

IT クラフトマンシッププロジェクト ～中学生によるネットワークプログラミング～

西ヶ谷 浩史^{*}, 紅林 秀治[†], 青木 浩幸[‡], 保福 やよい[§],
原 久太郎[¶], 久野 靖^{||}, 兼宗 進^{**}

概要

経済産業省による「IT クラフトマンシップ・プロジェクト」事業の一環として、小学校と中学校において授業実践を行った。本稿では、2005年9月と10月に中学校で行なったネットワークプログラミングを体験的に学習する授業を報告し、学校とNPOや大学などが連携することで初等中等教育でIT人材の育成が可能であることを述べる。

Network Programming Experience for Junior High School Students in IT Craftmanship Projects.

Hiroshi Nishigaya, Shuji Kurebayashi, Hiroyuki Aoki, Yayoi Hohoku,
Kyutaro Hara, Yasushi Kuno, Susumu Kanemune

Abstract

We conducted IT schools for elementary and junior high school students. In this paper, we introduce IT school for junior high school students. Through this experience, students learn some concepts such as object-oriented programming and network programming.

1 はじめに

経済産業省のITクラフトマンシッププロジェクト [1] の一環として、我々は小学校と中学校において、高度なIT人材を創出するための実践授業を行った。本稿では中学校で行われた、ネットワークプログラミングを主体とした授業について報告する。

授業は2005年の秋に静岡県で行った。4日間の授

業の中で、プログラミングを初めて体験する生徒が電子メールやチャットに相当する実用的なプログラムを作成し、インターネットにおけるネットワークの仕組みを体験的に学ぶことができた。

2 授業

藤枝市立青島中学校においてITクラフトマンシッププロジェクトを実施した。対象は近隣の中学2,3年生17名である。授業は9月と10月に2回ずつ行った。時間はそれぞれ9時から12時である。

場所はパソコン室を利用し、1人1台の端末を使った。プログラミング言語にはドリトル [2][3] を使用した。表1にカリキュラムを示す。

授業は前後半の2回ずつとした。前半の2回は

* 藤枝市立青島中学校

† 静岡大学 教育学部

‡ 東京学芸大学

§ 神奈川県立松陽高等学校

¶ NPO ゆーらっぷ

|| 筑波大学 ビジネス科学研究科

** 一橋大学 総合情報処理センター



図1 授業の様子

表1 カリキュラム

授業	実施日	内容
1	9/10	タートルグラフィックス
2	9/11	ピンポンゲーム
3	10/9	ネットワーク
4	10/10	ネットワーク作品

プログラミング入門とした。1日目にタートルグラフィックスでプログラミングを体験し、2日目にタートルグラフィックスで描いた枠の中をタートルがボールとなって跳ね返る形のピンポンゲームを作成した。

後半はネットワークプログラミングとした。3日目に文字を送り合うチャットプログラムを作り、4日目に2人のペアでチャットプログラムや対戦型ピンポンゲームなどのネットワーク作品を作成した。

3 ピンポンゲームを作ろう (1,2日目)

最初の2日間では、「ピンポンゲームを作ろう」というタイトルで、タートルグラフィックスを使ったゲーム作品を作る授業を行った。図1に授業の様子を示す。

初日は教員と児童の自己紹介の後、最初に世の中のソフトウェアの役割とソフトウェアがプログラミング言語で作られていること、今回使用するドリトルの特徴などを説明した。

続けて生徒たちは次の順序でプログラミングの学

習を行った。

(1) タートルグラフィックスによるプログラミング体験

はじめてのプログラミングとして、タートルグラフィックスを体験した。このプログラムでは、最初にカメ太という名前のタートルオブジェクトを作り、それに命令を送って画面上で移動させる。

カメ太=タートル! 作る。
カメ太! 100歩 歩く。

次に、画面上での移動を繰り返して三角形を描くようにプログラムを修正し、描いた三角形を図形オブジェクトにする。

カメ太=タートル! 作る。
三角=「カメ太! 100歩 歩く 120度 右回り」!
3回 繰り返す 図形にする。

続いてタイマーを作成し、三角形を画面で少しずつ移動させる。

時計=タイマー! 作る 0.1秒 間隔 10秒 時間。
時計! 「三角! 100 移動する」実行。

ここまでの内容で、生徒はいろいろな動きのあるアニメーション作品を作った。

続いて、新しい命令を定義する方法を学んだ。次のプログラムは、五角形を描くメソッドを定義している。引数として辺の長さを与えることで、さまざまな大きさの五角形を描くことができる。

カメ太=タートル! 作る。

カメ太:五角形を描く = 「|x|」! (x) 歩く 72 左回り」!
5 回 繰り返す」。
五角 = カメ太! 3 0 五角形を描く 図形にする。

1 日目の最後に、画面上にボタンを作り、マウスでクリックすることでタートルを操作できるようにした。

カメ太 = タートル! 作る。
回転ボタン = ボタン! 『回転』作る。
回転ボタン: 動作 = 「カメ太! 90 度 右回り」。

(2) ピンポンゲームの作成

2 日目は、最初に次のサンプルプログラムを入力し、実行しながら内容を理解した。

カメ太 = タートル! 作る。
カメ太: 長方形 = 「|たて よこ|」! (たて) 歩く 90 右回り (よこ) 歩く 90 右回り」! 2 回 繰り返す」。
壁 1 = カメ太! 10 200 長方形 図形にする。
壁 1! 100 100 移動する (赤) 塗る。
カメ太! ペンなし 中心に戻る。
時間 = タイマー! 作る。
時間! 0.1 秒 間隔 30 秒 時間。
時間! 「カメ太! 10 歩く」実行。

次に、このままではカメが壁をすり抜けてしまうことから、次のプログラムを加えた。

カメ太: 衝突 = 「! 1 0 戻る 1 8 0 右回り」。

その後、パドルを作り、2 つのボタンで上下または左右にパドルを動かせるようにすることで、基本的なピンポンゲームを完成させた。生徒たちは独自の工夫を加えることで、各自の作品プログラムを作成した。図 2 に、生徒の作品例を示す。

4 ネットワークで通信しよう (3,4 日目)

3,4 日目は、「ネットワーク機能を使って、友達のパソコンとつなげてみよう」というタイトルで、生徒同士がネットワークで通信するプログラムを作成した。図 3 に授業の様子を示す。

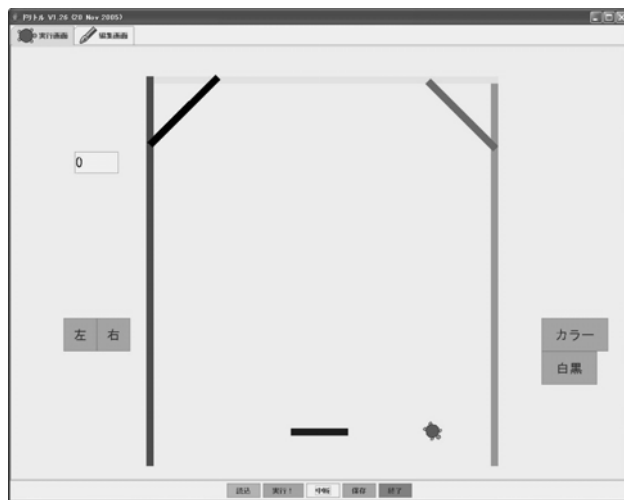


図 2 生徒作品 (ピンポンゲーム)



図 3 授業の様子

(1) タートルオブジェクトの転送

3 日目の授業では、最初にネットワークの社会における役割を説明した。ネットワーク技術は情報化社会を根底から支えている技術であり、今後も発展が予想されている。これから社会で活躍する者にとって、この技術の基礎を学ぶことの意味が大きいことを伝えた。

続いて、ネットワークの学習に入っていった。最初に、ドリトルのタートルオブジェクトをサーバーを介して友だちとやり取りした。図 4 と図 5 に生徒のプログラム例を示す。

```
カメ太 = タートル！作る。  
サーバー！"192.168.xxx.yyy" 接続。  
サーバー！"kameta" (カメ太) 登録。
```

図 4 生徒 A のプログラム

```
サーバー！"192.168.xxx.yyy" 接続。  
カメ吉 = サーバー！"kameta" 複製。
```

図 5 生徒 B のプログラム

今回の授業では、人数が通常のクラスの半分程度であったため、2人で3台の端末を使うことができた。そこで、1台をサーバー専用機として、2台を生徒の端末とする構成とした。生徒たちはオブジェクトサーバーを起動した端末のIPアドレスを調べ、それを自分たちのプログラムに記入することで、サーバーに接続するアドレスとした。

プログラムの中で、生徒Aはドリトルに「カメ太」という名前のタートルオブジェクトを作り、それを「kameta」という名前でサーバーに登録する。生徒Bは、自分の端末のドリトルからサーバーに接続し、サーバーから「kameta」という名前のオブジェクトを複製する。すると、生徒Aが登録したタートルオブジェクトが生徒Bの画面に現れる。

生徒たちは、オブジェクトが転送されたという教師の説明を聞きながらも、生徒Bのドリトルで単にタートルオブジェクトが生成されたのではないかと半信半疑である。そこで、生徒Aのタートルオブジェクトを他の姿に変身させてから(たとえばうさぎなど)サーバーに転送するようにした。そして、生徒Bが先ほどと同じプログラムを実行すると、今度はカメの絵ではなくうさぎの絵が表示される。「おお～」という歓声が上がると同時に、生徒Bはあらためて生徒Aが転送したオブジェクトを受け取ったのだと実感することができた。

ドリトルのネットワーク機能では、ネットワークに接続された複数の端末の間で自由にオブジェクトを転送できる [4][5]。そして、手元に複製したオブジェ

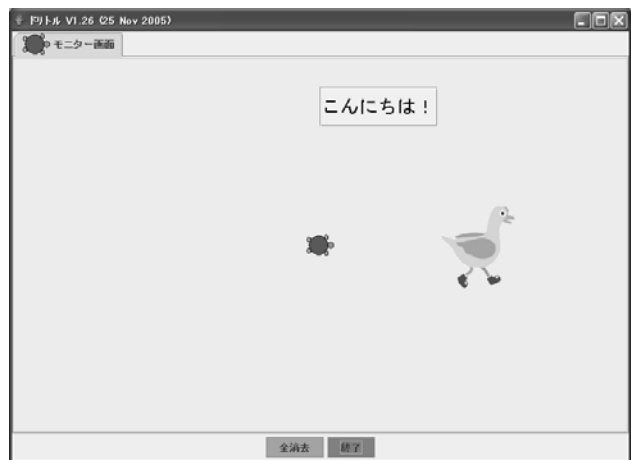


図 6 オブジェクトサーバー

クトには、「歩く」などの命令を送り、ローカルで生成したオブジェクトと同様に扱うことができる。生徒たちは複製したオブジェクトに実際に命令を送り、プログラムから操作した。

ドリトルのネットワークモデルでは、オブジェクトサーバーを介してドリトル同士が通信する。オブジェクトサーバーは単独のプロセスまたはドリトルのスレッドとして起動される。独立した端末で起動することでサーバー専用機として動かすことができるほか、生徒の端末でドリトルと同時に動かすことが可能である。オブジェクトサーバーはウィンドウを持ち、タートル、図形、GUI部品など姿を持つオブジェクトを登録した場合には、画面上にオブジェクトが表示される。図6にオブジェクトサーバーの実行画面を示す。

生徒たちは、送信したタートルオブジェクトがオブジェクトサーバーに表示され、続いて受信したタートルがドリトルに表示されることで、動作を確認しながらオブジェクトのネットワーク転送を学ぶことができた。

(2) 文字列オブジェクトの転送

続いて、文字のメッセージを送るプログラムを作った。最初に、生徒Aの端末で次のプログラムを入力

する。実行すると、画面にはテキストフィールドが表示される。

手紙 = フィールド ! 作る 300 50 大きさ。

次にボタンを追加して、押したときにテキストフィールドに書かれた文字をサーバーに送るようにする。

送信 = ボタン ! "送信" 作る。

送信 : 動作 =

「サーバー ! "kame1" (手紙 ! 読む) 登録」。

そしてサーバーに接続する行を加えると、生徒 A のプログラムは完成である。

生徒 B のプログラムは、サーバーから文字列を複製し、テキストフィールドに表示する。

サーバー ! "192.168.xxx.yyy" 接続。

フィールド 1 = フィールド ! 作る 300 50 大きさ。

フィールド 1 ! (サーバー ! "kame1" 複製) 書く。

このプログラムも、ボタンを押すたびにサーバーから文字列を複製するように書くことができる。

図 7 と図 8 に、このようにして作った生徒 A のプログラムと生徒 B のプログラムの例を示す。

```
手紙 = フィールド ! 作る 300 50 大きさ。
サーバー ! "192.168.xxx.yyy" 接続。
送信 = ボタン ! "送信" 作る。
送信 : 動作 = 「サーバー ! "kame1" (手紙 ! 読む) 登録」。
```

図 7 生徒 A のプログラム

```
サーバー ! "192.168.xxx.yyy" 接続。
フィールド 1 = フィールド ! 作る 300 50 大きさ。
ボタン 1 = ボタン ! "受信" 作る。
ボタン 1 : 動作 =
「フィールド 1 ! (サーバー ! "kame1" 複製) 書く」。
```

図 8 生徒 B のプログラム

これらのプログラムを入力して動作を確認した後、インターネットで使われる各種のサービスでこれら

の仕組みが使われていることを説明した。

電子メールは、送信する端末からサーバーにメッセージデータを送信する。受信する端末は、サーバーからデータを取得する。これは、パソコンの電子メールでも携帯電話の電子メールでも同じ仕組みである。携帯電話は直接端末同士が通信しているように思えるが、実際はサーバーを経由してメッセージを転送している。サーバーにメッセージを蓄えることで、相手が電源を切っていたり、電波の入らない場所においてもメッセージを受け取ることができる。

WWW は、サーバーにコンテンツデータを転送し、多くの端末からそれを参照する。

電子掲示板やチャットは、サーバーにメッセージを送信し、それを受信する。チャットは端末同士で直接会話をしているように思えるが、実際にはサーバーを介して通信している。

今回の学習では、端末同士が直接通信する P2P (ピアツーピア: Peer to Peer) ではなく、オブジェクトサーバーを介して通信することで、さまざまなインターネット上のサービスをモデル化して説明することができた。

(3) ネットワーク作品作り

続いて、生徒たちは自分たちでプログラムを改良して独自の通信プログラムを作成した。3 日目の後半は全員がこの課題に取り組んだ。4 日目はネットワーク機能を使った応用課題とし、生徒は 3 日目の課題を発展させるか、2 日目までのピンポンゲームをネットワーク化することにチャレンジした。以下に、いくつかの作品を紹介する。

図 9 の作品では、ひとつの画面で送信と受信を行えるようにした。画面にはカメがいて、メールを送信すると緑のカメが左に飛んでいき、メールを受信すると赤のカメが飛んでくる。あたかも動物 (カメ) がメールを運んでいるように見えるため、他の生徒から「ポストペットのようだ」という声が上がっていた。

図 10 の作品では、メール着信をチェックするよう

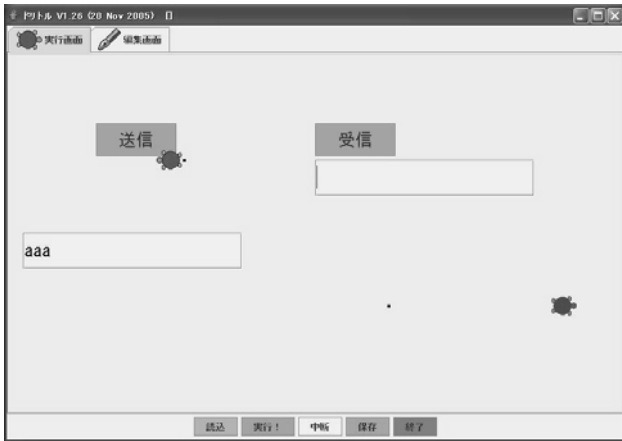


図 9 生徒作品 (送受信アニメーション)

になっている。プログラム中ではタイマーで定期的にサーバーをチェックしており、サーバー上にメッセージが到着すると、画面のカメがうさぎに変身してアニメーションで回転する。受信ボタンを押してメールを受信すると、サーバーのメッセージが空になるため、うさぎはカメに戻る。



図 10 生徒作品 (着信通知)

図 11 の作品では、受信ボタンだけを作り、プログラム中でサーバーの IP アドレスを切り替えて、教室内のさまざまなサーバーのメッセージを受信できるようになっている。作成した生徒はサーバーを IP アドレスで切り替えられることを理解しそれを応用し

たという意味で、ネットワークの通信の仕組みを正しく理解したと言える。また、教室で席の離れた生徒のメッセージに対して口頭でコメントを述べることで、隣同士のペアで通信している生徒たちに対して、自分たちの通信が離れたところまで届いていることを実感させる効果があった。一方、これはある種の盗聴行為であるため、本人を含め、生徒たちには情報通信にはこのようリスクがあり得ることを説明した。



図 11 生徒作品 (メッセージ受信)

図 12 は、2 日目に作成した壁打ちをして 1 人で遊ぶピンポンゲームを、ネットワークを介して 2 人で遊ぶ対戦型に改良した作品である。プログラムでは、ボールの位置 (X,Y 座標) と向き (角度) をサーバーに登録し、それらを定期的に参照することで同期を取っている。壁やパドルに衝突した場合には、新しい向きをサーバーに登録する。

授業を実施する前は、参加した生徒の大半が男子生徒だったこともあり、4 日目の自由課題はゲームを選択する生徒が多いと予想していた。しかし、実際には 2/3 の生徒は文字によるメッセージ交換の課題を選択した。これは、対戦型のピンポンゲームにも魅力を感じるものの、自由に文字を交換するコミュニケーションのほうに強い魅力を感じたためであると考えている。

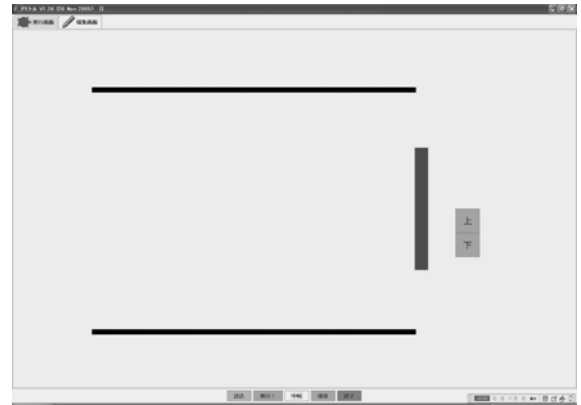
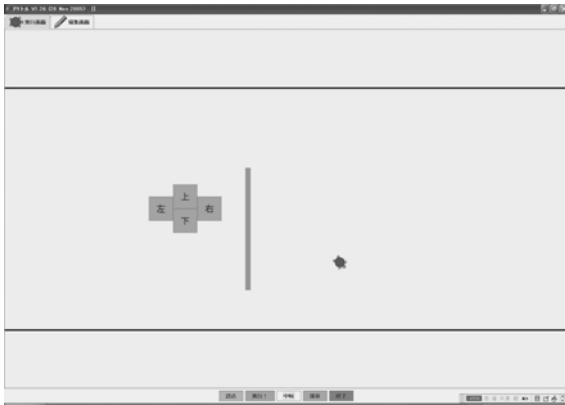


図 12 生徒作品 (対戦型ピンポンゲーム)

5 考察

今回の授業では、毎回生徒にアンケートを実施した。アンケートでは、生徒はそれぞれの設問に対して「強く当てはまる」から「全く当てはまらない」までの 5 段階で回答した。表 2 に授業前のアンケートを示す。休日に希望して集まったこともあり、「プログラムに興味がある」「ゲームを作りたい」という意欲が高かった。一方、「プログラムを作ったことがある」生徒は 2 人だけであり、「IT という言葉の意味を知っている」「ネットワークの仕組みを知っている」という生徒が皆無であることから、予備的な知識はほとんどなかったことがわかる。リテラシー面から見ると、「自宅でインターネットをよく使う」生徒は 12 人、使わない生徒は 5 人である。また、コンピュータや携帯電話でメールを使っている生徒は 6 人、使っていない生徒は 11 人であった。日常的に WWW や電子メールを使っている生徒は半数程度と考えられる。

以下に、それぞれの授業後のアンケート結果を示す。表 3 は「プログラミングは易しい」、表 4 は「プログラミングは楽しい」の結果である。これらの結果を見ると、回を重ねるごとにプログラミングは難しくなっていくが、学習の楽しさは一貫して持続していることがわかる。また、従来のドリトルの実践 [2][6]

表 2 事前アンケート

設問	当てはまる		当てはまらない		
プログラムに興味がある	61	33	6	0	0
ゲームで遊ぶより作ってみたい	44	39	17	0	0
プログラムを作ったことがある	6	6	22	17	50
IT の言葉の意味を知っている	0	0	17	22	61
ネットワークの仕組みを知っている	0	0	33	22	44
自宅でインターネットをよく使う	50	17	6	11	17
パソコンでメールをやり取りする	28	6	6	22	39
携帯電話でメールをやり取りする	33	0	6	6	56

単位は %

から、タートルグラフィックスやそれを用いたゲームプログラムに関して「難しいが楽しい」という結果が得られていたが、今回はグラフィックスやゲームという子供を惹きつけやすい題材を使わずに、3 日目に降に文字だけのネットワーク通信プログラムで同様の結果が出てきていることに注目したい。

生徒たちはネットワークという題材で未知のプログラミングに挑戦した。適度な難易度を感じつつ、それを乗り越えて電子メールやチャットに相当する実用的なアプリケーションプログラムを開発することで、大きな達成感を得ることができた。

表 5 は「ネットワークの仕組みに興味を持てた」の結果である。WWW や電子メールを利用していなかった半数の生徒を含め、ほぼ全員が授業を通して

表3 アンケート (プログラミングは易しい)

授業	当てはまる		当てはまらない		
1日目 (タートルグラフィックス)	19	50	25	6	0
2日目 (ピンポンゲーム)	6	39	50	6	0
3日目 (チャットプログラム)	0	50	33	17	0
4日目 (ネットワーク作品)	17	50	25	8	0

単位は %

表4 アンケート (プログラミングは楽しい)

授業	当てはまる		当てはまらない		
1日目 (タートルグラフィックス)	88	12	0	0	0
2日目 (ピンポンゲーム)	72	28	0	0	0
3日目 (チャットプログラム)	83	17	0	0	0
4日目 (ネットワーク作品)	83	17	0	0	0

単位は %

ネットワークの仕組みに興味を持つことができた。

表6は、「今日の内容を理解できた」の結果である。今回はネットワークで対戦するピンポンゲームやチャットプログラムなど難易度の高いプログラムを題材にしたが、ほとんどの生徒は自分たちの作っているプログラムの内容を理解しながら授業に参加することができた。

表5 アンケート (ネットワークの仕組みに興味を持てた)

授業	当てはまる		当てはまらない		
3日目 (チャットプログラム)	67	25	8	0	0
4日目 (ネットワーク作品)	75	17	8	0	0

単位は %

表6 アンケート (今日の内容を理解できた)

授業	当てはまる		当てはまらない		
1日目 (タートルグラフィックス)	88	12	0	0	0
2日目 (ピンポンゲーム)	56	39	6	0	0
3日目 (チャットプログラム)	67	17	17	0	0
4日目 (ネットワーク作品)	58	25	17	0	0

単位は %

6 おわりに

今回は IT 人材の創出を目指したプロジェクトを中学校で行った。初等中等教育では生徒の可能性を拡げることが大切である。今回の授業では、ドリトルを利用して、オブジェクト指向プログラミングと、ネットワークでの通信プログラムを扱った。これらのプログラミングを体験することで、生徒たちは「自分たちがソフトウェアを開発できること」、「プログラミングは楽しく達成感があること」、「ソフトウェアやネットワークは重要な技術であり探求する価値があること」などを体験的に学ぶことができた。

今回は短期間のプロジェクトであったが、今後は学校の授業を含め、今回の成果を深く掘り下げる形で進めていきたいと考えている。

参考文献

- [1] 経済産業省. IT クラフトマンシップ・プロジェクト. <http://www.meti.go.jp/information/data/c50428ej.html>
- [2] 兼宗進, 中谷多哉子, 御手洗理英, 福井眞吾, 久野靖. 初等中等教育におけるオブジェクト指向プログラミングの実践と評価. 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.SIG13, pp58-71, 2003.
- [3] プログラミング言語ドリトル. <http://kanemune.cc.hit-u.ac.jp/dolittle/>
- [4] 兼宗進, 中谷多哉子, 御手洗理英, 福井眞吾, 久野靖. 端末を飛び出したオブジェクト: 分散プログラミングを活用した情報教育の提案. 情報教育シンポジウム (SSS2003), 2003.
- [5] 西ヶ谷浩史, 紅林秀治, 兼宗進. プログラミングを利用したネットワーク学習の試み. 情報教育シンポジウム (SSS2005), 2005.
- [6] 紅林秀治, 兼宗進. 制御と計測を取り入れた情報教育の提案. 情報処理学会 コンピュータと教育研究会, CE(76), 2004.