専門的、学際的意義：

本国際会議の目的は元来、広義の濃縮同位元素の製造と利用の為に最も広範に用いられる電磁質量分離器とその応用技術につき討議することであったが、その後の研究方向の変化に鑑み、不安定

核種のオンライン質量分離に其の重点を移して、今日に至っている。不安定線から遠く離れた極短寿命の原子核の研究は、核構造論の観点のみならず、宇宙における元素の合成を論ずる天体核物理の観点からも、今日ますます其の重要性を増しているが、そのための必要不可欠の研究手段がオンライン質量分離である。

他方、本国際会議で討議される装置及び諸技術は、安定同位体の分離、イオン注入の基礎技術、等の応用分野に深く関わりを持っているので、これらを通して、理学、工学、生物学、医学、農学等、多くの基礎科学及び技術の発展の基礎を支えるものといえる。

以上のように、本国際会議は、固有の専門的意義のみならず、その技術的波及効果という点からも、学際的意義の大きな会議である。

沿革：

本国際会議は、その第一回目が今から36年前英國のハーヴェルにおいて開催されて以来、3～4年毎に主としてヨーロッパ諸国において開催されてきた、伝統ある国際会議である。その開催年度及び開催場所は、次の通り。

第1回	1955年	イギリス・ハーヴェル	第7回	1970年	ドイツ・マールブルク
第2回	1957年	オランダ・アムステルダム	第8回	1973年	スウェーデン・シェーヴィデ
第3回	1960年	オーストリア・ウィーン	第9回	1976年	イスラエル・キリヤト・アナヴィム
第4回	1960年	フランス・オルセー	第10回	1980年	スイス・ジナール
第5回	1965年	デンマーク・オーフス	第11回	1986年	アメリカ・ロスアラモス
第6回	1967年	アメリカ・アジロマー	第12回	1991年	日本・仙台（予定）

小規模ではあるが、大変重要な会議である。

当初は、安定同位体の質量分離に関する研究発表・討議が中心であったが、不安定原子核に関する研究が盛んになった1970年頃から、核反応生成物をオンライン的にイオン化して加速・質量分離する「オンライン質量分離」に関する研究に重点を移すと同時に、広範な工業的応用につながるイオン注入に関する研究については、独立した別個の国際会議として開催することになった。近年、核物理の研究対象が、非常に不安定な、いわゆる「安定線から遠く離れた原子核」に重点を置くようになってきたため、オンライン質量分離器の重要性がますます高まっている。それに応じて、この種の装置について専門的に討議する本国際会議もますますその重要性を高めつつある。安定線から離れた原子核の研究は、核構造の観点のみならず、天体核物理、ないしは宇宙論の観点からも、その重要性が再認識されつつある。

本会議に関連する我国の現状：

不安定核の質量分離による研究は、日本では、既に第二次大戦前（1941年）の大阪大学（理）に於て世界に先駆ける先進的な業績（Na-24の質量分離）があったにも拘わらず、戦後は特にヨーロッパが進んでおり、実験装置の難しさから日本は大きな遅れをとった。他方、安定同位体の質量分

離器は1955年頃から続々と建設され（阪大理、理研、京大理、電総研、東大核研、東北大金研）それぞれの成果を挙げてきた。

ところがこの数年来、日本の核物理研究者の長年の努力が実った結果、我国に於ける実験装置と実験技術が大幅に向上したため、質量分離法を用いた不安定核の分野の研究が大きく進展し、Zn-59及びCu-57の発見（東北大サイクロ）、Nd-155、Pm-156及びPr-154の発見（京大原子炉）、IGISOL（イオンガイド式オンライン質量分離）の原理の究明（東大核研）、Nb-83、85及びY-79の発見（九大理、但しインビーム法）、La-121の発見（日本原子力研）、重い核における新しい α 転移線の発見（阪大核物理研）というように、世界的に評価される業績が相次いでいる。

第11回国際会議に於ける国際勧告委員会（ロスアラモス）に於いて次回（第12回）会議を日本で開催することに決定したのは、このような背景を反映したものと言えよう。尚、日本の装置ではないが、日本のグループ（理研、阪大等）がバークレイ（アメリカ）においてビーム破碎反応を用いて目覚ましい業績（Li-11の核半径異常、Sc-41の核磁気共鳴、等）を挙げたことも大きな力になっている。

時あたかも、日本に於ける不安定核の研究は、さらに大きく発展しようとしている。即ち、最近理化学研究所に於いて完成した世界最大級のサイクロトロン（リング型サイクロトロン）に付置される「電磁質量分離器」、即ち、RIPS（RIKEN 入射粒子破片ビーム分離器）及びGARIS-IGISOL（ガス充填式+イオンガイド式オンライン質量分離器）がほぼ完成し実験が開始された。これらの優れた装置によって、日本に於ける不安定核の研究は、近い将来大きな成果を挙げるものと期待されている。尚、このビームを用いた予備的実験に依って新しい鏡映核（Ga-61、Ge-63）の存在が最近確認されている（理研）。

他方、日本の核物理研究の中心的な将来計画として、東大核研を中心として、日本全国の研究者の総力を結集して、大型ハドロン計画が策定され、その準備研究が進みつつある。この計画の四本の柱の一つであるEアレーナ計画（Exotic nuclei arena=非常に不安定で新奇な原子核を研究する分野）は、安定線から遠く離れた原子核自体をビームとして製造し、それを核子当り、数MeVまで加速して核反応を行なわせて研究するという、世界に類のない計画であり、この装置の前半部分は、世界最大級のオンライン質量分離器であるが、これも「電磁質量分離器」の一種に他ならない。

以上のような国内外の情勢に鑑み、日本に於いて本国際会議を開催することは、まことに時機にかなっていると同時に、我国の原子核物理学の発展、ひいては、我国の基礎科学の発展に大きく寄与するものと期待される。

3. 本国際会議の組織、ほか

1) 会長：坂井光夫（東大名誉教授）

2) 組織委員会：日本全国より14名

- 3) 実行委員会（東北大学）：東北大学より9名
- 4) 国際勧告委員会：全世界より10名
- 5) サーキュラー：1990年4月第一報を発送。1991年2月第2報を発送。
- 6) 事務局：東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターEMIS-12事務局

4. 日程とプログラム

日付 平成3年	午前のセッション 9:00-12:00	午後のセッション 14:00-17:00	
9月1日（日）		（登録及び小パーティー）	
9月2日（月）	安定同位体質量分離	オンライン質量分離	
9月3日（火）	オンライン質量測定	イオン源、ヘリウム・ジェット、他	晚餐会
9月4日（水）	反跳質量分離器	ポスター・セッション	勧告委
9月5日（木）	放射性ビーム加速	センター見学とエクスカーション	
9月6日（金）	測定技術：レーザー、 イオントラップ、核整列、他		

5. 会議録の刊行計画

発行予定：1992年6月

専門誌 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research

（レフェリー付）の特集号として刊行。

研究紹介①

医学部脳疾患研究施設神経内科 —脳卒中と痴呆に関する基礎的研究の情報発進基地—

医学部附属脳疾患研究施設 小暮久也

CYRICと当教室との関連は、小暮がMiamiから帰って来た1980年以来と考えられているが、実際に小暮が東北大学への赴任を決心したのは、井戸教授が東北大学に移るというニュースを耳にした時なので、実際の関わり合いは帰国より6ヶ月以上も前と言った方が良いかも知れない。小暮は、高名なPeritz Scheinberg教授のもとで、長きにわたってNIH stroke centerの運用に当たっていたが、彼の帰国とともに、その仕事はそっくり日本に移って来てしまった観がある。

彼が当研究室に持ってきたprojectは数多くあるが、取り合えずstartしたのは、虚血性脳障害の進展過程を、MRIおよびNMR-spectrometerによって追跡すること、虚血病巣とその周辺における活性酸素その他のfree radicalの生成、またはその反応の重要性を評価することであった。

NMR（核磁気共鳴現象）を生物科学系に応用しようというその頃の研究成果は、現在、臨床的に頻用されているMRIの完成に大いに役立ったが、その一方では、大友らのsimulationによって、ATPその他の高エネルギー磷酸結合のchemical shift imagingには、約74teslaという強大な磁場が必要だという解が出されていることも、この機会に書き残して置きたい。

一方、free radical反応に関する基礎的研究では、井戸教授らの支援を受け、その頃、抗脳浮腫剤として開発される寸前にあったco-enzyme Q₁₀が脳には入らないこと。しかし心臓には良好な集積性を示すことを明らかにし、研究の主体を第一内科の心臓のgroupに移行するということもあった。ともあれfree radical反応その他の化学反応の制御は電子軌道の組み換えによって行なわれるが、加速器を利用すれば、それとは性質の異なる化学反応を起こすことが可能である。例えば、加速粒子を原子核に衝突させることによって、或る元素を別の元素に変えることが出来る。この原理はすでに放射化分析の手法として実用化されているが、当研究室の川島らは、脳組織中の水分子に極微量含まれている¹⁸Oを、この原理を利用して放射性の¹⁸Fに変えることに成功し、水のautoradiography (activation autoradiography) を可能にするに到った。この手法は、他にも応用の範囲が広く、利用価値が高いので、技術を継承する研究者の育成が強く望まれている。

原子炉核種と加速器核種の半減期の差を利用する多核種autoradiographyは普遍的に行われているが、当教室の飛田は、2種類のtracerを時間をずらして投与することによるchronological autoradiographyの手法を確立した。この手法を用いれば、例えば薬物投与前と後の状況を、同一動物を用いて比べることが出来るので、極めて有用度の高いものである。

また、当教室の津田は、織原教授や石井助教授に助けられて脳組織中のCa, Mg, Zn, Cu, Feを

proton induced X-ray emission (PIXE) によって測定し、そのdataの高い信頼性と精度の良さは国際的にも広く受け入れられるところとなった。前述した、activation autoradiographyもこのPIXEの利用も、共にcyclotron のproton beamを直接利用しているという点で、生物医学科学系のCYRIC利用法としては極めて特異的なものといえる。

臨床的なPET studyは現在、長沢らによって錐体外路系の疾患のreceptor mappingを中心にして意欲的に行われている。

当教室では、以上のお他にも様々な先進的な手法を用いて、虚血性脳障害の過程と、修復の過程を研究しているが、そのactivityの、ほぼ半分はCYRICの施設と設備を利用している。このような、動物実験によって得られたdataが、PETの解読に必要なkeyを提供し続けているのは言うまでもないことであるが、kinetic modelを作成するという点では、我々が持っている技術が充分に生かされているとは云い難い側面もある。

星陵地区の脳疾患研究施設の方に目を移すと、そこでは虚血その他の侵襲を引き金として発生するmRNAやDNAの損傷、あるいは障害修復因子の誘導、神経細胞の移植、あるいは変性や痴呆に関する基礎的研究が活発に行われており、CYRICに動物用PETが導入された場合、又は、これ等の研究の成果が臨床に応用されるようになった場合には、我々とCYRICとは、更に太い絆で結ばれることになるに違いない。

研究紹介②

オンライン質量分離器による不安定原子核の研究

センター 篠 塚 勉

1. はじめに
2. 不安定な原子核
3. 短寿命鏡映核の探索と β 崩壊
 - (A) オンライン質量分離器と ^{59}Zn の発見
 - (B) 高速ターゲット輸送装置 (TARO) と ^{57}Cu の発見
4. イオンガイド法の開発
5. イオントラップとレーザー
6. まとめ (更なる発展を目指して)

1. はじめに

原子の中に、小さくてそしてとてもなく堅いものがある、ということがわかってから早60年を経過しようとしています。“拳”的に堅いというところから、ナックル、即ちNucleus(原子核)と命名されたこの物体は、それが自身の持つ電荷によって太陽のように原子の中の電子の運動を司り、原子の重さのほとんどを引き受け、その構造や性質すべてを決めていたる専制君主であるということもわかりました。そしてこの君主自身も電荷を持つ陽子と、電荷は持たないが同じ重さを持つ中性子が何個か集まってできているということも判明しました。

面白い点は、原子においては専制君主として振る舞っているこの原子核は自分自身では見事に民主主義を貫いている点です。原子核を構成している核子(陽子、中性子)はいかなる君主にも支配されず、同等な立場で互いに相互作用し、結果として非常に強固な共同体を築き上げています。人類が2000年以上の歴史を経てやっと築き上げてきた民主主義という制度をすでに自然はその内で実現していたということは非常に興味深いものです。この意味で、原子核の研究は“核子自身の構造やその相互作用とは？”という物質根源の探求の場である素粒子物理学と接点を持つとともに、核子同士の相互作用を元に作り上げられた民主的・一体場である社会(多体系)の“起源、構造、崩壊、限界”を探る上で、貴重な実験室を提供しているといえます。

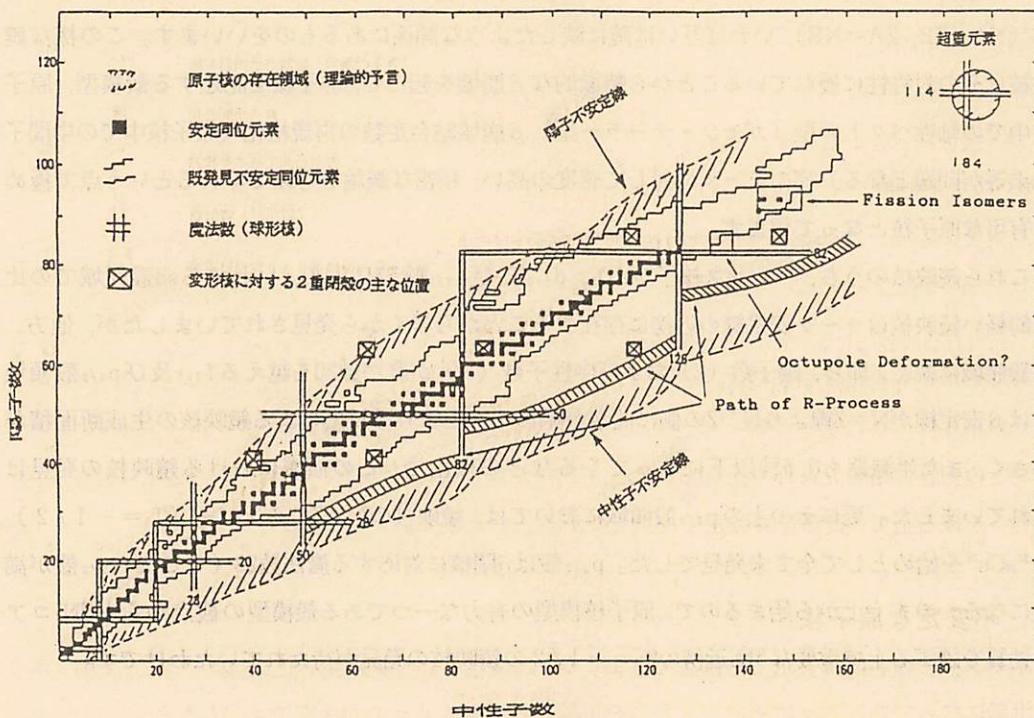
2. 不安定な原子核

本センターの名前は表紙でも確認できますが、25文字という実に長い正式名称を持っており、常々御世話になっている方々にその正式名称を正確に覚えてもらうのが大変です。しかし、道具だてで

あるサイクロトロンとそれによって製造されたラジオアイソトープを色々な領域で利用している研究所であるということはご理解いただけているようです。このラジオアイソトープというのもも原子核の一種です。自然に存在している水素からウランに至る92種類の元素の中に君臨する原子核のその構成要素である陽子と中性子の混ぜ具合が多少変わったものです。このような原子核は自らベータ線やガンマ線を出して別の元素に変わって行きますが、この崩壊時に出す放射線が色々な分野に利用されているわけです。

さて、われわれの興味は“果たしてこのような原子核は一体どのくらい存在し、その限界はどこにあるか？”という点です。ビックバンに始まる宇宙創世からどのようなラジオアイソトープが生まれ、消えていったか？また、現在存在する無数の星の中にどのような不安定な原子核が存在し、その燃焼の過程でどのような役割を果たしているか？ということです。その答えはまだ得られておりませんが、いくつかの理論模型からの予測では、約6000種以上のラジオアイソトープが存在できるとされています。ちなみに、ビックバン以来生き残り現在でも自然に存在するもの、そしてこれまで人工的に製造され存在したことが確認されたもの合わせても2000種を越えません。即ち、われわれにとって未知のラジオアイソトープ（原子核）は4000種を越えるわけです。

図に核図表と呼ばれる、原子核の地図を示します。地図はさながら日本の本州を中心線で反転したような形になっており、真ん中の山脈に相当する部分が安定な原子核の存在する領域で、東西に広がって行くに従い（中性子、または陽子の片方だけが増えていく）、その寿命はだんだん短くな



り、東、及び西側の両端でドリップラインと呼ばれる線の外側では原子核は存在できなくなります。あまりにもいびつな組み合わせを好まない自然のバランス感覚の現れともいえるでしょうか。

この未知なる原子核を求めて、世界各地の加速器施設で人工的に新しい原子核を製造し、その性質を探る競争が行われていますが、我々も1976年本センターのサイクロトロンの稼働開始以来、オンライン質量分離器、高速ターゲット輸送装置、イオンガイド式質量分離そして、イオントラップとそのレーザー分光法の開発と数々の装置の開発をとうして、その競争に参加し、それまで発見、測定が非常に困難とされていた⁵⁷Cu、⁵⁹Znの発見や他の鏡映核の初めての質量分離などの測定に成功してきました。以下、その流れに沿って我々の短寿命核探索の歴史を簡潔にたどってみます。

3. オンライン質量分離器における短寿命不安定核の探索

サイクロトロン稼働後、我々が研究の端緒についた頃の原子核物理学の重要な話題として、ベータ崩壊におけるガモフ・テーラー型の相互作用が核子レベルで見た場合と、原子核の中ではその強度に大きな違いがあるという問題が提示されていました。これは核子レベルで議論されていたものが、原子核という多体系の中に入ったときその性質を替えてくる、という多体効果の現れであるという意味から多くの核物理学者の興味を引き、色々な道具で研究されました（前号のセンター織原氏による研究紹介参照）。我々は、このガモフ・テーラー型のベータ崩壊が顕著に現れる鏡映核の測定に的を絞り、特にこれまで未発見であった質量数20以上のfp殻の原子核を探求することとした。鏡映核とはおなじ質量数をもつ二つの核AとBの中性子数Nと陽子数Zが互いに逆になっていて（NA=ZB、ZA=NB）、いわば互いに鏡に映したような関係にあるものをいいます。この様な鏡映核はその対称性に優れていることから特徴的なβ崩壊を起こし、原子核を記述する殻模型、原子核中の軸性ベクトル型（ガモフ・テーラー型）β崩壊結合定数の再規格化（原子核中の中間子効果等が問題となる）等のテーマに対して感度の高い、精密な議論を与えてくれるという点で極めて有用な原子核となっています。

これら鏡映核のうち、バレンス核子が $s_{1/2}$ 、 $d_{5/2}$ 及び $d_{3/2}$ 軌道に入る、いわゆるsd殻領域での比較的軽い鏡映核はベータ安定線の近傍に存在することから早くから発見されていましたが、他方、sd殻領域に続く、即ち、陽子数（Z）および中性子数（N）が魔法数20を越える $f_{7/2}$ 及び $p_{3/2}$ 殻領域ではβ安定線がN=Z線よりN>Zの側に曲がり始めることより核反応による鏡映核の生成断面積が小さく、また半減期も0.5秒以下になってくるなどの理由で、この領域における鏡映核の発見は遅っていました。更にその上の $p_{3/2}$ 殻領域においては、鏡映核のN>Zのメンバー（ $T_z = -1/2$ ）は⁵⁷₂₉Cu²⁹を始めとして全て未発見でした。 $p_{3/2}$ 殻はjj閉核に対応する魔法数28（ここで $f_{7/2}$ 殻が満員になる）のすぐ上から始まるので、原子核模型の有力な一つである殻模型の観点からも⁵⁶Niコアの性質を論ずる上で重要な⁵⁶Ni近傍の $T_z = -1/2$ の鏡映核の発見が待たれていたわけです。

3-A) オンライン質量分離器と⁵⁹Znの発見

東北大サイクロトロン付置のオンライン質量分離装置ISOL (Isotope Separator On Line) は、最大加速電圧100kV, 一様磁場2重収束の分析磁石により質量分離分解能 ($M/\Delta M$) 1500をもった装置です。オンライン質量分離器とはサイクロトロンのビームによって作られた沢山の種類のラジオアイソトープの中から純粹に目的とする原子核だけを、イオン化、再加速、磁場による分離という過程をとうして瞬時の内に効率よく取り出し、バックグラウンドの少ない測定系のところまで運んでやる道具で、化学用語でいえば、完全なるキャリアフリーの超高速ラジオアイソトープ分離器といえます。我々は最初に³⁸Ni(³He, 2n)⁵⁹Zn反応によって⁵⁹Znを生成し、分離、輸送の後、 β^+ 線、 γ 線及び β^+ 遅延陽子の測定によって、その発見同定を目指すこととしました。

ISOL実験成功の鍵はなんと云ってもサイクロトロン・ビームライン上におかれたオンライン用ターゲットイオン源の性能です。このイオン源は生成した短寿命核種をターゲット中から取り出す方法及びイオン化の方法によって種々のタイプに分類されますが、我々はオンライン実験を始めるに当り、最初のイオン源として高温にしたターゲット中(約1000°C)から熱拡散及び蒸発によって反応生成物をとりだし、中空陰極型イオン源内の放電領域でイオン化するという方式を採用しました。

⁵⁹Znはその半減期が約0.2秒と予測されており、これだけの短寿命核を生成、分離することは世界的に見ても当時は非常に難しい事とされていましたが、Znが比較的低融点・高蒸気圧であったこと、イオン源技術は初心者であったが当時先端の高融点材料であったボロンナイトライドを駆使してコンパクトなターゲット・イオン源の開発に成功したことにより、好運にもその発見同定に達することが出来ました。

3-B) 高速ターゲット輸送装置(TARO)と⁵⁷Cuの発見

ISOLによる短寿命鏡映核メンバー⁵⁹Znの測定以後、我々の興味は次なる鏡映核メンバー⁵⁷Cuに移りました。⁵⁷₂₉Cu²⁸は中性子数、陽子数がともに魔法数28の⁵⁶₂₈Ni²⁸コアに陽子が一個付け加わったp_{3/2}殻領域における最も簡単な、従って、理論との比較に上でもっとも重要と云ってよい核種です。

その当時までこの原子核が未発見であったことも不思議と云わざるを得ませんでしたが、実験を進めるにつれてその事情が判明してきました。ISOLという強力な武器で検出できれば事は簡単ですが、前述したようにISOLはターゲットイオン源という開発途上の難物を抱えており(我々のみならず世界中の施設でこの開発の成否が実験を左右しており、現在でもその事情は変わっていません)、1000°C以上の融点をもつ反応生成物のオンライン質量分離は非常に難しく、更に100-200msという短寿命核では尚更でした。ここで我々が投げた“変化球”は高速ターゲット輸送装置(TARO)の開発です。この装置は直径40cm、厚さ1mmの回転板上に多数のターゲットを置き、照射位置から180度の測定位置まで、100ms程度の短時間で転送しようというものです。測定に於いて、

生成された他の反応生成物からの放射線という邪魔が入りますが、とにかく数少ない⁵⁷Cuがほぼ100%の効率で測定位置まで持ってこれます。精密測定は無理でもとにかく存在と寿命ぐらいはまず押さえ、最初の発見者となりたいという“恐いもの知らず”的な発想だったかも知れません。

専用マイクロコンピューターによるモーター制御や高計数時における測定系の開発等の後、⁵⁷Cuが崩壊して出てきたと思われるガンマ線が見えたのは、2晩徹夜をついだ明け方でした。後日談ですが、同じ時期に、米国ミシガンの国立超伝導サイクロトロン研究所（我々の10倍のエネルギーのできるサイクロトロンです）でも同じ原子核⁵⁷Cuの発見をめざしていましたが、間一髪我々の方が早かったということで、小さいマシンながらその変化球の威力に感謝したものです。

4. イオンガイド法の開発

原子核をより詳しく知ろうと思えば、やはり存在と寿命だけではいけません、より精密なデータはやはり純粋な試料のもとでじっくりとはかる必要があります。TAROの成功の後もやはりオンライン質量分離の開発は進みました。しかし我々が狙うfp殻の鏡映核はどれも1秒以下の短寿命であり、かつ物理的、化学的性質がイオン源技術にとって厳しくCERN-ISOLDE（欧州原子核研究所）、GSI-ISOL（西独重イオン科学研究所）という先進地でもオンライン質量分離は不可能とされていました。ここに現れたのが“イオンガイド法”です。イオンガイド法とは、多少おおげさにいえば「イオン源のないオンライン質量分析器」です。より正確には、電磁質量分離器に従来用いられてきたイオン源が、すべて「イオン化」という操作を行っているのに反し、新しい方法である「イオンガイド法」では、ガス中で停止した反跳核のイオン状態をそのまま利用することによって、あらためてイオン化という操作は行わない、ということです。オンライン質量分離に用いるので、併せて、IGISOL=Ion Guide Isotope Separation (Separator) On-Line, と略称されています。初期においてフィンランドのユバスキラ大学で開発され、その後、我々との国際共同研究で実用化されました。

イオンガイド法の原理を簡単に述べますと、まずターゲットは約0.1気圧のHeガス中に置かれます、反応生成核は反跳エネルギーのため多価イオンの状態で標的から飛び出し、標的室内のHeガス中でエネルギーを失い停止します、より正確に言えば熱化(thermalize)されます。ここで重要なことは、熱化された時点で反跳核が総て中性原子になってしまう訳ではなく、ある割合で 1^+ のイオン状態になっているということです。

一見、常識に反すると思われるこの事実がイオンガイド法を成り立たせているのですが、この現象はいまだに解明されておらず、そのためもあってイオンガイド法は容易に公認されませんでした。このイオンはHeガスの流れと共に標的室の出口孔(1~2mm)を出て、質量分離器の引き出し電極によって加速され分離用電磁石に導かれます。

歴史的には、イオンガイドのアイデアは超重元素発見の為に、ローレンス・パークレイ研究所の

Ghiorso博士等によって発案されていましたが、実現には至っていませんでした。ユバスキラ大学のグループは当初、²²Acの α 崩壊による娘核の反跳を用いてテスト実験を行い、イオン状態にある娘核の質量分離に成功し、1980年のEMIS-10会議（第10回電磁質量分離器とその応用技術に関する国際会議；EMIS=Electro Magnetic Isotope Separator）で発表しましたが、殆ど注目を浴びませんでした。理由は、加速器のビームを用いたオンラインの実験には使えないであろうという思い込みが当時の第一線の専門家にあったからです。すなわち、加速器からのビームがイオンガイドの標的室に入ったときに、電離されてプラズマ状態になったHe雰囲気が反応生成核のイオン状態を中性化するに違いないという意見が大勢を占めていたためです。

その後サイクロトロン・ビームを用いたIGISOL実験が²⁰Ne(p,n) ²⁰Na, ²⁴Mg(p,n) ²⁴Al ($T_{1/2} = 129\text{ms}$) 反応で成功するに及んで、遂に、この方法が一般的な適用性を持つことが実証され、世の注目を集めることに成りました。その後、開発者であるフィンランド・ユバスキラ大をはじめとして、東北大、ルーベン大（ベルギー）、東大核研、グルノーブル原子力研究所（フランス）、理化学研究所等のISOL施設で旧来のイオン源の代わりにイオンガイド法が導入されるようになっていきます。この技術開発によりこれまでオンライン分離が不可能であった領域にも適用可能になり、その1例として高融点金属の筆頭であるタンゲステンの半減期が5 msという短寿命同位体をもオンライン質量分離することができるようになりました。

我々のグループでも、このイオンガイドを用い、念願であったfp殻の鏡映核全てをオンライン質量分離しその測定に成功したことはいうまでもありません。この測定によって、ベータ崩壊におけるガモフ・テーラー型遷移はやはりこの領域でも素粒子単体における強度に比べ小さくなっていることが確認され、その理論的検討が現在でも進んでいるところです。

5. イオントラップとレーザー

イオンガイド法の成功を受け、我々の興味と希望は更に高まりました。それは、確かにイオンガイド法で非常に短寿命の不安定核（10万分の1秒の寿命でも分離可能）を手にすることはできるようになったのですが、そのようなラジオアイソトープは作るための断面積が小さくなかなか大量にできない。そのような状況のもとでも、原子核の半径とか、形とか、磁石の分布（原子核全体での磁気モーメントは分かっているが、その分布はいまだ測られていない）とかを知るためにどうすればいいか？という問い合わせでした。そのための突破口になるのではないかと、最近我々が開発を手がけたのが、イオントラップとレーザー分光の組み合わせです。

即ち、主に原子を対象とした物理の領域で発達し現在の超高分解能分光を可能としたレーザーと、加速器に依って生成される微量の不安定核を分離、選別するオンライン質量分離器を、イオントラップ法をインターフェースとして組合せ、超微細相互作用を通して原子核及び原子の精密分光を行なうとする試みです。

イオントラップ装置の中に不安定核（短寿命核も含め）をトラップし、レーザー、マイクロ波によって超微細相互作用を観測することは、多大のメリットがあります。即ち、これまで主に崩壊による β 線、 γ 線等に依って測定されていた核モーメントがレーザー、マイクロ波に依って観測でき、更にトラップ装置の中にそのまま留まっていることより、その核が崩壊するまで何回でも使用できることです。この事は、極微量の試料（究極的には1原子核）でも原子核の諸々の性質の測定が可能になることを意味します。

現状はいまだ、ラジオアイソトープの測定までは至っておりませんが、すでにストロンチウムの安定同位体ではそのイオンのトラップとレーザー及びマイクロ波分光に成功しており、ラジオアイソトープでの成功をめざしています。

6. まとめ（更なる発展を目指して）

いまだ見ぬ、4000種に及ぶ未知核をめざした仙台での小さな歩みを紹介してきました。現在、世界では毎年約10個ずつぐらいの新しいラジオアイソトープが発見されています。星の中での元素生成の出来事や、存在できるぎりぎりの辺境の地の原子核にたどりつき、冒頭に述べた民主的原子核の全貌を知りたい、という願望にいつたどり着けるかわかりませんが、少なくとも、極東のさらにその片田舎の仙台から多少なりともimpactを与え、さらに貢献し続けられたらと思っています。今年9月、その仙台で第12回国際EMIS会議を我々の手で開けることは、少なくともその通行手形を与えてくださったと感謝しております。また、ラジオアイソトープの新しい利用の形態としては、さらに加速されたラジオアイソトープによる色々な領域での応用を考えられるのではないかと、加速器部の一員としてポンチ絵をいじり回しております。

最後に、本研究に携わってきた方々を紹介して拙文を閉じます。

新井康夫、吉井正人（高エ研）、宮武宇也（大阪大）、浜 広幸（分子研）、和田道治（東大核研）、神谷富裕（原研）、田口和博（郵政省）、池上 均（IBM）、砂押 仁（D2）、深代康之（M2）の諸兄は大学院生として、研究の牽引者としての役割を果たしていただきました。また、共同研究者として、フィンランド Jyväskylä大のJ. Ärje, J. Äystö博士、デンマーク Åarhus大のP. G. Hansen教授、ドイツ Mainz大のH. J. Kluge教授の貢献も大なるところがありました。東北大学では田中英二（核理研）、林部正吾、石松敏之（理）の3氏、そして本センター加速器部藤岡學氏は本研究のリーダーとしてその役割を努めて参りました。

学内 RI 施設だより

農学部RI実験棟 堀 金 明 美

農学部では昭和35年5月に承認番号「使第372号」として放射性同位元素の使用が承認されて以来、植物、動物、魚類および微生物を対象とした様々なトレーサー実験が行われてきた。農学部放射性同位元素実験棟（RI実験棟）は、学部内28講座のうち23講座で利用しており、RIの利用は農学研究の有効な手段として定着している。最近では、従来から行われてきたトレーサー実験の他に遺伝子、内分泌あるいは免疫の分野での実験が増加している。

放射線取扱者の登録者数は、学生の卒業等による入れ替えはあるが、毎年180名前後（職員60名、大学院生・学部学生・研究生120名）である。

安全管理は、農学部放射線障害予防内規に定められた安全管理組織に従って行われているが、最も重要な点は、取扱者自身の安全取扱いに対する意識であると考えられる。本学部では、サイクロトロン・RIセンターで行われる全学講習会を教育・訓練の中心とし、学部内では200名前後の参加による再教育および新規教育を実施している。その後は日常的な、現場に即したon the job trainingを重視し、大学院生および学部学生には必ず施設内で指導する教官を現場責任者として定め、安全取扱いに関する細かな指導を行っている。1部局で実施する教育・訓練には限界があるが、多数の大学院生及び学部学生が参加している全学講習会は、放射線に関する知識、技術の習得のみならず安全教育において非常に大きな意義がある。

現在のRI実験棟は、昭和56年に研究棟北側にあった平屋建の旧RI実験室を廃止し、本館東側に建設されたものである。建物は2階建で、延床面積約500m²を有している。図1にその平面図を示した。一階は、管理室、液シン測定室、汚染検査室、貯蔵室、廃棄物保管室の各室とともに、ガラス室を含めた栽培・飼育関係の実験室とし、二階は、一般化学分析用の低レベル実験室、中レベル実験室、暗室、一般測定室および機械室（給気・空調関係）となっている。管理区域は、玄関、管理室および機械室を除き、屋上の排気設備、ネットフェンス内の排水設備を含めた全域である。管理区域への入退は、他学部のRI施設と同様にコンピューターによる管理を行っており、個人IDとして磁気カードを使用している。この入退管理システムは、昭和63年に本施設南側に東北大遺伝子実験施設が開設された際、遺伝子実験施設の入退管理システムをホストとする端末として設置されたものである。

図には示さなかったが、排気設備は屋上にあり、無蓋であるため設備の腐食が進行し、毎年何等かの腐食防止または交換を行っている。仙台市でも近年酸性雨が話題となっているが、本設備等にも少なからず影響があるものと憂慮している。排水設備は屋外にあり、RI貯留槽は地下埋設のコンクリート・ピットである。定期点検の該当施設ではないため、細かな点検は行っていないが、定期

的に清掃と点検を行う必要があると考えてい

表 1 承認核種・数量および昨年度使用実績

る。また、RI実験棟東側にある廃棄作業室は、昭和58年に建設されたもので、放射性有機廃液の焼却処理を行っている。有機廃液焼却装置は平成2年度の放射線防護設備費により装置の更新をすることができ、保管廃棄となっていた³²P, ³⁵S, ⁴⁵Caの焼却が可能となった。

焼却処理は、管理室員と学部内の学生アルバイターにより行っている。

図に示した他に、密封線源⁶³Ni-ECD(370 MBq)を装備したガスクロマトグラフが1台研究棟に設置されている。しかし、この⁶³Ni-ECDは近々廃棄の予定である。

使用承認核種、数量及び昨年度の使用実績を表1に示した。この承認核種等は有機廃液焼却装置の更新とともに、3月間使用数量の設定及び貯蔵能力の変更承認申請をし、今年3月29日に承認されたばかりのものである。貯蔵能力は1群換算で674.658 MBq (18.234 mCi)である。

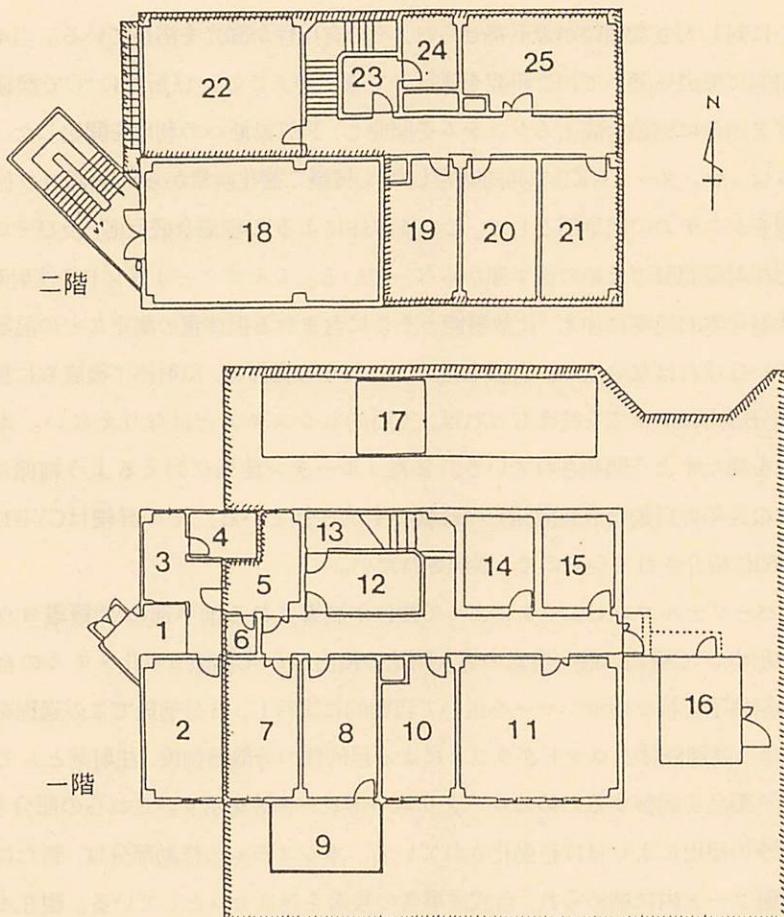
予算面では、アイソトープ施設経費151万円の他に本学部中央経費からの援助および利用者負担という形で協力を仰いでいる。その程度は、中央経費>利用者負担>施設経費である。利用者負担の配分は、利用者の自主的な組織であるRI利用者の会において、入退頻度、滞在時間、RI使用数量および廃棄物排出量等を考慮して決定される。しかし、これはほとんどが維持管理の費用であり、設備または装置の更新には手が届かない。放射線防護設備費が唯一の設備更新費である。

RI管理室では放射線障害防止法等の法令が改正される度に対応に苦慮しているのが現状であるが、管理業務をもっと合理化し、RIの安全管理の面から利用者へのサービスを強化できればと考え

群	核種	1日最大 使用数量 (Bq)	年間 使用数量 (Bq)	昨年度 使用実績 (Bq)
1	⁹⁰ Sr	37k	7.4M	
2	²² Na ³⁶ Cl ⁴⁵ Ca ⁵⁴ Mn ⁶⁰ Co ⁶⁵ Zn ⁷⁵ Se ¹²⁵ I ¹³⁷ Cs ²⁰³ Hg	3.7M 3.7M 3.7M 5.55M 185k 5.55M 3.7M 18.5M 185k 1.85M	111M 111M 370M 370M 740k 370M 370M 1.85G 3.7M 185M	426.7M
3	²⁴ Na ³² P ³³ P ³⁵ S ⁴² K ⁵⁹ Fe ⁶⁴ Cu ⁹⁰ Y ¹³¹ I	3.7M 370M 37M 18.5M 11.1M 1.85M 1.85M 37k 18.5M	111M 18.5G 1.85G 925M 1.11G 74M 74M 7.4M 1.85G	728.5M 48.8M
4	³ H ¹⁴ C	1.85G 111M	37G 11.1G	32.4M 275.7M

ている。研究者、管理者さまざまな立場からのご指導、ご意見をいただければ幸いである。

3ヶ月間使用数量は年間または一日最大の91日分に当たる数量、また、小中動物実験室の使用数量は上表の数量の1/10で内数となっている。



1 玄関	7 第1測定室	13 倉庫	19 低レベル第2実験室
2 管理事務室	8 植物微生物実験室	14 RI貯蔵室	20 中レベル第1実験室
3 更衣室	9 ガラス室(温室)	15 廃棄物保管室	21 中レベル第2実験室
4 便所	10 水族実験室	16 廃棄作業室	22 低レベル第1実験室
5 汚染検査室	11 小中動物実験室	17 排水設備	23 暗室(前室)
6 シャワー室	12 試料調整室	18 機械室	24 暗室
			25 第2測定室

図1 農学部RI実験棟平面図

新しい機器の紹介

¹¹C標識レセプターリガンド合成システム

脳の高次機能の研究、特に精神疾患や老化の機構の究明に関し、ポジトロンエミシヨントモグラフィ（PET）に対し大きな期待が最近寄せられ、その有用性が脚光を浴びている。当センターでもこのような研究に重点を置いてPET研究を遂行してきたが、このたび新たに¹¹Cで標識したレセプターリガンドを迅速に標識合成するシステムを開発し、PET診断への利用を開始した。

本システムは、センターとNKKで共同開発した¹¹C標識二酸化炭素から¹¹C標識ヨウ化メチル完全自動合成装置をシステムの前半部として、この前駆体による¹¹C標識合成反応、及びその反応物の迅速分離精製と注射薬調製のための後半部からなっている。レセプターリガンドを注射薬とする場合、化学的及び放射化学的純度に加え、比放射能とそこに含まれる担体量の測定などの品質検査を投与前に完了していなければならぬ。合成も含めてこれらの操作は、照射終了後直ちに標識合成を開始して40～50分以内にすべてを終えなければ、実用的なシステムとはなりえない。本システムはこれらの要求を満たすよう開発されている。また、ルーチン使用に耐えるよう細部にわたって、当センターでの長年の自動合成装置開発の経験が生かされている。その詳細はCYRIC ANNUAL REPORT 1989に紹介されているので、参照されたい。

写真1は、パーソナルコンピュータによって操作が制御される前半部の¹¹C標識ヨウ化メチル自動合成装置を示す。¹¹C標識二酸化炭素の導入開始の検出から¹¹C標識ヨウ化メチルの合成と外部反応装置への供給終了を種々のセンサーを用いて自動的に実行し、8分前後でこの過程を完了する。写真2は、後半の高速液体クロマトグラフィによる目的物の分離精製後、注射薬として生理食塩水に溶解した最終製品を調製するためのロータリエバボレータ等を示す。これらの部分もシークエンスコントローラの使用によりほぼ自動化されている。本システムの作動部分は、新たに設置された専用の2連遮蔽フード内に納められ、合成従事者の被曝をほぼゼロとしている。現在本システムを利用して、3種類の¹¹C標識レセプターリガンド（YM09151-2、ピリラミン、ドクセピン）がルーチンに合成され、2、3の新しい薬剤の合成が計画されている。サイクロトロンによる1時間のビーム照射で製造される約700mCiの¹¹C標識二酸化炭素から出発して、30mCi前後の薬剤をPET診断に供給している。本システムのような自動合成装置は日本では放射線医学総合研究所に次いで2番目であるが、注射薬の最終的な調製まで完全に遠隔自動化したシステムである点や注射薬を製造する上での維持管理が容易である点など優れた特徴を本システムは有し、センターでのマシンタイムの制約はあるものの今後東北大学における脳研究に対し大いに貢献するものと期待される。

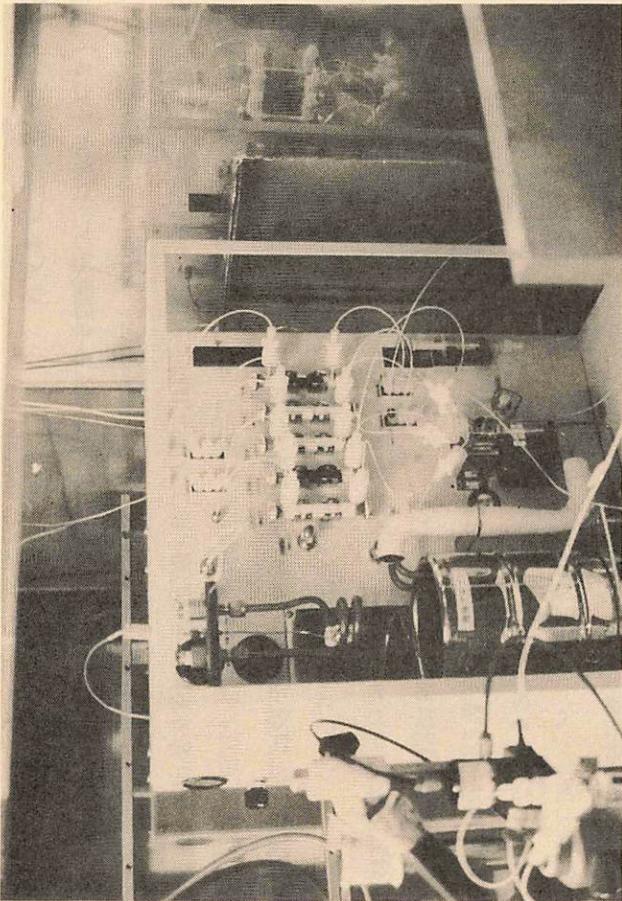


写真 1

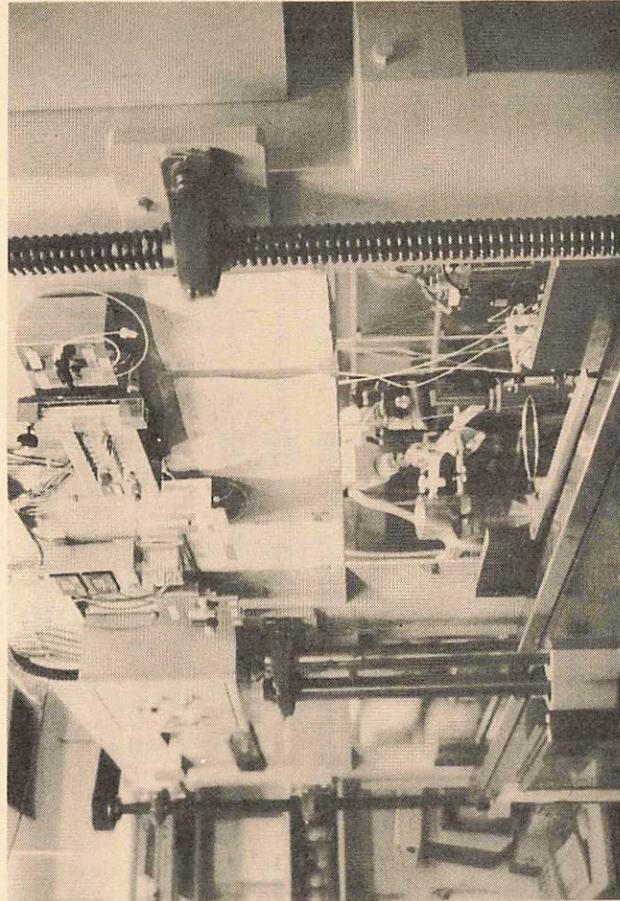


写真 2

高エネルギー γ 線測定システム

AVFサイクロotronからの荷電粒子をターゲット試料に当てるとき、試料中で原子核反応によって、ガンマ線、荷電粒子、中性子などが発生する。センターでは、これらの粒子を検出して原子核物理学等の研究を行っている。荷電粒子検出に対しては、表面障壁型半導体検出器、ガンマ線に対してはGe(Li)などの半導体検出器、中性子に対しては中性子飛行時間(TOF)スペクトロメーターなどが整備されている。そして、今度新たに数10MeVのガンマ線を検出できる高エネルギー γ 線測定システム(応用光研社製)が装備されたので、ここに紹介する。

原子核反応によって、数10KeVから数10MeVまでのエネルギー範囲に亘ってガンマ線が原子核から放出される。数10KeVから数MeVまでは、Ge(Li)などの半導体検出器によって精度良く測定できる。しかし、数10MeVのガンマ線を測定するには、大きな又は多数のGeの結晶を必要とし高価すぎる。そこで、分解能は劣るが安価で大きな結晶を得ることのできるシンチレーターが数10MeV γ 線の測定に用いられている。これによって、入射粒子がターゲット原子核に直接捕獲されて発生する高エネルギー γ 線及び入射粒子の核子とターゲット原子核内の核子との制動輻射などが測定でき、この様な高エネルギー γ 線の発生機構を研究することができる。

粒子の測定において、TOF情報は大変有用であるため、時間分解能の良いBaF₂シンチレータが選定された。このシンチレーターは、速い時間信号と遅い時間信号を出し、この2つの成分の強度比から粒子弁別をすることができる利点も備えている。図1にBaF₂結晶の形状を示す。長さ20cmのBaF₂によって数10MeVの γ 線も100%に近い検出効率で測定できる。図2に、このBaF₂結晶7本と鉛コリメータからなる高エネルギー γ 線検出器が示されている。ターゲットからの高エネルギー γ 線は鉛コリメーターを通って中央のBaF₂シンチレーター内で主として、陽電子-電子対に変換され、これら電子は中央のBaF₂シンチレーター内で主として、陽電子-電子対に変換され、これら電子は中央のBaF₂シンチレーター内でそのエネルギーのほとんどを失うが、Ba原子核との制動輻射は、中央のシンチレーターから抜け出る。回りのシンチレーターは、この様にして、中央のシンチレーターでは抑えきれなかった γ 線又は電子を測定するためのものである。従って、中央のシンチレーターと回りのシンチレーターとの同時計数を行い、その信号の和をとることによって、入射 γ 線のエネルギーを測定できる。

ターゲットからの高エネルギー γ 線の他に、検出器に大きなエネルギー信号を与えるものとして、宇宙線からの μ 粒子がある。この効果によるバックグラウンドを取り除くために、本検出器は図2で示す様に、プラスティック・シンチレーターでBaF₂検出器を取囲んである。 μ 粒子はプラスティック・シンチレーターでエネルギー・ロスをするので、このプラスティック・シンチレーターと中央のBaF₂シンチレーターとの間で、反同時計数を行うことによって宇宙線のバックグラウンドを効率良く減少させることができる。

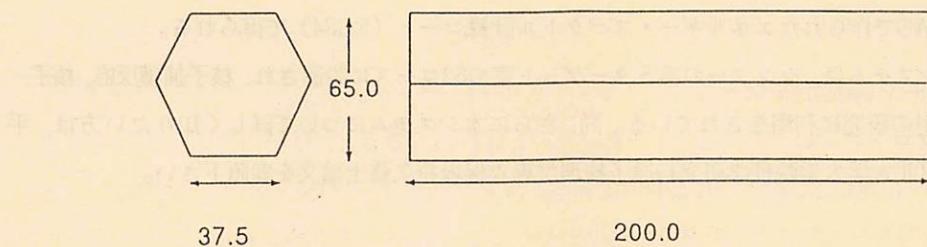


図1 BaF_2 結晶の形状

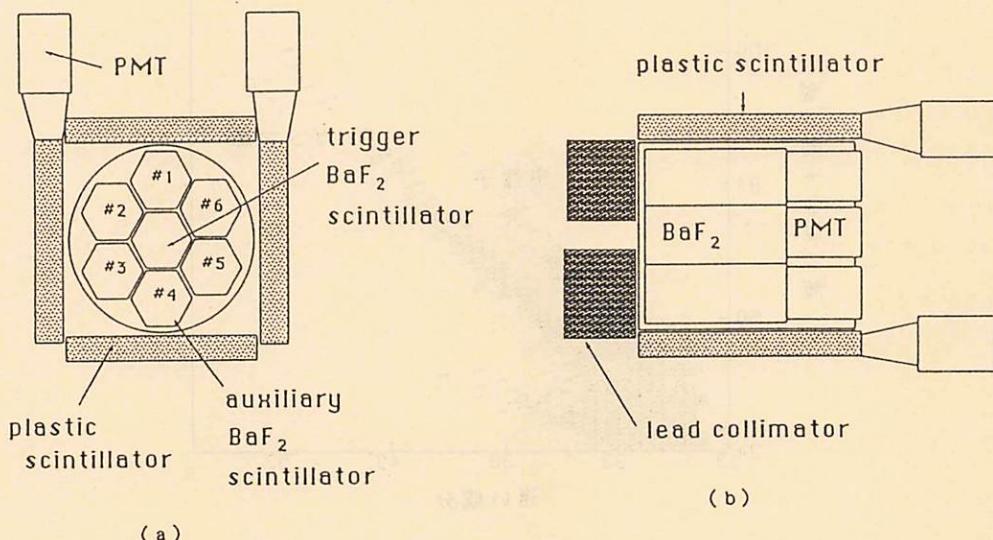


図2 BaF_2 検出器

検出器にはターゲットからばかりでなく様々なところから γ 線が飛び込んでくる。そこで、本システムではガンマ線とビーム・パルスとのTOF測定を行いターゲット以外からの γ 線を排除している。更に、ターゲットからくる低いエネルギーの中性子もこの方法によって取り除くことができる。

中性子と γ 線との選別に対しては、 BaF_2 シンチレーターの速い時間成分と遅い時間成分の強度比を用いても行うことができる。図3は、 BaF_2 シンチレーターからの速い成分と全成分（速い成分+遅い成分）の2次元プロットを示す。中性子と γ 線が良く分離されているのが分かる。特にエネルギーの高い中性子の弁別に適している。従ってTOF情報とこの方法を用いることによって γ 線と中性子をほとんど分離することができる。

図4（左）は、 $^{12}\text{C}(\text{P}, \text{P}'\gamma) ^{12}\text{C}$ ($E_p=20\text{MeV}$) による $E\gamma=15.1\text{MeV}$ のガンマ線スペクトルを、図4（右）は $^{12}\text{C}(\text{P}, \gamma_0), ^{12}\text{C}(\text{P}, \gamma_{23})$ ($E_p=35\text{MeV}$) の捕獲ガンマ線スペクトルを示す。分解能～6.5%で検出されている。検出効率は、このエネルギー領域ではほとんど100%であるが、

正確にはSLACで作られたエネルギー・スペクトル計算コード(EGS4)で得られる。

現在、本システムは、センターの第5ターゲット室の52コースに設置され、核子捕獲反応、核子-核子制動輻射の研究に利用をされている。尚、さらに本システムについて詳しく知りたい方は、平成2年度、東北大学大学院理学研究科原子核物理学専攻保坂将久修士論文を参照下さい。

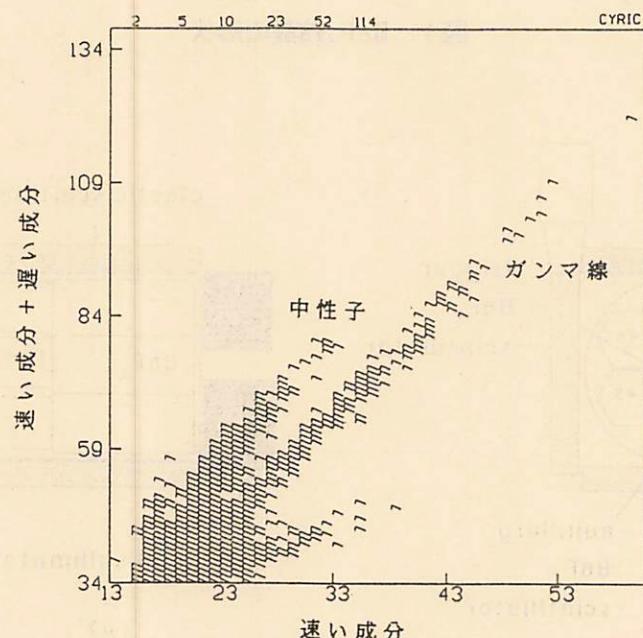


図3 中性子-ガンマ線弁別

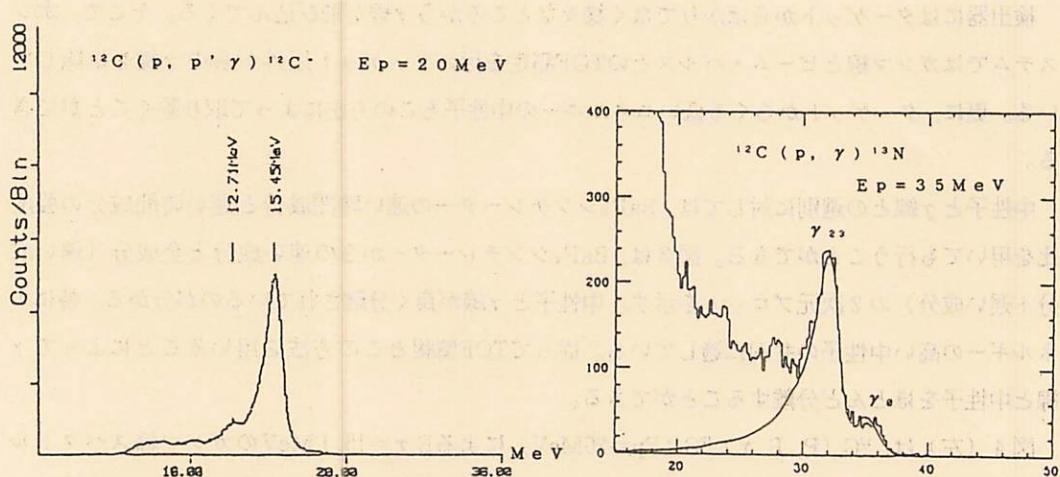


図4 高エネルギー-ガンマ線スペクトル

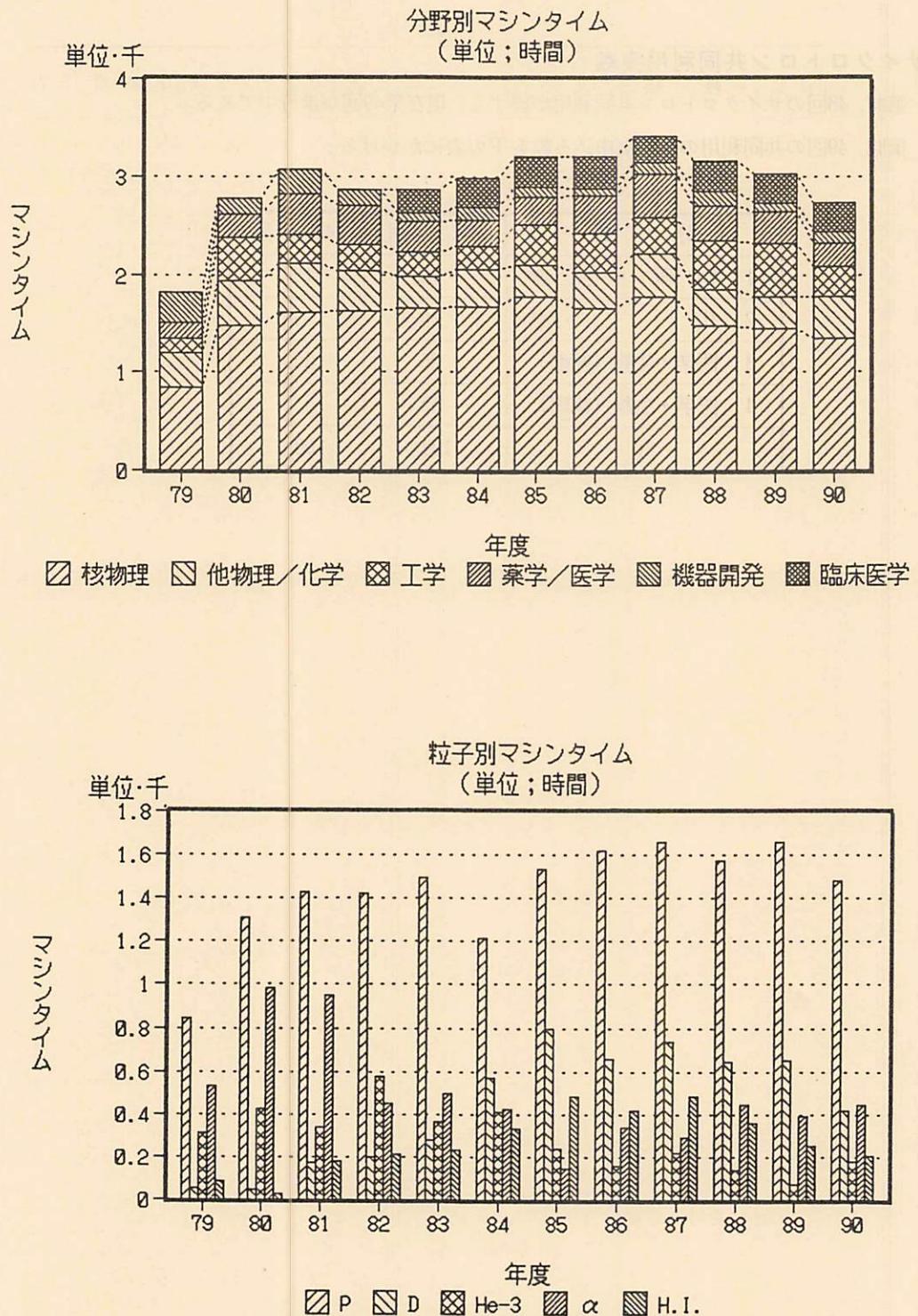
共同利用の状況

サイクロotron共同利用実験

第47, 48回のサイクロトロン共同利用が終了し、現在第49回が進行中である。

第48, 49回の共同利用の分野別申込み数を下の表にかかげる。

分 野	48 回	49 回
1. 物理・工学	13	12
2. 化 学 学	10	9
3. 医学・生物(基礎)	26	26
4. 医学・生物(臨床)	55	53
計	104	100



第49回サイクロトロン共同利用研究課題名

研 究 課 題 名	課題申込責任者	実 験 責 任 者
ポジトロン標識向中枢神経薬剤の合成と脳機能の解明	水 柿 道 直 (医病)	木 村 勝 彦 (医病)
¹¹ C-アミノ酸による脱髓疾患におけるRemyelinationの病態に関する研究	小 暮 久 也 (医)	長 澤 治 夫 (医)
消去現象の発症機序に関する研究	小 暮 久 也 (医)	長 澤 治 夫 (医)
高次大脳機能障害患者の脳機能と血流、糖代謝率の測定に関する研究	小 暮 久 也 (医)	長 澤 治 夫 (医)
パーキンソン病患者における脳内局所領域の血流、糖代謝率の測定に関する研究	小 暮 久 也 (医)	長 澤 治 夫 (医)
脳血管障害慢性期の虚血病巣外領域の血流・糖代謝率の測定に関する研究	小 暮 久 也 (医)	長 澤 治 夫 (医)
脱髓疾患におけるRemyelination領域の血流、糖代謝率の測定に関する研究	小 暮 久 也 (医)	長 澤 治 夫 (医)
¹⁸ F-FDOPAによるパーキンソン病患者脳内ドーパミンプールの測定に関する研究	小 暮 久 也 (医)	長 澤 治 夫 (医)
虚血性心疾患におけるグルコース代謝の研究	滝 島 任 (医)	石 出 信 正 (医)
肥大型心筋症におけるグルコース代謝の研究	滝 島 任 (医)	石 出 信 正 (医)
老年期痴呆の臨床的経過に関する研究	佐々木 英 忠 (医病)	佐々木 英 忠 (医病)
¹⁸ F-FDGによる視覚障害者のグルコース代謝の臨床的研究	玉 井 信 (医)	清 澤 源 弘 (医病)
放射性酸素 ¹⁵ Oによる視覚障害者のO ₂ 代謝の臨床的研究	玉 井 信 (医)	清 澤 源 弘 (医病)
白内障摘出前後における脳酸素代謝の変化の研究	玉 井 信 (医)	清 澤 源 弘 (医病)
白内障摘出前後における脳糖代謝の変化の研究	玉 井 信 (医)	清 澤 源 弘 (医病)
ポジトロンCTのウェルカウンターとの校正	伊 藤 正 敏 (CYRIC)	畠 澤 順 (CYRIC)

研 究 課 題 名	課題申込責任者	実 験 責 任 者
大脳の刺激応答性に関する研究	福田 寛 (抗)	福田 寛 (抗)
運動に関与する高次脳機能の研究	伊藤 正敏 (CYRIC)	福田 寛 (抗)
言語を中心とした脳高次機能の画像解析	伊藤 正敏 (CYRIC)	福田 寛 (抗)
ドーパミン作動性ニューロンの機能定量化に関する臨床研究	伊藤 正敏 (CYRIC)	福田 寛 (抗)
D 2 標識薬剤 YMO 9151-2 によるドーパミン受容体定量法の開発	伊藤 正敏 (CYRIC)	福田 寛 (抗)
脳代謝賦活剤の効果に関する実験的研究	伊藤 正敏 (CYRIC)	伊藤 正敏 (CYRIC)
呼吸困難感と脳代謝活動の関連に関する研究	滝島 任 (医)	菊池 喜博 (医病)
¹⁸ F 標識アミノ酸誘導体によるメラノーマ診断法の開発	井戸 達雄 (CYRIC)	井戸 達雄 (CYRIC)
F D G の投与製剤形と代謝に関する研究	井戸 達雄 (CYRIC)	井戸 達雄 (CYRIC)
脳内神経受容体測定を目指した [C-11] 及び [F-18] 標識化合物の開発	井戸 達雄 (CYRIC)	井戸 達雄 (CYRIC)
高エネルギー荷電粒子の化学作用に関する研究	井戸 達雄 (CYRIC)	井戸 達雄 (CYRIC)
P E T による薬理試験法の開発	井戸 達雄 (CYRIC)	井戸 達雄 (CYRIC)
N - [¹¹ C] H ₃ - Toremifene の合成とその医学利用	井戸 達雄 (CYRIC)	高橋 俊博 (CYRIC)
心筋代謝を評価する ¹⁸ F 標識脂肪酸の開発	井戸 達雄 (CYRIC)	高橋 俊博 (CYRIC)
[¹⁸ F] 標識前駆体の合成研究	井戸 達雄 (CYRIC)	岩田 鍊 (CYRIC)
¹¹ C-エタノールの自動合成法の開発とその医学利用	井戸 達雄 (CYRIC)	岩田 鍊 (CYRIC)
水相における ¹³ NH ₃ 生成過程に関する基礎的研究	井戸 達雄 (CYRIC)	岩田 鍊 (CYRIC)

研　題　課　題　名	課題申込責任者	実　験　責　任　者
無担体添加によるC ¹⁵ Oの直接製造法の開発	井 戸 達 雄 (CYRIC)	岩 田 鍊 (CYRIC)
陽電子消滅法によるGaAs結晶中の格子欠陥の挙動	井 戸 達 雄 (CYRIC)	岩 田 鍊 (CYRIC)
P E Tによる脳の生体警告系に関する研究	安 部 徹 良 (医病)	安 部 徹 良 (医病)
数10 MeV中性子の絶対フルエンス測定器の開発	平 川 直 弘 (工)	中 村 尚 司 (CYRIC)
アイソトープを用いる腸管吸収能評価法の開発	千 葉 敏 雄 (医病)	大 井 龍 司 (医)
Entero-splenopexyにより作製された腸管Reservoirモデルの栄養素吸収能のP E Tによる評価	千 葉 敏 雄 (医病)	大 井 龍 司 (医)
高分解能中性子の測定による原子核のスペクトロスコピー	藤 平 力 (理)	藤 平 力 (理)
¹⁸ F D Galによる肝疾患診断法の開発研究	福 田 寛 (抗)	福 田 寛 (抗)
脳萎縮と痴呆に関する臨床的研究	福 田 寛 (抗)	山 田 健 翠 (抗)
P E T利用の脳血流量調節機構の研究	福 田 寛 (抗)	吉 岡 清 郎 (抗)
P E Tによる老人性痴呆の脳機能に関する研究	福 田 寛 (抗)	山 口 龍 生 (抗)
P E Tによる心(脳の複合機能)の解明に関する研究	福 田 寛 (抗)	山 田 健 翠 (抗)
TOF-P E Tによる脳の高次機能の解明に関する研究	福 田 寛 (抗)	山 口 龍 生 (抗)
P E TとM R Iによる痴呆の責任病巣の解明	福 田 寛 (抗)	吉 岡 清 郎 (抗)
治療と直結した癌のアミノ酸糖代謝に関する臨床研究	福 田 寛 (抗)	窪 田 和 雄 (抗)
¹⁸ F DGおよび ¹¹ Cメチオニンによる放射線・化学療法先行指標に関する研究	福 田 寛 (抗)	窪 田 和 雄 (抗)
P E Tによる腫瘍再発の診断に関する臨床研究	福 田 寛 (抗)	窪 田 和 雄 (抗)

研究課題名	課題申込責任者	実験責任者
ポジトロン標識アミノ酸及び糖による腫瘍の転移診断に関する研究	福田 寛 (抗)	窪田 和雄 (抗)
¹⁸ F-FDGal による腫瘍および肝代謝の基礎研究	福田 寛 (抗)	窪田 和雄 (抗)
ポジトロンオートラジオグラフィーによる組織代謝研究	窪田 和雄 (抗病)	窪田 和雄 (抗)
¹⁸ F 標識薬剤を用いたミクロオートラジオグラフィー法による基礎代謝研究	山田 進 (抗)	山田 進 (抗)
ウサギ V X 腫瘍における病態生理学的修飾効果に関する研究	福田 寛 (抗)	阿部 由直 (抗)
¹⁸ F 標識生理活性糖誘導体の合成と医学利用	多田 雅夫 (抗)	多田 雅夫 (抗)
[carbonyl- ¹¹ C] 標識酢酸誘導体の合成と医学利用	多田 雅夫 (抗)	多田 雅夫 (抗)
不安定核を用いた弾性散乱の測定	山屋 基 (理)	山屋 基 (理)
ビームモニタ材料に関する基礎研究	阿部 勝憲 (工)	阿部 勝憲 (工)
重照射損傷におけるHe の影響	阿部 勝憲 (工)	阿部 勝憲 (工)
高純度材料中の微量元素の陽子放射化分析	樹本 和義 (理)	樹本 和義 (理)
Damaged brain における脳機能局在	吉本 高志 (医)	吉本 高志 (医)
治療後神経膠腫の再増殖形態に関する研究	吉本 高志 (医)	吉本 高志 (医)
放射線療法の脳組織に及ぼす影響	吉本 高志 (医)	亀山 元信 (医)
脳動静脈奇形周囲脳のグルコース代謝	吉本 高志 (医)	小川 彰 (医)
虚血脳の脳循環予備能に関する研究	吉本 高志 (医)	小川 彰 (医)
小児脳の可塑性と脳循環代謝	吉本 高志 (医)	白根 礼造 (医)

研究課題名	課題申込責任者	実験責任者
てんかんの責任病巣決定に関する研究	吉本高志 (医)	白根礼造 (医)
visual evoked potential における P100 の発生機序に関する研究	吉本高志 (医)	亀山元信 (医)
悪性脳腫瘍の核酸代謝に関する研究	吉本高志 (医)	亀山元信 (医)
虚血性脳血管障害の手術適応決定に関する研究	吉本高志 (医)	小川彰 (医)
¹⁸ F DG および ¹¹ C-アミノ酸による脳腫瘍の研究	吉本高志 (医)	亀山元信 (医)
ラット水頭症モデルに於ける脳循環代謝の研究	吉本高志 (医)	白根礼造 (医)
反跳インプランテーション反応機構の研究	吉原賢二 (理)	関根勉 (理)
低エネルギー X 線の化学的効果	関根勉 (理)	関根勉 (理)
¹⁸ F DG の腫瘍集積性と癌患者の予後に関する臨床的研究	涌井昭 (抗)	高橋弘 (抗)
制癌剤投与下における ¹⁸ F DG 臓器集積性に関する臨床的研究	涌井昭 (抗)	高橋弘 (抗)
¹¹ C-メチオニンによる制癌剤効果評価に関する臨床的研究	涌井昭 (抗)	高橋弘 (抗)
¹⁸ F DG による制癌剤効果および制癌剤心毒性の評価	涌井昭 (抗)	高橋弘 (抗)
種々の活性炭によるテクネチウムの脱着置換挙動について	秋葉健一 (選)	伊藤勝雄 (選)
ヒツジ胎仔脳血流に関する研究	矢嶋聰 (医)	岡村州博 (医病)
超微細相互作用による格子不整	花田黎門 (金)	花田黎門 (金)
PET によるヒト脳におけるヒスタミン H-1 受容体の画像化・定量化に関する臨床研究	渡邊建彦 (医)	佐々木英忠 (医病)
PET による Histamine H-1 受容体イメージングに関する研究	渡邊建彦 (医)	渡邊建彦 (医)

研究課題名	課題申込責任者	実験責任者
種々の生物体試料の超薄膜化とPIXE法による多元素同時分析	鈴木信男 (理)	岩田吉弘 (理)
無担体放射性同位体の製造と溶媒抽出化学における利用	鈴木信男 (理)	塚原聰 (理)
難治性てんかんの局所脳代謝に関する研究	多田啓也 (医)	飯沼一宇 (医)
¹⁸ F DGを用いた脳性協調運動障害の病巣診断	多田啓也 (医)	飯沼一宇 (医)
神経変性疾患の局所脳代謝に関する研究	多田啓也 (医)	飯沼一宇 (医)
重荷電粒子衝撃による内殻電離	石井慶造 (CYRIC)	石井慶造 (CYRIC)
原子核制動幅射の研究	石井慶造 (CYRIC)	石井慶造 (CYRIC)
(p, n) 反応による陽子-中性子相互作用の研究	織原彦之丞 (CYRIC)	織原彦之丞 (CYRIC)
N=82偶々核のアイソマーの核g-因子の測定	林部昭吾 (理)	川村暢明 (理)
IGISOLによる核分裂の研究	藤岡學 (CYRIC)	久藤久昭 (新潟大)
右利き、左利きと運動野の神経活動について -PET-による研究	丹治順 (医)	畠澤順 (CYRIC)
⁴⁵ Ti-Ascorbate (⁴⁵ Ti-AsA) の生体内分布に関する研究	木村修一 (農)	木村修一 (農)
⁴⁸ V-キレート化合物の生体内分布に関する研究	木村修一 (農)	木村修一 (農)
²⁸ Mg を用いた栄養生理学的研究	木村修一 (農)	木村修一 (農)
O ⁺ →O ⁺ 超許容遷移核に於けるアイソスピンド度の測定	篠塚勉 (CYRIC)	篠塚勉 (CYRIC)
¹¹ Cアミノ酸による再発脳腫瘍と放射線壞死の鑑別に関する研究	吉本高志 (医)	吉本高志 (医)

平成 2 年度 R I 棟共同利用実験件数

CYRIC	医学部 (病院)	理学部	農学部	薬学部	教養部	金 研	抗 研	合 計
7	43	16	5	29	1	3	16	120

平成 2 年度 R I 棟共同利用研究課題名

研 究 課 題 名	課題申込責任者	実 験 責 任 者
希土類元素の選択的分離濃縮法	鈴木信男 (理)	岩田吉弘 (理)
虚血モデルにおける神経細胞受容体に対する変動	小暮久也 (医)	加藤宏之 (医病)
invitro オートラジオグラフィー法を用いて虚血後の各種レセプターの変化の検討	小暮久也 (医)	小野寺 宏 (医病)
急性右室厚負荷における心筋・糖・脂肪酸代謝	石出信正 (医病)	加賀谷 豊 (医病)
¹⁸ F DGによる制癌剤効果及び制癌剤心毒性の評価	涌井昭 (抗)	高橋 弘 (抗)
glioma 单層培養細胞における各種代謝に関する実験的研究	吉本高志 (医病)	亀山元信 (医病)
内標準法による陽子放射化分析	八木益男 (金研)	舛本和義 (理)
化学修飾による抗体反応性の増強	橋本嘉幸 (薬)	益子高 (薬)
レチナール蛋白質	徳永史生 (理)	片岡幹雄 (理)
化学修飾抗体による抗体親和性の増強	橋本嘉幸 (薬)	益子高 (薬)
虚血心における糖・脂質代謝	石出信正 (医病)	加賀谷 豊 (医病)

研究課題名	課題申込責任者	実験責任者
脳虚血慢性期における神経伝達物質の動態に関する研究	小暮久也 (医)	長沢治夫 (医病)
老化マウスにおける脳ブドウ糖代謝の臭覚刺激に対する反応	山田健嗣 (抗)	山口龍生 (抗)
肥大心における糖代謝の研究	滝島任 (医病)	石出信正 (医病)
チトクロームP-450遺伝子の発現	橋本嘉幸 (薬)	出川雅邦 (薬)
¹⁴¹ Ceの核構造	金沢正明 (理)	金沢正明 (理)
ビタミン欠乏症と脳内グルコース代謝	岩崎祐三 (医)	原田伸透 (医)
Monoclonal抗体の細胞障害性検討	井戸達雄 (CYRIC)	小嶋文良 (CYRIC)
腫瘍細胞表面抗原分子の解析	橋本嘉幸 (薬)	北條博史 (薬)
培養細胞を用いたPheophorbide関連化合物の体内動態の研究	木村修一 (農)	川村美笑子 (農)
放射性同位元素の安全取扱法の基礎知識の習得及び実習	水野重樹 (農)	原田昌彦 (農)
細胞表面蛋白の解析	橋本嘉幸 (薬)	北條博史 (薬)
ペプチドのカルシウム吸収に及ぼす影響について	木村修一 (農)	川村美笑子 (農)
虚血後再灌流心筋における糖代謝の研究	石出信正 (医病)	武山大地 (医病)
地球構成物質-特に岩石及び鉱物の微量元素の地球化学的研究	吉田武義 (教養)	吉田武義 (教養)
レアメタルの分離分析法の研究	鈴木信男 (理)	岩田吉弘 (理)
PET用校正線源詰め替え	四月朔日聖一 (CYRIC)	四月朔日聖一 (CYRIC)
ラット脳虚血におけるイノシトールリン脂質代謝	亀山元信 (医病)	上井英之 (医病)

実験課題名	課題申込責任者	実験責任者
インターロイキン2受容体の研究	菅村和夫 (医)	竹下敏一 (医)
細胞障害活性の測定	橋本嘉幸 (薬)	北條博史 (薬)
難治性てんかんのベンゾジアゼピン治療に関する研究	多田啓也 (医)	飯沼一字 (医病)
¹⁸ F DGによる制癌剤効果及び制癌剤心毒性の評価	涌井昭 (抗)	高橋弘 (抗)
受容体アッセイ(神経伝達物質)	小野寺弘 (医)	小野寺弘 (医)
マウス初期胚で発現する致死遺伝子の研究	竹内拓司 (理)	山本博章 (理)
³ Hチミジンの実験腫瘍への取り込み	阿部由直 (抗)	阿部由直 (抗)
漢方薬の神経伝達機構への影響	小野寺弘 (医)	小野寺弘 (医)
ラット水頭症モデルにおける脳循環代謝の研究	吉本高志 (医)	白根礼造 (医病)
甲状腺ホルモンの生合成とヨード代謝 (薬学部3年の放射化学実習)	大内和雄 (薬)	大内和雄 (薬)
抗体のインビボ標識	石渡喜一 (CYRIC)	石渡喜一 (CYRIC)
筋小胞体からのCa ²⁺ 流出測定	大泉康 (薬)	古川賢一 (薬)
モノクローナル抗体による腫瘍のイメージング (ARG)	井戸達雄 (CYRIC)	井戸達雄 (CYRIC)
微量元素及びアスコルビン酸の体内動態	木村修一 (農)	川村美笑子 (農)
¹¹¹ In標識モノクローナル抗体による癌診断研究	福田寛 (抗)	窪田和雄 (抗)
細胞性粘菌Dictyosteliumにおける増殖期から分化期への移行時の細胞内蛋白質のリン酸化について	前田靖男 (理)	秋山正行 (理)
⁴⁷ Caを用いたCPPのCa吸収に及ぼす影響	木村修一 (農)	川村美笑子 (農)

センターからのお知らせ

[サイクロトロン平成3年度上半期運転計画]

第49回：平成3年4月中旬～6月下旬（8週）

第50回：平成3年7月上旬～10月上旬（8週）

（第50回課題〆切 5月13日（月））

[放射線とRIの安全取扱いに関する全学講習会]

第30回基礎コース：平成3年5月8日（水）～5月24日（金）

会場は理学部大講義棟及びCYRICです。

第16回X線コース：平成3年5月10日（金）

会場は理学部大講義棟です。

[第15回全国国立大学アイソトープセンター長会議]

平成3年5月29日（水）に北海道大学が主催して国立11大学アイソトープセンター長会議が札幌第1ワシントンホテルで開催されます。

[共同利用実験第11回研究報告会]

平成2年11月26, 27日の両日にわたって開催されました。以下にそのプログラムを紹介します。

11月26日（月）

はじめに (9:15～9:30)

<あいさつ> センター長 織原彦之丞

利用者の会会長代行 藤平力

第1セッション 医学・生物系 (9:30～10:45) 座長 吉本高志（医学部）

1-1 PET診断用¹¹C-標識レセプタリガンド合成システムの開発センター 岩田 錬

1-2 セカンドメッセンジャー画像化のための¹⁸F標識薬剤の開発 センター 服部 剛

1-3 PETによる脳内D₂-ドーパミン受容体の測定

－健常人について－ センター 畑澤順

1-4 PETによるヒスタミンH-1受容体測定

－ヒト脳での画像化の試み－ 医学部 谷内一彦

1-5 パーキンソン病のドーパミン代謝について 医学部 長沢治夫

1-6 精神症状・徘徊を伴う脳血管性痴呆患者の脳の糖代謝 医学部 目黒謙一

第2セッション 医学・生物系 (11:15~12:30)

座長 渡邊建彦(医学部)

2-1 消去現象の発現機構

-振動刺激によるCBFの変化について-

医学部 鈴木匡子

2-2 脳血流量および脳酸素消費量からみた更年期不定愁訴症候群

医学部 安部徹良

2-3 グリシン脳症におけるMultimodalNeuroimaging study

医学部 横山浩之

2-4 脳動静脈奇形における脳グルコース代謝の検討

医学部 亀山元信

2-5 脳循環代謝からみた頭蓋内外血管吻合術の評価

医学部 村石健治

第3セッション 医学・生物学系 (13:30~15:45)

座長 飯沼一宇(医学部)

3-1 小児脳神経外科領域におけるPETの有用性

医学部 白根礼造

3-2 $^{15}\text{CO}_2$ 短時間吸収による脳血流測定法

センター 伊藤正敏

3-3 持続的脊髄圧迫による羊胎仔脳血流量の変化

(PETを用いた脳血流量の測定) 医学部 岩本充

3-4 肥大型心筋症とApical Hypertrophyの

局所心筋糖代謝分布の特徴 医学部 武山大也

3-5 陽電子放出標識薬剤による内部被曝評価

i ^{18}F 標識化合物 センター アルバロ・アウレリオ・メヒア

3-6 陽電子放出標識薬剤による内部被曝評価

ii ^{11}C , ^{15}O 標識化合物 センター 渡部浩司

座長 亀山元信(医学部)

3-7 ミクロオートラジオグラフィーによるマウス脳での

^{18}FDG の局在について 坑酸菌病研究所 山田進

3-8 老年痴呆における大脳皮質糖代謝の局所分布について

坑酸菌病研究所 松井博滋

3-9 老年痴呆における側脳質下角拡大と大脳局所糖代謝の

関係について 坑酸菌病研究所 木之村重男

11月27日(火)

第4セッション 医学・生物系 (9:30~11:40) 座長 高橋弘(坑酸菌病研究所)

4-1 陽電子放出核種標識新規診断薬剤の化学合成:

N-[Carfonyl- ^{11}C]アセチル-D-グルコサミンについて

坑酸菌病研究所 多田雅夫

- 4-2 PETによる腹部悪性腫瘍の診断（特に肺癌）と癌
化学療法効果の評価 坑酸菌病研究所 及川博介
- 4-3 ポジトロン断層による癌放射線治療効果判定
—基礎から臨床へ— 坑酸菌病研究所 窪田和雄
- 4-4 ヌードマウス可移植性ヒト腫瘍の¹⁸FDG集積性と
組織像との対応 坑酸菌病研究所 吉岡孝志
座長 多田雅夫（坑酸菌病研究所）
- 4-5 単層培養グリオーマ細胞の代謝
—細胞動態との相関ならびに化学療法後の変化— 医学部 蘭藤順
- 4-6 ラット移植グリオーマモデルにおける各種代謝動態 医学部 佐藤清貴
- 4-7 悪性黒色腫のメラニン産生能の画像化 センター 石渡喜一
- 4-8 Chlorinを用いた光治療の検討 農学部 石崎太一

- 第5セッション 化学系 (11:45~12:30) 座長 鈴木信男（理学部）
- 5-1 内標準法による陽子放射化分析
—軽元素分析、軽元素試料分析の基礎検討— 理学部 杣本和義
- 5-2 反跳インプランテーション反応と錯体中心金属の
ホットアトム化学 理学部 関根勉
- 5-3 微量金属の分離濃縮薄膜化法と生物体試料のPIXE分析
法への適用 理学部 岩田吉弘

- 第6セッション 物理系 (13:30~15:00) 座長 古田島久哉（工学部）
- 6-1 カルシュウム同位元素の核子数20閉空内の殻孔状態 理学部 中川武美
- 6-2 ¹⁴²Ndの9⁻および10⁺アイソマーの核g⁻因子 理学部 川村暢明
- 6-3 重イオンによる不安定核ビームの生成 理学部 山屋堯
- 6-4 ¹⁸O(p,n)¹⁸F反応によるスピン・アイソスピン励起の研究 センター 大浦正樹
- 6-5 Sd殻核における(p,n)反応によるIAS遷移の研究 センター 仲國慶
- 6-6 イオントラップを用いたレーザー核分光 理学部 和田道治

- 第7セッション RI棟利用・理工系 (15:15~17:00) 座長 藤岡学（センター）
- 7-1 高エネルギーγ線検出器の開発 センター 保坂将人
- 7-2 PAAおよびICP-MSによる標準岩石試料の分布 教養部 吉田武義
- 7-3 サイクロトロン中心軌道および取出し軌道の研究 センター 本間寿広

7-4 単色中性子のコンクリートおよび鉄透過実験	センター	石川 敏夫
7-5 サイクロトロンによる ²⁸ Mg生成核反応断面積の測定	工学部	五嶋 一茂
7-6 ヘリウムイオン照射による核融合材料の研究	工学部	阿部 勝憲
7-7 液体窒素中で照射した金属中の放射線損傷	金属材料研究所	花田 黎門

ま と め (17:00~17:15) 課題採択専門委員長 中村尚司(センター)

[運営委員会報告]

第108回 (平成3年1月21日)

- 平成2年度実行予算の執行状況を中間報告
- 平成4年度概算要求について審議
- 第三専門委員会にPET小委員会を再発足させた。
- 科学技術に関する行政監察が11月28~29日に組織、経費、研究、教育内容、RI管理、設備稼動状況について行われた。

第109回 (平成3年3月25日)

- 平成4年度概算要求について審議し、放射線管理研究部の助教授増員、医用物理研究部の新設、大型サイクロトロン新設要求を骨子とした。
- 石渡喜一助手の東京都老人総合研究所への転出を承認(6月1日付)
- 研究生1名、受託研究員1名、民間等共同研究員4名、客員研究員1名の受入を承認

第110回 (平成3年4月23日)

- 第一、第二、第三専門委員会について新委員を承認
- 課題採択専門委員1名の交代を承認
- センター規定の改定(医学部附属病院からの運営委員の選出)が原子理工学委員会にて承認された。
- 畑沢 順助手の秋田県立脳血管研究センターへの転出を承認(5月16日付)

[利用者の会報告]

利用者の会総会 平成2年11月26日

- 利用者の会会長として藤平教授(理・物理)を選出
- 理工系幹事に中川(物)、大森(化)、阿部(工)、岩田(RI)、中村、石井(CYRIC)を、ラ・イフサイエンス系幹事に飯沼、亀山、木村(医)、窪田、高橋、多田(坑研)、川村(農)、中村、伊藤、石渡(CYRIC)を選出した。
- センター共同利用に関し利用の手引のような小冊子を作成するワーキンググループを発足させた。

[講演会記録]

1) 土岐 博 (東京都立大学)

「Deeply Bound Pionic Atom」

平成3年2月

2) 核物理講演会

“ New Trends in Nuclear Collective Dynamics ”

(核物理に於ける散逸, 摆らぎ, 量子カオス………)

11月1日(木)

(1) Prof. Wolfgang Cassing (University of Giessen, Germany)

“ Many-body Problems for Finite Fermion Systems ”

(東北大学理学部物理A棟5階会議室)

(2) Prof. Peter Fröbrich (Hahn Meitner Institut, Berlin, Germany)

“ Are Delta Electrons an Atomic Clock for Deep Inelastic Heavy ion Collisions ? ”

(サイクロトロンラジオアイソトープセンター会議室)

(3) Prof. Yoram Alhassid (Yale University, USA)

“ Quantum Chaos in the Low-Lying Collective States in Nuclei ”

(サイクロトロンラジオアイソトープセンター会議室)

(4) Prof. Wolfgang Cassing (University of Giessen, Germany)

“ Particle Probes of Heavy Ion Dynamics ”

(サイクロトロンラジオアイソトープセンター会議室)

(5) Prof. Peter Fröbrich (Hahn Meitner Institut, Berlin, Germany)

“ Dissipation and Thermal Fluctuations in Heavy Ion Collisions ”

(東北大学理学部物理A棟5階会議室)

11月2日(金)

(6) Prof. Yoram Alhassid (Yale University, USA)

“ Hot Nuclei-Landau Theory, Thermal Fluctuations and Dissipation ”

(東北大学理学部物理A棟5階会議室)

世話人 滝川 昇, 織原彦之丞

3) EMIS12 : プレシンポジウム

「安定線から遠く離れた短寿命不安定核の製造と研究」

日時 : 平成3年3月18日(月), 19日(火)

場所 : 東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター講義室

3月18日（月）

Session 1 : 10:00—12:30

「はじめに」

藤岡 學 (東北大サイクロ)

「不安定核と核構造」

池田 清美 (新潟大)

「Nuclear Orientation」

N. J. Stone (Oxford大)

「Berkeley入射核破碎片分析器とそれによる物理」

小林俊夫 (高エ研)

「天体核物理の現状と不安定核」

梶野敏貴 (都立大理)

Session 2 : 14:00—18:00

「理研On-Line同位体分析器GARIS-IGISOL」

森田 浩介 (理研)

「原研におけるISOLを用いた研究」

関根俊明 (原研)

「中高エネルギー重イオンの偏極」

旭耕一郎 (東工大応物)

「Tilted Foil In-beam Polarization at the Recoil Mass Separator」

J. Rikovska-Stone (Oxford大)

「反跳核分離器CARPとその物理」

森信俊平 (九大理)

「ISOLDE型表面電離型イオン源の開発」

白壁義久 (東大核研)

「ヘリウムジェット系に結合した表面電離型イオン源による

アルカリ土類元素フッ化物のイオン化特性」

川瀬洋一 (京大原子炉)

「大电流負イオン源とPSでの重イオン加速」

森義治 (高エ研)

「大型ハドロン計画E-アレーナ」

野村亨 (東大核研)

「質量分離事初め」

坂井光夫

3月19日（火）

Session 3 : 9:00—12:30

「理研におけるレーザー核分光」

稻村卓 (理研)

「GARIS-IGISOLによる不安定核のCollinear Laser分光」

小泉光生 (広島大理)

「回転円盤搬送装置による新同位元素の検出」

御手洗志朗 (九大理)

「LEPSを用いたベータ線最大エネルギーの測定」

長明彦, 河出清 (名大工)

「希土類領域の超微細相互作用の高次効果の検証」

堀口隆良 (広島大理)

「KUR-ISOLの現状」

岡野事行 (京大原子炉)

「液体He中での重イオン不安定核の偏極」

宮武宇也 (阪大教養)

「高エネルギー入射核破碎片の分離と核スピン」

小沢顯 (阪大理)

「東北大ISOL, TRAP, LaserによるSpectroscopy」

和田道治 (東大核研)

「核研におけるION-TRAPの開発計画」

片山一郎 (東大核研)

Session 4 : 14:00-16:30

「Electron Storage Ringと不安定核」 前田和茂（東北大、教養）

「理研入射核破片分析器RIPS」 久保敏幸（理研）

「New Fragment Separator at RCNP Cascade Project」 下田正（阪大教養）

「原研における反跳核分析器の計画」 池添博（原研）

「不安定核の質量とドリップライン」 宇野正宏（文部省、早大）

「理研における不安定核の研究」 石原正泰（東大理）

「まとめ」

世話人：篠塚 勉（東北大サイクロ）

川瀬洋一（京大原子炉）

和田道治（東大核研）

藤岡 學（東北大サイクロ）

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　木　村　健　一（サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター民間等共同研究員）
会　社　名　株式会社フジタ
会社での身分　研究員
研究題目　高エネルギー中性子によるコンクリートの放射化に関する研究
指導教官　中村尚司教授
研究期間　3. 4. 1～4. 3. 31

氏　名　加　瀬　　健（サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター民間等共同研究員）
会　社　名　動力炉・核燃料開発事業団
会社での身分　研究員
研究題目　核分裂生成物の消滅処理に関する核データの調査研究
指導教官　中村尚司教授
研究期間　3. 4. 1～4. 3. 31

R I 管理メモ

平成2年全学講習会RI基礎コース修了者

部局名	人 数	部局名	人 数	部局名	人 数
医・病院	137	農学部	78	科 研	6
薬学部	35	教養部	1	通 研	10
歯学部	15	金 研	19	抗 研	15
理学部	92	非水研	6	選 研	2
工学部	31	遺生研	1	CYRIC	5
小 計	310	小 計	105	小 計	38
合 計			453人		

平成2年度全学講習会X線コース修了者

部局名	人 数	部局名	人 数	部局名	人 数
医・病院	12	金 研	31	非水研	6
理学部	26	抗 研	1	通 研	19
工学部	52	科 研	5	CYRIC	1
農学部	1	選 研	13		
小 計	91	小 計	50	小 計	26
合 計			167人		

平成2年度全学講習会RI専門コースI (液体シンチレーションカウンターの取扱)修了者

薬学部	農学部	CYRIC	合 計
11	6	1	18

CYRIC放射線取扱者有資格者数

(平成3年3月31日現在)

部局名	人 数	部局名	人 数	部局名	人 数
医・病院	67	農学部	7	選研	2
薬学部	54	教養部	5	医短大	2
歯学部	1	金研	8	その他	10
理学部	124	非水研	1	CYRIC	52
工学部	28	抗研	20		
小計	274	小計	41	小計	66
合計			381人		

平成 2 年度非密封 RI 使用量

核種	群	2年度 (KBq)	核種	群	2年度 (KBq)
Sr-90	1	1,112,947.200	C-11	3	135,479,650.000
1群計		1,112,947.400	N-13	3	26,640,000.000
			O-15	3	12,910,300.000
Ca-45	2	88,529.240	Mg-28	3	23,588.720
Mn-54	2	769.140	P-32	3	751,445.550
Co-56	2	240.000	S-35	3	344,023.000
Co-57	2	10.000	Ca-47	3	25,713.553
Co-60	2	8,828.400	Sc-43	3	
Zn-65	2	17,894.850	Ti-45	3	3,489,000.000
Ge-68	2	267,445.000	V-48	3	980,846.905
Se-75	2		Fe-59	3	2.180
Sr-85	2	12.300	Cu-64	3	20.000
Sr-89	2		Cu-67	3	935.350
Tc-95m	2	0.000	Zn-62	3	37,000.000
I-125	2	2,237,360.479	Ga-67	3	91,861.900
Cs-137	2	1,412,068.300	As-74	3	11.560
Ce-141	2	10,000.000	Sr-83	3	0.000
Eu-152	2		Mo-99	3	74,000.000
Tb-160	2	136,829.200	Tc-99m	3	74,000.000
Hf-181	2	0.000	In-111	3	164,300.000
Bi-207	2	110.000	I-131	3	241,567.430
2群計		4,180,096.909	Cs-132	3	10.000
			La-140	3	490,696.680
H-3	4	1,179,516.720	Nd-147	3	0.820
Be-7	4	8,509.200	Sm-153	3	157,057.200
C-14	4	122,768.500	Yb-175	3	
F-18	4	240,246,582.400	Lu-177	3	144,946.700
Cr-51	4	343,543.965	3群計		182,120,977.548
4群計		241,900,920.785			

[変更承認の申請手続きについて]

放射線障害防止法の改正に関連して、今回科学技術庁へ大巾な変更申請を行った。申請は近日中に許可される予定である。変更内容は以下のとおりである。

(1) サイクロトロン加速粒子の種類及びエネルギー変更

サイクロトロンの能力の変更箇所を表1に示す。 ^{15}N , ^{21}Ne , ^{22}Ne , ^{36}Ar 及び ^{40}Ar が加速できるようになった。又、加速エネルギーも多くの粒子について高くした。第5ターゲット室では加速粒子ビームの最大電流を $0.3\ \mu\text{A}$ から $0.6\ \mu\text{A}$ に増加した。

これによって、AVFサイクロトロンではArまでのすべてのアイソトープを能力をいっぱいの電流値で使用できるようになった。

(2) 非密封線源の使用数量の変更

今まで1日最大使用数量と年間使用数量が規制されていたが、3ヶ月間使用数量も規制されることになった。

原則として3ヶ月間使用数量と年間使用数量は、1日最大使用数量のそれぞれ90倍、200倍としたが、核種の使用量を別個に考慮して、原則に従がわない核種も多く作った。

法令の告示別表1に載っていない核種は、法令の規制が大変きびしくなった。これに伴い例えば、 ^{163}Ho の一日最大使用数量は 186MBq (= 5mCi)から 50KBq と大巾に減少せざるを得なくなった。このようなRIは第3群の核種に多く存在する。頻繁に使用されているRIの使用数量は減らしていないが、特殊なRIについては使用数量が大巾に減少されていることが多いので、実験者は放射線管理研究部に直接問い合わせて数量を確かめておいてほしい。

使用数量がCiからBq表示になったので、そのまま変換すると、例えば 6mCi は 186MBq のように、3桁の数字になって覚えにくい。そこで 5mCi は 200MBq のように1桁目でまるめた。多くの場合大きい値にまるめてある。

(3) 短寿命核種($T_{1/2} < 1$ 分)及び超長寿命核種の承認取り消し

非密封の取扱が不可能な短寿命核種と法令に定めるRIの濃度限度にはとてもなりえない長寿命核種を削除した。

この結果承認核種は1234種から1001種に減少した。

(4) 使用数量の増加

^{11}C , ^{13}N , ^{15}O 等11核種は生物関係の研究の需要に合わせて各棟別に増加した。

(5) その他

密封線源の貯蔵場所の変更、サイクロトロン棟加速器部品室をイオン源準備室へ、RI棟の作業室名の変更等

表1 サイクロトロンの加速粒子とそのエネルギー

変更前		変更後	
粒子	エネルギー (MeV)	粒子	エネルギー (MeV)
陽子	3-30 30-40	陽子	3-30 30-40
重陽子	5-25	重陽子	5-25
ヘリウム3	7-65	ヘリウム3	7-65
ヘリウム4	10-50	ヘリウム4	10-50
Li6,7	0-70	Li6,7	0-80
Be9	0-100	Be9	0-100
B10,11	0-100	B10,11	0-125
C12,13	0-100	C12,13	0-150
N14	0-100	N14 15	0-200
O16,17,18	0-150	O16,17,18	0-200
F19	0-150	F19	0-213
Ne20	0-150	Ne20 21,22	0-250
Ar38	0-150	Ar 36,38 ⁴⁰	0-170

■ 網かけの部分が追加または変更

[平成2年度有機廃液の処理量]

(1) 部局別受入量

理学部	510リットル
薬学部	481 "
工学部	0 "
CYRIC	729 "
合計		1720リットル

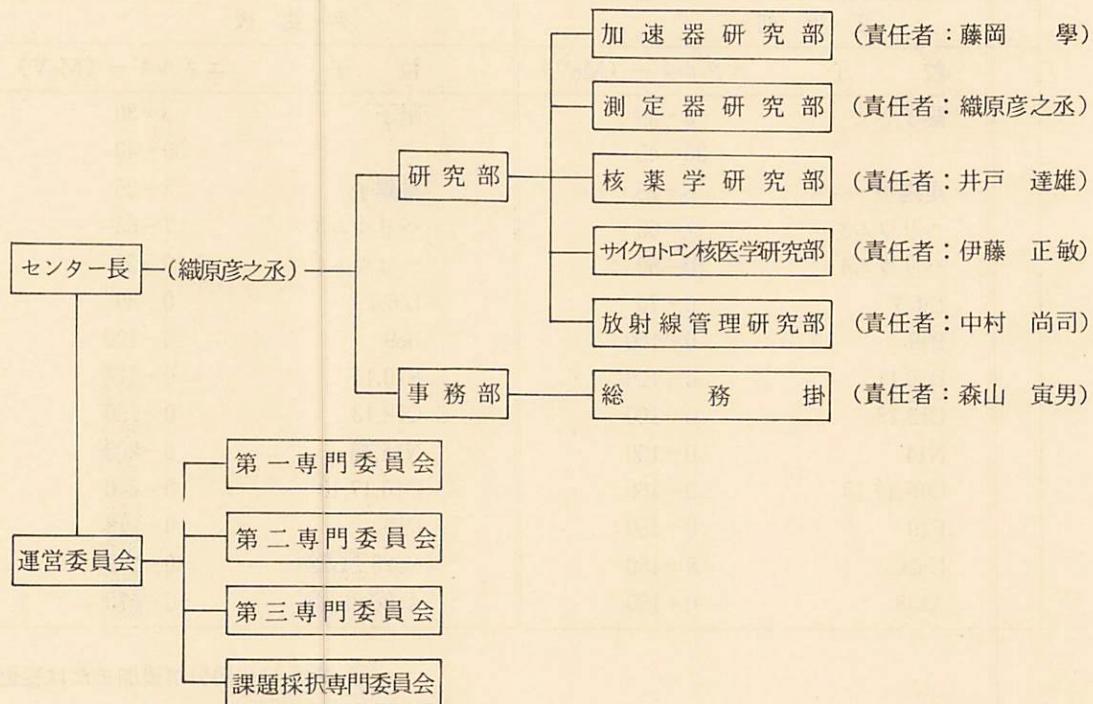
(2) 処理核種とその数量

³ H	29.70MBq	1720リットル
¹⁴ C	9.23 "	1620 "
³² P	1.00 "	510 "
⁴⁵ Ca	<0.01 "	510 "
合計	39.9 MBq	4360リットル☆

☆廃液タンク中に2種類以上のRIが含まれていることが多い。

核種別延べ処理量としたので、実際の処理量1720リットルより大幅に多くなっている。

組織図



学内内線電話番号

センター長室	5565
藤岡教授室	5567
織原教授室	5568
井戸教授室	5569
中村教授室	5570
伊藤助教授室	5572
総務掛	5566
RI実験棟管理室	5571

分野別窓口（ダイヤルイン）

理工系：	石井慶造 (227-5628)
ライフサイエンス：	
	井戸達雄 (263-5938)
RI：	中村尚司 (263-5929)
事務室：	森山寅男 (263-5360)

委 員 会 名 簿

(平成3年5月現在)

運営委員会

委員長	織原彦之丞 (CYRIC)	
	藤平力 (理学部)	秋葉健一 (選研)
	鈴木信男 (理学部)	福田寛 (抗研)
	小暮久也 (医学部)	藤岡學 (CYRIC)
	坂本澄彦 (医病)	井戸達雄 (CYRIC)
	山田正 (歯学部)	中村尚司 (CYRIC)
	鈴木康男 (薬学部)	石井慶造 (CYRIC)
	阿部勝憲 (工学部)	伊藤正敏 (CYRIC)
	木村修一 (農学部)	井上泰 (工学部)
	阿部健 (教養部)	菅原真澄 (理学部)
	花田黎門 (金研)	及川淳 (抗研)

第一専門委員会

委員長	藤岡學 (CYRIC)	
	藤平力 (理学部)	井戸達雄 (CYRIC)
	吉原賢二 (理学部)	中村尚司 (CYRIC)
	林部昭吾 (理学部)	石井慶造 (CYRIC)
	山屋堯 (理学部)	伊藤正敏 (CYRIC)
	川村暢明 (理学部)	篠塚勉 (CYRIC)
	国井暁 (理学部)	岩田鍊 (CYRIC)
	阿部勝憲 (工学部)	
	古田島久哉 (工学部)	
	阿部健 (教養部)	
	花田黎門 (金研)	
	秋葉健一 (選研)	

第二専門委員会

委員長	井上泰 (工学部)	
	吉原賢二 (理学部)	堀金彰 (農学部)
	岩田吉弘 (理学部)	長谷川雅幸 (金研)
	小野哲也 (医学部)	福田寛 (抗研)

坂本 澄彦	(医 病)	藤岡 學	(CYRIC)
山田 正	(歯学部)	中村 尚司	(CYRIC)
大内 和雄	(薬学部)	山寺 亮	(CYRIC)

第三専門委員会

委員長 井戸 達雄	(CYRIC)		
山本 和生	(理学部)	多田 雅夫	(抗 研)
吉本 高志	(医学部)	高橋 弘	(抗 研)
小暮 久也	(医学部)	窪田 和雄	(抗 研 病)
飯沼 一宇	(医学部)	藤岡 學	(CYRIC)
山本 政彦	(医学部)	中村 尚司	(CYRIC)
水柿 道直	(医 病)	石井 慶造	(CYRIC)
丸岡 信	(医 病)	伊藤 正敏	(CYRIC)
大内 和雄	(薬学部)	石渡 喜一	(CYRIC)
川村 美笑子	(農学部)	畠澤 順	(CYRIC)
福田 寛	(抗 研)		

放射線障害予防委員会

委員長 中村 尚司	(CYRIC)		
川村 暢明	(理学部)	林部 昭吾	(理学部)
藤岡 學	(CYRIC)	阿部 健	(教養部)
山寺 亮	(CYRIC)	井戸 達雄	(CYRIC)
森山 寅男	(CYRIC)	畠澤 順	(CYRIC)
		宮田 孝元	(CYRIC)

課題採択専門委員会

委員長 中村 尚司	(CYRIC)		
藤平 力	(理学部)	秋葉 健一	(選 研)
吉原 賢二	(理学部)	花田 黎門	(金 研)
川村 暢明	(理学部)	多田 雅夫	(抗 研)
小暮 久也	(医学部)	山田 健嗣	(抗 研)
吉本 高志	(医学部)	藤岡 學	(CYRIC)
阿部 勝憲	(工学部)	井戸 達雄	(CYRIC)
木村 修一	(農学部)	石井 慶造	(CYRIC)
		伊藤 正敏	(CYRIC)

[人事異動]

発令年月日	官 職	氏 名	異 動 内 容
平成3年3月31日	事務補佐員	佐藤 実千代	退職
〃 4月1日	総務掛長	斎藤 忠男	配置換え(事務局予算班へ)
〃 "	"	森山 寅男	" (旧歯学部付属病院)
〃 "	事務補佐員	岡田 美央	採用
〃 5月1日	"	千葉 幸代	配置換え(北青葉山分館へ)
〃 "	"	鈴木 佳江	採用

職 員 名 簿

(平成3年5月現在)

センター長 織原 彦之丞

加速器研究部

藤岡 學
林部 昭吾(理学部)
篠塚 勉
本間 壽廣

測定器研究部

織原 彦之丞
藤平 力(理学部)
石井 慶造
四月朔日 聖一
市川 勉

核薬学研究部

井戸 達雄
多田 雅夫(抗酸菌病研究所)
岩田 鍊
石渡 喜一
高橋 俊博
丹野 典子
高橋 英雄
石川 洋一(日本環境調査研究所)
内藤 豊(日本環境調査研究所)

サイクロトロン核医学研究部

伊藤 正敏
畠澤 順
瀬尾 信也
山木 葉子

放射線管理研究部

中村 尚司
山寺 亮
宮田 孝元
真山 富美子
渡邊律子

事務室（総務掛）

森山寅男
三浦潤一
若生はじめ
川村 智
藤澤京子
遠藤みつ子
岡田美央
鈴木佳江

図書室

山下知恵子
小川久美子

放射線管理室

橋本政広（日本環境調査研究所）
佐竹康弘（日本環境調査研究所）

制御室

菅 志津雄（住重加速器サービス株）
石渡毅一（住重加速器サービス株）
千葉 静雄（住重加速器サービス株）
戸村茂樹（住重加速器サービス株）



C Y R I C 百科

米国核医学会が提唱した人体内の内部被曝線量を計算する方法で、Medical Internal Radiation Doseの略称である。核医学検査の進展に伴って体内に投与したRIによる被爆を評価するものであり、*吸収線量D (Gy) は線源器官に累積された放射能量A ($\text{Bq} \cdot \text{h}$) と、線源器官でのRIの1崩壊当り標的器官での吸収線量を表すS値 (Gy/ $\text{Bq} \cdot \text{h}$) の積で与えられる。Aは実測により求められるが、S値は人体を数学的に模擬したファントム (MIRDファントム)に基づいて計算により求められている。

* 人体内の各臓器を線源器管 (RIを集積する器官) と標的器管 (吸収線量を評価する器官) とに分ける。

MIRD

ここで言うECRとは、ECRIS (Electron Cyclotron Resonance Ion Source) を意味する。加速器で加速されるイオンは多価イオンである程、得られるエネルギーが高い。そのため古くから重イオン源として、PIG (Penning Ionization Gauge Ion Source) が用いられて来たが、カソードの寿命、Ne より重い粒子の多価イオン化に問題があった。ECRは両端が閉じられた磁力線による反射鏡の中にイオンを閉じ込め、 $10^9 \sim 10^{10}$ の周波数の電磁波を供給し、プラズマ中の電子のサイクロトロン共鳴を利用して、電子にエネルギーを与え、原子と衝突させて、より高い多価イオンを生成させる。一般にこのイオン源は、加速器とは独立に設置した外部イオン源方式として使用される。

ECR

* Autoradiographyの略、
生体内の放射能分布を視覚的に観察する方法の一つで、
RIを投与した生体の全身または臓器のスライス片 ($7 \sim 30 \mu\text{m}$) と写真フィルム (通常X線用フィルム) とを密着させ、一定時間後にフィルムを現像し、放射能分布に対応した黒化分布を得る。あらかじめ放射能の強さと黒化度との相関を標準試料について求めておけば、黒化度をデンシトメーター等で測定することにより、放射能の定量データーを算出することができる。細胞レベルでの分布を調べるために、光学顕微鏡下でのミクロオートラジオグラフィーや電子顕微鏡を用いるウルトラミクロオートラジオグラフィーもある。センターでは ^3H や ^{14}C の他にポジトロン核種を利用したARGが使われている。

ARG

* SQUIDとは、ジョセフソン接合素子を用いた超伝導回路で超伝導量子干渉計 (Superconducting Quantum Interference Device) と呼ばれるものである。
超伝導体を適当な絶縁膜で接合した場合 (ジョセフソン接合素子) でも、超伝導が起る。この接合のおかげで、ジョセフソン接合素子は、有益な特性を持っている。二つのジョセフソン接合素子を並列に組合せた超伝導回路 (DC SQUID) では、超電流が、ジョセフソン接合素子がつくる閉回路の中を流れる磁束の周期関数で表わせ、その周期は、磁気量子 $\Phi_0 (= 2.07 \times 10^{-15} \text{ Wb})$ となる。これを利用すると、 Φ_0 単位の非常に感度の高い磁束計が得られる。この他に、RFSQUIDもあるが、感度はDC SQUIDの方が優れている。この様に非常に微弱な磁場を検出できることから、現在、人間の脳磁波 (10^{-13} テスラ) の検出への応用が期待されている。

編 集 後 記

一体どうなるのかと思っていた湾岸戦争も早く決着がついて何となく安心なこの頃です。まだまだ世界には火種が一杯あって気が抜けませんが、我が日本は四海波静かなりといったところでどうか。

このニュースも第10号となりました。出版を持続していくのは大変だと思っていましたが、幸い委員の方々の努力と皆様の御協力により、非常に順調にしかも頁数が先細りになることもなく出版できていることを喜んでいます。もう少し軟らかい内容の記事も入れて、一層読みやすいものにする努力をしたいと考えています。

なお、委員の理学部化学の大森 巍先生が静岡大学に御転任になり、後任に理学部化学の岩田吉弘先生が加わられることになりました。よろしくお願ひいたします。

(T.N.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)
岩 田 吉 弘 (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.10 1991年5月15日発行

〒980仙台市青葉区荒巻字青葉

東北大學サイクロトロン・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)