

# なぜボスがいるのか

## 進化ゲーム理論入門

全 卓樹  
高知工科大

<http://www.mech.kochi-tech.ac.jp/cheon/ecogame/eco1o-game00.html>

# 二戦略ゲーム

- 各人「ハト」「タカ」 2x2 配当表(game table)  
how to read:

[1] \ [2]	Dove	Hawk
Dove	0 \ 0	-5 \ 3
Hawk	3 \ -5	-1 \ -1

- 各人は「目前利益に関して合理的」
- 多人数で繰返し：社会集団／生態系

# 純粹ナッシュ平衡

- 囚人のディレンマと協力ゲーム

[Pri]	dv	hk	[Col]	dv	hk
dv	+ \ +	- \ ++	dv	+ \ +	0 \ 0
hk	++ \ -	0 \ 0	hk	0 \ 0	- \ -

- 双方の合理性の交点：ナッシュ平衡
- 全体としての合理性は保証されない
  - 利他主義と社会的効率の発生は？

# 混合ナッシュ平衡

- 少数派ゲームと多数派ゲーム

[Min]	dv	hk	[Maj]	dv	hk
dv	0\0	+\++	dv	++\++	0\0
hk	++\+	-\-	hk	-\-	+\+

- 確率戦略  $(1-x)|d\rangle+x|h\rangle$  : 最適  $x$  選ぶ

- $x(t)$  の変動 : レプリケータ力学系

- 市場の合理性に任せて最適解？

# 三戦略ゲーム：主従

- 囚人ゲームをヒッキー／ハト／タカの3戦略で

1-x-y	0\0	0\+	0\-
x	+\0	+\+	--\++
y	-\0	++\--	-\-

- ロトカ・ヴォルテラ方程式：主従形

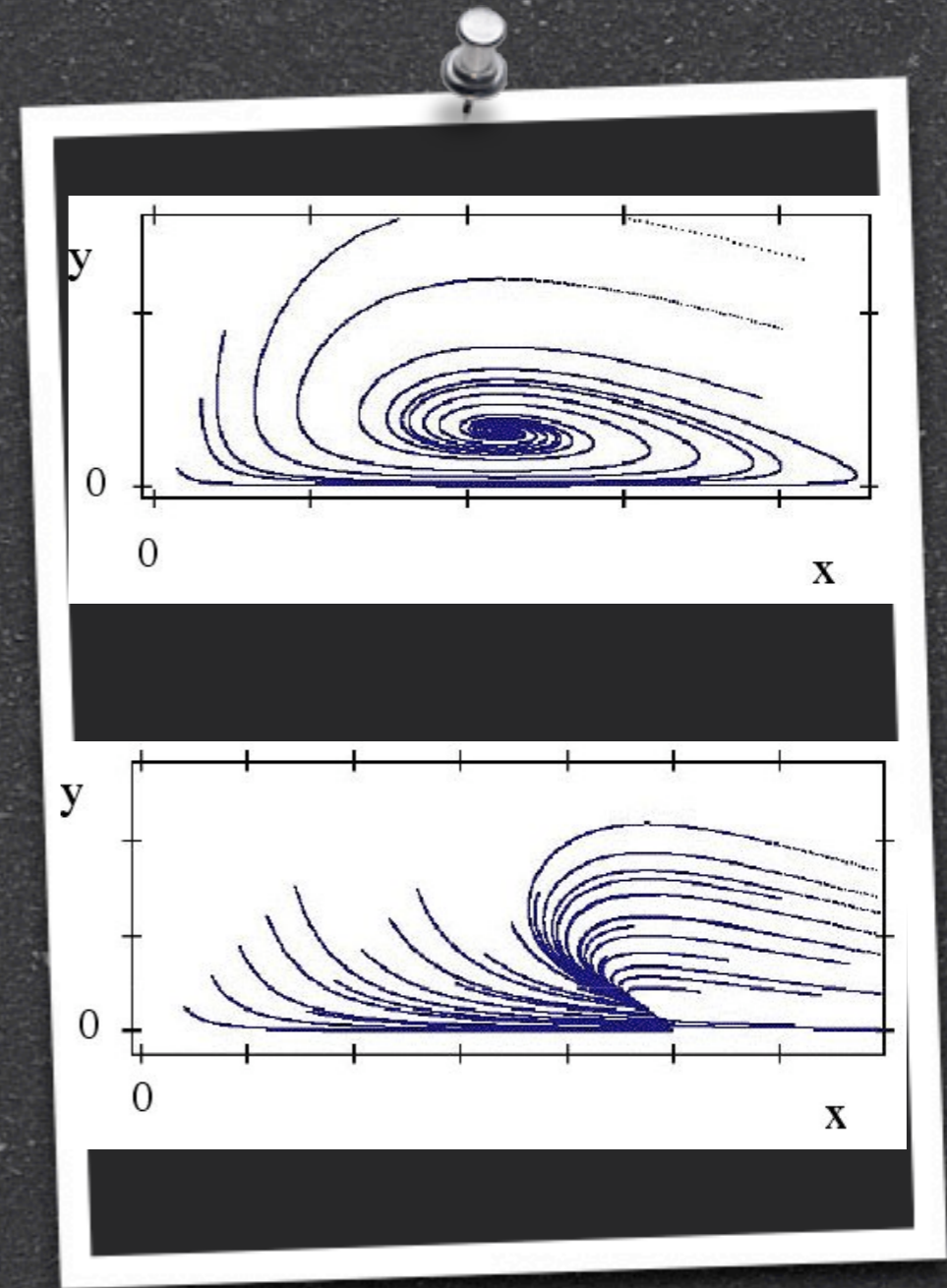
$$dx/dt = b x - a x^2 - R x y$$

$$dy/dt = -d y + f R x y$$

# 主従型LV力学系

📌 攻撃性 Rある範囲→  
不動点(X, Y)は安定、吸  
収型

📌 攻撃性 R過小過大→  
不動点(X, Y)はY=0



# 三戦略ゲーム：競合

- 多数派ゲームをヒッキー／猫／犬の3戦略で

1-x-y	0\0	0\++	0\++
x	++\0	+\+	-\-
y	++\0	-\-	+\+

- ロトカ・ヴォルテラ方程式：競合

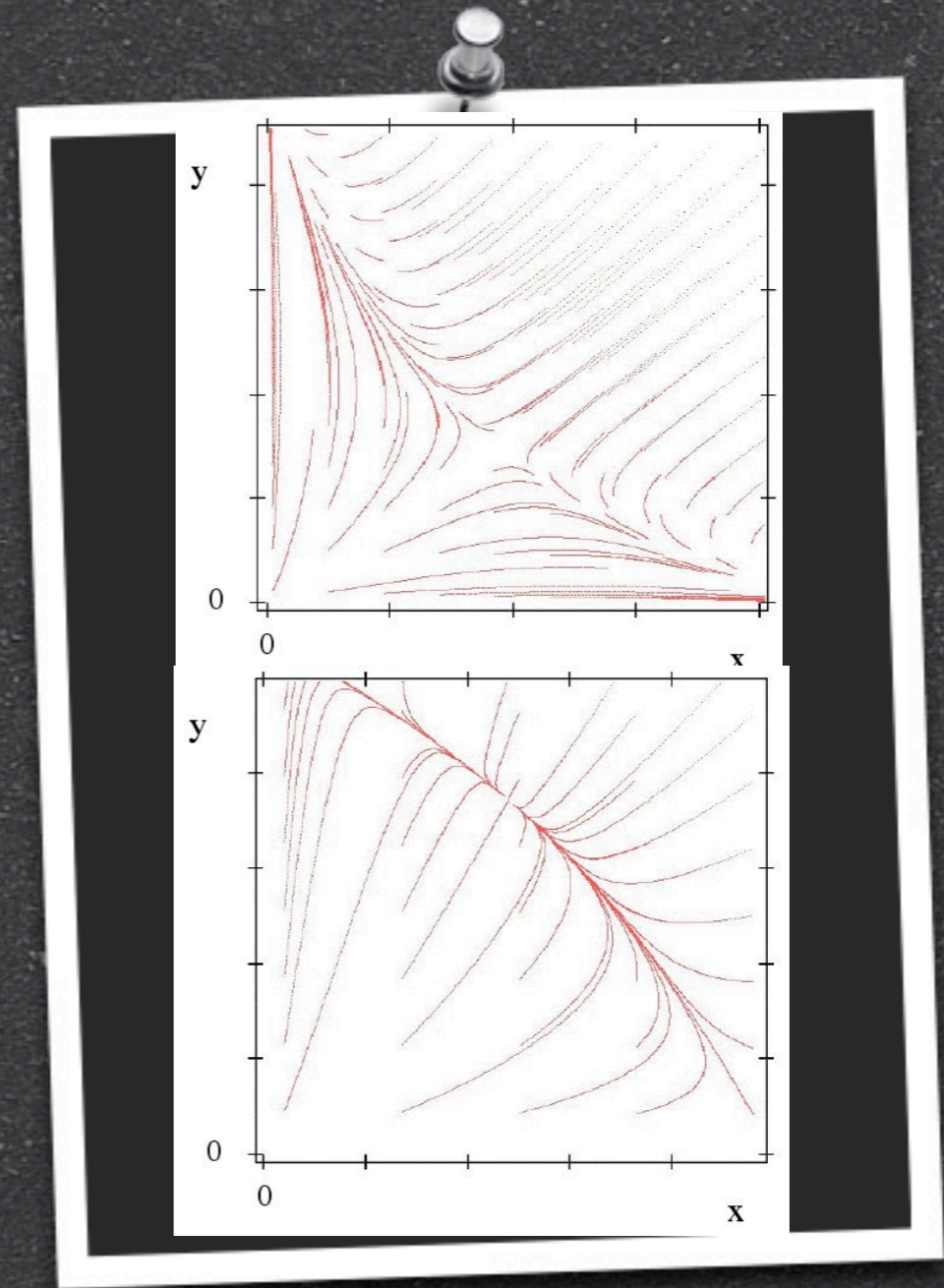
$$dx/dt = b x - a x^2 - R x y$$

$$dy/dt = e y - c y^2 - S x y$$

# 競合型LV力学系

📌 攻撃性  $R$ 、 $S$ 大きい $\rightarrow$   
不動点 $(X, Y)$ 不安定、双  
曲型

📌 攻撃性  $R$ 、 $S$ 小さい $\rightarrow$   
不動点 $(X, Y)$ は安定、吸  
収型



# 支配の最適化

## 主従LV系

$$dx/dt = b x - a x^2 - R x y$$

$$dy/dt = -d y + f R x y$$

## 攻撃性の進化：Y[R]の増を図る

最適値  $R^* = 2ad / fb$  : 一人ゲーム

$X^* = b / 2a$  自然人口の半分

$Y^* = b / R^*$  金持ち喧嘩せず

# 競合種の絶滅

## 競合LV系

$$dx/dt = b x - a x^2 - R x y$$

$$dy/dt = e y - c y^2 - S x y$$

## 攻撃性の進化：X[R]、Y[S]の増加図る

R \ S	弱	強	X[R, S] : ゲーム表!
弱	+\+	-\++	囚人ディレンマ
強	++\-	0\0	R=S=a一方絶滅

# 競合種、支配者を戴く

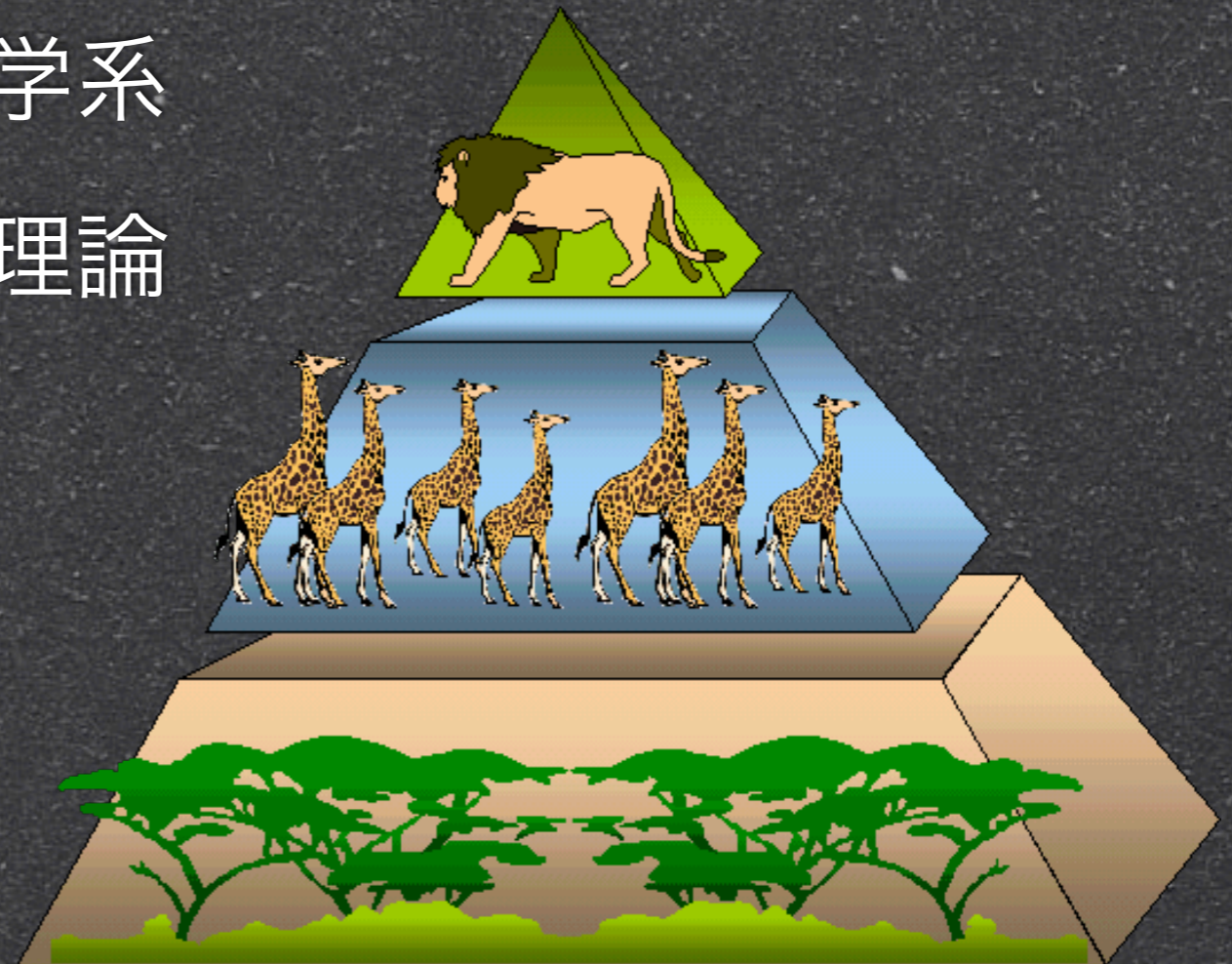
📌 
$$\begin{aligned} dx/dt &= b x - a x^2 - R x y - U x z \\ dy/dt &= e y - c y^2 - S x y - V y z \\ dz/dt &= -d z + f U x z + f V y z \end{aligned}$$

📌 進化：Z[U,V]、X[R]、Y[S]の増加図る

R \ S	弱	強	
弱	+ \ +	0 \ 0	: 協力ゲーム
強	0 \ 0	- \ -	R=S=0で共存

# まとめ

- 生物社会政治経済中に生態系
- ゲーム理論で生態力学系
- 生態力学系にゲーム理論
- 生態系の特徴解明
  - ボスの必要性
  - 普遍階層



# ゲーム理論の可能性

- 生物行動の謎の解明
- 社会科学の定量化
  - 組織メカニズムの解明と組織改造
- 経世学、行動学人生哲学の定量化？
  - 状況の把握と行動の指針
  - 「予期せざる結果」の予測と予防

# 参考文献

- T.Cheon, “Evolutionary stability of ecological hierarchy”, Phys. Rev. Lett. 90 (2003) 258105(4).
- T.Cheon, “Altruistic duality in evolutionary game theory”, arXiv.org, cond-mat/0305351 (2003).
- T.Cheon and S.Ohta, “Suppression of ecological competition by apex predator” KUT PreprintTC037 (2003).