

## EGS5 を用いた X 線実効エネルギー測定器の諸特性の検証

名大院医 近藤晋平 羽場友信 林大貴 沼元瞳 石井崇倫 小山修司

### 1. 目的

モンテカルロシミュレーションを用いて X 線 CT における線量計算を行う際に、入射 X 線の強度分布やエネルギー等の情報は極めて重要となる。そこで我々は、受光素子に PIN フォトダイオードを用いて、入射連続 X 線の実効エネルギーと強度を簡便に測定可能な測定器を作成した。あらかじめ、実効エネルギーが明らかな X 線を用いて測定器の出力を校正することによって、未知の X 線の実効エネルギーを推定することができるものである。しかし、X 線診断領域においては様々なエネルギーとスペクトルの形を持つ X 線が使用されるため、それぞれに対して特性を明らかにするには多くの時間を要する。そこで、EGS5 を用いて、さまざまな実効エネルギーをもつ連続 X 線が照射されたときの、測定器の出力値について、検証を行う。

### 2. 方法

PIN フォトダイオードを使った測定器を EGS5 に組み込むために、受光物質のシリコン、シリコンのベースである鉄、パッケージのポリエチレン、ベークライト基盤などを、実際の寸法を基に、ジオメトリー作成ツール CGview を用いて忠実に再現した。

入射連続 X 線は、最大エネルギーと実効エネルギーをもとに、Tucker の近似式を用いて複数の診断領域 X 線スペクトルを作成し、シミュレーション内の光子線源として使用した（最大光子エネルギー:40 keV ~ 120 keV, 実効エネルギー:24.7 ~ 71.5 keV）。

CGview を用いて模擬した測定器内のシ

リコンでの付与エネルギーを取得し、それを測定器の出力値として、実測値との比較を行った。

光子線源と検出器間の距離は 100cm、照射野は検出器面において 5cm×5cm とし、いずれも実験の体系と同様に設定した。入射光子数は計算結果の統計誤差が十分に満たされるよう設定した。

### 3. 結果

シミュレーション計算で得られた、シリコンの付与エネルギーと、実測値とを比較すると入射 X 線の実効エネルギーが低い部分では概ねの一致を示したのに対して、入射 X 線実効エネルギー 70keV 周辺において、最大 7.5% の差異がみられた。測定器の出力値と入射 X 線の実効エネルギーは相関がみられ、二つの関係は連続的な二次関数の近似曲線で表すことができた。この近似曲線は、実測値で確認できる近似曲線とも概ねの一致を示した。線量計の諸特性はシミュレーションにおいても確認することができた。

### 4. 考察

計算結果より、実験では確認しきれなかった、様々な最大エネルギーをもつ X 線スペクトルに対して、測定器の出力値と入射 X 線の実効エネルギーとの関係をあきらかにすることができた。本測定器は X 線診断領域で使用されるほとんどの X 線スペクトルにおいて、最大エネルギーや形状に関係なく実効エネルギー測定が可能であることが分かった。