

# プログラミング演習教材ソフトウェア WinTK

## A Programming Training Kit: WinTK

松田 洋\* 新藤義昭\* 棕田 實\*

日本工業大学工学部

〒345-8501 埼玉県宮代町学園台4-1

TEL 0480-33-7468 FAX 0480-33-7461

E-mail:hiroshi@ci.nit.ac.jp

Abstract: At the department of Computer and Information Engineering, computer programming is one of the required subjects. To reduce the number of failures, we developed Program Reading Practice and Programming Training Kit Software called "WinTK." Program Reading Practice gives a new lecture style in which students read the source codes of the training kit program and they write their own programs in GUI environment on the basis of the model examples WinTK provides. In this paper, we report the basic concepts of WinTK and describe the details.

Keywords: WinTK, program reading practice, computer programming, programming training kit

### 1. はじめに

筆者らが所属する情報工学科は平成7年に設立された。その際、文部省が情報処理学会に委託して作成した調査研究報告書<sup>[1]</sup>や通産省の提言に沿って中央情報教育研究所がまとめた人材育成カリキュラム<sup>[2]</sup>を参考にしながら、学科全体のカリキュラムを作成し、シンポジウムで発表した<sup>[3]</sup>。このカリキュラムの目標のひとつに、プログラミング教育の工夫があった。情報工学科では、プログラミング教育は必修科目として開講する。このため、多数の脱落者を出さずに、プログラミングという知的作業の神髄を理解してもらう方法を模索した。従来、プログラミング言語の命令と文法を教え例題を解いていく講座スタイルに代わる新たな講座スタイルである。このとき、最も重要だと考えたのは、「視覚化した教材を用いること、知的で楽しい作業であること、創造性を活かせること」などであった。

また、プログラミング教育とは少し異なるが、外国語教育の場合についても調査した。ちょうど同じ頃、英語教育のあり方を見直す動きが東京大学教養学部英語教室で行われており、その成果としてThe Universe of English<sup>[4]</sup>という教材が出版された。この中で、教材の目的は、「およそ知的と呼べそうなものは何でもアリの精神で、多様で多量の英語を学生達に浴びせかけ、英語を読むのではなく英語で読むことを教える。」ことであると述べられている。英語教育でも、文法や作文だけではなく文献の講読が非常に重要であることが主張されている。

筆者らは、これらの結果からプログラミング教育でも文献の講読に対応する講座スタイルを開発できないかと考え、プログラム講読演習法という教授法とWinTK(Windows program Training Kit)というプログラミング演習教材を開発した。<sup>[5]</sup>プログラム講読演習法は、ある程度の規模の有為な目的をもった優れた構造の講読用プログラム集のソースコードを学生に講読させ、様々な改造演習を行う講座スタイルである。この講座を開講するにあたっては、

以下のような環境設定を行った。

ソフトウェアの基礎や計算機の使用法といった内容は含まない。これらは別の講座で担当する。図1は情報工学科のカリキュラムの中のソフトウェア系のカリキュラム構成図である。1年生前期に「ソフトウェアの基礎」でソフトウェア系の基本を学び、同時期に「コンピュータリテラシー」で計算機の操作全般を学ぶ。これらの科目を修得したことを前提にして、プログラミング講座を開講する。

アルゴリズムとデータ構造に関しては深く追求しない。これは2年生前期に開講される「アルゴリズムとデータ構造」に委ねる。

プログラムの構造化やオブジェクト指向などのソフトウェアの設計法も対象としない。これらは、3年生前期から開講される「ソフトウェア技法・演習」と「ソフトウェア工学」に委ねる。

修得目標の主眼は、プログラムの制御構造(繰り返し処理、条件判断、関数化)の理解とプログラムの構成法である。

これらを踏まえて開講したプログラム講読演習法講座の実践を3年間行った。その結果、予想以上の成果が出たので、その試みと講座で使用したプログラミング演習教材WinTKについて詳しく報告する。

### 2. WinTKの開発目標

プログラミング経験のほとんどない初級年次の学生を対象とした初等プログラミング教育を行う場合には、次のような配慮が必要である。

プログラミングは苦しく難しい作業であるという印象を与えてはならない。むしろ、知的で楽しい作業である、という印象を与えたい。

プログラム言語の文法やアルゴリズムを教授しただけでは、実際のアプリケーションソフトウェアの構造との関連がつかみにくい。

GUIベースのソフトウェアが一般化している今日、コンソールベースのプログラミングを教材プラットフォームとすると、学生に違和感を与えやすい。

\*Hiroshi Matsuda, Yoshiaki Shindo, Minoru Mukuda  
Nippon Institute of Technology

1年	2年	3年		4年
ソフトウェアの基礎	アルゴリズムとデータ構造・演習	ソフトウェア工学	ソフトウェア工学	情報管理工学
コンピュータリテラシー	コンパイラの基礎	ソフトウェア技法・演習	プログラミング言語・演習	知識工学
プログラミング言語・演習	データベースの基礎	データベースの実際	情報理論	システム工学
	情報処理実験	コンパイラ理論	数理計画	

図1 ソフトウェア系カリキュラム構成

学生は、この科目を受講した時点で、コンピュータに対するイメージや自分との関係についての観念を確立してしまう。この時点で悪い印象をもつと、コンピュータ嫌いになりやすい。

プログラミング技術は、多くの要素から成り立っている。単に言語文法やアルゴリズム、データ構造等の定式化された知識のみ教授しても、優れたプログラムを記述することはできない。プログラミング技術の中には、定式化されていないプログラムの構成法が数多く存在する。たとえば、

- 変数名や関数名などの名前のつけ方
- ブロックの字下げ様式や単語のスペーシング法
- コメントの入れ方や書式
- 繰り返し処理や条件判定処理のパターン
- 異常例外処理のパターン

これらを伝授する方法の一つとして、優れたソフトウェアのソースコードを読むことが有効と思われる。しかし、最初から大規模なソースコードを読破するのは入門者にとっては辛く困難な作業であり、事実上困難である。

これらの点を考慮して、初等プログラミング教育を効果的に行うため、演習教材 WinTKを開発した。目指した講座スタイルを以下に述べる。

はじめは簡単なプログラムから出発し、段階的に規模をステップアップして、最終段階として、特定の意味をもつ中規模のアプリケーションプログラムに到達するプログラム集を教材として用いる。

このプログラム集のソースコードを順番に講読し、改造演習を繰り返すことにより、状況に応じたプログラム構成法を修得させる。

単なるアルゴリズムの教示ではなく、具体的な画面上の表示や動作の変更を指示して改造演習を行う。

講読、改造演習を楽しい作業とするために、GUIベースのプラットフォームを採用し、楽しく、強い動機付けをもたせる。

また、第3章で詳述するが、従来のコンソールベースアプリケーションの記述と同程度程度の簡単さで、GUIベースのプログラムを記述することができるプラットフォーム機能をもたせることとした。

### 3. WinTKのプラットフォーム機能

WinTK は、WindowsNT及び Windows95 のもとで動作するように開発した。また、改造演習に用いる開発環境として、Visual C++ を使用した。Visual C++ を用いてプログラムを開発する方法として、以下の二通りの方法が提供されている。<sup>[6]</sup>

Windows SDK ライブラリを利用して、C言語でプログラム全体を記述する。

C++ 言語とMicrosoft Foundation Class クラスライブラリを用いて作成する。

しかし、これらはイベント駆動プログラミングの知識を前提としており、初心者には理解しにくい。たとえば、の方法では、アプリケーションの起動、ウィンドウの作成、イベント対応のコールバックエントリーポイントとハンドラ等のすべてを記述しなければならない。ウィンドウに「Hello」と表示するだけでも、100行を超えるプログラムが必要である。

の方法は、の方法の欠点を基底クラスからの継承やフレームワークの自動生成ツールの利用によって軽減しているが、C++言語の知識を必要とするうえに、クラスライブラリが大規模で複雑なため、初心者には意味不明の巨大なブラックボックスに見えてしまう。この技法は、熟練者が大規模なアプリケーションソフトウェアを開発する場合には有効であるが、初心者がプログラミングを始めて学ぶ環境としては、適当ではない。そこで、WinTK は、次のような構造のプラットフォーム機能を装備した。

アプリケーションの起動、ウィンドウの作成およびコールバックエントリーポイントなどのフレームワーク部分は、MFCライブラリと同じように隠蔽する。

アプリケーションの記述は、従来のコンソールベースアプリケーションにおけるmain()関数と同じように、実行部分だけを記述できる。

実行部分の記述法として、イベント駆動プログラミングの技法を使わずに記述することができる。

必要に応じて、マウス、キー、タイマのイベント応答ハンドラの隠蔽を解除し、イベント駆動型のプログラムを記述することもできる。

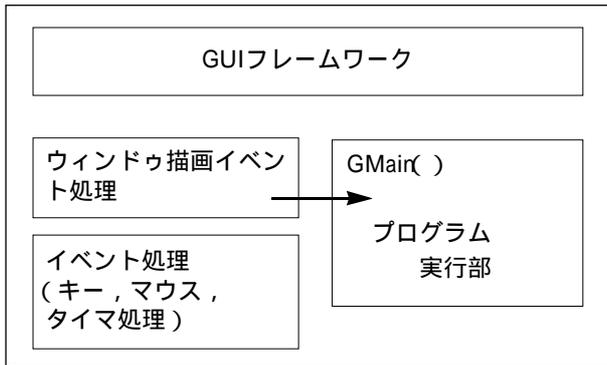


図2 WinTKのプラットフォーム機能

C言語の言語機能だけで、イベント駆動を含めたプログラムを記述できる。

WinTKのプラットフォーム機能の構造図を図2に示す。

WinTKには、GMain()関数が用意されている。この関数は、コンソールベースプログラムのmain()関数に相当する。GMain()は、ウィンドウの描画イベント発生時に呼び出される。イベント駆動型のプログラミングを行わない場合には、この関数の内容のみ作成すればよい構造になっている。

#### 4. WinTKの講読用プログラム集

WinTKプラットフォームを用いて動作する講読用のプログラム集として、WinTK-1, WinTK-2, WinTK-3という3種類の教材プログラム集を開発した。WinTK-1は最も基礎的な教材で、イベント駆動型のプログラム構造を使用しない。それぞれの内容を表1に、また実行画面例を図3～図5に示す。

この中で、最も重要な教材は、初等プログラミング教育において必ずマスターしなければならない重要な要素を含むWinTK-1である。WinTK-1は14本のプログラムから構成され、最終的にうさぎのアニメーションプログラムの完成を目指すものである。段階的なステップアップの内容を記すため、表2にこの14本のプログラムの内容を、表3に各プログラムのステップ数と使用している機能を示す。

#### 5. WinTKを用いた講読演習法

WinTKを用いて実際に情報工学科の1年生に対して初等プログラミング講座を開講した。プログラミング言語はC



図3 WinTK-1の実行画面



図4 WinTK-2の実行画面



図5 WinTK-3の実行画面

表1 WinTKの講読用プログラム集の内容

WinTKの構成	プログラム本数	内 容	修得目標
WinTK-1	14本	初等プログラミング教育の目標のひとつである制御構造（繰り返し，条件判断，関数化）と簡単なデータ構造（配列，ポインタ）を視覚的に学ぶためのアニメーション教材。	制御構造（繰り返し，条件判断，関数化）の理解 データ構造（配列，構造体，ポインタ）の理解
WinTK-2	10本	ペイントソフトの作成過程を通して，マウスやキーボードといった入力装置を駆使するイベント駆動型プログラムの演習教材である。	マウス操作のイベント応答 キー入力のイベント応答 イベント駆動プログラム
WinTK-3	7本	タイマ割り込みによりプログラムの進行を制御して，コンピュータアクアリウム製作を行う。マルチタスク型プログラムの開発演習教材である。	タイマイイベント駆動 マルチタスク処理 画像処理と論理演算

表2 WinTK-1のプログラムの内容

番号	内 容
1	赤い横線を16本引く。
2	四角形の輪郭を描く。色、大きさ、配置は乱数。
3	塗りつぶし楕円を描く。色、大きさ、配置は乱数。
4	点を描く。
5	線、四角形、楕円を混在させて描く。
6	うさぎを中央に一匹だけ描く。
7	うさぎの水平移動アニメーション
8	うさぎの水平移動アニメーションをダブルバッファ法で描画する。移動中、うさぎが上下に飛び跳ねる。
9	うさぎの水平移動アニメーション。背景画を描画し、うさぎの手足を動かす。
10	画面より大きい背景を作り、背景を水平移動する。うさぎは中央で飛び跳ねる。
11	背景を写真画像にして水平移動する。
12	うさぎに吹き出し文字をつける。文字のフォント、大きさ、文字色や背景色を指定する。
13	うさぎが歩く効果音をつける
14	うさぎが歩くBGMをつける

表3 WinTK-1のプログラムステップ数および使用している機能

番号	ステップ数	式の計算	繰り返し	乱数	条件判断	構造体	関数	ポインタ
1	33							
2	51							
3	51							
4	35							
5	58							
6	125							
7	131							
8	167							
9	281							
10	440							
11	518							
12	653							
13	486							
14	487							

関数欄の記号 : 単一の関数 : 複数の関数

言語である。C言語の文法やライブラリ仕様については、特に座学の講座は行わず、資料の配布にとどめた。

WinTK-1を用いた講読演習では、制御構造、特に繰り返し、条件判断、関数化に重点を置いて改造演習を行った。関数化を用いると、1匹の動物を描くプログラムが簡単に複数の動物を描くプログラムに変身することが分かり、学生達に驚きと感動を与えたようである。WinTK-1に引き続いてWinTK-2、WinTK-3の講読演習を行った。

WinTK-1で行っている改造演習の具体的な内容を表4に示す。表記した内容を必ずしもすべて演習するわけではない。学生達の反応を見ながら、ある部分は省略し、またある部分は付加しながら臨機応変に演習を進めた。

表4 WinTK-1における改造演習の内容

番号	改造演習の内容
1	・横線の幅を広くしなさい。 ・横線を縦線に変更しなさい。 ・線を8色つかって引きなさい。
2	・四角形を塗りつぶしなさい。 ・輪郭線と塗りつぶし色を異なる色にしなさい。
3	・楕円の最小サイズと最大サイズを指定して描画せよ。 ・楕円の描画位置を画面の右下部分に制限しなさい。 ・楕円の輪郭線色と塗りつぶし色を補色にせよ。
4	・大地と空を描き、星空を描きなさい。 ・明るくて大きい星と暗くて小さな星を散在させなさい。
5	・扇形を描画するように機能を追加しなさい。 ・表示される線の種類として、破線、鎖線、二重線を追加しなさい。
6	・うさぎを3匹に増やしなさい。 ・たくさんのうさぎを左上から右下に一直線に並べる。 ・たくさんのうさぎを左下から右上に一直線に並べる。
7	・うさぎを左下から右上に移動させなさい。 ・うさぎを放物線運動させなさい。
8	・うさぎを左から右へ移動させた後、右から左へ戻るように動かしなさい。 ・手をつないだ2匹のうさぎが移動するようにしなさい。
9	・うさぎの耳を動かしなさい。 ・うさぎの口を大きく開けたり閉じたりしなさい。 ・右から左に戻るとき、2匹のうさぎを登場させて手をつないで戻りなさい。
10	・うさぎが右から左へ戻るように背景を動かしなさい。 ・うさぎの移動にあわせて、背景画が上下に少し揺れるようにしなさい。
11	・うさぎが右から左へ戻るように背景写真画像を動かせ。 ・うさぎの移動にあわせて、背景写真画像が上下に揺れるようにしなさい。
12	・画面に学籍番号と名前を表示しなさい。 ・うさぎの吹き出しの文字の中のメッセージを移動中に変更しなさい。
13	・飛び跳ねる音を追加しなさい。
14	・うさぎが左から右へ行くときと、戻るときの音楽を変更しなさい。

具体的な講読演習をWinTK-1の6番目のプログラムを例に述べる。この教材プログラムの目的は、関数化を理解させるための改造演習である。WinTK-1の6番目のプログラムを実行すると、図6に示すよううさぎの画像が表示される。

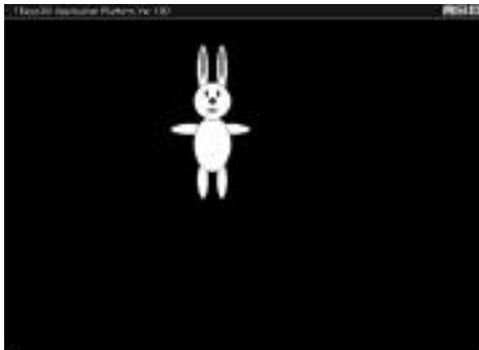


図6 WinTK-1 No.6の実行画面

このプログラムでは、うさぎを描画する部分が一つの関数になっている。これを利用して、うさぎを3匹に増やすように改造する演習を行う。図7に改造演習の問題を示す。

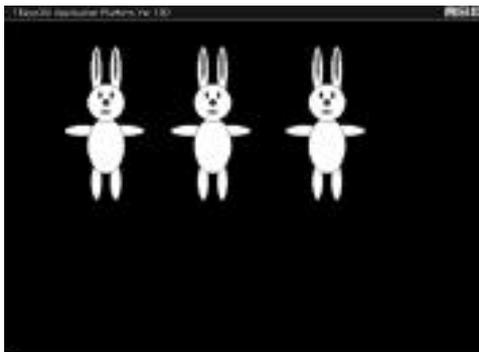


図7 WinTK-1 No.6の改造演習 1

次に、関数のパラメータであるうさぎの位置座標を変数にして繰り返し処理の中に挿入し、たくさんのうさぎを左上から右下に向かって一列縦隊させるように改造演習を行う。図8に改造演習の問題を示す。

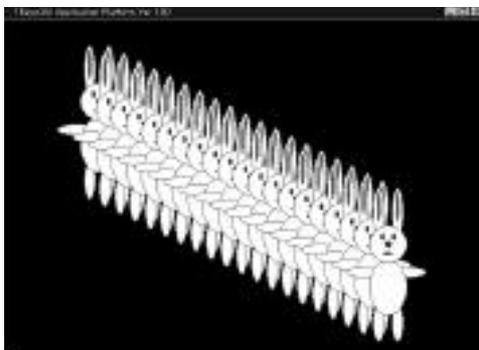


図8 WinTK-1 No.6の改造演習 2

このように、具体的な描画方法を問題として指示することにより改造演習を行う。改造演習では、教授側の指示や想像を超えた現象も垣間見られた。たとえば次のようなものである。

友人よりも派手で美しい動物画像の描画に懸命になり競争する。

単純な線形運動プログラムを放物線運動など、いろいろと変化させる演習を試みたが、筆者らの要求仕様を超え、三角関数を用いた運動に取り組む学生や、各種の反復運動を試行する学生の姿もあった。

隣の人の状況が目に見えるという事実が学生達の競争心を煽りたてたが、競争心とは別に優秀者による指導が自発的に行われた。つまり、遅れはじめている学生の存在も見えるのである。

## 6. WinTKを用いた最終課題作成演習

修得目標の達成評価のために、WinTKプラットフォームを用いた課題作品の作成演習を行った。課題作品の出題テーマを図9に示す。

- 課題作成テーマ（ひとつ選んで作成しなさい）
- (1) 動く年賀状アニメーション
  - (2) 動くクリスマスカードアニメーション
  - (3) コンピュータアクアリウム（熱帯魚水槽シミュレータ）
  - (4) ハノイの塔のアニメーション
  - (5) 源氏物語の好きなシーンのアニメーション
  - (6) 三国志の好きなシーンのアニメーション

図9 最終課題作品の出題テーマ

課題作品の作成演習では、多くの学生達が創造性あふれたものを提出した。図10にその例であるコンピュータアクアリウムを示す。

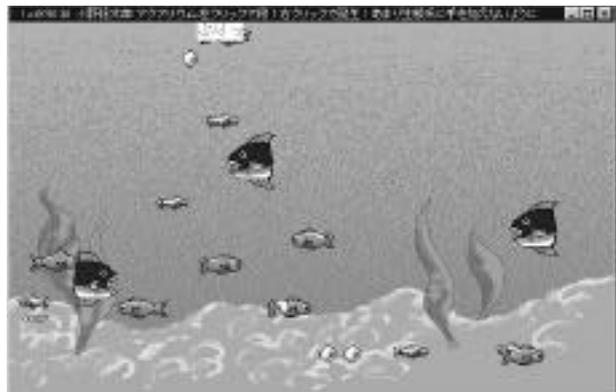


図10 課題製作の優秀作品の例

学生達の到達状況を計る目安とするため、提出された作品の規模(ステップ数)を初年度と3年度に調査した。その結果を図11に示す。

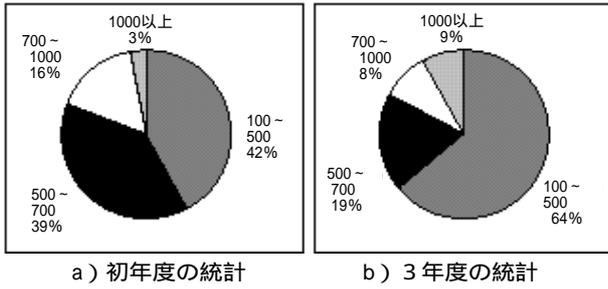


図11 提出された課題作品のステップ数

初年度、3年度ともに2割近い学生が700ステップ以上の作品プログラムを提出した。初等プログラミング教育としては十分な結果が得られたと考えている。課題作成演習における学生達の目つきは、この講座を始める前のそれとは明らかに異なっていた。そこには強い熱意と好奇心が満ちているのを感じた。最終的に提出された課題の中には、芸術面、技術面とも筆者らの想像を超えたすばらしい作品が何本もあり、改めてWinTKの講座への適用に自信を深めた。

### 7. 講読演習講座の成果と分析

WinTKによる講読演習および課題作成演習の成果を調査するため、初年度と3年度にアンケート調査を行った。「C言語プログラミングの自信ができましたか?」という問いに対する学生の解答結果を図12に示す。

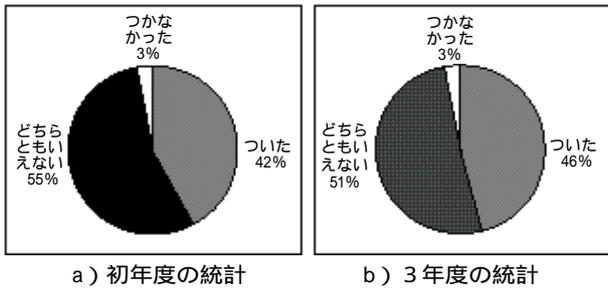


図12 プログラミングの自信がついたか?

また、修得目標であった繰り返し処理、条件判断、関数化について、「理解できましたか?」という問いに対する初年度のアンケート結果を図13~図15に示す。

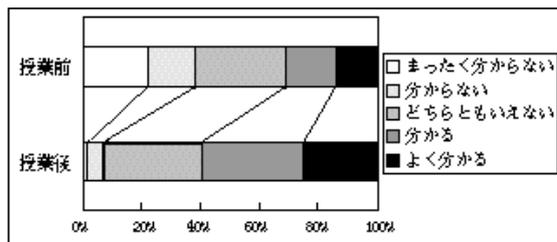


図13 繰り返し処理の理解度

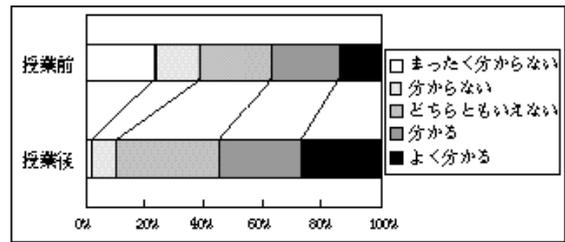


図14 条件判断の理解度

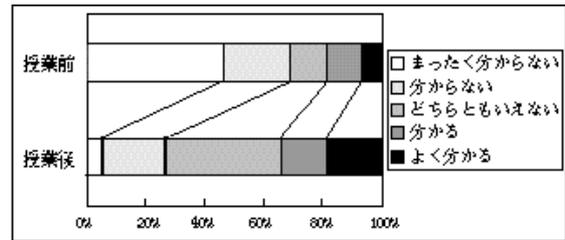


図15 関数の理解度

このアンケート調査の集計結果の中で、最も注目すべき成果は、「プログラミングの自信ができましたか?」という問いに対して、自信がつかなかったと解答した学生が3%にすぎなかったことである。プログラミングという作業が「知的で楽しい作業である」という印象を与えたい、という当初の目的は達成できた、と考えている。

### 参考文献

- [1] 大学等における情報処理教育のための調査研究報告書(文部省委託調査). 情報処理学会, 1991.3.
- [2] 高度情報化人材育成標準カリキュラム. 第二種共通カリキュラム, Vol.1中央情報教育研究所, 1993.12.
- [3] 新藤義昭, 片山滋友, 坂本康治, 松田郁夫: 日本工業大学における情報工学科のカリキュラム, 情報処理, 新しい時代の情報処理教育. カリキュラム・シンポジウム論文集, pp.9-16, 1994.
- [4] 東京大学教養学部英語教室: The Universe of English. 東京大学出版会, 1993.3.
- [5] 松田洋, 新藤義昭, 椋田實: プログラミング演習教材WinTKを用いた講読演習法の試みとその成果. 教育工学関連学協会連合第5回全国大会講演論文集(第一分冊), pp.49-52, 1997.
- [6] 山地秀美: はじめてのVisual C++ 5.0. 技術評論社, 1998.4