昭和44年度研究発表会アブストラクト

と　き：　昭和45年3月25日，午前10時～午後5時

ところ：　統計数理研究所講堂

あいさつ　　　　　　　　　　　所長　末綱恕一

昭和44年度第1研究部研究概要，その他

松下　嘉米男

第一研究部の共通課題としては「動的モデルのもとでの多次元的決定問題」と「現象解析における統計のあり方と統計の全体系における各種理論の位置づけ」の研究を行っている．

各研究員の研究題目を列挙すると次のようである。

- ○　多次元決定問題（松下，藤本，鈴木，早川）
- ○　サンプルからの情報量としてのアフィニティの研究（松下）
- ○　各種統計的方法の適用性及び強靱性の研究（松下，赤池，藤本，高橋，鈴木（義），稲垣）
- ○　フィードバック系の統計的解析法の実用化の研究（赤池）
- ○　スペクトル解析の自動化の研究（赤池）
- ○　ノンパラメトリックの統計的推論（藤本，高橋，鈴木（義））
- ○　主観確率の実用化とその統計理論への適用（松下，藤本，長坂）
- ○　事前分布の扱い方の研究（藤本）
- ○　乱数に関する研究（高橋，長坂）
- ○　漸近理論（鈴木（義），稲垣）
- ○　多変量解析における固有根の分布論（早川）

一様収束性をもつ推定量の漸近分布の特徴付け

稲垣　宣生

大標本にもとづいて，母数 θ を推定量 T_n で推定する場合，その漸近分布が問題になる．

(1)　$P_\theta\{\sqrt{n}(T_n-\theta)<y\}\to L_\theta(y)$，$(n\to\infty)$．

普通，(1) のような型で，漸近分布 L_θ をもつが，実際に L_θ が使えるためには，次のような収束の一様性が必要である．

(イ)　母数 θ に関して

母数 θ は未知であるから，T_n を θ の代りに使用する場合，ある精度に必要な標本数が母数によらないこと．

(ロ)　観測値 y に関して．

$\sqrt{n}(T_n-\theta)$ の値が，標本数 n に（確率的に）依らないこと．

(イ)(ロ)の条件，つまり (1) の収束が，(θ, y) に関し一様であるとき，T_n は一様収束性をもつ推定量であると呼ぶ．標本分布の密度に関しての，ある正常な条件の下で，最尤推定量 $\hat{\theta}_n$ は一様収束性をもっていることが示されるが，更に，この一様収束性をもつ分布の間では，最尤推定量が，漸近的に最も効果的であることが示されている．つまり，任意の $\delta>0$ に対し，

(2)　$lim\, P_\theta\{\sqrt{n}|\hat{\theta}_n-\theta|<\delta\}\geqq P_\theta\{\sqrt{n}|T_n-\theta|<\delta\}$．

ところが，同一条件の下で L_θ は convolution でかける，すなわち

(3)　$L_\theta=G_\theta * \Phi_\theta$

ここで Φ_θ は，$\sqrt{n}(\hat{\theta}_n-\theta)$ の漸近分布で $N(O, I(\theta)^{-1})$ に従う．$I(\theta)$ は Fisher の情報量．

ということを示した．大ざっぱな云い方をすれば，

(4)　$\sqrt{n}(T_n-\theta)=\sqrt{n}(T_n-\hat{\theta}_n)+\sqrt{n}(\hat{\theta}_n-\theta)$

において，$\sqrt{n}(T_n-\hat{\theta}_n)$ と $\sqrt{n}(\hat{\theta}_n-\theta)$ が漸近的に独立になることから (3) を示した．(3) から (2) を導くことは，Φ_θ が unimodal density をもつことから容易に示される．

順序統計量のノンパラメトリックな応用，その他

高橋　宏一

1.　順序統計量のノンパラメトリックな応用 (1)

母集団の分布型がわからないときでも平均値の推定に特性値の実際に観測された第2次標本の第1次標本（特性値は観測されない）に於ける順序のもつ情報を利用する研究を行なってきた．

現在は，その一つとして，m 組の大きさ n の標本のたとえば最小値の観測値が得られたとき m が或る程度大きい場合に元の母集団の平均の推定法を研究している．このとき母集団の分布型は未知であることが特徴である．

2. 順序統計量のノンパラメトリックな応用 (2)

母集団のある特性値の平均を推定するためランダムサンプルが得られたとする．もし母集団の各個体が空間的或いは時間的に配置されていて抽出された個体が，その近くにあるいくつかの個体と一緒にして特性値についての大小順位が容易に得られるような場合にはその情報を推定に利用すべきである．この情報の利用法について研究中である．

観測個数がランダムな場合の Kolmogorov の D-統計量について

鈴木義一郎

$X_1, X_2, \cdots, X_N$ を同一の連続分布 F に従う独立な確率変数列，観測個数 N は平均 λ のポアソン分布に従う確率変数で各 X と独立とする．$F_n(x)$ をサイズ n のサンプルからの経験分布函数として

$$F^*{}_\lambda(x) = \frac{N}{\lambda} F_N(x)$$

を定義する．$\beta(t)$ は $[0.1]$ 上の右連続非減少函数で，β の共役函数 $\bar{\beta}$ を $\bar{\beta}(t)=1-\beta(1-t)$ で定義する．目的は $\alpha_\lambda{}^*(\beta_1, \beta_2)=P_r\{\bar{\beta}_2[F(x)] \leqq F_\lambda{}^*(x) < \beta_1[F(x)], -\infty < x < \infty\ \beta\}$ を計算することである（F には無関係!!）。β が線形の場合が Kac の提示した統計量（Kolmogorov の D-統計量でサンプルサイズ n の部分をポアソン確率変数で置き換えたもの）になる．Kac がこのように修正した意図は D-統計量の極限分布は函数解析的にエレガントに証明しようという点にあったと思う．ところが最近有限な λ に対する Kac の統計量の確率分布に対する結果（勿論 β が線形で片側の場合）がいくつか報告されている。$F^*{}_\lambda$ を使わなくとも実用上は $F_N(x)$ を用いれば良いから D-統計量の分布で話が済む筈である．そこでこの類の議論を一掃する為に，一般の β_1, β_2 の場合でも吾々が前に示した D-統計量に対しての一般的計算法が適用可能なことを示したい．即ち

$$\alpha^*{}_\lambda(\beta_1, \beta_2) = \sum_{n=m_1}^{m_2} \frac{\lambda^n e^{-\lambda}}{n!} P_r\{\mu_k{}^{(\lambda)} \leqq U_k{}^{(n)} < {}^\lambda{}_k, k=1, 2, \cdots n\}$$

但し $U^{(n)}{}_k$ はサイズ n の $[0, 1]$ の一様分布からの k 番目の順序統計量で

$$m_1 = [\lambda\bar{\beta}_2(1)]+1,\ m_2 = [\lambda\beta_1(1)]-1$$

$$\mu_k{}^{(\lambda)} = \min_{0 \leqq t \leqq 1} \left\{t : \beta_1(t) \geqq \frac{k}{\lambda}\right\}$$

$$\nu^{(\lambda)}{}_k = \bar{\beta}_2(t) \leqq \frac{k-1}{\lambda}$$

$\beta_1=\infty$ の場合には $m_2=\infty$ となるが，その場合には片側の D-統計量に対する場合と類似の漸化式を導出できるのでより簡単な計算法に還元できる．

スペクトル解析の自動化

赤池弘次

従来のスペクトル解析の方法は，いわゆるラグウインドウ（スペクトル推定のために標本共分散関数に乗ずるウェイト）に強く依存し，そのウインドウの定数の決定が極めて主観的であるためにこれを自動化することは全く困難であった．これに対して時系列の自己回帰表現を利用する推定法が考えられたが，この自己回帰の次数の決定に困難があった。

筆者は1ステップ先の予測の2乗平均誤差（これを final prediction error 略して FPE と呼ぶ）を制御することを考え，これを最小にするような次数を与える方法（minimum FPE procedure）の実用化を行った．この方法のパワースペクトル推定への利用は，推定値の（平均値に対する）相対的な2乗平均誤差の周波数軸上の全積分を制御することが示され，その実用的な計算方法と実例とが第3回ハワイ国際システム科学会議で報告された．

この方法は，通常のような事前情報のない場合には，従前の方法に比べて遙かにすぐれた結果をほとんど自動的に与えることが多くの実例によって確認されている．

ランダムネスの理論的特徴付けと実際面への応用，その他

長坂建二

1. ランダムネスの理論的特徴付けと実際面への応用

確率論および統計の基礎となる一様分布列及び乱数についての研究を行なってきた．

一つは使用目的によっても使用乱数へのランダムネスの要求の程度が違うことを考慮に入れて，その目的別のランダムネスの検定について考え，特にモンテカルロ法に対するテストとして，理論的に有力なテストとしては，ディスクレパンシーによるものがあるが，それと実際の発生機構との関係について調べた．

第二には，数論の方面から，θ^n の列に対する一様分布の条件等や，有限オートマトンや言語との関係について研究した。

2. 最適制御，その他

微分方程式系で記述される拘束条件の下で，ある汎函数を最大とするような最適コントロールの必要条件を，コントロール領域が有界である場合について調べ，更に

その拡張として，白色雑音の入った場合を考えた．又他に，多元環の表現論や，フィデューシャル法と不変性等についても調べた．

3.　一様分布の特徴付け

無限実数列を標準的全射により，実トーラス上に埋めこみ，そこでのワイルの意味での一様分布の特徴付けと，ワイル列の発生のアルゴリスムについて調べ，更に実際に近似的に発生させるプログラムを考え，HITAC 5020 用にコーディングさせた．

事前確率分布の推定とその利用について

藤本　熙

$X^{(n)}=(X_1,\cdots X_n)$ が $F(x)=\sum_{i=1}^{r}\omega_i F_i(x)$ からのランダム標本と考えられ，$F_i(x)=P(X\leqq x|\theta=i)$ を既知とするとき，$X^{(n)}$ から $\omega_i=P(\theta=i)$ を推定する問題について既に触れ，またその適用を含めた議論は「ベイズ的方法とその統計に果す役割」という課題で行なった統計数理研究所主催のシンポジウムで述べた。尚その折の討論から得られたものを参考に今迄の結果を改良することを考えている。

×　×　×

選挙・調査法・世論

西平重喜

本年度もいままでの研究テーマを継続し，その積み重さねによる結果をとりまとめた．

まず選挙につこては，西ヨーロッパ諸国の選挙の実態研究と，それにもとずく，日本における比例代表制の具体案をつくり，出版した（選挙の国際比較――西ヨーロッパと日本，日本評論社，1969年）．また1969年12月27日の衆議院議員選挙について結果の分析（自由，1970年3月号）と，毎日新聞社の選挙予想に協力した．この予想はジャナリズムの上からは，今までにくらべてよくなかったが，サンプリング理論や社会調査法という点からは，いわば理論通りの結果ともいえる（当研究所の第2回シンポジュウムの記事参照）。

社会調査法については，彙報に「その6」をとりまとめ，また別に1，2の仮説を提示している。

調査の結果については，1968年度の第IV次国民性調査の結果を分析し，他の委員とともに，報告書の原稿をとりまとめた（日本人の国民性（その2），至誠堂1970年春刊行予定）。また宗教調査（1968年度の科学試験研究費）により，日本人の宗教についての意見・態度および国際比較をおこない，1，2の発表をしたが，この研究所のAnnals の Sup. VI に正式の発表をした．ほかに東京定期調査（EF）や毎日新聞の世論調査を通じて，いわゆる70年代を迎える日本人の意見の分析をおこなっている．

×　×　×

昭和44年度第2研究部研究概要，その他

林　知己夫

第2研究部・他の部の有志は次の研究を行なった．

(イ)　日本人の国民性に関する統計的研究（林，鈴木（達），青山，西平を中心とするもの）

昭和43年に行なった第4回調査までの結果を分析し，これをまとめることを行なった．数研研究レポート23，を発表，また日本人の国民性 II（至誠堂）を45年に刊行予定

(ロ)　EF の調査（林，鈴木（達），西平を中心とするもの）

マスコミの効果に関する研究として昭和29年来継続調査を行なっているが EF XXX II（春），EF XXX III（秋）の2回の調査を行ない分析した．

(ハ)　回答誤差のある場合の統計的分析法の研究（林，鈴木（達），高橋を中心とするもの）

これは文部省科学研究費の一般研究によるものである．回答の統計的モデルを構成し，このパラメーターを推定するための研究であって，どの様な調査を行ない，どう推定を行なうかが問題の中心となる．ここでは，自記式による3回同一人調査を計画した．自記式は，調査員の誤差が入りこまぬため，同一人3回調査はパラメーター推定のための条件である．岐阜において調査を行なう．

私としては，統計数理の基礎――特に推定構造のモデル化，数量化の基礎的考察――，数量化の研究――距離と次元に関する研究，分類における数量化の研究，一対比較法の多次元的展開に関する数量化研究――，回答誤差モデルの研究，動く調査対象集団に対する標本調査の問題（石田，新潟大農演習林と共同）――野兎の総数推定に関する研究，雉の総数推定に関する研究――，政治意識に関する統計的研究――政党支持をめぐる諸問題――，選挙予測に関する研究（朝日新聞世論調査室と共同）――衆議院総選挙に関する予測――，標本調査計画の問題（NHK 放送世論調査所，日本女子大との問題を含む，医学における統計的諸問題（駒沢，日本医大木村内科，順天堂眼科，公衆衛生，慈恵大第一内科，東京循環研協，国鉄中央保健管理所，日立コンピュータ事業部と共同），市場調査における統計諸問題を研究した．

予測領域の決定について，その他

野 田 一 雄

予測問題において，現在時点における（補助）変量 X（一般に多変量）を観察して，将来時点における変量 Y（一般に多変量）が如何なる領域に実現するかという予測領域の決定が問われることがある。その場合，一定の制約条件のもとで，例えば平均 volume をある限界内におさえて，所与の目的関数，例えば平均確率を最大にするなどが考えられて，(X, Y) の分布 F が既知であれば，かかる意味において最適な領域 $D_F(X)$ は一般的な条件の下で定まる．F が未知の場合，別に事前情報（第2次サンプル）をとってその推定量を求めることが考えられるが，ここではベイズ推定量およびミニマックス推定量を求めることを考えた．ミニマックス推定量については，不変原理を利用して解くことが通常の方法であるが，ここではベイズ推定量の極限表示として表わされることがいえる．不変性についての問題は現在，拡張的に考究中である．

回答誤差のある場合の統計的分析法，その他

鈴 木 達 三

本年度は，研究室の継続研究である「マスコミュニケーションの効果に関する研究」のため，前年度に引つづき東京23区で第32回（春），および33回目（秋）の調査を実施した．（結果は数研研究リポート25参照）

また，文部省科学研究費（一般研究C）による回答誤差のある場合の統計的分析法の研究調査を岐阜市において実施している．これは，回答変動の統計的性質をとらえることを目的にして前後のパネル調査として企画した．調査の間隔は4ケ月であり，前調査を44年10月に，第2回目の調査を45年2月に実施したので現在結果を整理分析中である．

この研究に関連して，前年より引続き，「回答変動の模様，および回答機構の問題について研究を進め，一部を彙報に発表した．（高橋宏一氏との共同研究）．また，面接調査法と，自記式調査法との比較研究をおこなっている．

自記式調査では回答者の確認手段がなく，調査結果は信頼できないといわれていたが，調査の企画上それほどの困難もなく，十分信頼できる調査が実施できることがわかった．また，結果を面接調査と比較してみると，質問項目の形成によっては，かなり変化する場合もあり，そうでない場合もある．比較調査にとり上げた質問項目が「国民性調査」の諸項目だけであるから，まだ全体的な様子は明らかでないが，面接調査にくらべ自記式調査では回答選択肢の形式，内容等が結果により影響を与えているようにみえる（結果の一部は数研研究リポート24参照）．

このほか，これまでの「国民性調査」の結果をまとめ，英文の概要を研究所の Annals に発表し，本報告書も近い将来発表される（至誠堂から「日本人の国民性」として発刊の予定）．

First collision 的定式化，その他

今 井 晴 男

1. First collision 的定式化

分枝過程のように，ある時点から同じプロセスがくり返されるとき，recursive な式を作るのが，現象を記述するとき最も簡単な方法である．この場合，最初の分裂によって分ける first collision 的定式化と，最後の分裂によって分ける last collision 的見方が考えられる．それによって同じ現象が異なる形に記述される．この2つの記述を Galton-Watson 過程の消滅時間に用いて，消滅時間の平均についての結論が容易に得られることを導びく．

Galton-Watson 過程が連続マルコフ分枝過程にうめこめる条件を調べるひとつの試みとして，離散的プロセスから極限に行って，連続分枝過程を作ることを考えてみる．ある生成関数の列の極限として得られるものが，うめこめる条件であるとの予想にもとづく．

2. システムの状態推定と制御

マルコフ的システムの状態推定と最適制御について，独立な外乱と誤差をもつ線形システムで状態の2次形式と制御の2次形式の和の形の criterion では，最適線形制御は，状態の最小2乗推定 $\hat{x}_K$ の線形関数にとれる．ガウス過程ならば，非線形制御でもその形にとれる．この separation principle をもう少しくわしく調べる．これは設計計算上有効な事実である．

通信網における交信障害の統計的解析 II

樋 口 伊佐夫

前年度にひきつずき，降雨モデルによる通信網における雑音障害について，モンテカルロ法による計算を行なった．それによって多ルートの場合の切替え効果の統計的把握と，その検討法に関する研究を行なった．

降雨モデルに関し，ランダムパターンの移動ということに着目して，新たにランダムな動きをみせる連続体の解析をはじめるための準備的考察を行なった．

相関を表わす母数と相關

柳 本 武 美

二次元の分布族 $F_\alpha(x, g)\ \alpha\in\lambda$ には位置母数，尺度母

数等と共に，相関を表わす母数が含まれる．今$F_\alpha(x,y)$ $\alpha\in A\subset R^1$ を考えて，α が相関を表わす母数であるとしよう．具体的な形として二次元正規分布，"Farlie type" 等数多く提示されている．そして順位相関を用いての検定の efficiency を比較するのに用いられる．

ところで α が相関を表わす母数であるといってもそれは直観的なものである．F_α が $\alpha=0$ の時独立な分布であれば F_α $\alpha>0$ は正の相関を持つとされるが，数学的，統計的にどのような意味で正の相関をもつかは検討を要する．さらに $\alpha'>\alpha$ の時 F_{α}' が F_α よりどんな意味で相関が大きいかを調べておく必要がある．

正の相関については最近研究が行なわれ，強弱の正の相関を持つ分布族が提示され，その性質が調べられている．そしてその拡張として相関の大小についても調べられている．

具体的にいろんな分布を調べてみると，多くの場合相関の母数は正の相関と強い意味で関係することがわかる．一方非常にチェックが難しい場合も多く，正の相関をもつ分布族についての新たな研究が必要とされることが解る．

半安定分布の domain of partial attraction.

清 水 良 一

$G(x)$ を分布関数（簡単のため対称な分布とする）とし，$G_0(x)=1-G(x)$ とおく．$c>1$ とし，

$$\lim_{n\to\infty} G_0(c^nx)/G_0(c^n)=\mathrm{M}(x), \qquad x>0$$

が存在するとする．$\alpha=-\log M(c)/\log c \quad (\geqq 0)$ とおく．

a)．$0<\beta<\alpha$ のとき G は β 次のモーメントをもつ，$\beta>\alpha$ なら G の β 次の絶対モーメントは存在しない．

b)．したがって，$\alpha>2$ のとき G は分散をもち，正規分布の domain of normal attraction に属する．

c)．$\alpha=2$ のとき G は正規分布の domain of attraction に属する．

d)．$0<\alpha<2$ のとき，G は指数 α の半安定分布の domain of partial attraction に属する．

e)．$\alpha=2$ のとき，Gはいかなる domain of partial attraction にも属さない．いいかえると，B_n をいかにとろうとも，$(X_1+\cdots+X_n)/B_n$ は退化していない分布に収束するようないかなる部分列をももたない．

$$G(x)=1-\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{\log(x+e)} \quad (x>0), \quad =\frac{1}{2}\frac{1}{\log(-x+e)}$$

$(x<0)$ がそのような分布の例である．この分布はいかなる次数（正または負の）のモーメントももたない．

f) さらに $d>1$ について，

$$\lim_{n\leftarrow\infty} G_0(d^nx)/G_0(d^n)=N(x), \qquad x>0$$

なら，$M(x)=N(x)$ である．とくに $\log c/\log d$ が無理数のとき，$M(x)=\lambda\cdot x^{-\alpha}$ とかける．そしてこのとき，G は $-M(x)$ を Poisson spectrum としてもつ安定分布の domain of attraction に属する．

これらの結果から，さらに，Poisson spectrum が concave であるような対称な半安定分布，とくに対称な安定分布がすべて unimodal であることが分る．

統計的最適制御問題，その他

村 野 信 弘

1. 線型最適時間問題

連立常微分方程式

$$\frac{dx^j}{dt}=f^j(x^1,\cdots x^n,u^1,\cdots u^r), \quad j=1,\cdots n \qquad (1)$$

で表わされ制御過程を考える．

ここで，x^j：制御過程を表わす変数，u^j：コントロール変数，t：時間，$t\in[t_0,t_1]$．$u^j=u^j(t)$ と初期条件 $x^j(t_0)=x^j{}_0$ が与えられれば (1) の解は一意的に求められる．

汎関数 $$J=\int_{t_0}^{t_1} f^0(x^1,\cdots x^nu^1,\cdots u^r)\,dt \qquad (2)$$

を考える．ここで $f^0(x,u)$ は与えられた関数．

$u^i=u^j(t)$ が与えられた時，制御過程の経過は一意的に定まり，(2) はある値をとる．J の最小値を求めることが最適制御問題であり，(1) が線形方程式で，かつ，(2) で $f^0(xu)\equiv 1$ のときが線形最短時間問題である．

2. 統計的最適制御問題

ある制御対象 (x) が，運動している他の対象 (y) を追跡する問題を考える．このとき，第1の対象 x の相空間における運動が連立常微分方程式

$$\frac{dx^j}{dt}=f^j(x^1,\cdots x^n,u^1,\cdots u^r), \quad j=1,\cdots,n$$

によって記述され，追跡される第2の対称 y の運動に関しては，その確率法則のみが既知で，さらに，この法則が Markov 的であって，いわゆるフォッカー―プランクーコルモゴロフ (Fokker-Planck-Kolmogorov) 形の方程式によっ記述されているものとする．このような場合の最適制御問題を考える．

非正規型現象についての統計解析

田 口 時 夫

経済，社会或は有機的自然現象に認められる競争原理に基づく諸状態を多元的動的に把握しようとする場合，主にイタリー学派の伝統を引く経験的或は直観的といえ

る諸方法が一つの可能性を与えていると考えられる.

然しその方法は猶数学的に不完全且殆ど一次元的立場に制約されているので，これを整理し多次元化しついで動態的方法に転化する事を試みた．具体的に集中曲線，平均差，平均偏差を多次元化しそれに基づいて相関関係及び相関関数を規定し略満足する結果を得た．此等の結果は又人口統計等に於て試みられているような重力ポテンシャル概念を導入することによって力学的に基礎づけられ，説明されるようである．

天然林生成過程の電子計算機による シミュレーションの研究

石　田　正　次

A.　研究目的

今まで実施してきた未開発林についての基本調査（高尾，チミケップ，トムラウシ，えびの九重）の結果から天然林構造を分析し，これが生成されたプロセスを発生，成長に関するいくつかの仮定のもとに電子計算機の中で再現させ，更に択伐，漸伐などの手を加えた場合，全体的な林相がどのように変化していくかを追跡するのが本研究の目的である．

B.　発生モデル

種子は林内に面積当り等確率でランダムに落下し，発芽する．実際は地域的な発芽率を考慮しなければならないが，今回は枯損モデルでこれをカバーすることにした．

C.　成長モデル

① 従来よく用いられた Logistic 曲線

$$\frac{dx}{dt}=ax+bx^2$$

を複数個体にひろげ，樹木の成長が

$$\frac{dx_i}{dt}=a_i x_i+\sum_j bij\, x^2_j$$

但し　x_i：　i 木の値（直径，樹高など）

t　：　時間

a_i：　i 木自身の生長常数

b_{ij}：　i 木と j 木との間のインターラクション（b_{ij} も入る）

に従うとする．

② 今まで測定された生長曲線のうちから樹種別に最も良いものを選んで，これを理想型

$$\frac{dx}{dt}=f(t)$$

とし，この $f(t)$ が隣接木の様子，地質，地形などによって影響されるとする．

D.　枯損モデル

i 木の枯損確率を

$$P_i=P(t,\ d_{ij},\ x_i,\ x_j\quad j=1,2,\cdots)$$

但し　d_{ij}：　i 木と j 木との距離

とする．

E.　Simulation とその結果

目下，上記の仮定のもとに大型電子計算機（HITAC-5020, FACOM-230/60）によりシミュレーションを行なっているが，計算時間が莫大（20 m×20 m の林分で最小1時間程度）であるために，現在出来ているのは，エゾ，トド，広葉樹の三樹種による北方モデルの一部のみである．

昭和44年度　第3研究部研究概要，その他

青　山　博次郎

本年度より第2研究室長は牧野都治となり，スエーデンへ文部省在外研究員として出張中の多賀第3研究室長は10月帰国した．

研究面についてのべると，第1研究室では図形情報の機械処理の研究，統計学のための数値計算法，Flow のスペクトル解析などの研究を行なった．第2研究室ではタンデム・キユーの研究，待ち一在庫模型についての考察，層化抽出法による母集団分散の推定，母集団に関する情報の推論への利用の研究などを行なった．第3研究室では ergodic なマルコフ連鎖の不変分布の研究，分類問題の研究，最適化問題の数値的方法の諸研究などを行なった．指導普及室では日常業務の他に，種類の推定，マルコフ分枝過程の研究などを行なった．

われわれの研究室では，特別研究として都市における地形災害の研究を行ない，このため横浜市の航空写真の判読と崖の実地調査によって崖の確認法，危険度判定法を探究している．また文部省科学研究費一般研究（昭和43年度より継続）による最適計画法の研究を継続実施し，その一環として昨年に引続き最適平面配置法の研究を新聞紙面作成を例として行ない，アイ・カメラ調査を実施した．この一般研究の中には，この他に所内研究員による数理計画法，各種情報のシミュレーション研究と乱数の研究，統計的推測と最適計画法が含まれている．

また来年度の準備のために野鳥の総数推定のための調査法について，測定器具や方法論の検討をすすめた．

他機関などへの協力・指導・援助としては文部省の PPBS 特別研究への援助，日本テレビにおける電子計算機を利用する衆院選挙開票速報の方法論についての指導援助などを行なった．

Gaussian flow のスペクトル，その他

窪 川 義 広

1. Gaussian flow のスペクトル

ergodic で，平均0の平均連続な実 Gauss 定常過程 $X_t(-\infty<t<\infty)$ より誘導される flow (T_t): $X_s(T_t\omega)=X_{t+s}(\omega)$ を考える．(T_t) より誘導されるユニタリ作用素の1径数群 (U_t) の *Hellinger-Hahn* 分解で生ずるスペクトル測度系，即ち *flow* (T_t) のスペクトル型を決定することを考察した．スペクトル型は最大スペクトル測度 μ と重複度 $V(\lambda)$ $(\lambda\epsilon R)$ でも記述されるが，測度 μ がある Gaussiau flow (T_t) の最大スペクトル測度である為の必要十分条件は $\mu*\mu\ll\mu$ である (Formin)，が，$\nu(\lambda)$ に関しては知られていないようである．: ergodic 実 Gaussian flow のスペクトル型，重複度 $\nu(\varDelta)$ は次の様になる．

$$\mu=\sum_p \underbrace{F*F*\cdots\cdots*F}_{p}$$ (F は対称な分布，* はたたみこみ)

$$\nu(\lambda)=\sum_{p=1}^{\infty}\nu_p(\lambda),$$ $\nu_p(\lambda)$ は $\lambda=\lambda_1+\lambda_2+\cdots\cdots+\lambda_p$ $(\lambda_1\geq\lambda_2\geq\geq\lambda_p)$ $\lambda_i\epsilon\, Car\, F$ と分解するやり方の数．

一般の flow(T_t) のスペクトル型はどうなるであろうか．最も興味のある場合の一つは，最大スペクトル測度がルベッグ測度ならば，$V(\lambda)=\infty$ $(a.e)$ か？ (Halmos の Lecture on Ergodic Theory の open problem)

2. Gaussin flow の同型問題

ergodic で平均0の平均連続実数値 Gauss 定常過程 X_t, X'_t $(-\infty<t<\infty)$ より誘導される flow (T_t), (T'_t) の同型問題は大変な難問らしいが解けると面白いだろう．X_t, X_t' の相関スペクトル測度が同値ならば，(T_t), (T_t) は同型である。(Kolmogorov) この逆は成立つであろうか？ 肯定的な解決が自然だと思うのだが．これを解く一つの方法として，伊藤清氏の考案による Multi_Wiener-Integral の構造の解明が考えられる．即ちこの問題は次の様な問題が肯定されるのと同等である：

(T_t) より誘導されるユニタリ作用素の1径数群(U_t), $L_2(\Omega)$ の Multi-Wiener-Integral による分解を $L_2(\Omega)=\sum_{n=0}^{\infty}\oplus M_n$ とする。もう一つの分解を $L_2=\sum_{n=0}^{\infty}\oplus M_n'$ $(U_t M_n'=M_n')$ とするとき，M_n と M_n' で U_t と U'_t はユニタリ同値であるか？

対称性の検定

渋 谷 政 昭

確率実ベクトルの2成分 (X, Y) の間の大小を次のように定義する： R を半平面 $\{(x, y); x>y\}$ に含まれる可測集合のある族とする．すべての $A\epsilon R$ にたいして $P(A)\geq P(A')$，ただし $A'=\{(x, y); (y, x)\epsilon A\}$，ならば $X>Y(R)$ という．これまでは，柳本武美とともに種々の R の選択およびその意義を論じてきた．

さて，2次元確率ベクトル (X, Y) の分布関数を $F(x, y)$ とする．(x, y) が対称であるという仮説

$$H_O: \quad F(x, y)=F(y, x) \quad -\infty<x, y<\infty$$

にたいしては

$$H_R: \quad X>Y\ (R_0)$$

という対立仮説が自然である．当然諸種の R にたいする検定の特性を論じなければならない．

これまでの文献では，$Z_1=X-Y$, $Z_2=Y-X$, または $Z_1=X/Y$, $Z_2=Y/X$ と定義し，独立な対 (Z_1, Z_2) について

$$H_Z: \quad Z_1>Z_2\ (R)$$

を議論しているようである．この $-x$ ような定式化は当然1次元確率変数の対称性の仮説

$$H_O: \quad f(x)=f(-x), \qquad -\infty<x<\infty$$

の検定問題と関連している．これの対立仮説には2成分間の確率的大小と関連の深い“正の偏り”の概念を導入しなければならない．

パタン認識の実験的研究

逆瀬川 浩 孝

1. パタン認識の実験的研究

活字のパタンについて，観測，特徴抽出，classification，判定誤差の統計処理の諸問題を実際に実験してみることにより，パタン認識の方法論を研究した．

2. IR をめざしたシステム開発の予備実験

大容量ファイルの storage, sorting の方法を研究するとともに，簡単な，会話 mode のシステムを試作した．

3. Normal form theorem (in the formal language theory) の研究

TYPE-1 grammar によって generate される，いわゆる context-sensitive language において，次のような normal form theorem が成りたつ．任意の type-1 grammar はその production rule が以下のようなものだけからなるような type-1 grammar と equivalent である．すなわち，すべての rule は $[\{V_N\smile V_N\cdot V_N\}\times V_N\cdot V_N]\smile[V_N\times V_T]$ の element である．

層化抽出法による母集団分散の推定

脇 本 和 昌

(1) 母集団を L 個の層にわけてその各層からの無作為標本にもとずく母集団分散の推定について論じた．いま i 番目の層 $(i=1, 2\cdots\cdots, L)$ からの n_i 個の無作為標本を $X_{i1}, X_{i2}, \cdots, X_{in_i}$ と書くことにし，また i 番目の層

のウェイトを w_i で表わすことにすると母集団分散の一つの自然な不偏推定量として

$$U_s{}^2 = \sum_{i=1}^{L} \frac{w_i{}^2}{n_i(n_i-1)} \sum_{k<l}^{n_i} (X_{ik}-X_{il})^2 + \sum_{i<j}^{L} \frac{w_i w_j}{n_i n_j} \sum_{k=1}^{n_i} \sum_{l=1}^{n_j} (X_{ik}-X_{jl})^2$$

が考えられる．但し $\sum_{i=1}^{L} w_i = 1,\ n = \sum_{i=1}^{L} n_i$ (総標本数) とする．この推定量について特に標本の配分が比例配分 $(n_i=nw_i)$ のときに，推定の精度についていろいろと論じた．

くわしい結果は当研究所 Annals に報告される予定である．

(2) 昨年度高橋宏一氏（第一研究部）と共同研究で考えていたものに標本の順序の情報を利用した層化抽出法にもとずく母集団平均値の推定方法があるが，ここではこの手法にもとずき母集団分散を推定した場合はどうなるかを (1) の特別な場合として考えた．

数量化におけるデータ処理についてその他

駒沢　　勉

1) 数量化の基本的な四つの方法に関して，コンピュータによるデータ処理を確立，FORTRAN IV でプログラミングした．

2) 昨年に引きつずき大動脈の動脈硬化に関する研究を行なった．硬化度の指標となる脈波伝播速度の自動計測法と家兎を用いて基礎実験を病理学的な見地から硬化要因の分析を行なった．

3) パターン認識の方法論および入力装置の開発を石田室長，逆瀬川研究員と共に研究．

待ち行列の応用

牧　野　都　治

(1) タンデムキューの研究

タンデム型（直列型）の待ち行列系は，生理管理の場などにおいて，とくに重要なタイプの1つであるが，有用な結果は，まだ余り多くは得られていない．

タンデム型では，第 i 段からの退去が，第 $(i+1)$ 段への到着となるのであるが，第 i 段からの退去間隔が（一般には）互いに独立にならないという難しさがある．そこで，いわゆる GI/G/I のようなタイプとは別に，G/G/1 の型のものを調べて，タンデムキューに適用することを試みた．

(2) 「待ち在庫」模型についての考察

加工食品など，いわゆる陳腐化を考慮しなければならない商品の在庫問題を，待ち行列の手法を用いて解析しようとするのが，ここでいう「待ち在庫」模型のねらいである．今年度は，S-s 型の在庫模型で，最大在庫を S 個，発注点を s 個，発注量を (S-s) 個とし，商品が入荷したとき，売れ残りがあれば，そちらから先に売却していくような模型だけを考察した．そして客の到着間隔が，平均 $1/\lambda$ の E_k 分布に従い，調達期間が平均 $1/\mu$ の E_l 分布に従うときの，陳腐化日数の分布を求め，また実用に供しうるように，平均陳腐化日数とあわせて涸渇率の数表を作成した．

ただし，

(陳腐化日数) ＝ (入荷した商品が売り切れるまでの日数)，

(涸渇率) ＝ (入荷直前に，在庫切れになっている確率)

である．

そして，これらの表は

$k=1,\ 5\ (1),\ l=1,\ 5\ (1),\ s=1,\ 10\ (1),$

$\rho=\lambda/\mu=0.1,\ 15.0\ (0.1)$

に対する数値が読みとれるようになっている．

最適化問題の数値的解法，その他

田　辺　国　士

1) 一次方程式の解法

Kaczmarz (1937) が提案した一次方程式の反復解法の一つ Projection 法の行動を非正則な場合について調べ，Generalized Inverse (G. I.) との関係を明らかにした．これを用いて確率行列の stationary point の計算，overdetermined な一次方程式の解，三対角行列を係数とする一次方程式の解の計算などに興味ある結果を得た．

さらにこの方法は方程式がヒルベルト空間からユニタリ空間への線型写像の場合にも適用可能で，G. I. とも同様の関係があり且，反復によってノルム最小の解が得られることを利用して Linear Dynamical System の Energy Optimal Control の解法を得る．又 Stochastic System の最適化への応用も調べている．

2) 非線型計画法

目的函数，許容域が convex でないときあるいは非線型の等式制約条件下でも働く Continuous Gradient Projection (C. G. P.) 法を開発，さらに 1) で述べた方法を用いて，大規模の問題における Feasible Direction (Gradient, Projection) の計算時間を大巾に短縮した．これを各種の近似式のパラメターの決定，連立方程式の解法，離散化した最適制御問題の解法，一般固有値問題の解法などに応用して興味ある結果を得た．

3) 情報理論と統計的決定理論との関係

種々の情報量と risk との関係を調べ，risk function 以外にもう一つ subcriterion をもつ決定理論を調べている．

エルゴーディックな マルコフ 連鎖の不変分布の推定，その他

多 賀 保 志

1. エルゴーディックなマルコフ連鎖の不変分布の推定

エルゴーディックなマルコフ連鎖の遷移確率行列を P とし，その不変分布 α を推定する問題を考えるとき，まづ P の推定量 $\hat{P}$ をつくり，$\hat{P}$ に対応する不変分布 $\hat{\alpha}$ をもって $\hat{\alpha}$ の推定量とするのは自然であろう．そこで，推定量 $\hat{\alpha}$ の平均二乗誤差 $E\{(\hat{\alpha}-\alpha)^2\}$ の評価式をつくり，それをなるべく小さくするような推定量 $\hat{P}$ をどのようにつくるべきか，ということを考えた．

2. 分類問題の研究

予め設定された l 個のクラスへの分類を行なう場合，それらに対応する l 個の未知分布関数 $F_1(x),\cdots,F_l(x)$ はある族 F に入っているものとする．

一方，大きさ n のサンプル $(x_1,\cdots,x_n)$ が，混合分布 $w_1F_1(x)+\cdots+w_lF_l(x)$ から事前にとられていれば，それにもとづいて $F_i(x)$ やそのウエイト w_i の推定が可能となる．$(1\leqq i\leqq l)$ そこでそれらを利用して，正しく分類する確率を最大にする最適分類法を推定することが可能となる．ただし，真の分布関数 $F_i(x)$ やそのウェイト w_i は可能な範囲のどこかにあると考えるから，当然ミニマックス推定を考えるべきであろう．

そこで，そのようなミニマックス推定を行なったときに生ずる危険関数（最適分類からのずれ）が，事前にとられたサンプルの大きさ n が大きくなるにつれて，0に収束するための十分条件（分布族 F に関する）を，なるべく一般的な立場から考察した．

種類（クラス数）の推定，その他

志 村 利 雄

1) 無限母集団の場合

無限母集団が可算無限個のクラスに分類されているとき，第1のサンプルにおけるサンプルのクラス数から大きさが第1のサンプルより大きな第2のサンプルにおけるクラス数を推定する問題

2) 有限母集団の場合

有限母集団が有限個のクラスに分類されているとき，非復元抽出サンプルのクラス数から母集団のクラス数を推定する問題

等を取扱った．

創立26周年記念講演会

昭和45年6月13日午後1時より創立26周年記念講演会が産経国際ホールで行なわれた．

非線型計画法―山登り法の考え方とその応用	第3研究部	田 辺 国 士
新聞記事のレイアウト―最適平面配置法	第3研究部長	青 山 博次郎
経済変動から宇宙船（アポロ）まで―時系列解析予測，制御―	第1研究部	赤 池 弘 次