

平成23年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号

1

4

6

0

3

2. 研究機関名

奈良先端科学技術大学院大学

3. 研究種目名

特別研究員奨励費

4. 研究期間

平成23年度～平成24年度

5. 課題番号

2

3

・

1

0

8

6

0

6. 研究課題名

脳神経活動計測のための多機能イメージセンサの開発

7. 研究代表者

研究者番号								研究代表者名		所属部局名				職名	
								なかじま	あらた	物質創成科学研究科				特別研究員 (DC2)	
								中島	新						

8. 研究分担者(所属研究機関名については、研究代表者の所属研究機関と異なる場合のみ記入すること。)

研究者番号								研究分担者名		所属研究機関名・部局名				職名	

9. 研究実績の概要

下欄には、当該年度に実施した研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、交付申請書に記載した「研究の目的」、「研究実施計画」に照らし、600字～800字で、できるだけ分かりやすく記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

高次な脳活動の情報処理機構を明らかにするためには、機械学習モデル、神経科学の知見、そして計測技術の発展が重要な役割を果たすと考えられている。本研究では脳の情報処理を理解するための一般的枠組みとして、大脳皮質の神経回路モデルである階層時間記憶モデル[1]を支持しており、生物実験によってこのモデルを検証するための方法論を模索・検討している。特に大脳皮質のように微細な神経素子が大規模な集合体を形成している構造物に対しては、光を利用した神経インターフェイスを構築する事が有用であると考えている。本年度の研究実施計画では、こうした光神経インターフェイスを構築する取組みとして、イメージング法や従来手法である電気生理学的手法、また近年注目されている遺伝子工学を用いた光遺伝学を組み合わせた多機能光電子デバイスの作製を目標とした。

具体的にはComplementary Metal Oxide Semiconductor (CMOS) イメージセンサを使った生体組織の透過光イメージング、多点電極アレイを用いた細胞外電位計測、及び発光素子であるLight Emitting Diode (LED) アレイを用いた多点光刺激の複数の機能をマイクロチップ上に統合し、インターフェイスデバイスの機能評価と生体組織を用いた基礎的な機能検証を行った。試作したデバイスは多点電極アレイのガラス基板の裏面にLEDアレイ一体型CMOSイメージセンサを搭載する構造とした。画像取得及びLEDアレイを用いたパターン光刺激はCMOSセンサ上の駆動回路で制御する。デバイスの機能検証ではイメージングの空間分解能が50 μm以上で、神経組織の形態観察が可能である事を明らかにした。また組織切片の任意の細胞層上にマイクロLEDで刺激光を照射する事が出来た。発光パワーは1.3 mW以上であり、照射範囲は0.36 mm²であった。これらの成果は神経科学への貢献だけでなく神経補綴デバイス等臨床応用にも発展が期待出来る。[1] D. George, J. Hawkins, PloS Comput. Biol.5, (2009)

10. キーワード

- (1) CMOS イメージセンサ
- (2) マイクロ LED アレイ
- (3) 多点電極アレイ
- (4) 光遺伝学
- (5) in vitro 電気生理
- (6) チャネルロドプシン2
- (7) 神経組織形態観察
- (8) 神経活動光制御

下欄には、交付申請書に記載した「研究の目的」の達成度について、以下の区分により自己点検による評価を行い、その理由を簡潔に記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

＜区分＞①当初の計画以上に進展している。 ②おおむね順調に進展している。 ③やや遅れている。 ④遅れている。

(理由) 交付申請書に記載した研究目的では、主にマウス大脳皮質の局所回路において、脳表におけるコンタクトイメージング、多点での細胞外電位計測と光制御を可能とするデバイスを提案し、その作製と基礎的な機能評価および生体サンプルを用いた機能実証を目標とした。これまでに CMOS イメージセンサの試作、デバイス実装、イメージング、電位計測、光照射の機能に関する基礎評価とマウス神経組織切片を用いた機能実証が達成された。

本研究課題の今後の推進方策について簡潔に記述すること。研究計画の変更あるいは研究を遂行する上での問題点があれば、その対応策なども記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

著 者 名	論 文 標 題									
Arata Nakajima, Hiroshi Kimura, Yosmongkol Sawadsaringkarn, Yasuyo Maezawa, Takuma Kobayashi, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Yasuyuki Ishikawa, Sadao Shiosaka, and Jun Ohta	CMOS Image Sensor Integrated with Micro-LED and Multielectrode Arrays for the Patterned Photostimulation and Multichannel Recording of Neuronal Tissue									
雑 誌 名	査読の有無	巻	発 行 年				最初と最後の頁			
Optics Express	有	20	2	0	1	2	6097-6108			
掲載論文の DOI (デジタルオブジェクト識別子)										
10.1364/OE.20.006097										

〔学会発表〕計（ 1 ）件 うち招待講演 計（0）件

発 表 者 名	発 表 標 題		
Arata Nakajima, Takuma Kobayashi, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Yasuyuki Ishikawa, Sadao Shiosaka, Jun Ohta	A novel CMOS image sensor with on-chip micro LED array for spatiotemporally controlled light stimulation and on-chip imaging of a neuronal tissue		
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
International Conference on Solid State Devices and Materials	2011年9月28日	名古屋 ウィンクあいち	

〔図 書〕 計（ 0 ）件

著 者 名	出 版 社			
書 名				総ページ数

14. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出 願〕 計（ 0 ）件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

〔取 得〕 計（ 0 ）件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別
				出願年月日	

15. 備考

※ 研究者又は所属研究機関が作成した研究内容又は研究成果に関するwebページがある場合は、URLを記載すること。

--