

情報処理論

谷崎 久志
神戸大学・経済学部

1 はじめに

経済学部で有用な情報処理というのは、何であるか？約 10 年位前までは、Basic, Fortran, C といった言語を情報処理という科目で扱った。しかし、近年、コンピュータとソフトウェアの発展に伴い、情報処理では、ワープロ (一太郎, Microsoft Word), 表計算 (Lotus 1-2-3, Microsoft Excel), 計量分析 (TSP) ソフトの使い方を教える科目へと変化してきた。極端な話し、ソフトを使えば、言語を勉強する必要はないのである。表計算や計量分析ソフトがなかった時代では、言語でプログラムを組み、計算させたりグラフを作成したものであった。さらに加えて、ここ 2,3 年のつい最近では、インターネット (電子メール, WWW, FTP) という用語が世の中に氾濫するようになり、これも情報処理という科目の中で扱うようになった。

本稿では、紙面の都合上、最近の流れと従来からの流れを汲み取りつつ、インターネットと計量分析ソフト (TSP) の 2 つについてのみ、ごく簡単に解説する。

2 インターネット (電子メール, WWW, FTP)

インターネットで、最もよく使われるものとしては、電子メール (e-mail) と WWW があげられる。電子メールを使うと、一瞬のうちに、メールを相手方に届けることが出来る。返事を出すにも、相手方の文章を簡単に引用することが出来る。使いだすと非常に便利だが、この便利さゆえに、受け取る側が迷惑するようなメールも出してしまい易いことにも注意すべきである。電子メール等のインターネットを利用する上でのエチケットが WWW 上で公開されている。(WWW のソフトとして有名なものは、Internet Explorer と Netscape である。Netscape の場合、Location: の所に、例えば、<http://www.kobe-u.ac.jp> と書いて、Enter を押すと、神戸大学のホームページを見ることができる。神戸大学経済学部の場合は、<http://www.econ.kobe-u.ac.jp> とすればよい。) インターネットをはじめる前に、知っておくべき重要なマナーが「(A) ホームページ」の 1 ~ 4 場所で見ることができる。必ず、目を通しておくようにすべきである。1 は「エチケットホームページ」であり、インターネットでのマナーなどについての様々な情報が集められている。とくに、2 のメールやニュースでの 発言・議論についての注意をまとめた RFC1855 という文書「ネチケット・ガイドライン」は一度は読むことを薦める。また、メーリングリスト (ML) に 参加する際には、具体的な注意をまとめた 3 の「ML 参加者心得」が有用である。4 の「インターネットメールの注意点」では読めないメールを出してしまわないための対処法が述べられている。さらに、1 については、インターネット用語なども説明され、電子メール (e-mail), FTP, WWW (World Wide Web) 等について簡単な記述がなされている。インターネット用語は、最初とはつきにくく、複雑である。同じことを意味するのに別の用語が用いられたりすることで混乱を増しているように思われる (本稿では、用語を解説することに紙面を割くことは出来ないので、インターネット用語については、1 を参照すること)。

筆者がよく使うホームページもあわせて「(A) ホームページ」の 5 ~ 31 に紹介しておく。一般的な事項の検索には、5 ~ 8 を利用している。新聞・雑誌等のニュースには、10 ~ 16 をよくみる。さらに、フリーウェア、シェアウェア・ソ

フトについて、国内ソフトでは 17 ~ 19、海外ソフトでは 20 ~ 22 を使う。書籍の検索については、23, 24 で文献を調べる。データの入手に関して、日本のデータについては 25, 26、米国のデータについては 27 から得られる。旅行に行く場合、「地球の歩き方」のホームページが 28 で見る事が出来る。また、アメリカでは飛行機のチケット、ホテル、レンタカーの予約を 29 で行う事が出来る(筆者がアメリカに長期出張に出かけていた時に、29 をよく利用したものだ)。インターネットを通して、将棋を指すことも出来き、そのホームページは 30, 31 である。このように、筆者の登録してあるホームページを見ても分かるように、インターネットは仕事・趣味等の一般的な情報を得るのに非常に有益であることが理解できるであろう。

3 計量分析ソフト (TSP)

従来からの、経済学部における情報処理の内容は、経済モデルを作成するというところにあるように思われる。そこで、本節では、経済モデルの作成から分析までを簡単に説明することにします。例として、内生変数が 2 つのマクロモデルを考える。

$$I_t = aY_t + bR_t + u_t \quad \dots\dots\dots (1), \quad Y_t = I_t + G_t \quad \dots\dots\dots (2)$$

Y は国内総生産 (GDP)、 I は投資支出、 G は政府支出、 R は利子率、添え字の t は時点を表し、 a, b はデータから推定されるべき未知パラメータとする。 u_t は攪乱項と呼ばれ、この場合は、 I_t を説明するのに、 Y_t と R_t で説明できない部分を意味する。(1) 式、(2) 式から成る経済モデルでは、内生変数は Y と I であり、外生変数は R と G である。 Y, I, G は 1985 年価格で実質化されている。 Y, I は『国民経済計算年報』から、 R は『経済統計年鑑』から取られた 1982 年 ~ 1993 年の暦年データである(データは『経済統計年報』や前節で述べたホームページからも得られる)。このプログラムの目的は、マクロモデルを推定し (a, b を推定し)、シミュレーションによって政府支出乗数を計算することにある。「(B) TSP プログラム」、「(C) データファイル」、「(D) 実行結果の出力」には、便宜上のため行番号を記したが、実際には行番号を書いてはならない。

TSP という計量分析ソフトを動かす方法は 2 つある。一つは対話方式、もう一つはバッチ処理方式である。どちらの方式を用いても同じ結果が得られるが、バッチ処理方式の方が便利なが多いので、これを説明する。まず、プログラムとデータファイルを作成する。エディタを使って、2 つのファイルを作る (VZ, Mifex, 秀丸等様々なエディタがある)。本稿では、データファイルは INVEST.DAT、プログラムファイルは INVEST.TSP という名前にする。次に、プログラムの実行するために、例えば、tsp invest.tsp invest.out とする。その意味するところは、invest.tsp というプログラムを走らせ、その結果を invest.out というファイルに出力させるということである。

TSP プログラムでは、行末には必ず ; (セミコロン) を必要とする。(B) 1 の FREQ はデータの種類の設定、A は年次データ、Q は四半期データ、M は月次データ、N は非時系列データを意味する。2 の SMPL では対象期間の設定を行う。本節の例では、1982 年 ~ 1993 年である (すなわち、 $t = 1982, \dots, 1993$)。3 の READ でデータファイルの読み込む。A: ドライブにある invest.dat というデータファイルから、3 列のデータを読み込み、それぞれ、RINV, RGDP, R という名前を付ける。それらは、(1) 式、(2) 式の I, Y, R に対応する。4 の GENR では、変数の定義を行う。3 行目で読み込んだ RGDP と RINV から、RGOV という変数を作る。5 の PARAM でパラメータの定義を行う。A, B はパラメータであって、データではない (RINV, RGDP, RGOV, R とは異なる) ということを 5 で宣言しておく。6 の FRML, 7 の IDENT では、式をそれぞれ定義して、EQ1, EQ2 という名前を付ける (EQ1 は (1) 式、EQ2 は (2) 式に対応する)。FRML と IDENT との違いは、前者が推定式の定義、後者が恒等式の定義である (パラメータを含む式は推定式と呼ばれる)。8 で LSQ というコマンドを使って、EQ1 を推定する (パラメータ A と B を推定する)。この段階で、A と B に推定された数値が入っている。9 で、EQ1, EQ2 を RINV, RGDP について解き (RGOV, R は与えられたものとして解く)、その解には変数の後に E が付け加えられる。すなわち、RINVE, RGDP E が (1) 式、(2) 式で表される経済モデルの解となる。10 では、11 でシミュレーションを行うために、実際に観測されたデータ RGOV に 10000 加えたデータを作り、それを同じ変数名 RGOV で定義する (右辺の

RGOV と左辺の RGOV は同じ数値ではないことに注意せよ)。11 は 9 と全く同じである様に見えるが、唯一異なる点は、前述の通り、外生変数 RGOV の値である。11 で得られた解に、9 で求められたものと区別するために、各変数の後ろに s を付ける (すなわち、RINVS、RGDPS がシミュレーションの解となる)。12 では、MULTI に乗数を計算している (乗数とは、政府支出が 1 円増えた時に、GDP は何円増えるかというものである)。13 の PRINT で、RINVE、RINVS、RGDPE、RGDPS、MULTI をそれぞれ出力させる。14 で、PLOT を用いて、RGDPS、RGDPE、RGDP のグラフを作成する (一方の軸は時点となる)。RGDPS は x で、RGDPE は + で、RGDP は * で、それぞれプロットされる。最後に、15 で END によって、プログラムの終わりを記しておく。以上が、簡単なプログラムの解説である。次に、プログラム (「(B) TSP プログラム」) とその結果 (「(D) 実行結果の出力」) を見比べながら、結果の解釈を行う (「(D) 実行結果の出力」は所々省略されている)。

(B) の 8 の結果は (D) で 1 ~ 29、(B) の 9 と 11 の結果は (D) で 32 ~ 62、(B) の 13 の結果は (D) で 64 ~ 76、(B) の 14 の結果は (D) で 79 ~ 103 にそれぞれ出力されている。

(D) の 15、16 行では、 $A = 0.369540$ 、 $B = -3277.98$ という結果が出力されている。これを書き直すと、 $I_t = 0.369540Y_t - 3277.98R_t$ ということになる。すなわち、投資、GDP、利率の関係を表す式 (投資関数) が推定されたことになる。この場合、最も重要なのは符号条件である。経済理論上、「所得が増えれば投資は増える」、「利率が高ければ投資は減る」と言われている。ということは、 Y_t の係数 A は正、 R_t の係数 B は負ということを意味する。よって、15、16 で得られた推定値の符号条件は満たされている。

次に重要なのは、符号条件が満たされたとしても、その数字の符号が統計的に正しいかどうかを示す必要がある。数値に意味があるかどうかを調べるのに t-statistic が用いられる。t 統計量 t-statistic は、外生変数が内生変数に影響を与えているかどうかを調べる指標であり、データ数とパラメータ数 (すなわち、自由度) に依存するが、大まかに絶対値で 2 より大きければ (正確には t 分布表を調べる必要がある)、その外生変数は内生変数に影響を与えていると判断される。 Y_t が本当に I_t に正の影響を及ぼすかどうかを調べるためには、A の推定値 (0.369540) が統計的にゼロより大きいということを示さなければならない。(D) の 15 の t-statistic を見ると、12.6994 となっており、これは 2 よりはるかに大きい。従って、A は統計的にゼロよりも大きく、 Y_t は確かに I_t に正の影響を与えるということが証明される。 R_t については、(D) の 16 で -1.9263 という数字が出力されており、絶対値で 2 より小さい。よって、利率については、「利率が高ければ投資は減る」というのは明らかではないという結論になる。この場合、本来ならば、(1) 式の経済モデルが間違っているということになり、別のモデルを作成し推定しなおす必要がある。

(D) 26 の Std. error of regression は攪乱項の標準誤差と呼ばれ、いくつかのタイプの経済モデルを推定する場合に、最も小さいモデルを選ぶようにする。例えば、 R_t をモデルに含めるかどうかの判断は、この攪乱項の標準誤差 Std. error of regression と次に示す自由度修正済み決定係数 Adjusted R-squared によってなされる。

自由度修正済み決定係数 Adjusted R-squared は、モデルの当てはまりを表し、1 に近ければ近いほど良いモデルだといえる。(D) の 28 では 0.910857 となっており、やや 1 から離れていると見ることが出来る。

ダービン・ワトソン比 Durbin-Watson statistic は、攪乱項間に相関があるかどうか (すなわち、 u_t と u_{t-1} との間に相関があるかどうか) を調べるものであり、データ数と右辺の変数の数に依存するが、1.5 ~ 2.5 ならば、良しとみなされる。この場合は、(D) の 29 で Durbin-Watson statistic = .522284 と低く、攪乱項間に相関があると判断され、本来ならば、別のモデルを考えなければならない。

以上、簡単に代表的な数値の読み方を記したが、t 統計量やダービン・ワトソン比の正確な数字は小川・玉岡・得津 (1991) や伴・中村・跡田 (1988) 等を参照すべきである。

単一方程式の評価 ((1) 式の評価) について述べてきたが、次の問題は連立方程式の評価 ((1) 式と (2) 式の総合評価) をどのようにするかということになる。(D) の 79 ~ 103 の PLOT の結果では、RGDPE は RGDP に近い値となるべきである。もし、RGDPE が RGDP とかけ離れた値であれば、最初に作成した経済モデルが間違っているという結論になり、モデルの構築から始めなければならない (+ と * を比較すべきである)。

推定式一本一本の評価と連立方程式体系での評価がパスすれば、ようやく、そのモデルを用いてシミュレーション分析を行うことが出来る。(D) の 64 ~ 76 では、每期、MULTI = 1.58614 という結果になったが、これは (1) 式と (2) 式

から成る経済モデルの形から、乗数が不変であるという結果は簡単に分かる。1.58614 という値の意味は、政府支出が 1 円増加したら、GDP は 1.586 円増加するということである。(1) 式、(2) 式のモデルで考えられるその他のシミュレーションとしては、利率の 1 % 上昇のとき、GDP はどのくらい減少するかということも、(1) 式、(2) 式の経済モデルを用いて、調べることが可能である。このように、経済モデルを用いて様々な角度から、シミュレーションによって政策効果を調べることが出来るのである。

4 おわりに

コンピュータやソフトウェアの発展に伴い、10 年前と今とは、情報処理という科目の内容がかなり異なったものになっている。また、学部によっても、また内容は異なるということにも注意すべきである。経済学部とその他の学部では、コンピュータの使用目的が異なるため、必要とする情報処理の内容は異なるのは当然のことである。このように、情報処理という科目は、確立されたものではない。時代に応じて、また、コンピュータの進歩に応じて、今後も、それは変化し続けるであろう。

参考文献

- インターネットに関する文献については、様々な雑誌や書籍が出版され、しかも、書店によってはインターネットのコーナーを設けてあるので、ここでは参考文献はあげないことにする。
- 計量分析や T S P に関する参考文献
 - (1) 小川一夫・玉岡雅之・得津一郎 『マクロ経済学』 有斐閣、1991 年。
 - (2) 伴金美・中村二郎・跡田直澄 『エコノメトリックス』 有斐閣、1988 年。
 - (3) 和合肇・伴金美 『T S P による経済データの分析』(第 2 版) 東京大学出版会、1995 年。
- データに関する参考文献
 - (1) 経済企画庁編 『国民経済計算年報』 大蔵省印刷局。
 - (2) 週間東洋経済臨時増刊号 『経済統計年鑑』
 - (3) 日本銀行調査統計局編 『経済統計年報』

(A) ホームページ

1. http://www.togane-ghs.togane.chiba.jp/netiquette/
2. http://www.togane-ghs.togane.chiba.jp/netiquette/rfc1855j.txt
3. http://www.plaza.hitachi-sk.co.jp/~masa-k/doc/ML-manner.html
4. http://ux01.so-net.or.jp/~hat/imap/
5. http://www.yahoo.com
6. http://www.yahoo.co.jp
7. http://www.infoseek.co.jp
8. http://www.iijnet.or.jp/cs/j
9. http://www.yomiuri.co.jp
10. http://www.asahi.com/main.html
11. http://www.sankei.co.jp/main.html
12. http://www.nikkei.co.jp
13. http://www.mainichi.co.jp
14. http://www.kobe-np.co.jp
15. http://www.nikkansports.com/news/entert/et-news.html
16. http://www2.aix.or.jp/shinchosha/focus/index.html
17. http://www.forest.impress.co.jp
18. http://www.vector.co.jp/vpack/filearea/index.html
19. http://ring.nacsis.ac.jp/ring/softlib/index-j.html
20. http://www.coast.net/SimTel
21. http://www.windows95.com
22. http://www.filez.com
23. http://www.maruzen.co.jp/cgi-bin/cgirelay/ip-pass
24. http://www.kinokuniya.co.jp
25. http://www.epa.go.jp
26. http://www.boj.go.jp
27. http://www.stls.frb.org/fred/dataindx.html
28. http://plaza.globe.or.jp/gio/index.html
29. https://expedia.msn.com/pub/eta.dll?
30. http://www.vertex.co.jp/SHOUGI/shougi.html
31. http://www.info.waseda.ac.jp/muraoka/shogi/index-j.html

(B) TSP プログラム (INVEST.TSP)

1. FREQ A;
2. SMPL 1982 1993;
3. READ(FILE='A:\INVEST.DAT') RINV RGDP R;
4. GENR RGOV=RGDP-RINV;
5. PARAM A B;
6. FRML EQ1 RINV=A*RGDP+B*R;
7. IDENT EQ2 RGDP=RINV+RGOV;
8. LSQ EQ1;
9. SIML(TAG=E,ENDOG=(RINV,RGDP)) EQ1 EQ2;
10. GENR RGOV=RGDP+10000;
11. SIML(TAG=S,ENDOG=(RINV,RGDP)) EQ1 EQ2;
12. GENR MULTI=(RGDPS-RGDPE)/10000;
13. PRINT RINVE RINVS RGDPE RGDPS MULTI;
14. PLOT RGDPS x RGDPE + RGDP *;
15. END;

(C) データファイル (INVEST.DAT)

- | | | | |
|-----|--------------|--------------|-------|
| 1. | 87828.62323 | 301067.34198 | 7.147 |
| 2. | 95052.82434 | 317618.32434 | 6.809 |
| 3. | 100967.73410 | 331486.70285 | 6.568 |
| 4. | 107179.28420 | 347399.67483 | 6.467 |
| 5. | 114753.89598 | 359363.73973 | 5.505 |
| 6. | 121031.16318 | 371303.17880 | 4.936 |
| 7. | 125175.87219 | 382465.82532 | 4.930 |
| 8. | 124215.30987 | 387424.09112 | 5.782 |
| 9. | 119253.88066 | 390985.00566 | 7.697 |
| 10. | 129352.52679 | 412032.37054 | 6.989 |
| 11. | 141706.93266 | 432717.43266 | 5.552 |
| 12. | 148978.39567 | 442299.95817 | 4.414 |

(D) 実行結果の出力 (INVEST.OUT)

```

1.                               NONLINEAR LEAST SQUARES
2.                               *****
3.
4. EQUATIONS: EQ1
5.                               .
6.                               .
7.                               (中略)
8.                               .
9.                               .
10. LOG OF LIKELIHOOD FUNCTION =   -124.522
11. NUMBER OF OBSERVATIONS =      12
12.
13.
14. Parameter  Estimate      Standard      t-statistic
15. A           .369540         .029099         12.6994
16. B          -3277.98         1701.85         -1.92613
17.
18. Standard Errors computed from quadratic form of analytic first
19. derivatives (Gauss)
20.
21.                               Equation  EQ1
22.                               *****
23.
24. Dependent variable: RINV
25.
26. Mean of dependent variable = 111082.      Std. error of regression = 8510.51
27. Std. dev. of dependent var. = 24860.0      R-squared = .918961
28. Sum of squared residuals = .724287E+09     Adjusted R-squared = .910857
29. Variance of residuals = .724287E+08       Durbin-Watson statistic = .522284
30.
31.
32.                               MODEL SIMULATION
33.                               *****
34.
35. NUMBER OF EQUATIONS:      2
36.                               .
37.                               .

```

