

Title	圓軌道移動方式斷層撮影法の研究(第2報)基礎的研究 : 第1報 解像力及び現出能に就いて
Author(s)	松川, 明; 三品, 均; 木村, 和衛 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1955, 15(8), p. 684-689
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20715
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

圓軌道移動方式斷層撮影法の研究 (第2報)

基礎的研究：第1報

解像力及び現出能に就いて

福島縣立醫科大學放射線科學教室(主任 松川明教授)

松川 明, 三品 均
木村 和衛, 上田 稔

(昭和30年6月15日受付)

實驗目標

余等は先に圓軌道移動方式斷層撮影装置を試作し、2, 3の實驗を行い、正確な断面像の形成暈像の急足な消退等に關し發表した¹⁾。今回余等は本装置に就いて、解像力²⁾⁴⁾⁶⁾、及び空洞及び浸潤の大きさ、形の現出能³⁾⁴⁾等を實驗的に調べて見たので、次の疑問を設定して、此等の結果を在來の圓弧運動方式斷層撮影法⁷⁾に依る結果と比較し種々考按を加えて見た。

- 1) 圓軌道移動方式斷層撮影法の解像力ほどの程度か。
- 2) 圓軌道移動方式斷層撮影法に依つて證明され得る空洞の最小直徑ほどの程度か。
- 3) 圓軌道移動方式斷層撮影法に依つて、空洞の形狀をどの程度正しく現出し得るか。
- 4) 圓軌道移動方式斷層撮影法に依つて浸潤の形狀を正しく描出し得るか。

以上の諸點の夫々に就いて、更に在來の圓弧運動方式斷層撮影法に依る場合との優劣は如何。

實驗方法

I) 實驗装置：余等は前報の圓軌道移動方式斷層撮影装置(X線中心線のフィルム面に對する傾斜角は60度とした)及び圓弧運動方式斷層撮影装置(X線管球廻轉角50度)を使用した。即ち使用するX線管球は Sealex O.R. 6 KW 管球。その焦點の大きさは 3×3 mm, X線管球焦點、断面矩形間距離(圓軌道移動方式)及びX線管球焦點、

廻轉中心間距離(圓弧運動方式)を 115cmとし、断面矩形フィルム間距離(圓軌道移動方式)及び廻轉中心フィルム間距離(圓弧運動方式)を夫々 45cmとした。

II) 實驗材料：實驗用被寫體は各實驗毎に異なるので各項で詳述する。使用フィルムは富士兩面塗布X線フィルム。之れをマツダ製 D.S 増感紙⁸⁾で挟みマツダ製斷層用カゼツテに入れて使用した。

實驗結果

余等は前述の兩装置を用いて、同一の被寫體の同一断面に就いて、圓軌道移動方式斷層撮影並びに圓弧運動方式斷層撮影を行つた。結果は次の通りである。

實驗第1：解像力に就いて：被寫體として直徑 0.5mm, 0.4mm, 0.3mm, 0.2mm, 0.1mmの銅線を 1.5cmの長さに切斷し、使用した。即ち、各徑の針金各々5本宛を取り、その針金の徑丈の間隔を離して、互に平行になる様に並べた。この場合合計25本の針金が一平面上に在る様に、且つ、各種徑針金群の間の距離を 2~6 mmとし、直徑 8cmの窒蠟球の中央に密封した。今、この被寫體を撮影臺に乗せ、針金群を含む面が水平になる様に、即ち、断面矩形に一致させて、圓軌道移動方式斷層撮影を行つた。そうすると、0.3mm徑の針金群は明らかに5本を識別し得るが 0.2mm徑の針金群では5本を識別し得ない。従つて、圓軌道移動方式斷層撮影法の解像力は 1.6である。次いで各針

金群を含む面に照準を合せて、圆弧運動方式断層撮影を行つた。そうすると0.3mm径の針金群では前回と同様に5本の針金を識別し得るが0.2mm径の針金群では5本の針金を識別し得ない。従つて、圆弧運動方式断層撮影法の解像力も同じく1.6である。尚管球焦点、被寫體フィルム間距離を此等の場合と同様にして、單純撮影を行うと0.2mm径の針金群では5本の針金を識別する事が出来るが0.1mm径の針金群では5本を識別し得ない。従つて單純撮影法の解像力は2.5である。

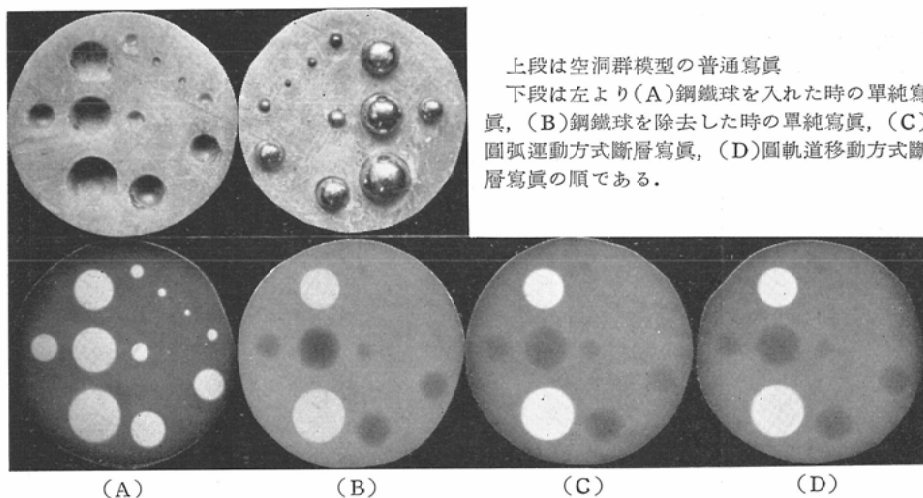
以上を小括して見ると、圓軌道移動方式断層撮影の解像力は圆弧運動方式断層撮影の解像力に等しく單純撮影に比較して劣つて居る事が判明した。

實驗第2：空洞の大きさの現出能に就いて：被寫體として、直径90mm、高さ80mmの蜜蠟製圓盤を使用した。余等はこの内部に13カ所の中空球を作り、其等の中心が此の圓盤を上下に均分する一平面上に在る様に配置した。以下此等の中空球を空洞と呼び、空洞の中心を含む平面を空洞中心面と呼ぶ事にする。以上13個の空洞の内径は夫々次の通りである。最大19.05mm、次は15.88mm、14.30mm、12.70mm、11.11mm、9.53mm、6.33mm、4.75mm、3.98mm、2.57mm、0.75mm、0.54mmである。

尙此等の配置は不規則にした(第1圖参照)。

先ず此等の空洞を鋼鐵球(空洞内径と同一外徑を有する)でもつて充し、空洞中心面を断面矩形に一致させ、圓軌道移動方式断層撮影を行い、13

第1圖 空洞内径の現出能の比較



上段は空洞群模型の普通寫眞

下段は左より(A)鋼鐵球を入れた時の單純寫眞、(B)鋼鐵球を除去した時の單純寫眞、(C)圆弧運動方式断層寫眞、(D)圓軌道移動方式断層寫眞の順である。

個の鋼鐵球が暈像を伴わない圓形陰影として夫々正確に撮影されて居る事を確めて後、蜜蠟圓盤を上下に均分し、注意深く鋼鐵球を除去した後、再び蜜蠟圓盤を合せた。此の際、余等は蜜蠟圓盤の再現を正確にする爲に19.05mm径及び14.30mm径の鋼鐵球を除去しなかつた。次いで再び先に求めた断面で圓軌道移動方式断層撮影を行つた。その撮影條件は50KV、15mA、360度廻轉であつた。出來上つた寫眞を見ると、15.88mm径の空洞から3.98mm径迄の空洞は現出されて居る。しかし2.57mm径の空洞を現出し得なかつた。然るに鋼鐵球

13個の断面寫眞に依り空洞の配列を豫め念頭に入れて觀察すると2.57mm径の空洞が辛うじて現出されている事が判明した。然し、その場合に於いても、1.95mm径の空洞は現出されて居なかつた。

次いで前述と同様な方法で空洞中心面を求めて、圆弧運動方式断層撮影を行つた。撮影條件は50KV、45mA/secである。この寫眞を單獨で見ると兎に角3.98mm径の空洞迄現出されているが、2.57mm径以下の空洞は現出されて居る様には見えない。然るに鋼鐵球を13個、空洞の中に入れた断

層寫眞とこれとを照合して觀察すると、2.57mm徑の空洞を辛うじて認める事が出來た。しかし1.95mm徑の空洞は同じく認める事が出來る。

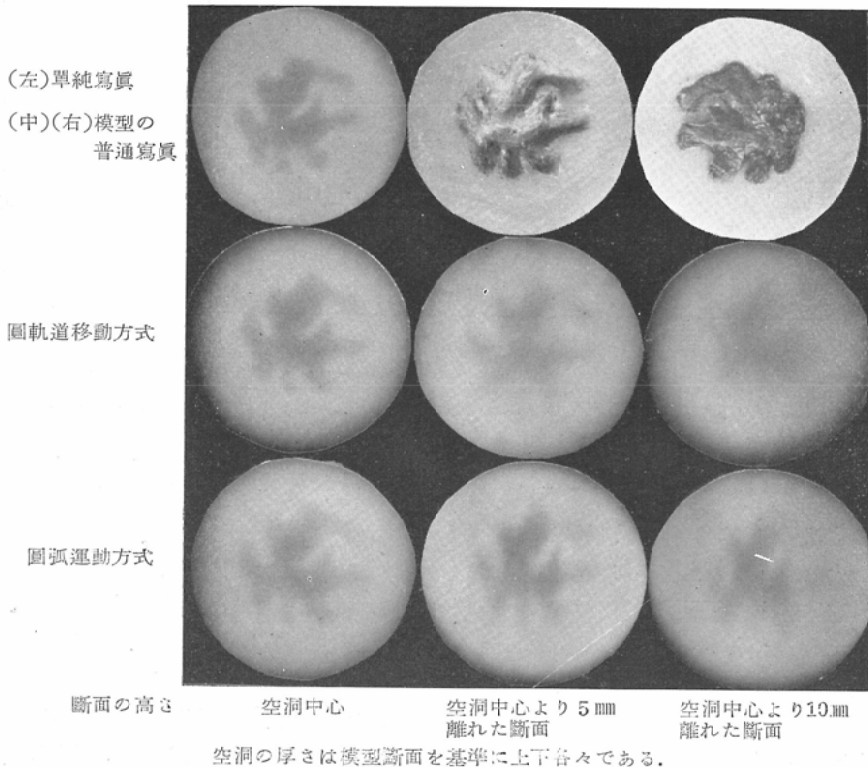
次いで管球焦點、被寫體フィルム間距離を同一にして單純撮影を行つて見ると、2.57mm徑の空洞を認める事が出來る。又先に述べた鋼鐵球13個を含む斷層寫眞をこれと並べて觀察すると、1.95mm徑の空洞を辛うじて見出す事が出來た。

以上を小括して見ると、圓軌道移動方式斷層撮影法に依つて現出される最小徑の空洞は約4mm程度であつて、圓弧運動方式斷層撮影に比較して決して劣つて居ないが、しかし、單純撮影に比べて矢張り劣つて居る事が判明した。

實驗第3：空洞の形の現出能に就いて：被寫體として直徑90mm、高さ80mm、の蜜蠟圓盤の中央に第2圖に示す様な不整形空洞を作つた。此の空洞の大きさは5.0×4.5×2.0cmである。即ち、此の空洞は蜜蠟圓盤を上下に均分する平面に一致し

た擴りを持ち、上方及び下方に對しては各々1.0cmの擴りを持つに過ぎない。今此の空洞を上下に均分する平面を斷面矩形に一致させ、圓軌道移動方式斷層撮影を行つて見ると、第2圖に示す如く、蜘蛛の手狀に擴りを持つ一つの空洞が認められる。次いで、この面より上方に5mm離れた斷面像でも、その狀況は不變である。しかし、1.0cm上に離れた所の斷面像では最早、空洞の形は認められず、空洞の暈像が認められるに過ぎない。さて次ぎに圓弧運動方式斷層撮影に依つて、夫々前と同じ高さで蜜蠟圓盤の斷面を撮影して見ると空洞中心を撮影した場合には、圓軌道移動方式斷層寫眞と同じ形狀の澄影を認め得るに反し、空洞中心より0.5cm上方に離れた斷面眞寫像では空洞の一部が暈像の爲に觀察されない。又1.0cm離れた斷面では空洞はX線管球運動方向に擴りを有する2個の長い空洞像として現出されて居る(第2圖参照)。

第2圖 不整形空洞の斷面撮影の比較

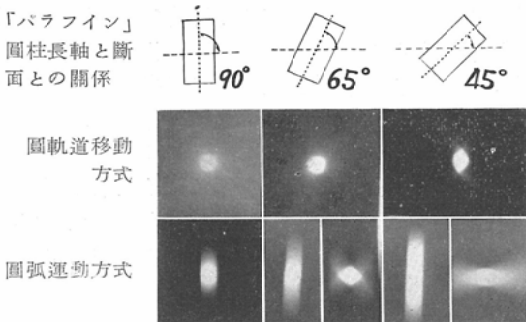


以上を小括して見ると、圓軌道移動方式斷層撮影法は圓弧運動方式斷層撮影法に比較して、空洞の形狀をより正確に描出する能力を有する事が判る。しかし乍ら前者は後者に比べて多少とも對比度が劣っている事は否めない。

實驗第4：浸潤の形の現出能：被寫體として直径10mm、長さ40mmの蜜蠟製圓柱を使用した。先ず斷面矩形に對する圓柱長軸の傾きを垂直、65度、45度とし、圓柱の中央部で斷面を撮影して見た。この場合、被寫體の上下に3mmのアルミ板を配置した。

先ず圓軌道移動方式斷層撮影では圓柱の傾きが斷面矩形に對して、垂直な場合には1.1cm径の圓、傾き65度の場合には1.1×1.3cmの橢圓、傾き45度の場合には1.1×1.7cmの橢圓形斷面像を呈し、その場合、暈像は圓柱の傾斜する方向に多少見られるに過ぎない。之に反して、圓弧運動方式斷層撮影では圓柱が斷面に對して垂直である場合には、その斷面は1.1cm径の圓となり、圓柱長軸を含む垂直面がX線管球の運動軌跡を含む垂直面とが平行せる場合に於て、圓柱長軸が斷面に對して65度傾く時には、圓柱斷面像は1.1×2.0cmの橢圓形となり、その長軸の兩端に略く2cmの暈像を伴つて撮影され、更に圓柱長軸が斷面に對し、45度傾く時には、斷面像は1.1×4.0cmのレンズ形を示し、その長軸の兩端に約6mmの暈像を伴つて居る。又更に圓弧運動方式に於いて、圓柱長軸を含

第2圖 圓柱斷面の比較



む垂直面がX線管球の運動軌跡を含む垂直面と直交する場合、圓柱の斷面に對する傾斜角65度の場合には斷面像が1.1×1.6cmのレンズ型となり、傾斜角45度の場合には斷面像は1.1×3.3cmのレンズ型

を示し、その長軸の兩端に1.2cmの暈像を伴っている(第3圖参照)。

以上を小括して見ると、圓軌道移動方式斷層撮影法は浸潤の斷面の形を正確に現出するけれども、圓弧運動方式斷層撮影法ではX線管球移動方向に依り、種々の歪みを生じて來る爲に浸潤の形狀を正確に見出し得ない。

考 按

余等は通常臨床的に行つている撮影條件で、種々の模型を用いて、夫々圓軌道移動方式斷層撮影並びに圓弧運動方式斷層撮影を行つて、解像力、空洞及び浸潤の大きさ、及び形狀の現出能を検したので、その結果に就いて考按を加える事にする。

I) 解像力²⁾⁴⁾⁶⁾ 解像力Rとは定性的にはどの程度微細な部分を描出し得るかの能力を言うのであり、定量的には丁度區別して、描出し得る互に接近した2本の線、又は點の直径d₁と線間隔d₂の相等的しい線(d₁=d₂)、即ち、平行線群を用い、その像の識別可能な最小のdより $R = \frac{1}{2d}$ を以つて算出される。抑々解像力を決定する主な因子は管球焦點の大きさ、増感紙及びフィルムの特性、管球焦點、被寫體(又は廻轉中心)、フィルム間距離、撮影條件、被寫體のX線吸収度及び機械のガタ等である⁶⁾⁹⁾。余等は此等解像力に關與する諸因子を同一にして、3種の撮影法を行い、その結果を比較したのであるから、この比較は此等撮影機構の比較になると考えられる。余等の結果では、圓軌道移動方式斷層撮影装置の解像力は圓弧運動方式斷層撮影の解像力と略く同一であり、單純撮影の解像力に比べ、劣つて居る事が判明した。今余等の成績を諸家の成績と比較して見る。在來の斷層撮影法の解像力に就いて、三品、久保田、吉田⁴⁾は1.6と記し、間接斷層撮影の解像力に就いて若林¹⁰⁾等はやはり1.6と述べて居る。これらの成績は余等の成績と略く一致して居る。従つて、余等の撮影法は在來の斷層撮影法と同程度微細な點を觀察し得ると考えてよい。

しかし、これらの成績は臨床的に直に應用する事は困難である。その理由は例えば、胸部撮影を考えると、肺血管のX線吸収度は余等の被寫體のそれに比べて極めて低い。

X線吸収度が低い被寫體のX線像は對比度が悪く、従つて、解像力も悪いのである。Newell¹¹⁾等

は單純撮影胸部寫眞で認められる肺血管の太さは1~3mm程度であると記して居る。従つて、余等の撮影法でも撮影の對象とすべき肺血管の太さは1~3mm以上であらうと考えられるが併し、この場合でも余等の方式は解像力の點から云つて圓弧運動方式に比べて遜色がないといつてよい。

Ⅱ) 空洞及び浸潤の大きさの現出能：先ず空洞の大きさは空洞を形成する壁と共に、肺結核の治療及び豫後判定に大きな意義を有して居る。即ち空洞の内徑が大きいもの程概して豫後が悪いのは當然である。然らば、余等の方式に依つて、どの程度の大きさの空洞ならば認め得るか、その現出能を兩撮影法に就いて比較検討して見よう。

諸家の實驗と余等の實驗成績を比較して見ると、田坂は直10mmの蜜蠟球中に2~9mm徑の空洞を作り、之れを被寫體として、其等の前後に水槽を置き斷層撮影を行い、2mm内徑の空洞を現出させる事が出來た⁵⁾。三品、久保田、吉田⁴⁾は8cm直徑の蜜蠟球中に直徑5mm乃至0.96mmの空洞群を作り、斷層撮影(廻轉角60度)に依り1.2mm徑迄の空洞を現出したと述べて居る。余等は直徑8cm、高さ8cmの圓盤の中に直徑15.88mm乃至0.54mm徑の空洞を作り、圓軌道移動方式斷層撮影並びに圓弧運動方式斷層撮影に依つて3.98mm徑の空洞を現出した。しかし、余等の成績は前2者の成績に比べて劣つて居るので、茲にその原因を考えて見る。先ず撮影條件に於て、管球廻轉中心フィルム等の幾何學的條件が余等の場合若干劣つて居た。次いで空洞の配列と、それらの相互間隔に於いて、余等の模型は前者に比べて、不規則で、且つ、大きかつた。Newell¹¹⁾等が述べている様に弧立性の陰影はその配置が整然として居れば發見され易いのである。又田坂⁵⁾の場合の如く、空洞が或る一定の圓い陰影の中に在る事が豫め判つて居る場合にはやはり發見され易いのである。

然らば臨床的に2.57mm徑の空洞を發見し得るかと言うと、それは困難であらう。それは空洞の配列が、不規則であるばかりでなく、壁が薄く且つ、その現出される個所を明確に豫知し得ないからである。従つて余等の模型實驗から生體に就いて認められる空洞の内徑は、余等の撮影法では4mm以上である事が推測される。それでは實際に確認された空洞の最小徑は何の程度であるか、その

例を擧げてみると、田坂¹⁵⁾は4mm程度、余等は別に報告する如く4.1mm徑の空洞を證明し得て居る¹⁴⁾。従つて、余等の方式に於ても、最小空洞の大きさの現出能は在來の斷層撮影方式に比べて決して劣つて居ない事が判る。

尙以上の考按は浸潤に就いても當はまる事だと思ふ。

Ⅲ) 空洞或いは浸潤の形狀の現出能に就いて：圓軌道移動方式斷層撮影は空洞或いは浸潤の斷面を正しく描出し得るに反し、在來の圓弧運動方式斷層撮影はこれらの斷面を正しく描出し得ない。この原因を考えてみる。

抑々正確な斷面像を作るには斷面外に存在する陰影を暈す機轉即ち暈像を作ると言う機轉と、斷面に存在する種々の陰影の輪廓を取ると言う機轉とが必要である¹²⁾¹³⁾。先ず暈像を造る機轉に就いて考えて見る。一體暈像を作るには、X線管球、被寫體、フィルムのうちいずれか二つを同じ角速度で、一定點を中心に運動させればよいのであるが、この場合斷面以外の陰影の暈像が斷面像外に投影され且つ、その暈像同志が可及的に重複投影されない様にしないとやはり正しい斷面像は得られないのである。又暈像と斷面像との間に對比度がないとやはり正しい斷面像は得られない。この爲には斷面外の陰影暈像が可及的に長く引伸される事が必要である。余等の方法はこの點に於ても在來の斷層撮影に比して遙かに優れていると言える。

次に斷面にある陰影の輪廓を取ると言う機轉に就いて考えて見る。さてこの目的の爲には既に廻轉斷層撮影に云われている如く、物體が管球に對し、又は管球が物體に對して180度以上廻轉させて撮影を行う事が必要である¹²⁾。そうでないと、物體の後方には必ず物體の陰影が尾を引いて來る。従つて、正しい斷面像を得るには在來の斷層撮影法は此の點に於いても不充分であるに反して、余等の方式は在來の方法の缺點を略と完全に除去したものである。

結 論

余等は撮影條件及び被寫體を同一にして、圓軌道移動方式斷層撮影及び圓弧運動方式斷層撮影を行い、解像力、空洞及び浸潤の大きさ、形狀の現出能に就いて比較した。結果は次の通りである。

1) 解像力は圓軌道移動方式斷層撮影及び圓弧運動方式斷層撮影共に 1.6で兩者の間に差異を認め得なかつた。

2) 内徑を異にする多數の空洞模型を撮影して見た結果兩撮影方式で現出され得る空洞の最小徑は共に2.56mmで兩者の間に差異を認めなかつた。

3) 圓軌道移動方式斷層撮影は空洞及び浸潤の形を常に正確に描出するが圓弧運動方式斷層撮影ではそれらの形狀を正確に描出しない場合がある。

本要旨は第14回日本醫學放射線學會總會の席上に於いて發表した。(昭和30年4月4日): 演者: 松川明, 三品均。

文 獻

- 1) 松川明, 三品均, 木村和衛, 上田稔: 圓軌道移動方式斷層撮影法の研究(第1報)撮影装置に就いて: 日醫放誌, 15卷7號, 549~57頁(1955). —2) 江藤秀雄, 足立忠, 箕弘毅, 氣賀正巳, 村井竹雄: X線間接撮影の實驗的研究: 間接撮影法に於ける解像力の問題に就いて: 日醫放誌, 6卷1號, 5~6頁(1946). —3) 江藤秀雄, 御園生圭輔: 間接撮影の實驗的研究I. 現出能と運動に依る不鮮銳

- 度: 日醫放誌, 3卷2號, 125~35頁(1942). —4) 三品均, 久保田保雄, 吉田三毅夫: 迴轉橫斷撮影法の實驗的研究(其の4)解像力及び現出能に就いて: 附, 斷層撮影法の解像力及び現出能との比較: 日醫放誌, 13卷11號, 667~73頁(1954). —5) 田坂皓: 斷層撮影の讀み方, 東京醫學書院, (1953). —6) 福島信之助, 藤澤信: 科學寫眞便覽, 201~2頁(1948). —7) 深津久治: マツダX線截面撮影装置に就いて: 東芝レビュー, 6卷1號, 37~44頁(1951). —8) 射和三郎: 増感紙と螢光板: 東芝レビュー6卷4號, 251~4頁(1951). —9) 藤本慶治: X線間接撮影装置を構成する要素の單獨分解能値と其の綜合分解能値との關係に就いて: 日醫放誌, 12卷2號, 49~56頁(1952). —10) 若林勝外9氏: 6×6判間接斷層寫眞法の研究: 日醫放誌, 13卷5號, 323~8頁(1953). —11) Newell R., Robert G.: The threshold Visibility of pulmonary Shadows: Radiology Vol. 56, No. 3, p. 409~15, 1951. —12) 高橋信次, 今岡睦麿 篠崎達世: 迴轉橫斷撮影法: 日醫放誌, 10卷1號, 1~8頁(1950). —13) 高橋信次, 今岡睦麿, 篠崎達世: 身體各部の迴轉橫斷撮影: 日醫放誌, 10卷8號, 29~37頁(1950). —14) 松川明, 三品均, 木村和衛, 上田稔: 日醫放誌掲載豫定. —15) 田坂皓: 肺結核症の診斷に於ける斷層撮影の價値に就いての研究: 醫療, 6卷3號, 39~40頁(1952). —16) M. J. Massiot: Sur l'effet des defferentes trajectiores utilisées en tomographie planigraphie et stratigraphie: D'electr. Radiol. Med. de France 26, p. 303~12, 1938.

Circus Tomography (II Report)

On the Resolving Power and the Representabilities of Pulmonary Cavity and Infiltration (Part 1. of Experimental Studies)

By

Akira Matsukawa, Hitoshi Mishina, Kazue Kimura and Minoru Ueda
From the Radiological Department of Fukushima Medical College,
Fukushima, Japan. (Director: Prof. A. Matsukawa)

In the present report, the resolving power and the representabilities of small cavity and infiltration are examined by our circus tomography and are compared with that of the ordinary tomography having the same focus-rotation-center-film distance.

The results are as follows:

1. The resolving power of circus tomography is equal to that of the ordinary tomography.
2. The smallest cavity that can be proved with our tomography is 2.75 mm in diameter, equally to the ordinary tomography.
3. On the representability of waxen pseudomorphous cavity, our circus tomography is more excellent than the ordinary tomography.