

研究報告書

一般課題：B

(平成28年度)

1日

平成28年3月31日

公益財団法人 がん研究振興財団

理事長 堀田 知光 殿

研究施設 広島大学病院

住 所 広島県広島市南区霞1-2-3

研究者氏名 河原 大輔



(研究課題)

放射線治療及び診断における生物学的影響を考慮した高精度生物学的線量計算方法の
確立

平成29年2月28日付助成金交付のあった標記一般課題：Bについて研究が終了致
しましたのでご報告いたします。

終了致

平成 28 年度がん研究助成金 研究成果報告書

研究課題：一般課題 B

研究課題名：放射線治療及び診断における生物学的影響を考慮した高精度生物学的線量計算方法の確立

研究施設：広島大学病院診療支援部診療放射線技師

研究者：河原 大輔

1. 研究目的

X線撮影、CT撮影などの放射線診断や放射線治療では被ばく線量を正確に求める必要がある。放射線治療では計算精度によって腫瘍、正常臓器の線量の見積もりが大きく変わり治療成績に影響する。また、放射線診断においても撮影に伴う被ばくにより二次発がんのリスクが増加する可能性があり、被ばく線量を正確に算出することは重要である。これまでの被ばく線量評価では生物学的影響を考慮せず、線量の評価は人体の組成を全て水として計算し、計算された物理線量のみを評価していた。本研究ではモンテカルロシミュレーションを使用し人体の組成を正確に割り当てた高精度な物理線量計算法に放射線による生物学的な影響モデルを組み込んだ高精度生物学的線量計算方法の確立を目指す。

2. 研究の方法

①物理線量計算システムの構築

精度の高い線量計算が可能なモンテカルロシミュレーションを行うため、診断X線装置、放射線治療装置をコンピュータ上にモデリングする。モデリング後、水等価なファントムに線量計を挿入し様々なエネルギー、線量で照射した測定したデータを取得し（図1）、モンテカルロシミュ



図1. 水ファントムを使用した線量測定

レーション上で同様の線量計算を行いデータの比較を行う。モンテカルロシミュレーションコードは PHITS (Particle and Heavy Ion. Transport code System) を使用する。

②生物学的影響モデルの導入を行った高精度線量計算方法の構築

①でおこなった精度の高い物理線量計算に対して生物学的影響モデルを組み込み、生物学的影響を考慮した線量計算を行う (図 2)。生物学的影響モデルとしては Microdosimetric Kinetic Model (MKM) を使用する。これは微視的

領域にどの程度エネルギーが付与されたことによって生物学的影響が変化するかを考慮したモデルである。MKM モデルをモンテカルロシミュレーションコードの PHITS 上に組み込む。

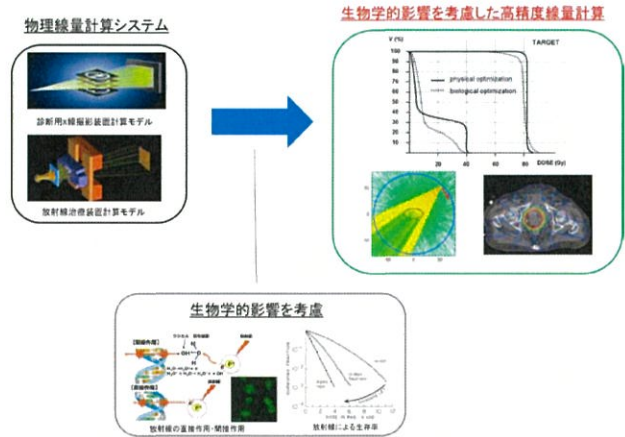


図 2. 生物学的線量計算システム

3. 研究成果

生物学的線量から生物学的効果比 (RBE) を算出した結果を図 3 に示す。図 3 (a) は診断 X 線エネルギー相当の単色 X 線におけるエネルギーの違いにおける RBE である。エネルギーが低いほど RBE は高くなっている。図 3 (b) は放射線治療装置をモデリングした際の人体に RBE を示す。診断用 X 線と比較し有意に RBE が低いことが明らかとなった。さらに 6MV-X 線と 10MV-X では 6MV-X 線の方が RBE は高い結果となった。

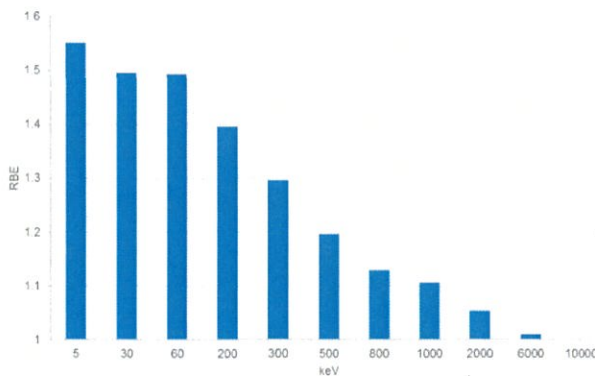
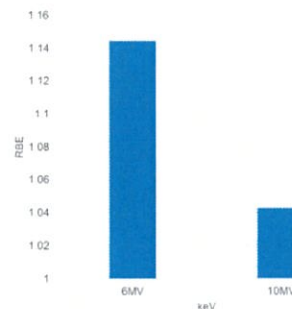


図 3 (a). 診断 X 線エネルギーでの RBE



(b). 治療用 X 線での RBE

さらに放射線治療では人体中の線量分布を把握することが必要であるため、従来より可能であった物理線量計算と生物学的線量計算の結果を図4に示す。

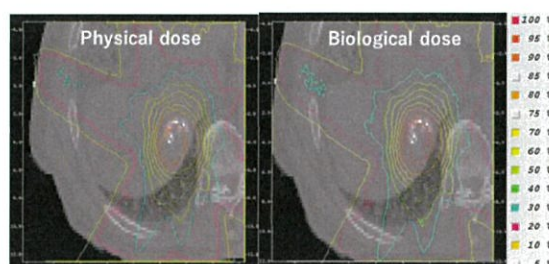


図4. 生物学的線量計算システム

放射線治療での線量計算結果は RBE のみの結果を 2018

年

に論文化し、生物学的線量計算結果については 2018 年度中に論文化、学会発表を行う予定である。

4. 研究成果

[学会発表]

✓ D. Kawahara, et al. Relative biological effectiveness study on Lipiodol based on the microdosimetric-kinetic model. 8th Japan-Korea Joint Meeting on Medical Physics

✓ D. Kawahara, et al. Relative biological effectiveness and relative dose-rate effect on Lipiodol based on the microdosimetric-kinetic model. ESTRO 37

[論文]

D. Kawahara, et al. Relative biological effectiveness study of Lipiodol based on microdosimetric-kinetic model. Phys Med. 2018 Feb;46:89-95.