

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 23 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350268

研究課題名(和文) 初等教育におけるプログラミングを用いた理数科教育パッケージの開発

研究課題名(英文) Development of a science and mathematics education package using programming in primary education

研究代表者

栗山 直子 (Kuriyama, Naoko)

東京工業大学・リベラルアーツ研究教育院・助教

研究者番号：90361782

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究で、我々は初等教育におけるプログラミング教育のカリキュラムを開発した。具体的には、我々は理科や数学に関するカリキュラムパッケージの開発した。私たちは、東京都の小学校19校において、3年間でのべ1000人程度の児童に対して授業をした。同時に、我々は児童調査と教員調査を行った。その結果、プログラミング学習を通じて思考を深化させること、教員が実施において不安に思っているということが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：We have developed a curriculum of programming education in elementary education by this research. Specifically, our curriculum package is science and mathematics curriculum. We spread by 3 years and taught to about 1000 children in 19 school elementary schools in Tokyo. At the same time, we did a child investigation and a teacher investigation. We presented that students have deep thinking through programming learning and a teacher thinks anxiously in implementation.

研究分野：認知心理学

キーワード：プログラミング教育 初等教育 思考力育成 カリキュラム開発

1. 研究開始当初の背景

情報化が進む現代社会において、情報教育はもはや大人のみを対象とするものではなく、文部科学省において「プログラミン」、MIT メディアラボにおいて「スクラッチ」という子供向けのプログラミングソフトが開発されるなど、小学生でもプログラミングに親しむことができるようになってきている。森・杉澤・張・前迫(2011)によると、小学校4年生に向けたプログラミング教育の授業をデザインした実践がなされているが、この実践はプログラミングそのものを小学生にどのように教育するかという実践であり、教科教育に効果的にプログラミングを導入していく試みに関しての実践は実践例が数少ない。現状は、プログラミングを習得している教員が個人レベルで教科教育に導入している事例が少数はあるが、一般の教員がプログラミングを用いて教育実践を行う支援をする試みは行われていない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、初等教育におけるプログラミングを用いた理数科教育トータルパッケージの開発にある。現在の教科「情報」の指針は、児童生徒が情報社会に対応し、情報機器の活用によって教科教育の理解を促進するととどまるが、プログラミングには、理科及び算数の内容に適用することで児童生徒がその世界を論理的に構築し、さらなる理解を促進する可能性がある。現在、それが実施されていない理由として人材を含めた教育資源不足に根本的な原因があることから、本研究では教科「情報」の根幹を成すプログラミングによって、学習者が理数系の世界を体現する作品を自らの手で生み出し、同時にその単元を理解するという一連の教育プログラムを、教育内容、教材、指導法のすべてを含めたトータルパッケージとして開発し、その課題を解決する。

3. 研究の方法

まず、第一に、小学校高学年の教科(理科・算数)でのプログラミングが効果を持つ単元・内容を検証する。主に小学校高学年の教科内容の中から、プログラミングを用いることで効果が図れる単元・内容を吟味・精査を行う。小学校の教諭にもご協力いただき、小学校高学年の主に理科・算数においてどの単元のどの内容においてプログラミングを用いることが効果的であるかを検討する。

プログラミング教育で育成される能力は、自らプログラムを試行錯誤し手順を追うことから得られる「再現することによる仕組みへの深い理解」、シミュレーションによって様々な条件を試すことから得られる「シミュレーションによる予測力の育成」1つ1つの

プログラムの集合や順序を対応付けて考えることの積み重ねから得られる「論理的思考の育成」、さらに難しいことにチャレンジしているという認識や意識から得られることで自己効力感も高まるであろうと考えており、それらを育成すると考えられる単元と内容をリストアップし、研究者と現場の教諭との意見交換において内容を精査し、算数・理科、各5単元程度の教育実践を行う単元を決定するその後、選定した単元・内容におけるプログラミングを用いた教育実践を開発する。

次に、教科教育におけるプログラミング教育の実践・育成される能力の検証のために実践授業を行う。

実践参加者：小学校児童(主に中高学年)ソフトウェア：スクラッチ(MIT開発)、プログラミン(文部科学省開発)等の子供向けに開発されたソフトウェアの中から検討する。

場所：協力いただける小学校のパソコン教室においてデスクトップ PC・タブレット PC 使用

実践手続き：プログラミング講習会を正規課程及もしくは、正規課程外の時間帯(土曜スクールやそれ以外の放課後や休日)に、児童に対して実施を行う。なお、実践に際しては小学校関係者等と十分に打ち合わせを行い、倫理面等で問題が生じることのないように細心の注意を払う。保護者にも事前に十分な説明を行うこととする。

データ・評価：児童のプログラム作成過程のログをとる。理解度、批判的思考、動機などのアンケートを実施する。

内容：基本操作の習得、アニメーション作成、ゲーム作成、基礎習得
プログラミング実践教育 教育実践
自由課題 総合的プログラミング能力の評価

このように、教材開発(Plan) 教育実践(Do) 検証(Check) 改善後、実践(Action)を繰り返し、最終的に効果的なプログラミング教育教材を作成、実践を繰り返し、普及に努めた。

4. 研究成果

4 - 1 教材開発

以下の学年別のプログラミング教材を開発した。

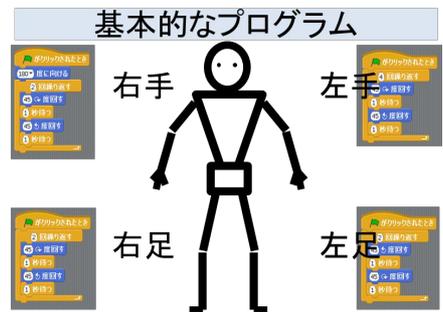
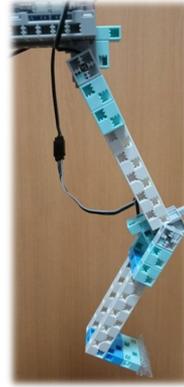
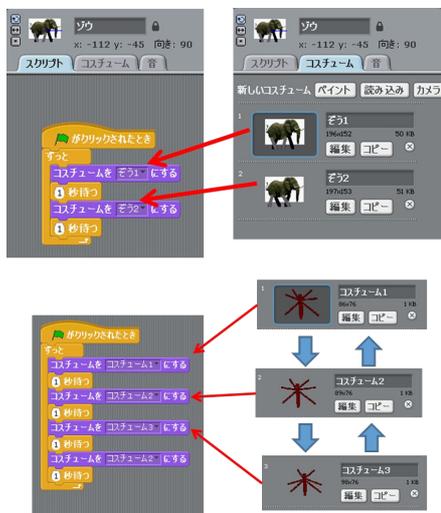
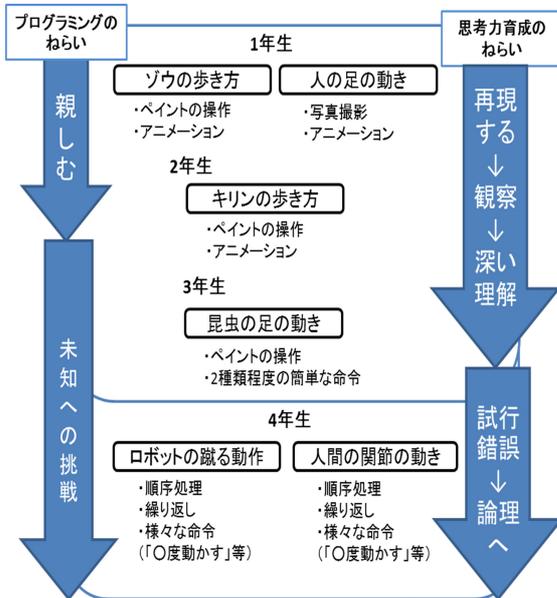
低学年向け
「動物の足のうごきをプログラミングで再現しよう」
「魚をプログラミングで動かしてみよう」

中学年向け
 「星の動きをプログラミングで再現しよう」
 「昆虫の足の動きをプログラミングで再現しよう」
 「人間の関節の動きをプログラミングロボットで再現しよう」

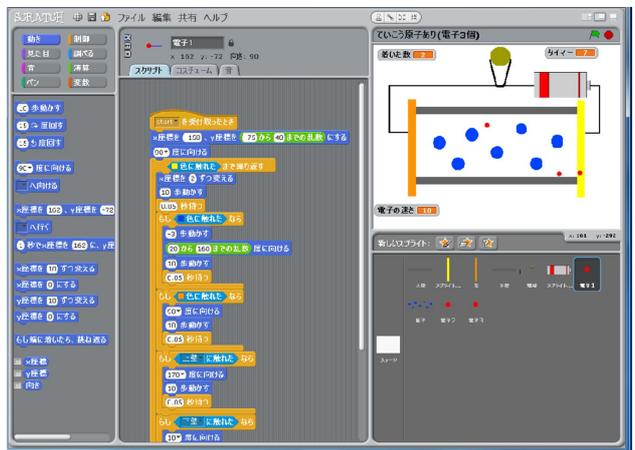
高学年向け
 「電気の流れをプログラミングでシミュレーションしよう」
 「てんびんのつりあいをプログラミングでつくろう」
 「太陽系の惑星の動きのシミュレーターをつくろう」
 「的あてゲームをつくろう」

内、以下は継続的なカリキュラムとして開発をした。

「関節の動きに関わる低学年カリキュラム」
 1年生 ゾウの足の動きアニメーション
 2年生 キリンの足の動きアニメーション
 3年生 昆虫の足の動き プログラミング
 4年生 人の足の動き ロボットプログラミング



「電気の流れのカリキュラム」
 5・6年生「電気の流れ」シミュレーション
 中学の「抵抗」の概念の基礎をシミュレーションで実感する



4 - 2 実践授業
 3年間で東京都区内公立小学校19校においてのべ1000名ほどの児童に対して、開発したプログラミングの実践授業を行った。

・継続的な実践授業
 東京都大田区S小学校
 2014年：1～6年生（各1クラス）×2時間
 2015年：1～6年生（各1クラス）×2時間
 2016年：5,6年生（各1クラス）×2時間

・区内小学校への普及
 2016年に大田区内公立小学校に大田区教育委員会の協力のもと公募をし18校で実践授業を実施した。

学年を越えて重要なことは、単なるプログラミングを体験だけで終わらせないことである。どのような実践においても、プログラミングを思考力を育成するツールであるとならえ、子供たちに試行錯誤を重ね修正しながら目標に近づくという経験を通じた指導が重要であるとする。また、このプログラミング学習の経験は他の学習の学習スタイルへに転移可能であり、教師はそれを促す必要

があるということ、現場の先生方との数多くの実践を通じて明らかにした。

4 - 3 効果等の検証

実践授業の結果から、低中学年においては、観察してアニメーションを作成することより、観察をする際の記述がプログラミング（動きの再現）によって詳細化することが明らかになった。高学年の主にシミュレーション作成においては、モデル化、シミュレーションすることの意義を意識化できることが明らかになった。

さらに、児童に対して理解度や批判的思考に関する調査を行った結果、理解度のテストの得点が高い児童は、一般的批判的思考態度における「探究心」が高く、「論理的思考への自覚」があり、「証拠の重視」にも肯定的な態度を示すことが明らかになった。プログラミング学習の基本事項に「順序処理」、「繰り返し」、「条件判断」があるが、高学年において、批判的思考能力のタイプの違いが「条件の判断」の理解に差があることが明らかになった。このことから、低学年では「順序処理」、「繰り返し」を用いて解決可能な課題設定を行い、高学年になってから「条件判断」を扱う課題にするカリキュラムが妥当であると判断される。

また、プログラミングの動機と批判的思考の関連については、プログラミング学習へ動機が高い児童は「探究心」「考えの深め方」「意見の聞き方」などに肯定的な態度を示していることが明らかになった。

実践に協力いただいた教員へのアンケート調査の結果、2020年度の導入、初等教育段階からのプログラミング学習の必要性に対して、導入の準備、指導などに関する不安を抱えていることが明らかになった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計6件)

1. 栗山直子・齊藤貴浩・森秀樹・西原明法 (2016) 初等教育におけるプログラミング学習のカリキュラム開発に向けて-4年生の「関節のはたらき」に関わる低学年プログラミング学習カリキュラム-, 日本教育工学会全国大会(大阪大学,大阪)

2. 伊藤満里奈, 森田裕介, 齊藤貴浩, 森秀樹, 栗山直子, 西原明法. (2016) 「小学校のプログラミング学習における理解度と批判的思考態度の関係についての一検討」日本教育工学会全国大会(大阪大学,大阪)

3. Kuriyama, N., Saito, T., Mori, H., & Nishihara, A. (2016) Curriculum Development in Programming Education for Elementary School Subjects. 31st International Congress of Psychology (ICP2016) (Yokohama, JPN), PS26A-03-303. (査読有)

4. 栗山直子, 齊藤貴浩, 仲谷佳恵, 西原明法 (2015). 小学校におけるプログラミング教育の取り組み～実践授業：小学1年生「ゾウの足の動きを再現しよう」～, 日本教育工学会全国大会(電子情報通信大学,東京)

5. 栗山直子, 齊藤貴浩, 仲谷佳恵, 西原明法 (2014) 小学校におけるプログラミング教育の取り組み - てんびんのシミュレーション実践授業 -, 日本教育工学会全国大会(岐阜大学, 岐阜)

6. 齊藤貴浩, 栗山直子, 仲谷佳恵, AVANCENA Aimee Theresa, 西原明法 (2013) 「小学校におけるプログラミング教育の取り組み～教科教育への活用と教育実践の開発をねらいとして～」日本教育工学会全国大会(秋田大学, 秋田)

〔図書〕(計0件)

〔その他〕

1. 栗山直子 (2015) 学校教育における「プログラミング教育」の可能性, ECSたより (2015 春, No.70), 日本教育情報機器株式会社 (ECS) 発行

6. 研究組織

(1) 研究代表者

栗山直子 (Kuriyama, Naoko)
東京工業大学・リベラルアーツ研究教育院・助教
研究者番号：90361782

(2) 研究分担者

西原明法 (Nishihara, Akinori)
東京工業大学・工学院・特任教授
研究者番号：90114884

齊藤貴浩 (Saito, Takahiro)
大阪大学・経営企画オフィス・教授
研究者番号：50302972