

変化, と加えて R 高振幅に与える数量がリスクとして高くなっていった。

なお, 本研究に関しては第 48 回日本公衆衛生学会 (筑波, 1989.10) で, 「循環器集団検診における疾病危険因子の時代変化に関する研究」を成人保健分科会のミニシンポジウムで報告, 数量化Ⅲ類分析による質的データ構造を比較・探索する有用性について論議した。

## 年齢組成データのkohort分析

中 村 隆

水産資源解析学の分野では, 漁獲の時系列的年齢組成データを対象とする「(マルチ)kohort解析」と呼ばれる方法が知られている。この方法では, 年齢別選択性  $q_a$  あるいは年齢依存自然死亡係数  $M_a$  (年齢効果), 漁獲強度  $f_t$  (時代効果), 資源加入量  $R_y$  (kohort効果)などを分離することが目的となる(添字  $a, t, y$  はそれぞれ年齢, 調査時点, 年級 (kohort) に対応する)。ただし, いくつかのパラメータを事前に設定する必要があったり, パラメータの識別問題や非線形問題になるなどの困難点を抱えている。ここでは, 対象を南氷洋ミンク鯨の調査捕獲データに限定したベイズ型モデルについて報告し, 識別問題を克服するための1方法を示した。

調査捕獲からは資源量  $\{N_{at}\}$  を反映する次のような2種類のデータ, すなわち年齢組成推定値  $\{P_{at}\}$  と資源量推定値  $\{A_t\}$  が得られる。

$$\log P_{at} = \log N_{at}/N_t + \varepsilon_{at}, \quad \log A_t = \log \alpha N_t + \xi_t, \quad N_t = \sum_a N_{at}.$$

ここで,  $\varepsilon_{at}, \xi_t$  は適当な観測誤差項であり,  $\alpha$  はバイアス要因である。

一方, 次のような資源動態方程式を想定し, 捕獲頭数  $\{C_{at}\}$  の影響を無視すれば,

$$N_{at} = (N_{a-1,t-1} - C_{a-1,t-1}) \exp\{-M_{a-1}\} \approx R_{t-1+A} \exp\left\{-\sum_{i=1}^{a-1} M_i\right\}$$

と近似できる。これを, 上の2つの観測方程式を合わせたものに用いれば,

$$\log A_t P_{at} \approx \log \alpha + \xi_t + \log R_y - \sum_{i=1}^{a-1} M_i + \varepsilon_{at}$$

というkohortモデルが得られる。

事前分布として,  $\xi_t \sim \mathcal{N}(0, \sigma_\xi^2)$ ,  $\Delta^l(\log R_y) \sim \mathcal{N}(0, \sigma_c^2)$ ,  $\Delta^l(M_a) \sim \mathcal{N}(0, \sigma_a^2)$ などを設定すれば, ベイズ型モデルを構成することができる。超パラメータ  $\sigma_a^2, \sigma_\xi^2, \sigma_c^2$  や階差の次数  $l$  および  $l'$  の選択規準としては ABIC (赤池のベイズ型情報量規準) を用いる。

## 参 考 文 献

- Nakamura, T., Ohnishi, S. and Matsumiya, Y. (1989a). A Bayesian cohort model for catch-at-age data obtained from research takes of whales, *Rep. int. Whal. Commn.*, **39**, 375-382.
- Nakamura, T., Ohnishi, S. and Matsumiya, Y. (1989b). Modification of the Bayesian cohort model for catch-at-age data obtained from research takes of whales, Research Memo., No. 372, The Institute of Statistical Mathematics.

## 中心化ニュートン法の適用例

上 田 澄 江

非対称な線形計画問題について考える。

主問題:  $\max c^t x \quad x \in R^n$   
 s.t.  $Ax = b, \quad x > 0$

双対問題:  $\min b^t y \quad y \in R^m$   
 s.t.  $A^t y - c \geq 0$ .

ここで  $m < n$ ,  $A$  は  $m \times n$  行列,  $b$  は  $m$  次元ベクトル,  $c$  は  $n$  次元ベクトルである. この時, 中心化ニュートン法のアルゴリズムは次のようになる.

- (1)  $x > 0, b - Ax = 0, A^t y - c > 0$  の下で, 評価関数  $\mu$  が減少するようにステップ幅  $\alpha, \beta$  を決定し,  $x, y$  を更新する. すなわち

$$\begin{aligned} x^+ &= x + \alpha \Delta(x_n) + \beta \Delta(y_n) \\ y^+ &= y + \alpha \Delta(x_c) + \beta \Delta(y_c). \end{aligned}$$

$\mu$  は

$$\mu = n \{ (b^t y - c^t x) / n \}^{1+\omega} / \{ \prod x \prod (a^t y - c) \}^{\omega/n} \quad (\omega > 0)$$

である. また, 探索方向  $\Delta(x_n), \Delta(y_n)$  および  $\Delta(x_c), \Delta(y_c)$  は, 次の (a) および (b) の連立一次方程式を解くことによって得られる.

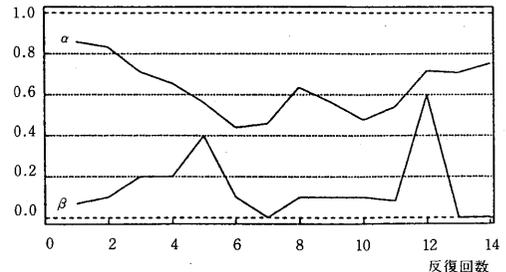
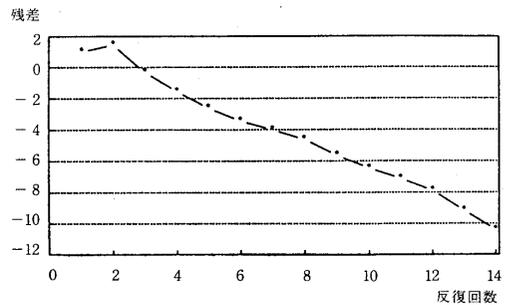
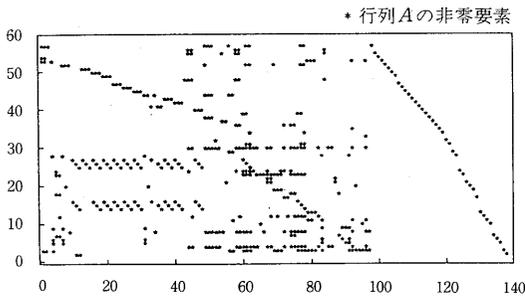
(a) 
$$\begin{pmatrix} [A^t y - c] / [x] & A^t \\ -A & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_n \\ y_n \end{pmatrix} = - \begin{pmatrix} A^t y - c \\ b - Ax \end{pmatrix}$$

(b) 
$$\begin{pmatrix} [A^t y - c] / [x] & A^t \\ -A & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_c \\ y_c \end{pmatrix} = - \begin{pmatrix} A^t y - c \\ b - Ax \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \gamma [x]^{-1} \mathbf{1} \\ 0 \end{pmatrix}, \quad \gamma = (b^t y - c^t x) / n.$$

- (2)  $b^t y - c^t x < \varepsilon \max_{i,j} \{ |c_j| |x_j|, |b_i| |y_i| \}$

を満足した時反復を終了する. そうでなければ,  $x \leftarrow x^+, y \leftarrow y^+$  として (1) より繰り返す.

(a), (b) を解いて得られた方向ベクトルはそれぞれニュートンベクトル, 中心化ベクトルと呼ばれる.



解の十分近くでは、そのステップ幅は  $\alpha \rightarrow 1, \beta \rightarrow 0$  となることが計算効率上からも期待される。ここでは  $\omega = 1/\sqrt{n}$  として反復を行ない、NETLIB 問題に適用し、一例をあげた。MPSII(単体法)に比べて、少ない反復回数で収束する。

### 参 考 文 献

- Tanabe, K. (1987). Complementarity-enforcing centered Newton method for mathematical programming: Global method, 共研リポート, 5, 118-144.  
 Tanabe, K. (1988). Centered Newton method for mathematical programming, *System Modelling and Optimization* (eds. M. Iri and K. Yajima), 197-206, Springer, New York.  
 田辺國士 (1989). 中心化ニュートン法, オペレーションズ・リサーチ, 34, 135-138.

## 統計ソフトウェアとユーザーインターフェース

田 村 義 保

現在、数多くのというより、数限りない統計ソフトウェアが開発され、配布・販売されている。統計数理研究所の大型汎用機、ワークステーション、パーソナルコンピュータ等にインストールされていて、すぐに使えるソフトウェアだけでも下の表のようなものがある。

M-682H	SAS SPSS-X BMDP GENSTAT GLIM TIMSAC
NEWS1750	S
Macintosh	JMP

これらは著名なソフトウェアばかりであるが、「これは使い易かった」と自信を持って言えるものがあるだろうか。優れたソフトウェアであると自信を持って推薦できるものは確かにたくさんある。しかし、それは解析能力や作図能力が優れているのであって、けっしてユーザーインターフェースが優れているのではない。

確かに、JMPはMacintosh用のソフトウェアがそうであるように、優れた、使い易い操作性を持っている。レポート機能も優れている方であろう。しかし、致命的な欠陥として、結果の読み方の説明が詳しくないことをあげることができる。統計解析ソフトウェアは、結果の統計学的解釈を与えて初めて、解析ソフトウェアと呼ぶに値するものになると思う。統計の教育を正しく受け、結果の解釈が自分でできる人間をユーザーとして想定してはだめなのである。それとは逆に、学生時代、統計の講義など全く聞いたことはないが、仕事のためにどうしてもデータを解析したい人、統計の知識のほとんどない人をユーザーとして想定すべきなのである。

ここまで書くと、「エキスパートシステムを作ればと言っているのだな」とお気づきになったかたもおられると思う。その通り、エキスパートシステムを作ろうと思っているし、作るべきだとも思っている。

ここで言っているエキスパートシステムは、何でも計算機が勝手にやってくれるようなシステムを指しているのではない。便利なグラフィカルなユーザーインターフェースを持ったチュートリアルシステムである。ガイド付の統計ソフトウェアと言っているようなもののことである。ただし、結果を解釈するためのガイドも付いているものを考えている。

統計ソフトウェアのブラックボックス化が過度に進みすぎている。適当にデータを入力さえすれば結果が出てきてしまう。つまり、統計手法の誤用が日常茶飯事に行なわれている。ここで言うエキスパートシステムは、誤用をさけるための統計知識を、ユーザーに教えるための機能を持ったシステムである。