

# UMLプログラミング:課題に応じて抽象化された学習環境の設定

## — 中学校技術科での事例 —

香山 瑞恵

信州大学工学部

kayama@shinshu-u.ac.jp

原 舜弥

信州大学大学院総合理工学研究科

18w2083a@shinshu-u.ac.jp

本研究の目的は、小中高大での情報教育向け UML プログラミング環境の提案である。ここでは、状態遷移図を用いたプログラミング環境と、プログラム結果から対象デバイス向け実行コードを自動生成するシステムとから構成される UML プログラミング環境を開発してきた。本稿では、課題に応じて利用する語彙を整え、DSL として学習環境に取り込むことによる学習行為の特徴を示す。また、この事例を通して、UML プログラミングと DSL の利用によるプログラミング学習法を提案する。

### 1. はじめに

近年、情報系の大学や専門学校、高等学校におけるモデル化に関する教育において、モデル駆動開発(Model Driven Development, 以下 MDD) ツールを用いた授業が注目されている[1,2]。これらの授業では、抽象度の高いモデルを統一モデリング言語(Unified Modeling Language, 以下 UML)で描くことで、コード文法の形式的な学習にとらわれず、システム設計の本質を理解することができる。これまで、モデル化の学習は初中等教育段階では馴染みのない概念であった。しかし、この概念はプログラミング的思考との親和性が高い。さらに、中学校技術科の新学習指導要領解説「D 情報の技術」では、生活を支援するロボットのモデル設計が例示されている。このようなモデル記述には UML の利用が適している。

本研究の目的は、MDD による UML プログラミング環境の実現である。ここではモデルの記述を UML プログラミングと称する。本稿では、公立中学校における技術科での MDD による UML プログラミング実践において、課題に応じたプログラミング要素の抽象化の具体例を示し、その教育効果について検討する。

## 2. MDD による UML プログラミング

### 2.1 概要

MDD とは、モデルを用いて開発を進めていく開発手法である。MDD による UML プログラミング教育では、モデル図記述と、対象物の観察に基づくモデル図評価による学習がなされる。この状況では、微細なパラメータ調整やプログラミング言語構文の学習が不要となる。特に、中学校技術科の計測・制御関連分野においては、UML プログラミングを導入することで、この分野本来の学習目標をより直感的かつ直接的に達成できる。

### 2.2 プログラミング記法

本研究で提案する UML プログラミングにおい

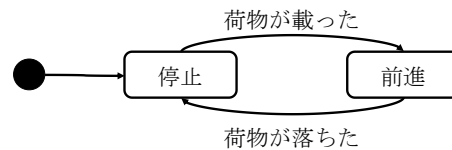


図1 UML プログラミングの例

ては、主として状態(□)と遷移(→)の2要素で対象物の振舞を表現する。状態と遷移には名前を与えることで、それぞれの要素の役割を表現する。例えば「停止中に、荷物が載ったら、前進中になり、荷物が落ちたら、停止中になる」は、図1のように表現される。●は開始状態を表す。

また、このような表現は、現行学習指導要領に示される言語活動に必要な小学校段階の思考スキルの育成に役立つ図表として、泰山らが整理したシンキングツールに「矢印と囲み」として含まれている。すなわち、この記法は小学校段階から利用に問題のない表現と考えられる。

### 2.3 ドメイン特化言語

ドメイン特化言語(Domain Specific Language, 以下 DSL)とは、特定の問題領域における課題解決用に特化した語彙集合である。DSL を用いることで、学習者に対して解決すべき課題を整理するための語彙を制限できる。また、課題に応じて抽象化されたプログラミング要素を提示できる。

DSL の対象は状態のアクションと遷移のイベントである。2.2 で示した□が状態のアクションに相当し、→が遷移のイベントに相当する。

## 3. 課題に応じたプログラム要素の抽象化

### 3.1 授業概要

以下に、UML プログラミングを取り入れた公立中学校技術科での授業概要を示す。

- ・実施日：2019年6月13日～7月22日
- ・対象：3年生3クラス60名(教師1名)
- ・単元：プログラムによる計測・制御
- ・時間数：各クラス5時間

・学習内容：交通事故を減らす信号機の設計

各時間の授業内容は次の通りである。第1時では、プログラムの仕組みやフローチャートによる表現を学ぶ。第2間では、状態遷移図の記法の学習と、UML プログラミング方法の確認を行う。プログラミング方法の確認では、1つの信号機の動作が対象となる。第3時には車両用信号機(2つ1組)のプログラミングを行う。第4～5時には交通事故を減らす工夫をした信号機のモデルを設計し、それを具体化するプログラミングを行う。横断歩道信号機と車両用信号機を組み合わせたモデルや優先道路信号機と車両感知式信号機を組み合わせたモデルの設計とそれらを表現する UML プログラミングが想定される。

### 3.2 プログラミング対象デバイスの DSL

この授業では Robotist(アーテック社製、以下 Robo)へのプログラミングを行った。Robo 用の DSL を表 1 に示す。ここでは、DC モータ 2 つの制御、4 色の LED の制御、電子ブザーの制御を想定したアクション用 DSL を用意した(表 1 左欄参照)。また、赤外線 FR(表 1 右欄 A)、タッチセンサ(同 B)、時間制御(同 C)、光センサ(同 D)、音センサ(同 E)を想定したイベント用 DSL を用意した。

### 3.3 課題に応じた DSL の例

今回の授業では信号機のモデル設計が題材とされた。そのため、DC モータの制御は利用されない。プログラミング対象デバイスで実現可能な機能であっても、題材や課題に不必要な DSL は不可視としておく。こうすることで、当該のプログラミングに必要な要素のみを学習者に提示することができ、プログラミング要素の選択における学習者の認知負荷が軽減させることが可能となる。

第2時に使用される DSL を表 2 に示す。ここでは、1つの信号機のみをプログラミングするため、アクションは LED 制御、イベントは時間制御のみとされた。この時間に作成されたプログラム例とプログラムを実行した様子を図 2 上に示す。

第3時に使用される DSL を表 3 に示す。ここでは、2つ1組の信号機が題材となる。プログラミングの対象は、交差点での信号機の場合と、1車線での自動車用信号機と歩行者用信号機の組合せの場合とが想定される。そのため、イベントには時間制御に加え、歩行者用信号機の押しボタンを想定した DSL が用いられる。第2,3時それぞれの開発環境の提示の様子を図 2 下に示す。

第4～5時に使用される DSL を表 4 に示す。ここでは、学習者が信号機を自由にモデル化する。そのため、色や音、明るさ検知などのイベントを含む信号機動作を表現する全 DSL が用いられる。

表 1 Robo で使用可能な DSL 例

アクション	イベント
[モータ制御] 前進・後退・停止・右 旋回・左旋回	A:(白・灰・黒)色を検知 B:ボタンが押された・ボタン が離された
[LED 制御] (赤・青・緑・白)点灯・ 点滅	C:時間[秒]経過 D:明るさ検知・暗さ検知
[ブザー制御] 音を出す・音を消す	E:音大きさ検知・音小ささ検 知

表 2 第2時で使用する DSL

アクション	イベント
[LED 制御] (赤・青・緑)点灯	C:時間[秒]経過

表 3 第3時で使用する DSL

アクション	イベント
[LED 制御] (赤・青・緑)点灯	B:ボタンが押された C:時間[秒]経過

表 4 第4～5時で使用する DSL

アクション	イベント
[LED 制御] (赤・青・緑)点灯・点滅	A:(白・灰・黒)色を検知 B:ボタンが押された C:時間[秒]経過
[ブザー制御] 音を出す・音を消す	D:明るさ検知・暗さ検知 E:音大きさ検知・音小ささ検 知



図 2 信号機設計用 UML プログラム例(左上)・信号機モデ(上右)・課題毎の開発環境 (下)

## 5. おわりに

本稿では、課題に応じて利用する語彙を整え、DSL として学習環境に取り込むことによる学習行為の特徴を示し、UML プログラミングと DSL の利用によるプログラミング学習法を提案した。

実践校では、2018 年度には課題毎に DSL を分けない形式で授業展開していた。課題に応じた DSL を提供することの効果は今後検証していく。

謝辞：本研究は科研費(16H03074)に支援された。

### 参考文献

- [1] 赤山聖子他：“オブジェクト指向モデリング教育におけるモデル駆動開発ツールの活用方法の検討”，IPSJ,55(1), 72-84 (2014)
- [2] 香山瑞恵他：“モデル駆動開発方法論に基づく UML プログラミング教育環境”，JSiSE, 36(2), 118-130 (2019).