



No.13 1992.11 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 —利用者の会—

利用者の会会長 藤平力

サイクロトン・ラジオアイソトープセンター利用者の会が発足した時から色々と関わりを持って來た。1984年、利用者の会総会で正式に発足するまでは、松沢会長（当時抗酸菌病研究所教授）だけがいて、必要があるときに何人かの意見をまとめ、松沢会長が直接センターに申し入れて來た。この総会ではじめて規約等が承認され、「理工系利用者の会」、「ライフサイエンス系利用者の会」が認められ幹事会制度が発足した。初代会長に松沢教授が選ばれ、代表幹事はライフサイエンス系に抗研の多田先生が、理工系に私が選出され、この三人で利用者の会をまとめることになった。「利用者の意見をサイクロトロン・ラジオアイソトープセンター（CYRIC）に如何に反映させるか」が最も大事な仕事だったが、全学組織の運営委員会、センター長決裁のCYRIC、に通じる道はけわしかった。利用者が集って作った任意組織の利用者の会の意見を正式の委員会のメンバーに理解してもらうのは難しかった。松沢会長は「ライフサイエンス利用者の意見」と云う共同利用に必要な機器をまとめた要求書をセンター長あてに提出した。これがきっかけとなり、センター長が課題採択委員の推せんを「利用者の会」に依頼する慣例が作られた。もっとも決定権は運営委員会にあるので「委員定数の倍の推せんをすること」と云うものであった。曲りなりにも「利用者の会」はCYRICの一組織として認められたわけである。しかし、センター便りの組織図には依然として見当らない。規程に定められた組織ではないが、センター長につながる重要な組織として「利用者の会」を組織図に入れてもらいたいものである。

利用者の会は課題採択委員を推せんしたり、課題採択委員会と共に研究発表会を毎年行っている。秀れた研究成果は、CYRICの教職員と利用者の一体となった努力によってはじめて生れて來る。そうした点で利用者の意見をセンターに反映させることは双方にとって大切なこと、思う。又センター側の意見に充分耳をかすこととは共同利用施設を利用するユーザーとして当然のことである。この点、ライフサイエンスから理工系に亘る自然科学全分野の共同利用がスムースに行われていることは大変喜ばしいことである。特に、開設以来大量の放射性物質を取り扱いながら、一度も事故を起していないことは、センター教職員のたゆまぬ協力と利用者の努力の賜ものであり、関係者にあらためて感謝の意を表明する。

理工系から生物・医学系に至る多様な研究分野からの利用者は教職員のみならず大勢の大学院学生が含まれており、毎年数多く博士論文・修士論文を作り出しており、それを支えているのが利用者の会であると自負している。課題採択申込書類には、利用者からの共同利用費の欄や必要機器を記入する所があり利用し易くなる様に一応配慮されている。しかしそれを利用するには、ごく一部の常連のユーザーに限られており、もっと多くのユーザーからの要求があつて採択委員会が頭をいためるくらいにして欲しい。これは利用者への注文である。よくするも悪くするも利用者の責任は大きい。

とりとめなく書いて来たが、加速器の多目的利用、特に原子核研究から医学・臨床研究までの広範囲の研究が行われて来たのは全国でも珍らしく、これを支えてくれたCYRICの教職員の皆様に心から感謝をこめて終ります。



目 次

• 卷 頭 言	利用者の会会長 藤 平 力	1
• 「快挙」－科学技術庁功労賞受賞		3
• 国際研究紹介		
「Bio-PIXE国際シンポジウム」報告	CYRIC 石 井 慶 造	4
「Brain '93国際シンポジウム」開催について	CYRIC 井 戸 達 雄	7
• 研究紹介	工学部原子核工学科 阿部 勝憲・長谷川 晃	8
• 学内RI施設だより	素材工学研究所化学精製研究分野 秋 葉 健 一	16
• 歴史百景の訂正及び追加		18
• 新しい機器の紹介		19
• 共同利用の状況		20
• センターからのお知らせ		22
• 研究交流		24
• RI管理メモ		24
• 人事異動		30
• CYRIC百科		31
• 編集後記		32

「快挙」//

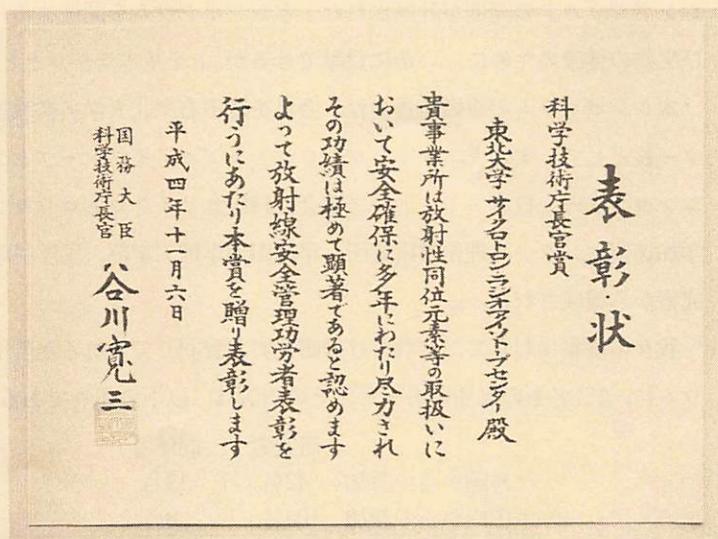
「放射線安全管理功労者表彰を受賞」

本センターは、平成4年度放射線安全管理功労者として事業所表彰を受け、科学技術庁長官賞を授与されました。

この表彰は放射性同位元素等の取扱事業所において、多年にわたり安全管理実務に従事し、安全確保に尽力した個人、および安全管理に優れた業績を有する放射性同位元素等の取扱事業所に対してなされるもので、平成4年度は個人35名、事業所8団体に対して長官賞として表彰状とメダルが贈られました。

本センターの受賞は国立大学の事業所としては初めてのことであり、最近国立大学の放射線管理が杜撰であるとの指摘が時折なされている現状からみて、この受賞は極めて喜ばしいことだと名誉に思っています。

特に本センターはサイクロotron加速器を学内共同利用に多目的に利用し、大量の放射性同位元素を製造して臨床診断を行っており、また年間数百人にも及ぶ利用者のある管理の難しい事業所です。このような事業所が国立大学のトップをきって今回の受賞に輝いたことは、放射線管理に長年携ってきた放射線取扱主任者を始めとする管理担当者の努力とセンター全体及び共同利用者の協力体制の賜であると誇り思うと同時に、さらに今後もその努力を続けなければと決意を新たにしています。



国際研究紹介

「バイオ-PIXE 国際シンポジウム」報告

サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター 石井慶造

標記の国際シンポジウムは、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、岩手医科大学、日本アイソトープ協会仁科記念サイクロトロンセンター、理化学研究所、国際科学振興財団共催、宮城県、仙台市、日本万国博覧会記念協会の協賛、ならびに多くの団体の援助のもとに、予定通り平成4年7月16～18日に東北大学青葉記念会館（18日の午後のセッションは岩手県産業文化センター）に於て開催された。

PIXEとは、粒子励起X線（Particle Induced X-ray Emission）の略称だが、非常に簡便で且つ高感度な元素分析法を言う。サイクロトロンまたはパンデグラーフなどの加速器からの陽子ビームを試料に当てるとき、試料中の原子がイオン化され、元素固有のX線が発生する。このX線の発生断面積は非常に大きく、微量元素分析に応用できる。この方法の特徴は、試料は少量で良く、ppmのオーダーの微量の元素を原子番号Z=5～92の元素の広い範囲に渡って同時に分析できることである。現在、この方法は、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、犯罪操作等の試料の分析に応用されている。特に、生物・医学・環境科学の分野への応用研究が、近年活発に行われている。複雑化しつつある社会生活における人及び生物の健康、地球規模で広がる環境汚染及び環境破壊の人及び生物への影響などを考えると、このような応用研究の緊急性が痛感される。このことと、生物・医学・環境科学の分野へのPIXEの応用研究を「バイオ PIXE」と言うひとつの学問として発展させるために、「バイオ-PIXE 国際シンポジウム」の開催が計画された。本シンポジウムを開催するにあたって、「PIXE法が、人及び生物の健康のために、いかに貢献できるか。」を基本テーマとした。

本シンポジウムの組織委員会は、会長を森田右東北大学名誉教授、組織委員長を織原彦之丞センター長として、東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター、岩手医科大学サイクロトロンセンター、日本アイソトープ協会仁科記念サイクロトロンセンター、東北大学理学部、筑波大学加速器センター、理化学研究所、早稲田大学理工学部、国際科学振興財団の多数の機関からの研究者から構成された。

我々の提案に対して、どれだけの研究者が賛同してくれるか若干の不安があったが、本シンポジウムに、151名もの参加があった。その内訳は、以下の通りである。

	研究者	同伴者	
外国からの参加	42名	+	12名
国内からの参加	109名	+	8名
	151名	+	20名 = 171名

総参加邦数は19ヶ国であった：オーストラリア（2），オーストリア（1），ベルギー（2），中国（10（このうち台湾4）），デンマーク（2），フィンランド（1），ドイツ（2），ハンガリー（1），メキシコ（2），オランダ（1），ポーランド（2），ポルトガル（1），ルーマニア（1），南アフリカ（2），スロベニア（1），スウェーデン（3），英國（1），米国（7），日本（109）。

論文発表件数は，招待講演19件，申し込み講演37件，計56件であった。発表内容は，一般講演2件，PIXEの基礎研究6件，技術開発13件，植物・動物8件，医学18件，環境問題9件であった。異なる分野の研究者の間での議論であったが，終始，友好的な雰囲気の中で，研究成果の発表，及び活発な議論が行われた。

最初，一般講演として，自治医大の野見山教授，東北大農学部の木村教授に医学，栄養学における微量元素の役割の重要性について解説してもらった。

技術面では，陽子顕微鏡を目指したマイクロ・ビームの論文が多く紹介された。現在のところビームスポットは $5\sim10\mu\text{m}$ でまだ細胞の中まで見えないが，今回，人の皮膚，魚の耳石，爪，花粉，アメーバなどの生物試料についての微量元素の分布画像が報告された。

漁業および農業にPIXE法を応用した研究が報告された。魚の中の微量元素をPIXEで測定して，魚の生態，病気，発育状態を調べることへの試みとか，PIXE法による土壤の分析など，興味ある研究報告がなされた。

PIXE法の医学への応用として，心筋梗塞，白血病，糖尿病，アルツハイマー病，肝機能疾患，動脈壁硬化症，間質肺炎，がんなどの疾病の原因究明にPIXEを用いた研究が紹介された。これらの研究を通して，生体内の銅，鉄，亜鉛に関する比（Cu/FeまたはCu/Zn）が，どの疾病においても，その進行度に強く依存しているのは，興味深い。アルミニウムとアルツハイマー病との関係をPIXE法を用いて解明しようという試みが東大グループによって，報告され注目を集めた。

大気汚染による環境破壊が，大気中の浮遊塵つまりエアロゾルのPIXE分析の研究報告を通して指摘された。工場または石炭等を燃料にした火力発電からの排煙による大気汚染は直接に人の健康を害すばかりでなく，酸性雨にもたらして森林も破壊する。デンマークのグループは，エゾ松の葉の表面に亜鉛と硫黄が年々蓄積していくことをPIXE法を用いて示した。この問題は，日本でも深刻化している。早急に，PIXE法を用いた汚染検査網を大都市周辺に配備すべきかと考える。大気汚染の他に，中国，四川省のある地方のルビジウムを多く含んだ土質とその風土病との関係をPIXE法で調べた報告もあった。

以上の研究発表内容から分かるように，本シンポジウムは学術的にも社会的にも意義ある会議と言っても過言で無いと思われる。今回発表された研究のほとんどは，研究課題の選択は皆で行い，サンプルの収集を医学者，農学者，生物学者，環境科学者がやり，試料処理とターゲット作成は化学者が，イオンビームの調整，X線測定，データ処理は物理学者がやるというふうに，各々の専門を活かしながら協調して行われたものである。この様に，本当の意味での学際協力の意義が確認さ

れた会議でもある。学際的研究の重要性が唱われている今日、本シンポジウムの成功は大変意義あるものと自負する。そして、本シンポジウムの意義とその成果が認められ第2回の会議を米国カリフォルニア州デービスで1994年に開催することになったことは、我々第1回の主催者としては喜びのかぎりである。

本シンポジウムの開催によって、さらに大きな成果が得られた。これまで、PIXE研究者の組織といったものは無く、年に一回シンポジウムを開く位の研究者間の交流しか無かったが、今回を機会にPIXE研究及びPIXE研究者のための「日本PIXE研究協会」が設立された。事務局は当センターに置かれ、現在の会員数は約90名で、会長として当センターの初代センター長でもある森田右東北大名誉教授が選出された。名誉会員として、PIXE分析法の考案者であるスウェーデンのルド大S. A. E. Johanson教授が加入している。また、PIXE研究の公表の場である国際科学雑誌 International Journal of PIXE (World Scientific社) の編集局もこれを機会に当センターに移された。これらの組織を通じて、PIXE研究者間の交流及びPIXE研究が益々盛んになると期待される。事務局及び編集局の仕事で皆様に御協力をお願いすることが多々あると思いますので今後とも宜しくお願ひ致します。

本シンポジウムは、スムースに運営され、参加者及び関係各位からお褒めと感謝の言葉を戴いた。本シンポジウムにご協力下さったサイクロトロン・ラジオアイソトープセンター、理学部化学、理学部物理、理学部物理事務、岩手医科大学サイクロトロンセンター、日本アイソトープ協会仁科記念ライクロトロンセンター、仙台コンベンションビュローの多数の方々、並びに貴重なご援助によってこの会議の開催を可能にして下さった文部省、県、市、仁科記念財団、日本万国博覧会記念協会をはじめとした諸団体のご協力に心から感謝致します。

国際研究紹介

Brain '93 Sendai 国際シンポジウム開催について

第16回国際脳循環代謝会議が平成5年5月22～28日に仙台国際センターで開催されます。

この会議は脳の研究分野で伝統のある会議であり、脳循環・代謝に関する基礎的ならびに臨床的研究、すなわち脳の伝達物質と受容体・脳血管障害・神経外傷などによる脳組織損傷の病態と予防・老年痴呆をはじめとする各種神経疾患の病態解明・画像診断・治療法などに関する最新の研究成果を発表・討論し「脳の機能と疾患」の解明に貢献することを目的としております。

1963年スウェーデンで第1回の会議が持たれてから2年毎に開かれており、今回仙台での会議が第16回目となります。約1,200名（国内500名、国外700名）の参加者が予想されており、現在1100の応募演題が集っております。

CYRICを利用して関連分野で研究を進めている多くの研究者も実行委員としてこの会議を支援しております、CYRICを利用した研究成果も多数応募されています。

関心をお持ちの方々の御参加を期待しております。なお、この会議に関する連絡先は以下のとおりです。

BRAIN '93事務局

〒980 仙台市青葉区大町2-9-13

ライオンズビル西公園2F

TEL 022-214-1778

FAX 022-214-1779

研究紹介

高エネルギー軽イオンを利用した原子力材料の研究

原子核工学科 阿部 勝憲, 長谷川 晃

1. 序論

私達の身の回りにある固体の物質は、多かれ少なかれ原子あるいは分子がある規則性をもって集まってできている。その中でも金属やセラミックスなどは、それを構成している原子が簡単な規則性をもって3次元的に格子状に集まっている結晶性固体の典型である。この格子の規則性が何らかの原因で乱れたものを格子欠陥と呼んでいる。この格子欠陥を生ずる原因としていろいろなものが考えられるが、高速のイオン、中性子あるいは電子照射などによるものを特に照射欠陥と呼び、これによる材料のさまざまな特性の劣化を照射損傷と呼んでいる。工学的な立場から見て照射損傷が重要となってくる場合としては、核分裂反応で生じた中性子が 1 cm^2 あたり毎秒 $10^{13}\sim 10^{15}$ 個も飛び回っている原子炉内部の構造材料の劣化や、宇宙空間におけるMeV～GeVのエネルギーを持ったプロトンなどの宇宙線照射による人工衛星などの半導体素子の損傷などが考えられる。我々の研究グループでは、特に原子炉（核分裂炉、核融合炉）における材料の照射損傷に関する研究を行なってきた。以下にその研究の背景と研究の内容について紹介する。

将来のエネルギー源として期待されている核融合炉は、我国をはじめ多くの国の研究機関・大学で研究され、特に2010年頃に実験炉（核融合反応が自己点火し長時間持続する炉）の建設にかかることが国際協力事業として進められている。これまで主として核融合プラズマの閉じこめ・制御が中心的課題であったが、実際の炉を作る上では超高温（1億度以上）のプラズマを入れ、かつ高エネルギーの中性子にさらされる炉の材料をどうするのかなどの炉工学の課題がいよいよ重要になってくる。その中でも構造材料の中性子による重照射損傷が核融合炉の実用化にとって最大の障害になるとを考えられている。現在のところ、材料選択のために必要とされる材料データベースをみると、温度・応力条件などについては通常の非照射材料の実験により得られたデータがあるが、照射材料のデータは十分でない。核融合中性子による照射損傷の評価に十分な粒子束密度をもつ核融合中性子源が無いために、原子炉での中性子照射や加速器による高エネルギーのイオン照射などを利用して、いわゆる「模擬実験」によって核融合照射条件下での材料の挙動を理解する試みが続けられている。加速器によるイオン照射実験は原子炉での照射にくらべて、照射体積や試験片の大きさなどで制約が多いが、温度や照射量などの制御がしやすく、また試料の誘導放射能が低いために実験室で取り扱い易いなどの特徴がある。さらに照射下での物性測定が原子炉よりやりやすいという特徴もある。我々はこのような背景のもとに当サイクロotron施設を用いて実験を行なっている。

2. 高エネルギー粒子の照射によって材料中で生ずる現象

原子炉の構造材料においては高エネルギー中性子照射による格子欠陥が問題であると述べた。ではこの原子サイズの格子の乱れがどのようにして生じ材料の強度などの力学的特性に影響を与えるのであろうか。格子欠陥の生成は古典的な描像では、ビリヤードの玉突き現象を思い浮かべてもらえばよい。先に結晶性固体中の原子は格子状に並んでいると述べたが、実際の格子はビリヤードの玉を最初に集めたようにぎっしりとは詰まっていない。高エネルギーの入射粒子と格子の原子の玉突きは実際には入射粒子と格子の原子核との玉突きであるので、原子核の大きさが原子にくらべ 10^{-4} 倍も小さいことを考えると実際は隙間だらけの的との玉突きと考えた方がよい。ただし格子の中に雲のごとく存在する電子は、入射粒子のエネルギーが小さくなるにつれ遮蔽効果により玉突の確立に影響を及ぼす。格子の原子核と入射粒子がたまたま衝突すると、衝突の仕方によってある一定の割合で入射粒子の運動エネルギーが格子の原子核に与えられる。衝突によってある一定の値以上のエネルギー (E_{th} : はじき出しのしきいエネルギーという。20~60eV の値を持つ。) をもらった原子だけが格子点から飛び出し、さらに十分大きなエネルギーをもっていれば近くの格子位置にある原子と次々に玉突きをおこし、もらったエネルギーを衝突ごとに周囲の原子に分け与えながらカスケードと呼ばれるはじき出し原子のたくさんある領域をつくる(図1)。この時格子から原子

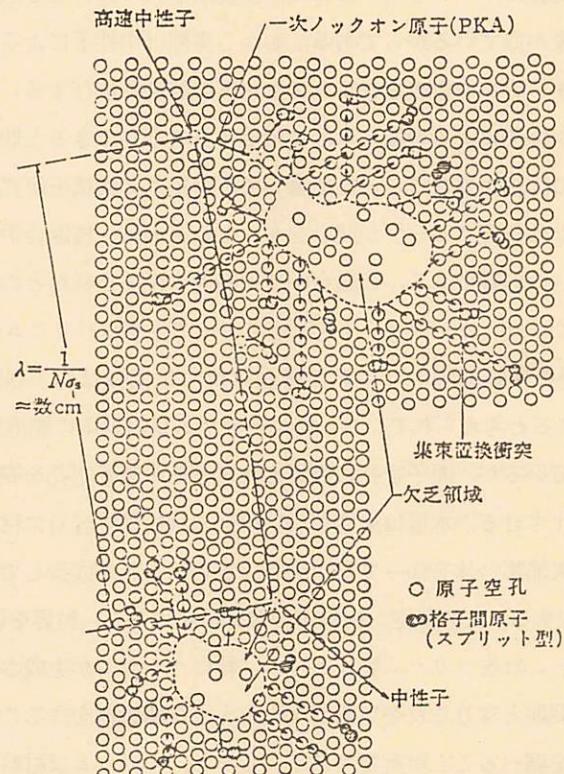


図1 高速中性子によるはじき出しの模式図

が飛び出して空席になった部分を原子空孔といい、格子位置の間に入った原子を格子間原子と呼んでいる。この原子空孔と格子間原子1つずつの組をフレンケル対と呼んでいるが、これは格子欠陥の特性を考える上での基本要素ともいべきものである。材料の損傷の程度を現わす一つの指標としてdpa (Displacement Per Atom) という指標がある。これはある体積の物質が照射されたときその中に生じ得るフレンケル対の数をその体積中の原子の総数で割った値で、1 dpa とはその体積中の原子が全て1回ははじき出しを受ける確率があるということを意味する。核融合炉ではおよそ100dpa程度の損傷が生ずると考えられている。

カスケードのもとになるはじき出しからカスケード生成終了までの現象はおよそ 10^{-13} 秒の間に起こるとされている (dpaの定義に用いるフレンケル対の値はこの時生じ得る数を用いる)。この後、熱運動などで格子間原子が原子空孔に入ったりして格子欠陥が消滅したり、それぞれが集まって格子欠陥集合体を形成したりする。この過程は材料温度、すなわち欠陥の動き易さによって異なり、照射後熱処理などによってさまざまな大きさや形態をもった損傷ミクロ組織が材料中に形成される。研究の対象となる材料の特性によって注目する損傷組織もそれぞれ異なる。特に力学的特性は原子スケールの微細な欠陥集合体から結晶粒(例えば数十μm)程度の大きさのものまで各大きさのレベルでいろいろな影響があるので、どのような損傷組織が形成されるのかを知る必要がある。中性子のはじき山しの実験にイオンを用いるのは、衝突断面積の違いこそあれ、結果として現われるはじき出しという現象が似ているからである。しかし実際は中性子による損傷の内容は、はじき出された原子のエネルギー分布や生成されるカスケードの詳細に依存する。イオン照射による損傷研究が始められた頃は中性子による損傷を単純に模擬することができると期待されたが現在ではイオン照射と中性子照射の詳細が異なることを認識して照射損傷の機構を研究する必要がある。

先に述べたように我々の研究グループが関心をもっているのは、核融合炉や高速炉の中性子による損傷の材料強度特性への影響である。核融合炉では高速中性子と材料との相互作用は上述のはじき出し損傷のみではなく、(n, α) や (n, p) 反応によって生ずるヘリウムや水素の役割も重要である。例えば、実用炉の運転期間中に主要な構造材料中に損傷は約100dpa以上、ヘリウムは1000appm程度生成されると考えられている。特にヘリウムは材料中の固溶度が全くなく単独では格子間位置をさまよっているが、原子空孔に捕獲されるとその原子空孔を安定化させ、さらに空孔型の欠陥集合体を安定化させる。水素は温度が高い場合には拡散で容易に材料の外へ逃げてしまうが、ヘリウムは微細な欠陥集合体を作り安定化し、さらにこれが成長して材料中に微細な(直径10nm程度)気泡を形成する。この気泡が材料中の粒界に集まると、粒界を弱くして材料の延性を低下させことがある。これをヘリウム脆化と呼ぶ。特にヘリウムが生成される条件でかつ高温ではこのヘリウム脆化が問題となりこれを克服しないと大きな構造物を作ることが出来ないので、材料中のヘリウムの挙動を調べることが重要である。しかし、ヘリウムは材料中に全く固溶しないので、材料試験を行なえる厚さの試料中にヘリウムを導入する事が難しい。ボロンやトリチウム等の

核反応を用いる方法もあるが、加速器による注入はどんな材料にも使えるという利点があり、現在の我々のマシンタイムの多くはこのヘリウム注入のために使われている。

典型的なサイクロトロンのマシンタイム（12時間/1回）で得られる dpa のレベルは決して十分ではない。したがって後述する種々の測定方法を組み合わせてサイクロトロンでのイオン照射の特徴を生かす工夫をしている。

核融合炉の照射環境を考えた場合、100dpa という重損傷による影響が非常に重要なので、高速炉のはじき出し損傷と組み合わせて研究を続けている。具体的にはサイクロトロンでヘリウムを注入した材料を日米共同研究により米国の原子炉で中性子照射している。このような状況から現在は主として高 dpa の性質は原子炉で、ヘリウム効果についてはサイクロトロンで調べている。

3. イオン照射の特徴とこれまで得られた結果

高エネルギーイオン照射の特徴は、材料中に導入される欠陥とその入射粒子の分布が入射深さ方向に大きく依存することである。このような深さ分布の利用方法が図 2 に模式的に示す¹⁾。

まず第 1 の方法は図 2-a に示すようにイオンが突き抜けた入射表面側の損傷分布変化が小さい領域を用いるもので、入射粒子を含まず損傷分布がほぼ一定な試料が得られる。この場合には、もし突き抜け部分の厚さが十分であれば、ほぼ入射エネルギーのイオンによるはじき出し損傷の機械的性質への影響を調べることができる。図 3 は試験片の厚さを調整して、16MeV の重水素イオンをモリブデン合金 (TZM) に照射し、照射後の引張試験で得られた降伏応力の増加（硬化）を核分裂中性子と核融合中性子の照射データと比較して示したものである²⁾。中性子照射は京大炉 (KUR) とリバモアの中性子源 (RTNS-II) で行なった。はじき出し損傷量 (dpa) で整理すると、同じ照射温度でも硬化量が異なる結果が得られた。これは一次はじき出し原子のエネルギー

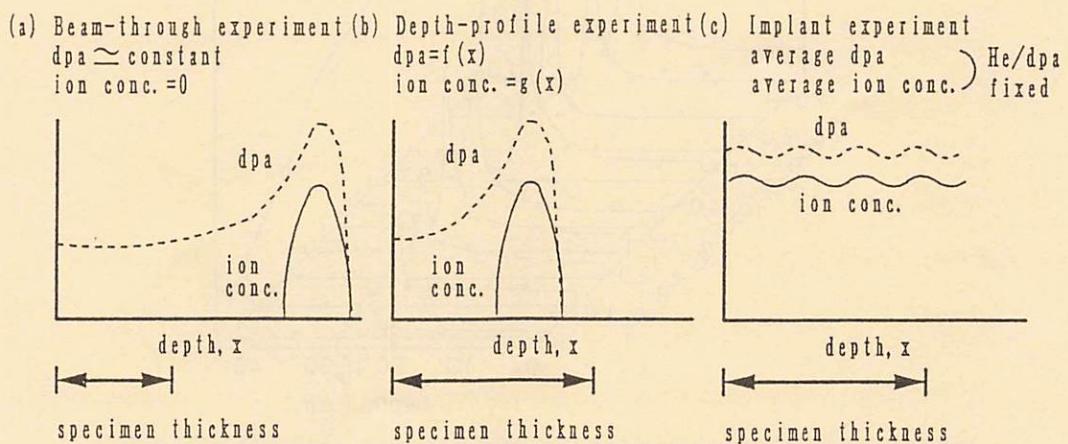


図 2 損傷とイオンの深さ分布と機械的性質測定への応用

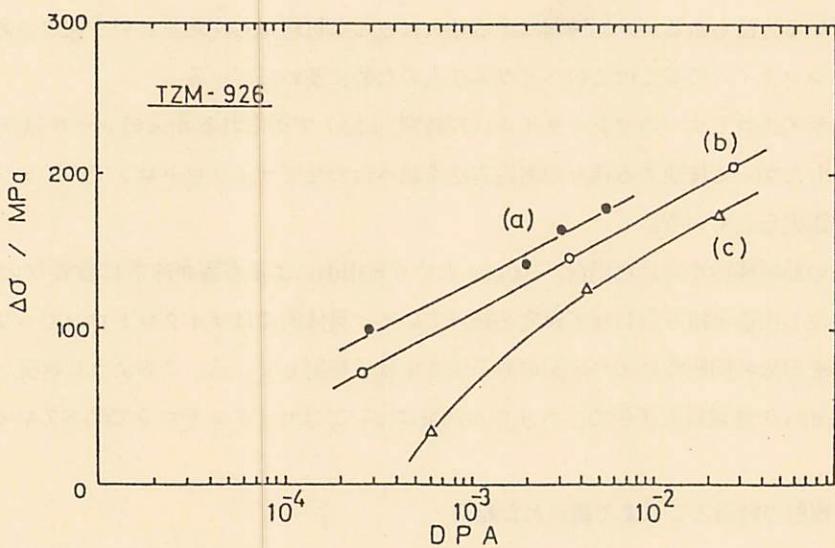


図3 照射による降伏応力の増加 (a) : 14MeV 中性子照射,
(b) : 核分裂中性子照射, (c) : 16MeV 重水素イオン照射

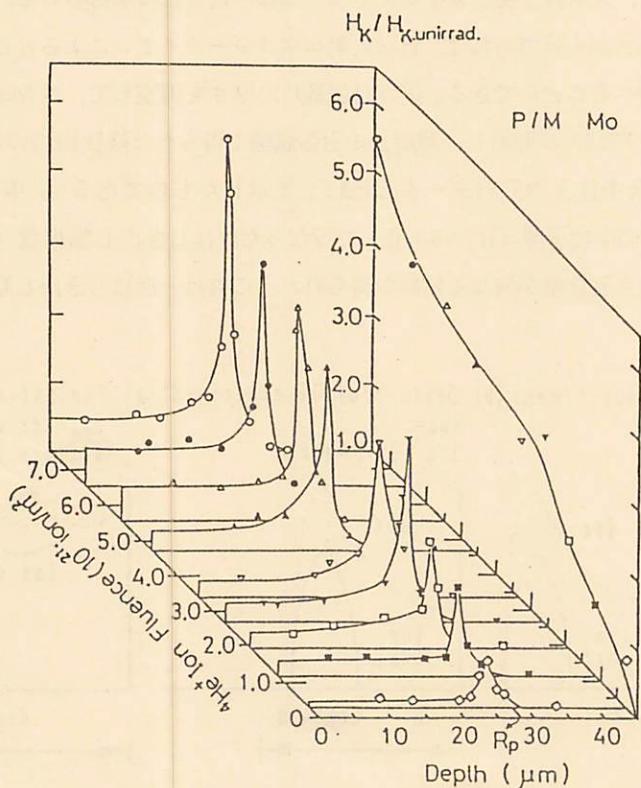


図4 10MeV のヘリウムをモリブデンに照射したときの照射硬化の深さ分布と
その照射量依存性

ペクトルや損傷速度が違うために、硬化に寄与する微細組織も異なったものが形成されたことを示している。

次に第2の方法として考えられる損傷領域と飛程近傍のヘリウムの分布する領域（図2-b）の深さ方向についての機械的性質を調べるためにには微小硬さ試験が有効である。図4³⁾は10MeVのヘリウムを照射したモリブデンの飛程に沿った深さ方向の微小硬さの変化である。入射表面側のゆるやかな変化と飛程近傍の鋭いピークが特徴である。照射量に伴って硬さが増加している。ヘリウムの飛程近傍に見られる硬さピークの値とヘリウムを含まないはじき出し損傷領域の硬さ値の照射後等時焼鈍による回復挙動を調べた結果から、硬さに寄与する欠陥が前者ではヘリウムの集合体であり、後者でははじき出しによる欠陥集合体であることが分かった。また図5に示した透過型電子顕微鏡による微細組織観察の結果からも、飛程近傍でヘリウム気泡の大きさや数密度が大きく変化する分布が得られた⁴⁾。またヘリウムは単独で存在した場合には非常に動き易いと考えられているが、はじき出し欠陥と共に存している飛程近傍では、-125°Cから800°Cの範囲でヘリウムの分布がほとんど変わらないことも分かった。

第3の方法としてヘリウムによって材料の延性がどう変化するかを調べるためにには、ある程度の試験片の厚さが必要であり、試験片中にヘリウムを均一に分布させなければならない（図2-c）。これには照射試料の前に厚さの異なる金属箔を風車状に張った円板（エネルギーディグレーダー）を用いる。照射中に円板を回転させることで、試料中の深さ方向に均一に照射粒子（ヘリウム）を分布させる¹⁾。この方法を用いて、約100appmのヘリウムを注入したFe-15Cr-20Ni合金（オーステナイトステンレス鋼）における引張試験による全伸びの変化を示したのが図6である⁵⁾。ヘリウム注入材では試験温度の上昇とともに伸びが著しく減少する。溶体化材（SA材）では550°C以上で伸びが減少するのに対し、冷間加工（CW材）では650°C以上でないと起きないと示しており、冷間加工によって導入された転位がヘリウムを捕獲することでヘリウムの粒界への偏析を抑制し、脆化の発現を抑制できることを示している。したがって同じ材料であっても熱処理や加工によりミクロ組織を制御することにより耐照射性を向上することができる。

4. 今後の展開

第4の方法は第1と第3の方法を組み合わせるという新しいアイデアであり、突き抜け部分とヘリウム均一注入をディグレーダーの組み合わせによって一つのイオンビームで深さ方向に独立に損傷とヘリウムを導入する方法である。この実験を行なうには格段に多いビーム電流とマシンタイムを必要とするが、高エネルギー軽イオンとステッピングモータ制御ディグレーダーにより面白い実験ができると考えられる。

一方、加速器照射の利点である照射中の物性測定がやりやすい点を生かし、照射中の力学的挙動（クリープ、疲労）に及ぼす応力効果、ヘリウム効果などの複合効果を調べることも重要と考え

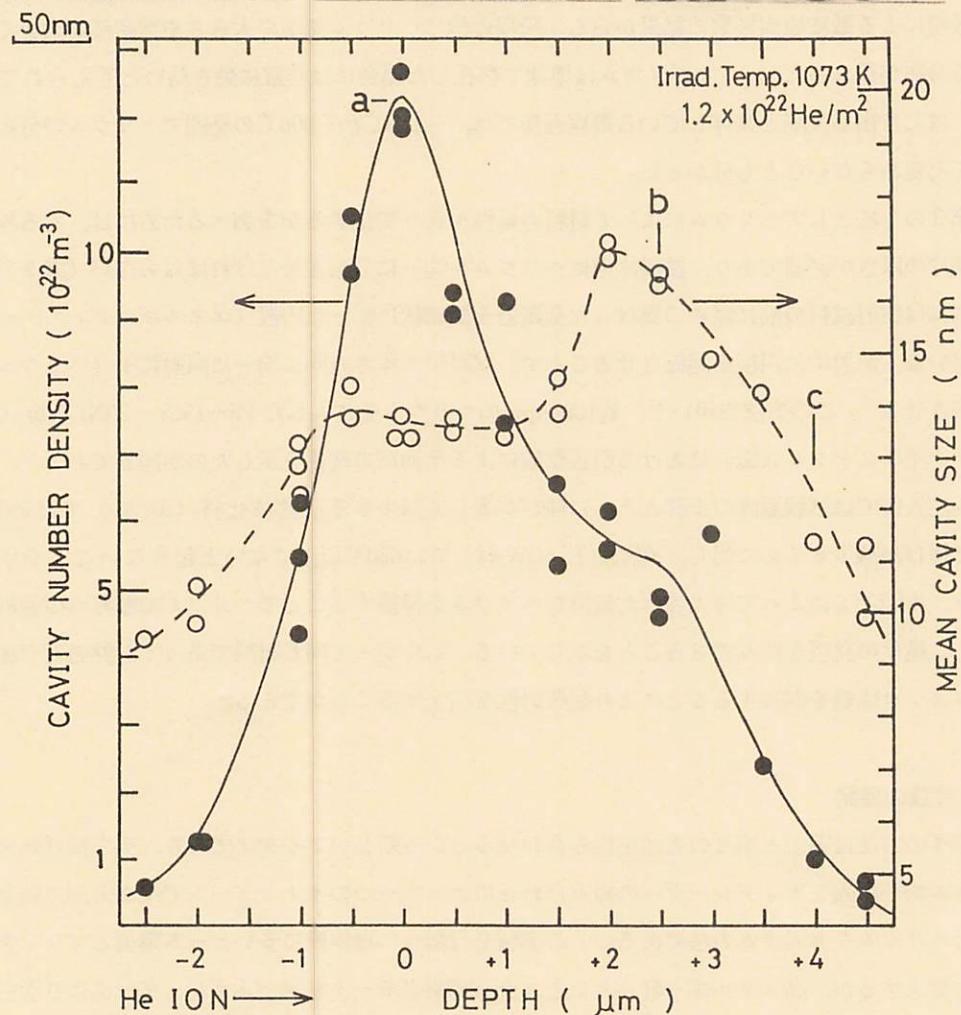
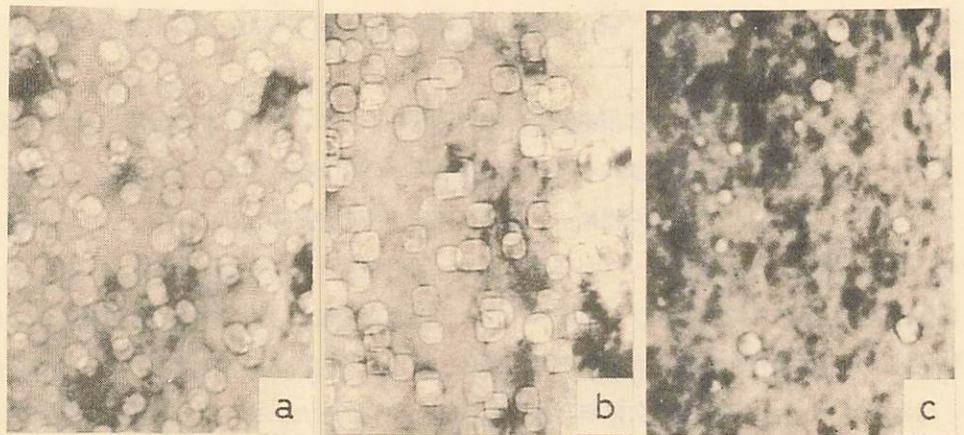


図5 10MeVのヘリウムをモリブデンに照射したとき、照射硬化ピーク領域において観察されたバブル（気泡）数密度と直径の深さ分布

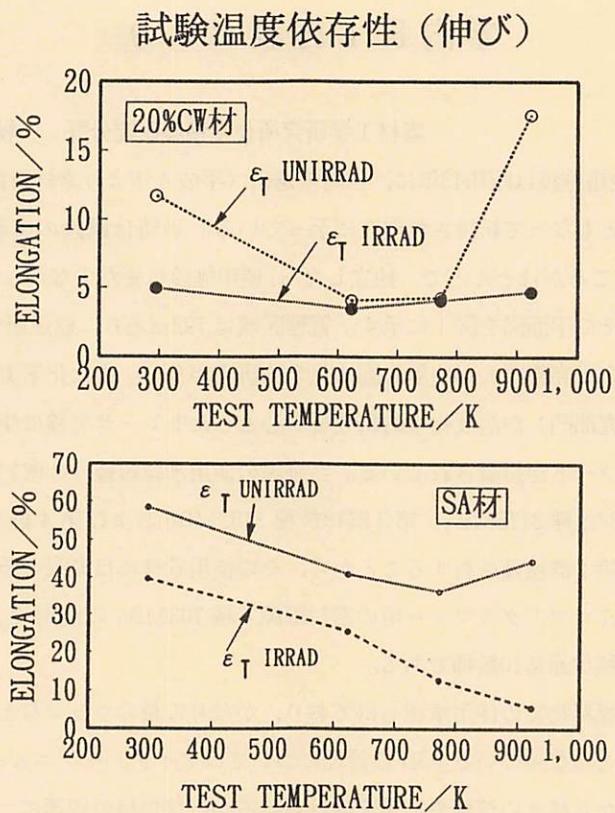


図6 約100appmのヘリウムをオーステナイトステンレス鋼に注入した時の伸びの変化に及ぼす冷間加工の影響

られる。ただそこへ至るにはターゲットステージ周辺の照射チャンバーの整備はもとより、マシンタイムやサイクロトロンのビームの安定性をあげることなどでサイクロトロンのスタッフの方々のご協力をも一層仰がねばならない。さらにもう1台サイクロトロンを作れたならば、高エネルギー軽イオンの二重ビーム照射ができ、損傷とヘリウムの導入を別々のビームでできるので、照射パラメータを自由に変えた研究ができる。

参考文献

- 1) T. Masuyama, M. Morimoto, O. Konuma and K. Abe, Proc. Int. Conf. on Evolution in Beam Applications, Takasaki, Japan, 1991, p.729-733
- 2) K. Abe, F. Nagase and S. Morozumi., J. Nucl. Mater. 179-181 (1991) pp.1088-1091
- 3) K. Abe, A. Hasegawa, M. Kikuchi and S. Morozumi., J. Nucl. Mater. 103-104 (1981) pp.1169-1174
- 4) 長谷川 晃 博士論文 東北大学 (1984)
- 5) ママン・テジャスクマナ, 工藤耕誌, 阿部勝憲 原子力学会概要集 (1992)

学内 RI 施設だより

素材工学研究所化学精製研究分野 秋葉 健一

素材研 3 号館 RI 使用施設は昭和43年に、当時の選研（平成4年より素材研に改組）の長町から片平地区への移転とともに新設され現在に至っている。当時は既設の実験室を一部改造して RI を使用しているところがほとんどで、独立した RI 使用施設はまだ少なかった。

施設は平屋建てでその平面図を図1に示す。管理区域は 792m²あり、核燃研究室は複合系制御研究分野（旧核燃料や金研究部門）が使用し固体化学的研究が多い。また化学実験室は化学精製研究分野（旧放射や金研究部門）が溶液化学的研究を中心としたトレーサ実験に使用しており、大部分の室に実験台およびフードが設置されている。当施設の使用承認核種は非密封が主で、第1群3核種 107MBq、第2群32核種 2775MBq、第3群18核種 3182MBq および第4群3核種 259MBq である。わずかとはいっても第1群核種を有することから、その使用管理には緊張を要する。またメスバウアー線源およびガスクロマトグラフィー用の密封線源4種 703MBq の使用承認を得ている。しかし実際に使用する核種は通常10数種である。

さらに当施設は核燃料物質の使用承認も得ており、かなりの量のウランなども保有しており、RI に準じて管理することになっている。RI の管理についてはアイソトープニュースや講習会あるいは学内の委員会などから様々な情報や指導を受けられるが、核燃料の管理については情報も少なく手探りのことがらも多い。

本研究所の放射線取扱いの登録者は職員43名、研究生学生など28名であるが、そのうち一般の放射線取扱者は20数名であり、X線のみの取扱い者のほうが40数名と多い。したがって放射線障害予防内規とは別に、エックス線障害予防内規をもうけ X 線取扱い主任者を選任して、これに対応している。

職員の出入りは比較的少なく、実験室を占有して使用することが多い。実験の進展には好都合であるが、マンネリにならぬよう注意しなければならない。従来継続の登録者が多いこと、原子核工学専攻の院生が多いことなどで、新規の教育訓練の対象者は少なかったが、最近、年度途中からの外国人研究生の教育訓練が必要になっている。ケースバイケースで個別にビデオや資料でアウトラインを説明し、あとは on the job training で対応している。

このように、本 RI 施設は非密封核種をトレーサとする化学実験が多く、RI の飛散、放出、汚染などのないように日常の安全管理が求められる。金属錯体を含む有機廃液、 α 放射体さらに核燃料など集荷されない廃棄物が次第に蓄積している。RI 管理の専任職員はいないので、主任者を中心にして研究室のスタッフがそれぞれ業務を分担しながら管理を行なっているのが実状である。利用と管理がルーズにならぬように自己規制が強いられるところである。

ところで施設設備も四半世紀を経てそこここにいたみも進んでおり、維持管理には種々問題をか

かえている。とくにスペースに見合った給排気には風量と冷暖房のバランスがとりにくいくこと、経年によるボイラーや熱交換機の性能低下や故障などで、そのメンテナンスの負担が大きくなっている。

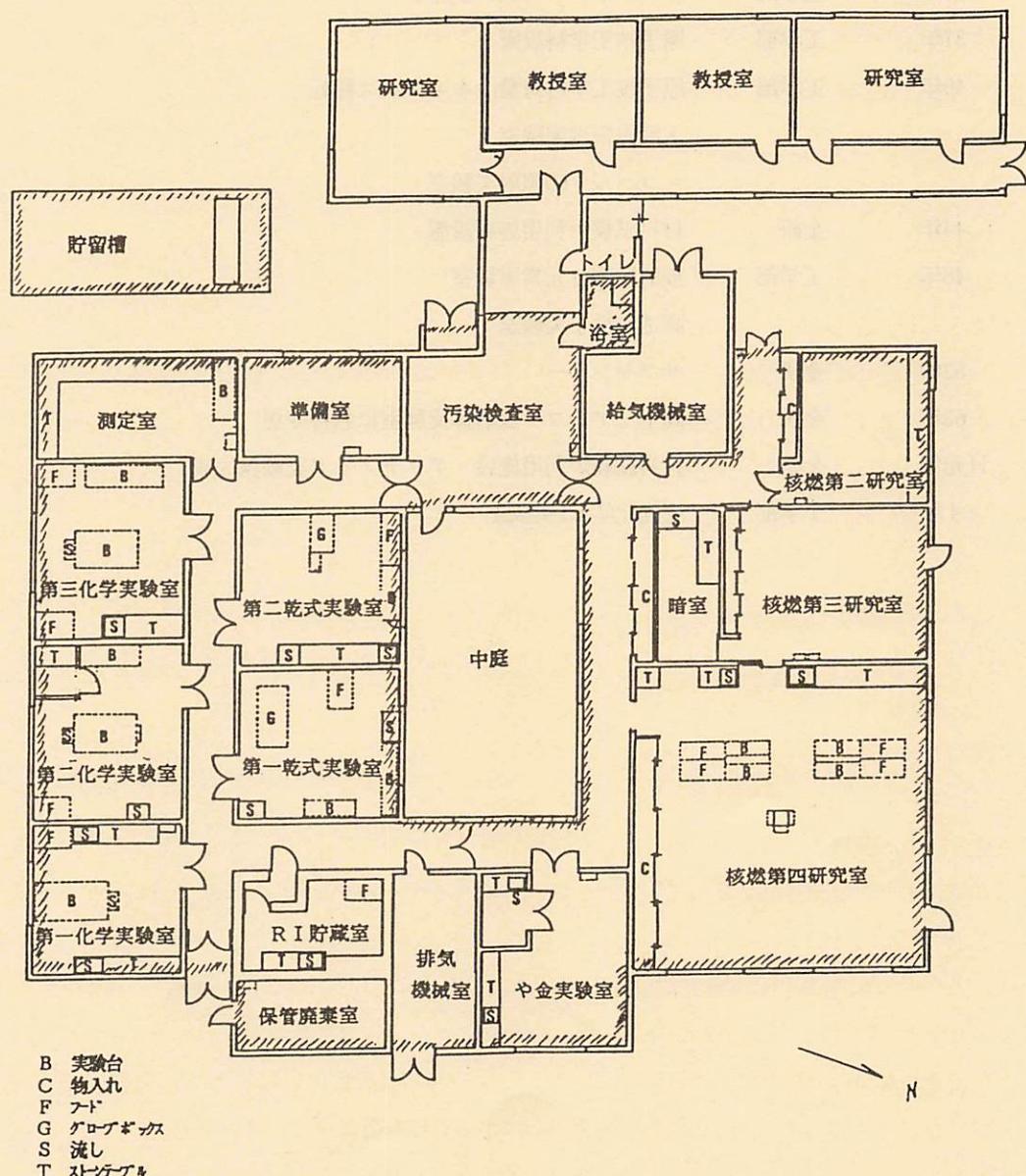


図1 3号館 RI 使用施設平面図

歴史百景の訂正及び追加

(前号掲載の歴史百景の訂正、及び工学部、金研関係の年表の追加)

S 18年	理学部	バンデグラフ (S55 廃止)
29年	理学部	シンクロトロン (S56 廃止)
32年	理学部	ベータトロン (S56 廃止)
37年	工学部	原子核工学科設置
40年	工学部	原子核工学科青葉山キャンパス移転 ・臨界未満実験室 ・コバルト60照射実験室
44年	金研	材料試験炉利用施設設置
48年	工学部	放射性同位元素実験室 高速中性子実験室
53年	金研	サブセンター
63年	金研	同上 アルファ放射体実験室に名称変更
H元年	金研	材料試験炉利用施設 アクチノイド実験棟完成
4年	工学部	生物化学 RI 実験室

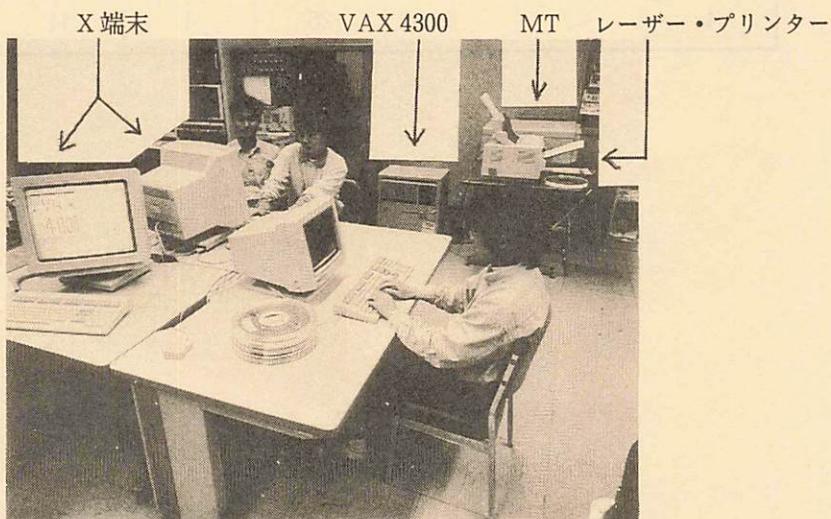
新しい機器の紹介

VAX4000 システムの導入

センターでは、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応するため、データ収集システム及びデータ解析システムの充実化を計っている。現在、多様なデータ収集ができる CAMAC/J11 システムと多チャンネルからの信号を高速に収集できるマルチパラメーター MCA (LN9000) システムが整備されている。前者については、 μ -VAX3500 がそのホストコンピューターであり、後者では SUN SPARC STATION IPX がそのホストコンピューターとして働いている。一方、これらデータ収集系で得られた実験データを迅速にかつ多機能を持って処理することができるデータ解析システムとして VAX4000 システムが導入された。

VAX4000 システムは、本体 VAX4300 (主記憶容量 32MB, 8MIPS), 磁気ディスク 3 台 (トータル 2GB), 磁気テープ装置 (1600/6250BPI), 8mm テープバックアップシステム (2GB), ローディング・デバイス (カートリッジ・テープ), X 端末 2 台, ポストスクリプト・プリンター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, 記述文書成形ソフト TEX など他核種のソフトウェアが用意されている。

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 を用意しており、DECNET を通して、データ収集システムと接続され、そのデータ解析を支援している。又、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。



データ解析システム VAX4000 システム

共同利用の状況

サイクロトロン共同利用実験

第53, 54回のサイクロトロン共同利用が終了し、現在第55回が進行中である。

第53～55回の共同利用の分野別申込み数を下表に示す。

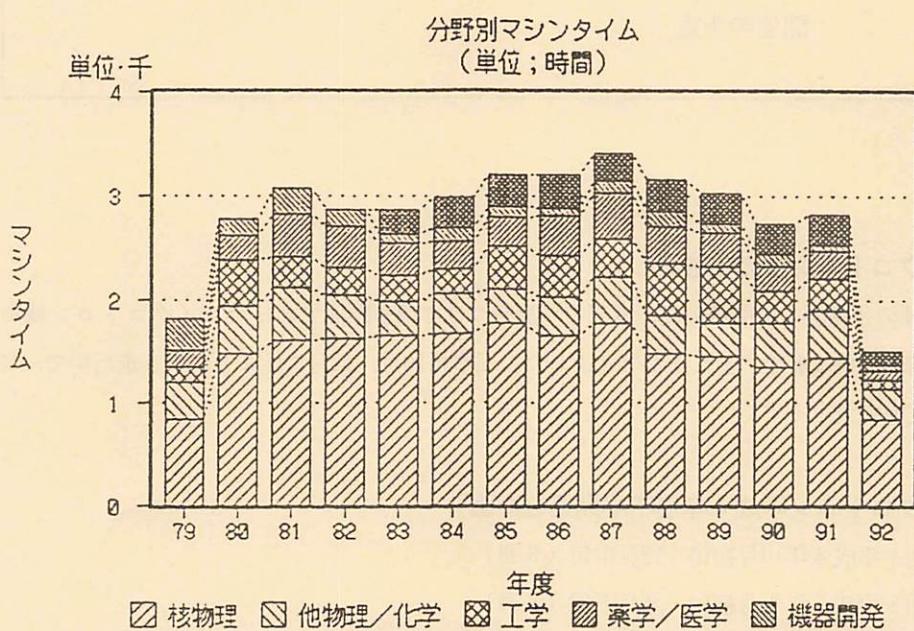
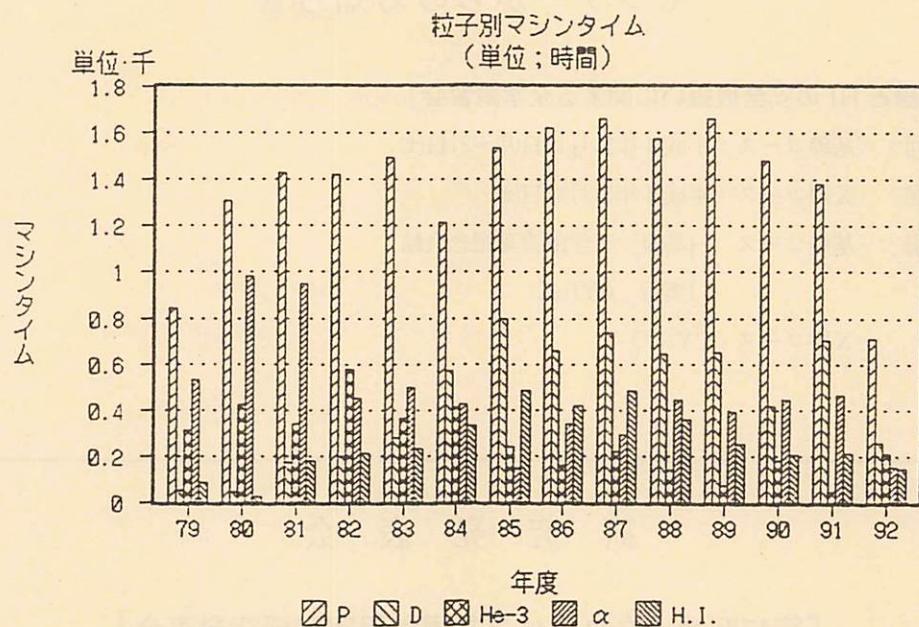
サイクロトロン共同利用実験申込課題件数

分 野	53 回 (4月～6月)	54 回 (7月～9月)	55 回 (10月～12月)
物 理 ・ 工 学	14	15	16
化 学	8	7	9
医学・生物（基礎）	24	22	24
医学・生物（臨床）	55	51	57
計	101	95	106

R I 棟部局別共同利用申込件数

平成4年4月1日～10月13日

CYRIC	医学部 (病院)	理学部	薬学部	農学部	抗 研	合 計
4	2	2	26	4	11	49



センターからのお知らせ

[放射線と RI の安全取扱いに関する全学講習会]

第33回 基礎コース：平成4年11月16日(月)～21日(土)

第19回 X線コース：平成4年11月13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

研究発表会

「第13回サイクロトロン共同利用実験研究発表会」

平成4年12月14日(月), 15日(火)

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

[サイクロトロン棟の化粧直し]

RI棟の化粧直しに引続いて、本部で予算をつけて頂き懸案であったサイクロトロン棟の雨漏り等補修工事に着手することができました。工事は10月、12月に始まり、現在進行中で、12月10日頃完成の予定です。

[サイクロトロン平成4年度下半期運転計画]

第55回：平成4年10月初旬～12月中旬（8週）

第56回：平成5年1月初旬～3月下旬（8週）

（第56回課題締切 11月24日）

[運営委員会報告]

第118回（平成4年6月15日）

- ・6月4日金沢大学にて、国立12大学アイソトープセンター長会議が開催された。
- ・第54回サイクロotron共同利用課題採択マシンタイム配分を決定
- ・平成3年度決算を承認
- ・平成4年度実行予算のうち共通経費に係る予算案を承認
- ・動物実験委員会委員長の交代を了承
- ・放射線障害予防委員の追加を了承

第119回（平成4年7月20日）

- ・7月16～18日、センター主催によるバイオ-PIXE国際会議が開催された。
- ・平成4年度実行予算を決定

[講演会報告]

① Georg Bollen (マインツ大学、ドイツ)

「Nuclear Physics with Ion Traps at CERN-ISOLDE Present and Future」

平成4年8月

② M. I. Dyakonov (ヨッフェ物理工学研究所、聖ペテルブルグ市、ロシア)

「Polarization of Nuclei in Semiconductors by Circular Polarized Light」

平成4年10月

センターにおける動物実験について

本センターにおいて実験動物を用いて研究を進める際は、実験目的、意義、方法、実際の手技、実験終了後の処置などを記載した「動物実験計画書」を「動物実験委員会」に提出していただき、委員会の指導助言のもとに実験を始めていただいております。

委員会の審議を円滑に進めるために遅くとも実験開始の3週間前迄に計画書を事務部まで御提出下さい。

なお、実験計画は単年度となっておりますので継続実験を希望する場合は毎年3月初旬に継続の手続をおとり下さい。

問合せ先 井戸 達雄

(263・5938)

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 Marco A. Mejia R. (サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター研究生)
出　身　地 パナマ (パナマ大学)
研　究　題　目 PET による臓器代謝診断
指　導　教　官 伊藤正敏助教授
研　究　期　間 H4. 10. 1～H5. 3. 31

氏　　名 Imre Mahunka (JSPS招聘研究員)
出　身　地 ハンガリー (ハンガリー科学アカデミー原子核研究所)
研　究　題　目 低エネルギーサイクロトロンの医学・生物分野への応用
受　入　教　官 井戸達雄教授
研　究　期　間 H4. 10. 13～H4. 11. 6

R I 管理メモ

1. 変更承認申請

次の2件の変更承認申請を行った。1)は既に9月29日付で承認され、2)は審査の段階はパスしたようなので、まもなく承認されるはずである。

1) 5月27日付変更承認申請 (9月29日承認)

① 非密封線源 ^{140}Nd を第3ターゲット室で使用する。

(年間使用数量 36MBq, 3月間使用数量 9MBq, 1日最大使用数量 0.1MBq)

^{140}Nd 線源は、センター内の非密封 RI 使用区域内でアクリル容器に密封状態にしてから第3ターゲット室に持ち込み、測定のみを行う。第3ターゲット室ではこれ以外の非密の RI は取扱いができない。

② 密封線源 ^{57}Co の使用場所の変更。

メスバウアー線源の使用は、サイクロトロン棟の物理実験室と第2ターゲット室に限られていたが、 ^{57}Co 線源の 740MBq × 2個と 1.11GBq 1個をサイクロトロン棟のセミホットラボ

でも使用する。

- ③ 密封線源 113m Sn は 7400MBq × 2 個の承認を受けていたが、その内の 1 個の使用数量を一桁小さい 74MBq に変更した。

2) 9月9日付変更承認申請（手続き中）

- ① RI 棟のホットセルを撤去する。

撤去後は、現在の放射線の標準場を拡張整備する。

- ② これに伴い、ホットセルで使用承認を受けていた次の核種の使用を取り消す。

204 Po, 205 Po, 206 Po, 207 Po, 163 Ho および 39 K

ただし、 204 - 207 Po はサイクロトロン棟で、 163 Ho と 39 K はサイクロトロン棟と RI 棟で非密封 RI の使用承認を受けているので、使用数量は若干小さくなるものの、今後も使用は可能である。

2. 放射線障害防止法関係の法令改正に伴う放射線障害予防規定の改正

東北大学放射線障害予防規程と東北大学サイクロトロン・RI センター放射線障害予防内規に放射線施設の自主点検と記帳及び定期的報告の項目が加えられ、10月1日付で施行された。

これに伴い、多くの項目について年2回の割合で自主的に点検が行われることになった。

3. 放射線施設の点検

1) 公開点検

点検の具体的方法について意見交換を行うため、9月28日センターの RI 棟をモデルに公開で点検検討会を開催した。東北大学内の放射線施設から22名が参加して、点検の項目、その方法、個々のケースでどのレベルで合格不合格の判定をするか等について活発な意見交換が行われた。

例：壁のひび割れの大きさ、放射能標識の退色の程度、ネットフェンスのほつれの大きさなど。

2) センターの放射線施設の点検

10月9日および12日に行われた。RI 棟とサイクロトロン棟で排気管の腐食が、サイクロトロン棟で壁のひび割れが発見され、補修することになった。その他は良好であった。

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4年度のラジオアイソトープの集荷作業は6月15日～6月17日にかけて実施された。

平成4年度東北大学ラジオアイソトープ廃棄物集荷状況

部局	可燃物	不燃物	動物	無機	チャコール	フィルタ	特不燃	スラリ
C Y R I C	14	34	4	4		17.0		
廃棄物中央集積所					25.0	39.0		
理学部・核理研	1	2						
理学部・生物	1	4		2				
理学部・化学	1	6		1				
薬学部	1	11	4	15			1	1
医学部 RI センター	20	166	4	26	7.0			
医学部核医学診療棟	2	15						
抗研	4	20		1				
抗研附属病院		1						
歯学部	1	4		4				
農学部	1	29		6			3	
工学部	4	3		1				
金研		3						
素材研		2		1				
遺伝子実験施設	4	6		3				
遺伝生態研究センター				1				
反応研		2						
合計	54	308	12	65	32.0	56.0	4	1

- ・平成4年10月以降に集荷申込をした分から新料金の対象になります。
- ・本年度は12月1日に第2回目の集荷作業を予定しています。

R I 廃棄物の分類方法の変更

既に(社)日本アイソトープ協会から通知があり、ご承知のことと思いますが、RI廃棄物の分類方法が表1のように変更され、集荷料金が改訂されます。

変更後の容器（新容器）は平成4年7月から貸与されます。

現在貸与されている容器（旧容器）はそのまま使用して下さい。廃棄物の分類は、お手数ですが旧容器は旧分類方法により、新容器は新分類方法に従って収納して下さい。また、現在収納されているものを新たに分類、収納しなおす必要はありません。なお、今年度の集荷仕様、料金についての詳細は、毎年度行っている「集荷について」の通知でお知らせします。

[主な変更点]

1. 可燃物容器が200ℓから50ℓに変更した。

2. 不燃物〔プラスチック〕を「難燃物」と分類し、その他を「不燃物」とした。

注意：従来、不燃物〔金属〕の分類にあった〔ゴム手袋〕は「難燃物」の分類になります。

3. 「特殊不燃物」の分類を廃止し、「非圧縮性不燃物」に変更した。

4. 不燃物、非圧縮性不燃物に³H、¹⁴C、α核種を含まないの分類を設けた。

5. 無機液体のpHを「5～9」から「2以上」に変更した。

6. 「スラリー」の分類を廃止した。スラリーは乾燥し、非圧縮性不燃物に分類する。

7. 「焼却型フィルタ」の分類を設けた。

8. フィルタ換算容量が「150ℓ」から「50ℓ」に変更した。

9. 放射能制限値が変更し、制限値を超える場合は割増料金がかかる（表3）。

可燃物：「<1.85GBq」から表1の値に変更

不燃物：「⁹⁰Sr<370MBq、その他<3.7GBq」から表1の値に変更

動 物：「<462MBq」から表1の値に変更

無機液体：³H<11kBq/mL、³H以外<37kBq/mLから表1の値に変更

10. 線量当量制限値が容器・梱包表面で500μSv/hから5μSv/hに変更し、制限値を超える場合は割増料金がかかる（表3）。

11. α核種により汚染した廃棄物を「特殊廃棄物」として集荷することになった。

表1 放射性廃棄物分類表

分類 (R I の種類)	容器 の色	容量	主な物品名	放射能制限値 線量当量制限値	収納要領
可燃物 (α 核種を含まない) 可燃物 (医療用19核種)	黄 緑	50 ℥	紙類・布類・木片		十分に乾燥する 破碎・圧縮をしない
難燃物 (α 核種を含まない) 難燃物 (医療用19核種)	黄 緑	50 ℥	プラスチックチューブ・ ポリバイアル・ポリシート・ゴム手袋	$^3\text{H}, ^{14}\text{C}, ^{125}\text{I}, ^{131}\text{I}$ $\leq 40\text{MBq}$	C, H, O以外を含む樹脂・金属は除く 容器内の残液を除く 破碎・圧縮をしない
不燃物 (α 核種を含まない) 不燃物 ($^3\text{H}, ^{14}\text{C}, \alpha$ 核種を含まない) 不燃物	黄 黄 緑	50 ℥	ガラスバイアル・注射針・ 塩ビ製品・シリコン・ アクリル樹脂・せともの・ アルミ箔・鉛加工品・ テフロン製品	その他の核種 $\leq 400\text{MBq}$	容器内の残液を除く 破碎・圧縮をしない 感染の恐れがあるものは滅菌する
非圧縮性不燃物 (α 核種を含まない) 非圧縮性不燃物 ($^3\text{H}, ^{14}\text{C}, \alpha$ 核種を含まない)	黄	50 ℥	土・砂・鉄骨・パイプ・ コンクリート片・鋳物・ TLC プレート・時計部品	5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 以下	時計部品は金属中子に封入
動物 (α 核種を含まない)	青	50 ℥	乾燥後の動物・糞、尿と 分離できない敷き藁		指定内容器に封入
無機液体 (α 核種を含まない)	橙	25 ℥	実験廃液	$^3\text{H}, ^{14}\text{C}, ^{125}\text{I}, ^{131}\text{I}$ $\leq 2\text{kBq}/\text{ml}$ その他の核種 $\leq 20\text{kBq}/\text{ml}$ 5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 以下	高粘度、可燃性のものは除く pHは2以上
焼却型フィルタ (α 核種を含まない) 焼却型フィルタ (医療用19核種)	50 ℥ 換算		ペパフィルタ、 プレフィルタ、 チャコールフィルタ	$^3\text{H}, ^{14}\text{C}, ^{125}\text{I}, ^{131}\text{I}$ $\leq 40\text{MBq}$	ポリシートで包み段 ボール箱に収納 ラベル□を貼る
通常型フィルタ (α 核種を含まない) 通常型フィルタ (医療用19核種)			ペパフィルタ、 プレフィルタ	その他の核種 $\leq 400\text{MBq}$	ペパフィルタ、プレ フィルタは別梱包
通常型チャコール (α 核種を含まない) 通常型チャコール (医療用19核種)			チャコールフィルタ	5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 以下	ポリシートで包み段 ボール箱に収納 チャコールはさらに 木箱に梱包

◎研究用、医療用(医療用19核種)共に同じ分類。従来のペパタイテスは難燃物、不燃物に分類する。

◎廃棄物の分類によって「ラベル」を貼る必要がある。

(1) 不燃物及び非圧縮性不燃物のうち $^3\text{H}, ^{14}\text{C}, \alpha$ 核種を含まないものは天蓋に「 $^3\text{H} \quad ^{14}\text{C}$ 」のラベル



(2) 医療用フィルタには「医」のラベル (3) 焼却型フィルタには「□」のラベル

医療用19核種： $^{32}\text{P}, ^{51}\text{Cr}, ^{57}\text{Co}, ^{58}\text{Co}, ^{59}\text{Fe}, ^{67}\text{Ga}, ^{75}\text{Se}, ^{84}\text{Rb}-^{81m}\text{Kr}, ^{85}\text{Sr}, ^{99}\text{Mo}-^{99m}\text{Tc}, ^{111}\text{In}, ^{123}\text{I}, ^{125}\text{I}, ^{131}\text{I}, ^{133}\text{Xe}, ^{197}\text{Hg}, ^{198}\text{Au}, ^{201}\text{Tl}$, ^{203}Hg

◎「特殊廃棄物」

- ① α 核種によって汚染されたもの
- ② 放射能が制限値の10倍を超えるもの
- ③ 線量当量率が制限値の100倍を超えるもの
- ④ 集荷仕様、料金は別途相談

表2 集荷料金

(平成4年10月1日から実施)

分類	容量	本体価格(円)	消費税(円)
可燃物	50ℓ	21,000	630
難燃物	50ℓ	32,000	960
不燃物	50ℓ	46,400	1,392
非圧縮性不燃物	50ℓ	80,000	2,400
動物	50ℓ	25,000	750
無機液体	25ℓ	20,000	600
焼却型フィルタ		19,000	570
通常型フィルタ	50ℓ 換算	33,300	999
通常型チャコール		28,000	840

◎放射能・線量当量割増料金

- ① 放射能：放射能制限値の10倍まで

${}^3\text{H}, {}^{14}\text{C}, {}^{125}\text{I}, {}^{131}\text{I} \leq 400\text{MBq}$

その他の核種 $\leq 4000\text{MBq}$

但し、無機液体は、

${}^3\text{H}, {}^{14}\text{C}, {}^{125}\text{I}, {}^{131}\text{I} \leq 20\text{kBq}/\text{m}^3$

その他の核種 $\leq 200\text{kBq}/\text{m}^3$

- ② 線量当量：線量当量制限値の100倍

$(500\ \mu\text{Sv}/\text{h})$ まで

本体価格にそれぞれ分類に応じて、表3の割増料金を加算する。消費税は加算した価格の3%

◎重量超過料金

22kg（正味11kg）を超える可燃物、難燃物は不燃物の料金

表3 割増料金

分類	割増料金
可燃物	+ 500円
不燃物	+ 19,800円
動物	+ 1,700円
難燃物	+ 300円
非圧縮性不燃物	+ 68,200円
無機液体	+ 1,700円
焼却型フィルタ	+ 800円
通常型フィルタ	+ 11,000円
通常型チャコール	+ 7,000円

[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
4. 7. 20	事務補佐員	吉 田 理 恵	採用
4. 7. 31	事務補佐員	三 浦 美 央	退職
4. 9. 31	事務補佐員	小 川 久美子	退職
4. 10. 1	事務補佐員	山 下 寿 子	配置換え（旧・理学部生物学科）



学内内線電話番号		分野別窓口（ダイヤルイン）
セ ン タ - 長 室	5565	理工系：石 井 慶 造 (263-5357)
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	RI： 中 村 尚 司 (263-5929)
中 村 教 授 室	5570	事 務 室：森 山 寅 男 (263-5360)
伊 藤 助 教 授 室	5572	
総 務 掛	5566	
RI 実 験 棟 管 理 室	5571	

C Y R I C 百科

鉄腕アトムの妹であるウランちゃんは、"自然界の見つけられる92種の元素のうち最も重い元素"として知られています。正確には45億年という長い寿命が故に元素合成の歴史の中で生き残ってきていると言った方が的確ですが！

從って、ウランより重い元素も宇宙創世以来の元素合成のもとで生まれていたはずです。ただその寿命が短いが故に死に絶え、現在では自然界に見いだすことが不可能なだけです。

原子炉や加速器を使って人工的にこれらの元素を合成し、より重い元素を発見する競争はアメリカ、ソ連の冷戦終了にも関わらず、ドイツ、日本等も参戦した熾烈な戦いが行われていますが、現在では、109番目の元素の生成確認がドイツでなされ、人類の知り得る最も重い元素となっています。但し、この元素もわずか1000分の1秒の間に消えていってしまうという寿命の短いものです。

原子核物理学の進歩は114番目あたりに非常に寿命の長い元素の存在を予言しており、この元素に到達し、その性質を調べるのがこの戦いのゴールになっています。

この生まれては消えていっただろう（もしかしたら、114番目は残っているかも知れない？）重い元素を調べるのは、核物理学や核化学を通して宇宙の歴史をたどる

"宇宙考古学"の一翼を担っている * **超重元素**
ともいえます。

放射線施設（原子炉、加速器など）は、放射線防護のために一般に厚い遮蔽で囲まれていますが、施設側壁に比べて上部（天井）遮蔽は薄くなっていることが多く見られます。

放射線発生源から放出された透過力のある放射線（中性子、 γ 線）が、この上部遮蔽を透過して、上空の大気分子と多數回衝突して、後方散乱されふたたび周辺の地上に戻ってくる現象をいいます。

ちょうど「大空の輝き」といった感じがするからで、なかなか洒落たネーミングです。

これと似た現象として、下部の地面と衝突して上向きに反射され、地上に戻ってくるグラウンドシャインという現象もあります。

单一の抗原決定基に対して作られた、きわめて特異性の高い化学的に均一な抗体分子です。異種抗血清では免疫原を純化し吸収を厳密にしても特異性については疑問が残りましたが、1975年 Kohler と Milstein により開発された細胞融合法でモノクローナル抗体が作製されるようになりました。本法は、ある抗原で感作された抗体産生細胞と骨髓腫瘍細胞を融合することにより、その抗体を产生しさらに増殖能を有する細胞（ハイブリドーマ）を作るもので、in vitroで増殖し单一の抗体を產生し続けます。得られたこのモノクローナル抗体を利用し、免疫応答機構、腫瘍細胞の解析が行われていますが、ヒト腫瘍の診断を求めて腫瘍マーカーの開発、ラジオアイソotopeを標識投与した画像の作製研究に応用されています。またこの抗体、ラジオアイソotope標識あるいは細胞障害薬物結合体を投与することによる治療研究も行われています。

モノクローナル抗体

* 数 MeV 以上の荷電粒子を試料に照射し、生成したラジオアイソotopeの種類と生成量を測定することにより試料に含まれている元素とその濃度を求める方法で、Charged Particle Activation Analysis (CPAA) と呼ばれます。

* 最初の報告は重陽子による鉄中のガリウムの分析で1938年に遡りますが、1965年の Ricci と Hahn による平均断面積法の提案以降実用分析法として定着してきました。サイクロotronを利用するこの方法は、照射粒子（p, d, ^3He , α など）とそのエネルギーを自在に設定できるため、ある特定の元素を選択的かつ高感度に分析するのに適しています。特に、原子炉を利用する中性子放射化分析法で定量の難しい軽元素（B, C, N, Oなど）や金属元素（Ni, Zr, Pbなど）の分析に威力を発揮しています。荷電粒子は試料組成に固有の飛程で停止するため、1) 多くの試料を一度に照射できない、2) 試料の発熱、3) 定量計算の煩雑さがありますが、逆にこのことを利用して試料表面近傍や特定の深さの濃度を知ることもできます。最近では、重イオンも分析に利用されています。

編 集 後 記

理学部の、とある6階の一室から眺める青葉山の壮麗な四季のうつろい。

今ごろはさながら紅葉したゴルフ場に、すすきの穂の中間色が立ち並んでいることだろうと、サイクロ棟の図書室から思いを馳せています。

今、ここから見えるものは、実験棟の巨大なコンクリートの壁と排気ダクト、そしてわずかばかりの空……まるで、ど・く・ぼ・う……

理学部から異動してまだ一年足らず。「CYRICニュース」の編集作業を通して、学部とはまた違う共同利用施設としてのサイクロトロンRIセンターの仕組みが解ってきたように思います。

さて、嬉しいニュース。白石市在住の版画家阿部笙子先生から、美しい版画の原画を数葉、編集委員会に御寄贈いただきました。前号には、「紫陽花」の図柄を掲載させていただきましたように、既に皆様の目に触れていることと思います。今号は、「けやき」と思われる立ち木の図柄を使わせていただきました。これからも順繕りに掲載させていただきますので、どうぞ御期待ください。以前から阿部笙子先生の絵本「星になった月見草」・「紅子」(ほるぷ出版刊)、「雪ふりやます」(仙台文化出版刊)等々に描かれた美しく幻想的な版画の世界に触れておりました私には、本当に嬉しいことでした。僭越ながら、ここに紙面をかりて編集委員会より、厚く御礼申し上げます。

(うらら)

編 集 委 員

中 村 尚 司	(CYRIC)
井 戸 達 雄	(CYRIC)
高 橋 弘	(抗酸菌病研究所)
山 屋 堯	(理学部)
篠 塚 勉	(CYRIC)
岩 田 吉 弘	(理学部)
佐 宗 うらら	(CYRIC)

CYRICニュース No.13 1992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) 5358 (研究棟図書室)

022 (227) 5628 (R I 棟)

022 (263) 9220 (サイクロ棟)