

様式 C - 7 - 1

平成27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																														
5. 課題番号	2 6 2 4 9 0 5 1	4. 研究期間	平成26年度～平成29年度																												
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	<table border="1"> <thead> <tr> <th>研究者番号</th> <th>研究代表者名</th> <th>所属部局名</th> <th>職名</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8 0 3 0 4 1 6 1</td> <td>オオタ ジュン 太田 淳</td> <td>物質創成科学研究所</td> <td>教授</td> </tr> </tbody> </table>			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	物質創成科学研究所	教授																				
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	物質創成科学研究所	教授																												
8. 研究分担者	<table border="1"> <thead> <tr> <th>研究者番号</th> <th>研究分担者名</th> <th>所属研究機関名・部局名</th> <th>職名</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8 0 4 3 7 5 1 6</td> <td>タムラ ヒデキ 田村 英紀</td> <td>星薬科大学・付置研究所</td> <td>講師</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			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																				
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：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した。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行った。連携研究者徳田が以前設計したチップを元に新たに光電気刺激可能な小型チップを設計した。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とを試作する。これらの試作には本年度申請のマイクロチップ電気光学特性評価設備を用いる。

2. ネットワーク回路との双方通信：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した。GABA以外にドーバ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した。

3. 生体外通信方式：昨年度検討した方式を元に、光による生体外通信方式についての検討を進め、チップの試作を行い画像通信に成功した。

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々について、当初の計画に沿った内容の成果を得ることができたため、なお生体外通信方式は、RFではなく光で行うこと現在進めしており、これは当初計画になかったことであるが、現状同様な効果を発揮する方式として検討を進めている。

12. 今後の研究の推進方策

(今後の推進方策)

3つの研究項目のうち、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に関しては、当初の計画通りに進めいく。3. 生体外通信方式についてはこれまで光通信方式について検討を進め、チップ試作等を行い、一定の成果を収めているが、今後はRF方式についても実験を行っていく。

13.研究発表(平成27年度の研究成果)

(雑誌論文) 計(9)件 / うち査読付論文 計(9)件 / うち国際共著論文 計(0)件 / うちオープンアクセス 計(3)件

著者名	論文標題				
Hiroaki Takehara, Yuji Katsuragi, Yasumi Ohta, Mayumi Motoyama, Hironari Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, and Jun Ohta	Implantable micro-optical semiconductor devices for optical theranostics in deep tissue				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著
Applied Physics Express (APEX)	有	9	2 0 1 6	047001-1 4	-
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					
10.7567/APEX.9.047001					
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				
Takuma Kobayashi, Makito Haruta, Kiyotaka Sasagawa, Miho Matsumata, Kawori Eizumi, Chikara Kitsumoto, Mayumi Motoyama, Yasuyo Maezawa, Yasumi Ohta, Toshihiko Noda, Takashi Tokuda, Yasuyuki Ishikawa, Jun Ohta	Optical communication with brain cells by means of an implanted duplex micro-device with optogenetics and Ca ²⁺ fluoroimaging				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著
Scientific Reports	有	6	2 0 1 6	1 13	-
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					
10.1038/srep21247					
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)					

著者名	論文標題				
Hajime Hayami, Hiroaki Takehara, Kengo Nagata, Makito Haruta, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa*, Takashi Tokuda and Jun Ohta	Wireless Image-Data Transmission from an Implanted Image Sensor through a Living Mouse Brain with Intra-Body Communication				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著
Jpn. J. Appl. Phys.	有	55	2 0 1 6	04EM03-1 5	-
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					
10.7567/JJAP.55.04EM03					
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					
		Implantable self-reset CMOS image sensor and its application to hemodynamic response detection in living mouse brain					
雑誌名		査読の有無	巻	発行年		最初と最後の頁	国際共著
Jpn. J. Appl. Phys.		有	55	2	0	1	6
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)							
10.7567/JJAP.55.04EM02							
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					
		"Implantable Imaging Device for Brain Functional Imaging System using Flavoprotein Fluorescence"					
雑誌名		査読の有無	巻	発行年		最初と最後の頁	国際共著
Jpn. J. Appl. Phys.		有	55	2	0	1	6
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)							
10.7567/JJAP.55.03DF02							
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					
		CMOS-Based Optoelectronic On-Chip Neural Interface Device					
雑誌名		査読の有無	巻	発行年		最初と最後の頁	国際共著
IEICE TRANSACTIONS on Electronics		有	E99-C	2	0	1	6
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)							
10.1587/tranle.E99.C165							
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					
Takahiro Yamaguchi, Yoshinori Sunaga, Makito Haruta, Mayumi Motoyama, Yasumi Ohta, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Jun Ohta	Fluorescence imaging under background light with a self-reset CMOS image sensor					
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	13	-	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)						
10.1049/joe.2015.0046						
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)						

著者名	論文標題					
Kiyotaka Sasagawa, Takahiro Yamaguchi, Makito Haruta, Yoshinori Sunaga, Hironari Takehara, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Takashi Tokuda, and Jun Ohta	An Implantable CMOS Image Sensor with Self-Reset Pixels for Functional Brain Imaging					
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
IEEE Transactions on Electron Devices	有	63	2 0 1 6	215 222	-	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)						
10.1109/TED.2015.2454435						
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, 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 epillumination of biological tissue					
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
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						
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(37)件 / うち招待講演 計(15)件 / うち国際学会 計(15)件

発表者名	発表標題	
"Anek Wuthayavanich, Makito Haruta, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Jun Ohta"	Development of a small imaging device and USB operating system for detecting nitric oxide	
学会等名	発表年月日	発表場所
Bio4Apps 2015(国際学会)	2015年12月10日	Ito campus,Kyushu University, Fukuoka, Japan

発表者名	発表標題	
Takashi Tokuda, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, and Jun Ohta	CMOS-Based on-Chip Neural Interface Devices for Optogenetics	
学会等名	発表年月日	発表場所
Biomedical Circuits and Systems Conference 2015 (BioCAS2015) (国際学会)	2015年10月23日	Historic Academy of Medicine in Atlanta, USA

発表者名	発表標題	
Kiyotaka Sasagawa, Takahiro Yamaguchi, Makito Haruta, Yoshinori Sunaga, Hironari Takehara, Mayumi Motoyama, Yasumi Ohta, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Takashi Tokuda, Jun Ohta	Image processing technique for an implantable image sensor with self-resetting function	
学会等名	発表年月日	発表場所
Neuroscience 2015 SfN 45th annual meeting(国際学会)	2015年10月18日	McCormick Place Convention Center,Chicago,USA

発表者名	発表標題	
Yoshinori Sunaga, Hiroshi Yamaura, Makito Haruta, Takahiro Yamaguchi, Mayumi Motoyama, Yasumi Ohta, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Yumiko Yoshimura and Jun Ohta	Improvement of green fluorescence imaging system based on implantable CMOS imaging device for freely moving mice	
学会等名	発表年月日	発表場所
Neuroscience 2015 SfN 45th annual meeting(国際学会)	2015年10月21日	McCormick Place Convention Center,Chicago,USA

発表者名	発表標題	
Makito Haruta, Yoshinori Sunaga, Takahiro Yamaguchi, Hironari Takehara, Yasumi Ohta, Mayumi Motoyama, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Jun Ohta.	An implantable hemodynamic imaging device for revealing relation between a blood flow and brain activity in animal behavior	
学会等名	発表年月日	発表場所
Neuroscience 2015 SfN 45th annual meeting(国際学会)	2015年10月21日	McCormick Place Convention Center,Chicago,USA

発表者名	発表標題	
Yasumi Ohta, Mayumi Motoyama, Makito Haruta Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Jun Ohta	Visualizing neuronal activities of the deep brain in a freely-moving mouse by using implantable micro imaging devices	
学会等名	発表年月日	発表場所
Neuroscience 2015 SfN 45th annual meeting(国際学会)	2015年10月18日	McCormick Place Convention Center,Chicago,USA

発表者名	発表標題	
Jun Ohta	Implantable CMOS imaging devices	
学会等名	発表年月日	発表場所
4th International Symposium on Bioelectronics and Bioinformatics (招待講演)(国際学会)	2015年10月15日	Tsinghua University Rohm Hall, China

発表者名	発表標題	
Hiroaki Takehara, Yasumi Ohta, Mayumi Motoyama, Makito Haruta, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, and Jun Ohta	An Implantable Needlelike Shaped Device and Its Performance in Lensless Fluorescence Imaging of Biological Tissues	
学会等名	発表年月日	発表場所
2015 International Conference on Solid State Devices and Materials	2015年09月30日	Sapporo Convention Center, Japan

発表者名	発表標題	
Hajime Hayami, Kengo Nagata, Makito Haruta, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Jun Ohta	"Wireless Data Transmission in a Brain Tissue with Intra-Body Communication by a Micro-Sized Image Sensor"	
学会等名	発表年月日	発表場所
2015 International Conference on Solid State Devices and Materials (国際学会)	2015年09月28日	Sapporo Convention Center, Japan

発表者名	発表標題	
Takahiro Yamaguchi, Yoshinori Sunaga, Makito Haruta, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Jun Ohta	"Improvement of Power Consumption and SNR of Self-reset Pixels for an Implantable CMOS Image Sensor"	
学会等名	発表年月日	発表場所
2015 International Conference on Solid State Devices and Materials (国際学会)	2015年09月28日	Sapporo Convention Center, Japan

発表者名	発表標題	
Makito Haruta, Yoshinori Sunaga, Takahiro Yamaguchi, Hironari Takehara, Yasumi Ohta, Mayumi Motoyama, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, and Jun Ohta	"An Implantable Hemodynamic Imaging Device for Observing the Process of Recovery from Cerebrovascular Disease"	
学会等名	発表年月日	発表場所
37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society(国際学会)	2015年08月28日	MiCo, Milano Conference Center, Italy

発表者名	発表標題	
Makito Haruta, Yoshinori Sunaga, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, and Jun Ohta	"An implantable hemodynamic imaging device with a two-color light source for observing two brain phenomena"	
学会等名	発表年月日	発表場所
2015 INTERNATIONAL SYMPOSIUM FOR ADVANCED MATERIALS RESEARCH(招待講演)	2015年08月19日	SUN MOON LAKE TEACHERS' HOSTEL, Taiwan

発表者名	発表標題	
Yoshinori Sunaga, Hiroshi Yamaura, Makito Haruta, Takahiro Yamaguchi, Mayumi Motoyama, Yasumi Ohta, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Yumiko Yoshimura and Jun Ohta	Implantable Imaging Device for Brain Functional Imaging System using Flavoprotein Fluorescence	
学会等名	発表年月日	発表場所
M&BE8(国際学会)	2015年06月22日	Tower Hall Funabori, Tokyo, Japan

発表者名	発表標題	
Jun Ohta	Post Scaling: What will be next?	
学会等名	発表年月日	発表場所
VLSI Symposium(招待講演)(国際学会)	2015年06月16日	Rihga Royal Hotel, Kyoko, Japan

発表者名	発表標題	
Jun Ohta	Optoelectronic Devices for Biomedical Applications	
学会等名	発表年月日	発表場所
ICEP-IAAC2015(招待講演)(国際学会)	2015年04月15日	Kyoto Terrsa, Kyoto, Japan

発表者名	発表標題	
Hiroaki Takehara, Makito Haruta, Yasumi Ohta, Mayumi Motoyama, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Jun Ohta	Implantable semiconductor imaging devices for in vivo optical imaging of brain	
学会等名	発表年月日	発表場所
The Optics in the Life Sciences Congress, Optics and the Brain(国際学会)	2015年04月15日	Pinnacle Vancouver Harbourfront Hotel, Canada

発表者名	発表標題	
Jun Ohta	Image sensors and their applications to implantable biomedical devices	
学会等名	発表年月日	発表場所
Biomedical Circuits and Systems Conference 2015 (BioCAS2015) (招待講演)(国際学会)	2015年10月22日	Historic Academy of Medicine in Atlanta, USA

発表者名	発表標題	
桂木 優治,須永 圭紀,竹原 宏明,野田 俊彦,笹川 清隆,徳田 崇,太田 淳	埋植型デバイスの導入に向けたハイドロゲルの光学特性評価	
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	2016年03月20日	東工大 大岡山キャンパス 東京都目黒区

発表者名	発表標題	
大澤 和嵩, 竹原 宏明, 野田 俊彦, 笹川 清隆, 徳田 崇, 太田 淳	CMOSイメージセンサを用いた培養細胞のオンチップ蛍光計測システム	
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	2016年03月20日	東工大 大岡山キャンパス 東京都目黒区

発表者名	発表標題	
Anek Wuthayavanich, Makito Haruta, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Jun Ohta	A fluorescence imaging device with a portable system for detection of nitric oxide	
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	2016年03月20日	東工大 大岡山キャンパス 東京都目黒区

発表者名	発表標題	
竹原宏明	[有機分子・バイオエレクトロニクス分科会論文賞受賞記念講演] ラボ・オン・プレイン: In vivo神経科学研究のための埋め込み型マイクロオブ流体デバイス	
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)	2015年09月15日	名古屋国際会議場 愛知県名古屋市

発表者名	発表標題	
山口 貴大, 須永 圭紀, 春田 牧人, 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	埋植用自己リセット型 CMOS イメージセンサによる内因性シグナルの検出	
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	2015年09月15日	名古屋国際会議場 愛知県名古屋市

発表者名	発表標題	
Makito Haruta, Naoya Kamiyama, Takahiro Yamaguchi, Mayumi Motoyama, Mamiko Kawahara, Yasumi Ohta, Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Jun Ohta	動物の脳機能制御を可能にする無線多点光刺激デバイス	
学会等名	発表年月日	発表場所
第38回日本神経科学大会	2015年07月29日	神戸国際展示場 兵庫県神戸市

発表者名	発表標題	
太田安美、元山真由美、春田牧人、竹原宏明、野田俊彦、笹川清隆、徳田崇、太田淳	自由行動下マウス脳内神経活動の計測を目的とした埋植用微小イメージングデバイス	
学会等名	発表年月日	発表場所
第38回日本神経科学大会	2015年07月29日	神戸国際展示場 兵庫県神戸市

発表者名	発表標題	
春田 牧人、須永 圭紀、山口 貴大、竹原 浩成、太田 安美、元山 真由美、竹原 宏明、野田 俊彦、笹川 清隆、徳田 崇、太田 淳	埋め込み可能な小型脳血流イメージングデバイスの開発	
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	2015年07月03日	九州大学医学部百年講堂 福岡県福岡市

発表者名	発表標題	
速水 一、永田 健悟、竹原 宏明、野田 俊彦、笹川 清隆、徳田 崇、太田 淳	多点埋植型PWM出力イメージセンサを用いた神経ネットワーク計測システム	
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2015	2015年05月11日	北九州国際会議場、福岡県北九州市

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	埋植用自己リセット型イメージセンサの低発熱化によるSNR向上	
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2015	2015年05月11日	北九州国際会議場、福岡県北九州市

発表者名	発表標題	
太田 淳	[ISSCC Tutorial解説] 'Interfacing Silicon with the human Body: a primer on applications, interface circuits and Technologies for the Medical Market.'	
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2015(招待講演)	2015年05月13日	北九州国際会議場、福岡県北九州市

発表者名	発表標題	
竹原 宏明	半導体イメージセンサを用いた脳深部光イメージング技術	
学会等名	発表年月日	発表場所
国際光年記念シンポジウム	2015年04月21日	東京大学本郷キャンパス 東京都文京区

発表者名	発表標題	
太田 淳	光電子デバイスのバイオメディカル分野への応用	
学会等名	発表年月日	発表場所
第2回フォトニックデバイス・応用技術研究会(招待講演)	2015年07月22日	機械振興会館, 東京都港区

発表者名	発表標題	
太田 淳	"半導体集積化技術による バイオ医療応用デバイス ~ミニマルのバイオ分野応用への期待~"	
学会等名	発表年月日	発表場所
ファブリシステム研究会'H27 臨時総会(招待講演)	2015年10月02日	産総研・つくば中央第1事業所, 茨城県つくば市

発表者名	発表標題	
太田 淳	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
学振第179委員会第41回研究会(招待講演)	2015年12月11日	弘済会館, 東京都千代田区

発表者名	発表標題	
太田 淳	マイクロフォトニックデバイスのバイオ医療応用	
学会等名	発表年月日	発表場所
京都工芸繊維大学 ヘルスサイエンス教育研究拠点 講演会(招待講演)	2016年01月13日	京都工芸繊維大学60周年記念ホール, 京都府京都市

発表者名	発表標題	
太田 淳	体内埋込デバイスによる生体刺激と機能イメージング	
学会等名	発表年月日	発表場所
"第87回表面科学研究会 平成27年度中部表面科学シンポジウム" (招待講演)	2016年01月23日	名城大学名駅サテライト, 愛知県名古屋市

発表者名	発表標題	
太田 淳	ここまで進んだ人工の目	
学会等名	発表年月日	発表場所
あづみ野ロータリークラブ創立30周年記念講演会(招待講演)	2016年02月27日	豊科交流学習センター, 長野県安曇野市

発表者名	発表標題	
太田 淳	生体内埋植 マイクロエレクトロニクスデバイス	
学会等名	発表年月日	発表場所
電気学会全国大会シンポジウム(招待講演)	2016年03月17日	東北大学川内北キャンパス, 宮城県仙台市

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計測と刺激	
学会等名	発表年月日	発表場所
第44回脳神経科学コアセンサーセミナー(招待講演)	2016年03月17日	東北大学片平キャンパス,宮城県仙台市

(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(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

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: -

17.備考

光機能素子科学研究所

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