

中学校における二足歩行ロボットの製作実践

メタデータ	言語: ja 出版者: 静岡大学教育学部 公開日: 2013-04-15 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 松永, 泰弘, 渡邊, 竜児 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/7177

中学校における二足歩行ロボットの製作実践

技術教育講座 松永泰弘 渡邊竜児

1. はじめに

近年、HONDA の ASIMO に代表される二足歩行ロボットの研究開発が進められているなかで、サッカーや格闘技など、数多くの二足歩行ロボットによる大会が開催され、二足歩行ロボットへの関心が高まっている。また、平成 24 年から完全実施される新学習指導要領中学校技術においては、ものづくりなどの実践的・体験的な学習活動を通して、材料と加工、エネルギー変換、情報などに関する基礎的・基本的な知識及び技術を習得するとともに、技術と社会や環境とのかかわりについて理解を深め、技術を適切に評価し活用する能力と態度を育てる事が目標とされている。

本実践では、材料と加工、情報の内容を学ぶことが可能な二足歩行ロボットの製作を静岡市立清水第五中学校で実践し、実践中の記録、アンケート結果から考察を行い、教材としての可能性を探る。また、理数系教員指導力向上研修において技術科教員を対象とした実践を行い、教員からの意見を検討し、考察を行う。さらに、教材を開発し、実践に TA として参加する学生の教材開発能力、教育力、観察力の育成につなげる。

2. サーボモータを用いた二足歩行ロボット

サーボモータを用い、プログラム制御する二足歩行模型を製作する。製作に必要なサーボモータ、基盤、電池パックは、共立電子産業株式会社から販売されている「プチロボ」(14,800 円)を使用する。

限られた時間内で製作でき、制御が容易な教材にするため、歩行の際の軸となるサーボモータの数を減らした 4 軸二足歩行ロボットを製作する (図 1, 2)。

2.1 4 軸二足歩行ロボットの製作

[材料] アルミ板、サーボモータ (4 個)、CPU 基盤、電池ボックス、両面テープ、ハドメ

[工具・工作機械] きり (野書きに使用)、弓のこ、金工ヤスリ、ドライバー、ラジオペンチ、ボール盤、折り曲げ機

[製作手順] (図 3)

- ① アルミ板への野書き、面取り
- ② ボール盤を使って穴あけ
- ③ 弓のこを使いアルミ板切断
- ④ 折り曲げ機でアルミ板を曲げる
- ⑤ サーボモータの取り付け、組み立て
- ⑥ 基盤と電池 BOX の取り付け

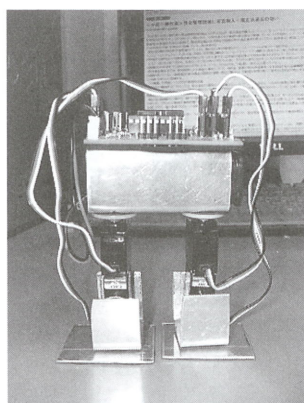


図 1 4 軸二足歩行ロボット

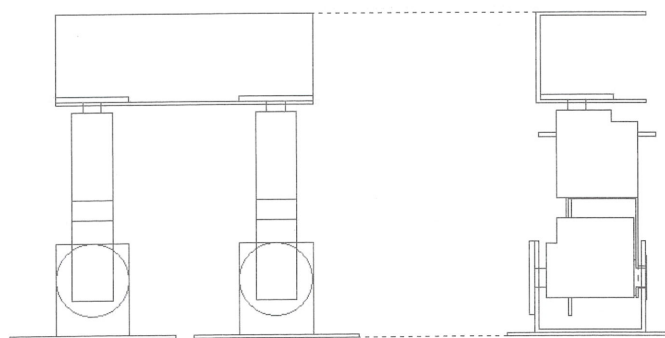


図 2 4 軸二足歩行ロボット (JW-CAD)

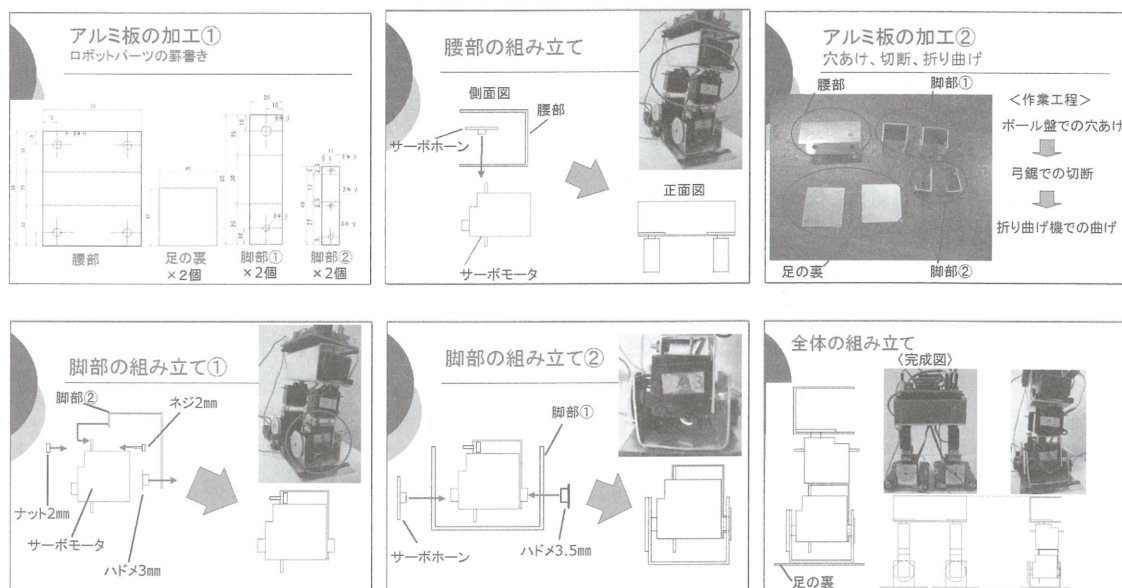


図3 4軸二足歩行ロボットの製作 (PowerPoint)

2.2 歩行プログラム

歩行制御はWeb上でダウンロードできるフリーのソフト（共立電子産業株式会社）を使用する。以下にその手順を示す（図4）。

- ・ サーボモータに一番負担のかからないホームポジションを設定する。
- ・ サーボコントローラーを操作して、モータを動かし模型のモーションを決める。
- ・ キャプチャボタンを押し、モーションスクリプトボードにプログラムを書く。

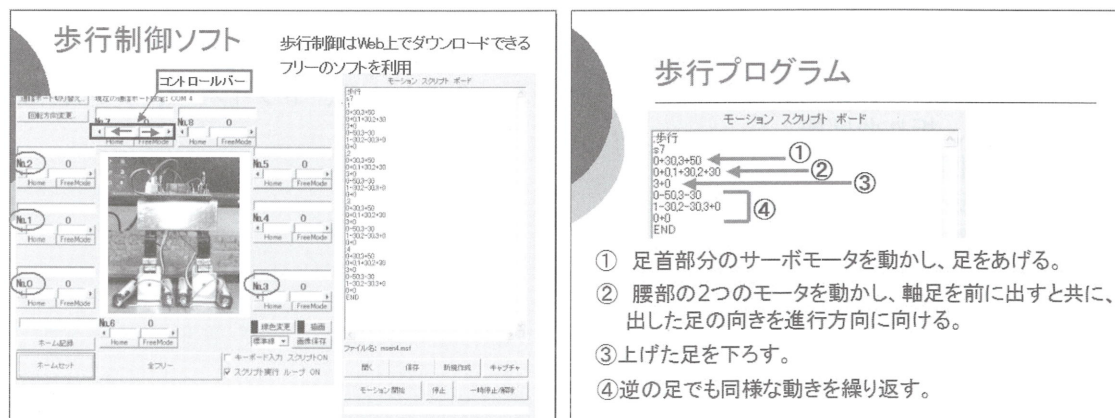


図4 歩行制御プログラミング (PowerPoint)

3. 理数系教員指導力向上研修（JST）での実践

理数系教員指導力向上研修（JST）には中学校技術科教員 13 名が参加し、二足歩行ロボットの歩行プログラムを作成しながら、歩行動作を確かめた。終了後のアンケートから中学校技術教材としての有効性について考察を行った。

[日時] 平成 21 年 8 月 13 日 13:00～14:00

[場所] 函南町立函南中学校

[対象] 中学校技術科教員 13 名

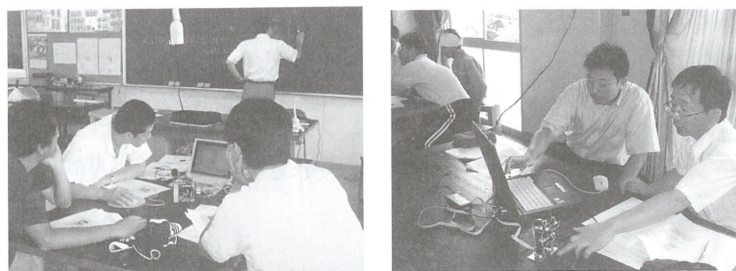


図5 理数系教員指導力向上研修（JST）実践風景

3-1 アンケート結果

実習後に実施したアンケート項目と回答の内容を以下に示す。

問1. 二足歩行型ロボットの歩行プログラミングで難しかった点

プログラミングソフト自体の使いにくさを指摘した意見が全体的に多かった。動かす部位（モータ）の名称が画面上では番号（N0.1 など）で表示されていてわかりにくいというものだ。しかしそれは部位の名前を入力できるところがあるので、それを使えば解決できる。他に、少ない間接で動かさなければならない点という意見もあった。動かす関節が多いほど歩行が難しくなり、プログラミングも難しくなるため、工夫が必要である。

問2. 中学校技術教材としての評価・難易度

問2-1 教材としての評価を「1非常に良い 2良い 3どちらともいえない 4悪い 5非常に悪い」の5項目からひとつ選択

アンケート結果を図6に示す。13人中10人が1非常に良い、2良いを選択し、4悪い、5非常に悪いの選択はなかった。プログラム作成と動作確認の作業だったが、評価は良いものだったといえる。今回の実習で明らかとなった問題点を改善すればより良いものになることがわかる。

問2-2 教材の難易度を「1難しすぎる 2難しい 3ちょうどよい 4簡単 5簡単すぎる」の5項目からひとつ選択

アンケート結果を図7に示す。13人中10人が1難しすぎる、2難しいを選択し、3人が3ちょうどよいを選択した。中学生にも十分理解し、実際に歩かせることができる内容と考えるが、この結果をみるとプログラムを難しいと感じていることがよくわかる。少ない時間のせいで、説明が雑だったのが難しく感じられた原因ではないか。また、教員にロボット制御の経験がなかったためと思われる。

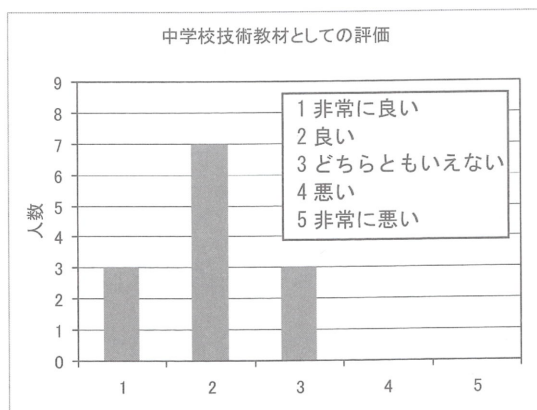


図6 中学校技術教材としての評価

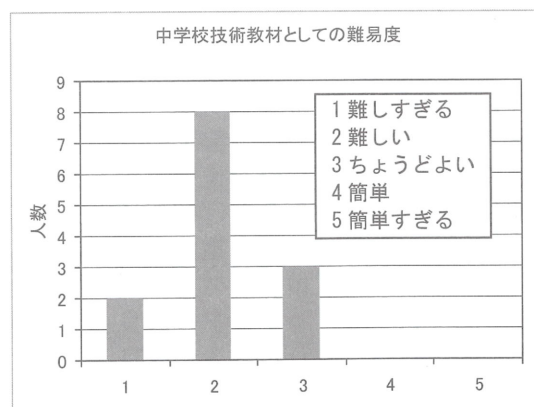


図7 中学校技術教材としての難易度

問3. 「技術とものづくり」「情報とコンピュータ」の両分野を学習できる二足歩行ロボット製作教材に対する意見

予算の問題が多く指摘された。プログラミングも決められた動きだけでなく、判断したり処理したり動作があればもっと面白いという意見もあった。また、ロボットという点で、生徒の興味を引きやすいのではないかと意見が多くみられた。

問4. 今回の実習の感想

面白かったという意見が多かった。時間的に厳しかったのでもっと長い時間がほしかったなど、好感触の意見ばかりだった。

3-2 考察

少ない時間の中で、プログラムソフトの操作説明を短くしてしまったことで、現役の中学校技術教員でも理解が難しい実践となってしまった。これを改善するためには、あらかじめ手本となるプログラムの作成・配布、説明書の作成が必要であることが分かった。また、プログラムの作成時間は、本体の製作手順の簡略化をすることで、多く取れるので問題はないと思われる。

多くの先生方の意見にあった、教材の価格の問題は、サーボモータ自体の価格が高いため、改善は難しい。

また、プログラムで判断や、繰り返しなどの命令ができればより発展的な授業が望めるのではという意見もあった。ハード・ソフト両面での改良・開発が必要とされる。

4. 静岡市立清水第五中学校での実践概要

中学校技術における4軸二足歩行ロボット製作実践の概要を以下に示す。

[実践校] 静岡市立清水第五中学校

[日 時] 平成21年9月10日から平成22年1月21日(計14時間)

[学 年] 3年生 男子26名

[授 業] 選択技術

2人1組で班を作り、各班ロボット1体を製作する。ロボットはJSTでの実践と同様に脚部だけの歩行に特化した4軸二足歩行ロボットを基本形として製作する。生徒は1,2年次において金属加工の経験はないため、アルミ板の加工、工作機械(ボール盤、折り曲げ機)および弓のこの使用は初めてである。アンケートおよび生徒の様子・発言を記録し、考察する。

4-1 授業実践

製作はマニュアルを提示し、説明を加えながら、計14時間の製作実践を行った。計14回の選択技術における半期授業計画を以下に示す。

第1回(9/10) 導入

第2回(10/1) 野書き

第3回(10/8) ボール盤での穴あけ

第4回(10/14) 弓鋸を使いアルミ板の切断

第5回(10/29) 折り曲げ機を使いアルミ板の折り曲げ

第6回(11/5) 基盤と電池ボックスの取り付け

第7回(11/12) 復習テスト(ここで進度の遅い生徒もロボットの製作が終わる)

第8回(11/13) ロボットの改良

第9回(12/1) ロボットの改良

第10回(12/8) プログラミングの導入

第11回(12/18) プログラミングとロボットの改良

第12回(1/7) プログラミングとロボットの改良

第13回(1/14) プログラミングとロボットの改良

第14回(1/21) 発表・復習テスト

授業の詳細を以下に示す。

【第1回】

研究室紹介、受動歩行の説明、二足歩行ロボットの説明などをパソコン室で行った。ASIMOの動画を見せたときの生徒の反応は良く、興味を持っているようだった。しかし、製作する二足歩行ロボットには反応は良くはなく、むしろかっこ悪いなどの意見も見られた。説明の後には、ASIMO や受動歩行についての調べ学習とした。

【第2～6回】

金工室で作業を行った。

罫書きは、削り代を 1mm とることを忘れてしまう生徒も多く、事前にちゃんと説明する必要があった。差し金を使用したけど、直角を出すのが難しいようで、線が斜めになってしまっている生徒もいた。

ボール盤は作業の前に、その危険性をしっかり教えたため、多くの生徒が緊張感を持って丁寧に行っていた。ボール盤の後には、バリ取りを行った。この作業は多くの生徒が丁寧に行っていた。

弓鋸は手の力だけで押さず、腰を使って押すように指導した。切断面は生徒によってばらつきがあった。アルミ板の厚さが 1mm と薄いため、手の力のみでも切れるが、その切断面は汚くなる。そのような生徒には見本を見せて指導した。

折り曲げ機は 2 台しか用意しなかったため、順番待ちで何もすることがない生徒が多く出てしまったため、4 台に増やした。生徒間での進捗のばらつきが大きく、遅い生徒はまだ弓鋸の作業の途中であったため、援助しながら進捗の差を埋めていった。

組み立ては、設計図に間違いがあり、生徒を混乱させてしまった。黒板で間違いを訂正しながらの作業となった。基盤を取り付ける際に、配線の向きをしっかりと指導しなかったため、逆に配線してしまう生徒が多く、そのことがロボットを実際に動かしてみたときに動かないことの原因となった。

【第7回】

生徒間での進捗のばらつきをなくすために、組み立ての終わった生徒から復習テストを行った。授業で使った工具の名前や、作業中の注意点などを問う内容である。この日ですべての生徒が組み立てまで終わり、テストが終わらなかった生徒は宿題とした。

【第8～9回】

生徒はロボットの改良を行った。見た目のみの改良だけでなく、サーボモータの数を増やして、腕などをつける生徒もいた。ただ、自由に改良ということで、なにも出来ずに悩んでしまっている生徒もいたのだからこちらからアイデアを出して、腕をつけさせた。

【第10回】

この日からパソコン室に移動して作業した。

プログラミングの導入を行った。プログラムソフトの使い方や保存の仕方などを説明した。実際に動かしてみても、サーボモータの仕組みなどの説明もしたが、ロボットが動かない生徒も多かった。配線ミスで動かない生徒はすぐ直ったが、すぐには故障の原因が分からない生徒もいて、その生徒は他の組に交じっての作業となった。プログラムソフトの使い方の説明は、丁寧に、ゆっくり確認を生徒にとりながら行った。

【第11～13回】

金工室で改良をする生徒と、パソコン室でプログラミングをする生徒に分かれて作業を行った。

ロボットが動かなくなるという生徒が多く、プログラミングができないので、組を分け 3 人 1 組にしてプログラミングをやらせるなど、思ったように授業が進まなかった。故障したロボットは、電池を増やすなどの処置で動くようになった。また、サーボモータが壊れてしまった生徒もいたのだから、モータを取り替えた。

プログラミングでは、腕を動かしながらの歩行や、起き上がることから始まるものなど個性的なプログラムを作る生徒もいた。

【第14回】

発表は、各班がロボットの特徴、工夫した点を発表し、歩行動画を提示した。発表を聞きながら生徒が評価した。やはりただ歩くだけではなく、面白い歩行プログラムを作った作品は評価が高かった。

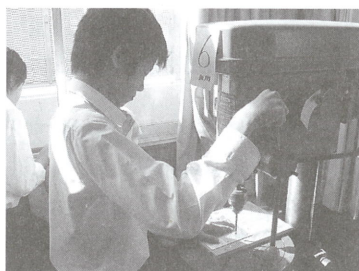


図8 ボール盤による穴あけ



図9 ドリルを使用した面取り

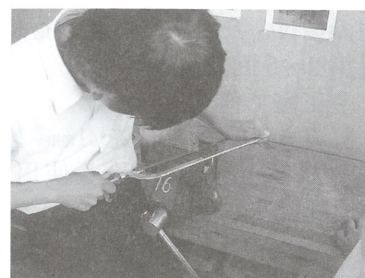


図10 弓のこによる切断

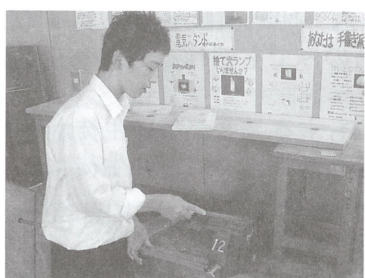


図11 金エヤスリによる表面仕上げ

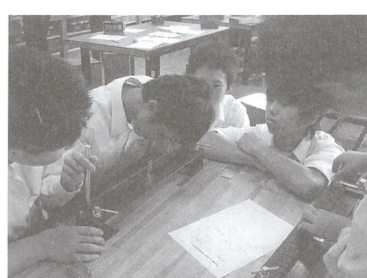


図12 アルミ板の折り曲げ

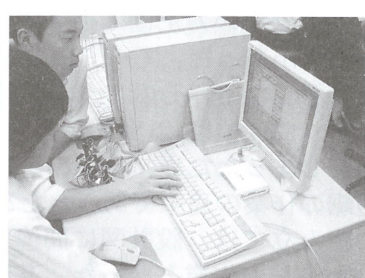


図13 プログラミング

4-2 アンケート

授業後に行ったアンケート項目と回答を以下に示す。

【9月10日】

問1. ASIMO を見ての感想

「常に足が曲がっていた」「背中にバッテリーを乗せていて背中が思いから膝を屈伸させているのかなと思った。(重心を安定させるため)」「走る時に常に膝の部分が曲がっていた」「転ばないように重心のとりかたをしている」

問2. 二足歩行ロボットの第一印象

「ASIMO に比べたらダサいし動きが鈍い」「たくさんのコードを使っていて操作が難しそうだった」「4つのモータだけで二足歩行ロボットは作れるんだと思った」「ちょっとぎこちない動きだけど、動いているところがおもしろくて早く作ってみたいと思った」

問3. これまでの授業で身につけたこと

「のこぎりなどの使い方」「パソコン」「紙やすり」「電気ドリルの使い方(ボール盤か?)」「プレゼンテーション」「かな」

問4. 二足歩行ロボットをどう改良したいか

「できるだけ中のコードや電池が見えないように改良したい」「腕などをつけて、できるだけ普通のロボットに近づけたい」「頭や腕をつけてみたい」「速く走らせたい」

問5. ASIMO を調べてみてわかったこと

「重力やゼロモーメントポイント(重力だけでなく慣性力を加えた合力が路面と交わる点)を制御して自由に歩くことができる」

【10月1日】

問1. 今回の授業で気づいたことや身につけたこと

「ドリルを使ってみて、穴をあけるのはあまり難しくなかった。でもドリルは危険だとも思った。」「アルミ板に掛書きするときに、1ミリあけたりして大変だった。」「真剣にやらないと危ないということがわかった。」「ロボットの設計図を描くだけでこんなに時間がか

かって大変だということを実感しました。」「ミリ単位で線を引くのが難しかった。」

問2. 今回の授業前からロボットに関心があったか

YES : 19人 NO : 7人

問2-1 YES と答えた人はどんな所に関心があったか

「プログラムすることをやってみたかった」「自分で動くというところがすごいと思ったから」「ロボットが人間に似た動きをするというところ」「小さな部品で精密な動きができるというところ」「人工知能をのせたロボットなどをすごいと思っていた」

問3. 今回の授業の自己評価

良かった点

「作業に集中できた」「二人で協力してできたこと」「設計図通りに掛書くことができた」「ドリルで正確に穴をあけられたこと」

悪かった点

「まっすぐに線が引けなく、てこずったこと」「作業を友達に任せすぎた」「アルミ板に設計図に書き写すのに時間がかかりすぎた」「掛書くスピードが遅かった」

【10月8日】

問1. 罫書きとポンチを使うときに難しかったことは何ですか

「罫書きの1mmの間をあけるのが大変だった」「ポンチは強く叩くとへこみすぎるし、弱く叩くとへこまないいで調節が難しかった」「曲がらない線を描くのが難しかった」

問2. ボール盤の使用で注意しないといけないところを書いてください

「穴をあけるものの下に板を置く」「二人でやらない」「しっかりと押さえながら行わないとずれてしまう」「アルミ板にドリルをつけたまま回さないこと」

問3. 弓鋸をうまく使うコツを書いてみよう

「押す時に強く押す」「ゆっくりやる」「万力でしっかりおさえる」「万力の上のほうを削るようにして、押す時に腰の力を使って切ると曲がらないでまっすぐ切れる」

問4. 工具の使い方は上達しましたか? 「4とても上達した 3上達した 2あまり上達しなかった 1変わらない」の4項目からひとつ選択してください。

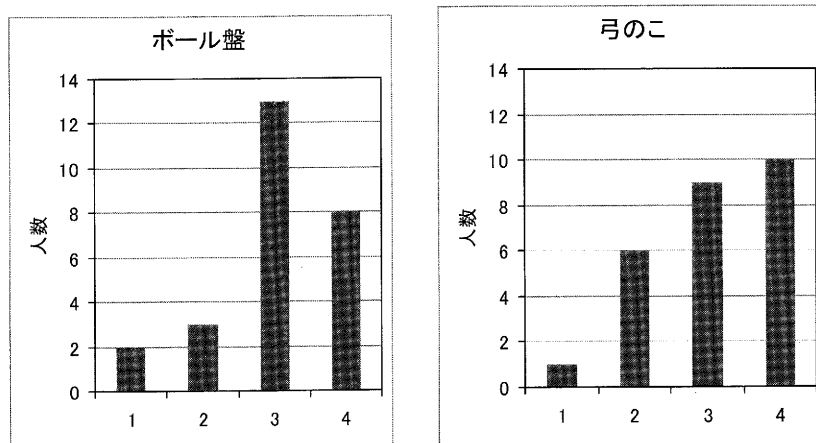


図14 工具の使い方は? (4とても上達した 3上達した 2あまり上達しなかった 1変わらない)

問5. 今日の授業での自分を評価してみよう

良かった点

「いろいろな道具が使えるようになった」「ボール盤をやるのがうまくいった」「バリ取りがうまくいった」「友達と協力してやった」

悪かった点

「弓鋸で切った時仕上がりが雑だった」「ボール盤で平らではないところでやってしまったこと」

3.2 生徒作品

4軸二足歩行模型製作後の改良に十分な時間を確保したために、鳥型ロボットや腕を取り付けたロボットなど個性的な模型が製作され、プログラムを工夫し、動きも個性的な模型となった（図15）。

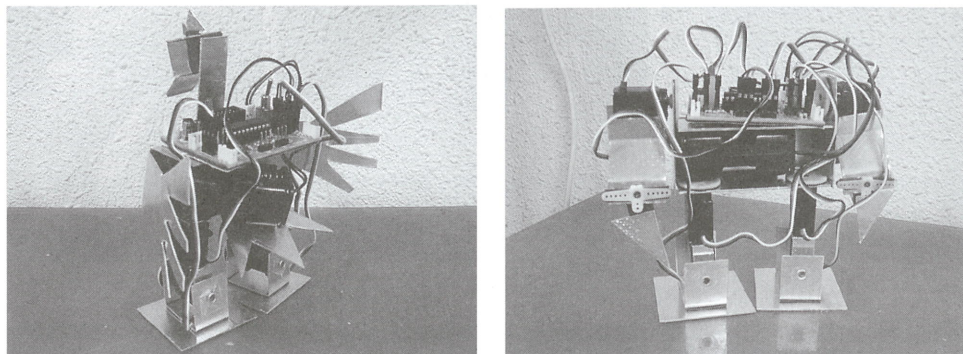


図15 生徒作品

3.3 考察

弓のこによるアルミの切断において、最初は切断面が汚く腕の力のみで弓のこを使用していた生徒も、改良の際にアルミ板を切り出していたときには切断面が滑らかになり、技術の向上が見られた。図10に見られるように右手を体につけた状態で作業を行っていた。また、完成後の歩行プログラム作成の段階で、思い通りの動きをさせるためには正確につくることがとても大切であることを学んでいることがわかる。

製作前に行ったアンケートでは「かっこ悪い」「ダサい」「しょぼい」などの否定的な意見が多かったが、

ロボットに対してあまり良い印象を持っていない所から始まった実践であったが、自分で作ることに楽しさを感じ始め、製作意欲が増し、完成時には「かっこいい」などの肯定的な意見に変わった。結果として、腕を新たに取り付け、可動出来る箇所を増やす事で新たな動きが出来るように工夫をしたり、数種類の歩行プログラムを作成するなど、プログラムを工夫する生徒、ロボットの本体を工夫する生徒が現れた。脚だけのロボットだったことから、生徒の創意工夫する意欲を引き出したと考えられる。

操作が簡単なプログラムソフトを使用したことで、簡単に歩行プログラムを作ることができ、サーボモータの数を増やすことで難易度も増し、能力に差のある生徒に対応が可能であるといえる。また、製作の中で二足歩行における重心位置の制御が難しいことを実感し、ASIMOに代表される二足歩行ロボットにセンサーが使われ、プログラムの重要性を学んでいることがわかる。

5. まとめ

生徒の「ものづくり」の力、及び、工夫・創造する実践的な力を、二足歩行ロボットという先端科学なテーマを扱いながら高めることが出来る4軸二足歩行ロボット教材を用いて、理数系教員指導力向上研修（JST）、清水市立清水第五中学校で実践を行った。本実践で製作した4軸二足歩行ロボットは限られた授業時間内で製作を行う事が可能であり、プログラム作成に関しても、短いプログラムで簡単に制御が可能な教材として有効性を示した。また、制作の簡略化などにより、技術に対して苦手意識のある女子生徒にも対応できる可能性も感じた。清水市立清水第五中学校での実践を通じて、楽しみながら情報及び、材料と加工の分野を学習することが可能であることを提示した。

製作にあたって、基盤や電池ボックス、両面テープ、サーボモータは自由度の高い製作が行えるロボット工作キットである「プチロボ」を使用した。

最後に、本実践の一部は科学研究費補助金（21500869）の助成を受けたものである。