K6-78

四足歩行型 MEMS マイクロロボットに用いる脚部の開発

Development of leg for Quadruped MEMS Microrobot

○河村彗史[1]，内海裕人[1]，田中大介[2]，高藤美泉[3]，齊藤健[3]，内木場文男[3]
*Satoshi Kawamura [1], Yuto Uchiumi[1], Daisuke Tanaka[2], Minami Takato[3], Ken Saito[3], Fumio Uchikoba[3],

Abstract: This paper presents development of a leg system for quadruped MEMS microrobot. Quadruped MEMS microrobot imitates the quadruped animal and insect. Quadruped animals can walk in a stable. Insects are minuscule. By incorporating these characteristic, the quadruped MEMS microrobot can walk in the situation and go to the location human can't enter. To realize quadruped walking, we used link mechanism to the leg of the quadruped MEMS microrobot. Also, we used MEMS technology in order to make the robot to small.

１．はじめに

近年，昆虫や動物を模倣したロボットの研究が行われている．四足歩行動物の安定した歩行，昆虫の小型な機構を生かしたロボットなどさまざまである．

救助ロボットは移動機構にクローラーや車輪を用いたものが多い．しかし，震災などにより地面が荒れてしまった環境では，クローラーや車輪では瓦礫などにより進む事が困難である．この問題を解決するために四足歩行する救助ロボットが提案されている[1]．四足歩行によりクローラーや車輪では乗り越えることが難しい瓦礫などの障害物を，歩幅を調整しながら跨いだり，踏み越えて回避することができる．

昆虫を模倣したロボットは小型な機構を生かし，人間では立ち入り困難な場所に入り，作業をすることが可能である．また医療の分野において，ロボットを服用薬のように摂取し，異常箇所の発見及び修復を行うロボットの開発も行われている[2]．

我々は四足歩行動物の安定した歩行と昆虫の小型な機構を模倣したマイクロロボットの開発を行っている．昆虫の小型な機構は半導体製造プロセスを応用した MEMS 技術を利用することで実現している．

本研究ではマイクロロボットによる四足歩行を実現するために必要な脚部の開発を行った．

２．てこの原理

四足歩行を可能にするためには，足を蹴りあげる動作が必要となる．しかし作製するマイクロロボットの大きさは非常に小さいので，サーボモータのような駆動源を用いることができない．そこで駆動源に小型で力の出る人工筋肉ワイヤを用いた．しかしその変位量は小さいので，リンク機構を用いることで大きな変位量にすることを考えた．脚部を構成するリンク機構は四節リンクを組み合わせたものを作製した．リンク機構を用い変化量を増やすためにてこの原理を利用した．Figure 1 に各種てこの原理を示す．(a)が第一種，(b)が第二種，(c)が第三種となっている．Figure 1 からわかるように三種類のてこの原理はそれぞれ, 支点, 力点, 作用点の位置が異なることがわかる．脚部の開発には Figure 1(a)の第一種を用いることにした．

また，第一種てこは Figure 2 のように支点の位置をずらすことにより性質が変わってくる．支点を作用点に近づけると，力点での必要な力が小さく，変位量が大きくなり，作用点での発生力が大きく，変位量が小さくなる．支点の位置を力点に近づけると，力点での必要な力が大きく，変位量は小さくなり，作用点での

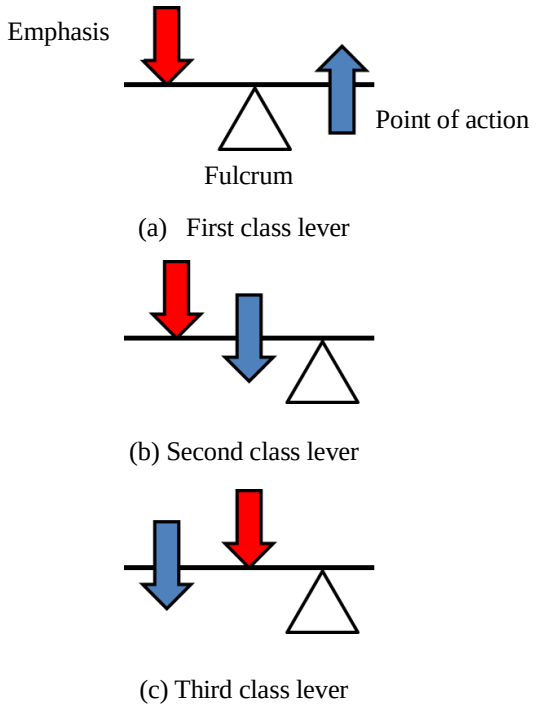

Figure 1. The principle of leaver

１：日大理工・精機　２：日大理工・院（前）　３：日大理工・教員・精機

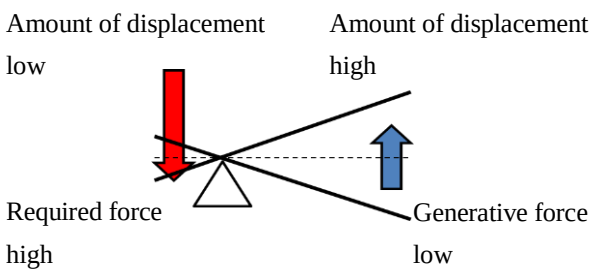

Figure 2. Element changes due to the fulcrum position of first kind of lever

発生力が小さく，変位量は大きくなる．駆動源に用いる人工筋肉ワイヤは発生力が大きい．また，足を上げるために変位量は大きくなるので，脚部の設計には支点を力点に近づけた状態で設計した．

３．脚機構

マイクロロボットのパーツはマイクロメーターオーダーの精度で作製する必要があるため，MEMS 技術を使って作製している．

脚機構は Figure3 のようなリンク機構を作製した. 脚機構は四節リンクを組み合わせたもので，人工筋肉ワイヤを Rod1 と Body に取り付け，人工筋肉ワイヤによる揺動運動を回転運動に変換して動かしている．人工筋肉ワイヤが縮むとリンク全体が一体となって動く．Body につけた Stedy Pin が Rod4 にぶつかり，Rod3 が回転し足が折れる．弛緩すると，足が折れた状態で動いて固定ピンにぶつかって足が伸びる仕組みになっている．この動きを繰り返し行うことで，足を折りながら前に繰り出して歩行する．前述に書いたようにてこの原理を使うことで変位量を大きくしている．

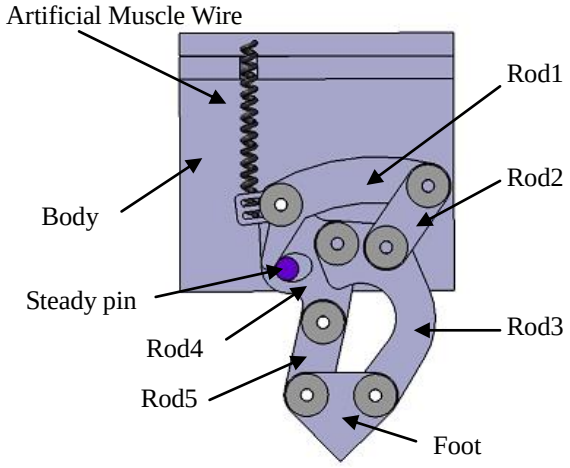

Figure3. Link mechanism

４．結果

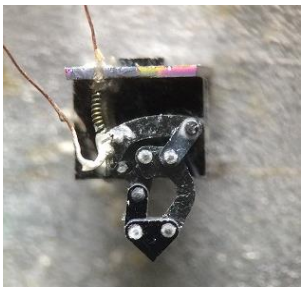

Figure 4. Developed quadruped microrobot leg.

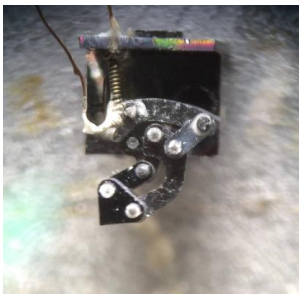

Figure5. The operation of quadruped microrobot leg

Figure4 のような四足歩行型マイクロロボットの脚部を作製した．脚部につけた人工筋肉ワイヤにはんだごてで熱を与えることで脚部を動作させた. その結果，作製したリンク機構が動作することを確認することができた．Figure5 に脚部が動作した時の様子を示す．

このことからリンク機構は大きな駆動源を用いることができないマイクロロボットの足を動かすのに適していることがわかる．

５．まとめ

MEMS 技術を用い四足歩行型マイクロロボットの脚部の開発を行った．今回作製したリンク機構から改善点を探し，新しいリンク機構の設計を予定である．

６．参考文献

[1] 白石洋介，渡辺美知子：「不整地における４足歩行動作の獲得」，ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集，Vol.2012，No.2012，pp.1A2-D11(1)，2012

[2] 西村功，小林正嗣，吉田猛浩，武石学，泉知論，加藤俊之，山内寛紀：「マイクロ体内ロボットの中枢となる組込みシステムの開発」, 情報処理学会研究報告システム LSI 設計技術，Vol.2006，No.111，pp.17，2006

謝辞

本研究は日本大学マイクロ機能デバイス研究センターに支援を受け，四足歩行型マイクロロボットの脚部を作製した．