

学校紹介

School

第30回全国高等学校ロボット競技大会 (富山県大会含む)への取組

学校法人 不二越工業高等学校 情報機械科主任 谷 幸一郎

1. はじめに

不二越工業高等学校は1937年に(株)不二越の初代社長である井村荒喜が、どんな家庭事情があろうとも、優秀な人材に学問の機会が与えられるようにと、実践を重視し、勤労を学び、豊かな個性と創造性のある人材の育成を目標に立ち上げられた学校である。創立85年目を迎えた今も創校の理念に基づき、『創造』、『誠実』、『情熱』の校訓を掲げ、富山県内唯一の企業系の私学工業高校として、教育活動を行っている。

本校は現在、情報機械科単科校であるが、IoTやAIを活用したものづくり工場が必要とされる、制御に強い機械技術者の育成を目標とした制御システムコースと、ものづくりの基礎となる工業技術を幅広く学び、社会から信頼される技術者の育成を目標とした機械システムコースに分かれている。

2. 全国高等学校ロボット競技大会

この大会は、開催県の観光名所や歴史が、実施規則の競技内容に毎年取り入れられている。

本校では電子工作部がこの大会に向けての活動を行っており、平成12年の第9回大会から20年連続で全国大会に出場していた。しかし、第28回大分大会は感染症対策のため中止となり、第29回埼玉大会では、県大会で自立動作がうまくいかず、全国大会連続出場は途絶えてしまった。参加した部員たちも非常に悔しい思いをし、その雪辱を晴らそうと気合を入れて臨んだ大会であった。今年は青森県特産品のリング

を収穫することをイメージした競技となった。

3. 令和4年度競技内容について

(細かなルールが多くあり、全ては記載出来ない為、概要とする。)

競技には、リモコン型ロボット1台(以下「リモコン型」と称する)と自立型ロボット1台(以下「自立型」と称する)を製作して出場する。

自立型は、ジュース工場エリアにある、ふじ(白卓球玉+塩ビパイプ短)8個×3か所と姫ふじ(オレンジ卓球玉+塩ビパイプ長)8個×3か所をジュース出荷エリアに運び、保管庫へ戻る。リモコン型は、コート3段目に設置されたふじ8個×3か所、4段目に設置された姫ふじ8個×3か所をリング出荷台へ運び、車庫に戻る。正しく設置されたふじは1得点、姫ふじは2得点となり、設置後、保管庫、車庫にそれぞれのロボットが戻り、競技時間内にシャッターを閉めれば得点が3倍となる。競技時間内にすべてのアイテムを設置し、自立型ロボットが保管庫、リモコン型ロボットが車庫へ戻り、両方のシャッターを閉めることができれば、Vゴールとなり、競技時間3分に対し、余った時間が1秒1点として加算される。

最高獲得得点は、432点+時間加算となる。ただし、設置した卓球玉にわずかでもずれや浮きがあった場合はそのアイテムの得点は認められない。

操縦者は操縦者エリアから出てはいけない。自立型ロボット担当者、補助者はコートの周りを自由に移動可能。

4. ロボットの製作

本年度は自立型、リモコン型で長さの異なる塩ビパイプの上に卓球玉が乗っているアイテムをいかに早く、正確に搬送するかが大きなポイントとなる競技である。リモコン型ロボットは、200mmと300mmの段差も素早く上り下りできる機構が必要となった。また、自立型ロボットは、ライン検出による位置制御ができず、それ以外での正確な位置決めが必要である。そのため、競技内容発表当初に電子工作部員全員で以下の内容を満たす機構のアイデアを出し合った。

- ① 最大300mmの段差の昇降機構。
- ② アイテム保持のハンドの形状。
- ③ より素早くアイテムを回収可能な機構。
- ④ 自立型、リモコン型共にスタート場所にスムーズに戻るような外形寸法。
- ⑤ ライントレース以外での自立型ロボットの制御基準。

アイテムを保持するハンド部の構造は、今回のロボットの中でも非常に重要な機構である。今年のルールでは、操縦者は操縦者エリアから出ることができず、遠くのアイテムを正確に保持する動作に不安があり、ある程度ラフな操縦でも保持できるような構造で考えを進めていった。また、可能であれば、一度の動作ですべてのアイテムを回収できるようにリモコン型ロボットは8個同時にアイテムを保持できるようにハンドの寸法を決め、そのハンドを4か所設けることで、最低限の動きでアイテムを回収していくこととした。

全体の機構を考えていく中で、保持したアイテムをロボットの中に仮置きできないかというアイデアが出てきた。そうすることで、アイテムを回収するハンドは1個で済み、アイテム8個×5列（1列分はハンドで保持する。）をぎりぎりロボット内部に収めることもできそうだった。この構造がうまくいけば、コート内

を往復する動作を削減でき、競技時間を大きく短縮することが可能であった。そこで、途中で製作していたハンド4個タイプと、ハンド1個タイプとの2種類のロボットの製作を進めていくこととした。



写真1 自立型、リモコン型ロボット

自立型はリモコン型ロボットで考えたラフな位置決めでも保持できる機構のハンドを採用し、機体寸法を考慮し、1か所のアイテム置き場で4個2列にアイテムを設置し、2回設置動作を行わせることとし、製作を進めていった。

当初に立てた目標を念頭に製作を行い、実験を繰り返した。ある程度の動作の目的が立ったところで、規格寸法に収まる配置を検討した。しかし、ユニットの干渉や規格オーバーなど、様々な問題が発生し、その度に組んではバラしを繰り返し、少しずつ形を整えていった。

県大会が近づき動作練習を行う中、両機体ともアイテム設置が安定せず、卓球玉の欠落、わずかな浮きが発生していた。大会が迫る中だったため、ハンドの保持部に滑り止めシートを付ける等、小手先の対応で県大会に臨み、できる限り多くのアイテムを設置することを目標とした。

5. 富山県大会について

第31回富山県大会は、9月4日（日）に本校隣にある不二越体育館で開催された。県内5校から13チームが参加し、本校から4チームが参加した。

予選では多少バタついたところもあったが、TREUチームが1位、SCAFFENチームが2位、らいでんしゃふとチームが5位になり、決

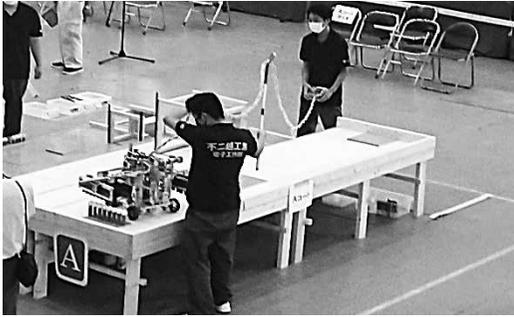


写真2 富山県大会 大会風景

勝トーナメントに駒を進めた。決勝トーナメント1回戦、らいでんしゃふとチームは自立型ロボットが動作不良をおこし、敗退。2回戦、強豪砺波工業の砺波1号と戦うこととなったSCAFFENチームだが、相手のミスもあり、辛くも勝利し、決勝はTREUチームとSCAFFENチームの本校对決となった。決勝戦開始直後、アイテムを取ろうとしたTREUチームがハンドのサーボの動作不良が発生し、まさかのリスタート。素早く復旧できたのだが、SCAFFENチームが逃げ切り優勝を果たした。しかし、アイテムの浮きや動作に不安定なところもあり、改善の余地のある結果となった。大会結果により、以下の4チームの全国大会出場が決まった。

| | | |
|----|---------|-----------|
| 優勝 | SCAFFEN | (不二越工業高校) |
| 2位 | TREU | (不二越工業高校) |
| 3位 | となみ1号 | (砺波工業高校) |
| 4位 | ワタリドリ | (魚津工業高校) |

6. 全国大会に向けて

県大会ではSCAFFENチームは4個ハンドのロボットを使用していたのだが、ハンド先端部の重量が重く、設置の際に不安定になり、競技時間内にすべてのアイテムを取りに行くことができず、性能に限界を感じていた。そこで、県大会でらいでんしゃふとチームの使用していたハンド1個タイプのロボットを引き継ぎ、両チームハンド1個タイプのロボットで全国大会に向けて改良を進めていった。

① ハンド用サーボモータ追加

県大会では、ハンドの開閉をサーボモータ1個で行っていたが、両端の保持力が弱く、段差を降りるときなどにワークを落としてしまうことがあった。そこで、サーボモータを2個使用するように形状を変更した。その結果、両端のワークも安定してつかみ続けられるようになった。

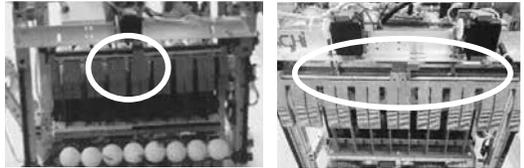


写真3 ハンド部サーボモータ追加

② 収納部、ハンド部ピッチ変更

機体の設計当初、ロボット内部にアイテムを40個収められるか不安だったため、アイテムの間隔は0mmで設計を進めた。しかし、その結果、アイテム保持の際にわずかでもずれを生じると、卓球玉が浮いてしまう状態になった。

そこで、現状の機体フレーム内部に収まる限界の0.6mmアイテムのピッチを広げることとし、収納部、ハンドを再製作した。この対応で、卓球玉の浮きはかなり発生を抑えることができたが、0にはならなかった。

③ ハンド滑り止めゴム変更

色々浮きをなくすために思案した結果、ハンドの先端の滑り止めのゴムを、両端ではなく、左右交互に千鳥状に付けてみた。その結果、アイテムが前後にずれて配置できるようになり、卓球玉の浮きは改善された。

その他、ロボットの動作を少しでも早くするために、各軸のモータ、ギヤヘッドを見直し、最適な動作ができるように機体を修正し、練習を重ねていった。また、マイコンロボットも動作不良の原因を解析し、プログラムの修正、ハンド部の改良などを行った。練習を重ねると部員たちの気持ちも高まり、次第に、自発的に朝練、昼練を行うようになっていった。練習の密

度も上がり、両チームが競い合い、助け合いながら少しずつ得点を伸ばしていく姿は教師冥利に尽きるものだった。

7. 全国大会について

第30回全国大会は、10月16日（日）青森県弘前市の青森県武道館で開催された。



写真4 青森県武道館内競技会場風景

全国各地から96チームが出場し、全チームでの予選の後、上位32チームでの準決勝、準決勝での上位8チームでの決勝戦が行われた。

本校は公式練習前にバスで11時間揺られてきた搬送の振動でユニットがずれている場所が見つかり、修理、調整にバタバタしてしまい、あっという間に初日が終わってしまった。そして迎えた予選、両チームとも調整の不備があり、パーフェクトは出せなかったが、なんとか予選を通過した。続く準決勝では、TREUチームがパーフェクトゲームを達成し、1位で決勝進出を決めてくれた。しかしながら、SCAFFENチームはリモコンロボットのアイテム設置時にわずかにアイテムに触れてしまい、落下した卓球玉が不運にも自立型の設置したアイテムを崩してしまい、423点となった。3チームが同点だったのだが、大会規定での判定で9位となり、惜しくも決勝進出を逃してしまった。このチームも校内の練習では2分20秒でのパーフェクトゲームを達成できるようになっていたため、その成果を本番で発揮することができず、駐機場で3人とも悔し涙を流していた。

決勝戦に残った8チームは全てパーフェクトゲームを達成でき、タイムレースになることが

予想できた。競技が始まり、静かな競技場内に各ロボットの動作音と補助者の声が響いた。その緊張感の中、TREUチームは落ち着いて競技を進め、校内練習でのベストタイムに近い2分03秒でVゴールを決め、見事優勝に輝いた。2位のチームとは2秒差の接戦であった。



写真5 青森県武道館前にて記念撮影

<全国大会の結果>

- 優勝 TREU (不二越工業高等学校)
- 2位 フェニックス (新潟県立長岡工業高等学校)
- 3位 天叢雲 (鳥根県立松江工業高等学校)
- 9位 SCAFFEN (不二越工業高等学校)

8. おわりに

今大会で本校として初めて全国優勝を達成してくれたのだが、準決勝で敗退したチームもあり、悔しさも、嬉しさも両方味わうことができる生徒にとって最高の結果の大会となった。また、部員だけでなく、保護者の方や、大会関係者の方々、多くの人の協力を得て成しえた結果であることも忘れてはならない。大会に向けて日々試行錯誤を重ね、PDCAサイクルを回し、部員全員で改善活動を繰り返し、大きな成果を残したことは、部員たちのこの先の人生においてもかけがえのない経験になるはずである。

最後になりましたが、大会出場に際して、多くの方々のご理解とご協力、ご尽力を頂きましたことに心から感謝申し上げます。本当にありがとうございました。