

# 論文審査の要旨および担当者

愛知学院大学

報告番号	① 乙 第 号	論文提出者名	西山雅子
論文審査 委員氏名	主査 副査	有地 榮一郎 嶋崎 義浩 長尾 徹	
論文題名	異なる2施設のパノラマ X線画像によって構築した関節突起骨折診断のための深層学習モデル		

インターネットの利用による公表用

本研究は畳み込みニューラルネットワークを用いた深層学習 (DL) システムをパノラマ X 線画像による下顎骨関節突起骨折の診断のために応用したものである。加えて、DL モデルによる診断支援を実際の臨床において行うことを想定した場合、DL モデルの汎用性に関する外部検証の問題は重要な課題であるため、これについての検討も行っている。従って、本研究の目的は 2 施設から得られたパノラマ X 線画像を用いて下顎骨関節突起骨折の診断のための DL システムを構築し、特に外部検証と内部検証の比較を中心に診断精度を検証することとしている。

対象は愛知学院大学歯学部附属病院 (病院 A) と大垣市民病院 (病院 B) のデータベースから抽出した骨折群 100 顎関節、骨折なし群 100 顎関節のパノラマ X 線画像としている。

パノラマ X 線画像から顎関節部を任意の大きさの矩形領域として切出して、DL システムの構築と検証に用いる画像パッチとしている。今回の DL システムは Ubuntu OS ver. 16.04.2 を動作システムとし、11GB の GPU および 128GB のメモリを有するワークステーションに構築された。ネットワークは AlexNet および VGG-16 を使用し、5 分割交差検証の手法を応用して DL モデルを作成し、評価している。

病院 A、B それぞれからのデータを基にした DL モデル (model A、model B) および両病院のデータを基にした DL モデル (model AB) を作成し、診断精度の評価には ROC 曲線下の面積 (AUC) を算出し、結果を比較している。ま

た ROC 曲線の左上に最も近い点をカットオフ値として、感度、特異度、正診率を求めている。

骨折の部位および骨折の程度の分布について、分析した結果、病院 A では上頸部骨折が多く、病院 B では下頸部骨折が多くみられたとしている ( $p=0.026$ )。また、病院 A では偏位や転位といった脱臼を伴わない症例が多かったが、病院 B では過半数が脱臼を伴う骨折であったとしている ( $p=0.041$ )。

DL モデルの診断能として、以下の結果を得ている。

- ① AlexNet ではテストデータと訓練・検証用データとが同施設の場合 (内部検証)、AUC は Model A で 0.85、Model B では 0.86 であり、高い診断能を示した。
- ② AlexNet でも異なる施設の画像をテストデータとした場合 (外部検証) では AUC は Model A、Model B とともに 0.58 であり、有意に低い値を示した。
- ③ AlexNet による Model AB では内部検証の結果と比べ、有意差はないもののわずかに高い値を示した。
- ④ VGG-16 では、内部検証では、Model A の AUC は 0.88、Model B では 0.98 とさらに高い診断能を示した。
- ⑤ VGG-16 による外部検証では AUC が 0.51、0.60 と内部検証の場合に比較

して有意に低い値を示した。

⑥ VGG-16によるModel ABのAUCは0.91、0.98であった。Model AおよびModel Bの内部検証と比較して同等もしくはわずかに高い値を示したが有意差は認められなかった。

⑦ AlexNetとVGG-16を比較すると、いずれのネットワークにおいても内部検証では診断精度は高く、外部検証では低くなるという同様の傾向がみられた。

以上より、以下のように結論している。

パノラマX線画像を用いた関節突起骨折診断のためのDLシステムの有用性が示された。しかし、訓練用画像を提供した施設とは異なる施設でDLモデルを使用する場合には診断精度が低下することが明らかとなった。外部の施設で作成されたDLシステムを用いて診断支援を行う場合には注意が必要であることが示された。

以上、この研究は歯科放射線学、口腔外科学、口腔衛生学ならびに関連諸学科に寄与するところが大きいと考えられ、博士(歯学)の学位授与に値するものと判定した。