

地震被災者の救助ロボットの製作

プロジェクト構成員

加茂 洋平, 阪口 博俊, 山本 桂司, 外野 和樹, 八木 秀憲, 西森 耕平

指導教員

徳田 献一(システム工学部)

【演習の背景・目的】

工学部系の人間として実際に手を動かさないと得られない体験を得たいと考え、最も社会貢献出来るレスキューロボットを製作することにしました。自らの成長を実感することと公平かつ厳格な評価を外部から受けるためにレスキューロボットコンテストへの出場を最終目標として演習活動をしてきました。我々の活動が近年に来ることが確実視されている南海沖大地震への啓発につながることを目指しています。

【演習の実施方法】

検討を重ねた結果、レスキューロボットコンテストのレギュレーション内のロボットを3台製作することにしました。コンテストでは、ロボットに要求される能力は大きく分けて「探索」、「救助」、「搬送」の3つに大別されているため、3台中2台にはこれら3つ全ての能力を搭載し、残りの1台は探査のみの機能に特化することにした。

これは、2005年12月に開催されたレスキューロボットシンポジウムに出席した際、実際に阪神淡路大震災で救助活動を行われたレスキュー隊員の方のお話を聞くことが出来、そのお話の中で何よりもレスキューロボットに期待することとして、「そこに助けを求めている人が居るかどうか」という現場の声を反映させたかったためである。

また、残りの2台に全ての機能を搭載したことは広域かつ移動が制限されることが予想される被災地では1台で様々な作業に当たれるようにするほうがより現実的だと考えたためである。

【演習の成果】

レスキューロボットコンテスト2006年大会から予選が行われることになり、そこでは目視で確実に救助する能力を審査されるようになったために救助機能を有する2台から製作を開始した。製作するに当たってプロジェクト構成員を2つの班に分け、多少の競争原理を取り入れた。結果として、非常に性格の違う2台が製作されることになった。

[1号機](担当者 加茂洋平, 外野和樹, 西森耕平)

過去に出場したロボットの救助方法を検討したところ、最も多かったものは救助対象の人形に対して上部からアームでアプローチし、そのまま掴み上げるという方法で、次に多かった方法は横方向に人形を引きずり出し、台に乗せるという方法であった。この2方法が救助法の大半を占めていた。

上部からのアームによるアプローチについては救助される側から見たときの恐怖感や実際に上部に大きな空間が開いていることは少ないと見られ、多少でも地面を引きずる行為は特に元々屋内であった場所では窓ガラスの損傷によりガラス片が飛散していることが多いことが予想されるため現実的ではないと判断した。

よって、救助方法は要救助者の上体を僅かに持ち上げ、クローラによりロボット本体へ収納する方法を採用した。図1と図2に概略図を示す。

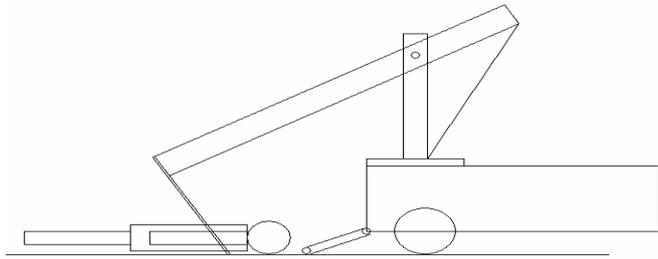


図1 収納前

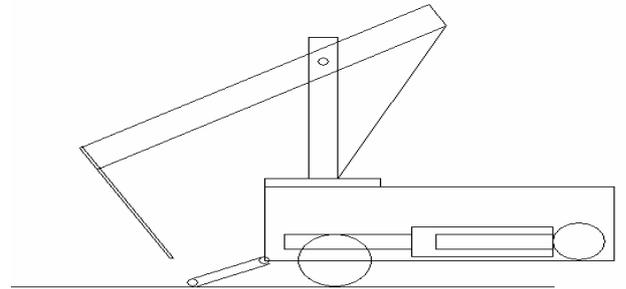


図2 収納後

ロボット本体の製作に当たって困難であった点で、最も苦労したのは真っ直ぐに走行させることである。特に車輪及び車輪軸については3回の作り直しが必要であった。当初、アルミ棒を旋盤で削りだして製作していたが、重量が予想よりも重くなり、固定法もネジを切ってきつく締めるのみだったために走行中に外れてしまった。再度作り直し、反対側でナットを用いて外れずに固定することには成功したが、重量がかかりすぎるために現在ではアクリルを旋盤で円形加工したものにゴムを貼り付けることにした。

次にロボット本体の人形収納部の製造について説明する。図面を図3として示す。



図3 本体の図面(左から 前方, 側面, 後側)

本体部分はアルミアングル材を用いた直方体である。部品点数が少なく一見して容易に製造できるように見えるが、接続部分の垂直を出すことが非常に難しく、ネジ止めをする穴が合わないことが多かった。ヤスリでネジ穴を広げることや隅金を市販品に取り替えることで対応した。本体部分のみの写真を図4として示す。また、本体内部に非常に大きな空間を確保しており、複数人の収容だけでなく必要に応じて援助物資の輸送も可能である。本体内部の写真を図5として示す。



図4 ロボットの本体部分



図5 ロボットの内部空間

次にアーム部分の製作である．アーム部分の写真を図 6 として示す．



図 6 製作したアーム

このアームは左右回転，アーム全体の上下，アームの伸縮，アームの先の開閉の合計 4 自由度である．製作に当たって最も苦労した点は，軽量化である．部品 1 点ごとに重量を量り，フライス盤などで軽量化した結果．全体として当初の重量の約半分に抑えることが出来た．また，アームの先とは反対側にスプリングを取り付けることで動作をより円滑に行えるようにしている．ただの錘を取り付けるだけでもよいのだが，余分な重量の増加による移動速度の低下の影響を考えた結果，スプリングを用いた．最後に全体の写真を図 7 として示す．

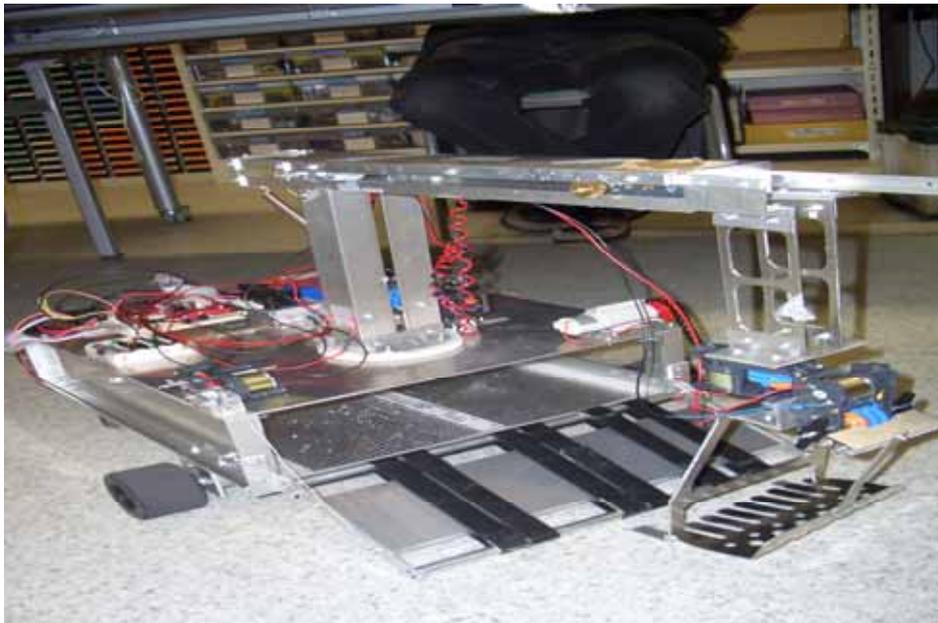


図 7 1 号機の全体像

[2 号機](担当者 八木秀憲，阪口博俊，山本桂司)

1 号機のメンバーと全員違う人員が製作に当たった結果，全く違ったコンセプトのロボットとなった．最も違うのはロボットの制御方法である．1 号機の制御には市販のラジコンに使用されるアンプが搭載されており，小型軽量かつ市販品と同様の動作をするために初心者でも操作がしやすくなされている．しかし，2 号機のロボットはサーボと接触スイッチを利用したモータの正転逆転回路が採用されている．動作例を図 8 に示す．



図 8 サーボによるスイッチ動作

この機構はこのプロジェクトを開始する前に見学に行った神戸大学所属チーム「六甲おろし」が初出場時に採用した制御法であり、確実な動作が期待できる反面、制御部のロボットに占める体積が非常に大きくなる。そのためロボット本体に広域なスペースを確保することが難しく、ロボット上部に人形を収納する形態となった。ロボットの概要と各部の解説を図9に示す。また、製作されたロボットの写真を図10に示す。

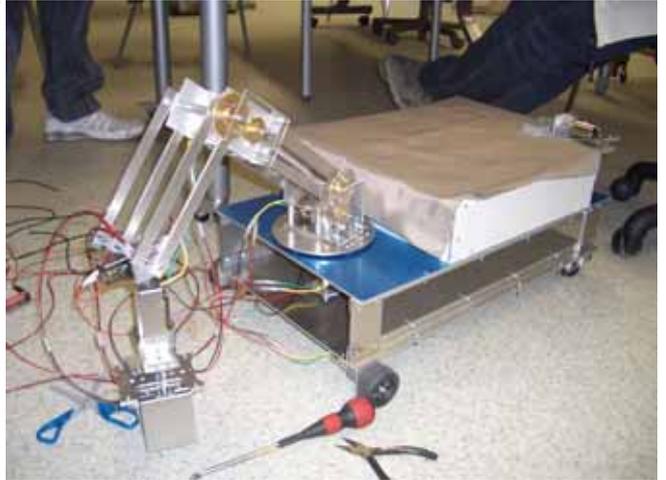
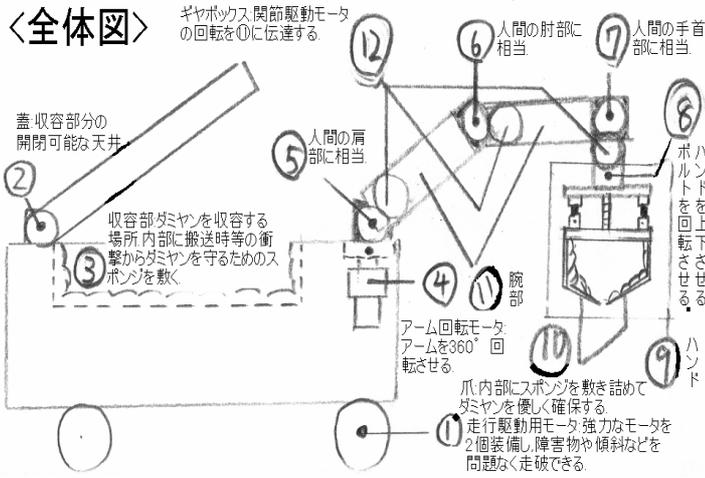


図9 2号機の概要

図10 2号機の全体像

このロボットの救助方法は対象者の上部からアームで接近してロボット本体上部の収納スペースに移動させる。アームは4個の自由度で構成され、救助活動だけでなく瓦礫の撤去などに柔軟に対応可能である。特にアーム先端は4本のブームが連動して動作し、救助者へのダメージを最小にするとともに、細かい作業にも対応可能である。重要なアーム先端部分を拡大して図11に示す。

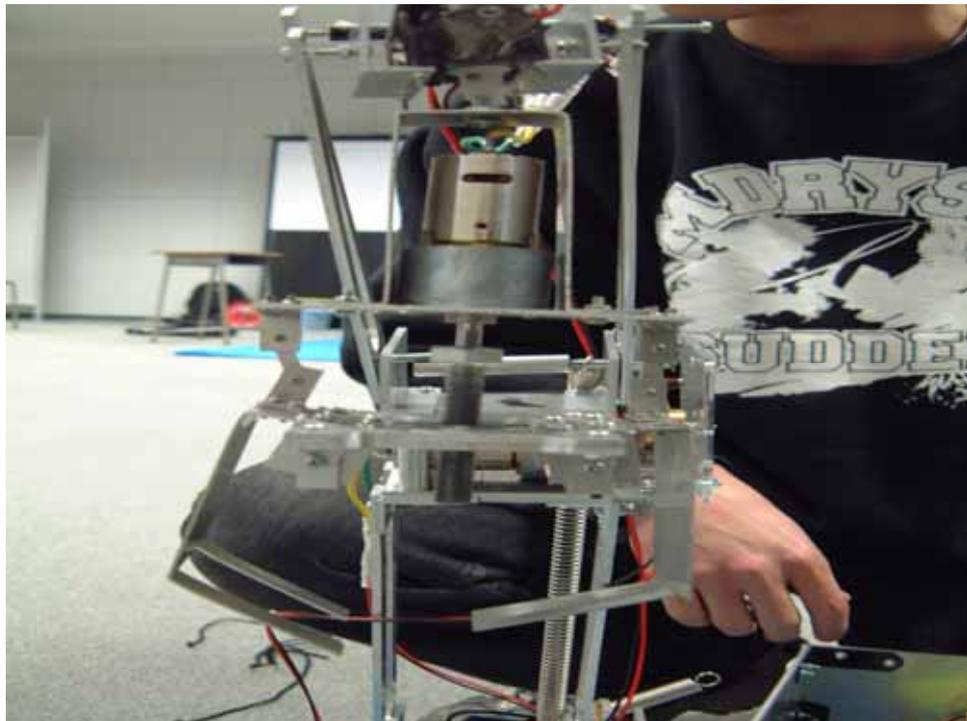


図11 アーム先の構造

中心の雄ネジが切られた棒が回転することでメインフレームが上下し連動して爪が開閉する仕組みである。非常に強力に挟み込むこととともに微妙な調整も可能な機構である。

このロボットの製造に関しては、jwCADを用いて非常に精密な図面を描いたため、微妙に図面と違う部品を製作すると部品同士の干渉が起きてしまうことが頻発した。また、アームの構造上、各関節にモータを配置するため、最後まで軽量化に努めた。軽量化の作業においてアルミの部品をアクリルで作成しなおすことは軽量化の点において非常に有効であったが、部品にかかる力の予測を誤り、破損させてしまうことが頻発した。

[3号機](担当者 加茂洋平 西森耕平)

現段階では製造段階に入っておらず、構想のみである。担当者の手が空き次第作業を開始する予定である。

1号機と2号機のロボットの概要が決まり、作業が開始されるとともに独自性が欠落しているとの指摘を各方面から受け、これまでに無かった斬新な機構やアイデアを実行に移すことの大切さを痛切に実感した。現在担当者間で議論されているロボットの構想を以下に述べる。

1. ロボット本体製作にかかる時間や費用と技術は相当なものであり、構想を実現する作業に全力を傾けるために本体は既存のラジコンを流用する。使用予定の京商プリザードEVを図12に示す。

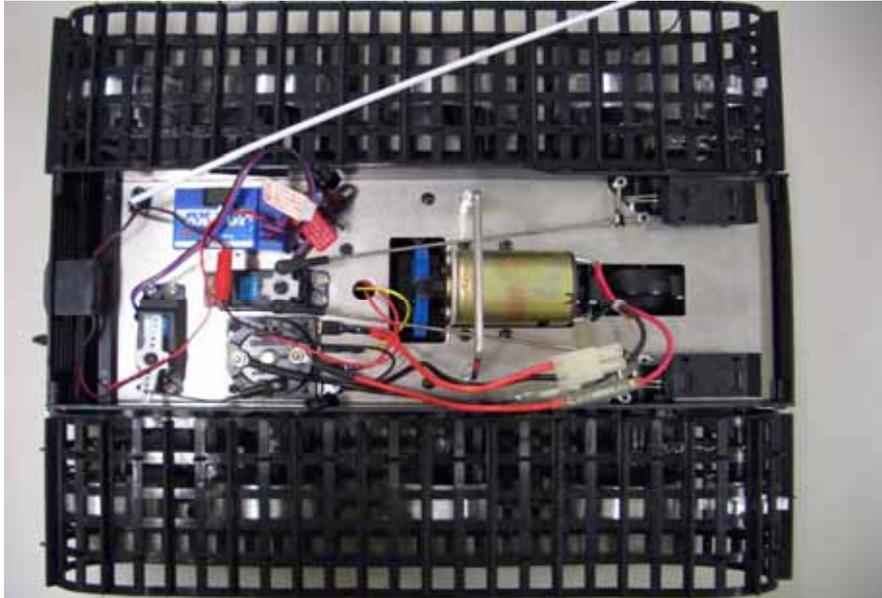


図12 改造予定の京商プリザードEV

2. ロボットの前方につける可動バンパに、平面構造の板ではなく、回転するブラシを採用する。これは都市の地震における負傷の大きな原因の1つである散乱したガラス片を回収または掃き集めることを目的とした機構であり、これまでのレスキューロボットには採用されていない独自の機構であると自負している。

3. 他のロボットを牽引するための機構を搭載する。レスキューロボットコンテストにおいて、リスタートと呼ばれる制度があり、故障したロボットを人の手で回収することが認められている。しかし、これは現実的ではない。よって、ロボットのレスキューもロボットで出来ないかという試みである。これもまたレスキューロボットコンテストではじめての試みではないかと思われる。

4. ロボットが救助者を発見したい投下するマーカと投下したロボットとの赤外線通信を実現する。これにより再度現場を訪れることを容易にすることで効率的なレスキュー活動の展開を目指す。マーカの概要を図13に示す。

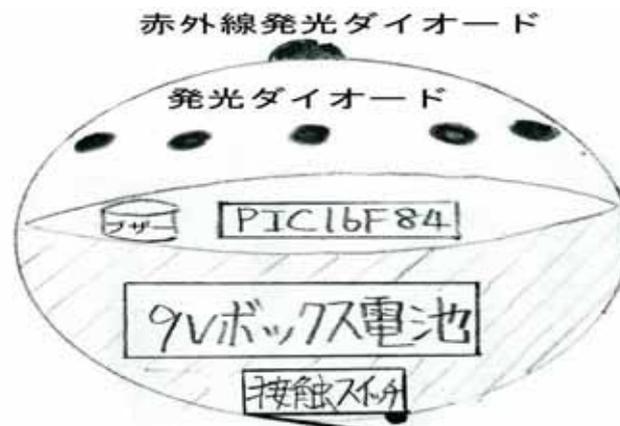


図13 投下予定のマーカの概念図

ロボットから投下されると、電池のある方が上になり、接触スイッチがONになる。

【今後の検討課題】

1. 工学の分野において、人まねは避けるべき事柄である。和歌山大学チームとしての独自色をさらに打ち出していくべく検討を続けなければならない。

2. これから和歌山大学をレスキューロボットコンテストの常連メンバーにしていくために、積極的な後輩の勧誘と育成や他大学の方々との交流が必要である。

3. また、レスキューロボットコンテストでは無線カメラによる遠隔操作の技術が必要であり、非常に狭いカメラ画像からの情報のみでロボットを意のままに操作する練習が必要である。

4. 実際のレスキュー活動において、ロボットだけでなくその他の活動とどのように連携を取るのかなどの総合的な考察が必要である。

【感想】

今回、1台のロボットを作り上げていく全ての過程を経験できたことは大きな喜びであり、この経験を将来に生かしていけるようにしたい。

1台のロボットの製作には非常に広範囲の知識が必要であるとともに特定の分野における深い知識も必要であることがわかった。今後も努力を続け、知識と経験を得続けていかなければならない。

また、ロボットが一応の完成に近づいてからの保守管理や改良に必要な手間や時間は事前の予想を遥かに上回るものであった。製作前の設計の段階で完成後のことを十分に考慮しなかったためである。製作前には明確なコンセプトに基づいて完成後のことを含めた後戻りしない一貫した手順を入念に構築しなければならない。

【その他】

2006年7月9日に神戸で行われるレスキューロボットコンテスト予選に出場する20チームが発表され、我々のチームも出場することが決定した。和歌山県からは初出場である。この予選の上位12チームが8月の本選に進出することが出来る。

本報告書に大会出場申請時に大会実行委員会に送ったエントリー用紙を添付する。

謝辞

指導教官を快く引き受けていただいた徳田献一助手と有益で率直な御意見を寄せていただいた似内映之助手、及び工作機器に関して無知な我々に親身に対応していただいた箕島高校の白石教諭に深く感謝します。