



Title	X線回転撮影法の研究(第4報)流動横断撮影法（間接横断撮影法・流動復元方式）
Author(s)	高橋, 信次; 久保田, 保雄
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1952, 12(6), p. 42-48
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16491
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

X線迴轉撮影法の研究(第4報)

流動横断撮影法

(間接横断撮影法・流動複元方式)

弘前大學醫學部放射線醫學教室

高橋信次 久保田保雄

(昭和27年4月16日受付)

緒 言

余等は昭和21年X線的に身體の横断面を知る二つの方法を考案し、此を夫々断續迴轉撮影法¹⁾及び流動迴轉撮影法²⁾と命名して報告した。

前者は知らんとする横断面の部位を先ず種々なる方向より單純X線撮影し、それをもとにして畫用紙上に横断面を實大に記録複元する方法であり。後者は矢張りその部位を總ゆる方向より流動的にX線撮影し、それよりその横断面の状況を判讀せんとする方法である。

此等の方法は實際に臨床的に應用するに當り、其の後余等により研究された迴轉横断撮影法³⁾が完成された現在、或いは操作が煩雑に過ぎ、或いは判讀が難解に過ぎるとの憾なしとしない。

然るに此の兩者を改良した結果、余等は迴轉横断撮影法に比し操作にさう相違はなく、然も此れとは異つた特長を持つ間接横断撮影法(流動複元方式)を完成したのでその方法を報告する事にする。

撮影法

此の撮影法は操作が二つに分かれる。

即ち、所要の横断面を先ず流動迴轉撮影を行う。得たる流動迴轉寫真は横断面のX線寫真ではあるが、此れは實際に具體的な横断面像を示さない。

次に此れを流動複元撮影機に掛けて、横断面を寫真乾板上に具體的像として撮影するのである。

今、次に此れを具體的に説明するため流動迴轉撮影装置と流動複元撮影機に就いて述べる。

A) 流動迴轉撮影装置

此れはX線管球と被寫體をのせる迴轉臺と水平

方向の鉛細隙とその後方のフィルムとの四つの部分から成立つてゐる。(第1圖)

管球焦點と鉛細隙とは水平面上に在らしむ。管球焦點と迴轉臺の迴轉軸を含む針金面が、此の鉛細隙に交はる場所に細隙に細い針金を渡す。迴轉臺の迴轉と運動してフィルムは上方より下方へ同時且つ等速度で移動する。

此の實驗に於いては、管球焦點—迴轉臺中心間距離は、72.6cm、迴轉臺中心—フィルム間距離は7.5cmであり、鉛細隙の幅は1.0mmとした。フィルムは細隙の直後に位置し複増感紙に狹まれてゐる。迴轉臺が180°迴轉すると、此れと運動してフィルムは15.6cm移動する様につくられてい。

X線を放射し乍ら迴轉臺を迴轉し、此が190°迴轉し終ればX線放射を止める。

此のフィルムを現像して觀察すると、フィルムの中央を1本の直線が走っている。此は鉛細隙に渡した針金のX線像であつて、迴轉臺の迴轉中心を現わしている。此を基準線と呼ぶことにする。

此の基準線と別に帶狀の曲帶がなだらかな傾斜で撮影されている。此が管球焦點と鉛細隙で物體を截つた物體の横断面を現わしている。此が物體の流動迴轉X線寫真であつて、物體の横断面を代表しているものである。

然し此のX線寫真を見ただけでは直ちに物體の横断面の状況を判讀する事は難しい。

B) 流動複元撮影装置

此の装置は點光源、凸レンズ、スリット、迴轉臺の四者よりなり、其等は此の順に並んでいる。(第2圖、第3圖)

光源から發した光は凸レンズを通つて集光されて收斂する。レンズに關して光源と反対の側に流動廻轉寫眞を置き、そのフィルムと廻轉臺の廻轉中心と收斂點との距離を、流動廻轉撮影の場合の管球焦點と廻轉臺の廻轉中心とフィルムとの間の距離と等しくする。此の際、廻轉臺の廻轉中心と收斂點とフィルムの基準線は常に一直線上に在る様にし、又レンズを通つた光線の中心線は廻轉臺に對して少しく傾く様にする。余等の實驗では 4° 傾けた。廻轉臺とフィルム移動の關係は、流動廻轉撮影の場合と嚴格に同じくする。此の場合の廻轉臺の廻轉は手動で行つた。細隙はフィルムと廻轉臺との中間にフィルムに接して置き、その幅は3.0mmとした。

此の撮影を行う場合には廻轉臺の上に手札乾板を乗せて行つたのであるが、その結果は普通の廻轉横斷撮影と同じ様に横断面の状況を具體的に撮影出來た。只、前者と異なる點は、畫面に流動廻轉撮影を行つた場合人體がどの軸を中心として廻轉されたかを示す廻轉中心も同時に點として撮影されることである。これは基準線の結像により出來た陰影である。

實驗第一：

先ず成人の漂した乾燥跟骨を撮影した。此の骨の撮影せんとする横断面を距骨と跟骨との關節に近い部を選んだ。この部位は單純X線寫眞で直線を以て示してある。(第4圖A)

先ず此の部位の流動廻轉撮影を行ふ。此の廻轉寫眞に於いて中央を走る直線は基準線である。又略々此の基準線に沿うて幅の廣い曲帶が見られるが、此は跟骨の横断面を表わしている。(第4圖B)

此の曲帶は多數の曲線の集合から成つているが此の曲線は夫々跟骨の骨梁をあらはしているのである。

次に此の流動廻轉寫眞を流動複元機に掛ける。此の場合用いた乾板はプロセス乾板であつた。そして得られた寫眞は跟骨の横断面である。此の骨の横断面は高い梯形をなした薄い皮質に圍まれた發達した髓質よりなつてゐる。(第4圖C)

髓質は網の目状の海綿質より成つてゐる状況が

明瞭に認められる。横断面の後方に海綿質が特に緻密に見えるのは、實際に其の部分だけ緻密になつてゐるのである。又その近くで圓い孔が見られるが、此は跟骨を他の骨と一緒に保存して置く必要上、跟骨に孔をあけて此に琴絲を通して置いたその孔が撮影されたものである。

尙、比較のために同一跟骨の同一部位を廻轉横斷撮影法により横断面撮影を行つて見た。その撮影條件は次の如きものである。

X線管球 Sealex 10KW. 管球焦點—物體(廻轉臺A)間距離 64.29cm, 物體(廻轉臺A)—フィルム(廻轉臺B)間距離 6.68cm, 管球傾斜角 30°

そのX線寫眞を見ると骨の横断面の形狀及び皮質髓質の區別はつくが、海綿質の状況は明瞭でない。即ち網目像は不鮮銳である。(第4圖D)

實驗第二：

成人の前腕(手術にて切斷せるもの)をフォルマリン漬けせるもの。此を前腕骨の遠位端より4cm上部にて横断撮影を行つた。その横断部位は、此の前腕の單純X線撮影にて直線を以つて示めす。(第5圖A)

先ず流動廻轉撮影を行つた。基準線に沿うて2本の邊緣の濃い曲帶が走つてゐるのは骨のX線像であつて、太い方が橈骨、細い方が尺骨の横断面の状況を示す。軟部の横断面を表わすX線像は明瞭ではない。(第5圖B)

次に此の流動廻轉寫眞を流動複元機に掛ける。此の場合用いた乾板はプロセス乾板であつた。そして得られた寫眞は前腕前部の横断面である。2個のX線像で太い方が橈骨、細い方が尺骨の横断面である。皮質、髓質の區別が明瞭である。髓質部では海綿状の網の目が不明瞭ながら見られる。尺骨で外方に皮質が窓状に缺損している状況が窺われる。二つの骨に狭まつてその下方にある點は基準線の結像したもので廻轉臺の廻轉中心を表わす。(第5圖C)

次に軟部組織を明瞭に出すために少しく露出を控えて撮影した。此の写眞を見ると軟部の輪廓は明瞭鮮明である。軟部の皮下に相當して裂隙が見られるが、此は手術の際出來たものと思われる。

骨部は軟部が明瞭に出ているため對比度が低下している。(第5圖D)

尙、比較のために同一前腕の同一部位を實驗第一の如くにして廻轉横斷撮影を行つた。但し、管球焦點—物體間距離 54.68cm、物體—フィルム間距離 16.29cm であつた。此の廻轉横断撮影せる X 線寫真を見るに全體として鮮銳度は悪い。骨の海綿質の網の目は見られず皮質の窩状缺損の状況は不明瞭で、又軟部皮下組織の裂隙は見られない。(第5圖E)

考 按

A. 流動廻轉寫真から何故横断面が複元されるか。

余等は曩に断續廻轉寫真から横断面を作圖する方法を發表したが、此は要するに物體を多くの方向から X 線撮影する。その X 線寫真と廻轉臺上の所要の横断面と管球焦點の三者の關係を、断續廻轉撮影の場合と同じ關係に置き、たゞ横断面の代りに畫用紙を置いて管球焦點と X 線像とを鉛筆で結んで、次第に畫用紙を廻轉させ乍ら横断面を作圖して行くのである。

此の場合、断續廻轉寫真是投影方向を 20° 乃至 10° 等と不連續的に變化させて行つたのであるが、此の角度を微小にし、結局連續流動的に投影方向を變えて行つたのが流動廻轉撮影になるのである。従つて流動廻轉寫真を用いても無論横断面を作圖出来るし、むしろ精密なものを得る事が出来るのである。

然し此の場合若し畫用紙の代りに乾板を、鉛筆の代りに光線を利用出来れば作圖は簡単になり、横断面の客觀性は増しその方が望ましい。

余等はその爲に凸レンズを用いて光束を收斂し、その光束を鉛筆の代りにさせた。その場合の光束は丁度その收斂點の部位が管球焦點の在つた場所とする。此の場合、乾板の廻轉軸は流動撮影の際の廻轉臺のあつた位置と等しくなる。此の場合此のレンズを通つた光束が乾板の面に平行に走る様にすれば理想的である。

然し、實際的に斯くすれば乾板の僅かな傾きが光束の不平均化を起すので、此の光束を乾板上に

40° 傾けたわけである。従つて此の場合得られた横断面は變形若しくは擴大せず實大である。

斯くして、断續廻轉撮影の場合と同一原理により横断面を撮影することが出来るのである。

B. 此の撮影法に於ける技術及び撮影結果を吟味するに。

a. 横断面の厚さ

横断面の厚さは流動廻轉撮影法の際の鉛細隙の厚さに依つて決定される。即ち管球焦點と鉛細隙の上縁と下縁を結ぶ X 線が物體を過ぎる厚さが横断面の厚さになる。此の際、嚴密には此の X 線は平行線でないため、體廻轉により體のフィルムに近い部分は鉛細隙の幅で切斷されるが、遠い部分は此より狭い。従つて切斷される厚さが違つて来る筈であるが、管球焦點とフィルムとの距離に比し細隙の幅が極めて小さいため、此は實際問題としてその差は無視してよろしい。

b. X 線像の對比度

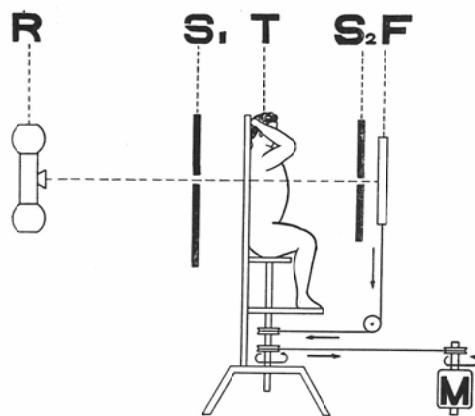
流動廻轉撮影に於いては細隙という狭い放射野を通して X 線が入つて來るため、X 線寫真には散亂線によるカブリがないので寫真の對比度は良好である。又此れが複元機(光束の傾きを θ とす)に掛けて複元撮影される時に、複元機の細隙(その幅を b とす)を通して乾板(その幅を a とす)に投影されるが、 $a = b \cot \theta$ に擴大される。此の場合、光の強さも弱められるから此れが極端になると、Schwarzschild の法則が適用されて對比度が害される惧れはある。

併し、現在余等は特に複元機のため寫真の對比度が害されたとは思つていない。一方、複元をするに當り特にプロセス乾板を使用すれば、X 線像の對比度はむしろ向上する様である。

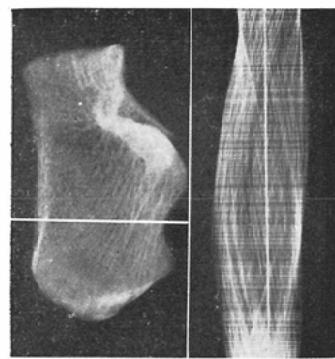
C. 像の鮮銳度

此の撮影に於いては X 線像の鮮銳度の害される因子が二つある。

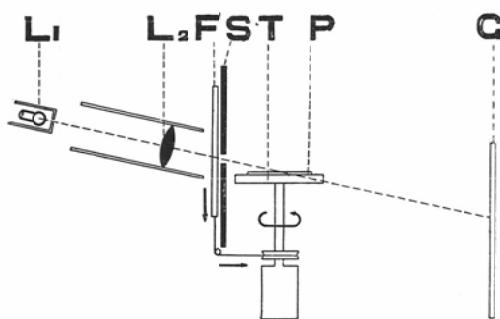
その一つは流動廻轉撮影を行う場合である。鉛細隙に直角なる従つてフィルム進行方向に θ の角度をなす X 線に不透明な線は、鉛細隙を a とせる場合、 $\tan \theta$ の幅の線として表わされる。従つて θ の大きさでは鮮銳度は害される。然し、 a は小さ



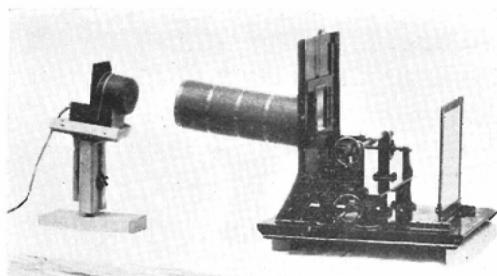
第1圖 流動迴轉寫真撮影模型圖
R: X線管球 S₁: X線防禦衝立 T: 回轉臺
S₂: 鉛細隙 F: フィルム M: モーター



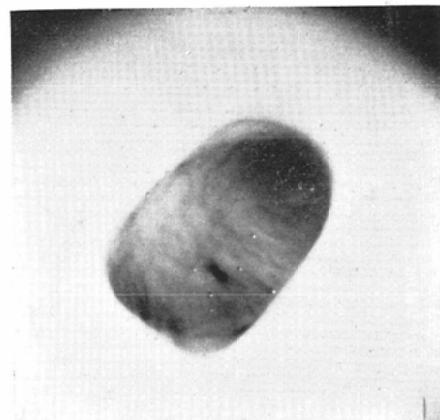
第4圖A 跟骨單純X線寫真
第4圖B 跟骨の流動迴轉寫真
(横線は撮影部位を示めす)



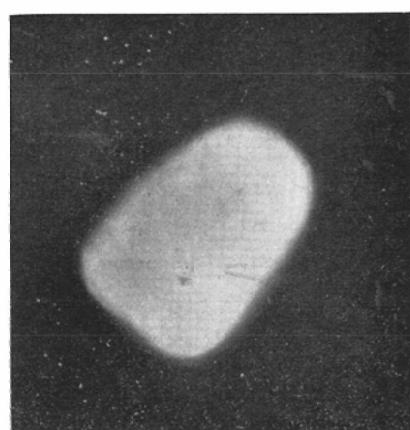
第2圖 流動横斷寫真複元装置模型圖
L₁: 點光源 L₂: レンズ F: 流動迴轉寫真
S: 細隙 T: 回轉臺 P: 乾板 G: 焦點



第3圖 流動横断寫真複元装置



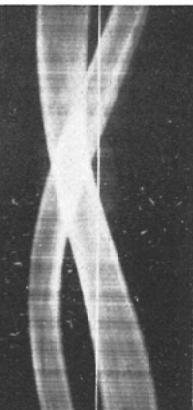
第4圖C 流動横断寫真



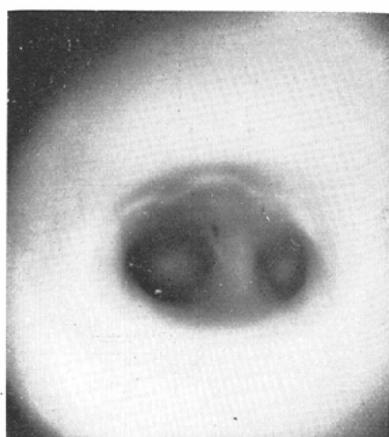
第4圖D 回轉横断寫真



第5圖A
成人前腕單純X線寫真



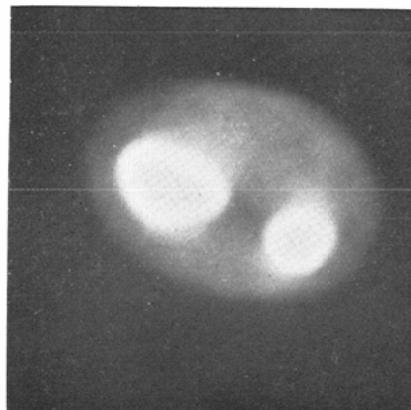
第5圖B
流動迴轉寫真



第5圖D 流動横断寫真
(軟部を主とする撮影)



第5圖C 流動横断寫真
(電圧を高くした場合)



第5圖E 回轉横断寫真

いからよほどこの不鮮銳度は救われる。

その二は、複元機による場合である。今、複元機上の廻轉臺の乾板上でその廻轉中心より a 離れた點が結像する場合を考える。細隙の幅を b とすれば、光線の中心が廻轉臺の水平に 4° 傾いていたとすれば $a = b \cot 4^\circ$ なる関係がある。即ち $a = 1, 2, 3, 5\text{cm}$ とすれば、夫々、 $b = 0.06, 0.13, 0.2, 0.34\text{cm}$ となる。即ち、例えば廻轉中心より

2cm 離れた部位に結像せしめんとするときは、複元機の細隙は 0.13cm の幅にすればよい。

次に、今點の流動廻轉寫真に於いて點が廻轉中心より $a\text{cm}$ 離れて居る場合は、その點の軌跡は正弦曲線を書き、その曲線の基準線に對する傾きはその曲線と基準線との交わり即ち變曲點の所で最大となる。又その傾きは同一の半径 a でもその底部をなす基準線が長ければやはり小さくなる。

例えば、今、此の正弦曲線の $0^\circ \sim \pi/2$ 近の廻轉せる場合の基準線の長さを、5, 10, 15, 20とした場合の此の部に於ける曲線の基準線に對する傾きは、 $71^\circ, 55^\circ, 46^\circ, 37^\circ$ と夫々なる。從つて其の場合細隙の幅を $a\text{cm}$ 、線の傾きを θ とすれば、點は $x = a \cot \theta$ だけ引伸された陰影となる。此が量の原因となる。此の量を小にするには a を小にするか θ を小にすればよい。 θ を小にするには流动廻轉寫真を十分長く撮影すればよい。余等は此の實驗では 20cm で撮影した。又、 a を小にするには、撮影せんとする點を成る可く廻轉中心に近く且つ撮影機及び複元機の細隙を成る可く狭くすればよい。特に後者の細隙を小さくする様に工夫する。細隙を狭くするには光線の廻轉臺に對する傾きを小さくすればよいのであるが、理論的には傾きを 0 とすれば細隙の幅は微小になるが此は實際問題としては出來ない。余等は 4° で折合つた。又流动廻轉撮影する場合に點を廻轉中心に近くする事は簡単に出来る。

又、物體が無構造のものなら相當の大きいものでも、その曲帶の邊緣は基準線に對し傾きは小となる故、此もその物體の略々中心が廻轉中心と一致する様におくとよい。從つて此の方法では、或特定の比較的小なる部位を充分に鮮銳に撮影する積りなら、上述の因子を考えながら行えば出来るのである。

d. X線量

此の撮影を行うと皮膚の蒙るX線量は相當大きい。例えば、鉛衝立で極く必要な部分だけ露出する様にして成人胸部を撮影するにはどの程度のX線量かと云えば 38r である⁴⁾。即ち此の撮影を行うのに、豫め細隙よりは廣いか狭い細隙をもつた鉛衝立を管球、人體間に立てゝおけば皮膚の蒙るX線量を最小にする事が出来る。又、皮膚はX線曝射を受けながら廻轉する故、同一皮膚は案外X線を受けず生體全體として蒙るX線量は最小で済ます事が出来る。

e. 操作及び費用

此の撮影法は操作が二段階に分れている。然し此等の操作は全く人爲を要せず機械的に行う事が

出来る。又其の操作は別に煩鎖なものではない。費用は廻轉横斷撮影の場合に比し乾板代だけ餘分に要する。

f. 像の擴大

此處に表われた横断面像は生體と比べて實大である。且つ歪形はない。然もX線像が鮮銳であるのが特長である。

g. 横断面撮影法相互の比較

此の方法は断續廻轉撮影法、流动廻轉撮影法に比し、其の操作の簡単さ、その結果の具體的且つ客觀性を持つてゐる點で勝れている。

直接横断撮影法⁵⁾に比して撮影時間を短縮出来た點で勝っている。

廻轉横断撮影法と比較すると、その撮影の手間が二段となる點で直接性を缺く。但し、X線像の鮮銳度は流动横断撮影法の方が勝つてゐる。又、物體と實大のX線像を得る點も特色である。

此の方法は間接的に横断面像を得るのであるが、其の間に何等主觀は入らず全く機械的操作から横断面像を得るのであるから實際にはさして煩雑ではない。

結論

1) 流動横断撮影法の撮影法につき述べた。

此の法は流动廻轉撮影と、その流动廻轉寫真をレンズを用いて乾板上に横断面を複元する二操作に分れる。

余等は實際に漂した跟骨及び前腕の流动横断撮影を行つてその寫真を供覧した。

2) 此の撮影法の原理、その寫真の對比度、鮮銳度その他につき考按した。

3) 此の撮影法によれば鮮銳なる、且つ實大で歪みのない横断面X線像を得ることが出来る。

(本論文要旨は著者の1人、高橋が昭和24年4月第8回日醫放總會にて演説せり。)

(流动横断面複元機の製作にはCannon 御手洗毅氏及び田澤進氏の御好意に依つた。感謝の意を表す。高橋信次)

(本研究は文部省試験科學研究費の援助による。感謝の意を表す。高橋信次)

文獻

- 1) 高橋信次：断續廻轉撮影法及び狙擊廻轉撮影法

の理論、第6回日醫放總會演説(昭22.4)。日醫放誌7卷1號、35頁、(昭22.12)。抄錄掲載。—2)高橋信次: X線迴轉撮影法の研究(第2報)、流動迴轉撮影法の理論的研究、日醫放誌、9卷5號、26-31頁、(昭25.2)。—3)高橋信次、今岡睦麿、篠崎達世: X線迴轉撮影法の研究(第13報)、迴轉横斷撮影法、日醫放誌、10卷1號、1-9頁(昭25.4)。—4)Takahashi, S. und Shinozaki, T.: Über zwei

Methoden der Kymographie des Herzens in seinem horizontalen Querschnitt (Studien über Rotatographie 5. Bericht) Fortschritt, Roentgenstr. 75, 1, 1-8, 1951. —5) Takahashi, S.: Study on the Technique of the Radiographic Delineation of the Cross Section of the Body. Direct Crossgraphy: Tohoku J. Exp. Med. 54, 3, 269-282, 1951.

Study on Rotatography. 4th Report. Continuous Crossgraphy.
(Indirect Cross Section Radiography of Continuous Reconstructive Type)

By

Shinji Takahashi and Yasuo Kubota.

(From the Department of Radiology, Hirosaki University, School of Medicine, Hirosaki)