

様 式 F - 7 - 1

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実施状況報告書（研究実施状況報告書）（平成 27 年度）

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 若手研究(B) 4. 補助事業期間 平成 27 年度～平成 30 年度

5. 課題番号

1	5	K	2	1	1	6	4
---	---	---	---	---	---	---	---

6. 研究課題名 バイオフォトニックLSIによる生体内光センシング・光治療一体化システム

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
6 0 7 2 3 0 8 8	タケハラ ヒロアキ 竹原 宏明	研究推進機構	助教

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

9. 研究実績の概要

本研究では、生体内留置可能なバイオ光学素子と埋植型フォトニックLSIデバイスを開発し、生体内での光センシング・光治療一体化システムの開発を目的としている。光技術の医療応用を進める上では、光が届きにくい生体内深部で光を操作（照射・伝送・検出）するためのデバイス技術の確立が不可欠である。本年度は、光照射用の光源LEDと蛍光画像取得用のイメージセンサを生体内に埋植することにより、光による生体組織をセンシング・治療するための埋植型半導体デバイスを開発した。開発した埋植型光半導体デバイスは、生体内に埋植されたLEDより生体組織を光照射し、生体イメージング用途及び生体治療用途のための光源として用いる。また、同じく生体内に埋植されたCMOSイメージセンサにより吸光度や蛍光といった光シグナルを計測することが可能である。生体内で光を操作するデバイス技術が確立されれば、光を利用したバイオメディカル技術分野の重要な進展に繋がることが期待される。

10. キーワード

- | | | | |
|--------------|--------------|---------|--------------|
| (1) 埋め込みデバイス | (2) 光半導体デバイス | (3) 光治療 | (4) 蛍光イメージング |
| (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)

生体内に埋植した光源及び光センサにより、生体組織への光エネルギーの導入と生体組織からの光シグナルの検出を可能とする埋植型光半導体デバイスを開発した。CMOSセンサは、0.35 μm 2-poly 4-metal standard CMOS technologyにより製造した。開発した埋植型光半導体デバイスの性能評価において、生体組織-デバイスモデルを用いた光学シミュレーションにより、生体埋植時のデバイスによる生体組織への光照射性能を評価したところ、光治療用途へ応用可能な性能であることが確認された。また、埋植型半導体デバイスによる生体内深部でのデバイス動作の検証実験より、生体内深部での半導体デバイスによる光照射及び光イメージングが可能である結果が得られた。よって、当初の計画通りおおむね順調に進展している。

12. 今後の研究の推進方策 等

(今後の推進方策)

これまでの検討より、生体埋植可能な光半導体デバイスの光センシング・光治療への応用可能性が示された。今後は、生体へ埋植したセンサチップを想定した、情報読み出し技術並びに電力供給技術について検討を進める。埋植センサチップを想定した無線化技術として、これまでに研究が取り組まれてきた高周波や生体内通信を用いた手法と比較して光を用いた通信手法は、生体への影響や電氣的なノイズが少なく、また大きなアンテナを必要としないためデバイスサイズのコンパクト化が比較的容易といった特長を有する。その一方、生体組織による光の減衰が課題となる。そこで、来年度以降は、生体内で光を導波させるためのバイオ光学素子の開発を進める。既存のガラス製及びプラスチック製の光ファイバーやレンズ等の光学素子を生体内に留置すると、生体の炎症反応の誘発が避けられない。そのため、生体親和性の高いハイドロゲルを材料としたバイオ光学素子の開発を目指す。

(次年度使用額が生じた理由と使用計画)

(理由)

(使用計画)

(課題番号： 15K21164)

(注) ・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

13. 研究発表(平成27年度の研究成果)

(雑誌論文) 計(3)件/うち査読付論文 計(3)件/うち国際共著 計(0)件/うちオープンアクセス 計(0)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	有	9	2016	47001	-	
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				
Takahiro Yamaguchi, Hiroaki Takehara, Yoshinori Sunaga, Makito Haruta, Mayumi Motoyama, Yasumi Ohta, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, and Jun Ohta		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	
Japanese Journal of Applied Physics	有	55	2016	04EM02	-	
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				
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	
Japanese Journal of Applied Physics	有	55	2016	04EM03	-	
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						

(課題番号: 15K21164)

(注)・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

(3/6)

(学会発表) 計(4)件/うち招待講演 計(2)件/うち国際学会 計(2)件

発表者名	発表標 題 【発表確定】	
Hiroaki Takehara	Hydrogel-based optical devices for light delivery inside tissues	
学会等名	発表年月日	発表場所
The 33rd International Conference of Photopolymer Science and Technology (ICPST-33) (招待講演) (国際学会)	2016年06月22日 ~ 2016年06月24日	International Conference Hall Makuhari Messe, Chiba, Japan

発表者名	発表標 題	
Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, and Jun Ohta	Implantable microdevices based on semiconductor technology for optical cell analysis in vivo	
学会等名	発表年月日	発表場所
The 11th Annual IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems (IEEE-NEMS 2016) (招待講演) (国際学会)	2016年04月17日 ~ 2016年04月20日	Hotel Matsushima Taikanso, Miyagi, Japan

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	埋植型デバイスへ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
2016年第63回応用物理学会春季学術講演会	2016年03月19日 ~ 2016年03月22日	東京工業大学(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
2016年第63回応用物理学会春季学術講演会	2016年03月19日 ~ 2016年03月22日	東京工業大学(東京都目黒区)

(課題番号: 15K21164)

(注)・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

(4/6)

(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: -

17. 備考

