T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	小型軽量4脚歩行ロボットTITAN-XIIIの開発 新素材ワイヤを用いた駆動機構による脚機構設計
Title	
著者(和文)	北野智士, 広瀬茂男, 遠藤玄
Authors	Satoshi Kitano, SHIGEO HIROSE, Gen Endo
出典 / Citation	日本ロボット学会学術講演会, , , 3I1-3
Citation(English)	, , , 3I1-3
発行日 / Pub. date	2012, 9
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は日本ロボット学会に帰属します。 Copyright (c) 2012 The Robotics Society of Japan.

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

小型軽量 4 脚歩行ロボット TITAN-XIII の開発
新素材ワイヤを用いた駆動機構による脚機構設計

○北野智士(東京工業大学)　広瀬茂男(東京工業大学)　遠藤玄(東京工業大学)

1. はじめに

様々な移動形態のうち「歩行」は「タイヤ」や「クローラ」に比べて極めて高い不整地踏破能力を有している．その中でも特に多脚歩行ロボットは

(1) 離散的に接地点を選択することができる
(2) 全方向にスリップなく移動できる
(3) 障害物を触れずに乗り越えることができる
(4) 移動後に安定した足場となることができる

といった特徴を有しており，これまでにも多くの多脚歩行ロボットの研究が報告されている[1].

しかし，従来の多脚歩行ロボットで多く用いられているクロール歩容では移動速度が低い，歩容生成が複雑であるという問題点があった．そこで本研究ではトロット歩容を基本とする動歩行により移動速度を向上させ，全方向への移動制御も容易に可能[2]とするシンプルな 4 脚歩行ロボット TITAN-XIII（図 1）の実現を目的とする．基本的な仕様は表 1 に示す通りである．本稿では TITAN-XIII の構成，脚機構設計と試作された 1 脚モデルの動作試験について述べる．

図1　TITANX-III 概観

表1　TITANXIII 基本仕様

寸法(縦×横×高さ)	240×600×300 mm
全重量	5 kg
可搬重量	2 kg
平地歩行速度	0.6 m/s (デューティ比 β=0.5)

2. 脚機構

2.1 脚機構の概要

図 2 に TITAN-XIII の脚概略図と図 3 にその機構を示す．この脚機構はワイヤを用いた平面 2 自由度機構とそれを回転させる機構によって構成された 3 自由度アームとなっている．これは昆虫型の脚配置となっており，哺乳類型と異なり可動範囲を大きくできる．加えて本機構では基準姿勢時に θ2 軸を θ1 軸の水平位置から垂直にオフセットをとることで更に広い可動範囲を実現している．これらにより歩行する際に選択可能な接地範囲を広くとることができ，様々な荒地にも適応することが可能である．また，高速な歩行を行うには脚の慣性モーメントをできるだけ小さくすることが重要である，これを実現するためワイヤを用いて各部に動力伝達することにより，アクチュエータを根本に集中的に配置し慣性モーメントの低減を図っている．

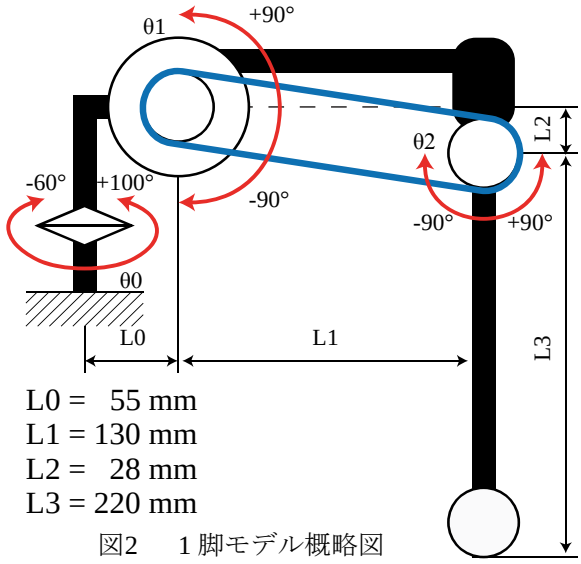

図2　1 脚モデル概略図

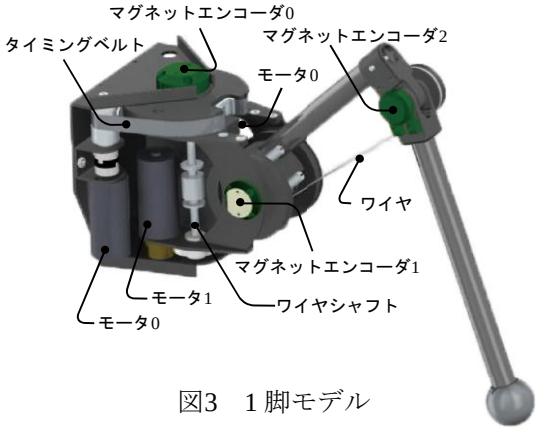

図3　1 脚モデル

2.2 ワイヤ駆動機構

図 3 の θ1 と θ2 の関節はワイヤによって駆動されている．これらの駆動部は図 4 に示されるように，DC ギヤードモータ，歯車による減速機，ワイヤを用いた減速機，により構成されている．従来のワイヤ駆動機構[1]においては出力プーリと入力プーリの軸が並行であったが今回の機構ではそれらを直交して配置させることにより省スペース化を実現

している．またワイヤの材質も従来ではステンレス製ワイヤが用いられていたが，近年開発された PBO 繊維であるザイロンを芯線としダイニーマにより被覆されたワイヤ（ハヤミ工産：DY-3815ZL，直径 0.9mm）を使用している．これにより従来のステンレス製ワイヤに比べてはるかに小さな曲げ半径でも使用することが可能である．本機構ではこの特性を利用し入力軸を小さくすることで，5：1 の減速比を得ている．また，減速機の最終段には大きなトルクが加わるが，一般的な歯車を用いた機構では重量が嵩んでしまう．本機構では最終段にもワイヤによる減速機構を用いることにより，ワイヤを巻き付けているシャフトによってトルクを支えられるようにし，軽量，省スペースでの減速を可能とした．なお θ0 に関しては負荷が少なくスペースも十分に取れるためタイミングベルトを使用している．

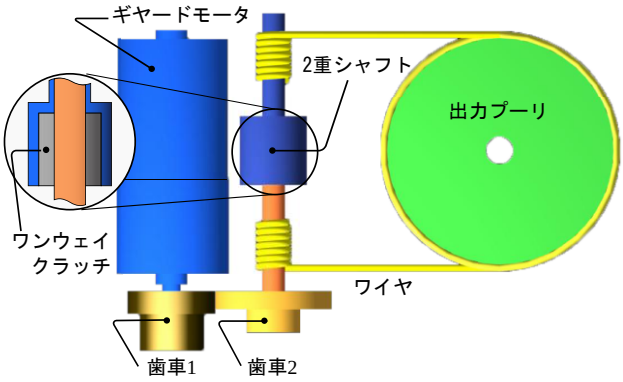

図4　ワイヤ駆動機構

2.3 テンション調整機構

ワイヤ駆動の問題点として，ワイヤの伸びの調整が挙げられる．本機構ではワイヤのテンションを調整可能とするため図 4 のようにシャフトを 2 重構造としそれぞれのシャフトをワンウェイクラッチにより接続している．このワンウェイクラッチはワイヤのテンションを増す方向にしか回転せず，片方のシャフトを回転させるだけで簡便にワイヤのテンションを調整することができる．

3. 試験 1 脚モデル

3.1 試験 1 脚モデルの開発

以上の機構を基に 1 脚モデルの試作を行った．開発した試作 1 脚モデルを図 5，図 6 に示す．

基部には A5052 板金部品，関節部のみ A2017 切削部品，関節間には CFRP パイプを用いることで軽量かつ安価に製作されている．アクチュエータとしては DC ギヤードモータ(Pololu 社製：25DmmHP）を用いている．また各部は関節毎にユニット化されており，簡便にメンテナンスを行うことが可能である．

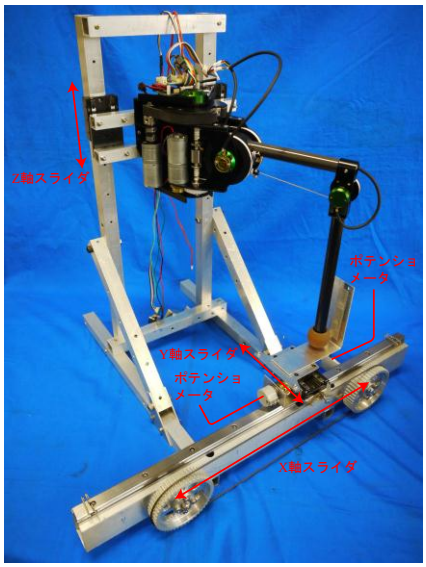

図5　開発された試作 1 脚モデルと実験装置

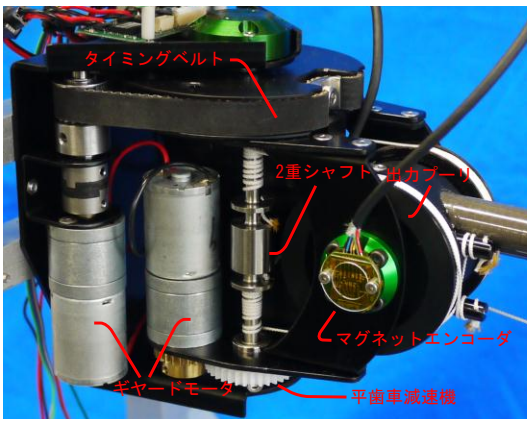

図6　試作 1 脚モデルの機構詳細図

3.2 動作試験

開発された試作 1 脚モデルを図 5 に示した実験装置を用いて動作試験を行った．事前に設定した歩行時と同様の軌道にそって脚先を動作させ，設定した軌道通りに動作していることが確認できた．

4. まとめ

本稿では，4 脚歩行ロボット TITAN-XIII の基本構成，及び試作された 1 脚モデル及びその試験について述べた．開発された TITAN-XIII は普及型歩行ロボット[1]に比べ 1/4 程度の重量を達成した．実際の動作の様子は発表時に紹介したいと考えている．

参　考　文　献

[1] 広瀬茂男，有川敬輔:“研究用プラットフォームとしての普及型歩行ロボット　TITAN-VIII の開発”，日本ロボット学会誌, vol. 17, no. 2, pp.301-309, 2006.

[2] 米田完，飯山浩幸，広瀬茂男: “4 足歩行機械の間欠トロット歩容－全方向歩行の動的制御－“，日本ロボット学会誌，vol. 14, no. 6, pp.881-886, 1996.