

## 工業高校“機械科”におけるロボット制御の効果的指導法の研究<sup>†</sup>

中村 尚\*・山菅 和良\*\*・飯塚 真弘\*\*\*・針谷 安男\*\*\*

栃木県立栃木工業高等学校\*

鹿沼市立栗野中学校\*\*

宇都宮大学教育学部\*\*\*

工業高校機械科では、計測・制御の授業をほとんど実施していないにもかかわらず、自律型ロボットによる競技会には多数参加している。そこで、部活動や課題研究で集まった一部の生徒だけでなく、機械科全ての生徒が一度はコンピュータ制御を系統的に学ぶ必要があると考え、レゴマインドストームを使った授業を検討した。その結果、コンピュータ制御実習のための指導計画、指導内容、指導書を作成し、それをを用いた授業実践等を実施した。さらにコンピュータ制御実習を導入することは可能であり、その教育効果も高いことが確認できた。

キーワード: コンピュータ制御, 自律型ロボット, プログラムの作成, 工業技術基礎, 工業高校機械科

### 1. はじめに

#### 1.1 機械科教育の現状

工業高校機械科では旋盤や溶接などの技能教育に重点が置かれて来たという一面がある。それは実習内容や取得が奨励されている資格の種類からも伺われる。また、入学してくる生徒の持っている機械科のイメージを表すことばには、鉄, 油, 工場, 歯車, ねじ, エンジン・・・, などがあ、実際にそのような内容を授業で学ぶことになっている。その他産業界で必要な, 設計, 製図, 計測, 材料, 機械工作, などの様々な教育がなされている。そして, 昨今の世相を表すキーワードである“ものづくり”は機械科の場合「工場で行うもの」という認識が強い。

#### 1.2 これからの工業教育

今日, コンピュータ制御された家電やオーディオ等に触れる機会も多く, その先端技術について学び情報技術分野の基礎的知識を身に付けることは機械科の生徒にとっても大切なことである。また職業技術訓練校や専門学校との違いを明確にし工業高校の存在意義を高めるためにも, 特定の資格や技能に特化されない, 産業界のあらゆる分野に対して適応で

きる生徒を育てることが重要であろう。

機械科伝統の旋盤や溶接等の技能に加え, コンピュータ制御もできるというように, 付加価値の高い生徒を育てることが今後一層求められてくると考えている。このことは, 工業高校に関する企業の意識調査<sup>(1)(2)</sup>の中でも明らかである。また, 文部科学省初等中等教育局参事官付教科調査官の講話「新しい工業教育を目指して」<sup>(3)</sup>では, ①実習工場で習うものだけがものづくりか, ②多様な生徒への対策を講じているか, ③施設・設備の老朽化, 技術の高度化にどう対応するのか, ④教えている内容と求められている内容は同じか, と問題提起されている。この回答としてこれらを考慮した授業提案がその一つになるものと考えられる。

機械科の生徒は, エコランやEVカーなどの大会の他, 自律型ロボットの競技会にも多数参加している。しかし, 機械科の全ての生徒が授業でコンピュータ制御を学んでいるわけではない。部活動などで取り組んでいる一部の生徒だけが大会に出場するために特別に技術を身につけ, 大会に出場することによって学びを深めているのである。しかし, 本来は機械科の全ての生徒が, 一定レベルのコンピュータ制御技術を経験するべきである。そのような制御実習をいかに導入するかが課題となっている。

そこで, 本報ではロボット制御実習の導入に当たり検討した授業計画・内容及びそれをを用いた授業実践について述べる。

<sup>†</sup> Hisashi NAKAMURA\*, Kazuyoshi YAMASUGA\*\*, Masahiro IIZUKA\*\*\* and Yasuo HARIGAYA\*\*\* : The study on a Method of Effective Instruction About Robot Control in Technical High School “Machine”

\* Tochigi Technical High School, Tochigi

\*\* Awano Junior High School, Kanuma City

\*\*\* Faculty of Education, Utsunomiya University

## 2. 教材について

自律型ロボットのコンピュータ制御に全ての機械科の生徒が取り組むためには、使用する教材は易しすぎても難しすぎてもいけない。多様な資質を備えた機械科の生徒全員の興味関心に応えられる幅広い内容を提供できなければならない。また、授業担当者が替わっても容易に指導できる取り組み易さが必要である。それでいて確かな学習効果があり生徒の能力を引き出せる授業であればこそ、継続可能な実習テーマになり得る。そこで、これらの要求を満たす教材として、レゴ<sup>®</sup>マインドストーム RCX（以下、本教材）を用いる。

本教材は、加工技術が未熟な生徒でも容易にハードを製作できる。また機械科の生徒の多くが苦手意識を持っている電気電子分野を意識することなく制御の学習ができるなどの利点がある。さらに、多様な資質・能力をもって入学してきた生徒の様々な要求にも対応し得るといえる教材としての奥深さも備えている。

## 3. 授業の概要

### 3.1 制御実習の現況と見直し点

本校機械化科の制御の授業は表1に示すように実習で経験できるのはリレーシーケンス制御だけである。“知識は理解の一部にすぎない。真の理解は経験から生まれる。”<sup>(4)</sup>のであれば、コンピュータ制御も実習で経験するべきである。では、導入するにあたり、学年と教科科目を次に検討する。

平成20年度の機械科教育課程は表2のようになっている。学年のなるべく早い段階でコンピュータ制御実習を導入し在学中に内容を深められるのがよい。そこで1年生の「工業技術基礎」で扱うことにする。工業技術基礎<sup>(5)</sup>は“工業に関する基礎的技術を実験・実習によって体験させ、各分野における技術への興味・関心を高め、工業の意義や役割を理解させるとともに、工業に関する広い視野を養い、工業の発展を図る態度を育てる”ことを目標に基礎的な加工技術や生産技術を学ばせることになっている。このように、本教材の導入は学習指導要領の内容に沿った展開できると考えられる。

本校機械科では「工業技術基礎」で学ぶ内容を四つの大きなテーマに分け、一つのテーマを7週かけて学ばせている。しかし一つのテーマを前期4週と後期3週に分割しているので表3のように8つの小

テーマで実施しているともいえる。本教材を導入するために、後期第4テーマの“Word・Excel”を“コンピュータ制御”に変更する。“Word・Excel”は前期第4テーマの“ベーシック”で内容を縮小して実施する。

表1 制御関係の授業

学年	科目	内容
1	工業技術基礎	WordExcel → マインドストーム
1	情報技術基礎	(座学) コンピュータ制御の基礎
2	生産システム技術	(座学) 計測・制御の基礎
2	実習	リレーシーケンス制御 (有接点)
3	実習	リレーシーケンス制御 (PLC)

表2 平成20年度栃工高機械科教育課程(抜粋)

科目	1年	2年	3年
工業技術基礎	3		
課題研究			2
機械実習		4	4
機械製図	2	2	2
情報技術基礎	2		
生産システム技術		2	
機械工作	2	2	2
機械設計		2	3
自動車工学		選択2	
原動機		選択2	
電子機械		選択2	
電子技術			選択2
マルチメディア応用			選択2
工業技術英語			選択2
工業数理基礎		選択2	

表3 機械科1年「工業技術基礎」のテーマ

前期-1	前期-2	前期-3	前期-4	後期-1	後期-2	後期-3	後期-4
機械仕上	回路計	鍛造 鋳造	ベ ー シ ッ ク	機械 仕上	ガス 溶接	手仕 上げ	Word Excel

### 3.2 「工業技術基礎」の実施形態

「工業技術基礎」は1クラス40名の生徒を10名ずつの4つの班に分けて少人数で体験的な学習をしている。一つの班を通常2人の教員が担当する。それは旋盤のような危険を伴う作業があることへの配慮でもある。1週で連続した3単位時間の授業が可能である。

### 3.3 指導計画

以上のように検討するとともに文献(6)を参考にして表4のようにコンピュータ制御学習のための指導計画を作成した。後期3週を使って9単位時間の授業展開とした。

表4 単元の指導計画

週	時間	内 容
1	1	ガイダンス コンピュータ制御について
	2	ロボットの組立て
	3	ROBOLAB によるプログラム作成の概要
2	4	プログラムの作成とロボット制御 (ROBOLAB) 1
	5	プログラムの作成とロボット制御 (ROBOLAB) 2
	6	プログラムの作成とロボット制御 (ROBOLAB) 3
3	7	プログラムの作成とロボット制御 (NQC) 1
	8	プログラムの作成とロボット制御 (NQC) 2
	9	片付け, レポート

### 3.4 授業内容

本実習では、ガイダンスとしてのコンピュータ制御学習への動機付けの後、①ロボットの組立て、②ROBOLAB によるプログラムの作成とロボット制御、③NQC によるプログラムの作成とロボット制御、を大きな柱と考えている。課題として設定している最終テーマは、④ライトレースである。このテーマは競技として魅力があり、技術面でも応用性が高いと考えている。

ガイダンスでは、本教材を使った実習で学べることは何であり、それを今後どう活かせるのかをWRO<sup>(7)</sup>やMCR<sup>(8)</sup>などの競技と関連づけながら説明する。また、本教材が各種電子機器や自動車、産業用ロボットなどに見られる、組み込みソフトウェア開発の学習につながることに言及する。

#### ① ロボットの組立て

図1のように、2輪タイプで光センサを1個備えた自律型ロボットを二人一組になり30~40分程度で組み立てる。時間内に組み立てられるように事前に必要なパーツ(80個)だけを、配付する容器に入れる。容器と主要な部品には他の班と部品が混じり合わないよう識別番号を貼る。拡張用としてアセンブリされたタッチセンサと、2個目の光センサを同梱してある。

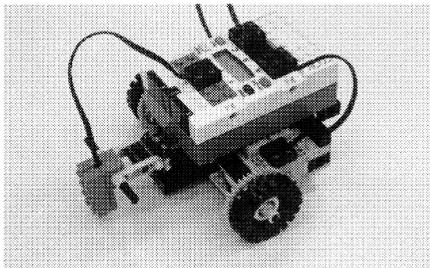
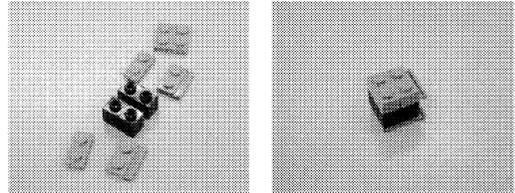


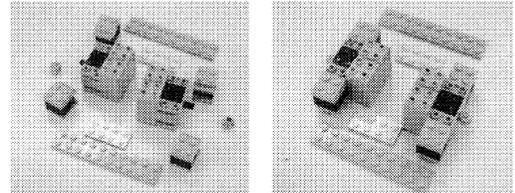
図1 二輪ロボットRCX

部品の紛失と破損に注意しながら、図2の組立てマニュアルを参考にしてロボットを組み立てる。

この作業でたくさんロボットにさわることにより、以後の手遊びが見られなくなる。また自分のロボットという意識が芽生え、ロボットに愛着を感じて扱いが丁寧になる。この時間が一番楽しいという生徒もいるので、ロボットが完成した状態から実習を始めてプログラムの作成に専念するという授業計画案もあったが、ここでは採用しない。



1 この7個の部品で 2 これをつくる



3 他の部品も用意しておく 4 モータの両サイドのスリットにはめる  
小ギヤもはめる

図2 組立てマニュアルの例

#### ② ROBOLAB によるプログラムの作成

プログラムの作成は図3の自作ROBOLABテキストを用いる。

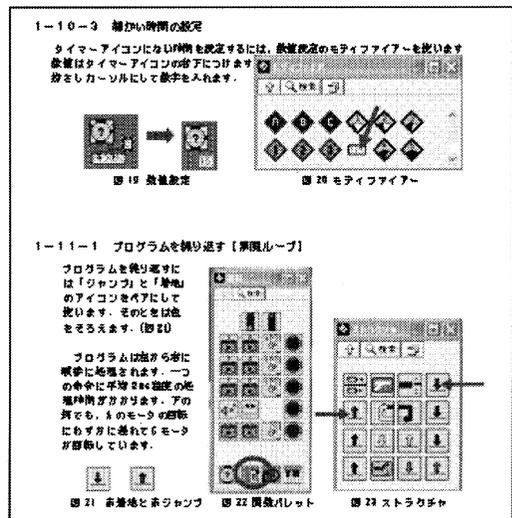


図3 ROBOLAB テキストの例

## ・ テキストの目次

第1章 ロボットを動かそう	第2章 光センサーを使う
1-1 起動	2-1 光センサーのプログラムとループ
1-2 Inventorを開く	2-2 しきい値
1-3 プログラムをつくってみよう	2-3 明るさを測ろう
1-4 アイコンをワイヤーでつなぐ	2-4 課題1
1-5 不良ワイヤー	2-5 課題2
1-6 ワイヤーやアイコンを削除する	
1-7 モータを制御しよう	
1-8 プログラムのダウンロード	
1-9 モータのスピードを変える	
1-10-1 タイマー	
1-10-2 複数の動き	
1-10-3 時間の設定	
1-11-1 プログラムを繰り返す【無限ループ】	
1-11-2 プログラムを繰り返す【有限ループ】	

図4 ROBOLAB テキストの目次の例

授業の展開は図4のテキストの目次に沿って行う。生徒は目次の順に従い一人一台のパソコンを用いて、各自プログラムを打ち込みながら学習を進めていく。実際はアルゴリズムの関数そのものを表しているアイコンを操作する方法を学び、プログラム作成のルールに従って、アイコンをパソコン画面上に並べていく。すると誰でも簡単にプログラムが作れることになる。それと同時にアルゴリズムの考え方が自然に身についていく。与える課題は図5のようなフローチャートでスクリーン上に提示する。難易度を徐々にあげて段階的提示をする。ここでは生徒の課題解決状況を逐一確認する必要がある。

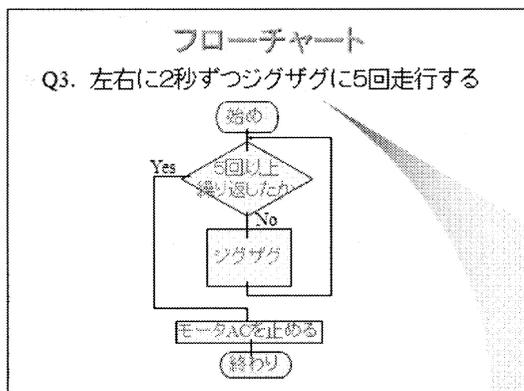


図5 課題提示の例

### ③ NQCによるプログラムの作成

C言語に極めて近いNQC言語でプログラムの作成ができるような自作のテキストを用いる。このテキストはROBOLABのアイコン(絵)とNQCのステートメント(命令)を対応させて学習できるように工夫してある(図6)。

**タスクと命令について**

一連の作業(仕事)を定義するには、task というキーワードを使います。いくつかの task のうち一つは必ず main であることが必要です。

一行にたくさんの命令を書いてもかまいませんが、一つの命令の終わりに必ず「;」(セミコロン)を書かなければいけません(半角で)。

```
task main()
{
}

```

左の文は、プログラムに必要なので必ず書いて下さい。これは ROBOLAB の



と に相当します。

---

**NQCの出力について**

NQCにはモータを駆動するための3つの出力ポート(A,B,C)があります。NQCのプログラムではそれぞれ、OUT\_A, OUT\_B, OUT\_C、と表します。

左の文は、出力ポートAのモータを順方向に回転させたいということなので、ROBOLABでは



に相当します。 同様に

図6 NQC テキストの例

NQCにはいくつかの制限はあるものの制御構文、変数定義はC言語と全く同じである。図7にNQCによるライントレースのプログラム例を示す。

一般的に組み込みソフトウェア開発の多くはC言語が使われていることを考えると、ここでのNQC言語の経験は将来的なC言語の習得につながり、今後の発展性が期待できる。

```
#define THRESHOLD 40
task main()
{
  SetSensor(SENSOR_2, SENSOR_LIGHT);
  while(true) { // 無限ループ
    if(SENSOR_2 < THRESHOLD) {
      OnFwd(OUT_C); // 左折
      Off(OUT_A);
    } else { // 黒からはずれた時
    }
  }
}
```

図7 NQC プログラムの例

### ④ ライントレース

光センサーで明るさを測り閾値の設定の仕方を学ぶことによりライントレースが可能になる。白地とそこに引かれた黒ラインからの反射光量の違いを光センサーで感知し、その値が閾値より大きいか小さいかで条件分岐させる方法を図8及び図9を使って説明する。

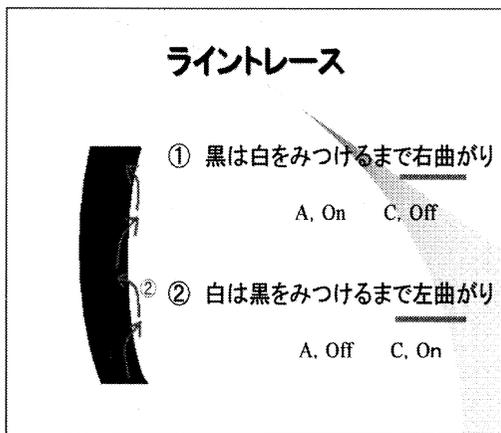


図8 ライントレースの考え方の説明図

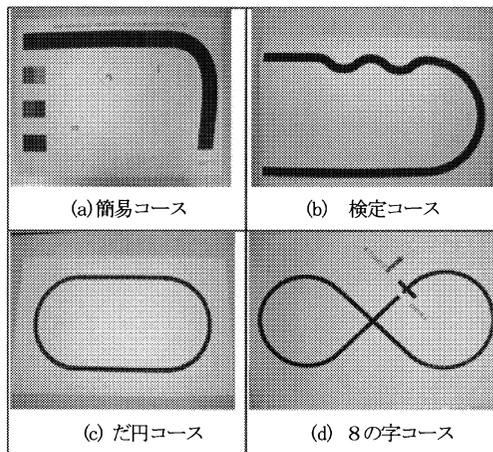


図10 ライントレースのコース

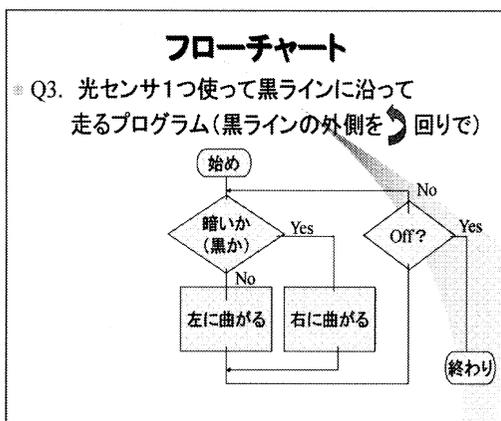


図9 ライントレースの流れ図

図10(a)の簡易コースは二人一組に一枚配付し、図11のようにすぐに手もとで動作確認できるようにした。この簡易コースをクリアできたら別テーブルに設置した図10(b)の検定コースを完走できるかをテストする。図12にその様子を示す。この時は指導者が現場に立会い走行の結果を記録する。この指導者の認知が生徒の励みになる。全員が完走できるように生徒の様子を観察し適切にアドバイスすることが重要になる。ヒントの与え方により時間調整もできる。プログラムの違いによりロボットは様々な動きをするので、完走したとしても改善の余地はある。また、プログラムの違いはアルゴリズムつまり個々の考え方の違いを表し、互いに検討し合うことにより他者理解につなげられる。コースクリアに失敗した時にはどこがいけなかったのかを思索し次の改良に活かす成長のチャンスとなる。

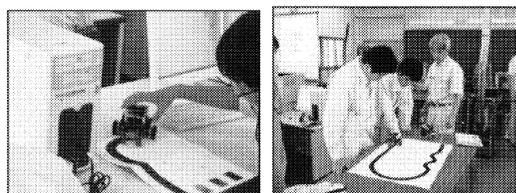


図11 動作確認の様子

図12 検定の様子

### 3.5 授業実践

以上のような内容で、工業高校機械科向け教材としての基礎資料を得る目的で2グループに対し模擬授業を実施した。その後別のグループに対し有用性を検証する目的で授業実践を行った。

#### ① 模擬授業—その1

宇都宮大学教育学部技術科4年生6名を対象として、平成20年6月に90分の授業を2回行った。実施内容は表4の授業計画2週目「ROBOLABによるプログラムの作成とロボット制御」から3週目「NQCによるプログラムの作成とロボット制御」までである。この模擬授業の目的は、授業内容、授業展開や作成したテキストの有効性を検証すること並びに教員を目指す学生の立場あるいは指導者としての視点から“高校生にとって本当に価値ある教科内容が”を確実な根拠を挙げた評価を期待した。

大学生の主な感想と意見は次のようなものである。

- 1) ロボットを目の前にして話をきいているのはつらいのではないか。
- 2) ROBOLAB と NQC のギャップが大きすぎて埋められていない。
- 3) NQC コマンドに和訳を付け、記載例の一覧をテキストに載せたらどうか。
- 4) フローチャートを書かせる展開を考えてはどうか。

- 5) 課題をスモールステップで段階的に与えると理解しやすくなる。
- 6) NQC テキストの構成と授業展開を一致させた方がよいのではないかと。

以上のように指摘された。模擬授業終了後に授業研究を行い、これらの指摘事項に対し討議して、次のような回答及び改善をした。

- 1) に対しては、組み立てから作業すればロボットへの執着が薄れ、教師の話しに集中できるようになるのではないかと。
- 2) については、180分計画の授業を90分で実施したので、大学生対象とはいえ丁寧さに欠けたようだ。
- 3) については、その後指摘の通り記載例一覧を作成した。
- 4) については課題はフローチャートで提示する展開に変え、NQC でプログラムを作成する時には流れ図を書くようにした。
- 5) に関しては、提示課題をテキストに印刷して内容が固定化されると展開も硬直化するので、臨機応変に書き換えられるように課題はパワーポイントで作成し、段階的あるいは選択的に提示するように改善した。
- 6) に関しては、今回は授業時間が短いので展開を早めたことによる。

最終的にこの授業は「高校生も興味を持って取り組める内容である」という大学生全員の評価を得た。

## ② 模擬授業—その2

大学生を対象にした模擬授業の検討事項を踏まえ2回目の模擬授業を栃木工業高校で実施(図13)した。授業対象者は栃木工業高校ロボット研究部1・2年生。所属学科は機械科4名、電子科2名、情報技術科2名の合計8名である。平成20年9月9日・10日の2日間、150分の授業を放課後2回実施した。内容は表4の授業計画の1週目から3週目までの内容全てである。この模擬授業の目的は改善内容の効果の確認と、実際の高校生の反応に触れ、意見を求めて授業の完成度を高めることにあった。

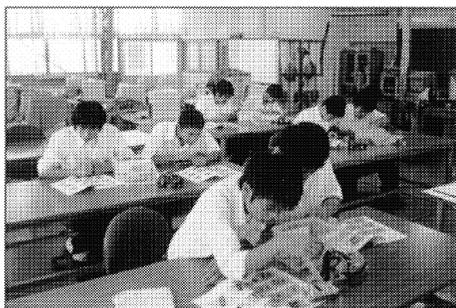


図13 模擬授業の様子(ロボ研)

対象がロボット研究部員であるので元々興味・関心及びスキルの高い生徒達が集まっていることを念頭に入れて実施した。一日目の「ロボットの組立て」から「ROBOLABによるプログラムの作成とロボット制御」までは想定通りのスムーズな展開ができた。取り組む課題はパワーポイントで作成しフローチャートによって段階的に提示した。つまりきやすい操作は事前に予防的説明をした。

二日目の「NQCによるプログラムの作成とロボット制御」では、C言語をすでに学習している情報技術科や電子科の生徒は、NQCに対してもすぐに慣れて使いこなせるようになった。一方機械科の生徒は時間がかかり、所属する学科による違いが明確に出た。生徒達の感想は「かなり楽しい」「おもしろい」「とても興味をもてた」「プログラムの仕組みが理解できた」「わかりやすい」と好評なものが多かった。機械科の生徒は取り掛かりが遅く時間が多くかかったが、4人中3人は最終課題(ライントレース)まで到達できた。英語に苦手意識の強い生徒にとってはアルファベットの入力が必要なNQCの習得はさらに困難になることが予想される。二日間に渡るロボット研究部員を対象とした授業の結果、アンケートの感想にみられるように生徒の期待に十分応えられた授業であったといえる。英語表記に関してはさらに基本的な語句の訳が必要なことが分かった。

## ③ 授業実践—その1

機械科所属生徒に対する授業の有用性を検証する目的で授業実践(図14)を行った。

授業対象者は栃工高機械科2年生9名。平成20年9月17日の午前中4時限の授業すべてを使い、ロボットの組み立てからROBOLABによるプログラムの作成までを実施した。

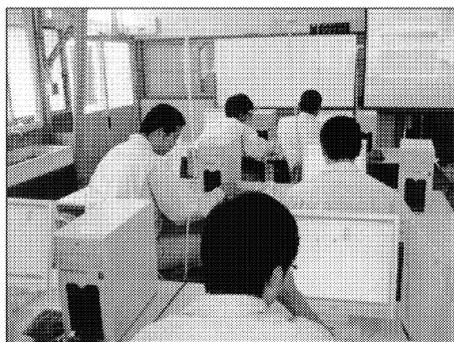


図14 授業実践の様子(機械科2年生)

生徒の感想は次の通りである

- 1) 前から興味があったので楽しみながら取り組めた。

- 2) いろいろなロボットをつくってみたくなった。
- 3) 成功したのでうれしくなった。
- 4) 自分の指示通りに動いてすごい。
- 5) とても効率よくプログラムの仕組みを学ぶことができた。
- 6) とても難しい作業で分からない所が一杯あった。
- 7) 頭が混乱して大変疲れた。
- 8) 組み立てが一番楽しい。

これらの記述からわかるように、本教材は生徒からは総じて高い評価を得たといえる。特に、今後の発展的活動に結びつくような記述があったことは大きな収穫である。しかし全員が単元のねらい通りの取り組みを示したわけではない。9人中2人は4時間の連続授業の途中から集中力を欠き、課題に真剣に取り組めなくなっていた。このような状況になる前に、指導者は広い視野で状況を察知し、助言を多く与えるなどして授業をコントロールする必要がある。

アンケート結果は次の通り(図15,図16)である。比較のためにロボット研究部員のアンケート結果も併記した。図15は“Legoを用いたコンピュータ制御の難易度”についての回答であり、受講者(機械科の生徒)は約50%が、コンピュータ制御は“難しい”と答えている。一方ロボット研究部員のそれは約20%である。ロボット研究部員は難度が一段高い「NQC言語によるプログラムの作成」までを実施しており、同等での比較ではない。それでも機械科の生徒の方がコンピュータ制御は“難しい”と感じている割合が2倍近く高い。このことは機械科でコンピュータ制御を学習させることの困難さを示している。

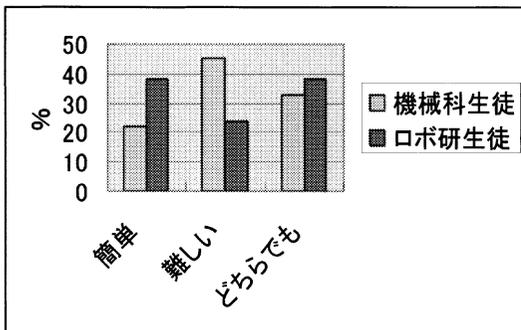


図15 Legoを用いたコンピュータ制御の難易度

図16は制御実習への意欲を調べたものであるが、機械科生徒で実習後、むしろ“低下”してしまった生徒が出現した。「始めから乗り気ではなかった」そうであるが意欲を喚起することはできなかった。意欲に“変化なし”がロ

ボット研究部員で多かったのは、元々高い意識を持っていて、その高いまを維持できた結果の“変化なし”ということと思われる

また、「機械科でもコンピュータ制御の実習は必要だと思うか」という問いには9人中6人が必要と答え、その必要性は十分伝わったといえる。必要ないと答えたのは一人だけであった。

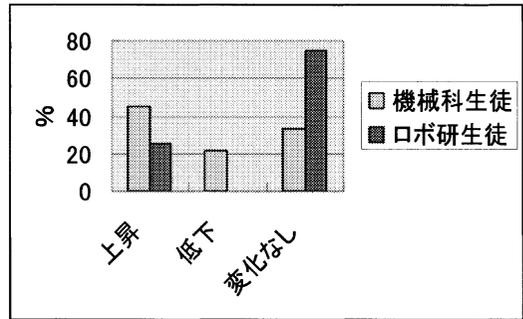


図16 制御実習への意欲の変化

#### ④授業実践—その2

本教材 RCX の次世代後継機である NXT (図17) を用いた授業を実施した。NXT は入力ポートが一つ増えて全部で4つになった他、各種センサーの性能も格段に向上している。モータもサーボモータになり回転角を1度づつ設定できる。トルクと回転速度も上がり機能が強化された。その分制御が難しくなっている。最新の機器は性能面ばかりでなくデザイン的にも魅力的であり、バージョンアップされた機能を引き出せたならさらなる教育効果も期待できる。また本教材を用いた各種競技大会も徐々に NXT 主体に移行してきている。

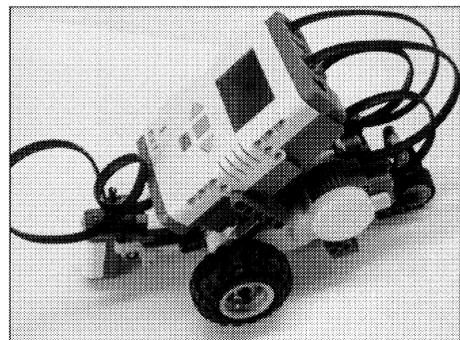


図17 3輪ロボット NXT

授業対象者は栃工高機械科1年生10名。ロボット組立マニュアルを新たにNXT用に作り直し、RCXと同じ内容で実施した。ただし、RCXで用いたNQC言語はNXTに対応し

ておらず、新たに NXC というプログラミング言語のマニュアルを作成することになった。しかも NXC は ROBOTLAB のファームウェア上では動作せず、プログラムをダウンロードするためには NXT 標準のファームウェアに更新しなければならぬことが分かった。図 18 に NXC によるライトレースのプログラム例を示す。NQC とほぼ同様の関数で使用でき、動作内容に合わせた関数を並べるだけでプログラムを組むことができる。

```
#include "NXCDefs.h" //ヘッダファイル

task main() //メインルーチン
{
    SetSensorLight(IN_2);
    while(true){ //無限ループ
        if(Sensor(IN_2) < 40{ //黒なら
            OnFwd(OUT_C, 75); //左折
            Off(OUT_A);
        }else{ //白なら
            Off(OUT_C); //右折
            OnFwd(OUT_A, 75);
        }
    }
}
```

図 18 NXC によるプログラム例



図 19 授業実践の様子 (機械科 1 年生)

図 17 のロボットの組み立てには、RCX を用いた組立て時間の 2 倍の 60 分程度の時間を要しており、授業の展開は多少窮屈になる。授業内容を予告していたこともあり、生徒の期待感が伝わってきた。本教材 NXT に対する抵抗感もなく真剣に (図 19) 取り組んでいた。Mindstorms® は玩具としての要素もあり特に組み立ての時は楽しそうである。ただし NXT はビーム状の部品やコネクタ系の部品が多いため、ロボットの完成に向けてのイ

メージがわきにくい。モーターのスピードやパワーは RCX より優れており RCX と同じプログラムではコースのクリアはできないようである。

#### 4. まとめ

工業高校機械科向けロボット制御実習の導入に当たり授業計画・内容を作成しそれを用いた授業実践を行った結果、次のことが明らかになった。

現行教育課程の枠の中で、レゴマインドストームを使ったコンピュータ制御実習のための指導計画、指導内容、指導書を作成をすることができた。また、それを用いて授業実践等を実施し、コンピュータ制御実習を導入することは可能であり、その教育効果も高いことが確認できた。

このようなコンピュータ制御を学習することにより、機械科でもより広く産業界や地域のニーズに応え得る人材を育てることができる。さらに、各種ロボット大会への参加が促されたり、課題研究のテーマに選択されたりと教育活動の広がりや活性化が期待できる。

現在、授業計画に沿って平成 20 年度 2 学期より図 1 の二輪ロボット RCX を教材とした授業をスタートさせている。今後は次世代後継機である、図 16 の NXT タイプの教材の台数を揃えて NXT を使った授業に切りかえて行く予定である。

#### 参考文献

- (1) 真岡工業高等学校：合格へのストラテジー，平成 18 年 (2006)
- (2) 大阪府教育委員会：工業高校に関する企業の意識調査 (平成 14 年 11 月)，[http://www.pref.osak.jp/kyoisomu/shingikai/PDF/H150516/shiryo\\_11.pdf](http://www.pref.osak.jp/kyoisomu/shingikai/PDF/H150516/shiryo_11.pdf)
- (3) 日本工業技術教育学会：日本工業教育経営研究会報第 34 号 (平成 19 年 11 月)，  
<http://www.industrial-ed.jp/index.html>
- (4) シーモアパパート，<http://www.legoeducation.jp/mindstorms/>
- (5) 文部科学省：学習指導要領解説-工業編- (平成 12 年 3 月) (2001)
- (6) 嶋田彰子他 5 名：技術教育における自律型ロボット教材を用いた授業実践-計測・制御学習に対する効果-，日本機械学会関東支部ブロック合同講演会 2005 足利-講演論文集，pp. 199-200 (2005)
- (7) WRO：<http://www.wroj.org/2008/index.html>
- (8) MCR：<http://www.mcr.gr.jp/>