

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2006～2009

課題番号：18340115

研究課題名(和文) ランダムな成長パターンの形成機構

研究課題名(英文) Growth Mechanism of Random Patterns

研究代表者

松下 貢 (MATSUSHITA MITSUGU)

中央大学・理工学部・教授

研究者番号：20091746

研究分野：統計物理学

科研費の分科・細目：物理学・数理物理・物性基礎

キーワード：生物物理、細菌コロニー、結晶成長、パターン形成

1. 研究計画の概要

自然界に見られるパターンの多くはランダムで多様である。しかし、それらのパターンが自然法則に従ってできている限り、何らかの規則性が隠されているはずである。本研究はランダムな成長パターンの形成機構を解明し、その普遍性を考察する。具体的にはランダムな成長パターンを伴う非線形非平衡現象の中で、特に細菌のコロニー形成と結晶成長を取り上げる。また、社会現象の統計則の解明も追及する。

2. 研究の進捗状況

自然現象・社会現象に見られるパターンは多種多様である。しかし、それらには構造的にも統計的にも何らかの規則性・普遍性が秘められていることが多く、本研究はその解明を目指している。これまでの研究実績は主として2種類に分けられる：

(1) バクテリアは培地の固さと栄養濃度に応じて多彩なコロニーパターンを形成する。これまでは大腸菌と緑膿菌のモルフォロジーダイアグラムの確立及び大腸菌とプロテウス菌の周期的成長の特性の定量的測定を行ってきた。特に、大腸菌とプロテウス菌の周期的成長に関して、共焦点レーザー顕微鏡を駆使して、菌密度の時間的空間的变化を追い、周期的成長のダイナミクスを追求した。

(2) 自然現象に限らず社会現象も含めた、様々な複雑系で観察されるいろいろな統計現象における代表的な分布関数はべき乗分布と対数正規分布である。私たちは、複雑系では対数正規分布がより基本的な分布関数であることを基礎付けし、多くの例を提示し

た。さらにそれを踏まえて、市町村人口分布の時間変化に見られる特徴を明らかにした。また、ガウス分布の典型とされてきた私たちの身長分布でさえ、対数正規分布がよりよいこと、ただし思春期の2年ほどだけはガウス分布の方がフィッティングがよりよくなることを見出した。身長の平均値は進化が強く影響して遺伝的に強く制限されるが、平均値の周りの揺らぎは人体が成長する複雑系であるために対数正規分布を呈する。思春期は大人への準備として遺伝的制限としての規格化を受けるためであろう。

3. 現在までの達成度

② おおむね順調に進展している。バクテリアの実験は予定よりわずかに遅れ気味であるが、社会現象の統計則ではいくつかの意外で興味深い発見があった。

4. 今後の研究の推進方策

バクテリア・結晶成長の実験は従来の方針を進める。特に、バクテリアコロニー内の細菌密度のコロニー成長の関係を調べる。社会現象で発見した統計則のモデル化を進める。

5. 代表的な研究成果

(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12件)

- ① H. Kuninaka and M. Matsushita, "Why Does Zipf's Law Break Down in Rank-Size Distribution of Cities?", J. Phys. Soc. Jpn., 査読有, Vol. 77, No. 11, 2008, pp. 114801-1-6

- ② T. Nozawa, T. Tanikawa, H. Hasegawa, C. Takahashi, Y. Ando, M. Matsushita, Y. Nakagawa and T. Matsuyama, “Rhamnolipid-Dependent Spreading Growth of *Pseudomonas aeruginosa* on a High-Agar Medium: Marked Enhancement under CO₂-Rich Anaerobic Conditions”, *Microbiological Immunology*, 査読有, Vol. 51, No. 8, 2007, pp. 703-712.
- ③ Y. Yamazaki, K. Saito, N. Kobayashi, T. Ozawa and M. Matsushita, “Reconstruction and Extension of the Family-Vicsek Scaling Hypothesis for Growing Rough Interfaces”, *J. Phys. Soc. Jpn.*, 査読有, Vol. 76, No. 10, 2007, pp. 104002-1-9.

[学会発表] (計 25 件)

- ① 小谷野真利子、脇田順一、松山東平、松下 貢、“緑膿菌コロニーのパターン形成” 日本物理学会第 64 回年次大会 (立教大学、2009 年 3 月 30 日).
- ② 山崎義弘、戸田昭彦、松下 貢、脇田順一、“アスコルビン酸の結晶成長界面で観られるフラクタル的な衝突について” 日本物理学会 2008 年秋季大会 (岩手大学上田キャンパス、2008 年 9 月 20-23 日).

[図書] (計 1 件)

- ① (有) ブッカーズ編集、(株) エヌ・ティエー・エス出版、「バイオフィルムの基礎と制御」、2008 年、第 1 編・第 1 章・第 1 節・2 項 “バイオフィルム形成に見られる多細胞的振る舞い” (松山東平と共著)、pp. 16-26.

[その他]

ホームページ

<http://www.phys.chuo-u.ac.jp/labs/matusita>