

マジカル・スプーン教材 キックオフ

大阪府立清水谷高等学校（現大阪府立東百舌鳥高等学校）教諭 稲川 孝司

1. はじめに

高等学校での普通教科「情報」が始まって6年目になる。この間、様々な取り組みがなされ、すばらしい教材や学習指導案が生み出されてきた。今回、本校（大阪府立清水谷高等学校のこと。以下同じ）では「マジカル・スプーン」教材を使い、「情報のデジタル化」の章にある「音のデジタル化」の単元において、理論だけでなく実際にデジタル化を体験することにより理解を深める実習を行った。

はじめてマジカル・スプーンの実践授業を見学したとき、生徒が楽しく学習する中に情報の科学的理解という目的がさりげなく含まれていて、教科「情報」を学ぶための教材としてわかりやすく効果的だと感じた。これまでは開発者自らが準備した公開授業が行われてきたが、実際の授業での利用を可能にする改良がなされ、シミュレーション用に多くの台数が用意され、希望する学校に貸し出す準備が整った。

そこで、本校でもマジカル・スプーン教材を借りて、開発者の補助なしで単独で授業を行なった結果、十分な成果が得られたので以下に報告する。



図1 飛行船の授業の様子

2008年度限定でマジカル・スプーン教材の無料貸し出しを実施しております。詳細は、信州大学工学部香山瑞恵先生kayama@cs.shinshu-u.ac.jpまで問い合わせてください。

2. 授業計画

- ・対象学年：第1学年（8クラス）
- ・科目名：情報B（2単位）
- ・単元名：デジタル表現と情報の記憶
- ・単元の目標：ビット・バイトの情報の単位に慣れ、二進数と文字コードの関係を理解させる。色を三原色の組み合わせで表現することを理解させ、画像のデジタル化・動画のデジタル化の原理を理解させる。さらに、音をデジタル化するための方法である標本化・量子化の考え方を理解させる。

表1 授業計画

校 時	授業内容（4時間）
第1時	○情報のデジタル化 ・デジタルとアナログの違いを理解 ・情報の単位のビット、バイトを理解 ・JISコード、ASCIIコードを理解 ・十進数と二進数の関係を理解
第2時	○カラー画像のデジタル化 ・三原色の組み合わせでどんな色も表現できることを学習 ・光と色の三原色の違いを知る ・画素（ピクセル）とその原理を知る
第3時	○音のデジタル化 ・音の標本化・量子化・符号化のしくみを理解 ・音のデジタル化の体験（マジカル・スプーンによるシミュレーション実習）
第4時	○音のデジタル化の実習 ・標本化・量子化・符号化のしくみをマジカル・スプーン実習で理解 ・シミュレータと実機との違いを理解

3. マジカル・スプーンの授業

授業は、2007年10月に実施し、第3時に20分の

ソフトウェアによるシミュレーション，第4時に50分の実習を行った。

(1) シミュレーション実習

第3時の授業（音のデジタル化）では，アナログの音声の信号を一定時間ごとに標本化し，それを量子化して符号化することを講義した後，マジカル・スプーンのしくみについて説明した。

動作の符号化については，飛行船を動かす動作を考えた後に，それを二進数の符号に割り当てる。生徒は，「前進」「後退」「上昇」「下降」「右旋回」「左旋回」の動作はすぐに思い付き，「停止」はしばらくしてから意見が出た。「停留」については，ほとんどの生徒は思い浮かなかった。

そして，これらの操作を自由に3ビットの符号に割り振る際に，「単純に000，001，010，011，…」と割り当てるのではなく，考えて工夫せよ」と指示を出し生徒に考えさせた。途中で，「動作が反対の命令はできるだけ違う命令を割り当てて間違わないようにすること」とヒントを出し，その結果，動作の種類ごとに分けてうまく符号を割り当てた生徒が出てきた。パリティビットについてはまだ学習していないので方法だけを説明した。

マジカル・スプーン教材は，シミュレーションのための生徒用機器が10台と教師用実機が1台である。シミュレーション実習では，生徒を4名ずつの10班のグループに分け，各班の4名に順番に飛行船を上昇・前進・下降の動作をシミュレータ上で実行させた。そして，標準の符号で動作させた後，各自が考えた符号で動かし，どちらが符号として好ましか考えさせた。

スプーンをうまく叩けず入力できない生徒には，

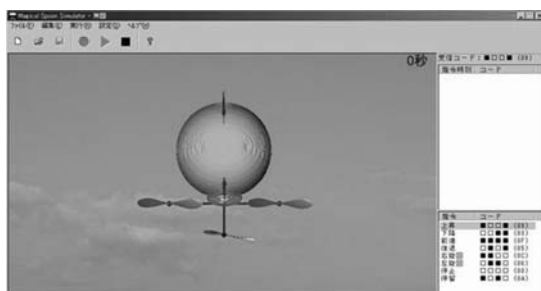


図2 シミュレータソフトの画面



図3 マイクの上でスプーンを叩いて入力

補助者が横で一定の間隔でタイミングの声を出すようにしたところ，入力できるようになった。

本校では教師1人で授業をしており，準備や片づけなどであまり時間をかけられない。そのため，マジカル・スプーン教材をスプーンと一緒に場所に置いて生徒に取りに行かせ，自分で接続できるように説明用のWebを見せながら授業した。USBケーブルの接続不良を除けば，とくに授業を行う上で問題はなく，確実に動作した。

授業が終われば，生徒は機械を片付けて元通りの場所に返却する。

(2) 実習

第4時の実機での実習は，機械が1台のみであるため，4分（動作チェック1分+実習2分+入れ替え1分）を班ごとに設定し，10班すべてで順に実施した。概ねうまく時間内で実習できたが，50分を越えたクラスも一部あった。

図4は実習時のフライトコースである。スタート地点から出発し，上昇・前進・下降を経てゴール地点に着陸するもので，両方にヘリポートのマークを準備した。教室の一部を生徒の見学席とし，残りはすべて飛行船の動作会場とした。

実習は班ごとに，スタート地点に1名，会場内で指揮（指示を出す）者1名，操作卓に2名（スプーン入力1名，入力補助1名）である。待ち時間が多くあるので，入力練習用にシミュレータ10台を生徒見学席に用意し順番が来るまで練習させ，

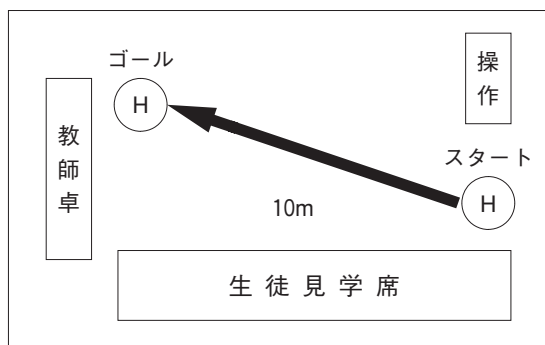


図4 会場見取り図

それ以外の生徒は見学し、他の班の失敗やうまくいった点からどうすればよいかを考えさせた。

実習は1班から順に行い、はじめにスタート地点で飛行船を固定したまま、スプーン入力がうまく動くかどうかを前進・停止の2つの信号で確認する。そして、タイマーで時間を2分間計り、その間にゴール地点にどこまで近づいたか、その距離を測定した。公開授業では、文部科学省の永井克昇教育課程審議官も見学した。



図5 マジカル・スプーンの公開授業中

4. まとめ

マジカル・スプーンは、それ自身だけを取り上げれば遊びやイベントのように見えるが、情報科学、制御などの内容が含まれており、教科「情報」のカリキュラム上で正しく位置づけて授業をすれば、教材としての価値は十分に高い。

この教材の特徴は、音のデジタル化のための様々な内容がさりげなく含まれていることであり、実習を通じて生徒の頭の中に直接浸透していき、

そのことが今後の授業の中で役立つと思われる。

実習を通じて、慣性による飛行船の動き・バランス調整・信号入力から実際に動作するまでのタイムラグなど、実機を動かしてはじめてわかることや、スプーン音による標準化・量子化・符号化といった音のデジタル化のしくみ、シリアル通信における非同期通信・スタートビット・パリティビットなどの符号理論など、様々な科学的なしくみに気づき、情報の科学的理解がより深まったということが生徒の感想文からもうかがえる。

教材は、開発者の補助なしで授業ができるほど完成度が高く、信頼性もあった。生徒機も10台用意されていて、40人の生徒がいるクラスでも満足の得られるシミュレーション授業ができた。

5. 生徒が学んだこと

実習を通して生徒が学んだことを、生徒の感想文から抜粋して以下に載せる。

【関心・意欲】

- ・飛行船がうまくいかなかったので、成功した班にやり方を聞いてもう一度やって成功させたい
- ・音で飛行船が動かせるのはすごいと思った、何でもこんな風になるのかもっと知りたい

【思考・判断】

- ・機械にも音が聞けるんだと思った
- ・飛行船は壁に当たったり、天井に当たったり、すこしの風で方向が変わったり、操縦が難しいということがわかった
- ・次の動きを先読みして指示することが大切だ

【音のデジタル化】

- ・スプーンを叩いて出る音をセンサーで検知するのに、一定の時間ごとに標準化するのを知った
- ・指示などを符号に変えてそれを音であらわして物を動かすというしくみが少し理解できました

【符号理論】

- ・符号がどこからはじまるかを明らかにするために、1111をスタートの合図としている
- ・スプーンで叩きやすいように符号を設計しないといけない

【その他】

- ・慣性の法則と空気抵抗がわかった
- ・班の協力がとても大切だ
- ・パソコンの画面で動かすのは簡単なのに実際にやってみると難しいことがわかった
- ・飛行船を動かすには、スプーンを打つだけではなく、その先のこと、さらに先のことも考えることが大切だとわかった