2P213

膜電位感受性色素を用いたサルTE野における大脳皮質の活動の実時間イメージング

○本間 良太、谷藤 学 (理研・BSI・脳統合機能)

サルの下側頭葉皮質TE野は視覚情報処理のうち、物体の形状認識の最終段階を担うとされている。TE野の神経細胞は中程度に複雑な物体の図形特徴を最適刺激とし、互いに似た図形特徴を最適刺激とする神経細胞が0.5mm四方程度の領域(カラム)を単位として集積していることが、これまでに電気生理学の実験及び内因性光信号によるイメージングによって明らかになってきた。内因性光信号は現象論的に活動電位と高い相関を示すことが分かっており、そのイメージングは神経活動の空間パターンを観測する優れた方法であるが、信号源が不明確であることと神経活動の時間変化に関する情報を得られない点が問題点としてあげられる。そこで、本研究では高速応答型の膜電位感受性色素を用いて5ミリ秒の時間分解能で大脳皮質の膜電位分布を直接イメージングした。膜電位感受性色素からの信号は膜電位にほぼ比例しているため活動電位とシナプス電位の両方の成分を含んでいると考えられる。実験は麻酔下にあるサルのTE野を露出し膜電位感受性色素で1時間染色した後、視覚刺激を提示した時の色素の蛍光強度変化を皮質の4mm×3mmの領域について90×60画素の空間分解能で高速CCDカメラにより記録した。視覚刺激としては、サル・ヒトの顔、動物、果物などの画像を用いた。いくつかの視覚刺激に対して選択的に脱分極を示す蛍光強度の変化が観測され、その反応潜時は180-200ミリ秒であった。脱分極性応答の空間パターンはカラムサイズの領域には局在せずより広範囲に分布し、カラムサイズのパッチ状に応答の現れる内因性光信号の場合の空間パターンとは異なる分布を示した。内因性光信号の分布が活動電位の分布と対応していることを考えると、膜電位感受性色素の広範囲にわたる応答はシナプス電位に対応しており、その空間パターンはシナプス入力分布を表していると考えられる。

R.Homma and M.Tanifuji : Real-time Optical Imaging of Cortical Activity with Voltage-sensitive Dyes in Macaque Area TE

2P215

ネコの第1視覚野における機能的OCT信号と方位選択性マップの比較

○Rajagopalan Uma Maheswari¹、門野 博史²、谷藤 学¹ (¹理研・脳科学、²埼玉大・院理工)

We demonstrated the potential of Optical Coherence Tomography (OCT) in functional imaging of brain with a fiber based Mach-Zehnder type interferometer using a broad band source having a mean wavelength 1310nm¹. Here, we demonstrate comparison of fOCT and optical intrinsic signal. Experiment was performed on an anesthetized animal visual cortex. Visual stimulation was given to the animal to evoke neural activities. Fig. 1 shows the optical intrinsic signal image (OISI) and fOCT signal as a function of cortical depth obtained from a site enclosed in the circle of OISI image coinciding with the horizontal column. For horizontal grating fOCT signal is strong against other orientations correlating well with OISI image. Beyond 0.15mm depth corresponding to layer 2,3 consisting mainly of orientation selective cells shows orientation preference. Acknowledgements to H. Takaoka of Olympus co.

1. R.Uma Maheswari et.al. 第38生物物理学会講演予稿集,1G-1730,p.S56(2000).

Fig.1 Correlation between intrinsic (left) and differential OCT signal (right) for horizontal and vertical grating stimuli. Circle indicates the site of OCT scan. H,V,R and L represent horizontal, vertical, right diagonal and left diagonal grating stimuli, respectively. In OISI image, gray and dark correspond to horizontal and vertical grating, respectively.

R. Uma Maheswari, H. Kadono, M. Tanifuji : Comparison of functional OCT signals with the orientation map in cat visual cortex

2P214

内因性信号のイメージングにより調べた神経活動依存的な局所血流量変化の空間分解能

○福田 光洋、Rajagopalan Uma Maheswari、本間 良太、松元 まどか、西崎 誠、谷藤 学 (理研・BSI・脳統合機能)

<目的> PETやfMRIとともに内因性信号による脳の神経活動のイメージングは、神経活動に依存して変化する局所血流量を主に利用している。しかし、局所血流量変化によってどの程度までの神経活動の局在を調べることができるかは、明らかではない。我々は、PETやfMRIと比べて高い空間分解能(100マイクロメートル以下)をもつ内因性信号のイメージングによって、500マイクロメートル以下の神経活動の局在を可視化できるかを調べた。<方法> 内因性信号は、麻酔非動化したネコの視覚野から3波長で同時に記録した。局所血流量変化が、500マイクロメートル以下の神経活動の局在を可視化できるかどうかは、このスケールに相当する視覚野の方位選択性コラムが、以下の3つの方法で得られるかどうかにより評価した。1)ヘモグロビンの等吸収点の波長(569nm)による内因性信号2)内因性信号の分光学的解析から得た総ヘモグロビン量に比例する量。3)血管内に投与した色素の光の吸収変化<結果・考察> 方位選択性コラムを569nmで記録した内因性信号で可視化することができた。569nmはヘモグロビンの等吸収点の波長にあたるので、この波長で記録した内因性信号は、総ヘモグロビン量を反映すると考えられる。この結果から予想されるように分光学的解析により得た総ヘモグロビン量によっても同様に方位選択性コラムを可視化できた。これらふたつの方法により得た方位選択性コラムの空間パターンは同じであった。さらに、画像化した方位選択性コラムの空間パターンのコントラストは、血管内に投与した色素の吸収により増大した。このことは、コラム内に限局した局所血流量変化が生じていることを示している。異なる方位選択性コラム間の間隔を考慮すると、局所血流量変化は毛細血管によって制御されていると考えられる。

M. Fukuda, Uma Rajagopalan, R. Homma, M. Matsumoto and M. Nishizaki and M. Tanifuji : Spatial precision of activity-dependent blood volume changes studied by intrinsic signal imaging

2P216

下側頭葉皮質における機能的カラム間の解剖学的な水平結合

○李 紅、山根 ゆか子、ロックランド キヤサリン、谷藤 学 (理化学研究所脳科学総合研究センター)

Inferotemporal cortex (IT), the final stage of the ventral visual cortical pathway, has a modular organization with horizontally connected columnar structures. Neurons in the columns are reported to have similar visual stimulus selectivity (Fujita et al., 1992); and optical imaging of the intrinsic signal shows that visual features produce discrete activity spots in IT (Wang et al., 1996). To clarify the anatomical substrate(s) of the optically obtained spots, we made tracer injections after optical imaging and unit recording. Optical imaging was carried out in the anterior part of IT in anesthetized monkeys while monkeys were monocularly stimulated with pictures of natural objects. In the most successful experiment, three commonly activated spots were identified, and subsequently confirmed by single unit recording. BDA was injected into one of the spots after unit recording. Histological processing revealed a dense pattern of intrinsic connections, with direct connections from the injected spot to the two other spots that were activated by the same feature. Selective axon reconstruction shows two axons converging on one spot and four axons on the second after taking different trajectories to the injected spot. Retrogradely labeled neurons were charted by layer, but no particular accumulation was found in relation to the activated spots. The results suggest that these specific patterns of intrinsic connections may carry an attribute common among the spots and help in shaping visual features represented by the spots.

H. B. Li, Y. Yamane, K. S. Rockland and M. Tanifuji : Clustered horizontal connections serve as the anatomical basis for the functional columns in the inferotemporal cortex