

令和 3 年 6 月 24 日現在

機関番号：17601

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17K01138

研究課題名（和文）情報活用能力を育む教師のICT活用デザイン力の獲得プロセスの究明

研究課題名（英文）Investigation of Process of Teacher's Learning Instructional Designing Skills to Improve Information Literacy

研究代表者

新地 辰朗（Shinchi, Tatsuro）

宮崎大学・事務局・理事・副学長

研究者番号：20284820

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：情報活用能力を育む教師の専門的力量獲得に関わり、主に次に示す4つの知見を得た。(1)問題解決の方略や学習過程を参考にする指導への、フローチャート形式でアイデア等を出させる活動の有効性を確認した。(2)学ぼうとする概念に関連のある用語、式を表現に用いるICT活用を促す授業デザインの有効性を確認した。(3)理解深化や行動変容を求める教員研修に、具体的な授業実践イメージ、適応する教科等の範囲の拡大、単元等の視点から授業をデザインする内容の必要性を確認した。(4)情報科学の進展に対応した情報活用能力を高める授業として、画像認識おける機械学習の適用を体験できる教材を開発し、その教育効果を確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

社会のニーズに応じた変革が求められる学校教育において、学習の基盤とされる情報活用能力を育成する能力が教師に求められている。ただし、知識伝達型の授業から脱却し、対話的かつ主体的に、学びを深める学習過程をデザインすることが求められる教師にとって、コンピュータの操作指導に留まることなく、多角的な視点をもつICT活用デザイン力を獲得することが望まれる。本研究は、教職経験豊富で指導力のある教師の協力を得て、学習に係る思考の表出方法、最近の科学技術を取り入れながらも着実に教科の理解を深める授業デザイン、行動変容を求める教員研修、情報科学の進展に対応した情報活用能力など、多角的に検討したところに意義がある。

研究成果の概要（英文）：Through the verification of lessons designed by richly experienced teacher, the following four knowledges concerning the teacher's competence to develop information literacy were obtained. (1) For the instruction taking advantage of students' problem-solving strategies and learning processes, effectiveness of activities expressing ideas in a flowchart format. (2) For the design of lesson with the utilization of information media or program experience, effectiveness of expression making most use of terms closely related to the concept that students learn in a subject. (3) For the teacher training that seeks behavioral change, the following contents are needed. Making them have a concrete lesson practice image and design lesson over a relatively long period of time such as a unit. (4) The effectiveness of teaching materials that make students to experience machine learning developed for classes that enhance the information literacy in response to the progress of information science.

研究分野：教育工学

キーワード：情報活用能力 教師教育 授業デザイン

1. 研究開始当初の背景

2013年度文部科学省により実施された「情報活用能力」調査では、ICT（情報コミュニケーション技術）の利便性を学習活動の充実に活かしていない学習者及び教師の実態が浮き彫りにされた。また、同じく2013年にOECDにより実施された国際教員指導環境調査（TALIS）でも、課題や学級での活動にICTを用いると回答した教師の割合は、参加国平均の37.5%に対して、9.9%に留まるなど、我が国の学校教育におけるICTを活用した学習活動の充実は、喫緊の課題と言える状況にあった。また、知識伝達型の授業から脱却し、対話的かつ主体的に、学びを深める学習過程を創りだしてゆくことが期待される学校教育において、教師には、より明確な意図をもちながらメディアを多様に活用する専門的な力量が求められるようになった。

2. 研究の目的

本研究では、21世紀を生きるために必要とされる“学び方”や“学力”の基盤となる情報活用能力を高める教師の力量について検討する。特に、教職経験豊富で指導力のある教師によりデザイン及び実践された授業に見られる特性から、21世紀にふさわしい新たな授業を設計する教師の専門的・力量としての「ICT活用デザイン力」獲得に必要な指導上の視点や教員研修の内容について明らかにする。また、新たに開発した教材を利用した授業の分析を通して、情報科学の進展に対応した情報活用能力の指導方法を提案する。

3. 研究の方法

平成29年告示された小学校及び中学校において、学習の基盤となる「資質・能力」として示されたものの一つが情報活用能力であり、教育課程全体を通して高めることが求められた。また、小学校においては、情報活用能力の育成に関わり、プログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動の実施が求められた。本研究は、主にプログラミングに係る学習活動に焦点を当てながら、情報活用能力を育むICT活用デザイン力の獲得について、以下に示す方法で進めた。

- (1) 問題解決の方略や学習過程を参考にする指導における、フローチャート形式でアイデア等を出させる活動の検討（思考の表出）
- (2) 情報メディア活用・プログラミング体験における、教科に係る概念に関連の深い用語や式の表現を促す授業デザインの検討（授業デザイン）
- (3) 理解深化や行動変容を求める教員研修の視点・内容についての検討（教員研修）
- (4) 情報科学の進展に対応した情報活用能力を高めるために開発した教材の検証（教材開発）

4. 研究成果

(1) 思考の表出

プログラミング教育では、意図する一連の活動を実現するための動きや記号（命令）との組合せや組替を論理的に考える力の育成を目指す。ところが、認知プロセスが外化されないままでは、思考の内容や推移を把握することは容易ではなく、“書く”・“話す”・“発表する”などの活動で使える、直観性の高い思考の表出方法の共有が重要になる。ここでは、中等教育におけるプログラミング教育でも利用されてきたフローチャートを導入した授業の分析を通して、小学校プログラミング教育におけるフローチャートの有用性や小学校プログラミング教育の指導の在り方について考察した。平成29年度、A小学校において6年生21名を対象に、タッチ

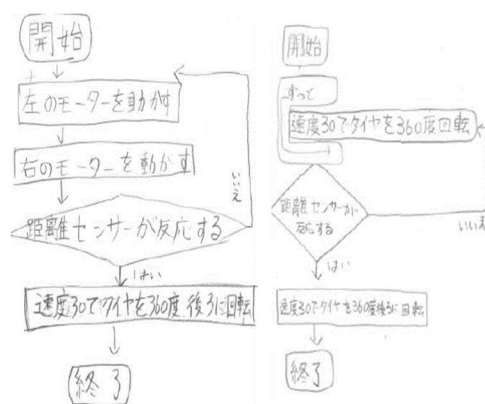


図1 小学生によるフローチャート

図1 小学生によるフローチャート

センサー、距離センサー、色センサー、音センサーを搭載した走行型ロボット(Mini Q)のプログラミングを体験させた。授業の後、ロボットの動作についての児童が描いたフローチャートの例が図1である。授業中、教師がフローチャートを用いて説明した場面はあったが、フローチャートそのものについて説明しなかったにも関わらず、ほとんどの児童がロボットの動きに係る図を描いており、課題に対する難易度の違いや、難易度を生じさせる要因が推察できるレベルにあった。プログラミング教育においては、児童の思考とプログラミング、そして問題解決とが常に往還されなければ、論理的思考やプログラミングの思考を高めることは難しい。フローチャートを用いることで、動作等の実現のみに関心が奪われることなく、各動作に対応した命令や記号が、全体の動きにどのように機能しているかの思考を表出させながら学習を進められる可能性を確認できた。授業の各場面で描かれたフローチャートを比較することで、学習者自身も学びの進捗を振り返ることができる。思考の結果や過程を表出・記録させる方法の学習者への提示は、多様な情報を関連付けながら学びに深めさせる力量につながるものである。

## (2)授業デザイン

プログラミング体験を取り入れた教科の学習では、思考の表現・共有を通して自身の考えを修正したり、新たな考えを創出したりすることが求められ、多様な情報やメディアが活用される場合が多い。その際、教科等のねらいに着実に到達するためには、授業デザインにおいて、ICT活用がどのように位置づけられるか明らかにする必要がある。ここでは、指導経験豊富な小学校の教員による授業構想を参考に、ICT活用デザイン力について検討した。宮崎市内の公立小学校の第4学年3クラス111名に対して、第4学年理科「電流の働き」の授業を、2018年12月中旬から下旬に実施した。この授業では、株式会社ナリカのプログラミング教材レゴ WeDo2.0 セットとiPad(レゴ WeDo ソフトウェア使用)が各班(4名~5名)で1組ずつ使用された。

実施した3回の授業で設定された学習問題と、授業の終わりに得られた結論は、表1の通りであった。児童たちは、第1時でプログラミングの基本を習得し、第2時で、センサー付きの車(マイロ)に対して、前進、後退、停止などの動作を行うプログラムを組めるようになった。そして、第3時ではセンサーからの情報を元にモーターの回転を制御し、それによって電流を制御することを含むプログラミングを行った上で、「電流」という科学用語を用いて、自分たちが行った制御について説明する活動に取り組んだ。第2時までには、プログラミングによる制御そのものに意識が集中した、第3時では、科学用語を用いて説明する活動を取り入れたため、児童は「電流」概念を活用して話し合いを行うことができた。授業中の発話の記録には、プログラムされた命令によって電流の向きや強さを制御していることを意識した発言が見られる。さらに授業のまとめは、表2のように行われた。ここでは、プログラムの実行と電流の向きや大きさが因果的に関係付けられている。なお、授業前後で実施した科学的説明についての平均点が、有意に高まったことも確認された。

この授業で明らかになったのは、経験豊富な教員の場合、目標とする学習内容を理解させるために構想された明確な文脈の上に、ICTや教材を活用させていることである。特筆すべきは、思考や発表で利用される用語が、授業の進行とともに変化するように支援されていることである。「ロボットが動く・止まる」は「電流が流れる・流れない」、「ロボットの動きが速い・遅い」は「電流の大きさが大きい・小さい」等のように、理科の授業で理

	学習問題	結論
第1時	プログラミングブロックの役割は何だろうか。	プログラミングブロックの役割は、コンピューターから命令を出し、命令通りにモーターを動かすことである。
第2時	プログラムを作れば、何ができるようになるのだろうか。	プログラムを作れば、簡単に、車を止めたり、走る向きを変えたり、走る速さを変えることができる。
第3時	マイロが動いているとき、回路を流れる電流はどうなっているのだろうか。	マイロが動いているとき、回路に電流が流れたり、反対に流れたり、流れる電気の大きさが変化したりする。

表1 学習問題と結論

・マイロの動きをプログラムすると、電流の大きさや向きを自由に変えることができる。(Cさん)
・マイロが動いている時は、電流の大きさが大きくなったり、小さくなったり、電流の向きも指1本使えば変えられることを知ってすごびっくりしました。(Dさん)
・マイロの電流は、電池の向きを変えずに電流の向きが変わって進むから面白かった。9班のプログラムは私たちの班より短くてできていてすごかった。(Eさん)
・マイロは、本当に電流を変えているのか疑問です。(Fさん)
・これまでは、乾電池の向きを変えていたけど、電池ではなく電流をコントロールできる。(Gさん)

表2 授業後(第3時)のまとめ



解すべき概念に直接コンタクトする対話を成立させている。対話に係る人数や対話の形態への関心に留まることなく、教科としての学びを深める際に表出させるために適切な、文字、言葉、式、図、写真、動画が厳選された後に、適切な表現・記録のためのメディア選択が、教師・学習者の両者に必要であることが示唆された。

### (3) 教員研修

公開されている実施要項を参考に企画・実施した小学校プログラミング教育に関する教員研修に参加した者の変容の把握を通して、ICT活用デザイン力を向上させる方策について検討した。分析の対象としたのは、2018年10月に実施した研修に参加した27名の中で、研修前後の質問紙調査に回答した教師17名（小学校13名，中学校3名，特別支援学校が1名）である。

カークパトリックのモデルに対応した研修評価の活用目的と測定ツールの中で、知識・技能の習得や仕事に向かう態度や自信といった意識の変化である「レベル2：学習」、及び職場において研修での学びを適用した程度である「レベル3：行動変容」に着目した。分析の結果、「レベル2：学習」については、研修を受講した教師は、プログラミング教育に関わる知識の獲得のみならず、授業や同僚に向けた研修の企画といった、プログラミング教育の実践及び促進に関わる意識の向上が見られた。特に、授業設計と実施や同僚の実践への助言について自信が高まったと言える。具体的な授業実践イメージを持たせたり、教科への位置づけを明確にさせたりする研修内容の重要性が示された。「レベル3：行動変容」については、教員研修後、プログラミング体験を取り入れた授業を実践した教師は、書籍やインターネット検索による情報収集、専門家への相談や児童への説明場面での応用といった行動を起こしており、年間指導計画への位置づけの助言もしている。また、新たな教材研究への意欲を示し授業構想を行なっている。研修において実践した内容を手掛かりにした指導上の留意点の一般化を通して、適応する教科等の範囲を広げたり、単元や学年といった長期的な視点から、授業をデザインしたりする重要性が示唆されたと考えられる。

### (4) 教材開発

学校で育むべき情報活用能力は、社会に浸透しつつある情報科学の知見を正しく理解し、生活に活用する姿勢や能力が含まれる。ところが、AI と呼ばれるようなビジネスや生活にイノベーションを起こす最新技術の取り扱いが遅れがちになる課題がある。中学校技術科では、社会の発展と技術の関わりを理解させることが求められており、中学校学習指導要領解説技術・家庭編では人工知能についても、未来に向けた改良や応用を話し合う活動が想定される。

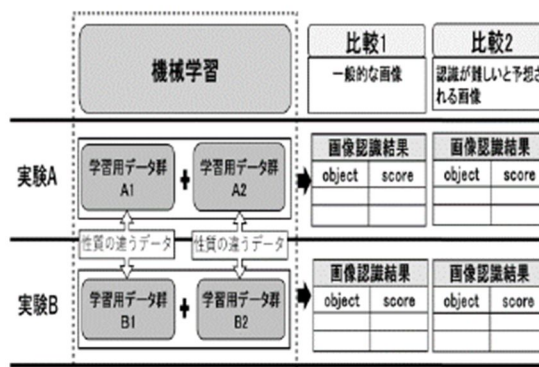


図2 情報科学実験のイメージ

そこで、日常生活にも普及しつつある画像認識を通して、機械学習の特性を体験できる教材を開発し、図2に示す情報科学実験における学習効果を検証した。検証の結果、中学生にも、機械学習のしくみを理解させることができることがわかった。また、題材設定には、人間にとっては容易に判断できるにも関わらず従来のコンピュータ処理では誤認識しやすい画像の選択が有効であることがわかった。また、指導にあたっては、画像認識結果の score の意味を理解させることが必要であることがわかった。本研究から、社会の変化を促す新技術を積極的に取り入れ、指導方法を改善する教師の力量の必要性が確認された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 中西英, 添田佳伸, 木根主税, 東迫健一, 後藤洋司, 中別府靖, 山本由紀, 新地辰朗	4. 巻 19-2
2. 論文標題 発展学習としての小学校算数におけるプログラミング教育の導入と授業モデルの構築	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本教育工学会研究報告集	6. 最初と最後の頁 9, 12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 武田大典, 新地辰朗, 臼井昇太	4. 巻 19-2
2. 論文標題 機械学習を体験する中学校技術・家庭科における情報科学実験についての考察	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本教育工学会研究報告集	6. 最初と最後の頁 39, 44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 小林博典, 新地辰朗, 樋口修資	4. 巻 100
2. 論文標題 プログラミング教育の推進におけるマイクロラーニングを活用した教員研修支援の開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本教育工学会全国大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 199, 200
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 安影 亜紀, 新地 辰朗	4. 巻 34
2. 論文標題 自然災害の対策を考える小学校理科学習におけるプログラミング教育の実践(1) 第5学年「流れる水のはたらき」の授業構想分析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究会研究報告	6. 最初と最後の頁 151-154
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14935/jsser.34.3_151	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 安影 亜紀, 長友 晃一, 新地 辰朗	4. 巻 34
2. 論文標題 MESHブロック配置分析によるプログラミング的思考の類型化	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究会研究報告	6. 最初と最後の頁 47,50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14935/jsser.34.6_47	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 中山 迅, 小牧 啓介, 野添 生, 安影 亜紀, 徳永 悟, 新地 辰朗	4. 巻 43
2. 論文標題 小学校理科授業におけるプログラミング体験の有効性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本教育工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 69,72
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15077/jjet.S43041	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 安影亜紀, 新地辰朗	4. 巻 28
2. 論文標題 小学校プログラミング教育研修における教師の自信と行動の変容	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 宮崎大学教育学部附属教育協働開発センター研究紀要	6. 最初と最後の頁 19,29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 武田大典, 新地辰朗	4. 巻 -
2. 論文標題 中学校技術科「D情報の技術」における新技術としての 人工知能を学ぶ学習モデル開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 第44回 全日本教育工学研究協議会	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 安影亜紀, 新地辰朗	4. 巻 33(3)
2. 論文標題 小学校算数・理科におけるプログラミング教育実践に向けた教師の変容に関する事例的研究	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究会研究報告	6. 最初と最後の頁 39, 42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 小牧啓介, 中山迅, 野添生, 安影亜紀, 徳永悟, 新地辰朗	4. 巻 19-1
2. 論文標題 プログラミング体験を組み込んだ小学校理科授業の事例的研究 - 第4学年「電気のはたらき」および第3学年「電気で明かりをつけよう」単元の実践を通して -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本教育工学会研究会報告集	6. 最初と最後の頁 549, 556
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 新地辰朗, 安藤孝治	4. 巻 32
2. 論文標題 フローチャート分析から考察する走行型ロボットを用いた小学校プログラミング教育	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究会研究報告	6. 最初と最後の頁 27, 30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 小林博典, 新地辰朗	4. 巻 20
2. 論文標題 プログラミングにおける対面研修とマイクロラーニングを融合した教員研修の開発と効果の検証	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 臨床教科教育学会誌	6. 最初と最後の頁 61, 68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 中西英, 添田佳伸, 木根主税, 東迫健一, 後藤洋司, 中別府靖, 山本由紀, 新地辰朗
2. 発表標題 発展学習としての小学校算数におけるプログラミング教育の導入と授業モデルの構築
3. 学会等名 日本教育工学会研究会（教育の情報化と授業研究）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武田大典, 新地辰朗, 臼井昇太
2. 発表標題 機械学習を体験する中学校技術・家庭科における情報科学実験についての考察
3. 学会等名 日本教育工学会研究会（教育の情報化と授業研究）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林博典, 新地辰朗, 樋口修資
2. 発表標題 プログラミング教育の推進におけるマイクロラーニングを活用した教員研修支援の開発
3. 学会等名 日本教育工学会 2020年 春季全国大会(第36回)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安影 亜紀, 新地 辰朗
2. 発表標題 自然災害の対策を考える小学校理科学習におけるプログラミング教育の実践(1) 第5学年「流れる水のはたらき」の授業構想分析
3. 学会等名 2019年度 第3回日本科学教育学会研究会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 安影 亜紀, 長友 晃一, 新地 辰朗
2. 発表標題 MESHブロック配置分析によるプログラミング的思考の類型化
3. 学会等名 2019年度 第6回日本科学教育学会研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 武田大典, 新地辰朗
2. 発表標題 中学校技術科「D情報の技術」における新技術としての 人工知能を学ぶ学習モデル開発
3. 学会等名 第44回 全日本教育工学研究協議会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安影亜紀, 新地辰朗
2. 発表標題 小学校算数・理科におけるプログラミング教育実践に向けた教師の変容に関する事例的研究
3. 学会等名 日本科学教育学会研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小牧啓介, 中山迅, 野添生, 安影亜紀, 徳永悟, 新地辰朗
2. 発表標題 プログラミング体験を組み込んだ小学校理科授業の事例的研究 - 第4学年「電気のはたらき」および第3学年「電気で明かりをつけよう」単元の実践を通して -
3. 学会等名 日本教育工学会研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 新地辰朗, 安藤孝治
2. 発表標題 フローチャート分析から考察する走行型ロボットを用いた小学校プログラミング教育
3. 学会等名 日本科学教育学会研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中山 迅, 山本智一, 新地辰朗
2. 発表標題 小学校理科授業における文脈としてのプログラミング体験～教員養成の理科教育法科目における模擬授業の試み～
3. 学会等名 日本理科教育学会第69回全国大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------