

放医研 NEWS

NATIONAL INSTITUTE OF RADIOLOGICAL SCIENCES

05

2012

No.174

HIMAC物語

ボーラス・コリメータの匠

今野紀章

どんな研究、こんな研究

情状酌量を行う脳の 活動領域を突き止めました

山田真希子

開催情報

3月5日 「緊急被ばく医療におけるWBCの現状とあり方について—東電福島第一原子力発電所事故を踏まえて—」
 文部科学省委託事業「全国三次被ばく医療体制実効性向上調査」の一環として、ホールボディカウンタ（WBC）についての課題の報告・討論を行いました。



3月5日 高エネルギー加速器研究機構との第1回定例懇談会
 2011年11月30日に締結された放医研と高エネルギー加速器研究機構（高エネ研）の連携・協力の推進に係る「包括的基本協定」に基づき、第1回目となる懇談会が開催されました。



3月21日 アジアにおける被ばく医療に関するワークショップ2012
23日 このワークショップはIAEA（国際原子力機関）協力により毎年開催されています。今回は11カ国が参加し、被ばく医療の認識のほか、特に東電福島原子力発電所事故対応における被ばく医療の経験と課題を共有できました。



3月28日 放射線防護研究センターシンポジウム「事故後一年：放射線防護研究の課題と今後の取り組み」
 研究者および一般の方を対象に、東京電力福島第一原発事故以降の放医研の取り組みや、放射線防護の観点から明らかになった課題を整理し、今後の重要課題について議論を行いました。



3月28日 人を対象とする研究セミナー
29日 「臨床研究に関する倫理指針（厚生労働省）」による「研究者等の教育の機会の確保」の一環として、臨床研究に関わる研究者等を対象とした外部講師によるセミナーを開催いたしました。



動画ニュースのご案内

ホームページにて、イベントや講演の様子を動画ニュースとして公開しています。ぜひご覧ください。

<http://www.nirs.go.jp/information/movie/index.shtml>

栄えある受賞

1 研究基盤センター研究基盤技術部客員研究員・中村秀仁氏、研究基盤技術部・白川芳幸部長のグループによる「Evidence of deep-blue photon emission at high efficiency by common plastic（ごく普通のプラスチックによる青色光子の高効率放出）」が、欧州物理学会が毎年学会誌に掲載された論文の中から選定している**ベスト論文のひとつ（核物理学分野）**として選ばれました。

2 重粒子医科学センター次世代重粒子治療研究プログラムの古川卓司氏（照射ビーム研究チームリーダー）、稲庭拓氏（高精度治療計画システム開発チームリーダー）、森慎一郎氏（画像診断治療研究チームリーダー）が、**平成24年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞研究部門で受賞**しました。受賞理由は、「重粒子線がん治療用呼吸周期3次元スキャニング照射法の研究」という業績です。また、研究基盤センター研究基盤技術部客員研究員・中村秀仁氏は2010年夏に千葉市、内藤財団、放医研主催で開催した「科学技術カフェ2010～シエスタ」での取り組みが評価され、**平成24年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞を受賞**しました。

平成24年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰式



(上) 受賞を喜ぶ(左から)古川さんと中村さん
 (左) 受賞記念に贈られた盾
 (下) 表彰状を受け取る中村さん

NEW FACE

放医研のフレッシュマン3人に意気込みを聞きました



総務部 契約課 契約第2係
安齊 晋

昨年9月より総務部契約課で働いております。出身は埼玉県、大学時代は応援団で活動。趣味はバイク(kawasaki ZEPHYR X)と、最近は蒸留酒集めにはまっております。未曾有の惨事後の新規採用者として、恩師渡辺恵司の言を拝借すれば、わずかながらも、日本社会における放射線科学躍進の先兵となるよう日々精進したいと思っております。



企画部 企画課 外部資金係
稲葉 方紀子

4月から入社した稲葉です。3月まで至極のんびりした学生生活だったので、初の社会人生活（とそれに伴う朝5時起き）に奮闘中です。放医研の優しい皆様に日々助けていただき、徐々に慣れてきました。どうぞよろしくお願いいたします。



総務部 経理課 財務係
澁谷 遥

採用されてはや数カ月が経ち、周りの方々や初任者研修のおかげで、所内のことも少しずつ分かり始めてきました。今はまだ目の前の仕事を片付けることで精一杯ですが、これからもがんばりたいと思います。よろしくお願いいたします。



HIMAC物語

治療を支える人、技術、そして、思い

世界の期待を集める重粒子線がん治療。その表舞台には多くの医師が見えますが、医師だけで治療は機能しません。巨大な加速器 HIMAC をはじめとする多くの分野の技術が組み合わされて高精度な治療システムを作り上げ、それを稼働させる数多くのスペシャリストがいるのです。本シリーズでは、重粒子線がん治療を支える人々へのインタビューを通して、その技術やがん治療にける思いを紹介していきます。



ボラス・コリメータの加工技術者
今野紀章 (こののりあき)

第1回

ボラス・コリメータの匠

重粒子線がん治療の特徴のひとつが、腫瘍に合わせ限局して照射できること。そのために重粒子線を腫瘍の形に成形する重要なパーツが「ボラス」と「コリメータ」です。スポットライトのように広がった重粒子線ビームを、ボラスで深さ方向の調整を行い、さらにコリメータで2次元的に腫瘍の形に切り出します。これにより、腫瘍に対して3次元的に制御した照射を

可能にし、正常組織への副作用を極力抑えることができます。このためボラス・コリメータは患者ひとりひとり、腫瘍ひとつひとつにオーダーメイドで作る必要があります。また非常に高い精度が要求されます。HIMAC 物語第1回目は、このボラス・コリメータの製作に取り組んでいる今野さんにお話をうかがいました。



ボラスを加工するマシニングセンターを注意深く見守る。「ひとつ間違えたら自分で自分を削っちゃう機械なので目が離せませんね。」

好奇心と思い入れで現職に!?

「もともと科学技術を専攻して、この仕事についてたわけではないんですよ」と HIMAC との出会いを語る今野さん。10年前からボラスとコリメータの加工に携わっています。10年前の当時、持ち前の好奇心から「科学技術分野の仕事がしたい、それで人の役に立てるなら、これが自分にとって一番良い仕事だ」との思いだけで転職先を探していたといま

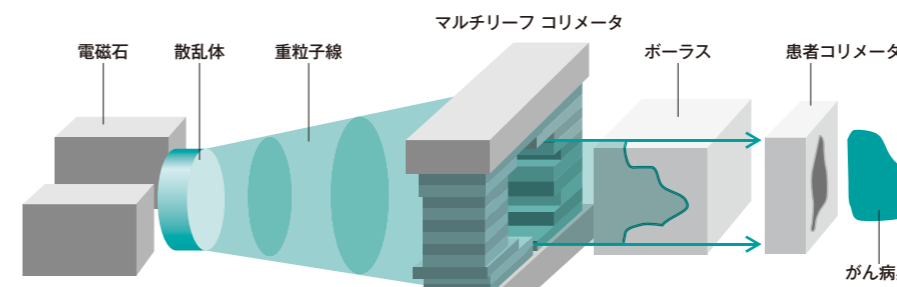
す。そんなとき、たまたま HIMAC を知ったのでした。

「実は放医研が見えるほどすぐ近くに住んでいたのに、こんなすごい装置があるとはまったく知りませんでした」。しかも、重粒子線を制御するために中間材が必要で、それを加工する電子工作技術が求められていると聞いて、今野さんはそれにチャレンジすることを決意。「偶然なんですけど当時その方面の技術を勉強してしまっていて、これなら俺もやれる!と

HIMAC - The Inside Story

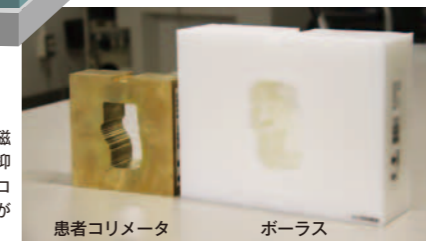
重粒子線がん治療と HIMAC (Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba)

放医研が世界で初めて実用化した重粒子線がん治療。体への負担が少なく、難治性のがんに対しても高い治療効果が認められる最先端の放射線治療として、世界中から大きな期待と高い関心が寄せられている。この治療に不可欠である強力な重粒子線を生み出すのが HIMAC。1993年に誕生した世界初の医療用重粒子線加速装置だ。装置とは名ばかりで、全長 120m、全幅 65m にも及ぶ大きな“施設”である。



ボラス・コリメータを使った重粒子線の照射法

加速器から導かれた細いビームを、標的をおおうように電磁石と散乱体でいったん広げる。正常な細胞へのダメージを抑えるため、がん細胞の形に合わせてくり抜かれた真鍮製のコリメータとボラスでビームの形状を整え、均一な線量が当たるようにしている。



患者コリメータ ボラス



コリメータの型を抜くワイヤ放電加工機にデータを入力し起動させる。「起動時にワイヤがうまく通らないうちが修正できないんですよ」1日のうちでもっとも緊張する瞬間だ。

思ったんです。その思いは通じ、彼は HIMAC の工作技術チームの一員となります。「実際に HIMAC を見て感動したのはもちろん、他にも雑誌でしか見られないような最先端の装置ばかりなので、好奇心丸出しで関係ない部署まで見て回っていました(笑)」

敢えて“何でも引き受ける技術者”に

「私が入ったときはすでに技術は完成していましたから、特に新しい技術を開発する必要もなく、今までルーティンでやってこれましたね」といいながら、大きなこだわりもあるそうです。それは研究機関に設けられた加工現場ならではの役割について。「私ができる程度のことは外部の技術者なら誰でもできると思うのですが、すぐにできる、多くを説明しなくてもできるというわけではありません」。実験器具の製作を外部に依頼すれば時間もお金もかかる。なによりいつも近くにいるコミュニケーションができてから多くの説明を要さない。敢えて“便利な技術者”として今野さんはどんな要望にも応えるよう心がけてきまし

た。「できない、っていうのが嫌なんですよ」という言葉には、技術者としてさらに幅を広げたい、より多くのスキルを身につけたいという向上への強い意志も込められているのです。

想像力の射程を伸ばしてモチベーションを高める

がん治療の最前線を支えている今野さんが患者さんの顔を見ることはありません。しかし、ボラスやコリメータは患者ひとりひとりの臓器や患部の形にあわせて加工される、いわばたった一人のためのオーダーメイド。「確かに私が加工したものが患者さんの治療に役立ったとしても、感謝の言葉をいただけるわけではありません。患者さんはその存在すら知らないでしょう。でも想像力の射程を伸ばせば私には患者さんの顔が見えるし、さらにそのご家族が喜んでいる姿も見えます。これが私のモチベーションを高めてくれるんです」と語る今野さん。自分のもっている技術で人を喜ばせたいと飛び込んだ分野で10年、「今の仕事は夢のようだ」と言い切れるうらやましい技術者(スペシャリスト)です。



仕上がったボラスを検査する。交差に収まらなかったものは破棄される。



同僚と仕事の話が弾む。3人とも放医研の野球チームに所属するチームメイトだけにコミュニケーションは良好。

情状酌量を行うとき、
脳ではどこが働くの？
MRIを使って、その
活動領域を突き止めました。

山田真希子

MAKIKO YAMADA, Ph.D.

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プログラム
脳病態チーム主任研究員

心って不思議！
それが脳研究の
出発点でした

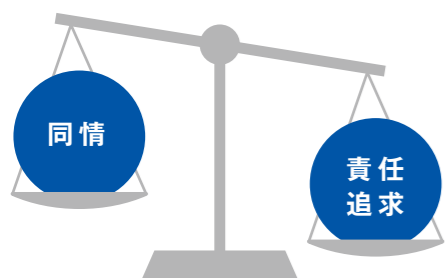


脳の研究は法の領域へも広がり、罰せられる人、罰する人の脳の動きを解明しようとしています。分子イメージング研究センターの山田真希子主任研究員らは、情状酌量にかかわる脳機能のメカニズムを世界ではじめて明らかにしました。

心と脳の関係が知りたい

脳は、言語や感情、記憶、意思など、さまざまな機能をつかさどっています。たとえば、交通事故で脳にダメージを負うと、言葉がうまく話せなくなったり、手が思うように動かなくなったり、うつや無感情などの精神的な変化が生じることもあります。山田研究員は、大学院のころ、脳を損傷した患者さんを対象に、脳のどの部分が傷つくと、どんな認知機能が損なわれるかを調べていました。

「脳のある部分が少しでも変化すると、まったく違う心の状態が生まれることを目の当たりにしてきました。『人の心と脳の関係って不思議！もっと知りたい』



とって研究を続けていたら、いつのまにか今の道に進んでいました」

脳の活動領域を調べるのに活躍するのが、fMRI（機能的磁気共鳴画像法）という技術。人間ドックでも使われているドーナツ型のMRI装置を使って、脳内の血流の変化をもとに、脳の活動領域を3次元で知ることができます。

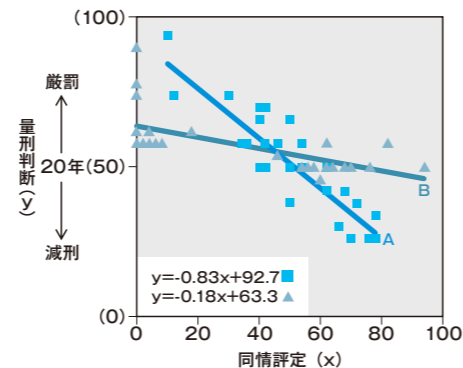
「脳と法律」の新領域にアプローチ

山田研究員が放医研に来たのは2009年。まもなく裁判員制度が施行される時期でもあり、裁く側の人脳に興味をもった山田研究員は、犯罪者への同情から刑を軽くする、いわゆる情状酌量を行うとき、脳内ではどんなメカニズムが働いているのかを調べることにしました。

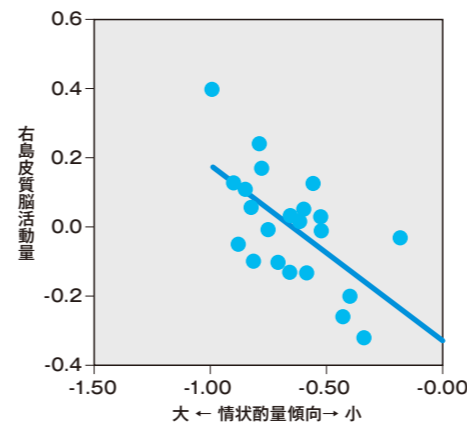
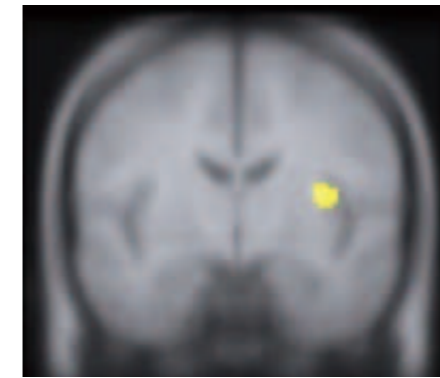
「近年、脳の研究は他の分野と融合して、“自由意志とは何か”といった哲学的な問いに脳科学から迫る『神経哲学』や、経済行動における意思決定のしくみ

を脳機能として探る『神経経済学』など、新たな学問領域が登場しています。今回の研究『脳と法律』も、こうした流れの中で生まれました。これまでは犯罪者の心理を脳科学から探る研究が多かったのですが、裁く側の人、どんなふうに罪を判断するのかは明らかにされていません。私はこれまで、他人への共感や同情が脳内で生じるメカニズムを調べてきました。今回、同情がどのように量刑判断に結び付くかをテーマにしました」

実験の方法は、MRIの中で26人の一般の被験者が裁判員になったつもりで、殺人を犯した人の量刑を決めてもらうと



量刑判断と同情評定の関係の強さ
すべての被験者で、同情するほど減刑する傾向が見られた。情け深さには個人差があり、情状酌量しやすい人(A)と、そうでない人(B)がいる。



情状酌量と右島皮質の脳活動の関係
情状酌量傾向が強い人ほど、右島皮質（黄色の部分）の活動が活発に働いている。

いうもの。最初に、「包丁で妻を刺して殺害した」といった殺人内容と、それに至った背景を読んでもらいます。背景は、「介護疲れと生活苦から殺害に及んだ」など同情できそうなものと、「不倫相手と結婚するために殺害に及んだ」など同情できそうにないものを用意。そして、どのくらいの量刑にするかを、懲役20年を基準にそれより重いか軽いかを決めてもらい、また、どのくらい同情したかも評定してもらいます。

「この実験から、同情するほど活動が高まる領域と、減刑するほど活動が高まる領域は、ほぼ同じであることがわかりました。これらの領域は、他者理解や道徳的な葛藤にかかわっていることが、これまでの研究から知られています。また、減刑をするときに線条体と呼ばれる脳領域の活動が高まり、ここはチャリティー行為を行うときにも活動が高まることが知られているので、情状酌量には、人助けという意味合いもあるのかもしれない」

情状酌量の研究に携わった仲間たちとMRI室で。向かって左から伊藤浩さん（先端生体計測研究プログラム）、須原哲也さん（分子神経イメージング研究プログラムプログラムリーダー）、山田さん。手前は、MRIオペレーターの佐野ひろみさん（生体情報計測研究チーム）。



高野晴成さん（脳病態チーム）と画像データについて議論する。

“情け深さ”にかかわる脳領域があった

「今回の実験では、すべての被験者において、同情するほど刑を軽くする傾向が見られましたが、興味深いことに、その程度には個人差があることがわかりました。同じように同情を感じても、刑をすく軽くすると、あまり刑を軽くしない人がいて、情け深い人ほど、感情の体験が生み出される“島皮質”という領域が活動していたのです」

情け深さにかかわる脳領域があることがわかったのは、世界でも初めてのこと。「裁判員は、量刑相場をもともと熟知しているわけではないので、感覚的に量刑を決めてしまう可能性が一部には懸念されているようです。今回、同情のよう

な感情と量刑判断との関係性を、脳科学の立場から客観的に示せたのではないかと思います」

現在、第二段となる研究がすでにスタートしているそうです。

「PET（ポジトロン断層法）という技術を用いて、ドーパミンやセロトニンなどが脳内で働いている様子を観察する『分子イメージング』も組み合わせ、さまざまな心理現象や精神症状の脳内メカニズムをさらに追究しています。また、『現実感喪失感覚』という周囲の状況から現実味が失われる奇妙な感覚の脳内メカニズムを解明するという新たなプロジェクト（さきがけ研究『脳情報の解読と制御領域』）も始めています」

「情状酌量」の研究が国内外で大反響

情状酌量を行う脳の活動領域を特定したという山田研究員らの研究成果が、3月27日付の英科学誌ネイチャー・コミュニケーションズに発表されると、翌日のYahoo! Japanのトップページに「同情する脳の部位特定」の見出しで掲載され、注目を集めました。海外では、さらに反響が大きく、Natureのウェブサイトにトップニュースとして掲載されるほか、ブログ、Eメール、論文ダウンロードのランキングで1位になりました。



炭のプレゼント



作 PECO

放医研では、世界で初めてがん治療を目的とした重粒子線加速器であるHIMACを開発しました。HIMACは炭素線を利用しています。炭素は陽子の12倍も重く、同じ物理線量で比べたときに治療効果が高く、短期間で治療することができます。

重粒子線って？

重粒子線について詳しくお知りになりたい方は、以下のサイトをご覧ください

<http://www.nirs.go.jp/rd/structure/rccpt/index.shtml>

数字でみる 放医研 トリビア

6512

2012年2月15日までの重粒子線がん治療の登録患者数。放医研が重粒子線がん治療を開始したのは1994年6月です。以来、照射技術の進歩とともに、より多くのがん疾患で治療効果が得られるようになり、登録患者数も増加しました。重粒子線治療を行っている施設は日本では3カ所、海外にもわずか3カ所しかなく、治療件数で比べると、放医研が世界全体の約70% (出典 PTCOG) を占めています。

放 射線の仲間には、X線やガンマ線のような波の性質をもつ電磁波と、中性子線や陽子線、「重粒子線」などの粒子線があります。重粒子線というのは、炭素、ネオン、アルゴンなどの原子核を光の速度の70%ぐらいまで加速した荷電粒子線です。任意の深さで線量が最大になって止まる性質をもっているため、体の奥にあるがんピンポイントで照射することができます。そのため、手術が難しい部位の治療も可能となります。

編集後記

リニューアル第2号をお届けします。本号から、新シリーズ「HIMAC物語」が始まりました。重粒子線がん治療を支えている「縁の下の力持ち」たちを紹介していきますので、どうぞ期待ください。私事ですが、本号の編集を最後に、放医研広報課を卒業することとなりました。3年8カ月にわたり、ご支援、ご協力いただいた皆さまに心より感謝申し上げます。今後は側面からのサポートになりますが、国民から愛される放医研をめざし、さまざまな活動をさせていただきます。今後ともよろしく願いいたします。(は)

寄付金のお願い

放医研は、職員一同、研究成果の社会還元を常に意識しながら努力し、放射線科学・放射線医学分野の世界的な拠点として活動してまいります。放医研の活動に対する皆様方のあたたかいお力添えを是非ともお願い申し上げます。

お問い合わせ先：

事務担当係 総務部総務課総務係

TEL：043-206-3004 (ダイヤルイン)

E-mail：soumu2@nirs.go.jp

表紙：「新治療研究棟の治療室F」。最先端の照射法である「高速三次元スキャニング照射法」を行っている。

放医研 NEWS 2012年5月号 No.174

©NATIONAL INSTITUTE OF RADIOLOGICAL SCIENCES

発行 独立行政法人 放射線医学総合研究所

問い合わせ先 放射線医学総合研究所 広報課
〒263-8555
千葉県千葉市稲毛区穴川 4-9-1
TEL 043-206-3026
Fax 043-206-4062
E-mail info@nirs.go.jp

ホームページ <http://www.nirs.go.jp>

制作協力 サイテック・コミュニケーションズ

デザイン GRID

撮影 山本真司

