

精神医学における AI 活用の現状, 課題, そして可能性

Current Trends, Issues, and Potentiality of AI Technology in Psychiatry

池田 伸^{*1}
Shin Ikeda

^{*1} 地方独立行政法人 岡山県精神科医療センター
Okayama Psychiatric Medical Center

The main purpose of the current article is to survey the general condition of AI technologies utilized in psychiatry. A search on PubMed shows that the number of papers written on application of AI to psychiatric matters has been growing remarkably. “Depression”, “schizophrenia”, and “Alzheimer’s disease” are the most frequent disorders that appeared in those articles published in 2018. “Support vector machine”, “random forest”, and “logistic regression” are the top 3 machine learning models referred there. “Deep learning” still seems to be rather unusual in psychiatric researches. It is definite that AI will bring great progress not only in clinical practices, but also in theoretical bases of psychiatry. Collaboration of AI engineers and clinical psychiatrists and arrangements of the social environment which promotes clinical researches with AI are essential.

1. はじめに

AI は、医療にも革命を起こしつつある。画像診断、ゲノム医療、医薬品開発などはもちろん、患者の症状評価や予後予測、介護分野への展開、手術支援システムの開発など、様々な試みが世界各国で始まり、進行中である。

一般に、精神科は医学の中でやや特異な領域であるとみなされることが多い。実際、診断や治療の様式において、精神科には他の診療科と異なる特有の流儀があることは否定できない。診断や治療効果判定における客観性が他科に比べて乏しく、医師の主観や経験に左右されがちであるという批判を受けることも稀ではない。しかし、潜在的な患者数の多さや、精神障害がもたらす社会的損失の大きさを考慮すれば、その臨床的な重要性は決して他科に劣るものではない。

本稿では、論を進める前提としてまず、これまでの精神医学が宿命的に抱えてきた診断体系の特殊性および限界について解説する。次いで、精神科における AI 活用の現状を把握する目的で、最近の医学論文の中から精神科での AI 活用に関連するものを選別し、そこで扱われている診断概念や AI 技術について、大まかな傾向を確認する。さらに、精神科領域での AI 活用の試みが直面する課題について触れ、最後に今後の展望と可能性を提示したい。

2. 精神科における「診断」の特殊性

2.1 精神科における「疾患」とは

通常、医療行為は患者自身が何らかの心身の不調を医療従事者に訴えることから始まる。患者本人の主観的な訴えが「症状:symptom」、客観的な所見が「徴候:sign」であり、併せて「症候:signs and symptoms」と呼ぶ。医師は、患者との面接によってまず症状を聴取し、並行して観察や身体診察により徴候を調べる。それだけで何らかの医学的判断(=診断)に至ることもあるし、必要であれば各種の検査(検体検査、画像検査、生理学的検査

など)を追加することで、正しい診断に至ろうと試みる。「診断」にも様々なレベルのものがあるが、多くの場合は患者の罹っている「疾患:disease」を突き止めることが目標となる。一般に、「疾患」が概念として成立するためには、病因(病をもたらす原因)、病態(病が生じる生物学的な仕組み)に加え、症状、経過、予後などが特定されていることが原則的には必要とされ[野村 15]、疾患によっては、それと診断するための「決め手」となるような徴候や検査所見、またはそれらの組み合わせが明らかになっている。こうした診断のための知見を増やしていくことが医学の進歩の重要な一側面である。

ただし、すべての学問や科学がそうであるように、医学もまた常に発展途上である。人間を悩ませる病のうち、病因と病態が解明されているものは、むしろ少数であると言ってよい。その事情は精神科領域において特に顕著であって、精神科の主要な対象である統合失調症、双極性障害(躁うつ病)、自閉症などのいずれも、病因・病態ともに現時点で未解明であり、したがって各々の診断に至るための客観的な検査法などというものも存在しない。上記の「疾患」の定義を厳格に適用すれば、現代の精神医学においては「疾患」は存在しないとさえいえる。

2.2 「伝統的診断」から「操作的診断」へ

従来、精神科医療の現場では、医師が患者(及びその家族等)と面接し、そこから得られる情報のみを基に何らかの診断を下さざるを得ず、当然ながらその診断は当該医師の主観に左右される部分が多かった。このやり方(いわば「伝統的診断」)では、同じ患者を複数の医師が診察した場合に診断結果が一致しないということも珍しくなく、精神医学の客観性や科学性について長年疑問が呈されてきた主要因の1つであった。

その解決策として採用されたのが「操作的診断」である。これは、各々の診断概念について詳細な診断基準を定め、それぞれの医師がこの基準に沿って診断を行うことで、診断の「信頼性(評価者間の一致度)」を改善しようとする試みであった。そして、現在事実上の国際標準となっている診断基準体系が「DSM-5」[高橋 14]である。

DSM-5 から、一例として統合失調症の診断基準を簡略化して表 1 に提示する。統合失調症と診断するためには、A)~F)の全てを満たす必要がある。

表 1 統合失調症の診断基準(DSM-5 より簡略化して引用)

- A) 以下のうち 2 つ以上、おのおのが 1 カ月間ほとんどいつも存在する。これらのうち少なくとも 1 つは(1)か(2)か(3)である
(1)幻覚 (2)妄想 (3)まとまりのない発語
(4)ひどくまとまりのない、緊張病性の行動 (5)陰性症状
- B) 障害の持続障害の始まり以降の期間の大部分で、仕事、対人関係、自己管理などの面で 1 つ以上の機能レベルが病前に獲得していた水準より著しく低下している
- C) 障害の持続的な徴候が少なくとも 6 カ月間存在する。この 6 カ月の期間には、基準 A を満たす各症状(すなわち、活動期の症状)は少なくとも 1 カ月(または、治療が成功した場合はより短い期間)存在しなければならないが、前駆期または残遺期の症状の存在する期間を含んでもよい。
- D) 統合失調感情障害と「抑うつ障害または双極性障害、精神病性の特徴を伴う」が除外されていること
- E) その障害は、物質(例:乱用薬物、医薬品)または他の医学的疾患の生理学的作用によるものではない
- F) 自閉スペクトラム症や小児期発症のコミュニケーション症の病歴があれば、統合失調症の追加診断は、顕著な幻覚や妄想が、その他の統合失調症の診断の必須症状に加え、少なくとも 1 カ月存在する場合にのみ与えられる

このような詳細な基準に照らして個々の患者を評価する習慣が定着してきたことにより、DSM の登場後、診断の信頼性(評価者間の一致度)は向上したとされており、この点では、操作的診断基準を導入した意義は確かにあったといえる。

一方で、基準の中に生物学的な客観的指標がほとんど含まれておらず、日常言語による表現の域を脱していないため、この基準を個々の患者に適用しようとする場面で、医師の主観が相当程度作用してしまうことは依然として避けられない。例えば上記診断基準の A 項目に「妄想」という語があるが、妄想症状をもたらす生物学的機序がそもそも不明なため、その症状の存否を確定する科学的方法は存在せず、ある患者が「妄想」を有しているか否かは、患者自身の発言内容や行動様式から医師が推測するしかない。さらに突き詰めれば、「妄想」という概念自体の輪郭が不明瞭で、医学上の診断基準に用いるには曖昧すぎる、というような批判も十分可能である。

1980 年に DSM-III が導入されて以降、診断の一致度が向上することにより精神疾患の病態解明や治療法の開発が順調に進むことが期待されてきた。しかし改訂を重ねつつ 40 年近くを経た現在、結果はその期待とは程遠く、主要な診断概念のうち、病態が解明され「疾患」として確立されたものはいまだに皆無であると言ってよい。

2.3 診断体系の再構築の必要性

こうした行き詰まり感の中で、既存の「疾患概念」に根本的な疑問が付されることもここ数年増えてきている[尾崎 18]。

例えば「統合失調症」と診断されている患者は多数いるが、各患者の症状や臨床経過、治療反応性などは多種多様である。そして、臨床像が互いに似通っているからといって、それらを同一の「疾患」とであると断定しうだけの生物学的根拠は存在していない。とすれば、「統合失調症」という単一の疾患があると考え

るよりも、複数の未知の疾患を寄せ集めた仮の診断概念が「統合失調症」であると想定しておく方が合理的である。

逆に、これまで別個のものと考えられていた複数の疾患に、実は共通した病因や病態が存在するという報告も現れ始めている。例えば、統合失調症、双極性障害(躁うつ病)、うつ病、自閉症、注意欠如多動症の 5 つの診断すべてに共通のリスクとなる遺伝子変異が発見されたという報告もある[Cross-Disorder Group of the Psychiatric Genomics Consortium 13]。

生物学的根拠の乏しい、あやふやな「疾患」概念に頼ることはむしろ医学研究を誤った方向へ導くことになりかねない。精神障害の本態に迫るためには、統合失調症、躁うつ病といった伝統的な概念は一旦棚上げにして、遺伝子、細胞生物学、神経生理学、症候学などの各レベルにおいて、頑健な科学的知見を立体的に積み上げ、そこから新たな疾患概念や診断体系を再構築することが必要である。こうした考え方に基づくプロジェクトの代表例が、米国の National Institute of Mental Health (NIMH) の Insel 博士によって提唱された Research Domain Criteria (RDoC)であり、我が国でも徐々に認知度が高まっている[橋本 18]。

3. 精神医学における AI 活用の現状

精神科領域における AI 活用の現状について改めて俯瞰する。医学系論文の検索サイトである“PubMed”で精神科(psychiatry)と AI 関連の幾つかのキーワード(artificial intelligence, machine learning, natural language processing, text mining, deep learning)を用いて検索を実行してみると、ヒットする論文数は(絶対数としてはまだ少ないものの)年々増加しており、精神科においても、AI 技術の活用が徐々に浸透しつつあることが窺える(図1)。

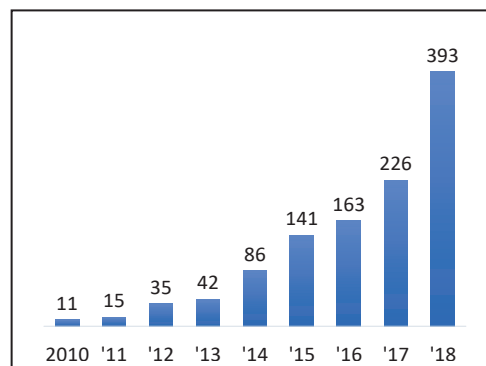


図1 精神科領域における AI 関連の論文数の推移

3.1 研究対象となった診断や症状

この検索を実行した時点(2019 年 1 月 4 日)では、2018 年の論文 393 編のうち abstract が公開されているものは 382 編であった。この 382 の abstract において、精神科の診断用語の出現頻度を調べた(各用語の出現文書数をカウント)。5 文書以上に出現した用語の一覧を表 2 に示す。なお depression と major depressive disorder, schizophrenia と psychosis, Alzheimer's disease と dementia と mild cognitive impairment, autism spectrum disorder と autism には、それぞれ概念的な重複があることに留意されたい。

これを見ると、抑うつ depression, 統合失調症 schizophrenia, アルツハイマー病 Alzheimer's disease といった、精神科における主要な対象疾患が順当に上位を占めており、全体としても診断の種類は多岐に渡っていると言える。また“suicide”は診断名

ではないが、患者の自殺関連行動は精神科における重要なテーマの 1 つであって、患者の潜在的なリスクを評価したり、行動そのものを予測したりする試みがなされている。

表 2 abstract 中の精神科診断用語の出現数

depression (抑うつ)	42
schizophrenia (統合失調症)	35
Alzheimer's disease (アルツハイマー病)	27
major depressive disorder (大うつ病性障害)	19
psychosis (精神病症状)	15
autism spectrum disorder (自閉スペクトラム症)	14
anxiety (不安)	12
autism (自閉症)	12
dementia (認知症)	11
bipolar disorder (双極性障害)	11
suicide (自殺)	9
mild cognitive impairment (軽度認知機能障害)	8
obsessive-compulsive disorder (強迫性障害)	5
posttraumatic stress disorder (PTSD)	5

3.2 研究内容

研究目的は、概ね以下の 4 領域に分類が可能であった。

- ①診療精度の向上 (診断支援, 治療効果・副作用の予測など)
- ②病因・病態の解明 (ゲノム解析, 画像解析など)
- ③新しい治療法の開発 (医薬品, 医療機器など)
- ④診断概念・診断体系の再構築

最もよく見られるタイプの研究は、何らかの疾患を有する患者群とその対照群 (別疾患の患者や健康者) を設定し、それぞれの臨床データ (多くは画像情報) を用いて機械学習による分類を試行するという類のものであった (上記の①または②に該当する)。

画像情報以外に解析対象となったデータとしては、生理検査 (脳波など)、遺伝子情報、検体検査 (血液など)、心理検査、テキストデータ (カルテ記載内容) などがあつた。

AI を用いた研究の、従来の医学研究にはない強みは、一言でいうと「個性性」である。ある診断を受けた患者たちを一塊にして全体的な傾向を論ずるのではなく、個々の患者ごとに、臨床経過を予測したり最適な治療法を選択したりといったことが可能になると期待されている。こうした発想は「精密医療 precision medicine」と呼ばれ、精神科に限らず、現代医学の潮流の一つを形成しつつある。

3.3 活用された AI 技術

表 2 と同様の手法で、AI (特に機械学習) 関連用語の出現頻度を表 3 に示す。

最も多く出現した用語は“support vector machine”で、“random forest”、“logistic regression”と続いた。近年のニューラルネットワーク系技術の隆盛を考えると、表中の“deep learning”や“convolutional neural network”の出現数は意外に少ないという印象があり、今後の増加が期待される。

“Natural language processing”が比較的上位に来ているのは、身体所見や検査結果よりも患者の言語的情報 (発話内容など)

を重視するという精神科医療の特徴が現れている部分と考えられる。自然言語処理の技術は、精神科において今後特に重要な役割を果たす可能性がある。

表 3 abstract 中の AI 関連用語の出現数

support_vector_machine	27
random_forest	22
logistic_regression	20
deep_learning	12
natural_language_processing	11
decision_tree	10
convolutional_neural_network	9
naive_bayes	5

4. 現時点での課題

精神科領域における AI 活用を促進する上で、現時点での課題を 3 つ指摘しておきたい。

4.1 臨床医の AI に関する知識の乏しさ

私感ではあるが、少なくとも国内の精神科臨床医の多くは AI 技術と精神医学とを結びつける発想に乏しく、積極的な興味を示されることは少ない。マスコミを介した AI についての断片的なイメージはあるものの、その技術内容や成果に関する実質的理解には欠けており、「機械的」「非人間的」という連想から、どちらかというと漠然と拒否感を抱いている場合が少なくない。この現状を変えるためには、臨床現場あるいは学術研究において、AI の有用性を具体的成果として示していくことが必要だろう。

4.2 既存の診断概念への依存

前述したように、精神科の診断は生物学的な根拠 (病態) に基づいてではなく、表面的な現象 (症候) に基づいてなされるのが長年一般的であった。しかしこの方法に拘泥しては真に科学的といえる診断概念・診断体系に到達することはできない。AI を活用した精神医学研究は増加しつつあるが、その大部分は既存の診断体系の枠組みを十分に相対化できておらず、画期的といえるほどの成果はまだあがっていない。AI・機械学習という有力なツールを用いても、あやふな前提からはあやふな結論しか出てこないというのは、ある意味当然ではある。

近年ようやく、既存の「精神疾患」について疾患概念そのものに疑問を投げかける言説が立場を得つつある。AI 技術を用いることで、生物学的根拠に基づいた新しい診断体系の構築が進むことが期待される。

4.3 個人情報保護

医療情報は非常にプライバシー性が高く、カルテの記載内容や検査結果などはほとんどが要配慮個人情報に該当するため、取り扱いには細心の注意が必要である。しかし一方で、個人情報の扱いに慎重になるあまり、AI 研究において萎縮効果が生じることも危惧されている [新保 17]。患者の個人情報保護に最善を期することは当然としても、人々の生命と健康を守るために不断の進歩を追究するという医学本来の役割が忘れられてはならない。新しいテクノロジーの恩恵を人々が正当に享受できるようにするために、行政、法律、医学など複数の視点から議論を行い、安全を確保しつつ研究を促進するような社会的環境を整えることが重要であろう。

5. おわりに ―今後の展望・可能性―

冒頭に述べたように、医療の中でやや特殊な領域とみられることの多い精神科であるが、治療対象となる患者数は非常に多い。厚生労働省の医療統計によれば、2016年の時点で全国の病床総数 166 万のうち、精神病床は 33 万床 (20%) を占める。また、精神科病院の 1 日平均外来患者数は 57,000 人を超え、さらに増加傾向にある[厚生労働省 17]。AI 技術導入の対象分野として見た場合、診断様式や治療文化において独自の特徴を有する精神科医療は、それ自体が巨大な未開拓領域であるといえる。

AI 導入の必然性とそれがもたらすであろう革新的な変化を身近なことと実感している精神科医は、残念ながらまだ少数である。有用な技術を生み出すためには、臨床経験が豊富で医療データへのアクセスが容易な医療従事者と、優れた技術者との協働が不可欠である。また、患者のプライバシーが保証された上で自由な研究開発が可能になるような社会環境の整備も望まれる。

最後に、比較的低コストで試行可能と思われる具体例の一部を表 4 に示す。

表 4 AI 技術適用可能な試み(一部)

- Clozapine (『難治性統合失調症』治療薬) の副作用リスクの投与前評価
- 入院患者の自殺・暴力リスクのリアルタイム評価
⇒総合的な病棟管理システムへの発展
- ECT (電気けいれん療法) の患者ごとの有効性予測
- ADHD 治療薬の選択サポート
- 児童虐待リスクの評価
- 各精神障害の治療最適化
- 自閉症特性の病態仮説 (ベイズ予測モデル) の検証

表中の最下段の例に関連して付言しておきたい。近年、「自閉症」や「統合失調症」の病態が、感覚刺激の処理プロセス (特に「予測機能」) の障害として一元的な視点から説明可能なのではないかという有力な仮説が提出されている[van Schalkwyk 17]。「予測: prediction」は、ヒトの知能の中核機能 (少なくともその一つ) であると同時に、AI 研究の中心的な課題でもある。われわれは、AI の技術や知見が精神障害の解明に直接的に役立つ可能性、あるいは、(究極的には) ヒトの精神機能の全体を人工的に再現しようという可能性すら視野に入れておくべきだろう。ここに、人工知能と精神医学との深いレベルでの接点があると筆者は考えている。

AI は、単に現行の医療の質を向上させるだけでなく、精神医学に理論的パラダイムシフトをもたらす主要な駆動力となるはずである。精神科医として、有為なエンジニア・データサイエンティストの参画を切望している。

参考文献

[Cross-Disorder Group of the Psychiatric Genomics Consortium 13] Cross-Disorder Group of the Psychiatric Genomics Consortium: Identification of risk loci with shared effects on five major psychiatric disorders: a genome-wide analysis, Lancet, 2013.

[橋本 18] 橋本亮太, 山森英長, 安田由華ら: Research Domain Criteria (RDoC) プロジェクトの概念, 精神医学, 医学書院, 2018.

[厚生労働省 17] 厚生労働省: 平成 28 年医療施設 (動態) 調査・病院報告の概況, 2017.

[野村 15] 野村総一郎, 樋口輝彦: 標準精神医学 第 6 版, 医学書院, 2015.

[尾崎 18] 尾崎紀夫: 「診断」という「線」を引くこと, 精神医学, 医学書院, 2018.

[van Schalkwyk 17] van Schalkwyk, G.I., Volkmar, F.R., Corlett, P.R.: A predictive Coding Account of Psychotic Symptoms in Autism Spectrum Disorder, J Autism Dev Disord, Springer, 2017.

[新保 17] 新保史生: AI の社会実装に向けた法的課題と国民の意識変容, AI が創造する次世代型医療, 日本医療企画, 2017.

[高橋 14] 高橋三郎, 大野裕: DSM-5 精神疾患の診断・統計マニュアル, 医学書院, 2014.