

Stats/List Editor で確率・統計を学ぶ

梅野 善雄*

一関工業高等専門学校

1 はじめに

グラフ電卓 TI-89titanium と voyage200 には, "Stats/List Editor" というアプリケーションソフトが付随している. "Data/Matrix Editor" は EXCEL タイプの処理を可能にするが, "Stats/List Editor" は確率・統計での利用に特化して, さらにその機能強化を図ったツールといえる. そこでは, いろいろな回帰に加え, 推定・検定や, いろいろな確率分布のグラフを表示させることもでき, さらに分散分析まで行うことができる.

与えられたデータから平均や分散を求めて推定や検定の式にあてはめる作業は, 単純な四則計算が連続するため学生にとっては大変な箇所である. このアプリケーションを利用して種々の計算部分をグラフ電卓に任せることで, 確率や統計の本質部分に集中させることができるのではないと思われる. 以下では, TI-89titanium の場合を例にとり, この APPS の使い方や授業での利用方法などについて検討する.

2 Stats/List Editor の概要

Data/Matrix Editor

グラフ電卓 TI-89titanium は, 「data」「matrix」「list」の3種類のデータを扱うことができる. いずれも, 「Data/Matrix Editor」で操作することができる.

「data」形式のデータでは EXCEL と同様の操作が可能であり, 99 列 999 行のデータまで扱うことができる. 列に計算式を定義して自動計算させることも可能である. その計算に数式処理を取り混ぜることもできるという意味では, EXCEL より強力な機能といえる. しかし, 基本統計量の計算結果は, 事後に利用できるようには保存されない.

matrix 形式のデータでは, 列に計算式を定義することはできない.

list 形式のデータは 1 行だけのデータである. CBL を利用して収集されたデータは, 単なる数値列として l1, l2, l3 などの list 形式のデータでグラフ電卓に転送される. そのデータを Data/Matrix Editor で読み込むと, 1 つの列データとして読み込まれる. data 形式のファイルの列に list 形式のデータを読み込めば, 列に対して種々の計算をさせることができる. しかし, 計算結果を 1 つの list 形式のデータとして保存するには, 多少の煩雑な手続きが必要になる.

Stats/List Editor は, List 形式のデータに Data/Matrix Editor の操作性を加味し, さらに確率・統計での利用に焦点をおいて機能強化を図ったツールといえる.

Stats/List Editor

以下に, Stats/List Editor で可能になることを箇条書きする. 次のような機能がある.

- (1) 種々の統計計算をさせたとき, その値を保持する変数がある. それらの変数は「statvars」というフォルダーに保存される. たとえば 1 変数の場合は, 次の値が保存される. 2 変数の場

*021-8511 岩手県一関市萩荘字高梨 一関工業高等専門学校 一般教科自然科学系
[URL] 「数ナビの部屋」<http://www.ichinoseki.ac.jp/gene/mathnavi/>

合は、変数 y に関する値の他に積和 $\sum xy$ も保存される。

平均 \bar{x}	合計 $\sum x$	2乗和 $\sum x^2$	標本 s_x	不偏 σ_x
データ数 n	最小値 MinX	第1四分位 q_1	メディアン Me	第3四分位 q_3
最大値 MaxX	偏差 $\sum(x - \bar{x})^2$			

(2) 統計回帰の種類が豊富にある。次のような回帰を行うことができ、その変数や残差がフォルダ「starvars」に保存される。特に、残差 (resid) は list データで保存される。

$y = a + bx$	$y = ax + b$	メディアンメディアン法
$y = ax^2 + bx + c$	$y = ax^3 + bx^2 + cx + d$	$y = ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e$
$y = a + b \log x$	$y = a \cdot b^x$	$y = a \cdot x^b$
$y = \frac{c}{1 + a \cdot e^{-bx}}$	$y = \frac{a}{1 + b \cdot e^{cx}} + d$	$y = a \sin(bx + c) + d$

重回帰分析 (10 変数まで)

(3) 種々の乱数を発生させることができる。たとえば、次の乱数を発生させることができる。

rand83(n):	区間 (0, 1) 内の値を持つ n 個の乱数を列データで発生させる。
randInt(k, m, n):	整数 k から 整数 m までの間の n 個の整数乱数を列データとして発生させる。
.randNorm(μ, σ, n):	$N(\mu, \sigma)$ にしたがう n 個の乱数を列データとして発生させる。
randBin(n, p, k):	成功確率が p ($0 < p < 1$) である試行を n 回行ったときの成功回数を k 個だけ列データとして発生させる。
randSamp(list <i>i</i> , n):	リストデータ (list <i>i</i>) の中から n 個のデータをランダムに抽出して、新たな列データとして発生させる。
rand(n):	n は整数を指定する。 $n > 0$ のときは $[1, n]$ の中の整数を、 $n < 0$ のときは $[-n, -1]$ の中の整数が 1 個返される。
RandSeed(n):	乱数の種 (Seed) を変更する。

(4) 複数のリストデータ (20 個まで指定可能) を指定して、相関行列を作成することができる。

(5) いろいろな確率密度関数 $f(x)$ に対して、次の値を求めることができる。そして、これらの値は、フォルダ「Statvars」にも保存される。

(a) x の値を指定したとき $f(x)$ の値

(b) x の範囲を指定したときの積分の値 $\int_a^b f(x) dx$

積分の値だけを表示するか、グラフの該当部分を塗りつぶして表示するかを選択できる。

(c) 積分の値 α を指定してとき $\int_{-\infty}^p f(x) dx = \alpha$ となる p の値

取り扱える確率密度関数 (Probability density function) は、正規分布 $N(\mu, \sigma^2)$ 、二項分布 $B(n, p)$ 、 t 分布、 F 分布、ポアソン分布、そして幾何分布である。そのコマンドは `CATALOG` にも追加されており、`CATALOG` `F3` で参照できる。たとえば、(a) は次のような関数により実現できる。(b) は「Pdf」の箇所を「Cdf」に変更する。(c) は、正規分布の場合は `TIStat.invNorm(α, μ, σ)` という関数を利用することになる。

正規分布 <code>TIStat.normPdf(x, μ, σ)</code>	t 分布 <code>TIStat.tPdf(x, df)</code>
χ^2 分布 <code>TIStat.chi2Pdf(x, df)</code>	F 分布 <code>TIStat.FPdf(x, n, m)</code>
二項分布 <code>TIStat.binomPdf(n, p, x)</code>	ポアソン分布 <code>TIStat.poisPdf(λ, x)</code>
幾何分布 <code>TIStat.geomPdf(p, x)</code>	

(6) 与えられたリストデータに対して、いろいろな検定を行うことができる。次のような検定を行うことができ、それぞれについて、両側検定、右側検定、そして左側検定のいずれで検定するかを指定できる。 p の値が直接返されるので、有意水準を指定する必要はない。

平均の検定： 母分散既知の場合，母平均未知の場合

等平均の検定： 母分散既知の場合，母平均未知の場合

比率の検定： 母比率の検定，母比率の差の検定

χ^2 検定： 適合度の検定，分割表の検定

F 検定： 等分散の検定

線形回帰 $y = \alpha + \beta x$ の β に関する検定 (t 検定)

(7) 与えられたリストデータをもとに、いろいろな区間推定を行うことができる。有意水準は自分で指定する。

母平均の推定： 母分散既知の場合，母平均未知の場合

平均の差の推定： 母分散既知の場合，母平均未知の場合

比率の推定： 母比率の推定，母比率の差の推定

線形回帰 $y = \alpha + \beta x$ の β の推定

(8) 1 要因分散分析，2 要因分散分析の機能もある。

3 Stats/List Editor の利用法

Editor の起動

グラフ電卓の電源を入れ、"Stats/List Editor" のアイコン (図 1) を選択して **ENTER** を押すとフォルダーの選択画面が現れるので、使用するファイル (list 形式) があるフォルダーを選択する。フォルダーを新たに作成するときは、「variable」の箇所には適当なフォルダー名を入れる。フォルダーを指定すると、List1, List2, ..., List6 からなる空のファイルが表示される (図 2)。

List1, List2, ... は list 形式のファイル名である。すでにその名前のファイルが存在していれば、その内容が表示される。この Editor は個々のリスト形式のデータを 1 つの画面にまとめて表示しているだけであり、Data/Matrix Editor のように表全体が 1 つのファイルになるわけではない。新たな列を作れば、その列につけた名前でも list 形式のファイルが自動的に保存される。

データの入力

データを入力するには、個々のセルに 1 つずつ値を入れていくか、あるいは上段のファイル名にカーソルをおいて **ENTER** を押すと、中括弧で囲まれた空ファイルが表示される。その括弧内にデータをカンマ区切りで入力していてもよい (図 3)。

list 形式で保存されている既存のファイルを読み込むには、読み込もうとしている列の最上段にカーソルをおいて **2nd** **[]** (var-link) を押す。保存されているファイルの一覧が表示されるので (図 4)，読み込もうとしているファイルにカーソルを当てて **ENTER** を押せばよい。

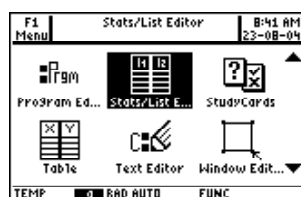


図 1: アイコン



図 2: 空のリスト

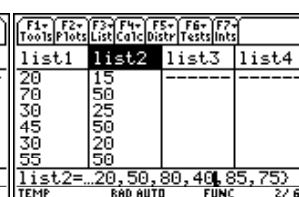


図 3: 入力

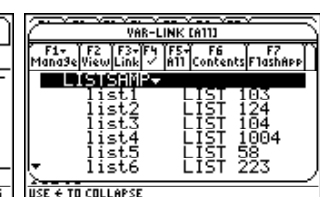


図 4: ファイル選択

列データに関する操作と統計量 **F3** List

指定した列に関しては、**F3**「3: Math」を押すことで最大値，最小値，平均値などの様々な統計量を求めることができる(図5)。ただし，計算結果を置くセルに事前にカーソルを移動させておく必要がある。これらの値をまとめて求めるには、**F3**ではなく**F4**を利用するのがよい。求められた値は変数としてフォルダー statvars に保存される(図6)。

min	max	mean	median	sum
product	stdDev	variance	stDevPop	varPop

この Editor は，個々の列に何らかの計算式を定義しても計算式は保存されず，計算結果の数値列だけが残される。計算式を残すには、**F3**「4: Attach List Formula」を利用して式を定義する必要がある。この計算式を定義しておくとし、使用した列の値を変えると，計算結果に自動的に反映される。

いろいろな統計計算 **F4** Calc

基本統計量の計算やいろいろな回帰を行わせる機能は**F4**に登録されている(図7)。種々の乱数の発生は「4: Probability」の箇所に登録されている(図8)。

また，これらの機能を利用した結果は，statvars というフォルダーに保存される(図6)。

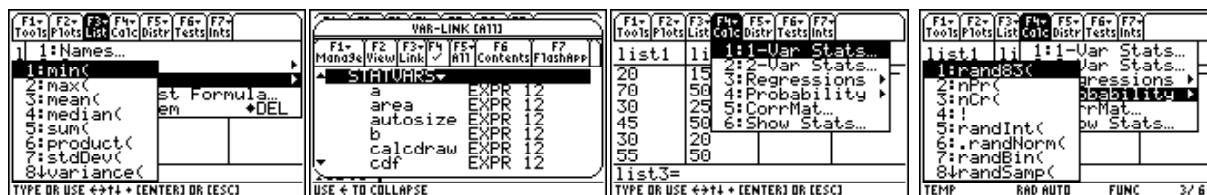


図 5: **F3** 3

図 6: 2nd []

図 7: **F4**

図 8: **F4** 4

いろいろな確率分布 **F5**

範囲を指定して確率密度曲線と x 軸との間の面積(確率)を求めたり，逆に $(-\infty, p)$ における面積から p の値を求めるには、**F5**を利用する(図9)。

たとえば，正規分布 $N(\mu, \sigma)$ で範囲を指定して，その範囲を塗りつぶし曲線下の面積を求めるには、**F5**1の「1: Shade Normal」を利用する(図10)。 μ, σ の他に範囲を求める画面が現れるので(図11)，必要な値を入力して最後にある「Auto-Scale」で「Yes」を選択すると，グラフが表示されて指定した範囲が塗りつぶされ，下段にその面積が表示される(図12)。

F5の箇所では， x の値を与えて確率密度関数 $f(x)$ の値，範囲 $[a, b]$ を与えたときの確率密度関数の積分値 $\int_a^b f(x) dx$ ，そして，面積 α を与えて $\int_{-\infty}^p f(x) dx = \alpha$ となる α の値を求めることができる。

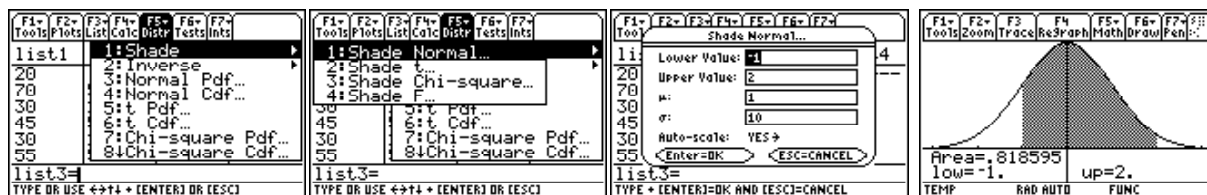


図 9: **F5**

図 10: **F5** 1, 1

図 11: 範囲入力

図 12: グラフ描画

いろいろな検定 **F6** Tests

帰無仮説を指定していろいろな検定を行うには **F6** を利用する (図 13) . 検定の仕方は細かく指定することができる . 列データからの計算ばかりではなく , すでに求められている値を利用した検定を行うこともできる . また , 単に結果を表示するばかりではなく , 指定されて検定の仕方により棄却域が確率密度曲線のどの部分になるかをグラフ表示することもできる .

たとえば , t 検定を行う場合は **F6** 2 を押すと , データのタイプが問われる (図 14) . list 形式のデータを利用するか , それともすでに計算済みの平均値などを利用するかを指定する . 「data」利用を指定すると , 検定すべき母平均の値と list 形式のデータの入力が求められる (図 15) . 両側検定か片側検定であるかを指定する . 最後に , 「Results」で「Draw」を指定すると結果がグラフ表示される (図 16) . この場合は , $p = 0.226176$ であるので仮説は採択される .



図 13: **F6**

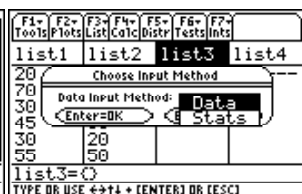


図 14: データタイプ



図 15: 検定条件入力

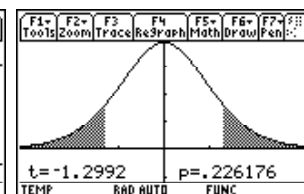


図 16: 結果表示

いろいろな推定 **F7** Ints

区間推定は **F7** を利用する (図 17) . 指定の仕方は検定の場合と同様である . 列データからの計算ばかりではなく , すでに求められている値を利用した区間推定を行うこともできる . 信頼度のレベルは自分で指定することになる (図 18) . 画面に表示される結果 (図 19) はフォルダー statvars へ出力されるので , 事後に参照することができる .



図 17: **F7**



図 18: 推定条件入力

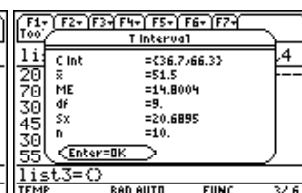


図 19: 結果表示

いろいろな確率密度関数

Stats/List Editor は標準添付されている APPS である . この Editor が利用する種々の確率・統計に関するコマンドは , **CATALOG** を押して現れる画面の **F3** (Flash Apps) に登録されている (図 20) . **F3** を押すと , この Editor で利用している種々のコマンドや関数の一覧が表示される (図 21) . カーソルを移動させると , そのコマンドや関数の引数が下段に表示される .

これらの関数は , 基本画面でも普通に利用することができる . たとえば , χ^2 分布で自由度が増えた場合のグラフを簡単に確かめることができる . 図は , $df = 1, 3, 5$ の場合である .

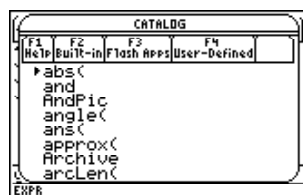


図 20: **CATALOG**

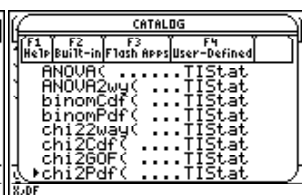


図 21: Flash Apps



図 22: 関数定義

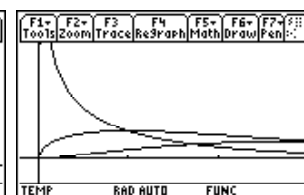


図 23: χ^2 分布

4 確率・統計での利用

確率・統計の授業を行う場合は、多数のデータの合計や2乗した値の合計等を求めなければならない。それを計算する生徒のみならず、出題する教師にとっても煩雑な計算が求められる。通常は EXCEL などを利用して問題作成を行っていると思われるが、この Stats/List Editor が持つ確率密度関数やグラフの塗りつぶし機能などを利用して教室で提示すれば、生徒の理解度の向上にも大いに役立つことが期待される。

特に、多彩な乱数の発生機能は、いろいろなシミュレーションを行うときの有益な機能である。また、種々の機能を Editor を起動させることなく、通常の計算モードでも利用できることの利点は大きい。教師側にとっては、いろいろなシミュレーションが可能になり、生徒の理解度の向上、並びに教員側の教材作成の容易化に繋がるツールなのではないかと思われる。