

工業技術研究部の取り組み

小 菌 真 介 (機械電気科)

1 はじめに

教科「工業」においては、安心・安全な社会の構築、職業人としての倫理観、今後の世界情勢に沿った環境保全やエネルギーの有効活用、産業のグローバル競争の激化、情報技術の革新・開発が加速することなどを踏まえ、ものづくりを通して、地域や社会の健全で継続的な発展を担う職業人を育成することが重要である。今年度、工業技術研究部で参加した各大会や活動について報告したい。

2 年間活動内容

3月上旬	特許出願, 出願審査請求
3月末	ロボット競技大会要項発表, 競技コート製作
4月～6月	ロボット製作
7月～8月	競技練習, ロボット調整
8月9日	第25回鹿児島県高等学校ロボット競技大会出場
10月26日・27日	第27回全国高等学校ロボット競技大会新潟大会出場
11月15日	第29回鹿児島県高等学校工業クラブ連盟生徒発表大会出場
11月中旬	特許査定
11月下旬～	次年度に向けての基礎研究, 技術習得
1月24日	第29回大島地区高校総合文化祭
2月23日	令和元年度「奄美市まなび・福祉フェスタ」発表出演

3 鹿児島県高等学校ロボット競技大会参加

令和元年8月9日(金)、鹿児島県立鹿児島工業高等学校において「第25回鹿児島県高等学校ロボット競技大会」が開催された。本大会は、午前中に公式練習があり、午後から試技が2回行われ、そのうち結果の良い方が得点となる。また、その結果から上位4チームが「第29回全国産業教育フェア新潟大会」内で行われる「第27回全国高等学校ロボット競技大会新潟大会」に出場できる。この出場チーム数は、全国大会事務局が各県ごとにチーム数を割り振るため毎年若干の増減がある。今年度は、政府の主導する働き方改革の影響で大会が8月上旬になり例年に比べ2週間程度早まった開催になったため、例年以上の進捗が必要であった。3月末の大会要項発表から、すぐにコート製作を行い3月中にはコートを完成させた(写真1)。今回は、3年生の進路活動と同時進行のため進捗状況について心配なところもあったが計画通りに製作でき、6月下旬に機体を完成させ7月は丸々競技練習と機体の調整に充てることができた。大会に出場するには、ロボットの機構や構造を考え製作規定に収まるように、生徒自ら製作しなくてはならない(写真2, 3)。ロボットを製作するためにはアルミや鉄、プラスチック、ゴム、スポンジなど様々な材料を適材適所で使用し、それらを加工するために寸法取り、けがき、のこ切断、やすりがけ、旋盤やフライス盤などの工作機械作業(写真4)、コントロールボックスやモータ類などの電気配線作業などが必要になるなど、その製作内容は多岐にわたる。

写真5は、リモコン型ロボットで、新潟県産の海産物をイメージしたPETボトルおよび長岡花火の割薬をイメージしたゴルフボール、テニスボール、卓球ボールを各設置場所へ運ぶ役割を持つ。

写真6は自立型ロボットで、指定された位置に置いてある卓球ボールを、プログラミングによる自走により回収し設置場所まで運び、リモコン型ロボットへ受け渡す役割を持つ。昨年の全国大会では、自立型ロボットの暴走で競技中断となり予選敗退という苦い結果となったため、生徒はシーズンオフ中に制御についての技術修得を行い、安定した動作になるように繰り返しプログラムと機体を煮詰め、安定性と再現性を高めた。また、リモコン型ロボットもマニピュレータの数を減らし各部機構の単純化を図った。



写真1 コート製作 (3月)

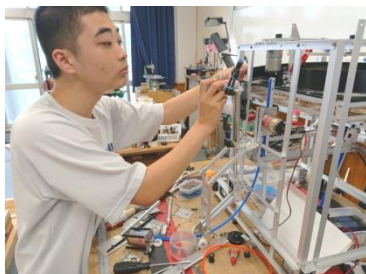


写真2 機体組み立て



写真3 各部サイズ検討



写真4 旋盤作業



写真5 リモコン型ロボット



写真6 自立型ロボット

1回目の試技では、順調にアイテムを回収しロボット内に取り込むことができた。自立型ロボットも順調に動き卓球ボールを回収していたのが確認できた。残り20秒で三尺玉(アイテム設置台)にアイテムを設置する際、テニスボールを4つ落としてしまい130点を逃して305点となった。全チーム1回目の試技が終わり、なんとかトップで折り返すことができた。

2回目の試技では、テニスボール1つをつかみ損ねたが1回目より点数を伸ばすことができ、345点であった(写真8)。2回目の試技が終了し、結果は、トップのチームに10点差をつけられ2位となった。選手たちは、競技が終了し相手を崩していたが、アイテム1つ分の10点差で優勝を逃し、2年連続の県大会準優勝に悔しさを滲ませていた。そして、全国大会への切符を手にし、さらなる機体の調整と精度の高い競技練習を行うことを誓い合っていた(写真9)。



写真7 機体整備



写真8 競技中の様子



写真9 準優勝

日頃の練習に比べ5～8秒程度早い時間で課題をクリアし得点を重ねていく選手たちの集中力に感服し、また落ち着いていた様子からも全国大会での活躍が期待できた。

今回は、台風の影響で予定していた船が欠航になり、予定よりも1日早い出発となった。更に帰

りの船も欠航が続き、急遽延泊になったり飛行機へ切り替えたりと遠征日程が長くなった。特に今年には台風が多く、他行事や予定も変更を強いられることが多かったように思える。大会までの2日間、調整・練習場所を提供して頂いた鹿児島工業高校には心から感謝をしたい。

4 全国高等学校ロボット競技大会

10月26日(土)、27日(日)新潟県長岡市アオーレ長岡において「第27回全国高等学校ロボット競技大会」が開催された。大会前日となる25日(金)の開梱作業に間に合わせるため、24日(木)に奄美空港から伊丹空港を経由し新潟空港まで移動した。新潟に到着したときは曇りで奄美での12月ほどの肌寒さだったため、生徒たちにブレザーを着るように助言をしたがやせ我慢なのか長袖シャツのままだった(写真10)。

25日(金)、会場入りして梱包してあるロボットを解き、整備調整にあたった。全国的に台風が続き、先に送り出したロボットが無事に届いているか心配であったが、無事にコンテナが届いておりまずは一安心した。今回会場となったシティーホールプラザアオーレ長岡は、2012年に開館した比較的新しい施設で、市役所とプロバスケットボールチーム「新潟アルビレックスBB」のホームアリーナが併設され、長岡駅に直結しており県外勢には非常に便利な会場であった(写真11)。昨年は、奄美高校2回目の全国大会で「勝ちを狙いに行ったつくり」で予選敗退をしてしまった。今年はその反省から「負けないつくり」で県大会から大幅な改良はせずに、細かい修正や調整を積み重ねブラッシュアップして臨んだ。

ルール上、監督は2・3階席から見ている他なく会場に立ち入ることはできない。奄美からの長距離輸送のため、ロボットに不具合が生じていないか心配だったが特に大きなトラブル等もなく、生徒らは順調に調整を進めていた。また、他県チームが本チームの駐機所に偵察にきてロボットの機構や、自立型ロボットの制御方法など質問されたようで、積極的なコミュニケーションがとられていた(写真12)。



写真10 新潟到着

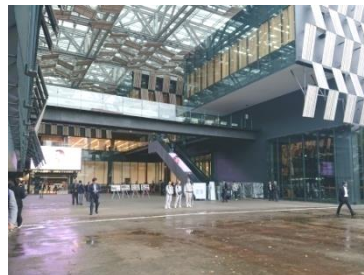


写真11 アオーレ長岡



写真12 開梱作業、機体整備・調整

大会1日目、26日(土)は、公式練習と開会式が行われた。公式練習では自立型ロボットの動きが設定よりも微妙にずれ、狙った経路から外れていた。リモコン型ロボットは予定通りの動きをしていた(写真13)。その後、練習コートで行われたフリー練習ではプログラムを修正し、何とか目的の動きをすることができていた(写真14)。この日、初めて各出場校のロボットの動きを見るわけだが、観客席から公式練習と練習コートの練習を見る限り、どのチームも今回の課題に苦慮しているように見えた。同じルールに従って製作しているのだが、ボールの取り方、設置方法、段の上り下りの方法など様々な機構を考えだしてきており毎回感心させられる。そして、他チームのロボットの機構やアイデアなどの情報を収集していれば、またいつの日か役に立つアイデアがあるかもしれない、これが大会のもう一つの醍醐味でもある。公式練習の参考結果は305点で128チーム中22位。夕方には開会式が行われ、先の台風19号による集中豪雨で被災し、製作したロボットや

学校の実習工場が水没して工場が自由に使えない状態で参加してきたチームもあるという話があり胸が熱くなった（写真 15）。

閑話休題。観客席のトイレを使用した際、「あれ、昨日より広がっている!？」と違和感があった。トイレに入り、手前から洗面所、小便器、個室トイレと並んでいる。男子トイレと女子トイレはシンメトリーに配置されており、天井にレールが埋設され、一番奥側の壁が可動式になっていた。説明用の写真を撮ろうと思ったがやめておいた。李下に冠、トイレにシャッター音である。その場にいた清掃作業員の方に確認を試みたが、その日の行事内容や観客の男女比などによって壁を前後させ個室トイレの数を変更させているようで、「今日は、ロボットの大会だから男の方が多いようになっているのかも」ということだった。限られたスペースを、効率よく活用する手法として今後のロボット作りの参考にしたいと思った。



写真 13 公式練習



写真 14 練習コートでの最終調整



写真 15 開会式

さて、大会 2 日目、27 日（日）は、いよいよ公式予選と決勝トーナメントが行われた。まずは公式予選。心配していた自立型ロボットは、卓球ボールをすべて回収し指定の場所へ設置できた。しかし、リモコン型ロボットが卓球ボールを取る際に、2 個取りこぼしてしまった。そのまま三尺玉へ設置し 435 点となった。予選 16 位以内であれば決勝トーナメント 2 回戦から参加できるのでこれを一つの目標としていたが、一步届かず 19 位通過となった（写真 16, 17）。

奄美高校（アマミノクロウサギ）として初の決勝トーナメントである 1 回戦は、広島県如水館高校（JOSUI23-A）と対戦、330 対 220 で勝利することができた（写真 18）。しかし、初勝利に喜びもつかの間、生徒からテニス・ゴルフ・卓球の各ボールを設置装置に分配するための装置の一部が疲労で折損したと報告があった。機体としてはギリギリの中で戦っていたようである。結局 2 本のうち折損した方を取り除き分配装置 1 本で次戦に臨んだ（写真 19）。

2 回戦は地元の新潟県新潟工業高校（越乃吉祥天）と対戦。リモコン型ロボットも自立型ロボットも安定した動きで競技を進めていたが、相手チームの方がリードしているように見え、観客席から見ている限り負けてしまったと思っていたが、勝敗判定で本校チームに旗が上がっていた。虚をつかれたような感じだったが、よく確認すると三尺玉の点数では負けていたものの、海産物（ペットボトル）の点数を含めた合計でこちらが上回っていた。

3 回戦はまたしても新潟県新潟工業高校の別チーム（越乃韋駄天）との対戦。落ち着いて競技を進めていたが、子機の動きが不安定になりせっかく回収したアイテム（卓球ボール）を相手コートへ出してしまった。これは、相手チームへの妨害行為とみなされるため、ルール上強制リスタートのペナルティが科せられる。ロボットとアイテムをスタート位置に戻しリスタートするもすぐに競技時間の 3 分が経過してしまい、得点を重ねることができず 0 点となった（写真 20）。3 回戦敗退となり、結果ベスト 16 になった。



写真 16 予選待機中



写真 17 公式予選 19 位通過



写真 18 決勝トーナメント 1 回戦

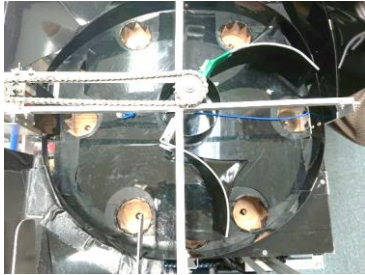


写真 19 折損したボール分配装置



写真 20 決勝トーナメント 3 回戦



写真 21 燕三条駅にて

大会が終わり翌日の奄美までの移動を考慮し、長岡市から新潟市まで新幹線で移動した。30 分ほどの短い時間だったが、選手たちは試合の緊張感からの解放と新幹線の空気バネの乗り心地の良さに、出発するやいなや泥のように眠っていた。

奄美高校として 2 年連続 3 回目の全国大会となり、様々なトラブルに対しそれに選手たちが的確に判断し対応したこと、全国大会常連校や強豪校の素晴らしい機体や選手たちと対戦出来たことや競技に向かう姿勢を間近で見ることができ、ベスト 8 の入賞まであと一步ではあったが奄美高校工業技術研究部として大きな収穫であった。私は、全国大会というものは、毎年度の課題に対する答え合わせの場だと思っている。与えられた課題を正確にかつ短時間でクリアし、勝利を重ね優勝したチーム・ロボットが、その年の正解者である。記録からすれば嬉しい内容ではあったが、またしても足りないところをたくさん気づかされた大会であった。

大会期間中は寸暇を利用し、金属加工や鍛冶で有名な燕三条や、長岡の歴史的名所を見学でき、生徒たちも見聞を広げられ感性を磨けたのではないかと思う（写真 21）。

5 工業クラブ連盟生徒発表大会

11 月 15 日（金）鹿児島県立鹿児島工業高等学校において「工業クラブ連盟生徒発表大会」が開催された。今回は、ロボット競技部門と、当番校になっていた研究発表部門の 2 部門に参加した。

午前中は、研究発表部門に参加した。昨年度から開発を続けているペットボトルキャップ再生機「練り・ボーン」について発表し、そこから現在世界的に問題となっている海洋プラスチックゴミ問題について自分たちにできることを考えてみた（写真 22）。実際に私たちの住んでいる奄美大島の海も例外ではなく、無数のプラスチックゴミが漂着している。その漂着ゴミの一つである漁具のブイから「使い捨てないプラスチック製ストロー」の製作過程を紹介し、使い捨てプラスチック製品との付き合い方や地域のごみ捨て場の管理、ごみ拾い活動など高校生にもできる活動について提言した。1,000 人を超える生徒や職員の前での発表であったが、練習通り落ち着いて発表できていた。研究内容、発表態度ともに高評価で、鹿児島県の工業教育に大きく貢献したということで表彰を頂いた。

午後からはロボット競技部門に参加。練習では何度もできていたが、これまでの大会で一度も完成をさせることができなかった三尺玉を、1回目の試技で完成させることができた(写真23)。本チームは朱鷺の発射を行わないので、これが自己ベストである。2回目は、ゴルフボール回収装置のラックが破損し、満足のいく点数を取ることはできなかった。やはりものづくりに終わりはないということ教えられたような気がする。1回目の得点から2位準優勝という結果に終わった(写真24)。



写真22 研究発表の様子



写真23 三尺玉完成 (写真右)



写真24 研究発表・ロボット表彰

6 特許出願について

昨年度製作した作品「水たまり排水用ポンプ」(写真25)を特許庁らが主催する「2018年度パテントコンテスト」に応募し、全538件(高校・高専・専門・大学を含む)の応募の中から30件の優秀賞に選出された。本作品は、雨上がりに水浸しになったグラウンドで部活動生が必死になって水たまりの水をスポンジとバケツで排水する様子を不便に思い、もっと簡単に効率よく排水できないかと考え製作したものである(写真26)。浅い水深でもポンプ内に空気を噛み込まないように、吸水孔の上部に、空気遮断用のシート状の弾性部材を配置していることを特徴としている。優秀賞の特典である特許出願支援対象となったため、平成31年1月からは弁理士に來校してもらい、発明や産業財産権についての説明や、特許出願に向け申請書に関するアドバイスを受けた(写真27)。



写真25 水たまり排水用ポンプ



写真26 使用の様子



写真27 特許出願打ち合わせ

その後、宿題として先行技術の調査や特許出願原稿、図面の作成などを行った。「試作品まで完成しているのだから、出願はそんなにたいしたことはないだろう。」と高を括っていたが、弁理士から「言葉で説明できなければ特許は取れません。結局、登録されるのは言葉です。文字です。あくまで図面はその補助の補助です。」という助言があったため、独立行政法人工業所有権・研修館の運営するウェブサイト J-PlatPat (特許情報プラットフォーム) を使用し数百件の先行技術を調査し、本発明の説明に使えるような言葉や表現を探した。また、同時に試作品の改良・修正も行い、装置自体の性能向上も図った。弁理士に修正を受けながら、なんとか3月上旬に特許出願を行うことができた。

平成31年3月11日(月)、東京駅前にあるJPタワーホール&カンファレンスホールにおいて「平成30年度パテントコンテスト及びデザインパテントコンテスト」の表彰式と特許庁の見学会が開

催され、招待により参加した。午前中は特許庁の見学会があり、各部署や施設の見学、特許・意匠・標章の各審査官から、審査の流れや、審査の方法について説明があり、産業財産権についてさらに深く学ぶことができた（写真 28）。また、正規品と近隣諸国等で作られたコピー商品なども見比べることができ、特許侵害による経済的損失等の恐ろしさを改めて肌で感じることができた。

午後からの表彰式では、受賞代表者のプレゼンや、選考委員長で日本科学未来館館長・宇宙飛行士の毛利衛氏から励ましのことばがあり、今後のものづくり活動の活力となった（写真 29）。

今回、生徒全員が初めて東京の地を踏み、航空機や地下鉄を初めて利用する生徒もおり、知的財産に関すること以外にも多くの体験をし、寸暇を利用して東京観光もでき、様々な社会勉強をすることもできた（写真 30）。



写真 28 特許庁見学（審判廷）



写真 29 優秀賞受賞



写真 30 東京見物（秋葉原）

今年度に入り特許庁の審査結果を待っていたが、令和元年6月下旬に「拒絶理由通知」が届いた。特許拒絶理由通知とは、出願内容が特許要件を満たさないために、特許査定を出さない（特許権を与えない）と審査官が判断する理由が記載されている文書のことである。今回の審査で特許を取得できなかった理由として、韓国の手電機メーカー1社と、日本の大手ポンプメーカー2社の先行技術が引用され、各メーカーの特許に比べ新規性、進歩性がないということが書いてあった。結果について生徒たちに説明したところ、一様に絶望の表情を浮かべていた。しかしながら、特許出願において拒絶される割合は7～8割で、実のところ1回目の出願で特許を取得できるケースの方が少ないという。特に、意外ではあるが今回のように弁理士のような専門家と一緒に進む場合においてはほとんどが拒絶されるようである。それは、弁理士は特許取得後の権利を考え、特許請求の範囲をできるだけ広範囲にわたりカバーできるようにすることが多い一方で、あまり経験のない素人では、今後のことまで考えが及ばず請求の範囲が広がらないため、結果的に、先行技術に抵触せず特許査定される場合が多いらしい。また、今回は、申請したすべての請求項において拒絶があったわけではなく、拒絶を認めない請求項についても記載されていたので、今後特許を取得する上でのヒントを得ることにつながった。結果的にどちらが良かったというのは判断しにくいですが、今回のように特許出願のプロセスを学ぶという点では拒絶理由通知が来たことは、とても勉強になった。

その後、弁理士と相談し、「モータなどの動力を用いるポンプも使用できる」という部分を削除し、今回の発明は「手動ポンプによるもの」と限定し、意見書と補正書を提出した。

令和元年9月上旬、手続補正指令書が届いた。そこには、「今回提出した意見書・手続補正書に押印された印影と、前回出願時に提出された書類の印影とが異なっているので、意見書・手続補正書ともに受理できない」ということが書いてあった。特許出願に際し、生徒たちは未成年のため、法定代理人として保護者が押印をしていたのだが、今回提出した意見書・手続補正書には前回とは異なる判を使用していたようであった。前回の判を使用したのか特定を試みたが、発送前の出願書類のコピーをとっておらず、確認ができなかった。出願書類を完成させた達成感と、いよいよ出願

するぞという興奮からコピーを取っていなかったことを思い出し、臍を噛む思いだった。結局、新たな判を使用し、印鑑変更届を提出した。

令和元年11月中旬、特許庁からまた書類が届き確認を行った。書類には、「この出願については、拒絶の理由を発見しないから、特許を査定します。」という少し遠回しな記載があり、一日千秋の思いで待ち続けた特許査定をやっと頂くことができた。

特許査定を受けた場合、特許権として効力を発生させるためには、30日以内に特許料を納付して設定登録をしなければならない。しかし、彼らは高校生で収入がないため、非課税証明書を送付し、特許料の免除申請を行った。新庁舎となった奄美市役所に行き、税務課で非課税証明書の発行を行ったのだが、申請用紙の使用目的欄に「その他（特許庁）」と書いた生徒たちは誇らしげな表情であった。その後11月末に、特許料納付についての書類を特許庁に郵送した。

それから3か月が経過し、2月下旬にやっと特許証が届いた。出願から約一年がかりで特許証を手にし、生徒たちは達成感と喜びに満ちあふれていた（写真31）。

今後この特許内容については、設定登録が終わり次第、無期限で（特許権が切れたとしても）公開されることになる。将来、この作品や技術が様々なところで活用されることが理想だが、仮にこの作品自体が日の目を見ることが無かったとしても、生徒たちが先行技術を調査したように、今後出願しようとする他の技術者の目に触れ、後進の技術の発展に少しでも役に立てることを切に願う。

【特許第6656782号 発明の名称：排水ポンプ】



写真31 特許証を手にした生徒たち

7 おわりに

生徒たちは、これまで特許取得やロボット競技を通して、沢山の知識や技術を修得してきたと思う。しかしそれらは決してゴールではなく、今後、彼らが社会に出てから、社会へとつながる取り組みのスタートである。技術者として、いかなる難問に対しても自ら考え出した解決策を見出す力や、人や社会のために何をすべきか等、相手を思いやる倫理観の醸成も大切である。そして、我が国の未来は、様々な産業を支える彼らの情熱にかかっている。そういった若者を育成していくためにも、今後も修養と研鑽に努めたいと思う。