

# 初等中等教育段階のコンピューティング／プログラミング教育の 目標と学習到達水準に関する日米イングランドの比較研究

磯部 征尊\*・大森 康正\*\*・岡島 佑介\*\*・川原田 康文\*\*\*・  
上野 朝大\*\*\*\*・山崎 恭平\*\*\*\*\*・山崎 貞登\*\*

(平成31年1月29日受付；平成31年3月26日受理)

## 要 旨

本小論の目的は、2018年11月30日に公開された東京都小金井市立前原小学校第1～第5学年のプログラミング教育の先導的実践の特徴を明らかにするために、日米イングランドの「コンピューティング／プログラミング教育」に係わる比較教育の視点から検討することである。「コンピューティング」の主構成概念は、英国The Royal of Engineering Academyの概念規定を援用し、CS (Computer Science), IT (Information Technology), DL (Digital Literacy) とした。米国CSTA (Computer Science Teacher Association) の「幼稚園から第12学年までのコンピュータサイエンス基準 (CSS) の2017年改定版」、米国ITEEA (International Technology and Engineering Educators Association: 国際技術・エンジニアリング教育者学会) の幼稚園から第12学年のSTL (Standards for Technological Literacy) とITやDLに係わる各種文献、イングランドの5歳～16歳のためのナショナルカリキュラム教科「コンピューティング」を支援するサイト「CAS (Computing At School)」で公開中の、教育目標と学習到達水準表を参照した。検討の結果、前原小学校の教育実践は、「CS, IT, DLの目標と内容を包含したコンピューティング」、「フィジカルコンピューティング」、「Society5.0で求められるSTEAM人財育成」を重視していることを明らかにした。

## KEY WORDS

前原小学校のプログラミング教育 (Programming Education in Maehara Elementary School), Society 5.0に向けたSTEAM教育 (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics Education Toward Society 5.0), イングランドの教科コンピューティング (Computing Subject in the National Curriculum in England), CSTAのCSS (Computer Science Standards Proposed by Computer Science Teachers Association), 小・中・高等学校を一貫したコンピューティング教育 (Computing Education from Elementary to Lower and Secondary Schools Coherently)

## 1 目的

本小論の目的は、2018年11月30日に公開された東京都小金井市立前原小学校 (松田 孝校長) 第1～第5学年における、いわゆるプログラミング教育の先導的実践の特徴を明らかにするために、日本・アメリカ合衆国 (以下、米国)・グレートブリテン及び北アイルランド連合王国 (以下、英国) のイングランドの「コンピューティング／プログラミング教育」に係わる比較教育の視点から検討することである。

本小論における「コンピューティング」概念は、英国The Royal Academy of Engineering (2012)<sup>(1)</sup>の勧告書で提案された概念を援用する。同書 (p.5) によれば、「コンピューティング」は、学校教育におけるICT (Information and Communication Technology), 産業界のIT (Information Technology), コンピュータサイエンス (CS), デジタルリテラシー (DL) を含む広教科領域 (broad subject area) と規定している。本稿では、テクノロジーを技術と表記し、スキル (技能) やテクニック (技法, 技巧) と峻別している (山崎, 2018: p.16の表1.10)<sup>(2)</sup>。

CSは、アルゴリズム, データ構造, プログラミング, システムズ構築, 設計 (デザイン), 問題解決等のような原理を包括するコンピュータ科学の学問体系と定義している (The Royal Academy of Engineering, 2012: p.17)<sup>(1)</sup>。

ITは、ある目的のために、使用者の要求に適合させるための、デジタルシステムのアセンブリ (組立), ディプロイメント (展開), コンフィギュレーション (設定) と定義し (p.17)<sup>(1)</sup>, 表1に示す性質を含意するものとする。表1のように、ITの性質は、ソフトウェアの単なる使い方ではなく、情報の創造と表現, システム設計, プロジェクトのプランニングと管理, 情報セキュリティ, 種々の側面からの社会的な問題を包含する。

表1 情報技術の性質 [出典 The Royal Academy of Engineering: Shut down or restart? The way forward for Computing in UK schools, The Royal Academy of Engineering, The Royal Society (2012) のp.20]<sup>(1)</sup>


---

- ・ある目的のために、データを保存し処理（ソート、サーチ、リオーダー）、ファイルシステム（命名、分類、構造化）、データベースとスプレッドシートの効果的な活用のためにソフトウェアを使うこと
- ・鍵となる考慮事項に関する構想の視覚化、再構想と視覚化、目的との適合性、ユーザーの志向と多様な文脈を考慮しながら、情報を創造し表現すること
- ・ツイズ、フォーラム、ウィキ、プロファイルページのようなwebベースのインターフェイス、データベース、スプレッドシートを含む、他者への使用のために、システムを設計し、設定すること
- ・必要性についての理解、仕様作成、製品の設計と創作、効果の評価、ユーザーのニーズにより適合した製品開発の増進に向けた理解のための、プロジェクトのプランニングと管理
- ・特に、Eメール、フォーラム、仮想世界やソーシャルネットワークを使う際の、セキュリティ、安全性、オンラインエチケット
- ・自宅、仕事、余暇のためのテクノロジーの使用の普及によって生じる、社会的、経済的、倫理的、法的、政治的問題

---

DLとは、コンピュータを適切かつ安全・効果的に使うための基本的なスキルと能力を意味し、以下のスキルと能力を含む。具体的には、文書作成、Eメールとプレゼンテーション・ソフト、イメージ、オーディオとビデオの創作と使用、ウェブブラウザとインターネット検索エンジンサーチ・エンジンを使う能力を含む（p.10）。

前述書の定義では、ITとCSとは互いに違う目的を有している異なる教科（subject）であると規定する（p.21）<sup>(1)</sup>。しかし、ITとCSは、互いに相互不可分であり、相互連携により相乗効果（synergy）をもたらす教科である（p.21）<sup>(1)</sup>。また、DLは、CSとIT教科を含む関係教科にとって、コアスキルであると定義している（p.21）<sup>(1)</sup>。諸外国の教育分野では、「Educational Technology（わが国では教育工学と邦訳する事例が多い）」、「Science Education Studies（科学教育研究）」、「Technology and Engineering Education Studies（技術・エンジニアリング教育研究）」の各領域の固有性、相互不可分性、各領域間の相乗効果が重視されている。一方、我が国では、教育工学、科学教育研究、技術・エンジニアリング研究の固有性の尊重、相互不可分性、相乗効果にコンセンサスがあるとは言い難く、各教科間の壁は高く、教科連携や相乗効果を生み出すのが難しい場合も少なくない状況である。本邦発の「コンピューティング／プログラミング教育」を海外に発信する際に、グローバル概念であるCS、IT、DL概念規定を確認し、実践事例をエビデンスとして発信していくことは極めて重要である。

「コンピューティング」は、CS、IT、DLを包含する教科領域である。一方、我が国の教育では、「コンピューティング」の概念がほとんど普及していない。他方、平成29（2017）年告示の小学校及び中学校学習指導要領から、プログラミング教育（学習）やプログラミングの思考力の用語が用いられるようになった。「プログラミング的思考力」と、『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 総則編（文部科学省、2018a：pp.48-52）』<sup>(3)</sup>の「(1)学習の基盤となる資質・能力（第1章第2の2の(1)）」で示された、「情報活用能力」との関係に留意する必要がある。文部科学省（2018a：p.16）<sup>(3)</sup>は、「情報活用能力を育むためには、単にプログラミング教育を充実し『プログラミング的思考』を育めばよいということではなく、情報を収集・整理・比較・発信・伝達する等の力をはじめ、情報モラルや情報手段の基本的な操作技能なども含めたトータルな情報活用能力を育成する中に、『プログラミング的思考』の育成を適切に組み入れていく必要」が明記されている。

小論では、本研究対象である前原小学校の実践を、CS、IT、DLを包括する「コンピューティング」の概念から検討することを目的としている。したがって、研究題目の鍵語を、「コンピューティング／プログラミング教育」とした。

## 2 米国の初等中等学校段階におけるコンピューティング／プログラミング教育

米国では、Educational Technologyを主たる教育研究分野とする学協会として、ISTE（International Society for Technology in Education）、AECT（The Association for Educational Communications and Technology）等がある。米国のコンピューティングの科学教育研究学協会としては、CSTA（Computer Science Teachers Association）等がある。米国の技術・エンジニアリング教育研究分野の学協会としては、ITEEA（International Technology and Engineering Educators Association）等がある。本稿では、CSTAのK（幼稚園）から第12学年までのCSS（Computer Science Standards、コンピュータサイエンス内容標準）とITEEAのK（幼稚園）から第12学年までの技術リテラシーのための内容標準を論究対象とする。

CSTA Standards Task Force（2011）<sup>(4)</sup>は、初版の「K（幼稚園）-12（第12学年）Computer Science Standards」を公表した。同初版については、大森ら（2016）<sup>(5)</sup>の解説がある。CSTA Standards Task Force（2017）<sup>(6)</sup>は、改定版

の「CSTA K-12 Computer Science Standards」を公表した（表2）。

表2 Computer Science Teachers Association (CSTA) (全米コンピュータ科学教育者学協会) の2017年版改定版の5～16歳園児児童生徒のための教育段階別学習水準表<sup>6)</sup>  
 [ 出 典 : <https://www.doe.k12.de.us/cms/lib/DE01922744/Centricity/Domain/176/CSTA%20Computer%20Science%20Standards%20Revised%202017.pdf> (2019年1月15日最終閲覧) ]

概念	下位概念	LEVEL 1A(5～7歳)	LEVEL 1B(8～11歳)	LEVEL 2(11～14歳)	LEVEL 3A(14～16歳)
		第2学年末までに、園児児童は、…できること	第5学年末までに、児童は、…できること	第8学年末までに、児童生徒は、…できること	第10学年末までに、生徒は、…できること
情報処理システム	装置	1A-CS-01 適切なソフトウェアを選択・操作して、いろいろな作業を実行し、また、利用者が使用するソフトウェアのテクノロジーには、さまざまなニーズと好みがあることをはっきり知ること (P1.1)	1B-CS-01 システムを形成するために、どのように情報処理装置の内部と外部の部品が動作するかを、記述すること (P7.2)	2-CS-01 ユーザーが装置とどのように対話するかを分析した結果に基づき、情報処理機器の設計の改良を勧めること (P3.3)	3A-CS-01 情報処理システムの実装の詳細は、抽象化によって、どのように隠されるかを説明すること (P4.1)
	ハードウェアとソフトウェア	1A-CS-02 情報処理システムに共通である構成要素の機能を識別し説明する際には、適切な用語を用いること (P7.2)	1B-CS-02 作業を達成するためのシステムとして、コンピュータのハードウェアとソフトウェアがどのように連携するかをモデル化すること (P4.4)	2-CS-02 ハードウェアとソフトウェアのコンポーネントを組み合わせて、データを収集、交換するプロジェクトを設計すること (P5.1)	3A-CS-02 アプリケーション・ソフトウェア、システム・ソフトウェアと、ハードウェアレイヤーの間の、抽象化と相互関係性のレベルを、比較すること (P4.1)
	トラブルシューティング	1A-CS-03 正確な用語を用いて、ハードウェアとソフトウェアに関する基本的な問題を説明できること (P6.2, P7.2)	1B-NI-04 共通のトラブルシューティング方略を使って、簡単なハードウェアとソフトウェア問題を解決するための、潜在的な解決策を決定すること (P6.2)	2-CS-03 情報処理機器及びコンポーネントに関する問題を体系的に認識し修正すること (P6.2)	3A-CS-03 エラーを識別し、修正するために使うことができる、体系的なトラブルシューティング方略を伝えるガイドラインを作成すること (P6.2)
ネットワークとインターネット	ネットワーク通信と構成		1B-NI-04 情報が小さい断片に分かれ、ネットワークやインターネット上の複数の装置を介してパケットとして送信され、送信先で組み立てなおされる方法をモデル化すること (P4.4)	2-NI-04 ネットワークとインターネットを介してデータを伝送する際のプロトコルの役割をモデル化すること (P4.4)	3A-NI-04 ルータ、スイッチ、サーバー、トポロジー、アドレス指定間の関係を説明して、ネットワークの「スケーラビリティ (拡張可能性)」と信頼性を評価すること (P4.1)
	サイバーセキュリティ	1A-NI-04 パスワードとは何か、またパスワードを使用する理由を説明し、機器と情報を不正アクセスから保護するために強力なパスワードを使用すること (P7.3)	1B-NI-05 実世界のサイバーセキュリティ問題と、個人情報はどのように保護できるかを議論すること (P3.1)	2-NI-05 物理的およびデジタルセキュリティ対策によって電子情報がどのように保護されるかを説明すること (P7.2)	3A-NI-05 機密データがマルウェアや市に他の攻撃によってどのように影響を受ける可能性があるかを示す例を挙げること (P7.2)
				2-NI-06 情報の安全な伝送をモデル化するために複数の暗号化方式を適用すること (P4.4)	3A-NI-06 効率性、実現可能性、倫理的影響などの要素に基づいて、様々なシナリオに対処するためのセキュリティ対策を勧告すること (P3.3)
					3A-NI-07 情報処理システムのユーザービリティとセキュリティの間のトレードオフを考慮し、様々なセキュリティ対策を比較すること (P6.3)
データと分析	ストレージ	1A-DA-05 情報処理機器を用いて、情報を保存、複製、取り出し、検索、修正、削除し、そしてデータとして保存されている情報を定義すること	1A-DA-05 情報処理機器を用いて、情報を保存、複製、取り出し、検索、修正、削除し、そしてデータとして保存されている情報を定義すること	2-DA-07 複数の符号化方式を使い、データを表すこと (P4.0)	3A-DA-09 記号、数、画像のような、現実世界の現象を、異なるビット間で翻訳すること (P4.1)
				3A-DA-10 データ要素がどのように組織化されていて、データが格納されているか、トレードオフで評価すること (P3.3)	
	収集、視覚化、変換	1A-DA-06 同じデータを様々な表示形式で収集し、表現できること	1B-DA-06 関係を強調し、主張をサポートするために、収集されたデータを視覚的に編成し、示すこと (P7.1)	2-DA-08 情報処理ツールを使用してデータを収集し、データを変換してより有用で信頼性の高いものにする (P6.3)	3A-DA-11 ソフトウェアツールを使用してインタラクティブなデータ可視化を行い、他の人が現実世界の現象をよりよく理解できるようにすること (P4.4)
インターフェイスとモデル	1A-DA-07 予測をするために、チャートやグラフなどによるデータ可視化のパターンを識別し説明すること (P4.1)	1B-DA-07 因果関係、結果の予測、アイデアの伝達のための強調または提案するために、データを用いること (P7.1)	2-DA-09 生成したデータに基づいて計算モデルを改良すること (P5.3, P4.4)	3A-DA-12 現象やプロセスから収集したデータの異なる要素間の関係性を表す計算モデルを創造すること (P4.4)	

表2 (続き) Computer Science Teachers Association (CSTA) (全米コンピュータ科学教育者学協会) の2017年版改定版の5~16歳園児児童生徒のための教育段階別学習水準表<sup>(6)</sup>  
 [出典: <https://www.doe.k12.de.us/cms/lib/DE01922744/Centricity/Domain/176/CSTA%20Computer%20Science%20Standards%20Revised%202017.pdf> (2019年1月15日最終閲覧)]

アルゴリズムとプログラミング	アルゴリズム	1A-AP-08 作業を完了するためにアルゴリズム(段階的な命令の組合せ)を作成し、従うことによって日々の作業手順をモデル化すること(P4.4)	1B-AP-08 同じ課題に対して複数のアルゴリズムを比較および改良し、どれが最も適切であるかを決定すること(P6.3, P3.3)	2-AP-10 アルゴリズムとして複雑な問題を解決するためにフローチャートや擬似コードを使用すること(P4.4, P4.1)	3A-AP-13 事前の学習者の知識及び個人的な興味を活用して、コンピュータ処理上の問題を解決するためのアルゴリズムを使用したプロトタイプを作成すること(P5.2)
	変数	1A-AP-09 情報をあらわすために数字やその他の記号を用いて、プログラムがデータを格納および操作する方法をモデル化すること(P4.4)	1B-AP-09 変数を使用してデータを格納および変更するプログラムを作成すること(P5.2)	2-AP-11 種々のデータの種類の「型(type)」を明確に宣言した変数を作成し、それらの値の操作を実行すること(P5.1, P5.2)	3A-AP-14 単純変数を繰り返し使う代わりに、リスト(データの追加や削除をよく行う時に、次にどのデータにつながるかというつながり先をつけたデータ構造のことに)を使用し、計算問題を一般化すること(P4.1)
	制御	1A-AP-10 アイディアを表現するか、または問題に対処するために、順次および簡単な反復によってプログラムを開発すること(P5.2)	1B-AP-10 順次、イベント(ユーザーのキーやマウス入力、OSなどからの要求に応じて、処理を実行するプログラムの動作や概念)反復、及び条件を含むプログラムを作成すること(P5.2)	2-AP-12 入れ子になったループや複合条件を含む制御構造を組み合わせたプログラムを設計し、繰り返し開発すること(P5.1, P5.2)	3A-AP-15 遂行性、読みやすさ、プログラムの性能を含むトレードオフ(比較考量)をする時、具体的な制御構造の選択の根拠、選択の利点と欠点を説明すること(P5.2)
					3A-AP-16 実用目的、個人的な表現、あるいは指示を開始するイベントを使用して、社会の問題に対応するためのコンピュータにより情報処理する制作品を設計し、繰り返し開発すること(P5.2)
	モジュール性	1A-AP-11 問題を解決するために、必要なステップを正確な一連の手順に分解(分割)すること(P3.2)	1B-AP-11 プログラム開発プロセスを容易にするために、問題をより小さく、管理しやすいサブ問題に分解(分割)すること(P3.2)	2-AP-13 プログラムの設計、実行、及び評価を容易にするように、問題と部分問題を、より細かく分解すること(P3.2)	3A-AP-17 プロシージャ(複数の処理を1つにまとめたもの)、モジュール化、オブジェクトなどの構成要素を使用して、体系的な分析を行い問題をより小さい構成要素に分解すること(P3.2)
			1B-AP-12 新しいものを開発したり、より高度な機能を追加したりするために、既存のプログラムの一部を自分の作品に修正、リミックス、または組み込みを行うこと(P5.3)	2-AP-14 コードを整理して再利用を容易にするためのパラメータを持つプロシージャを作成すること(P4.1, P4.3)	3A-AP-18 プログラム内のプロシージャ、データと手続の組み合わせ、または独立であるけれども相互に関係づけたプログラムを使って、情報処理システムの制作品を作成すること(P5.2)
	プログラム開発	1A-AP-12 イベント、ゴール、及び予想される結果をプログラムの逐次構造で記述し、計画を立てること(P5.1, P7.2)	1B-AP-13 他者視点を含み、ユーザーの嗜好を考慮することによって、プログラム開発を計画するために、反復プロセスを用いること(P1.1, P5.1)	2-AP-15 ユーザーニーズを満たすための解決策を、洗練させるために、チームメンバーからのフィードバックを探し、取り入れること(P2.3, P1.1)	3A-AP-19 ユーザーからのフィードバックを取り込むことによって、幅広い利用者のためのプログラムを体系的に設計し、開発すること(p5.1)
		1A-AP-13 プログラムを開発しながら他者のアイディアや創作物を使うときには、帰属を与えること(P7.3)	1B-AP-14 プログラムを作成あるいはリミックスする時に、知的所有権を守り、適切な帰属を与えること(P7.3)	2-AP-16 既存のコード、メタデータ、ライブラリを、オリジナルのプログラムに組み入れて、帰属を示すこと(P4.2, P5.2, P7.3)	3A-AP-20 ライブラリなどのリソースを使用する際に、コンピュータで情報処理する制作品の使用についての制限・限定に関するライセンスを評価すること(P7.3)
		1A-AP-14 順次及び簡単な反復構造を含む、アルゴリズムまたはプログラムを、デバッグ(エラーを識別修正)すること(P6.2)	1B-AP-15 プログラムまたはアルゴリズムをテストしてデバッグ(エラーを識別修正)し、意図したとおり動作することを確認すること(P6.1, P6.2)	2-AP-17 さまざまなテストケースを使用してプログラムを体系的にテストおよび改良すること(P6.1)	3A-AP-21 コンピュータで情報処理する制作品を、より使いやすく、よりアクセスしやすいようにするために、それらを評価し、改善すること(P6.3)
			1B-AP-16 プログラム開発の設計、実行、評価段階で、仲間と協力する時に、先生の支援を受けて、種々に役割を引き受けること(P2.2)	2-AP-18 共同で成果物を開発する際には、タスクを分配し、プロジェクトのスケジュールを管理すること(P2.2)	3A-AP-22 協働作業ツールを使い、チームで役割分担を行う活動によって、コンピュータで情報処理する制作品を設計し、開発すること(P2.4)
		1A-AP-15 正しい用語を使用して、プログラム開発の反復プロセスの間で行われた処理と選択を説明すること(P7.2)	1B-AP-17 プログラムの開発中に行った選択について、コードのコメント、プレゼンテーション、およびデモンストレーションを用いて説明すること(P7.2)	2-AP-19 支援、試験、デバッグを容易にするためにプログラムを文書化すること(P7.2)	3A-AP-23 複雑なプログラムの作成において、テキスト、グラフィックス、プレゼンテーションおよび/またはデモンストレーションを使った選択の設計プリーフを作成すること(P7.2)
	コンピューティングの影響	文化	1A-IC-16 新しいコンピューティング技術の導入または採用の前後で、人々がどのように暮らして働いているかを比較すること(p7.0)	1B-IC-18 コンピューティング技術が世界を変えていること、コンピューティング技術の影響を表現すること。コンピューティング技術の文化的習慣への影響について、議論すること(P7.1)	2-IC-20 人々の毎日の活動及び進路に影響するコンピューティング技術と関連して、比較考量すること(P7.2)
1B-IC-19 ユーザーの多様なニーズと要望に応えるために技術製品のアクセシビリティとユーザービリティを向上させるための方法をブレインストーミングすること(P1.2)			2-IC-21 既存のテクノロジーの設計のバイアスとアクセシビリティの問題を、議論すること(P1.2)	3A-IC-25 バイアスや公平性の不足を減らすために、コンピュータ処理の制作品をテストし改良すること(P1.2)	
				3A-IC-26 分野横断的な問題に対して活用する際に用いるアルゴリズムの方法を示すこと(P3.1)	
社会相互作用		1A-IC-17 他者とのオンライン上では、敬意、責任ある活動すること(P2.1)	1B-IC-20 コンピュータによる情報処理のための制作品を改善するために、多様な物の見方・視点を探すこと(P1.1)	2-IC-22 コンピュータによる情報処理の制作品を創造する際に、クラウドソーシングや調査などの戦略を通じて、多くの貢献者と協働すること(P2.4, P5.2)	3A-IC-27 異なる文化やキャリア分野の人々との関係性を増加するために、プロジェクトにおいて協働のツールと方法を用いること(P2.4)

表2 (続き) Computer Science Teachers Association (CSTA) (全米コンピュータ科学教育者学協会) の2017年版改定版の5～16歳園児児童生徒のための教育段階別学習水準表<sup>(6)</sup>  
 [出典: <https://www.doe.k12.de.us/cms/lib/DE01922744/Centricity/Domain/176/CSTA%20Computer%20Science%20Standards%20Revised%202017.pdf> (2019年1月15日最終閲覧)]

コンピューティングの影響	安全性 法遵守 倫理性		1B-IC-21 パブリック・ドメインあるいは、クリエイティブ・コモンズ・ライセンスメディアを使用すること。許可なく他者が創造した素材を複製・使用は控えること (P7.3)		3A-IC-28 イノベーションに関して、知的所有権法が有する有益や有害な影響を説明すること (P7.3)
		1A-IC-18 ログイン情報を非公開にし、装置から適切にログオフすること (P7.3)		2-IC-23 公にする情報とプライベートで秘密保持する情報のトレードオフを、説明すること (P7.2)	3A-IC-29 ユーザーにとって、明白ではないかもしれない、自動化されたプロセスを通じて、データの収集と生成に関連するプライバシーへの懸念について、説明すること (P7.2)
					3A-IC-30 安全性、法的、倫理的状況におけるプライバシーの社会的・経済的影響を評価すること (p.7.3)
実践	P1. 共生的なコンピューティング文化の助長 P2. コンピューティングと共存した協働	P3. コンピュータによる情報処理問題の認識と定義 P4. 抽象化の形成と使用	P5. コンピュータによる情報処理機能を持つ制作品の創造 P6. コンピュータによる情報処理機能を持つ制作品の試験と改良	P7. コンピューティングについてのコミュニケーティング	

表2に示したように、2017年改定版の主概念は、「情報処理システム」、「ネットワークとインターネット」、「データと分析」、「アルゴリズム(手順)とプログラミング」、「コンピューティングの影響」の五つである。2011年初版のStandardsでは、CSが強調されていたが、2017年改定版では、CSと共に、IT、DLの相互不可分性と相乗効果を重視した「コンピューティング」概念が一層重視されている。また、「概念」と「プラクティス(課題探究実践活動に必要な見方・考え方)(略号P)」といった学習のプロセスとが両輪になった学習を推奨している。「P1.共生的なコンピューティング文化の助長」、「P2.コンピューティングと共存した協働」、「P3.コンピュータによる情報処理問題の認識と定義」、「P4.抽象化の形成と使用」、「P5.コンピュータによる情報処理機能を持つ制作品の創造」、「P6.コンピュータによる情報処理機能を持つ制作品の試験と改良」、「P7.コンピューティングについてのコミュニケーティング」と、問題を発見し、課題解決に向けてのデザインと創造能力育成が重視されている。

他方、米国最大の技術・エンジニアリング教育研究分野の学協会であり、日本、カナダ、英国、オーストラリアをはじめ、世界各国の研究者が多数所属しているITEEA (2000)<sup>(7)</sup>は、K (幼稚園)から第12学年の技術リテラシー育成のための内容標準(STL)を公開した。2002年には第2版<sup>(8)</sup>、2007年には第3版<sup>(9)</sup>のSTLを改定してきたが、初版STLと大きな変更はない。山崎ら(2011)<sup>(10)</sup>、山崎(2016)<sup>(11)</sup>をはじめ、筆者らは、同内容標準について解説している。何れのSTL共に、計4のカテゴリーと、計20の下位内容ストランド(柱)から構成されている。カテゴリー4「デザインされた世界」のストランド17「情報通信技術」をはじめ、カテゴリー1「技術の本質」、カテゴリー2「技術と社会」、カテゴリー3「デザイン」、カテゴリー4「技術社会に必要な能力」の全カテゴリーにおいて、テクノロジーとエンジニアリング・スタディーズとしての「コンピューティング」についての目標と内容が扱われている。

近年、ITEEAは、ウェブサイトや年会において、Wing (2006)<sup>(12)</sup>が提唱したCT (Computational Thinking)と、技術・エンジニアリング教育との密接な連携の重要性を発信している。Wing (2006)<sup>(12)</sup>の論文は、中島(2015)<sup>(13)</sup>により邦訳されていて、中島はCTを「計算論的思考」と邦訳している。Wing (2006)<sup>(12)</sup>のCTについては、山崎(2018)<sup>(2)</sup>で論じた。ITEEAのExecutive Director/CEOのBarbato (2018)<sup>(14)</sup>は、同ウェブサイトにて、技術とエンジニアリング教育Advisory Boardの組織見解を公表している。同サイトのCTメニューの概要では、Buckler et al. (2017)<sup>(15)</sup>の論文を紹介し、ITEEAのSTLと米国メリーランド州のSTLの近似性と、ITEEAのSTLカテゴリー4「デザインされた世界」のストランド17「情報通信技術」をはじめ、カテゴリー1「技術の本質」、カテゴリー2「技術と社会」、カテゴリー3「デザイン」、カテゴリー4「技術社会に必要な能力」の全カテゴリーにおいて、テクノロジーとエンジニアリング・スタディーズとしてのCTを育成する重要性を実践研究に基づいて指摘している。McCade & Kennedy (2018)<sup>(16)</sup>とHacker (2018)<sup>(17)</sup>は、種々の機械要素部品や電子機器が組み込まれている機械を制御する技術であるメカトロニクス発展には、コンピュータサイエンスをはじめ、認知心理や人工知能工学等をはじめ広領域分野の技術と、問題解決としてのCTやエンジニアリング・デザイン思考が不可欠であること、フィジカルコンピューティング教育の推進には、幼稚園から第12学年まで一貫した技術とエンジニアリング教育と、科学教育、数学教育等のSTEM (Science, Technology Engineering and Mathematics) 教育の一層の充実が必要であることを主張している。

### 3 イングランドのコンピューティング教育

英国は、イングランド、ウェールズ、スコットランド、北アイルランドの各地域に、ナショナルカリキュラム（スコットランドはナショナルガイドライン）を有する。本稿では、イングランドの5～16歳のためのナショナルカリキュラムの教科「コンピューティング」について紹介する。イングランドは、2013年までは、教科「ICT」であった。しかし、英国The Royal Academy of Engineering (2012)<sup>(1)</sup>の勧告書は、英国のICT教育が、単なるアプリケーションソフトウェアの使い方を教えていて、CS概念、ITの設計能力と情報セキュリティ等、DLの学習水準の質の低下、ICT担当教員のCPD（Continuing Professional Development）の条件整備の不備、教員養成と現職研修の在り方等について、極めて大きな問題があるとの厳しい指摘をした。同勧告書のセンセーショナルなタイトルが示すように、大胆な教育改革を教育省に求めた。この勧告を受けて、ゴーヴ教育大臣（当時）がイニシヤチブを執り、2014年実施ナショナルカリキュラムでは、ICTからコンピューティングと、教科名と共に教科目標・内容等が大幅に刷新された（大森ら、2014）<sup>(18)</sup>。

新教科「コンピューティング」の目的、ねらい、教育段階〔5～7歳はKS（Key Stage）1、7～11歳はKS2、11～14歳はKS3、14～16歳はKS4〕別の教科内容は、山崎（2014）<sup>(19)</sup>で紹介した。イングランドは、米国と同様に、STEM（Science, Technology, Engineering and Mathematics）教育が盛んである（大森ら、2014<sup>(18)</sup>；同、2016<sup>(5)</sup>）。国内外のSTEM教育、STEAM教育の理論と実践については、山崎（2016<sup>(20)</sup>、2017<sup>(11)</sup>、2018<sup>(2)</sup>）で詳述した。

英国では、4地域共に、KS1～KS4の各教育段階で、「Schemes of Work（単元・題材学習凡例集）」が、ナショナルカリキュラム（スコットランドではナショナルガイドライン）に準拠して、作成されている。「単元・題材学習凡例集」は、「学習到達目標、学習内容、指導方法、学習評価を一体化したユニット」として構成されている（山崎・磯部、2016：pp.104-105<sup>(21)</sup>等）。

2014年から実施のイングランド・ナショナルカリキュラムに準拠した、5～11歳のための教科「コンピューティング」単元学習凡例集（Schemes of Work）（草稿）<sup>(22)</sup>で提案された、計5段階から構成された学習到達水準表を、表3に示す。

表3 2014年から実施のイングランド・ナショナルカリキュラムに準拠した、5～11歳のための教科「コンピューティング」単元・題材学習凡例集（Schemes of Work）（草稿）で提案された、計5段階から構成された学習到達水準表  
 [出典：Assembled, collated and in a large part written by James Feanley. Amended by Steve Gatehouse: Draft-Scheme of Work for Computing -Key Stage 1 and 2-Draft, pp.7-11 (2014)]<sup>(22)</sup>  
<https://community.computingschool.org.uk/resources/2119/single> (2018年12月24日最終閲覧)

レベル1

アルゴリズム	プログラミング・開発	データ・データ表現	ハードウェア・処理	コミュニケーション・ネットワーク	情報技術
私は、アルゴリズムが何かを知っていて、記号を用いて簡単なアルゴリズムを表現できる。私は、コンピュータが正確な指示を必要とすることを理解している。私は、エラーを避けるために正確に実行することができる。	私は、ユーザーが独自のプログラムを書くことができることを理解している。私は、簡単なプログラムを創ることができる。私は、プログラムの実行・チェック・変更ができる。私は、プログラムが正確な指示に基づいて実行することを理解している。	私は、デジタル内容が多くの形式で表現されていることを理解している。私は、デジタル形式の違いを知っていて、かつ、デジタル形式によって情報伝達の方法が異なることを説明できる。	私は、コンピュータには、プログラムを実行しないと、何もできないことを理解している。私は、デジタル装置上の全てのソフトウェアは、プログラムにより実行されていることを理解している。	私は、ウェブブラウザを用いて、ワールドワイドウェブからコンテンツを見付けることができる。私は、安全かつ、規律正しく、オンライン上でコミュニケーションする重要性和、個人情報を守る必要性を理解している。私は、コンテンツについて関心が生じたり、連絡したりしたい時に、何をしたらよいのかを理解している。	私は、指導者の指導の下で、ソフトウェアを使いながら、必要なファイルやフォルダ名に関するデジタルコンテンツを創造したり、保存・取り出しをしたりすることができる。私は、人々はコンピュータと相互作用し合うことを理解している。私は、校内にある技術の活用を共有できる。私は、授業以外で、共通利用できる情報技術を理解している。私は、自分の役割を話したり、その役割を改善するために変化を加えたりすることができる。

レベル2

アルゴリズム	プログラミング・開発	データ・データ表現	ハードウェア・処理	コミュニケーション・ネットワーク	情報技術
私は、アルゴリズムがプログラムとしてデジタル装置上で実行されることを理解している。私は、ループや選択（すなわち、判断命令）を使って、簡単なアルゴリズムを設計できる。私は、結果を予測するために、論理的推論を使うことができる。私は、アルゴリズム上のエラー（すなわち、デバッキング）を見付け、修正できる。	私は、プログラム上の算術演算子や判断命令、ループを活用できる。私は、論理的推論を用いて、プログラムの行動を予測することができる。私は、プログラム上の意味のあるエラー（すなわち、デバッキング）を見付けることができる。	私は、様々なデータのタイプ（テキスト、数）を理解している。私は、プログラムが様々なデータのタイプで機能することを理解している。私は、データが便宜上、表で構成されていることを理解している。	私は、一連のデジタル装置がコンピュータとしてみなされていることを理解している。私は、一連の入力・出力装置の知識・技能を身に付けている。私は、プログラムがどのようにして、汎用コンピュータの機能を分類しているのかを理解している。	私は、ウェブ操作を通じて、正しいデジタルコンテンツを収集するために、簡単なインターネット検索を実行できる。私は、コンピュータを安全かつ責任感を持ちつつ、オンライン上の気に入らない内容への報告・対応方法を理解している。	私は、独自性を増やすことと関係する技術を用いて、デジタルコンテンツを意図的に構成することができる。私は、収集したデジタルコンテンツに関する質保証への理解を示すことができる。私は、様々なソフトウェアを用いてデジタルコンテンツ（情報）の的確な操作と表現ができる。私は、技術の経験を校内や授業以外で共有できる。私は、自分の役割を話したり、フィードバックされた情報に基づいて解決策を図ったりすることができる。

レベル 3

アルゴリズム	プログラミング・開発	データ・データ表現	ハードウェア・処理	コミュニケーション・ネットワーク	情報技術
私は、繰り返しや二択一（すなわち、if, then, else）を用いて解決策（アルゴリズム）をデザインできる。 私は、ダイアグラムを用いて解決策を表現できる。  私は、論理的推論を用いて結果を予測したり、入力への理解を示したりすることができる。	私は、与えられた目標に向かってアルゴリズムを実行するプログラムを創作できる。 私は、値への変数宣言と入力ができる。  私は、事後テストループ（すなわち、until）と、if・then・elseを含むプログラム上の選択文に関するシーケンスを活用できる。	私は、データと情報の違いを理解している。 私は、フラットファイル上のデータソーティングが情報検索を改善できることを理解している。  私は、フィルターを活用する、または、単一標準の検索情報を実行することができる。	私は、コンピュータが様々な入力装置（センサやアプリケーションソフトウェアを含む）からデータを収集することを理解している。  私は、ハードウェアとアプリケーションソフトウェアの違い、コンピュータシステム内の各役割を理解している。	私は、インターネットとインターネットサービス（例：ワールドワイドウェブ）の違いを理解している。 私は、一連のインターネットサービス（例：VOIP）へ理解を示しつつ、これらを活用することができる。  私は、技術やオンラインサービスを利用する際の適切な行動と不適切な行動を理解している。	私は、デジタル内容に関するデータ及び、情報を収集・編集・表現できる。 私は、与えられた目標に向かってデジタル内容を創作する際、幅広い層（例：ウェブログ）を対象として、ソフトウェアパッケージとインターネットサービスを結び付けることができる。  私は、適切な修正を行い、フィードバック情報に基づいた解決策を実行したり、その成果を論じたりすることができる。

レベル 4

アルゴリズム	プログラミング・開発	データ・データ表現	ハードウェア・処理	コミュニケーション・ネットワーク	情報技術
私は、人間または、コンピュータによって実行される最適な活動への理解を示すことができる。 私は、問題を細分化することによって解決策をデザインしたり、各問題への解決策を創造したりすることができる（細分化）。 私は、同一問題に対し、異なる解決策が存在することを理解している。	私は、if・Then・elseの文脈の違いを理解している、それらを適切に活用できる。 私は、終了を統合するためのループ内において、変数や関係演算子を活用できる。 私は、順次処理を用いて、モジュラープログラムのデザイン・記述・デバッグができる。 私は、手続きが各々の解決に関する詳細を隠すために使用されていることを理解している（手続きの抽象化）。	私は、情報検索のための複雑な手立て（例：Booleanや関係演算子）を用いることができる。 分析と評価データ、情報そして、私自身も、十分にない質的データが信ぴょう性のない結果や、正しくない結論を導き出すことを理解している。	私は、コンピュータがなぜ活用されているのか、そして、いつ活用されるのかを理解している。 私は、オペレーティングシステムの主たる機能を理解している。 私は、実網及び、ワイヤレス型ネットワーク、モバイル型ネットワーク、それぞれの違いを理解している。	私は、検索エンジンの効果的な活用方法と、検索エンジンが使う「ウェブクローラプログラム」も含めて、検索結果がどのようにして選択されたのかを理解している。 選択・編集の際、私は、インターネットサービスを使うことができる。 私は、技術及び、オンラインサービスにおいて、責任のある活用を示すと共に、関心事を報告する一連の方法を理解している。	私は、相手のために、デジタル内容の評価や再考の際、それらの内容を判断できる。 私は、デジタル内容のデザインと創作をするときの読者を理解している。 私は、コンピュータが接続されている環境下において、協働のために出来る情報技術の側面を理解している。 私は、解決策の質を評価する評価規準を使いつつ、解決に至る幾つかの改善点や先の解決策を確認することができる。

レベル 5

アルゴリズム	プログラミング・開発	データ・データ表現	ハードウェア・処理	コミュニケーション・ネットワーク	情報技術
私は、反復がループのような過程の繰り返し言葉であることを理解している。 私は、同一問題に対し、異なるアルゴリズムがあることを理解している。 私は、構造化された記号を用いて解決策を表すことができる。 私は、状況に応じて類似点や相違点を確認したり、問題を解決するために類似点や相違点を活用したりできる（パターン認識）。	私は、プログラミングがアルゴリズム的解法とコンピュータ間の橋渡しをすることを理解している。 私は、プログラミング時の標準ライブラリの活用も含めて、高レベルのテキスト記述型言語の実践的な経験がある。 私は、プログラム操作の文脈において、一連の操作と表現（例：Boolean）、応用を活用できる。 私は、適切なデータ形式を選択できる。	私は、デジタルコンピュータが全データを表すために二進法を使っていることを理解している。 私は、ビットパターンがどのようにして数とイメージを表しているのかを理解している。 私は、コンピュータがデータを二進法に変換することを理解している。 私は、二進法と（圧縮されていない）ファイルサイズとの関係を理解している。 私は、データタイプ、すなわち、真の数やBooleanを定義付けることができる。 私は、典型的な疑問符を用いて、ある表のデータへ疑問を投げかけることができる。	私は、ベーシックなコンピュータアーキテクチャのメインとなる内部部品の機能を理解している。 私は、導き出された実行サイクルをコンセプトが隠すことを理解している。 私は、同一ハードウェアのために、一連の操作システムとアプリケーションソフトウェアがあることを理解している。	私は、検索エンジンがどのようにして検索結果のランク付けを行っているのかを理解している。 私は、HTMLやCSSを用いた静止ウェブページの制作方法を理解している。 私は、インターネット（例：IPアドレス）を含むネットワークのデジタルコンピュータデータ変換間とのデータ伝送を理解している。	私は、与えられた目標に向けて、デジタル装置及び、インターネットサービス、アプリケーションソフトウェアの妥当性を評価できる。 私は、学校外の情報技術のアプリケーションに基づく倫理問題を認識できる。 私は、解決策の質を批判的に評価するための評価規準のデザインと、修正点を確認するために評価規準の活用、解決策のための適切な改良点の考案ができる。

表3に示した概念の枠組みは、「アルゴリズム（米国CSTA2017年改定版<sup>(6)</sup>のアルゴリズムとプログラミング概念に相当）」、「プログラミング・開発（CSTA<sup>(6)</sup>のアルゴリズムとプログラミング概念に相当）」、「データ・データ表現（CSTA<sup>(6)</sup>のデータと分析概念に相当）」、「ハードウェア・処理（CSTA<sup>(6)</sup>の情報処理システムに相当）」、「コミュニケーション・ネットワーク（CSTA<sup>(6)</sup>のネットワークとインターネットに相当）」、「情報技術（CSTA<sup>(6)</sup>のコンピューティングの影響）」の計6つの柱（スコープ）で、レベル1～5の5水準の系統性から成る学習到達目標（シーケン

ス)で構成していた。

なお、1990年代からの筆者らの主に「デザインと技術」、旧「ICT」教科実践に関する英国現地調査結果では、「単元・題材学習凡例集 (Schemes of Work)」を用いて、各学校で編成するカリキュラムの創意・工夫している初等学校や中等学校が数多かった。表3に示した学習到達水準表は、イングランドの初等中等学校で幅広く利用されていることが推察される。

#### 4 前原小学校第1～第5学年のプログラミング公開授業 (2018年11月30日) と今後の教科等の構成の在り方

共著者の山崎は、2018年11月30日 (金) 東京都小金井市立前原小学校 (松田 孝校長) で実施されたプログラミング公開授業を参観する機会に恵まれた。当日の公開授業の趣旨等と講演会等の時程については、Peatixサイト (<https://peatix.com/event/447138>) において公開中である<sup>(23)</sup>。また、合同会社ヴォールのサイト (<https://wohl-yz.net/archives/580>)<sup>(24)</sup>で、当日の授業公開の詳細が、豊富な写真と解説文章付きで、詳細かつ丁寧に紹介されている。本稿では、前述の2つのサイト内容を引用し、共著者の山崎の授業参観で得た情報を基に、前原小学校のプログラミング学習の特徴を紹介する。なお、共著者の上野は、2018年度に前原小学校、(株)アーテック、(株)CA Tech Kidsとの協働研究における中核的な計画立案者の一人であり、授業準備と授業実践の支援をした。共著者の山崎は、2017年度から、前原小学校のプログラミング授業を、今回を含めて計3回参観した。

松田校長との私信の中で、2019年1月1日現在の「前原小学校のプログラミング授業の体系図」<sup>(25)</sup>を送付いただき、本稿への掲載許諾をいただいたので、図1に示す。

松田校長によると、前原小学校の内容にかかわる特色として、3点あるという。

第1は、「オスティナートとしてのプログラミングー全部IchigoJam<sup>(33)</sup>!!」である。OECD DeSeCoが提案した三つあるキーコンピテンシーのうち、「カテゴリー1 相互作用的に道具を用いる」上で、キーボード入力により、言語、記号、テキストを相互作用的に用いることで、グローバルリテラシーとしてのコンピュータの効果的な活用力と、児童と児童をとりまく世界と活発に対話し表現する力の重要性は、論を俟たない (ライチェン・サルガニク [編著] 立田 [監訳], 2006)<sup>(26)</sup>。また、現在CBT (Computer Based Test) が検討されている全国学力・学習状況調査 (「中央教育審議会教育課程部会 児童生徒の学習評価に関するワーキンググループ」, 2019: p17)<sup>(27)</sup>、文部科学省が小・中学生を対象に2013 (平成25) 年10月から2014 (平成26) 年1月にかけてコンピュータを用いた実施した情報活用能力調査結果 (文部科学省, 2014)<sup>(28)</sup>、同じく2015 (平成27) 年12月から2016 (平成28) 年3月にかけて実施し

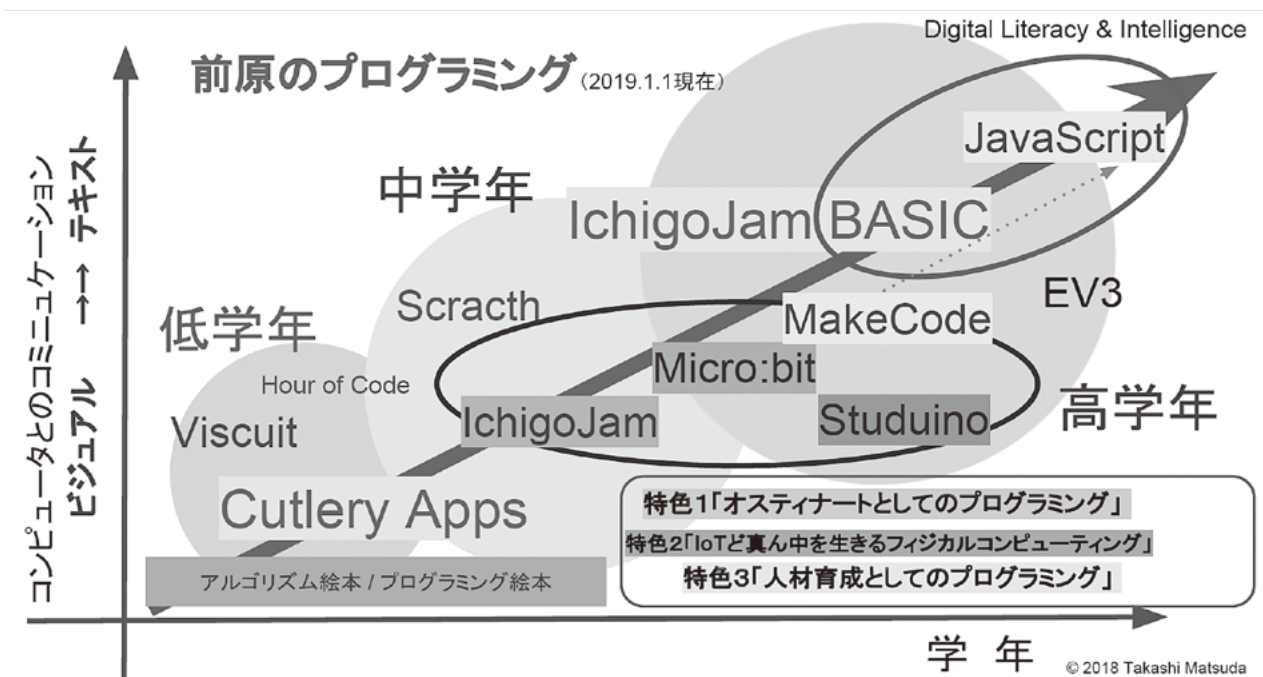


図1 前原小学校のプログラミング授業の体系 [出典：©松田 孝校長 (私信)]



た高校生を対象とした情報活用能力調査結果（文部科学省，2016）<sup>(29)</sup>，小学校段階からのキーボード入力指導が必要（堀田，2016等）<sup>(30)</sup>，Society5.0に向けた人材育成（文部科学省，2018d）<sup>(31)</sup>，経済産業省が2018年6月25日に公表した「『未来の教室』とEdTech研究会第1次提言」<sup>(32)</sup>に注視する必要がある。経済産業省の提言では，EdTechを「テクノロジーを活用して教育に変革をもたらすサービス・技法を構成する要素テクノロジーそのものを指すものとして用いている」<sup>(32)</sup>と定義している。肝要なのは，テクノロジーをモノ・コトのみで唯物的に限定して捉えるのではなく，AI（人工知能）やIoT（ものをインターネットでつなぐ）などの技術革新の進化により，人と人との相互作用，人やモノとのやりとりや，情報手段の拡張，情報化社会環境の進化等も含む，人の行為の機能・形態の共進化を含意させて，EdTechを解釈する必要がある。使用目的や得意分野により，種々のプログラミング言語が存在する。例えば，初心者向けにBASIC，Webブラウザ向けのプログラミング言語はJavaScriptである。多くのWebサイトではJavaScriptが使われているので，児童にとっては身近なプログラミング言語である。BASICプログラミング言語を繰り返し学習すれば，他のプログラミング言語間との共通点や差異点を実感できると共に，各種プログラミング言語間のアルゴリズム（情報処理の手順）とデータ構造の共通性について，実感的に理解することが可能である。

第2は，「IoTと真ん中を生きるためのフィジカルコンピューティング」である。フィジカルコンピューティングとは，種々のセンサ技術を活用して，ひとや物とコンピュータをつなぐ科学技術をいう。フィジカルコンピューティングにより，人間は知性と創造性を拡張し，持続可能な生活や社会を支えていくための知恵と英知を洗練させていくであろう。

第3は，文部科学省（2018b）<sup>(31)</sup>のSociety5.0で求められる力と教育の在り方を見据え，経済産業省の「未来の教室」とEdTech研究会第1次提言（2018年6月25日）<sup>(32)</sup>を見通した先見性のある「人材育成のためのプログラミング」である。プログラミングは，理系思考，文系思考，芸能思考をお互いに架橋・融合しながら，問題解決の手順を可視化・統合化するプロセスである。プログラミングには，唯一の正解は存在せず，各種必要条件・制約条件等を比較考量（トレードオフ）しながら，最適解を導く。近年，STEM・STEAM人材育成が喫緊の課題である。文理分断からの脱却を図り，社会安全・法倫理・環境負荷・経済・イノベーションとガバナンス（リスクの協働管理）等の側面から，文理越境・融合思考による価値判断規準の重み付けを調和しながら，最適解を導く創造力と創造表現力を育む必要がある。

2018年11月30日の前原小学校の公開授業内容を，以下に示す。

- 1年生（1年1組）：教育課程外：IchigoJam<sup>(33)</sup> CutleryApps<sup>(34)</sup>「Lチカで遊ぼう」
  - 2年生（2年2組）：教育課程外：IchigoJam<sup>(33)</sup> CutleryApps<sup>(34)</sup>「Radishに乗ろう」
  - 3年生（1学級）：総合的な学習の時間：IchigoJam<sup>(33)</sup> CutleryApps<sup>(34)</sup> → IchigoJam BASIC<sup>(35)</sup>「テキストでLチカ&カムロボットと遊ぼう」
  - 4年生（4年1組）：総合的な学習の時間：IchigoJam<sup>(33)</sup> CutleryApps<sup>(34)</sup> → IchigoJam BASIC<sup>(35)</sup>「テキストでロボコンに挑戦！」
  - 5年生（5年1組）：総合的な学習の時間：IchigoJam BASIC<sup>(35)</sup>：「テキストでゲームを作ろう」
- 時程は，以下である。
- 11：00 受付開始－控室（けやきルーム）
  - 11：25 4校時授業開始 1年生&3年生の2学級公開
  - 12：10 4校時授業終了
  - 13：30 5校時授業開始 2年生，4年生，5年生の3学級公開
  - 14：15 5校時授業終了
  - 14：30 講演「IchigoJamの魅力」福野泰介氏（Jig.jp取締役会長，IchigoJam開発者）
  - 15：15 発表「前原小のプログラミング授業の体系」松田校長
  - 16：00 講評「前原小の実践を巡って－IchigoDake，IchigoIgai，CutleryApps等々」  
Natural Style 松田（まった）優一氏
  - 16：45 謝辞&終了

IchigoJamとは，手のひらにのせられる大きさの，プログラミング専用こどもパソコンである（<https://ichigojam.net/about.html>）<sup>(33)</sup>。IchigoJamにテレビとキーボードをつなげば，すぐにプログラミングを始められるシングルボードコンピュータである。インターネットへの接続や難しい設定は必要ない。IchigoJamの価格は，1台1,500円程度と安価である。IchigoJamは，基本的にBASIC言語でプログラミング可能である<sup>(35)</sup>。

前原小学校の各学年のプログラミング授業が，文部科学省（2018c：p.22の図5）『小学校プログラミング教育の

手引（第二版）<sup>(36)</sup>の表題「小学校段階のプログラミングに関する学習活動の分類」では、「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 教育課程内で各教科等とは別に実施するもの」、「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学習機会」の6分類を示した。松田校長の説明によると、2018年11月30日の前原小学校の研究公開は、第1学年と第2学年はE分類、第3学年、第4学年、第5学年はC分類に該当するとのことであった。

前原小学校の2016年度からのプログラミング学習をはじめとした、「未来の『学び』プロジェクト」の公開授業案内は以下のサイトで公開中である（<https://peatix.com/user/1717076?lang=ja>）<sup>(37)</sup>。2016年度から2018年度までの計9回の公開授業案内が収録されている（2019年1月20日最終確認）。前原小学校のこれまでのプログラミング学習は、文部科学省（2018c：p.22の図5）<sup>(36)</sup>のA分類のみならず、B、C、D、E分類に該当する豊富な実践例を積み上げていることを確認しておく必要がある。

授業公開後の講演については、合同会社ヴォールの「前原小学校プログラミング公開授業 <https://wohl-yz.net/archives/580>」<sup>(24)</sup>で、講演のポイントが的確かつ解りやすく丁寧にまとめられている。本稿でのURL掲載の許諾をいただいたので、参照いただきたい。松田校長が講演で述べられた内容で、筆者が特に注目したいのは、以下の5点である。

- (1) 文部科学省（2018d）『小学校プログラミング教育の手引（第一版）』<sup>(38)</sup>と比較し、文部科学省（2018c）『小学校プログラミング教育の手引（第二版）』<sup>(36)</sup>の変更点に注目する必要がある。プログラミング授業実践が、文部科学省（2018c：p.22の図5）<sup>(36)</sup>『小学校プログラミング教育の手引（第二版）』の表題「小学校段階のプログラミングに関する学習活動の分類」のA～Dの何れを意図しているのかを明確にすることは、重要である。
- (2) キーボードは、低学年から使った方が拒否反応は少ない。
- (3) 何を作りたいか、何を表現したいのか、自分や仲間の思いや願いと課題意識を持ちながらプログラミングに取り組み、試行錯誤しながら、自分たちの思いや願いを表現して、課題を達成する学習を、小学校1学年から6学年まで積み重ねる必要がある。
- (4) ビジュアル言語では実現できないことが、テキスト言語によるプログラミングであると、実現できる場合があることを体験し、テキスト言語の有用性を実感してもらいたい。
- (5) 約10年後に予想される次期教育課程の改訂－教科の再編・統合を含めた、将来の小学校段階における教科等の構成の在り方と、小・中・高校教科の一貫性の再検討の必要性－を見据えた授業実践が必要である。

1～5学年の授業参観と共に、共著者の山崎が最も感銘したのは、特に(5)の松田校長の先見力に満ちた提言で、筆者の考えと共通していることが多かった。山崎は、ライフワークとして約30年間にわたり、我が国の小・中・高等学校を一貫した「情報活用能力」、「コンピューティング（コンピュータ科学技術）能力（大森ら、2014）<sup>(18)</sup>」、「技術デザイン能力（大森ら、2014）<sup>(18)</sup>」を育成する教育課程を、「グレートブリテン及び北アイルランド連合王国（以下、英国）」「アメリカ合衆国（以下、米国）」等の諸外国との比較研究を行っている（大森ら、2016<sup>(5)</sup>；山崎・磯部、2016<sup>(19)</sup>他）。

なお、教科の再編・統合を含めた将来の教科等の構成の在り方については、中央教育審議会（1996）の同第一次答申「21世紀を展望した我が国の教育の在り方について」<sup>(39)</sup>で述べられている。山崎（研究代表者）<sup>(40)</sup>、山崎・磯部（2016）<sup>(21)</sup>他で、1970年代以降の諸外国における教科の再編・統合や、初等中等教育段階の各校種の一貫性の充実等について、現地調査に基づき、論述している。1970年代前半までは、テクノロジー教育は主として中等教育段階の男子が学習していたが、1975年の性差別撤廃条約の発効や、テクノロジーとデザイン能力やコンピューティング能力は、万人に必要な共通素養であるという考え方が、全世界に広まり、1980年代から、テクノロジー教育が初等中等教育段階を一貫して実施して行われるようになってきている。一方、我が国の初等教育では、テクノロジー教科が未設置であるという世界的に異例な形態が続いている。

また、諸外国では、テクノロジーの急激な変化に共進化できて、いかなる時代に不易な資質・能力と、時代の変化と「教育の情報化」やEdTechに柔軟に対応できる資質・能力育成の両方に対応するために、教員の継続的専門職能発達（Continuing Professional Development）の重要性が再度叫ばれている。1990年代に欧米や台湾等で、教科の統合等が行われた<sup>(40)</sup>。しかし、近年は、各教科に固有な文脈依存性を生かしながら、言語能力や情報活用能力等といった教科横断的な資質・能力と、各教科固有の資質・能力とを育成するという観点から、教科指導教員の専門性や、教員免許制度の各教科の専門的で実践的な指導力の水準を担保するために、教科テクノロジーを除いては、各教科構成自体を大きく変更させた教育改革は見られないようである。一方、海外では、テクノロジー関連教育では、大きな教

育改革が行われていて、前述したように初等教育段階におけるテクノロジー教科の導入推進や、例えばイングランドのように教科「ICT」を教科「コンピューティング」への名称変更と、同教科の目標と内容を大幅に刷新するといった改革が実施されている<sup>(18)</sup>。繰り返しになるが、松尾(2015)<sup>(41)</sup>や山崎・磯部(2016)<sup>(21)</sup>他が指摘しているように、キーコンピテンシーや21世紀型スキル等といった教科横断的な資質・能力を、クロスカリキュラムで育成する基準を導入している国・地域が急増している。

文部科学省(2018a:p.48)『小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 総則編』<sup>(3)</sup>で規定されているように、「情報活用能力」は、「言語能力」、「問題発見・解決能力」等と共に、学習の基盤となる資質・能力である。諸外国においても、我が国でいう「情報活用能力」、「言語能力」、「問題発見・解決能力」は、学習の基盤となる資質・能力であり、児童生徒の発達の段階を考慮し、それぞれの教科の役割を明確にしなが、教科横断的な視点で育むことを意図した教育課程の編成を求めている。一方、諸外国の多くは、教科「コンピューティング」あるいは「情報技術」教科で、コンピューティング能力育成をしている。共著者の山崎は、1990年代の英国(イングランド、ウェールズ、スコットランド、北アイルランド)、米国、シンガポール、マレーシア、カナダ(ブリティッシュ・コロンビア州、アルバータ州)、ニュージーランド、南アフリカの初等中等教育段階における「コンピュータ科学技術系教科」、「デザインとテクノロジー」教科を紹介した(山崎, 2001)<sup>(40)</sup>。

筆者らは、2014年実施のイングランドのナショナルカリキュラム「デザインとテクノロジー(Design and Technology)」と「Computing」の改訂に対するSTEM(Science, Technology, Engineering and Mathematics)教育運動の影響を報告した(大森ら, 2014)<sup>(18)</sup>。大森ら(2016)<sup>(5)</sup>は、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イングランド米比較研究を発表した。

松尾(2015)<sup>(41)</sup>は、2008年から導入が進行したオーストラリアのナショナルカリキュラムにおける、ICT技能を含む計7つの汎用的能力と、「テクノロジー(デザインとデジタル・テクノロジーを含む)」をはじめとした、学問分野に基づく計8学習領域を詳説した。磯部ら(2018)<sup>(42)</sup>は、2015年版全豪の第1学年から第10学年の教育課程基準「技術」の日イングランド比較からの検討を報告した。

松尾(2015)<sup>(41)</sup>は、2011年版の「言語・シンボル・テキストの使用」を含む計5の下位能力から構成される「キーコンピテンシー」と、「テクノロジー(デザインとデジタル・テクノロジーを含む)」をはじめとした、対象となる計8の教科・領域を詳説した。英国、米国、オーストラリア、ニュージーランドをはじめ、諸外国の多くが、学習の基盤となる「情報活用能力」をクロスカリキュラ能力として、全教育課程で、適切なカリキュラム・マネジメントにより一丸となって育成している。大森ら(2014)<sup>(18)</sup>他が紹介したように、英国「コンピューティング」は、テクノロジー教科で主として扱っている。海外の初等学校では、我が国の小学校と同様に、原則として学級担任が全教科指導することが多い。一方、技術革新が急激で、継続的な専門職能発達の研修(Continuing Professional Development)が求められるテクノロジー教科を中心に、小学校に専科教員や教科コーディネータ(教科の専門性に高い資質・能力を有する教員)、テクニシャンを配置することが多い。例えば、英国イングランドの事例については、山崎・磯部(2016)<sup>(21)</sup>を参照されたい。

山崎ら(2017a)<sup>(43)</sup>; 2017b<sup>(44)</sup>、大森ら(2017)<sup>(45)</sup>、川原田ら(2018)<sup>(46)</sup>、山崎ら(2018)<sup>(47)</sup>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、小学校技術・情報科におけるプログラミング学習の実施と専科担任制度の導入の提案を提案している。

## 5 小括

小論の目的は、2018年11月30日に公開された東京都小金井市立前原小学校の第1～第5学年のプログラミング教育の先導的実践の特徴を明らかにするために、日本・米国・英国イングランドの「コンピューティング/プログラミング教育」に係わる比較教育の視点と、CS(コンピュータサイエンス)、IT(インフォメーションテクノロジー)、DL(デジタルリテラシー)を包括する「コンピューティング」の概念から検討することであった。得られた主な知見は、3点にまとめることができる。

- (1) 低学年では、IchigoJam CutleryAppsのビジュアル型プログラミングを学習し、中学年からIchigoJam BASICの言語型プログラミングへと移行していた。児童の心身の発達水準に合わせて、適時的で系統的なスパイラルアップ学習をしていた。他のプログラミング言語間との共通点や差異点を実感できると共に、各種プログラミング言語間のアルゴリズムやデータ構造の共通性について、実感を伴う理解を可能にさせる。
- (2) 「IoTど真ん中を生きるためのフィジカルコンピューティング」の標語が示すように、前原小学校のコンピューティング学習は、種々のセンサ技術を活用して、ひとや物とコンピュータをつなぎ制御するフィジカルコン

ピューティングの重視により、人間は知性と創造性を拡張し、持続可能な生活や社会を支えていくための知恵と英知を洗練させていく学習に発展する可能性を秘めている。

- (3) Society5.0で求められるコンピューティング能力と、文理分断ではなく文・理・芸能を融合し、EdTechに進化に柔軟に対応できるSTEAM人財育成を重視し、約10年後に予想される次期教育課程の改訂－教科の再編・統合を含めた、将来の小学校段階における教科等の構成の在り方と、各教科における小・中・高校の一貫性・学習適時性・学習系統性の保障のための再検討の必要性－を見据えた授業を実践していた。

## 謝辞

前原小学校の松田 孝校長及び同校教職員には、温かいご理解ご協力と共に、引用許諾を賜りましたので、謹んで謝意を表します。同校長及び教職員のコンピューティング教育に対する志と気概の高さと、深い教材研究に対する感銘と共感が、本稿執筆の強い動機付けとなりました。合同会社ヴォールの高濱 伶代表、株式会社jig.jpの福野泰介代表取締役、株式会社ナチュラルスタイル松田優一代表取締役からは、引用許諾をいただき、謝意を表します。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。

## 引用文献

- (1) The Royal Academy of Engineering. Shut down or restart? The way forward for Computing in UK schools, The Royal Society (2012) <https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>
- (2) 山崎貞登（研究代表者）：プログラミングの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（2018）<http://hdl.handle.net/10513/00007428>
- (3) 文部科学省：『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 総則編』、東洋館出版社（2018a）
- (4) CSTA (Computer Science Teachers Association) Standards Task Force: CSTA K-12 Computer Science Standards, CSTA (2011) <https://www.csteachers.org/page/standards>
- (5) 大森康正・磯部征尊・山崎貞登：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イギリス米比較研究、上越教育大学研究紀要、第35巻、pp.269-283（2016）
- (6) CSTA (Computer Science Teachers Association) Standards Task Force: CSTA K-12 Computer Science Standards, Revised 2017（2017）<https://www.csteachers.org/page/standards>
- (7) ITEA (International Technology Education Association) : Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology, Author (2000), 国際技術教育学会著・宮川秀俊・桜井 宏・都築千絵編訳(2002)『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.
- (8) ITEA (International Technology Education Association) : Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology (2nd Edition), Author (2002)
- (9) ITEA (International Technology Education Association) : Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology (3rd Edition), Author (2007) <https://www.iteea.org/39197.aspx>
- (10) 山崎貞登・東原貴志・菊地 章・森山 潤：先導の大学改革推進委託事業「教科専門と教科教育を架橋する教育研究領域の構成案」「技術科内容学」構成案、pp.256-290、三大学研究協議会（国立大学法人上越教育大学・国立大学法人鳴門教育大学・国立大学法人兵庫教育大学：『平成22-23年度 文部科学省先導の大学改革推進委託事業研究成果報告書 教科専門と教科教育を架橋する教育研究領域に関する調査研究（所収）』、国立大学法人上越教育大学（2011）[http://www.juen.ac.jp/050about/050approach/030relation/sendou/files/sendou\\_seikahoukoku.pdf](http://www.juen.ac.jp/050about/050approach/030relation/sendou/files/sendou_seikahoukoku.pdf)
- (11) 山崎貞登（研究代表者）：防災・エネルギー・リスク評価リテラシー育成の科学・技術連携カリキュラムの開発（課題番号25350240）、平成25年度～27年度科学研究費補助金（基盤研究（C））第3年次（最終年次）研究成果報告書（2016）<http://hdl.handle.net/10513/00007427>
- (12) Wing, M. J. : Computational Thinking, Communications of the ACM, Vol. 49, No.3, pp.33-35（2006）
- (13) 中島秀之：計算論的思考、情報処理、Vol.56, No.6, pp.584-587（2015）
- (14) Barbato, A. S.: Computational Thinking within Technology and Engineering Education -Introduction, Context, and Perspective/Thoughts Through Integrative STEM Education Approaches- (2017) <https://www.iteea.org/File.aspx?id=126026&v=bba1b677>
- (15) Buckler, C., Koperski, K. and Loveland R. T.: Is computer science compatible with technological literacy?, Technology and Engineering Teacher, 77(4), pp.15-20（2017）
- (16) McCade J. and Kenedy A.: Computational Thinking, ITEEA Website, -ITEEA Computational Thinking <https://www.iteea.org/Resources1507/ComputationalThinking/122579.aspx#tabs>
- (17) Hacker M.: Integrating computational thinking into technology and engineering education, Technology and Engineering Teacher, 77(4), pp.8-14（2017）

- (18) 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）
- (19) 山崎貞登（研究代表者）：防災・エネルギー・リスク評価リテラシー育成の科学・技術連携カリキュラムの開発（課題番号25350240），平成25年度～27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（2014）  
<http://hdl.handle.net/10513/00007425>
- (20) 山崎貞登（研究代表者）：防災・エネルギー・リスク評価リテラシー育成の科学・技術連携カリキュラムの開発（課題番号25350240），平成25年度～27年度科学研究費補助金（基盤研究（C））第2年次研究成果報告書（2016）  
<http://hdl.handle.net/10513/00007426>
- (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（2016）
- (22) Assembled, collated and in a large part written by James Feanley. Amended by Steve Gatehouse: Draft-Scheme of Work for Computing -Key Stage 1 and 2 -Draft, pp.7-11（2014）  
<https://community.computingschool.org.uk/resources/2119/single>
- (23) 東京都小金井市立前原小学校プログラミング授業の通奏低音 - 全部IchigoJam !!!! <https://peatix.com/event/447138>
- (24) 合同会社ヴォール：前原小学校プログラミング公開授業 <https://wohl-yz.net/archives/580>
- (25) 東京都小金井市立前原小学校：「前原のプログラミング（2019.1.1現在）©松田 孝校長」（私信）
- (26) Rychen, S. D. & Salganik, H. L. [編著]，立田慶裕[監訳]，今西幸蔵・岩崎久美子・猿田祐嗣・名取一好・野村 和・平沢安政（訳）：『キー・コンピテンシー 国際標準の学力をめざして』明石書店（2006）
- (27) 中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会 児童生徒の学習評価に関するワーキンググループ：「児童生徒の学習評価の在り方について（報告）」（2018年1月21日）  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/gaiyou/1412933.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/gaiyou/1412933.htm)
- (28) 文部科学省：情報活用能力調査の結果について（2013年～2014年実施の小・中学生対象調査）（2014）  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/1356188.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1356188.htm)
- (29) 文部科学省：情報活用能力調査の結果について（2015年～2016年実施の高校生対象調査）（2016）  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/1381046.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1381046.htm)
- (30) 堀田龍也：「なぜ今，子どもたちへのキーボード入力指導が重要なのか」-教育情報サイトキューブランドWeb（2016）[http://www.cubeland.net/jirei\\_hm/500101/](http://www.cubeland.net/jirei_hm/500101/)
- (31) 文部科学省：Society5.0に向けた人材育成～社会が変わる，学びが変わる～（2018年6月5日）（2018b）  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/society/index.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/society/index.htm)
- (32) 経済産業省：「未来の教室」とEdTech研究会第1次提言（2018年6月25日）  
<http://www.meti.go.jp/press/2018/06/20180625003/20180625003.html>
- (33) IchigoJamサイト：<https://ichigojam.net/about.html>
- (34) Cutlery Apps: <http://cutleryapps.shizentai.jp/>
- (35) IchigoJam BASICのコマンド解説（初級編）【CC BY PCN 金沢（<http://kanazawa.pcn.club/>）】  
[http://kanazawa.pcn.club/pub/wp-content/uploads/data/IchigoJam\\_BasicReference\(beginners\).pdf](http://kanazawa.pcn.club/pub/wp-content/uploads/data/IchigoJam_BasicReference(beginners).pdf)
- (36) 文部科学省：小学校プログラミング教育の手引き（第二版）（平成30年11月）（2018c）  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm)
- (37) 東京都小金井市立前原小学校 未来の「学び」プロジェクト <https://peatix.com/user/1717076?lang=ja>
- (38) 文部科学省：小学校プログラミング教育の手引き（第一版）（平成30年3月）（2018d）  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm)
- (39) 中央教育審議会：中央教育審議会第一次答申 21世紀を展望した我が国の教育の在り方について，第2部 学校・家庭・地域社会の役割と連携の在り方，第1章 これからの学校教育の在り方，(1) これからの学校教育の目指す方向，[6] 教科の再編・統合を含めた将来の教科等の構成の在り方（1996）  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chuuou/toushin/960701.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chuuou/toushin/960701.htm)
- (40) 山崎貞登（研究代表者）：横断的テーマ「情報技術」から生徒の学びの総合化をはかる教育実践研究，平成11年度～平成12年度上越教育大学研究プロジェクト研究成果報告書（2001）
- (41) 松尾知明：『21世紀型スキルとは何か コンピテンシーに基づく教育改革の国際比較』，明石書店（2015）
- (42) 磯部征尊・大森康正・上野朝大・山崎貞登：2015年版全豪の第1学年から第10学年の教育課程基準「技術」の日イングランド比較からの検討，日本産業技術教育学会第61回全国大会（信州）講演要旨集，p.156（2018）
- (43) 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：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（2017a）

- (44) 山崎貞登・大森康正・磯部征尊・上野朝大：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，上越教育大学研究紀要，第37巻，第1号，pp.217-227（2017b）
- (45) 大森康正・磯部征尊・上野朝大・尾崎裕介・山崎貞登：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，第37巻，第1号，pp.205-215（2017）
- (46) 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段階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）
- (47) 山崎貞登・尾崎裕介・大森康正・川原田康文・上野朝大・磯部征尊：小学校技術・情報科におけるプログラミング学習の実施と専科担任制度の導入の提案，上越教育大学研究紀要，第38巻，第1号，pp.121-134（2018）

※インターネット情報の最終アクセス日は，2019年1月27日

# A Comparative Study of Japan, the United States and England on Aims and Attainment Targets with the Developmental Standard of Learners for Computing/Programming Education at the Elementary and Secondary Education Stages

Masataka ISOBE\* · Yasumasa OOMORI\*\* · Yusuke OKAJIMA\*\* ·  
 Yasufumi KAWARADA\*\*\* · Tomohiro UENO\*\*\*\* · Kyohei YAMAZAKI\*\*\*\*\* ·  
 Sadato YAMAZAKI\*\*

## ABSTRACT

The purpose of the study is to find innovative and leading pedagogical facts on open class practices of programming in the 1st to 5th grades at Maehara Municipal Elementary School in Koganei city in Tokyo on November 30th, 2018. This research is centered on a comparative study of Japan, the United States and England on aims and attainment targets with the developmental standard of learners for computing/programming education, at the elementary and secondary education stages. Comparative methods in this study were used, deploying the main factorial concepts of computing proposed by the Royal Academy of Engineering (2012). The main factors are Computer Science (CS), Information Technology (IT) and Digital Literacy (DL). In this study, one of the main reference works in the US was employed, *K-12 Computer Science Standards, Revised 2017*, proposed by the Computer Science Teachers Association. The other US references are *K-12 Standards for Technological Literacy -Content for the Study of Technology*, and some documents about Computational Thinking published by the International Technology and Engineering Educators Association. One of the key documents in the UK was referred to: the *Draft -Scheme of Work for Computing Key Stage 1 (5-7 years) and 2 (7-11years)*. The scheme of work has been linked up using the Computing At School website to progress Computing Teachers' Continuing Professional Development. Maehara Municipal Elementary School made it clear as a result of this research to include the following three key pedagogical features: (1) aims and content of computing including CS, IT and DL; (2) physical computing; (3) upbringing of human resources related to Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM) literacy to progress toward Society 5.0.

---

\* Aichi University of Education \*\* Natural and Living Science \*\*\* Elementary School Part Attached to Sagami Women's University  
 \*\*\*\* CA Tech Kids Co. \*\*\*\*\* Establishment Foundation of Karuizawa Kazakoshi Academy