The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	X線廻轉撮影法の研究(第3報) 狙撃廻轉撮影法の理論的研究
Author(s)	高橋, 信次; 今岡, 睦麿
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1950, 10(2), p. 36-42
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17104
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

X線廻轉撮影法の研究(第3報)
狙擊廻轉撮影法の理論的研究

高　橋　信　次
今　岡　睦　麿
青森醫學專門學校放射線科

目　次

緒　論
装置，撮影方法及び結果
考　案
1．所見を發見するためには管球廻轉範圍及び斷續角をどう選ぶか
2．狙擊廻轉撮影像の判讀
3．狙擊廻轉撮影法の吟味
結　論
文　獻

(本論文の要旨は第6回日本醫學放射線學會總會(昭和22年4月)において演說せり).

本研究は文部省科學研究費の援助に負ふ，感謝の意を表す.

緒　言

現在X線撮影を行つて診斷を行う場合にX線寫眞に所見がないからといつて該部位に病竈が存在しないとはいい切れない．幸い所見を發見してもその所見の代表する病竈の體內に於ける位置，大いさ，形狀，等については何等確診しないのが普通である．更に假令此等が可成明瞭となつても，その診斷にどれ丈確實性があるかとの吟味が缺けている.

X線診斷學における此等の缺點を少なくする爲に狙擊廻轉法は役立つと思う．余は此の論文において此の法の理論的考究を行つた.

撮影裝置，方法，及び撮影結果

撮影裝置は前報告で既述した余の考案設計になる廻轉撮影機である.

撮影物體は臺上に固定した儘で動かさず，その代り管球，フイルムを同時に廻轉軸を中心として互に逆の方向に廻轉させて撮影するのである．管球の位置管球焦點～廻轉中心を結ぶ線が水平をなす場合を0°とし鉛直をなす場合を90°とし角度計によりて正確に讀むことができる.

X線撮影をなし次に再びX線撮影をなす間に管球が廻轉する角度を斷續角といふ.

フイルムは管球廻轉と聯動して直上に貼られた鉛板の下を移動し，鉛板細隙にて次々とX線に露出される.

物體は略ゞ廻轉中心に在らしめその長軸を廻轉軸に平行に横たえる.

管球焦點～廻轉中心間距離 81.5 cm，廻轉中心～フイルム間距離 17 cm であつた.

撮影條件は管球電壓 60 KV，管球電流 8 mA，1秒とした.

撮影されたX線寫眞は斷續廻轉寫眞の如く數個のX線帶が次々と連續し中央には廻轉軸を意味する基準線が走つている．今行つた13の實驗につき簡單のために撮影物體，その最初の位置，管球廻轉範圍，斷續角，得られたX線寫眞の所見，及び結論の順に列擧することにする.

實驗第一：物體は鉛製直方體，その横斷面は正方形でその對角線の長さは 3.5 cm である．正方形の一邊で撮影臺上に横たえる.

廻轉範圍，45°～105°斷續角 20°.

撮影結果，横顏像が直線をなすが如き幅 4 cm のX線像，管球廻轉につれ此の幅は縮小し，85°では 3 cm となり更に管球が廻轉すると今度は像の幅は逆に大きくなる．(第1圖)

實驗第二：物體は鐵製圓筒．その外徑は 3.5cm である.

廻轉範圍，45°～105°，斷續角20°.

撮影結果，横顔像が直線をなす幅4 cmのX線像，此の幅は管球廻轉に關係なく常に同一である(第1圖).

實驗第一と第二のX線像を比べると管球位置が45°の場合には兩物體とも全く同一なるX線像を與えた.

結論：單純X線寫眞から物體の立體的構成を知ることは出來ない．多數のX線撮影を行つて見てもそれ丈では物體横斷面を知ることは困難である(寫眞第1圖).

實驗第三：物體は鍼力製圓筒．圓筒輪廓の一部は80°の方向を向いた平面より成る.

廻轉範圍，60°～100°，斷續角10°.

撮影結果，X線像の横顔像は何れも直線であるそのうちの一側は常に邊緣部が最も濃く內方に向つて次第に淡くなつている.

此は物體輪廓が曲面をなしているからである．他側は此と趣を異にし濃い均等なる帶狀陰影が横顔像をなしている.

此は管球廻轉が60°～80°と進むにつれ次第に狹小且つ濃厚となり次いで80°～100°と進むにつれ次第に擴大して淡くなる．此は此處で物體輪廓が平面をなしているからである.

結論：物體が輪廓の部分のみが特にX線吸收率の高い物質より成る場合は物體が曲面より成るか平面より成るかは横顔像より判定できることがある.

實驗第四：物體は石膏製圓桂．此の圓柱には柱軸に平行に180°の方向に小突出を附す.

廻轉範圍，30°～150°，斷續角20°.

撮影結果，横顔像は兩側共直線をなし，30°～70°迄は何等變化はないが，90°にはその横顔像の一側に暈のある直線をなす横顔像が加重され110°で最も大きく130°では小となり150°で消失する．その間本來の横顔像は特に不規則な凹凸の經過を示さない.

結論：物體に小突起があるか否かは規則的に起伏する横顔像より判定出來ることがある．然しその横斷面における形狀は不明である.

實驗第五：物體は鍼力製圓筒．圓筒軸に平行して－98の方向に凹陷がある.

廻轉範圍，－30°～130°，斷續角20°.

撮影結果，横顔像は直線をなす．X線像の內部に濃いX線帶がありそれは廻轉角度の進むにつれその大いさ及び位置を變ず．－30°では此のX線帶が横顔像となつている．此は70°では最も狹小濃厚となりX線像內部に含まれる.

此より廻轉が進めば再びX線帶は廣く淡くなる90°では更に他の場所に一つのX線帶があらわれ廻轉につれ幅を增してくる.

結論：輪廓が特にX線吸收率の高い物質より成る物體の一部が凹陷している場合は横顔像及び正面像の移動狀況より凹陷の存在を判定出來る.

實驗第六：物體は石膏製圓柱，柱軸の一部に180°の方向の凹陷がある.

廻轉範圍，30°～140°，斷續角10°.

撮影結果，横顔像は直線をなす．30°ではそのX線像の內部に陰影缺損を包含し，此は廻轉につれ移動し70°～90°で不鮮鋭なる横顔像となり次いで100°～140°では再び圓柱のX線像に包含さる.

結論：均質なる物體に凹陷の在る場合は横顔像及びX線像內陰影缺損の移動狀況より其を判定できることがある.

實驗第七：物體は石膏製塑像，此は三つの柱體の積み重ねより成り，中段の柱體は略ゝ圓形である．その上下の柱體は卵形でその長軸は互に45°の方向に交わる．中段の柱體は上下の柱體にはさまれているが凹陷形成はない.

下方卵形柱體の柱軸が水平である如く置く.

廻轉範圍，50°～130°，斷續角20°.

撮影結果，50°では横顔像は直線をなす.

70°では横顔像上段が突出す．90°では上段のみならず下段も凸出するが中段は其の儘故結局全體の横顔像としては凹陷廻を呈す110°では上段突出が退行して中段と共に直線をなし下段のみ凸出する故凹陷像でなくなる.

結論：物體に凹陷はなくともX線寫眞に凹陷像を呈することがある.

實驗第八：徑10 cmのアルミニウム圓筒に80°

の方向に徑3.3 cmの鐵製圓板を貼付す(第2圖).

廻轉範圍, 100°～10°, 斷續角10°.

撮影結果, 圓板の大いさは90°～70°ではその大いさが殆んど變らないが40°～10°となるにつれ急速にその圓板の幅は減少す. 卽ち

管球焦點位置

100°, 90°, 80°, 70°, 60°, 50°, 40°, 30°, 20° 10°.

圓板面積

12.08cm, 12.5, 12.1, 11.5, 10.7, 8.1, 6.3, 4.1, 2.3, 0.95.

結論: X線寫眞でよい正面像を得るには斷續角は10°～20°でよい.

實驗第九: 物體はバリウムを塗つた二木片による平面間隙木片の高さは3 cm, 間隙幅0.26 cm, 間隙の方向は略ゞ95°.

廻轉範圍. 75°～105°, 斷續角5°.

撮影結果, 75°～85°迄は間隙は見られぬ. 90°で小間隙出づ間隙平面の横顏像は鮮銳でない95°で間隙は最も廣く且つ間隙を形成する二平面は極めて鮮銳濃厚なるX線像を呈す. 100°で間隙は狹くなり105°では消失す.

結論: 平面間隙をX線像に出すには或る一定度以上小さい斷續角を選べばよい(第3圖).

實驗第十: 物體はバリウムを塗つた二木片の平面間隙. 木片の高さは3 cm, 間隙幅は0.3 cm.

廻轉範圍, 82°～98°, 斷續角30′.

撮影結果, 82°にて既に間隙像は見られるが狹い. 間隙を形成する平面は鮮銳ではない. 其が管球廻轉が進み87°では間隙は最も廣く, 且つその間隙平面は最も鮮銳である. その間隙幅は0.36cmである. 更に廻轉が進むと再び間隙は狹くなり平面は暈けてくる.

結論: 平面間隙を直接X線像として出すには或る一定度以上小さな斷續角が必要である.

實驗第十一: バリウムを塗つた二木片の曲面間隙其の曲面は連續曲面でその切面は40°より始まり95°に終つている.

曲面の凹面は0°の方向に凹である. 凸面の一部に鉛標を附す.

廻轉範圍, 0°～180°, 斷續角5°.

撮影結果, 40°より間隙像は明瞭となり95°迄續く. 鉛釘は55°, 60°では凸面横顏像の一部に認められる.

凹面横顏像は40°より明瞭となり95°迄續く.

結論: 曲面間隙は曲面の切面が狹む角度95°～40°, 卽ち55°を斷續角とすれば撮影される. 曲面間隙の横顏像を得るには併し更に小なる斷續角例えば10°で撮影すればよい.

實驗第十二: 鉛製文字, 男, 女, が夫々廻轉中心より1.5 cm離れて管球焦點一廻轉中心を結ぶ線上に位置している.

廻轉範圍, 80°～200°, 斷續角5.

撮影結果, 男女は次第に接近し90°にて合體し基準線上に在り100°～135°と次第に離れながら男は基準線の右方女は左方に移動す. 135°で最も相離れ3.0 cmとなり男女とも基準線より最も遠くその距離は1.8 cmである. 次いで135°～180°で再び近づき始め180°にて男女は合體す.

結論: 物體の位置はX線像で基準線より最も離れた距離が物體一廻轉中心間距離を表わし, 廻轉當初より其迄に要した廻轉角丈前方に存在する. 卽ち物體の位置は廻轉中心を基點とし廻轉角及び物體一廻轉中心の二因子によりてあらわされる.

管球焦點と廻轉中心を結ぶ線で此と直角なる線に關して物體が焦點より遠く若しくは近くに位置するかによりてこのX線像の基準像よりの移動は全く逆になる.

考　按

狙擊廻轉撮影法は在來のX線檢査法では見逃がされる様な所見を發見出來るのみならず, 其等の所見を立體的に考量出來るのであるが, 此の法を行う爲には管球廻轉範圍及び斷續角をどの様にとつて撮影を實施したらよいか, 斯くして得たX線寫眞を判讀するにはどうしたらよいか, 更に此の法は在來のX線檢査法と異なるどの様な利點があるかに就き考按を重ねてみよう.

1) 所見を發見するためには管球の廻轉範圍及び斷續角をどう選ぶか.

一方向單純撮影では所見が存在しているのに不

拘，比を見逃がすのはその所見がX線に不透明な器官と重複して撮影されているか．又はそれがX線に透明な器官と共に紛れ易い狀態で重複撮影されているからである．

前者の場合には二つのX線像を分離させるか，若くは横顔像とすればよいし，後者の場合には所見を最も觀察され易い狀態，若くは正面像とすればよい．

所見が關節である場合は間隙を矢張り横顔像として撮影すればよい．

此の爲には管球廻轉範圍は0°より190°とすればよく[2]，斷續角は出來る丈小さくすればよい[2),3)]．

然し費用の低廉，操作の簡便という見地よりすれば，管球の廻轉範圍はなる可く小にして，斷續角はなるべく大にした方がよい．

イ） X線像の分離及び横顔像：

2個の物體を0°より190°迄廻轉撮影を行つた場合，その物體が獨立している場合は二X線像は何處かで分離する[3)](法則19)．

二物體の一方が他方に含まれている場合には二X線像は分離することはない[3)](法則20)．

2個の物體が互に外接している特殊な場合はX線像の横顔像としている狀況がみられる．

此の際管球の廻轉範圍は解剖學的知識若くはその他からきめ得ることが普通である．

物體が廻轉中心より半徑10 cmの圓内に在る如き大いさで且つ物體の横斷面輪廓に2 cm以下の直線を含む場合斷續角を10°で行ふと實物と此のX線寫眞から判斷する輪廓との誤差は最大1 mm以下である．物體が更に小であり，その輪廓が曲線で圍まれている場合は此の誤差は更に小となる(X線廻轉撮影法第1報參照)．

從つて人體器官の分離像若くは横顔像を得るためには斷續角は通常10°で充分である．

正面像：一般に余等が觀察する平面は單純な1個の平面でなくて複合平面であるか，或いは無數の平面の複合卽ち曲面の場合が多い．其れ故廻轉範圍は少くとも此等複合平面若しくは曲面の曲率よりは大でなければならぬ．

斷續角をどの大いさにするかは個々の單純一平面について考えればよい．

面積Dの平面が略ゞ廻轉中心附近に在り且つ管球焦點一鉛細隙の平面で此を切るとフイルム面にθ丈傾いている場合はその平面のX線像卽ちフイルム面への投影面積は K. D. $\cos\theta$ となる(Kは焦點物體フイルム間の距離による擴大率)．

正面像とは$\theta=0$の場合の平面のX線寫眞である．$\cos\theta$はθの値がθの近邊では減少率が最も少なく約10°置きの斷續角では平面縮少の度合は$1/100$以下であり20°の斷續角では$1/20$である．

卽ちX線像と實物との誤差が$1/20$で滿足できるなら20°の斷續角で充分である(實驗第九)．

間隙像：次に物體が2個ある場合，此を2個として認めるためにはX線像を互いに分離させる必要がある．此の分離した間隙が間隙像である．此の際間隙として認められる範圍卽ち廻轉範圍は二物體の横斷輪廓に内切線を引いた場合，その狹む角の余角に相當する角度である[3)]．

斷續角をきめるため間隙像の特別の場合なる平面間隙を考えてみる．

二物體が同大の平面で接し，その平面の長さr，間隙の幅はqであり，間隙の形成する矩形の對角線のなす角をαとすれば，

$$\mathrm{Tan}\frac{\alpha}{2}=\frac{\frac{q}{2}}{\frac{p}{2}} \qquad \text{卽ち}\ \alpha=2\,\mathrm{Tan}^{-1}\frac{q}{p}$$

なる關係がある．

二物體が夫々此の様な平面間隙に切する様な位置にあれば斷續角はαでよい．

實際には此のp及びqは解剖學的に略ゞ既知であるからαは計算で定まる．

卽ち此のα角の斷續角で廻轉すれば必ず間隙が撮影されることが判る(實驗第十)．

此の間隙の幅をX線寫眞に直接に其の儘撮影するには管球焦點の位置が間隙平面の延長線上の範圍内に在る様にすればよい．

計算によれば管球が此の範圍内に在れば間隙の幅は常に一定に撮影されることが判る．

此の範圍内を管球が移動する角度卽ち廻轉角は

管球が間隙を見込む角度の2倍である.

此の角度をφとすれば$\tan\varphi$は平面間隙幅をqと管球焦點一平面間隙間距離をrとすれば$\tan\varphi=\frac{q}{r}$即ち$\varphi=\tan^{-1}\frac{q}{r}$依つて平面間隙の幅を直接明確にX線像で知るためには2φの斷續角で狙擊撮影をなせばよい(實驗第十一).

此の間隙をなす平面の横顔像の吟味は一般横顔像に準じて考えればよい.

次に互いに凸凹の曲面で接する如き間隙の場合曲面に最初に接したX線が管球の廻轉につれ曲面上を移動してθ角後に曲面の最終端に至るものとすれば廻轉範圍はθでよい(實驗第十二).

然し此の曲面の全領域にわたつて間隙像並びに横顔像を知るためには横顔像の項で述べたと同じ理由で斷續角は約10°とすればよい[2].

次に管孔の如き場合は如何というに管孔は結局その管孔が眞直ぐなる場合は平面間隙, 曲つている場合は曲面間隙が縱横に組合わせになつたものと考えられるから縱横の兩方面より前述した如き廻轉範圍及び斷續角にて狙擊廻轉撮影をすればよい.

2) 狙擊廻轉撮影像の判讀

X線像から物體の立體的狀況, 即ち位置, 大いさ, 形狀構造等を知るには次の如く此のX線寫眞を判讀する.

位置: 物體の位置を知るには物體の在る高さにおける横斷面を考える.

物體の位置は此の横斷面で極座標に準じて決定する.

極座標においては平面内の點の位置は, 極, 首線, 動徑, 及び偏角により定まるが, 狙擊廻轉寫眞では, 廻轉中心, 撮影當初における管球焦點と廻轉中心を結ぶ, 所謂中心線, X線像が基準線より最も離れた場合の距離, 物體が撮影當初の位置より基準線と重なつた位置に撮影されるに要した廻轉角(此は負の値をとる)が夫, 極, 首線, 動徑, 偏角に相當する[3](實驗十三).

量: 物體の量は連續せるX線寫眞のX線像の幅の廣狹の推移から, その物體の横斷面の大いさが略ゞ判るからそれと此のX線像の高さとを考え合せると推知することが出來る.

形狀: 物體の形狀を横顔像, 正面像. 間隙像に分けて考えれば狙擊廻轉撮影を行うと横斷面輪廓の形狀を知り得ることがある. 例えば物體横斷面輪廓に平面を含む場合(實驗三)小突起ある場合(實驗四)凹陷のある場合(實驗五, 六)等である. 然し一般には横顔像より物體横斷面を直ちに推定することは不可能で此は實驗一及び二の示すとおりである.

次に間隙像の判讀であるが平面間隙の眞の幅を知るには豫めその目的で撮影した微細斷續角による廻轉撮影の場合はX線寫眞から直ちに間隙幅を讀み得るが(實驗第十一), 一般にはX線寫眞の見掛の間隙に一方の平面の投影像, 即ち量を加えたものをもつて細隙の幅と考えればよい.

尙此の加える可き量はなる可く鮮鋭に撮れたものを用いる(實驗第十).

2個の凸凹曲面が作る間隙のX線像は明瞭なる二線がみられる.

此の二線は夫々その一方に量を持つている.

間隙の幅は凹面は内側の濃い線凸面は外側の濃い線を目印として其ゝ間の距離を計測した値である(實驗第十二).

3) 狙擊廻轉撮影法の吟味

狙擊廻轉撮影法の特長はX線像の判讀に當つて物體と廻轉軸と廻轉角との關係を考慮に入れることが出來るので在來の他のX線檢査法に比し遙かに精密な診斷を下すことができる.

即ち單純撮影法では物體の横斷面輪廓は勿論物體の縱の輪廓の判斷も正確に行い得ない.

例えば物體には凹陷等はなくてもX線横顔像には凹陷がみられる場合がある(實驗第七).

又單純撮影で單純平面の正面像を得るのは困難なるのみならずそれが複雜平面, 曲面の場合は不可能である(實驗第八).

同樣にして間隙像を適當に撮影するのも困難である(實驗九, 十, 十一), 余の方法では此等の撮影が合理的に行い得るのみならず逆に余の方法で撮影せるに不拘所要のX線像としてあらわれない場合は其處には或る一定の誤差の範圍内で疾患者

しくは異常はないと考へてよいわけである.

單純撮影で所要の正面像, 横顔像若くは間隙像を得るためには在來は物體を廻轉しながら透視を行つていた.

然し透視によるX線像は對比度も悪く記錄も出來ない更に物體廻轉が合理的でないからX線像から物體の位置, 形狀を正確に歸納できない.

更に實際問題として自由に透視の出來る身體の部分というものは案外少いのである.

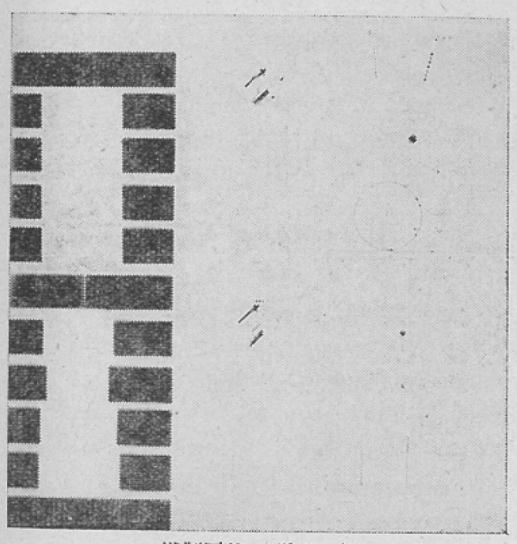
物體を立體的に觀察するため立體寫眞法, 立體透視法が提唱せられるが此は感覺的に立體感がでるという程度だと余は考えている.

流動廻轉撮影法, 斷續廻轉撮影法は物體横斷面形狀を知る唯一の方法であるが, 此等では物體の縱の方向の變化は簡單には知り得ないのである. 余の狙擊廻轉撮影法は操作も簡單で且つ費用も少額で濟むから用いるに足る方法だと考えている.

結　論

1. 余は廻轉撮影法の一種としての狙擊廻轉撮影法を提唱し模型により13の實驗を行つてその方法, 撮影結果及び理論の研究をなした.

第1圖　横顔像



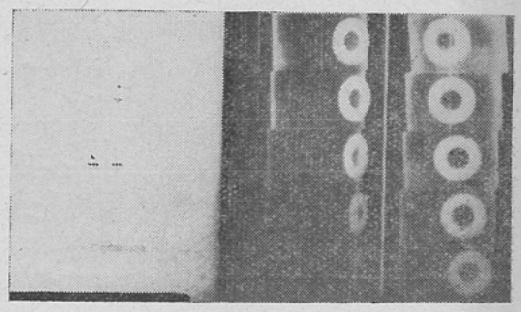
鐵製圓筒(實驗第二)
鉛製直方體(實驗第一)
鐵製圓筒は投影方向の如何に不拘X線像は同樣であるが, 鉛製直方體はX線像の幅が變化する

2. 狙擊廻轉撮影法とはX線撮影を一定の計畫に從つて組織的に行う方法であつてこれにより新らしい所見の發見は容易となり. 且つその所見の位置, 形狀, 大いさ等を立體的に知り得る. 且つ撮影結果に誤差の限界を與えることが出來る.

文　獻

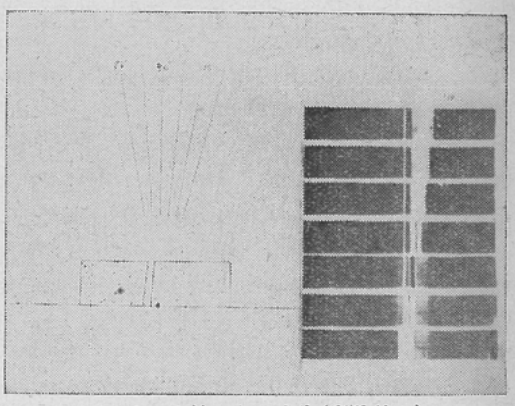
1) 廻轉撮影法, 第4回日醫放總會(昭和19年3月)出題. 古賀良彦, 松川明. — 2) X線廻轉撮影法の研究(第一報), 斷續廻轉撮影法の理論的研究. 高橋信次. 日本醫學放射線學會雜誌(掲載豫定). — 3) X線廻轉撮影法の研究(第二報), 流動廻轉撮影法の理論的研究. 高橋信次. 日本醫學放射線學會雜誌(掲載豫定).

第2圖　正面像



アルミニユーム圓筒上の鐵製圓板(實驗第八)
100°より10°の廻轉範圍を10°の斷續角にて撮影せるもの右上より下方へ, 次いで左上より下方へ各投影方向の10枚のX線寫眞にて鐵製圓板は80°にて正面像をなす

第3圖　平面間隙



バリウムを塗つた二木片(實驗第九)
90°, 95°, 100°の撮影方向にて平面間隙みられるが, 95°にて最も鮮鋭に撮影せられてゐる

Studies on the Rotatography 3. Report.
Theory on the Round Sight Rotatography (A Summary)

By

Shinji Takahashi & Mutumaro Imaoka

(Department of Radiology, Faculty. of Medicine,
Hirosaki University; Director: Prof. S. Takahashi).

1) Round Sight Rotatography will enable practitioner to catch new findings of the focus and to get the three dimensional knowledge of their conditions comparatively easily.

2) To catch new findings the rotatography is performed intermittently with the rotation-angle set beforehand as follows:

a) To make clear the contour of an organ in the profile image, the rotation-angle is to be set 10°, while to get the findings sharp in the on face image the rotation-angle is to be set 20°.

b) To take the sharp roentgenograms of the joint (or of any fissure formed of two planes the rotatography is to be operated with the rotation-angle:

$$\alpha = 2 \tan^{-1} \frac{q}{p}$$

p: height of the joint surfaces.

q: distance between the two surfaces of the joint.

c) To make clear the conditions of the spheroid joint the roentgenograms must be taken with the rotation-angle 10° in all the area of the curvature of the joint surface.

3) In order to have the three dimensional knowledge of the focus, the image should be interpreted as follows:

a) The position of the focus is determined as the polar coordinate. Here the pole is represented by the rotationcenter; the radius vector, by the longest distace between the standard line and the image. And in order to determine the vectorial angle take the one cut film among the serial roentgenograms in which the concerned x-ray images intersects the standard line, that is rotation axis. Then the angle with which the film is photoed is the vectorial angle.

b) The volume of the focus is judged roughly from the breadth of the x-ray images of the serial roentgenograms.

c) The shape of the focus (especially in its transsection) is not determined exactly from the rotatograms. Only in the case that the object formed a plane or has either a concavity or a small convexity on its contour, the shapecan be concluded.

d) The relation between two objects in the body can be known from the relation between the concerned two x-ray images. If one x-ray image never separates from the other throughout the serial roentgenograms, the object represented by the former is contained in the object represented by the latter. If the two x-ray images separate from each other at any cut film of the serial roentgenograms, the two objects exist separately.

4) In Rotatograms taken by this method the error of missing the focus in the human body is considered to be less than lmm in size.