

# 小学校プログラミング学習の学習到達目標と学習評価規準

山崎 貞登\*・田村 学\*\*・川原田 康文\*\*\*・山本 利一\*\*\*\*・  
磯部 征尊\*\*\*\*\*・上野 朝大\*\*\*\*\*・大森 康正\*

(平成30年8月30日受付；平成30年11月5日受理)

## 要 旨

本研究の目的は、2020年度から小学校で完全実施されるプログラミング学習で育成すべき資質・能力と、既存の教科等で示された指導項目に対応した「学習評価規準」との関係性について検討し、各教科等で育成すべき資質・能力との相乗効果を目指すために、プログラミング教育の学習指導の在り方を検討することであった。小学校のプログラミング教育の学習目標を、(1)教育工学（教育の情報化を含む）からの一般目標、(2)プログラミング的思考力、Computational Thinking（数学的・エンジニアリング的思考力重視）の目標、(3)STEM教育の側面からの目標に分類・体系化を試み、プログラミング体験を通じた簡単な技術システム・制御概念理解の学習の導入を提案した。文部科学省（2018）「小学校プログラミング教育の手引き（第一版）」の「B 学習指導要領に例示されていないが、学習指導要領に示される各教科等の内容を指導する中で実施するもの」に該当する1実践事例、「C 各学校の裁量により実施するもの（A、B及びD以外で、教育課程内で実施するもの）」の1実践事例を検討した。「総合的な学習の時間」におけるプログラミング的思考を育成するための探究的な学習過程の必要性を提案した。

## KEY WORDS

小学校プログラミング学習（Programming Learning in Elementary School）、学習評価規準（Learning Assessment Criteria）、教育工学（Educational Technology）、システム・制御（System and Control）、STEM教育（STEM Education）

## 1 問題の所在と研究目的

本研究の目的は、2020年度から小学校で完全実施されるいわゆるプログラミング学習で育成すべき資質・能力と、既存の教科等で示された指導項目に対応した「学習評価規準」との関係性について検討すると共に、各教科等で育成すべき資質・能力との相乗効果を目指すために、プログラミング教育の学習指導の在り方を探究することである。文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センターは、本小論の執筆時点において、2017年告示の小学校学習指導要領<sup>(1)</sup>と同中学校学習指導要領<sup>(2)</sup>に基づく各教科等の「評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料」を示していない。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は、2017年10月6日に、「児童生徒の学習評価に関するワーキンググループ（WG）（第1回）」開催をした<sup>(3)</sup>。2018年7月31日には、第7回WGを開催した<sup>(4)</sup>。しかし、2017年告示小・中学校学習指導要領に基づく学習評価の具体的方針や、評価規準の具体例については、現時点で未公表である。そこで、本研究では、2011年に文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センターが公表した、「評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料」の各教科編の評価規準の設定例と、「総合的な学習の時間における評価方法等の工夫改善のための参考資料」で示された、「『総合的な学習』の時間における観点の考え方及びそれに基づく観点の具体例」参考にする<sup>(5)</sup>。「評価規準の設定例」では、学習指導要領の各教科の目標、学年（又は分野）の目標及び内容のほかに、当該部分の学習指導要領解説（文部科学省刊行）の記述を基に作成している<sup>(6)</sup>。なお、「評価規準に盛り込むべき事項及び評価規準の設定例」では、評価の観点別に「おおむね満足できる」状況が示されている<sup>(5)</sup>。次に、文部科学省（2018：p.19）<sup>(6)</sup>が『小学校プログラミング教育の手引き（第一版）』で示した、「小学校段階のプログラミングに関する学習活動の分類（例）」を表1に示す。

表1に示したように、本稿においても、学習指導要領に例示されている単元等に限定するのではなく、学校の全ての教育課程活動と共に、公教育と私教育の協働を重視する。換言すると、筆者は、先行研究及び本研究において、プログラミング教育で育成する資質・能力の学習評価規準の可視化と、公（formal）教育と私（non-formal）教育の双

表1 小学校段階のプログラミングに関する学習活動の分類（例）

A	学習指導要領に例示されている単元等で実施するもの
B	学習指導要領に例示されていないが、学習指導要領に示される各教科等の内容を指導する中で実施するもの
C	各学校の裁量により実施するもの（A、B及びD以外で、教育課程内で実施するもの）
D	クラブ活動など、特定の児童を対象として、教育課程内で実施するもの
E	学校を会場とするが、教育課程外のもの
F	学校外でのプログラミングの学習機会

[出典：文部科学省『小学校プログラミング教育の手引き』2018年3月，p.19，[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm)（2018年8月30日閲覧）]

方の学習環境場面で、学習者と、授業者・インストラクター・メンター・ファシリテータ等間で学習評価規準を共有化し、学習者がメタ認知機能を発揮し、主体的・対話的で深く構成的に学習（informal study）することを目指している。なお、小学校段階のプログラミング教育で育成する資質・能力の評価規準に関する先行研究としては、（株）ベネッセコーポレーション（2017）が作成した学習評価規準<sup>(7)</sup>がよく知られている。

本稿では、本研究目的を達成するために、以下の三つの下位課題を設定する。

第1の下位課題は、「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）」のコンピューティング教育のNPO支援組織Computing At School (CAS)<sup>(8)</sup>が2013年に公開した「Computing in the national curriculum (NC) -A guide for primary teachers-」<sup>(9)</sup>で示された、2014年版のイングランドのNC教科「コンピューティング」<sup>(10)</sup>の学習評価の内容と方法を検討することである。なお、筆者らは、先行研究において、同教科の設置の経緯について調査している<sup>(11)</sup>。本稿では、文献(9)で示されている3点に着目する。第1点は、形成的評価（formative assessment）、「総括的評価（summative assessment）」についての解説文である。第2点は、2014年版のイングランドのNC<sup>(12)</sup>で、1990年版<sup>(13)</sup>、1995年版<sup>(14)</sup>、1999年版<sup>(15),(16)</sup>、2004年版<sup>(17)</sup>、2007年版<sup>(18)</sup>の各NCにおいて示されていた、スタンダード準拠評価<sup>(19),(20),(21)</sup>に基づく「学習到達目標（attainment targets）」が示されていない理由についての解説文である。第3点は、CAS<sup>(8)</sup>が2014年版NC教科「コンピューティング」に基づいて提案した、5歳～11歳（初等教育段階）のための5段階から構成された学習評価規準表（CAS，2014：p.25）<sup>(9)</sup>の検討である。

第2の下位課題は、教育学（Educational Technology）及びSTEM（Science, Technology, Engineering and Mathematics）教育の視座から、小学校段階のいわゆるプログラミング教育の学習到達目標の分類化を検討することである。イギリスの2014版NCでは、教科コンピューティングとSTEM系の各教科との連携を特に重視している。本稿では、2015年にロイヤル・エンジニアリング・アカデミがCASサイトで公開した、[Applying Computing in D&T at KS2 and KS3 -the 2014 National Curriculum requirement-] [教育階梯1（5～7歳）と教育階梯2（7～11歳）の教科「デザインと技術」におけるコンピューティングの活用]<sup>(22)</sup>の文書に着目する。

本研究では、日本教育工学会による「教育学の概念」<sup>(23),(24)</sup>に着眼した。現在の教育学（Educational Technology）の定義は、「今や対象領域を限定するわけでもなく、方法として、特定の方法論を適用するわけでもない。幅広い立場から定義されるようになった。そこで、共通するキーワードは、あらゆる学術的基礎の知見や方法を利用して、問題を分析し統合化する工学的な方法を適用した『教育の問題解決』であり、工学的知見とは、そこに適用された(1)基礎的知見、モデル化された(2)道具、(3)技術、(4)方法であるとまとめることができる。（坂元・永野，2012：p.19）<sup>(24)</sup>」。Bybee（2010）<sup>(25)</sup>のSTEM教育概念と、イギリスとアメリカにおけるSTEM教育の2000年代の動向<sup>(26)</sup>、我が国におけるSTEM教育の変遷と諸課題<sup>(27)</sup>を鑑み、小論を展開する。STEM教育の視座からは、立命館小学校のロボティクス科<sup>(28)</sup>、2013年度～2016年度文部科学省研究開発学校に指定された埼玉県久喜市立久喜小学校の研究開発課題『科学の心で夢を創る児童の育成～新設教科「夢創造科」の開発を通して～』<sup>(29),(30)</sup>、2017年度からの相模女子大学小学部のロボティクス学習<sup>(31),(32)</sup>の実践成果を検討し、小学校段階のプログラミング教育の学習到達目標の分類化を試みる。

第3の下位課題は、文部科学省（2018：p.19）「小学校プログラミング教育の手引き（第一版）」<sup>(5)</sup>において、「第3章 各教科等の目標・内容を踏まえた指導の考え方」の「B 学習指導要領に例示されていないが、学習指導要領に示される各教科等の内容を指導する中で実施するもの」として、山本（2018）<sup>(33)</sup>が提案した、小学校第2学年算数の加法と減法におけるプログラミング学習の順次処理の実践事例を紹介する。続いて、文献(5)のp.19「C 各学校の裁量により実施するもの（A、B及びD以外で、教育課程内で実施するもの）」として、川原田（2018ab）<sup>(31),(32)</sup>の相模女子大学小学部ロボティクス学習の実践事例を研究対象とする。さらに、田村（2018）<sup>(34)</sup>の「総合的な学習の時間」におけるプログラミング的思考の育成について、探究的な学習過程重視と配慮事項等の提案を紹介して、本稿で

提案する小学校段階のプログラミング教育の学習到達目標の分類化との関係性について考察する。なお、田村(2018)<sup>(34)</sup>、山本(2018)<sup>(33)</sup>、川原田(2018b)<sup>(32)</sup>は、2018年8月18日に開催された日本科学教育学会第42回年会(於:信州大学教育学部)の課題研究「小学校プログラミング学習で育成すべき資質・能力の具体は何か -『プログラミング的思考』と各教科等の学習評価規準との関係性-」(オーガナイザー:第1著者)の講演要旨である。

## 2 イングランドのナショナルカリキュラム(NC)「コンピューティング」の学習評価規準と学習方法

筆者らは、1990年にイングランドのNCが告示されて以来、教科「Design and Technology(以下『デザインと技術』)と「Information, Communication and Technology(ICT)(1990年版では教科Technologyの科目IT, 1995年版では教科IT)」を中心に、学習評価規準に関する研究を継続している<sup>例えば(21), (35), (36), (37)など</sup>。イングランドNCの学習評価方法の特徴については、比較教育的観点から以下の3点に集約できる。

第1点は、イングランドNCは、1990年版から、「スタンダード準拠評価法」<sup>(19), (20), (21)</sup>を採用し、2014年版NCにおいても継承している。一方、我が国の学習評価は、児童・生徒指導要録及び文献(5)共に、「ドメイン準拠評価法」<sup>(19), (20)</sup>を採用している。なお、イングランドでは、通常16歳に受験する中等教育資格修了試験(GCSE)と、大学等の高等教育機関に進学するために通常18歳時に受験するGCE-Aレベル試験では、一般的に複数の評価尺度から構成される「ドメイン準拠評価法」を用いた記述が中心の筆記試験と、パフォーマンス課題に基づくコースワーク(課題探究、ポートフォリオ制作、作品・製作品等)が採用されている。

第2点は、イングランドの1990年版から2007年版NCの5歳~16歳のための学習到達目標は、スタンダード準拠評価法に基づく8段階(1990年版は10段階)と「卓越レベル」の評価記述語から構成されている。筆者らの先行研究<sup>(37)</sup>で示した2007年版イングランドNCの5~16歳のための教科ICTでは、レベル1~8と「卓越レベル」の計9段階の学習到達目標が示されている。各レベルは、児童・生徒のパフォーマンスを明示した3~10文程度の評価語が記述されている。一方、2011年に文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センターが公表した、「評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料」の各教科編の「評価規準の設定例」は極めて多く、全項目を「記録に残す評価」として授業者が見取ろうとすると、「評価のための評価」になってしまう(川原田ら, 2018: p.142)<sup>(38)</sup>。2018年7月17日付けの教育新聞<sup>(39)</sup>によると、全日本中学校長会は7月17日までに、中教審初中教育分科会教育課程部会の「児童生徒の学習評価に関するWG」に意見書を提出した。新しい評価方法の導入は学校現場への定着に時間がかかるとして、参考資料の早期の提示や研修の充実を要望した。さらに、現在WGで議論されている生徒の多角的な評価による教員の負担増を懸念し、定数改善や教員一人当たりの持ち時数の検討を求めた。同会は、学習評価が2002年度に相対評価から絶対評価に転換した際に、学校現場への定着に時間がかかったり、保護者や社会の理解が得られなかったりしたことから、評価規準の具体例を載せた参考資料を早期に示すことや、教員研修の充実、大学教職課程における評価の学習機会を確保するよう提言した。さらに、生徒一人一人の学習成果を細かく捉えるための多様な評価方法の導入が「評価のための評価」になっていると指摘し、ICTを活用した学習評価の研究を進め、教員の評価時間確保のために定数改善や持ち時数の検討を要望した。

第3点は、イングランドNCでは、「構成主義的学習観、オーセンティック評価、パフォーマンスに基づく評価、ポートフォリオ評価」(西岡, 2003: pp.29-30)<sup>(40)</sup>を重視している点である。さらに、CAS<sup>(8)</sup>が2013年に公開した「Computing in the national curriculum (NC) -A guide for primary teachers-」<sup>(9)</sup>で示された、2014年版のイングランドのNC教科「コンピューティング」<sup>(10)</sup>の学習評価の内容と方法のpp.22-24では、児童生徒の学習評価の自律的・相互的で、学習評価規準を学習者と授業者とが共有化する「学習者の参画のはしご」(西岡, 2003: pp.35-38)<sup>(40)</sup>を重視している。「学習者の参画のはしご」に基づく「形成的評価(formative assessment)」と「総括的評価(summative assessment)」の役割機能と、両評価の関係を充実する重要性について解説されている。

2014年版のイングランドのNC<sup>(12)</sup>において、従来のNCで明記されていた「学習到達目標」を示さなくなった経緯として、2012年6月にゴーフ教育相(当時)が明示の中止を決定したこと、NCの「学習プログラム(programme of study)」と「学習評価」とを強く関連付けさせるために、学習評価の内容と方法を明確にした教育省刊行の指導資料の作成を活用して、各学校がカリキュラム・マネジメントを充実させる重要性が記述されていた(p.23)<sup>(9)</sup>。いわゆる評価のための評価の授業にならないように、「各教育階梯(key stage)」の期末までに、学習者が「学習プログラム」に関連させた明確な学習事項、スキル、プロセスを知り、活用し、理解することを期待する旨の解説が記述されていた(p.23)<sup>(9)</sup>。

CASが作成した5~11歳のための教科コンピューティングの学習到達目標(p.25)<sup>(9)</sup>を、表2に示す。表2の5~

7歳 [key stage (KS)1] では、レベル1～3が期待される学習到達水準である。アルゴリズム（手順）が、簡単なプログラムを創り出すことへの理解、プログラムが実行される仕組みの理解、入力と出力の理解、どのような動作が起きるのかを論理的に予見する力や、創造的な活用・応用力の萌芽が期待される。7～11歳 (KS2) では、レベル2～5が期待される学習到達水準である。明確な目標を達成するためにプログラムをデザインして実行しデバッグすること、構造化プログラミングの手順とデータを格納する変数を活用できること、論理的な問題解決と明確に説明する力、インターネットサービスや情報技術の適切な活用、情報セキュリティやモラル、マナーなどを学習する。

2015年にロイヤル・エンジニアリング・アカデミーは、[Applying Computing in D&T at KS2 and KS3 – the

表2 Computing At School (CAS)が作成した5～11歳のための教科コンピューティングの学習到達目標  
[出典「Computing in the national curriculum (NC) -A guide for primary teachers-, p.25 (2013)  
<http://community.computingsatschool.org.uk/resources/2618/single>]

学習水準 レベル	コンピュータサイエンス (CS)	情報技術 (IT)	デジタルリテラシー (DL)
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>アルゴリズムが簡単なプログラムを創り出すことへの理解</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>デジタル内容を創り出すための意図的な技術の活用</li> <li>デジタル内容を保存するための意図的な技術の活用</li> <li>デジタル内容を検索するための意図的な技術の活用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術の安全な活用</li> <li>個人情報の保護</li> <li>学校外の情報技術に関する共通使用への認識</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>アルゴリズムがデジタル装置上にプログラムとして表示されることへの理解</li> <li>プログラムが正確かつ、明確な指示によって実行することへの理解</li> <li>簡単なプログラムのデバッグ</li> <li>簡単なプログラム動作を予測するための論理的推論の活用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>デジタル内容を構成するための意図的な技術の活用</li> <li>デジタル内容を操作するための意図的な技術の活用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術活用への尊重</li> <li>関心事が生じたり、インターネット・他のオンライン技術へのアクセスを行ったりする時の支援やサポートする方法の確認</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>明確な目標を達成するプログラムの作成</li> <li>プログラム上の「順次処理」の活用</li> <li>入力に関する様々なフォームに基づく作業</li> <li>出力に関する様々なフォームに基づく作業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>検索技術の効果的な活用</li> <li>与えられた課題を達成するための様々なソフトウェアの活用</li> <li>情報の収集</li> <li>内容のデザインと創造</li> <li>情報の提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>責任感を持った技術の活用</li> <li>関心事を報告する一連の方法の確認</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>明確な目標を達成するプログラムのデザイン</li> <li>プログラムのデザインと創作</li> <li>明確な目標を達成するプログラムのデバッグ</li> <li>プログラム上の「繰り返し」の活用</li> <li>物理系システムの操作または、シミュレーター</li> <li>プログラム上のエラーの削除・修正のための論理的推論の活用</li> <li>WWWのように、コンピュータネットワークがどのようにして多重サービスを提供しているのかについての理解</li> <li>検索結果の選定方法に関する評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>与えられた課題を達成するための様々なソフトウェアの選択</li> <li>インターネットサービスの選択・活用・組合せ</li> <li>情報の分析</li> <li>情報の評価</li> <li>データ収集</li> <li>データ提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンピュータネットワークがコミュニケーションのために提供する機会への理解</li> <li>関心事を報告する一連の方法の確認</li> <li>容認可能（不可能）な行為への認識</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>各種の問題を類似グループに分類した問題解決</li> <li>プログラム上の「選択（条件分岐）」の活用</li> <li>変数の実行</li> <li>幾つかの簡単なアルゴリズムの仕組みを説明するための論理的推論の活用</li> <li>アルゴリズム上のエラーの発見・削除のための論理的推論の活用</li> <li>インターネットを含むコンピュータネットワークへの理解</li> <li>検索結果の順位付け方法に関する評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>与えられた課題を達成するための様々なソフトウェアの組み合わせ</li> <li>一連のデジタル装置に関するソフトウェアの選択・活用・組合せ</li> <li>データの分析</li> <li>データの評価</li> <li>システムのデザインと創造</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンピュータネットワークが協働のために提供する機会への理解</li> <li>デジタル内容の評価に関する識別</li> </ul>

2014 National Curriculum requirement-] [教育階梯 1 (5~7歳) と教育階梯 2 (7~11歳) の教科「デザインと技術」におけるコンピューティングの活用]<sup>(22)</sup>の文書をCASで公開した。同文書では、教科「コンピューティング」は、教科「数学」、「科学」、「デザインと技術」と強く関連し、自然と人為的な世界の両面に洞察力をもたらすと明記している (p.7)。特に、p.8の見出し [プログラミングと制御 -教科「コンピューティング」と教科「デザイン技術」は、何故関連するのか] では、学習者の「Computational Thinking (CT) (p.4)」と「コーディング (プログラミング) スキル」の発達と活用力育成において、教科「デザインと技術」は、現実的かつ社会に有用で実用的な文脈を提供する (p.8) ことを強調している。筆者らは、先行研究<sup>(27)</sup>で、CAS<sup>(8)</sup>のCT概念について詳述している。さらに、前述文献<sup>(22)</sup>の見出し「プログラミングと物理的制御の教材例」として、5歳~7歳 (KS1) 段階では、Bee-Bot教材を紹介していた。Bee-Botとは、学習者自身の思いや願いで、回転や直進の組合せで動きを実現させるためのプログラミングが学習できる教材である。7~11歳 (KS2) 段階では、自動夜間照明装置の計測・制御のためのプログラミングを紹介していた。

(株)ベネッセコーポレーション (2017) が提案している、小学校段階のプログラミング教育で育成する資質・能力の評価規準が作成した学習評価規準<sup>(7)</sup>において、低学年では「自動販売機や自動改札機などの身近な生活におけるプログラミングの活用の理解」、中学年では「手順の自動化」、高学年では「様々なセンサーの役割を知ることと、センサーなどを使ったプログラミング」が到達目標として示されて、「簡単な計測・制御のためのプログラミングによる問題解決」学習を重視している。

そこで、STEM教育の視座から、立命館小学校のロボティクス科<sup>(28)</sup>、2013年度~2016年度文部科学省研究開発学校に指定された埼玉県久喜市立久喜小学校の研究開発課題『科学の心で夢を創る児童の育成 ~新設教科「夢創造科」の開発を通して~』<sup>(29), (30)</sup>、2017年度からの相模女子大学小学部のロボティクス学習<sup>(31), (32)</sup>の実践成果を検討し、小学校段階のいわゆるプログラミング教育の学習到達目標の分類化を試みる。

立命館小学校のロボティクス科<sup>(28)</sup>における、授業内容と2008年版小学校学習指導要領との関連表 (p.15) では、「力・構造 (生活科・理科)」、「電気・回路 (理科)」、「プログラミング・制御 (理科・中学校技術分野)」、「デザイン (図画工作科)」、「社会倫理 (道徳)」で構成されている。

久喜小学校新設教科「夢創造科」では、科学技術に関する基礎的・基本的な知識及び技能として、「素材活用」、「メカニズム活用」、「生物活用」の三つの内容から構成されている。「メカニズム活用」の内容を、表3に示す。

立命館小学校、久喜小学校、相模女子大学小学部の先行実践から、小学校のプログラミング教育の一般目標とSTEM教育の側面からの目標を、表4のように整理した。

次に、表4を用いて、山本 (2018)<sup>(33)</sup>が提案した、小学校第2学年算数の加法と減法におけるプログラミング学習の順次処理 (表1のBに相当) の実践事例と、川原田 (2018ab)<sup>(31), (32)</sup>が提案した相模女子大学小学部ロボティクス学習のカリキュラム表 (指導内容・指導項目・評価規準)、田村 (2018)<sup>(34)</sup>の「総合的な学習の時間」におけるプログラミング的思考の育成についての配慮事項と具体的なイメージから、小学校段階のいわゆるプログラミング教育の学習到達目標の分類化との関係性について考察する。

表3 久喜小学校新設教科「夢創造科」の「メカニズム活用」の内容 [出典：久喜市立久喜小学校：文部科学省研究開発学校平成28年度研究開発実施報告書 (第4年次) <研究開発課題>『科学の心で夢を創る児童の育成』~新設教科「夢創造科」の開発を通して~ (2017) のp.24頁の資料1を基に、筆者が再構成]

久喜小学校の解釈	第2学年	第3学年	第5学年	第6学年
<ul style="list-style-type: none"> <li>・物理法則</li> <li>・機械構造</li> <li>・機械と人とのかかわり</li> <li>・コンピュータを効率的に操作する技能</li> <li>・細かな作業を正確に行う技能 (巧緻性)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・物体を安定させる条件 (重心・底面積・足の数と配置) を理解している。</li> <li>・物体を安定させる条件を踏まえ、適切に組み合わせて意図した形を作ることができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・歯車の仕組みについて理解している。</li> <li>・歯車の噛み合わせを調整したり、部品の組み合わせを調整したりして、歯車を生かしたおもちゃを製作することができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・接地面の状況に合わせて、物体を移動させる機械の構造について理解している。</li> <li>・回転運動を揺動運動に切り替える機械の構造 (カム機構) について理解している。</li> <li>・部品の大きさや長さ、形状を調整し、意図した運動をする仕組みを作ることができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プログラミングソフトを使ったプログラムの仕方を理解している。</li> <li>・センサーの機能と活用の仕方を理解している。</li> <li>・プログラミングソフトを使い、意図したとおりに作動するプログラムを作成することができる。</li> </ul>

表4 小学校のプログラミング教育の一般目標とSTEM教育の側面からの目標

- 
- (1) コンピュータを用いたプログラミングを通じた各教科等の基盤となる情報活用能力  
教育手段としての情報技術の効果的な活用により、児童の学習の質と学習環境の向上。情報セキュリティ、情報のマナー・モラル[教育工学 (Educational Technology) の一般目標]
  - (2) 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や問題解決に必要な能力の育成、「数学的思考力・エンジニアリング的思考力の育成 (Wing, 2006)」  
※WingのCTと、「プログラミング的思考力」とは同義ではない
  - (3) STEM教育の側面からの目標
    - 1) 「配列」、「変数」、「乱数」。アルゴリズムと構造化プログラミング (順次, 反復, 条件分岐)。数式等を利用した簡単なモデル化とシミュレーション。「D データの活用」の「思考力, 判断力, 表現力等」(Mathematics, Informatics)
    - 2) エネルギーの捉え方, エネルギーの変換と保存, エネルギー資源の有効利用 (Science)
    - 3) 例えば動くおもちゃ等の簡単な機械システム (機構・機械要素を含む) の設計と製作体験 (TechnologyとEngineering)
    - 4) 簡単な電気システム, 電気回路の設計・製作体験 (TechnologyとEngineering)
    - 5) 情報通信技術システムを活用した簡単なデジタル・コンテンツな設計と制作体験 (Technology, EngineeringとInformatics)
    - 6) 計測・制御システム (センサー, マイクロコンピュータ, アクチュエータの要素を含む) を利用した簡単なプログラミングの設計と制作体験 (Technology, EngineeringとInformatics)
    - 7) ロボットを用いた学習体験から, メカトロニクス, ロボティクス, IoT, AIへの興味の誘発 (Technology, EngineeringとInformatics)
    - 8) Technology (ICTを含む) とEngineeringの評価, 選択, 管理・運用, 新たな発想に基づく応用, 改良への興味・関心の誘発 (Technology, EngineeringとInformatics)
- 

### 3 小学校第2学年算数の加法と減法におけるプログラミング学習の順次処理の実践事例

文部科学省 (2018 : p.19) 「小学校プログラミング教育の手引き (第一版)」<sup>(5)</sup>において、「第3章 各教科等の目標・内容を踏まえた指導の考え方」の「B 学習指導要領に例示されていないが、学習指導要領に示される各教科等の内容を指導する中で実施するもの」として、山本 (2018)<sup>(33)</sup>が提案した、小学校第2学年算数の加法と減法におけるプログラミング学習の順次処理の実践事例を紹介する。実践の概要を、以下に示す。

- ①本時の目標は、「これまで学習してきたたし算・ひき算をプログラミングを使って確認しよう」であることを知らせる。
- ②学習方法は、3名1グループで話し合いをしながら、足し算の合計をプログラミングすることを知らせる。4×3 (コート; 実物) に数字が示されており、通った数字の合計が課題と等しくなるようプログラムを作成する。
- ③PETS (図1) を使って、グループ毎に課題を解決するプログラムを作成する。



図1 PETSの概観



図2 4×3のコートの課題

- ④プログラミング教材「動かしてみよう」を使って足し算の学習を行う。4×3 (コート) の数字を頻繁に変更することが難しいので、動かしてみようの画面上に4×3 (コート: 図2) を示し、事前に作った数字を読み込むことで、簡便に課題を提供することができる。

- ⑤「動かしてみよう」を使って、引き算の学習を行う。4×3のコートの数字が赤いものは、引く数であることを示し、同様にプログラミングする。1つの課題に、3つ程度の正答が導き出されるようになっており、児童は複数のプログラミングにチャレンジするように話し合いを進める。
- ⑥プログラミングの感想の発表し学習をまとめる。

2011年に文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センターが公表した、「評価規準の作成，評価方法等の工夫改善のための参考資料【小学校 算数】」<sup>(41)</sup>第2学年(1)「A 数と計算」の「(2)加法及び減法についての理解を深め、それらを用いる能力を伸ばす。」の「ア 2位数の加法及びその逆の減法の計算の仕方を考え、それらの計算が1位数などについての基本的な計算を基にしてできることを理解し、それらの計算が確実にできること。また、それらの筆算の仕方について理解すること。」の「評価規準の設定例」を、表5に示す。

表5 文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター（2011）「評価規準の作成，評価方法等の工夫改善のための参考資料【小学校 算数】」第2学年(1)「A 数と計算」の「(2)加法及び減法についての理解を深め、それらを用いる能力を伸ばす。」の「ア 2位数の加法及びその逆の減法の計算の仕方を考え、それらの計算が1位数などについての基本的な計算を基にしてできることを理解し、それらの計算が確実にできること。また、それらの筆算の仕方について理解すること。」の「評価規準の設定例」

算数への関心・意欲・態度	数学的な考え方	数量や図形についての技能	数量や図形についての知識・理解
<ul style="list-style-type: none"> <li>・①2位数の加法及びその逆の減法の計算の仕方を考えようとしている。</li> <li>・②加法及び減法の計算を生活や学習に活用しようとしている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・③2位数の加法及びその逆の減法の計算の仕方を考えている。</li> <li>・④加法及び減法に関して成り立つ性質を調べ、それを計算の仕方を考えたり計算の確かめをしたりすることに生かしている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・⑤2位数の加法及びその逆の減法の計算が確実にできる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・⑥2位数の加法及びその逆の減法の計算が1位数などについての基本的な計算を基にしてできることを理解している。</li> <li>・⑦2位数の加法及びその逆の減法の筆算の仕方について理解している。</li> </ul>

[出典：文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター：『評価規準の作成，評価方法等の工夫改善のための参考資料【小学校 算数】』，教育出版（2011）pp.30-31 <http://www.nier.go.jp/kaihatsu/shidouairyuu.html>]

本実践は、表5の「評価規準の設定例」の①，②，③，⑤，⑥を中心に学習していると考えられる。また、表4の(1)，(2)，(3)の「1）順次処理」に該当すると思われる。

#### 4 相模女子大学小学部ロボティクス学習の実践事例

川原田（2018ab）<sup>(31),(32)</sup>は、相模女子大学小学部ロボティクス学習のカリキュラム表（指導内容・指導項目・評価規準）を示している。同カリキュラム表の学習項目で示されているように、内容は、国語，社会，理科，「総合的な学習の時間」，中学校技術分野と密接に関連している。一方、2011年に文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センターが公表した、「評価規準の作成，評価方法等の工夫改善のための参考資料【小学校理科】」<sup>(42)</sup>の第6学年「A 物質・エネルギー」「(4)電気の利用」の「評価規準の設定例」と参照したが、2008年版小学校学習指導要領理科<sup>(43)</sup>では、「センサー」の学習を盛り込まれていなかったため、直接該当する「評価規準の設定例」はなかった。しかし、2017年版小学校学習指導要領解説 理科編（文部科学省，2018：p.83）<sup>(44)</sup>では、「また、身の回りには、温度センサーなどを使って、エネルギーを効率よく利用している道具があることに気付き、実際に目的に合わせてセンサーを使い、モーターの動きや発光ダイオードの点灯を制御するなどといったプログラミングを体験することを通して、その仕組みを体験的に学習する」といったことが考えられる。」と記載された。

ロイヤル・エンジニアリング・アカデミー（2015）<sup>(22)</sup>の「Applying Computing in D&T at KS2 and KS3 - the 2014 National Curriculum requirements-」をはじめ、STEM教育では、「プログラミングと制御（control）」は、鍵概念である。アメリカの国際技術・エンジニアリング教育者学協会（International Technology and Engineering Educators Association, ITEEA）（2000）<sup>(45)</sup>の幼稚園から第12学年の技術リテラシーのための内容基準のスタンダード2「技術の中核概念」を、表6に示す。

表6 アメリカの国際技術・エンジニアリング教育者学協会 (International Technology and Engineering Educators Association, ITEEA) (2000)<sup>(45)</sup>の幼稚園から第12学年の技術リテラシーのための内容基準のスタンダード2「技術の中核概念」

---

システム：システムとは、ねらった目的を達成するために、集合的にデザインされた相互に関連を持つ構成要素の集まりである。システム思考は、各部分からなる全体がどうなっているのか、逆に言えば、各部分について相互の関係や全体との関係がどうなっているのかについて理解することを含む…後略…

資源：あらゆる技術的な活動は、仕事を遂行するに必要なものである資源を必要としている。基本的な技術上の資源には、道具と機械、材料、情報、エネルギー、資源、時間、そして人がある。…後略…

必要条件：必要条件は、製品やシステムを開発するために設けられた条件である。必要条件は、安全上必要となるものや、アイデアの開発を限定する物理法則、利用できる資源、文化的規範、そして基準や制約の使用を含んでいる。…後略…

最適化とトレード・オフ：最適化は、製品、プロセス、あるいはシステムを最も完全に機能的に、効果的に、あるいは可能な限りほぼ完全な状態にデザインしたり、製作したりするプロセスあるいは方法論である。…後略…

プロセス：プロセスは、結果を出すのに資源を組み合わせるために使われる系統的な一連の活動である。…後略…

制御：制御は、システムの変化をもたらすために情報を利用する仕組みあるいは活動である。…中略…フィードバックあるいはシステムへの入力を統制するために、システムの出力に関する情報を使用する役割の認識は、社会、生活、技術上のさまざまな種類のシステムの中で、どのような制御が働くのかを決めることを可能とするために重要なことである。

---

表6に示すように、幼稚園から、構想設計や製作（制作・育成）体験を通して、「システム」、「資源」、「必要条件」、「最適化とトレード・オフ」、「プロセス」、「制御」を学習する。

また、2017年版小学校学習指導要領理科<sup>(44)</sup>では、表4の(3)の2) エネルギーの捉え方、エネルギーの変換と保存、エネルギー資源の有効利用は学習するが、3) 機械システム（機構・機械要素を含む）の学習を直接的には扱わない。一方、STEM教育を重視している国々では、機械システムを小学校段階で導入している。2014年9月実施版イングランドのNC教科「デザインと技術」<sup>(46)</sup>のKS1（5～7歳）とKS2（7～11歳）の学習プログラムにおける教科内容（Subject content）「テクニカルな知識」を、表7に示す。イングランドをはじめ、STEM教育を重視している国・地域等では、機械システム（機構、機械要素を含む）、電気システム、計測・制御システムの学習を導入している事例が多い。

表7 2014年9月実施版イングランドのNC教科「デザインと技術」のKS1（5～7歳）とKS2（7～11歳）の学習プログラムにおける教科内容（Subject content）「テクニカルな知識」

[出典：<https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-design-and-technology-programmes-of-study>]

※各学校は、[ ] 内の内容例を必ずしも指導する義務はない。

#### キーステージ1

- ・構造の強度及び、安定性を一層高める方法を探究しつつ、構造を形成すること
- ・製品に関する機構〔例：レバー、滑動部、車輪、車軸〕を探究・活用すること

#### キーステージ2

- ・複雑な構造を強化・硬化・補強方法に関する理解を活用すること
  - ・製品に関する機械システムを理解・活用すること〔例：ギア、滑車、カム、レバー、リンケージ〕
  - ・製品に関する電気システムを理解・活用すること〔例：スイッチや電球、ブザー、モーターを組み込んだ直列回路〕
  - ・製品を、プログラムを用いて計測・制御するコンピュータシステムを理解し、活用すること
- 

## 5 「総合的な学習の時間」におけるプログラミング学習

### 5.1 「総合的な学習の時間」において育成を目指す資質・能力

2008（平成20）年の小学校学習指導要領<sup>(47)</sup>においては、「総合的な学習の時間」で各学校において育成すべき資質や能力及び態度として、「学習方法に関すること」「自分自身に関すること」「他者や社会とのかかわりに関すること」の三つの視点が例示されていた。

文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター（2011）の「総合的な学習の時間」における評価方法等の工夫改善のための参考資料【小学校】<sup>(48)</sup>では、観点設定の考え方及びそれに基づく観点の具体例として、以下の3種類が例示された（表8）。



表8 文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター(2011)の「総合的な学習の時間」における評価方法等の工夫改善のための参考資料【小学校】で例示された、観点設定の考え方及びそれに基づく観点の具体例(p.2)

- 
- ①学習指導要領に示された「総合的な学習の時間」の目標、ないしは、それを踏まえて各学校で定めた目標及び内容に基づいた観点  
 (例)「よりよく問題を解決する資質や能力」,「学び方やものの考え方」,「主体的、創造的、協同的に取り組む態度」,「自己の生き方」等
- ②学習指導要領に示された「学習方法に関すること」,「自分自身に関すること」,「他者や社会のかかわりに関すること」等の視点に沿って各学校で定めた、育てようとする資質や能力及び態度を踏まえた観点  
 (例1)「学習方法」,「自分自身」,「他者や社会とのかかわり」等  
 (例2)「課題設定の力」(学習方法),「情報収集の力」(学習方法),「将来展望の力」(自分自身),「社会参画の力」(他者や社会とのかかわり)等
- ③各教科の評価の観点との関連を明確にした観点  
 (例)「関心・意欲・態度」,「思考・判断・表現」,「技能」,「知識・理解」等
- 

[出典：文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター：『総合的な学習の時間における評価方法等の工夫改善のための参考資料【小学校】』, 教育出版(2011) p.2 <http://www.nier.go.jp/kaihatsu/shidousiryoku.html>]

各学校においては、表8の三つの視点を参考にして育成すべき資質や能力及び態度を明らかにし、その育成に向けて取り組んできた。2016年12月21日の中央教育審議会「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)<sup>(49)</sup>に基づく、2017(平成29)年の今期改訂<sup>(50)</sup>では、総合的な学習の時間において育成を目指す資質・能力を検討するにあたって、以下の三つの柱との関係を整理することが大切になる。

i) 知識や技能(何を理解しているか、何ができるか)

課題の解決に向けて行われる横断的・総合的な学習や探究的な学習においては、それぞれの課題についての事実に知識や技能が獲得される。この事実に知識については、各学校が設定する内容や一人一人の探究する課題に応じて異なることが考えられ、どのような学習活動を行い、どのような学習課題を設定し、どのような学習対象と関わり、どのような学習事項を学ぶかということと大いに関係する。

一方、事実に知識は探究のプロセスが繰り返され、連続していく中で、何度も活用され発揮されていくことで、構造化され、体系化された概念的な知識へと高まっていく。この概念的知識については、例えば「様々な要素がつながり循環している(循環性)」「互いに関わりながらよさを生かしている(相互性)」などが考えられる。

ii) 思考力・判断力・表現力等(理解していること・できることをどう使うか)

課題の解決に向けて行われる横断的・総合的な学習や探究的な学習においては、①課題の設定、②情報の収集、③整理・分析、④まとめ・表現の探究のプロセスが繰り返され、連続する。このプロセスでは、実社会や実生活の課題の解決に向けて、それぞれのプロセスで必要とされる資質・能力が繰り返し発揮される。

この資質・能力については、これまで各学校で設定する資質・能力・態度の視点として「学習方法に関すること」として育成すべきとしていたことに対応している。なお、それぞれのプロセスで育成される資質・能力については、課題の設定については複雑さや精緻さ、情報の収集については妥当性や多様性、整理・分析については多面性や信頼性、まとめ・表現については論理性や深さなどの方向性で質を高めることができるよう、学校種や学年段階に応じた設定をしていくことなどが考えられる。

iii) 学びに向かう力、人間性等(どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか)

資質・能力の三つの柱に示す総合的な学習の時間で育成すべき「学びに向かう力・人間性」は、三つの視点の中でも「自分自身に関すること」「他者や社会とのかかわりに関すること」として育成すべきとしていたものと対応している。「自分自身に関すること」としては、主体性や自己理解、内面化して自信をつかむことなどの心情や態度が、「他者や社会とのかかわりに関すること」としては、協同性、他者理解、社会参画・社会貢献などの心情や態度が考えられる。

## 5.2 「総合的な学習の時間」におけるプログラミング的思考の育成

総合的な学習の時間では、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るようにすることが大切である。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」に関する資質・能力を育成することを目指すものであり、プログラミングのための言語を用いて記述する方法(コーディング)を覚え習得することが目的ではない。「プログラミング的思考」とは、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み合わせ

せが必要か、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うことを論理的に考えていく力の一つである。このような思考力は、プログラミングに携わる職業を目指す児童にだけ必要な力ではなく、どのような進路を選択し、どのような職業に就くとしても、これからの時代において共通に求められる力であると考えられる。

特に、総合的な学習の時間では、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るための学習活動を行う場合には、プログラミングを体験することだけにとどまらず、情報に関する課題について探究的に学習する過程において行うことが欠かせない。加えて、自分たちの暮らしとプログラミングとの関係を考え、プログラミングを体験しながらそのよさや課題に気づき、現在や将来の自分の生活や生き方と繋げて考えることが必要である。例えば、プログラミングを体験しながら、生活を便利にしている様々なアプリケーションソフトはもとより、目に見えない部分で、様々な製品や社会のシステムなどがプログラミングにより働いていることを体験的に理解するようにすることが考えられる。

学習活動を行う場合にあって、全ての学習活動においてコンピュータを用いてプログラミングを行わなければならないということではない。児童の発達段階や学習過程を考慮し、命令文を書いた紙カードを組み合わせ並べ替えることによって、実行させたいプログラムを構成したり、指令文を書いて他者に渡して、指令どおりの動きをしてもらえるかどうかを検証したりするなど、具体物の操作や体験を通して理解が深まることも考えられる。

現代社会は高度に情報化した社会と言われている。多様で大量な情報が、瞬時に世界に広がる。また、身の回りには様々な情報があふれ、それらを適切に処理し活用する資質・能力の育成が求められている。このような時代に、現代社会の課題としての情報を扱い、その課題を探究的な学習の過程を通して学んでいくことには大きな価値がある。

## 6 総合考察と結論

本研究の目的は、2020年度から小学校で完全実施されるプログラミング学習で育成すべき資質・能力と、既存の教科等で示された指導項目に対応した「学習評価規準」との関係性について検討すると共に、各教科等で育成すべき資質・能力との相乗効果を目指すために、プログラミング教育の学習指導の在り方を探究することであった。

本研究目的を達成するための第1の下位課題は、育成すべき資質・能力の学習評価法として、スタンダード準拠評価法を導入しているイングランドの2014年からの実施版NCに着目して、CAS<sup>(8)</sup>が2013年に公開した「Computing in the national curriculum (NC) -A guide for primary teachers-」<sup>(9)</sup>で示された、2014年版のイングランドのNC教科「コンピューティング」<sup>(10)</sup>の学習評価の内容と方法について検討した。その結果、児童生徒の学習評価の自律的・相互的で、学習評価規準を学習者と授業者とが共有化する「学習者の参画のはしご（西岡，2003：pp.35-38）<sup>(40)</sup>」を重視していることがわかった。また、「学習者の参画のはしご」に基づく「形成的評価（formative assessment）」と「総括的評価（summative assessment）」の役割機能と、両評価の関係を充実する重要性が強調されていた。

第2の下位課題は、教育工学及びSTEM教育の視座から、小学校段階のプログラミング教育の学習到達目標の分類化を検討することであった。イギリスの2014版NCでは、教科コンピューティングとSTEM系の各教科との連携を特に重視していた。本稿では、2015年にロイヤル・エンジニアリング・アカデミがCASサイトで公開した、[Applying Computing in D&T at KS2 and KS3 -the 2014 National Curriculum requirement-] [教育階梯1（5～7歳）と教育階梯2（7～11歳）の教科「デザインと技術」におけるコンピューティングの活用]<sup>(22)</sup>の文書を検討した。本研究の結果、前述書の「プログラミングと制御 -教科「コンピューティング」と教科「デザイン技術」は、何故関連するのか」では、学習者の「Computational Thinking (CT) (p.4)」と「コーディング（プログラミング）スキル」の発達と活用力育成において、教科「デザインと技術」は、現実的かつ社会に有用で実用的な文脈を提供する（p.8）ことを強調し、両教科の連携が極めて強いことが明らかになった。さらに、小学校のプログラミング教育の学習目標を、(1)教育工学（教育の情報化を含む）からの一般目標、(2)プログラミング的思考力、Computational Thinking（数学的・エンジニアリング的思考力重視）の目標、(3)STEM教育の側面からの目標に分類して、目標の体系化を試みた。

第3の下位課題は、文部科学省（2018：p.19）「小学校プログラミング教育の手引き（第一版）」<sup>(5)</sup>において、「第3章 各教科等の目標・内容を踏まえた指導の考え方」の「B 学習指導要領に例示されていないが、学習指導要領に示される各教科等の内容を指導する中で実施するもの」と「C 各学校の裁量により実施するもの（A、B及びD以外で、教育課程内で実施するもの）」の事例検討であった。B事例として、山本（2018）<sup>(33)</sup>が提案した、小学校第2学年算数の加法と減法におけるプログラミング学習の順次処理の実践事例を研究対象とした。C事例として、川原田（2018ab）<sup>(31)・(32)</sup>の相模女子大学小学部ロボティクス学習の実践事例を研究対象とした。さらに、田村（2018）<sup>(34)</sup>の総

合的な学習の時間におけるプログラミング的思考の育成について、探究的な学習過程重視と配慮事項等の提案を紹介して、本稿で提案する小学校段階のいわゆるプログラミング教育の学習到達目標の分類化との関係性について考察した。

本研究の結論として、ドメイン準拠評価法の限界性を指摘すると共に、高大接続改革の動向を踏まえ、小学校から高等教育までの学習者の心身発達の視点から、小学校段階のプログラミング教育を、(1)教育工学からの目標、(2) Computational Thinking育成からの目標、(3)STEM教育からの目標に分類・体系化の必要性があることとしたい。特に、「学習者の参画のはしご」に基づく「形成的評価 (formative assessment)」と「総括的評価 (summative assessment)」の役割機能を重視して、評価のための評価の授業に陥らない改善が必要である。

本研究の限界として、2点指摘したい。第1は、「プログラミング的思考力」と「Computational Thinking」との関係性について、本研究の検討では不十分である。第2点として、表4の小学校のプログラミング教育の一般目標とSTEM教育の側面からの目標について、児童生徒の心身の発達に応じた学習到達水準や学習評価方法までの具体まで論じることができなかった。特に、「配列」、「変数」、「乱数」、「関数」、「並び替え」などの具体的なアルゴリズムとデータ構造のカリキュラム・マップの軸となるスコープとシーケンスまでの論議まで踏み込むことができなかった。実践事例の検討を増やししながら、今後の課題としたい。

## 謝辞

本研究の一部は、JSPS科研費（基盤研究C代表：山崎貞登、課題番号17K01023）の助成を受けた。また、本研究は、2013年度から2016年度までの文部科学省研究開発学校指定を受けた埼玉県久喜市立久喜小学校の新設教科「夢創造科」の教育課程開発実践研究成果を基に、論考を行った。特に、川島尚之現久喜市教育委員会指導主事（当時研究主任）には、貴重な研究資料等をはじめ、多くの情報提供をいただいた。上野耕史文部科学省初等中等教育局教育課程課教科調査官（技術）・情報教育外国語教育課教科調査官、文部科学省の関係先生各位、当該研究開発学校関係者各位、同所管教育委員会等、日本産業技術教育学会関係各位の皆様に、深厚なる感謝を申し上げます。

## 引用文献

- (1) 文部科学省：『小学校学習指導要領（平成29年告示）』，東洋館出版社（2018）
- (2) 文部科学省：『中学校学習指導要領（平成29年告示）』，東山書房（2018）
- (3) [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/080/siryu/1397556.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/080/siryu/1397556.htm)
- (4) [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/080/index.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/080/index.htm)
- (5) <http://www.nier.go.jp/kaihatsu/shidousiryu.html>
- (6) [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm)
- (7) <https://beneprog.com/2017/05/26/standard01/>
- (8) <https://www.computingschool.org.uk/>
- (9) <http://community.computingschool.org.uk/resources/2618/single>
- (10) <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>
- (11) 大森康正・磯部征尊・寒川達也・山崎貞登：2014年実施のイングランドのナショナルカリキュラム「Design and Technology」と「Computing」の改訂に対するSTEM教育運動の影響，日本産業技術教育学会誌，第56巻，第4号，pp.239-250（2014）
- (12) <https://www.gov.uk/government/collections/national-curriculum>
- (13) Department of Education and Science and the Welsh Office: Technology in the National Curriculum, HMSO, U.K. (1990)
- (14) Department for Education: The National Curriculum England, HMSO, U.K. (1995)
- (15) Department for Education and Employment; and Qualifications and Curriculum Authority: Design and Technology, The National Curriculum for England (1999a)
- (16) Department for Education and Employment; and Qualifications and Curriculum Authority: Information and Communication Technology, The National Curriculum for England (1999b)
- (17) Department for Education and Skills and Qualifications and Curriculum Authority: The National Curriculum for England (2004)
- (18) Qualifications and Curriculum Authority: The National Curriculum for England (2007)
- (19) 鈴木秀幸：「ドメイン準拠評価とスタンダード準拠評価」，pp.88-89，辰野千壽・石田恒好・北尾倫彦（監修）：『教育評価事典（所収）』，図書文化（2006）

- (20) 鈴木秀幸：『スタンダード準拠評価』，図書文化（2013）
- (21) 山崎貞登・磯部征尊：「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所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（2016）
- (22) ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING: Applying Computing in D&T at KS2 and KS3 – the 2014 National Curriculum requirements – (2015) <https://community.computingschool.org.uk/files/6994/original.pdf>
- (23) <https://www.jset.gr.jp/profile/index.html>
- (24) 坂元 昂・永野和男：「第1章 教育工学の歴史と研究対象」，pp.1-28，日本教育工学会（監修），坂元 昂・岡本敏雄・永野和男（編著）：『教育工学選書1 教育工学とはどんな学問か（所収）』，ミネルヴァ書房（2012）
- (25) Bybee, R.: “What Is STEM Education?”, Science, vol. 329, Issue. 5995, p. 996 (2010)
- (26) 掘田のぞみ（分担執筆）：「7 科学技術政策と理科教育 – 初等中等段階からの科学技術人材育成に関する欧米の取組み –」，pp.121-134，国立国会図書館調査及び立法考査局：『科学技術に関する調査プロジェクト調査報告書 科学技術政策の国際的な動向 [本編]（所収）』（2011）[http://www.ndl.go.jp/jp/diet/publication/document/2011/201003\\_08.pdf](http://www.ndl.go.jp/jp/diet/publication/document/2011/201003_08.pdf)
- (27) 山崎貞登・尾崎裕介・川原田康文・上野朝大・磯部征尊：小・中・高校を一貫して「プログラミング的思考力」を育成する技術・情報教育課程基準と各教育段階の学習到達目標・学習到達水準の提案，pp.5-30，山崎貞登（研究代表者）：プログラミング的思考力を育成する技術・情報教育課程基準（課題番号17K01023）平成29年度～31年度科学研究費補助金（基盤研究（C））第1年次研究成果報告書（所収）（2018）<http://hdl.handle.net/10513/00007428>
- (28) 荒木貴之：『ロボットが教室にやってくる 知的好奇心はこうして伸ばせ』，教育出版（2008）ISBN978-4-316-80250-3 C0037
- (29) 久喜市立久喜小学校：文部科学省研究開発学校平成28年度研究開発研究紀要（第3年次），平成25～28年度 文部科学省研究開発学校指定，平成27・28年度久喜市教育委員会研究委嘱：研究主題『科学の心で夢を創る児童の育成』～新設教科「夢創造科」の開発を通して～（2016）
- (30) 久喜市立久喜小学校：文部科学省研究開発学校平成28年度研究開発実施報告書（第4年次）＜研究開発課題＞『科学の心で夢を創る児童の育成』～新設教科「夢創造科」の開発を通して～（2017）
- (31) 川原田康文：「第3章 相模女子大学小学部及び中学部におけるプログラミング教育の実践」，pp.51-118，前掲書(27)に所収（2018a）
- (32) 川原田康文：「ロボティクス科」のカリキュラムと学習評価規準，日本科学教育学会年会論文集42，pp.207-210（2018b）
- (33) 山本利一：小学校におけるプログラミング教育の現状と今後 – 算数及び道徳での実践事例とICT担当教員の意識調査結果 –，日本科学教育学会年会論文集42，pp.205-206（2018）
- (34) 田村 学：総合的な学習の時間におけるプログラミング的思考の育成，日本科学教育学会年会論文集42，pp.203-204（2018）
- (35) 村田昭治（監修），木村 誠・山崎貞登（編著）：『イギリスにおける教育改革と技術教育のカリキュラム』，開隆堂（1995）
- (36) 磯部征尊：『技術科評価基準の開発とカリキュラムのデザイン』，三恵社（2017）ISBN978-4-86487-697-1 C3037
- (37) 磯部征尊・山崎貞登：イングランドのナショナルカリキュラム「情報通信技術」と「デザインと技術」の学習プログラムと到達目標の変遷過程，上越教育大学研究紀要，第33巻，pp.217-235（2014）<http://hdl.handle.net/10513/2332>
- (38) 川原田康文・大森康正・磯部征尊・上野朝大・山崎貞登：小・中学校一貫したロボット及びプログラミング学習実践と教育階梯別の学習到達水準表との対応，上越教育大学研究紀要，第38巻，第1号，pp.135-147（2018）
- (39) 教育新聞（2018年7月17日付け）
- (40) 西岡加名恵：『教科と総合に活かすポートフォリオ評価法 ～新たな評価基準の創出に向けて～』，図書文化社（2003）
- (41) 文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター：『評価規準の作成，評価方法等の工夫改善のための参考資料【小学校 算数】』，教育出版（2011）<http://www.nier.go.jp/kaihatsu/shidousiryoku.html>
- (42) 文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター：『評価規準の作成，評価方法等の工夫改善のための参考資料【小学校 理科】』，教育出版（2011）<http://www.nier.go.jp/kaihatsu/shidousiryoku.html>
- (43) 文部科学省：『小学校学習指導要領解説 理科編 平成20年8月』，大日本図書（2008）
- (44) 文部科学省：『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編』，東洋館出版社（2018）
- (45) ITEA (International Technology Education Association) : Standards for Technological Literacy –Content for the Study of Technology–, ITEA: Reston, VA, USA, 248p. (2000), 国際技術教育学会著・宮川秀俊・桜井 宏・都築千絵編訳：『国際競争力を高めるアメリカの教育戦略 技術教育からの改革』，教育開発研究所，302p. (2002) ISBN4-87380-331-4
- (46) Department for Education: National curriculum in England: design and technology programmes of study (2013) <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-design-and-technology-programmes-of-study>
- (47) 文部科学省：『小学校学習指導要領』，東京書籍（2008）
- (48) 文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター：『総合的な学習の時間における評価方法等の工夫改善のための参

考資料【小学校】、教育出版（2011）<http://www.nier.go.jp/kaihatsu/shidousiryoku.html>

(49) 中央教育審議会：「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）2016年12月21日

(50) 文部科学省：『小学校学習指導要領（平成29年告示）』、東洋館出版社（2018）

※インターネット情報の最終アクセス日は、全て2018年8月30日

# Learning Attainments Targets and Learning Assessment Criteria for Programming Learning in Elementary School

Sadato YAMAZAKI\*, Manabu TAMURA\*\*, Yasufumi KAWARADA\*\*\*, Toshikazu YAMAMOTO\*\*\*\*, Masataka ISOBE\*\*\*\*\*, Tomohiro UENO\*\*\*\*\* and Yasumasa OOMORI\*

## ABSTRACT

This research investigated the state of educational guidance for programming education. Specifically, the study considered the relationship with “learning assessment criteria,” which establish quality, ability, and guidance items indicated for existing subjects in programming learning in elementary school beginning in fiscal year 2020. These criteria aim at a synergistic effect, with quality and ability appropriate to each subject. Programming education’s learning attainment targets in elementary school were classified into a general target including: (1) educational engineering (including educational information-orientation), (2) programming thinking power, a target of Computational Thinking (mathematical, engineering-like thinking power emphasis), and a target from the flank of (3) STEM education. Systematization was attempted, and introduction to easy technological system control concepts – through pupils’ programming experiences – was proposed. First case study practice case by which the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (2018) “guide of elementary school programming education (the first edition)” comes under “B.” It was not illustrated by curriculum guidelines, something to conduct in the inside where the contents which are each indicated subjects in curriculum guidelines are guided” and 1 practice case of “C: Something to put into effect by discretion at each school, (A,B and something to conduct in any place but D in the curriculum)” were considered. Investigating the learning process to bring programming thought into the “period of overall learning” was proposed.

---

\* Natural and Living Science \*\* Kokugakuin University \*\*\*Elementary School Part Attached to Sagami Women’s University  
\*\*\*\* Saitama University \*\*\*\*\* Aichi University of Education \*\*\*\*\* CA Tech Kids Co.