

小学校プログラミング教育の発達段階に沿った学習到達目標と カリキュラム・マネジメント

大森 康正*・磯部 征尊**・上野 朝大***・尾崎 裕介****・山崎 貞登*

(平成29年2月27日受付；平成29年4月14日受理)

要 旨

本稿では、2020年からの小学校プログラミング教育必修化に対応するために、山崎ら(2017)の「幼稚園から高等学校までを一貫した『情報・システム・制御に関する技術』の鍵概念と『技術的課題解決プロセス』の教育段階別学習到達水準表」で示した鍵概念とプロセスを改善した。「カリキュラム・マネジメント」の視座から、先導的で優れたプログラミング教育を展開している東京都品川区立京陽小学校の8実践事例のうち6事例を対象とし、大森ら(2017)の「小学校段階のプログラミング学習において修得すべき知識・技能、能力」と、山崎ら(2017)との対応関係を中心に検討し、以下の3つの知見を得た。

- (1) 構造化プログラミングの「順次(逐次)構造」、「条件分岐構造」、「反復構造」を用いて、カリキュラム・マネジメントに基づく「社会に開かれた教育課程」を編成し、児童の心身の発達水準に応じて、6年間を通じてスパイラルアップ的に繰り返し体験させていた。
- (2) アルゴリズムを設計する際に必要な概念のうち、特に「抽象化」を主として活用し、「パターン認識」、「分解」、「一般化」、「評価」活動を、児童の心身の発達水準に応じて、スパイラルアップ的に繰り返し体験させていた。
- (3) 授業者は、単元の学習プロセスにおいて、一連の課題解決に必要な論理的思考力・判断力・表現力等といった汎用力と共に、情報技術を活用した技術的課題解決力の「創造の動機」-「設計・計画」-「制作」-「成果の評価(まとめ・表現)」を重視していた。

KEY WORDS

小学校プログラミング学習 (Programming Learning for Elementary School), プログラミングの思考 (Computational Thinking), コンピュータシステムとネットワーク利用に関する技術の鍵概念 (Key Concepts in Informatics and Information Technology regarding Computer System and Net Work Utilization), 鍵プロセスとしての技術的課題解決プロセス (Technological Design Process as Key Processes), カリキュラム・マネジメント (Curriculum Management)

1 問題の所在と研究目的

本稿の目的は、「カリキュラム・マネジメント」の視座から、先導的で優れたプログラミング教育を展開している東京都品川区立京陽小学校の同校サイトで公開中の8事例中6事例⁽¹⁾を、大森ら(2017)⁽²⁾の「小学校段階のプログラミング学習において修得すべき知識・技能、能力」と、山崎ら(2017)⁽³⁾の「幼稚園から高等学校までを一貫した『情報・システム・制御に関する技術』の鍵概念と『技術的課題解決プロセス』の教育段階別学習到達水準表」で示した鍵概念とプロセスの対応関係について調査し、プログラミング学習において育成すべき資質能力、目標・内容・方法・形態、学習評価を一体化させた「参照基準」について検討することである。検討にあたり、一般社団法人情報処理学会の2016年12月号『情報処理』の小特集「学校まるごとわくわくプログラミングー品川区立京陽小学校の事例ー」⁽⁴⁾を参照することとする。

文部科学省は、2017年3月31日に次期小学校学習指導要領⁽⁵⁾を公表し、小学校では2020年度からプログラミング学習が必修化される。東京都品川区立京陽小学校では、校外の著名なプログラミング教育研究者や地域社会と協働しながら、「社会に開かれた教育課程」として、プログラミング学習を実践し、それらの事例を公表^{(1)・(4)}している。同校のプログラミング教育の特徴は、ソースコードが公開されていて、視覚的なブロックを組み合わせることで、パズル感覚でプログラミングできるScratch言語を用いている点である(森, 2016: pp.48-49)⁽⁶⁾。Scratchは視覚的にわかりやすい画面で、児童の興味・関心を高め、論理的思考力・判断力・表現力とプログラミングの基礎力を養いやすい。京陽小学校のプログラミング教育の研究支援をしている阿部は、パソコンにインストールしてスタンドアロンと

*自然・生活教育学系 **愛知教育大学 ***CA Tech Kids ****上越教育大学(修士課程) 現在: 愛知産業大学工業高等学校

して使うバージョン (Scratch1.4)^{(7),(8)}と、Webブラウザから使うバージョン (Scratch2.0)⁽⁸⁾の解説書を刊行している。京陽小学校では、セキュリティポリシーの関係上、インターネットを接続しないScratch1.4を授業で使用している (京陽小学校, 2016: p.5)⁽¹⁾。

現行 (2008年告示) 中学校学習指導要領では、技術・家庭科技術分野 (以下、技術科) 内容「D 情報に関する技術 (3) プログラムによる計測・制御」で、「ア コンピュータを利用した計測・制御の基本的な仕組みを知ること。」と、「イ 情報処理の手順を考え、簡単なプログラムが作成できること。」が必修である⁽⁹⁾。中学校においても、オープンソースコードを使用したプログラムが増えているため、小・中・高校を一貫したプログラミング教育を推進する上で、オープンソースコードを利用すると、プログラミング環境の条件整備がしやすい。また、次期 (2017年告示) 中学校学習指導要領技術科「D 情報の技術」では、現行の「計測・制御のプログラミング」と共に、「ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツプログラミング (文部科学省, 2017b: p.119)」⁽¹⁰⁾が入り、プログラミング学習項目の内容量が2倍に増加する。次期技術科の授業時数は、現行と同時数であるために、小学校のプログラミング教育との連携が一層求められることになり、喫緊の課題である。

本稿の鍵語の一つである「カリキュラム・マネジメント」は、「… (前略) …教育課程とは、学校教育の目的や目標を達成するために、教育の内容を子供の心身の発達に応じ、授業時数との関連において総合的に組織した学校の教育計画であり、その編成主体は各学校である。各学校には、学習指導要領を受け止めつつ、子供たちの姿や地域の実状等を踏まえて、各学校が設定する学校教育目標を実現するために、学習指導要領等に基づき教育課程を編成し、それを実施・評価し改善していくことが求められる。これが、いわゆる『カリキュラム・マネジメント』である。

(p.24)⁽¹¹⁾の意味で、本稿では用いる。なお、小学校学習指導要領は、学校教育法施行規則第五十五条の二により、文部科学大臣が公示する「教育課程の基準」の性格を有している (中学校学習指導要領は同法第七十四条、高等学校学習指導要領は同法第八十四条で規定)。

2016年6月16日、文部科学省「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、「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 (議論のまとめ)」を公表した⁽¹²⁾。同まとめを受けて、文部科学省は、次期小学校学習指導要領⁽⁵⁾では、2020年度から小学校でいわゆるプログラミング教育の必修化を示している。そこで、次期小学校学習指導要領で、プログラミング学習について記載した箇所を、表1に示す。

表1 2017年告示小学校学習指導要領でプログラミングについて掲げた箇所 (抜粋)

「第1章 総則」

「第3 教育課程の実施と学習評価」「1 主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善」「(3)イ児童が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させるための学習活動 (p.8)」

「第3節 算数」【第5学年】「B図形」

(1)平面図形に関わる数学的活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のような知識及び技能を身に付けること。

(7) 図形の形や大きさが決まる要素について理解するとともに、図形の合同について理解すること。

(4) 三角形や四角形などの多角形についての簡単な性質を理解すること。

(9) 円と関連させて正多角形の基本的な性質を知ること。

(5) 円周率の意味について理解し、それをを用いること。

イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。

(7) 図形を構成する要素及び図形間の関係に着目し、構成の仕方を考察したり、図形の性質を見だし、その性質を筋道を立てて考え説明したりすること。(p.67)

「第3 指導計画の作成と内容の取扱い」「2(2) 第2の内容の取扱いについては、次の事項に配慮するものとする。

(2)数量や図形についての感覚を豊かにしたり、表やグラフを用いて表現する力を高めたりするため、必要な場面においてコンピュータなどを適切に活用すること。また、第1章総則の第3の1の(3)のイに掲げるプログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けさせるための活動を行う場合には、児童の負担に配慮しつつ、例えば第2の各学年の内容の【第5学年】の「B図形」の(1)における正多角形の作図を行う学習に関連して、正確な繰り返し作業を行う必要があり、更に一部を変えることでいろいろな正多角形を同様に考えることができる場面などで取り扱うこと。(p.75)

「第4節 理科」【第6学年】「A物質・エネルギー」

(4)電気の利用

発電や蓄電、電気の変換について、電気の量や働きに着目して、それらを多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

(7) 電気は、作りだしたり蓄えたりすることができること。

(4) 電気は、光、音、熱、運動などに変換することができること。

(9) 身の回りには、電気の性質や働きを利用した道具があること。

イ 電気の性質や働きについて追究する中で、電気の量と働きとの関係、発電や蓄電、電気の変換について、より妥当な考えをつくりだし、表現すること。(pp.89-90)

「第3 指導計画の作成と内容の取扱い」「2(2) 第2の内容の取扱い」については、次の事項に配慮するものとする。

- (2) 観察、実験などの指導に当たっては、指導内容に応じてコンピュータや情報通信ネットワークなどを適切に活用できるようにすること。また、第1章総則の第3の1の(3)のイに掲げるプログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けるための学習活動を行う場合には、児童の負担に配慮しつつ、例えば第2の各学年の内容の「第6学年」の「A物質・エネルギー」の(4)における電気の性質や働きを利用した道具があることを捉える学習など、与えた条件に応じて動作していることを考察し、更に条件を変えることにより、動作が変化することについて考える場面で取り扱うものとする。(p.93)

【第5章 総合的な学習の時間】

「第3 指導計画の作成と内容の取扱い」「2 第2の内容の取扱い」については、次の事項に配慮するものとする。

- (9) 情報に関する学習を行う際には、探究的な学習に取り組むことを通して、情報を収集・整理・発信したり、情報が日常生活や社会に与える影響を考えたりするなどの学習活動が行われるようにすること。第1章総則の第3の1の(3)のイに掲げるプログラミングを体験することが、探究的な学習の過程に適切に位置付くようにすること。(pp.162-163)

表1に示したように、次期小学校学習指導要領でプログラミング学習について触れた箇所は、算数1箇所、理科1箇所、「総合的な学習の時間」1箇所に留まった。算数では、「プログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けさせるための活動を行う場合には、児童の負担に配慮しつつ、例えば第2の各学年の内容の「第5学年」の『B図形』の(1)における正多角形の作図を行う学習に関連して、正確な繰り返し作業を行う必要があり、更に一部を変えることでいろいろな正多角形を同様に考えることができる場面などで取り扱うこと。(p.75)」と、プログラミング学習の例示を記していた。

次期小学校学習指導要領(案)理科では、「例えば第2の各学年の内容の「第6学年」の『A物質・エネルギー』の(4)における電気の性質や働きを利用した道具があることを捉える学習など、与えた条件に応じて動作していることを考察し、更に条件を変えることにより、動作が変化することについて考える場面で取り扱うものとする。

(p.93)」と記載していた。2016年6月18日の文部科学省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の「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(議論のまとめ)」⁽¹²⁾の理科での実践事例として、「例えば、身の回りには、電気の性質や働きを利用した道具があることをとらえる学習を行う際、プログラミングを体験しながら、エネルギーを効果的に利用するために、様々な電気製品にはプログラムが活用され条件に応じて動作していることに気付く[11]学習を取り入れていくことが考えられる。」が示された。[11]の註は、「例えば、外が暗くなると照明の明かりが自動的に明るくなったり、一定の時間が経過すると自動的に消えたりすることなど。」である。制御には、サーモスタットのような単純なオン・オフ制御と、連続制御がある。中学校技術科のプログラムによる計測・制御学習では、現行及び次期学習指導要領においても、機械伝達を伴うアクチュエータを動作させるための連続制御学習を求めている。

次期小学校学習指導要領『総合的な学習の時間』では、「…(前略)…プログラミングを体験することが、探究的な学習の過程に適切に位置付くようにすること。(pp.162-163)」と記載されていた。

一方、中央教育審議会(中教審)教育課程部会(2016)は、8月26日に「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ」を公表し、同年10月6日(第21回)、第22回(同10月17日)、第23回(同10月31日)、第24回(同11月4日)までの約1ヶ月間、計4回にわたって50団体から意見を聴取した。小学校では、特に英語と共に、プログラミング教育に関する意見や条件整備に関する意見が多数だされた。小学校プログラミング教育に関する意見の概要と解説については、尾崎(2017)⁽¹³⁾が詳細にまとめている。「指定都市教育委員・教育長協議会(第21回)」の意見書を表2、「新経済連盟(第22回)」の意見書を表3に示す。

表2 指定都市教育委員・教育長協議会(第21回)のプログラミング教育に関する意見書

出典：http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afiedfile/2016/10/12/1378117_5.pdf

7. プログラミング教育について

- ① 単元を各学校が位置付けて実施となると、学校によって温度差が出るのが危惧されるため、より具体的に位置付けて示してほしい。(例えば、小中連携の面から、小学校「家庭科」を小学校「技術・家庭科」とし、プログラミング学習を行うなど。今後、小中一貫校や義務教育学校が拡大していくことから、中学校の技術科の教員を活用することにもつながると考える。)
- ② 小学校段階における実施例が示され、各教科等との関連的な指導の中でプログラミング的思考を育んでいくとのことであるが、「プログラミング」という言葉から受け取る一般的なイメージとのギャップは否めず、現に、プログラミング入力ソフトを活用した学習という偏った授業イメージが広がりつつあるのが危惧されるため、丁寧な説明が必要である。
- ③ プログラミングの思考を補助する教具や、情報技術を手段として活用できるようにするために日常的にICTを活用するための環境整備など、財政支援もあわせてご検討いただきたい。

表3 新経済連盟（第22回）のプログラミング教育に関する意見書

出典：http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afieldfile/2016/10/25/1378484_8.pdf

- ・小学校からのプログラミング教育に焦点が当てられたことに関しては率直に評価。
- ・小学校におけるプログラミング教育に関して、「既存の各教科の学習を通じてプログラミング的思考を学ばせる」ことは、プログラミング教育として必要十分ではない。「プログラミング的思考」の習得は必要であるが、それだけでは十分とは言えない。プログラミングを手段として使いこなすための初歩的な技術の習得を小学校段階でも目指すべき。また、そのために、「総合的な学習の時間」等を用いて、国算理社等の学習とは別で、プログラミングそのものを教える時間を確保すべき。また、「プログラミング的思考」を学ばせるに際しても、「プログラミング」そのものを教えるのが一番の近道である。
- ・プログラミングそのものを一定程度つかえるようになって、はじめて各教科の中での応用的な取り組みが可能になるのであり、各教科の学習を通じてプログラミングを学ぶということは順番として逆ではないか。
- ・各教科の学習の中にプログラミングを取り入れることは教員にとっても難易度が高く、全国各地での実施を念頭に置いた場合、現実的でない。学校外のサポートが手厚い都市部等とそれ以外の地域で実施状況に差が生じることが懸念される。また、プログラミングを教科学習に取り入れることで、授業の難易度が上がった結果、本来その教科で学習させるべきであったことすらも満足に教えられなくなるという懸念がある。
- ・地域によってプログラミング学習の実施状況に差が出ないよう、また中学校に進学した後のプログラミング学習に支障が出ないよう、共通の到達基準、到達目標のようなものを設けるべき。

2 幼稚園から高等学校までを一貫した「情報に関する技術」の鍵概念と「技術的課題解決プロセス」の教育段階別学習到達水準表

大森ら（2017）⁽²⁾は、初等・中等教育向けの体系的なプログラミング教育カリキュラムの一環として、小学校段階において修得すべき知識・技能、能力を提案している。本稿では、大森らの先行研究を検討した。本稿の共著者が、現在、共同研究者と「メッセージング、遅延束縛、並列処理」の扱いについて論議中であること等を考慮し、大森（2017）の表を一部加筆修正して、「小学校段階のプログラミング学習において修得する知識・技能、能力」の一例として、表4を示す。

表4 小学校段階におけるプログラミング学習に求められる知識・技能、能力

問題解決を行う際の姿勢	試行錯誤（トライ＆エラー）*
	複数解を容認する〔アルゴリズム（解法、手順）の解が複数あっても他者のアルゴリズムに間違いがなければ容認する〕*
プログラミング的思考に関する概念	抽象化 <ul style="list-style-type: none"> 手続きの制御構造（逐次、繰り返し、判断）の抽象化（Abstraction, 不要な部分を分離して複雑な事象をわかりやすくすること）*、手続き化**、モジュール（要素）化** オブジェクト指向的モデルの基礎概念（メッセージング、遅延束縛、並列処理）** データ構造（例えば郵便番号のような、大量のデータを扱う際に、収納するデータのまとめ方、保持・管理の方法）の抽象化**
	パターン認識（Pattern Recognition, 複雑な問題の解決を効果的に行うために、類似性とパターンを発見すること）*
	分解（Decomposition, 理解と点検をしやすくするために、問題をより小さな小単位に分けていく手順）*
	一般化（合理的・効率的な手順体系にするため、規則化・定型化すること）**
	評価（一連の手順をふりかえり、必要に応じて修正・改善をしたり、次の問題解決に生かせるようにしたりすること）*

*必須項目（理解させたい）、**推奨項目（体験はさせたい）

表4に示したように、大森ら（2017）⁽²⁾は、小学校段階におけるプログラミングによる問題解決能力に最も関係が深いと考えられるComputational Thinking（CT, プログラミング的思考）である、「抽象化」、「分解」、「パターン認識」に結びつく体験が必要と考えている。2016年6月18日の文部科学省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の「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（議論のまとめ）」⁽¹²⁾において、小学校段階のプログラミング教育を通じて目指す育成すべき資質・能力は、「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【知識・技能】」、「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【思考力・判断力・表現力等】」、「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【学びに向かう力・人間性等】」であると示している。表4を、児童生徒の心身の発達水準に沿った活動水準として、各学年・校種段階で組織化させ、幼稚園から高等学校までを一貫した「情報に関する技術」の鍵概念と「技術的課題解決プロセス」の教育段階別学習到達水準表を、表5に示す。表5は、磯部・山崎（2013）⁽¹⁴⁾、大森ら（2016）⁽¹⁵⁾、磯部・上野（2016）⁽¹⁶⁾の先行研究を基に、加除修正し再構成した。

表5 幼稚園から高等学校までを一貫した「情報・システム・制御に関する技術」の鍵概念と「技術的課題解決プロセス」の教育段階別学習到達水準表

	鍵概念と教材例		技術的課題解決プロセス			
	コンピュータシステムとネットワーク利用	プログラミング	創造の動機	設計・計画	制作	成果の評価
幼稚園	<ul style="list-style-type: none"> 遊具としての情報技術の活用への親しみ、ごく簡単なプログラミングの体験と親しみ コンピュータやProgrammable Toyの起動・終了 先生と一緒に、コンピュータやインターネットを使った遊び 	<ul style="list-style-type: none"> 遊具用・教材用のコンテンツやロボット（ブロックおもちゃなど）を使って、先生と一緒に組み立てたり、動かしたりして遊ぶこと 	<ul style="list-style-type: none"> Programmable Toy等との遊びで、自分が実現したい動作に対しての、思いや願いを持つこと 	<ul style="list-style-type: none"> 情報技術の活用による遊びで、自分の思いや願いをふくらませるための手順についての、イメージと見通しの萌芽 	<ul style="list-style-type: none"> 決められた時間や決まりを守って、コンピュータやネットワークを遊具とした遊び 先生や友達と一緒に、遊びを豊かにするための、動作内容の試行・工夫 先生や友達と一緒に、遊びを豊かにするため、活動の簡単な手順の確認 	<ul style="list-style-type: none"> 遊具としての情報技術機器の活用への親しみ 情報技術を活用して、事前に思い浮かべた動きと、実際の動きを比べ、その違いへの気づき
小低学年	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータシステムやネットワークの活用に対する関心の萌芽 自分の思いや願いの実現や、調べるために、先生と一緒に、インターネットサイトなどの閲覧 自分のやりたい目的に見合うソフトウェアの選択と使用 	<ul style="list-style-type: none"> 自分の思いや願いを込めた動作の実現を学習課題として、アニメーションなどのコンテンツのプログラムを作成し、自分の目指す動作を実現すること 自分の思いや願いを込めた動作の実現を学習課題として、教材用ロボットを組み立てて、モータの回転の時間や速さなどを変える易しいプログラムの作成で、ロボットの動きを変えられること 	<ul style="list-style-type: none"> Programmable Toy等を用い、自分の意図する一連の動作を実現させたいという思いや願いを持つこと 	<ul style="list-style-type: none"> 目的に応じた、ソフトウェアの選択と活用 必要に応じてブラウザ等のソフトを起動し、学習に用いるインターネットサイトなどへの閲覧 動かしたい対象や意図する一連の動きについての口頭発表と説明 	<ul style="list-style-type: none"> 自分が意図する動作を実現するための活動手順を知り、一連の手順を意識した制作活動 班やグループによる、協力した活動 コンピュータシステム、ネットワークの活用、情報コンテンツ制作への関心の萌芽 	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータシステム、ネットワークの活用、ごく簡単なプログラミングに対する親しみと好奇心の萌芽 事前に思い浮かべた動きと、実際の動きを比べ、その違いへの気づきと修正、言語活動充実（主語と述語、比較の観点、判断と理由、時系列等）のための発表と意見交換 ルールやマナーを守った、情報技術機器、教材用ロボットの適切な使用、学習の振り返り、改善
小中学年	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータシステムやネットワークの活用に対する親しみの深まり データの適切な保存または、格納、再生 検索エンジンなどを用いた、必要な情報収集 収集した情報の適切性に関する易しい評価 	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータを活用し、課題解決するために、処理手順を考える必要性に気付くこと 教材用ロボットを組み立て、目的とする動作を実現する課題を達成するために、タイロ型のプログラムを作成するために、順次・条件分岐・反復の情報処理の手順を活用すること 	<ul style="list-style-type: none"> 自分が作りたいコンテンツや作品について、その内容や制作目的、ねらいについて、他者への伝達と表現 	<ul style="list-style-type: none"> 目的に応じたソフトウェアの選択と、適切な使用 制作に必要な情報を、インターネットによる収集 制作したコンテンツに関する見通しを持つための構想 自分が意図する活動を実現するための、発想やアイデアに対する関心の萌芽 動かしたい対象や動きについての、図示による説明 	<ul style="list-style-type: none"> 制作に対して、自分の力で粘り強く最後まで成し遂げる努力と試行錯誤 必要に応じて、他者に助言を求め、協同的な学び合い コンテンツや教材用ロボットを完成させるために、活動の手順、見直し、実行、評価、改善を重視した活動 実現したいコンテンツやロボット動作、構想・計画、実行、改善を繰り返すによる試行錯誤 	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータシステム・ネットワークの活用や、簡単なプログラミングに対する親しみと好奇心の深まり アイデア創造・工夫の達成感についての発表と意見交換、言語活動充実（判断と根拠、条件、簡単な科学・技術用語や概念等の使用）のための発表と意見交換 自分の情報と他者の情報を大切に、情報を許可なく流出しないようこと 他者の作品を尊重し、その良さを見付ける評価 構想・計画・制作工程について、当初の見直しと、実際の成果の照合、改善点の検討 制作過程で、意図しない動きをしたプログラムについて、その原因を探究し、次回の制作に活かすこと
小高学年	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータシステムやネットワークを活用した問題発見・解決に対する興味・伸長 データの適切な保存と格納・再生 収集した情報の適切さについての検討と判断 ネットワーク上のルールやエチケット・特性を理解し、電子メールやWebページによる情報発信・収集 	<ul style="list-style-type: none"> 教材用ロボットを使って、課題の目的を児童が主体的に設定し、4、5人の班を構成して、仲間と協力し簡単なロボットの構想・設計・製作と、制御プログラムの作成・工夫で、課題を解決すること プログラムを効率良く記述し、誤りを最小限にとどめる設計方法論として、構造化プログラミングがあり、処理手順は、順次・条件分岐・反復の組み合わせの記述を知ること。 処理手順を視覚的に明確化するために、簡単なフローチャートを作成できること 	<ul style="list-style-type: none"> 問題解決のために、自分が意図する思いや願いと共に、園児や低学年児童等の他者（ユーザー）視点で、作りたいコンテンツや作品を構想し、企画書としてまとめること 	<ul style="list-style-type: none"> 問題解決のために、他者（ユーザー）視点で、自分が制作するコンテンツや作品について、作品の内容（動きや見た目等）や制作目的、制作・処理手順・工程について資料にまとめ、説明すること 目的に応じたソフトウェアの選択と適切な使用 制作に際し、必要な情報に関するネットワークを通じた複数の収集 決められた時間的制限の中で、成果が出るよう、手順（工程と段取り）計画を立てること 	<ul style="list-style-type: none"> 問題解決に必要なかつ、不足している情報を収集することができること 必要に応じて他者に積極的に助言を与えることができること 制作経験を基に、立案した手順・工程に基づいて、活動し、評価・改善をしていくこと 制作品について他者に説明し、工夫点についての意見を聞き、互いの情報を共有し、より良い制作に活かすことができること 	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータシステム・ネットワークの活用や、簡単なプログラミングによるアイデア形成、工夫・創造への親しみと好奇心の深まり アイデア創造・工夫の達成感についての発表と意見交換、言語活動充実（演繹法や帰納法などの論理的表現、規則性や決まりなどを用いた表現、科学・技術用語や概念等の使用）のための発表と意見交換 完成した作品を必要に応じてネットワークに公開（アップロード）すること 作品の公開に際し、公開する情報の適切性について慎重に検討することと、自分の情報と他者の情報を大切に、情報を許可なく流出させないようにすること 他者（第三者を含む）の作品を尊重した相互評価と学び合い 活動記録をとりつつ、発表を通じた自己評価と相互評価

<p>中 学 校</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・コンピュータシステムとネットワークシステムなどの情報技術が、生活や社会を支え発展させている役割 ・ハードウェア、ソフトウェアの種類とシステム ・文字や音、画像など質の異なった情報の、デジタル化による統合的な扱いの利点 ・静止画や動画のコンピュータへの取り込みと加工・編集 ・コンピュータの主要構成要素（入力・記憶・制御・演算・出力）についてのそれぞれの役割 ・著作権や情報モラルに留意し、電子メールやWebページの適切な活用と、必要な情報の取捨選択や収集 ・コンピュータシステムやネットワークを利用した技術の最適化、技術の適切な評価・管理・運用、改良・応用 	<ul style="list-style-type: none"> ・コンピュータや情報技術の活用と、情報コンテンツのプログラミングが、生活や社会を支え発展させている役割 ・コンピュータを活用し、順次・条件分岐・反復といった、情報処理の手順を考えた、情報コンテンツのプログラミング ・計測・制御システムの構成と働きを知ると共に、目的とする技術課題を解決するために、順次・条件分岐・反復といった、情報処理の手順を考えたプログラミング ・コンピュータや情報技術を活用したプログラミングによる技術の最適化、技術の適切な評価・管理・運用、改良・応用 	<ul style="list-style-type: none"> ・技術の問題発見・解決プロセスを意識した課題設定と、情報コンテンツ、制作作品に関連する必要条件と制約を明確にした取り組み ・技術の問題の明確化、課題設定から活動のまとめ・提案までの手順・工程を、図表等による表現 	<ul style="list-style-type: none"> ・自分が作りたい情報コンテンツ・作品の・アイデア、構想・計画表等による表現 ・自ら提案する情報コンテンツや作品の、具体的な工夫・改良点の説明・表現 ・使用する素材、安全、費用など、トレード・オフした結果を活かした構想・計画 ・構想・計画段階における情報処理の手順の視覚的表現 	<ul style="list-style-type: none"> ・生活や社会を支え発展させるという視点から、情報技術の活用、情報コンテンツのプログラミング、情報コンテンツを創造するための実践・評価・改善 ・小学生の時やこれまでの作品作りの経験を基に、創造・工夫を取り入れた手順・工程も基づく活動実践 ・活動や作品の工夫点や改善点について、意見を出し合い、共有した情報を基に、学び合いによる新たな方策の見いだし 	<ul style="list-style-type: none"> ・生活や社会を支え発展させるコンピュータシステム・ネットワークの活用や、基礎的なプログラミングによるアイデア形成力、工夫・創造力、情報化社会への参画力 ・生活や社会を支えるエンジニアや情報技術産業のキャリアへの関心 ・アイデア形成、創造・工夫の達成感についての発表と意見交換、言語活動充実（演繹法、帰納・類推法などの論理的表現、規則性や決まりなどを用いた表現、科学・技術用語や概念等の文脈）のための発表と意見交換 ・制作した作品の他者への発信と、その効果に関する自己評価及び、相互評価 ・発明・工夫及び、情報は、自他の権利があることを知り、学習活動や日常生活で、それらの権利を尊重して活用すること ・知的財産権制度の目的及び、役割に関する理解と表現
<p>高 校</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・情報のデジタル化の優位性に関する説明 ・コンピュータを利用した、二つの画像の合成や、画像、音、動画を含む情報コンテンツの編集と表現 ・コンピュータ内での情報処理の仕組みに関する説明と理解 ・情報通信ネットワークを安全に利用するために、ユーザーの立場からの情報セキュリティの確保 ・情報社会の進展と情報技術との関係の歴史的理解・説明、AI等の情報技術、IoT関連情報技術に関する適切な評価・管理・運用、改良・応用 	<ul style="list-style-type: none"> ・中学校までのプログラミング経験の実態等を考慮し、タイル型及び／または、テキスト型プログラミング言語により、問題をシステムとして構造化した問題解決 ・分類や検索などのアルゴリズム（処理手順）の活用、それらのアルゴリズムの比較・検討・評価 ・問題解決の処理を自動化するアルゴリズムの構想、計算量や計算可能性の概念と、アルゴリズムの実用性の判断 ・モデル化とシミュレーションの概念、問題解決に必要なモデルの構築とシミュレーションの実行・評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・課題探究学習プロセスを活用し、問題の発見・解決に、ブレインストーミングなどの創出技法や多様な調査技法を取り入れながら、情報技術とプログラミングを活用した課題の遂行、コンテンツや制作作品に関連する必要条件と制約を明確にした、課題への取り組み ・課題設定から活動のまとめ・提案までの手順・工程を、図表で表現し、自己評価・他者評価による、手順や工程の改善 	<ul style="list-style-type: none"> ・課題探究プロセスによる、情報技術とプログラミングを活用した課題の遂行とコンテンツ・制作作品に関連する必要条件と制約を満たす工夫点の明確化 ・機能や構造などを要素・要因に分解し、要素間の構造の明確化 ・事象のモデル化とシミュレーションの概念理解と表現、問題解決に必要なモデルの構築とシミュレーションの実行、モデルの評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・課題探究プロセスと、持続的発展が可能な社会を支えるという視点から、情報技術とプログラミングの活用と、情報コンテンツを創造するための実践・評価・改善 ・製作段階の途中で中間評価・発表会の実施、寄せられた意見を基に、設計や手順・工程を変更や、新たな方策の導入 	<ul style="list-style-type: none"> ・課題探究のプロセスと成果報告書の作成、発表会の実施し、情報技術の活用と情報コンテンツのプログラミングによる課題探究学習過程を、生涯学習で活用する方法の提案 ・制作した情報コンテンツ作品の他者への表現・伝達、その効果に関する的確な自己評価と相互評価 ・Webページで得た情報に関する信頼性・信憑性の観点からの評価 ・生活や社会を支えるエンジニアや情報技術産業のキャリア・就業への関心とガイダンス ・これまでの学習の振り返りによる学習の総合化と、生涯にわたる情報社会への公正な参画

3 東京都品川区立京陽小学校のプログラミング学習の先導的実践事例の検討

一般社団法人情報処理学会の2016年12月月刊誌『情報処理』の小特集記事⁴⁾には、特集を担当した久野、研究指導支援者の阿部と共に、算数科、国語科、図工科、市民科の実践事例、同校前校長の守田の学校経営とカリキュラム・マネジメントの視座から解説した論稿が掲載されている。これらの実践報告や論稿は、有益で貴重な数多くの情報を提供している。本小論では、品川区立京陽小学校で公開中のプログラミング学習実践事例集計8事例の内、算数科1事例、国語科2事例、社会科1事例、図工科1事例、市民科1事例の計6事例を検討対象とした（表6）。

なお、小学校6年生の「変数・リスト」の事例については、2008年告示（現行）小学校学習指導要領算数では第5学年で扱っていた素数を、2017年告示（次期）中学校学習指導要領では現行第3学年で扱っていた素因数分解を移行し、中学校第1学年で合わせて指導することになる予定のために、割愛した。さらに、同実践事例集では、市民科で

第3学年と第6学年の2事例が紹介されていたが、紙幅の制約で第6学年事例の検討に焦点化するため、第3学年は割愛した。

表6の京陽小学校プログラミング学習実践6事例を、「表4 小学校段階におけるプログラミング学習に求められる知識・技能、能力」と、「表5 幼稚園から高等学校までを一貫した『情報・システム・制御に関する技術』の鍵概念と『技術的課題解決プロセス』の教育段階別学習到達水準表」で示した鍵概念とプロセスの視点との対応を中心に検討した。

表6に示した「第1学年算数科単元名『のこりはいくつ（計10時間扱い）』[初級] スプライトを移動させる」では、「スプライト（画面上に表示されるキャラクター）」を動かすコマンドを扱っていた。同単元の実例集では、児童が工夫したスクリプトとして、構造化プログラミングの3つの構造の内、「順次（逐次）構造」、「反復構造」を用いたスクリプトが掲載されていた。表4の「問題解決を行う際の手法」と共に、アルゴリズムを設計する際に必要な概念の内、特に「抽象化」を活用していたと推察される。授業者は、単元の学習プロセスにおいて、一連の課題解決に必要な論理的思考力・判断力・表現力等といった汎用力と共に、表5で示した情報技術を活用した技術的課題解決力の「創造の動機」－「設計・計画」－「制作」－「成果の評価（まとめ・表現）」の過程で、自分が書いた「ひきざんものがたり」のアニメーションで表す「自分の目指す動作の実現」を重視していたと推察される。

表6の「第2学年国語科単元名『お話をたのしみ、つたえあおう ～かさこじぞう～（計10時間扱い）』[初級] 座標を指定する・○秒待つ」では、Scratchのスプライトを動かす方法の1つである「x座標を○ずつ変える」「y座標を○ずつ変える」を使用していた（角田ら、2016：p.120-121）⁽¹⁷⁾。同単元の実例集では、児童が工夫したスクリプトとして、構造化プログラミングの3つの構造の内、「順次（逐次）構造」を用いたスクリプトが掲載されていた。また、「1が押されたら、・・・」のブロックが使用されていたが、このブロックでは、1が押されるまでスクリプトは動作しない。この何か操作が行われるまで動作が決まらない状態を、「遅延束縛」という。「1が押される」のは、メッセージで行い、Scratchの環境側が自動的にメッセージの送信を行う「メッセージング」である。「メッセージング」、「遅延束縛」、さらに、旗がクリックされると複数のスクリプトが同時（並行）に動く「並列処理」が使われていた。表4の「問題解決を行う際の手法」と共に、アルゴリズムを設計する際に必要な概念の内、特に「抽象化」を活用していたと推察される。授業者は、単元の学習プロセスにおいて、一連の課題解決に必要な論理的思考力・判断力・表現力等といった汎用力と共に、表5で示した情報技術を活用した技術的課題解決力の「創造の動機」－「設計・計画」－「制作」－「成果の評価（まとめ・表現）」と、続き話の情景を表現し、情景の表現の工夫と、クラスの仲間達との伝え合いによる表現・交流を重視していたと推察される。

表6の「第3学年国語科単元名『組み立てにそって、物語を書こう（計13時間扱い）』[初級] スプライトの回転・拡大・縮小」では、「『①文字入力でスプライトを作成する』、『②文字をスクロールさせるスクリプト』、『③文字を拡大・縮小するスクリプト』、『文字を回転させるスクリプト』」が扱われていた（pp.17-18）⁽¹⁾。構造化プログラミングの3つの構造の内、「順次（逐次）構造」、「反復構造」を用いたスクリプトが掲載されていた。表4の「問題解決を行う際の手法」と共に、アルゴリズムを設計する際に必要な概念の内、特に「抽象化」を主として活用していたと推察される。授業者は、単元の学習プロセスにおいて、一連の課題解決に必要な論理的思考力・判断力・表現力等といった汎用力と共に、表5で示した情報技術を活用した技術的課題解決力の「創造の動機」－「設計・計画」－「制作」－「成果の評価（まとめ・表現）」と、「ペアの友達との交流で、発想を広げたり、自分の考えを明確にしたりする」力の育成を重視していたと推察される。

表6の「第4学年社会科単元名『住みよいくらし』～くらしをささえる水～（計15時間扱い）[中級] 問いと答え・条件分岐（もし～なら）」では、構造化プログラミングの3つの構造の内、「順次（逐次）構造」、「条件分岐構造」、「反復構造」を用いたスクリプトが掲載されていた。表4の「問題解決を行う際の手法」と共に、アルゴリズムを設計する際に必要な概念の内、特に「抽象化」を主として活用し、「パターン認識」、「分解」、「一般化」、「評価」活動の芽生えが生じていたと推察される。授業者は、単元の学習プロセスにおいて、一連の課題解決に必要な論理的思考力・判断力・表現力等といった汎用力と共に、表5で示した情報技術を活用した技術的課題解決力の「創造の動機」－「設計・計画」－「制作」－「成果の評価（まとめ・表現）」を重視していたと推察される。

表6の「第5学年図工科単元名『クレイアニメーションをつくろう（計9時間扱い）』[上級] メッセージを送る・受け取る」では、「①コマ撮りした写真をアニメーションにするスクリプト」、「②タイトルや字幕を表示させるスクリプト」のプログラミングを基本としていた。児童が工夫したプログラミングの例として、「①スタッフロールや効果音を入れた作品」、「②秒数を指定して音楽を鳴らすスクリプト」、「③背景の番号を指定して音楽を鳴らすスクリプト」が掲載されていた。構造化プログラミングの3つの構造の内、「順次（逐次）構造」、「反復構造」、「条件分岐構造」を用いたスクリプトが掲載されていた。「メッセージング」、「遅延束縛」、さらに、旗がクリックされると複数の

表6 本稿で検討した品川区立京陽小学校で公開中のプログラミング学習実践事例（計6事例）

第1学年算数科単元名「のこりはいくつ（計10時間扱い）」[初級] スプライトを移動させる
※プログラミング学習の評価
スクラッチで、減法の場面にあったひきざんものがたりを意欲的に表現している（主体的に学習に取り組む態度）。減法の場面の順序を考えながら、プログラミングを判断している（思考・判断・表現）。
第4時 10以下の数から1位数をひく減法の式を考え、「ひきざんものがたり」の文章を書く。
第5時 新しいスプライトの作り方、スプライトを横に移動させるプログラムについて知り、自分が書いた「ひきざんものがたり」をアニメーションで表す。
第6時 スクラッチによる「ひきざんものがたり」発表会を行う。
第7時 友達が作ったスクラッチによる減法（求補）の意味について理解し、式で表す。異種の量の減法（求残）の場面を式で表す。
第2学年国語科単元名「お話をたのしみ、つたえあおう ～かさこじぞう～（計10時間扱い）」[初級] 座標を指定する・○秒待つ
※プログラミング学習の評価
既習事項を生かし、わからないところは、今までの学習を振り返りながら、作品を完成させている（主体的に学習に取り組む態度）。「座標を指定する」「○秒まつ」プログラムを理解し、必要な手順を考えながら情景に合うスクリプトを書いている（思考・判断・表現）。
第8時 座標を指定して登場人物を動かすスクリプトについて知り、続き話しの情景を表現するプログラムを作る。
第9時 更に作品を深めるために、情景の表現（動き、大きさ、音、色などの効果を工夫する）。
第10時 友達がプログラミングした画面を見ながら、続き話を読み合い、物語のおもしろいところを伝え合う。
第3学年国語科単元名「組み立てにそって、物語を書こう（計13時間扱い）」[初級] スプライトの回転・拡大・縮小
※プログラミング学習の評価
見る人の興味をひくような予告編を作ろうとしている（主体的に学習に取り組む態度）
発表の手順をふまえてプログラムを作り上げている（思考・判断・表現）
第8時 自分の書いた物語の面白いところを考え、基本のプログラミングで紹介する言葉を考える。ペアの友達と交流し、発想を広げたり、自分の考えを明確にしたりする。
第9時 物語の予告編をプログラミングする。
第10時 ペアの友達と交流し、改善点を見つけて修正する。
第11時 予告編を完成させる。
第4学年社会科単元名「『住みよいくらし』～くらしをささえる水～（計15時間扱い）」[中級] 問いと答え・条件分岐（もし～なら）
※プログラミング学習の評価
既習事項を生かし、わからないところは自分で調べながら作品を完成させようとしている（主体的に学習に取り組む態度）。条件の分岐を理解し、必要な手順を考えながらプログラムを書いている（思考・判断・表現）。
第12時 飲料水の安定供給のための様々な取り組みについてまとめ、節水の大切さを考えながらクイズの問題を作る。
第13～14時 問題を出すプログラム、正解・不正解によって条件が分岐するプログラムについて知り、友達にクイズを出すプログラムを作成する。
作品が早く完成した児童は、問題の数を増やしたり、プログラムに工夫を加えて正解のときのリアクションをより効果的なものになるようにしたりする。できあがったプログラムをグループ内で確認し、アドバイスをし合って作品を修正する。
第15時 座席を移動して、友達が作ったクイズを解き合う。（答えが見えないように発表モードで行う）。クイズを解いた感想を発表する。水を大切にするために、自分たちができることについて考え話し合う。
第5学年図工科単元名「クレイアニメーションをつくろう（計9時間扱い）」[上級] メッセージを送る・受け取る
※プログラミング学習の評価
グループで話し合い、試行錯誤しながら、作品を完成させようとしている（主体的に学習に取り組む態度）。自分たちの作品のイメージを目指し、スクラッチの機能を生かしながら制作している（思考・判断・表現）。
第7時 背景にコマ撮りした写真を取り込む。
第8時 背景を順に切り替えるプログラムを作成し、アニメーションを作る。スプライトでタイトルや字幕を作る。[送る][受け取る]の命令を使って、タイトル等を表示させる。シーンに合わせて、効果音や音楽を追加する。
第6学年市民科単元名「京陽小学校の伝統を引き継ごう（計8時間扱い）」[活用] 学習したことの活用
※プログラミング学習の評価
既習事項を生かし、わからないところは自分で調べながら作品を完成させようとしている（主体的に学習に取り組む態度）。目的の動作に必要なプログラムを理解し、簡潔なプログラムを書いている（知識・技能）。
対象の1年生の興味・関心に合わせたプログラミング作品を考えている（思考・判断・表現）。
*第2時、第7時、第8時は、1年生と6年生の合同授業である。
第1時 京陽小学校の特色について考える。1年生にプログラミングを教えることで、伝統を引き継いでいくことを知る。
第2時 1年生に基本的なパソコン操作を教える。1年生に基本的なプログラミングを教える。1年生の好きなもの、興味のあることを聞き、作品作りのヒントを得る。
第3～4時 グループで、1年生にどのようなプログラミング作品を作らせるか考える。実際にプログラミングして、作品を作る。プログラムを改善する。
第5～6時 30分の時間配分と、教える手順を考える。教える活動をシミュレーションをするために、6年生が1年生役となる。想定されるトラブルと、その対処法を考え、共有する。1年生との関わり方を考える。
第7時 1年生と一緒にプログラミング作品を作る。1年生の願いをもとにし、プログラミングを改良する。
第8時 友達が作った作品を見る、体験する。学習を振り返る。

スクリプトが同時（並行）に動く「並列処理」が使われていた。表4の「問題解決を行う際の手法」と共に、アルゴリズムを設計する際に必要な概念の内、特に「抽象化」を主として活用し、「パターン認識」、「分解」、「一般化」、「評価」活動の芽生えが生じていたと推察される。授業者は、単元の学習プロセスにおいて、一連の課題解決に必要な論理的思考力・判断力・表現力等といった汎用力と共に、表5で示した情報技術を活用した技術的課題解決力の「創造の動機」－「設計・計画」－「制作」－「成果の評価（まとめ・表現）」を重視していたと推察される。

表6の「第6学年市民科単元名『京陽小学校の伝統を引き継ごう（計8時間扱い）』[活用]学習したことの活用」では、表6の「※プログラミング学習の評価」の「既習事項を生かし、わからないところは自分で調べながら作品を完成させようとしている（主体的に学習に取り組む態度）」、「目的の動作に必要なプログラムを理解し、簡潔なプログラムを書いている（思考・判断・表現）」、「対象の1年生の興味・関心に合わせたプログラミング作品を考えている（思考・判断・表現）」の目標達成を重視していた。第1学年との学習を通して、構造化プログラミングの3つの構造の内、「順次（逐次）構造」、「反復構造」、「条件分岐構造」を用いたスクリプトが掲載されていた。表4の「問題解決を行う際の手法」と共に、アルゴリズムを設計する際に必要な概念の内、特に「抽象化」を主として活用し、「パターン認識」、「分解」、「一般化」、「評価」活動の基礎的な力が複合的に働いていたと推察される。

4 まとめ

本稿では、2020年からの小学校プログラミング教育必修化に対応するために、山崎ら（2017）⁽³⁾の「幼稚園から高等学校までを一貫した『情報・システム・制御に関する技術』の鍵概念と『技術的課題解決プロセス』の教育段階別学習到達水準表」で示した鍵概念とプロセスを改善した。「カリキュラム・マネジメント」の視座から、先導的で優れたプログラミング教育を展開している東京都品川区立京陽小学校の8実践事例のうち6事例を対象とし、大森ら（2017）⁽²⁾の「小学校段階のプログラミング学習において修得すべき知識・技能、能力」、山崎ら（2017）⁽³⁾との対応関係を中心に検討し、以下の3つの知見を得た。

- (1) 京陽小学校のプログラミング学習では、構造化プログラミングの「順次（逐次）構造」、「反復構造」、「条件分岐構造」を用いて、カリキュラム・マネジメントに基づく「社会に開かれた教育課程」を編成し、児童の心身の発達水準に応じて、6年間を通じてスパイラルアップ的に繰り返し体験させていた。
- (2) アルゴリズムを設計する際に必要な概念のうち、特に「抽象化」を主として活用し、「パターン認識」、「分解」、「一般化」、「評価」活動を、児童の心身の発達水準に応じて、スパイラルアップ的に繰り返し体験させていた。
- (3) 授業者は、単元の学習プロセスにおいて、一連の課題解決に必要な論理的思考力・判断力・表現力等といった汎用力と共に、情報技術を活用した技術的課題解決力の「創造の動機」－「設計・計画」－「制作」－「成果の評価（まとめ・表現）」を重視していた。

謝辞

本稿では、TM及び®マークは明記しないが、その商標権を侵害する意図は一切ない。本研究の一部は、JSPS科研費（基盤研究C代表：磯部征尊、課題番号16K01014）の助成を受けた。

引用文献

- (1) 東京都品川区立京陽小学校（2016）こんなこともできたよプログラミング京陽編～プログラミング学習実践事例集～。
<http://school.cts.ne.jp/912keiyo/kounaikkenkyu/kenkyu.html>
- (2) 大森康正・萱津理佳・吉田研一・伊藤寿晃・山脇智志（2017）小型ロボットを用いた小学生向けプログラミング教育教材の開発とその活用方法，日本産業技術教育学会第32回情報分科会（上越）研究発表会講演論文集，pp.29-32.
- (3) 山崎貞登・山本利一・田口浩継・安藤明伸・大谷 忠・大森康正・磯部征尊・上野朝大（2017）小・中・高校を一貫した技術・情報教育の教科化に向けた構成内容と学習到達水準表の提案，上越教育大学研究紀要，第36巻，第2号，pp.581-593.
- (4) 久野 靖・阿部和広・日下部和哉・池田葉乃・山崎 翔・上野美智恵・西下義之・守田由紀子（分担執筆者順）（2016）小特集 学校まるごとわくわくプログラミング－品川区立京陽小学校の事例－，情報処理，Vol.57，No.12，pp.1216-1238.
- (5) 文部科学省（2017a）『小学校学習指導要領』。
- (6) 森 巧尚（2016）『楽しく学ぶ アルゴリズムとプログラミングの図鑑』，マイナビ。
- (7) 阿部和広（2013）『小学生からはじめるわくわくプログラミング』，日経BP社。
- (8) 阿部和広（2016）『小学生からはじめるわくわくプログラミング2』，日経BP社。

- (9) 文部科学省 (2008) 『中学校学習指導要領解説 技術・家庭編 (平成20年9月)』, 教育図書.
- (10) 文部科学省 (2017b) 『中学校学習指導要領』.
- (11) 中央教育審議会 (2016) 『幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について (答申) (中教審第197号)』, 平成28年12月21日.
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm
- (12) 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 (2016) 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 (議論のまとめ).
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm
- (13) 尾崎裕介 (2017) 「プログラミング的思考力」を育成する技術・情報教育課程の日英米比較研究, 上越教育大学学校教育研究科2016年度修士論文.
- (14) 磯部征尊・山崎貞登 (2013) 幼稚園から高等学校までを一貫した技術教育課程基準, 上越教育大学研究紀要, 第32巻, pp.331-344.
- (15) 大森康正・磯部征尊・山崎貞登 (2016) STEM教育とComputational Thinking重視の小・中・高等学校を一貫した情報技術教育の基準に関する日英米比較研究, 上越教育大学研究紀要, 第35巻, pp.269-283.
- (16) 磯部征尊・上野朝大 (2016) 就学前 (幼稚園) 段階と初等教育段階におけるプログラミング教育の在り方に関する基礎的研究, 教職キャリアセンター紀要, 第1巻, pp.117-124.
- (17) 角田一平・とがぞの・高村みづき・若林健一・砂金よしひろ著・安川要平 (監修) (2016) 『Scratchでつくる! たのしみ! プログラミング同場』, ソーテック社.

※インターネット情報の最終アクセス日は, 2017年2月25日

A Study of Attainment Targets and Curriculum Management Related to Pupils' Physical and Mental Developmental Standard Levels in Elementary School Programming Education

Yasumasa OOMORI*, Masataka ISOBE**, Tomohiro UENO***
Yusuke OZAKI**** and Sadato YAMAZAKI*

ABSTRACT

To implement programming education as a national curriculum standard for elementary school in Japanese elementary schools by 2020, this study aims to annotate curricular maps with attainment targets for each educational stage from kindergarten to upper secondary school in terms of the key concepts of "information, system and control technology," and "technological task-solving processes" proposed by Yamazaki et al. (2017). We examined examples of 6 educational practices in a total 8 detailed lesson plans with explanatory learning materials developed by the Keiyo municipal elementary school in the Tokyo metropolitan district, which is known to offer highly developed and innovative programming education. We discuss on correspondence with "knowledge, skills and capabilities to be acquired by programming learning through elementary school" reported by Oomori et al. (2017) and Yamazaki et al. (2017). The following conclusion were drawn:

- (1) The school organized by the Cooperate Social Responsible (CSR) curriculum based on curriculum management that led students to study basic concepts structure in "sequence (chikuji kozo)", "the conditional branch structure", and "repetitive structure" of the structured programming repeatedly at increasingly advanced levels over 6 years to attain the desired physical and mental standard levels.
- (2) Because the concepts were needed to design a series of algorithm to complete tasks, "abstraction" was mainly utilized for inside of a necessary concept in particular, and "pattern recognition", "resolution" and "generalization" were making them experience "reflection" activity repeatedly in spiral raising way according to the developmental standard levels of their physical and mental conditions.
- (3) The school teachers emphasized the development generic skills appropriate for each subject domain context to create technological task to be solve in designing technological tasks to be solved. Information, communication and technology (ICT) as well as the logical thinking capability necessary to solve problems and general abilities such as judgement and the expressive capability were incorporated into students' learning processes in their activities in "design and planning" - "production" - "creation of the value (summary and expression)".

* Natural and Living Science ** Aichi University of Education *** CA Tech Kids, Inc.

**** Joetsu University of Education (Master's Program); Present Institution: Aichi Sangyo University Technical High School