

Processing による加速度センサを活用したプログラミング教育の試み

土肥 紳一¹⁾, 今野 紀子¹⁾, 酒造 正樹¹⁾, 前田 英作¹⁾

1) 東京電機大学 システムデザイン工学部

dohi@mail.dendai.ac.jp

Attempt of computer programming education that uses acceleration sensor by Processing language

Shinichi Dohi¹⁾, Noriko Konno¹⁾, Masaki Shuzo¹⁾, Eisaku Maeda¹⁾

1) School of System Design and Technology, Tokyo Denki Univ.

概要

「重力加速度(9.8m/s^2)を意識したことはありますか？」物理学等を学んだことのある人にとっては、重力加速度はお馴染みであるが、重力加速度を実際に測定し、数値として見たことのある人は少ないと思われる。システムデザイン工学部デザイン工学科の「コンピュータプログラミングⅡ」の授業では、Processing を使ってオブジェクト指向の入門を学習する。毎回の授業では、理解度調査のアンケートを実施し、さらに授業の前期、中期、後期に受講者のモチベーションを測定し、分析を行っている。中期のモチベーションの分析結果から、「ゲームなど遊びの要素を加えながら、学生が楽しめる工夫を増やす」が、授業改善策の一つとして提案された。これを受けて、小型無線多機能センサ(TSND151)を活用し、重力加速度の測定を授業中に行った。本論文では、授業内容、加速度センサの導入までの経緯、受講者への効果等について述べる。

1 はじめに

2017 年 4 月に、システムデザイン工学部(定員 240 名)が、東京都足立区の北千住にある東京千住キャンパスに開設した。システムデザイン工学部は、2001 年 4 月に千葉ニュータウンキャンパスに開設した情報環境学部(定員 240 名)が発展的に改組し、誕生した学部である。システムデザイン工学部は、情報システム工学科(定員 130 名)とデザイン工学科(定員 110 名)の 2 学科で構成されている。以下は、デザイン工学科について述べる。

デザイン工学科のプログラミングに関する授業は、1 年生の後期に「コンピュータプログラミングⅠ」で手続き型の基本を学習する。その後、2 年生の前期に「コンピュータプログラミングⅡ」でオブジェクト指向の入門を学習する。デザイン工学科は、工学の知識と技術を基礎に、設計段階から人間・社会への作用まで全体像を見渡しながらかデザインする能力を身につけ、グローバルな環境で創造を実践する能力を養成する。情報環境学部の時代のように、コンピュータ、ネットワーク、プログラミング、データベース等の専門家を目指す人達とは、かなり違っている。

2 コンピュータプログラミングⅡ

2.1 Processing の採用

デザイン工学科の開設に当たり、プログラム言語を何にするかを検討した。情報環境学部では Java 言語を導入したが、初学者にとって煩雑な操作が多い言語であった。Java の環境をインターネットからダウンロードし、テキストエディタを使ってソースプログラムを入力し、コンパイルを行う。コンパイルエラーが発生した場合は修正を行い、再びコンパイルを行い、実行に至る。ここまでの手順は、細かいことに注意を払わないといけない煩雑な操作が多い。デザイン工学科の授業時間数は、2017 年度は 90 分、半期で 15 回であったが、2018 年度は 100 分、半期で 14 回になった。情報環境学部では、50 分 2 コマ連続で半期に 27 回実施してきたが、約半分の時間になった。単位数も 4 単位から 2 単位に半減した。

デザイン工学科のプログラミング言語は、スケッチブックに絵を描く感覚でプログラミングできる Processing を採用した。元々 Processing が、このような設計思想で開発されており、デザイン工学科のプログラム言語として最適だと判断した。さ

らに、情報環境学部で 2013 年～2016 年に開催した高大連携型授業「プログラミング入門体験」の経験があった。近隣の高等学校から土曜日の 10:00～12:00 に登校してもらい開講した。少ないタイピング量で、結果がグラフィカルに表示され、参加した高校生の評判は非常に良かった。その他、デザイン工学科の研究室のいくつかでは、Processing を使ったアプリケーションの開発を行っており、これらのことも、導入の後押しとなった。

2.2 教科書について

教科書は、オライリーの「Processing をはじめよう 第2版」を使っている[1]。1 年生後期に「コンピュータプログラミングⅠ」で、1 章～9 章、11 章の配列(オブジェクトを除く)までを学び、残りの章を、「コンピュータプログラミングⅡ」で学習する。この書籍の「はじめに」には、「『Processing をはじめよう』は教科書ではありません」との記載がある。簡潔な例題と説明が、初学者にとって学びやすい構成になっているが、説明不足な点もある。補足資料を適宜準備し、練習問題も準備することで対応した。教科書は 13 章まで掲載されているが、情報環境学部での経験から、コレクションクラス(ArrayList, HashMap)、インタフェース、継承を理解することが重要と考え、14 章から 17 章を独自に執筆した。授業では、第 11 章まで学んだ後に、14 章から 17 章を先に学び、その後、12 章と 13 章に戻る流れを組んだ[2]。教科書の章立ては表 1 に、授業スケジュールは表 2 示す。筆者にて執筆した章は、※で示した。

3 モチベーションの分析

3.1 モチベーションの測定

授業は 2 クラスに分割し、その内の 1 クラス、約 60 名を測定対象とした。授業では毎回、理解度調査を目的としたアンケート調査を実施している。アンケート調査は、web ブラウザで回答できるシステムを活用する。回答は、各調査項目に対して、「はい」「いいえ」の 2 択で回答を求める。その他、自由記述の欄を設け、授業に対する要望や感想を聞いている。集計結果は授業用の web サイトで公開し、次の授業の冒頭で講評する。授業毎に結果をフィードバックすることで、教授者の一方的な授業の防止になっている[2]。

受講者のモチベーションは、情報環境学部で開発した SIEM(Systematical Information Education Method ジーム)を使って、測定および分析を継続

表 1 章立て

はじめに	11 章 配列
1 章 ようこそ Processing へ	12 章 データ
2 章 コードを書いてみよう	13 章 拡張
3 章 描く	14 章 インタフェース(※)
4 章 変数	15 章 ArrayList オブジェクト(※)
5 章 反応	16 章 HashMap オブジェクト(※)
6 章 移動、回転、伸縮	17 章 継承(※)
7 章 メディア	付録 A コーディングの心得
8 章 動き	付録 B デバッグ
9 章 関数	Processing クイックリファレンス
10 章 オブジェクト	

表 2 授業スケジュール

	内容
1 回	ガイダンス、10 章 オブジェクトオブジェクトを利用するために、フィールド、メソッドの概念を理解し、クラスを定義する事を学ぶ。専門用語(フィールド、メソッド、インスタンス、コンストラクタ、オブジェクトの生成等)を学ぶ。
2 回	10 章 オブジェクト複数のオブジェクトを活用することについて学ぶ。前期アンケート調査実施。
3 回	11 章 複数のオブジェクトを扱うために、オブジェクトの 1 次元配列の活用について学習する。JitterBug オブジェクトを複数生成し表示する。PImage オブジェクトを取り上げる。
4 回	14 章 インタフェースを定義することによって、異なるオブジェクトを同一視できるようになる。前回取り上げた、1 次元配列にインタフェースを取り入れることによって、異なるオブジェクトを配列で利用できることを学習する。
5 回	15 章 ArrayList オブジェクトは、配列のように複数のオブジェクトを管理できる。あらかじめ大きさを決めておく必要がなく、便利なオブジェクトである。add、get、remove 等のメソッドを使ってオブジェクトを管理することを学ぶ。
6 回	16 章 HashMap オブジェクトは、put、get 等のメソッドを使い、順番を意識することなくオブジェクトをキーで管理できることを学ぶ。
7 回	17 章 親クラス(スーパークラス)、子クラス(サブクラス)について学習する。中期アンケート調査実施。
8 回	中間試験
9 回	12 章 CSV 形式のデータを Table オブジェクトに入力し、折れ線グラフの表示を行い、これに必要なオブジェクトについて学習する。
10 回	12 章 JSON 形式のデータを JSONObject オブジェクトに入力し、その内容を表示することを学習する。これに必要なオブジェクトの扱いを学習する。
11 回	13 章 PDF 形式のファイルの出力、サウンドの再生を学習する。これに必要なオブジェクトの扱いを学習する。
12 回	13 章 Arduino との連携を学習する。加速度センサを活用し、加速度を測定し、グラフ表示を行う。
13 回	プログラムコンテスト：これまで学習してきた内容を基に、プログラムコンテストを実施する。後期アンケート調査実施。
14 回	期末試験

的に行っている[3]。モチベーションは、表 3 に示す SIEM アセスメント尺度の各質問項目に対して、受講者が「1:まったくそう思わない」「2:あまりそう思わない」「3:どちらともいえない」「4:ややそう

思う」「5:強くそう思う」の5段階のリッカート尺度で回答を求める。モチベーションは、「(17)重要度」と「(19)期待度」の積の平均で算出する。したがって、モチベーションの最小値は1、最大値は25になる。

表 3 SIEM アセスメント尺度

因子1：授業構成因子	
(1) 成功機会度	授業中にできた・わかったという実感がありますか。
(2) 親性度	授業の内容は親しみやすいですか。
(3) 愉楽度	このプログラミングの授業は楽しいと思えますか。
(4) 理解度	このプログラミングの授業は理解しやすいですか。
(5) 知覚的喚起度	自分が入力したプログラムの動作結果を見るのは楽しいですか。
(6) 意義の明確度	授業の意義や目的がはっきりしていますか。
(7) 好奇心喚起度	授業では好奇心を刺激されますか。
因子2：自発性因子	
(8) 将来への有用度	将来に役立つと思いますか。
(9) 向上努力度	もっとプログラミングの勉強を努力しようと思いますか。
(10) 自己コントロール度	授業で学習したことを基にして、自分で工夫し勉強してみようと思いますか。
(11) 自己目標の明確度	自分の到達すべき学習の目標がはっきりしていますか。
因子3：双方向性因子	
(12) コミュニケーション度	授業中、学生・教員などとのコミュニケーションはありますか。
(13) 所属集団の好意的反応度	教員やクラスのメンバーは好意的ですか。
(14) コンテンツの合致度	演習問題などは授業内容と一致していますか。
因子4：参加性因子	
(15) 参加意欲度	休まずに出席しようという意欲が起こる授業ですか。
(16) 参加積極度	授業での自分の参加態度は積極的ですか。
モチベーション評価項目	
(17) 重要度	プログラミングを学習することは重要だと思いますか。
(18) 現状認知度	現在の時点で、プログラミングの知識・技術は身についていると思いますか。
(19) 期待度	もっとプログラミングの知識や技術を高めたいと思いますか。

3.2 中期における分析結果

中期におけるモチベーションの分析結果を以下に述べる。中期におけるモチベーションの平均値は、前期(18.0)から中期(15.9)にかけて2.1の低下がみられた。この様子を表4に示す。学習者のモチベーションに繋がる要因と満足度についてCS(Customer Satisfaction)分析を施行した[4]。本分析では、目的変数をモチベーションの値、説明変

数をSIEMアセスメント項目とする。CS分析の結果を表5に示す。図1と図2はそれぞれを偏差値化しプロットしたものであり、縦軸が満足度偏差値(SLD:Satisfaction Level Deviation score)、横軸がモチベーションとの関連性を表す関連度偏差値(RLD:Related Level Deviation score)となっている。

表 4 基本統計量

		前期(4月)	中期(5月)	後期(7月)
全体	平均	18.0	15.9	15.9
	標準誤差	1.0	0.9	1.0
	中央値	18.0	16.0	16.0
	最頻値	25.0	16.0	20.0
	標準偏差	6.6	6.3	6.5
	分散	43.0	40.0	41.7
	尖度	-0.1	-0.6	-0.3
	歪度	-0.7	-0.2	-0.5
	範囲	23	24	24
	最小	2	1	1
	最大	25	25	25
	合計	826	765	622

このクラス集団のモチベーションには、「向上努力度(RLD=66.4)」「将来への有用度(RLD=63.1)」「愉楽度(RLD=60.2)」「知覚的喚起度(RLD=60.1)」「自己コントロール度(RLD=57.7)」「好奇心喚起度(RLD=56.9)」が強く関与していることが判明した。また、このクラス集団の満足度では「コンテンツの合致度(SLD=66.4)」「知覚的喚起度(SLD=64.7)」「将来への有用度(SLD=59.6)」「参加意欲度(SLD=59.6)」「所属集団の好意的反応度(SLD=57.9)」「向上努力度(SLD=57.4)」「参加積極度(SLD=55.1)」が高くなっている。これらがモチベーションに繋がっていることが分かった。

表 5 CS 分析結果

SIEM アセスメント項目	中期			後期		
	満足度 (SLD)	関連度 (RLD)	改善度 (ILD)	満足度 (SLD)	関連度 (RLD)	改善度 (ILD)
成功機会度	34.3	49.1	7.3	49.7	40.1	-4.8
親性度	42.8	53.0	5.8	48.7	43.4	-2.5
愉楽度	42.8	60.2	11.2	45.5	57.1	7.2
理解度	39.4	50.5	5.7	30.9	44.4	6.4
知覚的喚起度	64.7	60.1	-2.1	64.4	50.6	-6.8
意義の明確度	48.9	42.3	-3.2	44.5	46.2	0.8
好奇心喚起度	46.7	56.9	6.0	46.6	48.2	0.7
将来への有用度	59.6	63.1	1.6	62.3	68.2	2.7
向上努力度	57.4	66.4	4.1	59.2	62.7	1.6
自己コントロール度	48.9	57.7	4.6	55.0	61.4	3.0
自己目標の明確度	36.0	31.8	-1.9	31.9	39.1	3.3
コミュニケーション度	39.4	36.0	-1.5	39.3	33.2	-2.8
所属集団の好意的反応度	57.9	37.0	-12.9	59.2	40.6	-13.0
コンテンツの合致度	66.4	43.5	-13.0	62.3	45.7	-9.3
参加意欲度	59.6	48.3	-6.0	53.9	64.4	5.0
参加積極度	55.1	44.0	-7.5	46.6	54.6	5.2

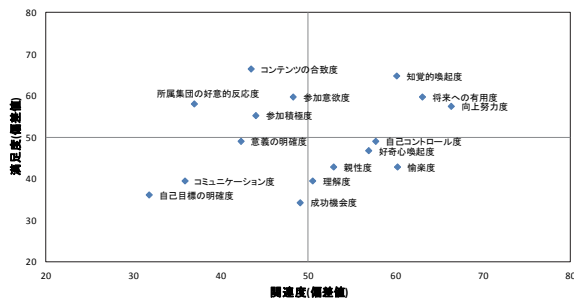


図 1 CS グラフ(中期)

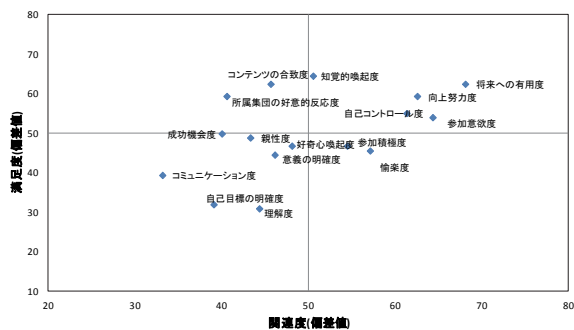


図 2 CS グラフ(後期)

3.3 後期に向けた授業改善策提案

表 5 の改善度(ILI:Improvement Level Index)は, 5 以上は要改善, 10 以上は即改善項目と考えられる。後期への提案事項では, 改善度指数が 5 以上である項目のうち上位 2 項目を目安にし, 改善が効果的であると判断される項目について提案する。

CS 分析の結果から, 「コンテンツの合致度」「所属集団の好意的反応度」「参加積極度」「参加意欲度」「意義の明確度」「知覚的喚起度」「自己目標の明確度」「コミュニケーション度」においてモチベーションへの成果が得られている。さらなるモチベーション向上のためには, 関連度は高いが満足度が低い項目, すなわち「愉快度(ILI=11.2)」「成功機会度(ILI=7.3)」の改善, 工夫が効果的である。具体的には, ①ゲームなど遊びの要素を加えながら, 学生が楽しめる工夫を増やす, ②授業中に練習問題や基礎演習などを取り入れることで, 学生ができた・わかったという実感や成功体験を得る機会を増やすなどが有効と考えられる。

4 授業改善策への対応

4.1 加速度センサの活用

授業改善策のひとつとして提案された「ゲームなど遊びの要素を加えながら, 学生が楽しめる工夫を増やす」を受けて, 加速度センサを授業で活用することを考えた。使用したセンサは, 小型無

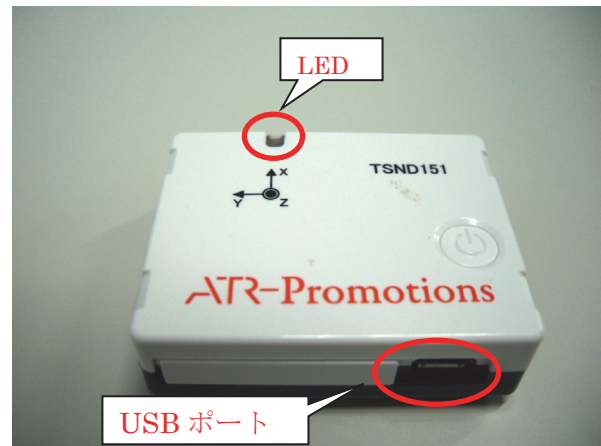


図 3 TSND151 の様子

線多機能センサ(TSND151)である[5]。TSND151 の様子を図 3 に示す。

このセンサは, 国際電気通信基礎技術研究所(ATR :Advanced Telecommunications Research Institute International)で開発されたものである。加速度・角速度センサ, 地磁気センサ, 気圧センサが搭載されている。姿勢角を表すクォータニオン値を取得することもできる。16bitAD コンバータが 4ch 搭載されている。大きさは, 40mm(W) × 50mm(H) × 14mm(D), 重さは約 27g である。無線接続は Bluetooth Ver2.0+EDR Class2 (通信距離最長 10m)である。有線の接続は microUSB B タイプで接続できる。授業では TSND151 を 30 セット準備した。

4.2 TSND クラスの作成

本講義において Processing と TSND151 を接続した事例は無いため, ATR から公開されている, 開発者向け FAQ[6], 小型無線多機能センサ(TSND151)コマンドインタフェース仕様書[7], センサと直接バイナリ通信する Python のサンプルプログラム(Python 2.7 で動作確認済み)[8]を参考に, Processing で TSND クラスを試作した。「コンピュータプログラミング II」の授業はオブジェクト指向の理解であり, TSND クラスとして提供できることに拘った。

最初にノート PC と USB ケーブルで接続した TSND151 で正しくデータを収集できることを確認することを最初に行った。これは, 公開されているセンサと直接バイナリ通信する Python のサンプルプログラム(Python 2.7 で動作確認済み)を試すために, ノート PC に Python 2.7 を導入し, データ収集できることを確認した。Python のサンプルプログラムを参考にしながら, 少しずつ Processing

に移植した。

試作した TSND クラスは、x 軸、y 軸、z 軸方向の加速度と各軸回りの角速度の情報を取得できる。なお、ブルートゥースによる無線での接続は、複数のセンサを同時に使うことによるペアリングの混乱が予想されたため、授業では USB による有線での接続を行うことにした。

5 授業の実施

5.1 実施日

加速度センサの活用は、2018 年 7 月 2 日(月)に実施した 12 回目の授業で実施した。当初の授業内容は、教科書の第「13 章 拡張」を予定していた。Processing と Arduino との接続等が行えることを教授者がデモを見せる程度にとどめ、番外編として加速度センサを使うことを説明した。また、本日の授業実施方法は普段と異なり、2～3 名でグループを作り、提示された資料を基に、各グループで相談しながら受講者が能動的に学習するための指導方法(アクティブ・ラーニング)を取り入れることを説明した。

5.2 TSND151 の貸し出し

配布物は、センサ、USB ケーブルである。グループの代表者がセンサー式を受け取りに来るよう指示した。センサー式毎に 1 から 30 番の番号を付けた付箋を用意し、教室前方の机に並べた。この一部を図 4 に示す。付箋に借用者の学籍番号と名前を記載してもらい、センサー式を貸し出した。



図 4 TSND151 を並べた様子

5.3 USB シリアルドライバのインストール

TSND151 と受講者のノート PC を接続するために USB シリアルドライバをダウンロードし、インストールする必要がある。ドライバは、ATR の web

サイトからダウンロードした[9]。

5.4 サンプルプログラムの実行

x 軸、y 軸、z 軸の加速度をコンソールに表示するプログラムの例を、図 5 に示す。なお Tsnd クラスは、現時点で試作段階であることを補足説明した。プログラムの要点を以下に述べる。

`port = new Serial(this, "COM3", 115200);` は、ノート PC と TSND151 を接続するシリアルポートとの通信速度を設定し、Serial オブジェクトを生成する。なお、"COM3"は、使用する環境によって他の番号に変わる。事前にデバイスマネージャで確認し、その値を設定する。

`tsnd = new Tsnd();` は、Tsnd オブジェクトを生成する。

`tsnd.setUsb(0x01, 0x0A);` は、TSND151 の加速度センサを利用するための設定を行う。最初の実引数は、サンプリング周期である。2 番目の実引数は、平均するサンプル数である。この設定で、毎秒 100 個のデータを取得できる。

`tsnd.setStartParameter();` は、測定を開始するための準備を行う。

`tsnd.measure();` は、測定を開始する。

`tsnd.getX();`、`tsnd.getY();`、`tsnd.getZ();`は、x 軸、y 軸、z 軸の加速度のデータを受け取る。

`dispose();`メソッドは、「閉じる」ボタンが押された時に、`tsnd.setStopParameter();`を実行し、測定を停止する。

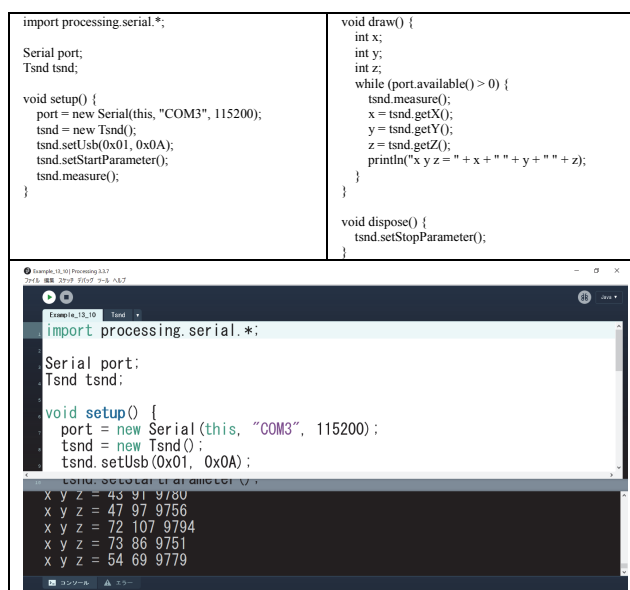


図 5 加速度を表示するプログラム

TSND 151 の表面には、x 軸、y 軸、z 軸の向きが記載されている。プログラムを実行する前に、

TSND 151 の電源を入れる。「ピィ」と音がした後、図 3 に示した LED が白色で時々点滅する。

Processing の「実行」をクリックすると「TSND151 USB SET Termination.」が表示され、計測結果が表示される。この表示は、すぐに上の方へスクロールするため、計測に失敗した時でないといけない。地球の重力加速度は 9.8m/s^2 であり、机上に置いた場合は、x 軸、y 軸、z 軸のいずれかが、±9800 前後の数値として計測結果が表示される。図 5 は、図 3 に示した配置で測定した結果である。z 軸の値が 9800 前後になっていることが分かる。受講者の様子を図 6 に示す。データがリアルタイムで表示され、またセンサを少し傾けるだけで数値が大きく変化し、受講者の興味を喚起できた。



図 6 受講者の様子

5.5 データの保存

9 回目の授業で、CSV 形式のファイルの読み込み、出力を学習している。教科書の p190 で学習した `PrintWriter` オブジェクトを利用する。この実用的な応用として、測定結果を CSV 形式のファイル `tsnd.csv` に保存するプログラムを試した。プログラムの例を、図 7 に示す。図 5 のプログラムに加筆した部分を、赤色で示した。プログラムの要点を以下に述べる。

`int count = 0;` はファイルに書き込んだレコード数（行数）を数える変数である。

`output = createWriter("data/tsnd.csv");` は CSV 形式のファイルを `data` フォルダの中に作成する。

`output.println("x,y,z");` はヘッダーを出力する。

`count++;` はファイルに書き込んだレコード数に 1 を加える。

`output.println(x + "," + y + "," + z);` は、x 軸、y

軸、z 軸の加速度データをコンマで区切って出力する。

`count++;` はファイルに書き込んだレコード数に 1 を加える。

`dispose()` メソッドは、バッファの出力とファイルのクローズ、最後に書き込んだレコード数を表示する部分を追加する。

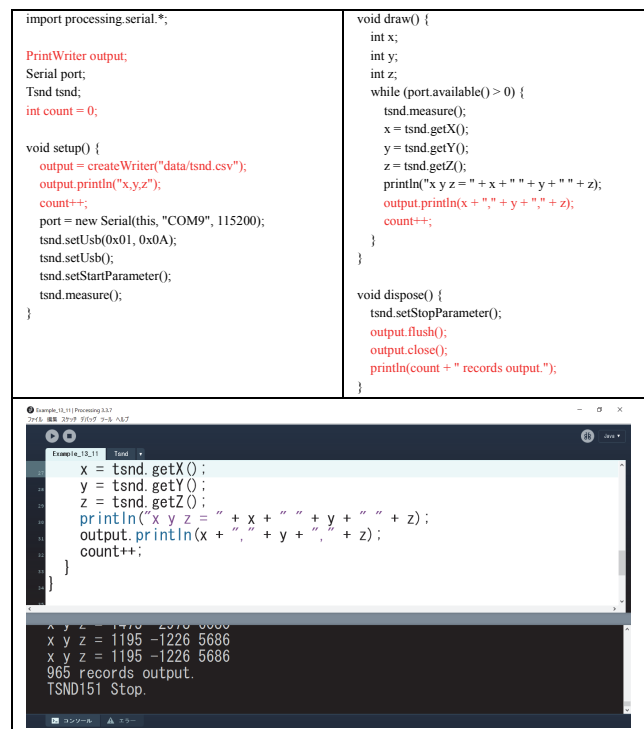


図 7 データを保存するプログラム

TSND 151 の電源が入っていること（時々 LED が白色で点滅すること）を確認し、「実行」をクリックする。数秒間、TSND 151 を色々な方向に傾けて計測する。最後に実行ウインドウの「閉じる」をクリックする。書き込んだレコード数と「TSND151 Stop.」が表示される。短い時間であるが、1000 件近いデータが得られている。この様子を図 7 に示す。

5.6 グラフの表示

図 8 は図 7 のプログラムで保存した CSV 形式のデータを読み込み、x 軸、y 軸、z 軸方向の加速度について、折れ線グラフを表示するプログラムである。軸を区別するために、x 軸は白色、y 軸は赤色、z 軸は青色にし、各々のグラフが重ならないように表示した。グラフを表示する部分は、`drawGraph` 関数を定義し、各軸のグラフを表示した。図 7 のプログラムで保存した `tsnd.csv` は Excel で開いてグラフ表示することもできる。この様子

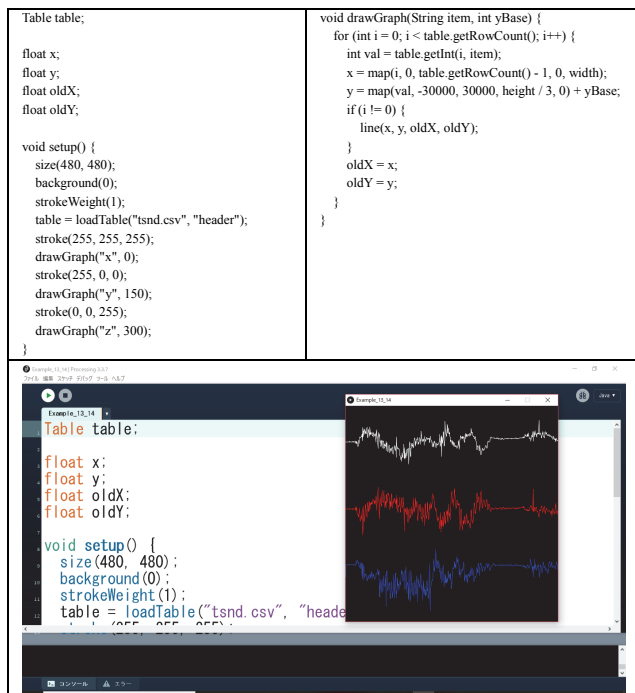


図 8 グラフを表示するプログラム

を図 9 に示す。このグラフは、x 軸、y 軸、z 軸の各計測結果を散布図で表示したものである。各軸の変化が、図 8 に示した実行結果と同じになっていることを確認できる。

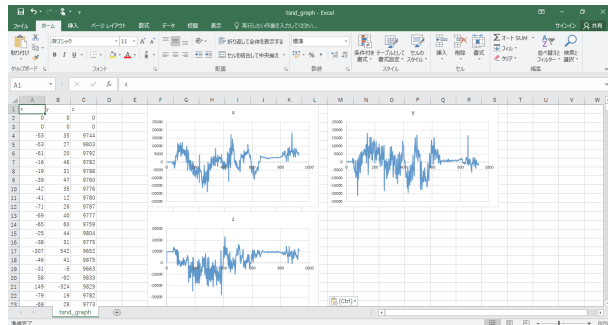


図 9 Excel による加速度の表示

6 受講者の反応

6.1 選択式の回答について

授業毎に実施しているアンケート調査結果から主なものを紹介する。図 10 は選択項目の回答を抜粋して示したものである。設問 1 はノート PC でシリアル通信できることを聞いた結果、知らなかった受講者が約 80%いることが分かった。センサとの接続の体験の効果が期待される。設問 3 は Tsnd オブジェクトの使い易さを聞いた結果、約 55%が「はい」であった。低い値になった理由は、メソッドの仕様等の説明が不十分であったと考えられる。設問 4 は、Tsnd クラスを改良してみたい

か否かを聞いた結果、約 40%が「はい」であった。プログラムを専門としない学科ではあるものの、約 40%の受講者が改良してみたいと思ってくれたことは、人材育成に貢献できたと考えている。設問 5 と設問 6 は重力加速度の意識を授業の前後で聞いた結果、授業前は約 40%の意識であったが、授業後は約 60%に向上した。残りの 40%は、授業後も意識していないことになるが、今後、この数字を減らせるように授業を工夫する必要がある。設問 11 は、アクティブラーニングと普通の授業を比較したものであり、約 75%が普通の授業よりも良いと回答した。一方、約 25%は普通の授業の方が良いことを示しており、受講者全員にとって良いわけではなく、この辺りの兼ね合いは難しいことも分かった。

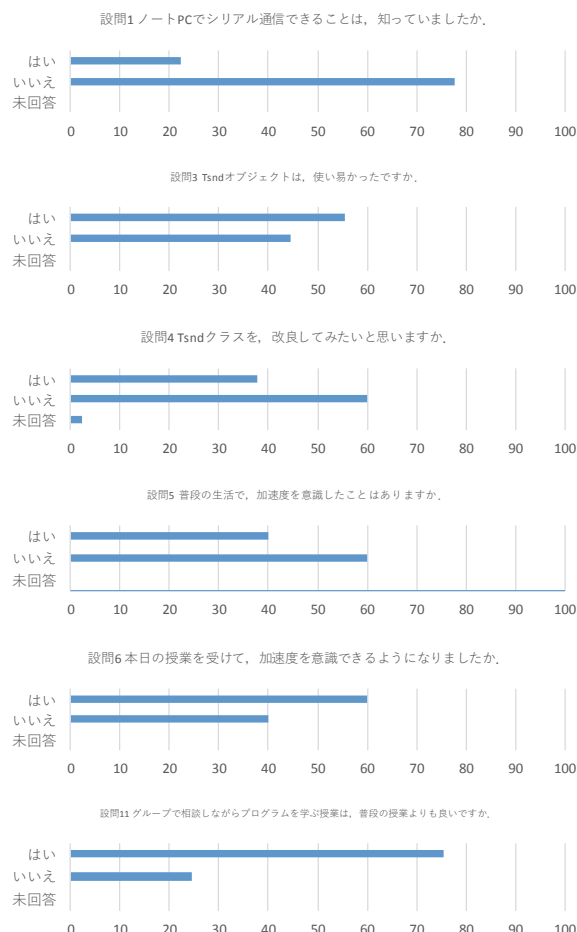


図 10 選択項目のアンケート調査結果(抜粋)

6.2 センサ(TSND151)の活用について

授業毎に実施しているアンケート調査でセンサの活用について自由記述を求めた。大半の指摘は、ゲームのコントローラへの応用であった。その他、以下の指摘があった。

- ・スマホなどのデバイスで傾きを検知して画面表示を変える．スマホケースに搭載して落下を検知したら画面を守る安全装置的なものを発動させる．
- ・加速度・角速度などを計測すると同時に、筋電図や心電図、脳波などの生体信号を計測することが出来ます．
- ・家がどのくらい傾いてしまったかが数値で出るので分かりやすい．
- ・交通事故時の、加速度と人体の損傷度合の関連を導くのに活用できそうだと思います．シートベルト着用時との違いなど．
- ・坂などの角度を測定する．エレベーターやボールを上から落とす時など、上下に動くものの加速度を測定する．
- ・重力加速度は確かにあると再確認出来て、力の合成についても確かめられた．
- ・乗り物の乗り心地の測定
- ・人が勉強している時どのような姿勢を取っているか調べることが出来るかもしれないと思った．
- ・普段の生活の中で体全体の加速度を調べることで、普段どのくらい体が傾いていて、どの程度健康に影響してくるのかが分かるような生体センサーを作ることに活用できる．
- ・余談ですけど、エレベーターの中とかで計測をしたら面白いと思いました．やってみたいなあと．

特に、「人が勉強している時どのような姿勢を取っているか調べることが出来るかもしれないと思った」との指摘は、受講者が自発的にセンサ活用を考え、自らフィードバックをかける環境を与えることができたのは、今回実施したアクティブラーニングの授業を取り入れた成果と考えられる．

6.3 授業に対する要望と感想

授業に対する要望と感想に記載された内容の一部を以下に示す．

- ・TSND151 が面白かった
- ・グループでの授業も良かったです．普段の授業は静かで喋りにくい部分もあるので、グループ：講義＝１：２くらいの割合だと思いました．
- ・グループでやる方がいつもの授業よりやりやすかったです．
- ・とても楽しかったです．
- ・期末テストまでにまた練習問題をいっぱい出してほしいです．
- ・心電図みたいで面白かったです．激しく動かしたので実行してみたら凄かったです．

グループ学習と普段の授業の割合は、１対２位が良いとの指摘が印象的であった．生体信号に興味を持っている受講者がおり、IoTに関連した話題をプログラミングの授業に取り入れることが、受講者の興味を喚起する上で重要であると感じた．

7 まとめと今後の課題

SIEMによるモチベーションの分析結果から提案された授業改善策、「ゲームなど遊びの要素を加えながら、学生が楽しめる工夫を増やす」ことを受けて、加速度センサを授業で活用した．後期のモチベーションは表４に示したように、中期(15.9)

から後期(15.9)にかけて低下しなかった．通常は中期から後期にかけて低下するのが一般的であるが、これを抑えられたことは、加速度センサを授業に取り入れた一つの効果として考えられる．

受講者が使っているノートPCは、キーボードやマウスが入力装置として機能し、その結果はディスプレイに画像や文字、そしてスピーカから音として出力できる．入力装置に加速度センサが１つ加わっただけであるが、受講者の興味や関心を喚起できていることが、アンケートの調査結果から分かった．センサの活用は、受講者のクリエイティブな発想に繋がったと考えている．さらに受講者の約40%がTsndクラスを改良してみたいと思ったことは、大きな成果であると考えている．

今後は、加速度以外の情報の活用、Bluetoothでの接続、計測結果のリアルタイムによるグラフの表示等を行い、さらなる受講者のモチベーションの向上を目指したい．

謝辞

本研究の一部は、NEDOの次世代人工知能・ロボット中核技術開発／次世代人工知能技術分野／イノベーション・リビングラボの先導研究の一部として実施したものである．

参考文献

- [1] Casey Reas, Ben Fry 著, 船田 巧 訳, Processingをはじめよう 第2版
<https://www.oreilly.co.jp/books/9784873117737/> 2018年9月3日閲覧
- [2] コンピュータプログラミングⅡ, web サイト,
<https://dohi.chiba.dendai.ac.jp/~dohi/computer-programming-2/ad/> 2018年9月3日閲覧
- [3] 土肥紳一, 宮川治, 今野紀子: SIEMによるプログラミング教育の客観的評価, 情報科学技術フォーラム情報科学技術レターズ, pp.347-350, 2004
- [4] 南 学, 学生による授業評価へのCS分析の適用, 三重大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, pp.29-34, 2007
- [5] 小型無線多機能センサ
<https://www.atr-p.com/products/TSND121.html>
2018年9月3日閲覧
- [6] 開発者向けFAQ
<https://www.atr-p.com/support/TSND-to-developer.html> 2018年9月3日閲覧
- [7] 小型無線多機能センサ (TSND151) コマンドインタフェース仕様書
<https://www.atr-p.com/products/pdf/TSND151-cmd-spec.pdf>
2018年9月3日閲覧
- [8] センサと直接バイナリ通信するPythonのサンプルプログラム(Python 2.7で動作確認済み)
<https://www.atr-p.com/support/program/TSNDSamplePG.py>
2018年9月3日閲覧
- [9] TSND121/TSND151 用:USB シリアルドライバ
<http://www.atr-p.com/support/TSND-tools.html> 2018年9月3日閲覧