

# 複数の静電モータで四節リンク機構を駆動するマイクロロボットの脚部機構の検討

## A Study on Leg Mechanism of Microrobot with Multiple Electrostatic Motors Driving Four-Segment Link Mechanism

政井 悠夏<sup>†</sup> 田巻 祐哉<sup>††</sup> 木屋 大地<sup>††</sup> LYU SHUXIN<sup>††</sup> 森下 克幸<sup>††</sup> 齊藤 健<sup>†</sup>  
 Yuka MASAI<sup>†</sup> Yuya TAMAKI<sup>††</sup> Daichi KIYA<sup>††</sup> Shuxin LYU<sup>††</sup> Katsuyuki MORISITA<sup>††</sup> Ken SAITO<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 日本大学理工学部精密機械工学科 <sup>††</sup> 日本大学大学院理工学研究科

<sup>†</sup> Department of Precision Machinery Engineering, Nihon University

<sup>††</sup> Graduate School of Science and Technology, Nihon University

### 1. はじめに

近年、マイクロロボットは工場などの管内の検査や人間が立ち入ることができない場所の調査など、人が直接関与できない狭い空間で活動することが期待され、研究・開発が進んでいる。上記の条件での活動にはマイクロロボットの自律駆動が求められている。

我々は Shape Memory Alloy (SMA) を使用したアクチュエータを搭載した 6 足歩行型 Micro Electro Mechanical Systems (MEMS) ロボットを開発した[1]。MEMS ロボットにはアクチュエータと制御回路を搭載されており、全体の大きさは幅 9.9 mm、奥行き 4.6 mm、高さ 6.4 mm である。アクチュエータには SMA を使用し、コントローラにはハードウェアニューラルネットワーク IC を使用した。従来の脚部は 6 節リンク機構となっており、SMA が加える直線運動を一連の歩行動作に変換する。それにより足先が得られる変位は縦方向 365.4  $\mu\text{m}$ 、並行方向 1475.2  $\mu\text{m}$  であった。しかし SMA は消費電力が大きいため、本体への電源の搭載の妨げになる。また脚部の部品が小さいため、複雑な 6 節リンク機構の脚部は人による組み立てが難しい。そして現在の脚部の変位では小さな起伏を進めなくなる可能性がある。

本論文では、SMA ではなく静電アクチュエータを二つ使用して脚部の設計を行い、機構によって二か所のアクチュエータの変位を足先の変位へ増加させ、部品数を減らすことで組み立て時の負担を軽減することを検討したので報告する。

### 2. 4 節脚部の構造

図 1 に新たに設計した 4 節脚部の構造を示す。設計する際はひとつの脚部の大きさを縦 6.4 mm 横 3 mm に収まるよう限定した。3 本のバーと三角形の足先プレートとそれらを繋ぐシャフトで構成されており、そのうち 1 か所のみが固定されている。赤い点にはひとつずつアクチュエータが使用され  $P'_1$ 、 $P'_2$  を力点とし、黄色い固定点を支点  $a$  とする。固定点以外は土台となるプレートに対して自由に動くことができ、クローズドループ構造でありながら 2 自由度を持っている。このため支点から足先までの距離を増減させるための 2 変数を、2 つの力点の変位に分散することができると考

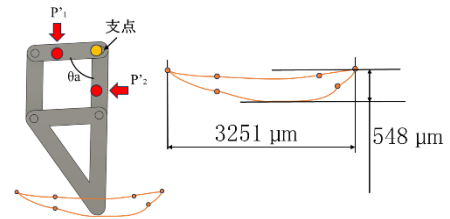


図1 脚部構造と変位

えられる。また、従来の脚部と比較して 4 節脚部は力点の数が増えたことに伴って変位も増加した。

Fusion360 を用いて変位を計測した結果、足先の変位は縦方向 548  $\mu\text{m}$ 、並行方向 3251  $\mu\text{m}$  となった。これは来の変位の約 1.5 倍と約 2 倍になる。

### 3. まとめ

マイクロロボットの脚部の構造を検討した。変位を計測した結果、足先の縦の変位が 1.5 倍に増加し横の変位が 2 倍となった。これにより技術的問題は多々残るものの、段差に対する移動性能の改善が期待できる。今後はこれを動かすことができる十分な出力の静電モータを検討し、駆動実験をおこなう予定である。

### 4. 謝辞

本研究は、文部科学省「マテリアル先端リサーチインフラ」事業(JPMXP1223UT1015)の支援を受けたものです。また、日本大学特別研究の助成を受けたものである。静電モータの試作は、日本大学マイクロ機能デバイス研究センター、武田先端知ビルスーパークリンルーム(d.lab)の支援を受けて行われたものです。

### 参考文献

- [1] K. Saito, D.S. Contreras, Y. Takeshiro, Y. Okamoto, Y. Nakata, T. Tanaka, S. Kawamura, M. Kaneko, F. Uchikoba, Y. Mita, and K. S. J. Pister : “Study on Silicon Device of Microrobot System for Heterogeneous Integration”, ICEP, 2018.