

X線テレビジョンの臨床的諸問題

X線テレビジョン研究の十年

大阪府立成人病センター 放射線部長

松 田 一

日本放射線技術学会雑誌特冊号 別刷（昭和44年度）

IV. X線テレビジョンの臨床的諸問題

IV-1. X線テレビジョン研究の十年

大阪府立成人病センター 放射線部長

松 田 一

目 次

はじめに

1. X線テレビジョン研究のいとぐち
2. 一号実験用X線テレビ装置
3. 二号実験用X線テレビ装置
4. 最初の遠隔制御方式X線テレビ装置

は じ め に

この論説の真実の表題は“大阪府立成人病センターにおけるX線テレビジョンの臨床応用に関する過去10年間の研究の推移”とすべきものである。筆者が、このような私小説的とも云える課題を敢えて選んだ理由をまず述べたい。

最初、“X線テレビジョンに関する何かを”書くようにと依頼されたとき、私は頑強に辞退した。書くべきことが無いからである。ここ10年間、X線テレビジョンについては専門誌にも医療機械関連誌にも云いつくされ、書きつくされ、甚だしい場合は同じ内容が調理法を変えただけで何回となく食卓に供されている。試みにX線テレビジョンに関する論説なり解説なり2,3種類のものに目を通してみるがよい。このことは、たちどころに肯定できるはずである。若し、筆者自身の“X線テレビジョンに関する”研究について何かを求められるのであれば、過去10年間に数篇の原著を専門誌に発表しているから、それらを参照していただければ事足りる。さりとて、他の研究者達の業績を解説し、評論するという仕事は私の最も苦手とするところである。結局、書くことがないのである。だが編集諸子の頑固さは私のそれを上まわった。

思いあまった筆者が求めた妥協点は、過去に一般読者の目には恐らく触れなかったであろうと思われる内容で、

5. 消化器X線検査への遠隔制御方式X線テレビ装置の応用
6. 施設集団検診とロールフィルム方式直撮機構を備えたX線テレビ装置

しかも筆者独自のX線テレビジョンに関する話ということに落ついたのであった。このように話題を絞ってくる。と筆者が過去十年間に発表した数篇のX線テレビジョンに関する論文を結ぶたて系、つまりひとつの仕事から他の仕事に移って行った過程と、その必然性を取りまとめて書きとめてみるのが最も安易な逃げ道のように思われた。執筆の内容は以上の通りである。それ故、本稿が読者の期待する内容とかけ離れたものであるとすれば、その責任は、ひとえに筆者にある。敢えて寛容を乞いたい。

1. X線テレビジョン研究のいとぐち

X線テレビジョンに関する研究の発端は1915年、X線装置とテレビ装置を結合することにより、X線像を装置からへだたった場所に伝送し、作業に従事する医師と患者の被曝線量を少なくするという考えを発表したフランスの Dauvillier に始まる。爾來50年以上を経た現在、医療用X線テレビジョンの研究と製作の意図に関する限り、彼の発想の域外に逃れ得たものは、かつてない。彼が遂に実用に耐え得る装置を提供し得なかったのは、当時の技術水準から見て、容易に首肯される。X線テレビジョンが臨床的に実用の域に達したのは Dauvillier の着想以来、実に45年に近い年月を経過した1950年代の終りから1960年にかけてであった。この長い年月にわたる空白は何に由来したのだろうか。

周知のようにX線テレビジョンを構成する要素は、原則としてX線装置、蛍光増倍管、テレビ装置に大別することができる。このうち、何れかひとつの技術水準が低くてもX線テレビジョンの成立は極めて困難なものとなる。テレビジョン装置そのものについて云えば、真に実用的な電気眼とも云うべき撮像管アイコノスコープが開発されたのは1934年のことであり、その後、ブラウン管製作技術の進歩により、良質で簡単な受像器製作の可能性は急速に増大する状況にあったが、1940年以後、第二次世界大戦の勃発によって米国を除く何れの国においてもテレビジョンの研究と製作は中断されてしまった。再び本格的な研究が開始されたのは戦後の1946~7年以後という歴史的事情が介在する。だが、テレビ装置の完成は必ずしもX線テレビジョンの完成を意味するものではなかった。X線像は極度に暗いものだからである。X線テレビジョンの実用化は蛍光増倍管の完成を待たねばならなかった。蛍光増倍管について云えば、有効視野の直径5吋という小口径のものが市場に姿を現わしはじめたのは1952年前後のことであり、実用的には有効視野径9吋のものが供給されはじめた。1958、9年がその完成の時期と考えられよう。世界各国で実用的なX線テレビジョン装置がいっせいに発表されはじめたのが、ほぼこの時期に当たっているのは、上に述べたような歴史的現実と技術的な進歩のからみあいの結果だと私は考えている。

私達がX線テレビジョンの研究に本格的に取り組む決意を固め、研究陣の編成を始めたのは1958年の秋であった。当然、この種の研究を医師のみで実施することは不可能であり、医師、X線技師、エレクトロニクス及びX線装置部門の専門家の協同作業が不可欠のものであった。私達の研究目標は、その出発点において前述の Dauvillier の考えから一步も出たものではなかったが、X線検査に従事する医師、X線技師、看護婦を放射線被曝から開放するという目的を果すために、テレビジョン装置そのものの研究と平行してX線透視撮影台の遠隔制御化の研究が必須のものとして最初から取りあげられたのは当然のなりゆきであった。だが、遠隔制御化した透視撮影台の設計、製作そのものが容易なことではなかった。当時の状況としては暗室用の透視撮影台しか存在せず、また、それのみでも製造業者は、十分成り立ったからである。

2. 一号実験用X線テレビ装置^{1,2)}

私達が実験用の一号装置を臨床的に試用しはじめたのは1959年10月のことであった。この装置は在来の暗室用

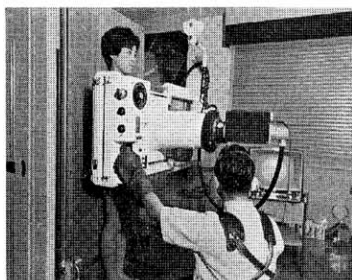


写真 4.1 1号実験用X線テレビ装置。
5吋蛍光増倍管を用いている(1959年)。

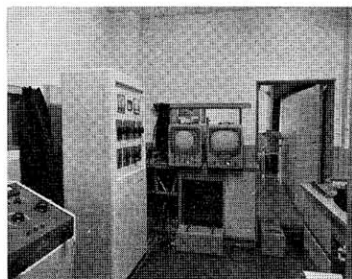


写真 4.2 1号実験用X線テレビ装置のマスターモニターと操作室(1959年)。

透視撮影台の蛍光板に替えるに5吋蛍光増倍管とビジコン撮像管をタンデムレンズで結合した形式の装置をもつてするという簡単なものであった(写真4.1, 写真4.2)。この装置のテレビ系には走査線数525本、毎秒像数30枚、インターレース 2:1、縦横比 3:4の標準方式が用いられていた。この実験用X線テレビ装置を従来の透視撮影台と同様に消化器、呼吸器、循環器、泌尿器、骨格等、できる限り広い範囲のX線検査に試用した結果、私達は次に述べるような基礎資料を入手することができた。

(1) 蛍光増倍管は、それ単独で使用するよりもテレビジョンと結合することによって利用度が飛躍的に高められる。単独の使用は、ミラーを用いるにせよ、binocularを用いるにせよ、検者を蛍光増倍管の二次蛍光面の近辺に釘づけにすることとなり、その肉体的疲労は従来の蛍光板透視より大きくなることさへあり、またX線被曝について云えば5吋蛍光増倍管を用いる限り、一視野で観察するX線像は余りにも小さく、ひとつの臓器を観察するに際して一般に数視野移動する必要があるため、透視時間が延長し、検者、被検者ともに被曝量の

減少は期待されたほど大きくはない。その解決法としては遠隔制御化の必要性は云うまでもないが、加うるに大口径蛍光増倍管の入手が急務として浮びあがった²⁾。

(2) X線テレビ装置に蛍光増倍管を用いる限り、従来の多重絞りで方形にしか絞りを働かせることができないため、絞りを蛍光増倍管の最大有効視野に内接させて使用する場合には、可視面積の36%を捨てることになり、外接させて使用する場合には視野面積の27%に相当する領域に無意味なX線被曝を強制する結果となる³⁾。これが解決には方形に絞る方式以外に蛍光増倍管の最大視野と一致する円形絞りを用意する必要があると判断した。

(3) 蛍光増倍管を利用するX線テレビ装置ではその最大有効視野は常に円形であるため、縦横比 3:4、走査線数 525 本標準方式よりも、縦横比を1:1、走査線数 625 本を用いる方が合理的と考えられる。

(4) テレビ受像機のブラウン管面をスチル撮影または映画撮影する方法は画質の厳密な評価は別として、ある程度まで臨床的な録画手法として利用できる¹⁻³⁾。

3. 二号実験用X線テレビ装置¹⁾

一号機の使用開始後、約半年を経て、私達は9吋蛍光増倍管を入手することができた。これはわが国で最初に使用された9吋蛍光増倍管であった。二号装置では、こ

の9吋蛍光増倍管と縦横比 1:1、走査線数625本に改造したテレビ系が使用された。透視撮影台は前回のもの、即ち在来の暗室透視用のものをそのまま用いた(写真4.3)。

この装置による実験は一号機と同様、可能な限り広範囲わたるX線検査に試用し、その有効最大視野が径9吋で臨床的に十分かどうか、テレビ系を通じて行なう映画撮影の臨床的価値評価、縦横比 1:1、走査線 625 本の方式と標準方式の比較ならびにX線テレビ像の無線伝送実験が主たる目的であった。この一連の実験で得られた資料は次のようなものであった。

(1) 口径9吋の蛍光増倍管は消化管造影、気管支造影、腎盂尿道造影、脊椎造影等、日常頻用されるX線検査に対しては、十分利用に耐える有効視野を備えたものであり、その解像力、経済性から考え、当時すでに入手可能であった11吋型蛍光増倍管より有利と判断した。

(2) この蛍光増倍管には映像分配装置の装着が可能であったため、テレビ透視ならびにテレビ受像器を通じて行なう映画撮影と併行して蛍光増倍管の二次蛍光面から直接映画撮影を行う方法を比較検討することができた。その結果、明らかにされた点は蛍光増倍管の二次蛍光面に対し映像分配器を用いて 90° 屈折した方向にテレビカメラを装着する方法は二次蛍光面の光軸に一致する方向に直接取りつける方法に較べ、視野の中心部で15%、周辺部では30%に及ぶ光の損失を招くことであった。以後、我々が次々に発表したX線テレビ装置の大多数において可能な限り映像分配装置を用いず、蛍光増倍管の光軸と一致する方向にテレビカメラを直接装着する方式を採用したのはこのためである。また、テレビ受像機を通じてのX線映画撮影はテレビ画像の送像数にある比率で同期するように電動機でシネカメラの駒送りを駆動しさえすれば、十分臨床的な使用に耐えるものであることも再確認した³⁾。この方法は蛍光増倍管から直接行うX線映画法に較べて画質はやや低下するが、検者の映画撮影時の被曝がない、操作が簡単である等、捨てがたい特徴を持っている。

(3) テレビ透視下の狙撃撮影については、ミラーカメラによる間接撮影を組合せる案も検討したが、患者に対する被曝線量、画質の両面から、依然として直接撮影に及びたいことを再確認したので、当時、設計中の遠隔制御方式X線テレビ装置のX線像記録方法の中心は直接撮影に置くことに決定した。

(4) X線像の無線伝送実験は1960年8月、大阪府立成人病センターと大阪府庁の間、直線距離約1.7km、搬送波 7,000 Mcで行われた(写真4.4)。実験の目的のひとつは、当時まだその有用性を知られていなかったX線テ

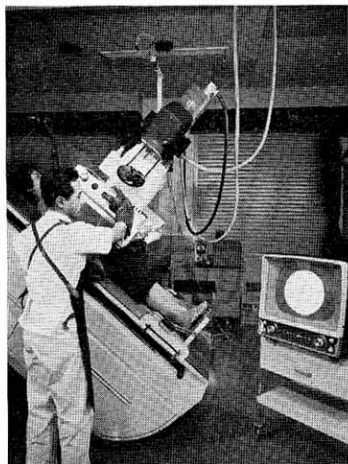


写真 4.3 2号実験用X線テレビ装置。
9吋蛍光増倍管を用いている (1960年)。

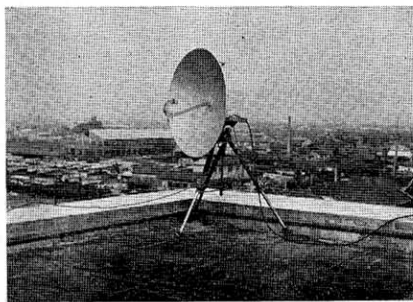


写真 4.4 X線テレビによるX線像の無線伝送実験のため成人病センター屋上に設置したパラボラアンテナ (1960年).



写真 4.5 日本医学放射線学会シンポジウム“X線テレビの医学的応用”においてX線像の無線伝送が行なわれた中之島中央公会堂会場 (1961年).

レビジョンについて一般の認識を獲得し、遠隔制御方式のX線透視撮影装置を成人病センターにおいて、いち早く建設できるよう後援を仰ぐこと、いまひとつは将来出現が予想される無線方式の遠隔制御X線テレビ透視撮影装置に関する基礎資料を得ることであった。実験は成功であった。かくて8月25日までに殆どすべての単純ならびに造影X線像の無線伝送に成功し、関係者に公開した。同じ年の10月には東京で聖路加国際病院の野辺博士が、そして翌1961年2月には徳島大学放射線科の河村教授がX線テレビ像の無線伝送を試みている。その後、1961年4月、日本医学放射線学会主催のシンポジウム“X線テレビの医学的応用”においてX線像の無線伝送の試みを再度行なった(写真4.5)。

(5) 従来の蛍光板方式透視撮影装置ではX線室の設計は暗室の確保に主眼を置いていたが、X線テレビ方式

では明室下の遠隔制御が問題となるため、X線室と操作室の関連、採光等、X線室設計について従来と全く違った考え方に立脚する必要が生じた。

4. 最初の遠隔制御方式X線テレビ装置^{3),4)}

私達が、本格的な遠隔制御方式のX線テレビ装置を完成したのは1961年3月であった。これは計画開始以来2年半という当時としては異常なまでの速度で完成された仕事であった。この装置は完全な遠隔制御方式の透視撮影台としては日本で最初のものであった。

装置の設計、製作に当って我々が心を砕いた点は、2章、3章で述べた実験結果を、すばやく設計に反映し、内容変更を繰返しつつ完成に接近するという方法を取らねばならなかった点である。使用者側の我々、医師、X線技師と製作者側のテレビ及びX線装置の専門技術者、研究者との間で、完成までに開かれた設計会議が十数回にものぼつたのは、そのためであった。

この装置は、その後、わが国で製作される様になった遠隔制御方式X線テレビ装置のひとつのモデルになったものであり、1970年の現在、なお大阪府立成人病センターで使用されている歴史的な装置である。その全景と構成を写真4.6、4.7に示す。この装置は在来の透視撮影装置と全く違った特質を多く点で備えねばならなかったが、その中、本質的なものを拾いをあげてみると

(1) 遠隔制御を主体としつつ時間的な効率の良いものでなければならないという基本命題を満たすとともにX線像記録の主眼を直接撮影に置いているため、従来と異なり、複数枚のカセットを一時に装填しうる機構を新たに用意した。この機構は一件あたり少なくとも数枚の直接撮影を必要とする各種造影検査において、その有用

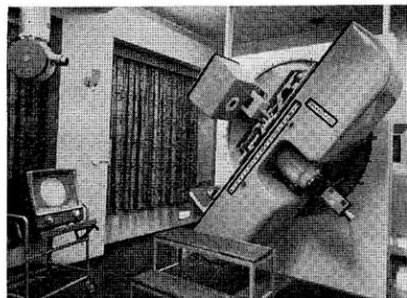


写真 4.6 最初の遠隔制御方式X線テレビ装置の透視撮影台 (1961年).

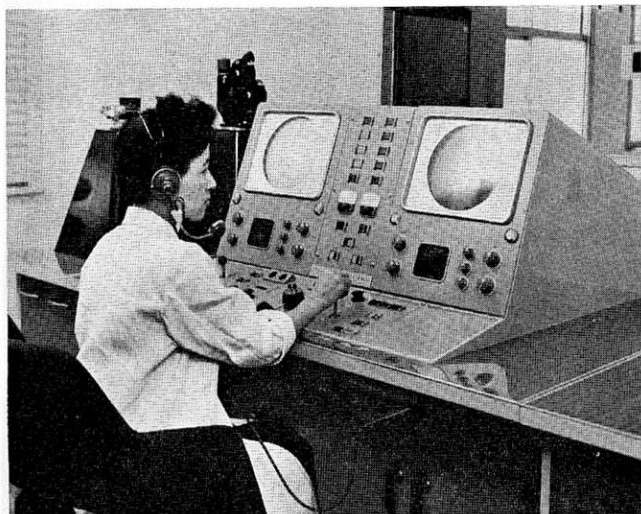


写真 4.7 最初の遠隔制御方式X線テレビ装置の制御卓 (1961年)。

性を遺憾なく発揮したが、反面、このX線テレビ装置がfullに活用されるにつれて、多数のカセットを急速にX線室と暗室との間を往復させねばならず、X線技師の作業量の増加というジレンマを生むにいたった。この問題の解決は次の章で述べられる。

(2) 9吋蛍光増倍管の有効視野でcoverしうる観察領域を出来るだけ大きくとりたいと云う目的と被検者を脊腹何れの方向から撮影しても目的とする臓器拡大率、ほげに大きなひらきが生じないようにとの考えから管球焦点-蛍光増倍管入力蛍光面の距離は従来の暗室用透視撮影台に較べ大きくとり、80cm~120cmの間で可変のものとした。従来の透視撮影台では管球の装着位置としてUnder-tube方式が用いられているのに対し、我々の装置ではOver-tube方式が採用されているのは、このためである。

(3) 管球-天板間距離が可変であるという点と前に2-(2)で述べた問題の解決とを兼ねる意味で、方形の線束絞りのほかに円形絞りが可能で、撮影距離が変っても自動的に所定の大きさにX線束が制御される仕組みのものとした。

(4) 医師の操作位置が従来の暗室用透視撮影台と異なり、別室で主として坐位で行なわれるため、操作卓にはX線テレビ像透視用ならびに患者及び装置監視用の受

像器を集め、透視撮影台の運動、患者への体位変更指示のための通話、遠隔透視及び遠隔直接撮影、モニター面からのシネ撮影、スチール撮影等がすべて坐位のまま可能な形式の操作卓を用意した(写真4.7)。

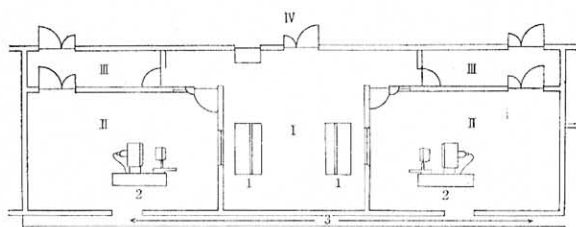
(5) 透視撮影台の動きは、上下動、左右動、倒立-逆傾斜のほか、被検者の体長軸に対する回転運動も当然考慮したが、この最後の目的を満すためには、通話指示による被検者の自力回転に頼るか、もしくは透視撮影台天板を舟底型のものにして被検者を固定し、管球と蛍光増倍管との間

に宙づりにして機械的に回転するという機構を用いかの二者択一となる。後者を採用するとは、4-(2)の要求が満されなくなる他に、被検者を透視撮影台に固定する必要があることから4-(1)の狙いもの満たされないことになる。透視撮影台の天板を平面型として、通話指示による被検者の回転を採用した理由はここにあった。

5. 消化器X線検査への遠隔制御方式X線テレビ装置の応用⁹⁾

前の章で述べた最初の遠隔制御方式X線テレビ装置は、呼吸器、泌尿器、消化器、骨格等のX線検査全般を取扱うことを意図して製作されたものがあったが、この装置の完成直後から成人病センターにおいて解決を要する問題として次第にその姿をあらわしたのは、急速に増大してゆく胃、十二指腸のX線検査依頼件数に対して検査実施件数が追いつかず、両者のひらきが次第に大きくなってゆくという事態であった。事実、1962年末には、当時1日あたり、35件前後の胃、12指腸X線検査を実施していたにもかかわらず、患者が検査予約を申し込んでから検査実施までの待ち時間は実に45日にも達したのであった。

このような事態に対処して大阪府衛生部ならびに大阪府立成人病センターでは、胃の臨床検査件数を一挙に引きあげるとともに胃X線検査、胃カメラ検査ならびに胃



The layout of X-ray rooms for X-ray television installations on the remote control system.

- I : Control room 1 : Controller
 II : Examination room 2 : Remote controlled diagnostic table
 III : Waiting cabinet 3 : Cassette conveyer
 IV : Corridor

図 4.1 胃検診コーナー用に設計した遠隔制御方式
X線テレビ装置のためのX線室群(1963年).

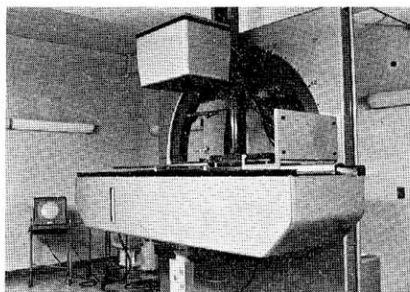


写真 4.8 胃検診コーナーに設置された遠隔制御方式
X線テレビ透視撮影台 (1964年).



写真 4.9 胃検診コーナーにおけるX線テレビ用
中央制御室 (1964年).

細胞診を三本の柱として検査の質的充実をはかり、胃癌の早期検出を目的とした胃検診コーナーとも云うべき施設をセンター内に新設する措置にふみきったのであった。当時、筆者の担当部門として要請された研究は比較的少数の装置で少なくとも1日60~70件の胃X線精密検診が可能な機構を作りあげることであった。

(1) この研究で採用されたX線検査室の設計図を図4.1に示す。この機構の基本的構想はX線検査装置をいわば単細胞が孤立した

状態のもと考えず、複数のX線テレビ装置を設置した室群(写真4.8)をひとつの中央制御室で遠隔制御する仕組みとし(写真4.9)、一方、各X線室と自動現像器を設けた暗室とをカセットコンベアーで連結し、更に自動現像室の明室側はフィルム読影室に直結することにより、X線

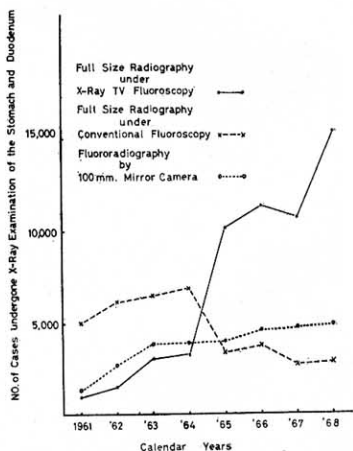


図 4.2 成人病センターにおける装置別の
胃X線検査件数の推移.

実線: 遠隔制御方式X線テレビ装置によるもの
 破線: 暗室用蛍光板方式透視撮影装置によるもの
 点線: ミラーカメラ搭載集検車によるもの

透視及び撮影—カセット交換—現像処理—フィルム読影といった、それぞれ機能の異なる作業を胃X線検査というひとつの目的のために組織化し、検査の精度と効率の向上を意図したものであった⁵⁾。

(2) カセットコンベアによるX線テレビ室と現像暗室の連結は4-(1)に述べたX線テレビ装置の活用によって増大するX線技師のカセット交換に由来する労働量の大幅な軽減と胃X線検査の能率向上を狙ったものであることは言うまでもない。

(3) このX線テレビジョンを中心として組織化された胃検診施設の効果は図4.2によって理解される。即ち、この施設の完成後1965年を境として胃のX線検査件数の大幅な上昇が見られ、かつそれまで優位を占めていた、暗室透視撮影台による検査の絶対数は遠隔制御方式テレビ装置による検査件数に取って代わられることとなる⁶⁾。

(4) この施設を利用して我々が行なった研究のひとつは、従来繰り返して主張されてきた“遠隔制御方式のX線テレビ装置による胃検診は、用手的触診圧迫が不可能だから、暗室における蛍光板方式透視撮影装置に比し、診断精度が劣るのではないか”という課題を吟味することであった⁵⁾。この実験にあたっては同一被検者集団につ

き、遠隔制御方式X線テレビ装置によって行った検査結果と従来の暗室用透視撮影台によって行なった検査結果を比較するという方法を用いた。

この際、X線検査を行う医師は遠隔制御方式X線テレビ装置の操作についても、暗室用透視撮影装置の操作と同等に習熟していることを条件とし、かつ撮影フィルム枚数は両装置につき同数とした。従って両者におけるもつとも大きな違いは一方が用手的触診圧迫と蛍光板透視

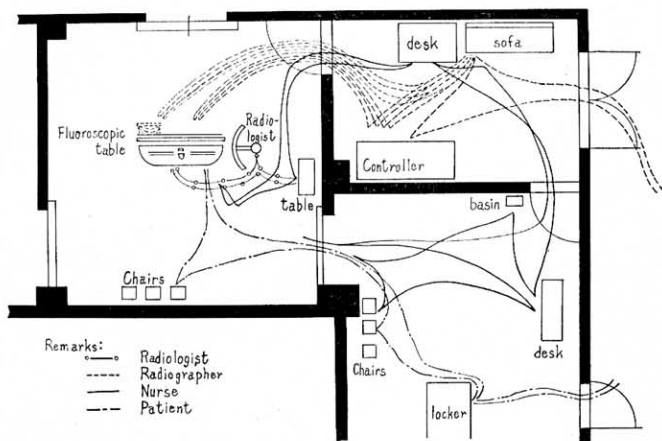


図 4.3 暗室蛍光板方式透視撮影装置による胃X線検査における医療従事者の運動状況。

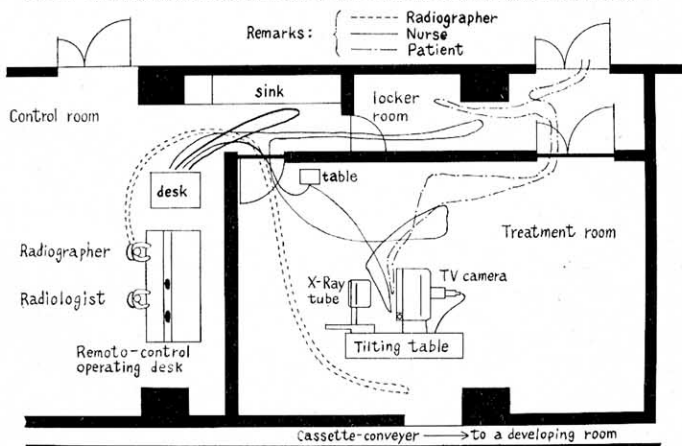


図 4.4 遠隔制御方式X線テレビ装置による胃X線検査における医療従事者の運動状況。

との組合せであるのに対し、他は遠隔制御による機械的圧迫とテレビジョン透視の組合せということになる。このようにして実施した両者のX線検査結果を推計学的手法によって検定してみると、両者の間に有意な差は存在しないことが判明した。この際、暗室用蛍光板方式透視撮影台では検査者のX線被曝は免れず、かつ被検査者のX線被曝はX線テレビ装置に比し、かなり大きいものとなる。この実験結果は、胃、十二指腸のX線検査に対しては、早晚遠隔制御方式X線テレビ装置が暗室用透視撮影装置に取って替わるものであることを示している。

(5) いまひとつの研究は暗室用蛍光板方式透視撮影台による胃・十二指腸のX線検査と胃検診コーナーに設置された遠隔制御方式X線テレビ装置による胃・十二指腸のX線検査における医師、X線技師等検査側の労働効率の比較である。実験方法としては数台のメモモーションカメラを用いて暗室ならびにX線テレビ室における胃のX線検査の状況を撮影し、その分析結果を比較するという方法を用いた。結果は図4.3、図4.4に示される。これらの図にみられる各種のflow diagramはそれぞれ胃のX線検査1件あたりの医師、技師、看護婦の移動状況を示している。ここに特に注目される点は胃の暗室透視撮影検査におけるX線技師の移動距離が予想以上に大きいことで、実際の歩行距離は胃のX線検査1件あたり60mにも及んでいる。これは、この種のX線検査では1件あたり少なくとも数枚のカセット交換が必要なことにもついている。新たに建設した数枚のカセットを同時に収容する機構を備えたX線テレビ装置とカセットコンベアーとの組合せを用いた場合には図4.4に示すようにX線技師の歩行距離は数分の1におとすことはできるが零には出来ない。

(6) 次に同じ方法を用いて胃X線検査中の医師、X線技師の動作内容を分析した。結果は図4.5の通りで、

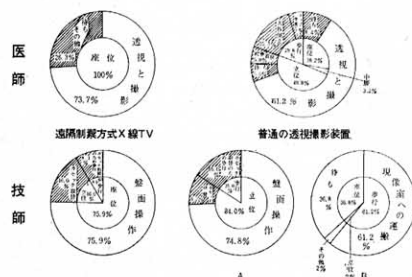


図 4.5 胃X線検査における医師、X線技師の動作内容。

暗室用の蛍光板透視撮影台を用いるにせよ、遠隔制御方式X線テレビ装置を用いるにせよ、医師が透視及び撮影以外に消費している時間は検査1件に要する全時間の約25%~40%で、ここでもカセットの交換が大きく関与している。X線技師についてもカセットの交換に要する時間は胃検査1件当たり要する時間の1/4を占めている。このように分析してみると、なぜカセットを用いねばならぬかが問題となる。直接撮影用X線フィルムに関する限り、フィルム製造会社はカットフィルムを主力商品としているし、X線検査用の装置は原則として直接撮影にはカットフィルムを使用するように設計されているからである。だが上の研究結果が示すようにカットフィルムを用いるより、ロールフィルムを用いた方がmeritが多いと思われる領域がX線検査には少なからず存在する。このことは我々にロールフィルム方式の直接X線撮影機構の開発によるカセットの廃止と云う研究方向を暗示するものであった。

6. 施設集団検診とロールフィルム方式直撮機構を備えたX線テレビ装置⁹⁾

集検車に間接撮影装置を搭載して行なう胃集検方式に対し、施設集検においてX線テレビによる遠隔透視と直接撮影もしくはミラーカメラによる間接撮影とを組合せた機構による胃集検を行なう可能性について私達が言及したのは1963年のことである⁷⁾。この考えは次のような研究結果によるものであった。即ち、a) 透視ならびに十分のフィルム枚数をもってする直接撮影で胃または十二指腸に病変があることを確認した患者集団を、透視を伴わずにミラーカメラで数方向間接撮影する方法で検査した場合、少なくとも数%の見落としがあること、b) 透視ならびに直接撮影で胃、十二指腸に病変がないことを確認した被検査者集団を a) と同様な方法で間接撮影のみで検査した場合、十数%の読みすぎを余儀なくされること、c) また、間接撮影のみで胃、十二指腸のX検査を行った場合、数枚までは体位と線束方向を変えて行なう撮影によって、診断精度の向上がみられるが、それ以上撮影枚数を増しても診断精度の向上は急速に鈍化し、一方、被検査者の被曝線量は着実に増してゆくことであった。

以上の様な研究結果から、我々が提案したのは山間僻地においては胃集検車による間接撮影法を使用し、交通の便利な地においては装置が多少大型化しても透視と撮影の併用によって、より精度の高い胃集検を行ないうる胃集検センターとも云うべき施設を建設してはどうかと。

いうことであった。

胃集検の診断精度を向上させるために、いまひとつ我々が検討した案は無線方式で遠隔制御の可能なX線テレビ透視撮影装置を搭載した集検車を何台か大阪府下に放ち、透視、撮影の制御は成人病センターの無線司令室で行なうという案であった。

現実には前者が採用され、1968年4月より施設集検部門が発足したのであった。が、施設胃集検用X線装置をどのような型式のものにするかという点については、筆者は次の三案を用意した。

- 1) ミラーカメラによる間接撮影
- 2) X線テレビ装置とミラーカメラの組合せ
- 3) X線テレビ装置とロールフィルム方式直撮機構との組合せ

最終的に採用されたのは最後の案であった。この装置の着想はすでに5-(6)に述べた研究過程で抱くにいたったものであるが、いまひとつ筆者をしてロールフィルム方式の直接撮影機構を備えたX線テレビ装置の研究に駆ったものは従来の胃、十二指腸を撮影したX線フィルムでは、6ツ切、4ツ切等さまざまなサイズのカットフィルムが使用されているが、フィルム上で胃及び十二指腸が占めている面積はその一部に過ぎないこと、体位の変換や線束方向と胃、十二指腸の相対関係が変われば、フィルム上に投影される胃、十二指腸陰影の大きさは大幅に変えることに気づいたからである(写真4.10)。ひきつづき行った次の測定結果はこの着眼を更に客観的に示している。即ち、約1000例の被検者につき、カットフィルム方式直撮機構を備えた遠隔制御X線テレビ透視撮影台を用いて胃、十二指腸のX線検査を実施し、さまざまな体位と撮影方向においてフィルム上に投影された胃、十二指腸陰影の縦巾と横巾を計測した(表4.1)。表4.1に示される通り、管球焦点—フィルム間距離100cmの条件で直接撮影を行なう場合、一般に立位では胃、十二指腸の縦巾は4ツ切フィルムの長径(30.4cm)を必要とするが、臥位ではその半に収縮すること、また、胃、十二指腸の

表 4.1 フィルム上に投影された胃のタテ巾とヨコ巾。

体 位	性	←→ cm	↑↓ cm
伏 臥 位	♂	14.1±3.1	14.8±2.2
	♀	15.8±3.5	14.4±2.3
仰 臥 位	♂	13.8±2.9	15.5±1.9
	♀	14.8±2.5	14.9±1.9
立 位 正 面	♂	23.8±3.6	16.0±1.9
	♀	26.1±3.3	14.7±1.9
立位第1斜位	♂	24.7±3.6	13.0±1.9
	♀	26.8±3.2	11.9±1.8
標本の大きさ ♂+♀≒1000			
管球焦点—フィルム間距離 100cm			
4 F		30.4cm	25.4cm
6 F		25.4	20.3

横巾は被検者の体位に関係なく4ツ切フィルムの横径(25.4cm)のほぼ%以下におさまることが明らかにされた。このことは胃、十二指腸のX線直接撮影には巾30.4cmのロールフィルムを用い、透視によって確認した各種体位における胃、十二指腸陰影の大きさに応じて、必要な面積を引き出し、かつその面積にX線の照射野を自動的に制御して撮影する機構を開発し、X線テレビ装置に組みこむという構想を筆者にもたらしたのであった。フィルムの引き出し巾は実際の装置では、先に述べたフィルム上に投影された胃、十二指腸陰影の縦巾、横巾の統計的な分析の結果、横巾としては12.6、15.8、19.0、22.2、25.4cmの5段階、縦巾としては15.2、30.4cmの2段階、計10組の面積が用意されている(図4.6)。この装置が完成されたのは1968年4月であった(写真4.11、写真4.12)。

ロールフィルム方式直接速写機構を備えたX線テレビ装置を胃、十二指腸のX線検査に実地に使用することによって確認した利点は次のようなものである。

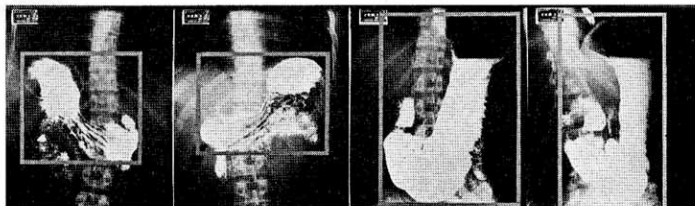


写真4.10 フィルム上で占める胃の面積。

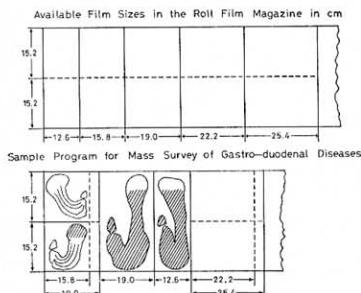


図 4.6 ロールフィルム方式速写装置において胃、十二指腸X線検査のため用意された引き出し可能な各種フィルムサイズ。

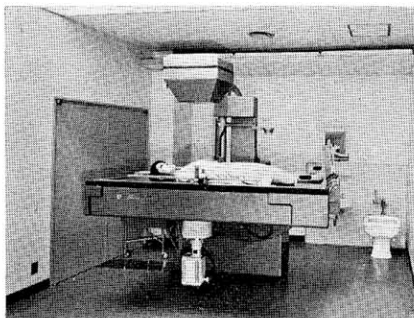


写真4.11 ロールフィルム方式直接速写機構を備えたX線テレビ装置 (1968年)。

(1) カセット交換及びカセットへのカットフィルムの装填作業が不要なため、X線技師はより有意義な作業に労働力を振りむけることができる。

(2) カセット交換による待ち時間を必要としないため、X線検査時間が少くとも25%以上短縮できる。

(3) 胃及び十二指腸の大きさに応じて使用フィルム面積を変えることができるため、一定のフィルム面積内に、従来のカットフィルム使用時に比し、より多くの体位、方向について撮影が可能となる。現在用いている20mのロールフィルムは4ツ切80枚分に相当するが、このロールフィルム20mにつき平均120~150回曝射が可能であるから、一回の装填で20~25名の胃、十二指腸検査ができる。

(4) 使用するフィルム面積に応じてX線曝射面積が自動的に制限されるため患者の被曝線量は明らかに小さ

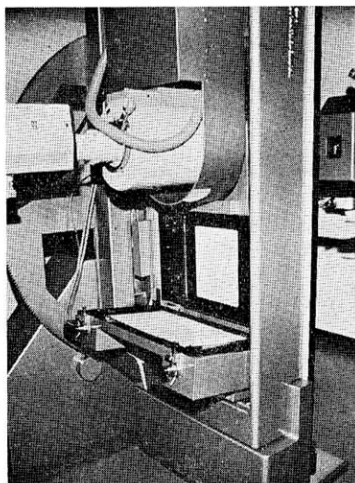


写真4.12 ロールフィルム方式直接速写機構 (1968年)。

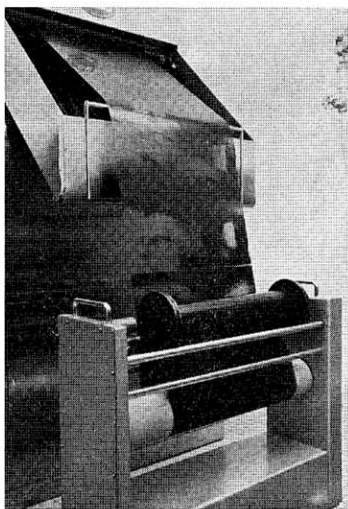


写真4.13 自動現像装置によるロールフィルムの現像。

くなる。

(5) 撮影ずみのロールフィルムは切断することなく、

従来のローラ式自現機で現像することができ、現像時間は20mにつき約27分にすぎない(写真4.13)。

(6) 現像済みのロールフィルムは1曝射分づつ切断するのではなく、1件毎に切断し、読影者は一連のX線像を正確に撮影順に観察することができるし、また体位、方向を異にする各X線像を相互に比較対照することも容易である。

(7) 1件毎に切断されたロールフィルムは長さ75cmの紙袋に収納して保管される。1件あたり撮影されたフィルムの長さが75cmを越える時には二葉に切断して収納される。このためフィルムの散逸される危険は少ない。

(8) 胃集検における読み過ぎ率について言えばロールフィルム方式直撮機構を備えたX線テレビ装置では、間接撮影法による場合の約半となる。従って一般に集検車で行なわれる間接撮影法の欠点である読み過ぎにもとづく再検ないしは精検に由来する被検者の再度のX線被曝の確率を大きく減小させる結果となる。

以上が過去10年間にわたりX線テレビジョンの臨床応用についての研究過程でたどってきた筆者の足跡の大筋である。

む す び

かつて遠隔制御方式のX線テレビジョン装置の建設を打ち出したとき、私はかなりはげしい抵抗に遭遇した。用手触診ができないという理由ならびに暗室用透視撮影台に較べ診断精度が劣るのだらうという推論からであった。また数年来Over tube方式のX線テレビ装置についても、かなりの批判を受けた。Under tube方式に較べTable sideでの被曝線量が多く、また直撮写真の鮮鋭度において劣るのだらうという議論からであった。

最近ではロールフィルム方式の直撮機構を備えたX線テレビ装置についても批判を受けた。フィルムが一枚一枚取り出せないのではないかという理由からであった。私は批判を受けたX線テレビジョンの諸問題について、かつて論ばくしたことがない。その必要を感じなかった

からである。私にとってはその時点ではそれ以外にありようがなかったのである。私がこの小論で述べたかったのは、まさにそのことなのである。ある事物—研究と云いたければ—についてもよい—の奥に潜んでいる、なぜそれがそうであったかと言う背景を理解した上での批判を望みたいのである。これこそ上述の諸批判に対する私の答である。

参 考 文 献

- 1) 松田一, 長岡忠: X線テレビジョンをめぐる。成人病 ADULT DISEASES, 1960, Vol. 1, No. 2, 711-716.
- 2) Matsuda, H., Nagaoka, T., Takai, G., and Ninomiya, K.: Medical applications of X-ray television. Am. J. Roentgenol., Rad. Therapy and Nuclear Med., 1961, 85, 352-365.
- 3) Matsuda, H., Nagaoka, T., Nakahori, T., Takai, G., Sohma, J., Nakai, A., and Ninomiya, K.: X-ray examination with an improved X-ray television unit. Am. J. Roentgenol., Rad. Therapy and Nuclear Med., 1963, 89, 432-442.
- 4) 松田一: X線テレビジョン診断とその臨床的応用。第16回日本医学会総会学術講演集—日本医学の1963年版, 1963, V, 503-508.
- 5) Matsuda, H., Takai, G., Inui, Y. and Ninomiya, K.: Studies on application of remote control X-ray television for examination of the stomach and duodenum. Am. J. Roentgenol., Rad. Therapy and Nuclear Med., 1967, 100, 711-716.
- 6) Matsuda, H.: Contribution of remote control X-ray television installation to the early detection of gastric cancer. XIIth International congress of Radiology, 1969, Tokyo.
- 7) 高井豪郎, 松田一: 胃X線集団検診批判。臨牀放射線, 1963, Vol. 8, No. 1, 1-11.