

球体ロボットの製作の歩み

神戸市立科学技術高等学校 教諭 神永 克哉

1. はじめに

本校は神戸市立神戸工業高等学校、神戸市立御影工業高等学校を前身とし、2004年に神戸市立科学技術高等学校として設立された。創立17年を迎える本校は、「創造」、「飛翔」、「探求」を校訓とし、機械工学科、電気工学科、都市工学科、科学工学科の4つの科から成り立ち、「ものを作る技術者」、「基礎的な専門分野を学び活用できる技術者」、「まちづくりができる技術者」、「これからの社会、産業を支える技術者」、そして、「広い視野・応用力を身につけ、専門知識や技能を高める技術者」の育成を目標に日々教育活動に取り組んでいる。

今回はその教育活動の1つとして、機械工作部 ROBO の活動をご紹介します。

2. 部活動の経緯

今回、第18回 高校生技術・アイデアコンテスト全国大会に参加した機械工作部 ROBO は、前身を課題研究の2足歩行ロボット、またラジコン同好会とし2009年に機械工作部研究会 ロボット部門として発足した。2013年に機械工作部 ROBO として、研究会から部員数増加を経て、部活動として認められた、設立から12年ほどの比較的歴史の浅い部活動ではあるが、2013年には、2足歩行ロボット競技の全国大会である、「第23回 ROBO - ONE」で優勝し、その後もいろいろな競技大会で上位入賞するなど、着実に結果を残してきた。部活動のモットーは「ものづくりの前に人づくり」で

ある。生徒たちは、児童館訪問や水の科学博物館、神戸まつり、技能グランプリ & フェスタなどたくさんのイベントでロボット操縦体験など、普段からお世話になっている地域への貢献としてボランティア活動も行ってきた。また、全国大会「ROBO-ONE」は、参加者が高校生だけでなく、全国の大学、また社会人の参加者がほとんどであり、高校としては、当校をはじめ、2・3校程度の参加のみであり、大会のハードルの高さが伺える。その全国の強豪が集う中で、生徒たちは主体性を持って活動に取り組み、近年では大会のメインスポンサーである、MISUMI の企業賞である「MISUMI 賞」の受賞も受けた。またボランティア活動にも意欲的に取り組み、コミュニケーション能力を養いながら人としても成長している。

3. 球体ロボットの製作について

(1) ロボットの製作にいたるまで

機械工作部 ROBO は、2足歩行ロボットの競技大会参加、操縦体験教室開催などのボランティア活動、学校見学会などで展示するアイデアロボットの製作をメインに活動している。

今回の球体ロボットは、アイデアロボット製作の1環として製作したものである。

当校では、毎年春休み期間である3月から4月にかけて、翌年度に行われる学校見学会や、ボランティア活動を行う際に、目玉とするアイデアロボットの製作を行う。3人から4人ほどのチームに分かれた部員たちは、それぞれの

チームで意見交換を行い、アイデアロボットの構想を考える。

(2) 作品の製作目的

このロボットは、部員たちが、ロボット体験教室などのボランティア活動を行い、ロボットを通して人と触れ合う様々なイベントに参加する中で、「人の役に立てるロボットを作りたい!」と感じて製作に至った。

あるとき、部員たちは、防災の授業で、実際に被災している現場の映像を見たり、話を聞いたりすることで、災害について関心を持った。そこで、災害について調べていたところ、救助が早ければ救えた命が多くあることが分かった。そこで、目を向けたのが「災害救助」であった。東日本大震災を始め、自然災害の被害を受け、犠牲になった人は少なくない。こんな時、「ロボットを使えば救えた命があったのではないか」「ロボットが近い将来、災害現場や救助活動で活躍するのではないか」と考えた。

その中で、福島第1原発事故の廃炉処理の作業で、特殊なロボットが活躍している事を知った。災害救助において人の力だけでは救う事ができなかった命を助けることのできるロボットがいる事に感銘を受け、機械工作部 ROBO として、被災地のために役立つロボットを作れないかと考え、計画をスタートさせた。

比較的瓦礫が少ない場所を移動するときには、小回りが利き、素早い動きを可能にした球体型、家屋が倒壊してしまい、球体型では通ることが難しい場所では、足場が悪くても安定して移動できる6脚歩行型へと変形する。これらの機能を使い分けることで、いち早く搜索を行うことができると考え、製作に至った。

(3) 作品の概要

災害現場などの足場の悪い場所でも安定した歩行ができるように、今まで部員たちが製作していた2足歩行ロボットのよう、2本足ではなく6脚歩行を起用することで、より安定した

重心移動を可能にし、バランスのとりやすい仕様となった。また、球体型と6脚歩行型を使い分けることで、様々な環境にも対応できるようにした。実際の災害救助を想定し、瓦礫で足場が悪い、人体に有害であるなど、人が入ることができない場所もある。しかし、ロボットであれば入ることができ、足場が悪いところでもバランスが取れた歩行ができるように、2足歩行ではなく、脚の数を増やした6脚歩行を取り入れ、瓦礫が少ない場所では、より素早い移動ができるように、球形で転がる移動を取り入れた。

6脚歩行型と球体型の2つを組み合わせることで、災害救助に適したロボットとなった。

特徴的な外側の半球部分には、強度に優れ、加工しやすいアクリルを使用し、開脚するための中心部には、1つのサーボモータで6カ所を開くことができる「中心軸開脚スライダーリンクユニット」を考え出し、使用した。後述するが、これによりスムーズに球体型から6脚歩行型に変形できるようにした。

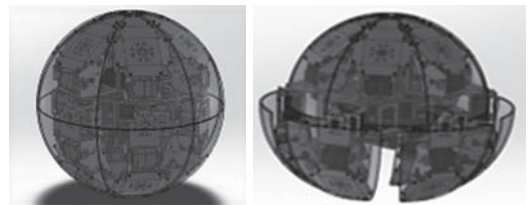


図1 CAD上での球体ロボット

(4) 作品の特徴

実際の災害現場を想定して、搜索をする際には、狭い通路やがれきの隙間などを通れるようにする必要があると考えた。そのために、ロボットを最低でもサッカーボールと同じくらいの大きさにすることが必要であると考えた。試作していた状態では、完成したものよりも、2回りほど大きかった。サイズを小さく、軽くするにあたって、サーボモータで駆動させていた部分はリンク機構を使い、出来るだけ少ないアクチュエータで動かすことができないか、真剣に取り組んだ。取り組んだ中で、最も大きいのが、

「中心軸開脚スライダリンクユニット」である。

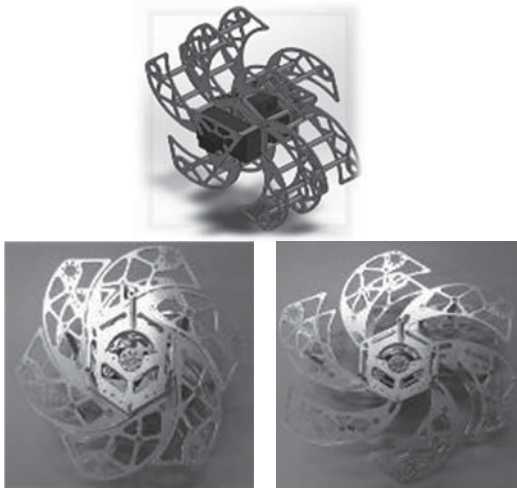


図2 中心軸開脚スライダリンクユニット

これを用いることで、1つのサーボモータによって6つの脚を同時に開くことができ、スムーズに変形を行えるのが球体ロボットの最大の特徴である。アルミのフレームにスライダ用の溝を開け、そこにブッシュを滑らせて、リンク機構にすることで、スムーズな開閉を行うことができる。この機構は3DCADで何度も作り直しを重ね、シミュレーションすることで完成した。この機構を使うことで、部品数、重量を削減することができた。

また、重量を軽くするための工夫も行った。2足歩行ロボットを作る際には、人間の関節に当たる部分にサーボモータを配置し、ロボットを製作していたが、同じような構成にすると、どうしてもサイズが大きくなってしまう。そのため、上下合わせて12本ある足に使用するサーボモータの数を極力減らすことで、重量削減を狙った。サイズを小さくすることで、ロボットの内部が複雑化し、入り組んだ形状になった分、配線ケーブルの取り回しも悪くなった。配線ケーブルをまとめなければ、複雑な内部構造に挟まれてしまい、壊れる原因となってしまう。そのため、配線ケーブルをアルミのフレームに這わせ、挟まないように結束バンドで固定する

穴を設計の段階で考え、配置した。

災害救助を目的としていた球体ロボットは、安定した移動ができるようにプログラムも工夫する必要があった。球形のため、ロボットをひもで吊り下げた状態で動きを作成していった。特に6本の足で移動させることは難しかった。重心移動などをよく考えながら、6脚歩行モード、球形モードの動きをそれぞれ作成した。この2つを組み合わせることで、災害救助に適したロボットにすることができた。

4. 完成に際して

実際にロボットが完成した時には感動した。サッカーボールのようなものが、変形し、ロボットとなって動き出す様や、球形の状態で人間が触らずとも勝手に転がりだす様は、我々教員も目が釘付けになった。

部員たちはこれからの展望をこう語っている。「私たちの技術で、少しでも人の役に立ちたいと熱望します。そのために、今後も向上心を持って、ロボット製作に携わっていきたいと思います。」

このロボットは、操縦体験教室、学校見学会などで披露しても反応がすこぶるよく、注目の

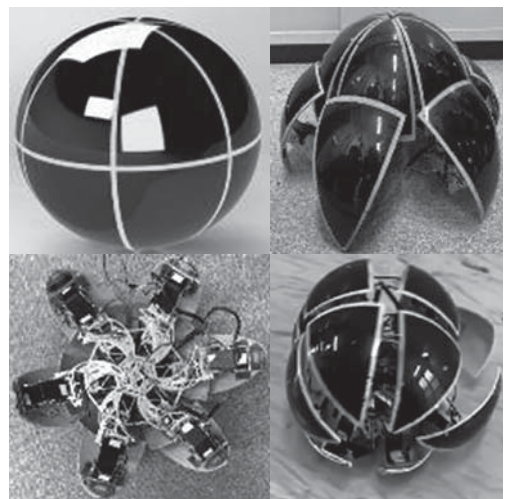


図3 完成した球体ロボット

(左上：CAD上での写真、右上：6脚型状態

左下：真裏の状態、右下：球体型で移動する姿)

的である。今後も改良を加えながら、後輩たちにも引き継いでいてもらいたい。

5. おわりに

作品の完成に至るまで、教員としてアドバイスをすることもあったが、ほとんど部員たちの力のみで完成した。失敗を繰り返しながら、それでもめげずに取り組み続けた。

ものづくりには大変長い時間が必要だと、以前書かせていただいた。しかし去年は、コロナ禍の影響で活動がストップし、再開した後も時間が厳しく制限された。今回の球体ロボットも引き継いでいてもらいたいが、製作した当人たちから後輩へと引き継いでいくことは難しい。引き継ぐために知らなければいけないことは多く、それを伝え、覚えてもらう技術継承のためには、かなりの時間が必要である。球体ロボット以外のことで、今まで先輩から後輩へと着実にやってきた技術継承も思うようにできず、13年間コツコツと積み上げてきたものが音を立てて崩れるような、壊滅的な打撃を受けた。もう以前のようなものづくりはできないかもしれない。卒業した先輩の作ったロボットを見た現役生は、こんなロボットはもう作れないかもしれないと思う時が、今後も何度もあるだろう。大会も無くなり、子供たちの活躍の場は狭くなる一方であり、達成感を味わう機会が奪われたことはまぎれもない事実である。私も教員として悩みに悩んだ。どうすれば子供たちがいい姿で活動に励んでくれるのか…。去年は特に、大会が一つもなかったため、校内大会を開くことにした。卒業生のOBも手伝ってくれ、トロフィーや、賞状、副賞も用意し、子供たちの成果発表の場として盛り上がりを見せた。子供た

ちも年度初の大会経験となり、一段ステップを上がることができた実感をえた。

しかし、現地開催での大会に参加することの重要性も大いに感じた。他人と競い合うこと、現場での緊張感、試合中、土壇場での判断の重要性など挙げればきりが無いが、こういったことを通じて、自らと向き合う機会が子供たちの人間形成の大事な一環であることを感じた。運動部の大会は開催されるのに対し、ものづくり、文化部系の大会や試合、コンテストはほとんどなかったことは非常に心苦しい思いであった。そんな中で、子供たちが今回のコンテストで賞を取ったことは大きな意味があり、子供たちの達成感や、やる気が大きく向上したことは大きな前進である。このコロナ禍の中で、機械工作部 ROBO のモットーである「ものづくりの前に人づくり」の精神の大切さを改めて感じた。オンラインでのやり取りが増えていく中だからこそ、一人ひとりの人間性が大切になると感じる。人間性を育む環境づくりは今後も変わらず難しくなるであろう。しかし、子供たちの成長を大いに期待しながら、個性を大切に、意欲的に、主体的に子供たちが成長できる環境づくりを教員として大切にしていきたいと思う。1生徒からの要望があって始めたことである。様々な失敗や挫折を経験することで、ものづくりを通して時間の大切さや困難な壁に立ち向かう心構えを体験し、大変な時にこそ支えあう、仲間に対する思いやりの心を学ぶ。

技術的にも難しく、ハードルの高い挑戦であったが、いろいろなことを学ぶ、いいきっかけになったと感じている。

工業教育資料 通巻第 401 号
(1月号)

2022 年 1 月 5 日 印刷
2022 年 1 月 10 日 発行
印刷所 株式会社インフォレスト

© 編集発行 実教出版株式会社

代表者 小田良次

〒102-8377 東京都千代田区五番町 5 番地

電話 03-3238-7777

<https://www.jikkyo.co.jp/>