

機関番号：13101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21700442

研究課題名(和文) 複数機能モジュールによる物体の視覚表現メカニズムの解明

研究課題名(英文) Revealing visual representation mechanism of objects by multiple functional modules

研究代表者

宮川 尚久 (MIYAKAWA NAOHISA)

新潟大学・医歯学系・特任助教

研究者番号：60415312

研究成果の概要(和文)：

微小針電極や光ファイバーを間に貫通させることが可能なメッシュ状の皮質脳波計測法(ECoG)用電極を東京大学工学部と共同で開発した。ECoG用電極の間に微小電極を複数貫通させてサルの下側頭葉に埋め込み、注視課題中の視覚応答の同時計測を行った。それぞれの記録を用いてデコーディング解析を試み、顔情報(視覚刺激が顔画像であるか否か)から、顔の視角度(正面顔であるか左右側面であるか)や動物種(サルであるかヒトであるか)などの比較的細かな情報まで、ほぼ同程度成績で読み出すことができた。ECoG電極で微小電極アレイと同等の視覚情報が読み出せること、また大脳皮質の機能を損なわずECoG電極の隙間よりを複数の微小プローブが刺入可能なことが確認された。大脳皮質において光遺伝学的手法を用いた多点刺激系と多点電気生理学的記録系の組み合わせへの応用に有意義な成果を得た。

研究成果の概要(英文)：

I developed a mesh-shaped electrode array for electrocorticogram recording with openings for small probes, such as microelectrode and optical fiber, to pass through in collaboration with a group lead by Dr. Suzuki at University of Tokyo. I implanted this ECoG array together with a penetrating microelectrode array into the macaque IT cortex, and simultaneously recorded visually evoked cortical potential and unit activities while the monkey performed a fixation task. Decoding analysis showed that classification of the stimulus category, such as face, facial view and species could be performed with similar performance level from both ECoG and multi-site unit recording. This result also indicated that postoperative penetration of multiple fine probes into the cerebral cortex from ECoG windows applicable without major damage to the cortical function. This result suggests promising application to simultaneous conduction of multisite stimulation with ontogenetic tools, such as channel-rhodopsin, and multi-site electrophysiological recording from behaving primate visual cortices.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：神経科学 ・ 神経・筋肉生理学

キーワード：①システム神経生理 ②ニューロインフォマティクス ③脳・神経 ④画像、文章、音声等認識 ⑤リモートセンシング ⑥生体生命情報学

1. 研究開始当初の背景

サルの下側頭葉 TE 野は物体認知に関わる高次視覚野である。この領域で特定の物体特徴に反応する機能モジュールの組み合わせが、高次視覚野における物体表現の実体であるという説が提唱されている(Tsunoda ら 2001)。しかし、刺激実験や破壊実験などによりこの説を直接検証する研究は未だ行われていない。

代表者は数年来埋込型多電極アレイを用いた慢性記録実験に携わっている。埋込型電極のメリットとして記録のみならず長期にわたる電気刺激実験を行えることがある。代表者はこの慢性多点記録実験系を高次視覚野における多点パターン刺激の実験系に拡張し、機能モジュールの組み合わせによる物体表現と視覚認知の因果関係を実験的に検証するという着想を得た。

2. 研究の目的

本研究においては、覚醒下のサルで分散的な賦活化を行うための多点刺激系と、刺激中の神経活動を計測するための多点電気生理学的記録法の開発を主目的とした。代表者が課題採択後に移った研究室では、微小電気刺激よりも高時間・空間分解能で神経細胞の膜電位を操作できる、チャンネルロドプシンによる光刺激の実験系の導入を進めている。本研究もこの光刺激系による実施を念頭においた刺激/記録系の導入を目指した。

3. 研究の方法

1) サル下側頭葉に埋め込んだ様々な微小針電極アレイから視覚応答を計測し、複数の領域における神経活動の組み合わせから、実際に観察している画像のカテゴリ表現を読み出せるか検証した。

2) 光刺激実験系を導入するにあたり刺激プローブを微小針電極から光ファイバーに変更する必要があるが、皮質活動の電気生理学的記録手段が無くなってしまっているので、代替手段として光ファイバーを間に贯通させることが可能なメッシュ状で、かつ大部分が光を透過するパリレン製の皮質脳波計測法 (ECoG) 用電極の開発を行った。光ファイバーの代わりに微小電極アレイをこのパリレン ECoG 電極と組み合わせ、ECoG 測定システムとプローブ刺入を組み合わせた実験系の評価を行った。

3) また ECoG と微小電極からの多点ユニット記録を比較し、ECoG 皮質応答がどの程度細かいレベルでの視覚応答を記録できるか検証した。

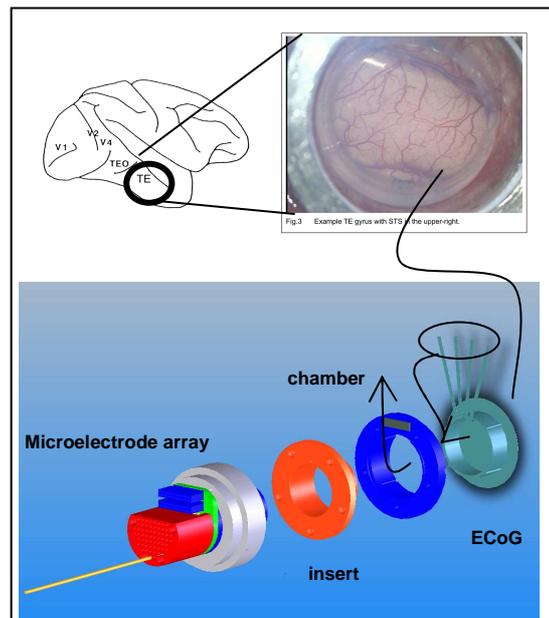
4. 研究成果

1) 顔画像を注視しているサル下側頭葉より埋め込み型多点微小電極アレイを用いて神経細胞の視覚応答を記録し、複数の神経細胞の応答の組み合わせから注視中の顔画像の個体および角度を有意に読み出すことに成功した(日本神経科学学会において 2009 年に発表)。

また、硬膜内に完全に埋め込む型の高密度慢性記録微小電極アレイを、マカクサル下側頭葉に留置し、数ヶ月にわたり神経細胞からの視覚応答を記録することに成功した(日本神経科学学会および北米神経科学学会にて 2009 年に発表)。

2) 厚さ 20 ミクロンの透明パリレン皮質脳波電極をマカクサル下側頭葉に埋め込む手術法を確立した (Matsuo et al., *Frontiers in Systems Neuroscience*, in press)。

また、微小電極アレイとメッシュ型で透明なパリレン皮質脳波電極を組み合わせ、マカクサル下側頭葉大脳皮質に埋め込み、長期に渡る視覚応答を計測した(図 1)。



(図 1) 上図は、電極を埋め込んだ位置と脳表の写真。下の図は ECoG と微小電極アレイを組み合わせた模式図。

「ECoG 電極で顔に強く応答する領域では、ユニットも顔に強く応答した(図 2)。

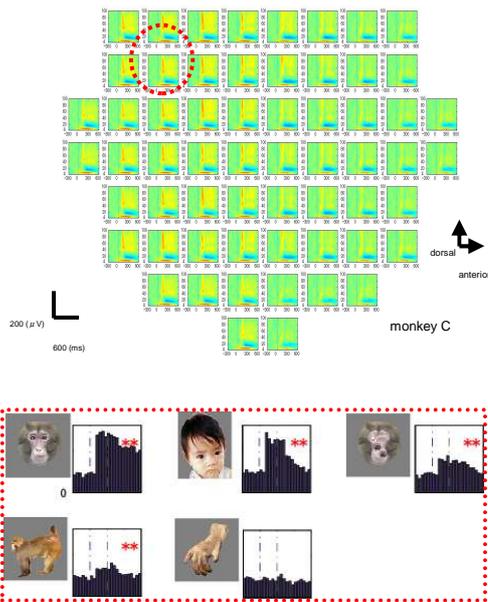


図2) 上の図は、ECoGで記録した顔の刺激に対する皮質の視覚応答。周波数解析したものを表示している。赤い点線で示した部位に刺入した微小電極より計測したマルチユニットの視覚応答を下図にしめす。

3) 顔や体などのカテゴリーに属する刺激からのECoG応答は、応答空間内でクラスターを生じていた(図3)。

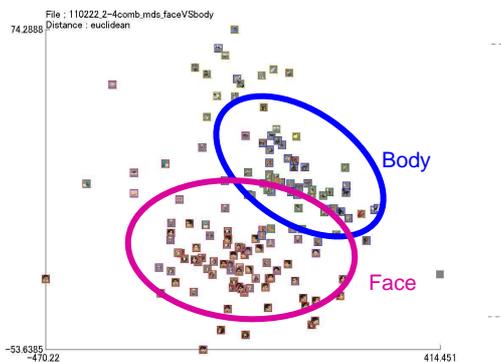


図3) Multidimensional Scalingを用い、ECoG応答空間内で書く刺激画像に対する応答を2次元にプロットした。応答パターンが似ているものは近くにプロットされる。

また、Decoding解析では、顔であるか否かの情報は、ユニット記録よりECoG記録でより正確に読み出すことが出来た(図4)。これらの結果は2011年日本生理学会にて発表。

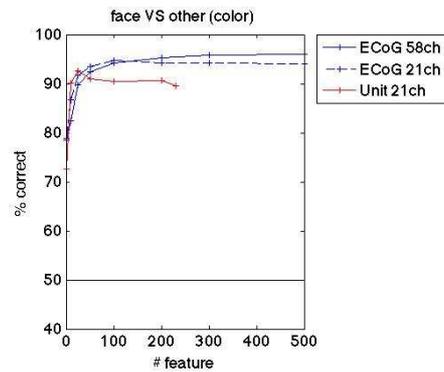


図4) 横軸がdecodingに使用したfeature数、縦軸がDecoding成績。赤線がユニット、青線がECoG由来のデータ。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計1件)

Matsuo T, Kawasaki K, Osada T, Sawahata H, Suzuki T, Shibata M, Miyakawa N, Nakahara K, Iijima A, Sato N, Kawai K, Saito N, Hasegawa I

Intracal electrocortigraphy in macaque monkeys with minimally invasive neurosurgical protocols.

Frontiers in Systems Neuroscience, in press

[学会発表] (計5件)

① Miyakawa N, Hayashi R, Tanifuji M
Face identity decoding by population activity in macaque inferotemporal cortex face-selective region.

Neuroscience Res Suppl. 65, S205-S206, Sep. 18 2009, (Nagoya Japan)

② Hayashi R, Miyakawa N, Tanifuji M
Recording multiple neural activities from the inferior temporal cortex using a chronically implanted micro-electrode array.

Neuroscience Res Suppl. 65, S251, Sep. 16 2009, (Nagoya Japan)

③ Hayashi R, Miyakawa N, Tanifuji M.
Object-selective spike activities simultaneously recorded from multiple neurons in the inferior temporal cortex using a floating microelectrode array.

Soc Neurosci Abstr 35, Oct. 18 2009, (Chicago USA)

④ Matsuo T, Kawasaki K, Sawahata H, Shibata M, Miyakawa N, Kawai K, Sato N, Saito N, Nakahara K, Suzuki T, Hasegawa

I. Minimally invasive surgical procedures for intrasulcal electrocorticography in macaques, *Soc Neurosci Abstr* 36, Nov 16 2010, (San Diego USA)

⑤Miyakawa N, Sawahata H, Majima K, Kawasaki K, Matsuo T, Kotake N, Kamitani Y, Suzuki T, Hasegawa I
Category mapping of macaque anterior IT cortex using electrocorticogram (ECoG) array.

Physiol Soc of Japan Abstr, 88, Online presentation, 2011

(This meeting was held only online due to the earthquake/tsunami in Tohoku, Japan)

〔図書〕 (計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宮川 尚久 (MIYAKAWA NAOHISA)

新潟大学・医歯学系・特任助教

研究者番号：60415312

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし