

マインドストームを利用した ロボットコンテスト形式の授業実践

森岡 弘・秋本 泰宏*・上村 梨紗**・亀島 健一***

A Report of an Actual Lesson in Robot-contests form
with using a LEGO Mindstroms

MORIOKA Hiroshi, AKIMOTO Yasuhiro, KAMIMURA Risa
and KAMESHIMA Kenichi
(Received January 10, 2006)

キーワード：マインドストーム、ロボットコンテスト、リモコン、授業実践

1. はじめに

筆者らはこれまで、ロボット製作に期待されている問題解決型学習の充実のためにレゴマインドストーム^{1),2)}を利用した中学校技術科の授業方法について検討してきた³⁾。

その検討に基づき平成14年度に山口大学教育学部附属光中学校において、マインドストームを導入したロボットコンテスト形式の授業実践を行い、その有効性を検証した^{4),5)}。

その後、平成14年度に実施した授業実践において、生徒達からの要望が多かったマインドストームを遠隔で操作するリモコンの開発に取り組んだ⁶⁾。そして平成15年と平成16度には、開発したリモコンを導入した授業実践を実施した。その授業実践を通して明らかになったリモコンの問題点に対して、特にハードウェアに関するものについては、すでに改良を終え、その詳細は別途報告している⁷⁾。

本研究では、平成15年度と平成16年度に実施した遠隔操作によるロボットコンテスト形式の授業実践を報告するとともに、アンケート調査を通して、開発したリモコンや競技内容の有効性と今後の課題について検討している。

2. 授業実践

マインドストームを利用した授業実践は山口大学教育学部附属光中学校の技術分野を選択した3年生の選択授業において、これまでに3回実施している。実施時期は、それぞれ平成14年度から平成16年度の各年度の後期（10月から翌年の3月）である。

初年度の平成14年度には、マインドストームを本来の使い方である自律型ロボットとして扱った授業実践を行った⁴⁾。

*山口大学教育学部附属光中学校

**山口大学大学院教育学研究科修了生（現在 秋芳南中学校・秋芳北中学校 非常勤講師）

***山口大学教育学部技術教育卒業生（現在 広島大学大学院生）

その後、平成14年度の授業の中で要望が多かったマインドストームの遠隔操作装置を開発し、平成15年度と平成16年度には、それを利用した授業実践を実施した。

遠隔操作装置の開発に伴いロボットが操縦型になり、複雑なルートの走行も制御可能になった。このため、平成14年度に比べて競技フィールドを平面的なものから立体的なものに変更し、さらに競技内容もかなり複雑にした。

本章では、リモコンを導入した平成15年度と平成16年度における授業実践をまとめている。

2.1. 方法

対象は技術分野を選択した3年生であり、1班2～3名のグループに分けて授業を行った。実施時間は連続した2校時を使用した。

平成15年、平成16年度とも、生徒の構成は3年生の男子生徒13名、女子生徒11名の計24名であった。授業の実施総時間は平成15年度が26校時、平成16年度が24校時であった。

いずれの年度も、授業は最終日に設定した共通の競技に参加するためのロボットを各班が試行錯誤しながら製作していくロボットコンテスト形式である。

授業の前半はマインドストームに添付されたマニュアルに従い、サンプルロボットの製作やプログラムの作成演習を行った。一通りロボットの製作方法やその動作プログラムの作成方法を習得した後、開発したリモコンの使い方とプログラム作成、そして、そのテスト走行を実施した。図1にマインドストームの遠隔操作装置として開発したリモコンを示す。

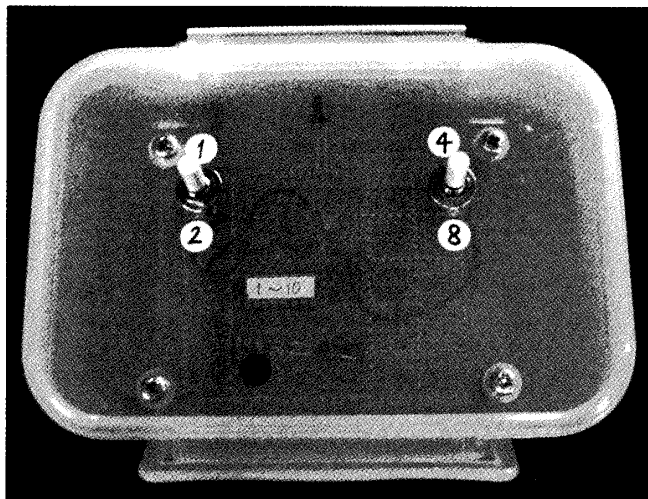


図1 リモコン

その後、授業中は常時競技フィールドを教室内に設置しておいた。生徒達はその競技フィールド上で製作したロボットの動作確認を行いながら、授業最終日に実施されるロボットコンテストに向けての調整を行った。

2.2. 競技について

2.2.1. 競技フィールド

競技フィールドの概要を図2に写真を図3にそれぞれ示す。フィールドの各地点には、図4に示したように得点設定されたフィルムケースが置かれている。フィルムケースの得点は、地面上の16個は3点、2段目の10個は10点、3段目の1個は50点と上に行くほど高得点に設定した。各班のスタート地点(陣地)は図2に示したように競技フィールド外に、それぞれA3サイズの色画用紙(赤と緑)を地面に貼り付けて用意した。

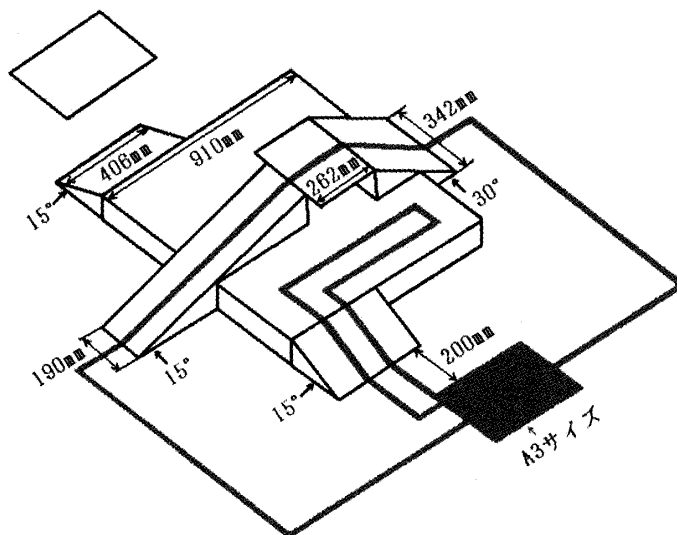


図2 競技フィールド

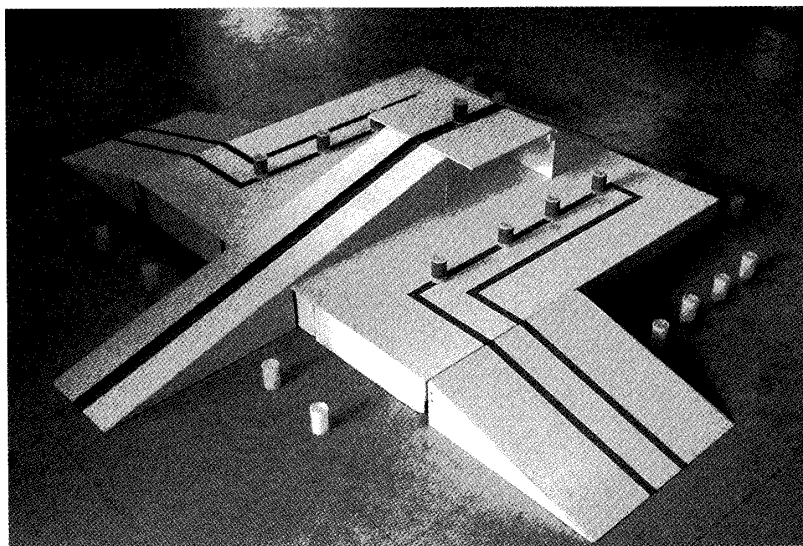


図3 競技フィールドの写真

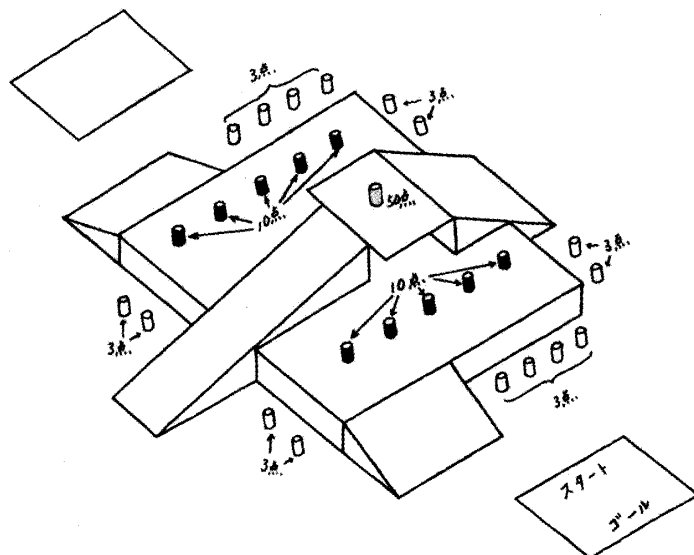


図4 フィルムケースの得点

競技フィールドの最上段である3段目のケースにたどり着くための道は2つある。1つはケースまでの距離が近く、坂の幅も十分にあるが、傾斜角度が 30° と急になっている。もう1つの道は、傾斜角度は 15° で緩やかだが、フィルムケースまでの距離が遠く、幅が狭くなっている。つまり、急な坂道と緩やかな坂道のどちらを通るにしても、生徒自身が工夫しなければ最高点のフィルムケースを得ることができないような設計になっている。3段目のケースの下には相手のフィールドに進入するためのトンネルも設けてある。

また、2段目から3段目までの段差は120mmであり、2段目からアームを使って3段目のフィルムケースを取ることも可能である。

さらに、ラインレースでフィルムケースを集める自律型ロボットの走行も可能なようにフィールドには赤と緑色のラインをつけた。

2.2.2. 競技内容

得点設定されたフィルムケースを(赤か緑の)自分の陣地に入れ、その合計点数を競う。

- (1) 競技終了時(3分)、それぞれの陣地にあるケースの合計点数をそのチームの得点とする。
- (2) ケースは完全に陣地内に入っていないなければならない。(少しでもはみ出している場合は、得点としてカウントしない。)
- (3) 自律型ロボットは20点加算し、競技時間は5分間に延長する。

2.2.3. 競技ルール

- (1) 赤チームか緑チームかは、競技の直前に発表する。発表後、1分間の調整時間を与える。
- (2) スタートは自分の陣地からとする。
- (3) 相手の陣地に入ったフィルムケースに触れてはならない。
- (4) 競技中はロボット本体に触れてはならない。触れるごとに2点減点し、スタート地点から再スタートする。

2.2.4. ロボットの規格制限

- (1) スタートは自分の陣地からとする。
- (2) ロボットの部品はマインドストームの基本セット+モーター1つとする。

(3) 相手のロボットを破壊する仕掛けは認めない。

(4) レゴ部品の改造はしてはいけない。

2.3. 展開

ロボットの製作過程では、ほとんどの班の生徒が3つ目のモーターを利用してフィルムケースを取り込むアームを製作していた。そして、ロボット本体の移動方向を変えたり、アームを動かしたりと、複数の動作を、製作したリモコンを用いて制御していた。図5にアーム付きロボットを製作した生徒が、そのロボットを競技フィールド上でリモコンを用いて操作しているようすを示す。

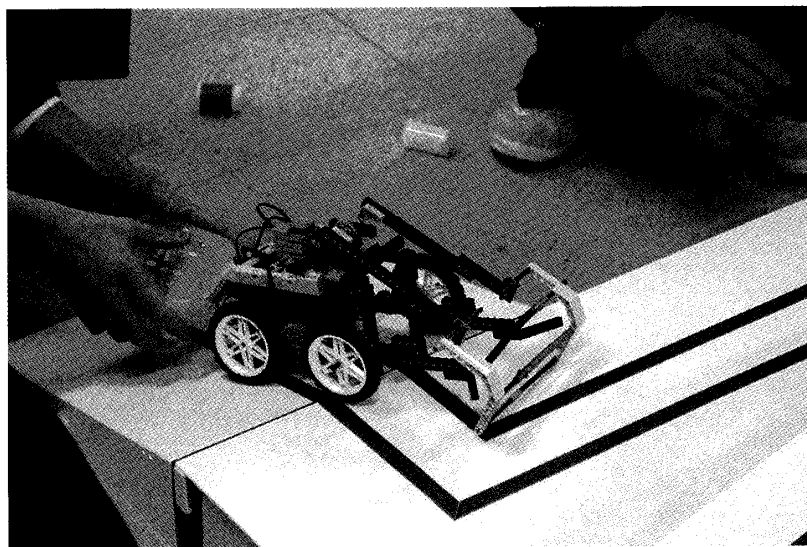


図5 アーム付きロボットのリモコンによる操作

授業中は常時、図3のフィールドを教室内に設置しておいた。生徒は製作したロボットを実際にフィールド上で動かしてロボットの問題点を見つけ出し、手直しをするということを繰り返していた。また、他班の走行の様子を見て、自班のロボットの問題点に気づく班もみられた。以下にそのようすを示す。

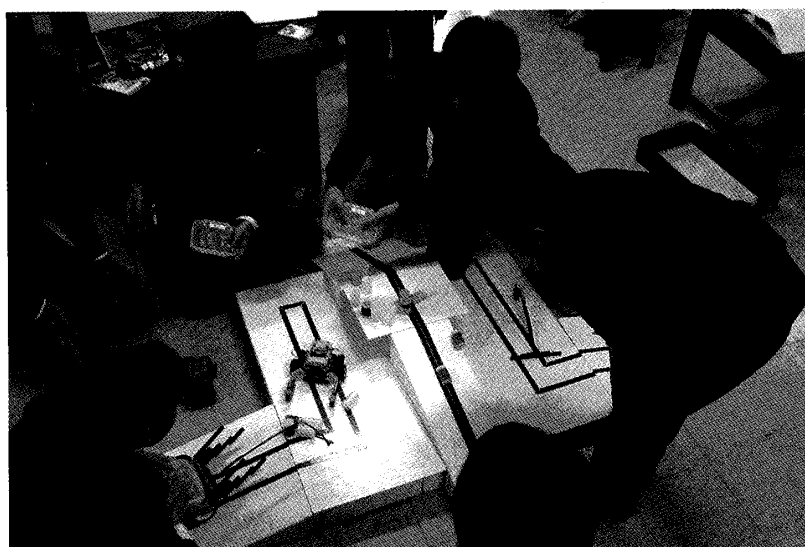


図6 ロボットの製作過程

平成15年、平成16年度とも全ての班が、試行錯誤を経て競技に参加可能なロボットを完成させていた。

競技の前の授業では、それぞれの班が製作したロボットの基本性能を披露する単独試走を実施した。また、平成15年度には、単独試走および競技に山口大学教育学部の技術教育の学生が製作したロボットも特別参加しており、参加ロボットは12台となった。

2.4. 競技結果

授業の最終日に競技(ロボットコンテスト)をトーナメント形式で行った。

図7、図8にそれぞれ、平成15年度と平成16年度の競技結果を示す。最下段には班の番号とその下に括弧付きで単独試走における取得得点を示した。トーナメント表の中には取得点数を枠の中に、勝利した班(班の番号に下線)を枠の外にそれぞれ示した。

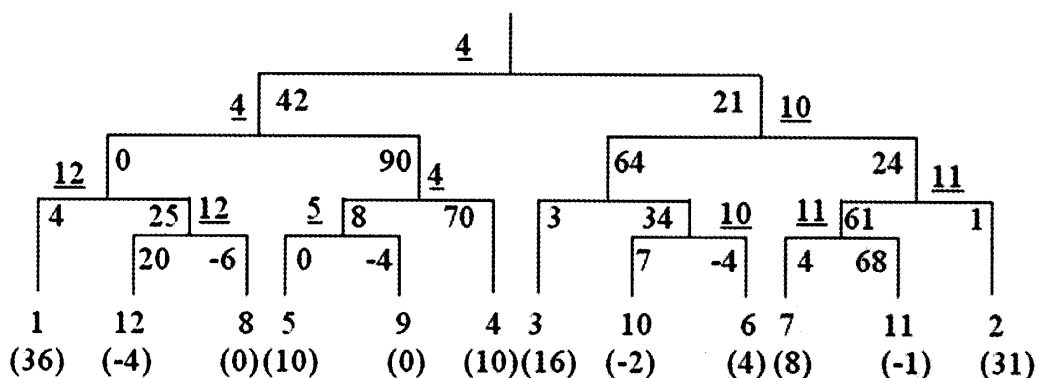


図7 平成15年度の競技結果

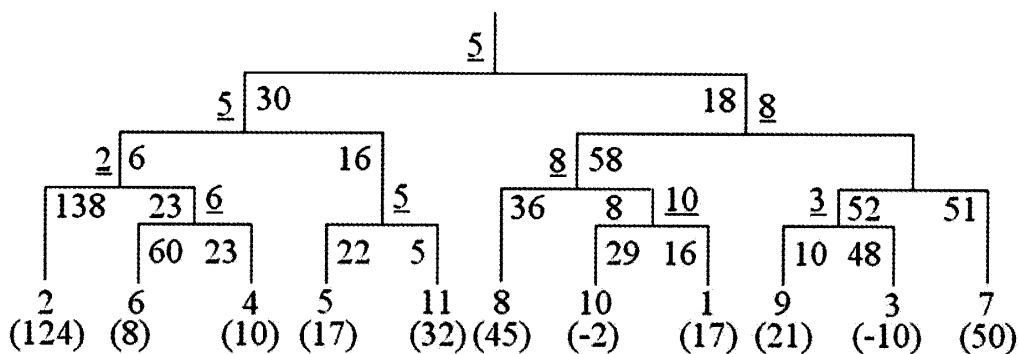


図8 平成16年度の競技結果

自律型のロボットは無条件に得点が20点加算されるにもかかわらず、平成15年、平成16年度とも、すべてがリモコンを使用した操縦型ロボットであった。

また、両年度とも、ロボットの製作過程では、ほとんどの班の生徒が3つ目のモーターを利用してアームを駆動させていたが、最終的にモーター駆動のアームを取り付けたロボットの数は、平成15年度が6台、平成16年度は1台であった。

図7、図8の競技結果から、単独試走の最高点は平成15年度が36点、平成16年度が124点、同様に競技の最高得点はそれぞれ90点、138点というように、単独試走および競技ともに平成16年度の方が取得点数が多いのがわかる。さらに、最高点のみならず、他の班の取得点数も全般的にこれと同様な傾向を示している。

この傾向はアーム付きロボットの数に関連があると推察している。アームを取り付けメカニズムに工夫をこらした平成15年度の参加ロボットの方が、勝敗を重視した平成16年度のロボットに比べ、制限時間内における得点能力が全体的に低かったものと思われる。今後はアイデアを評価することを周知徹底することや、モーター駆動のアームを取り付けなければ最高点のフィルムケースを取得できないようにフィールドを変更することなどが必要である。

通常のロボットコンテストでは、たとえアイデアが浮かんでも、それを実現するための変更によくの加工と時間を要したり、使用したキットにそのような柔軟性がなかったりする場合、生徒達がアイデアを実現することをあきらめてしまうことも起こり得る。しかし、マインドストームを利用した場合、アイデアを実現するために機械加工を必要としないため、ちょっとしたひらめきによりロボットの作り直しや改良に取り組む多くの生徒を見受けることができた。

しかし、その一方で、あるタイプのロボットが競技に強いことが製作過程で判明すると、いままで創意工夫して製作したロボットを簡単に分解し、それとよく似たタイプのロボットに変更してしまうという欠点も見受けられた。

3. リモコンおよび競技の評価

開発したリモコンと競技の評価を行うために、平成15年度および平成16年度の授業実践において、ロボットコンテストを行った授業最終日にアンケートを実施した。本章では3.1において、その調査結果を報告する。そして、3.2ではアンケート結果とリモコンの改良について検討する。

3.1. リモコンおよび競技についての調査結果

アンケートの設問は、リモコンに関する設問(1)～(3)と競技に関する設問(4),(5)とがあり、その内容をそれぞれ以下に示す。

設問(1)「リモコンはあったほうがよい」、設問(2)「リモコンは簡単に使えた」、設問(3)「リモコンを利用するためのロボットのプログラムは理解できた」、設問(4)「競技は難しかった」、設問(5)「今回のフィールドで楽しく競技できた」。各年度における調査結果をそれぞれ表1と表2に示す。

表1 平成15年度のリモコン・競技についてのアンケート結果

	はい	どちらかといえははい	どちらかといばいいえ	いいえ
(1) リモコンはあったほうがよい	19	2	0	0
(2) リモコンは簡単に使えた	4	12	3	2
(3) リモコンを利用するためのロボットのプログラムは理解できた	13	4	4	0
(4) 競技は難しかった	10	6	3	1
(5) 今回のフィールドで楽しく競技できた	16	4	1	0

表2 平成16年度のリモコン・競技についてのアンケート結果

	はい	どちらかといえははい	どちらかといえはいえ	いいえ
(1) リモコンはあったほうがよい	18	4	0	0
(2) リモコンは簡単に使えた	4	9	7	2
(3) リモコンを利用するためのロボットのプログラムは理解できた	8	7	5	2
(4) 競技は難しかった	15	4	3	0
(5) 今回のフィールドで楽しく競技できた	11	7	3	1

各年度のリモコンについての設問項目の回答結果を図9と図10に棒グラフにしてそれぞれ示す。同様に競技についての結果を図11と図12に示す。ここで、++：肯定(はい)、+：弱い肯定(どちらかといえははい)、-：弱い否定(どちらかといえはいえ)、--：否定(いいえ)を表す。

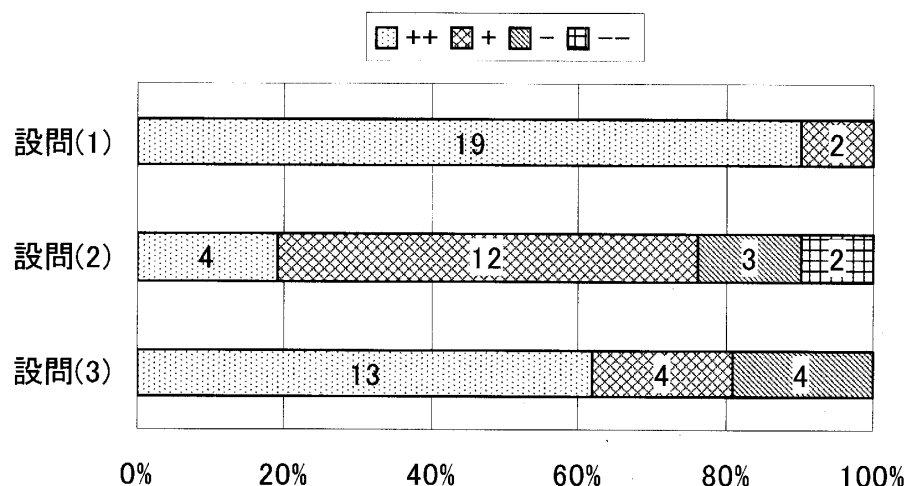


図9 リモコンについてのアンケート結果 (H15年度)

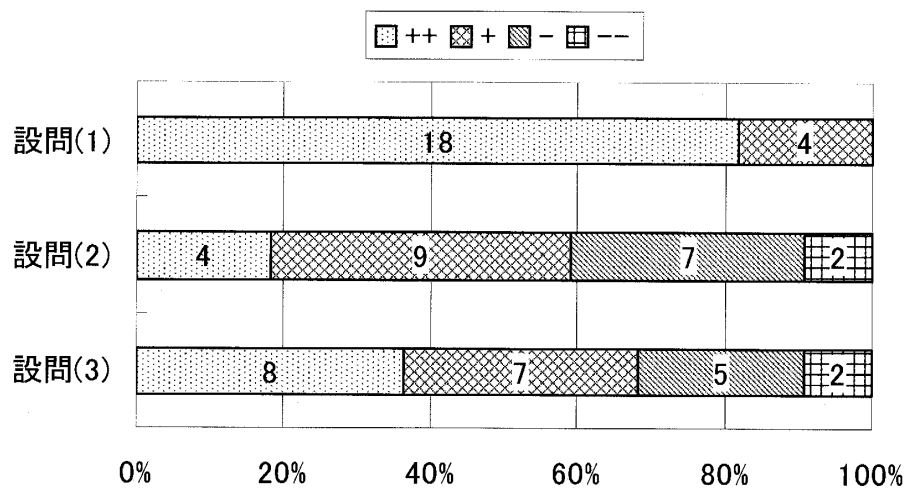


図10 リモコンについてのアンケート結果 (H16年度)

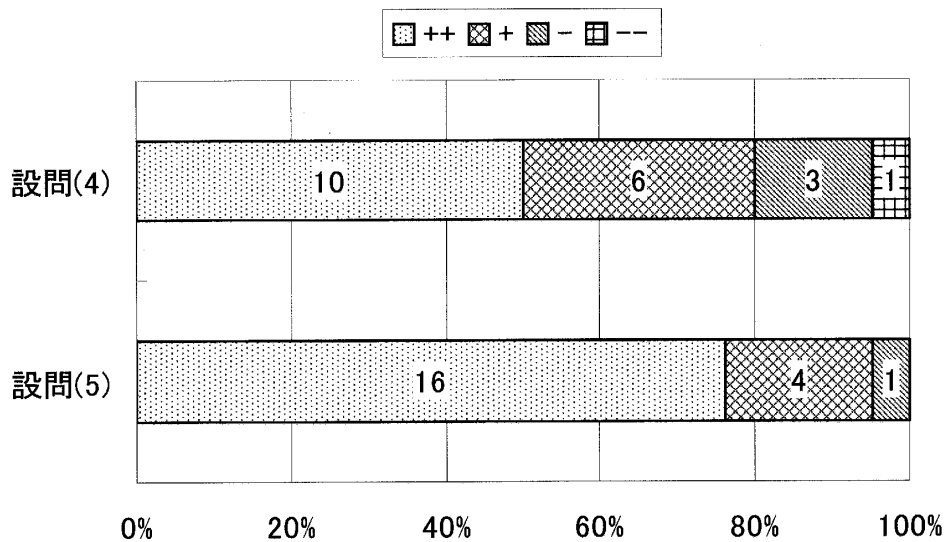


図11 競技についてのアンケート結果 (H15年度)

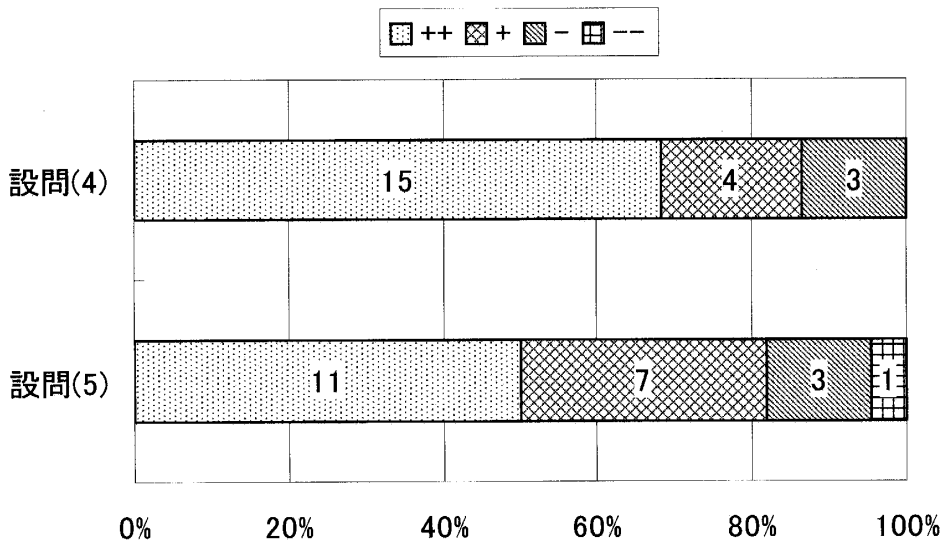


図12 競技についてのアンケート結果 (H16年度)

さらに、「リモコンの使用で思ったこと」という質問に対する記述式の回答結果を以下に示す。

リモコンの使用で思ったこと (平成15年度)

- 3つスイッチが欲しかった
- 電池の消耗が早い
- 電池がすぐ外れる
- 操作が難しかった
- リモコンは強く押せば強くなることがわかった
- 本番で調子が悪く残念だった
- リモコンに指示を送ってもあまり動かなかった

- 楽しかった
- センサーが届く範囲が少ない

リモコンの使用で思ったこと（平成16年度）

- プログラムできる数に限りがある
- 作業部のスイッチをどうしようか迷った
- 操作が難しかった
- プログラムが簡単でやりやすかった
- 中の部品がすぐ取れる
- リモコンに指示を送ってもあまり動かなかった
- 時々壊れる
- センサーが届く範囲が短く、角度が狭い

3.2. アンケート結果の検討とリモコンの改良

はじめに、図9、図10のリモコンについてのアンケート結果について検討する。設問(1)「リモコンはあったほうがよい」に対しては、約90%(H15)と約82%(H16)の生徒がはい(肯定)と答えており、弱い肯定を含めると、両年度とも、すべての生徒がリモコンの導入を肯定的にとらえているのがわかる。リモコンを使用するとロボットの遠隔操作ができるようになるので、思い通りにロボットが動くよう試行錯誤してプログラムを何度も組換える生徒達の姿も見られた。設問(1)に関連する設問(3)「リモコンを利用するためのロボットのプログラムは理解できた」に対しては、約62%(H15)と約36%(H16)の生徒が肯定的な回答をしており、弱い肯定を含めると約81%(H15)と約68%(H16)の生徒が肯定的であることがわかった。一方、設問(2)「リモコンは簡単に使えた」では、はい(肯定)と答えた生徒は約19%(H15)と約18%(H16)にとどまっている。弱い肯定を含めると全体として約76%(H15)と約59%(H16)の生徒が肯定的にとらえてはいるものの、肯定が18, 19%程度では、リモコンの操作性に問題があることも考えられる。また、この設問(2)の結果は、記述式の質問「リモコンの使用で思ったこと」の回答として「操作が難しかった」、「本番で調子が悪く残念だった」という答えがあったことから推測できる。しかしながら、リモコンが簡単に使えるようになるためには、ロボットを直感的に操作可能なようにプログラムを修正することや、リモコン自体の操作に慣れることを、生徒達自らがトライするように、教師がうながすことも重要である。

つぎに、競技についてのアンケート結果(図11、図12)について検討する。設問(4)「競技は難しかった」については、50%(H15)と約68%(H16)の生徒がはい(肯定)と答えており、どちらかといえばはい(弱い肯定)まで含めると80%(H15)と約86%(H16)の生徒が、競技は難しかったと感じているのがわかる。設問(5)の「今回のフィールドで楽しく競技できた」に対して、約95%(H15)と約82%(H16)の生徒が肯定的にとらえていること、および設問(4)の回答から総合的に判断して、生徒達は競技自体の難易度は高いと感じつつも、競技に楽しんで参加していたことがわかった。

最後に、記述式の質問「リモコンの使用で思ったこと」に対する回答について検討する。この中には、すぐにでも対策が必要な「電池がすぐ外れる」といった基本的な問題点があった。これは、電池ボックスとタッパーの底に必要以上の空間があるためである。そこで平

平成16年度にはタッパーの底に50mm×60mm×7mm程度のスポンジを取り付けることによりこの問題を解決した。また、回答の中に「リモコンを強く押せば強くなることが分かった」というリモコンに対する誤った認識も含まれていた。今後はリモコンの使用前に、赤外線通信の特徴を十分に生徒に説明することが必要である。

その他、「リモコンに指示を送ってもあまり反応しなかった」、「センサーが届く範囲が少ない」、「センサーが届く範囲が短く、角度が狭い」という回答があった。また、「3つスイッチがほしかった」という回答もあった。これらについての対策として、平成16年度の実践授業終了後にリモコンのハードウェア面での大幅な改良を行った⁷⁾。現在はRCX側の受信プログラムの反応速度について検討中である。

4. まとめ

平成15年、16年度に、山口大学教育学部附属光中学校において、開発したマインドストーム用のリモコンを導入したロボットコンテスト形式の授業を実施した。本論文では、リモコンを導入したロボットコンテスト形式の授業実践を報告するとともに、その有効性をアンケート調査から検証した。

その結果、開発したリモコンの導入については、すべての生徒が肯定的であることがわかった。今回のように、自律型のロボットでは中学生には実現が困難と思われる高度な内容を含む競技であっても、すべての班が競技に参加可能なロボットを最終的に完成させていた。このことから、リモコンの有効性を確認することができた。

授業実践を通して、リモコンの開発によりロボットの教示教材として認知されているマインドストームの新たな利用方法の有効性を示すことができた。今後はRCX側の受信プログラムの反応速度について検討し、ソフトウェア面からリモコンの操作性の向上をはかる予定である。

最後に本研究を進めるにあたり平成15年度と平成16年度の両年度にわたり山口大学教育学部、学部・附属共同研究として支援を得たことに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) Paul Wallich : Mindstorms not just a Kid's Toy, IEEE Spectrum September, pp.52-57, 2001
- 2) Jin Sato, 白川裕記, 牧瀬哲郎, 倉林大輔, 衛藤仁郎 : LEGO MindStorms パーフェクトガイド, 翔泳社, 1999
- 3) 森岡 弘, 上村 梨紗, 秋本 泰宏, 岡 正人 : マインドストームを利用した技術科の教育方法に関する研究, 山口大学教育学部・附属教育実践総合センター研究紀要第17号, pp.35-50, 2004
- 4) 森岡 弘, 上村 梨紗, 秋本 泰宏, 岡 正人 : マインドストームを使用した技術科の授業実践報告, 山口大学教育学部・附属教育実践研究紀要第3号, pp.151-160, 2004
- 5) 森岡 弘, 上村 梨紗, 秋本 泰宏 : マインドストームを使用した技術科の授業実践報告1 (ロボコン形式の授業に対する目標準拠評価), 日本産業技術教育学会中国支部第33回大会講演要旨集, p.5, 2004
- 6) 上村 梨紗, 森岡 弘, 落合 積, 岡 正人, 白濱 弘幸, 秋本 泰宏 : PICを用いた

マインドストームの遠隔操作装置の開発 , 山口大学教育学部・附属教育実践総合センター研究紀要第18号, pp.97-112,2005

- 7) 森岡 弘, 亀島 健一, 秋本 泰宏, 岡 正人, 白濱 弘幸, 森 慎之助: PICを用いたマインドストームの遠隔操作装置の開発 (2), 山口大学教育学部・附属教育実践総合センター研究紀要第20号, pp.141-154, 2005
- 8) 上村 梨紗: LEGO Mindstorms を使用した技術科教育方法に関する研究, 山口大学大学院教育学研究科修士論文, 2004