

審査の結果の要旨

氏名 野 元 謙 作

本研究は知覚的意思決定を要するような曖昧な条件刺激に対して、脳内でどのような報酬情報処理が行われているかを明らかにするため、認知課題遂行中のニホンザルを被験体として、報酬情報処理に重要な役割を持っていると考えられている中脳ドーパミンニューロンより単一ニューロンレベルで記録した細胞活動を解析したものであり、下記の結果を得ている。

1. 本実験ではニホンザルに報酬条件を操作したコヒーレントモーション弁別課題を訓練し、モーション刺激の方向を報酬量と連合させている。この課題遂行中のサル中脳ドーパミンニューロンより単一ニューロン活動記録を行った結果、モーション刺激の方向によって、ドーパミンニューロンの応答性が変化することが分かった。この結果は、ドーパミンニューロンが、弁別に大脳皮質視覚野を必要とするような比較的高次の刺激特徴と連合した報酬情報についてもコードできることを示している。

2. 本実験において、モーション刺激に対するドーパミン応答は、先行研究で見られた鋭い一過性応答に比べ、より延長した形をとることが分かった。この応答の前半部分は課題条件（モーションの方向とコヒーレンス、本実験においてはその試行の報酬期待値と対応する）によらなかったが、後半部分は課題条件による差が認められた。本実験における報酬予測はモーション弁別の過程で動的に変化していくことを考慮した解析により、モーション刺激に対するドーパミン応答は両方の部分ともにその時点での報酬予測誤差をコードしていることが分かった。

3. 刺激は「小報酬方向」を指示しているにも関わらず、サルが「大報酬方向」を選んでしまった誤答試行において、ニューロン活動が刺激に依存しているのか、行動の影響を受けるのかを解析した結果、ドーパミン応答は選んだ行動の影響を受けず、刺激に依存した

応答を示すことを見いだした。さらに信号検出理論に基づくモデルから推定された報酬予測誤差とドーパミン応答が良く相関していることを示した。この結果はドーパミンニューロンが「大報酬方向」や「小報酬方向」のようなカテゴリー的な情報に基づく報酬予測を利用しているのではなく、知覚的意思決定に使われているような連続的な感覚野由来の信号に基づく報酬予測を利用していることを示唆している。

以上より、本論文ではドーパミンニューロンの報酬予測誤差信号が脳における感覚刺激の情報処理にそのまま基づくような報酬予測を反映しており、選択した行動の影響は受けないことを明らかにした。本研究は、単一ニューロンレベルでの先行研究がほとんどなかった曖昧な条件刺激に対する脳内報酬系のニューロン応答を明らかにしており、複雑な状況における報酬表現の神経機構の解明に重要な貢献をなすと考えられ、学位の授与に値すると考えられる。