

レバー引き課題を用いた動物モデルのタイミング予測精度の検証

浦 彩人, 白松知世

キーワード operant conditioning, prediction, rat, rhythm, prediction

1. 序論

音楽知覚を支える要素として、リズム刺激に対して、次の音のタイミングをする神経基盤の解明が求められている[1, 2]. ミクロスケールな神経基盤の知見を得るにあたっては、動物モデルに対する侵襲計測と同時に動物モデルのリズム知覚やタイミング予測の特性を明らかにするための行動実験系が不可欠である [3] 本研究は、タイミング予測精度を検証するための行動実験系を構築し、レバー引き課題を用いて、ラットのタイミング予測に関わるレバー引き行動の特性を明らかにすることを目的とする。

2. 方法

実験は「東京大学動物実験マニュアル」に従って行われた。はじめに、イソフルラン麻酔下でラット (Wistar, オス, 10 週齢, 270-310 g) の頭部に、3D プリンタで作製した固定具を埋植した。回復後、断水させたのちに、防音室内の行動実験装置に固定して、音刺激に対するレバー引き行動をオペラント学習させた。第一段階では、レバーを引く度に報酬 (25 μ l の水) を与えて、レバー引き行動を学習させた。第二段階として、2 kHz の純音 (60 dB SPL, 持続時間 5 秒) に対するレバー引き行動を学習させた。純音の提示中にラットがレバー引き行動を示した試行を成功試行とし、報酬を与えた。成功試行では、反応時間として音刺激開始からレバーを引くまでの時間を記録した。音提示中にレバー引き行動を示さなかった試行と、音の提示前にレバー引き行動を示した試行は、失敗試行とした。オペラント課題の成功率は、10 試行ごとの成功試行の割合として算出した。

成功率が 0.6 を超えた個体に対して、第三段階として、タイミング予測精度を調べるための視聴覚刺激に対するレバー引き行動を学習させた。視聴覚刺激では、LED ライトによる光刺激を 1 秒間隔で 3 回提示した後に、2 kHz の純音を 5 秒間提示する。これにより、先行する光刺激で、音刺激のタイミングを予測できる。第二段階と同様に、音刺激提示中のレバー引き行動に対して報酬を与え、成功率と反応時間を得た。視聴覚刺激に対する成功率 P+が 0.6 を超えた個体に対して、第四段階として、光刺激の回数を 3 回から 2 回に変更減らし、実験 2.4 第三段階と同様に成功率と反応時間を算出した。

3. 結果と考察

実験に用意した 18 匹中、1 匹が第四段階まで到達した。光刺激が 3 回および 2 回の試行で得られた、

成功率の推移と反応時間を図 1 に示す。第三段階において、3 回の光刺激後に音刺激を提示したところ、200 試行以降に成功率が上昇し、が最高で 0.8 に到達した。一方で、第四段階において光刺激を 2 回に減らしたところ、400 試行でも成功率は上昇しなかった (Fig 1). 成功率の平均値は、光刺激の回数を変化させた後、有意に減少した (Wilcoxon の順位和検定, $p < 0.05$). また、反応時間の中央値は、光刺激の回数を変更する前後で有意な差は見られなかった (Fig 2). これにより、ラットが音刺激だけではなく、光刺激を合わせて一つのシーケンスとして学習を行う可能性がある。本研究では、第四段階に到達したラットが 1 匹のみである点も問題である、特に、実験の第二段階におけるヘッドギアの脱落と、第三段階における感覚刺激の調整で、実験に用いるサンプル数の減少につながった。

4. 結論

本研究では、ラットにタイミング予測を促し、予測とは異なる刺激を与えることでタイミング予測行動とその特徴を捉える実験系を作ることが目的であった。結果、光刺激と音刺激を 1 つのシーケンスとみなすという特徴が得られたが、反応時間が遅れるという仮定とは異なる結果が生じた。ラットが変化後の刺激に適応した点と、実験の各段階で学習が遅れた点が問題であり、今後は変化した刺激を新たに学習し直さないように実験系を改良する必要がある。

参考文献

- [1] B.ronwyn Tarr, et al., “Music and social bonding: “selfother” merging and neurohormonal mechanisms,” Frontiers in Psychology Psychol., vol Vol. 5, 1096 (2014).
- [2] Y. Ito, et al., “Spontaneous beat synchronization in rats: Neural dynamics and motor entrainment,” Sci. Adv., Vol. 8, eabo7019 (2022).
- [3] N. Katsu, et al., “Production of regular rhythm induced by external stimuli in rats,” Anim. Cogn., Vol. 24, pp. 1133– 1141 (2021).

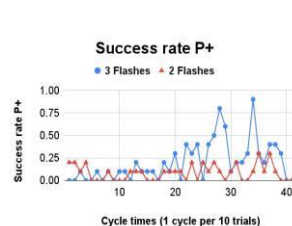


Fig 1. Change in Success rate by changing the times of flashes

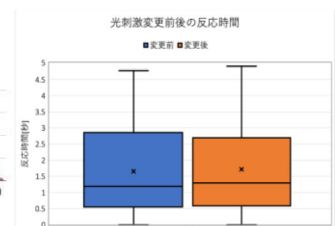


Fig 2. Change in Reaction time by changing the times of flashes.