

エージェントモデルを用いた企業活動の統計的性質の研究

新潟大学理学部物理学科 家富 洋¹

京都大学大学院理学研究科 青山 秀明

株式会社日立総合計画研究所 池田 裕一

国際基督教大学教養学部 海蔵寺大成

ATR ネットワーク情報学研究所 相馬亘, 藤原義久

企業行動についてエージェントモデルに基づく動力学シミュレーションによって微視的レベルから明らかにしようとする我々の試みについて報告する。

1 はじめに

エージェントモデルは経済系などの複雑多体系を記述する上で有力なモデルである [1]。そのモデルでは簡単な法則に従って自律的に行動する主体（エージェント）が互いに相互作用し合いながら時間発展する。物質についての動力学シミュレーションにおいては原子・分子がエージェントである。原子・分子の構造やそれらの間の相互作用は現代物理学の基本法則から明らかされている。しかし、経済系のエージェントモデル化については未だ闇の中であり、エージェントモデルに基づく企業行動の研究は端緒がついたばかりである [2, 3]。すでに本研究の予備的報告は行われている [4]。

2 エージェントモデル

ここで用いるモデルは Gallegati らのモデル [3] を可能な限り合理的になるように修正したものである。そのモデルの難点は 1) 期首量と期末量との区別が不明瞭であること、2) 企業の倒産確率が負の値をもつことがあること、3) 示量性量と示強性量が式中で並列的に混在していること、である。本修正モデルでこれらの難点は解決された [4]。モデルは同一の経営特性をもった多数の企業エージェントと一つの銀行エージェントとからなり、企業間の相互作用は銀行を通じて考慮される。また企業倒産の可能性も考慮されている。企業および銀行のダイナミクスはバランスシートの変化で記述される。企業については二つのモデルを考えた：倒産について完全情報をもって倒産を避けるように合理的に生産計画を策定する企業（合理的企業）と倒産について不完全情報をもって生産計画を立てる企業（非合理的企業）。

3 シミュレーション

得られたモデルに基づけば企業行動における種々の統計的性質（サイズ分布、成長率分布、倒産確率分布、倒産サイズ分布など）について解析することができる。特に本研究では特に企業のサイズ分布に着目し、それが企業モデル、銀行成長の制御および境界条件（倒産条件、新規参入企業の規模）に対してどのように依存するかを明らかにした。シミュレーションはすべての企業（100,000 社）に対して同一の初期状態を与えて開始された。時間発展とともに倒産する企業が現れた場合にはその企業を系から取り除き、新規に企業を参入させた。つまり企業数は一定に保たれ

¹E-mail: hiyetomi@sc.niigata-u.ac.jp

$Rank \propto K_{i,t}^{-\mu}$		Bankruptcy condition	
		$A_{i,t} < 0$	$A_{i,t} < 10^{-5}$
Rational Firms $K_{i,t} = \frac{A_{i,t}}{2r_{i,t}}$	L_i : unconstrained	Log-normal (no bankruptcy)	? $\mu = 1$ (scaled initial cond.)
	L_i : fixed	Log-normal (no bankruptcy)	$\mu = 1$
	Random growth model	Log-normal (no bankruptcy)	$\mu = 1$
Irrational Firms $K_{i,t} = \frac{A_{i,t-1}}{2r_{i,t}}$	L_i : unconstrained	$\mu = 2 \rightarrow \mu = 1$ $\mu = 2$ (scaled initial cond.)	
	L_i : fixed	$\mu = 2$	
	Random growth model	$\mu = 1$	

図 1: 種々の条件下のシミュレーションで得られた累積企業サイズ分布. ここで $K_{i,t}$, $A_{i,t}$, $r_{i,t}$ はそれぞれ t 期における i 番目の企業エージェントの資産, 自己資本, 資金に対する借り入れ利率.

る. 新規参入企業の初期状態についてはシミュレーション開始時と同一とした場合と銀行規模の拡大 (マクロ経済の成長) にスケールさせた場合と二つの場合を考えた.

上記条件を組み合わせることによって種々のシミュレーションを行った. 得られた累積企業サイズ分布に関する結果について図 1 にまとめる.

4 むすび

ここで用いていたエージェントモデルはまだまだ原始的である. 本モデルを含めてこれまでの研究では企業間の直接的な相互作用は考慮されていない. 今後は企業間に直接的な相互作用を与え, 企業間のネットワーク構造を取り入れることにより現実的なモデルへと進化させたい.

参考文献

- [1] M. Aoki, *Modeling Aggregate Behavior and Fluctuations in Economics: Stochastic Views of Interacting Agents* (Cambridge Univ. Press, New York, 2002); F. Schweitzer, *Brownian Agents and Active Particles* (Springer, Berlin, 2003).
- [2] H. Stanley *et al.*, Phys. Rev. Lett. **80**, pp.1385-1388 (1998).
- [3] M. Gallegati *et al.*, Adv. Comp. Sys. **6**, pp. 267-282 (2003); Y. Fujiwara, Physica A **337**, pp. 219-230 (2004).
- [4] H. Iyetomi *et al.*, in *Modeling Cooperative Behavior in the Social Science: Eighth Granada Lectures*, edited by P.L. Garrido *et al.* (AIP, New York, 2005), pp.167-170.