

氏 名	まつもとまさお 松本政雄
学位(専攻分野)	博士(工学)
学位記番号	論工博第2574号
学位授与の日付	平成4年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	医学診断用X線スペクトルの測定とその写真効果に関する研究

(主査)
論文調査委員 教授 板谷良平 教授 長尾 真 教授 英保 茂

論 文 内 容 の 要 旨

医学診断用X線写真撮影では、電源方式が異なれば管電圧波形が異なるため、従来から同じ管電圧値(kV値)、同じmAs値(管電流X照射時間)に設定しても、患者の被曝線量やX線写真の画質が異なると言われていた。また、撮影対象に応じて管電圧や管電流を大きく変える必要があるが、検出器の非直線性や電源回路の時定数などの問題のために、X線スペクトルの正確な測定が困難であった。本論文は、最も基本的な物理量である被写体透過前後のX線スペクトルの測定法を改良し、X線管に印加される管電圧波形が、X線スペクトルを介して患者の被曝線量とX線写真の画質に及ぼす影響について行った研究をまとめたもので、7章から成っている。

第1章は序論で、医療被曝、特に患者の被曝線量に対する歴史的背景と問題点を明らかにしている。すなわち、患者の被曝線量を減らすには、X線の最も基本的な物理量であるX線スペクトルの測定とX線写真の画質の総合評価が重要であることを歴史的背景を説明しながら明らかにしている。

第2章では、医学診断に必要な様々な撮影条件に対応できるX線の光子スペクトルの測定方法を示している。すなわち、X線管から照射されるX線の光子フルエンス率を低減し、管電圧の脈動率や被写体の厚さが変化しても、誤差が小さく、しかも、効率よく測定できるように、高純度Ge検出器の計数率をコリメータを使って調整する方法を示している。ついで、測定した光子スペクトルをGe結晶の単色線レスポンス関数で補正し、真のX線の光子スペクトルを求める方法を示している。

第3章では、まず、測定した光子スペクトルをエネルギースペクトルと照射線量スペクトルに変換する方法を示し、つぎに、求めたエネルギースペクトルをKramersの理論から計算した結果と比較検討し、Kramersの理論で、測定結果を定性的には説明できるが、定量的には説明できないことを示し、Kramersの理論を修正する方法を述べている。また、X線写真撮影時の管電圧脈動率の違いにより、被写体透過前後のX線スペクトルが変化する程度を調べ、管電圧脈動率の効果を定量的に明らかにしている。さらに、照射線量スペクトルから求めた線量減弱曲線の管電圧脈動率依存性を線量計を使って測定した結果と比較して、よく一致していることを示している。

第4章では、増感紙の mAs 当りの発光効率スペクトルと測定した mAs 当りの光子スペクトルを組み合わせて、増感紙の mAs 当りの蛍光量減弱曲線を新たに提案している。これと線量減弱曲線を使って、写真濃度を一定にした時の X 線写真の画質（写真コントラストと鮮鋭度）と患者の被曝線量（被写体表面での照射線量に比例する）に対する管電圧脈動率の効果を検討している。その結果、患者の被曝線量を減らして、X 線写真の画質を良くするには、脈動率100%の単相装置よりも、脈動率約11%以下の三相装置等の定電圧に近い X 線撮影装置を使用すれば良いことを定量的に明らかにしている。

第5章では、画質の四つの物理的要因である写真コントラスト、ラチチュード、鮮鋭度（又は分解能）、粒状を組み込んだ総合的単一評価尺度である情報スペクトルを提案し、医学診断で代表的ないくつかの X 線写真撮影系の性能や画質の総合評価に適用している。その結果、情報スペクトルの値の大きさの順番が、X 線写真の画質の主観的評価の順番と一致することを定量的に示している。

第6章では、被写体が運動した場合でも、X 線写真撮影系の性能や画質を総合評価できるように、情報スペクトルを拡張している。これを使って、情報スペクトルの識別限界値を求め、0.25bit の値の違いがあれば、X 線写真撮影系の性能や画質を識別できるとしている。また、X 線写真の画質に及ぼす管電圧脈動率の効果を総合評価して、従来から定性的に言われてきた脈動率20%以下の三相装置の方が、脈動率100%の単相装置よりも画質（特に鮮鋭度）が良いことを定量的に裏付けている。

第7章では、本論文全体の成果をまとめるとともに、今後さらに検討すべき課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

X 線を用いる医学診断においては被曝線量を極力少なくして、しかも鮮明な画像が必要とされている。人体を被写体とする医学診断用 X 線撮影装置は、X 線発生装置、増感紙および撮影用フィルムそれぞれ単体の性能だけで評価できるものではなく、これらを総合して最終的には被曝線量と画像の質により定量的に評価されなければならない。本研究はこの目的のために行われたものであり、得られた主な成果は次の通りである。

1. 医学診断用 X 線スペクトルの測定上の問題である Ge 検出器の光子計数率の直線性を確保するために、X 線管へのケーブルの浮遊容量の調整と、コリメータの使用によって、光子フルエンス率の低減を図り、医学診断の広範囲の条件に対応できる X 線スペクトルの測定法を確立している。

2. この測定法を用いて、医学診断で用いられる代表的な管電圧値 70kV の場合について、管電圧脈動率をパラメータとして、被写体透過前後の X 線スペクトルを測定し、このスペクトルと新たに提案した増感紙の蛍光量減弱曲線を使って、脈動率が患者の被曝線量と X 線写真の画質に及ぼす効果を定量的に明らかにしている。

3. X 線写真の質を総合的に評価する単一的尺度として情報スペクトルを提案し、医学診断で使用するいくつかの撮影法に適用して、撮影系の性能と画質を適切に評価できることを示している。また、被写体の運動を含む場合にもこの情報スペクトルを拡張して、その識別限界値を定量的に明らかにしている。

4. 実際の医学診断用 X 線装置について X 線スペクトル測定と写真の画質の評価をおこない、情報スペクトルによる評価法が総合特性を定量的に表現していることを示すと共に、電源の方式の違いによる性

能の違いを定量化している。

以上要するに、本論文は、医学診断用のX線スペクトルの測定法を確立するとともに、管電圧波形が、X線スペクトルを介して、患者の被曝線量とX線写真の画質に及ぼす影響を定量的に解明したものであって、学術上、実用上寄与するところが少なくない。よって京都大学博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成4年2月6日、論文内容と関連ある事項について試問を行った結果、合格と認めた。