

放射線により生成される OHラジカルを推定する計算プログラムを開発

放射線により誘発されるDNA分子の鎖切断は、照射後のごく短い時間、ナノ秒あたりまで残存するOHラジカルが原因している。この見解は1975年、R. Roots & S. Okada (故岡田重文東大教授)のエチルアルコールによる細胞致死のスキャベンジャー実験で証拠付けられた。OHラジカルの拡散速度から考えて、DNA損傷に関係するOHラジカルは、DNAから4 - 6 ナノメートル以内の距離にあるOHラジカルだということになる。それ以降、同様の生物実験がなされこの結果はさらに裏付けられた。

■ はじめに

放射線影響にかかわるOHラジカルを考えるとキーワードは、ナノメートル、ナノ秒である。図-1にここでの問題意識の概要を示す。放射線がDNAの近傍を通過してラジカルの塊(spur)を飛跡に沿って作る。球状の初めは小さい塊spurは時間とともに拡がり、同じspur内および隣のspur内のラジカル同士の化学反応や近傍の水分子と化学反応を繰り返す。ラジカル性を中和化する、または消滅させる反応が化学反応の主なもので、ナノ秒まで生き残ったOHラジカルがDNA分子へなにか悪さをすることになる。したがって、この残存OHラジカルは生物影響を考える上で基礎データに違いなく、量的推定研究が必要であると考えられている。

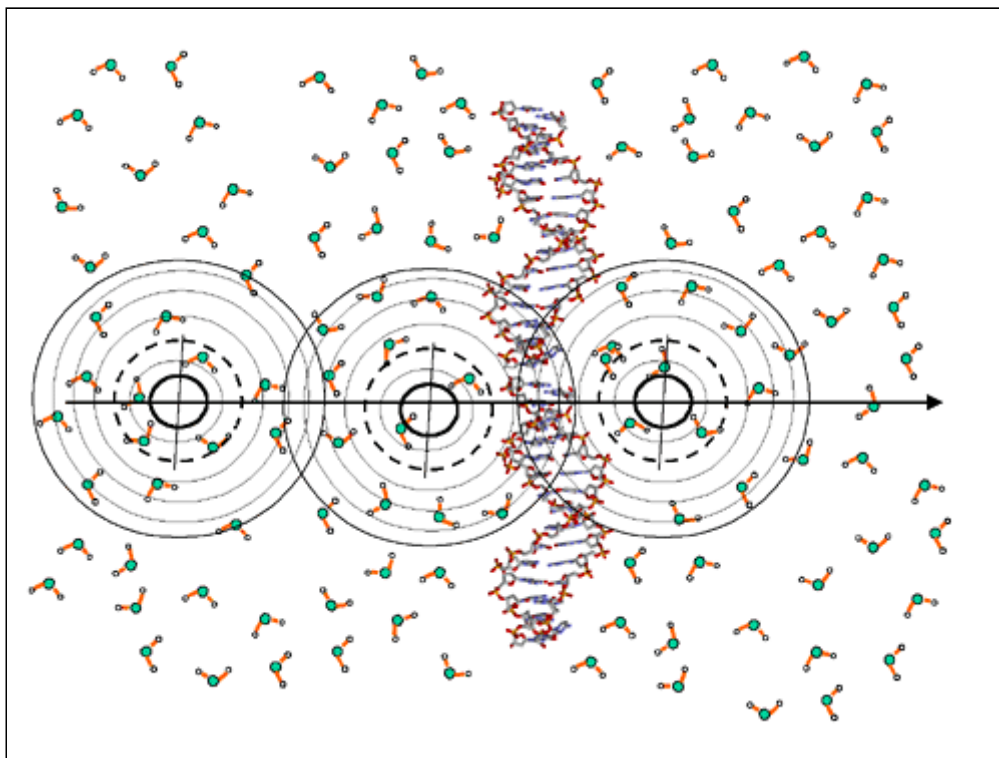


図-1 ナノメートル、ナノ秒の世界で拡散するOHラジカルのイメージ図

OHラジカルを推定する研究は実験と理論の両面から行われている。実験的研究は内在する技術的困難さのゆえに進行中のものは米国と東大の2施設に限られ、影響研究に必要なデータがすぐ出てくる状況にはない。そこで理論的研究が平行して試みられている。OHラジカルの量は飛跡構造に依存するので、飛跡シミュレーションの研究グループがこの研究へ参入しつつある。飛跡シミュレーションコードの完成度の高い、電子、光子では有用なデータが提供されつつあるが、重粒子線に対しては飛跡コード自身が未完成であり、OHラジカルの研究の多くは今後にゆだねられている状況である。ちなみにこの飛跡コード完成のために、放医研の研究グループ(佐藤幸夫ら：重粒子医科学センター先進小型加速器事業推進室)の二次電子2重微分断面積の測定は最も重視されるものになっている。

理論的研究にはもう一つ別のアプローチがある。Spur内のラジカルが拡散しながら化学反応する過程を記述する連立拡散式があって、Spurの相対距離を上手に選んで飛跡構造を反映できるようにできれば、任意の時刻でのOHラジカルの量を計算推定できる。ここで開発した計算プログラムはこの方法に沿うもので、独自のアイデアを付加して完成させた。図-2に示すように放射線は一次線と二次電子からの2成分にあり、それぞれにspur間距離を上手に導入することでOHラジカルを推定できるとした。

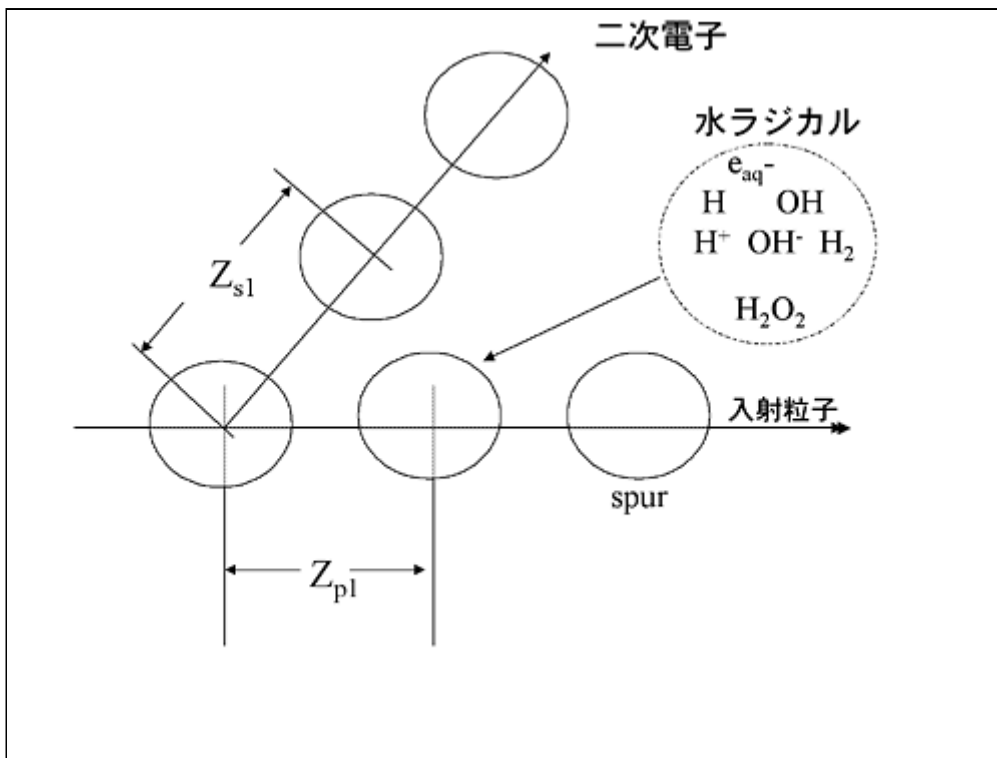


図-2 OHラジカルの量を推定する計算プログラムの概念図

それぞれの成分に対して、水ラジカルの量($G(e_{aq^-})$ や $G(OH)$ など)が拡散式の解として得られる。その2成分の混合比をパラメーターとし、フリッケ線量計のG値で最適化できるとした。フリッケ線量計の実験値 $G(Fe^{3+})$ はマイクロ秒での値であるので、プログラムのマイクロ秒での計算値

$G(Fe^{3+}) = 3G(e_{aq^-}) + 3G(H) + G(OH) + 2G(H_2O_2)$ がこの実験値にfitするようなパラメーターを決定する。そしてそのパラメーターを固定してナノ秒での水中でのOHラジカルを推定するものである。

図-3に電子線から鉄イオンまでのナノ秒におけるOHラジカルの計算結果を示す。図の横軸は粒子のスピードであるとみていただきたい。同じスピードの粒子でもOHラジカルの量はこのように異なる(高エネルギーの電子線(光子)のOHラジカルが最も多い)。この計算プログラムの利点は、過去に相当量の蓄積のあるフリッケ線量計のデータが活かせること、そして、今後重粒子線でのフリッケG値が測定されれば、生物影響にかかわるOHラジカルがただちに推定できることにある。将来の重粒子線の飛跡シミュレーションコードの完成にいたるまで、このプログラムは繋ぎの役目をはたすものであろう。

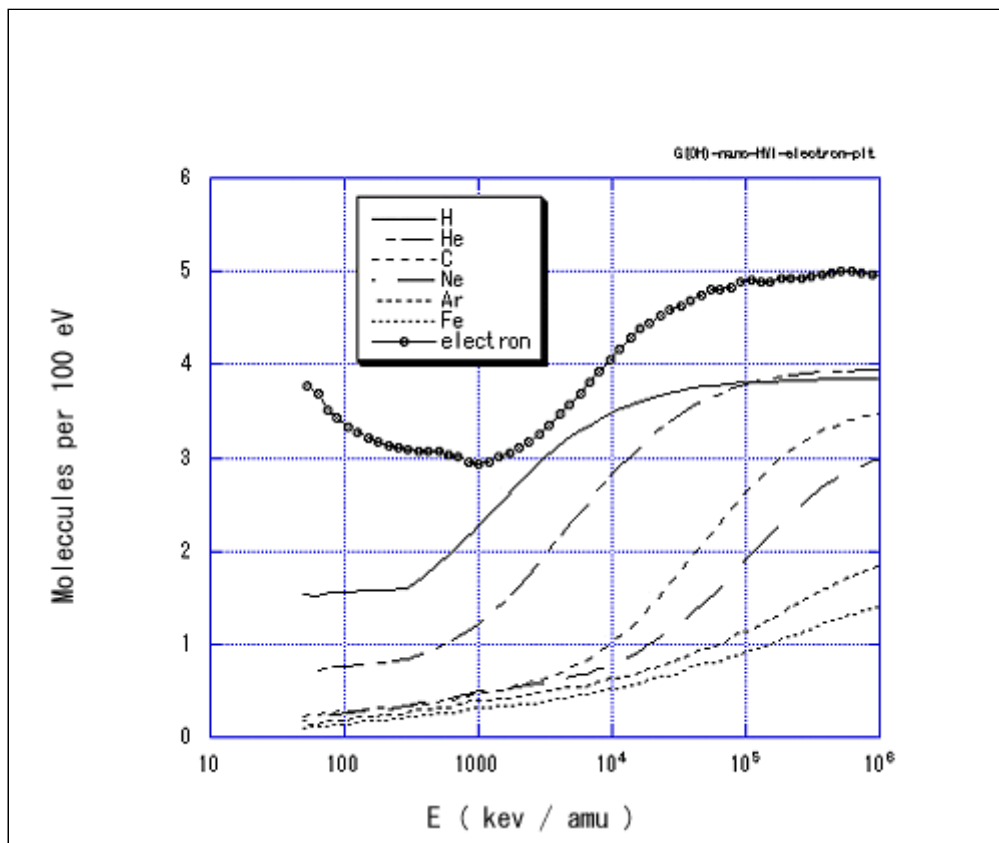


図-3 開発した計算プログラムで解析した電子線から鉄イオンまでのOHラジカルの計算結果

(宇宙放射線防護プロジェクト 客員協力研究員 山口 寛)

< 公表論文 >

H. Yamaguchi, Y. Uchihori, N. Yasuda, M. Takada and H. Kitamura,
Estimation of Yields of OH Radical in Water Irradiated by Ionizing
Radiation, J. Radiar. Res. 46, 333 - 341 (2005).

興味深い⁹Cビームの生物効果

現在、HIMACでは安定な炭素ビーム(¹²C)ビームを使ってガン治療を行っています。そして重粒子線を使うガン治療施設の計画は、国内及び国外ともいくつもありますが、すべて炭素ビームを使う計画です。これは多くの患者の治療実績がHIMACであり、その局所制御率が非常に良いことから来ています。それではもっと良いビームはないだろうか、と考えるのは自然ななりゆきです。加速器自体としては炭素以外も加速できますから、ドイツのハイデルベルグのように窒素や酸素ビームの利用も視野に入れているところもあります。

■ その特徴

イオンビームには粒子を変える自由度の他に、不安定核ビームを使う自由度もあります。不安定核ビームですから、このビームが止まった所で、さらに別の放射線を出します。この放射線がβ線やγ線だけの場合は、そのエネルギーも生物効果もたいして大きくないので、安定核と違った効果があるとは思われません。ところが、ここで取り上げる⁹Cビームは非常に興味深い特徴を持っています。このビームも通常の炭素ビームと同じで電荷は6荷ですから、スピードが同じであれば¹²Cビームと全く同じ生物効果を持ちます。ただ、それが止まったところでβ崩壊を起こし、さらにそれに引き続いて2個のα粒子と陽子を放出して原子核が崩壊する点にあります(図 - 1参照)。このとき出てきたα粒子は飛程が細胞の大きさに比べて短いので、⁹Cが止まった細胞にだけ強い効果を及ぼすと考えられます。

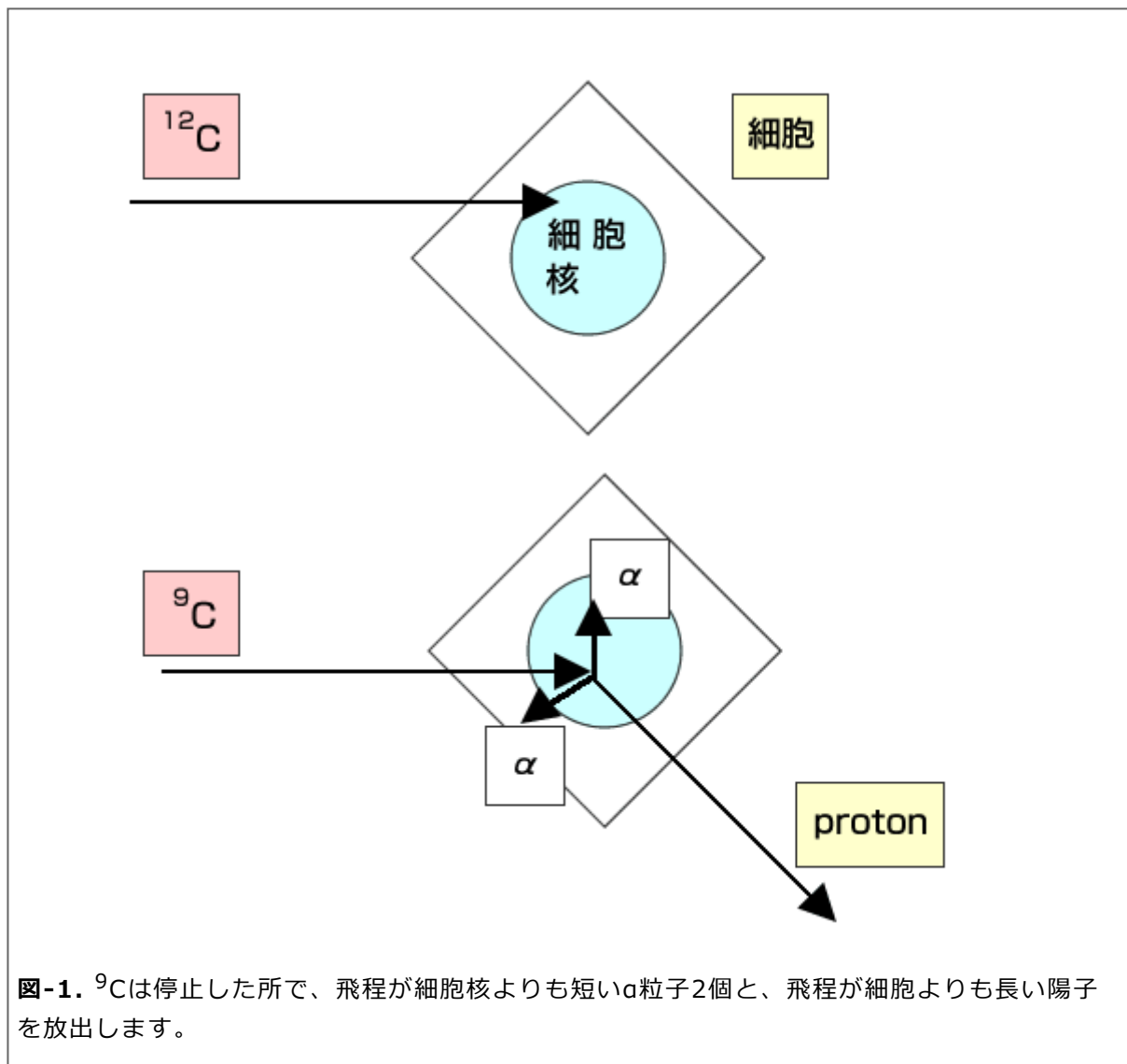


図-1. ^9C は停止した所で、飛程が細胞核よりも短い α 粒子2個と、飛程が細胞よりも長い陽子を放出します。

ちなみに、普通の放射線ではこのようなトラックの構造を持ったものはありません。従って、このようなビームがどのような生物効果を持つかということは、予想が付きにくく、それだけに興味深い現象になります。そこで、このような研究ができるためには、まず最初に ^9C のビームを作り出さなければいけません。このように短寿命(半減期は127m秒)のビームを作るために、2次ビームラインを使うことができます。このビームラインでは、シンクロトロンで加速されたビームをターゲットに当て、その核反応でできるいろいろな破碎核から、必要なものを選び出します。今回 ^9C ビームを作るには、シンクロトロンで加速された核子当たり430MeVの ^{12}C ビームを51mm厚のBeターゲットに当てて作り出します。その結果約 10^{-5} の生成率が得られ、 ^9C の強度としては毎秒 2×10^4 個のビームが得られます。

■ 線量分布及び生物効果

このように、新しいビームを使った生物実験では、非常に低いビーム強度で細胞照射実験をせざるを得ないこととなります。実験では、このように低いビーム強度でも実験が出来るように、スポットスキニング照射法を利用し、一時間当たり約0.5Gyの線量率を得ることができました。しかし、普通の細胞照射実験に比べて、二桁以上小さな線量率しか得られませんから、実験にはエラーが入りやすく、注意深くチェックしながら実験をする必要があります。実際の実験では、 ^9C の生物効果を見るために、同じ炭素ビームの線量分布をブラックピーク付近で同

じになるようにして比較しました。図-2の一番上の段が、実験で使った⁹Cと通常の¹²Cの線量分布の比較で、ピーク付近でも良く合っていることがわかります。この様に同じ線量分布で⁹Cと¹²Cビームの生物効果を測定して、RBE(X線に対する生物効果比)として表したのが中の段のデータです。⁹CのRBEが¹²Cに比較してハッキリ大きくなっているところがあり、その位置は図の一番下の段に示した、⁹Cビームが停止する深さに対応しています。つまり、この違いが、⁹Cが崩壊したときに放出される陽子、ヘリウム原子核の生物効果をあらわしていると考えられ、非常に大きな値になっていることがわかりました。

(主加速器開発室 金澤 光隆)

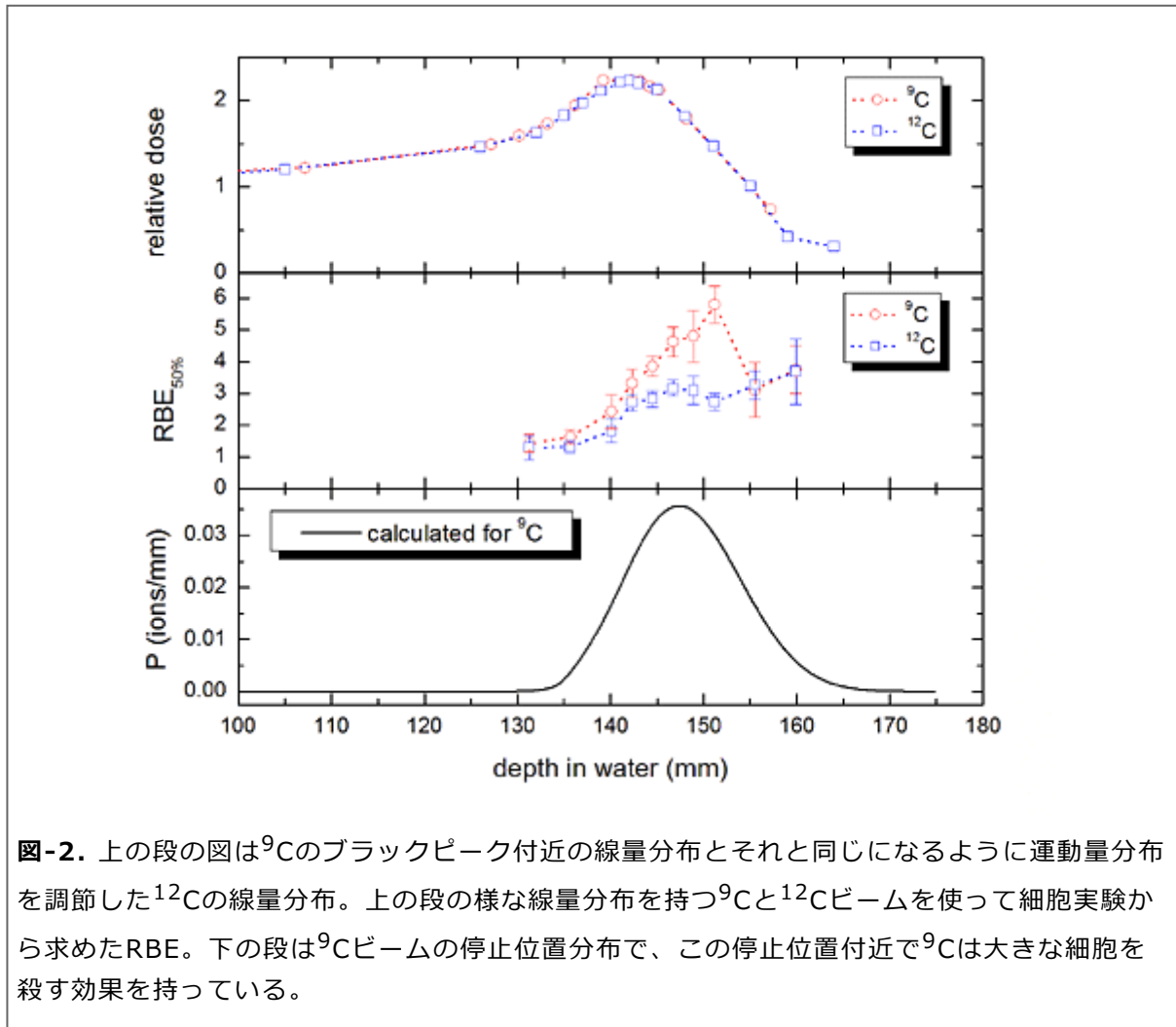
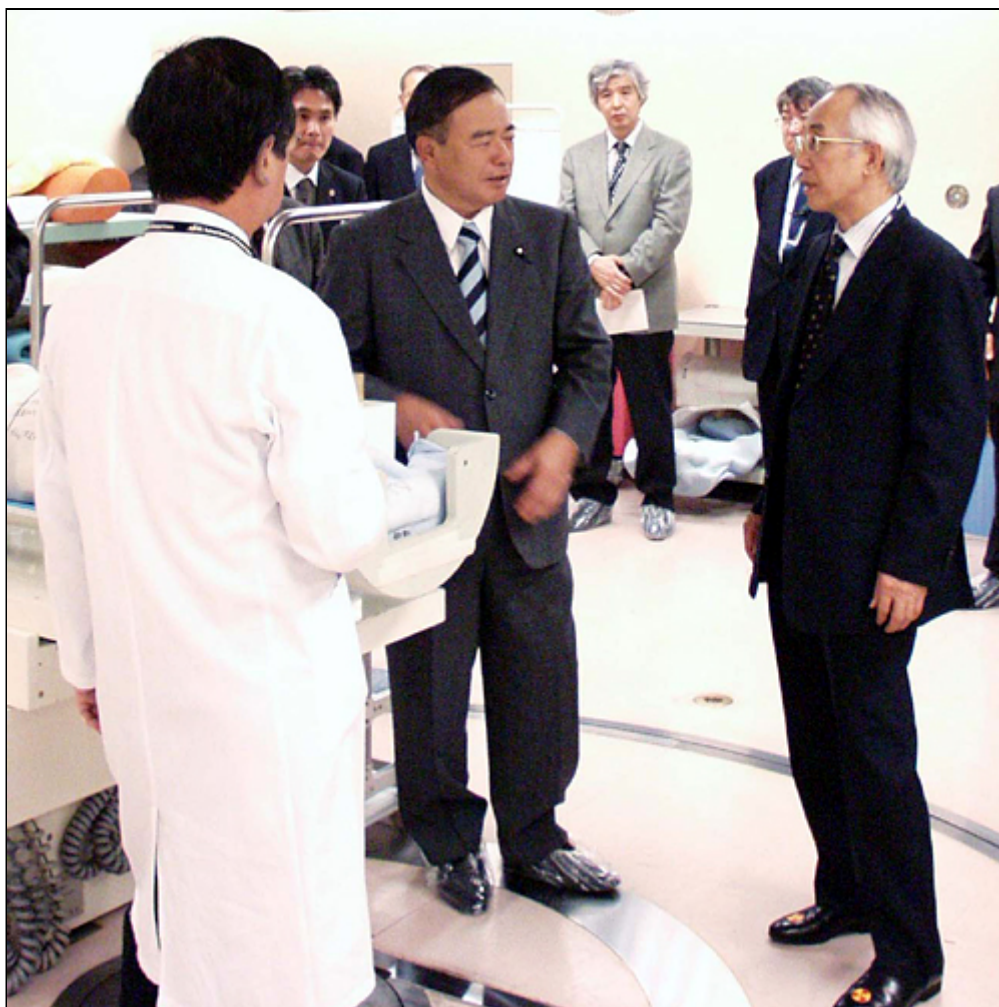


図-2. 上の段の図は⁹Cのブラックピーク付近の線量分布とそれと同じになるように運動量分布を調節した¹²Cの線量分布。上の段の様な線量分布を持つ⁹Cと¹²Cビームを使って細胞実験から求めたRBE。下の段は⁹Cビームの停止位置分布で、この停止位置付近で⁹Cは大きな細胞を殺す効果を持っている。

中山前文部科学大臣が放医研を視察

去る10月13日、中山成彬文部科学大臣が放医研を視察のため来訪されました。佐々木理事長から歓迎の挨拶、担当の研究者から放医研の主な事業概要と重粒子線がん治療、分子イメージングなど主要な研究について説明を受けた後、重粒子線がん治療装置(HIMAC)のイオン源、治療室、試験中の重粒子線治療装置用小型要素実証機である線型加速器、PET(陽電子断層撮像)装置、最後に緊急被ばく医療施設を視察されました。

視察の後、中山大臣からは「研究内容の説明と併せて自分の目で確認できたことでイメージがよく掴めた。重粒子線がん治療装置の小型化については、目標に向かってぜひ頑張ってもらいたい。」との感想と激励をいただきました。



重粒子線治療照射室

TOPICS

放射線影響に関するKids Workshop 2005の開催

こども・胎児被ばくによる放射線影響に関する国際ワークショップ(Kids Workshop 2005 "Cancer risks following fetal and childhood exposure to radiation")が去る、11月1日、放医研重粒子治療推進棟大会議室において開催されました。

放射線発がん研究を先導するRoger Cox先生(HPA)、胎児期被ばくによる小児がん調査(オックスフォード調査)のまとめ役であるRichard Wakeford先生(BNFL)、胎児暴露における化学発がん研究者であるLucy Anderson先生(NCI)、放射線影響研究を先導する丹羽太貫先生(京都大学)、中村典先生(放射線影響研究所)そして今岡達彦研究員(低線量生体影響プロジェクト)から講演をいただきました。約100名の参加による活発な質疑応答は、今後の発がん研究の方向を考える上で大変有意義でした。



会場風景

TOPICS

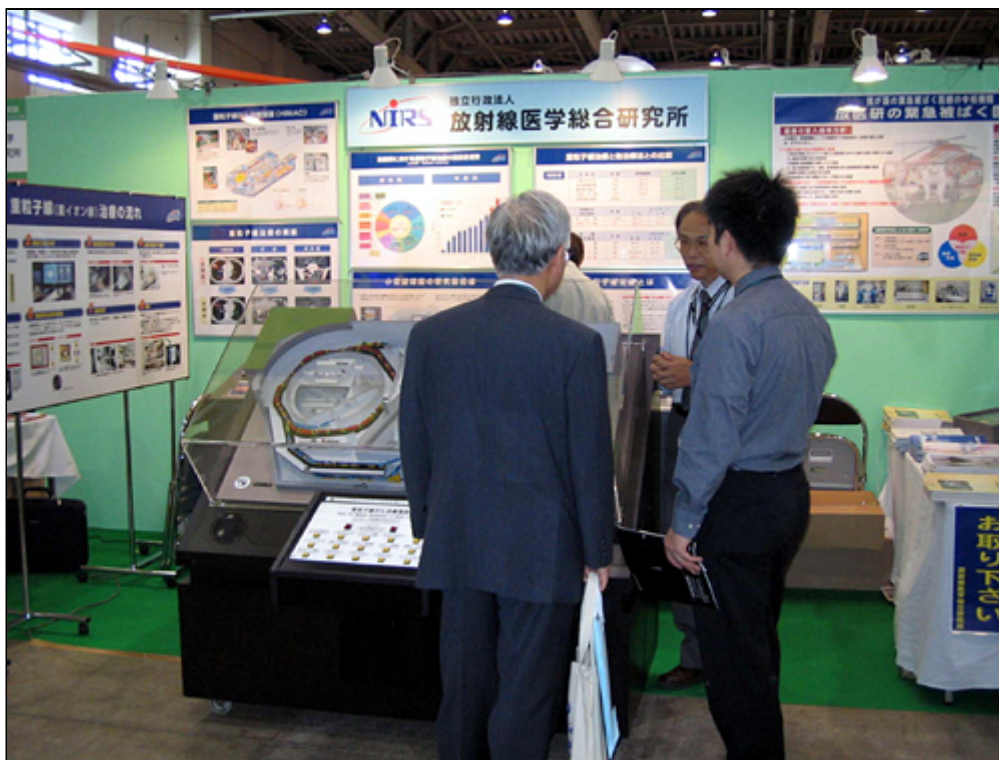
北陸技術交流テクノフェア 2005に出展

去る10月13日(木)・14日(金)の両日福井県産業会館にて「北陸技術交流テクノフェア2005」が開催されました。

今年度は天候にも恵まれ、2日間で約17,000人の方が会場を訪れ、来場者は各ブースを熱心に見学していました。

放医研のブースでは、重粒子線がん治療装置の模型やビデオ、パネルなどで、放医研の業務を紹介しました。

昨年より重粒子線がん治療に対する内容の濃い質問が多くなってきたと感じました。



展示ブース

お知らせ

**第5回 重粒子医科学センターシンポジウム
「ここまできた重粒子線治療 その実力と可能性」**

シンポジウムは、これまで放医研で行ってきた「重粒子線治療研究成果発表」と千葉大学による「消化器扁平上皮癌に対する最先端多戦略治療」、特別講演として「ヨーロッパにおける重粒子線治療の新たな展開」、さらに一般講演として「放射線がん診断と治療の最前線」を紹介します。

- 日時：平成17年12月17日 9:00～17:00
- 場所：ぱるるプラザ千葉 「櫛の間 (6階)」
- 定員：400名
- 費用：無料
- 問い合わせ：放射線医学総合研究所 研究推進課 TEL：043-206-3027

お知らせ

第13回 稲毛区民祭りに出展

10月16日(日)の開催当日は、朝からあいにくの雨にもかかわらず、地域住民の方など約2万1,000の方が会場を訪れ、その内の約1,000の方が放医研のブースを興味深く見学して訪れてくれました。

今年もモニタリングカーによるデモンストレーション、ビデオやパネル、パンフレットで放医研の重粒子線がん治療や放射線のことなどの業務について理解を深めていただけたのではないかと思いますただ、残念だったのは、。荒天のために時間が短縮されての開催となったことで、これからも地域を含めた広範囲な広報活動を展開していく考えです。



展示ブース

お知らせ

平成17年度 緊急被ばく医療訓練の実施

さる11月9日(水)から10日(木)にかけて、国の原子力総合防災訓練が実施され、模擬被ばく患者を新潟県から放医研まで空路搬送する訓練に合わせて、所内にて独自に患者を設定し、自主的に緊急被ばく医療訓練を実施しました。

緊急被ばく医療施設に、患者収容後、トリアージ室にて汚染検査・全身状態の確認、汚染患者処置室にて創傷部の除染・治療、その後体外計測器等を使用して、線量評価を実施しました。各スタッフは、本番さながらに訓練に取り組み、連携の強化を図ることが出来ました。

また、緊急被ばく医療訓練終了後、第1会議室にてプレス対応訓練を実施し、記者に対して、訓練の概要等について説明を行い、質疑応答を実施しました。

今回の訓練は、新潟県の二次被ばく医療機関から三次被ばく医療機関の放医研までの搬送を含めた一連の過程について、迅速に対応することができており、訓練の目的は十分、達成されたものと思われます。

最後に、本訓練にご参加及びご協力頂いた方々に感謝致します。



訓練における治療

お知らせ

第10回 公開講座のご案内

今回の公開講座では、放射線の安全研究や緊急被ばく医療、放医研の国際活動、また、医学利用の分野では、体に優しい治療として脚光を浴びる重粒子線がん治療の「普及型がん治療装置開発の展望」、「肺がん」への取り組みについてわかりやすくご紹介します。

- 日時：2005年12月21日（木）14:00～17:00
- 場所：放射線医学総合研究所 重粒子治療推進棟2階大会議室
- 定員：140名 入場無料（事前申込みが必要）
- 申込み：放射線医学総合研究所 広報室
- TEL：043-206-3026 FAX：043-206-4062
- E-mail：kouen@nirs.go.jp

<プログラム>

14:00～14:10 開会

14:10～14:45 「放医研の国際活動」

立崎 英夫 研究推進室 国際室長

14:45～14:50 質疑応答

14:50～15:25 「緊急被ばく医療における放医研の役割」

藤元 憲三 緊急被ばく医療研究センター長

15:25～15:30 質疑応答

15:30～15:45 コーヒーブレイク

15:45～16:20 「普及型重粒子線がん治療装置開発の展望」

山田 聡 重粒子医科学センター 加速器物理工学部長

16:20～16:55 「重粒子線がん治療：肺がんへの取り組み」

馬場 雅行 重粒子医科学センター病院医長

16:55～17:00 質疑応答

17:00～ 閉会

お知らせ

ジャーナルに紹介された放医研・研究者の発表論文(共著も含む)

発表原著論文のうちジャーナルに掲載された論文は以下のとおりです。

タイトル	発表者	ジャーナル	巻	頁	年
Secondary Electrons from Water Vapor with the Impact of 6.0 MeV/u He ²⁺ Ions: Atomic Data and their Application to Biomedical Investigations	¹ Y.Sato, ² D.Ohsawa, ³ A.Higashi, ⁴ H.Kawauchi, ⁴ M.Hirabayashi, ⁴ Y.Okada, ⁵ S.Uehara, ⁶ H.Nikjoo, ¹ F.Soga	Atomic and Molecular Data and their Applications	AIP771	128-137	2005
Cool-Stacking injection and damping of a transverse ion-beam instability at the HIMAC synchrotron	¹ Y.Sato, ² D.Ohsawa, ³ A.Higashi, ⁴ H.Kawauchi, ⁴ M.Hirabayashi, ⁴ Y.Okada, ⁵ S.Uehara, ⁶ H.Nikjoo, ¹ F.Soga	Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A	545	45-56	2005
銅の負荷が培地からミジンコへの炭素吸収に及ぼす影響	柳沢 啓、武田 洋、宮本 霧子、府馬 正一、石井 伸昌	Radioisotopes	54	225-228	2005
サーベイメーターの応答性の高速化	白川 芳幸	Radioisotopes	54	199-204	2005
Absorption behavior of technetium and rhenium through plant roots	K.Tagami and Uchida	Radioprotection	40	S125-S128	2005
Serotonin 5-HT ₂ Receptors in Schizophrenic Ptience Studied by Positron Emission Tomography	Satoshi Umeda, Yoshihide Akine, Motoichiro Koto, Taro Muramatsu, Masaru Miura, Susumu Kandatsu, Shuji Tanada,	Life Sciences	66	2455-2464	2005

	Takayuki Obata, Hiroo Ikehira, Tstsuya Suhara			
Functional network in the prefrontal cortex during episodic retrieval	Yoshiro Okubo, Tetsuya Suzuki, Kaoru Kobayashi, Osamu Inoue, Omi Terasaki, Yasuhiro Someya, Takeshi Sassa, Yasuhiko Sudo, Eisuke Matsushima, Masaimi Iyo, Yukio Tateno, Michio Toru	NeuroImage	26	932- 2005 940
A fast, simple method for screening radiation susceptibility genes by RNA interference	Atsushi B Tsuiji, Hitomi Sudo, Aya Sugyo, Marika Otsuki, Makoto Miyagishi, Kazunari Taira, Takashi Imai Yoshi-nobu Harada	Biochemical and Biophysics Research Communications	333	1370- 2005 1377
Track core size estimation for heavy ions in CR-39 by AFM and UV methods	T.Yamauchi, N.Yasuda, T.Asuka, K.Izumi, T.Masutani, K.Oda, R.Barillon	Nuclear Instruments and Methods in Physics Research	236	318- 2005 322
Gram-negative bacteria responsible for insoluble technetium formation and the fate of insoluble Tc in the water column above flooded paddy soil	Nobuyuki Ishii, Shigeo Uchida	Chemosphere	60	157- 2005 163
Molecular Markers Predicting Radiotherapy Response: Report and Recommendations from an International	Catharine M.L.West, Michael J.MaKay, Tobias Holscher, Michael Baumann, Ian J.Statford, Robert G.Bristow, Mayumi Iwakawa,	Int.J.Radiation Oncology Biol.Phys	62	1264- 2005 1273

Atomic Energy Agency Technical Meeting	Takashi Imai, Surekha M.Zingde, Mitchell S.Anscher, Jean Bourhis, Adrian C.Begg, Karin Haustermans, Soren M.Bentzen, Joylon H.Hendry				
A multi-harmonic RF system using MA cavity	C.Ohmori, M.Knanazawa, K.Noda, M.Kawashima, T.Misu, Y.Mori, A.Sugiura, A.Takagi, T.Uesugi	Nuclear Instruments and Methods in Pysics Research	A576	249-258	2005
Cool-stacking injection and damping of transvers ion-beam instability at the HIMAC synchrotron	T.Uesugi, K.Noda, E.Syresin, I.Meshkov, S.Shibuya	Nuclear Instruments and Methods in Pysics Research	A545	45-56	2005
Identification of Skin Injury Genes Induced by Ionizing Radiation in Human Kerationocytes using CDNA Microarray	Manabu Koike, Tomoe Shiomi and Aki Koike	J.Radiation Research	46	173-184	2005
Tumor Induction in Mice Locally Irradiated with Carbon Ions:A Restropective Analysis	Koichi Ando, Sachiko Koike, Chisa Oohira, Toshiaki Ogiu and FumioYatagai	J.Radiation Research	46	185-190	2005
Early Growth of Experimental Lung Metastasis in Mouse	Koichi Ando, Sachiko Koike, Nobukazu Hori	J.Radiation Research	46	289-292	2005
Effect of Calcium Trisodium DTPA in Rats with pumcture wound contaminated by 90Y-Chloride	N.Watanabe, S.Tanaka and Y.Sasaki	Radiation Protection Dosimetry	114	509-513	2005
Transfer factors	S.Uchida, K.	Radio protection	40	S129-	2005

of radionuclides and elements from soil to rice and wheat	Tagami, I.Hirai and M.Komamura			S134
Germ cell mutagenesis in medaka fish afte exposures to high-eneegy cosmic ray nuclei: A human model	Atsko Shimoda, Akihiro Shima, Kumie Nojima, Yo Seino and B .Setlow	PNAS	102	6063- 2005 6067
Toxicity of Uranium and the removal effects of CBMIDA and EHBP in simulated wounds of rats	Satoshi Fukuda, Haruzo lida, Mizuyo Ikeda, Xueming Yan, Yuyuan Xie	Health Physics	89	81-88 2005

■ 寄附金の募集について

放射線医学の発展のために御協力をお願いいたします

(独) 放射線医学総合研究所では、皆さまからの寄附を受けております。皆様からいただいた寄附金は、重粒子線がん治療をはじめとした様々な研究に役立てさせていただきます。なお、独立行政法人放射線医学総合研究所は、所得税法および法人税法上の特定公益増進法人ですので寄附金控除などの税法上の特典が受けられます。

- 連絡先：独立行政法人 放射線医学総合研究所 総務部 総務課
TEL：043-206-3004 (直通) / 043-206-8301 (直通)

お知らせ

海外からの来所者

平成17年10月～18年3月

来所期間/用務	所属	国籍
PET用放射薬剤の自働製造とその品質管理		
10月1日～ 12月30日	中国 フーウェイ病院	中国
超高磁場MRIに関する打合せ及び講演		
10月3日～ 10日	米国コロンビア大学	米国
核医学用放射性医薬品の新しい照射・合成法の開発		
10月5日～ 11月2日	ハンガリー科学アカデミー核研究所(2名)	ハンガリー
加速器及び航空機乗務員の放射線防護とICRP第2委員会について講演		
10月10日～ 12日	スイス欧州合同素粒子原子核研究機構(CERN)	スイス
重粒子線治療の臨床データを解析し、ヨーロッパにおける有用性を検討する		
10月10日～ 21日	イタリアフェデリコ2世大学	イタリア
子宮頸癌に対する化学放射線療法に関する研究		
10月16日～ H18年1月14日	ベトナムバクマイ大学病院	ベトナム
抗酸化放射線防護剤の探索とその生体反応機構の解明		
10月17日～ H18年3月15日	ベトナム医学アカデミー	ベトナム
HIMAC2次ビームコースで入れた不安定核⁹C,⁸Bを利用し、その生物効果を研究する		
10月18日～ 11月19日	中国科学院近代物理研究所	中国
環境中のラドン・トロン動態とその線量評価に関する講演とトロン測定器に関する共同実験		
10月19日～ 26日	米国 ニューヨーク大学	米国
イラン高自然放射線地域住民の染色体調査に関する共同研究		
10月24日～ 12月22日	イラン原子力機構	イラン

紹介コーナー

緊急被ばく医療研究センターの研究・業務

- ▼ 10月13日(木) 平成17年度原子力防災研修事業 第1回救護所活動講座テキスト検討サブグループに委員として出席。
- ▼ 10月14日(金) 地域三次被ばく医療機関連携協議会に出席。
- ▼ 10月17日(月) 平成17年度福井県国民保護実動訓練状況進展等に係る打ち合わせ会及び17年度福井県国民保護実動訓練 第2回 調整会議に出席。
- ▼ 10月18日(火)～19日(水) International Symposium on Medical Preparedness and Response to Radiation Emergency に出席。
- ▼ 10月20日(木) 北京で開催された Round Table Discussion for Cooperation between BIRN and NIRS においてBIRN(北京放射医学研究所)と放医研の緊急被ばく医療等に関する情報交換及び相互協力に関して協議。
- ▼ 10月21日(金) 平成17年度北海道原子力防災訓練に参加。
- ▼ 10月21日(金) 平成17年度愛媛県原子力防災訓練に参加。
- ▼ 10月24日(月) 緊急時モニタリング訓練説明会及び緊急時モニタリング講習会に参加。
- ▼ 10月24日(月)～27日(木) EBMT Consensus Conference on European Preparedness for Hematological and other Medical Management of Mass Radiation Accidentsに出席。
- ▼ 10月24日(月)～26日(水) 第19回緊急被ばく医療セミナーを医療関係者20名を対象に開催。
- ▼ 10月25日(火) 平成17年度横須賀市原子力総合防災訓練に参加。
- ▼ 10月26日(水) 静岡県「原子力講演会」で「緊急被ばく医療について」講演。
- ▼ 10月27日(木) 平成17年度第3期原子力防災専門官基礎研修で「緊急時の医療」に関する講義。
- ▼ 10月28日(金) 平成17年度福島県第1回緊急被ばく医療対策連絡会議に出席。
- ▼ 10月28日(金) 平成17年度宮城県原子力防災訓練に参加。

- ▼ 10月31日 (月) 文科省主催の第4回国際原子力事象評価尺度(INES)評価ワーキンググループに出席。
- ▼ 11月1日 (火) 千葉県原子爆弾被爆者健康管理手当等認定委員会に委員として出席。
- ▼ 11月2日 (水) 青木芳朗先生の放医研ミニレクチャー「緊急被ばく医療体制の現状と展望-放医研に期待するもの」講演会に出席。
- ▼ 11月3日 (木) ~ 4日 (金) Workshop on Research and Training Advancement in Radiation Emergency Medicineに出席。
- ▼ 11月7日 (月) 平成17年度第2回染色体ネットワーク会議を開催。
- ▼ 11月8日 (火) 平成17年度原子力・放射線安全管理功労者表彰を明石被ばく医療部長が受賞。
- ▼ 11月9日 (水) ~ 10日 (木) 平成17年度原子力総合防災訓練に参加及び自主訓練を開催。

(緊急被ばく医療研究センター 調整管理室)

◆ 看護師募集 ◆

放医研の重粒子医科学センター病院は、重粒子線によるがん治療を中心に放射線治療を行っている病院です。応募資格や待遇などの詳細については、下記までお問い合わせ下さい。

〒263-8555 千葉県稲毛区穴川4-9-1

放射線医学総合研究所 重粒子医科学センター病院 看護課 総看護師長

TEL : 043-206-3319 (直通)

FAX : 043-256-6506

ホームページ : <http://www.nirs.go.jp>

頭の体操

球の選別

いま見かけが全く同じで、1～12までの番号の付いた球が12個あるとします。
ただしこの中の1個は、他の標準の球と重さが違います。天秤バカリを3回使用
してその球を見つけ、かつ他の球より軽いか重いかを判別してください。

出典：不明

(加速器物理工学部 藤澤 高志)

(答えは[最後のページ](#))

エッセイ・ぱるす NO.48 「遠いロシア、近いオブニンスク」

放医研にはいろいろな国の研究者と国際共同研究をされている研究員の方々が非常に多く、すばらしいことだと思っています。外国の研究者との間でうまれるほのぼのとした話題をお聞きする機会がないかと思っていましたので、そのきっかけ作りという意味を込めて私の1例を紹介します。

私が放医研にやってくる前年(2000年)の夏に、オブニンスクにある国立医学放射線研究センター(MRRC：[写真](#))から一人の女性研究者・タチアナ(Dr. Tatiana Kondrashova)さんが広島放影研にやってきました。分子生物学的技法を学ぶために短期(3ヶ月間)留学で来広されたわけです。ひょんなことから、私が彼女のお世話をする事になりました。緯度の高いオブニンスクで育った彼女は広島の夏の暑さにはかなり参ったようです。しかし、すごく頑張って仕事をしていました。いつ帰宅して、いつ寝ているんだろうと不思議に思っただけです。帰国前夜に彼女の送別会を持ったのですが、当時高3だった私の娘とワイフとタチアナさんの3人が日口間の大学受験システムのことで大層盛り上がりました。当時、彼女の息子さんも大学受験を控えていたのです。ロシアでも都市部での受験戦争は大変厳しいそうです。普段とはちがって、タチアナさんがすっかり教育ママの顔付きになっていたのが思い出されます。受験生を持つ母親の顔付きは日本人もロシア人も同じです。

タチアナさんと知り合う前の私は、ロシアは日本と全く政治体制が異なり、日本人には理解できない人種が住んでいる国、という非常に誤った先入観を持っていました。皆さんの中にもこのような先入観をお持ちの方がおられますか?日口間には解決しなければならない多くの政治的問題があることは衆知の事実です。しかし、たった一人の友人と電子メールを経由しての情報のやり取りをするだけで、まだ一度も行っただけのオブニンスクが私には非常に身近に感じられるのです。本当に偶然の、しかしすばらしい出会いがあって、オブニンスクに素敵な友人を持つことができたことに私は誇りすら感じています。

最近、タチアナさんとの共同研究の最初の成果がBBA-Molecular Basis of Diseaseに受理されました(オンラインでは既に発表されています)。この論文にはMRRC所長のA. Tsyb教授も共著者となっており、私にとって非常に光栄な論文となりました。

【追記】

オブニンスクはモスクワの南西約100kmに位置する、人口約11万人の町です。1954年にはロシア(旧ソビエト)で最初の原子炉施設が建設された地でもあります。

現在では12の研究所を抱え、ロシアの科学界をリードする中心地ともなっています。MRRCは、1962年に設立されました。現在は3部門で構成され、Anatoly Tsyb所長の下で1,600人以上のスタッフが働いています。放射線の医学・生物学的影響を調べる研究から、チェルノブイリ事故での線量評価・放射線リスク評価にいたる広い領域の研究を続けています。MRRCは400床の病院も併設しており、臨床外来への訪問者数は年間30,000人以上にのぼり、年間5,000人以上の患者(そのうち、70%はがん患者)の治療にあたっています。

(フロンティア研究センター 伴 貞幸)



オブニンスクにある国立医学放射線研究センター

◆ 答え ◆

他にも方法があるかも知れませんが以下に回答の一例を示します。

1回目：球1,2,3,4を左の皿に載せ、5,6,7,8を右の皿に乗せる。

- **ケースA**：1回目バランスした場合(1～8は標準の球)

2回目：1,2,3を左9,10,11を右に乗せる、2回目もバランスした場合(12が異なる重さの球)。

3回目：1と12を比較すれば12が重いか軽いかわかる。

2回目9,10,11の方が重い(または軽い)場合。

3回目9と10を比較する。

バランスすれば11が重い(または軽い)。

傾けば重い(または軽い)方が探している球

- **ケースB**：1回目左：(1,2,3,4)が重い場合(9,10、11,12は標準)

2回目：1、2、3、5を左に4、9,10、11を右に乗せる。

2回目バランスした場合(6,7,8のどれかが軽い)

3回目6、7を比較

バランスすれば8が軽い、傾けば軽い方が探す球

2回目左が重い時(1,2,3のどれかが重い)

3回目1、2を比較

バランスすれば3が重い球、傾けば重い方が探す球

2回目左が軽い時(5が軽いか、4が重い)

3回目1と4を比べる。

バランスすれば5が軽い、傾けば4が重い。

- **ケースC**：1回目左が軽い時はBと同様の手順。

出典：中学生頃、誰かに聞いた。

(**応用問題**：球が13個の場合標準でない球は見つかるが、重いか軽いかは識別できない場合があります。)