

様 式 C - 7 - 1

平成 2 8 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 基盤研究(A) (一般) 4. 研究期間 平成 2 6 年度 ~ 平成 2 9 年度
5. 課題番号

2	6	2	4	9	0	5	1
---	---	---	---	---	---	---	---
6. 研究課題名 脳内双方向通信マイクロフォトニックデバイスの研究

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
8 0 3 0 4 1 6 1	オオタ ジュン 太田 淳	物質創成科学研究科	教授

8. 研究分担者

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
8 0 4 3 7 5 1 6	タムラ ヒデキ 田村 英紀	星薬科大学・先端生命科学研究所	特任准教授

9. 研究実績の概要

<p>(1) 埋植デバイス高性能化：ChR2 を導入した遺伝子改変マウスを用いた光刺激と光受信（蛍光検出）の双方向通信を実現した。更に長期埋植に関するデータを解析し、埋植によるダメージの低減を図り3か月の長期埋植を実現した。光刺激チップについても昨年度施策したチップの基本的な動作実験等を実施するとともに、光刺激と蛍光計測と更に電気計測を実現できるチップの検討を行った。</p> <p>(2) ネットワーク回路との双方向通信：前年度に引き続き複数部位における神経活動の解析を行い、ネットワーク回路としての特性を評価した。GAD67遺伝子改変マウスとTH遺伝子改変マウスを用いることによりアルコール導入による扁桃体、側坐核、VTAでのGABAやドーパミンの発現をマイクロフォトニックデバイスにより計測し、更に扁桃体と側坐核の2か所での同時計測に成功した。アルコール摂取をさせた直後と長期化摂取してアルコール依存症となった場合とでのこれらの部位での応答の違いの計測にも成功した。この結果は本センサが報酬系におけるネットワーク形態の計測に用いることができることを示している。</p> <p>(3) 生体外通信方式：前年度から引き続き光による生体外通信方式について検討を進め、パルス幅変調方式を用いることで、高性能化と小型化を実現するとともに、テトラゲルファイバを用いた光通信についても検討を行い、実際にマウスを用いた画像伝送実験に成功した。またRF無線通信を実現するチップの設計も行った。</p>

10. キーワード

(1) 生体内埋植デバイス	(2) CMOSイメージセンサ	(3) 光遺伝学	(4)
(5)	(6)	(7)	(8)

11. 現在までの進捗状況

(区分)(2) おおむね順調に進展している。

(理由)

当初予定の3つの項目，1．埋植デバイス高性能化，2．ネットワーク回路との双方向通信，3．生体外通信方式の各項目について，当初の計画に沿った内容の成果を得る事が出来たため．なお生体外通信方式は，当初の計画になかったRFではなく光で行うことを進めているが，同様な公開を発揮する方式であり問題ないと判断している．またRF方式も同時に研究を進めており，これらから判断して順調に進展していると判断する．

12. 今後の研究の推進方策

(今後の推進方策)

(1) 埋植デバイス高性能化：前年度実施した光電子双方向通信について特性改良を行い，デバイスとしての完成度を上げていく．特に引き続き低消費電力化に考慮した回路設計等を実施していく．マイクロフォトニックデバイスの最終形態を仕上げていく．光電気刺激機能集積化チップと刺激機能を別チップとした2種類のアプローチを継続し，実現可能性の検討を行う．
 (2) ネットワーク回路との双方向通信：前年度に引き続き複数部位における神経活動の解析を行い，ネットワーク回路としての特性を評価する．
 (3) 生体外通信方式：前年度開発したマウス搭載可能な小型・軽量の無線システムの完成を目指して引き続き実験を行う．無線電力システムを引き続き検討し，ラットへの搭載を行うなど基礎的な実験を開始する．無線電力供給システムは，ボタン電池等をマウスに搭載し，自由行動を妨げないようなシステムを構築する．

13. 研究発表 (平成 28 年度の研究成果)

〔雑誌論文〕 計 (4) 件 / うち査読付論文 計 (4) 件 / うち国際共著論文 計 (1) 件 / うちオープンアクセス 計 (2) 件

著 者 名		論 文 標 題				
Makito Haruta, Naoya Kamiyama, Shun Nakajima, Mayumi Motoyama, Mamiko Kawahara, Yasumi Ohta, Atsushi Yamasaki, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Yasuyuki Ishikawa, Takashi Tokuda, Hitoshi Hashimoto, Jun Ohta		Implantable optogenetic device with CMOS IC technology for simultaneous optical measurement and stimulation				
雑 誌 名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Japanese Journal of Applied Physics	有	56	2 0 1 7	057001-1-7	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.7567/JJAP.56.057001						
オープンアクセス						
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難						

著 者 名		論 文 標 題				
Jun Ohta, Yasumi Ohta, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Makito Haruta, Takuma Kobayashi, Yasemin M. Akay, Metin Akay		Implantable Microimaging Device for Observing Brain Activities of Rodents				
雑 誌 名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Proceedings of the IEEE	有	105	2 0 1 7	158-166	該当する	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1109/JPROC.2016.2585585						
オープンアクセス						
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難						

著 者 名		論 文 標 題				
Hiroaki Takehara, Hajime Hayami, Kengo Nagata, Yasumi Ohta, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Jun Ohta		Implantable micro-sized image sensor for data transmission with intravital optical communication				
雑 誌 名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
The Journal of Engineering	有	-	2 0 1 6	1-3	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1049/joe.2016.0311						
オープンアクセス						
オープンアクセスとしている (また、その予定である)						

(課題番号: 26249051)

(注) ・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

(3 / 10)

著 者 名		論 文 標 題				
Anek Wuthayavanich, Makito Haruta, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, and Jun Ohta		Miniature Imaging Device with a Portable Processing System for Fluorescence Detection of Nitric Oxide in Living Cells				
雑 誌 名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Sensors and Materials	有	28	2 0 1 6	1317-1327	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.18494/SAM.2016.1293						
オープンアクセス						
オープンアクセスとしている (また、その予定である)						

〔学会発表〕 計 (2 0) 件 / うち招待講演 計 (7) 件 / うち国際学会 計 (6) 件

発 表 者 名		発 表 標 題	
藤本 光輝、春田 牧人、野田 俊彦、笹川 清隆、徳田 崇、太田 淳		干渉フィルタを搭載した生体埋植型蛍光観察用デバイス用LED光源	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
第64回応用物理学会春季学術講演会	2017年03月14日	パシフィコ横浜 神奈川県 横浜市	

発 表 者 名		発 表 標 題	
白石 愛香里、須永 圭紀、山浦 洋、藤本 光輝、春田 牧人、野田 俊彦、笹川 清隆、徳田 崇、吉村 由美子、太田 淳		微弱蛍光計測に向けた埋植型CMOSイメージングデバイスの作製と評価	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
第64回応用物理学会春季学術講演会	2017年03月14日	パシフィコ横浜 神奈川県 横浜市	

発 表 者 名		発 表 標 題	
速水 一、春田 牧人、野田 俊彦、笹川 清隆、徳田 崇、太田 淳		非拘束リアルタイム脳機能計測に向けた埋植型多点撮像デバイス	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
第64回応用物理学会春季学術講演会	2017年03月14日	パシフィコ横浜 神奈川県 横浜市	

(課題番号 : 26249051)

(注) ・印刷に当たっては、A 4 判 (縦長) ・両面印刷すること。

(4 / 10)

発表者名	発表標 題	
太田淳	生体内埋植 CMOS デバイスを用いた生体機能の光による計測と操作	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本学術振興会先端ナノデバイス・材料テクノロジー第151委員会（招待講演）	2017年03月02日	LiSE 川崎生命科学・環境研究センター 神奈川県 川崎市

発表者名	発表標 題	
太田 淳	光電子デバイス技術による生体機能の計測と操作	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
計測自動制御学会 ライフエンジニアリング部門シンポジウム2016（招待講演）	2016年11月04日	大阪国際交流センター 大阪府大阪市

発表者名	発表標 題	
太田 淳	バイオ医療分野における半導体デバイスの役割と今後の展開	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
DAシンポジウム2016（招待講演）	2016年09月16日	山代温泉 ゆのくに天祥 石川県加賀市

発表者名	発表標 題	
桂木 優治, 速水 一, 竹原宏明, 野田 俊彦, 笹川 清隆, 徳田 崇, 太田 淳	ハイドロゲル光導波路の開発と生体内光通信への応用	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第77回応用物理学会秋季学術講演会	2016年09月16日	朱鷺メッセ 新潟県新潟市

発表者名	発表標 題	
太田 淳	埋植型光電子デバイスのバイオ医療への応用	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第77回応用物理学会秋季学術講演会（招待講演）	2016年09月15日	朱鷺メッセ 新潟県新潟市

発表者名	発表標 題	
速水 一，竹原 宏明，野田 俊彦，笹川 清隆，徳田 崇，太田 淳	生体内通信により画像伝送が可能な埋植型多点撮像デバイス	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
電気学会E部門フィジカルセンサ/バイオ・マイクロシステム合同研究会	2016年08月10日	機械振興会館 東京都港区

発表者名	発表標 題	
山口 貴大，須永 圭紀，春田 牧人，竹原 宏明，野田 俊彦，笹川 清隆，徳田 崇，太田 淳	生体埋植用イメージングシステムに向けたフレキシブルデバイス	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
電気学会E部門フィジカルセンサ/バイオ・マイクロシステム合同研究会	2016年08月10日	機械振興会館 東京都港区

発表者名	発表標 題	
竹原 宏明，桂木 優治，速水 一，野田 俊彦，笹川 清隆，徳田 崇，太田 淳	ハイドロゲル製ファイバと埋植型LSIチップを用いた生体内光通信技術	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
電気学会 E部門総合研究会	2016年06月29日	金沢市文化ホール 石川県金沢市

発表者名	発表標 題	
須永 圭紀 春田 牧人 山口 貴大 桂木 優治 竹原 宏明 野田 俊彦 笹川 清隆 徳田 崇 太田 淳	埋植型イメージングデバイスの高画質化に向けた光学系の改善	
学会等名	発表年月日	発表場所
LSIとシステムのワークショップ2016	2016年05月17日	東京大学 生産技術研究所 東京都目黒区

発表者名	発表標 題	
山口 貴大, 須永 圭紀, 春田 牧人, 竹原 宏明, 野田 俊彦, 笹川 清隆, 徳田 崇, 太田 淳	ブレイン・マシン・インターフェースに向けたフレキシブルデバイス	
学会等名	発表年月日	発表場所
LSIとシステムのワークショップ2016	2016年05月17日	東京大学 生産技術研究所 東京都目黒区

発表者名	発表標 題	
速水 一, 竹原 宏明, 野田 俊彦, 笹川 清隆, 徳田 崇, 太田 淳	完全埋植型PWM出力イメージセンサによる生体内多点撮像システム	
学会等名	発表年月日	発表場所
LSIとシステムのワークショップ2016	2016年05月17日	東京大学 生産技術研究所 東京都目黒区

発表者名	発表標 題	
Jun Ohta	Implantable optoelectronic devices for controlling and measuring biological functions	
学会等名	発表年月日	発表場所
The 8th ME13 Center International Symposium (招待講演) (国際学会)	2017年03月01日	Center of Medical Innovation and Translational Research Building, Suita Osaka

発表者名	発表標 題	
Hajime Hayami, Makito Haruta, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Jun Ohta	Multi-area Imaging Device by Using Implantable Image Sensors for Simple Brain Functional Imaging	
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所
2016 GLOBAL RESEARCH EFFORTS ON ENERGY AND NANOMATERIALS (国際学会)	2016年12月24日	GIS TAIPEI TECH Convention Center, Taipei, Taiwan

発表者名	発表標 題	
Takahiro Yamaguchi, Yoshinori Sunaga, Makito Haruta, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, and Jun Ohta	A packaging method for an implantable brain-machine interface device with a thin film substrate	
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所
5th International Conference on BioSensors, BioElectronics, BioMedical Devices, BioMEMS/NEMS & Applications 2016 (Bio4Apps2016) (国際学会)	2016年12月14日	Griffith University, Queensland, Australia

発表者名	発表標 題	
Jun Ohta	Optical-based Technologies for Brain Imaging and Manipulation	
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所
The 2016 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC 2016) (招待講演) (国際学会)	2016年10月12日	Hotel Intercontinental Budapest, Budapest, Hungary

発表者名	発表標 題	
Kiyotaka Sasagawa, Takahiro Yamaguchi, Makito Haruta, Yoshinori Sunaga, Yasumi Ohta, Hironari Takehara, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Takashi Tokuda, Jun Ohta	An Implantable Needle Shape Image Sensor with an On-Chip Thinned LED	
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所
2016 International Conference on Solid State Devices and Materials(SSDM2016) (国際学会)	2016年09月28日	Tsukuba International Congress Center, Tsukuba, Ibaraki

発表者名	発表標題	
Jun Ohta	Micro-Optoelectronic Devices for Biomedical Applications	
学会等名	発表年月日	発表場所
2016 International Conference on Optical MEMS and Nanophotonics (招待講演)(国際学会)	2016年08月02日	National University of Singapore, Singapore, Singapore

〔図書〕 計(0)件

著者名	出版社		
書名	発行年	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. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計(0)件

国際研究集会名	開催年月日	開催場所

16. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

(1) 国際共同研究 : 国際共同研究である

共同研究相手国	相手方研究機関			
米国	ヒューストン大学	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	/	/	/	/

17. 備考