NATIONAL INSTITUTE OF RADIOLOGICAL SCIENCES

放医研NEWS

2007 No.133 12

Flash NEWS

「分子で診る・切らずに治す」
京都で放医研第９回一般講演会を開催

秋も深まる11月9日（金曜日）、京都市で「分子で診る・切らずに治す」―分子イメージングから重粒子線治療まで―をタイトルに、放医研第9回一般講演会が開催されました。会場の国立京都国際会館（アネックスホール）は、環境サミットが開かれ、京都議定書が取り纏められたことでも名高い国際的な施設。京都駅から地下鉄烏丸線で20分ほどかかり、市民にとっては「少し不便な場所」という声も聞かれましたが、比叡山を展望し、風光明媚な宝が池のほとりという絶好の立地にあります。例年ならば、宝が池池畔も鮮やかに色づいている季節ですが、今年は残暑が例年になく長びいたせいもあって紅葉にはまだ間のある様子でした。放医研の一般講演会は各年2回の開催のうち1回を地方都市での開催としてきましたが、関西では、大阪に続いて2回目となり、京都市と京都新聞社のご後援をいただきました。特に京都新聞社には、事前の新聞紙上に複数回の開催案内を掲載していただくなど、事前広報活動に大きなご支援をいただきました。

講演会は、「分子で診る・切らずに治す」というタイトルのもと、診断分野である分子イメージング研究と、既に3,000名を超える登録患者数を数えている重粒子線がん治療について、放医研のこれまでの取り組み、現状、今後の計画等について講演が行われました。平日にもかかわらず、約400名の一般市民の参加を得て、会場からは積極的な質問、要望等がありました。放医研の活動に、より一層、関心・理解を得られたものと思われます。

講演会の開催にあたり、米倉理事長の開会のご挨拶が行われ、その後、6名の演者による講演に入りました。

はじめに、「分子で見る身体のはたらきと病気」と題して菅野巖分子イメージング研究センター長から、分子イメージングの概要、研究開発の動向、放医研の特徴を活かした先進的な研究開発の現状等について講演が行われました。

次いで、佐賀恒夫グループリーダーから「ガン診断のための分子イメージング研究」と題し、分子イメージングから得られる画像診断情報が、がん患者さんの診療に活かされ、放射線治療をはじめとするさらに高精度の治療に役立っている旨の講演が行われ前半を終了しました。

コーヒーブレイクの後、後半の講演に入り、「ここまできた重粒子線がん治療」のタイトルで、辻井博彦重粒子医学センター長から重粒子線がん治療の経緯、現状等について総括的な講演が行われました。その後、鎌田正治療課長から「呼吸器悪性腫瘍に対する重粒子線治療」、加藤博敏治療室長から「肝臓がんへの取り組み」、辻比呂志治療室長から「前立腺がんへの取り組み」と治療部位ごとの重粒子線治療の現状について解りやすい解説が行われました。熱心にメモをとられる聴講者も多く見受けられ、先進的な放射線治療に対する市民の関心の高さを窺わせました。

講演会終了後には、当日の講演者である医師による個別の医療相談が行われましたが、予定時間を越えて多くの方との真剣な応答が交わされました。独立行政法人としてより透明性の高い研究機関のあり方が望まれる中、放医研の研究開発事業を一般市民に正しくご理解いただくため、研究者が直接市民に語りかける放医研一般講演会の開催は、学会発表や論文発表とは別の重要な業務として定着しています。

来場者へのアンケート調査の意見、要望欄には、「重粒子線がん治療をもっと全国に普及してほしい」「一般の医師への啓蒙を進めてほしい」「関西地区での講演会を増やし一般の方々にも知らせてほしい」等、多くの声が寄せられており、放医研への市民の期待を顕著に感じ取る機会となりました。

目　次

◇ Flash NEWS
「分子で診る・切らずに治す」…… 1
◇ NEWS REPORT
PETでタミフル®の体内動態を画像化する標識薬剤の合成に成功 … 2
中国放射線防護研究所（北京）と、緊急被ばく医療および放射線防護に関する研究協力覚書を締結 …… 3
「放射線影響学会第50回大会」で放医研関係者多数受賞 … 4
第2回粒子線生命科学研究会シンポジウム開催 …… 5
中学・高校生のためのやさしい科学セミナー …… 5
UNSCEAR 議長 Peter A. BURNS 氏来所 …… 6
◇漢字パズル …… 6
◇ HIMAC REPORT
絶対線量測定のためのグラファイトカロリメータの開発 … 7
◇エッセイ　ぱるす …… 8

PETでタミフル®の体内動態を画像化する標識薬剤の合成に成功
イメージング技術によるヒト生体での挙動解明に期待

【概　要】
独立行政法人放射線医学総合研究所（理事長：米倉義晴、以下、放医研）分子イメージング研究センター分子認識研究グループの張明栄チームリーダーらは、この程、インフルエンザ薬タミフル®（オセルタミビル）の生体内動態をPET（陽電子断層撮像法）で画像化するための標識薬剤［^{11}C］オセルタミビル*1、及び、その代謝産物*2標識薬剤［^{11}C］Ro64-0802*3の合成に成功しました。

タミフル®の脳への作用解明については、国内外の多くの研究者が取り組んでいます。最近では、生後3～42日までのラットにタミフル®を投与したところ、生後6日までの幼いラットは、21日目以降の成体に比べ、脳内濃度が高まることなどが東京大学の杉山雄一教授、柴崎正勝教授によって報告されています。

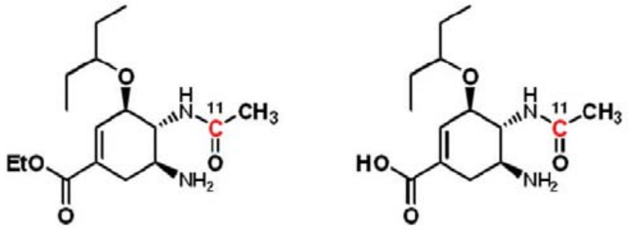
こうした中、放医研は、タミフル®の脳内での挙動を探索するためには、生体における動態を確認することが不可欠であるとの見地から、PETを用いて体内動態を観察するため、ポジトロン核種C-11*4でタミフル®を標識する薬剤の合成及び活用方法の開発に取り組んできました。

張らは、開発された標識薬剤とマイクロPET*5を用い、生きたままの動物に対する実験により、タミフル®及びタミフル®の代謝産物の生体内動態の画像化に成功しました。今回の成果により、タミフル®に関わるヒト脳のイメージング研究が大きく進展することが期待されます。

今後のタミフル®に関するPET分子イメージング研究は、放医研分子イメージング研究センターと理化学研究所分子イメージング研究プログラムと東京大学大学院薬学研究科との3者間での共同研究として、発達過程の動物や病態モデル動物を用いて展開し、ヒトによる臨床試験の可能性を検討していく計画が進行中です。

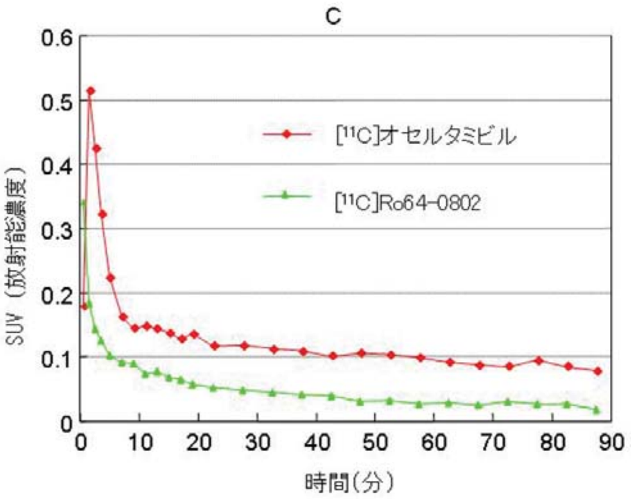
【背　景】
タミフル®は、ウイルスの増殖を抑えるインフルエンザ治療薬として広く用いられています。一方、服用した若者や子供に異常行動や突然死が報告されたことから社会問題となっています。このため、タミフル®の服用と異常行動との因果関係を解明するため、国内外の研究機関が研究に取り組んでいますが、未だ結論は得られておりません。薬物の中枢神経系への影響を明らかにするために、生体を用いた脳内の薬物動態把握のための分子イメージング*6分野での研究推進が望まれています。こうした中、放医研は、分子イメージング研究の一環として保有している卓越した分子標識薬剤の開発技術を駆使し、タミフル®の服用と異常行動との因果関係を解明するためのタミフル®の標識薬剤の合成に取り組んできました。

【研究手法と結果】
張らは、独自にタミフル®の標識合成に必要な前駆体*7の新規合成に成功しました。次に、放医研で開発された汎用放射薬剤自動合成装置*8を利用し、標識合成中間体*9である［^{11}C］塩化アセチルと、PETプローブである［^{11}C］オセルタミビル（図1左）の完全自動合成に成功しました。また、合成された［^{11}C］オセルタミビルを使い、その代謝産物の［^{11}C］Ro64-0802（図1右）の合成にも成功しました。



（図1）オセルタミビル標識薬剤：左と
オセルタミビル代謝産物標識薬剤：右の構造式

さらに、これらの標識薬剤とマイクロPETを用い、幼若ラット脳への取り込みの測定を行いました。その結果、2つのPETプローブは脳内への取り込みが低いものの、［^{11}C］オセルタミビルの脳内における放射能集積は［^{11}C］Ro64-0802に比べ、約5倍高いことを見出しました（図2）。



（図2）［^{11}C］オセルタミビルと［^{11}C］Ro64-0802（B）のラット脳内における放射能集積と時間変化

【本研究の成果と今後の展望】
今回の成果により、タミフル®の生体での挙動解明にPETを利用した研究分析が極めて有用であることが判明しました。今後、放医研のPET薬剤合成技術を他機関に移植するなどでさらなる研究の発展が期待されます。

現在、この結果を基に詳細な小動物を用いた実験により、体内動態解析や脳への作用解明に取り組むべく研究を進めており、さらに、ヒトによる臨床試験に発展させる可能性を探っていきます。

（用語解説）

＊1　［^{11}C］オセルタミビル

タミフル®（オセルタミビル）の生体での働きを画像化するために、同薬剤を放射性同位元素の一つである^{11}C（炭素11）で標識化し、人工的に合成した新たな

PET 用薬剤。

＊2　代謝産物
生体に投与された化学物質が、身体の働き（代謝機能）によって性質の異なる別の物質に変化したもの。Ro64-0802 は、タミフル®（オセルタミビル）の代謝産物である。

＊3　[^{11}C] Ro64-0802
タミフル®（オセルタミビル）の代謝産物である Ro64-0802 の生体での働きを画像化するために、同物質をポジトロン核種 ^{11}C（炭素 11）で標識化し、人工的に合成した新たな PET 用薬剤。

＊4　C-11
薬剤などの化学物質を標識化して放射性薬剤を合成するために用いる放射性同位元素の一つ。半減期は、20分ときわめて短いことから、サイクロトロンなどの放射性同位元素生成装置や放射性薬剤自動合成装置を備えた研究機関で用いられる。

＊5　マイクロ PET
マウスなどの小動物を用いた PET（陽電子断層撮像法）診断では、人体と比較して微細で精密な画像を分析する必要があることから、主として研究用に開発された小型 PET 装置。

＊6　分子イメージング研究
生体内で起こるさまざまな生命現象を外部から分子レベルで捉えて画像化することであり、生命の統合的理解を深める新しいライフサイエンス研究分野。PET による腫瘍の診断もその一分野である。

＊7　前駆体
ある有用物質を得るための前段階の物質。今回の研究過程で新規の前駆体合成技術が見いだされた。

＊8　汎用放射薬剤自動合成装置
PET 薬剤を迅速かつ安全に合成するために必要不可欠な装置。現在世界で利用されている主な PET 薬剤のほとんどを１台で製造することのできる放医研で独自に開発したもの。機械的駆動部分、センサー類、加熱冷却部分など、共通で使用される部分を格納した合成装置本体と、PET 薬剤合成反応毎に異なる反応容器、電磁弁などから構成される合成ユニットを組み合わせることにより、高品質で安全性の高い多種多様な分子プローブの合成が可能となった。

＊9　標識合成中間体
PET 用核種の放射薬剤合成には２つの方法があり、目的とする化合物の基本骨格に直接導入する方法と反応性に富む標識合成中間体を介し、中間体との反応で目的物を得る方法があり、後者には安定的に効率よく合成される標識合成中間体が不可欠である。

中国放射線防護研究所（北京）と、緊急被ばく医療および放射線防護に関する研究協力覚書を締結

11 月 27 日、放医研は、中国放射線防護研究所と緊急被ばく医療および放射線防護に関する研究協力覚書を締結した。

中国放射線防護研究所（National Institute for Radiological Protection、NIRP）は、National Institute for Radiological Protection and Nuclear Safety, Chinese Centre for Disease Control（または Medical Emergency Response Centre for Nuclear Accident, Ministry of Health とも呼ばれる）の略称である。

NIRP の使命は、（1）放射線の線量測定、放射線のモニターと評価、ヒト集団における放射線リスク評価、放射線生物学、放射線毒性学、医療放射線装置の性能維持、環境放射性物質に関する放射線科学研究を遂行することと、（2）核および放射線事故、放射線作業従事者に対する健康調査、放射線防護装置の性能調査と管理、放射線安全基準の管理、放射線医療と被ばく事故事例に係わる科学的・技術的情報の管理に関する中国全土における緊急被ばく医療研究を遂行することである。

放医研と NIRP は既に、「中国における住居内ラドンの実態とその健康影響に関する調査研究」、「中国錫鉱山労働者の自然放射線暴露と肺がん研究」、「ラドントロン疫学調査の測定器実地試験と研究」、「放射線安全と放射線防護に関する規制科学研究」等の放射線防護研究分野での研究計画を進めており、緊急被ばく医療分野においてもいくつかの研究交流がなされている。

両機関間の包括的研究協力協定締結によって、緊急被ばく医療研究、放射線防護研究および両機関間で必要であると合意した研究分野においてより深い研究協力を進めることが可能になった。具体的な協力分野は、

（1）緊急被ばく医療とそれに関する研究
（2）放射線事故時の線量測定に関する研究
（3）放射線疫学研究
（4）自然放射線の高線量地域（以下、HBA と略する）と高ラドン地域における線量測定に関する研究
（5）その他、両機関において相互に必要と認められる研究

である。

本覚書を締結したことによって、

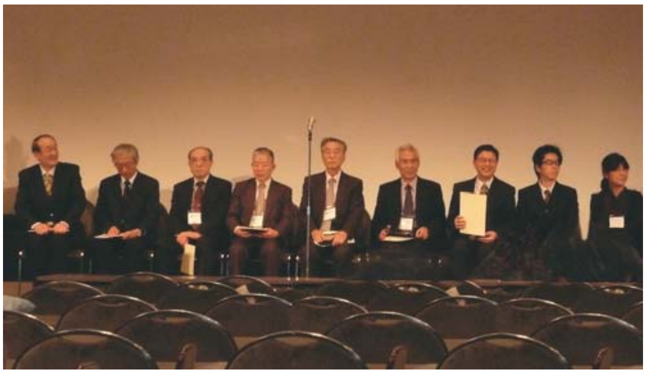
（1）中国における放射線事故例および HBA に関する科学的情報を得ることが可能になる
（2）NIRS は、平成 16 年３月２日に北京放射医学研究所と‘緊急被ばく医療分野における研究協力の推進’に関する覚書をすでに締結しており、中国との放射線科学に関する研究協力がさらに強固になる
（3）人材交流、研究交流が促進される

等、両機関にとって非常に大きな成果が期待される。

覚書調印式への参加者。前列左から３人目が NIRP の Su Xu 所長。

「放射線影響学会第 50 回大会」で放医研関係者多数受賞

日本放射線影響学会（大西武雄会長）の第 50 回大会（安藤興一大会長）が、平成 19 年 11 月 14 日（水）から 17 日（土）の四日間、千葉市の幕張メッセ国際会議場で開催されました。同大会におきまして、放医研に役職をお持ちの以下の方々が表彰を受けられました。



学会各賞の表彰風景

○功労賞：学会の発展と後続の育成に加え、我が国における放射線影響学研究の振興とレベルの向上に大きく貢献されたことを称える「功労賞」が、寺島東洋三先生（元所長）ならびに松平寛通先生（元所長）に授与されました。

○JRR 寺島論文賞：日本放射線影響学会誌（Journal of Radiation Research）の発展への寄与が顕著な優れた論文を表彰する「JRR 寺島論文賞」が、山口寛先生（客員協力研究員）ならびに安藤興一先生（主任研究員）に授与されました。今回受賞対象となった論文は以下のとおりです。

・H. Yamaguchi, H. Ohara and A. J. Waker; “A Model for the Induction of DNA Damages and their Evolution into Cell Clonogenic Inactivation” J. Radiat. Res. 47, 197-211（2006）.
・K. Ando, S. Koike, A. Uzawa, N. Takai, T. Fukawa, Y. Furusawa, M. Aoki and Y. Miyato; “Biological Gain of Carbon-ion Radiotherapy for the Early Response of Tumor Growth Delay and against Early Response of Skin Reaction in Mice” J. Radiat. Res. 46, 51-57（2005）.

○優秀発表賞：大会で行われた研究発表の中から参加者ならびに選考委員の投票により優れた発表を顕彰する「優秀発表賞」が、以下の方々（演題番号順）に授与されました。

・加藤宝光（重粒子医科学センター研究員）「種々の DNA 修復タンパク欠損 CHO における重粒子線、薬剤に対する感受性」
・波多野由希子（放射線防護研究センター役務職員）「思春期前後での放射線および MNU 曝露により発生したラット乳がんのホルモン受容体発現」
・石川顕一（重粒子医科学センター研究員）「子宮頚がん放射線治療症例の生検腫瘍に対する放射線抵抗性マーカー遺伝子によるプロファイリング」
・MANDA Kailash（重粒子医科学センター主任研究員）：「Melatonin mitigates oxidative damage and apoptosis in mice cerebellum induced by high-LET 56Fe particle irradiation」
・平山亮一（重粒子医科学センター研究員）「大気下ならびに無酸素下での OH ラジカルによる間接作用の細胞致死効果」
・道川祐市（重粒子医科学センター主任研究員）「放射線感受性の異なる 2 種のマウス扁平上皮癌細胞（SCCVII、NR-S1）を用いた *in vitro* 放射線応答の時系列解析」
・保田隆子（放射線防護研究センター准技術員）「発生中の脳で起こる放射線誘発アポトーシスの発生から貪食まで全過程のメダカ胚を用いた可視化」
・中村秀仁（基盤技術センター研究員）「高感度放射線検出器のプロトタイプ開発」
・森雅彦（放射線防護研究センター主任研究員）「DNA 修復関連遺伝子を欠損したヒト細胞株間における DNA 損傷応答の解析」

放射線防護研究センター　日本放射線影響学会庶務幹事
保田浩志

優秀発表賞の表彰風景

第２回粒子線生命科学研究会シンポジウム開催

粒子線生命科学研究会（The Association for Ion-beam Life Science: AILS）を2007年５月に設立し、翌月に第１回粒子線生命科学研究会シンポジウムを開催し、わずか５ヵ月後に第２回粒子線生命科学研究会シンポジウムを開催することができた。今回は重粒子医科学センターの若手研究者である加藤宝光さんと筆者で企画し、「Heavy Ion Radiobiology in Therapy」というタイトルのもと、国内外から４名の著名な研究者に講演をしていただき、重粒子医科学センターの若手研究者４名も講演を行った。

前回より人数は少なかったものの40名を超える聴講者の中、シンポジウムは盛大に行われました。Marco Durante先生とPignalosa Dianaさん（Univ. Federico II）には“Novel cytogenetic methods to estimate late effects of heavy ions”というタイトルでいつみてもすばらしい染色体バンドの解説をしていただいた。秦恵先生(NASA)には“Charged particle induced chromosome damage in human cells”というタイトルで染色体損傷について最新のデータを紹介していただいた。木梨友子先生（京大原子炉）には“BNCTのための基礎生物研究と臨床応用”というタイトルで*in vitro*実験から臨床結果まで幅広くBNCTについて講演していただいた。コーヒーブレイクの後は、国内外に放医研の若手研究者の研究活動をアピールするため重粒子線を用いた生物影響研究ということで重粒子医科学センター粒子線生物研究グループの鶴岡千鶴さんに“重粒子線と突然変異”、松本孔貴さんに“重粒子線と生物学的効果比（RBE)”、加藤宝光さんに“重粒子線と細胞周期”、最後に筆者が“重粒子線と酸素効果”というタイトルでそれぞれ講演を行った。講演内容は古い話から最新の実験結果までが紹介された。全ての講演で質疑応答が活発に行われ、今後の重粒子線生物学の発展に向け有意義なシンポジウムであった。

最後に本シンポジウムは辻井先生、丹羽先生、粒子線生物研究グループの方々のご協力によって開催することができました。皆様方に感謝申し上げます。また、運営費用については平成19年度重粒子医科学センター長調整費によってサポートしていただきました。ここに御礼申し上げます。

第２回粒子線生命科学研究会シンポジウム世話人　平山亮一

大阪学園大阪高校主催／放医研後援『中学・高校生のためのやさしい科学セミナー』

学校法人 大阪学園 大阪高校の創立80周年記念事業の一つとして、同校が主催し、放医研が後援した『中学・高校生のためのやさしい科学セミナー』が11月24日（土）同校の記念講堂にて講演会が、会議室にてポスターセッションで行われました。

同校の卒業生である中村秀仁による「未知の粒子探索から医療診断まで」の講演や今関研究基盤技術部長の「放射線で観る」、江尻大阪大学RCNP名誉教授の「物質の究極を探る-無限小の世界への挑戦」の講演の他、放医研の紹介などを行いました。

10のポスターセッションが開かれ、放射線測定機器の実物による体験コーナーもあり、参加者は、生徒の父兄を含め、約70名でした。アンケート等による感想によれば、概ね、好評でした。

基盤技術センター研究基盤技術部　今関　等

UNSCEAR 議長 Peter A. BURNS 氏来所

11月16日、UNSCEAR（原子放射線の影響に関する国連科学委員会）議長のPeter A. Burns氏が来所された。今回の来所は、17日に幕張メッセ国際会議場で開催された公開シンポジウム「UNSCEARの最新動向と放射線影響研究の展望」に参加されるために来日されたのを機に放医研にお招きしたものである。Burns氏は、1999年にオーストラリア放射線防護・原子力安全庁（ARPANSA）の設立と同時に環境放射線保険部門の部長に任命され、現在に至っている。1998年、UNSCEARのオーストラリア代表となり、2006年から佐々木康人・前放医研理事長の後を受けて議長職に就いておられる。その間、2001年6月11日にはAustralian Public Service Medalを授与されている。また、2005年にはICRPの第4委員会委員にも選出されている。

Peter A. BURNS 氏を囲んで

伴貞幸国際・交流課長から所内説明を受けた後、山田裕司被ばく線量評価部長が緊急被ばく医療研究センターを、菅野巌分子イメージングセンター長が分子イメージング研究センターを、金井達明物理工学部長が重粒子医科学研究センターを案内された。

昼食後、米倉義晴理事長から歓迎の挨拶を頂き、菅野センター長、上田順市緊急被ばく医療研究センター運営ユニット室長、酒井一夫放射線防護研究センター長から各センターの活動が紹介された。Burns氏からはARPANSAの紹介がなされた。ARPANSAでも、電離放射線、環境放射能のみならず紫外線、電磁波等の非電離放射線の生命と環境に対する影響と防護を研究し、かつそのためのガイドラインを制定するなど、非常に広い分野での活動がなされているようである。最後に高橋千太郎理事から、放医研は今後もUNSCEARに積極的に貢献する意思を述べられた。

Burns氏は、放医研の系統立った研究体制と重粒子線治療の治療成績に大変大きな感銘を受けたようであった。1955年に国連総会決議に基づいてUNSCEARが設置された当初から、放医研は日本国代表団代表や団員を送り出しており、1961年には塚本憲甫所長が書記に任命されている。1981-1986年には熊取敏之所長が、1999-2005年には佐々木康人理事長が書記、副議長、議長を歴任されるなど、放医研はUNSCEARに多大な貢献をしてきている。今回Burns氏を放医研にお招きし、放医研がUNSCEARおよびICRP等へさらに大きな貢献をできることをアピール出来たことは放医研の国際的地位を高める上で大変に意義のあることと思われる。最後に、Burn氏をお招きするにあたって、規制科学研究グループと国際・交流課のスタッフが多大な努力をされたことに深く感謝する。

国際・交流課　伴　貞幸

漢字パズル12月

例のように、隣り合っている二つの記号同士で文字を作ります。

横に並んでいる時は、左側にあるものが『へん』に、右側にあるものが『つくり』に、縦に並んでいる時は上にあるものが『かんむり』に、下にあるものが『あし』になります。

（並んでいる位置を変えてはいけません。）

中央に入る文字は何でしょうか？

例　題

		少		
		隹		
イ	木	木	目	民
		林		
		示		

横→休、林、相、眠
縦→雀、集、森、禁

問題１

		雨		
工				曽
		子		

問題２

		日		
シ				力
		廾		

絶対線量測定のためのグラファイトカロリメータの開発

はじめに

放射線治療では、精度良く水吸収線量を評価することが要求されている。温度上昇を測定するカロリメトリーは原理的に直接エネルギー量（ジュール）を測定するので、最も直接的な線量測定法である。近年、粒子線治療が発展してきているが、粒子線に対する電離箱の W 値等のパラメータはほとんど求められておらず、不確かさの最大要因になっている。現在採用されている線量測定プロトコルに従って炭素線の水吸収線量を電離箱によって決定した場合には、その水吸収線量の値の不確かさは約 3 %以上になっている。精度の良い水吸収線量を求め、この不確かさを減らすことを目的としてカロリメータの開発を行った。

方　法

本研究ではグラファイトを用いたカロリメータを開発した。Figure 1 に開発したカロリメータの概略図と写真を示す。線量を測定する有感体積であるコアの大きさは直径 20mm、厚さ 2mm の円盤状となっている。このコアに 1Gy が照射されるときの温度上昇は約 1.4mK であり、これを± 0.5 %の精度で測定するためには± 7 μ K の分解能が要求される。温度の詳細な制御のためにコアは、外側にある円柱状のジャケット、シールドの中に入れ子式に入れられ、真空のギャップを 1mm 作り、熱放射を避けるために表面をアルミシートで覆った。熱交換を避けるために極小さな樹脂を用いてそれぞれを支持し、空中に浮いた状態を保持している。

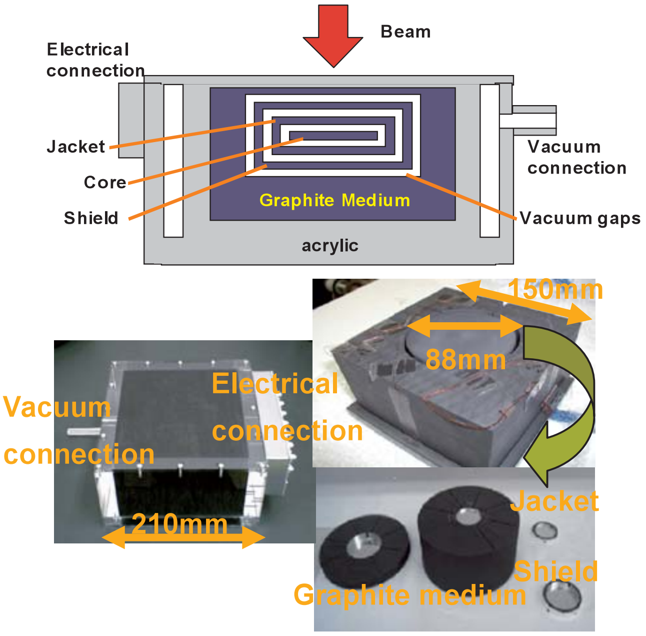


Figure 1. カロリメータの概略図と実際の写真

エネルギー 290MeV/n、400MeV/n、照射野 10cm 直径の炭素線に対してグラファイトカロリメータと平行平板形、指頭形電離箱の照射を行った。Figure 2 に典型的なカロリメータの 1 サイクルの測定結果を示す。横軸は測定時間を表し、縦軸はコアのホイートストンブリッジの電圧変化を表している。初めに、精密抵抗による 1 Ω の抵抗変化でのブリッジの電圧変化を表し、これによりブリッジ回路の校正を行っている。次に、実際の照射による温度上昇の結果、コアのサーミスタの抵抗変化によりブリッジの電圧が変化している様子が分かる。実際の照射の前に、コアに既知量の電力を加えてやることで照射状態を模擬的に作り、電気的な校正を行う。これにより、グラファイトの吸収線量を算出することが出来る。

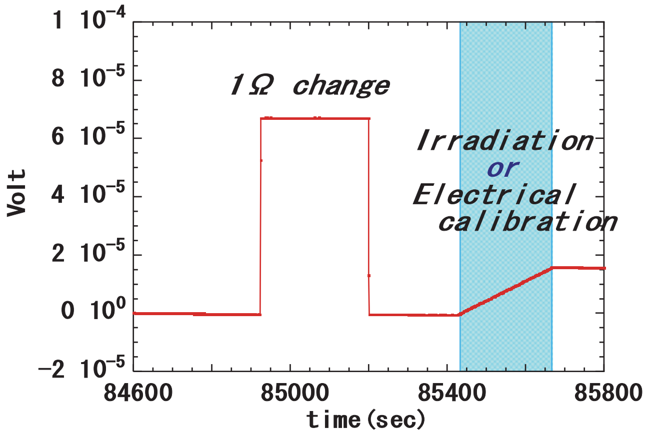


Figure 2. カロリメータの 1 サイクルの測定結果

結　果

現在採用されている線量測定プロトコルに従って算出した電離箱による線量は、グラファイトカロリメータから求められた線量と不確かさの範囲内では一致したが、電離箱による線量の平均値はカロリメータの線量に比べて約 2.5 %程度過小評価した。Figure 3 にカロリメータと電離箱によって求められた線量の比を示す。図の上部に示されている点が最新の阻止能比のデータを用いたものを示し、下部は採用されている線量測定プロトコルのデータを用いている。図中の誤差棒は統計的な不確かさのみを考慮している。電離箱による線量が過小評価したことから炭素線において、現在の線量測定プロトコルでの電離箱に対するパラメータが線量を過小評価する傾向にあると考えられる。今後は、粒子線に対するより不確かさの少ない電離箱のパラメータを求め、絶対線量測定の高精度化を進めたいと考えている。

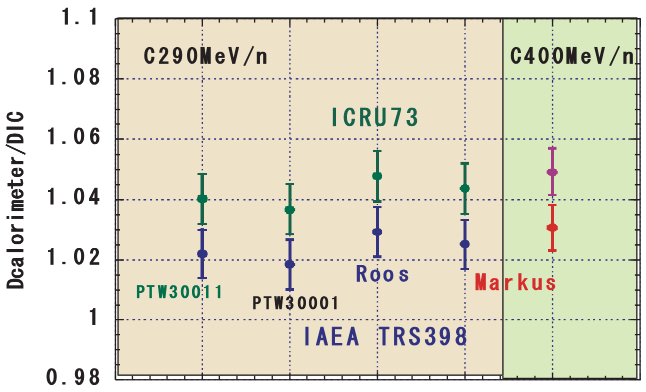


Figure 3. カロリメータと電離箱の線量の比較

物理工学部　坂間　誠

エッセイ
ぱるす No.72

樹木の種子の話

研究は、樹木の成長によく例えられます。新しい研究課題はシーズ（種子）と呼ばれ、そうした研究の種子を育てるための「萌芽的研究」が、放医研でも行われています。

本当の樹木を種子から育てるのは、なかなか難しいものです。「種子を苗床にまいたときは、全部出るか、全く出ないかどちらかだ」とはチェコの国民的作家カレル・チャペックの「園芸家 12 ヶ月」の中の一節ですが、種子を発芽させるのさえ思うに任せないのは、樹木を実験に用いたり素人園芸で試したりしたことのある私の実感でもあります。

以前に松の苗を育ててみようと、家の近くの公園で五葉松の松かさを集めたことがあります。袋いっぱい採れた松の実を早速まいたものの、見事に一本も芽が出てきませんでした。子供の頃に地面にまいたコナラのドングリはほとんどが発芽したものですが、樹木の種類によって発芽するための条件には大きな違いがあって、一筋縄ではいきません。樹木の種子には、それぞれがちょうど適した時期に発芽するように、種子の休眠を調節するためのメカニズムが働いているようです。

同じ樹木であっても、年によって種子のできに良し悪しがあり、発芽のしやすさも異なります。ある樹木の研究者から聞いた話では、当たり年の良質の種子は、大切に冷蔵庫に保存しておいて、その後何年も実験に使うということでした。毎年の天候は、こうした種子の質だけでなく、発芽そのものにも影響を与えます。また芽が出て成長を開始しても、りっぱな成木になるには何年、何十年とかかります。

こんなに思うに任せないさまざまな樹木の種子を、わざわざまいて育てる人も、世の中にはいるようです。日本ではあまりお目にかかりませんが、欧米の種苗販売会社のホームページには、膨大な数の樹木の種子のリストが載っているものがあります。たとえば松でも、日本のアカマツを含めて何十種類も登録されています。顧客の多くはプロの造園業者か育種家なのかもしれませんが、こうしたカタログを見ていると、自分の庭にいろいろな種類の樹木の種をまいて大きく育てることを想像してしまいます。

放医研の研究の種子も、それぞれに適した環境の中で芽を吹いて、たくさんの若木に育ってほしいと思います。

企画部企画課 / 放射線防護研究センター　渡辺嘉人

解　答

1：口

		雨		
		辰		
工	力	口	貝	曽
		木		
		子		

横：功加唄贈
縦：震唇呆李

2：白

		日		
		比		
シ	木	白	交	力
		王		
		廾		

横：沐柏皎効
縦：昆皆皇弄

発行所　独立行政法人　放射線医学総合研究所

〒263-8555　千葉市稲毛区穴川 4-9-1
発行日：平成 19 年 12 月 1 日　発行責任者：放医研 広報室（TEL 043-206-3026　FAX 043-206-4062）
ホームページ URL ： http://www.nirs.go.jp

制作協力　㈱サイエンス・サービス