

図6. エックス線CT室の漏えい線量算定に用いた平面図

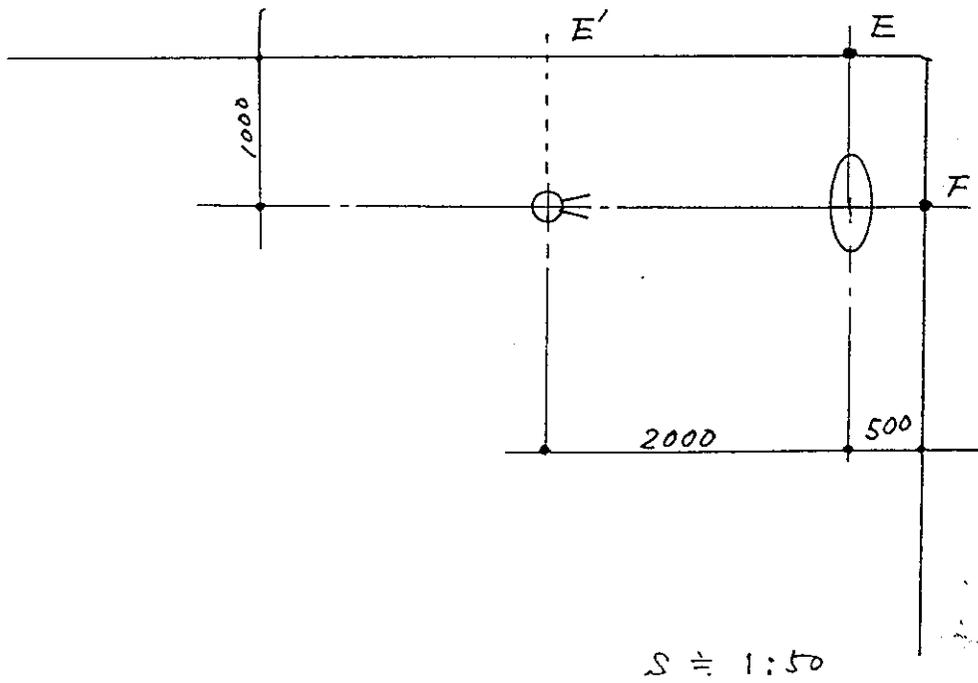


図7. エックス線単純撮影（胸部）室の漏えい線量算定に用いた平面図

平成10年度厚生科学研究・医薬安全総合事業  
分担研究報告書

「放射線医療施設の管理における評価基準の指標に関する研究」

研究要旨

ICRP1990年勧告の国内制度等への取り入れについては、放射線審議会において各関係省庁に意見具申が行われ、医療法施行規則においても改正の検討が進められている。とくに、職業被ばくに関する放射線診療従事者の線量限度の引き下げに加えて、放射線管理区域境界の数値基準を、現行法令より大幅な引き下げが検討されている。この管理区域境界の線量基準の引き下げにより、診療用X線装置の使用室及び管理区域とその周辺の遮へい評価方法のより合理的な見直しが必要である。

そのため、現行の健政発第383号の通知にある算定方法の基本となるX線出力データや遮へい材による減弱データ及び散乱線データ等に関して、最新のデータ資料を検討し、遮へい計算上の線源条件の各種パラメータ等の見直しを行った。また、遮へい計算方法についても他の医療用放射線源からの複合線量評価が出来る計算方法を検討した。

研究代表者	澤田 純一	東京大学
分担研究者	菊地 透	自治医科大学RIセンター
研究協力者	岩波 茂	北里大学医療衛生学部
	大野 和子	愛知医科大学医学部放射線医学教室
	加藤 二久	東京都立保健科学大学放射線学科
	古賀 佑彦	藤田保健衛生大学医学部放射線学教室
	多田 順一郎	高輝度光科学研究センター安全管理室
	廣瀬 一男	東芝メディカル

A. 研究の目的

放射線審議会から、放射線安全管理に関し重要な意義を有するICRP1990年勧告の国内制度等への取り入れについて意見具申が行われ、医療法施行規則等の改正が検討されている。とくに、放射線医療施設の管理区域境界における線量基準は、一般公衆の特殊な状況下における年線量限度の5mSv/年を3ヶ月で割振り、1.3mSv/3月に変更される予定である。この線量基準は、現行の管理区域境界における線量基準の300μSv/週から比べると大幅に引き下がることになる。

したがって、X線診療室の遮へい計算に関しての現行通知の健政発第383号（平成元年7月17日）を、十分な安全性を維持し、より科学的な根拠に基づく合理的な見直しが必要である。また、放射線審議会からの意見具申においても、管理区域境界等の線量評価は計算により行われる。これらの計算に関してはより現実的な評価を行うようにするため、適切な線源項、計算モデル、パラメータの選択、滞在時間の算定方法等の合理化を検討する必要があると示されている。

今回は、遮へい計算上の基本データとして用いるX線出力データや遮へい材による減弱データ及び散乱線データ等の最近のデータ文献資料の検索を行う。また、線源条件のパラメータとしての照射時間、方向利用率、居住係数、遮へい計算モデル等について、ICRP Publ. 33（医学において使用される体外放射線源からの電離放射線に対する防護）、ICRP Publ. 74（外部放射線に対する放射線防護に用いるための換算係数）等の文献と、最近の科学的根拠や実験的・経験的事実に基づいて検討し、より合理的な遮へい計算評価のための技術的データ及び、遮へい計算についての線量算定方式を検討し、現行の健政発第383号の改訂のための基礎データを提案する。

## B. 研究の方法

X線診療室の遮へい計算として用いられている、健政発第383号（平成元年7月17日）の遮へい計算式及び鉛、コンクリートの透過率及び、換算係数、居住係数、使用係数、実効稼働負荷等のパラメータについて検討を行い、見直しを行った。とくに、X線源からの一次X線、被写体から散乱線及びX線管球からの漏洩線に対する鉛、コンクリートの遮へい透過率等のデータは、1960年代以前のデータのためX線発生装置は現有の装置性能とは異なり、現有のX線装置に対応した、最新のデータを検索して、遮へい計算データ資料の適用性に関して解析評価した。また、実際の医療放射線施設における管理区域境界における線量測定を、積算型のガラス線量を用いて実測して漏洩線量を把握した。さらに使用時間等の実働稼働負荷に関しても実態調査した。

## C. 研究結果

### 1. 遮へい計算式の見直し

健政発第383号の遮へい計算式は、一次X線の遮へいと被写体からの散乱線の遮へい及びX線管球からの漏洩X線の遮へいに対して実施している。その遮へい計算評価は、現行の医療法施行規則で定めている週間線量当量限度（管理区域境界の週間線量当量限度： $300\mu\text{Sv}$ ）を担保するために、必要な遮へいとしての鉛及びコンクリート厚の透過率として求めている。しかし、この遮へい計算式では、複数の装置を使用する場合の他のX線装置及び放射線照射装置、放射線機器、発生装置からの漏洩線量の合算評価には不都合である。また、管理区域境界の線量基準となる $1.3\text{mSv}/3\text{月}$ を評価するためには、漏洩線量率が算定できることが有効である。

そのため、X線診断領域で用いられるX線エネルギーに対応した鉛及びコンクリートの一次X線、被写体からの90度散乱線、及びX線管球からの透過率を提示し、漏洩線量が求まる遮へい計算式に見直すべきである。また、この遮へい計算式の導入により、他の放射線源からの漏洩線量との合算評価が可能となり、管理区域境界の外側で作業する放射線診療従事者以外の者の被ばく線量評価、及び施設境界における公衆の線量限度の $1\text{mSv}/\text{年}$ を担保するための被ばく線量評価法としても有効である。

### 2. 遮へい計算データ

健政発第383号の遮へい計算データは、1960年代以前のデータが多く用いられており、コンクリートの透過率はX線発生方式が、現在その使用の少ない半波整流発生装置

のデータが提示してある。また、X線発生方式が定電圧装置のデータも、現在の定電圧装置とは性能が異なり、現在、多く使用されているX線撮影装置のデータを提示する必要がある。

X線出力データは、Cranleyらのデータ（Catalogue of Diagnostic X-ray Spectra and Other Data:IPeM Report No78,1997）及び、減弱データはShimpkin DJらの（Health Physics No.2 Vol.56,1989）データが有効である。また、遮へい材については、鉛、コンクリートの他に鉄の透過率のデータも調査した。

### 3. 遮へい計算評価の基本的な考え方

遮へい計算は、外部被ばく線量評価及び放射線施設の設計構造上の評価に不可欠であり、安全側といっても過大すぎる評価は避けるべきである。なお、従来から放射線安全の評価は幅広い安全域を設定すれば問題ないと考え、過大評価すぎる対応が行われる場合がある。しかし、過大すぎる評価は、有限な資源の浪費の要因となり、いたずらに放射線安全の過信と不安を増長させる懸念がある。重要なことは、より現実的に実際の放射線診療従事者及び公衆の被ばく線量を評価するための、適切な線源項、計算モデル、パラメータの選択、滞在時間の算定方法等の合理的な検討を行うことが必要である。

#### 1) 換算係数

放射線診療従事者等が被ばく線量当量の実効線量当量への算定は、現在1cm線量当量への換算として、X線のエネルギーが不明の場合に、空気カーマから1cm線量当量への換算係数は最大値の1.74が用いられている。今回の放射線審議会基本部会からの外部被ばく及び内部被ばくの評価法に係わる技術的指針（案）において、線量換算係数は照射条件が正確に把握することは困難であると考え、ICRP Publ.74等で示された全ての照射条件でも安全側の評価となるAP（前方から後方）ジオメトリーでの換算係数を採用することが適当としている。そのため、空気カーマから1cm線量当量への換算係数は最大値の1.43に変更されることが予想される。しかし、管理区域境界における人の評価においては、人は絶えず線源方向に対して意識することなく、ランダムに動いており、線源状況も単一线源よりも、壁からの漏洩線量として、広くひろがった面線源からの照射条件がより現実的である。この様な照射条件に対しては、ICRP Publ.74等ではROT（回転）ジオメトリーが近似できると示している。このROT（回転）ジオメトリーの照射条件を用いた場合、空気カーマから1cm線量当量への換算係数は最大値で0.96であり、X線診療施設の管理区域境界における線量換算係数は、1.0を用いることが適当と考える。

#### 2) 居住係数

病院内の管理区域外側の被ばくする場所に滞在する時間は、現状では週48時間を適用している。また計算には居住係数=1を適用し、同一の者は何処にも動かずにその場所に最大週48時間滞在したと仮定している。なお、管理区域の外側の一般作業員や患者等の滞在時間の考え方として、ICRP専門委員会3の報告書（1960）では、遮へいの外側の場所が人により占有されている時間割合である居住係数は、常時居在する場所として、制御室、事務室、病室等に対しては居住係数=1。部分居住として、廊下、エレベータ、駐車場等に対しては居住係数=0.25。臨時居住として、物置、便所、階段、歩道街路等に対しては居住係数=0.0625を提示している。なお、その後人の滞在状況には、

かなりの変化があり得ると数値は提示していないが、事業所側で人の滞在時間が適切に把握することで、居住係数を1以下の数値に設定して適用すべきと考える。

なお、病院従事者が勤務する時間は、年間2000時間とし、3ヶ月間500時間、週40時間が、勤務場所に滞在する最大時間と考えることが適当である。また、病院内の外来患者、見舞い者等は、週1回3時間としても3ヶ月間に合計39時間(3時間×13週)程度であり、滞在係数は0.1程度が妥当と考える。さらに妥当な根拠があれば、0.1以下の滞在係数も妥当と考える。

### 3) 使用係数

X線の稼働負荷のうち有効利用線量計が遮へいを必要とする方向へ向けられている時間割合である使用係数あるいは利用方向率に関しては、現在は使用係数=1を用いている。この使用係数についても、居住係数と同様に、ICRP専門委員会3の報告書(1960)では、常時使用として、利用線量計に日常照射される放射線室の扉、壁等に対しては使用係数=1。部分使用として、日常は利用線量計に照射されない放射線室の扉及び壁の部分、歯科用施設の床等に対しては使用係数=0.25。臨時使用として、日常は利用線量計に照射されない放射線室の天井に対しては使用係数=0.0625を提示している。なお、その後利用状況には、各施設によりかなりの変化があり得ると数値は提示していないが、事業所側で実状にあった使用方法を適切に把握することで、使用係数を1以下の数値に設定して適用すべきと考える。

### 4) 遮へい計算の評価場所

実際の人の被ばくが可能な場所としては、最も多く滞在する場所または、滞在時間の長い場所、及び有効利用線量計が最も向けられている場所において、線源からの距離が短い場で行うことが適当である。なお、管理区域境界の外側に人が密着して、滞在することはない。そのため現実的には、画壁の場所から立ち入る場所及び床面より人の立つ位置等の距離を考慮して算定し、通路等は実際に通行する通路の位置からの距離で計算することが適当である。

### 5) 遮へい材

X線による遮へい材としては、鉛、鉄、コンクリート等が使用されており、これらの遮へい材料の組成、密度は遮へい能力として重要である。とくに、コンクリート密度は現在、 $2.35\text{ g/cm}^3$ を用いているが、祖骨材に砂利と碎石では碎石の方が、 $0.1\text{ g/cm}^3$ 程度小さくなり、最近のコンクリート建築材の密度を調査した結果、 $2.0\text{--}2.2\text{ g/cm}^3$ の密度が多く、実状にあったデータを用いる必要がある。なお、とくに指定がない場合には、コンクリート密度 $2.1\text{ g/cm}^3$ を推奨する。

また、鉛は、 $11.35\text{ g/cm}^3$ を用いているが、数%のアンチモンを含有して材料加工性を高めているので、鉛遮へい材の密度は、 $11\text{ g/cm}^3$ を推奨する。同様に鉄遮へい材の密度は、 $7.7\text{ g/cm}^3$ を推奨する。なお、通常の鉛ガラスの密度は $2.5\text{--}2.65\text{ g/cm}^3$ 程度であるが、材料証明書で確認を行い、遮へい計算に用いることが必要である。

### 6) 線源条件(実効稼働負荷)

X線装置の発生条件は、1週間の実効稼働負荷として撮影時間と撮影電流によるmA分毎週の最大想定条件を用いて算定されている。また、使用時間は1週間の延べ使用時間が

480秒未満の場合は、480秒として計算している。しかし、比較的利用するX線装置の撮影でも1週間100秒を超える使用時間は殆どない。また、実際の病院放射線施設のX線診療室の管理区域境界における漏洩線量を積算型のガラス線量計で測定した結果、利用頻度の高いX線CT室において、最大で0.1mSv/3月間以下であり、管理区域境界の線量基準として用いられる1.3mSv/3月間の1/10以下であった。

なお、X線の発生条件として、より実状に対応できる線源条件を検討する必要がある。例えば、通常使用する最大管電圧と1週間当たりのmA秒または、mA分を線源条件に用いる方法の検討も有効である。

#### D. 考察

現行の健政発第383号のX線診療室の遮へい計算の見直しに関して、今回の放射線審議会の意見具申及び、放射線審議会基本部会からの外部被ばく及び内部被ばくの評価法に係わる技術的指針(案)に対応して検討した。管理区域境界の外側に立入る者の実際の被ばく線量を評価するには、適切なパラメータの導入と計算モデル及び遮へい計算式を見直す必要があると考える。とくに、実際の被ばく線量の検討として、照射条件、居住係数の基礎となる人の動きの把握が重要である。

また、健政発第383号の遮へい計算データは、1960年代以前のデータが多く、最近のX線出力データとして、Cranleyらのデータが有効であり、データがCD化されていることで活用上便利である。なお、遮へい計算方法については、最近ではパソコン版計算コードの使用も普及しており、パソコン利用の遮へい計算ソフトの開発により、詳細な計算条件が可能と考える。なお、遮へい計算の具体的な方法は、行政上の通知とするよりは、適切な専門学会や団体と行政機関が協議して、X線診療室の遮へい計算マニュアル等で提示することにより、最近の科学的な知見の導入等にも対応が早く、現場での適応にも有効と考える。

#### E. 結論

今回のICRP1990年勧告の国内関係法令への取り入れに伴う、放射線審議会の意見具申及び放射線審議会基本部会からの外部被ばく及び内部被ばくの評価法に係わる技術的指針(案)に対応した、健政発第383号のX線診療室の遮へい計算式及びパラメータの検討を提示した。

その結果、遮へい計算式は漏洩線量(週または3月間)が求まる式を導入することが適当である。また、線源データについても最近のデータを適用することが確認された。なお、線量換算係数、居住係数、使用係数、線源条件については、実際の医療現場の状況をさらに実態調査を行い、より現実的なパラメータを用いることが必要である。

今後は、具体的な計算モデルを示し、健政発383号のX線診療室の遮へい計算評価方法に関して、具体的な改正(案)の基礎資料を検討し、X線診療室における遮へい計算マニュアル等の作成が重要である。

平成10年度厚生科学研究費補助金（放射線医療施設の評価基準の指標に関する研究）

分担研究報告書

分担課題 X線撮影室における実効稼働負荷と積算線量測定

分担研究者 古賀佑彦 藤田保健衛生大学医学部教授

研究協力者 藤井茂久、浅田恭生、鈴木昇一（同大学衛生学部）

中司 等、佐藤英久、邑岡克哉（日本空調（株））

研究要旨

X線撮影室の合理的な遮蔽条件を導き出すために、X線室の使用状況を調査して実効稼働負荷を求め、室内外の直接線、散乱線を測定した。CT装置を除いたX線装置の場合、実効稼働負荷は200-600mA・min/週であった。CT装置では16,000mA・min/週であった。

一次線方向では記録計の遮蔽効果が大きいことがわかった。CT以外では一次線方向も散乱線方向も室内において現行の管理区域境界値の300 $\mu$ Sv/wを下回る値であった。CT室では最大6,600 $\mu$ Sv/wを示した。

A. 研究目的

X線撮影室の合理的な遮蔽条件を導き出すために、X線室の使用状況を調査して実効稼働負荷を求め、室内外の直接線、散乱線を測定して実状を知ることが目的とする。

B. 研究方法

1998年8月の1ヶ月間、藤田保健衛生大学病院におけるX線撮影室の撮影条件と曝射回数を記録して実効稼働負荷を求めた。また、一次線方向と散乱線方向とで積算線量と実効エネルギーをガラス線量計を用いて測定した。線量計の設置場所は一般撮影室、X線TV室、X線CT室、血管造影検査室等23室107箇所、一次線方向はI.I.等の後部、散乱線方向は撮影室内壁とした。一次線方向では実測した実効稼働負荷から出力を推定して透過率を算出した。

C. 研究結果

(1)実効稼働負荷 1週あたりの実効稼働

負荷(mA・min./week)は、一般撮影室で235、X線CT室で16,125、血管造影室で259、X線TV室で625であった。CT室は他の撮影室に比して7~18倍を示した。

(2)一次線と散乱線の週あたりの線量と実効エネルギー 標記について線量と実効エネルギーの最大値と最小値、平均値を別表に示した。一次線方向の線量( $\mu$ Sv/w)は平均で一般撮影室98、X線CT室275、血管撮影室28、X線TV室119に比べ、散乱線方向はそれぞれ173,3,394,154,265という値を示し、一次線方向の記録系による遮蔽効果があることを示した。実効エネルギーは、32.7-88.6(keV)であった。

D. 考察

在来、信用できる実効稼働負荷に関する情報はほとんどなかったと言ってよい。測定を行った藤田保健衛生大学病院は入院患

者数 1 日平均 1,300-1,400、外来患者数 1 日平均 2,400 名と全国的にみても最大級の病院であり、X線検査数も大きい値を示している。ここにおける測定結果は十分に使用できる基礎データになると考える。

X線室の遮蔽を考えると、理論的に計算で求めた値に比べて、室外（管理区域境界）ではほとんど常に線量計の測定限界以下であるという現実の乖離の大きさに対する回答が在来は得られなかった。それは、実効稼働負荷の情報もなく、また室内における一次線及び散乱線の積算線量のデータもなかった。今回の測定結果は、X線 CT では実効稼働負荷も大きく、また実効エネルギーも高いこと、装置の形状とX線管の回転などの条件によって、室内の一定の方向においては最大  $6,623\mu\text{Sv/w}$  が記録されたものの、他のすべてのX線撮影室においては、室内においてさえ、現行の放射線管理区域の境界の値とされる  $300\mu\text{Sv/w}$  を下回る積算線量が示されたことは、現在のX線室の遮蔽のこれ以上の強化を要しないことを示すデータとなるものである。また、一次線方向における主に記録系などによる遮蔽効果があることが予想されていたのであるが、それが実際の数値と示された意義が大きい。

ICRP 1990 年勧告の国内法令取り入れに伴う医療法施行規則の改正の際にも、合理的なパラメータを使用して、十分に安全を担保しながら、無用な過度の遮蔽を避けることが、医療経済の観点からも重要であると考えられる。その意味でもここで示されたデータが活用されることを期待する。

#### E. 結論

X線撮影室における実効稼働負荷及び室

内外の一次線及び散乱線の積算線量を測定した。CT 装置を除いたX線装置の場合、実効稼働負荷は  $200-600\text{mA} \cdot \text{min}/\text{週}$  であった。CT 装置では  $16,000\text{mA} \cdot \text{min}/\text{週}$  であった。

一次線方向では記録計の遮蔽効果が大きいこと、CT 以外では一次線方向も散乱線方向も室内において現行の管理区域境界値の  $300\mu\text{Sv/w}$  下回る値であった。CT 室では最大  $6.600\mu\text{Sv/w}$  を示した。

#### F. 研究発表（学会発表予定）

X線撮影室における実効稼働負荷と積算線量測定の評価 藤井茂久、浅田恭生、鈴木昇一、古賀佑彦、中司 等、佐藤英久、邑岡克哉 第日本保健物理学会研究発表会 平成 11 年 5 月 27,28 日。

別表 一次線と散乱線の週あたりの線量と  
実効エネルギー

方向	撮影室	線量 ( $\mu\text{Sv/w}$ )		実効エネルギー(keV)		
		最大	平均	最大	最小	平均
一次線	一般撮影室	129	98	48.2	30	38.8
	X線CT室	468	275	100	79.9	88.6
	血管造影室	43	28	61.8	39.8	52.9
	X線TV室	176	119	39.8	39.5	39.6
散乱線	一般撮影室	1,628	173	48.3	30	34.1
	X線CT室	6,623	3,394	48.8	44.7	46.8
	血管造影室	556	154	47	30	32.7
	X線TV室	1,004	265	38.3	30	33.7

## 診療用エックス線室を対象にした積算線量計による放射線量測定方式の研究

### 実験状況

- ・設置 8/5 (水)
- ・回収 8/31 (月)
- ・設置期間 26日間 (内:土曜日4日(半日稼働)、日曜日4日(休))稼働日:20日
- ・測定ポイント 23室 107点設置
- ・設置場所
  - 室内散乱線量を中心に測定。(漏洩線量は室内散乱線量より推定)
  - 一次線方向測定 (一般、CTガントリ、透視I.I後部、フィルムチェンジャ、鉛有(59,64))
  - 隣接するX線室(一次線方向、鉛カバー有無、撮影室6-7,7-8)
  - 扉隙間部測定(2ヶ所:撮影室1,2小児科)
  - 衝立表裏、鉛カーテン(撮影室5)
  - 線源からの距離測定
- ・BG:(518(鉛入り)、519、520)日本空調 中司デスク上
- ・設置期間中の落下ポイント

落下点	室名	状況	測定値の信頼性
5	循環器検査室	モニタ裏に置かれていた。	参考程度
15	シネ撮影室	近くの場所に置かれていた。	参考程度
20	16撮影室TV	近くの場所に置かれていた。	参考程度
71	6撮影室	落下後、直ぐに再貼り付け	有り
15	6撮影室	FC下部に落下時の状態のまま放置	参考程度

紛失ポイント:89(2撮影室)

### 測定状況

- ・プレアニール 9/2 プレアニール 70℃ 1時間
- ・測定 1回目 9/2 プレアニール後 BG値を0 $\mu$ Gyで測定
- ・測定 2回目 9/3 BG値(518(鉛)、519、520の内、519、520の平均33 $\mu$ Gy/30days)を差し引いて測定
- ・測定 3回目 9/4 BG値を52 $\mu$ Gy/30daysにして測定。(放医研データでのBG値は56 $\mu$ Gy/30daysであり、保大データの60 $\mu$ Gy未満の値を平均すると52 $\mu$ Gy/30daysとなったので、この値がより保大でのBG値に近いと判断し、測定し直した。)
- ・測定 4回目 9/4 BG値を0 $\mu$ Gyで測定
- ・測定採用値は 9/4データとした。

### 検討状況

- ・エネルギー測定値の検討
  - FGD-202におけるエネルギー測定値のBG補正後の値について、計算によるものと、リーダ補正による測定値との比較
  - 「結果」別紙 表、グラフ last\_bg\_hosei\_go\_read\_data\_ana.xls
  - 測定線量とBG値の差が100 $\mu$ Sv以下の場合に測定値の差が大きくなる。100 $\mu$ Gy以上だと $\pm$ 8%。1mGy以上だと $\pm$ 3%となる。このことから、より正確なエネルギーには1mGy程度が望ましい。
- ・全体:検出箇所 設置106点中 75点  
検出箇所:内周囲 60点 平均実効エネルギー36.6keV
- ・CT室 3室
  - 18,20,21撮影室 機種全て TOSHIBA製 18,20撮影室は同一機種Xvigor
  - 12点測定(内訳 一次線方向ガントリ上,横:6点 散乱線方向:6点)
  - a. 最大値:No.31(18撮影室) 15.3mGy/26日 (横方向散乱線)
  - b. 散乱線量の横方向と頭部方向では、横方向が高く、各方向においても測定位置の違いによる散乱線量が一律でない。(各室での頭部方向と横方向の散乱線量の比較より)
  - c. ガントリ部(一次線)の線量は散乱線量と比較すると少なく、上部と横部を比較すると、上部の方が高くなっている。
  - d. 横部を1とした時の上部と横部の線量比は、同機種の18,20撮影室はほぼ同一の約1.8で、他機種の21室は、3.2となっており、機種の違いによる減衰の差が見られる。
  - e. 実効エネルギーは、各室で大きな違いはなく、散乱線で、47keV、一次線方向(装置本体透過後)で89keVの平均値となる。一次線方向の実効エネルギーが高いのは、遮蔽物透過後の線質が堅くなっているためと思われる。
- ・I.I後部一次線方向 11室

測定点：12点 X-TV (No. 54, 55, 106, 21, 45, 16, 24, 102), 血管撮影関係 (40, 1, 6, 11)  
検出有：3点 No. 40(22撮影室IVR, 92 $\mu$ Gy/26日, 61.8keV, 管球数2)  
No. 6(AOT室, 68 $\mu$ Gy/26日, 39.8keV, 管球数3)  
No. 11(シネ撮影室, 33 $\mu$ Gy/26日, 57keV, 管球数1)

- 検出された量は最大で92 $\mu$ Gy/26日(43 $\mu$ Sv/週)であり、一次線のI. Iによる遮蔽効果が高い事がわかる。X-TVについては、I. Iを含めた本体装置遮蔽があるため殆ど問題とならない。尚、今回の検出判定では未検出となったが、X-TVでは15撮影室のI. I後部No. 45に若干の線量が検出されていると思われる。
- 実効エネルギーは、概ね60keV前後(X-TVでは15撮影室のI. I後部No. 45も含む)となっており、I. I透過後の線質が堅くなっている事がわかる。AOT室No. 6の実効エネルギーは、40keVと他と比べ低い、この室は3管球あり、他管球からの照射による散乱線の影響を受けたためと思われる。

・フィルムチェンジャー後部一次線方向 4室

測定点：5点 No. 93, 77, 80, 72, 70  
検出有：1点 No. 80(5撮影室 胸部 243 $\mu$ Gy/26日, 46.3keV, 管球数3)

- No. 80は、位置的に散乱線の影響が強いため、この箇所を除くと、一次線のフィルムチェンジャーによる遮蔽効果は高く、問題にならないと思われる。

・鉛カーテン部(散乱線) 1室 5撮影室 2点 No. 103, 83

検出有：1点 No. 103(231 $\mu$ Gy/26日, 66.8keV, 管球数3)

- 尚、今回の検出判定では未検出となったが、No. 83に若干の線量が検出されていると思われる。実効エネルギーは、67~80keV程度で鉛透過後の線質が堅くなっている。

・一次線(一般：I. I, CT, FCを除く) 7室

測定点：7点 91, 92(2撮影室 小児), 86(3撮影室 立, ブッキ), 73(6撮影室 断, 立, ブッキ)  
68(7撮影室 拡大, 立, ブッキ), 61(8撮影室 断, 頭, マンモ)  
47(15撮影室TV), 尚、20(16撮影室TV)は落下のため、今回使用せず  
検出有：5点 No. 86, 73, 68, 61, 47 (150~462 $\mu$ Gy/26日; 40~124 $\mu$ Gy/週 30~48keV)

- 今回一次線方向の設置は、15, 16撮影室TVを除き、リーダ後部に設置したが、検出線量は40~124 $\mu$ Gy/週と少なく、カセット等による遮蔽が思いのほか大きい。
- 実効エネルギーの平均は、37keV

・一次線方向の遮蔽状況(室外)測定 3室

測定点：5点 No. 87(3撮影室), 6-7撮影室(64鉛, 65), 7-8撮影室(59鉛, 60)

- 一次線方向の室内での線量自体が低く、今回室外で検出された点は無かった。
- 一次線方向の外側が隣接するX線室の、6-7撮影室、7-8撮影室では今回鉛カバーを使用して測定し、室内散乱線の影響を除くことができた。散乱線量が多い場合も今回のように鉛有り無し2種の線量計で対応可能と思われる。

・扉隙間部 2室 測定点：4点 No. 98内, 97外(1撮影室), No. 89内, 90外(2撮影室)

- 1撮影室の98, 97は、ほぼ同じ線量となった。撮影時の扉解放の可能性が高い。
- 2撮影室では89が紛失。90については未検出となった。

・各室用途別のX線量の分布状況

a. CT室

散乱線量はかなり多く、頭部方向と横方向を比較すると横方向の散乱線量が多い。分布線量は散乱体からの角度分布で違ってくる(被写体や、ベット等での遮蔽の影響)  
ガントリ部は遮蔽体となるため、一次線量は散乱線量と比較して低い。

b. 血管撮影室関係

足方向の散乱線量が被写体等による遮蔽影響で、他方向より少なくなっている。  
横方向、頭部方向は、X線装置支持具やモニタ等の影響を受け、場所によってはばらつきが多いが、線量が高くなる場所を推定することは可能である。  
一次線は、I. I等に遮蔽されるため殆ど問題とならない。

c. X-TV

横方向の散乱線量が高い。  
一次線は、I. I等に遮蔽されるため殆ど問題とならない。

d. 一般撮影

被写体真横の散乱線量が高い。一次線はカセット等による遮蔽効果が以外と高く、散乱線量の方が高くなる傾向が見られた。

e. 歯科

散乱線量は非常に少ない。

f. マンモ

思いの外散乱がある。

g. 骨密度

ペンシルビームとなるので散乱線量は非常に少なく、問題とならない。

・各室の散乱線実効エネルギー

室名	平均keV
1撮影室 小児	30
2撮影室 小児	30
3撮影室 立、フッキ	35
5撮影室 胸部	43
6撮影室 断、立、フッキ	34
7撮影室 拡大、立、フッキ	32
8撮影室 断、頭、マンモ	30
10撮影室 歯科	--
11撮影室 TV、ウロ	--
12撮影室 TV断層、ウロ	30
13撮影室 TV	30
15撮影室 TV	37
16撮影室 TV	35
17撮影室 TV	47
18撮影室 CT	48
20撮影室 CT	48
21撮影室 CT	45
22撮影室 IVR	39
内視鏡室	30
循環器検査室	30
AOT室	33
シネ撮影室	30
X線骨密度測定室	139

注：30keV以下と推定された箇所は30keVとして計算している。

追加実験

- ・ 18 撮影室 CT室の詳細調査  
ガントリ上部での線量分布状況調査。頭部方向散乱線状況調査  
線量計SC-1 設置期間：1999/1/28～2/8

「結果」別紙

上部のちょっとした位置の違いによって線量の違いが見られた。  
一次線方向は検出器の遮蔽効果で思ったより少なく、一次線から若干離れた箇所（散乱線）の方が線量が高くなる傾向が見られた。

- ・ SC-1によるCT出力測定  
CTのX線出力をSC-1で測定可能かどうかの調査を行う。  
照射は、固定照射とScan照射の2種で行い結果を比較する。

実施日 1999/2/15 18:40～

「結果」別紙

固定照射時の実効エネルギー測定結果については、半価層測定による結果とほぼ同等の結果となった。  
Scan時は、実効エネルギーは高く評価され、線量は固定照射時のmAs値の増加分より線量的には少なくなる傾向が見られた。これは方向特性の問題と思われ、CT用の校正が必要と思われる。

実効稼働負荷による放射線量推定値と実測値の比較

※推定値は、最も近い管球位置で算出し、実効稼働負荷は同室内の管球数で除して求めている。

出力:mGy/mA・min at1m(ICRP33-3mmAl)

点	室名	FSD	mSDD	m	散乱比	実効稼働負荷 mA・min	平均管電圧 kV	管電圧出力	推定値※ μGy	実測値 x線修正有 μGy	検出	実測値/ 推定値	部位	管球数	場所	Eff.Ene keV	BG補正後	連続量 μSv/週
97	1線影室 小児	2	1.3	0.05	521	71	3.2	14	14	88 D	6.41	100%	100%	3	廊下	<=30		25.8
98	1線影室 小児	2	1.3	0.05	521	71	3.2	14	14	102 D	7.41	100%	100%	3	廊下	<=30		29.8
99	1線影室 小児	0.4	0.7	0.05	521	71	3.2	1,181	1,181	149 D	0.13	100%	100%	3	横、パノラマ		31.8	46.0
100	1線影室 小児	1	1.2	0.05	521	71	3.2	64	64	220 D	3.42	100%	100%	3	横、頭部		30.1	64.8
90	2線影室 小児	2	1.2	0.05	303	69	3	20	20				100%	2	廊下	NE		
91	2線影室 小児	2	2.1	0.05	303	69	3	12,883	12,883				100%	2	廊下	NE		
92	2線影室 小児	2	0.2	0.05	303	69	3	1,420,313	1,420,313				100%	2	廊下	NE		
93	2線影室 小児	1	0.8	0.05	303	69	3	355,078	355,078				100%	2	廊下	NE		
94	2線影室 小児	1	1	0.05	303	69	3	114	114	221 D	1.95	100%	100%	2	横、立位	<=30		64.9
95	2線影室 小児	2	1	0.05	303	69	3	28	28	32 D	1.12	100%	100%	2	横、立位	NE		14.9
96	2線影室 小児	1	1.2	0.05	303	69	3	79	79	42 D	0.54	100%	100%	2	横、立位	NE		19.8
84	3線影室 立、ブッキ	1	1	0.05	517	57	2.1	136	136	311 D	2.29	100%	100%	2	横、ブッキ		38.5	115.5
85	3線影室 立、ブッキ	1	2.4	0.05	517	57	2.1	24	24	81 D	3.46	100%	100%	2	横、ブッキ	<=30		23.9
86	3線影室 立、ブッキ	1.5	0.1	0.05	517	57	2.1	12,063,333	12,063,333	302 D	2.50E-05	100%	100%	2	立位		48.2	129.5
87	3線影室 立、ブッキ	1.5	1.3	0.05	517	57	2.1	71,381	71,381				100%	2	立位	NE		
88	3線影室 立、ブッキ	1.5	0.7	0.05	517	57	2.1	123	123	620 D	5.04	100%	100%	2	横、立位		36.0	216.2
76	5線影室 胸部	2	2.4	0.05	184	136	11	11	11	298 D	27.17	100%	100%	2	胸部後方		39.3	113.1
77	5線影室 胸部	2	0.6	0.05	184	136	11	351,389	351,389				100%	2	1次、FC	NE		
78	5線影室 胸部	2	2.8	0.05	184	136	11	8	8	214 D	26.49	100%	100%	2	横、立位		42.0	84.6
79	5線影室 胸部	2	1.5	0.05	184	136	11	28	28	230 D	8.17	100%	100%	2	横、立位		42.8	91.8
80	5線影室 胸部	2	0.9	0.05	184	136	11	158,173	158,173	243 D	1.58E-03	100%	100%	2	1次、FC、周囲		46.3	101.9
81	5線影室 胸部	2	2.6	0.05	184	136	11	9	9	411 D	43.87	100%	100%	2	衝立		43.2	165.0
82	5線影室 胸部	2	2.6	0.05	184	136	11	9	9	128 D	13.68	100%	100%	2	衝立		48.3	55.0
83	5線影室 胸部	2	1.8	0.05	184	136	11	20	20				100%	2	鉛カーテン		79.8	
103	5線影室 胸部	2	1	0.05	184	136	11	63	63	231 D	3.65	100%	100%	2	鉛カーテン		66.8	107.8
71	6線影室 断、立、ブッキ	1	0.8	0.05	2793	73	3.5	849	849	5,271 D	6.21	100%	100%	3	横、立立、落下有、再貼付		31.7	1628.3
72	6線影室 断、立、ブッキ	1	0.9	0.05	2793	73	3.5	1,340,847	1,340,847				100%	3	立立、落下有	NE		
73	6線影室 断、立、ブッキ	1	1.4	0.05	2793	73	3.5	554,167	554,167	161 D	2.90E-04	100%	100%	3	横、立立		30.6	48.1
74	6線影室 断、立、ブッキ	1.3	2	0.05	2793	73	3.5	80	80	111 D	1.38	100%	100%	3	横、断層		33.9	36.5
75	6線影室 断、立、ブッキ	1	1	0.05	2793	73	3.5	543	543	2,846 D	5.24	100%	100%	3	横、ブッキ		36.1	993.0
64	7線影室 拡大、立、ブッキ	0.3	3.4	0.05	866	77	3.8	351,446	351,446				100%	3	鉛	NE		
65	7線影室 拡大、立、ブッキ	0.3	3.4	0.05	866	77	3.8	351,446	351,446	205 D	5.84E-04	100%	100%	3	鉛		31.0	62.2
66	7線影室 拡大、立、ブッキ	0.3	1	0.05	866	77	3.8	2,031	2,031	199 D	0.10	100%	100%	3	横、拡大		32.2	62.4
67	7線影室 拡大、立、ブッキ	1	1.8	0.05	866	77	3.8	56	56	787 D	13.95	100%	100%	3	横、ブッキ		33.3	254.6
68	7線影室 拡大、立、ブッキ	1	0.1	0.05	866	77	3.8	36,564,444	36,564,444	378 D	1.03E-05	100%	100%	3	横、立立	<=30		110.8
69	7線影室 拡大、立、ブッキ	1	0.9	0.05	866	77	3.8	226	226	1,574 D	6.98	100%	100%	3	横、立立		32.4	496.0
70	7線影室 拡大、立、ブッキ	1	1	0.05	866	77	3.8	365,644	365,644				100%	3	立立	NE		
59	8線影室 断、頭、マンモ	1	0.9	0.05	2201	65	2.8	845,377	845,377				100%	3	鉛	NE		
60	8線影室 断、頭、マンモ	1	0.9	0.05	2201	65	2.8	845,377	845,377	455 D	5.38E-04	100%	100%	3	鉛	<=30		133.5
61	8線影室 断、頭、マンモ	1	1.5	0.05	2201	65	2.8	304,336	304,336	150 D	4.94E-04	100%	100%	3	横、断層		34.1	49.7
62	8線影室 断、頭、マンモ	1.3	2.3	0.05	2201	65	2.8	38	38	126 D	3.29	100%	100%	3	横、断層	<=30		36.9
63	8線影室 断、頭、マンモ	0.5	1.5	0.05	2201	65	2.8	809	809	247 D	0.41	100%	100%	3	横、マンモ	<=30		72.3
57	10線影室 歯科	0.4	0.8	0.0083	61	70	3.1	29	29	31 D	1.06	100%	100%	2	横	NE		14.4
58	10線影室 歯科	0.4	1	0.0013	61	70	3.1	4	4				100%	2	横	NE		
51	11線影室 TV、ウロ	1	0.9	0.05	429	80	4.1	271	271				100%	2	横	NE		
52	11線影室 TV、ウロ	1	2.6	0.05	429	80	4.1	33	33	50			100%	2	足	NE		
53	11線影室 TV、ウロ	1	2	0.05	429	80	4.1	55	55				100%	2	横	NE		
54	11線影室 TV、ウロ	1	0.8	0.05	429	80	4.1	687,070	687,070				100%	2	1次、I,I	NE		
104	11線影室 TV、ウロ	1	0.05	429	80	4.1							100%	2	1次、I,I	NE		
55	12線影室 TV断層、ウロ	1	0.7	0.05	263	70	3.1	415,969	415,969				100%	2	2	NE		
56	12線影室 TV断層、ウロ	1	2.6	0.05	263	70	3.1	15	15	95 D	6.32	100%	100%	2	頭	<=30		27.9
105	12線影室 TV断層、ウロ	1	0.05	263	70	3.1							100%	2	仕切板	NE		
106	12線影室 TV断層、ウロ	1	0.6	0.05	263	70	3.1	566,181	566,181				100%	2	仕切板	NE		
107	12線影室 TV断層、ウロ	1	0.05	263	70	3.1							100%	2	仕切板	NE		
21	13線影室 TV	1	0.7	0.05	3026	80	4.1	25,319,592	25,319,592				100%	1	1次、I,I	NE		
22	13線影室 TV	1	2.2	0.05	3026	80	4.1	1,282	1,282	304 D	0.24	100%	100%	1	足	<=30		89.1
23	13線影室 TV	1	2.9	0.05	3026	80	4.1	738	738	188 D	0.26	100%	100%	1	横	<=30		55.3
45	15線影室 TV	2	0.8	0.05	3026	80	4.1	1,211,582	1,211,582				100%	2	1次、I,I		55.7	
46	15線影室 TV	2	2.2	0.05	3026	80	4.1	80	80	2,927 D	36.55	100%	100%	2	横		35.4	1003.9
47	15線影室 TV	2	1.7	0.05	3026	80	4.1	268,309	268,309	482 D	1.72E-03	100%	100%	2	横		39.5	178.0
48	15線影室 TV	2	2.6	0.05	3026	80	4.1	57	57	1,162 D	20.25	100%	100%	2	足		36.3	428.8
16	16線影室 TV	1	0.8	0.05	3026	80	4.1	4,846,328	4,846,328				100%	2	1次、I,I	NE		
17	16線影室 TV	1	2.4	0.05	3026	80	4.1	269	269	562 D	2.09	100%	100%	2	頭		36.5	198.5
18	16線影室 TV	1	3.2	0.05	3026	80	4.1	151	151	810 D	5.35	100%	100%	2	足		35.2	278.6
19	16線影室 TV	1	2.4	0.05	3026	80	4.1	269	269	1,520 D	5.65	100%	100%	2	横		34.2	504.4
20	16線影室 TV	1	1.5	0.05	3026	80	4.1	1,378,511	1,378,511	164 D	1.19E-04	100%	100%	2	横、落下有		39.8	62.8
24	17線影室 TV	1	1.1	0.05	930	80	4.1	3,151,240	3,151,240				100%	1	1次、I,I	NE		
25	17線影室 TV	1	2.1	0.05	930	80	4.1	432	432	43 D	0.10	100%	100%	1	頭		64.7	20.3
26	17線影室 TV	1	3	0.05	930	80	4.1	212	212	152 D	0.72	100%	100%	1	横	<=30		44.7
27	17線影室 TV	1	2	0.05	930	80	4.1	477	477	66 D	0.14	100%	100%	1	足		45.7	27.3
40	22線影室 IVR	1	0.8							92 D			100%	2	1次、I,I		61.8	43.1
41	22線影室 IVR	1	3.8							247 D			100%	2	横		47.0	104.1
42	22線影室 IVR	1	3.8							50 D			100%	2	足	NE		23.3
43	22線影室 IVR	1	2							1,598 D			100%	2	頭		31.5	480.9
44	22線影室 IVR	1	3.8							34 D			100%	2	横	NE		15.9
101	内視鏡室	1	1.6							90 D			100%	1	足	<=30		26.4
102	内視鏡室	1	1.4										100%	1	1次、I,I	NE		
49	X線骨密度測定室	0.6	1.3	8E-05	620	100	6.4	5	5				100%	1	足	NE		
50	X線骨密度測定室	0.6	1.4	8E-05	620	100	6.4	4	4				100%	1	横		139.1	

8/5-8/31

ICRP33-AI3mm

ICRP33-AI3mm

撮影室	撮影種別	kV	mAs	回数	mAs.n	mAs.n.kV	mA.min	mGy/mA.min	at1m	平均管電圧 出力							
										撮影室	mAs.n.kV	mAs.n	mA.min	kV	mGy/mA.min	件数	26日 件/日
1	頭部	80	13	590	7552	604160	126	4.1									
1	手関節	50	8	206	1648	82400	27	1.6									
1	パノラマ	70	90	245	22050	1543500	368	3.1									
2	頸椎	70	18	919	16542	1157940	276	3.1									
2	小児	56	6	274	1644	92064	27	2									
3	臥位	57	13	1811	23543	1341951	392	2.1									
3	立位	57	13	575	7475	426075	125	2.1									
5	コニカ	136	3	2117	6351	863736	106	11									
5	コダック	136	3	1566	4698	638928	78	11									
6	臥位	75	26	151	3926	294450	65	3.7									
6	立位	75	26	1020	26520	1989000	442	3.7									
6	断層	72	217	632	137144	9874368	2286	3.4									
7	臥位	78	23	1687	38801	3026478	647	3.9									
7	立位	75	20	657	13140	985500	219	3.7									
7	拡大	54	2	5	10	540	0	1.9									
8	断層	72	280	396	110880	7983360	1848	3.3									
8	マンモ	25	70	274	19180	479500	320										
8	規格撮影	80	13	152	1976	158080	33	4.1									
10	デンタル	70	3.5	281	983.5	68845	16	3.1									
10	パノラマ	70	90	30	2700	189000	45	3.1									
11	X-TV撮	82	12	93	1116	91512	19	4.3									
11	X-TV透	80	1800	13	23400	1872000	390	4.1									
11	ハイドロ	70	24	51	1224	85680	20	3.1									
12	ウリノ	70	24	650	15600	1092000	260	3.1									
12	マット	70	24	7	168	11760	3	3.1									
骨密	骨密度	100	600	62	37200	3720000	620	6.4									
X-TV	X-TV撮	82	12	6363	76356	6261192	1273	4.3									
X-TV	X-TV透	80	2	262020	524040	41923200	8734	4.1									

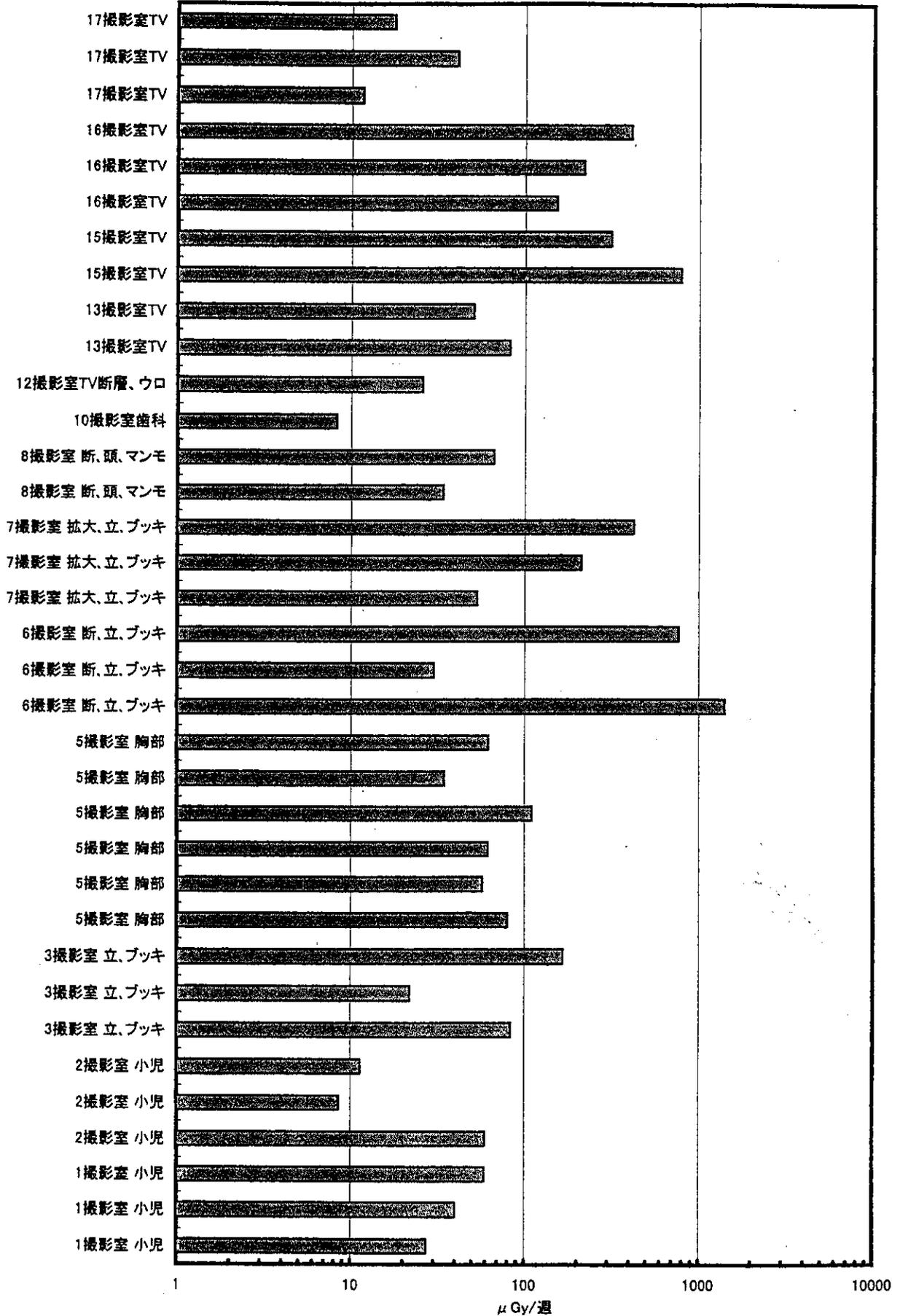
撮影室	mAs.n.kV	mAs.n	mA.min	kV	mGy/mA.min	件数	26日 件/日
1	2230060	31250	521	71	3.2	1041	40
2	1250004	18186	303	69	3	1193	46
3	1768026	31018	517	57	2.1	2386	92
5	1502664	11049	184	136	11	3683	142
6	12157818	167590	2793	73	3.5	1803	69
7	4012518	51951	866	77	3.8	2349	90
8	8620940	132036	2201	65	2.8	822	32
10	257845	3684	61	70	3.1	311	12
11	2049192	25740	429	80	4.1	157	6
12	1103760	15768	263	70	3.1	657	25
骨密	3720000	37200	620	100	6.4	62	2
X-TV	48184392	600396	10007	80	4.1	268383	10322

撮影室	mA.min	mA.min
X-TV	13,15,16	17
	385	118
	2641	812

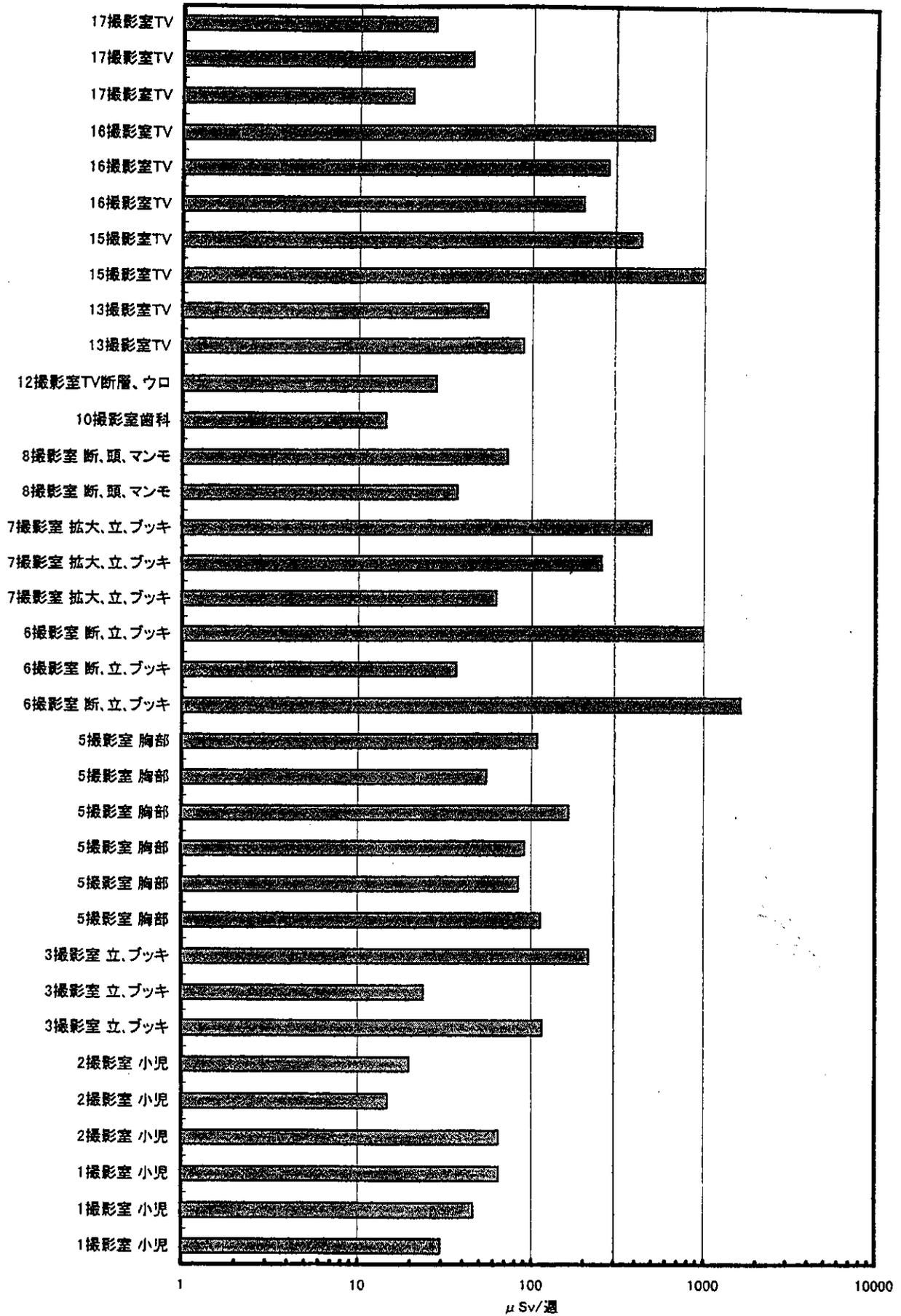
散乱線量

μGy/週



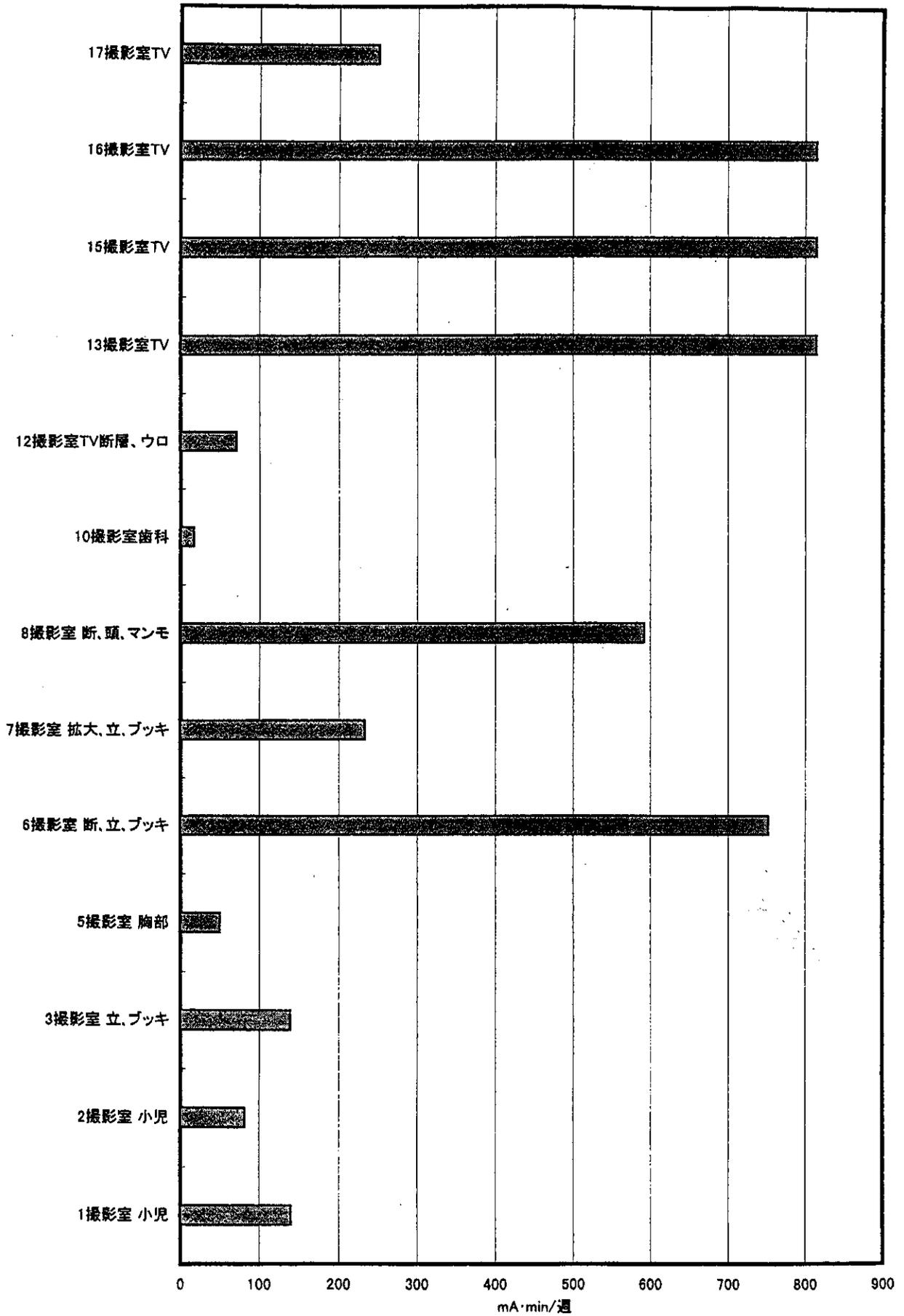
散乱線量

11.56/週



点	室名	$\mu$ Gy/週	$\mu$ Sv/週
98	1撮影室 小児	27	30
99	1撮影室 小児	40	46
100	1撮影室 小児	59	65
94	2撮影室 小児	60	65
95	2撮影室 小児	9	15
96	2撮影室 小児	11	20
84	3撮影室 立、ブッキ	84	116
85	3撮影室 立、ブッキ	22	24
88	3撮影室 立、ブッキ	167	216
76	5撮影室 胸部	80	113
78	5撮影室 胸部	58	85
79	5撮影室 胸部	62	92
81	5撮影室 胸部	111	165
82	5撮影室 胸部	34	55
103	5撮影室 胸部	62	108
71	6撮影室 断、立、ブッキ	1419	1628
74	6撮影室 断、立、ブッキ	30	37
75	6撮影室 断、立、ブッキ	766	993
66	7撮影室 拡大、立、ブッキ	54	62
67	7撮影室 拡大、立、ブッキ	212	255
69	7撮影室 拡大、立、ブッキ	424	496
62	8撮影室 断、頭、マンモ	34	37
63	8撮影室 断、頭、マンモ	66	72
57	10撮影室 歯科	8	14
56	12撮影室 TV断層、ウロ	26	28
22	13撮影室 TV	82	89
23	13撮影室 TV	51	55
46	15撮影室 TV	788	1004
48	15撮影室 TV	313	429
17	16撮影室 TV	151	199
18	16撮影室 TV	218	277
19	16撮影室 TV	409	504
25	17撮影室 TV	12	20
26	17撮影室 TV	41	45
27	17撮影室 TV	18	27

# 実効稼働負荷



実効稼働負荷 (kVで補正(正規化))

