

氏名（本籍）	ささき こう 佐々木 公（広島県）
学位の種類	博士（情報工学）
学位記番号	甲第148号
学位授与年月日	2023年3月23日
学位授与の要件	広島市立大学大学院学則第36条第2項及び広島市立大学学位規程第3条第2項の規定による
学位論文題目	生成型 Q 空間学習を用いた拡散尖度推定 Diffusional kurtosis inference using synthetic Q-space learning
論文審査委員	主査 教授 鷹野 優 副査 教授 増谷 佳孝（東北大学） 副査 教授 樋脇 治 副査 准教授 青山 正人 副査 准教授 福田 浩士

## 論文内容の要旨

現在の医療現場で欠かせない画像法である磁気共鳴画像法（Magnetic resonance imaging: MRI）の一つに、生体内の水分子の拡散の確率分布における非ガウス性を拡散尖度  $K$  により定量化することで脳の白質線維などの構造情報を得られる拡散尖度画像法（diffusional kurtosis imaging: DKI）がある。本論文では、生成型 Q 空間学習（synthetic Q-space learning: synQSL）を用いた DKI の  $K$  推定の頑健化および臨床応用を目的とし、最小二乗フィッティング（least-squares fitting: LSF）による  $K$  推定におけるバイアス、synQSL におけるバイアス補正、 $K$  推定における拡散強調像に対するデノイズングの効果について検討した。

第1章では、本研究の主題である MRI の原理および研究目的について、第2章では方法と対象データについて説明している。第3章では、画像の信号対雑音比（signal-to-noise ratio: SNR）の異なるデータを用いて、synQSL における  $K$  推定のバイアス補正の参考情報となる LSF による推定値に関するバイアスを評価した。異なる SNR の合成データと脳の実画像データを用いた実験の結果、LSF による推定  $K$  値は拡散強調像の SNR が低いほど過大評価されることを定量的に示している。第4章では、synQSL の臨床応用のために、異なるノイズ量のデータを用いて synQSL により推定された  $K$  およびその補正結果における誤差を評価し、ノイズ量の不明な臨床画像での  $K$  の推定において、バイアス補正ありの synQSL は LSF やバイアス補正なしの synQSL と比較して頑健で誤差が小さいことを示している。第5章では、synQSL による  $K$  推定の頑健性の向上のために、拡散強調像に対するデノイズングが  $K$  推定に与える影響を評価している。拡散強調像に対するデノイズングは、LSF および synQSL による  $K$  推定の頑健性を向上させることを確認している。さらに、拡散強調像に対するデノイズングを組み合わせた synQSL では、臨床現場に存在する様々なデータに対応できることを示している。第6章では、本論文のまとめを述べている。

## 論文審査の結果の要旨

2023年1月27日午後1時5分から午後2時35分まで博士学位論文発表会を開催した。まず申請者が提出論文内容について説明し、その後、審査員が説明および論文記載内容について試問した。以下に審査結果を示す。

本論文では、生成型Q空間学習を用いた、拡散尖度画像法における拡散尖度推定の頑健化および臨床応用を目的として、最小二乗フィッティング (least-squares fitting: LSF)によるK推定におけるバイアス、synQSLにおけるバイアス補正、K推定における拡散強調像に対するデノイジングの効果について検討している。本論文の成果は学術論文誌に2編公表済みであることから、本審査委員会では本論文には十分な学術的新規性・有用性があり、論文審査について合格と判断した。博士学論文発表会における試験（試問）においては、申請者は審査委員及び聴講者からの質疑に対して的確に回答できたことから、十分な専門的知識・コミュニケーション能力を有していると判断した。また国際会議での口頭発表などの経験から十分な外国語表現能力を有していると判断した。

以上より、本審査委員会では、申請者は博士（情報工学）の学位を取得するに値する十分な専門知識と資質を有していると判断し、試験を合格とした。