

放射線医学総合研究所の役割



科学研究官

稲葉 次郎

放射線医学総合研究所は、放射線と人の健康に関連することがらを研究することを目的とした、病院部門を持った研究所です。すなわち、放射線による人体の障害とその予防診断治療および放射線の医学利用に関する研究、ならびにこれらに従事する科学技術者の人材育成開発を行うことを目的に、昭和32年に設立されました。近代の科学技術の進展により放射線や原子力の利用が進み、放射線を従来にまして上手に利用できないかを研究する必要性が生じるとともに、放射線が及ぼす人体健康への影響について、さらに詳しく知る必要性が生じたことが背景となっていました。

放医研で行われている研究内容はきわめて広範にわたります。そのため放医研では研究を3つの部門に分けて考えています。環境科学部門、生物医学部門、臨床医学部門の3部門です。

環境科学部門では、天然のおよび人間の活動に伴う人工の放射線や放射性核種の環境中での動きと、それらによって日本人国民がどのくらいの量の線量を受けているかの評価、ならびにそれらに関連する基礎的事項を中心に研究を行っています。

生物医学部門では、放射線を受けた生体に何が起こるのかを、低線量

での問題を中心に最近の生命現象に関する理解の急激な進展を踏まえ、放射線生物影響の原理的な問題にさかのぼって実験的に研究しています。

臨床医学部門では、放射線の医学利用すなわち放射線診断と悪性腫瘍の放射線治療について研究を進め、さらに放射線被ばく者の障害の診断と治療も行います。特に放射線治療では、医療用としては世界で唯一ともいえる重粒子線がん治療装置を建設し、現在その臨床試行を精力的に行っています。

このように放射線医学について広い視点で研究を進めていますが、このことは放医研にとって重要な意味を持っています。たとえば、放射線の安全性について何か言おうとすれば、環境科学部門の知識と生物医学部門の成果がどうしても必要です。重粒子線によるがん治療を考えてみても、物理学の専門家による重粒子線そのものに関する研究があり、生物医学部門の専門家によるDNA、細胞および動物個体での研究があり等々、多方面にわたる基礎があって初めて成り立つことに気がつきます。

放医研はまさに放射線医学の総合研究所として機能しています。放射線に関するこのような総合研究所は世界でもユニークなもので、世界から注目されており、放医研はこのことを十分意識しています。もちろん、研究所ですから新しい事実を見つけ、新しい法則を見つけ、それから新しい知識を創造し、新しい技術を開発するよう努力しています。

●研究最前線

宇宙ステーションと 放射線防護への準備

西暦2002年に完成予定の国際宇宙ステーション「アルファ」は、いよいよ1997年11月に建設が開始され、最初の機材はロシアのバイコヌール基地から打ち上げられる。この国際宇宙ステーションは、日本、米国、カナダ、欧州連合、ロシアが共同で建設するもので、日本実験棟（JEM）と呼ばれる「軌道上研究所」モジュールがあり、ここに日本人宇宙飛行士が交替で常駐してさまざまな研究活動を行う。完成前の2000年に米国のスペースシャトルで機材をそこに運んで実験する予定があり、第3研究グループの安藤らの細胞照射実験計画が宇宙開発事業団の1次選定で採択されている。

同ステーションは従来は日米加欧が共同建設する予定だったが、ロシアの参加が決まったため予定軌道を変更し、既に飛んでいるロシア製宇宙ステーション「ミール」をドッキングさせることになった。そのため軌道傾斜角（赤道からの傾き）は当初予定の28.5度から51.6度に変更された。これは放射線被ばくの観点からは重要な意味を持つ。なぜなら、特に大きな太陽面爆発（SPE）によって100MeV程度の高エネルギー陽子線が大量に放出された時、それが新軌道を直撃する可能性があるためである（地球磁場の形状のせいである。28.5度の場合はあまり問題ない）。そのような巨大爆発は11年に2回程度（継続時間は10時間程度）あり得るので、宇宙飛行士の放射線防護が必要である。

そこで第3研究グループでは、国際宇宙ステーションと同等軌道を飛ぶミールを利用して予備実験を行う。保田、高田らは、宇宙飛行士の個人モニタ候補であるガラス線量計、TLD、フィルム、ESR線量計などを

入れたパッケージを製作し、今年12月20日にバイコヌール基地から打ち上げ、来年2月に回収する便に搭載する予定である（遅れても来春季）。現在、その校正に向けてHIMACビーム照射実験等を行っている。

なお、他機関の共同研究者はミールに生物試料を搭載する。

（第3研究グループ 藤高 和信）

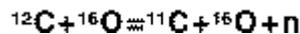


宇宙飛行士のための個人線量計パッケージ

●研究最前線

高エネルギーの重粒子線の 自己放射化反応の利用

高エネルギーの重荷電粒子は物質を通過する際に、その一部は原子核
破砕反応により放射性の核種になります。たとえば ^{12}C ビームを ^{16}O に
当てると次の反応式で放射性の ^{11}C が生じます。



一般に荷電粒子は物質中を通過すると物質との静電的な相互作用によ
り徐々にエネルギーを失います。物質中における荷電粒子の飛行距離は
電荷の二乗に反比例し、全運動エネルギーの約1.75乗に比例します。
生成した ^{11}C の速度は入射粒子 ^{12}C の速度にほぼ等しく、全運動エネ
ルギーは ^{12}C の12分の11です。したがって、 ^{11}C の停止位置は核反応の
起きた位置に依存し、 ^{12}C の飛行距離の約14%の広がりが生じている
ものの ^{12}C の飛行距離と強い相関があります。

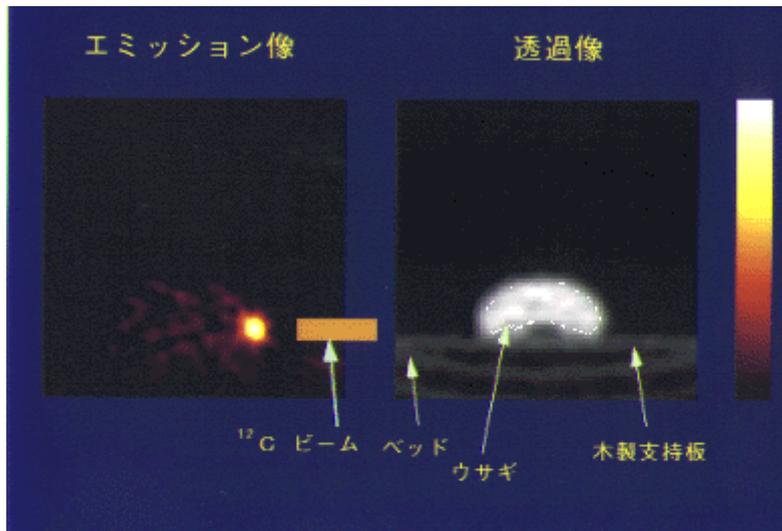
生じた放射性の ^{11}C は半減期20.34分の単寿命の陽電子（ポジトロ
ン、正の電荷をもった電子の反粒子）放出核種で、ポジトロンCT装置
で分布を測定できます。

核子当たりのエネルギー290MeVを持つ高エネルギー ^{12}C ビームをウ
サギの後足のももの筋肉に照射して生じた ^{11}C の分布をポジトロンCT
装置で測定したイメージを図に示します。図の左側（エミッション像）
の分布から ^{12}C ビームの停止位置の分布を推定できます。右側（透過
像）のイメージは同部位の透過イメージで、体の輪郭がわかります。
二つのイメージを対照すると、 ^{12}C ビームの照射部位を確認できます。

がん部位に特異的に集積する ^{11}C で標識したメチオニンの分布と自己

放射化 ^{11}C の分布とは同じポジトロンCT装置で測定でき、診断画像と

照射部位とを対照できる利点があります。



- (富谷 武浩..... 放射線科学研究部
金澤 光隆..... 医用重粒子線物理・工学研究部
吉川 京燦..... 治療診断部
吉田 勝哉..... 高度診断機能研究ステーション
金井 達明..... 医用重粒子線物理・工学研究部
和田 康弘..... シーメンス・旭メディカル・システムズ)



■第28回放医研シンポジウム

バイオフィェンス国際シンポジウム

国内外の第一線研究者からホットな話題が提供された2日間

バイオフィェンス（生体防御）という言葉も国内外でかなり認識されつつあると思われます。これをテーマとした国際シンポジウム（主催：放射線医学総合研究所、共催：（社）科学技術国際交流センター、協賛：日本放射線影響学会、日本薬学会）が恒例の放医研シンポジウムと一体化し、9月17、18の両日放医研の講堂を会場に開催されました。



本国際シンポジウムは幸いなことに平成8年度科学技術振興調整費における国際共同研究総合推進制度の国際ワークショップ開催の課題に採用され、外国から6名、国内から12名の著名な研究者を招請することができました。また、この他に別途予算で2名の外国人の参加も可能となりました。

時間的な制約もあり、あまり外部に宣伝できなかったにもかかわらず、180名近くの参加者があり、分野も広範囲でありましたが、ディスカッションもかなり活発に行われ、大変有意義な2日間であったと多くの参加者から言葉をかけられ、主催者の一人としてほっと胸をなでおろしました。

9月16日にはウエルカムミキサーがホテルサンガーデン千葉で午後7時半から9時半まで行われ、外国からの参加者および日本の招待者を交えて和やかに行われました。このミキサーは初対面の方々が多かったにもかかわらず、最後には非常に友好的雰囲気になり、翌日からのシンポジウムの進行が非常に速やかに行われました。

実際のシンポジウムは17、18の両日行われました。現在世界中で行われているバイオディフェンスに関する最先端の研究が発表されたと考えられます（詳細は「放射線科学」に掲載予定）。放医研の研究者から大変先端的な発表が行われ、かなりの質疑があり、バイオディフェンス研究で放医研が日本の先端を走っている印象を受けました。また、外部の参加者からは早い機会にこのようなシンポジウムを開催すべきという声も聞かれました。今回のシンポジウムでは、不慣れな面も多く、実行委員の先生方をはじめ、企画室の方々に大変お世話になりました。誌上を借りて御礼申し上げます。

（実行委員長 小澤 俊彦）



放射線科学の基盤研究を目指して

-放射線科学研究部の役割と研究活動-

放射線科学研究部は、平成7年度の組織改正において所全体の学問的基盤を提供するために発足しました。4研究室が置かれています。それぞれの研究室の目的はキーワードで言いますと、放射線の基盤、物理的防護、測定および照射についての研究です。共通する方向は、放射線の利用を目的として、放射線の測定と情報の処理についての研究を行うということです。そのために、測定法を開発し測定精度の向上研究を行っており、また、情報の処理のためには新しいデータの解析法を開発しています。

現在の研究員の専門分野は、物理学、原子力工学、電子工学、化学、数学と広い範囲にわたっています。何人かの研究員は、重粒子センター、人材育成開発センター、人材・研究基盤部などを併任しています。私たちが行った研究と、現在行っている研究のいくつかを紹介します。

すでに行った研究としては、放射線が物質に衝突した時に発生する光を利用する測定器において、光の伝送に使用されるテフロンの表面の反射率と光の伝送率の関係をモンテカルロ法によって解明しました。

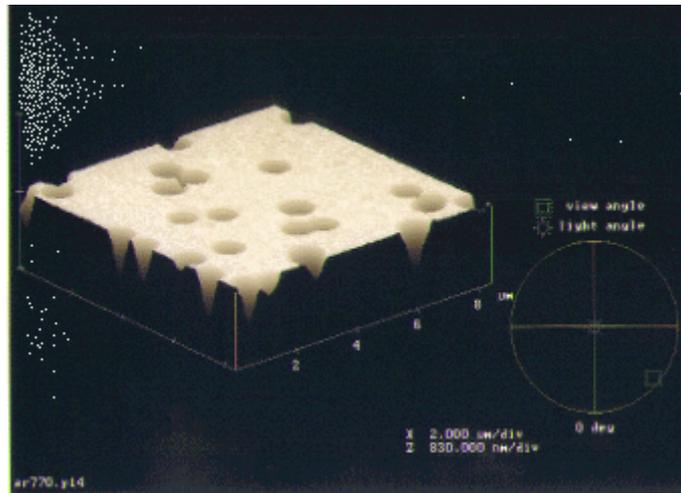
また、一對の密封型と開放型の電離箱の電離電流の差から空気中のラドン濃度を測定する装置のデータと気象データを連続的に記録する系の開発を担当しました。

現在、進めている研究は、先端の丸みの半径が10万分の1ミリメートルの針と物質間の力を測定する原子間力顕微鏡で物質の表面の形が測定できますが、この装置を用いて、重イオンの飛跡の数と形を測定しています。また、カロリメータを用いて、連続的に照射できるコバルト

60ガンマ線の照射では、温度は連続的に上昇し、間欠的な重イオン照射ではビーム間隔に応じて温度が上昇することを示しました。

そのほか、放射性物質の利用法、活性炭の吸着特性測定、人体の精神活動に伴う物理的信号の測定、防護目的の線量（線量当量）の測定と理論的解析、X線・ガンマ線治療の線量標準研究、重イオン核反応の基礎研究などを行っています。

いずれの研究も、医学、生物、環境の放射線測定の基礎となるものです。また、重イオンプロジェクトに参加して研究を行っていますが、重イオンプロジェクトについてはいずれ紹介されるでしょうから、ここでは省きます。



アルゴンイオンの飛跡を化学エッチングし、原子間力顕微鏡で見た画像。円錐はポリカーボネイト（CR-39）にあいた穴の形を示している。横軸の長さの単位は千分の1ミリメートル、縦軸は横軸の415倍

重粒子治療センター新病院紹介

放医研の正門を入り守衛所を通り過ぎると、右手奥に淡いピンク色に映える建物が視界に入る。これが重粒子治療センターの新病院（治療・診断部）である。



重粒子治療センター

重粒子治療センター新病院は平成6年3月着工し、総工費約67億1,900万円、床延べ面積9,923.22㎡、病床数100床、地下1階地上5階建鉄筋コンクリート構造で、平成8年10月完成した。電気、空調、衛生、通信、搬送、防火等の設備はすべてコンピュータで制御される。床は抗菌ジュータン敷で騒音（スタッフの足音や物音）が防止され、静かで明るい環境が維持されており、患者が安心して治療に専念できるよう配慮されている。

地下1階は、治療計画室（重粒子および一般放射線）、高エネルギーリニアック、CT血管造影室等があり、放射線による治療・診断が行われ

る。また、ここは重粒子線棟治療室への患者通路となっている。

1階には診療受付、エントランスホール、外来診察室、臨床検査室、薬剤室等がある。2階にはCT、MRI検査室とともに、一般X線撮影室、超音波室、内視鏡室等があり、これらの装置により適切な診断が行われる。3階には診療スタッフの居室や会議室がある。4階、5階が病室で、ナースステーションを囲むようにそれぞれの階に4床室9室、1床室9室（特別室1室）とデイルーム等があり、快適な環境の下で食事もできるようになっている。

また、4階には小線源治療室があり、5階には緊急・被曝医療用の無菌室も完備している。1床室は、シャワー、トイレ、冷蔵庫付で、電話、テレビのほか、通信設備（放送等）も完備している。4床室は病室ごとにトイレ付で、テレビ、通信設備（放送等）があり、快適な診療環境の中での入院生活が約束される。ナースステーションはナースコールおよび各種の通信設備から病室の患者情報がモニターに集積され、密度の高い看護が効率的に行える近代的な設備を備えた治療センターである。平成9年3月の開設に向けて施設設備の運転および保守管理スタッフの養成、医療機器等の整備並びに環境整備から、科学技術庁、厚生省等への申請業務等で多忙な今日このごろである。

●第24回放医研環境セミナー、12月5日、6日に開催

第24回放医研環境セミナーを「放射線被ばくの社会的影響の評価ーチェルノブイリ事故から学ぶ」と題して、平成8年12月5日（木）、6日（金）の2日間、放医研講堂で開催します。

主な講演としては、

- (1) 原爆被爆者の精神健康状態…中根允文（長崎大）
- (2) リスク認知…岡本浩一（東洋英和女学院大）
- (3) 生体のリスク評価の諸問題…松原純子（横浜市大）

総合討論…社会的影響評価の問題点

を行います。入場は無料です。

〒263 千葉市稲毛区穴川 4-9-1

放射線医学総合研究所企画室

TEL : 043-251-2111 内線233 FAX : 043-256-9616

■ 第1回放射線生物学日仏ワークショップ

活発な研究発表と討議

9月9日～12日に、放医研とフランス原子力庁（CEA）ライフサイエンス部門所属研究所の研究推進を目的とする第1回放射線生物学日仏ワークショップが放医研で開催され、仏から13名、日本から約90名が参加して、活発な研究発表と討議、および専門分野ごとの研究情報交換を行った。

（実行委員長 早田 勇）



■ 放射線医学総合研究所研究員の公募について ■

所属・職名	障害基礎研究部 主任研究官
業務内容	放射線障害に関する下記課題のうちいずれか。 ①アポトーシスの細胞・分子生物学的研究 ②適応応答に関する研究 ③造血細胞の分化増殖機構に関する研究
応募資格	年齢40歳以下で、生物学に関する専門的知識と研究経験があり、博士の学位を有すること。
応募締切	平成9年1月7日(火)

所属・職名	那珂漢放射生態学研究センター 研究員
業務内容	①水産食品の調理加工過程における放射性物質の挙動の研究 ②放射性物質の水圏環境移行モデルの検証と適用性に関する研究 ③水産生物を用いたRIトレーサー実験
応募資格	年齢35歳以下で、水産生物の生理・物質代謝に関する専門的知識と研究経験があり、博士の学位を有すること。
応募締切	平成9年1月7日(火)

詳細の問合せ先：〒263千葉市稲毛区穴川4-9-1
放射線医学総合研究所 管理部庶務課人事係
TEL 043-251-2111 (内線213)