

「前頭葉のニューロン集団の活動から、意図・運動・知覚を分離してデコーディングするための基礎研究」

Intension Decoding by Population Activity of Monkey Prefrontal Cortex



坂上 雅道

玉川大学脳科学研究所脳科学研究センター
教授，博士（医学）

1985 年東京大学文学部心理学科卒業。1990 年同大学院人文科学研究科博士課程中退。東京大学文学部助手。1997 年順天堂大学医学部助手。2000 年同講師。2001 年玉川大学学術研究所助教授，2002 年同教授。2007 年より現職。

SAKAGAMI, Masamichi, PhD

Professor, Brain Research Institute,
Tamagawa University

1985 Graduated from University of Tokyo, Faculty of Letters, Department of Psychology. 1985-1988 Master course in Graduate School of Humanities and Sociology, University of Tokyo. 1988-1990 Doctoral course in Graduate School of Humanities and Sociology, University of Tokyo. 1990 Research Associate in University of Tokyo, Faculty of Letters. 1997 Research Associate in Juntendo University School of Medicine. 2000 Lecturer in Juntendo University School of Medicine. 2001 Associate professor at Tamagawa University Research Institute. 2002 Professor at Tamagawa University Research Institute. 2007- Present position

■ 研究内容

意図とは、目的志向的行動において保持された目標に関する情報である。本研究では、意図を知覚および運動と分離して検出するための課題を開発し、サルにトレーニングした。課題は、3種類の飲料報酬（りんごジュース、カルピス、食塩水）とそれぞれ条件付けされた6種類（3種類×2セット）の色刺激を用いて、(1)呈示された数種類の色刺激の中から1種類の刺激を眼球運動で自由に選択する自由選択課題、および(2)色刺激が1つだけ呈示され、その刺激を選択しなくてはならない強制選択課題である。これらの課題を遂行中のニホンザル前頭前野から複数チャンネル（最大64チャンネル）で単一神経細胞活動（SUA）および複数ユニット活動（MUA）、および局所場電位（LFP）の同時記録を行なった。色刺激（選択肢）呈示前後から選択前までのSUAが、どの飲料報酬を選択するか（意図）、およびどの方向に眼球を動かすか（運動）に関する情報をコードしていることが分かった。次に、自由選択課題でどの飲料報酬を選択するか（意図）についてデコーディングを行なった。デコーディングには、正則化最小二乗分類法によるアルゴリズム（Tsuchiya et al., 2008）を用い

た。SUA, MUA, またはLFPいずれの種類の神経活動データを用いた場合にも平均60%以上で正しく予測することが可能であった。予測率は前頭葉内の部位（電極刺入位置）によって異なることが分かったが、部位によっては90%以上で実際のサルの選択を予測可能であった。さらに、予測率は強制選択課題よりも自由選択課題で高かった。このことは、指示された目標を受動的に選択する場合ではなく、サル自身の判断で自由に選択する場合、つまり目的志向的行動において、前頭前野ニューロン集団は目標に関わる情報、すなわち意図をコードしていることがわかった。

■ Research works

Intension is defined as the information about a goal in goal-directed behavior. We investigated the intension-related neuronal signal in the lateral prefrontal cortex (LPFC) of monkeys while they performed reward-choice tasks. In the tasks, monkeys were asked to choose one of 3 drinks (apple juice, lactic beverage or salty water) by moving their eyes to the position of color stimulus corresponding to each drink. In the Free-choice task, where 3 different color stimuli were presented, monkeys could choose a drink freely, while in the Forced-choice task, where one stimulus was presented, monkeys had to choose the presented one. We simultaneously recorded the single-unit activity (SUA), multiple-unit activity (MUA) and local field potential (LFP) from the LPFC with multiple recording channels (maximum 64 channels) while monkeys performed the tasks. SUA data showed that about 40% of LPFC neurons coded the chosen drink information, particularly in the Free-choice task, which can be dissociated from the eye movement information. We also performed the decoding test with the Regularized Least Square Classifier method (Tsuchiya et al., 2008). The performance in decoding chosen drink was significantly more than chance in any type of data. Sometimes the performance was better than 90% dependent on recording site. And the performance was significantly higher in the Free-choice task. These results suggest that the LPFC neurons code the goal-related information, or intension, in goal-directed behavior.