

会議報告

第4回粒子線治療施設 運転・維持管理ワークショップ報告

想田 光*・取越 正己*

Reports on the 4th Workshop – Particle Therapy Facility Operation and Maintenance

Hikaru SOUDA* and Masami TORIKOSHI*

Abstract

Fourth Workshop-Particle Therapy Facility Operation and Maintenance (4th W-PTFOM) was held in Gunma University at June 9, 2017. There were 95 participants from particle therapy facilities, accelerator facilities, and manufacturers. Ten talks concerning case reports of troubles and quality assurance of the machine operation were presented with fruitful discussions.

1. はじめに

粒子線治療施設 運転・維持管理ワークショップ(Workshop-Particle Therapy Facility Operation and Maintenance, W-PTFOM) は、2014年から始まった、粒子線治療施設の装置の維持管理に関するトラブル事例、品質管理、運転技術の改善などの話題を取り扱うワークショップである。加速器全般においては Workshop on Accelerator Operations (WAO)¹⁾ 等の取り組みがあるが、本ワークショップはこのような取り組みを粒子線治療用加速器に特化して行うという位置づけである。

ワークショップ開催のきっかけは、2013年に放射線医学総合研究所(当時)の猪口宏洋氏が、前職の航空業界で行っていた、各航空会社での障害事例を他社や航空機メーカーと共有するユーザー会のような取り組みを粒子線治療業界でも行いたいと考えたことによる。故障が避けられない機械装置を扱いつつ、人命に直結する事故は確実に防がねばならないという要請は治療用加速器にも共通するものであったため、当初より各施設の関心は高く、構想から1年後の2014年10月には放医研で第1回のワークショップが開催された。その後、2015年6月に第2回、2016年7月に第3回を同じく放医研で開催し、今回2017

年に初めて放医研以外で開催することとなった。

本原稿では実行委員(事務局)としての運営側の報告及び、日本加速器学会員にも参考になると思われる発表内容についての報告を行う。

2. 会議の概要

第4回 W-PTFOM は、2017年6月9日(金)午後半日の日程で、群馬大学昭和地区(医学部キャンパス)の刀城会館大ホールにて開催した(図1)。

運営に関しては、各施設の維持管理担当者がワークショップ運営委員として参画しているが、詳細についてはホストの群馬大学重粒子線医学研究センターによる実行委員会で議論し、日時、プ



図1 講演中の刀城会館大ホール

* 群馬大学重粒子線医学研究センター Gunma University Heavy Ion Medical Center
(E-mail: souda@gunma-u.ac.jp)

プログラム案等要所で運営委員会に報告するという形を取った。

参加者数は95名で、内訳は図2の通りである。粒子線治療施設を含む医療機関が37名に対し、実質的には医療機関側であるオペレーション業者を除き、装置メーカーなど企業からの参加者が41名となっており、製造業者側も装置のトラブル事例については非常に興味を持っていることを示している。

発表は口頭発表のみとして8件の申し込みがあり、新規施設の紹介、不具合事例、品質管理のセッションとして割り振った。また、毎回実施している粒子線施設の稼働率などのアンケート調査と、特別講演のセッションを設けた。

会議後には施設見学会として群馬大学重粒子線医学センターの加速器室および治療室の見学を行った。また、見学会終了後に群馬大学生協食堂にて懇親会を行い、交流を深めるとともに情報交換を行った。

3. 発表内容

3.1 施設紹介セッション

施設紹介のセッションでは、京都府立医科大学永守記念最先端がん治療センター、山形大学重粒子線治療施設、いばらき中性子医療研究センターから発表があった。いずれも建設に入っており、現在の準備状況、施設の特色等についての講演であった。

京都府立医大は陽子シンクロトロン（日立製作

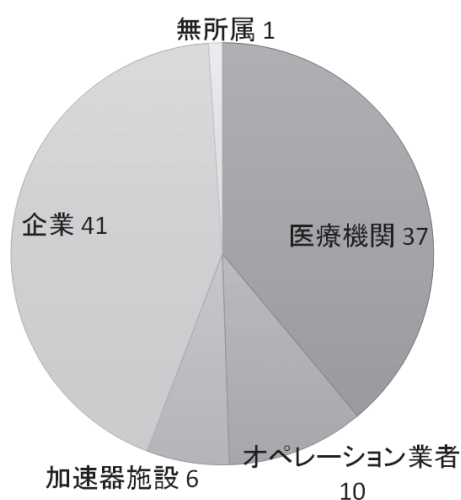


図2 所属別参加者数

所製)、山形大は炭素シンクロトロン（東芝製）として、それぞれ実績のある装置を導入するが、建屋・照射系等の面で先行施設の経験を活かした設計になっており、後発施設として工夫していることが印象的であった。

いばらき中性子医療センターはホウ素中性子捕捉療法（BNCT）を線形加速器による小型中性子源で行う初めての施設である。J-PARC, KEK等の加速器研究者が主体的に関わっていることもあり開発的要素も含めた発表であった。特に、冷却水量を減らし、加速管の入力RF電力によって流量をフィードフォワード制御して温度安定性を改善させたとの報告は今後の装置開発においても参考になるとの印象を受けた。

3.2 不具合事例セッション

不具合事例のセッションでは、筑波大学および国立がんセンター東病院の2施設から発表があった。筑波大の陽子シンクロトロンは1998年、国立がんセンター東病院の陽子サイクロトロンは2001年から治療運用を行っており、老朽化に伴う故障に主眼を置いた発表であった。

筑波大学では、陽子ビームの衝突によるRFQのVane損傷が進行したため、治療準備完了時以外のビーム入射を頻繁に停止する必要が生じた。このため、制御PCの画像認識とマウス操作のエミュレーションによって操作を自動化したとの報告があり、装置の自由な改造が難しい医療用加速器の運用をユーザー側で改善する一例として関心を集めた。

国立がんセンター東病院からは空調故障、冷却水流量低下、水漏れ、配線破断など経年劣化による様々なトラブルの報告があった。また、サイクロトロンによる粒子線治療では最大エネルギーで取り出した後にデグレーダで減速して飛程を調整するため、デグレーダが厚くなる低エネルギーでは利用効率が減少する。今回の発表では、体表近くの治療部位の患者が増えたために低エネルギーでの照射が増えたことに加えて、デフレクタ交換時にビーム透過効率が低下したことが重なり、ビーム使用量の上限を超えそうになったという事例が紹介された。サイクロトロンによる治療施設の持つ課題として印象的であった。

3.3 品質管理セッション

品質管理のセッションでは、放医研HIMACの

品質管理, 名古屋陽子線医療センターの運用改善, 九州国際重粒子線がん治療センターでの線形加速器エージング調査の3件の発表があった。

HIMACは稼働率と時間あたりの機器障害発生率の報告に加え, 受電トランスのアルミバー溶断やファラデーカップのベロズリークなど経年劣化への対応についても報告があった。また, 新たに設置されたガントリー超伝導偏向磁石のクエンチは, 回路誤作動を含め1年間で10回との報告があり, 超伝導技術を医療用加速器に用いる上での品質管理の必要性を認識させられた。

名古屋陽子線医療センターの発表は, 診療放射線技師の立場から, 患者によって変わる治療用具(コリメータ, 治療台天板)の取り違えを防止するためのバーコード認証の強化や, 毎日行う日常の点検測定の入力自動化でスループットを向上したことの報告があり, 治療の現場担当者からの関心が高い内容であった。

九州国際重粒子線がん治療センターからは, 線形加速器で連続放電が頻発した際に行う空洞エージングについて, 放電回数, 復旧所要時間, 真空度等を指標に定量的に測定を行った結果, いずれの指標でも改善効果が見られず, 一般的に行われるエージングによる放電改善が当てはまらないという報告があった。同一の線形加速器を使用する群馬大学, 神奈川県立がんセンターの経験ともよく一致しているとの印象であった。

3.4 施設アンケート報告

ワークショップに先立ち, 各施設に対してアンケート調査を行い, その内容について運営委員会より発表を行った。アンケート内容は, 毎回行っている装置稼働率の調査と, 今回のテーマとしてトラブル発生時の治療再開に関する意思決定体制についてであった。アンケートは稼働中の16施設に配付し, 14施設から回答を得た。

装置稼働率は平均で98%程度となり, ほぼ前年度のアンケートと同様の結果となった。不具合箇所は入射器系, 照射系がそれぞれ25%程度を占め, ついで主加速器系, 制御系が15%程度, ビーム輸送系, 情報系が5%程度であり, 再起動などで回復する5分以内の障害がほとんどである。復旧に30分以上かかる重度の障害は2%程度との結果であった。

トラブル発生時に, 正常に復旧したかどうかの

技術的判断を行う装置管理責任者の位置付けと連絡体制については, ほとんどの施設で明文化されている。すぐに復旧できる軽度のトラブルに関しては主に加速器運転員や常駐保守員が装置管理責任者として判断し, 治療遅延や中止が発生しうる中度以上のトラブルの場合には主に医学物理士が装置管理責任者として加速器運転員, メーカーと協議のもとで技術的判断を行い, 治療責任者(医師)が治療再開/中止の決定を行う施設が多いことがわかった。

3.5 特別講演

特別講演として, J-PARCセンター安全ディレクションの別所光太郎氏に「J-PARCにおける安全の取り組み」として, 2013年に発生したハドロン実験施設での標的損傷に伴う放射性物質漏洩事故の概要と, その後行ってきた安全に関する取り組みについて講演いただいた。特にソフト面での安全対策として, 放射線レベルの異常など重大事故につながる兆候が見られた際にセンターとして組織的に対応する「注意体制」を事故後に運用開始しており, 当初は発動したものの結局誤報だったということがあったが, 運用を重ねることで適切に判断できるようになってきたと報告された。緊急時に治療可否の判断を迫られる医療業界にも通じるとの印象を受けた。

4. 施設見学会

ワークショップ終了後に治療施設である群馬大学重粒子線医学センターの見学会を行った(図3)。当日は治療日であったが, 見学開始までに全治療照射を完了しており, 4班に分かれて加速器

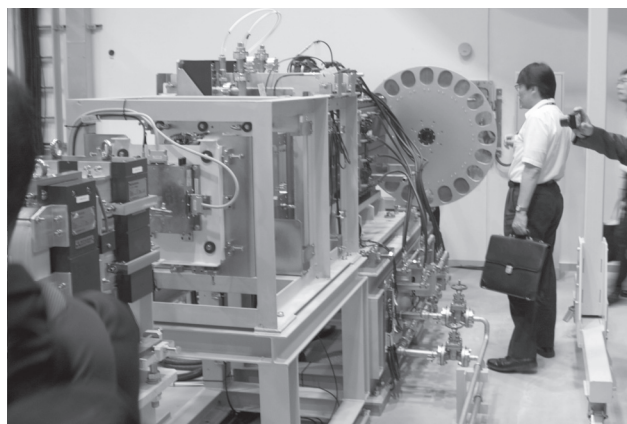


図3 施設見学会での照射系機器見学



図4 ワークショップ集合写真

室の入射器，シンクロトンや照射系機器，治療室の治療台や今年度治療室 B に導入した室内 CT 等を見学いただいた。

5. 懇親会

見学会後の懇親会には，48 名に参加いただき盛況であった。参加者同士の交流以外にも，ワークショップ本体では話しにくい事例の共有など，非公式な場ならではの情報交換が行われており，毎回重要なイベントであると考えている。

今回の懇親会では既存施設のスタッフ以外にも新規施設の医学物理士や各企業の開発・保守担当者など垣根を越えた交流を深めることができ，有意義な懇親会となった。

6. おわりに

第4回粒子線治療施設 運転・維持管理ワークショップは，初の地方開催であったが参加者数は過去最多となった（図4）。今後も年1回のペースで，放医研と他施設で交互に開催する形を検討している。

第4回までの開催では，特に不具合事例につい

て各施設から積極的に報告がなされ，議論も活発であった。これにより施設間の情報共有という目的は達成されていると考えているが，今後はそれに留まらず，共有した情報を元に安定な運営に貢献していくことが重要と考えている。W-PTFOM 運営委員会としても，今後の課題として維持管理に関するガイドラインの策定，装置メーカーへの改善提案などの検討を行っている。

最後に，本ワークショップは粒子線治療施設が中心となって開催しているが，加速器研究者・技術者の参加は大歓迎である。治療用の加速器は違う業界のように思われるかもしれないが，実際の運用においては稼働率の改善，経年劣化への対策，トラブル時の対応など研究用加速器と共通する課題が多いと考えている。ぜひ，今後も多くの加速器研究者・技術者に本ワークショップに参加いただき，活発に議論いただきたいと考えている。

参考文献

- 1) 猪口宏洋 他，“WAO2012 ワークショップ報告”，「加速器」，Vol. 9, No. 3 (2012) p.178.