

| | |
|--------------|---|
| Title | CTを応用した原体照射法の治療計画 |
| Author(s) | 小幡, 康範; 森田, 皓三; 渡辺, 道子 |
| Citation | 日本医学放射線学会雑誌. 1980, 40(11), p. 1076-1082 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/19470 |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

CT を応用した原体照射法の治療計画

愛知県がんセンター病院放射線治療部 (主任: 森田皓三部長)

小幡 康範 森田 皓三 渡辺 道子

(昭和55年6月23日受付)

(昭和55年7月16日最終原稿受付)

Treatment Planning of Conformation Radiotherapy by means of Computed Tomography (CT)

Yasunori Obata, Kozo Morita and Michiko Watanabe

Department of Radiation Therapy, Aichi Cancer Center

(Director: Dr. K. Morita)

Research Code No.: 600. 1

Key Words: *Computed tomography, Radiotherapy treatment planning,
Conformation radiotherapy*

It is very important to acquire the information of body contour and internal structure in the treatment planning of radiotherapy, especially of conformation radiotherapy. These informations were obtained from X-ray films by axial transverse tomography (ATT). Recently the informations of the localization of the tumor and the surrounding normal tissues have been more clearly obtained by CT. In order to apply CT to the radiotherapy treatment planning, several kinds of improvement of CT-equipments and the techniques of treatment planning were carried out. For the conformation radiotherapy to the whole pelvis of the patient with cancer of the uterine cervix, the CT was applied so as to decide or change the type of cam-group (treated region) easily. In the results, the treatment planning became more accurate and reasonable.

1. 緒 言

愛知県がんセンターでは、放射線治療の際にできるだけ病巣に選択的に十分な線量を集中して周囲健全組織に与えられる不必要な線量を減少することを目標として、適応となる症例に原体照射法が施行されている^{1)・4)}。現在用いている原体照射の方法は6MV リニアアクセラレーターの照射口に左右独立に開閉する3cm幅の多分割コリメーターを組み込み、その動作を信号発生盤上に填めた症例別のカムで制御する方式のものである^{5)・6)}。我々の施設に設置されている2台の6MV リニア

アクセラレーターの両方が同じ原体機構を有しているが、多分割コリメーターの数は一方が6対で他方が7対と違えてある。従来より原体照射法の治療計画には病巣を含む治療領域の中心に合わせたシミュレーターによる正側 X-p と各コリメーターの中央に相当する横断面を回転横断撮影(ATT)^{7)・8)}で得て、それぞれのATT像の上で病巣と周囲健全組織の状況から最も適当な照射領域を設定し、機構上1.25倍に拡大撮影されているATT像を光学的に実寸大に縮小して、それぞれのコリメーターに対するカムを作製していた。又

同じ ATT 像より体輪郭及び肺等の体内構造の状態を把握して原体照射の線量計算を行なっていた。原体照射法では症例毎に個々のカムを作製するのが原則であるが、子宮頸癌の全骨盤腔内照射の場合は、症例数も多く体型による類型化が可能であることが確認されている⁹⁾¹⁰⁾。この場合の原体照射は6対の分割 コリメーターを使ったもので、通常の1軸全回転用に10型及び2軸180°振り用に10型の合計20型のカムが用意されている。子宮頸部にマーカーを置き、直腸及び膀胱を造影したシミュレーターの正側 X-p より適当な型を選べば個々にカムを作製することなく全骨盤腔の原体照射が可能である。

近年 ATT の原理をコンピューターを用いて発展させた CT を使用することにより、癌の病巣及び周囲健康組織の情報がより詳細に得られるようになってきた。そこで原体照射法の治療計画をより合理的に正確に行なうため、CT を有効に利用する方法について検討し、既に臨床に応用している。

2. 方法及び結果

使用した CT は GE 社製 CT/T X-2 である。治療計画に用いるためには CT が治療時と同じ状態で撮影される必要がある。そこで以下に示すような改良を行なった。

(1) CT 撮影時の体位を治療時と同じにするため、CT 用ベッドを上面の平担なものに替え、更に上面に血管撮影用のクックポリチューブを2本平行に設置して治療計画時の各 CT 像の重ね合わせを容易にした (Fig. 1)。

(2) CT 時の体位の治療時の再現性を良くするため、治療時と同様のフロントロカイザー・サイドロカイザーを設置して3点合わせによる体位再現を可能にした。

(3) 治療時に頭部固定具の使用が必要な症例に対して、CT 時に障害となる金属の部を合成樹脂に替えた頭部固定具を作り、それを使って CT を施行した (Fig. 2)。又胸部の回転照射及び原体照射の際に患者の腕を挙上させるための布製輪状バンドを CT 時にも使用した (Fig. 3)。

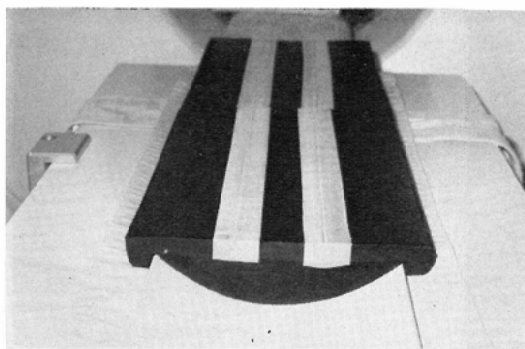


Fig. 1 A flat-topped couch. Two catheters for angiography are set parallel with each other on the flat-topped couch.

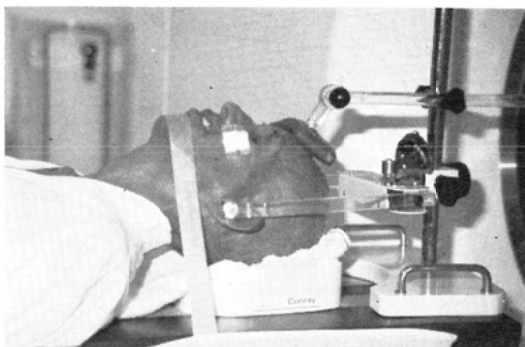


Fig. 2 A head-fixer for CT and treatment

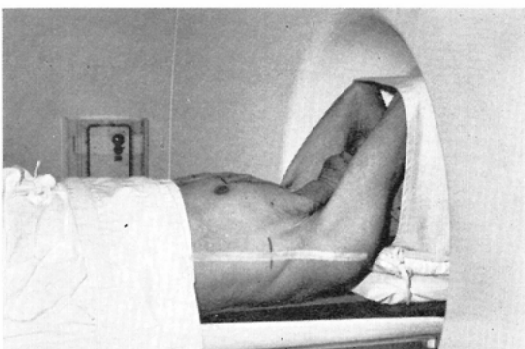
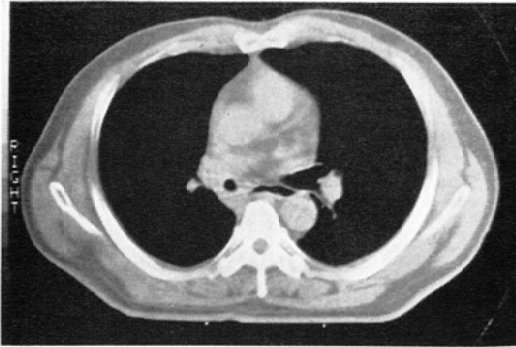
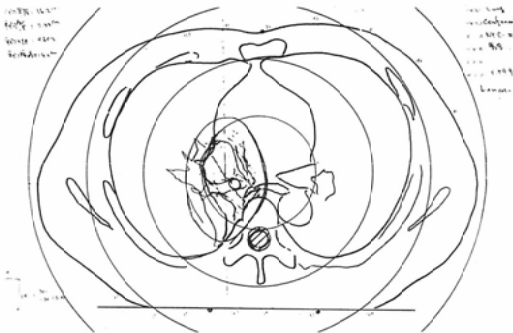


Fig. 3 CT scanning using a circle band made by cloth to fix arms of patient upwards (A). (B): laser light localizer (C): catheter on the skin surface

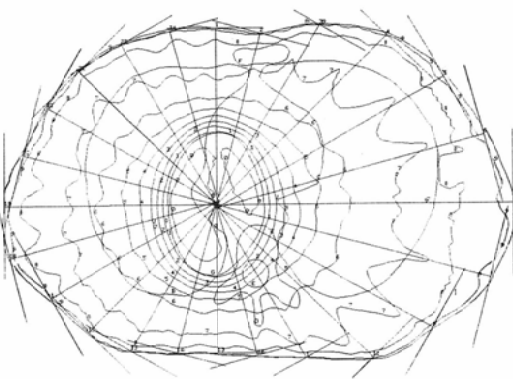
(4) ライトロカイザーにより皮膚に描かれた基準線や照射野の位置を CT 像の上に描出させるため、クックポリチューブを体表面に貼布した (Fig. 3)。



(a) CT scan applied to the conformation radiotherapy treatment planning.



(b) The figure for treatment planning enlarged with optical system.



(c) The dose distribution calculated with computer approximately as 24 portals.

Fig. 4

(5) 子宮頸癌の場合には小腸・直腸・膀胱に適切な造影剤を使用し CT 像上に描出されるようにした。又食道の場合にも粘膜への付着を良好にする配慮を加え適切な造影剤の使用を試みてい

る。

原病巣及び肺門・旁気管リンパ節領域を含めた照射野による 6MVX 線対向 2 門照射法で 4,000 rad (40Gy) 照射した後、原病巣に限局して原体照射を行なおうとする肺癌の症例を例にとって CT を治療計画に応用する方法について述べる。

前項の配慮を加えて半切フィルムに 12 分割で撮影された CT 像 (Fig. 4a) は照射に必要なコリメーターの枚数に応じて、そのコリメーターの中央に相当するものが光学的拡大機を用いて実寸大に拡大され、治療計画用紙に体輪郭及び肺・骨等の内部構造と病巣が透写される。そこで照射領域が決定され原体カムが作製される (Fig. 4b)。この時、線量分布は 90—95% 領域がほぼカムの形に一致していることが既に確認されている^{6) 11)}。不整形回転照射として Clarkson の方法¹²⁾ を応用すれば原体照射法の線量分布計算は可能であるが、現時点では線量分布は Artronix 社製の放射線治療プランニングシステム MODULEX を用

子宮頸癌全骨盤腔内原体照射法治療計画のための CT 撮影

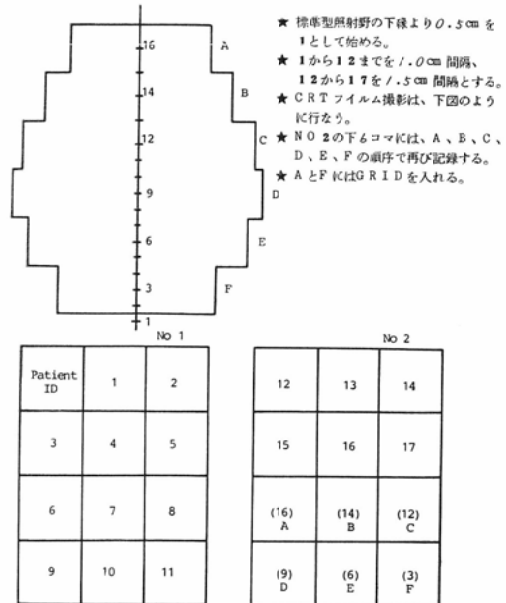
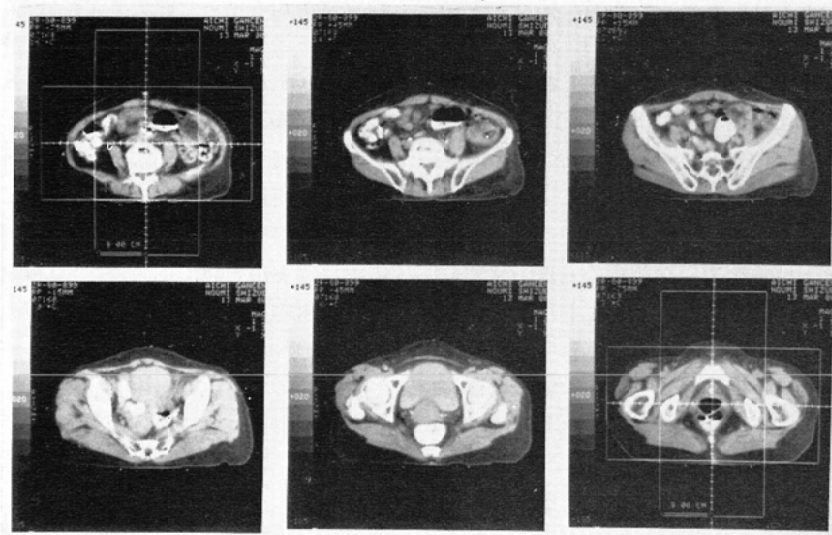
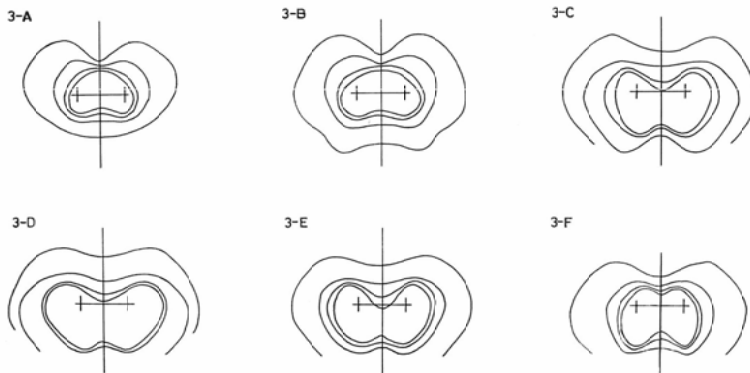


Fig. 5 Generalized CT scanning method for the treatment planning of the whole-pelvis conformation technique to the patient with cancer of the uterine cervix.



(a) CT scans applied to the treatment planning of the whole-pelvis conformation technique to the patient with cancer of the uterine cervix.

No 3 (Two Axis)



(b) Dose distributions by the whole-pelvis conformation technique. By way of example, the type of cam-group is No. 3 using two axial technique.

Fig. 6

いて、15°間隔で照射野の幅の異なる24門照射として近似的に計算している (Fig. 4c).

子宮頸癌の全骨盤腔内原体照射の場合は類型化が行なわれているため、治療計画用のCTも撮影法の一般化を行なった (Fig. 5). まず子宮頸部にマーカーを入れてシミュレーターで頭足方向18cm長の標準照射野の中央を定める。CTは照

射野の下縁より0.5cm足方より頭方の1cm毎に12枚撮影し、更に頭方へ1.5cm毎に5枚合計17枚撮影する。したがって腔及び子宮部が1cm毎に、第4～第5腰椎の高さまでのリンパ節領域は1.5cm毎に撮影されることになる。そして3, 6, 9, 12, 14, 16枚目の6枚が各コリメーターの中央部に相当することになる。これを半切フィ

ルムの2枚目の下半分にまとめて適当に縮尺も入れて再撮影しておく。体が大きくCTの際に倍率を変えた場合にもこの6枚は常に同じ縮尺になるように処理をして撮影する(Fig. 6a)。一方類型別の原体照射の線量分布は20cm×30cmの卵円形ファントームを用いたフィルム法による測定で求めた。又、15cm×30cmの卵円形と30cmφの円形のファントームを用いた測定でも差が認められず、一般的な体型の範囲では測定した線量分布が適用できることが分っている。この線量分布を半切フィルムの下半分のCT像に位置と縮尺を合わせて透明フィルムに焼付ける(Fig. 6b)CT像と線量分布を重ねて検討することにより原体照射の型を決定したり変更したりすることができる。更に周囲健全組織の線量を知ることができる。なお子宮頸癌の場合、全骨盤腔内原体照射に続いてRa管による低線量率腔内照射を行なっているが(Fig. 7)、その腔内照射の際の線量分布を計算し、基準となる点及び周囲健全組織

の線量を知るため、照射終了時線源を抜去した後 applicator 抜去前に直腸及び膀胱に造影剤を入れてCTを施行している(Fig. 8a)。この時、従来のTAO式 applicator では金属部がCTの際に障害となるため、金属部のないオボイドを作製して使用している(Fig. 8b)。この場合、オボイドの幅に可動性がなくなるが、数種類用意しておけば実用上特に支障はない。線量分布の計算は外照射の場合と同様にMODULEXを用いている。

3. 考 案

回転照射法、特に原体照射法の治療計画に於いてATTは必要欠くべからざる位置を占めてきた。しかしながらATTと比較してより情報量の多いCTを応用することで、治療計画はより合理的に正確に行なえるようになった¹³⁾。一般の治療計画に対してもCTの有用性が認められ報告されているが¹⁴⁾⁻¹⁸⁾、原体照射の治療計画に対する有用性はより大きい。更にCTにより病巣や

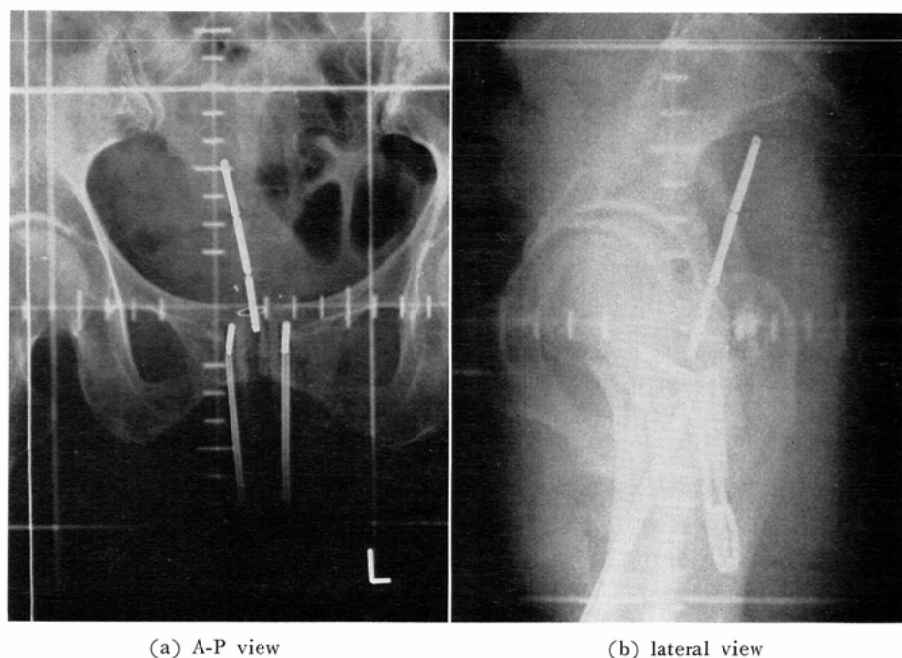
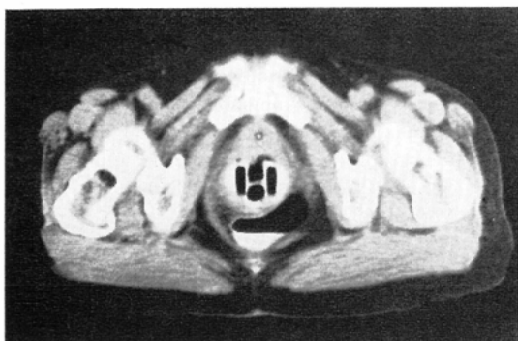
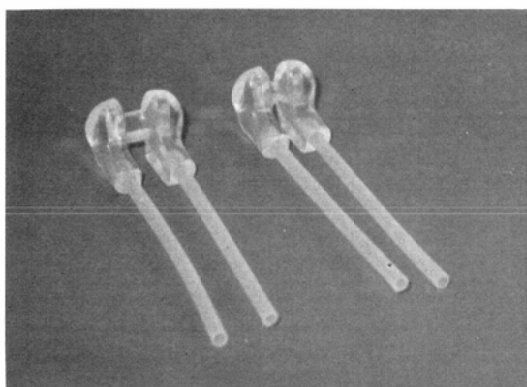


Fig. 7 X-ray films of the patient with cancer of the uterine cervix by simulator using dummy sources before the low dose rate intracavity irradiation.



(a) CT scan of the patient with the applicator for the intracavitary irradiation.

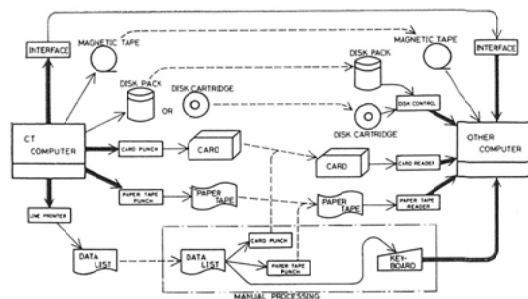


(b) The ovoid applicator without the metallic portion which makes artifacts on the CT scans.

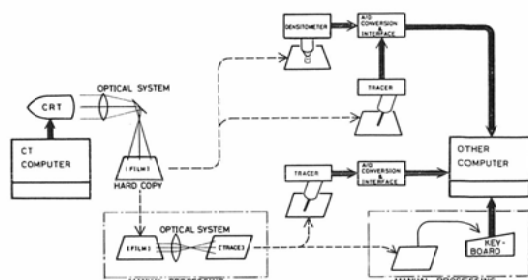
Fig. 8

内部構造の状態が詳細に分ることで、原体照射法の必要性も増し、その適応もより拡大すると考えられる。

CT 像を治療計画に使用する場合、CT と治療計画を同一のコンピューターで行なう場合は簡単であるが、それぞれ別のコンピューターを使用する場合には、その結合手段として数多くの方法が考えられる (Fig. 9a)。しかし現時点では、半切フィルムに撮影された CT 像を光学的に実寸大に拡大透写して、そこから体輪郭・原病巣・肺や骨等の内部構造の座標をトレーサーを用いてコンピューターに入力し線量分布計算を行なっている (Fig. 9b)。CT と治療計画を結合して同一のコンピューターを用いる方法が一番簡明であるが、治療専用の CT を使用する場合は良いが、診断



(a) The methods of the linkage of the computers for CT and for the radiotherapy treatment planning.



(b) The input methods of the informations from CT scans to the computer for the radiotherapy treatment planning.

Fig. 9

的な CT の要求の多さを考えた時、極めて非効率である。更に治療計画専用の CT を設置したとしても、診断用 CT の方で撮影された症例の情報を治療計画の際に利用したい場合も起り得る。したがって我々は CT と治療計画を結合する場合には、それらを時間的・空間的に切り離し、CT は治療計画に拘束されることなく施行されるようにして、CT の情報は磁気テープ或いはフロッピーディスクといった形で治療計画用コンピューターに結合し、必要なプログラムを追加してその情報を処理する方式を中心に発展させることを考えている。更に磁気テープを使う方式ならば、保存してある過去に施行された CT の情報も有効に使えることが大きな利点となる (Fig. 9a)。

CT 像の情報を入力したコンピューターによる

原体照射の線量計算は15°間隔で照射野の幅が異なる24門照射で近似した。原体照射に用いるカムがすべて同じ形の場合は近似が良好なのだが、一般的に原体カムはそれぞれのコリメーターに対して異なっているため、大きなカムの面に対しては過大に、小さなカムの面に対しては過少に線量を計算する結果となる。したがって計算時間が適当で誤差の少ない原体照射法の近似的線量計算法を開発中である。

4. 結 論

回転照射・振子照射・切線照射或いは特に原体照射による放射線治療の計画には、従来 ATT により体輪郭や病巣範囲や内部構造の情報を得て治療範囲の決定や線量計算を行なっていたが、病巣及び周囲健全組織の状態がより詳細に分る CT を治療計画に用いるための器具及び手技を考案し、更に子宮頸癌の全骨盤腔内原体照射の場合には、CT の撮影法の一般化とその CT 像より原体照射の型を決定する方法を考えた。その結果、治療計画はより合理的に正確になった。

尚、本論文の一部は第8回断層撮影法研究会に於いて追加発言として発表した。又、本研究の一部は昭和55年度厚生省がん研究助成金(松田 暲: コンピューターを応用した原体照射治療装置の開発)の援助をうけた。又、研究に協力していただいた放射線診断部早野武仁氏、放射線治療部水谷武雄氏、高橋一広氏に厚く感謝する。

文 献

- 1) Takahashi, S.: Conformation radiotherapy. *Acta Radiol. Suppl.*, 242, Stockholm, 1965
- 2) 母里知之, 北川俊夫, 奥村 寛, 植田俊男: リニアックによる子宮頸癌の原体照射—とくに治療計画法を中心として—, 癌の臨床, 15(12): 1047—1051, 1969
- 3) 北川俊夫, 母里知之, 奥村 寛, 植田俊男, 山下延男, 寛 正兄: 原体照射法. 癌の臨床, 16(4): 361—367, 1970
- 4) 寛 正兄: 原体照射法による子宮頸癌の放射線治療—特に外部照射単独による治療について—. 日本医放会誌, 35(1): 16—27, 1975
- 5) 北島 隆, 奥村 寛, 植田俊男, 木村千明, 高橋信次, 山本千秋, 中野伸平, 大谷四郎: 日本電気 6 MeV 医療用直線加速器. 日本医放会誌, 26(10): 1267—1276, 1967
- 6) 北島 隆, 母里知之, 奥村 寛, 高橋信次, 中野伸平, 大谷四郎: リニアックセラレーターによる原体照射法. 日本医放会誌, 26(11): 1448—1454, 1967
- 7) Takahashi, S.: *Rotation radiography*. Japan Society for the Promotion of Science, 1957
- 8) Takahashi, S.: *An atlas of axial transverse tomography and its clinical application*. Springer-Verlag, Berlin. Heidelberg. New York, 1969
- 9) 森田皓三, 寛 正兄: 子宮頸癌に対する全骨盤腔内原体照射の際患者の体型と照射線巢の形との関係. 日本医放会誌, 35(9): 780—787, 1975
- 10) Morita, K., Kimura, C., Takahashi, K. and Ueda, T.: Verbesserung der Dosisverteilung bei der Konformationsbestrahlung des Kollumkarzinoms. *Strahlentherapie*, 147: 487—497, 1974
- 11) 北川俊夫, 母里知之, 奥村 寛, 植田俊男, 高橋信次, 中野伸平: 原体照射法における任意の形の線巢の製作. 日本医放会誌, 29(2): 162—169, 1969
- 12) Clarkson, J.R.: A note on depth doses in fields of irregular shape. *Brit. J. Radiol.*, 14: 265—268, 1941
- 13) Sternick, E.S., Lane, F.W. and Curran, B.: Comparison of computed tomography and conventional transverse axial tomography in radiotherapy treatment planning. *Radiology*, 124: 835—836, 1977
- 14) Chernak, E.S., Rodriguez-Antunez, A., Jelden, G.L., Dhaliwal, R.S. and Lavik, P.S.: The use of computed tomography for radiation therapy treatment planning. *Radiology*, 117: 613—614, 1975
- 15) Jelden, G.L., Chernak, E.S., Rodriguez-Antunez, A., Haaga, J.R., Lavik, P.S. and Dhaliwal, R.S.: Further progress in CT scanning and computerized radiation therapy treatment planning. *Am. J. Roentgenol.*, 127: 179—185, 1976
- 16) McCullough, E.C.: Potentials of computed tomography in radiation therapy treatment planning. *Radiology*, 129: 765—768, 1978
- 17) Jan de Witer: Computed tomography and the radiotherapist. in "Medical imaging CT U/S IS NMR a basic course" edit. Kreel, L. pp. 168—177, HM+M, Milton Road. Aylesbury. England, 1979
- 18) Hobday, P., Hodson, N.J., Husband, J., Parker, R.P. and Macdonald, J.S.: Computed tomography applied to radiotherapy treatment planning: Techniques and results. *Radiology*, 133: 477—482, 1979