

社会システム分析のための統合化プログラム 5

システムの改良・ISM

福井正康

福山平成大学経営学部経営情報学科

概要

我々は主として教育での利用を目的に、社会システム分析に用いられる様々な手法を統一的に扱うプログラムを作成してきたが、今回エディターの機能を強化し、各分析プログラムを手直ししてホームページ*上で公開するに至った。この論文では、エディターの利用法とシステムの変更点、及び新しく追加された分析ISM について説明する。

キーワード

社会システム分析，統計，線形計画法，待ち行列，AHP，産業連関分析，KSIM，ISM，ソフトウェア，統合化プログラム

*URL: <http://www.heisei-u.ac.jp/~fukui/>

1章 はじめに

我々はこれまで、社会システム分析で利用される手法を統合的に扱うプログラムをMS-Windows上のVisual Basicによって開発してきたが¹⁻⁴⁾、この度プログラムの公開に向けてエディターを強化し、分析プログラムを整備した。特にエディターについては、これまでの論文で殆ど触れていなかったが、ここではその利用法を詳述する。機能的には複数ページを扱う部分を除いて、従来の統計処理ソフトウェアのエディターに近く、初心者でも簡単に利用できるようになっている。また、各分析についてはアルゴリズムの見直しを含めて、プログラムの簡素化を図り、変数選択など共通に利用できる部品は極力共用させた。さらに、MS-WordやMS-Excelとの連携も考え、データや出力結果などを簡単にコピーできるようにした。

この論文では、2章においてエディターの機能を詳述する。メニューから利用法がほぼ推測できるが、使いこなすためには、一応のまとまった解説が必要ではないかと考える。本シリーズの最初の論文¹⁾に、エディターの簡単な利用法やデータの構造と入力方法などが記述されているが、最初から比べると機能面ではかなりの進歩を遂げている。3章では分析に共通な追加機能や、各分析の変更点などを新しいメニュー画面を用いて説明する。4章では新しく追加された分析ISMについて解説する。最後の5章で今後の課題と今回行ったプログラムの公開について説明する。

2章 エディターの機能

エディターは各分析データの入力や加工を共通に行う部分で、分析ソフトウェアの使い易さを左右する重要な役割を担う。このシステムでも個々の分析プログラムと同様に開発初期から幾度となく改定を行ってきた。現在のエディター画面を図1に示す。

	農航業	製造業	サービス業	公害防止部	最終需要	輸入	合計
農航業	20458	260315	39128	1	47079	-170518	196461
製造業	38027	1463324	403137	2230	1733956	-153453	3487217
サービス業	29745	573527	641536	2155	1890355	-58786	3078531
公害防止部	7	3008	8681	0	8914	0	20611
付加価値	108224	1187047	1986048	16225			
合計	196461	3487217	3078531	20611			

図1 エディター画面

図1のメニューバーに並ぶメニューは初期のものとは大差ないが、メニューから呼び出されるサブメニューについては、種類がかなり増えている。それらは表1に与えられる。

表1 エディターのメニュー

メニュー	サブメニュー
ファイル	新規作成, 開く, 上書き保存, 名前を付けて保存, 現在シート印刷終了
編集	全コピー, 全貼付け 切り取り, コピー, 貼付け, 消去 シート名編集, 列名編集, 行名編集 ソート, 置換, 計算 グリッド記憶, グリッド復活
挿入 / 削除	シート追加, シート挿入, シート削除 列追加, 列挿入, 列削除 行追加, 行挿入, 行削除
表示	先頭シート, 前シート, 次シート, 最終シート データ書式, 書式確定 データ不可視
分析	基本統計 乱数発生, 分布と確率, 集計, 正規性の検定, 質的指標の検定, 量的指標の検定, 標本数の決定, 区間推定, 相関係数と回帰分析 OR 線形計画法, AHP, 待ち行列 他システム分析 産業連関分析, KSIM, ISM
ウィンドウ	重ねて表示, 並べて表示 編集中ファイル名

以下、それぞれのメニュー・サブメニューの詳細を示す。

ファイルメニュー

サブメニュー「開く」と「名前を付けて保存」については、Visual Basic のコマンドダイアログを利用しており、標準的なソフトウェアと同様の操作でファイルを指定することができる。サブメニュー「新規作成」では、図 2 に示される入力画面が現れる。複数のシートを設定できるので、最初に「シート数」を指定する。その際それに合わせてグリッドが表示されるが、シート毎に行数と列数を指定できるようになっている。同じ数値を連続的に指定する場合は、最初の数値だけ入力して、「連続設定」のコマンドボタンをクリックする。すべてのデータを入力し終えたら、「OK」ボタンで終了すると、エディター画面に空欄の表が表示される。



図2 新規作成画面

サブメニュー「上書き保存」は編集中的数据をファイルに上書きする。もちろん、データに変更が

あった場合は、確認のメッセージボックスが開き、誤った保存を防ぐ。「現在シート印刷」は現在表示されている機能をプリンタに出力するものであるが、まだ書式設定などのサポートがなくあまり満足できるものではない。基本的に、表示される入出力データはワープロなどに貼り付けることを前提としており、印刷機能は確認の意味程度になっている。

編集メニュー

このメニューには様々なサブメニューがある。まず、「全コピー」と「全貼付け」であるが、「全コピー」は、固定行・固定列も含めて1つのシート全体をクリップボードにコピーする。ワープロや表計算ソフトウェアに貼り付ける場合には、このコピー機能が便利である。「全貼付け」は全コピーした1枚のシートを他のシートに貼り付ける際に用いる。複数シートの場合、特に固定行・固定列が同じ場合があり、この貼付けが便利である。

一般のセルについては、「切取り」、「コピー」、「貼付け」、「消去」のサブメニューを用いる。これらは通常の表計算ソフトウェアと同様、範囲を選択して実行する。データの消去については、「Delete」キーを用いてもよい。

各シートには、名前を付けることができる。これは「シート名編集」を選択して、ダイアログボックス内で指定する。そのシート名はグリッド左上の0行0列部分に表示される。固定行に表示される列と行の名前は、「列名編集」、「行名編集」のメニューで入力できる。図3に列名の入力画面を示す。現在の列数に応じてグリッドが表示され、列名を入力する。行名の入力も同様の画面で行う。特に行名の場合、連続的なレコード番号を付けることもあるので、「連番」というコマンドボタンを用意している。これにより、1からレコード数まで、番号が自動的に入力される。「列名編集」においては、「連番」は var1 から var 列数のように、番号の前に「var」という文字列が付く。これは特に統計ソフトウェアなどで利用されるだろう。すべてのデータを一新する場合には、「全消去」コマンドを利用する。

行の並べ替えには、「並べ替え」サブメニューを用いる。設定画面は図4に示す。並べ替えのキー列を指定し、昇順か降順及び、数値としてか文字列としてかを選択して実行する。キー列のデータの値が同じ場合、エディター上の行の順番は保持されるので、キー列が2つ以上必要な場合にはキー変数を変えて順番に並べ替えを行えばよい。



図3 列名入力画面

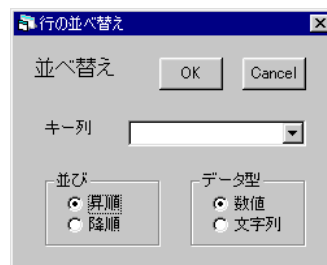


図4 並べ替え画面

データの値の変更には「置換」サブメニューを利用する。その設定画面を図5に示す。これは、例えば数字や記号で入力された性別データなどを、「男」と「女」に変更するような場合に用いる。この置換はデータ文字列のある部分を変更するものでなく、データ全体が置換前文字列と一致した場合のみ実行される。置換は列単位で行われるので、最初に置換を行う列を選択する。置換列の選択では、名前の付いた列はその列名が、名前の付いていない列は「var 列番号」のように示される。

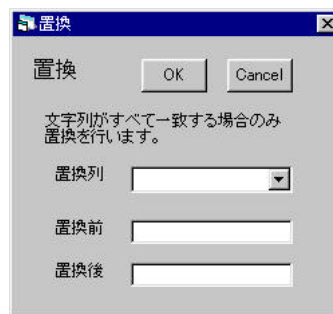


図5 置換画面

既存のデータから、計算式を利用して新たなデータを作り出すには、「計算」サブメニューを用いる。表計算のようにセルごとの設定はできないが、列ごとにデータを作り出す。これは特に統計処理に利用されることが多い

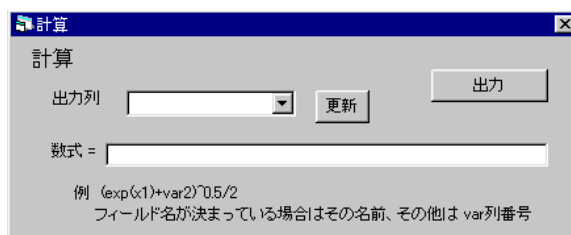


図6 計算式入力画面

と思われる。計算式の指定は通常の Basic 言語にほぼ準拠している。計算に利用できる関数は現在のところ、INT(), EXP(), LOG(), SIN(), COS(), TAN(), ATAN() である。計算にある列の値を利用する場合、列名が指定されている場合は列名をそのまま用いてもよいし、var4 のように「var」の後に列番号を付けて指定してもよい。大文字と小文字は区別しない。データを出力する列は「出力列」コンボボックスから選択する。新しい列に出力する場合には「新規」を選ぶと、新たな列が最終列として追加される。

サブメニュー「グリッド記憶」と「グリッド復活」については、もう少し仕様を固めなければならない。現在は、一時的にデータを変更して分析を実行し、元に戻す場合に利用されるだけである。現在、編集でミスをした場合、元に戻す機能はないが、この処理を利用すると、1段階戻すことはそれほど難しくない。

挿入 / 削除メニュー

シートの枚数や列数・行数を変更する場合はすべてこのメニューを用いる。この機能は通常編集メニューの中にあることが多いが、サブメニューが多くなりすぎるので独立させた。シートの枚数の変更には、サブメニュー「シート追加」, 「シート挿入」, 「シート削除」が利用される。

「シート追加」は新しいシートが最後のシートとして1枚追加され、「シート挿入」は現在開いているシートの前に1枚挿入される。また、「シート削除」は現在開いているシートを1枚削除する。シート単位の処理については、まとめて行うことが少ないと思われるので1シー

トずつ行うようにしている。

列数の変更も「列追加」、「列挿入」、「列削除」サブメニューを用いて行う。「列挿入」は現在選択している列数だけ、その位置に挿入する。複数列を選択していない場合は、何列分挿入するかダイアログボックスで聞く。「列削除」については、現在選択している列を削除する。また、「列追加」は予めダイアログボックスで列数を聞いて、最後の列として追加する。行についても同様の操作で変更する。

表示メニュー

データは複数シートに格納されるので、各シートを選択する機能が必要である。これには、サブメニュー「先頭シート」、「前シート」、「次シート」、「最終シート」を用いる。

エディター画面の列幅はマウスにより自由に変えることができるが、一度に全体を変更したり、小数点以下桁数を設定する必要がある場合は、サブメニュー「データ書式」を用いる。図7に設定画面を示す。固定列の幅や通常列の幅を一括で指定したり、全体または各列の小数点以下桁数を指定できる。特に、計算機

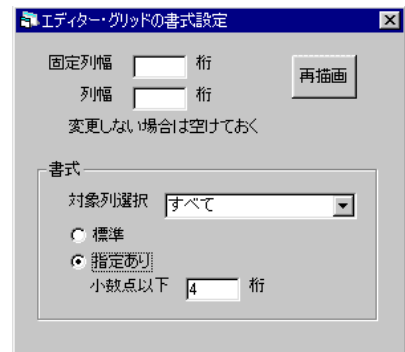


図7 データ書式設定画面

機能を用いて作られたデータの桁数設定などに有効である。しかし、この設定はあくまでも見かけの表示であり、実際のデータの桁数は維持されている。実際のデータを見えている桁数に設定する場合は、サブメニュー「書式確定」を用いる。これにより、記憶されている実際のデータの桁数がグリッドに表示された形式に変更される。同様の書式設定の機能が分析結果のグリッド出力の画面にもある。この場合には、%表示や分数表示の機能も追加されている。

その他

エディター画面がスクリーン上で邪魔になる場合には、サブメニュー「データ不可視」を用いて消すことができる。再度元に戻すには、エディターが消えているとき現れるサブメニュー「データ可視」を用いる。メニュー「分析」については、次章で分析ごとに変更点を詳述する。メニュー「ウィンドウ」は、通常のワープロなどに見られるものと同じである。

3章 分析プログラム

変数選択

各分析に共通の処理として、変数(列)の選択がある。これは基本統計だけでなく、KSIM や4章で述べるISMなどでも用いられる。これまでは、基本的に変数の列番号をテキストボックスに「1,3-5」のように書いて指定したが、今回の改定で図8のようにコンボボックスから選択

する方法に変えた。

変数をコンボボックスから1つずつ選択してもよいし、「All」ボタンですべてを選択することもできる。選択された変数はリストボックスに表示されるが、選択して「Delete」ボタンで消すことも、「Reset」ボタンで選択された変数すべてを消すこともできる。変数名が付いていない場合は、前にも述べたように「var 列番号」で示される。



図 8 変数の指定画面

基本統計

基本統計のデータは、通常の統計ソフトウェアと同じようにレコードを行として入力する。固定先頭行に変数名、固定先頭

列にレコード番号を入れる。これらは省略してもよい。データは、数値も文字も扱うことができる。欠損値は、空白として残しておくか、記号「*」を用いる。

データの入力には、図9のように区分データを含めて入力する方法（例えば地域は a, b に分けられる）と、区分データごとに複数列に分けて入力する方法がある。また、カテゴリデータについては、

分割表をそのままデータにすることもできる。

変数選択や欠損値除去の方法、有意水準の設定などは、図10の画面で行われる。これは図8の変数選択画面を拡張したものである。その他の個々の分析については、参考文献4)から大きな変更はない。

	地域	年取	支出	意見1	意見2
1	a	583	53	2	3
2	a	565	39	2	3
3	b	508	38	1	3
4	b	565	37	2	1
5	a	594	63	2	3
6	b	624	51	1	1
7	a	617	52	2	1
8	a	458	58	2	3
9	a	754	70	2	1
10	b	667	58	2	1
11	b	470	42	1	1
12	b	578	35	2	3
13	b	592	26	2	3

図 9 基本統計のデータ



図 10 統計処理の設定画面

線形計画法

線形計画法は、操作方法とプログラムの

アルゴリズムに大幅な修正を加えた。これまでは、シンプレックス表を1段階ずつ進めるだけであったが、新しくピボット操作のステップを前後に自由に動けるようにした。これによって処理が理解できなければ前に戻って再検討することもできるようになった。また、2段階法の

2段階目に移る過程なども詳細に見えるように、段階を追った表示法に変更した。また、例題で計算を進める際は分数を用いることが多いと思われるので、検算が簡単になるようにシンプレックス表の表示を小数と分数どちらも選べるようにした。これらの変更によって、かなり教育的なツールになったものとする。

AHP

AHP についてもいくつか改良を加えた。図 12 は簡単な場合の階層構造入力画面であるが、行項目と列項目について空白行または空白列がないように入力されている。この入力方法については、参考文献 2) に詳しく述べられているが、今回分析を進めるに当たって不要な項目があると警告を発するようにした。

分析画面には特に変更を加えた。図 13 に示されるように、以前あった一対比較用のグリッドを分析画面から消し、一対比較は直接エディターで行うようにした。階層構造からそれに見合った一対比較表を自動的に作成するように、「一対比較表作成」ボタンを加え、既存データの階層構造の変更があった場合に対処できるように、「更新」ボタンを設けた。

さらに、「重要度と整合性」や「最終評価」は標準的な結果出力ウィンドウに表示することにした。これにより、他の分析メニューとの統合性が増した。

待ち行列

待ち行列シミュレーションに関しては、分析画面のデザインを図 14 のように変更したが、その他は文献 3) で述べたことと同じである。

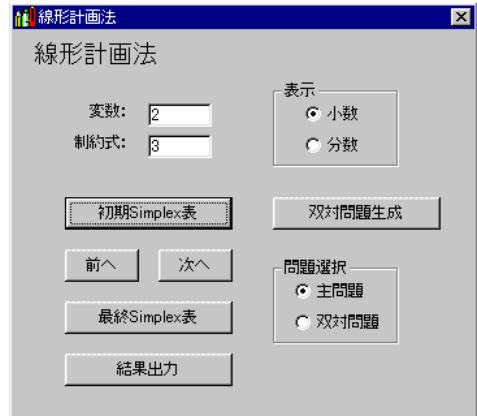


図 11 線形計画法画面

	都市イメージ	価格	通勤の便	スペース	物件A	物件B	物件C
住居の選択	1	1	1				
都市イメージ					1	1	1
価格					1	1	1
通勤の便					1	1	1
スペース					1	1	1

図 12 AHP のデータ構造入力

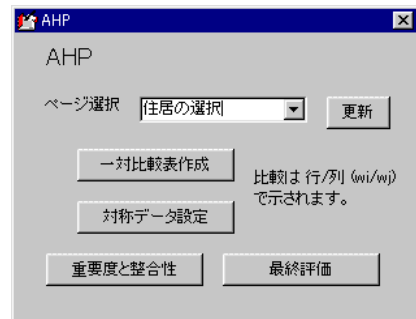


図 13 AHP の分析画面

結果出力については、シミュレーションの実行回数の平均を取ったグラフも出力するので、定常的な結果のみならず過渡的な解についても観察できる点が興味深い。今後、待ち行列のシミュレーションツールとして発展できればと考える。



図 14 待ち行列のシミュレーション画面

産業連関分析

産業連関分析の分析画面については、文献 2) の画面から「2 時点比較 (RAS 法)」を削除した。これは、目的が主として教育であるため、基本的な分析だけにとどめた方が混乱を避けると考えたためである。この中で、最終需要の変化による「生産額変化」について調べることはできるが、価格変動に関する分析機能は組み込まれていない。データ中に価格をどのように組み込むかという問題もあり、今後の課題である。

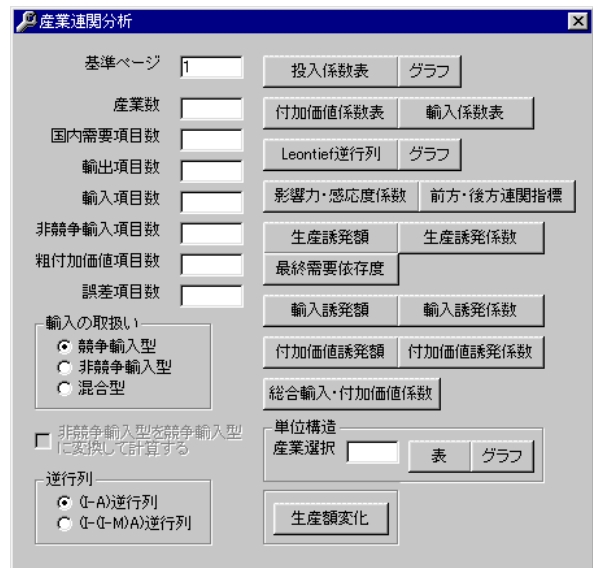


図 15 産業連関分析画面

KSIM

KSIM の分析画面は文献 2) のものから変数選択の部分だけが異なっている。これまでテキストボックスによって、変数番号を書いて指定していたが、図 8 に与えられるシステム共通の選択メニューによって設定する。



図 16 KSIM 分析画面

4 章 ISM

ISM^{5,6)} (Interpretive Structural Modeling) は問題の因果関係の階層構造を作成する数学的手法で、各要因間の直接的な因果関係を表わす隣接行列 $\mathbf{A} = (a_{ij})$ を決定することから始める。この隣接行列の成分は、問題の要素となりうる n 個

の要因のうち、要因 i から要因 j への直接的な因果関係の有無によって $a_{ij} = 1$ または $a_{ij} = 0$ の値をとる。例えば図 17 に示されるモデルでは、隣接行列は以下のように与えられる。

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

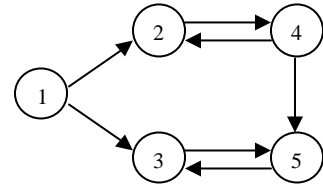


図 17 要因間の因果関係

この行列は 1 つの矢印で結ばれた隣接する要因間を 1 で繋いでいる。

次に、以下のような隣接行列間の演算を定義する。

$$(\mathbf{A}^2)_{ij} = \bigvee_k (a_{ik} \wedge a_{kj})$$

ここに \wedge は、1 を真、0 を偽と見た場合の論理積を、 \bigvee_k は、 k についての論理和を表わすものとする。この行列 \mathbf{A}^2 は最大 2 つの矢印を通して到達できる要因間を 1 で繋いでいる。この演算を繰り返すと、これ以上変化しない行列 \mathbf{R} に到達するが、これを可到達行列という。可到達行列の成分が 0 になった要因間には、因果関係が無いものと解釈される。

可到達行列は、因果関係の階層構造を表わしているが、このままでは、関係が把握しにくい。そこで、階層の順序に従って要因を並べ替えた行列を作る。これを階層化可到達行列と呼び、 \mathbf{R}^* で表わす。この例での可到達行列、階層化可到達行列は以下ようになる。

$$\mathbf{R} = \mathbf{A}^3 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \mathbf{R}^* = \begin{pmatrix} \boxed{1} & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & \boxed{1} & \boxed{1} & 1 & 1 \\ 0 & \boxed{1} & \boxed{1} & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & \boxed{1} & \boxed{1} \\ 0 & 0 & 0 & \boxed{1} & \boxed{1} \end{pmatrix}$$

ここで並べ替えの順番は、(1, 2, 4, 3, 5) である。階層化可到達行列の中、四角で囲んである部分は、同じ階層を表わす。

上の場合、隣接行列の成分は直接的な因果関係の有無により 0 と 1 とであったが、因果関係をもう少し詳しく考えると、ある要因の傾向を高める (+ で表わす) 場合もあるし、逆に低くする場合 (- で表わす) もある。また影響はあるが不明 (u で表わす) の場合もある。このような傾向を隣接行列に取り入れることもできる。但し、計算には表 2 の演算ルールを用いる。

表 2 演算ルール

演算	0	+	-	u	演算	0	+	-	u
0	0	0	0	0	0	0	+	-	u
+	0	+	-	u	+	+	+	u	u
-	0	-	+	u	-	-	u	-	u
u	0	u	u	u	u	u	u	u	u

ISM の具体的なデータ入力画面を 図 18 に、分析画面を 図 19 に示す。データ入力において、0 は入力せず、空欄のまま残しておいてもよい。分析画面では、「データの種類」で、先に述べたように 0, 1 データか、+, -, u, 0 データが選択することができる。「変数選択」では、図 8 の方法で利用する変数を選択する。このプログラムでは、1 枚の隣接行列シートから、分析を実行することもできるし、0, 1 データの場合、複数のシートの傾向を用いることもできる。複数のシートの場合は各セルのシート間の平均が 0.5 以上の場合に 1、それ以下の場合に 0 とし計算を行う。隣接行列、可到達行列、階層化可到達行列が求められるが、途中の計算を見るために、「前へ」と「次へ」のボタンを設け、処理の流れを追えるようになっている。

	var1	var2	var3	var4	var5
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1

図 18 ISM データ入力画面

図 19 ISM 分析画面

結果の表示は残念ながら表として与えられるだけであり、グラフ的な階層構造の表示は今後の課題である。

5 章 今後の展望

今回、インターネットでプログラムを公開するにあたり、エディターを強化し、各分析に手を加え、不適当な入力に対するシステムの頑健性を高めるエラー処理を施した。しかし、これらは今後更に改良を加えて行かなければならないであろうし、新たな分析も加えて行かなければならない。経営科学では特に、輸送問題、スケジュール管理、品質管理、在庫管理

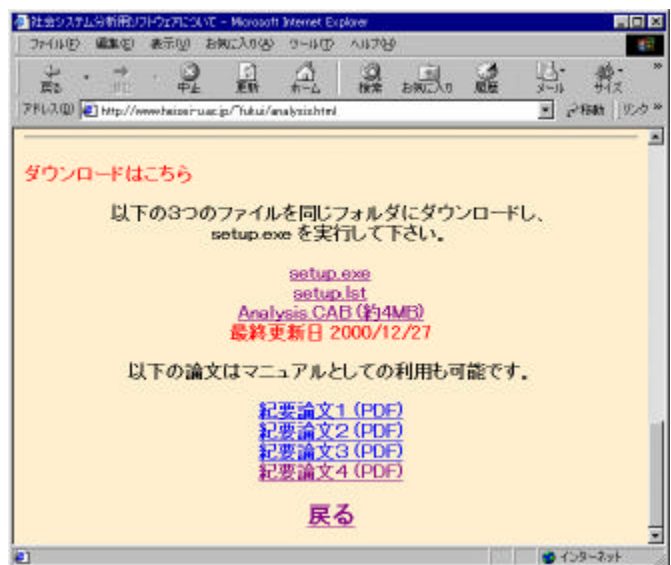


図 20 プログラムのダウンロード画面

は必須であろう。また、整数計画法や効率性を検討する DEA などが含まれれば、なおさら良い。統計学では、多変量解析が大きな分野として残っている。

文献 4) の考察部分で、このソフトウェアを Excel マクロにすべきかどうか考えているが、この段階までエディターを充実させると、あまり不便なく利用できそうである。大きな問題に当たるまでは、単独のフリーソフトとして気楽に利用できる方を選ぶことにする。

プログラムの公開には、Visual Basic のディストリビューションウィザードを用いて、セットアッププログラムを作成した。現段階の Ver. 1.0 は全体で 4MB 程度の分量となった。ダウンロードは著者のホームページ上から行うことができる。その画面を図 20 に示しておく。プログラムの性格上、あまり宣伝活動は必要ないと思われるので、しばらくは一般のフリーソフトのリストには掲載しない。

このプログラムの位置付けは、教育用であるが、いわゆる理論を学ぶための CAI を目指してはいない。理論的な事柄をいったん学んだ後に、具体的データを利用して直感的に肌で感じるための簡易ツールの役割を考えている。計算に労力を費やし過ぎると、数学に苦手意識を持っている学生には問題の本質が見えなくなる恐れがある。各専門のソフトウェアは、使い方に慣れるのに時間がかかる。我々はこのような状況を改善し、気軽に利用できるソフトウェアの開発を目指している。

公開に際して、各分析についてのサンプルデータを作成した。これは、システムがインストールされるフォルダーの下の、Samples というフォルダーに入っている。ぜひとも試してみてもらいたい。

参考文献

- 1) 福井正康, 田口賢士, 社会システム分析のための統合化プログラム, 福山平成大学経営情報研究, 3号, 109-127, 1998.
- 2) 福井正康, 田口賢士, 社会システム分析のための統合化プログラム 2 - 産業連関分析・KSIM・AHP -, 福山平成大学経営情報研究, 3号, 129-144, 1998.
- 3) 福井正康・増川純一, 社会システム分析のための統合化プログラム 3 - 線形計画法・待ち行列シミュレーション -, 福山平成大学経営情報研究, 4号, 99-115, 1999.
- 4) 福井正康, 社会システム分析のための統合化プログラム 4 - 基本統計 -, 福山平成大学経営情報研究, 5号, 89-100, 2000.
- 5) 榎木義一他編, 参加型システムズ・アプローチ, 日刊工業新聞社, 1981.
- 6) 藤田恒夫, 原田雅顕, 決定分析入門, 共立出版, 1989.

Multi-purpose Program for Social System Analysis 5

- Reformation of the System , ISM -

Masayasu FUKUI

Department of Management Information, Faculty of Management,
Fukuyama Heisei University

Abstract

We have been constructing a unified program on social system analysis for the purpose of education. Our program was now opened to the public on the homepage* after reforming the editor part and each analyzing program. In this paper, we explain usage of this editor, changed parts of our system and a new program on ISM.

Keywords

social system analysis, statistics, linear programming, queuing theory, AHP, input-output analysis, KSIM, ISM, software, unified program

* URL: <http://www.heisei-u.ac.jp/~fukui/>