

兵庫県立粒子線医療センター ニュースレター

第43号

令和5年7月
編集・発行
兵庫県立粒子線医療センター
〒679-5165
兵庫県たつの市新宮町光都 1-2-1
TEL.0791-58-0100
FAX.0791-58-2600

院長挨拶

『難治がんの代表である
膵がんに対する当院の
挑戦』



院長 沖本 智昭

平素より大変お世話になっております。

2022年に進行肝がん（最大径4cm以上）や膵がんという治療に難渋する疾患への陽子線治療・重粒子線治療（以下、粒子線治療とします。）が保険収載された事で、日本全国で粒子線治療を受ける肝がん、膵がん患者が2～3倍に増加しています。

肝がん・膵がんに対する粒子線治療はX線治療と比較し治療成績の向上は可能ですが、反面、重篤な放射線障害のリスクが問題となります。更に、粒子線治療の限界も存在します。

2023年4月末時点で、肝がん1904例、膵がん753例と日本の粒子線治療施設中トップクラスの照射実績のある兵庫県立粒子線医療センターとしては、肝がん・膵がんに対する粒子線治療の治療成績と安全性の向上を目指して様々な取り組みを開始しており、本稿では、膵がんに対する取り組みを紹介します。

1. アブラキサン+ジェムザールと粒子線治療の同時併用療法

当院では既にジェムザールと陽子線治療の同時併用療法及びS-1と陽子線治療の同時併用療法を行って来ましたが、陽子線治療単独と比較して治療成績向上は期待できるものの十分とは言えない結果です。

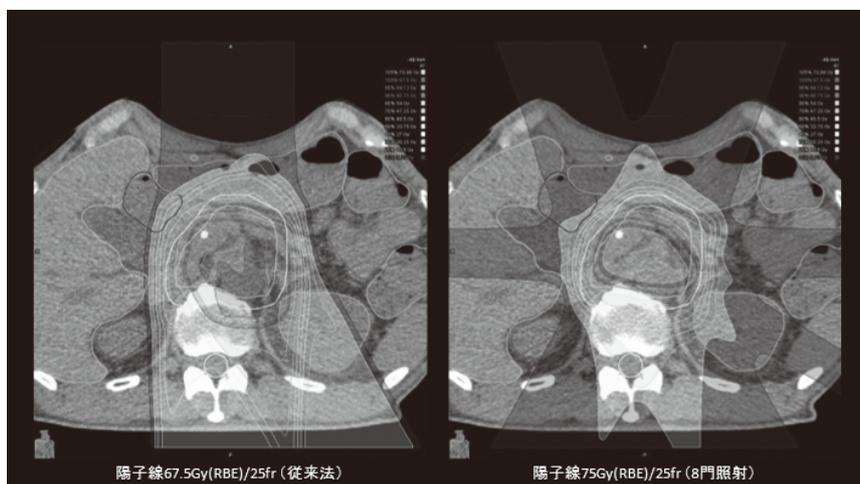
そこで、膵がんにも最も多く使用されているアブラキサン+ジェムザールと粒子線治療の同時併用療法を臨床試験として開始しています。

2. 膵体尾部がんに対する陽子線治療の線量増加試験

当院では67.5Gy (RBE) /25分割の陽子線治療を行って来ましたが、膵がん細胞は放射線抵抗性が強い事や当院での照射経験から明らかに線量が不足していると判断していました。保険収載された機会に当院単独で線量増加試験を開始しました。

具体的には、第一段階として75Gy (RBE) /25分割を開始し、安全性を確認できれば最終段階として82.5Gy (RBE) /25分割を行います。ちなみに82.5Gy (RBE) /25分割は、多くの施設で行われている一回2Gy、総線量50～60GyのX線治療に換算すると91.44Gy相当となり、とてつもなく高線量になります。これ程の高線量を照射すると周囲臓器の放射線障害が問題となるため、当院では二つの戦略で対処しています。一つ目は、膵がん周囲の胃、十二指腸、小腸との間に吸収性スパーサーを外科的に留置する事でこれら臓器への照射線量を低減します。二つ目は、高精度放射線治療を参考にした高精度陽子線治療です。具体的には、8方向から陽子線を照射する事により、膵がん周囲の臓器に対する線量を低減します。従来の陽子線治療（向かって左）と高精度陽子線治療（向かって右）の線量分布を以下に示します。

根治切除困難で遠隔転移の無い膵がん症例に対して抗がん剤治療が行われていますが、抗がん剤治療のみでは根治のチャンスはほぼゼロです。抗がん剤治療を開始し、効果が得られた場合にはコンバージョン手術を検討いただき、コンバージョン手術は不可能と判断された場合は、是非当院にご紹介下さい。新規抗がん剤同時併用や定位陽子線治療を検討させていただきます。



兵庫県立粒子線医療センターにおける粒子線治療の現状



副院長 兼 医療部長 徳丸 直郎

治療実績 (2023年3月末時点)

当センターでは、2003年4月の一般診療開始から2023年3月までの20年間に10088名の患者さんに治療を行ってきました。

新型コロナウイルス感染症(COVID-19)による影響(移動の自粛等)や、新規粒子線施設の稼働のため、近年減少傾向でしたが、2022年4月から肝細胞がん、肝内胆管がん、膵がん(詳細は後述します)等が、新たに保険適用となったこともあり、2022年度はCOVID-19まん延前の水準まで増加しました。当センターでは、引き続きCOVID-19の感染対策を十分に行い診療しております。その取り組みについてはHPもぜひご覧ください。また遠隔地の患者さんのご要望等もあり、オンライン診療も行なっており、年々その実績は増加しています。

【2022年度上位6疾患の傾向と現状】

第1位: 前立腺がん

一般診療開始以来、一貫して第1位で、これまで3000名以上の患者さんに治療を行ってきました。近年は、他の粒子線治療施設の開設、強度変調放射線治療(IMRT)の普及、ロボット支援手術(ダヴィンチ手術)の普及等によると思われる減少傾向が見られています。2018年4月からは前立腺がん粒子線治療が保険適用となりましたが、予想したほどの患者数の増加は生じませんでした。これは保険適用となったことのアピール不足が大きいと思われる、引き続き近隣の医療施設等に積極的に周知の機会を作って行く予定です。

当センターで治療された2021名の解析にて、治療効果、有害事象(副作用)とも当初の期待以上の優れた効果が明らかになりました。国際学会等で報告するとともに、2021年に国際的に評価の高い雑誌(Int J Radiation Oncol Biol Phys)に掲載されました。

第2位: 肝がん

これまでの実績が厚生労働省に認められ、2022年度より4cm以上の手術困難な肝細胞がん、手術困難な肝内胆管がんが保険適用となりました。2021年度は僅差で第4位でしたが、保険適用により、2022年度は2位に返り咲きました。これまでに約1800名の患者さんに治療を行ってきました。粒子線治療部位は9割再発しませんが、肝内複数病変や大きい腫瘍に対応する等のため、2014年度に血管造影装置を導入し、カテーテル(細い管状の医療器具)を用いた肝動脈化学塞栓療法や動注化学療法を粒子線治療と同時に進めており、実績を上げています。粒子線治療が保険適用となったことも合わせて引き続きアピールしていくことが重要と考えられます。また、全国規模の臨床試験も継続して行われており、当センターも参加しています。これから治療を受けられる患者さんで、条件に合う方は是非ご参加をお願い申し上げます。

第3位: 頭頸部がん

これまでの実績が厚生労働省に認められ、2018年4月からは口腔・咽喉頭の扁平上皮がんを除く頭頸部がん粒子線治療が保険適用となりました。組織型別では、悪性黒色腫、腺様嚢胞がんといった通常の放射線治療や抗がん剤治療が効きにくいタイプが多いことが特徴です。当センターでは、鼻・副鼻腔が

んにおいて、さらなる治療成績向上のため動注を含む化学療法の併用も行っています。当センターの医師が中心となって執筆された、頭頸部がんへの粒子線治療成績の論文が2022年に国際的に評価の高い雑誌(Cancer Med)に掲載されました。

当センターには歯科口腔外科医も常勤医として勤務しており、口腔ケアや精緻な保護具の作成等、より質の高い治療を目指しています。

第4位: 骨軟部腫瘍

成人がん患者の100人に1人程度のまれな疾患ですが、粒子線治療の非常に良い適応であることが、初診で担当することが多い整形外科医に浸透したこと、また切除ができない患者さんに、重粒子線(炭素イオン線)治療は2016年度から、陽子線治療においても2018年度から保険適応となったことにより、近年疾患別順位でも上位をkeepしています。

骨軟部腫瘍でも腸管に近い腫瘍は、スぺーサー留置により粒子線治療が可能になることがあります。2019年度に吸収性スぺーサーやスぺーサー留置術が保険収載されており、スぺーサー留置の上粒子線治療を行なう症例が増加しています。

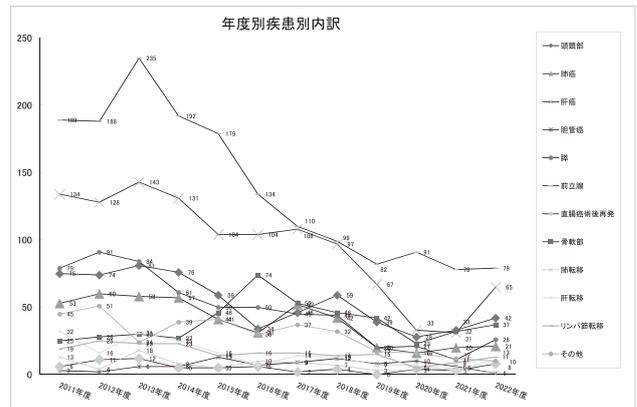
第5位: 膵がん

当センターを代表する疾患のひとつです。新世代の化学療法が広く用いられるようになった影響で、近年はやや減少傾向でしたが、後述する神戸大学との連携、手術困難な局所進行膵がんも2022年度より保険収載されたこと等により、持ち直してきました。難治がんの代表のような疾患ですが、粒子線治療が有用と考えられています。またさらに成績を向上させるため、臨床試験として新世代抗がん剤との併用粒子線治療等に取り組んでいます。また症例により神戸大学と連携して審査腹腔鏡の施行、腫瘍と消化管の間に吸収性スぺーサー留置等を行っており、一部臨床試験として術後粒子線治療も行っています。また、当センターの化学療法併用膵がんの治療成績が、2022年に国際的に評価の高い雑誌(Radiat Oncol)に掲載されました。

第6位: 肺がん

やや減少している時期もありましたが、開院以来、上位をkeepしています。通常は生検を行い、がんであることを確認してから治療を行います。様々な理由(高齢、低肺機能など)で生検ができない患者さんでも、画像診断及びがんボードでの検討でがんの可能性が非常に高いと判断できる場合は、粒子線治療を行うことができます。また、間質性肺炎を有する等、放射線肺臓炎/放射線性肺炎のリスクが高い肺がん症例にも粒子線治療は安全に施行しうることがわかってきました。当センターの医師が中心となって、全国の陽子線治療施設の間質性肺炎合併肺がんの治療成績を英文誌に投稿予定です。

肺がんも粒子線治療の良い適応疾患と考えられており、それを科学的に証明するため全国規模の臨床試験が行われており、当センターも参加しています。これから治療を受けられる患者さんで、条件に合う方は是非ご参加をお願い申し上げます。



看護部長就任にあたってのご挨拶



看護部長 長澤 君子

令和5年4月1日付けで看護部長として着任しました長澤君子です。よろしくお願いたします。前職は、はりま姫路総合医療センターで令和2年4月から3年間、開院立ち上げに携わらせていただき、たくさんの経験をさせていただきました。はりま姫路総合医療センターは、救命救急医療、高度専門・急性期医療を強みとする総合病院ですが、前々職は兵庫県立がんセンターで約30年間、看護師人生の大半をがん看護に携わってきました。この4月より粒子線医療センターで、再びがん医療に携われることに喜びを感じております。

私が看護師になり、がんセンター（旧成人病センター）に就職した頃のがん治療は、治療の3本柱である手術療法・化学療法・放射線療法が行われていましたが、現在の医療からは考えられないような時代でした。

手術においては広範囲に切除し、術後の痛みや合併症に苦しみ、化学療法においても殺細胞性の抗がん剤が主流で種類も少なく、副作用を予防する薬剤が限られていたため、吐き気や嘔吐に苦しむ患者さんに、背中を擦ることしかできない状況でした。放射線治療においても、有害事象を事前に予防するというケアができていなかったため、皮膚がただれて苦しむ患者さんがたくさんおられました。

就職して配属された病棟は、呼吸器外科、外科、整形外科の混合病棟で、整形外科の患者さんの中には、10代、20代の若い患者さんがたくさんおられました。骨肉腫や悪性軟部腫瘍の患者さんが多く、その頃は、手術療法が主流だったため、腫瘍を切除するために手足を切断することも珍しくありませんでした。術後の幻肢痛（手足がないのに痛みを感じる）に苦しみ、治療を終えても再発し、肺や肝臓、脳に転移し亡くなっていく若い患者さんを前に、無力感だけが残り、生きることの理不尽さを感じました。あの患者さんたちが今の時代に生まれていたら、先進の治療を受けることができたなら、青春を謳歌し、なりたい職業について結

婚して家族を作り、子供を育てるという人生が送れたかもしれないと思うことがあります。

長々と自分の経験話をしてしまいましたが、これからの自分の役割として、粒子線医療センターでどのような看護を提供していきたいか述べたいと思います。

粒子線医療センターの看護部は、規模の小さい看護単位です。しかし、放射線看護認定看護師をはじめ、緩和ケア認定看護師、がん性疼痛看護認定看護師、感染管理認定看護資格取得予定者、栄養サポートチーム専門療養士資格取得予定者等、各専門分野で高い知識や技術を有するスペシャリストが多く在籍しており、日々質の高い看護の提供のため研鑽しております。

今年度の看護部の目標は、1.患者個々の「その人らしい選択」ができるように支援する、2.入院・治療に伴う弊害を予防し、在宅支援に繋げる、を挙げています。がんになっても自分の意思で治療が選べる時代になりました。私たち看護師は、その人が望む治療や生き方を、その人らしく選択できるよう支援していきます。

高齢化が進み、粒子線治療を希望される患者さんが増えています。治療を無事に終えても、もとの生活に戻ることができなければ、治療した意味を見いだせないことがあります。入院や治療に伴う弊害を最小限にとどめて在宅で生活できることを支えていきます。

最後に、粒子線医療センターは顔の見えるチーム医療を目指しています。医師をはじめ看護師、放射線技師、薬剤師、事務部門等病院職員がチーム一丸となり、通院・入院治療の環境を整え、安心・安全・快適に治療が完遂できるように努めてまいります。



～スタッフと共に～

放射線技術科長 となって

放射線技術科長 清水 勝一



令和5年4月より放射線技術部放射線技術科長を拝命しました、清水勝一です。

私は兵庫県立粒子線医療センター開院時より勤務してきました。2014年からは新たに粒子線治療装置を導入する施設のスムーズな立ち上げ、安全かつ効率的な治療の実現を支援するために兵庫県が設立した第3セクターである「株式会社ひょうご粒子線メディカルサポート」へ出向しておりました。昨年より当センターへ戻り、7年ぶりの臨床業務復帰となりました。

出向中には、新型コロナウイルスの世界的大流行はもちろん、2018年の頭頸部腫瘍及び前立腺がんにつき、2022年には肝細胞がんや局所進行膵がんなどへの保険適応拡大があり、粒子線治療を取り巻く環境も大きく変化しました。保険適応拡大により、手術など従来の治療法が困難な症例に対しても良好な治療成績を示す粒子線治療の存在感が増していると感じています。また、出向する前よりも重篤な症例や化学療法併用といった複雑な治療を行うことが多くなった印象で、我々医療スタッフのより強固な連携が重要になっているとも感じています。

7年間の出向期間中は、外から当センターの運営を見ることができる良い期間でありました。「なぜしないのだろうか」や「なぜこんなに手間がかかっているのか」と思うことがいくつもありました。しかし、当センターへ戻ってみると、その理由や背景も少しずつ見えてきました。今年度より、医療情報担当職員も当センターへ新たに配属されています。課題解決に向けて、IT技術も活用しながら業務効率化を図り、マンパワーをより必要とする業務へ振り分けることができるよう他職種との情報共有を始めており、カイゼン（作業効率や安全性の確保を見直す活動）を進めていきたいと考えています。

開院より20年を超え、当センターの粒子線治療装置（ハード）は古いバージョンかもしれません。しかし、これまでの知識と経験を活かしてソフト面をバージョンアップさせ、当センターから世界へ新しい知見を発信できるよう努力してまいります。これからもご支援よろしくお祈りいたします。

医療情報担当 となって

医療情報担当 北河 拓也



令和5年4月1日より粒子線医療センターに着任しました北河拓也と申します。

私は粒子線医療センターに配属される前は、民間会社で医療用画像管理システムエンジニアとして働いていました。医療用画像管理システムとは、撮影した放射線画像を物理的にフィルムとして管理していたものを、画像データとしてコンピュータ上で保存・管理していくシステムとなります。患者さんの中には医師などから高精細モニターに表示された画像データを一緒に参照して説明を受けたという方もおられると思います。そのシステムエンジニアとして、医師など患者さんに説明する医療関係者と説明しやすい表示画面などを一緒になって作っていました。

粒子線医療センターにおける医療情報担当の役割は、当センターにおける医療システムの開発・運用・保守を行うことです。堅苦しい表現となっておりますが、要は病院内にあるコンピュータ全般を改善・メンテナンスしている部署です。直接的に患者さんに接する部署ではないですが、医療現場にシステムを取り入れることで、診察の効率化や適切な情報管理に貢献し、医療スタッフと患者さん、双方の負担の軽減を目指しています。また昨今ではランサムウェアという身代金要求型のウイルスがメディアを賑わせております。感染した時の影響は凄まじく、完全に復旧するまで何か月間という時間が費やされて途方もない労力が発生してしまいます。そのような事態にならないように日々、セキュリティ・バックアップ対策を行っています。

上記のように私の仕事はコンピュータに対して設定や処理を促すような内容ですが、コミュニケーション能力も必要となります。若い頃、上司から言われた印象に残った言葉として「コミュニケーションから良いシステムが完成する」と助言をもらいました。正直、その言葉を聞いた時には若さ故にコミュニケーション能力より技術力を身に付けたいと思っていましたが、今となってはシステム構築とはその人の仕事内容を十分に理解した上で行うのだと感じています。この時間にこの職種の方はこのような作業をしている、このような情報をこのタイミングで確認したいと思っているなど、どういうルーティンで日々の仕事をしているのか、そしてどの部分をどのように変更したいと考えているのかを確認する必要があります。その結果、ただ言われたことだけを構築したシステムとコミュニケーションを十分に取って構築したシステムとでは雲泥の差が生じます。

当センターでは、「がんの治療率を改善するとともに、がん患者の社会復帰を目指す。」という理念のもと全職員一丸となって安全安心な粒子線治療を提供するよう取り組んでおり、私もそのチームの一員として患者さんに安心して治療して頂けるように、若き日の上司の言葉を改めて胸に刻み、システムを利用する医療関係者と十分にコミュニケーションを取ったシステムを構築しようと日々精進していく所存ですので、皆様のご指導ご鞭撻の程、宜しくよろしくお祈りいたします。

粒子線治療とくすり

薬剤科長 團 優子



赴任3年目を迎えた薬剤師の團と申します。薬の専門家として、当センターで粒子線治療を受けられる患者さんの薬物療法全般について、安全性と有効性の確保に日々邁進しています。

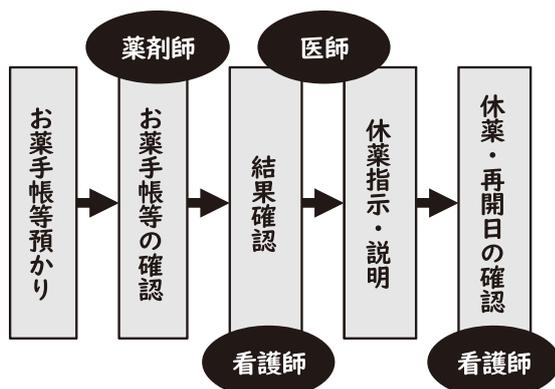
粒子線治療は、その安全性と有効性から2016年度に初めて小児腫瘍に対する陽子線治療、切除非適応の骨軟部腫瘍に対する重粒子線治療が保険適用となってから、2022年度にも5疾患が追加となり、現在では9疾患について保険適用となっています。

さて、今回のタイトル「粒子線治療とくすり」について。粒子線治療そのものにはもちろん薬の出番はありません。では、粒子線治療の専門病院である当センターで薬はどんなところで関わっているのでしょうか。粒子線治療と組み合わせる抗がん剤を併用することはありますが、実はそれ以外にも薬は色々なところで登場します。今回は、粒子線治療を始めるまでの準備段階に関係する薬について触れてみたいと思います。

実際に粒子線治療を行うには、患者さん個々に応じたオーダーメイドの治療計画を立案します。この治療計画を作成するために、必要に応じてCTやMRIといった検査が行われるのですが、その際により詳細な情報を得るために造影検査が行われます。この時に使われるのが「造影剤」といわれる検査薬です。

CT検査では、「ヨード造影剤」、MRI検査では「ガドリニウム造影剤」や「酸化鉄コロイド造影剤」といわれる種類の造影剤を使用します。

ビグアナイド系糖尿病薬の確認

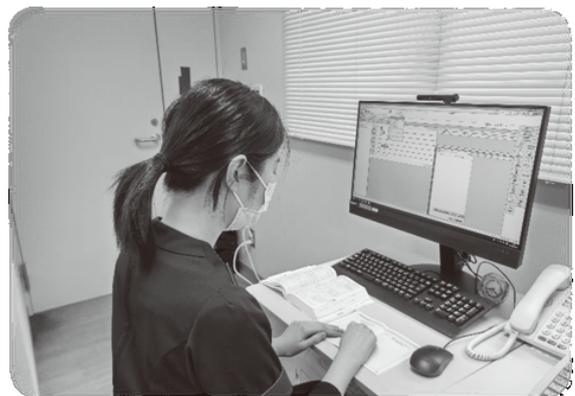


安全に検査を実施するために、アレルギー歴の有無等、色々な注意事項について確認しますが、なかでもヨード造影剤ではビグアナイド系糖尿病薬といわれる種類の糖尿病薬を使用されている方では、乳酸アシドーシスという副作用が起こりやすくなることが知られています。そのため、ヨード造影剤を使用して造影CT検査を行う際には、検査の前後48時間ビグアナイド系糖尿病薬を休薬していただくことになります。

当センターでは、初回診察の際に薬剤師がお薬手帳等の情報を確認し、ビグアナイド系糖尿病薬を服用しているか確認を行っています。その結果を医師、看護師が確認し、医師が休薬期間を指示し、検査の説明の際に患者さんに説明しています。また、看護師は検査前に指示通り休薬できているか、いつ薬を再開するのか確認を行っています。

また、MRI検査では、検査室内への金属の持ち込みは厳禁ですが、一部の貼付剤では、支持体に導電性のある金属が使用されている製品があり、貼付したまま検査を受けると発熱して火傷する可能性があるため、剥がしてから検査を受ける必要があります。貼付剤は基本的に一度剥がした場合、再貼付できませんが、製品によって再貼付しても皮膚からの吸収率が大きく変化しないものもあります。薬剤科では、検査時の貼付剤の取扱いを薬剤毎に一覧にまとめて院内に情報提供しています。新医薬品や後発医薬品が発売される等、薬の種類は日々変化していますので、これらの情報は定期的に更新して発信しています。

現在、当センター薬剤科は常勤薬剤師2名、事務員1名で、調剤業務、薬剤管理指導・病棟薬剤業務、抗がん剤調製業務、持参薬業務、医薬品情報業務等、様々な業務を行っています。これまでも、そしてこれからも、他の医療スタッフと連携・協力しながら、患者さんによりよい医療が提供できるよう、安全で効果的な薬物療法の実践に努めてまいります。



粒子線治療の 黎明期を振り返る



参与・懐ひょうご粒子線メディカルサポート
常務取締役 須賀 大作

1997年10月に兵庫県立粒子線医療センター（以下、HIBMC）の建設が始まった。1期工事で巨大な治療装置を納める治療棟が着手され、2期工事で50床の病棟を併設する病院棟が整備された。

竣工は2000年12月と3年を越える期間を要した。建設期間は本来ならば診療を開始する準備に使われる。しかし、実態は建物に設置する装置の仕様確定が出来ていないという状況であった。装置の基本仕様、電源、配線、重量評価などに不確定要素が多く、日建設計、大成建設の工事管理事務所には何時も不安を感じさせる緊張感があった。

1998年医療スタッフとして粒子線準備室に着任した日のことは今も記憶に残っている。現場で決断を迫れる人間が来たと思われたのか、設計、建設チームから次々に質問攻めを受けた。生活は一変した。

毎週月曜日、千葉県の放射線医学総合研究所（現在はQST以下、放医研）でのワーキング会議出席、火曜日からは機器仕様策定、現場会議と数え上げるときりがない仕事の連続に心身ともに疲れた。特に放医研の物理専門家と加速器メーカーの技術者との会議は専門用語が判らない、経緯も目指すゴールも判らなかった。しかし、ここで自分の意見を述べないと確実に先々困ることになることは理解できた。

五里霧中のなか着任して4か月後に放射線障害防止法に基づく科学技術庁（現在は原子力規制庁）への申請を担当せよとなった。炭素イオン線装置の医療機関への設置は初めてということから顧問会議に諮られることになった。15名の専門家の前で口頭試問を受けたが装置の構成や細かい仕様にばかり質問が出るので満足に答えられない。顧問会議は4回行われたが1回戦はなす術もなく2時間立たされているだけの苦行であった。建設はスタートしたが、一方で装置の仕様や申請方法の検討を行うという、まさに泥縄式の進行は今考えても無理があった。

粒子線治療装置はクラスⅢの薬事認定が必要であるが、巨大なプラント装置に匹敵する粒子線治療装置は反復生産しないだろうから不要ではないかというのが当時の厚生労働省の見解だった。しかし、陽子線治療で先行する国立がんセンター東病院が薬事申請を求められたことによって兵庫県も同様に薬事申請を行

うことになった。

薬事申請に必要な臨床試験数や認可までの期間など不確定な要素がさらに発生した。世界初の2核種利用の装置であることから陽子線と炭素イオン線でそれぞれに申請が必要となった。2001年5月から陽子線治療臨床試験を30例実施し、その後炭素イオン線の臨床試験30例を実施した。認可を得て供用開始となったのは2003年4月からであった。

薬事承認が認可されるまでの2年間、装置の所有権は三菱電機（現在は日立製作所）にあった。この2年間が非常に貴重な時間となった。装置をどのように検収するか、装置保守管理の仕組みと費用についての検討に時間をかけた。装置を知れば知るほど様々な課題があることが判った。

2003年供用開始時期の治療のながれを振り返ってみる。早朝5時から加速器運転技術者が装置稼働と機器の健全性を確認する。次に医学物理士、放射線技師はビーム品質を確認して治療を開始する。①陽子線のエネルギー別、治療室別の治療を実施②炭素イオン線に切替えて治療室別に治療を行う。エネルギーの切り替え、治療室の切り替え、陽子線-炭素イオン線の切り替えに時間を要した。特に核種切り替えには1時間以上を要した。効率が悪く、治療終了時間が日付変更前になることもあった。求められる装置機能は、エネルギー、治療室そして陽子線、炭素イオン線の核種切り替えが待ち時間なく自在に選択できることである。

技術部チーム（現組織）と加速器運転技術者で、あるべき治療システムについて制限を設けずに検討を開始した。システム変更が避けられず、メーカーの参画が不可欠となる。そこで、ユーザーサイトの装置を利用して効率化を実現させればメーカー、ユーザー共にメリットが生ずる「ハウスマシン契約」を提案した。3年をかけ新治療システムが完成した。

2006年2月、新治療システムに更新された機器でビーム試験が行われた。2001年5月の治療開始よりも大きな感激があった。HIBMCが必要とする治療装置になった瞬間であった。すべての切り替え時間が2分以内に完了することからエネルギーも治療室も核種も自在に選択できる運用が可能となった。

2013年、ほぼ1年間、1日100件の治療を時間内に行うことが出来たのは治療システム更新があってこそその成果である。

パイオニアであるHIBMCは他の施設が経験しない課題解決や高効率化、高精度化に取り組んできた。粒子線治療におけるチーム医療の完成度は高く、今なお、国内外の施設から注目されている。

陽子線の 全脳全脊髄照射

神戸陽子線センター
副センター長 福光 延吉



全脳全脊髄照射

脳とその下に連続する脳幹、脊髄は神経の本幹になります。人間の体の運動や感覚はすべてここを通るので、極めて重要な臓器です。脳や脊髄は袋状の臓器のなかで液体に満たされた状態です。がんの病変がこの中に入ると内部の液体を介して、頭から腰のあたりまでいろいろな部位に病変が広がってしまう危険性があります。そのような場合や、そのような状態が疑われた場合などに行う治療として全脳全脊髄照射といった治療があります。これは脳や脊髄を囲む袋状の臓器をまとめて照射する方法です。

陽子線による全脳全脊髄照射

陽子線治療は通常の X 線治療よりも放射線の当たる領域を少なくすることができます。とくに長期間にわたって診ていく必要のある小児がんでは合併症のリスクを低減できる可能性が高く非常に有効な治療と考えられています。また、照射範囲が広がるので複数の照射範囲をつなげて治療することになります (図 1)。

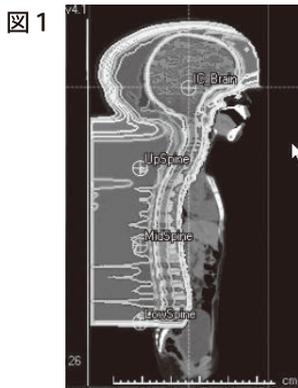


図 1

照射技術による違い

陽子線の照射方法には病変の形状に合わせたビームの束を照射するブロードビーム照射と病変を 1 点ずつ塗りつぶすように照射するスキャニング照射があります。ブロードビーム照射ではビームは扇状に広がっていきますので、照射範囲をつなげる部位では、照射口に近い側は少し隙間でできて低線量になり、遠い側は重なりができて高線量になります。スキャニング照射では、1 点ずつエネルギーを変えて照射できます。コンピュータを使って適切なエネルギーの勾配をつけることで、最終的に均一な線量にすることが比較的簡単にできます (図 2)。

神戸陽子線センターでは 2019 年まではブロードビーム照射法で行っていましたが、2020 年からはスキャニング照射の準備が整ったためスキャニング照射法に変えて現在に至っています。2018 年から 2021 年までに行った 24 例の患者さんのデータを解析した結果、目のレンズでスキャニング法では照射される線量が顕著に低くなり、甲状腺、肺、食道、腎臓でも低くなる傾向があることが分かっています (表 1)。

今後も安全性に十分配慮しつつ、スキャニング法での全脳全脊髄陽子線治療を続けていく予定です。

図 2

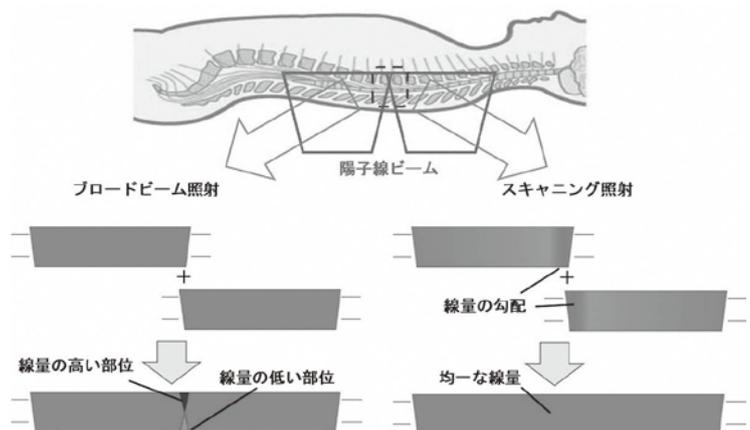


表 1

	ブロードビーム照射	スキャニング照射
目のレンズ (最大)	10.5	7.9
甲状腺 (平均)	3.0	1.9
肺 (平均)	2.4	1.7
食道 (平均)	9.1	5.4
腎臓 (平均)	2.2	1.7

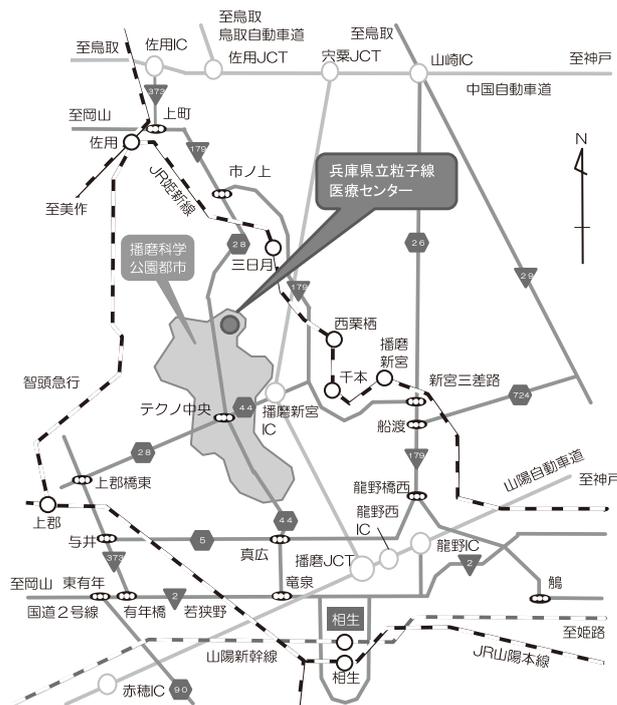
単位はいずれも照射線量を表す単位：グレイ

粒子線治療で保険診療が可能な腫瘍

適応症例	適用	重粒子線治療が 保険適用	陽子線治療が 保険適用
限局性骨軟部腫瘍 *		○	○
頭頸部悪性腫瘍	口腔・咽喉頭の扁平上皮がんを除く	○	○
限局性及び局所進行性前立腺がん	転移を有するものを除く	○	○
肝細胞がん *	直径 4 cm 以上のものに限る	○	○
肝内胆管がん *		○	○
局所進行膵がん *		○	○
手術後に局所再発した大腸直腸がん *		○	○
局所進行性子宮頸部腺がん *	※兵庫県立粒子線医療センターの重粒子治療機器が、子宮頸部腺がんの治療に対応していないため、当センターでの治療はできません。	○	
小児腫瘍	限局性の固形悪性腫瘍に限る		○

*は手術による根治的な治療が困難なもの

交通アクセス



新幹線利用（JR 相生駅まで最速）

東京駅から約 3 時間 40 分
 新大阪駅から約 50 分
 博多駅から約 2 時間 10 分

自動車利用

JR 姫路駅から約 40 分
 ※山陽自動車道播磨 JCT から播磨自動車道
 へ直結、播磨新宮 IC より約 6 分
 JR 相生駅から約 20 分

飛行機利用

大阪国際空港（伊丹）から車で約 90 分
 岡山空港から車で約 70 分

路線バスのご案内

JR 相生駅から約 35 分
 神姫バス「S Pring-8」行き乗車
 「粒子線医療センター」下車すぐ

もっと知りたい方は ぜひ検索してみてください

兵庫県立粒子線医療センター

〒679-5165 兵庫県たつの市新宮町光都 1 丁目 2 番 1 号
 TEL 0791-58-0100 FAX 0791-58-2600
 診療受付時間 平日 8:30~17:00 (土、日、祝祭日除く)



兵庫県立粒子線医療センター

検索