

線量評価に用いるサイズおよび形状の変更が可能な数値眼球モデルの開発

Development of a scalable and deformable stylized eye model for radiation dose assessment

*古田 琢哉¹, Daniel El Basha², Siva S. R. Iyer², Camilo M. Correa Alfonso², Wesley E. Bolch²

¹日本原子力研究開発機構, ²フロリダ大学

サイズおよび形状の変更が可能な数値眼球モデルを新たに開発し、モンテカルロ放射線輸送計算コード PHITS に実装した。標準的な放射線場で電子、光子および中性子の均一照射シミュレーションを実行し、眼球組織の吸収線量に眼球のサイズや変形が与える影響を解析した。

キーワード：線量評価, 眼球モデル, 数値ファントム, モンテカルロ, PHITS

1. 緒言

国際放射線防護委員会 (ICRP) により、2012 年に水晶体に対する年間線量限度の推奨値の引き下げが発表されて以降、眼球への線量評価への関心が高まり、その取り組みが進められている。その中で、数値眼球モデルをモンテカルロ放射線輸送計算コードと組み合わせて線量評価を行う研究が、国内外で数多く実施されてきた。しかしながら、人の眼球には多様性がある一方で、ほぼ全ての研究で標準的な一つの眼球モデルが採用されてきた。

2. サイズ変更および変形が可能な数値眼球モデル

本研究では大きさの変更および変形が可能な数値眼球モデルを新たに開発した[1]。このモデルでは観測可能な物理パラメータを基に解析関数により眼球組織を表現する (図 1)。物理パラメータには最新の情報を文献から採用し、眼球のサイズや変形に応じて変動するパラメータを容易に測定可能な眼球の軸長とディオプトリ (屈折力) の関数で表した。すなわち、眼球の軸長とディオプトリを与えることで、眼球のサイズと変形が調整されるモデルである。

3. 眼球モデルを用いた線量評価

標準、大きめ、小さめ、近視、遠視の 5 個の眼球モデルを用意し、正面から単色の均一放射線 (電子線、光子線、中性子線) を照射するシミュレーションをモンテカルロ放射線輸送計算コード PHITS[2]により実行した。眼球内の各組織の線量値を計算することで、眼球のサイズや形状の違いによる吸収線量の変化を解析した。今回考慮した均一な放射線場においては、眼球組織の深さ位置が眼球の大きさや形状により変化し、これが吸収線量への大きな影響要因であることがわかった。

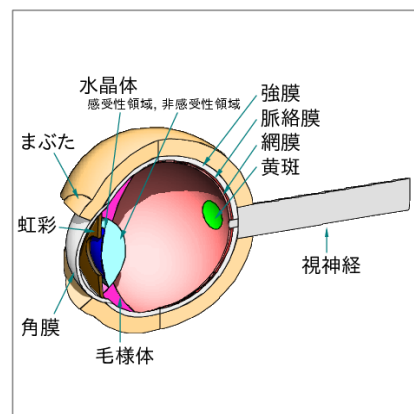


図 1 新たに開発した眼球モデル

参考文献

- [1] D. El Basha, T. Furuta, S. S. R. Iyer, and W. E. Bolch, Phys. “A scalable and deformable stylized model of the adult human eye for radiation dose assessment”, Med. Biol. 63 (2018) 105017
- [2] T. Sato et al., “Features of Particle and Heavy Ion Transport code System (PHITS) version 3.02” J. Nucl. Sci. Technol. 55 (2018) 684-90

*Takuya Furuta¹, Daniel El Basha², Siva S. R. Iyer², Camilo M. Correa Alfonso² and Wesley E. Bolch²

¹Japan Atomic Energy Agency, ²Univ. of Florida