

「脚橋被蓋核における報酬予測誤差生成機構」

小林 康 先生（大阪大学大学院生命機能研究科）

要旨：

中脳の黒質緻密部や腹側被蓋野のドーパミン細胞(DAcell)は報酬で条件付けされた手がかり刺激や報酬に対してphasicなバースト応答をすることによって大脳基底核などに報酬予測誤差（報酬に対する予測と現実に得られた報酬の差）を送り、強化学習におけるシナプス可塑性を制御していると考えられている。DAcellにおいて報酬予測誤差がどうやって計算されるかということは強化学習機構を解明する上で最も重要な問題の一つであると思われる。

DAcellはドーパミン放出によるシナプス可塑性の制御という形で強化学習に重要な役割を果たしており、さまざまな部位から興奮性、抑制性入力を受けているが、それぞれの入力信号の性質が明らかにされていないために、いまだに報酬予測誤差の計算過程がわかっていない。さらに、DAcellに対して興奮性入力がなければDAcellはバースト応答をすることが困難であるため、特にDAcellに対する興奮性入力の重要性が浮かび上がってくる。

脚橋被蓋核(PPTN)は脳幹のもっとも主要なアセチルコリン性細胞の核であり、古くから睡眠覚醒の調節、運動制御、注意や学習と関係が深いと考えられてきた。また、DAcellに対してPPTNが最も強力な興奮性入力を供給していることからPPTNからの興奮性入力が、DAcellにおける報酬予測誤差信号の生成に重要な役割を果たしていることが示唆される。

本研究ではサルに手がかり刺激で報酬量を予測させるような視覚誘導性サッカーカードを行わせ、その時のPPTNのニューロン活動を記録し、報酬予測誤差に対するPPTNのニューロン活動の寄与を調べた。報酬予測サッカーカード課題中のサルPPTNニューロンの活動を記録すると、PPTNニューロンで

- 1) 報酬予測の度合いによって大きさが変わる、cue呈示から始まり、サッカーカード運動あるいは報酬時まで続く持続的応答
- 2) 報酬予測の度合いに無関係で一時的な報酬に対する直接の反応

がみられるという実験結果が得られた。これらの結果より、PPTNのニューロン活動が報酬の予測と実際に与えられた報酬の両方の情報に関与することが明らかになった。また、PPTNが符号化している信号の少なくとも一部は、計算理論で予言されているDAcellにおける報酬予測誤差の主要な要素である、興奮性のprimary reward（報酬信号）、興奮性のvalue function（価値関数）に相当していると思われる。