

感覚野への電気パルス列刺激による知覚の生成

機械情報工学科 03-140267 久山 貴大

指導教員 高橋 宏知 講師

1. 序論

哺乳類の大脳皮質は、知覚と深く関わると考えられている。例えば、視覚野を電氣的に刺激すると、光を知覚する[1]。また、体性感覚野を刺激すると、痛みといった知覚が変化することも報告されている[2]。こうしたことから、大脳皮質への電気刺激は、皮質の機能に応じた知覚を生成すると考えられるが、特に聴覚野において、そうした検証は不十分である。

本研究の目的は、聴覚野への電気刺激により聴覚知覚が生成されるか調べることである。具体的には、まず、オペラント条件づけにより、光刺激、音刺激と、聴覚野への電気刺激に対するレバー引き行動をラットに学習させる。学習が成立したラットに対して、雑音環境下で同様の課題を行い、レバー引き行動の発生頻度が変化するかどうかを調べる。

2. 方法

本実験はすべて「東京大学唐物実験マニュアル」を順守した。外形 0.45 mm、長さ 8 mm の注射針に、直径 0.076 mm のテフロン皮膜ステンレス線を 2 本挿入して端をピンソケットに接続し、刺激用電極を作成した。刺激用電極を 3 匹のオスのウィスター系ラット (10 週齢, 250–320 g) の右側頭部に位置する一次聴覚野 (Primary auditory cortex; A1, 矢状縫合から 4.5–4.7 mm 後方, 3.7–3.9 mm 下方) の第 4 層へと刺入した。同時に、行動実験装置へラットを固定するための把持具を、歯科用セメントで頭頂に固定した。

手術から 4 日以上経過した後、オペラント学習を開始した。なお、学習中はラットの水分摂取量を制限し、体重を通常の 80% 程度に維持した。ラットの頭部を行動実験装置に固定し、左手前方に給水機能を備えたレバーを設置した。また、ラット前方にはライトとスピーカを設置した。光刺激、音刺激 (32 kHz, 50 dB SPL) または聴覚野への電気刺激をラットに 2 秒間提示している間にラットがレバーを引いた際に、報酬として水 (5 μ l) を与えた。なお、電気刺激は振幅 150 μ A、持続時間 1.7 ms、30 Hz の矩形波とした。それぞれの刺激は、3–6 秒間隔でランダムに提示した。1 日あたり 400 試行の訓練を、5 日以上行った。

オペラント条件づけが成立しているかを定量的に評価するため、以下の式を使用して、50 試行ごとに、各刺激に対するラットの行動成績を求めた。

$$Performance (\%) = (hit rate - hit rate * false positive rate) * 100$$

なお、hit rate と false positive rate は以下の式で定義する。ここで、 S_p と S_m は、刺激提示中または非提示中のレバー引き頻度をそれぞれ現す。

$$hit rate = \frac{S_p}{S_p + S_m}, false positive rate = \frac{S_m}{S_p + S_m}$$

それぞれの刺激に対する行動成績が **% を超えた後に、知覚のモダリティを調べるための行動実験を行った。オペラント条件づけと同じ光刺激、音刺激と、37 μ A の電気刺激に対して、オペラント条件づけと同様に、レバー引き課題をラットに行わせた。この際、背景音として 0, 50, 70 dB SPL の雑音を 3 分ごとにそれぞれ提示して、それぞれの条件下での行動成績を算出した。これにより、聴覚知覚が生成されていれば、背景雑音が強いほど、行動成績が下がると予想される。

3. 結果・考察

図 1 に、オペラント条件づけ中のラットの行動成績の一例を示す。各刺激に対する行動成績は初日から 2 日目間に大きく上昇し、5 日目には 70–80% に到達した。この結果は、全ての刺激に対してオペラント条件づけが成立していることを示す。すなわち、聴覚野への電気刺激が、何らかの知覚を生成していることを示唆する。

図 2 に、雑音下での行動実験結果を示す。光刺激では、すべてのラットで、雑音による行動成績の変化は無かった。このことは、視覚知覚が背景雑音によって影響を受けないことを示す。一方で、音刺激と聴覚野への電気刺激に対する行動成績も、雑音によって大きく変化しなかった。このため、本研究では、聴覚野への電気刺激が聴覚知覚を生成したかどうかは明らかにできなかった。本研究における行動実験の不備を改善するためには、オペラント条件づけにおいても、背景雑音を提示する必要があると考える。

4. 結論

本研究の目的は、聴覚野への電気刺激が聴覚知覚を生成するかを調べることであった。そのため、ラットの聴覚野に刺激電極を埋植し、オペラント条件づけを用いて、光刺激、音刺激、電気刺激に対するレバー引き行動をラットに学習させた。全ての刺激で学習は成立したが、背景雑音を提示しても、行動成績は変化しなかった。これらの結果は、聴覚野への電気刺激が何らかの知覚を生成していることを明らかにしたが、生成した知覚が聴覚知覚であるかを明らかにするためには、行動実験の改良が必要であることを示唆する。

参考文献

- [1] Brindley GS, and Lewin WS, “The sensations produced by electrical stimulation of the visual cortex,” *The Journal of Physiology*, vol.196, no. 2, pp. 479-493, 1968
- [2] Peyron R, et. al., “Electrical stimulation of precentral cortical area in the treatment of central pain: electrophysiological and PET study” *Pain*, vol. 62, no. 3, pp. 275-286, 1995

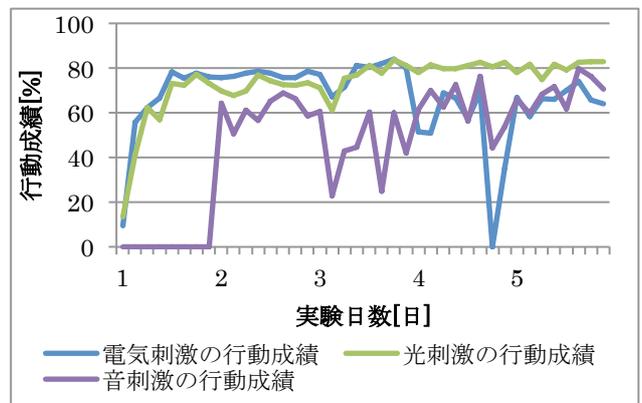


図 1 : オペラント条件づけにおける行動成績の推移

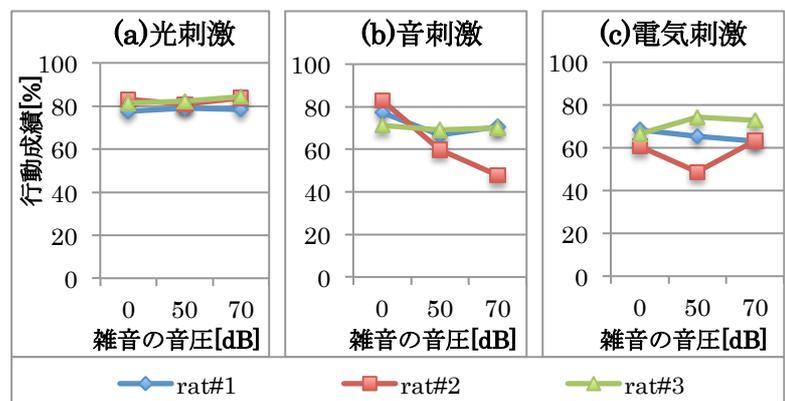


図 2 : 行動実験における (a) 光刺激 (b) 音刺激 (c) 電気刺激の行動成績