

# 情報学的な抽象化概念の育成を意識した

## 小中高校生向けモデリング・ワークショップ

香山 瑞恵

國宗 永佳

信州大学工学部

信州大学工学部

kayama@cs.shinshu-u.ac.jp

kunimune@cs.shinshu-u.ac.jp

本研究の目的は、情報学的な抽象化概念の育成を意識した教育方法および教材の開発にある。これまでに、情報科における「処理手順の自動実行」分野および「モデル化とシミュレーション」分野を意識したモデリング教育環境を整備してきた。本稿では、小学中学年～高学年を対象としたワークショップ展開の経験から、その内容を示した上で、情報科への導入の可能性を考察する。

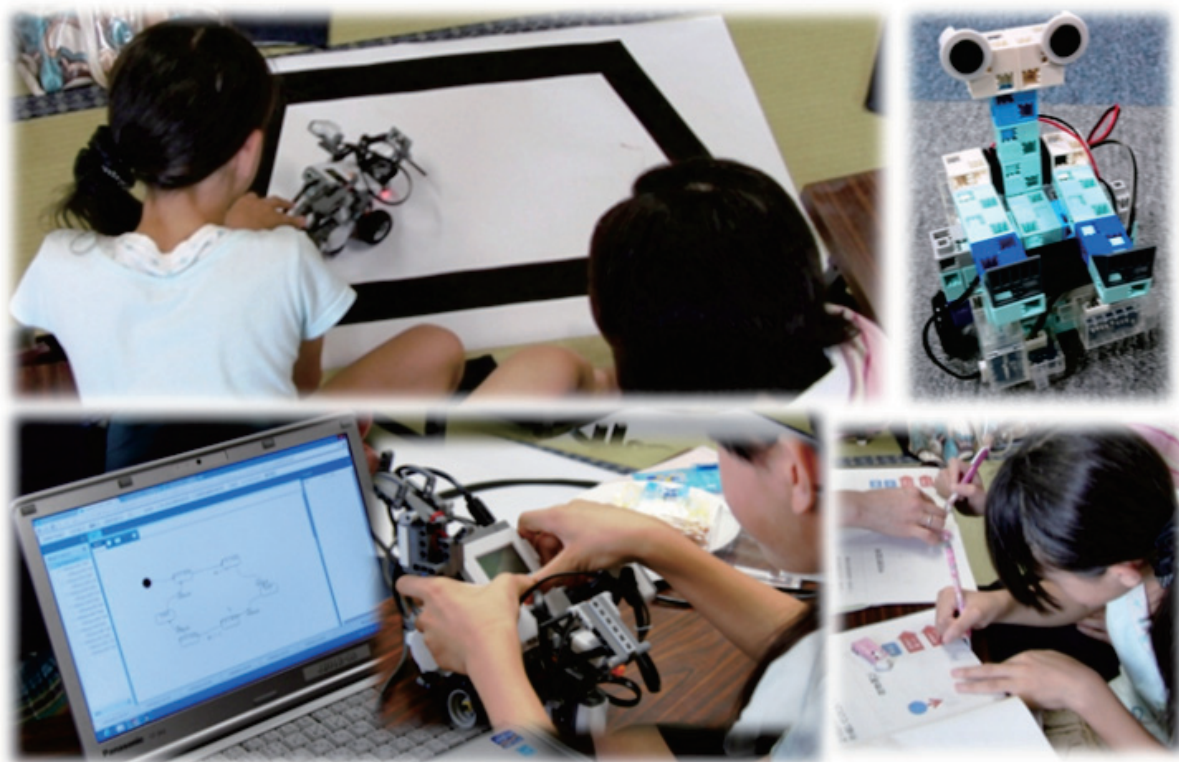
### 1. はじめに

近年、21世紀型スキルや計算的思考(Computational Thinking)を意識した情報教育の見直しや新科目の設置が全世界的に行われている[1]。特に、J.M.Wing が 2008 年に提唱した計算的思考は、我が国の情報教育および情報科の目的や内容に極めて近い概念である。Wing によれば、計算的思考は、コンピュータ科学者だけが利用するものではなく、我々の日常に溶け込んでいる事柄を上手に解決したり処理したりすることができる概念であり、それらを意識的に、かつ適切に操作できるようになることが、次世代の児童生徒に必要な能力であるという[2]。すなわち、計算的思考は、情報科における1教授項目としてのみならず、他の全ての内容を学ぶ際の思考の道具として考えることもできる。この計算的思考における重要な概念は、

抽象化(abstraction)と自動化(automation)であり、抽象概念を自動化することが Computing である。

抽象化には2種の活動がある。1つ目は、現象や課題における重要な要素を抽出し、名前を付け、相互関係を整理することである。これはモデリングと称される。2つ目は解決のための手続きを整理することである。これはアルゴリズム設計と称される。モデリングで抽出された個々の要素には、特定のアルゴリズムが対応するため、両者は強く関連している。

本研究では、これら2種の活動の内、特にモデリングに着目し、その学習支援のための教材環境を整備している。2011年度からは、大学生向け授業に提案環境を適用し、教育方法の開発および教育効果の測定を継続してきた[3]。この成果をふまえて、さらに小中高校生向けのモデリング・ワー



クショップの教育方法として整理した。本稿では、小学生向けワークショップ展開の経験から、その内容を示し、情報科への導入の可能性を考察する。

## 2. モデリング・ワークショップ

本ワークショップでは、参加者にロボット制御課題を与えた。課題解決のための学習環境は、モデル駆動開発(Model Driven Development, 以下MDD)方法論に基づき設計される。MDDは、アルゴリズムやプログラムではなく、課題のドメインモデルに基づきソフトウェアを開発する方法論である。以下では、モデリング・ワークショップで用いる記法と環境、学習の流れ、課題を概観する。

### 2.1 モデリングのための記法と環境

ここでのモデル記法はUML(Unified Modeling Language)図の1つである状態遷移図とした。UMLには、モデル図から実行可能なコードを自動生成するExecutableUMLという概念がある。この概念を具体化することで、モデル図からソースコードが生成されるようになる。本研究ではさらに、生成されたソースコードを個々のロボットに応じた実行コードへ変換する仕組みと、実行コードをロボットに転送する仕組みを具体化した[4]。

ExecutableUML環境は、モデル図を記述するモデルエディタと、モデル図からソースコードを生成するモデルコンパイラから成る。モデルエディタでは、モデルを記述する要素を定義するメタモデルとモデル要素に与える名前を定義するDSL(Domain Specific Language)とを制御することで、モデル記述の難易度を調整する。一方、モデルコンパイラでは、モデル図からソースコードを生成する規則を定義するテンプレート設計が必要となる。テンプレートは、実行コードを動作させるロボット毎に記述される。ソースコードから実行コードを生成するコンパイルサーバは、ロボット毎の開発環境を内包している。本サーバは、複数のロボットの実行コード生成の要求を同時に処理する。現在は4種のロボット(LEGO, Robotist, iCreateRobot, ARDrone)に対応している。

### 2.2 ワークショップの流れ

参加者の学習活動は、1)モデル図記述、2)実行コードのロボットへの転送、そして3)ロボット動作の確認の3種である。

全体的な流れは、まず、参加者がモデルエディタでモデル図を描く。参加者が描いたモデル図は、モデルコンパイラによりソースコードへと変換される。さらに、コンパイルサーバで開発対象のロボット毎の開発環境でソースコードをコンパイルし、実行コードを生成し、参加者に与えられる。参加者は実行コードをロボットに転送し、ロボッ

トの振舞いを観察する。要求課題とロボットの動きが一致していない場合にはモデル図を描き直し、再度動作確認を行う。学習者はこのような学習サイクルでモデリングによる抽象化を学習していく。

### 2.3 ワークショップの課題

参加者に与えられる課題は、1台のロボットで解決する課題3種(荷物運び、ライントレース、荷物運びライントレース)と、2台のロボットで解決する課題1種(相撲)とした。全課題で、ロボットへの入力(状態遷移図における“イベント”に対応)は各種センサ値、ロボットからの出力(“状態”に対応)は2つの車輪の駆動の仕方とした。

### 2.4 ワークショップ中の課題解決スケジュール

ワークショップは2時間で設計した。この内、記法の説明とモデリング環境の操作練習としての課題1で30分、課題2と3は各15分、課題4はモデリング20分、3回対戦で20分程度を要した。

## 3. 情報教育・情報科への導入の可能性

モデリングは初中等教育段階では馴染みのない概念であろう。中学技術科「情報に関する技術」でも、情報科「処理手順の自動実行」・「モデル化とシミュレーション」でも、陽にはその必要性は示されていない。しかし、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を不要にし、「計測・制御」「処理手順の自動実行」「モデル化」における本来の学習目標をよりシンプルに達成できる可能性を秘めていると考える。

## 4. おわりに

本稿では、情報学的な抽象化概念の育成を意識した小中高生向けのモデリング・ワークショップの教育方法を整理した上で、その内容と情報科への導入の可能性を検討した。今後は実際に中学技術科および高校情報科での展開を試みたい。

謝辞 本研究は科研費 22300286、信州大学平成 26 年度地域志向教育研究支援の助成を受けた。

### 参考文献

- (1) K.Kärkkäinen : Bringing About Curriculum Innovations: Implicit Approaches in the OECD Area, OECD EDU/WKP, No.82 (2012).
- (2) J.M.Wing : Computational Thinking and Thinking About Computing, Phil. Trans. R. Soc. A, 366, 3717-3725 (2008).
- (3) 香山他 : 初学者向けの状態遷移図による振舞に関する概念モデリング教育へのモデル駆動開発方法論に基づく学習環境導入の効果, ESS, 108-113 (2014).
- (4) 但馬他 : モデル駆動開発方法論に基づく UML モデリング教育環境における汎用性を意識したロボット動作設計向けモデルコンパイラの開発, JSiSE 2014 年度学生研究発表会北信越地区, 29-30 (2015).