

マイクロ・ナノ電極を利用する環境・医工学バイオセンサデバイスおよび材料評価システムの開発

Development of Environmental/Biomedical Sensors and Visualization Systems for Material Functions with Micro/Nano Electrodes



教授 珠玖 仁
(工学研究科 兼任)
Professor
Hitoshi Shiku

現在、微小なデバイスのバイオ応用・環境モニタリングに大きな期待が寄せられている。これらのデバイスを用いることで、これまで難しかった生体現象を観察することや、簡便かつ迅速な環境評価・医療用検査が可能になっている。また、生体を模倣した微小な細胞チップを作製することで、再生医療応用や生体内での化学物質のモニタリングが可能になる。このような目的のために、我々はマイクロ・ナノシステムを組み込んだ電気化学デバイスの開発を行った。図1に研究室のメンバーの写真を示す。

Micro/nano-devices are in continual demand in biological science and engineering, as well as achieving in accurate analytical information. We have developed micro/nano-electrochemical systems for environmental/biomedical applications and the evaluation of battery materials. We are also investigating the role of the tissue microenvironment, utilizing a microfluidic device, and scanning probe microscopy. These devices are useful in environmental monitoring, medical, and engineering applications. Figure 1 shows a photo of members.

生体モデル（細胞凝集塊、血管）用センサの開発

血管モデル用のセンサシステムを複数報告した。血流を模した流れが付与可能なマイクロ流体デバイス内に構築し、走査型電気化学顕微鏡 (SECM) で細胞活性評価を行い、薬剤評価が可能システムとして完成させた (図2)。

生体分子の高感度センサの開発

カスケード反応によるシグナル増幅システムを有するイムノアッセイシステムを開発し、モデル物質の高感度計測を実現した (図3)。

細胞機能計測のための電気化学発光システムの開発

電気化学反応で発光する現象である電気化学発光 (electrochemiluminescence: ECL) を利用した細胞機能計測システムを開発した (図4)。例えば、培養方法の違いによる細胞接着形式の変化の可視化に成功した。

ハイドロゲルの電気化学接着技術の開発

3次元培養組織を作製するため、細胞足場材料であるハイドロゲルが用いられている。そこでハイドロゲルを組み合わせる技術が求められていた。そこで、電気化学反応を利用したハイドロゲルを接着させる技術を開発した (図5)。この技術を進めば、心臓のような複雑な臓器形成が期待できる。



Fig.1 Photo of members in 2022.

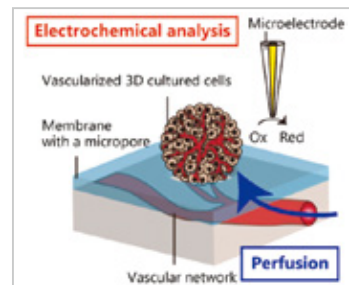


Fig.2 SECM for analysis of a spheroid integrated with a vascular network. Reprinted with permission from Biosensors and Bioelectronics (219, 114808, 2023). Copyright 2022 Elsevier.

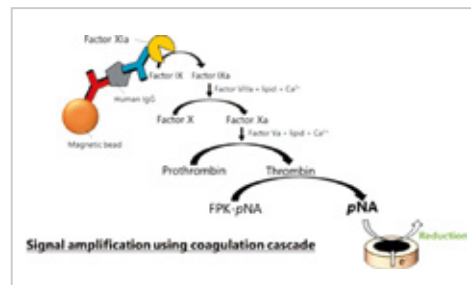


Fig.3 Immunoassay using thrombin cascade for signal amplification. Reprinted with permission from Analytical Chemistry (94, 12427, 2022). Copyright 2022 American Chemical Society.



准教授 伊野 浩介
(工学研究科 兼任)
Associate Professor
Kosuke Ino



准教授 井上 久美
(山梨大学 兼任)
Associate Professor
Kumi Y. Inoue



准教授 熊谷 明哉
(材料科学高等研究所、物質・材料研究機構 兼任)
Associate Professor
Akichika Kumatani



助教 梨本 裕司
(学際科学フロンティア研究所、工学研究科 兼任)
Assistant Professor
Yuji Nashimoto



助教 井田 大貴
(学際科学フロンティア研究所、材料科学高等研究所 兼任)
Assistant Professor
Hiroki Ida

秘書
高野 聡美
研究補佐員
大宮 明子
渡辺 梨乃
遠藤 梨奈

走査型電気化学セル顕微鏡を用いた材料評価

走査型電気化学セル顕微鏡 (scanning electrochemical cell microscopy: SECCM) を用いて、水素発生反応などのための二次元材料の評価を行った。これらの結果は、材料設計の指針に利用できる。

学会発表

招待講演・依頼講演4件を行った。これらを含め、30件以上の学会発表を行った。

受賞

- 伊野浩介(准教授): 東北分析化学賞 (日本分析化学会東北支部奨励賞)
- 伊野浩介(准教授): 奨励賞 (化学とマイクロ・ナノシステム学会)
- 井上久美(准教授): 優秀ポスター賞 (第4回 COI 学術交流会)
- 井上久美(准教授): 優秀賞 (山梨大学男女共同参画学術研究奨励賞)
- 熊谷明哉(准教授): 材料科学世界トップレベル研究拠点長賞(東北大学)
- 岩間智紀 (D3): 東北大学総長賞
- 伊藤健太郎 (D3): 優秀学生講演賞 (2022年電気化学秋季大会)
- 伊藤健太郎 (D3): 東北分析化学奨励賞 (日本分析化学会)
- 伊藤千聖 (M1): 最優秀賞、DOWA 賞 (第4回環境科学学討論会)
- 佐藤寛仁 (M1): ポスター賞 (化学系学協会東北大会)

学術雑誌での表紙、注目論文 (図6)

- Analytical Chemistry, 94, 16451, 2022. Selected as a cover.
- Analytical Chemistry, 94, 12427, 2022. Selected as a cover.
- Analytical Sciences, 38, 1297, 2022. Selected as a hot article.
- Micromachines, 13, 420, 2022. Selected as a feature paper.



Fig.4 ECL imaging of cellular adhesion of human umbilical vein endothelial cells (HUVECs). Reprinted with permission from Electrochimica Acta (415, 140240, 2022). Copyright 2022 Elsevier.

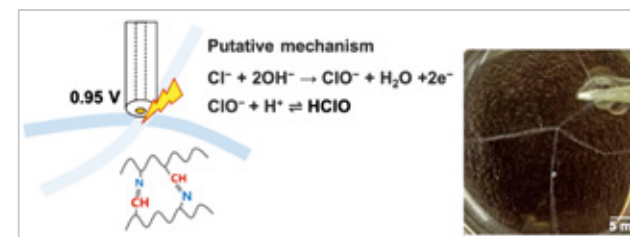


Fig.5 Electrochemical gluing of hydrogels via an electrochemical reaction. Copyright 2022 by the authors. Licensed under CC BY 4.0.



Fig.6 Journal covers. Reprinted from Analytical Chemistry. Copyright 2022 American Chemical Society.