

小型自律移動ロボット開発教育における 社会実装を意識した競技会の実施

Approach of Contest-conscious Social Implementation
by Micro Intelligent Robot System Development Education

正 青木 悠祐 (沼津高専) 正 出川 智啓 (沼津高専)
江上 親宏 (沼津高専) 大沼 巧 (沼津高専)
牛丸 真司 (沼津高専)

Yusuke Aoki, Numazu National College of Technology, y.aoki@numazu-ct.ac.jp
Tomohiro Degawa, Numazu National College of Technology
Chikahiro Egami, Numazu National College of Technology
Takumi Ohnuma, Numazu National College of Technology
Shinji Ushimaru, Numazu National College of Technology

Since 1988, the Department of Digital Engineering at Numazu National College of Technology have introduced a Project-Based Learning (PBL) with Micro Intelligent Robot System "MIRS" into the curriculum for the education of system development process. We are intended to provide a place of learning "process of system development" and "making education as a creative education" through the development of robot. In 2009, a new robot platform, which is provided for students at the beginning of this PBL program, was developed in order to improve the technical factors of robot system, and at the same time, increase students' motivation for learning. In this paper, we reported practice of PBL Program developing MIRS in 2013 and the efforts of four years. Features of 2013, is that the students to study the needs of society, we have proposed a new competition. A further improvement of student attitudes and motivation for making things up will be an issue in the future.

Key Words: System development education, Micro Intelligent Robot system, PBL Program, Social Implementation



Fig.1 MIRS competition 2013 (2014.1.24)

1. 緒言

現在, 日常生活に潜む様々なニーズから, サービスを考え, そのソリューションとしてのロボットやロボットを用いたシステムを開発し, それを実際に社会現場に持ち込んで実証する社会実装が注目を集めている. そして, この社会実装を行う一連のプロセスを教育現場に持ち込むことが重要であると言われ, 様々な取り組みが行われている.

一方, 沼津高専電子制御工学科では, 学科設立当初より 4 年次開講の「電子機械設計製作」において, PBL 形式の小型自律移動ロボット製作をカリキュラムに取り入れている[1].

当授業においては, ロボット開発を通じた「創造性教育としてのものづくり教育」のみならず「システム開発のプロセス全般」の学習を目的としており, 企業における実際の開発プロセスと同等に授業は進行される[2]. 当授業では, 学生 8 名程度で 1 つのチームを構成し(計 5 チーム), 指定された競技で勝つことを目標に, 年度当初各班に配布される標準機をベースにして, 1 年間をかけて改良・新機能追加等の開発に取り組むという実施形態を取っている. 本システムの頭文字を取り, MIRS(Micro Intelligent Robot System)と称しており, 例年 2 月に成果発表の場として開催される MIRS 競技会は学科を挙げて

の一大イベントとなっている(Fig.1).

2009 年度, システムの高度化と学生の開発モチベーションの向上を目的として, ハード・ソフトの両面で MIRS プラットフォームの大幅な更新が行われた[3]. さらに2010 年度から2012 年度の間に, 「プレ競技会の実施」およびシステム開発教育を目的とした「レビューの実施」を新たに導入した[4].

そこで2013 年度, 新たな取り組みとして, 社会のニーズを調査し, 世の中が求める技術を実装した提案型競技会を行った. 学生自ら社会のニーズを調査し, 社会実装を意識しつつエンターテインメント性を追求した競技会を提案した点が本プロジェクトの特徴である. 本論文では 提案型競技会に向けた学生の取り組みと, 2013 年度の実践結果について報告する.

2. 社会実装を意識した新競技提案

2.1 提案競技会に向けた取り組み

2013 年度, 新たな取り組みとして社会実装を意識した新競技会の提案を学生が行った. まず, 社会で活躍しているロボットや現在開発が進められているロボットを, 夏休みを利用して調査し, 社会に必要とされている技術や今後必要になるロボット・ロボット技術とは何かを知り, その結果を踏まえて競技会を提案した. 学生が調査してきた内容の一例を以下に示す.

- ・現状のシステムに要求される技術
 - ・走行の正確性
 - ・環境認識 (壁, 白線)
 - ・画像処理 (数字認識)
 - ・例外対応
- ・自律移動ロボットの分類
 - ・日常生活支援 (介護, 掃除)
 - ・産業現場 (点検・整備, 医療)
 - ・極限環境下 (災害現場, 救助)
- ・競技に関する提案 (一例)
 - ・車載カメラの搭載
 - ・障害クリア時のパフォーマンス (音, LED)
 - ・高速走行, 安定走行のための改良
 - ・MIRSの商品化, デザイン性
 - ・人が介在する競技 (競技への参加, 半自律)

2.2 新競技会内容

調査結果をふまえ, 2013 年度の競技では, MIRS が警備ロボットとなって, 展示場に侵入した怪盗から宝物を守る競技とした. このような内容の競技に決定した理由は,

- 人間が入ることができない極限環境下で, ロボットと人間が協調して作業を行うこと
- これまで人間が行ってきた作業の一部をロボットが担うことによって人間の負担を軽減すること

が社会的に求められていることが背景にある. この点についても, 学生自ら調査し, 新競技検討会にて報告した. また, 競技会参加者に対するエンターテインメント性も意識し, 小中学生に対するアピール, すなわち社会実装も意識することとなった. MIRS 開発教育の歴史を Fig.2 に示す.

History of MIRS development education

MIRS: Micro Intelligent Robot System

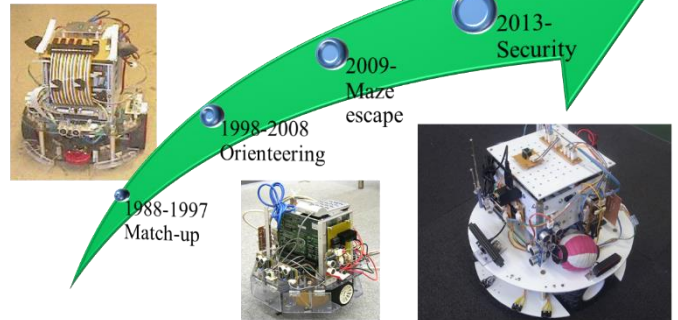


Fig.2 Micro Intelligent Robot System Development Education

2.3 新競技「MIRSAK」概要

学生が決定した新競技の概要を以下に示す. これらは, 競技会プロジェクトチームが主体となってルール提案を行い, 学生・教員の意見をふまえて改良を重ねたものである.

A) 競技内容

展示場を模した競技場内を巡回し, 宝物を盗もうとする怪盗から宝を守る自律移動ロボットによる競技

B) 競技規定

- ✓ 競技は各班 2 回行う. 1 回の競技時間は 6 分とする
- ✓ 各班の競技は, 競技時間内に宝を 1 つでも守りきるか, 怪盗に脱出された時点で終了とする
- ✓ 競技 1 回目と 2 回目の間において, 宝の位置と怪盗の色は変更する

C) 競技の流れ

- ✓ 宝の位置の情報を決定する. それを班ごとに決めた方法で MIRS に情報を転送する
- ✓ 審判の合図により競技開始, 初めに巡回を行う. 3 分以内に各台座をすべて回ることによってクリアとする.
- ✓ 開始から 3 分経過すると怪盗が侵入する. ここからは終了時間まで怪盗から宝を守ることが目的となる. 怪盗に宝をすべて盗まれて脱出されても競技終了となる

D) 警備ロボット概要

- ✓ 動作は自律型でなければならない
- ✓ ロボットの大きさは, 競技の開始時において底面 50[cm]×50[cm], 高さ 33[cm]以内に収まるものとする
- ✓ 変形は可能とし, 前後左右の最大長が 75[cm]以内に収まるものとする. ただし, 元の大きさに自動で戻れることを必須とする
- ✓ 電源は, ロボット自身に搭載する電池から供給するものとし, 外部から供給してはならない

E) 怪盗ロボット概要

- ✓ ラジコン操作とし, ライントレースにより走行する
- ✓ ロボットの大きさは底面が 30[cm]×30[cm], 高さ 33[cm]とし, 最高移動速度は 30[cm/s]とする
- ✓ 後部に超音波を搭載し, 後方から接近する警備ロボットを感知することができ, 宝を盗むためのアームを有している. また, 背後の方向へ赤外線を出している

- ✓ 走行が 3 秒間妨げられると停止する
- ✓ 怪盗を特定するための情報があり、怪盗の上部に直径 20[cm]のボールが取り付けられている。ボールの色は赤か青とする。怪盗の正面に 2 桁の数字が付けられる

F) 競技場(Fig.3)

- ✓ 競技場の大きさは 5[m]×5[m]とする
- ✓ 壁は高さが 33[cm]とする
- ✓ 壁の色は透明とする。板には縁に黒のラインがあるものとする
- ✓ 競技場の床には 50[cm]×50[cm]の黒いタイルカーペットを敷き、その上にフィールドを構築する。
- ✓ 床には怪盗ロボット用にラインレースの 5[cm]幅の白線が引かれる

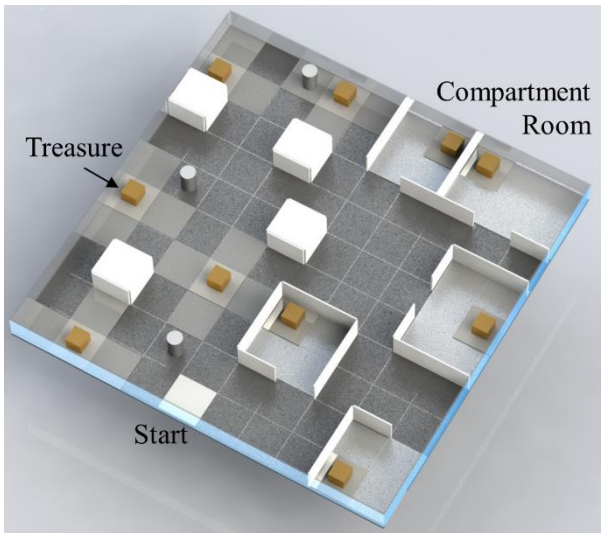


Fig.3 Playing field

3. 小型自律移動ロボット MIRS

3.1 標準機システム構成

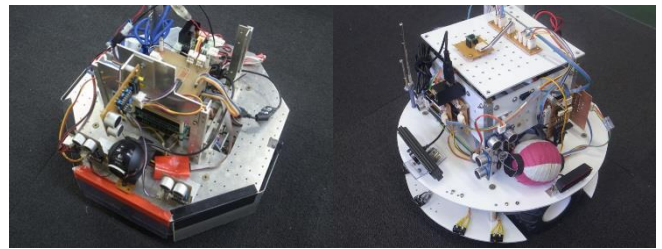
小型自律移動ロボット MIRS は、FPGA ボード、超音波センサ、タッチセンサ、web カメラ等を搭載し、2 輪独立駆動方式によって走行する移動ロボットである。2013 年に 4 チームが開発したマシンを標準機と合わせて Fig.4 に示す。各班の名称は MIRS13**となっており、下 2 桁が班番号となる。

2.2 開発スケジュール

MIRS 開発は、電子制御工学科 4 年次に開講される「電子機械設計・製作 I,II」および集中講義として開講される「電子機械設計演習」の科目にて行われており、4 年次の 1 年間をかけたプロジェクトとなっている。正規の授業時間は計 150 時間、5 単位と実験・実習科目の中でも比較的授業時間の多い科目となっている。年間の授業スケジュールを以下に示す。

- | | |
|----|---|
| a) | システム解説 |
| b) | 旧MIRS解体 |
| c) | 標準システム統合
[レビュー] 標準部品製作計画書
[レビュー] 標準部品テスト計画書 |
| d) | システム設計
標準機でプレ競技会をクリアするためのシステム設計 |

- | | |
|----|--|
| | [レビュー] システム開発計画書 |
| e) | プレ競技会 |
| f) | 新競技会に向けたプレゼンコンペ |
| g) | システム改良設計
[レビュー] システム提案書
[レビュー] システム基本設計書
[レビュー] 詳細設計書
(メカ, エレキ, ソフト) |
| h) | 競技会 |
| i) | 開発完了報告書作成 |



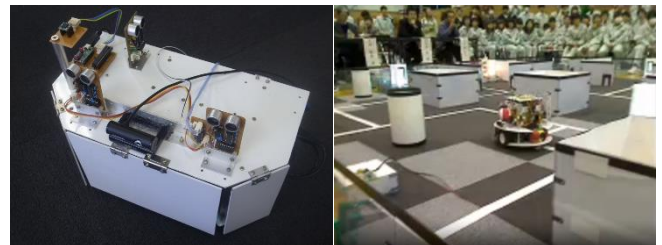
(a) Standard

(b) MIRS1301



(c) MIRS1302

(d) MIRS1303



(e) MIRS1304

(f) in competition

Fig.4 MIRS2013

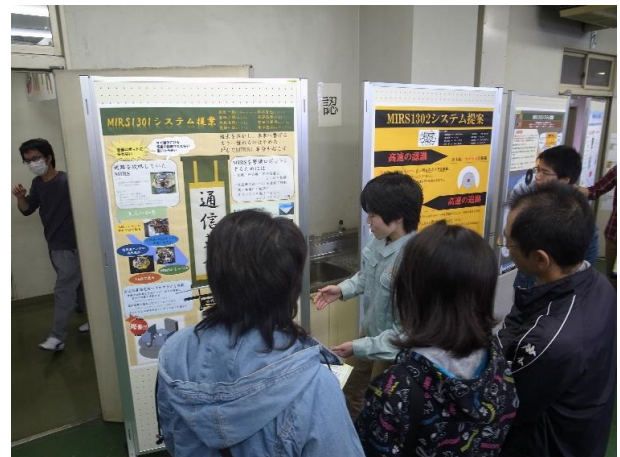


Fig.5 Presentations for the new competition

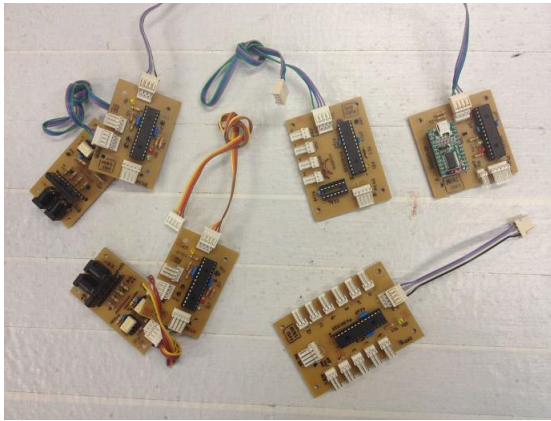


Fig.6 The circuit board equipped with I²C

2013年度の特徴は、2.1節で述べたように夏休みを利用して学生が社会のニーズを調査し、提案型競技会を決定した点、また提案した新競技会に向けて各チームが自分たちのロボットのアピールポイントをポスターにまとめ、2013年11月2日(土)および3日(日)に行われた高専祭にてプレゼンテーションを実施し、来場者にアピールをした点である。プレゼンテーションの様子を Fig.5 に示す。学生のアピールの1例として、標準機のシステムの問題点を指摘し、回路基板の拡張性を目的に開発した I²C 基板を Fig.6 に示す。このチームは、全ての PIC マイコンを統一することで汎用性を向上させるとともに、全ての基板に I²C を搭載することで来年度以降の後輩たちに対するプラットフォームの提供も行った。

2.3 2013 年度競技結果

2014年1月24日に沼津高専第二体育館にて2013年度の MIRS 競技会が開催された(Fig.1)。新競技となり、難易度が上がったため、完全クリアするチームは現れなかったものの、どのチームも自分たちで提案した技術をしっかりと実装した。本競技会には電子制御工学科1年から3年生の学生をはじめ、学生の保護者や教職員、地域の方々が多く参加し、大いに盛り上がる場となった。また、来年度に MIRS 開発に臨む学生達からは、競技会が新しくなったことでモチベーションが上がり、早く開発に挑戦したいとの意見も多く聞こえた。

4. 開発工数分析

競技会終了後に開発完了報告書を作成し、開発工数分析を行った。2013年度の作業時間平均値をチームごとにまとめたものを Fig.7 に示す。授業内時間 150[h]に対して、授業外時間も合わせた平均作業時間は 269[h]となった。Fig.8 に示す過去5年間の変遷を見ると、2013年度の作業時間は例年並みであるが、社会ニーズ調査や新競技会の提案にかかった時間は含めていないため、純粋な作業時間としてはとても多いものとなっている。一方、競技会で優勝した MIRS1301 では、一部の学生の作業時間が突出していること、過去5年間を見ても、もっとも多く作業した学生とそうでない学生との作業時間の差が、200[h]に及ぶことを考えると、今後改善の必要があるといえる。本プログラムが掲げている「創造性教育としてのものづくり教育」「システム開発のプロセス全般の学習」、更に今年度より導入した「社会実装を意識した競技会提案」をより良い形で学生に提供できるよう、更に社会実装ロボット教育そのものの仕組みを改善していく予定である。

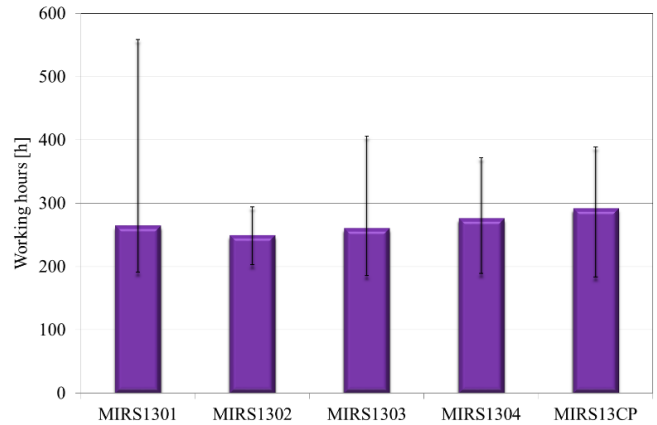


Fig.7 Average working hours

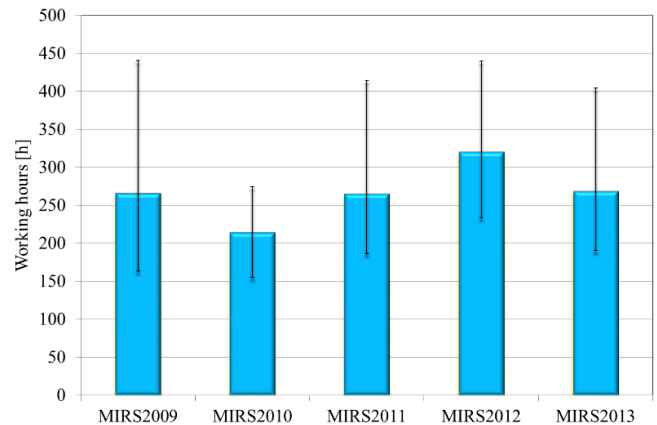


Fig.8 Average working time of 5 years

5. 結言

本論文では、沼津高専電子制御工学科において学科設立当初より行っている小型自律移動ロボット MIRS 開発教育について、新たに導入した社会実装を意識した新競技会の提案、および2013年度の実施報告について述べた。「社会実装ロボット教育」を実施することは、15歳からエンジニアを目指す学生が、豊富な実験・実習を含めて習得した強固な基礎学力を基盤に、社会のニーズを適切にくみ取り、技術に変換するだけでなく、ロボットの開発・改良に取り組む主体性と創造性の強化に繋がると考えられる。

過去の報告[5]にて繰り返し主張してきた「社会情勢を踏まえたロボットに求められる要素を吟味し、それをロボット開発教育という枠組みの中で実現していく」ことへの第1歩は実現できたものの、今後もこの点を意識し、「創造性教育としてのものづくり教育」「システム開発のプロセス全般の学習」の両立を目指していく。

文献

- [1] 大庭他, 高専機構主催平成21年度教育教員研究会講演論文集, pp.219-222, 2009
- [2] MIRS データベース: <http://www2.denshi.numazu-ct.ac.jp/mirsdoc2/>
- [3] 牛丸他, 高等専門学校情報処理教育研究発表会論文集第29号, pp.84-87, 2009
- [4] 青木他, 平成23年度全国高専教育フォーラム教育研究活動発表概要集, pp.247-248, 2011.
- [5] 青木他, ROBOMECH2013, DVD-ROM, 2013.