

泌尿器 AI 研究の現状

赤塚 純 近藤 幸尋

日本医科大学付属病院泌尿器科

The Current Status of Artificial Intelligence Research in Our Team

Jun Akatsuka and Yukihiro Kondo

Department of Urology, Nippon Medical School

Key words: urology, deep learning, AI, precision medicine

1. 概 略

泌尿器科学は、腎・尿路・副腎・後腹膜・男性生殖器などを対象とした外科学の一領域である。日本医科大学泌尿器科では各分野に対応し、それぞれの臓器における良性から悪性疾患、また機能異常を含めた研究チームが臨床および基礎研究を実践している。その中でも、特に力を入れている分野が医療 AI (Artificial Intelligence) 研究である (Fig. 1)。現在までに日本医科大学泌尿器科では、泌尿器悪性腫瘍を対象として「Doctors-friendly な AI 技術」を用いた研究を進めてきた。「AI のブラックボックス問題解明」への挑戦を通して、AI の解析結果のみならず、AI の判断根拠を医師や患者にわかりやすく届け、医療 AI 研究の発展につながることを目標とした取り組みを進めている。

2. 人工知能 (AI : Artificial Intelligence) について

AI は「人間の知能を模倣するシステムや技術の総称」であり、そのレベルは多岐にわたる。例えば、人間のような自意識を持ち、全般的な認知能力を持つものから、特定のタスクだけを処理する人間の知性の一部を模倣するものまで様々である。これまでに AI 技術を支える「ディープラーニング」は統計的な学習理論やコンピュータの性能向上により発展を遂げてきた。これらディープラーニングを中心とした医療 AI

研究は、主要な研究分野の一つになってきた。

3. 医療 AI 応用

医療 AI とは、機械学習、深層学習、自然言語処理などの AI 技術を医療分野に応用して、医療に関連した様々なタスクを遂行するものである。AI は膨大な医療データを迅速かつ精緻に解析できることから、複雑な疾患のメカニズムを解明することが期待されている。これまでに医療分野における画像解析・分子創薬・オミクス解析など医療 AI 研究は、世界的に進められてきた。さらには AI のデータ解析能力を応用することで、患者の遺伝子プロファイルや疾患特性を考慮して、個別の治療法を提案することや未知なる医学的な知見を発見することが期待されている。現在では、治療の個別化など患者の健康に直結する新たな AI 医療応用が求められており、将来的に医療の質を向上させるような新たな医療 AI 応用の展望が待たれる。

4. 当科における研究

AI 研究や医療応用が進む中、「AI のブラックボックス化」は大きな課題であり、AI の判断根拠を人間が理解すること (説明可能性) への重要性が問われるようになった。われわれの研究チームは、三次元再構築した病理画像データと前立腺 MRI に対して説明可

Correspondence to Jun Akatsuka, Department of Urology, Nippon Medical School, 1-1-5 Sendagi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8602, Japan

E-mail: s00-001@nms.ac.jp

Journal Website (<https://www.nms.ac.jp/sh/jmanms/>)

能な深層学習アルゴリズムを適用し、AIと医師の視点の違いに迫った¹。これら取り組みは、MRIに対するAIの説明可能性に対して、はじめて定量的・医学的評価を行ったものである。AIと医師の視点の違いを認識することは、AI医療応用に向けた重要なプロセスになるだろう。さらには医師の診断情報が付いていない病理画像（1枚あたり100億画素以上）から、前立腺がん再発の予測精度を上げる新たな特徴を提示するアルゴリズムを報告した²³。研究手法は、複数の教師なし深層学習と非階層型クラスタリングを、全包埋・全割した前立腺の病理画像に対して適用したものである。本研究結果は、AIの解析結果と解析根拠を人間が理解することにより、既存の基準を超えた新たな医学知識の獲得につながる可能性を示した。

前立腺がんは病理学的な悪性度によりがんの進行が大きく異なる。そのため、早い段階で非侵襲的に前立腺がんの悪性度を精度高く判別しスクリーニングする技術が求められてきた。前立腺がんの診療では、簡便かつ安全であることから、超音波検査が広く用いられ

てきた。超音波検査は簡便性やリアルタイム性に優れている。一方で、画像自体の質や観察者内および観察者間変動（intra- and inter-observer variability）などの問題を有しており、客観性の高い判断を可能にする技術融合が求められている。深層学習を中心としたAI応用は適用分野を広げ、複数のデータを結合することで、実用化に向けた発展が期待されてきた。マルチモーダル解析の精度向上はこれからのAI研究の重要な課題の一つである。われわれは、前立腺がん疑いの患者を対象として深層学習を組み合わせた解析を行い、高悪性度前立腺がんの判別精度を評価した。自動抽出された超音波画像を用いて、高悪性度がんの判別を行ったところ、超音波画像と臨床データを統合したマルチモーダル解析を行うことで、判別精度をさらに上げることができた⁴⁵。これは臨床的なデータを用いて解析した場合と比べ、有意に高い結果を示していた。マルチモーダルAI解析は、高悪性度前立腺がんの早期発見を通して患者さんの負担を軽減するとともに、超音波画像の新たな可能性を開拓し、医療のさらなる発展に貢献すると期待される。今後、信頼して使用できる医療AIの実用に向けて、さらに研究を進めていきたい。

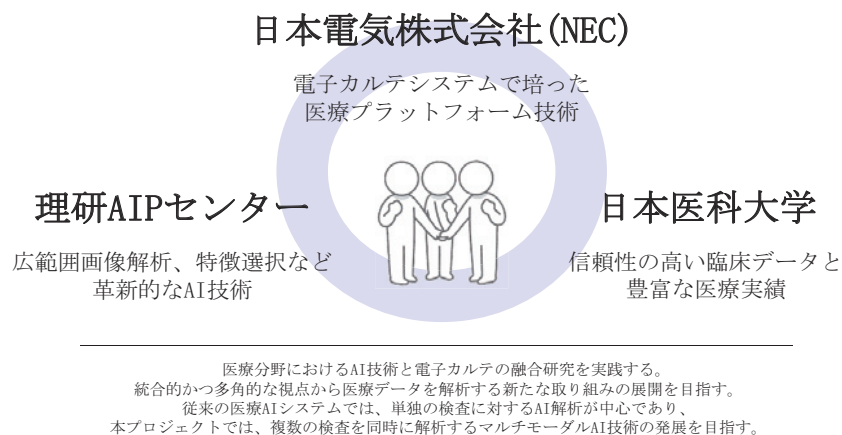


Fig. 1 日本医科大泌尿器科が推進する医療

5. 今後の展開と研究連携について

諸外国では医療分野におけるAI開発や応用が急速に進んでおり、わが国でもアカデミアと企業が一丸となり取り組むことが必要である。日本医科大学泌尿器科では、日本電気株式会社（NEC）、理化学研究所（理研）、複数の大学病院と共同で、医療分野における電

電子カルテとAI技術を融合し医療ビッグデータを多角的に解析



医療分野におけるAI技術と電子カルテの融合研究を実践する。
統一的かつ多角的な視点から医療データを解析する新たな取り組みの展開を目指す。
従来の医療AIシステムでは、単独の検査に対するAI解析が中心であり、
本プロジェクトでは、複数の検査を同時に解析するマルチモーダルAI技術の発展を目指す。

Fig. 2 研究連携について

子カルテと AI 技術の融合研究を進めている⁶。現在では、医療が高度に専門化する中、医療ビッグデータを多角的に解析する技術が求められている。従来の医療 AI システムは単独の検査データを対象としており、複数の検査データを利用して統合的に判断できないことが課題とされている。われわれはこれまでの研究成果をもとに、NEC 社が有する各種医療データを統合するプラットフォーム技術や、理研が開発した広範囲画像解析や特徴選択技術などを活用したマルチモーダル AI を用いて、日本医科大学をはじめとする複数の大学病院が有する医療データを組み合わせ、各種医療データを多角的に解析する医療 AI システムの実用化を目指している (Fig. 2)。これら医療 AI システムにより、治療計画の最適化や疾患の早期発見やデータの安全な運用が可能となり、治療期間の短縮による医療費の削減や、医療従事者の業務効率化が期待される。

6. 今後について

多様な医療ビッグデータを分析・活用するためには、データサイエンスや AI の知識は欠かすことができなくなってきた。医療分野では多様な医療データを活用すべく、新たな AI 技術の開発と利活用に対する期待は高く、次世代の人材育成をすすめることが重要な課題になっている。最適かつ安全な医療を提供していくためには、保健医療分野において AI 技術の開発や推進ができる人材を育成していく必要があり、AI 医療応用の時代に向けて患者や医療従事者の目線など多方面から議論することが大切である。日本医科大学泌尿器科では、今後も継続的に AI 技術を用いた企業

連携や人材教育を行いながら、泌尿器科学の病態解明や医学の発展に貢献するような取り組みを進めていきたい。

Conflict of Interest : 開示すべき利益相反はなし。

文 献

1. Akatsuka J, Yamamoto Y, Sekine T, et al: Illuminating Clues of Cancer Buried in Prostate MR Image: Deep Learning and Expert Approaches. *Biomolecules* 2019; 9: 673.
2. Yamamoto Y, Tsuzuki T, Akatsuka J, et al: Automated acquisition of explainable knowledge from unannotated histopathology images. *Nat Commun* 2019; 10: 5642.
3. 日本医科大学 : Topics. https://www.nms.ac.jp/college/topics/_11587.html
4. Akatsuka J, Numata Y, Morikawa H, et al: A datadriven ultrasound approach discriminates pathological high grade prostate cancer. *Sci Rep* 2022; 12: 860. 14.
5. 日本医科大学 : Topics. https://www.nms.ac.jp/college/topics/_13938.html
6. 日本医科大学 : Topics. https://www.nms.ac.jp/college/topics/_19084.html

(受付 : 2023 年 7 月 25 日)

(受理 : 2023 年 8 月 8 日)

日本医科大学医学会雑誌は、本論文に対して、クリエイティブ・コモンズ表示 4.0 国際 (CC BY NC ND) ライセンス (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>) を採用した。ライセンス採用後も、すべての論文の著作権については、日本医科大学医学会が保持するものとする。ライセンスが付与された論文については、非営利目的の場合、元の論文のクレジットを表示することを条件に、すべての者が、ダウンロード、二次使用、複製、再印刷、頒布を行うことができる。