

5. 人工知能 (AI) の研究開発の現状と将来展望

2) 心臓核医学における人工知能の動向

中嶋 憲一 金沢大学先進予防医学研究科機能画像人工知能学
 齋藤晋太郎 金沢大学附属病院核医学診療科
 陳 卓勳 金沢大学大学院医薬保健学総合研究科

人工知能と医療

人工知能は、現代社会の中において広範な分野での利用が進められており、医療もその例外ではない。IBM社の“Watson”が、わずか10分で診断が難しい患者の正しい病名を見抜いたとニュースになったのは2016年だったと記憶しているが、数千万件以上の特定のテーマに関する論文を学習して、医療上の意思決定、稀少疾患の診断、さらには予後予測にも利用するという考え方は、今は日常的なニュースとなってきた。

医療の中での人工知能の利用に関しては、その信頼性や診断ミスが生じる可能性を含めて懐疑的な見方もあった（今でもある程度そのような見解もあるが）。しかし、ビッグデータの利用やコンピュータの計算能力の向上、そして初期の臨床適応結果が有効との知見の増加に伴って、次第に、信頼できるのかという視点から実際にどのように使うべきなのかという視点に変わってきたと言えよう。

画像診断に関する適用も進められており、循環器領域あるいは画像領域でも、X線診断をはじめ、CTによる冠動脈やプラークの性状評価、MRIでの心筋疾患の評価、心エコーの評価、そして核医学領域でも、初期の人工知能の適用が検討されており、すでに臨床の場で用いられるようになった技術もある。

画像の中でも特に核医学画像は、そのデータがそもそもデジタル量で画素数

も限られており、検査目的も放射性医薬品によって規定される機能情報であるために、人工知能や機械学習には適した分野と考えることもできる。本稿では、核医学領域における人工知能の適応に対して筆者らが関与してきた研究を含めて紹介する。

SPECTと虚血判定の重要性

心筋血流SPECTで運動負荷や薬剤負荷によって検出される虚血は、1980年代は視覚的評価であったが、その後1990年代に入って、統計的手法を用いた欠損や虚血の定量方法が普及するようになった。このような負荷、安静、その差分の虚血のスコア化による診断方法は、欠損程度の診断だけではなく、その後の大規模な予後研究のデータの蓄積とともに有効性が確認されてきた。一般的に、心臓領域で認識されるようになった虚血10%以上で血行再建が有効との概念は、心筋SPECTのこのような知見に基づいている。欧州心臓病学会の「冠動脈血行再建術ガイドライン」の中でも、安定狭心症あるいは無症候性虚血に対する血行再建の適応として、機能的虚血検査で>10%の大きな虚血を検出するか、侵襲的なfractional flow reserve (FFR) 検査があれば、Class I（有効性が確立）とみなされる¹⁾。また、COURAGE研究の中でも、10%以上の虚血が5%未満に減少できれば、死亡

リスクを軽減させることも明らかになっている²⁾。心筋欠損スコアの意義は、予後の予測因子として注目されてきたが、その定量の過程では虚血の程度に関する診断がなされており、診断上に果たす役割も大きい。

“cardioREPO”（富士フィルム富山化学社）は、負荷心筋血流SPECTを用いた多施設研究から、人工ニューラルネットワーク（以下、ANN）を搭載したソフトウェアとして開発されたものである³⁾。図1は、cardioREPOによる解析例（金沢大学病院症例）である。前壁中隔に明瞭な虚血のある症例であるが、負荷と差分画像（すなわち虚血）で異常確率とともに判定結果が示される。

本邦で公開されたcardioREPOの最初のバージョンでは、1051症例のスウェーデンでのトレーニングデータベースを用いて欠損の有無に関するトレーニングが行われ、特徴量としては血流低下の大きさ、形、部位、分布パターンなどが用いられた。日本人106人で検証を行い、視覚的診断を正解とした場合の精度を見ると、ANNは受信者動作特性解析の曲線下面積（以下、ROC AUC）で0.97と、良好な結果が得られた。

一方、臨床使用においては虚血の診断精度が不十分である（すなわち軽い異常を有意としない傾向がある）ことが明らかになったため、改めて国内で新規のデータベースによるトレーニングを行い、ANNの再構築を行った⁴⁾。このデータ収集は、12病院の心臓核医学を専門と