

図2: 訪問施設ごとの基準照射野サイズの傾向。

・基準照射野内の線量対称性・均一性

線量対称性及び均一性を以下の式で定義し、その値の評価を行った。

線量対称性:

$$S_{FWHM} = \frac{A_+ - A_-}{A_+ + A_-} \times 100[\%] \quad (\leq FWHM).$$

線量均一性:

$$F_{0.8FWHM} = \frac{D_{Max} - D_{Min}}{D_{Max} + D_{Min}} \times 100[\%] \quad (\leq FWHM \times 0.8).$$

図3は訪問施設ごとの基準照射野内での線量対称性の結果である。線量の対称性の許容範囲が±1.5%以内であれば、全ての施設(10施設)で基準を満たしていることになる。

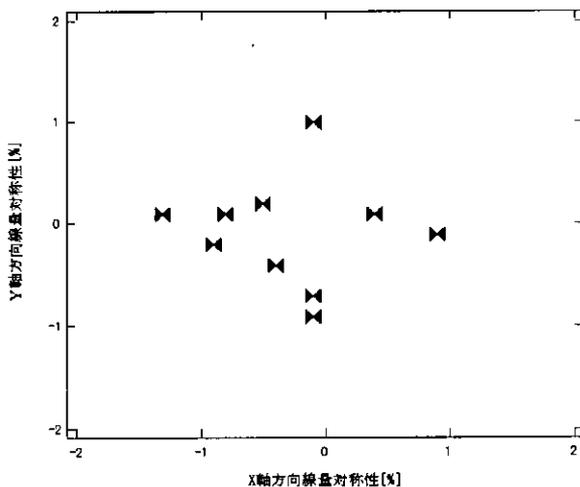


図3: 訪問施設ごとの基準照射野内での線量対称性。

図4は施設ごとの線量均一性の結果である。グラフから

±5%以内の線量均一性であれば10施設中9施設が条件を満たしているが、±3%以内だと僅か3施設のみなる。条件を満たしていない施設は、線量均一性の再確認及び肺定位放射線治療のような小照射野であれば条件を満たしているかの確認が必要であると判断出来る。

また、フィルムによる(相対)線量測定誤差について、同一フィルム面内での国化度と線量の相関関係は非常に精度が高い(十分1%以下)ことが判っている。

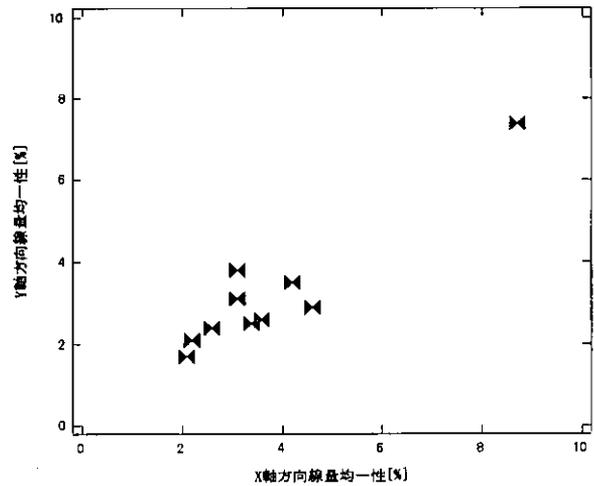


図4: 訪問施設ごとの基準照射野内での線量均一性。

・肺定位放射用ファントムを利用した治療計画装置中の不均質補正の変換精度

各施設の治療計画装置中で利用している、CT 値-相対電子密度変換テーブルまたは関数の精度を、肺定位放射線量ファントム(図1参照)を利用して調査した結果が図5である。ファントム内の疑似ターゲットの中心に I.C. を設定し体表面からの実寸に対する水等価厚及び平均相対電子密度を算出した。尚、ターゲットに対して AP 及びファントムに対して頭尾側 45 度斜入での双方に関しての値を算出した(図中右側が AP、左側が 45 度斜入の結果である)。図5の結果から、10施設中2施設で他施設と離れた傾向を示した。また、図中の○に×のマークは、ファントム設計上の寸法及び相対電子密度値(肺野部分は 0.2)から算出した結果であり、8施設はその値に集中している。

治療用 6-MV X 線は深部線量ピーク後の部分において 0.4-%線量/1mm 程度で深部に従い減少していくので、水等価厚で 10mm は約 4-%線量の違いに相当する。

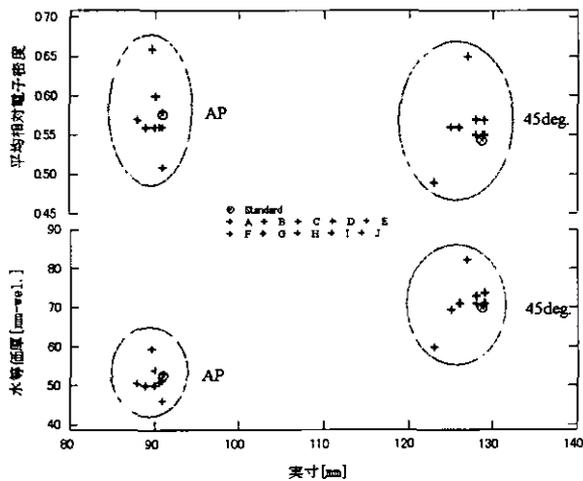


図5: 訪問施設ごとの肺定位放射用ファントムの実寸に対する水等価厚及び平均相対電子密度。

- ・ 肺定位放射用ファントムを利用した治療計画からの線量計算値とフィルム及びガラス線量計による線量実測値の比較

各訪問施設で利用されている、治療計画装置ごと線量計算アルゴリズムを世代別に分けた結果を表に示す。第1世代は線量実測ベース、第2世代は深部方向のみ不均質補正を考慮、第3世代は深部方向に加え側方不均質も考慮された計算法とした。

線量計算アルゴリズム世代分類

第1世代 (実測ベース)	<ul style="list-style-type: none"> ・ FOCUS(XIO)/Clarkson ・ ECLIPSE/Non ・ Precise PLAN/Area Integration ・ RPS700U(3D)/Ratio TPR
第2世代 (深部不均質+側方不均質)	<ul style="list-style-type: none"> ・ FOCUS(XIO)/Convolution ・ ECLIPSE/Batho ・ ECLIPSE/M-Batho (・ Pinnacle3/Fast, Adaptive, CC)
第3世代 (深部不均質+側方不均質)	<ul style="list-style-type: none"> ・ FOCUS(XIO)/Superposition ・ ECLIPSE/E-TAR ・ Pinnacle3/Fast, Adaptive, CC

図6はフィルム線量実測に対する治療計画の線量計算値の相違、図7は同様にガラス線量計に対する相違である。各グラフの横軸はフィルムまたはガラス線量計による線量実測値に対する治療計画装置からの計算値と

の比較であり、4%ピン幅の度数(治療計画数)分布である。各グラフ中の下段は不均質補正無し、上段は不均質補正有り、の結果である。図6、7の上グラフは AP 方向からの照射で計画した結果、下グラフは足側 45deg. 斜入(non-coplanar)照射で計画した結果である。また、赤○マークと線は上記表で分類した第1世代の線量計算アルゴリズム、青□マークと線は第2世代、緑△マークと線は第3世代を示している。

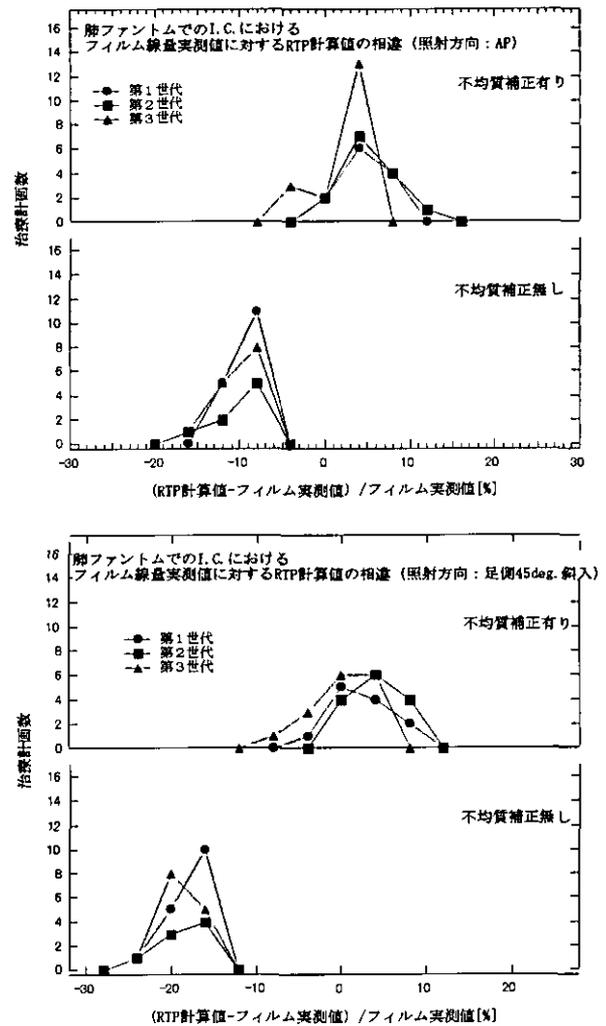


図6: フィルム線量測定による線量実測値に対する治療計画装置の線量計算値の相違。

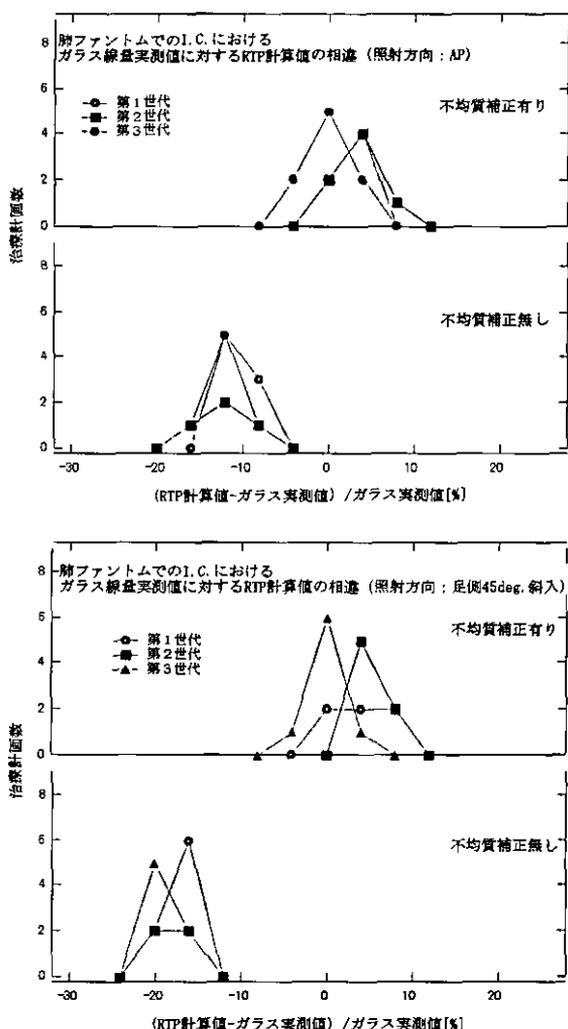


図7: ガラス線量計による線量実測値に対する治療計画装置の線量計算値の相違。

各グラフ中の分布形状の広がりや施設ごと・治療計画装置ごとの統一性を表すので、グラフから不均質補正の有無に対して広がり方は同程度であると判断出来、補正を入れることによる施設間較差の増大は無い。また、治療計画装置からの線量計算値は不均質補正を入れた方がより実測値に近い。

この結果から、“治療計画装置の線量計算では不均質補正を考慮すること”で高い絶対線量精度での施設間統一性を実現出来る。また、計算アルゴリズムは第3世代の方が、より実測値に近い結果を算出する傾向にある。実測データへの合わせ込みなど治療計画装置の管理状態が計算結果に影響を与える(アルゴリズム世代が進んだの方が実測値に対する計算精度が不良である→現時点での臨床利用ではそこまでの世代のアルゴリズムを使用しているか?)。よって、施設ごとに所有している治療計画装置は種類が違い施設間でのアルゴリズム統一は不可能であるため“線量値(MU 値)算出にあたって、治療計画装置で利用する線量計算アルゴリズムに関しては各施設で一任する”が必要である。

尚、Film とガラス線量計の相対比較からガラス線量計が 1%強の高い線量値(双方の絶対線量測定精度は 2%程と見積もっている)を示す傾向がある(図8参照)。

尚、Film とガラス線量計の相対比較からガラス線量計が 1%強の高い線量値(双方の絶対線量測定精度は 2%程と見積もっている)を示す傾向がある(図8参照)。

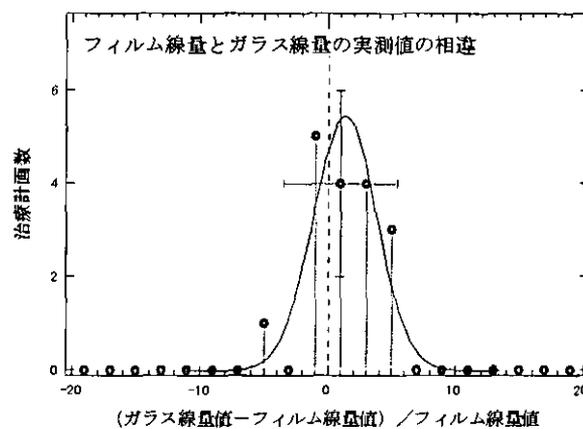


図8: フィルム線量測定とガラス線量計の実測値の相違傾向。

D: 考察

治療計画の線量計算値において、施設間の統一性は不均質補正の有無に関わらず同程度であることが判った。また、施設ごとに所有する治療計画装置及び線量計算アルゴリズムの特色があるので、使用アルゴリズムに対して統一性を要求することは現時点では不可能である。基準照射野における線量分布などの管理も重要であることが判った。不均質補正値の精度を高めることは、肺などへの放射治療にとっては非常に重要であるため、精度の高い CT 値-相対電子密度変換テーブルまたは関数を取得する手法の導入、手法の統一化が重要かつ必要不可欠である。

尚、肺定位放射用のファントムのように不均質を含んだファントムを利用した、治療計画装置の QA 調査・検証においては、フィルムやガラス線量計が有効的であることが判った。

E: 結論

今年度の研究結果から、以下のことが得られた。

- ・肺定位放射線治療において共通プロトコールで多施設共同研究を行うにあたり、専用ファントム・フィルム＋DD system・ガラス線量計を利用した調査方法で、施設間の線量などの統一性を調査することが出来た。
- ・この調査方法の応用として、肺定位放射線治療などの高精度放射線治療に限らず、一般の放射線治療で利用される治療計画装置の検証にも利用出来る。ファントムなどの機器を先方施設に郵送する郵送調査も可能であり、年間に数十施設の調査が可能となる。

F:研究発表

1. 論文発表
(ア) なし
2. 学会発表
(ア) 第85回 JSMP 大会／西尾禎治 メディカルフロンティア-放射線治療計画 QA 活動の状況
(イ) 第85回 JSMP 大会／新保宗史、西尾禎治等 訪問による線量調査の状況報告
(ウ) 第85回 JSMP 大会／新保宗史、西尾禎治等 郵送による線量調査の状況報告

G:知的所有権の取得状況

1. 特許取得
(ア) なし
2. 実用新案登録
(ア) なし
3. その他
(ア) なし

平成15年度厚生労働科学研究

(効果的医療技術の確立推進臨床研究事業)

「放射線治療の技術評価及び品質管理による予後改善のための研究」

主任研究者：国立がんセンター中央病院放射線治療部 池田 恆

分担研究報告書

分担研究者 田伏勝義 名古屋大学医学部保健学科

研究要旨

日本国内で放射線治療における医療ミスの報道が後を絶たない現状である。その実体は照射時における単純ミスから治療計画時におけるミスが含まれる。治療計画に関したのものには、治療計画装置へのパラメータの入力ミスが目立っている。外部照射の線量に関する QA/QC の調査が国内の医療施設に対して行われ、これに付随して治療計画装置の QA/QC について調査が必要となり、治療計画装置取り扱い業者へのアンケート調査を行った。取り扱い業者 10 社にアンケート調査用紙を送付し、7 社から回答を得た。また、米国の TG53 の翻訳を行い、これを参考にして日本国内に見合ったガイドラインを今後作成する。

A. 研究目的

放射線治療を実施している施設における外部照射の線量の QA/QC の実体が調査されたが、治療計画装置の QA/QC についても調査の必要性が明らかとなった。また医療事故軽減の一助となる日本国内のガイドラインを作成するのに、米国の TG53 を調べ、それを参考にして日本に適したものを作成することになった。治療計画装置の取り扱い業者へのアンケート調査を行うとともに、並行して TG53 の翻訳を 10 人程度で分担して行う。

B. 研究方法

治療計画装置を扱っている国内の業者に線量計算に使用している計算アルゴリズムや種々の照射条件にたいする対応方法を回答してもらう。質問項目には最近普及しつつある定位・IMRT・Cyber Knife などの特殊照射に関するものも含まれている。また国内のガイドライン作成時の参考資料とす

る TG53 の翻訳は分担して行い、その仕上げは放射線治療に精通した数人のベテランにより行う。

C. 研究結果及び考察

放射線治療計画装置を扱っている国内の業者 10 社にアンケート用紙を送付して、7 社から回答を得た。アンケートの質問項目は日本医学物理学会と日本放射線腫瘍学会で 1998 年に行われた質問項目を参考にし、その後の変遷に対応させた。表 1 に今回調査した質問項目を掲げた。CT 画像の利用は全社が DICOM を利用しており、そのデータの取り込みは 1 社を除いて、オンラインで取り込みが可能である。基本線量分布の計算法及び計算マトリックスに関して、標準仕様でのマトリックスサイズはおよそ 1mm から 1cm である。特殊照射に関する治療計画では IMRT が全社で 7 社、Cyber Knife は 1 社のみ、定位照射は 1 社除いた 6 社が可能であると回答している。国内の過剰照射

の事故に関係したウェッジフィルタに関しては全社が計算可能であり、データは実測値を基本にしている。ダイナミックウェッジフィルタには4社が対応できる。

TG53の翻訳は主として土日などの休日に国立がんセンターに集合して池田班長のもとで行った。

表1 調査項目

- | | |
|----|--|
| 1 | CT画像データ利用に関して |
| 2 | 臓器・体輪郭のROI入力法に関して |
| 3 | 線量分布計算用の基本線量分布データに関して |
| 4 | 基本線量分布の計算法及び計算マトリックスに関して |
| 5 | 不均質組織・臓器・体輪郭の補正及び不整形照射野の線量分布計算アルゴリズムに関して |
| 6 | 出力係数(旧照射野係数:平成14年度9月より名称が変更)に関して |
| 7 | 遮蔽用ブロックに関して |
| 8 | ウェッジフィルタに関して |
| 9 | マルチリーフコリメータ(M.L.C.)などを利用した不整形照射野に関して |
| 10 | ハーフビームの計算に関して |
| 11 | 準仕様計算マトリックスサイズにおける計算速度に関して |
| 12 | 線量モニター値に関して |
| 13 | 定位・IMRT・Cyber Knifeなどの特殊照射法に関して |
| 14 | その他の機能に関して |
| 15 | メーカー側での治療計画装置の将来展望・開発計画など |

D. 結論

医療事故に関連して特に問題となったウェッジフィルタに関しては、回答した全社の治療計画装置で計算可能であり、パラメータ入力時のミスが過剰照射に繋がったと考えられる。治療計画の二重または三重のチェックが不可欠である。普及しつつある特殊照射にも治療計画装置の大半が対応できるが、Cyber Knifeは1社のみしか計算できず早急に対処する必要がある。

E. 研究発表

1. 論文発表

- 1) K. Shimomura, K. Tabushi, Y. Aoyama:
A method for calculating absorbed dose in tissue by Cs-137 needle using EGS4. Proceedings of the EGS4 users' Meeting in Japan. 2003; 65-73.
- 2) T. Akita, T. Tamiya, K. Tabushi, S. Koyama: Evaluation of radiations scattered from water phantom using EGS code. Proceedings of the EGS4 users' Meeting in Japan. 2003; 114-119.

平成 15 年度厚生労働科学研究

(効果的医療技術の確立推進臨床研究事業)

「放射線治療の技術評価及び品質管理による予後改善のための研究」

主任研究者：国立がんセンター中央病院放射線治療部 池田恢

分担研究報告書

分担研究者 荒木不次男 熊本大学医学部保健学科

研究要旨

放射線治療における QA/QC の確立を目指して放射線治療施設の訪問調査による線量測定を行い、放射線治療施設の QA/QC の実態の一部を明らかにした。また、訪問調査、郵送調査の手法・精度などについて検討した。

A. 研究目的

放射線治療施設の QA/QC の実態を調査し、問題点を明らかにする。また、第三者が放射線治療施設の状況を調査することにより、施設自体での QA/QC に関する意識を高め、放射線治療患者の予後改善に寄与する事を目的とする。さらに、この研究を通して第三者機関を設立する際の必要な情報を得る。

B. 研究方法

上記目的を達成するため、分担研究者は主に物理技術面からの訪問調査・線量測定の打ち合わせと実施に参画した。

活動状況としては、①第1回全体会議（国立がんセンター中央病院、平成 15 年 4 月 26 日）：高精度放射線治療 QA、臨床 QA、物理技術 QA、②訪問調査・線量測定打ち合わせ（国立がんセンター東病院、平成 15 年 6 月 7 日）、③訪問調査・線量測定の実施：九州大学（平成 15 年 11 月 13 日）、熊本大学（平成 15 年 11 月 14 日）、を行った。

C. 研究結果と結論

訪問調査の結果、5%以上の吸収線量の相違がある施設が1割以上あることが確認された。これより、放射線治療施設の第三者機関による線量チェックの必要性が示唆された。今後、我が国の治療施設における QA/QC システムを構築するとともに、それをサポートする第三者機関の設立が必要である。

平成 15 年度厚生労働科学研究費補助金
(効果的医療技術の確立推進臨床研究事業)

「放射線治療の技術評価及び品質管理による予後改善のための研究」

主任研究者：国立がんセンター中央病院放射線治療部 池田恢

分担研究報告書

分担研究者 福村明史 放射線医学総合研究所医学物理部

研究要旨

最近、放射線治療における誤照射事故が繰り返し明らかになり、その品質管理、品質保証 (QA/QC) のあり方が大きな問題となっている。本研究では、わが国における放射線治療の QA/QC の実態を、特に投与線量の観点から第三者的に調査・検討し、必要に応じてその対策を講じることを目的としている。このような活動は、欧米諸国では既に外部監査制度として定着しており、放射線治療の QA/QC を確保する上で非常に重要な役割を担っている。本研究では、今年度、20 施設に対し訪問調査を、さらに 34 施設に対して郵送調査を実施し、各治療施設の投与線量を測定した。その結果、基準線量に対し $\pm 5\%$ を超える線量の相違を示した施設の割合は、訪問調査では約 1 割、郵送調査では、約 4 分の 1 に達した。放射線治療の QA/QC を確立するためには、このような調査をより網羅的にかつ継続的に実施することが重要である。

A. 研究目的

わが国における放射線治療施設の QA/QC の実態を調査し、その問題点を明らかにする。また、投与線量の外部監査活動を通して各施設における QA/QC の徹底を図り、より安全かつ効果的な放射線治療の推進、ひいては患者の予後改善に資する。さらに放射線治療における品質保証を制度化するために必要となる基礎データ等を得る。

B. 研究方法

放射線治療施設における投与線量の外部監査を、電離箱線量計を用いた訪問調査ならびに郵送ガラス線量計を用いた調査を実施することにより試行した。各施設では当研究班が予め指定した条件に従い、治療用高エネルギー X 線を各線量計に照射した。指定した基準線量と実測値との間の比較を通して、そ

の施設における投与線量の妥当性を検証した。

訪問調査は 20 施設、30 装置、50 ビームを対象に、また郵送調査は 34 施設、36 装置、68 ビームについて実施した。

線量の絶対値は、ファーマ形電離箱式リファレンス線量計を用いて、日本医学物理学会発行の「外部放射線治療における吸収線量の標準測定法」に基づいて評価した。リファレンス線量計は予め放射線医学総合研究所の特定二次標準器によって比較校正されている。一方、郵送調査に用いたガラス線量計はこのリファレンス線量計を基準に校正された。ガラス線量計の精度は、電離箱線量計より劣ると考えられるが、いくつかの補正を考慮すれば、ガラス線量計と電離箱線量計の測定値の差は標準偏差で測定値の 1% 程度であり、 $\pm 5\%$ 程度の線量の相違は十分検出

できることが確認された。ガラス線量計は専用の水等価固体ファントム内にセットして照射することとした。

C. 研究結果及び考察

訪問調査による測定結果を図1に示す。グラフの横軸は、基準線量との相違を百分率で示す。グラフは相違がゼロの位置を中心に概ね正規分布的な傾向を示している。相違が3%以上5%未満の件数は5施設5ビームで、臨床的に有意とされる5%以上の相違は2施設3ビームで見られた。

一方、郵送による線量調査では、5%以上の線量の相違が見られた施設数は9施設に達した。郵送調査では、原則として調査員は照射に立ち会わないことから、ガラス線量計の精度の問題に加え、照射条件の不徹底やマニュアルの記述の不備等も結果に影響したものと考えられる。

今回調査対象となった施設は、当調査に協力的な施設で、QA/QCに関して比較的理解のある施設であると考えられるが、それにもかかわらず5%以上相違のあった施設は訪問調査で10%、郵送調査では26%も存在した。国際原子力機関（IAEA）の報告書によれば、北米では郵送調査で5%以上の相違を示す施設は全体の約5%程度である。したがって、今回得られた結果は必ずしも好ましい数字ではないと言える。しかしながら、そのような問題を有する施設に対して、原因追及のための議論を通して、線量評価に対する理解を促進し、正しい投与線量が与えられるようフィードバックをかけていくことは、むしろ医療の質の向上という意味において極めて重要であり、外部監査を実施する本来の目的である。

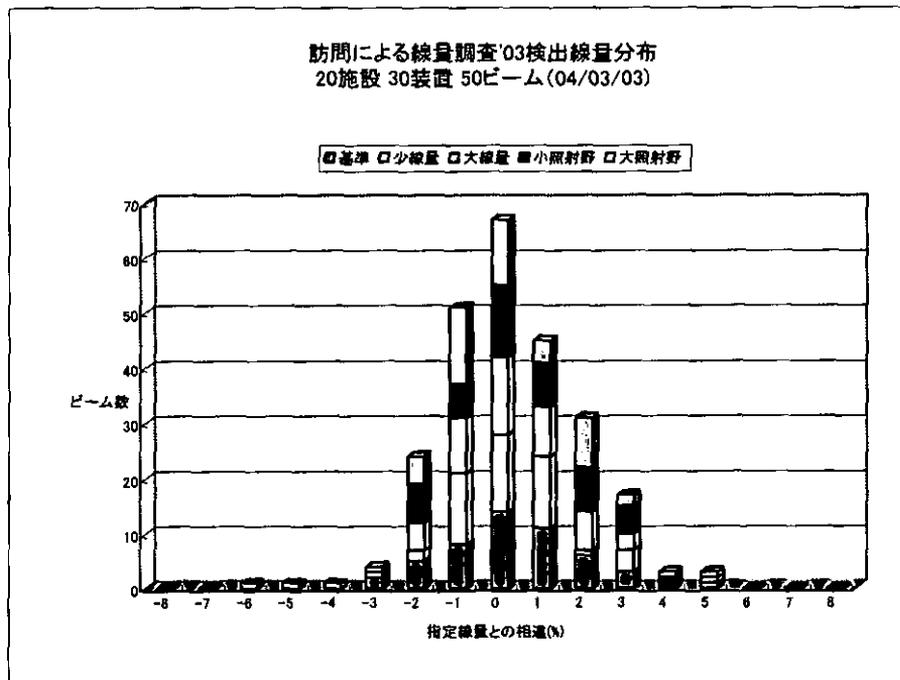
これまで関係学会等の多大な努力により、線量トレーサビリティの確立、放射線治療のQA/QCのマニュアル類や線量評価のプロトコルなどが整備されてきた。また各施設においてもQA/QC活動への理解が徐々に浸透しつつある。しかしながら、今回の結果から明らかな通り、放射線治療のQA/QCにとって投与線量の外部監査の役割は非常に大きな意味を持つ。したがって、今後はより網羅的にかつ継続的にこの調査活動が実施できるよう、制度や組織の設計をも視野に入れて、さらなる検討を進める必要がある。

残念なことに、最近、放射線治療における誤照射の事例が多数報告されている。自動化された各種装置の出力を鵜呑みにせず、測定などの独立した手段によりその妥当性についてチェックしていれば、こうした事故は未然に防止できたはずである。もし多くの治療現場でそのようなチェックが定期的になされていないとすれば、個々の施設における品質管理体制の充実のみならず一日も早い外部監査体制の構築が望まれる。

D. 結論

放射線治療における投与線量の外部監査を試行した結果、臨床的に有意とされる5%以上の相違を示した施設が、訪問調査を実施した20施設のうちの2施設（1割）、郵送調査を実施した34施設のうち9施設（約4分の1）存在した。

今回の調査施設数は全国の放射線治療施設数のわずか1割にも満たない。今後、調査対象をさらに広げるとともに、調査を継続的に実施して、放射線治療の品質保証体制を確立してゆく必要がある。



A. 研究発表

1. 発表論文

Akifumi Fukumura, Tatsuaki Kanai, Nobuyuki Kanematsu, Ken Yusa, Akira Maruhashi, Akihiro Nohtomi, Teiji Nishio, Munefumi Shinbo, Takashi Akagi, Toshihiro Yanou, Shigekazu Fukuda
Proton beam dosimetry/Protocol and intercomparison in Japan
Proceedings Series - International Atomic Energy Agency:
Standards and codes of Practice in Medical Radiation Dosimetry
Proceedings of an International Conference held in Vienna, Austria, 25-28 November 2002.
ISBN92-0-111403-6 (in press)
(<http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PubDetails.asp?pubId=6803>)

福村 明史

放射線治療における線量のトレーサビリティと標準測定法

-標準測定法01と国際的動向を中心に-

医学物理：日本医学物理学会機関誌 23 Suppl.1 55-81 2003

福村 明史

放射線治療における線量のトレーサビリティと標準測定法 -標準測定法01を中心に-

医学物理：日本医学物理学会機関誌 23 Suppl.2 12-15 2003

福村 明史、遠藤 真広、金井 達明、竹下 美津恵、平岡 武

放射線治療用線量計に対する校正定数の変動

医学物理：日本医学物理学会機関誌 23 Suppl.3 208-209 2003

福村 明史、平岡 武、竹下 美津恵、佐方 周防、遠藤 真広、幡野 和男、秋山 芳久、成田 雄一郎

関東地区センターのトレーサビリティ 2003

医用標準線量、8 (2)、48-49, 2003

新保 宗史、西尾 禎治、大山 正哉、小高 喜久雄、中村 譲、榎戸 義浩、内山 幸男、川越 康充、西台 武弘、佐々木 潤一、鬼塚 昌彦、福村 明史、佐方 周防、速水 昭宗、田伏 勝義、遠藤 真広、池田 恢

訪問による線量調査の状況報告

医学物理：日本医学物理学会機関誌 23 Suppl.2 23-24 2003

新保 宗史、西尾 禎治、大山 正哉、小高 喜久雄、中村 譲、榎戸 義浩、内山 幸男、川越 康充、西台 武弘、佐々木 潤一、鬼塚 昌彦、福村 明史、佐方 周防、速水 昭宗、田伏 勝義、遠藤 真広、池田 恢

郵送による線量調査の状況報告

医学物理：日本医学物理学会機関誌 23 Suppl.2 25-26 2003

佐方 周防、星 正治、佐野 正子、福村 明史、平岡 武、辻井 博彦

日医放学会医療用線量標準センターによる線量計校正数の年次変化

医学物理：日本医学物理学会機関誌 23 Suppl.2 251-253 2003

西尾 禎治、新保 宗史、小高 喜久雄、中村 譲、内山 幸男、川越 康充、西台 武弘、鬼塚 昌彦、速水 昭宗、榎戸 義浩、佐々木 潤一、佐方 周防、福村 明史、大山 正哉、荒木 不次男、田伏 勝義、遠藤 真広、石倉 聡、池田 恢

メディカルフロンティア・放射線治療計画QAの活動状況

医学物理：日本医学物理学会機関誌 23 Suppl.2 27-28 2003

金井 達明、福村 明史、草野 陽介、遊佐 頤、新保 宗史、西尾 禎治

炭素線・陽子線の線量測定

医学物理：日本医学物理学会機関誌 23 Suppl.2 83-86 2003

Naruhiro Matsufuji, Akifumi Fukumura, Masataka Komori, Tatsuaki Kanai, Toshiyuki Kohno;

Influence of fragment reaction of relativistic heavy charged particles on heavy-ion radiotherapy

Physics in Medicine and Biology 48 1605-1623, 2003

M. Komori, N. Matsufuji, A. Fukumura, M. Hirai, E. Urakabe, T. Kohno, Y. Kase, M. Sakama and T. Nishio; Comprehensive study of the fluence and LET distribution of projectile fragments produced from heavy ion therapeutic beams.

Submitted to Nuclear Data and Atomic Data Table

T. Kanai, A. Fukumura, Y. Kusano, M. Shimbo and T. Nishio; Cross-calibration of ionization chambers in proton and carbon beams. Phys. Med. Biol. (in press).

Tomoya Nunomiya, Shunsuke Yonai, Masashi Takada, Akifumi Fukumura, Takashi Nakamura
SHIELDING EXPERIMENT OF HEAVY-ION PRODUCED NEUTRONS USING A TISSUE-EQUIVALENT PROPORTIONAL COUNTER

Radiation Protection Dosimetry 106 3 207-218, 2003

H. Yashima, Y. Uwamino, H. Iwase, H. Sugita, T. Nakamura, S. Ito and A. Fukumura,
Measurement and calculation of radioactivities of spallation products by high-energy heavy ions.

Radiochim. Acta, 91, 689-696, 2003

Cary Zeitlin, Lawrence Heilbronn, Jack Miller, Takeshi Murakami, Akifumi Fukumura,
Yoshiyuki Iwata

Light ion fragmentation

放射線医学総合研究所重粒子線がん治療装置等共同利用研究報告書

HIMAC-069 195-196 2003

小森 雅孝、新谷 恵理子、金井 達明、平井 正明、福村 明史、松藤 成弘、秋生 賢吾、
加瀬 優紀、河野 俊之、坂間 誠、佐々木 瞳、西尾 禎治

重粒子ビームのフルエンス、LET 分布に関する研究

放射線医学総合研究所重粒子線がん治療装置等共同利用研究報告書

HIMAC-069 216-217 2003

布宮 智也、佐々木 道也、米内 俊祐、高田 真志、福村 明史、中村 尚司 重イオン生
成中性子の物質透過に関する研究

放射線医学総合研究所重粒子線がん治療装置等共同利用研究報告書

HIMAC-069 218-219 2003

上養 義朋、八島 浩、杉田 裕、照沼 和孝、中村 尚司、伊藤 祥子、福村 明史
重イオンによる放射化断面積の系統的測定

放射線医学総合研究所重粒子線がん治療装置等共同利用研究報告書

HIMAC-069 226-227 2003

佐々木 慎一、佐波 俊哉、俵 裕子、飯島 和彦、斎藤 究、安田 仲宏、福村 明史
重荷電粒子に対する物質の電離収率並びに蛍光効率の測定

放射線医学総合研究所重粒子線がん治療装置等共同利用研究報告書

HIMAC-069 249-250 2003

上養 義朋、藪谷 孝志、山野 俊也、伊藤 祥子、福村 明史
ビームロスモニタの開発

放射線医学総合研究所重粒子線がん治療装置等共同利用研究報告書

HIMAC-069 2003

福村 明史 (分担執筆) 医学書院 医学大辞典 2003

西台 武弘、入船 寅二、大谷 浩樹、金井 達明、斎藤 秀敏、津田 政行、都丸 禎三、納
富 昭弘、速水 昭宗、平岡 武、福村 明史、八木 浩史、矢野 慎輔

外部放射線治療における吸収線量の標準測定法 (第二版)

通商産業研究社 2003

2. 学会発表等

福村 明史

放射線治療における線量のトレーサビリティと標準測定法

-標準測定法01を中心に-

第85回日本医学物理学学会学術大会教育講演 横浜市 2003

(招待講演)

福村 明史、遠藤 真広、金井 達明、竹下 美津恵、平岡 武

放射線治療用線量計に対する校正定数の変動

第 86 回日本医学物理学会学術大会一般講演 金沢市 2003

福村明史、平岡 武、竹下美津恵、佐方周防、遠藤真広、幡野和男、秋山芳久、成田雄一郎

関東地区センターのトレーサビリティ 2003

第 28 回医療用標準線量研究会、盛岡市、2003

Akifumi Fukumura, Takeshi Hiraoka, Tatsuaki Kanai:

A new dosimetry protocol for external beam radiotherapy in Japan , AbsDos2003, メルボルン, 2003.08

Masataka Komori, Akifumi Fukumura, Masaaki Hirai, Tatsuaki Kanai, Naruhiro Matsufuji, Eriko Shintani, Kengo Akiu, Yuuki Kase, Toshiyuki Kohno, Makoto Sakama:

Study of the Fluence and LET Distribution of Projectile Fragments Produced from Heavy Ion Therapeutic Beams, World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, シドニー, 2003.08

新保 宗史、西尾 禎治、大山 正哉、小高 喜久雄、中村 譲、榎戸 義浩、内山 幸男、川越 康充、西台 武弘、佐々木 潤一、鬼塚 昌彦、福村 明史、佐方 周防、速水 昭宗、田伏 勝義、遠藤 真広、池田 恢

訪問による線量調査の状況報告

第 85 回日本医学物理学会学術大会一般講演 横浜市 2003

新保 宗史、西尾 禎治、大山 正哉、小高 喜久雄、中村 譲、榎戸 義浩、内山 幸男、川越 康充、西台 武弘、佐々木 潤一、鬼塚 昌彦、福村 明史、佐方 周防、速水 昭宗、田伏 勝義、遠藤 真広、池田 恢

郵送による線量調査の状況報告

第 85 回日本医学物理学会学術大会一般講演 横浜市 2003

佐方 周防、星 正治、佐野 正子、福村 明史、平岡 武、辻井 博彦

日医放学会医療用線量標準センターによる線量計校正数の年次変化

第 85 回日本医学物理学会学術大会一般講演 横浜市 2003

西尾 禎治、新保 宗史、小高 喜久雄、中村 譲、内山 幸男、川越 康充、西台 武弘、鬼塚 昌彦、速水 昭宗、榎戸 義浩、佐々木 潤一、佐方 周防、福村 明史、大山 正哉、荒木 不次男、田伏 勝義、遠藤 真広、石倉 聡、池田 恢 メディカルフロンティア・放射

線治療計画QAの活動状況

第85回日本医学物理学会学術大会一般講演 横浜市 2003

金井 達明、福村 明史、草野 陽介、遊佐 颯、新保 宗史、西尾 禎治
炭素線・陽子線の線量測定

第85回日本医学物理学会学術大会一般講演 横浜市 2003

NHKお昼のニュース 2003年11月5日

国立弘前病院放射線過剰照射事故調査関連

早濑 尚文、遠藤 真広、広川 裕、保科 正夫、渡辺 良晴、福村 明史、佐方 周防

NHKクローズアップ現代 2003年11月20日

「見過ごされた11年ー検証・放射線治療事故ー」

早濑 尚文、遠藤 真広、広川 裕、保科 正夫、渡辺 良晴、福村 明史、佐方 周防

NHK山形 ローカルニュース 2004年3月8日

山形大学医学部附属病院放射線過少照射事故調査関連

池田 恢、広川 裕、早濑 尚文、丸橋 晃、福村 明史、保科 正夫、渡辺 良晴

さくらんぼテレビ ローカルニュース 2004年3月8日

山形大学医学部附属病院放射線過少照射事故調査関連

池田 恢、広川 裕、早濑 尚文、丸橋 晃、福村 明史、保科 正夫、渡辺 良晴、

平成15年度厚生労働科学研究費補助金
(効果的医療技術の確立推進臨床研究事業)
「放射線治療の技術評価及び品質管理による予後改善のための研究」
主任研究者：国立がんセンター中央病院放射線治療部 池田恢
平成15年度活動状況報告書

分担研究者 福村明史 放射線医学総合研究所医学物理部

第一回池田班全体会議 平成15年4月26日(土)
第二回池田班全体合同会議 平成15年12月20日(土)
線量測定方法に関する打ち合わせ(放射線医学総合研究所)
平成15年1月10日(金)
訪問調査・線量測定打ち合わせ(国立がんセンター東病院)
平成15年6月7日(土)
線量計校正(放射線医学総合研究所)平成15年11月28日、平成16年1月20日

平成15年度厚生労働科学研究（効果的医療技術の確立推進臨床研究事業）

「放射線治療の技術評価及び品質管理による予後改善のための研究」

主任研究者：国立がんセンター中央病院放射線治療部 池田 恢

分担研究者 中村 譲 埼玉医科大学放射線腫瘍科

分担研究報告書

東アジアにおける子宮頸癌腔内照射治療の物理的 QA/QC 現地訪問調査

A. 研究目的

アジア地域での原子力科学技術協力を推進するために1990年アジア地域原子力協力国際会議が設立され、アイソトープ・放射線の医学利用分野での協力を促進する上で、放射線治療関係では1994年子宮頸癌治療の国際共同臨床研究が取り上げられ実施された。すなわち標準子宮頸癌治療プロトコルを作成し東アジア8カ国（中国、インドネシア、韓国、マレーシア、日本、フィリピン、タイ、ベトナム）が参加し、そのパイロットスタディが実施された。アジア地域原子力協力国際会議は2000年にアジア原子力協力フォーラム（FNCA）に改組され、新体制のもとでその事業が続けられている。

本研究課題は、FNCA参加施設が共同臨床研究を進めるに当たって各国の放射線治療プロセスにおける治療装置の出力測定、治療計画装置の線量計算精度等を含んだ品質保証/品質管理（QA/QC）の実状調査の必要性が課題として取り上げられ、子宮頸癌腔内照射治療に関し実施することとなった。我が国の医学物理士による訪問調査が実施されることとなり当研究班との協力のもと2003年2月ベトナム2施設、10月フィリピン2施設、タイ2施設の計3カ国6施設にお

いて実施した。

B. 研究方法

訪問調査では、子宮頸癌腔内照射の①線源強度の測定、②線源位置取得精度のチェック、および③線量計算精度のチェックの3項目について実施された。

①については腔内照射に使用する線源の出力を測定し、各施設で使用している値と比較すること、②については子宮頸癌腔内照射テストファントムを用いて線源位置照準写真を撮影し、再構成された位置座標より位置取得精度を推定すること、および③については②でえた照準写真から子宮頸癌腔内照射の基準点の一つであるマンチェスター法のA点での線量を計算推定し、各施設が使用している治療計画装置で計算したA点線量と比較することである。

訪問調査では次の6施設において実施されたが、本報告では訪問調査項目の①線源強度の出力測定結果についてのみ報告する。

1. ベトナム

①Ho Chi Minh City Cancer Center, Ho Chi Minh city

②National Cancer Institute, Hanoi

2. フィリピン

③St. Luke's Medical Center, Quezon

④Jose R. Reyes Memorial Medical Center, Manila

3. タイ

⑤Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok

⑥Chulalongkorn University Hospital, Bangkok

線源の出力測定は米国Wisconsin大学Accredited Dosimetry Calibration Lab.で校正されたStandard Imaging社のWell型電離箱 (HDR1000Plus) を用いて測定した。

C. 結果

子宮頸癌腔内照射の治療装置は、ベトナムの1施設が低線量率 (LDR) のCs-137線源のみを使用し、他の5施設が高線量率 (HDR) のIr-192線源を使用していた。後者の内ベトナムとタイの各1施設がCs-137LDR線源を使用し、タイの施設では訪問時患者の治療に使用中被った。

Ir-192HDR線源を使用している5施設の測定値とその施設で使用している値との比較では双方の差は許容範囲 ($\pm 3\%$) 以内であった。Ir-192HDR線源は4台がNucletron社のmicroSelectronで、1台がVarian社のVarisourceである。

線源強度は5施設とも空気カーマ強度 (air kerma strength) を使用し、ベトナムの1施設を除き4施設は線源入手時線源強度を測定していた。測定法はタイの1施設のみサンドイッチ法を用い線源強度は測定値を使用し、他の3施設はWell型電離箱を

用い線源強度は線源供給者の検定値を使用していた。

相互比較で比較的值の高い(3%)フィリピンの1施設では装置はVarisourceで、検定値を使用していたが入手時の測定値はやはり3%異なり我々が測定した値とほぼ同様の値であった。

Cs-137LDR線源の場合、ベトナムで2施設、タイで1施設で使用されていたが、ベトナムのLDRのみで治療していた1施設を測定の対象にした。ベトナムの他の施設では主としてIr-192HDR線源を使用しており線源強度は試験的に測定した。タイの1施設は訪問時治療に使用中であり測定できなかった。

ベトナムでの対象とした施設の測定結果は双方の値はほぼ一致した値であった。線源強度はCiおよびBqを使用していた。

ベトナムの2施設におけるCs-137線源の測定において1部に線源が入れ替わっているものがあり、それを入れ替えての値である。Cs-137LDR線源は治療後担当者が線源を元あった場所に収納する際誤って違った場所に入れる可能性があり現実に存在していた。線源によっては寿命の超えたと思われる線源を使用している施設も有り、包括的QA/QCプログラムの実施が望まれる。

D. 結論

FNCAとの協力のもと、腔内照射治療のQA/QC訪問調査を8カ国の内、3カ国について実施した。調査項目の線源強度のみの報告を行ったが、Ir-192HDR線源を使用している5施設の使用している線源強度は測定値と

許容範囲内で一致していた。線源入手時1施設は測定器を保有していないので実施せず、他の4施設は測定し確認していた。Cs-137LDR線源のみ使用していた1施設の線源強度は測定値とほぼ一致した値であったが、一部に線源の入れ替っているものがあり、QA/QCプログラムの必要性を痛感した。またCs-137LDR線源使用施設で寿命の超えた線源を使用している施設があった。

Source Strength* of Equipment (Ir-192, HDR)					
Institution	Value used (A)	Value measured by mission (B)	Ratio (A/B)	Value measured by institution (C)	Ratio (C/B)
1. HCCC	2.025	2.0430	0.991	-	-
3. JRMC	2.71	2.673	1.014	-	-
4. SLMC	2.4252**	2.3596	1.028	-	-
5. SH	0.6563	0.6502	1.009	0.6408	1.015
6. CH	1.0041***	0.9971	1.007	1.0043	1.007

* Unit of source strength is used air kerma strength ($cGym^2h^{-1}$) in all institutions.
 ** Difference of values between certificated, measured at the source change was 3%.
 *** Measured value, half life: 74.02 days (Half life of other institutes: 73.93 days)

Source Strength for Small Sources of Cs-137 (LDR) at National Cancer Institute, Hanoi, Vietnam				
Source No.	Value used (A) (mCi GBq)	Value measured (B) (mCi GBq)	Ratio (A/B)	Original source (mCi mgRa ₂₅₄)
1.	35.15 (1.301)	36.59 (1.354)	0.9606	42.96 (20)
2.	35.15 (1.301)	36.57 (1.353)	0.9612	42.96 (20)
3.	26.45 (0.9787)	27.32 (1.011)	0.9682	32.34 (15)
4.	26.45 (0.9787)	27.62 (1.022)	0.9576	32.34 (15)
5.	26.45 (0.9787)	27.46 (1.016)	0.9632	32.34 (15)
6.	26.45 (0.9787)	27.32 (1.011)	0.9682	32.34 (15)
7.	82.97 (3.070)	82.35 (3.043)	1.0075	38.8 (15) 3
8.	82.97 (3.070)	81.27 (3.007)	1.0209	38.8 (15) 3
9.	82.97 (3.070)	79.30 (2.934)	1.0463	38.8 (15) 3

平成15年度厚生労働科学研究（効果的医療技術の確立推進臨床研究事業）

「放射線治療の技術評価及び品質管理による予後改善のための研究」

主任研究者：国立がんセンター中央病院放射線治療部 池田 恢

分担研究者 中村 讓 埼玉医科大学放射線腫瘍科

活動状況報告書

1. 研究発表

1. 発表論文

佐方周防, 中村 讓, 田伏勝義, 高岡祥郎, 石居隆義, 佐藤弘史, 佐藤真一郎, 中野隆史, 辻井博彦: 東アジアにおける子宮頸癌治療装置の物理的 QA/OC の現地調査—主として線源強度校正の精度について. 医学物理, 23, Suppl. 3, 133-136, 2003.

2. 報告書

1) 中村 讓, 佐方周防, 田伏勝義, 高岡祥郎: 平成14年度近隣アジア安全調査事業放射線プロセスの品質保証/品質管理の海外調査及び普及—ベトナム報告書— pp1-46, 2003, 日本原子力産業会議, 東京.

2) 中村 讓, 佐方周防, 田伏勝義: RI・放射線医学利用—放射線治療プロセスの品質保証・品質管理に関するベトナムへの調査—平成14年度近隣アジア諸国における原子力安全調査事業報告書— pp298-307, 2003, 日本原子力産業会議, 東京.

3. 学会発表等

1) 新保宗史, 西尾禎治, 大山正哉, 小高喜久雄, 中村 讓, 他: 訪問調査による線量調査の状況報告. 第85回日本医学物理学会学術大会, 横浜, 2003.

2) 新保宗史, 西尾禎治, 大山正哉, 小高喜久雄, 中村 讓, 他: 郵送による線量調査の状況報告. 第85回日本医学物理学会学術大会, 横浜, 2003.

3) 西尾禎治, 新保宗史, 小高喜久雄, 中村 讓, 他: メディカルフロンティア・放射線治療計画 QA の活動状況. 第85回日本医学物理学会学術大会, 横浜, 2003.

4) 佐方周防, 中村 讓, 田伏勝義, 高岡祥郎, 石居隆義, 佐藤弘史, 佐藤真一郎, 中野隆史, 辻井博彦: 東アジアにおける子宮頸癌治療装置の物理的 QA/OC の現地調査—主として線源強度校正の精度について. 第86回日本医学物理学会学術大会, 金沢, 2003.

5) Nakamura, Y.K., Sakata, S., Tabushi, K.: Field survey on physical QA/QC program for intracavitary brachytherapy of cervix cancer in asian countries. FNCA (Forum for Nuclear Cooperation in Asia) Workshop on Radiation Oncology 2003, Suzhou, China, 2003.