

計測学習を取り入れたロボット制御教材の開発[†]

Development of a Robot Control System with a Computer-Aided Measurement as Teaching Material

紅 林 秀 治* 室 伏 春 樹** 樋 口 大 輔*** 江 口 啓*
Shuji KUREBAYASHI Haruki MUROFUSHI Daisuke HIGUCHI Kei EGUCHI

計測学習を取り入れたロボット制御教材について述べる。筆者らは、センサによる計測値の特性を調べた後、制御プログラムにその計測結果を反映させることのできる中学校技術・家庭(技術分野)の教材を開発した。開発した教材を用いることで、制御ロボットにアナログセンサを搭載することが可能となるだけでなく、センサの特性や計測値を PC 上で確認できる。さらには、計測結果をもとに制御プログラムを作成できるというように、計測学習と制御プログラム学習を共に学べる教材システムである。7 名の中学生を対象に教材としての評価試験を行った結果、開発した教材を用いることで計測・制御の内容を学習できることが分かった。

キーワード：計測・制御、自律型ロボット、技術・家庭

開発した。本論文では、筆者らが考えた計測学習モデル、開発した教材、教材の評価の順に述べる。

1. はじめに

平成 20 年 7 月に新学習指導要領解説¹⁾が文部科学省から公表された。この新学習指導要領から、技術・家庭科の技術分野(以後、技術科と呼ぶ)の学習内容が現行の学習指導要領の「A 技術とものづくり」、「B 情報とコンピュータ」の 2 種類から「A 材料と加工に関する技術」、「B エネルギー変換に関する技術」、「C 生物育成に関する技術」、「D 情報に関する技術」の 4 種類に変更された。特に、「D 情報に関する技術」に関しては、現行の学習指導要領では選択履修扱いであった「コンピュータによる制御」が、「プログラムによる計測・制御」に変更され必修扱いとなった。これにより、全ての中学生に「プログラムによる計測・制御」の学習を履修させる必要が生じた。

制御の学習は、コンピュータ、電気、ものづくりなどを、総合的に学習できるため、筆者らはロボット教材を利用した制御の授業を実践してきた^{2),3)}。しかし、今までの制御の学習では、計測に着目した授業を行ってこなかった。そこで、計測を取り入れたロボット制御教材を

2. 計測・制御の学習モデル

制御とは「目標値からの偏差を修正する一連の動作」のことである⁴⁾。目標値からの偏差とは、設定した動作位置や動作時間あるいは温度や明るさ等の目標値と、出力結果との「ずれ」である。したがって、正確な制御を行うためには、出力結果と目標値との偏差を常に正しく計測する必要がある。さらに、その計測結果を動作の修正のために反映させなくてはならない。このような制御方法は、いわゆるフィードバック制御と呼ばれており、シーケンス制御と区別されている。

文部科学省が新学習指導要領で示した「プログラムによる計測・制御の学習」をフィードバック制御に基づいて解釈するならば、偏差を計測し、その偏差を補正するための処理を施すという一連の動作を、プログラムを介して実現する方法を学ぶこととなる。フィードバック制御では、計測の対象になるものは、単純にスイッチのオンとオフという二つの値を計測(以後、二値の計測と呼ぶ)する形態よりも、時間や距離などの量に応じて連続的に変化する、多数の値を計測(以後、多値の計測と呼ぶ)する形態の方が圧倒的に多い。多値の計測の偏差を正確に把握するためには、測定対象の変化とセンサから得られる計測値の関係(以後、特性と呼ぶ)を理解する

(2009 年 9 月 10 日受付, 2010 年 8 月 31 日受理)

* 静岡大学

** 静岡市立清水第一中学校

*** 静岡大学大学院(院生)

† 2008 年 8 月本学会第 50 回全国大会にて発表

必要がある。なぜなら、使用するセンサによって測定する範囲や精度が異なるからである。さらには、特性が理解できないとセンサにより計測された値を正しく解釈し制御に反映させることもできなくなる。今までにも多くの中学校では、ロボット教材を利用したフィードバック制御の学習が、実践されてきた^{5),6),7),9)}。しかし、これらの実践では、センサスイッチのオンかオフをフィードバックさせるという二値の計測か、ラインレースのライン色を判別するのに、光センサを用いた連続計測値を二値化して利用する程度であった。したがって、計測した値をその特性から解釈し、制御プログラムを修正するという学習形態ではなかった。また、ロボット以外の教材を用いて、森ら⁸⁾はインテリジェントハウスという形で、家の模型を使用して制御を学習するモデルを示した。そのモデルでは、温度センサを使った制御を実践しているが、温度センサによる計測値の特性曲線を調べてプログラムに反映させるという実践はしていない。特性を知るにあたっては、計測したデータを時系列に並べて比較したり、グラフ化したりすることによって視覚的に観察する作業が必要となる。そこで、筆者らは多値の計測データからその特性を調べ、制御プログラムへ反映する学習モデルを考えた。その学習モデルでは、以下に示すような流れで授業を行う。

1. ロボットの製作
 2. ロボットの制御プログラムの学習（シーケンス制御の学習）
 3. 入力スイッチを利用したセンサとプログラムの学習
 4. アナログ入力を利用したセンサによる計測の学習
 5. フィードバック制御を利用したプログラムの作成
- この学習モデルの特徴は、第4番目に示した、アナログ入力を利用したセンサによる計測値の学習を取り入れていることである。そこで、上記の学習の流れを実現できる教材の開発を試みた。

3. 開発した教材

第2章で示した学習を実現するためには、以下の条件を満たす教材が必要になる。

1. アナログセンサが利用できる。
2. 計測したデータを保存・表示できる。
3. 計測したデータを反映させた制御プログラムが作成できる。

上記の条件を満たす教材として MYU ロボ¹⁰⁾がある。西ヶ谷らは、その教材を利用して距離センサの特性

の理解から制御プログラムを作る授業を実践した¹¹⁾。しかし、MYU ロボでは、計測したデータをコンピュータに取り込むソフト¹と制御プログラム²が異なるために、初めて学ぶ者にとって作業手順の理解に2時間程度の授業時間¹¹⁾が必要となる。これは、授業を展開する上で学習者と教師双方の負担につながる。そこで、筆者らは、一つのソフトウェア上で計測と制御ができるシステムを開発することとした。ここで、計測したデータは、インターフェースを通じてPCへ転送され、PC上で数値やグラフとして表示される。それにより学習者は、計測したデータの特性をPC上で確認できる。データの送受信に関して、PCの外部出力と制御基板をケーブル接続せず、赤外線を利用して送受信できるようにした。これにより、ケーブルの着脱作業による制御基板の損傷を防ぐことができると考えた。開発する教材システムの概要を図1に示す。

3.1 制御基板

開発した制御基板と、その回路図を図2と図3に示す。回路の特性を表1に示す。

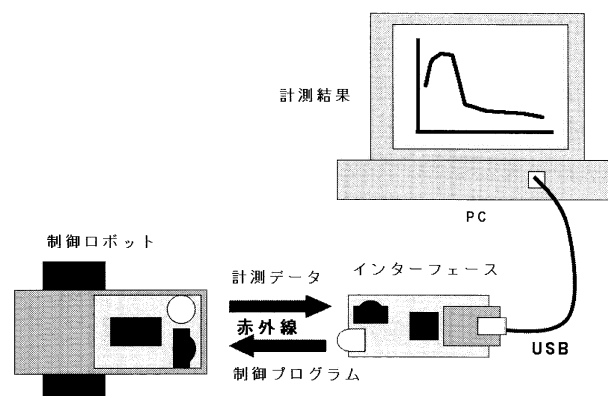


図1 教材システムの概要

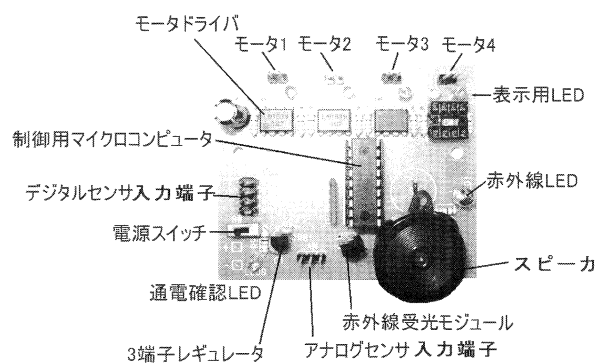


図2 製作した基板

¹ Windows ハイパーターミナルを利用

² ドリトルを利用

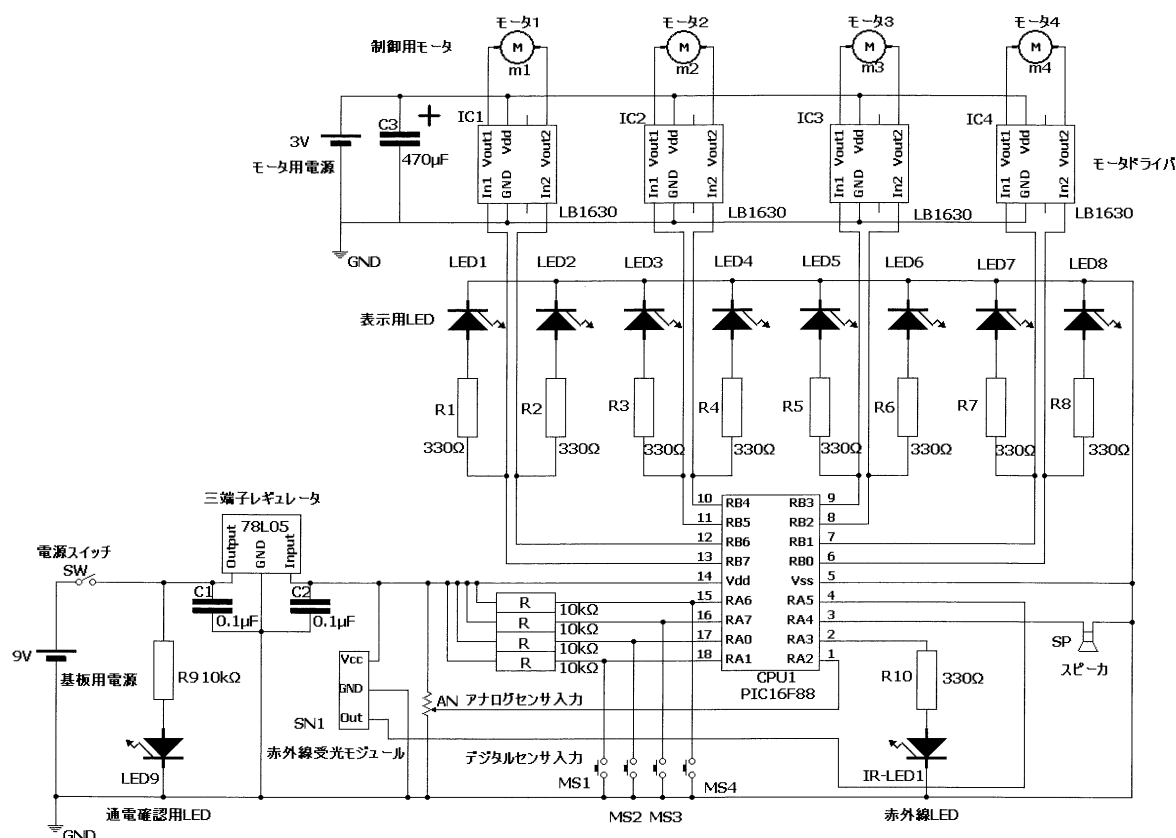


図 3 制御基板の回路図

表 1 回路の特性

No.	項目	値
1	動作電圧	5.5V～9.0V
2	モータドライバ動作電圧	2.0V～3.0V (LV1630)
3	入出力	デジタルセンサ入力 4 ポート アナログセンサ入力 1 ポート 出力 8 ポート
4	入力電圧	-0.3V～5.5V
5	出力電圧	-0.3V～3.0V
6	出力電流	0.1 μA～500mA
7	制御プログラムサイズ	255 バイト

筆者らが開発した制御基板は 4 モータまで制御可能である。さらに、アナログ入力端子 1 個とデジタル入力端子 4 個(図 3 の MS1～MS4) を備えている。

基板の動作は以下に示す 4 つのモードがある。基板の動作の流れを図 4 に示す。それぞれのモードはデジタル入力端子に接続されたスイッチや赤外線信号を用いてモード選択を行う。

- ・リモコンモード
- ・プログラム実行モード
- ・プログラム編集モード
- ・計測モード

リモコンモードでは、テレビリモコンを利用した制御を行うことができる。プログラム実行モードは、転送されたプログラムを実行する。プログラム編集モードでは、転送されたプログラムを PIC に内蔵された EEPROM へ保存する。計測モードでは、デジタルセンサ入力スイッチ(図 3 の MS1 に接続された入力スイッチ)を押すことにより、アナログセンサ入力端子からマイクロコンピュータ内の RAM に保存される。計測値は AD 変換された数値として保存される。同時に、計測値は表示用 LED(図 2) により 2 進表示される。データは 50 個まで保存可能である。保存したデータは、インターフェースを介して PC へ送られる。

3.2 インターフェース

制御基板を搭載したロボットから計測データを受信し PC へ送信する、および PC からロボットへ制御プログラムを送信するためのインターフェースを製作した。インターフェースの回路図を図 5 に示す。また、製作したインターフェースを図 6 に示す。

インターフェースの回路では、FT232RL³を用いることで USB 接続を可能にした。また、制御プログラムの送信は赤外線発光ダイオードを介して制御基板に転送

³ 秋月電子通商 FT232RL USB シリアル変換モジュール

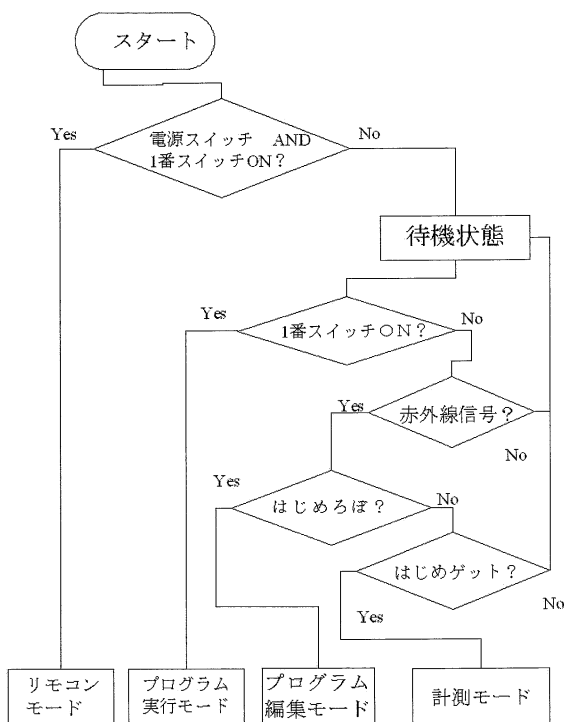


図 4 動作の流れ

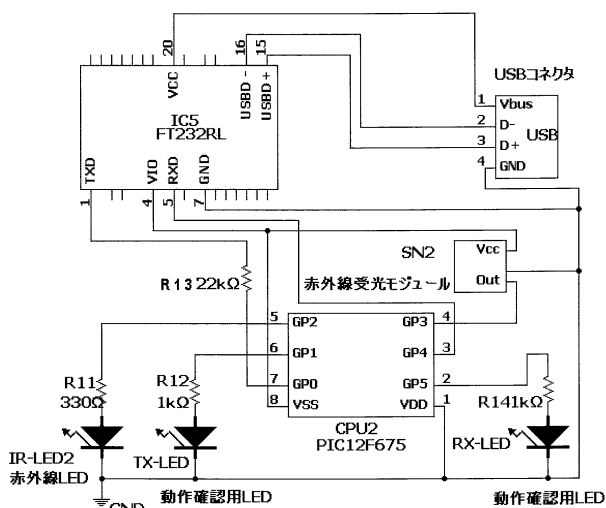


図 5 インターフェースの回路図

し、データの受信には、赤外線受光モジュールを使用した。データの送受信の際のバイトコードは、PIC12F675を利用して変換した。また、PCへデータを送る際のデータの紛失を防ぐため、計測したデータはPIC12F675に内蔵されたEEPROMへ保存できるようにした。

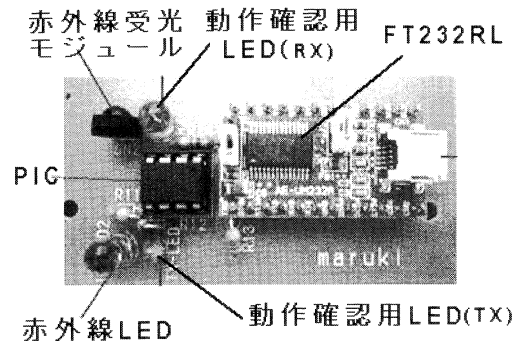


図 6 インターフェース

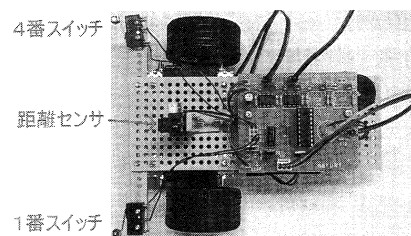


図 7 ロボット製作例

3.3 ロボット製作例

開発した基板を利用した移動ロボットを図 7 に示す。図 7 のロボットは移動ロボットのため、使用しないモータドライバ 2 個を基板から外した。スピーカは車体の後方部に取り付けた。距離センサ 1 個とマイクロスイッチ 2 個を入力センサとした。マイクロスイッチは、基板のデジタル入力端子の MS1 と MS4 に接続し、それぞれを 1 番スイッチ、4 番スイッチとした。移動用のモータ、ギヤボックス、タイヤ等のパーツは市販されているものを使用した。距離センサには、SHARP GP2D12¹²⁾を利用した。

3.4 計測・制御プログラム

計測・制御のプログラムにはドリトル¹³⁾を利用した。ドリトルは日本語でプログラムを入力できるため、小中学生にも理解しやすい。また、ドリトルはパソコン上でグラフィックスを描く機能に特徴があるが、COMポートを通じてデータの送受信ができるように配慮されており、計測・制御にも利用しやすい。以下ドリトルを利用した計測の方法と制御プログラムについて述べる。

3.4.1 計測の方法

図 8 は、計測・制御を行うためのプログラムである。ドリトルの編集画面にて図 8 に示すプログラムを記入し実行すると、図 9 に示す実行画面が表示される。図 9 上の 1 から 5 までのボタンオブジェクトを実行画面上で

表 2 実行画面のボタンオブジェクト

No.	ボタン表示名	制御内容
1	AD 変換	自律型ロボットを AD 変換モードにさせる命令の転送
2	ダウン&アップ	計測データの受信・保存. その後 PC へアップロード
3	確認	PIC の EEPROM に保存されているデータのアップロード
4	転送	自律型ロボットへのプログラム転送
5	グラフ	グラフ画面への切り替え

グラフ！実行。(1)
com ポート！"com1"書く。(2)

図 8 計測・制御プログラム

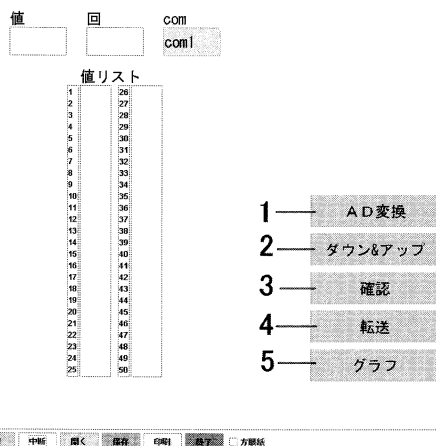


図 9 実行画面

クリックすることで表 2 に示す作業を行うことができる。

3.4.2 「AD 変換ボタン」

図 9 の 1「AD 変換」ボタンをクリックすることで、インターフェースから計測モードになるための信号がロボットに送られ、ロボットは計測モード(図 4)になる。計測モードになったロボットは、図 7 の 1 番スイッチを押す度に、アナログ入力端子の値(図 7 では距離センサによる計測値)を制御基板上の EEPROM に記録する。データは、全部で 50 個まで記録できる。

3.4.3 「ダウン&アップ」ボタン

図 9 の 2「ダウン&アップ」ボタンをクリックすることで、ロボットの制御基板に記録されたデータが赤外線によりインターフェースへ転送される。送られたデー

タはインターフェースの PIC12F675 が内蔵する EEPROM へ書き込まれる。書き込み終了後、データは PC へ送信される。送信されたデータは、実行画面上に表示される。図 10 にデータが PC へ転送後表示された画面を示す。

3.4.4 「確認ボタン」

図 9 の 3「確認」ボタンをクリックすることで、インターフェースの PIC12F675 の EEPROM に保存されているデータを PC へ送る。このボタンにより、インターフェース内に保存されているデータを確認することができる。

3.4.5 「転送」ボタン

制御プログラムを転送するためのボタンである。図 8 のプログラムを実行することで、制御のための「ろぼ」オブジェクトが生成される。「ろぼ」オブジェクトを利用してドリトルの編集画面上に、制御プログラムを記述する。図 11 は、制御プログラム例である。このプログラムにより、図 7 に示すロボットが、前進している時に障害物が一定距離に近づくと後退し、4 番スイッチ

値	回	com
076	50	com1

値リスト			
1	197	26	165
2	231	27	166
3	244	28	166
4	245	29	166
5	244	30	164
6	245	31	166
7	243	32	166
8	243	33	168
9	245	34	163
10	239	35	076
11	244	36	082
12	242	37	075
13	243	38	074
14	240	39	077
15	238	40	077
16	240	41	078
17	240	42	076
18	215	43	078
19	206	44	076
20	188	45	077
21	189	46	077
22	182	47	078
23	176	48	079
24	173	49	078
25	151	50	076

図 10 数値が読み込まれた実行画面

表 3 命令一覧

命令語	説明
ロボット制御 実行。	ロボット制御をする下準備
グラフ 実行。	計測したり、グラフを表示させる下準備
はじめろぼ	ロボット制御の開始命令
おわりろぼ	ロボット制御の終了命令
はじめゲット	ロボットを計測モードにする命令
x 秒 左前	左タイヤを前転させる（右側に進む）
x 秒 前進	左右タイヤを前転させる
x 秒 右前	右タイヤを前転させる（左側に進む）
x 秒 左回り	左旋回する（右前+左後）
x 秒 停止	停止する
x 秒 右回り	右旋回する（左前+右後）
x 秒 左後	左タイヤを後転させる（右側に退く）
x 秒 後退	左右タイヤを後転させる
x 秒 右後	右タイヤを後転させる（左側に退く）
ずっと前進	他の移動命令が来るまで前進し続ける
ずっと停止	他の移動命令が来るまで停止し続ける
x 回 ここからくりかえし	繰り返しの開始命令
ずっとくりかえし	永久に繰り返しを行う開始命令
ここまできりかえし	繰り返しの終了命令
くりかえし脱出	くりかえしを終了し「ここまできりかえし」以降のプログラムを実行
x さぶ	サブルーチンの開始命令
もどれ	サブルーチン終了命令
x さぶ実行	サブルーチンの実行命令
x ポート設定	動作させるポートを設定する
x 秒 ポート出力	設定したポートを出力する
x 番 入力ありなら	スイッチが入力されたら次の命令を実行
x 番 入力なしなら	スイッチが入力されなかったら次の命令を実行
	そうでなければ次の命令をスキップ
x 回こえたら カウンタ A	指定回数を超えたら次の命令を実行
x 回こえたら カウンタ B	指定回数を超えたら次の命令を実行
x 回こえたら カウンタ C	指定回数を超えたら次の命令を実行
x 回こえたら カウンタ D	指定回数を超えたら次の命令を実行
	そうでなければ次の命令をスキップ
x より 計測値が大きいなら	指定数より大きいなら次の命令を実行
x より 計測値が小さいなら	指定数より小さいなら次の命令を実行
x と 計測値が同じなら	指定数と同じなら次の命令を実行
	そうでなければ次の命令をスキップ

を押すことで停止させることができる。（手のひらをロボットに近づけると後退し手のひらを遠ざけると前進する。）このプログラムは、以下の内容をロボットに転送し実行する。ここで、(1)～(9)の番号は、図 11 に示す番号に対応する。

1. 転送命令という名のメソッドを生成し、「」の中にプログラムを定義する。(1)
プログラムのメインルーチンは「はじめろぼ」から「おわりろぼ」の間におく。(2)(9)
 2. 「ずっとくりかえし」と「ここまできりかえし」の間のプログラムを繰り返す。(3)(7)
 3. 前進を続けながら、アナログセンサ入力の値が 100 を超えると 0.1 秒間後退する。(4)(5)
 4. デジタル入力端子の MS4 に接続したスイッチ(図 7 の 4 番スイッチ) が押されて ON になったとき、繰り返しのループから抜け停止する。(6)(8)
- 命令一覧を表 3 に示す。

ろぼ：転送命令=「!	(1)
はじめろぼ	(2)
ずっとくりかえし	(3)
ずっと前進	(4)
100 より 計測値が大きいなら 0.1 秒 後退	(5)
4 番スイッチに 入力ありなら くりかえし脱出	(6)
ここまできりかえし	(7)
ずっと停止	(8)
おわりろぼ。	(9)

図 11 制御プログラム

3.4.6 「グラフ」ボタン

図 9 の 5「グラフ」ボタンをクリックすることで、インターフェースから読み込んだデータをグラフ化する。図 12 に実行画面を示す。グラフは、横軸にデータを記録した順番(1～50)、縦軸に計測した値(0～255)を示す。使用したセンサは距離センサである。図 12 は、測定対象である壁から 2cm ずつずらしながら距離を計測した時のものである。

4. 教材の評価試験

4.1 計測機能の評価

距離センサ(SHARP GP2D12)の特性曲線¹²⁾を図13に示す。図12の縦軸はAD変換した値、横軸は計測した順番を示しているが、図13は図12と比較して、グラフの形が似ていることがわかる。その他にも、CDSセルを用いて調べたところ、こちらも特性曲線が似たような形で表示できることを確認した。したがって、本教材では、センサの特性を示すことが可能であると判断した。

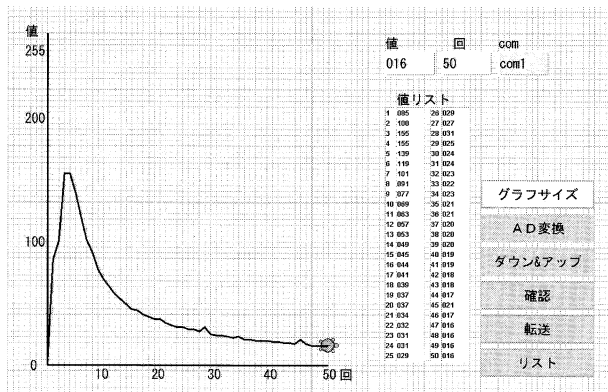


図12 グラフ表示した画面

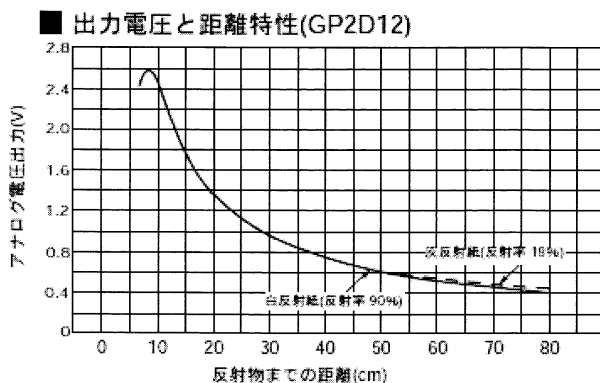


図13 距離センサ特性曲線¹²⁾

4.2 授業による教材の評価試験

本教材を用いて、中学生が計測・制御の学習が可能であるか否かを調べる目的で授業を試みた。

静岡大学教育学部附属島田中学校の生徒7名(3年生・男子)を対象に計測・制御の授業を行った。評価試験は、技術・家庭の授業(選択)の時間に実施した。参加した生徒のうち5名がリモコンを用いたロボットの製作・制御経験を持ち、プログラムによる制御を経験した生徒も1名いた。授業の内容を表4に示す。

4 基板やモータを固定する板の大きさが生徒の使用した材料と異なるが、製作において問題ないので使用した。

表4の中に第2章で示した学習モデルとの対応を番号で記した。授業で使ったロボットは、リモコンによる3モータ制御ロボットを生徒が必修授業で製作し、基板を載せて配線した。授業担当者の希望により、アナログ入力端子にCDSセルを取り付けることで明るさを計測できるようにした。また、アームを上下させるためにモータを1個使用した。さらに、デジタル入力用センサとしてマイクロスイッチを2個使用した。生徒が授業で使ったロボットの製作例(教員が示した製作例4)を図14に示す。計測・制御の学習課題として、簡単な迷路を用意した。迷路のゴール地点には、段ボールで作ったロボットが通れる幅のトンネル(長さ30cm、幅25cm、高さ35cm)を置いた。また、予めロボットのアームに空き缶を載せておき、ロボットが空き缶を運べるように準備した。ロボットが箱(トンネル)に入りロボットの周囲が薄暗くなったことを判断したら、走行停止してアームに載せた空き缶をトンネル内で下ろすという課題を与えた。授業の様子を図15に示す。

表4 選択技術授業内容

内容	時限	学習モデル
1 教材の概要説明と操作方法	2	1,2
2 制御プログラムと計測	2	3,4
3 計測値を利用した制御プログラム	2	5

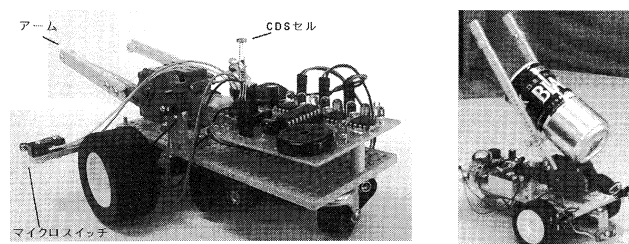


図14 授業で使ったロボットの製作例(左)と缶をアームに載せた時の様子(右)



図15 授業の様子

4.3 授業の結果

生徒は、室内灯下における明るさや、箱の影における明るさ、また光が遮られて暗くなっている所の明るさ等を調べるために、ロボットを様々な場所へ持って行き計測していた。授業においては、生徒が何度も調べ直しをしては確認する様子が見えた。また、制御プログラムの作成にも積極的に参加し、全員の生徒が以下の作業を行うことができた。

1. 教材を用いて明るさを計測する作業
2. 計測したデータをインターフェースを利用することで PC へ転送し、PC 上でグラフ化する作業
3. 計測したデータをもとに制御プログラムを作る作業
4. 作成した制御プログラムをロボットへ転送し実行する作業

生徒が作ったグラフを図 16 に示す。このグラフを作った生徒は、明るさの異なる場所を 3 箇所選び、計測を行っていた。そして、課題である箱（トンネル）の中の明るさの値やトンネルから出た地点の明るさの値を確認していた。さらに、本教材を使用することで計測データを利用しながら制御プログラムを作成する利点をどのように考えたのかを調べるために、以下のアンケート（記述式）を授業終了後に実施した。アンケートの内容を以下に示す。

質問 1 計測したデータを使うことで、ロボットの制御はどのように変わりますか？

質問 2 計測したデータを使うことで、ロボットの制御で便利になることは何ですか？

質問 3 ロボットの制御には、計測したデータを使う必要がありますか？

生徒が回答した内容の一部を表 5 に示す。表 5 より「判断基準」が増えることを述べる生徒（表 5 の質問 2）や「ロボットは状況がわからないから必要」と回答

表 5 アンケートの主な回答内容

質問 1	計測データでロボット制御はどう変わるか
回答	<ul style="list-style-type: none"> ・それを基準とすることでロボットが制御しやすくなる。 ・止まるタイミングをロボットが自分で判断できる。 ・自分で考えられるロボットになる。
質問 2	計測データでロボット制御で便利になることは何か
回答	<ul style="list-style-type: none"> ・ある状況（明るさなど）で止まるようになること。 ・ロボットの判断基準を増やすことでロボットの作業効率が上がること。
質問 3	ロボット制御に計測データを使う必要があるか
回答	<ul style="list-style-type: none"> ・データを使ってよりいっそう動きやすくなるから必要。 ・やりにくいプログラムを簡単にできるようになってくるから必要。 ・計測したデータがなければ、ロボットは状況がわからないから必要。

する生徒（表 5 の質問 3）がいたことから、本教材を利用することで、制御に計測を取り入れることの大切さを生徒が実感していたことが分かった。

5. 評価試験の考察

授業による評価試験では、生徒はデータを計測し、制御プログラムへ利用するプログラムを作成した後、ロボットへそのプログラムを転送し実行する作業を行うことができた。これは、授業を受けた生徒が少人数(7 人)であったため、作業時のアドバイスも行き届いていたことにもよると考えられる。しかし、表 5 の生徒へのアンケート結果が示すように、計測データを制御プログラムへ利用する価値を認める記述が見られたことから、筆者らが開発した教材が、「プログラムによる計測・制御」への学習効果に期待できることが分かった。それは、本教材で、「計測」「計測値の確認（グラフ化と数値化）」「制御プログラム」という流れで学習できるため、計測データを制御プログラムに転用することを体験できたからであると考えられる。

6. まとめ

筆者らが開発した教材は、中学生の計測・制御の学習に使用できることが分かった。また、計測したデータを基に制御プログラムへの利用を考える授業を構成できる可能性があることも分かった。プログラムによる計測・制御の学習教材として、より確かな効果を検証するため、本教材を利用した指導方法も研究していきたい。

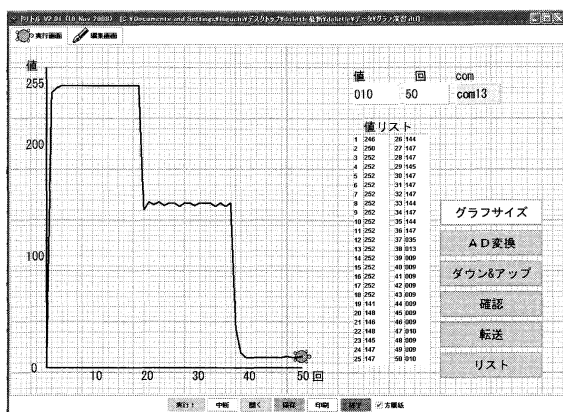


図 16 生徒が作ったグラフ

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご協力いただいた静岡大学教育学部附属島田中学校の生徒および西ヶ谷教諭に御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 文部科学省:中学校学習指導要領解説 技術・家庭編,教育図書 (2008)
- 2) Shuji Kurebayashi,Toshiyuki Kamada,Susumu Kanemune:Learning Computer Program with Autonomous Robots, LNCS, Vol.4226, pp.138-149 (2006)
- 3) Shuji Kurebayashi, Susumu Kanemune, Hiroyuki Aoki,Toshiyuki Kamada, Yasushi Kuno: Proposal for Teaching Manufacturing and Control Programming Using Autonomous Mobile Robots with an Arm, Lecture Notes in Computer Science, LNCS 5090, pp.75-86 (2008)
- 4) 末松良一, 雨宮好文:制御用マイコン入門, p.4, オーム社(2005)
- 5) 伊藤陽介, 森 誉範, 菊地 章, 大泉 計:「プログラムと計測・制御」のためのロボット学習材の開発と実践, 日本産業技術教育学会誌, 第 49 巻, 第 3 号,pp.213-221(2006)
- 6) 嶋田彰子, 山菅和良, 針谷安男, 鈴木道義:自律型ロボット教材を活用したプログラムと計測・制御学習に関する授業方法の開発と評価, 日本産業技術教育学会誌, 第 49 巻, 第 4 号, pp.297-305 (2007)
- 7) 森真之助: ロボット教材を用いた制御・プログラミングの授業実践と作業分析, 日本産業技術教育学会誌, 第 47 巻, 第 3 号, pp.201-207 (2005)
- 8) 森真之助:中学校技術・家庭科(技術分野)における融合教材“インテリジェントハウス”の開発とその評価,日本産業技術教育学会誌, 日本産業技術教育学会誌, 第 48 巻, 第 4 号, pp.251-258 (2006)
- 9) 伊藤陽介, 石塚仁志, 大泉計, 菊地章:ロボカップジュニアレスキューを題材とする情報技術学習の提案, 日本産業技術教育学会誌, 第 50 巻, 第 2 号, pp.59-57 (2008)
- 10) ロボット工房スタジオミュウ, <http://www.studio-myu.com>
- 11) 西ヶ谷浩史, 青木浩幸, 井上修次, 江口啓, 紅林秀治:自律型3 モーター制御ロボット教材を用いた計測・制御の授業, 静岡大学教育学部附属教育実践センター紀要, No.17, pp.43-55 (2009)
- 12) SHARP GP2D12/GP2D15 測距センサユニット: <http://www12.ocn.ne.jp/~bellsaki/gp2d12.pdf>
- 13) 兼宗進, 御手洗理英, 中谷多哉子, 福井真吾, 久野靖: 学校教育用オブジェクト指向言語「ドリトル」の設計と実装, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.SIG11(PRO12), pp.78-90 (2001)

Abstract

We describe a teaching material of a robot control with a computer-aided measurement for middle school students. We developed a circuit board to control an autonomous robot as a teaching material of Technology education, by which students could learn a control program after checking properties of instrument sensor data. Using our teaching material, students can make an autonomous robot system not only by installing an analog sensor on it but also for checking properties of instrument sensor data on a computer. Moreover, students can make a control program based on properties of a sensor. We conducted a class on computer-aided measurement to 7 junior high school students to assess the validity of our teaching material. We found that our teaching material is better able to respond to a new course of study of Technology education in Japan.

Key words : Measurement and control, Autonomous robot, Technology education