

氏名(本籍)	ふじ た たつ や 藤田達也(大阪府)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第2897号		
学位授与年月日	平成14年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	工学研究科		
学位論文題目	らせん状べん毛を有する微生物を模したマイクロマシンの運動解析		
主査	筑波大学教授	工学博士	河井達雄
副査	筑波大学教授	工学博士	松井剛一
副査	筑波大学教授	工学博士	村上正秀
副査	筑波大学教授	工学博士	松内一雄
副査	筑波大学助教授	工学博士	正司秀信

### 論文の内容の要旨

本論文は、ある種の微生物がらせん状のべん毛を回転させて液体中を運動する際の推進機構をマイクロマシンに応用することを念頭に、微生物の形状変化が運動性能に及ぼす影響を調べることにより運動に適した形状を見つけること、さらに微生物のべん毛よりも推進性能の優れた人工的なべん毛形状を見出すことを目的としている。

数値計算を行うための物体モデルとして、頭部と1本の回転するらせん状べん毛を有するものを採用し、微生物形状および人工的なべん毛形状を表す計13個のパラメータで物体の形状を記述した。物体周りの流れを定常ストークス流れであると近似して、これに境界要素法を適用し、要素分割は三角形一定要素を採用している。物体に働く力とトルクのつりあい式を立てることにより、物体の移動速度と頭部のカウンターローテーションを求め、さらにこれより物体が消費するパワーと運動の軌跡を計算した。

消費パワーが最小となる形状を最適な形状として、形状パラメータの最適化を行うことにより、以下の知見を得ている。数値解析によって求めた最適形状は自然界に存在する微生物の典型的な形状に近く、従って、これら微生物は効率良く運動するのに適した形状をしている。物体の推進速度とべん毛モータの回転速度との比は、実際の微生物についての観測値とよく一致する。べん毛モータに発生するトルクについても、微生物での観測値と近いものが得られる。さらに、マイクロマシンに微生物のべん毛よりも複雑なべん毛形状を許すことで、推進速度の上昇と消費パワーの低減を同時に達成できる可能性がある。すなわち、最適な形状のべん毛の場合は、通常のべん毛の場合に比べて、推進速度は15%上昇し、消費パワーは22%減少する。

### 審査の結果の要旨

本論文で著者は、べん毛を有する微生物が運動するのに最適な形状を求めること、およびさらに発展して、実在の微生物のものよりも推進性能の優れた人工的なべん毛形状を見いだすことに成功した。ここで得られた成果は、我々が通常体験し得ない極めて低いレイノルズ数の世界における推進方法に新しい知見をもたらすものであり、さらにその推進機構を応用したマイクロマシンの設計等に有用な情報を提供するものである。以上より、本論文は工学的に高く評価できるものである。

よって、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。