

小・中学校を一貫として実施する情報教育の検討

宮川 洋一*, 加藤 佳昭・佐藤 和史**

*岩手大学教育学部, **岩手大学教育学部附属中学校

(平成29年3月9日受理)

1. はじめに

本研究の目的は、新しい学習指導要領の方向性を勘案しつつ、今後の情報教育、特に「プログラミング教育」における、小・中学校一貫教育の確立に向けた基礎的知見を得ることである。

「教育の情報化に関する手引き」(文部科学省2011)では、児童生徒、教員に係る教育の情報化の柱として、第3章「教科指導におけるICT活用」、第4章「情報教育の体系的な推進」(以下、「情報教育」とする)、第6章「校務の情報化の推進」を掲げている。また、第5章では、「学校における情報モラル教育と家庭・地域との連携」(以下、「情報モラル教育」とする)が示されている。これら章立ての示す構造図では、第4章の中に第5章が位置づいており、情報モラル教育は、情報教育全体の中で進めていくことが示されている¹⁾。本研究でいう情報教育は同書における第5章の情報モラル教育を含んだ第4章に示されている情報教育を指している。情報教育は校種・教科・領域等を問わず、全教育活動で実施されるべきものであり、「情報活用の実践力」、「情報の科学的な理解」、「情報社会に参画する態度」の育成を目的としている。

1.1 情報モラル教育

1987(昭和62)年8月臨時教育審議会より出された「教育改革に関する第4次答申(最終答申)」では、21世紀のための教育の目標の実現に向けた教育改革の視点が示されている²⁾。この中で、「情報社会への対応」に関する項目として、情報社会における影の部分(いわゆる、「情報モラル」)への対応について触れられている。

このように、情報モラル教育に関しては、インターネットが普及する以前よりその必要性が認識

されていたことが伺える。現在、インターネット、モバイル端末の普及により発生している様々な教育的諸問題の状況に鑑みても、今後も情報モラル教育の問題は変わらない教育課題として研究・教育実践を行っていかなくてはならない内容であると考えられる。

1.2 プログラミング教育

臨時教育審議会、教育課程審議会の答申等を経て、1989(平成元)年に告示された、中学校の学習指導要領中学校技術・家庭科技術領域(現在の技術分野)には、「情報基礎」領域が新設された³⁾。この領域は、選択的に扱う領域とされながらも、コンピュータの仕組みの理解、プログラムの作成(以下、「プログラミング」とする)、ソフトウェアの活用を扱うこととされていた。選択的な位置づけとはいえ、義務教育の教科に、情報教育の内容知が明確に位置づいたことは、我が国普通教育における情報教育の推進に大きく寄与していることは間違いない。

1998(平成10)年告示の中学校学習指導要領の技術・家庭科⁴⁾では、指導時数の大幅な削減、プログラミングの内容が選択的な扱いとなったことから、プログラミング教育の実践はほとんど行われない状況となった。しかし、2008(平成20)年告示の中学校学習指導要領技術・家庭科⁵⁾では、示された内容について選択的に扱うことはなくなり、結果として内容D「情報に関する技術」項目「プログラムによる計測・制御」が必修となった。このことにより、数多くの実践が積み重ねられるようになってきた。

政府は近年、国の成長戦略の一端としてIT関連人材の不足も鑑み、初等・中等教育におけるプログラミング教育の推進を掲げている。2016(平

成 28) 年 5 月には、「世界最先端 IT 国家創造宣言」を変更(2013 年から毎年変更している)した。これは閣議決定事項であり、これにより次期学習指導要領にて「プログラミング教育」が明確に位置づけられることが決定した⁶⁾。松林(2015)は、このような政府の成長戦略の考え方と同じように人材育成の観点から、「第二のビル・ゲイツ、マーク・ザッカーバーグを生み出すために、子どもにプログラミングを習得させるべきだと語る人が増えてきている」⁷⁾ことを指摘している。

文部科学省では、国の閣議決定に基づき、小学校における「プログラミング教育」の在り方について、2016(平成 28)年 5 月に第 1 回目の有識者会議を招集、同 6 月には議論の取りまとめを公表した。この取りまとめでは、これからの社会で生きていく人間育成のあり方、その中で必要とされる資質・能力等多面的な視点から、小学校段階における「プログラミング教育」について提言されている。小学校段階においては、「小学校におけるプログラミング教育が目指すのは、前述のように、子供たちが、コンピュータに意図した処理を行うよう指示することができるということを体験しながら、身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと、各教科等で育まれる思考力を基盤としながら基礎的な『プログラミング的思考』を身に付けること、コンピュータの働きを自分の生活に生かそうとする態度を身に付けることである。」⁸⁾としている。清水(2014)は、プログラミングについて、すぐれた知恵や深い知性の意味をもつ「叡智」という文字を用いて「人類の叡智」と表現している⁹⁾。これらの考え方は、プログラミングを真実在や真理を捉えることのできる最高の認識能力として捉え、このような思考能力を育成する「プログラミング学習」の必要性を指摘しているものと考えられる(清水の述べる思考能力は、既述の有識者会議が述べている「プログラミング的思考」に含まれると考えられることから、これらの能力も「プログラミング的思考」と表記する)。「プログラミング的思考」を育成する「プ

ログラミング教育」の目的は、政府が示す人材の創出の下層段階(根底)に位置づく教養教育としての「プログラミング教育」である。この上層に位置つきつつ、教養教育としての「プログラミング教育」の目的には、人材の創出の他に次の方法性があると考えている。

梅棹(1969)は、半世紀近く前に、今後の社会において、人間が身につけておくべき基本的なスキルとしてのプログラミングについて、「社会が、いままでのように人間だけでなりたっているものではなく、人間と機械が密接にむすびあった体系という意味」において、「プログラムのかきかたなどが、個人としてのもっとも基本的な技能となる日が、意外にはやくくるのではないかとかんがえている」¹⁰⁾と述べている。また、近年では、西垣(2016)が、「ビッグデータと人工知能に関連した技術が、21 世紀に急速に発展していくことは間違いない」とした上で、「われわれ一般日本人の、人工知能やロボットに対する見識は、あまりに脳天気で幼稚すぎる」、「ほとんどの日本人は、コンピュータの内部メカニズムについて初歩の知識さえもっていない」と述べ、これまでの日本の情報教育を刷新する必要性を指摘している¹¹⁾。梅棹(1969)、西垣(2016)の指摘は、プログラミング教育の必要性を単に「プログラミング的思考」を育成するという目的だけではなく、技術(テクノロジー)を視座とした教養教育の必要性を指摘しているものと考えられる。

もちろん、これら技術(テクノロジー)の教養教育としての「プログラミング教育」が、「プログラミング的思考」や国の成長戦略的な人材育成と無関係ではない。しかしながら、教育目標という視点で考えた場合、その到達点には明確な違いがある。筆者らは、児童生徒に「プログラミング的思考」を育成する重要性や国の成長戦略における人材育成の必要性は肯定しつつも、特に「プログラミング的思考」の育成のみが強調されることによって、技術(テクノロジー)としてのプログラミングという教育内容知的視点、さらには、技術(テクノロジー)に対する概念の獲得、資質・能

力の育成という視点が欠落してしまうことを危惧している。

1.3 問題の所在

これまで述べたように、小・中学校の情報教育においては、常に教育課題とされてきた情報モラル教育、他方、時に隠れ、時に脚光を浴びる「プログラミング教育」という二つの大きな柱が存在している。現在、特に小学校段階における「プログラミング教育」導入が確定的になったことを踏まえ、今後の小・中学校における「プログラミング教育」をどのように実践していけばよいのか、その接続性を含めて検討しておくことは大変有意義なことであると考えられる。

そこで、本研究では、小・中学校の情報教育、特に技術（テクノロジー）に対する教養教育としての「プログラミング教育」の方向性に焦点を当てた検討をすることにした。

2. 方法

2.1 「プログラミング教育」の実態把握

2008（平成 20）年告示の中学校学習指導要領において「プログラミング教育」が必修化されている技術・家庭技術分野（以下、技術科）の実践概要を示した上で、筆者らが具体的に組み込んだ実践内容の概要を提示する。

2.2 「プログラミング教育」の検討

小学校への位置づけを探るために、日本産業技術教育学会小学校委員会が発行している小学校教員向け指導書、実際に小学校段階でプログラミング教育が導入されている海外のカリキュラム（英国・米国〔ニューヨーク市：NY市〕）を概観する。

これらと国の方向を踏まえ、特に小学校における技術（テクノロジー）に対する教養教育としての「プログラミング教育」の枠組みを提案する。

3. 結果

3.1 「プログラミング教育」の概観

これまで、技術科における「プログラミング教育」に関する研究・実践は数多く存在している。1989（平成元）年に告示され、初めて技術科に「情

報基礎」領域が新設された当時の実践としては、BASICやLOGOを教材として用いたものがあった。例えば、林（1990）は、プログラミング言語としてBASICを取り上げ、プリンタコネクタを利用したインターフェースを自作した制御教材、言語としてLOGOを取り上げたタートルグラフィックを教材とした題材開発、実践を行い、結果を報告している¹²⁾。

一方、技術科に「プログラミング教育」が位置づいた当時から、すでに「プログラミング教育」と「プログラミング的思考」を育成することの相違については言及されている。例えば、本田（1992）は、「LOGOにおけるプログラミング学習とは、やさしいプログラミングを通して数学などの基礎知識を直接的に思考学習することを意味しており、プログラミング技術そのものの習得を目的とするものではありません。もちろん、LOGOにおいても高度な領域での活用を目指す場合には、プログラミング技術の向上は絶対欠かせないことですが、ここでいうプログラミング学習はそのこととは直接関係ありません。」¹³⁾と述べている。

森山（2003）は、技術科教育における問題解決的な学習活動としてのプログラミングに着目し、BASICを教材として、学習者の思考過程に対する構造的な分析を行い、効果的な学習指導方法の検討を詳細に行った¹⁴⁾。

また、宮川・森山（2016）は、ビジュアル・ベーシック（VB）をプログラミング環境として、スロットゲームアプリケーション作成に関する題材開発及び思考過程に対する構造的な分析を実施して、学習支援のため教材開発、効果の検証を詳細に行っている¹⁵⁾。この実践では、生徒がプログラミングで最も基本となる処理手順を思考したり、バグ等の技術的な問題解決をしたりする学習活動を通して、自分が計画したゲームアプリケーションを開発する一連のプロジェクトを学習できるように工夫している。

3.2 技術科内容D「情報に関する技術」における「プログラミング教育」の実践例

本内容に対応する実践事例も近年数多く報告さ



図1 Scratchベースのプログラミング環境とロボット教材

られている。例えば、筆者らは、ロボット学習用に設計されたコンピュータ基板である Studuino(スタディーノ) を使って制御するロボットキット Robotist を使用した題材の開発、実践を行った。ロボットを動かすプログラミングは、思考の流れを可視化しやすい Scratch ベースのブロックプログラミング環境を取り上げた(図1)。

本実践は、全12時間で構成され、最終時間には、計測・制御に関する技術が生活や産業の中で果たしている役割についてレポートにまとめさせる学習活動を位置づけている¹⁶⁾。これは、単に「プログラミング的思考」育成ための実践ではなく、技術(テクノロジー)の適切な評価・活用に対する考え方や態度の育成まで目指そうとしている実践である。このために、プログラムによる計測・制御に関する内容知の学習も明確に位置づけている。例えば、全12時間扱い中、第9時~第11時の3単位時間では、「FUCHU MOON CHALLENGE」として、月面に見立てたコースを、ロボットを走行させるという技術的な問題解決学習を展開してい

るが、この学習を通して、生徒はプログラムの処理手順とあわせて、ハードウェアとの関係で設定するパラメータの調整という計測・制御に関する内容知についても実践的・体験的に学んでいる。

3.3 日本産業技術教育学会小学校委員会発行「小学校教員向け指導書」における展開例¹⁷⁾

日本産業技術教育学会小学校委員会では、小学校における技術科教育を普及する目的で、小学校教員向けの指導書を刊行している。このうち、「プログラミング教育」に関しては、菊地・宮川(2015)が新たに「情報・システム制御技術」と位置づけ、小学校5・6年生を対象とした教材及び題材を紹介している。具体的には、インターフェースに接続されたLEDの光らせ方をプログラムで制御するという展開案である(表1)。

3.4 海外のカリキュラム事例

日本における学校の授業は、法的根拠をもっている学習指導要領に基づき実施されている。これは全国に均一の教育効果を期待できる反面、新しい内容への切り替えに時間がかかるという問題点を同時に有する。また、日本の普通教育における技術(テクノロジー)の教育は、他の先進国と比較して極めて貧弱である。そこで、普通教育における技術(テクノロジー)の教育が比較的多く実施されている他国の取り組みを取り上げてみる。

海外における「プログラミング教育」に関する調査・報告は諸々存在する。例えば、「諸外国におけるプログラミング教育に関する調査研究」(文部科学省平成26年度・情報教育指導力向上支援事業)¹⁸⁾では、23の国・地域の現状が報告されている。この中でも、最初に取り上げられている英国

表1 小学校5・6年生対象 「情報・システム制御技術」 略題材展開案(5時間扱い)

時	学習問題	追究内容
1	赤→緑→青の順にLEDを光らせるにはどうすればよいか	・プログラミング環境(PIC-GPE)に、フローチャートを作成して、赤→緑→青の順にLEDを光らせる
1	赤→緑→青の順にLEDを自動的に光らせるにはどうすればよいか	・反復命令を用いて作成して1秒ごとに赤→緑→青の順でLEDの色を変え、これを3回繰り返す、最後に5秒間白色でLEDを光らせよう
1	ボタンが押されていれば、LEDが点灯、押されていなければ消灯とするには、どのようにすればよいか	・「条件によって分岐する命令」を用いて、問題のフローチャートを作成しよう
2	世界に一つしかないLEDの光らせ方を実現しよう	・構想をPIC-GPEにてフローチャートにして、自分なりのLEDの光らせ方を創りだそう!

(UK)については、「イングランドでは、2013年のナショナルカリキュラムにおいて、従来の教科『ICT』に代わって教科『Computing』が新設され、2014年9月より実施されている。」と記されている。また、ナショナルカリキュラムを補足するガイド ”Computing in the national curriculum – A guide for primary teachers “¹⁹⁾について紹介している。本ガイドは、題材展開案のような具体的な資料というよりは、プログラミングの位置づけや教材、指導方法、評価のあり方について論じたり、リソースを提供したりしている側面が強い。例えば、「教材」という項目については、「児童生徒が自分のコンピュータでプログラミングを行うには、いくつかのツールが必要となる。例えば、MITのScratch(スクラッチ)では、新しいカリキュラムのプログラミングに必要なものはすべて備えている。」というような紹介であり、具体的な展開を示しているものではない。

これに対して、NY市のWebページ²⁰⁾には、The Software Engineering Program(SEP)として、6th Gradeと9th Gradeの見出しからなる2校種分の具体的な展開案が掲載されている。この内、日本の小学校段階に近いと思われるSEPの6th Grade Curriculumは、Topicとし

て、”Computer Programming with Scratch”, ”Web Design(HTML/CSS)”, ”Lego Robotics”で構成されている。例えば、”Computer Programming with Scratch”では、全36~45単位時間の略案が具体的に示され、最終的には、学習の定着度に応じた条件を設定したゲーム作りが計画されている。

4. 考察

今回の学習指導要領の改訂では、小学校段階における「プログラミング教育」を実施するための特定の教科が位置づけられる可能性は低い。このため、「総合的な学習の時間」を活用した題材(単元)設定が最もスマートな方法になると考える。このような考え方に立脚して図2の枠組みを構想した。一方、NY市のSEPをみると、「プログラミング的思考」を育成しつつも、技術(テクノロジー)教育としてのプログラミングへ踏み込んだ独立した科目設定となっており、総時間数も大変多い。長期的にみた場合、日本は中学校の技術科教育の充実、また少なくとも小学校に独立した教科、例えば「技術・情報科」を確立して、ものづくりも含めた教養教育としての技術(テクノロジー)教育を充実させていかなければ、技術立国として技術(テクノロジー)が他の先進国から遅れ

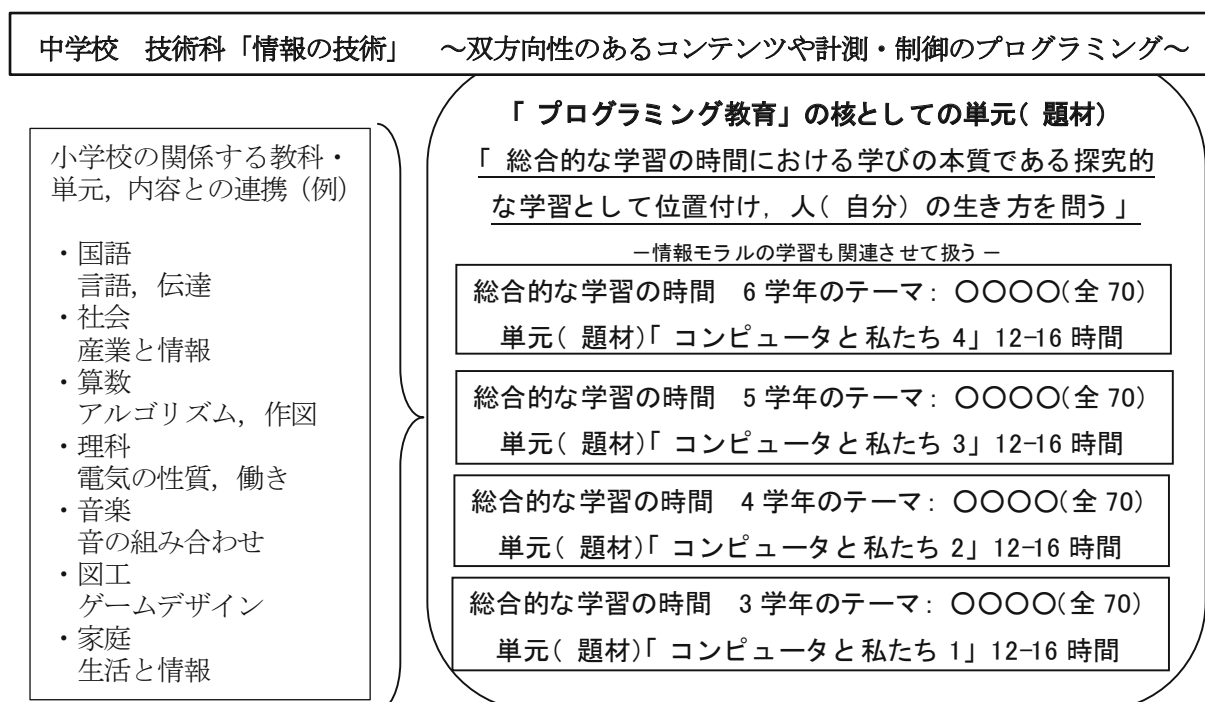


図2 総合的な学習の時間を核とする小学校「プログラミング教育」の構想と中学校の連携

を取ってしまうのではないだろうか。

5. まとめ

本研究では、これからの技術（テクノロジー）教育としての「プログラミング教育」に着目し、小・中学校を一貫とした情報教育を検討した。現在、中心となっている技術科における具体的な実践を提示しつつ、先進国の状況を踏まえ、今後のカリキュラム構築の方向性を提案した。

教育は国によってシステムが違う。よって、海外のカリキュラムや実践をそのままコピーして持ち込むことはできない。それ故、これまでの日本における実践の蓄積を踏まえ、まずは様々な資料を基に小学校における「プログラミング教育」について具体的な題材を開発していく必要がある。

参考・引用文献

- 1) 文部科学省：教育の情報化に関する手引，開隆堂出版（2011）。
- 2) 臨時教育審議会：教育改革に関する第4次答申（最終答申）（抄）（1987） <http://www.niye.go.jp/outh/book/files/items/79/File/yojitooshin.pdf>（最終アクセス：2016.12.1）
- 3) 文部省：中学校指導書技術・家庭科編，開隆堂出版（1989）pp.54-60
- 4) 文部科学省：中学校学習指導要領（平成10年12月）解説 一部補訂 一技術・家庭科編一，東京書籍（2004）
- 5) 文部科学省：中学校学習指導要領解説 技術・家庭科編，教育図書（2008）
- 6) 内閣府：世界最先端 IT 国家創造宣言(変更) <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20160520/siryou1.pdf>（最終アクセス：2016.12.1）
- 7) 松林弘治：子どもを億万長者にしたければプログラミングの基礎を教えなさい，株式会社KADOKAWA，pp.10-13（2015）
- 8) 文部科学省：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） http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm（最終アクセス：2016.12.1）
- 9) 清水亮：教養としてのプログラミング講座，中央公論新社，pp.23-24（2014）
- 10) 梅棹忠夫：知的生産の技術，岩波書店，p.15(1969)
- 11) 西垣通：ビッグデータと人工知能 可能性と畏を見極める，中公新書，pp.194-198（2016）
- 12) 林秀明：BAISCとLOGOを使用したプログラムの作成指導例，西之園晴夫・村田正男編著：中学校これからの情報教育とその指導，東京書籍，pp.96-110（1990）
- 13) 本田成親：LOGOと学習思考 柔軟な思考を育てるコンピュータ教育のために JICC（ジック）出版局，p.20（1992）
- 14) 森山潤：プログラム作成における思考過程の構造分析，風間書房（2003）
- 15) 宮川洋一，森山潤：学習者の思考力を高めるプログラミング教育の学習支援，風間書房（2016）
- 16) 加藤佳昭，佐藤和史，宮川洋一：評価能力を高めるプログラミング学習の実践，日本産業技術教育学会第34回東北支部大会講演論文集，pp.19-20（2016）
- 17) 菊地章，宮川洋一：小学校ものづくり学習教員向け指導書～小学校図画工作科と中学校技術科との連携～，日本産業技術教育学会小学校委員会，pp.83-89（2015）
- 18) 文部科学省：諸外国におけるプログラミング教育に関する調査研究，大日本印刷株式会社（2015）
- 19) Naace : Computing in the national curriculum – A guide for primary teachers <http://www.computingatschool.org.uk/data/uploads/CASPrimaryComputing.pdf>（最終アクセス：2016.12.1）
- 20) New York City Department Of Education : The Software Engineering Program <http://sepnyc.org/about/>（最終アクセス：2016.12.1）