

新学習指導要領に対応する教員研修内容の提案

- プログラムによる計測・制御に焦点を当てて -

山本利一 埼玉大学教育学部技術教育講座

本村猛能 群馬大学教育学部

キーワード：計測・制御、プログラム、教員研修、情報に関する技術、教材・教具

1. 緒言

教育課程の改訂により、中学校においては新学習指導要領が平成24年度から完全実施される¹⁾。中学校技術・家庭科では、“情報に関する基礎的・基本的な知識及び技術を習得させるとともに、情報に関する技術が社会や環境に果たす役割と影響について理解を深め、それらを適切に評価し活用する能力と態度を育成する”ことをねらいとしている²⁾。その中で「(3)プログラムによる計測・制御」は、新学習指導要領で新たに必修化された内容で、“コンピュータを用いた計測・制御の基本的な仕組みを知り、簡単なプログラムの作成ができるようにするとともに、情報処理の手順を工夫する能力を育成する”ことを目指している。

生徒には、具体的な教材を活用しながら、プログラム学習の中でアルゴリズムの考え方を学ばせる必要がある。生徒自らが課題を設定し、試行錯誤と見通しを持ちながら、課題解決に取り組むための学習題材や、指導過程の開発は急務であり、これらを指導する教員の指導力の向上が求められている³⁾。

上記にも示したように、新学習指導要領が中学校で完全実施される平成24年4月までに、教員は、「(3)プログラムによる計測・制御」を学習する教材・教具を選択し、その指導方法を習得する必要がある。そのため、各種教育機関では、教員研修を計画的にスタートさせた⁴⁾。

そこで本研究は、6時間程度(1日)の研修内容と、100分程度の短時間での研修内容を提

案し、実際の研修でその効果を検証したことを報告する。

2. 研修時間の設定理由

研修は、教員が教育センターなどに出向いて行われることが多い。その場合、朝から夕刻まで研修が行われると約6時間程度であるので、6時間程度の時間をかけ実施する1日研修を設定した。

また、その1日研修の中で、「D 情報に関する技術」の学習内容(1)～(3)の全てを研修する場合、各項目にかかる時間は約2時間程度であるため、100分程度の時間をかけ実施する短時間研修の、2つのパターンを提案することとした。

3. 1日研修の提案

3-1 研修期日

1日研修は、2010年1月にA教育センターで実施した。

3-2 対象

A県内の中学校技術科担当教員20名に対して実施した。

3-3 研修環境

研修環境は、1名1台のパーソナルコンピュータ(制御用ソフトウェアとして、ROBOLAB Ver.2.9がインストールされている)と、1名

1 台の教育用 LEGO MINDSTORMS™ NXT ハードウェアを活用した。

3-4 研修の目的

教員研修の目的は、「(3)プログラムによる計測・制御」の基本的な知識と技能を習得し、授業での指導過程を検討することとした。

3-5 研修内容

レディネスの確認

プログラミングや計測・制御に関する興味・関心や経験・知識の確認を行う。

ロボットの作成

教育用 LEGO MINDSTORMS™ NXT の部品を活用し NXT ワークロボット⁵⁾を作成する。ロボット制御やアルゴリズムの基本的な考え方の指導

人間の動きを例に、ロボットがどのような制御がなされているかを、フローチャートに描き示し、アルゴリズムの考え方を学習する。事例として、生徒が自転車に乗って、学校まで来る過程を、「入力、判断、処理」に分けて学習する⁶⁾。

プログラム学習の基本的な考え方

新学習指導要領が中学生に身につけさせたいと示す、知識と技能を確認する⁷⁾。

基礎的なプログラミング

基礎的なプログラムの作成方法を学習する。ここで、ROBOLAB Ver.2.9 の基本的操作とコマンドの活用方法を学習する⁸⁾。

課題 1 : 2 秒前進し停止するプログラム

課題 2 : 3 秒前進して、90 度回転して停止

課題 3 : ジグザグに走るプログラム

課題 4 : ジグザグを 100 回するプログラム

課題 5 : 光センサを活用した明るさの測定

課題 6 : 黒い線で止まるプログラム

応用的なプログラミング

- 1) 準備したライントレースのコースを見せ、このラインの通り走らせるためにはどのようにしたら良いかを考えさせ、メモを取る。
- 2) 考えを発表し、ライントレース攻略のアイデアを共有する。
- 3) ロボットの動きから、フローチャートにアル

ゴリズムを描き示す。

4) プログラムを作成する。

5) 動作の確認とプログラムを修正する。
プログラミングの工夫

1) 動作を確認し、より速く走るプログラムにするためにはどのような修正が必要であるか考える。

2) ジグザグに走るのではなく、直線部分は、真っ直ぐ走るプログラムを考える。

3) コースの特徴を確認し、左右のモータの制御方法を検討する。

4) プログラムを工夫する。

5) 動作の確認とプログラムを修正する。

生活の中で活用されている制御製品の模型とプログラムの作成

1) エアコン、自動ドア、エレベータなどの模型を作り、それらの制御の仕組みを確認する。

2) 製作した模型の制御プログラムを作る⁹⁾。

プログラム作成のまとめと振り返り

1) アルゴリズムやよりよいプログラムのまとめを行う。

2) 生活の中に利用されている組み込み技術を考える。

市販教材の比較検討

本研修では、教育用 LEGO MINDSTORMS™ NXT を活用したが、様々な教材が市販されているので、それらの特徴を提示し、比較・検討を行った。提示した市販教材は 6 種類で、教育用 LEGO MINDSTORMS™ NXT、同 RCX、ピュートレーサー、プロ・ロボ、自律制御ロボット OJ 2、自立型ロボット TJ 3 である。市販教材の特徴を、表 1 にまとめる。

具体的な指導過程を検討

学校で利用可能な市販教材を選択し、具体的に指導計画を作成する¹⁰⁾。

立案した配時計画を提案

各学校での配時計画を提案し、各時間の指導内容を確認する共に、自分の作成した指導計画を修正する。研修で作成した、指導計画の一例を表 2 に示す。

表1 制御教材の比較表

| | NXT | RCX | ビュート レーザー | プロ・ロボ | OJ2 | TJ3 |
|----------------------|---|---|--|--|--|--|
| ハードウェアの製作の難易度 | 容易である。ブロックを組み立てていくものなので簡単に作る事ができる。 | 容易である。NXT同様、ブロックを組み立てていくもので簡単に作る事ができる。 | 容易である。はめ込み式で製作でき、道具もニッパがあれば作る事ができる。 | 容易である。はめ込み式で、道具もニッパとプラスチックドライバーがあれば製作できる。 | やや難しい。はんだ付けを行わなければならない、道具もニッパとプラスチックドライバー、はんだごてと多数必要。 | やや難しい。基板等が埋め込まれており、道具もニッパ、プラスチックドライバー、レンチと多数必要。 |
| ハードウェア組み立ての自由度 | 自由に作る事ができる。ブロックを組み立てることによって様々な形を作ることができる。 | 自由に作る事ができる。NXT同様ブロックを組み立てることによって様々な形を作ることができる。 | 固定されている。組み立てるのはロボットの駆動部分(モータの取り付け、タイヤの取り付け等)のみ。 | 固定されている。組み立てるのはロボットの駆動部分(モータの取り付け、タイヤの取り付け、ギヤの取り付け等)のみ。 | 固定されている。シャーシの製作から、駆動部の取り付け、センサの取り付け、まで付属の説明書に従えば作ることができる。 | 固定されている。シャーシの製作から、駆動部の取り付け、センサの取り付け、まで付属の説明書に従えば作ることができる。 |
| センサの個数 | 最大で同時に7個まで取り付けることができる。付属のセンサの他に拡張センサが販売されている。 | 最大で同時に3個まで取り付けることができる。 | 光センサが2個ついている。シャーシに取り付けられているものなので減らすことも増やすこともできない。 | タッチセンサが2個ついている。こちらもシャーシに取り付けられているものなので他のセンサを取り付けることはできない。 | 光センサ1個、赤外線センサ1個タッチセンサが2個ついている。場所や向きはあらかじめ決められている。 | 光センサ1個、タッチセンサが4個ついている。 |
| プログラミングソフトとプログラムの難易度 | 教育用レゴマインドストームNXTによってプログラミングを行う。アイコンを配置することによってプログラムを行うことができる。Robolabでもプログラムを行うことができる。 | Robolabによってプログラミングを行う。アイコンを配置し、ワイヤでつなぐことによってプログラミングを行う。 | BeautoBuilder Rによってプログラミングを行う。日本語で表してあるのでとても分かりやすく、フローチャートを意識した作りになっている。 | プロロボエディターによってプログラミングを行う。動きの指定されたアイコンを配置、時間の設定をし、アイコンをつなぎ合わせるによってプログラムができる。 | C-Styleによってプログラミングを行う。C-Styleはマウス操作だけでプログラムができ、遊びからはじめてC言語が自然と理解できるようになっている。 | C-Styleによってプログラミングを行う。C-Styleはマウス操作だけでプログラムができ、遊びからはじめてC言語が自然と理解できるようになっている。 |
| 価格 | 約45000円 | 約40000円 | 約3000円 | 約2000円 | 約3000円 | 約9000円 |

事後調査

質問紙(アンケート)を用いて、知識の定着の確認を行う。

3-6 研修結果

研修前後に取ったアンケート結果を表3に示す。「D 情報に関する技術」の中の「(3)プログラムによる計測・制御」を既に学校で実践

している教員は1名(5%)であった。しかし、次年度以降に取り組む必要があると考えている教員は約80%と大多数であった。これらの原因は、これまで指導経験が無く、教材研究が十分になされていないために、どのような題材(市販教材)を活用すれば良いか判断がつかないという回答が多かった。このことから、技術科を担当している教員は、新学習指導要領で必修化

される「D 情報に関する技術」の中の「(3) プログラムによる計測・制御」の内容を指導す

表2 作成した指導計画の一例

| (3) プログラムによる計測・制御 8時間配時計画 |
|---|
| 1、コンピュータ制御されている製品が生活の中でどう生かされているか考えてみよう ・コンピュータ制御の仕組みを人間の動きと対比させながら各機能を説明することができる。(知識・理解) ・計測制御されている機器の構成要素を指摘できる。(知識・理解) |
| 2、情報処理の手順を考え、自動制御されている機器をフローチャートで描き示そう。 ・情報処理の手順には、順次、分岐、反復の方法があることを知る。(知識・理解) ・フローチャートの書き方のルールを知る。(知識・理解) ・自動制御された機器のアルゴリズムを考え、フローチャートで表現できる。(技能) |
| 3、簡単な制御プログラムを作ってみよう ・計測制御されている機器の構成要素を指摘できる。(知識・理解) ・ロボット制御ソフトウェアの活用方法を理解する。(知識・理解) ・順次処理を利用したプログラムを作成できる。(技能) |
| 4、簡単な制御プログラムを作ってみよう ・分岐・反復処理を使用したプログラムを作成することができる。(技能) ・より良いプログラムはどのようなものか考える。(創意・工夫) |
| 5、タッチセンサを使ったプログラムを作ろう ・外部入力(1 or 0)を利用したフィードバック制御の手順を指摘できる。(知識・理解) ・タッチセンサを用いたプログラムを作成することができる。(技術・技能) |
| 6、光センサを使ったプログラムを作ろう ・外部入力(0~70)を利用したフィードバック制御の手順を指摘できる。(知識・理解) ・光センサ等を用いたプログラムを作成することができる。(技能) |
| 7、ライントレースをしよう ・光センサを活用してライントレース用のプログラムを作成することができる。(技能) ・より良いプログラムになるように、アルゴリズムを考え、プログラムを修正する。(創意・工夫) |
| 8、これからのコンピュータ制御を考えよう ・プログラムと計測・制御についてまとめ、評価する。(知識・理解) ・情報に関する技術の適切な評価・活用について考える。(創意・工夫) |

る必要があることは認識しているが、平成22年度現在、指導に踏み切れない現状が明らかとなった。

研修内容の理解についての回答は(5:理解できた、4:どちらかと言えば理解できた、3:どちらとも言えない、2:どちらかと言えば理解できなかった、1:理解できなかった) 80%の教員が“5:理解できた”という回答であった。

また、教材を学校備品で準備するか、生徒負担とするかという質問に対して、本来なら学校で準備すべきものであるが、実情を考えると、個人負担になるという回答が多かった。

表3 アンケート結果

| 調査項目 | 結 果 | | | |
|--------------------------|------|------|------|------|
| D(3)指導経験の有無 | 有り | 無し | | |
| | 5% | 95% | | |
| 22年度 D(3)の実践 | 選択 | 必修 | | |
| | 5% | 0% | | |
| 23年度 D(3)の実践予定 | 有り | 無し | 未定 | |
| | 75% | 10% | 15% | |
| 23年履修形態の予定 | 選択 | 必修 | | |
| | 0% | 100% | | |
| 指導が困難だと思う理由(回答が50%以上の上位) | | | | |
| 教材研究不足 | | 95% | | |
| 指導経験が無い | | 75% | | |
| 活用教材を選択できない | | 60% | | |
| 比較的長い学習時間が必要 | | 50% | | |
| 研修内容の理解 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| | 80% | 20% | 0% | 0% |
| 活用教材 | 学校備品 | 個人負担 | 未定 | |
| 理想 | 85% | 15% | 0% | |
| 現実 | 15% | 75% | 10% | |
| 指導時間 | 6時間 | 8時間 | 10時間 | 12時間 |
| | 10% | 70% | 15% | 5% |

研修の感想からは、「(3)プログラムによる計測・制御」の指導は、題材により大きく学習展開が変わるので、より適切な題材を研修で提供して欲しいと言う意見が多く出されていた。本研修では、LEGO MINDSTORMS™ NXT 以外にも市販されている個人持ち教材(ビュートレーサー、プロ・ロボなど)の紹介も行ったが、これらを研修したいという意見も見られた。

最後に行った、指導過程の検討では、「(3)プログラムによる計測・制御」を6~12時間程度で授業展開する配時計画を作り上げていた。その内訳は、8時間を配置する教員の割合が最も多かった。しかしこれらは、ハードウェアやソフトウェアなど、学習環境によっても左右されるため、準備できる教材によって変化すると思われる。

4. 短時間研修の提案

4-1 研修期日

2010年6月にB教育センターで実施した。

4-2 研修対象

B県内の中学校技術科担当教員19名を対象に100分で実践した。

4-3 研修環境

研修環境は、1名1台のパーソナルコンピュータ(制御用ソフトウェアとして、教育用 NXT ソフトウェア がインストールされている)と、1名1台の教育用 LEGO MINDSTORMS™ NXT ハードウェアを活用した。

4-4 研修の目的

教員研修の目的は、「(3)プログラムによる計測・制御」の基本的な知識・技能を習得することとした。

4-5 研修内容

レディネスの確認

ロボットやプログラミングに関する興味・関心や経験・知識の確認を行う。

プログラミングの学習意義や指導事例の紹介
データロギングについての基本的知識の解説
データロギングについての一般的な取り扱い方法を確認し、教育用 LEGO MINDSTORMS™ NXT ソフトウェアを使用することによって収集できるデータログとそのグラフについて学習する。

プログラミングの基本

教育用 LEGO MINDSTORMS™ NXT ソフトウェアの基本的なプログラミングの作り方とアイコンの解説を行う。計測・制御を行うアイコンは、共通パレットに示されているが、データロギングの場合、完全なパレットのみに記されるので、混乱しないように注意を促した。図1に、完全なパレットとデータロギングに使用するアイコンの場所を示す。

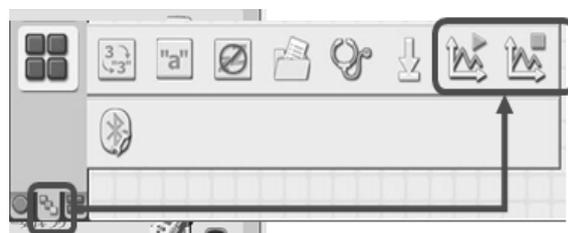


図1 完全なパレットとデータロギングアイコン

データロギング機能の使い方の確認

データロギング機能を活用するためには、「データログの開始」のアイコンと「データログの終了」の2つのアイコンを図2のように配置するだけで、プログラムが完成する¹¹⁾。ロボット制御プログラムの前後にこの2つのアイコンを挿入することにより、各種センサの値を記録できる。

データロギング機能を用いたリアルタイム測定
光センサを用いた NXT ワークロボットとパーソナルコンピュータを接続し、教室内の明るさを測る実験を行う。

パーソナルコンピュータと NXT ワークロボ

ットをケーブルで直接つないだ状態で実験を行うと、パーソナルコンピュータのディスプレイにデータログがリアルタイムで表示される。このことにより、データを取っているという感覚を確認できる。



図2 データロギングに使用するアイコン

データロギング機能を用いたリモート測定
光センサを用いて明るさの測定を行う。パーソナルコンピュータと NXT ワークロボットを切り離し、光センサを活用したデータを NXT ワークロボットに保存し、その後からパーソナルコンピュータにアップロードするものである。課題として、NXT ワークロボットを一定速度で走らせながら、地面にかかれた色を測定するプログラムを作成した。

この測定方法ではパーソナルコンピュータと NXT ワークロボットをつなぐコードが必要ないために、NXT ワークロボットの駆動範囲が制限されない。よって自由に NXT ワークロボットを持ち出すことができる¹²⁾。リモート測定の様子を図3に、測定結果を図4に示す。

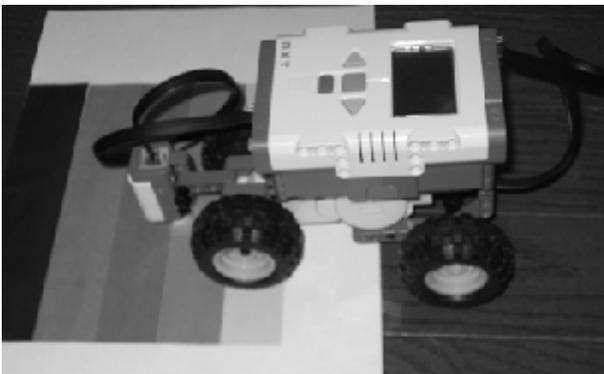


図3 リモート測定の様子

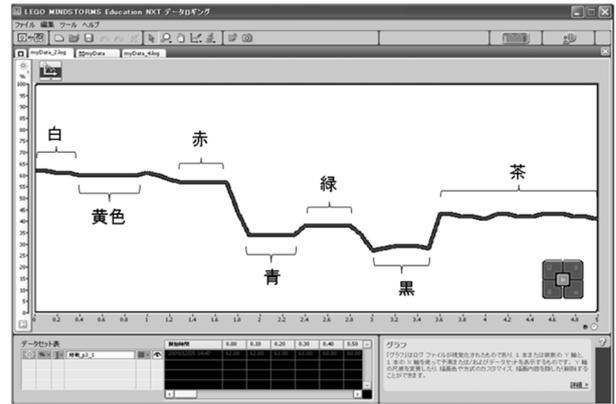


図4 測定結果

基礎的なプログラミング

基礎的なプログラムの作成方法を学習する。ここで、NXT ソフトウェアの基本的操作とコマンドの活用方法を学習する。

課題1：2秒前進し停止するプログラム

課題2：3秒前進して、90度回転して停止

課題3：ジグザグに走るプログラム

課題4：光センサを活用した明るさの測定

進路に応じた課題の提示

作業の早い教員向けに、次に示す課題を提案した。課題1として、壁にぶつかったら止まるプログラム。課題2として、黒い線の上を走るプログラムを提示し、作業進度に応じてそれらの課題に取り組んだ。

事後調査

質問紙による知識の定着の確認。

4-6 研修結果

研修前後に取ったアンケート結果を表4に示す。「D 情報に関する技術」の中の「(3) プログラムによる計測・制御」を既に学校で実践している教員は3名(16%)であった。1日研修同様に、次年度以降に取り組まなくてはならないと考えている教員は約89%と大多数であった。これらのことから「D 情報に関する技術」の中の「(3) プログラムによる計測・制御」を指導をしている教員の割合は少ないが、指導

の必要性を全ての教員が感じていることが示された。プログラムやロボットに関する興味・関心も全ての教員が高いことが示唆された。

表4 アンケート結果

| 調査項目 | 結 果 | | | | |
|----------------|------|------|-----|----|----|
| D(3)指導経験の有無 | 有り | 無し | | | |
| | 16% | 84% | | | |
| 22年度 D(3)の実践 | 選択 | 必修 | | | |
| | 11% | 5% | | | |
| 23年度 D(3)の実践予定 | 有り | 無し | 未定 | | |
| | 89% | 0% | 11% | | |
| 23年履修形態の予定 | 選択 | 必修 | | | |
| | 0% | 100% | | | |
| ロボットに関する興味関心 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | 89% | 11% | 0% | 0% | 0% |
| プログラムに対する興味関心 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | 89% | 11% | 0% | 0% | 0% |
| 研修内容の理解 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | 100% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 研修の有用性 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | 95% | 5% | 0% | 0% | 0% |

研修内容の理解に関しては、100%の教員が“5：理解できた”と回答した。また、研修がプログラムと計測・制御の指導に役立つかの問に対しても、“5：役立つ”と回答した割合が95%であり、この研修によって、「(3)プログラムによる計測・制御」の基本的な知識が身についたと推察できる。1日研修と比較して、プログラミンに関しては、短時間研修の方が効率よくできた。これは、同一ハードウェアを活用しているが、制御ソフトウェアが異なるためで、教育用 LEGO MINDSTORMS™ NXT ソフトウェアを利用した方が、短時間で研修できることが示された。これらは、金塚(2009)¹³⁾らの先

行研究とも一致する。

しかし、「(3)プログラムによる計測・制御」の指導では、“学習の展開が読めない”、“どのように学習を進めていけばいいのかが分からない”、“どのような課題を提示するば生徒にアルゴリズムの考え方を理解させることができるのかが分からない”との回答が多く寄せられ、プログラムに関する知識や技能は身についたが、カリキュラムや指導内容については考えがおよばないので、生徒に教えるレベルにまでは至っていないという意見も徴収された。限られた研修時間の中で、どのような資質を身につけるか十分検討する必要があることが示唆された。

5. 結言

本研究では1日研修と短時間研修の2種類の教員研修を提案した。教員たちは、ロボットやプログラミングに対する興味・関心は高く、与えられた課題に限らず、自ら様々なセンサの活用方法を考え、意欲的な取り組みを見せていた。本研修で得られた知見を下記にまとめる。

平成22年度現在、「(3)プログラムによる計測・制御」を指導している教員は、一部に限られている。

多くの教員は、平成23年度に向けて、「(3)プログラムによる計測・制御」を指導していきたいと考えている。

これまで、「(3)プログラムによる計測・制御」を指導しなかった理由は、指導経験が無いこと、教材研究が十分なされていないこと、適切な題材の選択できないことが示された。

教員研修として、プログラムや計測・制御の知識や技能を習得することができた。

1日研修では、指導過程の検討に一定の時間を確保し、教員同士が様々なアイデアを出し合いながら、自分の学校に適した指導計画を作り上げることができた。

短時間研修では、制御ソフトウェアの基本的

な知識と技能の習得が可能となったが、それらを授業でどのように活用するかについては、研修ができなかった。教員研修の場においては、学習過程の検討や、教材・教具の選定などを組み込むことが重要である。

多くの教員は、「(3)プログラムによる計測・制御」の指導時間を、約8時間を想定していることが示された。

今後は、効率の良い研修内容や、教員が学校における指導方法を考えることができる研修内容を検討していきたい。

参考文献

- 1) 文部科学省、小学校学習指導要領(平成20年3月)総則編、東洋館(2008)
- 2) 文部科学省、中学校学習指導要領(平成20年3月)解説 技術・家庭編、教育図書(2008)
- 3) 山本利一・林 俊郎・小林靖英・牧野亮哉：ROBOLAB™を活用したプログラム学習のカリキュラム開発(1)、技術科教育の研究、第8巻、第1号、pp.1-6(2002)
- 4) 赤羽根 岳・山本利一・竹内和也・星野孝仁：LEGO MINDSTORMS™を活用した教員研修の提案 - プログラムによる計測・制御における研修内容 -、第3回科学技術におけるロボット教育シンポジウム論文集、WRO-J 実行委員会、pp.44-48(2010)
- 5) 山本利一：実習 ロボットと情報技術 REAL シリーズ ROBOLAB 応用編ティーチャーズガイド、教育用レゴマインドストーム NXT 用、株式会社アフレル、全226頁(2007)
- 6) 山本利一・本村猛能・小林靖英・金塚茉莉子：論理的思考を育む情報教育の提案 - ロボットを活用したプログラミング学習 -、日本情報科教育学会学会誌、Vol.1、No.1、pp.51-52(2009)
- 7) 山本利一・真島清貴・牧野亮哉・小林靖英：LEGO MINDSTORMS™を活用したプログラムと計測・制御学習における評価規準表の作成、技術教育の研究、第9巻、pp.81-86(2003)
- 8) 安藤義仁・山本利一：LEGO MINDSTORMS™と ROBOLAB™を使ったコンピュータ制御の学習指導 - 選択教科におけるコンピュータ制御学習指導への取り組み -、埼玉大学教育学部附属中学校研究紀要、第39巻、pp.25-30(2003)
- 9) 山本利一・齋藤雅弘：プログラミングによる計測・制御を学習する指導過程の提案 - 自動制御模型の製作とプログラムによる制御学習 -、教育情報研究、第27巻、第1号、pp.25-32(2011)
- 10) 山本利一・真島清貴・牧野亮哉・小林靖英：LEGO MINDSTORMS™を活用したプログラムと計測・制御学習におけるカリキュラムの評価、教育実践総合センター紀要、第3号、pp.121-129頁(2004)
- 11) 金塚茉莉子・山本利一・本村猛能・本郷健：問題解決と処理手順の自動化を学習するカリキュラムの開発～高等学校「情報の科学」における指導過程の提案～、第3回科学技術におけるロボット教育シンポジウム論文集、WRO-J 実行委員会、pp.17-21(2010)
- 12) 赤羽根 岳・山本利一・天井崇人・本村猛能：論理的思考力を育む問題解決の提案 - ロボットを活用したプログラムによる計測・制御を学習する指導過程 -、第4回科学技術におけるロボット教育シンポジウム論文集、WRO-J 実行委員会、pp.19-22(2011)
- 13) Mariko KANEZUKA, Toshikazu YAMAMOTO, Takenori MOTOMURA: Distinction Program Languages Require Appropriate Teaching Method, Proceedings of 2 st International Symposium on Robotics in Science and Technology Education, pp.1-8(2009)

(2011年 9月 30日提出)

(2011年10月 21日受理)