

センサーと Processing を利用した 情報デザイン教育のための教材の開発

森崎 巧一*・比気 千晶**・大海 悠太***
橋口 宏衛****・橋本 誠*****・上村 眞*****・田丸 直幸*

要 約

本研究では、情報デザイン教育を行うための新しい教材の開発を行った。まず、メディアアートの制作を支援する装置であるセンサーボックスと、それに接続される数種類のセンサーの開発を行った。これらの教材は、電子工作の知識や技術をほとんど必要とせず、Gainer よりも簡単に組み立てが可能である。次に、作品制作をスムーズに行えるサンプルプログラムを作成した。最後に、開発した教材は、学生の卒業研究での活用を試み、情報デザイン教育において有効であることを示した。

1. はじめに

高度 IT 社会である現代では、情報処理の知識を身につけるだけでなく、情報を効果的に表現して巧みに伝えられる人材が望まれている。

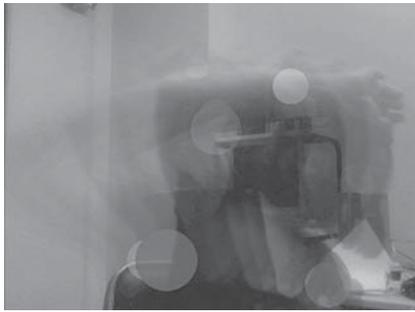
本研究では、そのような社会のニーズに応えられるよう、学生のために有効な教育コンテンツの一つとして、近年注目されているメディアアート¹⁾を取り上げ、情報処理とデザイン表現を融合した教材の提案とそれに必要な装置の開発を目的とする。

2. 導入

2.1 メディアアートを用いた情報デザイン教育
メディアアートが情報デザイン教育に有効かど

うか検討するために、関心をもつ本学社会情報学部情報処理学専攻の学生（森崎ゼミの学生、2009年度卒業）を被験者として3名選出した。次に、学生らには、Processing²⁾によるメディアアートの制作方法を2008年4月～5月頃まで学ばせ、2008年6月には作品を制作させた（図1）。なお、このProcessingを用いることにより、人と機器とのインタラクションを容易にデザインでき、豊かな視覚表現が可能となる。作品は、PCと入力デバイス（Webカメラとマウス）を媒体としてProcessingに情報を送り、PCの画面にイメージやアニメーションを表示させるものである。それぞれの学生が、全く異なる世界観を表現しており、大変面白い作品となった。これらの学生らが行ったメディアアートの制作とその分析については、2008年9月に開催された第10回日本感

*大妻女子大学社会情報学部 **慶應義塾大学大学院文学研究科 ***東京大学大学院総合文化研究科
****大同大学工学部 *****上村メカトロニクス株式会社



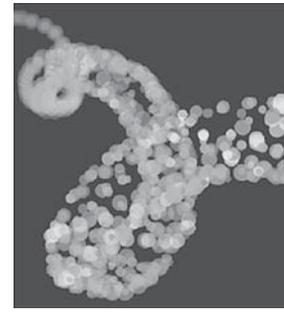
作品1「mob」

ウェブカメラに映る映像を、ある1コマの画像データとして認識したとき、その次に認識されたデータとの差異を取り、前後の映像で最も動きの大きい部分に呼応して丸が表示される作品。淡い色の丸がランダムに現れることで柔らかさと優しさを表現した。



作品2「mushi」

マウスを動かすと虫のように動く作品である。生きているかのように表現する為に暗い色を使い、生き物の迫力を出した。



作品3「guruguru」

派手な色をした複数の丸がマウスを動かすたびに回転しながら徐々に大きくなる作品。色は再生するたびに異なるので、鑑賞者を飽きさせない楽しい作品である。

図1 学生が制作した作品

性工学会大会にて、学生ら自らが発表を行った³⁾。

以上から、学生自らがメディアアートの制作とその分析を通して作品の制作目標を設定するという情報デザインの教育法を提案でき⁴⁾、メディアアートが情報デザイン教育の中で有効であることを示した。

3. 教材の開発

3.1 制作における技術的課題

上記の教育を通し、既存の入力デバイス（Webカメラとマウス）と Processing が連携する作品制作は完成できた。しかし、人の動きを認識するなどのより高度な作品の制作は、本学の学生には難しいということが明らかになった。というのも、本学の学生は工学的な知識や経験が乏しいため、より高度な作品が制作できるか否かは、電子工作に対する本人の学習意欲に大きく左右されてしまうからである。

しかし、一般に、メディアアートでは、圧力や重力、風力、温度など、我々を取り巻く様々な環境情報を活用した、既製の入力デバイスの枠にとられない作品が数多くみられる。このような作品は、本学の学生のアイデアからも、生まれうるだろう。しかしながら、学生には電子工作技術の

壁が存在する。したがって、学生が高度な電子工作技術を習得せずとも、比較的容易に、様々なセンサーを組み合わせた作品制作を行える教材の必要性を強く感じた。というのも、このような教材を利用することで、学生はそれぞれ持っている発想を発展させていくことや、制作された作品に対する評価の分析に時間を費やすことができるからである。

3.2 技術的課題を克服するための教材の調査

そこで、LEGO 社製の Mindstorms NXT⁵⁾ のキットを、メディアアート制作に生かすことができなかと考え、調査を行った。Mindstorms NXT ロボットを利用すれば、センサーがキット化されているため、組み立てにそれほどの労力をかけずとも、高度な処理を行わせることが可能である。しかし、人がリアルタイムでセンサー制御を行うということは現段階では難しい。つまり、光センサーやタッチセンサーに連動するインタラクティブ作品などを制作するために、Mindstorms NXT を利用・改造することは、現状では難しいと判断した。

次に、Gainer⁶⁾（図2）を用いた動作実験を行った。Gainer は、リアルタイム制御が可能で、インタラクティブなメディアアートを制作するた

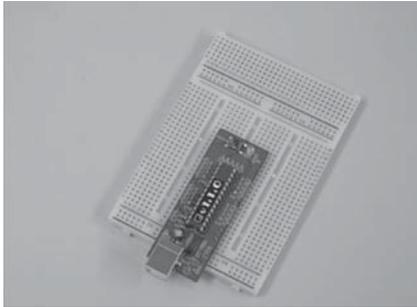


図2 Gainer

めに大変適した装置である。部品レベルから組み立てることで、センサーを使ったメディアアートに関する理解を深めることが可能である。

但し、電子部品の知識や電子工作技術がある程度は必要である。実験に協力した学生らは、Gainer を用いてセンサーを用いた作品制作に取り組んだが、制作が難航し、電子工作がなるべく必要とならない教材が望まれた。

以上により、LEGO のようにある程度キット化されたセンサーを、ブロックのように組み合わせることで制作が可能で、かつ、Gainer のようにセンサーのリアルタイム制御が Processing などの比較的容易な言語でできる、メディアアート制作支援教材が必要であるという結論に至った。そのような教材は、現在製品として入手が困難なため、独自に開発する必要がある。

3. 3 センサーボックスの開発

大同大学工学部の橋口宏衛先生と上村メカトロニクス株式会社⁷⁾の協力を得て、メディアアート用インタフェースであるセンサーボックスを開発した。

センサーボックスは、64チャンネルのセンサー入力ボードである（表1、図3）。CPU にマイクロチップ製 8 bit RISC CPU18F4550、センサー入力にマイクロチップ製12bit 8 channel A/D コンバータ MCP3208 を 8 基搭載した小型マイコンボードである。USB ターゲット機能を生かし、バスパワー（USB からの +5V 給電）で全システムが動作するように設計している。このマイコンには Gainer と互換性のあるプログラムが書き

表1 センサーボックスの仕様

名称	64ch センサー入力ボード
型番	CL-64AD-1.00
CPU	Microchip 製 PIC 18F4550
クロック	48MHz (ベース20MHz を PLL で倍周)
動作温度	-40 to +85°C
動作電圧	DC4.2~5.0V (絶対最大定格 DC5.5V)
消費電流	55mA (MAX)
基板寸法	約100mm×100mm×30mm
コネクタ等	USB コネクタ×1、アナログ入力コネクタ×64、デジタル出力コネクタ×4、デジタル入力コネクタ×4、センサー電源選択用ジャンパピン×1

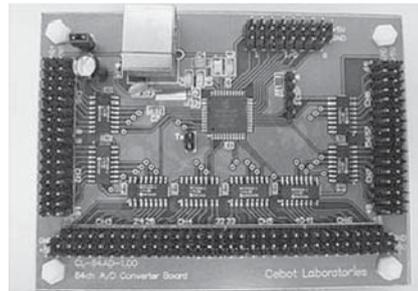
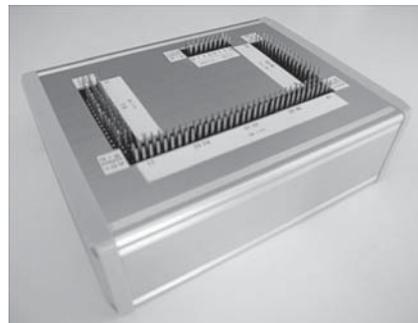


図3 センサーボックス（上：外観、下：内面）

込まれている。これを用いることにより、電子部品の知識や電子工作技術が乏しい学生であっても、センサーと Processing を融合させたメディアアートの制作が可能となる。

3. 4 キット化されたセンサーの試作

先述のゼミ学生らと議論し、キット化されたセンサーの試作では、センサーから自然環境の情報を取り込んで Processing 上にそれを表現・表示することを、キット化されたセンサーの試作の目標とした。



図4 風力発電工作キット（左：タミヤのルーピング風力発電工作キット、右：小型冷却ファン）

まず、発電機（モーター）を利用し、風力の情報をPCに伝え、その情報をグラフィカルに表示させるものを試作した。

図4の発電機は、大きさや価格は異なるが、「プロペラを使っている」「DC直流モータを使っている」という点において同じ機能を持っており、風力発電の実験キットとして使うことができる。

本来、DCモータは電流をかけて回転運動を発生させる機器だが、逆に回転軸を外部の力で回転させてやれば電流が発生する。図5のように、モータの片方をGNDへ接続し、もう片方をセンサー入力端子へ接続すれば電圧が計測できる。

センサーボックスのボードは、64個のアナログ

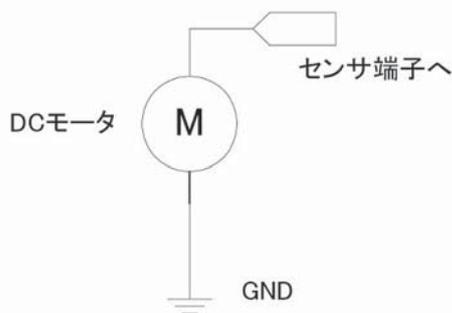


図5 発電機の回路図

センサー入力を持っており、ボードの周囲にあるコネクタから接続できるようになっている（図6）。

次に、サンプルプログラム（windmill）を作

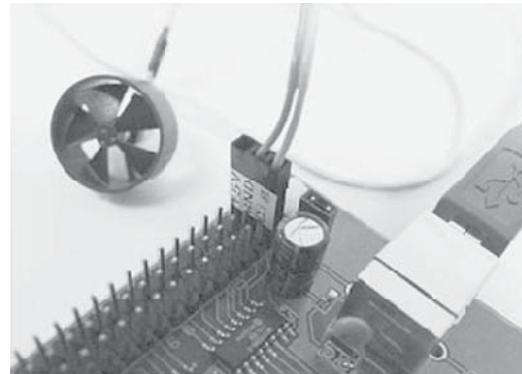


図6 発電モータとの接続

成した。これは、Processing用のプログラムで、センサーから送られる発電モータの回転情報をPCで受け取り、画像を動画で表示させることができる。ProcessingのRunボタン（再生ボタンのアイコン）をクリックすれば、プログラムが実行される。発電していないときにはプロペラが止まっているが、電圧を検知するとプロペラが回り始める。発電をやめると回転は停止する（図7）。

以上により、キット化されたセンサーを組み合わせてメディアアートの制作が可能な教材の試作品が完成した。

3. 5 キット化されたセンサーの拡充

次に、キット化されたセンサーの拡充を行った。具体的には、前節の内容を発展させたもので、Processingと連動する気象観測装置（風向計・風量計・雨量計・温度計）（図8）と、そのデータを計測し画像表示するプログラムを作成した。

以上の装置は、気象観測の基礎的な情報を得ることができるが、日照時間、日射量、湿度、気圧などの気象要素は計測することができない。なお、このセットは下記のものを使用している。

- (1)風量計 ARGENT DATA SYSTEMS 製 Anemometer
- (2)風向計 ARGENT DATA SYSTEMS 製 Wind Vane
- (3)雨量計 ARGENT DATA SYSTEMS 製 Rain Gauge

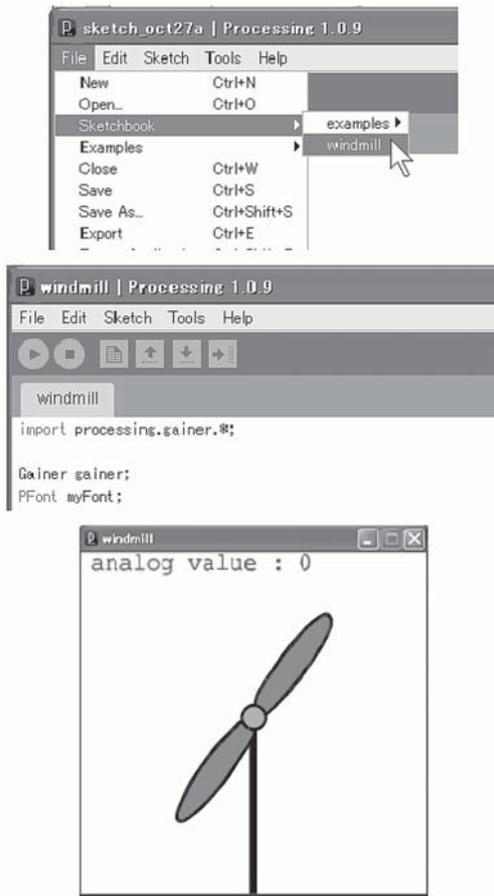


図7 Processing 用サンプルプログラム (windmill)

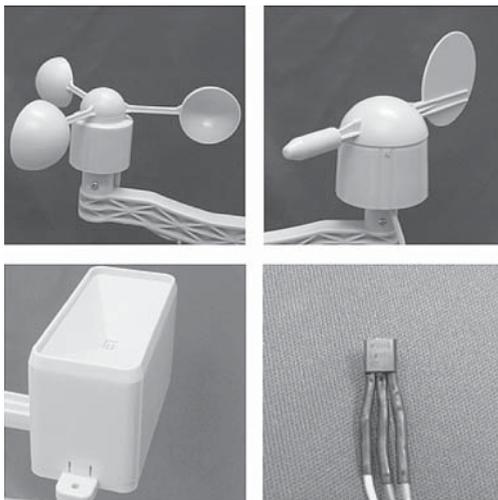


図8 気象観測装置 (左上：風向計、左下：風量計、右上：雨量計、右下：温度計)

(4)温度計 National Semiconductor 製 LM35DZ

ARGENT DATA SYSTEMS 製のセンサーは、全て図9のようなモジュラーjack (RJ11) で接続するようになっている。

防水性や取り回し距離を考えて図9左のモジュラーjackが使われているが、このままでは64chセンサー入力ボードに接続できない。そこで本キットでは図9右のコネクタ変換基板を用意してある。センサーのモジュラーjackを該当するコネクタに差し込む。コネクタの反対側は、センサーボックス (64chセンサー入力ボード) 用のセンサーコネクタになっている (図10)。

次に、作成したいくつかのサンプルプログラムの中から、気象観測装置風向計 (WindVane_2)



図9 センサーとコネクタ変換基板を接続 (上：モジュラーjack、下：コネクタ変換基板に接続)

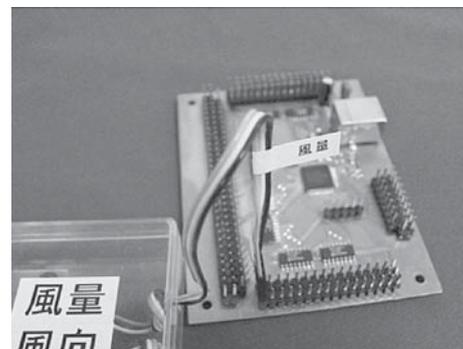


図10 コネクタ変換基板とセンサーボックスを接続

を紹介する。

0～5.0Vまでのアナログ入力値を256段階（8 bit分）で計測する。 $5.0/256=0.0195$ と計算する（すなわち1段階あたり0.0195V）。この0.0195に取得した0～256数値の数値を掛ければ、正式な電圧が計算できる。ここで、前もって計測しておいた電圧-方位の変換表を使って方位を求めるが、求めた電圧値にはノイズがのっているため、変換表と完全に一致することはまずあり得ない。そこで、現在の電圧値と表の値の差を取り、ある一定値より小さかったときにその方位だと認識するようにする。該当する電圧があったときはその方位を表示する。

Processingのプログラム（WindVane_2）を実行すると、図11のようなウィンドウが開き、方位を示す背景と、矢印の2枚のjpgが表示される。矢印の画像はtranslate（）、rotate（）関数を使って移動・回転させている。

4. センサーボックスを用いた学生の作品例

先述のゼミ学生らのうち1名が、卒業研究として本研究で開発センサーボックスとセンサーを活用した作品（図12）を制作したので、その内容を紹介する。

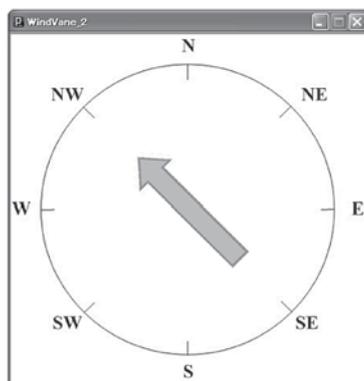


図11 WindVane_2の実行画面

作品「cooling」

webカメラの映像はドットで表示されている。キーボードを押し続ける間、黒色部分に数字が表示される。また、センサーボックスに接続されているファンに息を吹きかけると、色の反転が起きる。吹くのをやめると元に戻る。

本学生は、初め、Gainerとセンサーを用いた作品制作に取り組んでいたが、制作が大変難航したため、電子工作をあまり行わなくてすむ教材を必要としていた。本研究で開発したセンサーボックスとキット化されたセンサーを提供することで、電子工作技術が皆無であった本学生でも、センサーを用いたメディアアート制作を行うことができた。また、プログラム作成においても、サンプルプログラムとライブラリ活用方法を示すことで、容易に仕上げることができた。

なお、本学生は卒業研究の結論として、「アナログ情報を入力とするセンサーボックスを用いることにより、インタラクションの幅は広がり、新たな表現が可能となることを提示した」と述べている。



図12 作品「cooling」

5. まとめ

本研究は、情報処理とデザイン表現を融合した教材の開発を行った。具体的には、電子部品の知識や電子工作技術をそれほど持たずともセンサーを使用することができる教材（センサーボックスとキット化されたセンサー、及びそれを使用するためのサンプルプログラム）を制作した。それらを用いた情報デザイン教育を実施したところ、電子工作が苦手なために制作を諦めていた学生に、発想を実現させる意欲を与えることができたと思われる。

今後の展開として、センサーボックスとキット化されたセンサーが、情報デザイン教育の中で、どの程度有効なのか検証するため、被験者となる学生を増やし、継続的に研究を行いたいと考えている。

謝辞

本研究を行うにあたり、社会情報学部よりプロジェクト研究費（申請区分：一般枠（2008）、及び特定枠（2009））を頂いたことに、感謝致します。

注

- 1) メディアアート：基本的にコンピュータを中心とするメディアテクノロジーを作品に内包することによって成立した一つのジャンル。デジタルテクノロジーを利用した作品に適用される概念。
（参考）白井雅人ら編『メディアアートの教科書』フィルムアート社（2008）
- 2) Processing : Java をベースにしたデザイナー／アーティスト向けのプログラミング言語。

MIT のメディアラボで開発された。

<http://processing.org/>

（参考）GainerBook Labo, くるくる研究室『+GAINER-PHYSICAL COMPUTING WITH GAINER』九天社（2007）

- 3) 野津原可那, 井澤佑果, 田村真澄, 森崎巧一, 大海悠太, 橋本誠「身体性を用いたインタラクティブな感性的表現の一考察」第10回日本感性工学会大会研究発表概要, P01-07 (概要 PDF は CDROM に収録), 2008.
- 4) 拙著「インタラクティブアートと印象評価を用いた情報デザイン教育」芸術工学会大会号, No. 48, pp. 54-55, 2008.
- 5) 教育用レゴ・マインドストーム NXT : 次世代のロボット教材で、生徒や学生たちは自分の手で実際に動かしながら、科学、技術と情報、工学を楽しく、体験的に学習できる。自律型のロボットを組み立て、プログラミングすることによって、学習能力を高めるためのツール。

<http://www.legoeducation.jp/mindstorms/>

- 6) Gainer : センサー（例：明るさや加速度など）やアクチュエータ（例：LED やモータなど）とパソコンを接続する I/O モジュールと、Max/MSP や Processing 用のソフトウェアライブラリからなる環境。この環境を用いることで、モニター、キーボード、マウスといった通常のパソコンの環境に留まらない作品（やインタフェースのプロトタイプを作り出すことができる。

<http://gainer.cc/>

- 7) 上村メカトロニクス株式会社：研究室・教育機関用各種機械・機器備品および装置製作販売

<http://www.uemura-mechatronics.com/>

Development of Teaching Materials using Sensors and Processing in Information Design Education

NORIKAZU MORISAKI*, CHIAKI HIKI**, YUTA OGAI***, HIROE HASHIGUCHI****

MAKOTO HASHIMOTO*****, MAKOTO UEMURA*****, NAOYUKI TAMARU*

**School of Social Information Studies, Otsuma Women's University*

***Graduate School of Letters, Keio University*

****Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo*

*****School of Engineering, Daido University*

******UEMURA-MECHATRONICS Corp.*

Abstract

The purpose of this study is to show our new teaching materials for information design education. At first, we developed a sensor box which helps beginners to make interactive media art using sensors and Processing: this device does not require much knowledge or skills in electronics, and it can be connected to sensors more easily than Gainer. We made some useful sample programs to work with Processing and the sensor box. Finally, it was shown that these teaching materials were convenient for teaching information design in graduate research.

Key Words (キーワード)

Information Design Education (情報デザイン教育), Teaching Materials (教材), Sensors (センサー), Processing (プロセッシング), Media Art (メディアアート)