

Title: Wearable Biosensor Utilizing Chitosan Biopolymer for Uric Acid Monitoring
(キトサン生体高分子を用いた尿酸モニタリング用ウェアラブルバイオセンサ)

Authors: Mizuki Sato, Tatsuya Kamiyama, Kenta Iitani, , Kazuyoshi Yano, Kohji Mitsubayashi, and Takahiro Arakawa

(佐藤瑞基 (東京工科大 大学院生)、上山達也 (東京工科大)、飯谷健太 (東京医科歯科大 助教)、矢野和義 (東京工科大 教授)、三林浩二 (東京医科歯科大 教授)、荒川貴博 (東京工科大 准教授))

Journal: Journal of Robotics and Mechatronics Vol.35 No.5 (Oct. 20, 2023)1131-1134

掲載年月: 2023 年 10 月

研究概要: 尿酸を測定するためのバイオセンサを作製しました。まずポリエチレンテレフタレート (PET) 基板上に炭素及び銀の導電性ペーストを用いて電極を作製しました。PET 基盤に炭素作用電極、銀参照電極を作製し、作用電極上に尿酸酸化酵素 (ウリカーゼ) を固定化し、バイオセンサを作製しました。カッティングシートを用いて酵素膜を薄く塗布することにより、出力電流値と安定性の点で優れた性能を示しました。

研究背景: 現代社会において、高齢化や糖尿病、肥満の増加に伴い、糖尿病性足潰瘍などの慢性創傷が増加しています。世界中で約 670 万人が慢性創傷に悩まされており、慢性創傷は患者の創傷被覆材の交換や入院の長期化による医療費負担の増加や Quality of Life に影響を与えています。そのため創傷部位の治療技術の進化、簡易的なモニタリング、低価格化が求められており、そのような機能を持った生体に装着可能なウェアラブルセンサが求められています。

研究成果: PET 基板上に炭素と銀の導電性ペーストを塗布し、安価で簡易的な電極を作製しました (図 1)。作製した銀電極に塩化処理を行い、炭素・銀塩化銀電極を作製しました。作用電極上にウリカーゼとキトサンを用いて固定しました。固定する際にカッティングシートを用いることで厚さ 6 μm の酵素膜を作製しました (図 2)。作製したセンサで尿酸計測を行ったところ滲出液中の尿酸濃度 (220~750 μM) よりも高感度の 500 nM~100 μM の範囲で定量が可能でした (図 3)。またキトサンで酵素を固定したセンサでは紫外線架橋性樹脂で固定したセンサの約 4 倍高い出力が得られました。

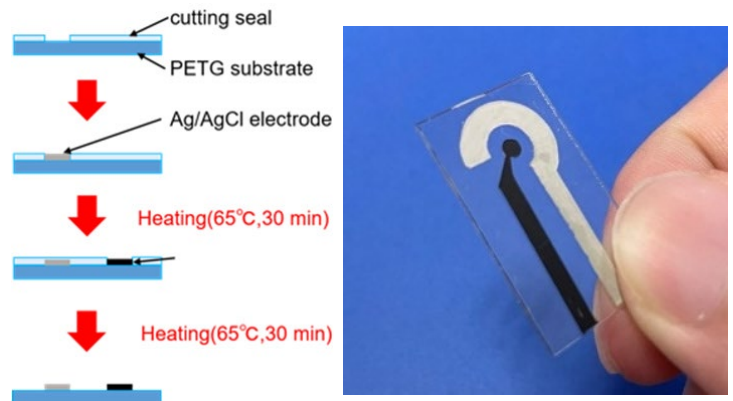


図 1：電極の作製プロセスと作製した電極外観

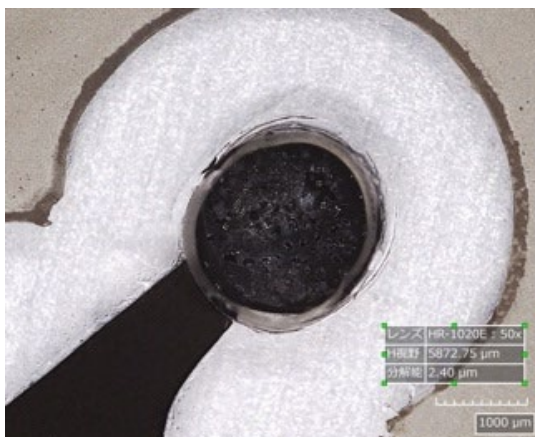


図 2：キトサンを用いた作用電極上への酵素固定

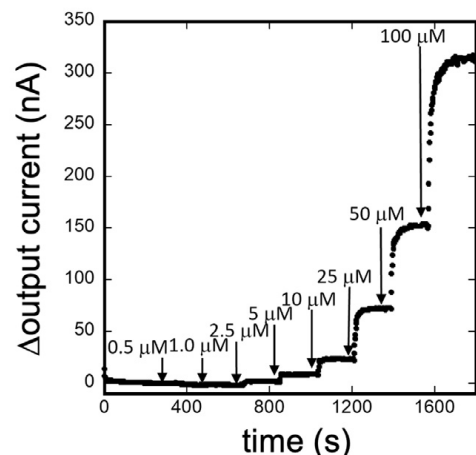


図 3：尿酸センサの出力応答

社会への影響：創傷部位のモニタリングを行うセンサが開発されれば、創傷部位の感染に早期に対処することができ、症状の悪化を予防することができます。

専門用語：

慢性創傷：数カ月経っても治癒しない傷のこと。基礎疾患のある患者や高齢化により傷が治癒せず、慢性化する。近年、慢性創傷は増加傾向にある。

ウリカーゼ：尿酸を分解する酵素で、尿酸を酸化してアラントインと過酸化水素を生成する。過酸化水素を電気化学的に計測することで、尿酸濃度を定量することができる。

キトサン：甲殻類の殻などから得られる高分子多糖類。本研究では酢酸溶液にキトサンを混合した 3wt%のキトサン溶液を使用することで、安定したバイオセンサの応答性を実現した。

紫外線架橋性樹脂：紫外線(UV)を照射することにより硬化する樹脂。

導電性ペースト：電気を伝導する特殊な材質で、主に電子デバイスの製造や電気回路の接続に用いられる。本研究では炭素を主成分としたもの(XC-3050)と銀を主成分としたもの(XA-3513)を使用した。