

## 二国間交流事業 共同研究報告書

平成 23 年 4 月 12 日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

共同研究代表者所属・部局 電気通信大学・情報通信学研究科

職・氏名 <sup>(ふりがな)</sup> 教授・野崎 <sup>のざき しんじ</sup> 眞次

1. 事業名 相手国 (インド) との共同研究 振興会対応機関 ( DST )
2. 研究課題名 酸化亜鉛ナノロッドのグルコースおよびDNAバイオセンサーへの応用

3. 全採用期間

平成 21年 6月 1日 ~ 平成 23年 3月 31日 ( 1年 10ヶ月)

4. 研究経費総額

(1) 本事業により交付された研究経費総額 2,000千円

初年度経費 1,000千円、 2年度経費 1,000千円、 3年度経費 \_\_\_\_\_千円

(2) 本事業による経費以外の国内研究経費総額 500千円

## 5. 研究組織

### (1) 日本側参加者

氏名 <small>(ふりがな)</small>	所属・職名	研究協力テーマ
野崎 眞次 <small>のざき しんじ</small>	電気通信大学・情報理工学研究科 教授	ZnO ナノロッドの作製、日本側研究総括
小泉 淳 <small>こいずみ あつし</small>	電気通信大学・情報理工学研究科 助教	ZnO ナノロッドの評価

### (2) 相手国側研究代表者

所属・職名・氏名 Institute of Physics・教授・SAHU, Surendra Nath

### (3) 相手国参加者（代表者の氏名の前に○印を付すこと）

氏名	所属・職名（国名）	研究協力テーマ
SAHU, Surendra Nath	Institute of Physics・教授 (インド)	ZnO ナノロッドの DNA およびグルコース 処理 インド側研究総括
SARANGI, Sachindra Nath	Institute of Physics・研究員 (Scientific Officer B) (インド)	DNA およびグルコース付着後の ZnO ナノ ロッド評価

## 6. 研究概要（研究の目的・内容・成果等の概要を簡潔に記載してください。）

### 目的

本研究では、高品質 ZnO ナノロッドをもちいたグルコースや DNA を高感度で検出するナノバイオセンサー素子を提案することを目的とする。

### 内容

本研究は、グルコース、DNA センサーとして ZnO ナノロッドを活用する新材料創製、バイオテクノロジーに関する研究である。ZnO は、ワイドギャップ半導体として知られているが、酸素欠陥を形成しやすい。我々のこれまでの ZnO ナノロッドに関する研究より、ZnO の UV 領域、可視領域での発光は、ZnO の酸素欠陥や不純物に大きく影響され、表面に酸化剤や還元剤が吸着されると ZnO の化学両論比が変化し、その光学的特性が大きく変化することが期待される。したがって、表面に物理吸着または化学吸着したグルコースや DNA 分子とナノロッドの相互作用を測定することが可能となる。本研究では、電通大の野崎グループは、水熱法で ZnO ナノロッドの作製を行い、ナノロッドの高密度化、サイズの均一化をめざす。さらに、インド側 Sahu 教授グループによりグルコース、DNA を吸着した ZnO の構造評価を行い、Sahu 教授グループと野崎グループの光学的特性評価結果を比較解析し、グルコース、DNA の種類、濃度による影響を明らかにする。また、その影響をもたらす原因を物理的に解明する。これらの実験結果より、光学的特性評価によるグルコース、DNA の判別の可能性、検出限界をまとめ、医学分野での専門家に ZnO ナノロッドのグルコース、DNA を検出するナノバイオセンサーとしての優位性を評価してもらう。

### 成果

ZnO ナノロッドの水熱法での作製条件をナノロッドが高密度になるように最適化し、作製されたナノロッドの光学的特性を調べた。発光特性では、ZnO のバンド端発光、欠陥による発光に相当するピークが、375、600nm 付近にみられた。欠陥による発光ピーク強度は試料においてばらつきがあるが、バンド端発光のピーク強度には再現性が得られたので、バイオセンサーとしてバンド端発光ピーク強度をモニターすることとした。高い強度のバンド端発光は、作製された ZnO ナノロッドの結晶性がよいことを示している。また、高品質の単結晶であることは X 線回折測定により確認された。

グルコースセンサーへの応用を検討するために、糖尿病の場合血液中で高濃度になる  $\beta$  D グルコースを混合した水溶液に ZnO ナノロッドを付着させ、バンド端発光強度の変化を調べたところ、グルコース濃度とピーク強度の減少量が線形的な関係を示すことが明らかになった。また、濃度に減少量が大きく依存することから、バイオセンサーとしての有効性が示された。バルクとは異なり、結晶性のよい単結晶ナノロッドはバンド端発光強度が強いため、幅広い濃度範囲でグルコース濃度と発光強度の減少量が比例した。しかし、血糖値などのバイオセンサーとして応用するには、グルコース以外の血液に存在する血清などが発光強度に影響を与えてはならない。そこで、実際の血液を使ってグルコースと発光強度の減少量の相関性を調べたところ、グルコース以外は、発光強度に影響を与えず、水溶液の場合同様幅広い温度範囲でグルコース濃度と発光強度の減少量が比例した。また、実際に糖尿病の血液を ZnO ナノロッドに付着させた時の発光強度の減少量とセンサー特性であるグルコース濃度と発光強度の減少量の相関性を比較して、血糖値を推定したところ、他方法で得られていたグルコース濃度と一致した。したがって、ZnO ナノロッドのグルコースセンサーとしての機能は十分確認された。しかしながら、走査型電子顕微鏡で、グルコース付着後のナノロッドを観察したが、ZnO ナノロッドのグルコース濃度に比例したバンド端発光強度の減少の物理的要因がいまだ解明されず、引き続き研究を行う。さらに、本研究での ZnO ナノロッドの DNA センサーへの応用に関する研究も継続する。