

綜 說

最近「レントゲン」診断界の趨勢

東京女子醫學專門學校

助教授 島津フミヨ

I 緒 言

Röntgen 線は1895年11月當時 Würzburg 大學の實驗物理學教授であつた Wilhelm Konrad Röntgen に依つて發見され、爾來醫學上に應用されてから僅に四十數年を経た許りであるが、其の性能は誠に一大驚異であつて、現在に於ては醫學上許りでなく理學、工學等應用される範圍は極めて廣汎なものである。殊に醫學界に對する Röntgen 線 (R線—以下之に倣ふ) の寄與は目覺ましく “Keine Medizin ohne Röntgen!” と迄極言される現在に到達して居るのである。

余は茲に機會を與へられたのを幸ひ、最近の Röntgen 醫學界に就て若干述べてみたいと思ふのであるが、それには診断と治療に亘つて述べる必要がある。併し紙面の都合もあるので今回は其中診断界の現況に就てのみ概略を申述べ、治療の方面に就ては次の機會に譲り度いと考へた。

II 装置一般

扱 Röntgen 診断を述べるに當つては同時に最近の Röntgen 装置に就て一應述べなければならぬ。即 Röntgen 装置の發達は直ちに診断の進歩を招來し、又診断界に於ける新しい要求は、直ちに器械の進歩改善を促進する事と成り兩者は實に緊密な關係を保つて居るからである。此關係は治療方面に於ても全く同様である。現在の装置は何處迄發達したかと云ふ事を述べるのであるが、順序として先づ過去の状態を極簡單に述べてみたいと思ふ。

R線が電磁波であることは誰でも良く識つて居る事であるが、その波長は 660\AA 單位 (\AA ngstrom-Einheit 「オングストローム」單位) から 0.06\AA 單位迄である。その

内醫學に用ひられるのは大體 2.0\AA 單位以下のもので、皮膚科領域の表面治療に用ひられるのが一番長く、次は診断及び表在性治療に用ひられるもので、深部治療に用ひられるものは最も短く、 0.15\AA 單位内外のものである。

次に斯の様な R 線を發生させるのにはどうするかと云ふ事であるが、之には最も能率良く R 線を發生する管即ち Röntgenröhre (「レントゲン」管球)を用ひるのである。この管球に直流高壓電流を通じて陰極線 (Kathodenstrahlen) を發生させ、更にこの陰極線を對陰極に在る焦點に集合衝突させる事に依つて一部分の「エネルギー」が、R 線「エネルギー」に變換し、始めて R 線の發生をみるのである。

吾人に供給される電流は低壓交流を常とするから之を直ちに管球に通じる事は出来ぬ。其處で低壓を高壓とする爲には高電壓變壓器を要し、交流を直流とする爲には整流機を要する事になるのである。

以上の高電壓變壓器、整流機、Röntgen 管球等を總稱して Röntgen 發生装置と謂ふ。

A 高電壓變壓器 Transformator

R 線を發生させるのには非常に大きい運動量の變化が必要であり、少なくとも 40KV (4 萬「ヴォルト」) 以上の高電壓を管球に與へねばならない。治療殊に深部治療に用ひる R 線は最も短い波長のものを必要とし、短い波長の R 線を獲る爲には一層大きい運動量の變化を要するから、従つて實際使用される高電壓變壓器は最も容量の大なる事が必須條件となるのである。其故現在では 500KV 或は其以上の容量を持つた變壓器の製作が行はれて居るのであるが、診断の場合には前記の通り其程多くの容量を必要としないので大體 100KV (10 萬「ヴォルト」) を最大使用電壓として居る。

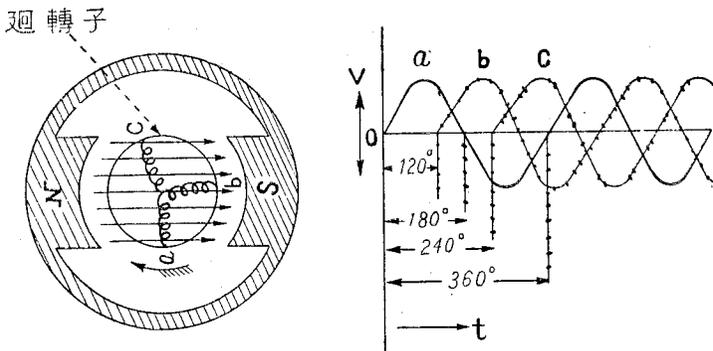
變壓器は一次線輪、二次線輪、鐵心より成るが、この鐵心は電流によつて生ずる磁力線の變動に敏速に順應出来る様に、薄い軟鐵板を組合はせてあるものを用ひる。この上に絶縁した太い銅線を少數捲いて一次線輪とし、之と鐵心との間は適當の絶縁材料を以て完全に絶縁してある。尙この一次線輪の上には絶縁した細い銅線を無數に捲きつけて之を二次線輪とし、兩者の間も亦完全に絶縁を保たしてある。斯くして捲き上げた變壓器は一度眞空内に入れ、極小さな間隙内の空氣をも吸ひ出し、内部迄絶縁油を浸入させ、更に絶縁油を充たした油槽に收める。

尙一次電壓と二次電壓との比は兩線輪の卷數に正比例する故、兩者の卷數と供給電壓とが既知なれば、容易に二次電壓を算出する事が出来る筈である。二次電壓を調節する場合二次側で行ふのは危険であるので、以前は一次側で階段式に調節して居つた。

(單捲變壓器又は抵抗を入れる事に依り)然し乍ら最近では補助單捲變壓器を併用する事になり、無階段式に圓滑微細に調節が出来る様になつて居る。

以上述べた變壓器は從來用ひられた様式のものであるが、此の變壓器を用ひて大電流(例へば 1000 Milliamp.)を瞬間に通じる様な時には、どうしても瞬間電壓降下が著しいのである。此缺點を補ふ爲に、三相交流變壓器が近年製作された。この變壓器は3つの交流が、各々 $\frac{1}{3}$ Cycle だけ遅れて順次現はれる様に設計されて居るもので發電機の廻轉子が120度廻轉した時に、第2波が現はれ、更に120度即ち240度廻轉した時に第3波が現はれる様に成つてゐる。

第一圖



三相交流裝置

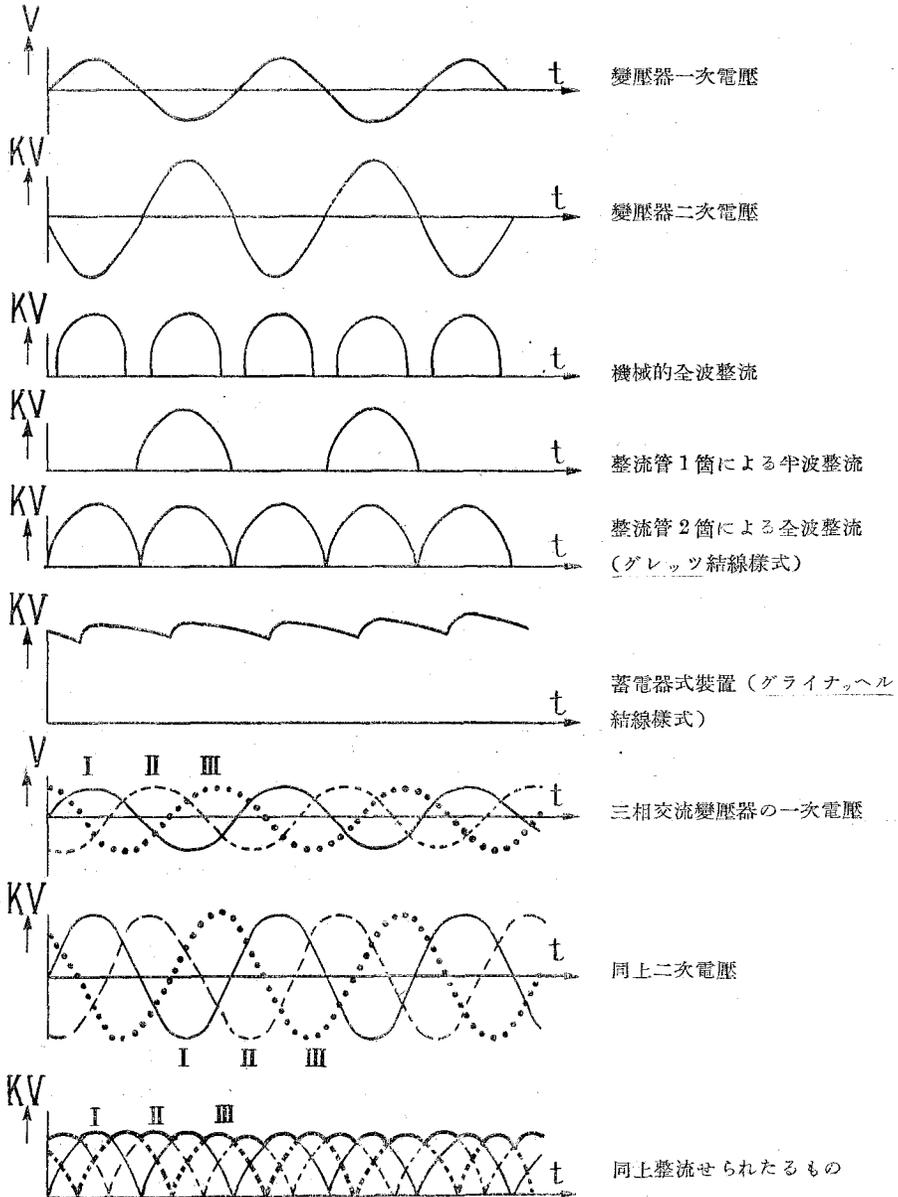
この三相交流變壓器に於ける結線には、星結線 Stern-Schaltung と、 Δ -結線 Delta-Schaltung とがあるが、各々に就ての説明は省略する。この變壓器に於ては、6個の整流管で整流し、位相のずれて居る三つの交流を全波整流して、6個の波を重ねたものであるから、二次電壓の波形は著しく平滑になり、現在では遠距離瞬間撮影の目的に使用される最高の診断裝置である。この三相交流變壓器に對し、既述の變壓器は單波であるから、單相交流變壓器と稱へて居る。

B 整流機 Gleichrichter

單相、三相の何れを問はず、變壓器から二次電壓となつて出て來たものは、總べて交流の高電壓電流であるから之を其儘管球に導く事は出来ない。即ち交流を直流にせねばならぬので、斯の目的を果たす爲に整流機が必要となる譯である。尤も茲に一寸斷つて置かねばならぬ事は、發生裝置の或種のものでは全然この整流機を備へて居ない事である。例へば野戰病院用、或は往診用の如き携帯用「レントゲン」裝置等の場

第 二 圖

各種結線様式に於ける電壓の波形



合である。何故この種のものには整流機を備へて居ないかと云ふと、其は Röntgen 管球を以てR線を發生させるのと同時に、他方整流機としての機能をも司らせるのであつて、特定の整流機を備へて居らぬと云ふ事は、決して整流と云ふ事がこの種の装置では不必要だと云ふ事を意味するものではない。この點誤解無き様に願ひ度い。

整流機とは今申した様に交流を直流に直すものであるが、之に次の二種類がある。

機械的整流機 Mechanischer Gleichrichter

電氣的整流機 Elektrischer Gleichrichter (Kenotron od. Glühventil)

整流機に依つて整流された直流を管球に與へると、常に一定方向に電流が流れる事になり陰極から陰極線の發生を見るのであるが、若しも管球に反對方向の電流即ち逆電流を通す時は——殊に瓦斯管球の場合——陽極からも陰極線が發生して管球各部に障害を起すに至るのである。其故逆方向の電流は遮斷する必要が有る。而して此際逆電流を遮斷したものを「半波整流」と稱へ、更に一步進んで逆電流の方向を變更し之を利用する構造のものを「全波整流」と稱へる。(波形圖參照)

この半波整流、全波整流は共に機械的整流、電氣的整流の各々にある形式であるが全波整流の方が一定の瞬間に發生するR線の線量が多い事は云ふ迄も無い事である。

以上の二種（機械整流と電氣整流）の中、古くから用ひられて居たのが機械整流に依る型式の發生装置である。この種の装置に於ては調節部は同期電動機 Synchronmotor 文けであるから調整は簡單であり、誤用が無ければ故障少く長期間の使用可能で經濟である。然し乍ら次の諸點の如き缺點を持つて居る。

- 1 整流子間の火花放電による電壓降下。之は瞬間撮影をなす場合非常な障害となる(最大缺點)
- 2 整流子の廻轉による噪音
- 3 火花放電により「オゾン」や「エトロ」瓦斯を生じ無線電信、「ラヂオ」等に惡影響を及ぼす

之等の缺點は日常、装置の運用に當り不便且不愉快である。故に之等の缺點を補ふ爲に種々の研究が行はれ、その結果電氣整流機即ち Kenotron が近年用ひられる様に成つたのである。Kenotron に於ても亦多少の缺點は止むを得ぬ所で、其中最も著しい事はこの種の装置は設備費も經常費も大なる事である。電氣的整流のものでは動く部分が無い爲に、故障は少ないが併し一方 Kenotron に於ては加熱電流の調整が必要であり、又纖維が切れ易いので操作良ろしきを得ない時は壽命短く多くの經費を要するのである。之等の缺點を除けば機械整流に於ける様な缺點は無いので寔に好都合で

あるから、現在に於ては殆んど總べての装置が電氣整流を採用するに至つた。

茲で Kenotron 整流管の構造、機能に就て極簡単に述べ度い。この物は後述する熱陰極「レントゲン」管球即ち Coolidge-Röhre と同一原理で作成されて居るのである。但し使用目的の上から管球の様に熱電子を焦點上に集める必要が無いので、是を陽極全體に分散させて置く。更にこの管では陰極纖維を充分に太くし加熱電流を大きくして、多量の電子が発生出来る様にしてあるので、兩極間内の電壓降下は少ない事になる。爲に變壓器からの電壓は殆んど其儘 Röntgen 管球に與へられる事と成り能率上好結果となるのである。

さてその機能に就てであるが、今整流管の兩極に、變壓器から二次電壓となつて出て來た高電壓交流がかかり、陰極が陰電壓、陽極が陽電壓になつた瞬間、陰極に發生する熱電子は同性帶電の陰極から反撥され、異性帶電の陽極に吸引されるのである。次の瞬間には整流管に反對の電壓がかかるのであるが、この際熱電子は、その發生極が陽電極となる爲に吸着され従つて通電しない事となる。かくして整流管は一定方向の電流丈けを通過せしめ、逆電流を完全に遮斷して整流の目的を達するのである。

整流管半波整流 Röntgen 管球と直列に整流管一個を用ひ逆電流を遮斷する。

整流管全波整流

四個の整流管を用ひ變壓器の二次端子から各二個の整流管を逆方向に接続する。この場合は正負の兩波を利用すると共に變壓器の全電壓を得る事が出来る。

之を Grätz の結線様式といふ。

三相交流装置

この式のものに就ては變壓器の項で述べた通りであるが、六個の整流管で整流し六個の波を重ねたもので、波の形は非常に平滑となる。

C 管球 Röntgenröhre

管球は R 線発見當時は Crooksröhre を用ひて居つたのであるが、其後該線を最も有効に放射せしめる爲に瓦斯管球 Gasröhre が發案され、以來相當期間に亘つて瓦斯管球が使用されて來たのである。然し乍ら瓦斯管球はその線發生の原理からも容易に推測出来る様に konstant に機能を示させる事が非常に困難であり、又一方長時間の連續使用にも耐える事がむづかしい。其故此の二つの難點を打破する爲に多くの研究が行はれたのである。

1913年(大正2年)米人 Coolidge は遂に此問題を解決する事に成功した。氏は瓦斯管球とは全く別な原理を基礎として新しい管球即ち Gasfreieröhre (無瓦斯管球)の

製作に成功したのであるが、之は瓦斯管球の短所を剩す所なく補ひ得たのである。この功績に依り Coolidge も亦 Röntgen と同様に「ノーベル賞」を受領して居り、此管球を Coolidge-Röhre と稱へて居る。

瓦斯管球に於ける管球内微量瓦斯の「イオン」化に對し、Coolidge管球に於ては Glüh-elektron 即ち熱「エレクトロン」を、陰極線發現の基礎とする關係上、この管球に依る時は常に konstant に操作する事が出来、且又非常に長時間に亘つて同一條件を保つ事が、容易に可能なのである。斯の管球の發明に據り Röntgen 學は一時に長足の進歩を遂げたのであつて、診断界も勿論ではあるが、彼の深部治療の如きものは此管球在つてこそはじめて可能となつたのであつて、實に偉大なる業績である事は言を俟たぬ所であらう。従つて瓦斯管球は Coolidge 管球の出現により、著しい其の性能の差異から現在に於ては特種の場合にのみ使用され、一般市場から其の姿を消すに至つたのである。

上述の如く Coolidge 管球に於ては、熱「エレクトロン」を發生させる事が、Röntgen 線を放射させる際の前提條件である。この爲に該管球に於ては種類の如何を問はず、陰極には必ず「タングステン」纖維を設け、之を適宜加熱して熱「エレクトロン」を發生せしめるのである。圓形焦點 Spiralfokus の管球に於ては、此「タングステン」纖維は圓形に巻かれ（この巻き方如何に依つて鈍、鋭各焦點が分れる）之を半球形の陰極板が周圍から覆ふ如く設置してある。熱「エレクトロン」はこの纖維の加熱によつて發生し、此半球形の陰極の同性斥力を受けて陰極線と成り、遂に對陰極面上の焦點に集合衝突し、一部分の「エネルギー」がR線に變換するのである。

向圓形焦點に對し線狀焦點 Strichfokus, (Linefokus) があり、この場合纖維は線狀に張られ、長方形の陰極板によつて覆はれてゐる。線狀焦點の方が圓形焦點のものより焦點の毀損される事が尠く、賞用されてゐる。

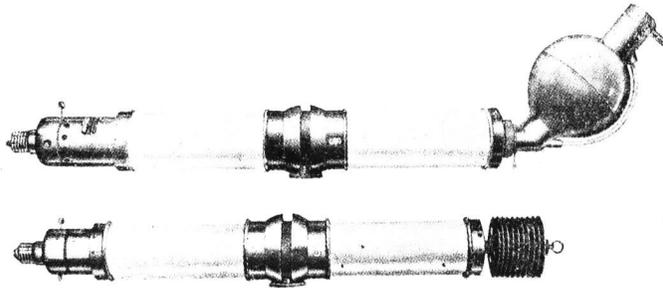
圓形焦點にも線狀焦點にも鈍、鈍の二焦點を同一管球に備へた二重焦點のものが有るが、この場合には纖維が二つ並んで設けてあるので、之によつて一個の管球により透視、撮影を行ふ事が出来、又他方、普通撮影（例へば骨組織の如き）と共に瞬間撮影用にも用ひられ至極便利なものである。

現今では Coolidge 管球に於ても發明當時とは全く外觀を異にする程に發達し最近に於ては、Siemens 會社の Panthex, Müller 會社の Rothalix 管球の様に對陰極、即ち焦點 Brennpunkt (Fokus) の部分を一種の方法で廻轉させるもの迄も發賣されてゐる。之等は焦點に於ける過熱を避ける事が出来る爲に、焦點面積を極めて小さくする

事が出来、従つて鮮明な寫眞を得る事が出来るのである。

次に管球の形であるが、創め「フラスコ」型であつた全く球形の管球が昨今硝子の研究が進歩して、電氣的の性質、及び眞空に堪えると云ふ二つの方面から都合の好い性質を持つた硝子が造られる様に成り、其結果管球の直徑を比較的小さくしても良い様になつた。爲に管球は球の形から「管の形」に變化して來たのである。

第三圖 遮閉式管球



さてR線は管球から放射される場合に焦點からあらゆる方向に向ふのであるが、臨床的に利用される、利用線誰は一小部分に過ぎぬ。故に近年はこの利用線誰のみを一定の小窓から放射せしめ、他の有害無益のR線を遮へぎつた管球を作つて、R線による災害の一部を避ける様に成つた。之を遮閉式管球 Strahlen-Schutzröhre と稱へてゐる。

更に管球の容量は如何と云ふ事に成るのであるが、當初漸く 50—60 Millamp. 位であつたが、當今では 500, 1000 Milliamp. と成り、2000 —3000 Milliamp. と云ふ管球さへも、どしどし製作されて居る。但し本邦では濕氣の多い關係から、只今では先づ最大 1000 Milliamp. 位迄の物が實際に用ひられてゐる。斯の様な大電流を流し得る管球が何故要求されるかと云ふのに、以前は骨、關節等非動性の對象を撮影してをつたが、漸次肺臟、心臓、胃腸管の如き可動性の臟器を對象とするに至り、従つて瞬間撮影と謂ふ事が烈しく要求される様に成つたからである。同じく瞬間撮影と云つても既往に於ては 1 秒或は $\frac{1}{2}$ 秒もかかつて撮影して居たのである。然し現在に於ける瞬間撮影と稱へるのは、本當の瞬間に撮影を行ふもので $\frac{1}{50}$ 秒、 $\frac{1}{100}$ 秒と云ふ様な極く短時間に撮影し、而も對象物の陰影を希望通りに出現させ様と期待するのである。

對象物を豫明する様な、満足な條件を具備した影像として現はす爲には、R線の「エ

エネルギー」は必ず適當な量を必要とするのであるから、勢ひ管球に流れる電流、即ち Milliamp. を大にする事が缺くべからざる要素と成るのである。此目的を正しく達成させる爲には、曝射時間を正確にする爲に、精密なる「タイマー」を必要とする事は之亦言を俟たぬ所である。

茲に於て「タイマー」にも亦、種々なる進歩改善が要求され、その一つとして「インパルス、タイマー」と云ふ様な交流の「サイクル」を對象とした「タイマー」が出現する様に成つたのである。

この様に「タイマー」は逐次精巧なものが表はれて來たけれども、之に接續して居る「ミリ電流計」に至つては未だ必ずしも完全とは云へない状態であつた。即ち、R線發生装置が漸次大容量となり其の結果、撮影時間は愈々短縮されるに至つたが、(1/100—1/120秒)従來の「ミリ電流計」を以つては此の様な場合、正確に通過電流を測定する事は全く困難である。斯の様な短時間の場合には管球には實際に相當大きな電流が通つても、「ミリ電流計」は極く僅かきり振れないか、或は少しも振れぬ様な事に成るのである。

つまり「ミリ電流計」の可動部分には相當な慣性がある爲に、回路に通ずる電流の變化に應じてその大きさを「速示」する事が不可能な爲、撮影の際に指示した「ミリ電流計」の數値は、實際の數値では無い事に成る譯である。

併し乍ら管球保護の立場から、定格容量を超過する様な使用は絶対に許されぬ事であり、又一方寫眞撮影を正確に（同條件を容易に反覆出来る様に）する點から考へても、管球を流れる瞬間電流を正確に測定する事は、實際上最も重要なことである。従つて「タイマー」の改善と同時に他方、この瞬間電流を正確に測定し得る計器の出現は要望され、その結果「ミリアンペア秒計」Sekundemeter が登場するに至つたのである。

「ミリ電流計」に於ては流れてゐる電流そのものを指示するのであるが、この「ミリアンペア秒計」は一種の彈動檢流計であつて、「通過した電流と、流れてをたつ時間との積、即ち電量を示す」様に出來てゐる。電量は電流と通過時間との積であるから、電流通過の時間が判つて居れば電流は容易に知る事が出来る。

以上順次述べて來た様に、發生装置の發達は眞に日進月歩の實狀で、容量の増加にともなひ各附屬器も益々複雑精巧を極め、診断界に貢獻する所甚だ大となつたのである。然し乍ら斯く複雑微妙の装置は又設備費も嵩み、且は其の運用上にも又多少の困難を伴ふ場合も有り勝ちである。

其處で又茲に裝置に對して一つの改革が企てられたのである。即ち蓄電器放電撮影裝置の發表が之である。本裝置は變壓器の發生電流を直接管球に通ずる方法と、一旦これを蓄電器に充電し、之を一舉に放電させ、瞬間的に大電流を通ずる方法との組合はせに成るものである。

この裝置は 1)電源容量が少なくても足りる事、2)「ミリ電流計」「タイマー」等が全然不必要である事等が特徴である。この場合蓄電器の容量が一定であれば、充電電圧によつて「ミリアンペア秒」は定まり、管球加熱電流によつて放電時間が決められるから、瞬間撮影も至極簡単に行ふ事が出来るので、本裝置は今後相當の普遍性があるものと推察してゐる。

D 防電撃 Shockproof

裝置に於ても管球に於ても逐年その容量は増大して來たが、之等の器械を流れる電氣容量は非常に大きく、且高電壓であるから、之に人體が直接觸れる事は絶対に許されぬ事で、若し不注意に取扱ふ時は非常な不幸が必發する事を、常に念頭に銘記して置かねばならぬ。

茲に於て次に述べ様とする防電撃裝置が自然の要求として考案され他方災害豫防の發令を見るに至つたのである。

防電撃は Shockproof 或は Tutosystem などと謂はれて居るが、その意味は次の通りである。即ち器械及び管球に電氣が流れてゐる際に、假令人體が之に觸れても全く危険が無いと云ふ事である。然らば此の防電撃にはどの様な裝備を施すか？

先づ管球に於ては適當な電氣的絶縁物の中に、R線を吸収する様な物質、例へば酸化鉛を混入した様な物質で管球の外側を覆ひ、R線に限られた一方向にだけ放射する様に、窓を拵へた管球を製作するのである。又同じ目的の爲に管球を金屬の箱の中に納め、内壁に適當の厚さの鉛を張り、箱の中に油を満たす(絶縁の爲)のである。之を油浸管球と云つて居る。さてこの様な管球が製作された事は、二つの利益を持つのである。

その一は不必要な部分に照射されるR線は總べて防止された譯であつて、R線に依つて受ける災害は斯の管球に據つて相當に防止されたと考へて宜しいと思ふ。

その二は電氣的絶縁物質を以て管球を被覆し、その金屬を「アース」して假令人體が之に觸れても危険が無いと云ふ處まで發達した事である。

此事は管球許りでなく發生裝置の方にも、この觀念は當然波及し、高壓の線には適當な絶縁性を持つた「ケーブル」を使用し、この高壓の線を包埋する事が行はれる様

になつた。最も進歩した防電撃の装置に於ては、高壓の電源を發生する變壓器も、R線管球も共に金屬の油槽の中に納められ、該油槽は「アース」して假に外の箱に人が接觸しても絶對危險の無い様に完全な防電撃の方法が發達して來たのである。

防電撃に就て述べたので序乍ら災害豫防に就て若干觸れて置き度い。

Röntgen 災害豫防に關しては三つの點を顧慮せねばならぬ。

即ち、1 「フィルム」の火災豫防

2 R線に依る災害豫防

3 高壓電氣に對する災害豫防

等である。之等に就ては昨年の本學會總會に於て余等が既に述べたのであるが、災害豫防に就ては、R線を所謂専門的に取扱ふ者許りで無く、總べての人がよく諒解して置くべき事柄と考へる。

因みに本邦に於ても斯學の發達に伴ひ、又災害豫防に對する一般認識を必要とするに至つたので昭和十二年八月内務省令として「診療用エックス線装置取締規則」の發令を見、同年九月一日から施行されたのである。該規則に就ても一應の解釋を述べる必要があると思惟するが、今回はあまり煩雜になるので他日を期し度いと思ふ。

Ⅲ 造 影 法

造影法は氣管枝、血管をはじめ脊髄、腦、消化器管、肝臟、脾臟、膽囊、腎盂輸尿管、膀胱、尿道、子宮卵管、末梢神經等殆んどあらゆる臟器に亘つて施行せられてゐる現在であり、常態で投影せぬ臟器の大部分に對して實施されると云ふも敢えて過言では無いと思ふ程に發達して居る。

本法の目的は、所定の造影劑を用ひ、生體解剖學的状態を檢索し様と企畫して居るのであつて、普通撮影法に依つては觀察不十分なる臟器、或は全く觀察不可能なる状態の臟器に對して行はれるのである。故に本法施行に際しては必らず適應した造影劑によつて前處置を施し、(即ち被檢臟器に對する造影劑の送入) 然る後に撮影すると云ふ事を原則とする。

造影劑として最も古くから用ひられて居るのは、彼の消化管系統に用ひる硫酸「バリウム」製劑であるが、この他相當以前から用ひられて居るのは、沃度「ナトリウム」の水溶液(JNa) 或は同じく沃度を植物性の油に溶かした Lipiodol, Morjodol 等があり、之等は腎盂輸尿管、膀胱の造影 (Pyelographie, Cystographie)、腦室、脊髄の造影 (Encephalographie, Myelographie)、子宮卵管の造影 (Uterosalingographie)、

瘻管探索 (Fisteluntersuchung) 等に常用されてゐる。

Bronchographie, Angiographie, Neurographie 等は後述の Kymographie, Tomographie の際の一層診断の確實性を獲る爲に屢々行はれるものであり、且又他の造影法よりは比較的近年に創められた方法である關係上、極簡単に記し度いと思ふ。

A 氣管枝造影法 Bronchographie

前處置として空腹時を撰ぶ。術前 10—15分前に Pavinal-Atropin 1.0cc を皮下に注射するが、咳嗽のひどい時には Pantopon-Scopolamin 0.3cc 位を注射する事もある。

造影劑としては通常 Lipijodol 又は Morjodol の沃度含有量40%のものを20—40cc 使用する。

術式：方法は種々あるが、聲門上注入法が最も稱揚されてゐる。注入に當つては特殊の注入器を用ひるのであるが、患者は坐位又は側臥位にして、咽頭舌根部、就中會厭軟骨及び聲帶を Cocain に依つて麻痺させて置く。次に適量の造影劑を満たした注入器の尖端を、聲門の間隙上に持つて來て、沃度油を極く徐々に滴下させる。

注入時患者には安心を與へ、靜かに深呼吸をさせて置けば宜しく、注入が終つて3—5分後に撮影を行ふ。

本法は高度に衰弱して居る患者、心臟、腎臟、肝臟等に病變ある者、又は増悪性の結核患者、Basedow 氏病等には禁忌とされて居る。

適應：肺結核、肺膿瘍、肺壞疽、氣管枝擴張症等

本劑は純沃度を用ふる關係から、極微弱乍ら注入された局所の消毒作用も認められ結核患者、肺壞疽等の患者は非常に氣分が爽快になると云ふ。

B 血管造影法 Angiographie

本法は造影劑として從來 Thorium 製劑である Thoriumdioxyd 即ち Thorotrast が最も優秀とされて居つた。然し本劑は操作後、網狀内被細胞に攝取貯藏され、長期に亘つて殘存する事、又一方操作中若し切開創面に漏れた場合 Wunde の治癒を害すると云ふ缺點がある。故にむしろ舊い方法ではあるが、JNa の 130% 溶液の方が却つて安全であると稱揚されてゐる。又 22% Jod の Methylester (40cc) を賞用してゐる人もある。

大體 Pro-Kilo 4cc 以下ならば先づ危険を伴ふ事無しと云はれて居る。

術式：局所麻酔のもとに切開して目的の動脈を露出せしめ、造影劑約 20cc 位を注入するのであるが、注入法には動脈本幹注入法と、小枝注入法とがある。共に注入時

局所の緊張感、知覺異常感を覺えるのを以て限度として居るが、本法には決して危険は無いとされてゐる。

注入量が多過ぎる場合、又は注入速度が餘りに徐々の時は造影劑は毛細管を経て靜脈に移行し、爲に影像が著しく複雑となり、診断に困難を來たす場合がある。従つて造影劑の注入が終つた瞬間に直ちに撮影する必要があるのである。

C 神經造影法 Neurographie

本法は1928年 Nikolajeff 及び Rubinstein に依つて試みられたが、翌年には我國に於ても行はれ、舟岡、山田、緒方、齋藤氏等逐次研究を發表されて居る。

造影劑としては同じく Thorotrast を用ひ、検査し様とする Nervenscheide に 0.5—1.0cc を注入するのである。此場合一滴の Methylenblau を添加すれば宜しく、注入に當つては壓を加へずに徐々に行ふ事が必要である。

IV Röntgenkymographie 「レントゲンキモグラフィ」

「レントゲン」普通撮影法による影像は、内臓の一瞬間に於ける狀況を示すのに過ぎず、被檢内臓の運動狀態を識る爲には Röntgen 透視に據るより外は無かつたのである。

さて透視によつて觀察された影像は、之を其儘記録する事は不可能であるから、「パラフィン」紙等に複寫するか、或は透視像の觀察者が後刻その現象を Schema 或は言語で記録して保存する外は無かつたのである。従つて此場合透視者の主觀的判斷がどうしても入る譯に成り、決して「現象」其儘ではない。尙又後述する「Röntgen 活動寫眞法」による時は、被檢内臓の運動狀態を詳細に知る事は出来るけれども、之は經濟の上から日常臨床上に應用する事は至難である。

以上の他、被檢内臓の運動狀況を觀察する方法としては、Polisographie（重複撮影法）があるが、之はその應用範圍狭く、且時間的經過を同時に觀察する事は出来ぬ。以上述べた通りであるから、上記諸方法の缺點を補ひ、一枚の Film の上に内臓の運動狀態を、簡単に、且正確に記録する事が出来るのは、斯の Röntgenkymographie 在るのみである。

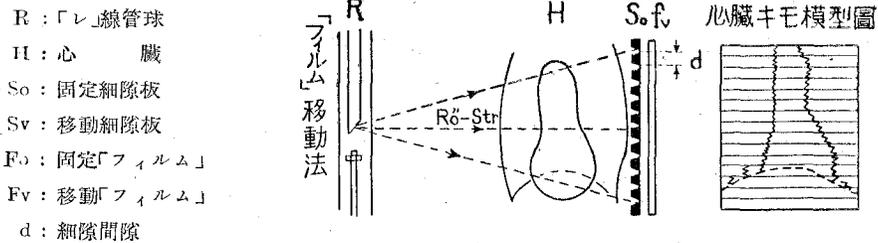
Kymographie に依る Röntgen 像は内臓の運動狀態を記録する許りでなく、運動の大きさ、時間的分析が出来、更に Kymoscop を用ひて觀察する場合には、透視像を眼前に見ると略々同様に隨時隨所に於て検査する事が出来るのである。

以上の理由により最近我國に於ても志賀、岩崎、山岡氏等により相當盛んに研究され

てゐる。

扱、Kymographie なる語は何を表はすかと云ふに、之はギリシヤ語で「波を描く方法」と云ふ事に當り、要するに運動の波の動きを見る方法「波動描寫法」と云ふ事に成るとの事で、この装置を稱して Kymograph, 影像を Kymogramm と謂つて居る。

第 四 圖



第 一 表

「フィルム」移動法と細隙移動法との特性比較

比較項目	「フィルム」移動法	細隙移動法
1 「フィルム」	等速移動	不動固定
2 細隙板	不動固定	等速移動
3 撮影様式	活動寫真式	「フォカールプレネーシツター」式
4 被撮影體の記録部分	細隙相當部分のみ	全部が一度必ず記録せらる
5 縁邊の「キモ」像	階段的	縁邊に沿ひて行はる
6 細隙方向の運動の大きさ	確實に分り、數個の運動の大きさの平均値を求め得る	大略は分るが、運動波型の傳波を示すものである
7 運動の時間的分析	可 能	不 可 能

此事は既に1912年 Sabat に依つて着想され發表されたのであるが、同年之とは無關係に斯界の大家 Rosenthal が同じ考察のもとに論文を發表した。爾來二、三の研究が續けられたが學界の注目を招ぶ迄には至らなかつた。

然るに1928年獨逸人 Stumpf は此方法の前途ある事を想到確信し、數年間の努力の結果、初めて精巧な Flächenkymographie 「平面キモグラフィ装置」の製作に成功し、其の業績を發表したのである。氏の研究發表以來、俄かに世界學者の注視を聚め以來此の方面に於ける研究發表は急に増加して來た。

原理：Kymographie は之を大別して

「フィルム」移動法 Stufenkymographie

細隙移動法 Kontinuierliche Kymographie

としてゐる。

A 1) 「フィルム」移動法

管球から放射されたR線は、被檢者運動臓器の縁邊 (Rand) を透過して、固定された鉛製の Schlitz (細隙) を通過し、等速度で移動して居る Film の上に運動を記録させるのである。

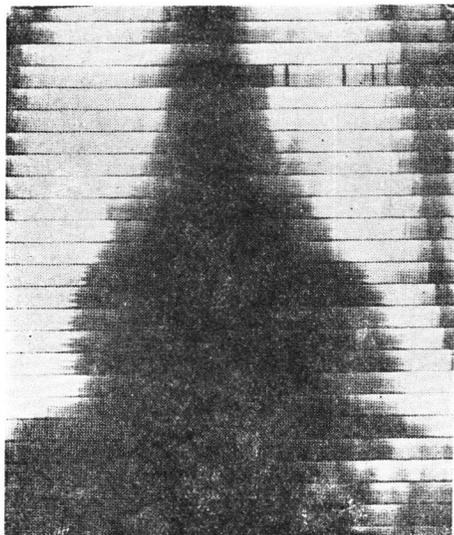
2) 細隙移動法

管球から放射されたR線束は、被檢者運動臓器の縁邊を透過して、等速度に移動してゐる鉛製の細隙を通過して、固定してゐる Film の上に運動を記録するのである。

之等の方法に用ひる鉛製の細隙板は、12mmの間隔 (へだたり) を置いて、0.5mm

の中に細長い細隙を約 24—34 本並べたもので、長さは約24cmである。

第五圖 心臓「キモ」像(フィルム移動法)



斯の細隙板を用ひて行ふ場合、R線の曝射時間は、細隙板又は Film が此細隙の一區間を走る丈けの「長さ」であつて、換言すれば曝射時間、即ち照射時間と等しい時間で、この細隙の一區間丈けが移動する様にするのである。

一區間の細隙が移動するに要する時間、即ち曝射時間の撰定は、被檢内臓運動の種類に依つて種々變化させて行かねばならぬ。さて日常實施に當つて、之等二方法の何れを撰ぶ可きかは、被檢運動臓器の特性を考へ、各々の場合に適應し

た方法を採擇すればよろしく、例へば運動状態の時間的分析を爲す場合とか、又は他の運動状態検査法、例へば Elektrocardiographie と心臓の Kymographie とを同時に施行する様な場合には、Film 移動法の方がよろしく、又他の場合、例へば肺臓と横隔膜運動との關係を検査する如き場合には、細隙移動法の方が適當とされて居る。

Film 移動法の場合には、その陰影が階段状に成るので之を Stufenkymographie と云ふのである。Kymographie 装置の説明は省略する。

B Kymogramm 観察方法

「キモグラム」を観察するに當つては、「レントゲン」普通寫眞と同様な讀影法に據る事は出来ない。この際は次の三點に就て觀察する必要がある。

- 1 運動臓器縁の細隙方向運動の大きさ
- 2 運動臓器縁の運動波形、及び其傳達
- 3 運動の時間的變化

「フィルム」移動法に據る Kymogramm は運動臓器の、細隙相當部分の運動の時間的變化を示し、

細隙移動法による Kymogramm は、運動臓器の全面的運動状態を表はす。

この二つの事項は、Kymogramm 觀察に當り毫も忘るべからざる、最重要點である。この觀察要項に立脚して、多くの生理的運動状態の Kymogramm 規準を創り、官能的 (funktionell) に、或は臓器的 (organisch) に病的變化を惹起して居る Organ の病的運動状態を撮影し、之を正確に觀察、計測して後、はじめて診断、或は鑑別診断に有力なる據點を提供するのが Kymogramm 最終の目的で有る。

然らば Kymogramm は如何なる方法で觀察するか、之に三法がある。

- 1 肉眼的觀察及び計測法
- 2 Kymoscop 「キモ」像觀察装置
- 3 Mikrophotometer 微光度計

Kymoscop を用ふる際には、此物に被檢 Kymogramm を懸垂せしめ、該影像撮影時に於ける關係と全く等しき状態に、即ち或は Film を移動せしめ、又或は Kymoscop 上の Schlitz を移動せしめて、一定距離より觀察するもので、斯くする時、檢者の眼前に顯はるる影像は、該寫眞撮影時の被檢運動臓器の状態が其儘再現せらるる事と成るのである。

又微光度計 Mikrophotometer は被檢寫眞像に表はれた黑白の差異を詳細に、自動的に擴大記録するもので、Densograph と稱へられ、Kymogramm を微細に検討し様と

する際には是非必要なものである。

臨床上の應用

- 1 心臓疾患 (各種疾患に對し最も有意義)
- 2 大動脈
- 3 氣管枝
- 4 横隔膜
- 5 食道
- 6 消化管, 特に胃臟
- 7 腎臟, 輸尿管

C Kymographie の缺點

1. 與へられた影像の階段的なること
2. 被檢内臓運動の全般を Film 上に表はすものには無い。臟器の空間運動中、細隙方向と並行な運動因子丈けで、他の運動方向、例へば細隙方向と直角の様な運動因子は、再現せしむる事は不可能である。

要するに Kymographie は Röntgen 普通寫眞に依つては、到底不可能である内臓運動を、影像として顯はす事が出来るのであるから、内臓の形態的觀察に加ふるに、其の機能的觀察を可能ならしめた點で、大いに劃期的な稱揚さるべき方法と考へるのである。本年の日本「レントゲン」學會に於ても、此の Kymogramm と Elektrokardiogramm との同時撮影による研究が、宿題報告として九大の山岡氏等に依つて報告されたのであつた。

V 斷面撮影法 Tomographie

本法は Chaoul 及び Grossmann が1935年に發表して以來、學會から注目され續いて多くの研究が發表せられて居る。之の原理は既に1921年 France に於て Bocage 氏により發表されてゐたのである。以來

Bartelink は Röntgenschnitt と稱し、

Ziedses は Planigraphie = Eine Methode zur röntgenographischen Abbildung bestimmten Schnittebenen des Objektes (平面寫眞)

Janker は Röntgenschnittverfahren

Langebeckmann は Körperschichtaufnahmen

等と稱へて居る。

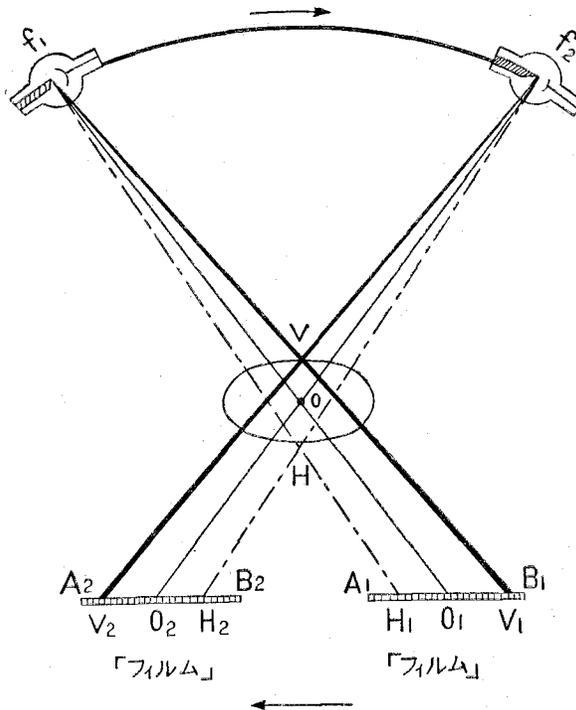
本法を最も詳細に研究し、且精巧な寫眞を得る事に成功したのは初めに擧げた Chaoul と Grossmann である。

Grossmann は此の Tomographie を又 Röntgenologische Darstellung von Körperschnitten (生體截斷面の「レントゲン」描寫) と云ひ、
Chaoul は

Eine neue Untersuchungsmethode in der Lungendiagnostik, Aufnahme von Schnitten und Schichten der Lunge

と云つてゐる。即ち何れも其目的とする所は「生體に於ける任意の深さの斷面圖」を Röntgen 線に依つて撮影し様と企てたもので、従つて本法を又「生體解剖寫眞」等と稱へて居る人もあり、前掲の Röntgenkymogramm が一枚の Film の上に臓器の機能を描寫するのとよき對照を成して居る。近年この二つの方法は最も興味ある Röntgen 検査法として多數の研究が行はれて居るが、今後も尙一層有益な業績發表があるものと想像される。

第六圖
斷面撮影法原理



以上述べた如く本法は生體に於ける任意の深さの断面圖をR線に依つて撮影する方法であるが、「目的とする断面以外の影像」を理解するには尙一層検討さるべき問題が残されて居り、現在猶論議されて居る點も有るのである。然しその論點を云々することは本文の主旨では無いので之亦茲では述べぬ事とする。

原理：圖表Oを中心として廻轉する一本の軸の兩端に、Röntgen 管球と Film とを固定し、管球焦點 f_1 より f_2 に移動するに従つて、Film が A_1B_1 より A_2B_2 の位置に移動する様に設置する。今 Röntgen 管球を f_1 より f_2 に移動し乍ら Film を A_1B_1 より A_2B_2 に移動して撮影するならば、廻轉軸の中心Oは管球と Film とが共に移動するに拘らず、管球と Film との間の關係に於て、常に等しい位置にあり、従つてO點の像は Film A_1B_1 に於ても A_2B_2 に於ても、常に一定の位置に投影し、管球及び Film が共に移動するにも拘らずO點は「不動の點」と成る。

次に體の前面の點 V の投影像は焦點が f_1 の位置の場合には V_1 となり、 A_1B_1 に於て B_1 に近く投影し、焦點が f_2 の位置の場合には V_2 となり A_2B_2 に於て A_2 に近く投影し、點 V の像は Film の上に於て V_1 より V_2 に移動し、「ボケ」を生ずる事となる。

同様に體の背面の點 H の投影像は、焦點が f_1 の位置の場合には H_1 となり、 A_1B_1 に於て A_1 に近く投影し、焦點が f_2 の位置の場合には H_2 となり、 A_2B_2 上に於て、 B_2 に近く投影し、點 H の像は Film の上に於て H_1 より H_2 に移動し「ボケ」を生ずる事と成る。

叙上の理由により廻轉軸の中心Oに、「撮影しようとする生體の深さ」を一致させ、管球及び Film を移動し乍ら撮影する時は、希望の點の像のみが鮮明に顯はれ、其の他の部分の像をぼかして抹消し得るのである。

臨床的應用方面

1 肺 臟

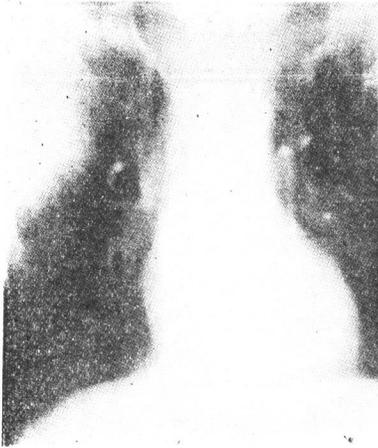
{ 肺結核(特に深在性)
 { 空洞検査
 { 肺 炎
 { 肺門部陰影の Analyse
 { 腫瘍鑑別

2 肋 膜 炎

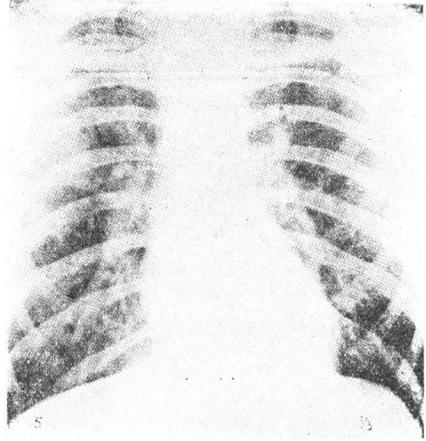
3 動 脈 瘤

- 4 腦（腦室撮影）
- 5 骨 組 織
- 6 外科的領域
- 7 腎石，膽石
- 8 胃 痛 etc.

第 七 圖



（第二圖） 断面撮影
（第一圖と同一患者）
前胸壁より 8 cm の深さにある面を
特に描寫せるもの。
右側外部に強い陰影を認める。



（第一圖） 胸部普通撮影
兩肺上葉部結核性浸潤あり，右
側は左側に比し病竈著明且大なる
陰影を認む。

VI 「レントゲン」活動寫眞 Röntgenkinematographie

Kymogramm に依れば被檢内臓の運動状態を或程度迄には窺ひ知る事が出来るが、一層進んで其の運動状態を連続的に撮影して觀察する事が出来れば、「レントゲン」の醫學に對する貢獻は倍々増進する譯である。この見地から「レントゲン」影像を活動寫眞像として表現させ様と云ふ事は可成以前から企圖されて居たのである。

「レントゲン」活動寫眞としては二法があり、その一つは「普通レントゲン寫眞」を連続撮影する方法で、直接法と稱へてゐる。併し此方法による時は 30—40 cm と云ふ様な大きな Film を連続的に動かす装置を必要とし、費用も莫大であり、又強力な R 線を連続的に被寫體即ち患者に曝射せねばならぬので皮膚に障礙を起す危険が多分にある。故にこの方法が實用化する迄には未だ幾多の困難があると見られてゐる。

直接法に對して他の方法を間接法と稱して居る。本法は被寫體、即ち被檢内臓の運動を一旦螢光板に影出せしめ（透視の場合の如く）、之を極く鋭敏な「レンズ」を裝備した「カメラ」で撮影するのである。此方法では Film の大きさは 35「ミリ」の標準型が使用されるので、設備費、經常費共に前法に比較すれば格段の相異があり實用性があるのである。但し本法に於ては今述べた様に被寫體の影像を直ちに「カメラ」に印象せしめるのとは違ひ、螢光板上の陰影を撮影するのであるから、光力は非常に弱くなるのである。

活動寫眞を撮るのには短時間に多數の「コマ」數を必要とし、少くとも 1 秒間に 16—18 齣を必要とする。従つて被寫體は極度に「明るい」と云ふことが必須條件になる譯である。然し再三述べた如く「Röntgen 撮影」に際しては強力な R 線を連続的に曝射させると云ふ事は、患者に對して最も避けねばならぬ事柄である。

茲に於て「Röntgen 活動寫眞」を所期の鮮明度に於て得ようとするには、中間體である螢光板の感度を極度に増大せしむる事と、他方「カメラ」の「レンズ」の感光度の強いものを用ひると云ふ事が要求される。此二點の解決の成否は其儘「Röntgen 活動寫眞」の成否を決する事に成る譯である。

之等の困難を克服する事は決して容易では無かつたが、近來「アスカニア、レントゲン」撮影器が斯界に出現するに及び、年來の期待は漸く満たされるに至つたのである。「アスカニア」會社に於ては「カール、ツェイス」會社の提供により最も明るい「レンズ」、Zeiss-Röntgenbiotar 1:0.85（焦點距離 5.5cm）を裝置した特種撮影器を發表するに至つた。

本器に於ては毎秒の撮影「コマ」數を減ずる事なしに、而も各「コマ」の露出時間を長くする爲の特殊な裝備に特徴がある。Film は前述の如く 35 ミリ、若し 16 ミリの陽畫を得たい場合には之から縮寫焼付すればよい。

使用「フィルム」は Kodak の Panatomic-Film, Agfa の Pankine-H-Film, 等であり國産品にも可成良いものが出來てゐる。

螢光板は Super-Astral が最良と云はれてゐるが、螢光板の種類により Film を適應させて選べば好果を収める事が出来る。

撮影の際毎秒の「コマ」數は被檢臟器運動の種類によつて適宜斟酌する必要がある。又撮影條件及び目的に依つては緩速度撮影装置又は高速度撮影装置を用ひれば一層便利である。斯の如くして得られたる「Röntgen 活動寫眞」は獨り患者の診断に資する許りでなく、講義材料として、又研究材料として各方面に利便を與へる事であらう。

今やこの方面の研究の進歩に従ひ、像と音との同時撮影迄も成功し完全な「トーカー」が大衆に示される程に成つたのである。

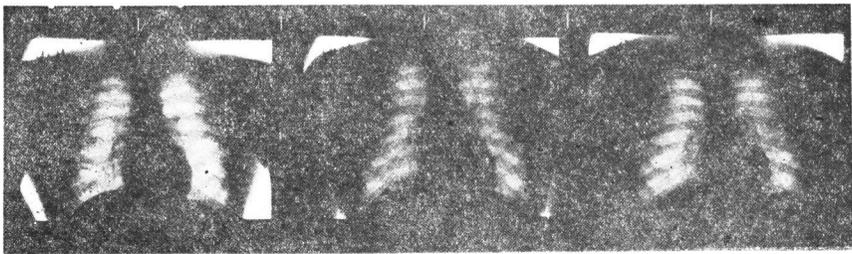
VII 間接撮影法 Indirekte Methode

本法は螢光板上に表はれた影像を撮影する方法であるから、先に述べた「Röntgen 活動寫眞」と其原理は等しいのである。之に對しR線自身で直接に撮影する方法、即ち普通行はれてゐる撮影法を直接撮影法と云つてゐる。「Röntgen 活動寫眞」はOrganを委しく検査するには絶好の方法には違ひ無いが、然し之は經濟上の負擔の大き過ぎる事、又R線負荷の多過ぎる點等の理由から、良法であるにも拘らず日常一般に普及するには至らないのである。

之に比較すれば本法は餘程簡單である。即ち日常 Röntgen 室で行はれてゐる透視診断と全く同様に、螢光板上に被檢内臓を投影させ、此際顯はれた影像を、精巧な寫眞機を通じて Film に記録させるだけで宜いのである。要するに Röntgen 普通寫眞（直接撮影法）と相違するのは、本法に於ては被寫體が「螢光板上に顯はれたる Röntgen 像である」と云ふ點であつて他は何等相違がない。

本法を、Einzelaufnahme von Röntgenschirmbildern としての應用、つまり多人數を一緒に撮影すると云ふ特殊な場合に適用したのは Lio de Janeiro の Abreu である。續いて1926年 Janker は同じく Reihenuntersuchung として Hitlerjugend 或は

第八圖 間接撮影法（原板大）



其の他の集團健康診断に用ひて居り、Holfelder, Branscheid 等その他多數の研究者が此の方法を実施する様になつた。我國に於ても亦、集團健康診断と云ふ事は近年非常に喧しく唱へられて來た關係上最近二、三の人に依つて試みられ今後益々應用領域は擴大する、傾向を持つてゐる。

何故本法が集團の健康診断に適用されるかと云ふに理由は二つある。

その一つは本法による撮影操作は、撮影に要する時間が非常に短かく（一時間に50

—60人を撮影する事が出来る), 従つて短時間に數百人の撮影を行ふ事が容易である。

他の一つは費用の低廉と云ふ事である。之は寫眞機を用ひ、螢光板上に顯はれた影像を撮影すると云ふ建前から、Film の大きさが著しく小である爲に、從來の胸部寫眞の約15分の1と云ふ非常に軽い負擔で済む事である。併し乍ら本法の實施に當つて實際には尙困難な點もあるのである。その第一は螢光板上に顯はれる像の「明るさ」を成可大にする必要がある事である。その爲、普通の透視診断の際は先づ 5 Millimp. 内外で良かったR線の強さが、本法に據る時は 80—200—300 Milliamp. と云ふ大電流を必要とする。従つて又斯の様な大電流を長時間に亘つて連続使用出来る管球が是非必要となる譯である。

第二には螢光板上に顯はれた像を、出来る丈け明瞭に記録させる爲には最良の「レンズ」を装置した寫眞機を必要とする事で、通常「コンタックス」級の高級「カメラ」を用ひる關係から、設備費に相當の額を投じなければならぬ。

用ひる Film は 35mm. 大のもので、「パンクロ」Film が賞用されて居る。

以上述べた様な難點はあるが、最初に述べた通り集團を對照とする健康診断は、民族繁榮の上からも最も有意義な事であるから、本法は日を逐ひ盛んになつて居る次第である。

本法に於ては撮影後の處置も至つて容易であるから、勞力の經濟となり、旁々一人前の費用が 10—20 錢と云ふ低廉さである事は本法の非常な強味だと考へる。只此方法を施行する上に尙一層の進歩を望むのは、

1. より良き影像を得る爲の良き螢光板
2. 良き Lens 即ち高級寫眞機

を得る事である。

本法により作製された Film は其儘觀察しても相當程度の處見を得る事が出来るが尙委しく檢べるのには「Lupe」を用ひて個々の處見を檢し、又必要に應じては此の原板から引伸し焼付を行へばよい。

又本法によつて若し疑はしき患者を發見した場合には、その個人丈けに直接撮影法を實施すれば判然とした状態を知る事が出来る。

我國に於ては現在は實に有史以來の非常時であり、人的資源の保護と向上とは一日も忽にする事は出来ぬ状態である。殊に昨今青少年の體位低下の叫ばるゝ今日、結核豫防の立場から集團の健康診断に本法の益々適用されることを希望する次第である。