

氏名 高藤 雅史

所属・職名 三重大学医学部附属病院 放射線科 助教

○ 受賞の感想と今後の抱負

このたびは三重医学若手研究者賞という大変栄誉ある賞を賜り、心より光栄に存じます。本研究は、日々の臨床診療の中で感じた課題を起点として、多くの指導医の先生方、共同研究者の皆様、ならびに関連部門の支援のもとで進めることができました。この場をお借りして深く御礼申し上げます。循環器画像診断の分野は、MRI・CT装置の進歩やAI技術の導入により大きく変革しつつありますが、実臨床における診断の質をさらに向上させるためには、画像解析技術と臨床医学を橋渡しする研究が重要であると考えております。本研究では、深層学習を用いた冠動脈MRAの読影支援という新しい試みに取り組みました。AI技術の導入は単に診断の自動化を目指すのではなく、医師の判断を補助し、より安全かつ均質な医療を提供するための基盤となるものです。本受賞を励みとして、今後も循環器画像診断のさらなる発展に寄与し、臨床現場へ還元できる研究を継続してまいります。

○ 受賞テーマ

「深層学習を用いた冠動脈MRAにおける有意狭窄検出アルゴリズムの開発と臨床的有用性の検証」

○ 研究の概要と将来展望

深層学習技術の進歩により、医用画像解析における診断支援の可能性が大きく広がっている。冠動脈磁気共鳴血管撮影（coronary magnetic resonance angiography : CMRA）は、非侵襲的かつ被曝を伴わない方法として冠動脈狭窄の評価に有用であるが、その視覚的読影は観察者の経験に依存し、高度なトレーニングを要するという課題がある。本研究では、CMRA画像から冠動脈有意狭窄を高精度に検出することを目的として、深層畳み込みニューラルネットワークを用いた深層学習アルゴリズムを開発し、その診断支援ツールとしての有効性を検証した。

本研究では、CMRAおよび侵襲的冠動脈造影検査を施行した75例から得られた951冠動脈セグメントを対象とし、侵襲的冠動脈造影において内腔径が50%以上減少した病変を有意狭窄と定義した。提案した深層学習モデルは、CMRA画像から抽出した三次元VOIデータを入力として、各冠動脈セグメントを有意狭窄の有無で分類するよう設計した。学習および評価には4分割交差検証法を用いた。さらに、臨床応用を想定した観察者試験を実施し、放射線科専門医3名および研修医3名が、AI支援の有無で狭窄の存在確率を評価した。

その結果、951セグメント中84セグメント（8.8%）に有意狭窄が認められた。開発した深層学習アルゴリズムは、受信者動作特性曲線下面積（AUC）0.890、感度83.3%、特異度83.6%、正確度83.6%と高い識別性能を示した。また観察者試験では、研修医の平均AUCがAI支援なしの0.821から支援あり0.898へと有意に向上し、専門医においても0.879から0.897へ改善傾向が認められた。これらの結果から、本アルゴリズムは特に経験の浅い読影者において診断精度向上に寄与し得る有効な支援ツールであることが示唆された。

今後は、本アルゴリズムの臨床応用に向けて、多施設データによる外部検証を行い、一般化性能を評価する必要がある。また、現在は50%以上の狭窄を対象とした二値分類モデルであるが、臨床的意思決定に資するためには狭窄重症度の多段階分類への発展も重要である。さらに、AIによる解析結果を臨床ワークフローへ統合することで、冠動脈MRAの読影支援および診断標準化への貢献が期待される。

○ 関連分野における本研究の特筆すべき点

本研究は、放射線被曝を伴わない冠動脈 MRA に特化して冠動脈有意狭窄を自動検出する深層学習法を体系的に設計・検証した点で先駆的である。データ規模の制約を踏まえつつ、3D VOI 入力と重み付け層（注意機構に類似する設計）を組み合わせた設計を採用し、AUC=0.890 という良好な識別性能を達成した学術的・実用的意義は大きい。さらに、アルゴリズム単体の性能評価にとどまらず観察者試験を通じて、研修医の診断性能が専門医水準へ近づく実効性を示した点も重要である。冠動脈 MRA は重度石灰化症例に強いという特性を有し、冠動脈疾患の第一選択検査である冠動脈 CT 血管撮影 (CCTA) で課題となり得る状況においても、深層学習による自動解析との相乗効果が期待できる。本研究は、冠動脈 MRA 領域における AI 読影支援の有用性を具体的エビデンスとして提示し、関連分野に新規性と臨床的価値を提供するものである。

○ 本研究の将来期待される点

今後は、多施設・大規模コホートによる外部検証を進め、一般化性能とロバスト性を定量的に確立する必要がある。また、二値分類 ($\geq 50\%$) から 75%狭窄や閉塞を含む重症度の多クラス分類へ拡張し、病変局在の可視化（ヒートマップ等）を統合することで、臨床的意思決定に直結する情報提供が可能となる。さらに、撮像条件の差異や息止め不良、運動アーチファクトなどに起因する画質劣化の影響を最小化するため、深層学習ベースの再構成・デノイジング手法と統合し、再現性と頑健性を高めることが望まれる。運用面では PACS/ビューアとの連携によりワークフローへ実装し、読影時間の短縮と診断の標準化、施設間ばらつきの低減を実証すべきである。将来的には、冠動脈 MRA に心筋血流 MRI や遅延造影 MRI などのパラメトリック情報を統合し、冠動脈疾患の包括的リスク層別化を行う統合 AI プラットフォームへ発展させることで、個別化医療の実現に寄与することが期待される。

○ 本研究に関連する代表的な原書学術論文（1編）

Takafuji, M., Ishida, M., Shiomi, T., Nakayama, R., Fujita, M., Yamaguchi, S., Washiyama, Y., Nagata, M., Ichikawa, Y., Inoue, K., Nakamura, S., & Sakuma, H. (2025). Development of a deep learning algorithm for detecting significant coronary artery stenosis in whole-heart coronary magnetic resonance angiography. *Journal of cardiovascular magnetic resonance : official journal of the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance*, 27(2), 101932.

○ 略歴

（学歴）

平成 26 年 3 月 三重大学医学部卒業

平成 28 年 9 月 三重大学大学院医学系研究科入学

令和 3 年 8 月 三重大学大学院医学系研究科修了

（職歴、研究歴等）

平成 26 年 4 月 名張市立病院 初期研修医

平成 28 年 4 月 三重大学医学附属病院 医員

平成 31 年 1 月 市立四日市病院 放射線科 医員

令和 2 年 7 月 三重大学医学部附属病院 医員

令和 3 年 4 月 三重大学医学部附属病院 地域連携心臓胸部画像診断学寄附研究部門 助教

令和 5 年 6 月 同 臨床研究開発センター 助教

令和 7 年 4 月 同 放射線科 助教

○ 専門分野

循環器画像診断

○ 医学博士、専門医資格など

医学博士（三重大学）

放射線診断専門医・指導医