

2025 年度 研究活動報告書（公開版）

「皆んなで育てる科学技術研究助成採択課題」

研究課題名：体外で腎臓を集中治療で再生する「腎臓再生 ICU」の研究開発

研究代表者：中村 真人（Makoto Nakamura, M.D., Ph.D.）
金沢工業大学 工学部 先進機械システム工学科 教授、富山
大学 名誉教授

本研究は、腎臓を体外で灌流しながら集中治療を施すことで再生を促す「腎臓再生 ICU」という新しい医工学的概念の実現を目指す 3 年計画の研究プロジェクトである。2025 年度はその初年度として、現時点でできる範囲で、実験基盤と評価技術の構築、ネットワークづくり、公開オンラインセッションの実施に重点的に取り組んだ。◎1 年目の主な成果 1) 腎臓再生インキュベータ（体外腎臓灌流培養装置）の開発：体外で腎臓を長期間安定して灌流培養することを目的に、装置の小型化を行い、培養器内に収容可能なサイズを実現した。また、IoT 技術を導入することで、灌流圧や流量などの状態を遠隔から監視できる環境を整備した。さらに、デジタル制御による操作性向上を図るとともに、生体

血圧を模擬する拍動灌流モードの開発に着手し、生体に近い環境を再現するための基盤を整えた。2) 体外腎臓灌流培養を支える生体材料・灌流条件の整備：特許が成立した人工酸素運搬体では腎臓灌流に適したサイズの微粒子の安定製造条件を確立し、生産性向上の見通しを得た。ブタ腎を用いた灌流実験では、灌流条件の安定化、赤血球および血漿の導入を行った。また、灌流回路に透析機構を組み込み、電解質の安定化や溶血対策に有効であることを確認した。加えて、浮腫抑制を目的とした培養液条件の検討や、腎臓オルガノイド形成に向けた基礎的な取り組みも進展した。3) 腎臓再生過程の計測・可視化技術の開発：超音波を用いた三次元連続断層画像が観察できる装置を試作し、血管系や糸球体構造の観察に取り組んだ。さらに、組織透明化技術を用いることで、腎臓内部構造を三次元的に可視化し、細胞配置や糸球体構造を立体的に把握できる可能性を示した。これらは、臓器再生の過程を「見える化」し、将来的な制御につなげる重要な基盤技術である。4) 社会啓蒙および研究ネットワーク形成：学会発表やオーガナイズドセッションを企画・実施し、臓器再生・臓器灌流の研究の発信を行った（国内学会9、国際学会1、起業支援イベント1件）。これにより、体外臓器再生の研究者ネットワークを拡大した。また、腎臓病患者を含む一般市民向けオンラインセッション「臓器移植に頼らない未来に向かって」を開催し、高い満足度と今後の支援に対する前向きな反応を得た。◎今後に向け

て 2025 年度は、現時点でできる範囲で、「腎臓再生 ICU」実現に向けた実験・評価・社会連携の基盤を整えた。今後は、寄附、支援を募りながら、長期灌流培養の安定性と再現性をさらに高め、計測・制御技術の高度化を進め、医工学による腎臓再生の実現に向けて研究を加速していく所存である。