

様 式 C - 7 - 1

平成 2 6 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) 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・付置研究所	講師

9. 研究実績の概要

(1) 埋植デバイス高性能化：本年度はデバイスの低侵襲化に関する研究を開始した。脳深部への埋植用にデバイス全体の再設計を実施した。具体的にはVTAなどの深部埋植用として先端部にLEDを搭載しないデバイスの設計を行い、脳最深部での撮像に成功した。画素構造には4T-APS (active Pixel Sensor) 方式を導入することで高感度化を図ったセンサ設計を行った。また光学シミュレータを活用して蛍光励起用LEDの最適な配置場所を検討した。

(2) ネットワーク回路との双方向通信：本年度は、これまで開発を行ってきたマウス脳内埋植フォトリックデバイスを用いて、海馬より脳深部に位置する扁桃体や側座核への埋植を行い、GABAやドーパミン等神経伝達物質の活性の時空間的ダイナミクスを計測した。ネットワーク回路を形成している海馬と扁桃体への同時埋植を実施した。

(3) 生体外通信方式：本年度は、研究協力者のブライムテック荻原氏、中川氏のアドバイスを生体外通信方式に関する基本検討を実施した。

10. キーワード

(1) イメージセンサ	(2) 脳内埋植	(3) LED	(4) 蛍光
(5)	(6)	(7)	(8)

11. 現在までの達成度

(区分)(2) おおむね順調に進展している。

(理由)

本年度は以下を実施した。(1) 埋植デバイス高性能化：本年度はデバイスの低侵襲化に関する研究を開始し、脳深部への埋植用にデバイス全体の再設計を実施した。具体的にはVTAなどの深部埋植用として先端部にLEDを搭載しないデバイスの設計を行い、脳最深部での撮像に成功し、目的を達成した。画素構造には4T-APS (active Pixel Sensor) 方式を導入することで高感度化を図ったセンサ設計を行い、目的を達成した。また光学シミュレータを活用して蛍光励起用LEDの最適な配置場所を検討し、目的を達成した。(2) ネットワーク回路との双方向通信：本年度は、これまで開発を行ってきたマウス脳内埋植フォトニックデバイスを用いて、海馬より脳深部に位置する扁桃体や側座核への埋植を行い、GABAやドーパミン等神経伝達物質の活性の時空間的ダイナミクスの計測に成功し、目的を達成した。またネットワーク回路を形成している海馬と扁桃体への同時埋植を実施し、目的を達成した。(3) 生体外通信方式：本年度は、研究協力者のプライムテック荻原氏、中川氏のアドバイスを受け生体外通信方式に関する基本検討を実施し、当初の目的を達成した。以上により、概ね順調に進展していると判断した

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：デバイスの低侵襲化を引き続き行い、侵襲性を免疫染色等で評価する。また既に奈良先端大で導入している光応答膜タンパクであるChR2を導入した遺伝子改変マウスを用いて埋植デバイスによる神経細胞への光刺激を行う実験を開始する。光電気刺激可能な小型チップを設計する。光電気刺激機能はイメージングチップ上への集積化と別チップとするものを試作する。(2) ネットワーク回路との双方向通信：前年度に引き続き海馬と扁桃体など複数部位への埋植を行い、複数部位間の神経活動における関係性を評価する。GABA以外にドーパミンについても遺伝子改変マウスを用いて側座核等への埋植によりその活性を計測する。(3) 生体外通信方式：検討した方式を元に、RF通信系の設計・評価を開始する。

13.研究発表(平成26年度の研究成果)

(雑誌論文) 計(3)件 うち査読付論文 計(3)件

著 者 名		論 文 標 題			
Hiroaki Takehara, Yasumi Ohta, Mayumi Motoyama, Makito Haruta, Mizuki Nagasaki, Hironari Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Jun Ohta		Intravital fluorescence imaging of mouse brain using implantable semiconductor devices and epi-illumination of biological tissue			
雑 誌 名		査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Biomedical Optics Express		有	6	2 0 1 5	1553 1564
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					
10.1364/BOE.6.001553					

著 者 名		論 文 標 題			
Makito Haruta, Yoshinori Sunaga, Takahiro Yamaguchi, Hironari Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Jun Ohta		Intrinsic signal imaging of brain function using a small implantable CMOS imaging device			
雑 誌 名		査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Japanese Journal of Applied Physics		有	54	2 0 1 4	10-1 10-6
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					
10.7567/JJAP.54.04DL10					

著 者 名		論 文 標 題			
Hajime Hayami, Yoshiaki Ishii, Kiyotaka Sasagawa, Toshihiko Noda, Takashi Tokuda, Jun Ohta		'Digital signal transmission from fully implantable CMOS image sensor in simulated body environment			
雑 誌 名		査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Electronics Letters		有	50	2 0 1 4	851 853
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					
10.1049/el.2014.0765					

〔学会発表〕計(38)件 うち招待講演 計(15)件

発表者名	発表標題	
Takashi Tokuda, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Jun Ohta	Implantable bioimaging device based on CMOS image sensor technology	
学会等名	発表年月日	発表場所
2nd Asian Image Sensors and Imaging Systems Symposium (招待講演)	2014年12月02日～2014年12月03日	Tamachi Campus, Tokyo Institute of Technology, TOKYO, Japan

発表者名	発表標題	
Jun Ohta	CMOS Image Sensor Technologies in Biomedical Applications	
学会等名	発表年月日	発表場所
THE 21ST INTERNATIONAL DISPLAY WORKSHOPS(招待講演)	2014年12月03日～2014年12月05日	TOKI MESSE Niigata Convention Center, Niigata, JAPAN

発表者名	発表標題	
Makito Haruta, Shun Nakajima, Naoya Kamiyama, Hironari Takehara, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Juna Ohta	An implantable optogenetics device based on CMOS integrated circuit technology for a freely moving animal	
学会等名	発表年月日	発表場所
Neuroscience2014	2014年11月15日～2014年11月19日	the Walter E. Washington Convention Center, Washington DC, USA

発表者名	発表標題	
Jun Ohta	Communication with cells by electricity and light; Implantable microelectronics devices	
学会等名	発表年月日	発表場所
IEEE Sensors 2014(招待講演)	2014年11月03日～2014年11月06日	Valencia Conference Center, SPAIN

発 表 者 名	発 表 標 題	
Kiyotaka Sasagawa, Takahiro Yamaguchi, Makito Haruta, Yoshinori Sunaga, Hironari Takehara, Toshihiko Noda, Takashi Tokuda, Jun Ohta	An Implantable Image Sensor with Self-Reset Function for Brain Imaging	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference (BioCAS 2014)	2014年10月21日 ~ 2014年10月24日	SwissTech Convention Center, Lausanne, SWITZERLAND

発 表 者 名	発 表 標 題	
Yoshinori Sunaga, Makito Haruta, Takahiro Yamaguchi, Mayumi Motoyama, Yasumi Ohta, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Jun Ohta	An Implantable Green Fluorescence Imaging Device Using Absorption Filters with High Excitation Light Rejection Ratio	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference (BioCAS 2014)	2014年10月21日 ~ 2014年10月24日	SwissTech Convention Center, Lausanne, SWITZERLAND

発 表 者 名	発 表 標 題	
Jun Ohta	Implantable microimaging devices for biomedical applications	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
2014 Summer School on the Circuits Design for Medical & Bionics Systems (招待講演)	2014年09月12日 ~ 2014年09月13日	台湾国立成功大学 (National Cheng Kung University, Taiwan), Tainan, Taiwan

発 表 者 名	発 表 標 題	
Makito Haruta, Yoshinori Sunaga, Takahiro Yamaguchi, Hironari Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Jun Ohta	A multi-modal implantable CMOS imaging device with two-color light source for intrinsic signal detection in a brain	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM)	2014年09月09日 ~ 2014年09月11日	Tsukuba International Congress Center, Tsukuba, Japan

発表者名	発表標題	
Hajime Hayami, Kiyotaka Sasagawa, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Takashi Tokuda, Jun Ohta	An Implantable Subminiature PWM Image Sensor Based on Body Channel Communication	
学会等名	発表年月日	発表場所
International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM)	2014年09月09日～2014年09月11日	Tsukuba International Congress Center, Tsukuba, Japan

発表者名	発表標題	
Jun Ohta	Implantable Micro CMOS Imaging Devices for Biomedical Applications	
学会等名	発表年月日	発表場所
CMOS-ET 2014(招待講演)	2014年07月07日～2014年07月08日	MINATEC, Grenoble, FRANCE

発表者名	発表標題	
Takahiro Yamaguchi, Yoshinori Sunaga, Makito Haruta, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Jun Ohta	Noise Performance of an Implantable Self-reset CMOS Image Sensor	
学会等名	発表年月日	発表場所
The 2014 International Meeting for Future of Electron Devices, Kansai (IMFEDK2014)	2014年06月19日～2014年06月20日	Ryukoku University Avanti Kyoto Hall, Kyoto, JAPAN

発表者名	発表標題	
Hajime Hayami, Yoshiaki Ishii, Kiyotaka Sasagawa, Toshihiko Noda, Takashi Tokuda, Jun Ohta	Body Channel Digital Pulse Transmission for Biometric Measurement by Fully Implantable CMOS Image Sensor	
学会等名	発表年月日	発表場所
"The 2014 International Meeting for Future of Electron Devices, Kansai (IMFEDK2014)"	2014年06月16日～2014年06月18日	Ryukoku University Avanti Kyoto Hall, Kyoto, JAPAN

発表者名	発表標題	
Jun Ohta	Implantable Micro-Photonics Technologies for Biomedical Applications	
学会等名	発表年月日	発表場所
The 3rd International US-Turkey Advanced Institute on Global Healthcare Challenges(招待講演)	2014年06月08日～2014年06月11日	Akdeniz University in Antalya, TURKEY

発表者名	発表標題	
Jun Ohta	CMOS Image Sensor Technologies for Biomedical Applications	
学会等名	発表年月日	発表場所
International Conference on Electronics Packaging (ICEP 2014)(招待講演)	2014年04月23日～2014年04月25日	Toyama International Conference Center, Toyama, JAPAN

発表者名	発表標題	
Kiyotaka Sasagawa, Yasumi Ohta, Mayumi Motoyama, Toshihiko Noda, Takashi Tokuda, Jun Ohta, Sadao Shiosaka	An Implantable Micro Imaging Device for Molecular Imaging in a Brain of Freely-Moving Mouse	
学会等名	発表年月日	発表場所
IEEE International Symposium on Bioelectronics and Bioinformatics (IEEE ISBB 2014)	2014年04月11日～2014年04月13日	Chung Yuan Christian University, Taoyuan, TAIWAN

発表者名	発表標題	
Jun Ohta	CMOS Image Sensor Technologies for Biomedical Applications	
学会等名	発表年月日	発表場所
IEEE International Symposium on Bioelectronics and Bioinformatics (IEEE ISBB 2014)(招待講演)	2014年04月11日～2014年04月13日	Chung Yuan Christian University, Taoyuan, TAIWAN

発 表 者 名	発 表 標 題	
速水 一, 永田 健悟, 笹川 清隆, 竹原 宏明, 野田 俊彦, 徳田 崇, 太田 淳	脳内埋植型CMOSイメージセンサにおける多点埋植に向けた省配線化	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
電気学会全国大会	2015年03月24日～2015年03月26日	東京都市大学 世田谷キャンパス, 東京都世田谷区

発 表 者 名	発 表 標 題	
徳田 崇, 竹原 宏明, 野田 俊彦, 笹川 清隆, 太田 淳	埋め込み型CMOSイメージセンシングデバイス	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
マルチモーダルバイオイメージセンサ研究会平成26年度第3回研究会(招待講演)	2015年03月19日	ウインク愛知, 愛知県名古屋

発 表 者 名	発 表 標 題	
竹原 宏明, 太田 安美, 元山 真由美, 春田 牧人, 野田 俊彦, 笹川 清隆, 徳田 崇, 太田 淳	埋植型デバイスによる生体内蛍光イメージングの光学シミュレーション	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
応用物理学会春季学術講演会	2015年03月11日～2015年03月14日	東海大学 湘南キャンパス, 神奈川県平塚市

発 表 者 名	発 表 標 題	
永田 健悟, 速水 一, 笹川 清隆, 竹原 宏明, 野田 俊彦, 徳田 崇, 太田 淳	埋植型PWM出力CMOSイメージセンサの低電圧化	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
応用物理学会春季学術講演会	2015年03月11日～2015年03月14日	東海大学 湘南キャンパス, 神奈川県平塚市

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	生体埋植用自己リセット型CMOSイメージセンサ画素の低消費電力化	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
応用物理学会春季学術講演会	2015年03月11日～2015年03月14日	東海大学 湘南キャンパス, 神奈川県平塚市

発 表 者 名	発 表 標 題	
須永 圭紀, 春田 牧人, 山口 貴大, 元山 真由美, 太田 安美, 竹原 宏明, 野田 俊彦, 笹川 清隆, 徳田 崇, 太田 淳	脳機能計測に向けた緑色蛍光観察用埋植型CMOSイメージングデバイスの性能評価	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
電気学会バイオ・マイクロシステム研究会	2015年03月10日	明治大学 生田キャンパス, 神奈川県川崎市

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	明環境下における蛍光タンパク質イメージングを実現する埋植用自己リセット型CMOSイメージセンサ	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
情報フォトンクス研究会関西学生研究論文講演会	2015年03月09日	大阪市立大学 杉本キャンパス, 大阪市 住吉区

発 表 者 名	発 表 標 題	
速水 一, 永田 健悟, 笹川 清隆, 竹原 宏明, 野田 俊彦, 徳田 崇, 太田 淳	完全埋植用PWM出力イメージセンサを用いた生体内通信の原理実証	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
情報フォトンクス研究会関西学生研究論文講演会	2015年03月09日	大阪市立大学 杉本キャンパス, 大阪市 住吉区

発 表 者 名	発 表 標 題	
須永 圭紀, 春田 牧人, 山口 貴大, 元山 真由美, 太田 安美, 竹原 宏明, 野田 俊彦, 笹川 清隆, 徳田 崇, 太田 淳	自由行動下脳機能計測に向けた緑色蛍光観察用埋植型イメージングデバイス	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
応用物理学会関西支部 平成26年度第3回講演会「関西発グリーンエレクトロニクス研究の進展」	2015年02月27日	奈良先端科学技術大学院大学, 奈良県生駒市

発 表 者 名	発 表 標 題	
徳田 崇, 竹原 宏明, 野田 俊彦, 笹川 清隆, 太田 淳	CMOSバイオイメージセンサ	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
電子情報通信学会シリコンフォトリソニクス研究会(招待講演)	2015年01月22日	湯坂温泉 ホテル賀茂川荘, 広島県竹原市

発 表 者 名	発 表 標 題	
太田 淳	新たな脳科学・脳機能診断を切り拓くCMOS技術	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
JPC関西定例講演会(招待講演)	2014年12月16日	大阪駅前第1ビル内 神戸大学学友会大阪クラブ セミナールーム, 大阪市

発 表 者 名	発 表 標 題	
徳田 崇, 竹原 宏明, 野田 俊彦, 笹川 清隆, 太田 淳	CMOSセンサ技術をベースとしたバイオメディカルフォトリソニックデバイスの研究開発	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
電子情報通信学会光エレクトロニクス研究会(OPE)(招待講演)	2014年11月21日	機械振興会館, 東京都港区

発 表 者 名	発 表 標 題	
Hironari Takehara, Kazuya Miyazawa, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Soo Hyeon Kim, Ryota Iino, Hiroyuki Noji, Jun Ohta	A CMOS Image Sensor Having Stacked Photodiodes for Lensless Observation System of Digital Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA)	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第14回「関西コロキウム電子デバイスワークショップ」	2014年11月17日	大阪工業大学 うめだナレッジセンター, 大阪市

発 表 者 名	発 表 標 題	
太田 淳, 徳田 崇	CMOSイメージセンサのバイオ・医療応用	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
光とレーザーの科学技術フェア(招待講演)	2014年11月18日～2014年11月19日	科学技術館、東京都千代田区

発 表 者 名	発 表 標 題	
太田 淳	半導体技術によるバイオメディカルデバイス	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
応用物理学会秋季学術講演会(招待講演)	2014年09月17日～2014年09月19日	北海道大学 札幌キャンパス, 札幌

発 表 者 名	発 表 標 題	
竹原 宏明, 太田 安美, 元山 真由美, 春田 牧人, 野田 俊彦, 笹川 清隆, 徳田 崇, 塩坂 貞夫, 太田 淳	遺伝子改変マウスの生体内蛍光イメージングに向けた埋植型イメージデバイスの開発	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
応用物理学会秋季学術講演会	2014年09月17日～2014年09月19日	北海道大学 札幌キャンパス, 札幌

発 表 者 名	発 表 標 題	
春田 牧人, 須永 圭紀, 山口 貴大, 竹原 浩成, 野田 俊彦, 笹川 清隆, 徳田 崇, 太田 淳	行動実験を目的とした埋植用CMOSイメージングデバイスによる脳機能イメージング	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本神経科学大会(Neuroscience2014)	2014年09月11日～2014年09月13日	パシフィコ横浜, 神奈川県横浜市

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	自己リセット機能を備えた生体埋植用CMOSイメージセンサの開発	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
映像情報メディア学会年次大会	2014年09月01日～2014年09月02日	映像情報メディア学会年次大会

発 表 者 名	発 表 標 題	
速水 一, 笹川 清隆, 竹原 宏明, 野田 俊彦, 徳田 崇, 太田 淳	生体埋植型PWM出力方式イメージセンサによる生体内画像伝送システムの構築	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
映像情報メディア学会年次大会	2014年09月01日～2014年09月02日	映像情報メディア学会年次大会

発 表 者 名	発 表 標 題	
太田 淳	半導体集積回路のバイオ・医療への応用	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
半導体・集積回路技術シンポジウム(招待講演)	2014年07月17日	東京理科大学森戸記念館, 東京都新宿区

発 表 者 名	発 表 標 題	
速水 一, 笹川 清隆, 野田 俊彦, 徳田 崇, 太田 淳	生体埋植型CMOSイメージセンサによる生体内通信	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
映像情報メディア学会情報センシング研究会 (IST)	2014年06月02日	東京理科大学森戸記念館, 東京都新宿区

発 表 者 名	発 表 標 題	
笹川 清隆, 春田 牧人, 野田 俊彦, 徳田 崇, 太田 淳	生体埋植型CMOSイメージセンサの開発と脳機能イメージング応用	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
有機分子・バイオエレクトロニクス分科会 研究会 (M&BE研究会)	2014年06月20日	キャンパスプラザ京都, 京都府京都市

(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(1)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
生体組織用イメージングデバイス及び生体組織用イメージング方法	竹原宏明, 太田安美, 太田淳, 徳田崇, 笹川清隆, 野田俊彦	奈良先端科学技術大学院大学	特許、特願2014-177246	2014年09月01日	国内

(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

光機能素子科学研究室

<http://mswebs.naist.jp/LABs/pdslab/index-j.html>