

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 27 日現在

機関番号：32641

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24710170

研究課題名(和文) 閾値を持つ確率分布の非正則問題の解決と推定及び検定手法の確立

研究課題名(英文) Establishment of an inference methodology for non-regular distributions with threshold

研究代表者

長塚 豪己 (Nagatsuka, Hideki)

中央大学・理工学部・准教授

研究者番号：30384738

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：閾値を有する確率分布は、統計学分野をはじめ、信頼性工学、品質管理学、安全学、経済学、医学、薬学、生物学、社会学等極めて広範囲の分野で用いられる確率分布である。閾値を有する確率分布における推定法、及び検定手法の確立を目的とし、特に、信頼性及び品質管理分野において重要とされている寿命分布に焦点を当て、非正則問題を回避する推定、及び検定法を開発し、評価を行った。更に、提案手法を完全データのみでなく、打ち切りデータにも対応すべく拡張を行った。

研究成果の概要(英文)：The methods of inference for life time distributions with threshold parameter in which the non-regularity problem has been avoided has been established. The methods have been extended for the cases when the data are censored.

研究分野：社会システム工学・安全システム

キーワード：非正則分布 信頼性工学 品質管理 寿命分布 尤度比 漸近分布

1. 研究開始当初の背景

閾値を有する確率分布は、統計学分野をはじめ、信頼性工学、品質管理学、安全学、経済学、医学、薬学、生物学、社会学等極めて広範囲の分野で用いられる確率分布である。閾値を含んだ確率分布においては、正則条件が破綻することから、推定において困難性が生じることが知られている。この問題は非正則問題(non-regularity problem)と呼ばれ、統計学分野のみにとどまらず、信頼性分野、品質管理分野、経済学分野を中心に、1950年頃より半世紀以上にわたって議論されてきた問題である。しかし、次のような問題が生じるため、非正則問題の解決に至った研究はまだ報告されていない。さらに、推定量の漸近分布が導出できないため、信頼区間や検定統計量が構築できない問題も残されている。

2. 研究の目的

信頼性及び品質管理分野において重要とされている寿命分布(族)に焦点を当て、閾値を有する確率分布の非正則性問題の解決を考慮した理論構築と推定及び検定手法の確立を目的とする。

3. 研究の方法

本研究は、国際的に著名な N. Balakrishnan 教授との国際共同研究であり、長塚が、主導的に本研究を進め、Balakrishnan 教授には、研究全般に関して適宜ご助力をいただく形で進める。年度ごとに国際誌に投稿を行うことをマイルストーンとし進める。

4. 研究成果

本研究の研究期間中に以下の成果を得た。

・単一タイプ II 打ち切りデータに対する、ワイブル分布、ガンマ分布、対数正規分布、逆正規分布のパラメータ推定と分位点推定において、必ず唯一の解を持ち、一致推定量になるような推定法を開発した。

・ワイブル分布、ガンマ分布、ベータ分布等を含むある非正則分布族において、提案推定量の漸近分布の導出を行った。更に、その区間推定と尤度に基づく検定手法について、検討を行い、数値実験レベルでの成果を得た。

・極値理論において統一モデルとして用いられる一般化極値分布、及びその関連分布である一般化パレート分布を対象とし、全てのパラメータ範囲において一意に推定値が求められる点推定法について検討を行った。数値実験レベルにおける成果を得た。

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 14 件)

[1] Hideki Nagatsuka and N. Balakrishnan, An efficient method of parameter and quantile estimation for the three-parameter Weibull distribution based on statistics invariant to unknown location parameter, *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, Vol. 44, Issue 2, pp.295-318 (2015). 査読有

[2] Hideki Nagatsuka and N. Balakrishnan, Consistent estimation of parameters and quantiles of the three-parameter gamma distribution based on Type-II right censored data, *Journal of Statistical Computation and Simulation*, (2014), doi:10.1080/00949655.2014.930861, in press. 査読有

[3] Hideki Nagatsuka and N. Balakrishnan, A method for estimating parameters and quantiles of the three-parameter inverse Gaussian distribution based on statistics invariant to unknown location, *Journal of Statistical Computation and Simulation*, Vol.84, Issue 11, pp.2361-2377 (2014). 査読有

[4] Hideki Nagatsuka, Comments: EM-based likelihood inference for some lifetime distributions based on left truncated and right censored data and associated model discrimination by N. Balakrishnan and Debanjan Mitra, *South African Statistical Journal*, Vol. 48, Issue 2, pp.173-175 (2014). 招待論文

[5] Hideki Nagatsuka, N. Balakrishnan and Toshinari Kamakura, A consistent method of estimation for the three-parameter gamma distribution, *Communications in Statistics - Theory and Methods*, Vol.43, Issue 18, pp.3905-3926 (2014). 査読有

[6] Hideki Nagatsuka and N. Balakrishnan, A consistent method of estimation for the parameters of the three-parameter inverse Gaussian distribution, *Journal of Statistical Computation and Simulation*, Vol.83, Issue 10, pp.1915-1931 (2013). 査読有

[7] Hideki Nagatsuka and N. Balakrishnan, Parameter and quantile estimation for the three-parameter lognormal distribution based on statistics invariant to unknown location, *Journal of Statistical Computation and Simulation*, Vol.83, Issue 9, pp.1629-1647 (2013). 査読有

[8] Hideki Nagatsuka, Hiroshi Kawakami, Toshinari Kamakura and Hisashi Yamamoto, The exact finite-sample distribution of the median absolute deviation about the median of continuous random variables, *Statistics & Probability Letters*, Vol.83, Issue 4, pp.999-1005 (2013). 査読有

[9] Hideki Nagatsuka, Toshinari Kamakura and N. Balakrishnan, A consistent method of estimation for the three-parameter Weibull distribution, *Computational Statistics and Data Analysis*, Elsevier, Vol. 58, pp.210-226 (2013). 査読有

[10] Hideki Nagatsuka and N. Balakrishnan, A consistent parameter estimation in the three-parameter lognormal distribution, *Journal of Statistical Planning and Inference*, Vol.142, Issue 7, pp.2071-2086 (2012). 査読有

[11] Hideki Nagatsuka and N. Balakrishnan, Parameter and quantile estimation for the three-parameter gamma distribution based on statistics invariant to unknown location, *Journal of Statistical Planning and Inference*, Vol.142, Issue 7, pp.2087-2102 (2012). 査読有

[12] Hideki Nagatsuka, Megumi Uchino and Hisashi Yamamoto, Parameter estimation of multivariate distributions under order restrictions of the parameters: An extension of isotonic regression, *Quality Technology and Quantitative Management*, Vol.9, No.3, pp.283-293 (2012). 査読有

[13] 長塚豪己, 閾値を有する非正則分布の統計的推測理論に関する研究, *品質* Vol. 43, No.1, pp. 61-63 (2013). 査読無

[14] 長塚豪己, 文献紹介: D.Han, F. Tsung, A generalized EWMA control chart and its comparison with the optimal EWMA, CUSUM and GLR schemes, *The Annals of Statistics*, 32, 316-339 (2004), *品質* Vol. 42, No.1, p. 60 (2012). 査読無

〔学会発表〕(計 7 件)

[1]Hideki Nagatsuka, A likelihood-based inference for a family of nonregular distributions, *Proceedings of Pacific Rim Statistics Conference on Production Engineering*, p.6 (2014), Dec. 12, 2014, Shanghai (China). 招待講演

[2]横山真弘, 長塚豪己, ロバストな側面を持つ統計量を用いた外れ値の検定に関する

一考察, 第 27 回秋季信頼性シンポジウム発表報文集, pp.123-126 (2014), 2014 年 11 月 19 日, 日科技連千駄ヶ谷ビル(東京都渋谷区). 査読無

[3]横山真弘, 長塚豪己, あるロバスト統計量とその外れ値の検定への応用に関する一考察, 2014 年度統計関連学会連合大会講演報告集, p.216 (2014), 2015 年 9 月 15 日, 東京大学本郷キャンパス(東京都文京区). 査読無

[4]長塚豪己, 一般化パレート分布の推定, 第 13 回西東京統計研究会予稿集, p.63 (2014), 2014 年 3 月 11 日, 中央大学後楽園キャンパス(東京都文京区). 査読無

[5] Hideki Nagatsuka and N. Balakrishnan, A study of estimation for the parameters of the lifetime distributions with unknown location parameter based on type-II censored data using order statistics, *Proceedings of 5th Asia-Pacific International Symposium on Advanced Reliability and Maintenance Modeling*, pp.343-350 (2012), Nov. 3, 2012, Nanjing (China). 査読有

[6] Hideki Nagatsuka and N. Balakrishnan, On estimation for the parameters of the Generalized Pareto Distribution, *Proceedings of 5th Asia-Pacific International Symposium on Advanced Reliability and Maintenance Modeling*, pp.351-358 (2012), Nov. 2, 2012, Nanjing (China). 査読有

[7] Hideki Nagatsuka and N. Balakrishnan, A study of parameter estimation for the three-parameter Weibull distribution based on type-II censored data using order statistics, *Proceedings of the 10th International Conference on Ordered Statistical Data and Its Applications OSDA 2012*, p.43 (2012), May. 24, 2012, Murcia (Spain). 査読無

〔図書〕(計 1 件)

長塚豪己, 新版 信頼性ハンドブック (第 2 部第 2 章 2.2 節, 付録-6 6.1) 総ページ数 8 (2014).

〔その他〕

ホームページ等

<https://ir.c.chuo-u.ac.jp/researcher/profile/00010486.html>

<http://researchmap.jp/read0140964/>

<https://sites.google.com/site/hidekinag>

[atsuka7/](#)

6 . 研究組織

(1)研究代表者

長塚豪己 (NAGATSUKA HIDEKI)

中央大学・理工学部・教授

研究者番号：30384738