

2022 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	井上 久美
研究機関名	山梨大学
所属部署名	大学院総合研究部工学域基礎教育センター
役職名	准教授
研究課題名	バイポーラ電気化学顕微鏡による生命システムの計測
研究実施期間	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

### 研究成果の概要

高密度バイポーラ電極アレイの作製方法の確立に向けて、導電性材料作製方法とそれを多孔性の基板の孔に詰める方法の検討を行った。その結果、アセチレンカーボンブラックをペーストミキサーでエポキシ又は流動パラフィンと混合し、油圧卓上プレス機で充填（PPP 法）することにより、均一に再現性良く発光するアレイを作製できることが分かった。また、金ペースト（粒径 0.2-0.4  $\mu\text{m}$ ）の利用により、高輝度化を行えることが分かった。高密度化のために現在、陽極酸化多孔質アルミナ膜を試作し、PPP 法による充填法の検討を進めている。

ファイバー型の電極アレイ作製の検討を行い、カーボンナノチューブ含有率の高い電極材料を用いると、より高輝度な発光が観察される傾向がみられた。しかし、予想通りの動作をしない問題があり、デジタルエレクトロメーターを導入して、詳細な解析を行った。その結果、電気化学発光の共反応物質濃度が重要であるという、バイポーラ電気化学顕微鏡の高感度化に重要な知見が得られた。

高時間分解能達成のための高感度化のために、回転傾斜露光法で作製したテーパ孔アレイの利用を進め、カーボンペーストを PPP 法で充填するとバイポーラ電気化学顕微鏡素子として機能することが分かった。垂直アレイと比較して、テーパアレイは高輝度化する傾向が確認できた。

電気化学発光基質固定化の検討について、PDI-CH<sub>3</sub>/K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> は [Ru(bpy)<sub>3</sub>]Cl<sub>2</sub>/GSSG よりもバックグラウンドが少なくドーパミンを測定できることが分かった。PDI-CH<sub>3</sub> の電極への固定化は、電極表面に塗布する「被膜法」と、ペースト電極に練りこむ「練込法」の二つを検討した。いずれの方法でもドーパミン流入に伴う濃度変化を捉えることができたが、練込法は輝度のムラが生じやすく、アレイの再現性が低い課題があった。現在、ボールミルを導入し、導電性の高い金ペーストを用いることで、これらの問題解決を図っている。