



No.24 1998.5 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

— 創立20周年を迎えて —

科学計測研究所教授 石亀希男

東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターが創立20周年を迎えるに当たり、まず心からお祝いを申し上げたい。1977年に設立された当時は、荷電粒子 AVF サイクロトロンや短寿命でしかも高レベルのラジオアイソトープの多目的利用を目指すとともに RI や放射線の安全取り扱いに関する教育指導を中心的に行うことを目的とする学内共同利用教育研究施設として出発した。それから20年原子核物理学から核医学にわたる広範な教育・研究分野において本施設が果たしてきた実績から、東北大学において今やなくてはならない教育・研究施設の一つであることが実証されている。また、本学における放射線やラジオアイソトープの安全な取り扱いに果たしてきた本施設の役割は極めて高いもので、今後ともその役割が大いに期待されている。

20年前に新しい組織として誕生した本センターが、このように初期の目的を十分に遂行し、活きた形で組織を育て、発展させてきた道のりには、絶え間ざる目的意識と大変な努力があったものと思う。新しい組織が生まれると、最初の10年間は目的に向かって組織を軌道に乗せる期間であり、その後の10年つまり、組織が生まれてちょうど20年目位がその組織の本当の存在価値が評価される時期ではないかと思っている。本センターが今年で創立20年になると言うことは、ちょうど成熟期を迎えたことで、この成熟期の山をどのように越えるかにより、本センターの将来の展開も大きく変わってくると思う。

本センターは、高速中性子飛行時間分析装置、オンライン質量分離器、ポジトロン放出核種標識薬剤合成装置、三次元画像収集陽電子断層撮影装置、等現状では学内はもとより学外、国外の研究者にも魅力的で特徴ある装置と研究環境を備えている。しかし、科学技術は時の流れとともに想像以上の速い速度で進展していることは衆目の認めるところである。共同利用研究施設として本センターの本務はユーザー支援であるが、このユーザー支援を本当に活きた形にするために、センターが独自に先端技術の研究開発に取り組み、新しい研究分野を切り拓いて行く姿勢が今後一層望まれる。

本センターが創立20年を一つの節目として、東北大学の顔となるような機能を持つ組織へとさらに大きく発展することを願っている。



目 次

• 卷 頭 言 創立20周年を迎えて	科学計測研究所教授 石 亀 希 男	1
• 研究紹介		
(1) 超高純度金属および化合物半導体中の極微量不純物の挙動	東北大学素材工学研究所 一 色 実	4
(2) 中枢解毒システムとしての血液脳関門排出輸送系と薬物の脳内動態	東北大学薬学部薬剤学 寺崎 哲也	8
• 特集記事 サイクロotron更新計画について - 1	センター 篠塚 勉	18
• 20周年記念行事について		23
• 平成11年度概算要求について	センター長 織原 彦之丞	32
• 共同利用の状況		33
• センターからのお知らせ		39
• 研究交流		45
• R I 管理メモ		46
• 組織図		59
• 委員会名簿		60
• 人事異動		62
• 職員名簿		63
• 学生・研究生名簿		65
• C Y R I C 百科		67
• 編集後記		68

研究紹介(1)

超高純度金属および化合物半導体中の極微量不純物の挙動

東北大学素材工学研究所 一色 実

1. はじめに

我々がこれまで行ってきた仕事は、①金属および化合物半導体の高純度化プロセスを確立すること、②高純度化された物質本来の性質を明らかにすること、③物質の性質に与える微量不純物の影響を明らかにすること、④作製した高純度物質を原料に薄膜を作製しその特性を制御すること、⑤高純度化のための新規な要素技術を確立することに大別できる。

このうち、高純度化プロセスの確立には、微量不純物の挙動を正確に把握し、その除去に対する対策を講じると同時に、得られた純度を評価するために微量不純物の分析が必要となる。さらに、得られる純度は精製過程でいかに汚染を防止するかによって決定されるため、汚染防止の上でも微量分析が必要となる。

また、純度を上げて様々な特性を評価すると、金属の場合で ppm 程度の不純物の存在が、化合物半導体の場合には ppb レベルの不純物が、特性を左右するため、定量的に不純物を添加しようとすると、このレベルの不純物を正確に分析する必要がある。一方、不純物の挙動を調べる際には RI の利用が有効な場合がある。本稿では、このような観点からサイクロトロンを利用した我々の実験について紹介させていただくこととする。

2. コバルトの高純度化

コバルトの高純度化のために、陰イオン交換精製、電解採取、浮遊帯溶融精製からなるプロセスを開発した¹⁾。現在、例えばグロー放電質量分析等、機器分析法の進歩により ppb レベルの金属不純物の多元素同時分析が可能となっている。コバルトの高純度化を行った当時、このような定量性のある機器分析法は存在せず、また、中性子放射化分析が困難であることから、荷電粒子放射化分析を試みた。比較的 (p, n) 反応断面積の大きい18元素の Thick Target Yield を測定し、プロトン照射した試料中不純物の放射能との比較から定量化を行った。ほとんどの不純物が ppm 以下で精度良く分析された²⁾。精製過程の各ステップで得られた試料中に含まれる不純物の定量分析を行った結果、各ステップで不純物濃度の低下が認められ、精製効果のあることが明らかとなった。

最終的に浮遊帯溶融精製を行った試料では、鉄を除きすべてが定量下限以下であることが明らかとなった。残留抵抗比の値は最終的に334が得られ、この値はこれまで最高値を維持している。最近、高純度コバルトの LSI 電極材料、磁気記録材料への応用が注目され、当時開発したプロセスの実用化研究を進めている。

3. 金属からの脱ガス

市販の高純度金属の公称純度にはガス不純物（酸素、炭素、窒素）の濃度は考慮されていない。一方で、LSIの配線あるいは記録媒体用金属薄膜作製にスパッタリング法が多用され、金属ターゲット中のガス不純物の存在が問題になってきている。

これらガス不純物の除去法の一つとして、水素雰囲気中での焼純がある。酸素、窒素の荷電粒子放射化分析を行い、水素焼純によるクロム、コバルト、鉄等について脱酸脱窒効果が認められた³⁻⁵⁾。ただし、このような固相における脱ガス処理の場合には、ガス不純物の試料表面への拡散、あるいは表面における水素化物形成の反応のいずれかが律速過程となる。拡散を速めるには温度を上げる必要があるが、水素化物形成の自由エネルギー変化は減少する。よって実用規模の量を処理するのは困難である。

最近、水素プラズマ溶解が金属不純物⁶⁾及び脱ガスにも極めて有効であることが明らかとなってきた。図1に鉄の脱酸効果を示す。図は酸素を160ppm程度含む市販電解鉄を熱プラズマで加熱溶解したときの酸素濃度の溶解時間依存性を示している。プラズマガスとしてAr-1, 5, 20vol.%H₂を用いているが、熱プラズマ中の活性水素が脱酸に大きい効果を有していることがわかる。脱酸反応は極めて迅速で、反応は2つの段階から成りそれが1次反応であることがわかる。

この場合には分析に不活性ガス融解法を用いたが、特に酸素分析の場合、自然酸化膜の存在が分析値に影響し問題となる。例えば、超高純度鉄表面の自然酸化膜は、清浄表面を大気暴露すると

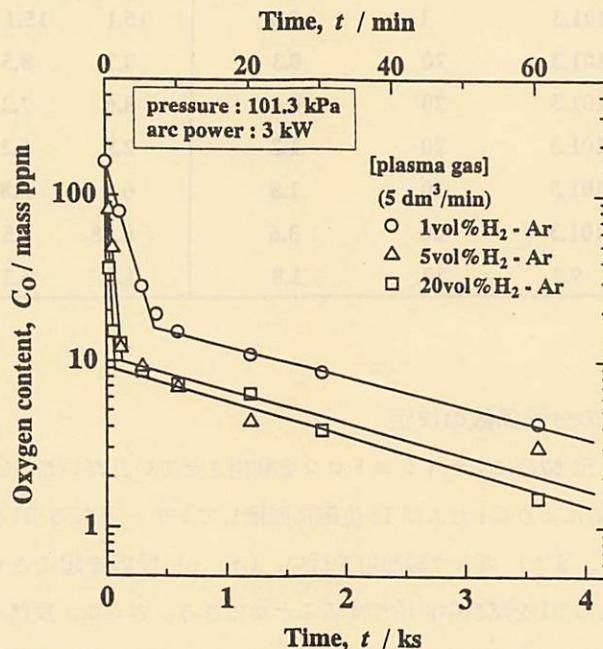


図1 水素プラズマ溶解による鉄の脱酸効果

約3nm厚さの酸化膜が形成され、その後、時間に対して変化せず、優れた耐酸化性を示す⁷⁾。しかしながらこの自然酸化膜の状態および酸化速度は純度により変化するため ppmオーダーの酸素分析を行うときは定量化に大きな問題となる。一方、荷電粒子放射化分析の場合には、照射後表面層を除去することにより自然酸化膜の影響のない酸素濃度が得られる。

表1に水素プラズマ溶解後の酸素濃度を不活性ガス融解法と荷電粒子放射化分析法と比較を示す。明らかに高濃度域では両者に一致は良いが低濃度域では前者が自然酸化膜の影響を受けていることがわかる。このことは、不活性ガス融解法を用いて得られた低酸素濃度側の反応速度が正確に求められないことを示しており、反応機構の正確な議論のためには放射化分析による詳細な実験が必要であることを示している。さらに、脱窒速度は脱酸速度よりも速く、溶解数分後には不活性ガス融解法の定量下限以下となる。マシンタイムの制約があるが、今後、他の金属も含め、酸素、窒素及び炭素の放射化分析を行い機構の解明を行うことを計画している。

表1 種々の条件で水素プラズマ溶解した鉄中酸素濃度の荷電粒子放射化分析法(CPAA)と不活性ガス融解法(IGFM)法による分析値の比較

Plasma arc melting			Oxygen content (mass ppm)	
pressure (kPa)	plasma gas (vol%H ₂)	melting time (ks)	CPAA	IGFM ..
101.3	1	0.6	15.1	15.1
101.3	20	0.3	8.3	8.5
101.3	20	0.6	8.6	7.2
101.3	20	1.2	2.8	6.3
101.3	20	1.8	0.8	3.8
101.3	20	3.6	0.58	1.5
9.3	20	1.8	1.3	3.2

4. CdTe 中不純物の分配係数の決定

放射化分析の他に、RI 製造にもサイクロトロンを利用させていただいた。CdTe をプロトンで照射すると、(p, n) 反応により Cd および Te 位置に置換してドナーとなる RI をキャリアフリーで添加することができる。また、ガンマ線照射を行い、(γ, p) 反応を起こさせると、同様に 2 種類のアクセプターとなる RI を試料中に添加することができる。さらに、反跳インプランテーションにより様々な RI をインプラントする事が可能である。このように RI 元素を CdTe 中に添加し、ブリッジマン法により単結晶を成長し、それらの分布を調べることによりこれら不純物の分配係数

を決定することができた⁸⁾。このような RI 元素の導入は、他の化合物にも利用可能で、ZnSe 中の Cu の挙動を調べるときにも利用した⁹⁾。今後、このような利用も計画している。

5. おわりに

以上、簡単にサイクロトロン RI センターを利用した研究について述べさせていただいた。原稿の依頼を受け、サイクロトロン RI センターで行ってきた仕事を振り返ってみると、センターの方々に大変お世話になってきたことを改めて感じさせられます。この場を借りて感謝の意を表させていただきます。

参考文献

- 1) M. Isshiki, Y. Fukuda and K. Igaki : Preparation of High Purity Cobalt, J. Less-Common Met., 105 (1985) 211.
- 2) M. Isshiki, Y. Fukuda and K. Igaki : Proton Activation Analysis of Trace Impurities in Purified Cobalt, J. Radioanal. Chem., 82 (1984) 135.
- 3) M. Isshiki, K. Arakawa and K. Igaki : Preparation of High Purity Chromium, J. Less-Common Met., 96 (1984) 157.
- 4) M. Isshiki, K. Arakawa, S. Satoh, M. Nagano, Y. Fukuda, K. Chiba and K. Igaki : Activation Analysis of Oxygen in Iron and Chromium through Bombardment by ^3He Ion Beam, Trans. Iron and Steel Inst. Jpn., 23 (1983) 796.
- 5) M. Isshiki, Y. Fukuda and K. Igaki : Activation Analysis of Carbon and Nitrogen in Iron, Cobalt and Chromium, Trans. Jpn. Inst. Met., 27 (1986) 449.
- 6) D. Elansky, K. Mimura, T. Ito and M. Isshiki : Purification of Tantalum by means of Hydrogen Plasma Arc Melting, Materials Lett., 30 (1997) 1.
- 7) S. Suzuki, Y. Ishikawa, M. Isshiki and Y. Waseda : Native Oxide Layer Formed on the Surface of Ultra High-Purity Iron and Copper Investigated by Angle Resolved XPS, Materials Trans, JIM, 38 (1997) 1004.
- 8) M. Isshiki, M. Satoh and K. Masumoto : Segregation Coefficients of Ag, Co, I and In in CdTe, J. Cryst. Growth, 78 (1986) 58.
- 9) M. Isshiki and K. Masumoto : The Change in the Photoluminescence Spectra of Cu-doped ZnSe Single Crystals Caused by Heat Treatment, J. Phys. C, 21 (1988) 2771.

研究紹介(2)

中枢解毒システムとしての血液脳関門排出輸送系と 薬物の脳内動態

東北大学薬学部薬剤学 寺崎哲也

1. はじめに

血液脳関門の実体である脳毛細血管内皮細胞は、細胞同士が密着結合で連結し異物の侵入を厳密に制限する静的障害としての役割を果たしていることが知られている。一方、ある種の制癌剤を癌細胞の外に能動的に排出する働きを持つP-糖蛋白が種々の正常組織で見つかり、血管脳関門では脳から循環血液方向にビンクリスチン¹⁾やサイクロスボリンA²⁾などの基質を排出する働きを持つことが明らかになった。この発見により、種々の物質の脳への移行性が制限されている原因是、単なる「障壁」としての構造的な特徴だけでなく、未知の排出輸送系が血液脳関門で能動的に働いている可能性が考えられるようになった³⁾。脳内には神経伝達物質やその代謝物など多くの親水性物質が存在することが知られるが、私達の研究室では、「脳の高次機能を支援するために、これらの親水性物質の脳内レベルを一定に制御する複数の排出輸送系が血液脳関門に備わっている」という『中枢解毒システムとしての血液脳関門排出輸送機構仮説』^{4), 5)}を立て、これを実証することを目的として研究に取り組んでいる。研究は、端緒についたばかりであるが、ここではその一部を紹介する。

2. 血液脳関門P-糖蛋白排出輸送説

分子量が数百程度の化合物は、一般に、脂溶性が高い程、血液脳関門透過速度が速いことが知られている。また、担体輸送系で血液脳関門を透過するグルコースや各種のアミノ酸は脂溶性が低いにも拘わらず血液脳関門透過速度は大きい。Levinらは多くの化合物について比較解析したところ、(オクタノール水分配係数/分子量の平方根)と血液脳関門透過速度の相関関係から分子量400以上の化合物が大きくはずれることを見出した⁵⁾。Levinらは、血液脳関門には分子量400以上の物質の透過を制限するふるいがあるという「分子量閾値仮説」でこの現象を説明してきた。私達はこれに対して、相関関係からはずれるこれらの化合物はP-糖蛋白の基質となることから、多剤耐性機構を獲得した癌細胞のようにP-糖蛋白が血液脳関門で排出輸送系として働いているという『P-糖蛋白排出輸送仮説』を提唱した¹⁾。分子量閾値仮説を反証するためには、1) P-糖蛋白が血液脳関門で機能している、2) 分子量400以下でP-糖蛋白の基質の血液脳関門透過性は見かけ上大きく制限されている、3) 分子量400以上でP-糖蛋白の基質とならない化合物の血液脳関門透過性は制限されていないことなどを検討する必要があった。以下に、その結果を示す。

1)について、初代培養脳毛細血管内皮細胞を用いてビングリスチンを取り込ませた後に、細胞外に排出される過程を解析したところP-糖蛋白阻害剤のペラパミルによって見かけの排出速度が低下した¹⁾。さらに、P-糖蛋白に対するモノクローナル抗体MRK-16やエネルギー代謝阻害剤などによって初代培養脳毛細血管内皮細胞に対するビンクリスチンの蓄積性は見かけ上増加したことからP-糖蛋白の働きによってビンクリスチンは血液脳関門から排出されていることが分かった¹⁾。

一方、プロプラノロールなどの塩基性薬物は脳への移行性が高いが、キニジン（分子量324）は相対的に低いことが知られることから、2)についてキニジンをモデルとして検討した。キニジンをラットに静脈内投与して血漿中と脳内濃度を測定したところ、P-糖蛋白阻害剤のSDZ PSC-833を併用した場合、図1に示したように血漿中キニジン濃度時間曲線には影響しなかったが、脳中キニジン濃度は顕著に増加した⁶⁾。図1をintegration plot法で解析したところキニジンの血液脳関門透過速度は、単独投与群では $25.5 \pm 5.6 \mu\text{l}/\text{min/g brain}$ となり、SDZ PSC-833併用群は $400 \pm 102 \mu\text{l}/\text{min/g brain}$ と約15倍増加した⁶⁾。さらに、図2で示したようにP-糖蛋白遺伝子mdrlaのノックアウトマウスにキニジンを投与したところ10分後の脳対血漿中キニジン濃度比(kp, brain)は約30倍増加した⁶⁾。また、正常マウスでもラットと同様にSDZ PSC-833併用効果が見られたが、mdrlaノックアウトマウスでは見られなかった（図2）。これらの結果から、分子量400以下の基質でも血液脳関門に存在するP-糖蛋白の基質であれば血液脳関門透過性が制限されることが明らかになった。

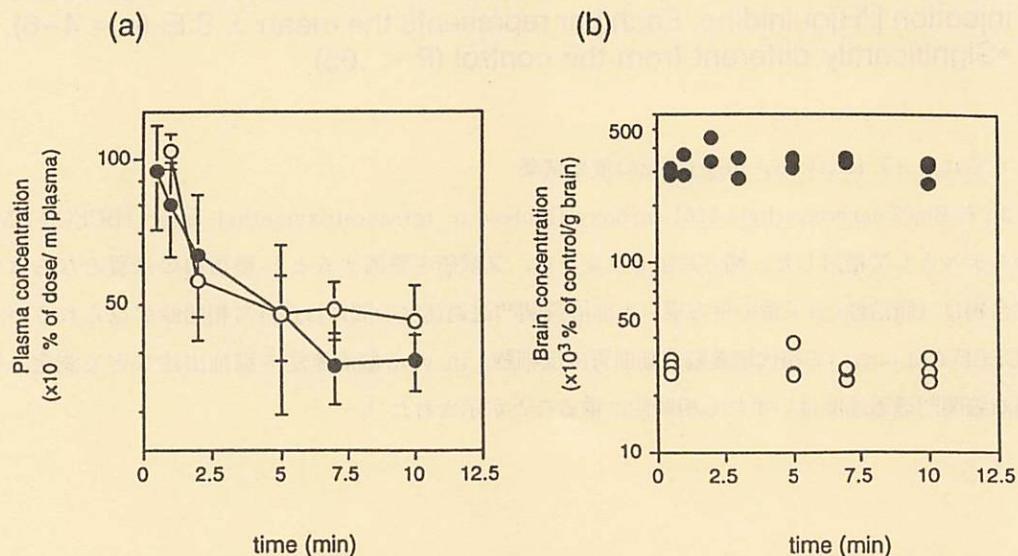


図 1 Time profiles for $[^3\text{H}]$ quinidine concentrations in plasma (a) and brain (b) after intravenous administration. Control (○) and SDZ PSC 833-treated (●) Wistar rats received intravenous injection of $[^3\text{H}]$ quinidine ($10 \mu\text{Ci/rat}$). a, Each point represents the mean \pm S.D. ($n = 3-12$). b, Each point represents the brain concentration in one rat.

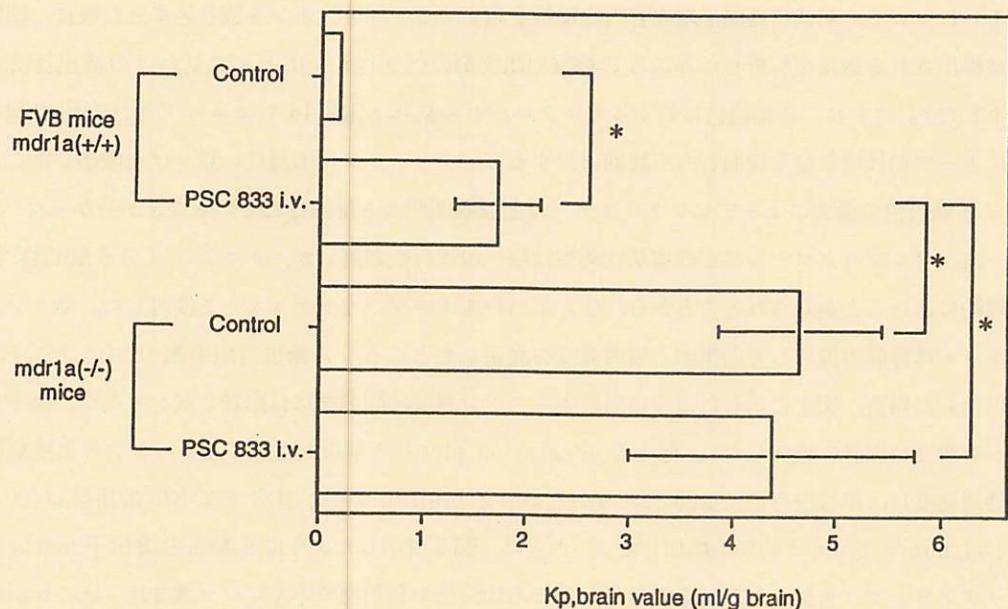


図 2 Comparison of the $K_{p,\text{brain}}$ value of $[^3\text{H}]$ quinidine in control (FVB) and $mdr1a$ knock-out mice. The $K_{p,\text{brain}}$ values were determined 10 min after intravenous administration of $[^3\text{H}]$ quinidine (10 $\mu\text{Ci}/\text{mice}$ dissolved in saline). SDZ PSC 833 (10 mg/kg dissolved in PEG-200/saline/ethanol, 40:40:20) was administered to mice 1 min before the injection $[^3\text{H}]$ quinidine. Each bar represents the mean \pm S.E. ($n = 4-6$). *Significantly different from the control ($P < .05$)

さらに、3)について、分子量808の蛍光試薬

$2',7'$ -Bis(2-carboxyethyl)-5(6)-carboxylfluorescein tetraacetoxymethyl ester (BCECF-AM)をモデルとして検討した。図3に示したように、文献値を整理するとP-糖蛋白の基質とならない化合物は（脂溶性/分子量の平方根）と血液脳関門透過速度の間には良好な相関性が見られるが、BCECF-AMについて初代培養脳毛細血管内皮細胞、in vivo脳灌流法や脳抽出法などで測定した血液脳関門透過速度はいずれも相関性に乗ることが示された⁷⁾。

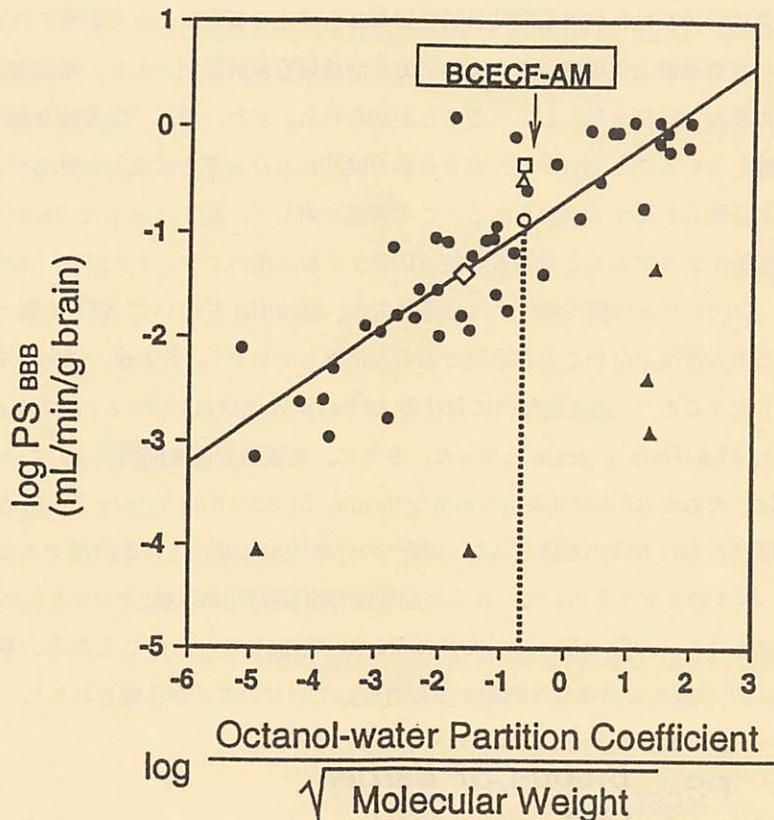


図 3 Comparison of BBB permeability PS between the predicted values from octanol/water partition coefficients and the experimental values, determined using *in vitro* cultured monolayers of BCEC (open square), *in vivo* carotid artery injection (open circle) or brain perfusion methods (open triangle). Closed circles and closed triangles were obtained from the values reported previously (Levin, 1980, Cornford, 1985; Cefalu and Pardridge, 1985). Open diamond represents the value of erythrosine B reported previously (Leviton et al., 1984). The solid line was obtained by linear regression using the data in the closed circles. Drugs shown as closed triangles are adriamycin, bleomycin, epipodophylotoxin, vincristine and cyclosporin A that exhibit a significantly lower BBB permeability than expected from their lipophilicity. The broken line represents the value of the octanol-water partition coefficient divided by the square root of the molecular weight of BCECF-AM.

3. 薬物の脳内動態における血液脳関門排出輸送過程の寄与

脳に対する薬物の分布性は血液脳関門透過性以外にも多くの要因によって影響される可能性がある。特に、脳には脈絡叢上皮細胞がその実体である血液脳脊髄液関門があり、循環血液と脳脊髄液との物質交換に重要な役割を果たしていることが知られる。また、最近、血液脳脊髄液関門にも排出輸送系が機能していることが分かり、どちらかの関門における薬物の流入と排出が大きく寄与しているかどうかを明らかにする必要がある。この課題に対して、図4に示した distributed モデルは最も有用な解析モデルであると言える。抗 AIDS ウィルス薬のアジドチミジン (AZT) やジデオキシイノシン (DDI) などは脳へ移行する必要がある。脳抽出法を用いて AZT の脳への移行性を解析したところ流入速度が低いことが原因であると推察していた⁸⁾。その後、図4のモデルを用いて詳細に解析したところ⁹⁾、血液脳関門における AZT の流入速度は $10.3 \pm 2.1 \mu\text{l}/\text{min/g brain}$ 、排出速度は $180 \pm 77 \mu\text{l}/\text{min/g brain}$ となった。さらに、血液脳脊髄液関門を介した AZT の流入速度と排出速度は、それぞれ $6.43 \pm 0.58 \mu\text{l}/\text{min/g brain}$ 、 $51.5 \pm 3.6 \mu\text{l}/\text{min/g brain}$ となった。したがって、両関門における排出過程が AZT の脳への分布性を制限している原因であることが明らかになった⁹⁾。図4のモデルを用いて、さらに血液脳脊髄液関門排出速度をゼロとした場合をシミュレーションしたところ、AZT の脳への分布性はほとんど増加しなかったことから、脳脊髄液関門排出輸送系は AZT の脳への分布性を制限する程寄与していないことが示唆された⁹⁾。

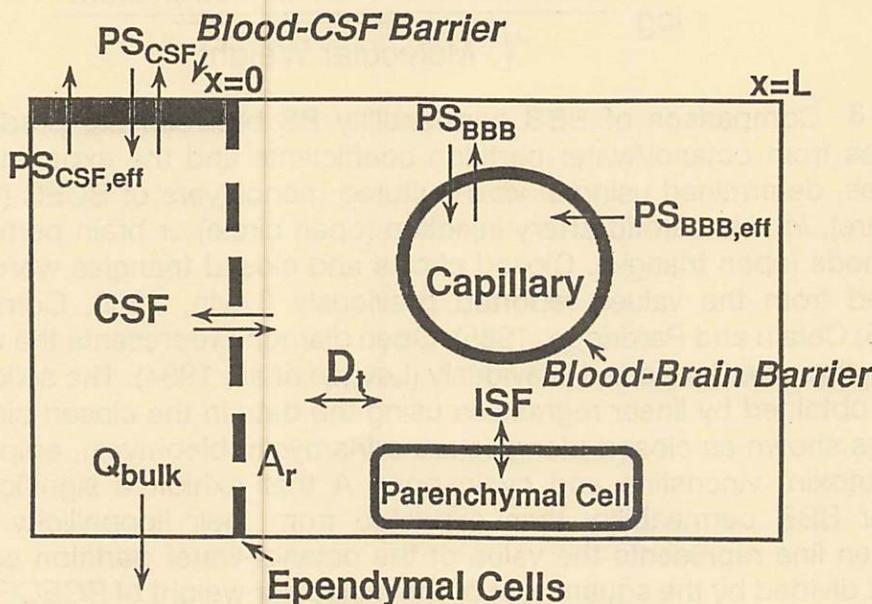


図 4 Distributed model for pharmacokinetic analysis of AZT and DDI distribution in brain and CSF.

4. 血液脳関門排出輸送型薬物の脳細胞間液中濃度

血液脳関門で排出輸送系が働いて薬物を脳細胞間液中から循環血液方向へ排出している場合、脳細胞間液中薬物濃度は血漿中非結合型薬物濃度に比べて遙かに低いことが予想される。薬物の脳に対する効果は脳細胞間液中薬物濃度に大きく影響されることから、血液脳関門で排出される場合、血液中非結合型薬物濃度はその中枢効果の指標としては余り参考にできないことになる。そこで、脳対血清中非結合型薬物濃度比がいずれも1以下となることが知られるキノロン系合成抗菌剤について脳マイクロダイアリシス法を用いて脳細胞間液中薬物濃度を実測した。その結果、定常状態でのラットの脳細胞間液中濃度対血清中非結合型薬物濃度比は、ノルフロキサシン、オフロキサシン、フレロキサシン、ペフロキサシンにおいてそれぞれ、 0.034 ± 0.011 , 0.118 ± 0.041 , 0.147 ± 0.012 , 0.147 ± 0.004 となつた¹⁰⁾。さらに、distributedモデルを用いてキノロン合成抗菌剤の脳への分布性を解析したところ、AZTと同様に血液脳関門排出輸送過程が見かけの脳への分布性を制限している主な原因であることが示された¹¹⁾。

5. 血液脳関門排出過程を解析する新規実験法（Brain Efflux Index 法）の開発

血液脳関門排出輸送機能をさらに解明するには、上記に示した方法では解析法として限界が見られることから、新しい実験方法を開発する必要があった。そこで、in vivoで血液脳関門排出過程を解析する新しい実験法を開発し、Brain Efflux Index (BEI) 法と名付けた¹²⁾。その原理は図5に示したが、脳内に投与された薬物量を $X_{inj, drug}$ とし、脳内残存薬物量を $X_{br, drug}$ としたとき、

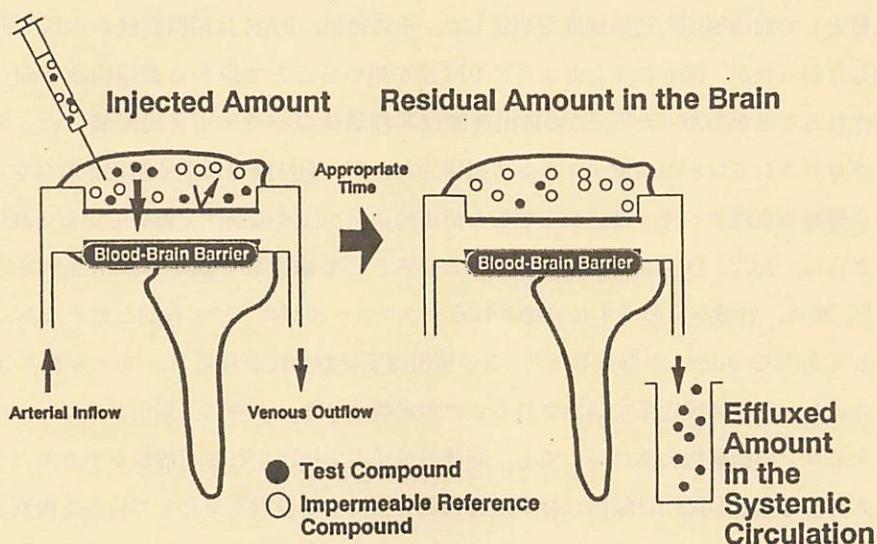


図 5 Schematic diagram of BEI method.

脳から排出された割合 Brain Efflux Index (BEI) 値 (%) は、

$$BEI = (1 - (X_{br,drug}/X_{br,ref}) / (X_{inj,drug}/X_{inj,ref})) \times 100 \quad (1)$$

と表される。ただし、 $X_{inj, ref}$ と $X_{br, ref}$ は血液脳関門非透過性内部標準物質のそれぞれ脳内投与量と脳内残存量を表す。さらに、(1)式から脳内残存率について

$$100 - BEI = (X_{br,drug}/X_{br,ref}) / (C_{inj,drug}/C_{inj,ref}) \times 100 \quad (2)$$

が誘導される。ただし、 $C_{inj,drug}$ と $C_{inj,ref}$ は、それぞれ投与液中の薬物濃度と内部標準物質濃度を表す。(2)式を使い薬物を脳内投与後の残存率を求め、片対数プロットの傾きから血液脳関門排出速度定数 (Keff) を求める。さらに、脳スライスを用いて薬物の分布容積 $V_{br, drug}$ を測定し、

$$CL_{BBB, eff} = Keff \times V_{br, drug} \quad (3)$$

から血液脳関門排出クリアランスを求めるものである¹²⁾。

6. Brain Efflux Index (BEI) 法を用いた血液脳関門排出輸送系の解析

生体で重要な解毒組織として腎臓と肝臓は、重要な役割を果たしていることから、P-糖蛋白以外にどのような排出輸送系が血液脳関門で機能しているかを考える場合、両臓器の輸送系に着目した¹³⁾。脳内のカテコラミンは大部分がホモバリニン酸などの代謝体として尿中に排泄されることが知られていることから、腎臓から有機アニオン輸送系で排泄されるパラアミノ馬尿酸 (PAH) をモデル基質として血液脳関門透過速度を測定した。その結果、PAH は循環血液から脳方向へほとんど透過しなかったが、図 6 に示したように BEI 法を用いることで脳から循環血液方向へ速い速度で排出されることが分かった¹³⁾。この排出速度は非標識体のパラアミノ馬尿酸によって低下し(図 6)，プロベネシドなどの有機アニオンで阻害されたが、胆汁酸では全く阻害されなかった。このことから腎臓の有機アニオン輸送系と類似の排出輸送系が血液脳関門で働いている可能性が考えられる。さらに、AZT, DDI について検討したところ、この輸送系で脳から排出されることが示唆された¹⁴⁾。次に、肝臓から胆汁中に分泌されるタウロコール酸について検討したところ、排出速度定数として 0.0233 min^{-1} が得られた¹⁵⁾。この排出速度は飽和性が見られ、コール酸によって阻害されたことから、担体輸送系で排出されることが示唆された。さらに、脳内ステロイドホルモンの一種エストロンの硫酸抱合体についても、同様の輸送系で排出される可能性が示された¹⁶⁾。

一方、これまで血液脳関門は脳内に神経伝達物質を保持する役割を果たしていると推察されてきた。これに対して、 γ -aminobutyric acid (GABA) について解析したところ、GABA 単独では脳からの排出はほとんど見られなかった。しかし、神経細胞に対する GABA の取り込みを阻害する nipecotic acid を共存させると、GABA は脳から速やかに排出され、その速度は飽和性を示した。

培養脳毛細血管内皮細胞系を用いてGABAの定常状態取り込み量を測定したところ、エネルギー阻害剤によって増加したことからGABAは能動的に血液脳関門を介して脳から排出されることが示唆された。さらに、グルタミン酸(L-Glu)やアスパラギン酸(L-Asp)について検討したとこ

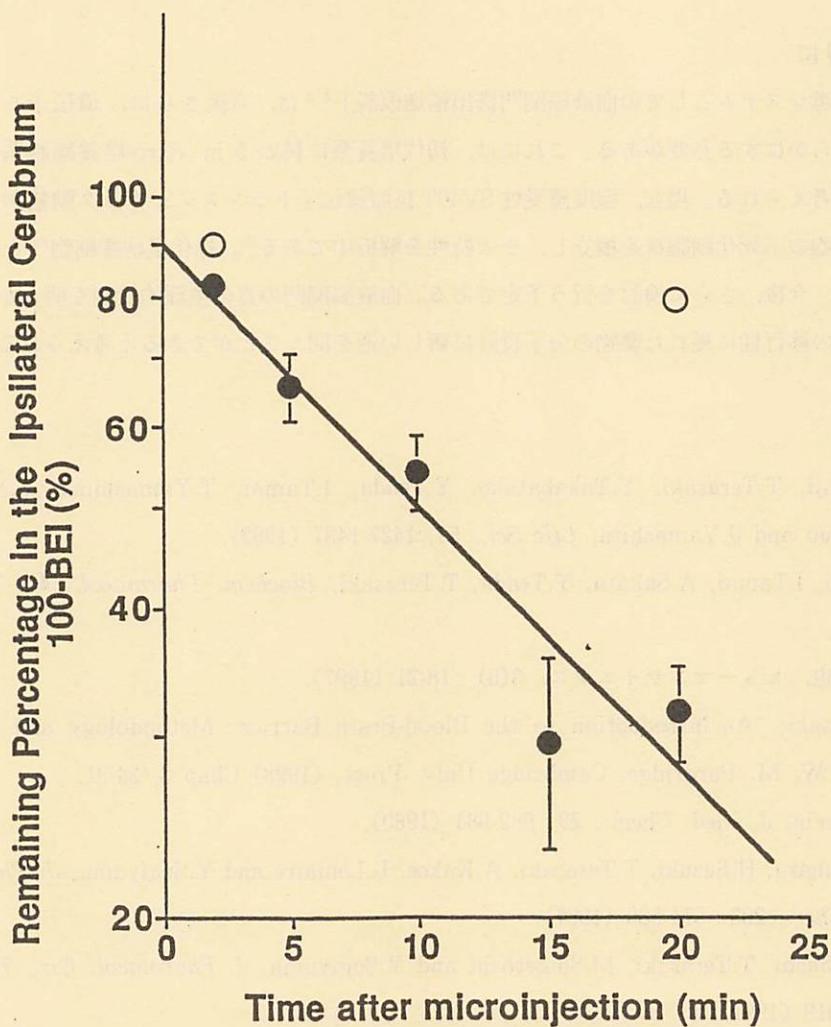


図 6 Time courses of [³H]PAH in the ipsilateral cerebrum after intra-cerebral microinjection in the presence of [¹⁴C]inulin as an internal reference. A mixture of [³H]PAH (2.5 nCi) and [¹⁴C]inulin (0.25 nCi) dissolved in 0.5 μ l ECF buffer was injected into Par2 of rat cerebrum in the absence or presence of 100 mM unlabeled PAH. Rats were decapitated at 2, 5, 10, 15 and 20 min after microinjection. Closed and open symbols represent the time courses of the percentage of [³H]PAH remaining in the brain after administration in the absence and presence of 100 mM PAH (the mean \pm S.E.; $n = 3-7$). The slope of the solid line represents the elimination rate constant of tracer amount of [³H]PAH, i.e. $5.87 \times 10^{-2} \pm 0.65 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$, obtained by the nonlinear least squares regression analysis.

る、脳から循環血液中に未変化体として排出されることが示された¹⁷⁾。このように血液脳関門は、脳細胞間液中に過剰に放出された神経伝達物質の一部を循環血液方向へ排出することで解毒機構の一部を担っている可能性がある。

7. おわりに

「中枢解毒システムとしての血液脳関門排出輸送仮説」^{3,4)}は、今後さらに、遺伝子レベルでその実体を明らかにする必要がある。これには、初代培養系に替わる *in vitro* 培養細胞系の開発が鍵となると考えられる。現在、温度感受性 SV40T 抗原遺伝子トランスジェニック動物から脳毛細血管内皮細胞の不死化細胞株を樹立し、その特性を解析中である¹⁸⁾。株化星状膠細胞¹⁹⁾との共培養系を含めて、今後、さらに検討を行う予定である。血液脳関門の真の生理的役割を明らかにすることで、脳への移行性に優れた薬物の分子設計に新しい道を開くことができると考えられる。

参考文献

- 1) A. Tsuji, T.Terasaki, Y.Takabatake, Y.Tenda, I.Tamai, T.Yamashima, S.Moritani, T.Tsuruo and J.Yamashita, *Life Sci.*, 51, 1427-1437 (1992).
- 2) A.Tsuji, I.Tamai, A.Sakata, Y.Tenda, T.Terasaki, *Biochem. Pharmacol.*, 46, 1096-1099 (1993).
- 3) 寺崎哲也, ヒューマンサイエンス, 8(6) : 18-21 (1997).
- 4) T.Terasaki, "An Introduction to the Blood-Brain Barrier : Methodology and Biology" ed. by W. M. Pardridge, Cambridge Univ. Press, (1998) Chap 3, 24-31.
- 5) V.A.Levin, *J. Med. Chem.*, 23 : 682-684 (1980).
- 6) H.Kusuhara, H.Suzuki, T.Terasaki, A.Kakee, L.Lemaire and Y.Sugiyama, *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 283 : 574-580 (1997).
- 7) T.Hirohashi, T.Terasaki, M.Shigetoshi and Y.Sugiyama, *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 280 : 813-819 (1997).
- 8) T.Terasaki and W.M.Pardridge, *J. Infect. Dis.*, 158 : 630-632 (1988).
- 9) K.Takasawa, T.Terasaki, H.Suzuki, T.Ooie and Y.Sugiyama, *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 282 : 1509-1517 (1997).
- 10) T.Ooie, T.Terasaki, H.Suzuki and Y.Sugiyama, *Drug Metab. Dispos.*, 25 : 784-789 (1997).
- 11) T.Ooie, T.Terasaki, H.Suzuki and Y.Sugiyama, *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 283 : 293-304 (1997).
- 12) A.Kakee, T.Terasaki and Y.Sugiyama, *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 277 : 1550-1559 (1996).

- 13) A.Kakee, T.Terasaki and Y.Sugiyama, *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 283 : 1018-1025 (1997).
- 14) K.Takasawa, T.Terasaki, H.Suzuki and Y.Sugiyama, *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 281 : 369-375 (1997).
- 15) T.Kitazawa, T.Terasaki, H.Suzuki, A.Kakee and Y.Sugiyama, *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, in press (1998).
- 16) 浅場 浩, 細谷健一, 武仲尚治, 高橋威夫, 寺崎哲也, 日本薬学会第118年会講演要旨集 (02-YB13-4)(1998).
- 17) 菅原道子, 細谷健一, 武仲尚治, 佐藤幸夫, 高橋威夫, 寺崎哲也, 日本薬学会第118年会講演要旨集 (02-YB13-5)(1998).
- 18) 長瀬克彦, 細谷健一, 武仲尚治, 佐藤幸夫, 高橋威夫, 矢内信昭, 帯刀益夫, 内藤幹彦, 鶴尾 隆, 菊池明彦, 岡野光夫, 寺崎哲也, 日本薬学会第118年会講演要旨集 (02-YB14-1)(1998).
- 19) 手塚和宏, 細谷健一, 武仲尚治, 高橋威夫, 矢内信昭, 帯刀益夫, 上田正次, 寺崎哲也, 日本薬学会第118年会講演要旨集 (02-YB14-2)(1998).

サイクロトロン更新計画について－1

センター 篠塚 勉

平成10年4月9日12:00サイクロトロン制御室の運転時間積算計が、69683.6時間を数えたとき、本センターの主力加速器である680型AVFサイクロトロンは織原センター長と藤岡加速器研究部教授による運転停止スイッチ作動によって、20年を越える運転を静かに停止いたしました。サイクロトロンの運転、保守に夜を徹して貢献した歴代の関係者（オペレーターの方も含め）も東京、岩手、新居浜からとカウントダウンの場面に参加し、関係者の手によって一つ一つの停止作業が行われました。停止作業を行う関係者の胸のうちには、一抹の寂しさを感じていたと同時に20年頑強に働いてきた「無事是名馬」の引退を祝福していたのではないかと思われます。

平成10年度の概算要求項目であるサイクロトロンの更新計画が認められ、680型AVFサイクロトロンより一回り大きなサイクロトロンの導入が決定されました。20周年記念行事の記事でも紹介されたように、本センターにおけるサイクロトロンを用いた加速器の理工学、医学、生物学にわたる広い教育、研究分野での先駆的な多目的利用が評価されたものと、関係者一同、次なる飛躍に意を決しているところです。

新しいサイクロトロンは「より多彩な多目的利用」を実現するため、680型サイクロトロンでは加速不可能であった、

- 100MeV領域でのエネルギーによる核反応
- 陽子からクリプトンまでの重イオンの加速
- 偏極イオン（ спинの向きのそろった）の加速
- 大強度（1mAを目標）陽子ビームによる大強度中性子ビームの生成

というビームの実現を目指して検討がなされています。

現在、新型サイクロトロンが目標としている性能機能を下記の表に示します。

収束条件	$k = 130 \text{ MeV}$	
加速エネルギー	陽子（陽イオン加速） 陽子（負イオン加速） 重陽子（陽イオン加速） 重陽子（負イオン加速） 陽子（偏極イオン加速） 重陽子（偏極イオン加速） アルファ粒子 重イオン (リチウムからクリプトン)	90 MeV 50 MeV 300 μA 65 MeV 25 MeV 300 μA 90 MeV 65 MeV 130 MeV $130 \times q^2/A \text{ MeV}$

上記の表から、新しいサイクロトロンの特徴がうかがえます。

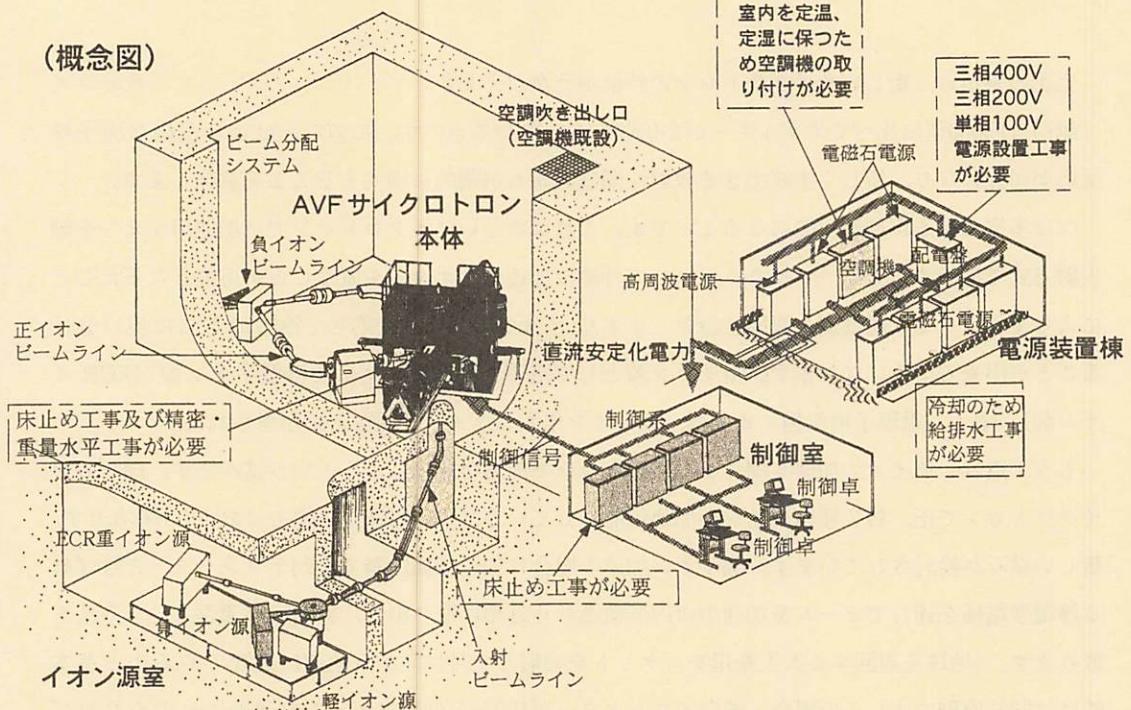
最初は旧680型に比べてエネルギーが2倍強になっている点です。このことはより多様な原子核反応が可能になり、新しく生成できる放射性同位元素も飛躍的に増大することを意味します。

次は多様な粒子が加速可能になることです。これは新しいサイクロトロンでは加速用イオンを軸入射方式で加速するため、サイクロトロンの外部に加速用イオン源を置くことが可能となったことによります（イオン源は別の部屋に設置します）。イオン源も目的に応じて複数のものに使い分けることが出来るようになります。重イオン源として電子サイクロトロン共鳴型イオン源（ECR イオン源）、陽子、重陽子用偏極イオン源、負イオン用大強度イオン源などが用意されます。

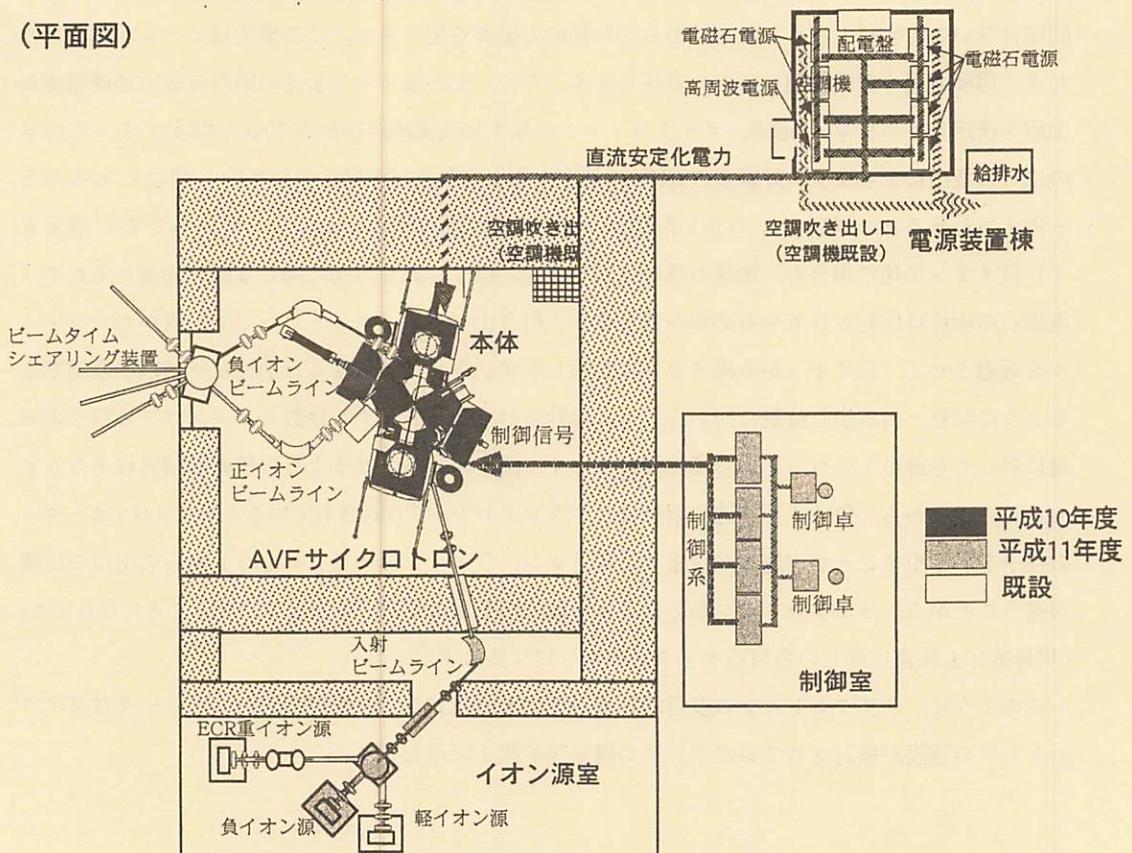
もう1点は、負イオン加速も同じサイクロトロンで加速可能にしようという試みです。同一のサイクロトロンで正、負2種のイオンを加速可能にしている例は、現在及び過去においても存在せず、新しい試みが検討されています。陽イオン加速の場合は加速最終段階で偏向デフレクターと呼ばれる静電型電極を通してビームを加速中の円形軌道から外部に取り出し、実験室に運ぶという方法を取ります。（地球を周回する人工衛星をロケットを噴射して月に向かう軌道に乗せてやると基本的には同じ原理です）この場合、偏向デフレクターが100%の効率でビームを通過させてやれば問題はないのですが、どうしても20から30%程度の損失を生じます。この損失はビームが電極をたたき、電極表面の発熱を招くことを意味します。このことが陽イオン加速の場合の最大加速電流の上限を決定しています。（通常、サイクロトロンの最大加速電流が10から20 μ A程度となっているのはこの理由によります。計算機のCPUの速度上限も発熱及び熱除去の技術的な問題であると考えあわせると、「熱」という古い問題がハイテクの頑強な壁の一つになっていることが窺えます）負イオン加速の場合も、加速の過程は同じです。但し、同じ方向に回しながら加速するため、電磁石の極性は反転させてやる必要があります。引き出しあはサイクロトロンの中に置かれたフォイルを通過させて、負イオンから陽イオンに変換します。陽イオンになった加速粒子は別の軌道をとるようになり、引き出し位置に向かうように設計されます。フォイルは数ミリアンペアの粒子の通過に対しても薄いということから発熱量は少なく、陽イオンにおけるような技術的限界はありません。このことから、負イオン加速の場合はサイクロトロン内で加速されているミリアンペアオーダーの粒子を引き出すことが可能になります。陽イオン、負イオンのサイクロトロンからの出口の位置が違うことから、サイクロトロンからは2本の取り出し用外部ビームラインが出ることになります。（世界的にも非常に珍しい多目的サイクロトロンになるはずです。）

このように、サイクロトロンの多目的利用を更に発展させることを目指した、ユニークなサイクロトロンの建設が検討されています。その概念図を図1に示します。

(概念図)



(平面図)



$K = 130\text{MeV}$ AVF サイクロトロン概念図

新規サイクロトロンは旧680型サイクロトロンを支えていた本体室の2本の支柱の上に載せかえられます。また、旧電源室は新しく複数のイオン源を備えたイオン源室に生まれ変わり、新サイクロトロン用に新規の電源室が建設されます。負イオン用、陽イオン用という2本のビームラインがサイクロトロンから出ているのが新しい点です。

このサイクロトロンからの新しいビームを用いて、これまでの研究を更に発展させる、と同時に新規に可能になる研究テーマが検討されています。

- ・新規サイクロトロンで加速される大強度陽子ビームは原子炉に匹敵する中性子を生成できることから、癌のホウ素中性子捕獲治療を加速器で行うことが可能となり、そのためのパイオニア的な研究を行うことが出来ます。これまでのPET診断（核医学）と組み合わせることでより効果的な診断、治療研究が期待されています。
- ・高エネルギー単色、大強度中性子ビームと中性子高分解能測定装置の組み合わせから、原子核の新しい砾起様式や、中性子半減期の精密測定等ユニークな研究が展開できます。
- ・クリプトンまでの重イオン加速を可能にすることで、新しい原子核の探索や、新しい放射性薬剤製造、重イオンビームのビーム工学的な利用が効果的に展開できます。

「複数加速器による加速器コンプレックスを形成し、理、医、工、農、薬という分野での多彩かつ横断的な研究を目指す」という将来計画の基本理念の第一歩としてその主力サイクロトロンの更新が行われているわけですが、さらに、新規大型サイクロトロンの建設中におけるセンター共同利用の停止期間を出来るだけ短くするため、核医学診断に用いる陽電子放出核種の専用製造機（小型サイクロトロン）の導入も検討されています。大小2台のサイクロトロンによる有機的かつ効果的な利用を計るべく、センターのみならず学内外からの共同利用研究者の方々からのユニークなアイディア、新研究計画の提案をお待ちしております。

最後に、サイクロトロン更新計画の現段階で検討されているスケジュールを表1に示します。平成11年4月には新大型サイクロトロンは現本体室に据え付けられ、制御系、その他周辺設備の設置と、調整を経て平成12年（2000年）初頭にはファーストビームを得ることを目標としています。また、小型サイクロトロンによる核医学系の共同利用は今年中にも再開すべく検討しております。今後、本ニュースにて経過の詳細を順次紹介してまいります。

K = 130MeV 新型サイクロトロン工程表

タスク名	1998年度(H10年度)												1999年度(H11年度)												2000年			
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4			
新サイクロ	設計					本体製作			組立、据付				制御系、電源、据え付け				全体調整					ビームテスト						
	----->	<-----	----->	<-----	----->	<-----	----->	<-----	----->	<-----	----->	<-----	----->	<-----	----->	<-----	----->	<-----	----->	<-----	----->	<-----	----->		共同利用			
旧サイクロ	撤去、除去					本体室管理区域解除（非管理区域化）																						
	<-----	----->	<-----	----->	<-----	----->	<-----	----->	<-----	----->	<-----	----->	<-----	----->	<-----	----->	<-----	----->	<-----	----->	<-----	----->	<-----	----->				

附：

大型サイクロトロンの導入工事は夏明けから開始される予定ですが、それを受けた後サイクロトロンの撤去工事はすでに開始されています。サイクロトロンの大型磁石鉄芯等（100トン）は分解された後、新規に建てられた放射化物使用施設に格納され、その他、放射化された構造材は、サイクロトロン棟地下1階に作られた放射性廃棄物保管廃棄室に、分解、解体の後、専用ドラム缶に封入されて貯蔵されます。6月末までの撤去工事終了後、本体室は放射線管理区域から解除され、工事期間に入ることになります。

受賞のお知らせ

当センター放射線管理研究部（中村研究室）に所属していて、本年3月に東北大学大学院工学研究科原子核工学専攻博士課程（後期）を終了し、学位取得して就職した成田雄一郎氏が平成9年12月に財団法人青葉工学振興会の第2回「井上研究奨励賞」を受賞しました。おめでとうございます。

20周年記念行事について

式　　辞

東北大学サイクロトロン・
ラジオアイソトープセンター

センター長　織原彦之丞

今日ここに東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター創立20周年記念式典を挙行するに当たり、諸事ご多用の中ご列席を賜りました、文部省を始めお世話になった先輩諸先生、総長はじめ本学関係者各位、並びに日頃一緒に仕事をさせていただいている皆々様に厚く御礼申し上げます。

本センターは、荷電粒子加速器サイクロトロンと高レベル並びに短寿命ラジオアイソトープの多目的利用と、放射線の安全取り扱いの全学的な教育研修を行うために昭和52年に学内共同教育研究施設として設立されました。

昭和54年に共同利用を開始して以来、主力装置のサイクロトロンをはじめとして付属実験装置は順調に稼働し、1万人を越える放射線安全取り扱いの全学講習会受講者を送り出し、本センター設立目的を果たしつつあります。これも偏に今日ここにご列席の皆々様を始めとし、関係各位のご理解、ご支援の賜と衷心より感謝申し上げる次第です。

この度の20周年を記念して「センター20年、教育・研究とその成果」と題する冊子が刊行されました。そこには過去10年にセンターニュースに掲載された各グループの研究紹介と、資料編として、修士論文145編並びに博士論文93編、及び476編の英文審査付公表論文のリストなどが掲載されています。

これまでの業績の一部を紹介させていただきますと、高速中性子飛行時間分析装置によるスピニ・アイソスピニ型の原子核の新しい励起様式や核分光学の研究があり、質量分離器による新しい同位元素の探索や原子核の磁気能率の研究があり、さらに重荷電粒子衝撃生成エックス線分析は原子物理学の枠を越えて超微量元素分析に道を開き、バイオサイエンスから環境科学、考古学まで広く応用されています。

一方、センターの総力を傾注して開発した陽電子断層撮影装置並びにサイクロトロン生成短寿命ポジトロン放出核種標識薬剤自動合成装置による核医学診断は、生体内代謝の定量的画像化に成功し、世界で初めてガンの早期・質的診断に応用され、癌の広がりのみならず代謝別・組織別診断法を確立し、合理的治療、治療薬の選択、治療効果の判定に道を開き、さらにアルツハイマー痴呆と老人性痴呆の糖代謝の違いを明らかにし、モヤモヤ病の原因を究明し、てんかん病巣でのヒスタミン増加による発作抑制機序発現の証明が注目されました。更に、脳の高次機能の研究に応用されておりますが、最近では筋肉の糖代謝の画像化でスポーツ医学への応用も注目されています。これら

の臨床研究を支えた基礎医学の研究も本センターの特徴であり、一例を挙げさせて頂ければ、サイクロトロン生成短寿命放射性核種によるオートラジオグラフィーによる脳虚血の研究は数多くの成果を産出しています。

さて、創立10周年の記念式典が挙行されました10年前と比較してみましても学内外の状況は大きく変わりました。共同利用研が多くの研究分野でつくられ、教育研究体制も多様化し本学も含めて大学院重点化が進み、独立研究科の設置、更には連合大学院などの大学からも独立した機関が機能しています。今また大学の社会的役割が問われ、その存在形態の議論までがなされています。このような社会情勢のもと、大学の役割として「萌芽的研究」、「学際研究」それに「人材の育成」が求められています。大学における研究教育が社会の要請や、各々の学問分野の趨勢からかけ離れたものであってはならないことは言を待ちませんが、学問はそれ自身固有の方法論と時計を持ち、一方では予想もつかない大きな飛躍の可能性を内包したものであると考えられます。ボトムアップの萌芽的研究が重要である所以であります。先にも述べましたセンターの業績並びに1,000編に及ぶアニュアルレポートの論文には幾多の萌芽的研究が含まれ、アイデアの宝庫であるともされています。

本センターには、加速器、測定器、核薬学、サイクロトロン核医学並びに放射線管理の5研究部がおかれ、協力してユーザー支援を行なながら、理学研究科並びに薬学、医学及び工学の各研究科で協力講座を形成し、学生・大学院生の教育研究に直接携わっております。各研究部はまた、独自の研究分野で第一線の研究成果をあげてまいりましたが、「サイクロトロン並びにラジオアイソotopeの多目的利用」は、自然発生的に多くの学際研究を産みだし、センターはその中心的役割を果たし、同時に研究環境の整備に努力して萌芽的研究を支え、東北大学が先に申し上げました役割を果たす一翼を担ってきたものと自負しております。また、これまで5回の国際会議を開催するなど高い国際的な評価も受けて参りました。

科学技術基本法の成立という追風があるものの国家財政の緊迫化は、センターにも大きな影響を与えるものと考えられますが、本センターでは30周年までに、もう一回りも二回りも大きな研究の発展を期し教育を充実させるため、建設以来20年以上を経過したセンターの主力装置であるサイクロトロンの老朽化と力不足の解消を目指し、「サイクロトロンの更新」をお願いしているところでございます。この式典に引き続き記念シンポジウムにおきまして、江尻先生、上田先生、石垣先生、並びに西澤先生よりそれぞれのご専門の立場から将来の研究の指針となる御講演をお願い致しています。

国家財政が嘗てない困難に直面しているこの時期に御尽力いただいている文部省並びに東北大学当局に、御礼の言葉もございません。共同利用者とセンター職員一丸となって、「重荷電粒子ビーム並びに短寿命ラジオアイソotopeの先端的多目的利用」を目指し、ご期待に応える所存でございます。

今日ここに、ご列席の皆々様に一層のご支援ご鞭撻を切にお願い申し上げ式辞と致します。

平成10年3月7日

CYRIC 創立20周年記念事業の報告

3月7日（土曜）CYRICの創立20周年記念事業の一環として記念式典、記念シンポジウム（新サイクロotronに期待する）、記念祝賀会がホテル仙台プラザで挙行された。

記念式典では、100名の参加者を得、中村教授の司会のもと織原センター長の式辞に続き阿部総長からご挨拶、文部省ならびに武部京都大学放射性同位元素総合センター長からご祝辞を戴いた。また長年に亘ってセンターの業務に協力された住友重機加速器サービスKK及び㈱日本環境調査研究所に感謝状と記念品が贈られた。記念シンポジウムでは、理学・医薬・臨床・工学の各分野で活躍されている諸先生：江尻教授（阪大核物理研究センター）・上田教授（京都府立医大）・石垣教授（名大医）・西澤教授（名大アイソトープ総合センター）を招き、更新されるサイクロotron ($K=130\text{MeV}$) を利用して進められる研究に対する期待・助言を含めて講演を戴いた後各分野についてCYRICでの研究計画が紹介された。参加者は133名、進行係は井戸が務めた。シンポジウムの講演要旨は文末に載せた。記念祝賀会は151名の参加を得て伊藤教授の司会で進められ、石龜総長特別補佐より祝辞を戴いた。最後に藤岡教授により会が閉められた。またその他の記念事業として、「センター20年—教育・研究とその成果」の出版及びCYRICホームページ（www.cyric.tohoku.ac.jp）を開設し、広く情報の発信に務める事とした。なお本記念事業に際して学内・学外の多くの方々から多大な御協力を戴いた事をここに感謝いたします。

（文責：井戸）

東北大学サイクロotron・ラジオアイソトープセンター創立20周年記念シンポジウム

「新サイクロtronに期待する」

核スピンの運動とニュートリノ－核物理の世界を驚かせた5つの挑戦と研究－

大阪大学核物理研究センター 江尻宏泰 教授

Boron Neutron Capture Therapy (BNCT) の展開と新サイクロtron

への期待 京都府立医科大学脳神経外科 上田 聖 教授

臨床医用画像の将来展望－脱レントゲン画像－

名古屋大学医学部放射線医学講座 石垣武男 教授

カールスルーエ研究所における ^{32}P イオン注入による放射性シュテント

の開発と臨床試験の状況 名古屋大学アイソトープ総合センター 西澤邦秀 教授

核子スピンの運動とニュートリノ —核物理の世界を驚かせた5つの挑戦と研究—

大阪大学核物理研究センター 江尻 宏泰

物質の究極「原子核」は1兆分の1cmと云う超ミクロな世界である。そこでは核子（陽子と中性子）が中間子を交換しながら、強い力で相互作用しながら運動している。核子や中間子の内はクォークがあり、グルオンを交換しながら強い色の力で相互作用しながら運動している。

核子（クォーク）は、弱い力の作用で陽子 \leftrightarrow 中性子と状態を変える。その時、電子とその仲間のニュートリノを出す。ニュートリノは正体不明の謎の素粒子である。核物理は、核子・中間子、クォーク、グルオン、電子、ニュートリノなどの基本的粒子の動きを解明することを目指す。これは、物質の究極と基本の解明と、有限個の粒子が複雑に相互作用する系の解明につながる。

東北大のサイクロotron・ラジオアイソトープセンターは、核物理の研究分野で、次の5つの挑戦をし、世界を驚かせた。

1. 独自のアイデアで精密核分光法を成功させ、超ミクロの原子核を明かにすることに成功した。
オンライン同位体分離による核分光や中性子飛行時間測定による中性子分光法を成功させ、未知の原子核構造に斬り込む方法を確立した。
2. 核子スピン（自転）のシングルズやペアの運動や、それに関わる新種の核を発見した。それにより核子のスピンが関与する基本運動が明かにされた。
3. 謎の素粒子ニュートリノの質量や核との反応の解明に挑戦し、貴重な測定に成功した。
4. これらの実績は、多くの論文、多くの修士、博士を生んだ。国際学会や、日中シンポジウムが行われ、国際的に高い評価が確立した。
5. 新たなサイクロotron計画を実現し、大きく発展しようとしている。

本センターは極めてユニークである。研究ブレーンがあるセンター内には、最新の研究装置と物理、化学、生物、医学と豊かな研究陣がある。また、東北大内には核理研（電子ビーム）、理学（ニュートリノ、ストレンジ核、異常核、理論、他）、医学、工学、などの、国際的にトップのグループ、学部・研究科がある。

本センターが21世紀に向けて、大きな飛躍をすることを祈りたい。新CYRICが、宇宙と人間を究め、地球と世界をうるおすことに、全宇宙が熱い期待をよせている。

Boron Neutron Capture Therapy (BNCT) の展開と 新サイクロトロンへの期待

京都府立医科大学脳神経外科 上田 聖

^{10}B 原子核が熱中性子を捕獲すると、短い飛程距離で高エネルギーの α 粒子と ^7Li 核に分裂する。この反応が細胞内に起こればちょうど細胞 1 個を破壊する。したがって ^{10}B を選択的に腫瘍細胞に取り込ませれば腫瘍細胞のみを選択的に破壊することができる。これが Boron Neutron Capture Therapy (BNCT) の原理である。井戸、石渡は boron compound の ^{10}B -boronophenylalanine (BPA) に positron emission tomography (PET) の tracer である ^{18}F を結合させた ^{18}F - ^{10}B -BPA を合成した。我々はこの化合物を用いた PET study により脳腫瘍内の ^{10}B 濃度と代謝を測定し、正確な中性子照射を計画できる新しい方法 (PET-BNCT system) を開発した。

脳腫瘍患者において ^{18}F - ^{10}B -FBPA を用いた PET の dynamic study により、以下のことが判明した。1) 脳腫瘍の増殖部位において鮮明な陽性画像を得た。2) トレーサの細胞内貯留が示された。3) 集積が悪性度に相関する事が判った。また集積の主な因子はアミノ酸輸送に依存することが示された。4) ^{10}B -BPA の組織集積を予測する式をたて、その値と手術により切除したデータとの相関を調べた結果、両者は非常に近似していた。すなわち BNCT に最も重要な腫瘍内の ^{10}B の集積量が PET で定量的に把握できることが明らかになった。

これらのデータに基づき、 ^{10}B -BPA を用いた BNCT を悪性脳腫瘍の治療に応用した。170–230 mg/kg の ^{10}B -BPA を静脈内投与し、 $1.5 \times 10^{13} \text{ n/cm}^2$ の熱中性子又は熱外中性子との混合ビームを腫瘍に照射した。現在までに 9 例の悪性脳腫瘍患者に対して行い、 ^{10}B -BPA による BNCT の抗腫瘍効果を認めている。

この治療法の今後の課題として、中性子、ボロン化合物両面の改良が必要である。特に前者の中性子については、原子炉が種々の面からの制約に直面している現在、加速器の開発に期待するところは大きい。

臨床医用画像の将来展望

—脱レントゲン画像—

名古屋大学医学部放射線医学講座 石垣武男

放射線画像は20年位前まではX線およびラジオアイソトープによる診断であったが、ME技術の進歩・普及に伴い超音波断層撮影、X線CT、サーモグラフィ、SPECT、ポジトロンCT(PET)、磁気共鳴画像(MRI)などが実用化され普及してきた。放射線、超音波、赤外線、電磁場、光といった物理的エネルギーをすべて包括する言葉として「量子医学」という用語も提唱されている。画像による診断は20世紀には形態診断が主体であったが、21世紀にはこれに加えて代謝・機能・生理・生化学的診断が画像診断の分野で盛んになるであろう。形態診断の分野でも微細診断に向けて、超音波、X線CT、MRIなどさらなる改良が進められるであろう。放射光の応用も期待される。これから画像診断はより精度の高い形態診断法の確立、機能・代謝・生理診断法の充実が相俟って、ますます疾患の病態解明、治療技術の選択、治療への応用、また疾病の予防において貢献するであろうことは疑う余地のないところである。特に、画像による脳の機能の解析は大きなテーマであり、なかでも痴呆症の診療に診断画像がどれだけ貢献するかは非常に興味のあるところである。ここでのポジトロンCTへの期待も大きなものがある。

カールスルーエ研究所における³²P イオン注入による 放射性シュテントの開発と臨床試験の状況

名古屋大学アイソトープ総合センター 西澤邦秀

昨1997年9月フランスのニースで行われた医学物理および医用工学に関する国際会議に参加した後で、ドイツのカールスルーエ研究所を訪問した。訪問の目的とは別に、思いがけず演題の様な話をうかがい、かつ実物を見せて頂く機会があったので、その概要を紹介したい。

カールスルーエ研究所は元来6基の原子炉を備えたドイツにおける原子力関連研究のメッカであったが、最近の原子力に対する批判的な世界の風潮の中でドラスティックに研究所の性格を変え、激しい議論の中から新しい分野への進出を企てて来た。その一つが医療応用分野の新規開拓であり、具体的にはイオン注入による放射性シュテントの開発であった。

心筋梗塞の治療には血管の拡張を行うために所謂バルーンが多く用いられているが、一時的処置である。バルーンに代わって金属製の網、シュテントが用いられるようになっている。しかしながら約半数の例では血管内壁へ向けて細胞増殖が起り血管が再び閉塞してしまう。これを避けるため、極小Ir線源をカテーテルで挿入し、シュテントの周囲を照射することも行われているが、正常組織への被曝が多いなどの問題がある。そこで彼等が考えたのが微量の放射性同位元素イオンをシュテントに注入するということであった。幾つかの核種を試して見たが、最終的には短半減期β核種である³²Pイオン1~3μCiを注入することで十分目的を達成できることを動物実験で確かめ、現在は人への適用をめざして臨床試験に入っている。ドイツ、アメリカ、フランス、イタリア他の共同試験で数年間かけて4,000例の治験例を集めた後、正式な認可を得る予定である。医薬品の実用化には物理実験と違い実験結果が出てから長い時間がかかることを強調していた。日本での治験は計画の中のことであった。

カールスルーエ研究所における³²Pイオン注入による放射性シュテントの開発は加速器を使った研究の一つの方向を示唆しているものと思われる。東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターが、この度、更新設置される新しいサイクロトロンを使って、新しい分野を開拓されることを期待している。

20年間の教育・研究実績

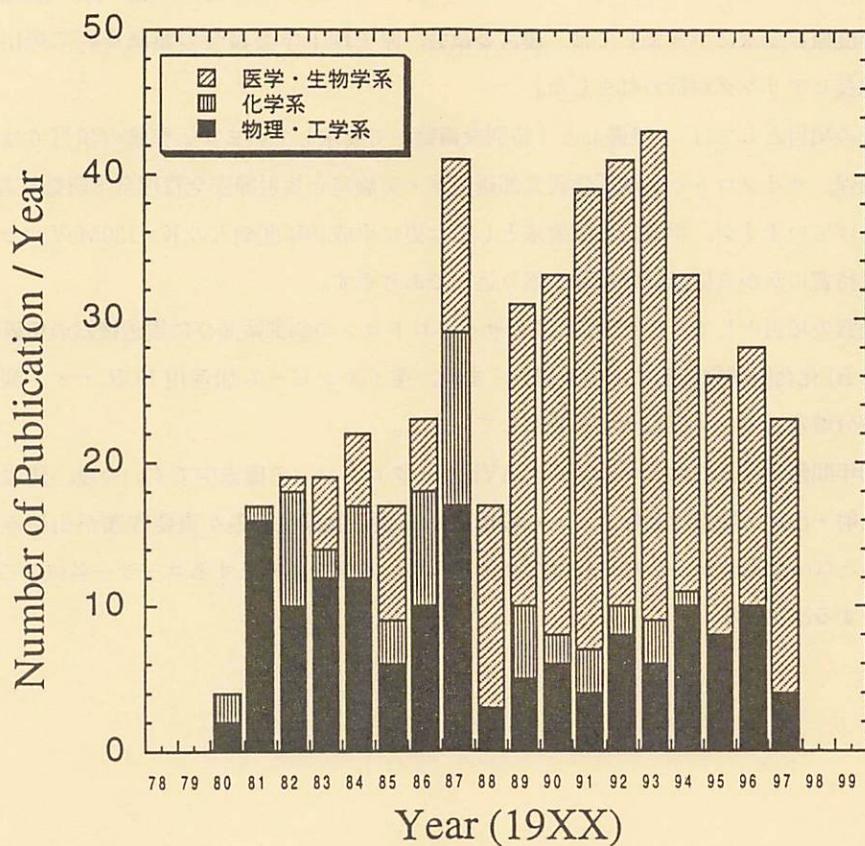
1. センター共同利用による学位（修士）取得数、年度別一覧

	S54 以前	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	計	センター 関連研究部
東北大学 理学修士	8	4	3	5	4	5	3	3	2	4	2	2	4	6	3	7	4	4	73	加速器研究部 測定器研究部
東北大学 工学修士	-	1	-	1	-	-	2	-	1	3	2	2	3	3	3	3	6	4	34	放射線管理 研究部
東北大学 薬学修士	-	-	-	-	1	-	-	-	2	2	2	2	3	2	5	10	2	4	35	核薬学研究部
東北大学 農学修士	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	2	-	-	-	-	4	
新潟大学 理学修士	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2	加速器研究部
合 計	8	5	3	6	5	5	5	3	5	10	6	6	11	13	11	21	13	12	148	

2. センター共同利用による学位（博士）取得数、年度別一覧

	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	計	センター 関連研究部
東北大学 理学博士	1	7	1	1	2	4	5	2	-	2	2	1	2	2	1	1	1	35	加速器研究部 測定器研究部
東北大学 医学博士	-	-	-	3	2	4	2	1	2	2	5	2	1	2	3	1	7	37	核医学研究部
東北大学 工学博士	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	1	2	1	1	3	11	放射線管理 研究部
東北大学 薬学博士	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	2	核薬学研究部
東北大学 農学博士	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	2	1	-	-	6	
東京都立大学 理学博士	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	加速器研究部
合 計	1	7	2	5	4	9	7	3	4	7	7	4	6	7	5	3	12	93	

3. 分野別公表論文数の年度推移



分野別累計		
物理・工学系	149	編
化学系	57	編
医学・生物学系	270	編
合 計	476	編

平成11年度概算要求について

センター長 織 原 彦之丞

平成10年度概算要求につきましては、運営委員会、原子理工学委員会の審議を経て提出され、5月1日総長ヒアリングが行われました。

概算要求の項目としては、「整備」と「特別設備費」で要求しています。整備の項目では、助教授定員の確保、サイクロトロン核医学研究部研究室・実験室と放射線安全管理全学研修教育訓練棟の新設をあげていますが、平成11年度要求としては更に平成10年度納入の $K=130\text{MeV}$ のサイクロトロンの維持費にかかる施設経費増額を盛り込んであります。

特別設備費の項目として、 $K=130\text{MeV}$ のサイクロトロンの制御系並びに周辺機器の整備を挙げ、更に短寿命 RI 化合物開発装置に力点を置き、また、重イオンビーム加速用 ECR イオン源、オンライン質量分離器、ガンマ線標準場を要求しています。

現在、20年間働いてくれた $K=50\text{MeV}$ 、AVF サイクロトロンの撤去中です。今後、建屋改修、制御系・入射・出射系の設計製作、ビーム輸送系・RI 製造装置改修等々重要課題が山積みし、センター一丸となって取りかからなければなりませんが、本学を始めとするユーザー各位のご協力を切にお願いする次第です。

共同利用の状況

サイクロトロンの共同利用実験申込課題件数

分 野	物理・工学	化 学	医学生物 基 础	医学生物 臨 床	合 計
40回 (1989, 1-3)	13	8	26	44	91
41回 (1989, 4-6)	12	7	24	44	87
42回 (1989, 7-9)	13	8	27	46	94
43回 (1989, 10-12)	14	9	29	48	100
44回 (1990, 1-3)	12	8	31	48	99
45回 (1990, 4-6)	14	7	30	51	102
46回 (1990, 7-9)	16	7	20	58	101
47回 (1990, 10-12)	13	9	28	54	104
48回 (1991, 1-3)	13	10	26	55	104
49回 (1991, 4-6)	12	9	26	53	100
50回 (1991, 7-9)	15	8	24	55	102
51回 (1991, 10-12)	15	8	25	52	100
52回 (1992, 1-3)	15	8	25	54	102
53回 (1992, 4-6)	14	8	24	55	101
54回 (1992, 7-9)	15	7	22	51	95
55回 (1992, 10-12)	16	9	24	57	106
56回 (1993, 1-3)	16	9	23	52	100
57回 (1993, 4-6)	17	8	24	52	101
58回 (1993, 7-9)	15	7	25	54	101
59回 (1993, 10-12)	15	7	26	55	103
60回 (1994, 1-3)	18	5	25	57	105
61回 (1994, 4-6)	18	5	21	53	97
62回 (1994, 7-9)	15	6	19	44	84
63回 (1994, 10-12)	17	7	20	53	97
64回 (1995, 1-3)	18	9	19	56	102
65回 (1995, 4-6)	17	7	20	57	101
66回 (1995, 7-9)	16	8	20	57	101
67回 (1995, 10-12)	22	6	20	51	99
68回 (1996, 1-3)	20	5	21	57	103
69回 (1996, 4-6)	20	5	19	57	101
70回 (1996, 7-9)	20	5	19	52	96
71回 (1996, 10-12)	19	6	19	56	100
72回 (1997, 1-3)	19	5	19	56	99
73回 (1997, 4-6)	21	7	22	55	105
74回 (1997, 7-9)	17	9	21	57	104
75回 (1997, 10-12)	19	5	23	57	104
76回 (1998, 1-3)	20	7	22	59	108
合 計	601	268	858	1,972	3,699

サイクロotron共同利用実験参加者数

回数	期 間	C Y R I C	理 学 部	医 学 部	薬 学 部	工 学 部	農 学 部	教 養 部	金 研	素 材 研	加 齢 研	反 応 研	医 短	そ の 他	計	
49回	1991/04-06	402	48	207	1	20	10	1	1	2	168	0	0	19	879	
50回	1991/07-09	289	64	166	2	25	10	1	2	0	175	0	0	24	758	
51回	1991/10-12	317	53	159	2	24	10	1	2	1	165	0	1	31	766	
52回	1992/01-03	300	56	180	5	13	10	3	1	1	146	0	1	29	745	
53回	1992/04-06	325	37	139	0	15	8	1	1	1	146	0	2	20	695	
54回	1992/07-09	304	56	139	0	17	2	1	1	0	140	0	2	23	685	
55回	1992/10-12	314	62	135	0	14	7	1	1	1	145	0	1	16	697	
56回	1993/01-03	310	58	127	0	16	10	0	1	1	151	0	1	16	691	
57回	1993/04-06	211	22	139	0	21	5	0	3	1	154	0	0	16	572	
58回	1993/07-09	324	32	159	0	22	5	0	3	0	160	1	0	18	724	
59回	1993/10-12	408	33	166	1	34	4	0	3	1	142	1	0	15	808	
60回	1994/01-03	337	30	171	1	31	3	0	3	1	144	1	0	21	743	
61回	1994/04-06	338	25	179	1	27	4	0	2	1	125	0	0	31	733	
62回	1994/07-09	328	23	175	2	26	2	0	2	1	128	0	0	27	714	
63回	1994/10-12	332	28	179	0	35	2	0	2	0	133	0	0	30	741	
64回	1995/01-03	325	30	161	0	34	2	0	1	1	118	0	0	32	704	
65回	1995/04-06	315	33	179	0	42	2	0	1	0	125	0	0	44	741	
66回	1995/07-09	336	27	180	0	44	3	0	1	0	124	0	0	38	753	
67回	1995/10-12	340	40	123	0	47	3	0	1	6	142	0	0	31	733	
68回	1996/01-03	372	30	161	0	43	4	0	1	9	135	0	0	34	689	
69回	1996/04-06	351	34	138	2	35	2	0	1	7	122	0	0	24	716	
70回	1996/07-09	373	44	93	2	43	3	0	0	7	112	0	0	25	702	
71回	1996/10-12	413	42	72	2	45	2	0	1	7	105	0	0	27	716	
72回	1997/01-03	381	34	100	2	60	3	0	1	10	108	0	0	23	722	
73回	1997/04-06	387	17	112	2	75	3	0	1	7	110	0	0	28	742	
74回	1997/07-09	487	25	94	2	75	2	0	3	7	111	0	0	32	838	
75回	1997/10-12	404	15	96	2	75	2	0	3	7	243	0	0	25	872	
76回	1998/01-03	414	27	107	2	87	3	0	3	7	76	0	0	24	750	
合計			9,737	1,025	4,036	31	1,045	126	9	46	87	3,853	3	8	723	20,629

サイクロトロン共同利用実験参加者数（平成9年度）

部局名	73回 (4月～6月)	74回 (7月～9月)	75回 (10月～12月)	76回 (1月～3月)
C Y R I C	387	487	404	414
理 学 部	17	25	15	27
医学部(病院)	112	94	96	107
薬 学 部	2	2	2	2
工 学 部	75	75	75	87
農 学 部	3	2	2	3
金 研	1	3	3	3
素 材 研	7	7	7	7
加 齢 研	110	111	243	76
その他(学外)	28	32	25	24
合 計	742	838	872	750

サイクロトロン共同利用実験申込課題件数（平成9年度）

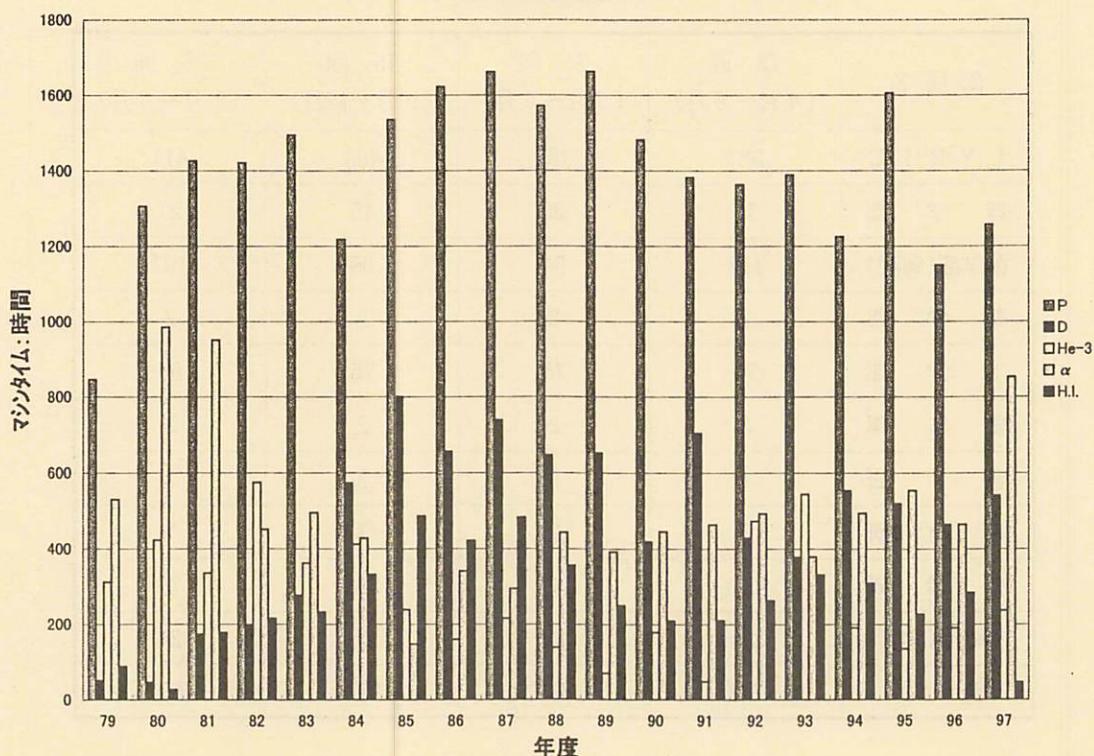
分 野	73回 (4月～6月)	74回 (7月～9月)	75回 (10月～12月)	76回 (1月～3月)
物 理 • 工 学	21	17	19	20
化 学	7	9	5	7
医学・生物(基礎)	22	21	23	22
医学・生物(臨床)	55	57	57	59
計	105	104	104	108

R I 棟部局別共同利用申込件数

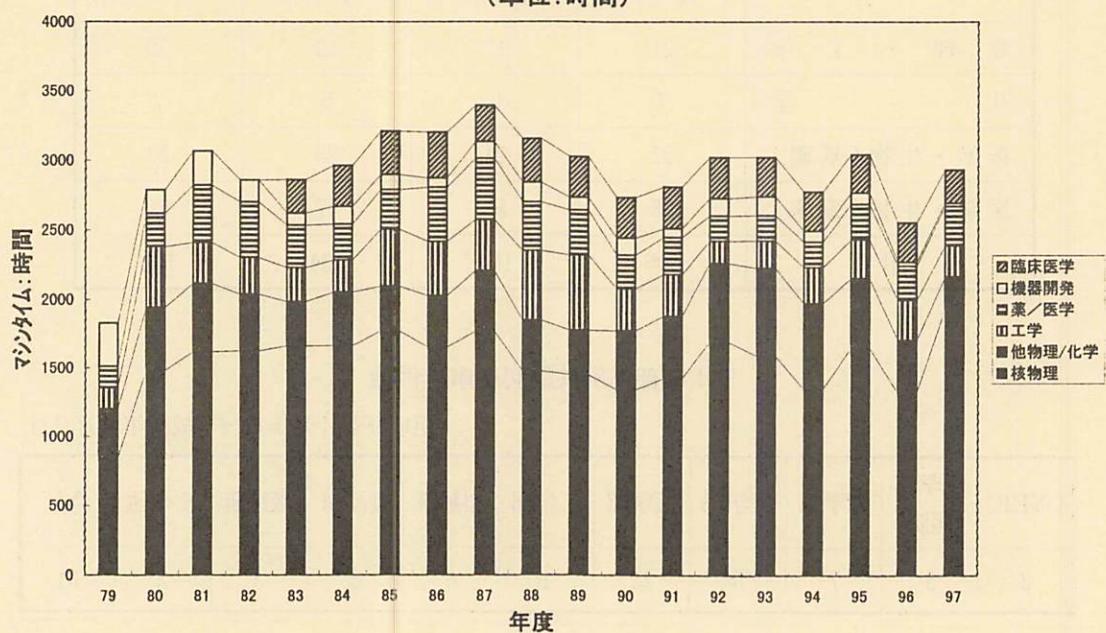
平成9年4月1日～平成10年3月31日

CYRIC	医学部 (病院)	理学部	農学部	薬学部	工学部	加齢研	金 研	素材研	その他	合計
2	5	7	0	22	1	6	3	3	2	51

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9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
理学部化学科学生実験（3年）	関根 勉 (理)	関根 勉 (理)
血液脳閥門機能解析	寺崎哲也 (薬)	武仲尚治 (薬)
ドーパミンレセプター バインディングアッセイ	大島吉輝 (薬)	谷内一彦 (医)
新規テクネチウム錯体の合成とその性質に関する研究	工藤博司 (理)	高山 努 (理)
軟体動物視細胞の光受容の細胞内情報伝達機構	塚原保夫 (情報科学)	成田欣弥 (理研)
蛇毒 myotoxin a の特異的結合蛋白質の解析	大泉 康 (薬)	中畠則道 (薬)
受容体結合蛋白質の解析 解析細胞内情報伝達の解析	大泉 康 (薬)	中畠則道 (薬)
Ca ²⁺ 遊離機構の解析	大泉 康 (薬)	中畠則道 (薬)
ポジトロン核種標識フラーレンの製造と分離	大槻勤 (理)	大槻勤 (理)
脂質性生理活性物質の代謝機構の解析	大内和雄 (薬)	平沢典保 (薬)
キナーゼの活性化と転写制御	大内和雄 (薬)	平沢典保 (薬)
一酸化窒素生合成に伴うアミノ酸代謝の解析	大内和雄 (薬)	平沢典保 (薬)
⁷ Be内包フラーレンの製造	大槻勤 (理)	大槻勤 (理)
¹⁸ FDGによる制癌剤効果及び制癌剤心毒性の評価	金丸龍之介 (加)	吉岡孝志 (加)
高純度金属中の硫黄の荷電粒子放射化分析	大槻勤 (理)	大槻勤 (理)
血圧調節における生体内物質の役割	佐藤進 (薬)	草場美津江 (薬)

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)	中村仁 (医)
水素雰囲気中の浮遊帯溶融法による高純度金属中の酸素の除去	一色実 (素)	石川幸雄 (素)
TLDリーダー校正	土屋範芳 (工)	土屋範芳 (工)
ラット心移植モデルにおけるmacrophage及びPDGF, Endothelinの量局在の変化	近江三喜男 (医)	井口篤志 (医)
パーキンソン病モデルにおける病態の解明	糸山泰人 (医)	丹治宏明 (医)
ベツリンによるカドミウム毒性軽減効果	永沼章 (薬)	三浦伸彦 (薬)
炎症刺激による細胞内リン酸化反応の解析	平沢典保 (薬)	平沢典保 (薬)
無脊椎動物の光受容及び概日時計の分子機構	塙原保夫 (情報科学)	茅田誠也 (理研)
理学部物理学科物理学基礎研究Ⅱのうち原子核物理学実験	中川武美 (理)	中川武美 (理)
¹⁸ F標識イノシトール誘導体の合成	井戸達雄 (CYRIC)	井戸達雄 (CYRIC)
甲状腺ホルモンの生合成とヨード代謝 (薬学部3年生の放射化学実習)	大内和雄 (薬)	平沢典保 (薬)
電気刺激による脳内神経賦活系での脳内薬物動態変化	井戸達雄 (CYRIC)	古本祥三 (CYRIC)

センターからのお知らせ

[全国教職員研修のお知らせ]

平成10年度放射性同位元素等取扱施設教職員研修が、10月22日(木)、23日(金)の両日、東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターにおいて、文部省及び同センターが主催して北海道大学アイソトープ総合センターと協力して行われる予定です。

研修のテーマは、平成9年度と同じく「放射線防護機器のトレーサビリティ」です。

[全国アイソトープ総合センター長会議]

本年6月4日に第22回国立大学アイソトープセンター長会議が千葉大学アイソトープ総合センターが主催して、千葉大学で開催されます。全部で18大学が参加の予定です。

[大学等放射線施設協議会総会及び研修会のお知らせ]

本年9月2日に平成10年度の大学等放射線施設協議会の総会と研修会が東京大学で開催されます。

[放射線とRIの安全取扱に関する全学講習会]

・第44回基礎コース：平成10年5月6日(水)～5月29日(金)

講義：工学部青葉記念会館 5月6日(水)、7日(木)、8日(金)の内都合の良い日受講

実習：CYRIC 5月18日(月)、19日(火)、20日(水)、21日(木)、22日(金)

25日(月)、26日(火)、27日(水)、28日(木)、29日(金)

5月6日(水)、7日(木)

9:00～10:30 放射線取扱に関する法令 CYRIC 中村尚司

10:40～12:10 放射線の安全取扱（3） CYRIC 山寺亮

13:10～14:40 放射線の安全取扱（1） 工学部 馬場謙

物理・計測

14:50～15:50 放射線の安全取扱（2） 理学部 関根勉

RIの化学

16:00～17:00 人体に対する放射線の影響 医学部 山本政彦

17:00～17:20 小テスト

5月8日(金)

9:00～10:30 放射線取扱に関する法令 CYRIC 中村尚司

10:40～12:10 放射線の安全取扱（3） CYRIC 山寺亮

13 : 10~14 : 40 放射線の安全取扱 (1) CYRIC 織原彦之丞
物理・計測

14 : 50~15 : 50 放射線の安全取扱 (2) CYRIC 井戸達雄
RIの化学

16 : 00~17 : 00 人体に対する放射線の影響 CYRIC 伊藤正敏
17 : 00~17 : 20 小テスト

・第7回 SOR コース (基礎コースの講義だけを受講する。)

講義: 工学部青葉記念会館 5月6日(木), 7日(木), 8日(金)の内都合の良い日受講

・第30回 X 線コース

講義: 工学部青葉記念会館 5月11日(月), 12日(火)の内都合の良い日受講

5月11日(月), 12日(火)

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

[共同利用実験発表会報告]

恒例の共同利用実験研究発表会が、今年は、第18回目を迎え、1997年12月4, 5日の両日にわたって行われました。理工系からライフサイエンスまで多岐にわたる本センターでの研究成果が、11のセッションを通して紹介されました。以下、そのプログラムを紹介いたします。

共同利用実験 第18回研究発表会プログラム

12月4日(木)

はじめに (9:30~9:40)

《あいさつ》

センター長 織原彦之丞

利用者の会会長 阿部勝憲

第1セッション 化学 (9:40~10:25) 座長 工藤博司(理学部)

1-1 加速器による放射性フラーレンの生成 核理研 大槻勤

1-2 TcO₂・nH₂O コロイド粒子の成長過程 理学部 関根勉

1-3 水素雰囲気中溶解による高純度鉄の脱酸(放射化分析による評価) 素材工学研究所

石川幸雄

第2セッション 臨床医学(1) (10:35~11:50) 座長 佐々木 英忠(医学部附属病院)

- 2-1 「びまん性レピー小体病の臨床と画像診断」 センター 田代 学
2-2 成人モヤモヤ病の脳循環器代謝 医学部附属病院 西村 真実
2-3 珪肺患者の ¹¹C-methionine 肺スキャンについて センター 藤原 竹彦
2-4 Comparison of Corrected and Attenuation Uncorrected FDG Whole Body PET Images 加齢医学研究所 M. Babar Imran
2-5 Tl SPECT と MET-PET による再発神経膠腫と放射線壊死の鑑別
医学部附属病院 園田 順彦

第3セッション 医用工学 (13:00~13:45) 座長 福田 寛(加齢医学研究所)

- 3-1 3次元PETにおける散乱補正 工学部 佐々木 公祐
3-2 アンフォールディング法による頭部3次元PETの散乱線補正 センター 志田原 美保
3-3 全身PETを利用した ¹¹C-Met (Methionine) 検査における個人内部被曝線量評価
センサー ホサイン・デロアード

第4セッション 臨床医学(2) (13:55~14:55) 座長 糸山 泰人(医学部)

- 4-1 PETによる運動時の骨格筋糖代謝の観察 医学部 藤本 敏彦
4-2 PETを用いたガム咀嚼時の咀嚼筋および舌筋活動測定 歯学部 力丸 尚
4-3 視覚刺激に対する脳血流の加齢変化 医学部 濱松 哲央
4-4 左、および右半視空間に対する注意課題遂行中の脳局所血流量の変化
加齢医学研究所 木之村 重男

第5セッション 基礎医学・薬学(1) (15:00~16:00) 座長 大泉 康(薬学部)

- 5-1 興奮性アミノ酸の嗅球内投与によるラット海馬細胞間グルタミン酸濃度の変動とその影響 センター 森田 如一
5-2 サイクロデキストリン包接オクタンソールの生体内分布 農学部 川村 美笑子
5-3 筋小胞体におけるカルシウム遊離の分子制御機構の解明 薬学部 平田 豊
5-4 ラットCYP3A分子種の発現機構の解析 薬学部 萩野 淳

利用者の会総会 (16:00~17:00)

- 議題： 1) 利用者の会経過報告
2) センター近況報告
 * センター長挨拶
 * 課題採択専門委員会
 * 各専門委員会
 * RI 管理について
3) サイクロトロン更新計画について
4) その他

懇親会 (17:00~18:00) 会議室

12月5日（金）

第6セッション 基礎医学・薬学 (9:30~10:45) 座長 水柿道直 (医学部附属病院)

6-1 ¹⁸F 標識ジアシルグリセロール：細胞内情報伝達系画像診断薬としての実用化

センター 永田心示

6-2 心筋イノシトールリン脂質代謝回転の画像化 医学部附属病院 波打成人

6-3 ¹¹C-methamphetamine の脳内動態に及ぼす麻酔の影響 (2)

医学部附属病院 中村仁

6-4 パーキンソン病モデル動物におけるドーパミン受容体の変化

医学部附属病院 丹治宏明

6-5 PET用薬剤の血中動態とその脳内移行 センター 初鹿稔

第7セッション 理工学 (検出器・PIXE) (10:55~12:10) 座長 石井慶造 (工学部)

7-1 サブミリ PIXE 画像システムの開発 工学研究科 後藤敬一

7-2 PIXE による環境水分析法の開発 工学部 山崎浩道

7-3 プロトン照射による Si 放射線検出器の特性変化 東北工業大学 谷口善則

7-4 Si 半導体検出器を用いたリアルタイム式中性子個人線量計の開発 センター 佐々木道也

7-5 イメージングプレートを用いた放射線管理 センター 山寺亮

第8セッション 理工学(物理一般) (13:10~13:55)	座長 小林俊雄(理学部)
8-1 多価最小2乗法に対するリーマン的テクニック	センター 藤岡學
8-2 摂動角相関法(PAO)とメスバウア分光の(MS)材料科学への応用	金属材料研究所 花田黎門
8-3 Peaking-Stripを用いた偏向電磁石の動磁場測定	センター 金井康護

第9セッション 理工学(核構造) (14:00~15:00)	座長 橋本治(理学部)
9-1 ^{64}Ga の第一励起状態の寿命測定	センター 関口健一
9-2 ターゲット加熱装置器を用いた希土類元素領域の核g因子の測定	センター 藤田正広
9-3 ^{232}Th 陽子誘起核分裂における核分裂生成物の核異性体生成比	新潟大学 工藤久昭
9-4 fp-殻領域の核の電磁気モーメント測定	センター 谷垣実

第10セッション 理工学(核反応) (15:10~15:55)	座長 前田和茂(理学部)
10-1 原子核制動輻射における入射原子核と標的原子核の干渉	センター 山本朝樹
10-2 $E_d = 25\text{MeV}$ での $^{54, 56, 58}\text{Fe}(d, n)^{55, 57, 59}\text{Co}$ 反応	理学研究科 松永光暢
10-3 (p, np)反応によるIASの陽子放出崩壊巾と原子核におけるアイソスピニ混合	センター 尹鍾哲

第11セッション 理工学(材料照射) (16:00~16:30)	座長 石井慶造(工学部)
11-1 原子炉用ステンレス鋼の溶接特性に及ぼす注入ヘリウムの影響に関する研究	工学研究科 阿部勝憲
11-2 ヘリウム注入した核融合炉用バナジウム合金の機械的特性に関する研究	工学研究科 佐藤学

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146回 平成9年12月15日(月)

- ・平成10年度営繕要求のヒアリングの報告
- ・センター研究発表会についての報告
- ・次期センター長候補選出作業委員会の設置
- ・サイクロotron更新計画の審議

第147回 平成10年1月19日(月)

- ・第76回マシンタイム配分を決定
- ・サイクロotron更新計画の具体案を審議
- ・サイクロotron更新に伴う科学技術庁への変更の承認申請について了承
- ・創立20周年記念事業の了承
- ・次期センター長候補者として織原現センター長を再推薦することを決定
- ・学術振興会による外国人研究者の受入れを了承
- ・職員の外国出張について承認

第198回 平成10年3月16日(月)

- ・原子理工学委員会の報告
- ・現サイクロotronの共同利用を3月24日(火)で終了することを了承
- ・創立20周年記念事業の報告
- ・サイクロotron更新に伴ってRI製造用ミニサイクロotronを導入することを了承
- ・平成11年度概算要求案を了承
- ・職員の外国出張を了承
- ・研究生の受入れを了承
- ・民間等共同研究員の受入れを了承

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　高木俊治（民間等共同研究員）

会　社　名　株式会社三井総合研究所

会社での身分　研究員

研究題目　宇宙放射線の防護に関する研究

指導教官　中村尚司教授

研究期間　H7.4.1～H11.3.31

氏　名　Tarkanyi Ferenc, Tibor (JSPS客員研究員)

出身地　ハンガリー科学アカデミー

(所属機関)　原子核研究所 サイクロトロン応用部門長

研究題目　ポジトロントモグラフィーの生物学およびその他の分野への応用

指導教官　井戸達雄教授

研究期間　H9.10.25～H9.11.16

R I 管 理 メ モ

[放射線施設の点検]

今年度2回目の施設点検は3月4日～10日にかけて行われました。特に異常は認められませんでしたが、RI棟の実験室の床仕上材のひび割れが気になる所があり補修しました。またRI棟パッケージエアコンが年度内に更新されました。

[核燃料物質年間予定使用量変更について]

原子理工学委員会安全管理委員会が行った学内の核燃料物質調査が終了し、本センターでは年間予定使用数量を変更（増大）して対処する予定です。

[学内における核燃料物質の調査]

上記の学内核燃料物質調査が終了し、関係部局で各々その対処がなされています。大学としての今後の対処についても、安全管理委員会で検討がなされています。

[変更承認について]

変更承認申請が4月24日付（10（放安）第622号）で承認されました。その内容は以下のとおりです。

- ① RI棟ベータ線分析室における非密封放射性同位元素の使用数量が、「RI投与した実験動物の γ カメラによる測定」の使用目的に限り次の使用数量に増加された。なお、この部屋では今まで、他の非密封線源使用室に比べて1/100の数量の使用は承認されていて、この枠内での γ カメラの使用は可能である。

核種	^{11}C	^{67}Ga	^{68}Ga	^{99m}Tc	^{111}In	^{123}I
年間使用数量	30GBq	8GBq	8GBq	30GBq	4GBq	4GBq
3月間使用数量	8GBq	2GBq	2GBq	8GBq	1GBq	1GBq
1日最大使用数量	400MBq	100MBq	100MBq	400MBq	50MBq	70MBq

- ② サイクロトロンの設備更新に伴って、現有のAVFサイクロトロンの使用承認を取り消した。サイクロトロンの解体に伴って発生する放射性廃棄物を保管廃棄するために、サイクロトロン棟の地下に保管廃棄室を、マグネットの鉄材を保管するために、第4ターゲット室と中性子飛行管室に挟まれた地上部に放射化物使用室を設置した。
- ③ 現有サイクロトロンを解体後は、同じ場所に新サイクロトロンを設置するが、設置作業をスムーズに行うために、サイクロトロン本体室、本体ピット室、加速器部品保管室、前室および

前室から汚染検査室までの廊下を管理区域から非管理区域に変更する。現有サイクロトロンが撤去され、環境整備が終わった後（6月下旬の予定）に実施される。

- ④ 小型サイクロトロン HM12 を第 1 ターゲット室に設置して使用する。

[放射線障害予防内規の改正について]

変更承認申請の承認に伴い本センターの放射線障害予防内規が7月1日（予定）から下記のとおり（抜粋）に変更になります。なお、管理区域の変更部分は「変更承認について」の③を参照して下さい。

東北大学 CYRIC 放射線障害予防内規改訂新旧対象表（抜粋）

見直した部分

第5条（管理区域）

第19条（放射線発生室に入室する場合の安全確認の義務）

第1項

第3項(2), (4)

第22条（運転責任者及び加速器運転者の義務）

第3項

第24条（加速器の始動時及びビーム輸送コース変更時の安全点検）

第37条（排気）

第2項

第39条（大型放射性廃棄物）

旧（改訂前）	新（改訂後）
<p>第19条 サイクロトロン本体室、本体ピット室、 第1ターゲット室から第5ターゲット室、中性子飛行管室、電磁石室及び材料照射室（以下「放射線発生室」という。）に入室しようとする者が制御室から扉インターロック鍵を持ち出す場合には、サイクロトロン制御卓にいる加速器運転者に行き先を告げ、入室の許可を受けなければならない。当日運転中又は運転予定の放射線発生室（以下「運転放射線発生室」という。）へ入室する場合には、前段に規定するもの他、更に、実験責任者の許可を受けなければならない。</p> <p>3. 加速器の運転停止時又は運転者が不在の時は、前項の許可を管理室員又は運転責任者から受けること。</p> <p>(2) 扉インターロック・グラフィックパネルで当該放射線発生室の入室可を示す緑色灯が点灯していることを確認すること。</p>	<p>第19条 第1ターゲット室（以下「放射線発生室」という。）に入室しようとする者が制御卓から扉インターロック鍵を持ち出す場合には、サイクロトロン制御卓にいる加速器運転者に行き先を告げ、入室の許可を受けなければならない。当日運転中又は運転予定の放射線発生室（以下「運転放射線発生室」という。）へ入室する場合には、前段に規定するもの他、更に、実験責任者の許可を受けなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 下線部分の削除 • 室から卓 <p>3. 加速器の運転停止時又は運転者が不在の時は、前項の許可を管理室員又は運転責任者から受けること。</p> <p>(2) 制御卓の扉インターロックが入室可を示す緑色灯を点灯していることを確認すること。</p>

旧 (改訂前)	新 (改訂後)
<p>(4) 放射線発生室の入口扉を開けるに先立ち、その入口に設置された室別の表示の入室禁止を示す黄色灯（照射中点灯）が消灯し、入室可を示す緑色灯（当該室へのビーム・コース上にビームシャッター又はロータリーシャッターが入ったときに点灯）が点灯し、かつ、当該室の警報（照射中にスピーカーから発する断続音）が聞こえないことを確認すること。</p>	<p>(4) 放射線発生室の入口扉を開けるに先立ち、その入口に設置された室別の表示の入室禁止を示す黄色灯（照射中点灯）が消灯し、入室可を示す緑色灯が点灯し、かつ、当該室の警報（照射中にスピーカーから発する断続音）が聞こえないことを確認すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 強調部分の挿入 • 下線部分の削除
第22条	第22条
<p>3. 運転者は、運転放射線発生室のインターロック鍵を持ち出すものに対しその行き先を確認し、イオン源のアーク若しくはフィラメントを切るか、又は当該運転放射線発生室に係るビームシャッター及びロータリーシャッターを閉じ、それらが作動したことを表示灯で確認した後でなければ入室の許可を与えてはならない。</p>	<p>3. 運転者は、運転放射線発生室のインターロック鍵を持ち出すものに対しその行き先を確認し、イオン源のアーク若しくはフィラメントを切るか、表示灯で確認した後でなければ入室の許可を与えてはならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 下線部分の削除
第24条 運転者は、加速器の始動及びビーム輸送コース変更に際し、インターロック系の安全確認を行うこと。この場合において異常が認められた場合には、直ちに運転を停止して、運転責任者、加速器主任及び主任者に報告し、加速器主任の指示に従わなければならない。	<p>第24条 運転者は、加速器の始動に際し、インターロック系の安全確認を行うこと。この場合において異常が認められた場合には、直ちに運転を停止して、運転責任者、加速器主任者及び主任者に報告し加速器主任の指示に従わなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 下線部分削除
第37条 気体状の放射性廃棄物のうち固体又は液体とすることが困難な物は、排気設備により排気するものとし、この場合において、主任者、放射線取扱者は、排気中の放射性同位元素の濃度が濃度限度以下となるように必要な措置を講じなければならない。	<p>第37条 気体状の放射性廃棄物のうち固体又は液体とすることが困難な物は、排気設備により排気するものとし、この場合において、主任者、放射線取扱者は、排気中の放射性同位元素の濃度が濃度限度以下となるように必要な措置を講じなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 第2項削除

旧 (改訂前)	新 (改訂後)
<p>2. 前項の場合において、サイクロトロン本体に係る排気は、加速器運転停止後、適當な冷却時間を経過して行なわなければならない。</p> <p>(大型放射性廃棄物)</p> <p>第39条 放射線取扱者は、大型放射性廃棄物を取扱う場合は、管理室に届け出て、主任者の指示に従わなければならない。</p>	<p>(放射化物の保管)</p> <p>第39条 放射化物とは、放射線発生装置構造体等に誘導された放射能を持つもの（以下「放射化物」という）をいう。放射化物を保管する場合は、管理室に届け出て主任者の指示に従わなければならない。</p> <p>2. 放射化物の保管は、管理区域内の定められた場所で行うものとする。</p> <p>3. 保管された放射化物の表面には、線量当量率・測定者・測定年月日等必要事項を表示するものとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 大型放射性廃棄物を放射化物の保管に変更

[全学使用変更承認申請の一覧]

部局	審査依頼年月日	件名	承認年月日
医学部附属病院	平 9.5.7	放射性同位元素等の承認使用に係る変更承認申請について ①変更の内容 ・加速装置の廃止 ②変更の理由 ・診療計画の変更	平 9.6.2
加齢医学研究所	平 9.6.3	附属病院における放射性同位元素等の承認使用に係る変更承認申請について ①変更の内容 ・密封線源の追加使用およびガスクロマトグラフの使用中止 ②変更の理由 ・密封小線源による肺癌の気管支腔内照射療法を行うため ・ガスクロマトグラフの使用予定がないため	平 9.6.26
医学部附属病院	平 9.6.23	放射性同位元素等の承認使用に係る変更承認申請について ①変更の内容 ・ガンマ線照射装置 (¹³⁷ Cs線源 92.5TBq) の新規使用追加およびそれに伴う管理区域の追加設定 ②変更の理由 ・血液製剤中リンパ球の不活性化及び輸血後のGVHD予防のため	平 9.6.26
サイクロotron ラジオアイソotope センター	平10.2.5	放射性同位元素等の承認使用に係る変更承認申請について ①変更の内容 ・別紙1 ②変更の理由 ・別紙1	平10.2.18

別紙1. 変更の内容

変更の内容はRI棟に関するものと、サイクロotron棟に関するものと2件ある。

1-1. RI棟について

RI棟のベータ線分析室にガンマカメラを設置して、放射性同位元素を投与した動物の撮影を行う。この部屋はベータ線分析装置による測定を目的にしていた部屋で、非密封の放射性同位元素を扱う数量は、施設の一日最大使用数量の1/100に限定され、内数として使用する承認を得て

いた。今回、6種の核種について使用数量を(1/100の枠を超えて)増加するものである。放射性同位元素の動物への投与は、生物実験室などで行いベータ線分析室では測定のみを行う。測定後の動物は生物実験室などに戻した後処理を行う。

ガンマカメラ使用中は、同室では他の放射線作業は行わない。

1-2. サイクロトロン棟について

現在のAVFサイクロトロンの設備更新を計画中である。新大型サイクロトロンは、現サイクロトロンを撤去した後に同じ場所に設置される予定である。

現サイクロトロンは誘導放射能を帯びているので、解体部品の一部は保管廃棄室に半永久的に保管廃棄される。そのための保管廃棄室をサイクロトロン棟建屋内に作る。また解体部品の一部は、新サイクロトロンが設置された時には遮蔽材として再利用されるので、それまでの間、新設される放射化物使用施設に保管される。

現サイクロトロンを撤去除染後は、本体室と本体ピット室それにつながる一部の廊下を管理区域から外し、大型サイクロトロンの搬入が放射線管理を受けることなく進行できる体制にする。

大型サイクロトロンが稼働し始めるまで2年を要しその間RI製造できなくなるので、主に核医学関係の実験用に小型サイクロトロンを第1ターゲット室に設置する。

以上をまとめると

- ① ベータ線分析室で非密封RIの使用数量の増加
- ② 現在のAVFサイクロトロンの承認の取消し
- ③ 放射化物使用施設の新設
- ④ ダクト室から保管廃棄室への変更
- ⑤ 本体室、本体ピット室、加速器部品保管室およびそれにつながる一部の廊下を管理区域から非管理区域へ変更
- ⑥ サイクロトロンHM12の使用

となる。

全学講習会基礎コース修了者

年 度	C Y R I C	教 育 学 部	理 学 部	医 学 部	歯 学 部	薬 学 部	工 学 部	農 学 部	教 養 部	金 研	素 研	加 齡 研	科 研	流 研	通 研	反 応 研	遺 生 研	応 情 研	医 短 大	遣 伝 子	情 報 科	年 度 計
51年度			9	31	9	7	12	17	2		2	33	6		1	3	1					133
52年度			45	90	16	3	10	52	15	5	6	43	13			2	1		1			302
53年度	5		20	74	9	13	31	60	4	14	2	16	7			2	5					262
54年度	3		49	147	15	14	24	41	2	10	2	8				4	1					320
55年度	1		43	119	10	24	20	52	2	20		4	8			1	3	1				308
56年度	4		54	143	10	21	18	51		11		10	2		3	1	1					329
57年度			65	134	10	21	13	65		20		11	5		2	1	2		1			350
58年度	5		51	120	20	29	20	51	1	11	6	9	9	1		3	2	2				340
59年度			80	117	15	29	22	78	2	13		19	8			4	4		1			392
60年度	1		65	95	7	29	21	52		18		14	5		2	4	2					315
61年度	4		81	112	4	34	38	64		17		12	3	1	2	3	1					376
62年度	8		59	89	5	27	33	48		11		20	1	1	2	4						308
63年度	10		93	121	5	31	33	72		21		14	5		8	3	2					418
元年度	7		112	145	1	35	31	79	1	15		19	7		5	6	3		2			468
2年度	5		92	137	15	35	31	78	1	19	2	15	6		10	6	1					453
3年度	6		97	126	9	32	20	84	1	27	4	19	11		8	2	8					454
4年度	4		104	113	5	37	57	82	2	25	8	5	11		9	7	4		2			475
5年度	6		96	112	9	39	29	96		25	3	16	13		9	12	8			2		475
6年度	8		110	133	6	40	38	71		26	6	7	13		8	8	3					477
7年度	6	1	117	110	5	54	51	104		24	11	17	5		4	4	2		1	4	2	522
8年度	7		79	128	7	63	67	84		22	12	14	8		6	7	1		1	4	1	511
9年度	5		96	144	10	44	74	94		24	12	21	10		1	4	9		1	4		553
合 計	95	1	1,617	2,540	202	661	693	1,475	33	378	76	346	156	3	80	91	64	3	8	14	5	8,541

全学講習会 X 線コース修了者

年 度	C Y R I C	理 学 部	医 学 部	歯 学 部	工 学 部	農 学 部	教 養 部	金 研	加 齢 研	科 研	素 材 研	流 体 研	反 応 研	通 研	年 度 計
58年度	1		3		3		1	7	1		1	1	2		20
59年度		23	18	3	69			25	2	8	1	5	3		157
60年度		55	12	8	65	6	2	32		10	3	1	1		195
61年度		51	11		65	8		41		9				14	199
62年度		22	14		71			38	3	22	3	1	3	23	200
63年度		45	4		72	1		54		13			6	22	217
元年度		58	15	3	54	2		59	4	11	29		4	20	259
2 年 度	1	26	12		52	1		31	1	5	13		6	19	167
3 年 度		52	18		46			61	2	11	14		9	13	226
4 年 度		30	7		58			54	1	14	26		27	9	226
5 年 度		35	7		62	1		49		7	27		12	14	214
6 年 度		20	15		75			44		17	22		10	16	219
7 年 度		27			100	1		34		13	25	2	22	30	254
8 年 度		25			92			38		5	20		15	24	219
9 年 度		31			75			29		9	20	2	29	18	213
合 計	2	500	136	14	959	20	3	596	14	154	204	12	149	222	2,985

全学講習会 SOR コース修了者

年 度	C Y R I C	理 学 部	医 学 部	歯 学 部	薬 学 部	工 学 部	農 学 部	教 養 部	金 研	加 齌 研	科 研	素 材 研	反 応 研	通 研	年 度 計
7 年 度		8			1	11	2		1		8	1	3	3	38
8 年 度		17				2			4		11	2			36
9 年 度		19				50					13		3	2	87
部局計		44			1	63	2		5		32	3	6	5	161

CYRIC 有資格者

(平成10年3月31日現在)

部	局	人 数	部	局	人 数
理 学 部		50	素 材 研		7
医学部及び病院		52	加 齌 研		13
歯 学 部		1	反 応 研		0
薬 学 部		132	医 • 短 大		2
工 学 部		44	CYRIC		57
農 学 部		2	そ の 他		37
金 研		3			
合 计					400 人

非密封 RI 年別使用記録 (kBq)

核種	Z	群	9年度	8年度	7年度
Sr-90	38	1	120,000	397,500	
Ca-45	20	2	169,837.875	13,857.346	59,657.528
Co-60	27	2	3,468.540	1,504.840	
Zn-65	30	2	34,438.600	3,060.600	
Ge-68	32	2	67,962.000	379,116.000	239,393.000
Sr-85	38	2	26,725.000	26,849.000	
Tc-95m	43	2			10,000.000
Tc-99	43	2		2,500.000	
Cd-109	48	2	5,268.660		
I-125	53	2	110,462.999	929,629.663	101,315.200
Cs-137	55	2	17,776.800	15,263.343	
C-11	6	3	236,702,620.000	286,783,300.000	501,723,705.000
N-13	7	3	6,000.000		
O-15	8	3	85,388,600.000	58,756,005.000	
Mg-28	12	3	4,559.000	3,367.000	5,124.500
P-32	15	3	1,478,208.134	1,238,512.721	1,018,250.684
S-35	16	3	18,446.650	15,361.870	462,814.000
Cl-34m	17	3	2,000.000	3,000.000	
Ti-45	22	3	2,183,000.000		
V-48	23	3			266,682.000
Cu-62	29	3			999,000.000
Ga-67	31	3			10,400.000
Mo-99	42	3	718,910.000	705,000.000	
Tc-99m	43	3	718,910.000	853,000.000	
Rh-100	45	3	2,670.100		
In-111	49	3		2,376,370.000	4,643,890.000
I-123	53	3		673,400.000	
I-131	53	3	150,305.100	116,815.700	43,253.300
H-3	1	4	519,957.424	706,726.463	828,430.069
C-14	6	4	264,198.304	25,069.976	12,273.000
F-18	9	4	771,993,650.000	556,311,910.000	821,015,238.000
Tl-201	81	4		139,390.000	

平成 9 年度

部局	非圧不燃	非圧不割	動物	動物割増	無機	無機割増	可燃物
単価	80,000	148,200	25,000	26,700	20,000	21,700	21,000
CYRIC			9	2	13	1	29
CYRIC 合計			225,000	53,400	260,000	21,700	609,000
理学部・化学					1		5
理学部・核理研	3						
理学部 合計	240,000				20,000		105,000
医学部 RI センター					7	10	64
医学部 合計					140,000	217,000	1,344,000
医学部附属病院							3
附属病院 合計							63,000
工学部 RI							6
工学部生物化学							1
工学部 合計							147,000
農学部					3	2	4
農学部 合計					60,000	43,400	84,000
加齢研					2	1	15
加齢研 合計					40,000	21,700	315,000
金研		1					2
金研 合計		148,200					42,000
反応研							
反応研 合計							
遺生研							2
遺生研 合計							42,000
遺伝子実験施設					8	1	4
遺伝子実験施設 合計					160,000	21,700	84,000
医療短大					1	0	2
医療短大 合計					20,000		42,000
合計 本数	3	1	9	2	35	15	137
総計 (金額)	240,000	148,200	225,000	53,400	700,000	325,500	2,877,000

廃棄物集荷

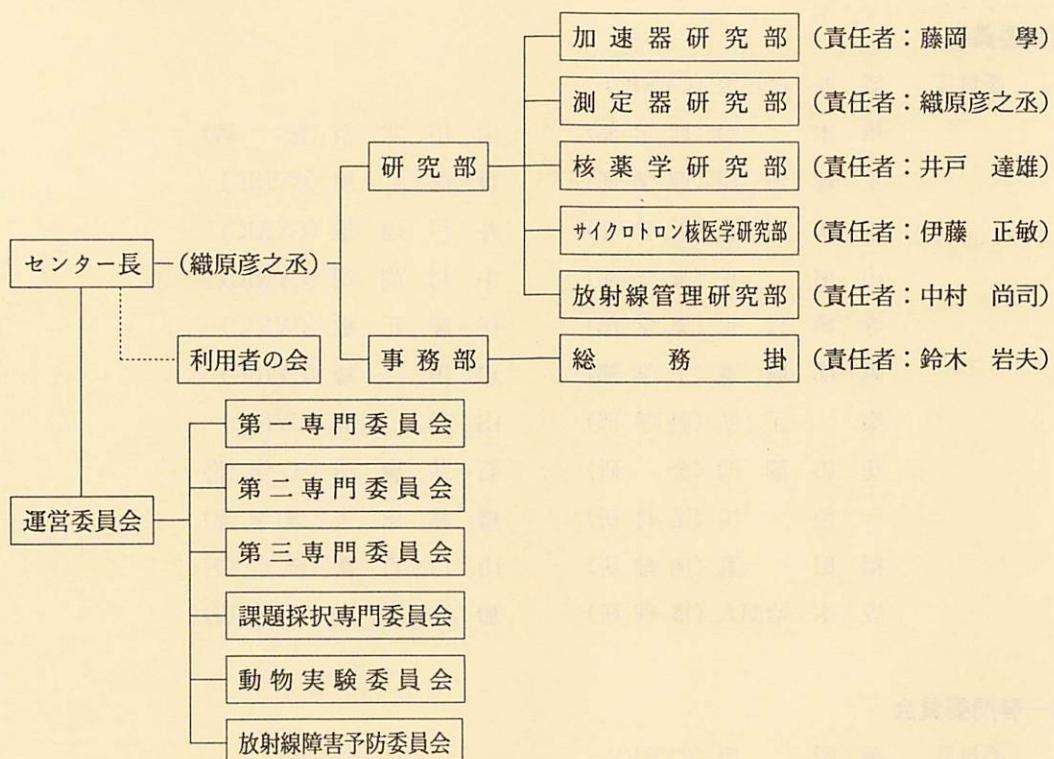
難然物	難燃割増	不燃物	不燃割増	通常フィルター	焼却フィルター	部局合計	5%含む合計
32,000	32,300	46,400	66,200	33,300	19,000		
17		6		53			
544,000		278,400		1,764,900		3,756,400	3,944,220
3		1		20			
		10		13			
96,000		510,400		1,098,900		2,070,300	2,173,815
108		6	5	19			
3,456,000		278,400	331,000	632,700		6,399,100	6,719,055
10		3		3	20		
320,000		139,200		99,900	380,000	1,002,100	1,052,205
				1			
2					1		
64,000				33,300	19,000	263,300	276,465
15	1	1					
480,000	32,300	46,400				746,100	783,405
21	2	1					
672,000	64,600	46,400				1,159,700	1,217,685
						190,200	199,710
1							
32,000						32,000	33,600
1		1					
32,000		46,400				120,400	126,420
21	2						
672,000	64,600					1,002,300	1,052,415
1		1					
32,000		46,400				140,400	147,420
200	5	30	5	109	21		
6,400,000	161,500	1,392,000	331,000	3,629,700	399,000	16,882,300	17,726,415

[平成9年度有機廃液処理]

(1) 部局別受入量

理学部	0リットル
薬学部	245 "
工学部	55 "
CYRIC	1,286 "
合 計	1,586 "

組 織 図



分野別相談窓口（ダイヤルイン）

理 工 系：篠塚 勉 217-7793 FAX 263-9220

ライフサイエンス：井戸 達雄 217-7797 FAX 217-3485

R I : 中村 尚司 217-7805 FAX 217-7809

事 務 室：総務掛 長 4405 FAX 263-9220

R I 棟管理室：宮田 孝元 4399 FAX 217-7809

委 員 会 名 簿

(平成10年5月現在)

運営委員会

委員長	織原 彦之丞 (CYRIC)	
	橋本 治 (理学部)	山田 章吾 (医病)
	工藤 博司 (理学部)	藤岡 學 (CYRIC)
	吉本 高志 (医学部)	井戸 達雄 (CYRIC)
	山田 正 (歯学部)	中村 尚司 (CYRIC)
	寺崎 哲也 (薬学部)	伊藤 正敏 (CYRIC)
	阿部 勝憲 (工学部)	岩田 錬 (CYRIC)
	秦 正弘 (農学部)	山寺 亮 (CYRIC)
	花田 黎門 (金研)	石井 慶造 (工学部)
	一色 実 (素材研)	齋藤 忠夫 (農学部)
	福田 寛 (加齢研)	山口 貞衛 (金研)
	笠木 治郎太 (核理研)	加藤 紀元 (反応研)

第一専門委員会

委員長	藤岡 學 (CYRIC)	
	橋本 治 (理学部)	花田 黎門 (金研)
	中川 武美 (理学部)	一色 実 (素材研)
	國井 晓 (理学部)	井戸 達雄 (CYRIC)
	関根 勉 (理学部)	中村 尚司 (CYRIC)
	前田 和茂 (理学部)	伊藤 正敏 (CYRIC)
	阿部 健 (工学部)	岩田 錬 (CYRIC)
	石井 慶造 (工学部)	篠塚 勉 (CYRIC)
	長谷川 晃 (工学部)	寺川 貴樹 (CYRIC)

第二専門委員会

委員長	山田 正 (歯学部)	
	藤井 義明 (理学部)	大内 和雄 (薬学部)
	工藤 博司 (理学部)	平川 直弘 (工学部)
	細井 義夫 (医学部)	山口 敏康 (農学部)
	高井 良尋 (医病)	長谷川 雅幸 (金研)

福田 寛 (加齢研)
藤岡 學 (CYRIC)
中村 尚司 (CYRIC)

山寺 亮 (CYRIC)
永沼 章 (薬学部)

第三専門委員会

委員長 井戸達雄 (CYRIC)
山本和生 (理学部) 石井慶造 (工学部)
糸山泰人 (医学部) 福田 寛 (加齢研)
飯沼一宇 (医学部) 奎田和雄 (加齢研)
山田章吾 (医学部) 藤岡 學 (CYRIC)
白根礼造 (医学部) 中村尚司 (CYRIC)
山本雅彦 (医学部) 伊藤正敏 (CYRIC)
水柿道直 (医病) 藤原竹彦 (CYRIC)
丸岡伸 (医病) 船木善仁 (CYRIC)
大内和雄 (薬学部)

放射線障害予防委員会

委員長 中村尚司 (CYRIC)
中川武美 (理学部) 山寺 亮 (CYRIC)
関根勉 (理学部) 藤原竹彦 (CYRIC)
阿部健 (工学部) 鈴木岩夫 (CYRIC)
藤岡學 (CYRIC) 宮田孝元 (CYRIC)
井戸達雄 (CYRIC)

課題採択専門委員会

委員長 中村尚司 (CYRIC)
中川武美 (理学部) 花田黎門 (金研)
関根勉 (理学部) 福田 寛 (加齢研)
渡邊建彦 (医学部) 藤岡 學 (CYRIC)
吉本高志 (医学部) 井戸達雄 (CYRIC)
佐々木英忠 (医病) 石井慶造 (工学部)
阿部勝憲 (工学部) 伊藤正敏 (CYRIC)

動物実験委員会

委員長 糸山泰人(医学部)
笠井憲雪(医学部) 井戸達雄(CYRIC)
白根礼造(医学部) 中村尚司(CYRIC)
永沼章(薬学部) 伊藤正敏(CYRIC)
福田寛(加齢研) 藤原竹彦(CYRIC)
窪田和雄(加齢研) 船木善仁(CYRIC)
藤岡學(CYRIC)

[人事異動]

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
9.12. 1	(株)日本環境調査研究所	及川 明	採用
10. 2.20	(株)日本環境調査研究所	安部 博行	退職
10. 3.31	総務掛長	青山宗雄	退職
10. 3.31	住重加速器サービス(株)	高橋直人	転出
10. 3.31	住重加速器サービス(株)	大宮康明	転出
10. 4. 1	総務掛長	鈴木岩夫	転任
10. 5.16	非常勤研究員	田島靖久	辞職

職 員 名 簿

(平成10年5月現在)

センター長 織原 彦之丞

加速器研究部

藤岡 學
橋本 治(理学部)
篠塚 勉
谷垣 実
藤田 正広

測定器研究部

織原 彦之丞
石井 慶造(工学部)
寺川 貴樹
四月朔日 聖一
市川 勉

核薬学研究部

井戸 達雄
岩田 鍊
船木 善仁
和田 裕明
加賀谷 あかり
高橋 英雄
石川 洋一(株)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
藤原 竹彦
谷内 一彦(医学部)
三宅 正泰

放射線管理研究部

中村 尚司
山寺 亮
宮田 孝元
真山 富美子
奥村 由里

事務室(総務掛)

鈴木 岩夫
庄子 浩
若生 はしめ
藤澤 京子
吉川 清滋
相澤 圭閑
遠藤 みつ子
井上 ひとみ

図書室

山下宥子
鈴木のり子

放射線管理室

渡邊昇(株)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))
千葉静雄(住重加速器サービス(株))

建屋管理

渡辺利幸(株)日本環境調査研究所
小嶋莊六(株)日本環境調査研究所
米倉哲見(株)日本環境調査研究所
及川明(株)日本環境調査研究所
斎藤勝枝(株)日本環境調査研究所
榎田知恵(株)日本環境調査研究所

学生・研究生名簿

(1998. 4. 1現在)

加速器研究部〈藤岡研〉

- D 3 金井 康護 (理学研究科物理学専攻)
M 2 星野 剛 (理学研究科物理学専攻)
M 1 馬場 健郎 (理学研究科物理学専攻)
M 1 園田 哲 (理学研究科物理学専攻)

測定器研究部〈織原研〉

- D 3 山本 朝樹 (理学研究科物理学専攻)
D 1 鈴木 啓司 (理学研究科物理学専攻)
M 2 水野 秀之 (理学研究科物理学専攻)
M 2 上村井 玄 (理学研究科物理学専攻)
M 1 菊池 雄司 (理学研究科物理学専攻)
4 鈴木 健彦 (理学部物理学科)
(研) 斎藤 康雄 (有現代矯正セミナー)

核薬学研究部〈井戸研〉

- D 2 永田 心示 (薬学研究科分子生命薬学専攻)
M 2 川田 剛央 (薬学研究科分子生命薬学専攻)
M 2 清水 義隆 (薬学研究科分子生命薬学専攻)
M 2 古本 祥三 (薬学研究科分子生命薬学専攻)
M 1 小坂 良 (薬学研究科分子生命薬学専攻)
M 1 若山 健太郎 (薬学研究科分子生命薬学専攻)

サイクロトロン核医学研究部〈伊藤研〉

- D 3 田代 学 (医学系研究科内科学専攻)
(研) MD. MEHEDI MASUD
(医学系研究科内科学専攻)

放射線管理研究部〈中村研〉

D 3 金 琢 珠 (工学研究科量子エネルギー工学専攻)
D 2 黒 澤 忠 弘 (工学研究科量子エネルギー工学専攻)
D 1 谷 口 真 吾 (工学研究科量子エネルギー工学専攻)
(社) D 2 佐 藤 理 (株三菱総合研究所)
(社) D 1 中 根 佳 弘 (日本原子力研究所 東海研究所)
(社) D 1 福 村 明 史 (放射線医学総合研究所)
M 2 佐々木 道 也 (工学研究科量子エネルギー工学専攻)
M 2 志田原 美 保 (工学研究科量子エネルギー工学専攻)
M 1 佐 藤 清 香 (工学研究科量子エネルギー工学専攻)
M 1 布 宮 智 也 (工学研究科量子エネルギー工学専攻)
M 1 岩 瀬 広 (工学研究科量子エネルギー工学専攻)
4 潮 見 大 志 (工学部量子エネルギー工学科)
4 畑 柳 善 文 (工学部量子エネルギー工学科)
(民) 高 木 俊 治 (株三菱総合研究所)

(研) : 研究生

(受) : 受託研究員

(民) : 民間等共同研究員

(社) : 社会人博士課程

C Y R I C 百科

内分泌攪乱化学物質(Endocrine Disrupting Chemicals)とよばれる、生活環境中に存在して生体内に入るとホルモンと似た作用を示し、内分泌機能を阻害するとされる化学物質類の通称です。

ダイオキシン、ポリ塩化ビフェニール、ビスフェノールAなど数十種類があり、物質代謝や免疫の阻害、発ガン作用などの影響も及ぼすと考えられています。近年のヒト女性乳ガン発生率上昇や男性精子数の減少、あるいはある種の野生動物における生殖機能障害の原因となっている可能性が示唆され、作用機構の研究が各國で開始されました。したがって、現在のところ、環境ホルモン作用を想定した化学物質の安全基準は存在しません。

参考 : <http://www.nihs.go.jp/hse/environment/endocrin.html>

環境ホルモン

原子核は陽子と中性子という小さな粒子の集合体として成り立っていることが知られています。この陽子と中性子は、「人間」が「男性」「女性」という2つの性に分けられると同様に、原子核を構成する基本粒子（核子と呼んでいます）が「陽子」「中性子」という2つの状態を取つてゐる考え方です。これは核子間の相互作用の強さが、陽子-陽子間、中性子-中性子間、陽子-中性子間で皆、同じであるという実験結果から証明されています。注意しなければならないのは、「集合体」として結びついている「強い相互作用」が皆同じということであって、電気を持っている陽子と持っていない中性子の間の電気的相互作用は異なるということです。（男性、女性間で交流の仕方が多少異なりますが、社会を構成する「人間」としては全く同じであるという考え方です。）これを、核子間力の荷電独立性と呼び、その性質を記述する為に導入されたのがアイソスピンと呼ばれる量です。アイソスピンは空間的なスピンと同様に考えることができ、例えば陽子は核子のアイソスピンが上向きの状態、中性子はアイソスピンが下向きの状態とすることができます。これによつて、陽子と中性子からなる原素核にも、核子のアイソスピンの和である全アイソスピンを導入することができ、様々な原素核の固有状態を陽子と中性子を区別せず記述する事が可能となります。アイソスピンという概念は、原素核の理論的な取り扱いを非常に見通しの良いものにしていると同時に、人間社会を含めた「自然」というものの意味深さを教えてくれるかも知れません。

ダイオキシンとは、2,3,7,8-四塩化ジベンゾ-パラ-ジオキシン(2,3,7,8-TCDD)のことです。また、ダイオキシン類の総称でよく場合には、ポリ塩化ジベンゾ-パラ-ジオキシン(PCDD)とポリ塩化ジベンゾフラン(PCDF)のことををし、PCDDには75種類、PCDFには135種類の異性体が存在します。ダイオキシン類の毒性は急性毒性、慢性毒性、発がん性、生殖毒性、催奇形性、免疫毒性など多岐にわたり、その強さは構造によって大きく異なりますが、2,3,7,8-TCDDが最も強いことが知られています。その主な発生源は、ごみ焼却等の燃焼・加熱工程ですが、他に塩素漂白工程、農薬製造過程に含まれる不純物など、多様な発生源があります。すでに環境中の広範囲に汚染が存在することが判明しましたが、その拡散機構は解明されていません。また、難分解性であるため、生態系において濃縮されることが指摘されています。ダイオキシン類における環境汚染は社会問題化しており、早急な対策が望まれています。

ダイオキシン

誘導放射能 * 強い放射線に曝されることによって、安定な原子核が核反応を起して、不安定な原子核に変わります。その結果、ふつうの物質（非放射性）が放射能を帯びて放射線を放出する放射性物質になることをいいます。原子炉、加速器などの強い放射線発生施設においては、この誘導放射能が必ず発生しますが、誘導放射能を生じる核反応を起すにはそのしきいエネルギーをこえる放射線に照射されねばなりません。誘導放射能を生じる放射線は加速器の場合、直接加速粒子ビームに曝される場合は加速粒子ビームであり、それから離れた所では、加速粒子ビームによって生成された2次粒子、とくにその中でも透過力の強い中性子です。中性子の場合は熱エネルギー（平均0.025電子ボルト）であっても、中性子捕獲反応(n, γ)を生じて誘導放射能を生成します。この(n, γ)反応の中にその反応確率（断面積）が非常に大きいものがあり、生成される誘導放射能も大きくなります。

今回、当センターの20年間稼動してきたサイクロトロンもいよいよこの4月から解体撤去されることになり、この誘導放射能の問題がクローズアップされることになりました。

編 集 後 記

20年間活躍した680型 AVF サイクロトロンが3月末に役目を終え、2000年を目標に新サイクロトロンの建設が始まっております。センターでの業務はしばらくラジオアイソトープセンターとしての役割が中心となりますが、新サイクロトロンに対するご意見、ご希望がございましたら、お寄せいただければ幸いです。

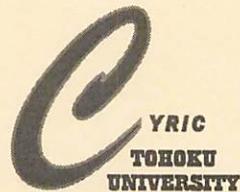
インターネット時代を迎へ、センターでも広報の手段として公式ホームページ（www.cyric.tohoku.ac.jp）を開設いたしました。これに伴い、CYRICニュース編集委員会は広報委員会と名称を変え委員も増えて、CYRICニュースとホームページの両方を編集することになりました。CYRICニュースの記録性、ホームページの速報性を生かして、利用者の皆様のお役に立ちたいと考えております。

さて、増えた委員の一人（主にホームページ担当）として、私は初めての（そして、最後の？）編集後記を書いております。ホームページ用のコンピュータには、十分なスペースがありますので、皆様がセンターで行われました研究の発表と宣伝の場としてもご利用ください。

(T.F.記)

広 報 委 員

中 村 尚 司 (CYRIC)
井 戸 達 雄 (CYRIC)
篠 塚 勉 (CYRIC)
谷 内 一 彦 (医学部)
高 山 努 (理学部)
田 村 裕 和 (理学部)
藤 原 竹 彦 (CYRIC)
寺 川 貴 樹 (CYRIC)
鈴 木 のり子 (CYRIC)



CYRICニュース No.24 1998年5月30日発行

〒980-8578 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 (直 通)

F A X 022 (263) 9220 (サイクロ棟)

022 (217) 7809 (R I 棟)

022 (217) 3485 (研究棟図書室)