

関連活動の比率の類似などから、機能的に緊密な関係が前頭連合野—視床間に存在することが明らかになった。

所外 4 霊長類高次視覚中枢の構造と機能

田村 弘 (大阪大・基礎工)

高度に発達した視覚機能を有する霊長類において、物体の形の視覚的認識を支える大脳皮質神経回路の構造と機能を解明することを目的とした。特に下側頭葉皮質に着目して、神経細胞の視覚的に呈示された物体の形に対する反応様式と神経細胞間の結合様式の関係について、独自に開発した複数神経細胞活動同時計測システムを用いて計測し、明らかにすることを目指した。本研究により、物体の形の視覚的認識を支える神経基盤を明らかにすることができるかと期待できる。

所外供給を受けたニホンザル 2 頭を用いて、研究を行った。麻酔非動化したニホンザルの頭蓋に小さな穴をあけ、この穴から複数神経細胞活動記録電極を下側頭葉皮質に刺入した。電極から記録された信号は、複数神経細胞活動同時計測システムを用いて計測した。様々な視覚パターンをサルの眼前に呈示して、視覚刺激に対する、複数の神経細胞の活動を同時に記録した。同時に記録した細胞ペア間で、相互相関解析をおこない、神経細胞間の機能的結合を推定した。その結果、およそ半分の細胞ペアが入力共有していること、また、入力共有している場合は、細胞間の刺激選択性が良く似ていることが明らかになった。さらに、6%のペアでは、抑制性の結合が存在した。この場合、細胞間の刺激選択性は異なっていた。入力線維の分布と抑制性結合の存在が、複雑な形に対する視覚反応の形成に寄与していると考えられる。さらにデータを収集するために、現在も記録実験を継続中である。本研究成果は、2002 北米神経科学会で発表を予定。

所外 5 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・院・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 13 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) を分析し、彼らが図形の外輪郭を、規則性が保たれるように補間するこ

とを明らかにした。彼らが他者の知識を認識できるかを分析し、彼らが対象に対してのぞき込むという行動を手がかりにして他者の知識を推理できることを明らかにした。すなわち、彼らは見ることと知ることの関係を理解している。また道具使用における因果関係の認識を分析し、彼らが道具と報酬の位置関係に基づく正しい選択ができることを示した。しかし、障害物を含む 3 者の関係を読み取することは困難であることがわかった。さらに、2 頭間での役割の異なる共同作業を自発的にこなえることを示した。

所外 6 報酬によるサッカーの強化学習機構

小林 康 (岡崎国立・共同研・生理研)

サルのサッカーを指標にしてコリン作動性システムによる動機付けのメカニズムを解析した。サルの視覚誘導性サッカー課題において、報酬量を増加させると課題の成功率が上昇すると同時に課題開始時に点灯する注視点に向かうサッカーの反応時間が減少するという行動実験の結果を得た。

さらに、報酬量を変化させると注視点へのサッカーの反応時間が変化すると同時に脚橋被蓋核ニューロンの注視点点灯に対する視覚応答が変化するという実験結果を得た。この反応は注視点に向かうサッカーの反応時間や課題の遂行度合い [成功率] という動機付けや global attention を反映する指標と密接に関係していると思われる。

所外継続 1 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)

平成 13 年度は、報酬との関連に注目しながら、ニホンザル脚橋被蓋核 (PPTN) において眼球運動反応時間課題に関連して発火頻度を変化させるニューロンの神経活動記録を継続した。平成 12 年度に、PPTN には「各試行において、これから報酬を目的として自発的に課題遂行しようとして遭遇する最初の事象 (注視点点灯) に反応する、或いは直前から予期的に発火頻度を増加させる」タイプのニューロンのあることがわかった。このタイプのニューロンの存在から、PPTN は、一つ前の試行の結果得られた報酬の量に基き、次試行への動機付けの度合いや次試行においてとる行動を変化させることに関連する可能性が考えられる。以下の実験を行ってこの可能性を追求する妥当性について検討した。まず、報酬の量を系統的に変化させ、この変化によって、動物が次の試行にとりかかるまでの平均時間 (RTFP) や次の試行の成績に影響を与えることを確認した。ここで試行開始の注視点点灯

時に神経活動を変化させるタイプの PPTN ニューロン活動を記録し、行動上の指標である RTFP との間に相関のあることを見出した。PPTN が、報酬の量に応じて状況依存的に行動を切り替えて好ましい行動を強化したり動機付けを行ったりするシステムに関与する可能性を示唆する結果を得たものと考えられる。

所外継続 2 光計測法を用いた初期視覚系における視知覚の神経メカニズムの研究

伊藤 南 (生理研・高次神経調節)

・谷 利樹 (総研大)

初期視覚系の個々のニューロンは受容野が視野上の微小な部分に限局される一方で良好な視野再現を示す。しかし古典的な受容野内の局所的な処理だけでは輪郭線を含まない様な面部分の明るさや色の表現、あるいは暗点部分における知覚の充填の神経機構を説明することができない。初期視覚系においても様な面の明るさの表現に関与するニューロンが存在することが報告されており、なんらかの空間統合のメカニズムが存在すると考えられる。我々は麻酔下のネコおよびサル初期視覚野において、ディスプレイの画面全体に広がる輪郭のない様な面刺激の輝度を変化させて生じる神経活動を調べた。これまで Imager2001 (Optical Imaging 社製) を用いた内因性の光計測により、ネコの 18 野においては視野の垂直中心線に相当する領域においてパッチ状の活動領域が生じることを明らかにした。今年度は光計測の結果をもとにこの活動領域の内外から細胞外記録を行い、活動領域内には面刺激に反応するニューロンが多く含まれることを明らかにした。またこの活動領域は方位選択性地図における特異点を中心に広がる傾向があり、個々のニューロンは様な面刺激に加えて低空間周波数成分を持つ縞刺激に対しても選択的な反応を示した。次年度は、サルの初期視覚野の同一部分で光計測と細胞外記録を行い、ネコの結果と比較検討する予定で準備をすすめている。

所外継続 3 空間情報の一時貯蔵と処理に関わる脳内神経機構の研究

竹田和良 (京都大・人間環境・環境情報認知論)

本研究では、ワーキングメモリの重要な機能である情報処理のしくみを明らかにする目的で、情報処理をニューロン群が表象する情報の変化過程と考え、ニューロン群による空間情報の記憶表象と、課題文脈の変化に伴うその時間的・空間的パターンの変化を検討した。2 頭のサルに注視と記憶誘導性の眼球運動を組み合わせた課題を訓練した。ODR 課題では、3 秒の遅延の後、視覚刺激

提示位置へ眼球運動をする。R-ODR 課題では、刺激提示位置から 90 度時計回りの位置へ眼球運動をする。両方の課題時にサルの前頭連合野背外側部より記録されたニューロンの活動をもとに、ニューロン集団が表象する情報をポピュレーション・ベクトル(PV)として表示した。PV は、課題の開始から終了までを 250ms ごとに区切り、この間の記録した全ニューロンの発火をもとに計算した。その結果、ODR 課題で求めた PV は全て視覚刺激の提示方向を向いていたが、R-ODR 課題で求めた PV は、遅延期の削ヒ視覚刺激の提示方向から眼球運動方向へとゆっくり回転するのが観察された。この結果は、遅延期間中にニューロン集団によって表象される情報が変化することを示しており、情報処理過程を検討する手がかりを与えてくれると考えられる。

所外継続 4 運動ダイナミクスの脳内実現過程の研究

河野憲二・設楽宗孝 (産業技術総合研究所)

小さい視標を追跡する訓練をしたニホンザル頭を用い、背景が円滑追跡眼球運動の発現に及ぼす影響とその神経機構を調べた。サルの前にスクリーンを置き、視覚刺激を投影した。視覚刺激は、90x90° の視野に様な密度でランダムに配置され多数の点で構成された背景と、正面に提示された注視点で作られた。注視点を固視していると、注視点の周囲 5 度から、注視点に向って、あるいは注視点から離れる方向に 10° /秒で動く視標が提示されると共に、注視点が消え、サルは視標を追跡した。この課題遂行中に、サル運動前野と前頭眼野周辺領域 (area 6) から円滑追跡眼球運動に関係した神経細胞の活動を記録し解析した。背景が提示されている時と、背景が提示されていない時では、眼球運動には、統計的な差が見られなかった。しかし、記録を行った神経細胞の半数以上が、背景が提示された時に活動が増加していた。また、この活動の増強は、提示された背景そのものの動きによるものではないことから、背景がある場合、見えにくくなる視標を追跡するため、前頭葉が視標を選び出すのに関与している可能性が考えられる。

所外継続 5 眼球運動指令信号の形成機構の研究

岩本義輝・吉田 薫 (筑波大・基礎医・生理)

目標点に向かう正確な視線移動を制御するサッケード系には、視覚誤差に基づいて系のゲインを変化させていく運動学習 (サッケードゲイン適応) の機構が備わっている。本年度は昨年度に続き、小脳出力部位である室頂核の活動の適応に伴う変化を解析した。室頂核不活性化実験の結果から、室頂核ニューロンのサッケードに関連したバースト活動は同側へ向かうサッケードの振幅を