

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

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*****

(平成30年2月26日受付；平成30年4月26日受理)

要 旨

本稿では、小・中・高校を一貫した「技術・情報科」教育を実現するために、小学校にプログラミングと情報セキュリティを学習する「技術・情報科」の設置と、変化の激しい情報技術の進展に対応できる教員の継続的な専門職能発達（Continuing Professional Development）のために、小学校段階での専科教員の指導と、中学校技術分野教員、高等学校情報科専科教員との連携を提案した。本稿では、最初に、諸外国と我が国における初等中等教育段階を一貫した技術・情報教育課程の先行研究を紹介し、プログラミング教育とSTEM/STEAM教育との関連と、公教育と私教育との協働の重要性について概説した。次に、我が国では、戦後の高度経済成長期を発端とする高校と大学等の高等教育機関への進学率上昇に伴い、受験科目の国、社、数、理、英のいわゆる「主要教科（主教科）」と、「周辺教科（副教科）」と誤解されている小学校図画工作、中・高校美術、中・高校家庭、中学技術、高校情報科との扱いの軽重の是正と、公教育と私教育の協働の必要性を論じた。教員養成段階で、同一校種の主教科と副教科の教員免許を各一つ取得したり、副教科を二つ免許取得したりするよりは、小学校と中学校の両校種の免許を取得する利点と、必要な条件整備について論じた。

KEY WORDS

小学校技術・情報科（Technology and Informatics Subject in Elementary School）、小・中・高等学校を一貫した技術・情報科教育（Technology and Informatics Subject from Elementary to Lower and Upper Secondary Schools）、小学校プログラミング学習（Programming Learning in Elementary School）、小学校技術・情報科専科教員（Specialized Subject Teacher for Technology and Informatics in Elementary School）、技術・情報科教員の継続的な専門職能発達（Continuing Professional Development for Technology and Informatics Teacher in Elementary School）、公教育と私教育の協働（Collaboration Between Formal and Non-formal Education）

1 問題の所在と研究目的

本研究の目的は、小学校・中学校・高等学校を一貫したプログラミングと情報セキュリティ教育を含むテクノロジー（以下、技術）・情報科教育設置の必要性を明確にするために、我が国では小学校で未設置の「技術・情報」教科設置のための教育課程開発研究について、主に文部科学省研究開発学校及び長野県諏訪市の教育特区指定における実践研究知見を総説するとともに、小学校の技術・情報教科の設置と、同教科の専科担任制度の導入を提案することである。なお、本稿における「技術」は、テクノロジーを意味し、テクニク（技巧、技量等）やスキル（技能）と峻別して用いている。

最初に、問題の所在として、諸外国における初等中等教育段階を一貫した「技術・情報教科」の導入の系譜と現況を概説する。諸外国における初等中等教育段階を一貫した技術（テクノロジー）科教育を最初に導入したのは、「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）」である。その経緯は、山崎・磯部（2016a）⁽¹⁾で詳細にまとめている。イギリスは、1950年代までは、中等教育段階の男子を対象としたクラフト教育が中心であった。しかし、1960年代になり、ドイツのウルム・造形大学の初期デザイン思想やアシモウなどの情報処理の機能を重視したデザイン教育（吉田、1996）⁽²⁾が導入された⁽¹⁾。なお、ここでいうデザインとは、エンジニアリング・デザインである。エンジニアリング・デザインとは、技術に係わる事象を、情報の収集・統合により合目的に各種制約条件を考慮しながら比較考量（トレード・オフ）し、正解が唯一ではない最適解を導くための情報の構造化・組織化のプロセスであり、科学・数学原理の体系的で創造的な活用を通じた人間のイノベーションの拡張という思想が根底にある。イギリスでは、1975年の性差別禁止法、男女雇用の機会均等、アメリカのキャリア教育の影響を受け、個別的な

知識・技能重視のテクニカル・ボケーショナル教育から、キャリア教育と生涯学習社会体系に必要なコンピテンス（リテラシー）教育重視に変化する。1970年代後半から1980年代にかけて、5歳から16歳までの初等・中等教育を一貫し、全ての生徒が必履修の「デザインとテクノロジー」教科に移行した。1990年代から導入されたイングランドのナショナル・カリキュラムでは、科目「デザインとテクノロジー」と科目「情報技術（IT）」、1999年改訂版から2013年まではICT」の2科目からなる教科「テクノロジー」であった。しかし、1995年改訂版からは、2科目を各々独立教科として実施した（山崎・磯部，2016a）⁽¹⁾。

一方、1984年の全米インダストリアル・アーツ（産業技術科）学協会（American Industrial Arts Association,）から、国際技術教育学協会 [International Technology Education Association, 2013年から国際技術・エンジニアリング教師学協会（International Technology and Engineering Educators Association, ITEEA）に名称変更] への移行を含め、アメリカにおける中等教育段階の男子を中心としたインダストリアル・アーツから、男女共修のテクノロジー教科への移行については、角・山崎ら（2016）⁽³⁾、山崎ら（2011）⁽⁴⁾を参照されたい。なお、我が国の先行研究では、アメリカの教科「インダストリアル・アーツ」は、「産業技術科」と一般的に邦訳されていた。

1990年代からの諸外国の技術教育研究の動向について、現地調査に基づく先行研究^{(5), (6), (7), (8), (9), (10), (11)}が、国立教育政策研究所（旧国立教育研究所）等から報告されている。先行研究が示すように、1980年代から、欧米をはじめ東アジア諸国の多くの国々において、初等中等教育段階を一貫した全ての児童生徒が必履修の技術・情報教科が導入されていることは、明らかである。

2 我が国における初等中等教育段階を一貫した技術・情報教育課程の構成原理の提案

海外では、特に1980年代から、科学技術（Science and Technology）教育系の学術組織とともに、教育工学（Educational Technology）系の学術組織から、初等中等教育段階を一貫した技術・情報教育の導入の提言がなされている。例えば、アメリカでは、教育における技術概念の本質的理解、技術の課題解決過程に必要な資質能力、技術の適切な評価、選択、管理・運用や技術イノベーションは、Technology Studies（技術教育研究）学術領域である。一方、教育におけるテクノロジーの効果的な活用は、Educational Technology（我が国では一般的に「教育工学」と邦訳）学術領域である。アメリカのTechnology Studiesの著名な学会は、前述のInternational Technology and Engineering Educators Association (ITEEA) と Epsilon Pi Tau-International Honor Society for Technologyである。アメリカの著名な教育工学系分野の学会は、International Society for Technology in Education (ISTE)をはじめ、いくつかの学会がある。また、コンピュータ・サイエンス教育を重視した学協会は、Computer Science Teachers Association (CSTA) などがある。

我が国のTechnology Studiesとしての小・中・高校を一貫した技術教育課程研究の萌芽については、教員養成大学・学部教官研究集会技術科教育部会（1978）⁽¹²⁾で詳細が述べられている。1960年代から1970年代のUNESCOや欧米の技術・情報教育の初等中等教育の一貫化の論議や、男女共通必履修実践の加速化の状況を受けて、我が国における小・中・高校を一貫した技術教育の実現に必要な性については、日本教育大学協会全国技術・職業教育部門、日本産業技術教育学会（以下、産技学会）を中心に、早い段階から長期間にわたり議論を地道に積み上げている。また、同（1978：p.209）⁽¹²⁾では、当時の国立大学教員養成学部の小学校教員養成課程における技術科の設置理念と全国の設置の現状について紹介されている。

一方、山崎（2016）⁽¹³⁾の先行研究で紹介しているように、1980年代～90年代にかけて、文部省（当時）や日本学術会議では、21世紀を目前とし、変化の激しい生涯学習社会の到来に対応するべく、学校教育に対する新たな社会的要請、教育課程に対する最新の学問成果等を勘案し、教科の再編・統合を含めた将来の学校の教科等の構成の在り方についての総合的な検討の必要性が指摘されていた。1996（平成8）年7月19日の中央教育審議会（中教審）「21世紀を展望した我が国の教育の在り方について 第一次答申」⁽¹⁴⁾では、「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」の「[5] 横断的・総合的な学習の推進」で、「各教科の教育内容を厳選することにより時間を生み出し、一定のまとまった時間（以下、「総合的な学習の時間」と称する。）」の導入が提案されて以来、今日まで至っている。さらに、同「[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」では、教科の再編・統合を含めた将来の学校の教科等の構成の在り方についての総合的な検討の必要性が指摘されている。

日本教育大学協会全国技術・職業教育部門、産技学会、全日本中学校技術・家庭科研究会を中心とした、小・中・高校を一貫した技術・情報教育の合意形成に向けた活動の系譜と主文献は、山崎（2016）⁽¹³⁾が紹介している。日本産業技術教育学会は、1992年に課題研究委員会（以下、課題研）を立ち上げ、以後ほぼ毎年の全国大会シンポジウム等

で、会員同士と教育課程研究者〔安彦忠彦名古屋大学教授（当時）現神奈川大学特別招聘教授及び他研究者等〕、学校教員等との相互練り上げを経ている。第1筆者は、課題研の委員（当時）であった。同じく田中喜美委員の提案で、課題研では、日本教職員組合中央教育課程検討委員会（梅根 悟会長）が1976年に提案した小・中・高校を一貫した技術教育課程⁽¹⁵⁾に関する批評を行った。同教育課程は、第一階梯（小学一～三年）、第二階梯（小学四～六年）、第三階梯（中学校）、第四階梯（高校）の基準を提案している。なお、戦後のコアカリキュラムや生活単元学習を先導した著名な教育学者の梅根が創設した私立和光小・中学校では、小・中学校を一貫した技術科教育が実現している。また、同じく課題研の田中委員の提案で、技術教育研究会（1995）が提言した、「小・中・高校を一貫した技術教育のための教育課程試案」⁽¹⁶⁾を課題研で検討した。

1990年代初頭から1996年の（中教審）「21世紀を展望した我が国の教育の在り方について 第一次答申」⁽¹⁴⁾公表前までは、日本学会会議第4部の科学教育研究連絡委員会（科学教育研連）（当時）が活発な討議を繰り返し、1996年に「21世紀を展望する新教育課程編成の提案 - 理科教育、数学教育、技術教育、情報教育 -」⁽¹⁷⁾と、1997年には「『21世紀の教育内容』にふさわしいカリキュラムの提案」⁽¹⁸⁾等を刊行した。課題研委員長の桐田（幼稚園から高等学校までを一貫した技術教育課程の枠組み）⁽¹⁹⁾、課題研の設立時の副委員長の城〔主として小学校の技術教科設置と中学校技術分野（科）の領域再編成〕⁽²⁰⁾、同委員の八高（主として高等学校の普通教科技術の設置）⁽²¹⁾は、課題研の議論を考慮した技術教育課程の枠組みについて、文献(17)で提案している。文献(18)では、課題研委員の板倉が、小・中・高等学校を一貫した技術教育課程の範囲（範囲）とシーケンス〔教育階梯（校種・学年間）の学習系統性・適時性〕⁽²²⁾、桐田が「創造性育成の総合的視点からの対応」⁽²³⁾、同委員の矢田が「普通科高校の生徒にTechnology Literacyを」⁽²⁴⁾で提案している。

産技学会は、一連の課題研の成果を、1999年に「21世紀の技術教育 - 技術教育の理念と社会的役割とは何か そのための教育課程の構造はどうあるべきか -」⁽²⁵⁾としてまとめた。同報告では、幼稚園から高等学校までを一貫した技術教育課程の「範囲（教育範囲）」として、「材料と加工」、「エネルギー変換」、「情報・システム・制御」、「生物育成」の4技術を提案した。また、技術科教育固有の学習過程として、「動機」、「設計・計画」、「製作・制作・育成」、「まとめの評価」を提案した。課題研の詳細な成果は、産技学会元会長の橋田が研究代表者となった科研報告書⁽²⁶⁾としてまとめている。なお、1999年版の「21世紀の技術教育」⁽²⁵⁾は、「新21世紀の技術教育」検討WGにより、2012年に改訂版⁽²⁷⁾が提案された。第1著者は、同検討WGの委員であった。2012年版では、「範囲（教育範囲）」として、1999年版の4技術に加えて、「発明・知的財産とイノベーション」と「社会安全と技術ガバナンス」が追加された。追加の経緯や前述の概念については、山崎（2016）⁽²⁸⁾で詳述している。

3 我が国における教育工学からの初等中等教育段階を一貫した情報技術教育課程構成原理の提案

工学関連学協会連合情報教育プロジェクト委員会ワーキンググループは、1996年4月に、「小・中・高一貫情報教育に関する学習指導要領への提案」⁽²⁹⁾を公表した（表1）。表1に示した小学校段階の「表現・コミュニケーション」の目標と内容は、イングランドの1990年版のナショナル・カリキュラム（NC）「技術」教科の科目「情報技術（IT）」の目標と内容⁽³⁰⁾を参考に提案していると推察される。西之園（1995）⁽³¹⁾は、同科目「情報技術」の目標と内容について、比較教育課程研究の視座から論考している。1990年版イングランドNCのITは、ICT活用能力やデジタル・リテラシーとともに、モデリングや計測・制御のためのプログラミングにおける問題解決などの「コンピュータ・サイエンス」が重視されている。しかし、大森ら（2014）⁽³²⁾の先行研究で明らかにしたように、イングランドNCでは、1999年改訂版から、モデリングやプログラミングといった「コンピュータ・サイエンス」の原理に基づく情報技術の活用力の育成が軽視されるようになり、コンピュータ操作の仕方と、アプリケーションの使い方が学校実践では重視されるようになるとともに、学校教員の実践的指導力の差と、教員・学校間で授業の質的水準の差異が著しく広がっていると指摘されるようになった。そのため、ロイヤル・アカデミー、ロイヤル・エンジニアリング協会、コンピュータ・サイエンス関連の高等教育機関、民間企業等から痛烈な批判が数多く噴出し、Gove教育相（当時）の主導で、従来の教科「ICT」が大幅に見直されて、「コンピュータ・サイエンス」と、ITの個別的知識・スキルよりもITの概念的知識の本質的理解（明示化）や技術イノベーションのオーセンティックな文脈に根ざした「情報技術」学習を重視する教科「コンピューティング」に改革された⁽³²⁾。

一方、本節で前述した科学教育研連（当時）が1996年に刊行した「21世紀を展望する新教育課程編成の提案 - 理科教育、数学教育、技術教育、情報教育 -」⁽¹⁷⁾では、井口⁽³³⁾が発達段階をⅠ（小1～小2）、Ⅱ（小3～小4）、Ⅲ（小5～小6）、Ⅳ（中1～中2前期）、Ⅴ（中2後期～中3）の教育階梯に分けて、情報活用能力の発達段階表を提案した（表2）。

表1 教育工学関連学会連合情報教育プロジェクト委員会ワーキンググループ（1996年4月）の「小・中・高一貫情報教育に関する学習指導要領への提案」の小学校の目標 [出典：http://kayoo.org/nagano/Activity/stk-jyohou/01.htm]

第1 目標

小学校における情報教育の教科名「表現・コミュニケーション」の目標を「コンピュータ、マルチメディア、広域ネットワーク（インターネットなど）を活用した表現と伝達、創造的活動や調べ学習に基づく実社会との触れ合い、共同学習などを通して情報に対する関心を深め、情報化社会に生きる人間としての資質と態度を育てる。

第2 各段階における目標と内容

【低・中学年】

1 目標

【低・中学年】

1 目標

- (1) 映像・音声の記録や文章・図形の作成等を中心として、主体的な表現活動をしようとする態度を育てる。
 (2) 課題の解決などのために情報を収集・整理し、利用できる基礎的な情報活用能力を養う。

2 内容

(1) 情報の基礎的な処理

ア 情報機器の基礎的な取扱い方法，イ アプリケーションソフトの簡単な利用，ウ 文書の保存及び検索

(2) 情報の収集及び整理

ア 情報の収集と簡単な検索，イ 情報の分類と整理

(3) モデリング

ア モデリングやシミュレーションへの関心

(4) 計測と制御

ア プログラム可能な玩具の制御，イ 制御のための簡単なプログラム

(5) 身の回りの情報

ア 実生活での情報機器の扱いや情報技術の体験

【高学年】

1 目標

- (1) 広域ネットワーク（インターネットなど）を利用してコミュニケーションの幅を広げるとともに、映像・音声・図形・文字情報を収集、整理、処理、創造、伝達できるような、情報活用能力を養う。

- (2) さまざまな状況のもとで、さまざまな情報を扱う経験を通して、協調性や責任感、思いやり、情報倫理等の社会的態度を育てる。

2 内容

(1) 情報の処理と伝達

ア 受け手を意識した情報の発信，イ さまざまな情報の合成，ウ 情報の創造，

エ さまざまなコミュニケーションの手段，オ 広域ネットワーク（インターネットなど）の利用

(2) 情報の収集及び整理、処理

ア データベースの構築及び検索，イ 情報収集のための手段の工夫

(3) モデリング

ア モデリングやシミュレーションへの興味・関心，イ 予測のための簡単なコンピュータモデルの利用

(4) 計測と制御

ア 制御モデルに基づく事象のモデル化の例，イ プログラミングとデバッグ

(5) 情報と生活

ア 実生活での情報の扱いとその評価，イ いくつかの状況での情報技術の利用，

ウ 基本的な情報モラル，エ 情報の管理とプライバシー

表2 井口（1996）の情報活用能力を支える7つの要素 [出典：井口磯夫：小学校における情報教育カリキュラムのp.356, 日本学術会議事務局（編集協力）：『日学選書3 21世紀を展望する新教育課程編成への提案 一理科教育，数学教育，技術教育，情報教育－（所収）』，（財）日本学術協力財団，（1996）]

- ①情報理解力＝友だちなどの、意見・考え方・表し方を理解する能力
 ②情報選択力＝与えられた資料などの中から、自分にとって必要なものを選ぶ能力
 ③情報判断力＝友だちの考えなどに対して、自分なりの意見を持つ能力
 ④情報収集力＝自分の目的に基づいて必要な資料などを収集する能力
 ⑤情報処理力＝自分の知っている方法を使って目的に合わせて素材を加工する能力
 ⑥情報生成力＝集められた資料などから、新しい結論を導き出す能力
 ⑦情報伝達力＝自分の調べたことを、友だちに解りやすく伝える能力

表2に示すように、井口は、情報活用能力を支える7つの要素を提示した。表2に示した情報活用能力は、コンピュータ・サイエンスや情報技術概念の明示的・オーセンティックな文脈で活用する能力（アメリカではTechnology Studiesに必要な資質・能力と呼称する場合が多い）というよりも、ITをはじめ情報手段を活用して情報を収集・処理・活用等をする際に必要な汎用的な能力であるといえる。情報活用能力を育成するには、情報や情報機器の教育的場面に必要な汎用的資質・能力（アメリカではEducational Technologyの教育研究分野）と、現実世界のオーセンティックな文脈場面における「情報技術」の振る舞いと光と影の影響を明示化し、現実世界との関わりで、情報技術をオーセンティックな場面で活用する際に必要な資質・能力（Technology Studies）の両軸の育成が必要である。

文献(17)では、今榮⁽³⁴⁾が小学校・中学校における情報教育の在り方を、文献(18)では、岡本⁽³⁵⁾がともにEducational Technologyの側面から提案していた。

4 文部科学省研究開発学校の初等中等教育段階を一貫した技術教育課程実践研究の成果と課題

我が国の公立小学校では、戦後から2008年告示小学校学習指導要領⁽³⁶⁾まで、テクノロジーとしての技術科は設置されていなかった。しかし、産技学会が提案した1999年版の「21世紀の技術教育」⁽²⁵⁾を教育課程の基準として、東京都大田区立矢口小学校、同安方中学校、同蒲田中学校は、文部科学省の指導の下、同学会、全日本中学校技術・家庭科研究会、日本教育大学協会全国技術教育部門の研究支援を受け、2004年度～2006年度に文部科学省研究開発学校の指定校として、技術的素養（技術リテラシー）の育成を重視する小・中学校を一貫した技術科教育課程等の研究開発を実施した。公立校の小・中学校を一貫した技術教育課程の実践研究は、本邦初で、画期的である。一方、我が国の日常生活や社会においては、「技術」用語は、テクノロジー、テクニク、スキルの峻別なく渾然一体に用いられることが大部分であり、学習者の「技術」概念の構成と構造化の学習が図りにくい。また、小学校に図画工作科（Art and Handicraft subject）と理科（School Science subject）があるために、技術（Technology）教育は既に存在するとの誤解が多い。しかし、公教育では制度上、小学校段階に技術教育が位置付けられていないために、文部科学省研究開発学校や教育特区制度を受けて、学校教育法施行規則第79条において準用する第55条の規定に基づき、教育課程の改善のために文部科学大臣の指定を受けて、特例措置による実践研究を行うことになる。大田区3校の実践の成果と課題は、産技小学校委員会（委員長：本稿第1著者）が報告している⁽³⁷⁾。同3校の1年次、2年次、3年次の研究紀要と教科書は、文献(37)で紹介した。また、文献(37)には、産技小学校委員会が公表した第1年次及び第2年次研究報告書の公開URLも明記されている。文献(38)に、同第3年次研究報告書名とURLを示す。

大田区3校に続いて、新潟県三条市立長沢小学校、同荒沢小学校、同下田中学校は、文部科学省の指導の下、前述の学協会の研究支援を受けて、小・中学校を一貫した技術教育課程開発を実施した⁽³⁹⁾。大田区3校と同様に、1年次⁽⁴⁰⁾、2年次⁽⁴¹⁾、3年次⁽⁴²⁾の研究紀要とともに、3年次には実践事例集⁽⁴³⁾を作成した。大田区の研究と同様に、産技小学校委員会では、3年間の科研による研究支援を行い、各年次の報告書⁽⁴⁴⁾、⁽⁴⁵⁾、⁽⁴⁶⁾を発表した。

新潟県三条市3校に続いて、栃木県上三川町立本郷小学校、同本郷北小学校、同本郷中学校は、2010年度～2012年度の3年間の文部科学省研究開発学校の指定を受けて、小・中学校を一貫した新教科「みらい創造科」を創設し、その教育課程及び評価方法等の研究開発を行った⁽⁴⁷⁾、⁽⁴⁸⁾。

5 教育特区における初等中等教育段階を一貫した技術教育課程実践研究の成果と課題

教育特区制度を利用した小・中学校を一貫した技術教育課程実践研究は、管見の限り、富山県高岡市、大阪府東大阪市、長野県諏訪市で、農業教育を重視した小・中学校一貫教育は福島県喜多方市で実施されている。本稿では、長野県諏訪市教育委員会に当時在籍していた大坪（2009）⁽⁴⁹⁾に基づき、諏訪市の「ものづくり科」を紹介する。諏訪市内全小・中学校（小学校7校、中学校4校）では、2003年度から小・中学校を一貫した教科「ものづくり科」で本格的に実践されている。2008年度の4、5月に各学校にて、市教育委員会が作成したテキスト「指導の手引き」を基に、全教員の研修会を実施した。2009年度からの学習指導要領の移行措置の実施に伴う教育課程特例校の実施計画の変更が同年2月に文部科学省から承認されて以来、実施が続いている。

大坪⁽⁴⁹⁾が公表した「ものづくり科」教育課程表によると、2009年度の市内全小学校「ものづくり科」教育課程表では、生活科から各学年で15時間、図画工作科から各学年10時間、総合的な学習の時間から各学年15時間持ち出し、第1学年から第6学年の各学年において年間各25時間で、「ものづくり科」を実施していた。中学校では、美術科から各学年5時間、技術・家庭科から各学年8時間、「総合的な学習の時間」から各学年12時間を持ち出し、中学校各学

年25時間で実施していた。図画工作科、美術科、技術・家庭科ともに、授業時間が極端に少ないために、運用に苦労していることが推察される。

6 埼玉県久喜小学校とSTEM/STEAM教育との関連

埼玉県久喜市立久喜小学校は、2013年度～2016年度の4年間にわたり、文部科学省研究開発学校の指定を受け、科学技術教育に特化した新設教科「夢創造科」を導入し、教育課程開発研究の実践研究を行った。本稿5節で述べた小・中学校一貫した技術教育課程研究ではなく、小学校のみの実践であるが、実り多い研究成果を提案した。また、同実践の成果は、日本科学教育学会2017年度年会（高松）の年会課題研究「小学校科学技術科のカリキュラム開発の成果と課題」において、当時の研究を主導した小倉⁽⁵⁰⁾、浅田⁽⁵¹⁾、上野⁽⁵²⁾と、同小学校の当時の研究主任川島⁽⁵³⁾が登壇発表をした。小倉は、我が国の小学校段階では、STEM教育は位置づけられていないが、諸外国では小学校段階におけるSTEM教育が盛んであり、久喜小学校の「夢創造科」は、STEM教育の導入という観点から有用であると述べている。

川島⁽⁵³⁾が執筆した論稿によると、夢創造科の教科目標は、「科学技術に関する探究的・創造的活動を通して、科学技術に関する基礎的・基本的な知識及び技能を習得するとともに、科学技術を適切に評価し、活用できる力を養う。」であった。また、児童の発達段階に合わせた段階的な目標が必要であると考え、第1学年及び第2学年の目標は、「自分自身のくらしと科学技術とのかかわりについて関心をもち、科学技術を活用した課題解決に取り組む自律的な態度を育てるとともに、基本的なものづくり技能を習得し、人と科学技術との関わりについて理解し、既知の科学技術を応用・総合して課題を解決する方法を設計する力を育み、よりよい科学技術について考えられる。」であった。第3学年及び第4学年の目標は、「地域社会でのくらしと科学技術とのかかわりについて関心を持ち、(下線部に同じ) 社会と科学技術との関わりについて理解し、(波線部に同じ) よりよい科学技術について客観的に考えられるようにする。」であった。第5学年及び第6学年の目標は、「地球上でのくらしと科学技術との関わりについて関心を持ち、(下線部に同じ) 地球環境と科学技術との関わりについて理解し、(波線部に同じ) よりよい科学技術について多角的に考えられるようにする。」であった。

また、「夢創造科」の学習内容は、「A 設計・計画」、「B 創造」、「C 評価」領域とした。扱う課題は、第1学年及び第2学年では「身の回りの課題」、第3学年及び第4学年では「地域社会の課題」、第5学年及び第6学年では「グローバルな課題」とした。また、この教科において扱う知識を「素材活用」、「メカニズム活用」、「生物活用」の3分野とした。上野⁽⁵²⁾によると、「メカニズム活用」の最終段階として、「プログラムによる計測・制御」の内容を取り上げることで、中学校技術分野との連携化を図り、生活や社会で利用されている技術について学習する。

時数は、全学年にわたり、各学年の年間授業時数を50授業時間とした。教育課程表は、文献(53)に掲載されている。主に、生活科、図画工作科、総合的な学習の時間から新教科に時数が持ち出され、算数は各学年で3授業時間、理科は4時間が新教科に時数移行していた。

プログラミング教育とSTEM教育、STEAM教育との関連については、山崎ら(2018)⁽⁵⁴⁾で詳細に論述している。STEM教育とは、万人の科学・技術・エンジニアリング・数学に関連する科学・技術の理解増進、21世紀の大きな挑戦を担う全ての市民に必要な科学・技術リテラシーの普及・向上(for all)と共に、特に大学等の高等教育以前からの初等・中等・高等教育段階を一貫した継続的・系統的な教育で、豊かなテクニックと個人的スキルを有する科学・技術専門職の担い手や国のイノベーションを牽引する卓越した人財を育成(for excellent)し、STEM専門職の社会的意義と役割・地位の向上、持続可能な社会のために科学技術ガバナンス(科学技術の協働統治)による民主主義社会を支えるグローバル市民を育成の重要性を啓発・普及していくための教育及び教育運動である。アメリカのオバマ前大統領は、一般教書演説等で、STEM教育分野における新教員1万人の準備の取組み等を提案し、教員養成モデルのグレードアップと、優秀なSTEM専攻卒業生が教職の道を選択するための支援を行っていた(山崎, 2015)⁽⁵⁵⁾。近年、海外の教育では、STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), STEMS² (Social Studies, Language Artsを加える)等が盛んである。STEM教育では、サイエンス(科学)－テクノロジー(技術)－エンジニアリング(エンジニアに必要な知識体系)－数学の分野領域固有性、相互関係性、相互不可分性・共進性が鍵概念である。

STEAM (TEAMSとかSTEMAとも呼ばれる)教育では、STEM概念に加えて、「アーツ」と「デザイン」といった鍵概念の本質的な理解が不可欠である(Yakman, 2006⁽⁵⁶⁾, 2008⁽⁵⁷⁾, 2011⁽⁵⁸⁾)。「アーツ」を「ファインアーツ(芸術)」と定義するか、それとも、「アーツ」概念を芸術のみならず広義に解釈するのかは、国内外では多様な見解がある(胸組, 2017: p. iii)⁽⁵⁹⁾。女性の積極的なキャリア発達の重要性を唱えるアメリカの女性研究者・学校コンサルタ

ントで、大学院の主専攻は、アメリカ・バージニア工科大学の技術・エンジニアリング教育であったYakman女史(2008)⁽⁵⁷⁾は、アーツは、ファインアーツ(芸術)のみならず、Physical(体育・ダンス表現・ドラマ表現)、Manual(手芸)、Language & Liberal(including: Sociology, Education, Politics, Philosophy, Theology, Psychology History & more…) (ランゲージとリベラルアーツ)といったように、広義に解釈している。本稿筆者らは、YakmanのようにSTEAMのアーツは広義に解釈して、実践研究を進めている。

山崎ら(2018)⁽⁵⁴⁾が指摘したように、STEM教育は、イギリスやアメリカのように、国策としてのイノベーション振興と充実を目指す教育運動で、中央・連邦政府と市民との「ガバメント」構造で議論されることが多い、一方、Yakman(2008)⁽⁵⁷⁾をはじめ、STEM教育を重視する論文や実践等では、1983年にアメリカ・ハーバード大学の心理学者ハワード・ガードナーが提案した多重知能理論がよく引用されるとともに、教育課程における育成すべき資質・能力を多面的・多角的に捉え、各教科等の内容と時数のバランスの取れた教育実践(balanced curriculum)を重視する。「学(science)」と「術(arts)」とのバランスと、科学技術が発達し、現代化が進む民主主義社会における、多様な価値観と利害関係を有する主権者同士の自由意思による議論(アーギュメント)・テクノロジーの事前評価(アセスメント)・意思決定・選択と、多様な国民各層・各役割の「協働統治(ガバナンス)」に基づく管理・運用を重視する。さらに、アメリカのSTEAM教育は、草の根的な教育実践が展開されている。

海外では、いわゆるプログラミング教育は、公教育と私教育が協働し^{(1)・(32)・(54)}、STEM教育・STEM教育運動の一貫として啓発・普及が図られている。一方、我が国では、STEM教育・STEM教育運動については、あまり知られていない。ようやく萌芽期を迎えた、我が国の初等中等教育段階におけるプログラミング教育の理念や、プログラミング教育とSTEM・STEM教育運動との関係性と教育的意義や社会的役割について、国民的な理解増進とコンセンサスづくりが必要である。

7 小・中・高校を一貫した技術・情報教育課程基準の先行研究

IT(情報技術)を含むTechnology Studiesからの小・中・高等学校を一貫した技術・情報教育課程基準の先行研究は、産技の「21世紀の技術教育」^{(25)・(27)}と、文部科学省研究開発学校の指定と受けた、2004年度～2006年度の東京都大田区立矢口小学校・安方中学校・蒲田中学校の実践研究^{(37)・(38)}、2007年度～2009年度の新潟県三条市立長沢小学校・荒沢小学校・下田中学校の実践研究^{(39)～(46)}、文献(37)～(48)の実践成果に基づき提案した磯部・山崎(2013)⁽⁶⁰⁾の先行研究、大森ら(2017)⁽⁶¹⁾、ベネッセコーポレーション(2017)の「プログラミング教育で育成する資質・能力の評価基準」⁽⁶²⁾、山崎ら(2017)⁽⁶³⁾、川原田ら(2018)⁽⁶⁴⁾がある。

山崎ら(2017)⁽⁶³⁾、川原田ら(2018)⁽⁶⁴⁾で論述したように、ロボット等のアクチュエータ(動作部)の動作の実現を目的とした計測・制御に関するプログラミングによる問題解決学習は、科学技術教育の情報技術を含むTechnology Studies教科の領域固有性が強い。また、各教科における学びの対象である言語、社会、産業、自然、芸術、保健体育等のあらゆる事象やコンテンツを対象として、情報技術(IT)の適切かつ効果的な活用とともに、各教科等の課題解決に向けた一連の学習過程をより「主体的・対話的で深い学び」にするといったEducational Technologyを効果的に活用した、コンテンツのプログラミングによる問題解決の側面が強い。プログラミング学習は、前者の計測・制御のためのプログラミングのTechnology Studiesとしてのプログラミングによる問題解決学習と、後者のITの効果的活用とEducational Technologyによる「主体的・対話的で深い学び」を効果的に活用したコンテンツのプログラミングによる問題解決学習のタイプがあることに留意されたい。

小学校段階におけるTechnology Studiesの領域固有性が強いロボット等を用いた計測・制御に関するプログラミングは、埼玉県久喜小学校「夢創造科」で上野⁽⁵²⁾が論説した「メカニズム活用」の最終段階としての「プログラムによる計測・制御」、立命館小学校のロボティクス科の実践⁽⁶⁵⁾、相模女子大学小学部のロボティクス学習^{(64)・(66)}などが該当する。

小学校段階において、技術のみならず広範な事象やコンテンツを対象として、プログラミングによるEducational Technologyの効果的に活用を包含した実践は、東京都品川区立京陽小学校の各教科や「市民科」における実践^{(67)・(68)}がある。

8 小学校プログラミング教育の専科指導教員配置と中学校技術分野、高等学校情報科教員との連携の必要性

山崎ら(2017)⁽⁶⁹⁾、山崎ら(2018)⁽⁵⁴⁾が述べたように、小学校では、英語とプログラミング教育の専科指導教員の配

置及び、中学校専科教員との連携・協働、小学校プログラミング学習における中学校技術分野、高等学校情報科専科教員との連携の必要性については、小学校からの要望が極めて強い。

日本教育新聞（2018年1月22日）1面において、松野博一・前文科相は、「教育現場が複雑化する中で、定数改善や外部人材・サポートスタッフの充実は不可欠だ。学校の職制にもよるが、少なくとも小学校では専科指導教員、中学校では部活動指導員を拡充していくことが第一だと考えている。」⁽⁷⁰⁾と述べている。

文部科学省の免許外教科担任制度の在り方に関する調査研究協力者会議は、2018年1月15日、第1回会合を同省内で開催した⁽⁷¹⁾。2018年2月6日に、第2回会合を開催した⁽⁷²⁾。

第1回会合では、2016年度では、免許外教科担任の全国の許可件数は、中学校では家庭、技術、美術科などを中心に7190件、高校では、情報、公民、福祉科などで3760件であったことが報告された。特に、中学校美術、家庭、技術、高校普通教科情報科では、授業時数が極端に少ないために、免許外教科担任が多い現状にある。前述教科は、授業時数が少ない上、大学等の高等教育機関の入試科目でない場合が多いために、免許外教員や3校兼務等の他校を兼務する専科教諭が多いことが影響している。我が国では、戦後の高度経済成長期を発端とする高校と大学等の高等教育機関への進学率上昇に伴い、国、社、数、理、英のいわゆる「主要教科（主教科）」と、「周辺教科（副教科）」と誤解されている小学校図画工作、中・高校美術、中・高校家庭、中学技術・高校情報科との扱いの軽重の是正が必要である。教育課程における「主要教科」と「周辺教科」といった位置づけは、極めて好ましくない。

教育新聞（2016）⁽⁷³⁾の「平成29年度（平成28年度実施）公立学校教員採用選考実施状況」、同（2017）⁽⁷⁴⁾の「平成30年度（平成29年度実施）公立学校教員採用選考実施状況」によると、前述した教科では、各都道府県等の教員採用試験合格者は、他教科に比べると著しく少ない。多くの県等は、家庭や技術の合格者がわずか1名である。国立大学法人の教育学部や教育大学の大半は、学部入試を教科等別ではなく、いわゆる一括募集・くくり募集で選抜し、学部2年次で教科等の専修コース等分けを実施する。学部1年次生は、各県等の教員採用試験の実施状況を知り、周辺教科とささやかれる中学校美術、同家庭、同技術、高校情報の免許取得を断念する学生も少なくない。

都道府県や政令指定都市教委の中には、中学校の国、社、数、理、英教科（5教科と称される場合が多い）と音、美、体、家庭、技術、情報教科（4教科と称される場合が多い）を各一つ（5教科一つ、4教科から一つ）、4教科から二つの免許を取得といったように、複数免許の取得を推奨している教委もある。一方では、家庭や技術では、教育職員免許法で定められた各科目区分で「実習を含む」授業科目が大多数である。小学校1種免許を取得する他に、5教科から一つと、中学校や高校の美術、同家庭、中学校技術、高校情報の教科免許から何れか一つを取得しようとすると、学部の教育課程編成が過密になっているために、学部4年間で免許が取得できない事例も多い。中学校技術科免許取得を目指す学部生は、中学数学や理科の免許を取得する学生もいる。しかし、卒業後に採用された中学校教員の教員研修は、数学や理科の教員研修の充実が優先されていて、中学校技術の教員研修体制や機会が充分ではないといった実態が、全日中技・家研（全日本中学校技術・家庭科研究会）等（2014）⁽⁷⁵⁾及び同（2016）⁽⁷⁶⁾等から明らかになっている。

我が国の学校教育では、「実技教科」の用語が日常的に用いられる。しかし、学校教育学では、「実技教科」の定義は多義的で明確ではなく、一律的な定義の存在についての共通理解が得られているとはいえない。特に、技術分野と家庭分野は、科学技術の急速な高度化と情報化・グローバル化に伴い、社会や生活を取り巻く状況や、経済界や産業界からの要請が著しく変化しているために、技術分野と家庭分野の各目標や内容と、「実技」との関係について、再考と再定義が求められていると思われる。この課題は重要であるが、論点を整理した上で別稿において論じる予定である。その際、音楽、美術、体育、家庭、技術の各教科等における「実技」の教育的意義や役割について、各教科等領域の固有性に留意しながら丁寧かつ慎重に論点整理していく必要がある。

また、技術・家庭科の「技術」分野と「家庭」分野を、あたかも、実技だけを重視しているかのように思われるいわゆる「実技教科」に区分するといった誤解は、解消しなければいけない。文部科学省初等中等教育局上野耕史技術科教科調査官及び筒井恭子家庭科教科調査官ともに、中学校「技術・家庭科は、実技だけを重視する教科ではない」という見解と周知徹底について、従来から全国や各ブロック地区等の中学校技術・家庭科研究会大会等で表明している。筆者らも、2008年告示中学校学習指導要領解説 技術・家庭編⁽⁷⁷⁾及び「2017年告示中学校学習指導要領解説 技術・家庭編」⁽⁷⁸⁾の目標及び内容から、技術・家庭科を、実技だけを重視する教科という誤解を招く「実技教科」と呼称するのは適当でないと考えている。

山崎ら（2017）⁽⁶⁹⁾、山崎ら（2018）⁽⁵⁴⁾は、教員養成段階で、同一校種の5教科（国、社、数、理、英）と4教科（音、美、体、家、技・情報）の各1教科免許や、4教科を二つ免許取得するよりも、小学校と中学校の両校種の免許取得の利点と課題について論じた。

9 プログラミング教育における小・中・高校を一貫した教育課程とCPD（継続的な教員の専門職能発達）の充実を図るための教科等時数と内容の調和と条件整備の必要性

筆者らは、山崎・磯部（2016b）⁽⁷⁹⁾、山崎ら（2017）⁽⁶⁹⁾、山崎ら（2018）⁽⁵⁴⁾等で繰り返し述べてきたが、情報技術は、「Computational Thinking (CT)」と「プログラミング的思考」のように、あらゆる職業や社会活動に従事しても時代に不易な資質・能力とともに、常に変化を続ける技術についての「CPD（継続的な教員の専門職能発達）」が求められる。特に、小学校段階の技術・情報教育では、前述したように、中学校、高等学校普通教科情報、専門学科、NPO、民間企業との連携と条件整備が配慮されなければならない。

山崎ら（2018）⁽⁵⁴⁾が指摘しているように、海外のプログラミング教育を含む技術・情報教育では、「CPD（継続的な教員の専門職能発達）」と、各校種、NPO、民間企業等との連携が極めて重視されている。例えば、イギリスでは、技術・情報教育関係者の教員研修・協会組織として、ITTE (The Association for Information Technology in Teacher Education, 英国情報技術教師教育協会) (URL)⁽⁸⁰⁾と、DATA (Design and Technology Association) (URL)⁽⁸¹⁾がある。第1筆者は、長年、DATAの会員であり、同協会本部の現地調査や同協会会長との現地及び日本での面談経験を有している。DATAとITTEは共に、協会の最重要活動の一つに「CPD（継続的な教員の専門職能発達）」を掲げ、活発に展開している。

一方、文部科学省は、2017年11月17日に、教職課程コアカリキュラムを公表した⁽⁸²⁾。筆者らは、長年、教職課程コアカリキュラムの導入を要望してきたため、今回の導入に賛成である。同カリキュラムでは、3頁「(4) 教職課程コアカリキュラムの活用について」で、「教職課程の質保証や教員の資質能力の向上のためには、教員を養成する大学、教員を採用・研修する教育委員会や学校法人、教育制度を所管する文部科学省等の各関係者が認識を共有して取組を進める必要がある」と書かれている。アメリカとイギリスでは、1990年代から、技術・情報教育のみならず、全教科等でいわゆるスタンダードとカウンタビリティの導入による現代教育改革がされている（例えば、松尾、2010）⁽⁸³⁾。

本稿の第1著者は、イギリス・スコットランドでの在外研究経験を有するが、現地の教育課程編成では、「各教科の時数と内容のバランス (MacClelland, 1992: p.3)」⁽⁸⁴⁾により、複数人の同一教科専任教諭による校内研修、一定の人数と質を確保した校外での教員研修の充実が鍵語である。イギリス4地域（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）の教育課程に限らず、各国ともに、「CPD（継続的な教員の専門職能発達）」を重視し、各教科の専門性を生かしたCPDの条件整備のために、各教科の内容と時数のバランスを重視 (balanced curriculum) していることを、再度指摘したい。

山崎・磯部（2016b：p.43）⁽⁷⁹⁾と山崎ら（2017）⁽⁶⁹⁾で述べたように、「総合的学習」における課題探究活動の重要性は論を俟たない。しかし、山崎ら（2018）⁽⁵⁴⁾で指摘した通り、「総合的な学習の時間」については、育成すべき能力目標、内容、学習評価規準の国家基準が具体的に定められておらず、各学校に委ねられているために、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る。そこで、音楽科、図画工作科・美術科、技術科、家庭科の授業時数を回復すると共に、前述教科を含め、全教育課程で「総合的学習」の機能充実を図り、学校教育課程全体のカリキュラム・マネジメントを向上する方策も考えられる。

OECDでは、1980年代に学校教科の統合・再編の是非や、STEM関連教育の連携のあり方等に関する論議と熟考が長く続いた⁽⁸⁵⁾。我が国においても、1990年代に中教審や学術会議等における「総合的な学習の時間」の導入に関する議論の際に、教科の統合・再編等の課題が話題になった。一方、1990年代に、イギリスのスコットランド⁽⁸⁶⁾、同国の北アイルランド⁽⁸⁷⁾、カナダのブリティッシュ・コロンビア州⁽⁸⁸⁾等で、大教科群が導入された。しかし、基準性（スタンダード）に基づく教育水準の質保証とアカウンタビリティ推進に伴い、科学技術・情報技術の急速な進化に不断かつ真摯に対応できるCPDと、各教科の内容と時数のバランスが一層重視 (balanced curriculum) されている。背景には、各教科の時数と内容を削減することは、各教科の教員研修組織力の低下とともに、自らの専科に対するCPDの志や気概の低下を招くリスクを回避することにある。

4教科の教員の自らの専科に対するCPDの志と気概を回復すべく、各教科の専門性を生かしたCPDの条件整備の充実が喫緊の課題である。我が国では、少子化・過疎化が予想をはるかに超えて、小・中学校の統廃合や学級数の減少が急速に進行する中、小・中規模校では、定数法による専科教員の確保が困難になってきている。さらには、小・中学校一貫教育や連携教育といった課題にも直面している。

中教審（2016）⁽⁸⁹⁾の答申の27頁で指摘された、「1. 育成を目指す資質・能力についての基本的な考え方」から、CPDの一層の推進と各教科の内容と時数のバランスの重視 (balanced curriculum) のために、「総合的な学習の時間」の見直し及び、音楽、図画工作・美術、家庭、技術への時数移行を含め、各教科等構成の内容と時数のバランス

について、喫緊かつ不断の見直しが求められていると、筆者は考えている。

文部科学省は、「未来社会（Society5.0）に向けた人材育成に係る大臣懇談会」を立ち上げ、林大臣を座長に、有識者らでの議論を2017年12月1日から開始している⁽⁹⁰⁾。初会合において、林文科相は、文部科学省として、子供たちが学校で学ぶにあたって、どういふことをより気をつけて学ぶ必要があるのかという観点で、Society5.0を深掘りしたい。広く国民にどういふ能力が必要なのか、このような問題意識を持ちながら具体的な議論をしていきたい旨の挨拶をしている。今後、人工知能（AI）やIoT（Internet of Things, インターネットにより多くの人とモノがつながるシステム）により、様々な知識や情報が共有されて、新たな価値の創造を生み出す際に必要な国民的（for all）な素養（リテラシー）とともに、卓越した（for excellent）人材を生み出す教育体系化を図る必要から、小学校段階における「技術・情報科」の設置と、専科担任による指導の一層の充実性を指摘し、本稿の結びとしたい。

10 まとめ

本総説の目的は、小学校・中学校・高等学校を一貫した「技術（テクノロジー）・情報科」教育を実現するために、小学校段階にプログラミングと情報セキュリティを学習する「技術・情報科」の設置と、変化の激しい情報技術に対応できる教員の継続的な専門職能発達（Continuing Professional Development）のために、小学校段階での専科教員の指導と、中学校技術分野教員、高等学校情報科専科教員との連携を提案することであった。本稿では、最初に、諸外国と我が国における初等中等教育段階を一貫した技術・情報教育課程の先行研究を紹介し、プログラミング教育とSTEM/STEAM教育との関連について概説した。次に、我が国では、戦後の高度経済成長期を発端とする高校と大学等の高等教育機関への進学率上昇に伴い、国・社・数・理・英のいわゆる5教科（主要教科、主教科と称される誤用がある）と、4教科（周辺教科、副教科と誤解されている事例も少なくない）に含まれる小学校図画工作、中・高校美術、中・高校家庭、中学技術、高校情報科との扱いの軽重の是正が必要であることを指摘した。教員養成段階で、同一校種の「5教科（国、社、数、理、英）」と「4教科（音、美、体、家、技術、情報）」の各1教科免許や、副教科を二つ免許取得するよりも、小学校と中学校の両校種の免許取得の利点と課題について論じた。特に、小学校と中学校技術の両種類の取得者や、小学校・中学校技術・高校情報の3種類の教員免許取得者が増加するような各種条件整備が必要である。

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、本研究では、2004年度から2012年度までの文部科学省研究開発学校制度及び地域特区制度（長野県諏訪市）を利用した小・中学校を一貫した技術科や科学技術教育課程開発の実践研究成果を基に、論考を行った。特に、上野耕史文部科学省教科調査官には、本稿作成時において、重要な示唆とご指導をいただいた。文部科学省の関係先生各位、本稿で紹介した研究開発学校・地域特区指定学校関係各位、同所管教育委員会等、日本産業技術教育学会、同小学校委員会の関係各位（当時）の皆様には、深厚なる感謝を申し上げます。

引用文献

- (1) 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（2016a）ISBN978-4-86371-356-7 C3037
- (2) 吉田武夫：『デザイン方法論の試み [初期デザイン方法を読む]』, 東海大学出版会（1996）ISBN4-486-01387-5 C3072 P2884E
- (3) 角 和博・山崎貞登・市村尚史・磯部征尊：「アメリカにおける技術・情報教育の動向」, pp.115-150, 前掲書(1)に所収
- (4) 山崎貞登・東原貴志・菊地 章・森山 潤：「技術科内容学」構成案, pp.255-290, 三大学協議会 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的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）, 上越教育大学（2011）http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/itaku/1321322.htm
- (5) 国立教育研究所：技術科教育のカリキュラムの改善に関する研究 - 諸外国の動向 -, 「教科等の構成と開発に関する調査研究」研究成果報告書（3）, 36p.（2000）
- (6) 国立教育政策研究所：技術科教育のカリキュラムの改善に関する研究 - 歴史的変遷と国際比較 -, 「教科等の構成と開発に関する調査研究」研究成果報告書（6）, 68p.（2001）

- (7) 田中喜美(研究代表者): 国民教育におけるテクノロジー育成の教育課程開発に関する総合的比較研究, 平成6年度~平成8年度科学研究費補助金(基盤研究A)研究成果報告書, 85p. (1997)
- (8) 名取一好(研究代表者): 科学技術・職業教育カリキュラム開発の現状と課題に関する国際比較研究 アメリカ合衆国, フランス, ドイツ, イギリス(イングランド), シンガポールの中等教育における技術系教科の教育課程, 平成14年度文部科学省研究費補助金基盤研究(C)「(1)(課題番号:14608009)研究報告書」, 103p. (2013)
- (9) 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, 68p. (2001)
- (10) 山崎貞登・伊藤大輔・磯部征尊: 海外の技術教育・職業教育課程の状況(1), 技術教室, 第52巻, 第8号, pp.54-59 (2004a) ISSN 0285-0478
- (11) 山崎貞登・伊藤大輔・磯部征尊: 海外の技術教育・職業教育課程の状況(2), 技術教室, 第52巻, 第9号, pp.60-65 (2004b) ISSN 0285-0478
- (12) 教員養成大学・学部教官研究集会技術科教育部会(著者), 馬場信夫・河原淳夫・山西謙二(編集代表): 『技術科教育の研究』, 第一法規, 257p. (1978) ISBN2037-042689-4370
- (13) 山崎貞登: 「6.2 農学・環境科学からの教育内容・教材構成の視点」, pp.224-235, 前掲書(1)に所収
- (14) 中央教育審議会: 「21世紀を展望した我が国の教育の在り方について 第一次答申」, 1996(平成8)年7月19日 http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chuuou/toushin/960701.htm
- (15) 日本教職員組合: 『教育課程改革試案』, 337p., 一ツ橋書房(1976) ISBN1037-760038-7154
- (16) 技術教育研究会: 「小・中・高校を一貫した技術教育のための教育課程試案」, 技術教育研究 別冊1, 61p. (1995)
- (17) 日本学術会議事務局(編集協力): 『日学選書3 21世紀を展望する新教育課程編成への提案 - 理科教育, 数学教育, 技術教育, 情報教育-』, (財)日本学術協力財団, 537p. (1996)
- (18) 日本学術会議事務局(編集協力): 『日学選書9 「21世紀の教育内容」にふさわしいカリキュラムの提案』, (財)日本学術協力財団, 537p. (1997)
- (19) 桐田襄一: 「⑦学校教育における技術教育のありかた」, pp.144-156, 前掲(17)に所収
- (20) 城 仁士: 「②技術教育の新しい枠組み」, pp.341-354, 前掲(17)に所収
- (21) 八高隆雄: 「③高等学校における科学技術教育の必要性」, pp.399-407, 前掲(17)に所収
- (22) 板倉安正: 「⑫21世紀の技術教育を目指して」, pp.161-173, 前掲(18)に所収
- (23) 桐田襄一: 「⑬創造性育成の総合的視点からの対応」, pp.174-186, 前掲(18)に所収
- (24) 矢田茂樹: 「⑧普通科高校の生徒にTechnology Literacyを」, pp.413-415, 前掲(18)に所収
- (25) 日本産業技術教育学会: 21世紀の技術教育 - 技術教育の理念と社会的役割とは何か そのための教育課程の構造はどうあるべきか, 日本産業技術教育学会, 第41巻, 3号(別冊), pp.1-10 (1999) <http://www.jste.jp/main/data/21te.pdf>
- (26) 橘田紘洋(研究代表者): 新しい技術教育の社会的役割と教育課程編成に関する研究(課題研究番号11610260), 平成11年度~平成12年度科学研究費補助金(基盤研究(C)(1))研究成果報告書, 227p. (2001)
- (27) 日本産業技術教育学会: 21世紀の技術教育(改訂), 日本産業技術教育学会, 第54巻, 4号(別冊), pp.1-9 (2012) <http://www.jste.jp/main/data/21te-n.pdf>
- (28) 山崎貞登: 「7.1 技術イノベーションと技術ガバナンス」, pp.276-284, (2016) 前掲書(1)に所収
- (29) 教育工学関連学協会連合情報教育プロジェクト委員会ワーキンググループ: 「小・中・高一貫情報教育に関する学習指導要領への提案」(1996) <http://kayoo.org/nagano/Activity/stk-jyohou/01.htm>
- (30) Department of Education and Science and the Welsh Office: TECHNOLOGY in the National Curriculum, HMSO, U.K. (1990) ISBN 0 11 270709 2
- (31) 西之園晴夫: 情報教育の海外動向: イギリス編, pp.259-280, 同(研究代表者): 高等学校段階における情報教育カリキュラムの開発と大学教育の連続性に関する研究(研究課題番号:05301096), 平成6年度科学研究費補助金(総合研究(A))最終報告(所収), 303p. (1995)
- (32) 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, 第56巻, 第4号, pp.239-250 (2014)
- (33) 井口磯夫: 小学校における情報教育カリキュラム, pp.355-362, 前掲(17)に所収
- (34) 今榮國晴: 情報教育のあり方 - 小学校・中学校において -, pp.363-369, 前掲(17)に所収
- (35) 岡本敏雄: 高等学校段階における総合科を目指した科学技術教育に関わる教育課程編成の考え方, pp.251-255, 前掲(18)に所収
- (36) 文部科学省: 小学校学習指導要領, 東京書籍(2008)
- (37) 日本産業技術教育学会小学校委員会: 文部科学省教育課程開発研究指定: 大田区立矢口小・安方中・蒲田中学校 技術的素養の育成を目指す小・中学校一貫した新教科の教育課程開発, 日本産業技術教育学会誌, 第49巻, 第1号, pp.84-93 (2007)
- (38) 山崎貞登(研究代表者): 技術的素養の育成を重視した初・中・高等学校教育一貫の技術教育課程開発(課題番号

- 17500578), 平成17年度～19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, 126p. (2008) <http://hdl.handle.net/10513/00007421>
- (39) 日本産業技術教育学会小学校委員会:新潟県三条市における「ものづくり学習の時間」公開授業報告, 日本産業技術教育学会誌, 第51巻, 第1号, pp.69-72 (2009)
- (40) 新潟県三条市立長沢小学校・同荒沢小学校・同下田中学校:平成19年度～21年度文部科学省指定研究開発学校実施報告書, 193p. (2008)
- (41) 同:同2年次研究紀要, 176p. (2009a)
- (42) 同:同3年次研究紀要, 110p. (2009b) <http://www.city.sanjo.niigata.jp/arasawasyo/>
- (43) 同:「ものづくり学習の時間」実践事例集, 284p. (2009c)
- (44) 山崎貞登(研究代表者):技術リテラシーとPISA型学力の相乗的育成を目的とした技術教育課程開発(課題番号20530809), 平成20年度～22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(2009) <http://hdl.handle.net/10513/00007423>
- (45) 山崎貞登(研究代表者):技術リテラシーとPISA型学力の相乗的育成を目的とした技術教育課程開発(課題番号20530809), 平成20年度～22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(2010) <http://hdl.handle.net/10513/00007422>
- (46) 山崎貞登(研究代表者):技術リテラシーとPISA型学力の相乗的育成を目的とした技術教育課程開発(課題番号20530809), 平成20年度～22年度科学研究費補助金(基盤研究(C))第3年次研究成果報告書(2011) <http://hdl.handle.net/10513/00007424>
- (47) 栃木県上三川町立本郷中学校・同本郷小学校・同本郷北小学校:文部科学省研究開発学校 平成22年度 研究開発実施報告書(第1年次), 33p. (2011)
- (48) 栃木県上三川町立本郷中学校・同本郷小学校・同本郷北小学校:新教科「みらい創造科」持続可能な社会の構築を目指し, 考え, 行動する児童・生徒の育成-創造的なものづくり活動を通して-, 文部科学省研究開発学校(2010～2012年度)最終年次研究紀要(2012)
- (49) 大坪久芳:諏訪市「相手意識に立つものづくり科」の取り組みについて, 日本産業技術教育学会誌, 第51巻, 第2号, pp.147-153 (2009)
- (50) 小倉 康:科学技術人材育成に向けた「夢創造科」の教育効果の分析ならびに今後のカリキュラム開発への示唆, 日本科学教育学会年会論文集41, pp.189-192 (2017)
- (51) 浅田茂裕:「夢創造科」の成果が我が国の技術教育に与える影響, 日本科学教育学会年会論文集41, pp.193-194 (2017)
- (52) 上野耕史:久喜小学校の研究の価値, 日本科学教育学会年会論文集41, pp.195-196 (2017)
- (53) 川島尚之:科学技術教育に特化した新設教科「夢創造科」の内容と成果, 日本科学教育学会年会論文集41, pp.197-200 (2017)
- (54) 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・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.5-29, 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(所収), 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(課題番号17K01023)(2018) <http://hdl.handle.net/10513/00007428>
- (55) 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(2015) <http://hdl.handle.net/10513/00007426>
- (56) Yakman G.: STEAM Integrated Education: An Overview of What and Why (2006) https://www.bettshow.com/__media/Speaker-presentations-2017/Steam-Village/day_1_georgette_yakman.pdf
- (57) Yakman, G.: STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education, Proceedings of the 2008 PATT (Pupils' Attitude Towards Technology) -20 International Design and Technology Education Conference- TEL-AVIV, ISRAEL, pp.1-28 (2008) http://www.steamedu.com/2088_PATT_Publication.pdf
- (58) Yakman, G.: Introducing teaching STEAM as a practical educational framework for Korea, International Seminar for STEAM education with Korean Teacher Study Groups, Seoul: The Ministry of Education, Science, and Technology, pp.1-28 (2011)
- (59) 胸組虎胤(訳) デビッド・A・スーザ&トム・ピレッキ著:『AI時代を生きる子どものためのSTEAM教育』, 幻冬舎(2017) ISBN978-4-344-91377-6
- (60) 磯部征尊・山崎貞登:幼稚園から高等学校までを一貫した技術教育課程基準, 上越教育大学研究紀要, 第32巻, pp.331-344 (2013)
- (61) 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)
- (62) ㈱ベネッセコーポレーション(URL)(2018年1月17日にアクセス)「プログラミング教育で育成する資質・能力の評価基準(㈱ベネッセコーポレーション) <https://beneprog.com/2017/05/26/standard01/>

- (63) 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 (2017)
- (64) 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水準表との対応，上越教育大学研究紀要，第38巻，第1号，pp.137-147 (2018)
- (65) 荒木貴之：『ロボットが教室にやってくる 知的好奇心をこうして伸ばせ』，教育出版 (2008) ISBN978-4-316-80250-3 C0037
- (66) 川原田康文：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，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 (所収)，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 (課題番号 17K01023) (2018)
- (67) 東京都品川区立京陽小学校：こんなこともできたよ プログラミング京陽編～プログラミング学習実践事例集～。(2016) <http://school.cts.ne.jp/912keiyo/kounaikenkyu/kenkyu.html>
- (68) 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)：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 (2016)
- (69) 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 (2017)
- (70) 日本教育新聞：「松野博一・前文科相に聞く 専科教員，部活動指導員の拡充を」，2018年1月22日1面
- (71) 文部科学省「免許外教科担任制度の在り方に関する調査研究協力者会議」：(第1回) 配付資料，2018年30年1月15日 http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/136/shiryo/1400598.htm
- (72) 文部科学省「免許外教科担任制度の在り方に関する調査研究協力者会議」：(第2回) 配付資料，2018年30年2月6日 http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/136/shiryo/1401443.htm
- (73) 教育新聞：「平成29年度 (28年度実施) 公立学校教員採用選考 最終選考実施状況」2016年11月14日付録
- (74) 教育新聞：「平成30年度 (29年度実施) 公立学校教員採用選考 最終選考実施状況」2017年11月13日付録
- (75) 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>
- (76) 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. (2016)
- (77) 文部科学省：『中学校学習指導要領解説 技術・家庭編 (平成20年9月)』，教育図書 (2008)
- (78) 文部科学省：『中学校学習指導要領解説 技術・家庭編 (平成30年3月)』，開隆堂 (2018)
- (79) 山崎貞登・磯部征尊：「第I章 ものづくり教育の意義」，pp.27-44，安東茂樹 (編著)：『ものづくりからのメッセージ -技術科教育の基本- (所収)』，竹谷出版 (2016b) ISBN978-4-9906662-2-4
- (80) <http://itte.org.uk/wp/>
- (81) <https://www.data.org.uk/>
- (82) 文部科学省「教職課程コアカリキュラムの在り方に関する検討会」：「教職課程コアカリキュラム」，2017年11月17日 http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/126/houkoku/1398442.htm
- (83) 松尾知明：『アメリカの現代教育改革 スタンダードとアカウントビリティの光と影』，東信堂 (2010) ISBN978-4-88713-954-1
- (84) MacClelland, E. S.: SCOTTISH EDUCATION 5-14 a parents' guide, HMSO (1992) ISBN 0-11-495156-X
- (85) Black, P. & Atkin, M. J: Changing the subject -INNOVATIONS IN SCIENCE, MATHEMATICS AND TECHNOLOGY EDUCATION, OECD, Routledge, U.K. (1996) ISBN 0-415-14623-2(pbk)
- (86) THE SCOTTISH OFFICE EDUCATION DEPARTMENT: CURRICULUM AND ASSESSMENT IN SCOTLAND NATIONAL GUIDELINES - ENVIRONMENTAL STUDIES 5-14, Printed for HMSO Scotland, U.K. 9506302, 7/95 (1993)
- (87) Northern Ireland Curriculum Council (NICC): THE NORTHERN IRELAND CURRICULUM - A Guide for Teachers, NICC, U.K. (1990) ISBN 1-872-746-00-4
- (88) PROVINCE OF BRITISH COLUMBIA, MINISTRY OF EDUCATION: The Kindergarten to Grade 12 Education Plan, BC, CANADA (1994)
- (89) 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) (中教審第197号) 平成28年12月21日 (2016) http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm
- (90) http://www.mext.go.jp/a_menu/society/index.htm

※URL文献は，全て2018年2月25日に閲覧。

A Suggestion on the Proposition of the Implementation of Programming Learning of Technology and Informatics as an Independent Subject Taught Under the Specialized Subject Teacher System in Elementary School

Sadato YAMAZAKI* · Yusuke OZAKI** · Yasumasa OOMORI* · Yasufumi KAWARADA*** · Tomohiro UENO**** · Masataka ISOBE*****

ABSTRACT

This comprehensive paper was proposed as an introduction of a “technology and informatics” as an independent subject comprising so called programming learning in elementary school and establishing a coherent learning system through elementary schools to upper secondary schools. In addition, this paper was suggested to be taught under the guidance of specialized subject teachers in elementary school in cooperation with some lower secondary school technology subject teachers and some upper secondary school informatics subject-specialized teachers. Its learning attainment targets and learning contents comprised with some key concepts, technological problem-solving capabilities, information securities capabilities, and programming learning capabilities with computational thinking. Their teachers should be trained in continual professional and functional development so that they can correspond to intense changes in information technology (continuing professional development). This paper was introduced and reviewed according to current trends in technology education through elementary and secondary schools abroad. In fact, at the elementary school level, some foreign countries and the country mentioned at the beginning of this writing have introduced, the previous study on consistent technology and informatics curriculum, and the relationship between programming education and STEM/STEAM education was outlined. Next, this paper indicated that correction of the significance between the “main (core) subjects including Japanese language, Social Studies, Mathematics, School Science and English,” and “the surrounding subject (associated subjects) including Art and Handicraft, Music, Physical Education, Home Economics, Technology, and Informatics,” with the rate of students receiving higher education rising, including university and upper secondary school, which makes a new beginning toward something like the glory days of the postwar high economic growth is needed in this country. This paper debated on some problems on how to obtain teacher certification licenses for each subject between “main subjects” and “the surrounding subjects (associated subjects)” at the teacher-training college stage. Finally, this paper suggests how to gain an advantage in teacher license acquisition for elementary schools and lower secondary schools over other lower secondary school teacher licensees.

* Natural and Living Science ** Aichi Sangyo University Technical High School

*** Elementary School Part Attached to Sagami Women's University **** CA Tech Kids Corporation

***** Aichi University of Education