委員会報告

総合委員会（放射線技術品質保証計画班）報告

AAPM REPORT No. 4

BASIC QUALITY CONTROL IN DIAGNOSTIC RADIOLOGY

Diagnostic Radiology Committee Task Force on Quality Assurance Protocol

M. Siedband, Chairman

S. Balter	T. Morgan
L. Brateman	W. Properzio
W. Britt	R. Rossi
G. Deutsch	L. Rothenberg
R. Dobrin	C. Scheid
R. Duerkes	D. Starchman
T. Fields	J. Vucich
D. Lawrence	R. Waggener
P. Lin	N. Winkler

November 1977

「放射線診断学における基礎的品質管理」

AAPM レポート No. 4

本レポートは、1977年、AAPM (American Association of Physicists in Medicine) からレポート No. 4 として発行されたものである。すでに、QA, QC に関して、それを基準化しようとする動きは世界的な趨勢でもあり、本学会でも、総合委員会、品質保証計画班を中心にして、この1カ年いろいろ検討を重ねてきた。本レポートは、AAPM が長い年月を費やしてまとめた貴重なもので、学会々員にこの内容を周知する必要ありと、委員会で判断し、班が中心となって翻訳したものである。レポートの有意義な内容に触れられて、研究の一助にいただきたい。

神田幸助班長以下、班員の方がたに心からその努力に対して感謝する。

放射線総合委員会 委員長 山下 一也

(追記)：本翻訳文をまとめるさい、大阪大学医療技術短期大学部の57年期、58年期の山下ゼミナールの学生諸君も、その一部に参加したことを付記しておく。

班長 神田幸助

班員 杉山 豊、橋本 宏、深栖 一

序 文

本書「放射線診断学における基礎的品質管理」は一連の AAPM 報告の第4番目にあたる。これは病院物理学者の指導、および監督下で働く技術者が最小限の費用で、放射線診断学の品質保証プログラムを作成できるような計画が述べられている。放射線診断学委員会を通じて、AAPM はさらに病院物理学者／技術者レベルによって、

近代的な装置を用いる検査方法を詳細に述べた追加文書を発行するよう計画している。これらの追加検査は据え付けや検収時の検査に適していると共に、BRH、および国、地方の両放射線管理当局の要請を承認するか否かを決定するのにも適している。

アメリカ物理学協会 (AAPM) は、宣言しているように医療物理、およびその関連分野の技術情報を用意し、提供するために組織された。この目的達成のために AAPM は、特別委員会、委員会、評議会を通じ報告書の形で勧告や方針、および state of the art review を準備している。これらの報告書は、科学や教育から専門的な自然の分野にまで及んでいる。最終的な承認は、報告書にとくに関係する評議委員会より与えられる。AAPM 発行委員会は、本報告が他の科学委員会によって現在までに発行した記録や前発行委員会による現在までの記録を効果的に継承することを希望している。

目次

I. 概要

- A 緒言 (まえがき)
- B 企画 (本書の経過)
- C 目的

II. 検査装置

- A 装置の必要条件
- B 一般的検査器具

III. 品質管理プログラム

- A 一般的考察
- B 説明書、データの保管
- C 検査データの記録
- D X線機器の点検
- E 品質管理の一測定器としてのX線写真

IV. 品質管理 (保証) 検査

- A 自動現像機の検査
- B 過負荷防御回路の検査
- C 照射時間 (撮影時間)
- D mAs の相互作用
- E X線管電圧
- F X線出力と線質
- G コリメータの照射野検査
- H 自動コリメータの照射野検査
- I 透視装置の照射野検査
- J グリッドの特性
- K ブッキー・グリッドの集束検査
- L X線管焦点のサイズ

- M 自動露出機構
- N 光学系の焦点
- O 自動輝度調整
- P 断層装置
- Q カセット: 感度, コントラスト
- R ショウカステン, フィルム・ビューア

V. 検査計画とデータ形式

- A 一般的考察
- B 検査の頻度
- C 検査プログラムの型
- D 定期点検
- E 検査記録形式

I. 概要

A 緒言 (まえがき)

本書は放射線技術者レベルでの診断用X線装置の品質管理の原案を述べたものである。一連の検査は、その検査のための特殊な目的に沿った装置を用いて記述されている。診断用X線装置の品質管理に重要な変動因子をすべて記している。

B 企画 (本書の経過)

本書は、当時の会長 Jack S. Krohmer が、AAPM の放射線診断委員会の Robert Waggenger に委託したものである。そこで放射線診断学特別委員会が Melvin P. Siedband を会長として設置された。われわれは、その初期において、放射線診断品質管理という広い分野のすべてに精通している個人や単一グループ、および専門の協会が存在しないことを知った。そのため放射線診断品質管理の分野にたずさわる者には、AAPM の会員であるなしにかかわらず、助力を願った。

C 目的

本書は放射線診断学において品質管理プログラムを履行し、操作する放射線技師を助け、指導できる基本マニュアルとなるよう編集されている。使用頻度の少ないものから、大施設にある最大限の能力をフルに発揮している多数のものまでを含め、あらゆるレベルのために編集がなされている。ここに述べられている装置、および検査機器は簡単なものであり、比較的安価に、しかも容易にメーカーより入手可能である。本書は実地での使用を目的としているので、多くの施設が、実際にやってみて改良のための批判や示唆をいただければ幸いである。本書の編集にあたり、放射線診断学の分野に興味を持つ諸グループが本書の価値を認め、推せんくださることをお願いしたい。

(D. E 略)

II. 検査装置

A 装置の必要条件

検査機器の多くは使う者みずからが製作可能である。たとえば、テストファントム, mesh patterns, alignment fixture, 時計器具などである。その作り方も本書に述べている。テスト用カセットなどはキャリブレーションや調整を必要とする。他の機器は一般に商品化されており、取扱い店で入手できる。検査は同一検査機器を反復して使用するように組まれている。

B 一般的検査機器

メーカーの中には、これらの検査の必要条件を満たす機器を備えているものもある。品質管理検査プログラムを実行するため先鞭を切ろうという人たちのために装置の取

扱い業者をあげておく。検査法開発にあたり, AAPM 委員会は、特定のメーカーの製品や機器を用いる方法をあえてとらなかった。また、入手可能な試験装置が適応できるかどうか、あえて評価しなかった(図1, 図2)。

III. 品質管理プログラム

A 一般的考察

適切な診断品質管理(QA)プログラムには、診断用X線映像システムの構成要素の定期点検も含まれている。どのような施設でも最適品質管理プログラムは、実施方法, 使用装置の種類, 患者の負担をはじめ多くの要素にかかっている。プログラムは教育, 訓練, 経験により, その分野に熟知している病院物理学者の指導・監督のもとで行われる必要がある。計画, 実行, 評価の段階ではプロ

Capintec, Inc.
63 E. Sandford Boulevard
Mt. Vernon, New York 10550

Eastman Kodak
QC Apparatus Division
400 Plymouth Avenue, North
Rochester, New York 14650

E. I. DuPont De Nemours and Company
Medical Photo Products Dept.
Chestnut Run
Wilmington, Delaware 19898

General Electric Company
Box 414
Milwaukee, Wisconsin 53201

International Radiographic Supplies Unlimited
1100 Royal Street
New Orleans, Louisiana 70116

Keithley Instruments, Inc.
28775 Aurora Road
Cleveland, Ohio 44139

Macbeth
Color and Photometry Division
Little Britain Road
Draw 950
Newburgh, New York 12550

Machlett Laboratories, Inc.
1063 Hope Street
Stamford, Connecticut 06907

MDH Industries, Inc.
3452 East Foothill Boulevard
Pasadena, California 91107

Minnesota Mining and Manufacturing Company
Photo Products Division
3M Center
St. Paul, Minnesota 55101

Nuclear Associates
100 Voice Road
Carle Place, New York 11514

Philips Medical Systems, Inc.
P. O. Box 848
Shelton, Connecticut 06484

Pickering Corporation
595 Miner Road
Cleveland, Ohio 44043

Radiation Measurements, Inc.
P. O. Box 327
Middleton, Wisconsin 53562

Sakura Medical
57 Bushes Lane
Elmwood Park, New Jersey 07407

Sargent-Welch
7300 N. Linder Avenue
Skokie, Illinois 60076

Tobias Associates, Inc.
50 Industrial Drive
North Hampton Industrial Park
Ivyland, Pennsylvania 18974

Victoreen Instruments Division
10101 Woodland Avenue
Cleveland, Ohio 44104

Xonics Medical Systems
515 East Touhy Avenue
Des Plaines, Illinois 60018

グラム計画と同様に、資格のある病院物理学者*1)によく相談すべきである。その際の物理学者は常勤、非常勤を問わない。要はこの分野に精通し、必要とされる能力があることが重要である。特にプログラムが完成してくると現場での責任という形で参加をすることや、また問題発生時には頻繁に電話で相談を受けることにもなろう。病院物理学者は要求に応じ、より高いレベルの検査を行うべく準備をしておく必要がある。品質管理プログラムは、各部門での検査の必要に応じるため開発された。このプログラムはモニタすべき項目を明らかにし、検査間隔を明確にするものである。そして、全検査結果を記録し、その変動をみるため定期的に見直すべきである。本書に述べられている検査は、すべて、第一段階の検査を行う能力のある技術者にむけて、とくに編集された（以下、備考を略す）。

B 説明書、データの保管

個々の装置の取り扱い説明書は、施設の各放射線室に保管されるべきである。この説明書は医師、技術者、物理学者、サービスエンジニアなど、だれがこの装置を使用するにしても、すべてにわかりやすい場所におくべきである。記載事項はつぎの通りである。

1. 装置データの明細
 - a. X線管の負荷図を含む技術的内容
 - b. 取り扱い方法
 - c. 各部の名称、一連番号、据え付年月日を含むシステムの構成要素の内容調書
2. 適応できる品質管理プログラムの概要
3. 品質管理検査結果記録（説明書）
4. システムの故障などの修理と修理内容の記録、修理年月日の記載

C 検査データの記録

品質管理のデータは、すべて定められた形式に従って、記録すべきである。その形式の例は付表にある。各部門で必要に応じて独自の形式のものを開発していただきたい。

1. 形式化することにより必要な全データが確実に得られるであろう。
2. データは記録して整理しておくべきである。
3. データの傾向を図表化することが望ましい。これらのデータは経時的な変化を明確にする。とくにフィルム現像機の場合に価値がある。

*1 訳注：「資格のある病院物理学者」はわが国には、まだ存在しないので、ここでは有能な放射線技師と理解してほしい。

4. 8×10 in (20×25 cm) のフィルムを品質管理に使用すれば、その使用したフィルムは標準サイズのノート、またはファイルに容易に保管ができる。

D X線機器装置の点検

1. 機器の保全：診断システムの視覚検査をすべきである。観察の要点は、装置の使用によってネジ、ボルトがゆるんだり、脱落していないかなど、構造上の部品の存在である。メータやダイヤル、その他諸指示器が正常に作動するかどうか点検を要する。暗室内で装置が作動しているかどうかを見るのに必要な表示パイロットランプの点検も必要である。

2. 機器の安定性：診断可能の高品質なX線写真を得るためには、患者の動きを最小限にとどめることが重要である。装置側から重要なことはX線管保持装置、カセットホルダ保持装置の部分がしっかりと安定していることである。テーブルや固定された装置など患者を支える装置が有効であり、安定な状態であるかも点検する必要がある。加えてロックなどで固定制御されているX線管の中心と、カセット中心の幾何学的位置関係の再現性の点検も重要である。また角度計の精度のチェックを行うこと、構造の安定性、精度チェックの一部として機器の電氣的、機械的ロックの点検もなされるべきである。

3. 電氣的保全：高圧ケーブルの外観の状態を見る必要がある。とくに両極ブッシングの固定リングがしっかりといて絶縁体に破損がないかを検査して確める。ケーブルの配線状況の観察も重要である。ケーブルの吊り下がり方が正常でない場合は、X線管の位置づけを妨げて、撮影前に失敗するかもしれない。

4. 電氣的安全性：システムは*2放射線技師みずからが確認点検をすべきである。これには電気配線の点検も含まれる。問題が生じやすい重要な部分には、X線遮断システムの指示器の配線や照射手動スイッチの配線をはじめとする一連の接続点がある。それらのすべてにおいて接触不良の起きていないことを確認点検する必要がある。

5. 整合性とSID：焦点-像面間距離を指示器で点検する必要がある。多くの構成要素からなるSID指示器の整合性も確認する。それが正常か否かはスケールで測り確認すべきである。グリッドの取付けが正常か否かの確認も必要である。この点検の際には、X線中心とグリッド中心の整合性の点検をふくんでいる（グリッドの特殊な検査は、別のところで述べる）。

E QAの一測定器としてのX線写真

*2 訳注：Safety engineer はここでは放射線技師とする方が適切。

診断品質管理プログラムの最終目的は高品質のX線写真を得ることにある。患者のX線写真は、ひいては品質管理チェックの指標となり、各種部門別評価プログラムのさい、考慮されるべきである。ここでX線写真が唯一の品質管理チェックとして必ずしも信頼できるものではないことも考慮しておかねばならない。なぜならX線写真はX線発生装置、受光系、現像機といったX線写真作成システム内の各コンポーネントにおける変動が、許容範囲を超えて得られることがあるからである。たとえば現像能力の低下によるフィルムへの濃度の影響は、出力線量の加減により補正されてしまい、真の出力変動が管理できない。

1. 不適性フィルム：X線写真の失敗原因は数多く想定される。たとえば患者が動いた場合、ポジショニングが悪い場合、装置関係、技術的な選択ミスなどのケースがあげられる。不適性フィルムは定期的に再検討して問題を把握し原因を究明すべきである。2 施設の大病院で行われた再撮影（研究の追試）の方法論と結果が BRH から出版されている。

2. 適性フィルム：臨床側に情報を提供する時に、もっともよい精度をもっていないX線写真はどれ程の信頼性があるのか、常に念頭に置く必要がある。通常の場合情報量の多い最適X線写真を得るには、同じ手順を繰り返すだけではだめである。そして再撮影のコストや、それによるX線曝射に関しての考慮が欲しい。部門別フェイルで、品質的に最適とはいえないX線写真を発見する場合を考え、これらのフィルムを通常の基本にしたがって分析的に再検討することが必要である。いくつかのQA 行為のため必要な前兆となるかもしれない指標としては、フィルムスタチック・マーク、コントラストの変化、線状マークなどがある。この他に、最適写真に大きく悪影響を与えと思われる因子は数多く存在するが、下に二、三の例をあげておく。

a. 技術的要因を変えなくてはならないときは、X線装置システムや操作過程に何か起きていることを示す。もし、その変化がX線発生装置が二つ以上ある場合、操作過程が原因であるのか、発生装置が第1に疑われる。どちらの装置が原因であるかを見きわめれば問題は一つに集約される。

b. ヨード系造影剤を用いる検査において、写真コントラストや骨のコントラストに変化がみられるのは、しばしばX線管電圧の変化によることがある。

c. フィルムの未露光部分の base fog が過多のときは、フィルムの取り扱いや保管状態に問題があったことを示す。

d. 照射野の非対称の性問題。

IV. 品質管理(保証)検査

次のセクションでは、放射線技師が使用するために提唱されている品質管理検査について述べる。これは、毎日行う検査もある。たとえば現像機の点検、特殊操作室での *image focus がそれにあたる。多くの検査は、ある一定の期間に1回計画的に行い、日常、装置を使用する時に起きる異常な現象や変化は記録にのこし、是正できるように対処すべきである。

A 自動現像機の検査

1. 定義：種々の化学作用、液の汚れ、酸化、補充、そして温度や攪拌、その他種々の要因により、X線写真の品質に変動が生ずる。変化の多くは緩慢であり、毎日の工程をモニターし、結果を記録しておくことによって、それがもたなくなってX線写真が診断価値を減ずる以前に対策をとることができる。X線発生装置において、X線出力が平均値と10%前後の増減変化しているのは一般に正常なことである。そしてX線フィルムのコントラストが大きく変化した場合は、X線出力の違いによるものと考えられるのでX線用テストフィルム、すなわち wedge film を使用して、自現像機の管理をテストすることは望ましくない。その代わりに、標準センシトメーターが同じ範囲でテストフィルムを感光させたものを使用する。フィルムは毎日同じ時間に現像し、そのときの温度も記録する。追加検査は、2と3で述べる。

2. 必要な検査装置：

- a. 標準露光計 (sensitometer)
- b. 標準光源内蔵形濃度計
- c. 1°F 以内まで読めるステンレス鋼の棒温度計
- d. その部門に使用される 8×10 in (20×25 cm) の X線フィルム保存ケース

3. 検査方法：検査フィルムを標準露光計で露光させ、現像機に低露光側より挿入して現像する。標準濃度計にて現像されたそれぞれのウェッジ濃度とその部分から 2cm 位離れた明るい部分、未露光部分の濃度を測定する。“濃度”としては $D=1.0$ 以下近くのステップ濃度を記録する(次の検査で同じステップの所を使う)。そしてそれを管理濃度とし、未露光部の値を“fog”とする。温調器の水の温度を記録し、現像機を開け棒状の温度計で現像液と水洗水の温度を測り、毎日現像機の管理図に記入する。保存箱の同一乳剤番号のフィルムが5枚に減った

* 訳注：電子系か、間接系のレンズや焦点のピント合わせのこと。

とき、新しい乳剤番号のフィルムに変更して、5日間新旧両方を重複して同時に処理し濃度データを得る。温度計は病院内の病理学研究室によって検査をしてもらい、濃度計はメーカーから入手できる濃度検査フィルタを使って定期的に較正しておく必要がある。露光計は個々によって特性が異なるので、検査には同一のものをを用いる必要がある。

4. 結果の評価：メーカーの指示書によれば、現像機は使い始めてからずっと安定しており、また液もよごれずきれいだということとはまったくのみせかけである。水温変動タイプには2種類ある。一つは迅速タイプ(秒)、一つは遅いタイプ(分)である。速いものの変動は平均の $\pm 5^{\circ}\text{F}$ 以下でなくてはならない。平均値はメーカーの指定する値(Kodak M6で 88°F)の $\pm 2^{\circ}\text{F}$ であるべきだ。現像液温は、メーカーの指定値(Kodak M6で 96°F) $\pm 1^{\circ}\text{F}$ でなくてはならない。水洗水温度は現像液温度の $+0^{\circ}$ か -5° とする。濃度の変動は ± 0.1 をこえず、fogレベルは、多少着色したベースフィルムで0.3、他のフィルムでは0.25を超えてはならない。極端な濃度とfogの変動がみられる場合は光もれが考えられる。温度の変動により起こる現像特性の変化は、サーモスタットの調整により修正できる。また温度の激変は電源電圧調整器、圧力等化バルブ、保存タンク(たとえば10ガロンの湯沸器)を付けることで調整できると思う。水洗水フィルタの目づまりも現像処理に大きい影響を与える。コントロールチャートの多少の変動は、補充量の割合を調整することで解決すると思われる。コントロールチャートの変動が許容限界をこえた場合は廃棄するか、オーバーホールして、自現像機を再整備する必要がある。何故なら、汚染の影響は取りかえしがつかないからである。

B 過負荷防御回路の検査

1. 定義：多くのX線発生装置は負荷がX線の定格を超えても安全なように保護回路を設けている。装置全体の電源容量は80 kV, 0.1 secで最大管電流のmAをセットして定められる。そしてこれはX線管がもっている定格容量によって制限されるだろう。また電源容量は与えられた電気量 mAsでの最短照射時間を決定するので重要である。このことはひいては患者の動きに対して直接的な関係をもつものである。一次電源の点検により、X線管保護回路の正しい機能を保証することは、X線管が突発的な過負荷でも破損されることもない。X線管保護回路の組み込みはX線管の寿命と照射時間との関係が深く、負荷の設定がX線管定格よりずっと低い場合は、

照射時間を長くできる。また照射時間が長すぎると動きのあるものに対して、動きによるボケを増加する結果となる。この検査は発生装置の負荷低下をさせるためにしているものではない。

2. 必要な検査装置：X線管の定格表

3. 検査の方法：

a. X線管焦点の組み合わせを選ぶ(それぞれの実験でわかる)。

b. 50 ms (1/20 sec) にタイマーをセットする。

c. 装置の最低管電圧から最大管電圧までで、20 kVずつ増加した時の照射可能な最大管電流をそれぞれ決定する。これは管電流の設定を増加させて“過負荷 (over load)”の表示が表われるまで行う。表示されたら、直ちに管電流は過負荷にならない状態まで下げる。これが最大許可管電流となる。電流の値を記録する。

d. 100 ms (1/10 sec) にタイマーを再び設定し、cと同じ操作を行なう。

e. 1 sec にタイマーを再設定する。そして、cを繰り返す。

f. タイマーを最大照射時間に設定し、cと同じ操作を行なう。

g. 他の種類のX線管焦点サイズの組み合わせを選択し、b～fまでの操作を行なう。

h. 可能なら“高速”回転でa～gまでの操作を行う。

i. 連続撮影装置、またはX線映画がある場合には、適切なプログラムで、a～hまでの操作を行う。

4. 結果の評価：X線管定格から上記のような個々のX線管焦点に対し、kVと時間の組み合わせについて最大許可管電流をきめる。“最大許可管電流”は最大許可管電流(定格表より得る)を超えてはならない。装置の設計上、“最大許可管電流”は単独一回照射設定条件の定格より30%、また連続照射設定条件では、単独一回照射設定条件より50%まで低くする。“最大許可電流”は、連続照射設定条件での連続照射の場合、20%低いものと思われる。実際のところ許可電流の限界は、大部分の発生装置での電流設定において、設計上の値が大まかで細かく連続していない(たとえば50, 100, 200, 300, …… mA)。反面、kVは調整が連続しているために多くの場合、修正を余儀なくされる。

[備考]：低い定格値をX線発生装置を用いれば、照射条件を制限せねばならないX線管と発生装置を組み合わせることが可能となる。

C 照射時間

1. 定義：この試験方法は回転コマを用いて単相、三

* 訳注： $88^{\circ}\text{F}=31^{\circ}\text{C}$, $95^{\circ}\text{F}=35^{\circ}\text{C}$

相, コンデンサ X 線装置のタイマー設定の精度, 再現性の方法を示している. この検査の目的である精度とは, 設定された時間値と実測値の一致の程度を表わすものとなる. 再現性は X 線コントロールパネル上に設定された同じ時間で, 照射時間を何回も繰り返し実測したそれぞれの値との一致の度合を表わすものとなる. 診断 X 線装置のタイマーの精度と再現性は, 管電流 mA, ひいては照射された X 線量に直接影響を与える重要なものである. タイマーの再現性が不良な場合, X 線写真の画質が変動するようになり, その結果原因を他に求めがちになることも考えられる. タイマー測定に用いられるコマには 3 種類の基本形がある. 手動コマ, 手動同期コマ, モーター・ドライブ同期コマ, である. 手動コマは, 昔ながらの回転コマで, 穴かスリットのあいた金属の円盤(たいていは真鍮)である. コマを用いて単相 X 線装置で撮影して得られた X 線写真は, 発生装置の 1/120 秒のパルスに対し, 1 個のはっきりした黒点を示す. 写し出された黒点の個数を数えれば測定照射時間が求められる.

SAMPLE

Tube a serial 1234 focus 1 mm std speed

kV	TIME	MPTC*	MATC**	MPTC/ MATC
60	1/20	500	500	1.00
	1/10	500	500	1.00
	1	400	400	1.00
	5	150	180	0.83
80	1/20	500	500	1.00
	1/10	400	450	0.89
	1	300	300	1.00
	5	100	135	0.74 (1)
100	1/20	500	420	1.19 (2)
	1/10	400	360	1.11 (2)
	1	150	180	0.83
	5	100	110	0.91
125	1/20	500	360	1.39 (2)
	1/10	150	275	0.55 (3)
	1	100	200	0.50 (3)
	5	N. A.	90	N. A. (4)

* Maximum permitted tube current (measured)

** Maximum allowable tube current (from ratings)

(1) Low but acceptable due to generator limitation

(2) Too high to be acceptable

(3) Too low to be acceptable

(4) Acceptable due to configuration of generator controls

図 3

手動回転コマは照射された X 線写真の穴, またはスリット像が一様に円弧状を示すことから, 三相, コンデンサ装置の測定には向かない. しかしコマの回転速度が既知の場合, 円弦状の像から求まる角度は, 照射時間に比例するものと考えられる. 照射の間, 既知の速度で回転し, 全 X 線装置の照射時間の測定に用いられるコマは同期コマと呼ぶ. 手動同期コマは手で回す. その回転速度はコマの上部表面の反復パターンを観察すればわかる. 蛍光灯で見ると, 特定のパターンが特定の回転速度の時現われる. モーター付の同期コマの回転速度は, 操作上一定になるようになっている.

2. 必要な検査装置:

a. 同期コマ

b. 同時に広い範囲を照射するから, そのための含鉛防御板

c. ステップ・ウェッジ (0.2 mmCu で 6 段階)

3. 検査方法: 80 kVp を用い管電流 mA を決定する. 検査に用いる同期コマの X 線写真が適正に写るようにフィルムと増感紙の組み合わせを検討する. 将来の参考資料のためのデータを記録する.

a. モーター付同期コマに限る: コマを電源に接続し, 作動するかどうか確認する.

b. 同期コマ, およびステップ・ウェッジをカセット上の第 1 番目の場所に置いて, 他の部分は鉛防御板でおおう.

c. 適当な距離でコリメータを調節し, 光照射野の大きさをカセット上で, 使用する面積に修正する.

d. 検査するタイマーを選び, 設定時間を示された欄の下で現在使用している場所の番号のデータ用紙に, この時間を記録する. また, 前もって決めた電流量 mA に近づくように, 80 kV, および mA を設定する.

e. 手動同期コマのみ: カセット上にコマを置く. 同期コマの回転を開始させ, 一定の回転速度になるまでコントロール室から観察する.

f. 照射

g. コマを同じカセット上の第 2 番目の場所に移す. 照射時間の設定を変えて a~f 項目まで操作を行う. これをカセット上の全面積を使ってしまいうまで行う. ステップ・ウェッジを使用する場合は, mAs が一定になるよう照射する.

h. 照射フィルムの現像

i. 現像処理した X 線写真上に撮影室の番号を記入し, コントロールパネル上の設定時間を写真上の概当部分に記入する.

4. 結果の評価(X線写真での判定): 単相X線装置の場合は, X線写真上の黒点の数を数え, これを120で除する. 三相, 定管電圧X線装置の場合は, 分度器を用いて弧の角度を測定する*. そしてその値を, 回転速度(秒)×360の値で除す.

$$\text{Measured exposed time} = \frac{(\text{measured angle})}{360 \times \text{Rev. per sec.}} \quad (\text{sec})$$

たとえば測定角度 18° (全円の 1/20) で, この回転速度が 1 秒 1 回転 (1 rps) とすると, 求める照射時間は, 次のように計算できる.

$$\text{Measured exposed time} = \frac{18}{360} = 0.05 \text{ (sec)}$$

いくつかのメーカーは, この計算を省き, 自動的に回転速度が計算できる透明な板を用いる.

照射時間のどのような測定データでも, 必ずデータ用紙の指定欄に記入する.

単相X線装置は下記の範囲内で操作するものとする. X線電磁開閉器の作動開始時, または鉄心回路により余分なノイズのようなパルスが生じるかもしれないが, 無視してよい. 三相X線装置は設定時間の範囲を越えないで行うべきである. 回路が不安定と思われる場合, 同一設定照射時間のくり返しによる一連の検査を行うことで, 統計的分析ができるだろう. 何回かの照射時間測定で, 検査を同じ mAs 値で行った場合, 時間と mA の設定値が正しければ, ステップ・ウェッジ像はどの照射のときでも, 濃度は同一になるはずである (テスト IV の D を見よ).

ACCEPTABLE LIMITS

10	1/120 to 1/15 sec	Exact Count of Pulses
	1/10 to 1/5 sec	±1 pulse
	1/4 to 1/2 sec	±2 pulse
	greater than 1/2 sec	±5%
30	less than 10 ms	±1 ms
	10 ms to below 50 ms	±2 ms
	50 ms to below 100 ms	±4 ms
	100 ms and above	±5%

図 4

* 幾つかのトップは, 一つ以上のスリットや黒点の重複した部分をもつ. これが観察されたら, 一つの重複した部分 (二重照射) の始まりから, 次の重複した部分の終りまで, 数え, または測定せよ. 三相X線装置については, 角度測定時にスリットの幅を減じよ. たとえば, 実際の角度が 20°, スリットの幅が 2° のとき, 弧の角度は 18° である.

[備考]: 手動コマを使用した場合には, 5% ±1 ms の許容差をみる必要がある. X線発生装置で mA と sec が独立している場合には, 実際は照射時間測定に mAs を用いるべきだ. そのような回路は, mA のおおよその値をセットし, 必要な mAs が出たとき照射がおわる. 上記の検査の中で, 照射時間の設定値が制限を越えても, ステップ・ウェッジ像は, 変化せずに表われる. もし, このことが発生すれば, メーカーに問い合わせる. このような装置に対しては, 測定時間値に示された値の25%の範囲内でなければならない.

D mAs の相互作用

1. 定義: 照射時間設定値が正確で設定 mAs 値が較正範囲内であれば, 同一 mAs 値での照射の結果, フィルムは同一濃度となるはずである. 前述の検査で照射時間設定値が正確であることが確かめられたならステップ・ウェッジ像はどの照射でも同じはずである. この検査はステップ・ウェッジと IV の C のコマと同時に撮影するとよい.

2. 必要な検査器具:

- 6段階 (8 mil~0.2 mm) の銅のステップ・ウェッジ付の同期コマ.
- 鉛ブロック
- カセット

3. 検査方法: 前述の検査 (IV. C) を用いる. mAs 値は3回の照射とも同一の値を用いる. 3回照射の内1回は一番頻繁に使う mA の値を用い, もう1回は1段下げた mA と1段上げたもので行う.

4. 結果の評価: IV, C の時と同様に, 照射設定時間値の精度を確認しなさい. 各々のウェッジ像の中央部分の濃度を比較せよ. 正常な濃度差は1ステップ以下である. そこで1回目の照射でステップ・ウェッジの3段目の濃度が第2回目の照射でのステップ・ウェッジの4段目より濃度が高い場合, mA 設定値の較正がずれていると考えられる.

E X線管電圧

1. 定義: この検査はX線管通電時におけるX線管電圧を測定しようとするものである.

a. 管電圧 kV は, X線撮影に関与する重要なものである. ここでの小さなミスがX線写真や蛍光像へ与える影響は大きい. それに比べて, 管電流, 照射時間, 焦点フィルム間距離における変動因子のミスによる影響は小さい. X線が患者を透過吸収して通過した後, 受光部に到達するX線強度は, kV で 1/5 変化する. 管電圧は受光系に到達する強度のみだけでなく被写体コン

トラストにも影響を与える。

b. 前示管電圧と真値の管電圧との差が生ずる原因はいくつかある。

i. コントロールパネル上に正しく設定されていなかった。

ii. 電源電圧の著しい降下。

iii. 管電流の変動が二次側高圧トランスの電圧降下をもたらした。管電圧は、たとえ一次側電圧が一定であっても変化する。

iv. 故障部分（註：装置組立上の間違い）

2. 必要な検査装置：この検査は Ardran と Crooks の述べた kV 試験カセットの改良型を用いる。この試験カセットは、はじめに銅フィルタを用いて低エネルギー領域の X 線を吸収させる。次に透過して来た X 線は鉛マスクの 2 個の縦列の穴を通り、増感紙に到達しフィルムに露光を与える。第 1 段目である穴の縦列の前側には銅製のステップ・ウェッジをおく。第 2 列目に当るスクリーン後方には 3:1 の濃度フィルタ (N.D フィルタ) をおく。2 組の縦列の穴のフィルム濃度値が近似している場合、それぞれの列の一つである銅の減弱より第 3 半価層が決定され、それは線束の管電圧効果の評価をするためにも使用される。その正確さは、かなり信頼できるものであり、“mini-wedge” の正確さよりずっとよい。カセットは 2 種類のタイプがある。一つは日常測定するためのもので、穴のあいた列（管電圧が 80 kV 中心であるもの）が一对あるもの、他の一つは 4 組か、あるいは何組もの一对の穴のあいた列があり、kV も低圧域（マンモグラフィ用）から高圧域（胸部用）までと幅が広い。これらのカセットは管電圧効果の評価と設定管電圧の校正を行う。

3. 検査方法：

a. カセットに新しいフィルムを入れる。

b. 管焦点より適切な距離をとり、照射野内にカセットを置く。

c. コントローラ上に適正な条件を設定する。kVp を測定するための mA、照射時間は、メーカーの決めた管電流量を満たすことが必要である。その mAs は、管電圧値の正確さに影響を与えないで、0.5~1.5 の平均フィルム濃度を得るよう調節されなければならないだろう。

d. 照射する（複数照射、それぞれの kV で一つの配列というように）。

e. フィルムを現像する。

f. シャウカステンにて濃度の等しい所を求め銅の厚みを決める。正確さを期するために濃度計を利用する。正確にステップごとにデータを書き込む。

g. 定期的に単純なテストでは大電流 mA で 1 回 80 kV を使用して検査をすること。

h. 同一濃度のステップを記録する（テスト・フィルムを保管しておく）。

i. 用いた電圧波形（単相、または三相）に対する校正曲線より kV を求める。測定管電圧、設定管電圧、管電流、照射時間、TFD などを記録する（註：T: target, F: film, D: distance）。

4. 結果の評価

a. 測定 kV は使用した全電流に対し 65~95 kV の設定値の ± 5 kV 以内であること。

b. kV が極端に高い場合と低い場合：

i. 一次電圧補償器が正しく設定されているかチェックする。

ii. 照射時間が長い場合（ ~ 0.5 sec）、パネルメータ上での mA 値をチェックする。もし、管電流値がぐらついていたら再度設定しなおす。それ以外の原因の場合はサービスマンに依頼し、高圧 divider を用いて一次側の電圧調整をしてもらい、kV を許容限界内に収めるようにする。

F X線出力と線質

1. 定義：出力と線質は一定した幾何学的再現性の方法で評価される。装置の出力は、構成の不良、フィルタの欠如、校正値とのずれ等をはじめとする諸原因により変化する。半価層により患者に対しての照射を低いエネルギー放射線に下げることを確認したり、乳房撮影時や X 線管の点検で取りはずされたフィルタが、一般撮影時には必ず戻されている確認とか、線質試験は多岐にわたっていることを実証している。

2. 必要な検査装置：

a. 低エネルギー用放射線検出器。これは直読形ポケット線量計でも、照射線量が読めるもので検出器の容積が 3 インチ以下の電離箱でも良い。

b. 巻尺のような距離が測れるもの。

c. アルミニウム・シート（品位 1100）、 $4 \times 4 \times 0.04$ in, ($10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 1 \text{ mm}$)

3. 検査方法：

a. X 線管の中心をテーブルの中央にもってくる。

b. X 線管中心よりテーブルまで 100 cm の距離をとる。それをスケールで確認する。

c. 照射野をテーブル上で、ほぼ 6×6 in (15×15 cm) に設定する。

d. 放射線検出器のゼロ調節を行い、検出器を照射野中央に置く。

e. 80 kV で mAs が検出器の最大目盛の約 2/3 になるよう調節する。これにあたっては、必要条件を得るためにテストが必要であろう。技術因子 (mA と時間) と mAs を記録する。

f. 検出器より mR を読み取り記録する。これを 3 回繰り返し、平均値を求める。

g. 1.0 mm の Al フィルタ 2 枚をコリメータの前面にはりつける。

h. 検出器のゼロ調節を行い、検出器を照射野の中央に置く。

i. 検出器に照射を行う。フィルタを用いての照射が記録される。これを 3 回繰り返し平均値を求める。

j. Al フィルタ, 3.0 mm, 4.0 mm, 5.0 mm についても同様に行う。

4. 結果の評価:

a. 単相装置の出力は約 4.0 ± 1.5 mR/mAs (検出器の mR を, 3 の f における mAs で割る), 三相装置では約 6.0 ± 2 mR/mAs となるはずである。測定値の高低は (b の項を参照), Al フィルタ透過が非常に大きいのか, 小さいのか, または X 線管の陽極の異常を示す。

b. f~j の結果を片対数グラフ上に mR/mAs 対 Al 厚でプロットする。80 kV で, 2.3 mm Al 厚における X 線の減弱は 50% 以下になることが必要である。すなわち半価層は 2.3 mm Al 厚より大きい。実際には, ほとんどの単相装置が 2.7 mm Al HVL を越え, 三相装置は 2.9 mm Al HVL を越えると考えられる。この検査の結果は IV-D の検査 (kV) の結果が認められる時のみ有効である。

G コリメータの照射野検査

1. 定義: コリメータの光照射野の目的は, 照射野の位置, 形, 大きさがわかりシミュレーションができることである。光照射野と X 線照射野は常に一致させること

図 5

が必要である。光照射野と X 線照射野のスレは陽極の焦点と照射野ランプのフィラメントの相対的な位置関係の変化で生ずると考えられる。このような変化は照射野ランプ, 反射ミラーの位置の変化, また X 線管ヘッドのコリメータの位置変化により引き起こされる。この検査では光照射野で位置がわかる金属片や 1 ペニー銅貨 (訳注: 5 円硬貨以下同様) を撮影する。

2. 必要な検査装置:

a. $1/16 \times 1 \times 3$ in ($3 \times 2.5 \times 7.5$ mm) の 4 枚の金属片, または 1 ペニー銅貨 9 枚もしくはメーカーより売られている検査器具。

b. 最初の検査には 14×17 in (35×43 cm) (半切) カセットにフィルムを装填して用い, 以後の検査には, 8×10 in (20×25 cm) (4 つ切) のフィルムを装填したカセットを用いる。

c. 普通の巻尺。

3. 検査方法—最初の検査:

a. X 線管中心をテーブルの上に位置させ, X 線管とテーブルを 40 in (100 cm) の距離にとる。巻尺を用いて確認する。

b. 照射野 12×15 in (30×38 cm) をテーブル上に設定する。コリメータシステムが自動的に作動する場合は, 手動に切り換える。コリメータの表面 (ガラスもしくはプラスチック製) がきれいであるか目で確認する。場合によってはコリメータの表面板に 1.0~2.0 mm 厚 Al と同じ透過率をもつプラスチックフィルタを用いることがある。この種のフィルタは茶色に変色することが多く, 交換が必要となる。

c. 照射野ランプを点灯する。必要に応じて室内の調光を暗くし照射野がみやすいようにする。

d. 14×17 in (半切) カセットをテーブル上に置き, 照射野の中心に設定する。

e. 金属片の端とカセット上の光照射野の内側の端とが平行になるよう照射野の各角の内側に金属片をおく。

f. ペニー銅貨をカセットの右肩の位置に置き, フィルム上の照射野の方角がわかるように指標とする。

g. 中間濃度領域 ($D=1.0$, 約 60 kV, 5 mAs) となるように照射を行なう。

h. フィルムを現像する。

i. X 線写真より, X 線照射野と光照射野のスレを評価する。

4. 日常的試験方法:

a. テーブル上に X 線管を設定し, X 線管焦点とテー

図 6

ブル上までの距離を 40 in (100 cm) とする. 3-b に従ってコリメータを点検する.

b. テーブル上に 8×10 in (6 寸切) カセットを置き, 光照射野の中心とカセット中心を合わせ 9 枚のペニー銅貨を定位置におき光照射野を上図のように設定する.

c. 中間濃度域 ($D=1.0$, 約 60 kV, 5 mAs) となるように照射する.

d. フィルムを現像し, 分析を行う. 将来検査する時に比較資料とするため, フィルムは保存する.

5. 結果の評価: 最初の検査に対して光照射野と X 線照射野のズレは, 1 inch (2.5 cm) 以下でなくてはならない. 水平方向のズレは, 左右の縁のかたよりの度合によって明らかにされ, 垂直方向のズレは, 上, 下の縁のかたよりの度合によって明らかになる. 日常的検査では, そのかたよりはどの縁でもペニー銅貨の直径の $\pm 1/2$ 以下で, すくなくとも, 銅貨の直径以下でなければならない. 市販されている器具は, 線束の限界を pass-fail で表示するマークがついている.

H 自動コリメータの照射野検査

1. 定義: 自動絞り機構は, コリメータを備え, X 線束がカセットの大きさを大幅に越えないようにしなければならない. 焦点フィルム間距離に対して, 種々のカセットの場合, 自動システムは適当にコリメータをセットするが, 照射野サイズが, カセットと同じか, それより小さい大きさに調整されるまで作動しない. この検査はオーバ・ヘッドのとき X 線管-ブッキーテーブルシステムの一切を含めた簡単な検査を述べており, 簡単な修正を行えば胸部撮影系の点検にも応用できる.

2. 必要な検査装置:

a. (半切) カセット, 14×17 in (35×43 cm)

b. 各システムで用いるそれぞれのサイズの空カセット

c. 銅板. 6×6 in, 厚さ 1/16 in (15 cm×15 cm×1.6 mm).

d. フォーム・プラスチックのスペーサ, 2×10 in (5×25×25 cm), あるいは, それより大きい範囲.

e. ペニー銅貨 1 枚.

3. 検査方法: X 線管をカセット・トレイの上 40 inch (100 cm) のところに中心がくるよう位置を定め固定する. ブッキー・トレイの中の空カセットとテーブル間の距離を測定する. テーブル上にフィルムをつめた(半切)カセットを置き, カセットの X 線管側がブッキー・トレイ内のカセットの表面から上方へ 4 inch (10 cm) になるようにスペーサの上に置く. ペニー銅貨を患者の右肩に当る部分におく (断層撮影装置やテーブルの天板間がより大きい機構の場合は, 二つのカセットの前表面間の距離を 20 cm とする). 手動にしたコリメータの光照射野の中心に (半切) カセットを置き方向を決める. コリメータの前面に銅板をテープでとめ, システムを自動に切り換える. コントロールパネルに 80 kV 10 mAs の条件を設定する (一連の照射において, 中心の濃度が 1.5 になるように kV を調整する). テーブル上のカセットは動かさずにブッキー・トレイ内で使用した空カセットをそれぞれの方向で照射する. 検査フィルムを現像し, 必要に応じて照射して得られた像が見えるよう修正する.

4. 結果の評価: フィルムが装填されたカセットは, ブッキー・トレイの 4 inch (10 cm) 上なので, 検査フィルムでみる限り, 形は実際の各フィルムの大きさの 90 % (8 inch (20 cm) の間隔がある場合 80 %) になると考えられる. それぞれの照射野の大きさを測りその値を 0.9 (8 inch の間隔の場合は 0.8) で除し, その値を記録する. これらの値はカセットの大きさに $+3/4$ inch (1.9 cm) $\sim -1/4$ inch (0.6 cm) に等しくなくてはならない. そして, それぞれの照射野像の中央は, フィルム中央の $+1/2$ inch (1.3 cm) であるべきだ.

I 透視装置の照射野検査

1. 定義: この検査では X 線の照射野を必要以上に大きくならないよう計測し, 患者, 検査スタッフが不必要な被曝を受けないようにする. 照射野は極力小さくおさえ, そのためにはどのような焦点フィルム間距離を用いて撮影する場合でも照射野は, 使用必要領域を多くても数パーセント以上超えてはならない. 照射野は中心にもっていき, グリッドによる減弱を最小限にしなければならない.

2. 必要な検査装置:

a. 1×3×1/16 in (2.5 cm×7.5 cm×1.5 mm) の金属片 4 枚.

b. 8×10 in (20×25 cm), または 9×9 in (23×23 cm) のフィルムを装填したカセット。

c. 12×12×1/8 in (30 cm × 30 cm × 3 mm) の Masonite か, 18 cm×18 cm×1.9 cm の2種類の 1100E Al プレート 8組。

d. ペニー銅貨 1枚。

3. 検査方法:

a. 蛍光板を点検し天板下のX線管と連結しているか確認する。もし蛍光板の動きがX線管の動きと一致しない場合は、そのシステムを調整する。もし正常動作をしない時はX線照射は差し控える。

b. 蛍光板を天板上になるべく近づけコリメータを最大照射野のサイズまで開ける。

c. Masonite の束, または Al プレートをテーブル上に置きその上に金属片が“十”の字を形づくるように接触させておく, Masonite または Al プレートは蛍光板を直接過度の照射するのを防ぐ。

d. 蛍光板上の像を観察し金属片十字の中心に蛍光板の中心を合わせて固定する。

e. 透視をした時, 金属片の内縁が見えないようになるまで外側へ, 個々の金属片を動かす (X線照射しない)。銅貨を照射野の右角をおき, フィルムからでも照射野の位置関係が明確になるようにする。

f. 金属片の表面の上にフィルムを装填したカセットをおく。この設定は, 金属片が動かないよう慎重に行う必要がある。

g. 透視の照射は 1~2 mA, 80 kV, 5 sec の条件または自動でフィルムに曝射する。照射はフィルム上で, 中間濃度領域 $D=0.75\sim1.5$ 程度にする。これは, 必要とされる照射を与えるために, ある特定の装置のもとで数回, 実験を必要とするかも知れない。なぜなら, 透視の方法 (スポットフィルムではない) であるからである。そしてスポットフィルム システムはテーブルトップの下で照射野を自動的に調整するからである。

h. フィルムを現像処理する。

4. 結果の評価: 手動のシャッター・コントロールを使っている旧式システムは 9 inch の I.I. 照射野直径の +10~0% に照射野を制限し 9×9, または 8×10 in のスポットフィルムが全部照射できるようにすべきである。このように I.I. を極力天板に近づけた時, X線写真はどの金属片に対しても, 1/2 inch (1.25 cm) 以上写ってはいけな。自動絞リシステムの場合, I.I. の垂直の位置に関してはどの金属片に対しても 1/2 inch (1.25 cm) 以上は写ってはいけな。一段上のシステムでは, I.I. の

方式 (拡大の機構) の補正がなされるべきである。グリッドが正しく確実に使われるためには, イメージは $\pm 1/2$ inch まで中心にもってくる必要がある。

J グリッドの特性

1. 定義: グリッドは薄い金属箔を用いる。通常, 鉛が使われていて, 金属箔の短軸が1次線束と平行になるように配列されている。1次線はスペーサ物質で多少吸収されるのに対し, 2次線はスペーサ物質と箔とで吸収される。グリッド比は一般に箔の間隔と箔の高さとの比で, それがグリッドに必要な特性を決定する。その区分段階には R4 から R16 までである。R4 に対し 14° , R16 に対し 3.6° 以上の整合の不良のグリッドは1次線の最大の減弱をおこすという結果となる。R16 グリッドで, 不調和が 1° の場合1次線の吸収は20%程度になる。また同様に R4 で 6° の不調和だと, 1次線で20%の無駄をしていることになる。箔の長軸に沿ってX線管焦点の位置が変化しても, 1次線の減弱による影響が少ない。誤ってX線管の中心がブッキーの中心から 2° (SID が 40 inch で, ほんの $1\sim3/8$ inch (3.4 cm)) ずれると, 患者への照射線量は30%増さなければ適正写真は得られないと考える。

2. 必要な検査装置:

a. 12×12×1/8 in (30 cm × 30 cm × 3 mm) の Masonite 16組, または 6×6×1/6 in (15 cm×15 cm×1.5 mm) 銅板 1枚。

b. おもり, つり糸, または bulles eye (購入できる検査器具), または垂直ピン検査器具, 垂直ピン検査器具は長い釘 (4 inch (10 cm) 以上) を 12×12×1/8 in Masonite 板の中心に打ったもので, 直角定規を用いて, 垂直を確認する。

c. 鉛マーク, またペニー銅貨

d. 水準器

e. 直角定規 (建築家の)

3. 検査方法:

a. 基本的な検査法は Masonite を重ねた同一カセットを用い, 一定の条件で (フォトタイマではない) 3回以上のテスト照射を行う。選択的に Masonite 束を取り除き, 照射野を設定した後コリメータ前面に銅板を張りつける。

i. カセットから 40 inch (100 cm) の, 正しい位置にX線管を設定する。

ii. X線管を箔の長軸に対し, 直角方向へ 1 inch (2.5 cm) 中心をずらす。

iii. もう一方の反対方向に 1 inch (2.5 cm) 中心をず

〔委員会報告〕

「放射線診断学における基礎的品質管理」(M. Siedband)

らす。右 1 inch (2.5 cm), 中央, 左 1 inch (2.5 cm) それぞれの X 線管焦点位置による照射を行った時の像の濃度は, 中央の像の濃度が最も高くなくてはならない。

照射条件は 80 kV, 約 10 mAs である (濃度が 0.8~1.5 になるよう mAs を調整する)。

b. ブッキー・グリッドの性能を検査するもう一つの方法としては, 鉛マークか銅貨をグリッドの中心に置いたものを検査器具とする (一つは, グリッドの中心線のマーカーとなる)。検査器具はテーブル上に置き, カセッテに刺したピン釘が, 照準器にて真上より照射したとき, カセッテ上にその影がうつらない (ちょうど中心においた) ように設定する。X 線写真 (前回同様, 20 in, 80 kV, 100 mAs) ではグリッドの中心線上にあるピンの影は見えてはならない (マーカー像を通じて, フィルムの縁に平行な線を引く)。

c. テーブルが傾いたり動いたとき, 測鉛おもりと水準器を用いた視覚的検査によりブッキー・グリッドの特性の点検を行うことが可能である。測鉛線を X 線管容器の円形の端に張りつけグリッド上にまっすぐにおもりをつり下げる。水準器は中心に設置する。また水準測定の際はグリッドの中心線上で行う。断層システムでは X 線管とグリッドの相対的運動は, 常にグリッドの中心線上のマーカーと X 線管が同調している必要がある。グリッド機構が過度の動きをしないよう点検する。

d. フィルム・チェンジャはグリッド中心線に対して置いた普通の直角定規で点検する。そして, 右角の縁に沿ってみて, コリメータの表面の中心から 1 inch (2.5 cm) 以内をさしていることを確認する。

K ブッキー・グリッドの集束検査

1. 定義: このテストはブッキー・グリッドの相対的動きが, フィルムに対して中心にあるか, X 線中心線束がフィルムの中央を示しているかどうかを決定する。X 線写真の片側半分の微細部分の濃度の減少と鮮鋭度の低下により証明される。グリッドのカット・オフをさけるために X 線管, フィルム, ブッキー・グリッドは垂直に整列し, すべての構成要素がフィルムの中心に集中していることが基本である。ブッキー・グリッドの集束がなされない X 線写真をみると, 骨盤の 14×17 in の X 線写真では, 鮮鋭な部分と不鮮鋭な部分の二つの現象が示限される。

2. 必要な検査装置:

a. 12×12×1/8 in (30 cm×30 cm×3 mm) の Masonite フェントム 16 個の束, 鉛マークまたは硬貨数枚。

3. 検査方法:

a. X 線テーブル上に Masonite フェントムを置き, 骨盤撮影の X 線写真と同じようにフェントムを中心に設置する。

b. フェントムの中心, 右側, 左側のそれぞれがわかるよう鉛マークをフェントムの上に置く。

c. kV は普通より 10% 減らし照射時間と mA は骨盤撮影時と同じ条件で X 線写真 14×17 in (35×43 cm) を作成する。

d. フィルムを現像する。

4. 結果の評価:

a. X 線写真を見た時に, フィルムの濃度が両側とも同一であることが必要である。X 線写真の上側と下側でわずかながら濃度差がある場合, 原因として X 線管の heel effect が考えられる。

b. X 線写真の右側と左側で濃度差が著しくある場合, X 線管, フィルム, フェントムの調和が正しいかどうか確認する検査をもう一度行なう。それでも左右の濃度差が著しい時はフィルムと X 線管焦点の中心に対しブッキーの動作が対称的でないと考えられる。

5. 診断的試験の追加: もしグリッドの動きが非対称であると思われるときは, もう一度テストを行う。ブッキーからグリッドを除きグリッドの中心に鉛のナンバー “1” をグリッドの長軸に対して平行になるようにはりつける。グリッドをもとへもどす。コリメータの光の中心か, テーブル上の中心としてマーカーで示されところに鉛 “0” をおく。中間濃度になるように kV, mAs をセットし, 1/2 sec で照射する。ブッキーの縁が極端な動作を示すとき鉛ナンバー “1” の側面の動きに輪かくが示される。もし, 中心線のクロス・テーブルの整合が, ブッキー・グリッドの中心にあるとき, ナンバー “1” の像は, “0” の像の中心にきているだろう。クロス・テーブルの調和がとれているときは, 一目瞭然である。

L X 線管焦点の大きさ

1. 定義: X 線管の定格は, 陽極の熱容量と陰極の幾何学的構造で制限される。通常発生装置の制御は 1 回の照射の出力を制限するが, 他の安全回路はシネ撮影, 血管撮影の多数回照射時間による X 線管容量を制御する。しかし 2 枚の X 線写真を連続 2 回照射し撮影 (1 回の照射の定格で) した場合や, フィルムチェンジャが満杯の場合には, システム制御は定格以上の操作をすることになる。低い管電圧や, 高い管電流で操作したり, 非常に長い時間, X 線管に電圧をかけっぱなしにしておくと, フィラメントを使いすぎいためるため, X 線管は正

常な状態であると確認されないであろう。この検査はピンホール検査と同じものではない。この検査では11組以上の矩形波チャートを用いる。チャート内の線は金属にあけた溝であり間隔は 0.6~3.35 lines/mm か、それ以上に多様である。この矩形波チャートはX線写真の性能評価検査の対象として非常によく用いられ、そのチャート像はX線写真の特性と相関関係にある。

2. 必要な検査装置：

a. 6 inch (15 cm) の検査スタンドにつけられた矩形波チャートの focal spot 検査装置。

b. 歯科用フィルムか、ペーパー・カセットに入ったX線写真用フィルム（ノン・スクリーンで）。

c. 18 inch (45 cm) の物差し。

d. $7 \times 7 \times 3/4$ in (18×18×1.9 cm) の Al プレート。

3. 検査方法：巻尺またはスケールを用いてX線管ヘッドの中心より $3/2$ inch (3.8 cm) の点から 18 inch (45 cm) の場所にX線管焦点を中心に設定する。可動絞りの光照射野を中心に固定する。80 kV と 5~10 mAs で2重焦点の場合の照射はフィルムを移動させて行った。透視システムにおいては、チャート（表を下にして）は蛍光板上に観察される。そしてシャッタに調整されて、チャートのパターンだけが表示される。Al プレートをテスト器具のベースの上におき 80 kV, 1 mA でチャートを透視する。そのときにノン・スクリーン フィルムを Al プレートとチャートの間に置く。（小焦点にて）空のスポット・フィルム・カセットを使って5~10秒照射する。つぎに（大焦点で）80 kV, 5~10 mAs に設定しフィルムを動かして照射する。フィルムを現像処理する。

4. 結果の評価：矩形波チャートの3本くり返しパターン像がフィルム上にはっきり見えたなら、3本繰り返しのグループが解像できたといえる。右角の両グループは、はっきりと分解されて見えなくてはならない。次に示す図は解像されなくてはならない繰り返し周波数のグループ数を示している。X線管焦点サイズが小さくなるほど、解像できるグループ数は増加するはずである。グループの最小値を分解できないX線管はピンホール検査法によって再検査を要する。

M 自動露出機構

1. 定義：自動露出装置は前もって設定した量にX線を検知した時、X線照射を終了させるような制御回路を含むものを言う。フォトタイマーの機能が正常に動作している時には撮影技術、患者の病態まで広域にわたる補

Group	Focal Spot (Nominal) Size mm
1. (0.6 lp/mm)	2.0 (or smaller)
2. (0.7 lp/mm)	2.0 (or smaller)
3. (0.85 lp/mm)	2.0 (or smaller)
4. (1.0 lp/mm)	2.0 (or smaller)
5. (1.15 lp/mm)	1.8 (or smaller)
6. (1.4 lp/mm)	1.5 (or smaller)
7. (1.7 lp/mm)	1.3 (or smaller)
8. (2.0 lp/mm)	1.0 (or smaller)
9. (2.5 lp/mm)	0.8 (or smaller)
10. (2.8 lp/mm)	0.6 (or smaller)
11. (3.35 lp/mm)	0.5 (or smaller)

(Some tools will measure to 0.3 mm. Refer to the suppliers instructions)

Tubes which fail to resolve the minimum number of groups should be retested with the standard pinhole test method.

図 7

正因子に対し一定したX線写真が得られる。

2. 必要な検査装置：

a. $7 \times 7 \times 3/4$ in (18×18×1.9 cm) の Al プレート 2枚 (1100合金)

b. 標準光源内蔵形濃度計 (ASA 全散光濃度)

c. 全照射中に使用するカセット 1枚

3. 検査方法：

a. 一般撮影システム：焦点フィルム距離を 40 inch (100 cm) に設定しカセットを中心に置く。Al プレートの1枚を光照射野の中心に据え照射野を Al プレート上に 6×6 in (15×15 cm) にセットする。カセットをカセットトレイに置くか、またはフィルムオートチェンジャの場合はフィルムを準備する。

b. 胸部撮影システム：焦点フィルム距離を 72 inch (180 cm) に設定する。Al プレート1枚をツープス、または可動絞りの前面につける。次にカセットまたはフィルムを設定する。

c. スポット・フィルムシステム：Al プレート1枚をテーブル上に置く。その時プレートの中心に硬貨を一緒に置く。透視システムを用いて中心を決め固定する。I.I.の大きさが表示された部分を円錐形にする。カセットを設定し照射の用意が出来たら照射を行う。時間とフィルムの無駄を省くために4分割のセッティングを行う。

d. 条件設定と照射：自動露出制御システム設定において、80 kV, 200~400 mA, 適正な濃度レベルを設定し

照射する。2 回目は 65 kV, 3 回目は 95 kV に設定し Al プレート 2 枚を用いて上記の操作をくり返す。6 枚のフィルムを処理しそれぞれのフィルムの中心濃度を測定する。濃度, kV, 室番号, 年月日, 時間など諸データをフィルムに記入する。

e. 高電圧撮影システム: 60~150 kV のレンジをカバーする自動露出装置の設計は難しい。高圧胸部撮影システム (125~150 kV) は別に調べて、特殊なフィルタ、およびカセットの確認を行う。1つの検査に対し2回の照射を行う。1 回目は可動絞りに付いている Al プレート 1 枚を用い、もう 1 回は 2 枚の Al プレートを用いる。フィルムの濃度は互いに 0.2 以内のずれで、平均 1.2 ± 0.2 の濃度であるべきだ。

4. 結果の評価: それぞれの検査システムにおける 6 枚のフィルムの濃度は、お互い 0.3 D 以内でなくてはならない。高品質システムはこのずれが ± 0.2 D 濃度差以内である。フィルムおよび現像機の差による 80 kV のフィルムの濃度の差は 0.3 D 以内である。現像機を管理して一定の結果を得るようにすることは言うまでもない。希土類やバリウム系増感紙カセットを旧式の装置システムに用いた場合、特殊な問題が起ることがあるかもしれない。一般に自動露出機構は、管電圧特性 kV 補正、および薄い被写体、カセットへの線量分布差による短時間照射の補正をすることができる。X線管ケーブルに貯えられているエネルギーのため、多くの発生装置が電源電圧の半サイクルに作用するので、3 相自動露出機構は 10 ms, または 1 mAs 以下の時、单相の場合では 1/20 sec または 1 mAs 以下の照射の場合は特性が一定でない。しかしグリッド制御 X線管は反応がずっと早い。濃度が上記の制限を越えた場合、原因として考えられるものに次のようなものがある。

- コントロールパネル上の目盛の校正が不適当。
- 発生装置の自動露出機構の kV 補償が不適当。
- カセットの特性差が大きすぎる。
- 構成の間違い。
- 設計のミス。

N 光学系の焦点

1. 定義: 透視システムの諸要素は焦点に変化をもたらすシステムの解像力は減少する。I.I. の電子レンズとイオンポンプが同じ電圧配分器から電力を得て、残留ガスをくみ出している間セットされている。新しい I.I. の焦点はガスが最後に吸収される時に誤差が生じるものと思われる。カメラおよび照準レンズは焦点平面と相対的に、TV の焦点は装置の使用年月がたてば変化していく

ことがある。

2. 必要な検査装置:

a. 銅製のメッシュパターンチャートで 16, 20, 24, 30, 35, 40, 50, 60 メッシュ/inch (6~24/cm) の 8 つの部分に分れており全体の大きさが 7×7 in (17.5×17.5 cm) のもので各々の部分の鉛数字でメッシュを識別する。放射状に対称なパターンを使用すると、中心、端および全体の焦点を修正することができる。

b. $7 \times 7 \times 3/4$ in ($17.5 \times 17.5 \times 1.9$ cm) の Al プレート 2 枚 (1100 合金)

c. 小型望遠鏡、または 7×50 の単眼鏡

3. 検査方法: メッシュパターンを I.I. システムに近づけて所定の位置にテープで固定する。つぎにシステムを最低透視条件 50 kV, 1 mA に設定する。テーブル上に 2 枚の Al プレートを置き装置を作動させ、シネフィルムまたは透視フィルムに像を得ることができる。透視上で線量が多すぎる場合はもう 1 枚 Al プレートを追加する。

4. 結果の評価: 図 8 に掲げた値は最小許容値である。高品質システムになるほど一段高いメッシュ値を分解すべきであるが TV の走査線で制限を受ける TV システムは例外である。Optical viewer の値をみると望遠鏡、単眼鏡を用いてコリメータ、レンズ (TV カメラは除く) を通じて来る I.I. の像が見られる。9~10 inch (23~25 cm) の I.I. で 5~6 inch (13~15 cm) のモードのもの、および 6 inch (15 cm) の I.I. の性能は同等の性能である。

O 自動輝度調整

1. 定義: X線 TV の自動輝度調整 (ABC) 操作は X線管に負荷される kV, または mA を調整したり、I.I. の光学出力を感知したりすることにより行われる。ABC 回路が正常に作動している場合、体厚、照射野の大きさ、I.I. の視野倍率をはじめ、装置の種々の変動、たとえばグリッドや SID に対して補正を行うはずである。ヨード系の造影剤を用いた場合、X線 TV システムでは低電圧領域 (65~80 kV) に対し最も良い結果を示す。そのため固定の kV, 可変 mA をあらかじめ前示設定し、かつ可変 kV システム (操作者が適正な kV になっているかどうか点検する)

Resolvable Mesh

	9~10" Center	9~10" Edge	5~6" Center	5~6" Edge
Optical Viewer	40	30	40+	35+
Std. TV	20 to 24	20	30 to 35	24 to 30
16 mm Cine	35+	30	40	35+
Other Film	40	30	40+	35+

図 8

が患者への照射量が小さくなり良い結果をもたらす。kVは像の輝度変化に合せられるがmAも手動で制御設定できる。たとえば造影剤と軟部組織には high mAで, low kV, 消化管検査では low mAで, high kVである。

2. 必要な検査装置:

a. $7 \times 7 \times 4/3$ in ($17.5 \times 17.5 \times 1.9$ cm) の Al プレート 2 枚 (110 合金)。

b. $7 \times 7 \times 1/32$ in ($17.5 \times 17.5 \times 0.8$ cm) の Al 透過プレートで, 中心に $1/16$ in (1.5 mm), $1/8$ in (3.0 mm), $3/16$ in (4.5 mm), $1/4$ in (6.0 mm) の穴のあるもの。

c. 鉛プレート。これはプラスチックカバーがしてあり $7 \times 7 \times 1/16$ in のもの。

d. 低エネルギー用 X 線検出器で 5R 以下のもの。直接に読めるポケット線量計で, 有効容積が 3 inch (7.5 cm) 以下で読み取り装置のついた電離箱。

e. 細い支持スタンド。テーブル上に検出器を置いた時, テーブルの上方 1 inch (2.5 cm) のところで検査プレートをささえる時に用いる。 $1 \times 1 \times 7$ inch ($2.5 \times 2.5 \times 17.5$ cm) の木のロッド (ポケット線量計と共に用いる) 2 本。

f. スケール。

3. 検査方法:

a. 手で行う検査: スタンドまたはロッド上で $3/4$ inch (1.9 cm) Al プレート 2 枚の間に Al 透過測定プレートを置く。100 kV, 1 mA で透視を行う。テーブル上 12 inch に設定された I.I. の部分を仕様書のように決める (スポットフィルム装置または光学システムのベースから測る)。Al 透過測定プレートのどの穴が見えるかを記録する。線量計を Al プレートブロックの下に置き 100 kV, 1 または 2 mA で線量計スケールの 50% 以上 100% 以下になるような時間で照射を行う。そして, mA, 時間, 測定値 mR を記録する。これから R/min/mAs を計算して記録する。

b. 自動輝度調整 kV の可変: 3 a 項目と同様 Al プレートとコリメータをセットする。自動でシステムを作動させ, できるなら 1 mA にセットして, kV 値を記録する。Al プレート下に線量計を置き上記の低い条件で照射し R/min を記録する。 $3/4$ inch (1.9 cm) Al プレートを除去し同じ操作をくり返す。high mA (できるなら 4 mA) 設定し上記の両操作を行う。

c. 自動輝度調整 mA の可変: 3 a 項目と同様 Al プレートをコリメータにセットする。自動でシステムを作

動させ 80 kV に設定する。mA 値を記録する。Al プレートの下に線量計を置き照射を行い R/min を記録する。1 枚 Al プレートを除去し, 同じ操作をくり返す。

d. 照射限界検査: 3 a 項目と同様に Al プレートをコリメータにセットする。自動でシステムを作動させる。Al プレートの下に線量計を置きその上に鉛プレートをのせる。自動にて最大, 最小の条件で照射を行う。kV, mA, R/min を記録する。ついで手動システムでも最大, 最小の要因で行う。

注意: この場合, 必ず X 線管容量定格内で行うこと。

4. 結果の評価: ケーブルの容量により単相, および 3 相の透視システムは結果的には同じになる。焦点テーブル間距離が 20 inch のときのテーブル表面では, 2.5 mm 濾過で約 2.0 ± 0.6 R/min/mA, かつ 100 kV であるべきである。透視システムはノイズを通じ $1/4$ inch および $3/16$ inch の透過測定プレートの穴を示さなくてはならない。高品質になると $1/8$ inch の穴を, また例外的なものになると $1/16$ inch の穴を示すことも考えられる。自動システムの場合, Al プレートが 1 枚除去された状態で検出された照射線量レベルは, Al プレートが全部ある状態での半分以下というように, 諸因子を変えて行く必要がある。1 カ月ごとにおけるシステムの状態が安定しているならば, ± 5 kV, または mA は, ± 40 %以内の値を繰り返すはずである。鉛プレートを用いた場合, 照射線量レベルはどんな状態にあっても, 10 R/min を超えてはならない。加えて ABC は機能しなくてはならないし, 目に見える限り, 濃度はほぼ一定を保ち, 透過測定プレートの穴は目で見えているはずである (3d 項目は例外)。

P 断層装置

1. 定義: 断層写真システムでは X 線管, カセットの相対的な動きを利用し, 照準断面以外はすべて像をぼかしている。断層撮影システムの場合, 一般の X 線装置に起る問題の他に, 機械的な動きによる特殊な問題がある。例えば, ベアリングの摩耗, グリッドの同調特性, 高電圧発生装置との同調などである。断面システムの動きが正常でない結果, artifact の誘発や細い構造の分解ができなくなることが考えられる。多方向システム (pluridirectional system) の場合, グリッドの同調特性がとれていないと, X 線照射は著しく増加し, 像コントラストが低下することになる。次の検査は, システムが kV, 可動絞り, 焦点という点において従来の X 線システムと同じ立場をとっている。

2. 必要な検査装置: 断層ファントム, またはファン

トムのセットで、ベースより1~12まで一定間隔であけた12個の鉛数字のヘリックス。傾斜1で8, 12, 16, 20 holes/cm (20, 30, 40, 50 mesh/inch) の4個の銅メッシュ。1, 2, 4 cm 厚のプラスチックスペーサー（どちらでもよい）。7×7×3/4 in (17.5×17.5×1.9 cm) で中心に直径3 mm の穴のあるAl吸収板2枚をもつもの。

3. 検査方法: この検査器具を使用する前に、目視によって明らかな機械の故障点検をしておくこと。断層撮影の状態でシステムを操作し、X線管、フィルムの動きがスムーズであるか、旋回軸が安定しているかどうかを確認する。特にX線管支持器、断層厚選択器、ブッキーの連動などで、機械的動作の異常な点は修理を必要とする。X線照射時間をストップウォッチを用いて、使用できる振り角度の振幅と、運動スピードについて測定する。その他あらゆる照射要因、機械のセッティングについても記録する。次に検査に当っては、(1) 照射条件因子を調整しフィルム濃度が平均0.4~1.2となるようにすることが必要である（口径プレートは例外で0.6~1.3）。(2) 実際に使用した照射条件因子を記録する。(3) 可能ならば一番速いスピードを使用して最悪の状態で行い、再度他のスピード因子にて検査を行う。(4) 装置が破損せぬようX線管定格容量を遵守する。

a. 回転中心部位置: 2枚のAl吸収板をテーブル上に置き、その上に鉛数字ファントムを置く。回転中心のコントロールを47 mmに設定する。目視できる指示器がある場合には、指示器のビームチェックをするために、白紙をファントムのとなりに置く。装置を作動させ広角断層による、薄い断層厚写真を撮影する。その結果“7”番が最も鮮明で“4”と“9”は部分的に不鮮明、“1”，“12”は全く不鮮明となるはずである。この検査は断層厚が大きくなったことを証明するために、狭角断層(Znography)でくり返しても良い。円軌道形または多方向形装置では許容誤差は、回転中心部より測定して±1 mm、または直線軌道形は±3 mm以内である。もう1つの方法はプラスチックスペーサー3個と鉛ヘリックスを上につけたAlファントムを用いて行うもので、この時、回転中心部を97 mmに設定し上記と同じ操作を行う。

b. メッシュの焦点: 色々なメッシュ片を備えた、ファントムを鉛の数字ヘリックスに置き、照射をくり返す。焦点がピッタリ合っている時のメッシュ片の長さは、広い振り角度で薄い断層厚では約3 mm、狭角断層 Znographyでは10 mm以上と反比例する。1.6 holes/mmのメッシュはメッシュ片の長さの約3 mmの点で、明瞭に識別されなくてはならない。システムが優秀ならば

2.0 holes/mm メッシュ片の2.5 mmを識別すると考えられる。1.2 holes/mm メッシュを識別できない装置は、解剖学的な細い部分を識別するという点に関しては殆んど価値がない。

c. 照射の均一性: ファントムを取り除き aperture plate を泡プラスチックスペーサーを用いている両吸収板の2 cm 上におく。フィルムはX線管の軌道像を表わし、その線の広さはフィルム濃度のチェックに十分な幅になるとおもわれる。線濃度が0.6~1.3（中程度の灰色）になるよう照射条件を修正する。線は広い範囲の濃度変化が0.2以下を示しても大きな差は表われないと考えられる。円、楕円、ハイポサイクロイド、3重らせんの軌道走査においては30°以内または規定通りに重さなって見えるべきである。

d. グリッドの同調性: 目視にてグリッドの点検を行い、グリッドの軸が多方向形装置のX線管進行方向と一致しているかどうかを確認する必要がある。直線軌道形装置の場合、目視にてX線管の軌道がグリッドの中心を通過する線束を示し、グリッド平面に対し正しい角度であることが確認できなくてはならない。実際の検査は同距離で断層装置とX線装置に対し2枚のAl吸収板に対する必要照射線量を比較しようというものである。

4. 結果の評価: 上記の各部門で許容範囲が満たされなかった場合、修正対策を始める必要がある。検査フィルムを解析し、それと平行して機械システムを点検すれば、装置の修理の一助となるはずである。

Q カセット（増感紙の感度とフィルムと増感紙の密着性）

1. 定義: カセットはメーカーや、作られてからの年月、前面パネルの材質によって異なったものとなる。カセットがゆがんでる場合、またはフェルトの圧迫材が疲弊している場合、周囲がすり切れている場合、また、ほこり、カブリ、光もれがある場合には、不鮮鋭なX線写真やカブリのあるX線写真となり、結果的にはカセットの交換をする必要がある。フィルムと増感紙の密着性が悪いものとか、また、ほこりという問題はフィルムチェンジャまたは“カセットレス”X線システムにも、同様に見られる問題である。

2. 必要な検査装置:

a. 14×17×1/4 in (35 cm×43 cm×6 mm) の亜鉛メッキしたテストチャート。フィルムチェンジャを検査するためには14×14 in (35×35 cm)、または、他のサイズで行っても良い。この種のもは普通の金物店で金網として扱われている。また完全に平らなものでは

くてもよい。

b. 14×17 in (35×43 cm) の大きさのもので中央に 1 inch (1.25 cm) の穴のある 0.028 inch (0.7 mm) 厚の真鍮ワイヤーのテストチャートで、1 inch に 8 本のワイヤーが入っているものを準備し、縁をテープでとめる(ANSI で要求されている PH 1-49 という基準のテスト用網に代るもの)。

3. 検査方法:

a. 物理的検査: 長期間使用したカセットは、よく表示ラベルがはがれてしまい、製造年月日、メーカー、感度などが明確に確認できないまま、区別せずに使用する例が見られる。増感紙の種類、使用年月のカセットの種類別リストを作成し、カセットにラベルを張り直し、増感紙のタイプを明記し、カセットを各撮影室に再配置することにより、すべての撮影室にて、あらゆる一般的、および特殊な目的のために必要な共通タイプのカセットが常備、維持されるはずである。増感紙は清掃、点検を行い、古くなって傷になっている部分、しみのある部分、黄ばんだ部分をみつけること。汚れ、傷み、しみのある部分は X 線写真の画質に悪影響を与える。増感紙の清掃にはメーカーの指定する以外のクリーナを使用してはならない。清掃の回数は増感紙それぞれの、よごれ状態により異なる。マジックインク等でスクリーンの角の部分およびカセットの外側裏面に増感紙番号を明記すると、どの増感紙のカセットを使用した時、X 線写真に影響が出るかをチェックするのに役立つ。

b. 増感紙の感度: 増感紙のもっている感度と、得られた X 線写真の感度が等しいかどうか疑問のある時は、以下の簡単な検査を行うと良い。できれば同じ大きさのカセットを 4 個ぐらい用意し、角を合わせてテーブルの上に並べる。その際、4 個のうち 1 つは、増感紙の種類が明確なものを使用する。カセットに装填するフィルムは、全て同じ乳剤番号のものとする。X 線管を、4 組並べた接点の中心へ垂直になるように設定し、フィルム濃度が 0.8~1.5 の間になるよう照射する。

c. 増感紙とフィルムの密着: カセットの中で増感紙とフィルムの密着が十分でないと鮮鋭度が失われ、像がぼける原因となる。新しいカセットや増感紙を使う時は事前に、また定期的に、フィルムと増感紙の密着テストを行い、密着が維持されているかどうか検査する必要がある。中等度感度のフィルムと増感紙にて、金網テストチャートを撮影する。照射条件は、50 kV, 3~5 mA, 40 inch (100 cm) FFD を使用する。最適な露出を決定するためには、何回かの実験が必要である。なお、金網

テストチャートの X 線写真濃度は、 $D=1.0$ ぐらいが良い。

4. 結果の評価:

a. 感度試験に関しては、線束の中心に近い場所で、4 つのフィルム濃度を比較する。視覚的に、濃度は同じでなくてはならない。濃度比較に濃度計を使用する場合、濃度のバラツキが最大で ± 0.2 にとどめる。

b. 6~8 feet (2 m) の距離より全部の金網試験フィルムをみると、増感紙とフィルムの密着が悪い部分は、黒い点や黒い模様になっていることがわかる。そして、それらの黒い部分を、細かく観察すると、金網のチャート像が不鮮鋭でボケていることが認められる。検査の結果、そのような部分の範囲が小さく、なおかつ、X 線写真の縁や角に位置している場合は無視しても良い。周辺部、中心部を問わず密着の悪い範囲の大きいカセットは、修理することが困難である場合が多いので、新しいカセットと交換することを考える必要がある。微量な光もれは X 線写真の縁や角のカブリとなって現われ、このカブリは一般に、増感紙の密着試験の写真にも、また実際の患者の X 線写真にも見られる。原因としてはカセットの掛けバネのゆるみが考えられ、その場合は修理が可能である。またカセットの周囲の光もれ防護用シールが摩耗している場合や、とくに、古いタイプのカセットにおいて、フェルトが固すぎて、カセットの裏ボタンを押し上げたままになっている場合がある。光もれが多量な時は、カセットを新しいものと交換することを考える必要がある。

R X 線写真観察箱 (シャウカステン)

1. 定義: 放射線科医や臨床医などが、X 線写真の読影を行うときの諸条件が満たされていないと、診断の精度に影響を与える。それらの諸条件とはシャウカステンの明るさ、周囲の部屋全体の明るさなどの環境状態が形成している。以下は好ましくない状態を示したものである。

a. シャウカステンの明るさが不足している。

b. シャウカステン周囲における部屋全体の照度が高い。

c. 放射線医の観察条件と放射線技師が X 線写真をチェックする時のシャウカステン、および周囲環境の照度条件がかなり異なる場合。

d. 同じ所で使用されているシャウカステンの照度や色の差が大きい場合。

シャウカステンの明るさの不統一は、蛍光灯を取り換える際にワット数、色を考慮しなかった場合や、蛍光灯の寿命で一部分が放電不良でシャウカステンの一部が暗くなった時に見られる。

2. 必要な検査装置: 写真用照度計。

3. 検査方法: 該当する場所のシャウカステンの照度や色を目視検査する。放射線科に設置してあるすべてのシャウカステンの照度を、写真用照度計を用いて測定比較する。特に読影室と撮影室、および品質管理を行う技師室のシャウカステン間の照度に大きな差がないよう注意する。

4. 結果の評価: 明るさや色の差が著しい場合は、シャウカステンのカバーをはずし裏側をふき、また蛍光灯のワット数、色の具合、タイプを点検する。端が黒ずんでいる蛍光灯は、すべて交換する。一般に使われている蛍光灯にはデイトライト、ホワイト、ウォームホワイトの3種類があり、順にブルーホワイトからピンクホワイトになっている。目視して色が揃っていないシャウカステンは、同じブランドの同じ型になるようにそろえ直す必要がある。

V. 検査計画とデータ様式

A 概説

一般的に、X線機器、装置は長期間使用している間に傷みが広がり誤差が生じてくるものである。したがって、装置の機構が複雑になるほど、点検回数も増す必要がある。点検内容には、単純なクイックチェックもあれば、詳細にわたるかなり複雑な面倒なものもある。例えば、kVは80 kV, 300 mA, 0.1 secで、または60, 80, 100, 120 kVおよび100, 200, 300, 500 mAと言うようにクイックチェックを条件を変えて行うことにより、操作上における装置状態全体が確認できたことになる。クイックチェックは月に1回の割合で行い、新しい装置システムを導入する際には、事前に詳細にわたる検査を行う必要がある。検査や維持のレベルは、個々の状況により異なる。各部門のニーズと点検者の技術能力に合わせた、各部門個々の点検方法を開発することも可能である。検査の種類と頻度は資格のある医学物理見学者（訳注：日本には“資格のある medical physicist”はいないので、ここでは有能な放射線技師とする）によって決定されるべきである。放射線技師は、頻繁にQAプログラムをモニターし、検査が正しくなされていることを確かめ、結果の解釈に対して、助言を与え

る。

B 検査の頻度

各部門の検査プログラムを始める前に、それぞれのシステムについて詳細にわたる検査を行い、基礎データを作成する必要がある。理想的には、新しい機器導入の際の検査期間中に基礎データを作成することが望ましい。最初にクイックチェックを毎月行い、年に1回細かい検査をすることを示唆する。そして故障や問題の起る頻度によりスケジュールを調整する。撮影室は、修理を行った後は、入念に点検を行う。またX線管は交換後の1カ月後に点検し、測定値が、安定していることを確かめるようにする。点検の中には使用法の一部としてその場で行われるものもある。たとえばシネの撮影前のフォーカステストがそうである。

C 検査プログラムの型

一つには各部室ごと、または各主要項目（移動形装置、Cアームなど）ごとに一つのバインダー、またはノートを使う方法が考えられる。他には一部門全体で、パラメータの記録用紙を用いる方法である（例えばすべてのforcal spotsに関するデータ）。この場合、その部門のバインダー、ノートには、kVや、時間などのデータシートが含まれることになる。検査の方法が、用紙の様式を決定することは明らかである。後者の方法は、それぞれのパラメータを順番に点検するスケジュールに適用される。

D クイックチェック

検査する者は、簡単な検査用紙でその部屋の著しい欠陥、ケーブル類、ロック、その他をチェックし、問題を

	Performance Tests				
RADIOGRAPHIC-FLUOROSCOPIC ROOM _____					
DATE _____					
TESTER _____					
INSPECTION _____					
TABLE TUBE mR/mAs _____					
Cassette kV _____					
OHD TUBE mR/mAs _____					
Cassette kV _____					
Timing _____					
LAT. TUBE mR/mAs _____					
Cassette kV _____					
IV-TV-FOCUS _____					
70 MM Focus _____					
Cine Focus _____					
INVENTORY _____					
COMMENTS:					

図 9

		Performance Test					
RADIOGRAPHIC	ROOM						
DATE							
TESTER							
INSPECTION							
TUBE mR/mAs							
Cassette kV							
Timing							
COLLIMATOR							
CHEST-PHOTOTIMING							
TOMO-FULCRUM							
Mesh Focus							
INVENTORY							
COMMENTS:							

図 10

FILM PROCESSOR CONTROL CHART

ROOM _____ PROCESSOR TYPE _____ MONTH _____

図 11

1984年 5月

日本放射線技術学会雑誌

第40巻 第3号

PEAK TUBE POTENTIAL (kV)

Date: _____

Department: _____, Room Number: _____.

Generator, Manufacturer: _____, Model Type: _____ (ϕ), Generator # _____.

X-ray Tube, Manufacturer: _____, Model Type: _____, Serial # _____.

X-ray Tube Number: _____.

Dial kV		50	60	70	80	90	100	110	120					
Current Station	Measured kV													
	Match Step													
mA	Measured kV													
	Match Step													
mA	Measured kV													
	Match Step													
mA	Measured kV													
	Match Step													
mA	Measured kV													
	Match Step													
mA	Measured kV													
	Match Step													
mA	Measured kV													
	Match Step													

図 15

LIGHT/X-RAY FIELD CONGRUENCE

Department: _____, Room Number: _____.

X-ray Tube, Manufacturer: _____, Model Type: _____,

Serial Number: _____, X-ray Tube Number (if more than one): _____.

Source-to-film Distance: _____ inches, Film Employed: _____.

Date	Direction	Large Field (12"×15")		Total Deviation	Small Field (6"×8")		Total Deviation
	Horizontal	left	right		left	right	
	Vertical	top	bottom		top	bottom	
	Horizontal	left	right		left	right	
	Vertical	top	bottom		top	bottom	
	Horizontal	left	right		left	right	
	Vertical	top	bottom		top	bottom	
	Horizontal	left	right		left	right	
	Vertical	top	bottom		top	bottom	

図 16