

「情報の科学的な理解」の促進 / 定着のための 飛行船制御プログラム

- Let's GO GO! "マジカル・スプーン" -

香山 瑞恵

専修大学ネットワーク情報学部

あらまし: “マジカル・スプーン”は、金属スプーンを利用して情報処理における符号化 / 複合化を体験的に学習させるプログラムである。特徴は、1)学習者がソフトウェア設計者の立場で情報処理に関わる点と、2)その処理ロジック制御動作の一部を代行する点にある。本プログラムにより、コンピュータの内部動作を実体験し、そのメカニズムの直感的な理解を可能とする。

キーワード: 飛行船, コンピュータにおける情報の処理, 符号化, 指導プラン。

1. はじめに

情報システムとマルチメディアとを主分野とする我が国の教科「情報」においては、普通教科3科目および専門科目11科目の学習対象が定められている。それらの科目および内容は、情報社会及び情報倫理、コンピュータ及び情報処理、情報システム、情報通信ネットワーク、マルチメディア表現及び技術、情報と職業の6分野から構成される。これらの分野と情報教育の3目標との対応は以下のように整理される。

情報活用の実践力: コンピュータ及び情報処理

情報の科学的な理解: 情報システム、情報通信ネットワーク、マルチメディア表現及び技術

情報社会に参画する態度: 情報社会及び情報倫理、情報と職業

初等教育段階から展開される情報教育においては、情報活用の実践力の育成が陽に意識され、さらに近年の社会動向を反映し、情報社会に参画する態度の健全な育成に関する学習もが取り入れられている。一方、高等学校段階での教科情報の展開においては、初等教育での情報教育の延長としての学習内容のみならず、情報学に関連する学習内容である情報の科学的な理解の深化のための学習が盛り

込まれる。すなわち、情報の科学的な理解に関する学習は、独立教科としての教科「情報」の大きな核として捉えることができる。

本稿では、情報の科学的な理解に関する分野より、特に情報システム分野に注目し、その教育プログラムである「飛行船制御プログラム」に関して述べる。

2. 情報システムに関する学習

(1) “コンピュータにおける情報の処理”の学習

情報システム分野の学習項目として“コンピュータにおける情報の処理”がある。情報量(ビット)の理解、情報の符号化、誤り補正、実時間制御に関する学習が期待される。ここでは、机上の学習のみならず、体験による学習の重要さが指摘される。

“コンピュータにおける情報の処理”のための体験学習とは、情報を伝達するための符号の設計、符号の表現(通信)そして符号による制御といった一連の活動を実際に学習者自らが行うことが相当する。ここでは、アプリケーションソフトウェアや情報通信ネットワークを必要としない学習展開が工夫できる。すなわち、プログラミング言語、情報システムの構築、ネットワーク管理の知識を伴うことなく、“コンピュータにおける情報の処理”

を教授することが可能である。しかし、そのためには工夫された指導プランと教具教材が不可欠である。

(2) 指導の展開例

高等学校段階での展開例として、“Let’s GOGO!! マジカル・スプーン”が挙げられる[3]。身近な自然現象と組込システムとを用い、コンピュータによる情報処理とコンピュータでの制御の仕組みとを開発者の視点から学ぶ教育機会を提供する。留意したいのは、工業科での教科内容であるメカトロニクスの範疇には踏み入らないことである。すなわち、センシングのメカニズムや信号の伝達原理などを取り上げることはせず、コンピュータにおける情報の処理に特化した教育プログラムであるという点に特徴がある。

3.“マジカル・スプーン”プログラム

(1) 概要

マジカル・スプーンとは、金属スプーンを利用して情報処理におけるエンコーディング/デコーディングを体験的に学習させるプログラムである。金属スプーン等の高剛性な物体同士が弾性衝突することで発生する数十キロ Hz の超音波を利用して、飛行船の運行制

御を行う。スプーンを叩く回数やタイミングによる符号体系(コード。これが飛行船への指令となる)を学習者に設計させ、飛行船を目的通りに制御するための符号列(飛行船に対する指令系列)を作成させる。飛行船へは赤外線ポートを介してコードを送信する。小型の組込システムに実装された超音波センサにより感知された信号の内容に従い、飛行船が制御される。飛行船は模型タイプの市販品を利用し、それに独自開発した組込ソフトウェアを搭載した。そして、これらのシステム全体を教材として利用する(図1参照)。

情報の符号化とその成果による通信/制御という視点から、この処理系全体を情報通信システムと捉えると、効率/信頼性/安全性の尺度で符号を評価する学習活動まで展開することが可能である。

(2) 目的

本プログラムの目的は以下の3点である。

- 初等中等教育段階の児童・生徒に対する情報の科学的な理解のための機会を提供すること。
- 情報科学の根本原理の1つである“符号化”に関する興味を喚起すること。
- 情報システムを構成(符号化、プログラ



図1 飛行船制御プログラム：マジカル・スプーンの構成要素

ミング、制御など)する実体験を持たせ、
情報科学に対する関心を深めること。

(3) 特徴

本プログラムの特徴を以下に示す。

- 学習者がソフトウェア設計者の立場で
情報処理に関わる点
- その処理ロジック制御動作の一部を代
行する点

コンピュータ内部動作の一部であるエンコーダの振舞(飛行コードから超音波パターンを生成するまでの同期符号列生成)を学習者自らが演じることで、コンピュータの内部動作を実体験し、そのメカニズムを直感的に理解するための素地を育成することが可能である。

(4) 指導プラン

マジカル・スプーンの標準的な指導プランを以下に示す。

1. 例示と講義

超音波 / 浮力 / 推力と情報技術との関係を例示しながら基礎知識を講義。

2. 設計実習

飛行パターンを決定する符合体系の設計。

3. 模擬演習

設計した符号体系を用いての模擬飛行。

4. 飛行計画。

提示された経路を航行するための符号列の組み立て。

5. 実飛行

6. 評価

指導プランの具体例を表1に示す。これは2005年度にワークショップ形式でグループワークとして展開された例である。学習課題は「砂漠に生息している野生動物の野外観測」と設定した。出発地から調査エリアを航行し目的地に着陸させることを課題とし、航行経路には高さの異なる複数の障害物を設けた。

グループ毎に飛行船制御のために符号体系の設計と、航行経路をスムーズに移動するために符合系列の具体化を行わせた。飛行船の動作として、上昇 / 下降 / 前進 / 後退 / 右旋回 / 左旋回 / 停止 / 停留の8種を利用した。4bit(制御信号 3bit ビット+パリティ 1bit)で符号設計を行う場合に利用する設計シートを図2に示す。地上局上のセンタでの信号読み取

表1 指導プランの具体例

学習形態	学習項目	内容	時間(分)
一斉	学習課題の説明	飛行船を目的地まで航行させる」	10
	飛行船制御指令の組立ルールの学習	コンピュータの動作原理	10
		2進数とスプーンとの関係	15
		飛行船の8種の動作	15
		パリティビットの存在	15
グループ	飛行船制御指令の設計	4bitで飛行船制御コードを考える。	30
	飛行プログラム設計	経路に合わせた指令列を考える	30
一斉	飛行プラン発表	設計した指令の解説と飛行実演	80*
	通信と制御の仕組み	超音波での通信の仕組み	20
		超音波のセンシングの仕組み	20
		飛行船の動作制御の仕組み	20

*:1グループ20分として4グループの場合

指令	P が 1,2,3 に 送られる			
	1	2	3	
上昇				
下降				
前進				
後進				
右旋回				
左旋回				
停止				
停留				

10進数

指令	センサへの送信コード			
	3	2	1	P
上昇				
下降				
前進				
後進				
右旋回				
左旋回				
停止				
停留				

図2 コード設計シート

りの特性から、設計した符号を逆順序で送信することが必要となる。また、設計された符号体系を飛行船の動作と対応付けるために地上局ソフトウェアにその対応を登録する必要がある。そのため、設計シートには、各符号に対してセンサへの送信コードと10進表記とを記入させる。

(5) プログラム展開の成果

2005年度のプログラム展開は1回であった。関東地域の普通高校に在籍する高校生1年生6名と高校教員1名とが学習者として、大学教員1名とTA(Teaching Assistant)としての情報科教職課程所属の大学生6名とが講師として、そして技術支援のために組込技術者4名が参加し、本プログラムが展開された。学習者は所属高校において6ヶ月間、情報Aに関して学習していた。2進数やコンピュータでの情報の処理の仕組みに関する概念形成がなされていない状態である。

プログラム実施後のインタビュー調査の結果から、エンドユーザとしてコンピュータを利用する立場で教科情報に取り組んできていた高校生にとって、本プログラムがコンピュータの利用に関する新たな気づきをもたらしたことが示された。自らが設計した符号体系により、コンピュータが搭載された飛行船が制御できるという感覚は、コンピュータは0と1とで動作するという知識の体得的深化につながっていた。また、コンピュータが行うべき情報処理の一部を代行し、時として誤った信号や不適切な信号を自らの判断で発した

ことへの気づきが、情報処理の確実性や妥当性の評価につながることを理解していた。

4. おわりに

本稿では、情報の科学的な理解を促進/定着させるための学習プログラムとして、“マジカル・スプーン”の展開例を概観した。本プログラムは、情報科学分野の中でも特に、コンピュータにおける情報の処理に関する学習を展開するものである。

本プログラムで利用している組込システムとは、産業機器・通信端末・家電機器・自動車など多種多様な製品として人々の社会生活を支える重要な構成要素となっている。我が国の産業を支える基幹技術であり、実世界と直結した情報学的モノ作りを具体化する分野でもあり、国際競争力強化のための人材育成が重要な課題となっている。このような社会情勢を鑑み、教科情報を学習した生徒に対して、学習後の成果およびゴールを意識させる方法の1つとして本プログラムは有益である。

参考文献

- [1] 香山瑞恵：ESS KidsDay05 報告，
<http://163.136.121.42/~kayama/KidsDay05/> .

謝辞

2005年度“マジカル・スプーン”は組込システムシンポジウム05(ESS05：情報処理学会ソフトウェア工学研究会/組込みシステム研究会共催)におけるKid’s Dayイベント「未来の技術者に贈るロボット技術とITの世界」として開催しました。開催支援をいただきましたESS05実行委員会(委員長:二上貴夫氏[東陽テクニカ])に感謝いたします。

2006年度の展開予定

“マジカル・スプーン”は、2006年度には、ESS06での高校生対象イベント、および情報システム情報学会および組込みソフト管理者・技術者育成研究会との共催イベントとして情報科教員向けの研修会を開催予定である。