

Title	多方向拡大断層撮影法の研究 第一報 装置とその性能
Author(s)	鎌田, 憲子; 今葦倍, 庸行; 佐久間, 貞行
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1978, 38(9), p. 839-844
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20521
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

多方向拡大断層撮影法の研究

第一報 装置とその性能

名古屋市立大学医学部放射線医学教室 (主任: 佐久間貞行教授)

鎌田 憲子 今葦倍庸行 佐久間貞行

(昭和53年3月10日受付)

Studies on Pluridirectional Macrotomography

Part 1: Apparatus and Its Efficiency

Noriko Kamata, Nobuyuki Imagumbai and Sadayuki Sakuma

Department of Radiology, Nagoya City University, Medical School

(Director: Prof. Sadayuki Sakuma)

Research Code No.: 501

Key Words: *Pluridirectional tomography, Macrotomography, Modulation transfer function*

Pluridirectional tomography occupies a very important place in body section radiology. However, small lesions are not yet well shown and they require more refined investigations. So, a pluridirectional tomographic equipment by which the conventional tomography and the threefold macrotomography are available was newly designed. This apparatus has two X-ray tubes facing each other. The X-ray tube with 0.3 mm focal spot is placed above the tomographic table and is used for conventional tomography. The other tube with 0.1 mm focal spot is placed under the table and is used for macrotomography. Both tubes are linked together with a lever. It must be strong enough to tolerate mechanical strain, and must have an X-ray tube with a fine focal spot and large capacity. This apparatus fulfills these requirements to a high extent. A grid is not used either in conventional tomography and macrotomography, as the small size of radiation fields and the air gap between the patient and film eliminates the need for the grid. During the exposure the tube current changes when the angular velocity varies due to the X-ray tube movement, and the exposure dose is kept constant. The resolution of the macrotomograms with 7-degrees circular movement of the test object with a 15 cm thick water phantom is 9.63 lp/mm, and that with spiral movement is 6.7 lp/mm. The modulation transfer function curves were obtained by actual experiment in conventional tomography and in macrotomography at various tube movements. The curves show the difference in image quality between the various tube movements. Because the apparatus is strong enough to tolerate mechanical strain, and has a fine focal spot X-ray tube, there is an influence of difference of exposure angle at each tube movement. As a result, we have greatly increased the quality of the tomograms. The possibility of evaluating the morphological conditions of body sections by macrotomography yields valuable information for determining its real anatomical condition.

I. 緒 言

側頭骨領域の病変や肺病変の診断に、断層撮影は有用な方法ではあるが、従来の断層撮影の解像力は生体の構造に対して十分とはいえない。微細構造を現出し、さらにその病変の診断を行なうには、より高解像の断層撮影を行なう必要がある。それには拡大断層撮影を行なうことが良い方法であると考えられる。

拡大断層撮影については、すでに幾つかの報告³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁹⁾¹⁰⁾があるが、その解像力も臨床応用も、未だ満足のゆくものはないようである。

我々は、微小焦点管球と高い機械精度を有する多軌道式拡大断層撮影装置の試作を行ない、同装置を用いて、基礎実験及び臨床応用を行なった。本報では基礎実験について述べる。

II. 装 置

試作した装置は、多軌道式の普通断層—拡大断層併用撮影装置（日立 LT-UM）である。Computer を用いて Simulation による構造計算を行ない、機械精度の向上がはかっている。

装置の概略は Fig. 1 に示すようである。普通断層と拡大断層の併用撮影装置であるので、撮影台の上下に対向して、上方に普通断層用、下方に拡大断層用と2個のX線が設置してある。普通断層撮影には公称 0.3mm（実効 0.2mm×0.4mm）の焦点X線管（U-6M-23）を使用し、FFD は 1,786mm、拡大率は1.25倍である。拡大断層撮影には公称 0.1mm（実効 0.09mm×0.2mm）の焦点X線管（UH-6G-11T）を使用し、FFD は1,614 mm、拡大率は3.00倍である。

普通断層撮影の場合には、多重絞りを使用し、拡大断層撮影の場合には、管球射出口にマスクに取り付けて、照射野を設定する。さらにカセットホルダー部にも、鉛板で作製したマスクを取り付けて、いわゆる平行絞りとなり、目的面の目的部位だけにしばつた撮影が可能である。そして、拡大断層撮影はもちろんであるが、普通断層撮影でも十分に照射野をしぼることと、グレーデル効果によつて、グリッドを使用していない。

又、この装置では軌道運動中の電流値の可変機

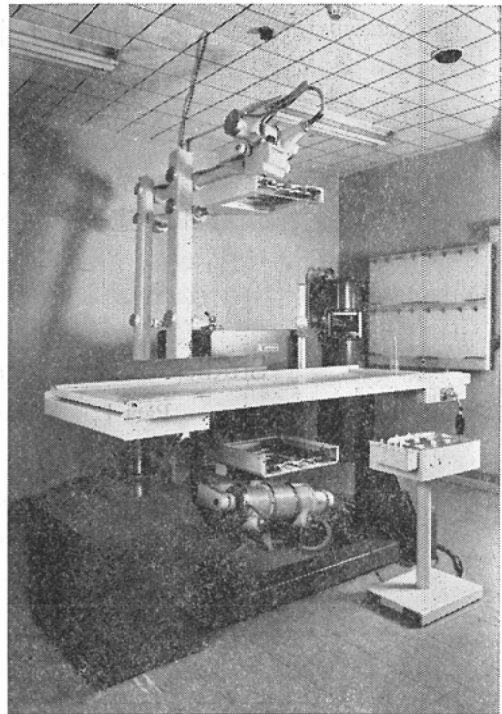


Fig. 1 Pluridirectional macrotomographic apparatus in action.

Table 1 Tomographic conditions used in this study.

Motion	Exposurs angle	Exposure time
Curvilinear	5 degrees	0.45 seconds
	30	0.74
	46	1.4
Circular	7	3.4
	40	3.4
Elliptical	16—32	3.4
Spiral	20—45	9.8
	30—45	6.6
Hypocycloidal	16—32	6.9

構が組み入れてあり、直線軌道や渦巻軌道の場合に単位長さあたりの黒化度を均一化することや、円軌道の場合に一定部分の曝射を少なくすることが可能である。用いる軌道とそれぞれの曝射角・曝射時間を Table 1 に示す。

III. 実験方法

解像力と MTF を求めるために、矩形波チャート（日本放射線機器研究所製テスト・チャート (R-4W (Au 30), R-1W) を断層面に対して30度の傾きをもつて置き、30cm×40cm×15cm の水槽を散乱体として付加して、各軌道毎に撮影した。得られた写真は、さくらマイクロデンシトメータ PDM-5 を用いて、目的面および目的面から離れた面のボケ像の濃度曲線を求め、MTF を計算した。増感紙は G-4、フィルムはフジ RXO を用いた。

軌道別のボケ像、断層厚の観察には、リトルトン・ファントム¹²⁾を使用した。この場合は、水の付加は行わず、受像系は DMS+普通感度フィルムを使用した。

IV. 結果

軌道の種類によつて、何 lp/mm まで判別可能であつたかを Table 2 に示す。

Table 2 The resolution of tomograms of the test object with a 15cm thick water phantom.

Motion	Resolution	
	Conventional	Magnification
Curvilinear	5°	5.55 lp/mm
	30°	5
	46°	4
Circular	7°	5.55
	40°	4
Elliptical	5	8.1
Spiral	20—45°	4
	30—45°	4
Hypocycloidal	5	8.1

Fig. 2 は、普通断層撮影における軌道別の目的面の MTF であり、Fig. 3 は拡大断層撮影の場合の目的面の MTF である。普通断層撮影、拡大断層撮影とも曝射角の小さいほど目的面の MTF は優れている。

Fig. 4 は、拡大断層撮影における目的面と目的面から 0.3mm 離れた面での MTF を比較した

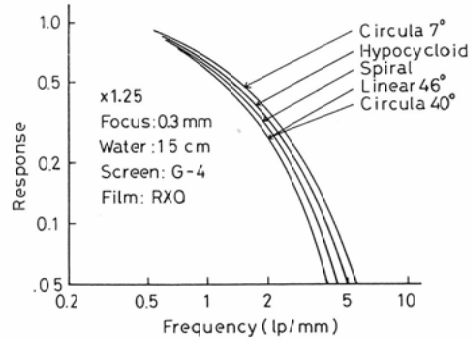


Fig. 2 MTF for conventional tomography using 0.3mm focal spot X-ray tube.

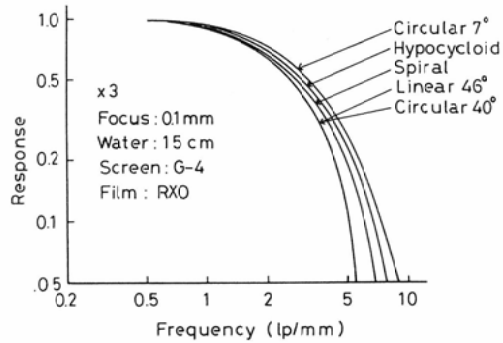


Fig. 3 MTF for macrotomography in 3-fold magnification using 0.1mm focal spot X-ray tube.

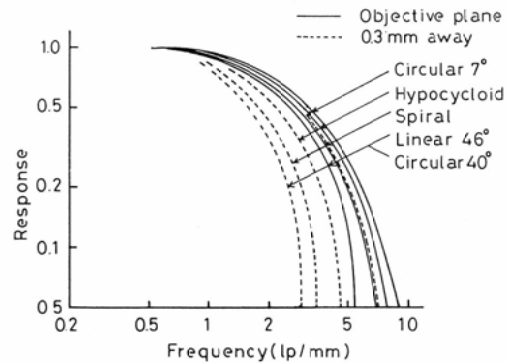
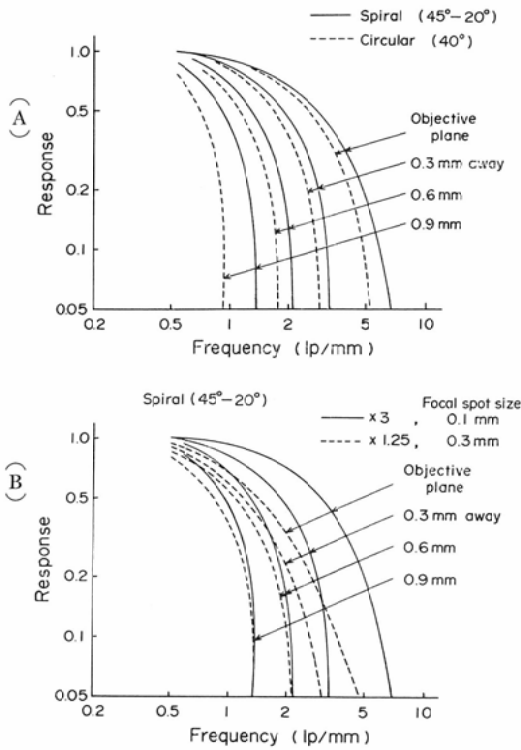


Fig. 4 MTF for macrotomography in 3-fold magnification. The solid lines represent the MTF on the object plane. The dashed lines show the MTF on the plane at 0.3mm away from the object plane.

ものである。目的面から離れた面、すなわちボケ残像の MTF は曝射角が大きいかほど低下した。

Fig. 5—A は拡大断層撮影における曝射角が40



A) circular(40°) and spiral (46°-20°)
 B) spiral (45°-20°) X 3 and X1.25

Fig. 5 MTF for macrotomography on the object plane and on the plane at 0.3, 0.6, 0.9 and 1.2 mm away from the object plane.

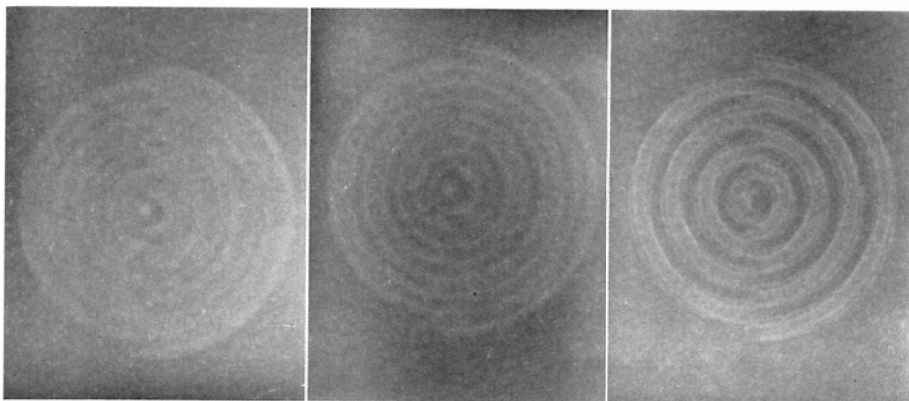
度の円軌道と、曝射角20度から45度の三重渦巻軌道で、目的面とそれから離れるに従ってレスポンスの低下する様子を示したものであり、Fig. 5—B は曝射角20度から45度の三重渦巻軌道について、普通断層撮影と拡大断層撮影について比較してみたものである。断層撮影像としては目的面の MTF が良く、ボケ残像の MTF が悪い程良いのであるから、この2つの軌道を比較すると、曝射時間が無視できれば三重渦巻軌道が優れていることになる。

渦巻軌道について、電流可変装置を用いて撮影した写真と普通に撮影した写真を比較すると (Fig. 6—A, B), ボケ像の均一化がみられた。又、同じようなX線吸収と大きさを持つ物を断層撮影すると断層厚の薄層化がみられた。

ハイポサイクロイダル軌道と三重渦巻軌道を比較すると、解像力はハイポサイクロイダルが良い。しかし、ボケ残像についてリトルトンファントムの段違い円弧を撮影して比較すると三重渦巻軌道の方が均質で優れている (Fig. 6—C)。

V. 考案

微細で複雑な骨構造をもつた中内耳系の診断や、肺野の微細病変の診断に、拡大断層撮影が有用であることはすでに言われている⁷⁾¹⁰⁾。しかし、従来の報告では、管球の焦点が大きかつた



(A) (B) (C)

A) The tube current changes when the angular velocity varies due to the X-ray tube movement. B) The tube current is constant. C) Hypocycloidal movement.

Fig. 6 Tomograms of Littleton's phantom

り、軌道の選択が直線か小円のみしか行ないえなかつたり、装置の機械的ガタの問題などから、その目的を十分に達していたとはいえず、臨床的意義はほとんど解明されていない。

今回、我々はこのような問題点を解決し、充分臨床応用に足る拡大断層撮影を可能とするために、新しい装置の試作を行なった。

まず、拡大断層用管球として、 100μ の焦点のX線管を使用した。従来は 100μ 焦点のX線管では、容量的に不十分であるとされていたが、容量の大きなものが開発され、さらに稀土類増感紙を使用することによつて、十分な濃度の拡大断層撮影を得ることが可能となつた。多軌道式の装置であることから、目的に応じた軌道の選択が可能である。中内耳系でも、特に耳小骨のような小さな骨の描出には、三重渦巻軌道のようにボケが均質で薄い層の撮れる軌道が適しているわけであり、従来ではほとんど描出できなかつたようなアブミ骨などもX線像として得ることができた。これについては次報でのべる。

本装置は、普通断層・拡大断層併用撮影装置であるので、実際に患者を撮影する場合、まず普通断層撮影をルチーン検査として行ない、必要があればすぐにそのままの体位で拡大断層撮影に移ることができる。このことは中内耳系のように数mmの単位のもの撮影し、目的面が1mm違えば像が異なるような、あるいは整位の際の体の傾きによつても全く像が異なるような部位の撮影に際して、少ない枚数で十分な像を得るために重要なことであり、とり直しが少ないということと、間接的に被曝軽減にも役立つこととなる。

断層撮影では、装置の構造上、焦点をいかに小さくしても、装置のガタの影響をうけ、その解像力の向上には無理があるとされてきた¹¹⁾¹²⁾。しかし、今回、我々の試作した装置では、Computer-simulationにより設計されているので、ガタが少なく、小焦点を用いた効果が出て、解像力の向上がみられ、普通断層撮影でも従来の装置を用いた場合と比較すると解像力は向上している。拡大断層撮影も所期の目的を達した。

目的面から離れた面のボケ残像のMTFを検討すると、目的面のMTFは拡大断層の方が優れているが、目的面から離れるに従つて、拡大断層撮影と普通断層撮影の間に差がなくなり、三重渦巻軌道でみると、目的面から0.6mm離れると、そのMTFにはほとんど差がない。このことは、普通断層撮影に比べ、拡大断層撮影がより微細な病変の描出に効果があることを示していると考えられる。

断層撮影は斜入射の組合せであると考えられるから、曝射角が大きくなるほど斜入射によるボケの影響が出て、MTFは劣下するはずである¹³⁾。しかし、従来、軌道が異なつても、曝射角の大きな軌道でも、小さな軌道でもそのMTFには差がないとされてきた¹¹⁾¹²⁾。これは、焦点の大きさが大きいことや、装置のガタのために差が生じなかつたためと考える。今回の実験では、軌道別のMTFに明らかな差がみられた。

VI. 結 論

多軌道式の普通断層・拡大断層併用装置の試作を行なった。Computer-Simulationによる機械精度の向上と 100μ の微小焦点管球の使用によつて解像力の著しい向上がみられた。又、受像系にGreen-systemを用いることによつて臨床応用が容易になつた。

Reference

- 1) Littleton, J.T.: A visual examination of laminographic systems. Amer. J. Roentgenol. Vol. 90 No. 5 1153—1162, 1964
- 2) Littleton, J.T. et al.: Polydirectional body section roentgenography. Amer. J. Roentgenol. Vol. 89 No. 6 1179—1193, 1963
- 3) Werner, K. and Bader, W.: Über die röntgenologische Erfassung kleiner Knochendefecte durch direkte Röntgenvergrößerung und Vergrößerungstomographie mit Feinstfokusrohren. Fortschr. Röntgenstr. Vol. 80 No. 1 87—90, 1954
- 4) Seyss, R.: Schichtaufnahmen der Extremitäten mittels Feinstfokus bei entzündlichen Knochenerkrankungen. Archiv für orthopädische und Unfall-Chirurgie, Bd. 46, S. 251—254, 1954
- 5) Martin, S.A.: Body-Section radiography with

- an Ultra-fine focal spot tube utilizing variable magnification for plane selectivity. *Radiology*, Vol. 63 No. 4 508—514, 1954
- 6) 宮田伸樹：拡大断層撮影法の研究（第一報）日医放会誌，25：274—281，1965.
 - 7) 宮田伸樹：拡大断層撮影法の研究（第二報）日医放会誌，25：943—957，1965.
 - 8) 佐々木常雄 他：拡大断層撮影法の研究．断層撮影会誌，2：37—39，1974.
 - 9) 高橋信次 他：拡大断層撮影法について—その2—断層撮影会誌，3：109—111，1975.
 - 10) 佐々木常雄 他：拡大断層撮影法．—その3肺疾患への応用—断層撮影会誌，4：109—111，1976.
 - 11) 宮田伸樹 他：断層撮影像の画質の改善とその臨床的意義．第一報 絞りと整線板，日医放会誌，35：625—632，1975.
 - 12) 佐久間貞行，宮田伸樹：新しい断層撮影と読み方，南山堂，1975.
 - 13) 鎌田憲子 他：拡大断層撮影における受像系の検討．断層撮影会誌，5：26—28，1977.
-