

様式2

平成28年度 生体医歯工学共同研究実施報告書

受理年月日	
受理番号	2049

平成 29 年 3 月 31 日

生体医歯工学共同研究拠点 研究所長会議 議長 殿

共同研究代表者 三宅 丈雄
 所属機関 早稲田大学
 職 名 准教授
 氏 名 三宅丈雄 印
 勤務先所在地 〒808 - 0135 福岡県北九州市
 若松区ひびきの2-7
 電話番号 093-692-5158
 FAX番号 093-692-5021
 E-mailアドレス : miyake@waseda.jp

下記により、共同研究の実施報告を致します。

記

研究題目	(和)身近な糖を燃料とするバイオ発電デバイスの開発 (英) Power generation from biofuels		
研究領域	1. 生体材料に関する基礎・応用研究 2. 生体工学に関する基礎・応用研究 3. 生体機能分子に関する基礎・応用研究 ④ 化学・電気・機械・材料工学の生体応用研究		
研究期間	平成 28 年 6 月 1 日 ~ 平成 29 年 3 月 31 日		
研究組織			
氏名	所属機関・部局等	職名	役割分担
三宅 丈雄	早稲田大学・情報生産システム研究科	准教授	デバイス作製
堀 匡寛	静岡大学・電子工学研究所	講師	計測
小野 行徳	静岡大学・電子工学研究所	教授	評価
所要経費			
旅費総額	研究・会議費総額	消耗品費総額	
49,540 円	0 円	109,684 円	
生体医歯工学共同研究拠点内対応教員	静岡大学 堀匡寛 講師		
共同研究継続の希望について	有	平成29年度研究費 総額(千円)	200 千円
		※継続を希望される場合記入してください	

研究成果

近年、携帯機器などを構成する電子デバイスの小型化や省電力化を反映して、振動や糖分など身の周りに分散している低密度エネルギーを有効利用するユビキタス発電システムが重要となっており、環境・生体適合性に優れるバイオ電池の有効利用が現実味を帯びてきている。本研究の最終目標は、生体触媒(酵素)とナノチューブの異種材料を有機的に統合した酵素ナノフィルムを作製し、本シートを貼ったり・巻くことで生体などに含まれる糖から直接発電できるユビキタス電源“バイオ発電デバイス”を開発することである。本研究プロジェクトでは下記の成果を得た。

酵素包含カーボンナノ電極の作製および評価

種類の異なる5つの界面活性剤(ベンゼンスルホン酸 (SBS), ドデシル硫酸ナトリウム (SDS), オクチルベンゼンスルホン酸 (SOBS), ドデシルベンゼンスルホン酸 (SDBS), ドデシルアニリン (DA))を用いて酸素還元酵素の活性や電極性能を評価し、比較検討を行った。ナノチューブ表面での界面活性剤は、基本的に疎水基とナノチューブ表面の疎水性相互作用でランダムに吸着しており、親水基が溶液(酵素)との親和性を高める働きをする。酵素カソードの出力結果より、疎水基にアルキル鎖を含み、かつ、ベンゼン環を有する官能基がより高い出力を示した。一方、親水基が正電荷を示すアミノ基を有するよりもスルホン基の負電荷の方が高い出力を示した。これは、正電荷を有する酵素の活性中心と相互作用したものと考えられる。結果として、一般的な酵素電極性能 ($\mu\text{A cm}^{-2}$)から mA cm^{-2} へと飛躍させることに成功した。これに伴い、これまでに申請者らが作製した酵素アノード電極と組み合わせることで、 mW cm^{-2} の電力密度を得ることに成功した。

また、微小電流測定系の構築を行った。電子スピン共鳴を電氣的に検出する EDMR(Electrically detected magnetic resonance)法を立ち上げ、フェムト・アンペア(10^{-15}A)オーダーの電流を検出可能な測定技術を構築した。これを MOS トランジスタに適用し、界面欠陥(シリコン未結合手)を検出することに成功した。

使用した設備・資料・試料等

静岡大学 電子工学研究所 第2研修室(セミナー開催のため)

本研究成果に関連する論文発表状況

M. Hori, T. Tsuchiya, Y. Ono: Improvement of charge-pumping electrically detected magnetic resonance and its application to silicon metal-oxide-semiconductor field-effect transistor, Applied Physics Express, Vol.10, December (2016) 015701_1-4.