

WRO大会への取組 レゴ・マインドストームを活用した授業

山梨県立甲府工業高等学校 電子科 中澤 透・楠 秀樹

1. はじめに

本校電子科では「制御に関する技術」、「通信（ネットワーク）に関する技術」、「コンピュータに関する技術」の習得を3本柱として日々の教育活動を行っている。この教育目標の1つである「制御に関する技術」への取組として、レゴ・マインドストーム¹⁾を使用したロボットコンテストへの参加を、平成11年度より継続的に行ってきた。この11年間の成果として、昨年（2009年）度初めて日本代表としてWRO（World Robot Olympiad）国際大会への出場権を獲得した。

ここではこれまでのレゴ・マインドストームを活用した「制御に関する技術」への取組およびWRO大会について紹介する。

2. WRO（World Robot Olympiad）とは²⁾

WROは自律型ロボットによるコンテストである。世界中の子どもたちが、各々ロボットを製作しプログラムにより自動制御する技術を競うコンテストで、市販ロボットキット（レゴ・マインドストーム）を利用することで、参加しやすく、科学技術を身近に体験できる場を提供するとともに、国際交流も行われている。WRO活動の目的は、教育的なロボット競技への挑戦を通じて、子どもたちの創造性と問題解決力を育成することである。

図1はWRO大会の開催イメージである。日本国内地区予選は小学生、中学生、高校生大会を全て含めると25か所、参加チームは700チー



図1 WRO大会の開催イメージ
（提供：WRO Japan実行委員会）

ムで競われた。地区予選競技会での上位チームがWRO Japan決勝大会に選抜出場する資格が与えられる。更にこのWRO Japan決勝大会での上位チームがWRO国際大会への出場権を獲得する。2009年度のレギュラーカテゴリー部門においては、小学生3チーム、中学生1チーム、高校生4チームが日本代表として代表権を獲得した。2009年11月7日（土）・8日（日）に韓国浦項市・浦項工科大学で開催された国際大会では、世界24か国からの250チームにより大会が行われた。

3. レゴ・マインドストームを活用した授業 (1) 工業技術基礎（1年次）

1年次の工業技術基礎でレゴ・マインドストームを活用した制御実習を2時間×5週間（計



図2 相撲ロボット大会

10時間)実施している。授業内容は、RCXプログラミングによるモーターの制御、タッチセンサー、ライトセンサーの制御等である。この授業を通して最終日には、タッチセンサーで相手のロボットを確認し、ライトセンサーで土俵を認識する簡単な相撲ロボットの大会を行える程度の技術が習得できる。

図2は最終日に行う相撲ロボット大会の様子である。制御技術入門の授業として、生徒は楽しく課題に取り組んでいる。

(2) 課題研究(3年次)

3年次の課題研究ではレゴ・マインドストームを活用した研究をするグループを設定している。この研究の主な目的は、WRO地区予選会への参加と神奈川工科大学との高大連携³⁾である。ここでは、神奈川工科大学との高大連携プロジェクトについて説明する。

本校電子科では、神奈川工科大学創造工学部ホームエレクトロニクス開発学科金井研究室との高大連携プロジェクトを、平成13年度より継続して実践している。一般的な高大連携は、大学教員による出前講義や集中型のスクーリングによる授業や実習の形式で行われ、高校生と大学教員との関わりが主体である。しかし本連携は、高校生と大学生が直接連携プロジェクトを行い、課題解決をするものである。また、この連携プロジェクトには高校と大学の所在地が離れているという問題点がある。そこで、地理的、時間的な制約をできるだけ少なくするために、積極



図3 インターネットテレビ会議

表1 連携プロジェクト年間計画

月	連携内容
4~6	高校・大学の教員同士の打合せにより、大まかな研究内容を決定する。 高校生・大学生は、それぞれで研究テーマに関する基礎知識・技術を習得する。
7	高校生と大学生が直接会って、今年度のテーマを決定する。大学生側からの提案に高校生の意見を取り入れる形で決定する。
9~11	それぞれの分担・目的に沿った研究を行う。 メーリングリストやインターネットテレビ会議で相互に進捗状況の確認・問題解決方法の検討を行う。
12	これまでの研究の中間発表会を行う。また、問題点、今後の発展的な課題についても話し合う。
1~3	連携プロジェクトをまとめ、発表会の準備を行う。 それぞれの発表会へ参加する。

的にインターネットテレビ会議(図3)、メーリングリスト、Webサイト⁴⁾等のインターネットを活用した情報交換および情報の共有化を図った。

表1は連携プロジェクトの年間計画である。例年7月に高校生と大学生が直接会って打ち合わせを行い、大学生からの提案に高校生の意見を取り入れる形で連携プロジェクトのテーマを決定する。9月以降は主にインターネットテレビ会議、メーリングリストを活用した連携を実

施する。

表2は近年6年間の高大連携プロジェクトのテーマである。ロボット連携システムの製作(レゴ・マインドストームを活用)、組込型システムの開発(PICを使用)、自立型飛行船ロボットコンテストへの参加(情報処理学会主催)などをテーマに連携プロジェクトを進めた。

この連携プロジェクトの高校生に対する教育効果を以下に示す。

- ・大学生からの指導により高度な技術に触れることができ、技術に対する興味・関心が高まった。
- ・定期的なテレビ会議によりお互いの進捗状況を報告し合うことで、放課後に残って作業を行う等、課題研究の目的である自発的・創造的な学習態度が育った。
- ・限られた時間の中でのテレビ会議により、プレゼンテーション能力およびコミュニケーション能力の向上に効果があった。
- ・大学生と交流することにより、さらなる技術の習得を目標に大学進学を目指す生徒が増え、進路選択にも影響を与えた。

表2 高大連携プロジェクトのテーマ

年度	テーマ
平成16年度	ウェイターロボットの改良と発展的な課題(レゴ・マインドストームRCX)
平成17年度	環境計測プログラム(レゴ・マインドストームRCX, PIC)
平成18年度	飛行船ロボットの研究(ホバリング)(PIC)
平成19年度	飛行船ロボットの研究(ホバリングおよび旋回)(PIC)
平成20年度	お掃除ロボットの開発(レゴ・マインドストームNXT)
平成21年度	お掃除ロボットの開発(効率的なアルゴリズムの研究)(レゴ・マインドストームNXT)

また、大学生にとっても高校生との連携プロジェクト学習は教育的効果が大きく、研究室内にとどまる課題取組に比べて、そのプロジェクトの推進に対する責任感の育成に効果があった⁵⁾。

4. WRO大会

2009年度の高校生レギュラーカテゴリー部門の競技は「ロボットピリヤード」である。図4はロボットピリヤードのコートである。自立型ロボット(レゴ・マインドストーム)がピンポン球を敷き詰めた丘を越え、指定された色のボールを同じ色の穴に入れる。それぞれの課題をクリアすることにより得点が加算される。2回の競技の合計得点およびタイムにより順位が決定する。決勝大会からはルールが難しくなり、ロボットを分解した状態から制限時間内に組立ることが要求される。さらに、当日発表になる「サプライズルール」が設けられ、生徒だけでそれに対応したロボットおよびプログラムを、制限時間内に作成しなければならない。

(1) 国内公認地区予選会

近県で開催されるWRO国内公認地区予選会としては、神奈川工科大学が主催する「電子ロボと遊ぶアイデアコンテスト」⁶⁾がある。6年前よりWRO国際大会が開催され、これが国内公認地区予選大会となった。2009年度は8月4日(火)・5日(水)の2日間開催され、上位9

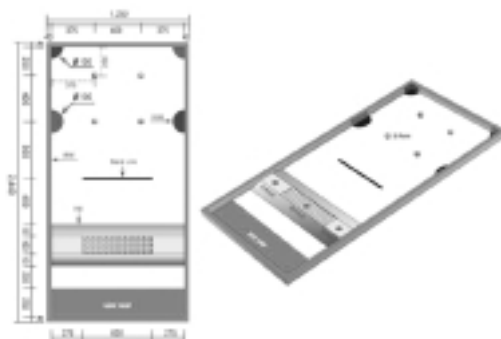


図4 ロボットピリヤードのコート
(提供: WRO Japan実行委員会)



図5 審査員特別賞・パーフェクト賞受賞

チームがWRO Japan決勝大会への出場権を獲得した。

(2) WRO Japan決勝大会⁷⁾

2009年8月23日(木)に科学技術館(東京都千代田区北の丸)で開催された。全国の国内公認地区予選大会を勝ち抜いた29チームで競われた。決勝大会からはブロックをばらした状態から競技がスタートする。ロボットの組立制限時間が2時間、また当日にボールを入れる部分の色の発表、更に競技直前にはボールの色を抽選で選択するサプライズルールが加わった。サプライズルールは当日発表され、コーチ(教員)からのアドバイスは一切受けられないので、生徒だけでこの課題を解決しなければならない。生徒の実力が試されるルールであり、この点がWRO大会の素晴らしさだと感じる。

当日発表されるサプライズルールにより、色認識または色のパターンを組み込んだプログラムを想定していないチームは、このルールに対応できず、高得点を獲得できなかったようである。本校は得点差で惜しくも4位となり、審査員特別賞と課題を全て克服したチームに与えられるパーフェクト賞を受賞した(図5)。高校生部門上位4チームがWRO国際大会への出場権を獲得した。

(3) WRO国際大会⁸⁾

2009年11月7日(土)・8日(日)に韓国浦項市の浦項工科大学で開催された。世界24か国、250チームが各部門に参加した。私たちが参加した



図6 サプライズルール



図7 WRO国際大会

高校生・レギュラーカテゴリー部門には48チームが出場した。国際大会は組立時間が延長され、2時間30分与えられる。当日の朝発表になるというサプライズルールは、前日の夜に行われたコーチミーティングで発表され、ボールが4つから7つに変更になった(図6)。このコーチミーティングはボールの抽選方法、ボールの設置方法等の詳細なルールおよび問題点が英語で話し合われ、本番の大会に向けた最終打ち合わせとなる。このサプライズルールが発表された後から、それに対応したロボットおよびプログラムの改良が始まる。前日の夜は試走ができないので、生徒たちはホテルでプログラムの改良のみを行った。

図7は国際大会の様子である。指定されたブースで組立とプログラム作成を行い、コートを使って試走を繰り返し、本番に向けた調整を行う。

本校はサプライズルールに対応できず1回戦60点、2回戦30点(各180点満点)という結果であった。生徒の話によると、ピンポン球を入れてある丘が高く、すき間もあるので球が動いてしまい丘を越えるのが難しいこと、コート表面のシートにしわがあったことなどに苦戦した



図8 国際交流会

ようである。コートの違いにより、本校のロボットは制御できなくなってしまったことが大きな敗因である。このことから、多少のコートの違いを克服できる、安定したロボットの製作が必要であると感じた。

大会2日目は各部門の表彰式および国際交流会が行われた。8位までの発表があったのだが、残念ながら本校は入賞することはできなかった。高校生レギュラー部門で優勝したのは、中国チームであった。日本のチームでは宇都宮工業高校が2位に入賞した。

表彰式前の交流会では、各国のチームが記念写真を撮りあい国際交流が行われる(図8)。本校のチームも時間が許す限り、各国代表の参加選手たちとの友好を深めた。参加チームはアジアが多く、上位もアジア勢が占めた。現在のアジア各国の勢いを感じた大会であった。

5. まとめ

ロボット大会に参加を始めてから11年目で初の国際大会出場を果たした。国際大会に参加できたことは生徒たちのよい体験になったとともに、教員としても非常によい経験をさせていただいた。また、県内のマスコミ各社から取材を受け、学校の広報活動としても大きな役割を果たしたと感じている。

WRO大会はサプライズルールがあり、生徒だけで課題を克服する必要がある。このルールにより生徒達の本当の実力が試されるという点においても、素晴らしい大会だと思う。

また、本校では3年生の課題研究での取組であるが、日本大会での上位校は部活動で参加している。下級生への技術の継承という点においても、部活動での取組も検討する必要がある。

資料・参考文献

1) レゴジャパン

<http://mindstorms.lego.com/japan/>

2) WRO Japan公式サイト <http://www.wroj.org/>

3) 金井徳兼, 手塚芳一, 中澤透「工業高校の協力による卒業研究」, 工業教育, 50巻3号2002.5

4) 高大連携甲工課題研究マインドストームLAB <http://bb.kofu-th.ed.jp/robo/>

5) 金井徳兼, 中澤透, 三輪基敦, 楠秀樹, 「高校大学間連携プロジェクト教育の実践」, 平成19年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, 40-41

6) 電子ロボと遊ぶアイデアコンテスト開催情報 <http://www.he.kanagawa-it.ac.jp/robo/>

7) WRO2009公式サイト <http://www.wroj.org/2009/>

8) WRO2009国際大会公式サイト <http://wroboto.org/English/>