

## II 運動器領域の技術と臨床の最新動向

# 6. 運動器領域の超音波画像診断におけるAIの応用

中原 龍一 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科生体機能再生・再建学講座整形外科

人工知能 (AI) 技術は非常に速い速度で進化しており、自動翻訳や音声認識などの、日常で利用可能なAIも出現している。医療領域でもAI研究は進んでおり、2019年には医療AIソフトウェア (MRI・脳動脈瘤検出) が医薬品医療機器総合機構 (PMDA) により認可され、今後さらに普及が進むと予想されている。本稿では、運動器領域における超音波画像診断のAI利用について概説する。

### AI技術の歴史

現在のAI技術の中心は、深層学習と呼ばれるAI技術である。その基礎となる技術は、1940年代にニューロンの活動を数学的に模して開発されたニューラルネットワークと呼ばれる技術である。ニューラルネットワークは、AI研究の本流と期待されたが、何度も浮沈を味わっている。1980年代ごろに2度目の流行があったが、ニューラルネットワークよりも効率の良い手法 [サポートベクターマシン (以下、SVM) などの機械学習] が多数開発されたことで、ニューラルネットワークの研究はまた廃れてしまった。しかし、トロント大学のヒントン教授は地道に研究を続け、新しい活性化関数 (ReLU) やドロップアウトなどの新手法を追加したニューラルネットワークを深層学習と名前を変えて発表した。深層学習は、画像領域で機械学習をしのごう圧倒的な性能を発揮しただけでなく、音声認識や自動翻訳などのさまざまな領域

で機械学習を駆逐してしまい、ほとんどの領域で深層学習が自動認識研究の中心となった。深層学習があまりにも発展したため、本来は異なる文脈で用いられていた人工知能 (AI) という言葉と深層学習は同じ意味で用いられるようになり、深層学習以外の手法を機械学習と呼ぶようになった。本稿でもそれに倣い、深層学習 (AI) として議論を進めていく。

超音波画像領域でも、従来法である機械学習から深層学習 (AI) への変化が生じた。機械学習時代には、SVMを用いた関節リウマチ (RA) の滑膜炎評価<sup>1)</sup>、ランダムフォレストを用いた筋炎の分類<sup>2)</sup>、決定木 (decision tree)<sup>3)</sup> やK-means法<sup>4)</sup> を用いた神経検出の研究などが行われた (図1)。機械学習は、特徴量と呼ばれる固有の解析アルゴリズムを人間の手で作り込む必要がある。特徴量は、複数の機械学習手法を組み合わせることが多く、高いプログラム技術が必要であった。さらに、部位や疾患ごとにプログラムを作り直す必要があり、それらの問題が機械学習研究の拡大を阻んでいた。しかし、深層学習は、AIプログラムに大量の画像 (教師画像と呼ばれる) を学習させることで、自動的に特徴量が計算される。これにより、医療関係者が教師画像を作成し、AIプログラムがAIの学習と評価を行うという形で分業が可能となった。また、AIプログラム技術は、画像だけでなくさまざまな領域で応用できるため、AIプログラムを扱える技術者が劇的に増加した。さらに、

深層学習を開発したヒントンらはAIプログラム (AlexNet<sup>5)</sup>) を無料公開し、ほかのAI研究者も追隨してAIプログラムを無料公開したため、研究コストは劇的に低下した。以上のことから、AI研究は劇的に増加した。

### 深層学習 (AI) : 運動器領域の超音波画像研究

AIプログラムは、①画像を見て、それが何かを判断するクラス分類、②画像の中の特定の物体を見つけ出す物体検出、③画像の中の特定の物体が存在する領域の塗り絵を行うセグメンテーションという、3つのタスクに分かれている。そして、これらのタスクを実行するAIプログラムが多数公開されているため、それらのAIプログラムを応用する形で医療AI研究は進んでいる。

#### 1. 疾患診断研究

運動器領域における超音波AI研究について概説する (図2)。Burlinaら<sup>2)</sup> は、クラス分類を行うAIプログラム (AlexNet) を用いて筋炎の自動分類を行い、従来法である機械学習 (ランダムフォレストなど) よりも高い精度を達成したと報告した。Andersenら<sup>6)</sup> は、AlexNetの後に開発されたクラス分類を行うAIプログラム (オックスフォード大学が開発したVGGと、Google社が開発したInception-v3) を用いて、関節リウマチの滑膜炎を4段階で自動評価を行い、VGG