

MINI REVIEW・第13回若手研究者育成プログラム奨励賞

認知科学と人工知能を活用したメンタルヘルス問題の
早期予測・支援プログラムの開発

陳 冲

今日、社会の急速な変化や高い競争環境の下で、うつ病や不安症などのメンタルヘルス問題は大きな課題となっている。特に、初期治療への反応性の低さ、再発率の高さ、社会復帰の困難さといった臨床的課題を背景に、発症前の早期段階での介入や支援が求められている。このため、発症前に高精度でリスクを予測する手法の開発は、今後のメンタルヘルス対策においてきわめて重要である。

機械学習を用いた予測研究は近年急速に進展し、さまざまな疾患領域で応用が広がっている。うつ病についても例外ではなく、多数の研究が人口統計や心理社会的変数、安静時機能的磁気共鳴画像法 (functional magnetic resonance imaging: fMRI) などを用いたモデル構築を試みているが、新規発症の予測には依然として限界がある。たとえば、最新のレビューでは、数千の特徴量を用いても大半の研究で受信者操作特性曲線下面積 (receiver operating characteristic area under curve: ROC AUC) は 0.72 以下に留まり、最高でも 0.79 程度に過ぎないと報告されている³⁾。この結果は、モデル性能が入力データの「質」に強く依存すること、そしてうつ病の病態や発症メカニズムを的確に反映する質の高いデータの収集が不可欠であることを示している。

一方、近年の認知 (神経) 科学の研究では、うつ病が報酬や損失といった情動刺激に対する情報処理に特異的なバイアスを呈することが明らかになっている²⁾。こうした情動認知の歪みは、ネガティブなスキーマとよばれる否定的な認知構造に起因し、抑うつ気分の形成や維持に大きく関与していると考えられている⁴⁾。その神経基盤として、扁桃体や前帯状皮質の過剰な賦活、ドーパミン報酬系の活動低下などが報告されている。

この理論的背景を踏まえ、うつ病における情動認知的脆弱性をより精緻に捉えるために、筆者らは行動経済学的な実験課題を活用し、個人の動機付けや意思決定過程を定量的に評価する計算論的アプローチを用いている。具体的には、金銭的報酬や損失、不確実性などを操作した選択課題 (ギャンブル課題、強化学習課題など) における各試行の選択行動を計測し、報酬予測誤差や学習率などの強化学習パラメータ、およびリスク選好・損失回避といったプロスペクト理論パラメータを推定する計算論モデルを適用することで、意思決定の背後にある認知・情動プロセスを数理的に明示することが可能となる。

特に、確率情報が明示されない状況での試行錯誤課題では、「成功」や「失敗」といった主観的な経験を通じて、情動認知障害の特徴がより顕在化すると考えられる¹⁾。こうした課題から得られる試行ごとのデータをもとに、個人を「計算論的表現型 (computational phenotype)」として特徴づけることが可能となる。この計算論的表現型は脳内報酬系などの生物学的基盤と関連していることから、「中

間表現型 (intermediate phenotype)」としての役割も果たしうる²⁾。すなわち、従来の人口統計データや質問紙では捉えきれない、個人特有の報酬処理特性や不確実性への反応傾向を可視化し、それらを機械学習モデルに組み込むことで、うつ病発症の高精度な予測に寄与することが期待される。

このアプローチの有効性を確認するため、筆者らは大学生ら若年者 100 名を対象に半年間の予備的縦断研究を実施した。その結果、課題から推定されたリスク回避性が高いほど、半年後の抑うつ症状が有意に高くなる傾向が認められた¹⁾。これは、確率的不確実性を避けようとする行動傾向が、「0 か 100 か思考」や「白黒思考」などの認知の歪みを反映し、うつ病のリスクマーカーとなりうることを示唆している。さらに、別途実施した介入研究では、ポジティブな自伝的記憶を想起させることにより、リスク回避的な意思決定傾向が軽減されることも示された⁵⁾。

現在、筆者らは大規模な前向き研究を進めており、多様な行動経済学的課題と心理社会的背景データを収集している。今後は、こうした計算論的指標を従来の臨床・社会的要因と統合し、AI によるメンタルヘルス問題の早期予測プログラムの開発をめざしている。また、同プログラムによって高リスクと判定された対象には、認知行動療法、運動療法、ポジティブ心理学に基づく実践法を組み合わせた多面的な支援を提供し、個別化された早期介入の実現を図りたいと考えている。

本論文に記載した筆者らの研究に関してすべて倫理的配慮を行っている。開示すべき利益相反は存在しない。

文 献

- 1) Chen C, Mochizuki Y, Hagiwara K, et al (2022) Computational markers of experience-but not description-based decision-making are associated with future depressive symptoms in young adults. *J Psychiatr Res*, 154 : 307-314.
- 2) Chen C, Takahashi T, Nakagawa S, et al (2015) Reinforcement learning in depression : a review of computational research. *Neurosci Biobehav Rev*, 55 : 247-267.
- 3) 陳 冲, 中川 伸 (2025) 機械学習によるうつ病の早期予測. *日本生物学的精神医学会誌*, 36 (1) : 31-39.
- 4) Disner SG, Beevers CG, Haigh EA, et al (2011) Neural mechanisms of the cognitive model of depression. *Nat Rev Neurosci*, 12 (8) : 467-477.
- 5) Shimizu N, Mochizuki Y, Chen C, et al (2022) The effect of positive autobiographical memory retrieval on decision-making under risk : a computational model-based analysis. *Front Psychiatry*, 13 : 930466.