

小動物の位置測定システム

電子部 ○上菌剛
化学・環境部 安藤浩毅

1. はじめに

医薬品や機能性食品等の開発において、マウスやラット等の小動物を用いた評価は重要な指標の1つとなる。その評価方法の一つに、小動物の行動を観察し、その行動から投与した機能性物質の効果を推察する評価方法がある。このような評価では、複数のマウスを同時に長時間観察する必要があり、ビデオカメラ等を用いて小動物を撮影し、画像処理や人間の目により動きや位置を収集する。

しかし、このような画像等による自動測定装置の導入は、多大なコストがかかることから、実際には人間の目による直接観察、記録で対応している。このようにして人手により収集したデータは、疲れによる見落としや、観察者の主観による偏りが存在し、客観性に欠けることが多い。

本研究では、マウスのような小動物の位置を安価に収集する自動測定システムについて検討した。

2. 実験及び結果

マウスの行動を収集するという事は、マウスの位置を一定時間ごとに取得することで実現する。ある範囲内の物体の位置を特定する方法として、3～4点の荷重を測定し、その荷重割合から重心位置(物体の位置)を計算する手法がある。体の揺れを測定する重心動揺計で用いられている技術である。この重心測定技術を用いてマウスの位置測定システムを試作した。試作した装置のイメージを図1に示す。

4つの荷重計①②③④を飼育ケースの4隅4点に設置し、それぞれの荷重を測定する。荷重計は、鋼板の片持ち板バネに、ひずみゲージを貼り付け、荷重による曲げひずみを測定する構造とした。ひずみゲージは平衡ブリッジにより抵抗変化を電圧変化に変換し、増幅した後A/D変換してパソコンに取り込む。重心位置を示す座標(重心X, 重心Y)は式1により求める。原点(0, 0)は飼育ケース中央部で、重心X, Yの絶対値が1である時は、重心位置は飼育ケースの外周部になる。

$$\left. \begin{aligned} \text{重心 X} &= \frac{[1] - [2] + [3] - [4]}{[1] + [2] + [3] + [4]} \\ \text{重心 Y} &= \frac{[1] + [2] - [3] - [4]}{[1] + [2] + [3] + [4]} \end{aligned} \right\} \text{式 1}$$

[1]: 荷重計①の荷重(g) [2]: 荷重計②の荷重(g)
[3]: 荷重計③の荷重(g) [4]: 荷重計④の荷重(g)

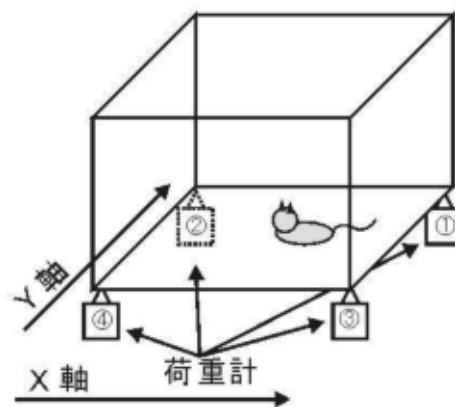


図1 従来の重心位置測定手法

実験に用いたマウスの重量は30g程度と軽量であるが、飼育ケース、餌、水等の重量を合わせると全体で1kg程度になる。この重量に十分耐える強度を有し、かつ軽量なマウスの動きによる微小な荷重変化を計測するためには、広いダイナミックレンジを持つ高価な荷重計が必要であった。そこでダイナミックレンジの狭い安価な荷重計を用いて、この2つの要件を同時に満たす計測方法を考案した。具体的には、4つの荷重計を頂点とする長方形の対角線の交点位置に新たに支柱(以下中央支柱

とする)を設置し、その支柱で重量を支え、周辺の荷重計でマウスの動きに伴う荷重の変化を計測する手法である(図2)。この手法では、飼育ケースは中央支柱を中心にシーソーの動きをするため、常にマウスがいる方向に傾く。つまり飼育ケースが傾く方向は中央支柱からのマウスがいる方向を、傾きの大きさは中央支柱からのマウスの距離を示すことになる。ここで飼育ケースの傾きの大きさは、マウスの重量と中央支柱からの距離の積に比例する。このため、対象となるマウスの重量により、同じ距離(位置)でも傾きの大きさは異なることになる。そこで、傾きの大きさからマウスの位置を特定するために、例えば飼育ケースの各4隅にマウスがいる状態で、傾きの大きさ(後述の合成ベクトルの大きさ)を把握し、両者の関係を予め定義しておく。これにより、飼育ケースの傾きは、飼育ケース内の座標に対応させることが可能となる。

飼育ケースの傾きを表す傾斜ベクトル(傾斜X, 傾斜Y)は式2により求める。傾斜X, Yは、中央支柱を原点とするXY方向のベクトルで、これを合成することで原点からのマウス方向と、距離に類する大きさを得ることができる。合成したベクトルの大きさは、定義を基に距離に変換し、マウスの位置を特定する。

$$\left. \begin{aligned} \text{傾斜X (g)} &= [1] - [2] + [3] - [4] \\ \text{傾斜Y (g)} &= [1] + [2] - [3] - [4] \end{aligned} \right\} \text{式2}$$

[1]:荷重計①の荷重(g) [2]:荷重計②の荷重(g)
[3]:荷重計③の荷重(g) [4]:荷重計④の荷重(g)

このシステムにより得られたマウスの行動を図4に示す。黒枠は飼育ケースの外周を示している。枠内の点は取得した位置を、線は移動の軌跡を示す。黒色は過去10個、白色はそれ以前のデータである。得られたデータと実際にビデオカメラで撮影した映像を比較した結果、マウスの動きをトレースできていることを確認した。

3. おわりに

本研究で得られた成果について特許を出願した。(特願2007-162031 小動物の位置測定システム)

本研究で開発した位置測定システムは、従来手法のように高額なビデオカメラや広いダイナミックレンジを持つ高額な荷重計を使用しないため、非常に安価にシステムを構築できる。そのため、これまで初期投資の大きさから容易に位置測定システムを導入できなかった大学病院等の研究機関でも導入がすすみ、より多くの研究者が積極的に研究できる体制を整備することが可能である。また、医薬品や機能性食品等の研究開発における学術レベルの向上に貢献できると思われる。

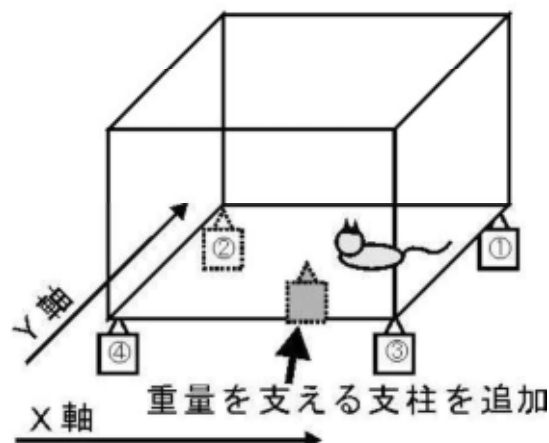


図2 新規な位置測定手法



図3 構築したシステム



図4 収集したデータ