

# 2014年前期 数理社会学I

中丸 麻由子

2014年4月11日(金)

第一回目9:00-10:30

ガイダンス

教室:W936

# 数理社会学Iで紹介する研究の位置づけについて

# 社会の研究

- 社会学の専売特許ではない
- 社会科学全般
  - 社会学、哲学、法学、政治学、経済学、心理学、人類学 等
  - 最近では、分野の境界が曖昧に
- 自然科学の寄与
  - 脳神経科学
  - 進化生物学(進化生態学)

# 社会の研究手法

- 学説研究
  - 社会学と言えはこのイメージ
- 調査
  - アンケート
  - フィールドワーク
- 実験・・・被験者実験
  - 社会科学実験
  - 心理学系の実験 など
- 数理モデル／シミュレーション研究

# 学説研究

- 社会学のエポック的研究をした研究者の文献を読み、比較・整理を行う
- 新しい学説を唱える(可能なら)

# 調査

- アンケート
  - ネットでの消費動向のアンケート調査→市場調査研究に使う事も
  - 国勢調査
  - 社会階層の移動
  - 幸福度をはかる
- フィールドワーク
  - 実際に野外(フィールド)に出かけて、調査を行う

# 実験

- 被験者にタスクを課して、その結果を見る。
  - 社会科学実験（経済学、社会心理学など）
    - 2人以上の社会的相互作用
  - 心理学系の実験
    - 個人の心理状態や認知を知る事に重点
- 脳神経科学とのコラボレーション
  - 実験結果の解釈のための、脳の活性度合いの観察（意思決定を知るための手段）

# 数理モデル／シミュレーション研究

- 数学、物理学で用いられているモデルの借用
- 計算機科学の進歩により、数学的に解けない数理モデルも研究が可能に
- 数理モデルでは表現できないモデルは、エージェントベースモデルを構築する事によって、シミュレーションにて解析が可能



# この講義のスタンス

小田亮(2011)「利他学」裏表紙

大災害と知り、あなたはどう行動しようと思っただろうか？

自分の遺伝子を後世に残すことが生物の最大の目的ならば、なぜ人は見ず知らずの他人のために命を落とすことがあるのか？ 自分の損失になるのに、なぜ震災の被災者に物資や義援金を送るのか？ 生物学、心理学、経済学、哲学などの知見を総合して、こうした不可思議なヒトの特性を解明する。「情けは人の為ならず」が、実は人類の進化に大いに関係しているのだ。



研究手法：数理モデル・シミュレーション

講義について

# 授業の目的

進化生態学的観点から、人間社会研究の可能性を探る

進化生態学によって、生物の行動の究極要因を説明する事が出来た。

人間は生物の一員であるので、進化生態学的観点から人間社会を研究する事が可能である。

この講義では：

進化生態学の基礎を学ぶ

進化生態学の発展に寄与した数理モデルを学ぶ

人間社会への適用を紹介

# 前期授業スケジュール・予定

回	日にち	講義内容
1	4/11	ガイダンス
2	4/18	進化生態学基礎
3	4/25	進化ゲーム
4	5/2	進化ゲーム
5	5/9	進化ゲーム・採餌行動
6	5/23	採餌行動
7	5/30	性比・性転換
8	6/6	性選択
9	6/13	血縁淘汰
10	6/20	人の性選択・人の血縁淘汰
11	6/27	協力の進化
12	7/4	協力の進化
13	7/11	遺伝と多様性
14	7/18	予備日・テスト範囲説明
15	7/25	テスト日

進化生態学の基本  
+人への適用例

# 講義の参考文献

- 酒井聡樹、高田壮則、近雅博(1999)「生き物の進化ゲーム」共立出版・・・学部教養レベル
- 酒井聡樹、高田壮則、東樹宏和(2012)「生き物の進化ゲーム 大改訂版」共立出版・・・学部教養レベル
- 長谷川寿一、長谷川真理子(2000)「進化と人間行動」東大出版会・・・学部教養レベル
- 巖佐庸(1990)「数理生物学入門」共立出版・・・学部専門や大学院レベル
- 石川統、他編(2006)シリーズ進化「行動・生態の進化」岩波書店・・・大学院レベル
- 北村英哉、大坪庸介(2012)「進化と感情から解き明かす 社会心理学」有斐閣アルマ・・・学部教養レベル
- ロバート・ボイド、ジョーン・B・シルク(2009)「ヒトはどのように進化してきたか」ミネルヴァ書房(和訳、2011)・・・アメリカの大学で使用されているテキスト

# 読み物

## —興味があれば—

- ジョン・オルコック(長谷川真理子・訳)(2004)「社会生物学の勝利 批判者達はどこで誤ったか」新曜社
- スティーブン・ピンカー「人間の本性を考える 心は「空白の石版」か 上・中・下」NHKブックス
- エドワード・ウィルソン「知の挑戦 科学的知性と文化的知性の統合」角川書店
- エドワード・ウィルソン(2013)「人類はどこから来て、どこへ行くのか」化学同人
- ジャレド・ダイヤモンド(2013)「昨日までの世界 上・下」日本経済新聞出版社

講義例)

# 最適採餌

# 最適採餌行動

- 生物は、餌を選ぶ時、どうしているのか？
  - 適当に選んでいる？
  - おいしそうな餌を選んでいる？
  - みんなが食べている餌を食べている？
- 観点を変えてみると
  - 餌を食べる→エネルギーになる→生存率上昇・あるいは繁殖率上昇
  - すると、生存率・繁殖率を上げるような、餌の選べ方をしている？
  - →→最適化問題となる



# どの様なモデル？

- 単純に考えると
  - 何を食べるかで、エネルギー効率が異なる
  - しかし、エネルギー効率の良い食べ物がなかなか発見できないと、探すコストばかりかかる。
  - また、食べるのに時間がかかると、コストになる
  - つまり、コストを最小限にして効率よくエネルギーを得たい。
- 何を変数として、何を最大化すると良い？

# どの様なモデル？

- 変数として
  - 食べ物からのエネルギー量
  - 探索時間＋処理時間＝＞採餌に使う時間
  - 「時間あたりのエネルギー量」を最大化？

# 例) 餌が1種類の時

$$T_s \lambda$$

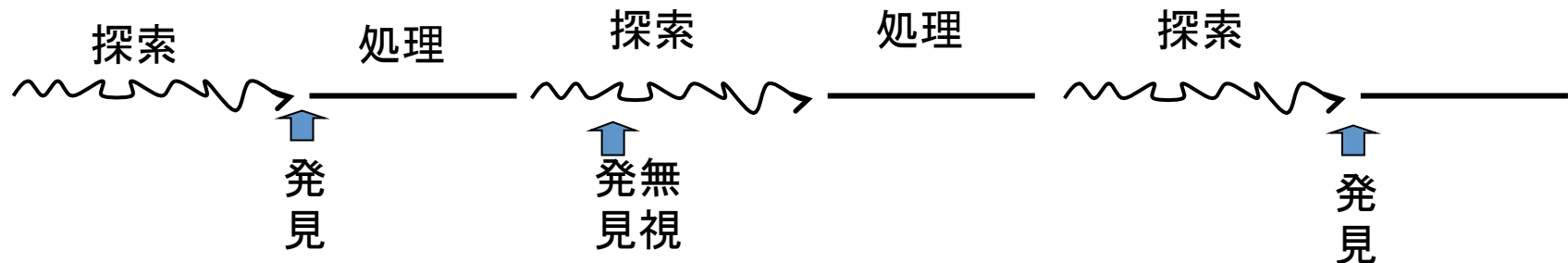
採餌量

$$T_s \lambda e$$

この採餌から得られる餌量

$$T_h = T_s \lambda h$$

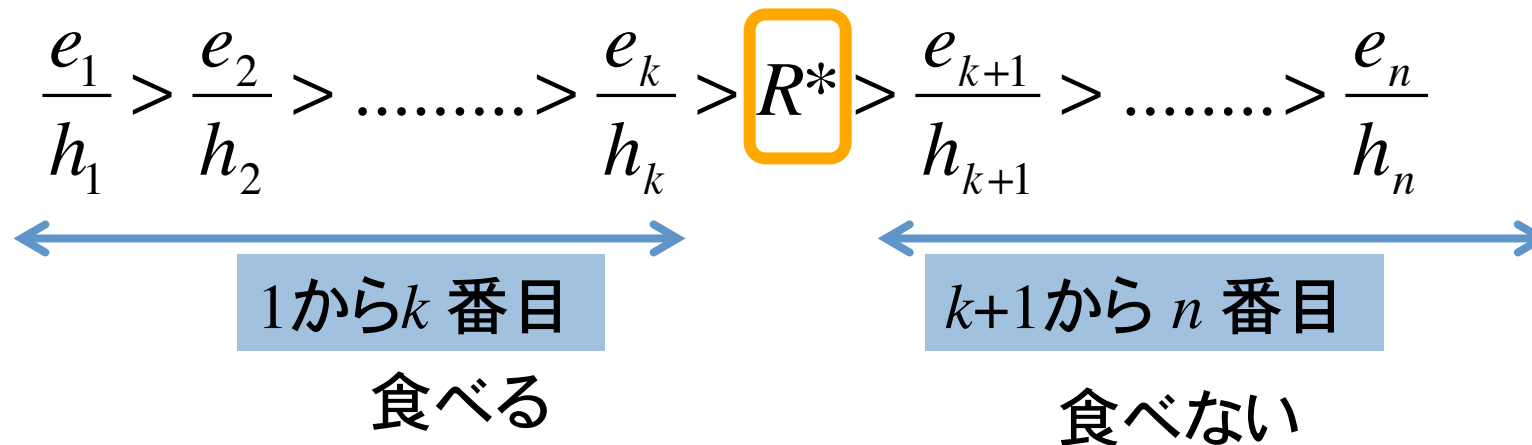
$T_s \lambda$  個の餌の処理時間



平均採餌効率  $R =$

$$\frac{\text{餌量}}{\text{採餌に使う時間}} = \frac{T_s \lambda e}{T_s + T_h} = \frac{\lambda e}{1 + \lambda h}$$

n種類の餌を(カロリー価を処理時間で割ったもの)を順に  
番号づけ、長時間捕食速度 $R^*$ と一緒に並べると



➡ つまり、 $e_i/h_i$ が大きい順からk種類の餌が食べられ、  
残りは食べない

$$R^* = \frac{\sum_{i=1}^k \lambda_i e_i p_i}{1 + \sum_{i=1}^k \lambda_i h_i p_i}$$

# 人間への応用例

Kaplan and Hill (1992) The evolutionary ecology of food acquisition,  
In “Evolutionary Ecology and Human Behavior” 167-177.

- 東部パラグアイの Ache族
  - 狩猟採集民
  - 採餌理論は Ache 族の食料選択を説明可能か？

# 人間への応用例

Kaplan and Hill (1992) The evolutionary ecology of food acquisition, In “Evolutionary Ecology and Human Behavior” Chap 6, 167-201.

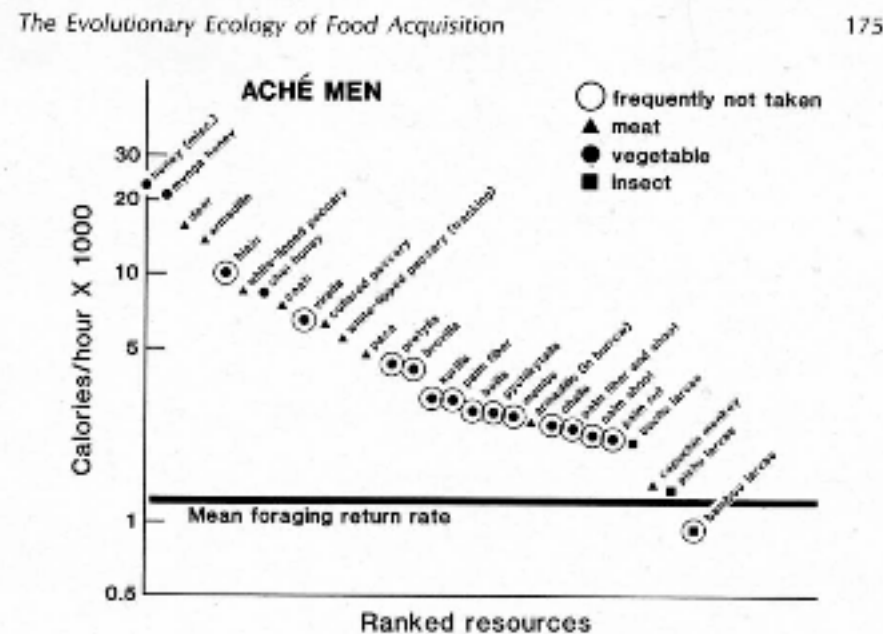


Figure 6.1. Return rates expected from resources exploited by Aché men in order of descending profitability from left to right. The y axis shows the return rate expected on encounter with each resource type (e/h<sub>i</sub>). Circled resources are sometimes ignored when encountered (see Hill et al. 1987 for probabilities of pursuit) whereas other resources are always pursued when encountered. Note that 27 of 28 resources handled by Aché men are characterized by higher return rates on encounter than can be expected from overall foraging, as would be expected from Equation (6.2).

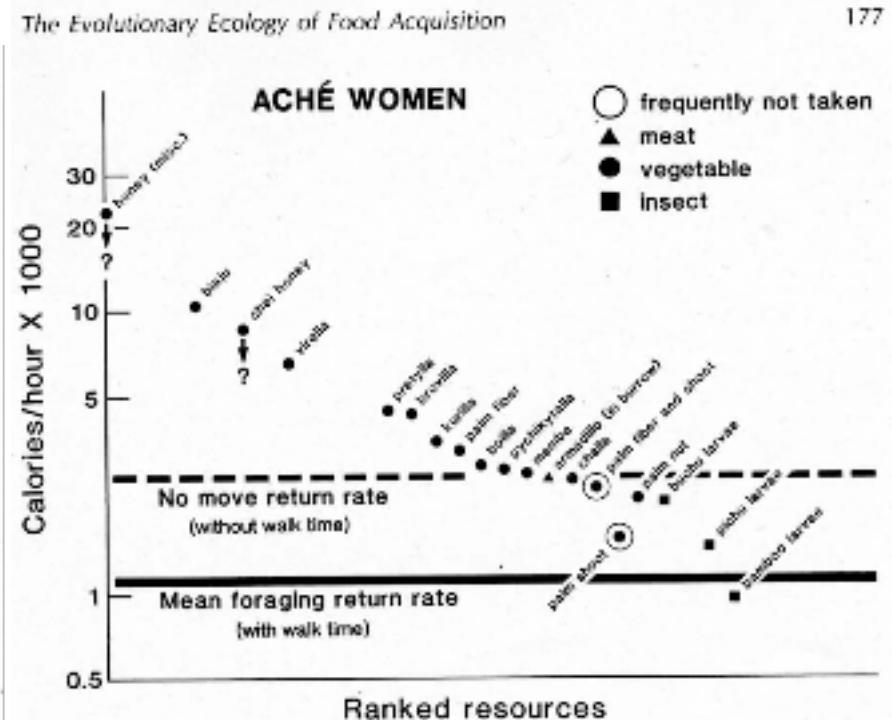


Figure 6.2. Return rates expected from resources exploited by Aché women (as in Figure 6.1). Note that women do not exploit most game resources taken by Aché men (compare ranked resources to those in Figure 6.1). The two estimates for the profitability of encounters with honey are based on return rates observed for men, since the sample size of honey extraction rates by women is small. The solid line shows the foraging return rate for women if time traveling between campsites is counted as search time. The dotted line shows the return rate for women on days when they do not move camp and all foraging time is spent in search or handling of resources.

講義例)

性比

# なぜ性比は1:1？

- 意外と難しい問題
  - 男性はすぐに繁殖可能、女性は人間ではほぼ1年かかる。男性が少数で女性が大勢のほうが、人口が増えやすいのでは？
  - すると、息子を多く産む女性が、(遺伝子を広めるという観点から)有利に？
  - しかし、息子を多く産む女性が多くなると、息子との結婚相手が見つかりにくくなる
  - すると、今度は娘を沢山産む女性が有利に??
- 人の性比は地域によって偏っていることも＝文化の影響



数理モデルをたててみると？

# フィッシャーの性比理論

- メスの産む子供の数を一定と仮定( $n$ )
  - 野生型( $W$ ): 性比( $\text{♂}:\text{♀}$ )= $n-f:f$  で産む
  - 突然変異型( $M$ ): 性比( $\text{♂}:\text{♀}$ )= $n-f':f'$  で産む
- どんな性比でも、子供の数は $n$ なので、進化に何も影響ないのでは！

なぜ性比は1:1なのか？

➡ フィッシャーは孫の数に着目して数理モデルを立てた

講義例)

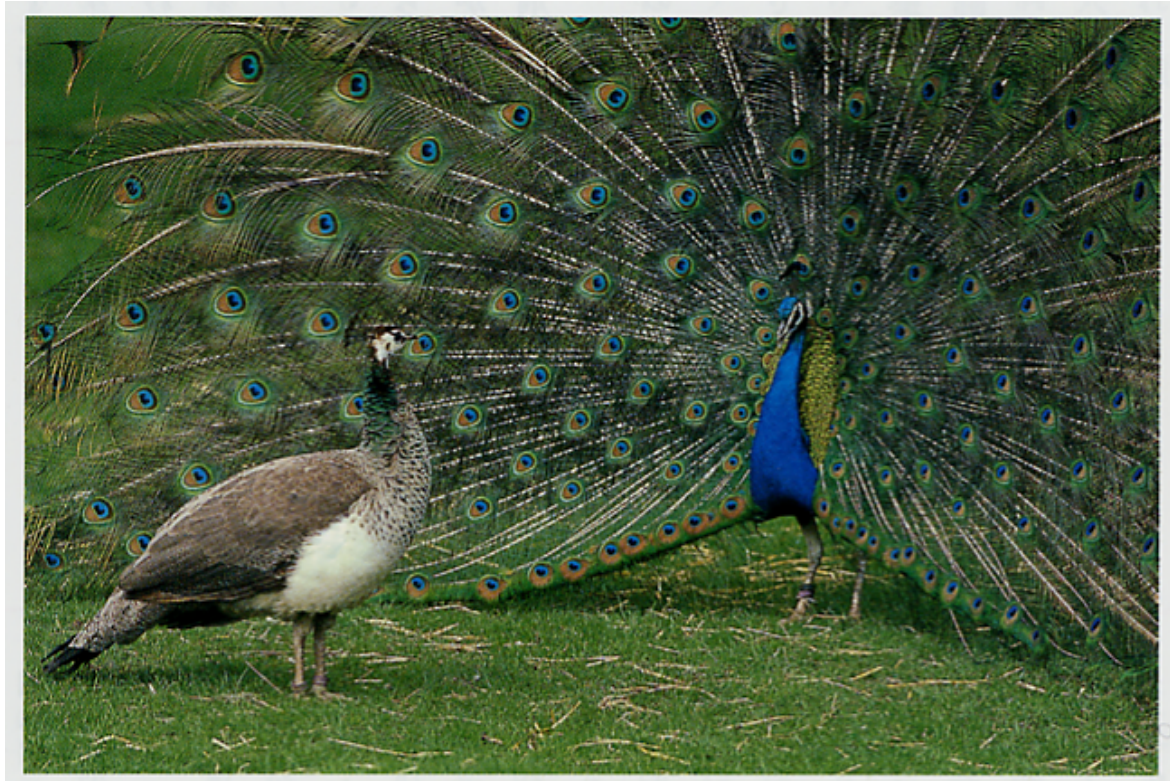
**性淘汰**

# 性淘汰(性選択)

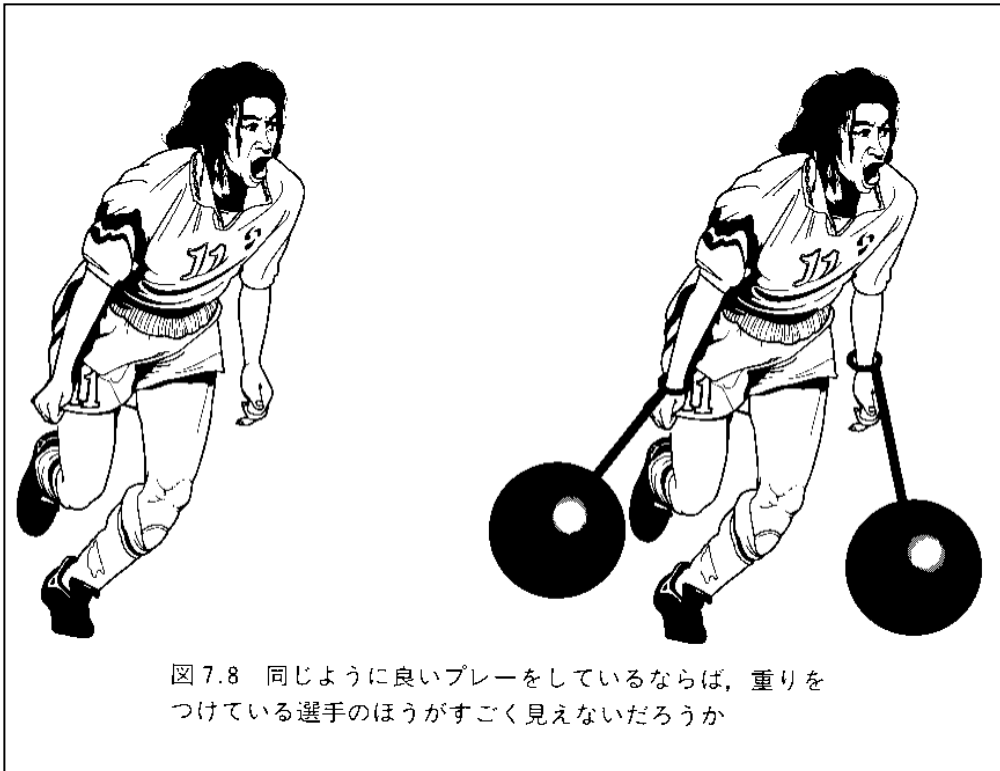
異性間競争

異性による配偶者の選り好み (mate choice)

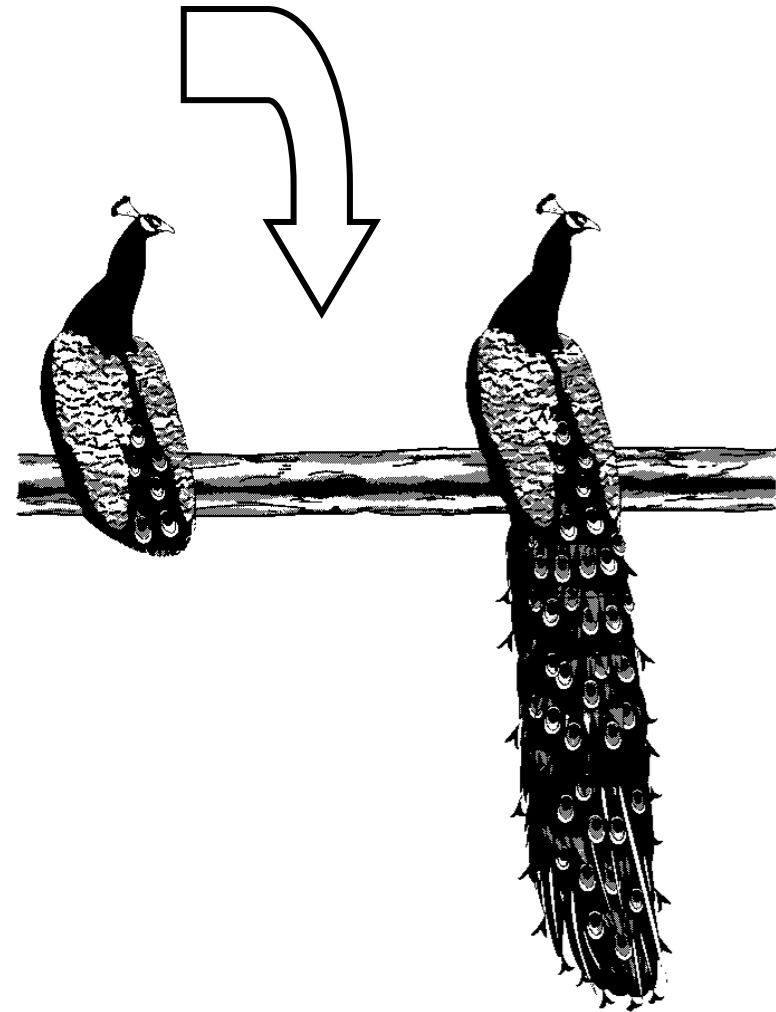
有名な例



「進化大全」より



「生き物の進化ゲーム」酒井・他



では、人の性選択は？

# まとめ

- 進化生態学の基礎理論を知る事によって、社会研究の新たな発展が可能となるだろう
- 数理モデルは、理論の構築に寄与するだろう
- ただし・・・
  - すべての社会現象が進化生態学的な解釈が可能？？→今からの課題
  - 進化生態学で捉える事ができる範囲は？

# 成績について 100点満点

- 出席点 30点×(出席回数／講義回数)
  - － 毎回、講義の確認を兼ねた小問題で出席確認
- テスト 50点満点
- 文献を読む 20点(必修)
  - － 小田亮(2011)「利他学」新潮選書
    - ・ アマゾンで中身を閲覧できます！
  - － 締め切り: 6月27日(金)西9号館レポートボックス
  - － A4 2-3枚。自由記述。

# 小田亮(2011)「利他学」





# 小田亮(2011)「利他学」裏表紙

大災害と知り、あなたはどう行動しようと思っただろうか？

自分の遺伝子を後世に残すことが生物の最大の目的ならば、なぜ人は見ず知らずの他人のために命を落とすことがあるのか？ 自分の損失になるのに、なぜ震災の被災者に物資や義援金を送るのか？ 生物学、心理学、経済学、哲学などの知見を総合して、こうした不可思議なヒトの特性を解明する。「情けは人の為ならず」が、実は人類の進化に大いに関係しているのだ。