



Association for Nuclear Technology in Medicine

医用原子力だより

第18号



改めて思う広報の難しさ

読売新聞東京本社
常務取締役調査研究本部長

南 砂

止まることなく進歩発展する医学とそれを受けて日々様変わりする医療。言うまでもなく医療は国民の生命・生活に直結するが、その変化の早さと内容の高度化は、時に関係者にさえ正確な理解を困難にしており国民に広く伝えることはますます難しくなっている。

めざましく発展し始める医学を1970年代に学び、臨床家を志すも、道半ばで新聞記者に転じて30年余、「伝える」仕事をしてきた私には、これが偽らざる実感だ。医療現場にCT（コンピューター断層撮影法）が登場した70年代末から、大規模医療施設は高度高額な巨大医療機器で着々と重装備され、医療は目のくらむような発展を遂げてきた。振り返れば、その中でも原子力の医学利用に裏打ちされた放射線医学領域の進歩は特筆すべきものがある。かつては、救命はおろか、悲惨な転帰を避けられなかった一部がんの患者さんが今日、粒子線など最先端の治療技術で救命される姿を目のあたりにすると、隔世の感など超えて率直に医用原子力の恩恵に手を合わせたい。国民の二人に一人ががんに罹患する現代、その恩恵に浴する人の数は測り知ることができない。

ところが、残念ながらこのことが国民に遍く「伝わっている」とは言い難い。量も質も飛躍的に増え続ける情報の海にあって国民に伝わっているのは原子力の危うさばかりのように思える。コミュニケーションを究めたある専門家に、その目的を問われたことがある。正解は「相手の行動を変えること」だという。発信者が意図する情報を伝え、受け手にそれが正確に伝わって、腑に落ちて、行動を変える。「伝えること」は「伝わること」と同じとは限らない。否、往々にして異なるのだ。専門家がたばこの有害性を説き続けても、禁煙しない人は腑に落ちていない訳でそのコミュニケーションは成功したとは言えない。

本財団の森 亘・初代理事長が、2004年の本誌第1号巻頭言でいみじくも記している。人類は利用可能なエネルギー源として「原子力」を手にしたが、目に見える最初の結果が原子爆弾であったばかりに、また、その後の平和利用においてさえ、新聞記事などが恩恵より危険や失敗を強調するために、社会の一部では原子力自体を忌むべきものにとらえてしまっている、と。その広い応用範囲を理解し英知を結集して安全管理下に利用するなら、原子力は人類、大自然に有益な使い方が多々ある。最たるものが医学・医療応用だと結んでいる。

もし、このことが国民に広く伝わっていたなら、2011年の原発事故後、原子力を巡る議論はここまで混迷を深めなかったのではないか。その後の社会状況は、国民が「原子力について腑に落ちる情報を受けていない」証左のように私の眼には映る。

ものごとには表と裏があり、どんな優れた技術、道具にも光と影があるのは必然だ。功罪を熟知して慎重に検討し、いかに利用するか。これこそが人間の叡智であろう。延命治療の象徴のように「胃ろう」が批判されたことは記憶に新しい。口から食べられない患者さんに、栄養摂取のための医療技術として造設する、皮膚から胃に通じる管が胃ろうだが、開発当初は「手術後などの一時的処置」だった。ところが日本では嚥下機能が低下した高齢者の誤嚥性肺炎を防止するために安易に多用され、高齢者の尊厳を巡る社会問題にまでなった。

情報の受け手にも求められることがある。新聞記事は中学生に判るように平易に、と言われたものだが、複雑さを増す現代社会では、発信者の「平易にする努力」に加え、受け手の「理解する努力」も不可欠だ。メディアリテラシーという言葉がそれを物語っている。

ゲノム医療、再生医療など、止まることなく進歩する医療を、難しい、判らないと言うばかりで情報を理解しようとしなければ、結局は、優れた技術や道具の福音を享受できないことにもなりかねない。今一度、私達はこのことを肝に銘じる必要があるだろう。

※平成26年6月9日より、南氏は理事

事業活動報告

◆国際重粒子線がん治療研修コース2017

当財団は、2017年11月6日(月)から11月11日(土)まで6日間の日程でInternational Training Course on Carbon-ion Radiotherapy 2017(国際重粒子線がん治療研修コース、以下、「ITCCIR」という)を開催しました。研修会場は、昨年同様、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)と群馬大学重粒子線医学研究センター(群馬県前橋市)でした。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)、レイサーチ・ジャパン(株)、エレクトラ(株)から協賛を頂きました。参加費は、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、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開催され、当財団は毎年事務局を担っています。

今年度で第6回目になるITCCIRには、韓国、中国、台湾、タイ、スペイン、ノルウェー、米国、日本の8つの国・地域、27の研究機関・施設から54名、放射線医学総合研究所から聴講生4名が加わり総勢58名が参加しました。また、2012年から2017年までの参加者の累計は、300名を超えました。これを国別で見ると、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、スペイン、ドイツ、オランダ、米国、そして日本の19の国・地域に渡ります。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、放射線医学総合研究所、群馬大学、関係協力機関の講師に加え、イタリアのTrento

Institute for Fundamental Physics and Applications (TIFPA)と米国のUT Southwesternから外国人講師を招いてより専門的な研修プログラムが組まれたことに特徴があります。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、毎年改良されています。

研修初日11月6日、放射線医学総合研究所 臨床研究クラスタ長の鎌田先生の開講挨拶と辻井先生によるガイダンスが行われた後、講義が始まり、続いて治療室とガントリーの見学が行われました。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。放射線医学総合研究所の野田所長が参加者の歓迎と研修の成果を期待する旨の挨拶をされた後、辻井先生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7日、8日は、放射線医学総合研究所の講師と外国人講師による講義がありました。外国人講師による講義では、休憩時間に多くの方が講師の周りを取り囲んで質問をしていたのが印象的でした。

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の実習がありました。この



新治療研究棟見学（放射線医学総合研究所）



集合写真（放射線医学総合研究所）

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、大変興味を持ったようで自らPCを操作して実習を行い、不明な点については積極的に質問していました。

研修後半の11月9日、全員大型バスに乗車し千葉のホテルを出発、途中渋滞に巻き込まれることも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の大野先生の開講挨拶が行われた後、講義が始まりました。群馬大学での講義の目玉はケーススタディであり、この日のケーススタディは、骨・軟部腫瘍です。ケーススタディは、スクリーンに質問が出され、答えは参加者がアンサー・パッドに該当する回答を1つ選ぶことにより進められます。別のスクリーンには参加者に配られたアンサー・パッド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きます。質問の後には解説があり大変好評を博していました。



集合写真（群馬大学重粒子線医学研究センター）

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、夜には伊香保の旅館で懇親会を実施しました。全員が浴衣に着替え、辻井先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。



懇親会（伊香保森秋旅館）

11月10日、伊香保の旅館を出発し、9時半過ぎには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粒子線装置等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、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、肺癌のケーススタディですが、前日の骨・軟部腫瘍のケーススタディ同様多くの質問があり盛況でした。

11月11日最終日、前橋のホテルを出発し、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を半分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、修了式が行われました。参加者は修了証を渡された後、辻井先生と大野先生との記念撮影があり、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29年度「市民公開講演会」

第14回医用原子力技術研究振興財団講演会

平成29年9月30日（土）、福島県郡山市にて、第14回医用原子力技術研究振興財団講演会「～南東北グループが挑戦する世界最先端の放射線治療～」を一般財団法人 脳神経疾患研究所 附属 総合南東北病院、同南東北BNCT研究センター、同南東北がん陽子線治療センターの南東北グループ全体との共催で、また、第14回日本中性子捕捉療法学会学術大会の市民公開講座として開催しました。

同講演会は、冒頭当財団の辻井博彦代表理事・副理事長の挨拶で開会され、310名の参加者がありました。「講演1」では、期待・注目されているBNCT（ホウ素中性子捕捉療法）によるがん治療とはどういったものかについて、また、「講演2」では、陽子線治療でどういった病気が治るのか、陽子線がん治療とは具体的にどのようなものなのかについて、平易かつ啓発的に紹介されました。

後半には、特別講演としてニュースの職人・ジャーナリストの鳥越俊太郎氏が「がんと共に生きる」というテーマで、がん患者の立場から経験談などを交えて講演しました。がんと向きあい方、心構え、気をつけていることなどについてユーモアたっぷりに語り、会場から多くの共感と拍手をいただきました。

第14回 公開講演会 「公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団」 ～南東北グループが挑戦する世界最先端の放射線治療～

プログラム

日程／会場 平成29年9月30日（土）
郡山ビューホテルアネックス 3F 雲水峰

主催挨拶 辻井 博彦
(公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団
代表理事・副理事長)

共催挨拶 高井 良尋
(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 センター長)

講演1
「ホウ素中性子捕捉療法が開く新しいがん治療の可能性について」

廣瀬 勝己 (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 診療所長)

講演2
「陽子線治療でどのような病気が治るのですか？」
村上 昌雄 (一般財団法人 脳神経疾患研究所 附属
南東北がん陽子線治療センター センター長)

休憩 (10分間)

特別講演
「がんと共に生きる」
鳥越 俊太郎 (ニュースの職人 ジャーナリスト)



講演会会場内の様子

◆平成29年度 放射線医学オープンスクール ～概要～

奈良県立医科大学 医学部医学科 5年
中川 洸平

8月29日から30日にかけて、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会の会の共催により「平成29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。



日立高精度放射線治療研修センターにて

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10回目を迎えました。今年度は全体で34名の学生が参加しました。内訳は医療系の学生と工学系の学生がほぼ半分となっており、多種多様なバックグラウンドを持つ学生が参加されました。

今回は「株式会社日立製作所 ヘルスケアビジネスユニット 日立高精度放射線治療研修センター」、「筑波大学附属病院」、そして「筑波大学サイバニクス研究センター」の3施設をそれぞれ見学させていただきました。

1日目は「株式会社日立製作所 ヘルスケアビジネスユニット 日立高精度放射線治療研修センター」に伺いました。X線治療と粒子線治療の基礎、重粒子線治療についての講義を拝聴しました。講義を通じて、粒子線治療の原理や応用について、詳しく理解することができました。また、放射線治療装置 TomoTherapy (Radixactシリーズ) 並びに放射線治療計画装置 (Precision/RayStation/Pinnacle3) を2班に分かれて見学させていただきました。見学を通じて実際の放射線治療がどのように行われているのか、具体的なイメージをつかむことができました。

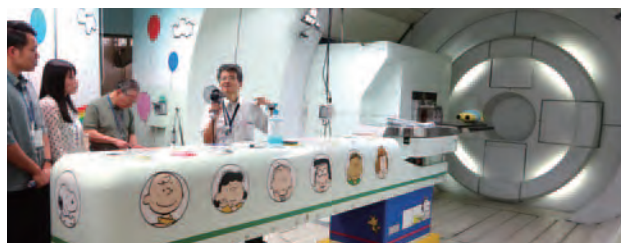
1日目の最後には特別講演として、National Taiwan Universityより来日された、Tony Hsiang-Kuang Liang 先生より、粒子線治療についての講義を交えつつ私たちのキャリアパスについてお話をいただきました。本

特別講演は英語で行われましたが、学生にもわかりやすい英語で講演して下さいました。講演の後には懇親会が開かれ、参加された学生や先生方で親睦を深めることができました。



筑波大学講義室にて

2日目はまず「筑波大学附属病院」に伺いました。放射線の基礎知識や放射線の医学利用、放射線災害医療についての講義を拝聴し、陽子線治療施設を見学させていただきました。講義を通じて、放射線医学が医療現場に必要不可欠であることを確認しつつも、放射線の人体への影響や安全性の判断基準が必要であることを理解しました。施設見学では、非常に大きな陽子線装置を直に見ることができ、とても感動しました。その後、「筑波大学サイバニクス研究センター」へ移動し、2日間の締めくくりとして、センター長の山海嘉之教授よりご講演いただきました。講演ではサイバニクスとその社会への応用について紹介いただきました。



筑波大学附属病院陽子線治療センター治療室見学



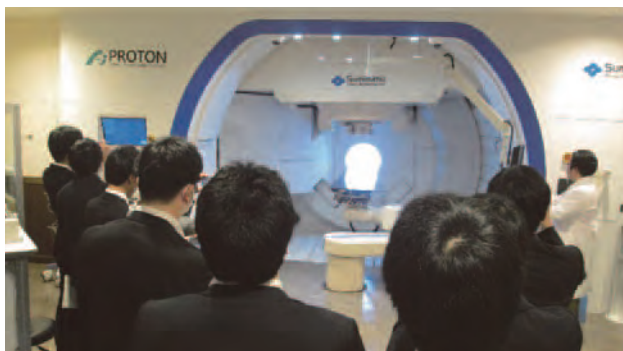
筑波大学講義風景

2日間に渡り開催された本オープンスクールを通じて放射線治療の原理や応用、並びに放射線全般の知識について理解を深めることができました。また医療系の学生、工学系の学生、そして放射線関係の方々がお互いに交流し、親睦を深めることができました。

◆「平成29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29年度第1回施設研究会」は平成29年5月20日（土）社会医療法人財団慈泉会相澤病院（長野県松本市）にて陽子線治療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18名の参加がありました。

当日は、はじめに荒屋正幸先生（相澤病院 陽子線治療センター長）から講義があった後、陽子線治療センターを見学させていただきました。



社会医療法人慈泉会相澤病院は北アルプス連峰の麓松本市のJR松本駅から近い住宅街に位置しています。創立は1908年、病床数460床の病院です。

—陽子線治療導入の経緯—

2000年にこの地方で初めてガンマナイフを導入、2007年がん集学治療センター開設にあたりトモセラピーを導入しました。同じ時期に日本各地で粒子線施設建設プロジェクトが始まり、国内で粒子線治療施設開設の気運が高まっていたことから相澤病院でも導入を検討しましたが、当時の一般的なサイズは大掛かりなもので、住宅街の中にあるといった立地条件を鑑みると実現は難しい状況でした。2010年に住友重機械工業(株)より小型ガントリー、上下配置式による低コス

ト化・小型陽子線治療システムの提案があり、世界初の上下配置式小型陽子線治療設備の導入により実現可能となりました。がん集学治療センターは、化学療法科、緩和ケア科、腫瘍精神科、がん患者家族支援センター、放射線治療部門で構成され、放射線治療部門にはガンマナイフ、トモセラピー、陽子線治療装置を備え、定位放射線治療、IMRT、陽子線治療という特化した放射線治療を行っています。

—コミショニング・適応拡大—

相澤病院の装置は高精度ビーム照射システムを採用し、拡大ビーム法とペンシルビームスキニング法の両方が可能といった特徴があります。1つの治療室で2つの照射方法が可能というのは世界初の技術です。拡大ビーム法（ワブラー法）から治療を開始し、並行してスキニング法のコミショニングを行い、引き続いてそれによる治療を開始しました。

スキニング法での治療疾患は70症例。その大多数が前立腺がんで、最近では小児腫瘍、脳腫瘍が増えてきています。2015年まではワブラー法のみでの治療でしたが、2016年1月からスキニング法による治療も可能になり、前立腺の全てがスキニング法に移行しました。現在は拡大ビーム法よりもスキニング法での照射が増えています。

以前の先進医療では限局性固形がんすべてを対象としていましたが、H28年5月から先進医療A（日本放射線腫瘍学会が指定する9領域38病態）および先進医療Bのみが対象となったため、現在陽子線治療ができる範囲は以前よりも限定されています。そのため一般的には陽子線治療を受ける患者様は2割程度減っているといわれています。相澤病院では2014年は9月から自由診療として行い12症例、2015年はスキニング法のコミショニングを並行して行い44症例、2016年は80症例、2017年1月～4月では36症例の治療を行っており、毎年増加傾向にあります。日本放射線腫瘍学会によると1治療室あたり120症例を適正な受け入れ能力と位置づけていますので、今年はその数に近づくことが予想されます。なお、X線治療または粒子線治療の選択については、患者さんの意思が尊重されているといった説明がありました。

◆線量計校正事業

1. 治療用線量計校正

当財団が平成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、また、平成24年10月より、水吸収線量による校正（以降、水吸収線量校正）の提供を開始して、平成29年度は14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、平成21年1月より治療用線量計をJCSS校正とし、認定シンボルマーク入りの校正証明書の発行を開始した。

また、平成24年度には水吸収線量校正を含め、JCSS認定登録更新（4年ごと）の申請を行った。平成28年度は2度目の更新申請を行い、平成28年11月25日付けでJCSS認定登録証を受領した。

2. 治療用線量計校正の実施状況

当財団が線量計校正の標準場とする、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内のコバルト60の線源交換が平成27年1月から約2か月間で実施された。

平成29年度8月末で、コバルト60線源の交換から、およそ2年半が経過し、その間、標準場の強度増加、測定値のばらつきの減少等により、安定した供給が継続できている。1日あたりの校正件数の平均は29件程度である。

平成28年度の4月から7月の校正依頼数は前年に比べて少なめであったが、10月から年度末までの月平均の校正件数が340件程度となり、年間校正件数は、平成27年度とほぼ同等となった。

平成28年度までの年度別校正数を表1に示す。

平成29年度の4月から7月の校正実施件数は前年度の同時期より若干少なめであったが、例年8月から9月上旬にか

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28	1,044 (0.973)	1,657	853	2,510 (0.998)	1,943 3,363 (0.994)
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 (-)

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家標準（一次標準）による校正）の実施期間を特定二次標準器のバックアップ器を準備することで、今年度より8月も計画的に校正業務を行うことが可能となり、8月末までに昨年の同時期と同等の校正実施件数となった。

月別の校正実施状況（平成26年度4月から平成29年度9月末まで）を図1に示す。

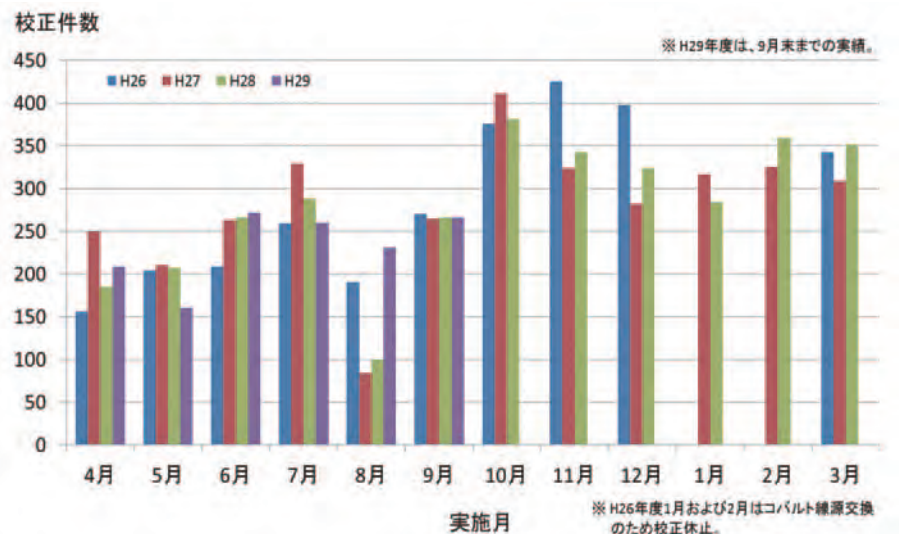


図1 月別校正実施状況

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されたし。

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29年度は11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年度には72施設と僅かながら増加傾向となった。

平成26年1月に厚生労働省より、がん診療連携拠点病院（以降、拠点病院）の指定要件として、第三者機関による出力線量測定等の放射線治療の品質管理を行うことが盛り込まれた指針が施行され、平成26年度は145施設、平成27年度は158施設、平成28年度は138施設で実施された。（年度内で複数回の施設は1施設で計算）

今年で4年目となり、平成26年度にその1回目の出力線量測定を実施した145施設が、2回目を実施する年度となる。

また、平成28年8月より、TomoTherapyおよびCyberKnifeの1条件のみの出力線量測定の受付を開始し、年間での申込状況は、どちらも3件であった。今後、増加すると予想される。

なお、TomoTherapy、CyberKnifeとも、他の校正条件と組み合わせて申し込む施設もある。

平成29年度の出力線量測定の予約状況は、例年同様4月、5月は少なく、6月以降は通常の申込数に戻った様子が見られる。

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おり、先の指針施行から3年が経過し、拠点病院で実施を希望する施設はほぼ一周したと考えられる。

平成26年度から平成28年度までの3年間で実施した施設数の合計は441施設である。

表2 出力線量測定の間年実施数（H29.8月末現在）

	H19 ^{※1}	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H19-H29(T)	
施設数	14	43	45	50	46	54	71	145	163	140	52	823	
拠点病院数	12	32	29	37	35	46	57	113	129	104	33	627	
ビーム数	4MV	9	20	29	31	28	28	46	90	100	87	32	500
	6MV	8	29	25	31	31	54	76	150	173	187	71	835
	10MV	13	35	40	45	44	59	92	152	189	183	61	913
	15MV	0	3	0	2	1	5	6	8	11	5	3	44
※2 照射野条件	5×5	-	-	-	55	33	40	63	115	142	117	53	618
	15×15	-	-	-	19	4	15	20	37	50	18	24	187
	20×20	-	-	-	48	34	46	42	128	134	90	29	551
	25×25	-	-	-	4	4	8	17	12	26	16	6	93
※2 ウェッジ条件	15°	-	-	-	23	20	31	35	57	45	41	14	266
	30°	-	-	-	18	22	22	40	60	54	36	18	270
	45°	-	-	-	8	7	11	18	13	20	17	12	106
	60°	-	-	-	4	9	6	23	15	23	20	10	110
	Total	30	87	94	288	237	325	478	837	967	817	333	4493
照射装置数	Elekta	2	2	3	1	7	9	12	28	36	28	10	138
	MITSUBISHI	6	9	3	4	5	4	6	12	8	3	0	60
	SIEMENS	5	12	11	10	11	8	12	34	32	23	3	161
	TOSHIBA	5	8	5	9	2	6	4	13	7	6	1	66
	Varian	5	18	20	37	28	46	63	95	125	113	45	595
	その他	0	2	1	0	0	3	5	8	9	12	11	51
	Total	23	51	43	61	53	76	102	190	217	185	70	1071

※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。
 ※8：平成28年度のビーム数に1条件のみの測定で、TomoTherapy 3件、CyberKnife 3件を含む。
 ※9：平成29年度の校正条件に8MVを6ビーム実施しているがカウントしていない。
 ※10：平成29年8月末までのビーム数に1条件のみの測定はTomoTherapy 5件を含む。CyberKnifeは無し。

そのうち一般病院は103施設、拠点病院は338施設である。拠点病院のうち、3回（毎年）実施は24施設、2回実施は27施設あることから、3年間で実際の拠点病院の実実施施設数は、263施設となる。

厚生労働省ホームページ掲載（平成29年4月1日付）のがん診療連携拠点病院の施設数は400施設である。3年間で当財団の出力線量測定の未実施（もしくは別の第三者機関での評価を実施）の拠点病院は137施設となる。

平成29年度8月末までの出力線量測定の実施数を表2に示す。

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29年度は9月中旬に財団ホームページに公表した。

治療用線量計校正では、過去2年間の平成27年度および平成28年度に校正を実施した862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27年度は96.9%、平成28年度は96.8%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654施設であった。

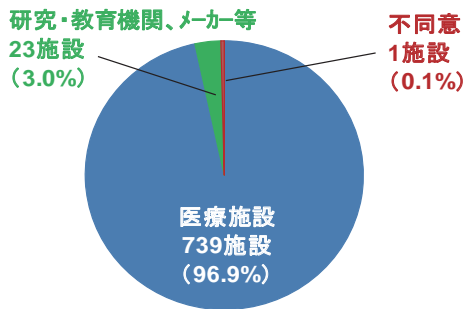
出力線量測定では、過去3年間の平成26年度から平成28年度までの対象となる実施施設数347施設（がん診療連携拠点病院263施設、一般病院84施設）のうち施設名公表に同意いただいた346施設について公表しており、施設名公表率は99.7%である。

また、平成28年度の新規での申し込み施設数は49施設（拠点病院29施設、一般病院20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、都道府県別内訳を表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されたし。

（平成27年度対象施設数：763施設）
医療施設：739施設、研究・教育機関・メーカー等：23施設



（平成28年度対象施設数：747施設）
医療施設：723施設、研究・教育機関・メーカー等：23施設

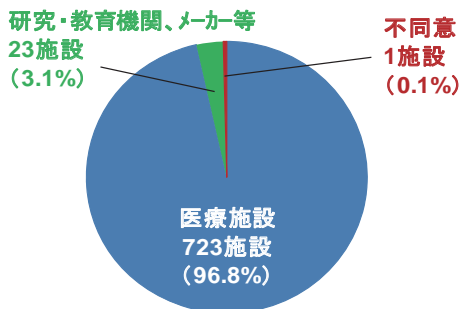
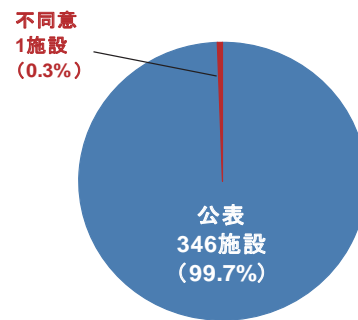


図2 治療用線量計校正実施施設の施設名公表数

（平成26年度から平成28年度までの過去3年間の対象施設数：347施設）



拠点病院・一般病院、研究機関等の内訳

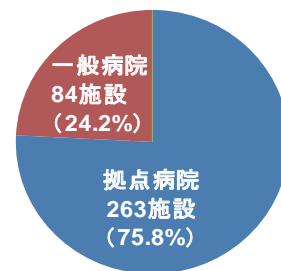


図3 出力線量測定実施施設の施設名公表数

表3 出力線量測定実施施設 347施設の都道府県別内訳

北海道	20	三重県	3
青森県	3	京都府	8
秋田県	5	奈良県	4
岩手県	1	大阪府	26
山形県	4	兵庫県	16
宮城県	4	和歌山県	5
福島県	6	鳥取県	2
栃木県	4	島根県	0
茨城県	7	岡山県	5
群馬県	5	広島県	8
埼玉県	12	山口県	3
千葉県	16	香川県	3
東京都	30	愛媛県	4
神奈川県	17	徳島県	3
新潟県	5	高知県	4
富山県	8	福岡県	15
長野県	6	佐賀県	3
山梨県	1	長崎県	7
石川県	5	熊本県	8
福井県	2	大分県	3
愛知県	23	宮崎県	1
岐阜県	8	鹿児島県	3
静岡県	12	沖縄県	3
滋賀県	6		

5. 今後の展望

1) 分離校正

当財団では現在、治療用線量計校正形態として一対の電位計と電離箱に校正定数を供給する「一体校正」を行っているが、電位計および電離箱をそれぞれ別々に校正する「分離校正」の提供に向けた準備も進めている。分離校正によってそれぞれ校正定数を与えられた電位計および電離箱は自由に組み合わせて使用でき、さらなる精度向上も期待できる。(図4参照)

平成29年4月の提供開始を目標としていたが、国内初の分離校正システムであるため、電位計校正の指針となる「放射線治療用線量計に用いられる電位計のガイドライン」(平成29年6月8日、日本医学物理学会ホームページ公開)の検討・出版、および、JCSS認定取得における技能試験方法の確立、参照機関との技能試験(代替手法)を実施したことにより、8月末時点でJCSS認定登録の申請書提出に至っていない。9月以降に提出後、およそ5か月間の審査が順調に経過すれば、来年度早期には分離校正の提供を開始できる見込みである。

2) IMRT(強度変調放射線治療)郵送調査

現在、行われているIMRT訪問調査の対象は、国立がん研究センターが行うがん診療連携拠点病院であるが、対象施設の増加に伴い、近年、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に設置された日本臨床腫瘍研究グループ(JCOG)のWGにより郵送調査への移行が検討されている。

今後のIMRT郵送調査では一般病院の治療装置も調査対象となることから、さらに調査対象施設の増加が見込まれ、当財団での第三者評価としてのIMRT郵送調査への対応が求められている。

当財団としては当面、JCOG_WGのサポートのもとIMRT郵送調査を実施するために必要な知識および技術の習得を目的とした試験測定を行なうとともに、IMRT郵送調査による第三者評価の事業化を検討する。

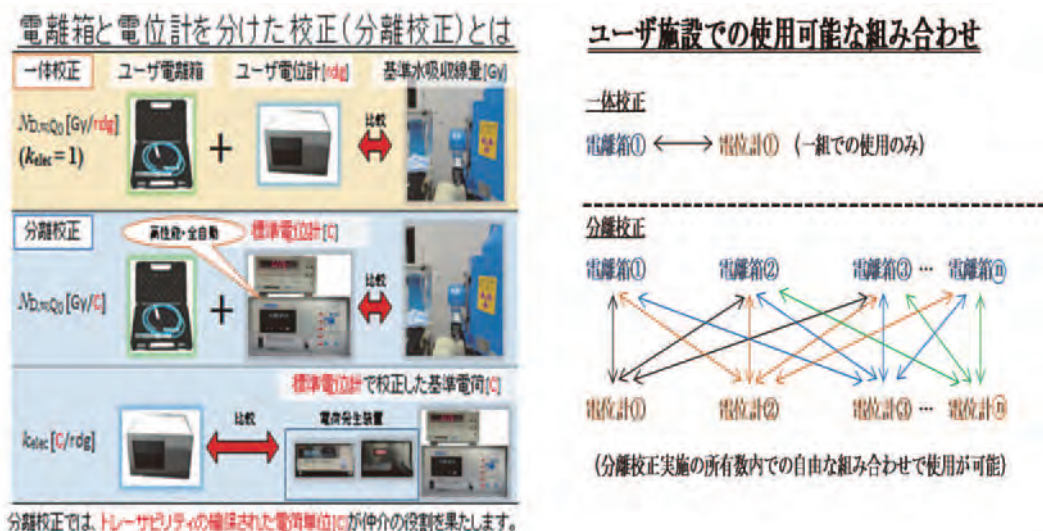


図4 従来の一体校正と分離校正との構成の違い

◆平成29年度「粒子線がん治療に関する人材育成セミナー（入門コース）」

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一環として、専門的知識・技術を必要とする粒子線治療施設で働く人材の育成事業を実施しています。粒子線がん治療に関する人材育成セミナー（入門コース）は、平成26年度より新たに設けたコースで、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心者、看護師、専門学校生、大学生を対象にしています。今回は、その6回目で関東地区開催として、平成29年7月29日（土）、東京駅近辺の会議場にて開催しました。内容的には、プログラムを一部

見直しし、より多くの幅広い分野の方にもわかりやすく、粒子線治療の知識を概括的に得ていただく場として講義を提供いたしました。具体的には「粒子線治療の基礎知識」（講師：遠藤真広先生）・「粒子線治療の流れ」（講師：沼野真澄先生）・「進化する放射線療法」（講師：佐々木良平先生）・「陽子線治療の実例」（講師：村山重行先生）・「重粒子線治療の実例」（講師：久保亘輝先生）の5セッションから構成されており、当日の参加者は26名で、その内訳は、診療放射線技師・医学物理士3名、医療事務関連7名、看護師5名、医療機器関連企業担当者4名、大学生・大学院生他4名、その他（診療情報管理士・医療機関経営者・放射線治療分野の初心者）3名でした。最後に、修了式が行われ参加者ひとりひとりに修了証明書が手渡されました。



人材育成セミナー会場内



人材育成セミナー修了式



遠藤真広 常務理事



沼野真澄 先生



佐々木良平 先生



村山重行 先生



久保亘輝 先生

日本重粒子線治療多施設共同研究組織 (J-CROS) について

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 臨床研究クラスター
辻 比呂志



1994年に放射線医学総合研究所（以下、放医研）で臨床試験が開始された重粒子線治療（炭素イオン線治療）は、現在では一部の適応症について保険収載されるに至っています。20年を超える長い時間をかけて研究が継続され、実績を

上げてきたプロジェクトの成果が漸く実を結び始めた状況だと言えます。（図1）は放医研における年度別治療患者数のグラフで、2003年に高度先進医療としての承認を得てから後、症例数の急激な増加、新たな治療施設の建設、稼働開始と着実に

前進を続けてきましたが、放医研をはじめとする単施設での成果は少なからず報告されていた一方で、保険収載の前提となる均てん化が必要という観点からも多施設共同研究での成果が強く求められるようになりました。その中で後述のように先進医療の継続については先進医療Bの臨床試験を実施することとともに、先進医療Aの継続については、統一治療方針を定め、適応症、治療方法にも一定の制約を加えて新先進医療Aとして治療を継続することになりました。重粒子線治療施設の増加や一部適応の制約により、放医研の症例数はわずかながら減少していますが、依然として年間700症例前後の治療を継続しています。

多施設共同研究での成果を取得するための対応として、放医研ならびに当時新規参入したばかりで

あった九州国際重粒子線がん治療センターと群馬大学重粒子線医学研究センターの担当医と多施設共同研究組織の設立について協議を始め、それが外部からの要請を受けて一気に組織化され、活発な活動を始めたものがJ-CROS；Japan Carbon-ion Radiation Oncology Study Group 日本重粒子線治療多施設共同研究組織（以下、J-CROS）ということになります。2014年の設立当時は放医研、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

登録患者数の推移

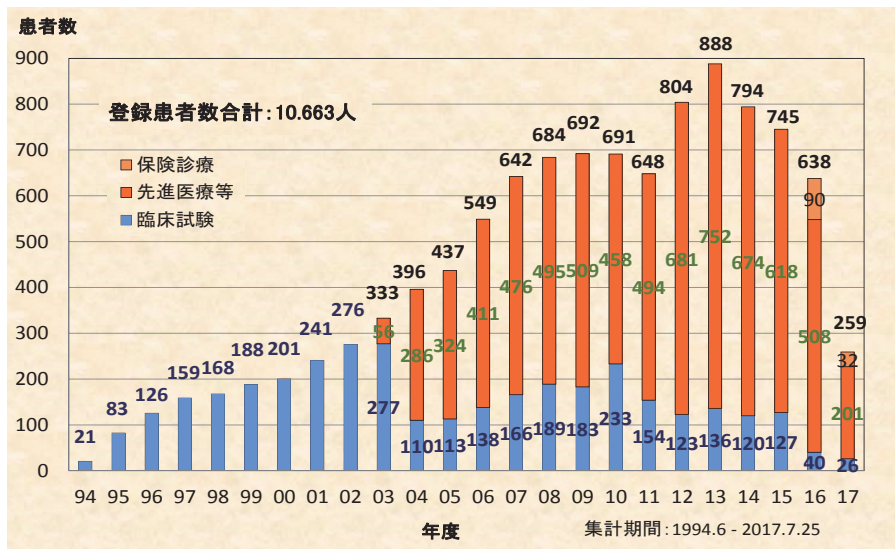


図1

重粒子線治療多施設共同研究グループ
J-CROS; Japan Carbon-ion Radiation Oncology Study Group

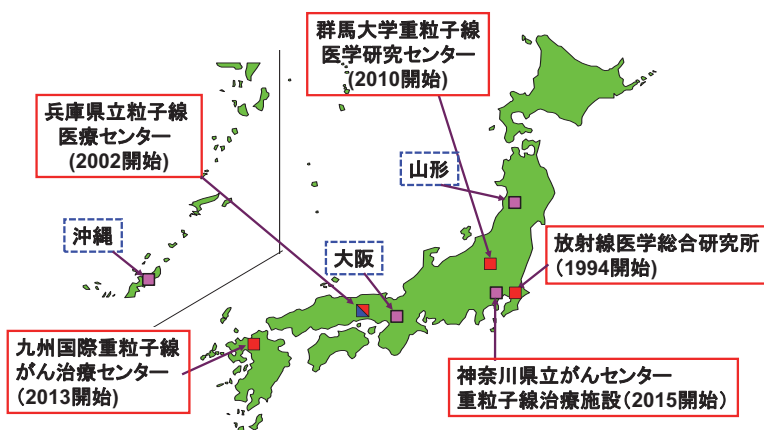


図2

ターと陽子線も使用可能な重粒子線治療施設である兵庫県立粒子線医療センターの4施設が治療実施施設でしたが、2015年に神奈川県立がんセンターの重粒子線治療施設が新たに参入し、治療実施施設は5施設になりました(図2)。J-CROSの組織としてはこれら5施設に加えて、施設建設予定の大阪、山形、沖縄からも委員を招聘して形成されています。これら新規参入施設も装置が稼働を開始すれば治療実施施設として多施設共同研究に参加する予定です。

(表1)にこれまでのJ-CROS活動実績を示します。活動内容としては、まず施設ごとに異なる装置を用いている状況で、どの施設でも物理的にも臨床的にも同一と言える治療が実施できるよう品質管理、品質保証を行うことです(表1③)。これには放医研を中心に各施設の物理担当者がQA/QCチームを組織し、J-CROS立ち上げ直後から各施設の状況を把握するためのアンケート調査や、全施設で線量が一致していることを補償するための線量相互比較、線量計校正などの活動を実施しています。

臨床側の活動(表1①、②)

は多施設共同臨床試験を実施して、保険適用を勝ち取り、その適応を拡大していくことがJ-CROS活動の根幹になります。最初に行われたことは日本放射線腫瘍学会(JASTRO)と協力して、これまでの実績をとりまとめて報告し、保険収載を目指す作業でした。この作業では重粒子実施4施設(当時、神奈川県がんセンターは建設中)が強力に団結し、短期間でこれまでの治療で得られた実際の症例データの収集、解析を行いました。また、いくつかの疾患では他学会にも協力を要請してシステマティックレビューを実施し、既存データの解析結果を手術やX線治療などの標準治療と対比して、粒子線治療の

有用性を示す資料としてまとめられました。その結果は平成27年12月の先進医療会議で報告され、結果として切除非適応骨軟部腫瘍に対する重粒子線治療の保険収載が認められました。ごく一部の適応症に限定ではありますが、重粒子線治療の保険適用が認められたことは、これまでの実績と多数例を収集解析して報告書にまとめたことが評価されたものであり、普及を目指す上で、非常に大きな一歩となる成果だといえることができます。しかし、一方でそれ以外の疾患については保険導入は見送られ、先進医療を継続して保険導入の判断に資するエビデンスの取得を目指すことが次の目標となりました。

表1 J-CROS 活動状況

<p>開催実績 組織整備前: H26年7月、9月、11月、H27年2月、8月、H28年1月、7月 組織整備後: 運営委員会; H28年10月、H29年4月 部位別分科会等; H29年2~3月、9月監査委員会、転移性腫瘍分科会</p> <p>① 多施設共同調査研究(過去の治療例について施設横断的調査・解析); 全て登録終了 骨軟部腫瘍; 先進医療会議にて報告され、保険収載 頭頸部腫瘍、非小細胞肺癌、肝癌、膵癌、前立腺癌、直腸癌; 論文掲載または投稿準備中</p> <p>② 多施設共同前向き臨床試験 1) 先進医療B 膵臓癌、直腸癌、前立腺癌(放医研・千葉大主導); 膵臓癌、前立腺癌は登録中 肝臓癌(群馬大学主導)、肺癌(佐賀HIMAT・九大主導); 肝臓癌、肺癌とも登録中 2) 先進医療A; 多施設共同観察研究(全例登録による実態調査・解析) 先進医療B以外で統一治療方針のもとで治療された全症例</p> <p>③ 重粒子線物理的品質管理チーム編成(アンケート訪問調査+線量計校正)</p>
--

有用性の明確化のために厳密な臨床試験の実施が必要と考えられる疾患については、既存データの収集解析と平行して先進医療Bの申請を進めてきました。先進医療Bとは未承認の医療機器や医薬品の使用あるいは承認済みの医療機器や医薬品の適応外使用を含む臨床試験で、治験なみと言われる厳しい実施条件が求められるものです。複数の疾患でこの先進医療Bを実施することがその他の症例で先進医療（新先進医療）Aを継続するための必要条件となったため、J-CROSでは膵臓癌、肺癌、肝臓癌、前立腺癌、直腸癌の5疾患について先進医療Bの申請作業を行いました。

先進医療Bの申請においては、臨床研究中核病院の臨床試験部主導で行うこと、適応審査についても厳密なカンサーボードで適応確認を行うこと、また疾患により手術非適応に限定することなどの条件を満たすことが求められています。またデータ管理やモニタリングなどに大きな費用も必要となるため、実施体制の整備や予算確保に多くの時間と作業を必要としましたが、なんとか平成28年3月までに5疾患について申請作業を開始することができました。具体的には肝細胞癌については群馬大学、I期非小細胞肺癌については九州国際重粒子線治療センターと九州大学、局所進行膵癌と高リスク前立腺癌、

直腸癌術後骨盤内再発の3疾患については放医研と千葉大がそれぞれ主担当として申請作業を進め、平成28年6月の群馬大学における肝細胞癌の告示を皮切りに、I期非小細胞肺癌、局所進行膵癌、高リスク前立腺癌と順次承認され、告示されて試験が開始されています。直腸癌術後骨盤内再発は、担当部局での順番待ちで少し開始に時間がかかっていますが、近いうちに告示に至るものと推察されます。

すでに開始した4疾患の症例登録状況は試験ごとにまちまちです（表2）。登録が遅延気味の試験は手術ができない症例に限るなど選択条件（適格条件）を厳しく設定していることが、遅延の要因になっていると思われます。J-CROSの分科会やJASTROを通じて外部施設のそれぞれの腫瘍の担当医に直接協力を要請したり、先進医療B試験に特化したリーフレットやホームページを準備するなど、症例集積に向けて懸命の努力を続けています。一方、前立腺癌などは、順調に登録が進んでおり、予定症例数と登録期間から推計した登録予定のペースとほぼ一致したペースで進んでいます。

先進医療Aの実施についても統一治療方針として適応症、病態の大枠を定めるとともに、それぞれの適応症で適用可能な重粒子線治療の線量分割も規定しました。適応症は保険適応となった骨軟部腫瘍以

表2 重粒子線がん治療における先進医療Bの進捗状況（2017.10.16現在）

対象疾患 (主担当施設)	目標症例数 試験期間	技術審査部 会「適」判定	先進医療 会議承認	参加施設	IRB (倫理審査) 最終承認	厚生局許可 (告示)	登録の 可否	登録 患者数	
肝細胞癌 (群馬大学)	130例 登録4年 観察3年	160317	160512	群馬	160526	160601	可	3	合計 5
				九州	済	161001	可	1	
				放医研	170117	161001	可	0	
				兵庫	161004	170101	可	1	
				神奈川					
I期非小細胞肺癌 (九州重粒子セ)	150例 IA:105 IB:45 登録4年 観察3年	160414	160609	九州	160906	160701	可	5	合計 10
				放医研	170117	170201	可	1	
				群馬	161027	170201	可	3	
				兵庫	161004	170301	可	1	
				神奈川					
局所進行膵癌 (放医研)	82例 登録2年 観察2年	160519	160908	放医研	161216	161001	可	5	合計 9
				群馬	170125	170301	可	3	
				九州	170110	170301	可	1	
				神奈川	170420	170701	可	0	
高リスク前立腺癌 (放医研)	156例 登録2年 観察5年	160929	161208	放医研	170114	170101	可	21	合計 56
				群馬	170222	170401	可	10	
				九州	170203	170401	可	12	
				神奈川	170316	170701	可	13	
直腸癌術後骨盤 内再発 (放医研)		計画書提出 厚労省にて検討中 厚労省に問い合わせ (170828)							
								総合計	80

表3 重粒子線治療の適応疾患（統一治療方針）

適応疾患	病態、部位	適用医療
頭頸部腫瘍:	非扁平上皮癌および涙腺癌	
	頭頸部悪性黒色腫; 頭頸部粘膜悪性黒色腫および脈絡膜悪性黒色腫	
	頭頸部扁平上皮癌; 鼻副鼻腔、聴器原発の扁平上皮癌	
肺・縦隔腫瘍:	限局性肺癌	一部先進医療B実施中
	局所進行非小細胞肺癌	
消化管腫瘍:	局所進行食道癌	
	局所再発性直腸癌	一部先進医療B申請中
	大腸癌術後骨盤内再発	
肝胆膵腫瘍:	肝細胞癌	一部先進医療B実施中
	肝内胆管癌	
	切除可能膵癌	
	局所進行膵癌	一部先進医療B実施中
泌尿器腫瘍:	前立腺癌	一部先進医療B実施中
	腎癌	
乳腺・婦人科腫瘍:	局所進行子宮頸癌	
	局所進行子宮体癌	
	婦人科領域悪性黒色腫	
転移性腫瘍:	転移性肺腫瘍	
	転移性肝腫瘍	
	転移性リンパ節	
骨軟部腫瘍:	頭蓋底腫瘍	保険
	骨軟部腫瘍	保険
	頭頸部骨軟部腫瘍	保険

外では、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、婦人科腫瘍、転移性腫瘍の7つのカテゴリーに大別され、それぞれ(表3)に示すような20の病態に限定されました。このうち、肺癌、肝細胞癌、膵癌、前立腺癌、直腸癌術後再発の一部は先進医療Bの臨床試験を実施するべく申請作業を進め、前述のように直腸癌術後再発以外の4疾患については登録が開始されました。表に示す疾患・病態のうち、この先進医療Bの適応を除いた症例は先進医療Aとして治療を継続しています。これを継続する上では、臨床研究中核病院の協力のもと各疾患の専門医を含むカンサーボードで症例ごと

に適格性を確認することに加え、全例登録ならびに結果の定期報告が義務づけられており、実際に全施設の全症例を登録するデータベースを準備し、運用しています。また、初年度の集計結果は、平成29年10月にJASTROを通じて先進医療会議に報告されました。

(図3)は平成28年度に整備されたJ-CROSの組織図を示します。全体の臨床研究推進の中心となるのは運営委員会で、ここで全体的な研究の進捗が管理されています。この下に表3に示した疾患カテゴリーを網羅するように部位別分科

会を設置しています。この中には先進医療を主体として臨床研究を推進している分科会(頭頸部、肺・縦隔、上部消化管、肝、膵、下部消化管、泌尿器、婦人科、転移)の他にすでに保険収載されている骨軟部、臨床試験を主体とする眼、乳腺があり、12部位となっています。各分科会は各重粒子線治療施設の疾患担当者に加えて、それぞれの疾患の専門医である委員を大学病院やがんセンター等から招聘し、臨床研究の計画、進捗、結果について議論をしています。さらに前述の装置ならびに治療の品質管理、品質保証を担うQA・QC分科会、保険収載に向けては重要な課題

重粒子線治療多施設共同臨床研究組織(J-CROS)

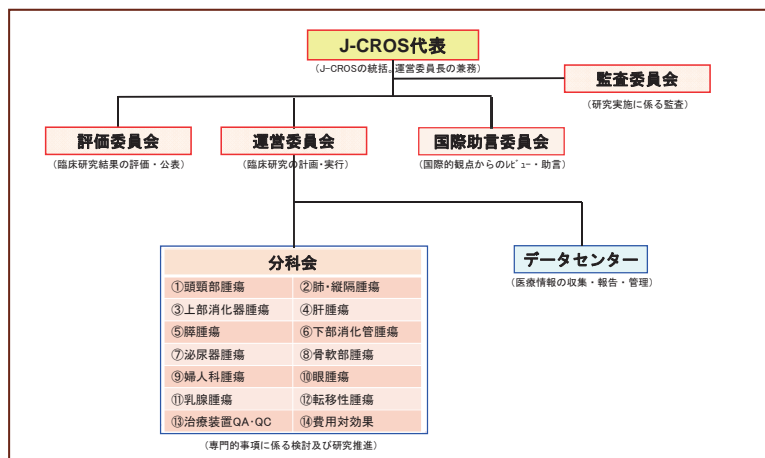


図3

のひとつである費用対効果に関する研究を担当する分科会も設置されています。また、分科会としては設置していませんが、各施設のデータ管理者間で全例登録作業に関する意見交換、合意形成を目的とした会合も必要に応じて開催しています。また、臨床研究の全般の質を保証するためのモニタリング・監査については運営委員会の外に監査委員会を設けて、作業内容を報告、評価を受けることで、科学的に信頼性の高い臨床研究であることを担保しています。

最後にこの1年あまりの間にJ-CROSで行われた全例登録に関する作業を時系列の並べた図を(図4)に示します。この作業を開始する前には全例登録データベースの準備としてデータ項目の検討、EDCの構築が必要でした。この全例登録はJASTROとの共同作業ですので、JASTROが構築したJRODという放射線治療症例データベースとのリンクが必要条件となっています。そこにJ-CROSの疾患横断的共通データ項目、疾患特異的データ項目、結果に係る時系列データ項目と積み上げ、さらに同時に症例登録を開始した陽子線治療グループともデータ項目の統一化が図られました。その上で短期間のうちにスリムなデータベースを構築し、データ登録、とりまとめまとめ作業を実施し、初年度の報告をまとめるに至りました。

この新たなシステムでの先進医療が開始されたのは平成28年5月で、平成28年秋に最初の2ヶ月間に治療した症例の登録作業を行いました。その後、収

集したデータの質を保証するためのモニタリングを実施し、エラーを抽出して各施設にフィードバックが行われました。こうした作業を行うことで、エラー発生を要因を明らかにし、誤入力を減少させ、入力方法の見直しやデータ項目の更新に結びつけています。初回登録データの一部はJ-CROSの各部位別分科会(図3)で報告されました。

その後、平成29年春に2回目のデータ登録として平成28年7月から12月に治療された症例とそれ以前の症例のフォローアップデータを登録し、再度モニタリング、監査を行いました。3回目は平成29年夏に平成29年6月末までの新規治療症例とそれ以前の症例のフォローアップデータを登録し、この時点までの全データを用いてはじめての集計、解析を行いました。まだ初年度で治療結果については短期の結果しかありませんので、詳細は本稿では紹介しませんが、先進医療Aの症例数が5施設、14ヶ月(平成28年5月～平成29年6月)で1861症例という集計でした。この集計結果については陽子線グループと同じ様式の報告書にまとめられ、JASTRO粒子線委員会に提出されました。それをさらに取りまとめた報告書は先進医療会議資料としてJASTROから厚労省に提出されています。

こうしたデータ登録、収集、解析、報告という作業は今後も数年にわたって繰り返される予定であり、データ量は指数関数的に増加していくことは明らかです。また、データ入力に人手を要する部分が少ないため、各施設の病院情報システムにデータベースに転送しやすい様式での記載が日常診療で可能とするなど、自動的なデータ転送のための作業が急務となっています。

幸いにして、重粒子線5施設の協力関係はとても良好で、J-CROSの活動についても短期間で要望に迅速な対応をいただいています。これからも良好な関係を継続し、結果を各施設の公平な業績としていくとともに、少しでも早く、少しでも多くの疾患、多くの症例が保険で重粒子線治療ができるように協力して臨床研究活動を継続していく所存です。

全例登録・これまでの経緯と予定

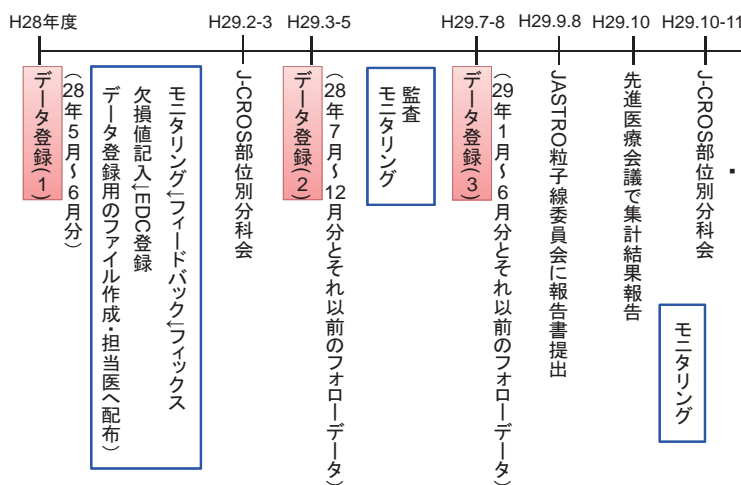


図4

ここまできた粒子線がん治療 陽子線治療

筑波大学 陽子線医学利用研究センター
奥村敏之・櫻井英幸



奥村敏之



櫻井英幸

1. はじめに

陽子線が放射線治療のひとつとして臨床に応用されるようになったのは1950年代で、その歴史は既に半世紀を過ぎています。本邦では1979年に放射線医学総合研究所のサイクロトロンから供給される70MeV陽子線をもちいた眼部に対する陽子線治療に始まり、1983年には筑波にある高エネルギー物理学研究所（現高エネルギー加速器研究機構）において、シンクロトロン加速で得られた250MeV陽子線を利用した体幹部腫瘍を主な対象とした陽子線治療が開始されて今に至ります。2000年には国内に3カ所しかなかった施設が現在では13カ所となり、更に数カ所の施設が間もなく稼働しようとしています。そして平成28年から陽子線治療の一部が保険収載となったことは第17号の医用原子力だよりも紹介されたとおりです。陽子線治療がこれまで歩んできた道のりを振り返り、今後の展開について考えてみたいと思います。

2. 陽子線治療関連の技術

陽子線治療とは陽子をがんの位置（深さ）にあわせて止まるように調節し、陽子が止まる場所に集中

して殺細胞効果を発揮させる治療だと言えます。見方を変えれば病巣周囲、特に病巣の奥側にある組織の無用な被ばくを極力少なくできます。この特徴を生かし、病巣への線量を増やすことでがんの治療率を上げることを目指そうというのが長い間の治療戦略でした。1990年代までは、特に難治がんの治療率をあげるからこそが社会に受け容れられるために必要なことであると皆考えていたかと思います。そのためにはピンポイントで陽子線をがんにつけなければならず、診断と治療双方の精度が要求されます。このような要請から、粒子線治療が当然のように導入して臨床応用していた画像誘導放射線治療、呼吸同期照射法などの治療技術は、当時光子線治療の世界ではまだその重要性が十分認識されていなかったと思われます。粒子線の長所を生かすために必須だったこれらの技術領域において、粒子線治療は時代の最先端を走っていました。ただし重厚長大な粒子線治療器は、フットワークではX線にかないませんでした。身体の色々な角度からビームを照射できる、患者さんはただじっと寝ているだけでよい、というX線では当たり前のことが陽子線にはなかなかできませんでした。1990年代半ばになって陽子線治療にも漸くガントリー機構という、自由度の高い照射を可能にする装置が開発されました。同じ頃、光子線では陽子線に追いつくと定位照射やX線を用いた強度変調照射（IMRT）の開発がなされ、この頃から陽子線と光子線の技術が交差するようになってきました。

陽子線と光子線の線量分布の差を線量－体積ヒストグラム（DVH）という指標を用いて評価することも行われるようになりました。それに伴い陽子線は

小さい標的を狙う時よりも、大きな標的を相手にした時のほうがその優位性がより明らかとなるという主張を耳にするようになりました。特に米国では、新しい施設の建設計画をたてる際に対象疾患のひとつとして悪性リンパ腫を想定していたことは、強く印象に残っています。リンパ腫は腫瘍に照射する線量を高くする必要がないものの、比較的広い照射野を必要とするような疾患だったのです。高線量の照射によって局所制御効果を高め、それを生存率の改善に結びつけるというシナリオとは異なり、悪性リンパ腫は小児腫瘍と同様に30年先の後障害を低減させることに陽子線の価値があるという発想から生まれた話であったのでしょうか。この考えは現在広く受け容れられていると思われまます。

2000年代に入って光子線でIMRTが急速に普及すると相まって、陽子線の世界でも強度変調照射の技術が取り入れられるようになりました（IMPT）。それを可能にしたのがスキヤニングという細いビームを積み重ねて照射する技術となります。スキヤニングによって線量分布は更に最適化でき、放射性廃棄物が蓄積されないという利点もあり、近年稼働を始めた治療施設ではこの機構を取り入れた施設が増えてきました。今のところまだ動きを伴う臓器の治療に関しては課題を有するものの、その応用に期待が持たれています。

3. 陽子線治療の適応疾患

身体の中のどの部位にある病巣にも対応できるというのが放射線治療の強みであり、その特徴は陽子線にもあてはまります。ただ疾患の特性や臓器の放射線感受性等によって、放射線が治療法として役立つかどうかとなると疾患毎に当然その価値が変わってきます。

2014年に米国放射線腫瘍学会（ASTRO）は陽子線治療のModel Policyを発表しました。これは米国の医療保険に対して学会が陽子線の適応についてど

う考えているかを表明したもので、具体的に陽子線治療がどのような疾患に対して優れた効果を期待できると判断しているかを示しています。

この中で陽子線が光子線に優ると考えられる状況を4つ挙げています。即ち 1. 非常に急峻な線量勾配を利用すれば、重要臓器に囲まれた標的に、その耐容線量を越えないように治療線量が与えられる場合。2. 大きな照射体積を、その中に高線量域を作ることなく均一に照射したい場合。3. 光子線ではどうしても正常組織の有害事象を招く心配がある線量分布しか作れない場合。4. 過去に照射された部位に近接した標的に、正常組織への累積線量を耐容線量内におさえて照射したい場合などです。そこでは陽子線が役だつ可能性があるというのです。また単なる診断名による判断ではなく、例えばDVHのような客観的指標をもって陽子線の優位性を説明できることが大切であるとしています。

このModel Policyの中で特に陽子線が有用と考える根拠があるとして、Group 1という疾患群が紹介されています（表1）。ここには歴史的に長く検証されてきた眼球の腫瘍や頭蓋底腫瘍の他に、小児や体幹部の腫瘍も含まれています。この疾患群をながめると、前述の高線量照射によって治癒率の向上が期待できるものと、正常組織の後障害のリスク、二次発がんのリスクを低下させる効果が期待できるものの両方が含まれていることが解ります。

表1 ASTRO Model Policy の Group 1 に分類される疾患

眼球腫瘍	黒色腫等
頭蓋底腫瘍	脊索腫・軟骨肉腫等
脊椎腫瘍	原発または転移性で、脊髄を避けた照射が必要なもの
肝細胞癌	
小児腫瘍	姑息治療でも陽子線の優位性が期待できるものを含む
遺伝性腫瘍	正常組織の被ばく量を最小限に留めるべきもの
中枢神経腫瘍*	良性も含む
頭頸部腫瘍*	局所進行/ 切除不能の頭頸部癌
副鼻腔原発癌*	
後腹膜腫瘍*	転移のない後腹膜肉腫
再照射例*	正常組織の累積線量が耐容を越えるおそれがある例

*: 2017年に追加登録された疾患

本邦ではこのなかから小児固形腫瘍が保険収載されました。数ある疾患の中のごく一部ではありますが、画期的な出来事でした。筑波大ではこの1年、明らかに小児の患者さんが増えています。照射技術の面からいえば、小児でありながら大人以上に広い照射野を要する場合があります。図1に示す全脳全脊髄照射と呼ばれる照射法で、後障害低減を図るためのモデル的な照射です。古典的な筑波大の治療器でこの照射を実践するのは大変ですが、スタッフの努力によって漸く実施できるようになりました。

実はこのModel Policyは今年、2017年版に改訂されました。2014年にはGroup 1ではなかった疾患がいくつか加わっており、陽子線の評価が着実に上がっていると考えます。この表を作成するにあたっての参考文献には本邦からの報告が多く採用されており、この分野での日本の貢献度の大きさを感じます。しかし先進医療会義から、後ろ向きの研究が多く、統計学的に主張が行えるような前向きのデータ蓄積が必要であるとの指摘もいただき、現在全国の

陽子線施設が共同でエビデンスの構築に取り組んでいるところです。

4. 今後の陽子線治療

陽子線の生命線である線量分布の改善にはまだまだ技術的な改善の可能性があります、今後はさらに広範囲の照射を行うような方向で適応疾患の幅が広がると考えられます。

またよく計画された臨床研究を通して第三者の目にも陽子線治療の有用性が明らかとなれば、この治療法は社会に受け容れられてゆくと考えられます。世界規模では100を超える臨床研究が各地で行われており、今後多くの報告が出てくることが期待されます。医療経済的なハードルが高いことはこれからも変わらないだろうと予想されますが、使えば使うほど良さを実感する放射線ですので、長く生き残れる技術として、我々の世代が頑張らねばと考える次第です。

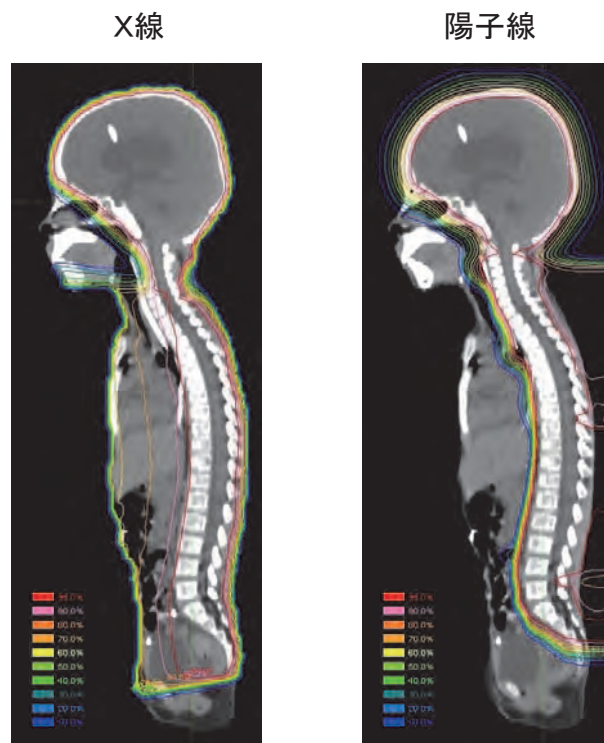


図1. 全脳全脊髄照射の線量分布比較

脊髄全長を陽子線で後方から照射すると、腹側の心臓・肺・胃腸・卵巣等の被ばくを避けることができ、後障害のリスク低下が期待できる。

仙骨脊索腫の診断までに病院を転々とし、重粒子線治療に辿り着いてから現在まで

患者会「放医研虹の会」 会員 太田 由佳（治療当時 40 歳）



「発症から病名診断まで」

2003年秋頃、腰の骨の一部が座面に当たるような感覚があり、歩行中に激痛で一瞬足が前に出せない状態になりました。ほんの数秒の事でしたが2～3度続いた時には流石におかしいと思ひ地元の総合

病院の整形外科を受診し、レントゲンを撮りましたが、「MRIを撮る程ではない、坐骨神経痛の疑い」とのこと。痛みが一向に治まらない為、週2～3回のリハビリに通い腰を牽引されたり足を持ち上げられると涙が出る位の痛みで、夜は殆んど眠れなくなりました。痛い痛いと言いつつながら仰向けでもうつ伏せでも右側を下にしても左側を下にしても横になれず、立っている方が楽なので一晩中立ててテレビを見たり本を読んだりしていました。睡魔に襲われ数時間は眠れるのですが、1度目が覚めるとほぼ立って暮らしていました。友人に腰の痛みを話すと、婦人科系の病気ではないかと言われ産婦人科に行ったり、職場の上司から鍼灸院を勧められ、近所の鍼灸院にも行き、そこで別の整形外科を紹介されMRIを撮った所、「がんセンターを紹介します」と言われ、「がんなのですか?」と尋ねると、「もっと詳しい検査を受けて下さい」とのこと。

2003年の12月26日にがんセンターを受診し、骨シンチや生検等を受け、翌2004年の1月に脊索腫と判明しました。様々な病院を転々としてやっと分かった病名ですが、全く聞いた事もない病名で、調べようにも情報が限られていました。脊索腫は脊索

の両端、頭蓋骨の深部（頭蓋底）にある骨や、骨盤後方の仙骨に発症しやすいようですが、私の場合、仙骨脊索腫でした。母親の胎内にいた時、背骨の基礎となっている脊髄の下の部分「脊索」に残存した物に由来する腫瘍で、進行が遅い為、中年期以降に発症する事が多く、解明されていない事も多いそうです。

「重粒子線治療を選択」

がんセンターの主治医から治療法として外科手術又は重粒子線治療があると説明を受け、費用は手術なら約100万円、重粒子線治療なら314万円と言われました。金額だけなら手術かな?と思いましたが手術の場合後遺症として歩行困難になったり、人工肛門になる可能性が大だとか。初めて耳にした重粒子線治療については家族がインターネットで調べてくれて、がんだけを狙い撃ちする身体への負担が少ない治療と分かり、重粒子線治療を選択する事にしました。もしもあの時手術を受けていたら、行動範囲が狭まり、その後の人生が一変し、QOLがかなり低下していたかと思うとぞっとします。現在骨の腫瘍に関しては、公的保険適用が認められていますが、13年前の当時、314万円の治療費が自費で一括払いでしたので、生命保険の一時金が下りたのは助かりました。友人が生保の仕事をしていて、今まで大病を患った事もない健康な私には必要がないと断っていたのですが、万が一の時の為にと加入した1年後にまさかがんになるとは…時期が微妙だった為、病気の兆候があるのを分かっていた入ったのではと生命保険会社からは、転々とした全ての病院に確認をとる等調べられましたが、発病前に加入出来たのは不幸中の幸いでした。

「放医研受診」

放射線医学総合研究所（放医研）の初診は2004年1月30日で、その時の主治医は現放医研臨床研究クラスター長の鎌田正先生で、その後今井礼子先生に担当主治医として診ていただいております。治療予約はHIMACのメンテナンス時期が間に入るのと予約待ちで5月に。実は途中で放医研から「空きが出たので早く治療しませんか？」と連絡をいただいたのですが、まだ幼かった子ども達の事があり、幸い進行が遅い病だったので、当初の予定通り5月の連休明けからの入院にいただきました。入院中は夫の姉が泊まりがけで家事育児を引き受けてくれたり、退院後は近所の友人達が手料理を届けてくれたり、周囲にはとても助けられました。

「6回の重粒子線治療と手術」

治療に先立ち固定具を作成し、シュミレーションCTから照射の流れで8.8×6.6×7.1cmの腫瘍（StagelB）に対して16回（70.4GyE）の照射を受けました。初めは大きい腫瘍に対してそれなりの線量を照射した為、腰に鉛を付けているような重い感じや疲労感に襲われ、何もする気がなくなり、ひたすら横になりたいという状態でしたが、それは一時的なもので初めの治療の時のみでした。腰に照射痕が残るとも言われましたが、徐々に薄くなり、時間の経過と共にほぼ目立たなくなりました。

初期にはまだ痛みがありましたので、先生からモルヒネを勧められ、「適切に使用すれば決して中毒になる事はなく、寧ろ痛みをとって十分な睡眠を確保する事が大切」との説明に、看護師さんの管理の下、経口モルヒネを服用し、痛みをコントロール致しました。（現在も時々一時的な痛みはありますが、痛い時のみロキソプロフェン等を服用し、それ以外一切の服用はありません）

退院後は数ヶ月に1度放医研でCT又はMRIの検査を受け、その結果をがんセンターに持参する繰り返しでしたが、その検査で右腸骨と左臀部（照射野外）に転移が見つかり、2005年10月28日から11月11日に左臀部の病変に8回（54GyE）、右腸骨病変に4回（52.8GyE）の照射を。更に翌年の2006年5月のCTで多発肺転移が認められました。肺に関しては今

の所重篤な状態でもない為、様子を見ております。その後2008年3月7日左腸骨と左大腿骨転移を確認し、同年9月17日から9月24日に左腸骨転移に対して4回（52.8GyE）の照射をしました。2009年4月のCT、MRIにて仙骨腹側（初回治療部腹側照射野辺縁）に局所再発出現。病変と腸管が近接している為、スペーサー留置内視鏡手術後、7月16日から8月9日に仙骨に12回（57.6GyE）の照射。左大腿骨は重粒子線適応外の為、2010年9月にがんセンターにて腫瘍切除、人工骨頭置換術を受け現在に到ります。

「重粒子線治療を受けて」

重粒子線は、同じ部位には2度とかけられません。私の場合病巣が少しずつずれていたため何度も受ける事が出来ました。

治療中は始めはうつ伏せでの固定が息苦しく、酸素吸入をしていただきましたが、回数を重ねる毎に慣れ、好きなCDを持ち込み、リラックスしながらいつの間にか治療が終わり、自分で歩いて病室に戻り、退院後はすぐに仕事や家事に復帰する事が出来ました。この頃、派遣社員として銀行で週3～4日の仕事と自宅を中心とした仕事を掛け持ちしており、子どもの学校役員や町内会役員を務めたり、週末は野球の遠征試合に付き添う等して、周囲からはいつも元気に飛び回っている印象だったようです。今、がん患者と就労の問題が取り沙汰されていますが、重粒子線治療のような身体に優しい治療が普及する事で解決出来る部分も大きいと思います。

「脊索腫（コルドーマ）という病について」

私自身ががん患者だからという事もあるのかもしれませんが、がんという文字を毎日のように新聞、テレビ、書店等で目にします。

様々な映画や小説の中でも描かれ、有名人だけではなく身内や友人でもがんになった話をよく耳にします。ただ一般的に知られる種類のがんに比べて私が罹患した脊索腫（コルドーマ）という病名は、発症から14年あまりがたった今でも不明な点が多く、耳慣れないものです。骨の腫瘍（肉腫）に重粒子線治療は有効である為、希少がんでありながらも全国から集まった脊索腫仲間と交流を持つ事が出来ました

が、まだまだ認知度が低く、私が病院を転々としたように、痛みの原因や病名が分からず腫瘍が増大したり、転移してしまう方もいるのでは？と思います。私自身何度も転移、再発を繰り返し、現在も左右の肺と恥骨に腫瘍がある為、これを何とかくい止める方法があればと感じています。

がんという病が恐ろしいのは、腫瘍が増大したり、全身を蝕んで身体機能や命にも関わってくるからで、多くのがん患者はこの不安や恐怖と隣り合わせです。私は自分ではあまり病気と思わず普段は病気の事を忘れていますが、鈍感力で身を守っているのかもしれない。今後がん患者全体の生存率とQOLの更なる向上と、なかなか研究、開発が進まない希少がんの解明や新薬の開発に期待しています。

「患者会 放医研虹の会」

放医研入院中には先生を始め、看護師、スタッフの皆様が丁寧な説明をして下さったり、不安な事がないか等、患者に寄り添って話を聞いて下さり、病室やデイルームでの食事時には患者同士の交流が盛んで楽しく快適に過ごす事が出来ました。私が初めて治療した当時は重粒子線治療施設が千葉県の稲毛にしかなく、北海道から九州まで全国からの患者がおり、全国に多くの友人が出来ました。

2004年の入院時に知り合った堤静香さんは、重粒子線治療の普及活動としてご自身の体験を各地で講

演されたり、患者会（放医研虹の会）の代表やがん患者の傾聴ボランティアやワイン会会長等各方面で活躍されていて、その後医用原子力技術研究振興財団の理事に就任され、精力的に活動されるお姿はとても励みになり、いつもよい刺激をいただいております。患者会「放医研虹の会」では、ご遠方の方が検査等で上京された際や、近隣のメンバーとは数ヶ月に1度近況報告や情報交換をしております。一口にがんと言っても部位や範囲、症状も各々異なりますが、患者同士でないとわからない気持ちの共有は大切ですし、この患者会の何よりよい所は、代表の堤さんの医療従事者等専門家との繋がりや、今までに見聞きした多くの患者の体験談等から具体的且つ建設的なご意見を伺える事と、代表の明るい雰囲気の下、会員の皆様との楽しい会食のひとつから明日への活力をいただける事です。皆様困難を乗り越えながらも笑顔で再会しています。やはり心と身体は連動していますので、前向きな気持ちはとても大切です。その点でも重粒子線治療は身体へのダメージが少ない分、高いQOLを保つ事が可能な素晴らしい治療法だと思います。現在排尿排便障害や、足に時々痛みがありますが、仕事に家事や旅行、コンサートや、友人講師を招いての自宅開放型フラワーアレンジ教室や趣味のコーラス等で毎日アクティブに活動しており、これも重粒子線治療のお陰と感謝しております。

【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。

粒子線治療施設

◆大阪重粒子線センターのご紹介 (2018年3月1日開設予定)

(計画全般について)

現在、大阪城の西隣り、大阪府警本部と大阪府庁に挟まれた大手前3丁目の地に、国内6番目の重粒子線治療施設を整備しております。建物は今年10月2日竣工致しました。この重粒子線施設は大阪国際がんセンター（旧：大阪府立成人病センター）が森ノ宮エリアから大手前地区への移転計画を策定された際に、大阪府議会を始め、府立病院機構、各医療機関から重粒子線治療施設の整備を強く要望されまして、これを民設民営にて整備することになりました。

設計・監理は㈱日建設計が、建築工事は鹿島建設㈱が、重粒子線装置は㈱日立製作所がそれぞれ担当し、これらの三者と事業者である大阪重粒子線施設管理㈱が緊密な連携と協力体制を整えながら、建築工事及び装置の整備を進めて参りました。工事は2015年8月7日に着工しまして、先のとおり2017年10月2日に竣工致しました。(写真：外観を参照) 大阪城の横に位置するために、景観には大変留意をしました。設計担当の日建設計の匠を尽くした建物となっています。

重粒子線装置は本年2月から搬入を初めまして、7

月末には組立が完了し、順次装置テスト始めまして、10月から日立製作所による本格的な試験が始まりました。試験は来年3月末まで実施し、終了時点で薬事承認の手続きを予定しています。

(スケジュールについて)

重粒子線治療までのスケジュールは、来年2018年3月1日に外来診療を開始し、2018年10月に重粒子線治療を開始する予定です。スタッフの確保も順調に進み、ベテランの治療医の先生方も決定して来ております。また、トレーニングでは放射線医学総合研究所様へ研修受入れをお願いし、医師については数年前から、その他の医療スタッフは本年4月から研修を始めております。開業まで後5か月、治療まで約1年となり、急ピッチに開設に向けての準備を進めております。

(プロジェクトの特徴)

大阪重粒子線センターは、都心という恵まれた場所で、最新のスキヤニング技術と動体追跡システムを装備した重粒子線装置を整備し、更にはがん専門の治療施設である大阪国際がんセンターに隣接するという事で、地元大阪を始め、関西全域から大きな期待が寄せられています。





このプロジェクトは2013年から着手しまして、現在丸4年が経過しました。民設民営で孤軍奮闘をして参りましたが、この間に大阪府さまのご支援・ご指導の下、「世界一コンパクトな加速器を備えた最先端の重粒子線がん治療施設」であること、更には「がん治療の研究に貢献」するという事で、大阪府より特区地域進出等事業計画認定（2016年3月）、続いて内閣府にて総合特区認定（2017年6月23付）を受けることが出来ました。非常に名誉なことであり、大変喜ばしいこととなりました。

しかし一方では数々の課題にも直面しました。まず、計画段階では埋蔵文化財の調査で予定よりも約4か月近く工程が延びました。更に着工の2015年初頭から国内の建築費が高騰し始め、結果的に建築費が予定の予算より約3～4割アップする事態が発生しました。また、工事途中には計画地の地中から障害物が発見されて、これにより工期がずれ、更には撤去工事費用（大阪府さまにて負担）まで発生しました。

数えきれない程いろいろなことがございましたが、先のプロジェクトのメンバーが一団となり、共に解決を図り、本プロジェクトを進めて参りました。優秀なメンバーに恵まれ、献身的な活動に対して大変感謝をしております。

（海外展開）

世界的にがんが増えている背景により、建築中からいろいろな国から見学の申し込みがありました。主な国としては韓国、台湾、中国、ベトナム、ロシア、アメリカ、オーストラリア、タイなどから見学要望がありました。また、複数の施設より大阪と連携をしたいとのご要望も頂いております。今後、隣接する大阪国際がんセンター様とどのように対応していくか検討・協議をする予定です。

（最後に）

本プロジェクト計画では、医用原子力技術研究振興財団様を始め、先行する施設である放射線医学総合研究所様、群馬大学様、佐賀ハイマツ様、名古屋陽子線治療センター様他、沢山の施設様より温かいアドバイスをお受けして、本プロジェクトに多くのことを活かさせてもらいました。紙面をお借りしまして、心より御礼を申し上げます。がんに苦しんでおられる患者様の一人でも多くの方の治療を通して、恩返しをさせて頂きたいと存じます。今後、一日も早い開業を目指しまして、用意周到な準備を致して参ります。今後ともどうぞよろしくお願い申し上げます。

大阪重粒子線施設管理(株) 牟田 修



第14回日本中性子捕捉療法学会学術大会の報告

脳神経疾患研究所附属・南東北 BNCT 研究センター
高井 良尋

2017年9月29日(金)・30日(土)の2日間、福島県郡山市の郡山ビューホテルアネックスにおきまして、第14回日本中性子捕捉療法学会学術大会を開催させて頂きました(大会長:南東北BNCT研究センターセンター長・高井良尋(弘前大学名誉教授))。また、大会前日の9月28日には、南東北BNCT研究センター見学会を兼ねて、第5回BNCT講習会(日本中性子捕捉療法学会・人材育成委員会主催、本学術大会後援)が開催されました。見学会には89名の

方が参加され、世界初である病院併設のBNCT治療施設を見学させて頂きました。

学術大会には251名(正会員103名、非会員129名、学生19名)の方が参加され、物理学、薬学・化学、



大会長挨拶

臨床医学・技術、生物学、各領域におきまして熱いご議論を頂きました。誠にありがとうございました。

中性子捕捉療法は、従来、原子炉を中性子源として使用していたため、臨床医療として確立した治療法にはなり得ませんでした。病院設置可能な、加速器によるBNCTシステムが京都大学と住友重機械工業の共同で開発され、すでに、京都大学原子炉実験所と南東北BNCT研究センターに導入されており、2016年1月より両施設において悪性脳腫瘍に対して、7月よりは南東北BNCT研究センターにおいて再発・進行頭頸部痛に対して第2相臨床試験が行われており、近い将来、薬事申請が行われるものと思います。このような段階まで進行している日本から、加速器BNCTが臨床医療として認知され世界に普及するためには、加速器BNCTの臨床技術・情報を発信することが重要であります。

そこで、本学術大会のテーマを「加速器BNCTの実臨床へ向けての諸問題」と致しまして、臨床で得られる大量のデータ解析から解決できる可能性のある諸問題、患者セットアップを含めた物理技術学的問題、BNCTにおける看護現場での諸問題に関して、主にシンポジウムを中心として多くの議論がなされました。

	9月29日(金) 郡山ビューホテルアネックス	9月30日(土) 郡山ビューホテルアネックス	備考
8:00	8:00~ 受付開始	8:00~9:10 幹事会	
9:00	9:00~9:10 開会の挨拶 9:10~10:30 一般演題1 【物理学I】 座長: 高井良尋(京大原子炉)	9:10~9:20 9:20~10:20 シンポジウム2 実臨床に向けた諸課題 座長: 高井良尋(南東北BNCT)	
10:00	10:30~10:40 休憩 10:40~12:00 一般演題2 【薬学・化学】 座長: 柳雄光雄(大阪府立BNCT)	10:20~10:30 休憩 10:30~11:20 一般演題5 【臨床医学・技術I】 座長: 廣瀬勝己(南東北BNCT)	
11:00	12:00~12:10 休憩	11:20~12:00 一般演題6 【臨床医学・技術II】 座長: 宮武伸一(大阪医科大学)	
12:00	12:10~13:10 ランチョンセミナー1 ¹⁸ F-FBPA研究来し方行く末 座長: 吉本高志(脳神経疾患研究所) 演者: 石塚寛一(脳神経疾患研究所) 共催: 住友重機械工業株式会社	12:00~12:10 休憩 12:10~13:10 ランチョンセミナー2 加速器BNCT施設に求められる建築技術 座長: 加藤貴弘(南東北BNCT) 演者: 関根収康(株式会社安藤・関)	
13:00	13:10~13:20 休憩 13:20~14:20 教育講演 CBEファクターを考える 座長: 平塚純一(川崎医科大学) 演者: 小野公二(京大原子炉)	13:10~13:20 休憩 13:20~14:00 総会	9月30日(土) 13:00~16:00 市民公開講座
14:00	14:20~14:30 休憩 14:30~15:50 シンポジウム1 BNCTによる全身被曝を考える 座長: 伊丹 純(国立がんセンター中央病院)	14:00~14:10 休憩 14:10~15:30 一般演題7 【生物学】 座長: 増永俊一郎(京大原子炉)	主催: 公益財 団法人脳神経 学研究会 研究部
15:00	15:50~16:00 休憩	15:30~15:50 閉会の挨拶	
16:00	16:00~17:00 特別講演 癌のBNCTの発展に貢献したわが国の研究を振り返って 座長: 高井良尋(南東北BNCT) 演者: 橋田亮(東北医科大学)		
17:00	17:00~17:10 休憩 17:10~17:50 一般演題3 【物理学II】 座長: 田中浩基(京大原子炉)		
18:00	17:50~18:00 休憩 18:00~19:00 一般演題4 ポスター		
19:00	座長: 鈴木実(京大原子炉)、藤田実(東京大学大学院) 19:00~20:30 懇親会		
20:00			

本学術大会のタイムスケジュール



シンポジウム

演題数は、特別講演1題、教育講演1題、シンポジウム2題（6演者、1ディスカッサント）、ランチョンセミナー2題、一般演題36題、ポスターセッション15題で合計57演題をご講演・ご発表頂きました。

特別講演として、日本でのBNCT黎明期よりBNCT研究に携わられてこられた福田寛教授（東北医科薬科大学 医学部長）に「癌のBNCTの発展に貢献した我が国の研究を振り返って」と題して、畠中 亘先生から始まり、世界をリードした日本でのBNCT研究の経緯、成果に関してご講演頂きました。日本の研究者の成し遂げた偉大な功績にあらためて感激しました。

教育講演として、小野公二名誉教授（京都大学原子炉実験所）に「CBEファクターを考える」と題し

て、BNCTを理解する上で最重要のCBEに関して、正常組織と腫瘍について、新たに解析したデータによりその本質についてご講演頂きました。

シンポジウム1「BNCTにおける全身被曝を考える」では、3人の演者に「ホウ素中性子捕捉療法における末梢血リンパ球解析による生物学的被ばく線量の推定」「BNCTによる全身被曝を考える～物理工学の観点から～」 「臨床的見地からの被曝線量規制の要否と安全性への考察」の演題名でそれぞれご講演頂きました。リンパ球の微小核解析では、BNCTによる影響は、ライナックによるエックス線治療を受けた患者、ヨウ素131投与を受けた甲状腺癌患者と比較して、少なく、全身被曝線量が従来の諸放射線治療より低いと推定されることが報告されました。また、臨床での実測値でも、前立腺癌へのIMRTによる全身被曝より、BNCTでの被曝が低いことが示されました。

シンポジウム2「実臨床に向けた諸課題」は本学術大会のメインテーマであり、3人の演者に「加速器BNCTへの期待-Therapeutic benefitと Human radiation biology in BNCTの両立」「加速器BNCTの普及に向けた物理技術的諸課題」「BNCTにおける看護師の役割と現状課題」の演題名でご講演頂きました。今後の、臨床研究の方向性、照射現場における問題点、BNCT看護の重要性について理解を深めることができました。



ポスターセッション

今回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吉橋幸子先生（「名古屋大学における加速器BNCT用システム-Li封入型ターゲットの開発-」）、薬学・化学・生物・その他分野より東京工業大学の石井里武先生（「ジスルフィド結合をリンカー部位に持つホウ素クラスターマレイミド（SSMID）を用いたアルブミン結合部位の同定」）、臨床医学分野より南東北BNCT研究センターの廣瀬勝己先生（「頭頸部癌BNCTでの粘膜線量制約内で許容される深部方向への有効フィールドサイズの検討」）の3名の先生方が受賞されました。今後の益々の発展を期待しております。

学会の進行においては、座長、演者の方々のご協力のおかげをもちまして、スケジュール通りで全く滞りなく学術大会を終えることができました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。総会の中で、Taipei Veterans General HospitalのSang-Hue Yen教授より、来年台湾で開催されるICNCT18（第18回国際中性子捕捉療法学会：2018年10月28日～11月2日）の開催案内を頂きました。

市民公開講座は、医用原子力技術研究振興財団との共催で、2つの講演と特別講演を催しました。2つの講演はいずれも総合南東北病院から、BNCT研究センター・廣瀬勝己先生と陽子線治療センター・村上昌雄先生にBNCTおよび陽子線治療に関して分かりやすく解説していただきました。また、特別講演はジャーナリストの鳥越俊太郎さんをお招きして

「がんと共に生きる」の演題名でご講演いただきました。310名の一般市民の方が聴講され、大変興味を持たれたご様子で多くの方が質問しておられました。

懇親会はビューホテルアネックスの宴会場「雲水峰」にて150名以上の参加を得て開催されました。小学生～高校生による采女太鼓の演奏で開宴し、5年連続金賞受賞数日本一の福島の銘酒を味わっていただきながら、途中、福島復興のシンボルの一つであるフラガールたちによるフラダンスが披露され、盛況裡に終了いたしました。

第15回日本中性子捕捉療法学会学術大会は、北海道大学医学部保健学科の石川正純教授のもとで開催されます（会期：2018年9月1日（土）から2日（日）、北海道大学学術交流会館）。物理学的な新たな切り口から実臨床へ向けてのBNCTを展望する学術大会となることが期待されます。来年も多くの皆様の参加によって、活発な討論が交わされBNCTが一日も早く臨床医療として認知されていくことを期待しております。

最後になりますが、本学術大会を開催するにあたり、数々のご助言を頂きました、中村浩之学会長、柳衛宏宣前大会長はじめ、学会員の皆様、運営・実務面においてご尽力いただきました学会事務局の水野日出樹様、藤沼靖和様、高橋和枝様、総合南東北病院のスタッフの皆様に深く感謝いたします。



懇親会・フラダンスショー



大盛況の懇親会

◆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・重粒子線）に関する以下の小冊子・書籍・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。

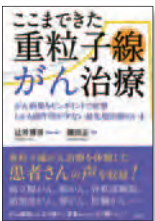


・小冊子「体にやさし粒子線がん治療」(改訂版)

小冊子の前半では、粒子線がん治療について、どのような治療なのかをやさしく解説している。後半では、Q & A形式で、よくある質問（10問）に対して回答し、国内の粒子線施設への問合せ先や問合せ方法についても記載している。（平成29年3月発行）

A 5版カラー 26頁 1冊：特別価格 300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



・書籍「ここまできた重粒子線がん治療」

本書は、重粒子線がん治療について、患者さんや一般の人にわかりやすく、やさしく解説した案内本です。各部位別がんの解説や治療を受けた患者さんの貴重な体験記も多く掲載しており、最新の知見や技術動向も出来得る限り盛り込んでおります。（平成29年5月発行）

A 5版カラー 275頁 1冊：2,160円（税込・送料実費）

著者：辻井博彦、鎌田正 取扱者：公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団

* 内容は、「今や国民病になった、がんという病気」「重粒子は放射線がん治療の大きな武器となる」「患者さんに優しい重粒子線がん治療」「重粒子線は、治療が難しいがんにも立ち向かう」「重粒子線治療を受けて患者さんたちの声」「重粒子線治療は、さらに前へ」で構成しています。



・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）

A 4版カラー 64頁 1冊：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。



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

A 4版カラー 246頁 1冊：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。

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〕
H29.10現在

安西メディカル株式会社／エレクトラ株式会社
大阪重粒子線施設管理株式会社／住友重機械工業株式会社
株式会社千代田テクノ／株式会社東芝
株式会社日立製作所／三菱電機株式会社
レイサーチ・ジャパン株式会社

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18号

平成29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

