

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 25 日現在

機関番号：32629

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25240005

研究課題名(和文)多種多様なデータに基づく統計的評価法の総合的研究

研究課題名(英文)Comprehensive study of statistical evaluation methods based on various types of data

研究代表者

岩崎 学 (Iwasaki, Manabu)

成蹊大学・理工学部・教授

研究者番号：40255948

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、「評価」を機軸に据え、医薬、教育、品質管理、情報などの研究者が互いに協力する形で、現在の多種多様なデータの統計的解析法の理論と応用につき、研究を遂行した。研究成果は、研究期間中に実施した国際シンポジウムおよび研究集会で公表した。また、著書の刊行および国内外の学術雑誌での公表ならびに各種研究集会にて発表した。

主たる研究成果として、統計分析結果の評価に不可欠の統計的因果推論に関する理論的な成果を著書および論文として公表した。また、統計リテラシーを育む統計教育の今日的ありかたに関して考察し、シンポジウムや研究集会などの様々な機会を捉え、研究者および現場の教育者間での議論を行った。

研究成果の概要(英文)：In our research group, we set up "evaluation" as its core and carry out research on the theory and application of statistical analysis methods of various kinds in cooperating with researchers of various research fields such as medicine, education, quality control, information and so on. The results obtained were published at international symposiums and research meetings conducted during the research period. Also we published several books and many articles in international and domestic academic journals.

As our main research result, we published theoretical results on statistical causal inference which is indispensable for the evaluation of statistical analysis results as a book and many articles as well. In addition, we examined the current state of statistical education in order to enhance statistical literacy of people, and discussed the issues among researchers and school teachers in various opportunities such as symposiums and research meetings.

研究分野：統計的データ解析

キーワード：統計的因果推論 統計 ビッグデータ 教育の質保証 欠測データ 多種多様なデータ 医療統計 計算機統

1. 研究開始当初の背景

本研究開始の2013年は、「ビッグデータ」の語が人口に膾炙し始め、統計学への期待が高まりを見せ、統計学ブームといわれた年であった。「データ」としては、これまでの数値に加え、テキストや区間など、多種多様なものが分析の対象となりつつあった。それと同時に並行的に、統計的データ解析の基礎ともいえる因果関係の確立のための方法論も研究の進展を見せていた。

新しいデータ分析の時代を切り拓く意味でも、新しい方法論の進展と同時に伝統的ともいえる統計学の知見の融合が重要な意味を持つことが認識された。

2. 研究の目的

「評価」をキーワードに、本研究が当初掲げた目的は以下のようであった。

- (1) 各応用分野での評価：特に、臨床評価、教育評価、学校評価、政策評価を中心に据える。
- (2) 因果推論的评价：近年、統計的因果推論の研究が急速に発展しつつあることから、その精緻な理論的枠組みの活用如何を検証する。
- (3) 多種多様なデータに基づく評価：定型的な構造化されたデータのみならず、ビッグデータの名が冠せられる多種多様なデータに基づく評価法の研究開発。

3. 研究の方法

本研究組織のメンバーはそれぞれが実績のある研究者であり、基本的に各自の研究テーマをさらに進めるとした。その上で、統計関連学会と評価関連学会間の交流のため合同シンポジウムなどを開催することを計画した。また、評価の先進国の研究者との情報交換のため、日本の研究者の海外学会への派遣および海外の研究者の招聘を積極的に進めることも目論んだ。さらには、これまでも増して社会人相手のセミナーや講習会を行なうことも掲げた。

研究1年目は研究課題洗い出しの年と位置付け、主として課題発見のためのシンポジウムなどを実施し、2年目以降に実質的な研究の推進及び社会への還元を行なうとし、「統計検定」ならびに「大学間連携」とのタイアップによる研究集会なども企画していく予定を立てた。

4. 研究成果

本研究グループでは、第2節に挙げた各研究テーマの研究の遂行を、概ね次の分担にて実施した：

- (1) 各応用分野での評価：岩崎，阿部，橋本
- (2) 因果推論的评价：岩崎，黒木
- (3) 多種多様なデータに基づく評価：岩崎，水田

それぞれのグループの研究成果は、2冊の

著書および多数の学術論文として刊行した（第5節を参照）。また、研究討論および研究成果の社会への還元のため、以下の研究集会を主催あるいは共催した。

H25

- (25-1) 石垣統計国際会議（石垣市：H25.11.8-11.10）
- (25-2) 理数系教員授業力向上研修会（岡山理科大学：H26.2.23-2.24）
- (25-3) 大学間連携・統計教育方法論合同ワークショップ（統計数理研究所：H26.3.14-3.15）

H26

- (26-1) 京都統計国際会議（京都国際会館：H26.11.17-11.18）

H27

- (27-1) 発見的情報表現研究集会（北海道大学：H27.12.7）
- (27-2) International Workshop on Causal Inference（統計数理研究穂：H28.1.6-1/7）
- (27-3) 統計教育の方法論ワークショップ（東北大学：H28.3.4-3.5）

H28

- (28-1) 学校の評価に関わる国際セミナー（国立教育政策研究所：H28.11.21-11.22）
- (28-2) 臨床試験における欠測データの対処法セミナー（慶應義塾大学：H28.11.29）
- (28-3) 因果推論の基礎研究集会（統計数理研究所：H29.2.16-2.17）
- (28-4) 統計教育の方法論ワークショップ（政策研究大学院大学：H29.3.4-3.5）

これらの研究集会は、研究代表者の岩崎および各研究分担者がオーガナイズしたもので、各研究集会では、諸外国の研究者も招聘し、国際的な研究交流を実現した。特に(26-1)の京都国際統計会議では、本研究機関における最大の国際研究集会であり、中国、米国、イタリアなどの諸外国から多くの参加者を得て、実りのある研究討論ができた。

また、教育評価に関連して、統計教育の方法論ワークショップも共催した。さらに、表面には表れていないが、統計教育の大学間連携および統計検定に関しても側面からの援助を行った。

国際会議などでの研究発表および研究討論と国際交流のため、研究代表者の岩崎は、下記の国々に海外出張した。岩崎は、平成27年6月から日本統計学会の会長に就任したため（任期2年間）、本研究の遂行の傍ら、学会長としての任務のため、積極的に海外での研究集会に参加し、各国の統計学会の会長などとの交流を行った。

H26

- (26-1) Joint Statistical Meetings (Boston, USA:

August 4, 2014)
(26-2) The 27th International Biometric Conference (Florence, Italy: July 7 – July 11, 2014)

H27

(27-1) International Society of Clinical Bio-statistics (Utrecht, Netherland: August 23 – August 27, 2015)
(27-2) Information gathering and scientific discussion at Princeton University (Princeton, USA: February 21 – February 28)

H28

(28-1) UK-Causal Inference Meetings (London, UK: April 13 – April 15, 2016)
(28-2) Institute of Mathematical Statistics – Asia-Pacific Rim Meetings (Hong Kong: June 27 – June 30, 2016)
(28-3) Joint Statistical Meetings (Chicago, USA: July 31 – August 4, 2016)
(28-4) Korean Statistical Society Meeting (Daejeon, Korea: November 4 – November 5, 2016)
(28-5) International Chinese Statistical Association Conference (Shanghai, China: December 19 – December 22)
(28-6) Information gathering and scientific discussion at UC Berkeley and UC San Diego, USA: February 19 – February 24)
(28-7) Information gathering and scientific discussion at Melbourne University (Melbourne, Australia: March 11 – March 15)

上記に挙げた中の研究集会での発表論文題目などは次の第5節に掲げた。

また、(27-2)、(28-6)、(28-7)では、それぞれの大学における統計学およびデータサイエンスの教育に関する情報収集を行うと共に、現地の研究者との討論を行った。これらは、本研究をさらに発展させるためにきわめて有用なものであった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計20件)

岩崎 学 (2017) 統計的に因果を推論する。現代思想, 査読無, **45**, 190-201.

<http://www.seidosha.co.jp/book/index.php?id=3018>

Fukumoto, K., Abe, T. et al. (2017) The learning curve of laparoendoscopic single-site adrenalectomy: an analysis of over 100 cases. *Surgical Endoscopy*, 査読有, **31**, 170-177.
doi: 10.1007/s00464-016-4950-6

岩崎 学 (2016) 統計家の役割：これまで

とこれから, 日本統計学会誌シリーズJ, 査読有, **45**, 217-230.

<http://www.terrapub.co.jp/journals/jjssj/pdf/4502/45020217.pdf>

Kuroki, M. and Hayashi, T. (2016) Estimation accuracies of causal effects using supplementary variables, *Scandinavian Journal of Statistics*, 査読有, **43**, 505–519.
DOI. 10.1111/sjos.12188

Kuroki, M. (2016) The identification of direct and indirect effects in studies with an unmeasured intermediate variable, *Scandinavian Journal of Statistics*, 査読有, **43**, 228–245.
DOI.10.1111/sjos.12176

Fukuda, H. and Kuroki, M. (2016) The development of statistical models for predicting surgical site infections in Japan: Toward a statistical model-based standardized infection ratio, *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 査読有, **37**, 260-271.
DOI10.1017/ice.2015.302

Isozaki, T. and Kuroki, M. (2016) Learning causal graphs with latent confounders in weak faithfulness violations, *New Generation Computing*, 査読有, **35**, 29-45.
DOI10.1007/s00354-016-0003-x

山田健太郎・黒木 学 (2016) 潜在反応モデルを利用した交通コンフリクト指標の定式化。査読有, 応用統計学, **45**, 1-24.
[org/10.5023/jappstat.45.1](http://10.5023/jappstat.45.1)

Tsugu, T., Abe, T. et al. (2016) Changes in right ventricular dysfunction after balloon pulmonary angioplasty in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *American Journal of Cardiology*, 査読有, **118**, 1081-1087.
doi: 10.1016/j.amjcard.2016.07.016

Hosoe, N., Abe, T. et al. (2016) Evaluation of performance of the Omni mode for detecting video capsule endoscopy images: A multicenter randomized controlled trial. *Endoscopy International Open*, 査読有, **4**, 878-882
doi: 10.1055/s-0042-111389

Miyakawa Y., Abe, T. et al. (2016) Efficacy and safety of rituximab in Japanese patients with acquired thrombotic thrombocytopenic purpura who are refractory to conventional therapy. *International Journal of Hematology*, 査読有, **104**, 228-235
doi: 10.1007/s12185-016-2019-x

Igarashi T., Abe, T. et al. (2015) Effects of Epidural Anesthesia on Growth of *Escherichia Coli* in situ – Roles of lipocalin-2 pathway. *Anesthesia & Analgesia*, 査読有, **121**, 81-89. doi: 10.1213/ANE.0000000000000694

Hashimoto, A. (2015) Comparison of the big tests' origins in Japan and the United States: the characteristics of "elementary school examination" of early Meiji era. *Comparative Sociology*, 査読有, **14**, 53-78. DOI: 10.1163/15691330-12341340

Togo, K. and Iwasaki, M. (2014) Group comparison involving zero-inflated count data in clinical trials, *Japanese Journal of Biometrics*, 査読有, **34**, 53-66. http://www.jstage.jst.go.jp/article/jjb/34/2/34_53/_pdf

Kuroki, M. and Pearl, J. (2014) Effect restoration and measurement bias in causal inference, *Biometrika*, 査読有, **101**, 423-437. DOI: <https://doi.org/10.1093/biomet/ast066>

Matsui, Y., Minami, H. and Mizuta, M. (2014) Symbolic Cluster Analysis for Distribution Valued Dissimilarity. *Communications for Statistical Applications and Methods*, 査読有, **21**, 225-234. DOI:<http://dx.doi.org/10.5351/CSAM.2014.21.3.225>

岩崎 学・秋澤忠男・椿原美治 (2013) 保存期慢性腎臓病患者を対象とした持続型ESA製剤とrHuEPO製剤のHemoglobin variabilityに与える影響の違いの検討, 腎と透析, 査読有, **74**, 843-850. http://www.tokyo-igakusha.co.jp/f/b/index/zc01/3/oa_table/b_z_bak.html

Togo, K. and Iwasaki, M. (2013) Optimal timing for interim analyses in clinical trials, *Journal of Biopharmaceutical Statistics*, 査読有, **23**, 1067-1080. <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10543406.2013.813522>

浜田 惇・南 弘征・水田正弘 (2013) モデルインターバルデータに対する主成分分析法の提案. 計算機統計学, 査読有, **26**, 3-16. <http://jscs.jp/wabun/26-1.html>

米森 力・南 弘征・水田正弘 (2013) 分布値データに対する非階層的シンボリッククラスタリングと交通ビッグデータへの適用について. 日本統計学会誌シリーズJ, 査読有, **43**, 59-67.

<http://www.terrapub.co.jp/journals/jjssj/pdf/4301/43010059.pdf>

〔学会発表〕(計48件)

岩崎 学・高野海斗・戸松真太郎: 説明変数に欠測を含む回帰モデルによる予測. 日本行動計量学会(札幌学院大学). 2016.9.1.

Sano, F. and Iwasaki, M. Apparent non-compliers may not be genuine non-compliers. UK-Causal Inference Meetings 2016 (London, UK) April 13 – April 15, 2016)

Abe, T., Shiosakai, K., Roberts, R., Sano, F. and Iwasaki, M.: Evaluation of sensitivity of statistical methods that assume missing at random. Joint Statistical Meetings 2016 (Chicago, USA) July 31 – August 4, 2016.

岩崎 学: 統計家の役割: これまでとこれから. 統計関連学会連合大会(岡山大学) 2015.9.8.

Abe, T., Sato, Y. and Iwasaki, M.: Imputation models for longitudinal zero-inflated count data with dropouts. International Society of Clinical Biostatistics 2015 (Utrecht, Netherland) August 23-27, 2015.

Abe, T., Shiosakai, K., Sano, F., Roberts, R., Sato, Y. and Iwasaki, M.: Multiple imputation for longitudinal count data with dropouts – A methodological evaluation" Joint Statistical Meetings (Seattle, USA) August 8-13, 2015.

Abe, T., Shiosakai, K., Sato, Y. and Iwasaki, M.: Evaluation of statistical methods for longitudinal count data with dropouts. Joint Statistical Meetings (JSM2014) (Boston, USA), August 4, 2014.

Abe, T., Sato, Y. and Iwasaki, M.: Sample size calculation for non-inferiority clinical trials with paired Poisson count data. The 27th International Biometric Conference (IBC2014) (Florence, Italy), July 7-11, 2014.

他40件

〔図書〕(計2件)

阿部貴行 (2016) 欠測データの統計解析. 朝倉書店, 190.

岩崎 学 (2015) 統計的因果推論. 朝倉書

店, 204 .

〔その他〕

ホームページ等

www.kakenhyoka.jp

6 . 研究組織

(1)研究代表者

岩崎 学 (IWASAKI, Manabu)

成蹊大学・理工学部・教授

研究者番号：40255948

(2)研究分担者

阿部 貴行 (ABE, Takayuki)

慶應義塾大学・医学部・講師

研究者番号：10594856

黒木 学 (KUROKI, Manabu)

統計数理研究所・データ科学研究計・教授

研究者番号：60334512

水田 正弘 (MIZUTA, Masahiro)

北海道大学・情報基盤センター・教授

研究者番号：70174026

橋本 昭彦 (HASHIMOTO, Akihiko)

国立教育政策研究所・教育政策・評価研究

部・総括研究官

研究者番号：80189480

(3)連携研究者

狩野 裕 (KANO, Yutaka)

大阪大学大学院・基礎工学研究科・教授

研究者番号：20201436

中西 寛子 (NAKANISHI, Hiroko)

成蹊大学・名誉教授

研究者番号：60207834

渡辺 美智子 (WATANABE, Michiko)

慶應義塾大学大学院・健康マネジメント研

究科・教授)

研究者番号：50150397