

## 【特別推進研究】

### 理工系（工学）



#### 研究課題名 MEMS 多軸力センサを用いた生物の運動計測

東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授

しもやま いさお  
下山 勲

研究分野： 工学

キーワード： MEMS・NEMS、バイオメカニクス

#### 【研究の背景・目的】

生物は周囲の環境に力を及ぼし、その反力を得ることで環境中を移動している。生物の持つ安定的な運動は、人工物の動きを安定して制御する方法を考える上で、非常に示唆に富むものであり、その解明は学術的に意義深い。生物は自らの表面を介して外界に力を及ぼしており、この表面に作用する力を計測することが、モデル構築上で重要である。しかし、面の力学環境を乱さずに働く力を計測することが困難なため、正確な力学モデル構築ができない問題が従来存在した。

そこで、本研究では、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems 微小電気機械システム) 多軸力センサによって、生物が移動時に発生する力のベクトル分布を、周囲の力学環境を乱すことなく、計測することを目的とする。MEMS の微小さを生かし、表面の力学環境を乱さずに力ベクトルの計測が可能となる。

#### 【研究の方法】

生物が移動時に発生する力のベクトルを計測するために、はじめに計測対象に適したサイズ、形状、感度のセンサを作製する。これにより、生体と環境との界面に作用する力を計測し、生物の運動メカニズムの解明に必要な正確な力学モデルを構築する。解析対象として、生体を形成する細胞、微小生物である昆虫、2足歩行を行う人間の計測対象とする。これらは、生物表面を介した環境との相互作用により、特徴的な動きをなす代表例ともいえ、実証研究として適切と考えている。細胞から人まで、様々なスケ

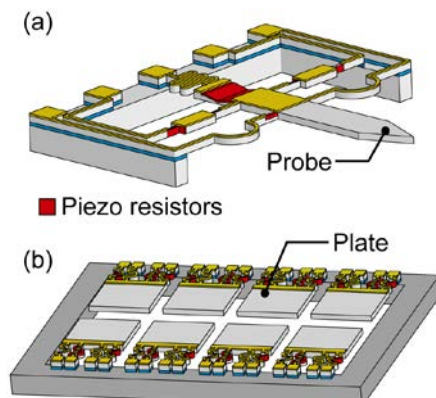


図1 本研究で提案する MEMS 多軸力センサ

(a)プローブ型多軸力センサ、(b)平面型多軸力センサ

ールの運動メカニズムを解析することで、生物の運動を引き起こす要因となる力、その動作により生じる力を計測し、生体が持つ優れた機能や運動制御能力を解明する。

#### 【期待される成果と意義】

本申請のキーである MEMS 多軸力センサにより、 $\mu\text{m}$  オーダサイズの単一細胞に加わる力から、 $\text{mm}$  オーダの昆虫、人が生じる大きな力まで、広いレンジの力計測が可能となる。

本研究の成果によって、細胞移動時の接地面と細胞膜の界面での力分布のリアルタイム解析、昆虫の目まぐるしく行われる飛翔形態の遷移の力学モデルの構築、人間の2足歩行時のすべりの解析等、生物の運動における力学モデルが包括的に解析できることが期待される。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

・ H. Takahashi, I. Shimoyama *et al.*, "A triaxial tactile sensor without crosstalk using pairs of piezoresistive beams with sidewall doping," *Sens. Actuator A-Phys.*, vol. 199, pp. 43-48, 2013.

・ T. Kan, I. Shimoyama *et al.*, "Design of a piezoresistive triaxial force sensor probe using the sidewall doping method," *J. Micromech. Microeng.*, vol. 23, no. 3, pp. 035027, 2013.

・ T. Itabashi, I. Shimoyama, S. Ishiwata *et al.*, "Mechanical impulses can control metaphase progression in a mammalian cell," *PNAS*, vol. 109, no. 19, pp. 7320-7325, 2012.

#### 【研究期間と研究経費】

平成 25 年度－28 年度  
368,900 千円

#### 【ホームページ等】

<http://www.leopard.t.u-tokyo.ac.jp/>