

体力医学に関する最近のトピック No. 20 :

生物学・医科学 AI はどこまで来たか？

河野 史倫（松本大学）

近年、人工知能（AI）技術の進展は目覚ましく、様々な分野・研究領域において、新たな AI やその基盤技術が生み出されている。先日 *Nature* 誌に発表された自律卓球システムは、AI とロボティクスの融合により、ロボットが現実世界のスポーツ競技において一流選手と競い得ることを示した先駆的な事例である¹⁾。このシステムでは、ラリー中の返球動作を決める AI の中核に、ニューラルネットワークを用いた学習機構が採用されている。具体的には、シミュレーション内で多様なボール速度・回転・軌道をもつ返球場面を生成し、ロボットが試行錯誤を繰り返すことで、返球成功や狙った着地点、スピンなどに応じて高い評価が得られる行動を学習している。ニューラルネットワークは、人間の脳の情報処理を参考にした多層の数理モデルであり、入力情報に含まれる特徴を線形的・非線形的に変換しながら、複雑な入力に対する出力を予測する。先述した自律卓球システムでは、ボール位置・スピンの履歴、ロボットの関節位置や速度などを入力情報とし、次に取るべき返球動作を瞬時に推定する。これはヒトで言い換えれば、視覚や体性感覚に相当する情報を統合し、現実世界における高速な判断と運動制御を結びつけた技術革新と言える。

一方、生物学・医科学領域でも、機械学習は解析技術として急速に導入されており、創薬やバイオマーカー探索はその代表的な応用領域である。パーキンソン病を対象とした研究では、UK Biobank の 43,408 人、うち 778 人の患者を含む血漿プロテオームデータと SNP 情報を用いて、疾患の有無を判別する機械学習モデルが構築された²⁾。この研究では、線形的な関係を捉える回帰モデル、データの境界を見つけるパターン認識モデル、複雑な非線形関係を学習するニューラルネットワークを比較し、疾患判別に寄与する血中タンパク質・ホルモン・シグナル伝達経路を抽出した。Menacho ら³⁾ は、リー脳症脳オルガノイドの単一細胞 RNA-seq データと分子相互作用ネットワークを用いて、神経細胞への分化を誘導しうるタンパク質の活性化・抑制パターンをグラフニューラルネットワークで推定し、既存薬の標的情報と照合して候補薬剤をランク化した。

また、文献中の実験条件、測定項目、変化方向を数値ベクトル化し、それらの関係をネットワークとして学習する機械学習モデルも報告されている⁴⁾。このモデルは、骨格筋に関する約 6.5 万件の文献情報から実験条件と分子・生理学的変化の関係を学習し、グラフニューラルネットワークにより、入力された実験条件から観察された変化を結びつける分子パスウェイや生理応答経路を推定する。個体ごとの実験データにも適用できるため、運動応答などにおける個体差の背景機構を解釈する手法として利用できる。以上のように、生物学・医科学領域において AI 技術は、疾患理解、候補因子探索、個別化介入の設計を支える解析基盤として発展しつつある。

【参考文献】

- 1) Dürr P et al. Outplaying elite table tennis players with an autonomous robot. *Nature* 652: 886-891, 2026.
- 2) Chaudhry F et al. Machine learning analysis of population-wide plasma proteins identifies hormonal biomarkers of Parkinson's disease. *Front Aging Neurosci* 18: 1730550, 2026.
- 3) Menacho C et al. Accelerating Leigh syndrome drug discovery through deep learning screening in brain organoids. *Nat Commun* 17: 3570, 2026.
- 4) Kawano F. A graph neural network model for inferring interindividual variation from experimental biological data. *Sci Rep* 15: 39680, 2025.