

# プログラミング的思考の構造化に向けた一考察

## プログラミング的思考とスキーマの関連に着目して

高橋 信幸

坂口 武典

岡山理科大学教職支援センター

n-takahashi@ous.ac.jp

t-sakaguchi@ous.ac.jp

プログラミング的思考力の育成はプログラミングの単元のみには頼るのではなく、その他の単元や他教科との連携によって育成するのが望ましい。そのためにはプログラミング的思考を構造化して授業で取り扱いやすくする工夫が望まれる。本研究ではプログラミング的思考の認知心理学的な思考の枠組み（スキーマ）との関連を考察し、プログラミング的思考の構造化の方向性を提案した。

### 1. はじめに

複雑かつ困難になる社会課題に対する問題解決能力の必要性は高まっており、この潮流を受けプログラミング教育が 2020 年から初等中等教育に取り入れられた。その中核としてプログラミング的思考の獲得が重要視されている。高等学校では情報 I でプログラミングを単元として指導するが、指導に当てられる時間には限りがあり、科目全体を通してプログラミング的思考を身につけさせるような指導の工夫が望まれる。プログラミングそのものではない教材の指導の中でプログラムの思考を身につけさせるにはどうすればよいだろうか。

本研究ではプログラミング的思考の「思考の枠組み（スキーマ）」との関連を考察し、情報科の各単元でスキーマに着目して思考を促す教授学習方略について検討する。

### 2. 先行研究

山本ら(2020)<sup>①</sup>は、小学校プログラミング教育の事例 180 件を整理分析し、計算論的思考の視点で分類すると、基本アルゴリズム(自動化)63%、デコンポジション(分解)4%、一般化(パタン化)4%、抽象化(単純化・再構成)6%、評価3%であり、基本アルゴリズムについて扱うものが多い反面、そのほかの要素の取り扱いが極めて少ないことを示した。

岡本ら(2020)<sup>②</sup>は、高校情報科におけるプログラミングの授業設計の指針を得るため、ビジュアル型とテキスト型のプログラミング言語の学習順序が与える教育効果について調査し、テキスト型と同等な内容のビジュアル型を事前に行うことに効果が認められることを示した。

星ら(2018)<sup>③</sup>は、プログラミング的思考の要素を考察し資質能力の 3 本柱に配した。思考力・判断力・表現力については表 1 のように配した。

表1 星らが考察したプログラミング的思考の思考力・判断力・表現力への配当

配した内容	解説 (筆者原文略記)
動きに分ける	解決可能な小さな動きに分割する
記号にする	取捨選択, 抽象化
一連の活動にする	類似部分を特定して再利用, 一般化
組み合わせる	共通して利用できる手順の創造
振り返る	必要十分な評価の観点を考える, 評価
論理的に考えを進める	論理的な推論や分析

表2 Philip Adey らの示した科学の文脈における思考の枠組み(スキーマ)

スキーマ	解説(筆者記載)
変数	変化するものは何かを考える
分類	差異点と共通点を考える
比例性	ある変数がおおきくなると別のものが大きくなる関係を利用する
反比例性	ある変数が大きくなると別のものが小さくなる関係を利用する
蓋然性	複数の選択肢のある事象には偶然性があるがその回数が増えると一定の割合に近づくことを利用する
相互作用	2つの変数が同じ変数に影響を与える関係をもとに考える
複合変数	2つの変数を複合したものが何かに関係することをもとに考える
形式的モデル	実際に見ることのできない現象などを形式的なモデルを用いて考える

また、教科学習に配当することを想定してプログラミング的思考を分類、順次、反復、計算モデル、評価、構造、データの7つのパタンに分類し、プログラミング的思考の枠組みを配慮したテンプレートの活用を提案した。

Philip Adey ら(1989)<sup>(4)</sup> は、認知心理学の知見から科学の文脈での思考力に関わっている思考の枠組み(スキーマ)を表2のように整理した。

### 3. プログラミング的思考とスキーマ

情報Iは高校1年生での学習が想定される。ピアジェの理論では高校1年生は認知的発達段階が形式的思考操作期に達している。高橋(2018)<sup>(5)</sup> は、高校1年生には認知的な発達が十分でない生徒が少なからず存在し、思考のトレーニングを行うことでその発達促進が可能であることを示唆した。

プログラミング的思考には形式的思考操作が求められるものが多い。例えば「動きに分ける」思考では、変化するものが何か考える「変数」、動きの共通点と差異点を考える「分類」の各スキーマが必要であると考えられる。表3に示すように星ら(2018)<sup>(3)</sup> の考察したプログラミング的思考の要素は、それぞれ複数のスキーマが併用して用いられると想定される。

先行研究の調査<sup>(6)</sup>でプログラミング的思考が難しかったと答える生徒が多い理由は、想定されるスキーマの獲得が不十分であることに起因すると仮定できる。即ち、情報の各単元でプログラミング的思考を促す教授学習方略を検討する際にどのスキーマを鍛錬するかに着目して課題を設定すると効果的である可能性がある。

今後は「プログラミング的思考を中学校技術分野や情報科の各単元で取り扱う際には、思考力の基となるスキーマの獲得という視点に着目して授業を構成することが効果的である」という仮説に

基づいて授業実践を行い、その効果を検証する実践的研究を進めていきたい。また、認知的発達段階との関連を考慮したプログラミング的思考の構造化についても検討を進めていきたい。

### 引用・参考文献

- (1) 山本朋弘, 堀田龍也: 計算論的思考の視点からみた小学校プログラミング事例の教材の教材及び学習形態の分析, *Bulletin of the Educational Research and Development, Faculty of Education, Kagoshima University*, 29, 144-153 (2020).
- (2) 岡本恭介, 安藤明伸: ビジュアル型とテキスト型プログラミングにおける学習順序が教育的効果に与える影響, *日本教育工学会論文誌*, 44, 97-100 (2020).
- (3) 星千枝, 後藤義雄, 小田理代, 永田衣代, 赤堀侃司: 教科学習を横断するプログラミング的思考のパタン, *STEM教育研究*, 1, 19-29 (2018).
- (4) Philip Adey et al., *Adolescent development and school science: based on the proceedings of an international seminar held at King's College Centre for Educational Studies*, Falmer Press, (1989).
- (5) 高橋信幸: 英国 CASE カリキュラムの日本への適用可能性に関する研究, 京都教育大学大学院教育学研究科修士論文, 京都教育大学大学院(2010).
- (6) 西川義孝, 三沢良, 高橋乗久: 小学校プログラミング教育の光と影 — 実践的な検討課題の導出 —, *岡山大学教師教育開発センター紀要*, 11, 59-73 (2021).
- (7) Jeanette Wing: computational thinking, *Communications of the ACM*, 49 (3), 33-35 (2006).

表3 プログラミング的思考とスキーマの関連

星らが考察したプログラミング的思考の要素(思考力・判断力・表現力への配当)	Philip Adey らの示した科学の文脈における思考の枠組み(スキーマ)								
	変数	分類	比例性	反比例性	蓋然性	相互作用	複合変数	形式的モデル	
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	○	○	○	○	○	○	○	○	