

令和 3 年 5 月 2 日現在

機関番号： 13301
研究種目： 奨励研究
研究期間： 2020～2020
課題番号： 20H01167
研究課題名 X線CT装置の漏えい線量計算の新手法の開発

研究代表者

能登 公也 (Noto, Kimiya)

金沢大学・附属病院・診療放射線技師

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 480,000円

研究成果の概要：現行法令でのCTの遮へい計算は過剰に安全評価（数10倍から数100倍）されており、我々はCTに特化した遮蔽計算方法を提案し改善した。しかし、遮蔽材のX線透過率についての検討は不十分であった。CTのガントリからの漏洩および人体から発生する散乱X線エネルギーを解明し、そのエネルギーにおける遮へい材の透過率データを構築した。
X線CT装置のガントリ透過分と散乱線分のX線エネルギーを測定しモンテカルロ計算により鉛、コンクリートの透過率を計算した。以下の結論を得た。ガントリ透過分はエネルギーが非常に高いが遮蔽計算に与える影響は少ない。鉛は現行通知では過小評価であり、CTに特化した数値提供が必要である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

X線診療室の遮蔽計算は医療安全上重要な事前安全検査の一つである。X線CT装置は本邦でも広く普及しておりレントゲン撮影に比べX線使用量はかなり多い。しかし現行通知の遮蔽計算モデルはレントゲン装置を想定しておりCTに利用すると数10倍から数100倍安全側に過剰評価してしまう。本来遮蔽上問題ないが計算上線量限度を超えてしまい、 unnecessary追加防護が行われている。本研究の成果は安全側ではあるが適切な評価を行うために必要なCT装置に特化した遮蔽材の透過率データを提供した。 unnecessary追加防護のための費用を削減することができ本研究の成果は医療経済上非常に影響が大きいと社会的意義も大きいと言える。

研究分野： 放射線安全管理

キーワード： 遮蔽計算 漏えい線量 X線CT

1. 研究の目的

本研究では、CT 装置に特化した遮へい計算法をより適正に評価するために必要な X 線透過率データを構築することを目的とした。現行法令での CT の遮へい計算は以前より過剰に安全側に評価（数 10 倍から数 100 倍）されていることが指摘されてきた。さらに平成 26 年の通知改正により、計算に必要な係数の定義が変更になり、特に CT ではさらに 4 倍過剰評価されてしまうこととなった。その結果、これまでと同様の CT 利用であっても計算上では線量限度を超えてしまい、本来不必要な遮へい材の追加工事が行われ問題となっている。そこで我々は CT に特化した遮へい計算方法を提案し、実測値に対して 10 倍程度安全に評価されるように改善した。しかし、遮へい材の X 線透過率についての検討は不十分であった。X 線 CT はエネルギーが高いため、透過率データは過小評価されている可能性がある。特に CT 装置（ガントリ）を透過する X 線成分が存在すると濾過作用によりエネルギーが非常に高くなるためより正確な透過率データが必要となる。そこで本研究では、CT 装置のガントリからの漏洩および人体から発生する散乱 X 線エネルギーを解明し、そのエネルギーにおける遮へい材の透過率データを構築した。

2. 研究成果

本研究では以下の 2 項目について検討を行った。

(1) 3 社の X 線 CT 装置（各社 2 モデル計 6 台）を用いてガントリ透過分と散乱線分の X 線エネルギーを測定した。(2) 得られた X 線エネルギーについてモンテカルロシミュレーションにより鉛、コンクリートの透過率を計算した。

X 線エネルギーの測定では管電圧を 120 kV とした。ガントリ透過測定は X 線スペクトロメータをガントリの外側でアイソセンタ位置に配置し、散乱体が無い状態で測定を行った。散乱線分は人体等価ファントムを臨床使用条件にて撮影し、ガントリ以外の方向（0 度、45 度、135 度、180 度、225 度、315 度）での散乱線エネルギーを測定した。全ての装置から得られた各エネルギーの平均値を求め、X 線管から発生する 1 次 X 線エネルギーと比較し、エネルギー成分の変化を評価した。(1) 研究で得られた X 線エネルギーを入力値としてモンテカルロシミュレーション（PHITS コード）により鉛（11.34 g/cm³）、コンクリート（2.35 g/cm³）の X 線透過率を計算し、法令通知のデータとの比較を行った。

X 線エネルギー測定の結果、平均エネルギーの変化は 1 次 X 線（62.3 keV）に対し、ガントリ透過 X 線は非常に高く（88.4 keV）、散乱線分は低い（55.3 keV）結果となった（Fig.1）。評価方向により X 線エネルギーが大きく異なることを解明することができた。これらを入力値として鉛及びコンクリートの透過率をモンテカルロシミュレーションにより求めた結果を Fig.2, Fig.3 に示した。鉛は現行通知に比べガントリ透過分、散乱線分共に大きくなった。散乱線分の値は米国放射線審議会(NCRP)の report No.147 で示されている値とほぼ同等であった。ガントリ透過分はさらに高い結果となった（Fig.2）。コンクリートは散乱線分については現行通知より小さくなったが、ガントリ透過分は高い結果となった（Fig.3）。ガントリ透過分は散乱線分に対し、線量が非常に微量であったため、遮蔽計算に及ぼす影響を検討した結果、その割合は約 0.3%であった。以上のことから以下の結論を得た。ガントリ透過分はエネルギーが非常に高いが遮蔽計算に与える影響は少ない。鉛については現行通知では過小評価であるため、通知改定を含め CT に特化した数値データ提供が必要である。

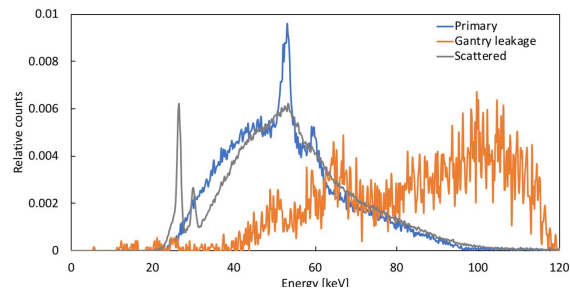


Fig.1 X線エネルギー測定結果

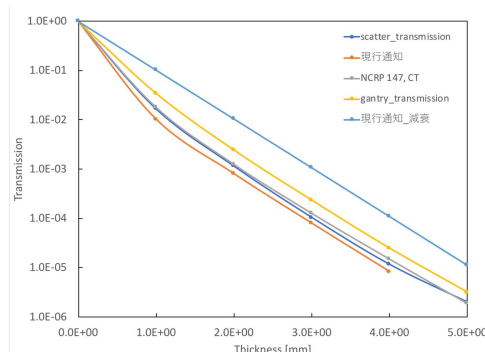


Fig.2 鉛の透過率

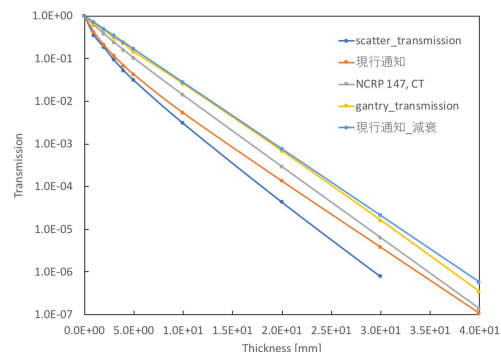


Fig.3 コンクリートの透過率

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 能登公也
2. 発表標題 X線CT装置の遮蔽計算のための遮へい体での透過割合の推定
3. 学会等名 日本保健物理学会第53回研究発表会WEB大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
----	--------