

## Flash NEWS

### 在ウィーン・IAEA アフリカ理事国の理事・大使が放医研訪問

1月29日、国際原子力機関（IAEA）アフリカ理事国の理事または大使が放医研を訪問しました。

今回の来所は、外務省の「21世紀パートナーシップ促進招へい」により外務省が招聘したの

を機に、放医研における原子力の平和利用、特に放射線の医療分野への応用について理解を深めていただくことを目的としたものです。

IAEAは、「原子力の平和利用の促進」と「原子力が平和的利用から軍事的利用に転用されることを防止すること」を目的にして、1957年に設立されました。日本を含む理事国はIAEAの実質的な意思決定機関として重要な役割を果たしています。

来所者は、T.Feroukhi アルジェリア大使、Z. Kebedede エチオピア科学技術庁長官、D.A. Bekoe ガーナ国家評議会議長、T.T. Isoun ナイジェリア大使と、天野之弥ウィーン国際機関日本代表部（通称、ウィーン代表部）特命全権大使、金子智雄外務省専門官の6名でした。ちなみに、IAEAを含む国際機関の活動への日本の支援活動を支えているのがウィーン代表部です。

米倉義晴理事長のご挨拶の後、高橋千太郎理事から所内説明があり、辻井博彦重粒子医科学研究センター長から重粒子線照射によるがん治療成績が紹介されました。続いて、重粒子線照射施設においてイオン源室と治療室を見学された後、放医研職員との懇談会が行われました。懇談会では、重粒子線照射施設における最先端の治療設備およびすばらしい治療成績にたくさんの称賛が述べられました。また、日本が積極的に参加しているIAEAの



種々の活動の枠組みの中で、放医研は保健、放射線防護、対がん対策、緊急被ばく医療等の活動に深く貢献していることが認められ、この方面で放医研が更なる支援と貢献を行うことが話し合われました。

更には、アフリカ諸国の医療分野を発展させるための教育とトレーニングに放医研から協力を得たいという提案までなされました。

今回、IAEA 理事会加盟国の大使・理事を放医研にお迎えして、放医研職員との懇談の機会を持ち、重粒子線がん治療施設と治療成績の紹介を出来たことは、放医研が放射線の平和利用、特に医療分野に大きな貢献をしていることをIAEAに訴える意味で極めて有意義でした。



#### 目次

- ◇ Flash NEWS  
在ウィーン・IAEA アフリカ理事国の理事・大使が放医研訪問 … 1
- ◇ NEWS REPORT  
放医研、独自の超高比放射能合成技術により  
脳内ドーパミン D2 受容体に新たな超高親和性結合部位を発見 … 2  
単一化合物の $\gamma$ -TDMG に著しい放射線防護作用を確認 … 3  
富士山測候所での宇宙線被ばくモニタリング …………… 4



#### 次

- ノーベル平和賞受賞者 Xavier Emmanuelli 博士が来所 …… 5
- 「2008 新春交流会」を開催 …………… 6
- ICRP 第2委員会委員 André BOUVILLE 氏来所 …………… 6
- ◇ HIMAC REPORT  
シンクロトロンの新ビーム電流モニター（DCCT） …… 7
- ◇ 漢字パズル …………… 7
- ◇ エッセイ ばるす …………… 8

## 放医研、独自の超高比放射能合成技術により 脳内ドーパミン D2 受容体に新たな超高親和性結合部位を発見

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<sup>\*1</sup>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、PET 診断を飛躍的に高感度化する高比放射能合成技術によって得られた超高比放射能のドーパミン D2 受容体リガンド<sup>\*2</sup>である  $[^{14}\text{C}]$  ラクロプライド<sup>\*3</sup>を用いた動物実験を行い、ラット脳の大脳皮質<sup>\*4</sup>と線条体<sup>\*5</sup>において、これまで見出されていた神経伝達を行う結合部位の他に、新たな超高親和性結合部位が存在することを発見しました。

PET（陽電子断層撮像法）を用いた研究では、通常用いられる標識薬剤の比放射能より桁違いに高い超高比放射能のリガンドを用いることにより、薬剤の生理活性による生体への影響を極限まで抑えることが可能となります。張らの研究は、従来に比べ 1,000 倍低いリガンド濃度による測定が可能になったことにより、極低濃度領域に神経伝達を行う新たな結合部位を見出したもので、生体内で起きる生命現象を解明する研究において、測定データを飛躍的に精緻化する世界で初めて明らかにされた成果です。

今回の成果は、国際核医学誌 NUCLEAR MEDICINE AND BIOLOGY 35 電子版 2008（19-27）に掲載されました。

### 【背景】

放医研の分子イメージング研究センターは、卓越した分子プローブ合成技術を有し、中でも特に世界水準を大きく凌駕する超高比放射能のリガンドを合成する技術は、幅広い PET 診断や研究を高感度で遂行することを可能にするもので、国内外の注目を浴びています。

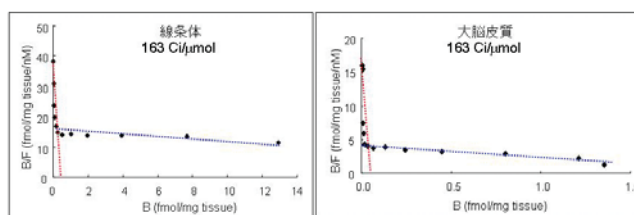
比放射能とは、ある標識化合物の一定量（ $\mu\text{mol}$  または  $\mu\text{g}$  等）当たりどれだけの放射能（Ci または GBq 等）が含まれているかを示す指標です。半減期 20 分の  $^{11}\text{C}$  標識薬剤の場合、理論的には  $1\text{pmol}$ （分子量 100 として  $1\text{mg}$  の千万分の一）で一人分の PET 検査が可能となりますが、実際には環境中に含まれる大量の炭素により希釈され、通常得られるのは理論値の一万分の一程度となり、その分、測定に役立たない不要な化合物が投与されることとなります。このような高い比放射能を有する標識化合物を合成するには、極めて高度な技術が必要ですが、放医研では鈴木和年分子認識研究グループリーダーを中心に長年研究開発を行い、現在では、世界水準の 10 ~ 100 倍高い比放射能を達成しています。

このような高比放射能リガンドを用いることにより、生体内にきわめて低濃度にしか存在していない分子などのイメージングが可能になります。また、結果的に投与する化合物（PET 薬剤）を減らすことができることから、強い生理活性や毒性を有する薬剤でも生体に影響を与えることなくイメージングが可能となります。今回、超高比放射能リガンドの優位性を検証するため、ドーパミン D2 受容体リガンドである  $[^{14}\text{C}]$  ラクロプライドを用いたラット脳のイメージングを行いました。

### 【研究手法と結果】

○張らは、広濃度範囲の  $[^{14}\text{C}]$  ラクロプライド ( $0.3\text{pM}$  -

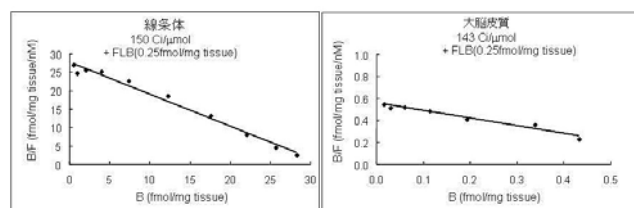
$18\text{nM}$ ) を使い、ラット脳の線条体及び大脳皮質のホモジネート<sup>\*6</sup> に対する結合実験を行いました。その結果、超高比放射能リガンドを使用することにより、通常のリガンド濃度より 1000 倍低い濃度での結合実験を実施することができ、線条体と大脳皮質において  $[^{14}\text{C}]$  ラクロプライドが、異なる親和性を示す二つの部位に結合することを確認しました（図 1）。



(図 1)

ラット脳の線条体及び大脳皮質のホモジネートに対する結合実験  
超高比放射能薬剤  $[^{14}\text{C}]$  ラクロプライドを使用し、通常のリガンド濃度より 1000 倍低い濃度で測定。  
ラットの線条体と大脳皮質において、それぞれ異なる親和性を示す二つの結合部位（赤、青で示す 2 つの点線）を確認した。

○一方、あらかじめ非放射性 D2 リガンド<sup>\*7</sup> をホモジネートに加えた結合実験では、線条体及び大脳皮質とも、それぞれ一つの結合部位しか確認できませんでした（図 2）。

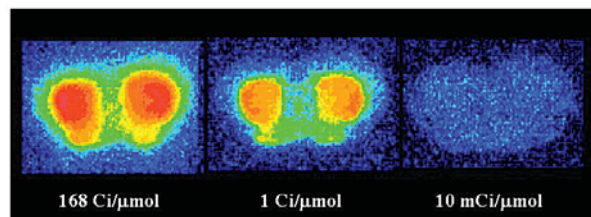


(図 2)

非放射性 D2 リガンドを加えた

ラット脳の線条体及び大脳皮質のホモジネートに対する結合実験  
あらかじめ高い親和性をもつ非放射性 D2 受容体リガンドを加え高親和性部位を占有させた場合には、線条体及び大脳皮質にそれぞれ一つの結合部位のみを確認した。

○100-200Ci /  $\mu\text{mol}$  の高比放射能を持つ  $[^{14}\text{C}]$  ラクロプライドを使用し、ラット脳切片の ARG 測定を行いました。その結果、脳画像は比放射能が高い方がより鮮明で、通常比放射能 ( $1\text{Ci} / \mu\text{mol}$ ) に比べ、高比放射能では線条体で 3 倍、大脳皮質で 2 倍の放射能集積を確認しました（図 3）。



(図 3)

高比放射能薬剤（左）と通常比放射能薬剤（中）との集積比較  
高比放射能  $[^{14}\text{C}]$  ラクロプライドでは線条体で 3 倍、大脳皮質で 2 倍の放射能集積が増加し比放射能が高い方がより鮮明であることを確認した。  
一方、低比放射能（右）では、脳組織における放射能集積が消失した。

以上の結果、今回見いだされた結合部位は、通常のPETで用いられる標識薬剤の比放射能では見出すことのできなかった新たな結合部位である可能性が極めて高いことが示唆されました。また、高比放射能薬剤を用いることによって、より精度の高い画像が取得できることも明らかになりました。

### 【期待される成果と今後の展望】

放医研では、 $^{11}\text{C}$  (炭素 11) 標識薬剤のほか、 $^{13}\text{N}$  (窒素 13)、 $^{18}\text{F}$  (フッ素 18) 等の標識薬剤についても 100Ci/ $\mu\text{mol}$  以上の超高比放射能を達成しており、PET を用いた研究や診断において、多種多様な超高比放射能を有するPETリガンドを利用することが可能となっています。これによって、神経受容体のような存在量が極めて少ない生体内分子のイメージングにおいても、高い特異結合/非特異結合比で感度よく測定することが可能となります。また、生理活性や毒性が強くと生体への影響が大きいため現在まで使用できなかった薬剤でも、超高比放射能リガンド化により、超微量での測定が可能となり、また、生体内に極低濃度でしか存在しない結合部位のイメージングなどの分子イメージング研究に新たな展開をもたらすものと期待されます。

### 【用語解説】

#### \* 1 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。

#### \* 2 ドーパミン D2 受容体リガンド

中枢神経系に存在する神経伝達物質であるドーパミン D2 受容体と特異的に結合する化学物質の総称。

#### \* 3 [ $^{11}\text{C}$ ] ラクロプライド

ベンザマイド系の抗精神病薬ラクロプライドの $^{11}\text{C}$  標識体でドーパミン D2

受容体測定用の、標準的な PET 用標識薬剤。選択性が高く D2 受容体との結合は PET 測定時間内に平衡に達し、次第に結合を解いていくことから、薬剤分布の時間変化を解析することにより、結合と解離の速度定数を求めることができる。

#### \* 4 大脳皮質

大脳の表面に広がる神経細胞の灰白質の層である。大脳基底核と呼ばれる白質の周りを覆っている。知覚、随意運動、思考、推理、記憶など、脳の高次機能を司る。

#### \* 5 線条体

線条体は、終脳の皮質下構造であり、大脳基底核の主要な構成要素のひとつ。運動機能への関与が最もよく知られているが、意思決定などその他の認知過程にも関わると考えられている。

#### \* 6 ホモジネート

生物の組織や細胞をホモジナイザーですりつぶして細胞の構造を破壊して得られる懸濁液。

#### \* 7 非放射性 D2 リガンド

放射性核種で標識した放射性 D2 受容体リガンドと区別して、放射能を持たない D2 受容体リガンドを指す。

## 単一化合物の $\gamma$ -TDMG に著しい放射線防護作用を確認

重粒子医科学センター粒子線生物研究グループの安西和紀チームリーダーらは、単一の化合物である  $\gamma$ -トコフェロール-N,N-ジメチルグリシンエステル ( $\gamma$ -TDMG) の放射線防護効果について検討し、同薬剤が著しい防護作用を示し、放射線防護剤としての実用化を考えるうえで極めて有効であることを見出しました。この結果は、1月17日発行の Medical Tribune 誌に紹介されています。安西チームリーダーらはこれまで、エダラボン、スピラベル剤、スピンプローブなどの種々の放射線防護剤について報告しており、昨年は放射線照射後に投与して有効であるミネラル酵母の放射線防護効果について報告しています。今回研究の対象とした  $\gamma$ -TDMG は、 $\gamma$ -トコフェロールのプロドラッグであり、固形粉末で水溶性、酸化に対して安定を示すなどの性質を持っています。研究チームは、10週齢の C3H マウス (雄、体重 25 ~ 28g) を対象に、7.5Gy の X 線を全身照射し、30日生存率から  $\gamma$ -TDMG の活性を評価しました。

投与群には  $\gamma$ -TDMG (0.5%メチルセルロース溶液に懸濁) を照射前あるいは照射後に腹腔に投与し、コントロール群には 0.5%メチルセルロース溶液のみを投与しました。その結果、コントロール群の30日生存率は約7%でしたが、 $\gamma$ -TDMG を投与した群の生存率は大きく伸びることを確認しました。照射直後に各種濃度の  $\gamma$ -TDMG を腹腔内投与した場合 100mg/kg 投与が最も効果が強く、100mg/kg 以上では効果が低下しました。100mg/kg を照射直後に投与した場合の生存率は 98%

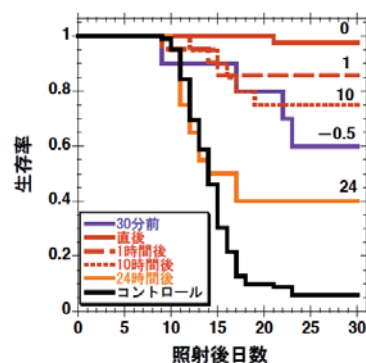


図  $\gamma$ -TDMG 投与タイミング別の生存率

だったのに対し、照射 30 分前に投与した場合は 60% でした。 $\gamma$ -TDMG 100mg/kg を、照射 1 時間後、10 時間後、24 時間後に投与した場合の生存率はそれぞれ 86%、75%、40% でした (図)。さらに、照射直後に皮下投与した場合も効果が認められました。 $\gamma$ -TDMG の類縁化合物の  $\alpha$ -TDMG や  $\gamma$  あるいは  $\alpha$ -トコトリエンール-N,N-ジメチルグリシンエステルを照射直後に腹腔内に投与してもそれぞれ 95%、85%、91% の生存率を示しました。

こうした結果から、 $\gamma$ -TDMG は、既報のミネラル酵母と類似しているが、それ以上の放射線防護効果を持つことが確認され、今後は作用機構の解明や放射線防護剤としての実用化に向けた研究を進めていきます。

# 富士山測候所での宇宙線被ばくモニタリング

富士山は日本一高い山である。富士山測候所は、その最高峰となる剣が峰（標高3,776m）の標柱に寄り添うように建っている。

富士山での気象観測は1880（明治13）年に始まった。現在の測候所は1936（昭和11）年にそれまでの臨時富士山頂観測所を剣が峰に移転し整備されたもので、1965年のレーダー完成を経て、気象庁の所有する気象観測施設として長く利用されてきた。困難を極めたレーダー建設の労苦は新田次郎の小説などでよく知られている。その後、気象観測技術の進歩から、レーダーは不要となり2001年に解体・撤去され、2004年には気象庁職員の常駐も取り止められた。しかし、その結果として無人化した富士山測候所の民間利用に道が開かれ、昨年（2007年）7月、NPO「富士山測候所を活用する会」がこれを借り受けて高所科学研究の拠点としての活用を図ることになった。私は縁あってそのNPOの会員であったことから、借り受けが決定してからひと月後には、念願であった宇宙線被ばく線量評価を目的とした観測実験を行う機会に恵まれた。

上空に行くほど大気の厚みは減り、その分宇宙線の強度が増す。また、航空機ではごく稀ではあるが、航空機で上空を飛行中に大規模な太陽フレアが発生した場合、短時間にかなりの量の宇宙線（多くは中性子）を被ばくする恐れがある。こうした変動を伴う航空機での宇宙線による被ばく線量を正確に把握し適切な対応を採るためには、できるだけ上空の放射線環境に近い場所、すなわち標高の高い場所で常時宇宙線のモニタリングを行い、それを高高度に外挿することにより上空の宇宙線強度の時間変動を推定する方法が有効である（図1）。我が国で最も高く大気の薄い場所にある富士山測候所は、その目的に最も合致した宇宙線被ばくのモニタリングステーションになり得る。

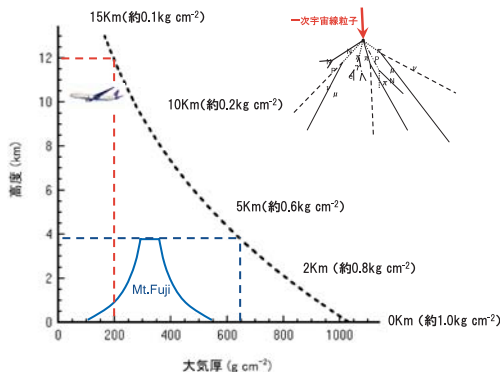


図1 大気厚の高度変化；民間の航空機は一般に9～12kmを飛行する

観測実験は2007年8月15日に開始した。機材を前もってブルドーザーで上げ、実験参加メンバー（矢島千秋主任技術員、茨城工業高等専門学校のグループ、三樹工業社のグループ）は同日に富士宮口から歩いて登った。覚悟はしていたがやはりしんどかった。機材を測候所1



号庁舎2階に配置し、測定機器を稼働させて約18日間の連続自動観測を行った（図2）。用いた機器は、サーベイメータ型中性子レムカウンタ（NSN2、富士電機システムズ）、新しいエネルギー拡張型中性子レムカウンタ（WENDI-II、Ludlum Technology Inc.）電離箱式

サーベイメータ（AE-233L、応用技研）等で、それぞれに専用のデータロガーを設置した。測定データのダウンロード及び機材の撤収は9月2日に行った。この時は、前回のたいへんさに懲りて、機材も人もブルドーザーで登った。



図2 富士山測候所の外観；左手前の急な登山道は「馬の背」と呼ばれる

図3に、サーベイメータ型中性子レムカウンタ NSN2で得られた、観測期間中における宇宙線中性子の線量率（1cm周辺線量当量率）の推移をグラフで示す。その平均値は  $0.033 \pm 0.0019 \text{ Sv h}^{-1}$  で変動は小さいことが確認された。同期間において高緯度地域（Apatity;  $67.57^\circ \text{ N}$ 、 $33.40^\circ \text{ E}$ ）の中性子モニタから計算した太陽活動の強さ（図4）も比較的安定しており、図3に示したデータはこの時期の静穏な太陽活動を裏付ける妥当な結果となっている。なお、モデル計算で得られた同時期の富士山頂における宇宙線線量率は約  $0.07 \text{ Sv h}^{-1}$  となり、NSN2のエネルギー応答特性（15MeV以上での効率低下）と宇

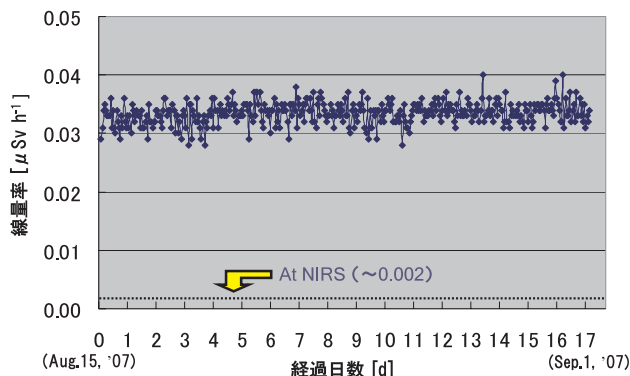


図3 富士山測候所内においてサーベイメータ型レムカウンタ（富士電機システムズ、NSN2）により得られた測定結果。

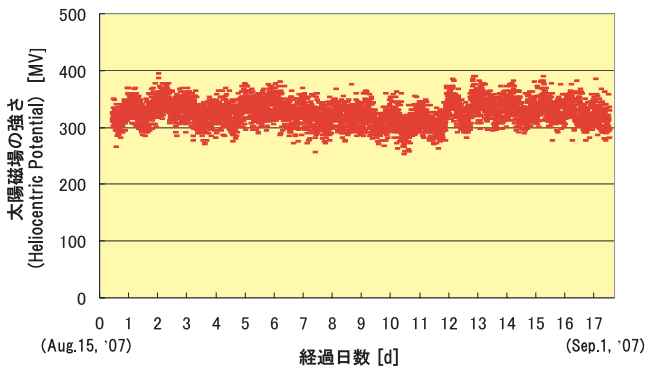


図4 今回宇宙線観測を行った期間における太陽磁場強度（ヘリオセントリックポテンシャル）の変動

宙線中性子のエネルギースペクトルを考慮すれば良い一致といえる。その他の解析データ等については別の機会

に報告したい。

今回の観測実験の主目的は富士山測候所で連続自動観測が可能か検証することであったが、土器屋由紀子副理事長（江戸川大学教授）はじめとするNPOの方々のサポートや施設の運用管理にあたってくださった山頂班の方々のご協力のおかげで、落雷による停電（中断）もなく、データを取得することができた。少なくとも夏季においては、富士山測候所において宇宙線の観測が行えるのは確かである。ただしリアルタイムの遠隔データ通信は課題として残っている。今後、社会からさらなる支援を得て、近い将来冬季の観測が行えるようになることを強く望んでいる。富士山測候所には、 $-30^{\circ}\text{C}$ になる厳冬期でも常時数人が滞在できる頑強さがある。

放射線防護研究センター環境放射線影響研究グループ  
保田浩志

## ノーベル平和賞受賞者 Xavier Emmanuelli 博士が来所

2月5日、Xavier Emmanuelli 博士、Suzanne Tartière 博士、Yves Miaux フランス大使館アタッシュエ、Manuela Fouqueray フランス大使館員、斎藤文子フランス大使館員が来所された。Miaux アタッシュエは昨年4月6日にも来所され、所内の各施設を見学されている。今回の来所は、Emmanuelli 博士と Tartière 博士が来日されたのを機に、Miaux アタッシュエが両人に放医研への訪問を勧めて実現したものである。

Emmanuelli 博士は、1971年に創立された「国境無き医師団」の創立者のメンバーの一人であり、以後15年に渡り、理事長、名誉理事長を勤められた。この功績に対して、1999年にノーベル平和賞を共同受賞された。1995 - 1997年にはフランス政府緊急人道支援担当大臣を勤められ、現在は老人福祉施設「開かれた家協会」、長期滞在者向け宿泊施設「足跡」、「メデリック・アルツハイマー財団」、社会福祉緊急援助国際機関（SAMU Social International）等、数多くの組織・団体の理事長あるいは会長を兼務しておられる。数々の功績に対して、フランス政府からはレジオンドヌール勲章、国家功労勲章を授与されている。

Tartière 博士は、社会福祉緊急援助国際機関パリ支部（SAMU Social de Paris）の医療局長である。専門は、「山岳医療」、「危機・災害の予防」、「災害医療」等を含む「救急医療」である。

明石真言緊急被ばく医療研究センター長によるセンターの紹介と見学の後、米倉義晴理事長のご挨拶があり、遠藤真広企画部長から所内紹介が、辻井博彦重粒子医科学研究センター長からセンターの活動が紹介された。その後、金井達明部長が重粒子線加速器施設を、辻井センター長が重粒子線治療室を、菅野巖分子イメージング研究センター長がPET施設を案内された。ご一行には、Guillaume Vares 研究員（放射線防

護研究センター）が随行して、フランス語での補足説明がなされた。退所時に、訪問者全員から放医研の研究体制への称賛がなされ、また米倉理事長はじめ対応していただいた先生がたへの深い感謝の言葉が述べられた。

放医研は、ASCLRPIOS, Commissariat al'Energie, Université Joseph Fourier の3機関と研究協力協定・覚書を締結しており、更には日仏ワークショップを2年ごとに開催しており、フランスとはいくつかの研究協力がなされている。今回、Emmanuelli 博士、Tartière 博士、Miaux アタッシュエから、重粒子線治療および緊急被ばく医療分野においてフランス側研究機関と放医研が更なる協力を強めることの要望がなされたが、このことは、放医研が国際的に優れた医療機関であることを認識していただいたと言う意味で極めて有意義であった。

国際・交流課 伴 貞幸



前列左から Tartière 博士、Emmanuelli 博士、米倉理事長、Fouqueray フランス大使館員  
後列左から 斎藤フランス大使館員、Miaux アタッシュエ、明石センター長、遠藤部長、辻井センター長、Vares 研究員、筆者

# 「2008 新春交流会」を開催

平成 20 年 1 月 24 日(木) 於：講堂ロビー

放医研で活動中の外国人は年々その数を増し現在では 45 名を超えています。国際・交流課では、外国人研究者同士あるいは放医研役職員との間で、意見・情報交換などの交流と親睦を図ることを目的として、昨年につき『2008 年新春交流会』を平成 20 年 1 月 24 日(木)午後 5 時半から講堂において開催しました。大変寒い日にも拘らず、またご多忙な折にも拘わらず、外国人 27 名、日本人 87 名もの方々が参加してくださいました。

米倉理事長の開会のご挨拶、遠藤企画部長による乾杯の音頭で会が始まり、ロビーは予定数を大幅に超えた参加者が歓談される熱気で溢れ、マレーシア、タイ、インド、日本の女性の煌びやかな民族衣装が会場の雰囲気盛りあげました。



宴もたけなわになった頃、Sushuma MANDA さん(インド)が 2 年間の日本での生活を流暢な日本語でスピーチされました。

続いて、田山稔さん(広報室)は空手二段の腕前を凛とした「形」で紹介され日本の武士道の力強さを表現されました。Guerra Gomez さん(キューバ)と松井ご夫

妻(情報業務室)はキューバ・日本のコラボレーションによる情熱的なサルサダンスを軽やかに披露されました。Xue Lian さん(中国)と有志の方々がメロディアスな祖国の歌を紹介、また石井竜太さん(知財・成果普



及室)は「千の風になって」を熱唱し、普段には窺い知れないパフォーマンスが国際色豊かに繰り広げられました。

高橋理事の「関東一本締め」による閉会のご挨拶の後、写真撮影や熱い話の輪が続き、交流会は静かに幕を閉じました。



今年も昨年を超える多くの皆様からの心暖かいご厚意をいただき、会を開催できましたことを深く御礼申し上げます。本交流会が放医研全職員間の交流を深めるためのきっかけとなりますことを、国際・交流課一同心より願っています。

## ICRP 第 2 委員会委員 André BOUVILLE 氏来所

1 月 17 日、André Bouville 博士(米国癌研究所 US-NCI)と Maksioutov Marat 博士(ロシア医科学アカデミー放射線医学研究センター MRRC RAMS)が来所された。今回の来所は、15 日に放射線影響協会主催のシンポジウムに参加されたのを機に、佐々木康人前理事長と黒瀧克己放射線影響協会部長の紹介で放医研にお招きしたものである。



Bouville 博士は、1961 年にフランス Toulouse 大学を卒業された。1970 年に Toulouse 大学から物理学で Ph.D.を取得した後に UNSCEAR の科学担当事務官に採用された。1972 年からは、フランス原子力委員会、フランス原子力防護安全研究所等の要職を歴任された。1984 年から US-NCI に移られて、現在は癌疫学・遺伝学部の上級研究員(放射線物理学)である。同時に、ICRP 第 2 委員会の委員も務めておられる。専門は、線量測定と放射性核種の環境内動態の分析である。

Marat 博士は、1986 年にモスクワ工学物理研究所を卒業され、St. Peterbourg 州立技術大学で Ph.D.を取得した。1986 年から MRRC RAMS に勤務しており、現在は国内放射線疫学登録部の副部長である。専門は、被爆

者の疫学調査、放射線リスク評価、医療情報システムとデータベースの構築である。

米倉理事長のご挨拶の後、高橋理事から所内説明があり、立崎英夫緊急被ばく医療研究センター室長、菅野巖分子イメージング研究センター長、吉田聡放射線防護研究センターグループリーダー、鎌

田正重粒子医科学研究センター病院課長から各センターの活動が紹介された。午後からは、菅野センター長が分子イメージング研究センターを、金井達明部長が重粒子線加速器施設を、渡邊和洋室長が重粒子線治療室を案内された。

15 時からは、Bouville 博士による講演「Radiation dosimetry for use in epidemiology studies」、Marat 博士による講演「Review of epidemiological studies of Russian National Registry on the health consequence caused by the Chernobyl NPP accident」が行われた。

米倉理事長、高橋理事始め、各研究センターの紹介と見学のお世話をいただいた先生の皆様、講演会の座長を引き受けていただいた吉本泰彦放射線防護研究センター主席研究員に深く感謝する。

国際・交流課 伴 貞幸

# シンクロトロンの新ビーム電流モニター (DCCT)

HIMAC ではいろいろなビームモニターが使われています。これらは加速器の運転を行うには無くてはならない物です。これらの中で特に、ビーム調整にも、治療照射中もずっと使い続ける事ができて、ビーム自身には全く影響与えないモニターを非破壊モニターと言っています。(厳密にはビームに全く影響を与えずに測定できるモニターはこの世の中には存在できませんから、ほぼその影響を無視できるモニターということになります。) そのようなモニターの中に、シンクロトロンのビーム電流を測定する DCCT (DC Current Transformer) というモニターがあります。シンクロトロンリングの中に入っているビーム電流量を知るには、このモニターで測定する必要がありますから、シンクロトロンの調整及び運転には欠かすことができない物になっています。この測定の原理はいたって簡単で、ビーム電流が周りに作る磁場を利用することで行います。この磁場を検出するために高い透磁率を持つコア材が使われています。これまで加速器で取り扱うような弱い電流を精度良く測れる DCCT を供給できるメーカーは国内に無く、自分たちの要求にぴったり合ったものが手に入りませんでした。ところが最近新しい回路方式とコア材を使って、国内のメーカーがこのモニターを製品化しています。今回

HIMAC に設置したこの DCCT は、重イオンシンクロトロンで利用する最初のケースです。リングに組入れたモニター本体を図 1 に示しますが、白いテープが巻かれているのが、センサーの本体部分です。図 2 がこのモニターを使って測定したビーム強度で、入射器からリングにビームが入ってきた直後のところを拡大したものです。リング内のビーム強度が約 200 マイクロ秒で大きくなっている事がハッキリわかります。このビーム入射の方式を多重入射と言いますが、このモニター信号を見れば入射調整の善し悪しがすぐにわかります。もちろんこの後に続く、加速、取り出しでのビーム電流も精度良く測定でき、シンクロトロンの運転がこのモニターでよくわかります。今回の DCCT は次世代照射システムのために、ビーム強度 UP 試験用に開発した物で、現在常時使っている DCCT よりも高いビーム強度でも測定できるようになっています。ただ、重イオンシンクロトロン用に作った最初の製品で、実際に使ってみていくつか改善すべき点が見つかっています。次に作る際には、これらの問題点が解決されて、さらに性能の良いモニターが使えるようになることを期待しています。

高エネルギー加速器研究機構 大森千広  
放医研・物理工学部 金澤光隆

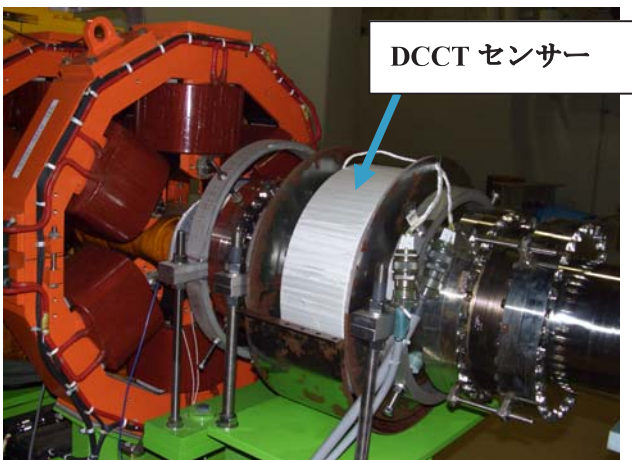


図 1 シンクロトロンに組み込んだ DCCT。白いテープを巻き付けているのが、センサー本体で三個のコアで構成されている。実際にビーム電流を測定するときは、センサーがマグネット等からの漏れ磁場や外部ノイズの影響を受けないように鉄のカバーをしている。

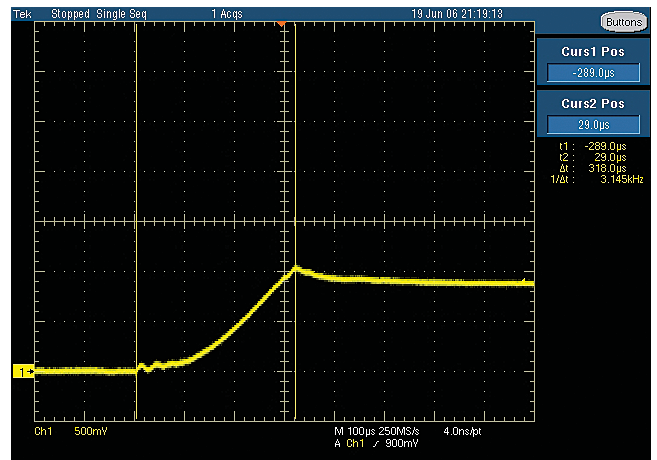


図 2 シンクロトロンのビーム電流の側定例 (100 µs/div.)。ビームがリアックからリングに入射されたところで、多重入射でリング内のビーム電流が約 200 µs で増えているのがハッキリと測定できる。

## 漢 字 パズ ル 2 月

例題のように熟語から同じ部分を除き、除いた部分を解答とします。  
問題の解答はある順番を示していますがその後に来るのは次のうちのどれでしょうか？(地名、人名はありません。)

例題  
系 → 子 孫 よって解答は子

問題  
日 <<< 、 才 十 辟 ?  
?

次に来るのは?  
1 2 3  
日 従 吾

エッセイ  
**ぱるす**  
No.74

「似ている」って  
どういうこと？

人はどうい  
うときに「面白  
い」と感じる  
のでしょうか。  
以前、本を読  
んで知ったの  
ですが、人が  
「面白い」と  
感じるものご  
とには、いく  
つかの要素が  
含まれてい

るのだそうです。そのうちの一つが「似ていること」だそうです。ちなみに「似る」の意味は、国語辞書によれば次の通りです。

- 1 物の形が見た目に同じようである。
- 2 性質・状態などがほとんど同じである。

(『大辞泉』より)

この「似ていること」がどうして「面白さ」を生み出すのか。そんなことを真面目に考えたら逆に白けそうですし、そのメカニズムを科学的に説明するのは専門家に任せておいて、いくつか例を挙げてみたいと思います。

まずは、最も典型的なのは、「モノマネ」です。テレビでもよくモノマネを扱った特別番組が組まれるのは、やはり人気が高いからでしょう。また、昔から世界中の多くの文化で自然現象や動物の真似をして踊ったり歌ったりする風習があるのは、真似することの「面白さ」と何か関係があるかもしれません。

次に「似顔絵」が挙げられます。朝、新聞を読むと政治をテーマにした一枚の風刺画をよく目にします。これらの絵に登場する人物は、モノクロで単純な筆使いで描かれているにも関わらず、一目で「○議員と×議員だ。」と判別できます。漫画家は、人の顔の特徴を的確に捉えて大胆に単純化して、その特徴を誇張して人物を描きます。シンプルな線でしか描かれていないのに直感的に「似ている」と感じられることが、似顔絵の「面白さ」であると思います。もしこの風刺画の中の政治家が極めて写實的に描かれたとしたら、大して「面白さ」を感じないでしょう。むしろ「これは、あまり似てないな。」と思うかもしれません。全く実物と同じように描くことは、「面白さ」をあまり生まないようです。

その他には、「掛けことば」があります。日本語に同音異義語が多いことを利用して、一つの言葉に複数の意味を込めることなのですが、和歌などに見られるものだけでなく、いわゆる「ダジャレ」もこれに類するものと考えていいと思います。ご存じの方も多と思いますが、電車で目にする某週刊誌の中吊広告には、最新的话题をテーマにした一文が掲載されています。基本的にその一文にはダジャレが組み込まれているのですが、毎回よく考えられていて見事です。この一文を考えるコピーライターの卓越したセンスには毎度のことながら感心してしまいます。

以上、「似ていること」と「面白さ」の関係についての話でしたが、突然話は変わって今度は「心理学」

の話をした  
いと思いま  
す。私は大  
学生の頃、  
心理学に  
興味を抱  
き、心理  
学に關す  
る本を読  
みあさり  
ました。心  
理学を専  
攻してい  
たわけ  
ではあり  
ませんの  
で、本格  
的な専門  
書は難解  
で理解不  
能だった  
ため、一  
般向けの  
易しい本  
や入門書  
を中心  
に20冊  
くらい買  
って読み  
ました。い  
ろいろ勉  
強になり  
ましたが、  
記憶に残  
った話が  
一つある  
ので、そ  
れを取り  
上げたい  
と思いま  
す。



妻と私(新春交流会にて)：似ています？

それは、「価値観や習慣などについて共通する要素を持っている者同士は、良好な人間関係を築きやすい。」というものです。要するに「似ていること」が、重要な役割を果たすということです。ことわざで言えば、「類は友を呼ぶ」でしょう。心理学の用語では、「類似性の法則」、「類似性の原理」などと呼ばれていたと思います。

例えば、尊敬している人や憧れの人が持っている癖が、意識していなくともいつの間にか自分に感染してしまうことはよくあります。これは、その人と親しくなるため、あるいはその人のレベルに一步でも近づくために、無意識に努力していることなのかもしれません。逆に苦手な人に対しては、自分の言動やファッションを意識的にその人に合わせてみると、互いに打ち解けあうことに繋がると思います。

また、既に気が合う者同士は、振る舞いが似てくるそうです。試しに喫茶店などで対面に座って会話している二人を観察すると、二人の仲が良いのであれば、一方の人がテーブルに両肘を付けると、もう一方の人も同じことをするという行動がよく見られます。一方の人が椅子にもたれかかった場合もまた同様です。このように特に意識しなくとも親しい相手に行動を合わせてしまう現象は、「同調ダンス」とか「シンクロニー」とか呼ばれているようです。

以上お話ししてきたように、難しい理屈はよく分かりませんが、どうやら「似ていること」は、「面白さ」や「仲の良さ」に関係しているようなのです。

ここで全く私事ですが、私は結婚してから1年が経過しました。妻と1年間も同じ屋根の下に住んでいると、妻と私の行動パターンや口癖が何となく似てくるものです。妻が私の変な口癖をごく自然に発するようになったのを見てると、なんだか笑えると同時にようやく夫婦らしくなってきたなあと感じます(少なくとも私はそう思っています…)。「あの夫婦を見てると、醸し出している雰囲気似ていて仲が良さそうだなあ。それでいて何だか微笑ましい。」そう言われる夫婦になりたいものです。

情報業務室 松井 真也

漢字パズル解答 問題は 明月→月、火災→火、氷水→水、木材→木、針金→金 壁土→土 解答は 1：日時→日 2：縦糸→糸 3：言語→言  
月火水木金土ということで、次に来るのは日。

発行所 **独立行政法人 放射線医学総合研究所**

〒263-8555 千葉県稲毛区穴川4-9-1

発行日：平成20年2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 (株)サイエンス・サービス

放医研ニュース 2008年2月号 No.135