

## 報酬に基づく意思決定と大脳基底核の計算モデル

### Computational model of reward-based decision-making and Basal ganglia

玉川大学脳科学研究所

鮫島和行

ヒトを含む生物は、確率的で変化に富んだ環境において、生存に欠かせない食物などの報酬を得るための行動選択を行う。生物が生存競争を勝ち抜くためには、環境との総合作用の結果としての経験を通じて、より多くの報酬を将来に得られようとする行動を多く取るような適切な行動選択の学習がなされるだろう。

このような、報酬に基づく意思決定とその学習の神経機構の理解は、我々の通常の行動選択のみでなく依存症などの行動異常を理解する上でも重要である。大脳基底核は、大脳皮質の広範な領域から入力があるばかりでなく、「報酬予測誤差」信号を表現する中脳ドーパミン細胞を含むネットワークを構成している。特に、大脳基底核の入力核である線条体では、前頭葉の複数の大脳皮質からの入力を受けるばかりではなく、大脳皮質から線条体へのシナプス結合の可塑性がドーパミンによって修飾されるということが知られている。

近年、報酬予測に基づく行動選択とその学習の計算論的モデルとして強化学習モデルが注目されている。その1つのモデルとして、線条体において行動選択肢に特異的な報酬予測（行動価値）の情報が表現され、行動の結果得られる報酬の有無を通じて強化されるとする、計算論的モデルが提案されている。この仮説を検証するために、行動選択に依存した確率で報酬が得られるギャンブル課題を遂行中のサル線条体投射細胞の神経活動を記録した。その結果、線条体は行動そのものや行動候補に関係のない報酬予測ではなく、行動価値を表現することがわかった(Samejima et al 2005)。

さらに、最近では、運動の選択のみでなく、より一般的な選択肢に対する意思決定とその学習に関して大脳基底核の関わりを明らかにする実験を、ヒト非侵襲脳活動計測とサル神経活動記録として開始している。セミナーでは、神経科学において、電気生理学やfMRIなどの実験的手法と理論的な予測を与える計算論的モデルを直接組み合わせる研究の特徴・意義について議論したい。

## Computational model of reward-based decision-making and Basal ganglia

Kazuyuki Samejima

Brain science institute, Tamagawa University

Animals, including humans, survive in stochastic and dynamic environment by learning to select an appropriate action, which lead to maximizing getting future reward. Investigating neural mechanisms of reward-based decision-making is important for understanding not only our normal behavior but also deficit of decision making such as addiction. Striatum, which is an input nucleus of basal ganglia, are projected by midbrain dopamine neuron that convey reward prediction error signal and receives excitatory input from various cortical region. A computational model of basal ganglia have been proposed as a reinforcement learning model, in which the animal select an action based on action-specific reward-prediction, “action value”, which could be represented in the striatum. To test the hypothesis, we recorded striatum projection neuronal activity while the monkey performing a gambling task, in which the monkey choice determine probability of reward delivery. We found that the majority of striatum activity represents action-specific reward probability whereas small number of neurons represents action itself or action-nonspecific reward prediction (Samejima et al 2005). The result supports the reinforcement learning of basal ganglia. I would like to introduce recent our project to find more general “cognitive selection value” by using fMRI (functional magnetic resonance imaging) with human subject and electrophysiological recording with monkey subject. In this seminar, I would like to discuss about merit and limit of combining approach of computational model, which gives theoretical prediction, and experimental neuroscience.