

統計物理と統計的推定

伊庭 幸人

統計モデルの大規模化, 非ガウス化にともなう, 統計物理と統計的推定の関連が注目されている。たとえば, 非ガウスや離散の画像モデルに対しては, ABIC, 事後分布, 最尤解等を求めるためにメトロポリス法が効果的に使用できることが示されている (Geman, S. and Geman, D. (1984), Marroquin et al. (1987), Ogata (1988), 尾形 (1988))。

この分野で以下のような研究を行ない, 報告会では, その動機と内容について概略を述べた。

1. 最も簡単な離散モデル (イジング模型) による画像処理問題を取りあげ, 基礎的な問題点を調べた。
2. 統計物理の代表的近似法のひとつである平均場近似を画像処理に適用することを試みた。
3. 画像以外の問題における統計物理アナロジーの可能性を探った。特に, 離散ラベルを持つ分類問題について研究した。

参 考 文 献

- Geman, S. and Geman, D. (1984). Stochastic relaxation, Gibbs distributions and the Bayesian restoration of images, *IEEE Trans. Patt. Anal. Mach. Intell.*, **6**, 721-741.
- Marroquin, J., Mitter, S. and Poggio, T. (1987). Probabilistic solution of ill posed problems in computational vision, *J. Amer. Statist. Assoc.*, **82**, 76-89.
- Ogata, Y. (1988). A Monte Carlo Method for the objective Bayesian Procedure, Research Memo. No. 347, The Institute of Statistical Mathematics.
- 尾形良彦(1988). モンテカルロ法による客観ベイズ法, 昭和62年度研究報告会要旨, 統計数理, **36**, p. 110.

統計教育・情報センター

"自然体験" による子供の心の教育効果に関する一考察

千野 貞子

現代の技術革新による都市化, それに伴う核家族化や環境破壊による緑地の減少等は, 子供達から活発な身体活動の機会や, 自然から得られる直接体験の場を奪っている。これを補うためには, 子供達を意図的に大自然の中に連れ出し, 自然の中での集団生活を媒体とした教育活動を実践していく野外活動が必要である。野外活動における生活体験は, 生活適応力と創意工夫の能力を高め, 自主性, 協調性を養い, 体力や忍耐力の強化に役立つであろう。この効果を検証するためには, 子供の実態把握と共に心理面での客観的な評価法を得ることが必要である。このため, 著者等は, 1984年より"国立那須甲子少年自然の家"を通して, 関東一円の小中学生に対し, 自然体験, 生活習慣に関するアンケート調査を継続的に実施し, 1987年には, 台湾の同世代と比較するなど, 多角的な視点からの研究を目指してきた。本報告では, 特に, 子供の性格把握という面から, 自然体験を通して子供の性格がどのように変わっていくかを探る糸口として, 質問の回答による性格評価の問題について論じた。

まず, 行動力, 忍耐力, 感受性の3視点から, それぞれを表すような内容の質問(16問)を設定し, その回答をもって子供自身の性格自己評価とした。一方, 担任教師には, その子供の行動力, 忍耐力, 感受性について, 3段階の優劣評価の記入を依頼した。解析法としては, 子供自身による性格評価と教師からの評価との関連度を赤池の情報量規準(AIC)を用いて計り, この尺度値に基づいて最小次元解析(林のMDA-OR)手法を行なった。結果は, 行動力や感受性を代表する項目のクラスターが, 二次元布置として, かなりはっきり認められた。この結果から, 質問の回答を通して子供の性格をある程度, 類型化

する事が可能となり、自然体験による子供の心の変化に踏みこむ糸口が作られた。

本研究は、昭和 63 年度 統計数理研究所 個別共同研究 (63-共研-86) 「『自然体験』による子供の心の教育効果に関する統計的研究」によるものであり、統計数理研究所 研究レポート No. 66 及び 67 に報告した。

最尤推定量に含まれない情報の一部蘇生について

平野 勝 臣

標題に関する報告の要旨について述べる。近年、このテーマについて種々の角度から研究されているし、また、よく知られたものである。出発点は Fisher (1925, 1934) の次の指摘である。すなわち『母数 θ の MLE $\hat{\theta}$ に含まれない情報は尤度の θ に関する 2 回微分で部分的に回復し、それは補助統計量として扱われる』。

θ についての推定は推定値 $\hat{\theta}$ とその標準偏差を知ることと考える。 l_{θ} を対数尤度、 a を補助統計量とする。Efron and Hinkley (1978) は Cox (1958) の例を用いて、 $\hat{\theta}$ の漸近分散 $I_{\hat{\theta}}^{-1}$ の近似値として、 $\text{Var}(\hat{\theta} | a) \approx -\dot{l}_{\hat{\theta}}^{-1}$ を用いる利点を述べ、1 母数の translation family で成立することを示した。Amari (1982) は曲指数型分布族に於いて曲率方向の補助統計量が有効で、 $-\dot{l}_{\theta}$ から求まると述べ、示している。これらの考察は標本の情報が $(\hat{\theta}, a)$ にあると述べているわけである。

我々は inverse Gaussian 分布 $I(\mu, c^{-2}\mu)$ (c は変動係数で既知) が 2 母数の inverse Gaussian $I(\mu, \lambda)$ の族の中で双曲型の曲指数型分布族であることから、 $\theta = \log \mu$ と変換したモデルを用いて詳細に検討した。そこでは $\text{Var}(\hat{\theta} | a)^{-1} \approx -\dot{l}_{\hat{\theta}}$ が成立し、 $\dot{l}_{\hat{\theta}}$ が exact ancillary であること等がわかった。また Hinkley (1977) のモデルでは仮定が不自然であることを指摘し、我々のモデルではその様な仮定を必要としないことを報告した。これは Hirano and Iwase (1989) に基づいている。

参 考 文 献

- Amari, S. (1982). Differential geometry of curved exponential families—curvatures and information loss, *Ann. Statist.*, **10**, 357-385.
- Cox, D.R. (1958). Some problems connected with statistical inference, *Ann. Math. Statist.*, **29**, 357-372.
- Efron, B. and Hinkley, D.V. (1978). Assessing the accuracy of the maximum likelihood estimator: Observed versus expected Fisher information (with discussion), *Biometrika*, **65**, 457-487.
- Fisher, R.A. (1925). Theory of statistical estimation, *Proc. Camb. Phil. Soc.*, **122**, 700-725.
- Fisher, R.A. (1934). Two new properties of mathematical likelihood, *Proc. R. Soc. A*, **144**, 285-307.
- Hinkley, D.V. (1977). Conditional inference about a normal mean with known coefficient of variation, *Biometrika*, **64**, 105-108.
- Hirano, K. and Iwase, K. (1989). Conditional information for an inverse Gaussian distribution with known coefficient of variation, *Ann. Inst. Statist. Math.*, **41**, 279-287.

有限型フォン・ノイマン環の相対エントロピー

吉田 裕 亮

Pimsner and Popa (1986) により導入された有限型フォン・ノイマン環 M の、その部分フォン・ノイマン環 N に対する相対エントロピー $H(M|N)$ について研究を行なった。主に、一般の有限型フォン・ノイマン環 M とその部分フォン・ノイマン環 N において、 M が因子環の場合にどのようにして環元されるかということ、及び M から N への条件付き期待値の分解を考えることにより相対エントロピー $H(M|N)$ の計算において有用な公式が幾つか得られた。