

ても欧米で標準的に行われている治療方法をわが国に導入する際の方法論は必ずしも明確ではない。ほとんど臨床経験のない治療方法を何の前提もなしに導入するのは倫理的にも問題があると考え。今回われわれは日常臨床において患者に適応可能な安全性と有効性を有するかについての判断を臨床試験という方法論で行うことを決め実施した。説明文書を用意しわが国での治療の現状、試験治療の利点、問題点などを率直に説明し、試験への参加を依頼した。その結果適格症例 165 名のうち 42.4%にあたる 70 名が試験参加に同意した。

今回 1 回線量を 2.5 Gy とすることで治療期間（中央値 24 日）を短縮した治療方法は経過観察期間（中央値）12 月の時点では従来の 50 Gy/25 回とは安全性、有効性に関しては重大な問題がないことを示した。治療期間短縮した治療方法の安全性、有効性がより確かに確認されると、現在は片道 1-2 時間の外来通院治療を 5-6 週続け仕事、家庭生活などに影響し過大な負担となっている多くの患者にとってはひとつの朗報となるに違いないと思う。

放射線治療は 100 年の間、経験を基に発展してきた感があり、臨床試験による質の高い Evidence は世界的にも数少なく、ましてやわが国では皆無である。今後例として示したような臨床試験により放射線治療領域でも新たな治療方法、治療技術などの評価を行っていく必要がある。

## E. 研究発表

### 1. 論文発表

1) 加賀美芳和、他：臨床試験 Upper 放射線医学 放射線治療学 井上俊彦 編

放射線治療学 第 2 版 2. 321-338、2004

2) 加賀美芳和、池田恢 他：乳房温存療法における短期放射線治療の安全性と有効性についての研究；臨床放射線 49(2) 733-740、2004

3) 加賀美芳和：放射線治療による臓器温存の実際 映像情報 35：1096-1101、2003

4) 加賀美芳和、他：乳房温存療法における短期放射線治療の安全性と有効性についての研究—初期報告—臨床放射線 49；302-306、2003

5) Tokuuye K, Kagami Y, et al. Small-field radiotherapy in combination with concomitant chemotherapy for locally advanced pancreatic carcinoma. Radiother Oncol. 67:327-330, 2003

### 2. 学会発表

1) 加賀美芳和、他：乳房温存療法における短期放射線治療の安全性と有効性についての研究—中間解析—日本医学放射線学会 2003 年、横浜

2) Kagami Y et al. Outcome of patients receiving radiation with or without chemotherapy for squamous cell carcinoma of the esophagus. 第 12 回 the European Cancer Conference (ECC012), 2003, Copenhagen

## 1. 論文発表

Isobe. k, Kagami Y, et al.: Initial Experience with the Quality Assurance Program of Radiation Therapy on behalf of Japan Radiation Oncology Group (JAROG). Jpn J Clin Oncol. 2007.

Itoh Y, Kagami Y, et al.: Evaluation of acute intestinal toxicity in relation to the volume of irradiated small bowel in patients treated with concurrent weekly gemcitabine and radiotherapy for locally advanced pancreatic cancer. Anticancer Res. 26(5B):3755-9. 2006.

Shikama N, Kagami Y, et al.: A prospective study of reduced-dose three-course CHOP followed by involved-field radiotherapy for patients 70 years old or more with localized aggressive non-Hodgkin's lymphoma. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 66(1):217-22. 2006 .

Kawashima M, Kagami Y, et al.: Prospective trial of radiotherapy for patients 80 years of age or older with squamous cell carcinoma of the thoracic esophagus. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 64(4):1112-21. 2006 .

伊藤芳紀, 加賀美芳和, 他: 直腸癌に対する新しい治療】 直腸癌補助放射線療法日本で標準治療となり得るか外科治療(0433-2644)95巻1号 Page43-51. 2006

小口正彦, 加賀美芳和, 他: 鼻 NK/T 細胞リンパ腫に対する RT-DeVIC 療法: JCOG0211-DI における放射線治療の品質保証(会議録) 頭頸部癌(1349-5747)32巻2号 Page228. 2006

伊藤芳紀, 加賀美芳和, 他: 局所進行膀胱癌に対する 5-FU 持続静注併用多分割照射の臨床第 II 相試験(会議録) 日本医学放射線学会雑誌(0048-0428)65 回抄録集 PageS216. 2006

加賀美芳和: 線量分割法の最近の話題 頭頸部腫瘍の線量分割(会議録) 日本医学放射線学会雑誌(0048-0428)65 回抄録集 PageS81. 2006

池田恢, 加賀美芳和, 他: 各種高精度放射線治療の適用と問題点 Cancer Frontier Vol. 8

(1) 胸部領域への高精度放射線治療の品質管理の検証とランダムセットアップエラーの検討  
(2) 前立腺癌に対する密封小線源治療の品質管理

分担研究者 早川和重 北里大学医学部教授（平成16年4月—平成19年3月）  
研究協力者 新部 譲, 北野雅史, 石山博條（北里大学医学部放射線科学）  
上前峰子（北里大学病院放射線部）  
佐藤威文（北里大学医学部泌尿器科学）

**研究要旨** (1) 呼吸同期を用いた体幹部定位放射線照射システムの開発を行い、定位放射線照射を行ったI期非小細胞肺癌24例の治療成績を分析・評価した。その結果、全体の2年死因特異的生存率は82%で、とくにIA期(n=18)の2年局所制御率は92%と良好であった。さらに、今年度からは動体追跡による定位放射線治療も開始し、治療精度について検討した。また、通常照射におけるランダムセットアップエラーを反映した線量分布図の作成を試みたところ、実地医療で簡便に行える効果的な方法と考えられた。

(2) 当院では前立腺癌に対する密封小線源療法として低線量率I-125小線源永久挿入療法ならびにIr-192を用いた高線量率密封小線源治療を行っている。そこで密封小線源療法の品質管理を行うに際し、I-125の線源強度について治療前の測定を実施し、製造業者より提供される公称値の線源強度と実測定による線源強度との差が治療線量にどの程度影響するかを検討した。一方、Ir-192高線量率小線源アプリケーションの治療中の位置移動についてCT画像をもとに検証し、問題点と今後の改善策について検討した。その結果、I-125線源強度の測定値が公称値に対して5%を越える可能性があり、線源強度の変動が臨床に影響を及ぼすことを考慮すると、放射線治療の品質管理においてシード線源の定期的な測定は必要と考えられた。また、高線量率組織内照射のアプリケーションのとくに尾側への移動は刺入後20時間程度までに落ち着くため、この時期に治療計画を行うことが望ましいと考えられた。

#### A. 研究目的

(1) 放射線治療の物理的・技術的・臨床的品質管理プログラムに基づく、肺がん放射線治療の照射野の位置精度ならびに投与線量の再現性を検証することを目的として、定位放射線照射を行ったI期非小細胞肺癌の治療成績を分析・評価した。また、通常照射時のランダムセットアップエラーを線量分布図に反映した線量分布図の作成を試みた。

(2) 当院では前立腺癌に対する密封小線源療法として低線量率I-125小線源永久挿入療法ならびにIr-192を用いた高線量率密封小線源治療を行っている。低線量率小線源永久挿入療法では線源強度の精度管理が重要であり、高線量率小線源療法ではアプリケーションの一時刺入による分割照射のため治療期間中のアプリケーションの前立腺内での移動が問題となる。そこで、I-125の線源強度について治療前に測定し、公称値と実測値との差が治療線量にどの程度影響するかを検討した。

一方、Ir-192高線量率小線源アプリケーションの治療中の位置移動についてCT画像をもとに検証し、問題点と今後の改善策について検討した。

#### B. 研究方法

(1) 北里大学病院で体幹部照射に用いられている治療機器について、昨年度と今年度に訪問調査による評価を受けた。その結果、線量評価などシステムティックエラーは許容範囲内であった。

一方、分割照射を行うのであれば毎回の患者セットアップエラーは絶対に避けられないとの観点から、セットアップエラーの影響を予測して線量分布図に反映する試みも行った。方法は、治療計画装置上で意図的に幾何学的誤差をもたせたビーム計41本(X線軸に沿って1mmごと±20mm)を作成し、それぞれのビームの「ウエイト」に正規分布の密度関数値を入力することで、ランダムセットアップエラーを線量分布図に反映させた。数種類の線量分布図を作成し、通常の

線量分布図（誤差なし）と視覚的に比較した。また、より簡便にセットアップエラーを反映する方法としてビーム 2 本のみを用いた方法についても検討した。

## （2）小線源治療の品質管理

### 1) I-125 線源強度の測定誤差

BARD 社の Brachy Souce 使用に際し、AAPM TASK Group No.56 の勧告に基づき、ウェル型線量計（Capintec 社 CRC-15BT）を用いて治療前日に I-125 線源強度を測定した。対象症例は 2005 年 10 月～2006 年 7 月の間に測定した症例 38 症例（3269 個のシード線源）とした。測定結果をもとに症例ごとの線源強度のバラツキを求め、公称値に対する測定値（中央値）の差を求めた。次いで治療後 24 時間の CT 画像による Post plan で公称値の線源強度による Dose volume histogram と測定値を使用した結果とを比較検討した。

### 2) Ir-192 小線源アプリケーションの位置移動

前立腺へのアプリケーション挿入後、治療計画 CT を撮像し、アプリケーション位置確認用の CT マーカー（Nucletron）を用いて、高線量率組織内照射時のアプリケーションの移動距離について解剖学的基準点と前立腺内 Apex と Bas に挿入した金マーカーを用いて測定した。対象は 2003 年 12 月～2006 年 3 月の間に治療を行った 137 例のうち照射毎にアプリケーションの移動を CT で評価できた 39 例（117 回の治療前 CT 画像）とした。

## C. 研究結果

（1）訪問調査の調査結果では、照射野については、分布は対称性がとれていたが、均一性に関しては中心部が多少線量大となる傾向にあった。不均質補正変換では、CT 値－電子密度テーブルは十分な精度で管理されているとの評価を受けた。線量評価では、実測値がやや高くなる傾向を示したがすべて許容範囲内であった。

非小細胞肺癌 I 期 24 例の定位照射の効果は、CR11 例(46%)、PR9 例(38%)、NC4 例で、治療後の観察期間 12～40 か月(中央値 22 か月)で、肺への有害事象として一例に grade 2（NCI-CTC）の肺臓炎が認められたが、他はいずれも grade 1 以下であった。その他の治療後の重篤な有害事象は認められなかった。実測生存率は 2 年 66%、2 年死因特異的生存率は 82%、累積局所再発率は T1 で 2 年 8%、T2 では 60%であった。

セットアップエラーを反映させた線量分布図の検討では、大きな標準偏差の正規分布を反映し

た線量分布図ほど、通常の線量分布図より裾の広い分布を示すことが視覚的に確認された。2 本のビームを用いた方法でも 41 本のビームで作成した線量分布図と、ほぼ同様の線量分布図を得ることができた。

## （2）小線源治療の品質管理

### 1) I-125 線源強度の測定結果

症例ごとの測定値のバラツキが 5%を超えたものは、38 例中 24 症例にみられた。そのシードの数は全 3269 個のうちの 42 個(1.3%)であった。

公称値に対する誤差が 3%を超えたものは 7 症例であり、5.1%であったのが 1 症例であった。

### 2) Ir-192 小線源アプリケーションの位置移動

アプリケーションの平均移動距離は 1 日目と 2 日目で 8.1mm(最大 24.0mm)で、1 日目と 3 日目(最終日)で 8.6mm (最大 30mm)であった。前立腺の Base に置いた金マーカーの頭側への平均移動距離は 7.1mm (1 日-2 日), 7.8 mm (1 日-3 日)であったが、Apex 側のマーカーの尾側への平均移動距離は 1.0mm (1-2 日目), 1.0 mm (1-3 日目)であった。前立腺の体積は刺入日と比較し翌日には平均 9.7%増加していた。

## 3) 考察

（1）胸部領域に対する呼吸同期治療計画システムを用いた定位放射線治療の精度は良好であると考えられた。また、本システムによる末梢型 T1 I 期非小細胞肺癌の定位放射線治療の効果は十分期待できると考えられた。

また、治療計画装置の性能を十分に活用することで、セットアップエラーを線量分布図に反映することは比較的容易に実現可能であると考えられた。

（2）製造業者によるシード測定の不確定度は要因が最悪の場合±5%、現時点では通常±2.5%の不確定度で供給されていることが確認された。したがって使用者側での測定値の誤差が公称値（中央値）に対して 3%を超えることがありうると思われる。V<sub>100</sub>、V<sub>150</sub>などの指標は線源強度のバラツキに大きく影響されるため、線量分布を評価するには線源強度の点検を定期的に行うなど注意が必要であると考えられた。

高線量率小線源アプリケーションは刺入後の前立腺内の出血や浮腫などによる形態変化などで、その移動が問題となるのは翌日までと考えられた。とくに尾側への移動距離が大きい症例があり、治療計画を行うのは刺入後 20 時間程度経ってから行うのが望ましいと考えられた。

#### 4) 結論

(1) 今回の放射線治療システムの精度は体幹部定位放射線照射の臨床試験プロトコル治療を十分再現できるものと考えられた。また、ランダムセットアップエラーを効果的かつ簡便に線量分布図に反映することができた。今後、実地臨床で活用して行きたい。

(2) I-125 線源強度の公称値に対する測定値の誤差が 5%を越える可能性がある。線源強度の変動が臨床に影響を及ぼすことを考慮すると、放射線治療の品質管理においてシード線源の定期的な測定は必要と考えられた。

高線量率組織内照射のアプリケーションの移動は刺入後 20 時間程度までに落ち着くため、この時期に治療計画を行うことが望ましいと考えられた。

#### 5) 健康危険情報

とくになし。

#### 6) 研究発表

##### 1. 論文発表

1) Onishi H, Araki T, Shirato H, Nagata Y, Hiraoka M, Gomi K, Yamashita T, Niibe Y, Karasawa K, Hayakawa K, Takai Y, Kimura T, Hirokawa Y, Takeda A, Ouchi A, Hareyama M, Kokubo M, Hara R, Itami J, Yamada K.: Stereotactic hypofractionated high-dose irradiation for stage I nonsmall cell lung carcinoma: clinical outcomes in 245 subjects in a Japanese multiinstitutional study. *Cancer*. 101(7):1623-31, 2004.

2) Ishiyama H, Kitano M, Niibe Y, Hayakawa K: Simple technique to visualize random set-up displacements using a commercially available radiotherapy planning system. *Radiat Med*, (in press)

3) Niibe Y, Karasawa K, Hayakawa K: Ten-year disease-free survival of a small cell lung cancer patient with brain metastasis treated with chemoradiotherapy. *Anticancer Res*. 24(3b): 2097-100, 2004.

##### 2. 学会発表

1) Hayakawa K: Clinical trials for cancer therapy in Japan (Lecture). The proceedings of IAEA/RCA regional training course on clinical quality assurance of brachytherapy for predominant cancers in

Asia, 13-14, July, 2004.

2) Onishi H, Nagata Y, Shirato H, Gomi K, Karasawa K, Arimoto T, Hayakawa K, Takai Y, Kimura T, Takeda A: Stereotactic hypofractionated high-dose irradiation for stage I non-small cell lung carcinoma: clinical outcomes in 273 cases of a Japanese multiinstitutional study. *J Clin Oncol* (2004 ASCO annual meeting proceedings (post-meeting edition)), 22(14S): 617s, May, 2004.

3) Hayakawa K, Kitano M, Yuzuru N, Uemae M, Masuda N, Shinada J, Yoshimura H: 3D Conformal Single High-Dose Boost Radiosurgery(SRS) for Peripheral Stage I Non-Small Cell Lung Cancer(NSCLC) using C-Arm Linear Accelerator and A Spiro-Analyzer. 13th World Congress for Bronchology (WCB), World Congress for Bronchoesophacology, Barcelona, Spain, 20th-23rd June, 2004.

4) Niibe Y, Karasawa K, Ieki R, Shibuya M, Kawamura H, Umezawa T, Hanyu N, Hayakawa K: Phase II Trial of Three-Dimensional Conformal Radiation Therapy for Stage I Non-Small Cell Cancer (NSCLC) in Elderly Patients (Abstract #7230). 40th Annual Meeting of ASCO, June 5-8, 2004, New Orleans, LA, USA.

5) 新部 譲, 早川和重, 北野雅史, 益田典幸, 吉村宏邦: 末梢型 I 期非小細胞肺癌に対する 1 回大線量三次元定位放射線治療—Boost 照射としての役割—。第 45 回日本肺癌学会総会, 横浜, 平成 16 年 10 月 25-26 日 (肺癌, 44(5): 557, 2004)。

6) 上前峰子, 首藤宣昭, 石井鋭尚, 植村りゅう, 江川俊幸, 神蔵直美, 稲田龍司, 北野雅史, 早川和重: 前立腺癌に対する高線量率組織内照射の位置決め CT マーカーの有用性の検討。日本放射線腫瘍学会第 17 回学術大会, 千葉, 平成 16 年 11 月 18-20 日 (日放腫会誌, 16(suppl. 1): 103, 2004)。

7) 石山博條, 北野雅史, 新部 譲, 江川俊幸, 首藤宣昭, 植村りゅう, 上前峰子, 早川和重: ランダムセットアップエラーを反映した線量分布図の作成。日本放射線腫瘍学会第 17 回学術大会, 千葉, 平成 16 年 11 月 18-20 日 (日放腫会誌, 16(suppl. 1): 119, 2004)。

7) 知的財産権の出願・登録状況  
とくになし。

D. 研究発表

1. 論文発表

- (ア) Ishiyama H, Kitano M, Satoh T, Niibe Y, Uemae M, Fujita T, Baba S, Hayakawa K: Difference in rectal dosimetry between pre-plan and post-implant analysis in transperineal interstitial brachytherapy for prostate cancer. *Radiother Oncol.* 78:194-198, 2006
- (イ) Namiki S, Satoh T, Ishiyama H, Saito S, Baba S, Hayakawa K, Arai Y: Quality of life following brachytherapy or radical prostatectomy for localized prostate cancer: A prospective longitudinal study. *Urology* 68:1230-1236, 2006
- (ウ) Aoyama H, Shirato H, Tago M, Hayakawa K, et al.: Stereotactic radiosurgery plus whole-brain radiation therapy vs stereotactic radiosurgery alone for treatment of brain metastases: a randomized controlled trial. *JAMA* 295(21):2483-91, 2006.
- (エ) Niibe Y, Kazumoto T, Toita T, Oguchi M, Hayakawa K, et al.: Frequency and characteristics of isolated para-aortic lymph node recurrence in patients with uterine cervical carcinoma in Japan: A multi-institutional study. *Gynecol Oncol.* 103(2):435-438, 2006.
- (オ) Niibe Y, Kenjo M, Kazumoto T, Oguchi M, Hayakawa K, et al.: Japanese Isolated Para-aortic Lymph Node Recurrence of Uterine Cervical Carcinoma Study Group. Multi-institutional study of radiation therapy for isolated para-aortic lymph node recurrence in uterine cervical carcinoma: 84 subjects of a population of more than 5,000. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 66(5):1366-9, 2006.
- (カ) 北野雅史, 勝又伴栄, 佐藤威文, 藤田哲夫, 小谷承子, 石山博條, 新部 譲, 瀧川政和, 大森智子, 馬場志郎, 早川和重: 前立腺癌の高線量率密封小線源治療後の直腸炎について: 内科的治療とその効果. *臨床放射線*, 51(10): 1202-1208, 2006.
- (キ) 佐藤威文, 石山博條, 藤田哲夫, 大草 洋, 北野雅史, 小谷承子, 新部 譲, 上前峰子, 津村秀康, 松本和将, 岩村正嗣, 早川和重, 馬場志郎: 限局性前立腺癌に対する放射線治療: LDR, HDR, および 3 D-CRT の health-related QOL に関する前向き比較検討. *泌尿器外科*, 19(臨増): 419-421, 2006.
2. 学会発表
- 8) Hayakawa K, Niibe Y, Kitano M, Ishiyama H, Kotani S, Uemae M, Masuda N, Yoshimura H: 3D conformal single high-dose boost radiosurgery(SRS) for peripheral stage I non-small cell lung cancer (NSCLC) using C-arm linear accelerator and a spiro-analyzer. ESTRO25 (25<sup>th</sup> annual meeting of the European Society for Therapeutic Radiology and Oncology), Germany, Leipzig, October 8-12, 2006.
- 9) Uemae M, Satoh T, Kitano M, Ishiyama H, Kotani S, Fujita T, Niibe Y, Ishii T, Egawa T, Shutou N, Baba S, Hayakawa K: Analysis of needle displacement during high-dose rate brachytherapy for prostate cancer. ESTRO25 (25<sup>th</sup> annual meeting of the European Society for Therapeutic Radiology and Oncology), Germany, Leipzig, October 8-12, 2006.
- 10) Niibe Y, Kazumoto T, Toita T, Yamazaki H, Higuchi K, Ii N, Suzuki K, Uno T, Oguchi M, Hayakawa K: Frequency and characteristics of isolated para-aortic lymph node recurrence in patients with uterine cervical carcinoma in Japan: A multi-institutional study. 48<sup>th</sup> annual meeting of the American Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ASTRO), Pennsylvania, Philadelphia, USA, November 5-9, 2006.
- 11) 上前峰子, 隅田伊織, 石山博條, 江川俊幸, 首藤宣昭, 神蔵直美, 稲田龍司, 蔭山紀子, 西田隆吉, 早川和重: シード線源療法におけるヨウ素 125 線源強度の測定誤差. 日本放射線腫瘍学会第 19 回学術大会, 仙台, 平成 18 年 11 月 23-25 日 (日放腫会誌, 18(suppl. 1): 143, 2006).
- 12) 佐藤威文, 並木修一, 石山博條, 岩村正嗣, 早川和重, 顛川晋, 荒井陽一, 馬場志郎: 限局性前立腺癌に対する密封小線源療

法:Toxicity, Health-Related QOL の比較検証.  
第 20 回日本 Endourology・ESWL 学会, 大阪,  
平成 18 年 10 月 4-7 日.

- 13) 津村秀康, 佐藤威文, 藤田哲夫, 大草洋, 松本和将, 石山博條, 北野雅史, 早川和重, 馬場志郎: 早期前立腺癌に対する小線源治療の技術的工夫と成績 ヨウ素 125 前立腺癌永久挿入密封小線源療法における治療線源数の事前予測 Anderson nomogram の検討. 第 20 回日本 Endourology ESWL 学会総会, 大阪, 平成 18 年 10 月 4-7 日.

E. 知的財産権の出願・登録状況

とくになし。

厚生労働科学研究費補助金(がん臨床研究事業)

平成 16 年—18 年度総合研究報告書

「地域がん診療拠点病院の機能向上に関する研究」(H16—がん臨床—一般—023)

放射線治療の品質管理・保証活動を通じた施設の機能向上:

高精度放射線治療の品質保証

分担研究者:平岡真寛(京都大学医学研究科腫瘍放射線科学)

(平成 16 年 4 月—17 年 3 月)

研究協力者:永田靖、高山賢二、松尾幸憲、則久佳毅、坂本匡人、

坂本隆吏、溝脇尚志、矢野慎輔

研究要旨:体幹部腫瘍に対する定位放射線照射は、副作用を軽減する一方で局所制御率の飛躍的な向上が期待される新しい放射線治療技術である。中でも早期肺癌に対する臨床応用がわが国で最も進んでおり、国内の複数施設より報告された成績はいずれも良好である。しかしながら、各施設間で、ターゲットの定義、照射法の差、線量の表記法などにおいて相違点が見られ、標準的治療法の確立が求められていた。本研究では、多施設臨床試験 JCOG0403 を施行するためのプロトコール遂行過程における、特に高精度放射線治療における品質管理を確立するものである

A. 研究目的

体幹部定位放射線照射技術を用いた大線量小分割照射法による T1N0M0 早期肺癌に対する多施設共同臨床試験 JCOG0403 を施行する過程における品質保証の確立

B. 研究方法

臨床試験への参加施設に対して模擬症例の CT 画像を送付し、その治療計画関連情報を収集し、各施設における治療計画における品質保障と品質管理を行った。まず各施設より CT 画像に基づくターゲット輪郭と体積について、比較検討した。また同時に各施設別の治療計画結果についても評価検討した。最終

的に標的線量については D95 や Homogeneity index や Conformity index 等で評価し精度管理することとした。

C. 研究結果

ターゲットに関しては、CTV もしくは ITV 体積の変動係数は 10.7-31.2% であった。治療計画結果では Homogeneity index の変動係数は 3.9-13.1%、Conformity index の変動係数は 7.4-25.7% であった。

D. 考察

従来の放射線治療では、各施設の固定具、治療装置、治療計画装置、画像診断装置、線量表記法等によって治療計画に種々の差がみられていた。しかし



肺野の孤立性腫瘍の場合における多施設共同研究の場合は、ターゲット入力施設間格差はそれほど見られなかった。また治療計画結果については、照射方法の異なる施設間格差が見られた。今後は実際の治療症例を用いて個別に検証をすすめてゆく必要がある。

#### E. 結論

肺癌に対する定位放射線照射の治療計画における精度管理について検討した。平成16年7月より症例登録が開始されたが、今後は個別症例における精度管理を徹底する予定である。

F. 研究発表 Takayama K, Nagata Y, Hiraoka M, et al. Treatment planning of stereotactic radiotherapy for lung cancer. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 61 (5) :1565-71, 2005

厚生労働省科学研究費補助金（がん臨床研究事業）

平成18年度分担研究報告書

「地域がん診療拠点病院の機能向上に関する研究」（H16-がん臨床一般-023）

三次元放射線治療の臨床的 QA

分担研究者 荻野 尚 国立がんセンター東病院 粒子線医学開発部長

（平成16年4月—19年3月）

**研究要旨** （1）近年急速に進歩している三次元放射線治療においては臨床的 QA のみならず、物理技術的 QA も未整備である。光子線の QA に役立つものとして粒子線の QA が挙げられ、その QA は本邦においては順次まとまりつつある。三次元光子線治療の臨床的 QA の整備に先立ち、粒子線治療の QA の整備を試みた。

（2）X 線強度変調放射線治療（IMRT）の検証作業のひとつとして線量評価点の計画線量と測定線量の評価を行った。「線量分布が平坦である」という条件をつけると、計画線量と測定線量の差は概ね3%以内に収まることがわかった。

#### A. 研究目的

（1）陽子線・重イオン線治療では、従来の X 線治療と比べて非常に変化に富む照射機器の設定が必要となる。患者毎にその設定は異なり、設定の小さなミスであっても線量分布は大きく異なり治療結果に重大な影響を及ぼすことがある。したがって、治療装置の設定は、そのほとんどが自動化されており、設定ミスを防ぐように配慮されているが逆にこのことは思いもよらない設定ミスを見しにくい状況にもなっている。このような状況から、陽子線・重イオン線治療に対する QA は、近年医療事故が発生している X 線治療にもまして重要性が高い。したがって、陽子線・重イオン線治療に関連してどのように陽子線・重イオン線治療の物理・技術的 QA を行っていくかの具体的な提言を行うことを目的とした。

（2）X 線強度変調放射線治療（IMRT）は、強度変調によって形成される線量分布を利用する線量集中型の放射線治療である。この手法は、腫瘍への線量を十分に与えつつ、正常組織やリスク臓器への線量を抑える手法

であり、従来の X 線治療ではなし得なかった利点をもっている。このような複雑な照射方法を行うには、治療装置や治療計画装置の性能向上が必須であるのはもちろんのこと、使用者側にもこれまで以上に高い品質管理能力が求められている。そこで、治療装置など個々の装置の質的管理に加え、治療計画装置で計画した通りに照射が実行されているかを確認する総合的な検証作業が不可欠となってくる。これは、臨床上使用可能かを判断する大変重要な作業である。そのため、治療の品質を保証できるような検証内容の項目立て、測定方法、評価指標などを検討し、検証プログラムを慎重に作成していく必要がある。検証作業では、治療計画により得られた各ビームパラメータを検証用ファントムに対して設定、線量計算し、実測と比較する。検証項目は、線量評価と線量分布評価に分けられる。当院では、電離箱線量計を用いて線量評価点での測定を行い、フィルムを用いて線量分布を測定する方針で進めている。このような検証を進めるにあたって、これまで多くの基本的検討を重ねてきた。

## B. 研究方法

(1) 陽子線・重イオン線治療は精度の高い治療であるので、線量分布計算の正確性または誤差や機器設定の誤差に起因する線量分布の曖昧さが非常に重要になってくる。この誤差を考慮に入れて治療を進めることが陽子線・重イオン線治療の治療成績を向上させることには必要不可欠な条件である。従って、機器の誤差がどの程度の大きさになっているのかを、治療を実行する医師が十分に把握できるシステムを作らなくてはならない。すなわち、陽子線・重イオン線治療のQAでは、常に線量計算法や治療装置に起因する線量分布の誤差を推定できる適切な装置やシステムの誤差を明らかにし、維持していく方策を示していくことが最も重要な役割である。その観点からQA案を作成した。

(2) IMRT 検証に際して線量評価点の選択条件について概要を検討した。線量評価点は、PTVに相当する高線量領域に1点、脊髄などリスク臓器に相当する低線量領域に1点、そしてアイソセンターの合計3点とした。「高線量領域」と「低線量領域」は、臨床上重要であるとの観点から、また、アイソセンターは、一連の検証作業を通じた共通点という認識から選んだ。さらに「高線量領域」、「低線量領域」内のどこに評価点をおくかの選択条件として、「線量分布が平坦である」という条件も加えた。これは、線量計設置位置精度に代表されるような幾何学的配置精度の影響をあらかじめ把握して、線量検証の許容可否判断の煩雑さをすこしでも減らすためである。どの程度平坦であれば良いかの指標は、1mmの位置変化に対して線量変化量が $\pm 3\%$ 以内であれば良いとした。この条件

は、過去の検証データを解析し直すことで、実際どの程度位置ずれが生じ、その結果が測定線量にどのくらい影響していたのかを見積もることにより決定した。

(倫理面への配慮)

本研究ではいずれも患者固有のデータは一切使用していない。

## C. 研究結果

(1) 陽子線治療については、以下の項目についてQA案を作成中である。

1. 照射体積・線量の評価
  - 1.1 臨床標的体積と計画標的体積
  - 1.2 標準照射体積の定義
  - 1.3 線量の評価
2. 照射装置の性能
  - 2.1 標準照射体積の形成
  - 2.2 陽子線・重イオン線治療照射
  - 2.3 患者位置決め
  - 2.4 患者の固定法・補助具
  - 2.5 治療計画装置
  - 2.6 呼吸同期照射
3. 設定マージンの計算
4. 治療照射システム受け入れ試験と日常のQA項目
  - 4.1 QAの方法
  - 4.2 受け入れ試験項目
  - 4.3 日常QA項目

(2) IMRTについては、大部分の検証プランにおいて測定線量は計画線量と3%程度で一致しているのが、測定線量が計画線量に対して10%程度ずれた検証プランについて、フィルムデータを利用して、測定位置ずれの度合いと測定線量の相対的変化量を見積もった。方法は省略するが、計画線量と測定線量との違い-10%は、測定位置が

1.5mm 程度ずれたとすれば説明することができた。

このようなデータ解析を毎検証ごとに行うのもひとつの方法である。しかし、我々は、あらかじめ 1mm の位置変化に対する線量変化量を治療計画装置にて計算しておき、位置ずれによる線量変化量を見積もることにした。さらに、3%/1mm 以内という条件に当てはまる線量評価点を選択することにより、あらかじめ位置ずれによる線量誤差を抑えることにした。これにより、検証時の誤差について位置ずれ以外の誤差要因に的を絞ることが可能となり、検証時間の短縮につながると考えられた。

#### D. 考案

(1) 粒子線治療のQAを応用することにより三次元光子線治療のQAを作成することは可能であると考えられた。

(2) IMRT 検証プログラムの作成には大変多くの要素が関連しており、検討すべき要素はまだ多く存在している。今後も随時見直しを行い、効果的に治療の品質を保證するものに発展させてゆく予定である。

#### E. 結論

(1) 陽子線・重イオン線治療におけるQA案を作成中である。今後これらを光子線のQAにフィードバックをかけることも可能である。

(2) IMRT の検証は慎重に行う必要がある。

#### F. 健康危険情報

なし

#### G. 研究発表

#### 1 論文発表

- 1) 荻野尚：放射線照射方法とその治療—粒子線治療. JOHNS 2004;20:191-194.
- 2) 荻野尚：日本における荷電重粒子線治療の現状と将来について教えて下さい. 放射線治療—専門医にきく最新の臨床 (渋谷均、笹井啓資、小久保雅樹編)、中外医学社、東京 2004;18-21.
- 3) 荻野尚：3. 粒子線治療 陽子線治療の現状と展望. INNERVISION 2004;19(8):16-19.
- 4) 荻野尚：癌放射線療法の進歩. Biotherapy 2004;18:549-554.

#### 2 学会発表

- 1) 河野良介、勝田昭一、西尾禎治、伍賀友紀、河島光彦、宮岸朋子、大山正哉、荻野尚：IMRT 検証における全散乱係数の絶対線量への影響. 第 91 回日本医学物理学会 2006/4/7
- 2) 宮岸朋子、河野良介、西尾禎治、伍賀友紀、遠山尚紀、大山正哉、河島光彦、池田剛、楠輝文、酒出里美、福原里恵、横山健一、荻野尚：IMRT 検証における線量計設置位置精度と絶対線量測定精度の相関. 第 91 回日本医学物理学会 2006/4/7
- 3) 宮岸朋子、河野良介、西尾禎治、伍賀友紀、大山正哉、河島光彦、福原里恵、横山健一、荻野尚：IMRT 検証における位置精度を考慮した線量評価点選択に関する指針について. 第 19 回日本放射線腫瘍学会 2006/11/23
- 4) 西尾禎治、河野良介、宮岸朋子、伍賀友紀、大山正哉、河島光彦、荻野尚：IMRT 絶対線量検証における半自動最適評価点検査法. 第 19 回日本放射線腫瘍学会

2006/11/23

5) 河野良介、宮岸朋子、西尾禎治、伍賀友紀、福原里恵、平野江里子、横山健一、河島光彦、大山正哉、荻野尚 : IMRT 線量検証における Tough Water ファントム利用に関する基礎的評価. 第 19 回日本放射線腫瘍学会 2006/11/23

6) 河野良介、宮岸朋子、西尾禎治、伍賀友紀、福原里恵、河島光彦、平野江里子、横山健一、大山正哉、荻野尚 : 国立がんセンター東病院における IMRT 線量検証プログラム. 第 19 回 日本放射線腫瘍学会 2006/11/23

7) 伍賀友紀、西尾禎治、河野良介、横山健一、福原里恵、木藤哲史、佐々木達也、上田隆司、大山正哉、荻野尚 : IMRT の線量検証に使用するフィルムの特性評価. 第 19 日本放射線腫瘍学会 2006/11/23

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）  
地域がん診療拠点病院の機能向上に関する研究（H16-がん臨床-023）

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 16-18 年度総合研究報告書

分担研究者 遠藤 真広 独立行政法人放射線医学総合研究所開発推進部 部長  
(平成 16 年 4 月-18 年 3 月)

**研究要旨：**医療の質が議論されるようになり、放射線治療においても QA/QC を行う必要が生じている。現在の日本の放射線治療施設では、QA/QC は主に放射線技師の仕事となっているが、近年、過大・過少線量投与の事故報道が絶えない。これは各施設が独自に行う QA のみでは不十分で、第三者の確認が必要であることを物語る。このような状況を鑑み、各施設の QA 実施状況を調査し、また、研究調査として投与されている吸収線量を測定することは重要なことと思われる。各施設の吸収線量を訪問および郵送により調査した。

A. 研究目的

放射線治療施設の QA/QC の実体を調査し、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、これが治療を受ける患者の予後改善に寄与する事を目的とする。第三者機関を設立する際に必要な情報を得る。

B. 研究方法

放射線治療施設に対し、アンケート調査、郵送による線量調査、訪問による線量調査を行い、放射線治療の実体を把握する。また、この調査研究を通して、QA/QC の意識向上のための啓蒙活動を行う。線量調査を実際に行い、必要な人員、費用および手法などについて検討する。

C. 研究結果及び考察

20 施設に対して訪問調査を行った。測定方法は標準測定法'01 に従い、水ファントムを使用している。測定対象装置数、ビーム数はそれぞれ 30 装置、50 ビームとなっている。このうち測定値が指定線量と 3%以上 5%未満

の相違のあった施設は 5 施設 5 ビームであり、それぞれ現場にて相違の原因について議論した。5%以上の相違のあった 2 施設 3 ビームについては、現場にて追加の測定などを行い、原因と対処方法などについて議論した。

郵送による線量調査を 34 施設 36 装置 68 ビームについて行った。5%以上の線量の相違があった施設は 9 施設であった。測定に際しては昨年度の研究調査で評価されている固体ファントムを使用した。

調査対象となった施設は調査協力を快諾してもらった施設で、放射線治療施設の中では QA に関して意識の高い施設と考えられるが、5%以上相違のあった施設が訪問調査で 10%、郵送調査で 26%となっている。各施設 QA を実施しているが、施設内での評価のみでは十分でないことが分かった。治療線量を各施設でそろえるためにはこのような第三者測定機関は必要である。この相違の中には郵送調査の手順書に問題があり、施設対応者がこちらの意図と異なる照射を行った例があった。また、施設対応者から、測定した線量の結果について評価してほしい旨依頼があった。これらについては、今後対応していく必要がある。

今年度の訪問調査時に電離箱線量計とガラス線量計の出力の装置を比較し、各種補正係数を決定した。電離箱線量計の測定値とガラス線量計の測定値の相違は標準偏差 1%になることが分かり、放射線治療施設の吸収線量のスクリーニングには十分な精度があることが分かった。また、これまで行ってきた固体ファントムを用いた郵送調査と同様に、水ファントムを用いた照射においても同等の結果が得られることが分かったため、今後、放射線治療施設に水ファントムが導入されていけば施設水ファントムを使った郵送調査を実施することが可能となった。

訪問調査について、手順書などを作成した。手順書のみでは不十分な可能性があるため、測定に関する打ち合わせを行った。このうち合わせに参加するか、訪問調査に何度か立ち会うことで、調査員として測定ができるよう

になると思われる。郵送調査についても手順書を作成した。作業には特に熟練を要しないが、手順をきちんと理解して作業する必要がある。これらの手順書は必要に応じて順次改訂していく予定である。

#### D. 結論

今回調査に協力してもらった施設の中で 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。海外の例を見ても分かるように、放射線治療を行う上で第三者機関による線量の確認は必須であることがわかる。施設においてはQAのシステムを構築するとともに、第三者による線量の確認を実行できるようにしなければならない。

厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）  
平成 16－18 年度総合研究報告書  
地域がん診療拠点病院の機能向上に関する研究（H16-がん臨床-一般-023）

分担研究者 手島 昭樹 大阪大学大学院医学系研究科教授  
（平成 16 年 4 月－19 年 3 月）

研究要旨 地域がん診療拠点病院の院内がん登録整備作業を支援するために以下をおこなった。1) 既存の標準項目に治療情報と施設構造情報を充実させることを提案した。2) 臓器別がん登録グループ（前立腺、食道、子宮頸部、乳腺）、厚生労働省がん研究助成金総合研究班山崎班と情報共有化のための意見交換と技術開発を行った。3) 地域がん診療拠点病院の病院情報システム HIS、放射線情報システム RIS との接続状況を調査した。4) 米国 National Cancer Database（NCDB）のデータセンターである American College of Surgeons（ACoS）を視察・情報交換を行った。5) 日本版 NCDB（JNCDB）のプロトタイプを乳癌、前立腺癌、食道癌、子宮頸癌について開発した。6) 日米 NCDB ワークショップを開催した（第 3 次対がん 10 ヶ年戦略研究事業（H16-3 次がん-039）および厚生労働省がん助成金 18-4 との共催）。

A. 研究目的

地域がん診療拠点病院における院内癌登録整備作業を支援するため、(1) 臨床現場で有用性の高い治療過程、構造情報を充実させた JNCDB を構築し、既存の臓器別がん登録との情報共有による入力作業重複回避の方法を開発する。(2) 米国 NCDB の方法と現状につきワークショップを開催し情報収集に努める。

B. 研究方法

1) 臓器別癌登録グループ、山崎班との情報共有のために個人情報部分の不可逆匿名化の技術開発を臓器別がん登録と JNCDB で標準化する。2) JNCDB プロトタイプを乳癌、前立腺癌、食道癌、子宮頸癌について約 200 調査項目を策定し開発する。3) 米国 NCDB を視察、また日米ワークショップを開催する。4) 地域がん診療拠点病院の

HIS、RIS 接続状況を調査する。5) 日米 NCDB ワークショップを平成 19 年 2 月 27-28 日にがん研究振興財団 3 階国際会議場で実施する。

C. 研究結果

1) ハッシュ化（不可逆難読化）により共有の照合可能となった。2) 調査項目絞り込みと最終調整中である。3) 米国 NCDB はがん登録が法制化され、腫瘍登録士が多く、院内がん登録ベンダーが NCDB 用に成型を行い、シーケンシャル・テキスト・ファイルで提出可能にしていた。4) HIS と RIS の接続状況は 10%以下であった。

2) 米国 NCDB の視察、日米ワークショップの開催を通じて、米国におけるがん登録の動機（法制化ではなく ACoS の必要要件）、方法と信頼度、個人情報保護との関連などにつき情報交換を行った。



#### D. 考察

院内がん登録データを生かし各施設の診療の質を向上させるには治療（過程）情報の充実と人員・装備（構造）情報が必須である。結果評価は地域がん登録との共有が必要でもある。JNCDB は上記要求を満たし各種がん登録間の入力作業重複を回避し、臨床現場により有用な情報を還元する。わが国の HIS/RIS 接合は早急な改善を要する。

#### E. 結論

JNCDB 開発と運用によりわが国の癌診療の実態が正確に把握され、診療の質向上の方向性を具体的に示す事ができる。

#### F. 健康危険情報

なし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

Nakamura K, Teshima T, et al.  
Radiotherapy for localized  
hormone-refractory prostate cancer in  
Japan. *Anticancer Research* 24: 3141-46,  
2004.

Ogata Y, Teshima T, et al. Particle  
irradiation suppresses metastatic  
potential of cancer cells. *Cancer  
Research* 65(1): 113-20, 2005.

##### 2. 学会発表

Mitsumori M, Teshima T, et al. Patterns  
of Care Study of breast conserving  
therapy in Japan: Comparison of the  
treatment process between 1995-1997 and  
1999-2001. *46<sup>th</sup> ASTRO*, October 3-7, 2004.

Atlanta, GA, USA.

Sumi M, Ikeda H, Teshima T, et al. The  
Patterns of Care Study for non-small cell  
lung cancer treated with radiation  
therapy in Japan: Analysis of age. *46<sup>th</sup>  
ASTRO*, October 3-7, 2004 Atlanta, GA,  
USA

H. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)  
なし

### 研究要旨

地域がん診療拠点病院の機能向上において、中でもがん治療で高精度な機器を取り扱う放射線治療システムの整備は非常に重要な項目の一つである。近年、高精度化する放射線治療装置及びその技術において、その品質は必ずしも充分であるとは言い難く、放射線治療の品質管理（QC）がより重要視されている。この放射線治療のQA/QCの実施状況と各病院の機能評価は非常に密に関わりあっている。

本研究においては、特に放射線治療の中核にあたる治療計画システムに重点を置いた放射線治療の物理的なQCを包括的かつ有効的に実施することであり、それにより各病院の機能向上に貢献するはずである。

### A：研究目的

地域がん診療拠点病院に登録されている病院に関して、放射線治療の物理的なQCを包括的かつ有効的に実施するために、WEB形式を利用した物理パラメータ用QCサーバーシステムの構築を行う。構築したQCサーバーシステムを利用して、各地域がん診療拠点病院で利用している物理パラメータを第三者的な立場から管理し、病院の機能向上を行う。また、最近、各病院で普及の傾向にある体幹部定位放射線治療・IMRT・IGRTといった高精度放射線のQCにも充分対応出来るシステムの構築を行い、物理パラメータ用QCサーバーシステムの構築を完成させることを目的とする。拠点病院として当初登録の約100施設の病院を当面の対象とした。

### B：研究方法

（1）物理QAデータ管理システムの仕様の立案を行う。仕様を決めるにあたり、当センター及び厚生労働省科学研究費補助金（効果的医療技術開発推進臨床研究事業）「先進的高精度三次元放射線治療による予後改善に関する研究」で実施してきた治療計画装置の調査データ等を解析することで、特にどんな物理QAデータを管理していけば良いかを判断する。

（2）また、施設間での統一性の高いデータ取得

の為に、別途に郵送用小型汎用ファントムを作成し、その機能評価を行う。

（3）管理サーバーシステムはLinux OSで稼働し、多施設側（ユーザー側）はインターネットを経由して、データのやりとり、解析等を自らの手で実施出来るような仕様として構築する。絶対線量の決定において管理する必要のある物理パラメータを選出し、管理サーバーシステム上に、各施設からのパラメータ登録機能、登録済みパラメータ数値確認機能、パラメータグラフ表示及び数値解析機能等を、ユーザー側がWEB上で簡易的に扱えるようなアプリケーションソフトの開発を行った。

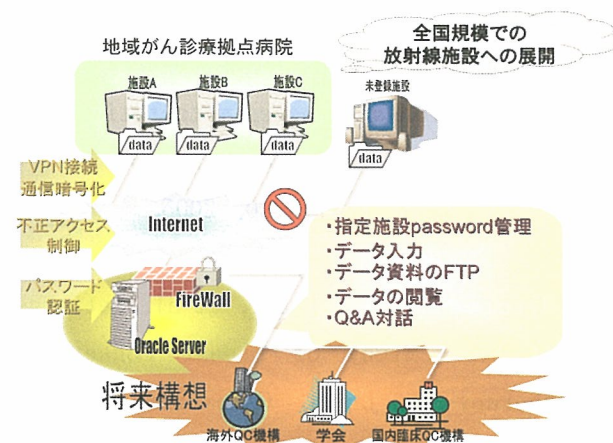


図1：物理パラメータ用QCサーバーシステムのご概念図。

また、管理サーバーシステムの WEB 上に Q&A 対話機能などを設け、基本的な測定法や計算法など良く判らないと言う施設からの要望に応えられるようにした。尚、これらの各施設のデータは厳重なセキュリティで十分管理可能なハード及びソフトの設計となっている（図 1 参照）。

### C : 研究結果

#### （1）各種係数の精度の統括管理と物理 QA データ管理システムの仕様の立案

これまで実施してきた治療計画装置の調査データの実績から、線量を定めるまた測定及び入力ミスを引きやすい、OPF 及び TMR の値は施設毎そして装置毎にあまり大きく依存しない傾向があることが判った。この手法によって係数の測定・計算間違いを見つけ出すことが出来た例を図 2 に、また、TMR の値の入力ミスを、データのグラフ化等で視覚的に見つけることが出来た例を図 3 に示す。

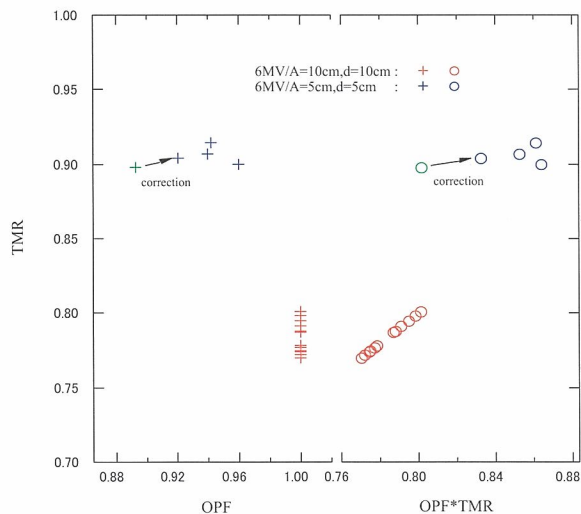


図 2 : 6MV 光子線の施設間での OPF 及び TMR の傾向グラフ。

絶対線量を決定する各種係数を一括データ管理することで、統計的誤差と経験則を考慮し各施設で利用している係数の精度を管理する。

放射線治療の品質向上、そして病院の機能向上において、まずは、最小限の労力でより効果的な項目を見極める必要がある。治療計画装置の調査データ

の結果から、治療において基本かつ非常に重要な絶対線量を決定する計算で利用される実測をベースとした各種係数を一括データ管理することがより有効的であると判断した。管理されたデータの統計的誤差と経験則を考慮し各施設で利用している係数の精度を管理する（図 3 参照）。また、物理 QA データ管理システム上に WEB サーバーを立ち上げることで、Q(Question)&A(Answer)の設置などで基本的な測定法や計算法など良く判らないと言う施設からの要望に応えられる環境作りも仕様を組み込む。

以下、物理 QA データ管理システムでの仕様項目の概略を列挙する。

- データ管理サーバーは Linux/Oracle、ネットワーク構成はセキュリティ管理で定評のある SSL-VPN を利用する。

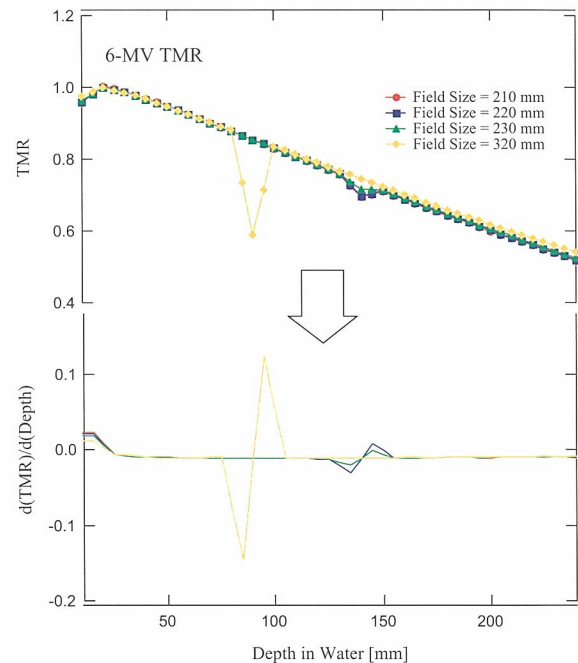


図 3 : 6MV 光子線の深部及び照射野ごとの TMR の傾向グラフ。

- 事務局及びホームページの立ち上げを行い閲覧出来るようにする。
- データ管理システムへのアクセスは各施設を password 管理とする。指定施設からしかアクセス出来ない WEB 画面とその他施設からもアクセス出来る WEB 画面を用意する。
- WEB 画面上で FTP ベースでの OPF、TMR、

Wedge Factor のデータシートを送信出来るようにする。尚、WEB の利用が出来ない施設はデータシートを郵送してもらう。

- 基準状態での RTP 装置からの MU 値算出結果のデータシートを送信出来るようにする。  
Ex) (A,d,wedge) = (10\*10,10, ×), (5\*5,5, ×), (20\*20,10, ×), (20\*10,10, ×), (不整形,10, ×), (10\*10,10,○), (5\*5,5,○), .....
- 測定に利用した線量計の種類と校正値と校正日時のデータシートを送信出来るようにする。
- 調査結果報告及びフォローアップ、Q&A の対応が円滑に出来るような仕組みを作る。

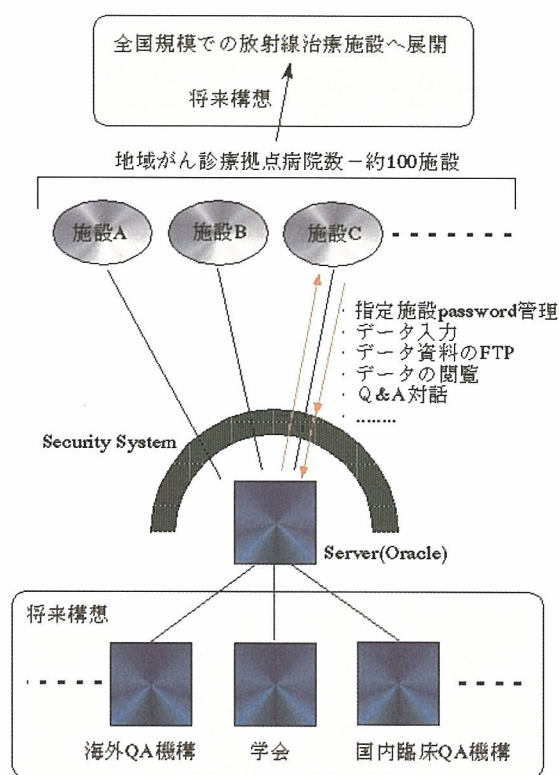


図4：データ管理システム概念図。

(2) 治療計画検証用小型汎用ファントムの作成  
郵送可能な大きさで、治療部位毎のモデルに組み替え可能な治療計画検証用小型ファントム (NCCE ファントム (仮名)) を作成した。図5は、頭頸部・肺・前立腺の治療部位に相当したファントムの組み合わせで、例として陽子線治療計画の結果 (治療計画での線量分布計算結果) を示している。このファントムは CT 撮影から始まる一連の治療計画の検証

に適しており、治療計画装置による線量計算結果とフィルムによる実測線量分布と線量計 (pin point chamber など) による絶対線量の測定の双方が出来るようになっている。

このファントムを利用した検証は多岐の内容に対応しているが、当面は以下のような実施を想定している。

- Film によって(A,d) = (10\*10,10)の照射野状態を測定する (照射野形状把握用と中心軸・光フィールド確認用の2パターン)。
- NCCE ファントムで、標準状態用 (均質水等価)・wedge 用・不均質用 (肺等価) の3パターンに関して、CT 撮影及び治療計画を実施し、RTP 装置からの plan output と I.C.を含むアキシヤル画像をそれぞれ出力する。

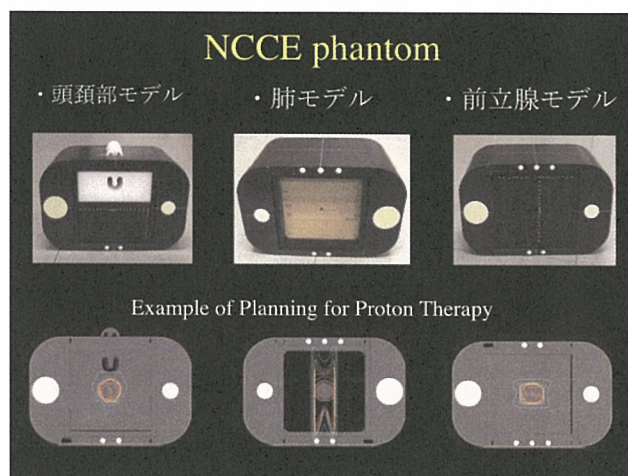


図5：NCCE ファントムを利用した際の陽子線における部位毎の治療計画検証結果の例。

### (3) 物理パラメータ管理サーバーシステムの構築

放射線治療品質向上に繋がると期待される、絶対線量を決定する物理パラメータ用管理サーバーシステムの構築を行った。システムに組み込まれている機能の整備を実施した。特に、絶対線量に関する物理パラメータの管理を重点的に実施可能なシステムを構築した。

ここで、現時点において、本システムで登録す