

ハトタカゲームでの空間による協調戦略の促進効果はあるか？

倉知宏憲¹ (静大・工・システム)

守田智²・吉村仁³・泰中啓一⁴ (静大・工)

1. はじめに

同一生物種の集団内で、資源の取り合いが起こることがある。ここでは、一つの資源を 2 個体が争う局面を想定する。各個体は次の 2 つの行動戦略のうちどちらかをとるものとする。ここで、資源の利得を V 、争いによって傷つくコストを C とした時、以下のような利得表が作成できる (表 1)。

自分/相手	タカ(H)	ハト(D)
タカ(H)	$(V - C)/2$	V
ハト(D)	0	$V/2$

V: 利益
C: コスト

表 1 : ハトタカゲームの各戦略の利得表

そして、格子上に「タカ戦略」と「ハト戦略」をランダムに配置して、上記の利得表の基に対戦を行わせ、対戦の相互作用の違いによって結果がどのように変化するかを示す。Hauert&Doebeli (2004) は、ローカル相互作用によって必ずしもハト戦略が有利になるとは限らないと報告した。しかし、我々の結論は逆になった。

2. モデル

2 次元の正方格子を考え、各格子点 (1 個体) は次の 2 状態のうち 1 つをとる：

H : タカ戦略 (hawk strategy)

D : ハト戦略 (dove strategy)

シミュレーションの方法は以下のようにする：

- (1) 時刻 $t=0$ で、全格子点上に H (タカ戦略) または D (ハト戦略) をランダムに配置する。
- (2) 相互作用は次のものが挙げられる：

Dose space promote cooperation in the hawk-dove game?

¹Hironori Kurachi ²Morita Satoru ³Jin Yoshimura ,

⁴Keiichi Tainala (Shizuoka University)

①グローバル相互作用(Hauert&Doebeli(2004))
→任意の格子点をランダムに 2 つ選ぶ。プレイヤー A とプレイヤー B がそれぞれランダムに 4 つの格子点と対戦する。両者の合計得点を比較し、得点の高い方の戦略が侵略する (図 1)。

②ローカル相互作用 (本研究) →隣接する 2 つの格子点をランダムに選ぶ。プレイヤー A とプレイヤー B がそれぞれ 4 方向の隣接格子点と対戦する。両者の合計得点を比較し、得点の高いプレイヤーの戦略が侵略する (図 2)。

③グローバル相互作用 (本研究) →①との違いは、ローカル相互作用の場合と比較するため、プレイヤーどうしの対戦得点も必ず加算することである。両者の合計得点を比較し、得点の高い方の戦略が侵略する (図 3)。

(3) これを繰り返す。

①グローバル相互作用 (Hauert&Doebeli)

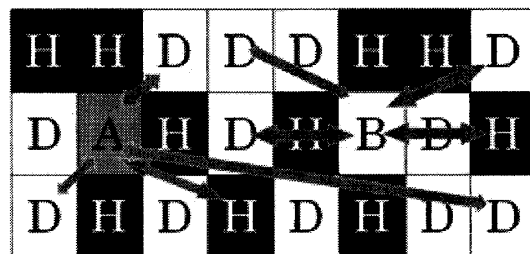


図 1 : グローバル相互作用 (Hauert&Doebeli)

②ローカル相互作用 (本研究)

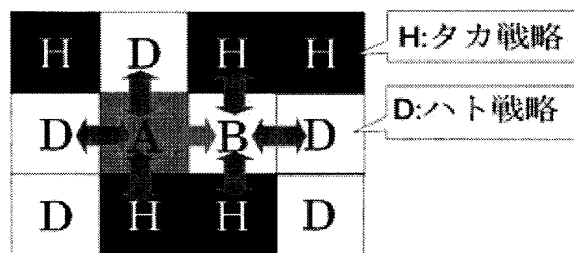


図 2 : 格子モデル (ローカル相互作用)

③グローバル相互作用（本研究）

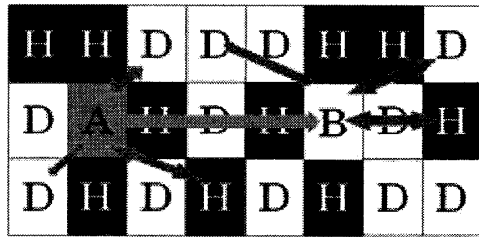


図3：グローバル相互作用の例（本研究）

→ローカル相互作用の場合と対比させるために、プレイヤーAとプレイヤーBの対戦における得点加算を計算させている。（赤矢印）

3. 結果

ここで、それぞれ相互作用の違いにおけるハト戦略（協調戦略）の定常密度の推移を、相対コスト r を変化させて観測しグラフ化したものが図4、図5である。

ここで示す相対コスト r とは、利得 V とコスト C の比率を計算したもので式（1）に示される。

$$r = (C - V) / C \quad \dots (1)$$

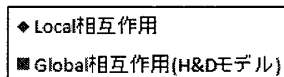
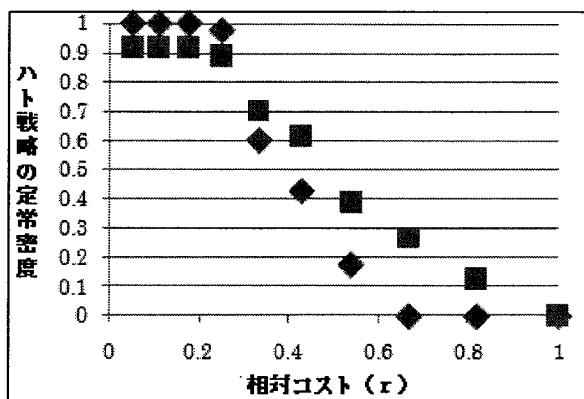


図4：ローカル相互作用と、グローバル相互作用（Hauert&Doebeli）の協調戦略の定常密度比較。

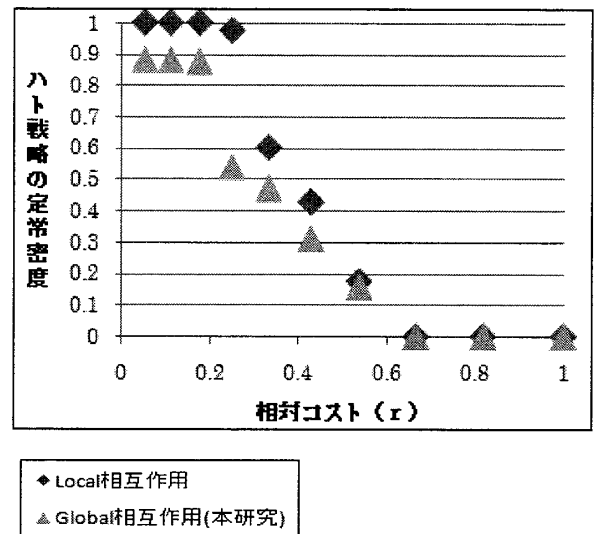


図5：ローカル相互作用と、グローバル相互作用（本研究）の協調戦略の定常密度比較。

4. 考察

今回の結果から、グローバル相互作用の決定方法の違いにより、結論が大きく変わることが確認できる。Hauert&Doebeli（2004）は、ローカル相互作用によって必ずしもハト戦略が有利になるとは限らないと報告した。しかし、我々の結論は逆になった。つまり、空間効果（ローカル相互作用）が常にハト戦略を有利にしている。つまり、格子上におけるハトタカゲームでは、空間効果（ローカル相互作用）がハト戦略の定常密度を促進させることが分かった。このハトタカゲームの結論は、雪だまりゲームにも適用できる。空間効果（ローカル相互作用）が利他行動的な戦略（協調戦略）を進化させるという結果となった。

5. 参考文献

C. Hauert & M. Doebeli. Spatial structure often inhibits the evolution of cooperation in the snowdrift game. *Nature* **428** (2004) pp.643-646