

複雑な流動・輸送現象の解明・予測・制御に向けた新しい流体科学
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

船本 健一

東北大学 流体科学研究所
准教授

間質環境の再現と制御による細胞動態の操作技術の創成

研究成果の概要

本研究は、生体内の間質環境の再現と制御により、細胞動態を操作する医療技術の基盤の確立を目的としている。本年度は、細胞周囲の環境因子の高速かつ厳密な制御と、個々の細胞の即時的な応答と細胞間の相互作用のリアルタイム観察を可能にする「間質機能チップ」の開発に取り組んだ。間質内の環境因子として酸素濃度・pH・間質流に着目し、それらの時間的・空間的な制御を目指した。チップ内には、複数回・複数条件の実験を同時に行えるように、細胞を培養する3本のメディア流路を底面に配置し、その鉛直上方に2本のガス流路を直交するように設けた。酸素濃度とpHは、ガス流路に酸素と二酸化炭素の濃度を調整した混合ガスを供給し、流路間のガス交換を行うことで制御する。間質流は、メディア流路内にハイドロゲルを注入した後、その出入口に培養液の水頭差を与えることで発生させる。チップは、ポリジメチルシロキサン(PDMS)に流路パターンを転写し、底面にカバーガラスを接着させて作製した。ここで、周囲の環境からのガスの流入の影響を最小化するため、ガス透過性の低いポリカーボネートフィルムをチップ内に内包させた。流れ場と物質の濃度場の数値解析により、チップの構造と流路配置の設計と最適化、実験条件の検討を行った。また、実際にチップを作製して各環境因子の制御性能を検証した。一連の研究の結果、酸素濃度およびpHの均一な分布や勾配を15分以内に生成できることと、間質流の速度をハイドロゲルの密度と水頭差により制御できることを示した。さらに、開発したチップ内に細胞性粘菌の *Dictyostelium discoideum* を播種し、酸素濃度制御下で観察した。細胞性粘菌は酸素濃度2%未満の環境で遊走を活発化させ、酸素を求めて遊走する走気性を示した。この走気性は、遊走頻度の増加、遊走速度の上昇、直進性の促進により生じることが明らかになった。