

AI がもたらすメディカル・ビッグバンの未来にむけて

岩波邦明 (医師／ルイ・イーグル㈱代表取締役社長／小学館ミュージック & デジタル エンタテインメント
AI アドバイザー)

For the Future of the Medical Big Bang Driven by AI Technology

Kuniaki Iwanami

MD / Founder & CEO, Louis Eagle Co. / AI Advisor, Shogakukan Music & Digital Entertainment Co., Ltd.

【要旨】 本稿では、AI 技術の急速な進展が医療分野にもたらす大規模な変革として「メディカル・ビッグバン」という概念を提示する。医療における AI 技術の導入においては医療データへのプライバシー保護の厳格さなどが障壁となっていたが、学習データの質と量の問題を解決する新技術の開発やデータ共有などにより、これらの課題は段階的に克服されつつある。さらに、AI 技術は高精度な診断支援や医療プロセスの自動化を実現し、「スーパープレジジョン医療」の実現へのステップを着実に歩んでいる。本稿では医療 AI がもたらす「メディカル・ビッグバン」の未来に向けた具体的な戦略および教育の重要性について論じ、医療 AI の一つの理想形として「コメディカル AI」という AI 支援様式を提唱する。また世界における AI 教育の先進的な取り組みとして、米 Stanford 大学での AI の教育システムを著者自身の経験から紹介する。

【キーワード】 AI 医療 メディカル・ビッグバン スーパープレジジョン医療 コメディカル AI

【Abstract】 This article introduces the concept of the “Medical Big Bang” as a massive transformation brought about by the rapid advancement of AI technology in the medical field. The introduction of AI technology in healthcare has faced barriers such as stringent privacy protection for medical data. However, these challenges are being progressively overcome through the development of new technologies that solve the issues of quality and quantity of training data and through efforts such as data sharing. Furthermore, AI technology enables highly accurate diagnostic support and automation of medical processes, steadily advancing toward the realization of “Super Precision Medicine”. This paper discusses specific strategies and the importance of education in medical AI for the future driven by the “Medical Big Bang”, advocating for a form of medical AI ideal termed “Paramedical AI.” It also introduces the advanced educational system for AI at Stanford University in the United States, based on the author’s personal experience.

【Keywords】 AI Medicine Medical Big Bang Super Precision Medicine Paramedical AI
Comedical AI

1. はじめに

2023 年の OpenAI による ChatGPT の一般公開後、AI の進歩および期待度の伸びは著しい。広告業やロボット分野など、様々なドメインでの AI のビジネス利用が進んでいるが、生成 AI がはらむ学習デー

タの権利上のリスクやハルシネーション（幻覚＝言語モデルが間違った回答をする現象）の問題など、様々な要因により AI のビジネスへの活用は現在は段階的なものとどまっている（アクセントの 2023 会計年度の決算報告書では、同社の全体の新規受注額 720 億ドル（約 10 兆 4400 億円）に対して、生成 AI 関連のプロジェクトの新規受注は過去 6 カ

月間で3億ドル（約435億円）にとどまった¹⁾。中でも学習データの権利をクリアにする点はあらゆる業界へのAI活用において肝要であるが、それにより学習データの量が必然的に少なくなりAIの精度が落ちるという問題があった。これは医療分野においてもあてはまり、特に希少疾患などの情報をAIに学習させるにはデータが足りず精度が十分にならない問題も存在する。しかし、現在は小さなモデルでも大規模AIモデルと同等の精度を出すという研究が進んでおり、学習データが少ない場合にはAIの性能を追求できないという段階は終わりを迎えつつある。またChatGPTの性能を飛躍的に向上させた基礎技術に強化学習ベースのRLHF（Reinforcement Learning with Human Feedback）があり、当該技術を画像生成AIなど他種のAIモデルに応用する研究も進んでいる。そうした今後の目覚ましいAI技術の進歩により、諸般のAI技術の医療分野への浸透と活用は急速に進んでいくと予想される。今後5～10年において予想されるAIがもたらす大きな医療変革、「メディカル・ビッグバン」に向けて、準備はどれだけしてもし過ぎることはないと感じる。

2. AI がもたらす「メディカル・ビッグバン」

本稿では医療における今後5～10年のAIの大規模な浸透と医療業務プロセスの大変革を表す現象として、「メディカル・ビッグバン」という概念を提唱する。

「メディカル・ビッグバン」とは、現在の医療におけるAI開発・AI導入の一つのネックとなっている、本稿にて後述する学習データの収集を始めとした問題が早晩解決され、非常に優秀な推定（回帰・分類）の性能をもったAI、および高性能の医療画像生成AI・医療チャットボットモデル等が次々に登場し、それらの段階的な導入によってBiomedicineの分野においてAIが急速に導入され、幅広いドメインにおいて医療サービスが根本的に変わっていくことを意味する。

3. AI による「スーパープレジジョン医療」の未来

「メディカル・ビッグバン」の過程においては、適切な形で収集された様々な患者および病院の医療データをAIが学習し、極めて高い精度での診断補助を行う「スーパープレジジョン医療」が台頭するという仮説を立てる。現状においてAIを用いた画像診断では、東京大学医学部とサイオス株式会社による研究で、深層学習（DNN）を用いて子宮肉腫と子宮筋腫の患者263例の術前MRI画像を用いて評価を行ったところ正診率91.3%の結果が得られており、同症例を診断した放射線科専門医の正診率88.3%に匹敵する結果となった。また放射線科専門医の資格取得に向けて修練中の放射線科専攻医がAIの診断結果を診断補助として利用したところ、80.1%であった正診率が92.3%まで上昇したという結果も発表された²⁾。今後はAI技術の飛躍的な進歩により、正診率、ひいては医師の診断補助としてのAIの性能はさらなる上昇が見込まれる（スーパープレジジョン医療）。また、NVIDIAは今後のAI半導体ビジネスの投資としてBiomedicalの分野にフォーカスすることを発表しており³⁾、診断のほかに創薬や生体シミュレーションなどのドメインにおいても大規模AIモデルの技術適用はますます大きくなることが予想される。Google元CEOのEric Schmidt氏は下記のような趣旨の発言をインタビューにて行っている。「もし私が数千億円規模のスタートアップを作るならば、まず皮膚科医たちに1枚100円程度で画像診断（皮膚画像に異常があるかないか）をしてもらう。それらの医師の人力によるデータを集め、それを元にAI機械学習したモデルを今度は皮膚科医たちに逆に売る。なぜならば、そのようなプロセスで学習したモデルはより正確な診断を行うからだ。私が医療AI分野で数千億円規模のビジネスを作るとしたら、これを行うだろう」⁴⁾。このような変化の激しいAI時代において、「メディカル・ビッグバン」が終わった後に医療AI事業を検討し始めるのではなく、まさにその過程のさ中においてビジネス機会を探して参入することが事業規

模拡大においてはきわめて重要であると考える。

4. 医療データの取り扱いの難しさ

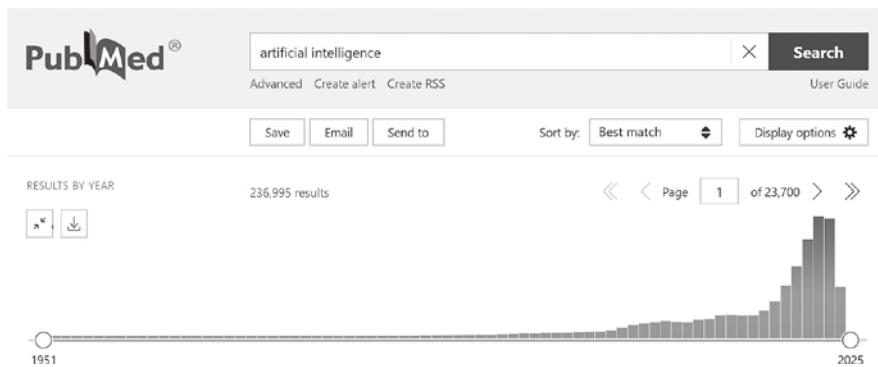
医療における AI 開発の一つのボトルネックとして、AI の学習に必要な医療データの取得の難しさが挙げられる。国内においては医療における AI 学習データの個人情報としての扱いは極めて基準が厳しく、一例として東大病院内のデータ、特に放射線科のデータは院外に出すことができない。東京大学情報理工学部の教授であっても、東大病院に様々な申請を行って届出研究員になったのち、複数の倫理講習を受講してはじめてデータにアクセスできるというレベルの厳重なデータ管理がなされているというお話を伺った。AI の教師あり学習モデルによる classification (疾患の発見, 病気ステージ分類など) や regression (予後の推定, 血糖値の予測など) などのタスクを正確に行うには、適切な量の学習データが不可欠であるが、医療データのプライバシー性の高さが学習データ取得への大きな障壁となっている。また、まれな疾患の場合、モデルに教えるための学習データが極めて少なくなるため、AI の予測の精度が落ちるといふ Data sparsity の問題が常につきまとう。これに対しては、少ない学習データを最適化して使用する Sparse modeling という技術も提唱されるなど、様々な角度から取り組みがなされている⁵。海外に目を向けると、大量の学習データとしての医療画像をフリーアクセスにする動きは進んでいる。代表的なものとして、アメリカ国立衛生研究所 (NIH) が提供している癌患者の医療画像を集約した大規模データセット「Cancer Imaging Archive」が挙げられる⁶。著者も Stanford の Deep Generative Model (深層生成モデル, CS236) のコースの Project 課題において、約 110,000 件の胸部 X 線画像をモデルの学習データとして使用した。本 Project での著者の project partner はコロンビアの外科医の先生のご子息であったが、モデル学習用のデータが必要だと彼が父親に伝えたところ、すぐにその父親が開業しているクリニックで保持している X 線データが彼のもとへ送られてきた (データの取り扱いについて確証が得られなかったことから、こ

れらのデータは最終的に学習には使用しなかった)。著者の父は日本形成外科学会元理事の開業医であり、同様に学習データの医療画像を使用することは可能かを尋ねたが、toy examples として数十件程度のデータを持ち出すことはかえって難しく、医療データを AI に使用するには正式に大学病院との共同研究などの形でローンチすることが必要であろうとの返答であった。医療データへのプライバシーへのセンシティブネスは国や地域によって大きな差があることを実感した出来事であった。日本でも医用画像を集約してデータベース化しようとする動きがある⁷が、国外と比較すると積極的ではない印象を受ける。

このように大規模な医療データを AI に学習させるためには、国内においては患者のプライバシーの問題を解決する必要があるが、技術的な一つの解決案として学習データの一部を意図的にノイズ化する (破壊する) という手法が検討されている。ノイズ化するデータの選定をランダムに行うことによりデータセット全体のプライバシーを担保するという試みであり、本手法の妥当性が認められれば国内における医療 AI 開発も飛躍的に前進することが期待される。

また、上記のような個人データの取り扱いの難しさと並行して、医療への AI 導入そのものの動きの鈍さが特徴として挙げられる。Stanford の研究によれば、主要なビジネス分野のうち、医療は AI の導入が 2 番目に進んでいない業界として挙げられた。著者がこれまでに受講した Stanford の Computer Science の計 10 コース (Graduate Program および Professional Program) でも、医師の生徒はほとんどいなかった。プロジェクト課題でも、医療 AI をテーマとしたプロジェクトを行うチームが著者のチーム以外にも複数あったが、プロジェクト概要発表会にて他チームのリーダーが「私たちの中に医師はいないので、医療のことや MD のルーティンや問題意識などが全くわからないので医師に聞くしかない」と話しているシーンも見受けた。これまでに Stanford Medicine と Stanford Computer Science の両方の分野において授業を受けたが、医療と Computer Science という、これまで交わりが比較的乏しかっ

図 1 医療分野における AI の論文数の年毎の推移



たお互いの領域への相対的な関心の低さも原因の一つであるように感じた。図 1 は医療分野における AI の論文数の年毎の推移であるが、1970 年代までは医療 AI の論文出版数は年間わずか数件であった。しかし近年になり急速に論文数は増加傾向にあり、医療と AI という 2 つの領域は着実にその交わりを大きくしている⁸。

5. 新しい医療における「コメディカル AI」の可能性

また、あまり強調して語られることはない印象であるが、医療においては属人性も非常に重要なファクターとなり得る。たとえば、何か医療ミスや医療事故などの問題が起こった際に、それが AI の誤診断によって引き起こされたものである場合と、人間の医師の業務の結果、起こったものである場合では、責任の所在という意味においても、結果への受け止め方という意味でも大きく異なると考えられる。こと医療においては「人間の医師が責任をもって行う」ことが、提供される医療への納得度や信頼などに影響するものであると思料される。そうした側面から、AI に医療における責任をすべて集約させるのではなく、医療プロセスにおける「医師のコパイロット」、換言すれば「コメディカル AI」として機能する形が理想的と考えられる。

6. 学習データの不足を補う AI 新技術の到来

前述してきた学習データの量的な限界の問題は、昨今の新しい AI 技術の急速な進歩によって克服への道が見え始めている。2023 年に元 Google のトップ AI 研究者らによって日本で設立された AI ベンチャー「Sakana AI」では、より小規模なモデルで大規模 AI モデルと同等の性能を発揮するアルゴリズムを開発している。Sakana AI は研究成果として、開発した EvoLLM-JP という言語モデルが 7B (70 億) パラメータでありながら 70B (700 億) パラメータの大規模言語モデルに匹敵する性能と計算能力を有していると発表した⁹。上記のように、より小規模なモデルで大規模モデルと同等の性能を発揮するアルゴリズムの開発は世界的に進んでおり、月単位、週単位でのアップデートが日常となっている。小さなモデル規模で高い性能を達成するアルゴリズムの発展により、限られた量の学習データをより効率的に特徴量変換して、overfitting に陥ることなく推論性能を発揮できる技術のさらなる発展も見込まれる。この他にも、グローバルな学習データの共有も有効な手段である（ただし医療データの場合は、人種や地域により被験者の医学的特質が異なるため、AI 学習時において注意が必要となる）。こうした AI アルゴリズムの「小規模化」が、「医療・ビッグパン」をさらに加速させる大きな起爆剤となることが予測される。

7. 米 Stanford 大学の AI 教育システム

Stanford University は AI の教育について世界でも特に力を入れている大学の一つである。世界のトップ AI 研究者の一人たる Andrew Ng 氏、Tesla で AI ディレクターを務めていた Andrej Karpathy 氏など、AI 界の名だたる有名なビッグスター達が Stanford の AI コースで自ら教鞭をとっている。他にも AI の教育で有名なアメリカの大学はマサチューセッツ工科大学 (MIT)、カリフォルニア大学バークレー校 (UC Berkeley) などが挙げられるが、Stanford においては産学の強いネットワークを活かして、斯界の有力者の方々から直接 AI を学べるという特色が際立って感じられる。そして Stanford の AI 教育の強みとしては、オンライン教育に非常に力を入れている点がある。MOOC や Web Seminar などオンライン教育には様々な形があるが、Stanford は大学院の授業カリキュラムそのものをオンライン教育パッケージとして提供している。すなわち、Application を行って合格した Stanford 生は世界のどこからでも Stanford の最先端の AI 授業を受けることができるのである。著者自身は ChatGPT の登場に衝撃を受けて 2023 年 2 月から AI およびプログラミングを一から学び始め、2023 年 4 月に Stanford AI Professional Program というプログラムに合格した。2023 年 10 月に上記プログラムを修了し、Stanford AI Professional Certificate という AI のプロフェッショナル資格を取得した。また、2023 年 8 月には Stanford AI Graduate Program という別のプログラムに合格し、2024 年 3 月には上記プログラムを修了して Stanford AI Graduate Certificate という 2 つめの AI 資格を取得した。ここでこれらの 2 つのプログラムについてご紹介したい。Stanford が AI において提供しているコースは Stanford AI Professional Program と Stanford AI Graduate Program の 2 つであり、前者の AI Professional Program はエクステンション教育の一つとして Working professionals 向けに Stanford が提供しているコースであり、大学院で教えている授業、課題を一部抜粋したものを受けることができる (Project 課題、試験などは基本的に

行われず)。1 コースあたりの期間は 3 ヶ月程度、平均して週に 15 時間～20 時間程度の学習量となるように調節されている。指定されたコースのリストのうち 3 コースを修了すると、Stanford AI Professional Certificate の資格が授与される。私は現在までに下記の 5 コースを修了した (XCS221 — Artificial Intelligence: Principles and Techniques, XCS224N — Natural Language Processing with Deep Learning, XCS224W — Machine Learning with Graphs, XCS224U — Natural Language Understanding, XCS330 — Deep Multi-Task and Meta Learning)。後者の AI Graduate Program はより本格的に、Stanford 大学院で行われる AI の授業・課題・Project・試験の全ての教育プログラムを、現地キャンパスの大学院生と全く同じ内容にて受講できるものである。授業や課題は枝刈りなしで全てを受講でき、Project と呼ばれる、クラスメイトとチームを組んでオリジナルのプロジェクトに取り組み論文形式で発表するプログラムに参加できる。私は Project においては、「生成 AI」と「AI チャットボット」のコースでシリコンバレーのスタートアップ CEO やエンジニアとチームを組み、医療画像の生成 AI モデルの開発、および自閉症の方向けの職業訓練チャットボットの開発を行い研究発表を行った。これらの Project においては、実際のビジネスシーンで AI 開発をどのように行っていくかについての実地の経験を現地シリコンバレーの方々とやり取りをしながら得ることができ、非常に役立った (Stanford が位置する Palo Alto と Silicon Valley は近くにあり、車で移動できるくらいの距離である)。また、AI Graduate Program では試験も現地と完全に同じ形で行われるため、試験日に現地キャンパスへ赴くか、日本で受ける場合には自ら適切な試験監督 (Exam monitor) を見つけて Stanford に申請しなければならない。Exam monitor の基準においては、上司は OK だが同僚・友人は NG、自らと Academic relation をもつ相手である必要があるなどいろいろな制約がある。著者は Exam center を利用するなどして日本からこれまでに 3 つの試験を受験した。このように、現地キャンパスに赴かずとも教育プログラムを受けられる利便性は、Stanford の AI 教育、ひいては大学院

教育の非常に先進的な部分であると感じる。AI Graduate Program では指定されたコースのうち 4 コース（必須 1 コース，自由選択 3 コース）を修了すると AI Graduate Certificate というプロフェッショナル資格を取得することができる。また，資格を取得すると Stanford 現地キャンパスで行われる Certificate Awarding Ceremony（資格授与式）に招待される。資格取得のハードルとしては Professional Certificate よりも Graduate Certificate の方が高く，入学のハードルも高い。Professional Certificate はプログラム全体に対しての Application となるが，Graduate Certificate は Course by course basis（1 コースごと）の入学選考が行われ，ある単一のコースに合格したとしても次のコースに合格できるとは限らない。また学費についても，AI Graduate Program の 1 コースあたりの単価は AI Professional Program の 3 倍以上であり，Stanford AI Graduate Program を修了するためにはトータルでおよそ 20,000~25,000\$ 程度の学費が必要となる（2024 年 4 月現在）。修了のための条件もより厳しく，受講する全てのコースで B 以上の Grade を獲得し続けなければ次のコースを受けられない（Grade は A, B, C, D…の Letter 基準）。Grade に関する余談として，Stanford には最高評価の A の上にクラスの首席レベルのみに与えられる「A +」という成績があるという噂が学内であり，著者は 2024 年の夏に受講した Stanford の「データマイニング」（Data Mining and Analysis）の AI コースにて実際に A + の成績を獲得することができたためその存在を確認できた。こうした入学と修了へのハードルはあったものの，資格を取得したことで価値ある Credential と，AI をビジネスに適用するための実地の知識と経験を得ることができたことが大きな収穫であったと感じる。

8. おわりに

医療における AI 活用の可能性の幅の広さは論を俟たない。しかし，それらの技術は高い倫理観と注意をもって施行される必要がある。著者が 2023 年夏に受講した Stanford CS229（機械学習）のコースの Anand Avati 先生は，かつて Andrew Ng 氏と共同の医療プロジェクトで余命の予測を AI で行うというプロジェクトを行われていた¹⁰。恐ろしいほどに正確に予測するということから，倫理的な問題も必然的に持ち上がったものと推測される。医療 AI はもちろんのこと，AI を用いる者にはすべからず，開発・運用するモデルの潜在的なリスクおよび帰結を幅広く考えることが要求される。著者が受講した Stanford の AI の各々の授業においても，AI Ethics（AI 倫理）の側面はかならず多くの時間を割いて強調されていた。AI において「医療の再定義」が起こった場合，その新しい枠組みにおいて技術の濫用と不平等が起こらないように細心の注意が払われる必要があるだろう。急速に近づく「メディカル・ビッグバン」の未来に向けて，技術と責任の両輪に目を向けながらしっかりと備えたい。

注・引用

- 1) <https://www.businessinsider.jp/post-280545>
- 2) <chrome-extension://efaidnbmnnnnibpcjpcglclefindmkaj/>
https://www.h.u-tokyo.ac.jp/press/_icsFiles/afiedfile/2022/11/17/release_20221116_2.pdf
- 3) <https://www.nikkei.com/article/DGXZQ0UC168A00W4A110C2000000/>
- 4) https://twitter.com/StartupArchive_/status/1731669042845405249
- 5) <https://bio.nikkeibp.co.jp/atcl/report/16/011900001/22/09/08/00441/>
- 6) <https://www.cancerimagingarchive.net/>
- 7) <http://www.radiology.jp/j-mid/>
- 8) <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=artificial%20intelligence&timeline=expanded>
- 9) <https://recruit.gmo.jp/engineer/jisedai/blog/sakana-ai/>
- 10) <https://www.cnn.com/2018/01/24/ai-used-to-predict-when-people-may-die-for-better-medical-care.html>