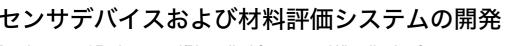
マイクロ・ナノ電極を利用する環境・医工学バイオ センサデバイスおよび材料評価システムの開発





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

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、薬剤評価が可能なシス 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(electro chemiluminescence: 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。

Biosensors for tissue-mimetic models

We developed several sensing platforms for the vascular models. Microfluidic devices consisting of vascular networks and spheroids were prepared, and we showed that scanning electrochemical microscopy (SECM) is an effective means to evaluate respiratory activity of cellular spheroids treated with drugs (Fig.2).

Highly sensitive biosensors

We reported the immunoassay system based on cascade reactions for signal amplification (Fig.3).

Electrochemiluminescence imaging for cell analysis

We proposed electrochemiluminescence (ECL) imaging by converting electrochemical reactions to optical signals. In this year, we developed the ECL system for visualizing cellular adhesion of vascular cells (Fig.4).

Electrochemical gluing of hydrogels

For fabrication of three-dimensional tissues, hydrogels as scaffolds are widely utilized. A method for assembling hydrogels is desired. In this year, we developed an electrochemical system for gluing of hydrogels (Fig. 5). In the future, this technique will be utilized to fabricate complex tissues and organs.



Fig.1 Photo of members in 2022.

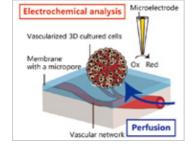


Fig.2 SECM for analysis of a spheroid integrated with a vascular network. Reprinted with ssion from Biosensors and Bioelectronics (219, 114808, 2023). Copyright 2022 Elsevier.

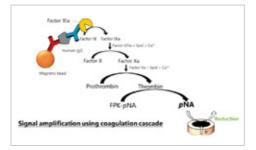


Fig.3 Immunoassay using thrombin cascade for signal amplification. Reprinted with permission from Analytical Chemistry (94, 12427, 2022). Copyright 2022 American Chemical Society



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

利用できる。

学会発表

受賞

学会発表を行った。

〇岩間智紀 (D3): 東北大学総長賞



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

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

○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)

○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)

○伊藤健太郎 (D3):優秀学生講演賞 (2022年電気化学秋季大会)

○伊藤千聖 (M1): 最優秀賞、DOWA 賞 (第4回環境科学討論会)

O Analytical Chemistry, 94, 16451, 2022. Selected as a cover.

O Analytical Chemistry, 94, 12427, 2022. Selected as a cover.

O Analytical Sciences, 38, 1297, 2022. Selected as a hot article.

O Micromachines, 13, 420, 2022. Selected as a feature paper.

○伊藤健太郎 (D3): 東北分析化学奨励賞 (日本分析化学会)

○佐藤覚仁 (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)

○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)

○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)

准教授 井上 久美 (山梨大学 兼任) Associate Professo 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 Professo 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 Professo Yuji Nashimoto



秘書

高野 聡美

大宮 明子 渡辺 梨乃

遠藤 梨奈

研究補佐員

助教 井田大貴 材料科学高等研究所 兼任) Assistant Professor Hiroki Ida

(学際科学フロンティア研究所、

Scanning electrochemical cell microscopy for evaluation of 2D materials

Scanning electrochemical cell microscopy (SECCM) was used to evaluate hydrogen evolution reaction (HER) and other reactions of 2D materials. Electrochemical images of SECCM can be utilized to design 2D materials

Conference presentations

More than 50 presentations were given, including four special lectures, one plenary talk, and 12 invited lectures.

Awards

- -Kosuke Ino (Associate Professor): Award of Analytical Chemistry in Tohoku (The Japan Society for Analytical Chemistry, Tohoku Branch)
- -Kosuke Ino (Associate Professor): Award of Shorei-sho (Society for Chemistry and Micro-Nano Systems)
- -Kumi Inoue (Associate Professor): Poster Award (4th COI Conference) -Kumi Inoue (Associate Professor): Academic Award (Gender Equality Office, University of Yamanashi)
- -Akichika Kumatani (Associate Professor): Core Research Cluster for Materials Science President's Award (Tohoku University)
- -Tomoki Iwama (D3): President's Award (Tohoku University)
- -Kentaro Ito (D3): Excellent Presentation Award (ECSJ Fall meeting,
- -Kentaro Ito (D3): Award of Tohoku Analytical Chemistry (The Japan Society for Analytical Chemistry)
- -Chisato Ito (M1): Excellent Presentation Award, DOWA Award (4th Academic Forum on Environmental Studies)
- -Akihito Sato (M1): Poster Award (Joint Meeting of the Tohoku Area Chemistry Societies)

Journal Covers, Featured Papers, and Hot Articles

- -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.

CI- + 2OH- → CIO- + H2O +2e

CIO-+H+ ≠ HCIO

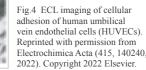
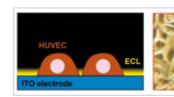
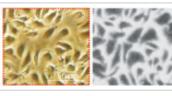






Fig.6 Journal covers. Reprinted from Analytical Chemistry. Copyright 2022 American Chemical Society





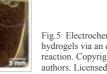


Fig.5 Electrochemical gluing of hydrogels via an electrochemical reaction. Copyright 2022 by the

先端環境創成学專攻