

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：33305

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2016

課題番号：24510212

研究課題名(和文) 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

研究課題名(英文) Study of firm size variables which determine growth of firms and the application to growth strategy of firms

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

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：日本企業の財務データベースを利用し、企業の技術力は、売上 Y や従業員数 L といった企業規模量と同じ性質を持つこと、売上に最も影響を与える企業規模量は従業員数 L であることを明らかにした。また、売上を決定するCobb-Douglas生産関数と、 Y 、資産 K 、 L に観られる反転対称性と同等性を証明した。さらに、企業の売上・資産・労働力の3変数にジブラ則と準反転対称性が観られることを確認し、それらより $(K;L)$ の同時確率密度関数を厳密に導いた。一方、企業の平均的な成長は、初期にはべき関数的で、次に緩やかな指数関数に従うS字カーブに似た成長をすることを発見し、それを非ジブラ則とジブラ則より説明した。

研究成果の概要(英文)：Employing financial database of Japanese firms, we clarified that total factor productivity in firms follows power law observed in sales (Y) and number of employees (L) and that sales of firms are significantly influenced by number of employees. We also proved the equivalence of the Cobb-Douglas production function and the inverse symmetry observed in sales, assets (K), and number of employees. Furthermore, we confirmed that Gibrat's law and inverse symmetry among sales, assets, and number of employees of firms, and using them we identified the exact functional form of the probability density function ($K;L$). We found that the average firm growth follows power law first ten years from their birth, however, the growth follows gentle exponential function, and showed that Non-Gibrat's law and Gibrat's law lead to this phenomena.

研究分野：経済物理学

キーワード：企業 成長 ジブラ則 反転対称性 非ジブラ則 企業規模量

1. 研究開始当初の背景

企業規模量は、ある閾値以上の大規模領域で冪則に従い、それ以下の中規模領域で対数正規分布に従うことが、経験的に知られている。申請者らの研究により、これらの分布は、系の平衡状態を表す時間反転対称性と企業規模による成長率分布の違いを示す(非)Gibrat 則から理解できるようになった。

大規模領域では、成長率分布は初期規模に依存して変化はしない(Gibrat 則)。一方、中規模領域では、2種類の非 Gibrat 則が確認されている。第1タイプは、両対数軸で成長率分布が直線で近似される利益データに観られ、初期規模が大きくなるに従い正の成長率は減少し、負の成長率は増加する。第2タイプは、成長率分布が直線より幅広になる売上データに観られ、初期規模が大きくなるに従い、正の成長率は減少するが、負の成長率はほとんど変化しない。

これら非 Gibrat 則の違いは、成長率分布の形状と密接に関係している。成長率分布が直線状になる場合、時間反転対称性のもとで第1非 Gibrat 則が唯一の解であることが申請者により証明されており、日本企業の正利益データにより実証的にも確認されている。一方、成長率分布が曲線状になる場合、数種類の非 Gibrat 則が許される。日本企業の売上データにより実証的に確認されたのは、第2非 Gibrat 則であった。それは解の一つであるが、その解が選ばれる理由は現段階では明らかにされていない。

また、成長率分布の形状と企業規模量の種類にも、興味深い関係がある。従来の研究で、様々な企業規模量について成長率分布が調べられてきたが、成長率分布が直線状になるのは、利益や所得など正負の値をとる企業規模量の場合である。一方、成長率分布が曲線状になるのは、売上・資産・従業員数など、正の値のみをとる企業規模量の場合である。これらの関係は経験的に間違いないと考えられるが、やはりその理由は明らかにされていない。

2. 研究の目的

売上・利益・資産・従業員数など企業規模を表す量の成長率分布は、初期規模に依存して変化する(非)Gibrat 則)。そしてその変化の様子は、売上と利益で異なる。本研究では、日本および世界各国の詳細な企業財務データを用い、様々な企業規模量の非 Gibrat 則を明らかにする。詳細な財務データより計算可能となる、各企業の生み出す付加価値や技術力という企業規模量も分析対象とする。これら企業規模量の成長率を種類別に見積もることにより、企業や国にとって最も重要な付加価値の成長が、技術力・資産・従業員数など、どの企業規模量に起因しているかを統計的に明らかにする。

3. 研究の方法

日本および世界各国の詳細で網羅的な企業財務データベースを用い、以下を実行する。

(1) 資産・従業員数データの時間反転対称性・成長率分布の形状・(非)Gibrat 則・冪則(冪指数)・対数正規分布(標準偏差)などを観測し、各パラメータを測定する。

(2) 各企業の生み出す付加価値・技術力も算出し、それらに対しても1.と同様の観測と測定を行う。

(3) 付加価値は技術力・資産・従業員数で決定されると考え、付加価値およびその成長率は、技術力・資産・従業員数の主にどの変数に大きく影響を受けるかを調べる。

(4) 以上の分析を業種別・国別、あるいは企業単位・業種単位・国単位という集計単位別に行い、それらによる違いを比較し、付加価値の成長に関する統計的法則を明らかにする。

4. 研究成果

(1) 日本企業の財務データベースを利用し、正值のみをとる資産 K ・従業員数 L は、売上と同じく第1非 Gibrat 則に従うことを発見した〔Prog. Theor. Phys. Supple. (2012)〕。

(2) 企業の技術力 A は、売上や従業員数といった企業規模量と同じ性質を持つこと、売上 Y に最も影響を与える企業規模量は従業員数 L であることを明らかにした〔Physica A (2013)〕。

(3) 売上 Y を決定する Cobb-Douglas 生産関数と、 $(Y;K;L)$ に観られる反転対称性ととの等価性を証明した。

(4) 企業の売上・資産 K ・労働力 L の3変数に Gibrat 則と準反転対称性が観られることを確認し〔Physica A (2013)〕、それらより $(K;L)$ の同時確率密度関数を厳密に導いた。また、地表開度という地理学の概念を用い、上記の解析的結果を実データにて確認した〔J. Phys. Soc. Jpn. (2014)〕。

(5) 企業の平均的な成長は、初期にはベキ関数に、次に緩やかな指数関数に従うS字カーブに似た成長をすることを発見し、それを非 Gibrat 則と Gibrat 則より説明した〔Adv. Math. Phys. (2016)〕。

(6) 日本のスーパーマーケットのPOSデータを用いて、各店舗の売上と商品数にベキ的な相関が観測されることを明らかにした〔JSAI (2016)〕。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 8 件)

Long-term firm growth properties derived from short-term laws of sales and number of employees in Japan and France, A. Ishikawa, Shouji Fujimoto, Takayuki Mizuno, and Tsutomu Watanabe, *Evolutionary and Institutional Economics Review* (2016) DOI 10.1007/s40844-016-0055-0, 査読あり

Firm Growth Function and Extended-Gibrat's Property, A. Ishikawa, S. Fujimoto, T. Mizuno, T. Watanabe, *Advances in Mathematical Physics*, Vol. 2016 (2016), Article ID 9303480, 査読あり

スーパーマーケットの売上と商品数のべき的相関, A. Ishikawa, S. Fujimoto, T. Mizuno, T. Watanabe, 人工知能学会: 経営課題に AI を! ビジネス・インフォマティクス研究会 JSAI Special Interest Group on Business Informatics (2016) 4th SIG-BI 2016 paper2, 査読あり

Firm age distributions and the decay rate of firm activities, A. Ishikawa, S. Fujimoto, T. Mizuno, T. Watanabe, *Proceedings of the International Conference on Social Modeling and Simulation, plus Econophysics Colloquium 2014* (2015) 187-194, 査読あり

Are firms that are awarded more patents more productive?, S. Fujimoto, A. Ishikawa, T. Mizuno, T. Watanabe, *Econophysics and Data Driven Modelling of Market Dynamics* (Springer, 2015) 129-142, 査読あり

Analytical derivation of power laws in firm size variables from Gibrat's law and quasi-inversion symmetry: A geomorphological approach, A. Ishikawa, S. Fujimoto, T. Mizuno, T. Watanabe, *J. Phys. Soc. Jpn.* 83 (2014) 034802, 査読あり

The emergence of different tail exponents in the distributions of firm size variables, A. Ishikawa, S. Fujimoto, T. Mizuno, T. Watanabe, *Physica A* 392 (2013) 2104-2113, 査読あり

Power laws in firm productivity, T. Mizuno, A. Ishikawa, S. Fujimoto, T. Watanabe, *Prog. Theor. Phys. Supple.* No. 194 (2012) 122-134, 査読あり

〔学会発表〕(計 19 件)

企業活動停止率と非ジブラ則の関係, 石川 温, 藤本 祥二, 水野 貴之, 渡辺

努, 平成 28 年 9 月 日本物理学会 2016 年秋季大会 (金沢大学)

The relation between non-Gibrat's law and the decay rate of firm activities A. Ishikawa, S. Fujimoto, T. Mizuno, and T. Watanabe, 国際会議 2016 Conference on Complex Systems, Beurs Van Berlage, Amsterdam, The Netherlands, 19-22 September 2016
連続する 2 年にて 1 年目にしかデータが存在しない企業の性質, 藤本祥二, 石川温, 水野貴之, 渡辺努, 平成 28 年 8 月 平成 28 年度第 1 回「経済物理とその周辺」研究会 (キヤノングローバル戦略研究所)

Decay rate of firm activities and non-Gibrat's law, S. Fujimoto, A. Ishikawa, T. Mizuno, and T. Watanabe, 国際会議 ASIA-PACIFIC ECONOPHYSICS CONFERENCE 2016, August, 24th-26th, 2016, the University of Tokyo, Japan
Firm Age Distributions and the Decay Rate of Firm Activities, A. Ishikawa, S. Fujimoto, T. Mizuno, and T. Watanabe, 国際会議 JAFEE20: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS WITH ICT AND NETWORKS, UTokyo, March 26/27, 2016

スーパーマーケットの売上と商品数のべき的相関 Power-law correlation between sales and the number of products in the database of supermarkets, 石川温, 藤本祥二, 水野貴之, 渡辺努, 人工知能学会: 経営課題に AI を! ビジネス・インフォマティクス研究会, JSAI Special Interest Group on Business Informatics (SIG-BI), 2016 年 3 月 19 日 (土) 沖縄県石垣市 大瀆信泉記念館

企業の成長則と拡張ジブラ性の関係, 藤本祥二, 石川温, 水野貴之, 渡辺努, 平成 28 年 1 月 平成 27 年度第 2 回「経済物理とその周辺」研究会 (統計数理研究所)

企業の短期成長則から導かれる長期成長則, 石川 温, 藤本 祥二, 水野 貴之, 渡辺 努, 平成 27 年 12 月 経済物理学 2015 (京都大学 基礎物理学研究所)

The Relation between Firm Age Distributions and the Decay Rate of Firm Activities in the United States and Japan, S. Fujimoto, A. Ishikawa, T. Mizuno and T. Watanabe, *IEEE BigData 2015: Big Data for sustainable development*, October 29–November 1, 2015, Santa Clara, CA, USA

企業のべき成長則と非 Gibrat 則, 石川温, 藤本 祥二, 水野 貴之, 渡辺 努, 平成 27 年 9 月 日本物理学会 2015 年秋季大会 (関西大学)

Law of firm growth and death rate, A. Ishikawa, S. Fujimoto, T. Mizuno and T. Watanabe, Social Modeling and Simulation + Econophysics Colloquium 2014, November 4-6, 2014 Nichii Gakkan, Kobe, Japan

Law of growth and death of firms, A. Ishikawa, S. Fujimoto, T. Mizuno, T. Watanabe, 国際会議 Hawaiian International Workshop on Big Data and Macroeconomics (2014) Grand Weilea Resort and Apa, Maui Hawaii USA, 招待講演

企業の成長則と拡張ジブラ性の関係, 藤本祥二, 石川温, 水野貴之, 渡辺努, 平成 28 年 1 月 平成 27 年度第 2 回「経済物理とその周辺」研究会 (統計数理研究所)

Relation between total factor productivity and patents of firms", S. Fujimoto, A. Ishikawa, T. Mizuno, T. Watanabe, 国際会議 Econophys-Kolkata VIII (2014) Shaha Institute of Nuclear Physics, Kolkata India, 招待講演

大規模企業財務データを用いた企業サイズ分布の地形学的導出, 石川温, 藤本祥二, 水野貴之, 渡辺努, 平成 25 年 12 月 第 5 回横幹連合コンファレンス (香川大学)

企業の全要素生産性と特許の統計則, 石川温, 水野貴之, 渡辺努, 藤本祥二, 平成 25 年 9 月 日本物理学会 2013 年秋季大会 (徳島大学)

Growth of patent quality and productivity of firms (Total factor productivity and patent quality), A. Ishikawa, S. Fujimoto, T. Mizuno and T. Watanabe, 国際会議 FNet 2013 Kyoto -Financial Networks and Systemic Risk-, July 17 to 19, 2013 Kyoto University, Japan

Estimation of total factor productivity by using the Cobb-Douglas production function induced from inversion symmetry and Gibrat's law, A. Ishikawa, S. Fujimoto, T. Mizuno and T. Watanabe, 平成 25 年 3 月 16-17 日 進化経済学会第 17 回大会 (中央大学)

Cobb-Douglas 型生産関数と全要素生産性の評価, 藤本祥二, 石川温, 水野貴之, 渡辺努, 平成 25 年 3 月 平成 24 年度第 2 回「経済物理とその周辺」研究会 (統計数理研究所)

〔その他〕

<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 : 9 0 3 0 8 6 2 7