



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Towards the interpretation of complex visual hallucinations in terms self-reorganization of neural networks. [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	藤堂, 真登
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第14154号
Issue Date	2020-06-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/78939
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Masato_Todo_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士(理 学) 氏 名 藤堂 真登

学 位 論 文 題 名

Towards the interpretation of complex visual hallucinations in terms of self-reorganization of neural networks.

(ネットワーク自己再組織化による視覚性幻覚の数理的解釈)

レビー小体型認知症(Dementia with Lewy bodies: DLB)の患者は、複合型視覚性幻覚(Complex visual hallucinations: CVH)をしばしば経験する。多くの病理、臨床、神経画像研究にもかかわらず、CVHの機構は明らかではない。これらの研究の一貫する証拠は、CVHに関連し、視知覚障害と注意障害、後頭葉と頭頂葉の低代謝と低灌流、そしてCVH中の高次視覚野の活動増加を示す。現在の実験手法の技術的な制限のために神経基盤の解明には至らず、正常な視覚からCVHへの発達様式に関し、検証可能な詳細を特定することができない。神経科学の知見を適切に取り入れた数理モデルによって、神経メカニズムに関する洞察が得られることが期待される。

CVHの神経機構に関し、トップダウン情報がボトムアップ情報を補償するというシナリオが提案されている。我々は、ボトムアップ情報が外因的な感覚信号を、トップダウン情報が視覚対象に対する内因的な期待を反映すると仮定した。シナリオを検証し、CVHの機構の数理的構造を理解するために、シナプス可塑性の簡単な数理モデルを提案し、ボトムアップネットワークの選択的な損傷と、その後の自己再組織化過程に焦点を当てる。この数理モデルは、2値確率素子の相互情報量の勾配から得られる高次元常微分方程式である。さらにこの数理モデルは、シナプス可塑性の生理実験を現象学的に反映した、数学的な定式化である一般化ヘブ学習の一つでもある。

数値シミュレーションの結果、自己再組織化過程において、ボトムアップネットワークからトップダウンネットワークに活動の依存性が変化するニューロンが存在することが分かった。このようなニューロンの増加は、シナプス損傷の程度に相関する。さらにこの現象が状態遷移によって理解できることを見出した。自己再組織化後、このニューロンの再組織化前の表現、すなわちボトムアップ情報の表現が残っていると仮定すると、トップダウン情報に誘導されたこのニューロンの活動が、ボトムアップ情報の知覚に寄与すると解釈し、DLB患者のCVHと対応付けた。我々の結果は、実験的な証拠と一致し、同時にそれらのギャップを埋めるCVHへの発展過程を説明する。さらに、DLB患者では実験的には検証されていないデータに対する洞察も提供する。