

## MEMS マイクロロボットに搭載する触覚センサに対する検討

## A Study on Tactile Sensor for MEMS Microrobot

熊倉佑樹<sup>†</sup> 木屋大地<sup>†</sup> 榎澤瑠奈<sup>††</sup> 古屋堇<sup>††</sup>石川真聡<sup>††</sup> 伊藤穂高<sup>††</sup> 山田哲之<sup>††</sup> 森下克幸<sup>††</sup> 武井裕樹<sup>††</sup> 齊藤健<sup>†</sup>Yuki KUMAKURA<sup>†</sup> Daichi KIYA<sup>†</sup> Runa ENOSAWA<sup>††</sup> Sumire FURUYA<sup>††</sup>Masato ISHIKAWA<sup>††</sup> Hotaka ITO<sup>††</sup> Noriyuki YAMADA<sup>††</sup> Katsuyuki MORISHITA<sup>††</sup> Yuki TAKEI<sup>††</sup> Ken SAITO<sup>†</sup><sup>†</sup> 日本大学理工学部 <sup>††</sup> 日本大学大学院理工学研究科<sup>†</sup> College of Science and Technology, Nihon University <sup>††</sup> Graduate School of Science and Technology, Nihon University

## 1. はじめに

昆虫は小さな体にも関わらず優れた機能を持ち、自律的な動作が可能である。我々は Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)の微細加工技術を用い、昆虫を模倣することで自律的な動作が可能なMEMS マイクロロボットの開発を行っている。先に我々は、図1に示すコントローラとアクチュエータを搭載した6足歩行型MEMS マイクロロボットを開発し歩行に成功した[1]。しかし、このマイクロロボットにはセンサを搭載していないため、不整地や障害物などの外部環境に対応することができない。

本論文ではマイクロロボットの自律駆動の実現を目的に、マイクロロボットに搭載可能な障害物との接触、非接触を検出する接触式の触覚センサの設計および作製を行ったので報告する。

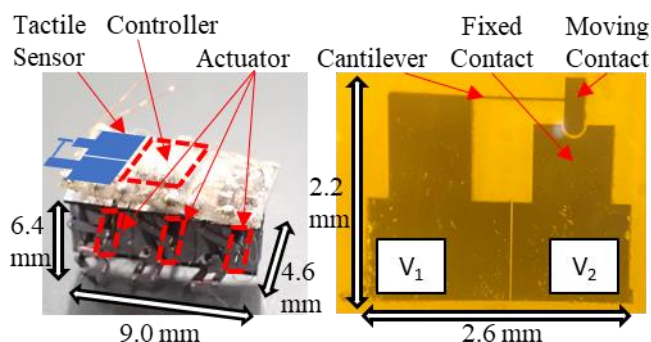


図1 マイクロロボット

図2 触覚センサ

## 2. 触覚センサ

図2に作製した触覚センサを示す。触覚センサはカンチレバー、電極  $V_1$ ,  $V_2$ , 可動接点, 固定接点で構成した。カンチレバーの先端が障害物に接触することにより、衝撃力が加わりカンチレバーがたわむ。電極  $V_1$ ,  $V_2$  間に電位差を与えているため、可動接点と固定接点が接触することで触覚センサが導通する。触覚センサの導通、非導通によって障害物との接触の有無を判断する。触覚センサはマイクロロボットの上部に搭載する予定である。

触覚センサが導通するためには、触覚センサに加わる衝撃力  $F$  がカンチレバーの復元力  $P$  より大きいことや、たわみによる変位  $y$  が可動接点と固定接点間の隙間  $d$  より大きいことの2つの条件を満たす必要がある。マイクロロボットの

質量を  $M$ , マイクロロボットの移動速度を  $v$ , カンチレバーの長さを  $L$ , カンチレバーの厚さを  $h$ , カンチレバーの幅を  $b$ , ヤング率を  $E$  として以下の式により触覚センサの導通条件について検討した。

$$F = \frac{2Mv^2}{d} \quad (1)$$

$$P = \frac{Ehb^3}{4L^3} d \quad (2)$$

$$y = \frac{4FL^3}{Ehb^3} \quad (3)$$

検討した結果、 $M = 281 \text{ mg}$ ,  $v = 27 \text{ mm/min}$ ,  $L = 1000 \text{ }\mu\text{m}$ ,  $b = 20 \text{ }\mu\text{m}$ ,  $d = 30 \text{ }\mu\text{m}$ とした場合、 $F = 3.79 \text{ mN}$ ,  $P = 1.56 \text{ mN}$ ,  $y = 73 \text{ }\mu\text{m}$ と求まった。したがって  $P < F$ ,  $y < d$  より、障害物の検知が可能であることを示した。

## 3. まとめ

本論文では、マイクロロボットに搭載する触覚センサの設計および作製を行い、障害物検知に利用する検討を行った。検討の結果、触覚センサは障害物の検知が可能であることを明らかにした。

今後は測定回路を作製し導通確認をおこなうとともに、マイクロロボットに実装する予定である。

## 謝辞

本研究は、令和2年度日本大学学術研究助成金 総合研究の助成を受けたものです。また、マイクロロボットの作製は、日本大学マイクロ機能デバイス研究センターの支援を受けました。

## 参考文献

[1] Ken Saito *et al.* "Study on Electrostatic Inchworm Motor Device for a Heterogeneous Integrated Microrobot System", Transactions of The Japan Institute of Electronics Packaging, Vol.12, pp. E18-009-1-E18-009-7, 2019