

平成 26 年の文部科学省プログラム教育実践ガイドでは[1]、小学校でのビジュアル言語を用いた教育実践が紹介され、小中高等学校でのプログラミング教育が注目されているが、現状の初等教育における教材／カリキュラム開発は、教授者の経験や知見を基に行われているように見える。一方、実社会のソフトウェア開発の多くは、テキスト型言語を用いてソフトウェアを構築していることから、テキスト型言語によるプログラミング教育の利点は多いと考えられる。本研究ではこのような状況を鑑み、テキスト型言語を用いたプログラミング教育を実践し、その教育実践などの知見および ARCS アンケートの解析データを基に、初等中等教育におけるプログラミング教育が及ぼす学習効果を定量的に測定できるメトリクスを提案する。

プログラミングは、問題を抽象化等の技法によって定義し、アルゴリズム的思考で問題解決のプロセスを作成し、それをプログラミング言語で記述する作業である。アルゴリズム的思考力の基本要素として、順次処理、条件分岐処理、繰り返し処理が挙げられる[2]。これらアルゴリズム的思考力が向上することで、①論理的思考の育成、②思考／判断／表現力の向上、③問題解決力の育成、④第 4 次産業で必要な IT スキルの修得、といった学習効果が挙げられる。初等教育における算数、国語、理科においては、上述の①、②、③の学習効果が期待できる[3]。

そこで、これらアルゴリズム的思考力を測定するメトリクスの設計を次のように試みた。順次処理のメトリクスは、紙面上の開始地点から、特定の指示に従って描いた線の処理結果とした。条件分岐処理のメトリクスは、ゴールを目指して直進する物体が壁に到達した時、壁の色によって右に曲がるか、左に曲がるかの選択の処理結果とした。繰り返し処理のメトリクスは、開始地点から特定の指示を繰り返して描画した処理結果とした。プログラミング教育におけるメトリクス測定のためのシートは A4 版用紙 6 枚になる。本メトリクスを用いることで、算数では数学的な座標の理解および図形に関する感覚、国語では言語を手掛かりとした論理的な思考力および想像力、理科においては実験の結果を予測／整理して推測する力を測定できると考えられる。

これらメトリクスを用いた測定シートによって、小学生のプログラミング教育における事前／事後の学習効果を分析した。小学校におけるプログラミング教育の対象を 10 名とし、授業時間 120 分、教授側 2 名およびアシスタント 1 名で次のようなプログラミング教育を試行した。

- ・次の概念を説明した。プログラム概念の解説（マングを使用）、Processing の基本操作、ソースコードの記述方法、数値の意味、色のデジタル表

現、Processing で可能な拡張処理

- ・順次処理のプログラミング教材では、線や円などを描かせ、応用フェーズでは図形を規則的に並べさせる。
  - ・条件分岐処理のプログラミング教材は、簡単なお絵かきツールを制作する。本教材は、マウスのボタンの押下時にマウスポインタの軌跡を描く。
  - ・繰り返しの教材では、円や直線といった基本図形を縦横に規則正しく並べさせる。
- 次に、プログラミング教育の事前／事後における学習効果を、メトリクス測定シートを用いて測定し、その評価の数量化を次のように定義した。
- ・3 つのメトリクスを 5 点満点で採点し、合計は 15 点満点とする。
  - ・それぞれのメトリクスにつき、上限を 5 点として一つの回答処理に 1 点を与える。
  - ・間違った回答処理に対して 1 点を減点する。ただし減点の上限を 2 点し、原点結果がマイナス点の場合は 0 点を得点とする
  - ・図形の長さに関する間違いは、その間違いに一貫性があれば減点しない。

評価実験の結果は次のようである。プログラミング教育の事前評価においては、順次処理メトリクス 3.6、条件分岐処理メトリクス 3.2、繰り返し処理メトリクス 3.8、全体の分散 39.3 であった。一方、プログラミング教育の事後評価では、順次処理メトリクス 5.0、条件分岐処理メトリクス 4.6、繰り返し処理メトリクス 4.4、全体の分散 1.0 で、プログラミング教育による学習効果が本メトリクスによって確認できた。これより、提案した 3 つのメトリクスの有効性は示唆されたものと考えられる。本メトリクスの活用は、プログラミング教育が及ぼす他教科への学習効果の説明を可能にし、プログラミング教育の肯定的で活発な導入が期待できると考える。

## 参考文献

- [1] プログラム教育実践ガイド, 文部科学省平成 26 [http://jouhouka.mext.go.jp/school/programming\\_zirei/index.html](http://jouhouka.mext.go.jp/school/programming_zirei/index.html)
- [2] Y. Takemura, H. Nagumo, Y. Oomori, A. Monden and K. Matsumoto, "Evaluating Algorithmic Thinking Ability of Primary Schoolchildren Who Learn Computer Programming," Proc. of the 47th Annual Frontiers in Education (FIE) Conference, paper #1570339577, (2017)
- [3] 武村泰宏, 大森康正, 南雲秀雄, "プログラミング学習による小学生のアルゴリズム的思考力の評価," 日本産業技術教育学会第 60 回全国大会講演要旨集, 2B51, (2017)