

た線量分割を試みることは、安易に行うべきではないと思われる。

しかし、今回の解析はレトロスペクティブ・スタディであり、アウトカムの起きた例数も少ない。また、線量分割を変更すること自体に、患者・病変の選択バイアスや、治療計画における担当医の偏った裁量など、種々のバイアスが混入している可能性がある。バイアスの除去、プロスペクティブな検討等により、更なる局所制御予後因子の検討を進めていきたい。

## E. 結論

I期非小細胞肺癌定位照射の局所制御率に、BED、T因子、Minimum doseの影響が示唆された。さらに、BEDが同等でも線量分割法により局所制御率が異なる可能性が考えられた。

## F. 健康危険情報

なし

## G. 研究発表

### 論文発表

1. Takeda K, Jingu K, Koto M, Fujimoto K, Narazaki K, Kubozono M, Saito H, Yamada S, Mitsuduka K, Ishidoya S, Ariga H, Arai Y, Yamada S. Predicting the severity of acute urinary toxicity after brachytherapy with iodine-125 for localized prostate cancer. *Tohoku J Exp Med.* 223(1): 55-60, 2011
2. Jingu K, Ariga H, Kaneta T, Takai Y, Takeda K, Katja L, Narazaki K, Metoki T, Fujimoto K, Umezawa R, Ogawa Y, Nemoto K, Koto M, Mitsuya M, Matsufuji N, Takahashi S, Yamada S. Focal dose

escalation using FDG-PET-guided intensity-modulated radiation therapy boost for postoperative local recurrent rectal cancer: a planning study with comparison of DVH and NTCP. *BMC Cancer*, 10: 127(online), 2010

3. Jingu K, Kaneta T, Nemoto K, Takeda K, Ogawa Y, Ariga H, Koto M, Sakayauchi T, Takai Y, Takahashi S, Yamada S. (18)F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography immediately after chemoradiotherapy predicts prognosis in patients with locoregional postoperative recurrent esophageal cancer. *Int J Clin Oncol.* 15(2): 184-190, 2010
4. 仲田栄子, 高井良尋, 小川芳弘, 有賀久哲, 山田章吾. ヒト大腸癌細胞株(DLD/1)において Capecitabine(Xeloda)と 2-methoxyestradiol(2-ME2、Panzem)を用いた化学放射線療法が及ぼす抗腫瘍効果についての基礎的検討. *放射線生物研究*, 45(10): 88-95, 2010

### 学会発表

1. H. Ariga, Y. Ogawa, K. Nemoto, K. Takeda, I. Sakayauchi, M. Koto, M. Kubozono, K. Narazaki. Long-term quality of life after surgical or non-surgical treatment of patients with resectable esophageal squamous cell carcinoma. *Radiat Oncol.* 96. Supple1: S283, 2010
2. H. Ariga, Y. Ogawa, K. Nemoto, K. Takeda, T. Sakayauchi, M. Koto, M. Kubozono, K. Narazaki, K. Jingu, R. Umezawa, G. Miyata, K. Onodera, T. Yoshioka, S. Kato and S. Yamada. Long-term quality of life after surgical or non-surgical treatment of patients

- with resectable esophageal cancer. Dis Esophagus. 23. Suppl1, 2010
3. 有賀久哲, 小川芳弘, 武田賢, 小藤昌志, 菅原俊幸, 清水栄二, 宮田 剛, 小野寺 浩, 山田章吾. 放射線による頭頸部食道癌治療. 頸部食道癌の治療: 手術と化学放射線療法の接点. 日本食道学会学術集会, 2010
  4. 梅澤玲, 有賀久哲, 武田賢, 小藤昌志, 菅原俊幸, 久保園正樹, 清水栄二, 白田祐子, 田邊隆哉, 山田章吾. 膀胱癌に対する放射線治療の検討. 第 122 回日本医学放射線学会北日本地方会, H22.6.25
  5. 石川陽二郎, 有賀久哲, 武田賢, 菅原俊幸, 久保園正樹, 神宮啓一, 梅澤玲, 清水栄二, 阿部恵子, 白田祐子, 田邊隆哉, 山田章吾. Gorhams disease に対して放射線治療を行った 1 例. 第 123 回日本医学放射線学会北日本地方会, H22.10.15
  6. 山本貴也, 神宮啓一, 有賀久哲, 武田賢, 菅原俊幸, 久保園正樹, 梅澤玲, 清水栄二, 阿部恵子, 白田祐子, 田邊隆哉, 石川陽二郎, 山田章吾. 放射線誘発性髄膜腫に対し過分割放射線治療を行った 1 例. 第 123 回日本医学放射線学会北日本地方会, H22.10.15
  7. 田邊隆哉, 神宮啓一, 有賀久哲, 武田賢, 菅原俊幸, 久保園正樹, 梅澤玲, 清水栄二, 阿部恵子, 白田祐子, 山本貴也, 石川陽二郎, 山田章吾. 膵臓がん術中照射 東北大学における 30 年間の治療成績. 第 123 回日本医学放射線学会北日本地方会, H22.10.15
  8. 武田賢, 神宮啓一, 久保園正樹, 菅原俊幸, 清水栄二, 白田祐子, 阿部恵子, 田邊隆哉, 有賀久哲, 山田章吾. 限局性前立腺癌に対する小線源治療(LDR)後の急性期尿路障害 第 123 回日本医学放射線学会北日本地方会, H22.10.15
  9. 阿部恵子, 神宮啓一, 有賀久哲, 武田賢, 菅原俊幸, 久保園正樹, 梅澤玲, 清水栄二, 白田祐子, 田邊隆哉, 山本貴也, 石川陽二郎, 山田章吾. 東北大学における前立腺小細胞癌の治療経験 第 123 回日本医学放射線学会北日本地方会, H22.10.15

研究分担報告書  
厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）

肺炎の臨床的指標に関する研究

研究分担者 唐澤克之（がん・感染症センター都立駒込病院 放射線科）  
研究協力者 岡野奈緒子（がん・感染症センター都立駒込病院 放射線科）、張大鎮（がん・感染症センター都立駒込病院 放射線科）、久保亘輝（がん・感染症センター都立駒込病院 放射線科、現群馬大学）、待鳥裕美子（がん・感染症センター都立駒込病院 放射線科）

研究要旨：各種のリスク因子と放射線肺臓炎の関係について調査した。2005/10月－2008/11月、当院で3D-CRTを行った症例84例。総線量は60-75Gy、一回線量は2.4-3Gyであった。各症例の呼吸機能(VC, %VC, FEV1.0, FEV1.0%)、腎機能(Creatinine, GFR)、糖尿病、PTVのsize、正常肺の照射野体積とその割合、mean lung doseを調査し、これらの要因やその組み合わせとRP(NCI-CTCAE ver.3.0 G0/1 vs G2/3, G0/1/2 vs G3)の関係を検討した。V5-V15のような低線量域の割合は、Grade2以上のRPの発生との関連が示唆された( $p < 0.005$ )。V20以上の割合は、重度の肺障害と相関する傾向がみられた。%VCが低い患者では明らかに重度のRPをおこしやすかった( $P < 0.005$ )。1秒量が低い患者では、同じV20であっても重度のRPをきたす傾向がみられた。拘束性肺障害と重度のRPの間には強い相関が認められた。V20以上の高線量域の割合や、同じV20でも低い1秒量は重篤なRPと関連している傾向が認められた。

A. 研究目的

胸部の照射において、我々が最も注意する有害事象の一つは、放射線肺臓炎である。Dose Volume Histogram (DVH) を見て、正常肺への照射線量を確認しながら照射範囲を決定する。しかし、それでも必要量の治療を行うことで肺臓炎は起こってしまうという現実はあるが、照射前の時点で、肺臓炎のリスクを判断でき、それを治療計画に反映させることができれば、無駄な肺臓炎の頻度は少なくなるだろう。

本研究では、放射線肺臓炎の中でも特に重度のもの(Grade3以上)を引き起こす要因を患者側の因子と治療計画上の因子に分けて解析し、さらにその相互に関連があるかどうか、またあるとすればどのような関

連があるのか、そしてそれが治療計画に際して、どのように反映され、重度の放射線肺臓炎を予防することができる可能性があるのかについて検討を行った。

B. 研究方法

2005/10月－2008/11月、当院で3D-CRTを行った症例84例（原発性肺癌が69例、再発が5例、転移が10例）。いずれもリンパ節への予防照射は行わず、総線量は60-75Gy、一回線量は2.4-3Gyであった。各症例の呼吸機能(VC, %VC, FEV1.0, FEV1.0%)、腎機能(Creatinine, GFR)、糖尿病、PTVのsize、正常肺の照射野体積とその割合、mean lung doseを調査し、これらの要因やその組み合わせとRP

(NCI-CTCAE ver.3.0 G0/1 vs G2/3, G0/1/2 vs G3)の関係を検討した。

### C. 研究結果

VC:1.27-4.57L(mean 2.47L), %VC:52-126%(89.1%), FEV1.0:0.51-3.29L(1.65L), FEV1.0%:33.6-93.6%(68.5%)V5:4.31-46.4%(23.4%),V10:3.3-39.24%(19.50%),V15:2.64-32.46%(15.72%),V20:2.08-21.8%(11.20%),V25:1.75-16.3%(8.81%),V30:1.48-12.78%(7.09%),V35:1.26-9.89%(5.63%),V40:1.07-8.38%(4.53%)、PTV size 33.84-276.27ml (88.59ml)、Mean lung dose 1.5-14.8ml(7.71ml)であった。Grade 0/1/2/3 は 4/46/28/6 であった。V5-V15 のような低線量域の割合は、Grade2以上のRPの発生との関連が示唆された(p<0.005)。V20以上の割合は、重度の肺障害と相関する傾向がみられた。%VCが低い患者では明らかに重度のRPをおこしやすかった(P<0.005)。1秒量が低い患者では、同じV20であっても重度のRPをきたす傾向がみられた。GFRが低値の場合には、RPをおこしやすい傾向がみられた、その他の要因に関連は認められなかった。

### D. 考察

#### Single factor

VC、%VC、FEV1.0、Cre、GFRはGrade 3以上の重症の肺臓炎を有意に引き起こしやすいと考えられた。中でも、%VC、FEV1.0、Creには特に強い相関が見られた。患者側因子としては、その他のFEV1.0%やBSでは有意差は見られなかった。日常臨床では、DM患者で強い有害事象を経験する例があるが、今回の研究では有意さは見られなかった。一方、腎機能が悪い例では、

有害事象が強く見られる傾向があった。この原因としては、何らかの炎症性サイトカインの濃度が高く保たれてしまう可能性や代謝機能の低下が考えられる。

治療因子においては、V15までの比較的、低線量が照射された割合や mean lung doseはGrade2以上の軽度の肺臓炎との関連が強く、V20以上の比較的高線量が照射された割合は軽度よりは重度の肺臓炎との関連がある可能性が示唆された。

低肺機能や低腎機能の患者では容易に肺臓炎が起こる可能性がある。中でも特に20Gy以上照射する体積が大きくなるように注意すべきである。

#### Combined factors

V20とFEV1.0の間のみに関係性があるように見られた。

FEV1.0が低い患者では低いV20でも肺臓炎が起こる傾向がある可能性がある。

上記の直線はG3以上の症例の平均を取った傾きを計算しやすい関数となるように調整したもので、 $V20(\%)=FEV1.0(L) \times 10$  という関数である。この関数においては、OR:17.813(p<0.01), 95%CI:1.939-163.600と上記のsingle factorのcaseと比較して、明らかな有意差を認めており、これは、V20は単独で評価するよりも、FEV1.0の値と関係を考慮した補正をして評価する必要がある可能性を指摘している。本研究では肺臓炎の症例が少なく、実際の境界を算出するためには、症例数を増やして検討する必要がある。

この他に今年は何例かJCOG0702のCandidateとなる症例があったが、いずれも登録休止期間にあたってしまい、登録できなかった。

またASTROでは本発表の他、3Dノン

コプラナー原体照射の Central tumor への有用性、および FDG-PET-CT の SUV-max 値と予後との関係について発表した。

## E. 結論

拘束性肺障害と重度の RP の間には強い相関が認められた。V20 以上の高線量域の割合や、同じ V20 でも低い 1 秒量は重篤な RP と関連している傾向が認められた。

## F. 健康危険情報

拘束性肺障害と重度の RP の間には強い相関が認められた。V20 以上の高線量域の割合や、同じ V20 でも低い 1 秒量は重篤な RP と関連している傾向が認められた。

## G. 研究発表

学会発表

1. Okano N, Karasawa K, Kubo N, et al. The relationship between host factors such as FEV1.0 and therapeutic factors such as normal lung V20 in the occurrence of severe radiation pneumonitis. Int J Radiat Oncol Biol Phys 78. Supple 1, S529, 2010
2. Karasawa K, Okano N, Kubo N, et al. Three-dimensional non-coplanar conformal radiotherapy for the treatment of stage I non-small cell lung cancer. Int J Radiat Oncol Biol Phys 78. Supple 1, S501, 2010
3. Kubo N, Karasawa K, Fukayama M, Okano N, et al. FDG-PET is a prognostic factor of relapse-free survival in atage I non-small cell lung cancer with 3-dimensional non-coplanar conformal radiotherapy. Int J Radiat Oncol Biol Phys 78. Supple 1, S535, 2010

研究分担報告書  
厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）

新治療の臨床研究に関する研究

研究分担者 小久保 雅樹（先端医療センター 放射線治療科）

研究要旨：

- ・非小細胞肺癌に対する2つの定位放射線治療の臨床試験に参加し、症例を登録。
- ・画像誘導放射線治療技術を利用した新たな定位放射線治療装置を用いた動体追尾の実施のために、腫瘍を含む肺野透視画像とサロゲート信号の同時取得データの検討を行い、相関性を確認し、従来の定位治療よりもマージンを少なくすることができる可能性があることを示した。

**A. 研究目的**

非小細胞肺癌に対する2つの定位放射線治療の臨床試験に患者を登録し、本治療の臨床評価を行うとともに、レトロスペクティブにまれな有害事象と再発時の治療を検討する。

新規開発高精度画像誘導放射線治療装置を用いた新治療法（動体追尾治療法）のための腫瘍位置とサロゲート信号の相関性を検討した。

**B. 研究方法**

JCOG 放射線治療研究グループによって行われている、臨床病期 IB 期の非小細胞肺癌に対する定位放射線治療の有効性と安全性を評価する臨床研究 JCOG0702 と、北海道大学を事務局とする、臨床的に原発性肺癌と診断された病理診断のつかない小型肺腫瘍に対する体幹部定位放射線治療の前向き臨床試験の2つの臨床研究に症例を登録し、臨床評価を行う。

産学連携において新たに開発した高精度画像誘導放射線治療装置を用いた新治療法である動体追尾治療法のために、腫瘍を含

む肺野透視画像とサロゲート信号の同時取得データの検討を行い、相関性が十分であるかを検討する。

（倫理面への配慮）

臨床試験への登録にあたっては当施設の倫理委員会の承認を得ており、ヘルシンキ宣言、臨床試験のガイドライン等に従い、患者の権利は保護されている。

当センターでの治療症例に対しては、全員から文書で定位放射線治療に対する同意を得ている。

**C. 研究結果**

臨床試験に症例を登録し、現在、嚴重に経過を観察中である。

最も大きな動きをする腫瘍頭尾方向の動きとサロゲート信号の動きには、0.8 を超える高い相関性が認められたが、移動量が比較的少ない背腹、左右方向に関しては相関性が低いケースが見られた。

ある症例では、サロゲート信号の動きが、腫瘍の動きよりも、0.2~0.4sec 遅れて応答していたため、比較的相関性が低い結果となった。

## D. 考察

今回得られた、腫瘍を含む肺野透視画像とサロゲート信号の同時取得データを元に、腫瘍とサロゲートの相関性を求めた結果、概ね±2～3mm程度のマージンに入る相関性が得られ、従来の定位治療よりもマージンを少なくすることが出来る可能性があることを確認できた。また、後解析で実施した透視画像に対する腫瘍位置検出機能確認では、腫瘍識別の容易さと正確性の面での課題が認識されると同時に、課題を解決するための今後の臨床研究の方針が確認された。

## E. 結論

臨床試験への登録、動体追尾法の臨床応用のための相関性の検討を行った。本新治療法が承認されれば、肺癌治療において画期的なことであり、局所制御率の向上が期待される。

## F. 研究発表

### 論文発表

1. Nakamura M, Sawada A, Ishihara Y, Takayama K, Mizowaki T, Kaneko S, Yamashita M, Tanabe H, Kokubo M, Hiraoka M. Dosimetric characterization of a multileaf collimator for a new four-dimensional image-guided radiotherapy system with a gimbaled x-ray head, MHI-TM2000. Med Phys 2010;37:4684-91.
2. Neri S, Takahashi Y, Terashi T, Hamakawa H, Tomii K, Katakami N, Kokubo M. Surgical Treatment of Local Recurrence After Stereotactic Body Radiotherapy for Primary and Metastatic Lung Cancers. J Thoracic Oncol 2010;5:2003-7.

### 学会発表

1. Ishihara Y, Sawada A, Nakamura M, Kaneko S, Takayama K, Mizowaki T, Kokubo M, Hiraoka M. Development of Monte Carlo dose verification system for MHI-TM2000. 52nd Annual Meeting of American Association of Physicists in Medicine. Philadelphia, USA. Jul 18-22, 2010.
2. Kokubo M, Takayama K, Nagano K, Ueki N, Sakanaka K, Yamashita M, Tanabe H, Furukawa H, Mizowaki T, Hiraoka M. Initial clinical experiences using a newly developed image-guided radiotherapy system. 29th Annual Meeting of European Society of Therapeutic Radiology and Oncology. Barcelona, Spain. Sep 12-16, 2010.
3. Nakamura M, Sawada A, Ishihara Y, Takayama K, Mizowaki T, Kaneko S, Yamashita M, Tanabe H, Kokubo M, Hiraoka M. Dosimetry and physical characteristics of a multileaf collimator for a new image-guided radiotherapy system, MHI-TM2000. 29th Annual Meeting of European Society of Therapeutic Radiology and Oncology. Barcelona, Spain. Sep 12-16, 2010.
4. Mukumoto N, Nakamura M, Sawada Takahashi K, Miyabe Y, Takayama K, Mizowaki T, Kokubo M, Hiraoka M. Verification of the tracking accuracy for a four-dimensional image-guided radiotherapy system with a gimbaled X-ray head, MHI-TM2000. Asia-Oceania Conference of Medical Physics 2010. Taipei, Taiwan. Oct 15-17, 2010.
5. Ishihara Y, Sawada A, Nakamura M, Kaneko S, Takayama K, Mizowaki T, Kokubo M, Hiraoka M. Development of Monte Carlo dose verification system for MHI-TM2000 in

- step-and-shoot Cases. 52nd Annual Meeting of American Society of Therapeutic Radiology and Oncology. San Diego, USA. Oct 31-Nov 4, 2010.
6. Shiinoki T, Sawada A, Nakamura M, Miyabe Y, Matsuo Y, Takayama K, Mizowaki M, Kokubo M, Itoh A, Hiraoka M. Variations of monitor unit on swing irradiation using a gimbaled X-ray head of MHI-TM2000 system; a simulation study. 52nd Annual Meeting of American Society of Therapeutic Radiology and Oncology. San Diego, USA. Oct 31-Nov 4, 2010.
  7. Kosaka Y, Kokubo M, Nishimura H, Ueki N, Tagawa Y, Okuno Y. Clinical outcomes of stereotactic body radiotherapy for lung metastases. 52nd Annual Meeting of American Society of Therapeutic Radiology and Oncology. San Diego, USA. Oct 31-Nov 4, 2010.
  8. Mizowaki T, Takayama K, Miyabe Y, Kaneko S, Kokubo M, Hiraoka M. Potential advantages of a new irradiation technique: three-dimensional unicursal irradiation with MHI-TM2000. 52nd Annual Meeting of American Society of Therapeutic Radiology and Oncology. San Diego, USA. Oct 31-Nov 4, 2010.



研究分担報告書  
厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）

肺癌に対する IMRT の臨床研究

研究分担者 小塚 拓洋（癌研有明病院 放射線治療科）

研究要旨：

本分担研究では肺癌に対する強度変調放射線治療(IMRT)の確立を目指している。今年度は呼吸を模して動くファントムに対し、肺 IMRT を想定した動くリーフで照射を行った。実際の照射は呼気相に同期して行い、治療計画および静止したファントムに照射した際の線量分布と比較した。また、当院の同時化学放射線治療症例のターゲットに対する線量を比較し、適切な処方方法についても検討した。

A. 研究目的

肺癌は呼吸により腫瘍が移動する。従来の照射法と異なり、IMRT では常に腫瘍の一部しか照射されないため、IMRT の線量分布は静止した CT を元に計算した分布と異なることが予想される。そこで、呼吸を模して動くファントムを用い肺 IMRT を行い線量分の相違点について検討した。また、IMRT では標的内の線量のばらつきが大きく、従来のように 1 点で線量を決めることができない。そのため適切な線量処方方法についても検討した。

B. 研究方法

単純な 1 軸可動ステージ上に 3cm の肺腫瘍を模したファントムをのせ、静止時および移動時に照射を行い線量分布の比較を行った。照射方法は、従来の方法を想定した前後斜入の 4 門照射と、肺 IMRT を想定した 4 方向からの DMLC を用いた照射を行った。

通常放射線治療では PTV の線量分布で評価を行うが、肺の放射線治療では PTV 内に電子密度の低い肺がどの程度含まれるかに

よって、PTV の線量分布 (DVH) は大きく異なる。肺では二次 X 線の減少のため線量が低くなるが、腫瘍が呼吸性移動により CT 上の肺の部分に移動した場合には、二次 X 線が増加し、治療計画の線量に比べ実際の線量が高くなることが予想される。そのため、肺の IMRT で PTV の D95 処方を行うと PTV 内に含まれる肺の割合により症例ごとの線量のばらつきが大きくなる可能性がある。そこで肺の IMRT の線量処方の一つの方法として GTV の線量で処方することを考え、従来の照射法で治療を行った症例の GTV の線量について調べた。

(倫理面への配慮)

本研究はファントムによる測定と治療計画上の線量調査を用いた研究であり倫理的な問題は生じない。

C. 研究結果

肺の腫瘍の呼吸性移動を評価するために、振幅 2.2cm 周期 4 秒でファントムを移動させ呼気相に相当する移動幅 5mm の部分で同期照射を行った。従来の照射法を静止時と上記の条件での同期照射時とを比較する

と、PTV内の線量はほぼ3%以内であった。PTVの外側の線量勾配域は、頭側では線量が高く、尾側で線量が低くなった。同様にIMRTで静止時と同期照射時を比較した。PTV内の線量は従来法と同様な傾向であったが、PTVの外側の線量勾配域では呼吸性移動による頭尾方向のずれだけでなく、リーフの移動による影響が現れ、従来法に比べ線量の高い部分と低い部分が頭尾方向から斜め方向にシフトした。

2005年9月～2010年3月までに当院で非小細胞肺癌に対し同時放化療症例について、GTVの線量について調べた。原発巣(GTV-T)の最低線量は平均96.8% (95%信頼区間：83.4～110.2%) とばらつきが大きかったが、D99は平均100.3% (95%信頼区間：94.3～106.3%)であった。リンパ節(GTV-N)平均91.7% (95%信頼区間：67.6～115.7%)、D99は、96.2% (95%信頼区間：82.5～109.9%)であった。

#### D. 考察

肺の放射線治療では、腫瘍の呼吸性移動について考慮する必要がある。本研究では、5mm程度の移動範囲内で照射することを想定し、肺のIMRTの線量分布が静止時とどの程度異なるのかを検討したが、PTV内の線量に大きな変化は見られなかった。さらに条件を変えて、検討する予定である。

線量処方については、原発巣のD99は100%に近く、ばらつきも小さかった。リンパ節領域は脊髄との位置関係などで十分照射野に含めることができない場合があるため、ばらつきが大きいものとする。肺のIMRTではPTV内に含まれる肺の割合によってPTVへの十分な線量投与が困難な場合がある。ICRUレポート83でIMRTの線量

報告にターゲットの最低値に近い値としてD98の報告が推奨されており、肺のIMRTの処方方法としてGTVのD99やD98を用いることも可能かもしれない。

#### E. 結論

ファントムの実験において、DMLCを用いた肺IMRTをおこなってもPTVの線量が保たれることが明らかになった。また、GTVのD99処方も、処方方法として利用可能であることがわかった。

#### F. 健康危険情報

なし

研究分担報告書  
厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）

障害予測に関する研究

研究分担者 塩山 善之（九州大学大学院医学研究院 重粒子線がん治療学講座）

研究要旨：

体幹部定位放射線治療（48Gy/4回）を行った末梢型肺腫瘍症例を対象に、治療関連の肋骨骨折の頻度・重症度およびそのリスク因子に関する検討を行った。腫瘍-胸壁間距離、最大線量および30Gy以上の高線量容積と強く関連することが示唆された。

A. 研究目的

肺腫瘍に対する低リスク定位放射線治療の確立を目的に、障害リスク因子の検討および定位放射線治療技術の向上を図る。

B. 研究方法

1. 手術不能または高齢者手術拒否 T2N0M0 非小細胞性肺癌を対象とした体幹部定位照射の前向き Phase 1 臨床試験（JCOG0702）および組織未確定原発性肺癌に対する定位照射の多施設臨床試験に参加し、施設倫理委員会に申請、承認を得た上で、症例登録および治療後の評価を行う。

2. 2003年～2007年に体幹部定位照射を行った末梢型肺腫瘍（原発および転移）で線量分割として1回12Gy、総線量48Gyが用いられ、CTで6ヶ月以上の観察期間のある症例（116症例）を対象に、治療関連有害事象としての肋骨骨折の頻度・重症度の評価とそのリスク因子について、DVH解析を含めた更なる解析を行った。

（倫理面への配慮）

研究の実施に当たっては、当施設の倫理委員会の承認を経た上で行った。また、臨床試験の登録については、患者の権利と自

由意志を尊重し、調査対象症例のプライバシー保護対策を強固にしている。

C. 研究結果

1. T2N0M0 非小細胞性肺癌を対象とした体幹部定位照射の前向き Phase 1 臨床試験（JCOG0702）においては、1症例の登録を行いプロトコール治療を実施し、現在経過観察中であるが grade2 以上の有害事象は見られていない。また、組織未確定原発性肺癌に対する体幹部定位照射の前向き臨床試験に新たに5症例（計6症例）の登録を行い、プロトコール治療を実施した。腫瘍は縮小傾向で、現在までに副作用を認めていない。

2. 1回12Gy、総線量48Gy定位照射を行った末梢型肺腫瘍116症例（観察期間6-69ヶ月）のうち、28症例（46肋骨）に定位照射関連の肋骨骨折を認め、3年累積発生頻度は3年：37.7%であった。症状（疼痛等）を伴った症例は50%であり、1例を除き grade2 以下であった。臨床的因子として、年齢、性別、喫煙の有無、腫瘍径、腫瘍-胸壁間距離について肋骨骨折の相関を調べた結果、腫瘍-胸壁間距離のみが統計学的に有意な因子であり、1.8cm未満では3年の累積

頻度は59%の頻度(1.8cm以上:26%)であった。一部でも20Gy以上の照射を受けた374肋骨に関してDVHパラメーター(Dmax, V10-V40)と肋骨骨折との関連を解析の結果、V10を除き、いずれの因子も骨折群で有意に高値を示した。ROC解析では、Dmax V40、V30 V20の順で相関が強い傾向を示した。また、ROC解析により決定されたDmax, V40, V30のカットオフ値以下の肋骨群では3%以下と極めて低頻度であった。

#### D. 考察

1. 組織未確定原発性肺癌に対する体幹部定位照射を行った。有効かつ安全な治療法と考えられるが、治療効果・副作用の両面で更なる経過観察が必要である。

2. 肺定位照射(1回12Gy、総線量48Gy)後の放射線誘発肋骨骨折は従来考えられていたよりも頻度の高い有害事象であると考えられ、最大線量および30Gy以上の高線量容積が強く関連することが示唆された。症状は一過性かつ軽症が多いが放射線誘発肋骨骨折は治癒が遅延し骨癒合が得られにくいことが知られており、根治性を損なわない範囲で可能な限り避けるべき有害事象の一つと考えられ、今回明らかとなったDVH因子をもとに新たな低リスク照射法に関する研究を進める予定である。

体幹部定位照射は小型肺腫瘍に対する極めて有効な治療法であるが、リスク低減のために更なるリスク因子の解析および治療法の開発を行う必要がある。

#### F. 健康危険情報

特になし。

#### G. 研究発表

##### 論文発表

1. Isoyama Y, Shioyama Y, Nomoto S, Ohga S, Nonoshita T, Onishi K, Matsuura S, Atsumi K, Terashima K, Hirata H, Honda H. Carboplatin and etoposide combined with radiotherapy for limited-stage small-cell esophageal carcinoma: three cases and review of the literature. *Jpn J Radiol* 2010; 28(3):181-187.
2. Terashima K, Shioyama Y, Nomoto S, Ohga S, Nonoshita T, Ohnishi K, Atsumi K, Yabuuchi H, Hirata H, aHonda H. A case of radiation fibrosis appearing as mass-like consolidation after SBRT with elevation of serum CEA. *Case Report in Medicine*. 2010, 986706
3. Nonoshita T, Shioyama Y, Nakamura K, Nakashima T, Ohga S, Yoshitake T, Ohnishi K, Terashima K, Asai K, Honda H. Concurrent chemoradiotherapy with S-1 for T2N0 glottic squamous cell carcinoma. *J Radiat Res*. 2010; 51(4):481-484.
4. Ohnishi K, Shioyama Y, Nakamura K, Nakashima T, Ohga S, Nonoshita T, Yoshitake T, Terashima K, Komune S, Honda H. Concurrent Chemoradiotherapy with S-1 as First-line Treatment for Patients with Oropharyngeal Cancer. *J Radiat Res* 52(1): 47-53. 2011.
5. 松延 亮, 塩山善之, 上原 智, 大賀才路, 渥美和重, 松村泰成, 坂本直孝, 吉川正博, 井口厚司, 本田 浩. 限局性・局所進行前立腺癌に対する放射線外部照射併用高線量率組織内照射. *福岡医誌* 101(4):75—83, 2010.
6. 中島寅彦, 中村和正, 白土秀樹, 安松隆治, 藤 賢史, 塩山善之, 小宗静男. 早期舌癌

に対する手術療法の治療成績—放射線治療との比較—。日耳鼻 113: 456-462, 2010.

7. 島中正光, 吉浦敬, 塩山善之, 本田 浩. 画像診断の新たな展開 MRI による治療効果や予後の予測. 福岡医誌 101 (3) : 41-45, 2010
8. 塩山善之. 第 7 章 7-92 脊椎・脊髄転移. p1212-1216 がん・放射線療法 2010. 大西洋, 唐澤久美子, 唐澤克之 編著, 篠原出版新社
9. 吉武忠正, 塩山善之. 12-1 緊急照射-脊椎・脊髄転移. p150-151. がん・放射線療法 2010 別冊 代表的照射野とCT上のターゲット. 大西 洋, 唐澤久美子, 唐澤克之 編著, 篠原出版新社

#### 学会発表

1. Ohnishi K, Shioyama Y, Hatakenaka M, Abe K, Ohga S, Nonoshita T, Yoshitake T, Nakashima T, Nakamura K, Honda H. Predicting local failure with pretreatment diffusion-weighted MRI in patients treated with definitive radiotherapy for hypopharyngeal or oropharyngeal squamous cell carcinoma. 29th Annual Congress of European Society for Therapeutic Radiology and Oncology: ESTRO 29, Sep.12-16, 2010.
2. Shioyama Y, Ohga S, Yoshitake T, Nonoshita T, Ohnishi K, Terashima K, Asai K, Nakamura K, Hirata H, Honda H. Clinical Results of Stereotactic Body Radiotherapy for Stage I Small Cell Lung Cancer: A Single Institutional Experience. Int J Radiat Oncol Biol Phys 78. Supple. S526.
3. Hatakenaka M, Nakamura K, Yabuuchi H, Shioyama Y, Matsuo Y, Ohnishi K, Sunami , Kamitani T, Yoshiura T, Honda H. Pretreatment

- ADC of the Primary Lesion Correlates with Local Failure in Head and Neck Cancer Treated with Chemoradiotherapy or Radiotherapy. Int J Radiat Oncol Biol Phys 78, Supple, S445-S446
4. Asai K, Shioyama Y, Ohga S, Nonoshita T, Yoshitake T, Ohnishi K, Terashima K, Matsumoto K, Hirata H, Honda H. Radiation Induced Rib Fractures after Hypofractionated Stereotactic Body Radiation Therapy: The Risk Factors and Dose-Volume Relationship. Int J Radiat Oncol Biol Phys 78, Supple, S136-S137.
  5. Nakamura K, Anai S, Hirakawa M, Miyasaka M, Yoshikawa H, Sasaki T, Shioyama Y, Ohga S, Terashima K, Honda H. Respiratory-induced Prostate Motion in the Supine and Prone Positions as Assessed by Cine-magnetic Resonance Imaging. Int J Radiat Oncol Biol Phys 78, Supple, S386.
  6. Niibe Y, Nishimura T, Inoue T, Karasawa K, Shioyama Y, Ogawa Y, Takemoto M, Shirato H. Oligometastases of Brain Only in Patients with Non-small Cell Lung Cancer (NSCLC) Treated with Stereotactic Irradiation (STI): A Multi-institutional Study in Japan. Int J Radiat Oncol Biol Phys 78, Supple, S497
  7. Nagata Y, Hiraoka M, Shibata T, Onishi H, Kokubo M, Karasawa K, Shioyama Y, Onimaru R, Kunieda E, Ishikura S. A Phase II Trial of Stereotactic Body Radiation Therapy for Operable T1N0M0 Non-small Cell Lung Cancer: Japan Clinical Oncology Group (JCOG0403). Int J Radiat Oncol Biol Phys 78, Supple, S27-28.
  8. Arimura H, Shioyama Y, Nakamura K, Yoshitake T, Anai S, Nomoto S, Honda H, Toyofuku F, Higashida Y, Onizuka Y, Terashima H, Hirata H., Stereotactic Body

- Radiotherapy : Computer-Assisted Verification of a Lung Tumor Region Using EPID Without Implanted Markers, American Association of Physicists in Medicine(AAPM),2010.07.18
9. Atsumi K, Shioyama Y, Ohga S, Yoshitake T, Nonoshita T, Ohnishi K, Terashima K, Abe K, Nakamura K, Honda H. Prediction of outcome with 18FDG-PET in definitive chemo radiotherapy for locally esophageal cancer. 29th Annual Congress of European Society for Therapeutic Radiology and Oncology: ESTRO 29, Sep.12-16, 2010.
  10. Yoshitake T, Shioyama Y, Nakamura K, Ohga S, Nonoshita T, Ohnishi K, Asai K, Matsumoto K, Hirata H, Honda H. Dosimetric evaluation in stereotactic radiotherapy for pulmonary ground-glass opacity nodules: The relationship with calculation algorithm and dose prescription methods. Radiological Society of North America 2010 (RSNA) ,2010.12.02.
  11. Ohga S, Shioyama Y, Nakamura K, Nonoshita T, Yoshitake T, Ohnishi K, Asai K, Matsumoto K, Hirata H, Honda H. Predictive factors of urinary morbidity after the permanent I-125 implantation for localized prostate cancer. Radiological Society of North America 2010 (RSNA) ,2010.12.02.
  12. Arimura H, Shioyama Y, Nakamura K, Yoshitake T, Anai S, Nomoto S, Honda H, Toyofuku F, Higashida Y, Onizuka Y, Terashima H, Hirata H. Computer-aided verification of a lung tumor location using EPID without implanted markers in stereotactic body radiotherapy, Computer Assisted Radiology and Surgery 2010; 5, Supple: S72-73.
  13. Magome T, Arimura H, Shioyama Y, Nakamura K, Yoshitake T, Nomoto S, Anai S, Honda H, Ohki M, Toyofuku F, Onizuka Y, Higashida Y, Hirata H.,Automated selection of similar cases with brain tumors using MR images for assisting radiation treatment planning,Computer Assisted Radiology and Surgery 2010; 5, Supple: S326-327.
  14. 塩山善之, 大賀才路, 吉武忠正, 野々下 豪,大西かよ子, 寺嶋広太郎, 浅井佳央里, 中村和正, 平田秀紀, 本田 浩. I期小細胞肺癌に対する定位放射線治療. 第69回日本医学放射線学会総会、平成22年4月8日—11日、横浜市.
  15. 塩山善之、松本圭司、大賀才路、吉武忠正、野々下 豪、阿部光一郎、大西かよ子、浅井佳央里、平田秀紀、本田 浩. I期非小細胞肺癌に対する定位照射における予後因子に関する検討. 日本放射線腫瘍学会学術大会第23回学術大会、平成22年11月18—20日、浦安市

研究分担報告書  
厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）

高精度治療の品質管理の研究

研究分担者 新保宗史（埼玉医科大学総合医療センター中央放射線部放射線治療品質管理）  
研究協力者 ○榎戸義浩（埼玉県小児医療センター放射線技術部）、上前 峰子（北里大学  
病院放射線部）、村上克己（神奈川県放射線治療技術研究会、東海大学医学部  
附属病院放射線技術科）、○小口 宏（信州大学医学部附属病院、関東 RT 研  
究会）、有路貴樹（国立がんセンター東病院放射線部、国立病院関東甲信越放  
射線技師会治療班）、○矢島 佳央理（医用原子力技術研究振興財団）、○北  
村 望（がん研究所有明病院）、中島 大（がん研究所有明病院）、○脇  
田 明尚（国立がんセンター中央病院）、○仲宗根 定芳（琉球大学医学部付  
属病院） ※ ○は今年度測定調査参加者

研究要旨

放射線治療では、投与する線量について、正しく管理された専用の測定器を手順どおりに使用する事で正しい測定値を得る。測定装置の管理ができていない場合や、その使用方法、測定手順などに誤りがあれば、相応の相違がおこる。従来の放射線治療の品質管理体制では、線量管理が不十分な場合もあり、また、施設担当者がそのことに気づかない場合もあった。この訪問による線量調査は 2002 年度から開始され、2010 年度までにのべ 155 施設での測定が実施された。全国の放射線治療実施施設およそ 740 施設の 21%に相当する。この中で、吸収線量の測定・評価を行なった 5 項目について、すべての項目で相違が 3%以内となり、線量の管理が良好と判断された施設は 98 施設（66%）であり、臨床上問題があり、早急に修正する必要があるとされる 5%を超える項目があった施設は 24 施設（16%）であった。また、施設の線量評価基準である校正点吸収線量の相違が 3%を越えた施設は 16 施設（10%）であった。（コバルト照射装置および測定器の不具合により評価対象外とした施設は 5 施設、報告書作成時に照射 MU 値計算が確定せず、評価不能施設が 1 施設ある）このような結果から、日本での放射線治療実施施設の中には投与する線量の管理状況が良好ではない施設が 2 割程度あり、グレイゾーンの施設も 2 割程度あるものと予想される。放射線治療を実施している施設が、品質管理の状況について外部からの調査・測定を受け、状況を把握し、必要な修正を行うことは、大切なことである。

今年度は 9 施設、10 装置、20 ビームの測定を行った。このうち 7 施設については吸収線量の管理状況について良好であるという結果を得たが、1 施設については、相違が 5%を超え、修正の必要があると判断し、施設担当者とは修正方法について議論した。また、1 施設は MU 値の計算が終了せず、評価不能となっている。）

この測定は神奈川県放射線治療技術研究会、国立病院関東甲信越放射線技師会治療班、関東 RT 研究会、長野県放射線治療技術研究会、および厚生労働科学研究費補助金伊丹班と共同で行った。

## A. 研究目的

高精度放射線治療を実施するに当たり、従来治療で求められる品質管理が良好に行われていることを確認し、高精度治療を実施するためのサポートを行う。

放射線治療実施施設の吸収線量の管理状況を実測にて確認し、修正が必要な場合には施設担当者と相談し、修正のアドバイスをを行う。

短時間で実施可能で、放射線治療品質管理の基本となる項目の確認作業の選定・試行および問題解決能力のある調査員の養成。

## B. 研究方法

測定対象施設は、各団体に所属している施設から選出してもらい、各団体の関係者が日程調整を行う。この訪問による吸収線量実測調査は継続的に行い、最終的に各団体に所属する施設すべてが測定を受け、修正が必要な場合は修正後に再度測定を行い、所属団体すべての放射線治療の吸収線量の管理状況が良好と判断されるまで行うようにする。

調査対象施設に対し、測定実施日の調整を行う。これにあわせて、測定器を施設に送るとともに、測定当日の測定項目に該当する照射条件での MU 値をあらかじめ計算しておいてもらう。また、この用紙に線量管理に関するアンケート（測定プロトコル、測定装置の設置条件、使用しているファントムの種類、施設の基準線量計の種類と管理状況に関する項目）に記入してもらう。

測定当日は、調査員 2 名以上で施設を訪問し、吸収線量の実測を行う。測定は標準測定法 01 にしたがって行う。測定・評価項目は以下の 5 項目で、吸収線量算出に用い

る温度、気圧の測定と、施設測定器の比較、および、2 点電圧法によるイオン再結合補正係数の評価など、吸収線量算出に必要な確認もあわせて行う。測定項目 5 項目のすべてで結果が良好であった場合に、施設担当者と相談の上、ウェッジ挿入時の線量測定・評価を行う。線量の相違が検出された場合には、施設のどこに問題があるのか調査し、修正点、修正方法について施設担当者と相談する。相違が大きい場合、再度の測定が必要な場合には、修正作業実施後に施設を再度訪問し測定を実施、評価する。

実際の測定手順は、水槽設置を設置し、施設担当者とともに、セットアップを確認する。水槽はレーザーマーカにあわせて設置するが、左右の高さが違うときなどは、施設担当者に普段、MU 校正の際に行っているセットアップに準じて設置するようにする。温度（水温）、気圧については、測定器 1 式に含まれるが、施設で使用している計器とその指示値の一致の程度を確認する。*TPR<sub>20,10</sub>* および 2 点電圧法によるイオン再結合補正係数を実測し、引き続いて測定を行う。

得られた数値から水吸収線量への変換には数値表および電子卓上計算機を用いて行うようにする。表計算ソフトや専用ソフトは使用しない。測定値から水吸収線量算出まで、どのような計算が実施されているか施設担当者に明確にわかるようにし、希望があれば、記入用紙を渡して、その計算を追えるように配慮した。

吸収線量を評価する際に、基準となる点の吸収線量（標準測定法 01 に従う線量評価点）と、線量の多少、および照射野の大きさを指定し、各条件での評価点線量の値を指



定し、評価点での吸収線量を実測する形式で行った。

評価点線量は標準測定法 01 に従う手法で評価される。その他の条件については、正しくは、円筒型電離箱線量計の幾何学中心および実行中心を区別し、評価する必要があるが、相違が少ないため、すべて幾何学中心での測定で行った（正しい手法、相違の評価は後述する）。

提示する線量 1.0 Gy は、通常の治療で照射する線量 2.0 Gy および、照射門数 1~4 門を考慮し、決定した。吸収線量の多少については、多門照射、および一回大線量照射と補正が必要になる際の判定が容易になるよう配慮して決定した。照射野大小については、通常（根治）治療で使用される照射野で、係数決定に誤りがある場合にそれが明らかになるような条件を勘案して決定した。

（倫理面への配慮）測定に関しては、患者情報とは離れたところで行うため、患者に関する配慮は必要が無い。施設のビームデータなど、施設の重要なデータを取り扱うため、測定に関しては紙への記載にとどめ、電子データを使用しない。また、報告書作成時には電子ファイルとして確認作業を行うが、電子ファイルにはパスワードを設定し、関係者以外は内容を見ることができないよう配慮した。

## C. 研究結果

今年度は 9 施設 10 装置 20 ビームについて測定を行った。このうち、4 施設は沖縄県内放射線治療施設で、5 施設は神奈川県

内の治療施設である。

7 施設 8 装置 16 ビームについては、測定で得られた吸収線量と、指定した吸収線量の相違が 3%以内となり、線量の管理状況は良好であった。1 施設 1 装置 1 ビームについては、5%を超える吸収線量の相違を検出したが、その相違の原因は測定当日 MU 算出で使用した治療計画装置の計算設定に誤指定があったため(MLC の設定等)であり、修正後は 2%以内となったが、臨床治療上で、このような誤指定があるかどうかについては不明である。1 施設については、測定時の MU 値の設定ができておらず、治療計画装置も品質管理上の計算実行ができておらず、現在まで評価不能となっている。また、結果は良好であったが、測定直前に施設担当者が測定を行い、訪問測定用の MU 値設定を行っている施設があった。

2002 年度からの累計で、測定実施施設数 155 施設、192 装置、344 ビームとなる。このうち、5 施設については、測定装置不安定のため 2 施設、コバルト照射装置のため 4 施設（コバルト照射装置で測定器不安定で評価できなかった施設が 1 施設ある）については、今回のデータ解析から除外する。各年度の結果を表に示す。また、今年度評価未了の施設が 1 施設ある。

年度	施設数	装置数	ビーム数	すべて3%以内	校正条件3%以上(施設数)	5%を超える相違を検出(施設数)	5%を超える施設の割合
2002	14	23	43	7	4	3	0.21
2003	20	30	50	14	1	2	0.10
2004	9	12	26	6	0	0	0.00
2005	46	50	92	27	5	8	0.17
2006	25	32	54	12	5	6	0.24
2007	20	22	36	15	1	3	0.15
2008	4	4	7	3	0	0	0.00
2009	8	9	16	7	0	1	0.13
2010	9	10	20	7	0	1	0.13
合計	155	192	344	98	16	24	0.16
割合				63%	10%	15%	

検出された吸収線量についての良否の判定は、ICRU で勧告されている放射線治療の線量の評価に対する許容誤差 5%を勘案し、相違 2%以内を良好、3%以内を許容、3%～5%を修正の必要があるとし、5%を超える場合はその場で原因を確認し、速やかに修正するようお願いした。また、今年度は事例がないが、10%を超える場合には、治療停止を含め、放射線治療品質管理担当者のみならず、担当医師とも相談し、臨床治療の修正、中止も含めて対応するようにし

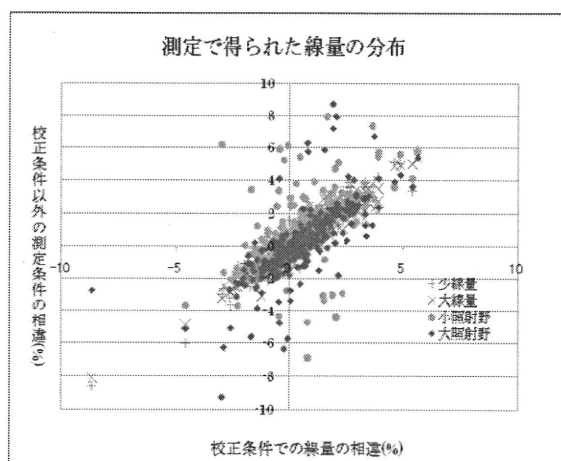
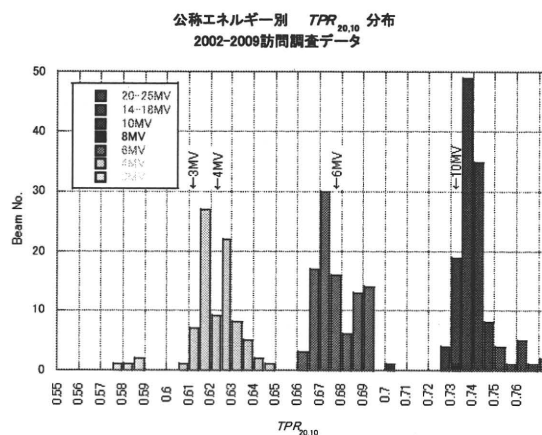
ている。

MU 計算・アンケートは1装置ごとに記入するため、装置数で集計した。アンケート記入実施は2005年度から実施している。アンケートでは採用している線量測定法(01/86)、線量校正に使用しているファントム種類(水・固体)、線量計設定位置(実行中心・幾何学中心)、施設リファレンス線量計の校正日などを記入してもらう。データの一覧を表に示す。

年度	線量測定プロトコル			使用 Phantom			線量計校正日～測定日		
	01	86	併用	水	固体	併用	平均日数	標準偏差(日)	最大日数
2005	25	6	1	25	7	0	207	174	630
2006	17	14	1	21	10	1	363	353	1360
2007	17	3	0	14	6	0	206	67	322
2008	4	0	0	4	0	0	575	600	1466
2009	9	0	0	9	0	0	134	96	294
2010	9	0	0	9	0	0	228	112	373

2005年度、2006年度の標準測定法 01/86 併用施設は、測定法 86 から 01 への移行に伴う平行運用である。従来方法からの移行のため、従来から水ファントムの施設はこれを用いて 86 から 01 への移行準備中で、従来固体ファントムを使用していた施設では測定法 86 は固体ファントムで、測定法 01 は水ファントムでの運用を行っていた。表には示さないが、標準測定法 01 採用施設で、固体ファントムを使用している施設が、2005 年度に 1 施設、2007 年度に 3 施設あった。2007 年度のうち 1 施設は固体ファントム運用にあたり、水ファントムとの変換係数を導入し測定・評価を行っていた。2007 年度までは標準測定法 86 採用施設が見られるが、2008 年度以降は、そのような施設は無かったが、測定対象施設数が少ないため、いまだ運用している施設がある可能性がある。今年度の、施設の基準線量計の校正日から測定当日までの日数は平均値で 228 日で、365 日以上施設は 1 施設 (8 施設中) 施設で、最大でも 373 日、これは、1 年以内に校正を受けるというガイドラインからは外れるが、通常年 1 回の校正を行う施設では、1 月程度前後することもあるので、許容できる。

測定でえられた治療装置公称エネルギー別  $TPR_{20,10}$  分布を図に示す。BJR Suppl.25 データで提唱されている公称エネルギーの平均値を図中矢印で示す。



$TPR_{20,10}$  が 0.75 を超える場合は  $TPR_{20,10}$  以外に  $PDD$  を測定し、エネルギーの評価を行う必要がある。 $TPR_{20,10} > 0.75$  となった 15 ビームのうち、5 ビームについては、施設で測定した  $PDD$  データの提供を受け、再評価を行ったが、阻止能比の相違が 0.5% 以下となったため、 $TPR_{20,10}$  のデータにて線質変換係数を評価した。これ以外の 1 ビームが再測定のため評価せず、他のビームは、本来  $TPR$  および  $PDD$  の評価が必要であることを説明し、当日測定で得た  $TPR$  にて線質を評価した。

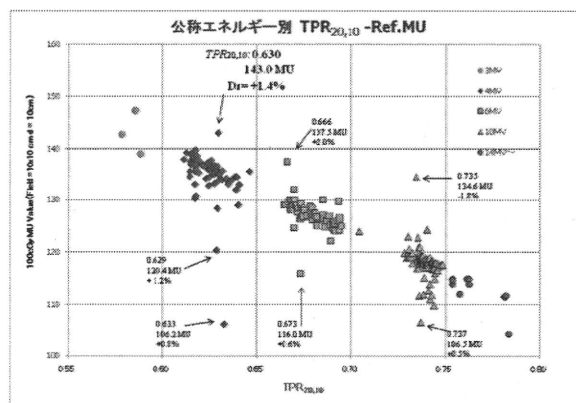
測定で得られた吸収線量について、横軸に校正条件での検出線量の相違、縦軸にそ

他の条件での線量の相違をプロットしたものを示す。校正条件の増減に合わせて、小線量、多線量は比例関係にあるが、照射野の大小については、このラインから外れる例が多い。これは、施設でMU値を計算する際のTMR/OPF表に問題がある例が多いことを示している。

2006年度から、測定項目5項目に加え、検出される吸収線量の相違が3%以内となった施設に対して、ウェッジフィルターを挿入した場合の吸収線量の実測評価を行った。実際の現場では、線量の相違が3%を超える場合でも測定する場合もあった。112ビームについて測定を実施した。検出された線量は-1.9%~4.8%だが、相違3%を超えるビームについては、校正点吸収線量の影響を受けており、校正点吸収線量と、ウェッジ挿入時の吸収線量の相違は3%以下となった。他の項目の管理状況が比較的良好であり、施設の担当者の意識の高い施設での測定になるため、大きな相違は検出されず、管理状況は良好だった。

#### D. 考察

全国に放射線治療実施施設は700あまりあるが、その多くでは、放射線治療の品質管理状況は良好であると思われる一方、いまだ、十分な品質管理を実施できていない施設もある。このような施設では、今日も誤照射が行われ、そのことに施設担当者が気づいていない可能性もある。インターネットなどを利用し、各施設で持っている放射線治療ビームの確認を行うサービスもあるが、数値データのみでは、誤りが明らかにならない場合もある。図に、 $TPR_{20,10}$ に対する、校正条件での1.00Gyに相当するMU値の例を示す。



この結果から、多数の治療ビームを見ていくと、全体的な傾向・分布が存在することがわかるが、この分布から外れている設定を採用しているビームも存在することがわかる。これら、数値が外れている場合でも、実際に測定を行うと、正しく制御できている場合もあることがわかる。

これは、このような分布の中央部に位置しているからといって、それが正しいことの証明にはならないことを示している。インターネットなどを利用した数値の管理は、あくまで数値の管理であって、吸収線量が正しく管理できているかどうかの確認は、実際に測定を行ってみることでしか得ることができない。各施設に出向いて、測定を継続する活動が必要であると考えます。

近年、放射線治療の品質管理の問題点及び改善方法について関連団体などで議論が進み、それを専門に行う人材の確保が望まれている。一方、放射線治療を行っているが、外部との接触がなく、品質管理について情報を収集することのない施設も少数存在するものと思う。このような施設に情報提供を行うことは困難で、積極的な接触を行うことは難しい。ある地域、あるグループについて、それを網羅するような形で、品質管理状況を確認し、改善するような、