

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	TONG, Guodong		
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学 教授	Dr. sc. nat.	チッテリオ	ダニエル
	副査	慶應義塾大学 教授	博士（工学）	栄長	泰明
		慶應義塾大学 教授	博士（工学）	嘉副	裕
		慶應義塾大学 教授	博士（農学）	奥田	知明
		慶應義塾大学 准教授	博士（工学）	蛭田	勇樹
学士（工学）、修士（工学）TONG, Guodong 君提出の学位請求論文は、「Development of Multifunctional Biosensors for Portable In Vitro Diagnostics」（ポータブル型体外診断のための多機能バイオセンサーの開発）と題し、5 章より構成されている。 診断は予防医療として重要な役割を担っている。特に、疾患の多様化や複雑化が進行している中、迅速、簡便、ユーザーフレンドリーかつ低コストのポータブル型体外診断薬(PIVD)が現場の医療負担を軽減することが期待できる。本研究では、従来の PIVD が抱える単機能性・検出対象の限定性という課題を解決するため、分野を跨った技術を融合し、革新的な多機能バイオセンサーの開発を試みた。その結果、複数の物質を少量の検体から半定量的に検出可能な免疫測定デバイス、及び Point-of-care-testing (POCT)に向けた核酸検出デバイスの開発に成功した。 第 1 章では、研究の背景と目的を述べ、従来の研究を概説し、本研究の手法及び優位性を概説している。 第 2 章では、体外診断の歴史や一般的な手法を述べ、現代医療の発展に応じて POCT に応用する重要性を示している。その後、POCT に向けたバイオセンサーの原理や構成を解説した上で、本研究において、デバイスを開発するための基礎知識を述べている。最後に、従来の免疫測定と核酸検出法を概説し、本研究の位置づけ及び優位性を述べている。 第 3 章では、従来のラテラルフローイムノアッセイ(LFIA)に定量的な情報が欠如し、多重分析に限界があるといった課題に対し、3D プリント技術を活用した多項目半定量型の LFIA デバイスを開発している。本デバイスは、少量サンプルで 8 項目のターゲットを同時に検出可能であり、金ナノ粒子標識抗体とインクジェット印刷技術を組み合わせることで、目視で半定量的な結果を文字で表示することを実現している。 第 4 章では、従来の核酸検出が専門施設に依存する課題を解決し、POCT に向けた核酸検出 PIVD デバイスを試みている。CRISPR/Cas システムとアルカリホスファターゼを組み合わせ、二重の酵素反応から強い比色シグナルを示し、核酸増幅が不要なデバイスを開発している。更に、この検出手法を安価かつ軽量のアクリル樹脂に適用し、目視で検出できる持ち運び可能なデバイスの開発に成功している。最後に、スマートフォンによる定量解析にも対応しており、高い感度及び特異性から、エンドユーザーに向けた核酸検出技術への展開が期待される。 第 5 章では、各章で得られた成果をまとめ、開発された PIVD デバイスが ASSURED (Affordable, Sensitive, Specific, User-friendly, Rapid and robust, Equipment-free, Deliverable) に適合することを述べている。最後に、PIVD に向けたセンサーの開発要点を整理し、将来的な展望を述べている。 以上要するに、本論文では多機能かつ高性能な PIVD デバイスの開発指針と実装手法を明らかにするとともに、免疫測定及び核酸検出における実用的なデバイスの構築とそれらの有効性・適用性に関して理論と実験の双方からその有効性を実証しており、分析化学分野において、工学上、工業上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。					
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第 2（マテリアルデザイン科学専修）科目担当者で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。				