

小学校におけるプログラミング教育の授業に関する事例的研究

松村 毅・伊東 晃・伊藤 雅子・根木地 淳・山本 一美*

宮川 洋一・山崎 浩二**

*岩手大学教育学部附属小学校, **岩手大学教育学部

(平成30年3月2日受理)

1. 研究の背景および目的

本研究の目的は、新学習指導要領において、小学校で新たに導入されるプログラミング教育の指導のあり方について、大学教員と附属小学校が共同で、理論的かつ実践的に開発研究を進めることである。

附属小学校では、昨年度から、プログラミング教育について、大学の技術教育科とも連携しながら、校内研究会などを通して研修を始めている。今年度は、小学校におけるプログラミング教育の目的、方法、内容等についてより深く考察するとともに、具体的な授業設計及び授業実践までを試みることにする。

2. 研究の方法

- (1) 大学、附属小学校との共同研究を通して、小学校でのプログラミング教育のあり方ならびにカリキュラムの枠組みについて考察する。
- (2) 附属小学校において、作成したカリキュラムをもとに授業実践し、その様相について考察する。

3. 研究組織

研究組織は、附属小学校情報教育部教員5名および大学教員2名の計7名で構成している。このうち、理論的指導およびカリキュラムの枠組みの作成については大学教員1名が、授業実践については附属小学校教員1名が主として担当し、教材開発等については7名全員で担当した。

4. 研究の内容

(1) 小学校におけるプログラミング教育の意義

① 小学校におけるプログラミング教育導入の背景

いわゆるプログラミング教育は、平成29年3月

公示の小学校学習指導要領及び同年6月公表の同解説によって実施することが義務づけられている。これは、直接的には平成28年5月20日の定例閣議において決定された「世界最先端IT国家創造宣言の変更について」を受けたものである。世界最先端IT国家創造宣言とは、バブル崩壊後の日本において、主要国の中でも最低水準の経済成長率、新興国の急速な成長もあり、日本の経済力は相対的に低下し、国際的地位が後退していることを問題として、その問題解決のための成長戦力の一つとして情報通信技術(IT)に着目していこうとしているものである。この宣言は、平成25年6月14日に閣議決定された後、毎年同時期に変更が加えられ、その都度閣議決定されている。当初の宣言では、教育分野に直接関係する人材育成に関しては、「イノベーションの鍵を握るのは人材であり、社会的課題の本質を掘り下げてITの利活用による解決策をデザインできる、ITの利活用をけん引する高度なIT人材の育成が必要である。また、このような高度なIT人材を育成するためには、実践の中で技術を習得させることが重要である。このため、初等・中等教育段階からプログラミング等のIT教育を、高等教育段階では産業界と教育現場との連携の強化を推進し、継続性を持ってIT人材を育成していく環境の整備と提供に取り組むとともに、分野・地域を越えた全国的な実践教育ネットワークの推進やインターンシップ等を含め、実践的な専門教育プログラム等構築する。」と示された。これが、平成28年5月20日決定の同宣言の変更では、「我が国が第4次産業革命を勝ち抜くために、初等中等教育において様々な課題解決に必要な論理的思考力や創造性、情報活用能力などの汎用的な力を育成しつつ、高等教育から研

究者レベルにおいて、特に喫緊の課題である IoT、ビッグデータ、AI、セキュリティ及びその基盤となるデータサイエンティスト等の人材育成・確保に資する施策を『「第4次産業革命に向けた人材育成総合イニシアチブ」』として、包括的に実施。その際、プログラミング教育を推進するため、府省庁と産業界との連携、学習指導要領の改訂、IT インフラ環境の整備に取り組む。」とされ、中央教育審議会の答申を待たずに、プログラミング教育を推進するため、学習指導要領を改訂することが決定された。なお、合わせて同年4月に文部科学省が設置、5月6日・13日・27日に開催された「小学校段階におけるプログラミング教育の在りについて」の有識者会議においても、小学校へのプログラミング教育導入が具体的に検討されていた経緯がある。

通常、学習指導要領の改訂については、文部科学大臣が中央教育審議会に諮問、中央教育審議会からの答申を受けて、文部科学省が公示する流れになっている。今回も、平成26年11月20日、26文科初第852号にて文部科学大臣が諮問、平成28年12月21日、中教審第197号にて中央教育審議会が答申を出している。しかしながら、小学校プログラミング教育必修化への改訂、中・高等学校におけるプログラミング教育の充実については、事実上答申の前に決められていたことになる。このように、小学校におけるプログラミング教育導入については、官邸主導で動いた経緯がある。

過去においては、昭和21年の教育刷新委員会(内閣総理大臣所轄)、昭和59年の臨時教育審議会(総理府に設置、内閣総理大臣の諮問)が内閣主導で設置された委員会であり、いずれも教育基本法制定や新しい学力観という大きな教育の転換点となっていた。今回は、これら過去にみられた全面的な諮問・答申というものとは違うものの、官邸が動いたという事実からは、第4次産業革命が進む現在、この分野の教育を、スピード感をもって取り組まなければならないという危機感が国にあることは容易に推察できる。

もう一つ読み取ることができることは、プログラミング教育導入の背景には、単なる論理的思考の形

成に留まらず、無から有を創り出す創造性の育成、IoT、ビッグデータ、AI、セキュリティ及びその基盤となるデータサイエンティスト等の人材育成・確保という第4次産業革命に向けた人材育成を、初等中等教育なりに対応を強く求めているということである。これは、これまで中学校においては主に技術・家庭科技術分野(以下、技術科とも記す)、高等学校では共通教科「情報」で推進してきたことである。したがって、小学校プログラミング教育は、今回の改訂で突然出現したものではなく、これまでの中学校技術科の内容の一部が小学校へ移行したと捉えておく必要がある。

そこで次に、技術科を中心とするこれまでの普通教育におけるプログラミング教育の導入と変遷の歴史を振り返る。

②普通教育におけるプログラミング教育の歴史

専門的な情報に関する教育は、高等学校の専門学科における情報処理教育のスタートである昭和48年にまで遡る。しかしながら、これらは、専門教育に関する内容であり普通教育ではない。

昭和60年から出された臨時教育審議会の答申(計4回)では、社会の情報化への対応について言及され、文部省(当時)は新しい時代に必要となる資質・能力として、情報活用能力の概念を定義した。ただし、情報活用能力という用語が臨時教育審議会の答申に出てくるのは、昭和61年4月に出された第二次答申である。なお、昭和60年は「コンピュータ教育元年」といわれる。臨時教育審議会の答申が具体的に反映された義務教育の学習指導要領は、平成元年に公示されたものである。特に注目すべきは、中学校技術・家庭科に「情報基礎」領域が位置づけられたことである。この領域は、選択的に扱う領域とはされたものの、日本の義務教育において初めて内容知としての情報が位置づけられた領域となった。これにより、今で言うプログラミング教育が初めて義務教育へ位置づいたことになる。

以後、平成29年3月公示の小学校学習指導要領にて、小学校にプログラミング教育が必修化されるまでの初等中等教育の簡単な経緯を表1に示す。

表1 教育課程上におけるプログラミング教育の導入と変遷の歴史

時 期	機関及び法令等	主 な 内 容
昭和 60 (1985) 年～	臨時教育審議会答申	答申は合計 4 回出される。この中で、情報化等への対応が言及される。
昭和 60 (1985) 年	文部省 (当時)	初めて情報活用能力を定義する。 －「コンピュータ教育元年」－
平成元 (1989) 年	中学校学習指導要領 技術・家庭科	中学校技術・家庭科技術領域「情報基礎」領域新設される。これにより、義務教育に初めて、「情報」を学ぶ分野が確立される。 ただし、設備の関係もあり、当時は選択的に扱う領域として位置づけられた。この時の学習の中心は、機器の基本操作とプログラミングであった。 －中学校における「プログラミング教育元年」－
↓		
平成 10 (1998) 年	中学校学習指導要領 技術・家庭科	中学校技術・家庭科技術分野・内容 B「情報とコンピュータ」が必修化される。3 年間の標準指導時数 (87.5 時間) の半分程度を充てることが目安とされていた。しかし、機器とアプリの活用重視、インターネットの普及等からプログラミングの内容は選択的に扱う内容とされた。
↓		
平成 11 (1999) 年	高等学校学習指導要領 普通教科 情報	普通教科として、「情報 A・B・C」の 3 科目が設定された (2 単位必修)。このうち、プログラミングの関わる内容となるコンピュータにおける情報の表し方や仕組みを理解し、問題解決においてコンピュータを効果的に活用するための科学的な考え方や方法の取得を目指すものは、「情報 B」であったが、多くの高等学校では、情報活用の実践力を主目的とする「情報 A」を履修させた。
↓		
平成 20 (2008) 年	中学校学習指導要領 技術・家庭科	中学校技術・家庭科技術分野・内容 D「情報に関する技術」、項目「プログラムによる計測・制御」が設定され、プログラミングが計測・制御システムの一部として取り上げられることになった。技術科では選択的な内容がなくなったことから、これによって、中学校でプログラミングが必修化されることになった。
↓		
平成 21 (2009) 年	高等学校学習指導要領 共通教科 情報	「情報 A・B・C」が「社会と情報」「情報の科学」に再編 (2 単位必修) された。 プログラミングを問題解決に活用することを学ぶ「情報の科学」は選択必修科目であり、H29 年 6 月現在、本科目の履修率は 2 割程度とされる (小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について－議論の取りまとめ－)。
↓		
平成 29 (2017) 年	小学校学習指導要領 中学校学習指導要領 技術・家庭科	小学校では、プログラミング教育の必修化される。 中学校技術・家庭科技術分野では、プログラミングに関する内容が、計測・制御の他に、双方向型のコンテンツが入ることになり、内容も高度化した。

③資質・能力としてのプログラミング的思考とプログラミング教育との関係

小・中学校学習指導要領解説総則編では、情報活用能力とは、「世の中の様々な事象を情報とその結

び付きとして捉え、情報及び情報技術を適切かつ効果的に活用して、問題を発見・解決したり自分の考えを形成したりしていく力」とされる。具体的には「学習活動において必要に応じてコンピュータ等

の情報手段を適切に用いて情報を得たり、情報を整理・比較したり、得られた情報をわかりやすく発信・伝達したり、必要に応じて保存・共有したりといったことができる力。さらに、このような学習活動を遂行する上で必要となる情報手段の基本的な操作の習得や、プログラミング的思考、情報モラル、情報セキュリティ、統計等に関する資質・能力等も含むもの。」とされており、言語能力、問題発見・解決能力と同様に身につけるべき資質・能力として明記されている。

プログラミング教育は、特にここでいうプログラミング的思考との関わりが強い。文部科学省はプログラミング的思考を「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組合せが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力」と定義している。また、「小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議」は、「議論の取りまとめ」において、プログラミング的思考を「いわゆる『コンピューショナル・シンキング』の考え方を踏まえつつ、プログラミングと論理的思考との関係を整理しながら提言された定義である。」と補足説明している。Computational Thinking (コンピューショナル・シンキング) については、いくつかの概念が存在する。例えば、Cuny・Snyder・Wing (2010)の「ある問題を解決するために、コンピュータによって効果的に実行できる形式で、その問題や解法を表現するときに関わってくる思考プロセス」という概念がある。ここでいう問題とは、単に数式のような問題だけではなく、現実世界の複雑な問題のことも含まれているとても大きな概念である。したがって、プログラミング的思考を捉えるときには、単に定義された文言のみに矮小化して解釈することなく、コンピューショナル・シンキングの考え方も取り入れた捉え方をした上で、具体的な教材化に当たる必要がある。

また、プログラミング教育は、単にプログラミン

グ的思考の育成のみに留まらない。具体的な目標は下記の通り示されている。加えて、コンピュータを使用したプログラミングの体験も必須であるため、コンピュータを使用しない方法では、プログラミング教育を実施したことにはならない。本研究においては、この点も十分留意した上で、教材化に当たることにした。

【知識・技能】

身近な生活でコンピュータが活用されていること。問題の解決には必要な手順があることに気付くこと。

【思考力・判断力・表現力等】

発達の段階に即して、「プログラミング的思考」を育成すること。

【学びに向かう力・人間性等】

発達の段階に即して、コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること。

以上、これまで述べてきょうに、小学校プログラミング教育の必修化では、第4次産業革命に向けた人材育成を初等中等教育なりに対応すること、さらには、単なるプログラミングに留まらず、プログラミング技術を使って新しい何かを創り出す、これまでにない新しい教育への発想の転換が求められていると考えるべきである。これらの考え方に立脚しつつ、小学生という発達段階も配慮し、具体的には児童にとって身近な自動車と走行ルート(街)をモデリング化した教材を用いて単元を開発した。

(2) 附属小学校におけるプログラミング教育のためのカリキュラム開発

① 単元名 「レッツ！プログラミング」

② 単元の目標

- 1) 身の回りには、プログラミングが活用されているものがたくさんあることを知り、よりよい社会や生活を実現させるためにプログラミングが役立つことを理解させる。
- 2) 見通しをもって条件に応じた適切なプログラムを創り出したり、プログラムによってロボットを動かしたりする体験活動を通して、プログラミング的思考を育てる。

表2 カリキュラム案の学習活動の構想

3 学習活動の構想

<p style="text-align: center;">《目指す子ども像》</p> <p style="text-align: center;">プログラミングの良さを理解し、条件に応じたプログラミングを作り出したり、社会や生活にプログラミングを生かそうとしたりする子ども</p>		
	単元の評価規準	指導観
知識・技能	<ul style="list-style-type: none"> ・コンピュータが自分の生活に生かされていることを知り、どんなところにプログラミングが使われているかを理解すること。 ・様々なセンサーの役割を知り、センサーなどを使ったプログラミングができること。 	<p>学習者である子どもを取り巻く社会環境においては、たくさんのコンピュータやプログラミングされた機械などが多く存在するようになっている。しかし、人工知能は与えられた目的に応じて処理を行うことにとどまり、感性を働かせながら社会や人生をよりよいものにするための目的を考え出すことは人間にしかできない。この人間の強みを最大限生かし、機械は人間の意図した処理を行わせることができるものであることを理解できるようにするために、「プログラミング教育」が必要不可欠である。</p> <p>子どもたちは、これまでにPCやiPad等のICT機器を操作しながら、探究したいことについて調べる学習活動を行ってきている。ICT機器の操作には興味をもって活動できる子どもがほとんどである。一方で、プログラミングの経験については、ほとんどないのが現状である。</p> <p>そこで本単元では、「レッツ！プログラミング」というテーマで、プログラミングを体験しながらプログラミングの良さについて理解を深める学習を進めていく。</p>
思考力・判断力・表現力	<ul style="list-style-type: none"> ・目的に合わせて、最適な要素だけを見出すことができること。 ・意図した活動を実現するため、複数の手順の最適な組合せを考え、手順を創作し、書き出したり、他者に伝えたりすること。 ・目的に沿ってプログラミングを評価し、手順に問題がある場合はその原因を考え、分析・判断を行い、改善策を分かりやすく表現して他者に伝えること。 	
学びに向かう力・人間性	<ul style="list-style-type: none"> ・課題を達成するために計画的にやり遂げようとする態度を養う。 ・自分や他者の意見やアイデアを尊重し、教え合い学び合いながら協働作業に取り組もうとする態度を養う。 ・課題を自ら設定し、その目的や使う人を意識したプログラムを創り出そうとする態度を養う。 ・他者のアイデアや意見から、新しいプログラムを創り出そうとする態度を養う。 	
教材観		
<p>本単元では、apple社製iPadのアプリ上で作成した操作プログラムを使って、LEGO社製マインドストームEV3を動かす活動を行うことによって、プログラミング的思考を育てていきたいと考える。単元の前半については、iPadやマインドストームの操作を中心に活動を進め、単元の後半では、条件が設定された中でマインドストームを動かすプログラムを作成できるように活動を進めていくこととする。その際に、どのようなプログラムを設定すればどんな動きをするのか予想したり、マインドストームの動きからプログラミングを評価したり、プログラミングを改善させたりしながら、活動を進めることとする。</p>		

③ 学習活動の構想 (表2)

④ 単元計画 (情報教育 全10時間) (表3)

⑤ 本時の指導

1) ねらい

スタート地点からセンサーを使いながらゴールまでたどり着くプログラムを考え、EV3を動かす。

EV3の動きを予想しながら、条件に応じた動きをさせるために必要なプログラムについて見出したり、プログラムを組み合わせたり、改善したりする中で、より適切なプログラムは何かを考えていく過程を創発の場面ととらえる。その際、「本当にこのプログラムでいいの」という批判的思考や、「そのプログラムでやってみよう」という共感的思考、「もっと簡単なプログラムはないかな」という創造的思考を働かせていくことを通して、プログラミング的

思考が高まっていくと考える。

2) 授業展開 (略)



授業の様子 (平成29年12月1日)

5. まとめと今後の課題

新学習指導要領において、小学校で新たに導入されるプログラミング教育のあり方ならびにカリキュラムの枠組みについて理論的かつ実践的な取り組みを試みた。附属小学校においては、EV3を用い

表3 カリキュラム案の単元計画 (10 時間扱い)

4 単元計画 (情報教育 全 10 時間)

時	主な学習活動	評価
1	○身の回りには、プログラミングの活用された例がたくさんあることについて知る。 ○プログラミングとは何かを知る。 ○単元の学習について見通す。	知 身の回りには、プログラミングの活用されたものがあることを理解している。 学 単元の学習を見通し、プログラミングに興味をもっている。
2	○マインドストームを操作してみる。 ・iPad上で適当なプログラムを作成し、マインドストームがどのように動くかを試してみる。	知 マインドストームを動かすために必要なプログラムを理解している。
3	○1.5mの直線を進み、自力で停止するプログラムを考え、マインドストームを動かす。	思 条件に応じて必要な動きを選択し、プログラムを考えている。
4	○1.5mの直線を進み、3回転してスタート位置に戻り、停止するプログラムを考え、マインドストームを動かす。	思 条件に応じて必要な動きを複数選択し、プログラムを組み合わせながら考えている。
5	○カラーセンサーを用いたプログラムを考え、マインドストームを動かす。	知 カラーセンサーの働きを知り、理解している。
6	○障害物センサーを用いたプログラムを考え、マインドストームを動かす。	知 障害物センサーの働きを知り、理解している。
7	○一定時間の中で、スタート地点からゴール地点まで動くプログラムを考え、マインドストームを動かす。	思 条件に応じて必要なプログラムを選択し、組み合わせながら考えている。
8	○スタート地点からセンサーを使いながらゴールまでたどり着くプログラムを考える。	学 試行錯誤をしながら班の友達と協働的にプログラムを考えようとしている。
9	○スタート地点からセンサーを使いながらゴールまでたどり着くプログラムを考え、マインドストームを動かす。	思 条件に応じたプログラムを考え、適切に表現している。
10	○プログラミングが社会や生活を豊かにしていることをまとめる。 ○どんなプログラミングがあるとよいか、考えを交流する。	思 プログラミングがもたらす効果について考え、今後の社会や生活にどのように生かされていくか考えたことを表現している。

た体験的な活動も10時間のカリキュラムを基に授業を計画し、小学校5年生を対象に実験的な開発研究も試みてみた。子どもたちの取り組みは意欲的であった。今後、さらにプログラミング思考の様相について細かく分析を試み、カリキュラム開発を促進させるとともに、授業実践の可能性を提案していきたい。

<参考文献>

J.M. Wing : Computational Thinking: What and Why? <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why> (参照日: 2018年1月22日)

宮川洋一・中原久志: 技術科教育の史的展望と課題, 森山潤他編著: イノベーション力を育成する技術・情報教育の展望, ジアース教育新社, pp42-52(2016)

文部科学省: 小学校学習指導要領解説総則編

http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/newcs/1387014.htm (参照日: 2018年1月22日)

文部科学省: 中学校学習指導要領解説総則編

http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/newcs/1387016.htm (参照日: 2018年1月22日)

本村猛能: 情報教育の史的展望と課題, 森山潤他編著: イノベーション力を育成する技術・情報教育の展望, ジアース教育新社, pp62-72(2016)

小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議: 議論の取りまとめ http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/112/attach/1372525.htm (参照日: 2018年1月22日)

首相官邸: 政策会議 <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/decision.html> (参照日: 2018年1月22日)