

## Flash NEWS

### ペットボトル樹脂で、放射線の計測に成功 —中村秀仁研究員が、放射線計測の常識を覆す発見—



▲文部科学省において、中村秀仁研究員により標記タイトルでの記者会見が行われました。

#### 概要

基盤技術センターの中村秀仁研究員(31)らは、プラスチックの一つであるペットボトル樹脂が放射線の計測には極めて優れた性質を持つことを発見し、実際にペットボトル樹脂を用いた放射線の計測に世界で初めて成功しました。今回研究グループが様々な汎用プラスチックを調べたところ、ペットボトル樹脂からの蛍光は、現代の光センサーの感度と重なるなど、極めて優れた性質を持つことが示されました。本研究成果は、1660年に創立され世界最古の歴史と権威を誇り、偉大な科学者であるアイザック・ニュートンも会長を務めた英国王立協会の著名な科学誌『英国王立協会紀要A』のオンライン版に平成22年5月19日に掲載されました。

#### 広報課

#### 今後の展望

短時間ではありましたが、自分自身が患者という立場を体験し、初めて本当に患者の心の痛みや苦しみを理解できるよ

うになりました。また、命の重みを背負っていることを自覚し、研究と向き合えるようになったと思っています。

しかしながら、強い意志だけでは装置の開発が出来ない事を重々承知しています。最終目標は、自身を含め愛する人たちのために、『生きる希望』を与えてくれる装置が生まれることです。そのため、自身の提案が必ずしも、そのままの形で具現化しなくても良いと考えています。本研究を通して、私たちの社会から生きる希望となる装置が生まれることに一歩でも近づけると幸いです。

最後になりましたが、本研究を御支援頂きました文部科学省原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブの皆様、(財)内藤泰春科学技術振興財団の皆様、心より厚く御礼申し上げます。また、広報活動を御支援頂いた英国王立協会の皆様、千葉市役所の皆様、心より深く感謝申し上げます。誠に有難うございました。

基盤技術センター 研究基盤技術部 中村 秀仁

#### 目次

◇ Flash NEWS ペットボトル樹脂で、放射線の計測に成功……………1	◇ 栄えある受賞 平山研究員がPTCOG49にてBiology部門の「ポスター賞」を受賞…7
◇ NEWS REPORT 第49回粒子線治療世界会議(PTCOG49)を開催……………2,3 藤林分子イメージング研究センター長に聞く……………4,5	◇ HIMAC REPORT 温度制御を伴うMIVOC法による新イオン種生成……………8



## 第49回粒子線治療世界会議(PTCOG49)を開催 —粒子線治療分野で世界最大の国際会議に600名以上が参加—

粒子線治療の分野では世界最大の国際会議である粒子線治療世界会議の第49回会議(PTCOG49: Particle Therapy Co-Operating Group Meeting)が、放医研と群馬大学の共催で開催されました。5月17-19日に会議の前半である教育ワークショップが、また、5月20-22日に後半の科学ミーティングが開催されました。



写真1 教育ワークショップ参加者の熱心な聴講風景

PTCOGは、1984年に陽子線臨床試験を実施する機関を中心に年2回学術会合を開催し(Proton Therapy Co-Operating Group Meeting)、中性子線や重粒子線施設も含めて情報共有を図ったのがはじまりです。2002年からは急速に進展する重粒子線を正式に含めた名称に変更され現在に至っています。初期は数十人の研究者のみの小規模な会合でしたが、2006年から2009年には放医研の辻井研究担当理事が委員長に選出され、学術会合開催を年1回化するとともに人材育成のための教育ワークショップを常時併催するなど内容の強化が図られて、常時600名を超える参加者を集める会議に成長しました。

今回のPTCOG49は、この3月より世界で6番目となる重粒子線治療の臨床試験を開始した群馬大学と放医研が共同で主催したものです。29か国から約650人が参加し、地域別ではヨーロッパから19%、アメリカから17%、日本を除くアジアから17%の比率となりました。参加者の専門は、腫瘍医、医学物理士、生物学研究者、放射線技師、医療機器メーカー技術者等、幅広い分野に広がっています。従来のPTCOGでは、開催国からの参加者が6割以上を占めるのが通例でしたが、今会議では国外からの参加者の方が多く、日本の技術の高さや普及の進展度合いに海外から強い関心が寄せられ

ていることを示す結果となりました。

千葉市幕張新都心のホテル・ザ・マンハッタン会場における前半の教育ワークショップでは、放医研の工夫により今回新しく導入された、ワークステーション端末上でインタラクティブ形式で臨床症例の学習を可能とするハンズ・オン・セッションが好評でした。また、教育講演の全電子化記録も今回初めての試みで、インターネット上の会議サイトにおいて誰でも講演内容を見ることができるよう整備される予定です。

サテライトミーティングとして開催されたInternational Exhibition on Advanced Technology for the Heavy-Ion Radiotherapyに放医研を訪れた教育ワークショップ参加者は、この3月に完成した新治療棟をはじめとする施設を見学し、進展する研究に深い感銘を受けた様子でした。

後半の科学ミーティングは、会場を前橋市のグリーンドーム前橋に移して行われました。前橋市は、赤城山、榛名山などに囲まれ利根川の源流を抱え、遠く浅間山や妙義山も見渡せる風光明媚な地方都市です。今回の会議でもその様々な特色を世界中の参加者にアピールできました。会場として使用されたグリーンドーム前橋は普段競輪場としても使用されている施設ですが、会期中も選手が練習走行を続ける大きな円周トラックの内側に、数十社の企業展示やコーヒープレックススペースが設置され、特産品のコーナーや伊香保から出張してきた足湯などが参加者の気分をリラックスさせるとともに、活気にあふれた意見交換に一役買っていました。



写真2 普段は競輪場として使用されているユニークな前橋会場での企業展示風景



写真3 大会長である中野隆史群馬大学重粒子線医学研究センター長

科学ミーティングは、現PTCOG委員長の仏キュリー研究所 Alejandro Mazar博士や大会長である中野隆史群馬大学重粒子線医学研究センター長の挨拶とミーティングの成功を祈願するダルマの片目を入れるセレモニーにて華やかに開始されました。中野センター長は、放医研の重粒子線臨床試験開始時に主として婦人科を担当し、平成12年の群馬大学医学部教授着任後、一貫して群馬大学に放医研の重粒子線治療の導入を図ったプロジェクトリーダーです。山田聡教授や金井達明客員教授などHIMAC建設にあたった放医研スタッフを職員として擁し、施設建設の成功と順調な臨床試験開始を導きました。

会議では、臨床、生物、物理工学の諸分野で66の講演と約150題のポスター発表が行われ、活発な議論が展開されました。炭素線治療の臨床結果に変わらぬ熱い視線が注がれる中、呼吸同期スキヤニング技術に代表される次世代の照射技術に関する国際競争が華やかに繰り広げられました。また、年々増加する新期施設計画の発表も大きな歓声で迎えられました。



写真4 短期間で予定通り臨床試験を開始し、世界中を驚愕させた群馬大学重粒子線施設

会議の行事として行われた群馬大学重粒子線医学研究センター見学会では放医研で開発された普及型装置の実証機としての施設を多くの方が訪れ、装置の性能以上に、予定通りのスケジュールで施設建設と臨床試験開始を可能とした日本の技術力が感嘆の的となりました。前回PTCOG48において、スケジュールが遅れて治療開始を披露できなかった独ハイデルベルク大学とくつきり明暗を分けた形です。

次回PTCOGは、アメリカのペンシルベニア大学(フィラデルフィア市)において来年5月に開催される予定です。今回の参加者は来年の再会を約束し、ダルマの両目を入れるセレモニーとともに会議を終了しました。

### 重粒子線がん治療普及推進室



写真5 会議の成功を祝い、最終日に群馬名産のだるまに目を入れる辻井理事(写真左)と中野センター長(中央)、大野准教授(右)



## 藤林分子イメージング研究センター長に聞く

平成22年4月1日、藤林靖久先生が放医研分子イメージング研究センター長に就任されました。広報課では、着任直後のお忙しい合間の時間を頂き、新センター長としての意気込みなどを聞いてきました。

広報課：早速ですが、これまでどのような研究をされてきたのでしょうか？

藤林センター長：私は薬学部出身です。大学4年生の時から放射性医薬品化学、診断医薬品の開発に興味を持ちました。治療薬ではなく診断医薬品に興味を持ったのは「治療薬を作ろうとしても、自分一人では一生かかっても医薬品の開発は出来ない。毒性・薬理作用のない薬なら個人レベルの研究でも作れるかもしれない」と考えたからです。「膵臓の外分泌機能診断」というタイトルで、学位を取得し、その後、アミノ酸、脂肪酸、酸化還元反応などの生化学反応を検出するプローブを開発し、脂肪酸のイメージングの評価で医学博士を取得しました。脂肪酸のイメージングについては、日本での開発に参加でき臨床実用化へと発展しました。その後京都大学で分子生物学分野の研究を行った後、福井大学(旧福井医科大学)教授として11年間勤務しました。その間に分子イメージングという考え方のベースを身につけ、その成果としてがん幹細胞がリッチな部分を画像化するなど、がんのイメージングに関する臨床展開を行うなど、いくつかのプローブの開発を行ってきました。



福井大学在籍中には分子イメージング学会の立ち上げにも参画し、初代会長に就任しました。

広報課：外部から見て、放医研の分子イメージング研究をどのように見ていたのでしょうか？

藤林センター長：分子イメージング研究に関しては、人材や施設設備の物量とも日本一と思っています。他の同一分野の国内研究機関と比較して、5~10倍はあると思います。

外部にいた時には予算額に対するコストパフォーマンスは他の機関と比較してあまり良くないのではないかと考えていましたが、実際に中に入って見ると大学などにはないミッション等が明確にあり、それに注力している印象で、致し方ない部分もあることが判りました。とにかく、人材や設備は非常に充実しており、分子イメージング研究を行うと言う点において、放医研ほど良い場所はないと思っています。

広報課：文部科学省分子イメージング研究プログラムや第3期中期計画等を踏まえ、分子イメージング研究センターをどのようなセンターにしたいか、研究の方向性はどのように見えていますか？

藤林センター長：放医研は国の分子イメージング研究の拠点にも指定され、過去5年間の研究期間に分子イメージング分野を切り開いていく環境、技術、人材がそろったと思います。よって今後は、さらにそれを良くしていく努力が必要だと考えています。自己再生産的に研究を膨らませていくのではなく、センター全体として明確な目標を持つべきでしょう。これまで、例えばプローブ開発や脳科学がそれぞれの目標を持って研究を進行させてきており、それ自体は否定されませんが、一方でセンターの統一目標を横に立ててしかるべきでしょう。

我々日本人は、世界で最も長生きするようになり“人生の量”を確保しました。今後は“人生の質”を良くする診断、治療法があってしかるべきです。例えば、根治が達成できないがんや高齢で手術不能ながんであっても、痛みの原因を追及しそれを和らげることが出来るようになれば、それは意義のあることと考えます。またPETなどの機器で「感度を上げる」ことができれば「放射性薬剤投与量を減らす」ことによって患者の被ばく量を少なくすることができます。このような、より高度な診断目標としての“人生の質”を目指すことをセンター全体の共通テーマに考えています。センター職員全員がセンター共通の視点と統一された言語を持ちデータを評価することで、全員が同じ

ものさしに乗れる。今後の5年間で遊びでも良いからこのような「思考回路」を育みたいと思います。

研究の方向性についてですが、分子イメージング研究の根幹である①生命現象の非侵襲的可視化を可能にするためのハードからソフトまでを含めた技術開発、②それらを利用したインビボ生命科学、そして③生命現象の異常としての疾患理解と診断法への展開を総合的に推進することです。自分自身の研究の方向性でお答えするなら「がんを独立した生命体として捉え、その生存戦略を明らかにすること」でしょうか。といっても自分自身のためのチームを持っているわけではないので、なかなか実現しないでしょうが。

今は、なかなかゆっくりと考える暇がなく、フィロソフィカルな土台を作るのは大変難しい状況です。しかし、放医研は自分の方向性を最もリアリティを持って考えられる場所でもあります。理想的な環境で人材も豊富であると、かえってまとまりがつかないという問題も生じ、放医研の欠点でもあります。マネジメントという面では、放医研は大学の研究室のように「方向性が与えられない」ということはなく、ある程度の方向性をつけることが可能であり、自分は究極の雑用係をしているかと思っています。

**広報課:** 関東にお住まいになるのは初めてだと伺いましたが、気候など、生活面での良い点、不満な点などを教えて下さい。

**藤林センター長:** 千葉は福井より明るいですし、都会で、生活面は非常に便利です。ただ、他人に対する人間関係を築きにくいです。福井の越前鉄道は1~2両編成であり、アテンダントが客1人1人にあいさつをしていましたが、東京では電車等に乗る人数が多く、何万人という通勤者がすし詰め状態なので、そういうことはあり得ません。

今まで住んでいた福井とか京都には片方に山があったのですが、千葉には大きな山がないので、違和感、不自然さがあります(笑)。仕事をする上では、関東は恵まれています。食事は自炊しています。外食は日本全国同一なので、食べ物、酒等のギャップは感じません。

**広報課:** 少年時代、学生時代はどのようなお子さんだったか教えて下さい。子供の頃の夢は何だったでしょうか？

**藤林センター長:** 両親によれば、私は3歳まで口をきかなかっ

たようです。近所の子に初めて話した言葉が「パパ」で、両親は随分心配したようです。幼稚園、小中学校とも肥満児であり、今で言う「アキバ少年」でした。無線、カメラ、模型鉄道に夢中になり、夢は「鉄腕アトム」を作る科学者になることでした。高校3年12月まで大学は工学部機械科志望でしたが、数学の点数が上がらなかったため、薬学部に変えました。

集中力は子供の頃からありました。小学1年生から中学3年生ぐらいまで、貰った小遣いはすべて模型電車につき込みました。14畳ほどの部屋に模型電車の線路を敷いて電車を走らせて遊んでいました。

中学、高校はカトリック系男子校で、受験校でした。高校の1学年には200人ぐらいいましたが、女性とえば、保健室の養護教諭と、理科の実験助手の2名のみでした。男ばかりの生活です。一方、大学は80人中50人が女性であり、入学当初は異常な感じがしました。じつはこちらが異常だったのかもしれませんが。

小学校では家庭科は5でしたので、今でも裁縫、炊事、洗濯には抵抗はありません。今はひとり暮らしですが、ほとんど自分でやります。今、凝っている料理は生パスタ作りです。子供が小さい時はケーキ焼きをしていました。パエリアなども好きですね。



**広報課:** お忙しいところ、有難うございました。

模型鉄道の話をする時、少年のような笑顔を見せながら話をされたのが印象的な藤林分子イメージング研究センター長でした。今後のご活躍を心よりお祈り申し上げます。



## 放医研の重粒子線がん治療の祖、故『梅垣洋一郎先生』を偲んで

平成22年4月22日、東京都港区の笹川記念会館にて、今年の1月2日に87歳で急逝された、梅垣洋一郎先生を偲ぶ会が開催されました。この会は、当研究所の辻井理事と鎌田センター長が、癌研の山下先生、北里大学の早川先生、京都大学の平岡先生らと発起人となり、「梅垣先生を囲む会」、日本放射線腫瘍学会、日本医学放射線学会等の約300名の会員にお声をかけて開催したものです。当日は雨模様の肌寒い天候でしたが、80名近い皆様にお集まりいただきました。

梅垣先生は、東大医学部をご卒業後、癌研病院、千葉大学、信州大学、国立がんセンター、放医研、そして再び癌研病院でご活躍されました。その間、わが国の放射線腫瘍学の発展に尽くされ、その基礎を築かれました。先生の残された足跡の偉大さに、心より敬意を表したいと存じます。

辻井理事の開会の辞、献杯にて開会した後、故人が所属された各機関、大学の同胞、指導を受けられた方々などから挨拶が続きました。画像誘導放射線治療の先駆けとなられ、わが国の粒子線治療の礎を築かれたことなど、いずれの先生

方のお言葉からも、梅垣先生の先見性や独創性など計り知れない偉大さが実感されるとともに、温かい後輩への指導と交流などがうかがい知れ、改めて惜しまれるご逝去であったと涙する想いでした。

その想いを更に強くしたのは、ご子息(梅垣春記、梅垣菊男御兄弟)によるご挨拶と写真によるご回想でした。国内での活躍、海外での研究や視察の傍ら、家に帰れば大工もこなす良き父親、そして良きお爺ちゃんであり続けたお姿を拝見し、御兄弟に誘われるように涙が出て参りました。

梅垣先生が放医研で拓いて下さった重粒子線がん治療が今、花開き国内各地で普及しつつあり、世界でも欧州、北米、東アジアにて放医研の実績を基に施設建設・計画を行う所が随所に出てきています。梅垣先生、どうか天国で日本の放射線治療の行く末を温かく見守っていただきますようお願いし、偲ぶ会のご報告に代えさせていただきます。

「梅垣洋一郎先生を偲ぶ会」事務局  
重粒子医科学センター運営企画室長 藤田 敬



辻井理事による開会の辞



ご挨拶される梅垣春記様



父上をご回想される梅垣菊男様



「梅垣先生を囲む会」出席者 (1)



「梅垣先生を囲む会」出席者 (2)



昭和皇太子殿下放医研ご視察 (右端が梅垣先生 1975.5.26)



ご挨拶される平岡眞寛様



平尾泰男様による閉会の辞



ご息様思い入れの回想写真

## 栄えある受賞

### 平山亮一氏がPTCOG49にてBiology部門の「ポスター賞」を受賞



賞状と副賞の達磨を持ち、受賞を喜ぶ平山先生

平成22年5月17-22日に開催された第49回粒子線治療世界会議(49th Annual Meeting of the Particle Therapy Co-Operative Group: PTCOG49、本誌2,3<sup>6</sup>-ジ参照)において、重粒子医科学センター・粒子線生物研究グループ・生物物理研究チーム研究員の平山亮一氏がBiology部門で「ポスター賞」を受賞しました。受賞の対象となった発表演題は「Contributions of direct and indirect actions in cell killing by high-LET radiations under hypoxic condition」です。

#### 【受賞のことば】

この度、国際会議で自身初となる栄えあるポスター賞を受賞することができ、所内外の多くの共同研究者ならびにHIMACスタッフの方々にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。今回受賞対象となった研究は、重粒子線の放射線作用と細胞致死の関係をフリーラジカルの観点から考察したものです。このような研究は現在の放射線生物学領域ではあまり行われていない地味な分野で、所内ではなかなか評価されていませんが、物理学、生物学および臨床医学分野における国内外の著名な研究者の方々に評価していただいたことに大変感謝しています。また私自身が思っていた以上に本研究に対して様々な分野の先生方が興味を持って下さったことに驚きを感じました。著名な方々との議論の中で、この地味な研究分野にさらなる進展が秘められているのだと感じました。今回の受賞を励みとして、これからも努力を続け、国内外にどんどんこの地味な研究の面白さを伝えてゆく所存です。



## 温度制御を伴うMIVOC法による新イオン種生成

HIMACには3台のイオン源が設置されています。この中の18GHzのマイクロ波を使用したECRイオン源(NIRS-HEC; 図1)では、主に実験用にイオンの供給を行っています。通常、ECRイオン源では常温常圧で気体である生成材料を使用しています。従って、生成できるイオンも常温常圧で気体になっている物質に入っている元素に限られます。この制限を乗り越える方法として、利用したい元素が入った物質を、加熱又は冷却して、ECRイオン源で利用できる蒸気圧になるようにして、望みのイオンを得る方法があります。このイオン生成法は温度制御を伴うMIVOC法(Metal Ions from Volatile Compounds method)と言います。このMIVOC法においては生成材料選定が最大の課題であり、今回、材料選択範囲を大幅に拡大できたことが成功の決め手になりました。これまで、Tiイオン生成には塩素を含有する材料しか使えず、この塩素による機器の腐食や人体への有害性が問題視されていました。そこで今回、冷却の手法を取り入れたことにより、イオン生成材料としてテトライソプロポキシチタニウムTi(i-OC<sub>3</sub>H<sub>7</sub>)<sub>4</sub>が利用できるようになりました。図2にこのための冷

却装置を示しますが、イオン源の高電圧デッキ上で使用するため、冷却水や冷媒を必要としないペルチェ素子を利用して設計製作しました。この物質は冷却することにより初めて、イオン源で利用するのに適当な蒸気圧を得ることが出来るからです。この結果、NIRS-HECイオン源において安全で安定な材料であるテトライソプロポキシチタニウムを使用してTiイオン生成に成功しました。これによりTiイオン供給時でも、機器の腐食や人体への有害性を心配しなくてすむようになりました。図3にイオン源から引き出されたイオンの価数分布を示します。今回目的としているTiイオンの他に、酸素や炭素のイオンも混じっています。さらに同じ方法で、これまで出来なかったCoやMgも、表1に示す様な強度でイオンを得ることが出来るようになってきました。逆に加熱する場合には、これまでより高精度で加熱温度を制御(±0.3℃)することにより、Feイオンに付いても、表1に示すような大きなビーム電流のイオンを安定して得られるようになってきました。

AEC 加速器グループ入射系チーム 高杉 亘  
物理工学部 北川敦志、村松正幸



図1 18GHzのマイクロ波を使用したECRイオン源(NIRS-HEC)

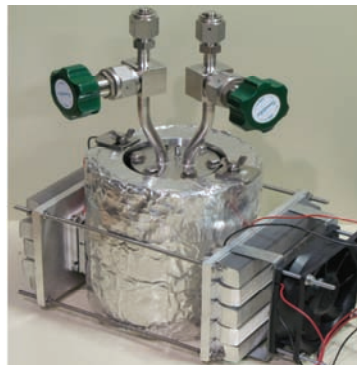


図2 冷却装置写真。加熱で±0.3℃、冷却で±0.1℃の安定度を実現しています。材料温度即ち蒸気量安定度はビーム安定度に反映されます。

表1 MIVOC法による生成イオン種一覧表

イオン種	生成材料	ビーム電流 (eμA)	常温での蒸気圧(Pa)	生成材料流量制御方法
<sup>56</sup> Fe <sup>9+</sup>	Fe(C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub>	400	1.3	温度制御(加熱)
<sup>59</sup> Co <sup>9+</sup>	Co[C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ] <sub>2</sub>	210	5.3	温度制御(冷却)
<sup>24</sup> Mg <sup>5+</sup>	Mg(C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub>	150	6.7	温度制御(冷却)
<sup>48</sup> Ti <sup>10+</sup>	Ti(i-OC <sub>3</sub> H <sub>7</sub> ) <sub>4</sub>	7.5	6.5	温度制御(冷却)

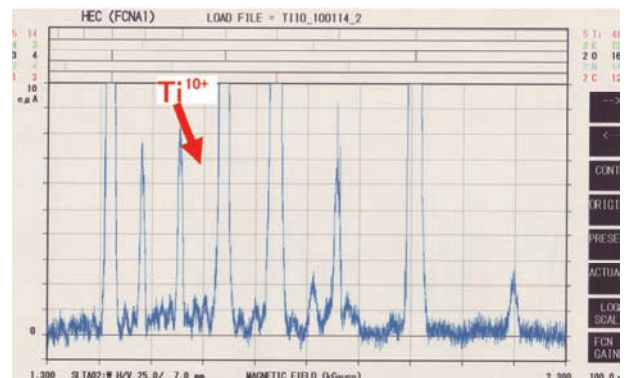


図3 イオン源価数分布。Ti<sup>10+</sup>のピーク及び他の大きいピークは材料に含まれるC、Oのピーク。

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 22年 6月 1日 発行責任者：放医研 広報課 (TEL 043-206-3026 FAX 043-206-4062)

ホームページ URL：http://www.nirs.go.jp