

博士論文（要約）

神経回路の過渡ダイナミクスの情報処理能力

窪田智之

概要

本論文は、神経系の情報処理が、定常状態ではなく、過渡状態によって実現されることを実証した。具体的には、情報処理容量と呼ばれる指標が、定常状態だけでなく、過渡状態でも推定可能となるように適用範囲を拡張した。さらに、神経細胞の分散培養系とマウス 1 次視覚野 (V1) の神経活動データを用いて、その妥当性を示した。

第 1 章では、神経系の情報処理が過渡状態によって実現されることを示すために、情報処理容量の適用範囲の拡張、拡張前の情報処理容量の神経活動への適用、拡張後の情報処理容量の神経活動への適用の 3 点を課題として導いた。

(i) 拡張前の情報処理容量の神経活動への適用

第 2, 3 章では、神経細胞の分散培養系とマウス V1 の 1 次の情報処理容量がそれぞれ非常に小さいことを示した。

(ii) 情報処理容量の適用範囲の拡張

第 4 章では、時変な力学系を対象にできるよう情報処理容量理論を拡張した。

(iii) 拡張後の情報処理容量の神経活動への適用

第 5 章では、拡張された情報処理容量を、神経細胞の分散培養系とマウス V1 の神経活動に適用した。その結果、分散培養系およびマウス V1 の情報処理容量では、時変な容量が支配的であることが示唆された。

これらの知見に基づき、第 6 章では、第 2, 3, 5 章の実験で得られた結果と第 4 章で構築した理論を統合した。その結果、神経系では定常状態ではなく過渡状態で情報処理が実現されると結論付けた。今後、神経系のより詳細な情報処理が解明されると期待される。