

特集1

## 戦争と X 線

森川 恵子

純真学園大学 保健医療学研究科 保健衛生学専攻  
保健医療学部 放射線技術科学科

### Military aspects of X-rays

Keiko MORIKAWA

Course of Health Sciences, Graduate School of Health Sciences,  
Department of Radiological Science, Faculty of Health Sciences,  
JUNSHIN GAKUEN University

【要旨】 X線は1895年レントゲンの発見当初から、体内の異物の検出に威力を発揮するだろうと言われていたが、X線発見の創成期において医学への応用、普及に最も積極的であったのは軍であった。X線発見からわずか半年後の1896年には、X線検査によって体内の残留銃弾を確認し、戦傷の診断・治療に初めてX線が利用された。特に遺残銃弾や骨折が不明確な場合のX線撮影において、その有用性は明らかであった。透視技術の発見と相まってX線の利用は戦時下で広く普及していき、1898年には発電機の改良により野戦病院でもX線装置が使用された。第一次世界大戦勃発後は、ポータブルX線装置と発電機を車に搭載した移動型X線車により、前線でも数多くの負傷者が救われた。現在の画像診断装置の礎となるX線技術の開発は、当時頻発していた戦争によって、軍事医学において大きく進歩することとなった。

キーワード： X線, レントゲン, 戦争, 軍事医学

### 1. X線の発見

1895年11月、レントゲン (Wilhelm Conrad Röntgen, 1845-1923, 独) が、ドイツのビュルツブルグ大学物理学研究室で「新しい光 (new light)」とも呼ばれたX線を発見した。レントゲン50歳の時である。博士は可視光線を防ぐために黒い紙で包んだ放電管 (図1) に高圧電流を流すと、たまたま近くに置いてあった白金シアン化バリウムを塗った薄板が発光しているのを発見した。さらに薄板を放電管から1

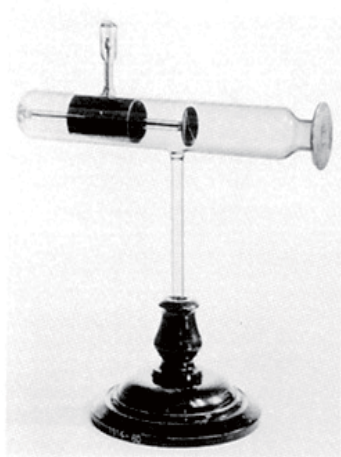


図1. 実験で用いたアルミニウム箔窓付レント管 (文献1)



図2. 世界初のX線写真 (レントゲン夫人の手) (文献2)

メートル遠ざけてもまだ光っているだけでなく、驚くべきことには間に手を入れると薄い手の影の中に骨が見えた。このときばかりは、冷静なレントゲンも悪夢を見ているのではないかと思われている。そして妻の手を写真乾板の上に置き、15分間照射したところ、手の骨と金属の結婚指輪だけが写った写真が撮れたのが、世界発のレントゲン写真である（図2）。

レントゲンは、直ちにこの不思議な放射線について研究室に閉じこもってその性質を調べあげ、「放射線の一新種について」（*Über eine neue Art von Strahlen*）と題した論文を、同年12月28日ビュルツブルグ物理医学会に第1報として発表した。この論文は17節からなり、主に次のような放射線の性質が記されている。

- 1) 蛍光は放電管から2m離れた所でも認められる。
- 2) 太陽光線や紫外線を通さない黒紙の覆いを通過する。
- 3) 千ページ程度の本や厚い木の後ろでも蛍光板ははっきり光る。15mmほどの厚さのアルミニウム板は作用をかなり弱めるが、蛍光を完全になくすことはできない。銅、銀、鉛、白金の薄板の後ろでも蛍光ははっきりと認めることができるが、1.5mm厚の鉛板はほとんど不透明（不透過の意）である。
- 4) 各種物体の透明度（透過度）は密度によって本質的に決まる。
- 5) 厚さが増すにつれて、すべての物体は透過しなくなる。
- 6) 眼の網膜は放射線に対して感じない。
- 7) 蛍光板の蛍光強度は、距離の2乗に逆比例する。
- 8) 強力な磁場の中にあっても屈折しない。

こうしてレントゲンは全く未知であった新しい放射線である“X線”について、発見からわずか7週間でその性質のほとんどを調べた。現在放射線について我々が学ぶとき、X線の基本的な性質である放射線の減衰と距離および物質の密度との関係、距離の逆2乗則等の重要な原理が、この時すでに報告されていたのである。この論文と夫人の手のX線写真は世界中に伝えられ、大反響を呼ぶこととなる<sup>2,3)</sup>。

## 2. 軍事医学とX線

X線は発見当初から体内の異物の検出に威力を発揮するだろうと言われていたが、医学への応用についてその実用性に否定的な意見もかなりあった。発見当時、手指のX線写真を撮影するのに10~20分要したことから、「頭部やその他体の厚い部分を撮影するには1時間以上かかるであろう。患者がこんなに長い間動かないでいることは不可能で、とても実用的なものではない」と思っていた医学者も多くいた<sup>2)</sup>。

X線の医学への有用性が実証されたのは、戦争によってである。X線発見の創成期において医学への応用、普及に最も積極的であったのは、軍であった。外科学におけるX線の最大にして疑いのない重要性は、その異物検出の領域（異物の局在同定）にある。人体内の状態を目視で知ることができるX線は、驚くべき不思議な線として、直ちに軍事外科において有用な手段となることが期待された。

### 2-1. 第1次エチオピア戦争（1896年）

X線発見からわずか半年後の1896年5月に、第1次エチオピア戦争で負傷したイタリアの兵士2名が、X線検査で体内の残留銃弾を確認し、摘出に成功した。写真（図3）はライフル銃弾で左前腕を負傷、外科的に治療したが銃弾は発見できないまま閉創し、その後帰還してから病院でX線検査を行い、銃弾を確認し摘出に成功した時のX線写真である。従来の診断方法では銃弾が発見できなかったものがX線検査によって治療につながったケースであり、

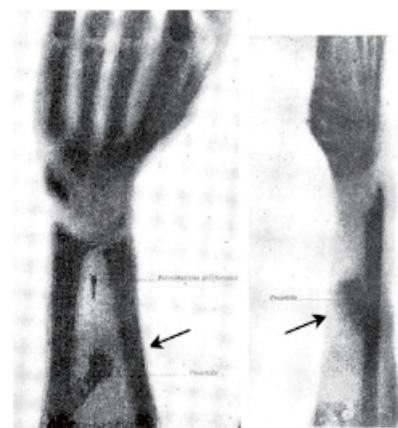


図3. ライフル銃弾により負傷して左前腕内で発見された銃弾（矢印）（文献2）



図4-1. 右手関節の銃創（マルティニ弾）（文献4）



図4-2. 前腕の貫通例（橈骨および尺骨の骨折）（文献4）



図4-3. 左胸の銃創（文献4）

戦傷の診断・治療に初めて X 線が利用された例とされる<sup>1)</sup>。

## 2-2. ギリシアトルコ戦争（1897年）

X 線検査がもたらす新しい診断の有用性は、翌1897年のギリシアトルコ戦争でさらに重要視されることとなった。X 線の発見と、その銃弾探査における利用は、軍事外科学の新たな武器となった。X 線は組織内の異物の位置、大きさのみならず、損傷した骨、関節、臓器の状態を知ることができる計り知れないほどの恩恵をもたらすものとして、軍医外科医 Abbott FC によって報告されている<sup>4)</sup>。このためこの新しい診断法は、実際に体内に入ったまま場所が特定できない銃弾の同定に大きな役割を果たした。特に遺残銃弾や骨折が不明確な場合の X 線撮影において、その有用性は明らかであった。

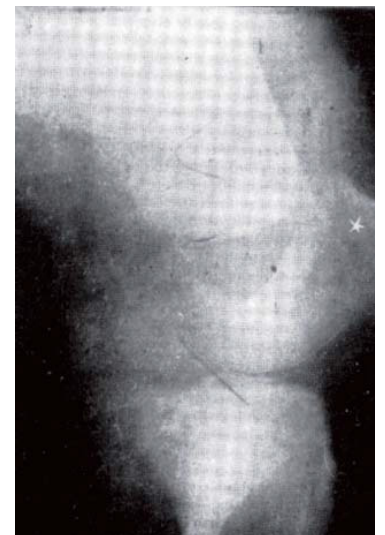


図4-4. 大腿骨の銃創（文献4）

ギリシアでは銃弾あるいはその破片が組織内に残っていると考えた全例において、銃弾骨折の X 線撮影を行い、遺残銃弾や骨折のみならず、骨折線や仮骨の確認に至っている。図4-1は右手関節の銃創で、大きな外傷と手関節橈側に高度腫脹があるも銃弾は触知できなかったが、X 線検査で銃弾の摘出が可能となった例である。図4-2は前腕の貫通銃創で、X 線所見で銃弾の通過部分が新生骨で充満した骨欠損として確認されている。さらに図4-3は左肺の銃弾、図4-4は大腿骨の銃創を撮ったものである。

当時すでに X 線写真は直交する2方向で撮影しないと見落としがあることや、深部組織にある銃弾は写真では拡大されて見えることに留意することが指摘されている。ただ撮影には長い露光時間が必要で、図4の写真では、露光時間は図4-1の手関節が4分、図4-2の前腕が6分を要している。さらに図4-3の肺は25分、図4-4の大腿骨はかなり不明瞭な画像だが、35分を要して撮影されている。したがって多くの症例で撮影に必要な長い露光時間をかけることは無理で、例えば頭頸部の銃創では苦痛が非常に強いいため、数分間の仰臥位もしくは側臥位の保持は不可能なため、X 線検査が出来なかった。そこで最も多用したのは、X 線透視だった<sup>4-5)</sup>。

X 線透視は X 線の発見後ただちに研究を開始した、エジソン (Tomas Alva Edison, 1847~1931年) の発明によるものである。エジソンはレントゲンが使用したシアン化白金バリウムよりさらに優れた蛍光物質を求めて、数百もの物質を試験した結果、タングステン酸カルシウム ( $\text{CaWO}_4$ ) を採用した。 $\text{CaWO}_4$ は X 線、紫外線を吸収すると高輝度の発光を示し、現在でも X 線写真の増感紙に用いられてい

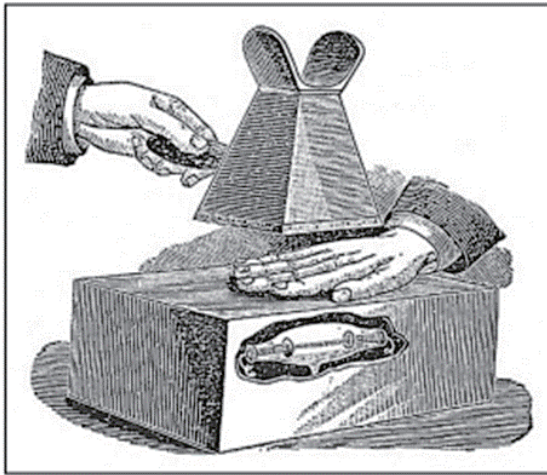


図5. エジソンの Fluoroscope (文献6)



図6. フロロスコープ (Fluoroscope) を使用して透視中の写真 (文献2)

る。この  $\text{CaWO}_4$  による蛍光板を暗箱の全面に取り付けて、透視ができるようにした暗箱は「fluoroscope (フロロスコープ): X線透視装置」(図5, 6) と呼ばれ、その基本設計は今日でも活かされている<sup>2,6)</sup>。現在 X線透視を表わす fluoroscopy の名称はこれに由来する。

透視は記録に残らないという致命的な欠点があるものの、暗室を作る必要がなく、また誘導コイルの出力電圧を放電管 (X線管) の電圧以上に保つだけでいいため撮影よりも容易に利用できた。その利用件数は X線撮影の件数をはるかに凌ぐもので、X線骨折のほとんどは X線透視を行い、損傷に関する情報、骨折の性状や範囲、弾片の有無を最も簡単に知ることができ、そのまま手術計画を立てることができた。一方で X線写真は、物理的な知識のみならず写真の現像処理の技術も必要なことから、実際に臨床応用できたのはごく限られた施設のみであった。従って戦時下での X線の使用は、この時点ではすべて戦場の後方病院や連携病院においての検査であり、前線での使用ではない。そもそも当時は戦場での X線装置の使用は絶対的に無理とされていた<sup>5)</sup>。主たる困難は、電源の確保や、コイル、二次電池の重量、ガラス乾板の脆弱性や強い硫酸を運搬する危険、良好な給水と効率的な暗室の確保の難しさ、長時間労働等多岐にわたったが、ギリシャトルコ戦争では現地人の迷信も重大な原因の1つで、X線を悪魔の仕業と信じる患者に撮影することは困難を極めたようであった。従って X線は前線では不用とみなされ、戦闘での負傷直後に緊急に使用するには透視が唯一の方法であると報告されている<sup>4)</sup>。ただし当時銃創の症例の大部分は銃弾が貫通した状態にあり、その他の例でもかなりの割合で皮下に容易に触れて摘出可能であった。銃弾の位置が不明な例は非常に少数であったため、銃弾のとりだしにおいてはさして X線の必要性を感じることはなかったとした意見もあった<sup>4)</sup>。

### 2-3. マフディー戦争 (1898年)

翌1898年のスーダンにおけるマフディー戦争では、軍医 John C. Battersby 少佐の指揮下に前線で X線診療が行なわれた。野戦病院という困難な状況下で、しかも砂と濁った水しかないような土地で、電池の充電あるいはコイルを直接駆動するための電源の確保は、X線を戦場で使用するための大きな課題であった。Battersby 少佐は、タンデム自転車を回して車輪につないだ小さな発電機で電池を充電することで、自転車による発電機の駆動に成功した。図7はこの時の誘導コイル用の電池を充電した発電方法を示す写真で、小さな発電機が皮のベルトを介して特性タンデム自転車の後輪につながるようになっている。兵士が自転車に乗ってペダルを漕ぐことで充電が始まるが、この時抵抗が大きく坂道を上るような負荷がかかるので、もう一人兵士を前部座席に座らせたと記されている。ただし日陰でも  $43^{\circ}\text{C}$ 、テント内の温度はしばしば  $49^{\circ}\text{C}$  を超えるような場所で、前輪が持ち上がるほどの勢いで駆動し続けるのは、相当過酷な作業であったと思われる。この自転車による充電作業は、開始30分後には、「我々はもっと

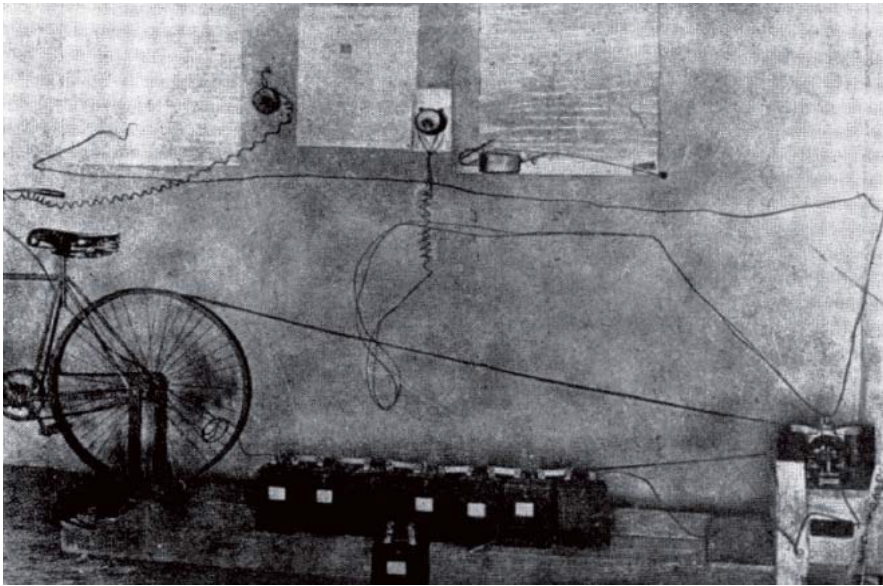


図7. Battersby 少佐が成功した自転車で発電機を回す装置 (文献7)

別の科学的余興を考えるべきだ」との意見で一致したと記録されている<sup>7)</sup>。ともかくも大変な労力の元で可能となった X 線撮影だが、気温が38~49℃にもなるスーダンでは、その熱さも X 線機器を使用するうえで重要な課題であった。無蓋トラックで運んだ器材は、日中は灼熱の太陽の猛暑に晒されるため、非常に厚いフェルトを湿らせてコイル、電池の箱の外側を覆い、2時間ごとに湿らせておくことで内部の温度上昇を防いだ。

図8は Battersby 少佐と従卒が X 線撮影を行っている写真である。ソファに横たわった負傷兵の肩関節の上に、巧妙な管球ホルダーによって改良型 Crookes 管が懸架され、肩の下には木製の遮光ホルダーに包まれた写真乾板がある。患者のそばで座っているのが Battersby 少佐で、懐中時計を手に露光時間を測っている。

当時 X 線検査に関してはその成果について公私ともに意見が割れていた。しかし装置の軽量化や発電機の改良といった、X 線撮影装置の改良により実現したこの野戦病院での使用により、これまでの方法では銃弾の有無を知ることができなかった症例のほぼ全例で、X 線によって正確に診断できたことか



図8. Battersby 少佐と従卒が X 線撮影を行っている様子 (文献7)

ら、野戦病院における X 線検査の有用性が提唱された。X 線で直ちに正確な銃弾の位置がわかるため、指で触診したり、創部を拡張して行なう通常の探索法に伴う苦痛を多くの例でなくすことができたのである。さらに X 線検査は非常に小さな金属片でも発見できることから、小さな異物でも場所によれば兵士の任務に支障をきたすことが分かった。図9は足の上面（背側）を撃たれ、4個のワイヤと思われる小金属片を摘出したものの、傷が癒えても刺すような強い痛みで歩くことができなかった軍曹の X 線写真である。写真の小金属片は三角形で、骨膜と呼ばれる神経や血管が豊富で敏感な骨の被膜に埋まりこんでいた。6週間たっても歩けなかった原因が X 線検査により判明し、小金属片の摘出後に急速に回復した症例である<sup>8)</sup>。



図9. 踵骨の突起の下に写ったワイヤと思われる小金属片 (矢印) (文献8)

「レントゲンなんか信じないと断言する輩でも、最後には銃弾の正確な位置を同定するのに重要な手段であり、多くの場合傷口を探索する必要がなくなることを認めさせることができた」と、のちに行われた Battersby 少佐の講演会で報告されている<sup>7)</sup>。さらにこの時の講演で、いずれ X 線によって四肢の動脈の石灰化を知ることができ、さらに進歩すれば心臓や大血管のアテローム性変化もみえるようになるだろうと少佐は語っている。

#### 2-4. 日本軍の X 線装置 (1906)

レントゲン機器を日本へ初めて導入したのは日本陸軍の軍医、芳賀榮次郎 (1864-1953) である (図10)。1896年にドイツへ留学した芳賀は、レントゲン光線に関する研究から2年後の1898年の帰国時に、私費を投じてシーメンス社製 X 線装置一式を購入して日本に持ち帰り、軍医学校に献納した (図11)。1899年に軍医学会雑誌に投稿された「レンチエン写真に就て」の中で、「レンチエン (Röntgen) 光線はハムブルク市立病院外科医長キユムメルにして、外科の診断上必要欠くべからざるものなりと断定する旨を報道せり。」と紹介し、ドイツにおける X 線の臨床活用状況を日本に広めた。この中で芳賀はすでに X 線が鉄、鉛、硝子といった人体内の異物の位置を知るだけでなく、骨膜炎、骨腫、腫瘍等を写した X 線写真の例も紹介している。さらに胆石や膀胱結石、腎結石についても述べ、胃の撮影についてはカテーテルを挿入して針金もしくは鉛の小散弾を用いて胃の大彎に集中的に送り出して充満すれば、胃を写すことができるとの記述もある<sup>9)</sup>。X 線発見当初は身体の体幹部分には露光に1時間以上を費やしていたが、器械の進歩改良によりこの時点で長くとも5分、短いものでは1分~30秒になった。



図10. 芳賀榮次郎 (1864-1953) (文献11)

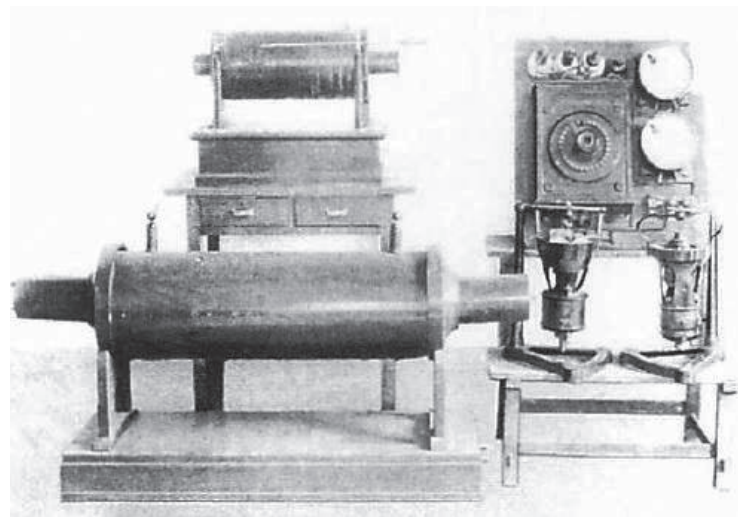


図11. 芳賀榮次郎が持ち帰った X 線撮影装置 (文献12)

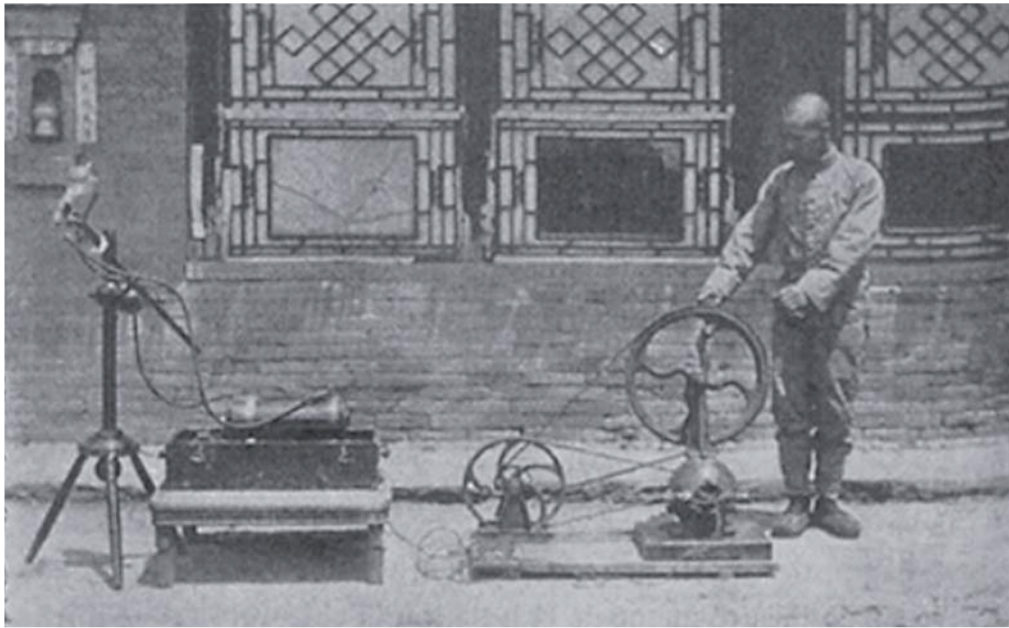


図12. 満州の日本陸軍第5師団による X 線装置 (文献13)

戦場における日本軍の X 線装置では、満州の日本陸軍第5師団の野戦病院で使用された X 線装置が報告されている<sup>13)</sup>。小さくて非常に単純な装置であるが、軽量、頑丈でかさばらず、X 線透視に十分なだけの出力を有していた (図12)。電流は手動の小型発電機で供給され、直径12cm、長さ20cmで、中空の鉄球で保護されている。X 線管球は長さ20cm (双陽極管) である。発電機は木製の台座に載っており、ベルトで直径30cm のホイールを駆動する。手と前腕の透視を見ることができ、非常に良い画像で、骨折や弾丸があれば正確な情報が得られたとの記録がある。

## 2-5. 第 1 次世界大戦 (1914-1918)

第 1 次世界大戦は、戦傷者の総数、個々の局地戦における戦傷者数のいずれにおいても大規模なものであったことから、ポータブル X 線装置の必要性が大いに増大した。ポータブル X 線装置はフランス軍、イギリス軍、イタリア軍において、電源のない仮設病院で X 線診療を行なうためのみならず、遍

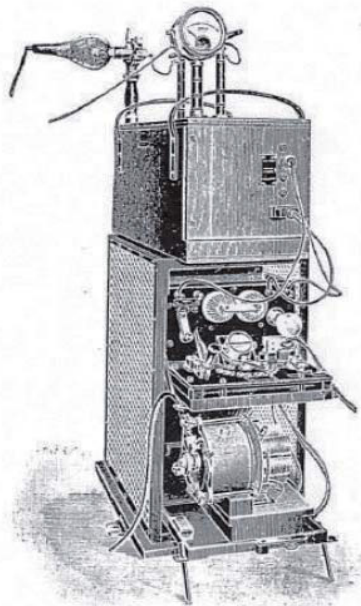


図13. イギリス軍のポータブル X 線装置 (1915年) (文献14)

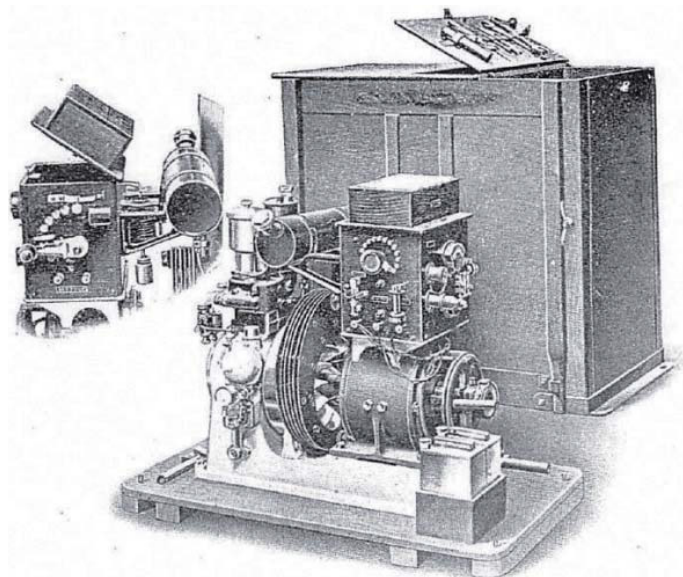


図14. イギリス軍ポータブル X 線装置のガソリンエンジン発電機 (文献14)

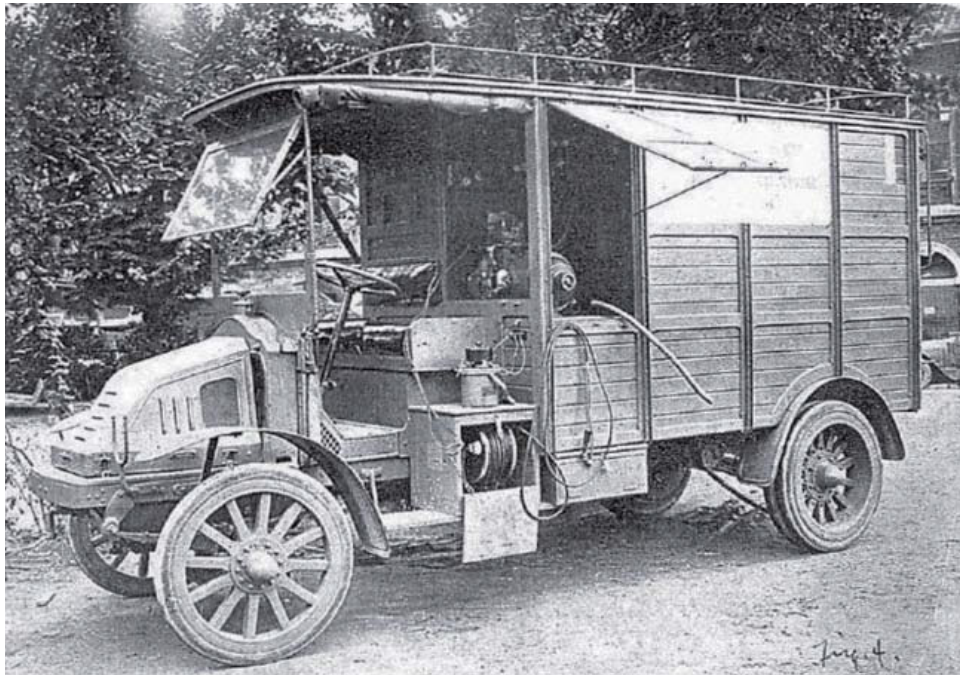


図15. フランス軍の初期型 X 線車 (文献14)

迫時に前線の病院に追加の X 線設備を供給するために使用された。図13はイギリス軍のポータブル X 線装置 (1915年) で、コイル、断熱器、制御盤が組み合わされている。この頃には電流の供給にはガソリン発電機 (図14) が使われ、X 線装置搭載自動車のエンジンで発電機を回す方法がとられている。出力は通常速度では60ボルト、10ミリアンペアが供給でき、これに組み込まれている蓄電池を発電機と直列に接続すると100ボルト、10ミリアンペアが得られた。そこで当時、ガソリンエンジン発電機とポータブル X 線装置を搭載した車が、最新型 X 線車としてフランス軍、イギリス軍で製造された。図15はフランス軍の初期型 X 線車で、通常の自動車に、暗室と収納テーブルを備え、発電機やポータブル X 線装置、シンク、透視台や検査台が備えられている。アメリカが第一次世界大戦に参戦したのは開戦3年目の1917年だが、アメリカ軍は独立したガソリンエンジン発電機を搭載することで、自動車のエンジンへの負担を緩和した (図16)。アメリカ軍の車両はフランスの1/2、イギリスの1/3の大きさでずっと小型だが、暗室を設けずに X 線の利用を透視のみとしたことで車両が軽量になり、さらに強力なエンジンによって高い移動性を有していた<sup>14)</sup>。

X 線車を最初に考えついたのは、ラジウムの発見者であるマリー・キュリー (Maria Salomea Skłodowska-Curie, 1867-1934, ポーランド) である。マリーは、第一次世界大戦の開戦当初から戦傷治療における前線での X 線の重要性を見抜いていた。彼女の祖国はポーランドだが、フランスは第2の



図16. 左からイギリス軍、フランス軍、アメリカ軍の X 線装置搭載車 (文献14)



祖国である。マリーが生まれた当時、ポーランドは実質的にロシアの支配下にあった。ロシアへの隷属のために市民は徹底的に監視され、抵抗者は厳しく弾圧された。類いまれな記憶力と集中力の持ち主であったマリーは、官立中等学校を金メダル授与の荣誉で卒業したものの、女子の入学が許可されていないため自国のワルシャワ大学へは進学できなかった。留学できるほどの資産が家にはなかったマリーは、住み込みの家庭教師をしながらお金を貯め、まず先に姉がフランスの大学医学部に留学できるよう、それまでの貯金を全て渡したのちに、自身の留学費用を貯めていった。こうして疲労と屈辱続きの家庭教師の仕事をしながらも、数学や化学を学びたいと願うマリーは、ついに1891年、蓄えたお金を手にワルシャワからパリ行きの列車（一番安い4等車）に乗り込んだ。中等学校を卒業して8年、マリー24歳の時である。

パリの名門ソルボンヌ大学に進学したマリーは、食費やランプの石油代にも事欠く困窮生活の中、2年後の1893年にまず物理学士試験を1位で合格、そして翌1894年には数学学士試験を2位で合格する。同年、35歳だった孤高の物理学者ピエールキュリーと出会い、学位取得後はポーランドに帰るはずだったマリーがフランスの地で結婚したのが1895年、レントゲンがX線を発見した年である。

第一次世界大戦が始まった当初、マリーは完成したばかりのラジウム研究所にいた。すでに夫ピエールを事故で亡くしていたが、2度のノーベル賞受賞にもかかわらず不当な誹謗中傷と恵まれない処遇が続き、腎臓を病んで一時は生死をさまようほど衰弱したマリーだが、ワルシャワ大学の招聘を断り、夫妻の悲願であった研究所—正確には実験室で、夫妻が長年望んでいたのはただ自分たちの実験室が欲しいという事だけだった—での自らの使命を選んだ。その研究所が完成したわずか1か月後、第1次世界大戦が勃発、ドイツ軍によるフランスの侵入が始まった。

研究所の同僚やスタッフが次々と動員されて研究所から人が消えた非常事態に遭遇して、マリーがとった行動は、多くのフランス女性が選んだような白衣の看護師になることではなかった。マリーは直ちに救護設備の編制についての資料を集め、改善すべき点を探した。そして自身はX線の研究を行ったことは1度もなかったが、その有用性を知っていたマリーは、当時病院という病院にX線設備がほとんどないことに気づいた。当時フランスではレントゲン設備は限られた数しかなく、贅沢な設備と考えられていたため、それに見合うような中核基地にしか設置されていなかった。

「大量の殺戮が起こるおそれのある戦闘で、体内の銃弾や破片を発見できる装置が、“贅沢”といえるのだろうか」

マリーは直ちにフランス国内の研究所や機関からX線装置を集め、教授や技師、学者たちからなる有



図17. X線装置を搭載したトラックの運転台に座っているマリー・キュリー（文献11）

志の検査班を組織した。しかし問題は、電源設備さえないような野戦病院で、どうやってレントゲン設備を使うかであった。マリーは、普通の自動車にレントゲン設備と発電機を乗せた、移動型のX線車を考えた。直ちにフランス婦人協会と個人の篤志家から援助を求め、車20台を「戦争が終われば（壊れてなければ）返す」という約束で集めた。こうしてX線車に改造した車は、当初軍隊の間で "Petite Curie" (ちびキュリー) と呼ばれ、官僚たちの無関心やひそかな敵意にさらされたが、マリーは怯まなかった。自らも運転免許を取得してハンドルを握り、看護師となった娘のイレヌとともに前線で診療活動にあたった(図17)。さらに各地の病院にX線検査室を設置し、八方手を尽くして見つけたX線装置を備え付け、さらには技術を指導した技師も一人連れてきた。その数は200に上り、移動式であれ病院に設置したものであれ、マリーが個人で装置を集めて組み立てていった220のX線装置によって救われた負傷者の数は、百万人を超えることとなった<sup>15)</sup>。その後、イギリス軍、アメリカ軍もこれにならって、前述のX線装置搭載車を開発していった。

幼い頃から内気で、常に圧制による恐怖で空想さえも抑圧されるような束縛された時代に育ち、長じてからも勉学のために極力人と関わる事を避けていたマリーが、非常時に際してなぜこれほどの行動力を発揮できたのであろうか。その勇氣ある行動には、学者としての直感や信念だけでなく、偉大な発見や世界的名声の前でも奢ることなくひたすら学究の徒であり続けた、彼女自身の深い人間性が根底にある。

「キュリー夫人は、あらゆる著名人の中で名誉によって損なわれることのなかった、ただひとりの人である」

アインシュタインの言葉である。1934年、再生不良性貧血により使命を果たし終えるかのように、マリー・キュリーは永眠した<sup>15-17)</sup>。

### 3. 現代医学とX線

X線発見から約130年、その間X線を用いた画像診断装置は飛躍的な進歩を遂げた。1899年に Battersby 少佐が予想した通り、その後X線によって心臓や大血管のアテローム性変化もみえるようになっただけでなく、現代医学においては日常診療に、集団検診に、がんの診断・治療にと、X線はなくてはならないものになった。X線における画像診断装置の技術革新には、エレクトロニクス技術の進歩やコンピューター技術の導入が大きい。しかしその飛躍的な発展には、X線の発見による経済的利益を一切得ようとしなかった、レントゲン博士の深い信念があったことを忘れてはならない。X線の発見により、博士に特許取得を勧める人は後を絶たなかった。しかし博士はX線が人類のために広く利用されることを望んで、X線に関する一切の特許を取得しなかった。1901年、レントゲンに第1回ノーベル物理学賞が授与されたときの賞金も、ヴェルツブルク大学に全額を寄付している<sup>2)</sup>。自身は第一次世界大戦後のドイツにおける猛烈なインフレによって、困窮のうちに77歳の生涯を終えたが、「科学の発展は万人に寄与すべきである」とした科学者としてのゆるぎない信念は、放射線医学のその後の急速な発展につながり、今なお計り知れない数の人々を救っている。

#### 【参考文献】

1. 放射線研究の幕開け～レントゲンによるX線の発見～ [https://www.kantei.go.jp/saigai/senmonka\\_g51.html](https://www.kantei.go.jp/saigai/senmonka_g51.html)
2. レントゲンとX線の発見 青柳泰司 恒星社厚生閣 2000年
3. 原田 尚. 医学史を飾る人々. メディカル・ジャーナル社 2007年
4. Abbott FC. Surgery in the graeco-turkish war. *Lancet*, 80 (3), 152-156, 1899.
5. Kuttner H. Über Bedeutung der Röntgenstrahlen für die Kriegchirurgie Erfahrungen im Griechisch-Türkischen Krieg 1897, *Klin Chirurg*, 20, 167-230, 1897.
6. Richard F. Mould. Thomas Edison (1847-1931) Biography with special reference to X-rays, *Journal of Oncology*, 66 (6), 499-507, 2016.

7. Battersby J. The present position of the Roentgen Rays in military surgery. *Arch Roent Ray*, **3**, 74-80, 1899.
8. Beevor WC. The working of the roentgen ray in warfare, *Royal United Services Institution Journal*. **42** (248), 1152-1170, 1898.
9. 芳賀榮次郎, レンチエン写真に就て, 軍医学会雑誌, 100, 103-111, 1899.
10. Matignon JJ. L'appareil à rayon X de l'armée japonaise en campagne, *Arch Electr Méd*, **14**, 455-457, 1906.
11. 放射線医学の歴史 <http://radiology-history.online/history-military.html#relevant2>
12. 稲本一夫. 日本のレントゲン史初期における新事実. 日本放射線技術学会雑誌, **51**, 846-54, 1275-80, 1995.
13. Matignon JJ. L'appareil à rayon X de l'armée japonaise en campagne, *Arch Electr Méd*, **14**, 455-457, 1906.
14. Christie AC. Mobile roentgen ray apparatus, *Am J Roentgenol*, **6**, 358-367, 1919.
15. エーブ・キュリー キュリー夫人伝 白水社 2022年
16. マリー・キュリー 新しい自然の力の発見 ナオミ・パサコフ 大月書店
17. MARIE CURIE Philip Steele BL 出版 2015年