

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2010～2013

課題番号：22240029

研究課題名(和文) 計算代数手法に基づく数理統計学の展開

研究課題名(英文) Developments of mathematical statistics through computational algebraic methods

研究代表者

竹村 彰通 (TAKEMURA, Akimichi)

東京大学・情報理工学(系)研究科・教授

研究者番号：10171670

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 30,500,000円、(間接経費) 9,150,000円

研究成果の概要(和文)：本研究において多くの成果を得たが、特に2012年7月1日～4日に研究代表者が責任者となり数理統計学に関する重要な国際会議である第2回 Institute of Mathematical Statistics Pacific Rim Meeting を成功させた。
また同じ年に Springer社より著書 Markov Bases in Algebraic Statistics を刊行した。

研究成果の概要(英文)：In this project we obtained many important results. The most notable one is the success of the second Institute of Mathematical Statistics Pacific Rim Meeting, held in Tsukuba City during July 1-4 of 2012. The principal investigator of this project was responsible for this important conference in mathematical statistics.
Also the principal investigator with Satoshi Aoki and Hisayuki Hara published "Markov bases in Algebraic Statistics" from Springer in 2012.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・統計科学

キーワード：マルコフ連鎖モンテカルロ法 トーリックイデアル グレブナー基底 条件つき検定 超平面配置

1. 研究開始当初の背景

研究開始当時は、計算代数統計の分野は誕生からまだ10年ほどであったが、統計学および代数学にまたがる横断的な研究分野として急速に発展し、数理統計学の方法論として確立しつつあった。またより広く数理統計学全体においては、統計科学に対する需要の高まりにこたえる形で、例えば高次元データの解析やベイズ推論などの分野で大きな進展が見られていた。このため、数理統計学全般の進展を見据えつつ計算代数統計の方法論を研究することが重要となっていた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、急速に発展している計算代数統計の理論をさらに展開するとともに、国際的な数理統計学研究の動向を念頭において総合的観点から数理統計学の研究を推進することにあった。具体的な目標としては、計算代数の手法であるグレブナー基底の理論とアルゴリズムを正確検定の方法や一部実施実験計画に応用することを目標していた。またさらに計算代数の方法をより広く数理統計全体に応用することをめざした。

3. 研究の方法

研究代表者の竹村を中心とする計算代数統計の研究グループによる共同研究は順調な進展をみせており、このテーマに関する研究打ち合わせや研究集会を随時開催して共同研究を進めた。国際的にもそれまでと同様、アメリカの Sturmfels の研究グループ及びヨーロッパの Wynn の研究グループとの相互訪問の中から、独自の貢献をめざした。特に、数理統計学全般の研究推進に関しては、数理統計学に関する重要な国際会議である第2回 ISM-APRM (The second Institute of Mathematical Statistics Pacific Rim Meeting) の開催を一つの目標にして連携研究者および連携研究者それぞれの共同研究者の研究を進めた。

4. 研究成果

本研究において多くの成果を得たが、特に2012年7月1日～4日に研究代表者が責任者となり数理統計学に関する重要な国際会議である第2回 Institute of Mathematical Statistics Pacific Rim Meeting を500名以上の参加者を得て成功させた。また同じ年に Springer 社より Aoki, Hara, Takemura による著書 Markov Bases in Algebraic Statistics を刊行した。また以下の文献リストにあるように、主な発表論文としても10本以上の論文を国際学術誌に刊行した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計13件)

Holonomic gradient method for the distribution function of the largest root of a Wishart matrix.

Journal of Multivariate Analysis, 117, 296-312. 2013. 査読有

Hiroki Hashiguchi, Yasuhide Numata, Nobuki Takayama and A. Takemura.

DOI: 10.1016/j.jmva.2013.03.011.

Properties and applications of Fisher distribution on the rotation group.

Journal of Multivariate Analysis, 116, 440-455. 2013. 査読有

Tomonari Sei, Hiroki Shibata, A. Takemura, Katsuyoshi Ohara and Nobuki Takayama.

DOI: 10.1016/j.jmva.2013.01.010.

A lower bound for the Graver complexity of the incidence matrix of a complete bipartite graph. *Journal of Combinatorics*, 3, No.4, 695-708. 2012. 査読有

Taisei Kudo and A. Takemura.

<http://intlpress.com/site/pub/pages/journals/items/joc/content/vols/0003/0004/a007/index.html>

On intersection lattices of hyperplane arrangements generated by generic points.

Annals of Combinatorics, 16, 789-813. 2012. 査読有

Hiroshi Koizumi, Yasuhide Numata and A. Takemura.

DOI: 10.1007/s00026-012-0161-6.

Periodicity of non-central integral arrangements modulo positive integers. *Annals of Combinatorics*, 15, 449-464. 2011. 査読有

Hidehiko Kamiya, A. Takemura and Hiroaki Terao.

DOI: 10.1007/s00026-011-0105-6.

Markov basis for two-state toric homogeneous Markov chain model without initial parameters.

Journal of the Japan Statistical Society, 41, 33-49. 2011. 査読有

Hisayuki Hara and A. Takemura.

<http://www.terrapub.co.jp/journals/jjss/frame/41.html>

Holonomic gradient descent and its application to the Fisher-Bingham integral.

Advances in Applied Mathematics, 47, 639-658. 2011. 査読有

Hiromasa Nakayama, Kenta Nishiyama, Masayuki Noro, Katsuyoshi Ohara, Tomonari Sei, Nobuki Takayama and A. Takemura.

DOI: 10.1016/j.aam.2011.03.001.

Ranking patterns of unfolding models of codimension one.

Advances in Applied Mathematics, 47, 379-400. 2011. 査読有

Hidehiko Kamiya, A. Takemura and Hiroaki Terao.

DOI: 10.1016/j.aam.2010.11.002.

大学入試センター試験科目選択データの

統計解析、応用統計学、39, 71-100, 2010. 査読有
青木敏, 大津起夫, 竹村彰通, 沼田泰英
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jppstat/39/2_3/39_2_3_71/_article/-char/ja/

Connecting tables with zero-one entries by a subset of a Markov basis. in *Algebraic Methods in Statistics and Probability II*, (M.A.G.Viana and H.P.Wynn, eds.), Contemporary Mathematics, vol. 516, Amer. Math. Soc., Providence, RI, pp. 199-213. 2010. 査読有

Hisayuki Hara and A. Takemura.

<http://www.ams.org/books/conm/516/>

A localization approach to improve iterative proportional scaling in Gaussian graphical models. *Communications in Statistics Theory and Methods*, 39, No.8, 1643-1654. 2010. 査読有 Hisayuki Hara and A. Takemura.

DOI:10.1080/03610920802238662.

Minimal and minimal invariant Markov bases of decomposable models for contingency tables. *Bernoulli*, 16, No.1, 208-233. 2010. 査読有 Hisayuki Hara, Satoshi Aoki and A. Takemura.

DOI:10.3150/09-BEJ207.

On connectivity of fibers with positive marginals in multiple logistic regression. *Journal of Multivariate Analysis*, 101, 909-925. 2010. 査読有 Hisayuki Hara, A. Takemura and Ruriko Yoshida.

DOI:10.1016/j.jmva.2009.12.014.

〔学会発表〕(計 8 件)

竹村彰通, "Introduction to the Holonomic Gradient Method in Statistics", an invited talk in Asian Mathematical Conference 2013, 2013年7月1日, BEXCO, Busan, Korea.

竹村彰通, "Aims and structure of Japan Statistical Society Certificate", special invited talk in the Korean Statistical Society fall meeting, 2012年11月3日, Konkuk University, Seoul, Korea.

竹村彰通, 「ウィシャート分布に現れる行列変数の超幾何関数に対するホロノミック勾配法」, 研究集会「超幾何方程式研究会」2012年1月5~6日 神戸大学(兵庫県)

竹村彰通, "A review of conditional independence inferences based on imsets" invited talk at Statistics Department, 2011年8月9日, University of British Columbia, カナダ.

竹村彰通, "Some recent results on ranking patterns and arrangements" invited talk at the workshop "Hyperplane arrangements and applications", 2011年8月8日, University of British Columbia, カナダ.

竹村彰通, "Holonomic Gradient Descent Method For Evaluation of Maximum Likelihood Estimate of an Exponential Family and Its Application to Directional Statistics" Invited talk at The 2010 Annual Meeting of Chinese Statistical Society and International Statistical Conference, 2010年12月16~17日, Jhongli, Taiwan.

竹村彰通, "Ranking Patterns of Unfolding Models of Codimension One" invited talk at Workshop on Statistics Frongiers 2010 ISS, 2010年12月14~15日, Activity Center, Academia sinica, Taiwan.

原尚幸, 竹村彰通, 「マルコフ連鎖のhomogeneityの正確検定について」, 統計関連連合学会, 2010年9月5~8日, 早稲田大学(東京都)

〔図書〕(計1件)

青木敏, 原尚幸, 竹村彰通, Springer, Markov Bases in Algebraic Statistics, 2012, 298

〔その他〕

ホームページ等

<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/atstat/ka/kenhi/h22ka/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

竹村 彰通 (TAKEMURA, Akimichi)

東京大学・情報理工学(系)研究科・教授
研究者番号: 10171670

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

青木 敏 (AOKI, Satoshi)

鹿児島大学・理工学研究科・准教授
研究者番号: 90332618

岩崎 学 (IWASAKI, Manabu)

成蹊大学・理工学部・教授
研究者番号: 40255948

江口 真透 (EGUCHI, Shinto)

大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 統計数理研究所 数理・推論研究系 教授
研究者番号: 10168776

大杉 英史 (OHSUGI, Hidefumi)

立教大学・理学部・准教授
研究者番号: 80350289

紙屋 英彦 (KAMIYA, Hidehiko)
名古屋大学・経済学研究科・教授
研究者番号：50300687

栗木 哲 (KURIKI, Satoshi)
大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 統計数理研究所 数理・推論研究系 教授
研究者番号：90195545

駒木 文保 (KOMAKI, Fumiyasu)
東京大学・情報理工学(系)研究科・教授
研究者番号：70242039

坂田 年男 (SAKATA, Toshio)
九州大学・芸術工学研究院・教授
研究者番号：20117352

谷口 正信 (TANIGUCHI, Masanobu)
早稲田大学・理工学術院・教授
研究者番号：00116625

原 尚幸 (HARA, Hisayuki)
新潟大学・経済学部・准教授
研究者番号：40312988

日比 孝之 (HIBI, Takayuki)
大阪大学・情報科学研究科・教授
研究者番号：80181113

美添 泰人 (YOSHIZOE, Yasuto)
青山学院大学・経済学部・教授
研究者番号：80062868