

# 戦時の軍事放射線医学

*Wartime military roentgenology<sup>\*1</sup>*

*De Lorimier AA<sup>\*2</sup>. Radiology 35:391-403, 1941*

平時にも、軍は常日頃怠りなく戦争の可能性に備えている。これは特に「実戦部隊」については言えることであるが、医療部隊の場合はさまざまで、厳密には専門的な仕事に多くの時間を費やしている。この点においては、我々の関心、活動は、民間の人々と同じようなものである。我々も通常の方法で診療にあたり、病院の手順を遵守し、一般的な方法で市販品、市販装置を使用している。

しかし戦時の昨今では、「正常な」平時戦力の4倍、5倍、あるいはそれ以上に拡大している軍の医療活動に真剣に向かい合い、予想される急速な変化に応じて我々の活動を常に調整する必要がある。空襲下の活動環境や、機械化部隊の急速な移動にも考慮する必要がある。先の大戦のような、塹壕やトーチカを基本とする動きの遅い前線を念頭においていた計画はもはや参考にならない。

放射線医学的には、過去22年の間に大きな進歩があった。1914~18年の大戦中に科学は進歩し、以来十分に正確な診断を行えるような具体的な診断法をエキスパートが教えている。耐衝撃性の器材、大電流、高精度の装置も使えるようになった。しかしながら戦場では、装置を手早く分解して、運搬できるような配慮も必要である。従って、新たな計画、新たな設計が必要となる。

この計画を議論する上では、2つの状況について問題を解決する必要がある。すなわち本国でのX線仕様と、戦場での仕様である。

## 本国でのX線仕様

すべての医師が、レントゲン検査を胸部の最も信頼できる検査法と認識するようになったのは、過去わずか5年のことである。実際、Sayer[11]のような一部のパイオニアは、1923年の時点では聴診器の信頼性に重大な疑問を投げかけ、「レントゲン検査は、診察所見と比較して、エキスパートが行なったとしても臨床的に有意な肺結核の診断においては二次的な重要性しかもたない」という一般的な意見に疑惑を述べている。

1940年7月23日、米国学術研究会議(National Research Council)医科学部門の結核委員会は、米国陸軍の大規模拡大計画[9]について、入隊候補者全員について、X線フィルム撮影を行ない、診察所見、検査所見を「補助とする」よう勧告した。同委員会によるとこの勧告は、以下の事実に基づいている。

(1) 活動性結核の少なくとも75%は、X線検査だけで

発見できる。

(2) 入隊年齢の男性の約1.0%に活動性結核があり、その多くはX線検査だけで発見できる。

(3) X線検査だけで発見される初期の結核の多くが、軍務のストレス下で発症し、勤務継続が不可能となるとともに、周囲への感染源となる危険をはらむ。

(4) X線検査は身体検査よりも迅速で、検査全般の時間を節約できる。

(5) X線フィルムは、恒久的、正式な記録となり、その後の法医学的問題に有用である。

(6) X線検査により、軍務に不適切な結核以外の疾患を発見できる。

この方法は、軍の人員動員を効率化してコストを十分補って余りあるもので、ひいては政府の年金予算を削減するものである。

Spillman[12]は、結核対策には、大戦後から現在に至るまで補償、職業選択、訓練、保険、入院などの費用に約9億6千万を要しており、今後5年間で10億ドルを突破するであろうと予測している。

米国陸軍医療部隊は、可能な限り新兵の入隊あるいは入隊直後の検査、および除隊時の検査に、X線検査を加えている。胸部X線の大部分は、4×10インチフィルム(2枚)を使った間接撮影を行ない、疑わしい所見がある場合は14×17インチのX線写真を撮影している。このような方法を採用した理由を述べる余裕はないが、ここでは目的とする結果を得るために、以下の点について全ての可能性を検討したとだけ述べておく。すなわち(1)診断的信頼性、(2)検査時間、(3)記録の保存、(4)初期コスト、(5)単位あたりコスト、(6)物資の供給状態、(7)検査の容易性である。第1の点については、4×5インチの間接写真は十分正確であるとするPotter, Douglas, Birkelo[10]の報告を挙げれば十分であろう(フルサイズのフィルムで撮影された1,610例中271例の活動性結核の診断にあたって、エラーはわずか2.6%であった)。Abreu[2], Lindberg[7,8], Hirsch[4]その他の報告も良く知られている。

X線検査を、入隊検査の最初に行ない、胸部診察医のところに回るまでに、X線検査の報告書ができあがっていることが期待できる。これによって、診察医は心臓、肺のいずれに集中して診るべきか、肺の場合どの部位を診るべきかを知ることができ、胸部診察をスピードアップすることができる。間接撮影設備がある

場合、1枚ではなく2枚撮影する。2枚撮影する方が望ましく、これに伴うコストはわずかである。当初は、2つの体位で撮影することが予定された。1枚は顎を上げ、肩甲骨を前外方に回転して、14×17インチフィルムの場合と同じように通常の蛍光板の前に立って撮影する。2枚目は、上肢を挙上して鎖骨を上げて撮影する。この方法は、小さなフィルム、さらに可能であれば35mmフィルムを適切、迅速に観察する装置が利用可能になれば、(X線管を移動する)立体撮影に変更する予定である。これは単に深度知覚を提供するだけでなく、立体撮影により診断がより正確になると考えられる。その理由としては、(1)肺実質濃度が、これに重なる心臓、横隔膜などの軟部陰影、肋骨、脊椎などの骨陰影から分離する、(2)肺血管の不随意運動による気管支周囲の不整陰影を、実際のリンパ系あるいは線維性組織と区別できる、(3)装置の技術的問題、フィルムの不適切による一過性の変化によるアーチファクトを除外できる、ことが挙げられる。特に、肺尖部、鎖骨下領域では、2方向撮影あるいは立体撮影によって、14×17インチフィルム1枚撮影の診断精度を上回ることは言わないまでも同程度の上方が得られる。また件数当たりのコストはずっと小さく、他の記録と一緒に

ファイルできるサイズの恒久的な記録を残すことができる。14×17インチフィルムは別にファイルする必要があり、1枚は別の場所、もう1枚はまた別の場所に保管されていて、客観的な比較ができない場合がある。同じ理由で、X線透視も実際的ではない。X線透視は、特に放射線科医が1日に200~400人も診断しなくてはならない場合は、信頼性を欠くものである。

全国に点在する約100カ所の陸軍の入隊検査施設で、間接撮影は他のレントゲン検査と同じように行なわれる。検査チームは12名ほどの士官で、8時間で少なくとも200名を検査することが求められる。放射線担当人員は、放射線科医1名、放射線技師5~7名から成る。X線設備は、大電流装置(200mA以上)で、調整可能な管球支持台、カセットチェンジャー、(多くの施設では)間接撮影装置、フィルム処理装置からなる。装置の多くは既に設置済で利用可能である。追加購入分は戦時予備品として、後日一般病院で使用できる。

### 戦場でのX線仕様

戦場の前線後方5~7マイルには、師団の部隊が配置されている。これらの部隊には、2つのタイプの医療隊がある。ひとつは医療分隊(attached medical

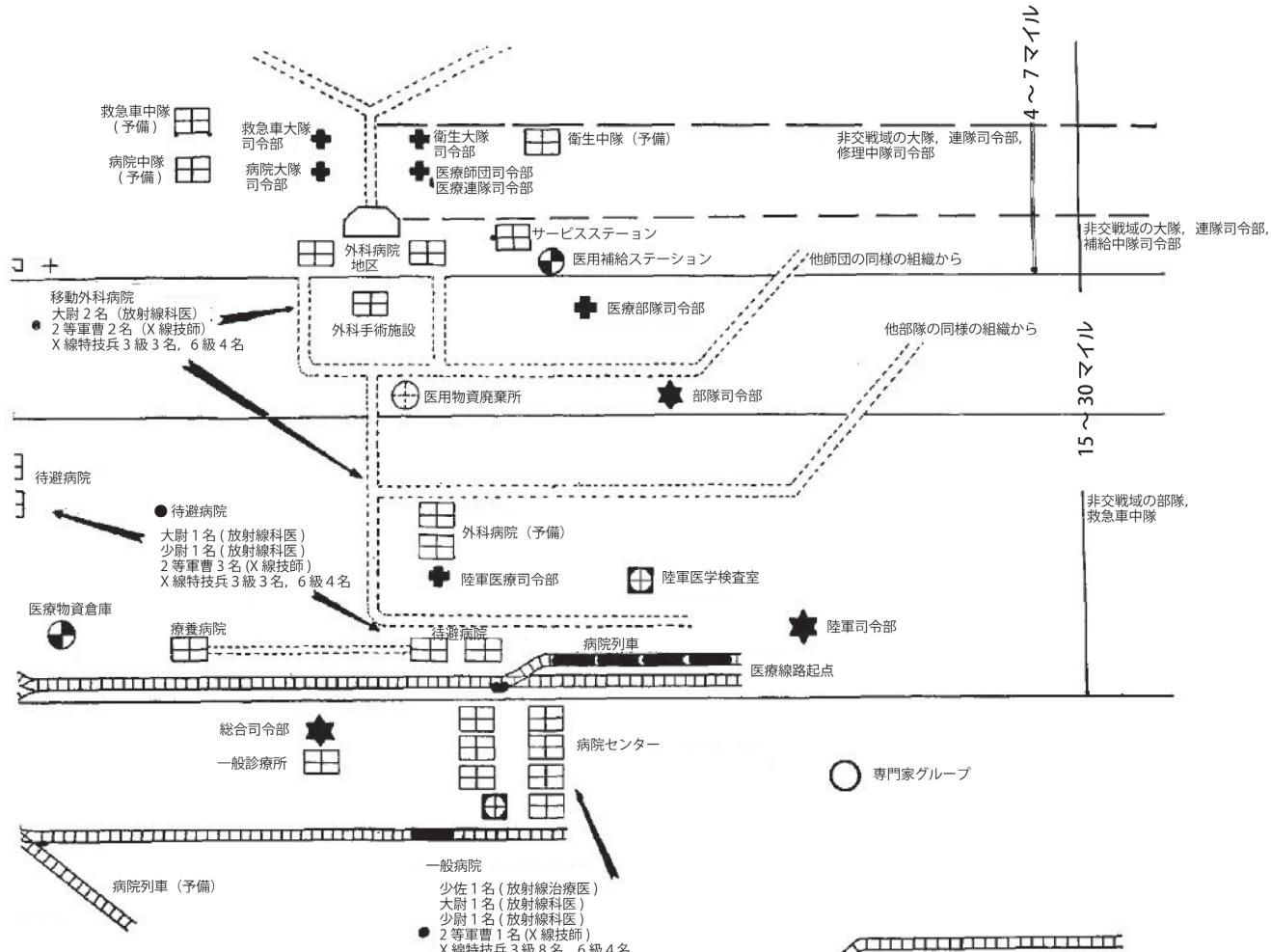


図1. 放射線科医が戦傷者の診療に当たる戦場における3つの重要施設の配置

troops), もう一つは(三師団制では)医療大隊(medical battalions)あるいは(四師団制では)医療連隊(medical regiments)である。医療分隊は、先の大戦のように戦闘部隊とともに活動し、個々の部隊と行動を共にして、必要に応じて戦場に出て戦傷者を回収し大隊救護所(battalion aid station)に搬送する。大隊救護所から、「医療大隊」あるいは「医療連隊」が、このような戦傷者の治療を引き継ぐ。医療大隊、医療連隊のさまざまな活動については本稿の範囲外であるが、大隊救護所で緊急ドレッシング、止血帯、副本などの処置を行ない、可及的速やかに収容ステーション(collecting station)に搬送し、そこからさらに、先の大戦における病院ステーション(hospital station)に相当する後送ステーション(clearing station)に送るのが一般的な流れである。後送不能例は、移動外科病院(mobile surgical hospital)に委ねられる。さらなる後送に耐えられる患者は、救急車あるいは軍用車で、兵站病院(evacuation hospital)に搬送する。

このような詳細を述べるのは、単にX線要員、装備の全体像の中における位置を一般的に示すためである。X線診療を師団指揮下に置くことは実際的ではない。X線要員は、医療分隊にも、医療大隊や医療連隊にも含まれていない。X線診療を行なう最前線は移動外科病院で、これは前述のように医療大隊の後送ステーション(医療連隊の場合は病院ステーション)の近傍、すなわち前線の5~7マイル後方に位置している。移動外科病院は、必要に応じて後送ステーションの位置まで前進する。図1にこれらの関係と、X線人員配置、さらに後方のX線診療活動の配置を示す。

#### 移動外科病院(mobile surgical unit):

移動外科病院は、2つの部門からなる。すなわち移動手術部隊(mobile operating unit)と病院部隊

(hospitalization unit)である。前者は特に機敏に移動し、自動車部隊(手術、X線、消毒、補給)がその重要な装備である。この「手術部隊」の人員と装備は、「後送不可」の患者が集積しているに場所に移動してX線撮影、手術を行ない、また別の同様な場所に移動する。「後送不可」の外科治療後は、1~2個の100床のテント病院をもつ病院部隊が術後管理、ショックの手当を行なう。更に後方に移送できる程度の治療を受けた後、後送不可とされていた傷病者は兵站病院に搬送される。

図1に示すように、移動外科部隊には放射線科医2名、技師3名が配置される。先の大戦のように、X線検査の大部分は異物探索をふくめX線透視で行なう。X線透視については、我々の装置はX線管球を大きな可動範囲を備えている。容易に水平にできるのみならず、胸郭に液体貯溜を疑ったり、腹部に遊離ガスを疑う場合は、患者を坐位として迅速にX線管と蛍光板を垂直にことができる。

このような可動範囲を得るには、X線管をトランスフォーマーから分離して、電撃防止ケーブルを使用する必要がある。この仕様にはいくつかの問題がある。特に、(a)透視機能への制約：既知のように、この種の仕様では3~5mA、最大80kV、10~20分が透視の限界である。(b)電撃防止ケーブル破損の危険。この2つの問題の解決には、メーカーの最大限の協力を得た。その熱心な協力により<sup>3</sup>、管球筐体の内部筐体周囲に空冷装置を設け、オイル攪拌機を追加し、特別なX線管インサートを設計することで、連続透視(~5mA、~85kV)が可能となった。電撃防止ケーブルの設計にも改良を加えた。アメリカ陸軍の通常よりやや長いターミナルを使用しており(長さ5 11/16インチの雄型アダプター)，接点には同心円状リングを使用している。このターミナルは、130kV(ピーク電圧)の交流に連続2時間、140kVに1時間(試験時間)耐えることができる。

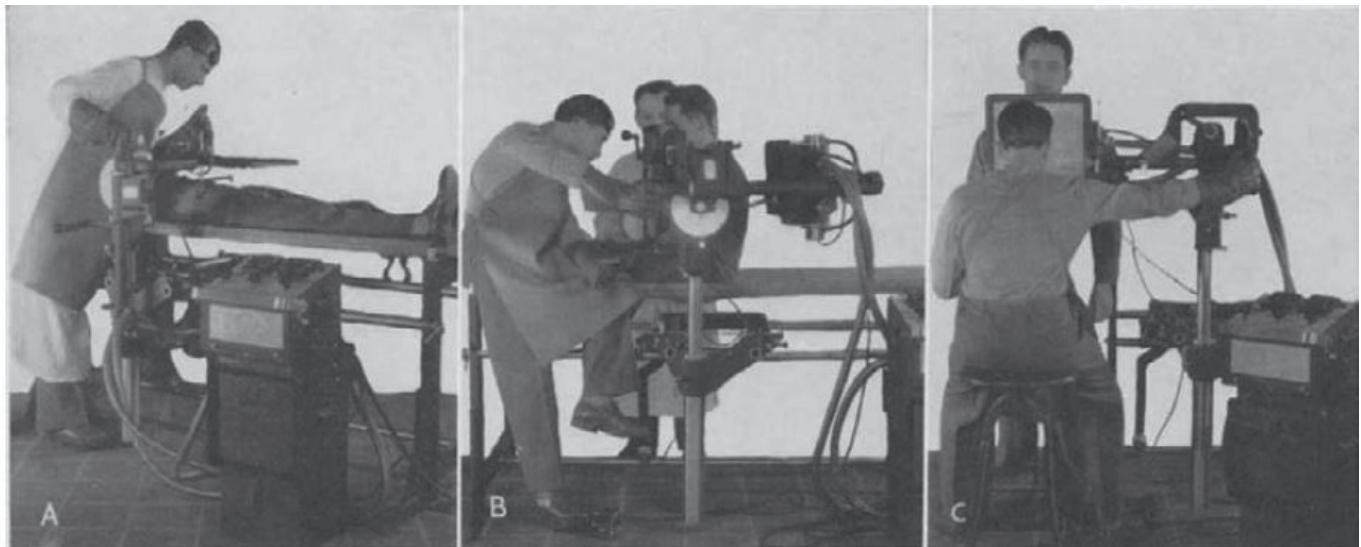


図2.X線検査装置を透視に使用する場合。A. C字型アームを臥位透視および異物探索用の配置とした場合。術者が左手で、深度スケールと皮膚マークを操作している。局在計測スケールは、水平スライドレールの術者側の端にある。B. C字型アームを坐位透視用の配置とした場合。最小焦点-皮膚間距離(12インチ)を示すスペーサーが置かれている。C. C字型アームを立位透視用の配置とした場合。胸部から腹部までの可動域がある。

同心円状リングの接点は、捻れストレスを解放することによりケーブルが屈曲する確率を減らすことができる。ケーブルの破損は、ストレスや屈曲部位で起こることが多いことから、このような改良に事故を回避できることが期待できる。

図2は、寝台ユニットを水平、坐位、立位にセットしたところである。

多くの異物探索法を研究し実験モデルで試験した<sup>\*4</sup>。重要なことは、すぐ紛失してしまうような、独立した小部品を不要とすることである。同じく重要なことは、手技のスピードと、放射線被曝を最小限とすることである。我々の方法は、2つの基本部品と、2つの調節可能な附属部品からなり、この条件を満たしている。基本部品は、(1) X線管と蛍光板を支持するC字型アーム(焦点ースクリーン距離66cm固定)、および(2)透視範囲を決めるための3本の十字線である(1本は蛍光板の中心にあり、他の2本は中心から左右にそれぞれ11cmの位置にあり22cm、すなわち焦点ースクリーン距離の1/3離れている)。2つの附属部品は、(1)皮膚マーカーと深度スケールのセット(ステージ上の蛍光板レベルから皮膚レベルまでの深さを計測するため)、(2)皮膚レベルから異物レベルまでの深さを示す局在計測スケール(計算尺のように、検査台上のスライドレールに載っている)。異物探索法を図3に示す。

前述のように、各移動外科病院には2名の放射線科医が配属されている。時には、次々に到着する戦傷者の透視、異物探索、手術チームとの協力下の一般検査で2人とも手一杯のこともあるであろうが、実際には1人は病院部隊、もう1人は手術部隊が担当である。後者が他の場所に移動すると、病院部隊の放射線科医は1人(および他科の医師)だけになる。その後のX線業務は、さまざまな透視、表在感染症やガス壊疽のX線治療などとなる。

我々のX線装置は、表在治療が可能である。取り外し可能なX線管球と電撃防止ケーブルを使用するため、高度のトランスフォーマー制御が必要で、我々は30mA負荷(計器表示)時の逆電流を実用電圧+12kVpに、実用電圧を85kVpに制限している。このようなトランスフォーマー制御と大熱容量X線管球(前述のように安全マージンをみて連続透視5mA、85kVp)により、付加装置なく表在X線治療を4mA、100kVpで連続照射可能である。移動外科病院で、X線治療が可能であるとは普通考えないであろう。付加装置が必要とする報告もあるが[1,5]、この装置では、アルミニウムフィルター以外には、なんら特別な装置を必要としない。治療用の線量はもちろん小さく、事前のr値の較正によって求める。移動外科病院でX線治療を行なう時間があるかは別にして、同じ装置が兵站病院、一般病院、後方病院にも設置されることから、

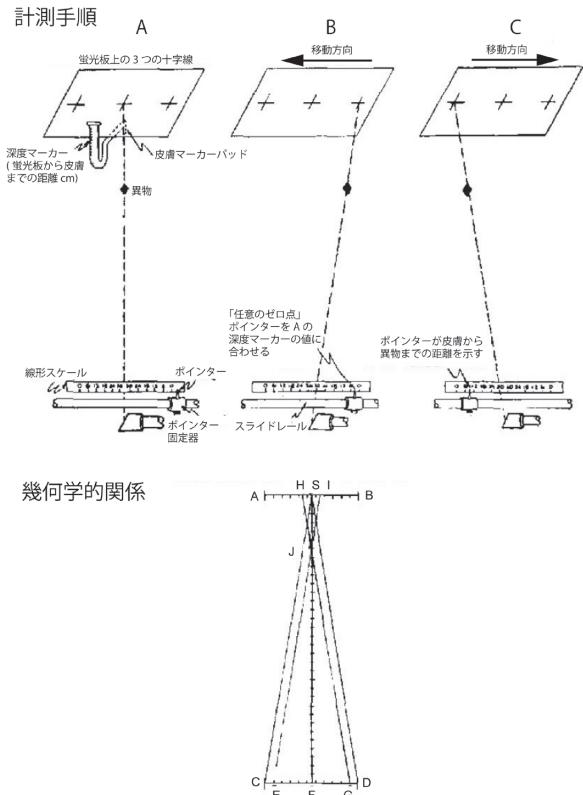


図3. 異物探索法。深度不明の異物の局在同定の前に、深度ファンタムをセットして測定値をチェックする。必要に応じて、深度スケールマークの示度を調整する(それぞれのX線管球の焦点位置の違いに応じて調整できるようになっている)。

1. C字型アームの固定用ロックをチェックする。焦点を蛍光板の中心に合わせる。

2. 異物の目標部位を、中央十字線の交点に一致させる。

3. 皮膚マーカーパッドをヨードチンキあるいはインクで湿らせ、この線に一致させる(異物と中央十字線の交点)。皮膚マーカーパッドを皮膚に接するまで下げてマーカーとする。

4. 蛍光板と皮膚の距離を、深度マーカー(A)のスケールで読む。

5. 管球と蛍光板を移動して、2と同じように異物の目標部位を左右いずれかの外側十字線の交点に一致させる(B)。

6. 局在計測スケールをスライドさせて、4で読み取った蛍光板と皮膚の距離と同じcmにポインターを合わせる。ポインターを検査台のスライドレールにクランプで固定する。

7. 管球と蛍光板を5と反対方向に移動し、異物の目標部位が反対側の外側十字交差線にさせる(C)。

8. 局在計測スケールを読み、皮下の異物の深度を知る。

幾何学的関係を示す図で、A-Bは外側十字線間の距離で、22cmである。F-Sは焦点-蛍光板距離(焦点から中央十字線までの距離)で、A-Bの3倍、つまり66cmである(焦点の位置の変動により多少のプラスマイナスがある)。

異物がS(中央十字線の直下)にあるとすると、管球を外側十字線A、Bに一致させるためには距離C-D(A-Bに等しい、22cm)だけ移動する必要がある。異物が別の部位、A-B面より下にある場合も、同じ距離比が保たれ、A、Bに異物を一致させるために必要な管球と蛍光板の移動範囲は、F-Jの1/3である。

三角形E-J-Gと三角形J-H-Iは相似で、距離S-JとH-Iの比は、J-FとE-Gの比に等しく3:1である。

H-SはG-Dに等しく、S-IはC-Eに等しい。従って、H-IはC-E+G-Dである。C-E+G-Dはスケール上の移動範囲外の距離(22cmマイナス移動距離)で、これが異物の蛍光板からの位置である。

蛍光板と皮膚の距離は、図Bに示すようにポインターを「任意のゼロ点」に移動して引き算する。こうして、(局在計測スケール上の)移動範囲外の距離が、皮膚面から異物までの距離となる。

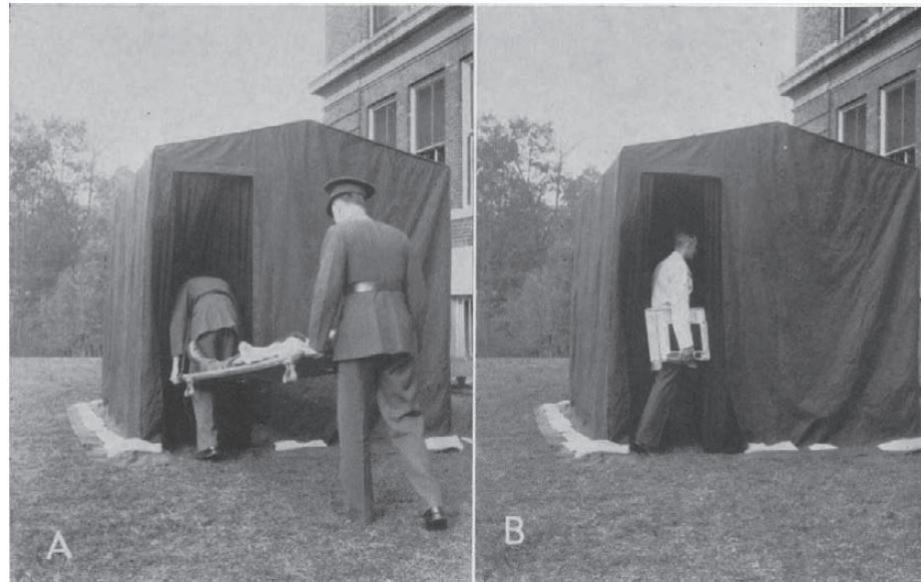


図4. X線透視／フィルム処理用のテント。A. X線透視用の内カーテンの位置。B. フィルム処理用にカーテンを奥にずらした状態。後者の場合、3枚のドレープを延長して迷路状とする。写真の技師はこの中に入ってゆくところ。

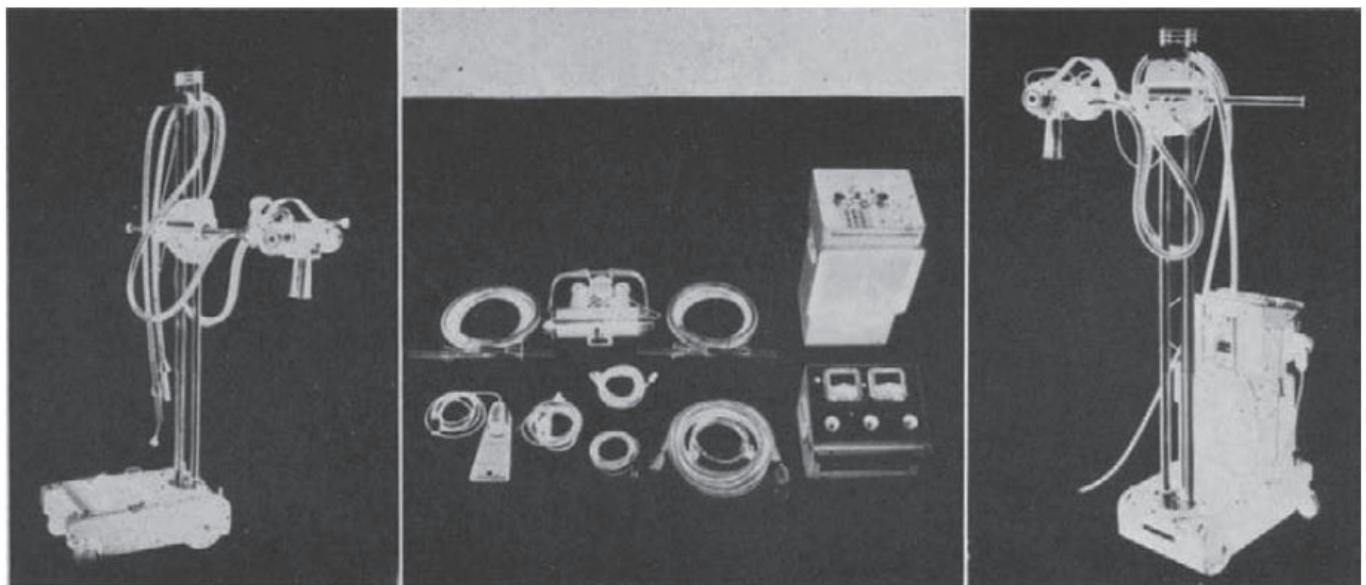


図5. X線装置と移動X線架台。左：架台ユニットにX線管球ユニット、撮影筒（コーン）、2本の電撃防止ケーブルを取付けた状態。これらの部品はすべて戦時に供給されるユニットに含まれる。中：あるいは、X線管球ユニットとケーブルを必要に応じて組み立てる。右：病棟用のセットアップ。

いずれかにおいて使用しうるであろう。

透視検査は、遮光トラックあるいは、透視、フィルム処理用に設計された遮光テントで行なわれる。透視検査に際しては、内カーテンが外カーテンのすぐ後ろにあり、図4のように担架の運搬者と患者が入れるようにフラップ状になっている。彼らが出入りした後、カーテンは自重で閉じるので、密封された暗室となる。テントの上部には、遮光電動換気扇が備えられている。屋外にも設定できるよう、屋根には雨が流れるように1フィートの傾斜が付けられている。側面、後面のカーテンは、必要に応じて、18インチの延長エプロン部分を砂嚢、岩石、泥などで固定できる。フィルム処理用に使用する場合は、内カーテンを20インチ後ろに移

動し、3枚の軽量補助ドレープを追加することにより、迷路状とする。業務が殺到する移動外科病院ではX線撮影を行なう時間はないので、移動外科病院の通常業務でこのようなセットアップが必要になることはないと思われる。しかしこのようなテント2基を、透視専用に使用することが考えられる。戦況が落ち着いた状態では、兵站病院の活動の一部を移動外科病院が引き継ぎ、少なくとも1基のテントがフィルム処理用に必要とされるであろう。

現地からの電力供給はほとんど期待できないことから、ガソリンエンジン発電機が、各移動外科部隊、病院部隊に配備されている。この発電機は、波形が一般的な商用電力に非常に類似しているなど、特殊な設計

である。この特徴はいくつかの理由で重要である。これがないと、kV 調整が不正確になり、不都合なサージ電圧、逆過電流を生む結果となる。さらにガソリン発電機は、透視装置のスイッチが入って高圧回路が開いた場合も、エンジンの回転数が増大してフィラメント回路の過負荷、X線管フィラメントの破損を来たさないように、十分安定である必要がある<sup>5</sup>。この発電機の性能は、2,500Wで、特製の容器を含めて200ポンド(90kg)である。その特別な仕様のため、備品カタログではX線専用装置として別にリストされている。運用条件は30mA、85kVであるが、安全マージンをとつて15mAまでとするよう警告文が添付されている。X線治療の条件も容易に満たすことができる。

移動外科病院の病院部門には、もうひとつ、「移動X線架台」(mobile x-ray chassis)と呼ばれる装置が備えられている。X線装置の部品をこれに取付け、ベッドサイド装置とすることが可能で、特に病棟で表在X線治療用(および移動外科病院以外の施設でベッドサイド撮影)に使用する。この構成を図5に示す。

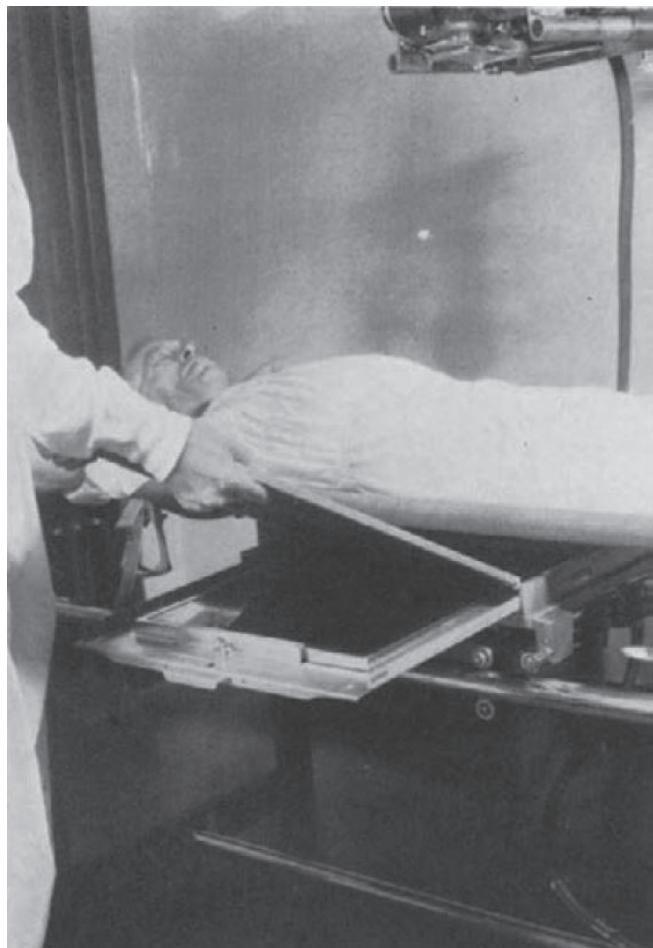


図6. X線撮影のため水平レール状に取付けたポータブルグリッド。担架のたわみに応じてグリッドの高さを変える垂直調節装置がある。ウェファー型グリッド自体は、病棟で使用する際に可能のようにケースから取り出すことができる。グリッドの下に標準的なトレイに入れられたカセットが見える。

### 兵站病院(Evacuation hospital)

兵站病院は、後送ステーション(clearing station)を経て直ちに後送された比較的一定数の戦傷者を治療する。このような戦傷者は、24~48時間以内に到着する。移動外科病院で治療された患者も、移送が可能になり次第受入れる。兵站病院は通常兵站駅にあり、前線の15~30マイル後方である。750名程度を収容でき、移動外科病院よりも整った施設である。仮設の建物やこの目的のために接収した建物に設けられる。通常は1カ所に数ヶ月とどまるので、大規模設備も現実的である。しかしX線診療については、移動外科病院と同じタイプのものを使用する。図1に示すように、X線部門の人員は放射線科医として大尉1名、少尉1名、および7名の技師から成る。業務の大部分はX線透視であるが、10%程度はX線撮影である。従って、フィルム、カセット、暗室が必要である。フィルム、カセットは、標準的なCarlisleの梱包で運搬する。前述の遮光テントはどんな部屋にも張ることができ、直ちにフィルム処理ができる。

運搬を容易にするため、2つのコンパートメントから成る、特別な積載システムと乾燥機を開発した<sup>6</sup>。コンパートメントの1つは、フィルム、装填済カセットを保護する鉛被覆のあるもので、もうひとつの乾燥コンパートメントの上に載せ、両者組合せたものを積載ベンチに載せる。乾燥コンパートメントは、加熱装置と空気循環装置を備えており、ハンガーにかけたフィルム18枚を収納できる。

特別なフィルム処理タンクも同様に開発した<sup>7</sup>。これも運搬しやすいように2つのコンパートメントに分かれている。ベースコンパートメントは、加熱装置、冷却装置、攪拌槽、恒温器、水循環器を備えている。タンクコンパートメントは、50ガロンの容量があり、3~10ガロンの異なる大きさのタンク2個を収容できる。少なくとも18枚のフィルム洗浄ハンガーをかけるラックがある。タンクコンパートメントをベースコンパートメントの上に載せ、2つの水循環回路のカップリングを単に接続して、タンクコンパートメントに水を満たし、ケーブルを電源ソケットに差し込むだけで、すぐに使用できる。水のみあるいは水と湯を使えるようになっているが、水道設備は不要である。タンクはステンレス製なので、耐久性があり、洗浄が容易で、温度変化が伝わりやすい。必要に応じて、補助洗浄タンクを循環系に追加することもできる。

前述のように、透視、撮影設備は、移動外科病院のものと同じである。寝台のX線管球支持部分は、撮影のために仰臥位の患者の検査台の上で回転できる。検査台は、それ自体が着脱可能な担架となる。この構造は、透視、撮影のたびに、患者を担架から撮影台へ、撮影台から担架へ移動する手間が省けるので理想的である。

患者の下にフィルムを挿入するために患者を持ちあげる必要がないように、特殊なグリッド設計となっている。図6に示すように、このグリッドは検査台の水平レール上に取付けられており、患者の体重による担架のたわみに応じて高さを調節できる。グリッド自体はウェファー型である。グリッド模様を消すために、振動させるバネ機構が組込まれている。これはまだ設計中であるが、この設計により、グリッドを完全に取り外してベッドサイドのカセットとして使うことができる。

X線管球の支持アームは、垂直方向に調節可能で、さまざま焦点—フィルム距離に対応し、カセットはカセットトレイに載せてグリッドの直下に置く。グリッドのサイズは36インチであるが、焦点—フィルム距離28～48インチに対して目に見えるカットオフなしに使用できる。さらに、グリッド自体を取り除いて、検査部位の下に単にトレイに入れたカセットを置くこともできる。X線管球は、90度回転させることができ、焦点—フィルム距離6フィート以上で、坐位あるいは立位の撮影が可能である。また床面に置いた担架上の患者を、焦点—フィルム距離6インチで撮影できるように管球をセットすることもできる。

### 一般病院 (general hospital)

兵站病院での治療後、戦傷者は任務に復帰するか、あるいはさらに後方の一般病院 (general hospital) に搬送される。一般病院は通常、前線から30マイル以上離れている。ここでは必要に応じて、特別な長期の治療が行なわれる。施設としての一般病院は、1,000人以上を収容する。このような施設が複数あり、病院センターとして2,000人以上収容する場合もある。このような施設は一般に恒久的あるいは半恒久的なものである。ここで求められる放射線業務は、民間の大きな病院と同じく多彩である。患者1,000人につき少佐1名(放射線科医)、大尉、少尉各1名(放射線技師)、8名の下士官(技術員)が配属される。前述のような他施設の設備に加えて、通常の民間仕様の大きな装置も設置されている。100mAの単一X線管球、診断治療兼用装置のほか、4～6台のベッドサイド装置が備えられている。X線治療装置、その他さまざまな特殊装置を備えることもある。

### 基地病院 (station hospital)

基地病院は、実際の戦傷者の後方病院のラインには含まれない。これは、実戦に参加しない部隊関係者の内科的、外科的治療にあたる。前線から10マイル以上後方に位置する。収容人員は25～250床あるいはそれ以上である。専門的な状況が許せば、医師団に放射線科医も加わる。放射線科医の階級は少佐レベルのこともあります、5人の技師が補佐する。しかし、この種の

施設の放射線医学的な需要は、既に兵站病院について述べた器材で間に合うと考えられる。

### 要約

放射線検査は、アメリカ陸軍の入隊者検査の重要な検査として含めることが計画されている。間接撮影による胸部X線検査は、入隊前および除隊前にルチーン検査と行なわれることになる。その目的は3つある。すなわち、(1) 厳しい軍隊生活に耐えられないような身体条件の者を除外するため、(2) 軍役中の大人数の密な行動による結核の蔓延を防止するため、(3) 胸部写真の記録を残し、政府に対するクレームを適切に処理するためである。

戦場で使用するための機器の設計は、少なくとも3つの原則に則る。すなわち、(1) 機器の各部品が、单一の目的ではなく複数の仕様、設置に応え、多機能であること、(2) 各装置の分解が容易、その部品の運搬が容易で、ひとつの部品が200ポンドを超えないこと、(3) 戦時のみならず平時の機能仕様にも応える実際的な設計であること。この最後の点は、戦場で機器を扱う者が完全にそれを理解している必要があることに基づく。日常的なルチーン活動を通して、徹底的な取扱いの慣熟を図れるからである。さらに、平時に使用することにより日々機器の改良が行なわれ、いざ出動というときにいきなり新しい原理を組込んだ設計をする必要もない。これに加えて、平時に使用する方法で軍用装置を設計することの利点がさらに2つある。すなわち、(1) 装備の戦時用備蓄を持つことで、突然の緊急事態でもメーカーの供給を待つことなく戦場に装備を送ることができ、(2) 継続的な購入を通じて、メーカーは陸軍の大量需要に関する情報が得られ、均質な大量生産に必要な機器、設備を用意することできる。

これらの原則に基づき設計された、X線検査台、X線装置、ポータブルX線装置は、9つの機能を備えている。(1) 臥位透視、(2) 迅速透視による異物探索、(3) 坐位透視(担架上で坐位とした患者を透視できるよう、X線管、螢光板を即座に移動できる支持架台の設計)、(4) 立位透視(ルチーンの胸部検査から消化管検査まで対応する)、(5) 臥位撮影(通常焦点—フィルム距離25～40インチ)、(6) 6フィート垂直胸部撮影、(7) 6フィート水平胸部撮影(患者は担架あるいは床上に仰臥)、(8) 病棟の一般的なベッドサイド撮影(X線装置のコンポーネントを移動架台に取付ける)、(9) 表在X線治療(4mA、100kVまで)。

この装置とともに、2つの使用法、すなわち、(1) 前述の検査台で使用する、(2) 病棟のベッドサイド撮影で使用することが可能なウェファー型グリッドが開発された。

遮光テントは、屋外、通常の廊下、病棟テント、室内、

防空壕などに張ることができる。これも2つの機能、すなわち、(1)透視検査用として、(2)フィルム処理用暗室として設計されている。

フィルムとカセットの箱、乾燥機、積載ベンチは、小規模病院で使えるように設計されているが、これらを複数使用することにより、大規模病院での使用にも応えられる。さらに、平時にも戦時にも使用できる。

2つのコンパートメントに分かれたフィルム処理タンクを設計し、これも大規模病院、小規模病院で、平時にも戦時にも使用できる。

唯一、「特殊装備」と考えられるものはガソリンエンジン発電機である。これは、性能の定常性、ならびに波形を通常の商用電力に近いものとする我々の要求仕様によるものである。このような小型発電機のメーカーは、X線電源に要求される半波負荷、間欠負荷を通常は扱う必要がないため、このような仕様は特殊仕様となる。

付記：陸軍医学校レントゲン部の各員の協力、特に Lawrence F. Black 一等軍曹、Roy Day 二等軍曹、Herbert E. Fox 三等軍曹には数多くの助言、実験モデルの作製に協力いただいたことを記す。

\*1 本稿は 1940 年 12 月 2 日～6 日、第 26 回北米放射線学会 (RSNA) 年次総会で発表した

\*2 アメリカ陸軍医学校長

\*3 特殊 X 線管球筐体と電撃防止ケーブルの開発は、E. R. Goldfield 氏、Picker X-Ray Corporation による。著しく大容量の X 線管球インサートの開発は、Ray Machlett 氏、Machlett Laboratories による。

\*4 陸軍医学校で多くの検査台の試作品を製作し、同様な試作品を所定の機能仕様のもとに製作するメーカーを募った。最初に応じたのは H. G. Fischer Co. であった。ついで応募順に、J. Beeber & Co., Picker X-ray Corporation, Westinghouse X-ray Co., Kelley-Koett Mfg. Co. から試作品が提出された。陸軍医学校におけるさらなる設計をこれらの試作品に織り込み、最終的に入札によって、Westinghouse X-ray Co. が、所定の機能仕様に基づく初回の検査台の大量受注を獲得した。これらのメーカーのすばらしい協力、特に Westinghouse X-ray Co. の F. M. Hoben 氏、J. H. Davis 氏、O. C. Hollstein 氏の協力をここに記す。

\*5 性能試験ならびに満足なガソリンエンジン発電機の製作に向けた助言は、E. R. Goldfield 氏ならびに Picker X-Ray Corporation による。発電機の再設計、再製作は、Homelite Corporation の Robrt Worth 氏、D. W. Onan & Sons の D. W. Onan 氏による。

\*6 この問題に関する協力を J. S. Cowes 氏および Buck X-Ograph Company に謝す。

\*7 我々の要求を満たす特殊ユニットの開発は、C. F. Moores 氏と Westinghouse X-ray Co. による。

#### 【参考文献】

- (1) BOWEN, ALBERT: Roentgen Therapy in Gas Gangrene. *Mil. Surgeon* **86**: 107-112, 1940.
- (2) DE ABREU, M.: Collective Fluorography. *RADIOLOGY* **33**: 363-371, 1939.
- (3) FELLOWS, H. H., AND ORDWAY, W. H.: Fluoroscopy versus Physical Findings in the Detection of Pulmonary Tuberculosis. *Nat. Tuberc. Assoc. Tr.* **33**: 51-53, 1937.
- (4) HIRSCH, I. SETH: Fluorography—The Photography of the Fluorescent Image. *Am. J. Roentgenol.* **43**: 45-52, 1940.
- (5) KEATING, PETER M., AND DAVIS, FRANK, M.: Prophylactic Treatment of Wounds in War. *Mil. Surgeon* **86**: 235-240, 1940.
- (6) KELLY, JAMES F.: The Present Status of the X-ray as an Aid in the Treatment of Gas Gangrene. *RADIOLOGY* **26**: 41-44, 1936.
- (7) LINDBERG, D. O. N.: Personal interview, relative to the use of miniature films for mass chest studies, conducted in September, 1938.
- (8) LINDBERG, D. O. N.: Suggested Modifications of Technique for Roentgen Photography. *Am. J. Roentgenol.* **41**: 867-869, 1939.
- (9) Minutes of the Meeting of the Subcommittee on Tuberculosis, Committee on Medicine, National Research Council, held at the National Academy of Science, Washington, D. C., July 23, 1940.
- (10) POTTER, HOLLIS E., DOUGLAS, BRUCE H., AND BIRKELO, CARL C.: The Miniature X-ray Chest Film. *RADIOLOGY* **34**: 283-291, 1940.
- (11) SAWYER, W. A.: Tuberculosis Control in Industry. *Am. Rev. Tuberc.* **39**: 456-478, 1939.
- (12) SPILLMAN, RAMSAY: The Value of Radiography in Detecting Tuberculosis in Recruits. *J. A. M. A.* **115**: 1371-1378, 1940.