

初等・中等教育における系統的なカリキュラムと教育教材の研究開発

大阪芸術大学 アートサイエンス学科 教授 武村 泰宏

Society5.0 の進展によって、IoT(Internet of Things)、AI (Artificial Intelligence)、ビックデータといった先端技術が、社会／産業活動の中心へと遷移した状況では、初等・中等教育の教育課程において、どのように情報科学系教育体制の充実を図るかが重要な課題となっている。初等・中等教育においても IoT や AI に関する技術・知識および、ビックデータの活用を、継続して系統的に学ぶためのカリキュラムと教材の整備が必要になってきている。初等・中等教育の教育課程における情報科学系の独立した教科は、高等学校の教科「情報」だけであることから、系統的な題材を活用した既存の教科、校種間連携による教育カリキュラムのあり方、それを支える教材の作成および教材化の手法等を明らかにすることが重要である。加えて、2020 年 4 月より小学校においてプログラミング教育が必修化された教育環境では、全ての教員にとって使い易く教育効果の高いプログラミング教材および、その開発への配慮が必要である。本研究では、プログラミング教育の試行を介し、初等・中等教育において各教科間で連携して系統的に学ぶことができる情報科学系教育のカリキュラムを検討し、教材およびその評価シートに関する研究開発を行った。さらに初等・中等教育において実施されている教科を参考に、そのデータ利活用および問題解決にも着目している。本開発における教材および、その評価シートには相互依存関係があるため、本評価シートの開発は小学生向けプログラミング教育教材の開発と並行して行った。

プログラミング教育に関するカリキュラムの検討は、幼稚園から小学校 3 年、小学校 4-6 年、中学校、高等学校の学習フェーズに分類し、ねらい、目的と社会的役割(技術の利用)、エンジニアリングサイエンス、内容知(知識、概念など)、方法知(技能、方法論、方略など)、問題発見・解決における設計・計画の視点、といった要素項目を取り上げて、その具体的学習事項を収集して整理した。“ねらい”は、生活や社会で利用される情報の技術に関して、よりよい生活や社会を実現するために科学的な原理・法則を活用して技術の仕組みが作り出されていることを理解し、情報の技術を通して問題を発見・解決できる資質・能力を身に付けることとした。“エンジニアリングサイエンス”では、情報学、数理情報学、統計科学、計算機システム、ソフトウェア、情報ネットワーク、情報セキュリティ、データベース、高性能計算、計算科学、電力工学、通信工学、計測・制御・システム工学、電気電子材料工学、電子デバイス・電子機器、知能情報学、ソフトコンピューティングを導出した。“内容知”と“方法知”は、科学、処理、社会の項目で構成している。”問題発見・解決における設計・計画の視点“では、これら設計・計画の概念、詳細、表現を取り上げた。

プログラミング教材開発およびその教授活用は次のようである。プログラミング教材開発は、スモールステップ学習、協働型の学習スタイル、モチベーションの持続を目的として、ArTec Robo 2.0 と操作方法を示すコーディングシートを用いた。授業では 2 人 1 組のグループを構成し、学習ステップごとにコーディングシートを配布した。教材開発の要素項目として、プログラミング的思考の習得レベル、学年に適応した難易度、興味・関心を取り上げた。またプログラミング思考を定量的に測定できるアセスメント尺度および評価シートの導入と学習者の学習状況観察も行った。

本評価シートは、初等・中等教育のプログラミング教育による学習効果を、プログラミング的思考、構想、CT (Computational Thinking) および問題発見といった要素の向上として捉え、その向上レベルを順次処理、条件分岐処理、繰返し処理といったプログラムの 3 つのアルゴリズムを用いて測定した。これまでのプログラミング教材に関する研究成果から、これら 3 つのアルゴリズムにおいて、順次処理は“プログラミング的思考”、条件分岐処理では“構想”、繰返し処理は“CT および問題発見”、といった対応が把握できている。ここでは、上述の 3 つのアルゴリズムを整理してモデル化し、その評価シートを作成した。順次処理の評価シートでは、描画の条件に従って開始地点から指定ポイントまでのプロセスを描画させる。条件分岐処理の評価シートでは、直進する物体の衝突を含めた経路を描画させる。繰返し処理の評価シートは、開始地点からの繰返し処理の結果を描画させている。プログラミング教育の要素の分析では、これら 3 つのアルゴリズムに対応させた評価シートを、プログラミング教育の実施前／後で使用して、その差異を解析した。本評価シートは、これらプログラミング教育の要素に関する設問 8 問 (8 点満点) で構成され、10 分間の事前／事後テストで使用した。ここでは教授者のプログラミング知識の影響を抑えるため、事前テストの前に回答方法を説明する 5 分間の動画を制作している。

上述の教育環境を活用して、T 市立 T 小学校 6 年生 22 人 (男子 11 人、女子 11 人) において、2 授業時間を使ってプログラミングの体験教室を実施した。上述の教材および教授方法を実践し、本評価シートを使用して事前／事後テストを行った。その結果、事前平均点 5.82、事後平均点 6.23 (p 値 = 0.036) であった。本研究の教育的試行において、開発した教材と評価シートの定量的な教育的効果および有効性が確認できた。一方、評価指標の上昇が小さいことから CT を向上させる教材改善、学習者の教育環境に適応した評価シートの難易度調整が生じたので今後の課題とした。また、本教育的試行における評価シート改善要素として、回答時間の定量化、妥当性の向上が挙げられた。