

# 四足歩行ロボットの進化の足跡

## —東工大 広瀬茂男・福島E.文彦研究室

東工大の広瀬・福島研究室はヘビ型移動ロボットの開発でつとに知られているが、四足歩行ロボットの開発も、ほぼ同時に始め、長い歴史がある。その開発を通じ、変化したもの、変わらないものを追ってみた。

みちかた  
道方 しのぶ (サイエンスライター)

TITAN (タイタン) といえば、土星の衛星を思い起こす人が多いだろうが、東京工業大学広瀬・福島研究室の「TITAN」は "Tokyo Institute of Technology of the Aruku Norimono" の略で、30 年余にわたって開発された四足歩行ロボットシリーズである。ユニークな命名法に劣らず、各世代の TITAN は大きな話題を呼び、構造や機能の点でも、大きな足跡を残してきた。多脚機構ロボットを長年、開発し続けているのは「平地を高速移動するには、車輪がずっといい。だが、脚にすると、不整地を安定に移動でき、障害物をよけることができる。スリップで地表を痛めずに、全方向移動ができる。凹凸面でも安定な静止姿勢がとれ、脚をマニピュレータとしても使えるから」と広瀬さんは主張する。

広瀬さんのロボット開発はあくまでも実用化が目的で、実際に実用化にこぎ着けたロボットはこれまで幾つもある。四足ロボットに関しては、長年苦戦してきたが、建設現場での運用を目的とするロボットが実用化の一手手前まで迫った。

9 月初旬、東京都大岡山にある広瀬・福島研究室を訪ねた。遠藤玄助教からはずらりと並んだロボット群の開発歴史の説明を受け、広瀬教授には開発の苦労話、今後の展望などを伺った。TITAN シリーズⅧ号機は、今秋スタートする、主に企業エンジニア向けの「ロボット創造塾」にも、ロボット開発事例として使われる予定だ。

### 80 年代に華々しくデビューした TITAN シリーズ

TITAN シリーズは現在もお開発途上にあるが、TITAN と名乗り始めたのは、3 代目の四足歩行ロボット TITAN-Ⅲ から

で、1 号機、2 号機には KUMO-1、PV-II という名がつけられた。なぜ、KUMO なのか？その理由については後で述べよう。以下、TITAN シリーズのうち、エポックメイキングなロボットを取り上げ、概説する。

1981～84 年に開発された、TITAN-Ⅲ (脚長 1.2m、質量 80kg) は障害物を検知するウイスカ (ひげ) センサを付けている。本誌 No.59 の ROBOMECH レポートでも、広瀬研開発の足先機構につけたウイスカセンサ (TITAN-Ⅲ用) を紹介したが、これとは素材が異なり、もっと華奢なものだった。このセンサによって、障害物を避けたり、乗り越え、歩くことができた。また、姿勢センサも装備され、これらのセンサ情報を使って、地面の状態に適した歩容制御を開発し、第 1 回日本ロボット学会論文賞を受賞した。

TITAN-Ⅳ (写真 1) は 1985 年のつくば博で展示され、3 段の階段を会期中往復し続け、半年でのべ 40km も歩いた。静止状態からクロール歩行、さらに対角脚 2 脚で歩くトロット歩行 (トカゲやウマなどの歩法) (写真 2) も行え、最大 40cm/sec の動的歩行も実現した。



写真 1 TITAN-Ⅳ。1985 年のつくば博で展示し、会期中に 3 段の段差を往復し、その距離はのべ 40km に及んだ。



写真 2 TITAN-Ⅴ。対角 2 脚を支持脚にするトロット歩行を実現した。

### TITAN のルーツはザトウグモ

そもそも、四足歩行ロボットの開発に着手したのも、一匹のザトウグモ (クモの仲間ではなく、6 本脚の昆虫) との出会いがあったからだ。1976 年当時、広瀬さんは富士山麓に登山中、脚が異常に細長いザトウグモに出会った。ザトウグモは広瀬さんが手で作った「障害物」も難なく乗り越えた。このユニークな形態と歩行能力にもたまち惚れ込んだ広瀬さんは、大学に戻るとさっそくその数十倍のザトウグモ型ロボットの試作に着手した。ところが、出来上がったロボット KUMO-1 (脚長 1.5m、質量 14kg) (写真 3) はクモのように軽や



写真 3 KUMO-1。TITAN シリーズのルーツ。ザトウグモを模して作ったが、エネルギー損失が大きく、ゆっくりしか歩けなかった。設計原理 GDA を思いつききっかけとなった。1976 年。