

結合カオス系の集団運動

柴田達夫*

東京大学総合分化研究科

多くの動的要素が様々な形で相互作用をしている時、個々の要素から見れば巨視的な系の性質に非自明な集団的運動が生まれる事がある。例えば、カオス要素の大域的结合系で、個々の要素はカオス的に振動し実効自由度が高い(システムサイズと同程度)にもかかわらず系の巨視的な性質が低自由度性の性質、例えば準周期運動、を示す。これはカオス結合系における集団運動でこれまで様々な系で調べられて来た。ここで問題となるのはどのような仕組みが働いて、実効的な自由度が非常に高い中から低自由度性の性質が見えてくるかという点である。

昨年行なわれた基研長期研究会「複雑系4」(1995年12月)では、要素の性質が要素毎に異なるヘテロジニアスなカオス結合系における集団運動について報告した??。そこで明らかになったことは以下の通りである。個々の要素はカオス的に運動しているが、それぞれの非線形パラメータに応じて内部的な分岐構造が生じている。一方、個々の要素は平均場(個々の要素の値の平均値)を通じて相互作用をしているが、分岐構造の形成はその平均場の値を徐々に変化させて行く。その平均場の変化は個々の要素の性質に影響し分岐構造を変えて行く。これが結果的に巨視的な性質の低自由度運動を引き起こしている。

この集団運動は個々のカオス振動の時間スケールに比べて非常に長い時間スケールを持つ。ところで、平均場は個々の要素に対しては分岐を決めるパラメータの役割を果たしているが、平均場の変化によって起こる分岐構造の変化には幾つかの時間スケールがあり、これが集団運動の長い時間スケールを生み出している。

本報告ではその考えを更に進め、要素の性質が一樣であるカオス大域結合系の集団運動について考察した。まず、要素の性質が一樣であるカオス大域結合系においても巨視的な変数における低自由度性の集団運動が観察される事を示した。この場合、各要素の長時間の性質は一樣である。これはヘテロジニアスな系とは異なる性質である。しかし、ある短時間をとってみると各要素の性質は分布しており、ヘテロジニアスな系と同じように内部に分岐構造が生じていると言える。この分岐構造は安定ではなく、ヘテロジニアスな場合と同様に集団的運動が生じている。

以上で分る事は、カオス振動を示す要素が弱く相互作用している系では個々の要素はカオス的な振動をしていても集団で役割分化が起こりそれが巨視的な性質に低自由度性の運動が生じ得るということである。この現象の個別の系に対する依存性は大きくは無く、この数理的現象の実際の現象への応用は行なわれていないが、今後が期待される。

参考文献

- [1] 柴田達夫, "Collective Behavior in Globally Coupled Chaotic System with Distributed Nonlinearity" 「複雑系4」 物性研究 66-5(1996); 柴田達夫, 修士論文 "カオス結合多体系における協同現象" 東京大学総合文化研究科, 物性研究 66-6(1996)1064

*E-mail: shibata@complex.c.u-tokyo.ac.jp