

年間、直接観察、糞分析によるニホンザルの調査と、生息環境の調査を継続して行ってきた。今年度は、その継続として結実量の年変動を調べるための液果果実生産量の調査を行うとともに、森林の一次生産量を測定するために、一昨年度植生調査を行った区画で樹高の調査を行った。調査は植生調査区画の中の液果をつける樹種の木全てについて、標識枝についた液果の数を数え、その枝が樹冠全体に占める割合からその木の結実数を推定する。

これまで3年間の結果をまとめると、森林の液果果実生産量は標高が上がるにつれて減少するが、その変化は連続的ではなく、海岸部だけが高く、それ以上の標高帯では変化がないことがわかった。同一の場所での結実量の年変動は4倍に達したが、3年間とも常に海岸部の果実生産量が最大であった。

(4) 所外供給

所外1 大脳皮質と基底核の機能連関

稲瀬正彦 (近畿大・医)

霊長類の神経系において、大脳皮質と大脳基底核とはループ回路を形成している。この大脳皮質-基底核ループは、基底核の病変により運動障害が生じることから、運動制御に関わると考えられてきた。しかし近年、運動制御に加えて、学習、記憶、情動など他の高次機能にも関わっている可能性が示されてきた。本研究では、時間情報の処理における大脳皮質と基底核の機能連関について検討する。特に、大脳皮質-基底核ループの中で、認知的な機能に関わっていると考えられている前頭連合野背外側部を中心とするループにおける機能連関について調べる。

実験では、まず次のような課題を遂行できるようにサルを訓練した。サルの眼前に配置したモニターに、異なる二つの図形を、呈示時間を変えて、順番に呈示した。その後、二つの図形を同時に示し、長く呈示された方の図形を選択させた。サルは、二つの呈示時間の差や比によって異なるが、50-95%の正答率を示すようになった。

現在、課題遂行中に、大脳皮質前頭連合野から単一神経細胞活動を記録しているところである。今後、同領域からの記録に加えて、大脳基底核からの神経細胞活動を記録すると共に、記録した活動を解析していく予定である。

所外2 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・第二生理)

ヒトやサルが行う上肢による到達運動は、シフトプリズムを装着することにより視覚空間座標と運動座標と

の間に解離が生じて、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、これら領域の神経ネットワークにおける信号伝達の変化を比較検討した。

その結果、運動前野腹側部と一次運動野のいずれにもプリズム適応中に特異的な発火を示すニューロンはほとんどなかった。しかし、ニューロン間の相互相関を解析すると、プリズム適応中に特異的な現象として、スパイク後促進のみならず、同期発火を示すニューロン対も存在することが本年度新たに明らかとなった。これらは特に運動前野腹側部内の運動関連ニューロン間である場合が多数であった。このことは運動前野腹側部の神経ネットワークにおける特異的なシナプス伝達効率の変化のみならず運動学習中に特異的なニューロン間の同期発火がプリズム適応に関わっていることを示すものと考えられる。

本研究の結果は、特に運動前野腹側部において、情報変換に関わるニューロン群間の結合性の変化のみならず、それらの時間的同期がプリズム適応に重要な役割を果たしていることを示唆する。

所外3 ワーキング・メモリーに関わる皮質-視床間相互作用の研究

船橋新太郎

(京都大・総合人間・自然環境)

ワーキング・メモリーに関わる皮質-皮質下神経回路の役割を明らかにする目的で、前頭連合野と密接な関係にある視床背内側核の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によりその機能的関係を明らかにしようと試みた。2頭のサルに、遅延後に手がかりとして提示した視覚刺激の方向へ眼球運動をする課題(ODR課題)と、刺激から90度時計回り方向へ眼球運動をする課題(R-ODR課題)とを訓練し、視床より単一ニューロン活動を記録した。約400個の課題関連ニューロンの方向選択性を両課題で比較し、課題関連活動が表象する情報を検討したところ、視覚刺激提示期の活動はすべてが視覚情報を、眼球運動時の活動はほとんどが眼球運動の方向に関する情報を表象していることがわかった。一方遅延期の活動では、67%が視覚情報を、33%が運動情報を表象していることが明らかになった。この結果は、前頭連合野のニューロンで得られた結果とよく一致していた。今回の結果や、両領域で記録される課題

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ドの強化学習機構

小林 康 (岡崎国立・共同研・生理研)

サルのサッカード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ド課題において、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ド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ド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ド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