

技術と社会の関係性理解に着目した小学校プログラミング教育の 検討：小学校検定教科書と STEL を参考に

阪東哲也^{*1}，藤原伸彦^{*2}，曾根直人^{*3}，長野仁志^{*4}，山田哲也^{*5}，伊藤陽介^{*3}

これからの社会的問題の解決に向けて、技術が担う役割は極めて大きい。持続可能な社会の創り手として、技術リテラシーの育成は喫緊の課題である。技術は複雑かつ高度化しているため、日常生活に組み込まれている技術や、その仕組みを認識することが困難になっていくことが推察される。技術を理解し、実社会の課題を解決できる能力の育成に向け、普通教育としての技術教育の充実を図ることの重要性が指摘できる。このような技術教育の領域のうち、情報技術に着目し、社会との関係性理解を深められる小学校プログラミング教育の実践に向け、STEL (Standards for Technological and Engineering Literacy) と検定教科書を参考とし、今後の実践のあり方について検討した。

[キーワード：小学校，普通教育，プログラミング教育，技術リテラシー]

1. はじめに

これからの時代では、グローバル化や技術革新が進展する社会の中で、環境・経済・社会の諸課題を解決するために、技術が担う役割は極めて大きい。

持続可能な社会の創造に向け、2015年に国連で開かれたサミットの中で、持続可能な開発目標(SDGs: Sustainable Development Goals)が国際社会共通の目標として定められた。SDGsには、「1 貧困をなくそう」、「2 飢餓をゼロに」等、17つの目標と、より具体的に169のターゲットが設定されている[1]。このSDGsを達成するために、文部科学省は持続可能な開発目標達成のための科学技術イノベーション(STI for SDGs)の推進に関する取り組みを進めている。STI for SDGsロードマップには、アプローチとして、1)特定の技術で様々なサービス領域の課題の解決に取り組む、2)特定の課題の解決に様々な技術で取り組む、3)未来のあるべき姿からバックキャストで課題の解決に取り組むと示されており、1)のアプローチに対応し、AI戦略2019が策定されている[2]。AI戦略は、我が国の第5科学技術基本計画において目指すべき未来社会の姿として提唱されたSociety5.0の実現を通して、社会的問題を解

決するためのAI利活用に関する方向性を示している[3]。私たち一人一人が社会的問題を解決する当事者として、これまで以上に技術との付き合い方を考えていく必要がある。

Society5.0時代の新たな教育として「未来の教室」ビジョンが提言されている。「未来の教室」ビジョンでは、3つの柱として、①学びのSTEAM化、②学びの自立化・個別最適化、③新しい学習基盤づくりが示された。3つの柱のうち、①学びのSTEAM化は、「教科学習や総合的な学習の時間、特別活動も含めたカリキュラム・マネジメントを通じ、一人ひとりのワクワクする感覚を呼び覚まし、文理を問わず教科知識や専門知識を習得する(=「知る」)ことと、探究・プロジェクト型学習(PBL)の中で知識に横串を刺し、創造的・論理的に思考し、未知の課題やその解決策を見出す(=「創る」)ことが循環する学びを実現すること」と示している。STEAMの捉え方は十分に合意を得られていない状況ではあるが、我が国においては、S(Science:科学), T(Technology:技術), E(Engineering:工学), M(Mathematics:数学)に加えて、A(Art:芸術)だけではなく、幅広い教養(リベラルアーツ)の要素が統合された、教科横断的な学びと捉えられている[4]。学びのSTEAM化の実現に向けて、「プログラミング教育は基盤」と明示された[5]。

以上、社会的問題の解決に高い期待が寄せられており、Technology(技術)の学習を実社会での問題発見・解決にいかす教科横断的な教育の充実が求められているが、その方向性は十分に教育課程に反映し

*1 鳴門教育大学 情報基盤センター

*2 鳴門教育大学大学院 高度学校教育実践専攻 教職実践高度化系 教員養成特別コース

*3 鳴門教育大学大学院 高度学校教育実践専攻 教科実践高度化系 自然・生活系教科実践高度化コース

*4 鳴門教育大学 附属小学校

*5 鳴門教育大学 附属中学校

ているとは言い難い。新しい時代の高等学校教育の在り方ワーキンググループで提出された「新学習指導要領の趣旨の実現と STEAM 教育について」の中では、Science, Mathematics に相当する共通教科「理数」、Engineering(工学)については、(さまざまな捉え方があるが、技術を活用した問題解決と捉えるのであれば)「総合的な探究の時間」に相当すると考えられ、その充実の必要性が示されている[6]。しかし、Technology(技術)に関する教育は明確に記述されておらず、Technology(技術)に関する教育は関心の中心には置かれていないと推察される。

我が国における Technology(技術)に関する教育は、中学校では技術・家庭科(技術分野)、高校では共通教科「情報」が中心教科として設置されているが、小学校では、明確に技術教育を学ぶ中心教科は設置されていない。これからの時代で求められる社会的問題の解決に向けて、小学校段階から技術に関する素養を育成する教育を充実させることの重要性を指摘できる。

そこで、技術の見方・考え方を生かした社会での問題解決につなげる資質・能力を育成する小学校段階における技術教育のあり方を検討することとした。

2. 小学校段階における普通教育としての

技術教育を充実させる重要性

2.1 普通教育としての技術教育の意義

技術教育は専門教育と普通教育に分けることができる。学校教育法第二十九条には、「小学校は、心身の発達に応じて、義務教育として行われる普通教育のうち基礎的なものを施すことを目的とする。」と示されていることから、小学校では普通教育としての技術教育の枠組みで実施するといえる。

普通教育としての技術教育(以下、「技術教育」の表記は普通教育としての技術教育の意とする)の意義について、世界の技術教育を牽引している International Technology and Engineering Educators Association (ITEEA)では全ての児童・生徒に必要な資質・能力として技術リテラシーの育成を提唱している。技術リテラシーとは「技術を活用、管理、評価、理解する能力(P.9)」と定義しており、技術リテラシーが身についた人の具体像として、「時間とともに進化する高度な方法で、技術とは何か、どのようにして作られるのか、どのように社会を形成するか、そして、社会によってどのように技術が形づくられるかを理解している(P.9)」と示している[7]。

この技術リテラシーの考え方に呼応するように、

我が国の技術科教育を牽引している日本産業技術教育学会は「21世紀の技術教育」で技術的素養(技術リテラシー)を、「技術と社会との関わりについて理解し、ものづくりを通して、技術に関する知識や技能を活用し、技術的課題を適切に解決する能力、および技術を公正に評価・活用する能力」と定義している[8]。技術リテラシーは、技術イノベーション力と技術ガバナンス力に大別できる。我が国の技術教育を扱う中心教科である中学校の技術・家庭科(技術分野)の学習指導要領(平成29年告示)に基づけば、技術イノベーション力は新たな発想に基づく改良と応用について考える力、技術ガバナンス力は技術を評価し、適切な選択と管理・運用の在り方を考える力と捉えられる[9]。

中学校の技術・家庭科(技術分野)で育成する目標の捉え方は時代とともに変化してきている。昭和33年学習指導要領において、職業科、職業・家庭科から、技術・家庭科に名称を変更され、今日に至る。昭和33年学習指導要領では第1目標として「生活に必要な基礎的技術を習得させ、創造し生産する喜びを味わわせ、近代技術に関する理解を与え、生活に処する基本的な態度を養う」と示され、技術・家庭科は男子が現在の技術科に類する学習内容(加工技術、栽培等)、女子は家庭科に類する学習内容(調理、被服製作等)と男女別の内容で実施された[10]。なお、職業・家庭科と図画工作として統合して新たな教科を新設する方針の構想も検討されていたことが報告されている[11]。

近年では、技術リテラシー育成の視点が重要視される方向性で改訂されている。森山は平成29年告示の中学校学習指導要領と、平成20年告示の中学校学習指導要領を比較し、平成29年告示の中学校学習指導要領改訂により、中学校の技術・家庭科(技術分野)は技術リテラシーを授ける教科として明確に位置づけられたと評価している[12]。

国内外の技術リテラシーを育成する技術教育の実施状況について、日本産業技術教育学会がリーフレットに整理している[13]。平成26年度時点であるが、我が国を含めた9か国を比較すると、我が国とイタリアが3年間と短く、アメリカ(ニューヨーク州)、イギリス(イングランド)、カナダ(アルバータ州)では小学校低学年から高等学校までの体系的な技術教育に取り組まれていることが報告されている。我が国が技術を活用した社会的問題の解決を図り、国際社会におけるリーダーとなるためには、技術教育の充実と発展は急務といえる。

初等中等教育の枠組みでは技術教育のあり方を検討するために、中学校学習指導要領で求められてい

る技術リテラシー育成の教育を軸として、小学校と中学校との接続を考慮する必要性が指摘できる。

2.2 我が国の小学校段階における技術教育の内容

我が国の小学校段階における技術教育のあり方を検討するために、技術教育が対象とする学習内容を整理する。日本産業技術教育学会では、「21世紀の技術(改訂)」で、技術教育に関する学習内容として、1)材料と加工技術、2)エネルギー変換技術、3)情報・システム・制御技術、4)生物育成技術の4領域を例示している[14]。これらの学習内容は中学校技術・家庭科(技術分野)における「A 材料と加工の技術」、「B 生物育成の技術」、「C エネルギー変換の技術」、「D 情報の技術」に対応している。

我が国の小学校段階では、技術教育のうち、情報教育は教科の枠組を超えて取り組むこととされており、情報活用能力の育成を目標としている。情報活用能力は、1)情報活用の実践力、2)情報の科学的な理解、3)情報社会に参画する態度の3観点で整理されている。この情報活用能力は言語能力と同様に、学習の基盤となる資質・能力として位置付けられたことを踏まえれば、技術教育の領域としては情報教育に注力しているといえる。他領域については直接的に明示されていないものの、一部の教科では技術教育との関連も見られる。例えば、図画工作科と「材料と加工の技術」、理科と「生物育成の技術」・「エネルギー変換の技術」、また、平成29年告示の小学校学習指導要領解説総則編付録[15]の主

権者に関する教育(現代的な諸課題に関する教科等横断的な教育内容)の参考例からは、社会科と「エネルギー変換の技術」、「生物育成の技術」、「情報の技術」との関連性が認められる。

我が国の技術教育を担う中学校技術・家庭科(技術分野)の学習内容から、小学校段階で技術教育を学ぶ中心教科は設置されていないものの、既設教科の学習内容の一部は技術教育の要素を含んでいると考えられる。

2.3 世界に関わる技術の見方・考え方の重要性

学校教育で設置されている教科は、児童・生徒が日常生活、ひいては社会(世界)と関わるための様々な視点(見方・考え方)となっており、視点を養うことは児童・生徒の生きる力を形成するための根本といっても過言ではない。上述したように、技術のウエイトが大きくなっていることを考えると、技術の世界に関わるための様々な視点の一つとして新たに柱立てすることは、自然な流れであろう。

このように、世界を見るための視座として、技術を捉える考え方は学術会議が示した認識科学と設計科学、科学的技術に対する考え方と合致していると捉えられる[16]。図1に技術を中心に置いた学びと、あり方を示す。各教科としての学びは対象のあるがままの姿を記述しようとする認識科学と対象のあるべき姿を追究する設計科学と位置づけられる。認識科学と設計科学が融合し、実社会における問題解決に向かうために科学的技術がその接点として機能す

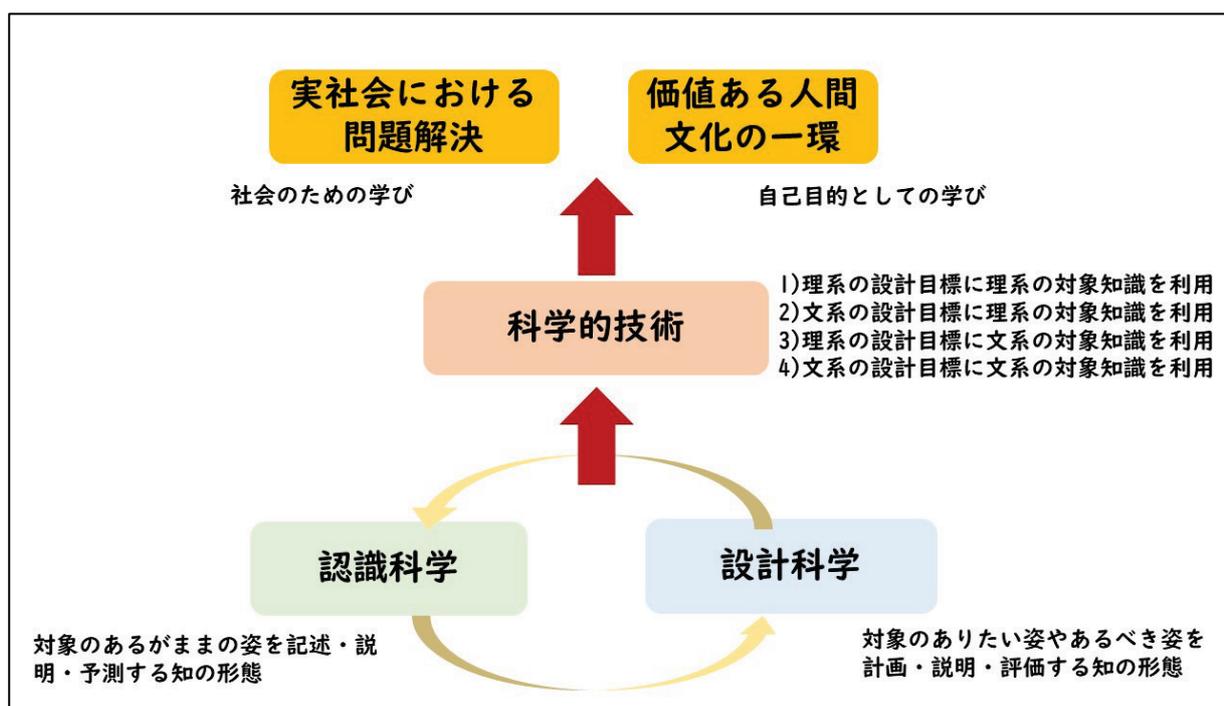


図1 認識科学と設計科学の融合と、科学的技術の関係

るといえる。森山は、技術教育の立場からこの認識科学と設計科学とを架橋する「技術的問題解決によって実社会の問題を創造的に解決する学習活動」を中心とする STEM/STEAM 教育の学習モデルを提案している[17]。提案されたモデルでは、他教科の学びを統合し、問題解決につなげるために、技術教育に関する内容知、方法知、見方・考え方のまとまりを表す技術の学びが中心に据えられている。

私たち市民の 1 人 1 人が実社会における問題解決の当事者となるためには、まずは自分自身と社会における技術の役割を理解する必要がある。また、科学的技術に関する素養を身につけることで、精神的な豊かさに関係する自己目的としての学びを達成することにつながると指摘できる。この観点からは、世界の見方・考え方として技術リテラシーが重要な役割を担っており、技術リテラシーを育成する技術教育を充実させることは喫緊の課題といえる。

3. 技術リテラシーを育成する

小学校プログラミング教育実践に向けて

3.1 我が国の情報教育の位置づけと小学校プログラミング教育の関係

我が国の小学校段階では各教科の学習を通して情報活用能力を育成することとされている。各教科の学習に取り組むということは技術教育の領域を背景としない、汎用的な情報活用能力に関する資質・能力の育成と捉えられる。つまり、小学校では技術教育を学ぶ中心教科がないために、技術教育の目標である技術リテラシーに関する内容は扱われにくい可能性が指摘できる。この傍証として、技術リテラシーの側面の 1 つと考えられる情報の科学的な理解に関しては、韓国、中国、インドネシアの中・高校生と比較して、習得意欲、認知度ともに低水準であったことが報告されている[18]。

情報の科学的な理解を育成する教育の充実に向けては、小学校プログラミング教育に高い期待が寄せられているが、小学校学習指導要領における小学校プログラミング教育の位置づけは、このような期待を十分反映したものとは言い難い。具体的には、小学校プログラミング教育に関する学習は「イ 児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動[15]」と示されている。この記述からは、有識者会議や小学校プログラミング教育の手引きで示された情報技術と社会の関係理解につながる技術リテラシー育成に寄与する技術教育の側面については十分に考慮されてはいないと指

摘できる。

我が国の小学校プログラミング教育は情報活用能力育成の教育として位置付けられている。狭義な論理的思考の育成の教育として位置付けられてしまう可能性が懸念されている[19]。

3.2 論理的思考とプログラミング的思考の関係

学校教育を通して、論理的思考を育成することの重要性は指摘されて久しい。論理的思考は幅広い概念であり、論理的思考を働かせる文脈によって、捉え方が大きく異なると考えられる。プログラミング教育を通して育成されるプログラミング的思考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が必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたいのか、記号の組み合わせをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力[15]と定義されている。プログラミング的思考はコンピューショナル・シンキングと論理的思考に基づき造られた我が国独自の概念である。黒田・森山はプログラミング的思考と論理的思考の違いが明確でないと指摘している[20]。ここで、論理的思考に簡単に整理する。

平成 29 年告示の学習指導要領内で論理的思考に関連する記述を確認したところ、平成 29 年告示の小学校学習指導要領では、国語科、社会科、体育科の中で、中学校学習指導要領では、国語科、数学科、社会科、体育科の中で「論理的」に考えることについて言及されている。また、国立教育政策所では、論理的な思考に関する調査が行われており、国語的な視点での捉え方と数学的な視点での捉え方で論理的思考を捉えている[21]。これらを踏まえると、学校教育における論理的思考に関わる教育は、国語で扱われる言葉や数学で扱われる記号の操作を通じて、体育科等の文脈に応じた汎用的な論理的思考を育成するものと認識されていると推察される。一方で、日本産業技術教育学会が発刊している「小・中・高等学校におけるプログラミング教育実践」では、論理的思考は「問題に対して筋道を立てて論理的に考える力」と定義されており、問題解決の文脈で働く思考と位置付けられている[22]。

このように、学校現場においては言葉や記号を操作する汎用的な論理的思考の育成に取り組んでいるといえる。一方で、小学校プログラミング教育では、問題解決における論理的思考を対象としている。文脈という点で 2 つの論理的思考は質的にも異なるものであるといえる。黒田らの指摘のように、プログラミング的思考と論理的思考の区別が明確にされず、

同質の論理的思考の育成が求められるとすれば、限られた授業時数の中では、汎用的な論理的思考に注力したいと考えることについては一定の理解ができる。しかし、上述したように、社会的問題解決につながる資質・能力の育成がこれからの教育に求められていることを踏まえると、プログラミングの学習に取り組む上で、論理的思考の中でも、問題解決の文脈で働く論理的思考の育成と位置づけることの重要性が指摘できる。

3.3 技術教育に関する学びのインターフェースとしての小学校プログラミング教育

問題解決を中心とし、小学校で取り組む技術教育と関係がある教育と、育成する資質・能力の関係を表1に整理する。問題解決につながる資質・能力を育成する教育として、情報教育が実施されるが、その内実としてはどのように問題解決すれば良いか、その思考プロセスに焦点化されており、技術リテラシーの育成までは含まれていないものといえる。小学校プログラミング教育の必修化に伴い、教科は新設されず、情報に関する基礎的なスキルについては、探究的な学習に位置付けるとの条件の中で、総合的な学習の時間で扱うことが明示された[23]。あくまで情報に関する基礎的なスキルに関する習得についてのみ言及されており、普通教育としての技術教育の側面は考慮されていない。

小学校プログラミング教育実践を捉える上で、問題解決における論理的思考プロセスに焦点化されることについて、2つの課題が指摘できる。

課題の1つ目は、編み出した問題解決の方法が現実の社会的問題の解決に結びつけられない可能性がある。現実の社会的問題解決に取り組む学習活動の1つに話し合いや討論などが考えられる。このような学習に取り組む中で、社会的問題の背景にある原因に関する根拠資料を論理的に整理し、解決方法を

検討することはできる。しかし、実際に技術を活用して問題を解決するためには、技術の特徴を理解した上で、適切な技術を選択し、そして、試行錯誤しながら、運用・管理することまでが求められる。この問題解決に必要な技術に関わる資質・能力は、技術リテラシーである。技術リテラシーが十分に身につけていない状態では、問題解決方法の提案の先にある実際の問題解決につなげることは困難といえる。

課題の2つ目は、社会的問題の解決に情報技術以外の技術の適用が検討されにくくなる可能性である。確かに、現実の社会的問題の解決に対して、情報技術の有用性は極めて高い。しかし、扱う社会的問題の性質によっては情報技術以外の技術の適用を検討できる。例えば、持続可能な環境保全に向け、商品購入の際のビニール袋が有料化される等、プラスチックごみに関する取り組みが注目されている。プラスチックごみに関する問題解決に向けて、1)3R(リユース, リデュース, リサイクル)を意識して日常生活を見直す, 2)環境に優しい素材に代替する, 3)プラスチックが自然に還元されるような技術を開発する等を挙げられるが、新たな取り組み方として、ごみを出さない「loop」という仕組みが社会実装されつつあり、広がりを見せているところである[24]。持続可能な社会の実現に貢献するのは情報分野だけではない。情報分野での学びを通して、さらに適切に技術を活用するために、領域にとらわれない技術の本質や特徴を理解することが重要である。

これまで小学校段階では情報教育として情報活用能力の育成に取り組んできた。これからの時代に求められる教育として、現実の問題解決につなげるために、情報活用能力の育成に加えて、技術の見方・考え方に相当する技術リテラシーの育成を取り上げられる。現時点では、小学校段階で体系的な技術教育が実施されていないことを踏まえると、情報活用能力、技術リテラシー、問題解決能力を総合的な育

表1 小学校学習指導要領の視点に基づくプログラミングに関連する教育と育成する能力との対応関係

	各教科	情報教育	プログラミング教育	普通教育としての技術教育
問題解決能力	○	○	○	○
情報活用能力	○	○	○	○
論理的思考	○		○	○
技術リテラシー		△	△ → ○	○

○ 明確に対応関係が認められるもの

△ 対応関係があると思われるが、明確には読み取れないもの

空白 対応関係があると読み取れないもの

成に寄与する技術教育の学びのインターフェースとして、小学校プログラミング教育を位置づけることの重要性が指摘できる(図2)。

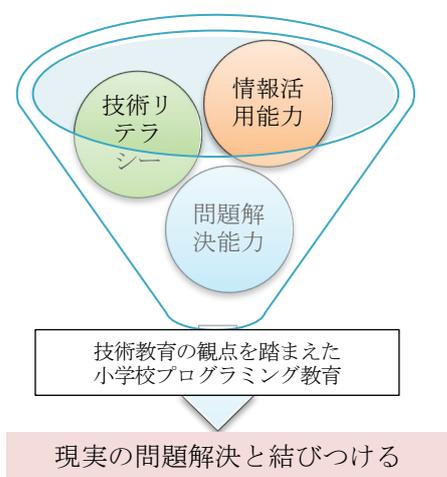


図2 小学校プログラミング教育の位置づけ

3.4 小学校における技術教育が対象とする学習内容

小学校における技術教育が対象とする学習内容の具体については、ITEEAが提出したStandard for Technology and Engineering Literacy (STEL)を参考にすることができる。STELはStandard for Technology Literacy(STL)を拡張したものである。STELにおけるTechnologyとは、人間がデザインした製品、システム、プロセスを通じて、ニーズや欲求を満たすために、自然環境を改良することであり、Engineeringは与えられた制約の下で、基準によって定められたニーズに合うように、科学的原理と数学的推論を使用して技術を最適化すること(P.8)と定義している[25]。

STELでは、下記のように技術・工学教育に関する8つのコア領域スタンダードが設定されている。

- 1) 技術・工学の本質と特性
- 2) 技術・工学の中心概念
- 3) 知識、技能、実践の統合
- 4) 技術の影響
- 5) 技術開発に対する社会の影響
- 6) 技術の歴史
- 7) 技術・工学教育におけるデザイン
- 8) 技術製品・システムの活用・管理・評価

各コア領域スタンダードに対して、K-12(幼稚園から高等学校まで)の枠組で、P-2, 3-5, 6-8, 9-12の4段階で区切られた具体的な評価基準(ベンチマーク)が示されている。

先に挙げた8つのコア領域スタンダードにおける

小学校段階に当たるP-2, 3-5を中心として、小学校教科との関連性について検討する。例えば、「2) 技術・工学の中心概念」や「7) 技術・工学教育におけるデザイン」には、ものづくりとプロセス、協働、デザインを扱う内容である。これらの内容は、生活や社会の中の形や色などと豊かにかかわる資質・能力として、図画工作科との関連が認められる。また、「5) 技術開発に対する社会の影響」、「6) 技術の歴史」は、社会と技術のつながりを扱う内容である。具体的には、技術の進展と普及が社会に与える影響、また、社会が技術開発に与える影響等が含まれる。もし、技術の進展を社会的事象の1つとして捉えるならば、技術の進展と普及を地域の人々や国民の生活と関連付けるという点で小学校社会科における「社会的な見方・考え方」に通じるものがある。また、別の観点から、有識者の言説を拠り所にしながら、技術の進展がどのような社会・未来を形作るのかについて、論理的に思考する力や豊かに想像する力を養うという点では、国語の見方・考え方との関連が認められる。

小学校の技術教育に必要な要素を抽出するための資料として、この8つのコア領域スタンダードは参考になる。各教科の見方・考え方との関連を考慮し、現時点での我が国の小学校の教育課程の枠組みで、技術教育の観点を踏まえた実践可能な小学校プログラミング教育実践を検討する必要がある。

3.5 技術リテラシーの観点を踏まえた教科における小学校プログラミング教育実践の検討

技術リテラシーの観点を踏まえた小学校プログラミング教育実践について、総合的な学習の時間での実践が報告されている。黒田・森山は教員が提示した身近な日常生活の問題を解決するためにプログラミングに取り組みせ、プログラミングの思考過程がコンピュータを活用して社会や自分の生活をよりよくしたいといった意識の向上に影響することを示した[26]。また、鳴門教育大学では附属小学校と附属中学校の3校が連携し、技術リテラシー、問題解決能力、情報活用能力を育成するプログラミング教育に関する研究に取り組み、小学校と中学校におけるプログラミング教育の先進的な実践をまとめた書籍を刊行している[27]。本稿は、この研究成果を踏まえ、小学校プログラミング教育を通して、技術の見方・考え方と社会のつながりを意識させる教育実践の構築を検討することを目的とする。

このような教育実践の構築に向けて、共通の指導材である検定教科書は重要である。小学校の検定教科書に着目した研究としては、例えば、プログラミ

ングに関する語句を抽出し、教科書間の比較を行った研究が見られる[28]。しかし、上述したように、技術教育の学びにつながる要素に関する基礎的知見の蓄積は十分とはいえない。現在の教育課程の中で、これらの内容を取り入れた単元を計画し、授業実践を行うためには、学習指導要領を実現するための資料と位置付けられる教科書との関係を探る必要がある。

そこで、STELの8つのコア領域スタンダードを参考に、技術と生活の関係理解を深めるカリキュラム・マネジメントを行うために、小学校で使用される検定教科書の調査を行い、基礎的知見を得ることとした。

4. 方法

調査方法は平成30年告示の学習指導要領に基づき、教科用として編修された図書である小学校用教科用図書（以下、教科書）を対象とした。8つのコア領域スタンダードを踏まえ、各教科の見方・考え方との関連が考えられる教科として、国語科、社会科、理科、図画工作科、家庭科を取り上げることとした。各教科で検討した教科書は、国語科4社、社会科3社、理科6社、図画工作科2社、家庭科2社である。

小学校プログラミング教育が情報教育の領域であることを考慮し、情報教育に関する内容を検討することとした。

5. 結果と考察

本稿では試案のため、8つのコア領域スタンダードに設定されたベンチマークのうち、各教科の見方・考え方と関連がみられる項目を1つずつ取り上げることとした。教科書の調査について、教員が単元ごとに教科書会社を自由に変更できない点を考慮し、教科書会社が共通に取り上げている内容を取り上げることとした。検討した内容を表2に示す。

図画工作科は「1)技術・工学の本質と特性」、 「2)技術・工学の中心概念」、 「7)技術・工学教育におけるデザイン」との関連が認められる。図画工作科の見方・考え方は、「(2)造形的なよさや美しさ、表したいこと、表し方などについて考え、創造的に発想や構想をしたり、作品などに対する自分の見方や感じ方を深めたりすることができるようにする。」、「(3)つくりだす喜びを味わうとともに、感性を育み、楽しく豊かな生活を創造しようとする態度を養い、豊かな情操を培う。」と示されており[29]、創造的に作り出すこと、デザインすることといった領域との親和性が高い。プログラミングを取り入れつつ、「自分が表したいことは…」、「光ら

せ方を工夫すると…」といった自由に表現できるオープンエンド型の課題を設定できる。想像力・創造力を生かした学習活動は正解が明確に決まるクローズエンド型の課題ではなく、オープンエンド型の課題に取り組むことが自由な発想で取り組めるため望ましい。また、図画工作科には工作に表す活動がある。アイデアを出すだけでなく、実際に試作品を作る活動に取り組むことで、図画工作科と技術教育の見方・考え方の育成につなげることが期待できる。

次に、社会科は「5)技術開発に対する社会の影響」、 「6)技術の歴史」と関連が見られる。社会科では、「市の様子の移り変わり」の学習で時間の経過に伴う生活の変化を調べる学習に取り組む。現在の道具としてコンピュータに着目し、コンピュータが登場する前の道具と比較することで、生活の変化の時系列的な変化を捉える社会科の見方・考え方と同時に、技術教育の見方・考え方の育成につながるといえる。また、社会科では国民生活との関連を踏まえて理解することが目標の1つとして設定されている。地域の課題解決と関連するプログラミングの体験を行い、技術と社会の影響の関係を考えさせることによって、社会科と技術教育の見方・考え方の育成につなげられる。

そして、理科は「3)知識、技能、実践の統合」との関連が認められる。理科では電気の利用に関する学習として、電気に関する科学的な知識を学び、技術・工学の実践を統合することで、エネルギー資源の有効利用という現実社会の問題を解決している。プログラミングは科学の日常生活への適用として、複数の学問領域の仲立ちをするものと考えられる。

また、国語科は「4)技術の影響」との関連が認められる。現行の国語科の教科書では情報社会(AI、テクノロジー、プログラミング)をテーマにして資料が掲載されている。資料の言説に基づき、未来の社会をイメージしたり、言葉で表現したりすることは国語科の見方・考え方を育成する。さらに、実感をもった理解につなげるためには、情報技術としてプログラミングを体験することが重要な役割をもつものと指摘できる。このようなプログラミングの体験例としては、自動運転や、無人レジのような未来の生活のイメージが膨らむものが挙げられる。

最後に、家庭科は「8)技術製品・システムの活用・管理・評価」との関連が見られる。家庭科は身近な生活を取り上げて、これからの生活を見つめ直すことを対象としている。スマートスピーカー、スマートLED等、スマート家電も普及しつつあり、情報技術と日常生活とのつながりは意識されやすく

表2 コア領域スタンダードと各教科との関連

コア領域スタンダード	ベンチマークの例	教科	学習指導要領との関連	活動例
1) 技術・工学の本質と特性	誰でも創り出せることを示す。	図画工作	表現 絵や立体, 工作に表す活動 (表したいことを基にして, 表し方を工夫して表すこと)	1. コンピュータを使った簡単なアニメーションを作る。
2) 技術・工学の中心概念	素材の特徴に合わせて, 使用するものを選んだことを説明する。	図画工作	表現 絵や立体, 工作に表す活動 (表したいことや用途などを考え, 形や色, 材料などを生かしながら, どのように表すかについて考えること)	1. 光(LEDや豆電球等)を取り入れた制作物を設計する。 2. 光らせ方を変化させるプログラミング体験を行う。
3) 知識, 技能, 実践の統合	技術・工学と他の領域との関係性を説明する。	理科	電気の利用	1. 電気の利用, 変換について学ぶ。 2. センサーを活用した教材を用いたプログラミング体験を行う。 3. 技術と科学の関係を考える。
4) 技術の影響	人間の思考, 交流, コミュニケーションの方法を変えた技術の例を分析する。	国語	読むこと: 文章の内容と自分の体験とを結びつけて, 感想をもつこと。	1. 情報社会(AI, テクノロジー, プログラミング)をテーマにした資料を読む。 2. プログラミングの体験を行う。 3. 体験に基づき, 自分の考えを論じる。
5) 技術開発に対する社会の影響	個人や社会のニーズが変化したときに, 技術がどのように開発または適応されるかを説明する。	社会	我が国の産業と情報とのかかわり	1. 情報を集め発信するまでの工夫や努力を調べる。 2. 様々な産業との関わりのある情報通信技術に関するプログラミング体験を行う。 3. 社会の変化によって変化する技術とこれからの社会について考える。
6) 技術の歴史	技術による人々の生活や仕事の仕方の時系列的な変化を論じる。	社会	市の様子の移り変わり	1. 時間の経過に伴う市や人々の生活の様子の生活に関する変化を調べる。 2. コンピュータ, プログラミングの働きを体験する。 3. 道具(技術)と生活の変化を整理する。
7) 技術・工学教育におけるデザイン	デザインはニーズに対応していることを説明する。	図画工作	表現 絵や立体, 工作に表す活動 (感じたこと, 想像したこと, 見たこと, 伝えたいことから, 表したいことを見付けること)	1. コンピュータが搭載されていない身近な製品から, コンピュータが搭載されたらできそうな, あつたらいいな, できたらいいなと思う製品のアイデアを考える。 2. 実際にシングルボードコンピュータ等を搭載して, 試作品を制作する。 3. 試作品のデザインを評価する。
8) 技術製品・システムの活用・管理・評価	製品やシステムを使用する際のトレードオフを評価するために, 情報を検討する。	家庭科	環境に配慮した生活	1. 生活と身近な環境の関わりを調べ, 環境に配慮した行動を調べる。 2. 身近にある製品と関連するプログラミングの体験を行う。 3. 持続可能な社会と技術について考え, 環境に配慮するために自分の生活を見直す。

なってきたと推察される。プログラミングの体験を通して, 身近にある製品に使われている技術について気づきを得ることができ, 持続可能な社会の創造に向けて, 消費行動を見直すことが期待できる。

6. まとめ

社会的問題の解決に向けて, 技術教育の意義, および小学校段階から技術リテラシー育成のための教育を充実させる必要性を論じた。

小学校検定教科書とSTELとの関係を探り, 世界を見るために必要な技術の見方・考え方を培うことを主眼とした, 現在の小学校教育課程でのプログラミング教育実践の在り方の検討を行ったところ, 本条件下で下記のような結果が得られた。

- (1) 現実の社会的問題を解決するために, 小学校からの体系的な技術の見方・考え方を育成することが重要であること。
- (2) 小学校には技術教育を中心として学ぶ教科は設置されていないが, 小学校プログラミング教育を学

びのインターフェースとして各教科で実施できる可能性があること。

- (3) STEL の 8 つのコア領域スタンダードに基づき, 単元設計を考慮することで, 各教科の枠組みと技術教育における小学校プログラミング教育との関連がより明確になること。

技術の見方・考え方として, 技術リテラシー育成を考慮することで, 小学校プログラミング教育と各教科との関連性が明確になる可能性が示唆された。

今後の課題は, STEL のコア領域スタンダードとベンチマークがどの程度, 現在の教育課程の中で取り上げられるかについて検討することである。また, 本稿で検討した内容に関して, どの学年で実施し, 小学校全体のカリキュラムに位置づけられるかについてはさらなる検討が必要である。

これまで技術を活用・改善しながら未来を切り拓いてきた先達の知恵を継承しつつ, 未曾有の社会変化に対応できる, また, 現在の深刻な社会的問題を解決できる技術リテラシーを身につけた人材育成のための教

育の充実に引き続き取り組んでいきたい。

参考文献

- [1] 外務省(2015) 我々の世界を変革する: 持続可能な開発のための 2030 アジェンダ(仮訳), <https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000101402.pdf> (最終アクセス日:2021年3月22日)
- [2] 内閣府(2020) STI for SDGs ロードマップ, https://www8.cao.go.jp/cstp/kokusaiteki/sti_for_sdgs/roadmap_j.pdf (最終アクセス日:2021年3月22日)
- [3] 統合イノベーション戦略推進会議(2019) AI戦略2019~人・産業・地域・政府全てに AI~, https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ai_senryaku/pdf/aistratagy2019.pdf (最終アクセス日:2021年3月22日)
- [4] 経済産業省「未来の教室」とEdTech研究会第2次提言(2019) 「未来の教室」ビジョン, https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/mirai_kyoshitsu/pdf/20190625_report.pdf (最終アクセス日:2021年3月22日)
- [5] 経済産業省(2019) 未来の学び官民コンソーシアムにおける経産省の取組, https://miraino-manabi.jp/assets/pdf/190528_shiryu2.pdf (最終アクセス日:2021年3月22日)
- [6] 文部科学省(2019) 新学習指導要領の趣旨の実現とSTEAM教育について-「総合的な探究の時間」と「理数探究」を中心に-, 新しい時代の高等学校教育の在り方ワーキンググループ(第4回) 配付資料, https://www.mext.go.jp/content/1421972_2.pdf (最終アクセス日:2021年3月22日)
- [7] ITEEA(2007) Standards for Technological Literacy Third Edition, <https://www.iteea.org/File.aspx?id=42513&v=2a53e184> (最終アクセス日:2021年3月22日)
- [8] 日本産業技術教育学会(2012) 21世紀の技術教育(改訂), 日本産業技術教育学会誌, 54, 4(別冊)
- [9] 文部科学省(2017) 平成29年告示中学校学習指導要領解説 技術・家庭編, 開隆堂出版株式会社
- [10] 文部科学省: 昭和33年学習指導要領技術・家庭, <https://erid.nier.go.jp/files/COFS/s33j/cha-p2-8.htm> (最終アクセス日:2021年3月22日)
- [11] 横山悦生(1997) 1958年の技術・家庭科の学習指導要領の普通教育としての性格-文部省職業教育課課内会議の資料にそくして-, 産業教育学研究, 27, 2, pp. 42-53
- [12] 森山潤(2018) 技術リテラシーの観点から見た中学校技術科における新教育課程の展望と課題. 日本教科教育学会誌, 40(4), pp. 93-98.
- [13] 日本産業技術教育学会(2014) 今, 世界の技術教育は?(新版), <https://www.jste.jp/main/data/sheet4.pdf> (最終アクセス日:2021年3月22日)
- [14] 日本産業技術教育学会(2014) 21世紀の技術(改訂)-各発達段階における普通教育としての技術教育内容の例示-, <https://www.jste.jp/main/data/21te-nex.pdf> (最終アクセス日:2021年3月22日)
- [15] 文部科学省(2017) 平成29年告示小学校学習指導要領解説 総則編, 東洋館出版社
- [16] 日本学術会議(2003) 新しい学術の体系-社会のための学術と文理の融合-, <http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/18pdf/1829.pdf> (最終アクセス日:2021年3月22日)
- [17] 森山潤(2021) 技術教育の視点から見た教科架橋型教科教育実践学, 学びを広げる教科の架け橋-教科架橋型教科教育実践学の構築, pp. 149-176, 菊地章(編), 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(W)研究グループ(著), 九州大学出版
- [18] 本村猛能・森山潤・角和博・山本利一・工藤雄司(2015) 日本・韓国・中国・インドネシアの情報教育比較研究: アジア諸国の実態, 日本教育情報学会第31回年会論文集, 31, pp. 178-181
- [19] 阪東哲也・黒田昌克・福井昌則・森山潤(2017) 我が国の初等中等教育におけるプログラミング教育の制度化に関する批判的検討, 兵庫教育大学学校教育学研究, 30, pp. 173-184
- [20] 黒田昌克・森山潤(2020) STEM/STEAM教育の観点から見た小学校プログラミング教育の在り方に関する研究課題の展望, 兵庫教育大学学校教育学研究, 33, pp. 189-200
- [21] 国立教育政策研究所教育課程研究センター(2013) 特定の課題に関する調査(論理的な思考) 調査結果~21世紀グローバル社会における論理的に思考する力の育成を目指して~, https://www.nier.go.jp/kaiatsu/tokutei_ronri/pdf/10_tyousakekka.pdf (最終アクセス日:2021年3月22日)
- [22] 一般社団法人日本産業技術教育学会(2019) 小・中・高等学校でのプログラミング教育実践-問題解決を目的とした論理的思考力の育成-, 九州大学出版
- [23] 文部科学省(2017) 小学校学習指導要領解説 総合的な学習の時間編(平成29年告示), 東洋館出版社

- [24]loop, <https://loopjapan.jp/> (最終アクセス日:2021年3月22日)
- [25]ITEEA(2021) Standards for Technological and Engineering Literacy The Role of Technology and Engineering in STEM Education , <https://www.iteea.org/File.aspx?id=177416&v=90d1fc43> (最終アクセス日:2021年3月22日)
- [26]黒田昌克・森山潤(2019) 技術リテラシー育成の観点から日常生活の問題を解決する学習活動を取り入れた小学校プログラミング教育の実践とその効果, 日本産業技術教育学会誌, 61(4), pp. 305-313
- [27]鳴門教育大学プログラミング教育研究会(編著)(2021) 今こそ知りたい! 学び続ける先生のための基礎と実践から学べる小・中学校プログラミング教育, ジアース教育新社
- [28]山本広志(2020) 新学習指導要領に基づき導入される小学校プログラミング教育に関する教科書調査研究, 山形大学紀要, 17(3), pp. 51-68
- [29]文部科学省(2017) 小学校学習指導要領解説 図画工作編, 日本文教出版株式会社