

主 論 文 要 旨

報告番号	① 乙 第	号	氏 名	島津 秀康
主 論 文 題 目： A Study on Biological Data Modelling (生物データモデリングに関する研究)				
(内容の要旨) 生物はそれぞれ固有の自律性を持って行動しており，それを無視した形でのデータ取得は困難である．つまり，一般的に生物データは大きな未知の変動とノイズを含んでいる．また，多くの場合，生物データは時間に大きく依存し，繰り返し観測が困難であることもその特徴である．本論文は，それぞれ異なる生物を対象とした3件の事例研究を中心に，生物データから新たなモデル発見への道筋を明らかにしようとするものである． 野鳥羽数調査データは月次観測の時系列で，複数種の同時観測である．ここでは2段階平滑化により各種ごとに羽数変動を長期的な変動と短期的な変動，さらに残差の3本の時系列に分解した．そのうえで，長期変動時系列のスケールとロケーションを変換するだけで環境要因と羽数変動の関係を明らかにすることができることを発見し，留鳥5種について宅地面積の増加に伴い羽数も増加するグループと，田畑面積の減少に伴い羽数も減少するグループに2分されることが明らかになった．また，短期変動時系列からは，各野鳥種の季節的な行動パターンを明らかにすることもできた． 一方で200m自由形競泳データは，プールサイドに設けた21チェックポイントの通過時間のデータであるが，水中抵抗に加え，推進力も考慮した泳速度に関する微分方程式モデルから出発し，さらに競泳という基本的にプールを往復する動きに対し選手の泳ぎに共通性を発見し，1ラップを3局面に分けることによってパラメータの節約を図った．このモデルは種目や距離にはよらず適用可能な汎用性を有している．さらに各選手固有なパラメータを平均泳速度に積型に入れることによって選手間の差異を明らかにすることができるようになった．このパラメータから泳速度が大きくなるターン付近で個人差が出やすいことがわかり，これまで当該分野で重視されていた泳局面よりもターン局面が重要であることを明らかにした． 神経細胞の膜電位変化データに関しては，データに忠実なモデルという観点でモデル構築を行った結果，モデルについては電気シナプスと化学シナプスをそれぞれ1つずつ持つ簡単な入力システムが有効であることが判明した．また，当該分野では発火現象は発火期，不応期の2局面で説明されることが多かったが，さらに発火準備期を加えた3局面を考えれば，簡略化したHodgkin-Huxleyモデルでうまく説明できる．さらにこれまで膜電位変化を記述する物理モデルとスパイクの発生時点を記述する確率モデルとが互いに乖離していたが，提案したシステムにより，神経細胞への入力が大きくなればスパイクの発生確率も高くなる関係を明確に示すことができた． これらの事例研究で示されたことは，得られたモデルがこれまでの諸科学における既存のモデル及び理論の単純な拡張や帰結ではない点である．注意深くデータを観察し，データに忠実なモデルを作り上げようという不断の努力の結果，生み出されたモデルである．これは，データを駆動力としたモデル化のアプローチが新しい展開をもたらすことの実証にもなっており，とくに生物現象のようにきわめて不確定性の大きい現象を変動の大きいデータからモデル化するときには特に顕著であることを示している．				