

先進機能を有するインターネット型複合材料データベースシステム

Design and Development of Web Database System for Composite Materials
with Advanced User Interface

松田明子, 森本友香子, 坂田真弓, 山 毅
(知的システムデザイン研究室)

Akiko Matsuda, Yukako Morimoto, Mayumi Sakata, Takeshi Yama
(Intelligent Systems Design Laboratory)

Abstract Recently, it is required that many companies should have functional database systems. And in the field of composite materials, database system is also needed. In this research, We made a prototype of database system of complex materials. Its feature is to integrate data from many databases into one database previously. But data formats of many companies are different from each other. Therefore we made VBA macro to correct their data. And we succeeded in showing values got from retrieval results by three-dimensional visualization.

1 はじめに

現在データベースシステムは、教育・研究機関など様々な場面でその必要性が重視されている。また、インターネット上で利用することにより、データを多くの人に公開することができ、また共有することも可能となる。

今やデータベースシステムは、データ検索機能だけでなく検索されたデータの加工処理機能など高付加価値を備えたものが必要とされており、今後はデータの加工処理機能を始め先進的な機能をもつデータベースシステムが開発される必要がある。本研究では、このような観点から通産省の研究プロジェクトで取得される複合材料データを Web 上で公開し、柔軟な検索機能、高度なデータ加工および表示機能をもつ実用的なインターネット型データベースの開発を行い、次世代の先進材料データベースシステムのモデルを提示する。

2 複合材料データベース研究の概要

2.1 研究の経緯

複合材料とは、複数の素材を組み合わせることにより、素材単体の特性よりもさらに優れた特性や特異な特性をもつ材料のことである。日本は少資源国のため複合材料の研究開発を進めることが重要であると考えられ、1980年、通産省のプロジェクトとして複合材料の研究開発が始まった。1986年にはおよそ1万件のデータを収集し、1988年複合材料データベースが完成した。しかし、データのフォーマットが不完全であるなど、データベースシステムとして十分に活用されることはなかった。

1988年から1994年にかけては、このデータベースを使い易くするための研究がなされ、日本規格協会からデータベースがフロッピーディスクの形で販売された。当時は、コンピュータがミニコンからパソコンへと著しく開発が進んだ時期であり、それと共にデータベースの開発も進んだ。しかし、コンピュータの性能の向上と共にデータベースを改良する方法では、コンピュータの環境が異なるとデータベースが使えないことになってしまふ。そこで、コンピュータの環境や機種に依存しないデータベースを開発する必要が生じてきた。

また、1994年から1996年のインターネットの一般へも急速な普及に伴い、データベースを Web で公開するための研究が始まった。1996年、複合材料データベース：ACMDB¹が完成する。ACMDBは、Web データベースとして最低限の機能である検索機能を備えていた。しかし、現在はデータベースは検索機能だけでなく、検索結果の2次的な加工処理(グラフ化など)の実現を要求されていると言える。

2.2 一昨年の研究成果

一昨年、我々の知的システムデザイン研究室で、Web データベースの付加機能として解析計算・設計計算機能と3次元グラフ表示機能の開発のための研究が行われた[1]。この研究では、対象とするデータベースをACMDBとし、データベースを Visual Basic で利用可能な形式にすることにより、Web サーバを介してネットワークに接続されたブラウザからデータベースにアクセス可能と

¹Advanced Compound Materials Data Base.

するものである。

以下にこの 2 種類の付加機能についての概要と成果を挙げる。

- 解析計算・設計計算機能

解析計算・設計計算機能は、設計仕様に最適な積層素材・積層構成などを設計するための計算機能である。この機能の開発には Java 言語が使用されている。Java で開発することにより、クライアント側で計算処理を行うことが可能となる。その方法は、まずサーバ側から実行ファイルをネットワークに接続されているクライアント側に送る。ユーザがブラウザに表示される入力フォームに対して入力を行うと、その入力内容を受け取ってクライアント側の実行ファイルが計算を行う。その結果はブラウザに表示され、ユーザはそれを見て次の操作を行う。つまり、サーバに負荷がかかるのは、はじめに実行ファイルをクライアント側に送るときだけであるという利点がある。

図 1 は、一昨年に作成された一方向強化材の弾性定数を求める解析計算である。また、図 2 は積層板設計計算モジュールの面内積層パラメータ等高線図である。

この計算機能の研究により、ユーザが個々に設計システムを用意することなく、データベースの検索結果を用いて設計が行えるようになった。計算に使用した値はデータベースから検索された値であるが、ユーザが実際にデータを検索してから解析計算・設計計算の画面に移るわけではない。あらかじめ検索されたデータ群が別に用意されていて、その値を用いて計算しているのである。従って、データベースとの連携を図ることが今後の課題となる。

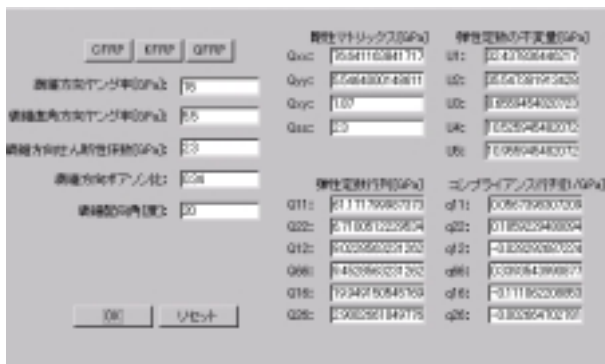


図 1: 解析計算の例

- 3次元グラフ表示機能

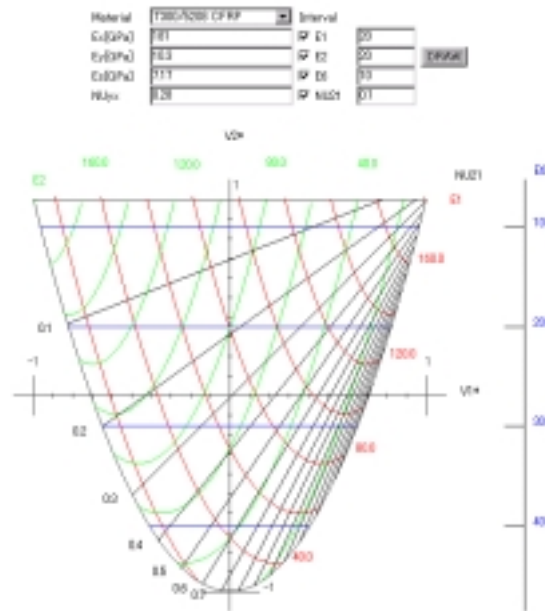


図 2: 設計計算の例

3次元グラフ表示機能は、多量の数値データを視覚的に捉えやすくするための機能である。3次元グラフは角度によって見え方が異なるので、表示されたグラフを任意の方向に回転させる必要がある。このため、3次元グラフ表示機能のモジュール開発には、解析計算・設計計算機能の開発と同じく Java 言語が使用されている。Java で開発することで、サーバ側に負荷のかからない処理が可能になった。

この3次元グラフ表示機能の研究により、多量の数値データを同時表示させ視覚的に捉えやすくなることができた。しかし、データベースに収められている任意のフィールドの値を用いてグラフ化可能にすることはできなかった。解析計算・設計計算機能と同様、3次元グラフ表示機能についてもデータベースとの連携を図ることが今後の課題となる。

3 本研究の目標と進捗状況

本研究で対象とするデータベースは、航空機の先進材料として注目されているチタン系複合材料のデータベースである。データは現在多くの大学や研究機関で取得中であり、我々は本年度 11 月頃にデータを入手する予定である。

本研究のデータベースシステム構築のためには、Web サーバの立ち上げが必要である。Web サーバとは何らかのサービスをクライアント側に提供するものであり、時には膨大な処理が必要となるため高速で安定した処理機

構を持つコンピュータを割り当てなければならない。本研究では OS に UNIX と WindowsNT Server を導入し、サーバアプリケーションソフトにはそれぞれ Apache, IIS を用いた。詳細は第 19 回月例発表会のレジュメを参照していただきたい。

Web サーバの立ち上げに続いて、データベースに蓄積する収集したデータのフォーマットの統一やデータの前処理を行う。データは文字や数値データだけでなく写真のような静止画像や動画（音声も含む）のデータもデータベースに蓄積することとする。また検索されたデータと付加機能との連携を図り、高度な付加機能のひとつとして挙げられる 2 次元および 3 次元グラフ表示機能を充実させる。そしてユーザインタフェースの優れたデータベースシステムを開発することを目標とする。さらに、より高度なデータベースシステムが今後開発されていくことを考慮し、先進的な付加機能の提案を行う。最終的には完成したデータベースシステムを CD-ROM に収め、関係機関に配布し評価してもらう予定である。

本研究の特長である収集データの前処理、静止画像データ、動画データ、グラフ表示で使用する Java 言語について、以下に詳しく述べる。

3.1 収集データの前処理

3.1.1 必要性

データベースで扱うデータは、多くの大学や研究機関から収集する。そのため、同一のデータであっても記述の仕方が異なっていたり、カタカナの記述が全角や半角に統一されていないなど各機関によって様々である。これらの違いを含んだままデータベースで条件検索をすると、本来結果として出てこなければならないデータが検索できないという状態に陥る。そこで、各機関から集められたデータの前処理を行い、データの整合性を保つ必要がある。

3.1.2 処理方法

Excel, Word, Access などの Microsoft Office アプリケーションでは、繰り返し処理やより複雑な処理を記述するための言語として VBA²がある。この VBA プログラムを作るための開発環境 VBE³は、Excel97, Word97, PowerPoint97 に内蔵されている。本研究では Excel97 に内蔵されている VBE を用いて、前処理のためのマクロを作成した。以下に、これまでに作成したマクロについて説明する。

- 余分な空白の除去

データの文字の中、及び文字の前後に無意味な空白が入っている場合、正しく検索できない可能性がある。

²Visual Basic for Applications .

³Visual Basic Editor .

る。そのため、無意味な空白はあらかじめ除去する。これは、文字の中や前後に空白が確認できた場合は、その文字列から空白を除いた文字列に置き換えるというマクロを作成することによって実現できる。

- 重複文字削除

前述のように、同一のデータでも記述が異なっていたり、カタカナや英字における全角や半角の違いを見つけるために、列ごとにセルの値の重複を除去して専用フォームに書き出す。これにより、訂正すべきデータの発見が容易になる。

各列の上端行の値を専用フォームに書き出し、続いて次の行の値と専用フォームに書き出された値と比較し、無い場合には専用フォームに書き出す。これを下端行まで繰り返す。このマクロの一部を図 3 に示す。また、発見できた訂正すべき箇所は以下の方法で訂正する。

```
1| hannu = Cells(i, x).Value
2| For J = 0 To UserForm1.ListBox1.ListCount - 1
3| If UserForm1.ListBox1.List(J) = hannu Then f = 1
4| Next J
5| If f <> 1 Then UserForm1.ListBox1.AddItem hannu
```

図 3: 重複文字削除のマクロ (一部)

1. 全角/半角, 大文字/小文字の統一

全角から半角, 半角から全角及び, 大文字から小文字, 小文字から大文字への変換は, STRCONV というマクロ関数があらかじめ VBE に付属しているで各列ごとにこの関数を実行する。

2. 置換

変換させる文字とどのように変換するのかを入力すると, 各列毎に変換する。これは Excel や Word の置換という機能を列毎に施したものである。これはまず, 変換させる文字列と変換後の文字列を入力する。そして, 指定した列の上端行から下端行まで変換させる文字列の値であるセルのみ変換を繰り返す。

3.2 静止画像データ (写真)

材料試験からは様々な数値データが得られる。しかし、例えば引張試験のように、試験で使われた試験片の破断後の写真がデータベースの検索後に出力されれば、ユーザにはよりイメージが掴みやすくなるだろうと考えられる。そこで、本研究では試験片や試験風景の写真データをデータベースに蓄積することにする。

試験片等の撮影にはデジタルカメラを用いる．画像の圧縮率などは現在は未定である．

3.3 動画像データ

データベースは今後広範な分野で用いられることが予想される．中には静止画像より動画像の方が，イメージの掴みやすい場合もあると考えられる．従って静止画像のデータのみをデータベースに蓄積するのでは不十分であり，動画像のデータも蓄積することが必要である．

撮影にはデジタルビデオカメラを用いる．撮影された動画像は画像処理ソフトで編集してデータベースに蓄積する．編集ソフトは現在選定中である．動画像の表示は，ブラウザに Plug-In として QuickTime などを導入することで，ブラウザ上で動画像を簡単に見ることができる．本研究でもこのような Plug-In をユーザ側で導入してもらい，ブラウザ上で動画像を見られるようにする．

3.4 Java 言語を用いたグラフ表示

データベースの検索結果として表示される数値データをグラフ化することにより，データを視覚的に捉え，その比較を容易に行うために Java 言語を用いたグラフ表示を行う．

データベースの検索や検索結果を Java アプレットに渡すために，Web サーバ上において WindowsNT では VBScript，UNIX では PHP3 というスクリプト言語を利用している．

```
1| <?
2| echo "<param name=\"axis\"
   | value=\"\$retsul,\$rets2,\$rets3\">\n";
3| $count = pg_numrows($rtn);
4| for($j=0;$j<$count;$j++){
5|   $a=$j+1;
6|   echo "<PARAM NAME=\"data$a\"
   | VALUE=\"".pg_result($rtn,$j,0).",
   |           ".pg_result($rtn,$j,1).",
   |           ".pg_result($rtn,$j,2). "\>\n";
7| }
8| echo "<param name=\"count\" value=\"\$count\">";
9| ?>
```

図 4: Graph.php3 のソース (一部)

ユーザが検索結果からチェックボックスなどで必要なデータを選択すると，各スクリプト言語が選択されたデータを抽出する．図 4 の Graph.php3 は，HTML ファイルに組み込まれたパラメータを 3 つ抽出する PHP3 の一部である．図 5 が実際に Java アプレットに渡される HTML である．図 6 に一部を示した Graph.java は，選択した座標軸のパラメータが 2 つであれば 2 次元グラフ，3 つであれば 3 次元グラフを表示するプログラムであり，パラメータ名を軸名として出力可能である．そ

して，2 次元グラフではデータの値によって軸の最大値や目盛りの取り方を適宜に変化させる．3 次元グラフでは，回転・拡大・縮小といった機能よりデータの比較を容易に行えるようにした．

```
1| <HTML>
2| <HEAD>
3| <TITLE>3 次元グラフ表示</TITLE>
4| </HEAD>
5| <BODY>
6| <APPLET CODE=Graph.class WIDTH=600 HEIGHT=600>
7| <PARAM NAME="axis" VALUE="X,Y,Z">
8| <PARAM NAME="data1" VALUE="50,50,50">
9| <PARAM NAME="data2" VALUE="0,15,30">
10| <PARAM NAME="data3" VALUE="20,30,0">
11| <PARAM NAME="data4" VALUE="40,5,20">
12| <PARAM NAME="data5" VALUE="5,10,40">
13| <PARAM NAME="data6" VALUE="20,5,5">
14| <PARAM NAME="count" VALUE="6">
15| </APPLET>
16| </BODY>
17| </HTML>
```

図 5: Graph.html のソース

なお，3 次元グラフは一昨年の研究で作成されたプログラムを用いた．その際，データからスクリーン座標への変換式の不必要な部分を除くなどの改良を加え，プログラムの完成度を高めた．また，前述したようにデータベースの検索結果を用いて，グラフ表示が行えるといったデータベースとの連携を可能とした．

以下に，グラフ表示を行うための処理方法を説明する．

1. アプレットのサイズを取得

HTML で設定されたアプレットサイズを図 6 の 1，2 行目のように，java.awt パッケージ⁴の Graphics クラスのメソッドである getSize() を用いて，図 5 の 6 行目 WIDTH アトリビュート，HEIGHT アトリビュートにより使用する領域のサイズを変数 width(幅)，height(高さ) に取得する．この場合，width には 600，height には 600 という値が代入される．

2. 次元数と軸名を取得

String クラス⁵の indexOf⁶というメソッドを用いてパラメータの数を判断し，次元数を取得する．具体的には，図 5 の 7 行目に示すように，変数名 (PARAM NAME)axis に "X, Y, Z" という値がスクリプト言

⁴描画，GUI 部品関係の機能をもつ Java API(Application Programming Interface) パッケージ

⁵java.lang パッケージに含まれる文字列を扱うクラス

⁶public int indexOf(String str[, int start])

文字列の先頭から検索を開始し，str が最初に見つかった位置 (0 スタート) を返し，見つからなければ -1 を返す．また，start を指定すれば，その位置から検索を開始する．

```

1| width = getSize().width;
2| height = getSize().height;

3| axis = getParameter ("axis");
4| posAxis0 = axis.indexOf(',');
5| posAxis1 = axis.indexOf(',', posAxis0+1);

6| shaftX = axis.substring(0, posAxis0);
7| if(posAxis1 == -1)
8|     shaftY = axis.substring(posAxis0+1);
9| else{
10|     shaftY = axis.substring(posAxis0+1, posAxis1);
11|     shaftZ = axis.substring(posAxis1+1);
12| }

13| count = getParameter("count");
14| pn = Integer.parseInt(count);

15| for(i=1;i<=pn;i++){
16|     data[i] = getParameter("data"+i);
17|     posData0 = data[i].indexOf(',');
18|     dataX = data[i].substring(0, posData0);
19|     x[i] = Double.valueOf(dataX).doubleValue();
20|     posData1 = data[i].indexOf(',', posData0+1);
21|     if(posData1 == -1){
22|         dataY = data[i].substring(posData0+1);
23|         y[i] = Double.valueOf(dataY).doubleValue();
24|     }
25|     else{
26|         dataY = data[i].substring(posData0+1, posData1);
27|         dataZ = data[i].substring(posData1+1);
28|         y[i] = Double.valueOf(dataY).doubleValue();
29|         z[i] = Double.valueOf(dataZ).doubleValue();
30|     }
31| }

```

図 6: Graph.java のソースプログラム (一部)

語によって渡され、図 6 の 3 行目で代入される。そして 4 行目で、1 つ目の “,” の位置である 1 を取得する。X が 0 文字目，“,” が 1 文字目となるからである。そして 5 行目で、先ほど 1 つ目の “,” の次の文字である 2 文字目から調べる。ここで 2 つ目の “,” を取得しようとしたときに、posAxis1 に -1 が返されればパラメータ数は 2 となる。もし、返された値が -1 でなければ何文字目かに 2 つ目の “,” があることが分かり、パラメータ数は 3 となる。この場合、2 つ目の “,” は 3 文字目にあり、posAxis1 には 3 という値が代入され、3 次元のデータであることが分かる。

次元数を取得できたので、次に軸名を取得する。図 6 の 6-12 行目がそれに当たる。ここでは、String クラスの substring⁷ というメソッドを用いる。X 軸名 (shaftX) には、0 文字目から 1 つ目の “,” までの文字列が代入され、この場合は “X” である。7-8 行目は 2 次元 (つまり posAxis0 = 1) のときに実行され、

⁷public String substring(int start[, int end])
文字列の start 番目 (0 スタート) から end 番目の直前の文字までを取り出す。end を省略すると文字列の終わりまで取り出す

Y 軸名 (shaftY) には 1 つ目の “,” の次から終わりまでの文字列が代入される。9-11 行目は 3 次元のときに実行され、Y 軸名には 1 つ目の “,” の次から 2 つ目の “,” までの文字列、Z 軸名 (shaftZ) には 2 つ目の “,” の次から終わりまでの文字列が代入される。

3. データの数と値を取得

図 6 の 13 行目で、図 5 の 14 行目にあるデータ数 (count) をまず文字列として取得し、14 行目で整数として pn に取得する。この場合、データ数は 6 である。

次にデータの値を前述した軸名の取得と同様に行う。軸名は文字列として取得したが、ここでは文字列として取得した後、浮動小数点数として配列 x, y, z (3 次元のみ) に代入する。

4. 2 次元グラフの描画

グラフのプロット領域をアプレットサイズの 3/4 * 3/4 とし、パラメータの最大値を 100 単位で繰り上げた値を軸の最大値とする。例えば図 5 の X, Y を使うなら、X 軸の最大値は 100, Y 軸の最大値も 100 となる。そして、軸の最大値の 1/10 を一目盛りとしてグラフを描画する。

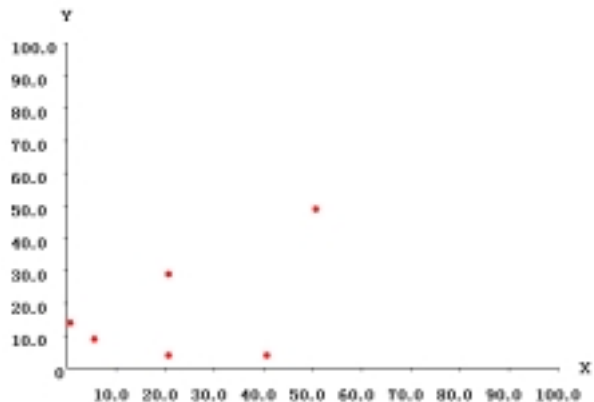


図 7: 2 次元グラフ表示

5. 3 次元グラフの描画

回転に用いた変換式を、以下のように表す。

$$\begin{pmatrix} a[i] \\ b[i] \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m & n \\ -n & m \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a[i] \\ b[i] \end{pmatrix} \quad (1)$$

変換行列のパラメータは表 1 のように設定する。このプログラムでは、 $\theta = \pi/36$ である。つまり、LEFT キーを 36 回押すと 180 度回転することになる。拡大 (PageUp キー)・縮小 (PageDown キー) は、

Key Event	a[i]	b[i]	m	n
LEFT	x	z	$\cos\theta$	$\sin\theta$
RIGHT	x	z	$\cos\theta$	$-\sin\theta$
UP	y	z	$\cos\theta$	$\sin\theta$
DOWN	y	z	$\cos\theta$	$-\sin\theta$

表 1: 回転変換行列のパラメータ

それぞれ X, Y, Z のパラメータ値を 1.1 倍, または 0.9 倍することによって行う.

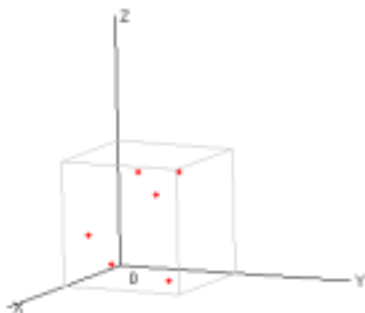


図 8: 3次元グラフ表示

4 今後の予定

4.1 収集データの前処理

- 現在の方法では変換や小文字/大文字, 全角/半角の統一を行うには, 毎回ユーザに何らかの入力を必要とし, 大量のデータを扱うとなると時間がかかる. そのため今後は, 処理に関する入力をなるべく減らすマクロを考える.
- テキストデータ以外に数値データの前処理が必要となる. 1つの項目で平均・標準偏差を求め, 極端にかけ離れているなど誤っている可能性のあるデータを抽出するプログラムを作成する.

4.2 静止画像データ (写真)

ブラウザの画面の特定の場所をマウスでクリックするとそれに応じたリンク先のページに飛ぶという手法をクリックマップという. 本研究では構築したデータベースに静止画像データを含むが, 静止画像がブラウザで呼び出されたときにこのクリックマップの手法を取り入れ, 材料の破断片の一部が拡大したり, 詳細情報を得られるようにする.

4.3 動画像データ

データベースに組み込むことを可能とする. また, データ収集の際に必要な解像度の設定や録画時間などの実験も行う必要がある.

4.4 Java 言語を用いたグラフ表示

- 現在のグラフにおいて, 各点にマウスを合わせると座標が表示され, その点の詳細情報が得られるようにする. また点の追加・削除といった処理も行えるようにする.
- 範囲指定して拡大・縮小表示させる.
- 3次元グラフに遠近法 (奥行きや遠近など立体を平面上に表現するための絵画的方法) を用いた場合, 視覚的に有効かを検討する.
- 線形統計解析のプログラム作成
パラメータが1つの場合は平均・標準偏差, 変動係数を求め, 2つの場合は1次元の統計解析に相関係数, 回帰直線を加えて求める.
- 印刷機能を付ける.

4.5 ヘルプファイル作成

ユーザの立場からシステム実行時の操作を容易にするために, オンラインマニュアルを作成する.

参考文献

- [1] 小島順子, 津田崇基著 『インターネットデータベースシステムの高機能化』(同志社大学工学部知識工学科 卒業論文 - 16, 1998)
- [2] 池田誠 『Java 言語ハンドブック』(ナツメ社, 1997)
- [3] 河西朝雄 『Java 入門』(技術評論社, 1999)
- [4] ジョゼフ・オニール 『独習 Java』(翔泳社, 1999)
- [5] Tatsuo Ishii's web page
”<http://www.sra.co.jp/people/t-ishii/index.html>”
- [6] PostgreSQL Notes for Japanese
”<http://www.rccm.co.jp/juk/pgsql/>”
- [7] PHP:Hypertext Preprocessor (in Japanese)
”<http://www.cityfujisawa.ne.jp/%7Elouis/apps/phpfi/>”
- [8] Sunago's VBA Page
”<http://plaza14.mbn.or.jp/sunago/>”
- [9] エクセル VBA マクロ集
”<http://plaza18.mbn.or.jp/Happy/>”