

厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）

分担研究報告書

放射線治療における拠点病院の機能及び地域連携による人材育成に係る研究

研究分担者 中村和正 九州大学病院別府先進医療センター 准教授

研究要旨： がん診療連携拠点病院が実施すべき放射線治療の内容、備えるべき人員、設備体制ならびにその実現に必要な対策等に関するガイドラインの作成に着手した。また、都道府県および地域がん診療連携拠点病院が連携した放射線治療専門医の育成を図るため、北部九州をモデルケースとした育成スキームの構築を計画した。

### A. 研究目的

本分担研究の目的は、がん診療連携拠点病院が実施すべき放射線治療の内容、備えるべき人員、設備体制ならびにその実現に必要な対策等に関する検討を行うこと、および、都道府県および地域がん診療連携拠点病院が連携した放射線治療専門医等の育成スキームを構築することである。

### B. 研究方法

厚生労働省から拠点病院に対して実施される現況調査の放射線治療関連項目に関する分析結果および諸外国のガイドライン等を元に、拠点病院が実施すべき・備えるべき体制、対策等について検討を行った。また、北部九州をモデルケースとして、都道府県および地域がん診療連携拠点病院等が連携して放射線治療専門医を育成するスキームの構築を計画した。

（倫理面への配慮）

現時点では、個人情報には取り扱っておらず、侵襲的な介入もない。

### C. 研究結果

放射線治療に関して、拠点病院が実施すべき・備えるべき体制、対策等に関するガイドラインを作成した（添付資料1）。放射線治療スタッフの育成スキームとしては、県拠点病院である九州大学を中心とし、北部九州の放射線治療医・医学物理士等の教育・情報共有を目的としたグループを平成23年2月に結成することとした。本グループをモデルケースとして、育成スキームの構築とその実現をはかる予定である。

### D. 考察

放射線治療は近年急速に進歩しており、拠点病院が実施すべきガイドラインが整備されれば、放射線治療診療の均てん化に大きく寄与するものと考えられる。また、今後、構築したモデルケースを通して、放射線治療スタッフの教育システムの効率化を検討していく。

### E. 結論

拠点病院が実施すべきガイドラインの作成に着手した。放射線治療スタッフの教育スキームの作成に着手した。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

1) Teshima T, Numasaki H, Shibuya H, Nishio M, Ikeda H, Sekiguchi K, Kamikonya N, Koizumi M, Tago M, Ando Y, Tsukamoto N, Terahara A, Nakamura K, et al. Japanese structure survey of radiation oncology in 2007 based on institutional stratification of patterns of care study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 78(5):1483-1493, 2010.

### 2. 学会発表

1) 中村和正. 強度変調放射線治療を含めた前立腺癌外部照射のエビデンス. 第22回日本高精度放射線外部照射研究会, 2010, 大津

## G. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む)

### 1. 特許取得

なし

### 2. 実用新案登録

なし

### 3. その他

なし

厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）  
分担研究報告書  
放射線治療モダリティ別拠点病院支援プログラムに係る研究

研究分担者 幡野和男 千葉県がんセンター放射線治療部 部長

研究要旨： IMRTによる放射線治療の均てん化を目指し、拠点病院支援プログラム作成を目標に、まず、今年度は実際に島根医大において島根、鳥取両県の放射線治療施設を対象としてIMRTに関する研修会を開催した。頭頸部腫瘍に対するIMRT開始の希望が多かったため、之を主体として研修を行った。同時に技師、物理士においても別途、医学物理士による研修を行い、その後のアンケートにより、意味のある研修会となったことが確認され、支援プログラム作成の要点を探ることができた。

#### A. 研究目的

より多くの施設において、IMRTが施行可能となることを目的として、拠点病院においてIMRTによる研修会を開催し、その効果を検討し、最適な支援プログラム作成の資料とする

#### B. 研究方法

今回は第1回目として、島根・鳥取両県において、昨年訪問調査をおこない、頭頸部腫瘍に対するIMRT治療の開始を希望する施設が多かったため、今回、頭頸部腫瘍へのIMRTによる治療について、研修を行うこととした。また、物理的な検証試験等に対する研修も同時に開催した。当日は、医師11名の参加があり、まず、頭頸部腫瘍におけるIMRTの現状と問題点を講義形式でおこなった。あらかじめ各施設に送付しておいた臨床画像に腫瘍、危険臓器の輪郭を入力したものを材料として、参加者全員で検討会を行い、問題点を検討した。最終的に、研修会終了後のアンケートにて

研修会の問題点を検討した。

（倫理面への配慮）

今回使用した、臨床画像はあらかじめDICOM dataにおいて、患者情報を削除し、個人情報漏れることのないように配慮した。

#### C. 研究結果

第1回のIMRT研修会を行い、参加者も多く、有意義な研修会であったと考えている。参加者は放射線腫瘍医11名、診療放射線技師15名、認定放射線治療技師5名、医学物理士2名、放射線品質管理士5名の参加が得られた。所属施設別では大学病院から19名、がんセンター2名、総合病院1名、県がん診療拠点病院3名、がん診療拠点病院5名であった。アンケートにおいても良好な評価が得られた。今回は物理コースが土日の2日間、放射線腫瘍医コースが土曜日半日であったが、ほとんどの参加者がこの日程での開催が望ましいと判断していた。

#### D. 考察

今回実施のような現地における研修会の開催は、学会レベルと違い、現場において何が求められているのかを実感でき、その場で問題解決を図ることが可能であり、拠点病院における放射線治療の均てん化を図る上で、有意義な手法であると考えられた。また、頭頸部腫瘍以外の部位への研修会開催の要望もあり、今後の検討課題となった。

腫瘍医コースと物理コースを同時に開催することにより、IMRTに関わる職種間において、情報共有を図ることが重要であると考えられた。

#### E. 結論

IMRTという特殊な治療法の均てん化において、診療放射線技師、医学物理士、放射線腫瘍医全員参加形式での現場における研修会開催は、支援プログラムのひとつとして重要な位置を占めるものと考えられた。

#### F. 研究発表

##### 1. 論文発表

- 1) Sudo K, Yamaguchi T, Ishihara T, Nakamura K, Hara T, Denda T, Tawada K, Imagumbai T, Araki H, Sakai M, Hatano K, Kawakami H, Uno T, Ito H, Yokosuka O. Phase II Study of Oral S-1 and Concurrent Radiotherapy in Patients with Unresectable Locally Advanced Pancreatic Cancer. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2010 Jun 2. [Epub ahead of print]

##### 2. 学会発表

- 1) 幡野和男。高精度放射線治療。IMRT vs. 粒子線治療。第69回日本医学放射線学会総会シンポジウム 2010 横浜
- 2) 幡野和男、遠山尚紀、他。画像誘導腔内照射(IGBT)による子宮頸癌長期放射線治療成績。第23回日本放射線腫瘍学会総会 2010 東京
- 3) Kazuo Hatano, et al. Long term results of External Radiation Therapy and Image Guided Intracavitary-HDR Brachytherapy for Cervical Cancer (RT alone) : Is the prescribed dose to IR-CTV really necessary? ESTRO 2010 Barcelona, Spain

#### G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

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

厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）

分担研究報告書

放射線治療モダリティ別拠点病院支援プログラムに係る研究

研究分担者 西村哲夫 静岡県立静岡がんセンター 副院長

研究要旨：がん医療の均てん化に資する放射線治療の推進の立場から子宮頸癌 RALS治療潜在適応患者数の推定を行った。2007年の子宮頸癌患者年報登録症例の内51.4%を潜在適応患者とみなし、全国がん罹患モニタリングの2005年罹患数推定値8474人を掛けると年間の適応患者数は4357人と算出された。これは人口2.9万人当たり1人にRALS治療が必要と推定された。これらの数値をもとに各地域の事情に応じた治療施設の適正配備に向けた検討が必要である。

#### A. 研究目的

JASTRO小線源治療部会の調査によると2009年のRALS治療は全国169施設で実施されたが、地域差のあることが報告されている。今回がん医療の均てん化に資する放射線治療の推進の立場から子宮頸癌 RALS治療潜在適応患者数の推定をおこなった。

#### B. 研究方法

日産婦学会婦人科腫瘍委員会報告子宮頸癌患者年報に登録され、放射線治療主体で治療が行われたⅠ～Ⅳa期症例と手術主体で治療が行われたⅠb, Ⅱa, Ⅱb期症例の半数を RALS 治療の潜在的適応とみなし、子宮頸癌全体の中で占める割合を求めた。一方国立がん研究センター全国がん罹患モニタリング集計にある全国推定患者数を求めて、RALS 適応患者数の割合を掛けることにより全国 RALS 治療潜在適応患者数を算出した。また全国の施設数は JASTRO 小線源治療部会の調査資料を用いた。

尚この研究はすでに公表された資料を基に行われたものであり、個人情報保護など倫理面の問題はないと考えられる。

#### C. 研究結果

2007年の子宮頸癌患者年報には5024人が登録された。放射線治療主体で治療が行われた1397人と手術主体で治療が行われた2273例の半数1186例の合わせた2583人(51.4%)をRALS治療の潜在的適応とみなした。一方全国がん罹患モニタリング集計の2005年罹患数推定値は8474人であり、RALS治療潜在適応患者数は $8474 \times 0.516 = 4357$ 人と算出された。これを人口1億2702万人で割ると人口2.9万人当たり1人にRALS治療が必要と推定された。この結果都道府県別の推定患者数は中央値55人(21-426人)と算出された。

一方2009年の調査で治療実績のある都道府県別の施設数は中央値2(1-20)で、1施設のみのは10だった。これを都道府県別の各施設当たりの潜在適応患者数を算定すると中央値25(11-81)となった。

この中には1施設当たり40人を超える県が10ある一方で、20人以下の県が11にのぼった（添付資料4）。

#### D. 考察

2009年JASTRO小線源治療部会の調査では子宮頸癌の腔内照射症例数は2506人と報告されている。今回子宮頸癌のPALS潜在適応患者数は1年に4357人、都道府県別には中央値55人（21-426人）と算定された。実態より多い患者数が見込まれた。しかし今後子宮頸癌診療ガイドラインの見直しなどにより放射線治療を受ける患者数の増加が見込まれており、これらの患者に適切な医療を提供する体制が必要と考えられる。

今回の推定値を現在稼働している都道府県別の1施設当りの患者数に換算すると中央値25（11-81）であったが20人未満が11県、一方40名以上が10県（うち7県は施設数1）と大きな差があった。これらの現状は患者数の過剰な負荷が掛かる施設がある一方で、少ない患者数のままで非効率的な運用を行わざるを得ない施設のあることが分かった。また1施設しか持たない10県においては、三医療圏全体をカバーすることが難しいと思われる県もあり、均てん化を推進する際にはこれらの問題点を解決する必要があると考えられた。

#### E. 結論

子宮頸癌の腔内照射潜在適応患者数にもとづき、各地域の事情に応じた治療施設の適正配備に向けた検討が必要である。

#### F. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
1) 西村哲夫、戸板孝文、石倉聡. 子宮頸癌のRALS治療潜在適応患者数の推定  
日本放射線腫瘍学会第23回学術大会,  
2010年11月、浦安市

#### G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

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

厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）  
分担研究報告書  
放射線治療モダリティ別支援プログラム、地域連携による  
人材育成及び品質管理に係る研究

研究分担者 戸板孝文 琉球大学大学院医学研究科放射線診断治療学 准教授

研究要旨： 子宮頸癌放射線治療に重要な役割を果たす腔内照射の治療手技の標準化と普及に向けた作業を進めた。医師向けの腔内照射マニュアルとDVDの作成作業を行なった。手技にともなう患者の満足度の向上を目的とし前処置に関するアンケート調査を行なった。多施設臨床試験（JGOG1066）の全登録例について放射線治療に関するQAを行なった。

#### A. 研究目的

子宮頸癌の標準放射線治療として不可欠の腔内照射の治療手技に関する標準化とその普及を進める。

#### B. 研究方法

1. ワーキンググループ（WG）において腔内照射手技のコンセンサス形成を進め医師向けの腔内照射手技マニュアルとDVDを作成する。
2. 腔内照射手技に伴う患者苦痛の状態を客観的に明らかにするため患者を対象としたアンケート調査を実施する。
3. 婦人科悪性腫瘍化学療法研究機構（JGOG）の多施設臨床試験 JGOG1066 への全登録例について、JGOG 放射線治療委員会とともに放射線治療 QA を行なう。

（倫理面への配慮）

アンケート調査では連結不能匿名化を行ない、患者個人が特定されることがないよう配慮した。

#### C. 研究結果

1. 腔内照射 WG 会議（第 2 回）を静岡がんセンターにおいて開催した（平成 22 年 7 月 14・15 日）。治療手技の相互比較を行ない、手技の標準化に向けた議論を進めた。
2. 第 1 回腔内照射 WG 会議（昨年度）と 1. の結果をふまえて、腔内照射手技のマニュアルと DVD の作成を行なった。マニュアルと DVD の概要を日本アイソトープ協会主催の高線量率ラルス医療安全取扱い講習会において公表した。
3. 腔内照射前処置に関する患者対象のアンケート調査を継続中である。これまで当施設より 8 例分のデータが収集された。
4. 69 例について 18 項目の QA を行なった。逸脱 64 件、違反 4 件が認められた。

#### D. 考察

昨年度前研究班で行なったがん診療拠

点病院医師へのアンケート結果より、子宮頸癌腔内照射の均てん化のためには、診療報酬増額とともに治療手技の標準化と普及が課題であることが示唆された。今年度作成作業を進めた治療手技マニュアルが整備されることにより、等しい品質での腔内照射の実施が可能となること（均てん化）が期待される。現在継続中の前処置に関するアンケート結果により、患者の満足度や要望を明らかにすることにより、技術面のみならず患者の満足度も考慮した腔内照射の提供システムが構築されることが期待される。

JGOG1066に関する放射線治療のQAを行ない良好なコンプライアンスが確認された。臨床試験を通じての腔内照射手技の均てん化の可能性についても引続き検討を進めたい。

## E. 結論

子宮頸癌の腔内照射手技に関する標準化と普及を目的としたマニュアル（冊子、DVD）作成と、患者へのアンケート調査を行なった。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

- 1) Toita T, Ohno T, Kaneyasu Y, Uno T, Yoshimura R, Kodaira T, Furutani K, Kasuya G, Ishikura S, Kamura T, Hiraoka M. A consensus-based guideline defining the clinical target volume for pelvic lymph nodes in external beam radiotherapy for uterine cervical cancer. *Jpn J Clin Oncol* 40(5):456-463, 2010.

- 2) 戸板孝文, 石倉聡, 村山貞之. がん臨床試験と放射線療法：放射線治療の品質保証（QA）・品質管理（QC）の重要性. *婦人科がん臨床試験参加に必要な知識. 産科と婦人科*. 77: 542-546.

- 3) Viswanathan AN, Creutzberg CL, Craighead P, McCormack M, Toita T, et al. International brachytherapy practice patterns: a survey of the Gynecologic Cancer Intergroup (GCIIG). *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* (in press).

- 4) Toita T, Kato S, Niibe Y, Ohno T, et al. Prospective multi-institutional study of definitive radiotherapy with high-dose rate intracavitary brachytherapy in patients with non-bulky (<4cm) stage I,II uterine cervical cancer (JAROG0401/JROSG04-2). *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* (in press).

- 5) Toita T, Kato S, Ishikura S, et al. Radiotherapy quality assurance of the Japanese Gynecologic Oncology Group study (JGOG1066): a cooperative phase II study of concurrent chemoradiotherapy for uterine cervical cancer. *Int J Clin Oncol.* (in press).

### 2. 学会発表

- 1) 戸板孝文, 加藤真吾, 新部譲, 大野達也, 他. I,II期子宮頸癌根治的放射線治療の多施設共同臨床試験 (JAROG0401/JROSG04-2). 日本放射線腫瘍学会第23回学術大会, 2010, 浦安.



2) Toita T, Kato S, Niibe Y, Ohno T, et al. Prospective multi-institutional study of definitive radiotherapy with high-dose rate intracavitary brachytherapy in patients with non-bulky (<4cm) stage I,II uterine cervical cancer (JAROG0401/JROSG04-2). 52<sup>nd</sup> Annual Meeting of ASTRO. San Diego.

G. 知的財産権の出願・登録状況  
(予定を含む)

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

厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）  
分担研究報告書  
放射線治療モダリティ別支援プログラムに係る研究

研究分担者 大野達也 群馬大学重粒子線医学研究センター 准教授

研究要旨： がん診療連携拠点病院での使用を目的として、子宮頸癌に対する腔内照射の手順と手技に関する映像教材を作成した。対象を腔内照射の治療経験が浅い医師に設定し、基本から標準的内容までを扱うこととした。腔内照射の手順や手技の検討を行った後、婦人科内診用模型や模擬膣を用いて、実際の腔内照射手技をDVDとして作成した。教材利用者が自分に合う方法を選択できるよう、複数の手技をバリエーションとして示した。

#### A. 研究目的

がん診療連携拠点病院での使用を目的として、子宮頸癌に対する腔内照射の手順と手技に関する映像教材を作成すること。

#### B. 研究方法

まず、映像教材の対象を腔内照射の治療経験が浅い医師に設定し、基本から標準的内容までを扱うこととした。治療法は、従来から行われている2次元の治療計画に基づくものとした。次に、子宮頸癌に対する腔内照射のワーキンググループ内で、腔内照射の手順や手技の検討を行った。さらに、婦人科内診用模型や模擬膣を用いて、実際の腔内照射手技をDVDとして作成した。特に、 Applicator と Packing に関する手技にはバリエーションがあることを配慮し、複数の術者の撮影を紹介することとした。

（倫理面への配慮）

実際の患者に対する腔内照射の映像はなく、模型のみの映像化である。また、個人情報が登場しないように映像の編集を

行った。

#### C. 研究結果

作成したDVDの内容は以下のとおりである。

1. 腔内照射の役割
2. 腫瘍の進展範囲の診断
3. 治療計画の概要
4. Applicator の準備
5. 前処置
6. 体位
7. Applicator の留置
8. Packing
9. 治療計画の実際
10. 治療中の観察
11. Applicator の抜去

Applicator の留置、 Packing 、 Applicator の抜去など、実際に婦人科内診用模型に対する手技として映像化し、合わせて手技がうまくいくための注意点を紹介した。同時に制作中の腔内照射マニュアルとも内容の整合性をはかるように配慮した。

## D. 考察

子宮頸癌に対する根治的放射線治療では、外部照射と腔内照射の併用が標準である。腔内照射の最大の利点は、線源周囲の病巣に対して、集中した線量投与が可能なことであり、子宮病変の制御に最も大きな影響を与える治療と言える。一方、その手順や手技についてはこれまで一般化された教材はなく、施設ごとに工夫が積み重ねられてきたと言える。今回の子宮頸癌に対する腔内照射の手順と手技に関する映像教材化は本邦では初めての試みである。

腔内照射では、施設ごとに手順や手技の違いがある。今回の検討でも共通化する部分のみならず、バリエーションとして個別化される部分が顕在化した。個別化された手技には、その目的や注意点があるため、それを明記することにより、教材の利用者が自分に合う方法を選択できることが利点の一つになると考えられた。

今後の課題は、本教材の実臨床における有用性評価である。腔内照射の治療手技が安定し、局所制御の向上や有害事象の軽減につながるよう、本教材の改良を重ねたいと考えている。

## E. 結論

がん診療連携拠点病院での使用を目的として、子宮頸癌に対する腔内照射の手順と手技に関する映像教材を作成した。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

- 1) Oike T, Ohno T, Wakatsuki M, Noda SE, Saitoh J, Mizukami T,

Yoshimoto Y, Okonogi N, Katoh H, Shibuya K, Suzuki Y, Ishikawa H, Ebara T, Takahashi T, Nakano T. The benefit of small bowel and pelvic bone sparing in excluding common iliac lymph node region from conventional radiation fields in patients with uterine cervical cancer: a dosimetric study. J Radiat Res. 51(6):715-721,2011

- 2) Wakatsuki M, Ohno T, Yoshida D, Noda SE, Saitoh J, Shibuya K, Katoh H, Suzuki Y, Takahashi T, Nakano T. Intracavitary combined with CT-guided interstitial brachytherapy for locally advanced uterine cervical cancer: introduction of the technique and a case presentation. J Radiat Res. 52(1):54-58,2010
- 3) Kato S, Tran DN, Ohno T, Nakano T, Kiyohara H, Ohkubo Y, Kamada T. CT-based 3D dose-volume parameter of the rectum and late rectal complication in patients with cervical cancer treated with high-dose-rate interacavitary brachytherapy. J Radiat Res. 51(2):215-221,2010

### 2. 学会発表

- 1) 大野達也、櫻井英幸、野田真永、若月優、塩谷真理子、斎藤淳一、大久保悠、鈴木義行、高橋健夫、中野隆史. 子宮頸癌に対するIn room CT-based intracavitary brachytherapy日本放

射線腫瘍学会第23回学術大会，2010，  
浦安

- 2) 大野達也、櫻井英幸、若月優、野田真  
永、塩谷真理子、大久保悠、村田知美、  
青木宏、中村和人、中野隆史. 子宮頸  
がんに対する同室内CTを用いた  
Image-guided brachytherapy (IGBT)  
日本婦人科腫瘍学会，2010，筑波

G. 知的財産権の出願・登録状況  
(予定を含む)

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

放射線治療モダリティ別拠点病院支援プログラム及び品質管理に係る研究

研究分担者 遠山尚紀 千葉県がんセンター 放射線治療部 技師（物理）

IMRT実施施設の地域間格差の是正のため、IMRTに係る技術支援と指導者育成を目指した効果的な研修会の実施方法を検討した。また、IMRTの第三者線量評価プログラムを検討した。訪問による技術支援は、施設に応じた支援が実施できるため有益であった。郵送によるIMRT第三者線量評価プログラムは、本邦で初めて試行した。次年度は、特に重要な点に絞ったより効果的な技術支援プログラムの検討、第三者線量評価プログラムの早期構築を行う予定である。

#### A. 研究目的

先端のがん治療である強度変調放射線治療（IMRT）実施における地域間格差を是正するために、都道府県拠点病院への技術支援と指導者育成を目指した効果的な研修会の実施方法を検討する。

また、安全かつ質の高いIMRTを実施するために必要な第三者線量評価プログラムの構築を検討する。

#### B. 研究方法

昨年の研究成果を基盤とし、今年度は、都道府県がん拠点病院である山形県立中央病院と島根大学付属病院でIMRT実施にむけた研修会を実施し、IMRTの均てん化に向けた技術支援と指導者育成を目指した効果的な研修会の実施方法を検討する。

また、IMRT実施における線量の第三者評価プログラム構築のために、ファントムの作成、実施プロトコルを検討し、数施設において試行し、その実施における問題点を抽出する。

（倫理面への配慮）

本研究は個人的情報を取り扱うものではなく、特記すべきことはない。

#### C. 研究結果

研修会の開催において参加者数は、山形7施設17名、島根6施設18名が参加した。両施設とも、都道府県拠点病院を中心とした地域連携により多くの参加者を集めた。研修会は、IMRT実施に向けたリニアックの受入試験と線量検証というそれぞれ異なるテーマで実施した。これらの研修会実施の結果と改善点を下記にまとめる。

- ・ 両研修会において、各施設で実施している検証手法、QA/QC手法が間違いなのかを第三者により確認されることは有用であった。
- ・ 線量検証結果の評価法に対して、各施設の検証結果をもとに既IMRT実施施設の講師からの判断基準、誤差が生じた場合の対応方法についてディスカッション形式での実施が有用であった。
- ・ 指導者育成を目的として実習形式の研修は各研修会実施施設を中心に準備か

ら本番までを担当して頂き実施した。各担当者、施設は比較的大きな負担となったと考えられるが、今後、地域での指導的立場になるために有用な方法であったと考える。

第三者評価プログラムについては、本邦初となる郵送によるIMRT線量評価ファントムの設計、作成、実施プロトコルの検討を行った。また、4施設において試行した。その結果と、問題点を下記にまとめる。

- ・ ファントム材質は水代用ファントムのTough Waterを用いた。ファントム内に評価点線量確認用、線量分布確認用としてガラス線量計とRadiochromicフィルムを設置可能とし、施設側でファントムを分解することなく、速やかに設置し照射できるように配慮した。
- ・ ガラス線量計の測定精度評価として電離箱線量計との比較を行い、すべての測定点において2%以内で一致を示した。また、ガラス線量計の測定再現性についても評価し、三回測定で変動係数で1%以内となった。

#### D. 考察

訪問による技術支援により施設の治療体制に応じた支援が可能であった。多くの参加施設でQA/QC等を担当する者は1名が中心となって行っており相談する相手が存在せず困っている状況があった。個人ではなく、組織としてのQA/QC実施体制の構築が必要である。IMRT実施するための線量検証技術・知識は膨大な量であるが、聴講形式、実習形式の研修会ともに技術支援側は特に注力すべき項目について明確にすることにより、効果的な支援が可能にな

ると考える。

IMRT第三者線量評価プログラムにおいては、良好な初期試行結果を得た。評価用治療計画作成のための画像、輪郭をDICOM形式で郵送し、利用することとしたが、計画装置、CT装置の種類によっては、計画装置への取込みに手間がかかり、メーカーに設定調整の必要があった。通常の治療計画と同様の手順で第三者評価を実施するためには輪郭取得用ファントムの作成が必要である。また、第三者評価プログラムの評価基準についても検討が必要である。

#### E. 結論

先端のがん治療であるIMRTの均てん化のためには、各施設への訪問による技術支援プログラムと第三者線量評価プログラムを並行して実施することにより効果的な支援が可能である。今度は、要点を絞った技術支援プログラムの検討、第三者線量評価プログラムの早期構築が必要である。

#### F. 研究発表

##### 1. 論文発表

- 1) Fujita Y, Tohyama N, Myojoyama A, Saitoh H, Depth scaling of solid phantom for intensity modulated radiotherapy beams, J Radiat Res. 2010;51(6):707-13.
- 2) 遠山尚紀、IMRT物理・技術的ガイドラインの改定にあたって、Radfun 第8巻第12号、41-42,2010

##### 2. 学会発表

- 1) N Tohyama, T Kojima, T Kawachi, et al., Feasibility Study of On-Site IMRT Audit in Japan, AAPM, 52<sup>nd</sup> annual meeting,

- 2010, Med. Phys. 37(6), 3231 (2010)
- 2) T Kojima, N Tohyama, T Kodama, et al. Investigation of the Segmental- and Dynamic-IMRT Delivery Performance for Combination of Varian 21iX-S and CMS XiO Treatment Planning System, AAPM, 52<sup>nd</sup> annual meeting, 2010, Med. Phys. 37(6), 3232 (2010)
  - 3) S Hashimoto, Y Fujita, T Kawachi, N Tohyama, et al., Beam Quality Correction of Radiophotoluminescence Glass Dosimeter in Accordance with Burlin Cavity Theory, AAPM, 52<sup>nd</sup> annual meeting, 2010, Med. Phys. 37(6), 3266 (2010)
  - 4) S. Hashimoto, T. Kawachi, T. Kojima, N. Tohyama et al. Feasibility Study of Radiophotoluminescence Glass Dosimeter for Postal IMRT Dose Audit, ESTRO 29, 2010, Radiotherapy & Oncology, Vol. 96, Sup. 1, September 2101, pp.458
  - 5) 橋本慎平, 藤田幸男, 河内徹, 遠山尚紀ら, ガラス線量計を用いた郵送によるIMRT線量測定に向けた事前検討、第100回日本医学物理学会学術大会、2010年9月、東京
  - 6) 遠山尚紀、ガイドラインの概要と治療体制、日本放射線腫瘍学会第23回学術大会、2010年11月、千葉
  - 7) 橋本慎平, 遠山尚紀, 黒岡将彦ら, ガラス線量計を用いた郵送IMRT線量計測システム構築のための基礎検討、日本放射線腫瘍学会第23回学術大会、2010年11月、千葉
  - 8) 小島徹, 遠山尚紀、小玉卓史ら、IMRT治療計画法による特性の検討、日本放射線腫瘍学会第23回学術大会、2010年11月、千葉
  - 9) 石川正純、Kenneth Sutherland、石倉聡、遠山尚紀ら、線量分布検証における誤差の要因と判定基準に関する考察、日本放射線腫瘍学会第23回学術大会、2010年11月、千葉
  - 10) 遠山尚紀、IMRTのQA-JASTRO新ガイドラインの紹介を中心に一、第10回放射線治療品質管理士講習会、2011年1月、東京
  - 11) 遠山尚紀、高精度放射線治療に必要な品質管理、東信地区がん医療従事者研修会、2010年12月、長野
- G. 知的財産権の出願・登録状況  
(予定を含む)
1. 特許取得  
なし
  2. 実用新案登録  
なし
  3. その他  
なし

研究要旨：線量検証測定においては、機械的・人為的な位置精度に起因する誤差、および測定に起因する誤差などを考慮する必要がある。本研究では、位置誤差と線量測定誤差を複合的に考慮し、3次元線量勾配を計算した上で、許容される位置ずれに乗じた値を設定して、測定に起因する線量誤差を加えた値を各測定評価点における合格基準とする新しい判定基準を提案した。

#### A. 研究目的

線量検証測定においては、機械的・人為的な位置精度に起因する誤差、および測定に起因する誤差などを考慮する必要がある。現在一般的に使用されている $\gamma$ 指標では、線量勾配の大きさによる影響は考慮されていない。そこで本研究では、位置誤差と線量測定誤差を複合的に考慮した、新しい判定基準を提案することを目的とする。

#### B. 研究方法

位置ずれに起因する線量誤差として、治療計画装置を用いて計算した $\pm 1\text{mm}$  ずらした位置での線量分布を用い、各測定点における3次元線量勾配を計算した (Fig.1) 式(1)に示すように、許容される位置ずれに乗じた値を設定し、測定に起因する線量誤差を加えた値を、各測定評価点における合格基準とし、中央面全体の pass rate を計算した。なお、解析には処方線量の 10% 以下の領域は解析から除外した。

$$\frac{|D_{mes} - D_{cal}|}{D_{cal}} \leq \%D_{tolerance} + \frac{D_{grad} \cdot \sigma_{dis}}{D_{cal}} \quad (1)$$

#### C. 研究結果

前立腺 IMRT の治療計画検証例に対して、 $\gamma$  指標での解析では 2%1mm、3%1mm の pass rate は 95.28%、99.20%であった (Fig.2)。今回提案する判定基準では、許容位置誤差を 1mm、許容線量誤差 2% または 3%とした場合、pass rate は 98.16%、99.38%となった (Fig.3)。

#### D. 考察

線量勾配を考慮した新しい判定基準を用いて pass rate を評価し、 $\gamma$  指標との比較を行った結果、新基準の方がスコア値は高い結果となった。今回提案する基準の方が高くなった原因として、線量勾配が急な場所での許容条件が緩和されたため、pass rate が向上したためと考えられる。

#### E. 結論

線量勾配の大きい場所での線量誤差を妥当な範囲で許容することにより、真に問題のある箇所を明確にできる可能性がある。許容できる Pass rate などについては、別途検討が必要である。



## F. 研究発表

### 1. 論文発表

なし

### 2. 学会発表

- 石川 正純, Kenneth Sutherland, 石倉 聡, 遠山 尚紀, 成田 雄一郎, 峯村 俊行, 西尾 禎治, 宮本 直樹, Gerard Bengua, 鈴木 隆介, 「線量分布検証における誤差の要因と判定基準に関する考察」日本放射線腫瘍学会 第 23 回学術大会 (2010.11.23-25、舞浜)

## G. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む)

### 1. 特許取得

なし

### 2. 実用新案登録

なし

### 3. その他

なし

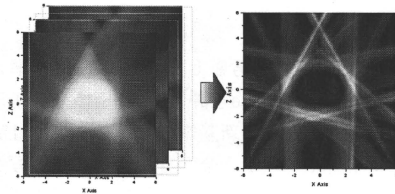


Fig.1 位置ずれに起因する線量誤差として、治療計画装置を用いて計算した $\pm 1\text{mm}$ ずらした位置での線量分布を用い、各測定点における3次元線量勾配を計算した上で、許容される位置ずれに乗じた値を設定した。

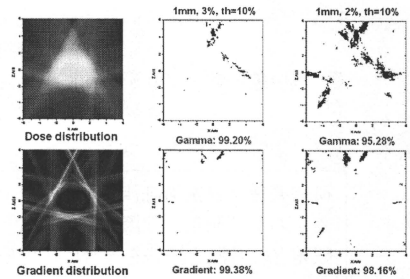


Fig.2 相対線量分布に対する $\gamma$ 解析および提案した判定基準による解析の結果。

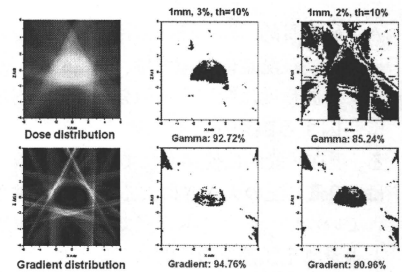


Fig.3 絶対線量分布に対する $\gamma$ 解析および提案した判定基準による解析の結果。

厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）  
分担研究報告書  
放射線治療の品質管理・第三者評価に係る研究

研究分担者 峯村俊行 国立がん研究センターがん対策情報センター 研究員

研究要旨： がん放射線治療の治療用ビームとして用いられる電子線について第三者評価に適した測定器の選択と測定方法の検討を行い、電子線の出力線量を訪問測定により確認するプログラムを作成した。3施設に対して本測定プログラムを実施することにより、その手法を確認し、さらに施設の線量測定結果が全て許容範囲内であることも確認した。また、ガラス線量計を用いた郵送による電子線の線量測定についてもその手法を検討し、2施設に対して実施した。

#### A. 研究目的

第三者機関による電子線の評価方法が確立されていない中で、まずは、電子線の訪問による第三者評価プログラムを確立することを目的とする。また、この第三者評価プログラムにより、放射線治療の質を保証し、がん医療の均てん化に向けたQA・QC支援活動を行うことで、放射線治療を安全に患者へ提供できるように国内の放射線治療の質の向上を図る。

#### B. 研究方法

測定は、標準測定法 01 に準拠して行う。電子線のエネルギーは測定の精度を確保するため 6 MeV ～15 MeV（ただし、 $R_{50} \leq 7 \text{ g cm}^{-2}$ ）として測定を行う。測定機器（水ファントム、平行平板型電離箱、電位計、ケーブルなど）には、当センター所有の測定装置を使用する。

- ・ファントム：1次元駆動型水ファントム
- ・電離箱：PTW社 平行平板型電離箱  
3404 (Advanced Markus)
- ・電位計：応用技研 AE-132a

訪問測定を行った施設は3施設であり、使用した治療用放射線照射装置は、以下の通りである。

Clinac 21EX (Varian) . . . 2施設  
EXL-15DP (Mitsubishi) . . . 1施設  
測定条件は、6、9、12、15 MeVの公称エネルギーに対し、コーンサイズ：10 cm<sup>2</sup>～20 cm<sup>2</sup>、SSD：100 cm、照射MU：50の条件とし、電離量が最大となる深さ  $I_{\max}$  を探して電離量半価深  $I_{50}$  を求める。また、次式より  $R_{50}$  と校正深  $dc$  を求める。

$$R_{50} = 1.029I_{50} - 0.06 \text{ g cm}^{-2} \quad (I_{50} \leq 10 \text{ g cm}^{-2})$$

$$dc = 0.6 R_{50} - 0.1 \text{ g cm}^{-2}$$

校正点吸収線量  $D_c$  を求める際には、校正深において1GyとなるMU値で照射を行い、校正点での極性効果補正值  $k_{\text{pol}}$ 、イオン再結合補正值  $k_s$ 、温度気圧補正  $k_{\text{TP}}$  も同MUで照射した結果から求める。校正点吸収線量  $D_c$  は次式から求められる。

$$D_c = M_Q N_{\text{Dw}} k_Q \text{ (Gy/MU)}$$

また、ガラス線量計を用いた測定については、水ファントムの代わりにタフウォー

ターを使用するが、測定条件は上記校正点吸収線量  $D_c$  を求めるのと同じ条件で測定を行い、吸収線量を求める。

(倫理面への配慮)

本研究では患者個人識別情報は扱わない。

### C. 研究結果

標準測定法01に準拠して作成した電子線の第三者訪問測定プログラムを3施設に対して行った。測定結果に対する許容基準は、日本放射線腫瘍学会 (JASTRO) の「外部放射線治療におけるQAガイドライン(2000)」と米国医学物理学会 (AAPM) の勧告TG40に準拠して校正深 $d_c$ の許容基準を $\pm 2\text{mm}$ 以内、校正点吸収線量 $D_c$ の許容基準を $\pm 3\%$ 以内とした。測定した3施設の全エネルギーに対して校正深の相違と校正点での線量の相違は、共に許容基準内であった。また、ガラス線量計を用いた測定結果については、電子線に対するガラス線量計の特異性から正しい線量評価が得られなかった。

### D. 考察

物理技術的QA・QC支援体制のさらなる充実を図るため、X線の訪問測定に加え、電子線の第三者訪問測定プログラムを作成した。測定方法の検討や3施設における訪問測定結果によりその測定方法を確認したが、訪問による短い時間で適確な測定を行うには、1次元駆動型水ファントムの遠隔操作方法と平行平板型電離箱のセットアップ用部品の改良が必要である。

また、精度を確保するためのエネルギーの測定条件外である4 MeVや18 MeVにつ

いても参考値として測定を行った結果、両エネルギーに対しても校正深と校正点での線量の相違は、共に許容基準内であることを確認した。今後は、4 MeVや15 MeV以上のエネルギーに対しても検討する。

ガラス線量計による測定では、タフウォーターによる散乱などの各種要因を検討し、適正な線量測定が可能となるようにする必要はある。

### E. 結論

電子線の第三者訪問測定プログラムを確立するにあたり、迅速な測定方法を検討し、今回の測定に用いられなかったメーカーの異なる医療用放射線照射装置についても測定を行い、本測定方法で装置の個性による線量の相違を確認する必要がある。

ガラス線量計を用いた郵送による測定プログラムについても適正な線量が評価できるようにデータを蓄積し、測定方法を検討していく。

### F. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし

### G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

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

厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）  
分担研究報告書  
放射線治療の品質管理・第三者評価に係る研究

研究分担者 福村明史 放射線医学総合研究所 室長

研究要旨： 放射線治療の品質管理に資するため、水吸収線量校正場を構築するとともに、IAEAとの相互比較を実施した。また、水吸収線量校正定数の不確かさを見積もり、これを用いた場合の医療機関でのモニター校正時の不確かさを評価した。

## A. 研究目的

放射線治療において水吸収線量の絶対評価は、治療の成否を左右する最重要課題の一つである。わが国では、1971年にリファレンス線量計の校正がスタートし、また2007年より郵送ガラス線量計を用いた線量の外部監査が開始された。しかしながらこれらは全て空気カーマに基づいて定量されており、水吸収線量に変換する際に大きな不確かさを伴う点が指摘されてきた。

このたび国の計量標準整備計画に基づき水吸収線量標準が整備されたのを契機に、水吸収線量校正場を構築し水吸収線量による治療線量のトレーサビリティを供給する準備が整った。

そこで本研究では、水吸収線量校正定数 ( $N_{D,w}$ ) の国際的な斉性を確認するとともに、水吸収線量基準のトレーサビリティが確立した場合の、放射線治療装置のモニター校正時の不確かさを評価することにより、治療線量の高精度化に資することをその目的とする。

## B. 研究方法

### (1) IAEAによる線量計の校正

IAEA（国際原子力機関）のSSDL（二次線量標準機関）ネットワークを活用し、IAEAによって与えられた  $N_{D,w}$  とわが国の一次標準で値付けされたそれを比較し、国際的斉性を調べる。

### (2) $N_{D,w}$ の不確かさ評価

水吸収線量校正場で決定される  $N_{D,w}$  の不確かさを見積もり、これを用いた場合の治療現場でのモニター校正時の不確かさを評価する。

## C. 研究結果

### (1) IAEAによる線量計の校正

二次標準電離箱についてIAEAおよびわが国の国家標準の双方で水吸収線量に基づき校正を実施したところ  $N_{D,w}$  の相違はわずか0.04%と極めて良い一致が得られ、国際的斉性が確認された。

### (2) $N_{D,w}$ の不確かさ評価

空気カーマに基づく線量評価では水吸収線量への変換時の不確かさが大きいことから、校正点における水吸収線量の評価にはおよそ2.5%の不確かさが伴う。

今回、一次標準機関が供給する  $N_{D,w}$  の不確かさを元に水吸収線量校正場で得られ