

Title	原體撮影法(第1報) 心臓を原體撮影し之を更に原體塑像する法 X線廻轉撮影の研究(第22報)
Author(s)	高橋, 信次; 篠崎, 達世
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1953, 13(8), p. 479-484
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15243
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

原體撮影法 (第1報)

心臓を原體撮影し之を更に原體塑像する法

X線廻轉撮影法の研究 (第22報)

弘前大學醫學部放射線醫學教室

高橋 信次, 篠崎 達世

(昭和28年5月4日受付)

緒 言

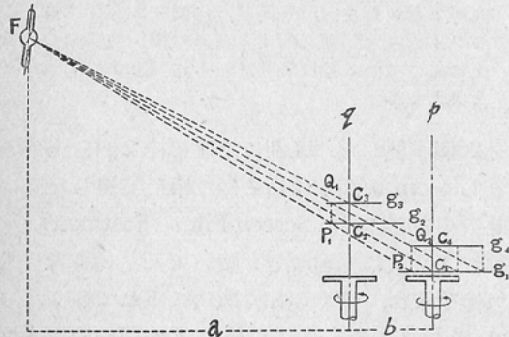
人體器官を原體のまま立體的構成にてX線撮影せんとする原體撮影法の試みに就いて、余等は既にその都度順次報告¹⁾²⁾³⁾して來たが、夫等は未だ模型實驗の域を出なかつた。然るに最近余等は健康なる成人の心臓を實際に原體撮影し更に之を原體塑像し得るに至つたので本報告に於いては夫に就いて述べやうと思う。

原 理

撮影装置は廻轉横斷撮影法⁴⁾にて説明したものに準ずる(圖1)。X線管球の焦點F、廻轉台A、廻轉台Bを此の順序に並べ、廻轉台Aの廻轉軸、廻轉台Bの廻轉軸と管球焦點Fの三者を一つの鉛直面内にある様にし、Fを廻轉台A及びBより高位におく。焦點F、廻轉台A及び廻轉台Bの夫々の水平距離を夫々a及びbとする。

今、廻轉台B上の空間に任意の平面 g_1 を考え、

第1圖 原體撮影の原理説明圖



此の平面と此の廻轉台の廻轉軸pの交點を C_1 とする。 FC_1 が廻轉台Aの廻轉軸qと交わる點を C_2 とする。廻轉台A上にて點 C_2 を含む面 g_2 を考え、此の平面上の任意の點を P_1 とする。 FP_1 が平面 g_1 と交わる點を P_2 とする。今、廻轉台A及びBを同期に廻轉さす時は CP, P_2 は常に一直線上に在り、且つ $C_1P_2 = \frac{a+b}{a} C_2P_1$ なる關係がある。

次に、平面 g_2 よりeの所に平面 g_3 を考える。此の平面が廻轉軸qと交わる點を C_3 とし、 FC_3 が廻轉軸pと交わる點を C_4 として、 C_4 より平面 g_3 に平行に平面 g_4 を考える。點 P_1 より平面 g_3 に垂線を下ろし、其の足を Q_1 とする。 FQ_1 が平面 g_4 と交わる點を Q_2 とする。

點 Q_2 及び點 P_2 は夫々 FQ_1, FP_1 の線上の點であるから、點F、 P_1, P_2, Q_1, Q_2 は一平面上に存在する。

今平面 FC_1, C_2, C_3, C_4 に於て $C_2C_3 // C_1C_4$ なる故

$$C_1C_4 = e \frac{a+b}{a} \dots \dots \dots \text{〔II〕}$$

又、平面 EQ_1, Q_2, C_4, C_3 に於て $C_3Q_1 // C_4Q_2$ で且つ $FC_4 = FC_3 \frac{a+b}{a}$ なる故

$$FQ_2 = FQ_1 \frac{a+b}{a} \text{である。}$$

$\triangle FQ_2P_2$ に於いて $FQ_1 : FQ_2 = FP_1 : FP_2 = a : a+b$ であるから $P_1Q_1 // P_2Q_2$ である。

従つて、 Q_2 は P_2 より平面 g_4 に下した垂線の足となり、 $P_2Q_2 = e \frac{a+b}{a}$ なる關係がある〔III〕。

廻轉台A及びBが同期廻轉をなす場合は Q_2 は常

に FQ_1 の延長線上に在り、且つ P_1Q_1/P_2Q_2 である。
又 $C_2P_1=C_3Q_1$ 且つ $C_1P_2=C_4Q_2$ である。そして
 $C_2P_1 : C_1P_2 = a : a+b$ なる関係がある。

従つて $C_4Q_2=C_3Q_1 \frac{a+b}{a}$ となる………〔IV〕

即ち〔I〕～〔IV〕より廻轉台A及びBが同時廻轉する時は廻轉台A上の物體を構成する各點は、廻轉台B上にて物體と相似でその $\frac{a+b}{a}$ 倍の間隔なる點として結像する。物體とその結像點との距離は $a:b$ の関係がある。

それで今、その結像點に相應して感光乳劑の塊をおけば、其處には原體と相似にして、その $\frac{a+b}{a}$ 倍なる立體のX線像を得るわけである。これが原體撮影法である。

實際には現在、此の様な感光乳劑の塊を得るのは技術的に困難であるので、原體撮影法で直接原體X線像を得るのは難かしい。それでX線フィルムを一定の順序に間隔を離して排列し、それを乳劑塊に代用し、それで原體撮影を行ひ、得たX線寫眞を $\frac{a}{a+b}$ 倍に縮小して再び撮影の時の様にフィルムを排列し、夫々のX線像の間に適當な物質を充填して原體を塑像する。之が原體塑像法になる。

原體撮影装置、撮影法

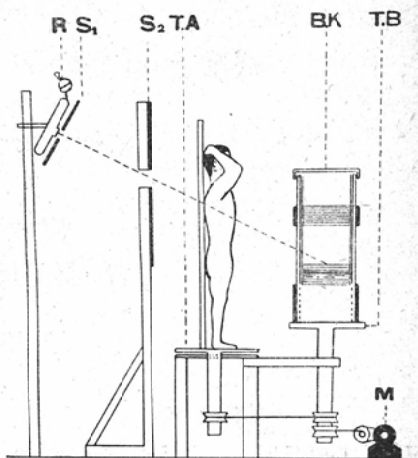
X線管球焦點、人體を載せる廻轉臺 T. A、カゼツテ箱 BK を載せる廻轉臺 T. B を、之の順序に並べ、廻轉臺の廻轉軸とX線管球焦點とを鉛直面に含まれる様にした(第2圖)。

X線管球は廻轉台 T. B に 30°傾いている。X線管球と廻轉台 T. A との距離は 104.1cm、兩廻轉台間距離は47cmである、X線管球は10KW、強制水冷式(水流速度 0.9 l/min)にした。兩廻轉台はモーターにより同期等速度にて同一方向に廻轉する。

カゼツテは箱カゼツテを特製した(第3圖)。即ち内徑25.4×30.4cmで、高さが86.4cmの四角な箱であり、此れには釘は一切使用しない。此の箱の幅と長さは正確に四つ切フィルムの大きさに當る。

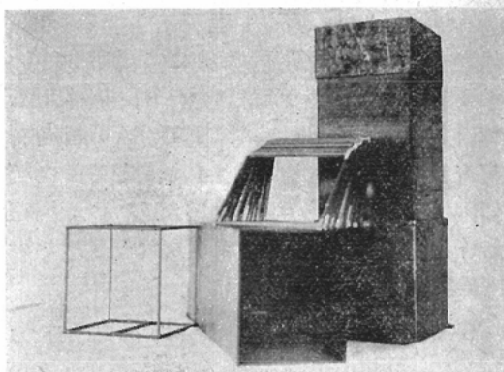
別に四つ切の大ききで、高さが1cmなる木製の

第2圖 原體撮影装置の模型圖



- R: レントゲン管球
- S₁S₂: 感光乳劑及び被寫體に放射される不必要なX線を遮る鉛細隙
- TA, TB: 廻轉台
- BK: 箱カゼツテ
- M: モーター

第3圖 箱カゼツテ



向つて右から左へ、外側箱、内側箱、及び二群のフィルムに間隔を與えるための櫓、内側箱の上に乗っているのは各フィルムに1cmの間隔を與える枠

枠を20個作製した。又別に上述の枠2個を上下の枠とし41cmの高さになる様な櫓を特製した。

此の箱の底に No-Screen-Film (Eastman) を1枚おき、次に枠をおき、次いで又フィルムを入れ又枠を入れ、斯くの如く順次に重ねてゆく。そして10枚フィルムを入れ終れば前記の櫓を入れ

る。其の櫓の上に再びフィルムを1枚おき、其の上に枠をおき、前と全く同じ様にしてフィルムを重ねて行く。斯くしてフィルムを入れ終れば此の箱には蓋をする。

他方、此の箱が丁度入る様な鞘の役目をする外箱を作る。外箱の内りのりで底から32cmの高さに相當して鉛を四周に貼る。内箱の底は丁度、此の鉛の處で止まる様に止め釘をつけておく。又箱の櫓の中程に相當した上方に、外側に矢張り鉛を貼つておく、此の鉛板と管球の放射口にある鉛細隙のため、櫓より上方のフィルムは感光しない様になる。

今廻轉台が一廻轉するとリリーススイッチにより内箱を外箱に支持している止め金は外すれ、内箱は落ちる。すると櫓の下のフィルムは外枠の袴の鉛板により完全にX線に遮断せられる。その代り櫓の上部のフィルムは丁度最初の廻轉の場合の櫓の下部のフィルムにあつた場所から10cmだけ高い所にあつた場所に来る様にする。

被検者は呼吸を停止せしめて置き、内箱の最下部のフィルムが略々患者の横隔膜邊を撮影する様な位置に患者の位置を調節する。廻轉台を廻轉さす。

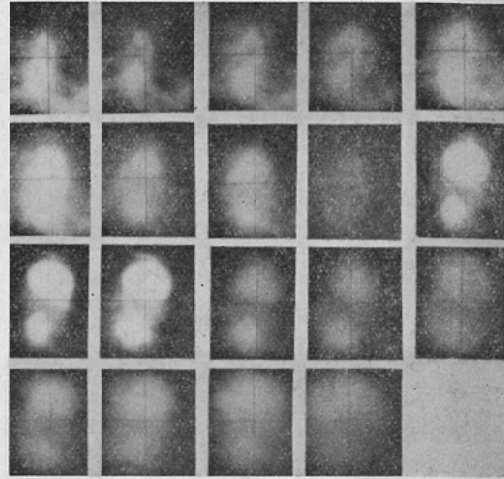
X線は85KVの電圧で管電流は45mAである。

廻轉が1回終るとリレーが働いて内箱が落下する。此の落下速度は3米秒速度である。落下と同時に電圧を75KVに落とし、管球電流を40mAとする。そして1廻轉が更に360°廻轉し終れば止める。廻轉台が一廻轉するのに6秒かかるから撮影終了迄に12秒を要する。此の全部の露出の間、被検者は動揺せず且つ呼吸を厳格に止めさせておくのである。それから暗室にて20枚のフィルムを箱カセットより取り出し、次々と現像、定着、水洗を行う。此の如くして撮影された寫眞は(第4圖)である。

此の寫眞に於て櫓の上部、下部にあつた二群のフィルムのうち夫々の上方のXフィルムのX線像の對比度は可成り良好であるが下方のフィルムのX線像は露出不足である。然し判讀に苦しむ程でなく、縦隔洞即ち大動脈、心臓、氣管、主氣管支

肺動脈等は明瞭に判讀出来る。又脊椎、胸骨、胸廓、胸腔肋骨も充分觀察に堪える。

第4圖 原體寫眞



箱カセット内の各フィルムに撮影されたX線像 氣管、氣管支、肺動脈、大動脈、心臓、横隔膜等が認められる。各群で上部にあつたフィルムのX線像は下方にあつたものに比して對比度がよい。

此等のX線像は1.44倍に擴大されている。

原體塑像法

斯くして得られたX線フィルムの縦、横の中點を互に結べばフィルムの中央にて十字を畫く。此を基準線と呼ぶ。

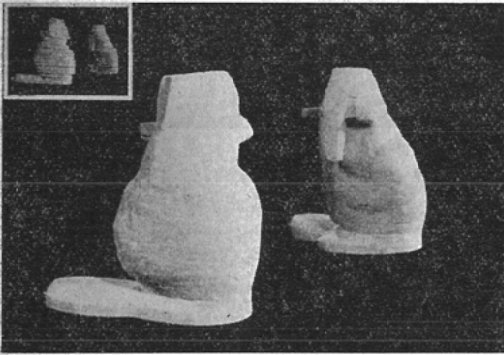
次いで此のフィルムのX線像を縮小器に依り $\frac{1}{1.44}$ 丈縮小する。此は別に寫眞に焼付けずセロファン紙に寫しとれば良い。又箱カセット内のフィルムの間隔は1cmであつたが實際は此の間隔も此に $\frac{1}{1.44}$ を乗じた0.7cmとなるわけである。

別に厚さ1mm、幅0.7cmの鉛薄帯を用意し、此をセロファン紙上に立てて、X線像の圖形通りに屈曲せしめ、形がとれたら、それをガラス板上に移動し、其の輪廓内に石膏を流し込む。此の時食鹽を約0.4%の割合に混すれば凝固時間を短縮させる事が出来る。斯くして0.7cmの厚さの大動脈氣管、氣管支、心臓の輪廓の石膏板を得る。次いで此等の石膏板を夫々セロファン紙の圖形に重ねてその歪形の起つていない事を確かめ、同時にフィルムに引いた十字の基準線を夫々の石膏板に印づ

ける。此の石膏板を基準線を合わせる、順序に積みかさねる。

斯くして重ねた石膏板は0.7cm厚さ毎に段々がついている(圖5.左上圖)。實際の心臓は此の様に不連続なものではなく連続しているものである。此等の石膏板の下面は其の部位で切つた實際の横断面をあらわして居るけれども、其の上面は實は想像のものである¹¹⁾。それ故下の石膏板の下面とをつないだ方が實際に近いものとなるし、又、觀察しやすくもなる。それで小刀をもつてそうなる様に餘分の石膏を削り落した(第5圖)。

第5圖 心臓の原體塑像



左上の小さな写真は第4圖の小写真より得た石膏板を重ねたもの。中央は更に實物に近からしめるため、此の原體像の角を落したもの。向つて左は心臓の原體の前面像を示し、向つて右は鏡により後面を示している。

塑像の觀察

此の塑像を前方から觀察するに、左右の心臓輪廓は單純背腹方向撮影X線寫眞の心臓像と違わない。即ち右縁は上行大動脈と、右心房による二つの弓に分られ、第一弓の中頃より肺動脈が出てゐる。左縁は四つの弓が區別出来る。即ち大動脈弓部が第一弓で、其の下方に肺動脈による第二弓があり、次いで左心耳が第三弓となり、最後に大なる且つ力強き弧を有して左心室の第四弓となる。上下大動脈は右心房の上部で、其の内側に發し、左後方に走向する狀況は窺われるが、大動脈の前面は直ちに、前部縦隔洞軟部組織に蔽われて居る爲め見られない。前部縦隔洞は大動脈及び氣管前方より三角形をなして、前方に張り出している。

動脈椎體部は然し正中線より左前方に出ているのが見られる、右心房は其の左前方に於て急速に其の曲率を減少して、右心室に移行している。右心室の前壁は平滑であつて、略々正中線近邊に存在する。此れより左方は左心室になり、右心房より曲率は小さいけれども急に後方に向う弧を畫いてゐる。

此の心臓は第一斜位方向より觀察するに、心臓を形成する右縁は上方は上行大動脈であり、下方は右心房である。上行大動脈の中頃より、右側肺動脈が前方に出て來るのが判る。

又一方心臓の左縁を形成するものは上方は上行大動脈弓部の前方に在る前部縦隔洞の輪廓よりなる。下方の輪廓は左心室である。此の塑材が石膏でなくて、ビニールの如き透けて見えるものであれば、動脈椎體も窺われる筈である。又同時に大動脈の後壁よりその後方に位置する氣管及び右側氣管支像が見られる。上行大動脈は比較的直上して後方にゆく。右心房は此の心臓では急速に突出している。

此の心臓を第二斜位から觀察するに心臓の右縁をなすのは下方では前部縦隔洞及び上行大動脈である。左縁は氣管、左心房及び左心室である。

下行大動脈が大動脈弓部より緩やかな弧を畫いて下行するのが追跡される。心臓大動脈は全體として後方に倒立する姿勢にある事が窺われる。

次に此を左右前頭方向から觀察すると、右縁は上下は右心房、下方は左心室である。左縁は上方は前部縦隔洞下方は右心室縁である。下行大動脈が氣管分岐部より下方に走るのが見られる。此を左右前頭方向から觀察するに、其の狀況は左右方向よりの觀察結果と略々等しいが、下行大動脈が明瞭に且つ近く觀察される。

次に此の心臓を後方から觀察すると、先ず氣管が分岐し、其の主要氣管支が左側枝は可成り水平に、右側枝は此れより下方に深く走行し、夫々下方に肺動脈が發して前側方に進む狀況が見られる。又向つて左側に大動脈が右前方より大動脈弓を作り、稍々左方にねじれて、眞直に下降し、此は心臓下方迄追及出来る。心臓の背面をなすのは

上方左側が左心房、右側が右心房である。左心房より肺静脈が發出する状況は明瞭ではない。

心臓の下部で左側は左心室であり、右側は右心室に當る。心尖は明瞭ではない。

考 按

人體内器官を立體的に觀察する爲に現在廣く行なわれているのは立體撮影法であり、其れを立體鏡を用いて立體視する方法である。然し此の立體視は、骨、肺野の如きものには利用出来るが、心臓、胃等無構造のものには使用出来ない。即ち心臓の立體視は不可能である。

人體内器官特に心臓をX線的に記録し、然して後、此れより塑像を行わんと試みたのはPalmieri¹⁾である。

即ち人體を種々なる方向よりX線撮影し數枚のX線寫眞を得、然る後撮影の場合と同様な状況に管球、粘度、フィルムを排列してX線の代りにピアノ線を用いて粘土をX線像の放射する通りに削り落し、此を種々なる方向より繰り返して、心臓の塑像をなしたのである。次いで Schatzki²⁾は此を多數の心臓の患者に應用して、診断の役に供した。此の場合、心臓の塑像は實大であるのが特長である。

然し最初の數枚のX線撮影を行うのに、被檢者を呼吸止めた儘にしておくのが困難であり、又ピアノ線を用いて粘土を削る操作は、そう正確に行われ難い。更に此の方法では氣管、氣管支、肺動脈等の複雑な起伏を捕捉するのは容易ではない。然も此の塑像を行う原型となるX線像は前部縦隔洞の状況は明瞭ではないから、實際の状況とは誤りがある。

原體撮影法を用いると、人體内に於ける心臓と實大のものを得る事が出来る。且つ此れを塑像するもとなつたX線像には歪形はないから、此の塑像にも歪形はない。此の塑像には大動脈、心臓のみならず、氣管、氣管支肺動脈迄正確に再現されている。必要とあれば、胸骨、脊椎、胸廓との關係迄塑像する事が出来る。従つて此の原體撮影法によれば、必要に應じいくらでも精密複雑な塑像が可能である。

又此の塑像の原型となるX線寫眞は、被檢者が呼吸停止の状況に在る間に一舉に撮影を了つたものであるから、呼吸による心臓の偏位等を一切顧慮する必要はないのである。

余等の原體撮影法の眞の意義は前述の如く廻轉台を排列して廻轉せしめる時には管球より遠い方の廻轉台には被檢者と相似して、此より一定の擴大度を以て擴大せられたる立體のX線像が構成せられると云う事を知つた事にある³⁾。その像を出来れば感光乳劑の塊の中に捕えようとするのは原體撮影の理想であるが、此は現在の乳劑製作の技術では困難である。それで數十枚のX線フィルムを積み重ねて實質的の感光乳劑を作製したり¹⁾²⁾、メタアクリル酸樹脂の櫛の齒を作り、それに感光乳劑を塗つて此の撮影法を實施したりした³⁾。然し此等の何れも模型實驗の域を出なかつた。それは現在の感光乳劑の感光度では増感紙を用いないと體內器官を撮影するには無理であつて、然も増感紙はX線吸収度が強いため、此れを多層に積み重ねたのでは數枚のX線フィルムで最早感光しなくなるからである。

此の場合増感紙を使用しないでX線に直接感光させるには No-Screen-Film を用いれば良い事が判つた。それで此の撮影は成功したのである。

只、現在、經濟的の理由其の他からX線フィルムを離して重ね、原體撮影をなし、次いでそのX線寫眞を原型として、原體塑像をなしているわけである。

此の方法は實際にX線検査として如何なる利點があるかと云ふと次の如くである。

心臓が生體に於いて如何なる形をしているかは通常のX線検査では明瞭でない。例へば前部縦隔洞は楔状をなして、胸骨後面に接している事は、在來の多方向透視又は撮影では到底知り得なかつた所である。最近横斷撮影が行なはれる様になつたため、心臓の横斷面を可成り明らかにする事が出来る様になつたけれども、此の寫眞は單に一層のみをあらわすため、複雑な心臓各部がどの様に連絡しているかを具體的且つ、明瞭にするのは尙困難があつた。此の原體撮影及び塑像法により、

其等の關係が一舉に理解出来る點が心臟の原體撮影法の意義だと考える。

次にフィルムを多層に重ねて斷層撮影をなし、一舉に多くの斷面のX線撮像をなす方法が de Abrean, 宮川, 田坂等により報告されている⁷⁾。

斷層撮影の理論に従えば、此も可能である事は既に Ziedses des plantes⁹⁾ の説く所であるが、然し此を原體撮影に迄は、應用するのは困難である。斷層撮影では管球移動の方向にあるものと此と直角に在るものとは、此を暈去し方に難易がある。又心臟の様な大きなものは核陰影のため、その斷面像には歪みが起つている。又その輪廓は管球の廻轉(若しくは移動)が不足のため矢張り歪が起つて来るからである。

結 論

1) 高位に在るX線管球の焦點、人體を載せる廻轉台の廻轉軸、感光材料を載せる廻轉台の廻轉軸を鉛直面上に在らしめ、X線管球より、此等廻轉台へ上方よりX線を放射し乍ら、兩廻轉台を同期に190°以上廻轉せしめる時は、感光乳劑を載せる廻轉台には人體のX線像が立體の狀況で結像する。その原理を述べた。

2) 此のX線像を感光乳劑の塊の内部に撮影せんとする試みが原體撮影である¹⁰⁾。

3) 現在は種々の技術的制約の爲め、直接原體撮影法により人體内器官をそのままX線像として取り出すのは困難なる事が多いので、感光乳劑の塊の代りにX線フィルムを適当な間隔を置いて積み重ね、原體撮影を行い、次いで、得られたX線像をもとにして原體を塑像する所謂原體塑像法を行った。

4) 成人の心臟を原體撮影し、且つ此を原體塑

像する方法を説明した。

5) 得られた心臟塑像は實大であり、歪形はない。

此は大動脈、心臟のみならず、前部縦隔洞、氣管、氣管支肺動脈の複雑な形狀を再現している。

(本研究は文部省試験研究費の援助に依りて行われた。感謝の意を表す。高橋信次)

(本論文要旨は第三回放射線醫學弘前地方會(昭27. 12. 23)に於て演説せり)

(本研究の一部は第七回國際放射線學會(1953.7. 16)に展示せり又本論文詳細は Acta Radiologica (in Press) に掲載。)

文 獻

- 1) 高橋信次, 二階堂武彦: X線原體撮影法, 弘前醫學集團會第7回例會講演(昭25.2). 弘前醫學, 1卷3號, 92頁, 抄録掲載.—2) Takahashi, S. a. Nikaide, T.: Solidography A method to take a Radiogram of body in Three Dimensions. Tohoku J. Exp. Med. Vol. 54, No. 2, 121-7, 1951.—3) 高橋信次: X線廻轉撮影法(Rotatography)の研究, 弘前醫學, 2卷, 1號, 1~7頁(昭25.4).—4) 高橋信次: 今岡陸磨, 篠崎達世: X線廻轉撮影法の研究, (第13報) 廻轉横斷撮影法, 日醫放誌, 10卷, 1號, 1~9頁(昭25.4).—5) Palmieri, G. G.: Über meine Methode der plastischen Darstellung des Herzens am Lebenden (Radioplastik) Acta radiologica 10, 127~166(1929).—6) Schatzki, R.: Plastischen Grössen und lagewahre Darstellung des Herzens. Fortschr. Roentgenstr. 37, H 6. 899~905(1928).—7) de Abreu. M: Theory and Technique of Simultaneous Tomography., Am. J. Roentg, 60, 669, 48.—8) 宮川正, 田坂皓: 同時多層斷層撮影法に就て, 日醫放誌, 10卷, 7號, 53~57(昭和25年).—9) Ziedses des Plantes, B. G.: Planigraphy. Fortschr. Roentgenstr. 47, 407~411, 1933.—10) 高橋信次, 今岡陸磨, 篠崎達世: X線廻轉撮影法の研究(第14報), 身體各部の廻轉横斷撮影, 日醫放誌, 10卷, 8號(昭25.12).—11) 北島隆, 碓久志: 腎臓の原體撮影, 日泌會誌(印刷中)