

プログラミング技術習得のための学習過程の提案 大学生による小学生を対象としたプログラミング指導

Suggestion of the Learning Process for Programming Technique Acquisition
Programming Teaching for the Elementary School Children by the University Students

* 1 * 2 * 3
金塚 茉利子／山本 利一／本村 猛能

本研究は、基本的なプログラミング技術を身に付けた大学生が、小学生を対象としてプログラミング指導を行い、これまで学習したプログラミングの知識や技能がどの程度習得できたかを把握する実践報告である。実験授業は、教育用レゴマインドストームRCXを教材として活用し、大学生14名が小学生40名を指導し、効果を検証した。

その結果、大学生は、指導することの困難さを感じながらも、これまでに学んだプログラミング技術の知識や技能の確認と、新たな課題を見出すことができたと推察される。

<キーワード>

情報教育、レゴマインドストーム、プログラミング学習

1. 緒 言

1989年に中学校で「技術・家庭科」の技術分野に情報教育が初めて導入され^[1]、1998年に小学校では「総合的な学習の時間」の中に情報教育が取り込まれ^[2]、1999年に高等学校では教科「情報」が設立された^[3]。このように各学校段階での情報教育の必要性は、近年かなり高まっていることが伺える^[4]。

情報教育は、特定の学校段階で完成するものではなく、小学校から大学までを通して体系的に学習することによって、生涯を通じて情報を活用して自己の生き方や社会を豊かにするための基礎・基本を培

うことができるとされている^[5]。

教育学部(教員養成学部を含む)で情報教育の指導者を目指す学生(以後、大学生と記す)は、発達段階に応じた情報教育の目標やそれらに応じた指導技術を学んでいる。

そこで本研究では、情報教育の中でもプログラミングについて着目し、大学生がこれまでに学習したプログラミングに関する知識と技能の定着の度合いを、初学者に指導することを通して確認する授業展開の提案である。

プログラミングとは、プログラムを作成することにより、人間の意図した処理を行うようにコンピュータに指示を与える行為である。プログラミン

論文受理日：2009年1月28日

* 1 KANEZUKA Mariko：埼玉大学大学院教育学研究科 e-mail：bl_and_wh9102@yahoo.co.jp

* 2 YAMAMOTO Toshikazu：埼玉大学教育学部 e-mail：tyamamot@tech.edu.saitama-u.ac.jp

* 3 MOTOMURA Takenori：川村学園女子大学 e-mail：motomura@ka2.koalanet.ne.jp

グを行うためには、対象領域に関する知識、アルゴリズム、論理学などの様々な専門知識が要求される^[6]。そのため、大学生においては、「アルゴリズム演習」、「プログラミング演習(具体的な言語を含む)」、「プログラミング応用」など系統的に学ぶカリキュラムが準備されている。

大学生にとってプログラミング技術を学ぶことは、ICT(Information & Communication Technology)の理解形成には不可欠で、物事を構造的に据えたり、自由な発想に従って独創的な思考法を身に付けたり、将来の「情報の科学的な理解」及び「情報社会に参画する態度」の獲得に役立つものである^[7]。大学の講義で、一定の課題に対して、プログラムを作成し、それらの動作を確認することで学習の評価がなされている。

しかし、真の意味での教育活動におけるプログラム技術の習得は、新たな課題が生じた時、それらに対応した一連の課題解決の見通しを立てることが重要である。これらのレベルまでプログラミング技術を習得することができれば、的確に他者に対してプログラミング技術を教授することができると推察される。

そこで、基本的なプログラミング技術を身に付けた大学生が、小学生を対象に、プログラミングに関する事柄を発達段階に応じてかみ砕き、指導する授業過程を提案するものである。

2. 実験授業

2.1 実験日時及び対象

実験授業は、2008年7月にA市内公立小学校6校より選抜した4～6年生40名(4年生15名、5年生16名、6年生9名)を対象に、14名の大学生が実施した。ここで、小学生を各学校から選抜した理由は、学校でコンピュータの基本的な操作の経験があり、文字入力やファイル操作などができることを条件とすることで、情報活用能力に大きな差がないようにするためである。また、小学生は、プログラミング

の知識や経験がほとんどないため、レディネスの統一が図れるためである。

2.2 実験条件

児童40名は、2名1チームのグループ編成とし、グループ1台のコンピュータとレゴマインドストーム^[8]を準備した。レゴマインドストームは、プログラム学習を主体とするため、図1に示すローバロボット(四輪駆動小型ロボット)^[9]の形に組み上げた制御対象物を提供した。

プログラミングの指導は、総合指導者1名とし、2チームに1名の大学生が指導する担当制として(合計10名)、遅れがちなチームには、個別に対応できるよう4名の学生を配当した。また、大学生の指導の状況や児童の反応を調査するために、2台のVTRカメラを教室の前後に配置し記録を取った。

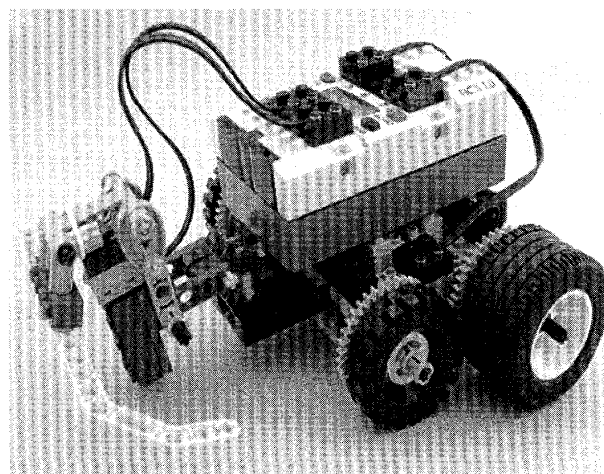


図1 児童が活用したローバロボット

2.3 実験授業の目的

実験授業の目的は、大学生が「小学生に対するプログラミング指導を通して、これまでに学習したプログラミングの知識と技能の定着の程度を把握し、プログラミング指導に関する教育技術を体得する」とした。また、小学生に対しては、「ロボットのプログラミングを体験する」と設定した。

プログラミング技術習得のための学習過程の提案大学生による小学生を対象としたプログラミング指導

2.4 実験授業の準備

大学生は、大学の講義で、「アルゴリズム演習」、「プログラミング演習」、「プログラミングによる計測・制御(レゴマインドストーム)」をすでに学習している3, 4年生である。対象講義は3日間の集中講義で、1日目に、プログラミングの指導内容の確認と小学生の発達段階に関する基本的な知識を学習した。2日目に、実験授業で小学生への具体的な内容の学習手順を検討し、予想される反応を推察した。3日目に、本実験授業として、小学生を対象にプログラミングの学習を実施した。

2.5 実験授業の過程

小学生を対象にした実験授業の学習過程の概要を示す。

①事前調査(事前アンケート)

アンケートシートを活用して調査する。

②プログラミングについての基礎的な知識の伝達

レゴマインドストームの役割と部品、活用方法について説明する。

制御ソフトとしてロボラボの使用方法を説明する。

③課題の概要説明及びプログラミング

グループで話し合いをし、プログラムを作成させる。

課題1：2秒前進し停止するプログラム

モータコマンドとウエートコマンド、ストップコマンドの活用法の理解をする。

課題2：3秒前進して止まるプログラム

ウエートアイコンにモデファイヤーで数字アイコンをつなげ、任意時間の設定を可能にする。

課題3：3秒前進して、90度回転して止まる

Aモータの停止及び90度回転するために必要な時間の計測をする。

課題4：ジグザグに走るプログラム

A・Cモータを交互に動作させるプログラムを作成する。

課題5：ジグザグを100回するプログラム

繰り返し命令の必要性を体験し、ループコマンドの活用法を習得する。

課題6：光センサを活用した明るさの測定

白・黒の明るさを測定する。

課題7：黒い線で止まるプログラム

暗くなるまで待つアイコンを使用し、ロボットを止めるプログラムを作成する。

課題8：90度のカーブをライントレースする

黒い線に沿って走るプログラムを考える。黒い線を感知したら右に曲がり、白を感知したら、左に曲がるプログラムを作れば、ライントレースができることを学習する。

④ライントレース

準備したライントレースのコースを走らせる。その時、自分が予想した動作と何処が異なるかを確認しながら、プログラムを修正させる。

⑤プログラムの修正

各チームがタイムを計測し、より速く走るプログラムに修正させる。

⑥競技会

各自が最も速く走るプログラムでロボットを2回動作させて、そのプログラムの工夫を発表させる。

⑦事後調査(事後アンケート)

アンケートシートを活用して調査する。

実験授業の様子を図2に、ライントレースコースを活用しての活動の様子を図3に示す。児童が作成したプログラムの一例を図4に示す。

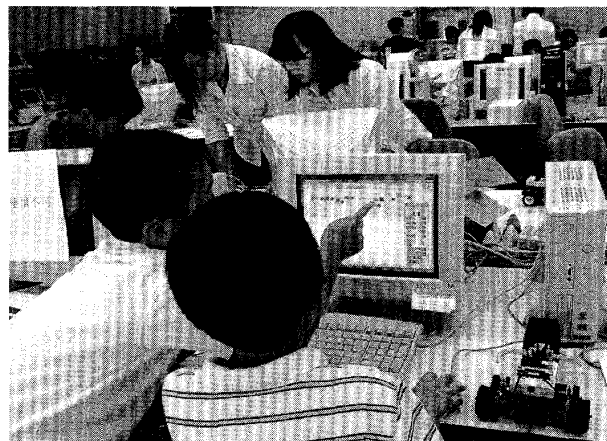


図2 実験授業の様子



図3 ライントレースコースを使用した活動

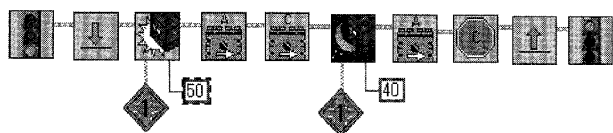


図4 児童が作成したプログラムの一例

2.6 調査の手続き

これらの実験授業の前後にアンケート調査を実施した。大学生を対象にしたアンケート調査を表1に、小学生を対象にしたアンケート調査を表2に示す。

大学生を対象にした事前調査として、「プログラミング技術の知識の程度」、「指導の自信」、「プログラム学習の適切性」を尋ねた。小学生を対象にした事前調査として「ロボットに対する興味・関心の程度」や「プログラミングに対する興味・関心の程度」を尋ねた。

大学生を対象とした事後調査として、「プログラミングの知識の程度」、「指導の自信」、「プログラム学習の適切性」、「実験授業の感想」などである。小学生を対象にした事後調査として、「ロボットに対する興味・関心の程度」や「プログラミングに対する興味・関心の程度」、「プログラミングの理解の程度」、「大学生の指導のわかりやすさ」などとした。

実験授業の感想については、自由記述で、その他の質問に関しては、5件法で尋ねた。データの処理

表1 大学生に対する調査項目

問 次の質問に対して、あなたの意見をA～Eで答えて下さい
(A：はい、B：どちらかと言えばはい、C：どちらとも言えない、D：どちらかと言えばいいえ、E：いいえ)。

1. あなたは、プログラミングに関する知識と技能を有していると思いますか。
2. あなたは、小学生に対してプログラミングを指導する自信がありますか。
3. あなたは、小学生に対してプログラミングを教えることは適切だと思いますか。
4. 本日の実験授業の感想を書いて下さい(事後調査のみ)。

は、Aを5点、Bを4点、Cを3点、Dを2点、Eを1点と得点化して、2群の母平均の差の検定(対応のあるt検定)処理を施した。

また、実験授業終了後に、「プログラム指導における児童の反応と自分の指導技術」などの振り返り（検討会）を大学生全員で行った。その後、個別に面接で感想を尋ねた。

表2 小学生に対する調査項目

問 次の質問に対して、あなたの意見を A～E で答えて下さい(A: はい、B: どちらかと言えばはい、C: どちらとも言えない、D: どちらかと言えばいいえ、E: いいえ)。

1. あなたは、ロボットに興味・関心がありますか。
2. あなたは、プログラミングに興味・関心がありますか。
3. あなたは、今日のプログラミングの勉強がよくわかりましたか(事後調査のみ)。
4. 大学生の指導はよくわかりましたか(事後調査のみ)。
5. 本日の実験授業の感想を書いて下さい(事後調査のみ)。

3. 実験授業の結果

3.1 大学生の反応

表3は、大学生に対する事前・事後調査の平均及び標準偏差を示したものである。「プログラミング技術の知識の程度」については、事前調査では3.5から事後調査で4.1と有意傾向が見られた(両側検定: $t(13)=1.96, p<0.1$)。小学生を指導することにより、自分達の知識の程度を確認でき、一定の自信が持てたようであった。自由記述のアンケート

プログラミング技術習得のための学習過程の提案大学生による小学生を対象としたプログラミング指導

から、「自分達がこれまで学習したプログラミング技術の知識と技能をこのような形で確認することにより、さらに学習を深めていくべき内容が明らかになった」と指摘する大学生も多く見られ、知識や技能の確認に留まらず、次への学習の方向性を確認することにも効果があると推察される。

また、「小学生にコンピュータを指導する自信」は、事前調査では3.0であったが、事後調査では1.7に有意に減少した（両側検定： $t(13)=4.22$, $p<0.01$ ）。プログラミングの知識や技能はあるが、実際に小学生に対してプログラミングを指導することが難しいことが示された。この理由として、「プログラムの回答は、1つではない」、「小学生の発想を生かしながら、プログラムを作ることが難しい」と言うようなプログラム学習が持つ特有の難しさと、「どこがわからないのかわからない」、「どのような助言が適切なのか難しい」と言うような児童の実態把握や助言（指導）の程度と言った指導に関する理由がほとんどを占めた。自分の持っている知識を児童の理解に応じてわかりやすく伝える手立てについて、検討する必要があることが明らかとなった。

「レゴマインドストームによるプログラミング指導の適切さ」に関しては、事前調査では3.1であったものが、事後調査では3.8と有意傾向が見られた（両側検定： $t(13)=2.11$, $p<0.1$ ）。それは、「アイコンがグラフィックになっているので、イメージしやすい」、「アイコンをつなぎ合わせるだけで、ロボットの動きを簡単にプログラムとして作れる」と言うようなロボラボの制御ソフトウェアの特徴に依存する指摘が多かった。その反面、小学生にアルゴリズムなどの考え方を指導することはまだ早いのではないかという意見も少数ではあったが見られた。これらのことから、簡易言語を使ったプログラミング指導は、小学生の高学年であれば対応することは可能である、学習内容などについては、発達段階に応じてさらに検討する必要があることが示された。

実験授業終了後に行った指導に対する振り返りの

時間では、「どのような知識が足りないか」という質問に対しては、「命令語のより深い知識（アイコンの使い方を含む）」、「誤作動の対応」などレゴマインドストームやロボラボの知識面と「小学生にわかる言葉で指導する技術」、「小学生が何を考えているのかを捉える方法」などの指導能力という2つの事柄に集中した。

その他の感想で多かったものは、「小学生の上達の早さ」、「考えの柔軟さ」、「負けないでやろうとする意欲」などに圧倒されたなど好意的な感想が多かった。大学生は、指導することの困難さを感じながらも、意欲的に取り組む小学生と接しながら、これまでの学習の確認と、新たな課題を見つけたと推察される。

表3 大学生の事前事後の調査結果の比較

	知識の程度	指導の自信	適切性
事前	3.5(1.2)	3.0(1.0)	3.1(1.0)
事後	4.1(1.1) +	1.7(0.5) **	3.8(1.1) +

+ : $p<0.1$, * : $p<0.05$, ** : $p<0.01$, () の値は標準偏差

3.2 小学生の反応

表4は、小学生に対する事前・事後調査の平均及び標準偏差を示したものである。「ロボットへの興味・関心」については、事前調査では4.0から事後調査で4.6と有意に向上した（両側検定： $t(39)=5.11$, $p<0.01$ ）。同様に「プログラムへの興味・関心」については、事前調査では3.6から事後調査で3.9と有意に向上した（両側検定： $t(39)=3.36$, $p<0.01$ ）。事前調査のロボットやプログラミングに関する興味・関心が高い理由は、各学校からそれらに興味・関心のある児童を選抜したためであると推察される。また、事後調査の興味・関心が有意に高まったことから、小学生に対して適切な指導がなされたことが示された。

また、「プログラミングの理解の程度」は、3.4で、

「大学生の指導」については、3.5と一定の評価を得ることができた。児童の感想から、「プログラムは難しいが楽しい」、「もっと時間が欲しかった」という発展的な意見が多数を占めた。しかし、「難しいので面白くない」、「もっと丁寧に教えて欲しかった」など、つまずきが生じた時に、その場でじっくり考えられない児童の存在も確認でき、それらの児童への対応方法の検討が今後必要であることが示唆された。

これらの実践は、児童の保護者(14名)や教員(6名)が参観していた。その際、「終日ほとんどの児童が熱心に取り組んでいる姿はまれに見る光景である」との意見を聴取することができた。この意見は、今後の教育活動におけるプログラミング教育、ひいては情報教育のキーポイントとなると考えられる。

これらのことから、ほとんどの小学生は、プログラム学習に興味・関心を示し、難しいと感じながらも、大学生の支援を受け最後まで粘り強く課題に取り組んでいたことが確認できた。

表4 小学生の事前事後の調査結果の比較

	ロボット	プログラム	理解	指導
事前	4.0(1.1)	3.6(1.0)	—	—
事後	4.6(0.8) **	3.9(0.8) **	3.4(0.9)	3.5(0.9)

** : $p < 0.01$, () の値は標準偏差

4. 結 言

以上、本研究では、大学生が自らのプログラミングの知識や技能の定着を確認するために、プログラミングを小学生に指導する実践を行った。以下にその結果をまとめる。

①大学生が今まで学習してきたプログラミングの知識と技能の程度を確認する手立てとして、小学生へのプログラミング指導を実施した。

②大学生が、小学生へのプログラミング指導を通して、指導技術として不足している項目としては、トラブルへの対応と、理解の程度に応じた指導を指摘し、今後学習すべき事柄を体得した。

③簡易言語を使用すれば、プログラミングに関する知識がない小学生(高学年)でも興味・関心を持って、積極的に学ぶ姿勢を示し、基本的なプログラミング技術を習得することができた。

④プログラミングに関しては、試行錯誤しながらより良いプログラムを仕上げていく授業展開は、小学生にプログラミング学習の基礎・基本を定着させることに効果があったが、ある程度の時間が必要であるため、限られた時間で学習する場合は、適切な課題を選択することが重要であることが示唆された。

⑤本実験授業を通して、大学生は自分自身のプログラミング技術の知識の程度を把握すると共に、小学生に指導する難しさや大変さを実感しつつも、新たな学習課題の発見をすることができた。

以上、本実験授業を実践した結果、大学生が他者を指導することで、プログラミング技術の知識や技能の習得状況を確認することができ、新たな学習課題を見つけることができたと推察される。今後は、より多くの実践を通して、将来情報教育を推進する大学生の資質向上のための学習過程の検討を進めていきたい。

<参考文献>

- [1] 文部省：中学校学習指導要領 解説－技術・家庭編一，開隆堂出版(1993)
- [2] 文部科学省：小学校学習指導要領(平成10年12月) 解説－総則編一，東京書籍(1998)
- [3] 文部科学省：高等学校学習指導要領(平成11年3月) 解説－総則編一，東京書籍(1999)
- [4] 文部科学省：情報教育の実践と学校の情報化～新「情報教育に関する手引き」～(2002)
- [5] 文部省：情報教育に関する手引，ぎょうせい(1990)
- [6] 伊理正夫・岩本洋：情報技術基礎 新訂版，実教

プログラミング技術習得のための学習過程の提案大学生による小学生を対象としたプログラミング指導

出版(2007)

- [7] 斎藤俊則・岡田 健：有用性の観点から学習者を動機付ける文科系大学生対象のプログラミング教育，日本教育工学会第22回全国大会講演論文集，pp.509-510(2006)
- [8] 古川 剛：LEGO MINDSTORMS™パーフェクトガイド，翔泳社(1999)
- [9] 山本利一・林 俊郎・小林靖英・牧野亮哉：中学生が作成したプログラムの分析による指導法の改善，教育情報研究，第21巻，第1号，pp.15-26(2005)