



Association for Nuclear Technology in Medicine

医用原子力だより

第19号



粒子線の医療応用—長い道のりに思う

公益財団法人 放射線影響研究所 理事長
丹羽 太貫

11月10日から三日間にわたり、佐賀で粒子線がん治療の国際シンポが開催された。佐賀城址横のホテルの会場には、内外の多くの研究者が参集し、活発な議論が交わされた。昨今の放射線医療技術の進歩はすさまじいが、なかでも粒子線による治療の技術進歩の速さは驚くべきで、ここ数年でも多くの技術進歩がみられた。粒子線のなかで陽子線を用いたがん治療は、米国が世界を先導してきたが、炭素線による治療は長年の努力を重ねてきた放医研が他の国の追随を許さない位置にある状況には、改めて強い印象を受けた。

私が粒子線治療について始めて知ったのは、パイ中間子についてであった。1970年代の前半に留学していたスタンフォード大学で、私の指導教官のHenry S. Kaplan先生はパイ中間子による治療を目指して、大学のキャンパスに治療装置を建設中であった。大学病院から少し離れた場所の巨大な体育館のような建物の中には巨大な円筒形の筒が横たわり、冷却のための液体窒素化なのか白い煙のようなものが上がっていた。その中で数名の技師が組み立てをしていたが、こんなところで重要な装置が少数で組み立てられていること驚くと同時に米国のものでづくりの伝統を見る思いがした。ただパイ中間子の治療への応用には多くの問題があり、米国でこれによる治療機の開発はとん挫したと聞く。

次に粒子線治療の話聞いたのは、2005年のころであったろうか。国際放射線防護委員会の委員で著名な放射線医でもあるFred Mettler先生は、よもやま話の中で「自分も粒子線治療をやっていたのだが、」といささか歯切れの悪い言い方をなさった。なぜやめたのかをお尋ねしたところ、「加速器は故障が多く、治療途中の患者さんの照射が途切れることがままあったので、あきらめた」とのこと。理論上でどんなに素晴らしくても、現場で使えなければ実用はできないというきわめて当たり前のことを知った次第である。

放医研の炭素線による重粒子線治療の始まりは、1970年代の速中性子による試験的治療で、これが後の炭素線治療につながったと聞く。重粒子専用の加速器は、1983年に策定された基本方針のもとに10年で完成し、1994年から臨床試験を開始。炭素線を選択し、それで得られた良好な治療成績は、世界の知るところとなり、今日では国内はもちろんのこと、アジア地域や欧米でも炭素線治療センターが建設されつつある。

炭素線治療のこのような発展は、言うまでもなく多くの優秀な研究者のご努力によるもので、それらの方々の中には天才と呼ばれた方々もおられる。医師として理論面と臨床応用面の両面から1970年代に粒子線の治療へと大きく舵をきった梅垣洋一郎先生もそのお一人である。そして梅垣先生のお考えを実現するために、運転開始から四半世紀近くの今日まで大きな故障も無く稼働し続けているきわめて信頼性の高い粒子線加速器施設の建設にあたった平尾泰男先生のご貢献も特筆すべきであろう。このお二人の周囲には多くの現場の医師や技術者が集まり、さらに多くの患者さんの協力のもとで臨床試験の成績が積み重ねられ、その上に得られた総合的な結果として今日の炭素線治療がある。炭素線治療を受けた患者さんは、放医研だけでも今や万人を超えるまでになっている。これは速中性子治療から数えて、ほぼ半世紀の長い道のりであった。なお同様の長い道のりは、陽子線治療の開発にも見られる。Robert Wilsonがその物理的特性から治療にきわめて適していることを1946年に指摘してから、今日の陽子線治療の隆盛までにやはり50年近い年月が流れている。

さて完成までに半世紀の長い年月をかかった重粒子治療のような超大型の複合医療技術は、今後も我が国で開発が可能なであろうか。

我が国の高等教育は、1990年代の大学院重点化が契機で、学部教育の空洞化が始まり、学部卒業生の学力低下をもたらされた。それに追い打ちをかけたのは、自由度を高めるという掛け声のもとに2004年に始まった大学と国立研究所の法人化である。法人化は、短期的な成果の評価に基づいた国の交付金の重点配分をもたらし、半世紀にもわたるような息の長い研究や技術開発は、呼吸困難で、計画段階においてすでにとん挫する。しかし短期的プロジェクトでは、隆盛の一途のアジア諸国によりすぐに追い越されるであろう。幸いにして放医研の炭素線治療は、国内外からお墨付きを得たプロジェクトとなっている感があり、これからも展開が期待される。そうであればこそ、医用原子力財団の本紙の読者諸賢におかれては、このような巨大技術を成功させた教育、研究、さらに社会の在り方などに、よろしくご指導をお願い申し上げます。

※平成30年6月21日より、丹羽氏は公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団 理事

事業活動報告

◆平成30年8月放射線医学オープンスクール ～概要～

浜松医科大学 医学部医学科 4年
徳山 喜心

平成30年8月20日から21日にかけて、公益財団法人医用原子力技術研究振興財団、医学物理若手の会、医師のキャリアパスを考える医学生会の共催により「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。

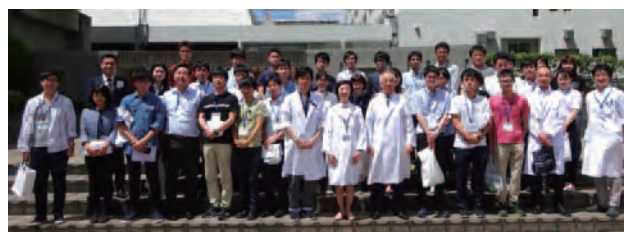
本オープンスクールは、放射線医学見学ツアーとして2008年に開催されて以来、今年で11回目の開催となりました。今年度は、全体で33名の学生が参加し、内訳は医療系の学生と工学系の学生がおおよそ半数ずつ、学年は学部から大学院博士課程までと多種多様な学生が集まりました。

今回のオープンスクールでは、「東芝エネルギーシステムズ株式会社 京浜事業所 本工場」、「東京女子医科大学病院」の2施設を見学させていただきました。

1日目は、東芝エネルギーシステムズ株式会社に伺いました。京浜事業所の紹介、重粒子線がん治療装置についての講義を拝聴し、その後製造現場の見学をさせていただきました。私たち学生の質問にも快く答えてくださり、重粒子線治療装置に対する理解が深まりました。1日目の夕方からは特別講演として、東京女子医科大学大学院医学研究科医学物理分野の西尾禎治教授より「放射線治療に置ける医学物理学の重要性」、同大学画像診断・核医学科の安倍光一郎教授より「核医学治療について」の講演を拝聴しました。講演後には懇親会が開かれ、学生をはじめ、東芝エネルギーシステムズ株式会社、東京女子医科大学の先生方も参加して下さり親睦を深めることができました。



2日目は、東京女子医科大学病院に伺いました。はじめに東京女子医科大学理事・医学部長 放射線腫瘍学講座教授・講座主任の唐澤久美子先生より「放射線腫瘍学総論」の講演を拝聴しました。その後、「CT/MRI」についての講義を診断学・核医学講座の遠藤先生、「手術支援ロボティクス」を先端生命医科学研究所の岡本先生、「重粒子線治療」を放射線医学総合研究所の瀧山先生、「IVR」を診断学・核医学講座の森田先生、「放射線治療におけるチーム医療」を放射線腫瘍学講座の恒田先生、「診断画像を撮影するには」を同講座の松原先生より拝聴しました。また、東京女子医科大学病院内の見学も行いました。4班に分かれて、CT、MRI、マンモグラフィー等を見学しました。東京女子医大の講義・見学では、放射線医学の基礎から、実践されている現場、最新の放射線治療機器までを教えていただき、放射線医学の具体的なイメージと全体像をつかむことができました。



2日間のオープンスクールを通して、放射線医学の理論・放射線治療機器開発から患者さんに治療が実施されるまでの流れを実感することができました。また、放射線医学に興味を持つ同世代との学生と交流することで刺激を得ました。このような場を提供して下さった方々に、この場を借りて御礼申し上げます。

◆「平成30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30年度第1回施設研究会」は平成30年5月26日(土) 社会医療法人孝仁会 北海道大野記念病院(北海道札幌市)にて札幌高機能放射線治療センター-SAFR(サフラ)A-の見学会として開催しました。

当日は、はじめに札幌高機能放射線治療センターセンター長 岸 和史先生と同センター中村大隆先



プロテウスワン (ProteusOne)



病院外観

地上7階、地下1階、鉄筋コンクリート造 (手術室8室, 術中3T MRI, Hybrid手術室, ダヴィンチ, CT 4台, MRI 2台, 血管撮影装置3台, PET-CT, SPECT, RI製造用サイクロトロン, ホットラボ室など)、「がん」「脳卒中」「心臓病」の三大疾病と運動器疾患を中心とした高度急性期の

生より札幌高機能放射線治療センターのご紹介および同センターが目指す医療についてご説明があった後、同センターを見学させていただきました。

中村先生のご講演では、超電導を用いて加速器を小型化し (重量50トン)、また、ガントリーの小型化をはかり (重量90トン)、施設全体 (遮蔽含む) をテニスコートに入るサイズとしたことが強く印象に残りました。また、岸先生はトモセラピー、サイバーナイフさらにIVRを組み合わせるにより、今まで見放されていた末期の患者の生命予後を大幅に改善できることを、実例を多数あげて強調されました。今後は、陽子線をこのためのツールに加えるとともに、放射線治療と相乗的な効果を持つ免疫療法 (オプジーボなど) の併用を積極的に進めていきたいとのことでした。

<札幌高機能放射線治療センターの特徴>

- ・国内15番目 (北海道3番目) の陽子線がん治療施設
- ・総合病院に附属する粒子線施設
- ・陽子線、トモセラピー、サイバーナイフを全て有する日本で唯一の医療機関
- ・世界最高水準の最先端の治療装置 (スキャニング照射、強度変調陽子線治療、画像誘導陽子線治療)
- ・IBA社の最新機種プロテウスワン (ProteusOne) を導入

<施設概要>

敷地面積：12,147.93㎡、建築面積：6,666.05㎡ (治療棟771.46㎡)、延べ床面積：26,659.82㎡ (治療棟1,772.17㎡)、高さ30.226m (治療棟13.0m)、治療棟：地上3階、鉄筋コンクリート鉄骨造 (1F陽子線、サイバーナイフ、診察室、2Fトモセラピー、治療計画室、診察室、3Fスタッフエリア) 治療室：225°回転ガントリー、病院棟：

病院として最新の診断機器と治療設備を整備し、救急医療にも対応できる体制を構築している。

<粒子線装置概要>

加速器：シンクロサイクロトロン、イオン源：PIG source、出力エネルギー：230MeV、磁場強度：5.7T、照射エネルギー：100～230MeV、ビーム移送系：225°回転ガントリー

<治療装置概要>

最大照射野：アイソセンタ面で200×240mm、線量率：飛程270mmで1リットル (10cm角) の照射体積に対して2Gyを120sec以下、レンジシフト：水等価厚78mm、治療台：6軸スカラー型ロボット、X線撮像システム、X線管及びFPD位置決め用 斜交2軸

<整備工程概要>

建物設計管理：竹中工務店北海道一級建築士事務所
 建物施行者：竹中工務店・田中組 建設共同企業体
 建物設計期間：2013年9月～2015年1月
 建物建設期間：(第一期)：2015年2月～2016年9月
 建物建設期間：(第二期)：2017年2月～2017年9月
 装置製作：Ion Beam Applications SA (IBA ベルギー)
 装置製造販売：セティ株式会社
 装置設計出荷工期：2014年5月～2017年3月
 装置搬入：2017年3月～2017年4月
 装置据付調整：2017年5月～2018年2月
 装置現地試験：2018年3月

<今後の予定>

クリニカルコミッションング：2018年4月～
治療開始予定：2018年7月

<運営形態>

セティ株式会社：装置設備、保守等担当
社会医療法人孝仁会 北海道大野記念病院：医療、運営担当

<想定年間治療数>

想定年間治療数：500人
頭頸部腫瘍 150人(30%)、肺腫瘍 150人(30%)、骨盤肉腫(30%)、小児がん 50人(10%)

<高速スキャンニング法>

PROTEUS ONEは、患者様への最適な陽子線治療を提供するため、最新の照射技術であるスキャンニング法を採用している。スキャンニング法は、細いビームを用いて3次元的に病巣を塗りつぶす様に照射する。この技術により、複雑な形状をした腫瘍にもフィットした最適な線量投与が可能になる。また、患者様毎の照射器具（ボラス・コリメータ）が不要になるため、ARTが実施しやすくなると共に、照射装置作成や放射性廃棄物処理のコスト軽減にも繋がる。

社会医療法人孝仁会 北海道大野記念病院は、現在（2018年5月1日）放射線障害防止法施設検査を合格しコミッショニングを実施しているところであり、2018年7月1日より治療開始の予定。粒子線治療のみならず高精度エネルギー放射線治療、および放射線生物学的治療を含むバランスのとれた総合的で最先端のがん治療の提供を目指す。

◆「平成30年度粒子線がん治療等に関する施設研究会」第2回研究会

「平成30年度第2回施設研究会」は平成30年9月20日（木）国立研究開発法人 国立がん研究センター中央病院（東京都中央区）にてホウ素中性子捕捉療法（BNCT）施設の見学会として開催しました。

当日は、はじめに放射線治療科長 伊丹 純 先生よりご挨拶の後、放射線治療科 病棟医長 井垣 浩先生から、ホウ素中性子捕捉療法の概要および国立がん研究センターの現状と将来展望についてご説明があり、その後、BNCT施設を見学させていただきました。

井垣先生のご講義では、BNCTの原理、歴史、治療事例、実施条件、課題等が述べられ、原子炉を使ったBNCTでは、少数例ではあるが良好な臨床データが示されてきたこと、その後BNCTの中性子源は原子炉から加速器へとシフトし、現在国内数か所でプロジェクトが進められており、それぞれ異なる加速器やターゲットからなるシステムの研究・開発が行われていること等のご説明がありました。今後は病院設置型の加速器BNCTの普及により、施設数、治療患者数も増加が見込まれるとのことでした。

国立がん研究センターにおける装置の概要および治験の予定については、以下に示すとおり説明がありました。

<装置の概要>

BNCT治療装置は、病院棟と研究棟にはさまれた診療棟に設置されています。中性子の発生に必要な高エネルギー陽子ビームは、RFQリニアックにより加速されます。加速器本体は、AccSys社、クライストロンはターレス社、電源はAmpegen社の製造ですが、これらすべてを含むBNCT治療装置全体をインテグレートして国立がん研究センターに納入したのはCICS社であり、同社は装置仕様に対して責任を持ち、長期にわたる調整をやり遂げました。

診療棟の地下1階には、加速器（RFQリニアック）が設置され、地下2階には治療室があります。RFQリニアックから射出された陽子ビームは偏向電磁石により水平方向から垂直方向に90度曲げられ、治療室に導かれます。そこで、Liターゲットに衝突し、速中性子ビームとなります。そして、モデレータで減速され、熱外中性子となり患者に照射されます。診療棟地下2階は、放射線治療エリアであり、BNCT治療室以外にサイバーナイフVSI（ACCURAY社）、電子リニアックTrueBeam（Varian Medical Systems社）の治療室があり、多くの患者が治療を受けています。

以下、装置の仕様、診療棟施設概要、整備工程概要、治験の予定を示します。責任者の伊丹先生によると、装置の調整に長期間を要したが、RFQリニアックでBNCTを行うことは、本当に新しい試みであったので、やむをえない面がある。ようやく、治験に必要な

条件がクリアされたので、できるだけ早く、治験を始めたいとのことでした。粒子線治療装置に比べると、BNCT装置は、一般に一回り小型なのですが、RFQは現在、主流とされているサイクロトロンと比べてさらにコンパクトであり、実用化されれば、BNCTの普及は、より容易になるのではないかと感想を持ちました。

< BNCT 装置の仕様 >

① 加速器室 22 × 8.3 × 6.5m (地下1階)

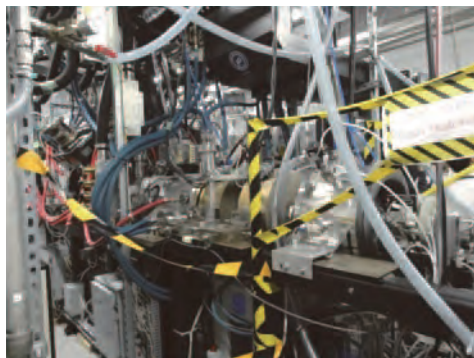
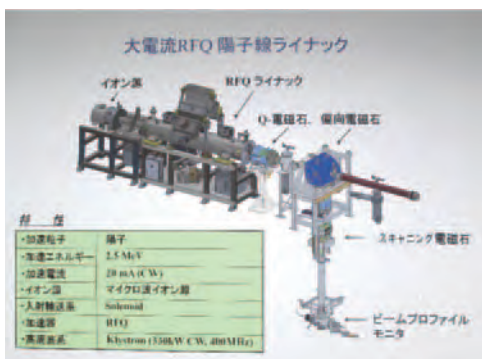
加速器：RFQ リニアック
 加速粒子：陽子
 加速エネルギー：2.5MeV
 加速電流 20mA (CW)
 イオン源：マイクロ波イオン源
 入射輸送系：Solenoid
 高周波系：Klystron (330kW CW, 400MHz)
 臨床使用する電流値：12.0mA

② 治療室 8 × 8m (地下2階)

ターゲット物質：固体のLi
 モデレータ：MgF2 (24cm厚)
 中性子照射方向：垂直
 中性子の制御：照射された陽子の電荷量
 照射時間：1時間程度を想定
 ターゲットは 2.5 × 10⁶mC 照射したら交換 (治療人数：50人程度)

< 診療棟施設概要 >

1. 全体敷地面積 29,944.66 m²
2. 建築面積 1,027.95 m²
3. 延べ床面積 11,215.44 m²
4. 高さ 39.82 m
5. 階数 地下2階 地上9階



< 整備工程概要 >

1. 建物設計・工事監理
株式会社横河建築設計事務所
2. 建物工事施工者
建築工事：佐藤工業株式会社
専門会社：技研興業株式会社

【分離発注】

- 電気設備工事：東光電気工事株式会社
 管工事：大成温調株式会社
 昇降機工事：大成温調株式会社【三菱】
3. 建物工事
工事施工期間 着工 平成23年11月28日
完成 平成25年12月31日
 4. BNCT システム搬入
平成26年12月～平成27年3月
 5. BNCT システム据付調整
平成27年4月～平成27年8月
 6. 放射線障害防止法施設検査合格
平成27年11月18日
以後、現在までビーム調整等の装置試験

< 治験の予定 >

皮膚腫瘍 (悪性黒色腫、血管肉腫) を対象とした企業主導治験を予定している。

- ・ 治験プロトコル案はすでに完成
今年6月にPMDA 対面助言を実施済
- ・ 治療内容・適応などは筑波大学の治験となるべく共通に
- ・ 皮膚を線量制限組織とした dose escalation を予定
- ・ 今年度中の治療開始を目標

◆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30年度は15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）」への登録を行い、平成21年1月より治療用線量計をJCSS校正とし、「JCSS」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たJCSS登録更新（4年ごと）の申請を行い、平成28年度には、その2度目の更新申請を行った。さらに平成29年10月末には新たに電位計と電離箱それぞれを校正する形態（以降、分離校正）のJCSS追加登録申請を行い、平成30年4月26日付けで登録証を受領した。

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、平成30年8月末で、線源交換から、およそ3年半が経過したが、その間、測定値のばらつきも少なく、1日あたり29件程度の校正件数で安定した供給を継続して行っている。

平成29年度の校正依頼数は、4月および5月は少なめであるが、6月からは増加して、年度末にはほぼ前年と同等となった。また、平成27年度以降、月別での依頼傾向は同様であるが、平成29年度は僅かに多くこれまでの最大の件数となった。

平成29年度までの年度別校正数を表1に示す。

これまで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

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29	1,044 (1.000)	1,647	871	2,518 (1.003)	1,891 (3,389 (1.008))
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 (-))

る国家標準（一次標準）による校正）を行っており、その間、校正を休止していたが、平成29年度より特定二次標準器のバックアップ器の起用により、8月も計画的に校正業務を行い、通常月と同等の校正実施件数の保持が可能となった。

月別の校正実施状況（平成27年度4月から平成30年度9月末まで）を図1に示す。

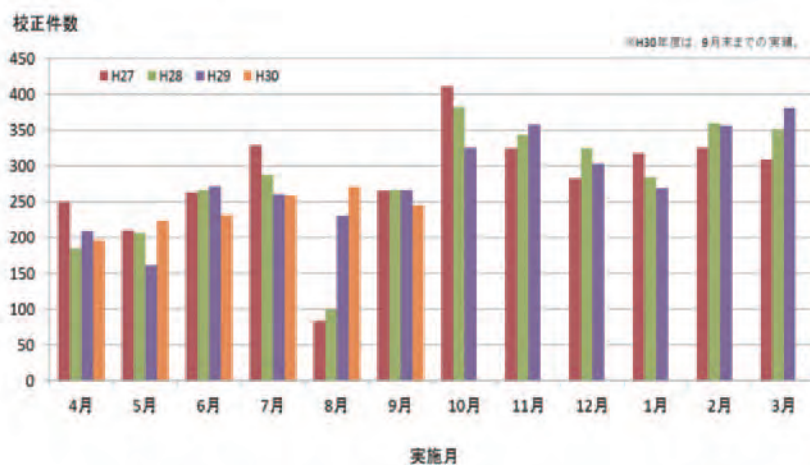


図1 月別校正実施状況

3. 分離校正サービスの提供について

財団ではこれまで提供している校正サービスの電位計と電離箱を一对として校正する形態（以降、一体校正）と並行して、平成30年7月1日より、電位計と電離箱それぞれを校正する形態（以降、分離校正）の提供を開始した。

一体校正では、電位計と電離箱一对の校正に対して1つの校正定数が与えられるため、その一对の組み合わせでのみ使用可能である。

分離校正では電位計、電離箱それぞれに校正定数が与えられるため、その組み合わせは任意であり、不確かさが小さくなることがメリットであるが、そのどちらか一方の与えられた校正定数だけでは使用できない。

電位計、電離箱それぞれに対し校正を行い、各々が与えられた校正定数を持つことで、はじめて組み合わせで使用可能となるため、注意が必要である。

分離校正における電位計の校正については、日本医学物理学会より公開されている「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」(学会ホームページ：各種ガイドラインを参照) に準じて提供される。

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のこと。

4. 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実施を開始し、平成30年度は12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り、平成26年1月には、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、「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、さらに、平成30年7月31日付けで前述の指定要件の改定で「第三者機関の出力線量測定（“等”を削除）を行い、放射線治療の品質管理を行うこと。」が盛り込まれた。

平成26年1月の指針施行から今年で5年目となり、平成26年度以降は毎年150前後の施設で実施されている。

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おり、平成30年度は、平成27年度にその1回目の出力線量測定を実施した約160施設が2回目の実施となる。

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、平成29年度の申込状況は、それぞれTomoTherapyは6件、CyberKnifeは1件であった。

TomoTherapy、CyberKnifeとも、他の治療装置の校正条件と組み合わせで申し込む施設もあり、それをカウントすると、どちらも同程度の申し込み数である。

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。

平成27年度から平成29年度までの3年間で実施した施設数およびその内訳を表2および表3に示す。

表2 平成27年度から平成29年度の3年間の実施施設数

	3年間の合計実施施設数	455	施設
内訳	がん診療連携拠点病院	336	(246) 施設
	一般病院	119	(95) 施設

※（）内は複数回実施の施設を1施設とした場合の施設数を示す。

表3 3年間の実施回数別の内訳

実施回数	がん診療連携拠点病院				一般病院			
	1回	2回	3回	4回	1回	2回	3回	4回
施設数	190	28	25	3	80	7	8	0
合計	246				95			

厚生労働省ホームページ掲載（平成30年4月1日付）のがん診療連携拠点病院の施設数は401施設である。3年間で当財団の出力線量測定の実施（もしくは別の第三者機関での評価を実施など）の拠点病院は147施設となる。

平成30年度9月末までの出力線量測定の実施数を表4に示す。

表4 出力線量測定の間年実施数（H30年9月末現在）

	H19 ^{※1}	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H19-H30(T)	
施設数	14	43	45	50	46	54	71	145	163	140	152	73	996	
拠点病院数	12	32	29	37	35	46	57	113	129	104	103	48	745	
ビーム数	4MV	9	20	29	31	28	28	46	90	100	87	103	41	612
	6MV	8	29	25	31	31	54	76	150	173	187	179	103	1046
	10MV	13	35	40	45	44	59	92	152	189	183	178	82	1112
	15MV	0	3	0	2	1	5	6	8	11	5	11	2	54
※2 照射野 条件	5×5	-	-	-	55	33	40	63	115	142	117	119	52	736
	15×15	-	-	-	19	4	15	20	37	50	18	45	16	224
	20×20	-	-	-	48	34	46	42	128	134	90	93	52	667
	25×25	-	-	-	4	4	8	17	12	26	16	19	3	109
※2 ウェッジ 条件	15°	-	-	-	23	20	31	35	57	45	41	34	12	298
	30°	-	-	-	18	22	22	40	60	54	36	42	13	307
	45°	-	-	-	8	7	11	18	13	20	17	20	11	125
	60°	-	-	-	4	9	6	23	15	23	20	33	5	138
	Total	30	87	94	288	237	325	478	837	967	817	876	392	5428
照射 装置数	Elekta	2	2	3	1	7	9	12	28	36	28	39	13	180
	MITSUBISHI	6	9	3	4	5	4	6	12	8	3	3	1	64
	SIEMENS	5	12	11	10	11	8	12	34	32	23	14	3	175
	TOSHIBA	5	8	5	9	2	6	4	13	7	6	6	1	72
	Varian	5	18	20	37	28	46	63	95	125	113	118	66	734
	その他	0	2	1	0	0	3	5	8	9	12	22	14	76
	Total	23	51	43	61	53	76	102	190	217	185	202	98	1301

※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、再測定前の方はカウントしていない。
 ※4：平成25年度以降、実施しているがカウントしていない条件別ビーム数あり。(表5参照)
 ※5：平成28年度以降、ビーム数にTomoTherapy およびCyberKnifeの測定カウントを含む。(表6参照)

表5 実施しているが、表4にカウントしていない条件別ビーム数

	ビーム数(校正条件) (MV)			照射野条件 (cm)
	8	14	18	
H25	1	1	1	
H26	2		1	1
H27	1			
H28	9			
H29	6			

また、平成25年度以降で測定実績はあるが表4にカウントしていない条件別ビーム数、平成28年度より受付を開始したTomoTherapy、CyberKnifeの依頼状況を表5および表6に示す。

5. 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30年度は9月上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28年度

表6 TomoTherapy および CyberKnifeでの出力線量測定の間年実施状況(H30年度は9月末迄)

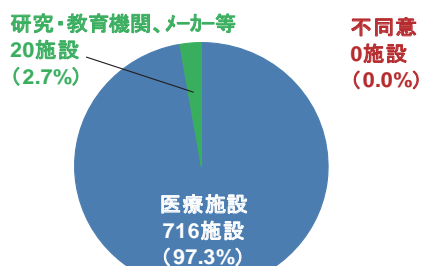
	TomoTherapy		CyberKnife		Total
	1条件のみ	別条件と同時	1条件のみ	別条件と同時	
H28	3	2	3	1	9
H29	6	10	1	3	20
H30	6	3	0	4	13
H28-H30	15	15	4	8	

および平成29年度に校正を実施した858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28年度は97.3%、平成29年度は97.7%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646施設であった。

(平成28年度対象施設数：736施設)
医療施設：716施設、研究・教育機関・メーカー等：20施設



(平成29年度対象施設数：734施設)
医療施設：717施設、研究・教育機関・メーカー等：17施設

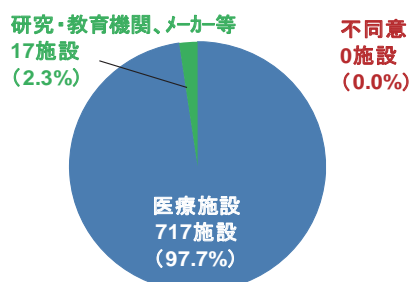
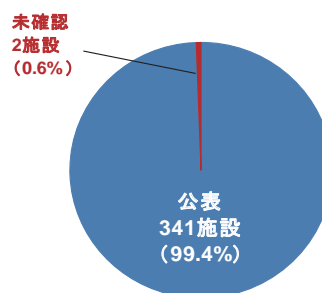


図2 治療用線量計校正実施施設の施設名公表数

(平成27年度から平成29年度までの過去3年間の対象施設数：343施設)



拠点病院・一般病院、研究機関等の内訳

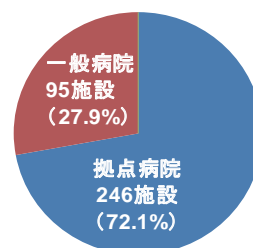


図3 出力線量測定実施施設の施設名公表数

出力線量測定では、過去3年間の平成27年度から平成29年度までの対象となる実施施設数343施設(がん診療連携拠点病院248施設、一般病院95施設)

表7 出力線量測定実施施設 343施設の都道府県別内訳(平成27年度～平成29年度の3年間で実施した施設数)

北海道	19	三重県	3
青森県	4	京都府	8
秋田県	4	奈良県	6
岩手県	3	大阪府	24
山形県	4	兵庫県	17
宮城県	5	和歌山県	4
福島県	7	鳥取県	2
栃木県	5	島根県	3
茨城県	7	岡山県	6
群馬県	5	広島県	6
埼玉県	10	山口県	1
千葉県	15	香川県	2
東京都	35	愛媛県	6
神奈川県	15	徳島県	2
新潟県	5	高知県	1
富山県	6	福岡県	17
長野県	6	佐賀県	2
山梨県	0	長崎県	6
石川県	6	熊本県	7
福井県	3	大分県	4
愛知県	21	宮崎県	1
岐阜県	7	鹿児島県	5
静岡県	11	沖縄県	2
滋賀県	5		

のうち施設名公表に同意いただいた341施設について公表しており、施設名公表率は99.4%である。

また、平成29年度の新規での申し込み施設数は42施設(拠点病院18施設、一般病院24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7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のこと。

6. 今後の展望

1) 電子線治療の出力線量測定の郵送調査

現在、電子線治療における出力線量測定郵送調査の実施に向けた準備が行われており、財団での出力線量測定事業の拡張が見込まれている。準備として測定用のガラスピース等、治具の準備や実施における運用面での対応方法などの検討を行っている。今年度中に整備を行い、来年度からの供給開始を目標に準備中である。また、ガンマナイフ治療および小線源治療への対応も検討されている。

2) IMRT (強度変調放射線治療) 郵送調査

現在のIMRT訪問調査は国立がん研究センターが行う、がん診療連携拠点病院が対象であるが、実施施設数の増加に伴い、訪問調査への対応が難しくなるため、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(以降、JCOG)のワーキンググループ(以降、WG)により郵送調査への移行が検討されている。

今後は一般病院の治療装置もIMRT郵送調査の対象となるため、国立がん研究センターのみでは施設数への対応が難しくなることから、がん診療連携拠点病院の実施については、これまで通り国立がん研究センターが対応し、一般病院の実施については、当財団による第三者評価としての対応が求められている。

現在、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測定試験を行なうとともに、IMRT郵送調査による第三者評価の事業化に向けて検討を行っている。

◆平成30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)」

当財団では、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治療施設の人材育成事業を実施しております。平成26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。今年度は、7月に関東地区・東京で開催しました。

7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いたい方々、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30年7月28日(土)、フクラシア八重洲(東京・3階)にて開催しました。今年度のセミナーの内容としましては、看護師の方々からご要望が多かった「粒子線治療の看護」に関する講演を加えたり、プログラムの一部見直し、より多くの方に粒子

線治療の知識を得ていただく場として提供することいたしました。具体的には「粒子線治療の基礎知識」(講師：遠藤真広常務理事)・「粒子線治療の流れとQ A」(講師：沼野真澄先生)・「粒子線治療の看護」(講師：三上恵子先生)・「放射線治療の基礎知識」(講師：佐々木良平先生)・「重粒子線治療の実例」(講師：神沼拓也先生)・「陽子線治療の実例」(講師：村山重行先生)の6講義から構成されており、当日の参加者は23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5名、看護師5名、医療機器関連企業担当者3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任者)3名でした。



遠藤真広 常務理事



沼野真澄 先生



三上恵子 先生



佐々木良平 先生



神沼拓也 先生



村山重行 先生

「第5回粒子線治療国際シンポジウム (ISIT2018)」 の開催報告

量研機構・放射線医学総合研究所
ISIT2018 組織委員会副委員長
辻井 博彦



「第5回粒子線治療国際シンポジウム」が、2018年11月10日-12日の3日間、佐賀市のホテルニューオータニで開催されました。通称「ISIT (International Symposium on Ion Therapy)」

といい、世界各国から粒子線

治療の第一線で活躍する医師、医学物理士、加速器工学専門家、企業関係者などが一同に会し、粒子線治療の現状と未来について活発な議論がありました。開催に当たっては、放射線医学総合研究所（放医研）と九州国際重粒子線がん治療センター（SAGA HIMAT）が中心となり、公益財団法人医用原子力技術研究振興財団が事務局を務めました。

以下、開催者の1人である筆者の目から見た会の状況について紹介します。

本シンポジウムは、世界で粒子線治療への関心が高まりをみせる中、テキサス大学南西部医療センター（UTSW）と放医研が、2014年11月に第1回目をダラスで開催したのが初めてです。以来、年1回の頻度で米国とイタリアで開催してきましたが、今回、粒子線治療の分野で世界を牽引しているわが国で開催することになったのです。

本シンポジウムの出席者数は、これまでで最も多い190名以上で、そのうち海外勢が15ヶ国で約半数近くを占めていました。会場となったホテルニューオー

タニだけではすべての参加者を収容出来なかったため、駅周辺のビジネスホテルも利用しました。会場とホテルとの間は送迎バスを運行しましたので、さほど不便はなかったようです。

国際会議にはいろいろなハプニングがつきものです。例えば、演者や司会者が突然変更になるのはよくあることですが、本シンポジウムも例外ではありませんでした。お気の毒だったのは、直前になり急病で来日できなかった演者がいたり、また新幹線の車中にパスポートが入った荷物を忘れたため到着が遅れた者もいました。前日に懇親会を催したのですが、時間を忘れて現れなかった者がいたと思ったら、招待した覚えがないのにちゃっかり着席している夫婦がいました。出席者数だけは予定通りに収まり、ほっとしたものです。ウェルカムパーティーの出し物に忍者ショーがありましたが、本番そのものよりショー終了後の方が、記念写真撮影で大いに盛り上がりました。



集合写真

なお、ランチョンセミナー昼食に、幕の内、サンドイッチ、野菜食が用意されましたが、一番人気は幕の内でした。アジア人が多かったせいもありますが、日本食に対する人気の高さを改めて実感しました。東芝と日立の重粒子線治療装置が、少しでもアウトバウンドにつながってくれればと願っています。

以下、本シンポジウムの7つのセッションについて、主な話題を簡単に紹介します。

1. 粒子線治療の現状

このセッションでは、世界の重粒子線および陽子線治療の紹介がありました。わが国の粒子線治療施設は、現在建設中のものも含めると、重粒子線7施設、陽子線治療18施設と突出しています。それらの現状について群馬大学の野先生と北大の白土先生の報告がありました。抄録集にわが国の全施設のリストと簡単な紹介文を載せました。重粒子線治療についていうと、わが国の施設数は文句なく世界一ですが、海外では稼働中がドイツ2、イタリア1、オーストリア1、中国2で、新規施設として韓国1、台湾1が続き、米国でも少なくとも2施設が計画中です。

2. 先端技術

量研機構の平野理事長と白井先生により、未来の重粒子線治療装置「量子メス (Quantaum scalpel)」の開発状況と可能性の話がありました。「夢は叶えるためにある」とは理事長の結びの言でした。UTSWのChoy教授は、すべての疾患で数回以下の少分割照射法を可能にしてくれるのは重粒子線治療しかない、適応疾患はもっと広がるはず、と力説していました。これに筆者の夢も加えさせていただ



会場はほぼ満員

れば、1日ですべてが済む究極の治療法が可能になるのも、そう遠くない将来のことと思います。

3. 臨床経験

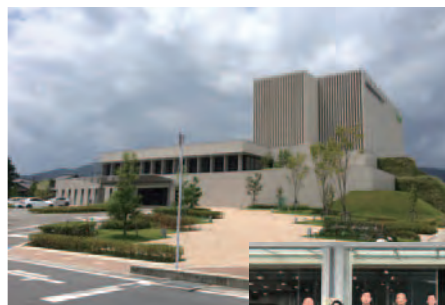
放医研の山本先生により肺がんの1回照射法、粕谷先生により前立腺の12回照射法、および群大の渋谷医師により肝がん短期照射法の実績が報告されました。重粒子線治療による短期照射法はわが国の独壇場で、他の放射線治療にも大きな影響を与えているのです。

4. 粒子線治療の生物学

最近、陽子線の生物学的効果比 (RBE) に注目が集まっています、このセッションでもそれが話題になりました。一方、炭素線のRBEの定義には、欧州グループはLEMモデル、日本はMKMモデルを用いています。イタリアのCNAOでは、主に頭頸部腫瘍に対して放医研の線量分割法を採用していますが、Silvia氏により両者の指示線量の違いが15~20%であることが報告されました。従って、線量分布を比較するときはこのことを念頭におく必要がありますが、この差を小さくするためには多門照射が有効です。

5. 小児腫瘍の粒子線治療

小児がんの放射線治療において陽子線は世界的に普及していますが、2次発がんリスクを考慮しなければなりません。放射線影響研究所の丹羽理事長により、原爆被ばく者とその子孫および職業被ばく者を対象にした疫学調査、および動物実験データに基づいて2次発がんの話がありました。2次発がんの誘因としては、被ばく線量、被ばく期間、被ばく部位、お



SAGA HIMAT



SAGA HIMATを見学しました

よび被ばく時年齢等が重要とのことです。次いで、放医研の今岡先生と米内先生の動物実験と測定データに基づいた報告、および藤先生、Yock氏、大野先生による日本と米国における小児がんの放射線治療の現状報告がありました。最後に、放医研の前立腺がん患者について、重粒子線治療を行ってから3ヶ月～10年後の追跡調査では、重粒子線治療後の発がんリスクは決して高くないことが、放医研の元研修生 Osama氏により報告されました。

6. 膀胱がんの治療

現在、放医研とUTSWが中心となり、膀胱がんに対する国際的臨床試験「局所進行切除不能膀胱癌に対する炭素線治療と光子線治療の多施設共同前向きランダム化比較第Ⅲ相試験計画書」を計画中です。その詳細がUTSWのSher氏から紹介があり、それを補足する形で、山田先生から放医研の実績が報告されました。また、中国のLu氏は膀胱がんの陽子線・重粒子線臨床研究の治療成績、またHoliday氏により膀胱がんに対する陽子線治療の現状、Sai氏の基礎研究の話があり、注目を集めました。

7. 最新の物理研究

このセッションでは、ヘリウムイオンの可能性、治療計画の最適化、モンテカルロ法、画像誘導照射法など、最近の技術的進歩についての発表がありました。粒子線治療の進歩はこれからも止まることはなさそうです。

以上、いろいろなテーマについて活発な意見交換があり、大変実りの多い国際シンポジウムでした。反省点もあります。出来るだけ多くの演者を入れようとしたため、プログラムが過密となり、演者一人当たりの講演時間が短くなったことです。質疑応答の時間や休憩時間も不十分だったかもしれません。にもかかわらず、会場では活発な質疑応答があり、企業展示も盛況で、それなりに満足していただけたと思っています。佐賀テレビの取材や施設見学を通じて、SAGA HIMATの知名度が大いに向上したのではないのでしょうか。

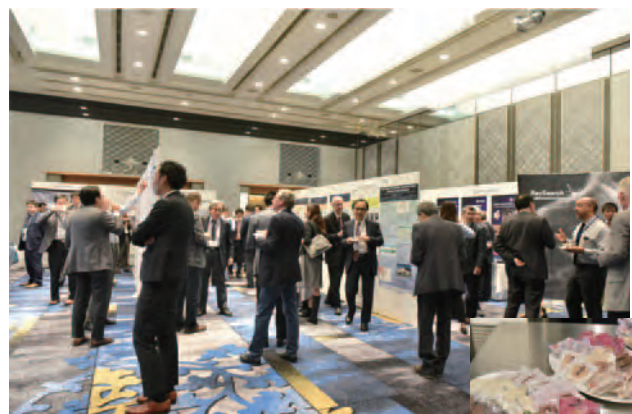
参加者の中には、久しぶりに会った者もいましたが、改めて粒子線治療の長い時の流れを感じた次第です。



ウエルカムパーティー



忍者ショー



展示会場

会場風景



平野先生



Dr Choy

医学物理士認定者の現状：活躍と努力と報酬について

医学物理士認定機構代表理事
北海道大学大学院医理工学院長
白土 博樹



1. 医学物理士認定者の病院・大学での活躍

医学物理士を認定する医学物理士認定機構が発表したデータに基づき、年次別に受験者数、合格者数、合格率を示す(図1)。年を追うごとに受験者数が伸びているが、合格率はほぼ30%で、年間認定者

数はほぼ80～100名前後である。直近の2018年5月2日現在で、1132名の医学物理士が認定されている。2018年3月14日現在での年齢分布、各年齢別の比率は若手の男性が圧倒的に多いが、若手に女性医学物理士がいることもわかる(図2)。都道府県別の医学物理士認定者数を表1に示す(表1)。凹凸はあるものの全国に医学物理士認定者の分布は均てん化されたことがわかる。

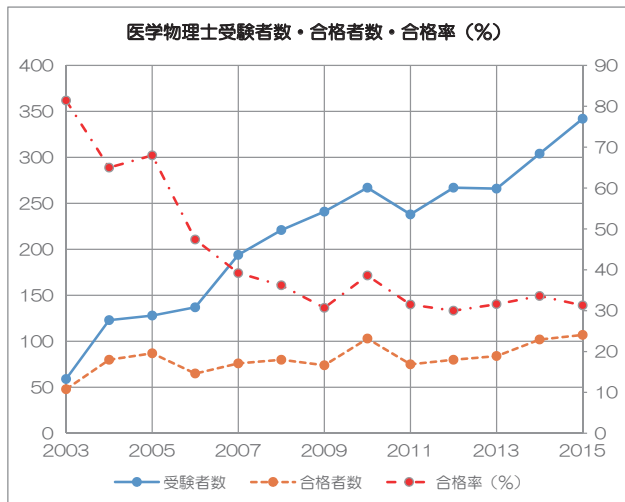


図1. 医学物理士受験者数・合格者数・合格率の年次推移

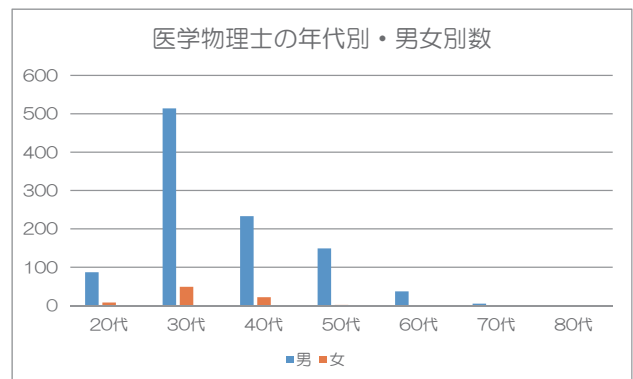


図2. 医学物理士の年代別・男女別人数

表1 医学物理士都道府県別人数

(医学物理士認定機構提供)

都道府県名	男	女	合計	都道府県名	男	女	合計	都道府県名	男	女	合計
北海道	58	3	61	福井県	18	0	18	山口県	4	1	5
青森県	12	0	12	山梨県	4	0	4	徳島県	5	0	5
岩手県	7	0	7	長野県	13	1	14	香川県	6	0	6
宮城県	16	1	17	岐阜県	16	1	17	愛媛県	7	1	8
秋田県	3	0	3	静岡県	25	1	26	高知県	2	0	2
山形県	4	0	4	愛知県	71	10	81	福岡県	37	7	44
福島県	17	0	17	三重県	18	1	19	佐賀県	6	0	6
茨城県	40	1	41	滋賀県	10	0	10	長崎県	17	0	17
栃木県	12	3	15	京都府	29	2	31	熊本県	17	1	18
群馬県	28	1	29	大阪府	85	8	93	大分県	4	0	4
埼玉県	32	1	33	兵庫県	42	2	44	宮崎県	2	0	2
千葉県	50	6	56	奈良県	18	1	19	鹿児島県	4	0	4
東京都	130	16	146	和歌山県	5	0	5	沖縄県	5	0	5
神奈川県	56	6	62	鳥取県	4	1	5	海外	2	1	3
新潟県	13	1	14	島根県	4	1	5	合計	1026	82	1108
富山県	8	0	8	岡山県	19	1	20				
石川県	16	1	17	広島県	25	1	26				

2011年に厚労省がん研究開発費「安全で高精度な放射線治療を実現する放射線治療体制に関する研究（主任研究者 国立がん研究センター中央病院放射線治療部 伊丹純）」と医学物理士認定機構が共同主催で行ったアンケートでは、回答した医学物理士認定者319名中、「専従医学物理士（大学病院を含む）」は52名（16.3%）と極めて低率であった。

現状はどうか。どのような状況を専従（80%以上）と呼ぶべきかは、医学物理士の役割が時代とともに変化しているために、定義が難しい。医学物理士認定者を、以下の6種類に分けて現状の把握をするとわかりやすい。①大学以外の病院で医学物理士として雇用されている者、②大学以外の病院で医学物理士としてではなく雇用されている者、③大学に雇用されている者、④医師に受験資格があった頃に認定された医師、⑤企業、⑥その他、である。それらのものが、医学物理士業務に専従しているのか、非専従なのかという点に関して、雇用する側からの視点で考えると、①に関しては、雇用する側が医学物理士の業務を理解したうえで、本務として医学物理士として雇用したと考えられるため、以下、専従とみなす。②は雇用する側は非専従ととらえている可能性が高いため、以下、非専従とみなす。③は教育・研究は医学物理士としても重要な業務であるが、どの程度の病院業務の努力を持って、医学物理士として専従している、というかは議論が分かれる。医師を例にとると専門医を維持するためには、管理職であっても、週のうち最低限1日程度（5日勤務として20%）は診療業務に携わっていることが

ほぼ必須である。よって、以下、大学教員のうち、エフォートの20%以上を品質管理業務に費やしているものは、専従医学物理士とみなす。④、⑤、⑥は特殊なケースのため、詳説しない。

続いて2014年に日本医学物理士会、医学物理士認定機構、日本医学物理学会の連名で行われたアンケートでは、医学物理士認定者262名が回答した。このうち、医学物理士として大学以外の病院に就職した者は52名（19.8%）であった。一方、大学教員でうち、エフォートの20%以上を品質管理業務に費やしているものは12名（4.6%）で、それらは他の20%の努力を治療計画にあてており、合計すると病院業務就労率が40%に上がることがわかった。結果として、病院に医学物理士として就職した52名と合わせた専従医学物理士の合計は64名（24.4%）であった。専従医学物理士の2011年からの伸びは7.9%（16.3%→24.4%）に過ぎないが、国家資格ではないにもかかわらず、認定者のうち24.4%が専従医学物理士として病院や大学で就職できているとすれば、かなり高率であると思う。しかし、2011年と2014年では質問内容や回答率が異なり、後者は記名を義務付けたため、サンプリングは偏っている可能性も高く、専従医学物理士率は実際よりも高率に算定されているかもしれない。実体の把握には、さらに、注意深い就労アンケートを継続的に行うべきである。

2014年のアンケート回答者のうち医師・企業・その他の20名を除く医学物理士認定242名の病院内業務を表2に示す。専従医学物理士は、治療計画、品質管理、患者照射・撮影業務はそれぞれ38.7%、33.8%、

表2 企業等所属20名を除く医学物理士認定242名における一般病院の医学物理士の業務と大学教員の病院内業務（遠山他、医学物理 第36巻: 2-17, 2016より改変）

業務割合	治療計画		品質管理		患者照射・撮影業務割合		大学教員		
	専従医学物理士	非専従医学物理士*	専従医学物理士	非専従医学物理士	専従医学物理士	非専従医学物理士	治療計画	品質管理	患者照射・撮影業務割合
0%	6	46	1	5	42	16	25	24	42
10%	2	35	6	53	5	31	5	7	1
20%	7	26	9	30	2	14	5	4	0
30%	6	17	14	18	1	11	6	6	0
40%	11	7	9	13	1	11	0	2	0
50%	7	7	7	14	1	18	1	0	0
60%	5	3	4	5	0	11	1	0	0
70%	7	1	1	6	0	16	0	0	0
80%	0	4	1	3	0	11	0	0	0
90%	1	1	0	0	0	6	0	0	0
100%	0	0	0	0	0	2	0	0	0
平均業務割 [%]	38.7	18.2	33.8	26.2	4.0	38.5	10.2	9.5	0.2

*医学物理士認定者のうち、放射線技師として雇用されている者

4.0%であるのに対し、非専従医学物理士はそれぞれ18.2%、26.2%、38.5%であった。大学教員43名では、教育研究に専念し病院業務に全くタッチしていない者が半数いるが、治療計画、品質管理がそれぞれエフォートの20%以上である者がそれぞれ13名（大学教員中30.2%）、12名（同27.9%）おり、大学病院内での業務に携わる者が増えつつあることが示唆された。

表3に2014年のアンケート回答者のうち企業等所属20名を除く医学物理士認定242名の病院・大学内における医学物理士の独立した部署への配属率を示す。専従医学物理士は58.0%、大学教員は38.5%が独立した部署に配属され、医学物理士がこれらの病院・大学内で独立した職種として一定の理解を得つつあることが示唆された。なお、非専従医学物理士は当然ながら独立した部署への配属が10.3%と低く、専従医学物理士の雇用と独立した部署への配属率の強い相関が示唆された。いまだ、それらの部署の長が医師である場合が多いが（資料略）、今後は、独立した医学物理士のキャリアパスの構築が重要な課題になりつつあるといえる。将来的には、各大学医学部あるいは病院に医学物理士の教授・准教授・助教、部長・副部长・主任などが確立していくかもしれない。

表4に、企業等所属20名を除く医学物理士認定242名の所属病院・大学の放射線治療年間新患者数と医学

表3 企業等所属20名を除く医学物理士認定242名の病院・大学内における医学物理士の独立した部署への配属率（遠山他. 医学物理 第36巻: 2-17, 2016 より改変）

病院内部署	専従医学物理士	非専従医学物理士	大学教員
独立した部署に配属	29	15	10
独立した部署に未配属	21	130	16
その他	2	2	17
独立部署配属率(%)*	58.0	10.3	38.5

*病院内部署「その他」を除いた数を母数として計算。

表4 企業等所属20名を除く医学物理士認定242名の所属病院・大学の放射線治療年間新患者数と医学物理士数（遠山他. 医学物理 第36巻: 2-17, 2016 より改変）

	専従医学物理士	非専従医学物理士	大学教員
99人以下	1	4	1
100～199人	6	13	1
200～299人	5	31	1
300～399人	4	22	0
400～499人	7	14	1
500人以上	27	59	15
本設問に該当しない	2	4	24
合計（該当しない除く）	50	143	19
施設規模（500人以上）の割合 [%]	54.0	41.3	78.9

物理士数を示す。500名以上の年間新患者数を示す病院・大学に、専従医学物理士が多いことが示されたが、100～200名程度の施設でも、専従医学物理士がそれなりの割合で雇用されていることが示された。

病院内に放射線治療の品質保証担当者（Quality Assurance Manager）を配置することが望ましいが、専従医学物理士が雇用されている施設、非専従医学物理士が雇用されている施設、医学物理士が雇用されている大学では、それぞれ90.2%、63.3%、77.8%の配置率であった。専従医学物理士の雇用は、そのままQA担当者の配置、さらには優れた放射線治療品質管理体制を示唆すると思われるが、品質管理の精度は本アンケートでは明確になっておらず、今後の研究課題である。

表6に強度変調放射線治療（Intensity Modulated radiotherapy, IMRT）の年間患者数と専従医学物理士数を示す。IMRT年間患者数の多少にかかわらず、IMRTを行っている病院では、専従医学物理士が一定数雇用されていることが示された。一方、一般病院において「本設問に該当しない」と回答している者も少なからずおり、これは、IMRTの施設基準で求められている「常勤の放射線治療を専らとする医師が2名以上」を達成していないために、医学物理士がいても、IMRTができない病院がいることを示唆している。

表5 企業等所属20名を除く医学物理士認定242名の所属病院・大学の品質保証（QA）担当者の配置の有無と専従医学物理士等数（遠山他. 医学物理 第36巻: 2-17, 2016 より改変）

QA担当者の配置	専従医学物理士	非専従医学物理士	大学教員
配置済	46	9	14
未配属	5	54	4
該当しない	1	0	25
配置割合 [%]	90.2	63.3	77.8

表6 企業等所属20名を除く医学物理士認定242名の所属病院・大学のIMRT年間患者数と医学物理士数（遠山他. 医学物理 第36巻: 2-17, 2016 より改変）

年間IMRT数	専従医学物理士	非専従医学物理士	大学教員
0～29名	6	32	1
30～59名	8	34	3
60～89名	9	11	5
90～119名	2	7	4
120～149名	4	7	0
150名以上	15	16	4
本設問に該当しない	8	37	26
平均治療患者数（人）	93.5	63.2	93.3

表7 アンケートに回答のあった医学物理士認定242名の最終学歴と就業状態
(遠山他. 医学物理 第36巻: 2-17, 2016 より改変)

	専従医学物理士	非専従医学物理士	大学教員	医師	企業	その他	合計
博士課程修了	22	13	35	2	2	8	82
6年修了(修士・博士前期・医学科)	24	44	6	1	3	3	80
大学卒業	2	63	1	0	0	1	68
短期大学卒業	2	15	0	0	0	0	17
専門学校卒業	1	11	0	0	0	0	12
その他	1	1	1	0	0	0	3
合計数	52	147	43	3	5	12	262
6年修了割合 [%]	88.5	38.8	95.3	100	100	91.7	61.8
博士課程修了割合 [%]	42.3	8.8	81.0	66.7	40.0	66.7	31.2

2. 医学物理士認定者の努力と報酬

2011年から2014年にかけての3年間の専従医学物理士の増加率は19%から24%への5%であったが、この間、医学物理士認定者数は計229名で約30%程度増加していた。この増加率の差をどう考えるか。この差は、4年生大学卒業後医療現場でオン・ザ・ジョブトレーニングをした者、及び文部科学省「がんプロフェッショナル養成プラン」などの効果で大学院で医学物理を履修したもののうち、医学物理士認定を受けるようになった者が急増し、その数が専従医学物理士の求人数を大きく上回ったことを反映していると考えられる。結果として、この3年間に病院勤務の診療放射線技師の中に、非専従ではあるが医学物理士認定を受けた優れた知識と技量を身に着けた者が急増したことが示唆される。病院内に医学物理をよく理解する人材が増えていることに繋がっており、患者側からみると、品質管理の質の向上に役立っているものと考えられる。それでは、これらの医学物理士認定者は、自己鍛錬のためにどのような努力をし、その努力に応じた報酬を得ているのだろうか。

表7に企業等所属20名を含む医学物理士認定262名の最終学歴と、その時点での就労状況の関係を示す。博士課程修了者は回答者70名中57名(81.4%)が「病院専従医学物理士あるいは大学教員(上記定義の専従医学物理士を含む)」として雇用されていた。その比率は修士課程修了者では回答者74名中30名(40.5%)、学士課程修了者では回答者66名中3名(4.5%)であった。医学物理士認定者は全体として高

表8 企業等所属20名を除く医学物理士認定242名の年収分布(遠山他. 医学物理第36巻: 2-17, 2016 より改変)

年収	専従医学物理士	非専従医学物理士	大学教員
300～399万円	1	1	0
400～499万円	5	11	3
500～599万円	7	22	0
600～699万円	7	19	4
700～799万円	4	6	2
800～899万円	2	8	3
900～999万円	1	3	1
1,000～1,099万円	3	0	2
1,100～1,199万円	2	0	0
2,000万円以上	0	0	0
平均年収[万円]	690.6	627.1	736.7

300～399万円は350万円とし(以下同様)平均年収を算出

学歴化を示し、大学教員はもちろんであるが、病院勤務の専従医学物理士でもその傾向が顕著であり、学習意欲の高さ、研究者として自立しつつある者が増えていることを示唆している。また、企業等に就業している者も高学歴であることが示された。

表8には、企業等所属20名を除く医学物理士認定242名の医学物理士の平均給与を示す。年収分布は広く分布しているが、一般病院や大学の専従医学物理士の年収は一千万円を超える場合もあり、実力のある専従医学物理士が医療機関や大学によっては非常に高く評価されている場合があることが示唆された。

2016年度の診療報酬改定以降、粒子線治療の保険収載が始まった。今後、粒子線治療の普及に伴い、優秀な専従医学物理士の需要は、さらに高まることと思われる。

重粒子線治療は私にとって最良の治療でした

患者会「放医研虹の会」 会員 土師野 育代（治療当時 44 歳）



早いもので2004年4月の重粒子線治療から15年が経とうとしています。

最初に異変に気付いたのは2003年夏ごろ、言葉では上手く説明出来ませんが、右目の見え方が何かおかしい…、違和感を覚えていました。そのうち夜布団に入り目を瞑ると

光が一筋スーッと入ってきました。「なんだろう？」と思っているとまたしばらくすると光が入ります。それから毎晩その状況は続きましたが、痛くも痒くもなかったので老化現象？くらいに軽く考えていましたし、多少気にはなっていました。次男の中学受験を控えていたことも重なり放置していました。

年を越え受験も無事終わり、次男のアレルギー性結膜炎が酷くなっていたので入学前にきちんと治療をしようと思い、知人の耳鼻科の先生の弟さんがS中央病院の眼科部長をされていたのでご紹介を頂き伺いました。

次男の検査と診察の後に私も気になっていた右目をついでに診て頂きました。

検査が始まり先生が「おや？」という表情をされ「眼の中のぶどう膜に腫瘍がありますが、今までに何か大きな病気はされましたか？」と質問されましたが、思い当たる節は無く知らない間に腫瘍が出来ていたことにとっても驚きました。

ちゃんと調べたほうが良いということでK大学付属病院のぶどう膜の専門医に紹介状を書いて下さいました。

後日紹介頂いた医師を訪ね超音波検査をしたところ「悪性黒色腫です」と告げられました。私はまだ半信半疑で「細胞を取って検査をしなくても悪性だとわかるのですか？」と質問しましたが医師からはその場所に出来る腫瘍は悪性腫瘍だと、そして当院では治療は出来ないとも言われました。

有名な大病院でも治療が出来ない病気だなんて…大変な病気になってしまったと、段々と事の重大さに気付き、とてもショックでしたが医師の説明をちゃんと聞かなければと自分に言い聞かせるのがやっとでした。

告知をされた時の気持ちは15年経った今でも忘れることは出来ません。

私の病気の正式名はぶどう膜悪性黒色腫、ぶどう膜内に多く含まれるメラニン細胞ががん化したものです。

夜寝る時、瞼を閉じてスーッと入ってきた光はぶどう膜に出来た腫瘍が網膜を押し上げたことが原因でした。

K大病院の様な患者数の多い病院でも年間1人いるかどうかで、当時は一千万人に2人か3人の罹患率というかなり珍しい病気です。

タレントでファッション評論家のピーコさんと同じ病と言えお分かりになる方も多いかと思いますが、ピーコさんの頃はまだ眼球を全摘し義眼を入れるという治療法しかありませんでした。

私も医師からピーコさんと同じ病と説明された時、先ず頭に浮かんだのは「全摘」眼球を取らなければならぬのだという恐怖感でした。

K大病院の医師から国立がんセンターか重粒子線治療を行っている放医研のどちらかを紹介すると言われましたが、その時は冷静さを失っていたので家

族と相談してから決めさせて下さいとだけお伝えをして帰りました。

その日から病気に対する恐怖と不安な日々が始まりましたが、有り難いことに夫、知人の先生、眼科の先生が直ぐに連絡を取り合い、重粒子線治療のことも色々調べてくれました。そして先ずは腫瘍の権威の医師のいる国立がんセンターに行ったほうが良いとのことで紹介状を持参して伺いました。

がんセンターの先生からは眼球に放射線が出るチップを一週間ほど縫い付け腫瘍を叩くという治療法の説明を受けました。

但し、基準では腫瘍の大きさは5ミリまで、私の腫瘍は5.2ミリでしたのでもしかしたら再発の可能性もあるが後遺症はほとんどない、再発した時は重粒子線治療が可能とのお話でしたが、一度重粒子線治療の説明も聞かれたらどうかと勧められ紹介状を頂き、放医研に直ぐ予約の電話を入れました。

後日データーを持参し夫に付き添ってもらい放医研の辻先生を訪ねました。

重粒子線治療は今では生命保険のCM等で認知度も高くなりましたが、当時はまだまだ未知の世界でしたので不安もあり、心の中では後遺症のほとんどないがんセンターの治療に、家から近いこともあり決めていました。

担当の辻先生は重粒子線とは？から始まり、治療の効果に副作用や後遺症の説明を丁寧に分かりやすく、そして治療に対する疑問にも一つ一つ詳しくお答え下さり、心配性の私に対して2時間程かけてじっくりとお話し頂きました。

ピンポイントで照射出来る重粒子線治療は眼球の様な小さな場所に出来た腫瘍にはとても有効だと、私の腫瘍の大きさなら再発の可能性は低く、治る確率も高いとのお話で重粒子線治療に対する不安はだいぶ無くなり「治るんだ」と希望を持つことが出来ました。

放医研には眼科の医師が居ない為、提携先の千葉大学付属病院の眼科に当時いらした溝田先生に直ぐ

に電話をして予約を取って下さいました。

溝田先生は別の大学病院に移られる時期だったので放医研に伺うのがもう少し遅ければ治療もだいぶ後になっていたと思います。

がんセンターの治療、重粒子線治療とどちらを選択するかぎりぎりまで迷いましたが最終的に重粒子線治療を選んだ決め手は辻先生がとても親身になって接して下さい、また眼科の溝田先生の「重粒子線治療はあなたにとってとても良い治療です。僕があなたと同じ病気になってもこの治療を選びます」とおっしゃった言葉、これらに背中を押され選択しました。

治療方法を迷っている間は不安に押し潰されそうになり睡眠薬を飲まないで眠れないくらいでしたが、決断した後は気持ちもだいぶ楽になり前向きに考えられる様にもなりました。

照射をする前に千葉大付属病院で照射時の腫瘍位置再現の為、眼球の強膜にチタン製リングを縫い付ける手術をしました。

翌日が次男の小学校の卒業式でしたので術後の眼をカバーするのにテープを貼って眼帯をして出席しました。数日後の3月末頃に放医研に入院しました。

放医研では転移がないかを調べるPET検査や照射のためのマスク状の固定具を作製、シュミレーションと治療に向けての準備を終え一回目の照射が始まりますが、照射室の治療台に乗って動かないように固定された中、照射する間の約10秒間眼を開けていられるか緊張しましたが、辻先生が穏やかな声で照射の合図をして下さったので気持ちを楽にすることが出来ました。

一回の照射は(14グレイ)これを5回行います。照射後はしばらくの間瞼を冷やしました。検査期間を含め3週間程入院をして、4月中旬に退院しました。

副作用として最初に表れた症状は網膜剥離でした。

3回目の照射辺りから徐々に照射時に見る点光源が見えにくくなっていました。

そして退院後2週間ほどして瞼が赤くなり水膨れ

が沢山出来始め、睫毛も抜けていきました。

水膨れで瞼を開けるのも痛くて、処方された軟膏を塗って回復を待ちました。

一か月後の検査入院までには水膨れは治りましたが、今でも瞼の上のほうにアザが残っています。

治療前に副作用、後遺症の説明は受けていましたが、網膜剥離で視力が徐々に低下していく恐怖と距離感が分からず段差も恐くて退院後半年位は外出も出来なくなり、睡眠薬を飲まないと眠れなくなりました。

引き籠もりの生活がしばらく続きましたが、家族や友人達に支えられ少しずつ外出も出来るようになっていきました。

病気前から習っていたフラワーアレンジメントをまた復活させ、資格を取得し6年ほど前から自宅でプリザーブドフラワーやアーティフィシャルフラワーのフラワーアレンジメント教室を主宰しています。

お花や生徒さん達に囲まれ楽しく充実した時間を過ごしています。

好きなことに夢中になることで病気への不安や恐怖心を忘れることが出来ました。

お花達に救われています。

もう一つ心の支えになっているのは患者会の存在です。

堤静香さんが会長をされている患者会「放医研虹の会」発足前からの初期メンバーとして、堤さんはじめ右田さん、太田さん、岡田さんとは15年来の長いお付き合いになりました。

地方にお住まいの方は放医研の検査にいらっしゃる日に合わせて集まり、食事会を開いています。

近況報告や情報交換、デリケートな感情や後遺症



のことなど、家族にも話せない話題も気軽に話し合える存在はとても大きいです。

病名は違っても同じ頃同じ治療をした言わば戦友の様な方々、有り難いご縁だと思います。

退院後の検診はしばらくの間は放医研で年に一回ずつのCTとMRI検査をそして溝田先生の眼科検診を3か月おきに受けていましたが、現在は年一回のCT検査と眼科検診は半年に一回になりました。

今思えば、知人の医師の弟さんが眼科医だったこと、ぶどう膜や悪性腫瘍の専門の先生に診て頂くことが出来、主治医の辻先生、溝田先生に出会えたことなど、珍しい病気でしたが異変に気が付いてから1年も掛からずに、重粒子線治療に辿り着けたことはとてもラッキーでした。

視力は殆んど有りませんが、眼球を温存出来、現在まで再発も転移も無く元気にいられるのも重粒子線治療のお蔭です。私にとって最良の治療だったと思います。

【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近況報告



○最新のニュース

平成30年9月25日に、厚生労働大臣より重粒子線装置の薬事承認を頂きました。本プロジェクトは平成25年12月に大阪府立病院機構殿より、整備事業者として選定されまして、5年の歳月を経て、ようやく10月16日に重粒子線治療を開始しました。初日は4名の患者さんの治療が行われました。仙骨脊索腫1名、前立腺がん1名、頭頸部がん2名の治療が行われ、トラブルもなく終了となりました。当日は民放のテレビ局3社が取材に来られまして、仙骨脊索腫の患者さんに事前に取材許可をもらいまして、インタビューの場で患者さんが「この治療の後には会社へ行く」とお話をされたことが非常に印象的でした。まさに、働きながらがん治療することが可能を証明した瞬間でした。テレビ局の方々も非常に関心を示されていました。都心ということもありますが、現役の方ががんになられても通院で治療ができることは、大変素晴らしいことだと思います。

○整備の経緯と近況

このプロジェクトは平成22年に、現大阪国際がんセンター（旧大阪成人病センター）の基本構想段階で、新病院の敷地内に先端のがん治療施設整備の構想が立ち上がり、その後この施設を民間にて整備してもらうこととなりまして、今回の整備となりました。本年3月1日に外来診療を開始致しまして、10月までに治療予約（主に、前立腺がん）が120人超とな

りました。大阪では、これまで治療を受けられるかどうかの判断も出来なかったため、多くの方にご不便をお掛けすることだったと思いますが、この3月からは外来診療及びセカンドオピニオンを開始したことで、多くの方が重粒子線治療の適用・不適の確認を求めて来院されています。

職員は医療サイドと施設管理会社を含め45名程度となりまして、施設を運営するために十分なスタッフが揃いました。今後、治療件数の増加が見込まれており、更に来年にスタッフ数の増員を予定しております。

○プロジェクトでの苦労話

大阪重粒子線センターは大阪城の前にありまして、歴史的な地区のため、計画地からは埋蔵文化財が発見されまして、その作業では1年半以上を掛けて発掘作業が行われました。また、初めての施設整備のため、設計中には分からないことが沢山ありましたので、放射線医学総合研究所のみなさま、サガハイマツのみなさま、名古屋陽子線センターのみなさま、他多くの施設様にアドバイスを頂きまして、計画を推進しました。

建築発注時期には、東日本大震災の復興工事や東京オリンピックの開催決定の影響により、工事費の高騰で収支計画が大幅に狂いました。更に、平成30年4月に前立腺がんが保険収載され、保険点数が大幅に引き下げられことにより、更に事業計画の修正を余儀なくされました。

一方、人材確保では、大阪大学放射線治療学の小川教授様から全面的にバックアップを頂き、更には群馬大学の中野教授様よりも支援を頂きました。また、研修では放射線医学総合研究所様に快く人材の研修受け入れを頂きました。このようなことから人材の確保、研修は比較的順調に進捗ができました。心よりみなさまに感謝申し上げます。

大阪はサガハイマツ様と同じく、全くの民間運営となりますので、事業収支を改善するためには、集患活動が非常に重要と考えました。この点ではサガハイマツ様に多くのアドバイスや貴重なご意見を頂いて、集患活動を行って参りました。

○経営環境

今年、前立腺がんが保険適用となった影響だと思われていますが、前立腺がんの治療を希望される方が多く来院されています。大阪重粒子線センターへは、大阪府を初め、京都府、兵庫県、和歌山県、奈良県が主ですが、関西以外では四国や名古屋辺りからも患者様の紹介を頂いております。治療対象は関西の人口約2千万人がその対象と考えております。今後の高齢化により更に放射線治療の存在も高まるものと思えますが、前立腺がんの保険収載の影響により治療患者数の目標も必然的に上げる必要があります。現在はかなりハードルが高いものになっております。実質半額の報酬となりましたので、大変経営環境は厳しいものと考えております。いずれも治療件数でカバーするしか方法がありませんので、治療件数増加に対応してスタッフの補強が重要でありますので、早めの確保をして行く予定です。



○今後

平成30年10月から治療を開始し致しまして、12月に粒子線保険による診療開始、平成31年2月に先進医療の開始を目指しております。また、来春には国際貢献として外国人の方の治療も開始予定で、現在その準備を進めております。

治療が始まったばかりで、今最も重要なことは確実な診療と安全安心な医療を提供することだと考えます。関西のみなさまのがん治療に貢献できますよう、スタッフ一同頑張ります。最後になりますが、みなさまの益々のご健勝とご発展をお祈りいたします。今後ともご指導・ご鞭撻の程、みなさま宜しくお願い致します。

大阪重粒子線施設管理(株) 牟田 修



◆大阪陽子線クリニック 開院して1年

(医療法人伯鳳会について)

医療法人伯鳳会は全国に60を超える事業所を有する、保健・医療・福祉を業務とする皆様の健康のお世話をさせていただくためのグループです。1962年、兵庫県赤穂市にて古城外科を開院して以来、地域に根差した活動を中心として、ニーズの変化に柔軟に適応しながら成長を続けて参りました。現在グループは9つの病院を中心としており、診療所、介護老人保健施設、介護老人福祉施設、各種通所施設、身体障害者授産施設、医療専門学校など活動の幅は多岐に渡ります。

グループ共通の基本理念は「平等医療、平等介護」

です。そして我々の使命は、「医療介護を必要とする方へ、必要な医療介護を過不足なく、適正な価格で、快適に適時提供する」こととさせていただきます。

(建築計画について)

現在、大阪陽子線クリニックが位置する此花区春日出には、かつて大阪暁明館病院（おおさかぎょうめいかん）がございました。少し変わった病院名と思われるかも知れませんが、この名は労働者のための簡易宿泊所に由来します。始まりは古く、大正4年5月に篤志家の広岡菊松氏が宿泊施設「大阪暁明館」を開設し、昭和6年には関西学院の学生セツルメント

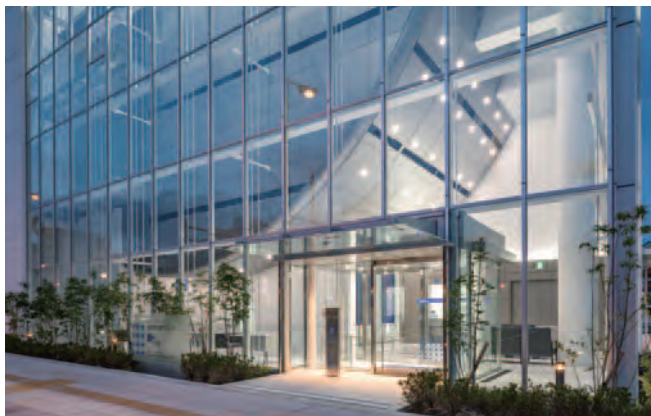
に。そして昭和15年に分館にて軽費診療所を併設したことが今日の病院の礎となりました。以後病院は社会福祉法人として発展を遂げましたが財政の悪化により倒産のところ、平成22年に伯鳳会が買収し経営改善に着手。大阪市民病院事業を継承し、平成25年4月には大阪北市民病院（150病床）と大阪暁明館病院（332病床）を病床合併した現在の大阪暁明館病院（482病床）として、JR西九条駅前に新築移転が完了致しました。

その跡地の有効活用を熟慮の末、当法人が「がん医療」に関わっていくための布石として陽子線治療装置の導入が決定されました。

先進的で低侵襲な放射線治療である「陽子線治療」は、時代のニーズにお応えできるものでありながら、構造や費用の兼ね合いから都心部には少ないという欠点もございました。我々伯鳳会の根本の理念である「平等医療」を実現するにおいて、必要とされる医療技術を必要とされる場所に展開するということは必然ともいえる選択でした。



北西面外観



北面外観 夜景

デザイン監修は（株）パワーハウス、設計・管理・施工は戸田建設（株）、そして治療装置は三菱電機（株）がそれぞれ担当し、円滑な治療運用を実現するためにひょうご粒子線メディカルサポート様の技術支援を受けながら、これら四者が当法人と緊密な連携を図り装置及び建屋の整備を進めて参りました。工事は平成27年2月20日に着工し、平成29年4月28日に竣工致しました。敷地面積はおよそ1,200平方メートルのRC造で地上5階・地下1階の構造で、延床面積も約3,000平方メートルと大変コンパクトな、世界でも稀に見る小さな陽子線治療施設が誕生致しました。

治療装置の三菱電機（株）は、今とっては（株）日立製作所に吸収される形となりましたが、選定時においては国内最大のシェアを誇るメーカーであり、医師・技師の研修やサポート体制が整っているということも大きな魅力の一つでした。

奇しくも当法人が陽子線事業に手を挙げた際、三菱電機（株）でMELTHERA（メルセア）と呼ばれる量産型の小型粒子線治療装置の計画が動き始めた矢先でした。近年の陽子線治療装置において、粒子線の照射方向を自由に選択できる回転ガントリの導入は必然的なものでありますが、この回転ガントリがコスト・スペースの両方において大きな課題点でした。MELTHERAの利点は、この回転ガントリの構造を旧施設から見直し、低コスト化と省スペース化を実現したこととその量産化です。岡山県の財団法人津山慈風会 津山中央病院様が1号機として同機種を導入され、ついで当法人が2号機、3号機目には兵庫県立粒子線医療センター様の附属施設として神戸陽子線



地下1階 加速器室

センター様が導入されました。各施設とも建屋と装置の基本構造、運用システムが同じであり、施設の立ち上げから臨床に至るまで情報を水平に展開することができるため、装置トラブルの改善や現場スタッフの意見交換において大きく垣根が下がりました。

1号機である津山中央病院様でのコミッションング（装置受入試験）時には、私を含め当院のスタッフも現場に入らせて頂き、臨床運用においても研修も引き受けて頂くなど多くのことを学ばせて頂きました。当院でのコミッションング時においても困難はございましたが、津山中央病院様での経験が活かされ兵庫県様の支援もあって無事平成29年9月8日に治療を開始することが出来ました。

（当院の特徴）

当院の位置する場所はJR大阪環状線の要衝の1つである西九条駅から車で10分程、また阪神なんば線の千鳥橋駅から徒歩10分程の距離に位置しており、大阪市内だけでなく泉南や和歌山からのアクセスも良好な環境にございます。

放射線治療に特化しているため、先に述べた大阪暁明館病院と医療連携することで、治療前の準備から治療後のフォローに至るまでのサポート体制を構築しております。当院へご紹介を頂いた患者様は、全症例キヤンサーボードを大阪暁明館病院と共同で実施しており、厳格な適応判断を行っております。

現在は前立腺がんを中心とした治療を行っており、IMRT専用機であるトモセラピーを併設して、全症例において両方の治療計画を作成し比較し、患者様のご希望に関係なく、両方の治療計画を比較しながら陽子線治療の特徴をご説明致します。トモセラピーも非常

に優れた治療装置であり、陽子線の治療計画を凌駕する場合があります。常に患者様にとって最適な提案を行い、ご納得頂いた上で治療に臨むことができるよう配慮しています。開院から1年経過時点（2018年11月）で54名様の前立腺がん患者様の治療を遂行し、その後の経過も順調に推移しております。

（今後の展望）

当院の描く将来の展望は、自らの強みに集中し、専門性を高めることに他なりません。がん診療に携わる様々な医療のあり方の中で、当院は外来専門のクリニックとして最新鋭の装置を手に、限られた症例に対してその針を研ぎ澄まし続けることを選択致しました。他の粒子線治療施設とは異なり対応出来る疾患には限りがございますが、症例の専門性を高めながら外来診療に特化することで、これからの時代のニーズに合わせた医療を目指して参ります。

来年1月より、前立腺がんに対するスキャニング法による治療を開始し、従来法による肺がんへの治療も開始致します。適応疾患に対して適切かつ丁寧に取り組むことで皆様にご安心頂くと同時に、ご信頼を頂くことができると考えております。

最も身近にある粒子線治療施設として、これからも地域の方々に支えられながら最適な医療を皆様に提供して参りたく存じます。

（最後に）

当院の開設にあたり、兵庫県立粒子線医療センター様、ならびにひょうご粒子線メディカルサポート様には導入検討から人材育成や施設立ち上げに至るまでの多大なるご支援を賜り、先行する施設である津山中央病院様、名古屋陽子線治療センター様、相澤病院様他、多くの施設様より数多くのご助言やご支援を頂いたおかげで当院は今日に至ることが叶いました。この紙面をお借り致しまして厚く御礼申し上げます。

がん疾患でお悩みの患者様の一助となれるよう努めて参りますので、今後ともどうぞ宜しくお願い申し上げます。

医療法人伯鳳会 大阪陽子線クリニック
櫻井 勇介



3階 陽子線治療室

第15回日本中性子捕捉療法学会学術大会の報告

北海道大学大学院保健科学研究院
石川 正純

2018年9月1日(土)・2日(日)の2日間、北海道大学学術交流会館におきまして、第15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:北海道大学大学院保健科学研究院 教授・石川正純)。

また、本学術大会前日の8月31日(金)には、第6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。学会当日は晴天に恵まれ、北海道ならではの爽やかな気候の中、ご参加をいただくことができたことは非常に幸運であったと思います。また、直後の9月5日には台風の直撃、6日未明に北海道で震度7の地震が発生し、北海道全土での全停電(ブラックアウト)が

発生するなど、自然災害にみまわれた日々が続き、日程が1週間遅ければ学会開催も危ぶまれる状況でしたが、何とか学会を無事に開催できたことは本当に幸運だったと思います。

さて、学術大会には163名(正会員79名、非会員58名、学生26名)の方が参加され、臨床医学、薬学・化学、生物学、物理学の各領域において最新の研究成果発表と活発なご討論をいただきましたことに対しまして、厚く御礼申し上げます。



大会長挨拶

9月1日(土)			9月2日(日)	
第1会場(講堂)	第2会場(小講堂)	ポスター・機器展示会場(第1会議室)	第1会場(講堂)	ポスター・機器展示会場(第1会議室)
9:00		9:00 ~ 11:00		
10:00 ~ 10:15 開会の挨拶 10:15 ~ 11:30 一般演題1 O-01 ~ 05 【薬学/化学I・薬剤開発】 座長: 中村 浩之(東京工業大学)	10:15 ~ 11:45 一般演題2 O-06 ~ 11 【物理学I・シミュレーション/計測技術】 座長: 熊田 博明(筑波大学)	ポスター設置 機器展示設置	9:30 ~ 10:45 一般演題6 O-28 ~ 31 【生物学】 座長: 福田 寛(東北医科薬科大学)	10:00 ~ 16:00
12:00 ~ 13:00 ランチョンセミナー BNCTの物理学分野の過去、現在、未来 ~ BNCTを医療として推し進めるための工学的課題 ~ 座長: 福田 健太郎(株式会社クマテ 研究開発部/南山研究所) 演者: 熊田 博明(筑波大学) 共催: 株式会社トクヤマ		11:00 ~ 18:00	11:00 ~ 12:00 一般演題7 O-32 ~ 35 【物理学III・装置開発】 座長: 櫻井 良寛(京都大学)	ポスター展示 機器展示
13:15 ~ 14:15 教育講演 ダイヤモンド放射線発生器・半導体デバイスとGPSシンシレータの開発 座長: 石川 正純(北海道大学) 演者: 金子 純一(北海道大学)		ポスター展示 機器展示	12:00 ~ 12:30 総会	13:00 ~ 13:45
14:30 ~ 16:00 一般演題3 O-12 ~ 17 【物理学II・計測技術】 座長: 石川 正純(北海道大学)	14:30 ~ 15:45 一般演題4 O-18 ~ 22 【薬学/化学II・基礎研究】 座長: 市川 秀喜(神戸学大)		13:45 ~ 15:00 一般演題8 O-36 ~ 40 【臨床医学II・療養評価】 座長: 粟飯原 輝人(大阪医科大学)	ポスターセッション1 座長: 市川 正純(北海道大学) ポスターセッション2 座長: 田中 浩基(京都大学)
16:15 ~ 17:30 一般演題5 O-23 ~ 27 【臨床医学I・基礎研究】 座長: 宮武 伸一(大阪医科大学)			15:00 ~ 16:00 シンポジウム 基礎技術の確立へ向けた課題 座長: 半原 純一(京都医科大学)、石川 正純(北海道大学) 演者: 山本 哲哉(横浜国立大学)、中村 浩之(東京工業大学)、 田中 浩基(京都大学)、熊田 博明(筑波大学)、 櫻井 良寛(京都大学)、中村 哲志(東京応用科学センター/筑波大)	ポスター展示 機器展示
18:00 ~ 20:00 懇親会 会場: 北海道大学 ファカルティハウス エンレイソウ (札幌市北区北11条西8丁目)			16:00 ~ 閉会の挨拶	16:00 ~ 17:00 ポスター撤去 機器展示解体

本学術大会のタイムスケジュール

ホウ素中性子捕捉療法（BNCT）は、研究用原子炉をベースとした照射から加速器中性子源を利用した照射へと移行しつつあり、BNCT治療を受けられる施設も飛躍的に増加することが予想されます。これまでは症例ごとに試行錯誤しながらベストな治療法を選択することで治療品質を担保してきましたが、今後増加すると予想される多くの施設で同等の治療を受けられるようにするためには、基盤技術に対するコンセンサスを共有し、BNCT治療における品質管理/品質保証のプロセスを確立することが必要不可欠であると思います。

そこで、今大会では「治療品質向上に向けた基盤技術の確立をめざして」をテーマに掲げました。BNCTでは大別して、医学・生物学、物理学・工学、化学・薬学の3分野に分類されることが多いですが、それぞれにおいて既に確立された技術と議論を要する技術などが混在していると思います。医学・生物学の分野においては適用疾患の拡大や照射法の工夫に伴い、処方線量や正常組織の耐用線量についての慎重な議論が必要ではないかと思います。物理学・工学の分野においては、新たな加速器中性子源による照射場が登場し、正確な中性子照射量を把握・管理する技術の確立が必要だと思います。化学・薬学の分野においては、新規薬剤の開発のみならず、腫瘍への薬剤集積を定量的に評価する手法の確立も重要な課題ではないかと思います。

演題数は、教育講演1演題、ランチョンセミナー1演題、シンポジウム6演者、一般演題40演題、ポスターセッション18演題の計66演題をご発表・ご講

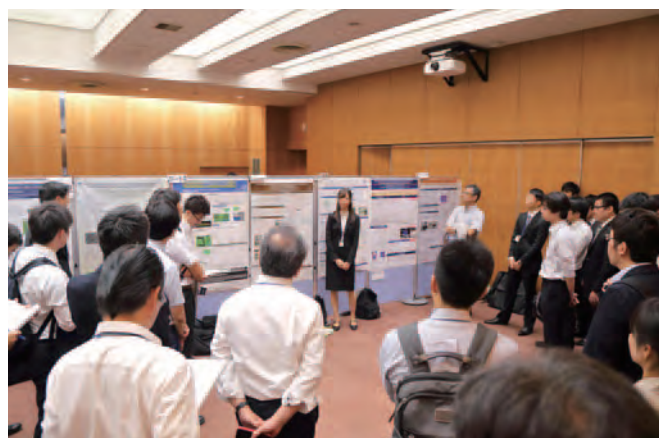
演いただきました。各セッションでのご発表をお聞きし、各分野において臨床で求められる視点からの活発な質疑応答が行われ、また、学術的な観点からも質の高い議論が行われていたと感じました。まだまだ議論が必要なところもたくさんあり、テーマにふさわしい議論が展開されていたと感じております。

教育講演として、長年にわたり中性子検出素子の開発を行ってこられた金子純一准教授（北海道大学工学研究院）に「ダイヤモンド放射線検出器・半導体デバイスとGPSシンチレータの開発」と題し、これまでの研究成果であるダイヤモンド検出器の開発の経緯や最新の研究成果についてもご報告いただきました。従来は天然ダイヤモンドを用いた検出器開発が主流であったのに対し、近年では人工ダイヤモンドの流通が始まったのを機に人工ダイヤモンドによる高品質なダイヤモンド検出器が実現しつつあることは非常に興味深く聞かせていただきました。また、検出器に馴染みがない聴衆を退屈させないようにするために、金子先生の趣味のお話なども織り交ぜながら、時間が過ぎるのを忘れてしまうほど楽しいご講演であったと思います。

シンポジウムでは、「基盤技術の確立へ向けた課題」をテーマとして6名の演者から、①集学的治療のなかでのBNCTの現状と課題、②BNCT用次世代ホウ素薬剤開発の現状と課題、③生物学的効果を予測するために必要な物理工学的基盤技術、④BNCT用治療計画プログラムの現状と今後の課題、⑤BNCT



一般演題講演の様子



ポスターセッションの様子

の多様化に向けた照射場・照射技術の整備、⑥放射線治療としての品質管理・品質保証、のご講演をいただきました。臨床医学、薬剤開発、物理学の各方面からの現状と課題について提起していただき、今後の基盤技術確立へ向けた指針についてご講演をいただきました。プログラム編成の都合上、十分なディスカッションの時間が取れなかったことが悔やまれましたが、参加者の皆様にとって有益な情報が提供できたのではないかと考えております。

今回のベストプレゼンテーション賞は、物理学分野より、北海道大学大学院医理工学院・馬場健太郎君の「BNCT用加速器中性子源のための円柱型中性子スペクトロメータの開発」、化学・薬学・その他分野より東京工業大学科学技術創成研究院・野本貴大先生の「生体適合性機能性高分子によるボロノフェニルアラニンの代謝制御と治療効果の向上」、臨床医学分野より広島大学大学院医歯薬系保健学研究科・露口冨先生の「ホウ素結合アデノウイルスベクターを用いた中性子捕捉療法の開発」の3演題を選出いたしました。本賞は若手研究者を対象としており、受賞された先生方の今後ますますのご活躍を期待しております。

懇親会は北海道大学構内にあるファカルティハウスエンレイソウ・レストランエルムにて100名以上の参加者を得て開催されました。札幌グランドホテル系列レストランによる北海道が誇る豊富な食材を豊富に取り入れた料理をご堪能いただきました。余興として北海道大学交響楽団による弦楽四重奏の演奏が行われました。北海道大学交響楽団は1921年（大正10年）に北大ソキエタス・パストラリスとして結成され、97年の歴史を誇る由緒ある交響楽団であり、ドヴォルザークとモーツァルトの弦楽四重奏を楽しんでいただきました。

第16回日本中性子捕捉療法学会学術大会は、京都大学複合原子力科学研究所の鈴木実教授のもとで開催されます（会期：2019年9月7日（土）から8日（日）、京都府宇治市・宇治おうばくプラザ）。BNCT研究において長い臨床経験を持つ京都大学では、研究炉と加速器によるBNCT照射場を持つ唯一の施設でもあること

から、過去の経験と新しい知見の双方からBNCTのこれからについて議論がなされるものと思います。今大会にて議論された研究がさらに発展し、次回大会で新たな成果として発表されることを期待しております。

最後に、本学術大会を開催するにあたり、数々のご協力とご助言をいただきました中村浩之学会長、高井良尋前大会長、柳衛宏宣前々大会長をはじめ、学会員の皆様、運営実務面において学会事務局の池田順子様、運営事務局の株式会社コンベンションリンケージの相馬寛子様、榊田安志様、および当研究室所属学生の皆様に深く感謝いたします。また、本学術大会の運営に対しまして、17社から広告、企業展示、協賛金としてご援助いただきましたことに心より御礼申し上げます。



大盛況の懇親会の様子



北海道大学交響楽団による弦楽四重奏



石川研究室所属の学生と記念撮影

◆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。

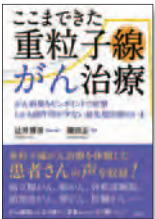


・小冊子「体にやさしい粒子線がん治療」(改訂版)

小冊子の前半では、粒子線がん治療に関して、その概要、また公的保険の適用範囲および治療費についてもやさしく解説しています。後半では、Q & A形式で、よくある質問（10問）に対する回答を掲載しており、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ます。（平成30年7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(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人材育成セミナー「専門コース」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)
H30.10現在

大阪重粒子線施設管理株式会社
加速器エンジニアリング株式会社
キャノンメディカルシステムズ株式会社
九州重粒子線施設管理株式会社/九州電力株式会社
株式会社重粒子治療支援センター コリア
株式会社千代田テクノ/北京永誠保険經紀有限公司
三菱電機株式会社

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19号

平成30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

