

[課程-2]

審査の結果の要旨

氏名 竹内 大吾

本研究は大脳側頭葉の皮質層間の機能的結合が視覚及び記憶の情報処理において果たす機能を明らかにするために、対連合記憶課題遂行中のマカクサルを用いて電気生理学的手法により異なる皮質層間での神経活動の伝播方向を同定することを試みた。まず、2頭のサルに対連合記憶課題を学習させた。次いでこの課題を遂行中のサルの側頭葉皮質（傍嗅皮質）の全ての層から、縦列型多点電極を用いて同時に神経活動を記録した。各電極チャンネルから記録された局所電場電位から電流源密度を求め、反応潜時最小の電流吸い込みが生じるチャンネルを同定することにより皮質内の顆粒細胞層（G）の位置を同定し、これを基準にして上顆粒細胞層（SG）、下顆粒細胞層（IG）の位置を決定した。次いで、相互相関解析を用いて異なる皮質層（G, SG, IG）間での神経信号の流れの向きを異なる課題期間ごとに推定した。具体的には、機能的結合の向きを定量化するために各ユニットペアの相互相関関数に対して Asymmetry Index (AI) を定義し、このインデックスの分布の偏りを調べた。これらの実験の結果、下記の結果を得た。

1. 組織学的検索により電流源密度解析による皮質層の推定精度を評価した結果、潜時最小の電流吸い込み位置の、組織切片上の顆粒細胞層の中央点からの変位は平均 $64\ \mu\text{m}$ （顆粒細胞層の厚さの 32%）、標準偏差 $40\ \mu\text{m}$ （同 20%）であった。この値は電極の最小チャンネル間距離を下回っており、第一次感覚野における過去の研究から確立している電流源密度解析を用いた皮質層の推定が、連合野である側頭葉皮質においても十分な精度をもって適用可能であることが示された。

2. G-SG ペアでは、視覚刺激提示期間において AI の分布はフィードフォワード方向すなわち G から SG の方向へ有意な偏りを示した。一方遅延期間では AI の分布に有意な偏りは認められなかった。G-IG ペアについてはいずれの期間においても結合の向きに有意な偏りは認められなかった。

3. SG-IG ペアにおいては、視覚刺激提示期間においては AI の分布は SG から IG の方向へ有意な偏りを示した。G-SG ペアの結果と合わせ、刺激提示期間には顆粒細胞層→上顆粒細胞層→下顆粒細胞層の向きに信号が伝播することが明らかになった。これは第一次視覚野において従来知られているフィードフォワード的な情報処理の流れと一致している。

4. SG-IG ペアにおいて、遅延期間での機能的結合の向きを解析したところ、AI は視覚刺

激提示期間とは逆に、IG から SG の方向へと有意な偏りを生じ、フィードバック的な神経活動の伝播を示唆した。

5. IG 内部における神経活動の伝播方向を解析したところ、視覚刺激提示期間には伝播方向に有意な偏りが見られなかったのに対して、遅延期間においては、IG 内での信号伝播の向きに、表層側から深層側への偏りが認められた。

以上、本論文は霊長類の大脳側頭葉において、電気生理学的手法による神経活動の相互相関解析を行うことにより、視覚及び記憶の情報処理において皮質層間での神経信号の流れの向きが柔軟に切り替わることを明らかにした。本研究は霊長類の大脳連合野における長期記憶に関わる神経回路のダイナミクスの解明に向けて重要な貢献をなすと考えられ、学位の授与に値するものと考えられる。