をそれぞれ因子 $D-G$ から決まる C 上の一次微分形式の線型系，因子 G から決まる C 上の有理関数の線型系として，線型写像 Φ, Ψ を

$$\begin{array}{cccc}\Phi: & \Omega(D-G) & \longrightarrow & \boldsymbol{F}_q^n \\ & \cup\!\!\!\shortmid & & \cup\!\!\!\shortmid \\ & \omega & \longmapsto & (\mathrm{Res}_{P_1}(\omega),\ldots,\ \mathrm{Res}_{P_n}(\omega)) \\ \Psi: & L(G) & \longrightarrow & \boldsymbol{F}_q^n \\ & \cup\!\!\!\shortmid & & \cup\!\!\!\shortmid \\ & f & \longmapsto & (f(P_1),\ldots,\ f(P_n))\end{array}$$

とし，さらに $\Omega(D,\ G)=\mathrm{Im}\Phi$, $L(D,G)=\mathrm{Im}\Psi$ とおく．

定理 (Goppa). C の種数を g とする．

$$\max\{0,\ 2g-1\}\leqq \deg G\leqq \min\{\deg D-1,\ \deg D+2g-2\}$$

のとき，$\Omega(D,\ G)$ と $L(D,\ G)$ は互に双対なコードで，次元はそれぞれ $n+g-1-\deg G$, $\deg G-g+1$, 最小距離はそれぞれ少なくとも $\deg G-2g+2$, $n-\deg G$ である．

この定理を用いて具体的に有用なコードを作り出すためには，代数曲線 C と因子 D, G を実際に与えて $\Omega(D,\ G)$ 及び $L(D,\ G)$ を計算する必要がある．どのような完備非特異代数曲線も，二次元射影空間 $\boldsymbol{P}^2$ の中の既約代数曲線と双有理同値となるから，$\boldsymbol{P}^2$ の既約代数曲線 C' を考えてその特異点解消 C と C 上の因子 D, G を考察の対象とすれば，考えるべきすべてのケースを尽すのであるが，それでは $\Omega(D,\ G)$ や $L(D,\ G)$ の計算は一般には容易であるとは限らない．従来は特別な型の C' と因子 D, G についてケースバイケースで $\Omega(D,\ G)$, $L(D,\ G)$ を計算していた．

そこで新しい試みとして，射影空間 $\boldsymbol{P}^2$ ではなく，良く性質がわかった代数曲面，例えば Hirzebruch 曲面 Σ_n 上の代数曲線を考察の対象とし，$\Omega(D,\ G)$ 及び $L(D,\ G)$ をより見通し良く計算する方法を研究した．

参 考 文 献

Goppa, V.D. (1988). *Geometry and Codes,* Kluwer, Dordrecht, Netherlands.

フランスにおける統計ソフトウェアの開発・利用環境

大 隅 昇

フランスにおけるデータ解析 (Analyse des données) と，それに関連した統計ソフトウェアの動向について報告した．フランスでは米英とは異なるデータ解析研究の進展が見られるのであるが，これについて国内で知る機会は乏しく，断片的に情報を得ることはあっても，その全体像を掌握することには困難があった．フランスでは，J.P. Benzécri を源流とするいわゆるデータ解析の研究者集団があるが，これら研究者達の関心は主に，① 対応分析法 (Analyse factorielle des correspondances : AFC)，② 自動分類法 (Classification automatique) などの研究とそのソフトウェア開発にある．とくに AFC は数量化法第III類と同等の方法として知られるが(その導出，登場の思想的な背景には大いに差異があるが，数理的には同等)，これについての種々の解析的な検証の段階を経て，最近は他の関連手法との関係を調べるなどの研究が広く見られるようになってきた．その主な研究方向を整理すると，① 各種の類似手法の統一化(特異値分解等により統一すること)，② 2元表の解析から多元表 (multiway-table) への一般化，③ 分割表の各種連関性指標との関連性 (Goodman-Kruscal, Gram-Williams の partial τ 係数な

ど)，④ 対数線形モデル（LLM）との関連性，⑤ Goodman の RC-Association モデルとの関係などがある．とくに ④，⑤ については，LLM により交互作用項を検出した後，AFC をモデルの残差検討や交互作用パラメータの解釈に併用するなどの方法やそのアルゴリズムが考えられている（以上については Tenenhaus and Young (1985), Goodman (1986), Lauro et al. (1989), Van der Heijden et al. (1989) などを参照)．一方，自動分類の分野では，グラフ理論の考え方を応用した大量データの階層的分類法や，階層的・非階層的分類を融合させたハイブリッド方式の分類法などの研究で独自の展開が見られる．これらに関連した各種のデータ解析ソフトウェアが多数あるが，これの流通をすみやかに行うための組織化に特色があり，CISIA (Centre International Statistique et d'Informatique Appliquée), MODULAD といった組織の活動も活発である．また Rennes, Toulouse, Montpellier などの各大学や研究機関でも独自のデータ解析ソフトウェアの開発を進めており，これらは上記の機関などを通じて研究者に利用の便が図られている．筆者もフランス滞在中に，マイクロコンピュータ対応のデータ解析ソフトウェア(対応分析，分類手法など）を開発して，こうした機関のライブラリに登録するという開発作業を進めることができた．

参 考 文 献

Goodman, L.A. (1986). Some useful extension of the usual correspondence analysis approach and the usual log-linear models approach in the analysis of contingency tables, *Internat. Statist. Rev.*, **54**, 243-309.

Lauro, N.C. et al. (1989). Correspondence analysis and log-linear models in multiway contingency tables study —Some remarks on experimental data—, *Metron*, **40**, 213-234.

Tenenhaus, M. and Young, F.W. (1985). An analysis and synthesis of multiple correspondence analysis, optimal scaling, dual scaling, homogeneity analysis, and other methods for quantifying categorical multivariate data, *Psychometrika*, **50**, 91-119.

Van der Heijden, P.G.M. et al. (1989). A combined approach to contingency table analysis using correspondence analysis and log-linear analysis, *Appl. Statist.*, **38**, 249-292.

Likelihood Estimation of Directional Interaction

種　村　正　美

空間に配置された各点に方位が付与されているとする．ここでわれわれの興味は個々の方位データが示す空間パターンにあり，その特徴抽出やモデルの当てはめが本研究の目的である．

有界領域 V の空間に散布された N 個の点の位置座標 $\boldsymbol{X}\equiv(\boldsymbol{x}_1, \boldsymbol{x}_2,\ldots, \boldsymbol{x}_N)$ が与えられているとし，各点には方位ベクトル $\boldsymbol{S}\equiv(\boldsymbol{s}_1, \boldsymbol{s}_2,\ldots, \boldsymbol{s}_N)$ が付随しているとする（$\boldsymbol{s}_i\in\Omega$, $|\boldsymbol{s}_i|=1$, $i=1,\ldots,N$; Ω は角度空間)．いま，点 i と j の位置座標と方位ベクトルに対して相互作用ポテンシャル $\Phi_\theta(\boldsymbol{x}_i, \boldsymbol{x}_j\,;\, \boldsymbol{s}_i, \boldsymbol{s}_j)$ が働き，与えられた $\boldsymbol{X}$ および $\boldsymbol{S}$ がこのポテンシャルの下での Gibbs カノニカル分布に従うと仮定する．ここで簡単のために，相互作用は「隣接する」点間 i, j にのみ働き，しかもそれらの距離には依存せず，二点 i, j の方位ベクトルの関数として表されるというモデルを考え，

$$\Phi_\theta(\boldsymbol{x}_i, \boldsymbol{x}_j\,;\, \boldsymbol{s}_i, \boldsymbol{s}_j)=f_\theta(\boldsymbol{s}_i, \boldsymbol{s}_j), \qquad (i, j):\ \text{隣接対}$$

とする．このとき，対数尤度は

$$\log L=-\sum_{i<j\,;\,\mathrm{n.n.}} f_\theta(\boldsymbol{s}_i, \boldsymbol{s}_j)-\log Z(f_\theta\,;\, N)$$

と表され，$Z(f_\theta\,;\, N)$ は規格化因子である．ここで $\sum_{i<j\,;\,\mathrm{n.n.}}$ は隣接対についての和を表す．また，上記の仮定により，$Z(f_\theta\,;\, N)$ には位置座標に関する積分は現われない．各点の隣接点数が一定の場合，この $Z(f_\theta\,;\, N)$ が厳密に求められることがある．