



Title	発育性股関節形成不全の検診画像における骨形態計測基盤技術開発
Author(s)	清水, 寛和
Description	配架番号 : 2954
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(医学)
Dissertation Number	甲第16644号
Issue Date	2025-09-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16644
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/98254
Type	doctoral thesis
File Information	SHIMIZU_Hirokazu_review.pdf, 審査の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



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 清 水 寛 和

主査 教 授 高 橋 誠
審査担当者 副査 准教授 舟 山 恵 美
副査 准教授 横 田 勲

学 位 論 文 題 名

発育性股関節形成不全の検診画像における骨形態計測基盤技術開発
(Development of fundamental technology for bone morphometry in the medical
examination images for the developmental dysplasia of the hip)

この論文で申請者は、発育性股関節形成不全の検診時に施行された単純 X 線画像と超音波画像を用いた技術開発を行ったと述べた。まず第一章として、乳児股関節単純 X 線画像において、既報より誤差が小さい全自動臨床パラメーター算出モデルを開発したと述べた。また、治療介入の要否予測モデルとして、単純 X 線画像を用いた深層学習モデル、開発した全自動臨床パラメーター算出モデルの臨床パラメーターを用いた機械学習モデル、これらを統合したモデルを作成したと述べた。さらに、Shapely additive explanation (SHAP) value を用いた学習過程の解析により、治療介入の要否に与える臨床パラメーターの影響度を可視化できたと述べた。続いて第二章として、乳児股関節超音波画像において、骨に特徴的なアーチファクトの影響を低下させた骨形態線の抽出技術を開発したと述べた。さらに、診断適正画像を自動抽出する技術を開発したと述べた。

審査にあたり、副査の舟山准教授から、第一章に関して、発育性股関節形成不全における骨形態計測の臨床的意義について質問があった。申請者は、治療介入の要否の判断には理学所見が重要であるが、骨形態計測は治療介入を判断する参考になるとともに、経過観察や治療介入の効果判定に有用であると回答した。続いて、学習過程の解析で明らかとなった注目点について質問があった。申請者は、これまで重要と思われていた寛骨臼角よりも山室 a 値の方が治療介入の要否に与える影響が大きかった点は興味深いと回答した。さらに、治療介入の要否予測モデルの性能について質問があった。申請者は、AUC は 0.8、精度は 0.8 であり、このモデルの診断性能は良いと評価していると回答した。次に、第二章に関して、超音波画像の利点について質問があった。申請者は、超音波検査では動的撮像ができることから、静的撮像に比べ関節不安定性の評価に有利であると考えられることや、一定時間撮像して最適画像を抽出することができるのが利点であると回答した。

次に、副査の横田准教授から、AUC の解釈について質問があった。申請者は、他文献を引用して、0.8 以上を excellent、0.7 以上を moderate、0.7 未満を poor と評価したと回答した。さらに、AUC の定義について質問があったが、申請者は ROC について回答したため、AUC についてコメントが述べられた。続いて、使用した統計ソフトについて質問があった。申請者は、使用した統計ソフトのバージョンおよび共同著者が資料した統計ソフトについて今一度確認すると回答した。

最後に、主査の高橋教授から、一次スクリーニングへの応用の可能性について質問があった。申請者は、一次健診における画像検査方法としては超音波検査が適しており、本研究で開発した技術が応用できる可能性があることと、今後自動診断システムの開発がきたいされると回答した。続いて、第一章について、使用した画像の品質について質問があった。申請者は、研究対象とした画像の品質は特にチェックしていないが、それでも治療介入の可否は予測できたと回答した。さらに、検証済みの真のデータとして用いた専門医の診断について、その正診率について質問があった。申請者は、股関節の脱臼・不安定性について定量化はされておらず、熟練した専門医の診断を真のデータとして用いたと回答した。

本論文は、乳児股関節単純 X 線画像の臨床パラメーター自動計測技術の開発および治療介入の可否の自動判断モデルの可能性、ならびに乳児股関節超音波画像の骨形態線および診断適正画像の自動抽出技術の開発と新たな乳児股関節健診システムの可能性を明らかにした価値ある研究である。またそれらの内容は、学会発表として、日本整形外科学会学術総会や日本整形外科学会基礎学術集会および米国整形外科アカデミー年次集会で口演され、基礎論文として、英文学術誌に 2 報が既に掲載されている。

審査員一同は、これらの成果を評価し、質疑応答の内容と大学院課程における研鑽や取得単位なども併せ、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。