

ISSN 0916-3751



No.19 1995.11 東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター

卷頭言

東北大学工学部原子核工学科 井上 泰

放射線利用は原子炉による熱エネルギー利用と並んで原子力利用の双璧の一つである。このうち医学利用は特に進歩が著しい領域である。私は従来このような状況を知識として知るのみであったが、最近図らずも自ら実感することとなった。すなわち、病気のため長期間の入院加療を余儀無くされたが、その際1人の患者に対して放射線を用いる検査が実際に多くの種目にわたって行われており、放射線が医療の分野で大変大きな役割を果たしていることを身をもって実感した。以下この実感に基づいてとりとめもなく考えたことを述べてみたい。

検査は安全で患者に苦痛と侵襲を与えることなく低廉に行い得ることが必要であるが、放射線検査は低廉とは言えないものの晩発性の放射線障害発生の恐れがあることを除くと他の条件は殆ど満たされており、患者に何等苦痛を感じさせることなく実施できる。これら検査技術の進歩には目覚ましいものがあるものの、この高度な技術を駆使して得られたデータが必ずしも完全には生かされていないのではないか、あるいは検査種目が未だ不十分なのではないか等の疑問が残るところである。かなりの時間と費用をかけて種々の検査を実施した挙句、手術により取り出した組織の検査に診断が委ねられた例を少なからず見聞するところである。更なる検査法の改良と工夫が望まれる次第である。

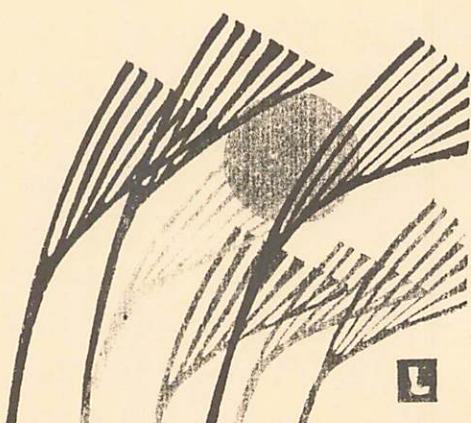
放射線治療についてみると、私は広島や長崎の被爆者の写真の印象から、大線量の照射を受けると、たとえ局部的な照射でも皮膚が糜爛し、体毛が抜け落ちるのではないかとの

恐れを抱いており、主治医から γ 線照射をすると宣言された時には正直なところ怖気をふるったものである。しかしこれは大きな誤解であり、実際には60グレイの γ 線照射でも照射野が局限されている限りその部位のみに紅斑や脱毛が生じる程度で大きな全身症状は起こらないことが分かった。良くコリメートされた多数の γ 線束を1点に集中させて治療する γ ナイフによると、脳に発生した小さな転位癌を副作用なしに破壊できるのはこのためであろう。費用が高価なことを除くと理想に近い治療法と言うことができよう。今後もこれに劣らない治療法の開発が期待される。

放射線による検査にしろ治療にしろ今後益々高度化されて行くであろうが、それにつれて益々高価なものになって行くことが予想される。このようになると折角の技術を広く社会に還元し普及させることが困難になり、極く少数の人にしかその福音を分かつことが出来ないようになりかねない。このような意味から、たとえば粒子加速器で代表されるような複雑かつ高価で1国に数える程しか設置できない放射線源を用いる方法では、たとえ抜群の治療効果があるとしても実際的に有用な治療法になるとは言えないであろう。昔日のRa針に代表されるRI線源のように簡便な線源を今一度見直し、これをこれまでに研いた新しい技術の皮袋に入れ研究を進めるのも今後の方向の1つではなかろうか。その多目的利用の一環として、放射線の医学利用を標榜している本センターではこのような観点からの放射線を用いる新しい検査法や治療法の開発研究はあり得ないものだろうかと夢うつのうちに考えている次第である。

(井上 泰教授は、11月23日御逝去なされました。

ここに謹んで、御冥福をお祈りいたします。)



目 次

• 卷 頭 言	東北大学工学部 原子核工学科 井 上 泰	1
• 研究紹介		
	① サイクロトロンを利用した放射化分析 東北大学理学部附属 原子核理学研究施設 株 本 和 義	4
	② 心肺疾患へのサイクロトロンの応用	8
	東北大学医学部附属病院 第一内科	
	加賀谷 豊, 菊池 善博	
	石出 信正, 白土 邦男	
• 学内R I 施設だより	遺伝生態研究センター 金野弘記, 佐藤 孜	13
• 新しい機器の紹介	① 東北大学の3次元ポジトロンCTの現状	15
	② 糖分析装置	20
• 共同利用の状況		21
• 平成8年度概算要求について	CYRIC 織 原 彦之丞	23
• センターからのお知らせ		25
• 研究交流		29
• R I 管理メモ		30
• 人事異動		34
• 新電話番号案内		34
• CYRIC百科		35
• 編集後記		36

研究紹介 ①

サイクロトロンを利用した放射化分析

東北大学理学部附属原子核理学研究施設 横本和義

放射化分析は原子炉や加速器を用いて中性子、荷電粒子または γ 線によって目的物質を照射し、生成した放射性同位体の種類と量を測定することで、その物質にもともと含まれていた元素とその含有量を分析する手法です。

放射化分析の主流は原子炉を利用した中性子放射化分析で、加速器は利用できる施設が限られており放射化分析にあまり利用されておりません。しかし、中性子放射化分析や他の分析法では定量が難しいとされている元素を容易に高感度に分析できるといった特徴があります。

幸い、東北大学には共同利用に開放された2種の大型の加速器があります。ひとつは理学部附属原子核理学研究施設設置の300MeV電子ライナックで、もうひとつはサイクロトロン・ラジオアイソトープセンターのAVFサイクロトロンです。ここでは、サイクロトロンの利用を中心に紹介させていただきます。

サイクロトロンを利用する分析法にはPIXE法、ラザフォード散乱法などもあります。これらはインビーム法といって照射しながら試料から出てくるX線や粒子を検出し、試料の組成を分析するものです。これに対し放射化分析では照射と測定が分離しているため、それぞれで最適条件の設定が行えるとともに、化学分離法との併用も可能です。

東北大にサイクロトロンが出来たのはちょうど、博士課程を中退し、理学部分析化学講座の助手になった年でした。荷電粒子放射化分析はすでに世界各地で研究が行われており、とくに軽元素の分析が精力的に行われていました。しかし、荷電粒子放射化分析による生物試料、環境試料のような複雑な組成の試料の分析はほとんど行われていませんでした。そこで、このような試料の分析に挑戦することから研究を開始しましたが、1)飛程(阻止能)の補正、2)照射線量の補正、3)発熱、4)多数の試料の分析などの解決すべき難題がありました。

照射方法

中性子や γ 線と違って荷電粒子は試料中で停止するため、多数試料の同時照射ができません。そこで限られたマシンタイム(3カ月で数時間、一年合計で約半日)を有効に使うために、織原先生、石井先生にお話いただき回転照射装置を共同利用費で作らせていただきました。回転させることで上記の2、3、4の問題が一気に解決できました(文献1)。

比較標準試料

分析には目的元素の濃度の求められた標準物質が必要です。主成分も含めてその元素含有量が正確に求められる標準試料はなく、アクリルアミドゲルの共重合反応を利用して、各種元素を含む水

溶液を固化させ、凍結乾燥法により粉末化した、生物試料類似の組成の標準物質を合成することにしました。荷電粒子の飛程の問題は複雑な試料を分析するうえで厄介な問題でしたが、組成を類似させることで飛程の補正を不要にしました。これらの研究はその後岩田吉弘氏（現、秋田大学）によって発展させられました（文献2，3）。

定量法

荷電粒子放射化分析では精度、正確さを向上させ、標準値の決定といった質の高い分析結果を得られるよう発展させることも重要な課題のひとつです。実際に試料に照射された線束は試料内部でモニターするのが理想的であり、標準物質の検定といった正確さを要求される分析には、補正を施すことなく、比較標準試料を必要としない定量法の開発が不可欠です。この二つの条件を満たすものとして、1) 安定同位体希釈放射化分析法、2) 標準添加内標準法を考案しました。

前者は、放射化分析法は元素分析法でありながら、実際には同位体分析法であるという特徴を利用したものです。たとえば、Srには主な安定同位体として⁸⁸Sr(9.86%)、⁸⁷Sr(7.00%)があり、(p,n)でそれぞれ放射性同位体⁸⁸Y、⁸⁷Yが生成します。そこで、⁸⁸Sr濃縮同位体を試料に一定量加えたものと試料そのものを放射化し、二つの放射性同位体の生成比の変化を測定すれば、照射線束の補正なしに生成比だけから直ちに定量できます。この方法は化学的に同じ挙動をする同位体を内標準にしているため、照射前や照射後に化学分離を行った場合でも、その化学収率の補正が不要であるという特徴もあります。この方法は、定量目的元素に安定同位体が複数存在すること、測定に適した放射性同位体が生成することが条件で、(p,n)反応を利用するとCa、Cr、Cu、Ge、Rb、Zr、Sbなどの多くの元素の定量が可能です（文献4-6）。

標準添加内標準法は、試料中に含まれる元素を内標準にし、定量目的元素を試料に均一に一定量(y)添加したものと試料そのものを放射化し、内標準元素と定量目的元素から生成する二つの放射性同位体の生成比(R、R*、*は添加試料)を測定することで定量する方法です。定量式は
$$x = y / [R^* / R - 1]$$
 といった簡便です。

荷電粒子放射化分析では、試料は平滑な面を持つディスク状になっていることが必要です。そこで、通常は試料を一旦溶解し、合成シリカゲル中にドープする方法をとっています。この際、試料の一方に定量目的元素を一定量加えます。生成放射能の比をとることで放射化分析に伴う各種の系統誤差の要因が除かれるため、より多くの元素を正確に同時定量する必要がある場合に適しています。これまで、アルミニウム合金、植物試料、血清、鉄鋼標準試料などの分析に活用してきました（文献7-11）。

簡易な自動測定システムの開発

放射化分析では半減期の異なる種々の放射性核種の中から目的とするものをSN比良く測定する必要から、昼夜連続で放射線を測定します。このような負担の軽減のため、1984年に試料交換にロボットを導入し、自動測定を行っています（文献12）。ロボットの特徴はティーチングによって、

種々の試料形状、試料ホルダー、測定条件にフレキシブルに対応できる点にあります。また、放射化分析では定量までの過程で、放射化学的知識が必要とされ、他分野の研究者にとって利用しづらい点があるため、拡張性、互換性、汎用性、廉価という条件で、誰でも容易に使え、サービス側の負担も軽減されるようなシステムとして、測定から解析までの一環した自動化システムの整備を行ってきました。どのメーカーの機種であっても操作を統一し、パソコンのディスプレー上の制御画面をマウスで操作する方法をとっています。1988年イーサネットによる LAN を組み、プログラムの更新やデータの交換を容易にし、1991年 TAINS 開通後は学内の各キャンパスから核理研の測定室に直接アクセスし測定情報を見る能够なようにしています（文献13-15）。

軽元素の分析（三菱マテリアルとの共同研究）

軽元素の分析は荷電粒子放射化分析の最も得意とするところです。半導体のみならず高純度金属材料中に極く微量含まれる酸素、窒素、炭素などの分析が必要とされています。酸素は ^{16}O ($^3\text{He}, \text{p}$) ^{18}F 反応を利用して定量します。 ^{18}F の分離法としてはパイロリシス法を開発しております。現在、分析条件の検討を終えたところで、ppb レベルの分析を達成しています。

反跳法による新規 RI 標識化合物の合成（大槻、末木、菊地との共同研究）

フラーレンは炭素の新しい存在形態として着目され、物理、化学的性質の研究が進められています。極く微量のフラーレンの化学的あるいは生理学的挙動を知るには放射性同位体による標識が有効です。通常の RI 標識化は RI を化学結合させて調製されますが、最近フラーレンとホウ素や窒素化合物を均一に混合して、プロトン照射すると (p, n) や (p, α) 反応で生成した C-11 がフラーレン骨格炭素と高収率で置換することを見出しました。とくに、標識化したもののは無担体のダイマーとなって存在しています。また、フラーレンそのものを重陽子照射すると、骨格の炭素が N-13 に置き替わった新しい化合物が生成することが分かりました。これは、放射化学的手法によって初めて合成できるもので、その化学的挙動も N-13 をトレーサーとして調べることができます。

このほかヘテロアトムのフラーレンへのインプランテーションや分析試薬の C-11 標識化なども試みているところです。

最後に、共同利用にあたってサイクロトロン・ラジオアイソトープセンターの教官、職員、そして住友重機や日環研の皆様にいつも大変お世話になっております。この場を借りて感謝申し上げる次第です。

関連報文

- 1) M. Yagi, *Analysis of biological samples with charged-particle accelerators*, in *Elemental analysis by particle accelerators*, Eds. Z. B. Alfassi and M. Peisach, CRC Press, Boca Raton, 1992, chap. 10.
- 2) K. Masumoto, N. Suzuki, A new type trace element standard reference material with

- polyacrylamide gel matrix for radioactivation analysis., Radiochem. Radioanal. Lett. **42**, 99-106 (1980).
- 3) K. Masumoto, M. Yagi, Charged particle activation analysis of phosphorus in biological materials., J. Radioanal. Chem. **78**, 233-239 (1983).
 - 4) M. Yagi, *Stable isotope dilution activation analysis*, in *Activation analysis*, Vol.1, Ed. Z. B. Alfassi, CRC Press, Boca Raton, 1990, chap. 8.
 - 5) K. Masumoto, *Isotope dilution analysis*, in *Chemical analysis by nuclear methods*, Ed. Z. B. Alfassi, John Wiley & Sons, Chichester, 1994, chap. 14.
 - 6) K. Masumoto, M. Yagi, Determination of Sr in biological materials by charged particle activation analysis using stable-isotope dilution method., J. Radioanal. Nucl. Chem. **91**, 369-378 (1985).
 - 7) M. Yagi, K. Masumoto, Simultaneous determination of Ti, Cr, Fe, Cu, Ga, and Zr in aluminium alloys by charged particle activation analysis using internal standard., J. Radioanal. Nucl. Chem. **91**, 379-387 (1985).
 - 8) M. Yagi, K. Masumoto, Instrumental charged-particle activation analysis of several selected elements in biological materials using the internal standard method., J. Radioanal. Nucl. Chem. **111**, 359-369 (1987).
 - 9) K. Masumoto, M. Yagi, Simultaneous determination of P, Cl, K and Ca in several control serums by alpha-particle activation analysis using the internal standard method., J. Radioanal. Nucl. Chem. **109**, 449-458 (1987).
 - 10) K. Masumoto, M. Yagi, Determination of phosphorus in low-alloy steels by alpha-activation analysis., J. Radioanal. Nucl. Chem. **130**, 243-250 (1989).
 - 11) K. Masumoto, M. Hara, D. Hasegawa, E. Iino, M. Yagi, Photon and proton activation analysis of iron and steel standards using the internal standard method coupled with the standard addition method., J. Radioanal. Nucl. Chem. *in press*.
 - 12) M. Yagi, K. Masumoto, M. Muto, An automatic gamma-ray spectrometer equipped with a micro robot for sample changing., J. Radioanal. Nucl. Chem. **98**, 31-38 (1986).
 - 13) T. Yoshida, K. Masumoto, K.-I. Aoki, Photon-activation analysis of standard rocks using an automatic γ -ray counting system with a micro-robot., J. Jpn. Assoc. Min. Pet. Econ. Geol. **81**, 406-412 (1986).
 - 14) K. Masumoto, S.-I. Ushino, M. Mutoh, M. Yagi, A flexible automation system for various radioactivity measurement using small robots and local area network., Anal. Sci. **7**, (1991) suppl. 743.
 - 15) K. Masumoto, S.-I. Ushino, M. Mutoh, M. Yagi, T. Yoshida, An automatic measurement system for radiochemical study using small robots and IPC-LAN, Laboratory Robotics and Automation **6**, 21-27 (1994).

研究紹介 ②

心肺疾患へのサイクロトロンの応用

東北大学医学部附属病院第一内科 加賀谷豊、菊池善博
石出信正、白土邦男

当第一内科は、呼吸と循環のそれぞれのグループが、当センターでお世話になっております。循環グループは、現在、石出助教授を中心に加賀谷、山根、千田、大谷、伊藤より構成されます。当グループがサイクロトロンセンターで研究活動をするようになったのは、¹¹C 標識コエンザイム Q₁₀ が井戸研究室で開発されたことがきっかけでした。我々のポジトロン CT の第 1 例目は、この¹¹C 標識コエンザイム Q₁₀ を使って行われました。被検者は、凶暴な真っ黒な犬でした。この犬を星陵地区の医学部からどうやってサイクロトロンセンターに連れていくか問題となりましたが、結局、某氏が首輪に縄をつけて散歩をさせながら歩いて連れていくことになりました。某氏は、頭の先から足の先まで緑色の手術衣を着たまま、目つきの悪いこの犬を引っ張っていました。下校途中の大勢の女子高生からいっせいに注目を浴びたのは当然でした。残念ながら、¹¹C 標識コエンザイム Q₁₀ は臨床応用とはなりませんでしたが¹⁾、これをきっかけに我々は基礎実験と臨床研究の両方でサイクロトロンセンターの御世話になることになりました。

今までに得られた知見のいくつかを紹介する前に、心臓を対象とするポジトロン CT を用いた研究が脳の場合と異なる点を述べてみたいと思います。心筋は、グルコースをエネルギー基質として用いることができ、また実際のところ、かなりの分をグルコースに依存しています。しかし、心筋細胞のグルコーストランスポーターは、脳のものと異なりインスリン感受性があるため、食事の条件によってその働きが左右されます。したがって、絶食状態では、¹⁸F-deoxyglucose (FDG) は、ほとんど心筋に取り込まれません。また心筋細胞はかなりのグリコーゲンを貯蔵しており、心筋に取り込まれたグルコースがグリコーゲンとして貯蔵されるのか、好気的に代謝されるのか、あるいは嫌気的に代謝されるのか、FDG の取り込みからだけでは分かりません。さらに、心臓は絶えず収縮と弛緩を繰り返しており決してじっとしていません。しかも、呼吸をするたびに位置がずれます。従って、我々は、常に以上の点を考慮に入れて、得られたデータの解釈を慎重におこなわなければなりません。

さて我々は、基礎的研究としてラットの心肥大モデル（上行大動脈狭窄）及び心筋虚血モデル（左冠動脈結紮）を用いてきました。このなかで肥大心筋においては、その適応現象の一環として脂肪酸代謝からグルコース代謝にエネルギー基質代謝が変化することを明らかにしました^{2, 3)}。さらにこの変化は、一時的な心室内の圧上昇（言い換えれば一時的な高血圧）では誘導されず長期の心筋負荷により生ずることを示しました。また、当センターに画像解析装置 BAS3000 が導入され

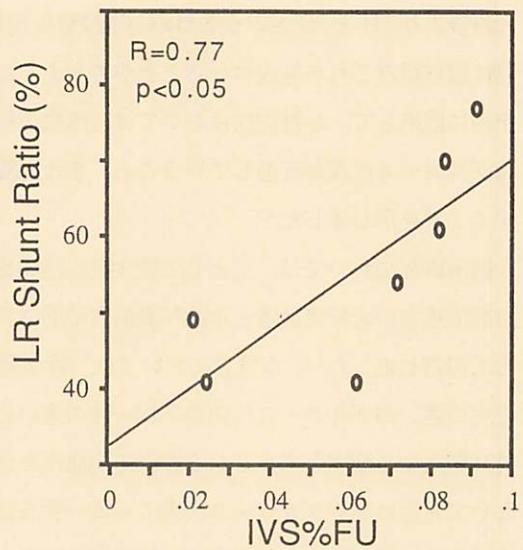
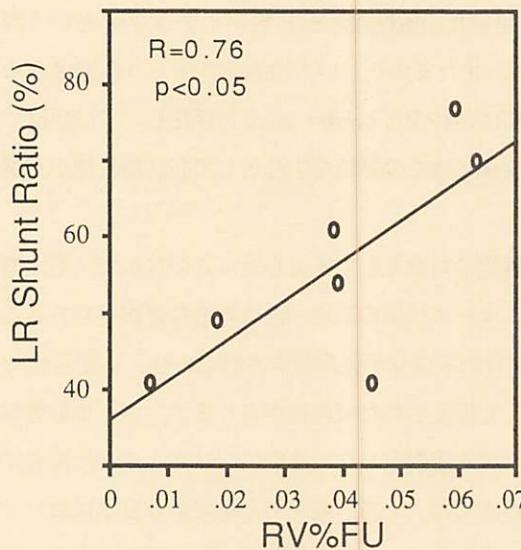
た直後より ^3H と ^{14}C という 2 つの長半減期核種を用いた二重標識オートラジオグラフィという課題に取り組みこれを完成させることができました³⁾。またこの新しい方法論をラットの心筋虚血モデルに応用して、心筋虚血においては、虚血辺縁部にいわゆる border zone が存在し、この部位ではグルコース代謝が亢進していること、また再灌流後にはこの領域を中心として脂肪酸代謝が亢進することを示しました⁴⁾。

臨床研究においては、主として肥大型心筋症を研究の対象としてきました。このなかで、肥大型心筋症患者の若年発症者と中高年発症者の間でグルコース代謝の不均一性に有意な差が見られることを報告しました⁵⁾。本疾患においては、若年発症者の不良な予後が報告されており、心筋変性の程度の違いがグルコース代謝の不均一性の違いとして捉えられた可能性があります。さらに形態学的に肥大型心筋症と考えられる症例を高血圧を合併する症例としない症例に分けたところ、後者において有意に高いグルコース代謝の不均一性を認めました。一方、欧米では稀であり日本において比較的高頻度に見られる肥大型心筋症の一亜型とも考えられている心尖部肥大型心筋症の患者においてグルコース代謝を健常者と比較しました。この結果、前壁から心尖部に限局した不均一なグルコース代謝を認めました。以上の基礎及び臨床研究は、ほぼ終結しておりまだ論文発表となっていない分については、各担当者が論文を執筆中あるいは既に投稿中です。

現在進行中の研究について、次に触れたいと思います。基礎研究の分野においては、井戸研究室との共同研究により、ポジトロン標識化合物を用いた心筋イノシトールリン脂質代謝回転の臨床的評価法の開発をテーマに大学院生の千田が奮闘しています。イノシトールリン脂質代謝は心筋細胞において、アンジオテンシンⅡ、エンドセリン、および交感神経 α_1 、刺激等のシグナル伝達系として重要な働きをしていることが明らかとなってきています。特に心肥大には重要な働きをしていると考えられておりこれを臨床的に非侵襲的に評価できるようになれば非常に有用な検査法となります。現在、井戸研究室において初めて開発された ^{18}F 標識 fluorodiacetyl glycerol を動物実験において心筋のイノシトールリン脂質代謝回転への取り込みを検討しています。現在心筋のイノシトールリン脂質代謝回転への取り込みが45%程度となる標識化合物及び実験条件が判明しています。

臨床研究においては、右心室の容量負荷をポジトロン CT を用いて非侵襲的に評価することを ^{18}F -deoxyglucose を用いて検討しています。この研究は、入局 2 年目の大谷が担当しています。先天性的心奇形としてよく見られる心房中隔欠損患者において右心室の径及びシャント率とよく相関するパラメータが判明しつつあり、現在、症例を重ねて検討しているところです（図）。

呼吸器グループの研究は、菊池、飛田が中心になりヒト脳における呼吸困難閑知部位、さらには呼吸に関与する高位中枢の部位を検討する目的で行われており、現在、岡部、黒沢、小川、水澤、海老原が参加しています。その他研究開始当初からサイクロトロンセンター核医学研究室の畠沢先生に御協力いただきており、畠沢先生が秋田脳研に移られてからは、伊藤教授、藤原先生の御協力のもとで研究が行われております。



心房中隔欠損症患者における右室自由壁及び心室中隔の
FDG fractional uptake と左→右シャント率の関係

FDG PET で得られたこの 2 つの指標は、心臓カテーテル検査から得られた右室負荷の指標とよく相関する。

LR Shunt Ratio, 左→右シャント率 ; RV,
右室自由壁 ; FU, FDG fractional uptake.

呼吸運動は、生まれてから死亡するまで休みなく、ほぼ規則正しく行われており（自動調節機能），この意味では心臓と同じですが、この他、息ごらえ深呼吸など、我々の意志によっても呼吸を変化させることができます（随意的調節機能又は行動調節機能）。呼吸の自動調節機能に関しては古くから多くの研究がなされており、その部位に関しても橋・延髄にあることが我々の研究を含めた多くの研究によって確かめられております⁷⁻⁹⁾、行動調節機能に関しては中枢のどの部位がどのように関与しているのか殆ど知られておりません。また呼吸の感覚としての呼吸困難は種々の呼吸器疾患患者においてもっとも問題となる症状ですが、この閑知部位がどこにありどのような閑知機構があるのか、世界的にも全く知られていないのが現状であります。これはいずれも麻酔下では測定できず、動物実験ができにくくことに原因があると思われます。

我々はこの呼吸に関与する高位中枢の部位および呼吸困難閑知部位を調べるためにいくつかの動物実験をしてきましたが^{10, 11)}、さらに詳しく知るためにはヒトによる研究が必要と考え PET を用い研究しております。方法は健常人に 30 および 70 cmH₂O/liter/sec の吸気抵抗負荷呼吸を 30 分間行わせ、その間の脳局所グルコース代謝を ¹⁸FDG を用いて測定し、呼吸困難感の程度はボルグスケールを用いて測定しています。現在結果を解析中ですが、抵抗負荷呼吸では帯状回、視床、前頭前野、前運動野などでグルコース代謝が増加しており、これらの部位が抵抗負荷呼吸時に活動しているも

のと考えられました。特に帯状回、視床は、体性痛や心臓の狭心痛でも活動することが知られており、呼吸困難との関係で特に興味深く思われます。また前運動野は運動を目的のあるものにする中枢であり、抵抗負荷時の呼吸パターン変化¹²⁾や、FRC の変化¹³⁾に関与していると思われました。

我々は喘息発作時に意識消失をきたし人工呼吸管理となった様な患者 (Near-fatal asthma 患者) では、抵抗負荷時の呼吸困難感が低下しておりこのことが発作時の来院・治療の遅れ、さらには喘息死に繋がっている可能性を指摘してきましたが¹⁴⁾、今後は、Near-fatal asthma 患者や各種肺疾患患者において同様の測定を行い患者の呼吸困難感を客観的に評価し治療に役立てたいと考えております。

終わりに、これまで我々の研究を支えて下さったサイクロotronセンターの多くの方々に心からお礼を述べさせて頂きたいと思います。

参考文献

- 1) Miura Y, Kagaya Y, Nozaki Y et al. Myocardial imaging using ¹¹C-CoQ₁₀ with positron emission tomography. Nucl Med Biol 1987 ; 14 : 1-6.
- 2) Kagaya Y, Kanno Y, Takeyama D et al. Effects of long-term pressure overload on regional myocardial glucose and free fatty acid uptake in rats. A quantitative autoradiographic study. Circulation 1990 ; 81 : 1353-1361.
- 3) Takeyama D, Kagaya Y, Yamane Y et al. Effects of chronic right ventricular pressure overload on myocardial glucose and free fatty acid metabolism in the conscious rat. Cardiovasc Res 1995 ; 29 : 763-767.
- 4) Yamane Y, Ishide Y, Kagaya Y et al. Quantitative double-tracer autoradiography with ³H and ¹⁴C using imaging plate : An application to a myocardial metabolic study in rats. J Nucl Med 1995 ; 36 : 518-524.
- 5) Yamane Y, Takeyama D, Shiba N et al. Augmented free fatty acid uptake at the ischemic periphery during myocardial reperfusion. in Nagata T (ed) : *Radioautography in medicine*. Matsumoto, Shinshu University Press, 1994, pp164-168.
- 6) Kagaya Y, Ishide N, Takeyama D et al. Differences in myocardial Fluoro-18 2-deoxyglucose uptake in young versus older patients with hypertrophic cardiomyopathy : Am J Cardiology 1992 ; 69 : 242-246.
- 7) Mizusawa A, Ogawa H, Kikuchi Y et al. Role of glutamate as the neurotransmitter in the nucleus tractus solitarius during hypoxia. J Physiol London. 1994 ; 478 : 55-65.
- 8) Ogawa H, Mizusawa A, Kikuchi Y et al. Nitric oxide as a retrograde messenger in the nucleus tractus solitarius during hypoxia. J Physiol London 1995 ; 486 : 495-504.

- 9) Chonan T, Okabe S, Hida W et al. Inhomogenous response of expiratory muscle activity to cold block of the ventral medullary surface. *J Appl Physiol*. 1991; 71: 1723-1728.
- 10) Aoki M, Kikuchi Y, Abe K et al. Preproenkephaline gene expression in the rat cerebral cortex during chronic tracheal stenosis. *Neurol Res* 1994; 16: 213-216.
- 11) Mizusawa A, Ogawa H, Kikuchi Y et al. Role of parabrachial nucleus during loaded breathing. *J Physiol London*. 1995 In Press.
- 12) Kikuchi Y, Hida W, Chonan T et al. Decrease in functional residual capacity during inspiratory loading and the sensation of dyspnea. *J Appl Physiol* 1991; 71: 1787-1794.
- 13) Kikuchi Y, Sakurai M, Hida W et al. Effects of changes in breathing pattern on the sensation of dyspnea during inspiratory loaded breathing. In: *Control of Breathing and Its Modeling Perspective*; edited Honda Y, Miyamoto Y, Konno K, and Widdicombe JG, Plenum Press, New York, pp.405-408, 1992.
- 14) Kikuchi Y, Okabe S, Tamura G et al. Chemosensitivity and perception of dyspnea in patients with a history of near-fatal asthma. *N Engl J Med* 1994; 330: 1329-3134.

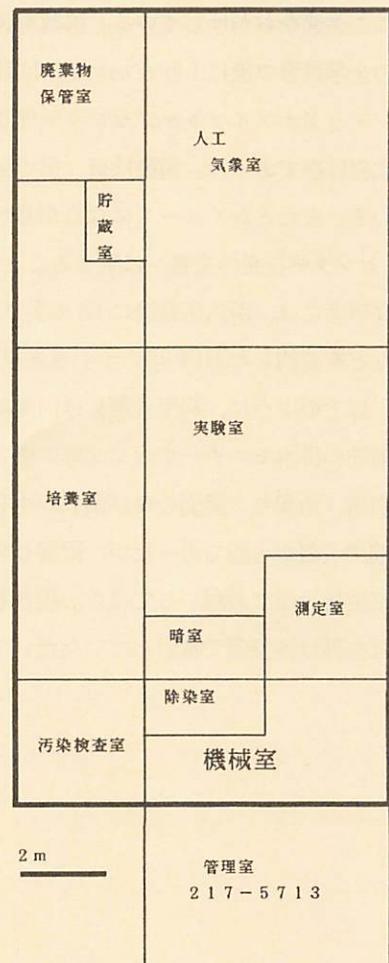
学内 R I 施設だより

遺伝生態研究センター 金野弘記・佐藤 孜

本 RI 施設は1970年ごろ旧農学研究所 RI 施設として現在は片平市民センターとなっている旧農研敷地内に設立され、同研究所の片平構内移転によって現在の位置に移転し、同研究所の改組によって1988年に遺伝生態研究センター RI 使用施設となった。現在約20名の従事者が登録され、学内外の利用者にも当センターとの共同研究に限って解放されている。施設はもともと文化系の研究棟であった建物に細工をしたために、ウナギの寝床のように配置されてはいるが、約300坪のこじんまりした広さのため、使い勝手はよい（図）。汚染検査室には、ハンド・フット・クロスモニターと排気・排水モニターがおかかれている。排水モニターは設置後数年で GM 管が破損し、今まで役に立たず、排水の汚染検査は排水の都度液シンで行っている。汚染検査室と管理区域外との間に前室がほしいところである。機械室は送風機を設置してある。

実験室は実験台一台とフードを備え、RI を解放系で扱うことはフード内に限定している。人工気象室は2台のグロースキャビネットをもち、それぞれ $2 \times 2 \times 2$ m ほどの容量で、陽光ランプにより 20klux（真夏の晴天の 1/20 ほどの光量）の明るさが得られ、稻なら数十個体を生育させ、その一生を追跡できる。測定室には現在は HP 社の液シンがあるのみであるが、この代物は15年以上経過しているため、現在防護経費に申請中である。廃棄物保管室と貯蔵庫は十分な広さではあるが、廃棄物保管室には大昔からの液シンの廃液がたまっており、近々焼却の予定である。しかし、てんでんばらばらの瓶に、核種や成分も曖昧のまま長年にわたって放置されているものなので、どうなることか管理室の心配の種の一つである。我々が管理を担当するようになってからは（92年以降）、受け入れからその全ての廃棄まで、使用者自身の責任で行うこととしたが、それまでは、管理室に任せ放し、管理室もそのまま保管ということできたために、このような状況になってしまった。話が横道にそれたが、防護用として GM サーベー 4 台とガスフロータイプのベーター線フロアーモニター 1 台を有している。

使用許可核種は 2 群 7, 3 群 5, 4 群 2 種、年間許可使用量はそれぞれ 222, 370, 1,295MBq（表）である。使用



遺生研 R I 施設の概略図

の目的・使用の方法は、植物及び微生物の物質代謝の研究にトレーサーとして用いることになっている。現在は³²P, ¹⁴C, ³H, ³⁵Sに使用が集中している。

運営は、センター長の基に、RI委員会(本センターでのRIの利用について大所高所から検討し、方針を作り、予算の獲得などもする)、障害予防委員会、RI管理室(実務担当)の構成で行われている。実務担当の私たちは経験の少なさもあり、何かにつけて、サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターにご迷惑をおかけしている。再教育訓練は春

の全学講習の後に1回とextraには個別に対応している。今年度の再教育訓練には、サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター作成のビデオを貸していただいたが、キャストの良さも相まって大変好評であった。汚染検査(担当金野)と施設点検(同障害予防委員会)は毎月適正に行われている。またとかくルーズになりがちだった健康診断も、現在は管理室からオフィシャルな連絡網(センター長発の文書)に乗せることにより、取りこぼしがなくなっている。今年度からは、作業従事者には、所内研修後にRIの受け入れから使用廃棄に至るまでの手続き、施設使用上の留意点などを要約したRI利用の手引きを貸与している。

以上のように、利用・運営は円滑に行われているが、施設や備品の老朽化には手をやいでいる。前述の排水モニターや液シン等の備品のみならず、老朽化に宮城沖地震の後遺症が重なり、窓枠の崩壊、雨漏り、壁面のひび割れが生じてきた。ひび割れの浅いものについてはハツリと再塗装で自前で改修が可能であったが、雨漏りやひび割れの深いものについては構造の強度の問題もありその都度施設部にお願いしてきた。現在も深いひび割れについて応急的な処置をとるとともに、恒久的な修理は施設部で検討していただいている。

使用許可核種と許可年間数量(MBq)

2群	²² Na	18.5
	³⁶ Cl	37
	⁴⁵ Ca	37
	⁵⁴ Mn	18.5
	⁶⁰ Co	18.5
	⁶³ Ni	74
3群	⁶⁵ Zn	18.5
	³² P	185
	³⁶ S	111
	⁵⁵ Fe	37
	⁵⁹ Fe	18.5
4群	⁸⁵ Rb	18.5
	³ H	740
	¹⁴ C	555

新しい機器の紹介 ①

東北大学の3次元ポジトロンCTの現状 (ポジトロンCTの新しい利用法について)

サイクロトロン核医学研究部

ポジトロンCTを用いた断層法は、放射性標識薬剤を人体に投与しその集積を体外から計測する臨床核医学検査法の一つで、使用される放射性同位元素が陽電子放出核種である点に特徴があります。通常はBGOなどの結晶を用いた多段のリング型検出器を用い、2本対向して飛散する陽電子の消滅線を同時計数論理回路を用いて検出します。回路そのものがコリメーターの役割を果たすことになりますので、結晶の前に遮蔽用に厚い鉛を配置する必要性が薄れ多数の比較的小さな結晶を用いることができ高い解像力が得られます。

ポジトロンCT装置の改良とともに結晶はより小さなものが用いられてきました。当センターの初代ポジトロンCTであるECAT IIでは38mm径で長さが75mmの大きなNaI結晶を使用していましたが、1994年に導入された島津社製SET-2400W型ポジトロンCTでは3.8mm×6.25mm×30mmという小型のBGO結晶を使用しています。これにより平面内解像力は12mmFWHM(ECAT II)から3.9mmFWHM(SET-2400W)と飛躍的に改善しました。しかし、装置の感度は γ 線を検出する結晶に依存しますので、結晶サイズが小さくなると感度の低下がおきます。

この相反する性能の問題を解決する方法が3次元データ収集と画像再構成法(3D-PET)です。通常の2次元平面でのデータ収集では検出器リング内での消滅 γ 線の同時計数により面内での放射能分布を測定し画像化しています。SET-2400Wでは32のリングがあり、リング間の補間撮影により63スライスの断層像を一度に得ています。PT931の5cmに比べても4倍の軸方向長がありますから装置全体での感度は向上していますが、小型化された検出器により一断面当たりの感度の劣化は避けられません。同時計数リングの数を増やすことにより感度を上げる方法で対処しているものの、良質の定量画像を得るには投与放射能量を増やす必要があります。これは被検者の放射線被曝量が大きくなることを意味しますので、好ましいことではありません。

一般に多断層のポジトロンCTでは、体軸方向の分解能の向上と散乱線の軽減のため、検出器の前にスライスシールドという鉛の薄い遮蔽板をリング間にならべています。このスライスシールドを外し、他の全リングとの同時計数を行うことにより、感度が増大します(図1)。これは同時計数を行えるリング数に依存しますので、4リングのPT931では散乱線の増加に見合うほどの感度の増加は得られませんが、SET-2400Wのようなリング数の多い装置では10倍以上の飛躍的な感度増大が見込まれます。しかし、この3次元データ収集では散乱線の著しい増加があり、その補正なしではポジトロンCTの特徴である定量的な画像を得ることができません。また全リング間での同

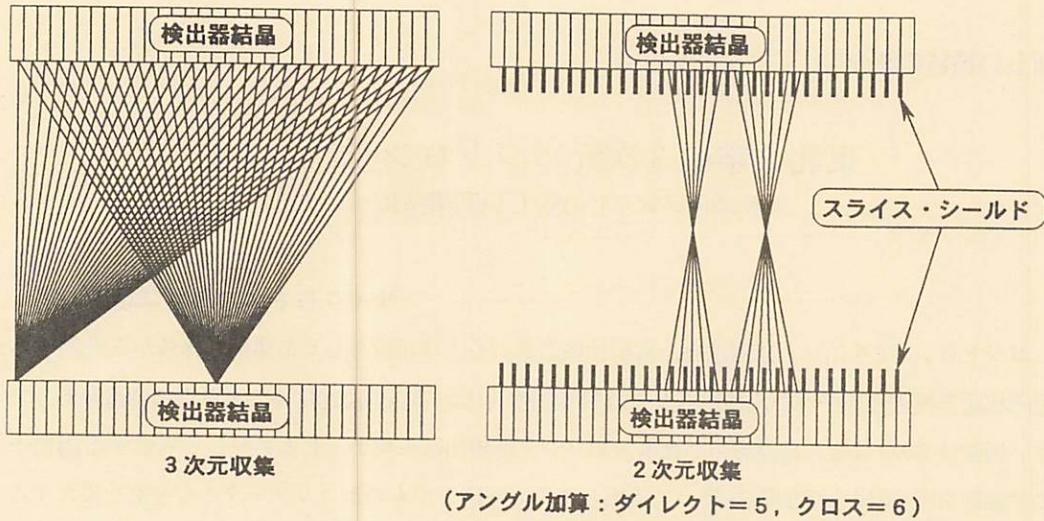


図1 SET-2400Wにおける3次元収集と2次元収集における同時計測ライン

時計数が行われるため、発生するデータ量もSET-2400Wの場合、2次元データ収集の約18倍と膨大なものとなります。SET-2400W制御用のコンピュータは64ビットCPUの三次元高速グラフィックワークステーション(TITAN2)で、2次元画像では1断層画像を2秒ほどの速度で再構成していますが、3次元の画像再構成には4時間以上必要です。したがって、散乱線の補正法の開発と大量のデータの高速処理のシステムが必要です。

そこで、青葉山地区に移転してきた大型計算機センターのスーパーコンピュータ(SX3/44R)を使用して3次元の画像を行うことになりました(図2)。ポジトロンCT制御用ワークステーションから高速ネットワークのSUPER-TAINSを介してデータをSX3/44Rに送り、SX3/44R上で画像処理の演算を行い、再構成された画像を制御ワークステーションに転送して表示を行います。図3に、具体的に、収集された3次元画像データが処理される過程を示します。3次元データ収集から画像を再構成するには、標識化合物を投与した後の3次元収集による画像データ(Emission data)の他に3次元データ用のポジトロンCTの検出器系の補正データ(Normalization data)と吸収補正用のデータ(Blank data, Transmission data)が必要です。このうちBlank dataとTransmission dataについては2次元でのデータを使用しています。当センターではこれらのデータをSUPER-TAINSを介して大型計算機センターに設置されているスーパーコンピュータSX3/44Rに転送します。SX3/44R上では、3次元Emission dataのnormalization, 2次元収集のBlank dataとTransmission dataからの3次元の吸収補正用のデータの作成およびそのデータによる吸収補正、3次元プロジェクション・データで測定値のない部分のダイレクト・スライス画像からの抽出を行ったのち3次元画像再構成を行います。計算された画像は、再びSUPER-TAINSを介して、SET-2400Wの制御用ワーク・ステーションに送られます。これにより、転送を含め4分以内に3次元画像が得られるようになりました。

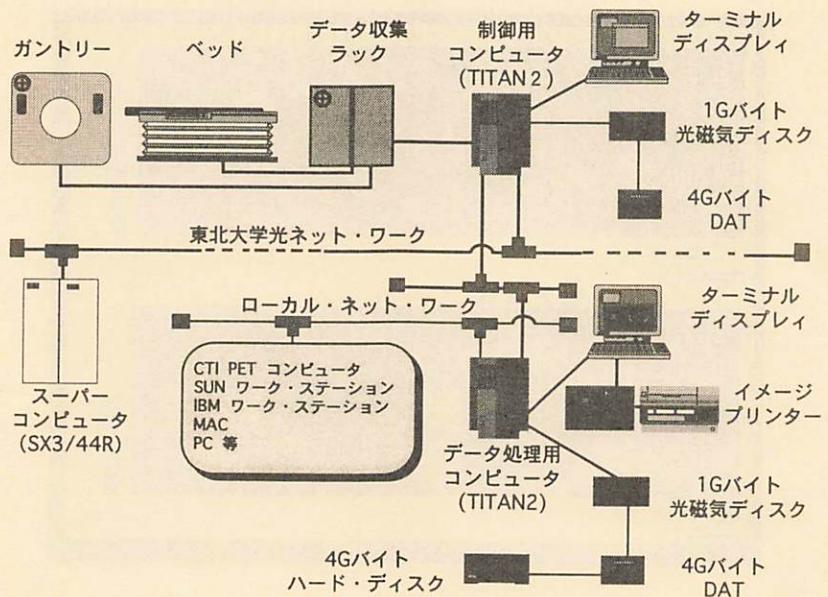


図2 SET-2400W の構成

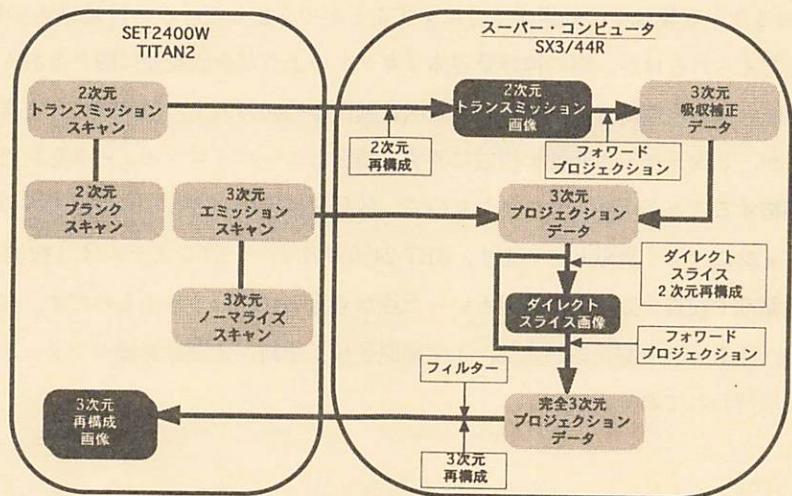


図3 3D データの画像再構成の流れ

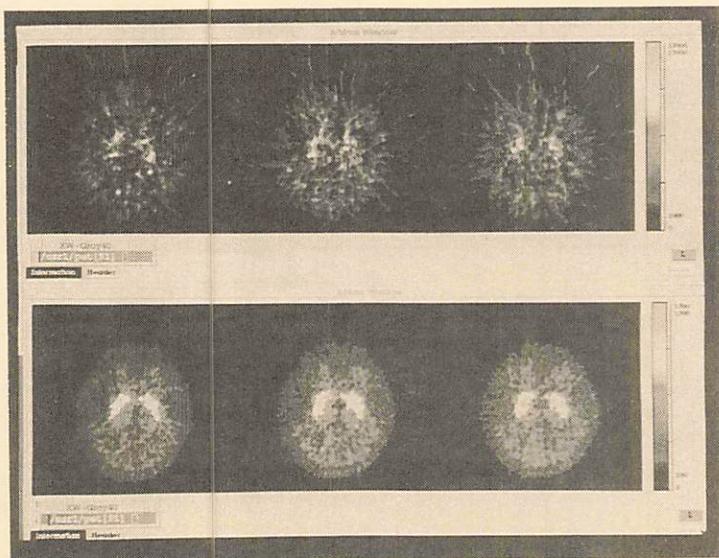
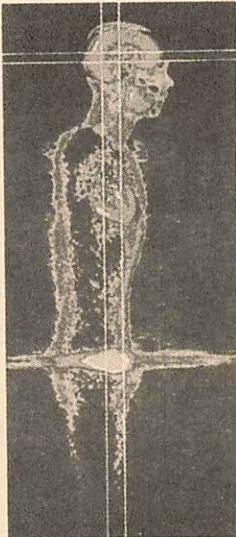
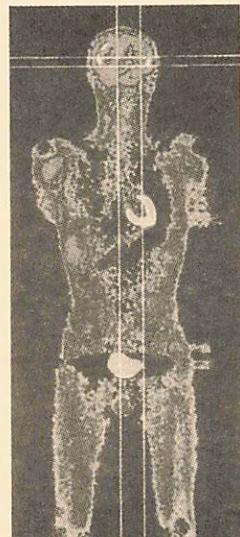


図 4

図 4 に、このようにして得られた 3 次元画像を同じ断面での 2 次元画像と比較して表示します。上段の 2 次元画像に比べて下段の 3 次元画像の画質の向上は明らかです。感度の面においては、SET-2400W の 3 次元収集はその効果を十分に示すことができました。これは被検者の被曝軽減のために有効と考えられるほか、脳の神経受容体リガンドのような合成収量に限りのある化合物でも臨床応用が可能となると期待されます。この 3 次元画像は約 40% 以上の散乱線成分を含むことがわかっていますが、3 次元データ画像再構成に要する時間はスーパーコンピュータを利用することにより大幅に短縮することが可能となりましたので、散乱線補正に必要なアルゴリズムの検討などのシミュレーションに大きく貢献しています。SET-2400W の 3D-PET システムは、被検者の被曝の低減、放射性薬剤や検査の効率的な使用といった点から大いに期待できるものです。なお、本システムの構築は、当センター測定器研究部、工学部原子核工学科、大型計算機センター、島津製作所の協力のもとに行われております。



ポジトロンCTの 3次元画像化成功

東北大 スパコンと結合

東北大サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター（センター長・郷原彦之教授）は、がんの早期診断や抗がん剤の効果判定などの成果が期待されているボジトロニCT（陽電子断層撮影装置）を、世界で初めてスーパー・コンピューターと一緒にさせ、高性能の三次元画像化システムの開発に成功だ。がんが存在すれば瞬時にその代謝状態を画面に映し出す画期的なシステムで、来月から東北大医学部、加齢医学研究所と共同で本格的な臨床研究を開始する。

ボジットローローは、体内にジブドウ糖や核酸などの物質の代謝状態を放射性 tracer を標識として定量的に測定する方法である。

定し画像化する装置
がんの細胞が存
持的に取り込む物質が存
在するために、この物質の
代謝の状態を調べればこ
にがんがあるのか見ること
ができる。
しかし、従来のポジトロ
ンCTは、三次元だったので
に診断範囲が限られ、微小
ながんまでは見分けること
ができなかった。

解消するためには、ポジト
ロンCTが検出した信号を三
次元的に処理するプロセス
を、同大競算機セイコー
ターと共に開発した。さ
るに一度で六十三断面の
像が重ね合わされ、本身から
部屋まで、あらゆる体内の
部位を三次元画像で映し出
すことにより成功した。

データ処理をスーパーPC

微小がん瞬時判別 痴呆症診断にも期待

コンピューターで行なったため、処理時間は約一分と大幅に短縮。代謝状態を読み取

おわづかの十箇条の問題を解いてゐるが、その中で最も注目されるのは、アレルギーハイマー型病歴(ちほく)症の診断にも効果が期待されている。同セミナーでは、十一月二十日に仙台市で三沢元ホスピタルにて開催されるシンポジウムを開き、この成果を発表す

るために投与する放射性薬剤の量も従来の十分の一で済むといつ。

糖 分 析 装 置

当センターにおける PET 診断用の ^{18}FDG は、主にその供給量の倍増を目的に最近合成法を一新しましたが、従来のものに比べ品質的にも改善されています。中でもその比放射能は千倍以上に高められましたが、これに適合する新しい品質検査が要求されます。本装置は、PET 診断用に供給される ^{18}FDG 注射液中に含まれる微量の非放射性の糖類を定量分析するためのものです。

装置は、DIONEX 社製のイオンクロマトグラフ装置を主体に上記用オートサプレッサー、PED/PAD (Pulsed Electrochemical Detector/Pulsed Amperometric Detector) 電気伝導度・電気化学検出器とデータ処理用インテグレータ (SIC Chromatocorder21) で構成されています。FDG 分析のため、糖分析専用の陰イオン交換樹脂の CARBOPAC PA1 カラムを装備し、4種類までの溶離液を使用するプログラム可能なグレジェント溶出で迅速な分離と、PED/PAD 検出器の使用による高感度な糖類の検出を可能にしています。本装置は現在、当センターで合成される ^{18}FDG の比放射能の検定とこれに混入する微量の塩素置換したデオキシグルコースの定量にルーチン的に使用されています。



共同利用の状況

R I 棟部局別共同利用申込件数

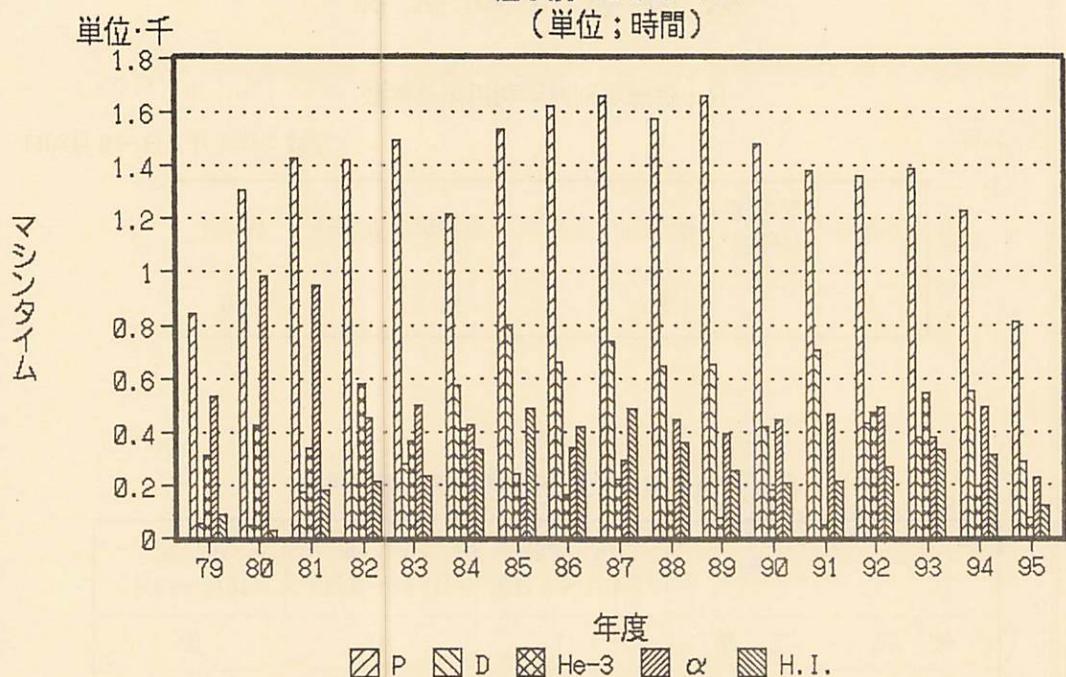
平成7年4月1日～9月30日

CYRIC	医学部 (病院)	理学部	農学部	薬学部	加齢研	合 計
4	7	5	4	24	6	50

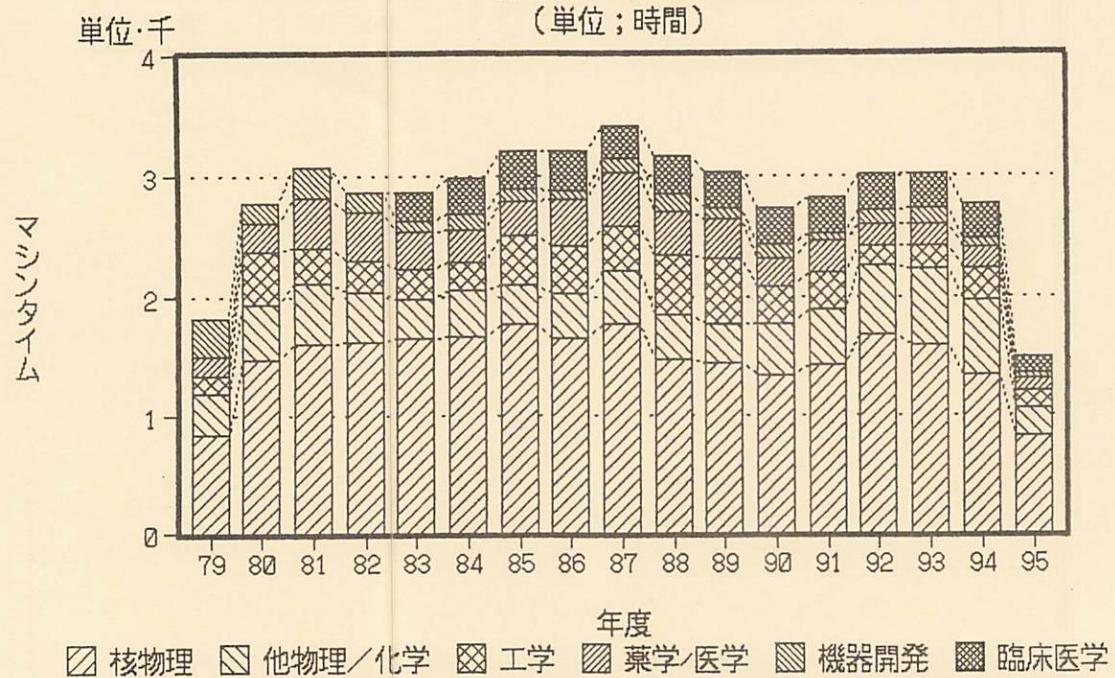
サイクロトロン共同利用実験申込課題件数

分 野	65回 (4月～6月)	66回 (7月～9月)	67回 (10月～12月)
物理・工学	17	16	22
化学	7	8	6
医学・生物(基礎)	20	20	20
医学・生物(臨床)	57	57	51
計	101	101	99

粒子別マシンタイム
(単位; 時間)



分野別マシンタイム
(単位; 時間)



平成 8 年度概算要求について

センター長 織 原 彦之丞

附属施設等

整備

- (1) 助教授定員
(2) 高感度放射能検知システム 一式 69,427千円

内訳：極低レベル測定用液体シンチレーションアナライザ

2550TR/LL (1式)	16,480千円
超遠心機 CP-90 α (1式)	9,893千円
バイオイメージングアナライザ	
BAS3000 (1式)	30,694千円
オートクライオトーム NA-500F	12,360千円

特別設備費

大型サイクロotronならびにタンデム型静電加速器

- (1) 大型サイクロトロン 一式 1,609,272千円
(2) タンデム型静電加速器 一式 1,602,926千円
放射線総合管理システム 一式 100,487千円
内訳：放射線監視システム (一式) 76,519千円
2次元表面汚染測定装置 (一式) 23,968千円

平成 8 年度概算要求の骨子は上記の要求に沿ったものですが、以下にセンターの近況と本概算要求の背景について説明させていただきます。

本センターは他の14大学にありますいわゆるアイソトープ総合センターと異なり、サイクロトロンの共同利用支援をその業務にしている特徴あるセンターです。その内容につきましても、研究と教育に深くかかわっている点で他に例を見ないものであります。これは、我々のセンターの大方针であり、大学に於ける施設である限り教育と研究に直接携わって始めて、その存在意義とアイデンティティーを確立できるというものであります。

お陰様を持ちまして、センターの5つあります各研究部が関係する理学、薬学、医学、工学の各学部ならびに研究科のご理解があって、現在30名を越える学部学生・大学院生（内5名は留学生であります）がセンターに所属してセンター教官から教育を受け、研究を行っています。一方、センター独自の研究活動も活発に行われ、最近でも3回の国際会議がセンター主催で開かれ、また平成9年度にもシンポジウムの開催が予定されているなど、国際的にも注目されています。また科学研費補助金の採択にしても、平成7年度は、11名のセンター専任教官で8件の採択があります。

一方、ご存じのようにセンターの定員構成は教官に限って見ても、教授5、助教授1、助手3というものであり、医学・生物学を始め理工学に至る多くの分野の研究を支援し、また独自の研究活動を行うためにはきわめて困難な状況にあります。これまで、理学部ならびに医学部附属病院より定員の貸借を受け、急場をしのいで参りましたが、これらの部局におかれましても状況は厳しく、とくに大学改革・大学院重点化のあとますます難しくなってきています。特に、助教授定員の欠如は共同利用支援の現場における責任体制の確立を困難にし、サイクロotronならびにRIの共同利用に重大な支障をきたしています。

またサイクロotronは、設置後18年が経過し、重大な故障も出始めています。昨年10月加速器本体に高圧電力を供給する電源に致命的な故障が経年変化によって発生しました。幸い多方面のご協力と、事務局のご理解によって、早急に復帰することができましたが、より重大な故障がいつ起きるかという危惧があります。老朽化し、また科学の進歩に追従できず、東北大学における教育研究に重大な支障をきたしている現状を打破するため、新しい加速器の導入が望まれるゆえんであります。

さて、イオン・ビームの科学技術ならびに日常的利用は、国の施策の一つになっていますが、われわれセンターでもサイクロotron多目的利用16年の成果を踏まえ、東北大学におけるこの分野の研究教育を飛躍的に発展させるためのマスタープランを作成いたしました。このプランの根幹は、「サイクロotronの多目的利用から加速器の多目的利用への転換」であり、加速器を放射線・ラジオアイソトープを発生する機械から、マイクロ加工・分析の道具と見立てるという観点にたち、東北大学に加速器コンプレックスを擁する施設を構築するところにあります。幸いこのプランにつきまして、理、医、などのセンターユーザーならびに工学部の御賛同を得て、さらに充実した計画にして行かなければならないと考えています。

先にも述べましたようにサイクロotron本体の設備更新も早急に日程に乗せていただかなければならぬ状況です。マスタープランをしっかりと掲げ、個々の課題については現実的な対応をし、目標に近づく努力が肝要と考える次第です。平成8年度の概算要求については、各省庁の概算要求がきまつた段階ですが、幸いにして補正予算関係で整備、並びに特別設備費の要求について手当がなされるとの情報が入っているところです。

(追記：11月6日に平成7年度第2次補正予算で、放射線管理・測定システム等の内示がありました。)

センターからのお知らせ

[サイクロotron平成7年度下半期運転計画]

第67回：平成7年10月初旬～平成7年12月下旬

第68回：平成8年1月初旬～平成8年3月下旬

(第68回課題締切 12月4日(月))

(第68回課題選択委員会 12月18日(月)午後3時)

[放射線とRIの安全取扱いに関する全学講習会]

- ・第39回基礎コース：平成7年11月6日(月)～11月17日(金)

講義：CYRIC講義室、11月6日(月)、11月8日(水)の内都合の良い日1日

実習：CYRIC RI棟、11月13, 14, 16, 17日の内都合の良い日1日

時間割

9:00～10:30	放射線の安全取扱い(1) 物理・計測	工学部	馬 場	護
10:40～11:40	放射線の安全取扱い(2) RIの化学	理学部	関 根	勉
12:40～14:10	放射線取扱に関する法令	CYRIC	中 村 尚 司	
14:20～15:20	人体に対する放射線の影響	医学部	山 本 政 彦	
15:30～17:00	放射線の安全取扱い(3)	CYRIC	山 寺 亮	
17:00～17:20	小テスト			

- ・第2回SORコース(放射光コース)基礎コースの講義のみを受講する。

講義：CYRIC講義室、11月6日(月)、11月8日(水)の内都合の良い日1日

- ・第29回X線コース

講義：CYRIC講義室、11月10日(金)

時間割

9:00～10:30	X線装置の安全取扱い	医療短大	鈴 木 正 吾
10:40～11:10	X線関係法令	CYRIC	山 寺 亮
11:20～12:00	安全取扱いに関するビデオ	CYRIC	宮 田 孝 元

[大学等放射線施設協議会の設立]

平成7年6月9日に文部省の支援をうけて、全国の国公立大学および文部省所轄国立研究機関における放射線施設ならびに大学等における放射線安全管理に関する教職員により、「大学等放射線施設協議会」が設立されました。協議会は大学等において、教育・研究等にアイソトープや放射線を使用する施設あるいはその管理にあたる部局から成る「団体会員」と、その機関に所属する教職員等から成る「個人会員」及び「賛助会員」で構成されます。

協議会の事務局は東京大学アイソトープ総合センターに置かれ、全国を北海道、東北、関東甲信越、北陸東海、近畿中国四国、九州沖縄の6地区に分け、各地区的事務はその地区的国立大学アイソトープ総合センターが行います。東北地区は本センターが担当します。

現在会員を募集中です。

[第19回全国国立大学アイソトープセンター長会議]

6月8日（木）に東京大学が主催して、標記センター長会議がKKRホテル東京で開催されました。

参加したのは本年新設された広島大学を加えて、15大学のセンター長と専任教官及び事務官です。

[運営委員会報告]

第135回（平成7年7月17日）

- 6月8日東京大学主催で全国RI施設センター長会議が開催された
- 各専門委員会によって選出された新委員長を承認
(第一専門委員会－藤岡教授、第二専門委員会－山田教授、第三専門委員会－井戸教授)
- 平成6年度決算報告を承認
- 平成7年度実行予算案を承認
- 職員の外国出張を承認

[利用者の会報告]

- 5月23日、6月23日、理工系利用者の会で大型サイクロトロンについて意見交換がされた

[講演会報告]

1) Dr. J. Arje, ユバスキラ大学 サイクロトロン実験室

Status of the Cyclotron Laboratory of University of Jyvaskyla.

平成7年5月2日

2) Prof. G. Münzenberg, Gesellschaft für Schwerionenforschung, GSI, Darmstadt,
Germany.

Elements 110, 111 and the perspectives for superheavy elements.

平成7年5月29日

3) Prof. H. Sagawa, Center for Mathematical Sciences, University of Aizu.
Isospin Impurity and related phenomena.

4) Prof. Anatoli P. Serebrov, Head of the neutron physics division, Petersburg
Nuclear Physics Institute, Gatchina, Russia.

Weak vector coupling from neutron β -decay and possible indications for right-handed currents.

5) Prof. P. Möller, Center for Mathematical Sciences, University of Aizu.
A Path to the Far Side of the Superheavy Island.

平成7年6月6日

6) Prof. D. H. Wilkinson, University of Sussex Brighton, UK.
Structure of the Nucleon.

平成7年7月18日

7) Prof. Frans De Corte, Laboratory of Analytical Chemistry, Institute for Nuclear
Science (INW), University of Gent, Belgium.

The development of European synthetic multi-element standards for quality control
and assurance of k_0 -NAA. (k_0 -中性子放射化分析の品質管理, 保証のための欧州での
合成多元素標準の開発の現状)

平成7年10月9日

8) Dr. Imre Mahunka, Head of Cyclotron Application Department, Institute of
Nuclear Research of the Hungarian.

Developments in the field of isotope production in Debrecen.

平成7年10月26日

9) Dr. Ken Kase, Associate Director for Environment, Safety and Health SLAC,
U.S.A.

SLAC, Its facilities and Experimental Program.

平成7年10月27日

10) 能町正治博士, 高エネルギー物理学研究所
KEK オンライングループのデータ収集系紹介

高速ネットワークを用いた LHC におけるデータ収集系紹介

平成7年11月8日

[1995年放射線管理実務研究会]

日時：1995年10月31日（火）13：30～

- 1) 放射線標準場の構築及び各種線量計の校正

大阪大学ラジオアイソトープ総合センター 山口嘉朗

- 2) 放射性固体廃棄物の焼却が環境に及ぼす影響調査の為の基礎データ収集

岡山大学ラジオアイソトープ総合センター 永松知羊

- 3) 放射線使用施設における教育訓練用VTR作成に関する研究

金沢大学アイソトープ総合センター 長村雄一郎

- 4) 医学利用における放射性元素の飛散率の測定及び放射線管理面からの考察

東京大学アイソトープ総合センター 遠藤正志

研究発表会

「第16回サイクロotron共同利用実験研究発表会」

平成7年11月20日(月)、21日(火)

サイクロotron・ラジオアイソトープセンター講義室で開催の

予定(発表件数 30件)

シンポジウム

「3次元PETに関するシンポジウム」

平成7年11月20日(月) 午後1時～午後4時半

サイクロotron・ラジオアイソトープセンター講義室で開催の

予定

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　ゾルタン　コバチュ（JSPS招致研究者）
出　身　地　ハンガリー科学アカデミー原子核研究所　主任研究員
研　題　目　ポジトロン標識薬剤の合成
受入れ教官　井戸達雄教授
研　期　間　9月11日～9月30日

氏　名　イムレ　マフンカ（JSPS招致研究者）
出　身　地　ハンガリー科学アカデミー原子核研究所　研究部長
研　題　目　¹⁸F-製造用ターゲット科学
受入れ教官　井戸達雄教授
研　期　間　10月17日～10月31日

氏　名　イストファン　ポイス
出　身　地　ハンガリー農工大学　名誉教授
研　題　目　トレースエлементの体内動態、共同研究（大学部局内）
受入れ教官　井戸達雄教授
研　期　間　10月19日～10月24日

R I 管理 メモ

[変更承認について]

^{60}Ge 密封線源 37MBq の使用申請を準備中です。この線源は、ポジトロン断層撮影装置（SET-2400W）の校正用として研究棟のガントリー室で使用されます。

[法令改正についてのお知らせ]

標記につきましては CYRIC ニュース No.18 1995.5月号でお知らせ致しましたが、さらに次の 1 点が追加されました。

4. 地震等の災害時における措置の充実

地震、火災その他の災害が起こったときの措置に関することを放射線障害予防規定に定めなければならぬことになりました。（法律第21条関係）

[施設自主点検]

9月18日（月）～9月25日（月）にかけて行いました。

結果は排気管に穴があいた点が 1 カ所、給気管に穴があいた点が 1 カ所発見されました。予算措置を請求致しました。

[ビデオで有資格者講習]

今まで有資格者講習は、5人程度受講希望者が集まった時点で主任者が行っていたため、受講までの待ち日数が多かった人もいましたが、それを解消すべく有資格者講習用ビデオを作成致しました。今後は、受講者に今までどおり内規、利用者のしおりを渡し、それを教材として見ていただきながら、その規則、利用上の手続き等をビデオ（75分）で行い、管理区域への入退域及び放射線発生室への入退室のハンドリングは、今までどおり主任者が行うことになります。これにより主任者の負担が軽くなり、五月雨式に発生する個々の受講希望者に対しても待ち日数『0～2日』程度で答えられると思います。

主任者部会総会が仙台で開催されました

平成7年度主任者年次大会（中村本センター教授が大会実行委員長）が11月1日、2日仙台国際センターで開催されました。第1日目は、全国から放射線取扱主任者などが400名以上参加して活発な討論が行われました。2日目は視察調査で、女川発電所コース、アイソトープ協会滝沢研究所コースおよび東北大学サイクロotronラジオアイソトープセンターコースが用意されました。本センターには午前中41名が視察調査に訪れ、午後は松島観光に向かいました。

第1日目（11月1日）

	会場I	会場II
10：30	大会実行委員長挨拶 部会総会 「部会委員会の活動報告」「支部の活動報告」「質疑・討論」	常設コーナー 1) 機器展示 (10:30~17:00)
11：15	特別講演I 「放射線安全行政について」(仮題) 科学技術庁原子力安全局放射線安全課長	2) 物産展 (10:30~17:00)
11：45	昼 食（草の根ネットワーク）	特別コーナー
13：15	シンポジウム テーマI 「放射線に係わる緊急時の対応」 座 長：及川 淳（東北大学名誉教授, 評議員） シンポジスト：川上猛雄（武田薬品工業㈱, 近畿支部長） 鈴木英世（元日本アイソトープ協会） 東京消防庁特殊災害課担当官 テーマII 「法規制の合理化」 座 長：井出利憲（広島大学, 中国・四国支部長） シンポジスト：栗原紀夫（京都大学 RI センター, 部会長） 西澤邦秀（名古屋大学 RI センター, 中部支部長）	1) ポスター発表 〔展示 11:45~16:45〕 〔説明 15:45~16:45〕 2) 相談コーナー 〔11:45~13:15〕 〔15:45~16:45〕
15：45	休憩	
16：45	特別講演II 「縮み嗜好の放射線防護」 栗冠正利（東北放射線科学センター会長, 東北大学名誉教授）	
17：45		
18：00		
20：00	懇親会	

[全学のラジオアイソotope廃棄物集荷状況について]

本学の平成7年度のラジオアイソotope廃棄物集荷作業は6月12日～14日にかけて実施されました。各部局毎の集荷状況は次表のとおりです。

平成 7 年度 部局別 ラジオ

部局	旧可燃	可燃物	難然物	不燃物	動物	無機
CYRIC		34	15	4	4	4
CYRIC 合計	0	735,420	494,400	191,168	103,000	82,400
理学部・化学		2	4	4		2
理学部・生物		1		1		
理学部 合計	0	64,890	131,840	238,960	0	41,200
医学部 RI センター		31	72	4	1	4
医学部 合計	0	670,530	2,373,120	191,168	25,750	82,400
医学部附属病院	1		12	4		
附属病院 合計	86,520		395,520	191,168	0	0
歯学部						9
歯学部 合計						185,400
薬学部		4	10	3	1	5
薬学部 合計	0	86,520	329,600	143,376	25,750	103,000
工学部 RI		2				
工学部生物化学		2	3			1
工学部 合計	0	86,520	98,880	0	0	20,600
農学部		3	17	4		5
農学部 合計	0	64,890	560,320	191,168	0	103,000
加齢研		12	21	6		
加齢研 合計	0	259,560	692,160	286,752	0	0
加齢研病院			2	1		
加齢研病院 合計	0	0	65,920	47,792	0	0
金研	1		1			
金研 合計	86,520	0	32,960	0	0	0
素材研			1			
素材研 合計	0	0	32,960	0	0	0
反応研	1			2		
反応研 合計	86,520	0	0	95,584	0	0
遺伝子実験施設		7	19			4
遺伝子実験施設 合計	0	151,410	626,240	0	0	82,400
単価	86,520	21,630	32,960	47,792	25,750	20,600
合計本数	3	98	177	33	6	34
総計(金額)	259,560	2,119,740	5,833,920	1,577,136	154,500	700,400

アイソトップ廃棄物集荷状況

可燃割増	難燃割増	不燃割増	動物割増	無機割増	通常フィルター	焼却フィルター	部局合計
1	1	2	1	1	58		
22,145	33,269	136,372	27,501	22,351	1,989,342	0	3,837,368
0	0	0	0	0	0	0	476,890
2	2	3		4	8		
44,290	66,538	204,558	0	89,404	274,392	0	4,022,150
0	0	0	0	0	0	0	673,208
							185,400
1		1		2	9	2	
22,145	0	68,186	0	44,702	308,691	39,140	1,171,110
2					48		
					1		
44,290	0	0	0	0	1,680,651	0	1,930,941
0	0	0	0	0	0		919,378
				2			
0	0	0	55,002	0	0	0	1,293,474
0	0	0	0	0	0	0	113,712
					1		
0	0	68,186	0	0	34,299	0	221,965
0	0	0	0	22,351	0	0	55,311
0	0	0	0	0	0	0	182,104
				1			
0	0	0	0	22,351	0	0	882,401
22,145	33,269	68,186	27,501	22,351	34,299	19,570	
6	3	7	3	9	125	2	
132,870	99,807	477,302	82,503	201,159	4,287,375	39,140	15,965,412

[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
7. 6. 1	事務補佐員	土 門 美 雪	採 用

新 電 話 番 号 案 内

平成 7 年 7 月 1 日より、電話番号が変わりましたので再度おしらせいたします。

名 称	新電話番号	名 称	新電話番号	名 称	新電話番号	名 称	新電話番号
センター長室	217-7791	放射線管理研究部		R I 計数室内前廊下	4418	共同利用実験室 1	4448
		中 村 教 授 室	217-7805	気 送 管 室	4419	所員実験室 2	4449
加速器研究部		研 究 室	217-7806	標識合 成 室	4420	低レベル共通実験室	4450
藤岡 教授室	217-7792	"	217-7807	物 理 実 験 室	4421	機 器 分 析 室	4451
研 究 室	217-7793	R I 管 理 室	217-7808	生物化学実験室	4422	測 定 室	4452
"	217-7794	"	4399	第 2 空 調 室	4423	シールド測定室	4453
院 生 室	4390	" FAX	217-7809	サイクロトロン管理室	4424	物 理 実 験 室	4454
		R I 仮 眠 室	4406	第 1 計 数 室	4425	専門コース実験室前	4455
測定器研究部				第 2 "	4426	基礎コース実験室前	4456
織原 教授室	217-7795	事 務 室	217-7800	データ処理室	4427	環境放射能実験室	4457
研 究 室	217-7796	"	4400	サイクロトロン準備室	4428	会議室前廊下	4458
"	4391	"	4401	作 業 室	4429	資料コピ一室	4459
院 生 室	4392	"	4402	化 学 計 測 室	4430	標識化合物合成室	4460
工 作 室	4393	"	4403	ホ ッ ト ラ ボ	4431	E C A T 制御室	4461
		"	4404	セミホットラボ	4432	TOFPETガントリー室	4462
核薬学研究部		"	4405	サイクロトロン本体室	4433	設 備 機 械 室	4463
井 戸 教 授 室	217-7797			電 磁 石 室	4434	コンピュータ室	4464
研 究 室	217-7798	サイクロトロン棟図書室	4407	第 1 ターゲット室	4435	汚 染 檢 査 室	4465
"	217-7799	研究棟図書室	4408	第 2 ターゲット室	4436	P E T ガントリー室	4466
"	4394	" FAX	263-5358	第 2 ターゲット室前廊下	4437	講義室前廊下	4467
有機廃液処理室	4395	サイクロトロン制御室	217-7811	第 3 ターゲット室	4438		
R I 製造開発室	4396	受 变 電 室	4409	第 4 ターゲット室	4439		
院生化学実験室	4397	放射線管理室	4410	第 5 ターゲット室	4440		
		業務担当係員室	4411	中性子飛行管室	4441		
サイクロトロン核医学研究室		オペレーター室	4412	ビーム輸送系電源室	4442		
伊藤 教授室	217-7801	宿 直 室	4413	サイクロトロン電源室	4443	※ダイヤルインは 217-7***	
研 究 室	217-7802	コ ピ ー 室	4414	本体ピット室	4444	です。内線は局番なしの 7***	
"	4398	セ ミ ナ ー 室	4415	地 下 道 入 口	4445	になります。	
P E T 制御室	217-7803	R I 計数室 1	4416	β 線分析室前	4446	(注) 4***は内線専用ですが、	
E C A T 制御室	217-7804	" 2	4417	廃棄物処理室	4447	ダイヤルインの転送機能を利	

C Y R I C 百科

名前が示すようにスイッチとしての機能をもつ分子のことです。分子スイッチになる化合物は外部からの刺激（トリガー）によって性質の変化を制御でき、その変化が可逆であることが求められます。私達が慣れ親しんでいる電気（電子）の流れを制御する機能をもつスイッチの他にも、吸光スペクトルの変化により光を制御するものなどがあります。また、スイッティングトリガーには電子、光および熱などが用いられます。これらは単一分子または数個の分子である特定の機能をもつような化合物、いわゆる“分子デバイス”的一種類として分類されています。分子単位で部品を造ることにより、集積回路の微小化や分子ロボットなどの開発が可能であるといわれています。近年の超分子化学の発展とともに多くの分子デバイスの候補となる化合物は報告されてますが、応答時間や耐久性の問題から実用化に到ったものではなく、今後の成果が期待されています。

分子スイッチ

生体には、体内外からのストレスに抗して、自身の恒常性を維持する機構が備わっています。ホルミシスは、この機構の働きによって引き起こされた自然的防御反応の一つであり、高レベルでは重大な損害を与えるような有害要因でも、低レベルの場合は自然な形の刺激として観察される現象を言います。

放射線については、どんなに微量であっても生物に有害であると考えられてきたが、近年、微量な放射線は有害ではなく生体に有効な刺激

- * 作用をもたらし、むしろ有益であるとする報告
- * が注目されるようになりました。
- * これを放射線ホルミシスと言い、10R (100mSv) 位までの線量レベルで起
- * こるという報告がありますが、まだはっきりしておりません。

ホルミシス

脳活動に伴い、エネルギーが消費されます。脳は、エネルギー源のほとんどをぶどう糖に依存していますので PET で糖消費量を測定しますと 脳の活動を画像化することができます。しかし、 $[^{18}\text{F}] \text{FDG}$ をトレーサーとしたのでは、測定時間が30分単位であり、脳活動のダイナミックスを捉えることは困難です。そこで、 ^{15}O で標識した注射水を用いる脳血流測定法で代用しますが、検出感度は、ほぼ、FDG の場合と同程度であることが知られています。この手法を用いて視覚情報処理、言語、記憶等に関係した研究が世界的に行われています。解析には、三次元脳地図を用い、これに各被検者の脳画像を変換させ、次に、統計的画像処理を加えて脳活動部位の抽出を行います。センター独自の画像処理ソフトウェアを開発致しましたが、最近、英国で開発され普及しつつある SPM なるプログラムを導入致しました。順調に開発が進んでいます三次元画像再構成法を使いますと放射線被曝が $1/10$ 以下に低減され、より非侵襲的な検査法となります。

脳賦活検査

RBS (ラザフォード後方散乱) 加速器からのイオンビームを試料にあて、試料中の原子核との相互作用によって核反応が生じ、これによって放出される放射線を検出して試料の分析を行うのが荷電粒子放射化分析です。核反応を分析手段として使うには、反応の断面積が大きく、測定が容易で、且つ反応の機構が良く分かっているものが良いのです。

その代表的なものがラザフォード散乱です。ラザフォード散乱は入射粒子とターゲット核間のクーロン場による散乱で入射イオンのエネルギー E_0 と、 θ 方向へ散乱してきたイオンのエネルギー E_1 の比が各々の質量と角度のみから決まるということから、ある角度 θ で散乱粒子のエネルギースペクトルを測定すれば、不純物核種の種類（質量）と濃度を決めることができます。

PIXE は不純物元素の原子番号を測定しているのに対し、RBS は質量を求めることがなり、その質量分解能は θ が大きい程良いことから、170度等の後方で測定されます。後方散乱と呼ばれる所以です。

編 集 後 記

今年度から編集委員会に参加させて頂き、どのようにCYRICニュースができあがるかだんだん分かってきました。異分野の人たちと話すことによって、全く知らないことの存在を理解することは新しい可能性を見つける第一歩なのかもしれません。自分だけの世界に閉じ籠もると、どうしても飽和してしまいそうです。その点、CYRICを中心とする人の繋がりは大変有意義です。なにしろ理学、工学、医学、薬学の人たちが集まっていますから。そんなことを考えながら編集業務の一端を手伝いました。

(谷内)

編 集 委 員

中 村 尚 司 (CYRIC)
井 戸 達 雄 (CYRIC)
山 屋 執 堯 (理学部)
篠 塚 勉 (CYRIC)
谷 内 一 彦 (医学部)
高 山 努 (理学部)
佐 宗 うらら (CYRIC)



CYRICニュース No.19 1995年11月30日発行

〒980-77 仙台市青葉区荒巻字青葉

東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター

T E L 022 (217) 7800 (事務室代表)

F A X 022 (263) 9220 (サイクロ棟)

022 (217) 7809 (R I 棟)

022 (263) 5358 (研究棟図書室)