

## 【Best Articles of the Year】

## サルにもできる：周期的な光刺激への同期運動

竹谷 隆司<sup>1</sup> 亀田 将史<sup>1</sup> Aniruddh D. Patel<sup>2</sup> 田中 真樹<sup>1</sup><sup>1</sup>北海道大学医学研究院神経生理学教室, <sup>2</sup>Department of Psychology, Tufts University

音楽のビートに同期して体の一部が自然に動いてしまうことがよくある。これにどういった生物学的意義があるのか不明であるが、音楽に合わせたダンスはあらゆる文化の中に見出すことができる。機能画像研究では、同期運動によって前頭葉内側部や線条体、小脳の活動が上昇することが示されており、実際、パーキンソン病や小脳失調症では刺激に合わせたリズム運動が困難になる。

自発的な同期運動は、ヒト以外ではオウムなど一部の鳥類やゾウなどで見られる。周期的な音や光に合わせてボタン押しをさせると、ヒトではすぐに反応時間がほぼゼロになる（すなわち同期する）が、サルではいつまでも反応時間がゼロにならない。こうしたことから、同期運動は音声コミュニケーションの進化と深く関わり、ヒトのような言語学習者にもその能力が備わっている、という仮説が提唱されている。しかし最近、比較心理学・動物行動学の分野では、チンパンジーやボノボ、さらにはアシカなどの非言語学習者がリズムに合わせた同期運動を行ったとの報告が相次いでいる。

これらの知見を説明するためのひとつの可能性は、「自発的に」同期運動をするかどうか種によって異なる、というものである。ヒトがリズムに乗って運動すると、いわゆる報酬系の活動が増すことが報告されており、同期運動という行為そのものが快刺激となりうると考えられる。他の動物で同期運動がみられないのはその能力を欠いているからではなく、こうした内的な動機づけのメカニズムが言語学習者に特異的に備わっているためかもしれない。

この可能性を検証するために、一定の時間間隔で視覚刺

激を左右交互に提示し、サルにこれを眼で追わせた（図1A）。刺激の時間間隔は試行ごとにランダムとし（試行内では一定）、刺激が数回提示されるまでそのタイミングは予測できない。サルが予測的にサッカード眼球運動をする度に報酬（ジュース）を与え、同期運動を強化した。その結果、試行の最初は200 ms程度の反応時間であったが、数回の刺激提示で同期的な眼球運動を行うようになった（図1B, 赤線）。別のブロックでは反応性（>100 ms）にサッカードを行ったときにのみ報酬を与えたところ、同じ刺激間隔に対して反応性に運動することができた（青線）。

同様の課題をヒトに行わせたところ、同期性条件ではサルと変わらなかったが、反応性条件では自発的な同期運動の出現率が高く、反応時間がサルよりも短くなった（図1C）。このように、サルにも周期的な刺激に合わせた同期運動を行う能力があることが明らかとなったが、同期運動が自発的に行われることはなく、報酬によって外的に動機づけられる必要があった。非言語学習者で報告されている同期運動は、一部の個体への外的な動機付けによるものである可能性が考えられる。

本研究で開発した行動課題を利用することで、非言語学習者であるサルを用いて同期運動の脳内メカニズムを調べることが可能となった。今後は、神経生理学・薬理学実験を組み合わせることで同期運動における大脳基底核や小脳の役割を明らかにし、さらにはこれら皮質下部位の機能評価法として行動課題の開発が進むものと期待される。

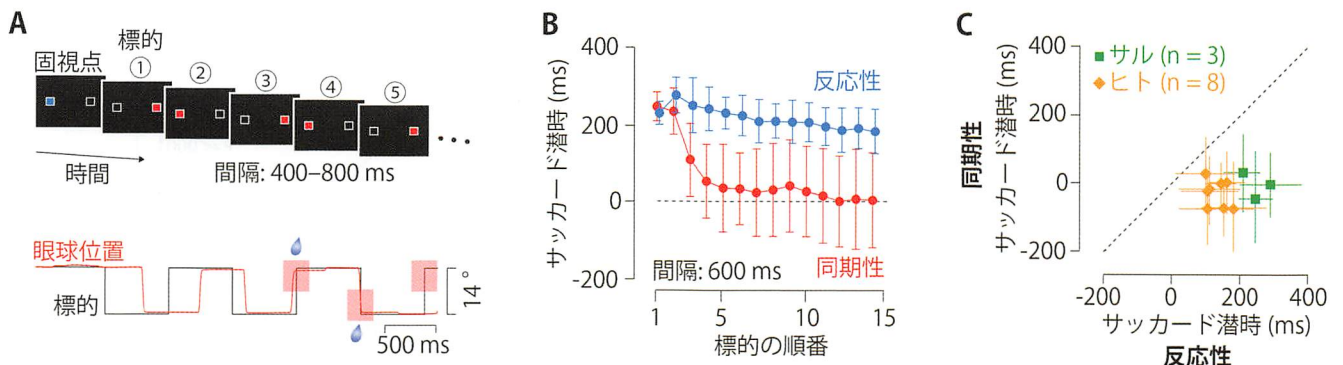


図1. A) 連続サッカード課題。一定間隔で左右交互に現れる標的を眼で追う。同期性条件では(下図)、予測的なサッカードに対して即時的に報酬を与えた。反応性条件では、潜時が100 ms以上のサッカードにのみ報酬を与えた。B) 各標的に対する反応時間。同期性条件(赤)では数回の刺激提示後に反応時間がほぼゼロ(同期)となったが、反応性条件(青)では潜時の短縮はごくわずかであった。C) ヒトとの比較。ヒトでは反応性課題中であっても自発的な同期運動が頻発し、反応性条件での平均サッカード潜時はサルより短かった。