



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	散乱カーネル法と深層学習を用いた適応陽子線治療のための新しいCBCT散乱線補正法の開発〔論文内容及び審査の要旨〕
Author(s)	野村, 友祐
Description	配架番号 : 2552
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(医学)
Dissertation Number	甲第14086号
Issue Date	2020-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/77941
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Yusuke_Nomura_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（医 学） 氏 名 野村 友祐

審査担当者	主査	准教授	志賀 哲
	副査	准教授	鬼丸 力也
	副査	教授	松野 吉宏
	副査	教授	玉腰 暁子

学 位 論 文 題 名

散乱カーネル法と深層学習を用いた適応陽子線治療のための新しい CBCT 散乱線補正法の
開発

(Development of novel CBCT scatter correction methods for adaptive proton therapy
using scatter kernel superposition and deep learning)

1 月 21 日に行われた審査会での質疑応答にあたり、始めに副査の鬼丸准教授から CNN に対する mfASKS 法の利点について質問があり、申請者は深層学習の内部構造を解釈することが難しい (Blackbox である) ことから、深層学習を使用しない mfASKS 法の方がより臨床現場で利用されやすい方法であると回答した。また、CNN の構造に U-net を採用した理由について質問があり、申請者は様々な構造で検証を行った結果、回帰問題で高い性能を示している U-net が最も本研究に合致していることが分かったからであると回答した。次に、転移学習とその方法について質問があり、申請者は追加のプレゼンテーション資料を用いて CNN モデルを異なる撮像条件で得られた投影画像のための CNN モデルへ転移学習させる方法とその効果について説明した。最後に、本研究で開発した CNN モデルの適応範囲について質問があり、申請者は本研究で開発した CNN モデルの一部或いは全てを転移学習することで少ない学習用データから施設毎の CNN モデルに適応できると考えられると回答した。

続いて副査の玉腰教授から陽子線治療中の患者の動きを CBCT が把握することが出来るかどうかについて質問があり、申請者はリアルタイムで患者の動きを追跡することはできないと回答した。また、深層学習の技術が現時点で臨床利用可能であるかどうか質問があり、申請者は現時点で一部深層学習を用いた技術が既に利用されているものの、深層学習が Blackbox である点やガイドラインなど基準が定まっていない点を指摘し、現時点で全ての深層学習を臨床で使用することは困難であると回答した。

1 月 23 日に行われた審査会にて、副査の松野教授から mfASKS 法に関する研究の新規性について質問があり、申請者は先行研究にはない新しい散乱線補正法が陽子線線

量分布計算精度を向上させることを定量的に検証したことなどが挙げられると回答した。さらに、CNN の補正時間が mfASKS 法に比べて早い理由について質問があり、申請者は近年のコンピュータの進歩により GPU を使用した計算が高速になったことと、深層学習に特化した専用のライブラリがあることを理由として回答した。また、深層学習の Blackbox に対する今後の展望について質問があり、申請者は現在様々な方法で解釈しやすい深層学習に向けた研究が行われていることを示した。

最後に主査の志賀准教授より総括があった後、CBCT を本研究で採用した理由について質問があり、申請者は CBCT 装置が CBCT 画像撮像以外にも様々な利用方法があることから多くの放射線治療装置に広く付属されているため、CBCT が臨床利用されやすいからであると回答した。さらに、mfASKS 法が水等価物質以外で補正能が低い原因について質問があり、申請者は mfASKS 法の下になっているモデルが正確に散乱線の物理現象をモデル化できていないことが原因であると回答した。

申請者が開発した 2 つの方法は陽子線治療実施時の線量分布を改善する事により陽子線治療精度の改善につながると強く期待される。

審査員一同はこれらの成果を高く評価し、大学院課程における研鑽や取得単位なども合わせ申請者が博士（医学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。