

# 利益分配のための情報発信に着目した利他的行動の存在理由

山本 裕美<sup>†</sup> 西井 淳<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 山口大学理学部 <sup>††</sup> 山口大学大学院理工学研究科

## 1 はじめに

自然界に住む生物たちの間で見られる利他行動が進化の過程で何故生まれたかについて様々な議論がなされている [1][2][3]. 非血縁者間の利他行動についての説明としては、特定できる相手に対して長期的に見返りを期待できるときに互恵的利他行動が生じることが示されている [2]. しかし不特定の他者間で利他行動が存在する理由は解明されていない. 本稿ではこのような状況下での利他行動の存在理由として、個体が利益分配のために情報発信による個体分布密度の変化に着目した仮説を提案する.

## 2 利他行動の存在理由に関する提案仮説

個体が餌を見つけた時、他個体に餌の情報を発信した利他行動個体の周りには他の個体が集まるが、利益を独り占めをする利己行動個体の周りに他個体が集まることはない(図 1). その結果、利他行動個体は近くにいる利他行動個体から情報をもらえる可能性が高くなるので、餌との遭遇率が上昇する. 情報発信によるエネルギー損失や利益分配による損失よりも、餌の獲得確率の増加による利得が大きくなれば、餌情報を発信する利他行動は利己行動よりも有利になりうる. この仮説を利益共有グループ形成仮説と本稿では呼ぶ.

## 3 利益共有グループ形成仮説が成立する条件

利他個体と利己個体、そして餌が一樣に分布している. 初期状態での餌、利他行動個体、利他行動個体の分布密度をそれぞれ  $P_f, P_a, P_s$ , 利他個体の声が届く面積を  $l$ , 単位時間あたりに  $l$  の外部から内部に入ってくる個体数を  $N_k$ , とおく. 各個体がランダムウォークにより見つけた餌から得られる利得は 1, 呼ばれて食べるときの

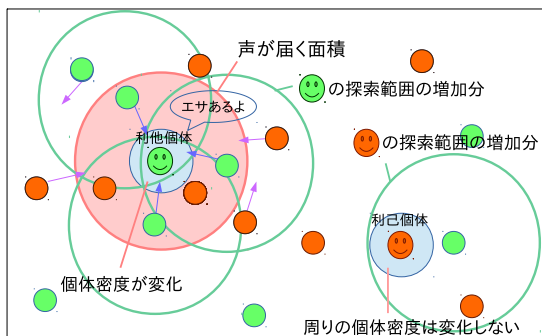


図 1: 利益共有グループ形成仮説. 赤丸は利己行動個体, 緑丸は利他行動個体を表す.

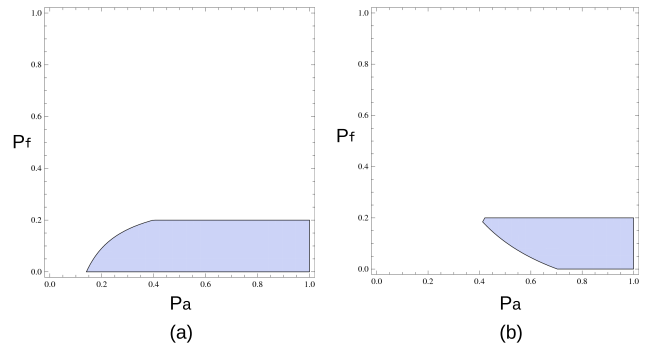


図 2: 利益共有グループ形成仮説において利他行動が有利になる条件. 縦軸は  $P_f$ , 横軸は  $P_a$  を示す. (a) は  $\alpha = 0.2, c = 0.1$ , (b) は  $\alpha = 0.2, c = 0.5$  の場合の結果である.

利得は  $\alpha (\leq 1)$  とする. また、利他個体は餌を見つけたときに信号発信のコスト  $c$  を払うが、利己個体は信号発信をしない. このような状況下で個体密度が一樣ならば、利他個体からの情報を一方的に享受できる利己個体は、情報発信のコストを払う利他個体よりも有利になる.

さて、利他個体が餌を見つけて周囲にその存在を知らせると、 $l$  内の個体はその個体の付近に集まり、さらに  $l$  の外部からもランダム探索のために個体が流入する. 従って  $l$  内の利他個体密度は  $P_a$  から  $P'_a = P_a + \frac{N_a}{l}$  に増える. 一方利己個体が餌を見つけても周囲の個体分布は変化しない. この状況下において、利己個体と利他個体が次に獲得する利得の期待値  $E_s, E_a$  は次式のようになる.

$$E_s = P_f P_a l \alpha + (1 - P_f P_a l) P_f \quad (1)$$

$$E_a = P_f P'_a l \alpha + (1 - c)(1 - P_f P'_a l) P_f \quad (2)$$

上式より、利他個体が有利になる条件 ( $E_a > E_s$ ) を求めると次式になる.

$$N_a (\alpha - P_f) > c [1 - P_f (P_a l + N_a)] \quad (3)$$

上式をみたま  $P_f$  と  $P_a$  の範囲の例を図 2 に示す. 餌が少なく、かつ利他個体が多いときにのみ利他行動は有利になりうる事がわかる.

## 参考文献

[1] W. D. Hamilton. The genetical evolution of social behaviour.. Journal of theoretical biology, 7(1):1-16, 1964.  
 [2] R. L. Trivers. The evolution of reciprocal altruism. Quarterly review of biology, 46(1):35-57, 1971.  
 [3] D. S. Wilson. Altruism and organism. The American Naturalist, 150(1):122-134, 1997.