

平成22年 5月12日現在

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2008～2009
 課題番号：20780216
 研究課題名（和文）
 装着型振動記録計を用いた行動病態評価システムの開発
 研究課題名（英文）
 Development of patho-behavioral analysis system by animal-borne oscillation recorder
 研究代表者
 坂本 健太郎（SAKAMOTO KENTARO）
 北海道大学・大学院獣医学研究科・講師
 研究者番号：80374627

研究成果の概要（和文）：

行動を計測・評価する手法には様々な物が存在しているが、どれも長所と短所が共にあるのが現状である。本研究では、動物実験で良く用いられるげっ歯類を対象に、活発に活動している際の行動を、普遍的に計測する手法の開発を目的とした。ある程度繰り返し発現する行動については、鋭敏に検出することができ、しかも簡便に定量化することが可能となった。また、検出を行う行動パターンを事前に設定する必要が無いことから、汎用性のある普遍的な行動検出システムとして用いることが可能となった。

研究成果の概要（英文）：

Although several analytical systems to assess animal behavior for toxicological tests are available, present systems are not well effective for free-ranging animals. The purpose of this study was to develop a new assessment system for behaviors of free-ranging active rodents. As the results, the newly developed system provides very good sensitivity for behavior detection and ability to quantify the behaviors easily. This system seems to be useful for general purposes to detect animal behaviors.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：畜産学・獣医学、応用獣医学

キーワード：トキシコロジー、行動毒性

1. 研究開始当初の背景

神経疾患を初めとして、行動に異状が出る疾患は数多く存在する。これらの疾患の研究を行うには、当然のことながら、行動病態を

評価することが必要不可欠である。従来用いられてきた行動の評価系は、そのほとんどが外部から対象動物を計測することにより、行動を評価するシステムとなっていた。つまり、

行動の評価を行う空間は、外部から観察可能な開放的な場所である必要があった。しかし、モデル動物として頻繁に用いられるげっ歯類は、狭く暗い所を好むという特性を持っており、行動評価系が必要とする条件と相反しているという状況であった。行動の評価は、動物が生き活きと活動できる環境を整備したうえで、初めて適切に行う事が出来るものであり、これらの問題を解決した行動評価系が望まれていた。

2. 研究の目的

例えば、野生のネズミは、地中に穴を掘り、その中で俊敏に動きまわるが、そのような環境におかれた時の行動を計測することが出来れば、動物にとっての真の行動を明らかにすることが出来るはずである。これを可能にするために、申請者は振動（加速度）記録計をラットなどの動物に直接装着させることを考えた。外部に計測機器を設置した条件では、開放的な飼養環境で計測を行う必要があるが、計測機器自体を動物に装着することが出来れば、あらゆる空間での行動を計測することが出来る。

そこで、本研究では、動物実験で頻繁に用いられるげっ歯類を対象として、小型の動物装着型振動記録計を用いた行動評価系を開発することを目的とした。

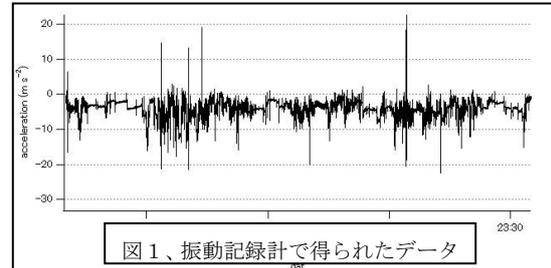
3. 研究の方法

複数のげっ歯目の動物種を対象に、振動記録計の装着法を検討するとともに、行動の記録を行い、結果を比較検討した。また、振動記録計で計測されるデータは、動物の体に加わる加速度を時系列情報として記録したものであり、その解析が困難であった。そのため、得られたデータを簡便に解析するための解析アルゴリズムを開発するとともに、これを実装したコンピューターソフトウェアを作成した。加えて、新規のユーザーが簡便に使用法を習得できる環境を整備した。

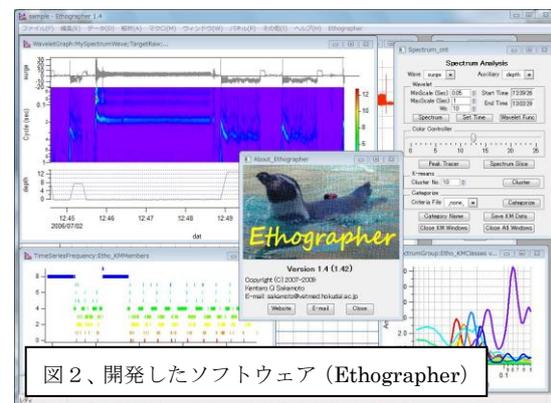
4. 研究成果

行動評価系の検討のため、2種のげっ歯類を用いた以下の調査・実験を行った。実験室内でラットに小型振動記録計を装着し、行動に伴う時系列加速度情報の記録及び温度や照度に伴う変化について検討した。室内での実験では、体重に対して加速度計（18g）が大きすぎる可能性と室内での発現する行動が野生条件下とは異なる可能性が考えられた。そのため、野生げっ歯類で、ラットより大型であるヌートリアを用いて、屋外実験を行った。野生化のヌートリアを捕獲し、動物装着型記録計を装着したのち、無拘束下での行動を記録した。また、平成21年度になって、従来の記録計の50%程度の大きさの記

録計（10g）が開発されたため、これの有効性も併せて検討した。これにより、本研究で検出を目的としている、げっ歯類が行う自然な行動パターンのデータを得ることが出来たため、これらのデータの比較検討を行った（図1）。



振動記録計から得られた加速度データは、これまで解析が困難であった。そこで、これを定量的に解析するために、連続ウェーブレット変換と教師なし分類法を基盤とした新規の解析アルゴリズムとそれを実装したソフトウェア（Ethographer）を開発した（Sakamoto et al. PLoS ONE. 2009; Sato et al. PLoS ONE. 2009）。これらの結果、ある程度繰り返し発現する行動については、鋭敏に検出することができ、しかも簡便に定量化することが可能となった。また、検出を行う行動パターンを事前に設定する必要が無ことから、汎用性のある普遍的な行動検出システムとして用いることが可能となった。本研究で開発した手法の普及に努めるため、ソフトウェアにマニュアルを付けた上でウェブサイト上に無料で公開した（図2）。また、操作法の習得を容易にするためサンプルデータの公開を行った。公開後、ソフトウェアと解析手法について分かりやすく解説した文書を完備することへの要望がユーザーから多かつたため、100ページ程度の解説書を作成し、これも公開した。



5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計23件)

- ① Darwish, W.S., Ikenaka, Y., Eldaly, E.A., Ohno, M., Sakamoto, K.Q., Fujita, S. and Ishizuka, M. Cytochrome P450 1A dependent activities in deer, cattle, and horses. *J. Vet. Med. Sci.* in press. 査読有.
- ② Watanuki, Y., Takahashi, A., Trathan, P.N., Wanless, S., Sakamoto, K.Q., Sato, K. 2010. Regulation of wing or foot strokes in deep-diving seabirds: a comparison between South Georgian Shag, Common Murre and Macaroni Penguin. *Jpn. J. Ornithol.* **59**: 20-30 (in Japanese). 査読有.
- ③ Sakamoto, K.Q., Sato, K., Kato, A., Fukui, D., Bando, G., Naito, Y., Habara, Y., Ishizuka, M. and Fujita, S. 2010. Metabolic alkalosis due to feeding chicks in breeding Adélie penguins *Pygoscelis adeliae* under natural conditions. *Physiol. Biochem. Zool.* **82**: 232-238. 査読有.
- ④ Nakayama, S.M.M., Tanaka-Ueno, T., Sakamoto, K.Q., Fujita, S. and Ishizuka, M. 2009. Molecular cloning of novel cytochrome P450 1A genes from nine Japanese amphibian species. *J. Vet. Med. Sci.* **71**: 1407-1411. 査読有.
- ⑤ Sakamoto, K.Q., Takahashi, A., Iwata, T. and Trathan, P.N. 2009. From the eye of the albatrosses: a bird-borne camera shows an association between albatrosses and a killer whale in the Southern ocean. *PLoS ONE* **4**: e7322. 査読有.
- ⑥ Sakai, N., Sakamoto, K.Q., Fujita, S. and Ishizuka, M. 2009. The importance of heterogeneous nuclear ribonucleoprotein K on Cytochrome P450 2D2 gene regulation: its binding is reduced in Dark Agouti rats. *Drug Metab. Dispos.* **37**: 1703-1710. 査読有.
- ⑦ Ohno, M., Sakamoto, K.Q., Ishizuka, M. and Fujita, S. 2009. Crude cacao *Theobroma cacao* extract reduces mutagenicity induced by benzo[a]pyrene through inhibition of CYP1A activity in vitro. *Phytother. Res.* **23**: 1134-1139. 査読有.
- ⑧ Sakamoto, K.Q., Sato, K., Ishizuka, M., Watanuki, Y., Takahashi, A., Daunt, F. and Wanless, S. 2009. Can ethogram be automatically generated using body acceleration data from free-ranging birds? *PLoS ONE* **4**: e5379. 査読有.
- ⑨ Sato, K., Sakamoto, K.Q., Watanuki, Y., Takahashi, A., Katsumata, N., Bost, C.A. and Weimerskirch, H. 2009. Scaling of soaring seabirds and implications for flight abilities of giant pterosaurs. *PLoS ONE* **4**: e5400. 査読有.
- ⑩ Sakamoto, K.Q., Sato, K., Naito, Y., Habara, Y., Ishizuka, M. and Fujita, S. 2009. Morphological features and blood parameters of Weddell seal (*Leptonychotes weddellii*) mothers and pups during the breeding season. *J. Vet. Med. Sci.* **71**: 341-344. 査読有.
- ⑪ Nakano, K., Ishizuka, M., Sakamoto, K.Q. and Fujita, S. 2009. Absolute requirement for iron in the development of chemically induced uroporphyrin in mice treated with 3-methylcholanthrene and 5-aminolevulinic acid. *Biometals* **22**: 345-351. 査読有.
- ⑫ Sakai, N., Saito, K., Sakamoto, K.Q., Ishizuka, M. and Fujita, S. 2009. Genetic basis of inter- and intra-strain differences in diazepam p-hydroxylation in rats. *Drug Metab. Dispos.* **37**: 268-271. 査読有.
- ⑬ Ibrahim, Z.S., Ishizuka, M., Soliman, M., El Bohi, K.M., Sobhy, W., Muzandu, K., Elkattawy, A.M., Sakamoto, K.Q. and Fujita, S. 2008. Protection by *Nigella sativa* against carbon tetrachloride-induced downregulation of hepatic cytochrome P450 isozymes in rats. *Jpn. J. Vet. Res.* **56**: 119-128. 査読有.
- ⑭ Rahman, M.H., Sakamoto, K.Q., Nonaka, L. and Suzuki, S. 2008. Occurrence and diversity of tetracycline resistance gene *tet(M)* in enteric bacteria of Antarctic Adélie penguin. *J. Antimicrob. Chemother.* **62**: 627-628. 査読有.
- ⑮ Moustafa, G.G., Ibrahim, Z.S., Ahmed, M.M., Ghoneim, M.H., Sakamoto, K.Q., Ishizuka, M. and Fujita, S. 2008. Downregulation of male-specific cytochrome P450 by profenofos. *Jpn. J. Vet. Res.* **56**: 109-118. 査読有.
- ⑯ Ishizuka, M., Tanikawa, T., Tanaka, K.D., Heewon, M., Okajima, F., Sakamoto, K.Q. and Fujita, S. 2008. Pesticide resistance in wild mammals--mechanisms of anticoagulant resistance in wild rodents. *J. Toxicol. Sci.* **33**: 283-291. 査

- 読有.
- ⑰ Refat, N.A., Ibrahim, Z.S., Moustafa, G.G., Sakamoto, K.Q., Ishizuka, M. and Fujita, S. 2008. The induction of cytochrome P450 1A1 by sudan dyes. *J. Biochem. Mol. Toxicol.* **22**: 77-84. 査読有.
- ⑱ Sasaki, N., Sakai, N., Ikenaka, Y., Kamiya, T., Heewon, M., Sakamoto, K.Q., Ishizuka, M. and Fujita, S. 2008. Antibiotic furazolidone induces CYP1A but not CYP2E1 subfamily in rat liver. *J. Vet. Med. Sci.* **70**: 223-226. 査読有.
- ⑲ Kazama, K., Sakamoto, K.Q. and Watanuki, Y. 2008. Plasma Testosterone Levels of Incubating Black-tailed Gulls. *J. Yamashina Inst. Ornithol.* **39**: 112-116 (in Japanese). 査読有.

[学会発表] (計12件)

- ① 坂本健太郎、動物の加速度データから何がわかるのか ～量的に解析できなかったデータへの対応～、ISMシンポジウム「観察・データ・モデルの狭間を漂う統計数理：生態学におけるその役割と展望」、平成22年3月3日、統計数理研究所（東京都立川市）
- ② Kentaro Q Sakamoto. Development of algorithm and software to analyze time series acceleration data. Bio-Logging Science, University of Tokyo (UTBLS) Workshop. 平成22年2月16日. 東京大学（東京都特別区）
- ③ 坂本健太郎、高橋晃周、岩田高志、山本麻希、P.N. Trathan、葉原芳昭、マユグロアホウドリの採餌旅行中のエネルギー代謝速度と飛翔様式、第148回日本獣医学会学術集会、平成21年9月25日、鳥取大学（鳥取県鳥取市）
- ④ KQ Sakamoto, K Sato, A Kato, D Fukui, G Bando, Y Naito, Y Habara, M Ishizuka, S Fujita. Metabolic alkalosis due to feeding chicks in breeding Adélie penguins *Pygoscelis adeliae* under natural conditions. SCAR's 10th International Antarctic Biology Symposium. 平成21年7月27日. 北海道大学（北海道札幌市）
- ⑤ T IWATA, KQ SAKAMOTO, A TAKAHASHI, EWJ EDWARDS, IJ STANILAND, PN TRATHAN, Y NAITO. Detection of prey captures by jaw movement in free-ranging female Antarctic fur seals. SCAR's 10th International Antarctic Biology

Symposium. 平成21年7月27日. 北海道大学（北海道札幌市）

- ⑥ Sakamoto KQ, Sato K, Ishizuka M. ETHOGRAPHER: A USER FRIENDLY SOFTWARE FOR AUTOMATED GENERATION OF ETHOGRAM BY BODY ACCELERATION. *Biologging 3*. 平成20年9月3日. パシフィックグローブ・カルフォルニア州・アメリカ
- ⑦ Naito Y, Suzuki I, Okuyama J, Miyazaki N, Arai N, Sakamoto K. WAY TO INTEGRATION BY BIO-LOGGING TOOLS IN THE FIELD STUDY: A TRIAL TO MONITOR FEEDING BEHAVIOR OF MARINE TOP PREDATORS BY MINIATURIZED ACCELEROMETER. *Biologging 3*. 平成20年9月3日. パシフィックグローブ・カルフォルニア州・アメリカ
- ⑧ Sato K, Sakamoto KQ, Katsumata N, Watanuki Y, Bost CA, Weimerskirch H. THE MAXIMUM AND MINIMUM STROKE FREQUENCIES OF FLYING BIRDS: IMPLICATION FOR THE MAXIMUM SIZE OF FLYING ANIMALS. *Biologging 3*. 平成20年9月3日. パシフィックグローブ・カルフォルニア州・アメリカ

[図書] (計1件)

- ① 日本バイオリギング研究会 編（坂本健太郎・分担執筆）、京都通信社、バイオリギングー最新科学で解明する動物生態学、2009、22-24

[その他]

ホームページ等

<http://bre.soc.i.kyoto-u.ac.jp/bls/index.php?Ethographer>

<http://sites.google.com/site/ethographer>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

坂本 健太郎 (SAKAMOTO KENTARO)

北海道大学・大学院獣医学研究科・講師

研究者番号：80374627