

教科・領域教育専攻

生活・健康系コース（技術・工業・情報）

指導教員 伊藤 陽介

1. はじめに

2017年3月に告示された中学校学習指導要領の技術・家庭科(技術分野)の内容D情報の技術では、「生活や社会における問題を、計測・制御のプログラミングによって解決する活動」が規定された。本研究では、生活や社会に関する問題解決学習において、中学校教育で行われる制作過程に基づき改善・修正可能な計測・制御のプログラミング教育内容について小学校及び高等学校・共通教科情報科におけるプログラミング教育を鑑みて開発することを目的とする。

2. 教材の選定

計測・制御のプログラミングについて学習指導要領では、計測・制御システムの仕組みの理解、安全・適切なプログラムの制作、動作の確認及びデバッグ、制作の過程や結果の評価、改善及び修正について考えることなどが示されており、内容に対応する教材を選定する必要がある。教材の要件として、部品を手作業で容易に組み替えできる自由度があり、接触状態や明るさ、音などの物理量を計測でき、モータや液晶ディスプレイ(LCD)などの対象物を制御できる要素をもつことが挙げられる。さらに、教育用に限定されず国際的にも通用する一般的なプログラミング言語が利用できることや、無線通信を介した遠隔操作によるプログラムのダウンロードや実行、デバッグなどによって、より自

由度の高い学習活動を目指す。以上述べた点を考慮して、本研究では教育版LEGO Mindstorms EV3(以下、教材L)を教材として用いる。

3. プログラミング環境

学習指導要領において、小・中・高等学校ともに、「情報活用能力」を「学習の基盤となる資質・能力」と位置づけ、教科横断的に育成することを図るとともに、各学校教育を通じてプログラミング教育を充実させている。したがって、小・中・高等学校で取り扱うプログラミング教育が発達段階に応じて一貫して行える環境と言語が必須である。

教材Lに対応したプログラミング言語として、EV3ソフトウェア、C、Java、Pythonなどがある。ここでは、小学校高学年から高等学校まで一貫して利用することを想定し、テキスト型で文法が単純であり十分な拡張性を兼ね備え初学者にも適するPythonをプログラミング言語として採用する。教材LにおいてPythonを利用するプログラミング環境を構築するためには、本体の標準ファームウェアの代わりに、メモリカード(microSD)に記憶したLinuxの一種であるev3dev (<https://www.ev3dev.org/>)をファームウェアとして用いる。さらに、プログラムを制作するパソコンから教材Lの本体にプログラムを送信したり、コマンドによる操作を

したりするために、無線 LAN 機能を追加することで、SSH 通信できるようにする。

教材 L に対応したプログラミング言語として採用したテキスト型の Python は、アイコンなどを組み合わせるビジュアル型プログラミング言語と比較して、表記上のミスが起きやすく論理的な誤りも見つけにくい側面があり、デバッグはやや困難であった。そこで、プログラムを 1 ステップ毎に実行したり、変数の値を表示させたりできる対話型ソースコードデバッガである pdb モジュールを組み込んで利用する。

4. 学習の提案

計測・制御のプログラミングについて取り扱う際には、既習事項を踏まえて学習内容がマイクロステップとなるように配慮する必要があり、ここでは、段階的プログラミング教育と呼ぶ。当該教育では、身近に役立つ題材を設定し、(P1)動作を伴わない制御処理、(P2)動作を伴わない計測処理と制御処理、(P3)動作を伴う制御処理、(P4)動作を伴う計測処理と制御処理、を順に取り扱う。P1 から P4 の学習活動毎に制作物を評価し、その結果に応じて改善と修正を行う。

段階的プログラミング教育の題材例として、生活において身近な題材である「時間」を取り上げる。表 1 に教材 L を用いた段階的プログラミング教育の学習活動例を示す。P1 と P2 の学習活動では、本体ブロックに備えられた LCD の計測・制御を行う。まず、LCD に直線や正方形、円などを用いて表情を表示する活動を通して、文字や図形の表示方法を学ぶ。その後、題材の「時間」を扱い、デジタル時計の作成を行う。P2 の計測処理学習では、時間を計測する機能をもつストップウォッチの作成を行う。

表 1 段階的プログラミング教育の学習活動例

種別	学習活動
P1	文字や図形の LCD 表示
P1	デジタル時計の作成
P2	ストップウォッチの作成
P3	メトロノームの作成
P4	振動機能つき目覚まし時計の作成

P3 では、モータと音の制御を扱い、メトロノームの作成を行う。P4 では、これまでの既習の知識を活用し、LCD とモータ、接触センサ、音の計測・制御を扱い、振動機能つき目覚まし時計の作成を行う。各学習活動で制作物を評価し、その結果に応じて改善と修正を行う。

Python を用いて教材 L の周辺機器を利用する場合、専用のライブラリ(python-ev3dev)を組み込む必要がある。表 1 で示した段階的プログラミング教育の学習活動例において、P1 では LCD を用いた文字や図形の表示、現在日時の取得と表示による制御、P2 では接触センサを用いた状態遷移と時間の計測、P3 ではモータの回転軸に関わる制御、P4 では P1 から P3 の学習を総括した計測・制御について pdb を用いて動作確認及びデバッグを行い、評価し改善したプログラムを制作し、その実行結果を得る。

5. まとめ

制作過程に基づき改善・修正可能な計測・制御学習に適する教材を選定し、小・中・高等学校において一貫したプログラミング教育を行える言語として Python の利用を提案した。また、学習方法として、段階的プログラミング教育とその題材例を示した。今後は、学習指導案を立案するとともに、題材例を追加し、授業実践に基づく教育効果を評価していくことが必要である。