脳情報処理の理解に向けて：神経細胞モデルによる数理的アプローチ

飯田 宗徳[1,2]　大森 敏明[1,3]　青西 亨[4,3]　岡田 真人[1,3]

[1]東京大学大学院新領域創成科学研究科　[2]日本学術振興会特別研究員　[3]理化学研究所脳科学総合研究センター
[4]東京工業大学大学院総合理工学研究科

〔受賞論文〕
スパイクレスポンスモデルの位相応答曲線
飯田宗徳（東京大学大学院新領域創成科学研究科），大森敏明（東京大学大学院新領域創成科学研究科／理化学研究所脳科学総合研究センター），青西亨（東京工業大学大学院総合理工学研究科／理化学研究所脳科学総合研究センター），岡田真人（東京大学大学院新領域創成科学研究科／理化学研究所脳科学総合研究センター）
情報処理学会論文誌 数理モデル化と応用，Vol.3, No.2, pp.44-50 (2010)

このたびは，情報処理学会の論文賞という名誉ある賞を賜り，誠にありがとうございます．本論文を執筆するにあたりご議論いただいた方々や査読者の方々に，心よりお礼申し上げます．

本論文では，脳における情報処理の理解に向けて，数理モデルを用いたアプローチによる研究を行いました．脳というと情報処理とはあまり関係がないという印象を持たれるかもしれませんが，脳は，記憶，認知などのさまざまな情報処理を担っていることが知られています．本稿では，受賞対象となりました論文の内容についてご紹介させていただきます．

脳では，神経細胞がネットワークを形成していることが知られており，この神経ネットワークが，脳の情報処理を担っていると考えられています．実際，生物実験では，神経ネットワークにおいて，個々の神経細胞が集団として揃って活動する様子が観測されています．神経ネットワークの挙動は，位相応答曲線と呼ばれる現象論的数理モデルを用いて盛んに研究されています．位相応答曲線とは，周期的な振舞いをする素子に対して，外部刺激を与えたときに得られる応答を示す曲線であり，神経ネットワーク上の情報通信のタイミングを定める重要な指標です．

一方で，神経細胞は，生物学的な実体であり，生物物理学の観点から数理モデル化されています．しかし，神経細胞が持つ生物物理学的な特性が，位相応答曲線とどのように関係するかは，明らかになっていませんでした．

本論文では，数理モデルを用いた理論研究を行うことにより，脳科学において重要な異なる側面を表す2つの数理モデルの間の関係を解析的に明らかにすることに成功しました．本研究により，現象論的数理モデルの1つである位相応答曲線と，神経細胞の特性を記述する生物物理的数理モデルであるスパイクレスポンスモデルの関係を数式の上で繋ぐことが可能になりました．本研究は，神経細胞が持つ生物物理学的な特性が，位相応答曲線にどのように反映されるかを明らかにするものであり，神経ネットワークの振舞いと個々の神経細胞との関係の理解を深める上で重要であると考えられます．

脳は，階層的な構造を持つ情報システムであり，分子－細胞－局所回路－領野－行動などのさまざまなレベルで実験研究が行われています．個々のレベルで得られる知見を統合し，脳システム全体としての情報処理を理解する上で，数理的なアプローチが肝要です．今後も，数理モデルを用いたアプローチにより，脳における情報処理の統合的理解を進めていきたいと存じます．

(2011 年 5 月 16 日受付)

飯田 宗徳（学生会員）　iida@mns.k.u-tokyo.ac.jp
東京大学大学院新領域創成科学研究科博士課程在学中．日本学術振興会特別研究員．2011 年本会山下記念研究賞受賞．

大森 敏明（正会員）　omori@mns.k.u-tokyo.ac.jp
東京大学大学院新領域創成科学研究科助教．博士(情報科学)．専門：計算論的神経科学，数理脳科学，神経回路網理論，確率的情報処理．2010 年計測自動制御学会生体・生理工学部会研究奨励賞受賞．

青西 亨　aonishi@dis.titech.ac.jp
東京工業大学大学院総合理工学研究科准教授．博士（工学）．専門：非線形動力学，計算論的神経科学．1994 年 ICONIP'94 Best Student Award，1995 年日本神経回路学会奨励賞，1996 年電子情報通信学会論文賞，1998 年日本神経回路学会研究賞受賞．

岡田 真人　okada@k.u-tokyo.ac.jp
東京大学大学院新領域創成科学研究科教授．博士（理学）．専門：計算論的神経科学，統計的学習理論，画像処理．1993，1995 年神経回路学会研究賞，1997 年計測自動制御学会生体・生理工学部会研究奨励賞，第 17 回 AVIRG 賞受賞．