

ランダムに相互作用する多数の種の決定論的個体数力学の力学的振舞いと絶滅法則

東大 教養 佐々 真一 京大 基研 茶碗谷 毅

「進化」という誰もが興味を抱く現象に対して最近物理の研究者によるアプローチがなされてきた。もっとも素朴にはこれは「進化とは適応度最大の点への時間発展である。」と表現され、最適化問題との絡みでその動力学的研究が意味がある、と強調されたり、あるいは、準安定状態がたくさんあったとしても所詮「緩和」では面白くないと感じるグループは landscape が fitness の多体系で決まると考えて、適当なモデルを作り、「進化とは臨界状態やカオスの淵への時間発展である。」と表現して、他の系との普遍性を持ち出してきたりする。

こういう研究の背景には、「進化とは non-generic な状態への時間発展である」という漠然とした感覚があって、その non-genericity をともかくも自分の手持ちの駒で表現したいというのがあると思われる。ところが、進化の研究の本質はまさにそこで、non-genericity とはいったいどういう状態空間のどういう意味で定義されるか、が理解されることはまさしく進化が理解されることにつながるわけだから、無批判に non-genericity を規定してしまっただけでは見も蓋もない。

Tierra のようなシステムはそういう観点からすると「人工進化」のモデルとして優れたものかもしれない。しかし、分子力学によるアプローチは、つねに現象の再現と現象の理解の間にギャップを生み出すので、Tierra の描く世界の持つ意味をきちんと検討していくことが必要であり、その試練の中から真に進化の持つ意味が理解されるかもしれない。それについては今後の発展を期待したい。

一方で、もう少し現象レベルでの具体的な進化を意図したものにゲーム力学系がある。そのプロトタイプは次のようなものである。あるゲームを考え、それに対する戦略に応じてゲームの勝敗による得点が与えられ、得点に応じてその戦略をとる個体数が増える。この個体数の変化を追跡することによって、その集団の進化を理解しようとする。このようなゲームによる描像が有効的かどうかは、それによって何を説明しようとするのかによる。いくつかの簡単な situation での生態系の変化に関しては妥当な説明が与えられてきた、と考えられている。ところで、こうしたゲームによる進化では、最初からとるべき戦略は決まっているので、それから自由にするために、戦略自身の時間発展を導入する、ということが考えられてきた。一般的にこれを dynamics に対する meta-dynamics と言ってしまうと意味がないのは明らかであるが、現象論的モデルとして戦略の時間発展として "mutation" や "duplication" を考えると、その時間発展は個体数の時間発展とは質的に異なるものであり、かつ、その rule を固定しさえすれば、個体数の時間発展に必要なパラメータは極端に減るので、モデルの選択に恣意性が入らない、というメリットも持つ。

このアプローチによる研究はいくつか（数多く）なされてきて、実際、示唆に富む複雑化した振舞いが観察されてきたが、この複雑な（ように見える）時間発展が個体数力学によるものなのか、戦略の時間発展によるものなのか、あるいは、それらの相互作用によるものなのか、はっきりしない。

そこで、我々は、戦略の時間発展は考えずに、戦略の種類 N が非常に大きい場合での個体数力学の時間発展のみを詳しく調べることに集中した。この時、戦略による得点がパラメータとして N^2 個入ってくるけれども、これを全て random として与えた。こうした単純化、特に、得点を一様に（ある分布に従う）乱数に置き換えることの意味は生態学的には怪しくなるかもしれない。ただ、そこにあらわれる力学の振舞いは何らかの意味で多くの種の個体数の時間発展を反映していると期待できるし、さらにより具体的な現象との対応を考えたモデルを構築する際の第一近似ともなりうるだろう、ということも期待できる。

この研究会では、以上の動機に基づいて、ランダムに相互作用する多数の種の決定論的個体数力学の力学的振舞いを紹介し、その結果として「絶滅法則」が如何に理解されるかについて議論した。