

研究報告書
令和2年度：B課題

2022年4月30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 社会医療法人財団互惠会 大船中央病院

住 所 神奈川県鎌倉市大船6丁目2-24

研究者氏名 木村 祐利

(研究課題)

放射線治療における深層学習を用いた新たな患者線量検証システムの開発

令和3年1月19日付助成金交付のあった標記B課題について研究が終了致しましたので
ご報告いたします。

1. 研究背景

VMAT (volumetric modulated arc therapy; 強度変調回転放射線治療) を行う際は、治療計画の安全性を検証するため、測定器を用いた患者個々での QA (quality assurance; 品質保証) が行われる。治療計画装置により得られる計算線量分布と、放射線治療装置からの出力を測定した実測線量分布の一致度を評価することにより、装置の機械的エラーの有無や計画通りに線量分布が投与されるかを確認する。この時、線量誤差と位置誤差に基づく評価解析(ガンマ解析)で線量分布の一致度を定量評価する。しかし、この手法は、機械的エラーに対する感度が低いことが報告されている。また、エラーがあると判定されても、エラーの原因を特定できないという大きな問題を抱えている。

そこで本研究では、それらの問題を克服できる深層学習を用いた新たな機械的エラー検出手法の基盤構築を行った。

2. 研究方法

VMAT QA を実施した 161 ビームの計算および実測線量分布データを使用した。100 ビームを深層学習モデルのトレーニング用、25 ビームをトレーニングプロセスにおける検証用、36 ビームをモデルテスト用のデータ生成のために振り分けた。臨床で使用した線量分布(エラーフリー)に加え、故意にエラーを付加したシミュレーション用の線量分布を 12 種類用意した: 照射野形状エラー(2 種類)、出力エラー(2 種類)、ガントリー回転エラー(2 種類)、測定器の設置エラー(6 種類)。これらのデータを使用してエラーシミュレーションを行った。エラーを検出するために、深層学習モデルとして、CNN (convolutional neural network; 畳み込みニューラルネットワーク) モデルを構築した。本モデルでエラーデータの分類を行い、エラー分類の正解率に基づきエラー検出精度を評価した。従来手法との比較のため、ガンマ解析に基づくエラー分類を実施し、エラー検出精度を本手法の検出精度と比較した。

3. 研究結果

エラーシミュレーションの結果、提案手法、およびガンマ解析それぞれのエラー分類の正解率は、それぞれ 0.92、0.81 であった。本研究の結果は、CNN によるエラー分類手法が、VMAT QA におけるエラー解析が抱える課題に対する効果的な解決策となる可能性があることを示した。

本研究内容の一部をまとめた研究論文は、米国医学物理学会が刊行する *Medical Physics* に original article として掲載された。

4. 研究成果

Kimura Y, Kadoya N, Oku Y, et al. Error detection model developed using a multi-task convolutional neural network in patient-specific quality assurance for volumetric-modulated arc therapy. *Med Phys.* 2021;48:4769-4783.