

豊橋技術科学大学長 殿

平成 18 年 2 月 27 日

審査委員長 田中 三郎



論文審査及び最終試験の結果報告書

このことについて、下記の結果を得ましたので報告いたします。
記

学位申請者	中野 道彦	学籍番号	第 9 9 3 2 0 0 号
申請学位	博士(工学)	専攻名	環境・生命工学専攻
論文題目	油中水滴型マイクロリアクターの作成と1分子反応系への応用		
公開審査会の日	平成 18 年 1 月 31 日		
論文審査の期間	平成 18 年 1 月 25 日～平成 18 年 2 月 27 日	論文審査の結果	合格
最終試験の日	平成 18 年 1 月 31 日	最終試験の結果	合格

論文内容の要旨

本論文で述べている油中水滴型マイクロリアクターは油中に分散した水滴のひとつひとつを小さなリアクターとして機能させる手法である。本論文ではマイクロチャンネル内で油中水滴型マイクロリアクターの反応制御を実現するために、その中で液滴の生成あるいは分裂・サイズ変化の方法を示し、さらに電界を用いたマイクロポンプ機構についても示している。また、W/O (water-in-oil) エマルジョンを用いた1分子PCR (polymerase chain reaction) 法、電界によって生じる流れを利用したDNA分子の伸張法についても検討し、最後に、電界を用いた乳化方法について検討している。

本論文は11章で構成され、第1章において油中水滴型リアクターの特徴を概説し、第2章においてはマイクロチャンネル内の反応制御手法としてのマイクロポンプに関する現在までの研究を紹介している。第3章にてPDMS (polydimethylsiloxane) を用いた非常に簡便なガラスの表面の疎水化法について示している。第4章ではマイクロチャンネル内で形成した水-油界面から静電霧化によって水滴を油中に生成する方法について述べている。第5章ではマイクロチャンネル内の液滴を微小化する方法として交流高電界が利用できることを示している。また、第6章にて交流電界とレーザー照射によるマイクロポンプ機構について検討している。レーザー焦点を電極の近傍に置くと、レーザー焦点を中心に電極から一方向で数百 $\mu\text{m}/\text{sec}$ の流れを発生させている。

さらに、第7章では流れを利用した長鎖DNA分子の伸張方法を示している。これは従来の手法とは異なり、基板への固定あるいはDNA分子の修飾をせずに伸張することができることを示している。第8章では、W/Oエマルジョンを用いた1分子PCR法について示している。PCR溶液をW/Oエマルジョン化して微小な液滴に分散し、鋳型DNA分子を液滴内に閉じ込めることで、1分子の鋳型DNA及びRNAからの増幅に成功したことを示している。第9章ではホモプライマー法を用いて配列が未知な鋳型DNA1分子の増幅に成功したことを示している。そして、第10章では、乳化方法として電界が利用できることを示している。第11章では上記結果の総括について述べている。

審査結果の要旨

本博士論文では、油中水滴型マイクロリアクターに関する研究について報告している。ここで開発された技術は、油中に分散させた微量水滴内でDNA増幅や、微小体積での効率のよい化学反応を行なうマイクロリアクター装置開発の基礎となるものである。

マイクロ流路中に置ける微小な水滴の形成、あるいは水滴の分裂に関しては、従来は機械的ポンプが一般的であったところに電界を用いた新規な方向を考案している。さらに、レーザーと交流高電界を用いたマイクロポンプの開発を行なった。

また、DNAを操作する技術は新規なものであり、実用的にも有用性が高いと判断される。特に、W/Oエマルジョンを用いた1分子レベルの高効率PCR法は、分子生物学の研究の場において、高品質ライブラリーの作成やコンビナトリアルな生体高分子の機能解明など様々な応用が期待される点で、優れた研究である。また、生物学的な反応系では、コンタミネーションが大きな問題となると考えられるが、その問題を解決する電気乳化法も幅広い応用が考えられる。この方法は、外部からの電界印加による方法であるため、従来法に比べて、試料溶液の汚染が生じることなく、また少量でW/Oエマルジョンを形成することができることを示している。これら一連の研究はいずれも先駆的な技術開発で幅広い分野で応用可能であり、国内特許(3件)および学術論文(5件)や学会発表(12件)として発表されており、産業的にも学術的にも博士論文として十分な成果を挙げていると思われる。

以上より、本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。

審査委員	田中三郎		水野 彰		浴 俊彦	
	桂 進司			印		印

(注) 論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。