

「情報の表現」学習向け洗濯機ハンズオン教材の提案

— “符号化”と“モデル化”での問題解決型学習の事例 —

香山 瑞恵
信州大学工学部

kayama@shinshu-u.ac.jp

永井 孝
ものづくり大学・信州大学工学部

t-nagai@iot.ac.jp

舘 伸幸
信州大学工学部

n_tachi@shinshu-u.ac.jp

本稿では、「情報の表現」に関する学習を対象としたハンズオン教材を提案する。教材の特徴は、①実世界指向、②身近な題材、③問題解決型学習の3点である。実世界に存在する身近な対象物を「自分好み」に設計・実現する体験的な学習を通じて、プログラミング的思考／計算的思考における抽象化・分解・論理的推論・パターン認識などの力の育成を図る。本稿では、身近な題材として「洗濯機」を用いた教材を詳述し、中学生を対象とした試行結果を報告する。

1. はじめに

情報学の基本原理は「符号化(デジタル化)」と「計算法(自動化)」である[1]。前者は情報の表現に関連し、後者は情報の処理に関連する。特に、情報の処理としての自動化はプログラミング教育として注目されている。一方で、情報の表現としての符号化に関する学びの機会は限られており、その重要性が見過ごされがちである。

本研究の目的は、「情報の表現」に焦点を当て、実体験を通じてその理解を深める学習パッケージの開発である。本稿では中高生を対象に、身近な題材を通じて情報の表現を体験的に学ぶハンズオン教材を提案する。本教材は、家庭用洗濯機を題材に、実世界の状況に応じたUML(Unified Modeling Language)でのシステム設計を通して、情報の「符号化」と「モデル化」を統合的に学ぶことを目的としている。従来、モデル化に関するPBL(Problem-based Learning:問題解決型学習)の事例は数多く報告されてきたが、符号化を対象としたPBL教材は少ない。また、本研究では、状態遷移図そのものを学習者が記述し、振舞を設計する活動を通じて、モデル駆動開発(MDD: Model-Driven Development)型の学習を取り入れる。

2. 学習指導要領と提案教材の位置づけ

中学校技術・家庭科では「D.情報の技術」において、「コンピュータで情報を処理する仕組み」や「身近な問題をプログラミングで解決する」ことが求められている。本教材はこの文脈において、「符号化」と「モデル化」を統合的に扱うことで、「情報の表現」と「情報の処理」の接続を支援することを狙いとしている。

また、高等学校情報科「情報Ⅰ」では「コンピュータとプログラミング」や「情報の科学的な理解」が求められており、情報の表現・処理の理解は重要な学習要素となっている。特に「情報の表

現」における2進数による表現やモデル化の考え方は、中学校段階からの系統的な学びが有効であろう。本教材は、その役割を担うものである。

3. 提案教材の詳細

本章では、提案教材の設計コンセプトと構成、さらに符号による問題解決とモデルによる問題解決の2つの側面について述べる。

3.1 教材設計のコンセプト

提案教材は、①実世界指向、②身近な題材、③問題解決型学習の3点を重視して設計された。身近な題材として「洗濯機」を選び、ファンの動作を状況に応じて制御する課題を設定する。テーマを「今日の洗濯物」とし、洗濯対象や状況を自分で考え、独自の動作仕様をモデル図で表現させる。

学習では、符号化とモデル化の両面から「情報の表現」を扱う。状態とイベントの符号列を設計し、それらを組み合わせて状態遷移図を記述する符号化の活動と、与えられた語彙を使って状態と遷移を構成するモデル化の活動が含まれる。どちらの場合も、動作の試行と調整を通して、記述行為を通じた理解を深めることを狙う。

3.2 構成

提案教材の構成概要を図1に示す。ハードウェアとして、micro:bit、制御基板、ミニチュア洗濯機で構成される[2]。制御基板で洗濯機内のモータを制御し洗濯機内のファンを回転させる。ソフトウェアは、Webベースのアプリである。符号を定義するエディタ[3]と、ノンコードでモデルを記述する環境[4]とで構成される。

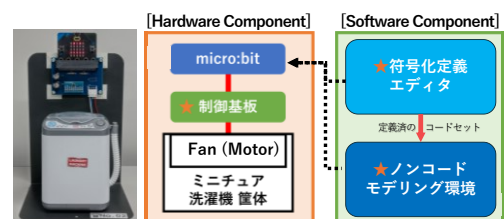


図1 提案教材の構成概要



図2 符号化による問題解決の例
[左上:状態符号の設計, 右上:モデル作成の様子(その1),
左下:イベント符号の設計, 右下:モデル作成の様子(その2)]

3.3 符号化による問題解決

符号による問題解決での学習活動は、「状態の設計(状態符号列)」「遷移条件の設計(遷移符号列)」「モデル化」の3段階で進められる。状態は「回転パターン」「速度」「音」、遷移条件は「ボタン操作」「明るさ」「時間」などを2進数で表現し、統合して状態遷移図を記述する。符号列の設計と状態遷移図の記述はWebインタフェース上なされ、この環境で実行コードに変換される。

状態・遷移符号列の設計は、「文法設計(キーの並び)」と「単語設計(ビット割当)」の2層構造で行われる(図2)。例えば、状態符号列はパターン→スピード→音の順に構成され、各2~3bitで表現される(図2左上)。遷移条件は時間経過が00、ボタン押下が01、明るさが10と定義される(図2左下)。符号列と状態遷移図を対応づけることで、記述内容が意味を持つ振舞として解釈される(図2右列)。

学習者は自ら設計した符号を洗濯機の動作として試行し、表現と動作の対応を調整する。この過程を通じて、情報の構造化・抽象化に関する理解を深める。符号化は、状況に応じた処理の設計と検証を支える問題解決活動として位置づけられる。

3.4 モデル化による問題解決

モデルによる問題解決では、学習者は状態遷移図を用いて洗濯機の振舞を表現する課題に取り組む。単なる動作指示の組合せではなく、構造的なモデルとして全体の動作を設計・記述することで仕様を構造的に整理する力や俯瞰的な視点を養う。本教材は、このような記述による理解を重視し、設計を重視するMDDを体験するよう構成された。

具体的には、動作語彙とイベント語彙を組合せて独自の洗濯機を設計する。図3にその例を示す。ここでは、回転スピードや脱水といった状態に加え、「かたより」の検知と解消という異常系処理を含めて、「今日の洗濯物」に適した振舞を、脱水と終了状態を含めた一連の流れが表現されている。

4. 中学生対象ワークショップでの試行と評価

本教材は、公立中学校技術部に属する12名の生

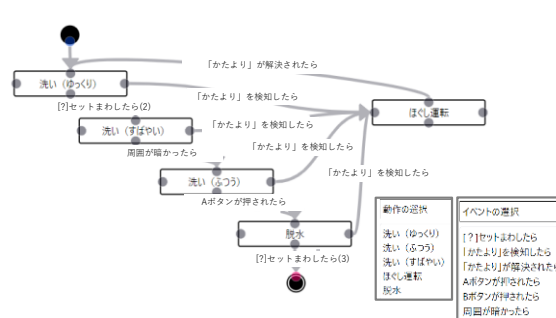


図3 モデル化の例と利用語彙

徒を対象にワークショップ形式で試用された。符号による問題解決とモデルによる問題解決のワークショップは各1回3時間であった。

活動後のアンケート結果(複数回答)では、次のような傾向が見られた:状態遷移図の理解:58%, 符号列の存在理解:67%, モデリングの概念理解:42%, 符号による問題解決への関心:58%, モデルによる問題解決への関心:各58%。

自由記述では、「自分の考えたルールで動くのが面白かった」「状況に応じた洗濯機を考えるのが楽しかった」といった肯定的な意見が多数得られた。一方で、「状態設計と遷移設計の関係が難しかった」との意見もあり、指導設計のさらなる工夫が必要であることも分かった。

5. おわりに

本稿では、「情報の表現」に焦点をあて、符号化とモデル化の両側面をPBLとして統合的に扱うハンズオン教材を提案した。身近な題材として洗濯機を用い、状態と遷移を自ら設計・記述する活動により、情報の構造化・抽象化の理解を促した。

本教材はノーコード環境とMDD的アプローチを組合せ、記述と動作確認の往還による試行錯誤を可能にしている。今後は、記述支援や他教科との連携、長期的な学習効果の検証に取り組む。

謝辞:本研究は科研費23K24957に支援された。

参考文献

- (1) 科学技術の智プロジェクト:情報学専門部会報告書, [http://literacy-report.scri.co.jp/wp-content/uploads/2018/12/04_情報学専門部会報告書\(改訂版\).pdf](http://literacy-report.scri.co.jp/wp-content/uploads/2018/12/04_情報学専門部会報告書(改訂版).pdf) (2025/05/11 確認)
- (2) 花岡他,「ミニチュア洗濯機」を用いたモデリング学習教材の提案, 信学技報,124(81):26-32 (2024).
- (3) 花岡他, 符号化視点とモデル化視点で情報表現を捉える実世界指向型教材:くるくるの提案, JSiSE, 2024(6):1-6 (2025)
- (4) 丸山他:中学校技術科での利用を想定したモデリング学習支援環境とその授業実践, IPSJ-DP, 4(2): 85-97 (2023)