

意思決定に関わる2つの神経回路

Dual brain processes for decision-making

玉川大学脳科学研究所

坂上雅道

私たちが複数の選択肢の中から1つの行動を決定する場合、脳はその行動が選択された場合の結果の価値をあらかじめ計算し、比較する。たとえば、すき焼きの材料を買いにスーパーマーケットに行くことを考えてみよう。その時の選択に関わる価値は、すき焼きに必要な材料かどうかで決まる。それほど好物とは言えない豆腐でも、すき焼きの材料としての価値は高くなる。価値は文脈によって変わる。しかし、おいしそうなマグロの刺身を見た瞬間、夕食のメニューを変えてしまうこともある。なぜ、すき焼きのプランで材料を探しているのに、プランにないマグロが価値を持つてしまうのか？私たちの脳には、今思い描いているプランに従って価値を計算するシステムと、状況の変化の影響をあまり受けずに比較的安定的に価値を計算するシステムがあるようである。

我々は、価値の計算に関わる脳メカニズムを明らかにするために、報酬予測に関わる実験を行った。まず、ヒトを被験者として、ランダムドットの動きの方向を手がかりに報酬を予測する実験を行い、fMRIを使って課題遂行中の脳活動を測定した。前頭前野内側部では被験者が報告する知覚的判断に一致した報酬予測活動が見られたのに対し、大脳基底核尾状核では、被験者の報告に関わらず、刺激の方向に依存した報酬予測活動が観察された。また、同様の課題を訓練したサルを使って、尾状核に強い出力を送る中脳ドーパミンニューロンから単一ニューロン活動の記録を行った結果、ドーパミンニューロンも被験体の判断に依存しない、刺激-報酬の確率的関係に依存した報酬予測誤差を算出していることがわかった。さらに、別々に学習した、刺激-刺激関係と刺激-報酬関係を統合して、報酬予測を行う課題をサルに学習させ、課題遂行中のサルの前頭前野と尾状核から単一ニューロン活動の同時記録を行った。サル自身と前頭前野ニューロンは連合の連合を使って報酬予測を行うことができたが、尾状核ニューロンは、直接経験なしにはこのような報酬予測活動は見せなかった。

以上の結果から、私たちの意思決定は、事象と報酬の経験的關係を客観的・確率的に結び付けて価値を計算するモデルフリーシステムと、直接経験によって形成された単純な連合をカテゴリーや論理によって結びつけ、直接経験していない価値の予測を可能にするモデルベースシステムの協調と競合によって成り立っていることが示唆される。