

高校生に対するフィジカルコンピューティングを用いた教育実践

増山 一光^{*1}

Email: kazu-masuyama@pen-kanagawa.ed.jp

*1: 神奈川県立神奈川総合産業高等学校

◎Key Words 企業連携教育, フィジカルコンピューティング, Scratch

1. はじめに

神奈川総合産業高等学校は、2009年度よりスーパーサイエンスハイスクール（以下、SSH）の指定を受け、科学技術系人材の育成を行っている。

その一環として、(株)内田洋行との企業連携教育による情報系講座を展開している。これまでに、(株)内田洋行と次のような企業連携教育を実践してきた。

2009年度は情報セキュリティを重視した無線LAN教育、2010年度は開発ツールを利用したウェブアプリケーションの直観的な開発教育、2011年度は3Dインターネットによるコミュニケーションとコミュニティの形成というテーマでの教育実践を行ってきた。

そして、2012年度は、新たなプログラミング教育に関する取り組みとして、モーションセンサーであるMicrosoft Kinect（以下、Kinect）とプログラム開発環境であるScratchを用いた「SSHフィジカルコンピューティング」という講座を企画立案して実践を行った。本稿は、こうした企業との連携による教育実践による成果や効果について考察するものである。

2. 先行実践

KinectとScratchを用いたフィジカルコンピューティングに対する教育実践は、いくつかの先行実践例がある。

津田塾大学では女子中高生に情報・メディア分野の魅力を体験させることによって人材の育成をめざし、2011年に「女子中高生のための情報・メディア工房」と題する教育イベントを実施している^①。この講座の構成は、午前中に事業所見学、午後にKinectとScratchを用いたワークショップを行っている。また、熊本県立大学では「体がコントローラ!?Scratchで作る体験型プログラミング教室」を実施している^②。これは「高校生を対象にしたモーションセンサーを用いたワークショップ」の活動の一つとして実施している。

これらの講座に共通しているのは、おおよそ半日日程のフィジカルコンピューティングの体験型講座となっていることである。

3. 研究目的

高等学校でのプログラミング教育については、新学習指導要領に移行した後は、主に教科「情報」の「情報の科学」で扱われている。ここでは、アルゴリズムとプログラミングの基礎を取り扱っているが、プログラミング言語の継続学習は行われないようである。さ

らに、教科「情報」では「社会と情報」と「情報の科学」の一方を履修すればよいので、プログラミング自体学習しない生徒も多いと思われる。

フィジカルコンピューティングについては、今後のコンピュータの利用の可能性を一層広げるものであり、さまざまところでの研究が行われている。高校生の身近なところではゲーム機において実現化されているが、あまり認識をしていない。そして、高校生にとって、コンピュータに対する入力にはキーボード、マウス、コントローラを使用するという既存概念が強いのが現状でもある。

これらを踏まえて本講座では、KinectとScratchを用いて、既存のパソコンのユーザインターフェイスを超えて、私たちの生活環境に密接となるであろう身体的なコンピュータのあり方であるフィジカルコンピュータの概念を理解させる。そして、プログラミングによりアプリケーションを共同作業によって作成する能力を身に付けさせるようにする。加えて、企業連携教育によって受講生徒に対して社会人との適切なコミュニケーション能力を育成する。

そこで、本稿は、こうした一連の教育実践によって得られた生徒自身の学習成果や教育活動としての有効性に関して考察することを研究目的とする。

4. 参加生徒のレディネス

本講座に参加した生徒は、1年生が6名（男子5名、女子1名）、2年生が3名（男子3名）の計9名である。参加生徒のパソコン利用環境は2名の生徒を除いて、自らのパソコンを保有している。インターネット環境に関しては、すべての家庭に整備されていた。

本校は単位制専門高校でありC言語をベースにした専門科目を設置しており、受講生徒9名中6名がこれらの科目を履修していることから、プログラミングに関する基礎的な知識や技能を有している者が多い。さらに、情報の基礎科目として情報Cを履修している。

本講座に参加した生徒のKinectやScratchの認知に関しては、Kinectを知っている生徒は6名、Scratchを知っている生徒は3名である。利用に関してKinectは0名、Scratchは1名であり、ほとんどの生徒が本講座で初めて利用する状態であった。

本講座の受講に先立ち、興味関心のある事項に関して5段階調査法によるアンケート調査の結果は表1の通りである。

この調査結果から、受講前には特にプログラミング、

Kinect, ゲーム開発に対して高い興味関心が示されている。一方では、本講座の主なテーマであるフィジカルコンピューティングに対する興味関心が高まっていないことがわかる。このことは、フィジカルコンピューティングに対する理解が不十分であることが一因であると思われる。

表1 講座に対する興味関心の調査結果

質問項目	平均	標準偏差	分散
Kinectを使用したプログラミング	4.44	0.73	0.47
Kinect 仕組み	4.11	0.78	0.54
Scratch プログラミング	4.11	0.78	0.54
アルゴリズム	3.89	0.78	0.54
フィジカルなコンピュータの利用	3.78	0.67	0.40
ゲーム開発	4.22	0.83	0.62
ゲームデザイン	4.00	0.87	0.67

5. 講座デザイン及び講座環境

5.1 講座デザイン

本講座である「SSH フィジカルコンピューティング」の内容は表2の通りである。この講座内容は、(株)デジタル・アド・サービス、(株)内田洋行、本校の三者による検討を通じて構成したものである。

表2 「SSH フィジカルコンピューティング」講座内容

1日目(平成25年1月12日 10:00~16:00)
○「フィジカルコンピューティング」とは
○Kinectとは
・Kinectについているセンサー
・Kinectを用いたゲーム
・Kinectを用いたゲーム以外への展開, 実験
○Scratchとは
・ScratchでコントロールできるKinectからの情報
・簡単なサンプルプログラムの紹介(Kinect連動)
○Scratchチュートリアル実践
・基礎プログラミング
・シューティングゲームの作成
2日目(1月19日 13:00~16:00)
○プログラミング実践
○中間報告
3日目(1月20日 13:00~16:00)
○プログラミング実践
○作品発表, 評価
○まとめ

全体的な講座デザインの概要は、1日目に Kinect と Scratch を用いたフィジカルコンピューティングの基礎を学び、2・3日目に実習を行うことで、フィジカルコンピューティングをベースとして作品制作をするものである。

そのコンセプトは、フィジカルコンピューティングに関する知識や技能を単に教え込むのではなく、生徒自身が自ら知識・技能を取り込んで、自主的なアプリケーション制作ができるようにすることである。

こうしたアプリケーション制作という実習の過程を

重視することで、協働学習の推進、社会人である講師陣との適切なコミュニケーションの形成を目指すものである。

具体的な内容としては、1日目はまずフィジカルコンピューティングを理解するために、映画などのワンシーンなどを通じてイメージ形成を促した。その上で、Kinect と Scratch に関する基礎的な内容を学習し、サンプルとしてシューティングゲーム^④を作成して、これに Kinect を連動させた。

2日目と3日目は、1年生2名ずつの3グループ、2年生3名の1グループの計4グループに分かれて、1日目をベースにして実習を行った。そして、作成途中における中間報告を行わせた。

3日目には発表会と作品評価を実施し、他のグループを作成した考察するとともに、自らのグループの作成した作品と比較をさせることで、自己評価ができるようにした。

5.2 講座環境

本講座における実習環境は、1日目は全体学習ということで、本校のマルチメディア実習室で実施した。この実習室では、サンプルプログラムの紹介を除いては Kinect の接続は行わず、Scratch による実習を中心に行った。

Kinect を接続したプログラミングについては体を動かせる広い会場が必要となる。そこで、1日目のシューティングゲームに Kinect を連動させたプログラムの実習は場所を会議室に移動して行った。ここでは、次のように参加者を4つの班に分けた。

- ・A班 (1年生男子1名, 女子1名)
- ・B班 (1年生男子2名)
- ・C班 (1年生男子2名)
- ・D班 (2年生男子3名)

会議室では、各班に液晶テレビ、Kinect for Windows, ノートPC (OSはWindows7) を用いて、2・3日目の実習を行った。

このような実習環境では、前述の通り Kinect と Scratch を用いたものであるが、この両者を接続する Kinect2Scratch^④というソフトウェアが必要になる。

Kinect2Scratch は、Kinect から骨格の20ポイントのX,Y座標の情報をもたらしている。ただし、Z座標の認識はできない。また、同時に2プレイヤーの認識が可能である。

設定ができれば事前にサンプルプログラムも用意されており、容易にフィジカルコンピューティングを体験することができる。

6. 作品分析

ここでは、主に2,3日目に作成した各班の作品について分析を行うものとする。表3はScratchにおけるコマンドを作品においてどのぐらい使用したかについてまとめたものである。

表3において、サンプルとして表示されているものは、各班が実習を行う前に作成した Kinect と連動したシューティングゲームである。生徒はこの課題制作をベースにして、作品制作を行っている。

表3 各班の作品のScratchにおける使用コマンド一覧表

コマンド	サンプル	コマンド	A班	B班	C班	D班	平均	標準偏差	分散
動き	14	動き	15	37	12	19	20.8	11.2	94.2
見た目	29	見た目	44	42	35	18	34.8	11.8	104.7
音	7	音	6	4	3	6	4.8	1.5	1.7
ペン	0	ペン	0	15	0	0	3.8	7.5	42.2
制御	42	制御	68	69	72	59	67.0	5.6	23.5
調べる	13	調べる	15	62	55	8	35.0	27.4	564.5
演算	12	演算	17	15	53	31	29.0	17.5	230.0
変数	7	変数	16	13	107	33	42.3	44.1	1455.7
	124		181	257	337	174	237.3		

この過程で、講師からはこの講座の目的がゲーム作りにあるのではなく、「ジェスチャーで動かす」ことを考えることで、身体の動きを利用して、新しい可能性を導けるようなアイデアを出すようにとの指示をしていた。

表3にあるように、Scratchのコマンドのまともは8種類となっている。この中で、Kinectから得たセンサーのデータは、主に「調べる」のところで使用されることになる。まず、サンプルプログラムでは、ビームを打つロボットの動きで頭の座標を使用し、ビームの発射は両手を挙げることで行うようにし、両手が下がるまでは次のアクションを制限している。こうした処理で、「調べる」のコマンド13のうち8を使用している。

次に生徒の作品を個別にみることにする。A班の作品は、サンプルプログラムを参考にしつつ作品制作を行っており、両手の動きでインバーダーを退治するという類似作品となってしまっていた。結果として、サンプルプログラムの「調べる」が13であるのに対して、A班の作品は15となっており、十分にKinectからのセンサー情報を活用することができていなかった。

B班の作品は、飛んでくるサッカーボールを両手、両足を使用して止めるゴールキーパーを模したサッカーゲームであった。この作品の特徴は、Kinectからのセンサー情報を多く使用している点である。その理由としては、飛んでくるボールを両手、両足で止めることから、腕や足のセンサー情報が多く必要に足るためであるからである。

当初、B班は制作にあたっては、ボールを捕えた判定や制御に関する方法に関してどのような処理をしてよいかわからない状態であった。これに対して講師とのコミュニケーションを通じて課題解決をしていた。

さらに、この作品の制作の過程において、B班の生徒が今作成しているものはゲームであるが、この作品の精度が高まればサッカーのゴールキーパーが使用するシミュレーターになるのではないかとの考察をしており、フィジカルコンピューティングの意義を理解しつつ作業を進めていた。

C班の作品は、特定のポーズを提示して、そのポーズと同じポーズをとることができるかというポーズゲームであった。この作品の特徴は、B班の作品同様、Kinectからのセンサー情報を多く使用するとともに、最も多くのコマンドを使用して作品制作を行っていた。

さらに、コンピュータが提示するポーズとプレイヤーが行うポーズとの比較を行う必要があるため、多くの変数を使用している。この変数の利用に関して、Scratchでは変数の中にリストという1次元配列として機能させるものがあり、今回の参加の中で唯一C班がこの機能を使用して処理を行っていた。

C班における作成の動機には基本的にはゲーム制作という視点があるが、フィジカルコンピューティングを考慮して、ポージングゲームを介護におけるリハビリ用やヨガの練習用のソフトウェアとして応用が可能ではないかとの考察をしていた。

C班の作品の画面は図1の通りであり、実際に利用してみるとフィジカルコンピューティングの可能性を感じさせる作品になっていた。しかしながら、短期間の実習で作成したため、完成度は決して高いものにはなっていないという課題もあった。

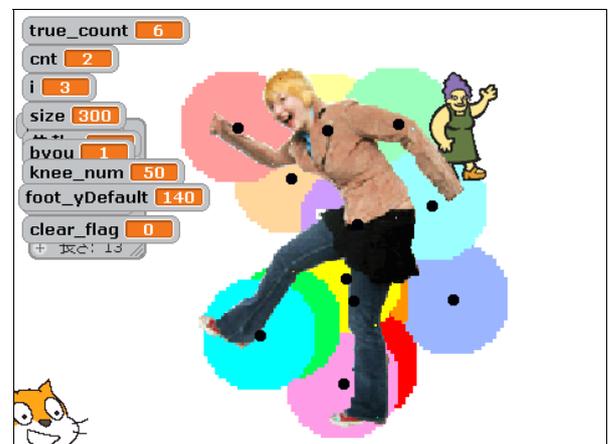


図1 C班のポージングゲーム

D班の作品は、プレイヤーが上下運動をしながら、敵となるキャラクタを避けながらゴールへ進んでゆくスクロールゲームである。D班はゲーム制作やゲームデザインを意識した作品制作を行っていた。そのため、効果的な画面や音楽の組み込みをしており、ゲーム性の高い作品になっていた。

また、D班の作品はKinectのセンサーデータを得るScratchのコマンドの「調べる」の数は8となっており、他の班とは比べて極端に少なくなっている。このことは、体の上下運動のみを活用した作品であるためであり、あまりフィジカルコンピューティングを意識した

作品になっていないことがわかる。加えて、Scratch のコマンドの総計も最も少なくなっている。このことは、サンプルプログラムを参考にして、必要となる機能を精緻化して作成した結果であると思われる。

作品制作の全般を通じて、すべての班で協働学習による実践がみられた。そのため、2人から3人の班により、各個人のプログラミングやコンピュータに関する能力には違いはあるが、コミュニケーションを通じてお互いを補い合い、新たな知見を生み出しつつ作品制作をしていた。このように、Kinect と Scratch を用いたフィジカルコンピューティングを目指したプログラミング学習は、自主的で積極的な学習行動を促すことができるとともに、プログラミングやコンピュータ科学に関する知識・技能を効果的に生徒が吸収できる学習形態であった。

7. 考察

受講生徒に対して講座終了後に本講座の教育成果等を測定するために、事後アンケートを実施した。このアンケートは5段階評価法を用いて実施しており、その結果は表4の通りである。

表4 事後アンケートの結果

質問項目	平均	標準偏差	分散
講座理解度	4.44	0.53	0.25
KinectとScratchの事前知識	3.00	0.87	0.67
プログラミングの習得	4.11	0.60	0.32
他のメンバーとの協力	4.56	0.53	0.25
コンセプトの具現化	4.22	0.67	0.40
効果的な発表	3.89	0.60	0.32
技術的興味	4.67	0.50	0.22
今後の利用	4.11	0.93	0.77
アルゴリズムの重要性	4.33	0.71	0.44
今後も参加したいか	4.89	0.33	0.10

この結果から、まず講座の理解に関しては良好な結果を得ることができている。その上で、本講座に対する知的関心が「技術的興味」にあったことがわかる。これに関して、別途、生徒に記入させた感想には、「最新の技術に触れられた」、「技術の進歩を感じた」、「コンピュータの可能性を確信した」といったものがあつた。これらは、講師によるフィジカルコンピューティングに対する技術的なプレゼンテーションが効果的であったことの表れである。

さらに、アンケート結果から、今回の講座では「他のメンバーとの協力」による実習ができており、作品作成を通じて「アルゴリズムの重要性」を認識させることができている。

こうした教育成果が、今回の企業連携教育を通じてもたらされたものであり、社会人による適切な指導と学校との連携によって、通常の学校教育だけでは得られないものであつた。

一方では、自らの作成したプログラムに対するプレゼンテーションについては、「効果的な発表」ができていないと考えているようである。これは、本校では生徒が発表する際にもプレゼンテーションソフトを使用することが一般的であり、今回のように作品に対するプレゼンテーションに戸惑いを感じていたようである。

8. 今後の展開

本講座は短期集中型で実施した講座であるため、単発的になってしまい継続的な学習ができないという課題が生じる。そこで、受講生徒の継続的な学習と、企業連携教育を受けた効果を高めるために、中学生に対して今回参加した生徒が講師となり Scratch を用いたプログラミング教育を実施したいと考えている。

具体的には、本校が SSH 事業の一環として、相模原市内の中中学生を対象としたサイエンスワークショップを実施しており、本校生徒が講師となって中学生に対して科学技術体験をさせる事業を行っている。ここに参加することで、今回の講座を「教わる」から「教える」につなげるとともに、企業連携教育での異年齢コミュニケーションによるメリットを中学生に教えることで伝えていけるようにしたい。

9. まとめ

本稿は、企業連携教育によるフィジカルコンピューティングを用いたプログラミング教育における成果や効果について考察をした。

そこでは、企業と学校の持っている相互の教育力を融合することで、生徒に新たなコンピュータのあり方を示すことができ、これに呼応して生徒もこれまで作成したことのない作品制作をすることができていた。

こうした教育活動は、本校の SSH 事業の研究開発課題にある創造的な科学技術系人材の育成の一助になったものと考えている。

なお、今回の取り組みは、(株)内田洋行 教育総合研究所の学びの場.com⁶⁾でも紹介されている。

謝辞

本講座に講師として参加していただいた(株)デジタル・アド・サービスの秋田様および島崎章様、(株)インフォザインの渡邊忠祐様、本講座の企画・立案に尽力していただいた(株)内田洋行 教育総合研究所 研究推進部 佐藤喜信様、澁谷真理子様に謝意を表します。

なお、本講座は平成24年度文部科学省の SSH 事業の一環として独立行政法人 科学技術振興機構より助成を受けた。

参考文献

- (1) 杉浦学, 来住伸子, 小舘亮之: 女子中高生の理系進路選択支援を目的としたプログラミングワークショップ, 情報処理, Vol.53, No.9, pp.978-981(2012).
- (2) 熊本県立大学: <http://www.pu-kumamoto.ac.jp/site2010/php/news/info.php?no=1725>, (2013.5.11 参照).
- (3) 石原正雄: スクラッチアイデアブック, pp.73-113, カットシステム(2009).
- (4) Kinect2Scratch: <http://scratch.saorog.com/>, (2013.5.14 参照).
- (5) 学びの場.com: <http://www.manabinoba.com/index.cfm/6,19010,15.html>, (2013.5.17 参照).