

# テンセグリティ型移動ロボットの幾何学的対称性を考慮した アクチュエータ配置

柴田瑞穂 力植友彬 (近畿大学) 平井慎一 (立命館大学)

## 1. 諸言

軽量の移動ロボットの実現という観点から、外殻変形を利用した多面体移動ロボットの研究がなされている。筆者らは、テンセグリティ構造に着目し、外殻変形による重心移動を利用した移動方法を提案している [1, 2]。図 1 に開発した正 20 面体型テンセグリティロボットを示す。本試作機では、圧縮材を木材、張力材をゴム材、アクチュエータを形状記憶合金 (トキコーポレーション製 BMX150) としている。全高は、52mm である。圧縮材 3 点で接地し、接地面の形状は三角形となる。このロボットは、外殻変形によりロボットの重心を支持多角形の外にだすことで転がり移動する。多足歩行ロボットの動歩行とは異なり、ロボットが移動したあと、ロボット本体の別の面が新たな接地面となる。したがって、重心位置を適切に制御することで、新たな接地面を支持多角形として、ロボットは静止することができる。本機構では、連続的な転がりを実現するためには、アクチュエータの配置が重要になる。本稿では、正 20 面体型テンセグリティ移動ロボットを取り扱う。このとき、アクチュエータ配置および接地状態の分類に関して議論する。

## 2. アクチュエータ配置と接地状態の分類

外殻を変形させるためのアクチュエータは直動のアクチュエータとする。形状記憶合金、マッキベン型空気圧人工筋などが直動アクチュエータとして利用できる。製作の容易さ、外殻の変形量を大きくするという観点から、各頂点間にアクチュエータを配置することを考える。すなわち 2 つの頂点間を結ぶ線分上にアクチュエータを配置する。ここで、正 20 面体の幾何学的配置を考慮して、アクチュエータも圧縮材と同様に、3 対の平行に配置されたアクチュエータが互いに直交するように配置する。図 1 の試作機では、この配置を実現している。筆者らは正 20 面体のテンセグリティ構造体に関して、接地面に対する圧縮材の向き観点か

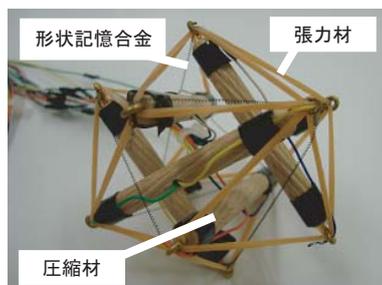
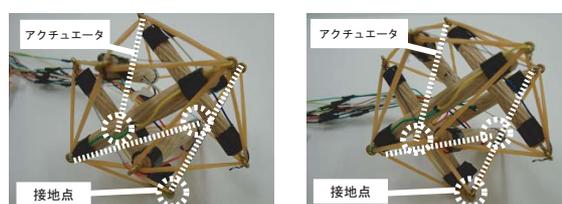


図 1 テンセグリティ型移動ロボット



(a) 接地パターン {111} (b) 接地パターン {210}

図 2 圧縮材と接地面との分類



(a) 接地パターン {111} (b) 接地パターン {210}

図 3 アクチュエータと接地面との分類

ら、接地面を {111} 型と {210} 型の 2 つに分類した [1] (図 2)。アクチュエータも同様に、接地面に対するアクチュエータの向きの観点から、{111} 型と {210} 型に分類することができる (図 3)。すなわち、このアクチュエータの配置では、接地状態の分類は、{ 圧縮材 } - { アクチュエータ } = {111} - {111}, {111} - {210}, {210} - {111}, {210} - {210} の 4 つになる。これらすべての組み合わせから、適切なアクチュエータを収縮させることによって、任意の方向に転がる事が可能であることを実験的に確かめた。

## 3. 結言

本稿では、外殻変形を利用したテンセグリティ移動ロボットのアクチュエータ配置に関して議論した。本稿では、正 20 面体型移動ロボットに関して、幾何学的対称性を利用した配置を提案した。接地状態の分類は 4 つとなる。また、適切にアクチュエータを動作させることにより、これらすべての組み合わせから任意の方向に転がることを実証した。

## 参考文献

- [1] Mizuho Shibata, Fumio Saijyo, and Shinichi Hirai, "Crawling by Body Deformation of Tensegrity Structure Robots", Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, pp.4375-4380, 2009.
- [2] 小泉佑介, 柴田瑞穂, 平井慎一, "マッキベンアクチュエータにより駆動されるテンセグリティロボットの実験的評価", 第 17 回ロボティクス・シンポジウム講演論文集, pp.388-394, 2011.