

発表を通じたフィードバック ー自律型サッカーロボット製作の取組ー

京都府 京都市立洛陽工業高等学校 創造技術科 教諭 鈴木 直人

1. 洛陽工業高校の取組

京都市立洛陽工業高等学校の始まりは、明治19年（1886年）に創立された京都染工講習所であり、日本の工業高校の中でも最も古い工業高校である。今年で創立128年目を迎える。

洛陽工業高校には、電気コース、電子コース、機械コース、京都ものづくりコースの4コースがある。生徒は2年生から各コースに所属する。そして7割以上の生徒が就職を目指している。その就職率は昨年まで100%を維持している。

洛陽工業の合言葉は「challenge & breakthrough!（挑戦と突破）」である。そのため常に挑戦をし続けている。各種競技会に代表される全国的な取組や、外部団体との連携などを積極的に行っている。

昨今の成果では、「第1回高校生プレゼンコンテスト」で最優秀賞と優秀賞を受賞した。全国高等学校ロボット競技大会には3年連続出場している。さらにロボカップジュニア全国大会



図1 洛陽工業の外観

出場、など多くの競技会に参加し、優秀な成績を得ている。

また今年から、社会と経済の学びの一環として、スクールカンパニープロジェクト（SCP）に取り組んでいる。これは本校の生徒たちが模擬の「株式会社」を設立し、企業経営を体験する取組である。以上のような様々な取組の多くは、放課後や課題研究の時間を利用している。

2. 課題研究の概要

課題研究は2年生・3年生ともに設置されている。以下はH24年度の3年生が取り組んだ課題研究のテーマの例である。

- 風力発電用プロペラ研究
- Androidアプリの開発
- 自律型サッカーロボットの製作
- 空飛ぶ車椅子事業
- エコデンカー製作

以上のようなテーマを、班（テーマ）ごとに、1年間（コースによっては2年間）かけて取組、3年生の最後には各テーマの成果について発表する。

ものづくりの世界において、いまやプレゼンテーションは必要不可欠となっている。製品のことを相手に伝える、それを含めてものづくりである。洛陽工業では、技術だけではなく、発表の機会を通じてプレゼンテーション能力の育成をしている。

3. 自立型サッカーロボットの製作

私は電子コースで「自律型サッカーロボットの製作」を担当している。

自律型ロボットとは、簡単に言えば「ルンバ」である。一度スイッチをオンにしたらその後は一切触らない。あらかじめ入力されたプログラムに従い、周りの状況を分析し、それに応じて行動を行うロボットのことである。

現在はロボカップというロボットサッカー競技に参加している。ロボカップとは、「2050年までに、人間のサッカーW杯優勝チームに、サッカーロボットチームで勝つ」という目標を掲げた研究かつ競技会である。生徒はそのジュニア部門に参加する。ロボカップは世界大会まで実施されており、生徒にとっては大きな目標となる。

加えてジュニア部門は教育的な側面を持っている。「ロボカップジュニアは勝ち負けではなく、競技を通じて何を学んだかである」とルールに明記されているのである。実際に競技中に競技者同士で「どんなロボットなのか」「どんな工夫をしてきたか」「どんな作戦を考えているか」を話し合っている姿をよく見かける。勝敗だけを考える大会ではあまり見られない光景である。この教育的なコンセプトに共感し、生徒の目標としてロボカップを選択した。



図2 ロボカップジュニアの試合風景

4. 課題研究での取組

基本スタンスとしては生徒の自主的行動を主としている。しかし自主的とは、「生徒に自由にさせること」ではなく、「放置的活動」でもない。ある課題に対して、自分たちの考え、技術を深めるために自主的に活動させるべきである。自主的に活動を行うには、(1)大きな目標、(2)基礎知識、(3)環境づくり、(4)結果を振り返る機会、が必要であると考えている。

大きな目標とは、もちろん「ロボカップジュニア世界大会優勝」である。夢は大きくあるべきだ。昨年、全国大会に出場し、着実に夢に近づいている。

この目標は非常に高く、高い技術が必要とされる。そのためには基礎知識が必須である。自律型ロボットの製作は、2年生～3年生の2年間継続して行うことになっている。そこで2年生では基礎知識と結果を振り返る機会を設定し、自分たちの活動を自分たちで振り返ることができる下地づくりをしている。

基礎知識の習得のために、ブレンストーミングを用いた。これにより、生徒の持つロボットへのイメージ、作りたいロボットのアイデアを整理し、必要である基礎知識を整理してから学習に取り組んだ。

例えばロボット図面を3Dで書きたいという提案があれば、3DCADソフトの提示と指導を行う、といった流れである。その後、製作を行う、大会に出場し、結果を発表する、ということをして2年生で行っていく。

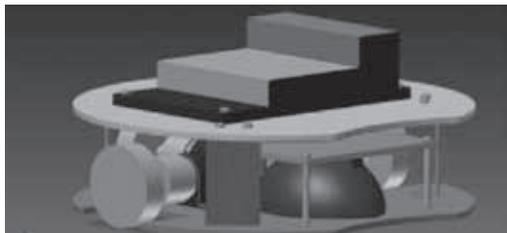


図3 3DCAD図面 試作

発表は相手に伝えるためだけではなく、自分たちの振り返りになると考えている。自分たちが行ってきた内容を相手に伝えるためには、自分たちがしてきた内容を自分たちが理解していなければならない。すなわち、発表の準備を通して、自分たちが行ってきたことが整理できるのである。また発表できないことは自分たちに現在欠けていることであると気づく。発表で受けた質問が自分たちへの改善となる。このようにフィードバックが行われるのである。

5. 全国研究会での発表

昨年度の8月上旬に、平成24年度全国電子工業教育研究会・総会（以下、電子工研）が京都で開催された。洛陽工業はその担当校となり、3年生課題研究チームが全国の工業高校の先生の前で発表を行うことになった。

この時の3年生課題研究チームには年度当初から大きな目標があった。それは「進化するロボット」という目標である。センサーの値をもとにただ動くだけではなく、変動する数値を分析して、それに応じてフィードバックをし、時には自身のプログラムを書き換えていく超戦術的なロボットを作りたかった。このロボットをインパクトも込めて「進化するロボット」と呼んだ。

その当時のロボカップジュニアの大会はパワー勝負になってしまっていた。戦術よりも速い速度、強いパワーで突っ込めば勝てる、という



図4 作業風景

状態であった。生徒と相談し、その状態に反旗を翻そうとした。それが「進化するロボット」である。実際に使われている進化アルゴリズムを搭載することも考えた。

その目標を企画発表という形で電子工研にて発表することにした。発表に燃える生徒がおり、夏休みに入ってすぐから本番直前まで練習を重ねてきた。その中で自分たちに欠けていることも見つかった。

大舞台での発表ということで生徒はかなり緊張していたが、非常に好評であった。しかし発表をした生徒は「失敗だった。もう一度発表の機会がほしい」と自主的に訴えてきた。そして発表に笑いの要素を入れたいなど、高度なプレゼンテーションスキルに自主的に挑戦するようになった。このように生徒にフィードバックが行われたのである。

6. 今年度の課題研究

今年度の3年課題研究チームは、先述した電子工研で発表した3年生の後輩にあたる。前年度の発表を見ることで、自分たちの基礎知識へと還元し、先輩が出来なかったことを知り、新たな目標へとつながっていく。このように発表に取り組むことよってポジティブフィードバックが生じている。

ポジティブフィードバックの結果、3年生になるとこちらが何も指示しなくても、自主的に活動するようになってくる。放課後に自分たち



図5 電子工研での発表風景

で自主的にロボットの設計などについての相談をしている姿を見かけるようになった。自分たちで部品リストや予算書まで製作するようになった。

その他、3年生のチームが2年生のチームに技術指導をし、2年生が3年生に質問をするなどチーム内でのフィードバックも積極的に行われている。

7. 最近の結果

H22年度から取組が開始され、H23年度に京都予選に初出場し、次のH24年度に京都予選、京都・滋賀・奈良ブロックを勝ち上がり、全国大会出場を果たすまでとなった。ポジティブフィードバックにより徐々に良い成果を取めるようになってきている。

全国大会のレベルは高く、まったく歯が立たなかった。だがこの失敗体験が必要である。失敗は改善策につながる。失敗を乗り越えて得た成功経験こそ生徒の大きな財産になると考える。

8. 課題

大きな課題は、時間と予算である。授業時間だけでは時間が足りない。必ず勝てる戦術とい



図6 チーム内勉強会（左：2年生，右：3年生）

うものはない。したがって自分たちが納得いくまでとことん製作をすることになる。裏を返せばいつまでも作業が終わらないということになる。

しかし、大会のスケジュールなど、どうしても時間的な制約がある。

また、ロボットの部品の中には高価であったり、発注することが困難であったりする部品も存在する。学校の予算だけで賄うのは厳しい面もある。

だが、限られた予算と納期の中で自分たちの目標とするものをつくるということも一つの勉強であるといえる。

ただ、来年度以降外部支援などを積極的に利用していき、少なくとも予算の面は解決したいと考えている。

参考

原稿執筆時（11月）以降にロボットが完成したので、参考として写真を添付する。



図7 今年のサッカーロボットの外観

工業教育資料 通巻第 354 号

(3月号) 定価 210 円 (本体 200 円)

2014 年 3 月 5 日 印刷

2014 年 3 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 戸塚雄式

〒102 東京都千代田区五番町 5 番地

-8377 電話 03-3238-7777

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