

資料２．「医療と研究における人工知能」(ナフィールド生命倫理会議 ・2018 年)

概要

ＡＩは、疾病の検出、慢性疾患の管理、医療サービスの提供、新薬開発など、さまざまな医療および研究目的に利用あるいは試験運用されている。

ＡＩは、重要な健康上の課題に取り組む可能性を秘めている。一方、利用可能な健康データの質、およびいくつかの人間の特徴にＡＩが仕切れない、といった制約も伴う。

ＡＩの使用には、次のような倫理的課題が伴う。

- ・ ＡＩが誤った決定を下す可能性
- ・ 意思決定を支援する目的でＡＩが使用されたとき、誰が責任を負うかという問題
- ・ ＡＩシステムによるアウトプットの妥当性を検証することの困難さ
- ・ ＡＩシステムの学習のために用いられるデータに含まれるバイアス（偏り）
- ・ 潜在的に機密性の高いデータの確実な保護
- ・ ＡＩ技術の開発と利用に対する国民の信頼の確保
- ・ ケア状況における人々の尊厳の意識や社会的隔離に対する影響
- ・ 医療従事者の役割と技能要件への影響
- ・ ＡＩが悪意のある目的のために使用される可能性

主要な課題は、ＡＩのイノベーションの促進・推進を図りつつ、これらの開発や使用が、透明性がある形で進み、また人々の利益に沿ったものとなることを、どのように担保していくかであろう。

ＡＩとは？

普遍的に合意されたＡＩの定義はない。この用語は、広くコンピューティング技術を指し、推論、学習、適応、感覚的理解、相互作用などの人間の知能に関連するプロセスに似ている（ ）。現在、ＡＩの利用のほとんどは特定の作業を実行するか、または、あらかじめ定義された問題を解決するだけの狭い範囲に留まっている（ ）。

ＡＩは、数学、論理、生物学などの原理やツールを駆使して、さまざまな方法で機能する。現代のＡＩ技術の重要な特徴として、自然言語の文章や画像など、多様非構造的な種類のデータをより理解できるようになっている点が挙げられる。近年、機械学習はＡＩの中でも最も成功したアプローチであり、これは現在使用されている多くのアプ

リケーションにも採用されている()。これは事前にプログラムされた命令に従うのではなく、機械学習によって、システムがパターンを発見し、データと新しい経験を提示された際、独自のルールを導き出すことができるというものである()。

近年注目されるA I

A I 自体は新しいものではないが、近年急速に進歩している。これは、一部にはコンピューティングパワーの開発と、今日生成されている膨大な量のデジタルデータにより可能になっている()。多くの公的および私的による投資や関心を得ることで、幅広い分野への応用が探究されている。英国政府は、2017 年の産業戦略においてイギリスをA Iとデータ技術における「世界のリーダー」へと成長させるという大きなアジェンダを発表した。そして、2018 年 4 月、A I 研究に対する 3 億ポンドを含め、英国政府と産業間の 10 億ポンドのA I セクター契約が発表された()。

A I には、高齢者へのケアなど、重要な健康問題への取り組みを支援することについて、その可能性に期待がある。Google、Microsoft、IBM などの主要技術企業は、医療と研究のための開発・投資に力をいれている。また、A I を念頭に新たに設立された企業も着実に増えている()。英国に本拠を置く企業のうち、いくつかは英国の大学や病院と協力して設立されており、NHS 傘下の医療提供者と IBM、DeepMind、Babylon Health、Ultromics などのA I 開発者との提携も進んできた。

ただし、このようなパートナーシップは一方で論争も招いている。また、A I に関する幅広い懸念が、産業界や医療界、政策関係者の間での調査、取り組みの焦点となっている。(Box 1 を参照→省略)

医療と研究でのA Iの応用

(1) 医療・ケアを担う機関の業務

A I は、保健・社会福祉サービスにおける計画と資源配分に利用できる可能性を秘めている。例えば、コスト効率を向上させる目的で Harrow Council は、IBM Watson Care Manager システムを試験運用している。A I の利用により、ケア予算内で個々人のニーズに合ったケアワーカーを割り当てるというマッチングが可能となり、個々に合ったケアプランをデザインして、ケアマネジメント資源のより効果的な使用が可能となる()。

A I は、患者を直接支援する目的でも使用されている。リバプールの Alder Hey Children's Hospital は IBM Watson と協力して、患者とのやり取りを円滑にするアプリを含む「コグニティブ・ホスピタル」を制作した。このアプリは、来院前の患者の不安を特定し、必要に応じて情報を提供するというもので、臨床医が患者に適切な治療を施せるよう「情報の提供」を行うことを目的としている()。

(2) 医学研究

A I を使用することで、大規模かつ複雑なデータセットのパターンを、これまでよりも正確に、また迅速に分析して識別することが可能となる()。また研究のための科学文献を検索し、さまざまな種類のデータを組み合わせるために使用することもできる。例えば、新薬候補の発見などに役立つだろう()。インスティテュート・オブ・キャンサー・リサーチ(ロンドン大学) の SAR データベースは、患者からの遺伝学的データと臨床研究の情報を組み合わせたもので、A I を使用して、抗(制) がん剤の新たな標的に関する予測を行う()。研究者の間でイヴと呼ばれるA I の「ロボット科学者」は、創薬のプロセスをより迅速かつ、能率的に行うために設計・開発された()。また、医療現場で、候補となりうる患者を研究計画にマッチングさせることができれば、医学研究にとっても有用となるかもしれない()。

(3) 臨床現場での使用

A I は病気の診断にも役立つ可能性があり、現在、一部の英国の病院でこの目的に向けて、試験的に用いられている。A I を使用して臨床データ、研究出版物や専門職間でのガイドラインを分析することは、治療に関する意思決定について情報を得るのに大変役立つと考えられる()。

臨床現場におけるA I の活用には、以下のような可能性があるだろう。

- 医療用イメージング：医療用スキャンのデータは、系統的な収集、一定期間の保存が可能であり、その後のA I システムによる「学習」に適している()。また、A I はコストを削減することができ、潜在的にスキャンの分析に関わる時間を短縮して、より多くのスキャンを利用することで、より良い標的治療を行うことが可能となる。A I は、肺炎、乳がんおよび皮膚がん、および眼疾患などの症状の検出において、これまでに有望な結果を示している()。
- 心エコー検査：オックスフォードのジョンラドクリフ病院で試験的に運用された Ultromics システムでは、A I を使用して、心拍動のパターンを検出し、冠動脈心疾患を診断する心エコー検査を分析している()。
- 神経疾患に関するスクリーニング：スピーチパターンを分析して、精神病エピソードを予測し、パーキンソン病などの神経症状を識別・監視するツールが開発されている()。
- 外科手術：A I によって制御されるロボットツールは、糸結びをして創傷を閉じるなど、「キーホール手術」で特定の作業を行うための研究に使用されている()。

(4) 患者や消費者が直接用いる使用法

A I を使用し、個人に対応した(パーソナライズド) 健康診断および在宅ケアのA I デバイスを提供するいくつかのアプリがすでに市場に出ている。アプリの Ada Health

Companion は、A Iを使用してチャットボットを動かす。これは、ユーザーからの症状に関する情報と他の情報を組み合わせて診断を提供するものである()。バビロンヘルスによって開発された同様のアプリである GP at Hand は現在、ロンドンの NHS 手術グループによって試験運用されている()。

A Iによって動作する情報ツールやチャットボットが、慢性的な病状の管理を支援する目的で使用されている。例えば、IBM が Arthritis Research UK のために開発した関節炎仮想アシスタントは、患者とのやりとりを通して学習し、パーソナライズされた医薬品、食事、運動に関する情報やアドバイスを提供してくれる()。政府による資金提供を受けた取り組みや商業的取り組みにおいても、ロボットシステムやアプリを動かし、例えば、初期の認知症などの症状で自宅にいる人をサポートし、ケアワーカーや家族の介護者の負担を潜在的に削減してくれるような A I の利用法が探求されている()。

このほか、処方薬や治療への患者の遵守を監視・支援する A I アプリが試験運用されており、現在、例えば、結核患者などにおいて見込みのある結果が示されている()。他の Sentrian のようなツールは、A Iを使用して、在宅の患者が着用するセンサーによって収集した情報を分析する。その目的は、初期介入や入院に至る事態を防ぐために、悪化の兆候を早期に特定することにある()。

(5) 公衆衛生

A I は、感染症の発生や水質汚染など、感染症流行の原因を早期に特定することに役立つ可能性も秘めている。A I はまた、英国での入院の 6.5% の原因となっていると推定される医薬品の副作用を予測するためにも使用されている()。

A I の限界

A I はデジタルデータに依存する。そのため、データの利用可能性やデータ自体の質のばらつきの問題は A I の可能性に大きな制約となる。また、大規模かつ複雑なデータセットの分析には、相当な計算能力が必要である。多くの人が NHS での A I 使用の可能性について熱心に取り組んでいるが、医療記録が NHS 全体で統一した形でデジタル化されていないという事実、NHS の IT システムにおけるデジタル記録の保存やデータのラベリングに関する相互運用性と標準化の欠如等の課題が指摘されている()。患者と医師とがそれぞれ、こうした情報をデジタル化して共有することについて、それぞれどこまで許容しているか、この点についても疑問が残る()。人間には、思いやりなど、A I システムが持っていないような特性がある()。臨床現場では、患者の背景の知識や社会的手掛かりを読む能力など、A I が現在再現できない複雑な判断や能力が求められる場合が多い()。また、人間が有する暗黙の知識の存在、それを学習に組み込むことができるかどうか、これらについても議論がある()。A I が自律性を示すこと

ができるという主張は、こうした自律性が人間には不可欠な性質であり、定義上機械によって保持することができないという理由から疑問視されている()。

倫理のおよび社会的問題

A Iによって引き起こされる多くの倫理のおよび社会的問題は、「データの使用」「自動化」「技術への広範な依存」「支援技術や遠隔医療の利用に伴って発生する問題」等と重複している。実際、A Iを使った症状チェッカーアプリの能力は疑問視されている。例えば、アプリからの推奨が慎重過ぎ、これが不要な検査や治療の要求につながる、といった指摘がなされている()。

(1) 信頼性と安全性

医療における機器の制御、治療の提供、または意思決定にA Iが使用される場合、その信頼性と安全性が重要な課題となる。A Iはエラーを起こす可能性もあり、エラーを検出するのが困難な場合、またはドミノ効果がある場合には、深刻な事態につながる()。例えば、2015 年に行われた臨床試験では、肺炎に伴う合併症発症の可能性があり、入院を要することになる患者を予測するためにA Iアプリが使用された。ただし、このアプリは患者の背景情報を十分に考慮に入れることができなかったため、医師に対して、喘息のある患者を退院させるように誤って指示してしまった()。

A Iを使った症状チェッカーアプリの能力も疑問視されてきた。例えば、アプリからの推奨が過度に慎重であり、不要な検査や治療を求める可能性が高いことが判明した()。

(2) 透明性と説明責任

A Iによるアウトプットに至った論理(ロジック)を把握することが、困難であったり、不可能であったりするかもしれない。A Iが権利で守られていたり、意図的に秘密にされていたりする場合もある。また、人間が理解するには複雑すぎる場合もある。機械学習の場合、これが学習しながら自分のパラメータやルールを継続的に微調整する方法をとるため、とりわけ透明性に欠きやすい()。これは、A Iシステムのアウトプットの検証や、データのエラーやバイアスを把握する際に問題となる。

新しいEU一般データ保護規制(GDPR)によれば、データ主体は、法的または同様に重要な影響を及ぼす自動化処理にのみに基づく判断の対象とならない権利を有する。さらに、個人に関するデータが使用されたとき、その個人示される説明・情報には「自動化された意思決定の存在、(...) 関連する論理に関する意味のある情報、データ主体のためのそのような処理の意義および想定される結果が含まれていなければならない。()」ともされる。しかしながら、これらの制限の範囲と内容(「A I」が理解できるか、またはどのようにすればそうなるかなど) およびこれらの規制が英国でどのよう

に適用されるかは不明確であり、未だ論議的となっている()。関連する疑問として、A Iによって行われた決定に誰が責任を負うのか、またA Iの使用によって被害を被る者がどのように救済を求めることができるかなどが挙げられる()。

(3) データのバイアス、公平性および公正性

A Iの適用は人間の偏見やエラーを減らす可能性があるが、A Iの学習のために使用されるデータの偏りを反映したり、かえってそれを強めたりすることもある()。A Iが、はっきりしない方法で、または性別、民族性、身体障害、年齢など法的に保護されている特性とは相いれない方法で、差別を招いてしまう可能性について懸念がもたれている()。イギリスの貴族院特別委員会は、A Iについて、A Iシステムの学習のために使用されるデータセットは人口集団を広く代表するものではないことが多く、その結果、社会における幅広い偏見を反映する不公平な決定を下す可能性があることに注意を喚起した。委員会はまた、A I開発者の信念と偏見を反映して、バイアスがアルゴリズム自体に組み込まれる可能性があることを発見した()。一部の評論家は、この問題に対処するための開発者の多様性の拡大を求めている()。

医療において、A Iの利点は均一に分布していない可能性がある()。A Iは、データが不足している場合、またはデジタルによるデータ収集または表示が難しい場合は、あまりうまく機能しない可能性がある。これは、希少疾患を有する人々、または黒人、アジア人、および少数民族など臨床試験および研究データにおいて「サンプル」数の少ない人々に影響を及ぼす可能性がある()。

(4) 信頼

DeepMind とロンドンのロイヤルフリー病院との共同研究のあり方をめぐる議論に端を発して、「営利企業が患者データにアクセスできる可能性」についての公開討論が行われた()。評論家は、人々の利益に資する形で技術が発展しているということを入々が信用できないならば、A Iが一般市民の反発の対象になるかもしれないと警告した()。

A Iシステムを、実践を伴う形で、医療に組み込みたいと考えるならば、患者と医療従事者の両方がA Iシステムに信頼を置いている必要がある()。伝えられるところによると、がん診断に使用されるツールであるIBMのWatson Oncology(米国で開発された)の臨床試験について、米国以外の場所で、医師がこのツールが示す推奨事項を信頼できず、そのモデルが米国に特異的ながん治療のあり方を反映していると感じたため、いくつかのクリニックでその使用が中止されたと伝えられている()。

(5) 患者への影響

A I健康アプリによって、人々は、都合の良いときに自分の症状を評価し、自分自

身をケアすることが可能になる。慢性疾患のある人々や障害者を支援することを目指す A I システムは、人々の尊厳、独立性、および生活の質を向上させる。A I システムを利用しなければ介護施設に入所していたかもしれない人々が、より長い期間にわたり在宅ケアを受けることが可能になる()。しかしながら、スタッフや家族が患者と過ごす時間が A I 技術に置き換わると、人間との接触が失われ、社会的孤立が増加する懸念が生じている()。

たとえば、A I がリスクに関する計算やユーザーにとって最良の利益になるものに基づいて選択を制限する場合など、A I システムは、個人の自律性に悪影響を及ぼす可能性がある()。診断や治療計画の立案に A I システムが使用される場合、医療従事者がどのようにその診断や計画に至ったかを説明できなければ、それは健康に関して情報に基づいた自由な決定を行う患者の権利を制限するものとみなされるであろう()。人間の付き添いや介護者を真似しようとするアプリケーションは、ユーザーがコミュニケーションをとっている相手が実際の人間なのか、または科学技術なのかを判断することができなくなる可能性を高めてしまう。「欺瞞」または「詐欺」として受け取ってしまう人もいるかもしれない()。

(6) 医療従事者への影響

医療従事者は、自分の専門知識が A I による挑戦を受けた場合、自律と権威が脅かされると感じるかもしれない()。A I の意思決定支援システムが費用効率や公衆衛生上の懸念など、(必ずしも医師自らの判断とは異なる) 他の優先事項や関心に誘導されることになれば、A I システムの使用は、個々の患者に対する医療従事者の倫理的義務に影響するものになるかもしれない()。

多くの新技術の開発に伴い、A I の導入によって、医療従事者に求められるスキルと専門知識が変わるかもしれない。A I によって、これまで人間が行っていた作業の自動化が可能になる場合もある()。その結果、医療従事者は患者と直接接する時間をこれまでより多く得ることができる。しかしながら、A I システムの導入は、熟練度の低いスタッフの雇用を正当化するために使用される可能性があるという懸念もある()。これは、技術的不具合が生じ、スタッフがコンピュータのガイダンスなしでエラーを認識したり、必要な作業を実行したりすることができない場合には、問題になる可能性がある。また、関連する事項として、A I の使用は医療従事者を自己満足に陥らせ、研究結果や課題の誤りを自らがチェックしなくなるという懸念が挙がっている()。

(7) データのプライバシーとセキュリティ

医療における A I の応用で用いられるデータは、まさに多くの人が慎重かつプライバシーが守られる形で取り扱われるべきだと考えるものである。これらは法的規制の対象となる()。しかしながら、ソーシャルメディア活動やインターネット検索履歴など、

明らかに健康状態に関するものとは言えない他の種類のデータの使用により、ユーザーおよびその周囲の人々の健康状態に関する情報が明らかになることがある。ナフィールド生命倫理会議は、プライバシーに関する懸念を引き起こすデータを使用する研究活動（イニシアティブ）は、データの使用方法に対する人々の期待を考慮する法律を遵守する以上のことをする必要があると指摘したことがある（ ）。

AIを、サイバー攻撃を検出し、医用コンピュータシステムを保護するために使用することができる。しかしながら、AIシステムはハッキングされて、機密データにアクセスされる可能性や、容易に検出できないと思われる方法で偽のデータや偏ったデータでスパムされる可能性がある（ ）。

（８）悪意あるAI使用

AIは、善意で使用される可能性があるが、悪意のある目的にも使用できる。例えば、AIが秘密の調査やスクリーニングに使用される可能性があるという懸念がある。運動能力を分析するAI技術（キーボードでの入力方法など）スマートフォンを追跡することによって検出された移動パターンは、気づかれずに人の健康に関する情報を明らかにすることができる（ ）。AIはより低い金銭コストで、より大きな規模のサイバー攻撃を行うために使用されるかもしれない（ ）。このような懸念から、政府、研究者、および技術者には、AIの二重使用（デュアルユース）の性質をよく考え、AI技術の悪意のある使用の可能性に備えることが求められている（ ）。

ガバナンス上の課題

AIは、データ保護、研究、医療など、一定の規制の対象となる分野への応用可能性を有している。しかしながら、AIは現在、急速に進展しており、これらの確立された枠組みに収まりきらないような進取の気性をもって展開している。重要な問題は、AIを独自の領域として規制すべきかどうか、またはAIの考えられる影響を念頭において、さまざまな規制分野を検討すべきかどうかである（ ）。

AIの未来

将来的には、AIシステムがより高度になり、人間の制御や入力なしに、より広い範囲の作業を実行する能力を持つ可能性が高い。もしそうであれば、AIシステムは何が「倫理的」で、どうすれば倫理的な決定を下すことができるか、それを学ぶ必要があるという指摘もある（ ）。

これは多くの哲学的議論の対象となり、機械が倫理的価値や原則についてコード化や学習を行うことが可能かどうか、どのように行うことができるか、行うとすれば、誰が、これらの価値を決定すべきか、人間に適用される職務が機械に適用されるかまたは適用されるべきか、または、新しい倫理原則が必要かどうか、といった論点を提起する（ ）。

結論

A I 技術は、疾患の検出、慢性疾患の管理、医療サービスの提供、および創薬など、医療および研究の分野でさまざまな目的で使用または試験的に運用されている。A I 技術には、重要な健康上の課題に対処する可能性を秘めているが、利用可能な健康データの質や、思いやりなどの人間の特徴を A I が持つことができないことによって、一定の制約があるかもしれない。

A I の使用は、数多くの倫理的および社会的問題を提起し、その多くは、データおよび医療技術の使用によって生じた問題と広範に重なっている。主要な課題は、A I のイノベーションの促進・推進を図りつつ、これらの開発や使用が、透明性がある形で進み、また人々の利益に沿ったものとなることを、どのように担保していくかであろう。

(仮訳：井上悠輔)

注記：文中の「 」は、該当箇所に参考文献があったことを示す。参考文献の詳細な文献情報は以下では省略した。

作成者：Nuffield Council of Bioethics

原題：Artificial intelligence (AI) in healthcare and research

URL:

<http://nuffieldbioethics.org/wp-content/uploads/Artificial-Intelligence-AI-in-healthcare-and-research.pdf> (2019 年 3 月 30 日確認)