

研究種目： 基盤研究（B）

研究期間： 2006～2009

課題番号： 18300111

研究課題名（和文）初期視覚系における輪郭線中の刺激特徴統合の神経メカニズムの研究

研究課題名（英文）Underlying neuronal mechanisms to integrate stimulus features embedded within contour stimuli in the early stages of the visual cortex

研究代表者

伊藤 南 (ITO MINAMI)

生理学研究所・生体情報研究系・准教授

研究者番号： 20311194

研究分野： 総合領域

科研費の分科・細目： 神経科学・神経科学一般

キーワード： 神経科学、脳・神経、視覚、折れ曲がり、大脳皮質視覚野

### 1. 研究計画の概要

本研究の目的は、輪郭線中に埋め込まれた折れ曲がり刺激に対する刺激選択性を詳細に調べることにより物体の形状を表現する神経メカニズムを明らかにすることにある。麻酔下のサル第二次視覚野より長時間安定な記録を行い、以下の5点について調べる。(1) 受容野内外の局所的な入力の種類、興奮性/抑制性の別、方位選択性を明らかにする。(2) 逆相関法を利用して受容野の時空間特性、および折れ曲がり刺激の2本の線成分の間の相互作用の時空間的特性を明らかにする。(3) GABA<sub>A</sub>受容体の拮抗阻害剤を記録部位に微量注入して抑制性シナプスの活動を阻害し、抑制性入力の寄与を薬理的に明らかにする。(4) 複数電極による多細胞同時記録を行い、近傍のニューロン間の反応選択性の類似度の比較、集団としての反応選択性の解析、相関解析による機能結合関係の解析を行う。(5) これらの結果より各線成分の寄与をベースにした計算論的な解析(モデル化)を行い、第二次視覚野における折れ曲がり刺激選択性形成のメカニズムを明らかにする。

### 2. 研究の進捗状況

筋弛緩(臭化パンクロニウム0.05mg/kg/hr)、人工呼吸、麻酔下(プロポフォル2-6mg/kg/hr)、鎮痛下(フェンタニル6μg/kg/hr)のサルの第二次視覚野より単一細胞外記録を行った。実験中は呼気の二酸化

炭素濃度、血中飽和酸素濃度、体温、心拍をモニターし麻酔の深度を適正に保つようにした。様々な折れ曲がり刺激ないしはそれを変形させたものを3.3Hzの頻度で呈示した。一回の記録実験は12～16時間とし、実験後には一週間以上の回復期間をおいた。

ニューロンの受容野を横切るような全長8度の折れ曲がり刺激と、全長が0.5-3.0度で受容野内に呈示される折れ曲がり刺激を用いて刺激選択性を比較した。全長8度の刺激では60-150度の折れ曲がり刺激に選択的に反応するニューロンのうち半数では刺激の大きさによらず折れ曲がり刺激に対する選択性が維持されたが、残り半数では短い直線に対して選択的な反応を示すようになった。この結果は折れ曲がり表現の形成において受容野内の局所情報に加えて受容野外からの文脈依存性の修飾作用が重要な役割を果すことを示す。

さらに大澤五住教授(大阪大学)らと共同でLSRC逆相関法による受容野の時空間特性と折れ曲がり刺激選択性との関係を調べた。ランダムノイズ刺激を30～40Hzの頻度で連続呈示したが、鋭角の折れ曲がりを選択性をもつニューロンでは反応が著しく抑制されるケースが多々みられた。また、Dr. Yi Wang(中国科学院)による薬液注入電極に改良を加えて単一細胞の活動記録中にGABA<sub>A</sub>受容体の拮抗阻害剤(Gabazine)を記録部位に微量注入して抑制性シナプスの活動を阻害して抑制性入力の寄与を薬理的に調べた。薬剤投与とともに発火頻度が上昇し、長い直線刺激に対する反応が上昇する一方、周辺抑制はそのま

ま維持される例がみられた。

### 3. 現在までの達成度

③やや遅れている。覚醒サルからの記録と比較すると特定の折れ曲がり刺激に対して選択的な反応を示す第二次視覚野ニューロンが少ない傾向にあった。また逆相関法を用いる際にランダムノイズによる刺激で鋭角の折れ曲がりを選択性をもつニューロン反応が著しく減弱する傾向が見られた。このため特定の折れ曲がり刺激に対して選択的な反応を示す第二次視覚野ニューロンにおいて逆相関法および薬物投与を行う実験例数を十分に確保できていない。

### 4. 今後の研究の推進方策

研究計画の最終年度に当たり研究目的の(2)逆相関法による解析および(3)拮抗阻害剤の微量注入による抑制性入力 of 薬理学的検討に集中して記録実験を実施する。例数が依然少ないので、引き続き継続して十分な数のデータを得てから結論付けたい。(2)に関してはランダムドットパターンを用いた際に反応が著しく抑制されるケースが多いので、折れ曲がり刺激による高速連続刺激呈示法の可否を新たに検討する。(4)複数電極による多細胞同時記録に関しては4ないし7本の極細のワイヤを束ねて作成した電極による同時記録を試みてきたが複数個の単一ニューロンからの同時記録が困難であったので優先順位を下げる。

### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計6件)

①Arai T, Ito M, Asakawa K, Okamoto R, Ohzawa I Transform domain reverse correlation for investigation of curvature selectivity of visual neurons. 37th Society for Neuroscience Meeting 2008年11月17日 Washington DC, U.S.A.

②Ito M and Asakawa K Size dependency of the angle representation in primate visual area V2. 37th Society for Neuroscience Meeting 2008年11月16日 Washington DC, U.S.A.

③伊藤 南 サル二次視覚野における輪郭線の折れ曲がり表出-線形加算モデルによる刺激選択性形成メカニズムの検討。第12回視覚科学フォーラム研究会 2008年8月29日 大阪

④Arai T, Ito M, Asakawa K, Okamoto R, Ohzawa I Curvature Selectivity of Neurons in the Visual Cortex Revealed by Transform Domain Reverse Correlation. 5th Asian-Pacific Conference on Vision 2008年7月20日 Brisbane, Australia

⑤伊藤 南、浅川 晋宏 サル二次視覚野の折れ曲がり刺激の表現における刺激の大きさへの依存性。第31回日本神経科学大会 2008年7月9日 東京

⑥ Ito M, Goda N The role of line components in the representation of angles embedded within contour stimuli in the primate early visual systems.

OIST Workshop on Cognitive Neurobiology 2007年3月11日 沖縄