

Flash NEWS

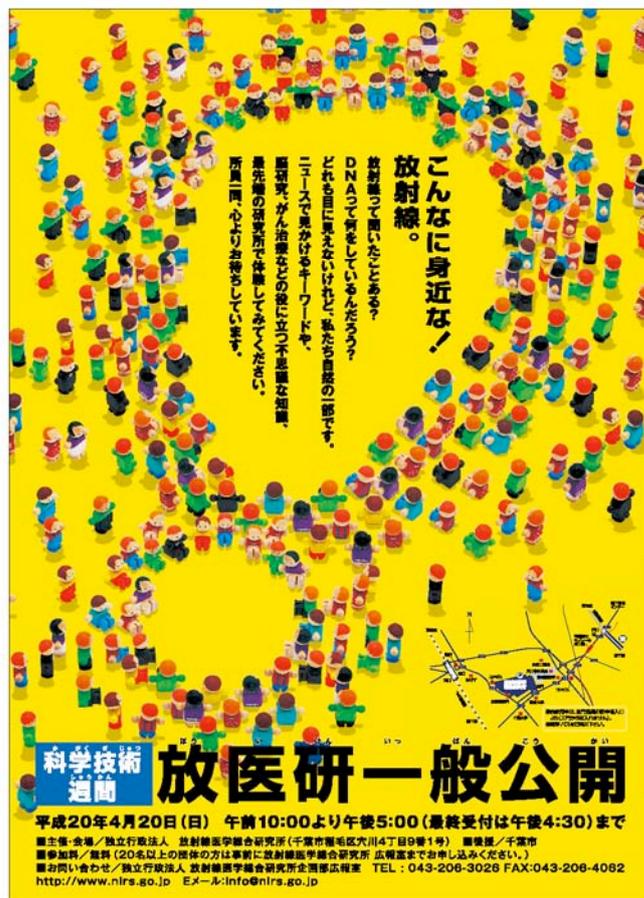
こんなに身近な!放射線 科学技術週間・放医研一般公開を開催



近所をいつも通るが何をしているところか見てみたかったという人たちなど、老若男女いろいろな世代の方々が訪れました。学校や会社の団体からご家族連れ、ご夫婦、ご友人同士など様々な組み合わせの方々が賑わいました。

前日まで風雨が強く降り当日の天候が危ぶまれていましたが、終日薄曇りで気温がやや低めな4月20日(日曜日)、放医研所内一般公開が開催されました。多数の実験・体験、研究開発の展示が行われた講堂、加速器の実機を公開し研究成果を展示した重粒子線棟、静電加速器棟、サイクロトロン棟、画像診断装置や診断方法などを展示した画像診断棟、緊急被ばく医療施設を公開した第3研究棟、様々な実験を紹介した研修棟、内部を公開したモニタリングカーと工夫を凝らした催しが行われました。今回は特に、事故やケガが無いように安全面に気を配り所内パトロールを頻繁に行いました。特に大きなトラブルもなく無事終了することができました。

過去最高の昨年をさらに上回る3358名が来所されました。本年度は来場者数を昨年並みの3000名程度を目標にしポスターの掲示やチラシの配布を行いました。天気の状態により来場者数がどのようになるか心配しましたが過去最高の人出となりました。(また乗用車による来場者が予想以上に多く駐車場がぎりぎりの状態でした。)いつものように元気に走り回る小学生、スタンプや展示に目を輝かせる幼児たち、ガン治療に興味を持っている方々、時間がないけどちょっと覗いてみたいという人たち、



目次	
◇ Flash NEWS こんなに身近な放射線 科学技術週間・放医研一般公開を開催……………1	◇ NEWS REPORT 第30回RCA政府代表者会合に参加して……………6
◇ NEWS REPORT PETを用いニコチン依存のメカニズムを追求 喫煙者では、ニコチン負荷による脳内のドーパミン放出が促進される……………3	◇ HIMAC REPORT 粒子線治療高精度化のためのイメージング……………7
◇ 栄えある受賞 渡辺直行氏が日本医学放射線学会優秀論文賞を受賞……………5 岩田佳之氏が平成20年度 科学技術分野の文部科学大臣賞 若手科学者賞を受賞……………5	◇ クラブだよ 放医研いけばなグループ所内展開催 平成20年4月10日(木)~11日(金)本部棟玄関ロビー……………8



一般公開の風景

一般公開の目玉の一つとなっている講演会は、今回も大盛況のうちに開催



講演会は、

- 11:00～12:00 「放射線の好き嫌い」
神田玲子 規制科学総合研究グループチームリーダー
- 13:00～14:00 「目で見る脳の機能と脳内分子」
須原哲也 分子神経イメージング研究グループグループリーダー
- 15:00～16:00 「進展する重粒子線がん治療」
鎌田 正 重粒子医科学センター病院治療課長の3回開催されました。特に、重粒子線がん治療の話題は関心も高く大盛況で講演会場の重粒子治療推進棟大会議室は満員となり、食堂と地下セミナー室のモニタにより、300人以上の方々が聴講されました。

PETを用いニコチン依存のメカニズムを追求 喫煙者では、ニコチン負荷による脳内のドーパミン放出が促進される



分子イメージング研究センター
分子神経イメージング研究グループ
高橋英彦 主任研究員

【概要】

分子イメージング^{*1} 研究センター 分子神経イメージング研究グループの高橋英彦主任研究員らは、PET^{*2} を用いてニコチン負荷による脳内神経伝達物質ドーパミン^{*3} の放出を喫煙者・非喫煙者で比較検討し、喫煙者ではニコチン依存度が高い人ほどドーパミン放出が多いことを確認するなど、ニコチン依存度との関係を確認しました。

喫煙が発がんの主たる原因の一つであることは、既に多くの研究者によって明らかにされており、禁煙は健康保持のための世界的な潮流となっています。一方、喫煙によってもたらされるニコチンの依存形成のメカニズムについては明らかになっていない部分が多く、禁煙治療に結びつく研究が求められています。

こうした中、高橋らは、高比放射能のドーパミンD₂受容体リガンド^{*4}である[¹¹C]ラクロプライド^{*5}を用いたPET画像の解析により、ニコチン負荷によるドーパミン放出を喫煙者・非喫煙者で比較検討しました。この結果、喫煙者ではニコチン依存度が高い人ほど神経伝達物質ドーパミンの放出が有意に促進され、結果として、受容体結合能力が低下することが確認されるなど、ニコチン依存度とドーパミン放出との関係が明らかになりました。

今回の成果は、喫煙者のニコチン依存性のメカニズムを明らかにするもので、喫煙者の禁煙行動に結び付く新たな治療法の開発に繋がるのが期待されます。

この成果は、このほど、国際精神神経薬理誌 International Journal of Neuropsychopharmacology 電子版に掲載されました。

【背景】

喫煙の有害性が世界的に叫ばれる中、喫煙者のニコチン依存を解き放つ効果的な治療法の開発は、重要な課題となっています。放医研は分子イメージング研究の主要課題としてPET装置等最新の画像診断機器を用い、脳内の種々の物質の動態を画像化することで精神・神経機能の解明に取り組んでおり、喫煙者のニコチン依存形成のメカニズム解明についても、その一環として取り組んできました。こうした中、抗精神薬のひとつであるラクロプライドがシナプスでドーパミンと受容体結合で競合することにより、喫煙者では、喫煙後に脳内の線条体^{*6}の[¹¹C]ラクロプライド結合が低下したという報告がなされていますが、ニコチン依存のメカニズム解明のために非喫煙者と比較した検討は、なされていませんでした。

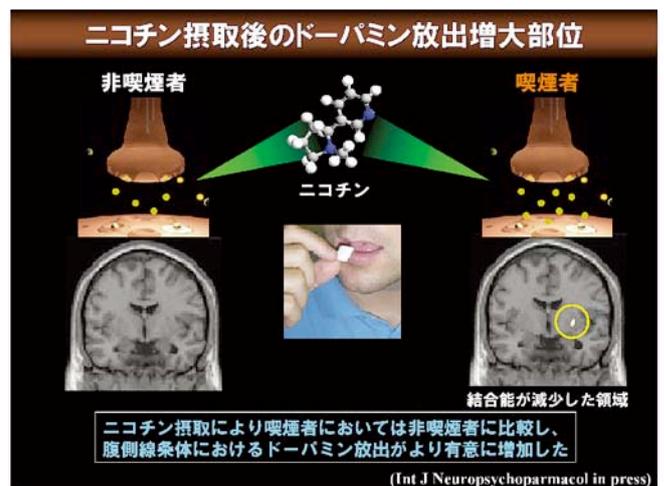
【研究手法と結果】

高橋らの研究は、次のような方法で行われました。

- 対象者：喫煙者6名、非喫煙者6名
- 研究方法：非喫煙者群と24時間禁煙後の喫煙者の両群に対し、ニコチンガムまたはプラセボガム（偽ガム：ニコチン

含まず）を摂取。1時間後、内因性ドーパミン放出の影響を調べるため[¹¹C]ラクロプライドのPETにおける測定を行いました。また、ニコチンガムまたはプラセボガム摂取条件下での線条体（被殻、尾状核）のドーパミン放出を両群で比較しました。

- 研究結果：喫煙者群では、プラセボガムと比べニコチンガムの摂取の場合、ラクロプライドの受容体結合が脳内の線条体の被殻・尾状核において、有意に低下することが認められました。一方、非喫煙者群の場合ではこのような低下は認められませんでした。このことは喫煙者では非喫煙者に比較して、ニコチン摂取によってドーパミン放出が促進していることを示しています。（図1・2）



（図 1）

ニコチン摂取後の喫煙者はドーパミン放出が非喫煙者より有意に増加したことを示す脳領域



（図 2）

喫煙者においてニコチン摂取により線条体（尾状核・被殻）の[¹¹C]ラクロプライドの受容体結合能力が低下し、同部位でのドーパミンの放出が示唆された

ファーガストロームニコチン依存度テスト (FTND)

	0点	1点	2点	3点
①朝目が覚めてから何分位で最初のタバコを吸いますか?	61分以後	31~60分	6~30分	5分以内
②禁煙の場所でタバコを我慢するのが難しいですか?	いいえ	はい		
③あなたは1日の中でどの時間帯のタバコをやめるのに最も未練が残りますか?	右記以外	朝起きた時の目覚めの1本		
④1日何本吸いますか?	10本以下	11~20本	21~30本	31本以上
⑤目覚めて2~3時間と、その後の時間帯とどちらが頻りにタバコを吸いますか?	その後の時間帯	目覚めて2~3時間		
⑥病気でほとんど寝ている時でも、タバコを吸いますか?	いいえ	はい		
<ニコチン依存度判定> 0~2点:たいへん低い、3~4点:低い、5点:ふつう、6~7点:高い、8~10点:たいへん高い				

○さらに、ニコチン依存性とドーパミン放出の相関関係を明らかにするために、喫煙者のニコチン依存性を数値化した依存度テストの結果と比較した結果、喫煙者においてニコチン依存度が高いほどドーパミン放出量が多いことが明らかになりました。(図3)



(図3)
FTND スコアと結合能減少領域が正相関する領域

ニコチン依存度の高い人ほどニコチン摂取により線条体の¹¹Cラクロプライドの受容体結合の低下の程度が大きいことを確認

【本研究の成果と今後の展望】

今回の研究成果は、喫煙者においてニコチン負荷とドーパミンの放出の相関関係があることを確認し、ニコチン依存度とドーパミン放出程度との関係を定量的に解明したものです。これまで確認されていなかった非喫煙者における結果と比較対照することによって、ニコチン依存によって起こされる脳内動態を明らかにするものとして注目されます。今後は、喫煙者のニコチン依存性のメカニズムをもとに、喫煙者のニコチン依存を阻止する薬を開発するなど、禁煙行動に結び付く治療法への展開が期待されます。

【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によるニコチン依存の機構解明研究もその一分野として行っている。

*2 PET

ポジトロン断層撮像法(positron emission tomography; PET)のこと。画像診断装置の一種で陽電子を検出することによって様々な病態や生体内物質の挙動をコンピューター処理によって画像化する技術である。

*3 ドーパミン

中枢神経系に存在する神経伝達物質であり、運動調節・認知機能・ホルモン調節・感情・意欲・学習などに関わる。ドーパミンは脳内の線条体と呼ばれる部位において多く認められる。

*4 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、意志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。

*5 リガンド

特定の受容体に特異的に結合する物質のこと。例えば、神経伝達物質のシグナル物質とその受容体などがある。

*6 [¹¹C]ラクロプライド

ベンザマイド系の向精神薬ラクロプライドの¹¹C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。

渡辺直行氏が日本医学放射線学会優秀論文賞を受賞



平成20年4月6日、日本医学放射線学会総会(横浜)において国際原子力機関 (IAEA)ヒューマンヘルス部へ派遣中の渡辺直行氏(企画部人材育成・交流課)が「オージェ電子によるヒト神経芽細胞腫の分子標的治療研究」で第20回優秀論文賞を受賞しました。受賞対象となった論文は、澤井宏明教授(群馬大学工学部)、遠藤啓吾教授(群馬大学医学部)、梅田泉先生(国立がんセンター東)等との共同研究による「Molecular therapy of human neuroblastoma cells using Auger electrons of ^{111}In -labeled N-myc antisense oligonucleotides (オージェ電子によるヒト神経芽細胞腫の分子標的治療研究)」で、米国核医学会誌(47巻、1670-7頁、2006年)に発表されました。

本研究では、N-myc mRNAに特異的に結合する核酸の短鎖(N-mycアンチセンス)を ^{111}In で標識し、このRI標識アンチセンスを腫瘍細胞へ高率よく送達させるために陽電荷リボソームに内包しました。N-myc mRNA発現の高いヒト神経芽細胞腫細胞内ではRI標識アンチセンスとN-myc mRNAの二重鎖が形成され、 ^{111}In からのオージェ電子によるmRNA破壊とそれに続く腫瘍細胞増殖の抑制が観察されました。次に、ヌードマウスに ^{111}In -標識N-mycアンチセンスで処理したヒト神経芽細胞腫を移植すると対照群に比べて腫瘍体積が減少することが確認されました。

本研究は、ヒト神経芽細胞腫以外でも、がん関連遺伝子産物の異常発現ががん化に係わることが明瞭ながんに応用が可能と考えられます。また、より高い治療可能比を示し副作用のより少ない新しいがん治療法としての開発が期待されます。

重粒子医科学センター運営企画室室長 伴 貞幸

岩田佳之氏が平成20年度 科学技術分野の文部科学大臣賞 若手科学者賞を受賞



現在の HIMAC 線形加速器室。既設アルバレ型ドリフトチューブ線形加速器(右手奥)と移設された高効率小型線形加速器(左手前)。

重粒子線がん治療の普及を進めるにあたり、装置の小型化及び低コスト化は大きな課題であります。特に既存の線形加速器は全長32m以上と大型であることから、小型線形加速器の開発は重粒子線がん治療装置普及の鍵を握ると考えられてきました。そこで我々は小型で省電力という優れた特徴を持つ APF方式 IH型ドリフトチューブ線形加速器と呼ばれる加速器を開発し、更に実証器を用いたビーム加速試験に成功しました。この高効率小型線形加速器の全長は6mであり、既存加速器の約1/6と大幅な小型化を実現することができました。本成果により普及型がん治療装置の全体設計に目処が付き、群馬大学における初号器の建設を予定通り開始することが出来ました。

当初の目的を果たした高効率小型線形加速器は現在、サイクロロン棟から HIMAC 線形加速器室内へ移設されております。今後は順次、HIMAC への組み込みを行い、第二線形加速器として有効活用される予定であります。

本研究成果は山田聡・前部長をはじめとした理工学部のメンバー並びに、加速器エンジニアリング(AEC)や住友重機械工業の方々全員により得たものであります。共同研究者の皆様には大変感謝しております。

重粒子医科学センター・理工学部
加速器開発室 岩田佳之

第30回RCA政府代表者会合に参加して

4月8-10日にベトナム社会主義共和国・ハノイで開催された第30回RCA政府代表者会合(The 30th Meeting of National RCA Representatives)に出席してきた。RCA17カ国とIAEAからの全参加者は55名で、そのうち日本人参加者(敬称略;括弧内は現所属)は、小溝泰義(外務省),向井田恭子(外務省),鈴木康之(在ウィーン国際機関日本政府代表部),町末男(FNCA),田巻倫明(群馬大学),三枝新(放医研),伴貞幸(放医研),力久洋(IAEA)の8名であった。

第1日目は、ホスト国を代表してMr. Le Dinh Tienベトナム科学技術省副大臣から歓迎の挨拶があり、都合で第2日目からの参加となったIAEA技術協力局・アジア太平洋課長のMr. Manase Peter Salemaに代わり、同課RCAフォーカルパーソンのMr. Prinath Dias氏からIAEAを代表しての挨拶がなされた。続いて、Mr. Le Van Hongベトナム原子力次長が議長に選出され、議事に入った。各プロジェクトの2007年年次報告、RCA中期戦略の進展と実施状況、2007年RCAプログラム・レビュー等が話し合われた。なお、豪州からの2007年プログラム・レビュー中でRAS9042(放射線防護分野)のプロジェクトリードカントリーコーディネーター(PLCC)を放医研(現在、酒井放射線防護研究センター長がナショナルプロジェクトコーディネーターになっている)に遷したいとの希望が提案された。すかさず、小溝室長から「RCAから賛成が得られるならばこれを引き受ける」との発言があり、何の異論も提出されることなく了承された。任期は2009年から2011年までである。

PLCCを引き受けることは大変に重い業務なので、酒井・新PLCCをしっかりとサポートする所内体制を整えて頂くことを強く希望したい。

第2日目は、2008年のRCAプロジェクト実施計画、RCA地域事務所からの報告、大気清浄イニシアチブ(CAI)からのRCAパートナーシップ樹立の提案、開発途上国間技術協力、2009/11年RCAプログラム等が審議された。

第3日目には、FNCA(アジア原子力協力フォーラム)コーディネーターの町氏からFNCAに関する報告と、FNCAとRCAとの協力提案がなされた。RCAとFNCAはRadiation Processing, Radiation Oncologyの2領域で協力し合うことが了承された。

また、Mutation Breeding領域での協力については引き続き協議することになった。その後、会合報告の採択が行われた後、次回会合は2009年4月に日本で開催することが確認されて第30回会合は終了した。

RCA政府代表者会合に出席したのは今回が初めてであるが、ホストであるベトナム政府のホスピタリティに深く感謝したい。IAEAが手配してくれた帰国便が11日の深夜11時半発だったので、11日には世界遺産に指定されているハロン湾を観光してきた。海の桂林と称されるにふさわしく、まさに一見に値する景観であった。

最後に、今回の会合に参加する機会を与えていただいた外務省と遠藤企画部長に深く感謝する。

重粒子医科学センター 運営企画室 伴貞幸
放射線防護研究センター 規制科学総合研究グループ 三枝新



第1日目参加者全員の集合写真。前列右3人目から左に向かって、小溝氏(第31回会合開催予定の日本代表)、Mr. Dias(RCAフォーカルパーソン)、Dr. Ron Cameron(第29回会合議長の豪州代表)、Mr. Hong(今回合議長のベトナム代表)、Ms. A. D. Rosa(第32回会合開催予定のフィリピン代表)、町氏(FNCA)。



粒子線治療高精度化のためのイメージング

近年、放射線治療分野にイメージング技術が取り入れられ、IGTR(image guided radiotherapy)として知られている。従来は、線量測定、線量分布計算、そして治療ビームを出力する加速器など個々に、開発研究が進められていた。しかし、治療ビームを照射するためには、その基本となる標的(腫瘍)を正確に把握することが何よりも重要である。特に、腫瘍は人間の体内にあり、呼吸性移動や形状変化などが経時的に生じている。それゆえ、計算通りには把握予測することは困難であるため、経時的に状態を把握し、その状態を放射線治療に反映できれば、より高精度な治療を達成することが可能となる。このIGTRという技術は、画像診断と放射線治療を融合した領域として、海外では大変盛んな分野であるが、国内では大変遅れているのが現状である。

標的は数秒の間に生じる呼吸性移動だけでなく、数分から数日という比較的長い時間で生じる形状変化などがある。呼吸性移動が治療線量分布に及ぼす影響はここでは省略し、治療ビーム照射時間とほぼ同等である数分で生じる変化として、腸管ガスの位置変化が線量分布に及ぼす影響を紹介する。治療中には、CT画像取得ができないため、ここでは画像診断目的で撮影した腹部造影CT画像を使用した。図1のCT画像を使用して治療計

画を行った線量分布は、標的(黄色線)内が赤色(高線量領域)で表示されており、これは標的内に十分な投与線量が与えられていることを意味する。このCT画像から、3分後の線量分布を図2に示す。標的の内は、赤色で十分覆われておらず、標的に十分な高線量が投与されていないことを意味する。図1と図2のCT画像を比べて見ると理解しやすいが、腸管ガスの位置が異なることがわかる。数分の間でもこのような変化が生じており、線量分布に影響することが理解できる。実際の治療では、これらの腸管ガスの影響を軽減し、治療計画通りの照射が行えるように、工夫をしている。しかし、イメージングにより患者体内の状態を把握しつつ、放射線治療パラメータに反映できれば、正常組織への無駄な被ばくを軽減し、腫瘍に集中して高線量を投与することが可能となる。現在、放医研の中期計画である次世代照射システムの一環として進められているスキャンニング照射法では、さらにこのIGTRの存在意義は大きく、期待される分野である。

本研究は放射線医学総合研究所の重粒子医科学センター物理学部並びに病院の協力により行われたものであり、関係各位に深く感謝いたします。

重粒子医科学センター
物理学部 森 慎一郎、熊谷始紀

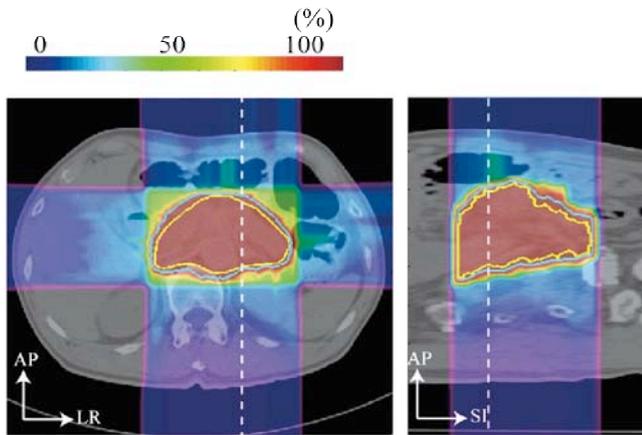


図1 治療計画で示されるカーボンビーム線量分布。黄色線は標的の体積を示し、カラー表示は線量分布の強さを示す。赤色が高線量領域であり、青が低線量領域を示す。

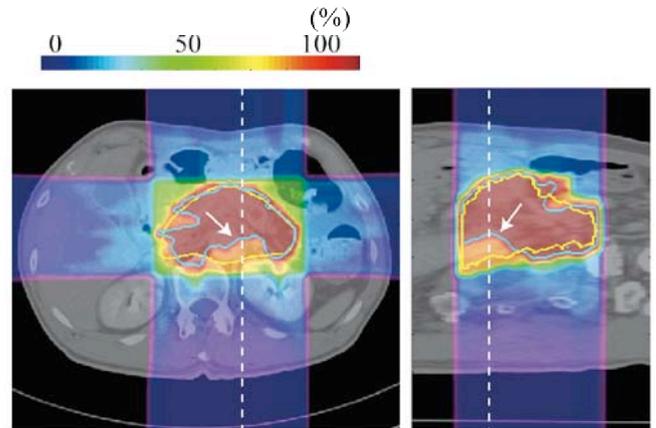


図2 図1の治療計画CTから3分経過した時のCT画像と、図1のCT画像を使用した治療計画のカーボンビーム線量分布。

お知らせ

独立行政法人放射線医学総合研究所
第10回一般講演会

重粒子線がん治療と放射線防護

放射線医学総合研究所が進める「重粒子線がん治療」は、優れた治療効果を基に「先進医療」に承認され、既に4,000名近い登録患者への治療を完了しています。また、PETを中心とする画像診断技術の開発は、医療の未来を開く先進的な取り組みとして注目されています。本講演会ではライフサイエンスの先端を行く2つの取り組みと国際的な放射線防護の取り組みについて一般の方々に皆様によりやすくご説明いたします。

■日 時:平成20年7月9日(水)13:30~17:00

■会 場:丸ビルホール(東京)

■主 催:独立行政法人 放射線医学総合研究所

■参加料:無料・定員400名(事前のお申込みをお願いします)

■申込み:放射線医学総合研究所 広報課

TEL.043-206-3026 FAX.043-206-4062

E-mail kouen@nirs.go.jp

■プログラム

- | | |
|-----------------|---|
| 13:30~13:40 | 開会挨拶 辻井 博彦 放射線医学総合研究所理事 |
| 第一部 13:40~14:20 | 「放医研の放射線防護における国際的な役割(仮)」(40分)
米原 英典 放射線防護研究センター 規制科学総合研究グループリーダー
質疑応答 |
| 14:20~14:25 | 質疑応答 |
| 14:25~15:05 | 「Open PETの開発と可能性」(40分)
山谷 泰賀 分子イメージング研究センター 先端生体計測研究グループ研究員
質疑応答 |
| 15:05~15:10 | 質疑応答 |
| 15:10~15:30 | コーヒーブレイク |
| 第二部 15:30~15:45 | 「重粒子線がん治療の現状」(15分)
辻井 博彦 理事(兼 重粒子医科学センター長) |
| 15:45~16:45 | 「骨肉腫への取り組み」(20分)
鎌田 正 重粒子医科学センター病院治療課長
「肝臓がんへの取り組み」(20分)
加藤 博敏 重粒子医科学センター病院 治療課第一治療室長
「直腸がん(再発)への取り組み」(20分)
山田 滋 重粒子医科学センター病院 治療課第一治療室医長
質疑応答 |
| 16:45~17:00 | 質疑応答 |
| 17:00 | 閉会挨拶 |



放医研いけばなグループ所内展開催 平成20年4月10日(木)～11日(金)本部棟玄関ロビー



今年も恒例の放医研いけばなグループ所内展を無事に終えることができ、ほっとしているところです。私どもの日ごらの活動の成果を発表できたこと、いけばなを楽しめたことに満足しております。また、たくさんの方に見ていただいて、「綺麗ですね」と言う感想だけでなく「お花をみると癒されます」とのことばも戴きました。さて、展示内容が毎年少しずつ変わってきていることに気づかれましたでしょうか。昔、いけばなを習っていた方の中には「おやっ?これもいけばな?」と思われた方もいらっしゃるかもしれません。少しずつ時代の生活スタイルに合わせていけばなのスタイルが変わってきています。私どもが学んでいる流派は池坊ですが、盛り花から自由花へ、生花や立花も新風体という新しい形が加わってきています。また、一見アレンジメントのような四方面から眺めるセンターピースという花もいけています。今回の

所内展では、最近始めた方、また以前習っていて復活された方など経験は様々ですが、これらのいけ方でそれぞれ個性的な作品を仕上げることができました。気に入っていただけましたでしょうか。

放医研いけばなグループについてご紹介します。このクラブは、昭和34年創部の殆ど放医研創立と同時に発足したクラブで、これまでに約70名の方が籍を置かれました。男性も数名おられましたがやはり女性の部員が多く、放医研の中で殆ど知り合うことのないような部署や職種の方々と横のつながりを作ってきたように思います。現在は、OGの方2名を含めて様々な部署の11名で活動しています。独法化以前は外部から先生に来ていただいていたのですが、現在は放医研 OGの大先輩の方にボランティアでアドバイスを受けるという形で活動しています。月2回、昼休みの短い時間のなかの実質30分という短い時間で活動を行っていますが、いけあがった作品は十人十色で個性的です。お花とじっくり向き合うのは自宅に帰ってからとなりますが、本当にお花の好きな人たちが集まって忙しい仕事の合間に、楽しく、リフレッシュしています。こんな慌ただしいクラブですが、いけばなをしてみたい方は歓迎いたしますのでクラブ員へお声をかけてください。

最後に、毎年所内展を続けてこられましたのは会場の確保など関係部課、および職員の皆様のご協力のおかげと感謝いたしております。これからも活動への応援をよろしくお願いいたします。

放医研いけばなグループ



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5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