

特集 1

人工知能がもたらす医療の変化と臨床工学技士としての対応

金江 春植

純真学園大学 保健医療学部 医療工学科

The change of medical treatment caused by AI and
the way deal with the change as a clinical engineer

Shunshoku KANAE

Department of Medical Engineering, Faculty of Health Sciences, JUNSHIN GAKUEN University

【要旨】 AI の技術は急速に医療の分野で応用され、医療に大きな変革をもたらしている。本稿では、IBM Watson、手術ロボット、LLM を用いた医療文書の自動文書作成システムなどの実例を挙げ、AI が医療で展開されている様子を確認し、その上で AI が診断、内科的、外科的治療などの医療にもたらす変化の可能性について述べ、さらに AI 時代における臨床工学技士が置かれる環境変化を踏まえ、臨床工学技士の各種業務においてどのように対応すべきかを考える。

キーワード：人工知能（AI, Artificial Intelligence）、医療応用、臨床工学技士、設備導入、メンテナンス

一、はじめに

人工知能（AI）は、1950年代末から1960年代ごろの「推論と探索の時代」と呼ばれる第1次ブーム、1980年代ごろからの「知識の時代」と呼ばれる第2次ブームを経過し、現在は「機械学習・特徴表現学習の時代」、もしくは「ディープラーニングの時代」と呼ばれる第三次のAIブームとなっている。2012年に物体の認識率を競うという大会において、ディープラーニングを用いた技術が圧倒的な精度を出したことや、2016年には囲碁対戦用のAI「AlphaGo」が人間のプロ囲碁士に勝利したことなどから注目を浴びた¹⁾。その後、アメリカのAI研究組織 OpenAI が2022年11月に発表した「ChatGPT」は、かつてないほど自然な受け答えができる対話サービスとして、世界に大きな衝撃を与えた²⁾。

このようなAIの発展に刺激され、ほとんどの分野にAIが広がり浸透している。特に、医療の分野においては、医療診断支援、診断薬・治療薬の創出、ヘルスケア支援/医療カウンセリング支援、医療関連業務支援など積極的にAI適用の研究を進めてきており、成果を挙げている。本文では、臨床工学技士を育てる医療工学科の教員という立場から、AI技術の医療への展開およびその医療にもたらす変革、臨床工学技士としてどのように対応すればよいかを考えたい。

以下、まずは実例を挙げAIの医療における応用例を紹介し、その次にAIがもたらす医療の変革、さらには臨床工学技士としてAI時代における役割について述べる。

二、実例から見るAIの医療応用

1, IBM Watson³⁾

IBM Watson は、IBM が展開する人工知能の技術を応用したコグニティブ（認知）・コンピューティングシステムであり、人間が処理できない膨大なデータを分析し、意思決定を支援することでさまざまな社会課題を解決する人工知能システムである。IBM ではこの技術を「AI（Augmented Intelligence：拡張

知能)」と呼んでいる。すでに金融、保険、教育、セキュリティなど広い分野で導入されており、海外では医療機関における活用も進んでいる。

通常、一人の人間が意思決定の拠にできる情報の量は、意思決定までのプロセスに時間的制約がある以上、非常に限られている。医師がすべての医学論文を読むことは現実的に不可能である。たとえば、オンラインデータベース「MEDLINE」には、医学を中心とした生命科学論文が2,600万件以上ストックされているが、そのすべてを理解している人間はいないだろう。しかし、Watsonはそのすべてを読み込んで学習し、一定のレベルで理解することが可能である。そのうえで使用者の要望・質問の意図を理解し、使用者がどのような論文を必要としているかを推論して、候補となる複数の論文を抽出・提案する。専門家が自身の知見と経験を頼りに判断するよりも、Watsonの技術を用いて膨大なデータの中から抽出された情報に自身の知見と経験を組み合わせて判断した方が、より効率的で的確な意思決定ができるはずである。

Watsonを活用するために不可欠なのが分析のもととなる情報である。それらは書籍、論文などのドキュメント、Web ページ、画像、音声など、それぞれの領域で必要となるデータをその領域の専門家とIT技術者が協力しながらWatsonにインプットしていく。医療であれば、医学論文、カルテ、遺伝子情報などである。

特定の領域の専門家が使用目的を限定して、Watsonに専門的な情報をインプットして、機械学習を用いて情報の解釈の仕方を教えていくことで、Watsonは特定の領域に最適化された専門性の高いシステムとなる。その結果、使用者の要望・質問の意図を理解する能力が飛躍的に向上し、提案する回答の精度が高まっていく。すべての分野に精通した汎用なWatsonは存在しない。特定の分野・目的に特化することにより、その性能を最大限に発揮する。

医療分野においては、人間が扱える量をはるかに上回る膨大な量のデータが存在しており、電子カルテやゲノム医療に関する医療情報の多くが有効活用できていないという課題がある。逆に言えば、そうした医療ビッグデータをWatsonの技術に用いて有効活用できれば、医療の質の向上や効率化に貢献できる。

海外では、すでに数多くの医療機関でWatsonが導入されている。アメリカ有数のがん専門病院メモリアル・スローン・ケタリングがんセンターとは、がんの診断支援システム「Watson for Oncology」を共同開発している。このシステムはクラウドベースで提供されており、アメリカをはじめ、ヨーロッパの数か国、中国、韓国、台湾、タイ、インドの医療機関においても同じシステムが導入されている。

国内では、2015年7月東京大学医科学研究所に「Watson for Genomics」が導入され、新しいスタイルのがん研究がスタートした。同研究所では、一人ひとりのがん患者に適した個別化医療の実現を目指しており、その手段の一つとしてゲノム上の遺伝子情報をすべて解析することで、疾病の原因の特定や治療方針の決定に役立てる研究を進めてきた。しかし、近年医学論文やDNAの塩基配列を示すシーケンスデータの量が急増し、従来のような人手に頼った研究が限界を迎えていた。そこで、Watsonに2,000万件以上の医学論文、1,500万件以上の薬剤関連情報、世界中の研究機関から集められた100万超のがんの異変に関する遺伝子情報を学習させ、解析させることにした。その結果、従来の方法であれば数週間、場合によっては1年以上かかった作業が、わずか数十分で行えるようになるなど成果が上がっている。

2. 手術ロボット⁴⁾

アメリカのインデューティブ・サージカル社が開発した「da Vinci」は、世界で最も普及している内視鏡支援ロボットである。第四世代の「Xi」は、内視鏡カメラや鉗子などの手術器具を先端に接続した4本のアームを持つ。執刀医は離れた位置にある「サージョンコンソール」を使って本体を操作する。小さな切開部から患者の体内に手術器具を挿入し、体内のハイビジョン3D映像を見ながら、自分の手

のようにアームを動かして手術する。手術器具の先には複数の関節があって広い可動域を持つ。執刀医の手のふるえを自動的に取り除く手ぶれ補正機能もある。執刀医の高度な手技を再現するだけでなく、ロボットの正確で安定した動作によって、医師以上の緻密な手術も可能である。



図1. da Vinci の本体



図2. Da Vinci のコンソール

(Graphic Science Magazine ニュートン 43 (10) より転載)

手術支援ロボット「hinotori」は、産業用ロボットメーカーの川崎重工と医療関連のシスメックスが共同出資して設立したメディカロイド（神戸市）による国産初の手術支援ロボットである。基本的な動き方は da Vinci と同じであるが、大きな da Vinci に対し、日本のロボットメーカーが得意とする設計技術を活かし、日本の手術室に合うようにコンパクトにしてコストを抑えた。8 軸で構成されたアームは人の腕のようになめらかに動き、スムーズに手術を行う。メディカロイドは hinotori を遠隔手術へ利用することにも積極的である。2023年2月には、神戸大学やNTT ドコモ、NTT コミュニケーションズと協力し、東京で若手医師が行うロボット手術を約500キロメートルはなれた神戸にいる熟練医師が、会話やロボットの代理操作などによって支援する実証実験に成功したと発表した。



図3. 国産初の手術支援ロボット hinotori

(Graphic Science Magazine ニュートン 43 (10) より転載)

3, LLM を活用した医療文書処理の効率化⁵⁾

NEC と東北大学病院（仙台市）は日本語の大規模言語モデル（LLM）を活用し、電子カルテなどの情報を基に医療文書を自動作成する実証実験を行った。実証の結果、医療文書の作成時間を半分近く削減し、医師の業務を効率化する可能性を確認した。

■ カルテから医療文書を自動構成

医療用語の意味や治療経過を理解し、多様な医療文書の形式に自動で構成。文書作成時のカルテ読み返し作業が不要に。

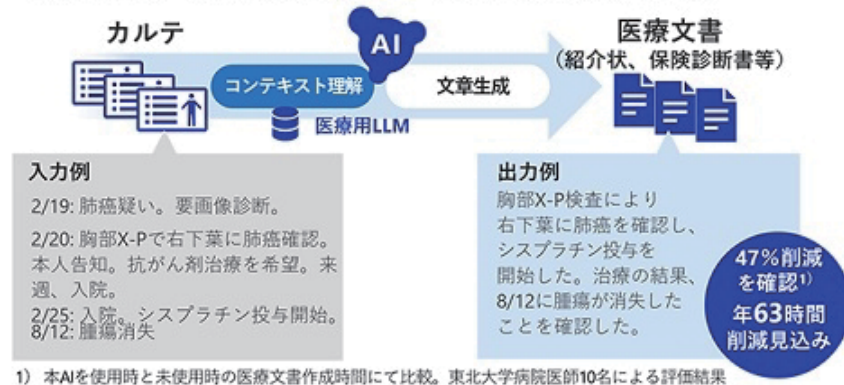


図4. LLM を活用した医療文書処理のイメージ

（日経クロステック／日経コンピュータ2023.12.22記事より転載）

2023年10～11月に、医師10人を対象に医療文書を自動作成する実証実験を行った。まず NEC が開発した医療テキスト分析 AI を活用し、電子カルテに記録された患者の症状・検査結果・経過・処方などの情報を時系列に整理した。次に、NEC の LLM を活用し、治療経過の要約文章を自動で生成できるようにした。生成された要約文章には、引用元である電子カルテの記載内容を関連付けて表示する。医師がエビデンスを効率的に確認することができ、生成 AI がもっともらしいウソをつく「ハルシネーション（幻覚）」への対策ともなる。

この実証実験では、紹介状などに記載する要約文章を新規に作成する場合と比較して文章の作成時間が平均47%削減できたという結果が得られた。文章の表現や正確性についても高い評価を受けたという。医師が電子カルテの記録から必要な情報を収集する作業を大幅に減らし、生成された要約文章を参考にしながら各文書を効率的に作成できる可能性があることを確認した。

NEC は橋本市民病院（和歌山県橋本市）とも2023年10月から同様の実証実験を実施中である。匿名化された電子カルテの情報について、NEC のクラウドセキュア接続サービス「MegaOak Cloud Gateway」を介して個人情報学習させないよう配慮しながら要約文章を生成する。2024年3月までを予定しており、今後は要約文章の精度向上などに加え、電子カルテの画面上に新設した LLM のボタンをクリックするだけで要約文章を自動生成する機能も実装し、操作性を高める方針である。

三、AI が切り開く医療の新時代⁶⁾

医学は日々進歩しており、毎日1,000本を超える医学論文が新しく公開されているが、そのすべてに目を通すのは不可能である。しかしながら目の前の原因不明、治療困難な患者はパキスタンの国内紙にある症例報告を読めば助かるかもしれないし、西洋人のデータを元に「Nature」に掲載された画期的な新薬よりも、小さな和文誌にある日本人対象の治療報告の方が効果的かもしれない。このように求められる情報とそれを必要とする患者は必ずしも結びついていないが、論文データベースから患者に整合した治療法を探していく作業は、AI にとってはむしろ能力の発揮どころである。オンライン化された論文はすべて読み込み、目の前の患者に合致しそうな文献を AI にピックアップしてもらえれば、助から

ない患者が助かるかもしれない。論文のスクリーニングについては、効果が高いものだけを表示したり、逆に患者背景が合致すれば幅広く拾い上げたりなど、医師のさじ加減に合わせた設定が可能である。また、普段はサイレントモードにしておいて、選択した治療に強く対立するエビデンスがあった場合のみアラートを表示する方法もある。

AIが出した提案の妥当性を吟味するには、そのAIシステムの特性を理解しておく必要がある。生存期間を最長化しようとするAIなのか、リスクが最も少ない治療法を提案するAIなのか、エビデンスの新しさや掲載誌のインパクトファクターを重視するAIなのか。このようなことがわかっていればAIの進言を取り入れるべきか否かは、目の前の患者と照らし合わせて明らかになってくる。

近年、センサー、ロボット、そしてそれらをつなぐIoT技術の発展が著しいが、これらに共通するのは、いずれも人間の能力拡張につながる技術だという点である。既存のものを例にとると、マイクロサージャリーシステムは視覚能力の拡張であり、人間の目にズーム機能を付加している。インプットデバイスが進化すると、視力が向上し、触れた対象のわずかな温度差や振動の違いが知覚可能となり、術野をモニタリングするだけで血液中のヘモグロビン濃度を視覚的に認識するなど、執刀中に入手できる情報量が増えることになる。2017年現在でも高分解能を持つ超拡大内視鏡は、顕微鏡を用いた病理検査のごとく、がん細胞の有無を「視て」判断することをAIサポート下で可能としており、これが術中に活用できれば、悪性腫瘍の手術でどこまで切るかを迷うことは少なくなる。外科医は手術中に血液飛沫が目に入るのを防ぐためゴーグルを着装するが、そこにさまざまな情報をディスプレイ表示することで執刀のアシストをすることも可能である。アウトプットデバイスも同様であり、外科手術システムのda Vinciですで見られるようなモーションスケールや手ぶれのフィルタリング除去機能は、人間の運動能力の拡張と言える。正確さと再現性は機械の得意とするところであり、良いものは外科医自ら取り入れていくというのが、これまで医学が通ってきた道のりである。内視鏡やカテーテル、ロボット手術システムなど、外科的治療は高精度低侵襲を目指して進化してきた。外科的知見の深化と並走するデバイスの進歩は、加速することはあっても止まることはない。

診断において、AIの強みを最も活かしやすいのは、「可能性は低いが見落としではない疾病」や、「自身の専門領域外の疾病」の診断支援である。当直あけで疲労がピークの時に、見逃しのアラートを出してくれるとなれば有り難い。AIの助言で疾患の候補に列举されていれば、その疾患か否かを医師が判定するのは比較的容易である。仮に即座の判断ができなくても、診察や検査を追加して情報を増やせば、診断の確度は上げることができる。AIやコンピュータの強みは処理速度と網羅性であり、数千数万におよぶ疾患それぞれについて一考した上で、1つずつ消去法的に絞り込めるというのは人間には真似できない手法である。

四、AI時代における臨床工学技士の役割

前述のように、AIは医療の各分野に浸透し深化していく。医療で使用するAIの診断支援システム、医療支援システム、手術支援ロボット、医療文書の自動作成システムなど、病院で使用されるAI技術を応用した装置やシステムはこれからますます増加する。医療設備のメンテナンスや管理を業務とする臨床工学技士としては、各設備やシステムにどのようなAI技術が使われ、AIの推論を行うのはクラウド型なのかエッジ型なのか、学習に使われたデータはどの範囲のものなのか、設備やシステムがネットワークにつながっているとき、どのような情報が得られ、またユーザー側としてどのようなデータを提供しているのかを把握する必要がある。また、これらの設備やシステムのソフトウェアは一定期間または不定期にバージョンアップするのが一般的であるが、バージョンアップの内容を理解し、自分の設備やシステムのソフトウェアのバージョンアップが必要なのかどうかを判断する必要がある。また、医療技術や医療機器は絶え間なく日々進歩しており、臨床工学技士としては医療設備や医療システムに関連する技術の進歩状況を感度良く察知し、必要に応じて医師または病院の経営部門に適切な提案とアドバ

イスを行うことが求められる。

臨床工学技士の業務は、血液浄化業務、体外循環業務、手術室業務、集中治療室業務、心臓カテーテル業務、ペースメーカ業務、内視鏡業務、高気圧酸素治療業務など多岐に渡り、しかも医師の働き方改革に伴うタスクシェア・タスクシフトにより業務範囲がさらに拡大しつつある。命のエンジニアとして、人工透析装置、人工呼吸器、体外循環装置のような生命維持管理装置の操作を任される立場として責任が重い。これらの医療機器にも徐々に AI が搭載され、患者の状態を理解し、機器の操作に関していろいろ提案してくるようになる。ただし、臨床工学技士は各医療機器に搭載される AI からの提案を鵜呑みにするのではなく、患者さんの状態を把握し、AI からの提案を理解し、治療方針に沿って的確に判断して機器を操作すべきである。また、医療機器の可動部分の制御則についても、近年データ駆動型の制御方式⁷⁾が提案されており、従来とは異なる制御方式が導入される可能性があることも理解されたい。

五、おわりに

臨床工学技士は、医学と工学の知識を兼ね備えた医療の専門職であり、職務を遂行するために医学と工学の広い分野の知識が求められているが、AI の時代においてはさらに AI の基本や、AI でできること、AI の特徴を理解する必要がある。本学では、このような時代の変化に適応するように、数年前から基盤教育科目に「人工知能学」という科目を導入し、2年生を対象に人工知能学の基礎教育を行っている。また臨床工学技士を養成する医療工学科では、2023年度から始まった新カリキュラムにおいて、さらに「医用人工知能学」という科目を開設し、医療における AI の基礎や応用を学んでいた。

【参考文献】

- 1) 高橋光太郎 / 落合竜也, 「最短突破ディープラーニング G 検定 (ジェネラリスト) 問題集」, 技術評論社, 2020.
- 2) 松尾豊監修, 松島達也協力, AI に知能は宿るのか ChatGPT の教科書, Graphic Science Magazine ニュートン 43 (10) 14-43, 2023.
- 3) 溝上敏文, IBM Watson は医療の未来をどう変えるのか 2017-2018年版医療白書 AI が創造する次世代型医療 ヘルスケアの未来はどう変わるのか, 日本医療企画, 82-85, 2017.
- 4) 相山康道監修, 進化を続ける産業用ロボット, Graphic Science Magazine ニュートン 43 (10) 100-111, 2023.
- 5) 杉山千織, NEC が LLM 活用で医療文書の作成時間47%減を実証, 医師の「2024年問題」に対応, 日経クロステック / 日経コンピュータ, <https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/16439/>, 2023.12.22.
- 6) 沖山翔, 人工知能と医師は共存できるか —AI の進展と医療現場への影響 2017-2018年版医療白書 AI が創造する次世代型医療 ヘルスケアの未来はどう変わるのか, 日本医療企画, 40-51, 2017.
- 7) Florian Dorfler, Data-driven control: Part One of Two A special issue sampling from a vast and dynamic landscape IEEE Control Systems 43 (5) 24-27, 2023.