

なわばりの広さはどのようにして決まるか

長谷川 政 美

なわばりはそれによって個体の得る利益と、それを維持するための出費との収支という観点から理解できる。なわばりの面積 X の関数として利益 $B(X)$ と出費 $C(X)$ とがわかっており、純益 $f(X) = B(X) - C(X)$ が適応度に対応すれば、最適ななわばりの面積は、 $f(X)$ を最大にする $X = X_{opt}$ として求めることができる (長谷川, 種村, 1986)。出費は $C(X) = k_1 X + k_2 X^2$ 、利益は $B(X) = B_0(1 - e^{-rX})$ とする。 $f'(X) = 0$ なる X が X_{opt} である。つまり、図1で $B'(X)$ と $C'(X)$ の交点の X が X_{opt} である。ここで単位面積あたりの餌の量が増えるとうなるかを考えてみる。その場合、利益関数のパラメータ r

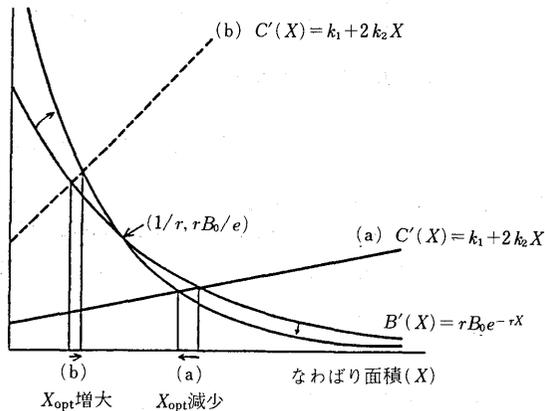


図1.

が大きくなり、 $B'(X)$ は矢印のように移動する。 r が微小量 δ だけ増加して、 $r+\delta$ になったとする。増加前と後の $B'(X)$ は $(1/r, rB_0/e)$ の点で交わる。 $C'(X)=k_1+2k_2X$ がこの点の(a)下を通るか($k_1+2k_2/r < rB_0/e$)、(b)上を通るか($k_1+2k_2/r > rB_0/e$)によって、単位面積あたりの餌の量が増えることが最適なわばり面積に与える効果が逆転する。

aの場合は、 r が大きくなると X_{opt} が小さくなる。つまり、単位面積あたりの餌が多ければなわばりは狭くてもよいということで、これは直感的に予想されることであり、また実際ハチドリなど多くの鳥でそのようなことが観察されている。しかしbの場合は r が大きくなると X_{opt} も大きくなるというもので、必ずしも直感とは合わない。これは現実的な X の範囲では $B(X)$ の頭うちの効果があまり効いてこないという場合であり、余分な餌をなんらかの方法で貯蔵できる動物では現実的なモデルかもしれない。スズメダイの一種 *Eupomacentrus leucostractus* の雌は余分の餌を卵に変換することによって、なわばりを大きくしても利益を得続けることができるから、bの場合に相当する。一方雄は余分の餌があっても利用できないから、aの場合に相当する。従って、餌の密度が高くなったら、雌ではなわばりが大きくなり、雄では逆に小さくなることが予想される。実験的に餌の密度を高くして調べた結果、確かに実験に用いたすべての雌でなわばりが大きくなり、雄では半分のなわばりが小さくなり、他の半分は変化しなかったという (Ebersole, 1980)。

参 考 文 献

Ebersole, J.P. (1980). Amer. Nat. 115, 492.

長谷川政美, 種村正美(1986), 「なわばりの生態学—生態のモデルと空間パターンの統計」(東海大学出版会)。

ランダムな構造をもつ系のモンテカルロシミュレーション

種 村 正 美

ランダムな空間構造やつながりを持ち、且つ内部自由度(スピンと呼ぶ)を持つ系において、スピンの配列状態がそれらのランダムネスとどう関わっているかは統計物理学の分野で重要な問題とされている。近年この問題が注目されているのは、スピングラスと呼ばれる磁性体が10年程前に実験用に得られたことと、この相が出現する理論的根拠が従来の理論では説明のつかない新しい相であること、そして制御可能なモデルに対して計算機シミュレーションが行えることなどがその主な理由である。

考察するモデルを記述するハミルトニアン(基礎方程式)の一般形は

$$(1) \quad \mathcal{H} = \sum \sum J_{ij} S_i S_j - h \sum S_i$$

である。ここで S_i はスピン i の状態を示す量で、 J_{ij} は i, j 間の相互作用エネルギーを表し、 h は磁場を表す。

[i] アモルファス反強磁性 Ising モデル

(1)式において $S_i = +1, -1$ (または \uparrow, \downarrow) の場合が **Ising モデル**である。磁性を担うイオンが空間的にランダムな配置をとっているアモルファス反強磁性体(相互作用が $J_{ij} > 0$ の場合)においては、通常の反強磁性体の秩序相であるネール状態(\uparrow スピンと \downarrow スピンの交互に並ぶ状態)がイオン配置のトポジカルな乱れと矛盾を生じ、フラストレーションの効果が現れる。

ここでは空間的に格子性を持たず、短距離の秩序を持つ構造として、剛体円板のランダム逐次充填構造を選んだ。このモデルにおいて J_{ij} のとり方としてボンドのつながりの異なった二通りの場合を考察した。