

研 究 報 告 書
令和4年度：B課題

2024年 4月 2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 東北大学病院

住 所 仙台市青葉区星陵町 1-1

研究者氏名 田中祥平

(研究課題)

放射線治療開始初期の医療画像から腫瘍の縮小を予測する人工知能技術の開発

令和5年 4月 1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・目的

放射線治療開始から約2週間後における腫瘍の縮小は放射線治療中によくみられる現象である。腫瘍が著しく縮小した場合、周囲の正常組織が高線量域内に入ってくるため、正常組織を被ばくさせることが問題となっている。そのため、正常組織を被ばくさせないために、縮小した腫瘍に合わせて放射線治療を再計画しなければならない。しかしながら、全ての患者の腫瘍が縮小するわけではないということと、この放射線治療の再計画にはCTの再撮影やビーム設定といった多大な労力がかかることから、全ての患者を再計画するのは非現実的である。そこで、我々は患者ごとの腫瘍縮小を予め予測することによって、腫瘍が縮小して再計画が必要な患者の選定や再計画の頻度を最適化することができないかと考えた。従来は腫瘍縮小予測などでは臨床的な因子(年齢、性別、組織型)や人間が定義した数値(腫瘍の大きさやCT値の平均)などが主に使用されてきたが、予測の精度は未だ不十分であった。我々は、高次元の画像解析技術である人工知能を用いることにより、追加の侵襲的な検査等は必要なく、放射線治療初期に撮影された医療画像のみから腫瘍の縮小を高精度に予測できるのではないかという解決策を考えた。

本研究は人工知能技術(深層学習)を用いることで、頭頸部がん患者の放射線治療開始初期に撮影された医療画像から、腫瘍の縮小を予測することを目的とする。

2. 研究方法

頭頸部の放射線治療を受けた96症例(原発巣)と79症例(リンパ節転移)を対象とした。また予測精度を算出するために、このデータセットとは別に完全に独立したテストデータセットとして、50症例(原発巣)と36症例(リンパ節転移)を別に用意した。本研究では腫瘍の縮小と非縮小を予測するが、患者の縮小率の中央値を用いて縮小と非縮小のラベル付けを行った。

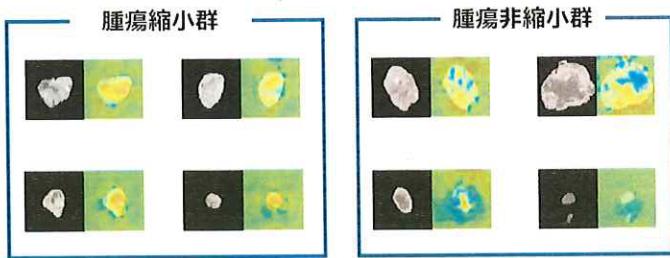
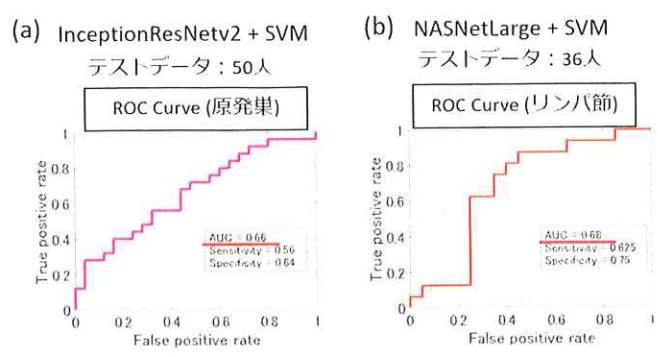
CT画像から腫瘍の面積が最大となる断面を特定し、1断面の画像を抽出した。その断面画像を16種類の深層学習モデルへ入力し、深層学習モデルから腫瘍画像の画像的な特徴を示したDeep特徴量というものを抽出した。その後、腫瘍の縮小に関係すると思われる特徴量のみに絞り込みを行った。次に96症例(原発巣)と79症例(リンパ節転移)を用いて、様々な機械学習モデルの学習を行った。最後にこの学習させたモデルを用いて、完全に独立したテストデータセットを用いて、腫瘍の縮小と非縮小を予測した。

また、人工知能が画像のどこに注目しているかを可視化する機能を用いて、注目している箇所を抽出し、画像解析を行った。これにより、腫瘍縮小の予測精度が高かった人工知能がどのような腫瘍の縮小に関係する画像の特徴に注目しているのかを解明できると考えた。

3. 研究結果

右図に、完全に独立したテストデータセットで腫瘍の縮小を予測した際の ROC カーブを示す。AUC は原発巣では 0.66、リンパ節転移では 0.68 であった。画像のみから腫瘍の縮小を予測するにあたって、現状はこのくらいの精度であることが示唆された。

また、その下の図に深層学習モデルが予測の根拠とした箇所を赤く示すオクルージョンマップを示す。これを見ると、深層学習は腫瘍が縮小した患者の中心部の低密度のような画像特徴に注目しており、腫瘍が縮小しない患者は辺縁の高密度のところが青くなっている。縮小群のオクルージョンマップとは異なり、赤くなっているところも少なかつた。



4. 結語

独立したテストデータセットでの予測精度はまだ十分とは言えないが、腫瘍の縮小を、人工知能を用いて予測できることを示唆できた。今後はオクルージョンマップの出てきた画像を用いて深層学習の注目領域の解析を行うことにより、更に腫瘍の縮小に関する画像的な特徴を見つけることが出来るかもしれない。

5. 謝辞

本研究にご支援を受け賜りました公益財団法人がん研究振興財団の関係者の皆様に陳謝致します。