

平成 27 年 3 月 31 日

プログラム名：タフ・ロボティクス・チャレンジ

PM 名：田所 諭

プロジェクト名：ロボットプラットフォーム

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 2 6 年 度

研究開発課題名：

極限環境下での高いアクセシビリティを持つ脚型ロボットの開発

研究開発機関名：

早稲田大学

研究開発責任者

高西 淳夫

当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

極限環境下での高いアクセシビリティを持つ脚型ロボットの実現を目指し、平成 26 年度は三菱重工業株式会社との共同研究で開発した脚型ロボットのプロトタイプを用いて、従来の脚型ロボットでは踏破が難しい垂直はしごでの昇降運動の実現を目的とする。評価フィールドとして小型はしご（横棧の間隔可変）と大型はしご（横棧の間隔固定、取りつき・昇りきりの検証可能）を製作し、評価フィールドでの実験を通して、初号機開発に向けた課題を抽出する。また、脚型ロボットのシミュレーションモデル（ROS/Gazebo）も開発する。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

不整地や垂直はしごなどが存在する極限環境下での高いアクセシビリティを持つ脚型ロボットとして、4 肢に共通構造を有する脚型ロボットのコンセプトを ImPACT 開始前に三菱重工業株式会社と共同で案出し、プロトタイプを主に三菱重工業株式会社の負担により、共同で開発している。肢には冗長性を持たせるため 7 自由度、体幹には 1 自由度を配置している。また、肢のすべての関節において約 180～360 deg の可動角を持たせており、各関節の要求トルクは、ロボットの質量を 100 kg 程度と仮定して、はしご昇降動作における最大トルクを算出し、最大 250 Nm としている。機体のスケールは、人間環境での作業性や JIS 規格のはしごの支柱間距離（400～600 mm）を考慮し、2 肢立脚時の全高を 1300 mm 程度、横幅を 400 mm 程度である。はしご昇降時に横棧や支柱を掴むために、エンドエフェクタにはフック形状のものを採用している。

評価フィールドの小型はしごに関しては、支柱の間隔は 400～600 mm の間で任意に可変でき、横棧の間隔については 225 mm、250 mm、300 mm の 3 通りに可変できるものを製作した。大型はしごについては、支柱の間隔は 600 mm、横棧の間隔は 250 mm で固定だが、取りつき・昇りきりが検証できるように全高は約 3500 mm と大型のものを製作した。

また、Gazebo にて脚型ロボットのモデルを作成し、シミュレーション環境を構築した。

2-2 成果

図 1 に三菱重工業株式会社との共同研究で開発している脚型ロボットのプロトタイプを示す。2 肢立脚時の全高は約 1300 mm で、質量は約 110 kg である。また、脚型ロボットのシミュレーションモデルも製作し、はしご昇降が可能であることを確認した。

脚型ロボットのプロトタイプを用いて、製作した小型はしご・大型はしごにて昇降実験を行った。その結果、支柱の間隔が 600 mm の際に、横棧の間隔を 3 通り（225 mm、250 mm、300 mm）に変更し、すべての間隔においてはしご昇降が可能であることを確認した。また、大型はしごにおいては、横棧から支柱に手部を掴み替え、手部を支柱上で滑らせることで最上段まで昇れることを確認した。

2-3 新たな課題など

はしごの昇りきりも見据えプロトタイプを開発したが、ロボットの動作生成を手動で作成しているため、ロボットとはしごが干渉しない動作を生成することが難しく、支柱の間を通り抜け、はしごを昇りきることができていない。今後はロボットの冗長自由度を利用した動作生成法を構築するとともに、ImPACT 初号機ではロボットのスリム化にも取り組む。

また、現在はオフラインで生成した動作を出力しているだけであるため、モデル誤差などにより、はしご昇降中に各肢に生じる内力の大きさが異なる。プロトタイプのエンドエフェクタ部には6軸力覚センサを搭載しているため、今後はそれらのセンサ情報を利用したフィードバック制御を開発し、各肢に生じる内力が平均化されるようにする。

3. アウトリーチ活動報告

日産財団主催『わくわくサイエンスナビ』にて、ImPACT タフ・ロボティクス・チャレンジを紹介するとともに、脚型ロボットの研究開発意義を説明した。

『わくわくサイエンスナビ』は、「科学的思考能力の高い子どもを一人でも多く育成すること」を目指して、小中学校の教員に最先端の研究現場の見学や研究者との対話を体験していただく機会の提供と、それらを通して得た発見を授業に活かすためのワークショップを組み合わせた体験プログラムである。

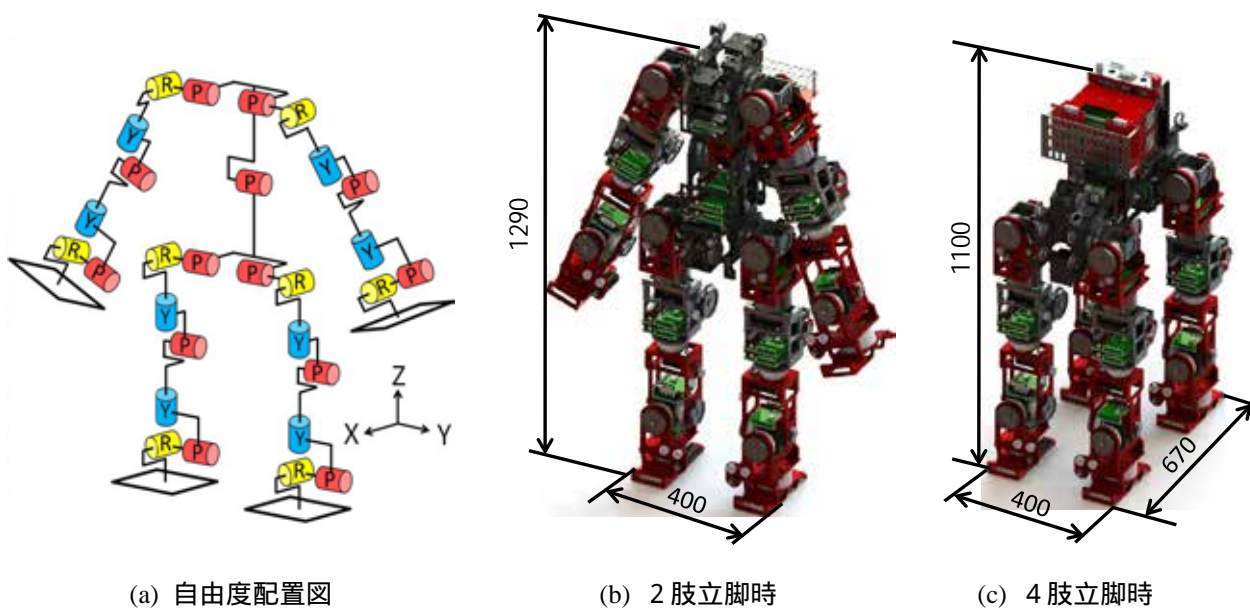


図1 脚型ロボットのプロトタイプ