



Association for Nuclear Technology in Medicine

医用原子力だより

第17号



医用原子力技術の新たな発展に向けて

公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団 常務理事

遠藤 真広

私は、このたび、当医用原子力技術研究振興財団の常務理事に就任いたしました。当財団は本年3月に創立20周年を迎え、またそれを記念した講演会と祝賀会を本年9月に開催いたしました。この20年間に当財団は、粒子線治療など医用原子力技術の普及に大きな役割を果たしてきましたが、これも諸先輩の努力と当財団に関係する皆さまのご指導・ご理解があったからこそであると考えております。私としても、諸先輩を引き継ぎ、医用原子力技術の普及に向けて微力を尽くす所存です。

さて、医用原子力技術の現状に眼を転じますと、粒子線治療は普及期に入ったと言って過言ではないでしょう。陽子線治療施設は、炭素線治療との併用施設も含めれば、国内で11施設が稼働しております。また、10近い施設が建設中もしくは計画中です。一方、重粒子線（炭素線）治療施設は、5施設が稼働しており、2施設が建設中です。これらを合わせれば、3-4年後には、国内で30近い粒子線治療施設が稼働することになります。医用原子力技術の普及を推進してきた者としては、まことに慶賀すべきことではあります。しかし、過去の放射線治療の重大事故の多くが、新規技術の普及期に人材不足などが原因で起こったことを思い起こすならば、今こそ気を引き締めて、普及の推進、特に人材の養成にあたるべきではないかと考えております。

また、BNCT（ホウ素中性子捕捉療法）は過去には原子炉で発生する中性子を利用して実施されてきました。しかし、もともと原子炉の病院設置は困難であったことに加えて、福島事故以降に原子炉に関する規制が格段に厳しくなったことにより、病院設置を目指して加速器によりBNCTを実施する方法の開発が進められてきました。すでに2施設が完成し、前臨床試験とそれに引き続いて治験が開始されております。この2施設以外にも数カ所で建設中もしくは計画中です。加速器BNCTは、開発途上の医療技術であり、臨床的には治療プロトコルの標準化、適応症例の拡大などの課題があります。また、中性子の発生方式（加速器およびターゲット）についてもいくつかの方法が試みられており、それらについての比較研究も必要といえます。今後、これらについての研究開発を進めることにより、脳腫瘍など難治がんに対する新たな治療手段を手にすることも夢ではないと考えております。

粒子線治療や加速器BNCTという先進的な医用原子力技術に加えて、当財団は平成16年度より日本医学放射線学会の事業を引き継ぎ、放射線医学総合研究所の照射施設をお借りして治療用の線量計の校正を実施しております。これは放射線治療施設に線量標準を供給する作業の一環であり、一次線量標準機関である産業技術総合研究所や関連学会のご指導のもとに行うものです。当財団に移管後も校正件数は順調に増加し、現在では、實際上、すべての治療施設が校正を受けるに至っています。線量計の校正に関して、当財団として、平成29年度からの実施を目指して、電離箱と電位計の分離校正の準備を行っています。これが実現すると、ユーザは今まで実施していた一体校正に加えて、分離校正を選択できることになります。これは電位計を複数台、所有するような大規模ユーザの利便性が向上するなどのメリットがあります。

また、当財団では線量計の校正を補完するため、平成19年度より出力線量の郵送測定を実施しております。これは、それぞれの施設がプロトコルに従い出力した線量を第三者が客観的に評価する作業、すなわち第三者監査として行うものです。校正された線量計を用いて、手順通り作業を行えば、出力線量は一定の誤差の範囲にあります。第三者監査はそれを確認するものですが、ときに測定誤差を超える出力線量の差異を検出することがあり、それを修正することにより施設の治療品質管理の向上に寄与することもあります。出力測定については、開始後、数年間の実施施設数は50程度でしたが、平成26年1月にがん診療連携拠点病院の指定要件として第三者による出力線量測定が追加されたことを契機に年間150施設程度と大幅に増加しました。今後、当財団としては、線量計校正と出力線量測定に加えて、より広く放射線治療の品質管理に寄与することを考えています。そして、当面は国立がん研究センターなどのご指導のもと、強度変調放射線治療（IMRT）の郵送法による第三者監査の事業化をはかっていく所存です。

当財団も創立後20年を経過し、医用原子力技術をめぐる状況は創立当時とは様変わりし、大きく発展しています。当財団としては、今後も医用原子力技術の普及を通して、国民医療の向上に寄与していきたいと考えています。

事業活動報告

◆創立20周年記念

公開講演会および記念祝賀会の開催

公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団は平成28年3月26日をもちまして創立20周年を迎えました。これを記念し、「創立20周年記念公開講演会」および「記念祝賀会」を平成28年9月28日(水) 学士会館(東京都千代田区)において開催しました。

創立20周年記念公開講演会

[基調講演]

「人はがんとどう向き合うか？」 理事長 垣添忠生

[講演]

「ここまできた粒子線治療」 副理事長 辻井博彦

「これからの中性子捕捉療法」 フェロー 河内清光

「放射線治療をささえる－正確な線量を処方された部位へ」
常務理事 遠藤真広



垣添忠生理事長

基調講演「人はがんとどう向き合うか？」(垣添忠生)では、人間は弱くて儂い存在であるが、また巨大な存在でもあることから、人間の強さ、弱さをすべて包摂して医療はあることが指摘され、医療を取り巻く

社会は、一つ一つ多様な存在であるがんと、一人一人多様で複雑な存在である人との無際限ともいえる組み合わせから来る多様性を踏まえて、患者さんとその家族と向き合うことが大切であるとし、自身の体験を基に、がんとどう向き合っていくか、話がありました。



辻井博彦副理事長

「ここまできた粒子線治療」(辻井博彦)では、粒子線治療に関し、その歴史、特徴、世界の治療施設、臨床成績等について説明がありました。重粒子線治療については、他の放射線治療では難治性のがんに対しても有効であることが示されているため、世界で最も臨床経験が豊富なわが

国からの技術支援および研究交流の要望が高いこと

や、今後の課題等の話がありました。



河内清光フェロー

「これからの中性子捕捉療法」(河内清光)では、中性子捕捉療法(BNCT)の歴史はじめ、現在各所で進行中のBNCT開発プロジェクトおよびその機器、システムの特徴について説明があり、今後病院設置型の加速器BNCTが普及するとともに、腫瘍細胞にのみ集積するようなホウ素薬剤の開発研究が進み、理想的な悪性腫瘍治療の一手段として展開される期待が大きいことが述べられました。



遠藤真広常務理事

「放射線治療をささえる－正確な線量を処方された部位へ」(遠藤真広)では、放射線治療の線量管理の重要性が述べられるとともに、線量計校正、出力線量測定、線量分布の検証等について説明がありました。今後はIMRTの第三者検証や、粒子線治療の品質管理への発展が重要であるといった話がありました。

当日は約200名の方々のご参加があり、大盛況のうちに終える事が出来ました。



創立20周年記念 公開講演会の様子

創立20周年記念祝賀会

講演会終了後、創立20周年を迎えたことを祝し、日頃ご支援をいただいている関係者に感謝の意を表すために、小宴を催しました。約120名の参加者

により、終始和やかに懇談が行われ、財団が創立より今日に至る歴史を振り返り、未来へのさらなる発展を目指す新たな門出となりました。

(敬称略・順不同)

開会の辞

垣添忠生 医用原子力技術研究振興財団 理事長

来賓祝辞

小松弥生 文部科学省 研究振興局長
宮寄雅則 厚生労働省 大臣官房審議官(危機管理、科学技術・イノベーション、国際調整、がん対策担当)

平野俊夫 量子科学技術研究開発機構 理事長
根本建二 日本放射線腫瘍学会 専務理事

乾杯

武藤徹一郎 医用原子力技術研究振興財団 理事
がん研究会 理事・メディカルディレクター・名誉院長

閉会の辞

辻井博彦 医用原子力技術研究振興財団 副理事長



小松弥生 様

宮寄雅則 様

平野俊夫 様



根本建二 様

武藤徹一郎 様



創立20周年記念 祝賀会の様子

◆創立20周年特別事業 研究助成の実施

医用原子力技術は、高齢化が急速に進む現代において人々の健康増進、福祉向上を支えるために欠かすことの出来ない技術として、ますます重要性を増して進展していくと期待されています。そのためには、未だ解明されていない様々な研究課題に一層精力的に取り組むことが求められます。

特に難治がんの治療、QOLの維持などの面で優れた特徴を有するとされる粒子線がん治療に関しては、先進医療適用および保険収載の観点から、個々の疾患について、有効性、安全性および費用対効果に関する重点的な科学的検証を行うことが喫緊の課題となっております。このため当財団が創立20周年を迎えたことを機に、粒子線治療の高度で信頼性の高い有用な技術への進展とともに適切な普及を促進することを目的に、特別事業として研究助成を実施いたしました。

平成28年9月より申請を募集し、選考にあたり厳正なる審査を実施した結果、10月に下記の研究課題および研究代表者が決定し、助成金を授与いたしました。

研究課題：限局性肝細胞癌に対する重粒子線治療と肝動脈化学塞栓療法 of 医療経済研究

研究代表者：大野達也

群馬大学重粒子線医学センター教授



創立20周年特別事業 研究助成・大野先生

◆国際重粒子線がん治療研修コース2016

当財団は、2016年11月28日(月)から12月3日(土)まで6日間の日程でInternational Training Course on Carbon-ion Radiotherapy 2016(国際重粒子線がん治療研修コース、以下、「ITCCIR」という)が、国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所(千葉県千葉市)と群馬大学重粒子線医学研究センター(群馬県前橋市)を研修会場として開催いたしました。開催にあたり、住友重機械工業(株)、(株)千代田テクノル、(株)東芝、(株)日立製作所、三菱電機(株)から協賛を頂きました。参加料金は、1名12万円で、これには参加費用、テキスト代、宿泊費、研修会場間の交通費、昼食、懇親会費等が含まれています。

ITCCIRは、当財団をはじめ神奈川県立がんセンター、九州国際重粒子線がん治療センター、群馬大学重粒子線医学研究センター、筑波大学陽子線医学利用研究センター、兵庫県立粒子線医療センター、放射線医学総合研究所が共同主催者となり、粒子線がん治療の先進国である我が国の国際貢献の一端を担うことを目的として2012年から開講されました。当財団は、昨年同様事務局を担うことになりました。

今年度で第5回目になるITCCIRは、韓国、中国、台湾、インド、フランス、イギリス、ノルウェー、米国、日本の9カ国、30の研究機関・施設から48名、IAEA-CCから1名、そして放射線医学総合研究所から聴講生1名が加わり総勢50名が参加しました。また、2012年から2016年までの参加者を累計すると237名が参加しました。これを国別でみると、韓国、中国、台湾、タイ、インド、ニュージーランド、マレーシア、ロシア、アラブ首長国連邦、サウジアラビア、オーストリア、ノルウェー、スウェーデン、フランス、ドイツ、オランダ、米国、日本の18カ国に亘ります。参加者は、陽子線施設、重粒子線施設の区別無くボーダーレスで参加しています。

今年度の研修は、放射線医学研究所で3日間、群馬大学で3日間とバランスよくカリキュラムが組まれました。研修プログラムは、研修内容をより現場で行われている内容に近づけ、単に重粒子線だけでな

く陽子線や他の治療方法と比較したデータも加えるなど、毎年改良されてきました。

研修初日11月28日、国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 島田理事の開講挨拶とガイダンスが行われた後、講義が始まりました。講義終了後の質疑応答では、質問者の数も多く予定時間をオーバーする場面が多々ありました。この日の研修終了後、放射線医学総合研究所の食堂にて歓迎会が行われました。鎌田臨床研究クラスタ長が参加者の歓迎と今後の活躍を期待する旨の挨拶をされた後、野田所長の乾杯で歓迎会が始まり、一同、料理を食べながら歓談、親睦を深め、辻井先生の閉会で歓迎会は終了しました。

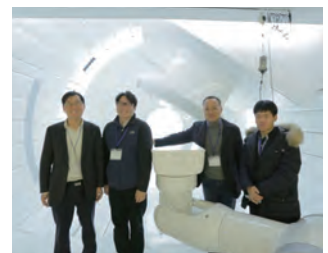


研修会場(放射線医学総合研究所)



歓迎会(放射線医学総合研究所)

11月29日、30日は、放射線医学総合研究所の講師による講義があり、最後は、新治療研究棟の施設見学とPCを使ったComparative Treatment Planning & Case Study of Carbon Ion Radiotherapyの実習です。このソフトウェアは、放射線医学総合研究所が開発した実際の症例をベースにPCで治療計画を策定するナビゲーションソフトウェアです。参加者は、かなり興味を持ったようで積極的に質問していました。また、新治療研究棟の施設見学では、地下に移動して新しく導入されるガント



新治療研究棟見学
(放射線医学総合研究所)

リー、照射室の設備を見学しました。各参加者は、カメラやスマートホンで盛んに写真を撮っていました。



集合写真（放射線医学総合研究所）

研修後半の12月1日、全員大型バスに乗りし9時には千葉のホテルを出発、途中渋滞に巻き込まれることなく群馬大学医学部のキャンパスに到着しました。午後1時より、群馬大学重粒子線医学研究センター長中野先生の開講挨拶が行われた後、大野先生の司会で講義が始まりました。トピックスとして、兵庫県立粒子線医療センター、九州国際重粒子線がん治療センター、神奈川県立がんセンターの各施設の現状と紹介がなされ、参加者からは多くの質問がありました。

長時間の移動や研修4日目ということもあり、参加者には多少の疲れが見受けられましたが、夜には伊香保温泉の旅館で懇親会が行われました。懇親会は、海外の方のため畳の上にテーブルとイスというスタイルで行われ、全員が浴衣に着替え、群馬大学大学院生の司会で和気藹々と進められました。宴もたけなわになると各国施設の代表者が挨拶する場面もありかなり打ち解けた様子でした。



集合写真（群馬大学重粒子線医学研究センター）



懇親会（伊香保森秋旅館）

12月2日、9時半過ぎには旅館を出発し、群馬大学に到着しました。早速、大野先生の司会で講義が始まりました。

午後からは、協賛スポンサーである加速器製造企業による装置や自社の取り組みに関してプレゼンテーションがありました。参加者からは装置の具体的なスペックや価格について質問があり、加速器製造企業のプレゼンターも丁寧に対応していました。

最後は、群馬大学での講義の目玉であるプロジェクター2台を使ったユニークなケーススタディがありました。今年度のケーススタディは、プログラムも一新され、肺癌と頭頸部癌になりました。ケーススタディの進め方は、1つのスクリーンからはケースをベースにした質問が出され、答えは4つの選択肢から1つを選ぶことになっています。もう1つのスクリーンには各参加者に配られたリモートコントローラ・ボタンからのデータがリアルタイムで集計され、どの選択肢を押したかがひとめで解るようになっています。質問は、例題としての伊香保温泉の写真から始まり、物理、臨床と続き、大変好評を博していました。

12月3日最終日、高崎のホテルを出発し、9時には群馬大学に到着、早速、施設見学に入りました。群馬大学重粒子線医学研究センターは、放射線医学総合研究所のHIMACを1/3以下にしたコンパクトな施設です。随所にHIMACとは違った設計のアイデアが盛り込まれており、参加者も興味深く見学していました。

最後のフリーディスカッションが終わり、大野先生の司会で修了式が行われました。名前を呼ばれた参加者には、一人一人、辻井先生より修了証が渡され、全員、満足そうな笑みを浮かべていました。



修了式（群馬大学臨床大学院講堂）

正午には群馬大学を出発、帰路につき東京駅南口で解散となりました。参加者からは大変良かったと我々スタッフに声を掛けていただきました。研修成果とともに親睦も深まった有意義な6日間でした。

◆平成28年度 放射線医学オープンスクール ～概要報告～

医師のキャリアパスを考える医学生の会
群馬大学 医学部医学科3年
藏田 清文

8月24日～25日の2日間、公益財団法人医用原子力技術研究振興財団と医師のキャリアパスを考える医学生の会の共催により「平成28年度放射線医学オープンスクール～最先端技術に触れる～」が開催されました。



三菱電機株式会社 電力システム製作所

本オープンスクールは「放射線医学見学ツアー」として2008年に開催されて以来、今年で第9回目となりました。今年の参加者は医学系と工学系・その他医療系がほぼ1/2ずつとなっており、様々なバックグラウンドを持つ方が参加されました。今回は、粒子線治療装置を開発している国内最大手医療用機器メーカーである三菱電機株式会社 電力システム製作所、低侵襲医療に特化したがん専門病院である神戸低侵襲がん医療センターの2ヶ所の施設を巡りました。



懇親会

1日目は、三菱電機株式会社 電力システム製作所において、日本の放射線医学を牽引している土屋先生と辻井先生の両先生方による挨拶から始まり、治療装置の開発を担当されている三菱電機の担当者から直に話を聞くことができました。さらに、治療機器が製作されている工場の見学やビームラインの説明を受けました。座学と実地の両面から放射線治療についての知識を得ることができました。



神戸低侵襲がん医療センター 治療室の見学

2日目は、神戸低侵襲がん医療センターにおいて、放射線医学全般について講義の中で知識を得ました。また院内を見学する機会もあり、実際に使用されている放射線治療機器を目の当たりにするとともに、院内の落ち着いた雰囲気を楽しむこともできました。さらに、治療装置を用いた放射線治療計画について体験する機会もあり、放射線科医はもちろんのこと医学物理士との協力によって治療が進められていることも学びました。



神戸低侵襲がん医療センターにて講義受講

以上のような1泊2日の体験を通して、新たに放射線医学の知識を得たことはもちろんのこと、放射線医学に携わる様々な関係者を交わることができました。

◆平成28年度「粒子線がん治療に関する人材育成セミナー」を開催

基礎研修コース

公益財団法人医用原子力技術研究振興財団では、将来にわたって医用原子力技術を担い継承していく人材育成のため、専門的知識・技術を必要とする粒子線がん治療に関する人材育成セミナーを実施しています。

2回目の開催となる今年度も引き続きその一環として、粒子線がん治療に関わる医師、診療放射線技師、医学物理士、関連技術者等の新規育成と定期的なフォローアップ教育を含めた専門性の高い内容を扱う方々を対象にした粒子線がん治療に関する人材育成セミナー「基礎研修コース」を平成28年7月29

日(金)～31日(日)の3日間、TKP東京駅前カンファレンスセンターにて開催しました。セミナーの内容は、「粒子線治療の概要」(講師：河内清光フェロー)・「がんの診断と治療」(講師：小泉雅彦先生)・「粒子線治療物理」(講師：福田茂一先生)・「放射線生物学概要」(講師：古澤佳也先生)・「粒子線治療装置」(講師：野田耕司先生)・「粒子線治療の流れとQA」(講師：石居隆義先生)・「粒子線治療の実例」(講師：奥村敏之先生・塩山善之先生)・「建屋設計と放射線管理」(講師：村上健先生)の8章から構成されており、当日の参加者は14名で、その内訳は、粒子線がん治療および放射線治療分野の初任者9名、医療機器関連企業担当者2名、大学生、大学院生他3名でした。



河内清光 フェロー



小泉雅彦 先生



福田茂一 先生



古澤佳也 先生



野田耕司 先生



石居隆義 先生



奥村敏之 先生



塩山善之 先生



村上 健 先生

入門コース

また、一昨年度より新たに粒子線がん治療に関する人材育成セミナー「入門コース」を開催しております。一昨年度は、8月に関東地区・東京で2月に関西地区・大阪で開催し、また、昨年度は、8月に関東地区・東京で開催いたしました。

4回目となる今年度も引き続きその一環として、粒子線がん治療に関わる初心者、さらに今後関わっていきたい方々、特に医療機器関連企業担当者、先進医療保険販売担当者、または放射線治療分野の初任者、看護師、専門学校生、大学生を対象にした「入門コース」を平成28年8月26日(金)、(一財)大阪科学技術センター(4階404室)にて開催しました。セミナーの内容は、「粒子線治療の基礎」・「粒子線治療装置」(講師：河内清光フェロー)・「粒子線治療の実例」(講師：辻井博彦副理事長)・「粒子線治療の流れとQA」(講

師：沼野真澄先生)の4章から構成されており、当日の参加者は13名で、その内訳は、粒子線がん治療および放射線治療分野の初任者7名、医療機器関連企業担当者2名、大学生、大学院生他4名でした。



人材育成セミナー会場内



河内清光
フェロー



沼野真澄 先生



辻井博彦
副理事長

◆線量計校正事業

1. 治療用線量計校正

平成28年度は、当財団が平成8年創立から平成28年3月26日で20周年を迎えた年となる。その間に当財団では日本医学放射線学会の医療用線量標準センターが行っていた線量計の比較校正を引き継ぎ、平成16年4月より治療用線量計の照射線量による校正（以降、照射線量校正）の提供を開始して13年目となる。

平成20年11月26日付けで独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）の審査による「計量法校正事業者登録制度（JCSS：Japan Calibration Service System）」の認定を受け、治療用線量計のすべてを平成21年1月よりJCSS校正に切り替え、認定シンボルマーク入りの校正証明書が発行を開始した。

平成24年度には新たに水吸収線量単位による校正（以降、水吸収線量校正）を含め、JCSS認定登録更新（4年ごと）の申請を行い、平成24年8月15日付けで登録証を受領した。

平成28年度はJCSS認定登録の2度目の更新となる。

平成24年10月1日より、それまで提供していた照射線量校正と並行して水吸収線量校正の提供を開始。4年を経過し、これまで線量計校正を実施した施設では照射線量校正から水吸収線量校正への切り替えを終えている。また、水吸収線量校正が3回以上実施され、過去データとの比較確認により、さらに信頼できる校正定数の供給ができる状況となった。

平成26年度は、当財団が線量計校正の標準場の線源とする放射線医学総合研究所のコバルト60の線源交換が実施され、標準場の強度が増し、より精度の良い校正が可能となった。

2. 治療用線量計校正の実施状況

平成27年度は、平成26年度に実施したコバルト60線源交換に伴い、標準場の強度が増し、測定値のばらつきが少なくなったことに伴い、電離箱ごとの測定時間が短縮されたことにより、1日あたりの校正

件数が交換前は26件程度だったが、交換後は30件の実施が可能となった。

平成27年4月の校正依頼数は例年に比べて多く、その要因は、毎年1～2月に線量計校正を実施している施設で、線源交換時期を避け、線源交換後の3月または4月の校正依頼に変更したためと思われる。また、4月以降の月も例年より多めの依頼件数であったため、平成27年度の年間校正件数はこれまでで最多となった。

平成27年度までの年度別校正数を表1に示す。

平成28年度の4月から8月までの校正実施状況は例年より若干少なめである。年間の校正実施件数は平成25年度と同程度と予想される。また、例年通り8月から9月上旬にかけて特定二次標準器の定期点検およびjcss校正（産業技術総合研究所における国内標準（一次標準）による校正）を実施した。月別の校正実施状況（平成24年度4月から平成28年度8月末まで）を図1に示す。

表1 年度別校正数（カッコ内の数値は対前年比）

年度	線量計	電離箱				校正件数
		①円筒	②平行平板	合計	①/②	
平27	1,073 (1.190)	1,648	868	2,516 (1.200)	1,899	3,384 (1.192)
平26	902 (0.866)	1,354	742	2,096 (0.879)	1,825	2,838 (0.875)
平25	1,041 (1.136)	1,528	857	2,385 (1.134)	1,783	3,242 (1.135)
平24	916 (1.087)	1,350	753	2,103 (1.058)	1,793	2,856 (1.049)
平23	843 (1.050)	1,253	735	1,988 (1.065)	1,705	2,723 (1.069)
平22	803 (0.907)	1,187	680	1,867 (0.901)	1,746	2,547 (0.901)
平21	885 (1.140)	1,315	756	2,071 (1.125)	1,739	2,827 (1.121)
平20	776 (1.064)	1,159	682	1,841 (1.107)	1,699	2,523 (1.103)
平19	729 (0.981)	1,039	624	1,663 (0.967)	1,665	2,287 (0.972)
平18	743 (1.249)	1,085	634	1,719 (1.289)	1,711	2,353 (1.290)
平17	595 (1.055)	844	490	1,334 (1.123)	1,722	1,824 (1.137)
平16	564 (-)	772	416	1,188 (-)	1,856	1,604 (-)

校正件数

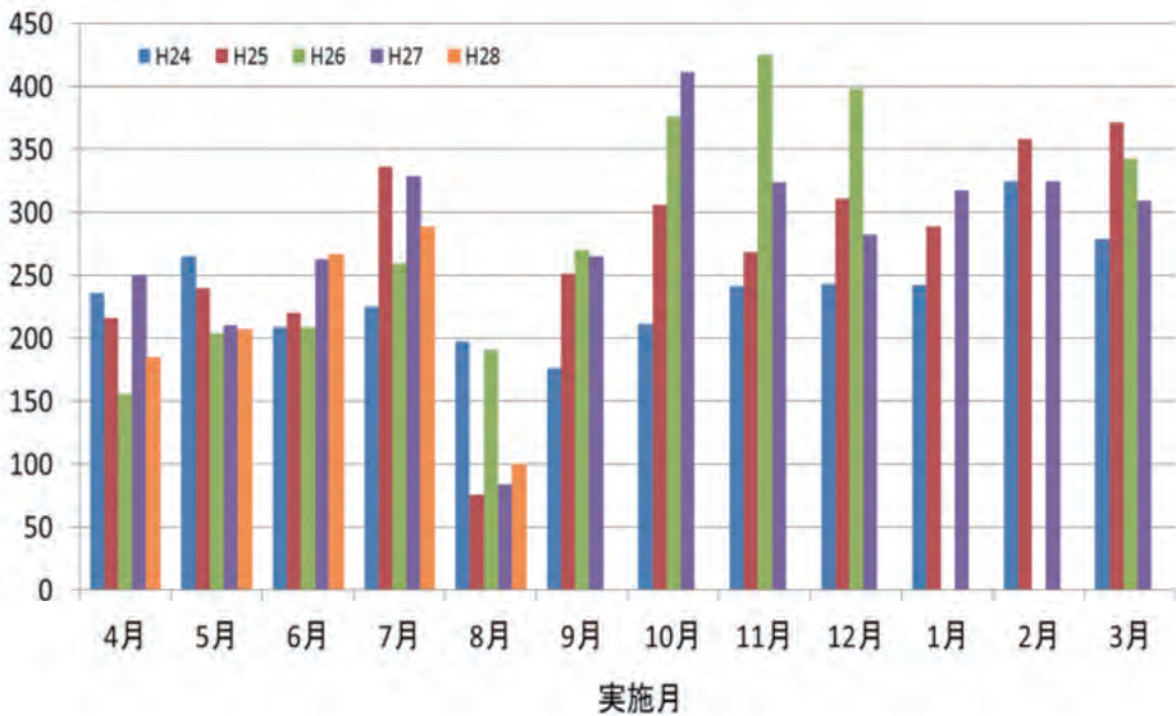


図1 月別校正実施状況

なお、治療用線量計校正の申し込み手順などについては、当財団ホームページ「放射線治療品質管理」の治療用線量計校正事業を参照。

3. 出力線量測定の実施状況

平成19年度から出力線量測定の供給を開始し、平成28年度は10年目となる。供給開始から平成24年度までの実施施設数は毎年50施設前後であったが、平成25年度に72施設と増加傾向となり、同年度の平成26年1月に厚生労働省より、がん診療連携拠点病院の指定要件として第三者による評価を受けることが盛り込まれた指針が示されたことに伴い、平成26年度は146施設、平成27年度は163施設と大幅な増加となった。

なお、出力線量測定も平成27年1月から2か月間のコバルト60線源交換の影響はあったが、その前後で可能な限り多くの申し込みを受け付けて実施した。

平成28年度の出力線量測定の予約状況は、4月および5月は少なく、6月以降も月ごとの申し込み施設

数は前年度を下回っている。

出力線量測定の実施頻度は、3年に1度の実施が推奨されていることから、申し込み件数が減少した要因をがん診療連携拠点病院（以降、拠点病院）等427施設（厚生労働省ホームページ掲載_平成28年4月1日付）について考えると、近年の実施施設数は平成26年度が146施設、平成27年度が163施設、計309施設となっており、この2年間で未実施の拠点病院数は118施設となる。

但し、前述の平成26年度および平成27年度の実実施施設数には、毎年実施している拠点病院や一般病院も含まれるため、実際には未実施の拠点病院数は118施設より多くなると予想される。

平成28年度に実施すると思われる拠点病院数は、平成25年度に実施した72施設とその他46施設程度となる。また、一般病院の申し込みを含めると、およそ140施設程度が見込まれる。

平成28年度8月末までの出力線量測定の実施数を表2に示す。

表2 出力線量測定の間年実施数 (H28.8月末現在)

		H19 ^{※1}	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H19-H27(T)
施設数		14	43	45	50	46	54	71	145	163	42	673
拠点病院数		12	32	29	37	35	46	57	113	129	33	523
ビーム数	4MV	9	20	29	31	28	28	46	90	100	29	410
	6MV	8	29	25	31	31	54	76	150	173	58	635
	10MV	13	35	40	45	44	59	92	152	189	57	726
	15MV	0	3	0	2	1	5	6	8	11	1	37
照射野条件 ^{※2}	5×5	-	-	-	55	33	40	63	115	142	26	474
	15×15	-	-	-	19	4	15	20	37	50	10	155
	20×20	-	-	-	48	34	46	42	128	134	25	457
	25×25	-	-	-	4	4	8	17	12	26	2	73
ウェッジ条件 ^{※2}	15°	-	-	-	23	20	31	35	57	45	17	228
	30°	-	-	-	18	22	22	40	60	54	12	228
	45°	-	-	-	8	7	11	18	13	20	6	83
	60°	-	-	-	4	9	6	23	15	23	6	86
Total		30	87	94	288	237	325	478	837	967	249	3592
照射装置数	Elekta	2	2	3	1	7	9	12	28	36	9	109
	MITSUBISHI	6	9	3	4	5	4	6	12	8	1	58
	SIEMENS	5	12	11	10	11	8	12	34	32	4	139
	TOSHIBA	5	8	5	9	2	6	4	13	7	0	59
	Varian	5	18	20	37	28	46	63	95	125	42	479
	その他	0	2	1	0	0	3	5	8	9	4	32
	Total	23	51	43	61	53	76	102	190	217	60	876

※1：平成19年度は、11月から3月までの5ヶ月間の実績を示す。

※2：平成22年度より、照射野条件およびウェッジ条件での測定を開始した。

※3：データ解析結果が不適切で再測定実施の場合は、再測定前の分はカウントしていない。

※4：平成25年度の校正条件に8,14,18,20MVを計10ビーム実施しているがカウントしていない。

※5：平成26年度の校正条件に8,18MVを計3ビーム、照射野条件8×8を1ビーム実施しているがカウントしていない。

※6：平成27年度の校正条件に8MVを1ビーム実施しているがカウントしていない。

※7：平成28年度の校正条件に8MVを1ビーム実施しているがカウントしていない。

平成28年度にこれまで未実施の拠点病院が出力線量測定を実施すると、ほぼ全国の拠点病院で実施されたことになり、今後、拠点病院の申し込み数は、毎年140施設前後に落ち着くと思われるが、一般病院の実施も増加傾向がみられるため、今後も実施施設の増加が期待される。

また、新たにFFFリニアック、Tomotherapy、CyberKnifeなど、各治療装置への1条件のみでの郵送調査について平成26年度より整備を開始しており、当財団における医療放射線監理委員会および下部組織の放射線治療品質管理部会で議論され、平成28年6月17日開催の医療放射線監理委員会にて審議・承認された。7月下旬に当財団ホームページおよび日本医学物理学会、日本放射線腫瘍学会の会員メーリングリストにて、同測定サービスの開始案内とともに提供を開始した。

4. 施設名公表について

当財団では治療用線量計校正および出力線量測定を実施した施設について施設名公表を行っており、平成28年度は8月下旬に財団ホームページに公表した。

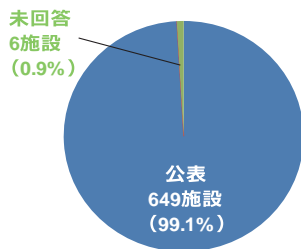
治療用線量計校正については、過去2年間の平成26年度および平成27年度に校正を実施した860施設を対象とし、そのうち公表の同意が得られた施設について施設名公表を行った。

治療用線量計校正実施施設の施設名公表数を図2に示す。

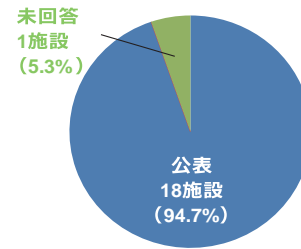
また、各年度別の医療施設および研究・教育機関、メーカー等、全体での施設名公表率は、平成26年度が99.0%、平成27年度が98.4%であり、今回の公表対象施設のうち、どちらの年度とも治療用線量計校正を実施した施設数は587施設であった。

(平成26年度対象施設数：674 施設)

医療機関：655 施設

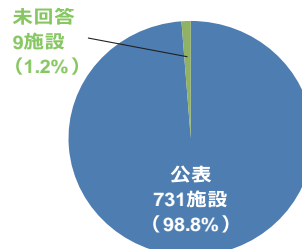


研究・教育機関、メーカー等：19 施設

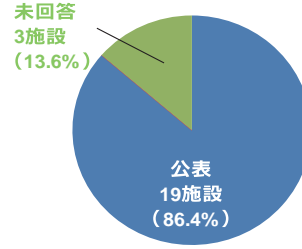


(平成27年度対象施設数：762 施設)

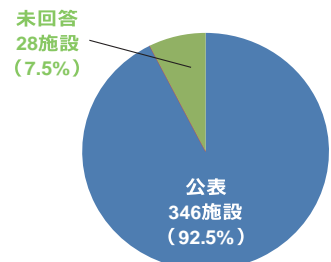
医療機関：740 施設



研究・教育機関、メーカー等：22 施設



(平成19年度から平成27年度までの対象施設数：374 施設)



拠点病院・一般病院、研究機関等の内訳

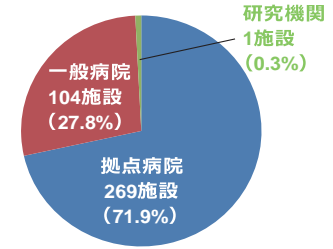


図2 治療用線量計校正実施施設の施設名公表数

図3 出力線量測定実施施設の施設名公表数

出力線量測定については、平成19年度の同測定開始から平成27年度までの対象となる実施施設数374施設（がん診療連携拠点病院269施設、一般病院104施設、研究機関1施設）のうち施設名公表に同意いただいた346施設について公表しており、施設名公表率は92.5%である。また、平成27年度の新規での申し込み施設数は74施設であった。

出力線量測定実施施設の施設名公表数を図3に示す。

なお、施設名公表については、当財団ホームページ「放射線治療品質管理」の治療用線量計校正事業または治療用出力線量測定事業の各ページを参照。

5. 今後の展望

1) 分離校正

当財団の治療用線量計校正は、現在、電位計と電離箱一対での校正定数を供給する「一体校正」に行っているが、今後の校正形態として、電位計および電離箱を別々に校正し、それぞれに校正定数を供給する「分離校正」(図4参照)の提供に向けて準備を進めており、早ければ平成29年4月の提供開始を目標としている。

分離校正は、電位計および電離箱を複数所有する施設では、それぞれに校正定数を持つことにより、各機器の故障・修理が発生した場合のバックアップなど、容易に変更が出来るようになり、その場に応じて使用する機器の組み合わせを選択できるメリットがある。

現在の進捗状況は、分離校正システム構築および測定環境の整備は完了しており、JCSS認定登録のための標準トレーサビリティの確保、電位計および電離箱の校正受け入れに関する範囲・条件などのガイドライン策定について、国立研究開発法人産業技術総合研究所をはじめ、関係有識者によるワーキンググループ（以降、WG）のサポートのもと供給に向けて準備を進めている。

2) IMRT（強度変調放射線治療）郵送調査

これまで、国立がん研究センター研究支援センターが支援する多施設共同臨床研究グループの日本臨床腫瘍研究グループ（JCOG）のWG内において、IMRT施設の第三者評価として訪問調査が行われている。

今後、訪問調査の対象となる施設が増加し、現状では対処できなくなることが予想されるため、訪問調査から郵送調査への移行が検討されており、既に当財団での出力線量測定において郵送調査システム

が稼働していることから、IMRT 郵送調査もその延長上での移行が容易であろうとの考えから、WGのサポートをいただき第三者評価の事業化を目標として検討している。

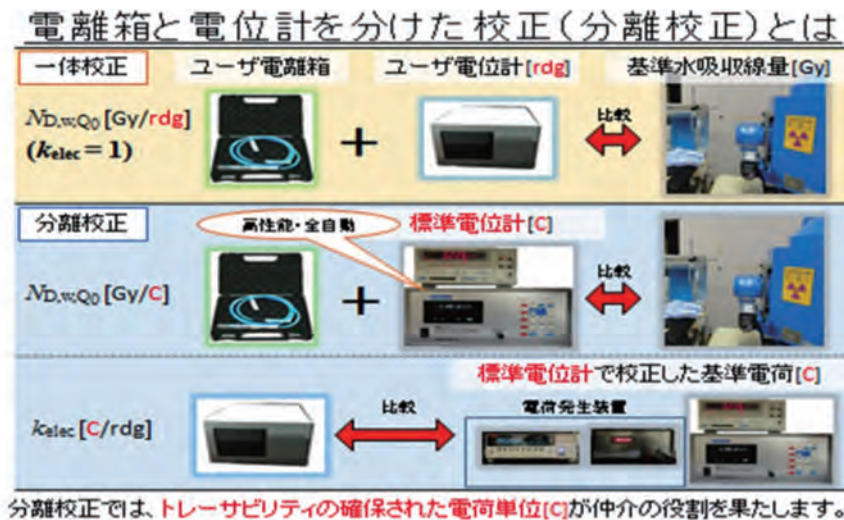


図4 従来の一体校正と分離校正との構成の違い

◆平成28年度粒子線がん治療等に関する施設研究会 第1回研究会

「平成28年度第1回施設研究会」は平成28年6月4日(土)一般財団法人脳神経疾患研究所附属総合南東北病院(福島県郡山市)にて陽子線治療センターおよびBNCT研究センターの見学会として開催し、建設・設計会社、装置メーカー等から29名の参加がありました。

当日は、はじめに高井良尋先生(南東北BNCT研究センター センター長)から「南東北BNCT研究センター中性子捕捉療法」についての講義、続いて加藤貴弘先生(南東北がん陽子線治療センター 放射線治療品質管理室長)から「南東北がん陽子線治療センターの概要と稼働状況について」の講義があった後、陽子線治療センターおよびBNCT研究センターを見学させていただきました。

—総合南東北病院紹介—

南東北グループは、PRO VONO AEQUOROSA(すべては患者さんのために)を理念として、昭和56年(1981年)の南東北外科病院開設から35年を経た

現在、病院、診療所、介護老人保健施設、特別養護老人ホーム、障がい者支援施設などを福島県、宮城県、青森県、東京都、神奈川県で展開しており、施設・事業所の総数は92、ベッド総数3,000床以上、正職員数約7,000人の大規模な医療・福祉の総合企業体です。このうちの総合南東北病院では、X線照射装置(リニアック)、高線量率小線源治療装置(RALS)、ガンマナイフユニット、陽子線照射装置、サイクロロンを用いた中性子捕捉療法、サイバーナイフにより放射線治療が行われ、ほとんど全ての放射線治療装置を備えています。



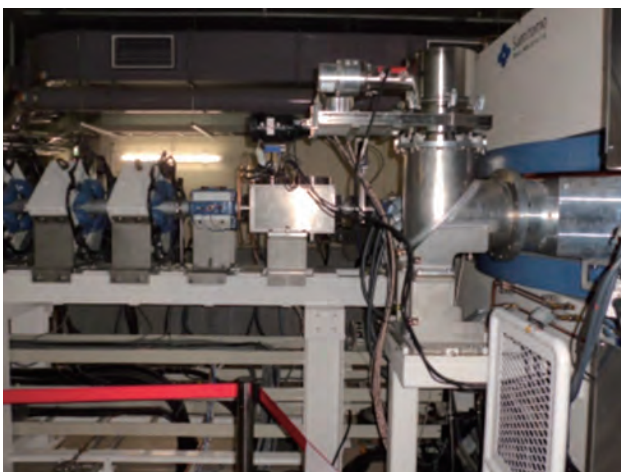
講義風景

—南東北BNCT研究センター紹介—

南東北BNCT研究センターは東日本大震災からの復興と医療機器産業の振興に寄与するものとして、福島県からの補助を受けて実施されたプロジェクトです。平成25年3月に建設を開始し、平成26年9月竣工、平成27年11月に診療所として開設しました。再発・進行がんを治療できる「ホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) 装置を、病院として世界で初めて導入しました。日本でBNCT装置を備えている施設は、他に京都大学原子炉実験所、国立がん研究センター中央病院、筑波大学がありますが、現在稼働して臨床を行っている病院併設型の施設は、この南東北BNCT

研究センターが世界で唯一となります。設備およびシステムの基本構成は、30MeVのサイクロトロンにより陽子ビームを発生させ、ベリリウムターゲットに当て中性子を発生させる仕組みで、準備室および治療室を各2室設けております。

2016年1月から、南東北BNCT研究センターと京都大学原子炉実験所は、それぞれの施設を使って、再発悪性神経膠腫を対象としたBNCT第Ⅱ相臨床試験を開始しました。これには、南東北医療クリニック、国立がん研究センター中央病院、大阪医科大学附属病院が参加しています。また、2016年7月からは切除不能の再発頭頸部癌治療が開始される予定です。

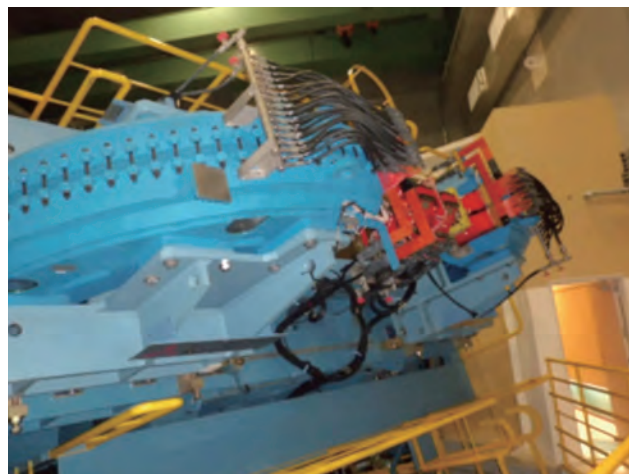


南東北 BNCT 研究センター

—南東北がん陽子線治療センター紹介—

南東北がん陽子線治療センターは、2008年10月治療を開始し、2009年2月には先進医療の認可を受けました。地下1階：陽子線治療エリア（ガントリー室2室、水平照射室1、シンクロトロン加速器）、1階：受付・診断・診察エリア、2階：スタッフ、装置電源室等、3階：全室個室の病棟、4階：待合ラウンジから成り、温泉もあります。病床数は19床、南東北総合病院の20床を加え、放射線治療科として常時40名程度の入院患者さんを受け持っています。加速器の入射器は、RFQリニアックとDuoプラズマトロン・イオン源の一体型で、出口エネルギーは3MeVです。シンクロトロンは、周長19.86 m、最大加速エネルギー 235MeVです。治療運用エネルギーは150MeV、

210MeV、230MeVとなっています。附属の装置としては、X-TV（呼吸計測用）、PET-CT（放射化PET用）、および治療計画用のCT、MRIを備えています。装置は、通常朝6時に起動し17時間稼働します。1日の平均治療人数55名、平均治療件数100件で、これまで約8年の間で3500人程に治療を行いました。特に、頭頸部がんが多いのが特徴です。今年度は、福島県立医科大学小児腫瘍科と連携し、4月より保険収載された小児がん陽子線治療を積極的に開始しました。現在までに既に3名の治療が行われていますが、子どもが無理なくじっとしていただけるように「プロトンシアター」と称し、天井にプロジェクターを投影させ、アニメ等を観せる等の工夫をしております。



南東北がん陽子線治療センター

粒子線治療の保険収載と先進医療について

公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団

1. はじめに

陽子線治療は平成13年7月1日より、重粒子線治療は平成15年11月1日より、それぞれ先進医療^{※1}として、10年以上の長きにわたり実施されてきました。先進医療の平成27年度実績報告によれば、陽子線治療、重粒子線治療の年間実施件数はそれぞれ3012件、1889件に達し、全108種の先進医療技術の中で第3位および第4位の位置を占めました。ちなみに第1位と第2位はそれぞれ「多焦点眼内レンズを用いた水晶体再建術」および「前眼部三次元画像解析」で、共に眼科に係るものであることから、がん治療に係る先進医療の中では、粒子線治療（ここでは、陽子線治療と重粒子線治療の総称として粒子線治療と呼ぶ）はまさにフロントランナーであったと言えるでしょう。

こうした実績を踏まえ、平成28年度より、一部の疾患について、粒子線治療の保険収載が実現する運びとなりました。本稿では、厚生労働省の先進医療会議での議論を基に、粒子線治療について、先進医療での経緯、保険診療、今後の課題などについて、紹介いたします。

2. 先進医療とは

厚生労働省のホームページでは、先進医療は図1の通り紹介されています。そのポイントとしては、将来的な保険導入のための評価が前提であること、そのために当該技術と保険診療との併用（いわゆる混合診療）が特別に認められていること、の二点があげられます。

先進医療に係る技術の評価は、厚生労働省の先進医療会議で実施されます。特に保険導入のための評価は、先進医療を実施する保険医療機関からの報告に基づき、診療報酬改定の時期に先立ち行われるのが通例です。最近では、平成26年と平成28年の診療報酬改定に合わせ、その年の1月に開催された先進医療会議において、保険導入に関する議論がなされました。すなわち、それぞれの技術ごとに、「保険導入」、「先進医療として継続」、「先進医療からの削除」の中から適切とされるものに振り分けがなされました。評価結果は中央社会保険医療協議会（中医協）に報告され、保険収載へ反映されます。



図1 厚生労働省ウェブサイト「先進医療の概要について」

http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/iryuuhoken/sensiniryu/index.html

※1 承認日時点では先進医療の前身である高度先進医療

粒子線治療の場合、平成26年の診療報酬改定に際しては「先進医療として継続」することが適切とされました。平成28年においては「保険導入が適切」である14技術のうちの一つとして、「陽子線治療については小児腫瘍のみで、重粒子線については切除非適応の骨軟部腫瘍のみが保険導入とされた。それ以外の適応症の主なものは、先進医療として継続する」との注記とともに、先進医療会議から中医協へ報告がなされました。

先進医療会議の配布資料や議事録等は厚生労働省のホームページにて公開されています。(図1のホームページより先進医療会議のページにリンクが張られています)

3. 先進医療会議での議論

さて、先進医療会議ではこれまで粒子線治療の保険導入についてどのような議論がなされてきたのでしょうか？

平成26年まで先進医療における粒子線治療の適応症は固形がんに係るものに限るとされ、その対象部位は広範囲に及びました。一方、施設数は陽子線、重粒子線それぞれ8施設および3施設と限られており、施設によっては対象部位の症例数には偏りも見受けられました。

こうした状況を踏まえ、第14回 先進医療会議(平成26年1月16日)において、粒子線治療の保険導入の検討に際し、次のような指摘がなされました。

- これまで先進医療として実施してきたデータについて、評価に耐えるデータの蓄積・解析等が行われてきたとは言い難く、解析等を実施することが必要。
- 一方で効果が示唆される結果もあることから、疾患や病態を絞って、先進医療B^{※2}として評価を実施するなど、適切に評価できる体制を構築すべきではないか。
- 海外への輸出等を検討するのであれば、安全性や

有効性等について、統計学的に主張が行えるような評価を行うべき。

また、第17回先進医療会議(平成26年4月17日)では、こうした指摘を受ける形で、事務局(厚生労働省)より次のような提案がなされました。

「第14回 先進医療会議(平成26年1月16日)において、平成26年度診療報酬改定における先進医療からの保険導入の検討についての検討を行った際に、今後、先進医療を継続する上での課題等が指摘されているため、下記のような対応を行うこととしてはどうか

- 実施施設に対し、これまで先進医療として実施してきたデータを施設横断的にとりまとめ、解析等を実施することが可能かどうか、事務局から打診を行う。
- 安全性・有効性等が一定程度明らかになりつつあり、先進医療Aとしての実施が望ましい臓器や組織型等と、安全性・有効性等に不明確な点が多く先進医療Bとしての実施が望ましい臓器や組織型等とに、平成28年3月までに振り分けを行うことを検討する。その際、主要な実施医療機関が事務局とともに振り分け案を作成することとする。
- 解析が行えた場合は、臓器や組織型ごとに、平成28年度診療報酬改定時に保険適用できるか判断することを検討する。」

会議ではこの提案は概ね了承され、新たに、施設横断的なデータの取りまとめ、ならびに臓器、組織型ごとの検討という二つの柱が打ち出されました。

また翌年、参議院では、国立研究開発法人放射線医学総合研究所法の一部を改正する法律案に対する附帯決議において、「現在、先進医療となっている重粒子がん治療への早期の保険適用に向け、放射線医学総合研究所を始めとする関係機関が一体となって、治療の安全性、有効性に関する症例データの集積・解析等の取組を進めること。」と明記しました。

※2 未承認等の医薬品、医療機器若しくは再生医療等製品の使用又は医薬品、医療機器若しくは再生医療等製品の適応外使用を伴わない医療技術であって、当該医療技術の安全性、有効性等に鑑み、その実施に係り、実施環境、技術の効果等について特に重点的な観察・評価を要するものと判断されるもの。

このように、粒子線治療についての保険導入の議論は、平成28年診療報酬改定へ向け新たな段階を迎えることとなりました。

また厚生労働省は日本放射線腫瘍学会を粒子線治療におけるカウンターパートとして位置づけ、第33回先進医療会議（平成27年8月6日）では、粒子線治療に関するレビューを同学会に発表させるという異例の対応がとられました。疾患別の治療成績などの詳しい資料は先進医療会議のホームページに掲載されていますが、同学会はこれまでの粒子線治療に対する総括として次の4点を報告しました。

1. 陽子線治療、重粒子線治療は、「限局性固形がん」への先進医療Aの枠組みの中で、各施設毎の各プロトコルで治療されてきた。今回、日本放射線腫瘍学会が中心となり、先進医療として実施してきたデータを施設横断的にとりまとめ、臓器・組織型別に解析等を実施した。
2. 既存治療との比較により、有効性・安全性に優れる疾患・病態と、優位性が明確でない疾患・病態が判明した。さらに、後ろ向き研究の限界で、既存治療との比較ができない疾患・病態があることが判明した。
3. 今回、既存治療との比較ができなかった疾患・病態に関しては、今後も「限局性固形がん」への先進医療Aとして各施設毎に症例を集積しても、評価に耐えるデータの蓄積・解析が困難で、保険収載には至らない可能性が高いと思われる。一方で、それらの中には、前向きに検討すべき見込みのある結果もあることから、疾患を絞って、同一プロトコルに基づいた前向きの多施設共同臨床試験をすべきと思われた。
4. 従来のX線治療等の既存治療との比較において、ゆっくりとした増殖をする腫瘍への有効性、血管系晩期障害、2次発がん率に関しては、10年以上の観察が必要であり、前向き臨床試験のデータ集積や評価方法に関して、検討が必要であると思われた。

学会の提出した疾患別の資料には優れた成績を示せたものがある一方で、上記の総括についてはさま

ざまな解釈がなされ、なかには「粒子線治療 先進医療除外も」「一部がん 学会、優位性示せず」といった見出しが躍る新聞報道もありました。

こうした議論が重ねられた結果、第38回先進医療会議（2016年1月14日）において厚生労働省より粒子線治療について次のような提案がなされました。

1. 保険導入の対象について

- (ア) 小児腫瘍については、陽子線治療の有効性と安全性が既存 X 線治療に比較して上回ることから、陽子線治療を保険導入してはどうか。
- (イ) 切除非適応の骨軟部腫瘍については、確立された既存治療がなく、また、重粒子線治療は既存治療に比較して上回る有効性を示していることから保険導入してはどうか。なお、陽子線については、有効性を示すエビデンスレベルの高い文献がなかったことから、保険導入しないこととしてはどうか。
- (ウ) 切除適応の骨軟部腫瘍については、手術に比較して上回る有効性を示せなかったため、保険導入しないこととしてはどうか。
- (エ) 頭頸部の非扁平上皮癌については既存治療に比較して上回る有効性及び安全性を示せなかったため、保険導入しないこととしてはどうか。
- (オ) 肝癌については、既存治療に関する文献のエビデンスレベルが低かったことから、今回は保険導入しないこととしてはどうか。
- (カ) 肺癌については、粒子線の治療成績の症例数が少なかったため、今回は保険導入しないこととしてはどうか。

2. 先進医療における対応について 今後の粒子線治療の先進医療に係る取扱いは、以下の2つとしてはどうか。

- (ア) 学会主導による統一された治療方針に規定された適応症については、学会から提案された新たな施設基準で、先進医療 A として実施する取扱いとする。
- (イ) 有効性・安全性等の観点から、重点的な評価が必要な適応症については、先進医療 B としてプロトコルを作成して実施する取扱いとする。

この提案は概ね了承され、冒頭に述べました通り、陽子線治療については小児腫瘍、重粒子線については切除非適応の骨軟部腫瘍がそれぞれ保険導入されることとなりました。

4. 保険診療における粒子線治療の治療費

上記の通り、陽子線治療については小児腫瘍、重粒子線については切除非適応の骨軟部腫瘍がそれぞれ保険診療として実施できるようになりました。では、この場合、患者負担はどうなるのでしょうか？平成28年厚生労働省告示第52号（診療報酬の算定方法の一部を改正する件）別表第1（医科点数表）によれば、粒子線治療の診療報酬の算定は次に依ります。

M001-4 粒子線治療（一連につき）

1. 重粒子線治療の場合 150,000 点
2. 陽子線治療の場合 150,000 点

注1 別に厚生労働大臣が定める施設基準に適合しているものとして地方厚生局長等に届け出た保険医療機関において行われる場合に限り算定する。

- 2 別に厚生労働大臣が定める患者に対して粒子線治療を行った場合は、所定点数の100分の25に相当する点数を加算する。
- 3 粒子線治療の適応判定体制に関する別に厚生労働大臣が定める施設基準に適合しているものとして地方厚生局長等に届け出た保険医療機関において、粒子線治療の適応判定に係る検討が実施された場合には、粒子線治療適応判定加算として、40,000点を所定点数に加算する。
- 4 別に厚生労働大臣が定める施設基準に適合しているものとして地方厚生局長等に届け出た保険医療機関において、放射線治療を担当する専従の医師が策定した照射計画に基づく医学的管理を行った場合には、粒子線治療医学管理加算として、10,000点を所定点数に加算する。

この算定方式に従い、かつ1点=10円で計算した場合、粒子線治療の診療報酬は、陽子線、重粒子線の

種類によらず、最大237万5千円となります。窓口で患者の支払う金額はこのうちの3割に相当することから、多くて71万2千5百円となります。また高額療養費制度により、窓口で支払った額が所得に応じて決められた上限額を超えると、超過分は公的医療保険が負担してくれます。例えば、70歳未満で年収が約370万円～約770万円の方の場合、この上限額は次の通り計算されます。（平成28年10月1日現在）

$80,100円 + (ひと月の医療費 - 267,000円) \times 1\%$
この場合、一連の粒子線治療を同じ月内で実施したとすれば、実質的な自己負担額は8万5千円足らずになると試算できます。

小児がんや骨軟部腫瘍の患者さんにはがん保険等に未加入の若年層が多いことや、若い親御さんの中には十分な蓄えがなかったり、各種ローン等抱えている方がおられることを考えると、これらの疾患に対する粒子線治療の保険収載は大変大きな福音になるといえます。

5. 今後の課題

今般、粒子線治療の一部疾患に対して保険収載がなされました。しかしながら、このことは、それ以外の多くの疾患が引き続き先進医療の枠組みの中で継続されることを意味し、保険導入のための評価に足りる、さらなる科学的エビデンスの蓄積および解析が施設横断的になされることが課題となっています。

粒子線治療の先進医療Aの適応症としては、頭頸部腫瘍、肺・縦隔腫瘍、消化管腫瘍、肝胆膵腫瘍、泌尿器腫瘍、乳腺・婦人科腫瘍、転移性腫瘍、（陽子線ではこれらに加えて骨軟部腫瘍）が指定され、学会主導の統一された治療方針に基づき治療が実施されるとともに全症例データの登録がなされる予定です。

また、有効性・安全性等の観点から、重点的な評価が必要な適応症については、先進医療Bとしてプロトコルを作成して実施がなされる予定です。

こうした取組みは、先に紹介いたしました参議院附帯決議にも沿うものであり、関係する医療機関が一体となって積極的に実施されることが必要です。また、わが国が世界に先導する医療技術の一つとして、粒子線治療の今後のさらなる発展のために、より一層の国及び関係機関の協力や支援が望まれるところです。

『重粒子線治療ですい臓がんを狙い撃つ』 私の膵臓癌サバイバーとしての経緯

林 正男（入院時 56 歳）



【すい臓がん発症の経緯】

2012年の4月に近くの大学病院で、膵臓がんの宣告を受けました。当時は外資系企業の営業部門で朝早くから夜の遅い時間迄、仕事に追われており胃の不快感、背部痛を感じてはいましたが仕事のストレスが

原因ではと思っていました。所が会社での食事会で飲食の際非常に強い背部痛を感じ食事が取れない状態になりました。近くの大学病院を受診し血液検査とエコー検査を実施した所、膵臓に比較的大きな腫瘍が見つかり血液検査でも腫瘍マーカーのCEAが100近く、CA19-9は6,000を超えていました。生体検査でも膵臓癌が確定し、癌のステージはレベルIV a、門脈と腹腔動脈に浸潤が認められ手術は対応不可、残る治療法は抗がん剤と通常の放射線のみ、こういう状況に陥ったからこそ家族の事で今後やらなければいけない事があると思ひ、標準治療を行った場合の余命を医師に尋ねると、半年か1年と言う返事でした。当然、絶望感を味わったわけですがその当時の私を支配していた感情は強い怒りでした。

人に何の断りもなく絶望の淵に突き落とす膵臓癌に対して、自分の病状が今後どう変化するにしてもまず、一撃を与えないことには気が済まないと言う強い思いがありました。仕事で困難な状況を克服するためにあらゆる手段を探して、実施することをプランニングする習性がついていましたので癌との闘いも同じように考えていました。

【重粒子線治療を治療の基本にしたいと考えた理由】

本、インターネット、癌関連のNPOサイト、患者のブログ等で有益な情報はないかと探していたどり着いたのが重粒子線治療でした

重粒子線治療が自分に有効ではと考えた理由としては

- ・膵臓癌が、すい臓内に留まり転移がなく治療が可能であった。
- ・膵臓癌に対して強力な治療効果が期待できる。(粒子線としての粒子の大きさ)
- ・重粒子線治療の特徴であるブラッグピーク効果により体の深い所にある膵臓癌に適している。

この3点でした。

【1回目の重粒子線治療】

重粒子線治療を選択し、主治医の山田先生と出会えたことは、本当に幸運な事だと考えています。納得がいくまで懇切丁寧な説明をして頂き、真摯に治療を施して頂いた事に対しては、過言ではなく命の恩人だと思っております。

- ・私の膵臓癌の状況は膵体部の腺癌、縦7cm横4cmの比較的大きな腫瘍、
- ・初回の治療は2012年6月29日から7月19日に総線量50.4GyE 12回の照射

治療自体は辛いことは何もなく少し以外な感じがしました。少し大変だったのは、位置合わせ及び照射で30分位じっとしていることでした。時間が早く過ぎるように昔行ったきれいな景色を思い浮かべ時間が過ぎるのを待ちました。

重粒子線治療後、当初はCEA 100 CA19-9 6000 近くあった腫瘍マーカーも2012年10月にはCEA 4.3

CA19-9 243 と劇的に下がり正常値ではありませんが、点滴の抗がん剤ジェムザールを続けて経過を観

察しておりました。2013年7月位からすい臓がんがジェムザールに対して耐性を獲得したのか、CEA 19.2 CA19-9 260 と徐々に腫瘍マーカーが上がり始めPETCTでも膵頭部に約3cmの腫瘍が2個見つかりました。

【2回目の重粒子線治療】

・2013年11月13日から12月4日 55.2GyE 12回照射

2回目の重粒子線治療でしたが、癌の大きさを見ると初回よりも小さくなっており、私にとって戦う相手は徐々に小さくなっていると言う印象を覚えました。

2014年5月にはCEA 3.6 CA19-9 18 と正常値の範囲に入りPETCTでも腫瘍の集積は認められなくなりました。腫瘍マーカーが正常値に入った安心感とジェムザールから変更した抗がん剤TS1により角膜障害を起こしてしまっていたので抗がん剤TS1を中断し、経過を観察することにしました。結果的には私のこの判断が誤りだったこととなります。

【3回目の重粒子線治療】

2014年11月頃から少しずつ腫瘍マーカーが上がり始め、PETCTの結果膵体部の神経叢に5ミリから10ミリの膵臓癌が見つかりました。2回目の再発でしたが、戦う相手すい臓がんは更に小さくなっており重粒子線治療で又叩くと言う思いでいました。

・2014年12月17日から2015年1月7日 52.8GyE 12回照射

2回の再発があったわけですが、意外に余り動揺しなかったように記憶しています。重粒子線治療と言う治療法が私の心の支えになっていたのは事実です。3回目の重粒子線治療後、1年半が経過していますが腫瘍マーカーは正常値を継続し、3ヶ月に1度のCTでも腫瘍の拡大、転移はありません。抗がん剤TS1は標準より少し少なくして継続しています。

【現在の状況】

4年半前に、すい臓がんを発症し、仕事一辺倒の生活から自分の命と、自分の今後の事を考える時間と向き合うようになってから心掛けていることは、癌とは徹底的に戦う、今まで忙しくて出来なかった事を行い日々の生活を楽しむ。

私の経験を客観的にお話しすることで同じ境遇にある方の治療の選択肢を少しでも広げる。

この3点を軸に、今後実施していく事を考えていました。

情報収集の目的で、膵臓癌のNPO団体の講演、患者サロンに参加したり膵臓癌のブログを開設している方とお会いしてお話しを伺ったりしている中で感じたことは、重粒子線治療の理解と認識がまだ少ないと言うことでした。

自分が膵臓癌で大変な思いをし、重粒子線治療で希望を見出した事を踏まえ、大変な状況下で大切な事は絶望感の中でも、少しでも希望を見出すことができれば人間は、困難な状況に立ち向かっていけると言う思いを強く感じました。

膵臓癌のNPO団体の日本支部では、私の重粒子線治療の経験を、患者サロンで話させて頂き非常に効果的な治療法だと言うことをサバイバーの方に認識して頂きました。癌を宣告された時の絶望感は経験した人にしか分からない。進行の進んだ癌と宣告された時の絶望感は尚更です。膵臓癌の場合、発覚した時点で、6割から7割の方が手術出来ない状態で見つかり延命の治療法しか残されていないのが現状です。抗がん剤の種類も少なく手術ができたとしても5年生存率は5%とされています。治療法は患者本人が決断するものですが、私の事例を客観的にお話しすることで、手術ができない状況でも、まだ治療ができる可能性があることを認識して頂き、大変な状況の中でも、希望を見出して頂きたいと思っています。

そう言った意味で、週刊誌等の取材も積極的に受けるようにしています。

現在は、家内にバランスの良い食事を作って貰い、食後にランニングマシーンを使い体力の維持に努めています。癌との戦いにおいて心の安定は大切な要素なので、音楽、読書、洋画鑑賞、美術館での絵画の鑑賞、ドライブ等自分の好きな事で免疫力が上がるようにしています。癌との闘いは、国と国との闘いに似ている、より多くの兵力=免疫力、より多くの武器=治療法を持っている方が闘いを有利に展開できると言われています。今後もWEBで新しい情報を取得しながら、日々楽しい趣味を続けて行きたいと思っています。

膵癌に対する重粒子線治療の特徴・現況

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構
放射線医学総合研究所病院
山田 滋

我が国の「膵の悪性新生物」による2014年の年間死亡数は31,716人と報告されています¹⁾。この数字は年々増加傾向にあり、悪性新生物による部位別死亡数の第4位となっています。膵腫瘍の90%を占める浸潤性膵管癌（以下、膵癌）は膵の悪性新生物の中で最も頻度が高く、予後不良です。現在、膵癌に対する唯一の根治治療は手術ですが、手術を行った場合でもその多くが再発し、5年生存率は20%に満たないのが現状です²⁾。さらに手術不能である局所進行膵癌にいたっては、2年生存率が10-30%であり極めて治療抵抗性であると言えます。重粒子線は、従来の放射線治療で用いられてきたX線とは異なる物理特性、生物特性をもつことから、従来放射線治療抵抗性とされてきた難治性腫瘍に対しても優れた効果が示されてきました³⁾。これらのことから、放射線に感受性の高い臓器に囲まれた治療抵抗性の膵癌に対しても有効性が期待されました。

膵癌の大部分は腺癌で、また低酸素細胞の割合が多く放射線抵抗性と考えられています。さらに膵癌は胃・腸管などの放射線感受性の高い臓器に近接することが多いことで腫瘍に十分な線量を照射するこ

とが困難でした。重粒子線は①線量分布が優れている（物理特性）②生物学的効果が大きい（生物特性）という2つの特徴を有します。これらの特徴から周囲にある放射線感受性の高い臓器（消化管・脊髄など）を効果的に避け、癌のみに集中させることが可能となり、さらに、放射線抵抗性である低酸素細胞、癌の幹細胞に対しても高い殺細胞効果が示されています⁴⁾。

放射線医学総合研究所（放医研）では局所進行膵癌に対して2003年から12回/3週間での重粒子線治療が開始されました。さらに、2007年よりGEMを併用した重粒子線治療の臨床試験が開始され、化学療法併用においても安全かつ有効な治療法であることが証明され、2012年からは先進医療として治療を行っています。ここでは、現在施行している局所進行膵癌に対するGEM併用重粒子線治療について紹介いたします⁵⁾。

早期に遠隔転移を制御する目的で2007年から2012年まで切除不能局所進行膵癌に対するかGEM（抗がん剤 gemcitabine）併用重粒子線治療の線量増加第I/II相臨床試験が施行されました。重粒子線の回数は12回/3週間で、まず線量を43.2Gy（RBE）で固定し、GEM用量を400、700、1000mg/m²と増量させ、その後GEM 1000mg/m²で固定し線量を45.6から55.2Gy（RBE）まで増加させる2段階の投与量（照射線量）増加試験を行いました。X線治療とGEMの併用試験の結果では副作用のためGEMの投与量は通常の4分の1である250mg/m²が限界でした。しかし、重粒子線治療は周囲の正常組織への照射線量が少ないことからGEMの投与量を減らすことなく投与が可能と考えられました。本試験では、72例にGEM併用重粒子線治療が施行され、全例で予定通りの重粒子線治



療を完遂しました。重粒子線線量増加およびGEM投与量増加においても、試験の中止となる用量・線量制限毒性は極めて低く予定線量まで順調に増加することができました。線量増加とともに、生存率の向上が得られ、45.6Gy (RBE) 以上照射された高線量群42例の2年生存率、生存期間中央値はそれぞれ48%、23.9ヶ月と良好な成績でした。報告例では2年生存率が10-30%であることを考慮すると、良好な結果であると考えられました。本試験の結果から高い線量においても化学療法同時併用重粒子線治療は安全に施行可能であり、正常組織障害の頻度を増加させることなく、予後の改善にも寄与することが示されました。

今回、体験記をお寄せ頂いた林さんは膵体部の腫瘍が指摘され、生検にて腺癌の診断で、膵体部癌と診断されました。主要血管であり腹腔動脈に浸潤があり手術適応はないとの診断で2012年4月当院に紹介受診されました。受診時の画像では腫瘍が胃に接していたことから、腫瘍の縮小を期待して化学療法GEM (gemcitabine) 1000mg/m²を施行していただきました。腫瘍が縮小したことから2012年6月29日～7月19日まで1回目の重粒子線治療 (50.4Gy (RBE) /12fr) GEM併用 (1000mg/m²) を施行いたしました (図1)。腫瘍マーカーは治療前 (CEA : 90.0ng/

ml、CA19-9 : 22290U/ml) と高値でしたが、6月後には (CEA : 3.96ng/ml、CA19-9 : 550U/ml) と著明に低下しました (図4)。また、PETでも腫瘍の集積はほぼ消失しました。その後2013年7月のPETにて膵体部の集積 (近接する2カ所) を指摘され、腫瘍マーカーも再度 (CEA : 76.9ng/ml、CA19-9 : 2870U/ml) へ上昇し局所再発と診断されました。通常再発が確認された場合は、他部位にも再発している場合が多く、直ちに化学療法剤であるTS-1を開始していただきました。4月経過後のCTにて他部位への再発巣を認めなかったことから重粒子線の再照射を検討しました (図2)。

通常の放射線治療に使用されているX線はエネルギーの高い光ですので、電球の光と同様に広がっていく性質を有します。X線治療の場合は、癌細胞のみに狙いを定めても周囲の正常組織に照射されてしまうことから、正常組織が耐えられる線量まで照射することになります。初回治療で正常組織が耐えられる線量まで照射されていることから、2回目の照射は困難になります。一方、重粒子線治療の場合は、優れた線量分布の特性を生かし、正常組織を避けて癌細胞のみを狙い撃ちすることから、複数回の照射が可能となることが利点として挙げられます。また、林さんの場合は再発巣が消化管から十分離れていたこ

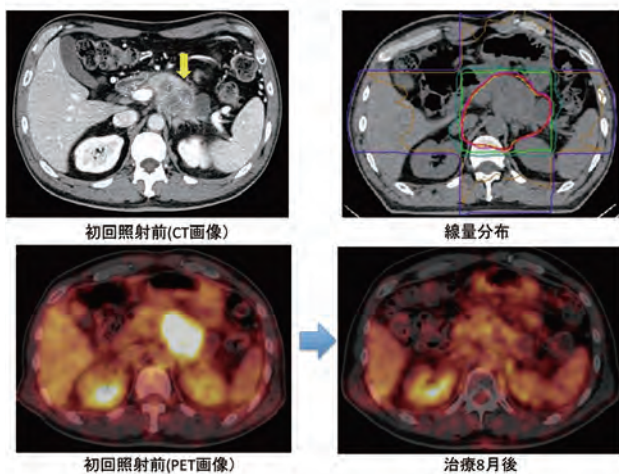


図1 初回重粒子線治療の経緯

膵体部に腫瘍 (黄色→) が認められます。線量分布で周囲の臓器には極めて低い線量しか照射されていないことがわかります。治療8月後にはPETでの集積はほぼ消失しています。

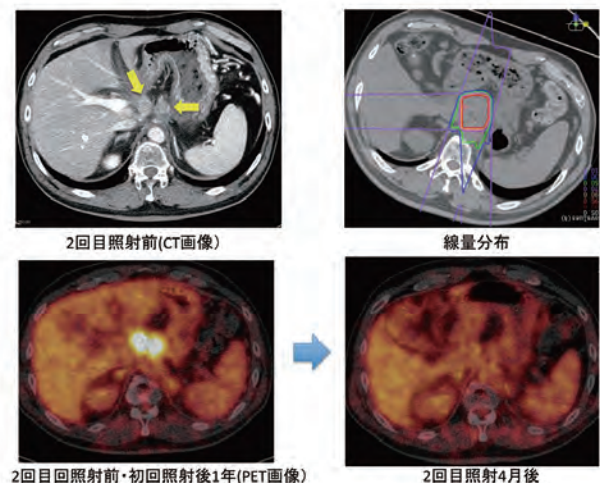


図2 2回目の重粒子線治療の経緯

膵体部頭側に2カ所の腫瘍 (黄色→) が認められます。線量分布で周囲の臓器には極めて低い線量しか照射されていないことがわかります。治療4月後にはPETでの集積はほぼ消失しています。

とも重粒子線治療の適応となりました。

2013年11月2回目の重粒子線治療(55.2Gy (RBE) /12fr)を施行しました(図2)。その後、PET検査でも腫瘍の集積は消失し、腫瘍マーカーもCEA:4.3ng/ml、CA19-9:43.4U/mlと著明に低下しました。

それから1年後2014年11月腫瘍マーカーが上昇(CEA:8.4ng/ml、CA19-9:125.6U/ml)し、PET-CTにて膵体部に結節状集積が認められ2014年12月3回目の重粒子線治療(52.8Gy (RBE) /12回)を施行しました(図3)。その後PETでの集積も消失し、腫瘍マーカーも2016年7月(CEA:5.3ng/ml、CA19-9:14.9U/ml)と低下したままです。

最初の治療から4年4か月で、最後の治療から2年近くが経過しておりますが、画像検査で再発の兆候なく順調に経過しています。元気に外来にお越しになる姿を拝見し、安堵とともに、患者様の病気に立ち向かっていく姿勢に対し、わずかですが重粒子線

治療が患者様のお役に立てているのだなと実感できます。これからも充実した毎日を過ごされることを心よりお祈りしております。

放医研では、次世代照射装置を用いた新しい重粒子線治療を開発しました。従来施行していたブラッグピークを重ねて広げる方法(spread-out Braggpeak、パッシブ照射法)から、より腫瘍の形状にフィットした照射を可能としたスキャンニング照射法を用いて治療を行っています。本法は呼吸性移動が大きい臓器の治療に適応することが困難でしたが、放医研では重粒子線を高速で走査し、呼吸位相に合わせて腫瘍を重ね塗りする技術を開発し臨床に応用することに成功しました。この技術を用い膵臓癌に対する治療で用いることで、さらに周囲の臓器の線量を低下させることが可能になり、さらなる治療成の向上が期待されています。

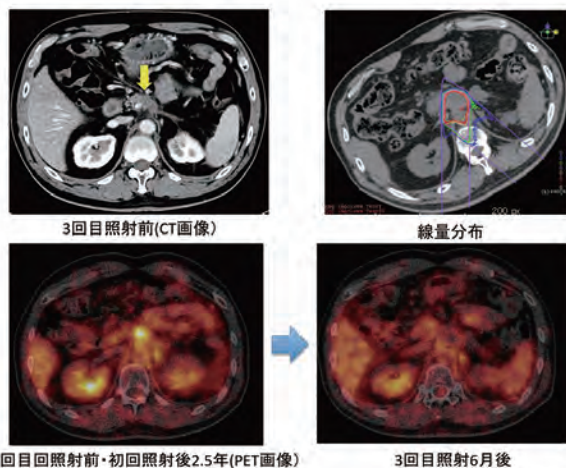


図3 3回目の重粒子線治療膵癌の経緯

膵体部足側に腫瘍(黄色→)が認められます。線量分布で周囲の臓器には極めて低い線量しか照射されていないことがわかります。治療6月後にはPETでの集積はほぼ消失しています。

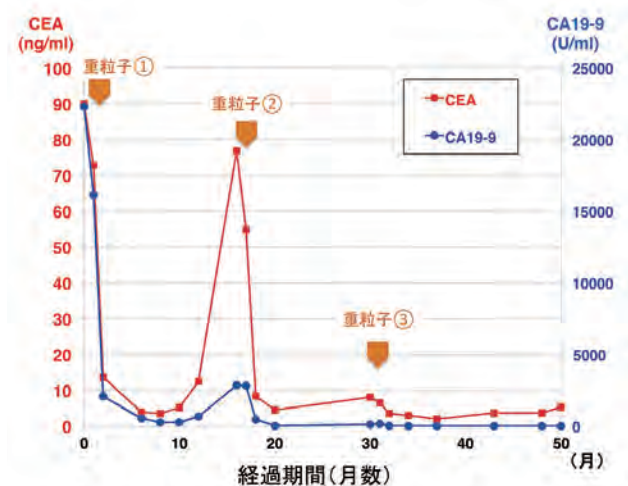


図4 腫瘍マーカーの推移

3回の重粒子線治療(▼)を施行後にそれぞれ腫瘍マーカーが低下しました。

文献

- 1) 公益財団法人がん研究振興財団編：がんの統計2014
- 2) 膵癌登録報告. 膵癌 22:29-32, 2007
- 3) Kamada T, J Clin Oncol 20:4466-4471, 2002
- 4) Ando K, Int J Radiat Biol 74: 129-138, 1998
- 5) Shinoto M, Int J Radiat Oncol Biol Phys,95(1): 498-504, 2016

粒子線治療施設

◆「キッズハウスプロジェクト」

平成28年4月に陽子線の小児固形がん治療が保険収載となり、これまでより多くの医療関係者や患者さんからの問合せをいただくようになりました。遠方からもたくさんの患者さんとそのご家族が、筑波大学附属病院の陽子線治療を求めて来院されています。

今後の小児がん患者の増加を見込み、平成28年6月に「一誠商事&筑波大病院 キッズハウスプロジェクト」を稼動しました。本学と、茨城県南エリアを中心に不動産ビジネスを展開する一誠商事との共同プロジェクトです。陽子線治療に代表される筑波大学の先進的な治療を求めて来院する小児がん患者様とそのご家族に対し、病院近接の宿泊施設を低価格で提供します。「遠方から来院する小児患者さんやご家族に精神的な安らぎを与えられるプライベートな空間を提供したい」という私たちの想いに、一誠商事が共鳴してくださり、実現に至りました。

キッズハウスは病院から徒歩5分ほどの場所にあるアパートの中に設けられ、現在は3室まで整備が

進んでいます。プロジェクト開始当初より好評をいただいております。当面は陽子線治療を行う小児がん患者さんとそのご家族の利用に限定しています。実質1日1,500円（駐車場利用の場合は1,600円、使用料に加えて退去時に清掃代として1万円）で水道光熱費や室内設備類、インターネットを無料で利用することができます。患者さんのご家族からは、「慣れない土地での治療期間を家族や兄弟・姉妹とともに生活しながら治療を受けることができ、精神的に安定している」「治療費の負担がある状況で、安価に宿泊できることは大変うれしい」などのお声をいただいております。

筑波大学附属病院は、1983年より小児陽子線治療を実施しているパイオニアとして、国内の小児陽子線治療体制整備をサポートすべく、全国の陽子線治療施設と小児がん診療施設との連携を行っております。また、地理的・経済的なハードルを越えてスムーズな受入ができるよう、今後も院内の環境整備を推進していきます。



【粒子線治療を受けた患者さんの体験談募集】

当財団では粒子線治療を受けた患者さんの体験談を募集しています。

匿名希望でも結構です。投稿希望の方は当財団事務局までご連絡ください。

「医用原子力だより」への掲載分には、当財団の規定により原稿料をお支払いいたします。

第13回日本中性子捕捉療法学会学術大会の報告

明治薬科大学 がん先端治療学：アルファ粒子線・免疫治療学講座
柳衛 宏宣

2016年8月6日(土)・7日(日)の2日間にわたり、東京大学伊藤国際学術研究センター伊藤謝恩ホールにおきまして、第13回日本中性子捕捉療法学会学術大会を開催させていただきました(大会長：明治薬科大学 教授 柳衛宏宣)。

また、本学術大会前日の8月5日(金)には、第4回BNCT講習会(BNCT版医学物理士WG主催、本学術大会後援)が開催されました。リオデジャネイロオリンピックの開幕に合わせるかのような暑気のなかでの開催になりました。今回は、279名の方々に御参会頂き、いろいろな分野での熱い御討議を頂き、誠にありがとうございました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

中性子捕捉療法は、化学、薬学、原子力物理学、原子力工学、および医学と関連学問分野、という人類の叡智の集積により発展してきた経緯があります。化学・薬学による中性子捕捉剤の開



図2 大会長挨拶

発および患部への送達法の開発、原子力物理学および原子力工学による原子炉および病院併設型の次世代小型加速器を用いた熱/熱外中性子源の開発や照射体系の開発、そして医学および関連分野による脳腫瘍・悪性黒色腫・頭頸部癌・さらには悪性中皮腫・肝臓癌や肉腫などの適応拡大や患者様管理、等の進歩の報告が学術大会の年を経るごとに増えている状況です。

そこで、本学術大会のテーマは、「集学的治療としての中性子捕捉療法を考える」と題しまして、中性子捕捉療法の進歩とともに、現在日常で行われている外科治療・化学療法・放射線療法・免疫療法との組み合わせをいかに考えるか、にも焦点をあて、中性子捕捉療法がより一般的な治療としての認知度を高め治療としての地位を確立するべく、多くの議論がなされました。

学術大会開催に先立ち、中性子捕捉療法の世界に向けた発展に多大なる業績を残されました神戸大学名誉教授の三嶋豊先生が御逝去されたという訃報を受け、学会長の東京工業大学の中村浩之教授より三嶋豊教授の業績の御紹介を頂き、全員で黙とうを捧げ、哀悼の意を表しました。さらに、学会長の中村浩之教授と明治薬科大学学長の石井啓太郎教授より御挨拶を頂きました。

演題数は、Invited Lecture 1題、と特別講演3題、教育講演1題、ランチョンセミナー2題(4演者)、一

8月6日(土)		8月7日(日)	
8:00		8:10~8:55	幹事会 (地上3階 特別会議室)
9:00	9:50~9:00 開会の挨拶 9:00~10:10 一般演題1 01-07 【物理学I】 座長：櫻井 良重 (京大)	9:00~10:00 一般演題5 32-37 【臨床医学II】 座長：豊原 輝人 (筑波大学医学部)	
10:00	10:10~11:10 一般演題2 08-13 【化学・薬学】 座長：丸山 一雄 (東京大学薬学部)	10:00~10:45 特別講演2 痛の緩和とは？ 座長：柳衛 宏宣 (明治薬科大) 演者：森 正樹 (大阪大)	10:45~11:30 特別講演3 がん免疫治療前時代 座長：江里口 正典 (公財)結核予防会 南山手研院 演者：加見 和宏 (理大)
11:00	11:10~11:35 大会長講演 中性子捕捉療法に活用できるDrug Delivery Systemsをテーマとして 座長：中村 浩之 (東京工業大) 演者：柳衛 宏宣 (明治薬科大)	11:30~12:40 ランチョンセミナー2 座長：高橋 浩之 (東京大学理学部) 演者：宮本 俊典 (住友金属工業株式会社) 藤井 亮 (株式会社CHCS) 共催：住友金属工業株式会社、株式会社CHCS、Summa Therapeutics, Inc.	11:40~12:40 ランチョンセミナー1 BNCTの基礎となる生物学の現状と課題 座長：藤野 昭 (埼玉医科大) 演者：益谷 美都子 (阪大) 共催：セイエイ株式会社
12:00	12:40~13:20 Invited Lecture Towards the clinical application of the photon ineffective dose concept in boron neutron capture therapy. 座長：小野 公二 (京大) 演者：Sara Gonzalez (National Atomic Energy Commission)	12:40~13:20 総会	12:50~13:20 三嶋記念化学賞受賞講演 座長：中村 浩之 (東京工業大) 演者：石川 正純 (北海道大学大学院理学部) 共催：住友金属工業株式会社、住友化学株式会社、住友化学工業株式会社
13:00	13:20~14:05 教育講演 BNCTを含む放射線治療において腫瘍内酸素状態が及ぼす局所調剤と動脈経路への影響 座長：高井 良重 (東北大学がんセンター) 演者：堀本 浩一 (京大)	13:20~14:00 ワークショップWS-1 日本中性子捕捉療法学会 ワーキンググループの報告 座長：松村 明 (筑波大)	14:00~15:00 市民公開講座 (地上3階 中庭) 座長：中村 浩之 (東京工業大) 演者：小倉 公二 (京大) 共催：住友化学工業株式会社
14:00	14:05~15:05 一般演題3 14-19 【臨床医学I】 座長：宮武 伸一 (大阪医科大学がんセンター)	15:05~16:05 ワークショップWS-2 標準治療との併用として 中性子捕捉療法を考える 座長：伊丹 純 (国立がん研究センター中央病院)	16:05~16:25 総括 中村 浩之 (東京工業大) 鈴木 実 (京大)
15:00	15:05~16:05 一般演題4 20-25 【化学・その他】 座長：山本 哲哉 (筑波大学医学部放射線科)	16:25~16:40 閉会の挨拶	
16:00	16:05~17:05 一般演題5 26-31 【物理学II】 座長：石川 正純 (北海道大学大学院理学部)		
17:00	17:05~17:50 特別講演 臨床物理学と中性子捕捉療法の接点 座長：柳衛 宏宣 (明治薬科大) 演者：越前 宏俊 (明治薬科大)		
18:00	18:00~18:40 一般演題(ポスター) (地下2階 多目的スペース)		
19:00	18:40~20:20 懇親会 (地下2階 多目的スペース)		
20:00			

図1 本学術大会のタイムスケジュール

般演題36題、ポスターセッション16題、ワークショップ2題(8演者)、大会長講演1題、三嶋記念化学賞受賞講演2題で合計72演題を御講演いただきました。

Invited Lectureとして、Sara J Gonzalez教授(Head of the Computational Dosimetry and Treatment Planning Group, BNCT, National Atomic Energy Commission (CNEA), Argentina.) (「Toward the clinical application of the photon iso-effective dose concept in boron neutron capture therapy」)には、現行のCBE評価ではなく、Photon iso-effective doseに基づく新しい線量評価形態の御提案を頂き、世界中の原子炉および病院併設型加速器における線量評価の標準化が図れるようになる可能性を感じました。



図3 Invited LecturerのSara J Gonzalez先生を囲んで左より中村浩之学会長、小野公二先生、Sara先生、筆者

教育講演として、増永慎一郎教授(京都大学原子炉実験所) (「BNCTを含む放射線治療において腫瘍内酸素状況が及ぼす局所制御率と肺転移能への影響」)には、難治性癌のひとつである肺癌に対する中性子捕捉療法の応用を基に、癌幹細胞と同様な放射線抵抗性を示すQ細胞の解析と中性子捕捉療法を用いた戦略について御講演頂きました。

特別講演として、(1) 森 正樹教授(大阪大学大学院医学系研究科 外科学講座消化器外科学) (「癌幹細胞とは?」)には、将来的に中性子捕捉療法の標的になると考えられる癌幹細胞について、幹細胞解析と選択的な新規治療薬の開発の現状について御講演頂きました。さらに、(2) 垣見和宏教授(東京大学医学部付属病院 免疫細胞治療学講座) (「がん免疫治療新時代」)に免疫療法のパラダイムシフトとしてオブジーボやペプチドワクチンによる免疫療法の適応

拡大について御講演頂き、中性子捕捉療法との併用効果も期待できると感じました。また、(3) 越前宏俊教授(明治薬科大学副学長・薬物治療学教室) (「臨床薬理学と中性子捕捉療法の接点」)には、学際的な研究を進めていく上で、薬剤投与と治療効果に関して臨床薬理的な考えの必要性について御講演頂きました。

今回は、中性子捕捉療法における治療効果の分子生物学的考察の必要性を感じていたため、ランチョンセミナーとしまして、益谷美都子教授(長崎大学医学部)に御講演頂きました。さらに、企業様方(住友重機械工業株式会社、株式会社CICS、Neutron Therapeutics, Inc.)に、現在、稼働中および開発中の中性子捕捉療法に用いられる病院併設型加速器の開発成果に関しての御発表をお願いいたし、非常に盛況でした。

ワークショップ1では、本学会の分科会の報告として、①BNCTにおける治療計画・線量評価・QA/QCの標準化について、②FBPA PETの標準化(案)について、③日本中性子捕捉療法学会BNCT人材育成委員会の活動報告、④世界における中性子捕捉療法の動向と国際中性子捕捉療法学会の役割、⑤国際原子力機関IAEAとの連携の進捗状況について、の話しを頂き、世界へ向けて日本からいかにして中性子捕捉療法の将来性を発信していくか、を考えるきっかけを頂きました。また、ワークショップ2では、集学的な癌治療としての中性子捕捉療法の適応拡大として、肺癌、再発乳癌、膀胱癌への応用が可能か?について御講演頂き、適応の拡大には、専門分野の研究者と意見交換をしつつ、さらなる研究集積が必要と感じました。

昨年度から創設されました三嶋記念化学賞には、石渡喜一先生(脳神経疾患研究所 南東北・創薬サイクロトロン研究所、福島県立医科大学医学部)「BNCTへの応用を目指した¹⁸F-FBPA開発」と、切畑光統先生(大阪府立大学地域連携研究機構BNCT研究センター ホウ素薬剤化学講座)およびステラファーマ株式会社「産学官連携による高純度¹⁰B-LBPAの応用開発 - BNCTの実現を目指して-」の、2件に対して授賞が決まり、表彰式と受賞講演が行われました。ボロノフェニルアラニンを用いた製剤

と診断技術の開発の歩みを知ることができ、臨床研究に進めるありがたさを感じました。

今大会のベストプレゼンテーション賞は、物理学分野より、名古屋大学の古澤大貴先生（「名古屋大学における加速器BNCT用システムの開発－Li封入型ターゲットの除熱方法の検討－」）、化学・薬学・その他分野より、国立がん研究センター中央病院 薬剤部の本田納紀先生（「LAT1トランスポータを介した[18F]-2-fluoro-4-borono-L-phenylalanine（18F-FBPA）の細胞内輸送に関する検討」）、臨床医学分野より、京都大学原子炉実験所粒子線腫瘍学研究センターの近藤夏子先生（「悪性グリオーマのBNCT後のCSF disseminationについての病理学的検討」）の3名の先生方が受賞されました。各受賞者の先生方も今後の重要なテーマに関する御発表でさらなる発展が期待されます。

さらに、「これからのがん医療を考える患者の会」との共催として、市民講座も開催いたしました。小野公二教授、平塚純一教授に中性子捕捉療法の原理と臨床例を解り易く御説明頂きました。約100名の一般の方が聴講され、フロアからも多数の質問を頂きました。中性子捕捉療法を、一般の方に御理解頂くよい機会となったとおもわれました。本市民講座が、世の中の中性子捕捉療法に対する一層のコンセンサスを得る一助となったものと信じております。

発表スライドの英語化を踏襲しつつ、昨年度の市川秀喜大会長から御採用されましたポスター発表を本年度も取り入れて、演題数を減らすことなく、本年度も例年と同じような活発な議論がなされました。本年度もプログラムの進行に遅れが生じ、御参



図4 熱心な質問と討議が展開された

加の皆様にはご迷惑をお掛けすることとなりましたが、これはまさに尽きない討論の賜物であり、心より深謝したく存じます。

懇親会は、伊藤謝恩ホールに隣接する多目的ホールにて、100名の参加を得て開催されました。会中盤では、講演者のSara J Gonzalez教授および、台湾の研究グループである台北榮民総醫院のSang-Hue Yen教授にも御挨拶頂きました。また、有馬玲子様・律子様によるヴァイオリンとハープの華やかな演奏で、会は一層盛況なものとなりました。



図5 懇親会にて

第14回日本中性子捕捉療法学会学術大会は、一般財団法人 脳神経疾患研究所 附属 南東北BNCT研究センター 高井良尋先生のもとで開催されます（会期：2017年9月29日（金）～30日（土）、福島県郡山市 郡山ビューホテルアネックス）。南東北病院BNCTセンターでは、加速器BNCTの臨床治験が既に開始されており、次回学術大会での、新たな知見の発表も期待されます。御参加の皆様の活発な討論と中性子捕捉療法のさらなる飛躍を願ってやみません。

最後に、本学術大会を開催するにあたり、数々の御協力と御助言を頂きました中村浩之学会長、小野公二教授をはじめ、学会員の皆様、運営実務面において学会事務局の川喜田香織様、松岡玲子様、吉川玲子様、教室スタッフの皆様、運営事務局の株式会社ISSの皆様、に、深謝いたします。



図6 明治薬科大学がん先端治療学講座スタッフ

◆当財団発行の小冊子・テキスト等のお知らせ

当財団では、粒子線治療（陽子線・炭素イオン線）に関する以下の小冊子・テキストを頒布しております。購入希望の方は、メール・電話にて、当財団までお問い合わせ下さい。



・テキスト「粒子線がん治療に関する人材育成セミナー（基礎研修コース）」（改訂版）

粒子線がん治療に関わる医師、診療放射線技師、医学物理士、関連技術者等の新規育成と定期的なフォローアップ教育を含めた専門性の高い内容を扱う方々を対象にした人材育成セミナー「基礎研修コース」用のテキストです。（平成28年7月発行）

A4カラー 246頁 1部：10,000円（税込・送料実費）

発行者：公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団

* 内容は、「粒子線治療の概要」・「がんの診断と治療」・「粒子線治療物理」・「放射線生物学概要」・「粒子線治療装置」・「粒子線治療の流れとQ A」・「粒子線治療（陽子線・重粒子線）の実例」・「建屋設計と放射線管理」の8章から構成されており、粒子線がん治療に関わっている医師・診療放射線技師・医学物理士等をはじめ医療機器関連企業技術者、建築関連企業設計技師、大学院生・看護師、専門学校生、大学生等向けにわかりやすく説明したテキストです。



・テキスト「粒子線がん治療に関する人材育成セミナー（入門コース）」（改訂版）

粒子線がん治療に関わっている初心者、また今後関わっていきたい方々を対象にしたセミナー「入門コース」用のテキストです。（平成26年7月発行）

A4カラー 64頁 1部：5,000円（税込・送料実費）

発行者：公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団

* 内容は、「粒子線治療の基礎」・「粒子線治療装置」・「粒子線治療の流れとQ A」・「粒子線治療の実例」の4章から構成されており、一般の方々、さらに医療機器関連企業担当者、先進医療保険販売担当者、放射線治療分野の初任者、看護師、専門学校生、大学生等向けにわかりやすく説明したテキストです。

（注）同小冊子・テキストは文部科学省委託事業「粒子線がん治療に係る人材育成プログラム」（平成19年～23年実施）で作成された資料をもとに編集したものです。

当財団では、賛助会員および施設研究会会員の皆様の会費および事業収入によって、事業活動を行っておりますが、今後さらに活動内容の充実・拡大を図るため、法人個人を問わず広く寄付によるご支援を募っております。

ご協力いただきました寄付金は、医用原子力技術の推進および普及のため適切かつ有効に活用させていただきます。

今年度、寄付をいただいた個人・団体・企業様 〔50音順〕
H28.10現在

安西メディカル株式会社／住友重機械工業株式会社
株式会社千代田テクノロ／株式会社東芝
株式会社日立製作所／三菱電機株式会社
ユーロメディテック株式会社

ご協力くださった皆様に感謝申し上げます。

「医用原子力だより」 第17号

平成28年12月発行

編集・発行

公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団

〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町7-16
ニッケイビル5階

電話 (03) 5645-2230 FAX (03) 3660-0200

E-mail : info@antm.or.jp

URL : http://www.antm.or.jp