

【Best Articles of the Year】

リズム知覚における小脳と大脳基底核の感覚運動情報

亀田 将史¹ 新川幸一郎¹ 植松 明子² 田中 真樹¹

¹北海道大学大学院医学研究院神経生理学教室, ²自然科学研究機構生理学研究所

音楽を聴くと自然にリズムを感じるが、このとき脳内では音の時間構造に対する内部モデルが生成され、次の音のタイミングを正確に予測している。これまで脳機能画像研究により、ヒトがリズムを感じているときには感覚野だけでなく、補足運動野や小脳、大脳基底核といった運動に関わる領域も活動することが示されている。このことから、私たちがリズムを感じているとき、脳内には周期的な感覚入力のタイミング予測と、それに合わせた運動の準備に関する2つの情報があると考えられる。

私たちはこれまで、サルに一定の時間間隔で繰り返し呈示した視覚刺激の欠落を検出させると、小脳[1]と線条体[2]の神経活動が刺激周期への引き込みを示すことを報告してきた。本研究では行動課題を一部改変し(図1a)、これらのニューロンがリズム処理における感覚と運動のどちらの情報に符号化しているか調べた。スクリーン中央の固視点に対して繰り返し刺激と眼球運動の標的をそれぞれ左右に配置し、全4通りの組み合わせの試行で小脳核と線条体の神経活動を調べた。

いずれの領域でも多くのニューロンが全ての条件で周期的な活動を示したが、一部の小脳核ニューロンは繰り返し

刺激の方向、線条体ニューロンは運動標的の方向によって活動の大きさを変化させた(図1b)。記録した全てのニューロンについて一般化線形モデルを用いてその係数推定値の大きさを比較したところ、小脳核は繰り返し刺激の位置、線条体は準備している眼球運動の方向によって活動の大きさを有意に変化させた(図1c)。これらの結果は、リズム知覚において小脳は刺激テンポに対する内部モデルの生成と感覚予測に関与し、線条体はリズムに基づいた運動準備に主に関与することを示唆している。これらの研究成果は、日常生活における脳の動作原理の理解を進めるのみならず、小脳や大脳基底核疾患でみられるリズムカルな運動の障害の病態生理の解明や、その効果的な対処法の開発に役立つものと期待される。

文 献

- 1 Ohmae S, Uematsu A, Tanaka M. Temporally specific sensory signals for the detection of stimulus omission in the primate deep cerebellar nuclei. *J Neurosci* 2013; **33**: 15432–15441.
- 2 Kameda M, Ohmae S, Tanaka M. Entrained neuronal activity to periodic visual stimuli in the primate striatum compared with the cerebellum. *eLife* 2019; **8**: e48702.

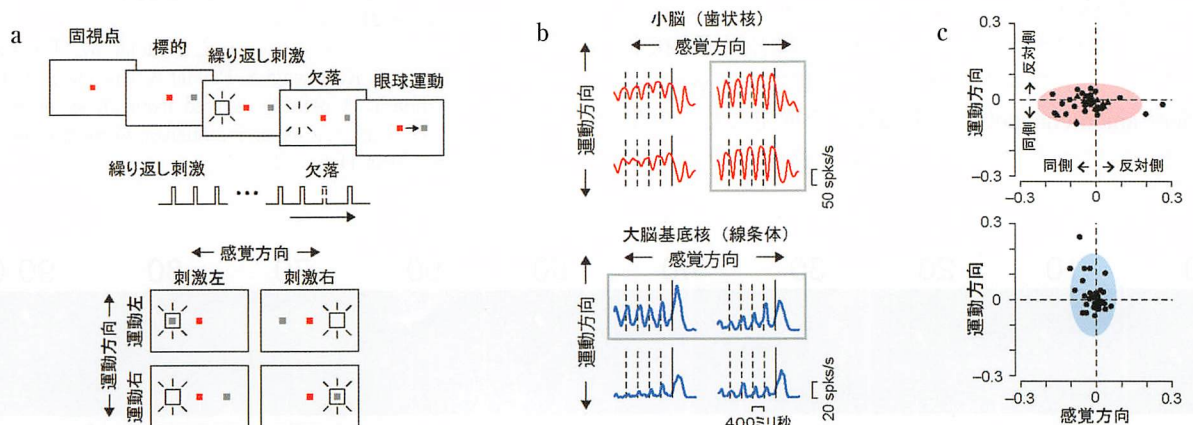


図1. a) 欠落オドボール検出課題。一定の時間間隔で呈示される視覚刺激が欠落すると、標的に眼を動かす。刺激が「無い」ことに気づくためにはタイミング予測が必要となる。行動課題の時間経過(上)と繰り返し刺激と標的の配置パターン(下)。b) 小脳および線条体ニューロンの例。縦線は繰り返し刺激のタイミングを示す。c) 一般化線形モデルを用いた感覚運動成分の比較。各ニューロンの感覚方向と運動方向の係数推定値をそれぞれプロットした。