

資料館に寄贈されたレントゲン装置及び付属品（診断および治療用）について

板垣英治

本年3月、林勇二郎学長、河崎一夫名誉教授、寺畑喜朔金沢医科大学名誉教授、赤祖父一知金沢社会保険病院名誉院長のご尽力により、金沢市尾張町の旧田上皮膚科医院より表記のレントゲン装置が本学資料館に寄贈されました。これは田上章子様のご厚意によることであり、ここに謝辞を記させていただきます。

本器は大正末期のレントゲン装置であり、当時のX線技術および医療技術を伝える貴重な品といえます。既に80年近くを過ぎたものであり、配線など一部不完全なところもあり、十分にその構造などを調べあげたものではありませんが、ここにその特徴的な構造と機能などについて記します。本器は大阪レントゲン社製ですが、そのカタログ、操作説明書などは残っていませんが、計器盤などから同等の機種と見られるものが「東京医科器械同業組合目録、編纂第一版（大正15年）」に記載されており、その規格性能等を参考としています(1)。

本器は診断のためのX線写真撮影および皮膚科疾患の治療のためのX線照射のために使用されたことは、操作盤の前に置かれていたX線遮蔽用衝立の壁に貼られていた紙片に、それぞれの装置設定条件が記載されていたことから明らかです。

まず、装置全体は、1. 電源変圧器（図1）、2. 運転操作盤（図2）、3. 高圧電力電源と回転整流器（図5）、4. 深達治療用特別球管支持台（図8～11）、5. 透視撮影用台（図12、13）、6. X線遮蔽用衝立（図14）、7. 高圧用送電線（図7）、8. 写真フィル

ム解読用照明付き箱（図15）よりなっています。

1. 電源変圧器は大型のものですが、規格が不明のために出力電流は分かりません。単相100ボルトの引き込み電力の電圧降下に対処して、100ボルトに安定化するために使用されていたものです。
2. 運転操作盤にはスイッチ類4個、ダイヤル3個、計器3個があり、それぞれは図2の説明に記しました。左列下のオートトランスフォーマー用電流調節ダイヤル、と右列下の一次電圧調節出力ダイヤルを用いて、瞬間写真撮影および一般治療の条件設定を行っています。前側面にはシンクロナスマータースイッチがありますが、これは回転整流器の誘導モーターのための電源スイッチです。この操作盤はレントゲン室内に置かれ、前に後述のX線遮蔽衝立を置いて操作していたものです。
3. 高圧電力電源と回転整流器は本器の中心部であり、両開き戸の付いた大型箱（幅100cm、奥行65cm、高さ148cm）に収められています（図4）。X線発生用の電力は先ず昇圧変圧器に入ります。カタログには「加圧真空油浸法による閉磁路式変圧器を使用し、能率、絶縁共に良好なり」とあります。カタログ値及び出力計器から最大150キロボルト（15万ボルト）で、瞬間管球電流として約100ミリアンペアの出力を有していたようです。
4. 回転整流器は昇圧変圧器の上に設置されています（図4、5）。構造は非常に簡

単であり、90度の二枚の円弧状金属板を絶縁板に取り付けた回転翼を誘導モーターで高速回転させます。水平軸上に二個の電極がありますが、回転翼とは無接触（約3～5mmの間隔）にあり、放電により送電する様になっています。この電極はそれぞれ昇圧変圧器につながっています。垂直軸上には回転翼の上下に二個の電極があり、ここに整流された高圧直流電流が送られて出力されます。この交流電流の直流電流への整流の原理図を図6に示しました。回転翼の同期回転により交流電力は流れを変えて出力電極に流れるために整流されるのです。この整流器は回転音と放電音による騒音があったようです。「ケノトロン」と呼ばれる真空放電管での整流方式もあり、これは「無音である」と書かれています。なお、この箱内には小型変圧器1台があり、誘導モーターの電源となっていたようです。（現在は配線が切断されているために確かな事は分かりません。）また、天板部には小型の金属箱がありますが、機能は不明です。箱の上部には大型のX線管への荷電電流計（mA）、荷電量を調整するための火花放電針と針の間隔を示す計器、および昇圧変圧器への電流量を示す電流計（A）があります（図3）。

5. 図7は高圧電源からX線管までの送電のための配線です。レントゲン室の天井に二本の径12mmの金属パイプが配線されていました。参考図として大正15年の『金沢医科大学開学記念写真』から「理学的治療科」の写真を引用しました（図18）(2)。配線の様子がよく分かります。+側の配線には金属プリーがありこれより細かい金属線が出ていて、X線管の陽極に接

続しています。一方、一側の配線では末端から、通常の100ボルトの配線用コードが垂れ下がっています。このコードの端のプラグをX線管の陰極側のプラグに差し込む様になっています。実は、高圧電力の一側とこのコードの一方の線が共通となり、他方の配線はこの金属配管の中を通して電源につながっていて、100ボルト交流電気を送って、X線管のフィラメントを加熱しています。

6. X線管は図8に示しましたU型クーリジ管と呼ばれ、両端の長さ60cm、球管部直径20cmのガラス製の簡単な型のもので。陰極側に熱電子を飛ばすためのフィラメントがあり、陽極側に対陰極と呼ばれるタングステン製の電極があります。この陽極と陰極との間に約10万ボルトの電圧がかけられ、熱電子が陰極からタングステン電極の表面に大きなエネルギーを持って高速で衝突することにより、波長の短い（0.1～0.2Å）X線が発生するのです。使用されていた管球にはマツダランプのマークがあり東京電気株式会社（現東芝）製のものであり、同社のカタログには当時250円であったと記されています(3)。米国 General Electric 社のものでは450円とかなり高額なものであったことが分かります。東京電気株式会社は大正9年からわが国でのこの管球の独占的製造と販売を行っていたとのこと(4)。
7. 図9は深達治療用特別管球支持台のホルダーに組み込んだ状態であり、厚さ8mmの鉛ガラス容器（径24cm、深さ25cm）の中に収められています。X線は下方に放射されます。このホルダーの底の部分には線量を調節するアルミニウム板（濾過板）が挿入されています（図10）。その

板は大き17.7×12.5cmで厚さ0.5, 1.0, 2.0 mmのものです(図11)。特に治療用には弱いX線を使用するためにこのアルミニウム板を挿入したものと考えられます。

8. 透視写真撮影用, 治療用の透視台は立てた状態, 横にした状態で使用出来るようになっていています。現在とは大きく異なっています(図12, 13)。参考図(図18)でもこの台の使用の様子が分かります。
9. X線遮蔽衝立には, ベニヤ板の間に厚さ2.5mmの鉛板が二枚重ねて入れてあります。小窓のガラスも鉛ガラス製と考えられます。

本器の性能書は残っていないが, 類似する器機として当時島津製作所より発売されていた診断・治療用の「ダイアナ号」の性能を参考のために次に引用しました(5)。

入力1.2キロボルト・アンペアにおいて波長0.16オングストローム単位(限界波長), 管球電流2ミリアンペア, 濾過板4mmアルミニウム, 皮膚焦点距離30cm, 放射面6×8cmの状態において5cmの深達量35ふろせんとを保有す。

容量

限界波長 0.11~0.24オングストローム単位
連続球管電流(治療)

5ミリアンペア(実効値)

瞬間球管電流 10ミリアンペア(実効値)

変圧器電圧 170キロボルト(最大値)

外函 長さ1.35m 幅0.8m 高さ2.25m

(ミリアンペア計の頂点まで)

引込電源 単相交流 100ボルト 50~60
サイクル

これらの装置と現在使用されている装置とを比較してみると, 操作する人は被曝の危険にあったと考えられます。特に現在は金属箱内に装着されているクーリジ管が剥き出しで見られること, 高圧配線がミリアンペア代の電流値であったことから無被覆の線を使用していたことなどには驚かされ, またX線装置の原理と構造を学ぶためのよき教材でもあるのです。

図15は撮影したフィルムの観察箱であり, 図16, 17には本器で撮影された胸部写真および頭部写真を示しました。参考までに大正15年に発行された『金沢医科大学(現金沢大学医学部)開学記念写真』の「理学的治療科」(レントゲン治療室)の写真を引用しました(2)。

文 献

1. 『東京医科器械同業組合目録』東京医科器械同業組合編纂, 第一版(大正15年)。
2. 『金沢医科大学開学記念写真』金沢医科大学, (大正15年)
3. 前掲1. 322頁, 広告, 東京電気株式会社。
4. 永平幸雄, 川合葉子 編著, 『近代日本と物理実験機器, 京都大学所蔵 明治・大正期物理実験機器』京都大学学術出版会(2001)276~282頁。
5. 前掲1. 336頁。

(資料館研究員, 金沢大学名誉教授, KUTLO 代表取締役社長)

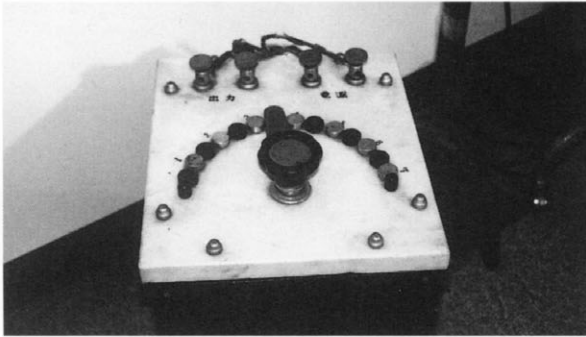


図1. 電源変圧器

一般電力を100ボルトに調整して、本器に供給する大型変圧器。幅31cm、奥行35.5cm、高さ41cm。入力電圧 100volt。規格記載なし



図2. 制御盤

左列下から1. オートトランスフォーマー用電流調節ダイヤル、2. X線管スイッチ、3. X線管指示計。
中央列下から1. 主電源スイッチ、2. X線管電圧調節スイッチ、3. 対陰極電圧計（キロボルト）。
右列下から1. 一次電圧調節器出力ダイヤル、2. ブースタートランス用ダイヤル、3. 電源入力電圧指示計。
下側面 シンクロナスモータースイッチ（回転整流器モータースイッチ）幅57cm、奥行44cm、高さ83cm。

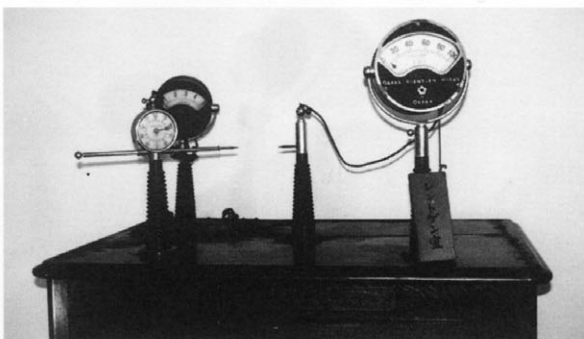


図3. 電源部上部の計器

左から1. 火花針間隔メーター（放電用針間隔）、2. 入力電流（A）、3. X線管荷電電流（mA）
電源部の大きさ：幅100cm、奥行65cm、高さ148cm。

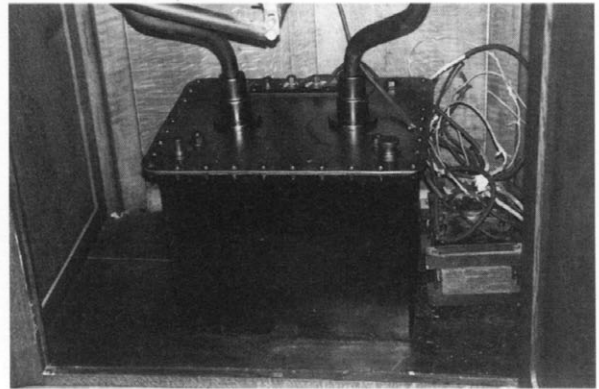


図4. 昇圧変圧器

昇圧変圧器 100ボルトの電流を十数万ボルトの高圧にする。昇圧変圧器の横に小型変圧器がある。回転整流器の電源となっている。大きさは：46×45×36cm。

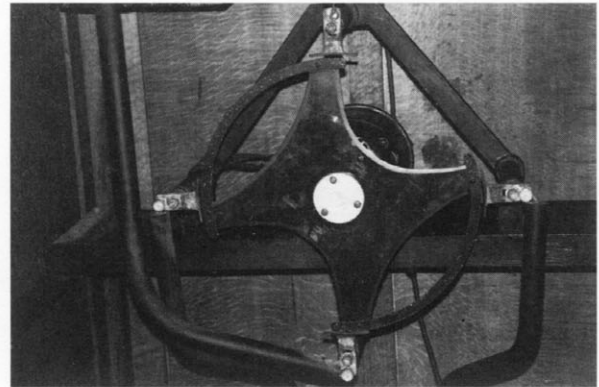


図5. 回転整流器 拡大図

回転整流器に十数万ボルトの交流電流を直流電流に変換して、X線管に送るものである。90度の円弧二枚の翼（径41cm）が回転して、両横にある電極より電気を取り入れ、上下の電極に送り出す様になっている単純な構造である。円弧の金属板と電極とは高電圧のために接触していなくても、電流は放電により流れる。

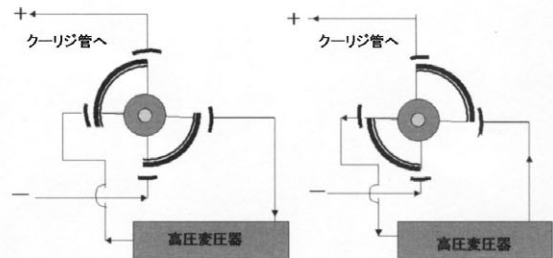


図6. 回転整流器の原理図

中心の回転翼が誘導電動機で回転することにより、電流の流れる方向が変わることにより、交流電流は直流電流に整流される。

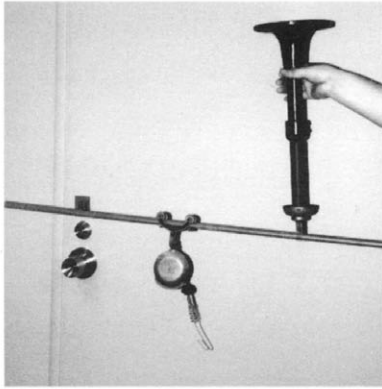


図7. 電源からX線管（クーリジ管）までの（+側）高圧送線レントゲン室の天井に配線されていた。
+電流用で、吊られているブリーよりの導線をX線管の陽極につなぐ。-電流用は配線管の中にはヒータ用の電流を送る導線が入っていて、ヒータに100Vの交流が送られていた。

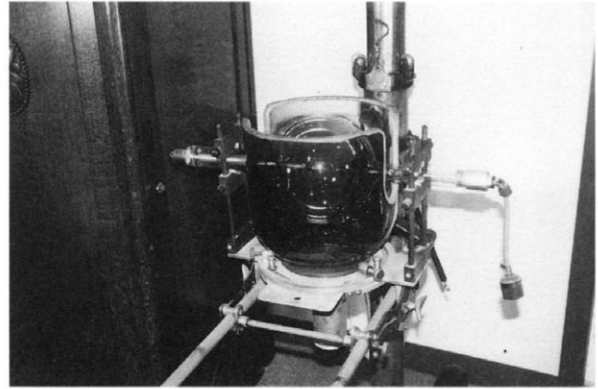


図10. X線管ホルダーと線量調節板
X線の照射口の下にアルミ板を差し込み、線量を調節する様になっている。

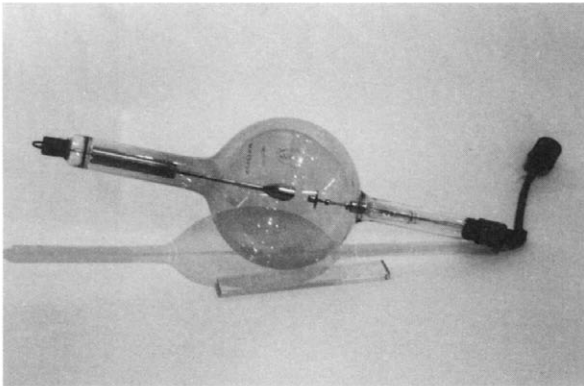


図8. X線管（U型クーリジ管）マツダランプ製
両端のプラグの距離：60cm 球状部分：径 20cm
右側の電極 加熱したフィラメントから熱電子を飛ばす陰極
左側の電極 タングステン電極、対陰極（陽極）、この電極の表面に電子が当たり、限外波長 $0.1\sim 0.2\text{\AA}$ のX線が発生する。



図11. 線量調節用金属板
材質：アルミニウム
大きさ：12.5×17.7cm
厚さ：0.5mm 3枚
1mm 2枚
2mm 2枚

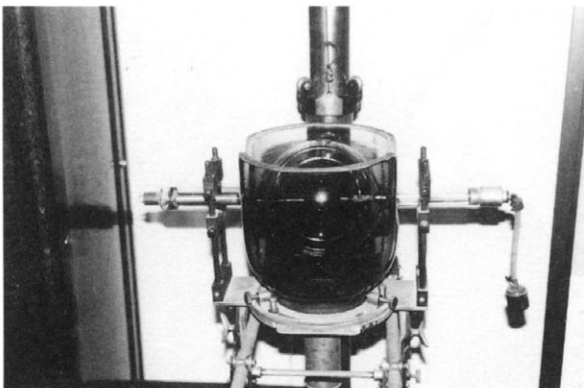


図9. X線管をホルダーに組み込んだ状態を示す。
周りは厚さ8mmの鉛ガラス（径24cm、深さ25cm）で覆われている。X線のために変色している。X線は下方に発射される。左側が陽極側、右側が陰極側である。

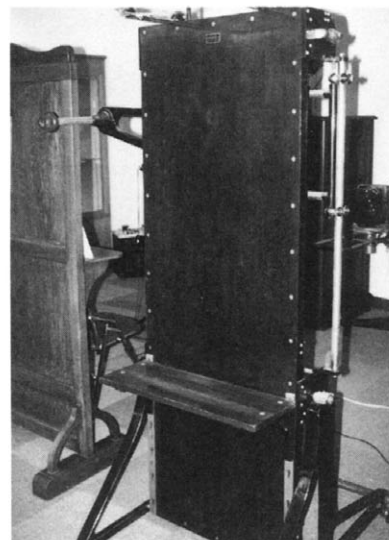


図12. X線写真撮影、治療用の透視台
大きさ：高さ177cm、幅61cm、合板製
患者の後ろに、上からフィルムケースを吊り下げていた。



図13. 透視撮影台

X線管のある側。X線管の位置が容易に調節できる様になっている。この台は横に倒して、患者を台の上に寝かせての撮影も出来る。

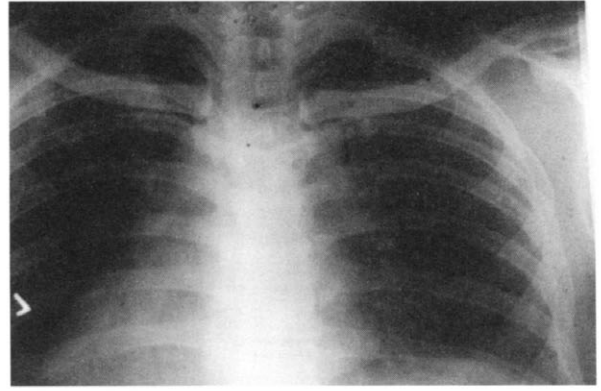


図16. 胸部X線写真



図14. 防護衝立

大きさ：高さ 178cm, 幅102cm
 窓の大きさ：幅 18cm, 高さ 28cm
 床からの高さ：120cm
 内部に厚さ5mm（薄いものが2枚）の鉛板が入れてある。
 ガラス：鉛ガラス

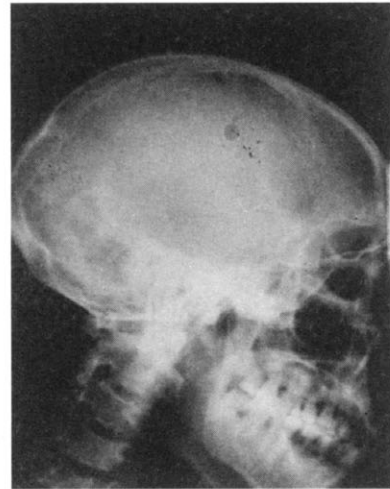


図17. 頭部X線写真 側面より

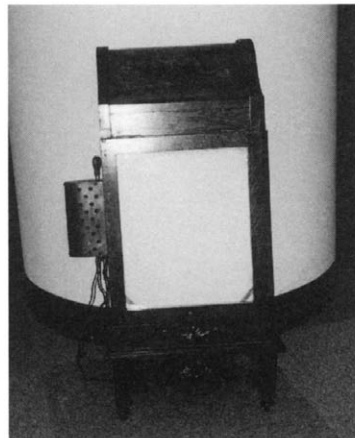


図15. 写真フィルム観察箱

70×30.5×21cm
 窓 30×25cm

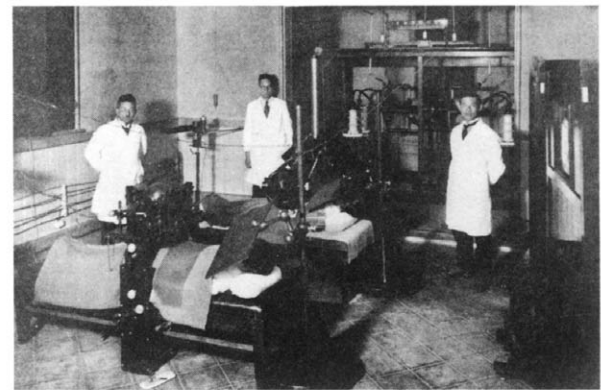


図18. 金沢医科大学物療科レントゲン写真室（文献2）