

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	甲	第	号
------	---	---	---	---

氏 名 川口 将宏

論 文 題 目

Age estimates from brain magnetic resonance images of children younger than two years of age using deep learning

(深層学習を用いた2歳以下の小児頭部MRIの年齢推定)

論文審査担当者 名古屋大学教授

主 査 委員 勝野 雅央
名古屋大学教授

委員 木村 宏
名古屋大学教授

委員 尾崎 紀夫
名古屋大学教授

指導教授 高橋 義行

論文審査の結果の要旨

別紙 1-2

今回、2歳以下の小児の頭部MRIのT1およびT2強調画像を用いて深層学習を行い、MRI画像から年齢を推定するAIモデルを作成した。作成したAIモデルを用いてテストデータセットの画像の年齢推定を行い、医師の推定結果と比較した。本モデルと医師の推定値の間で、Bland-Altman解析での一致は認めなかったが、Wilcoxonの符号付順位和検定での有意差も認めなかった。本モデルの年齢推定の精度は医師と似た水準にあると考えられた。加えて、同AIモデルを用いて髄鞘化遅延を認める症例の年齢推定を行ったところ、推定年齢は実年齢より有意に若かった。本モデルはMRI読影の際に髄鞘化遅延を見出す助けになりうると考えられた。

本研究に対し、以下の点を議論した。

1. 一般的にAIモデルの判断基準は正確な評価はできない。本モデルは髄鞘化遅延を認める症例を実年齢より若く推定したことから、白質と灰白質のコントラストを参照し年齢を判断している可能性が考えられる。学習の際に画像のトリミングを行っているため頭の大きさは影響しないと考えられるが、頭の形やくも膜下腔などの脳実質以外の要素を参照している可能性は否定できない。
2. 小児科の臨床においては、痙攣や発達の遅れなどの症状を認める場合などで頭部MRIを撮像する機会が多い。一方で、脳の発達年齢の推定（髄鞘化の評価）は熟練を要し、経験を積んだ小児神経科医や放射線科医でないと難しい場合も多い。AIモデルによる年齢推定は実臨床において、小児頭部MRIの判読に慣れていない非専門医の助けになると考えられる。
3. AIモデルの年齢推定値が実年齢と大きく離れている場合、画像上に髄鞘化遅延などの何らかの異常所見が含まれている可能性がある。髄鞘化が遅延している場合は何らかの神経疾患の存在が示唆され、それによって発達指数が低下する可能性があるが、髄鞘化遅延の程度と発達指数の関係は一定ではない。本研究においては年齢推定値と発達指数の関連は検討していないが、今後の重要な課題と考えられる。
4. 本研究では異なる7台のMRIスキャナで撮像された画像を用いており、撮像パラメータもそれぞれ異なるため画像のコントラストは症例ごとに差が見られる。AIモデルの学習でばらつきの大いデータを用いると精度が上昇しにくい可能性があるが、一方でAIモデルの汎用性を高めるためには異なる条件の画像（複数の施設で撮像された画像）を用いることが推奨されている。本研究は単施設研究だが、複数の異なるスキャナで撮像された画像を用いることで、学習条件を多施設研究に近づけることができた。実際の学習では過学習も認めず、適切な学習ができたと考えられる。

以上の理由により、本研究は博士（医学）の学位を授与するに相応しい価値を有するものと評価した。

試験の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第	号	氏 名	川口 将宏
試験担当者	主査	勝野 雅央	副査 ₁	木村 宏
	副査 ₂	尾崎 紀夫	指導教授	高橋 義行
(試験の結果の要旨)				
<p>主論文についてその内容を詳細に検討し、次の問題について試験を実施した。</p> <ol style="list-style-type: none">1. 本研究のAIモデルの年齢推定判断基準について2. 本研究のAIモデルの臨床上の意義について3. 年齢推定値と発達指数の関連について4. MRI装置の機種間差と学習の妥当性について <p>以上の試験の結果、本人は深い学識と判断力ならびに考察力を有するとともに、小児科学一般における知識も十分具備していることを認め、学位審査委員合議の上、合格と判断した。</p>				