

初等・中等教育における体系的なプログラミング教育のための 評価規準に関する試案

大森康正^{†1} 今出亘彦^{†1}

概要：2020年度以降，完全実施される学習指導要領によって，小学校から高等学校までにおいてプログラミング教育が実施されることとなった。小学校では専門科目を置かず既存の教科等での実施となったことから，教科等間および学校種間での連携が課題となっている。本研究では初等・中等教育におけるプログラミング教育（プログラミング的思考を含む）について，小学校で行った実践授業の評価結果を基に，教科等間および学校種間において体系的なプログラミング教育を実施するための考え方およびそれに基づく評価規準について策定している。本報告では，実践授業の分析結果に基づいて策定したプログラミング教育の考え方と評価規準の試案について報告を行い，今後の方向性について述べる。

キーワード：プログラミング教育，評価規準，初等・中等教育，教科等間連携，校種間連携

The Proposal of Learning Assessment Criteria for Systematic Programming Education in Elementary and Secondary School Level

YASUMASA OOMORI^{†1} NOBUHIKO IMADE^{†1}

1. はじめに

2014年以降，小学校におけるプログラミング教育が注目され，品川区立京陽小学校，茨城県古河市立大和田小学校，小金井市立前原小学校などで先行的に試行錯誤しながら取組が行われている[1]。2017年3月に告示された小学校学習指導要領（以下，新学習指導要領と呼ぶ）によって，2020年度から小学校においてもプログラミング教育が必修化されることになり，各教育委員会や学校においても教育課程内での取組について，それら先進事例を参考に検討が進められている。

新学習指導要領の基本的な方向性の一つとして，“教科等を学ぶ意義と，教科等間・学校段階間のつながりを踏まえた教育課程の編成”が求められている[2]。つまり，縦と横のつながりを意識した教育課程が求められ，小学校段階でのみプログラミング教育やプログラミング的思考を考えるのではなく，高等学校教育を終えた段階で“何ができるようになるか”に基づき発達段階に応じて身につけておくべき能力の明確化を行うことが重要であると考えられる。

しかしながら，小学校の教諭の現状は，課題が非常に大きいと言える。2017年度に新潟県立教育センターが，教職5年，8年，12年経験者研修を受講した小学校教諭に行った調査（回答268名）[3]によると，プログラミング教育必

修化について25.4%が知らない，88.4%が指導や授業ができないと答えている。2018年度から新学習指導要領への移行期間となることを考慮すると，小学校教諭に対する支援等が喫緊の課題であるといえる。

本報告では，2章において高等学校段階終了時に生徒がプログラミングをどのような場面で活用するかの想定について述べ，3章でその想定に基づいた小学校段階から高等学校段階までのプログラミング的思考の考え方と定義について述べる。4章では，主に小学校におけるプログラミング教育の位置付け，5章で新潟県内において実践した2校の事例を通して，小学校の教科等でプログラミング教育を行う場合の可能性について述べる。さらに，6章でプログラミング教育に関する到達目標と評価規準の試案，7章で試案に基づく体系的なプログラミング教育の実践案，8章で今後の課題等について報告する。

2. 高等学校段階終了時における生徒の姿

新学習指導要領のもう一つの基本的な方向性として“よりよい学校教育を通してより良い社会を創るという目標を学校と社会が共有し，連携・協働しながら，新しい時代に求められる資質・能力を子供たちに育む「社会に開かれた教育課程」を実現する”[4]ことがある。つまり，これからの学校は，児童・生徒が卒業した後の姿を想定して，教育課程を学校教育委員会や地域社会と作り上げていくことが必要であるといえる。また，中学校の新学習指導要領技術家

^{†1} 上越教育大学
Joetsu University of Education

庭科技術分野においては、“生活や社会の中から問題を見出して、課題を設定する”事が求められている。このように、これからの学校は学校の中だけで閉じず、よりいっそう社会に開かれることが求められている。

このような背景を考慮した結果、プログラミング教育においては、シビックテックが児童・生徒が卒業した後の姿として有力な一つであると考えられる[5]。シビックテックの活動は、市民や行政・自治体、クリエイター、企業が協力し、地域の課題に対してアイデアやプロトタイピングを行い、解決へと導く事にある。この将来像を基に、小学校から高等学校を通しての教科等間の連携、そして学校種間の連携を一層強化し、同一の将来像および教材（題材）を共有した教育活動が必要となると考えられる。

3. プログラミング的思考について

新学習指導要領においては、小学校段階におけるプログラミング教育の目標は、“いわゆる Computational Thinking の考えをもとにしたプログラミング的思考を、実際のプログラミング体験を行いながら育むこと” [6]としている。我々は、2章で示した高等学校段階を終了後の姿に基づき、小学校段階から高等学校段階において統一したプログラミング的思考の考え方等について検討を行った。

その結果、本研究では、プログラミング的思考は Computational Thinking の考え方をを用いて、プログラミングによって問題解決を行うための思考法であると定義し、次のように考える事とした。プログラミングを用いた問題解決過程において、プログラミング的思考は、実世界における問題を、コンピュータ内部のモデル（計算モデル）に変換するための思考法として捉えられる（図 1）。

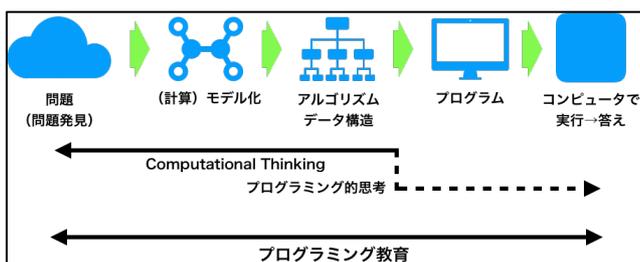


図 1 プログラミング的思考とプログラミングによる問題解決過程

プログラミングを用いた問題解決は、一般的に以下のよう過程を経て行われると考えられる。

- (1) 現状における問題（課題）を発見し、
- (2) それに対する計算モデルを立て、
- (3) それをもとに問題解決のアルゴリズムを作成する。その後、

- (4) アルゴリズムをプログラミング言語によってコード化（記号化）し、
- (5) コンピュータによって実行し、結果を評価する。

Computational Thinking は、この過程のうち (1) から (3) における考え方で、アルゴリズムの実装方法までは言及しない。つまり、必ずプログラムを用いなくてもよいと考えられる。それに対してプログラミング的思考は、プログラムによって問題解決ことを前提とした考え方である。つまり、プログラミング的思考は、プログラミングによって問題（課題）を解決する対象領域に対して Computational Thinking の考え方に基づき計算モデルおよびアルゴリズムを作成し、プログラムを作成し、実行・評価までを行う思考法と考えることができる。

これらの考え方を基に、Computational Thinking について取り入れている諸外国の事例を参考にしてプログラミング的思考に関する主な能力（基礎概念）（表 1）をまとめた。

表 1 プログラミング的思考に関する主な能力（概要）

区分	概要
問題解決を行う姿勢	試行錯誤（トライ&エラー）
	複数解（多様性）を容認する
プログラミング的思考に関する概念	抽象化 <ul style="list-style-type: none"> 手続き的な抽象化，形式化 オブジェクト指向的モデルの基礎概念 データ構造の抽象化
	パターン認識
	分解（分割）
	一般化，手続き化，モジュール（要素）化
	評価

これらの能力および図 1 のすべての過程を小学校段階で体験し修得することは困難であり現実的ではない。したがって、校種間の連携等を考慮し、小学校段階においては、プログラミングを用いた問題解決の過程のうち、主に(4)(5)について体験する事を目標とする。さらに中学校段階においては、(3)以降について体験・修得させ、高等学校段階においては、(1)以降の全過程について体験的に学ぶことが考えられる。以下、この考え方に基づき検討を行う。

4. 学習指導要領におけるプログラミング教育の位置付け

4.1 小学校段階におけるプログラミング教育

新学習指導要領において、小学校段階におけるプログラミング教育の目標は、いわゆる Computational Thinking の考えをもとにしたプログラミング的思考を、実際のプログラ

ミング体験を行いながら育むこととされている[6]. その考え方・目標に基づき新学習指導要領においてプログラミング教育が掲げられている(表2).

表2 2017年告示の小学校学習指導要領でプログラミングについて掲げた箇所(抜粋)

科目・単元等	内容
総則 第3教育課程の実施と学習評価 1主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善 (3)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させるための学習活動」を各教科等の特質に応じて計画的に実施する。
算数 第5学年 B図形 (1)正多角形の作図を行う学習	正多角形の作図を行う学習に関連して、正確な繰り返し作業を行う必要があり、更に一部を変えることでいろいろな正多角形を同様に考えることができる場面などで取り扱うこと。
理科 6学年 A物質・エネルギー (4)電気の性質や働き	電気の性質や働きを利用した道具があることを捉える学習など、与えた条件に応じて動作していることを考察し、更に条件を変えることにより、動作が変化することについて考える場面で取り扱うものとする。
総合的な学習の時間	プログラミングを体験することが、探究的な学習の過程に適切に位置付くようにすること。

その内容は、総則によって、すべての教科等においてプログラミング教育を各教科等の特性に応じて計画的に実施することを求めている。また、プログラミングを体験しながら論理的な思考力を身につけるための学習場面の例示として、第5学年の算数、第6学年の理科において示されている。総合的な学習の時間においては留意点として示されている。なお、例示が算数と理科だけとなったのは事例の蓄積が十分でないためであり、他の教科等で実施しなくてもよいということではない[7]. これら新学習指導要領の考え方を踏まえて新潟県内で実践した2校の実践については5章に述べる。

4.2 中学校・高等学校段階におけるプログラミング教育

中学校の新学習指導要領[8]においてプログラミング教育を扱う科目は「技術・家庭 技術分野」のD情報の技術となっている。その内容の抜粋を表3に示す。さらに、高等学校の新学習指導要領[9]において教科「情報」の科目「情報Ⅰ」「情報Ⅱ」等においてプログラミング技術を取り扱うこととなっている。

表3 2017年告示の中学校学習指導要領でプログラミングについて掲げた箇所(抜粋)

技術・家庭 技術分野 D情報の技術	(2) 生活や社会における問題を、ネットワークを利用した 双方向性のあるコンテンツのプログラミング によって解決する活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。 (省略) イ 問題を見いだして課題を設定し、使用するメディアを複合する方法とその効果的な利用方法等を構想して情報処理の手順を具体化するとともに、制作の過程や結果の評価、改善及び修正について考えること。
	(3) 生活や社会における問題を、 計測・制御のプログラミング によって解決する活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。 (省略) イ 問題を見いだして課題を設定し、入出力されるデータの流れを元に計測・制御システムを構想して情報処理の手順を具体化するとともに、制作の過程や結果の評価、改善及び修正について考えること。

校種間の連携を検討した結果、小学校の「理科 6学年 A物質・エネルギー (4)電気の性質や働き」および「総合的な学習の時間の解説書で示された事例である自動販売機」と、中学校技術家庭 技術分野の「計測・制御のプログラミング」は親和性が高いと考えられる。

中学校と高等学校間の連携においては、高等学校の新学習指導要領の記載がポイントである。新学習指導要領の教科「情報」における内容の取扱い(1)で、“内容の(1)から(4)までについては、中学校までの情報と情報技術及び情報社会に関する学習、問題の発見・解決に関する学習並びにデータの活用に関する学習などとの関連に配慮するものとする”としている。このように、高等学校の教科「情報」は中学校の技術家庭 技術分野を視野にいれており校種間連携はやりやすいと言える。また、中学校の技術家庭 技術分野においては、現行の学習指導要領において「プログラムによる計測・制御」が必修化されており実践事例(例えば[10])も多い。また、高等学校においても、現行の科目「情報の科学」においてプログラミングを扱っている[11]. したがって、連携は小学校段階と中学校段階間よりも容易であると考えられる。

5. 小学校における実践事例

5.1 第3学年における実践

新学習指導要領において第3学年は例示が示されていない。そこで、長岡市立栖吉小学校の彦坂は、第3学年にお

いて教科等を横断したプログラミング教育の実践を通じて、資質・能力の育成を目指した取組を行っている[12]。表 4 に取組の一覧を示す。本取組において、①プログラミング教育に親しみをもつ、②情報活用能力の育成、③教科の深い学びの実現、を大切にする事としてあげている。

表 4 取組内容（概要）の一覧

教科・単元	ねらい・活動内容（概略）
学級活動 「プログラミングゲーム」	(1)ねらい プログラミングゲームを通して、プログラミング体験に親しみながらプログラミング的思考を育成する。 (2)概要 ①迷路ゲーム、②命令ゲーム、③アルゴリズム
国語 「漢字の覚え方を考えよう」	(1)ねらい 新出漢字を偏や旁などに着目し、既習の漢字などの文字を組み合わせた覚え方を考えることで、新出漢字の定着を図る。 (2)概要 偏や旁などに着目して既習漢字との共通点や形が似ている片仮名などを組合せる。
理科 「こん虫のからだを調べよう」	(1)ねらい 昆虫の体の特徴をフローチャートで表すことで、身の回りの生き物を昆虫かどうか分類することができるようになる。 (2)概要 昆虫の体を調べ、共通点を挙げだすことで体の特徴を見つける。その後、いろいろな生き物が昆虫かどうかを分類する。
算数 「かけ算の筆算」	(1)ねらい かけ算の筆算のかき方をフローチャートで表現する。筆算のアルゴリズムを理解することができる。 (2)概要 かけ算の筆算のかき方をフローチャートで表現する。
理科 「光の性質」	(1)ねらい 鏡を用いて光を操作する活動を通して、光を意図したところに届けることができることに気付くとともに、光はまっすぐ進むという性質の理解を深めることができる。 (2)概要 光の性質を用いたゲームを行うことで理解を深める。
国語 「すがたをかえる大豆」 「食べ物のひみつ教えます」	(1)ねらい 調べた加工食品の変化をパワーポイントでまとめて発表する活動を通して、自分が意図した資料となるように改善することができる。 (2)概要 教材を読み進める中で、一段落一項目が書かれ、接続語を使って段階的に説明するなどの特徴を理解する。

これら取組の特徴は次の通りである。

- 各教科や単元のねらいを明確にして、ねらいが達成できるようプログラミング教育の活動を取り入れている。
- 迷路ゲーム、命令ゲーム、フローチャート（図 2）な

どのアンブレグド教材や教具を活用した取組となっている。

- プログラミング的思考の基本概念を教科のねらいにあわせてバランスよく取り入れている。

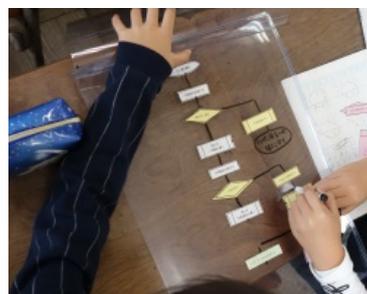


図 2 フローチャートを活用した事例（理科）

5.2 第 5 学年における事例

長岡市立四郎丸小学校の飯田は、第 5 学年の算数における単元「正多角形と円」の正多角形部分において実践を行っている[13]。この部分は、新学習指導要領において例示されている箇所でもある。

飯田は、児童とプログラミングとの出会いをつくる、プログラミング的思考を新しい考え方ではなく、思考を育てる視点と捉える、などの捉え方をしてプログラミング教育の実践を行った。また、プログラミング教育によって、児童の意欲を高め、主体的・対話的な学びを実現することと、教科の学びを深めることを意識している。その際、教科の時数を削減しないように工夫した点として、教科での実践の前に、特別活動においてプログラミングを「関係づくりのツール」として活用や、プログラミング的思考の基本概念を体験的に学習する活動を取り入れている（表 5）。

表 5 特別活動での取組内容（概要）

実践名	概要
先生ロボット	教師がロボット役になり児童（ペア）の命令に従う。全ペアの命令で指令を達成できれば成功。
5マス×5マスのプログラミングを使用したゲーム	5×5のマスで、スタートからゴールに向かう命令を組み合わせる。
具体物を使った5マス×5マスのプログラミングを使用したゲーム	基本は5マス×5マスのプログラミングを使用したゲームと同じだが、具体物（人形）を使い、出題者と回答者に別れて行う。

特別活動で、プログラミング教育の体験および基礎的な理解を行った上で、算数における単元「正多角形と円」の正多角形部分において実践を行っている。単元の目標は、『図形についての観察や構成などの活動を通して、平面図

形について、次の理解を深める。・多角形や正多角形について知る。・正多角形の性質を知り、定規や分度器、コンパスを用いて図形を作図する。』である。この目標に基づいた指導計画を表 6 に示す。本取組の特徴は次の通りである

- 平成 28 年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果[14]において、普通教室での無線 LAN の整備状況が全国平均で 29.6%，教育用コンピュータ 1 台あたりの児童生徒数が 5.9 人という整備状況を考慮して、あえて生徒 1 人に対して 1 台のコンピュータを使用せず、教師のみが活用している。
- 児童が一人 1 台の環境とせず、ホワイトボード等を使いグループによる話し合いを中心とした、主体的・対話的で深い学びの実現につながる取組である。
- 上記のようなプログラミングを取り入れたことで、児童の気づきや考えを共有し、「内角と外角の関係」や「外角×角の数=360 度」といった考えが生まれた (図 3)。

表 6 算数「正多角形と円」の指導計画

時	指導内容 (右欄の S は Scratch)	
1	・正多角形の定義を知り、構成要素をまとめる。	
2	・正多角形の性質を調べる。 ・正方形の性質をもとに、正方形を作図する。	S
3	・正五角形の性質をもとに、正五角形を作図する。 ・外角と内角の関係について考える。	S
4	・正六角形の性質をもとに、正六角形を作図する。 ・円を使って正六角形を作図し、正六角形の性質について理解を深める。	



図 3 算数「正多角形と円」の板書例 (3 時)

5.3 実践から得た成果

これまでに述べた各取組に対して、授業観察者および授業者の教諭から見た次の視点に基づき整理を行った。

小学校段階におけるプログラミング的思考

我々は、小学校段階におけるプログラミング的思考の目標として、3 章で示したプログラミングを用いた問題解決の過程のうち、主に(4)(5)について体験する事とした。

5.1 節の第 3 学年における取組で見られるように、アン

プラグド教材において、フローチャートを用いて制御構造を体験的に学ぶことが可能であることを示し、5.2 節の第 5 学年における取組においては、それを Scratch 等のプログラミング言語で表現できることが示されている。これらの取組では、計算のモデルを授業者が各教科における題材の中で児童にわかりやすい形で示し、考えさせており、そこからアルゴリズムを考え、プログラムのコードを記述することを体験させている。したがって、プログラミングを用いた問題解決の過程のうち、主に(4)(5)について小学校段階において実施可能であると考えられる。

特別活動におけるプログラミング教育

2 人の授業者とともに、プログラミング経験がない児童生徒が多いことから特別活動の時間を工夫して、プログラミング的思考やプログラミングの基礎を体験的に学ぶ機会を用いている。また、ここで用いられた手法はアンプラグドである。この手法は問題解決には手順があることや、その手順において繰り返しや分岐といった制御構造の抽象化を理解できること、他者と関わりながら対話的な学びが生まれることがわかった。

教科等横断的なプログラミング教育

5.1 節の第 3 学年における取組は、教科横断的なプログラミング教育を実施している。実施した教科は、表 4 にあるように国語、理科、算数である。その特徴として、アルゴリズムを考える場面では、フローチャートを一貫して活用することで、他の教科での経験を生かせるように工夫している。また、情報機器を活用し、テンプレートを用いることで児童生徒が思考しやすいような工夫が随所にあった。

新学習指導要領で示されたプログラミング教育

5.2 節の第 5 学年における取組は、新学習指導要領の算数で例示された「正多角形の作図」の箇所である。児童生徒が一人 1 台のコンピュータを利用しないことで、学級全体で考えを共有しながら授業が進むという効果が確認できた。さらに、プログラミング教材を活用したことで、児童生徒の意欲を高め、活発な話し合い活動が起き、主体的に考える姿につながっていた。

実践から見えた課題

これら取組から、小学校でプログラミング教育を行うための課題として以下の点が明確になった。

- 教科とは別に特別活動や総合的な学習の時間などを活用してプログラミング的思考の考え方などを学ぶ機会の確保
- アンプラグドの難易度は児童生徒の実態に合わせた設定

- 教科の学びを深めるようなプログラミング教育の工夫
- 全体での共有と個人作業のバランス
- 学年間、教科間で共通する教具および統一的かつ体系的な学びの指針（到達目標や評価基準）の設定
- 児童生徒一人一人が、実際のプログラミングを体験できる授業の開発

6. プログラミング教育に関する到達目標と評価規準

上記の実践報告から、教科等でプログラミング教育を実施するのは可能であるが、学年間や教科間での連携が課題であることがわかった。また、堀田[7]は、教科等で実施する場合は、クロス・カリキュラムによる教科横断的指導の可能性を述べている。ただし、教科間の連携や教科横断的指導を行うにも、新学習指導要領小学校にはプログラミング的思考に対応する教科が無い。そこで、我々は、Computational Thinkingやコンピューティング科学の視点から小学校におけるプログラミングに関する教科の基礎となるプログラミング的思考の到達目標と評価基準について試作した。高等学校卒業時に育成される資質・能力をまとめた到達目標を表8 プログラミング教育の到達目標（試案）に示す。

この到達目標は、生活や社会の中から問題を発見してプログラミング技術を用いて解決できる資質・能力を育成できることを目指している。評価規準は、この到達目標を実現するためにスモールステップによって段階的に資質・能力を育成するための規準として定めた。表7は、小学校段階における分解（分割）の評価規準の抜粋である。なお、小学校段階は、学年毎ではなく3段階に分けて設定している。

表7 小学校段階における評価規準の例
 （分解（分割）に関する部分の抜粋）

分解（分割）		
到達目標（高校卒業時）	・理解と点検をやすくするために、問題をより小さな小単位に分けることができること。	
小学校	低学年 （1・2年生）	・手順は、より小さな問題にできることに気付くこと。 ・手順を構成する手順を用いて簡単な問題を表現しようとしている。
	中学年 （3・4学年）	・簡単な手順に対して、手順が最小要素になるまで分解を繰り返し表現できること。
	高学年 （5・6学年）	・簡単な手順に対して、プログラムの要素まで分解できること。

7. 体系的なプログラミング教育の実践案

7.1 小学校段階における実践案

上記の実践事例、先行事例（例えば参考文献[3]など）、学習指導要領および教科書を参考に、表8の到達目標（評価規準）に対応できる単元を調べ、授業案集を作成した。表9は、対応可能な教科、単元、学習内容等と到達目標（評価規準）の対応関係を整理した物である。これらを検討した結果、教科だけで到達目標（評価規準）の達成は難しいことから、特別活動をどのように使うかが今後の課題である。

7.2 小学校段階と中学校段階の連携を視野に入れた実践案

小学校の「理科 6 学年 A 物質・エネルギー (4)電気の性質や働き」および「総合的な学習の時間の解説書で示された事例である自動販売機」と、中学校技術家庭 技術分野の「計測・制御のプログラミング」は、共に計測・制御系のシステムを対象とした領域を扱う。したがって、計測・制御を対象として、図1におけるプログラミングと問題解決過程を検討する。

問題解決過程(1)の「現状における問題（課題）を発見」は、問題に対するユースケースやシナリオを通して、問題（課題）を見いだす。その際には、マインドマップなどの発想支援のツールを使うことが有効であると考えられる。過程(2)では発見した問題（課題）に対する計算モデルを立てる。計測・制御系システムでは、よく使われる状態遷移図・状態遷移表などを用いて（計算）モデルを作成する。過程(3)では、内部状態等に注目して、状態遷移図等からも問題解決のアルゴリズムを作成する。その後、過程(4)において、アルゴリズムをプログラミング言語によってコード化（記号化）し、過程(5)コンピュータによって実行し、結果を評価する。これを繰り返し行い問題（課題）に対して試行錯誤しながらプログラミングを行う。

例えば自動販売機を扱う場合、小学校段階においては、投入硬貨によって投入金額が変化し、商品価格以上の投入金額が保持された場合に、商品を押すことで商品が出ると共に投入金額が初期化されことに注目してアルゴリズムをコード化（プログラミング）する作業を行う。この投入金額、硬貨投入、商品ボタンなどの操作がシステムの内部状態や入力にあたり、内部状態が入力により変化し、出力が決まることを意識させることが重要である。

中学校段階においては、システムの内部状態、入力、出力を状態遷移図・状態遷移表等で表現が可能であることを体験的に理解し、そこからプログラミングを行う。状態遷移図を用いて計測・制御を行う先行研究[15]から中学校において可能であると考えられる。

高等学校段階においては、システムを表現するために多

様なモデルが存在することを理解し、社会や生活における問題（課題）に対して適切なモデルを選択することの重要性を体験的に学ぶことが重要であると考えられる。

このように、小学校段階から高等学校段階に進むにつれてプログラミングによる問題解決過程の後半から段階的にさかのぼるように行う事でプログラミング的思考およびプログラミングによる問題解決能力を体験的に学ぶ。これによって、高等学校終了時に、地域社会においてシビックテック活動の担い手となることが期待される。

8. おわりに

本報告では、第3学年と第5学年での実践事例を基に、プログラミング教育の可能性、教科等および学校種間の連携に基づくプログラミング的思考に関する基礎概念と問題解決との関係について述べた。それら内容と実践事例の考察に基づき初等・中等教育における到達目標や小学校段階等における評価規準について試案を示した。さらに、それに基づく授業案を試作することで、評価規準との関係を整理した。その結果、特別活動でのプログラミング教育の必要性等が確認された。

今後の方向性について検討した結果、特に小学校段階においては各教科等で実施することから、プログラミング的思考の考え方を発達段階に基づき教科等間で、過不足無く体系的に実施する必要性が確認できた。その解決策の一つとして、プログラミング教育のための教科「プログラミング」を仮想的に定め、既存教科とのクロスカリキュラムを行うことが有効であると考えられる。

今後、実践を重ね授業指導案、到達目標（評価規準）等の改訂を行う。さらに、到達目標（評価規準）に基づく仮想教科「プログラミング」の教科書（ワークブック）および校種間で学習情報を共有するためのポートフォリオ・システムの開発を行う予定である。

謝辞 本研究を実施するにあたって、平成29年度において教育実践を行って頂いた長岡市立四郎丸小学校飯田弘基教諭、長岡市立栖吉小学校彦坂知道教諭、また研究に対する助言を頂いた新潟県立教育センターの山崎勇先生、山崎孝幸先生、その他の関係者の皆様に、謹んで感謝の意を表す。本研究の一部は、上越教育大学研究プロジェクト（2017年度）の支援を受けて実施された。

参考文献

- [1] 例えば、品川区立京陽小学校の取り組み。
<http://school.cts.ne.jp/912keiyo/kounaikenkyu/kenkyu.html>, (参照 2018-5-17).
- [2] 竹内努. 小学校プログラミング教育の推進に向けて. 拓け未来の新潟 第11回教育フォーラム ICTの活用推進分科会資料, (2018)
- [3] 天笠茂. 中教審「審議まとめ」を読み解く 6.何を学ぶか. 月

- 刊教職研修, 2016年10月号, pp.26-27(2016)
- [4] 文部科学省初等中等教育局教育課程課. 中教審「審議まとめ」を読み解く. 月刊教職研修, 2016年10月号, pp.22-23(2016)
- [5] 松村太郎, 山脇智志, 小野哲生, 大森康正. プログラミング教育が変える子どもの未来 AIの時代を生きるために親が知っておきたい4つのこと. 翔泳社 (2018)
- [6] 堀田龍也. 新学習指導要領における情報教育の動向. 情報処理, Vol.59, No.1, pp.72-79 (2017)
- [7] 堀田龍也. プログラミング教育の指針を実現する6段階と研修の方向. 総合教育技術, 2018年3月号, pp.34-37 (2018)
- [8] 文部科学省. 中学校学習指導要領 (平成29年3月公示).
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/05/07/1384661_5_4.pdf, (参照 2018-5-17)
- [9] 文部科学省. 高等学校学習指導要領 (平成30年3月公示).
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/04/24/1384661_6_1.pdf, (参照 2018-5-17)
- [10] 泉信也, 水野頌之助, 大森康正, 山崎貞登. 中学校技術科でのプログラムによる光環境の計測・制御技術とコマツナ類3品種の育成技術との連携化教材の改良. 日本産業技術教育学会, 第32回情報分科会 (上越) 研究発表会講演論文集, pp.55-58(2017)
- [11] 春日井優. 高等学校普通科におけるプログラミングの授業実践. 日本産業技術教育学会, 第30回情報分科会 (埼玉) 研究発表会講演論文集, pp.69-72 (2015)
- [12] 彦坂知道. 第三学年のプログラミング教育の実践について. 拓け未来の新潟 第11回教育フォーラム ICTの活用推進分科会資料, (2018)
- [13] 飯田弘基. 第5学年 プログラミング教育の実践. 拓け未来の新潟 第11回教育フォーラム ICTの活用推進分科会資料, (2018)
- [14] 文部科学省. “平成28年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果”.
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zzyouho/detail/1395145.htm, (参照 2018-5-17).
- [15] 室伏春樹, 高木薫. タブレット端末を利用したプログラムによる計測・制御教材の開発. 日本産業技術教育学会誌 Vol.57, No.3, pp.179-186 (2015)

表 8 プログラミング教育の到達目標 (試案)

分類	資質・能力の 3つの柱	資質・能力 (有識者会議 審 議まとめ)	到達目標 (高等学校卒業時に育成されている資質・能力)	
プログラミング教育	(知識) 知識・技能	(小)身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと。 (中)社会におけるコンピュータの役割や影響を理解するとともに、簡単なプログラムを作成できるようにすること。 (高)コンピュータの働きを科学的に理解するとともに、実際の問題解決にコンピュータを活用できるようにすること。	コンピュータの利活用	<ul style="list-style-type: none"> 社会におけるコンピュータの役割や影響を理解すること。 地域社会、生活の中における課題をプログラムによって解決できることを理解すること。
			プログラミング技術	<ul style="list-style-type: none"> 問題解決には必要なアルゴリズムがあることを理解すること。 コンピュータはアルゴリズムを表現したプログラムによって動作していることを理解すること。 コンピュータの働きを科学的に理解すること。 地域社会や生活における実際の問題解決にコンピュータおよびプログラムを活用できること。
			問題対象領域	<ul style="list-style-type: none"> 教科等の知識・技能を活用してプログラムで解決できること。 地域社会、生活の中における課題をコンピュータおよびプログラムを活用して解決できること。
	(思考) 思考力・判断力・表現力等	発達の段階に即して、「プログラミング的思考」を育成すること。	分解(分割)	<ul style="list-style-type: none"> 理解とデバッグをしやすくするために、問題をより小さな小単位に分けることができること
			パターン認識	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な問題の解決を効果的に行うために、類似性とパターンを発見できること。
			抽象化	<ul style="list-style-type: none"> 手続き的な制御構造を用いて抽象化できること。 問題を形式化できること。 オブジェクト指向的モデルの基礎概念を理解し活用できること。 データ構造の抽象化ができること。
			一般化	<ul style="list-style-type: none"> 合理的・効率的な手順体系にするため、一般化(汎用化)された手続き化やモジュール化ができること。
			評価	<ul style="list-style-type: none"> 手順をふりかえり、必要に応じて修正・改善をしたりできること。 評価の結果を、次の問題解決に生かせることができること。
			問題発見	<ul style="list-style-type: none"> 社会および生活に関する課題(問題)を発見できること。 問題発見の手法を理解して活用できること。
	(学び) 学びに向かう力・人間性等	発達の段階に即して、コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること。	試行錯誤する態度	<ul style="list-style-type: none"> 試行錯誤(トライ&エラー)する態度を養う。
			多様性を認める人間性	<ul style="list-style-type: none"> アルゴリズムが複数あっても他者のアルゴリズムに間違いがなければ容認する人間性を養う。
			挑戦する態度	<ul style="list-style-type: none"> 新しい問題に対して、積極的に挑戦する態度を養う。 現状を分析し、新しいものや価値を創造する態度を養う。
協働する態度			<ul style="list-style-type: none"> 他者を尊重し、他者と一緒に創造的な活動を行う態度を養う。 	

表 9 授業案と到達目標（評価基準）案の関係 ※○に該当する評価規準は省略

学年	学期	前半／後半	学習教科	単元	学習内容	授業時数	知識・技能			思考力・判断力・表現力等				学びに向かう力・人間性等				
							コンピュータの活用	プログラミング技術	問題対象領域	分解	パターン認識	抽象化	一般化	評価	試行錯誤する態度	多様性を認める人間性	挑戦する態度	協働する態度
1	1	前半	生活	がっこうたんけん	学校内を探検し、その道案内をブロック（絵）を使って行う。	4		○		○			○					
		前半	国語	かんじのはなし	象形文字の成り立ちをICT機器を使った表現で理解させる。	5	○	○										
		後半	算数	なんじんぶん	針の位置を条件とし、時刻との関係を理解する。	2		○		○								
2	2	前半	国語	まとまりに分けて、お話を書こう	話の構成を意識して、お話を考える	10		○					○					
		後半	生活	みんなであそぼう	作品を製作し、みんなで遊べるようにルールを考える。	6				○							○	
		後半	国語	組み合わせたことばをつかおう	複合動詞について知るという学習課題を確かめ、二つの動詞が組み合わせられて一つの動詞になる仕組みや使い方を理解する	4				○		○						
3	1	前半	社会	わたしの住むまちはどんなまち	児童が住む街について知り、scratchで地図にまとめることができる	12		○		○								
		総合	scratchの使い方	scratchの使い方、プログラミングの考え方を学ぶ	4	○	○											
	2	前半	国語	ローマ字	ローマ字のきまりを、表(フローチャート)を用いてまとめる	4		○			○							
		国語	つたえよう、楽しい学校生活	scratchを用いて、構成を意識した説明を考える	5					○			○					
	後半	算数	掛け算の筆算	筆算をフローチャートで表現し、アルゴリズムを理解する。	10					○								
		理科	光の屈折	試行錯誤しながら、光を集める	8								○				○	
3	前半	国語	すがたをかえる大豆 食べ物のひみつを教えます。	文書の構成を意識しながら、パワーポイントを使ってわかりやすく説明する	11	○					○							
4	1	前半	社会	災害からまちを守るために	災害からまちを守る仕組みを知るとともに、scratchを用いて防災マップを作成する。	14		○				○		○				
		後半	国語	組み立てを考えて書こう	話の構成を意識して、考えを伝えよう	7				○								
	2	後半	音楽	いろいろな音の響きを感じ取ろう	強弱やリズムを表した絵を用いて、リズムを考える	9		○					○	○				
5	1	後半	国語	事実と考えを区別して、活動報告をする文章を書こう	scratchを用いて、活動報告を構成を意識して考える	10				○			○					
	2	後半	算数	正多角形と円	scratchを用いて正多角形の特性や、描き方を学習する。	11				○	○	○						
	3	前半	美術	心のもよう	scratchを用いて幾何学模様で自分の気持ちを表現する	2					○			○				
6	1	後半	国語	問題を解決するために話し合おう	問題解決に向けて、プロセスをアルゴリズムで表現しながら検討する。	6		○			○		○					
	3	前半	理科	電気と私たちの生活	マイコンを用いて、危険を知らせる安全装置の開発を行う	13			○				○	○		○		