

プログラミング教育の小・中・高各校種間連携・一貫教育推進 のための技術・情報教育課程と専門職能発達体系の改革

山崎 貞登*・大森 康正*・磯部 征尊**・上野 朝大***

(平成29年2月27日受付；平成29年4月14日受理)

要 旨

本稿の目的は、小学校「プログラミング教育」の充実と、初等学校と中等学校間の連携・一貫教育の推進のために、小学校高学年において「技術・情報教育」を専門とする教員による授業及び、カリキュラム・コーディネートの導入と共に、小学校のプログラミング教育担当教員養成のための教員養成系学部の演習科目と、中等教育の技術・情報教員養成の専門職能開発システム改革の提案である。主たる提案は、次の4点である。(1)初等中等教育段階におけるプログラミング教育では、音楽、図画工作・美術、家庭、技術・情報教科が今後一層重要な役割を果たすが、前述専科教員の不足が極めて深刻である。各教科等間が調和の取れた時数にする等の改善方策が必要である。(2)小学校にプログラミング教育専任教員を担当したり、カリキュラム・コーディネータ役として補佐したりして、カリキュラム・マネジメントを強化する。(3)改正後の教育職員免許法「小学校各教科の指導法」と「総合的な学習の時間の指導法」で、大森ら(2017)の評価規準と、例えば品川区立京陽小学校のプログラミング学習実践事例集等を参考にして、学習指導案作成や模擬授業を実践する。(4)教員養成系教育におけるプログラミング教育の充実を図る必要がある。例えば、学部の第1年次共通必修履修科目として、「プログラミング教育基礎演習(演習2単位)」を開講し、Computational Thinking(CT)と、「プログラミング的思考を機能させるテクニック」を中心としたコンピューティングと、Scratchプログラミング入門を中心に演習をすることも考えられる。

KEY WORDS

小学校プログラミング学習(Programming Learning for Elementary School)、プログラミング的思考(Computational Thinking)、プログラミング的思考を機能させるテクニック(Techniques Associated with Computational Thinking)、コンピュータ教育教員の専門職能発達(Continuing Professional Development for Teaching Computing)、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、小学校段階における「プログラミング教育」の充実と、初等学校と中等学校間の連携・一貫教育の一層の推進のために、小学校高学年において「技術・情報教育」を専門とする教員による授業及び、カリキュラム・コーディネートの導入と共に、小学校のプログラミング教育担当教員養成のための教員養成系学部の演習科目と、中・高校の技術・情報教員養成の専門職能開発システム改革の提案である。なお、本稿で用いる「技術」は、テクノロジーを意味し、テクニック(技法、職技)、スキル(技能)と区別している。

最初に、「プログラミング教育」の定義について述べる。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(以下、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(議論の取りまとめ)」⁽¹⁾で、「プログラミング教育とは、子供たちに、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させながら、将来どのような職業に就くとしても、時代を超えて普遍的に求められる力としての『プログラミング的思考』などを育むことであり、コーディングを覚えることが目的ではない。」と提案した。同取りまとめでは、各教科等における「主体的・対話的で深い学び」とプログラミングを体験することの関係を踏まえつつ、「総合的な学習の時間」、「理科」、「算数」、「音楽」、「図画工作」、「特別活動」における指導内容のイメージと留意点について示された。続いて、有識者会議は、プログラミング教育で育む資質・能力を以下のように提案した(表1)。

表1に示したように、有識者会議では、プログラミング的思考(Computational Thinking, 以下CT)の育成を重視している。一方、グレートブリテン及び北アイルランド連合王国(以下、イギリス)教育省は2010年8月に、コンピュータ・サイエンス教育のContinuing Professional Development [(以下、CPD):教員の継続的専門職能発達]を

*自然・生活教育学系 **愛知教育大学 ***CA Tech Kids

表1 「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）」⁽¹⁾での「プログラミング教育で育成する資質・能力」

「プログラミング教育とは、子供たちに、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させながら、発達の段階に即して、次のような資質・能力を育成するものであると考えられる。

【知識・技能】

- (小) 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。
- (中) 社会におけるコンピュータの役割や影響を理解するとともに、簡単なプログラムを作成できるようにすること。
- (高) コンピュータの働きを科学的に理解するとともに、実際の問題解決にコンピュータを活用できるようにすること。

【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」（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）[5]*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。

*[5]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。」

出典(1)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（議論の取りまとめ）」、2016年6月16日
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm

目的として、Computing At School(以下、CAS)サイトをインフォーマル組織運営により設立した。CAS(2014)⁽²⁾は、「教室におけるCTの発達：理論的枠組み」を提案し、CTの構成概念を、表2のように提案している。

表2 イギリスComputing At School(CAS)の「教室におけるCTの発達：理論的枠組み」のCTの構成概念

CTは、問題解決と、対象、手続き、システムをより良くするための、論理的推論を含む認知と思考プロセスである。CTの構成概念を以下に示す。

- (1)アルゴリズム的思考力、(2)一連の要素に分解する思考力、(3)パターンの認識と作成思考力、(4)抽象化、選択、良質な表現思考力、(5)一連の評価思考力

同資料では、CTと共に、「CTに必要なテクニック (Techniques associated with computational thinking)」を提案し、「Computational Doing (CD)」⁽³⁾と命名している。本稿では、「プログラミング的思考を機能させるテクニック」と仮訳する。仮訳の検討は、今後の課題としたい。CTとCDは相互不可分で、相互の働きが機能して、情報技術を活用した一連のプログラミング課題解決が遂行される。CDには、科学の方法に相当するコンピュータ・サイエンスがあると指摘している(p.9)。キーステージ3(11歳~14歳)の授業実践に必要なテクニックとして、以下を掲げている(表3)。

表3 イギリスCASの「教室におけるCTの発達：理論的枠組み」のComputational Doing (CD) 構成概念 [出典：(CAS, 2015 : p.9)⁽³⁾]

省察 (Reflecting)

省察は、価値判断にとらわれない複雑な状況にて、公正で、正直な判断(評価)をするスキルである。コンピュータ・サイエンスの範疇において、この評価は、プロダクト仕様に用いる評価規準、発見(または経験則)、ユーザー・ニーズの判断を導く。

コーディング (プログラミング)

如何なるコンピュータ・システムの開発の必須要素は、デザインをコード形に翻訳し、全ての予期される条件下で、コンピュータ・システムが正しく機能することを保証するために、デザインを評価している。デバッグは、試験、複写のようなスキル、結果を予測し、確認するための論理的思考を使って、分析と評価のシステムの活用である。

デザイン創造活動 (Designing)

機能、外観、構造を考え出すことを伴っている。デザイン創造は、フローチャート、ストーリーボード、擬似コード、システム図などの、人が読み取り可能な表現を含む、デザインの表現を作成することを伴っている。デザイン創造は、分解、抽象化、アルゴリズムデザインの、より一層の活動に関係する。

分析 (Analysing)

分析は、構成要素化(分解)することを伴い、不要な複雑さ(抽象化)を減らし、プロセス(アルゴリズム)を識別し、共通性またはパターン(一般化)を探ることを伴う。分析は、事象をよりよく理解することと、目的に適合するための評価の両方において用いる、論理的思考を包含する。

活用 (Applying)

活用は、別の文脈の要件を満たすための先在する解決策の採用である。活用は、一般化、パターン、類似点、接続の識別、そして、人工物の構造または機能の特徴を開発促進する。例として、ある文脈におけるサブプログラムまたはアルゴリズムの開発を、違う文脈において再使用できることを含んでいる。

そこで、本稿では、「CT（プログラミング的思考）」と共に、「プログラミング的思考を機能させるテクニック（仮訳）」と知識、「学びに向かう主体的な態度」の相互不可分性と相互作用に着目して論を進める。尾崎ら（2016）⁽⁴⁾は、有識者会議が提案した「プログラミング的思考力」に必要な技術・情報モデリング能力として、表4を提案した。近年、教育・学術関係者等からは、「プログラミングにおける技術・情報のモデリング過程」と「数学的モデリング過程」との類似性と差異性についての研究や実践の推進が指摘されている。そこで、「プログラミングにおける情報・技術的モデリング過程（尾崎ら、2016）⁽⁴⁾」を図1、「数学的モデリング過程（西村、2011：p.23の図1-9）⁽⁵⁾」を図2に示す。洗練された課題解決には、教科領域固有知識・スキルと共に、課題解決プロセス・コンテンツと、現実世界や生活・社会との繋がり、学習する意味を実感的に理解できる、コンテクスト（文脈）が必要である。

表4 有識者会議が提案した「プログラミング的思考力」に必要な技術・情報的モデリング能力

| 「プログラミング的思考力」の定義（出典1） | 尾崎らの「プログラミング的思考力」に必要な技術・情報的モデリング能力（出典2） |
|--|---|
| 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 | 機能・振る舞いを、アルゴリズムやデータ構造として分解できる能力 |
| 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 | 実世界の事象に対する働きかけを意図し、データ構造を変化させるためのモデリングや、操作手順をアルゴリズム化するために、コード（プログラム）に変換する能力 |
| 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 | 試行錯誤（トライ&エラー）する能力。手続きを、抽象化や一般化する能力 |
| 論理的に考えていく | 評価（デバッグ）する能力 |
| | 説明できる能力 |

出典1：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年6月16日）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

出典2：尾崎裕介・大森康正・上野朝大・磯部征尊・山崎貞登（2016）数学的、技術的、科学的モデリング概念の比較からの「プログラミング的思考力」概念に関する基礎的検討、日本産業技術教育学会第28回北陸支部大会（福井）講演論文集（2016.11.5），p.7.

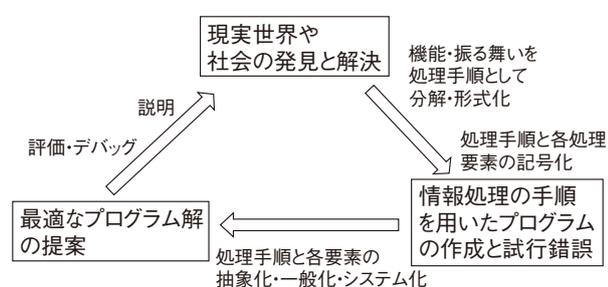


図1 「プログラミング的思考力」に必要な技術・情報モデリング能力

[出典：尾崎裕介・大森康正・上野朝大・磯部征尊・山崎貞登（2016）数学的、技術的、科学的モデリング概念の比較からの「プログラミング的思考力」概念に関する基礎的検討、日本産業技術教育学会第28回北陸支部大会（福井）講演論文集（2016.11.5），p.7.]

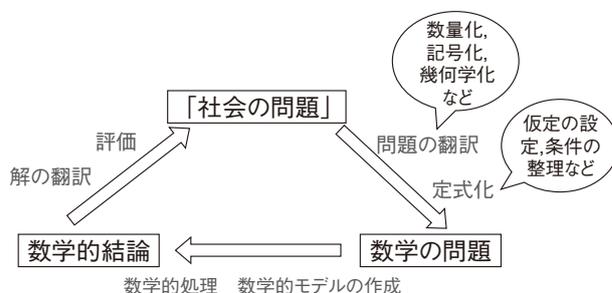


図2 数学的モデリング過程

[出典：西村圭一：数学的モデルを遂行する力を育成する教材開発とその実践に関する研究，p.23の図1-9. 東洋館出版社（2011）]

我が国の小学校では、イギリスと異なり、プログラミング学習そのものを学習対象としている教科等がなく、責任教科の所在が明確に示されていないために、何れの教科等が主たる役割や説明責任を果たしていくのかという大きな課題がある。学校中央教育審議会（中教審）初等中等教育分科会教育課程部会（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」⁽⁶⁾を公表した。同教育課程企画特別部会は、同年10月6日（第21回）、10月17日（第22回）、10月31日（第23回）、11月4日（第24回）の計4回にわたって、50団体から意見を聴取した。本稿では、小学校第3、4学年で各年間70授業時間が新設される外国語活動と、第5、6学年で各年間70時間の授業時数を有する教科「英語」に対する意見等に留意しつつ、特に小学校段階の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の論点を整理し検討する。

文部科学省は、2017年3月31日に次期小学校学習指導要領⁽⁷⁾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する。一方、大森ら⁽⁸⁾は、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箇所のみで、極めて少ない記述であったと指摘している。小学校学習指導要領は、各学校が創意・工夫した教育課程編成をする際の法的拘束力を有する最低基準（スタンダード）であり、各学校の良質な教育水準を保証する参照基準の役割を果たす。したがって、小学校学習指導要領の各教科、「総合的な学習の時間」等の「指導計画の作成と内容の取扱い」において、各教科等の個々の内容と「プログラミング体験をしながら論理的思考力を身に付けさせるための活動」との具体的な関連性について、明記した方が望ましいと考える。

本目的達成のために、以下の4点の研究下位課題を設定する。

- (1) 初等中等教育段階におけるプログラミング教育では、音楽、図画工作・美術、家庭、技術・情報教科が今後重要な役割を果たす。しかし、これらの教科を担当する専任教員数の減少で、教科研修力の低下と研修組織の弱体化が急激に進行している。このことが、プログラミング教育の初等中等教育各校種段階の連携する上での阻害要因になっている。そこで、特に、プログラミング学習と「総合的な学習の時間」との関連について検討する。
- (2) 小学校3～6学年における各教科と「総合的な学習の時間」では、中学校技術・家庭科技術分野（以下、技術科）の教員免許を有する教員を、プログラミング教育専任教員として担当したり、プログラミング教育のカリキュラム・コーディネータ役として他の教員の授業を補佐したりして、チーム学校としてのプログラミング教育のカリキュラム・マネジメントを強化する方策について検討する。
- (3) 教員養成系教育におけるプログラミング教育の充実を図る必要がある。例えば、学部の第1年次共通必修科目として、「プログラミング教育基礎演習（演習2単位）」を開講し、Computational Thinking (CT) を中心としたコンピュータサイエンスと、例えばScratchのように、視覚的なブロックを組み合わせるプログラミング入門を中心とした演習の導入可能性について検討する。
- (4) 改正後の教育職員免許法及び施行規則の「小学校各教科の指導法」と「総合的な学習の時間の指導法」において、大森ら（2017）⁽⁸⁾の評価基準と、品川区立京陽小学校のプログラミング学習実践事例集等を参考にして、小学校各教科等の評価基準と、プログラミング学習の評価基準を盛り込んだ学習指導案の作成と模擬授業実践の導入を検討する。

2 2017年10月から11月の中教審で教育等関係諸団体から提出された小学校プログラミング教育に関する意見書

2016年10月6日開催の「中教審教育課程部会 教育課程企画特別部会（第21回）」の「配付資料5 指定都市教育委員・教育長協議会 御発表資料」のうち、プログラミング教育に関する意見書⁽⁹⁾の抜粋を、表5に示す。

表5 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/afieldfile/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てて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ことが危惧されるため、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5の①では、各学校の温度差が生じることへの危惧が表明されているために、最低基準と参照基準としての性格を有する学習指導要領、総則、各教科等の解説で、小・中・高校各校種間と児童生徒の心身の発達水準に対応した、プログラミング学習の目標、内容、指導計画と内容の取扱いを具体的に明記した方が望ましい。

表5の①では、「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」という意見が表明されていた。

なお、小学校プログラミングに関する意見書は、「全国市町村教育委員会連合会(第21回)」⁽¹⁰⁾、「新経済連盟(第22回)」⁽¹¹⁾、「全国都道府県教育長協議会(第23回)」⁽¹²⁾、「日本教育大学協会(第23回)」⁽¹³⁾、「全国都道府県教育長協議会(第23回)」⁽¹⁴⁾、「全国教育管理職員団体協議会(第23回)」⁽¹⁵⁾、「中核市教育長会(第24回)」⁽¹⁶⁾と、計7団体が提出した。関係各団体からの意見の論点は、次の4点に集約される。

第1点は、小学校段階のプログラミング教育では、誰が、どのような教科等で、どのような教材、教育方法で教えるのか、指導体制、指導方法、教材研究や具体的な教材解釈・教材開発の課題である。

第2点は、小学校プログラミング教育の目標、内容等についての教育課程基準の必要性である。参照基準が示されていないことや、各学校のカリキュラム・マネジメントと教材研究の参照基準の役割も果たす指導資料の作成の要望に関する意見が多かった。

第3点は、小学校段階の「プログラミング教育」と「プログラミング的思考」とは何かの本質、目標、内容、両方の関係性の明確化である。

第4点は、「プログラミング的思考」を育成するための教具、IT手段を日常的に使用できる環境整備、財政支援といった「条件整備」である。

3 小・中学校連携・一貫教育の急加速化と中学美術、家庭、技術、高校美術、家庭、情報専科教諭の不足

山本ら⁽¹⁷⁾は、技術・家庭科教育の観点から、さいたま市における小・中学校一貫教育の現状と課題をまとめた。山本らは、小・中学校一貫教育の7都県での調査をもとに、先進的に小中一貫教育を進めているさいたま市を事例に、組織的に進めている具体的な取り組みを整理した。また、中学校技術・家庭科担当教員が小学校との兼務でどのような支援活動を行っているのか、これらの取り組みをどう思っているのかに関する聞き取り調査を行った。さらに、小・中学校一貫教育を効果的に推進するための提案と対策を示し、得られた知見を以下の4点に集約した。

- 1) 小・中学校一貫教育は、中1ギャップなどの課題解消への寄与が期待できる。
- 2) 小・中学校一貫教育を効果的に進めるには、担当者同士の打ち合わせが不可欠で、これらの時間を確保することが難しい。これらのことから教員は負担が大きいと感じている。
- 3) 教員間の連携を深めるためには、学校間の組織的な打ち合わせの時間が必要である。
- 4) 小学校教員免許状を有さない中学校技術科教員が小学校で指導できるように、教育職員免許法(教免法)第16条の5第一項で示す指導可能な教科等を拡大することが必要である。

山崎ら(2017)⁽¹⁸⁾が指摘したように、中教審教育課程企画特別部会では、小・中学校一貫・連携教育の推進と、小学校の特に高学年の専科教諭による教科担任の充実(p.68)⁽¹⁹⁾が議論された。2016年4月4日開催の中教審教育課程部会総則・評価特別部会(第7回)議事録には、奈須委員から、中学校「技術・家庭科」の全体としての特質、それぞれの技術分野と家庭分野の関係構造で1つの教科として存立し得るのかについて、中長期的な議論の必要性について提起された(pp.26-27)⁽²⁰⁾。山本ら⁽²¹⁾の報告から見られるように、小学校図画工作、音楽、家庭、理科は、専科教諭の一層の充実が求められている。英語の教科化と、各教科等におけるプログラミング教育や情報技術を手段として活用した問題発見・解決学習の導入により、中学校専科教員による小学校高学年での指導・支援体制の確立が喫緊の課題になっている。小学校の特に高学年において、英語をはじめとした教科担任制による教科指導推進を論議している。少子化による学校統廃合、いじめや不登校などが増えるいわゆる「中1ギャップ」の軽減に向けて、9年型義務教育学校、「併設型」、「連携型」小中一貫教育が推進されている。そのため、小学校では、技術・情報教育が教科として未設置であり、技術・情報教育に関わる実践的指導力と専門職能発達システムの構築が大きな課題となっている。一方、教育職員免許法(教免法)第16条の5第一項では、小学校での教授範囲として、『中学校又は高等学校の教諭の免許状を有する者は、第3条第一項から第三項までの規定にかかわらず、それぞれその免許状に係る教科に相当する教科その他教科に関する事項で文部科学省令で定めるものの教授又は実習を担当する小学校の主幹教諭、指導教諭、教諭若しくは講師又は特別支援学校の小学部の主幹教諭、指導教諭、教諭若しくは講師となることができる。』⁽²²⁾と定めている。しかし、中学校技術免許状の所有者は、小学校で教授できる教科等の関連付けがされていない。

中学校美術、家庭、技術の各教科専任教諭の配置に関する現況に関して、松永(2012)⁽²³⁾は、現行(2008年告示)中学校学習指導要領の教育課程下における東京都公立中学校小規模校の実技教科配置に関する研究として、全学年合計10学級以下(特別支援学級を除く)の小規模中学校の正規採用教員の配置率を調査した。95校中、音楽5校(5.3%)、美術28校(29.8%)、技術14校(14.9%)、家庭64校(68.1%)であった。加藤(2015)⁽²⁴⁾は、2009年度全国公立中学校美術科教員配置状況調査結果について考察した。本務教員未配置比率(%)は、高い順から岩手県

(51.56), 沖縄県 (50.33), 鹿児島県 (44.53), 福島県 (43.32), 大分県 (40.32) であった。

2016年12月21日の中教審「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(答申案)」の「別紙3-1 情報活用能力を構成する資質・能力」⁽²⁵⁾では, 小学校プログラミング教育, 中学校技術・家庭科「情報に関する技術」の計測・制御やコンテンツに関するプログラミング教育, 高等学校の情報科の共通必修科目・情報科の選択科目との連携の重要性が指摘されている(p.9)。

2008年告示中学校学習指導要領における技術科の教育課程実施状況調査は, 全日本中学校技術・家庭科研究会(全日中技・家研)が中心となり, 2012年度(第1回), 2013年度[第2回, 回答数は4,795校(45%)], 2014年度[第3回, 回答数は4,171校(39%) / 10,632校]が実施報告されている。特に, 2014年度調査は, 全日中技・家研, 日本産業技術教育学会, (公社)全国中学校産業教育教材振興協会が調査作成と実施を連携体制で行い, 全日中技・家研web pageで結果が公開中⁽²⁶⁾で, 同学会担当委員の大谷・谷田が同学会誌で報告した⁽²⁷⁾。

2013年度(第2回)報告によると, 「設問 D情報に関する技術「計測・制御」の指導時数」の比率(%)は, 1時間以下(15.1), 2時間(13.0), 3時間(10.4), 4時間(11.4)と, 4時間以下が全体の49.9%であった。次いで, 5時間(17.3), 6時間以上(36.3)であった。「2014年度(第3回)報告によると, 「設問 D情報に関する技術「計測・制御」の指導時数」の比率(%)は, 5時間以下(38.7), 6~10時間(46.4), 11~15時間(10.2), 16~20時間(2.4), 21~25(0.2), 26時間以上(0.1)であった。2013年度の結果と比較し, 2014年度の実施時間はわずかに増加したが, 計測・制御のためのプログラムの指導時数が極めて少ないのは問題である。特に, 2013年度の結果では, ほとんど指導していないと推測される回答もある。この原因として, 技術科では, 各内容や各指導項目に割り当てる指導時数が, 各学校裁量であるためである。このため, 技術科では, 「活動ありきで学習評価なし」といった事例も見られる。

「設問 各学校における技術分野の教員数」の回答結果数(%)は, 1人(90.0), 2人(8.2), 3人(1.3), 4人以上(0.2)であった。「設問 技術分野の受け持ち時数」の回答時間数(%)は, 6時間以下(33.3), 7~10時間(25.9), 11~14時間(22.2), 15~18時間(15.2), 19時間(2.9)であった。さらに, 技術科教員の現状として, 大多数の学校の技術分野担当教員数は1人であり, 理科, 数学など他教科と掛け持ちする教員が多数であった。技術科が専門ではない教員が多数いた。数学, 理科といった教科と技術科の両方の教科を担当する教員は, 数学や理科の研修を優先して受講するため, 技術科の教員研修を受講しにくい現状である(山崎, 私信)。また, 文献27で指摘されているように, 技術分野担当教員が1年間に受講する技術科研修の数は少なかった。技術科を専門とする教員に関しては, 能力が十分発揮できる条件整備, 技術科を専門としない教員に対する公的・私的な研修の機会を設定し, 技術科教員の質的向上を図るための条件・環境整備が課題であると述べている。現行技術科の3学年間授業時数が計87.5時間であり, 次期は現行時数と同一時数案が示されている。紙幅の関係で詳細な記述は割愛するが, 中学校美術科についても加藤(2015)⁽²⁴⁾が指摘するように, 技術科と家庭科と同様の深刻な問題を抱えている。

文部科学省(2004)⁽²⁸⁾の「学校教員統計調査」によると, 中学校教諭の週教科等担任授業時数[授業計画に基づく平常の週における1週間の教科等担任授業時数(「道徳」(「宗教」をもって「道徳」に代える場合を含む。), 「特別活動」及び「総合的な活動の時間」を含む。)]を, 単位時間により合計したものは, 17.0時間であった。2004年以降の中学校教員の1週間の教科等担任授業時数がわかるデータ入手ができなかった。そのため, 近年の担当授業時数の正確なデータはないが, 一般的には1週間で18~20授業時間を担当する教員が多いようである。2016年度の文部科学統計要覧(文部科学省, 2016)⁽²⁹⁾によると, 全国の中学校数は10,484校, クラス数は122,736クラスで, 1中学校の全クラス数は約11.64クラス, 1学年あたりのクラス数は3.88クラスである。そのため, 2008年告示(現行)中学校学習指導要領の授業時数が少ない技術分野(第1, 2学年で35時間, 第3学年で17.5時間)では, 週当たり17.0時間前後を担当するには, 1学年6クラス以上ないと他教科相当の専科授業時間を担当ができない。次期学習指導要領では, 家庭分野と共に, 技術分野の授業時数を特に第3学年で年間35時間にしたい方が望ましい。

4 小学校各教科等の「総合的学習」化の提案

天野(2000)⁽³⁰⁾らの指摘のように, 教育学研究や教育課程学研究では, 「総合・合科学習」, 「総合的学習(総合的な学習)」, 「総合的な学習の時間」の各々の概念の内包と外延を重視する。天野は, 「横断的・総合的学習の試みは, 日本の学校・教師たちにとって, けっして目新しいものではなく, 明治期以降の実践のなかにひとつの水脈のように受け継がれてきた『合科・総合学習』の創造的な実践の歴史があり, 先人たちの多くの遺産があることも見逃してはならない(p.13)」と指摘している。天野は, 「総合的学習」の特徴の第1として, 「学び方を学ぶ」ことであると指摘している。学び方の1つの側面として, 観察や調査の仕方, 情報の集め方, まとめ方, 発表の仕方などの学習スキルを掲げている。もう1つとして, 探究の仕方, 問題解決の仕方といった認知的, 論理的側面を指摘している。「総合

的な学習」の特徴の第2として、自己評価や相互評価、ポートフォリオ法などを駆使した、「自分を知り、自分を変える評価」を掲げている。「総合的学習」の意義や役割の重要性や必要性については、論を俟たない。

一方、現行（2008年告示）小学校学習指導要領解説総合的な学習の時間編⁽³¹⁾や、2016年8月26日の中教審教育課程部会「生活・総合的な学習の時間ワーキンググループにおける審議の取りまとめ（総合的な学習の時間）」⁽³²⁾等で報告されているように、当初の趣旨・理念が必ずしも十分に達成されていない状況も見られたり、小学校と中学校とで同様の学習活動を行うなど、学校種間の取組の重複が見られたりする。さらに、補充学習のような専ら特定の教科の知識・技能の習得を図る教育が行われたり、運動会の準備などと混同された実践が行われたりしている例も見られる（p.4）⁽³¹⁾。関連する教科内容との関係の整理、選択教科、学校設定教科・科目、特別活動等との関係整理を行う必要性が、繰り返し指摘されている。

次期小・中学校学習指導要領の第1章総則では、「総合的な学習の時間における学習活動により、特別活動の学校行事に掲げる各行事の実施と同様の成果が期待できる場合においては、総合的な学習の時間における学習活動をもって相当する特別活動の学校行事に掲げる各行事の実施に替えることができる（p.6）」^{(7)・(33)}との記述が見られる。

山崎・磯部（2016）⁽³⁴⁾が詳述したように、イングランド地域は、1980年代までは、地域の教育課程基準としてのナショナル・カリキュラム（NC）は設定せずに、トピック学習やプロジェクト学習といった単元学習や体験的・実践的な学習と、「各学校に基礎を置くカリキュラム開発（School Based Curriculum Development：SBCD）」を重視していた。しかし、1980年代に米国と同様に学力低下問題が深刻になった。そこで、イングランドは、1990年にNCを設定し、SBCDによるカリキュラムの創意工夫と共に、教育課程基準としてのNCによる質の保証と、学習到達目標の評価規準に沿ったエビデンスに基づく説明責任とのバランスを図った。我が国のものづくり技術教科に相当するイングランドの「Design and Technology」と情報技術は、初等中等教育段階を一貫した必修教科になった。「活動ありきで学習評価なし」といった形態及び内容が見直され、オーセンティック学習と共に、中等教育修了一般試験（通常16歳生徒受験）におけるコースワーク（課題研究）と、学習評価規準に基づくパフォーマンス学習評価が重視されるようになった。さらに、各学校における課題研究の学習評価規準の妥当性や信頼性を高めるために、モデレーション（複数の教員による記録に残す学習評価のカンファレンス）や、試験局のモデレータとのモデレーションが盛んになった。イギリスの学習評価の実践と実績は、我が国の家庭科、技術科が抱える学習評価に関する課題の克服に繋がる。

イングランドでは、1990年NCでInformation and Technology（1999年版からICT）が5歳～16歳必修科目（1995年版からは教科）であった。しかし、ICTの教科内容が広すぎて浅く、「コンピューティング（CTとCDを構成概念とする教科領域）」の関心を高めさせる程度が、学校教員の実践的指導力が不安定で一律ではない。学習者によっては、ICT教育に興味を示さず、コンピュータの使い方が教えられている程度」という厳しい批判を受けた。2014年NCでは、5歳～16歳の必修教科ICTが教科「コンピューティング」へと大改革が生じ、イングランドの児童は5歳からプログラミング学習をしている。イングランドの小学校における技術教科の教員指導体制については、山崎・磯部（2016：p.82）⁽³⁴⁾で報告した。2007年の小学校における技術専科教員の配当率は平均96%、TAの配当率は平均54%、カリキュラム・コーディネータ配当率は、平均97%であった。技術機器やシステムの発達は著しく、絶え間ないCPDを必要とする。小学校プログラミング教育では、専科教員の配置と共に、民間や地域社会と協働し、育成すべき資質・能力、教育目標・内容、学習方法・形態、学習評価を一体化させた参照基準（スタンダード）を、「社会に開かれた教育課程」として視覚化・共有化する必要がある。さらに、学習者の心身の発達水準に沿った小・中・高校の縦の連携と、教科等間の横の連携を充実させた参照基準の視覚化・共有化が必要である。山崎ら（2017）⁽³⁵⁾は、「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」を提案している。

5 小学校プログラミング教育に対応した小学校教職課程と教員の継続的専門職能発達（CPD）に基づく資質・能力向上

文部科学省は、2016年10月6日の日本教育大学協会学長・学部長等連絡協議会で、「教育職員免許法（以下、教免法）改正」、「再課程認定」、「教職課程コアカリキュラム」の検討状況を説明し、説明資料を公開した⁽³⁶⁾。公開資料に基づくと、新免法の大きな留意点は、以下の3点が示されている。第1は、「教科に関する科目」、「教職に関する科目」、「教科又は教職に関する科目」の3区分は廃止し、総単位数以外は全て省令において規定する。第2は、「教科及び教科の指導法に関する科目」、「教育の基礎的理解に関する科目」、「道徳、総合的な学習の時間等の指導法及び生徒指導、教育相談等に関する科目」においては、アクティブ・ラーニングの視点等を取り入れることである。第3は、教育実習に学校インターンシップを含む場合には、当該学校種の教育実習の機会を提供するため、他の学校種の免許状取得における教育実習の単位流用を認めない場合も考えられることである。

新免法の小学校では、「教科及び教科の指導法に関する科目」に含めることが必要な事項として、「イ 教科に関する専門的事項 ※『外国語』を追加」、「ロ 各教科の指導法（情報機器及び教材の活用を含む。）（各教科それぞれ1単位以上修得）」、「※外国語の指導法」を追加が示された。また、「道徳、総合的な学習の時間等の指導法及び生徒指導、教育相談等に関する科目」では、「ロ 総合的な学習の時間の指導法」が示された。

大森ら⁽⁸⁾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8実践事例のうち6事例を対象とし、大森ら（2017）⁽³⁷⁾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）⁽¹⁸⁾との対応関係を中心に検討した。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）⁽³⁸⁾。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。そこで、前述の「小学校各教科の指導法」と「総合的な学習の時間の指導法」では、大森ら⁽⁸⁾が事例研究対象とした品川区立京陽小学校のプログラミング学習実践事例集⁽³⁹⁾、⁽⁴⁰⁾等を参考にして、小学校各教科等の学習評価規準と、京陽小学校と大森ら⁽⁸⁾のプログラミング学習の学習評価規準を盛り込んだ学習指導案の作成と模擬授業を実践することも考えられる。

教員養成系教育におけるプログラミング教育の充実を図る必要がある。上越教育大学では、学部の第1年次共通必修履修科目として、「プログラミング教育基礎演習（演習2単位）」を開講している。学部教育では、共通必修履修科目として、「プログラミング的思考(CT)」と「プログラミング的思考を機能させるテクニック」を中心としたコンピューティングと、例えばScratchのような視覚的なブロックを組み合わせたプログラミング入門を中心に演習をすることも考えられる。

大森ら⁽⁴¹⁾は、初等・中等教育向けプログラミング教育カリキュラムに対応した指導者養成プログラムを提案している。プログラミング学習の実践指導力向上のための、教員の継続的専門職能発達（CPD）に基づく資質・能力向上は、喫緊の課題である。

6 まとめ

本稿の目的は、小学校段階における「プログラミング教育」の充実と、初等学校と中等学校間の連携・一貫教育の一層の推進のために、小学校高学年において「技術・情報教育」を専門とする教員による授業及び、カリキュラム・コーディネートの導入と共に、小学校のプログラミング教育担当教員養成のための教員養成系学部の演習科目と、中・高校の技術・情報教員養成の専門職能開発システム改革の提案である。主たる提案は、以下の4点である。

- (1) 初等中等教育段階におけるプログラミング教育では、音楽、図画工作・美術、家庭、技術・情報教科が今後一層重要な役割を果たす。しかし、これらの教科を担当する専任教員数の減少で、教科研修力の低下と研修組織の弱体化が急激に進行している。このことが、プログラミング教育の初等中等教育各校種段階の連携する上での阻害要因になっている。各教科の総合的な学習を推進すると共に、各教科等間が調和の取れた時数にする等の改善策が今後必要である。
- (2) 小学校3～6学年における各教科と総合的な学習の時間では、プログラミング教育専任教員が担当したり、カリキュラム・コーディネータ役とし補佐したりして、チーム学校としてのカリキュラム・マネジメントを強化する。
- (3) 改正後の教育職員免許法及び施行規則の「小学校各教科の指導法」と「総合的な学習の時間の指導法」で、大森ら（2017）⁽⁸⁾の評価規準と、品川区立京陽小学校のプログラミング学習実践事例集等を参考にして、小学校各教科等の評価規準と、プログラミング学習の評価規準を盛り込んだ学習指導案の作成と模擬授業を実践する。
- (4) 教員養成系教育におけるプログラミング教育の充実を図る必要がある。例えば、学部の第1年次共通必修履修科目として、「プログラミング教育基礎演習（演習2単位）」を開講し、「プログラミング的思考（CT）」と「プログラミング的思考を機能させるテクニック」を中心としたコンピューティングと、Scratchプログラミング入門を中心に演習をすることも考えられる。

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) 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（議論の取りまとめ）」、2016年6月16日
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm
- (2) Computing At School (CAS) (2014) Developing computing thinking in the classroom: a framework.
<https://pdfs.semanticscholar.org/e4f3/c24924c5a707a196b2015494c829c15618d1.pdf>
- (3) CAS, Computational thinking A guide for teachers, Nov. 2015.
<http://www.computingatschool.org.uk/computationalthinking>
- (4) 尾崎裕介・大森康正・上野朝大・磯部征尊・山崎貞登（2016）数学的、技術的、科学的モデリング概念の比較からの「プログラミングの思考力」概念に関する基礎的検討，日本産業技術教育学会第28回北陸支部大会（福井）講演論文集（2016.11.5），p.7.
- (5) 西村圭一（2012）『数学的モデル化を遂行する力を育成する教材開発とその実践に関する研究』，東洋館出版社.
- (6) 中央教育審議会（中教審）初等中等教育分科会教育課程部会（2016）次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ。
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/gaiyou/1377051.htm
- (7) 文部科学省（2017a）小学校学習指導要領.
- (8) 大森康正・磯部征尊・上野朝大・尾崎裕介・山崎貞登（2017）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，上越教育大学研究紀要，Vol.37，No.1，pp.205-215.
- (9) 中教審教育課程部会 教育課程企画特別部会（第21回）（2016年10月6日開催）「配付資料5 指定都市教育委員・教育長協議会 御発表資料のうち，プログラミング教育に関する意見書」。
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afiedfile/2016/10/12/1378117_5.pdf
- (10) 中教審教育課程部会 教育課程企画特別部会（第21回）（2016年10月6日開催）「全国市町村教育委員会連合会」意見書
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afiedfile/2016/10/12/1378117_6.pdf
- (11) 中教審教育課程部会 教育課程企画特別部会（第22回）（2016年10月17日開催）「新経済連盟」意見書
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afiedfile/2016/10/25/1378484_8.pdf
- (12) 中教審教育課程部会 教育課程企画特別部会（第23回）（2016年10月31日開催）「全国都道府県教育長協議会」意見書
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afiedfile/2016/11/11/1379131_13.pdf
- (13) 中教審教育課程部会 教育課程企画特別部会（第23回）（2016年10月31日開催）「日本教育大学協会」意見書
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afiedfile/2016/11/11/1379131_4.pdf
- (14) 中教審教育課程部会 教育課程企画特別部会（第23回）（2016年10月31日開催）「全国都道府県教育長協議会」意見書
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afiedfile/2016/11/11/1379131_13.pdf
- (15) 中教審教育課程部会 教育課程企画特別部会（第23回）（2016年10月31日開催）「全国教育管理職員団体協議会」意見書
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afiedfile/2016/11/11/1379131_15.pdf
- (16) 中教審教育課程部会 教育課程企画特別部会（第24回）（2016年11月4日開催）「中核市教育長会」意見書
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afiedfile/2016/11/11/1379284_7.pdf
- (17) 山本利一・山崎郁実・難波孝史・山崎貞登・田口浩継・安藤明伸・大谷 忠・磯部征尊（2017）さいたま市における小中一貫教育の現状と課題～技術・家庭科教育の観点から～，埼玉大学紀要教育学部，Vol.66，No.2，pp.417-425.
- (18) 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.
- (19) 中央教育審議会教育課程部会教育課程企画特別部会（2016）2016年8月1日配付資料。
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/1375316.htm
- (20) 中教審教育課程部会総則・評価特別部会（第7回）議事録：文部科学省（2016年4月4日）。
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/061/siryo/1382096.htm
- (21) 山本利一・難波孝史・山崎貞登・田口浩継・安藤明伸・大谷 忠・磯部征尊（2016）小・中を一貫した技術・情報教育の実態と課題，日本産業技術教育学会第59回全国大会（京都）講演要旨集，p.140.
- (22) 教育職員免許法，最終改正：平成二八年一一月二八日法律第八七号。
<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S24/S24H0147.html>
- (23) 松永かおり（2012）新教育課程下における東京都公立中学校小規模校の実技教科配置に関する研究，政策研究大学院大学 研修報告書 <http://www3.grips.ac.jp/~education/wp/wp-content/uploads/2014/04/201106.pdf>
- (24) 加藤 浩（2015）中学校における美術科教員の教員ネットワークの必要性，三重大学大学院教育学研究科修士論文
<http://miuse.mie-u.ac.jp/bitstream/10076/14781/1/2014M054.pdf>
- (25) 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

- (26) 全日本中学校技術・家庭科研究会研究調査部・日本産業技術教育学会・公益社団法人 全国中学校産業教育教材振興協会, 2014 (平成26) 年度中学校 技術・家庭科に関する第3回全国アンケート調査【技術分野】調査報告書
<http://ajgika.ne.jp/doc/2015enquete.pdf>
- (27) 全日本中学校技術・家庭科研究会・日本産業技術教育学会・(公社)全国中学校産業教育教材振興協会(2016)中学校技術・家庭科技術分野の現状と課題－調査のねらいと調査結果報告－, 日本産業技術教育学会誌, Vol.58, NO.4, pp.251-255.
- (28) 文部科学省(2004)学校教員統計調査(平成16年度)小・中学校教育の現状について週当たり教科等担任授業時数,
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/siryu/06080916/010/002.htm
- (29) 文部科学省(2016)文部科学統計要覧(平成28年度)
http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/002/002b/1368900.htm
- (30) 天野正輝(2000)「1 総合的学習のカリキュラム創造にむけた課題」, pp.12-26, 日本教育方法学会編『教育方法29 総合的学習と教科の基礎・基本(所収)』, 図書文化.
- (31) 文部科学省(2008)『小学校学習指導要領解説 総合的な学習の時間編(平成20年8月)』, 東洋館出版社.
- (32) 中教審教育課程部会「生活・総合的な学習の時間ワーキンググループにおける審議の取りまとめ(総合的な学習の時間)(2016年8月26日)」.
- (33) 文部科学省(2017b)中学校学習指導要領.
- (34) 山崎貞登・磯部征尊(2016)「第3章 イギリスにおける技術・情報教育の動向」, pp.79-114, 森山 潤・菊地 章・山崎貞登(編著)・兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科共同研究プロジェクト(P)研究グループ(著),『イノベーション力を育成する技術・情報教育の展望(所収)』, ジアース教育新社.
- (35) 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.
- (36) 文部科学省(2016)「教育職員免許法改正」, 「再課程認定」, 「教職課程コアカリキュラム」の検討状況について, 2016年10月6日 日本教育大学協会学長・学部長等連絡協議会, 文部科学省初等中等教育局教職員課教員免許企画室資料1.
http://www.u-gakugei.ac.jp/~soumuren/28.10.6/monkasho/01_kyoiukushokuinmenkyohou-kaise.pdf
- (37) 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.
- (38) 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.
- (39) 東京都品川区立京陽小学校(2016)こんなこともできた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/kounaikenkyu/kenkyu.html>
- (40) 久野 靖・阿部和広・日下部和哉・池田菓乃・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.
- (41) 大森康正・伊藤寿晃・吉田研一・長瀬 大・山脇智志・栗林聖樹(2016)初等・中等教育向けプログラミング教育カリキュラムに対応した指導者養成プログラムの提案, 情報処理学会研究報告, Vol.2016-CE-135 No.8 2016/7/2, pp.1-9.

※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 on Reform in the Technology and Informatics Curriculum: A Continuing Professional Development System to Promote Programming Education Through Elementary, Lower Secondary and Upper Secondary Schools to Ensure Continuity Across Educational Levels

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

ABSTRACT

To promote programming education and ensure a coherent programming curriculum across the elementary, lower secondary, and upper secondary levels, this study proposes to introduce a subject-specialized teacher system in technology and information technology in programming education from 5th and 6th grades in elementary school. We propose the introduction of a coordinated curriculum similar to that used in British primary computing education. We also propose the introduction of a programming seminar class in teachers' colleges.

The following conclusion were drawn:

- (1) To advance programming education in elementary and secondary schools, the subject-specialized domain roles of music, fine arts (arts and crafts), home economics and technology teachers has more increased their professional teaching properties. However, the number of teachers has decreased recently because of a severe shortage of teaching class hours. A curriculum should be introduced that balances all subjects.
- (2) This study aimed to introduce a subject-specialized teacher system in programming education for the 5th and 6th grades in elementary school. We also proposed the introduction of a curriculum coordinator system to assist other staff, and strengthen curriculum management in elementary schools.
- (3) An innovative and excellent educational program for programming was identified at a Keiyo municipal elementary school in Shinagawa Ward in Tokyo metropolitan district. According to review learning assessment criteria suggested by Oomori et al (2017) and teaching guidance examples for programming education from Keiyo elementary school, the lectures about a "teaching method for each elementary subject" in teachers' colleges should be widely adapted to introduce methods for developing lesson plans and micro teaching to student teachers.
- (4) This study also proposes the introduction of "programming educational basic seminar (2 units of seminar)" as 1st year compulsory requirement in elementary teachers' colleges. The seminar will focus on teaching students Computational Thinking (CT), techniques associated with CT (Computational Doing), and the "Scratch" programming teaching methods and lesson practices.