

脳イメージングとAIがつくるデジタルセラピー
Digital therapy based on brain imaging and AI

川人 光男
Mitsuo Kawato

ATR 脳情報通信総合研究所・所長
ATR Computational Neuroscience Laboratories (CNS)
株式会社 XNef CEO
XNef, Inc.

精神疾患や発達障害は脳の神経回路の機能異常に原因があると考えられています。しかし、神経回路に直接働きかける治療法は未だに確立されていません。例えばうつ病であれば、抗うつ薬、認知行動療法、電気痙攣療法、経頭蓋磁気刺激などの治療法が選択肢となりますが、抗うつ薬は全身に作用しますし、電気痙攣療法は、脳全体に一律に高電圧をかける介入法です。また、抗うつ薬が生涯を通して有効な患者は半分以下ですし、統合失調症の陰性症状、自閉スペクトラム症、薬物依存、行動嗜癖に有効な薬物はありません。

そこで、薬物とは全く異なるピンポイントに介入できる治療法として、また unmet medical needs を満たす手法として、ニューロフィードバック治療が注目されています。ニューロフィードバックは、心拍数などを自在にコントロールするなどのバイオフィードバックにその源があり、すでに1960年代には脳波のアルファ波成分のニューロフィードバックが知られ、オーストリアやドイツでは、脳波ニューロフィードバック治療が ADHD について、公的保険でサポートされています。2000年頃から、特定の脳領域の活動を患者に実時間でフィードバックし、慢性痛、OCD、脳卒中のリハビリに有効な機能的磁気共鳴画像法 fMRI ニューロフィードバック治療の開発が進みました。

日本では2008年からの10年2期にわたる脳科学研究戦略推進プログラム、及び2018年からの戦略的国際脳科学研究推進プログラムで、ブレインマシンインタフェース技術の一環として、多数の神経科学者、精神医学者、AI技術者が協力して、複数の精神疾患の脳データベースと脳回路マーカー (Yahata *et al. Nat Commun* 2016; Yamashita *et al. PLoS Biol* 2019, 2020)、そして先端的 fMRI ニューロフィードバックに基づく革新的治療法 (Shibata *et al. Science* 2011; Watanabe *et al. Trend Cog Sci* 2017) などを開発してきました。fMRI 安静時脳機能結合にもとづくバイオマーカーを開発するために、機械学習、ビッグデータ構築 (Tanaka *et al. Sci Data* 2021)、多施設データの調和 (Yamashita *et al. PLoS Biol* 2019) の3つの課題を解決しました。

その結果、任意の施設で有効な脳回路診断支援バイオマーカーが、自閉スペクトラム症、うつ病、統合失調症、OCD、ギャンブル依存などで開発されました。これらのバイオマーカーのなかで、スパース機械学習アルゴリズムが自動的に抽出する少数の機能結合の一つにニューロフィードバックを行い、上記の疾患治療に有効であることが判ってきました。ある症状と関連している機能結合にだけ介入するので、精神疾患や発達障害に関する個別化医療の究極のツールとなる可能性があります。このような先端的 fMRI ニューロフィードバック治療に関して紹介します。