

課題番号 : F-18-KT-0103  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名 (日本語) : 直接電子移動型酵素電極反応に適した多孔質金電極の作成 2  
Program Title (English) : Fabrication of porous gold electrodes for the direct electron transfer 2  
type bioelectrocatalysis  
利用者名 (日本語) : 北隅優希  
Username(English) : Y. Kitazumi  
所属名 (日本語) : 京都大学大学院農学研究科  
Affiliation(English) : Graduate School of Agriculture, Kyoto University  
キーワード/Keyword : 酵素電極反応、イオセンサー、バイオ燃料電池、多孔質構造、形状・形態観察

## 1. 概要(Summary)

酵素電極反応は生体触媒である酵素を用いた酸化還元反応と電極反応を共役させた反応である。酵素と電極の間で直接電子授受を行う反応を直接電子移動型酵素電極反応と呼び、次世代型のバイオセンサーやバイオ燃料電池の開発における中核技術として注目を集めている。電極表面の多孔質構造が、酵素の直接電子移動反応に対して高い活性をもたらすことが知られており、理論的には細孔の大きさと酵素の大きさが等しい場合に最大の活性を持つことが予想されている。そのため、電極表面での多孔質構造の構築と構造制御は直接電子移動型酵素電極反応の高効率化において重要である。種々の材料を検討する中で、還元剤存在下での陽極酸化法を用いて作製した金の多孔質電極が直接電子移動型酵素電極反応において高い活性を持つことが明らかとなった。本研究では作製した多孔質金電極表面を電界放出形走査電子顕微鏡 (FE-SEM)により観察することで、酵素電極反応に適した電極の微細構造について検討を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

超高分解能電界放出形走査電子顕微鏡 (FE-SEM)

### 【実験方法】

表面を研磨した金電極をシュウ酸もしくはグルコースを含む緩衝液中で陽極酸化することにより多孔質構造をもつ金電極を作製した。そして、電極の表面構造を FE-SEM にて観察した。また、作製した電極表面にビリルビンオキシダーゼあるいはペルオキシダーゼを吸着させ、その酸素還元活性を電気化学的に評価した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

シュウ酸およびグルコースを還元剤として作製した金多孔質電極の FE-SEM 像を Fig. 1 に示した。いずれも、電解酸化した金の表面には微細構造が形成されていた。シュウ酸中で形成された表面は 50 nm 程度の粒子が粗く連結したようなスポンジ状の構造、グルコース中で形成された表面は粒子が密に連結した構造であった。

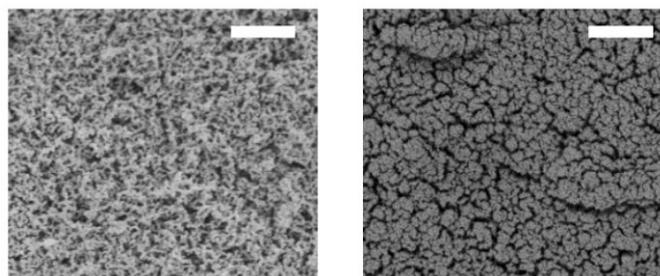


Fig. 1 The surface of porous gold electrode prepared in (left) oxalic acid solution and (right) glucose solution. The scale bars indicate 1  $\mu\text{m}$ .

それぞれの電極はビリルビンオキシダーゼおよびペルオキシダーゼに対して直接電子移動が可能であった。測定された酵素活性における電極間の有意差は見られなかったことから、数 100 nm オーダーでの電極表面の構造は直接電子移動反応の反応速度においては重要な役割を持たないことが確認された。

## 4. その他・特記事項(Others)

特になし。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) K. Sakai, Y. Kitazumi, O. Shirai, and K. Kano, Anal. Sci. 34 (2018) 1317.

(2) Y. Takahashi, Y. Kitazumi, O. Shirai, and K. Kano, J. Electroanal. Chem. 832 (2019) 158.

## 6. 関連特許(Patent) なし。