

IRES²プロジェクト研究計画書(2025年度)

系・センター名 次世代半導体・センサ科学研究所

氏 名 永井 萌土

☒新規 ☐継続

研 究 課 題	細胞治療のための自律型マイクロ・ナノシステムの開発		
研究目的	(IRES²・VBLの研究テーマとの関連、および施設・設備使用目的を明らかに) 治療困難な疾患に対して、根本治療となる細胞治療が注目されている。この普及には、必要な細胞数を低コストかつ安全に処理する技術が求められる。本研究では、以下の技術を自律的に実行可能なマイクロ・ナノシステムとして統合し、知能化（特に深層学習で画像の評価、処理をすること）により処理効率を向上する。これにより、細胞治療技術の社会実装を目指す。 - 細胞機能改変：短パルスレーザと光吸収体基板を用い、高生存率と高導入率で細胞膜穿孔や機能改変を行う。 - 細胞スクリーニング：多点光照射とゲル硬化技術を利用し、高速かつ自律的な細胞選別を実現する。 - 微生物を用いた細胞治療：ミドリムシを駆動源に利用して、構造物を駆動して患部に輸送することで治療を行う。 これらの技術は「IRES²」の研究テーマである先端バイオ実験と微細加工技術の応用分野と密接に関連しており、同施設の設備利用が不可欠である。		
研究計画及び方法	(過去の経過、研究準備状況等) 申請者は2010年からVBLの施設を利用し、単一細胞プリンティング用ノズルアレイや光吸収体基板、マイクロウェルアレイなどの基礎技術を開発してきた。2022年度からはこれら成果を基に、細胞治療向けマイクロ・ナノシステムの開発に取り組み、基盤技術の確立に成功した。 これまでに以下の成果が得られていて、システム全体の自律化に向けて技術が発展可能である：①ノズルアレイによる単一細胞配置技術の確立。②短パルスレーザによる高効率な物質導入技術の開発。③光硬化性GelMA（ゼラチン）を用いたセルスクリーニング技術の基盤構築。		
	(今後の研究計画及び方法、利用希望設備など、IRES²教員と打合せている場合はその状況) 本研究では、以下の3つの技術をそれぞれ自律化に導き、細胞処理が可能なシステムを構築する。 - 細胞機能改変：短パルスレーザと光吸収体基板を用い、高生存率と高導入率を両立する光穿孔技術を自律化する。画像認識技術を活用し、細胞品質評価を自動化する。 - 細胞スクリーニング：深層学習モデルを活用し、画像から自律的に選別するシステムを開発する。光硬化性GelMA（ゼラチンメタクリレート）で必要な細胞を包埋する。 - 微生物駆動型治療：ミドリムシの遊泳特性を利用し、ドラッグデリバリシステムを構築。青色光照射範囲の制御には、ビジュアルフィードバック技術を開発する。 利用設備として、両面アライナ、電子線蒸着装置、共焦点顕微鏡などが必要である。これらはIRES²の高度な設備に依存している。		
IRES ² ・VBL内で研究プロジェクトを行う理由	本研究では、細胞を処理するためのデバイス構築に微細加工装置群およびクリーンルーム環境が不可欠である。これらの設備を「IRES²」が有しており、プロジェクト進展に有用である。また、生物学的評価には、先端バイオ実験室の設備の利用が望ましい。微細加工と生物実験の環境を利用して、効率的な自律型マイクロ・ナノシステムの開発が可能となる。「IRES²」の研究テーマである異分野融合や産学連携とも一致しており、本プロジェクトは同施設内での実施により、迅速に効果が発揮できる。		
研 究 組 織	研 究 者 氏 名	所 属 ・ 職 名	役 割 分 担
	(研究代表者は氏名の後ろに◎を付す) 永井 萌土◎	次世代半導体・センサ科学研究所・教授	研究総括, 実験・解析
研究期間: 2025 年 4 月 ~ 2028年 3月(原則として3年間)			
(研究期間の始期は、研究を開始した年を記入する。終期は原則として、開始した年から3年後を記入する。)			