

ITスクールによる 高度IT人材育成事例について(その1)

～高校生にeToysとSmalltalkで
オブジェクト指向プログラミングを教えてみて～

並木美太郎

(東京農工大学 大学院 共生科学技術研究部)

namiki@cc.tuat.ac.jp

日本の情報の基礎力向上のために、平成15年度から高等学校で必修授業として教科「情報」が導入された。高校の教科「情報」により、高校生の情報についての平均的能力を向上させるとともに、情報のリーダーたるべき人材を育成する目的で、文部科学省では平成16年度からIT人材育成プロジェクトを行っている。このプロジェクトでは、指定校において特色のあるカリキュラム開発を行うと同時に、合宿形式のITスクールを実施することで、高度なIT人材を育成する。全国から選ばれた高校生を対象に、3Dコンテンツ作成、オブジェクト指向とネットワークソフトウェアの作成を通じて、創造性と高度なITの能力を育成するITスクールについて報告する。本手法と環境は、高校生にとどまらず、プログラミング教育、システム開発教育にも有効であろう。

IT人材育成プロジェクトについて

初等中等教育の高校における教科「情報」は、計算機の操作中心の教育ではなく、情報の科学的理解、情報社会への参画への態度を教育することを目標とし、情報A、情報B、情報Cの授業が行われている。また、本会の情報処理教育委員会でも「日本の情報教育・情報処理教育に関する提言2005」を公開し、高度ICT人材の育成を目標に、すべての学校で情報処理教育の水準向上を目指す方策を示している。教育の大きな目標の1つは、多くの生徒の平均的能力の向上と底上げであり、教科「情報」は大きな役割を担う。しかし、リーダーたるべきトップ層の能力向上も同時に大きな課題である。文部科学省では平成16年度からIT人材育成プロジェクトを行っている^{1)～3)}。このプロジェクトでは、次の2つの内容を実施する。

(1) ITに関する教育を重点的に行っている高校を指定し、先進的な教育方法の研究開発を行う。

(2) ITに関する知識・技能を有する独創性の高い高校生を指定校および全国から公募し、夏休みに合宿形式で生徒のアイデア、スキルを発揮させる創作活動を行い、創造性を向上させる。

(1)については、17の指定校で先進的な教育方法の研究開発を行っている。高校生にグリッドを教える、起業を教えるなどの特色あるカリキュラムの研究開発を行っている。本稿では、平成16年度および17年度の2年間に開催された(2)のITスクールについて紹介する。実施の概要は次のとおりである。

- ・5泊6日の合宿形式
- ・開催は夏休みで8月
- ・2つのクラスで、異なるテーマ、生徒、講師とする
- ・それぞれのクラスで30名、指定校からの生徒と一般公募の生徒をほぼ同数とする
- ・指定校については学校推薦、一般公募は講師により生徒を選出する
- ・TA(Teaching Assistant)を雇い、若手研究者と交流する

開催と運営は NTT ラーニングシステムズ（株）に委託して実施している。

従来、文部科学省の初等中等教育の施策は、公平性を主眼とした横並び教育であった。この IT 人材育成プロジェクトは、横並びではなく、各校の特色を発揮すると同時に全国の高校から公募により優秀な生徒を募集し、才能のある生徒に独創的な IT 人材を育成する機会を与えるところに本プロジェクトの大きな特色がある。

IT スクールのテーマとして、

- (1) オブジェクト指向を用いたネットワークプログラミング（自分で創造するネットワークソフト）
- (2) オリジナル 3D 世界の構築と知能エージェントの創造をとりあげた。受講者は、(1) のテーマについては Squeak を用いてオブジェクト指向とネットワークプログラミングの概念を取得し、創造性の高いソフトウェア開発能力を、(2) のテーマでは 3D 統合制作環境を用い、建物、乗物、オリジナルのキャラクタ、動物などのコンテンツ作成をモデル化と制御スクリプトをプログラミングし、3D オブジェクトの諸概念を取得することとした。それぞれのテーマについて、2 回に分けて紹介する。本稿では、(1) について紹介するが、いずれも、独創性を伸ばす内容となっている。初等中等教育だけでなく、高等教育、生涯教育における情報教育、特にプログラミング、システム開発教育についても、十分参考となるであろう。

「オブジェクト指向を用いたネットワークプログラミング」のクラスの目標と方針

筆者の担当するクラスでは、社会的要請の高い IT 能力として、オブジェクト指向とネットワークプログラムにより、ソフトウェア開発の能力を伸ばすことを目標とした。IT 人材育成、という観点から、ソフトウェア開発で重要な概念を習得する。同時に、小規模のシステムを開発することで、独創性・創造性を育成する。

目標として、

- (1) 独創性・創造性をシステム開発で伸ばし、発揮させること
- (2) プログラミングにより論理的思考力を養うこと
- (3) オブジェクト指向により、処理対象をモデル化・抽象化する能力を学ぶこと

を定めた。教師から与えられる問題を解くのではなく、曖昧な問題を自分で明確化、仕様なども自分で設定し、問題解決を行う過程で、独創性と創造性を伸ばす。

特に、独創性・創造性を伸ばすために、自主的な判断と思考を行えるように心がけた。手取り足取り教えないと動かない「指示待ち族」を育てるのではなく、自ら考

え、自分のアイディアを育てさせるように誘導している。たとえば、小規模のシステム開発では、テーマを押し付けることをしていない。また、座学ばかりで実践のない教育は意味がない。講義と実習の両面を重視して、原理と實際を学ぶ。

とは言え、指定校および公募の生徒たちのプログラミングのスキルや背景の分散は大きい。したがって、各生徒の背景に応じて諸概念を習得できるよう配慮した。

Squeak と Smalltalk

筆者のクラスでは、オブジェクト指向プログラミングが主たる題材となっている。どのような環境を採用するかは、重要な課題である。C++ や Java は実用性につながるのは利点であるが、大学での講義の経験から、簡単な処理を行わせるだけでも記述量も多く、本質的な部分を習得するには障壁が大きい。本 IT スクールでは、すべての生徒にプログラミングの経験があるわけでもなく、1 週間に満たないスクールが言語取得になるのでは本末転倒である。

初等中等教育では、ビジュアルのプログラミング言語や環境が多く利用され、一定の効果をあげてきた。しかし、多くのビジュアルプログラミング言語や環境は、用意された部品を組み合わせるにとどまり、詳細かつ論理的な記述を書くには不便である。

そこで、Squeak⁴⁾ を利用することとした。Squeak はオブジェクト指向言語である Smalltalk の現代版実装となっており、統合環境を提供している。かつて、Smalltalk とそのプログラミング環境は、Alan Kay が子供の教育用に作ったという経緯がある。Squeak も Alan Kay が中心となって開発され、各種プロジェクトが行われている。

Squeak は、eToys と呼ばれるビジュアルなプログラミング環境を有し、初等中等教育で大きな成果をあげてきた。eToys は、2 次元オブジェクトを画面に配置・描画するだけでなく、タイルと呼ばれる部品により、位置や色などのオブジェクトの状態取得、「進む」「方向を変える」などの動作制御、他オブジェクトと重なっているかなどの条件判定を行いながら、その挙動を制御できる（図-1）。タイルスクリプトによるプログラミングは、文字による記述ではなく、マウスによる GUI 操作だけでプログラミングを行える。個々のオブジェクトの制御にとどまらず、オブジェクト全体の挙動の制御、それからオブジェクト自身のデザインなどにより、創造性の高い作品を手軽に作成することができる。小学生でも創造性育成に効果を発揮している報告も多い。

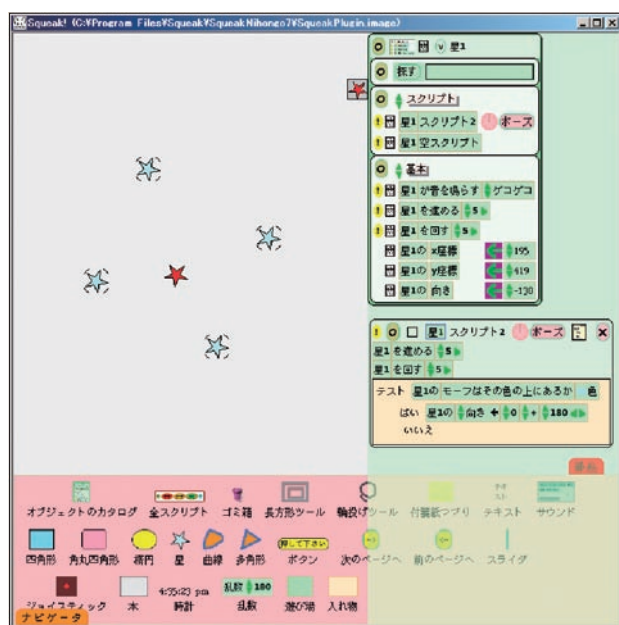


図-1 Squeak のeToys, タイルスクリプト

プログラミングの視点からは、eToysによりオブジェクト指向を前面に出さなくても、暗黙のうちにオブジェクト指向を学ぶことができる。筆者が着目したのは、Smalltalkとの連携である。タイルスクリプトは、通常、タイルと呼ばれる GUI 部品を組み合わせる。ところが、タイプスクリプトは、内部的には、Smalltalkで記述されており、表示モードを変更することで、Smalltalkによってもプログラミングできる。また、通常のクラスブラウザでも Smalltalk によるプログラミングを行える。用意された部品や操作だけではなく、より詳細かつ高度な処理を Smalltalk で自ら考案したクラスやメソッドにより記述できる。ソケットなどのネットワークも Smalltalk でクライアントやサーバを構築できる。

このように Squeak は、初心者向けの eToys と、能力のある生徒向けに Smalltalk を提供し、ビジュアルと文字の両方のプログラミングが、比較的良好な形で連携できるのは大きな利点である。本スクールでは、この eToys と Smalltalk の両方を用いた、生徒のプロフィールの分散が大きいときに、有用な環境である。なお Squeak は、多くのボランティアが開発に携わり、オープンソースソフトウェアとして配布されている。Windows, Mac, Linux 上で動作し、IT スクール終了後も受講者、さらには高校の他の生徒も自由に利用できる。

本ITスクールのカリキュラム

筆者のクラスは、平成 16 年度は東京都調布市の、17 年

1 日目：平成 17 年 8 月 1 日 (月)

10:00 集合	
13:20 ~ 13:45	開講式
13:40 ~ 14:20	IT スクールの概要：考え方、目標など
14:40 ~ 17:30	Squeak 入門：タイルスクリプト (環境、基本部品、選択構造まで)
(夜)	タイルスクリプトによる自由課題作成

2 日目：8 月 2 日 (火)

8:45 ~ 10:15	タイルスクリプトによる自由課題作成
10:30 ~ 12:00	タイルスクリプトの作品発表会
13:00 ~ 16:00	Smalltalk 入門：値、式、条件、繰返し
16:00 ~	チームによる自由研究の説明

3 日目：8 月 3 日 (水)

8:45 ~ 12:00	Smalltalk 入門：クラス、インスタンス、メソッド、継承
13:00 ~ 14:45	ネットワークプログラミング入門
15:00 ~ 16:15	自由研究テーマ、チーム決定、概念設計開始
16:30 ~	TA による研究紹介

4 日目：8 月 4 日 (木)

8:45 ~ 10:15	概念設計
10:15 ~ 12:00	中間発表：自由研究テーマについて説明
13:00 ~	概念・機能・外部設計、実装開始

5 日目：8 月 5 日 (金)

8:45 ~ 12:00	概念設計
13:00 ~	実装、発表の仕方について講義
16:00 ~ 16:30	部外者による講演

6 日目：8 月 6 日 (土)

9:00 ~ 12:00	自由研究発表会 10 分×15 チーム (5 チーム発表ごとに休憩) (10 分内訳：5 分発表、3 分質疑、2 分交代・予備) 全員が他のチームの発表について採点を実施
12:40	講評・表彰 講師より各チーム発表に対するコメント
13:00	閉講式

図-2 IT スクールの日程 (平成 17 年度)

度は大阪府吹田市の NTT 研修センターの一教室で、5 泊 6 日で開催された。2 年で全 60 名参加、うち 5 名が女子生徒であった。生徒は宿泊形式で、寝食を共にし、朝から夜まで講義を受け、実習を行った。図-2 に日程とカリキュラムを示す⁵⁾。



図-3 IT スクールの風景（平成 17 年度）

本 IT スクールでは、オブジェクト指向やネットワークプログラミングの原理について講義すると同時に、実習させることを必須と考えた。講義の中で、適度の実習を設け、習ったことを簡単な例題で復習する。講義と実習の教材については、Squeak 入門、タイルスクリプト、オブジェクト指向プログラミング、コンピュータネットワークとそのプログラミングについて、200 ページ近い OHP 資料を作成した。

教材の方針としては、考え方と例を示すことに注意を払った。特に、実習などで、考えながら自分で試せるよう、例題などを盛り込んだ。受講者の分散が大きいことから、Squeak の描画オブジェクトとタイルスクリプトを中心に、オブジェクト指向、と言わなくてもオブジェクト指向になっているような教え方を心がけた。

単なる言語仕様と環境の操作法取得では、独創性・創造性は伸びない。独創性・創造性・個性については、eToys による作品作成および自由研究を行うことで発揮させた。eToys による作品作成は 1 人で、自由研究はチームで実施し、講義で習得したことを基礎としながら、小規模のシステム開発を自由研究の題材として作成するカリキュラムとなっている。

自由研究のテーマについては、教える側で押し付けるのではなく、各チームで企画立案してもらい、設計・実現・評価・発表を通じ、問題解決の 1 サイクルを実行するようにした。短期間であるが、この中で、各人の独創性・創造性・個性を見抜き、それを発揮できるように注意している。チームワークの大事さ、完成させる喜びを得られるように配慮した。自由研究のように、テーマ設定からシステム設計を行い実装する機会はほとんどないので、貴重な体験となる。教える側は相手に応じた個別の対応が必須であるが、与えられたことをそのまま実施することの多い教育の中で、自分自身で考える場を与え

る効果は大きい。

会場の風景を図-3に示す。受講者 1 人に 1 台の PC を用意し、講義で習ったことを各自すぐに実習できるようになっている。ネットワークを敷設し、講義資料やサンプルプログラムなどを取得できる環境とした。夜も、自由時間として会場への出入りを自由とし、自習できるようにした。毎夜、生徒たちは教室に集まり、復習や自由研究のテーマを進めていた。

TA

多様な生徒が集まること、実習や自由研究が重要になることから、TA については優秀な大学院生や新進気鋭の助手の方をお願いした。全国的規模で適任者を探しているが、プログラミングができて優秀なだけではなく、生徒たちを温かく見守れるハートを持った人を探した。生徒は高校生である。「ひらめいた」「動いた」ということに、生徒と一緒に感激を感じてくれないと困る。研究だけに優れている人、単なるスーパープログラマだけでは不資格である。本 IT スクールでは、生徒自身が考えてもらわないと効果がないので、教えすぎたり、講師や TA が手を出しすぎでは駄目、質問に対して適切なヒントを与え、頭脳の活性化を助けることが重要である。スクール中、各 TA の研究をクラスの生徒たちに紹介してもらった。生徒は今後の進路の参考になった、とのことである。

指定校の生徒、一般公募の生徒

クラス編成については、指定校同士の交流、一般公募による人材発掘と育成などから、指定校半分、一般公募半分で構成している。指定校からの生徒は先生の推薦で決定、一般公募の生徒については全国の高校にポスターを配布し、次の 2 点を応募者に記載してもらい、選考を行った。

- (1) これまでに計算機などの IT を使ってどのようなことを行ってきたか
- (2) 将来、IT 分野でどのようなことをやってみたいか

筆者のクラスについては、平成 16 年度は 28 名、17 年度は 41 名の応募があった。選出については、創造性、過去の実績、熱意を 4 段階評価で採点し、添付作品があれば加点した。一般公募の採択者のうち全員がプログラミングの経験があり、しかも、言語 C、Java、Pascal によるプログラミング経験を有している。PHP による Web 開発経験、TCP/IP によるネットワークプログラ

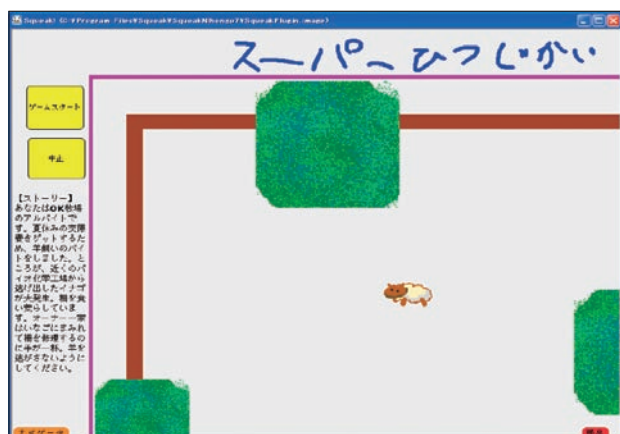


図-4 eToys による作品の例 (1) (ひつじかいのゲーム)

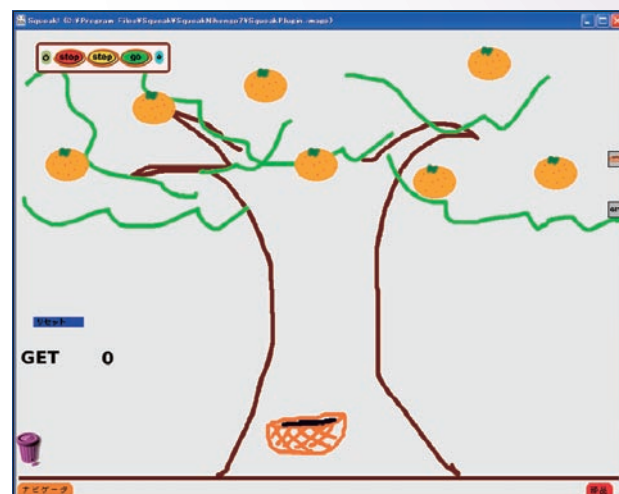


図-5 eToys による作品の例 (2) (落ちてくる果実をかごで受けとめる)

ミング経験、さらには MPICH によるグリッドの経験者まで散見された。指定校でなくとも、特色のある高校での情報教育がうかがえる。

eToys による作品

eToys について約半日で講義し、2次元の描画オブジェクトの考え方、イベント駆動の考え方、条件による選択構造などを教えた後、約半日かけて簡単な作品を1人1つずつ完成し、発表を行った。ビジュアルなプログラミングでも、論理的な手順記述を習得し、応用することができる。Squeak についてはこの種の事例は多いが、講義、作成、完成まで約1日でここまでの作品を作れるのは、優秀層だからであろう。この段階で、画面デザイン、ストーリー作成などに才のある生徒を判別できた。図-4 はひつじかいのゲーム、図-5 は落ちてくる果実を受け止めるゲームである。いずれも作成するもののテーマをこちらから指示していない。皆、自分で題材を考え、全員が何らかの eToys による作品を完成させた。この段階で、次の自由研究につながるものを作った生徒が数名いた。それらの生徒は完成度が高く、MVC (Model, View, Control) のうち、モデルとビューをこの段階で決めていた。

自由研究

自由研究は、2名1組のチームで実施した。チームとテーマの決定を生徒の自主性にまかせたところ、ほぼ全員、生徒たち自身で決めていた。チーム内では、絵がう

まい人、画面設計などのユーザインタフェースに個性のある人、処理ロジックを書く人、など生徒たちは十分に個性を発揮していた。しかし、会話の少ないチームもあり、実社会同様、対話と議論の少ないチームの完成度は低い。

テーマについては、各チームで候補を提案してもらい、筆者と相談しながら詳細化を進めた。平成17年度のテーマを表-1に示す。平成16年、17年ともにゲームが多い。ゲーム作成にはゲームのモデル化、デザインのセンスが必要なこと、実装もそれなりの工夫が必要なため、良い題材だと判断する。

完成度も高くクラスおよびスタッフで評判が高かった自由研究の作品を次に示す。

・3次元迷路 (図-6)

利用者がネットワークで立体迷路を探索するプログラムである。仮想空間、分散協調、迷路生成などを考え、かつ作成する手間も多いのにもかかわらず、完成度は高かった。

・手書きチャット (図-7)

ネットワークを通じて、文字と手書きデータの両方でコミュニケーションができる。Squeak の Smalltalk のソケットは日本語データのやりとりに一工夫必要だが、自分たちで解決し日本語の文章のやりとりも可能にしている。

・冠位3階 (図-8)

ネットワーク対応でないゲームをネットワーク上で点数を競い合えるようにするフレームワークである。システムソフトウェアの芽生えである。Squeak は、単一言語型システムなので、ネットワーク非対応でも、点数表

チーム名	テーマ	概要
ジミー大西	守護術後導師	ネットワーク対戦の鬼ごっこゲーム
伊勢海老プロジェクト	E・B・Iコミュニケーター	文字ベースのコミュニケーションツール
の〜べんば〜ず★	ソフトウェア開発技術+α	選択肢解答型の学習ツール
京兵	HOCKET	ホッケーゲーム
Y・T	1941	ネットワーク対戦のシューティングゲーム
福幕園	迷往星	ネットワーク対戦の障害物をよけるゲーム
Zwei	格闘ゲーム「くろのすけ」	eToys による格闘ゲーム
わしら岡山人じゃけえ.	UFO キャッチャー	eToys による UFO キャッチャー
S !	あなたは冒険者	eToys による複数の小さなゲームの集合
ふるはうす	あぶない一本橋	eToys によるゲーム
Hello, World !	おえかきチャット	ネットワークによる文字、手書きが可能なチャットシステム
ラビット	エアオンラインホッケー	動物を基にしたネットワーク対戦型のホッケーゲーム
にゅうぎゅう	冠位 3 階	ネットワーク非対応型のゲームを、ネットワークでスコア集計するフレームワーク
よし! いかない	ROLL SHOT	eToys によるシューティングゲーム
チーム奉還町	マインフラグ	ネットワークによるマインスイーパー

表 -1 自由研究のテーマ (平成 17 年度)

示のオブジェクトを少し変更すれば、容易にネットワーク対戦型になる。良いアイデアである。

これら以外にもコンテンツの視点から独創的で完成度の高いものとして「誰でも楽しめる絵本」(図-9)があり、キャラクターとストーリーの才が発揮された。ネットワーク対戦型ゲームとして動物をテーマとした「エアオンラインホッケー」(図-10)などもゲームとしての工夫が多い。また、ネットワーク上のマインスイーパー、暗号付きのファイル転送、百人一首のインストラクションソ

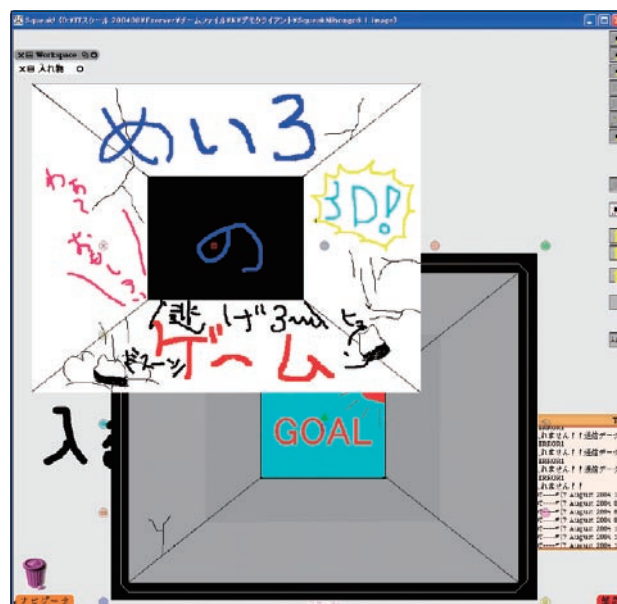


図-6 3次元迷路

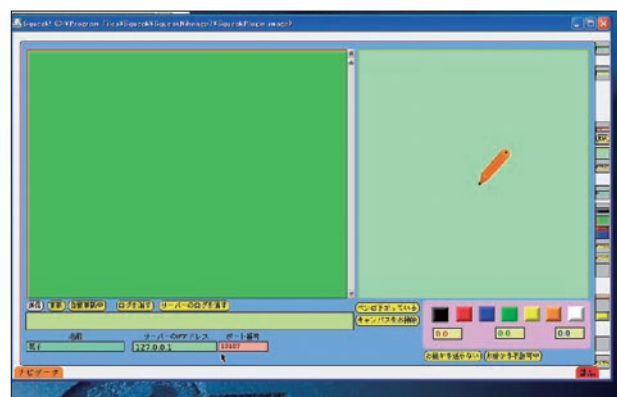


図-7 手書きチャット

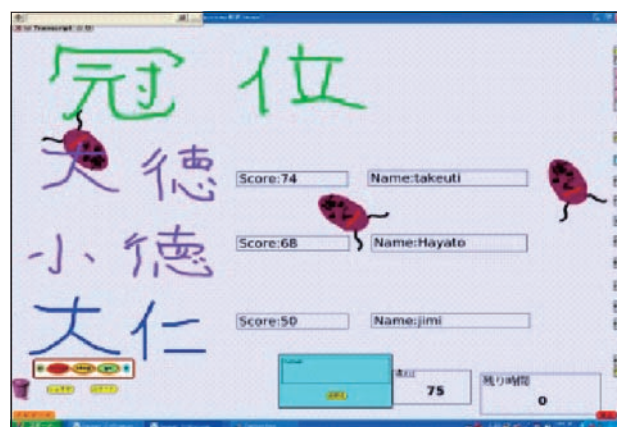


図-8 冠位 3 階

フトなど、各チーム創意工夫をこらした自由研究となっていた。高校生でも独創的なテーマを生み出し、実現できる。育て方次第である。

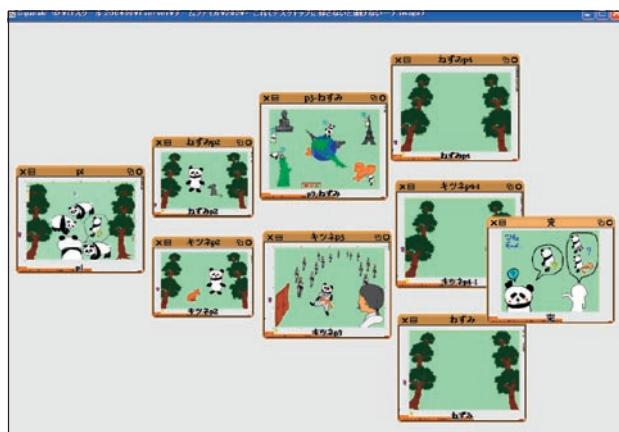


図-9 誰でも楽しめる絵本

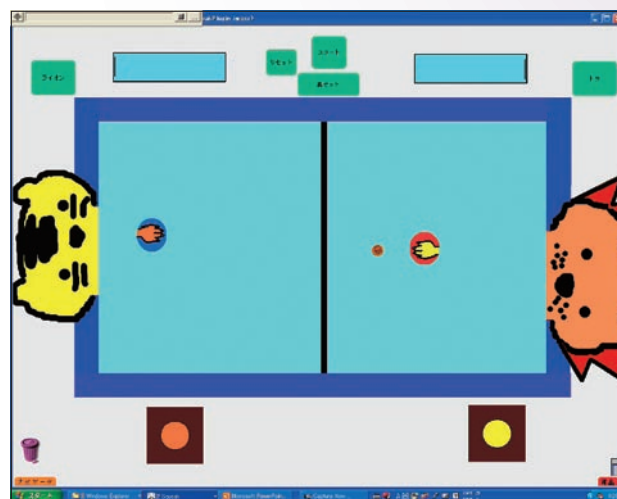


図-10 エアオンラインホッケー

成果と感想

eToys と Smalltalk を組み合わせたプログラミングは、UI (User Interface) は eToys で、制御を Smalltalk で記述することで完成度の高い作品を作れるだけでなく、MVC モデルも習得できる。能力の高い生徒は実力を発揮できる点も好ましい。ただ、プログラミングは困難をとまなう点もあり、eToys と Smalltalk の間に壁があるのは否めない。今後の課題である。

実施後、IT スクールについてアンケートを行った。2 年間全 60 名中 57 名が本 IT スクールに参加してよかったとの回答を得ている。本 IT スクール後、各校の先生に参加した生徒の動向をアンケートで確認した。ほとんどの高校で、参加した生徒は校内や地域の IT 化の推進役として協力している、とのことである。昨年度 IT スクールを受講し、卒業した生徒の進路は、大学進学や就職などさまざまであるが情報関連に携わる生徒たちがほとんどであった。今年度筆者のクラスで学んだ生徒の 1 人が経済産業省らが主催する U-20 プログラミングコンテストの最優秀賞を受賞した。本スクールで学んだこ

とは十分意義がある。独創性があり、プログラミングに才のある生徒を、IT スクールで発掘し、育成できたと確信する。

次号では、和田健之介らによる 3D オブジェクトのコンテンツ作成によるもう 1 つのクラスについて紹介する。

謝辞 本 IT スクールの実施と成果は、きわめて優秀な TA によるところが大きい。TA を務めてくれた長 慎也君 (早稲田大学)、副田俊介君 (東京大学)、繁富利恵君 (東京大学)、笹田耕一君 (東京農工大学) に深く感謝する。また、毎夜遅くまで教室でご支援いただいた NTT ラーニングシステムズの諸氏に感謝する。

参考文献

- 1) 文部科学省「IT 人材育成プロジェクト」, http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/16/05/04060301/001.pdf
- 2) 文部科学省 IT スクールについての URL, http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/17/04/05042804.htm
- 3) NTT ラーニングシステム「文部科学省 IT スクール 2005」, <http://itschool.ntt.co.jp/>
- 4) <http://www.squeak.org/>
- 5) 並木美太郎, 副田俊介, 繁富利恵, 笹田耕一: 高度な IT 人材を育成する IT スクールの実施例 (2004 年度東京会場), 情報処理学会「コンピュータと教育」第 78 回研究会, Vol.2005-CE-78, pp.73-80 (2005). (平成 17 年 12 月 16 日受付)

