

学術変革(A) 「バイオ超越」第7回領域セミナー

共同プロジェクト研究(区分 T) ナノ・スピン工学研究会

共同プロジェクト研究(区分 T) 情報バイオエレクトロニクス研究会

日 時：2026 年 8 月 5 日（水）14:00 – 15:00

開催形式：ハイブリッド（対面 + zoom）

会 場：東北大学電気通信研究所ナノ・スピン総合研究棟 4 階カンファレンスルーム

Zoom 登録：https://zoom.us/meeting/register/wPZtaAC_TQWwvG8swCg8MA

講 師：伊藤 慎也 博士（米国 Allen Institute, Scientist III）

講演題目：微分可能な大脳皮質回路シミュレーションー解剖学・生理学・機能データの統合

要 旨：

大脳皮質の構造と機能の関係を定量的に扱うには、電子顕微鏡や電気生理から得られる構造データと、in vivo 記録から得られる活動データを、ひとつのモデルの中で突き合わせる必要がある。しかし構造データだけではモデルのパラメータは詳細には決まらず、活動データはこれまで主にモデルの検証に使われてきた。

本講演では、約 6 万 7 千個の点ニューロンからなるマウス一次視覚野モデルを時間方向の誤差逆伝播（BPTT）によって in vivo 活動データをターゲットとして直接学習させる枠組みを紹介する。これにより、活動データをシナプス結合に対する制約として能動的に使えるようになる。

学習に用いたのは短いドリフティンググレーティングへの応答のみであるが、学習後のモデルは未学習のコントラストや自然画像に対しても汎化し、細胞型ごとの発火率や選択性が実験データと整合した。また、学習は抑制性ニューロンの結合構造を機能的に異なるグループへと分化させ、これらが少数でありながらネットワーク全体の活動と選択性に大きな影響を及ぼすことも示された。

一方で、同じ活動を再現する結合の配置は一意ではない。シナプス強度分布などの生物学的な事前知識を制約として課した場合と課さない場合を比較すると、活動の再現性は同程度であるにもかかわらず、得られる回路は系統的に異なっていた。すなわち生物学的制約は単なる正則化ではなく、機能的に等価な解の集合の中から特定の解を選び出す役割を果た

している。

なお、本モデルおよび学習・評価に用いたコードは全て公開しており、同様の枠組みは他の脳領域や実験系へも展開できると考えている。

参考文献: <https://www.biorxiv.org/content/10.64898/2026.03.13.711751v2>

略 歴:

伊藤慎也（Allen Institute, Scientist III）。北海道大学理学部物理学科卒、インディアナ大学にて物理学博士号取得（神経回路の機能的結合の解析）。カリフォルニア大学サンタクルーズ校での博士研究員を経て現職。現在は Anton Arkhipov のチームで、マウス視覚野の生物学的に現実的な回路モデルの構築と、神経科学と機械学習の接点に関する研究に従事。

問い合わせ先：

山本英明（東北大学電気通信研究所）

hideaki.yamamoto.e3@tohoku.ac.jp