

離散力学系の競争モデルに見られる相転移と自然選択による転移点への接近

京大院理 島崎 秀昭

Phase transitions observed in competition modeled by a discrete dynamical system
and its approach to the transition point by natural selection

Dept. of Physics, Kyoto University Hideaki Shimazaki

多数のプレーヤー(種)が限られた資源(個体数)を奪い合う離散力学系の競争のモデルを考察する。例として無性生物種間の生存競争への適用を念頭に議論する。幾何級数的個体数増加に対する調整項として1ステップ毎に全個体数が一定になるよう正規化項を導入する。また系には1ステップ毎に新しく種が参入し、参入した種の増殖能力(適応度)は確率的に与えられるとする。このモデルでは種に割り当てられる適応度の確率分布如何によって力学系の振る舞いが大きく異なる。一方の相では参入する全種が増加することなく共存する。他方の相では一部の種が資源を搾取し、適応進化が始まる。個体数増加が確率的に与えられるモデルでも同様に、支配的な種が浮動的に入れ替わる相と適応進化を伴って表れる相の二つが存在する。適応度の分布を調節するパラメータを導入することでこの非平衡系での相転移を解析した。

このようにして見出された転移点へ系が自発的に接近する機構を紹介する。これは高い適応度を持つ種が中立的競争を促す適応度分布を持つときに起こる。各種は固有の適応度分布を有し、突然変異体の適応度が親の適応度分布から与えられるとする。分布の平均値はその種の適応度と正の相関を持つが、ほとんどの突然変異体は有害であるから種の適応度よりも低く設定される。系が適応進化の状態にあり、適応度のより高い種が選ばれ支配的になるに従い、系は確率的浮動に支配される中立的競争状態へ導かれる。支配的な種から自身より適応度の劣る突然変異体が作られる確率が大きいため、中立的な競争では主としてこれらが選択され増加する。このようにして外部パラメータの設定なしに系は自然選択により自発的に転移点へ接近する。

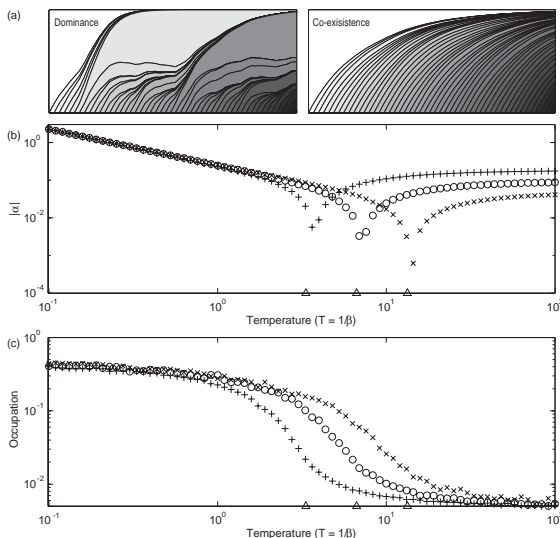


図1: 離散力学系の競争モデルに見られる相転移

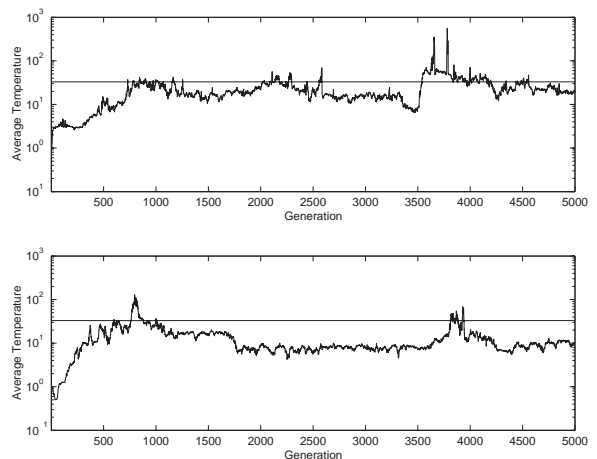


図2: 自然選択による転移点への自発的な接近