

パラレルリンクロボットの開発

報告者 (株) ロボメカニクス研究所 山本昌彦
共同研究者 大学院総合理工学研究科東大阪モノづくり専攻
教授 沖 幸男
(株) ロボメカニクス研究所 代表取締役 藤井康夫

1. 背景

近畿大学では過去において図 1 に示すようなパラレルリンクを使用した 4 足歩行ロボ

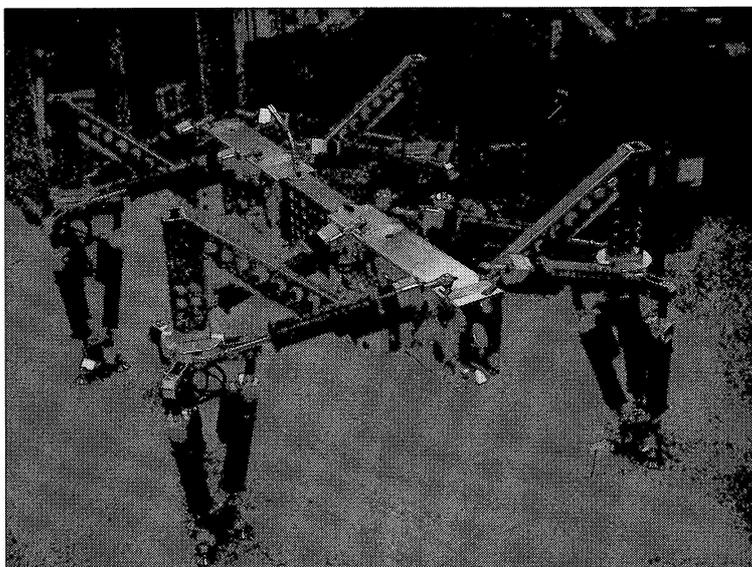


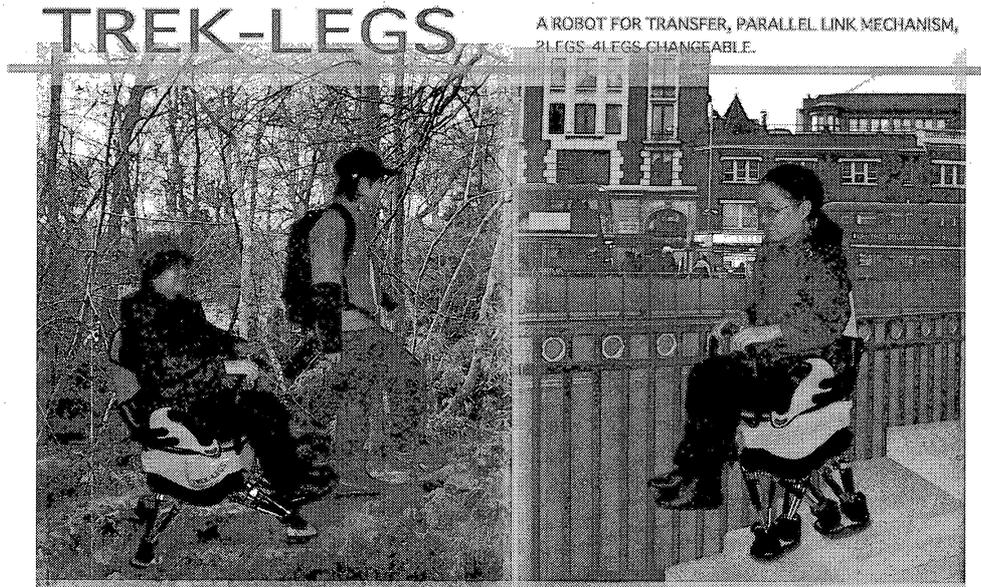
図 1 パラレルリンクを使用した 4 足歩行ロボット

ットを開発し、その歩行特性や脚の動作範囲を実験と解析によって明らかにした。本機構を歩行ロボットに応用した例は始めてであるので、その応用範囲について (株) ロボメカニクス研究所と共同で調査した。

一方この研究成果に注目した日本大学学術学部は生活支援に応用できる歩行ロボットを工業デザインのテーマとして取り上げ、工業デザイン上で実用機の素案を提案した。そこで、本研究では今までの研究成果を応用して脚力不足で歩行が少し困難な健常者が比較的容易に日常の障害物を乗り越えて移動できるロボットの開発に目的を絞った。筆者らはこれをトレックレッグと呼ぶことにした。

2. 目的

図 2 はその構想図で、3本の直動シリンダから構成される脚4本によって不整地は歩行し、階段などの大きな凹凸や段差では前後の脚が一体化して2本の脚に変化して2足歩行する構造である。パラレルリンクは耐荷重性が大きいいため小型で高さの低い安定した着座面が得られる。



車椅子使用者が山でのレジャーを楽しむためには、車椅子を押す後、引っ張る役など多くの人の手助けが必要となる。町中での生活には、少しの段差やスロープの無い階段が障壁となる。気軽にハイキングに行きたい、町を自由に歩きたいというニーズに答えるための新しい移動用ロボット TREK-LEGS を提案する。階段や狭い場所に向く2足歩行と、安定性が高く不整地に向く4足歩行を切り替えて使用することにより、市街地での活動、都市部から郊外への移動、野山でのレジャーまでサポートすることを目指す。

図 2 トレックレッグの基本構想図

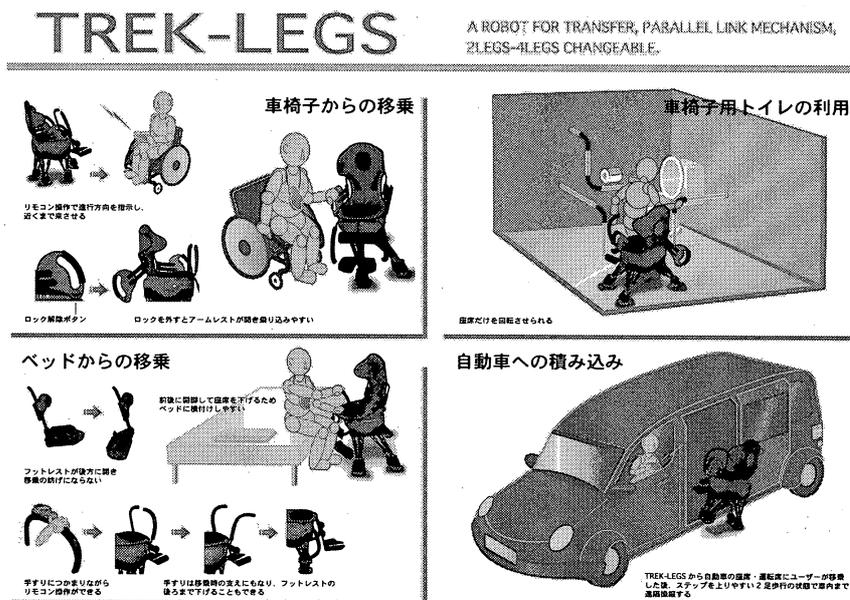


図 3 トレックレッグの応用範囲

また、これを応用すれば図 3 に示すように介護作業の一助にもなる。

そこで第 1 年度はこのような構造のトレックレッグの機構部分を設計・試作することに着手し、図 4 に示すようなトレックレッグを試作完成させた。(その詳細は平成 17 年度の成果報告書を参照のこと)

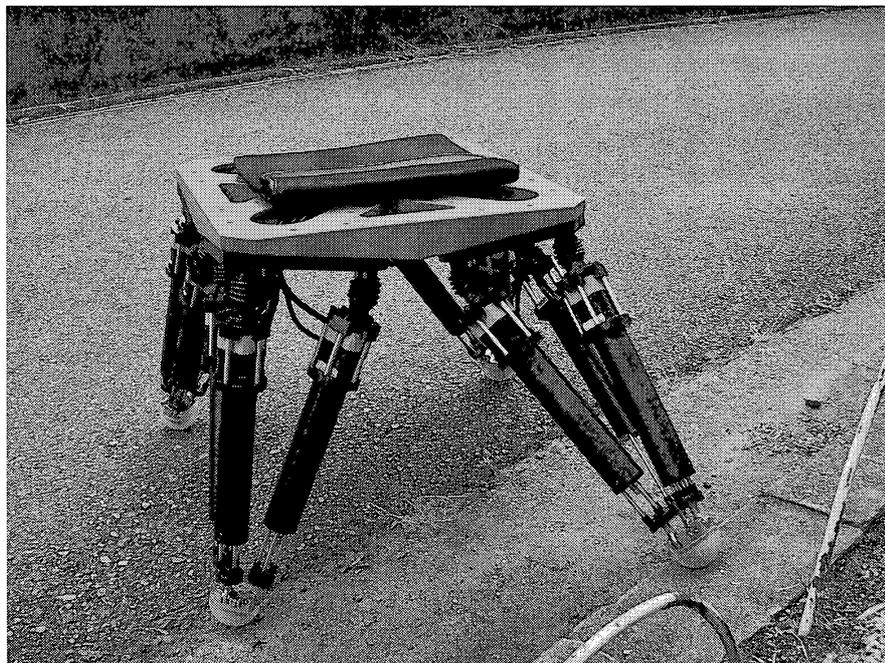


図 4 試作したトレックレッグの外観

本年度は継続して脚の駆動ソフト、歩行パターンの決定を主目的に行った。

3. 研究組織

研究実施に当たり、試作したトレックレッグの制御・最適歩行パターンについて解析は近畿大学、設計・製作、ソフト開発は(株)ロボメカニクス研究所が担当した。

4. 研究方法

この機構によって歩行を実現可能にするためにはいくつかの問題点を克服する必要があるが、技術的な問題点は以下に集約される。

- ①歩行による重心移動の配慮
- ②不整地歩行の考え方
- ③高速歩行の可能性
- ④ペイロードの増大

5. 研究成果

本研究では図 5 に示すような最も標準的なクロール歩行を行うことにした。図 5 はトレックレッグの各脚の動きをステップ毎に示したもので、必ず重心は着地している 3 脚の内側に入ることを条件にしている。図 6 は遊脚脚先の上下方向移動距離をしめす。できるだけ歩行速度を上げるため地面から離れないようにしている。

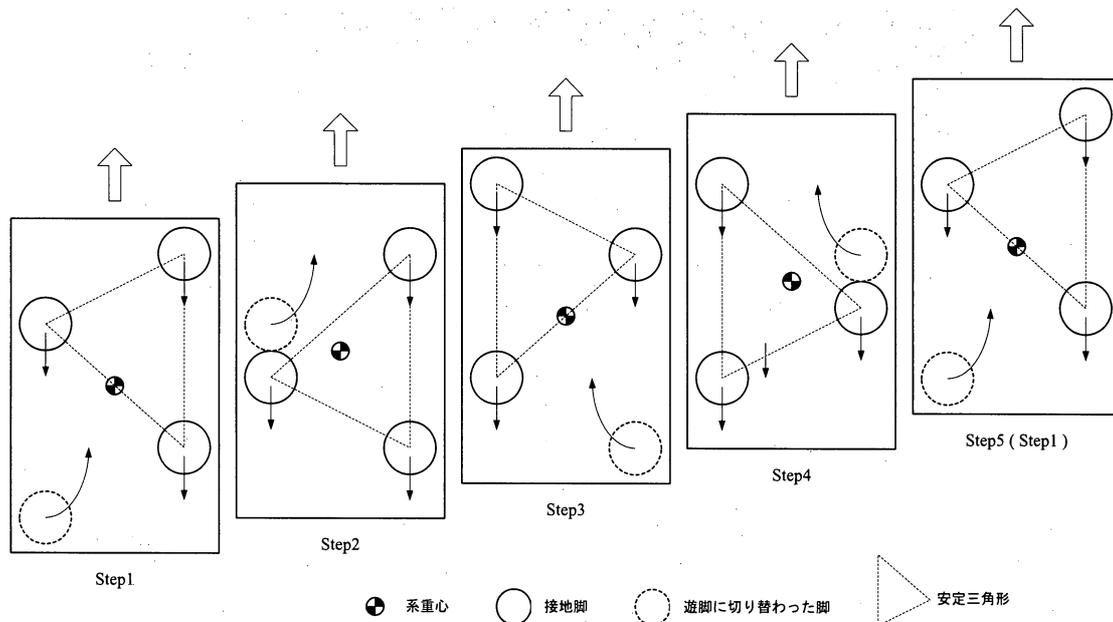


図 5 試作したトレックレッグの歩行パターン

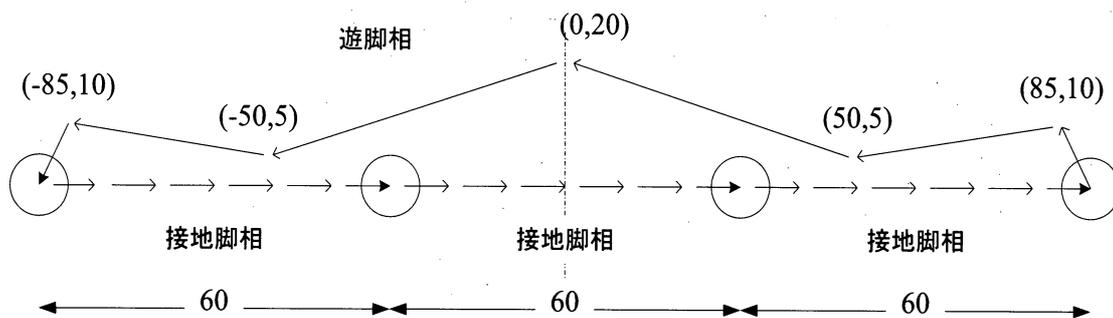


図 6 遊脚先一步の高さの変化 (単位mm)

また、このときの実際の歩行写真を図 7 に示す。

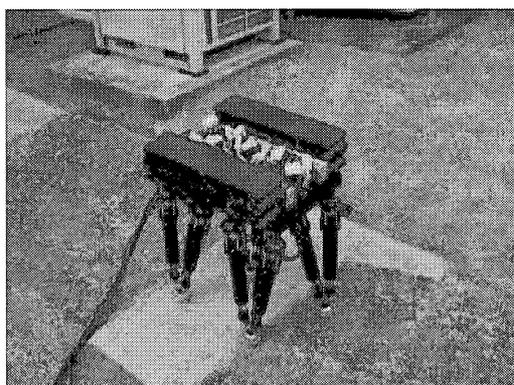


図 7 (1) 歩行前

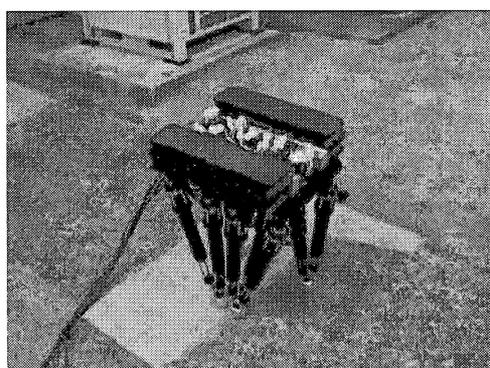


図 7 (2) 右後脚前進

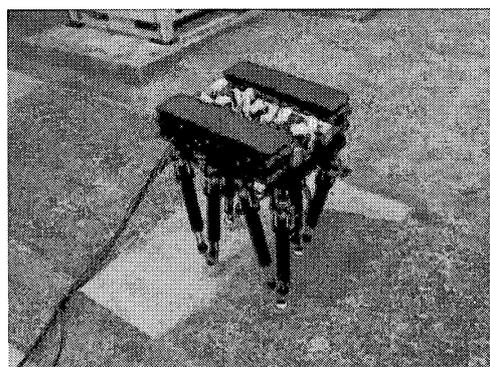


図 7 (3) 右前脚前進



図 7 (4) 左後脚前進

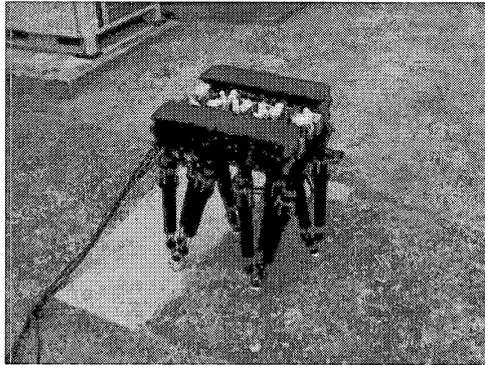


図 7 (5)左前脚前進

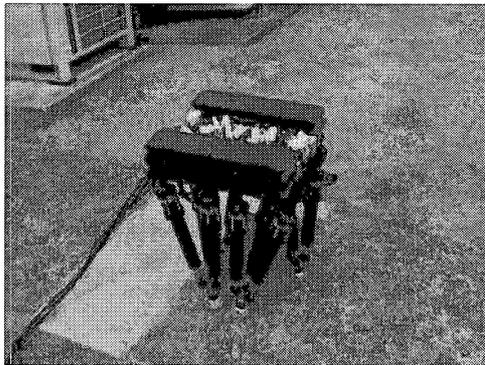
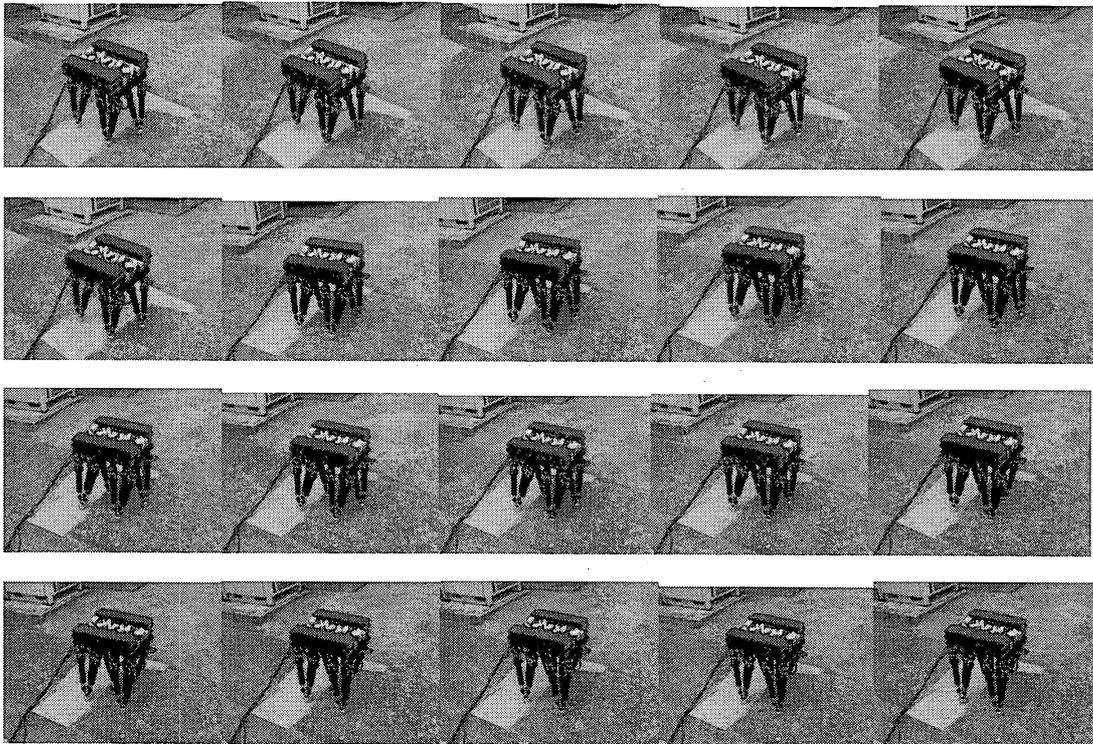


図 7 (6)右後脚前進

一連の流れは動画から 0.2 秒ごとにキャプチャーした組み写真を図 8 に示す。



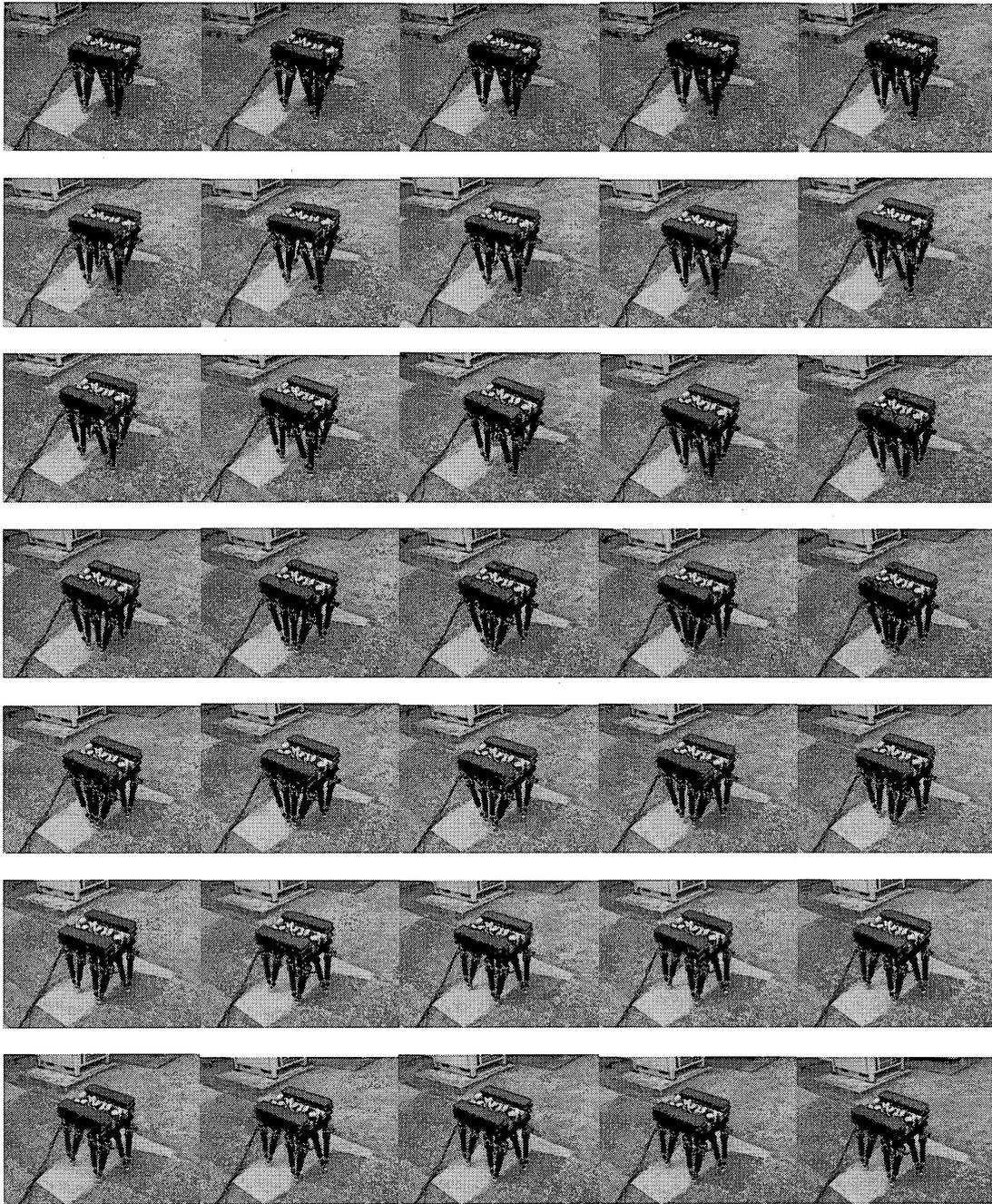
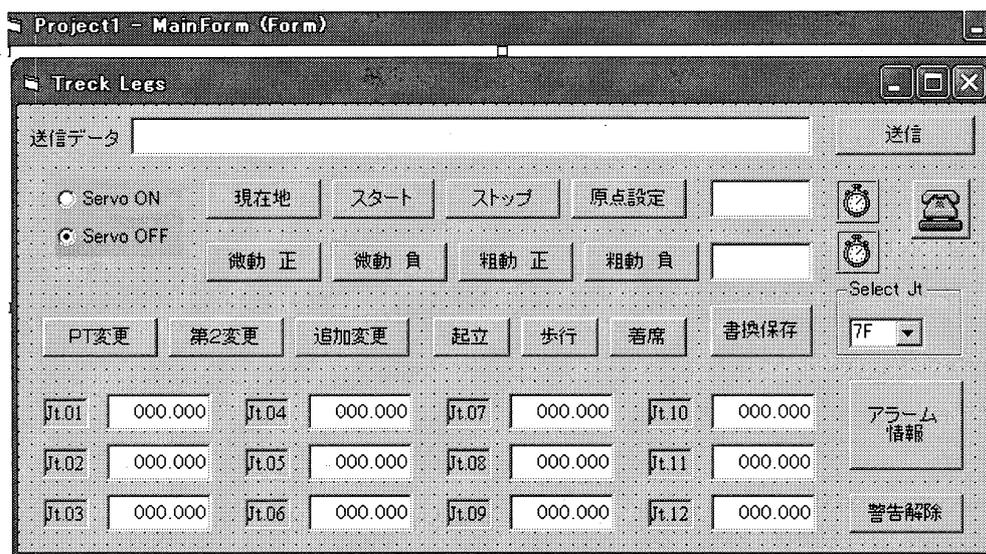


図 8 0.2 秒毎の歩行状態

この歩行制御は有線によってトレックレッグ上のサーボモータに図 9 に示す新に製作した制御用 GUI で命令する方式とした。考えていたが性能には関係ないので、GUI 方式とした。



6. 今後の展開

本開発の4足歩行（トレックレッグ）は1脚に3本のリニアアクチュエータを使用した平行リンク方式では、ペイロードや歩行速度の点では計画を実現できることが実証できたが不整地歩行や2脚歩行は自由度不足のため、十分な成果を得ることはできなかった。このためには姿勢制御のためのセンサー群と自由度を増やす必要がある。本研究はあくまで自由度を少なくして制御軸数を減らしても安定歩行ができる歩行ロボットを目指しているので、脚数を3脚にした松葉杖方式の機構の開発へ独自で移行したい。