

教育におけるCGIプログラム

CGI Programs in Education

小林 健一郎

Ken-ichiro KOBAYASHI

(平成17年9月14日受理)

要旨

本論文では、「教育の題材 (サンプル)」として、また、「教育のための道具 (ツール)」として、CGIプログラムを考察する。

CGIプログラムは、初級者から上級者にいたるまでの「興味深い題材」になるばかりでなく、初級者が書いたものでさえ、そのまま実用できるという利点を持つことを示したい。

また、学生・教員が共同で開発したCGIプログラムを、実際の教育の場で使用することも可能であると考ええる。

1. はじめに

有料・無料にかかわらず、すぐれたソフトウェアが多数出回っている現在、プログラミング教育において、学生に興味を持ってもらう題材を提示することは容易ではない。従来の「画面にHelloと出力するだけのプログラム」などは、基礎教育としては依然重要である。しかし、それだけでは、学生は、「こんなことしかできないのか」と考え、その結果、初級者を脱することなくプログラミングに興味を失ってしまうこともある。

もちろん、基礎の重要性は理解させるべきであるが、より興味を持てる題材を探すことも忘れてはならないと考える。

そこで、「学生が興味を持つ」という観点からは、たとえば、次のような題材が考えられる。

1. グラフィクスのあるプログラム
2. ゲームプログラム
3. ネットワークを使うプログラム
4. 実用的なプログラム

近年、グラフィクス自体の講義は、大変な人気である。「グラフィクスのあるプログラム」はグラフィクスの作成そのものとは異なるが、グラフィクス同様に興味を持つ学生が多い。また、ゲームやネットワーク関連についても、自分の趣味やまた「将来の職業のために」と、興味を持つ学生は多い。

しかし、グラフィクス、ゲーム、ネットワークは、一般に、プログラミングそのもの以外に、それぞれ深い知識が必要になる。そのため、他の科目と連動でもしない限り、本格

的なものを基礎講座で扱うことはできないのが現状である。

ここで、グラフィクス、ゲーム、ネットワークになぜ人気があるかというと、単に、「最近のトレンド」というだけでなく、「実際に使えるもの」という側面があるように思う。「Helloと出力するプログラム」は、プログラムの動作を学ぶにはよいサンプルだが、「実際に使えるもの」ではないのである。したがって、特に、プログラミング以外の深い知識なしに、「実際に使えるもの」、すなわち、「実用的なプログラム」があれば、それがよい題材になると思われる。

以上から、著者は、「学生が興味を持ち、かつ、初級者にも可能な題材」として、CGIプログラムの可能性を探りたいと考える。CGIプログラムとは、WEBシステムを媒介にし、WEBユーザのブラウザ上で入出力を行うプログラムである。したがって、当然ネットワークを使うプログラムである。また、出力をブラウザにしているため、グラフィカルな表示をブラウザで行うことができる。ただし、ネットワークにせよ、グラフィクスにせよ、決して深い知識を必要としないことに特徴がある。そして、特に重要なことと考えるが、実用的なプログラムが、比較的容易にできるのである。

さらに、完成したCGIプログラムは、「プログラミング教育」の枠を超えて、実用的なものであると考える。それは、「学生が扱う程度のCGIプログラム」を実際の講義等に適用できるということである。CGIプログラムの実用的側面もあわせて論じたい。

2. CGIプログラムの概要

たとえば、C++で「コンソール画面にHelloと出力するプログラム」は次のように書ける。

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main()
{
    cout << "Hello" << endl;
}
```

これをCGIプログラムに変えるには、はじめに「Content-type:text/html」と改行を2つ出力するだけでよい。

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    cout << "Content-type:text/html\r\n" <<endl;
    cout << "Hello" << endl;
}
```

上のプログラムで、Helloではなく、HTML文書を出力するようにすれば、ブラウザがそのHTMLを受け取り、それを表示するのである。

ユーザからデータを受け取るためには、はじめに「ユーザからの入力を受け取る画面」をブラウザに表示し、そこから受け取るようにする。

たとえば、入力画面をHTMLで次のように書いたとする。

```
<html>
<form method="POST" action="mycgi.exe">
入力1 <input type="text" name="in1" size="20"><br>
入力2 <input type="text" name="in2" size="20"><br>
<input type="submit" value="決定">
</form>
</body>
</html>
```

するとブラウザには次のように表示される。



この画面でテキストボックスに文字列を入力し [決定] ボタンを押すと、サーバーに置いたmycgi.exeが起動される。その際に、ユーザが入力した内容は「in1=(入力1の内容) & in2=(入力2の内容)」として、mycgi.exeに渡される。in1とin2は、2つのテキストボックスに割り振った名前である（上記HTMLを参照のこと）。

mycgi.exeのソース内では、「in1=(入力1の内容) & in2=(入力2の内容)」のような入力は、標準入力cinから読み取ることができる。ただし、入力文字列の数が決まっているので、readを使って、

```
cin.read(バッファ, 文字数);
```

などとしなければならない。文字数は、環境変数として別途読み取ることができる。たとえば、上記の入力を受け取って、ブラウザに表示するだけのプログラムなら、次のようになる。

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
int main()
{
    char buf[1000];
    int len = atoi(getenv("CONTENT_LENGTH"));
    cin.read(buf, len);
    buf[len] = '\0';

    cout << buf << endl;
}
```

mainの中の2行目で、lenに「受け取る文字列」の文字数が格納されるのである。出力の簡単さに比べると、入力は上記のようにやや複雑になるが、それでも、コンソールプログラムの

```
char buf[1000];
cin >> buf;
```

が、

```
char buf[1000];
int len = atoi(getenv("CONTENT_LENGTH"));
cin.read(buf, len);
buf[len] = '\0';
```

に置き換わっただけと考えれば、初級者にとって、それほど難しいものではないだろう。

簡単に言うと、プログラム自身だけを見れば、出力のために1行多く書き、入力のために2行多く書けば、コンソールプログラムがCGIプログラムになるということである。

ただし、初級者にとって難しい問題がないわけではない。それは、第4節で検討したい。

なお、ここではC++でプログラムを書いたが、「標準入出力を使うプログラム」を書ける言語であれば、何を使っても同様である。

3. 学生の反応について

CGIプログラムは、現在までのところ、完全な形で初級講座で扱っていない。また、いずれにしても、「興味を持つかどうか」「わかりやすいかどうか」を、数値等を使って客観的に示すことは、必ずしも簡単ではない。

しかし、この方向性を指示すると思われる事例もある。

まず、2005年度のゼミ生に対してCGIプログラムの説明を行ったところ、全員が強い興味を示した。ゼミ生には、もともと必ずしもプログラミング志望でない学生も含まれるが、

今年度は全員がゼミ研究としてCGIプログラムを選択することになった。個別に聞いたところ、「トレンドである（と思われる）」ということと、「実用性がある」ということを、興味を持った理由としてあげていた。

また、プログラミング技術に関しては、「ほとんどない」と考えられる学生も含まれたが、やはり全員が、簡単でかつほぼ実用性のあるCGIプログラムを書くことができた。実際のプログラムは、次の節で紹介するものを簡略化したものである。

また、CGIプログラムではないが、2002年度、2003年度に、Javaを使ったWEBプログラム(サーブレット)の講義を行った。これは、動作も考え方も次の節で紹介するCGIプログラムとほぼ同等のものであり、コーディングも、Java/サーブレットの特徴的部分を除けば、ほぼ同様であった。この授業についても、2005年度の学生と同様の反応を得ている。

4. 実用性について

WEBシステムの基本機能は「ネットワークを通しての文書や画像の表示」にすぎない。もし仮りに、WEBブラウザが「自分のパソコン内のデータを表示するだけ」であったとすれば、学生には、退屈なソフトウェアとして捉えられるだろう。ブラウザが有用なのは、ネットワークを媒介にするからである。

逆に言うと、単なる入出力のソフトウェアであっても、ネットワークを媒介することで、有用で興味深いものになる。

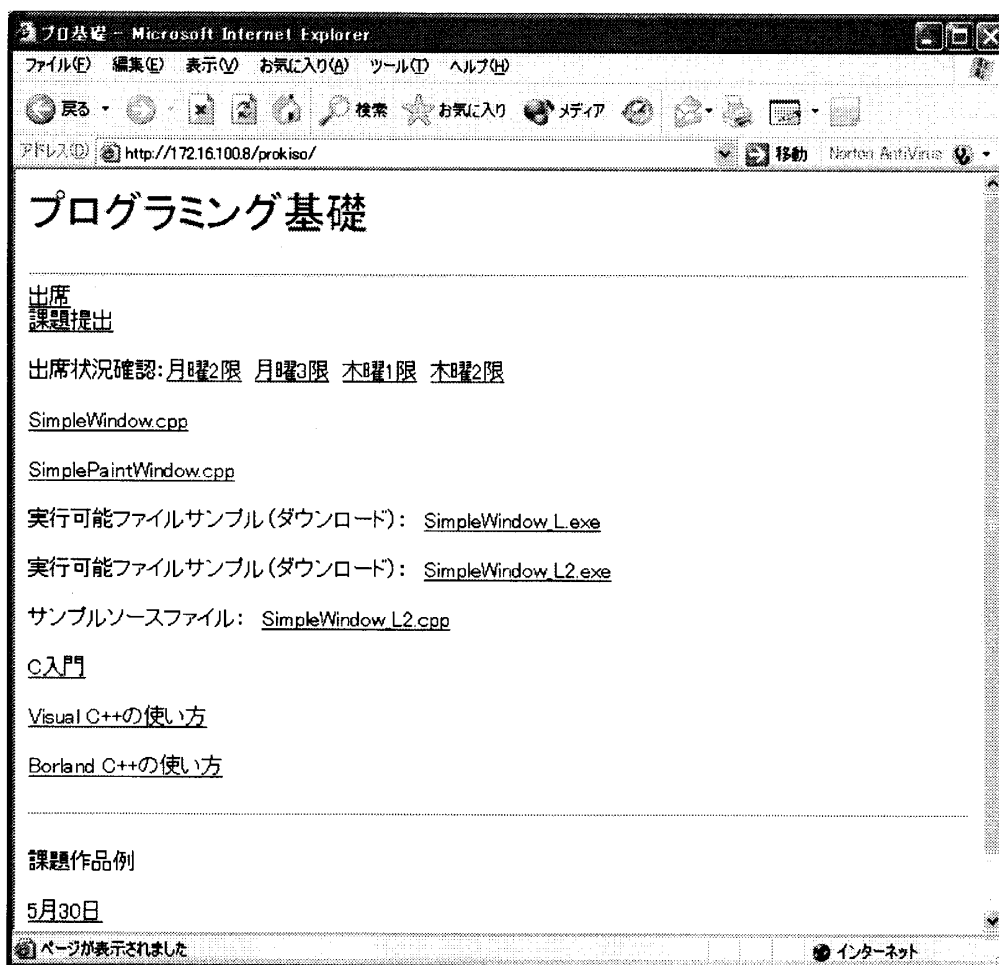
著者は、CGIプログラムとして、「出席管理システム」「課題提出システム」「簡易テストシステム」を開発した。これらは、もともと、「初級講座の題材」として開発したものである。したがって、多少の強化部分を除けば、そのまま、初級講座の題材として使えるものである。

にもかかわらず、WEBシステムがもともと持つ「情報の表示機能」とあわせて、きわめて実用的なものになったと考える。

以下では、実際の稼動状態を紹介したい。これは「プログラミング基礎」と「基礎ゼミ」で実際に使用した。

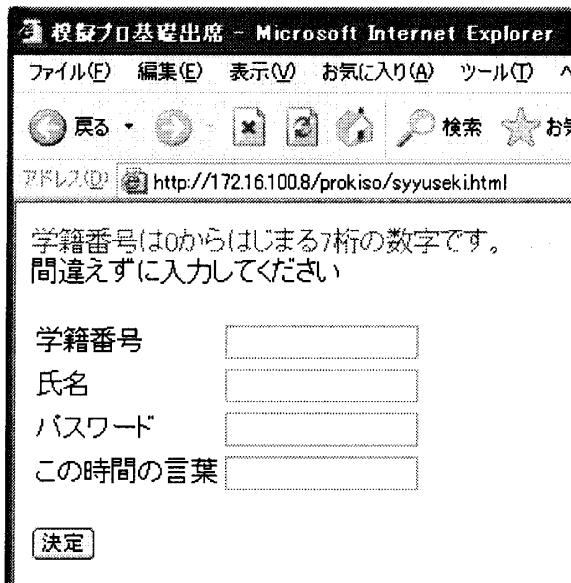
ただし、誤解の無いように、ここでもう一度確認をしておきたい。本論文の第一の論点は、「CGIプログラムをプログラム教育の題材に使う」ということである。それは、簡単に言えば「学生にCGIプログラムを書かせる」ということになる。しかし、ここで紹介するのは、「著者が書いたCGIプログラムを学生に使わせた例」となる。ただし、このプログラムは、体制が整えば、すぐにでも学生にサンプルとして提供し、学生たち自身で書き直すことができる程度のものなのである。

「プログラミング基礎」の場合、著者は学内サーバーに次のようなページを作った。



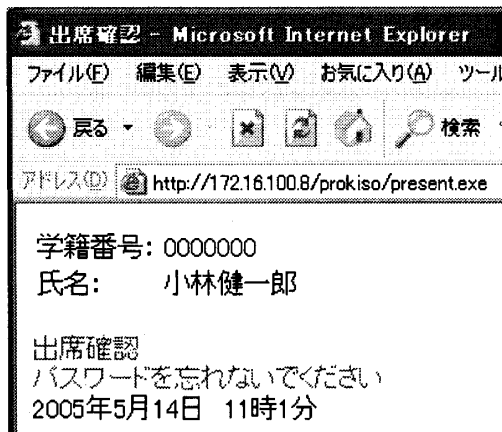
ソースコード、実行可能ファイル、作品例の表示・ダウンロードは、通常のWEBシステムの機能を使っている。[出席] [課題提出] [出席確認] は、CGIプログラムを直接起動するものか、CGIの起動画面に行くものである。

たとえば [出席] を選ぶと、「出席を取る画面」が表示される。



この画面で、学生が、学籍番号、氏名、(学生の)パスワード、「この時間の言葉」を入力し、[決定]ボタンを押すと、その時間に出席したことになる。「この時間の言葉」とは、「その時間の講義のパスワード」である。これは、教員が講義ごとに毎回変更し、黒板等に書き出すことで、出席確認における不正を防ぐものである。

上記の画面はHTMLで作り、[決定]ボタンでCGIプログラムを起動するようにした。そのCGIプログラムでは、入力されたデータを調べ、問題がなければ、サーバー内の学生のデータに「出席」を記録し、ブラウザには、「出席確認」と表示するようにしている。

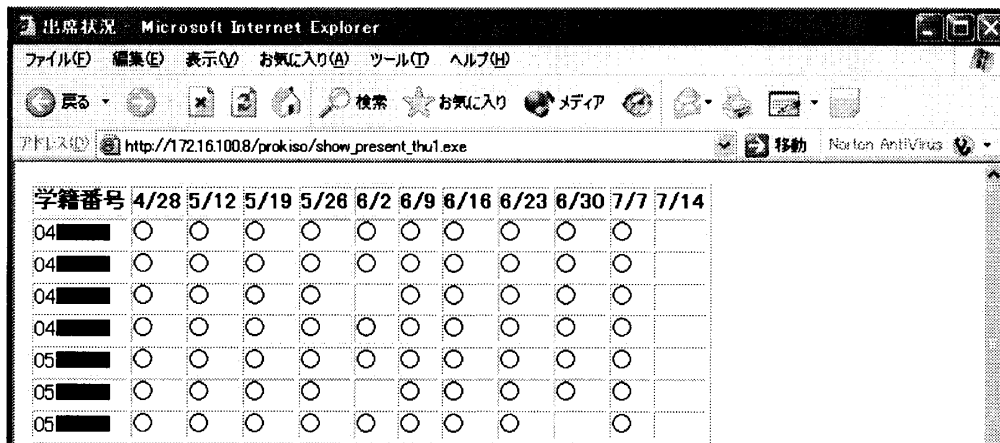


プログラミング基礎のはじめのページで「課題提出」を選ぶと、「自分のパソコン内に保存したファイルをサーバーにアップする画面」になる。



この画面は [提出] ボタンを押すことで、学生のパソコンにあるファイルをサーバーにアップロードするプログラムを起動するものである。また、アップロードに成功すると、そのように表示されるようにした。

また、はじめのページで、自分が参加している曜日と時間 ([木曜1限] など) を選ぶと、その講義の全学生の出席状況が示されるようにしてある。これは、そのようなCGIプログラムを直接起動しているのである。



*実データではない

これらのCGIプログラムを半年間使った結果、著者のサーバー内には、学生のデータが次のようにためられた。

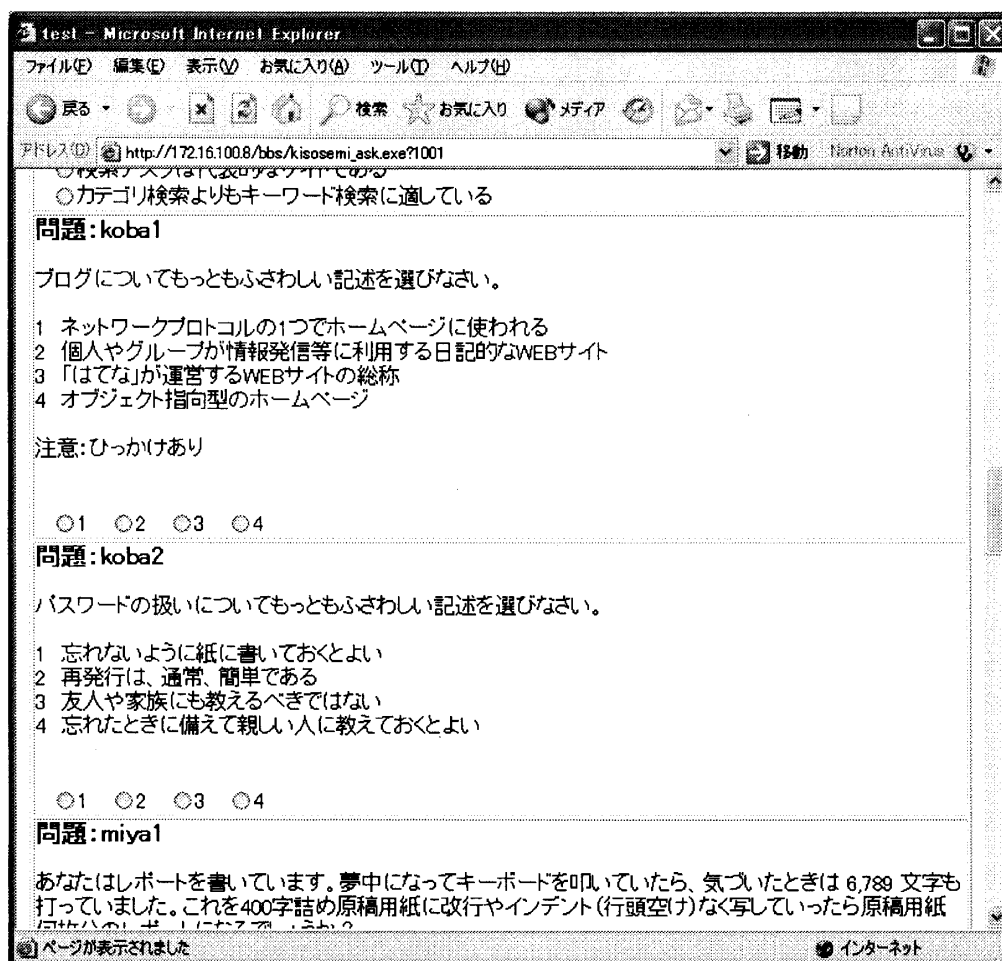
教育におけるCGIプログラム

05	present	1 KB	ファイル	2005/07/11 13:12
05	2005_7_11_SimpleWindow9.cpp	3 KB	C++ Source	2005/07/11 14:15
05	2005_7_4_SimpleWindow8.cpp	4 KB	C++ Source	2005/07/04 14:19
05	2005_6_27_SimpleWindow7.cpp	4 KB	C++ Source	2005/06/27 14:29
05	2005_6_20_SimpleWindow6.cpp	3 KB	C++ Source	2005/06/20 14:27
05	2005_6_13_SimpleWindow5.cpp	3 KB	C++ Source	2005/06/13 13:51
05	2005_5_30_SimpleWindow4.cpp	3 KB	C++ Source	2005/05/30 14:19
05	2005_5_23_SimpleWindow3.cpp	3 KB	C++ Source	2005/05/23 14:43
05	2005_5_16_SimpleWindow.cpp	2 KB	C++ Source	2005/05/16 14:32
05	2005_5_9_SimpleWindow.cpp	1 KB	C++ Source	2005/05/09 14:03
05		1 KB	ファイル	2005/04/25 11:07

* 学生1人分のファイル
(上から、出席記録、9個の課題ファイル、学生の情報)

課題の採点をする際には、簡単に、学生のファイルを自分のパソコンで見ることができ、便利であった。

「基礎ゼミ」では、CGIプログラムによる「情報関連テスト」を行った。テストのページを開くと問題を表示するCGIプログラムが起動し、問題が表示される。



問題はすべて選択問題とした。学生が問題の解答を選択し、[決定]ボタンを押すと、その場で採点され、その結果がサーバーに保存される。また、学生のブラウザにもその採点結果が表示されるようにした。

なお、全学生のテスト結果は、CGIプログラムによって、パスワードを知る教員が閲覧できるようにした。また、各教員が自分のパソコンからWEB経由で問題をサーバーにアップロードできるようにもしてある。そうすることで、複数の教員間で「試験」を共有し、それによって、教育の効率化が図れると考えたからである。

このようにCGIプログラムを使えば、「教員にとって実用性がある」システムを構築できるである。そして、そのプログラムは、「学生が初級講座のサンプルとして扱える程度のもの」なのである。これらのプログラムは、もともと「学生に作らせる題材」として開発したものであり、学生が書いたり改良することが可能なものなのだからである。

実際、アップロードのプログラム以外では、どのプログラムも、第2節で説明したCGIプログラムの「作り方」を使っている以外は、通常の「コンソール画面のプログラム」の技法しか使っていない。また、アップロードのプログラムでも、

```
setmode(fileno(stdin), O_BINARY);
```

で、読み込みをバイナリモードにしたことが異なるだけである。

ここで紹介したCGIプログラムは、実際に使用し、学生の出欠管理・課題管理・試験等に役に立つものであった。そして、そのように「実用できるプログラム」を、プログラミングの初級講座で、サンプルとして扱えるということが本論文の主張である。

今後、学生にそのようなプログラムを書かせ、実際に使用し、その使用感からプログラムを改良していくということも考えられる。たとえば、「教員が使う出欠管理プログラム」とは、「学生が使うプログラム」でもあるからだ。それは学生にとって、本当のプログラミング、また、「情報社会の一側面（制作者と使用者の関係）」を学ぶよい機会になるのではないだろうか。

5. 初級者にとっての困難

初級者にCGIプログラミングを教える場合に、困難な点がないわけではない。この節では、考えられる問題点と解決策を検討したい。

1. まったくのプログラミング初心者には向かない。

コンソール画面への入出力ができない段階でCGIプログラムを教えることも可能である。しかし、それでは、「プログラミングの基本」である「入出力の概念」があいまいになる可能性があるだろう。したがって、最初に基本を学んでから、CGIプログラミングに移行するのがよいと考えられる。

2. 事前にHTMLを知っていなければならない。

HTMLの深い知識はCGIプログラミングと同時に学ぶことができる。しかし、基本概念は、事前に習得しておかなければならないだろう。これは他の講義にゆだねるしかない。

3. サーバーの準備が必要

サーバーがなければ、CGIプログラムは役に立たない。サーバーとしては、なるべく学生が自由に使えるものを確保するべきだろう。

4. 日本語処理が難しい

ネットワーク上を流れる日本語データはコード化されている。そのため、コード化されたものを日本語に戻す必要がある。簡単に書けば、それは次のような関数で実行することができる。

```
char cxtoc(char c0, char c1)
{
    char c;
    if (c0 >= 'A') c = ((c0 & 0xdf) - 'A') + 10;
    else c = c0 - '0';
    c *= 16;
    if (c1 >= 'A') c += ((c1 & 0xdf) - 'A') + 10;
    else c += c1 - '0';
    return(c);
}

string jstring (const string& ustr)
{
    string str;
    string::size_type j;
    for(j = 0; j < ustr.size(); ++j) {
        if(ustr[j] == '%') {
            if(ustr[j + 1] == '0' && ustr[j + 2] == 'D') {
                str += '¥n';
                j += 5;
            }
            else {
                str += cxtoc(ustr[j + 1], ustr[j + 2]);
                j += 2;
            }
        }
        else if (ustr[j] == '+')
            str += ' ';
    }
}
```

```

else
    str += ustr[j];
}
return str;
}

```

jstringは、引数に与えられた「コード化された日本語」をデコードして戻す関数である。「コード・デコードの理論」は、初級者には「とても難しい」という印象を与える。実際、上の関数の意味を説明してすぐにわかる初級者はほとんどいないのではないだろうか。そこで、はじめは、簡単な説明の後、この関数を使うだけにするのがよいと思われる。

6. より広い教育への活用 = 実用

第5節で考察した問題点に注意をすれば、CGIプログラムは「初級者の題材に使える『実用的なプログラム』」になると考えられる。

著者は、講義・演習で開発したプログラムを、その講義・演習以外の講義等で実用したいと考えている。もちろん、教員の監修のもとに制作したものでなければならぬことは言うまでもないが、学生が作ったプログラムを、プログラミングとは関係ない講義等で使うことを考えたいのである。

実用するプログラムを開発することで、学生は、「ユーザインタフェースの決定」「使用感の確認」「プログラムの保守」などを、より現実的に学ぶことができると考える。さらに、「ユーザの要望調査」や「システム全体の設計」、場合によっては、「ソフトウェアの著作権の問題」など、単なる「プログラミング教育」を超えた教育が可能になると考えられる。

「プログラミング技術そのものの」の価値が相対的に低下する現在、『ソフトウェアを作ること』に関する全般的な教育こそが、重視されるべきであり、そのためにもCGIプログラムは、有用と考えるのである。

7. コードサンプル

CGIプログラムが初級者にも難しくないと、第2節で説明した通りである。しかし、より上級者のための題材にもなる。CGIプログラムが複雑になるにつれ、有用なライブラリの必要性が明確になる。そのようなライブラリを開発するという事は、初級者以上の学習者には有用であると考えられる。

本論文では、著者が開発したライブラリを例として紹介したい。ただし、コード自身は長いので、本論文には掲載しない（ご興味のある方は直接著者にご連絡いただければ、提供いたします）。ここでは、ライブラリを使用するコードのみをお見せする。

```

#include <iostream>
#include "htmlout.h"
using namespace std;

```

```

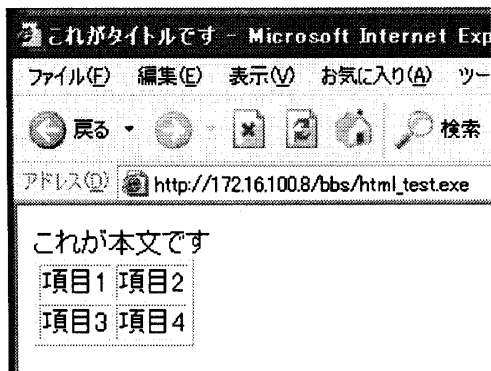
int main()
{
    // 「HTML 文書」オブジェクトの生成
    HtmlOut ho("これがタイトルです");
    //WEB ページの本文
    ho << "これが本文です" << endl;
    // 「テーブル」オブジェクトの生成
    Table t(1);
    //テーブルにデータを挿入
    t.add_r(); t.add("項目 1"); t.add("項目 2"); t.add_sr();
    t.add_r(); t.add("項目 3"); t.add("項目 4"); t.add_sr();
    // 「テーブル」を HTML に加える
    ho << t << endl;
}

```

ここで、HtmlOutが、「HTML文書」を表すクラスである。HtmlOutオブジェクトであるhoは、標準出力coutと同様に、<<によって出力ができ、endlや'\n'で改行できる。

hoにHTMLのタグを出力するとそれはそのままタグとして使われるが、テーブルのような煩雑なものは、上記のコード中にあるように、「テーブル」オブジェクトを生成し、データを挿入し、hoに出力するだけでテーブルが表示されるようにしてある。

上記のCGIプログラムを起動すると、ブラウザ側には、次のように表示されるのである。



もちろん、より細かい表示も同様にできる。しかし、真に有用なライブラリを開発するには、多くの労力と時間が必要であろう。これも、プログラミング教育のよい題材になると考える。これは上級者向けの題材である。

8. まとめ

第3節で述べたように、著者は、実際に第4節のCGIプログラムをゼミ生に見せ、説明を行った。その結果、全員がこれをゼミの課題としたのである。その結果、全員が一定レベルのプログラムを作ることができたが、まったく困難がなかったわけでもない。

基本的にプログラミングを好む学生（「できる」ではない）たちであるが、残念ながら、「in1=(入力1の内容) & in2=(入力2の内容) & in3=(入力3の内容) …」のように入力を増やすと、自力で処理できなくなる学生が多かった。

(入力1の内容)など「長さがあらかじめわかっていない文字列」を処理できないという「プログラミング技術のなさ」が一番の理由であったが、技術そのものは説明すれば、理解し（教えた範囲では）すぐに応用することができていた。in1など「テキストボックスに割り振る名前を管理できない」という「設計力のなさ」も問題になった。

「変数名の管理」などは、決して楽しいものではなく、忍耐力を必要とする課題なので、それだけを通常のプログラミング講座で十分に行うことは、なかなか難しい。

しかし、実際のCGIプログラムに必要なだと理解した学生たちは、真剣に取り組むことができた。これは、「実用できるプログラム」を前にしたからこそではないだろうか。

著者は、CGIプログラムは、「プログラムの開発」「プログラム（ソフトウェア）の設計」「プログラム（ソフトウェア）の使用」に関する極めて有効な題材であると考えている。

謝辞

本論文のCGIプログラムに関しては、実際の使用感を「プログラミング基礎」「基礎ゼミ」出席の学生諸君に聞き、参考とさせてもらいました。ゼミ生諸君を含め、協力いただいた学生諸君に感謝致します。

また、「基礎ゼミテスト」に関しては、柿山浩一郎講師、角谷浩享教授、川口順功教授、佐野典秀助教授、高橋恒介教授、宮崎佳典助教授（以上アイウエオ順）に問題を作成していただき、その実施には情報デザイン学科の諸先生のご協力をいただきました。システム稼動に多大なご協力をいただき、「教育システムの構築」という機会を与えてくださった諸先生方に感謝致します。

- 文献1 オライリー・ジャパン「CGIプログラミング」スコット グーリッジ
- 文献2 翔泳社「Webプログラミング」K. Jamsa, S. Lalani, S. Weakley
- 文献3 技術評論社「技術者のためのC言語でつくるCGI入門」玉川竹春
- 文献4 柘植書房新社「ホームページの仕掛人。ーサイトの編集が楽しくなるCGIスクリプト」玉田精宏
- 文献5 エクスナレッジ「HTMLとスタイルシートによる最新Webサイト作成術ーホームページでなにを伝える？どう作る？」エクスナレッジ
- 文献6 秀和システム「詳解 HTML & XHTML & CSS辞典」大藤 幹