



Title	閃光重複撮影法 運動のX線的研究(第2報)
Author(s)	篠崎, 達世
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1954, 14(7), p. 470-476
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16180
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

閃光重複撮影法

運動のX線的研究(第2報)

弘前大學醫學部放射線醫學教室(指導 高橋信次教授)

篠崎達世

(昭和29年5月26日受付)

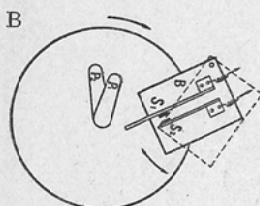
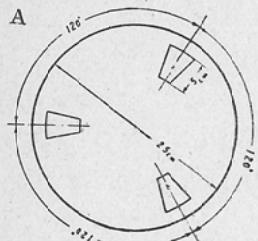
緒言

生體の運動を検査する一つの方法として、運動の時間的経過の各相を重複して撮影する方法が用いられる。

此の所謂重複撮影法は器官の運動を記録するには良い方法ではあるが、現在迄は比較的遅い運動、例えば主に消化管の蠕動等を検査するに利用されている。速い運動を此の方法で分析して考えるには未だ適當な方法は考えられていない様である。

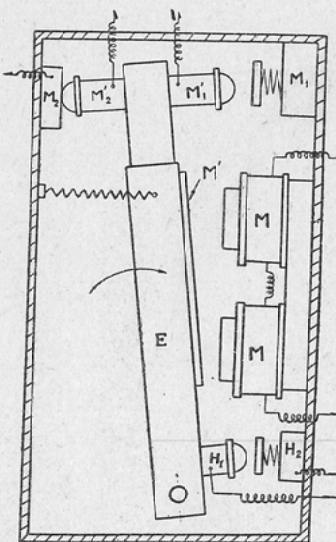
図1 閃光重複撮影装置

扇形の細隙を有する鉛圓盤
X線管球の前面で廻轉し、フィルムに閃光露出を與える。



Cを自動的に動作させる接點P₁によりS₁S₂が短絡しCが働くP₂によりBを移動させCが重複動作するのを防ぐ

C M: 電磁石 M': 吸引鐵片 E:
可動片 H₁: X線フィラメント接點 H₂: X線フィラメント



接點 M₁: 高壓閉路接點 M₂: 高壓閉路接點 M₂': 高壓開路接點 S₁S₂: 高壓開路接點

る。余はそれで之に工夫を加え、各X線露出は閃光的短時間で終了する重複撮影法を考案し、模型實験を行い次に之を人體に應用してみたので以下之について述べてみよう。

撮影裝置及び撮影方法

裝置：細隙を有する鉛圓盤を電動器によって廻轉させ、此の廻轉と運動してX線が自動的に放射される様にしたものである。即ち圖1 Aの如く直徑25cmの鉛の圓盤を作り5°或いは10°の中心角の範圍に縦の長さ5cmの扇形の細隙を作つた。各細隙の間隔は中心角で120°とした。之れを高壓印加式蓄電器放電X線裝置のX線放射口の前面にとりつけ、圓盤を電動器で廻轉させる。電動器は整流子電動器を用い、速度を自由に變え得るようにした。又第1圖Bの如く電動器の軸には2つのピンP₁, P₂を出し、Oを中心として廻轉移動する金属板Bには、接點S₁S₂をとりつけた。P₂によりBが移動しP₁によりS₁S₂が接觸するようにした。更に圖1 Cの如き裝置を作つた。即ちM₁は接點S₁S₂が短絡すれば働く電磁石、H₂はX線管球加熱回路と接續し、之を閉ぢる接點、M₁は高壓回路を閉ぢるための接點である。又電磁石Mの上方には鐵片M'があり、自由に動く可動片Eに取りつけてある。磁力が働くと

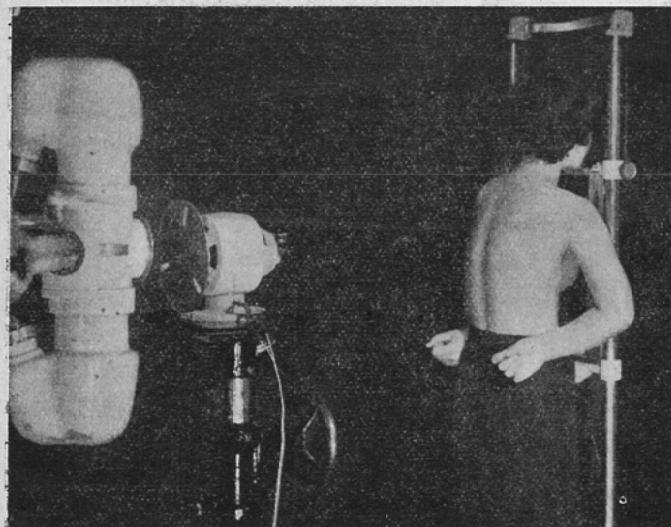
EはMに接觸する。此の可動片にはH₂と接觸してX線管球加熱回路を閉じるH₁, M₁と接觸して高壓回路を閉じるM'₁, 及びM₂と接觸して高壓回路を開くM'₂が取付けてある。

次に此等の接點が働き自動的にX線が放射され次いで放射が遮断される機序をのべる。先ず電動器により圓盤を廻轉させるとP₁はS₁を押してS₂と接觸する。従つてMが働きM'を引く。H₁とH₂は接觸してX線フィラメントが加熱される。次にM₁とM₂は接觸して放電が行なわれX線放射がなされる。廻轉が進みP₁がS₁を離れるとS₁ S₂は弾性により離れる。従つてMの磁力はなくなりH' H₂, M' Mは離れる。此の際M²とM'₂は接觸して高壓回路を開く。廻轉が更に進むとP₂はBに會し之を外方に押す。かくしてS₁ S₂をP₁と接觸せぬ場所迄移動させる。

此の操作によりX線が一度放射された後はBをもとにもどさない限り、X線は放射されない。實際の撮影の場合は、X線管球、鉛圓盤、被寫體、フィルムの順に配列し、鉛圓盤を廻轉させてX線を放射する。圖2は閃光重複撮影の實況寫真である。

圖2 閃光重複撮影實況

X線管球、扇形の細隙を有する鉛圓盤、被寫體、フィルムの順に配列し圓盤を廻轉しながらX線を放射する。鉛圓盤の扇形の細隙によりフィルムに閃光露出が行なはれる。



閃光露出の理論的考按

上述の裝置で閃光重複撮影を行う場合、フィルムの前面を細隙が移動する事によつて露出が與えられるわけである。従つて普通寫眞を撮影する際にフォカルプレインシャツターを用いて露出を與える場合と原理は等しい。フォカルプレインシャツターを使用した場合、露出時間tは感光膜の一一點を通る細隙の幅をS、走行速度をvとするとき、 $t = \frac{S}{v}$ なる式で求められる。(1)閃光重複撮影裝置に於てSに相當するのは鉛圓盤にある扇形の細隙がなす中心角θであり、vに相當するのは鉛圓盤が廻轉する角速度ωである。従つて閃光重複撮影に於ける露出時間tは $t = \frac{\theta}{\omega}$ なる式で求め得る。

又閃光重複撮影に於ける各露出の間隔は、管球焦點の前面を鉛圓盤の一つの細隙が通過してフィルムに露出を與えた後、再び次の細隙が通過し終るに要する時間である。鉛圓盤の細隙の間隔は中心角で120°である故、圓盤の廻轉速度をωとすると、露出間隔Tは $T = \frac{120^\circ}{\omega}$ なる式で求め得る。

模型實驗

備て余は理論的考按により露出は上述の如き時間に行なわれると結論したが、之が果して正しいか否かを確かめるために次の如き模型實驗を試みた。

實驗 1

實驗目的：閃光重複撮影裝置によるX線露出時間を理論的に算出した値と、X線管とフィルムとの間に細隙のある鉛圓盤を廻轉し、X線を放射するいわゆるX線ストロボ寫眞の黒線の數から測定した實際の露出時間とに相違があるかどうかを比較する。

實驗方法：鉛圓盤の廻轉速度120廻轉/1分

鉛圓盤に設けた扇形の細隙の中心角

$$\theta = 10^\circ \text{ 或いは } \theta = 5^\circ$$

上の條件で單相全波整流裝置によりX線ストロボ撮影を行つた。

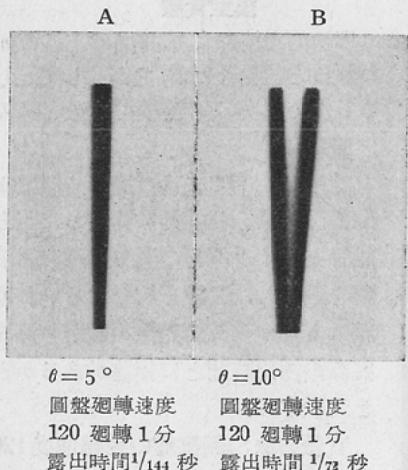
實驗結果： $\theta = 10^\circ$ の場合には圖3 Aの如く2本の黒線を得た。 $\theta = 5^\circ$ の場合には圖3 Bの如く1本の黒線を得た。閃光重複撮影

に於ける理論的露出時間 t は前述の如く $t = \frac{\theta}{\omega}$ なる式で與えられる。従つて $\theta = 10^\circ$ の場合には上の式に當てはめると $t = \frac{1}{72}$ 秒となる。又X線ストロボ撮影による露出時間 t は中堀によれば $t = \frac{n-1}{2f} + A_1 + A_2 - A$ (但し f は電源の周波數, n は得られた黒線の數, $A_1 + A_2 - A$ は $1/100$ 秒より小なる數である)。今得られた黒線の數は 2 本である故此の際の露出時間 t は $t = 1/100 \sim 1/50$ 秒となり實驗値と理論値は一致する。同様にして $\theta = 5^\circ$ の場合の理論的露出時間は $t = 1/144$ 秒, 又X線ストロボ撮影による黒線の數は 1 本である故、露出時間は $t = 1/100$ 秒以下となる。従つて此の場合も二者の値は一致する。

以上二つの實驗により余等の裝置による閃光重複撮影の露出時間は理論的露出時間と略々一致する事を確め得た。

圖 3 閃光重複撮影による露出時間

X線管とフィルムとの間で細隙のある鉛圓板を廻轉しながらX線を放射して撮影した所謂X線ストロボ寫真。



實驗2

實驗目的：余の閃光撮影裝置、蓄放式X線發生裝置、及び單相全波整流裝置により一定の運動をなしつつある運動體を撮影し、其のX線像の鮮銳度を比較する。

實驗方法：被寫體は幅 2 mm長さ 25cm の鉛の棒で 1 cm 每に目盛をつけてある。此れが 120 廻轉/分の速度で廻轉をなす。此を次の各裝置を用いてX線撮影を行つた。

A) 閃光重複撮影裝置による撮影

X線發生器には高壓印加式蓄放式X線發生器を用いた。

撮影條件：充電電壓 45KV 管電流 350mA

焦點被寫體間距離 99cm

焦點フィルム間距離 100cm

鉛圓盤にある扇形の細隙がなす中心角 θ は 5° とし、此れを 600 廻轉/分の速度で廻轉させて露出を與えた。従つて此の場合の露出時間 t は $t = \frac{\theta}{\omega}$ なる式に當てはめて $1/720$ 秒である。

撮影結果：圖 4 A の如く運動する鉛棒は 8 本の鮮銳な靜止の像として重複撮影されているのが認められる。

鉛棒の先端部は此の場合 314cm/秒の移動速度であるが、撮影された各X線像の量は裸眼では殆んど識別出來ない。即ち此の程度の運動速度では閃光重複撮影法により、鮮銳度よく靜止の像とし觀察出来る事が知られる。

B) 高壓印加式蓄電器放電式X線發生裝置による撮影條件：充電電壓 40KV, 管電流 350mA 焦點被寫體間距離 99cm 焦點フィルム間距離 100cm 尚放射口の前面には 5 mmAl のフィルターを使用した。

撮影結果：圖 4 B の如く像は暈けている。即ち棒としての像は全然認められず均等な陰影となつて撮影されている。陰影は始めは濃厚であるが次第に薄くなり遂には見えなくなる。此の範囲は 16° である。蓄放式X線發生裝置では上述の如き 314 cm/秒の速度で運動する物體は既に暈けて靜止の像として撮影し觀察する事が不可能である事が判る。

C) 單相全波整流裝置による撮影

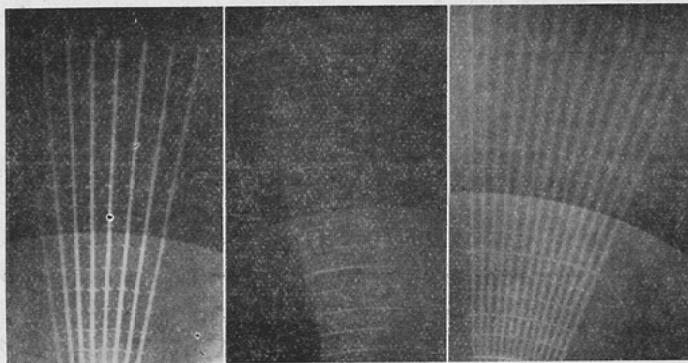
X線發生裝置には島津製作所製(社號)を用い、其の最短露出時間 $1/10$ 秒で撮影を行なつた。

撮影條件：管電壓 40KVP 管電流 50mA.

焦點被寫體距離 99cm 焦點フィルム間距離 100cm

撮影結果：圖 4 C の如く被寫體は圖 4 B の場合よりも更に大きくなっている。寫真中鉛棒が 14 本寫つて見えるのは鉛棒の運動が早い故サイクルの影響を受けた爲である。此の裝置で

図4 閃光重複撮影と他の装置による撮影との鮮銳度の比較
 (被寫體: 長さ25cm. 回転速度: 120回転1分 幅: 2mm 鉛棒)
 A 閃光重複撮影 B 高壓印加式蓄放式 C 500mA型X線發生
 X線装置による撮影 機による撮影



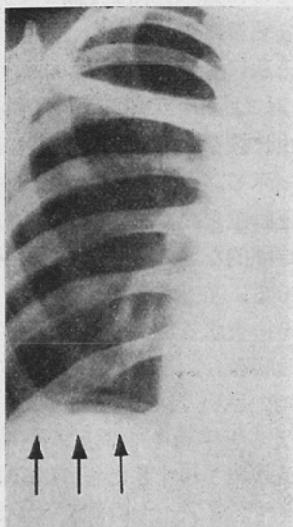
露出時間 $1/720$ 秒鉛棒は各々静止した像として鮮銳度よく撮影されている。

40KV 350mA 5mmAl フィルター使用鉛棒は 16° の範囲に暈け棒としての像は認められない。

40KV 50mA 0.1秒鉛棒は 24° の範囲に暈け棒としての像が認められるのは被寫體の運動が速い故サイクルの影響をうけたためである。

図5 人體の閃光重複撮影

A 生體に急激な呼氣をさせ、其の場合の横隔膜の運動



45KV 350mA $1/720$ 秒。露出間隔 $1/30$ 秒。焦點フィルム間距離100cm 横隔膜は鮮銳な3つの重複像として撮影され運動の分析は容易である。

の最短露出時間 $1/10$ 秒では蓄放式X線装置よりも露出時間は更に長く、従つて暈の範囲も更に大きくなり、上述の如き314cm/秒の速度で運動する物

B パリウム塊が食道内を下降し變形する状態の閃光重複撮影



60KV. 350mA. $1/360$ 秒。露出間隔 3秒。パリウム塊は不等速度、移動し、圆形、椭圆形、洋梨形と變形す状態が明瞭に分析出来る。

體の撮影には適さない事が判る。

生體の撮影

撮影は高壓印加式蓄電器放電式 X線發生装置と

閃光重複撮影装置とを組合せて行なつた。

A) 生體に急激な呼氣をさせ、其の場合の横隔膜の運動の閃光重複撮影

撮影條件：充電電圧50KV, 管電流 350mA

露出時間 $1/720$ 秒, 露出間隔 $1/30$ 秒

焦點フィルム間距離 100cm

撮影結果：圖5 Aは上の條件で撮影した重複撮影像である。横隔膜は鮮銳な三つの重複像として寫し出されている。此の寫眞から横隔膜は急激な呼氣を行う際には全體として運動し、部分的な特殊運動は認められない事が判る。又横隔膜の運動は等速度ではない。即ち最初の露出から $1/30$ 秒後には0.4cm移動し、更に $1/30$ 秒後には0.6cm移動している。從つて急激な呼氣をなす時、横隔膜は始めは遅く次第に運動速度を増す事が分析出来る。

B) 生體がバリウム塊を嚥下する時、此れが食道内を下降し變形する状態の閃光重複撮影

撮影條件：充電電圧60KV, 管電流 350mA

焦點フィルム間距離 100cm. 被寫體. 第一斜位. 露出時間 $1/360$ 秒, 露出間隔 3秒。

撮影結果：圖5 Bは上の條件で撮影した重複撮影像である。バリウム塊は最初略々圓形の像として鎖骨下縁の高さに撮影されている。3秒後には食道内を2.1cm下降し、次第に變形して橢圓形となる。次の3秒後には更に3.5cm下降し上部が特に押しつぶされて洋梨状となつて寫し出されている。此の撮影によつて在來の重複撮影ではあまり着目されなかつた被寫體の全體としての位置の移動、變形、時間と運動量との關係等を分析する事が出来る。

考 按

田宮、野崎³⁾により始められた所謂重複撮影法は運動を分析考察するには有力な方法であり、臨床的には主として消化管の運動を分析し診斷するのに應用されている⁴⁾⁵⁾⁶⁾。然し此の撮影法にも不便がないわけではない。即ち非常に早い速度で運動する器官及び物體、又極く短い時間で終了する運動を重複撮影する事は困難であつた。一方速かな運動を出来る限り静止の状態で鮮銳度良く寫し

出さうとする一つの試として、先ず蓄電器放電式X線装置が考案され、中堀²⁾或いは宮地⁴⁾は曝射時間の測定を行い $1/20$ ～ $1/30$ 秒の値を出している。又三點間隙を用い不感電圧を除いて有効照寫時間を短縮する方法等も考案されているが⁸⁾、結局は $1/50$ 秒、少なくとも $1/100$ 秒以下の露出で撮影する事は出来なかつた⁹⁾。黒田¹⁰⁾は極めて短時間 10^{-4} 秒でX線撮影出来る装置を考案し、水銀流の撮影を行つたが臨床的には應用されなかつた。

蓄電器放電式X線装置のX線管球の前面で細隙を移動させ、曝射時間を調節する方法は黒澤¹¹⁾、森谷が既に發表し、澤田¹²⁾は此れを人體に應用し北富¹³⁾は $1/250$ 秒の露出で子供の胸部の寫眞を臨牘的に撮影している。然し此等は總べて重複撮影ではなかつた。閃光重複撮影法は閃光的短時間露出で各々が重複撮影され、然も瞬間的短時間で重複撮影が終了される故、速かに運動している物體でも、鮮銳度良く撮影され、又速かに終了する運動も充分撮影出来る所に特徴がある。

運動のX線的検査法として時間と運動量との關係を分析するのには、在來はX線キモグラフィー、又はX線活動寫眞による以外は方法がなかつた。閃光重複撮影法に於ては各露出の間隔は細隙の位置を變える事により、又鉛圓盤の迴轉數を變える事により自由に撰ぶ事が出來、又其の時間も正確に知る事が出来る。從つて在來の重複撮影とは異なり時間と運動量との關係が明確である故キモグラムの如く時間的な運動の變化をも正確に分析出来る特徴がある。在來の重複撮影に於ては、例えば胃の運動を検査する場合、其の邊縁の運動状態の事のみが強調され、被寫體全體としての運動、位置の變移等についてはあまり省みられなかつた。云い換えると平面キモグラフィーの簡便な方法と云う面が強調されすぎた憾がある。然し運動する物體はキモグラフィーの如く一次元的な運動の分析のみでは理解出来ない事がある。物體全體としての位置を變えてゆく様な場合はキモグラフィーでは此の運動の正確な把握は期し難い。此所に重複撮影法の存在する理由がある。閃光重複撮影法に於ては此の様な觀點から部分的な運動の分析と共に被寫體全體としての運動及び移動、變

形等の時間的な観察を此の撮影法の大きな眼目の一つとしている。

閃光重複撮影をなす場合不安に感する事は露出が閃光的短時間である故、露出不足の爲め撮影が困難となる場合が起るのではないかと云う懸念はあるが余等は焦點フィルム間距離を1米とし、蓄放式X線装置シリウス号を用い成人胸部の閃光重複撮影及び第1斜位に於ける食道の閃光重複撮影を行なつたが不自由を感じなかつた。

結論

1) 閃光的短時間露出で且つ極めて短時間内に重複撮影を終了出来る装置を考案した。

2) 装置：鉛圓盤に中心角 5° 、 10° の範囲に細隙を作り電動器でX線管球の直前で回転させ時限器とする。此れと連動して接點が働き自動的にX線を放射中斷する。

3) 模型実験を行い閃光重複撮影の理論的露出時間と實際の露出時間とが略一致する事を確認した。

4) 閃光重複撮影装置により生體が急激に呼氣をする際の横隔膜の運動を露出 $1/720$ 秒、各露出の

間隔 $1/30$ 秒で撮影し分析した。又食道内をバリウム塊が移動する状態を露出時間 $1/360$ 秒、各露出の間隔3秒で重複撮影し其の状態を観察した。

5) 閃光重複撮影により時間と運動量との関係が分析出来る事を述べ、此の方法により運動體は全體としての位置の移動、變形等も観察さるべき事を強調した。

文獻

- 1) 小秋元隆輝：自然，7卷11號，8～14（1952）。
- 2) 中堀孝志：日放技誌，8卷2～3號，37～46（昭27）。—3) 田宮知恵夫：内科レントゲン診斷學（II）101頁、南山堂、東京。—4) C, Tamiya u S, Nosaki: Fortschr. Röntgenstr. 47(1933). 672～683.
- 5) 田宮知恵夫：診斷と治療21卷1號～22卷3號（昭9～10）。—6) 田宮知恵夫：日レ會誌，13卷3號，161～181（昭10）。—7) 宮地詔太郎、並木千勝、鈴木參：日醫放誌，10卷6號，52（昭25）。—8) 若林勝、坂本三郎、沼田敏夫：日醫放誌，11卷7號，35（昭26）。—9) 中堀孝志、松本義充、田邊昭二：島津評論，7卷2號，65～80（1950）。—10) 黒田正夫、澤柳文夫、鈴木淳夫：科學研究所報告，27輯5號，382～390（昭26）。—11) 黒澤洋、森谷寛、日醫放誌，11卷7號，29（昭26）（會報）。—12) 澤田正夫：日放技誌，9卷4號，127～130（昭29）。—13) 北島隆：日醫放誌印刷中

Polysography taken intermittently thrice with very short exposing Times.

Studies on Roentgenography of the moving Organs. 2nd Report

by Tatsuyo Shinozaki

(From the Department of Radiology, Hirosaki University School
Hirosaki Director: Prof. S. Takahashi)

This paper is concerned with a device of roentgenographic technique in taking a polysogram which may be applied to the analysis of the movement of the organs pulsating or transdorthing quickly.

This technique is characterized by its very short exposing time. For this purpose an apparatus, being capable of intermittent repetition of short exposure, was constructed. A lead disc with three slits of sector of 10° in the central angle, which were arranged at intervals of 120° , was fixed its center to the rotation axis of an electric motor. One of the slits was placed at the front of the irradiation mouth of an X-ray tube which was joined to an X-ray unit of the condenser discharge type. The disc was then rotated at uniform velocity of 120 rotations a minut.

In this procedure the exposing time was calculated theoretically as 1/720 second at

intervals of 1/30 second.

Model experiment proved actually that this calculation was not wrong.

By means of this apparatus an adult who had a fit of coughing was roentgenographed.

Three contours of the diaphragm were imaged so sharp, that the phase and the amplitude of the movement were visualized clearly.