

## 研究室紹介

九州大学 大学院 工学研究院 化学工学部門  
生体材料・医用工学講座  
井嶋博之・堺 裕輔



### 1. 研究室の概要

当研究室は川上幸衛教授と井嶋博之講師の体制で1997年に発足し、2013年の教授昇任に伴い、生体材料・医用工学を対象とすることとなった。当研究室では、「機能性バイオマテリアルと化学工学に基づく実用的な再生医療技術およびバイオデバイスの開発研究」に取り組んでいる。現在の構成員は井嶋博之教授、堺裕輔助教、白木川奈菜博士研究員、博士後期課程学生2名、修士課程学生7名、学部4年生5名である。なお、日本学術振興会外国人特別研究員1名、博士研究員1名、博士後期課程進学希望学生3名、修士課程入学希望学生4名が新型コロナウイルスの影響による入国待ちの外国人としてそれぞれの母国待機となっている。

### 2. 研究の内容

#### 2.1 機能的な組織／臓器の構築

##### ・細胞の自己組織化

生体臓器に類似した構造や機能を再現するため、細胞足場と微小培養環境を制御して細胞が本来持つ自己組織化能を誘導し、生体内外で三次元的な組織・臓器を構築する最適なプロセスの確立に取り組んでいる。具体的には、(1)細胞組織体(スフェロイド)培養と生体適合性足場の融合による三次元肝組織形成、(2)ヒト初代肝細胞シートと支持細胞との積層構造体の生体内外培養による血管網を有する肝臓組織体の構築、(3)肝臓や腎臓由来の幹細胞および血管内皮細胞を用い、微小培養環境の厳密制御による機能的な器官・臓器の形成に取り組んでいる。

##### ・臓器工学(肝臓)

精緻な血管網を有する臓器鑄型、細胞の微小周囲環境を整える機能性材料および細胞を組み合わせることで生体臓器そのものを人工的に構築する臓器工学に取り組んでいる。界面活性剤を用いることで、動物の臓器や細胞に起因する移植不適合臓器から細胞成分のみを除去し、臓器本来の構造、血管網および細胞周囲環境(細胞外マトリックスの組成と局在)を保持した、臓器の型を得ることができる。機能性材料としては、細胞外マトリックス模倣基材や脱細胞化臓器の可溶性基材を開発し、細胞培養および移植においてその有効性を実証している。これらを踏まえ、脱細胞化

肝臓への細胞の配置や、これにより得られた“再細胞化肝臓”の構造と臓器機能の評価に取り組んでいる。当技術はドナー不足が深刻な課題となっている移植用臓器構築や創薬における臓器評価への応用が期待される。

#### 2.2 賦形による機能付与

##### ・静電紡糸

細胞外マトリックス模倣基材や脱細胞化臓器の可溶性基材の静電紡糸により、細胞外マトリックスと同程度のナノファイバーからなる、不織シート、配向性繊維基材、管腔構造体を得ることができる。目的ごとにこれら基材を使い分け、末梢神経、肝臓、血管、胆管、皮膚の再生医工学の構築に取り組んでいる。

##### ・ナノゲルエマルジョン

薬物送達系として優れた特性を持つナノエマルジョンの内相をゲル化させたナノゲルエマルジョンとして、“Hydrogel-in-Oilエマルジョン”および“Organogel-in-Waterエマルジョン”を開発した。これにより、粒子の安定性、薬物の安定性と保持性、および薬物の徐放性が向上する。これにより、経皮吸収による血管新生誘導、悪性腫瘍に対する抗がん剤の送達、点眼による後眼部への薬物送達が可能であり、更に詳細な検討に取り組んでいる。

#### 2.3 細胞・臓器保存

保存が困難な肝細胞や肝臓を対象とし、「生体試料そのものの形態や性質を維持する保存」に取り組んでいる。

(1)細胞凍結保存：トレハロースと脂質からなる凍結保護剤の開発により、氷晶の微細化および細胞膜保護を実現し、凍結保存後の肝細胞生存率と肝特異的機能発現が飛躍的に向上している。(2)臓器保存：酸素や凍結保護剤など、保存に必要な物質を臓器全体に届ける循環システムの構築により、肝臓の長期機能維持と凍結保存が可能となっている。

### 3. 研究室の特徴

自由闊達な雰囲気の下、課題の本質を熟考し、自発的に立案・実施・考察ができる人材の育成に尽力している。また、研究班ごとに学生による相互指導と協力体制、更には、研究班横断型の副課題を設定することにより、知識と経験の向上を実現している。加えて、外国人研究者・学生の多さを活かし、英語による発表と討論を強く推奨している。