

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 4月22日現在

機関番号：33305

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2011

課題番号：20510147

研究課題名（和文） 経済の準静的変化と企業規模を考慮した成長率分布の研究とその応用としてのリスク管理

研究課題名（英文） The Study of growth-rate distributions in view of quasi-static transition of economy and the size of firms, and the managing risk as the application

研究代表者

石川 温（ISHIKAWA ATUSHI）

金沢学院大学・経営情報学部・教授

研究者番号：90308627

研究成果の概要（和文）：日本企業の売上データに関し、当初研究計画に沿って、1) 詳細釣合則の確認、2) 成長率分布の形状より非ジブラ則を解析的に導出、3) 実データにおける非ジブラ則の実証の確認、の3点を実行し、利益データと異なる非ジブラ則を発見した。さらに、売上データのように、成長率分布が両対数軸で曲線的になる場合の一般的な非ジブラ則を解析的に導き、売上データで観測される非ジブラ則が、その中に含まれる事を発見した。また、成長率分布の形状と非ジブラ則には密接な関係があることを解析的に示し、対象としている量が利益のように正負値をとるか、売上のように正值のみをとるかで成長率分布の形状が決定される事を、数値シミュレーションにより明らかにした。

研究成果の概要（英文）：By employing sales data in Japanese firms, we obtain following three results. 1) The confirmation of the detailed balance. 2) An analytical derivation of Non-Gibrat's law from the figure of the growth rate distribution. 3) The confirmation of Non-Gibrat's law by using empirical data. Furthermore, we find that sales data follow Non-Gibrat's law different from Non-Gibrat's law which is observed in profits data. We analytically derive the general form of Non-Gibrat's law observed in growth rate distributions which have a curvature like sales data. This description contains Non-Gibrat's law observed in sales data. At the same time, we analytically clarify that the figure of the growth rate distribution is closely related to Non-Gibrat's law. And, by using numerical simulations, we exhibit the difference between two types of the growth rate distributions, the one of which is observed in both positive and negative data such as profits, and the other of which is in non-negative data such as sales.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	500,000	150,000	650,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
総計	2,000,000	600,000	2,600,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・社会システム工学・安全システム

キーワード：企業規模分布・危機管理・成長率分布・経済物理学・経済理論・経済統計学・統計力学

1. 研究開始当初の背景

経済学的データが高額域で冪分布に従うことは100年以上前から知られており、そのモデルも数多く提案されてきた。その状況下で研究開始の数年前、特定のモデルを仮定しなくても、高額域に観られる詳細釣合則とジブラ則から冪分布が導かれることが藤原氏らにより示された。ジブラ則とは、連続した年のある経済学的データを (x_1, x_2) としたとき、成長率 $R=x_2/x_1$ の条件付き確率分布 $Q(R|x_1)$ が初期値 x_1 に依存しないことを言う。

その後、本研究代表者により以下が示された。中額域では詳細釣合則が観られる一方でジブラ則は成立せず、代わりに $Q(R|x_1)$ の x_1 依存性に法則（非ジブラ則）があり、詳細釣合則と非ジブラ則より対数正規分布が導かれる。また、両対数軸で成長率分布が直線的になる場合、非ジブラ則の表現は一意である。この研究により、中額域のデータを精度よく近似する対数正規分布の理論的根拠が明らかにされた。以上は、日本企業の利益データを用いて示された。

さらに、系が平衡状態（詳細釣合則が成立）にあり分布関数が定常的になる上記の議論を、準静的な系（詳細準釣合則が成立）に拡張し、準静的に変化する分布関数を記述することも示された。この分析は、日本の公示土地価格データを用いて行われた。

2. 研究の目的

企業規模など経済に重要な量を扱う際、経済の準静的な変化と企業規模による成長率分布の違いを考慮することは非常に重要だと考えられる。1. に記述された研究は、企業利益と公示土地価格に関して特定の近似の基で確認された結果であり、利益以外の企業規模量に関して分析を進めるのが、本研究の第一目的である。さらにその応用として、経済の準静的な変化や企業規模による成長率の違いを考慮した信用リスクの研究に取り組む。

3. 研究の方法

本学図書館および研究室に所蔵されている、日本の企業情報データベース“CD Eyes(東京商工リサーチ)”や“法人申告所得データブック(ダイヤモンド社)”などを用い、企業利益・公示土地価格にて確立した分析を資本・売上・所得・従業員数などの企業財務データに適用する。具体的には、各データが存在する年について以下の分析を行う：

- (1) 同時確率分布 $P(x_1, x_2)$ を観測し、詳細釣合則あるいは詳細準釣合則の成立を確認する。
- (2) 成長率分布 $Q(R|x_1)$ の形状より、非ジブラ則を解析的に導出する。

- (3) 実データにおいて規模 x_1 による成長率分布の違いを測定し、非ジブラ則を実証的に確認する。

- (4) 詳細釣合則あるいは詳細準釣合則と非ジブラ則から各量の確率分布を解析的に導出し、実データとの整合性により(1)～(3)の無矛盾性を確認する。

さらに、以上により得られた『年毎の』『企業規模に応じた』『企業財務データにより異なる』各成長率分布を考慮して、主として金融機関にとっての信用リスクを評価する。

4. 研究成果

経済産業研究所所蔵のデータベースを用い、以下の成果を得た。

- (1) 利益データと同様、売上データにも高額域および中額域にて時間反転対称性（詳細釣合則）が成立している。
- (2) 利益データの成長率分布は両対数軸で直線的になるが、売上データの成長率分布は両対数軸で曲率を持つ。その効果を取り入れるため、曲率を持つ成長率分布から導かれる非ジブラ則の一般形を解析的に導いた。
- (3) 売上データの中額域に観られる非ジブラ則が、(2)で導かれた非ジブラ則の一般形に含まれることを示した。
- (4) 成長率分布の形状は、利益データのように両対数軸で直線になるもの、売上データのように両対数軸で曲率を持つものの2つに分類される。その形状と非ジブラ則には密接な関係があることを、解析的に示した。
- (5) 対象とするデータが、利益のように正負値をとるか、売上のように正值しか取らないかで、成長率分布の形状が異なることを数値シミュレーションで示した。

本学所蔵のデータベースには網羅性に問題があり、当初研究計画を進めるには限界があった。そのため、経済産業研究所所蔵の網羅性が高いデータベースを用い、上記の研究成果を導いた。さらに2010年より、網羅性と共に詳細性も兼ね備えた一橋大学所蔵の企業財務データを利用して、資産や従業員数に加え、企業や国にとって最も重要な量である付加価値や技術力を算出できるようになった。また、同じく一橋大学所蔵の世界各国の企業財務データを用い、様々な国のデータも分析可能となった。

新たに利用できるようになった、詳細で網羅的な日本および世界各国の企業財務データを用い、当初想定した以上に様々な企業規模量を考慮した統計的信用リスク評価が可能となった。そして、その分析には当初想定した以上の時間が必要だと判断した。また新たなデータベースを利用すれば、信用リスク

評価に加え、企業や国の成長を統計的に議論できると考え、研究計画を再構築し「企業の成長を決定づける企業規模量に関する研究とその応用としての企業の成長戦略（研究課題番号：24510212）」として新しい研究を開始した。

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 25 件)

- ① 藤本祥二、石川温、水野貴之、渡辺努、A New Method for Measuring Tail Exponents of Firm Size Distributions、Economics E-Journal、vol. 5, 2011 - 20 (2011)、査読有、
<http://dx.doi.org/10.5018/economics-ejournal.ja.2011-20>
- ② 渡辺努、水野貴之、石川温、藤本祥二、メガ企業の生産関数の形状 - 分析手法と応用例 -、経済研究 第 62 巻 第 3 号 2011 年 7 月 193 - 208、査読有
- ③ 石川温、藤本祥二、水野貴之、Shape of Growth Rate Distribution Determines the Type of Non-Gibrat's Property、Physica A 390 (2011) 4273 - 4285、査読有
- ④ 石川温、藤本祥二、友寄全志、The difference of growth rate distributions between sales and profits、J. Physics: Conf. Ser. 221(2010) 012007、査読有、DOI:10.1088/1742-6596/221/1/012007
- ⑤ 藤本祥二、石川温、友寄全志、A multiplicative stochastic process deriving the probability distribution in exact form、J. Physics: Conf. Ser. 221(2010) 012008、査読有、DOI:10.1088/1742-6596/221/1/012008
- ⑥ 友寄全志、藤本祥二、石川温、Non-Gibrat's Law and the size dependence of growth rate distributions、J. Physics: Conf. Ser. 221(2010) 012009、査読有、DOI:10.1088/1742-6596/221/1/012009
- ⑦ 藤本祥二、友寄全志、石川温、A Stochastic Model for Pareto's Law and the Log-Normal Distribution under the Detailed Balance and Extended-Gibrat's Law、K. Nakamatsu et al. (Eds.): New Advan. in Intel. Decision Techno., SCI 199, pp. 605 - 614、査読有
- ⑧ 石川温、Power-Law and Log-Normal Distributions in Temporal Changes of Firm-Size Variables、Economics

E-Journal、vol. 3, 2009 - 11 (2009)、査読有、

<http://www.economics-ejournal.org/economics/journalarticles/2009-11>

- ⑨ 友寄全志、藤本祥二、石川温、Non-Gibrat's law in the middle scale region、Prog. Theor. Phys. Supple. No. 179 (2009) 114 - 122、査読有
- ⑩ 石川温、Quasistatically varying log-normal distribution in the middle scale region of Japanese land prices、Prog. Theor. Phys. Supple. No. 179 (2009) 103 - 113、査読有

[学会発表] (計 33 件)

- ① 石川温、Firm size distribution and non-Gibrat's law observed in the mid-scale range、ECONOPHYS-KOLKATA VI International Workshop on "Econophysics of systemic risk and network dynamics", October 21-25, 2011 Kolkata, India
- ② 石川温、長期に渡る日本企業データを用いた非ジブラ則の検証、平成 23 年 9 月 8-9 日 平成 23 年度第 1 回「経済物理とその周辺」研究会 (統計数理研究所)
- ③ 石川温、藤本祥二、水野貴之、渡辺努、準空間反転対称性とコブダグラス型生産関数、平成 23 年 7 月 15-16 日 経済物理学 2011: The Hitchhiker's Guide to the Economy (京都大学基礎物理学研究所)
- ④ 石川温、Total factor productivity in firms around the globe、November 4-6, 2010 in Taipei, Taiwan, Econophysics Colloquium 2010
- ⑤ 石川温、Cobb-Douglas 型生産関数の起源と技術(TFP)の分布、平成 22 年 10 月 22 日 キヤノングローバル戦略研究所
- ⑥ 石川温、企業サイズの中額領域に観られる第 2 非ジブラ則、平成 22 年 3 月 20-23 日 日本物理学会 第 65 回年次大会 (岡山大学)
- ⑦ 石川温、Non-Gibrat's Law Observed in Sales Data of Japanese Firms、ECONOPHYSICS COLLOQUIUM 2009 Centro Ettore Majorana Erice, (TP) Italy OCTOBER 25-31 2009
- ⑧ 石川温、企業サイズデータにおける成長率分布のテールと非ジブラ則との関係、平成 21 年 9 月 8-9 日 経済物理学 2009 (京都大学 基礎物理学研究所)
- ⑨ 石川温、A stochastic model for Pareto's law and the log-normal distribution under the detailed balance and extended-Gibrat's law、First KES International Symposium on Intelligent Decision Technologies

- IDT' 09 Himeji, Japan 23-24 April 2009
- ⑩ 石川温、The difference of growth rate distributions between sales and profits、APFA7 & Tokyo Tech - Hitotsubashi Interdisciplinary Conference ``New Approach to the Analysis of Large-Scale Business and Economic Data'' March 1st - 5th, 2009 / Ookayama Campus (Tokyo Institute of Technology), Josui Kaikan (Hitotsubashi University)
 - ⑪ 石川温、公示土地価格分布の高・中額領域における準静的変化、平成 20 年 9 月 20-23 日 日本物理学会 秋季大会 (岩手大学)
 - ⑫ 石川温、Detailed quasi-balance and non-Gibrat's law in Japanese land prices、The Dynamics Days Asia-Pacific 5, the Fifth International Conference on Nonlinear Science Nara-Japan, Sep 9 - Sep 12, 2008

[その他]

ホームページ

<http://www2.kanazawa-gu.ac.jp/~ishikawa/ishikawa.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石川 温 (ISHIKAWA ATUSHI)
金沢学院大学・経営情報学部・教授
研究者番号：90308627

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：