

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 3 2 6 9 2      2. 研究機関名 東京工科大学
3. 研究種目名 基盤研究（C）      4. 研究期間 平成22年度～平成24年度
5. 課題番号 2 2 5 6 0 3 0 5
6. 研究課題名 視物質を用いた光受容デバイス創製の研究

7. 研究代表者

| 研究者番号           | 研究代表者名             | 所属部局名         | 職名 |
|-----------------|--------------------|---------------|----|
| 4 0 3 3 9 7 6 8 | ミタチ 三田地<br>セイコウ 成幸 | コンピュータサイエンス学部 | 教授 |

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。

本年度は、（１）「レチノイン酸とキトサンとの交互吸着膜構造と光電流特性との関係」について、Alq<sub>3</sub>を適用したITO/ITO光受容デバイスを測定した結果、最短で2秒間隔での光電流応答が確認され、応答間隔を1/10にまで短縮できた。また、光電流の立ち上がり時間においては、先行研究の3秒から今回作製したデバイスで1秒未満にまで短縮することに成功した。これらのことより、交互吸着法を用いた光受容デバイスに、電子輸送層を導入することで光電流応答の高速化に大きな改善を得られることが明らかになった。今後、更に高速な光シャッタの導入により、本デバイスの高速応答特性の限界を見極める測定を行う予定である。続いて（２）「レチノイン酸とキトサンの分子機能電極上へ形成された交互吸着膜（バイオフィットニックデバイス）の再生とそのメカニズム解明」に関しては、既にキトサンにレチノイン酸を分散させたスピコート膜中において光電流応答が失活した膜に再生処理（化学処理と逆バイアス印加）によって複数回再生させることに成功している。この成果を、交互吸着膜（バイオフィットニックデバイス）の再生にも適用し、生体と同様の失活した膜の再生を検討した。その結果、交互吸着膜では失活するのに相当の期間を要することを見出し、微弱な光電流回復ながら再生現象の兆候を捉えることが出来た。今後はこの再現性を追求していく予定である。最後に、（３）「レチノイドを用いたバイオフィットニックデバイス適用先の明確化」について、昨年度得られた長寿命の光電流応答特性を詳細に解析すると、その外部量子効率4.53という驚異的な値を示すことが明らかとなった。これは、革新的バイオフィットニックデバイス実現の可能性を示す成果と言える。単一光子検出器やビジョンチップ、高効率太陽光発電への適用の可能性が示唆され、今後は最適な応用形態を一本に絞って最終年度の検討に活かして行く予定である。

10. キーワード

- (1) 光物性                      (2) ナノ材料                      (3)                      (4)
- (5)                      (6)                      (7)                      (8)

11. 現在までの達成度

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。

(区分) ②  
 (理由) 上記の3項目の研究課題において、(1)の「電子輸送層の導入による高速応答化」は100%の達成率である。(2)の「交互吸着膜(バイオフィotonicデバイス)の再生」は、微弱ながらその兆候となる現象を捉えたことは80%の達成率と評価できる。(3)の外部量子効率が4.53の解析結果は物理的に極めて重要な意味を持ち、再現性が確認できれば150%以上の達成率である。なお、再現性がまだ確認できない現時点では100%の達成率と自己評価している。

12. 今後の研究の推進方策

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。

研究課題(1)、(2)、(3)共に重要な成果が出ている。(1)「高速応答化」については、今後、今年度末に購入した高速光シャッターを用いて測定し、次年度においてその高速応答限界を見極める。(2)「交互吸着膜(バイオフィotonicデバイス)の再生」については、その再現性とより明確な再生現象の捕捉に努める。(3)「外部量子効率4.53に基づく単一光子検出器実現の可能性探究」については、まず超高効率な外部量子効率の再現性の確認に向け、質の高い交互吸着型バイオフィotonicデバイス作製に努める。昨年度と今年度蓄積してきたpHや濃度の最適作製条件の知見が今後威力を発揮するものと期待される。

13. 研究発表(平成23年度の研究成果)

※ 「13. 研究発表」欄及び「14. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況」欄において記入欄が不足する場合には、適宜記入欄を挿入し、それによりページ数が増加した場合は、左端を糊付けすること。

〔雑誌論文〕 計(1)件 うち査読付論文 計(0)件

| 著者名                     | 論文標題                               |    |      |         |
|-------------------------|------------------------------------|----|------|---------|
| 三田地成幸                   | 超高感度センシングを目指したバイオフィotonicデバイスの研究開発 |    |      |         |
| 雑誌名                     | 査読の有無                              | 巻  | 発行年  | 最初と最後の頁 |
| 機能材料                    | 無                                  | 31 | 2011 | 54-63   |
| 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) |                                    |    |      |         |
| ISSN: 0286-4835         |                                    |    |      |         |

〔学会発表〕 計(2)件 うち招待講演 計(0)件

| 発表者名   | 発表標題   |                     |  |
|--|--|---------------------|--|
| S. Mitachi (Sp), K. Nishimura, S. Sato, Y. tuchida, and A. Hida ka | Biophotonic Device Fabrication by Layer-by-Layer Self-Assembly Method Using Retinoic Acid and Chitosan |                     |  |
| 学会等名   | 発表年月日  | 発表場所                |  |
| EUROMAT 2011   | 2011年9月14日   | Montpellier, France |  |

| 発表者名                 | 発表標題                   |           |  |
|----------------------|------------------------|-----------|--|
| 吉野 翔平, 土田 洋介, 三田地 成幸 | 交互吸着法を用いた光受容デバイスの高速応答化 |           |  |
| 学会等名                 | 発表年月日                  | 発表場所      |  |
| 2012年応用物理学学会春季講演会    | 2012年3月15日             | 東京(早稲田大学) |  |

〔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. 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。

|  |
|--|
|  |
|--|