

氏 名 荒川 俊也

学位(専攻分野) 博士(学術)

学位記番号 総研大甲第 1554 号

学位授与の日付 平成24年9月28日

学位授与の要件 複合科学研究科 統計科学専攻  
学位規則第6条第1項該当

学位論文題目 隠れマルコフモデルを用いたマウス状態の自動判定と  
コンソミックマウス系統の特徴付け

論文審査委員 主 査 教授 栗木 哲  
教授 田村 義保  
教授 宮里 義彦  
准教授 小出 剛  
教授 土谷 隆 政策研究大学院大学

## 論文内容の要旨

行動遺伝学におけるマウスの社会的行動の解析において、データ取得のために、専門家の目視によるマウスの行動状態の推定が行われている。本研究の主たる結果は、その専門家の目視に代わるものとして、隠れマルコフモデルを適用して自動的に判定する手法を構築したことである。これは行動遺伝学の動画解析における新しい方法論を提案したといえることができる。その主要な結果を含む形で、以下の3つの研究成果が得られている。(i) マウスの状態を無関心行動と社会的行動の2種類、および無関心行動と匂い嗅ぎ行動と追隨行動の3種類に分類して、それぞれに対して2状態および3状態の隠れマルコフモデルを適用して自動判定を行い、専門家による目視判定と極めて類似した結果を得ている。(ii) マルコフ遷移確率を用いることにより各コンソミック系統ごとのマウス行動の特徴付けを可能とし、生物学的にいくつかの興味深い知見を得ている。(iii) 人間がマウスの動画のどのような特徴を捉えて社会性を定量化しているかを、マルコフ遷移確率を用いた簡単な線形モデルで表している。

提出された論文は全120ページで、9章と3つの付録からなり、日本語で執筆されている。論文の各章の概略は以下の通りである。第1章は序論であり、研究の背景やこれまでの問題点、本研究の意義について論じている。第2章ではマウスの状態判定とその解析に用いたデータの説明をしている。第3章ではマルコフモデルの基礎事項についてマウスの状態(上述の2ないし3状態)の遷移と関連づけて説明を行っている。第4章では、マウスのペアのトラッキングデータより抽出した特徴量(相対距離、距離の変化、相対速度、速さの平均)を用いて2ないし3状態の隠れマルコフモデルを構築する手続を述べている。第5章ではマウスの行動状態に対して、専門家による目視判定と隠れマルコフモデルによる自動判定との結果の比較を行っている。第6章では第4章と第5章の内容に関して先行する研究成果との比較を行っている。第7章ではマルコフ遷移確率を用いることにより各コンソミック系統ごとのマウスの行動の特徴付けが可能になることと、生物学的にいくつかの興味深い知見が得られることを述べている。第8章ではマルコフ遷移確率を回帰変数に用いて、人間が目視によりマウスの社会性を定量化する線形モデルを構築し、その結果と目視判定を行った評価者の背景との関係について考察している。第9章は結論の章である。

## 博士論文の審査結果の要旨

審査委員会の審査結果は以下の通りである。隠れマルコフモデルを用いてマウスの状態推定を行い、専門家の目視判定と極めて類似した結果を得たことにより、これまで専門家の目視に頼っていた判定に代わる方法として隠れマルコフモデルによる状態推定法の有用性を示唆した点は、大量データに対する適用の可能性も考慮して、統計科学および行動遺伝学への応用の側面から本研究の重要な成果であると評価できる。またマルコフモデルの遷移確率を用いて、各コンソミック系統ごとのマウスの特徴付けが出来るようになったことと、それに関連していくつかの興味深い知見が得られたことは、生物学的側面に関する成果である。さらに人間が目視でどのような特徴を捕らえてマウスの社会性を定量化するのかを簡単な線形モデルで表現したことも、人間の認知行動の仕組みを示唆する統計モデルとして将来的に発展の可能性がある。

また本論文の内容は、2状態マルコフモデル関連について査読付き学術誌『統計数理』に掲載され、また査読付き国際会議論文として会議録 *Measuring behavior 2012* に採択されている。

以上から、審査委員会は、申請者の学位請求論文が学位に十分に値する水準にあると全員一致で判定した。