

報告番号	甲 ㊦ 第	号	氏 名	前 田 祥 宏
主 論 文 題 名				
Automatic measurement of the Cobb angle for adolescent idiopathic scoliosis using convolutional neural network (畳み込みニューラルネットワークを用いた思春期特発性側弯症のCobb角自動測定)				
(内 容 の 要 旨)				
脊柱側弯症は脊柱の彎曲や回旋異常を伴う疾患である。脊柱側弯症の治療はCobb角によって示される重症度に基づいて行われる。Cobb角はカーブの上端と下端にある椎体終板の角度を計測することによって評価される。以前は手動で分度器を使用することで計測していたが、現在はX線画像のデジタル化によりX線画像上で機械的に計測することが可能となった。しかし、Cobb角測定は臨床において観察者間および観察者内のばらつきが生じやすいことがわかっている。現在、Cobb角測定の精度を向上させるため、人工知能（Artificial intelligence : AI）の利用に注目が集まっている。そこで本研究では、X線画像における椎体の自動検出とCobb角測定のための畳み込みニューラルネットワーク法を提案した。これまでの研究では立位正面像の1個のカーブのみの評価だったが、本研究では、側屈位や装具装着時などの条件も評価可能であり、すべてのカーブを評価することができる。 思春期特発性側弯症（Adolescent idiopathic scoliosis : AIS）患者の立位、仰臥位、側屈位、装具装着時を含む、脊椎全長のX線画像1021枚を用いた。各X線画像には、12個の胸椎と5個の腰椎を含む完全な脊椎が描出されており、その後の学習とセグメンテーションに使用した。アルゴリズムは3つの段階から構成され、第1段階では、胸椎12個と腰椎5個を含む脊椎全体を含む関心領域（Region of interest : ROI）をX線画像上で特定する。第2段階では、ROI内のT1からL5までの17椎体について、各椎体の4隅を特徴点として検出する。最後に検出された特徴点を用いてCobb角を計測する。ROI検出と椎体検出では、機械学習における画像認識タスクで優れたResidual Network（ResNet）の事前学習済みモデルに基づいて伝達学習をおこなった。Cobb角の測定の際には、各椎体の4隅の特徴点から傾きを算出し、傾きの最大値と最小値を持つ椎体を検索した。提案したAIアルゴリズムの結果と、6名の医師による手動法の結果を、級内相関係数（Intraclass correlation coefficients : ICC）を用いて比較した。評価対象は、近位胸椎カーブ、主胸椎カーブ、胸腰椎カーブであり、Cobb角の大きい順にメジャーカーブ、マイナーカーブ1、マイナーカーブ2に分類した。 立位、仰臥位、側屈位、装具装着時において、6名の医師とAIによる評価のICCはExcellentまたはGoodであり、特に立位のメジャーカーブでは0.973と高い値であった。AIと医師の平均値の誤差は角度の大きさに影響されず、AIの方が1.7°～2.2°小さい傾向にあった。提案手法は、Cobb角の大きさ、医師の経験、姿勢に関係なく、医師の測定値と高い相関を示した。提案手法は優れた信頼性評価を示し、AIS患者のCobb角自動測定法として有望であることが示された。				