

動かす教材を使った学習意欲を掻き立てるプログラム

神奈川工科大学教員研修カリキュラム開発連絡協議会
横浜市教育委員会 ・ 横浜市立中学校 技術・家庭科研究部会

I. モデルカリキュラム開発の目的・方法・組織

1. 開発の背景と目的

機械・電子・情報などの工学分野を融合した工学技術は、私たちが日頃使用するデジタル家電やロボット技術の基礎となる組み込み技術として日本の産業技術を支える重要な分野となっている。特にロボット技術の進化に伴い家庭生活や趣味の領域までそれらの影響が浸透していくと考える。また、アジアや欧米の各国では、小・中学校から大学までロボットをテーマとしたサイエンスおよび技術教育に注目が注がれ、ロボット技術習得とコンテスト形式での課題攻略的なものづくりを融合した教育を推進している。国内の技術教育に熱心な学校においては、ロボットなどの工学技術との関連性を設けた総合的な学習が行われているが、一般的には技術革新のスピードに対応した各学校独自の技術習得や習得技術を活用した新しい授業への対応は十分とはいえない。

本研修カリキュラム開発では、中学校の技術・家庭科および理科教員に対して中学生が興味を引くロボットをテーマとした機械・電子・情報工学分野の技術要素の実践的な習得と課題を攻略ロボットの製作による創造的な問題解決力の養成を目的とした研修カリキュラム開発を進めた。また、単に関連技術技能の習得に留まらず、研修内容を応用した授業環境の整備や生徒向けの学習課題の設定などもあわせて習得するなどの研修後の発展展開が可能な研修項目も盛り込むものにした。この開発したモデルカリキュラムとその実践さらには教員の研修成果の授業への取り組みが、若年層の創造立国としての工学技術教育や産業技術の向上を推し進めるために寄与することを期待して開発に着手した。

2. 開発の方針

平成19年度教員研修モデルカリキュラム開発プログラムに応募するに際して、神奈川工科大学内の学長を中心とする教員有志で準備委員会を発足し、理工系大学として特色のある研修プログラムおよび実施計画に関して議論を行い、本学教員が取り組む県内高校教員向け研修プログラムや小学生から高校生に向けて実施している体験科学教室の内容と中学校の理科あるいは技術の学習内容を考慮して研修カリキュラムのテーマを以下に絞り、研修カリキュラム開発チームで具体的な実施内容を検討した。テーマとして児童や生徒が興味を引き今後の産業技術としても発展するロボット制御をテーマとした。

研修テーマおよび内容

●マイコン制御ロボット関連

1. ロボットとは
自律型ロボットの仕組みやロボット応用分野の概説
2. ロボット技術を支えるマイコンとセンサ技術
ロボットの感覚としてのセンサの仕組みとロボット制御の中心となるマイコンの機能
3. 組み込み技術とロボット
ロボット制御とC言語制御プログラムの基礎、家電製品まで広がる組み込み技術の実際
4. 電子部品とその役割
電子部品の機能と電子回路の製作

5. マイコンを応用した自律型ロボットの製作の基礎

●課題解決を含んだロボット製作関連

上記1～3の内容を含む。

6. システム玩具を応用した技術教育

欧米やアジア各国でのロボットをテーマとしたサイエンス教育の実践

7. システム玩具を応用したロボット製作

ロボット開発ツールの構成、機能とプログラム制御の基礎

8. システム玩具を応用した課題攻略

課題攻略型ロボット製作を通じた創作的問題解決の実践、PDCAの実践

●授業への導入関連（上記2分野の研修カリキュラム共通事項）

9. 研修内容の授業等への導入と学習環境の整備

ロボット製作のための部品や学習教材・ツールの準備、ロボット製作環境の整備

ロボット学習環境の整備

10. 授業等での到達目標の設定と課題の構成

ワーク形式によるロボット製作実習等の学習目標の設定

3. 研修カリキュラム開発組織の構成

神奈川工科大学と交流のある横浜国立大学、横浜市教育委員会、横浜市立中学校 技術・家庭科研究部会からの推薦教員、本学と連携関係にある神奈川県立総合教育センター、教材開発企業などからなるアドバイザーグループによる神奈川工科大学研修カリキュラム開発連絡協議会を図1のように組織した。

この連絡協議会では、カリキュラム開発の成果を評価し、研修会運営に関する事項を外部からの意見を取り入れながら最終決定する機関である。連絡協議会は以下の日程および議題で開催された。

神奈川工科大学研修カリキュラム開発連絡協議会の開催

第1回 日程：平成19年 5月18日 17:00～18:00

会場：神奈川工科大学 情報学部棟 メディアホール

議題：教員研修カリキュラム開発の実施計画について

第2回 日程：平成19年 5月18日 17:00～21:00

会場：横浜市教育文化センター 被服室

議題：教員研修カリキュラム開発の実施計画について

第3回 日程 平成20年 3月 5日 17:00～19:00

会場：横浜市教育文化センター 被服室

議題：教員研修カリキュラム開発実施報告について

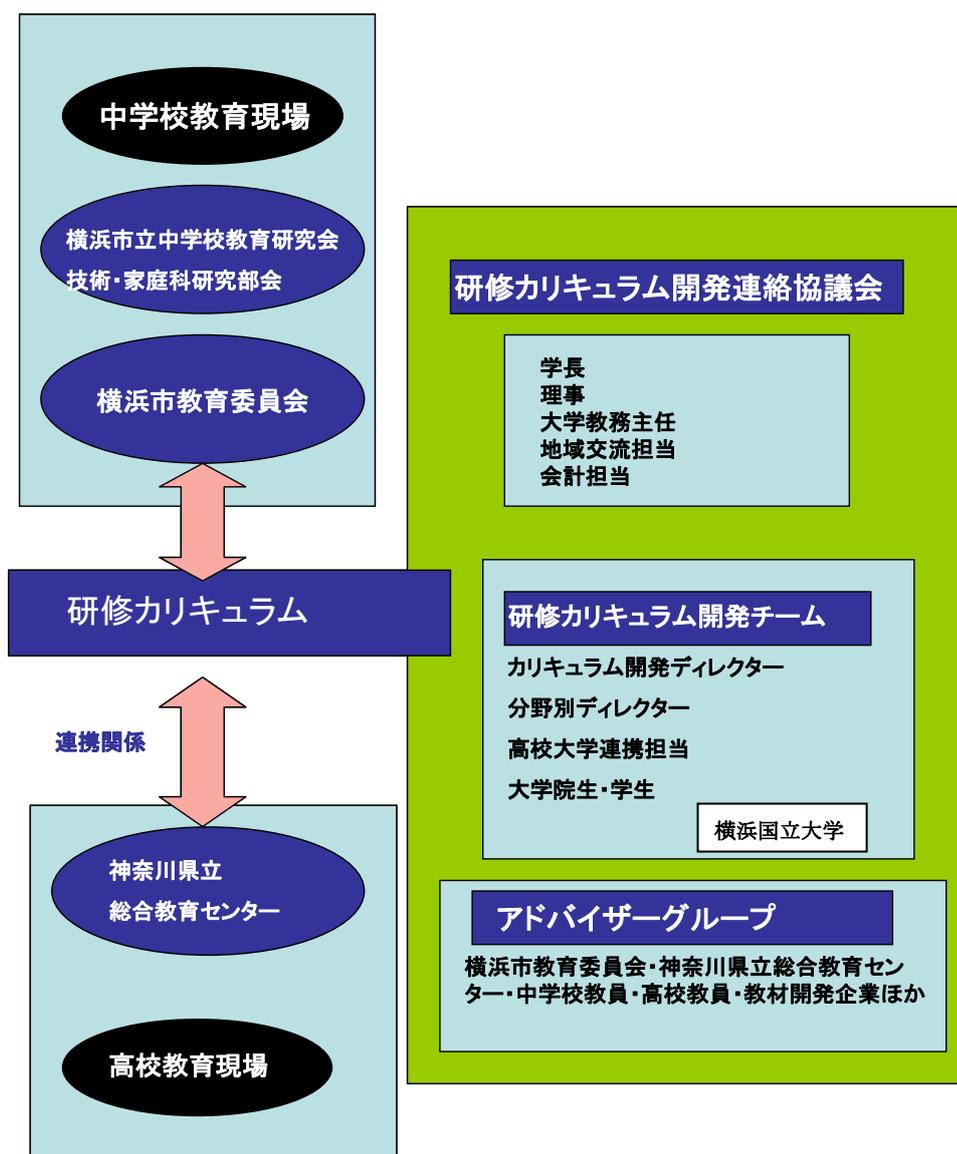


図1. 神奈川工科大学教員研修カリキュラム開発連絡協議組織図

研修カリキュラム開発の活動経過

横浜市立中学校校長会および横浜市立中学校 技術・家庭科研究部会からの推薦を得た中学校教諭、横浜国立大学、神奈川工科大学からの教員および大学院生によって構成されるカリキュラム開発チームを設置し、本研修カリキュラムの内容および研修実施・募集について検討を進めた。

神奈川工科大学で実施してきた学外教員向けの研修事業や小学生から高校生に対して実施した体験型学習プログラムをもとにモデルカリキュラム案を作成した。特に神奈川県立総合教育センターと連携実施している高校教員向け研修事業の評価結果などをもとに、基礎技術をもたない研修教員に対する導入学習や単に技術研修ではなく授業への発展的展開が可能な方策などに配慮し研修プログラムを策定した。また、研修教材の選定および開発においても開発メンバーの教育的経験や外部企業などの

アドバイスを受けながら実践的に開発取り組んだ。

研修カリキュラム開発チームの活動

第1回 日程：平成19年 6月 9日 9:00～16:00

会場：横浜市立東永谷中学校

議題：研修カリキュラム案の検討と横浜市中学生自律型ロボット学習の視察

第2回 日程 平成19年 6月21日 17:00～20:00

会場：横浜市教育文化センター 被服準備室

議題：研修カリキュラム内容の提案

第3回 日程 平成19年 7月18日 17:00～20:00

会場：横浜市立軽井沢中学校 視聴覚室

議題：研修カリキュラム内容の検討と研修会開催に向けて

第4回 日程 平成19年 8月 8日 12:00～13:00 17:00～21:00

会場：横浜市立軽井沢中学校 教室

議題：研修内容に関するアンケート

研修実施に関する意見交換

第5回 日程 平成19年 8月 9日 17:00～20:00

会場：横浜市立東永谷中学校 木工室

議題：研修実施に関する意見交換

事後個別研修への対応

第6回 日程 平成19年 8月10日 17:00～20:00

会場：横浜市立東永谷中学校 木工室

議題：研修実施と今後の対応

アンケート集計に関して



Ⅱ. モデルカリキュラム開発の実際とその成果

1. モデルカリキュラム

本研修プログラムは、ロボットをテーマとした研修内容であり、研修を受けた中学校教員が関連の授業において発展的な展開ができることを目的として開発を進めた。研修参加において工学技術的な基礎を問わずロボット関連技術の基礎やその応用分野を体験的に習得し、研修会終了後も各教員が発展的な学習ができるような内容を含むことを目標として検討を進めた。

当初申請段階での大学側から研修カリキュラムの原案では、マイコン制御によるロボットが身近な存在として位置づけられているため、電子回路およびプログラム技術を含んだマイコン制御型ロボット（自律型ロボット）を研修テーマとした。開発を進めていく上で中学教員の技術スキルの現状を考慮すると C 言語などによるプログラム技術を研修に取り入れることは未消化になることや設備面などの問題により研修内容をもとにした授業展開がむずかしいなどの問題点が見出され当初予定していた研修内容を変更した。

研修カリキュラムは教員の研修の目的に応じて以下の 2 つのテーマを設定して実施案を策定した。

研修 A ロボット工学入門

目的：

ロボットアームの製作実習をとおしてロボット制御や電子回路技術の基礎の習得を目的とする。

研修 B 問題解決を含んだロボット製作

目的：

ロボットの仕組みを理解し、課題解決型のロボット設計製作をとおして問題解決力の育成を目的とする。

両研修は、ロボットをテーマとした内容である。原理的な内容の理解を含んだ研修 A とロボットの基礎と問題解決力を育成するという研修 B であり、研修目的や研修参加者の技術スキルに対応して、カリキュラムを活用することが可能である。また両研修とも授業への展開を含めた内容を取り入れ授業改善などにも応用可能な内容になっている。

研修 A: ロボット工学入門

研修内容

昨今の技術革新は著しく、特にロボット工学の分野は人間の生活環境にまで入り込み、人間の生活環境を豊かにしてくれる可能性が見えてきた。本研修は、中学校の技術・家庭科および理科の担当教員に対して、ロボット工学の基礎の習得とスキルアップを目的とする。

この研修では、ロボット制御の基礎であるフィードバック制御をマスタースレーブロボットアームの原理や制御電子回路を講義と実習を通して理解しロボット技術の基礎を習得する。

マスタースレーブロボットアームでは、マスターアームを動かすとスレーブアームがそれに追従して動く仕組みであり、人間が入れないような危険な環境での作業やインターネットを利用した遠隔操作作業などで応用されている。図2は機械的な連結のマスタースレーブアームを示している。

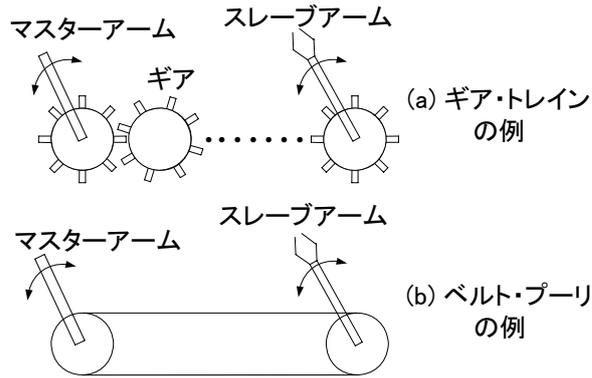


図2 機械的なマスタースレーブ

現在では、電子回路やコンピュータが使える、よりインテリジェントなシステムが製作可能となる。図3に示すようにマスターアームの回転角度をセンサで読み取って電圧とし、またスレーブアームの回転角度をセンサで読み取って電圧とする。その両者の電圧の差を偏差演算回路で演算し、モータはその差がゼロになるようにスレーブアームを動かします。それにより、マスターアームにスレーブアームが追従することになる。

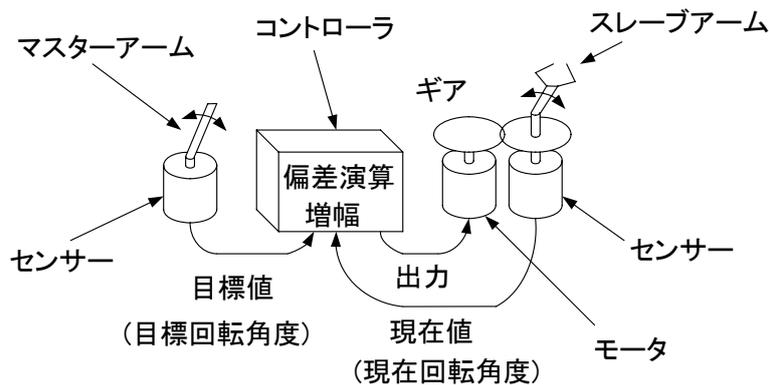


図3 現代の技術を用いたマスタースレーブ

以上のようなロボット制御の基本であるフィードバック制御を実際に電子部品をもちいた製作を通して原理を学習しロボット工学の基礎に触れる。

研修 A のスケジュールおよび研修内容

10 : 00 ~ 10:10	ガイダンス
10 : 10 ~ 11:10	講義 1.1 マスタースレーブ方式ロボットの原理 1.2 センサの基礎 1.3 オペアンプの基礎 1.4 モータの基礎 1.5 制御回路の基礎
11 : 10 ~ 12:00	実習 2.1 テスターの説明と取り扱い
12 : 00 ~ 13:00	昼食および休憩
13 : 00 ~ 17:00	実習(続き)・意見交換・アンケート 2.2 部品の説明 2.3 抵抗の測定 2.4 センサの測定 2.5 オペアンプの測定 2.6 マスタースレーブ方式ロボットの製作

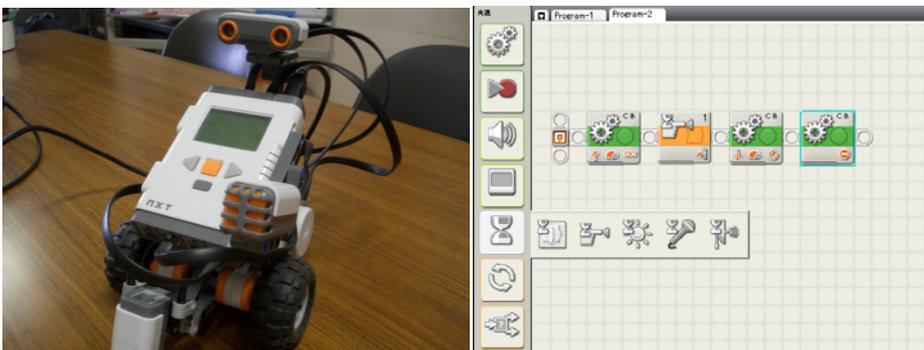
研修会終了後、発展的個別研修が可能なように参考文献や簡易テスターなどを研修参加教員に配布する。また、授業への導入が可能なように研修で教材部品の購入方法なども合わせて説明する。

研修 B: 課題解決を含んだロボット製作

研修内容

欧米やアジア諸外国で小中学校から大学までの工学基礎学習や問題解決力を育成するプログラムで活用され、国内でも教育の現場でその効果に注目が集まるロボット教育システムを用いて、ロボットシステムやプログラムと制御の理解さらには課題解決力を育成することを目的とした。

本研修では、ブロック型のマイコンやセンサと GUI(グラフィカルユーザインターフェイス)簡易言語を応用することで自律型ロボット製作が可能なシステム玩具を応用し研修を進める。研修ではロボット教材の開発の背景や欧米などでサイエンスおよびテクノロジー教育の事例の紹介からはじまり、ロボット制御の実際に触れ、最終的には与えられた課題をグループで攻略するロボットを製作することを実施する。また、研修参加教員の工学関連のスキルアップや教育改善の手法を習得する。



(あ)

(い)

図4 (あ) 使用したロボット製作教材と (い) GUI 簡易言語によるプログラム作成

研修 B のスケジュールおよび研修内容

●〈第 1 日目〉

10:00 ～ 10:30 研修会ガイダンス

10:00 ～ 12:00 LEGO と教育

LEGO Mindstorms と技術教育 授業への導入

12:00 ～ 13:00 昼食および休憩

13:00 ～ 16:00 LEGO Mindstorms によるロボット製作実習(基礎編)

16:00 ～ 16:30 後片付け・諸連絡事項 解散

●〈第 2 日目〉

10:00 ～ 10:15 諸連絡事項

9:30 ～ 11:00 LEGO Mindstorms によるロボット製作実習(課題ロボット設計)

11:00 ～ 12:00 LEGO Mindstorms によるロボット製作実習(課題製作)

12:00 ～ 13:00 昼食 および休憩

13:00 ～ 15:00 LEGO Mindstorms によるロボット製作実習(課題製作)

15:00 ～ 16:30 ロボット発表会・意見交換 ・アンケート

2. 教員研修会の開催

開発した研修カリキュラムをもとに横浜市立中学校教員を対象に研修会参加募集を行い、研修会を開催した。

研修 A

開催日：平成 19 年 8 月 8 日

会 場：横浜市立軽井沢中学校 視聴覚室

参加教員：

横浜市教育委員会指導主事、横浜市中学校技術・家庭科研究会部会長・横浜市中学校技術・家庭科教員 8 名 研修カリキュラム開発チーム アドバイザー 協力大学院生など 22 名が参加して実施した。

研修内容： アナログ制御をもちいたマスタースレーブロボットアームの製作をとおしたロボットフィードバック制御の基礎を学習した。また、アナログ電子回路の基礎や電子部品の機能やブレットボードをもちいた電子回路製作技法を体験した。



図 5 研修 A の開催の様子

研修 B

開催日： 平成 19 年 8 月 9・10 日

会 場： 横浜市立東永谷中学校 木工室 およびパソコン室

参加教員：

横浜市教育委員会指導主事、横浜市中学校技術・家庭科研究会部会長・横浜市立中学校技術・家庭科教諭 13 名、研修カリキュラム開発チーム アドバイザー（アフレルより） 協力大学院生など 25 名が参加した。

研修内容：レゴ マインドストームをもちいた教材導入事例の紹介とプログラムとセンサを活用したロボット制御の基礎を学習した。また学習したロボット制御をもちいて課題攻略するロボットの設計と製作をおこなった。

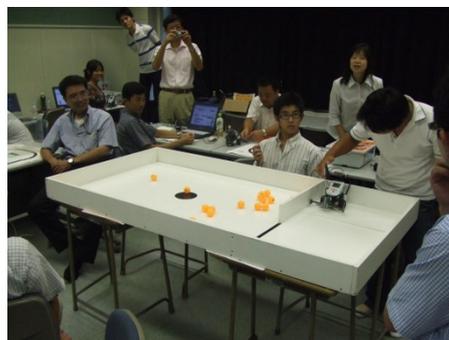


図 6 研修 B の開催の様子

両研修会后、研修参加者から研修内容に関するコメントをいただき、研修内容に関するアンケート調査を実施した。両研修会使用の教材は参加教員に配布し、研修会后自学学習や授業への応用ができる環境を提供した。研修で使用したテキストを資料 1・2として報告書に添付します。

3. アンケートによる研修カリキュラムの評価

2007 年 8 月 8 日に行われた研修 A「ロボット工学入門」、8 月 9、10 日に行われた研修 B「問題解決を含んだロボット製作」のそれぞれに参加した中学教員に対して実施したアンケート結果について報告する。アンケートの設問は 1.研修カリキュラムの技術レベルについて、2.研修後の発展的な学習について、3.研修内容の授業への導入について、に分け、それぞれ 5 段階もしくは 3 段階で評価する形式にした。また、各設問に自由欄を設けた。アンケート結果より当カリキュラムの分析および今後の改善点を述べる。

研修 A に関して

電子回路や組立てといった物作りが中心だったため、研修メンバーに取り組みやすかったのか、積極的な意見が多く、本研修カリキュラムの目標を果たしたと思われる。反省点としては、電気・電子系を専門としない教員にも電子工学の基礎がさらに分かような工夫が必要ではとの指摘があった。

研修 B に関して

市販のシステム玩具を用いたためか、研修会参加教員はハードウェア面のロボット製作は試行錯誤を重ね積極的な取り組みが見られた。一方、ロボット制御ソフト作成ではプログラムの流れや考え方、教材の使用方法的な理解が十分でなかったとの意見が複数あった。今回の研修では、研修時間関係上研修内容を問題解決力育成に中心をおいたためロボットとプログラムの流れを一体化することが充分理解できなかったことが原因のひとつと考えている。

両研修のアンケート結果から、参加教員は研修で得た成果を選択授業など少人数を対象にした授業を手始めに、徐々に正規授業のひとつとして取り入れていきたいという希望が多かった。

アンケート集計結果

以下に研修 A および B に関するアンケートの集計結果を標記する。回答数はカリキュラム開発等に携わらなかった参加教員数でまとめている。

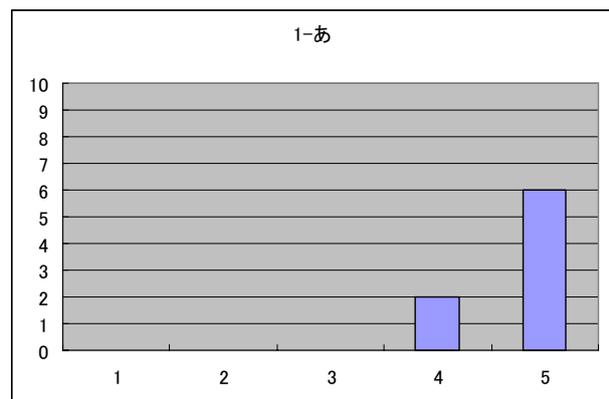
研修 A (有効回答数 8)

1. 研修カリキュラムの技術レベルについて

あ) 研修の目的と研修内容は一致していましたか？

いいえ 1 2 3 4 5 はい

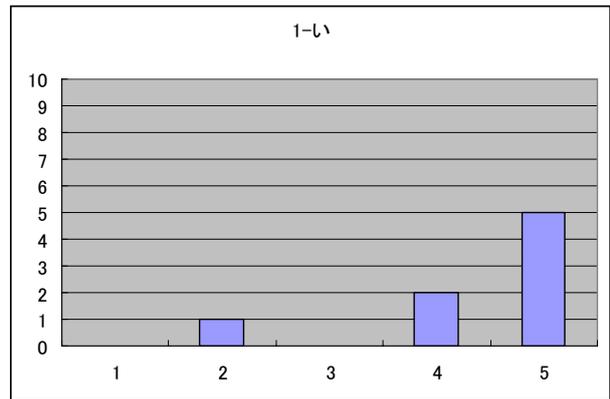
・負帰還制御は、ロボット制御必要だと思います。左右ともに動くことは生徒に面白みをあたえると思います



い) 研修内容は理解できましたか？

理解できなかった 1 2 3 4 5 理解できた

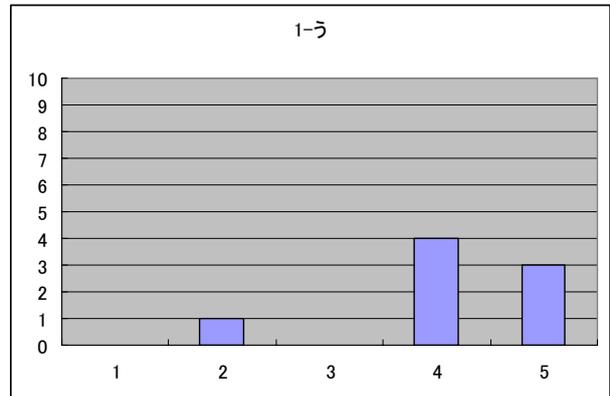
- ・大変ていねいでわかりやすい説明でした
- ・電氣的な制御の部分とメカとの関係がよくわかりました。オペアンプの説明がわかりやすかったと思います
- ・家庭科担当者にとっては、興味深い内容だが理解するのは難しかった。



う) ロボット製作のそれぞれの課程での指導内容や学習する内容を理解できましたか？

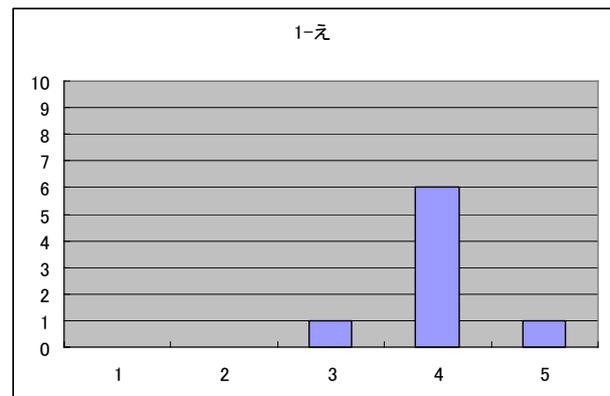
理解できなかった 1 2 3 4 5 理解できた

- ・今回の研修と実際のロボットの関係の説明なり動画あるともっと良かったと思います
- ・自分自身が夢中になってしまい、授業に活かす技術までは習得できなかった。



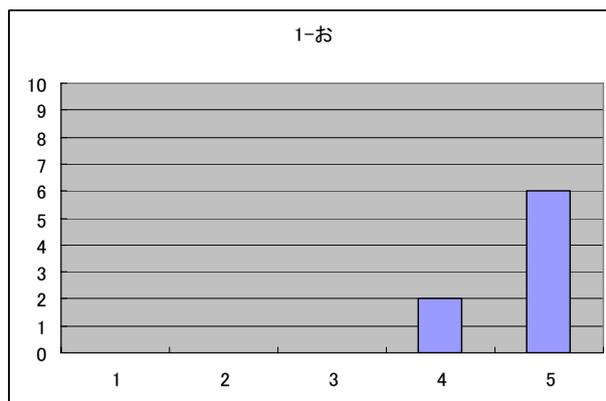
え) 研修内容が、子どもたちの考える力の解決やその対応に役立つと思いますか。

役立たない 1 2 3 4 5 役立つ



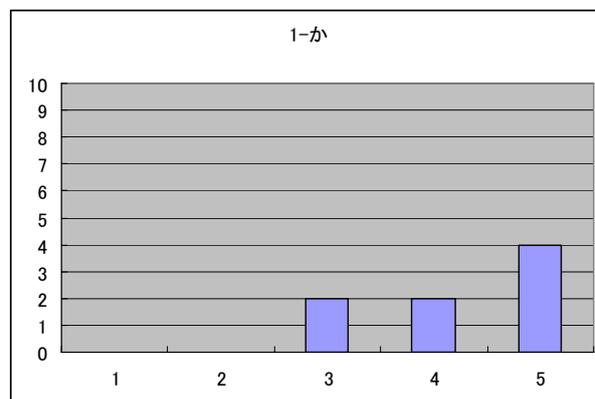
お) ロボット製作を通して、現実の技術開発との関連が理解できましたか？

理解できなかった 1 2 3 4 5 理解できた



か) 生活や産業社会の中で果たしている技術の役割が理解できましたか？

理解できなかった 1 2 3 4 5 理解できた

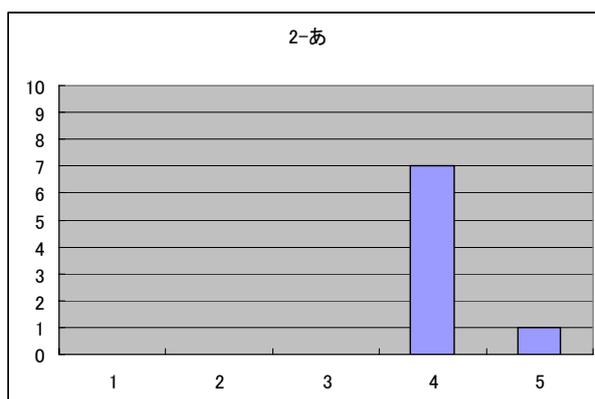


2. 研修後の発展的な学習について

あ) 研修内容はロボット教育以外の学習にも役立つと思いますか。

役立つしない 1 2 3 4 5 役立つ

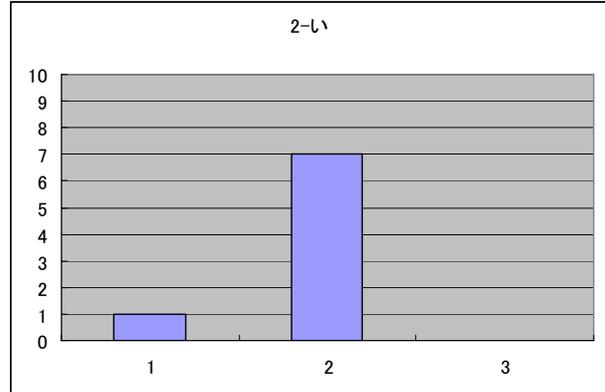
- NFB(負帰還)ですから、色々なことで役立つと思います。
- 考えて作って完成する喜びが困難に立ち向かう忍耐力をつけることになると思います
- 授業でコンピュータやロボットなどに使われている仕組みについて説明することがありますが、実際の製品などで応用的に使われている事例を教えていただけると助かります



い) 今回の研修内容をもとにさらに発展的に学習したいと思いましたが?

1.はい 2.機会があれば学習したい 3.思わない

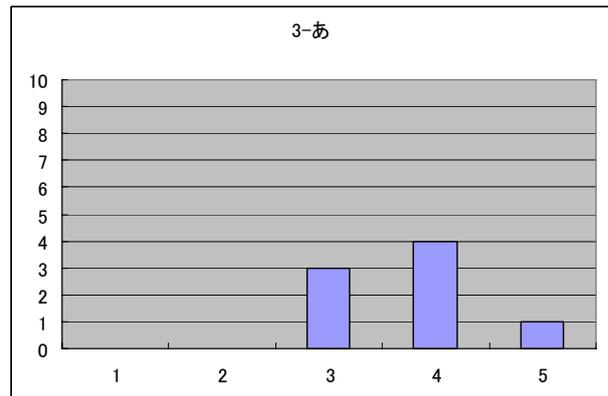
- ・モータを直接制御できるオペアンプがあるので楽になりましたネ
- ・時間があれば次の過程に進んで、実際に動かしてみたかった。



3. 研修内容の授業への導入について

あ) 研修を通して設計・考案するとはどういうことかを理解できましたか?

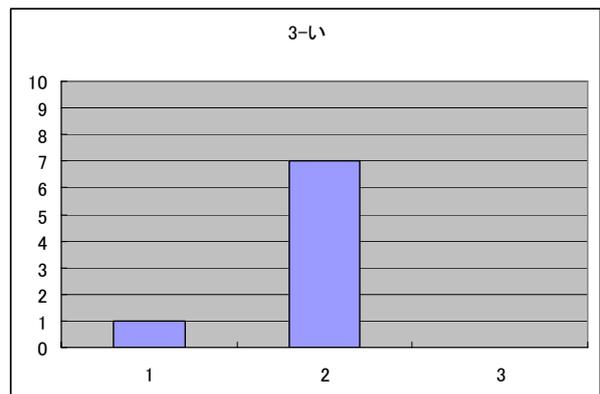
理解できなかった 1 2 3 4 5 理解できた



い) 研修内容を今後授業に応用したいと思いましたが?

1.はい 2.検討したい 3.いいえ

- ・選択授業で使えるかな
- ・中学生の発達段階や理解力、興味などを考えて検討したいと思います。
- ・自分が授業をするには、まだまだ勉強不足である。知識の無さを痛感した。



4. 研修 A 全般に関して

お気づきの点、ご感想などをお書き下さい。

- ・電気のアースと+Vcc の考え方が専門的じゃないかと思います。一般の先生に難しい。キット(電気)や専門的にやっていない人は途中の確認ができると(こま切れで)やった方がよいと思う。
- ・全く未知の分野の研修でしたが楽しく参加させていただきました。将来 TT や免許外でロボットの授業をすることになった時、本日の研修がとても役立つと思います。生徒にわかるように授業をすすめるには、まだまだ自己研さんがが必要です。
- ・いろいろとわかりやすく工夫していただき、とても参考になりました。
- ・専門的に勉強をしてきていないので、回路図の理解が難しく、なかなか組立てられなかったが、作業は大変楽しかった。工具や部品等を沢山いただいたので、学校に持ち帰り再度挑戦したいと思う。講師の先生を始め、学生の方々等、大変お世話になりました。

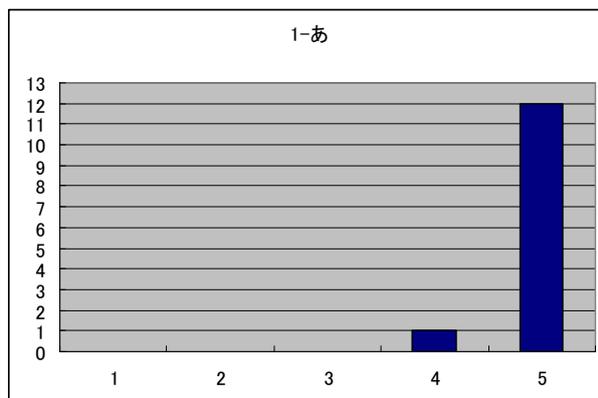
研修 B(有効回答数 13)

1. 研修カリキュラムの技術レベルについて

あ) 研修の目的と研修内容は一致していましたか？

いいえ 1 2 3 4 5 はい

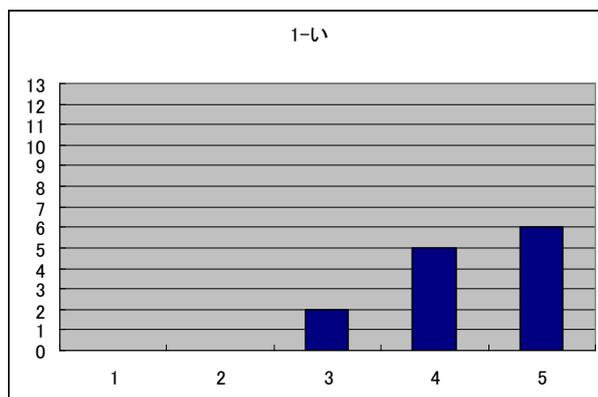
- ・とても一致していたと思います



い) 研修内容は理解できましたか？

理解できなかった 1 2 3 4 5 理解できた

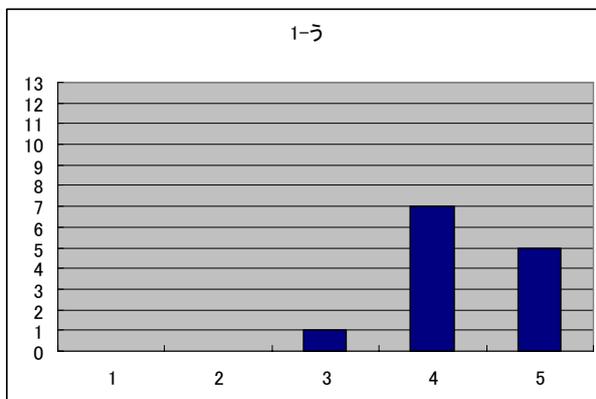
- ・ねらいはよく理解できた。プログラムの方が今一步理解できなかった。
- ・難解な所もありましたがおおむね理解できました



う) ロボット製作のそれぞれの課程での指導内容や学習する内容を理解できましたか？

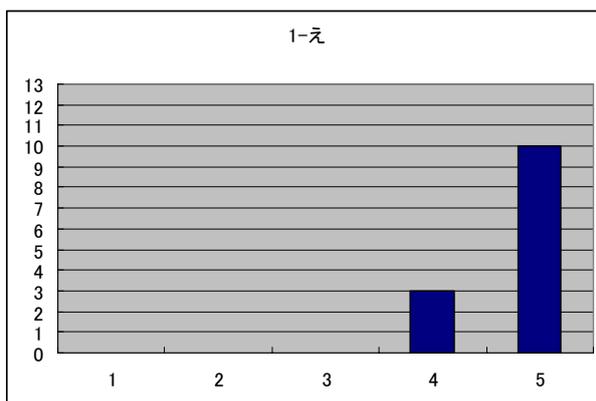
理解できなかった 1 2 3 4 5 理解できた

- プログラムの作り方が難しかったです。親切に教えていただけてありがとうございました。
- 教材パーツごとの利用方法
- やりたいことをプログラムで具現化すること



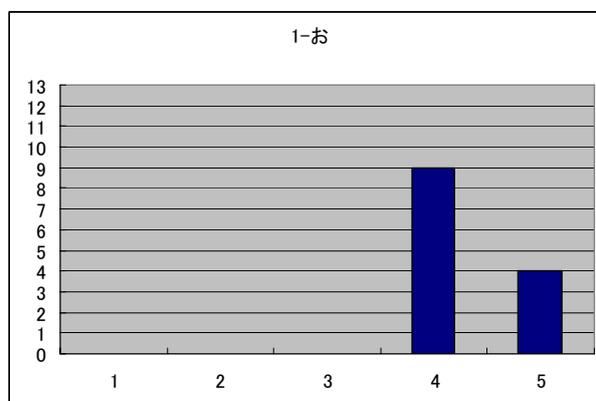
え) 研修内容が、子どもたちの考える力の解決やその対応に役立つと思いますか。

役立たない 1 2 3 4 5 役立つ



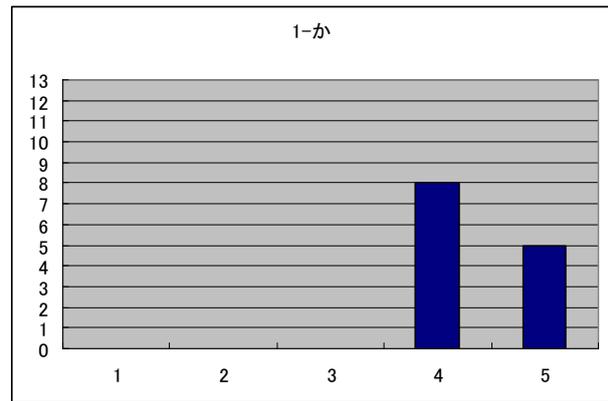
お) ロボット製作を通して、現実の技術開発との関連が理解できましたか？

理解できなかった 1 2 3 4 5 理解できた



か) 生活や産業社会の中で果たしている技術の役割が理解できましたか？

理解できなかった 1 2 3 4 5 理解できた

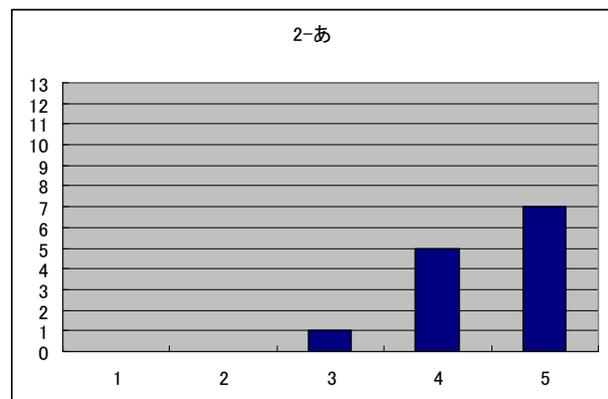


2. 研修後の発展的な学習について

あ) 研修内容はロボット教育以外の学習にも役立つと思いますか。

役立たない 1 2 3 4 5 役立つ

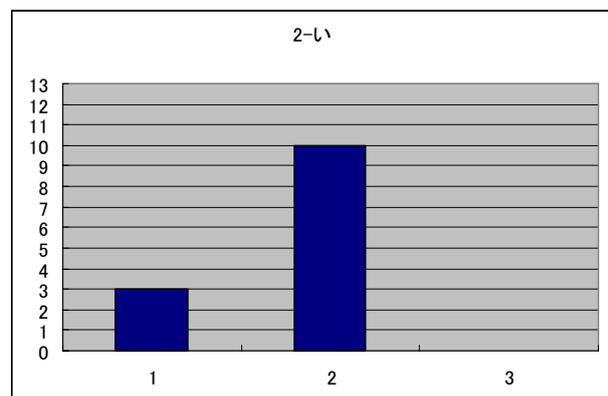
- ・コンピュータは流れ図が大切なので、ビジュアル的に役立つと思います。
- ・いろいろな考え方ができるという点がロボット以外のことにも役立ちます。
- ・試行錯誤しながら、課題解決していくプログラム(教材・題材)を考えて、学習意欲を高めていきたいと思います。
- ・コミュニケーション能力の育成にも寄与するものだと思います。



い) 今回の研修内容をもとにさらに発展的に学習したいと思いましたが？

1.はい 2.機会があれば学習したい 3.思わない

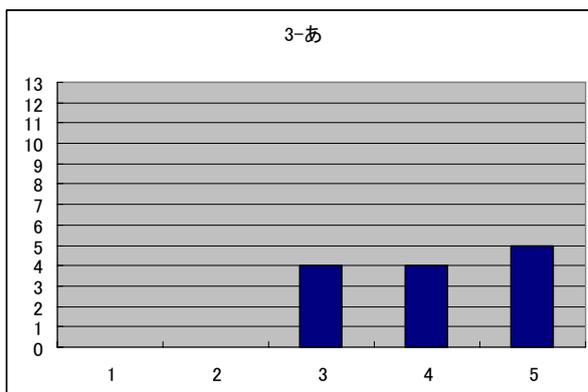
- ・やはり、2足歩行です。
- ・さらにくわしい内容
- ・サーボモータ機能を利用したプログラムの学習
- ・歩行型にも挑戦したい。



3.研修内容の授業への導入について

あ) 研修を通して設計・考案するとはどういうことかを理解できましたか？

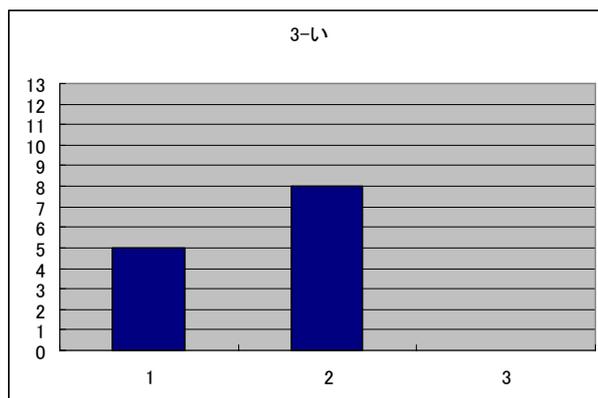
理解できなかった 1 2 3 4 5 理解できた



い) 研修内容を今後授業に応用したいと思われましたか？

1.はい 2.検討したい 3.いいえ

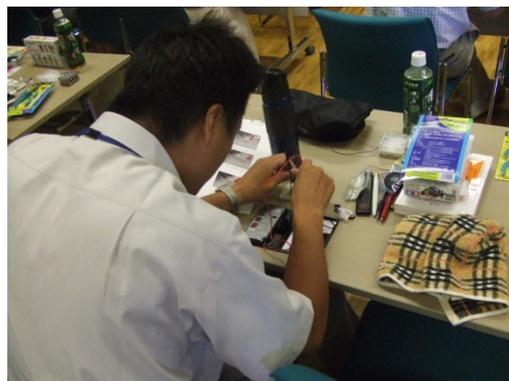
- 一般の生徒全部より、選択の一部の生徒かなと思います。
- 選択教科でRCXを導入していますが、自分自身も自信のない支援だったので少しでも、意欲に反映させていきたいと思います。
- まずは選択授業でと思います。



4. 研修 B 全般に関して

お気づきの点、ご感想などをお書き下さい。

- 実習はあっという間に時間が経って、楽しく充実したものでした。思うようにプログラムすることはとても難しいということがわかりましたが、助けていただいて動いた時は本当に嬉しかったです。
- 生徒と同じように時間が経つのも忘れて夢中になって取り組みました。楽しみながら学習できてすばらしいの一言につきます。
- 先生方どうもありがとうございました。堅い頭(思考)をより軟らかくしていきたいと思います。
- 準備はさぞ大変だったと思います。少しでも学んだことを生かせるようにしたいと思います。



研修会の様子

Ⅲ 研修開催後のカリキュラム開発の実践

カリキュラム開発チームでは、アンケートの結果を踏まえ研修カリキュラムの開発を進めた。特に以下の点に注目した。

1. 研修内容がどのような形で身の回りの製品や技術と連携しているかが分かるような参考的な教材やデモンストレーションや体験ができる仕組みを考える。
 2. さらに基本的な内容を含めた研修カリキュラムを考え、技術・家庭科教員以外の参加が可能な研修カリキュラムとその実施が可能な教材の調査および検討を行う。
 3. ロボット制御に関するプログラム学習を効果的に行うための進め方やカリキュラムを検討する。
- 以下に各研修に関してカリキュラム開発チームで検討した研修カリキュラムの充実に関する調査および補助的教材の開発についてまとめる。

研修 A : ロボット工学入門に関する追加教材開発

1. ロボット製作の経緯

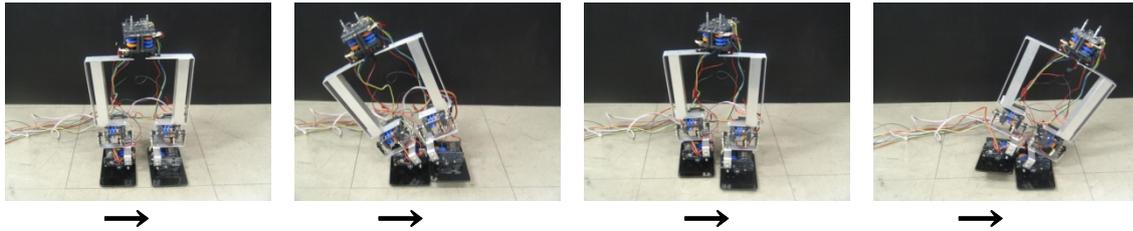
研修 A「ロボット工学入門」の参加者よりいただいたコメントを基にしてロボットを製作した。そのコメントは、「本研修の中に、世の中の最新のロボット技術が分かるような内容も欲しい。たとえば、ASIMO のような大学や企業が開発している実際のロボットを展示するとか、あるいはビデオを上映して欲しい。」であった。そこで、中学校等で興味を持ってもらえそうなロボットを製作することとした。

2. 人間を搭乗させて2足歩行するロボットの製作

中学校等では、2足歩行ロボットに興味があるとの想定で、2足歩行ロボットを製作した。ただし、応用を重視して、人間を搭乗させて2足歩行するロボットを製作することとした。

2.1 スケールダウンモデルの製作

最初に、身長 30cm 程度のスケールダウンモデルを製作し、機構系の構造や制御システムの検討を行った。写真は、製作したスケールダウンモデルが歩行している様子である。制御システムは7個の PIC マイコンで構成し、制御プログラムは C 言語で記述している。モータはタミヤ製ギアボックスを用いている。



2.2 実機の製作

スケールダウンモデルでの検討を基にして、実機を製作した。かなり大掛かりな機構系ではあるが、短期間で設計・製作を完了できた。設計には、CAD ソフトを多用した。ただし、全重量が約 120kg であるため、安全性を考慮して駆動制御は慎重に進めている。



製作したロボットデモンストレーション機構

研修 B: 問題解決を含んだロボット製作

研修会終了後から問題解決をテーマとした研修カリキュラム開発に関連してアンケート評価内容をもとに追加検討を行った。

検討点① プログラム作成ツールの活用

研修で活用した NXT ソフトウェアの機能理解を検討し、高校生向けサイエンス教室などで実践した。例題を限定したプログラムツールの使用法をまとめた副テキストを現在作成中である。

検討点② プログラム設計

ロボットの設計のみならずロボット制御としてのプログラム設計や流れを検討する事項を今後の研修には盛り込んで生きたい。この実施に関しては研修スケジュールとの関係がありウェイトの配分も検討する必要がある。

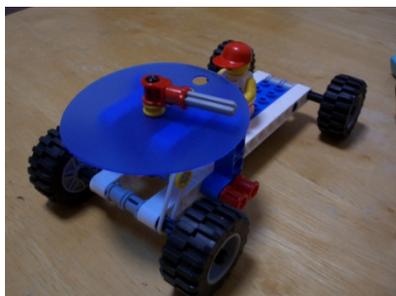
検討点③ 問題解決授業への導入

問題解決をテーマとした研修や学習の授業導入を考慮した教材とその応用に関して調査を行った。

基礎的な研修内容の検討として理科や工学基礎の習得を目的としたレゴ・サイエンステクノロジーセットの内容を検討した。

○検討教材：レゴ サイエンスアンドテクノロジーセット

2006 年より販売開始。欧米やアジア諸外国では正規の授業教材やアフタースクールの教材として広く活用されている。



課題の例：

学習内容は力学的な基礎実験から振り子時計など製作する課題が収録され、学習者は CD ビデオによる課題の設定とブロックによる台車などを持ちいた力学的実験によるアプローチにより実験的に課題解決へアプローチする。

長さを計測するシステム・重さを量るシステム・振り子時計など

教材による学習内容： 力学（運動量・エネルギー）・機構・科学調査・問題解決能力

研修では、ロボットつくりの前段階として授業や体験的学習教材やとして授業に活用法や問題解決テーマや課題設定をグループにて検討する。

①教材の理解 ②基本モデルによる内容確認 ③教材を活用した授業内容の検討 ④問題解決力とその応用

問題解決をテーマとした対象とした研修や新しい授業への取り組みや、ロボットなどの機構の基礎の自主学習などとして活用できると考える。

IV まとめ

本教員研修カリキュラム開発では、中学校課程技術・家庭科や理科担当教員を対象とし、生徒が興味を引くロボットをテーマとした研修カリキュラムの開発を行った。申請時のマイコン制御型ロボットや自律型ロボットをテーマとした研修カリキュラムから中学校教員の技術スキルの現状からプログラム作成内容を変更してロボット工学に関する入門から問題解決能力を育成することなどを目的としたカリキュラムを開発した。開発したカリキュラムをもとに研修会を開催し、カリキュラム内容を実践的に評価および検討した。研修カリキュラムは中学校教員が産業技術との対応を理解でき、将来授業などで応用したいと思われる内容を含んだ研修であると評価を受け、本研修カリキュラムの開発の目的を達成したと考える。また、研修会終了後もカリキュラム開発チームを中心により産業技術と研修内容とのつながりが理解できる副教材やより分かりやすい研修の進め方を検討した。

大学と中学校からの教員が、教員のスキルアップ、授業内容の向上さらには生徒への教育の展開などに関して真剣に議論を重ね、研修カリキュラムの開発とその実践に挑み、工学・技術教育に関して情報交換や教育の現状を理解したことはカリキュラム開発に加え大きな成果であった。

アジア諸外国にける産業や新製品開発技術の進歩により技術立国日本の位置づけが危ぶまれている背景には理科離れや魅力的な技術者育成プログラムがないことなどがカリキュラム開発に関する情報収集で明らかとなり、今後の若年層での理系および技術系授業の充実を含めた意味でのスキルアップをテーマとした教員研修カリキュラムの開発とその実践が必要であると考えられる。

本開発で培われた技術やノウハウをもとに、研修カリキュラムの継続的な開発と研修に参加してよかつつというフィードバックが得られるようなカリキュラムやテーマを開発・検討し、関係機関が継続的連携を深め研修カリキュラムの開発が進むことを望んでいる。

研修開発成果の公開

今後、横浜市教育委員会、技術・家庭科研究部会や神奈川工科大学のホームページを經由して本研修カリキュラム開発に関する成果を公開する予定である。また、開発成果をまとめた報告誌作成して神奈川県を中心に関連教育機関に配布する予定である。

開発期間中に開催されたロボットをテーマとする教育シンポジウムにカリキュラム開発チームの成果を投稿し報告した。(資料 3 参照)

成果公開

WRO2007 International Workshop Robotics in Education

November 16,2007, Taipei, Taiwan にて

- 1) Y.Takahashi, N.Kanai, M.Miwa, T. Yoshidome, N.Kimura, K.Sgeri, I.Ikari, Y.Kawarada, "Proposal of Robotics Education Training Course for Junior High School Teachers".
- 2) Y.Takahashi, N.Kanai, M.Miwa, T. Yoshidome, N.Kimura, K.Sgeri,I.Ikari, Y.Kawarada,

“Development of Curriculum for Teacher Training Featuring Robotics”.

3) E. Kimura, N.Kimura, H.Wada, K.Shigeri,

“Activity of Information and Technology Education for Junior High School Using LEGO MINDSTROMS at Yokohama”.

4) Y.Kawarada, K.Sgeri, “Development of Curriculum of Robot Learning”.

日本工学教育協会 第56回工学・工学教育研究講演会

金井 徳兼, 高橋 良彦, 吉留 忠史, 三輪 基敦, 川原田 康文、

“ロボットをテーマとした教員研修カリキュラム開発ー大学と中学校が連携した技術・家庭科および理科教員を対象にした教員研修カリキュラム開発ー.

神奈川工科大学研修カリキュラム連絡協議会および「カリキュラム開発チーム」構成員名簿

区分	所属・職名等	氏名	役割
神奈川工科大学	学長	小口 幸成	連絡協議会
	学長室 事務局長	塚田 博之	連絡協議会
	工学部電気電子情報工学科 教授(教務主任)	下川 博文	連絡協議会
	工学部電気電子情報工学科 教授	金井 徳兼	開発ディレクター
	工学部自動車システム開発工学科 教授	高橋 良彦	分野別ディレクター
	工学部ロボット・メカトロニクス学科 講師	吉留 忠史	開発チーム
	工学部電気電子情報工学科 助教	三輪 基敦	開発チーム
	情報学部情報メディア学科 教授	平野 照比古	協力教員
横浜国立大学	人間科学部 准教授	川原田 康文	開発チーム
横浜市教育委員会 および中学校協力 関係者	横浜市教育委員会 小中学校教育課 指導主事	星野 武彦	連絡協議会
	横浜市立中学校 技術・家庭科研究部会 会長 横浜市立岩井原中学校 校長	木村 悦雄	連絡協議会
	横浜市立東永谷中学校 校長	和田 弘	連絡協議会
	横浜市立豊田中学校 副校長	碓 郁夫	開発チーム
	横浜市立東永谷中学校 教諭	繁里 賢	開発チーム
	横浜市立軽井沢中学校 教諭	木村 典明	開発チーム
神奈川県関係	神奈川県立総合教育センター カリキュラム事業部 研修指導主事	長塚 正義	アドバイザー
	神奈川総合産業高校 校長	長田 利彦	アドバイザー
	小田原城北工業高校 校長	米安 克己	アドバイザー
協力教育企業	株式会社 アフレル 代表取締役	小林 靖英	アドバイザー
	レゴジャパン株式会社 日本地区マネージャー	樺山 資正	アドバイザー

【問い合わせ】

神奈川工科大学 創造工学部 ホームエレクトロニクス開発学科

〒243-0292

神奈川県厚木市下荻野1030

TEL 046-291-3244