

プログラミング的思考の育成を目指した 小学校における教科横断的なプログラミング教育の実践

尾藤 菜摘^{*1}, 後藤 勝洋^{*2}, 森本 康彦^{*1}
^{*1} 東京学芸大学, ^{*2} 渋谷区立西原小学校

Practice of Cross-curricular Programming Education to Foster Programming Thinking in Elementary School

Natsumi Bito^{*1}, Katsuhiko Goto^{*2}, Yasuhiko Morimoto^{*1}
^{*1} Tokyo Gakugei University, ^{*2} Nishihara Elementary School

プログラミング的思考の育成を目指した小学校におけるプログラミング教育の必修化が決定された。これに伴い、今まさにプログラミング教育の実践が学校の現場で始められているが、この実施にあたっては、特定の教科等に限らない教科横断的な指導計画を作成することが求められている。そこで、本研究では、プログラミング的思考を育成するための教科横断的な指導計画の作成方法を開発することを目的とした。具体的には、プログラミング的思考の育成を目指した教科横断的な指導計画の作成方法を開発し、それに基づき、国語、社会、算数の授業においてプログラミング教育の実践を行った。

キーワード: プログラミング教育, プログラミング的思考, 教科横断, 指導計画法

1. はじめに

小学校におけるプログラミング教育が、2020年から施行される学習指導要領に新たに位置づけられ、必修化されることとなった。プログラミング教育は、どの職業に就くとしても時代を超えて普遍的に求められる「プログラミング的思考」を育成することが主な目的とされている⁽¹⁾。

この必修化に伴い、今まさに小学生に対するプログラミング教育の実践が学校の現場で始められている。たとえば、山本・藪田(2016)は、中学校技術科教員との連携、段階的な課題設定、一人一台のタブレット端末環境の視点に着目し、情報活用の実践力を育成することを目的としたプログラミング学習を、総合的な学習の時間において20時間設定し、実践を行っている⁽²⁾。また、山本・鳩貝ほか(2017)は、ScratchとWeDoを活用し、基本的なプログラムの知識と技能を習得させることを目的とした学習を、総合的な学習の時間において2時間で実践している⁽³⁾。このような実践が行われてきているが、プログラミング教育を実施する際

には、各教科等で育成する思考力と、プログラミング的思考との関係性を踏まえつつ、教科横断的な指導計画を作成していくことが求められている^{(1),(4)}。

そこで、本研究では、プログラミング的思考を育成するための教科横断的な指導計画の作成方法を開発することを目的とする。具体的には、プログラミング的思考の育成を目指した教科横断的な指導計画の作成方法を開発し、それに基づき、国語、社会、算数の授業においてプログラミング教育の実践を行うこととする。

2. 教科横断的なプログラミング教育

プログラミング教育の実施にあたり、「小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について(議論の取りまとめ)」では、「各教科等で育む思考力を基盤としながら『プログラミング的思考』が生まれ、『プログラミング的思考』の育成により各教科等における思考の論理性も明確になっていくという関係性を考え、(中略)教育課程全体で位置づけを考えていく必要がある」と示されている⁽⁴⁾。また、新学習指導要領では、情報

活用能力に含まれるプログラミング的思考を、「学習の基盤となる資質・能力」としており、育成のためには、教科等横断的な視点に基づき育成することを求めている⁽¹⁾。

つまり、各教科等で育成する思考力と、プログラミング的思考との関係性を踏まえつつ、教科横断的な指導計画を作成していくことが求められているといえる。教科横断的にプログラミング教育を行うことは、複数の授業を合わせてプログラミング教育とみなすこととなり、したがって、1つの授業では容易ではなかったプログラミング的思考の育成を、各教科等の特性を活かしつつ、複数の授業全体を通して育成することができると考えられる。そこで、次章では、教科横断的なプログラミング教育の指導計画の作成方法を開発する。

3. 教科横断的なプログラミング教育の指導計画の作成方法の開発

3.1 プログラミング的思考

指導計画の作成方法を開発するにあたり、まず、本研究において育成を目指す、プログラミング的思考について述べる。

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合せが必要であり、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らいいのか、記号の組合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」と示されている⁽¹⁾。小泉ほか(2017)は、このプログラミング的思考がコンピューショナル・シンキングの考え方を踏まえ

ていることから、英国の教科である「Computing」におけるコンピューショナル・シンキングの考え方を基に、「動きに分ける」、「記号にする」、「一連の活動にする」、「組み合わせる」、「振り返る」、「論理的に考えを進める」の6つに分解している^{(5),(6)}。本研究においては、これら6つをプログラミング的思考とし、育成を目指すこととした(表1)。

3.2 指導計画の作成方法

プログラミング的思考を育成するためには、複数の教科等を横断することで、授業全体を合わせてプログラミング教育とみなし、各教科等の特質を活かしつつ、指導計画を作成する必要がある。したがって、教科横断的な指導計画を作成するための手順は以下のようになる。これが、本論文における作成方法である。

手順 1) 実践において育成を目指すプログラミング的思考を決定する。

手順 2) 実施する教科等や単元を複数決定する。

手順 3) 手順 2) で決定した複数の単元の中で、手順 1) で決定した育成を目指すプログラミング的思考と関係がある学習内容を抽出する。

手順 4) 手順 3) で抽出した学習内容において、プログラミング教育に置き換えられるか否かを検討し、可能であれば、その学習内容においてプログラミング的思考を育成することとする。

以上の手順を踏むことにより、複数の教科、単元において育成を目指すプログラミング的思考を児童に身に付けさせることができると考えられる。

表 1 本研究で育成するプログラミング的思考⁽⁶⁾

| プログラミング的思考 | 説明 |
|------------|--|
| 動きに分ける | 自分が意図する一連の活動を実現するために、大きな動き(事象)を解決可能な小さな動き(事象)に分割すること。いわゆる分割。 |
| 記号にする | 分解した動き(事象)の適切な側面・性質だけを取り出して他の部分を捨てること。いわゆる抽象化。 |
| 一連の活動にする | 記号(動き)の類似の部分特定して、別の場合でも利用できる内容にすること。いわゆる一般化。 |
| 組み合わせる | 同様の事象に共通して利用できる明確な手順を創造すること。 |
| 振り返る | 目的に応じて、必要十分な評価の観点を考え、実行したことが、意図した活動に近づいているかどうか評価すること。 |
| 論理的に考えを進める | 論理的推論と分析を行うこと。 |

4. 指導計画の作成

本実践における指導計画を、3.2 節で述べた手順に従い作成した。

具体的には、手順 1) として、「動きに分ける」、「記

号にする」、「一連の活動にする」、「組み合わせる」、「振り返る」、「論理的に考えを進める」の6つのプログラミング的思考を育成することを決定した。次に、手順 2) として、国語の「説明文」、社会の「国の政治の仕組み」、算数の「比例と反比例」、「量の単位の仕組み」

表 2 指導計画

| No. | 教科 | 単元 | 学習内容 | プログラミング的思考 | 説明 |
|-----|----|----------|-------------------------|------------|---|
| 1 | 算数 | 比例・反比例 | 比例・反比例についてとらえる | 動きに分ける | 条件を1つ1つ分けて(Xの値をそれぞれ試して)Yの値を考えること。 |
| 2 | 算数 | 比例・反比例 | 比例のグラフを作成する | 一連の活動にする | 示されたグラフと等しいところと異なるところを考えること。 |
| | | | | 振り返る | 作ったプログラムを確かめ、意図する動きとなっていないければ改善すること。 |
| 3 | 算数 | 比例・反比例 | 反比例のグラフを作成する | 一連の活動にする | 比例のグラフと等しいところと異なるところを考えること。 |
| | | | | 振り返る | 作ったプログラムを確かめ、意図する動きとなっていないければ改善すること。 |
| | | | | 論理的に考えを進める | どこを変えたら反比例のグラフをプログラムできるかを見通して作成すること。 |
| 4 | 社会 | 国の政治の仕組み | 憲法改正の手続きを考える | 動きに分ける | 「衆議院」、「参議院」、「国民」という大まかな部品に分けて考えること。 |
| | | | | 記号にする | 選択肢の中から、憲法改正に関わる最適な手続きを選ぶこと。 |
| | | | | 組み合わせる | 必要な手続きを、正しい順に並べること。 |
| | | | | 振り返る | 作成したフローチャートを見直し、間違いがないか確認すること。 |
| 5 | 国語 | 説明文 | 筆者の考えと自分の考えを比べる | 組み合わせる | 筆者の主張を裏付ける根拠として必要な資料を、適切な文と組み合わせること。 |
| | | | | 論理的に考えを進める | どのような資料があれば、筆者の主張を強められるのか、結果を予測しながら考えること。 |
| 6 | 算数 | 量の単位の仕組み | 長さや面積などの単位とその仕組みについて考える | 記号にする | 「k」や「m」といった単位を記号としてとらえること。 |
| | | | | 一連の活動にする | これまでに習得した単位の知識と比べ、等しいところや異なるところを考えること。 |

表 3 育成を目指した資質・能力のまとめ

| 授業 | | プログラミング的思考 | | | | | 論理的に考えを進める |
|----|-------------------------|------------|-------|----------|--------|------|------------|
| | | 動きに分ける | 記号にする | 一連の活動にする | 組み合わせる | 振り返る | |
| 算数 | 比例・反比例についてとらえる | ✓ | | | | | |
| 算数 | 比例のグラフを作成する | | | ✓ | | ✓ | |
| 算数 | 反比例のグラフを作成する | | | ✓ | | ✓ | ✓ |
| 社会 | 憲法改正の手続きを考える | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| 国語 | 筆者の考えと自分の考えを比べる | | | | ✓ | | ✓ |
| 算数 | 長さや面積などの単位とその仕組みについて考える | | ✓ | ✓ | | | |

の単元を選択した。その後、手順 3) として、6つのプログラミング的思考と先に述べたそれぞれの単元との関係がある学習内容を抽出した。最後に、手順 4) として、抽出した学習内容においてプログラミング教育に置き換えることができるかを検討した。

以上のように、手順 1) ~手順 4)を踏まえて作成した指導計画として、教科、単元、学習内容、育成を目指したプログラミング的思考、及びその説明を表 2 に示す。また、表 3 にそれぞれの学習内容において育成を目指したプログラミング的思考をまとめたものを示す。これは、プログラミング教育を教科横断的に計画することにより、プログラミング的思考を複数の教科、単元によって育成を目指していることを示している。

5. 授業実践

5.1 調査対象と時期

本研究では、小学 6 年生 32 人を対象とし、2017 年 11 月から 2018 年 1 月の期間に実施した。対象とした 32 名は、2017 年 10 月に理科の「電気の利用」の単元において、プログラミング教育の授業を受けている。この授業では、ソニーが開発した IoT ブロックである MESH[®]を使っており、「身の回りには、温度センサーなどを使って、エネルギーを効率よく利用している道具があることに気づき、実際に目的に合わせてセンサーを使いモーターの動きや発光ダイオードの点灯を制御するプログラミングを体験することを通して、その仕組みを体験的に学習する」ことをねらいとしている。

5.2 実施環境

本実践における一部の授業で使用した環境について述べる。本実践では、児童は Windows10 が動作している着脱式のキーボードを有するタブレット端末を一人一台活用した。また、プログラミング言語として、MIT メディアラボが開発した Scratch を用いた⁹⁾。筆者らがあらかじめ準備した Scratch で作成された教材を Web 上に公開し、児童はその URL にアクセスすることで、教材を活用できるようにした。また、文書ソフトで作成された教材を使用する授業では、配布したファイルを児童がダウンロードすることで使用できるようにした。

5.3 実践の内容

前章で述べた指導計画に沿ったそれぞれの実践を以下に示す。

5.3.1 算数：比例・反比例についてとらえる

単元「比例と反比例」(全 16 時間)の導入として、Scratch で作成したいくつかの教材を使用し、プログラムの繰り返しの回数を変えることで、X と Y の関係の動きをシミュレーションする活動を行った。シミュレーションをすることで、X と Y が比例関係にあるか否かを気づかせることができるようにした。教材のひとつを図 1 に示す。

授業の際には、X の値を 1 つずつ分けてシミュレーションすることで Y の値を考えさせ、比例関係にあるか否かを考えやすくなるようにした。

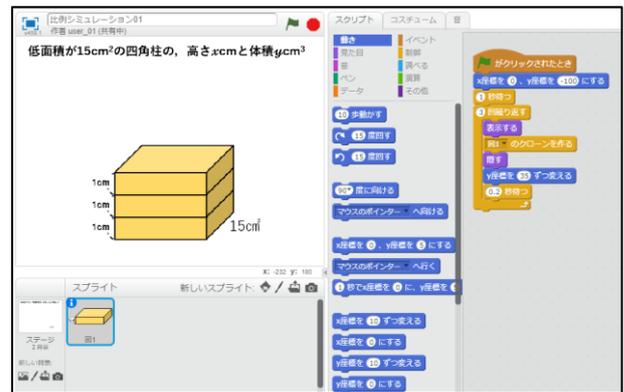


図 1 シミュレーション教材

5.3.2 算数：比例のグラフを作成する

単元「比例と反比例」(全 16 時間)において、比例のグラフについて一通り学習したのちの第 4 時に、Scratch を用いて、図 2 に示された準備された比例のグラフのプログラムを見ながら、式の異なる比例のグラフをプログラミングする活動を行った。

授業の際には、準備されたグラフのプログラムと比較し、どこは同じでどこは異なるのかを考えさせるこ

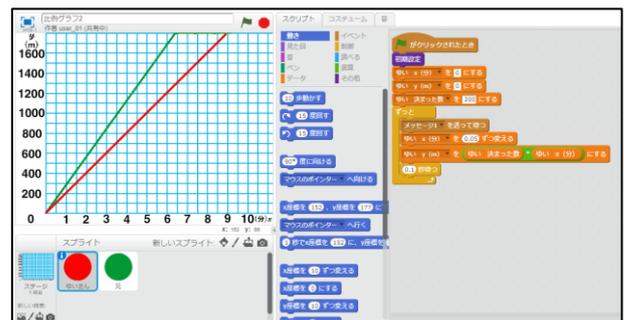


図 2 比例のグラフの作成

と、作成したプログラムが正しく動作しているか、またできていなければどこを改善すればよいのかを考えさせることに留意した。

5.3.3 算数：反比例のグラフを作成する

単元「比例と反比例」(全16時間)の第14時において、反比例のグラフについて、まずノートにグラフを書いたのちに、Scratchを使って、比例のグラフとの違いを考えながらプログラムを作成する活動を行った(図3)。

授業の際には、どうしたら反比例のグラフをプログラムすることができるのか、見通しを立ててからプログラムを作るようにすること、比例のグラフと等しいところと異なるところを考えながら作成すること、作ったプログラムが正しい実行結果となるか、また正しくなければ、どうすれば正しいプログラムとなるかを考えさせるようにした。

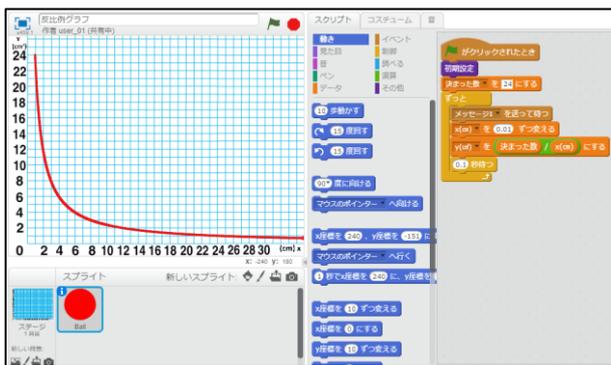


図3 反比例のグラフの作成

5.3.4 社会：憲法改正の手続きを考える

単元「国の政治の仕組み」(全3時間)の学習後、1単位時間を使い、憲法改正の手続きが、どのような流れで「公布」、または「廃案」となるのかについて、フローチャートを活用してあらかず活動を行った。具体的には、文書ソフトを活用し、図4左に示すフローチャートの枠に、図4右の選択肢からあてはまるものを選び、並べることで憲法改正の手続きについて、理解を深められるようにした。

授業の際には、憲法改正の手続きは、「衆議院」、「参議院」、「国民」の順で行われることを示し、おおまかな部品に分けてから考えられるようにすること、どの手続きを選択肢から選び、並べればよいのかを試行錯誤しながら考えさせること、また、一通りフローチャートの穴埋めが終わった児童は、上から順に、フロー

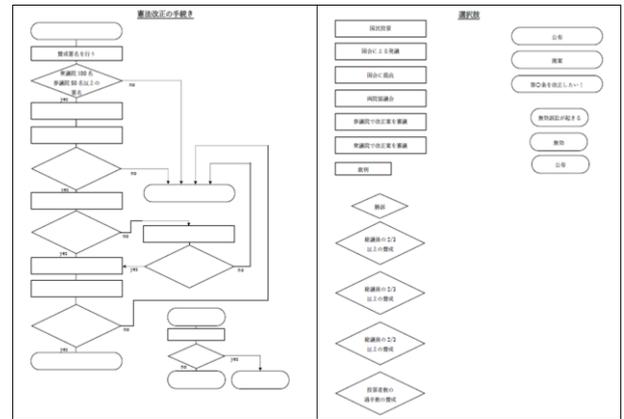


図4 憲法改正の手続きのフローチャートと選択肢



図5 社会における実践の様子

チャートにあらわされた手続きを一つ一つ見直し、間違いがないかを確認させることに留意した。図5は、授業において、児童が各々でフローチャートを作成している様子である。

5.3.5 国語：筆者の考えと自分の考えとを比べる

説明文の1単元(全6時間)の最後の1単位時間において、児童が初めて目にする教材を用い、筆者の説明を裏付ける根拠としての資料を、どの文と組み合わせればよいのか考える活動を行った。具体的には、まず、説明文の中でどのような資料があれば、筆者の主張を強められるのか、結果を予測しながら考え、次に、自分の予測と、実際に使われた資料とを比較した。その後、グラフ、表、地図、写真といった実際の資料を、文に合った資料と組み合わせる活動を行った。

授業の際には、活動全体を通して、どのような資料を説明文と組み合わせることが好ましいのかを筋道を立てて考えるようにすることを意識させた。

5.3.6 算数：長さや面積などの単位とその仕組みについて考える

単元「量の単位の仕組み」（全6時間）の全時間において、1000倍を意味する単位の「k」、2乗をあらわす単位の「²」などについて、考える活動を行った。

授業の際には、単位を記号としてとらえられるようにすること、また、たとえば、「kg」と「km」ではどこが等しく、どこが異なるのかを考えるといったように、これまでに習得した単位の知識と比べさせることで、それぞれの記号にどのような意味があるのかを考えさせた。

6. おわりに

本研究では、プログラミング的思考の育成を目指した教科横断的な指導計画の作成方法を開発し、それに基づき、国語、社会、算数の授業においてプログラミング教育を計画し、実践を行った。

今後は、開発した指導計画の作成方法の評価を行っていく予定である。

参 考 文 献

- (1) 文部科学省：“小学校学習指導要領（総則編）”
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/fieldfile/2017/07/12/1387017_1_1.pdf（2018年2月5日確認）
- (2) 山本明弘，藪田拳美：“小学校でのプログラミング学習における中学校技術教員との共同指導による段階的な課題設定の一考察”，日本教育工学会論文誌，第40巻，第3号，pp.175-185（2016）
- (3) 山本利一，鳩貝拓也，弘中一誠，佐藤正直：“ScratchとWeDoを活用した小学校におけるプログラム学習の提案”，教育情報研究，第30巻，第2号，pp.21-29（2017）
- (4) 文部科学省：“小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について（議論の取りまとめ）”
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm（2018年2月5日確認）
- (5) 小泉力一，小田理代，後藤義雄，星千枝，永田衣代：“小学校段階におけるプログラミングで育成する資質・能力の評価規準開発”，第42回教育システム情報学会全国大会講演論文集，pp.435-436（2017）
- (6) (株)ベネッセコーポレーション：“プログラミングで育成

する資質・能力の評価規準”，

<http://benes.se/keyc>（2018年2月5日確認）

- (7) MESH: <http://meshprj.com/jp/>（2018年2月5日確認）
- (8) Scratch: <https://scratch.mit.edu/>（2018年2月5日確認）