

平成 21 年 3 月 25 日現在

研究種目： 基盤研究 (C)

研究期間： 2006~2009

課題番号： 18540409

研究課題名 (和文) 生物集団の運動の統一的模型と相転移としての群れ形成

研究課題名 (英文) Unified model of collective bio-motion and group formation as a phase transition

研究代表者

中山 章宏 (NAKAYAMA AKIHIRO)

名城大学・理工学部・教授

研究者番号： 60212106

研究分野： 数物系科学

科研費の分科・細目： 物理学・生物物理・化学物理

キーワード： 集団運動、群れ形成、相転移、非線形動力学、力学模型

1. 研究計画の概要

- (1) 1次元交通流の最適速度模型を基礎とした生物集団の運動の統一的な模型の構築
- (2) 上記模型の安定性解析と数値計算による集団運動の性質の解析
- (3) 上記模型の拡張の可能性の追求

2. 研究の進捗状況

- (1) 2次元最適速度模型による生物集団の運動の記述が可能であり、相互作用の性質によって集団が形成されることがわかった。これは主に数値計算によるものである。しかし、これまでの数値計算では、系の大きさ、初期条件、境界条件などの影響が排除できていないため、まだ完成に理解できたことにはなっていない。
- (2) 集団形成を力学的な不安定性による相転移として理解するための模型の解析は、限定的な場合だけではあるが、実行することができた。集団の運動が一つの方向に向いている場合には定性的な性質は1次元とほとんど同じであるが、方向性のない場合の解析的議論は困難である。この場合の議論は数値計算に頼らなければならないが、(1)にあるように境界条件などの設定に依存するため、それらを自然な形で取り込むにはどうすれば良いかについてはまだわかっていない。
- (3) この模型を拡張あるいは変更することで、他の問題に適用できるかについても一定の進展が得られた。集団運動の典型例として、蛍の発光の同期現象が知られているが、それについても適用は可能であることがわかっていて、しかし、この現象は比較的単純なものであり、模型の特徴を示す結果は得られていない。また、基礎となる1次元模型につい

ては、模型の有効性の確認のため交通流についての実験を国内共同研究として行なうことが計画されている。その第一段階となる実験はすでに行なわれており、高い評価を受けている。1次元模型は適用範囲が広いことも知られており、本課題研究とは直接はつながらないかもしれないが、経済現象にも適用可能であることもわかった。

3. 現在までの達成度

③やや遅れている

(理由)

2次元模型の線形解析の困難性の予測が外れていたことと、研究期間の途中で所属を移したことにより講義や業務等が増大し、研究時間が確保できなくなったことが主な理由である。

4. 今後の研究の推進方策

少なくとも数値計算による研究については順調に進んでいる。研究の最終年度においても大学の業務がさらに増加することが予想されるため、研究時間を一つの課題に集中的に当てることにより研究を推進する予定である。これまでの研究の進展状況から推し量ると、集団運動のいくつかの特徴については、一定の成果が得られると期待でき、研究遂行上の障害となるような問題点はないと考える。

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 8 件)

① A.Nakayama, K.Hasebe, Y.Sugiyama, Instability of pedestrian flow in 2D optimal velocity model with attractive interaction, Computer Physics Communications 177, 162-163, (2007), 査読有

② A.Nakayama, K.Hasebe, Y.Sugiyama, Effect of attractive interaction on instability of pedestrian flow in two dimensional optimal velocity model, Physical Review E77, 016105-1-9, (2008), 査読有

③ Y.Sugiyama, M.Fukui, M.Kikuchi, K.Hasebe, A.Nakayama, K.Nishinari, S.Tadaki, S.Yukawa, Traffic jams without bottlenecks - experimental evidence for the physical mechanism of the formation of a jam, New Journal of Physics 10, 033001-1-7, (2008), 査読有

[学会発表] (計 10 件)

① A.Nakayama, K.Hasebe, Y.Sugiyama, Instability of pedestrian flow in 2D optimal velocity model with attractive interaction, Conference on Computational Physics 2006, Aug.29 2006, Gyeongju, Republic of Korea

② Y.Sugiyama, A.Nakayama, Dynamical pattern formations of self-driven particles and group formation, Conference on Computational Physics 2007, Sep.5 2007 Brussels, Belgium

[その他]

論文③は国内外の新聞(例えば毎日新聞 2008年5月2日東京夕刊)、Web(例えば Science 2008年3月28日)などで広く取り上げられた。