

所外継続 4

新世界ザルの認知機能に関する比較認知科学的研究

藤田和生 (京都大・文)

認知機能は、種の系統発生と生活様式への適応という2つの制約の中で進化する。この進化過程を調べる上で、ヒトからは系統的に遠いが、おそらく独自の進化を遂げている新世界ザルの認知機能の分析は、生活様式と認知機能の関連性を探る上で重要である。本課題の目的は、道具使用等で優れた知性を発揮するフサオマキザルの認知機能を多角的に分析し、知性を進化させる原動力を考察することである。平成15年度は、以下の成果を得た。部分隠蔽図形の認識過程（知覚的補間）を引き続き分析し、彼らの図形認識に見られる制約がヒトと概ね類似していることを示した。他者の失敗行動から正しい行動を学ぶことができるかどうか分析し、弱いながらも肯定的な結果を得た。2頭間での役割の異なる共同作業課題において、サルは自身が毎試行報酬を手に入れられなくても協力的行動を維持し、彼らが協力場面において相互的利他行動を示すことを明らかにした。道具使用課題において、道具と報酬と環境の3要因から構成される因果関係を、サルは学習できることを示した。ヒトにものを要求する場面で、サルはヒトの注意の焦点を認識し、それを操作しようとするらしいことを示す予備的結果を得た。

所外継続 5

大脳皮質神経回路による運動学習機構の研究

蔵田 潔 (弘前大・医・生理)

ヒトやサルが行う上肢による到達運動は、シフトプリズム装着により視覚空間座標と運動座標との間に解離が生じても、10-20回の試行で正確に目標に到達することができ、しかもプリズムの着脱毎に極めて高い再現性のあることが確認されている。このプリズム適応には運動前野腹側部が重要な役割を果たすと考えられているが、本研究では運動前野腹側部および一次運動野において複数の単一ニューロン活動を同時記録し、これら領域の情報処理様式を比較検討した。

その結果、運動前野腹側部と一次運動野のいずれにも運動関連活動が存在していた。運動前野には運動関連活動として視覚座標系を反映するものと運動座標系を反映するものがあったが、一次運動野には前者のような活動は記録されなかった。さらに、視覚座標系を反映する活動は左右いずれの手の運動を開始したときにも同様の活動を示したのに対し、運動座標系を反映する活動は記録した大脳半球と反対側の手を動かしたときに選択的に活動した。

本研究の結果は、運動前野腹側部において視覚座標系から運動指令への変換が行われていることを示唆する。これまで明らかとなったプリズム適応中に特異的な運動前野ニューロン群間のシナプス伝達の変化と、運動前野へのムシモル注入後のプリズム適応障害の結果とあわせて、運動前野における視覚座標から運動座標への動的変換系が運動学習に重要な役割を果たしていると考えられる。

所外継続 6

神経活動記録および可逆的傷害による脚橋被蓋核の眼球運動への関与の可能性の検討

相澤 寛 (弘前大・医)

従来脚橋被蓋核ニューロン神経活動記録に用いてきた衝動性眼球運動反応時間課題において、新しい行動解析の手法を試みた。課題遂行で計測される反応時間は、行動課題に用いられる刺激の視覚属性や位置、状況や文脈に応じて劇的に変化することが知られている。しかしながらそのヒストグラム分布は左右非対称な上に複数のピークを持つ分布のために解析、比較をシステマティックに行うための方法

やその意義は重視されていなかった。そこで、これまでニューロン活動記録中に同時記録されてきた反応時間データに対して最近注目される数学的モデル(Carpenter らの LATER モデル)の適用を試み、変数変換を介して正規分布のパラメータで近似できることを示した。このパラメータは理論上、サッカーボール実行神経回路の興奮性入力、抑制性入力のバランスや神経活動度閾値を反映するものと考えられ、この行動解析結果と神経活動様式との間に何らかの関連が認められるはずである。定性的にわかりやすい結果を得るためにまずヒト被験者で、1)ギャップ期間挿入、2)目標位置事前予告による予期的活動惹起、3)少数 NoGo 課題の混入、という課題文脈の修飾によって「閾値の変化」を示す分布差をもたらすサッカーボール課題を確立した。引き続き、同じ課題をニホンザルに訓練し、反応時間分布および上丘、脚橋被蓋核のニューロン活動を記録した。

所外継続 7

ワーキングメモリに関わる皮質―視床間相互作用の研究

船橋新太郎・渡辺由美子(京大・院・人間環境)

前頭連合野は視床背内側核と双方向の密な連絡をもち、両者が機能的に強く結びついていると考えられている。しかしながら、両者間に想定される機能的類似性に関する研究はほとんど実施されていない。本研究では、サルに注視と記憶誘導性眼球運動を組み合わせた 2 種類の遅延反応課題(ODR 課題と R-ODR 課題)を学習させ、視床背内側核からニューロン活動を記録し、前頭連合野のニューロン活動との比較を行った。ODR 課題では、視覚手がかりが呈示された方向へ遅延後に眼球運動をすれば報酬を与えた。R-ODR 課題では、視覚手がかりが呈示された方向から 90 度時計回り方向に眼球運動をすれば報酬を与えた。視床から記録した全てのデータについて、課題関連活動の有無、空間情報に関する選択性の有無、最大応答方向を決定した後、これらの活動をもとにポピュレーション・ベクトル(PV)を求めた。視覚手がかりの呈示から眼球運動終了までの期間を 250ms ごとに区切り、この間の活動をもとに PV を求めた。ODR 課題では得られた PV はどれも視覚手がかりの呈示方向を示していたが、R-ODR 課題では視覚手がかりの呈示方向から眼球運動方向へ PV の方向が変化することが明らかになった。前頭連合野のニューロン活動を用いた研究でも同様の結果が得られていることから、今回の結果は、前頭連合野と視床背内側核との機能的類似性を示していると考えられる。

所外継続 8

行動と運動の中枢神経制御の機序

丹治 順・虫明 元・嶋 啓節(東北大・医・生体システム生理)

前頭葉の内側面、補足運動野(SMA)、前補足運動野(pre-SMA)、補足眼野(SEF)に関しては、眼球運動と上肢運動がどのように表現されているかを明らかにしてきた。特に、補足眼野に関して、眼球運動の連続運動への関与を調べるべく、サルを訓練して眼球運動関連活動を示す細胞を調べた。課題は、まず中心固視をさせ、ターゲットを呈示し、そこへ視覚誘導性にサッカーボールを行なわせた。その後再び中心固視点を固視し遅延期間の後、同様の視覚誘導性のサッカーボールを連続 3 回させて、成功すると報酬を与えた。これを繰り返した後、ターゲットの指示信号なしでゴー信号のみを与えて同じ順番で 3 回サッカーボールを行なわせた。補足眼野には、サッカーボールの方向によらずに何番目に行なわれるかという順番に関連する細胞活動が見出された。またサッカーボールの順番と方向に選択的な細胞活動も見出された。さらに、3 つのサッカーボールの順序に選択的に活動を示す細胞活動も存在した。これらのことは、補足眼野が、サッカーボール運動の時間的な順序制御に関与することを示唆している。