

玉川学園のロボット活動支援と教材開発

Robot activity support and development of teaching materials in Tamagawa

水野 真*、佐治 量哉**、佐々木 寛***

Makoto Mizuno*, Ryoya Saji** and Hiroshi Sasaki***

*玉川大学工学部機械情報システム学科

Department of Mechanical Systems, Tamagawa University

**玉川大学脳科学研究所

Tamagawa University Brain Science Institute

***玉川大学工学部ソフトウェアサイエンス学科

Department of Software Science, Tamagawa University

194-8610 東京都町田市玉川学園 6-1-1

6-1-1 Tamagawagakuen Machida-shi Tokyo 194-8610

Abstract

In recent years, "lack of consideration ability" in younger generation has been discussed especially in science educational field in Japan. In this background, we have carried out educational supporting activity using robotics materials in collaboration with Tamagawa Academy. This paper briefly overviews our 3-year activities, and gives the detail of some trial materials which have been improved as an experimental teaching material for science education not only in elementary school but also in junior-high school.

Key words: Educational material, Robot, Elementary school

1. 開発のきっかけ

公立学校における完全週5日制、生きる力の育成を目指した教育内容、そして教師らのための教科の時間削減と内容の厳選がいわゆる「ゆとり教育」でなされた。現在では「脱ゆとり教育」にはなりつつあるが、1990年代に戻っただけであり、それも2011年から小学校、2012年に中学、2013年に高校と開始される。少なくとも暫くの間、この「ゆとり教育」世代の小中学校の先生が排出される。

一方、児童生徒では、高学年になるに従

って理科嫌いが進行している。^{1,2)}

この理由としては、

- ・理解が困難。(見えない、抽象的である)
- ・興味がもてない。(世の中に誘惑が一杯)
- ・覚えることが多い。(公式など)
- ・計算が困難。(低学年での学習不足の蓄積)が考えられる。かなり以前から研究室に入ってきた学生に対して理科は実験科目なのか、暗記科目なのかと質問してきた。ほとんどの学生は暗記科目と答えている。このことは他の大学の先生でも感じており、ある大学の先生が高校の先生に理科の実験を増やしてくださいとお願いしたら、「大学入

試に実験を入れてください」と答えられたというエピソードがある。教師には理科実験の時間に限りがある³⁾ので教材の精選が必要になり、教材研究の時間が必要になる。一般に中学や高校の理科教員には、教材研究のための時間がそれ程保証されていないのが現実で⁴⁾、それどころか、放課後は生徒指導等にエネルギーを費やすことが多くなっている。小学校教員は、専科の教員以外は必ずしも理科が専門ではない。その結果、理科実験を避けようとする場合が多い。教員養成大学でも理科の実験を多く取り入れているとは思えない⁴⁾。さらに教員免許を取るために必要な教科（理科）の単位が2単位のみである教員養成課程の問題もある。

従って、小中高大学でも理科の実験をしていない学生が教師になっている可能性が高く、このような先生に教わっている子供たちは悲劇である。

このような理由で、理科実験の教材の精選、教材研究の時間短縮をするための教材を開発することにした。基本はPBL(Problem Based Learning)などで採用しているロボット教材の考え方を拡張させて作ることにし、これを利用して可能な教材を作り、さらにこのテキストも作る予定である。残念ながら、全ての理科教育の範囲を網羅できないので限定された教材になるが、一つの小中の理科教師への希望になることを期待する。

2. 開発素材

開発素材は以下の項目をできるだけ満足するようにする。

- ・特殊なものを用いずに、できるだけ簡単

に購入できる素材を組み合わせで開発する。

- ・パソコンを必要とせず、単体で動作できる。
- ・パソコンにも接続できる。
- ・実験消耗品は安価に購入でき、簡単に組み立てられる。

この実験教材システムは、一般のロボットと同様に、センサーでデータを収集しコンピュータで処理し、何らかの出力を出すことが基本となる。

実験コントロール用コンピュータとしては、まだ決定ではないが、CPUボードとして安価で高性能なSH-7144を用いることにした。また、補助的なアタッチメントボードを追加する。さらに、何かを組み立てる素材としてはタミヤの工作セットを利用することにする。これらを一つの理科教材キットとして開発していく。

3. 基本ソフトウェア

内蔵のCPUで処理する入出力は以下の通りを予定している。

- ・A/Dコンバーターによる電圧の測定
- ・デジタル入出力
- ・タイマー処理
- ・直流モーターコントロール
- ・サーボモーターコントロール
- ・加速度センサー
- ・方位センサー
- ・RS-232Cインタフェース
- ・LCDディスプレイ
- ・他の装置と繋げるためのI²Cインタフェース
- ・超音波距離センサー
- ・赤外線センサー
- ・D/Aコンバーターによる電圧の発生

これらの IO ライブラリを C++のクラスと作成し、これらを組み合わせて実験できるように工夫する予定である。

4. 教材

玉川学園では、2009年より「玉川ロボットチャレンジプロジェクト」(TRCP)が開始され、その一環として小学4年生に対する「ロ

ボット工作教室」を実施した。詳しくは、後で述べるが、ここでは使用した教材について述べる。用いた教材としてタミヤ製の「リモコンロボット製作キット (タイヤタイプ)」を用いた。実際に子供たちが製作する時間制限から、チューター役の学生にギアボックス、リモコンなどを前もって完成させておいた。図1~3に子供たちが自由に製作したロボットの例を紹介する。

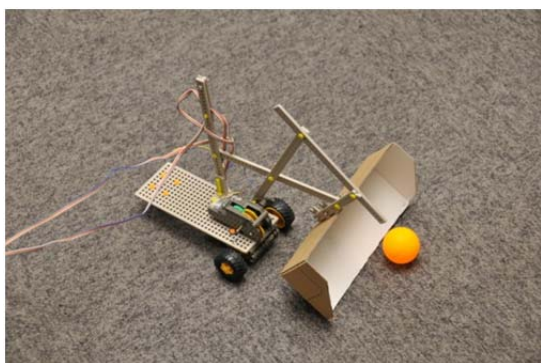


図1 ショベルドーザー型

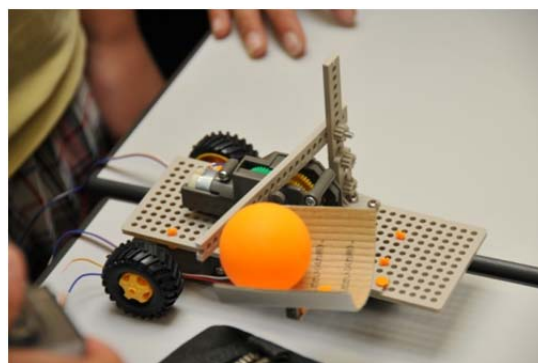


図3 砲撃型

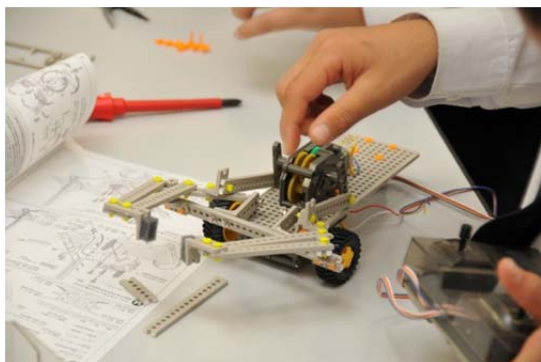


図2 ロボットハンド型

以上の例では、コンピュータを一切使っていない。理科教材の補助として使えるようにするには色々なセンサー、アクチュエータをコントロールするシステムが必要になる。

IO ライブラリ作成の動作確認を兼ねて、簡易風向・風速計を試作した。これは図4のように、円柱がぶら下がっており、風で傾くことを利用してその角度より風速・風向を測定しようとするものである。実際の教材では、写真のようにプラスチックのパイプではなく、紙で筒を作り、ストローと針金で作れるはずである。風向・風速は元々正確にしても意味がないので、適度にサンプリングし10分ぐらい平均し平均の風向・風向を考えている。測定原理を図5に示す。



図4 風向・風速計測装置

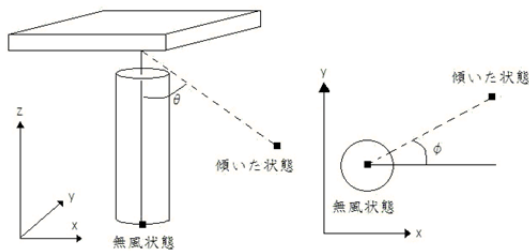


図5 計測の原理図

現在では SH-7144 を用いたシステムは案であるから、その前段階で構築したシステムを紹介する。これは、継続学習センターでの講座用に開発した教材で、CPU として PIC16F690 を使用している。

対象年齢の制限は無いため、できるだけ簡単に学習できるように考えてある。前回、別な内容で行った講座では、高齢の方が多かった。

内容は以下のようになっている。

1. 車体をつくる
2. 電子回路基板の半田付け
3. インストールと環境設定
4. MPLAB の使い方
5. PIC へ書き込む
6. LED を光らせてみる
7. A/D コンバーターを使ってみよう

8. 割り込みのプログラムを作ってみよう
9. PWM でモーターを動かしてみよう
10. マイクで音を感じてみよう
11. ライトレースをしてみよう
12. アタッチメントの自動判別をしてみよう
13. Robot

以上の講座内容の講義用電子基板を開発した。図6は CPU 基板である。図7は左からライトレース用、CdS センサー用、マイク用となっている。

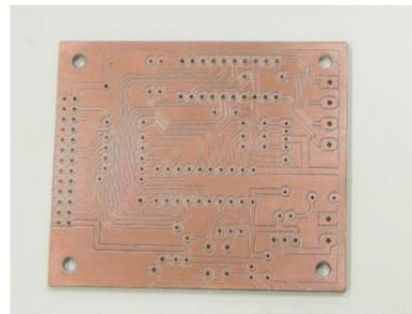


図6 CPU 基板



図7 アタッチメント基板

図8は、赤外線を用いたラインセンサーアタッチメントを装着して実際に動かしてみた場合である。プログラムとしては、初心者考慮して、写真にあるような楕円を周回するだけの簡単なものとした。

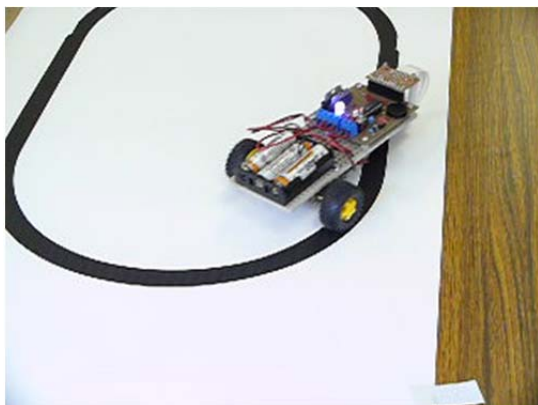


図8 ライントレースロボット

図9は、マイクで音の方向を向くアタッチメントを装着した場合である。左右後ろにマイクがあり、手などを叩き、その中で一番音を大きく検知した方向に向くというものである。

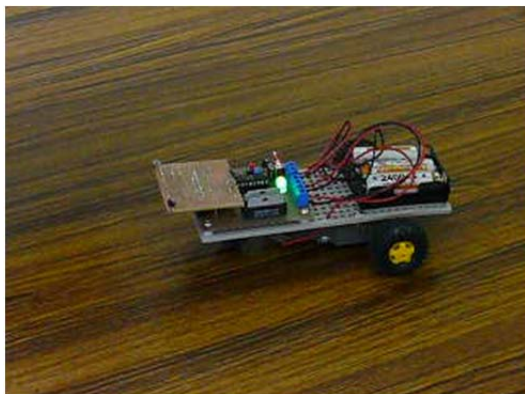


図9 音源に向く

このシステムは、CPUにマイクロチップ社のPIC16F690を採用している。これは極めてコストパフォーマンスが良い。

また、これとほぼ同じ構造で、2010年8月1日に脳とロボット展に於いて、子供たちに対してラインレースロボットの工作教室を行った。参加者は30人だった。さらに同じロボットを、2010年8月17日に町田市の観光協会の主催のロボット工作

教室でも使用した。参加者は同様に30人だった。図10にそのロボットの写真を載せる。

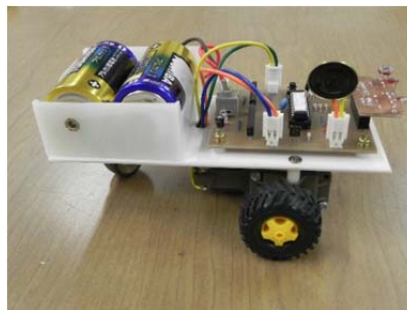


図10 ロボット工作教室用

次に、同様にPBLで用いているH8システムを紹介する。

このシステムは、CPUにルネサスエレクトロニクス社のH8/36064を採用している。

これはRoboCupJuniorのレスキューチャレンジに挑戦することを目標にしている。

これは、中学年(5年生から中2)の田原先生指導の自由研究で行っている活動と同じである。このために、図11に示すようなラインセンサー用基板(下)とモータードライバー基板(上)を開発した。これらは、中学年にも供給している。

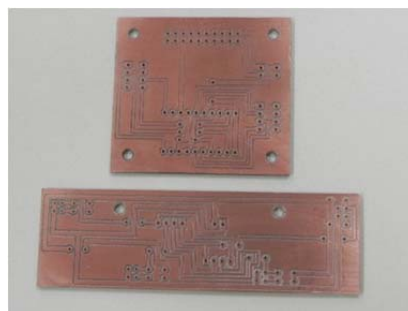


図11 インタフェース基板

講義としては、大学一年生の秋学期は一階制覇、二年生は二階までの制覇を目標としている。詳細は

<http://www.robocupjunior.jp/info/rescue.html>を参照して貰いたい。

これを、サイテックセンターにあるコースを使わせてもらって動作確認を学生にさせている。図12はそのコースである。



図12 コース

図12の左側のラインは二階に行くラインであるが、現在のルールではこのラインは取り払われ、超音波レンジファインダーなどを用いて壁を伝って、二階に行くようになっている。

この時のルールでは、緑と銀色の被災者を見つけたらLEDを点滅させることになっている。二階にもラインは無く、瓦礫(鉛筆を半分にしたようなもの)が散らばり、その中に被災者がいる設定になっている。詳しくは別項目のPBLの部分で説明される。図13と図14はそのロボットの製作途中のものである。図13は、超音波レンジファインダーとそれを回転させるサーボモーター、傾きを計測する3軸加速度センサー、被災者を見つけるカラーセンサーを搭載している。図14もほぼ同様だが、車体が傾いてもラインレース用センサーが常に下を向くような機構がついている。また、超

音波レンジファインダーは右側に固定されており、片方の壁から一定の距離を保つようにプログラムされる。

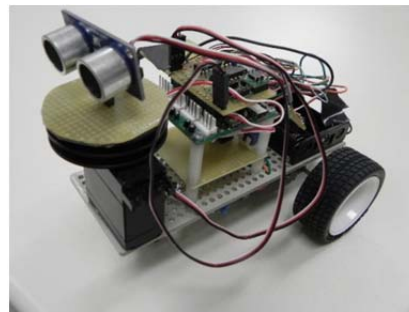


図13 PBLでのロボット

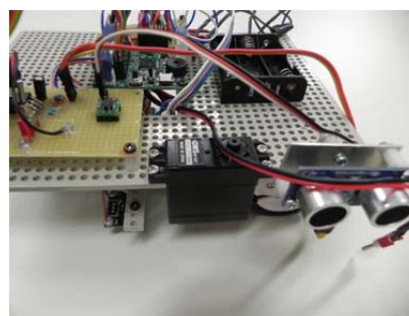


図14 PBLでのロボット2

5. 玉川学園 K-12 低学年4年生を対象としたロボット製作実習

2008年度より、玉川学園 K-12 低学年4年生を対象としたロボットに関する特別授業を開講している。毎年11月に通常の理科の授業2時限の中で実施し、4年生全員が受講している。この授業の主たるねらいは、①児童の科学技術に対する興味・関心を育むこと、②玉川学園 K-12 中学年5年生から始まる自由研究でロボットに関する研究を選択する児童が増加すること(ひいてはその後に科学技術を専門とする職業を志望する生徒が増加すること)、である。

初年度（2008年度）は、とくに①のねらいに主眼を置き、そのためには「近い将来に身近な生活環境へ入ってくる新しい技術に触れることが有効である」との考えから、大学教員によるロボットに関する講義に加え、工学部ロボット工房でイレイサー、アイボ、二足歩行ロボットに実際に触れる体験を授業の中に取り入れた。受講児童数は144名であった。事後にアンケートを実施したところ、「今回の授業はおもしろかったですか？」という質問に対し、「おもしろかった」あるいは「どちらかといえばおもしろかった」と答えた児童は97.9%、また「今回の授業をうけて、観察や実験をすることが好きになりましたか？」という質問に対し、「好きになった」あるいは「どちらかといえば好きになった」と答えた児童は92.9%であった。授業のねらいはある一定レベル以上で成し遂げられたと考えられた。

2009年度、2010年度には、前述のロボット教材（リモコンロボット製作キット）を用いたロボット製作実習を授業の中に取り入れた。科学技術者の道を目指す児童・生徒が真に増えてくるためには、科学技術に対して興味・関心を持つだけでは不十分で、興味・関心を持った対象に対し「自分にできる」と感じる事が重要であると考えられたからである。ロボット製作実習にあたっては、児童を4、5名ずつの班に分け、各班に大学生1名がTAとしてつき指導にあたった。受講児童数は171名（2009年度）、170名（2010年度）であった。事後にアンケートを実施したところ、「今回の授業はおもしろかったですか？」という質問に対し、「おもしろかった」あるいは「どちらかといえばおもしろかった」と答えた

児童は94.1%（2009年度）、91.7%（2010年度）、「今回の授業をうけて、観察や実験をすることが好きになりましたか？」という質問に対し、「好きになった」あるいは「どちらかといえば好きになった」と答えた児童は78.9%（2009年度）、77.4%（2010年度）であった。また、「今回の授業を受けて、将来、理科・算数を必要とする仕事に就きたいと思うようになりましたか？」という質問に対し、「受けた後に思った」あるいは「受ける前から思っていた」と答えた児童は62.4%（2009年度）、71.2%（2010年度）であった。そのうち「受ける前は思っていなかったが、受けた後は思うようになった」と答えた児童は、31.1%（2009年度）、35.5%（2010年度）であり、理科・算数を必要とする仕事に就きたいと感じる児童数の増加が伺える。アンケートとは別に、事後学習の位置づけとして、班ごとにロボット製作に関する作文を書いてもらった。授業内容や科学技術に対する興味等についての否定的な内容はなく、ほぼすべての班が「ロボット製作が楽しかった」、「ロボット製作に興味を持った」と感じ、約半数の班が「ロボットをまた作ってみたい」、「今回のロボットに改良を加えてみたい」と考え、約三分の一の班が「ロボットを完成できて達成感を感じた」と書いていた。またそのほか、「ロボット製作ではチームワークが大切」、「考えるプロセスが大切である」、「将来は工学部に進学したい」と書かれた作文もあった。

ロボット教材を用いたロボット製作実習の実践により、玉川学園 K-12 低学年 4 年生の児童の科学技術に対する興味・関心が促進され、工学を将来の道の一つとして考

えるきっかけを与える効果もあることが示唆された。玉川学園 K-12 一貫教育体制の中で、あるいは大学を含めた K-16 教育体制の中で、その興味・関心を継続していかに育んでいくかが今後の課題となるものと考えられる。

なお、このロボット製作実習は、学術研究所 K-16 一貫教育研究センター、脳科学研究所知能ロボット研究センター、玉川学園 K-12 低学年との連携により実施されている。また、2008 年度および 2009 年度については、独立行政法人科学技術振興機構による SPP (サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト) 事業の支援を受けた。

6. おわりに

教材開発の中核をなすコントローラ部分の開発の状況と途中経過を報告した。これからは、さらに使用できるセンサーを増やしていき、実際の教材とテキストを製作する予定である。

参考文献

- 1) 平成 15 年度小中学校教育課程実施状況調査、文部科学省
- 2) OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA)2006 年調査国政結果報告書、国立教育政策研究所 (編)、ぎょうせい (2007)
- 3) PISA のアンケート項目による中 3 調査集計結果について、国立教育政策研究所 (2008)
- 4) 平成 20 年度高等学校理科教員実態調査、(独)科学技術振興機構理科教育支援センター (2009)

2011 年 2 月 7 日原稿受付

Received, February 7, 2011