

【Best Articles of the Year】

瞳孔径から主観的な時間経過の調節機構を探る

鈴木 智貴¹ 國松 淳^{1,2} 田中 真樹¹¹北海道大学大学院医学院神経生理学教室, ²アメリカ国立衛生研究所

わくわくする映画を観ているときと、退屈な会議に出ているときとでは、同じ時間長であってもその経過速度が違って感じられる。このように、主観的な時間経過が注意・覚醒状態や気分といった内的因子の影響を強く受けることは日常生活のなかでしばしば経験される。これを扱った心理実験は数多く、また、パーキンソン病や統合失調症、うつ病、発達障害の一部などで時間の経過速度が健常者と異なっていることが示されているが、その背後にある神経機構はほとんど明らかにされていない。これを解明する糸口として、本研究では上述のような内的因子の指標とされる瞳孔径に着目した。

ニホンザル3頭に時間生成課題を訓練した(図1a)。この課題では、サルが固視点を見つめている間に手掛かり刺激が短時間(0.1秒)現れる。1秒経過後にその方向へ眼を動かすことでサルは報酬を得ることができる。手掛かり刺激直前の瞳孔径を測定したところ、直後の生成時間(眼球運動タイミング)との間に負の相関を見出した。視覚刺激への反応性眼球運動の潜時との間にはこうした関係を認めなかったことから、瞳孔径は眼を動かすこと自体ではなく、計時と相関すると考えられた。

さらに、固視点の色によって2種類の時間長を生成するように訓練したところ、各条件内で瞳孔径と生成時間との間に再び負の相関が観察された。しかし、同じタイミングで眼球運動を行った場合であっても、異なる時間長条件下

では瞳孔径に違いがみられた(図1c)。これらのことから、瞳孔径は生成しようとした時間長に対する試行ごとのばらつき(相対時間)と相関するが、実際の生成時間(絶対時間)を必ずしも反映しないことがわかった。

本研究により、瞳孔径と関連した脳内状態が主観的な時間経過を変化させることが示唆された。瞳孔径に関しては、従来から注意・覚醒状態などの関連が知られていたが、近年では具体的な神経活動との相関が示されており、特に脳内の主要なノルアドレナリン性神経核である青斑核ニューロンの活動との相関がよく知られている。計時に関係した神経活動は小脳や線条体などで詳しく調べられており、こうした活動にモノアミン類などの神経調節物質がどのような影響を与えるか調べることで、主観的な時間経過の制御機構をニューロンレベルで明らかにすることができると期待される。

本研究成果は、Journal of Neuroscience誌のJournal Club[1]やオンラインの一般科学誌Science News[2]などでも取り上げられ、大きな反響を呼んだ。

文 献

- 1 Faber NJ. Neuromodulation of pupil diameter and temporal perception. *J Neurosci* 2017; 37: 2806-2808.
- 2 Sanders L. Eyes offer window into brain's timekeeper. (www.sciencenews.org/article/eyes-offer-window-brains-timekeepers)

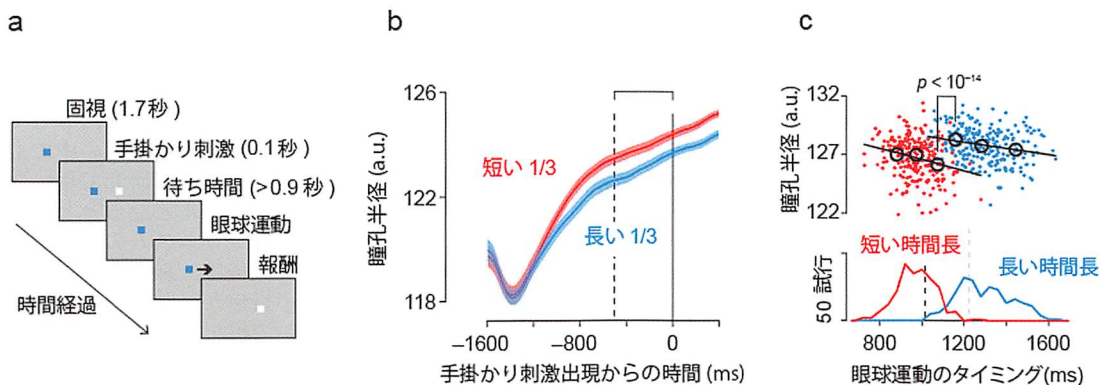


図1. a) 時間生成課題。手掛かり刺激からの経過時間をモニターして眼球運動で答える。b) 生成時間によってデータを3分割し、短い試行(赤)と長い試行(青)での瞳孔径の計時変化をプロットした。瞳孔径が散大しているほど生成時間が短くなる傾向があった。c) 2種類の時間長を生成させたところ、各時間長条件内では瞳孔径と生成時間の間に負の相関がみられたが、異なる条件間では同じ生成時間であっても瞳孔径が異なっていた。