

高校生のプログラム理解に関する基礎的考察 —情報 I の類似問題（数値・文字列）と 日常概念、共通テスト等の問題複雑度を踏まえて—

小山 智希*, 曾根 直人*

Tomoki KOYAMA*, Naoto SONE*

*鳴門教育大学大学院 学校教育研究科 専門職学位課程

高度学校教育実践専攻 技術・工業・情報科教育コース

*Naruto University of Education Graduate School of Education Professional Degree Program Advanced School Education Practice Major Technology, Industrial and Information Education Course
Email: 24841022@naruto-u.ac.jp

あらまし：本研究では、高等学校「情報 I」におけるプログラミング学習の躓きの要因について、教材要因および学習者要因の両側面から検討を行った。教科書および大学入学共通テスト試作問題に含まれるプログラム例題の CCN 分析、学習者の読解力調査、ならびに題材のみが異なる条件分岐問題を用いた調査を実施した結果、躓きをコード構造の複雑さのみで説明することは難しく、問題文に含まれる日常的概念が判断に影響する可能性が示唆された。

キーワード：高等学校、情報 I、共通テスト、プログラミング教育

1. はじめに

近年、生成 AI の普及や情報化の進展により、情報の意味や妥当性を正しく読み取り、論理的に判断する能力の重要性が高まっている。こうした社会的背景を受け、高等学校では共通必修科目「情報 I」が導入され、プログラミングを含む情報活用能力の育成が求められている。しかし、プログラミング学習は初学者にとって難易度が高く、高校生においても理解不足や躓きが生じている実態が見られる。本研究では、高校生のプログラミング学習における躓きの要因を明らかにすることを目的とする。

2. 研究目的

本研究の目的は、高校生のプログラミング学習における躓きについて、教材要因及び学習者要因の両側面から、その構造を整理し、統合的に考察することである。

具体的には、これまで個別に検討してきた、①教科書及び大学入学共通テスト試作問題に含まれるプログラム例題の構造的複雑度、②学習者の読解力とプログラミング学習との関係、③条件分岐問題における問題文の類似性が論理的判断に与える影響の 3 点に着目する。

これにより、プログラミングが困難であると感じられる状況を、コードそのものが理解できていない状態として単純に捉えるのではなく、問題文の読み取りや条件の解釈、日常的概念の介入といった複数の要因が関与する過程として捉えるための視点を整理し、情報科における学習指導に対する新たな視点を提示することを目的とする。

3. 分析指標及び調査方法

本研究では、高校生のプログラミング学習における躓きの要因を多角的に検討するため、教材要因および学習者要因に着目し、複数の分析指標と調査方

法を用いた。まず、教材として扱われるプログラムの構造的複雑さを把握するため、高等学校「情報 I」の検定済み教科書 3 冊及び大学入学共通テスト試作問題に掲載されたプログラム例題を対象に、サイクロマティック複雑度 (CCN: Cyclomatic Complexity Number) を用いた定量的分析を行った。また、教科書に記載されている解説文やフローチャート等の記述内容に着目した定性的分析を行った。

次に、学習者の読解力を把握するため、リーディングスキルテスト (RST) の考え方を踏まえ、新井紀子「AI に負けない子供たちを育てる」(1) に掲載されている RST の例題を参考にして作成した RST 問題を用い、高校第 1 学年の生徒を対象に調査を実施した。あわせて、測定問題の妥当性を確認する目的で、大学院生を対象とした予備調査も行った。

さらに、論理構造は同一であるが題材のみが異なる条件分岐問題として、数値条件による問題と文字列条件による問題の 2 問を作成し、小テスト形式で実施した。具体的には、いずれも入力値に応じて処理が分岐する同一の条件文構造を用い、数値条件の問題では温度などの数値が基準値以上か否かを判断させる課題、文字列条件の問題では信号機の色など、入力された文字列が特定の語と一致するか否かを判断させる課題とした。加えて、課題解答直後に事後アンケートを実施し、学習者が解答時に重視した点や主観的な難易度について調査した。

4. 調査結果の概要

教科書や大学入学共通テスト試作問題に含まれるプログラム例題について CCN を用いて分析した結果、いずれの教材においても CCN は低い範囲に分布しており、平均値および最大値のいずれにおいても教材間で顕著な差は見られなかった。このことから、プログラミング学習における躓きの要因を、コード構造そのものの複雑さのみに帰することは難し

いと考えられる。

教科書や大学入学共通テスト試作問題に含まれるプログラム例題について CCN を用いて分析した結果、いずれの教材においても CCN は低い範囲に分布しており、平均値および最大値のいずれにおいても教材間で顕著な差は見られなかった。このことから、プログラミング学習における躓きの要因を、コード構造そのものの複雑さのみに帰することは難しいと考えられる。

ただし、本研究で用いた CCN は制御構造の分岐数に基づく指標であり、比較的短い例題プログラムに対しては、教科書や共通テスト試作問題に含まれるコードの構造的特徴を十分に細かく捉えられなかった可能性がある。(表1)

表1 教材別プログラム例題の CCN

教材	件数	最小 CCN	最大 CCN	平均 CCN
情報 I Python CCN	16	1	5	約 2.4
情報 I 東京 CCN	8	1	2	約 1.5
共通テスト サンプル CCN	4	2	5	約 2.8

読解力調査の結果、高校生は、文中の語句や事実関係を比較的直接的に読み取ることで解答可能な設問では、全体として高い正答率を示した。一方で、指示語の参照や複数の条件を踏まえて判断することを要する設問では、正答率にばらつきが見られ、プログラミング課題の正答率との間に一定の関連が示唆された。

論理構造が同一の条件分岐問題において(表2)、数値による条件分岐を用いた設問では、多くの学習者が正答しており、比較的高い正答率が維持されていた。一方で、文字列による条件分岐を用いた設問では、数値による条件分岐の設問で正解している学習者であっても誤答する事例が確認された。文字列による条件分岐の設問問2では、プログラム上で明示的に定義されていない入力値に対し、設問文に示された条件や処理内容に基づく判断ではなく、日常生活における既成概念に基づいて判断したと考えられる回答が一定数見られた。このことから、学習者がプログラムの記述そのものよりも、設問文に含まれる語句や状況設定を優先して解釈してしまう可能性が示唆される。

これらの結果から、条件分岐の構造自体が同一であっても、問題文に日常的な概念や状況が含まれる場合には、設問文を日常的な既成概念に基づいて解釈する傾向が生じ、プログラミング学習において、プログラムを読み取り理解する際には、日常的な既成概念を一度切り離し、プログラムの記述に基づいて論理的に解釈することを明示的に指導する必要があると考えられる。

表2 条件分岐の条件形式(数値・文字列)の違いによる回答分布

	大問1	大問2
	問1	問2
回答番号	回答件数	回答件数
1	0	2
2	1	0
3	35	28
4	1	7
無回答	2	2

5. 考察及び結論

本研究の結果から、高校生のプログラミング学習における躓きの要因は、プログラムの構造的複雑さや基礎文法の未習得だけではなく、記述された仕様や条件を日常的意味から切り離して正確に読み取る力の不足にあることが明らかとなった。特に、日常的な題材を用いた問題においては、現実世界の常識や既成概念が論理的判断に干渉し、誤答を引き起こす傾向が確認された。これらの結果は、プログラミング学習において、単なる文法知識の習得にとどまらず、処理の流れや条件の関係を論理的に追跡する力を育成する必要性を示している。

情報科におけるプログラミング指導では、日常的な題材から抽象的な課題へと段階的に移行する学習設計や、コードを「仕様書」として読み解く指導が重要であると結論づけられる。

6. 今後の課題

本研究では、高等学校「情報I」におけるプログラミング学習の躓きの要因について、教材の構造的複雑度、学習者の読解力、及び題材の違いという観点から検討を行った。一方で、本研究は特定の学年・学校を対象とした調査であり、対象者数や学習環境には一定の制約がある。今後は、調査対象を拡大し、学年差や学校間差を含めた分析を行うことが課題である。本研究では条件分岐を中心に分析を行ったが、反復処理や配列操作など、他のプログラミング要素においても同様の躓きが生じる可能性がある。今後は、反復処理や配列操作など、条件分岐以外の単元にも対象を広げ、情報科における読解力とプログラミング理解との関係をより包括的に検討する必要がある。本研究では主に筆記形式の課題と静的なコード読解を対象として分析を行ったが、今後は、プログラムの実行や試行錯誤を伴う学習場面において、フローチャートや図表といった視覚的支援が、論理構造の理解や日常類推の抑制にどのように寄与するかを検討することが課題である。

参考文献

- (1) 新井紀子, 「AI に負けない子どもを育てる」, 東洋経済新報社.