

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

小さくするように働くと考えられた。従って、室頂核が適応に関与するならば、サッケードゲインの減少を誘発した際に同側の室頂核バースト活動が増加することが予想された。この予想を実験的に検証した。5個の室頂核バーストニューロンについて、適応前後の活動を比較したところ、サッケードゲインの減少に対応してバースト活動の増加が認められた。活動増加は、サッケード開始時点の約30ミリ秒前から約20ミリ秒後の期間で認められた。適応の全経過にわたってサッケードゲインの減少量とニューロン活動の増加量はよく似た時間経過で変化し、両者の間には有意な相関があった。以上の結果は、小脳室頂核の活動変化がサッケードゲイン適応の原因であることを示唆する。

所外継続 6 位置の予測を伴う運動の線状体による制御機構

杉野一行・大野忠雄
(筑波大・基礎医・生理)

線状体は複雑な行動パターンの学習、保持、遂行に深く関与している。我々は、手掛かりに基づく目標地点の演繹的な予測や、状況判断に基づく行動パターンの選択といった抽象的な行動要素も線状体を介して手続き記憶に組み込まれるのかどうかを電気生理学的に調べている。

本年度はニホンザルに色によって識別可能な3種類の眼球運動（視覚誘導型眼球運動及び長期固定標的と短期固定標的に対する予測型眼球運動）からなる課題を行わせた。課題は基本的に中央注視点の色の変化に応じて、周囲の8つの指標のうち何れかが標的となる。

2つの予測型眼球運動遂行時の様々なパラメータを比較することにより、学習初期と定着後の行動様式の違いを調べ、予測的眼球運動においてはその学習課程において課題遂行の戦略が変わってゆくことを見出した。すなわち、学習初期には指標に基づいて標的位置を予測しているが、長期間繰り返すことにより、絶対的な位置として記憶される。小脳・脳幹の関与が中心と考えられる眼球運動速度と運動開始潜時には変化がほとんど無かった。一方、視線到達位置の正確さについては、方向成分の向上が著しいのに対し、距離成分はほとんど変化しなかった。基底核から上丘へ向かう情報伝達経路の深い関与が示唆された。

今後、ニューロン活動との関連、機能抑制実験の結果等を分析する予定である。

所外継続 7 霊長類における行動と運動の調整の脳内機序

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、機能的に異なると考えられるが、一方でこれら複数の領域を一括して、眼球運動関連領域とする研究グループもあり、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する事が大切である。そこでサルを訓練して、手と目の運動関連活動を示す細胞の分布を調べた。手の運動に関与する運動関連細胞は 補足運動野と前補足運動野に多く分布した。また眼球運動関連の細胞は補足眼野に多かった。これらは効果器に選択性のある運動関連活動であった。一方で、前補足運動野、補足眼野には、効果器に依存せず眼球運動にも手の運動にも関与する細胞活動も多数存在した。それらは効果器非選択性であった。手の運動に関連した細胞は SMA と preSMA に、眼の運動に関連する細胞は SEF に多く分布したが、効果器に依存しない運動関連細胞は、SEF、preSMA に多く、より認知的な運動調節に関与することを示唆している。さらにサルに連続眼球運動課題を行わせている。その眼球運動を解析すると、ターゲット探索はランダムな眼の動きではなく、戦略的な探索をしていることが明らかになった。前頭前野や補足眼野が、そのような連続運動による探索に関与する可能性があり、現在細胞記録を行って解析をしている。

所外継続 8 大脳皮質における色彩情報処理過程の研究

花澤明俊・小松英彦 (岡崎研・生理研)

テクスチャーは物体表面の摩擦や材質についての情報源となる重要な視覚属性である。テクスチャーは、その要素の形や大きさ、配置、密度などによって特徴づけられる。テクスチャーを視覚刺激とし、要素の大きさや密度に対する感受性をマカクザル V4 野神経細胞において調べた。V4 野神経細胞はテクスチャーの要素サイズ、密度に選択性を示した。同時に正弦波格子に対する応答を調べたところ、大きな応答を示すものもあったが、ほとんど応答しないものもあった。このような正弦波格子に対する応答性は、V4 や神経細胞のテクスチャー感受性が単純な空間周波数フィルターでは説明できないことを示している。V1 に存在するような、周辺抑制を持つ空間周波数フィルター出力を加算するモデルを構築し、応答のシミュレーションを行ったところ、V4 野神経細胞のテクスチャーおよび正弦波格子に対する応答をよく再現できた。推定された周辺抑制の強度は、弱いものから強いものまで様々であった。この結果は、要素サイズや密度といったテクスチャーの特徴抽出が V4 野で行われている。