

審査の結果の要旨

氏名 松岡 良

心房中隔欠損症（ASD）は年齢とともに心不全や肺高血圧を合併し不可逆的に増悪するため治療の遅れが予後不良に繋がる一方、軽症の時点では特異的な症状や検査所見に乏しく早期診断が難しいことが知られている。本研究はディープラーニングの技術を用いて胸部 X 線読影システムを作成し、胸部 X 線画像から ASD の診断を行うことを試みたものであり、下記の結果を得ている。

1. ASD 群として東京大学医学部附属病院循環器内科を受診した 15 歳以上の ASD 患者、非 ASD 群として同科で虚血性心疾患に対し心臓カテーテル検査を施行された 15 歳以上の患者を組み入れ、それぞれの胸部 X 線画像を収集して ASD データセットを作成した。ディープラーニング技術を用いた画像解析モデル（畳み込みニューラルネットワークモデル）を 2 つ作成し、それぞれ①ChestX-ray14（NIH から公開されている胸部 X 線のデータベース）、②ImageNet（多数の自然画像を集めたデータベース）を事前学習させた後、双方に ASD データセットの一部を学習させた。ASD データセットの残りで診断精度を検証すると、①のモデル（AUC 0.96、感度 100%、特異度 85%、正答率 93%）、②のモデル（AUC 0.94、感度 77%、特異度 97%、正答率 87%）いずれも循環器内科医（AUC 0.90、感度 89%、特異度 79%、正答率 84%）と同等の精度が得られた。
2. Gradient-weighted class activation mapping（Grad-CAM）により①のモデルは心陰影右側、②のモデルは心陰影左側を主に見て診断を行っていることが示された。心臓超音波検査や右心カテーテル検査との相関を調べると、①のモデルは右房圧と、②のモデルは右室圧や肺動脈圧との相関係数が比較的高く、Grad-CAM の結果と合わせて①のモデルは右房拡大を、②のモデルは右室～肺動脈拡大を基準に診断を行っていることが推察された。
3. 上記結果 1 と 2 から、右房拡大が早期診断に、右室～肺動脈拡大が確定診断に重要と考えられた。この結果は左房から右房へのシャントが原因で徐々に肺高血圧が進行するという ASD の経過とも一致するものである。

以上、本論文は畳み込みニューラルネットワークモデルに ASD 患者と非 ASD 患者の胸部 X 線画像を学習させることで、循環器内科医と同等の精度で ASD の胸部 X 線画像を見分けることができるようになることを示した。また事前学習の違いによりモデルの視点が

異なり、診断精度に影響を与えることが明らかになった。本研究のシステムを発展させ健康診断や日常診療の胸部 X 線検査に適用することで、これまで見逃されていた ASD を早期に診断することが可能となり、ひいては予後の改善に繋がると考えられる。よって本論文は博士（医学）の学位請求論文として合格と認められる。