

## A. 研究成果の概要

## (1) 「統計的モデルと統計量について」に関する研究報告

大和 元 (鹿児島大学理学部)

稲田浩一 (鹿児島大学理学部)

### 1. 研究目的

各種の統計的モデルに付随して現れる色々な統計量について、種々の特性量を利用した、色々な観点からの新しい知見の発見探索とその検討を、理論と応用の両面から行う事を目的とした。

### 2. 研究計画

本研究は平成14年度に下記の研究集会を開催した。遠隔地での開催に関わらず、多くの研究者が全国から講演のため或いは聴取のために参加し、興味ある新しい研究成果の発表とそれに対する討論が活発に行われた。

研究集会 : 統計的モデルと統計量について

研究分担者 : 大和 元 (鹿児島大学理学部), 稲田浩一 (鹿児島大学理学部)

期 日 : 平成14年10月17日(木) ~ 10月19日(土)

参加人数 : 約30名

会 場 : 鹿児島県市町村自治会館

### 3. 研究成果

本研究集会においては、上記の研究目的に沿った16件の研究報告が行われた。多変量解析の分野では4件の報告があり、多重比較について Bonferroni の不等式を用いた接近(講演1)、離散多変量モデルについて不完全標本の合併に基づく確率の推定(講演6)、多重共線性の下での多重回帰モデルにおける回帰母数の推定(講演12)が報告され、更に、共分散の置換による不変性の研究(講演16)が紹介された。対称統計量の研究に関して3件の報告があり、U-統計量の極限定理について従属確率変数列に基づく新しい解析法(講演14)、U-統計量を特別な場合として含むその線形結合について非 Berry-Esseen 型上限(講演2)および Edgeworth 展開(講演15)が報告された。インドからの訪問研究者による研究発表もなされ、順序付けられた categorical データに対するゲーム論的接近に基づく新しい解析法について研究成果が紹介された(講演3)。離散分布について興味ある4件の発表があり、多状態試行列における成功、失敗、或いは種々のパターンの同時確率(講演5)、確率生成母関数の多くの利用例の紹介(講演8)、及び、

離散複合確率分布についての興味ある漸化式（講演 11）が紹介された。更に、巨大数と微小数を処理する計算アルゴリズムの紹介とその離散型確率の計算への応用（講演 9）が報告された。分割表データの解析では、空間スキャン統計量と echelon を用いた解析法の比較が報告された（講演 4）。分布型が分からない時、分布探索に基づく推測の方法も紹介された（講演 10）。また、複数の位置母数について、gross errors の存在の下での、slippage rank 検定が紹介された（講演 7）。更に、医学関係の共用試験を基に、新しい統計学への模索が講演された（講演 13）。以上の様に、色々な角度から、多くの興味ある講演がなされ、これに対して活発な質疑応答が行われた。これらの研究交流は参加者に今後の研究の発展に大きな良い刺激を与えた。

本研究集会の講演者および講演題目は以下のとおりである。

- (1) 道家 暎幸（東海大学理学部）  
Bonferroni の不等式を用いた多変量多重比較についての一考察
- (2) 戸田 光一郎（鹿児島大学大学院理工学研究科 D3）、大和 元（鹿児島大学理学部）  
U-統計量の線形結合の分布の収束についての非 Berry-Esseen 型上限
- (3) Aditya Chattopadhyay（Department of Statistics, The University of Burdwan）  
Randomized Play the Winner Rule for Ordered Categorical Data: A Follow up Model
- (4) 栗原 考次（岡山大学環境理工学部）  
空間スキャン統計量と echelon を利用した分割表データの解析
- (5) 井上 潔司（統計数理研究所）  
Joint distributions associated with patterns, successes and failures in a sequence of multi-state trials
- (6) 布能 英一郎（関東学院大学経済学部）  
On estimating discrete multivariate probabilities by pooling incomplete samples
- (7) 垣内 逸郎（神戸大学工学部）、木村 美善（南山大学数理科学部）  
Slippage rank tests for k location parameters in the presence of gross errors
- (8) 平野 勝臣（統計数理研究所）  
続確率生成母関数の利用
- (9) 中村 忠（岡山理科大学総合情報学部）、平井 安久（岡山大学教育学部）  
巨大数・微小数を処理する計算アルゴリズムとその離散型確率計算への応用
- (10) 白石 高章（横浜市立大学大学院総合理学研究科）  
一標本モデルにおける分布探索による統計的推測論

- (11) 北野 昌志 (慶應義塾大学大学院理工学研究科 M2), 清水 邦夫 (慶應義塾大学理工学部), S.H. Ong (University of Malaya)  
離散複合確率分布の漸化式
- (12) 久保川 達也 (東京大学大学院経済学研究科), M.S.Srivastava (University of Toronto)  
Minimax empirical Bayes ridge-principal component regression estimators
- (13) 柳本 武美 (統計数理研究所)  
試験問題の母集団とその構築
- (14) 金川 秀也 (武蔵工業大学工学部)  
従属確率変数列に対する U-統計量の極限定理について
- (15) 大和 元 (鹿児島大学理学部), 野町 俊文 (都城工業高等専門学校),  
戸田 光一郎 (鹿児島大学大学院理工学研究科 D3)  
U-統計量の線形結合の Edgeworth 展開
- (16) 渋谷 政昭 (高千穂大学経営学部)  
置換不変性、部分置換不変性と共分散構造

## (2)「ファイナンスへの統計理論, 時系列解析及びそれらの応用」に関する研究報告

柿沢 佳秀 (北海道大学大学院経済学研究科)

谷口 正信 (大阪大学大学院基礎工学研究科)

### 1. 研究目的

本研究は統計的な視点からファイナンスの諸問題に接近することを主な目的として進められた。基礎過程は代表的な時系列 (離散型・連続型) モデルで記述されるため時系列モデル (線形非線形時系列, 強従属過程, 共和分過程, 拡散過程など) の統計的推測・検定問題を漸近理論により数学的に明らかにする, 及び, マルコフ連鎖モンテカルロ法によるコンピュータをベースにしたベイズ法, そして, 実証分析により検討することを目的とした。

### 2. 研究計画

本研究は平成 14 年度に下記の研究集会を開催し, 時系列・拡散過程と関わりのある研究者が新しい研究成果を報告し, 議論を重ねることによって遂行された。

研究集会: ファイナンスへの統計理論, 時系列解析及びそれらの応用

研究分担者: 柿沢佳秀 (北海道大学), 谷口正信 (大阪大学)

期日: 2002 年 10 月 23 日 (水) - 10 月 25 日 (金)

参加人数: 約 40 名

場所: 北海道大学 クラーク会館 2 階大集会室

### 3. 研究成果

本研究集会では上記研究目的に沿った 15 件の研究報告が行われ, ARCH 時系列 ((4),(15)), 拡散過程 ((11),(12),(13)), 空間時系列 ((5),(7)), 単一構造方程式における修正経験尤度法 (8), 共和分と分数和分過程 ((9),(10)), 時系列回帰の変化点問題 (2), VAR とベイジアン MCMC 法 (14), 及び, 離散時系列のスペクトル解析とウェーブレット解析 ((1),(3),(6),(7)) に関して新しい理論, 方法論が報告された。各講演に対して活発な質疑討論があり, 新たな問題提起もなされた。講演内容は以下のとおりである。

- (1) ベルンシュタイン多項式を応用し, ピリオドグラム平滑化法と MISE の意味で漸近的に同等な推定量を構成した。シミュレーション結果, 及び, 実データ例も報告。
- (2) 回帰モデルの回帰係数とその変化点の推定について正規循環 ARMA の場合に尤度比過程を調べ, MLE と BE の一致性と漸近正規性, そして BE の漸近有効性を示した。
- (3) ノイズを含む長記憶過程のノイズの有無に関する検定問題を取り上げ, ラグランジュ乗数検定の検出力が低い欠点を克服するためウェーブレット変換 (DWT) を導入。index  $d$  の推定法として DWT 分散近似式を利用した最小 2 乗法, 及び, 擬似尤度法も考察。
- (4) ARCH モデルを当てはめた後の残差 2 乗の系列から構成したランク統計量についての漸近理論を  $c$  標本問題に対し報告。
- (5) 空間時系列におけるギブスサンプリング法を用いたベイジアン分析について報告。
- (6) 振動過程な時変係数型 AR を定義。局所時間幅に AR を当てはめてスペクトルを時点毎に計算するが, 特に AR(1) を想定したときのそれと非常スペクトルとの誤差を議論。
- (7) 空間時系列における可分相関仮説を検定するための周波領域による統計量を提案し, その漸近分布を導出。シミュレーション結果, 及び, 脳データ解析も報告。
- (8) 単一構造方程式の推定に関して一般化モーメント法 (GMM; あるいは推定方程式法 (EMM) というべき) を修正経験尤度法 (MMEL) により改善できることを高次漸近理論か

ら主張し、特に制約数が多い場合に有力であることを報告.

(9) 非定常時系列の推定・検定を3段階アルゴリズムで行うことを提案し、実証分析例も報告.

(10) 漸近的にのみマルチンゲール差分性と条件付等分散性を満足するとき分数和分過程不変性原理について報告.

(11) 確率的ボラティリティモデルにおいて対数資産収益の分布の任意の次数の漸近展開公式を与え、特に明示的に表現するためキュムラント計算の視点から報告.

(12) 離散観測される小さな拡散過程 ( $\varepsilon$  で表す) に対しコントラスト関数を提案. その最小化推定量について  $\varepsilon \rightarrow 0$  と離散観測数  $n \rightarrow \infty$  (すなわち観測幅  $1/n$ ) の場合に一致性、漸近正規性とその有効性を示し、シミュレーション結果も報告.

(13) BS モデルのボラティリティが一定という仮定をおくことなく BS 公式が使えるようなモデルを考察.

(14) 株価収益率と取引量の関係を分析する目的で VAR を組み込んだモデルを与え、その因果性分析とインパルス応答関数分析をベイジアン MCMC 法で実証分析. MCMC では生成アルゴリズムの問題があり、1つの修正についても報告.

(15) ボラティリティの非対称性、危険中立的でない場合、誤差項の非正規性の3点に注意し、オプション価格の変動を捉えることができるかどうかを日経 225 に対して実証分析.

本研究集会の講演者及び講演題目は以下のとおりである.

柿沢佳秀 (北大) Bernstein polynomial estimation of a spectral density

塩浜敬之 (阪大) Asymptotic estimation theory for time series regression models with multiple change points

田中勝人 (一橋大) Wavelet methods for inference problems associated with long-memory signal plus noise models

S.Ajay Chandra(阪大) Multi-sample problem for ARCH residual empirical processes

Aditya Chattejee(広大; The University of Burdwan) A numerical Bayesian approach to time series in space

甫喜本司 (北大) 確率構造の変化の速度が局所定常なスペクトルの推定に及ぼす影響について

松田安昌 (新潟大), 矢島美寛 (東大) 多変量時系列における相関構造の検定について

国友直人 (東大) 経験尤度法と推定方程式法の改善について

瀧本太郎 (東北大), 細谷雄三 (東北大) A three-step algorithm for estimating and testing cointegrated ARMAX models

細谷雄三 (東北大) Fractional invariance principle

増田弘毅 (東大) Asymptotic expansion in Ornstein-Uhlenbeck-based stochastic volatility models

内田雅之 (九大) 離散観測による小さな拡散過程のパラメータ推定

井上昭彦 (北大) Incorporation of memory into the Black-Scholes-Merton theory and estimation of volatility

浅井学 (都立大), 渡部敏明 (都立大) Stock return volatility and trading volume: a Bayesian impulse response analysis

渡部敏明 (都立大) GARCH オプション価格付けモデルの計量分析

### (3)「実験計画とその周辺における数理構造の解明とその応用」に関する研究報告

景山 三平 (広島大教育)

三嶋 美和子 (岐阜大工)

#### 1. 研究目的

統計的計画を用いたデータ解析に関する考察から発展してきた実験計画法は、今日では統計学のみならず離散数学あるいは組合せ理論の一部としても確立している。また一方、実験計画の考え方等の他の分野への応用も近年盛んになってきた。本研究では、実験計画法やその周辺に関する最新の話題(実験計画・デザイン理論の最適性、構成、解析、符号、暗号等)やその推測理論に関する研究及び情報交換を行い、今後の研究の方向性について展望することを目的とした。

#### 2. 研究計画

本研究は平成 14 年度に下記の研究集会を開催し、関連する研究者が最新の研究成果及び今後の展望を報告し、新たな問題提起とともにアイデアと情報を交換することにより遂行された。

研究集会： 実験計画とその周辺における数理構造の解明とその応用

研究分担者： 景山三平 (広島大教育), 三嶋美和子 (岐阜大工)

期 日： 平成 14 年 11 月 7 日 (木) - 9 日 (土)

参加人数： 36 名

会場： 浜名湖かんざんじ温泉ホテル鞠水亭

#### 3. 研究成果

本研究集会では、上記研究目的に沿った 21 件の研究報告が行われ、デザインの連結性と頑健性についての概観 [1], グラフを用いたデザインの構成と存在問題の最近の研究成果と歴史 [2, 3], グラフやデザインの工学的応用(ハードディスクのアレイ配置や光直交符号, DNA スクリーニング等に用いられるグループテストへの応用など) [4, 5, 6, 7, 13], 直交配列とその一般化および最適性と応用(品質管理や金融工学への応用など) [11, 12] について報告がなされた。また、不正なサーバ・クライアント・悪意ある第三者に対するウェブサイトのヒット率測定法の安全性とそのバウンドの改善について符号との関係を含めた最新の結果 [8] とともに、現在標準となっている暗号 (RAS, DES, AES 等) のしくみと安全性の指標となる乱数性の統計的・代数的評価に関する考察と展望 [9], さらに AES に基づくグループ鍵による暗号化ファイルの共有システムの実際の構築例 [10] などが報告された。

一方、DNA スクリーニングによって得られるゲノム情報の大量解析やマイクロアレイの発現情報解析などの現状が紹介され、大量データの解析に適用している既存の統計手法に関して新たな問題提起がなされた [14]。また、検出力等を基準とした最適化の問題が種々の対象について考察され [15, 16, 17], 有効性や最適性を備えた要因計画の構成と、シミュレーションによる検証結果 [18, 19, 20, 21] 等も報告された。各講演に対して活発な質疑応答が行われ、実験計画とそこから発展したデザインやグラフ、符号・暗号等の理論研究における最近の動向とともに、現場でのデータ解析や品質管理などの実状と課題などの情報が交換されたことで相互理解が深まり、今後の研究の方向性を展望することができた。

本研究集会の講演者および講演題目は以下の通りである。

##### 1. Satyabrata Pal (Bidhan Chandra 農業大)

Connectedness and Resistance in Designs - an Overview

##### 2. 潮 和彦 (近畿大理工)

Balanced  $(C_4, C_5)$ -2t-Foil System

3. 小林 みどり (静岡県立大経営情報), 喜安 善市 (半導体研究所),  
中村 義作 (東海大学教育開発研究所)  
Dudeney の円卓問題の展望
4. 武藤 幸康 (慶應大大学院理工)  
Constructions of Weighted Graph Designs
5. 足立 智子 (慶應大大学院理工)  
完全二部グラフの cluttered ordering と RAID への応用
6. 左 瑞麟 (筑波大大学院システム情報工), 繆 瑩 (筑波大社工)  
An Application of Covering Designs in Threshold Schemes with Cheaters
7. 篠原 聡 (明星大情報), 宮本 暢子 (東京理科大理工)  
Mutually  $M$ -Intersecting Varieties and Optimal Orthogonal Codes
8. 黒澤 馨 (茨城大工)  
Bounds for Robust Metering Schemes and Their Relationship with  $A^2$ -Code
9. 萩田 真理子 (名工大)  
暗号の乱数性について
10. 陳 志松 (デンソークリエイト), 大原 幸多 (慶應大大学院理工)  
グループ鍵を用いた暗号化ファイル共有システムの構築について
11. 秋山 仁 (東海大学教育開発研究所), 近藤 衛, 中村 義作 (東海大学教育開発研究所)  
汎直交配列による実験計画
12. 藤原 良 (筑波大社工)  
直交実験は最適か?
13. Meinard Müller (慶應大理工)  
Group Testing and Positive Detectable Matrices
14. 水島 洋 (国立がんセンター研究所疾病ゲノムセンター)  
ゲノム情報および発現情報の解析
15. 広津 千尋 (明星大理工)  
凹性仮説検定のための最適計画
16. 塩谷 実 (東京理科大理工)  
修正  $\Lambda$ -test の OC 関数に対する漸近展開公式
17. 金子 與道 (日東電工 (株))  
超高分子ポリエチレン多孔質体の焼結条件の最適化
18. 小澤 和弘 (岐阜県立看護大), 栗木 進二 (大阪府立大工)  
Efficiency Factor of Split-Plot Designs
19. クワ田 正秀 (広島大総合科学), 兵頭 義史 (岡山理科大理工), 韓 冬 (広島大大学院工)  
GD-Optimal Balanced Fractional  $2^m$  Factorial Designs of Resolution  $R^*(\{1\}|3)$
20. Subir Ghosh (カリフォルニア大), クワ田 正秀 (広島大総合科学), 兵頭 義史 (岡山理科大理工)  
Further Results on Partially Balanced Fractional  $2^{m_1+m_2}$  Factorial Designs of Resolution IV
21. 末次 武明 (神戸高専), 白倉 暉弘 (神戸大発達科学)  
A-最適一部実施要因計画のシミュレーションによる検証



#### (4)「統計的逐次推測理論とその応用」に関する研究報告

磯貝 英一（新潟大・理）

小池 健一（筑波大・数学）

##### 1. 研究目的

本研究は、統計的逐次推測における有効性とそれに関連した解析法についての研究成果を発表し、その応用を与えることを目的とした。さらに、逐次推測理論に関する今後の研究の方向を探ることも目的の一つであった。

##### 2. 研究計画

本研究は平成14年度に下記の研究集会を開催し、関連する研究者が新しい研究成果等を持ち寄り、現在の研究などに関する情報の交換を行うことにより遂行された。

研究集会 : 統計的逐次推測理論とその応用

研究分担者 : 磯貝 英一（新潟大・理）、小池 健一（筑波大・数学）

期日 : 平成14年11月13日（水）～11月15日（金）

参加人数 : 33名

場所 : 新潟大学大学院自然科学研究科総合研究棟（情報理工系）401室

##### 3. 研究成果

本研究集会においては、上記の目的にそった13件の報告がおこなわれ、各報告に対して活発な議論がなされた。講演内容は

- (1) 不偏推定量の分散に対するKshirsagarの下界に関する議論
- (2) 多変量楕円型分布モデルの下での2標本問題における共通平均に対する改良型推定量の導出と数値実験による評価に関する議論
- (3) 平均ベクトル間の対比較と対照比較に対する同時信頼区間の保守性に関する議論
- (4) 時空間データの相関構造に関する検定問題
- (5) 指数分布の尺度母数の関数の逐次点推定問題
- (6) 臨床実験における処理反応に対してのrandomized play-the winner ruleに基づく逐次手法に関する議論
- (7) 正規分布及び指数分布の尺度母数のべき乗の逐次推定問題
- (8) Linear loss での回帰係数の逐次推定での初期標本数
- (9) ブートストラップ法によるKolmogorov-Smirnov統計量を用いた2つの母集団分布の有意差検定問題
- (10) 対照群がある場合の固定された大きさの多重比較に対する漸近最適な標本配分

- (11) 順序カテゴリ 2 元分割表における変動の縮小度を測る尺度の提案
- (12) 順序カテゴリ正方分割表における対角パラメータ対称モデルからの隔たりを測る尺度の提案
- (13) Stein のアイデアに基づく新たなミニマックスで許容的な推定量

なお、本研究集会の講演者および講演題目は以下のとおりである。

小池 健一（筑波大・数学）

On the inequality of Kshirsagar

津熊 久幸（千葉大・自然科学研究科），今野 良彦（千葉大・自然科学研究科）

楢田型分布モデルの下での 2 標本問題における共通平均の推定について

瀬尾 隆（東京理科大・理），富田 真理子（東京理科大・理学研究科）

平均ベクトル間の多重比較法の保守性について

松田 安昌（新潟大・経済），矢島 美寛（東京大・経済）

多変量時系列における相関構造の検定について

宇野 力（秋田大・教育文化），磯貝 英一（新潟大・理）

Sequential point estimation of a function of the exponential scale parameter

Chatterjee Aditya (Department of Statistics, University of Burdwan, India)

Dichotomization redundant randomized play the winner rule for continuous treatment responses in clinical trials

磯貝 英一（新潟大・理），Ali Muktar（新潟大・自然科学），宇野 力（秋田大・教育文化）

Sequential estimation of the powers of normal and exponential scale parameters

長尾 壽夫（大阪府立大・工）

回帰係数の Linex loss の下での逐次推定

高橋 邦彦（筑波大・数学），桜井 裕仁（北大・工学研究科）

ブートストラップ法による 2 つの母集団分布の有意差検定

上村 泰儀（筑波大・理工学研究科），青嶋 誠（筑波大・数学）

Allocation of observations in multiple comparisons with a control

湯川 智仁（東京理科大・理工），富澤 貞男（東京理科大・理工）

Proportional reduction in variation measure for two-way contingency tables with ordered categories

加藤 義行（東京理科大・理工），富澤 貞男（東京理科大・理工）

Measure of departure from diagonals-parameter symmetry for square contingency tables with ordered categories

丸山 祐造（東大・空間情報科学研究センター）

多変量正規分布の平均ベクトルの推定—ある推定量の性質—

## (5)『バイオスタティスティックスの数理的基礎』に関する研究報告

吉田 朋広 (東京大学大学院数理科学研究科)

阪本 雄二 (広島国際大学人間環境学部)

井元 清哉 (東京大学医科学研究所ヒトゲノム解析センター)

### 1. 研究目的

ゲノムデータ解析とサバイバルアナリシスなどバイオスタティスティックスの役割とその数理科学的側面に関する種々の問題について研究した。

### 2. 研究計画

本研究では平成14年度に下記の研究集会を開催した。各分野で活躍している研究者による研究報告がなされた。

研究集会 : バイオスタティスティックスの数理的基礎

研究分担者: 吉田 朋広 (東京大学大学院数理科学研究科)

阪本 雄二 (広島国際大学人間環境学部)

井元 清哉 (東京大学医科学研究所ヒトゲノム解析センター)

期 日 : 平成14年12月5日(木)～12月7日(土)

参加人数 : 約60人

会 場 : 東京大学大学院数理科学研究科大講義室

### 2. 研究成果

本研究集会では、上記研究目的に沿ったバイオスタティスティックスに対する統計科学の応用および数理的側面に関する研究報告がなされ、議論された。具体的には、ニューラルネット、クラスタリング、グラフィカルモデリング、SIR、サポートベクターマシン、ノンパラメトリック回帰、平滑化、生存時間解析、分子進化速度の確率変動モデル、遺伝子ネットワーク等が議論された。また、遺伝統計と遺伝子発現データ解析に関する2つのチュートリアル講演があり、統計科学研究がその本質であることが確認された。

本研究集会の講演者及び講演題目は以下の通りである。

辻谷将明(大阪電気通信大学総合情報学部): ニューラルネット、生存時間解析、そしてリサンプリング法

藤澤洋徳(統計数理研究所), 江口真透(統計数理研究所), 松浦正明(癌研究会ゲノムセンター), 宮田 敏(癌研究会ゲノムセンター), 牛嶋 大(癌研究会ゲノムセンター):

モデルに基づく遺伝子型のクラスタリングに関する問題点

堀本勝久（東京大学医科学研究所ヒトゲノム解析センター）：

グラフィカル・ガウシアン・モデリングの発現プロファイル解析への適用

濱野鉄太郎（北里大学大学院薬学研究科），伊藤陽一（東京大学大学院医学系研究科），井元清哉（東京大学医科学研究所 ヒトゲノム解析センター）：[チュートリアル 1] 遺伝子発現データ解析概論

大瀧 慈（広島大学原爆放射線医科学研究所）：

A Monte Carlo simulation study on dimension reduction methods related to SIR

安道知寛（九州大学大学院数理学府），小西貞則（九州大学大学院数理学府）：

サポートベクターマシンの識別・判別の理論と応用

吉崎正浩（島根大学大学院総合理工学研究科），内藤貫太（島根大学総合理工学部）：

多変量ノンパラメトリック回帰におけるバイアス縮小推定量について

奥村英則（中国短期大学経営情報学科），内藤貫太（島根大学総合理工学部）：

2 項回帰問題における Kernel 平滑化とその生物検定法への応用

柳本武美（統計数理研究所）：統計的検定の困難を回避する柔軟な試験計画

鎌谷直之（東京女子医科大学膠原病リウマチ痛風センター・大学院先端生命医科学系専攻）：

[チュートリアル 2] 連鎖解析と連鎖不平衡解析の理論と手法

鎌谷直之（東京女子医科大学膠原病リウマチ痛風センター，大学院先端生命医科学系専攻）：

ハプロタイプ推定の医療への応用

間瀬 茂（東京工業大学情報理工学研究科）：

確率的ネットワークアルゴリズムによる継承分布の計算法について

岸野洋久（東京大学大学院農学生命科学研究科），梶谷康秀（東京大学大学院農学生命科学研究科）：

分子進化速度の確率変動モデルと適応進化の検出

佐藤泰憲（東京理科大学工学研究科），寒水孝司（東京理科大学工学研究科），吉村 功（東京理科大学工学研究科）：2 段階試験デザインにおけるサンプルサイズ設計

塚原英敦（成城大学経済学部）：多変量生存時間解析におけるコピュラ・モデルの応用

服部 聡（北里大学大学院臨床統計専攻，中外製薬臨床解析部）：Model checking techniques for transformation model

高橋史朗（北里大学大学院 薬学研究科），竹内正弘（北里大学大学院 薬学研究科）：

線形混合モデルにおける分散成分に対するスコア検定について

濱野鉄太郎（北里大学大学院薬学研究科）：cDNA マイクロアレイと実験計画法

伊藤陽一（東京大学大学院医学系研究科），大橋靖雄（東京大学大学院医学系研究科）：

分子標的薬剤第 I 相試験における遺伝子発現の用量反応性の解析

井元清哉（東京大学医学系研究所 ヒトゲノム解析センター）：

遺伝子発現データに基づく遺伝子ネットワークの推定

## (6)「量子力学の非局所性と統計的推測」に関する研究報告

櫻井明夫 (京都産業大学)  
松本啓史 (国立情報学研究所)  
林 正人 (科学技術振興機構)

### 1. 研究目的

本研究は量子推定や量子検定など量子力学の統計理論的基礎と具体的な物理現象や理論を検討することにより、量子力学と量子情報科学を発展させることを目的とした。

### 2. 研究計画

本研究は平成 15 年度に下記の研究集会を開催し、量子情報科学に関わりのある研究者が新しい成果を報告し、議論を重ねることによって遂行された。

研究集会：量子力学の非局所性と統計的推測

研究分担者：櫻井明夫 (京都産業大学), 松本啓史 (国立情報学研究所), 林正人 (科学技術振興機構)

プログラム委員長：曾我見郁夫 (京都産業大学)

プログラム委員：Anthony Leggett (Illinois 大学, 本年度ノーベル物理学賞受賞者), 柏太郎 (愛媛大理), 益川敏英 (京都産業大理), 松岡正浩 (通信総合研究所), 松本啓史 (国立情報学研), 中原幹夫 (近畿大理工), 小嶋泉 (京都大数理解析研)

期日：平成 15 年 9 月 8 日 (月) ～9 月 9 日 (火)

参加人数：105 名

場所：京都産業大学

### 3. 研究成果

本研究集会では上記の研究目的に沿った 19 件の研究報告 (口頭発表, ポスター発表) が行なわれ, 情報交換が活発に行なわれた。本研究集会の講演者および講演題目は以下の通りである (1-15: 口頭発表 (講演順), 16-19: ポスター発表 (名前順))。

#### 1 Vladimir Buzek (Slovak Academy Sci.)

Quantum Infodynamics : Description of Dynamics of Open Quantum Systems Based on Quantum Information Theory

#### 2 林 正人 (科学技術振興機構)

Can Quantum Non-locality Improve Quantum Estimation?

#### 3 津田美幸 (科学技術振興機構)

Restricted Linear Statistical Estimation

#### 4 David Mermin (Cornell Univ.)

Entanglement as Interaction in Advance: Dense Coding and Teleportation

#### 5 John A. Vaccaro (Univ. of Hertfordshire), Howard M. Wiseman (Griffith Univ.), Fabio Anselmi (Univ. of Hertfordshire)

Entanglement of Identical Particles and Reference Phase Uncertainty

#### 6 Valerio Scarani (Univ. of Geneva), Antonio Acin (Univ. of Geneva), Nicolas Gisin (Univ. of Geneva), Michael M. Wolf (Technische Universität Braunschweig)

Bell's Inequalities Detect Efficient Entanglement

- 7 清水 明 (東京大総合文化研), 宮寺隆之 (東京理科大理工), 浮穴学尚 (東京大総合文化研)  
Anomalous Quantum States in Finite Macroscopic Systems
- 8 寺嶋容明 (東京工業大理工), 上田正仁 (東京工業大理工)  
Einstein-Podolsky-Rosen Correlation in General Relativity
- 9 Harald Weinfurter (Ludwig-Maximilians-Universität), Mohamed Bourennane (Ludwig-Maximilians-Universität, Max-Planck-Institut für Quantenoptik), Sascha Gaertner (Ludwig-Maximilians-Universität, Max-Planck-Institut für Quantenoptik), Manfred Eibl (Ludwig-Maximilians-Universität, Max-Planck-Institut für Quantenoptik), Christian Kurtsiefer (Ludwig-Maximilians-Universität), Karen Saucke (Ludwig-Maximilians-Universität), Markus Weber (Ludwig-Maximilians-Universität), Jrgen Volz (Ludwig-Maximilians-Universität), Marek Zukowski (Gdansk Univ.)  
Multi-photon Entanglement and Bell-type Experiments
- 10 Brian Julsgaard (Univ. of Aarhus)  
Quantum Information with Macroscopic Cesium Gas Samples
- 11 Marek Zukowski (Gdansk Univ.)  
Violations of Local Realism as a Resource
- 12 筒井 泉 (高エネルギー加速器研究機構), Taksu Cheon (Kochi University of Technology), Tamás Fülöp (高エネルギー加速器研究機構)  
Physics of Points and Walls in Quantum Mechanics
- 13 Basil Hiley (London Univ.)  
Non-commutative Geometry, the Bohm Approach and Non-locality
- 14 小澤正直 (東北大学)  
Entanglement and Violations of Heisenberg's Noise-Disturbance Uncertainty Relation
- 15 Holger Hofmann (北海道大電子科学研), 竹内繁樹 (北海道大電子科学研)  
Violation of Local Uncertainty Relations by Entangled N-level Systems
- 16 Erika Andersson (Univ. of Strathclyde), Stephen M. Barnett (Univ. of Strathclyde), Alain Aspect (Laboratoire Charles Fabry de l'Institut d'Optique)  
Simultaneous Measurements of Spin, Signal Locality and Uncertainty
- 17 Li-Yi Hsu (National Center of Theoretical Sciences)  
Predicting Quantum Measurement Outcomes Using Local Hidden Variables
- 18 Damian Markham (Imperial College), 村尾美緒 (東京大理学系研), Vlatko Vedral (Imperial College)  
On Thermal Spin States through Beam Splitters
- 19 宇佐見康二 (東京工業大), 南部芳弘 (NEC 基礎研), Bao-Sen Shi (科学技術振興機構), 富田章久 (科学技術振興機構, NEC 基礎研), 中村和夫 (NEC 基礎研)  
Observation of Antinormally-ordered Intensity Correlation of Electromagnetic Field via Stimulated Parametric Down-conversion

## (7)「数理統計学と計量心理学をつなぐ」に関する研究報告

狩野 裕 (大阪大学 人間科学研究科)  
千野直仁 (愛知学院大学 心身科学部)

### 1. 研究目的

計量心理学は心理学における実証的な研究の統計的方法論を提供する。数理統計学は多くの研究分野で発展させられた統計的方法を数理的な観点から研究を進める。したがって、本来両者は密接な関わりがあるはずである。実際、統計学が産声をあげた 20 世紀初頭はそうであった。その後、学問が発展するにつれて学問分野が細かく分化し、両者のコミュニケーションが減少していった。いま、細分化した学問の緩やかな統合が始まっている。このような状況のもと、数理統計学と計量心理学の境界領域を活性化させることで、両分野へ新しい刺激を与えることを狙い、本研究が始まった。

### 2. 研究計画

本研究は、平成 15 年度に下記の研究会を開催し数理統計学者と計量心理学者がつどい、新しい研究成果を報告し議論を重ねることによって遂行された。特に、計量心理学の第一人者で dual scaling の開発者である西里教授（トロント大学）を招聘し、特別講演をお願いした。特別講演には、コメンテータとして数理統計学者と計量心理学者をそれぞれ一名ずつ指名した。具体的な日程等は以下のとおりである。

研究集会： 数理統計学と計量心理学をつなぐ  
研究分担者： 狩野 裕 (大阪大学 人間科学研究科) 千野直仁 (愛知学院大学 心身科学部)  
期 日： 平成 15 年 11 月 3 日 (月)～5 日 (水)  
参加人数： 約 50 名  
場 所： 大阪大学人間科学部東館 2 階 207 講義室 (ユメヌホール)

### 3. 研究成果

本研究集会では上記目的に沿った 18 件の研究報告が行なわれた。その内訳は、数理統計学が 7 件、計量心理学が 8 件、中間的なものが 3 件であった。報告件数が十分に多く、また、バランスの取れたプログラムであった。173 頁からなる大部な予稿集を作成した。

各報告の詳細については、これに続く発表者による発表要約か予稿集を参照されたい。ここでは、特に興味深いいくつかの発表について言及する。西里教授は「計量心理学から数理統計学への提言：多次元解析の枠組み」と題した特別講演を行なった。数理統計学では数学の土俵に乗せるために、離散順序尺度変数を連続変数と見なした解析方法を議論するが、本来は、そのような変数は一次元ではなく多次元的な扱いをした上で、変数間の関連等を議論しなければいけないことを指摘したもので、大変興味深い内容であった。岸本氏は、特に社会科学においては、離散従属変数の分析で被験者内の要因を正確に扱う一般化混合モデルの利用を推奨した。

本研究集会は、数理統計学と計量心理学の交流を目的とした訳であるが、時間的な制約もあり十分な議論ができたとは言えない。しかしながら、このような試みが初めて行われたということを勘案すると、そのスタート台としての役割は十分果たしたと言えよう。総合論議において西里氏は、北米でもこのような交流は乏しいと発言した。全世界的な課題と言えるかもしれない。

本研究集会の講演者および講演題目は以下のとおりである。

1. 黒木 学 (大阪大学)  
Causal effects on the variance in linear structural equation models
2. 宮村 理 (大阪大学大学院)・狩野 裕 (大阪大学)  
On the robustness tuning parameter in covariance selection
3. 弘新太郎 (北海道大学大学院)・水田正弘 (北海道大学)  
相対射影追跡法について
4. 鳥居 稔 (大阪大学大学院)・狩野 裕 (大阪大学)  
処置前処置後データ分析における回帰効果の再検討
5. 勢川英介 (University of Illinois)  
Multi-indicator growth model for ordinal variable with complex data structure
6. 小杉考司 (関西学院大学)  
バランス理論と固有値分解
7. 足立浩平 (立命館大学)  
主成分・正準相関・数量化分析の最小二乗基準と非等質性基準
8. 千野直仁 (愛知学院大学)  
複素力学系による小集団の分析：計量から理論・予測に向けて
9. 椿 広計 (筑波大学)・椿美智子 (電気通信大学)  
探索的共分散構造分析：因子構造と共線性構造の折衷
10. 小笠原春彦 (小樽商科大学)  
Asymptotic robustness of the asymptotic biases for some structural models
11. 柳本武美 (統計数理研究所)・三好美浩 (統計数理研究所)  
学習指導要領に準拠した項目プール
12. 西里静彦 (University of Toronto)  
計量心理学から数理統計学への提言：多次元解析の枠組み  
コメント1 千野直仁 (愛知学院大学)  
コメント2 狩野 裕 (大阪大学)
13. 岸本淳司 (東京大学)  
混合モデル，一般線形モデル，GEE ―― 心理学研究方法論に欠けているもの ――
14. 服部 環 (筑波大学)  
共通因子数の決定とそれを援助するためのコンピュータ・プログラム
15. 堀 啓造 (香川大学)  
因子数決定法の検討：Holzinger and Swineford(1939)の知能データをもとにして
16. 星野崇宏 (東京大学，学振特別研究員)・繁樹算男 (東京大学)  
傾向スコアによる無作為割り当て：無作為抽出の近似と構造方程式モデルへの応用
17. 荘島宏二郎 (大学入試センター)  
非補償完全情報因子分析モデル
18. 宮本友介 (大阪大学)  
心理学と独立成分分析
19. 出席者全員  
総合討論



(8) 「Developments of Statistical Inference: A meeting in honour of Professor Kei Takeuchi on the occasion of his 70th birthday」に関する研究報告

赤平 昌文 (筑波大・数学)

栗木 哲 (統数研)

小池 健一 (筑波大・数学)

1. 研究目的

本研究会は、統計的推測理論に多大な貢献をされた、東京大学名誉教授で明治学院大学教授の竹内 啓先生の古希記念研究会として企画された。1993年に先生の還暦記念シンポジウムが開催されてから、はや10年の歳月が流れて今日に至った感がある。本研究会では、先生の御研究に関連するテーマ9件の講演および先生御自身による講演が行われた。

2. 研究計画

本研究は、平成15年度に下記の研究集会を開催し、関連する研究者が研究成果を持ち寄ることにより、様々な情報交換・討論を行うことによって遂行された。

研究集会： Developments of Statistical Inference: A meeting in honour of Professor Kei Takeuchi on the occasion of his 70th birthday

研究分担者： 赤平 昌文 (筑波大・数学)、栗木 哲 (統数研)、小池 健一 (筑波大・数学)

期日：平成15年11月15日

参加人数：33名

場所：統計数理研究所2階会議室 (東京都港区南麻布 4-6-7)

3. 研究成果

本研究集会では、下記の10件の研究報告が行われた。

- (1) 推定論における一致推定量の裾確率の下界について、Bahadur 効率とは異なる観点から、一次と二次の漸近効率が論じられた。
- (2) 同時方程式モデルのパラメトリック推定法として、修正 MEL 法が提案され、その方法の性質や高次漸近効率が議論された。
- (3) 区分的に連続なスペクトル密度に対する漸近論が論じられた。
- (4) スペクトル密度行列に関する制約条件に対して、ノンパラメトリックまたはセミパラメトリックな検定を統一的に扱う数学的定式化がなされ、スペクトル密度行列の推定量に基づく新たな検定統計量が提案され、その漸近特性が導かれた。
- (5) 非ガウス多変量指数型分布族について、推定方程式、疑似尤度などの立場から議論がなされた。

- (6) 最大値の裾確率を近似するオイラー標数法に関して議論がなされた.
  - (7) 単位根コインデグレーション過程において, Whittle-likelihood 検定が提案され, その漸近論が与えられた.
  - (8) 準完全分離データの解析について, チェルノブイリ原発事故に関するデータ解析について議論がなされた.
  - (9) 2 元配置モデルにおける交互作用の多重比較法とその様々な方法について議論した.
  - (10) randomization について, 様々な視点からの考察があった.
- 本研究集会の講演者および講演題目は以下の通りである.

- 1 赤 平 昌 文 (筑波大・数学)  
Large-deviation efficiency of first and second order
- 2 国 友 直 人 (東大・経済)  
同時構造方程式モデルのセミ・パラメトリック推定法と高次の漸近効率について
- 3 谷 口 正 信 (早大・理工)  
時系列の非正則モデルに対する推測理論
- 4 矢 島 美 寛 (東大・経済), 松 田 安 昌 (新潟大・経済)  
On nonparametric and semiparametric testing of multivariate time series
- 5 椿 広 計 (筑波大・ビジネス科学), 岩 崎 正 和 (筑波大・ビジネス科学)  
非ガウス多変量指数型分布族
- 6 Jonathan Taylor (Stanford Univ., Dep. of Statistics), 竹 村 彰 通 (東大・情報理工), Robert Adler (Technion, Faculty of Industrial Engineering and Management)  
Validity of the expected Euler characteristic heuristic
- 7 細 谷 雄 三 (東北大・経済), 瀧 本 太 郎 (東北大・経済)  
Inference on general unit-root cointegration and associated computational methods
- 8 柴 田 義 貞 (長崎大・医)  
準完全分離データの処理について
- 9 広 津 千 尋 (明星大・理工)  
交互作用の多重比較法とその様々な応用
- 10 竹 内 啓 (明治学院大・国際)  
Randomization について

### (9)「統計的推測の理論とその応用」に関する研究報告

高田 佳和（熊本大・工）

岩佐 学（熊本大・工）

#### 1. 研究目的

本研究は統計的推測に関する様々な理論や方法論、それらの新しい展開、その応用例を検討することを目的とした。

#### 2. 研究計画

本研究は平成15年度に下記の研究集会を開催し、数理統計と関わりのある研究者が新しい成果を報告し、議論を重ねることによって遂行された。

研究集会： 統計的推測の理論とその応用

研究分担者： 高田 佳和（熊本大・工）、岩佐 学（熊本大・工）

期日： 平成15年11月17日（月）～11月19日（水）

参加人数： 約30名

場所： 熊本大学大学院自然科学研究科研究棟 ゼミナール室

#### 3. 研究成果

本研究集会では、上記研究目的に添った16件の研究報告が行われ、多変量データに関する、判別分析、多重比較、二段階推定法、回帰分析（講演1、2、13、14、15）、推定量の許容性（講演3、4、9）、時系列に関する推測（講演5、6）、L-統計量（講演7）、GLMにおけるLINK関数（講演8）、フィッシャーの情報損失（講演10）、文字認識（講演11）、極値データの解析（講演12）、多変量混合線型モデル（講演16）に関して新しい理論、方法論が報告された。各講演に関して活発な質疑応答が行われ、統計的推測理論への理解が深まり、有益な情報交換の場となった。

本研究集会の講演及び講演題目は以下のとおりである。

1. 葉真寺 裕（広島大・理）、安部 友紀（広島大・理）、藤越 康祝（広島大・理）  
高次元多変量2値データの判別における変数選択
2. 今田 恒久（九州東海大・工）  
多変量正規母集団の平均ベクトルの多重比較法について
3. 張 元宗（目白大・人文）、篠崎 信雄（慶応大・理工）  
2つのポアソン母数に順序がある場合の線形関数の推定

4. 布能 英一郎 (関東学院大・経済)  
推定量の許容性の証明方法について
5. 柿沢 佳秀 (北大・経済)  
Exact or Whittle's approximate likelihood estimation for Gaussian time series regression models and its plug-in approach
6. 蛭川 潤一 (早稲田大・理工)、谷口 正信 (早稲田大・理工)  
LAN theorem for non-Gaussian locally stationary processes and its applications
7. 前園 宜彦 (九州大・経済)  
L-統計量の漸近分布
8. 大西 俊郎 (統数研)、柳本 武美 (統数研)  
Link function elicitation through global orthogonality of parameters in GLM
9. 津熊 久幸 (統数研)  
多変量線形校正問題における古典的推定量の改良について
10. 熊谷 悦生 (阪大・基礎工)、稲垣 宣生 (阪大・基礎工)  
On Fisher's information loss
11. Tan Siang Chin (九州芸工大・芸術工学)、坂田 年男 (九州大・芸術工学)  
アフィン変換不変モーメントと文字認識
12. 高橋 倫也 (神戸大・海事科学部)  
極値データとその解析法
13. 若木 宏文 (広島大・理)  
2段階法による母平均ベクトルの信頼領域について
14. 藤木 美江 (阪大・基礎工)、白旗 慎吾 (阪大・基礎工)  
Regression Depth and Computation
15. 姫野 哲人 (広島大・理)、若木 宏文 (広島大・理)、藤越 康祝 (広島大・理)  
正準判別分析における高次元漸近展開
16. 小谷野 仁 (東大・経済)  
異なる繰返し数を持つ多変量混合線型モデルにおける予測問題

## (10)「データ解析のための統計科学理論」の研究報告

白石高章 (横浜市大・理)  
瀬尾 隆 (東京理科大・理)  
加藤 剛 (慶應大・理工)

### 1、研究目的

本研究は、パラメトリック、ノンパラメトリック、セミパラメトリックを問わず、データ解析に有用な統計手法と理論について新しい手法の開発と一般理論の研究や紹介を行い、データ解析のための理論と応用の両面から検討することを目的とした。

### 2、研究計画

本研究は平成 15 年度に下記研究集会を開催し、データの統計解析論に関連する研究者が新しい成果を報告し、活発な討論と情報交換を行なうことによって遂行された。

研究分担者： 白石高章 (横浜市大・理), 瀬尾 隆 (東京理科大・理),  
加藤 剛 (慶應大・理工)  
期間： 2003 年 12 月 10 日 (水) ～ 12 月 12 日 (金)  
場所： 横浜市立大学よこはまアーバンカレッジ  
参加人数： 約 50 名

### 3、研究成果

本研究集会では、上記研究目的に沿った 22 件の研究報告がなされた。生物データの解析に有効な多重比較法の提案と近似理論及び多重積分による確率計算法(講演 1, 12, 21), 医学データのデータ解析における問題点の指摘と提案(講演 2), 推定量の提案と理論構築(講演 3, 13), 人口衛星のレーダーで地表面画像を取得する方法として差分フィルタやウェーブレットによる理論を適応した解析理論の構築(講演 4, 5), ノンパラメトリック手法の漸近精密化の理論(講演 6, 14, 15), 漸化式などによる離散分布の確率を求める理論と応用(講演 7-10), 言語処理の問題提起(講演 11), ロジットモデルや頑健統計量による金融データの回帰分析方法(講演 16, 17), 打ち切りデータを関数で当てはめる場合の偏りの推定理論(講演 18), データ解析に有効な統計量の分布を近似する漸近展開式の構築(講演 19, 20, 22)に関して発表が行なわれ、各講演に対して活発な質疑応答がなされた。データ解析のための理論という視点を通してノンパラメトリック論, セミパラメトリック論, 離散確率論などの理解を深め、データ解析適用のために必要な統計科学理論についての議論と情報の交換がなされた。

本研究集会の講演者及び講演題目は下記の通りである

- 1, 菊地 淳 (東京理科大・理学研究科), 瀬尾 隆 (東京理科大・理学部) : On multiple comparisons of mean components in the intraclass correlation model with missing data
- 2, 高橋 邦彦 (国立保健医療科学院) : 疾病の地域集積性とデータ

- 3, 鳥越 規央 (東海大・理学部), 道家 暎幸 (東海大・理学部), 氏家 勝巳 (東海大・教育研究所) : 制約条件付きの線形モデルにおける Liu 推定量について
- 4, 青木 義充 (慶應大・理工学研究科), 加藤 剛 (慶應大・理工学部) : 差分フィルタを用いたレーダー受信波解析
- 5, 加藤 剛 (慶應大・理工学部), 青木 義充 (慶應大・理工学研究科) : Wavelet-Vaguelette 分解による非定常雑音の処理
- 6, 奥村 英則 (中国短期大学), 内藤 貫太 (島根大・総合理工学部) : Bandwidth selection for kernel smoothing in binomial regression
- 7, 舟尾 暢男 (大阪大・基礎工学研究科) : ある形に配置された二値独立試行列における連の数の分布
- 8, 井上 潔司 (学振特別研究員), 安芸 重雄 (関西大・工学部) : A generalized Polya urn model and related multivariate distributions
- 9, 安芸 重雄 (関西大・工学部) : Stepwise smoothing 公式を利用した離散確率の計算法
- 10, 韓 清 (上海財経大学), 平野 勝臣 (統計数理研究所) : 殆ど一致の待ち時間分布
- 11, Tan Siang Chin (九州芸術工科大・芸術工学研究科), 坂田 年男 (九州大・芸術工学研究院) : 古代シリア言語の自動認識における統計的諸問題
- 12, A. J. Hayter (Georgia Institute of Technology) : Evaluating high dimensional probability expressions using recursive integration
- 13, 山本 泰志 (筑波大・理工学研究科), 赤平 昌文 (筑波大・数学) : Informations contained in record data
- 14, 大和 元 (鹿児島大・理学部), 戸田 光一郎, 野町 俊文 (都城高専), 前園 宜彦 (九州大・経済学研究院) : U-統計量の凸結合の, スチューデント化に基づく, エッジワース展開
- 15, 大和 元 (鹿児島大・理学部), 戸田 光一郎, 野町 俊文 (都城高専), 前園 宜彦 (九州大・経済学研究院) : U-統計量の凸結合の, スチューデント化に基づく, エッジワース展開 (応用例)
- 16, 川戸 健司 (慶應大・理工学部), 加藤 剛 (慶應大・理工学部) : ロジット回帰モデルによる倒産確率の推定
- 17, 竹内 一郎 (三重大・工学部), 金森 敬文 (東京工業大学) : リスク細分型保険の純保険料推定のためのロバスト回帰分析
- 18, 鈴川 晶夫 (北海道大・経済学研究科) : Unbiased estimation of functionals under random censorship
- 19, 種市 信裕 (帯広畜産大), 関谷 祐里 (北海道教育大・釧路校) : 多項母集団の一様性検定統計量における近似について
- 20, 三浦 徳仁 (東京理科大・理学研究科), 瀬尾 隆 (東京理科大・理学部) : Asymptotic expansions for the distributions of test statistics for profile analysis in elliptical populations
- 21, 百武 弘登 (九大・数理学研究院) : 繰り返し測定データにおける多重比較について
- 22, 早川 毅 (富士大学・経済) : ある種の楕円母集団での分布と共分散行列の検定について

## (11) 「Factor Analysis Centennial Symposium」に関する研究報告

狩野 裕 (大阪大学 基礎工学研究科)

黒木 学 (大阪大学 基礎工学研究科)

杉本知之 (大阪大学 基礎工学研究科)

### 1. 研究目的

Spearman が知能研究において因子分析を提唱して今年で 100 年になる。因子分析はその間大きな発展を遂げ、多変量解析の重要なコンポーネントとして定着し、近年では、構造方程式モデリング (SEM) や独立成分分析 (ICA) などへの新しい発展を見せている。本課題では、因子分析の 100 年の発展を省みるとともに今後の発展について研究する。近年のトピックである、尺度、信頼性、一次元性、非線形モデル、欠測値等に加えて、非正規因子分析や SEM, ICA, 因果推論等を議論することで多変量解析の新しい一分野を創出する。

### 2. 研究計画

本研究は、平成 16 年度に下記の国際研究集会を開催し因子分析、構造方程式モデリング、独立成分分析についての最新の研究成果を報告し議論を重ねることによって遂行する。外国からの特別講演者を招待し、最先端の議論を展開する。数理的な側面だけでなく、因果関係など哲学的な側面についても議論を深めたい。

研究集会： Factor Analysis Centennial Symposium

研究分担者： 狩野 裕, 黒木 学, 杉本知之 (大阪大学 基礎工学研究科)

期 日： 平成 16 年 10 月 2 日 (土) ~ 10 月 4 日 (月)

参加人数： 50 名

場 所： 大阪大学中之島センター (メモリアルホール)

### 3. 研究成果

本研究集会では上記目的に沿った 17 件の研究報告が行なわれた。なお、外国からの特別講演は 7 件であった。その内訳は、古典的因子分析に関するものが 6 件、構造方程式モデリングに関するものが 6 件、独立成分分析と非正規性に関するものが 5 件であった。報告件数が十分に多く、また、バランスの取れたプログラムであった。220 頁からなる大部な予稿集を作成した。参加者は 76 名であり、予想を超え盛況であった。

各報告の詳細については、これに続く発表者による発表要約か予稿集を参照されたい。ここでは、特に興味深いいくつかの発表を紹介する。Hyvarinen 教授 (University of Helsinki) は統計解析における非正規性の重要性に言及し、特に、裾の重い分布が実際の現象で多く見られることを指摘した。清水昌平氏 (Osaka University) は、構造方程式モデリングに非正規性を導入することで、識別可能でない構造方程式モデルや適合が吟味できない飽和モデル等の問題が解消されることを指摘した。Mooijaart 教授 (Leiden University) は、3 次キュムラントの利用で、因子分析の独立モデルや非線形モデル等が推定可能になることを示し、3 次キュムラントの選択に関して興味ある実験結果を提供した。

本研究集会のプログラム (講演者および講演題目) は次頁のとおりである。

---

October 2 Morning Session  
(Saturday)

9:30–10:00 Yutaka Kano (Osaka University)

Opening: Factor analysis centennial symposium at Osaka

Chair: Haruhiko Ogasawara

p.1 10:00–11:00 Sik-Yum Lee and Xin-Yuan Song (The Chinese University of Hong Kong)  
Maximum likelihood analysis of structural equation models with some types  
of non-normal data

p.13 11:00–11:30 Masanori Ichikawa (Tokyo University of Foreign Studies) and  
Sadanori Konishi (Kyushu University)  
Constructing confidence intervals for communalities in factor analysis

Lunch Break

October 2 Afternoon Session  
(Saturday)

Chair: Kohei Adachi

p.25 13:00–14:00 Ab Mooijaart (Leiden University)  
Factor analysis by using higher order moments

p.39 14:00–14:30 Haruhiko Ogasawara (Otaru University of Commerce)  
Higher-order estimation error in factor analysis and structural equation  
Coffee Break (7F)

Chair: Takashi Murakami

p.55 15:00–16:00 Jos M.F. ten Berge (University of Groningen)  
Factor analysis, reliability and unidimensionality

p.71 16:00–16:30 Kojiro Shojima (National Center for University Entrance Examinations)  
An uncompensated factor analysis model

17:30–21:00 Excursion with dinner (Start at the entrance hall of Nakanoshima Center)

---

October 3 Morning Session  
(Sunday)

Chair: Manabu Sato

p.79 9:00–10:00 Ke-Hai Yuan (University of Notre Dame) and  
Peter M. Bentler (University of California, Los Angeles)  
Mean comparison: Manifest variable versus latent variable

p.121 10:00–10:30 Shohei Shimizu (Osaka University), Aapo Hyvarinen (University of Helsinki) and  
Yutaka Kano (Osaka University)  
Independent component analysis and its application to causal analysis  
Coffee Break (9F)

Chair: Manabu Kuroki

p.139 11:00–12:00 Aapo Hyvarinen (University of Helsinki)  
Why would factors or components be non-normal and square-correlated?

Lunch Break



October 3 Afternoon Session  
(Sunday)

Chair: Ab Mooijart

- p.149 13:30–14:30 Kazuo Shigemasu (University of Tokyo) and  
Takahiro Hoshino (Institute of Statistical Mathematics)  
Improvements of LVM techniques by Bayesian Hierarchical Modeling
- p.155 14:30–15:00 Takashi Murakami (Nagoya University)  
Oblique Procrustes rotation to obtain a factor pattern approximating a target of  
different column order

Coffee Break (9F)

Chair: Kazuo Shigemasu

- p.161 15:30–16:30 Peter M. Bentler (University of California, Los Angeles),  
Kevin H. Kim (University of Pittsburgh) and Ke-Hai Yuan (University of Notre Dame)  
Testing homogeneity of covariances with infrequent missing data patterns
- p.179 16:30–17:00 Manabu Sato (Hiroshima Prefectural College of Health Sciences)  
On the identification problem of the factor analysis model: A review and an  
application for an estimation of air pollution source profiles and amounts

17:30–21:00 Banquet (Nakanoshima Center, 9th floor)

---

October 4 Morning Session  
(Monday)

Chair: Ke-Hai Yuan

- p.185 9:00–10:00 Haruo Yanai (National Center for University Entrance Examinations)  
Matrix methods and its relationships with factor analysis
- p.201 10:00–10:30 Ryo Yoshida (Institute of Mathematical Statistics),  
Tomoyuki Higuchi (Institute of Mathematical Statistics) and  
Seiya Imoto (University of Tokyo)  
Mixed factors analysis for finding groups in gene expression pattern

Coffee Break (7F)

Chair: Haruo Yanai

- 11:00–12:00 Albert Satorra (Universitat Pompeu Fabra)  
Multitrait multimethod models with data incomplete by design
- p.213 12:00–12:30 Yutaka Kano (Osaka University)  
Noniterative estimation and its properties in exploratory factor analysis

FA100atOsaka Organizing Committee

Yutaka Kano (Osaka University, Chair)  
Kohei Adachi (Ritsumeikan University)  
Manabu Kuroki (Osaka University)  
Tomoyuki Sugimoto (Osaka University)  
Yusuke Miyamoto (Osaka University)

## (12)「統計的推定方式に関する理論とその応用」に関する研究報告

宇野 力 (秋田大学 教育文化学部)

磯貝 英一 (新潟大学 理学部)

### 1. 研究目的

本研究は、統計的推定方式や検定方式の開発とその構造および最適性などを含む理論についての研究成果を発表し、その応用を与えることを目的とした。さらに、この分野の今後の研究の方向を探ることも目的の一つであった。

### 2. 研究計画

本研究は平成16年度に下記の研究集会を開催し、関連する研究者が新しい研究成果等を持ち寄り、アイデアと情報の交換を行うことにより遂行された。

研究集会 : 統計的推定方式に関する理論とその応用

研究分担者 : 宇野 力 (秋田大・教育文化), 磯貝 英一 (新潟大・理)

期日 : 平成16年11月10日(水)～11月12日(金)

参加人数 : 27名

場所 : 秋田大学地域共同研究センター 会議室

### 3. 研究成果

本研究集会においては、上記の目的に沿った14件の報告が行われ、各報告に対して活発な議論がなされた。講演内容は次のとおりである。

- 1)  $2 \times 2$  分割表に対する Worcester(1971) の log-linear model を一般の3次元分割表へ拡張する議論
- 2) 平均ベクトルに関する多重比較法におけるすべての対比較および対照比較の場合に対する多変量 Tukey-Kramer 法タイプの同時信頼区間推定法
- 3) 一様構造モデルにおける単調欠測データが生じた場合の平均成分の同等性の検定, および平均成分のコントラストに対するシェフェ型とテューキー型の同時信頼区間の提案
- 4) 様々な検定統計量の高次の asymptotics が局外母数の影響をどのように受けるかについての議論
- 5) 行変数と列変数のカテゴリに順序のない同じ分類からなる正方分割表における準対称モデルとブラッドリーテリーモデルからの隔たりの程度を測る尺度の提案
- 6) カテゴリに順序をもつ正方分割表における累積確率に対する線型対角パラメータ対称モデルと準対称モデルの提案
- 7) 指数分布に従う二つの母集団における二つの尺度母数の関数の逐次区間推定問題
- 8) ランダムフィールドにおける隠れた周期モデルにおいて、隠れた周期に関する推定量がペリオドグラムオーバーラップされた経験ウェーブレット係数を用いて与えられるという議論
- 9) 繰り返し測定値に対するランダム効果をもつ非線形モデルのパラメータやパラメータの関数の信頼区間を近似的に与える議論
- 10) U-統計量の分散推定量の漸近表現の議論
- 11) 平均0とスペクトル密度関数を持つ定常過程の未知パラメータに対する逐次信頼領域を構成する問題
- 12) LINEX 損失関数のもとでの正規分布の平均の推定に関する有界リスク問題
- 13) 量子推定における Chapman-Robbins 型の不等式の導出

- 14) 切断分布の位置尺度母数分布族を考え、その位置母数に対する固定幅の信頼区間を構成する議論

なお、本研究集会の講演者および講演題目は以下のとおりである。

- 1) 布能 英一郎 (関東学院大・経済)  
「Worcester's log-linear model for three-dimensional contingency table」
- 2) 西山 貴弘 (東京理科大・理学研究科), 岩原 香織 (東京理科大・理学研究科), 瀬尾 隆 (東京理科大・理)  
「On the conservative multivariate Tukey-Kramer type procedures for multiple comparisons among mean vectors」
- 3) 小泉 和之 (東京理科大・理学研究科), 國本 征史 (東京理科大・理学研究科), 瀬尾 隆 (東京理科大・理)  
「Simultaneous confidence intervals for multiple comparisons in the intraclass correlation model with missing data」
- 4) 玉置 健一郎 (早稲田大・理工学研究科)  
「Second Order Asymptotic Properties of a Class of Test Statistics under the Existence of Nuisance Parameters」
- 5) 田畑 耕治 (東京理科大・理工学研究科), 宮本 暢子 (東京理科大・理工), 富澤 貞男 (東京理科大・理工)  
「正方分割表における準対称モデルとブラッドリーモデルからの隔たりを測る尺度」
- 6) 大塚 渉 (東京理科大・理工学研究科), 宮本 暢子 (東京理科大・理工), 富澤 貞男 (東京理科大・理工)  
「順序カテゴリ正方分割表における累積確率に対する線型対角線パラメータ対称モデルと準対称モデル」
- 7) Lim Daisy Lou (新潟大・自然科学研究科), 磯貝 英一 (新潟大・理), 宇野 力 (秋田大・教育文化)  
「Two-sample fixed width confidence intervals for a function of exponential scale parameters」
- 8) 蛭川 潤一 (早稲田大・理工)  
「The wavelet estimation for hidden periodic model in spatial series」
- 9) 馬場 裕子 (九州大・数理学府), 山崎 利紗 (九州大・数理学府), 百武 弘登 (九州大・数理学府)  
「Confidence Regions in Nonlinear Repeated Measurements」
- 10) 前園 宜彦 (九州大・経済学研究院)  
「U-統計量の分散推定量の高次比較」
- 11) 塩濱 敬之 (一橋大・経済研究所)  
「Fixed Size Confidence Regions for Parameters of Stationary Processes Based on a Minimum Contrast Estimator」
- 12) 高田 佳和 (熊本大・工)  
「LINEX 損失関数のもとでの正規分布の平均の多段階推定法」
- 13) 津田 美幸 (中央大・COE), 松本 啓史 (国立情報学研究所)  
「量子 Chapman-Robbins 不等式」
- 14) 小池 健一 (筑波大・数理物質科学), 赤平 昌文 (筑波大・数理物質科学)  
「未知の尺度母数をもつ非正則な分布に対する位置母数の逐次区間推定について」

### (13)「実験計画とその周辺における数理構造の解明とその応用 II」に関する研究報告

景山 三平 (広島大院教育)  
三嶋美和子 (岐阜大総合情報メディアセンター)

#### 1. 研究目的

統計的計画の考察から発展してきた実験計画法は、今日では統計学のみならず離散数学あるいは組合せ理論の一部としても確立している。一方、実験計画の考え方等の他分野への応用も近年盛んになってきた。本研究では、平成 14・15 年度に実施された同様の研究会の続きとして、更に発展進化した成果の導出を目指し、実験計画法や工学を含めたその周辺に関する最新の話題（実験計画・デザイン理論の最適性、構成、解析、符号、暗号、グラフ構成等）やその推測理論に関する研究発表及び情報交換を行い、今後の研究の方向性について展望することを目的とした。

#### 2. 研究計画

本研究は平成 16 年度に下記の研究集会を開催し、関連する研究者が最新の研究成果及び今後の展望を報告し、新たな問題提起とともにアイデアと情報を交換することにより遂行された。

研究集会： 実験計画とその周辺における数理構造の解明とその応用 II  
研究分担者： 景山三平(広島大院教育), 三嶋美和子(岐阜大総合情報メディアセンター)  
期 日： 平成 16 年 11 月 17 日(水)–19 日(金)  
参加人数： 32 名  
会 場： ウェルサンピア伊勢（三重県伊勢市）

#### 3. 研究成果

本研究集会では、上記研究目的に沿った 21 件の研究報告が行われた。デザインやグラフの構成と存在問題の最近の研究成果[1, 5, 6, 11, 12, 13, 15]が報告され、さらに、これらの講演をまとめる形で種々のデザインの構造と構成法について概論する講演[10]も行われた。また、グラフやデザインの工学的応用(光直交符号, コンマフリー符号, ハードディスクのアレイ配置や DNA スクリーニング等に用いられるグループテストへの応用など)[4, 7, 8, 9, 14, 18], および直交配列の多項式による分類[19]についても報告がなされた。さらに、最近の暗号理論の話題として、鍵のカプセル化を行うハイブリッド暗号スキームとその安全性について[16], およびグループ暗号スキームにおける鍵共有の安全性についての考察[17]が紹介された。また、有効性や最適性を満足するブロック計画および要因計画の構成と、シミュレーションによる検証結果等[2, 3, 20, 21]も報告された。各講演に対して活発な質疑応答が行われ、実験計画とそこから発展したデザインやグラフ、符号・暗号等の理論研究における最近の動向を知るとともに、新たな研究成果や情報を交換できたことで相互理解が深まり、今後の研究の方向性を探ることができた。

本研究集会の講演者および講演題目は以下の通りである。

1. 潮 和彦 (近畿大理工大)  
Resolvable  $C_k$ -foil designs
2. 逸見 亮太 (阪府大院工), 栗木 進二 (阪府大院工)  
Split-block designs and PBIB designs
3. 津島 直 (慶應大院理工)  
Control-test 対比における diallel cross 実験の最適性
4. 篠原 聡 (明星大情報), 宮本 暢子 (東理大理工)  
Mutually  $M$ -intersecting  $k$ -arcs の収集法の改良

5. 樹山 廣之 (広島大院教育)  
Additive structures of BIB designs I
6. 松本 大地 (広島大院教育)  
Additive structures of BIB designs II
7. Vladimir Tonchev (Michigan Tech Univ., Dept. of Mathematics)  
Difference systems of sets and code synchronization
8. 宗政 昭弘 (東北大院情報科学)  
Singer difference sets and difference systems of sets
9. 原田 昌晃 (山形大理)  
Self-orthogonal 3-(56, 12, 65) designs
10. 藤原 良 (筑波大院システム情報工)  
Multi-structured designs
11. 藤原 祐一郎 (慶應大院理工)  
Some infinite classes of 5-sparse Steiner triple systems
12. 澤 正憲 (広島大院理)  
Additive structures of BIB designs III
13. 松原 和樹 (広島大院教育)  
Additive structures of BIB designs IV
14. 足立 智子 (東邦大理)  
完全二部グラフを用いた clutter ordering の構成法
15. 田澤 新成 (近畿大理工)  
2 部グラフにおける自己補グラフの数え上げについて
16. 黒澤 馨 (茨城大工)  
A new paradigm of hybrid encryption scheme
17. 小田 哲 (慶應大院理工)  
グループ鍵共有における安全性の検討
18. 上原 啓明 (慶應大院理工)  
Bayesian network を用いた positive detecting algorithm の収束性と組合せ構造との関係について
19. 八木 新太郎 (慶應大院理工), 神保 雅一 (名古屋大院情報科学)  
A construction of  $OA(s^t, t+1, s, t)$ s by polynomials and their classification
20. 栗田 正秀 (広島大総合科学), 陸 淑杰 (広島大院工)  
GA-optimal partially balanced fractional  $2^{m_1+m_2}$  factorial designs of resolution  $R(\{00,10,01,20\}|\Omega)$  with  $2 \leq m_1, m_2 \leq 4$
21. 末次 武明 (神戸高専), 白倉 暉弘 (神戸大発達科学)  
2 因子と 3 因子交互作用に対する検索可能計画の構成

## (14)「統計科学の理論と応用の新展開」に関する研究報告

前園 宜彦 (九州大学経済学研究院)  
内田 雅之 (九州大学数理学研究院)

### 1 研究目的

統計科学の関連する研究として近年注目を浴びている、数理ファイナンス・リスクマネジメント、非線形モデリングと統計解析、統計的推測の漸近理論、ノンパラメトリック回帰などの分野での新しい展開と応用例についての発表と討論を行うことを目標とした。

### 2 研究計画

本研究は平成 16 年度に下記の研究集会を開催し、関連する研究者が、新しい成果を報告し、議論を重ねることによって遂行された。

研究集会：統計科学の理論と応用の新展開

研究分担者：前園宜彦（九州大学経済学研究院）、内田雅之（九州大学数理学研究院）

期日：平成 16 年 11 月 30 日（火）－ 12 月 2 日（木）

参加人数：約 40 名

場所：九州大学創立五十周年記念講堂

### 3 研究成果

本研究集会では、上記の研究目的に沿った 18 件の研究報告が行なわれ、確率微分方程式に基づく統計モデルにおける漸近理論（講演 3, 4, 16, 17, 18）、時系列モデルに対する新しい統計的推測法（講演 14, 15）、有効性を改良する新しい推定量の構成（講演 1, 2, 7, 8）、統計的推測における漸近理論の改良（講演 5, 6, 12, 13）、関数推定の改良（講演 10, 11）及びバイオインフォマテックスにおける新しい推定法の開発（講演 9）の講演が行なわれた。これらの講演はいずれも最新の研究テーマであり、これらに対して活発な議論がなされ、最新の統計科学についての情報交換の場として有益な集会となった。

本研究集会の講演者及び講演題目は以下のとおりである。

- 1 叶雄 (総合研究大学院大学), 大西俊郎 (統数研)

von Mises 分布における経験 Bayes 推定

- 2 大西俊郎 (統数研), 柳本武美 (統数研)

Dual structure in the conjugate analysis of curved exponential families

- 3 増田弘毅 (九大数理)

Notes on parameter estimation for discretely observed OU-processes driven by a fractional Wiener process

- 4 阪本雄二 (広島国際大学人間環境学部)  
Asymptotic expansion of discriminant functions for ergodic diffusions
- 5 二宮嘉行 (九大数理)  
変化点モデルに対する漸近理論の拡張：独立系列から相関のある系列へ
- 6 金川秀也 (武蔵工業大学工)  
従属確率変数列に対する対称統計量の極限定理について
- 7 藤澤洋徳 (統数研)  
頑健性と効率性を同時に追い求める適応的なパラメータ推定法
- 8 丸山祐造 (東大空間情報科学研究センター)  
MSEを改善する安定したリッジ回帰推定量について
- 9 藤澤洋徳 (統数研), 磯村実 (癌研究会), 江口真透 (統数研), 牛嶋大 (癌研究会), 宮田敏 (癌研究会), 松浦正明 (癌研究会)  
先祖由来モデルと MDL 原理に基づいたハプロタイプブロック同定
- 10 鈴川晶夫 (北大経済)  
競合危険モデルにおける原因別ハザード関数の推定
- 11 奥村英則 (中国短期大学情報ビジネス学科), 内藤貫太 (島根大学総合理工)  
Nonparametric kernel regression for multinomial data
- 12 種市信裕 (帯広畜産大学畜産), 関谷祐里 (北海道教育大学教育)  
ロジスティック回帰分析におけるロジットの推定量の分布の近似について
- 13 大和元 (鹿児島大理), 戸田光一郎 (鹿高等予備)  
A convex combination of two-sample U-statistics
- 14 白石博 (早大理工), 谷口正信 (早大理工)  
Statistical estimation of optimal portfolios for dependent returns of assets
- 15 蛭川潤一 (早大理工)  
Discriminant analysis for multivariate non-Gaussian locally stationary processes
- 16 松本浩一 (九大経済)  
Influence of liquidity on the optimal strategy
- 17 Sangyeol Lee (Seoul National University), 西山陽一 (統数研), 吉田朋広 (東大数理)  
Test for parameter change in diffusion processes by CUSUM statistics based on one-step estimators
- 18 吉田朋広 (東大数理)  
First and higher-order asymptotic properties of estimators for stochastic differential equations with jumps

## (15) 量子統計とその周辺

松本啓史 国立情報学研究所

本研究会は、英語名を“Quantum Statistics and Related Topics”として、国際的な量子統計学の研究会としておこなわれた。量子統計学は、統計学に一定の素養のある研究者によって研究が推進される一方、実験の解析、量子情報処理素子の理論的設計などへの必要性から、物理学その他の背景をもった研究者によっても研究されてきた。残念ながら、これらの研究の間にはあまり相互の交流はなかった。本研究会は、なるべく異なった背景の研究者をあつめることで、少しでもこの壁を薄めることを目的とした。

統計学的な系統の研究者として、日本から林(JST)、今井(大阪大)、津田(中央)、松本(NII)が講演をした。また、海外から、ユトレヒトのRichard Gillのグループから、Ballester氏に来日していただいた。また、数理物理、理論物理的な背景の研究者として、堀田(東北大)、日合(東北大)に講演をお願いした。Loock(NII)、Munro (HP)、Kwek(Nyan工科大)物理的実装や実験の解析にたずさわっている理論物理学者である。

理論面での話題は、一次漸近理論の完成の後をうけて、より発展的な話題にむかった。

松本、Ballesterはプロセスの推定を、津田、林はエンタングル状態の推定を、前者はより実験を意識し、後者はより数理的な側面に光をあてた。また、堀田は状態が正規化されない場合のCramer-Rao方程式とその応用について議論をした。日合は、作用素代数における漸近論について、チュートリアル的な講演をおこなった。

物理的な実装においては、線形光学素子で実現可能な最適測定(Loock)の話題、小さな非線形性を用いることでどういった測定が可能か、についての議論(Munro)、そして関連した話題として、Bellの不等式の理論(Kwek)があった。



---

日時 1月27日(木曜) 13:00-16:20  
1月28日(金曜) 10:00-12:00 / 13:30-16:50  
場所 国立情報学研究所 20F 第一講義室

27th Jan. 2005

Masahiro Hotta and Masanao Ozawa (Tohoku University)  
*Quantum Estimation by Local Observables (In Japanese)*

Fumio Hiai (Tohoku University)  
*Free Analogues of Cramer-Rao Inequality and Powers Factors*

Hiroshi Imai and Akio Fujiwara (Osaka University)  
*Quantum Cramer-Rao type evaluation in asymptotic estimation of 2-dimensional unitary channel (In Japanese)*

Manuel A. Ballester (University of Utrecht)  
*Estimation of  $SU(d)$  using entanglement*

28th Jan. 2005

Keiji Matsumoto (National Institute of Informatics)  
*Query complexity and quantum estimation*

Akihisa Hayashi, Takaaki Hashimoto, and Minoru Horibe (Fukui University)  
*Optimal quantum state estimation of pure states by finite-elements POVM*

Leong Chuan KWEK (Nanyang Technological University)  
*Quantum entanglement and Bell inequalities*

Masahito Hayashi (ERATO)  
*First order asymptotic theory of testing for maximally entangled state*

Yoshiyuki Tsuda (Chuo University, COE), Bao-Sen Shi(ERATO), Akihisa Tomita(ERATO), Masahito Hayashi (ERATO), Keiji Matsumoto (ERATO,NII), and Yun Kun Jiang(ERATO)  
*Hypothesis Testing for Entanglement with Optical Experiment*

Peter van Loock (National Institute of Informatics)  
*Quantum state discrimination and estimation via linear optics*

Bill Munro (Hewlett-Packard Laboratories, Bristol)  
*Estimating Quantum Optical States and Processes*

## (16) 「統計的推測理論とその応用」に関する研究報告

高木 祥司 (大阪府立大学理学系研究科)

### 1. 研究目的

統計的推測理論の研究においては、多種多様な手法の構築とその最適性・有用性に関して、様々な観点から議論されてきた。本研究では、古典的なモデルから最近流行のモデルまでを取り上げ、それらについての統計的推測の手法に対して、理論的側面からの研究でそれらの手法の理論的構造を明確にし、さらには、実際の問題への応用や他分野への適用について考察することを目的とした。

### 2. 研究計画

この研究は平成 17 年度に下記の研究集会を開催するとともに、研究者間の情報交換を行うことにより遂行された。

研究集会： 統計的推測理論とその応用

研究分担者： 高木祥司 (大阪府立大学理学系研究科)，  
田中秀和 (大阪府立大学工学系研究科)，  
林利治 (大阪府立大学理学系研究科)

期日： 平成 17 年 11 月 14 日 (月) ～ 11 月 16 日 (水)

参加人数： 25 名

場所： 大阪府立大学 学術交流会館小ホール

### 3. 研究成果

研究集会において 13 件の研究報告が行われ、各報告に対し活発に質疑応答がなされた。報告では非線形モデルや混合モデル、Worcester の対数線形モデルや閾値モデル、そして多変量モデルに至るまで、様々な統計モデルが取り扱われた。また、手法に関しても量子推測法やロバスト法やDL法やマルチンゲールアプローチ等の話題が提供され、それらの手法の理論的貢献についての議論が行われた。さらに、多重決定方式、同時信頼区間、順序制約の下での予測問題といった以前から盛んに行われている方法論から、新しい話題であるクロスバリデーションや情報量損

失，同等性の検定や多変量尖度の推定，最深回帰推定法等の方法論についても紹介された．特に新しい話題に関しては，それらの方法論の応用面への展開や他分野への適応性について，盛んに議論が行われた．

なお，講演者および講演題目は以下の通りである．

熊谷 悦生 (大阪大学大学院基礎工学研究科) : An exact information loss in the multivariate gamma distribution

津田 美幸 (中央大学 COE) : 量子 Bhattacharyya 不等式

丸山 芳人 (東京理科大学大学院理学研究科) : Measures of multivariate kurtosis in elliptical distributions

布能 英一郎 (関東学院大学経済学部) : Worcester's log-linear model for four or more dimensions

田中 研太郎 (東京工業大学社会理工学研究科) : クロスバリデーションを用いた混合分布モデルの推定について

藤木 美江, 白旗 慎吾 (大阪大学大学院基礎工学研究科) : 非線形モデルにおける最深回帰推定量

西山 陽一 (統計数理研究所) : Nonparametric inference for Lévy processes by continuous observation: a martingale approach

藤井 孝之 (大阪大学大学院基礎工学研究科) : 連続型閾値モデルの離散観測について

舞原 寛祐 (筑波大学数理物質科学研究科) : 正規分布の平均に関する検定の重ね合わせによる多重決定方式

肖 玉山 (長春大学・理学院), 高田 佳和 (熊本大学・工学部) : 順序制約のもとでの予測量の改良

藤澤 洋徳 (統計数理研究所) : 外れ値の割合が多い場合にもバイアスが小さいロバスト推定

柿沢 佳秀 (北海道大学大学院経済学研究科) : 多変量母集団の平均ベクトルに関する DL 法とボンフェロニ型不等式による同時信頼区間

岩佐 学 (熊本大学大学院自然科学研究科) : 同等性の検定と信頼区間について

[指定討論者] 岩下 登志也 (東京理科大学)

## (17)「量子統計，量子情報幾何とその量子情報科学への応用」の研究報告

林 正人（科学技術振興機構，東京大学情報理工学研究所）

今井 浩（東京大学情報理工学研究所）

松本啓史（国立情報学研究所）

### 研究目的

量子統計，量子力学に基礎を置く新しい統計学の分野である．近年，量子情報の基礎理論として，その重要性が高まっているばかりでなく，量子情報実験の有用なツールとしても，その重要性が高まっている．また量子情報幾何は量子情報に現れる最適化問題のツールとして有効性であることも近年明らかになっている．しかしながら，境界的な分野の常として，異なった分野に関連した話題を研究している研究者の間のコミュニケーションが今まであまり十分でなかった．本ワークショップでは量子統計や量子情報幾何に関する内容から，量子情報科学全般にわたる内容を取り扱うこととし，情報交換を行いたい．

### 研究計画

本研究は平成 17 年度に下記の研究集会を開き，量子統計との関係の深い研究者が新しい成果を報告し，議論を重ねることによって遂行された．

研究集会：Workshop on Quantum Information Theory and Quantum Statistical Inference

研究分担者：林 正人（科学技術振興機構，東京大学情報理工学研究所）今井 浩（東京大学情報理工学研究所）松本啓史（国立情報学研究所）

期日：平成 17 年 11 月 17 日（木）－18 日（金）

参加人数：約 60 名

場所：東京大学小柴ホール，工学部 6 号館セミナー室 D

### 研究成果

本研究集会では上記研究目的に沿った 20 件の研究報告が行われた．ノンパラメトリックな量子状態族の下での状態推定，量子状態の予測，量子情報幾何，量子状態の識別問題など，量子統計の複数のテーマについて有意義な情報交換ができた．さらに，量子統計の実用となる実験の報告もあり，その報告以外にも，量子統計の実験への適用を視野に入れた報告も複数なされた．その他，関連分野として，量子鍵配送についての研究報告も数多くなされた．

本研究集会の講演者及び講演タイトルは以下である．なお，講演は全て英語で行われた．

#### 1. Mandalin Guta

Quantum homodyne tomography as a non-parametric estimation problem

2. Fuyuhiko Tanaka & Fumiyasu Komaki  
Bayesian predictive density operators for the Gaussian states family
3. Hiroshi Nagaoka  
Differential geometrical aspects of quantum estimation theory
4. Masahiro Hotta, Tokihiro Karasawa, & Masanao Ozawa  
Ancilla-Assisted Enhancement of Channel Estimation for Low-Noise Parameters
5. Akihisa Tomita  
Characterization of entangled photon pairs generated by spontaneous parametric down conversion
6. Yuuki Tokunaga, Takashi Yamamoto, Masato Koashi, & Nobuyuki Imoto  
Entanglement detection of four-qubit cluster states with local measurements
7. Xiang-Yu Ge & Miki Wadati  
Entanglement spin pairs geometric phase under time independent magnetic field
8. Damian Markham, Shashank Virmani, Masaki Owari, Mio Murao, & Masahito Hayashi  
Local Discrimination and Multipartite Entanglement Measures
9. Akihisa Hayashi, Minoru Horibe, & Takaaki Hashimoto  
State Discrimination without Classical Knowledge
10. Masahiro Takeoka, Masahide Sasaki, Norbert Lutkenhaus  
Implementation of binary projection measurement with linear optics and photon counting
11. Giacomo Mauro D'Ariano & Paolo Perinotti  
Programmable quantum channels and measurement
12. Koji Azuma, Junichi Shimamura, Masato Koashi, Nobuyuki Imoto  
Probabilistic cloning with supplementary information
13. David Avis, Jun Hasegawa, Yosuke Kikuchi & Yuuya Sasaki  
A quantum protocol to win the graph colouring game on all Hadamard graphs
14. Jon Yard  
Network Quantum Shannon Theory
15. Igor Devetak  
Dualities in Quantum Information Theory
16. Seiichiro Tani  
An Application of Entanglement to Leader Election in Anonymous Networks
17. Masanao Ozawa  
Quantum noise, universal uncertainty principle and modal interpretation of quantum mechanics
18. Masato Koashi  
Unconditional security of QKD and uncertainty principle
19. Yodai Watanabe  
Security proof of the BB84 protocol in practical implementation
20. Takayuki Miyadera & Hideki Imai  
On information-Disturbance Theorem

(18) 「実験計画法およびその周辺領域における組合せ構造の  
解明とその応用」に関する研究報告

栗木 進二 (大阪府大・工)

1. 研究目的

実験計画法における統計的計画は統計学のみならず組合せ論の一部としても確立し、特に、近年、通信工学・遺伝子工学等への応用もみられるようになってきた。本研究集会では実験計画法およびその周辺領域（組合せ論，グラフ論，符号理論等）における組合せ構造の最新の話題に関する研究発表および情報交換を行い、今後の研究の方向性を様々な観点から見出すことを目的とした。

2. 研究計画

この研究は平成17年度に下記の研究集会を行い、宿泊を共にし、実験計画法やその周辺領域に関連する研究者間で情報交換を行うことにより遂行された。

研究集会：実験計画法およびその周辺領域における組合せ構造の解明とその応用

研究分担者：白倉暉弘（神戸大・発達科学）栗木進二（大阪府大・工）

日 時：2005年11月24日（木）～26日（土）

場 所：あわらグランドホテル（福井県あわら市芦原町温泉4-2）

参加人数：36名

3. 研究成果

本研究集会において、上記研究目的に沿った23件の研究報告が行われ、各報告に対して活発な質疑応答がなされた。実験計画法の話題として、最適なブロック計画に対して、その存在性、同型性、グリッドコンピューティングによる探索法に関する報告があり、釣合型要因計画、直交型要因計画、検索可能計画、過飽和型計画、分解型計画に対して、その最適性、存在性、構成法、同型性に関する報告があった。また、コントロールをもつ効率的なテスト・対照処理比較計画の構成法に関する報告もあった。組合せ論、グラフ理論、符号理論等の話題として、実験計画法の組合せ的構造と密接に関連した研究報告もなされた。さらには、通信工学に有用な符号の開発、DNA library screening における識別アルゴリズムの開発という組合せ的構造の応用的な見地からの研究報告、また、実験計画法を題材としたQCシミュレーション教育に関する研究報告もあり、内容は多岐にわたるものであった。参加者のほとんどが会場の宿泊施設に宿泊し、深夜に及ぶまで各報告に関連した有意義な情報交換が行われ、当初の研究目的は達成したと思われる。なお、平成17年7月3日にご逝去された増山元三郎先生を偲んで、先生の略歴、業績（特に、直交配列の巡回的構成法）、思い出、写真等が紹介された。

本研究会の講演者および講演題目は以下の通りである。

金子 美博（岐阜大・工）佐々木 裕哉（岐阜大・工）：有向グラフでの betweenness centers について

- 三嶋 美和子 (岐阜大・総合情報メディアセンター): Conflict-Avoiding Codes of Length  $n = 4m$  for Three Active Users
- 足立 智子 (東邦大・理): 完全三部グラフの cluttered ordering
- 山中 望 (大阪府大・工) 栗木 進二 (大阪府大・工): 2つのコントロールをもつ効率的な treatment-control designs
- 逸見 亮太 (大阪府大・工) 栗木 進二 (大阪府大・工): コントロールをもつ incomplete split-block designs
- 景山 三平 (広島大・教育): On non-existence of affine resolvable triangular designs
- 藤原 祐一郎 (名古屋大・情報科学): Isomorphism Halving of 2-designs
- 新谷 誠 (静岡大・情報): D-optimal design と supplementary difference set
- 田澤 新成 (近畿大・理工) 大野 泰生 (近畿大・理工) 浅井 恒信 (近畿大・理工): 標識自己補グラフの数え上げについて
- 中村 恵美子 (パナソニック CC ソフト) 玉利 文和 (福岡教育大・教育) 王 強 (福岡教育大・教育): 最適完全複合木構成問題について
- 潮 和彦 (近畿大・理工): Balanced  $C_5$ -Bowtie Designs
- 松田 浩孝 (慶應義塾大・理工):  $k$ -flow の分解性について
- 宮本 暢子 (東京理大・理工) 篠原 聡 (明星大・情報): New series of mutually  $M$ -intersecting  $k$ -arcs
- 澤 正憲 (名古屋大・情報科学) 藤井 隼人 (広島大・工): グラフのアドレス付けとその応用
- 岡本 けい (大阪府大・理): 3 元線形符号の拡張性に関連する幾何学的構造
- 原田 昌晃 (山形大・理): Ternary Extremal Self-Dual Codes
- 丹羽 時彦 (関西学院高等部) 白旗 慎吾 (大阪大・基礎工) 猪川 徳信 (日立システムアンドサービス) 田中 一義 (日立システムアンドサービス) 中垣 智宏 (日立システムアンドサービス): グリッドコンピューティングを用いた BIBD の 1つの探索法について
- 滕 君鵬 (神戸大・総合人間) 末次 武明 (神戸市立工専) 白倉 暉弘 (神戸大・発達科学): MEP.1 計画の構成と比較
- 陸 淑杰 (広島大・工) 谷口 英司 (岡山理大・総合情報) クワ田 正秀 (広島大・総合科学) 兵頭 義史 (岡山理大・総合情報): GA-optimal partially balanced fractional  $2^{m_1+m_2}$  factorial designs of resolution  $R(\{00, 10, 01\}|\Omega)$  with  $2 \leq m_1, m_2 \leq 4$
- 橋口 博樹 (埼玉大・工): 過飽和での追加実験の最適計画
- 初原 幸二 (名古屋大・情報科学): 強さ  $d$ , 制約数  $d+1$ , 3-水準の直交配列の同型分類
- 清水 貴宏 (松下電器) 稲葉 太一 (神戸大・発達科学): 実務未経験者に対する QC シミュレーション教育効果についての考察—品質工学 望目特性実験シミュレーションの教育効果—
- 上原 啓明 (慶應義塾大・理工): CCCP を用いた DNA library screening のための positive detecting algorithm

(19)「確率統計学における漸近的方法 -- 統計解析・金融工学・保険数理・確率数値解析への発展」に関する研究報告

吉田朋広（東京大学大学院数理科学研究科）

高橋明彦（東京大学大学院経済学研究科）

林 高樹（慶応大学大学院経営管理工学科）

1. 研究目的

確率統計学において発展してきた、分布近似のための漸近的方法が、最近様々な分野で活用されている。これは現実の応用に即して発展してきた現代理論統計学の方法の普遍性を示すものといえるが、このような傾向は今後さらに顕著になるものと予想され、本研究課題において、分布計算の新しい可能性を探ることを目的とした。

2. 本研究は平成17年度に下記の研究集会を開催し、関連する研究者が新しい研究成果を発表し、情報の交換を行うことにより遂行された。

研究集会：確率統計学における漸近的方法 —— 統計解析・金融工学・保険数理・確率数値解析への発展

研究分担者：吉田朋広（東京大学大学院数理科学研究科）、高橋明彦（東京大学大学院経済学研究科）、林 高樹（慶応大学大学院経営管理工学科）

期日：平成17年12月7日（水）～12月9日（金）

参加人数：約70名

場所：東京大学大学院数理科学研究科 大講義室

3. 研究成果

本研究集会では、上記研究目的に沿った29件（3件の企画講演を含む）の研究報告が行われ、統計解析、金融工学、保険数理、確率数値解析に関する情報が交換された。講演者と講演題目は以下の通りである。

深澤正彰（東京大学大学院数理科学研究科）Edgeworth expansion and regenerative block bootstrap for ergodic diffusions；鎌谷研吾（東京大学大学院数理科学研究科）Metropolis-Hastings algorithms with acceptance ratios of nearly 1；清水泰隆（大阪大学大学院基礎工学研究科）離散観測されるジャンプ型確率過程のジャンプ検出法；吉田朋広（東京大学大学院数理科学研究科）Mighty convergence of statistical random fields and applications to stochastic differential equations；栗木 哲（統計数理研究所）竹村彰通（東



京大学大学院情報理工学系研究科) オイラー標数法による直交不変ランダム行列の最大固有値分布の近似; 駒木文保 (東京大学大学院情報理工学系研究科) ベイズ予測の漸近的ミニマックス性; 竹村彰通 (東京大学大学院情報理工学系研究科) 公文雅之 (統計数理研究所リスク解析戦略研究センター) 竹内 啓 (明治学院大学国際学部) ゲーム論的確率論におけるカルバック情報量; 田中秀和 (大阪府立大学大学院工学研究科) 赤平昌文 (筑波大学大学院数理物質科学研究科) Bhattacharyya 型情報不等式について; 永井圭二 (横浜国立大学経済学部) 西山慶彦 (京都大学経済研究所) 金谷太郎 (京都大学経済学研究科) 星川隼也 (横浜国立大学国際社会科学研究科) Nonparametric methods of estimating integrated multivariate volatilities; 亀山敦史 (東京大学大学院数理科学研究科) 吉田朋広 (東京大学大学院数理科学研究科) 最低積立金保証給付商品におけるリスク尺度への漸近展開法の応用; 増田弘毅 (九州大学大学院数理学研究院) Sampling-based estimation for OU processes with stable Lévy driver; 大西俊郎 (統計数理研究所) 柳本武美 (統計数理研究所) Estimating a common slope of multiple strata in a compound Poisson distribution using a conjugate prior; 村田 昇 (早稲田大学理工学部, 東京大学大学院数理科学研究科) 情報量最小化を用いた過完備系の学習; 内田善彦 (大阪大学大学院経済学研究科) 高橋明彦 (東京大学大学院経済学研究科) A new computational scheme for computing Greeks by the asymptotic expansion approach; Kohatsu-Higa, Arturo (大阪大学大学院基礎工学研究科) A variance reduction method for density simulation; 小川重義 (立命館大学理工学部) M.Pontier (Univ. Paul Sabatier, France) On a pricing rule in asymmetric information; 楠岡成雄 (東京大学大学院数理科学研究科) ディリクレ条件つき確率微分方程式の期待値の数値計算; 西山陽一 (統計数理研究所) On tightness of  $\ell^\infty$ -valued local martingales with infinitely many jumps: metric and partitioning entropy approach; 林 高樹 (慶応義塾大学大学院経営管理研究科) Covariance estimation of nonsynchronously observed diffusion processes; 阪本雄二 (広島国際大学人間環境学部) 拡散過程の判別分析; 星野崇宏 (東京大学大学院総合文化研究科) 倉田博史 (東京大学大学院総合文化研究科) 繁樹算男 (東京大学大学院総合文化研究科) Strong Ignorability が成立しない場合の傾向スコアを用いた周辺分布のパラメータ推定について; 若木宏文 (広島大学大学院理学研究科) 単調変換による4次キュームラントの除去; 天野友之 (早稲田大学大学院理工学研究科) 谷口正信 (早稲田大学大学院理工学研究科) Asymptotic efficiency of conditional least squares estimators for ARCH models; 白石博 (早稲田大学大学院理工学研究科) 谷口正信 (早稲田大学大学院理工学研究科) Statistical estimation of optimal portfolios for non-Gaussian locally stationary returns of assets; 藤越康祝 (中央大学大学院理工学研究科) 観測値が次元より少ない場合の多変量分散分析法と判別法; 前園宜彦 (九州大学大学院経済学研究院) U-統計量の分散推定量の漸近表現と二乗誤差; 松田安昌 (東北大学大学院経済学研究科) 矢島美寛 (東京大学大学院経済学研究科) H.Tong (LSE) Selecting models with different spectral density matrix structure by cross validated log likelihood criterion; 国友直人 (東京大学大学院経済学研究科) 室井芳史 (日本銀行金融研究所) 保険派生証券の数理; 内田雅之 (九州大学大学院数理学研究院) 確率微分方程式の統計推測.

## (20) 「統計数理の基礎理論について」に関する研究報告

大和 元 (鹿児島大理)

稲田浩一 (鹿児島大理)

近藤正男 (鹿児島大理)

### 1. 研究目的

統計的推測に関する基礎理論ならびに応用面での問題点への研究について、ベイズ的推論、多変量解析、時系列解析を含め、種々の統計的解析に現れる興味ある問題について、パラメトリック、セミパラメトリック、ノンパラメトリックを問わず種々の観点から検討する事を目的とした。

### 2. 研究計画

本研究は平成17年度に下記の研究集会を開催し、全国から多くの研究者が新しい興味ある成果を報告し、質疑・討論を重ねることにより遂行された。

研究集会：統計数理の基礎理論について

研究分担者：大和 元 (鹿児島大理)，稲田浩一 (鹿児島大理)，近藤正男 (鹿児島大理)

期日：平成17年12月20日(火)～22日(木)

参加人数：34名

場所：鹿児島大学理学部1号館 101講義室

### 3. 研究成果

本研究会においては、上記の研究目的沿った14件の研究報告が行われた。欠測値データがある場合の検定と信頼区間(講演1)，多重比較法(講演2，講演9)，ノンパラメトリック回帰(講演3，講演6)，L-統計量(講演4)，離散データ解析(講演5)，時系列回帰モデル(講演7)，回帰モデルの信頼帯(講演8)，Bayes リスクの情報不等式(講演10)，U-統計量(講演11，講演12，講演13)，経験尤度(講演14)に関して新しい理論，方法論が報告された。各講演に対して活発な議論が行われ，統計数理の基礎理論への理解が深まり，有益な情報交換の場となった。

本研究集会の講演者および講演題目は以下のとおりである。

- 1 小泉 和之 (東京理科大・理学研究科)，國本 征史 (東京理科大・理学研究科)，  
瀬尾 隆 (東京理科大・理)  
欠測値データをもつ1標本および2標本問題における平均に関する同等性検定と同時信頼区間について

- 2 西山 貴弘 (東京理科大・理学研究科), 飯渕 芳美 (東京理科大・理学研究科),  
瀬尾 隆 (東京理科大・理)  
多変量 Tukey-Kramer 型多重比較法とその保守性について
- 3 本田 敏雄 (一橋大・経済学研究科)  
Nonparametric Least Absolute Deviation Regression for Long-Range Dependent Processes
- 4 前園 宜彦 (九州大・経済学研究院)  
L-統計量の漸近分布について
- 5 布能 英一郎 (関東学院大・経済)  
離散データ解析におけるモデリングと統計的推測」
- 6 内藤 貫太 (島根大・総合理工), 宇田川 潤 (島根大・医), 大谷 浩 (島根大・医)  
ヒト胎児形態計測データの様相
- 7 玉置 健一郎 (早稲田大・理工)  
Second order optimality for estimators in time series regression models
- 8 Anthony Hayter(Georgia Institute of Technology)  
Confidence Bands for Regression Models
- 9 白石 高章 (横浜市大・国際総合科学)  
M 統計量に基づく対照群との多重比較法
- 1 0 大谷内 奈穂(筑波大・数理物質), 赤平 昌文(筑波大・数理物質)  
Information inequality bounds for the risk
- 1 1 吉原 健一 (創価大・教育), 金川 秀也 (武蔵工業大・工)  
Limit theorem for maximum of standardized U-statistics defined by weakly dependent sequences
- 1 2 戸田 光一郎 (鹿児島高等予備校), 大和 元 (鹿児島大・理)  
A convex combination of two-sample U-statistics
- 1 3 大和 元 (鹿児島大・理), 戸田 光一郎 (鹿児島高等予備校), 野町 俊文 (都城高専)  
Jackknifing a convex combination of one-sample U-statistics
- 1 4 小方 浩明 (早稲田大・理工学研究科), 谷口 正信 (早稲田大・理工)  
時系列に対する empirical likelihood approach