

2007年10月10日

# 集团生物学 第2回

矢原徹一

九州大学大学院・理学研究院

# 講義内容

- 「自然淘汰による適応進化」の基本原理
- まず、花と昆虫の関係を中心に、表現型の適応進化について解説します。
- 次に、表現型の適応進化の背景にある、遺伝子の変化について、解説をします。
- 最後に、自然淘汰の下で変異が保たれるしくみについて、解説をします。

ここはどこでしょう？





# 屋久島を特徴づける溪流環境





# 溪流の岩上に着生するホソバハグマ

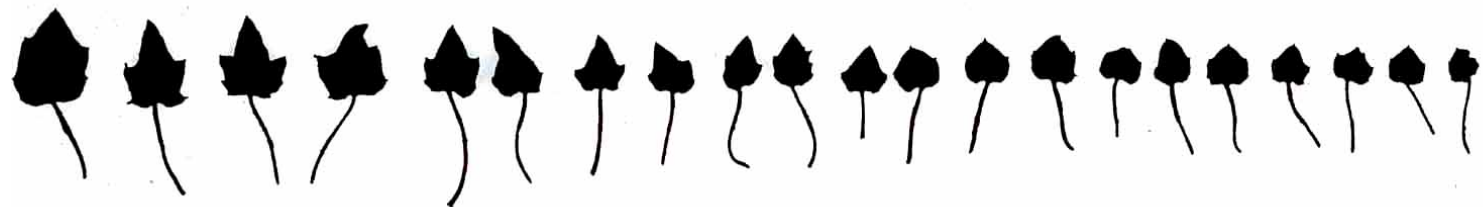
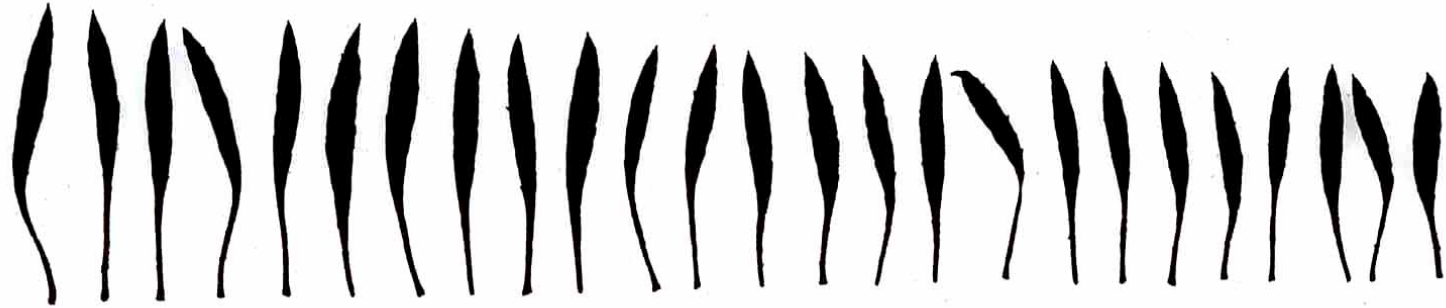




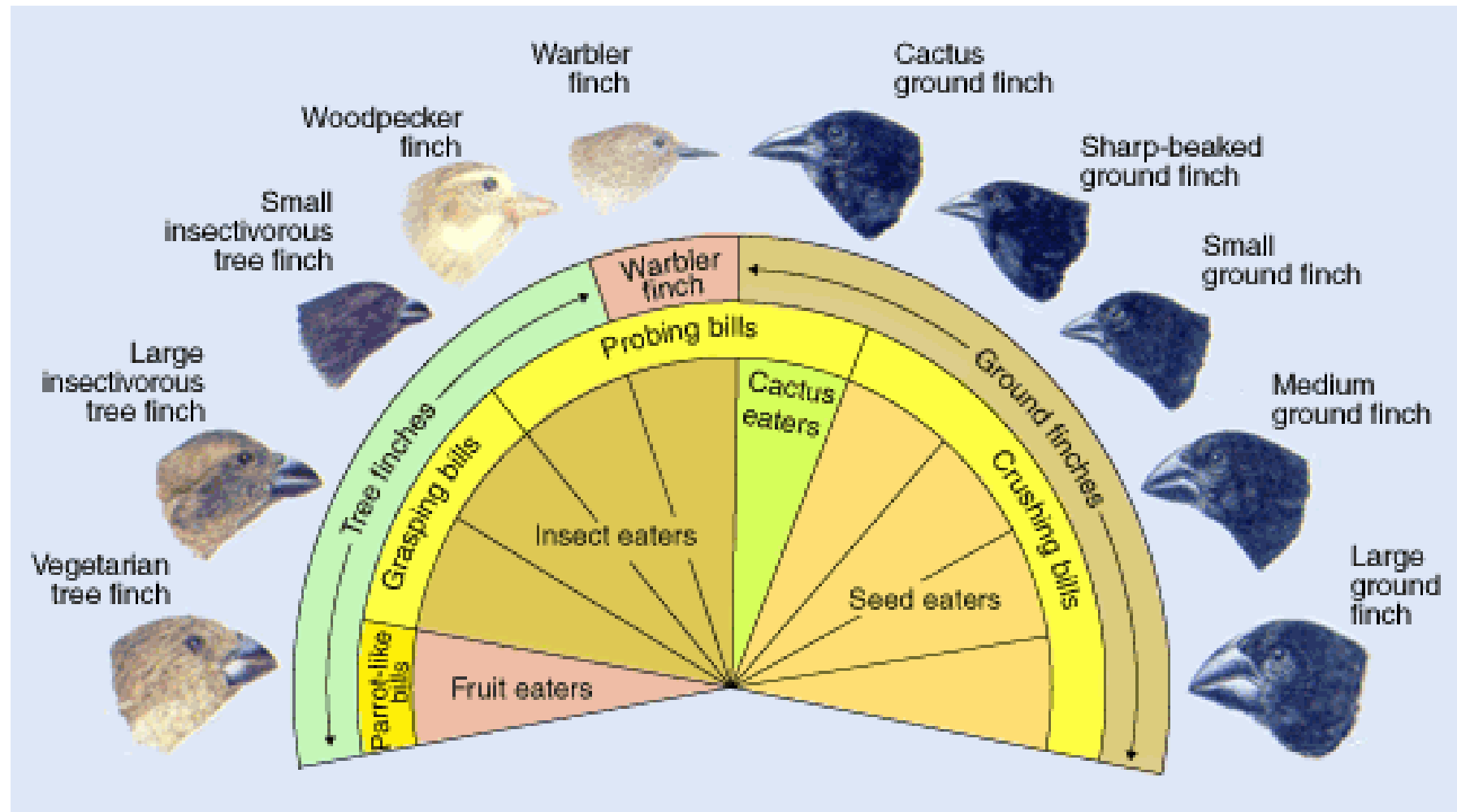
# ホソバハグマに近縁なキッコウハグマ



# ホソバハグマ・キッコウハグマの葉形



# ダーウィンフィンチの適応放散



[http://www.pbs.org/wgbh/evolution/library/01/6/images/l\\_016\\_02\\_l.gif](http://www.pbs.org/wgbh/evolution/library/01/6/images/l_016_02_l.gif)







# バラの花はなぜ蜜を出すか



# ツツジの花にはなぜミツバチが来ないか



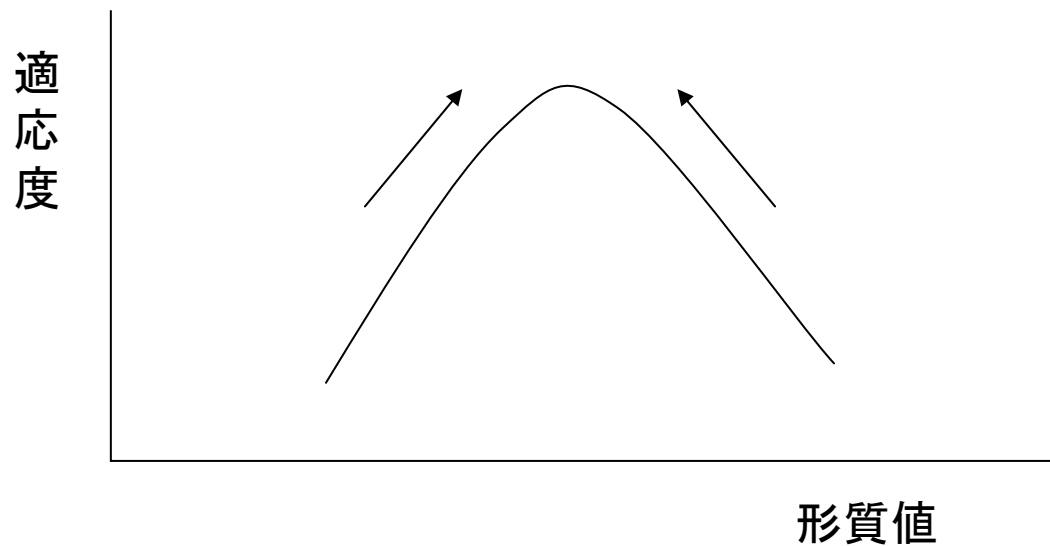


ラショウモンカズラの花にはなぜ  
トラマルハナバチしか来ないか



# 生物の表現型の特徴

- 「適応」・・・ある生育環境の下で生活していくうえで、非常に良くできている
- 「良くできている」状態とは？→最適化



# ダーウィンの疑問

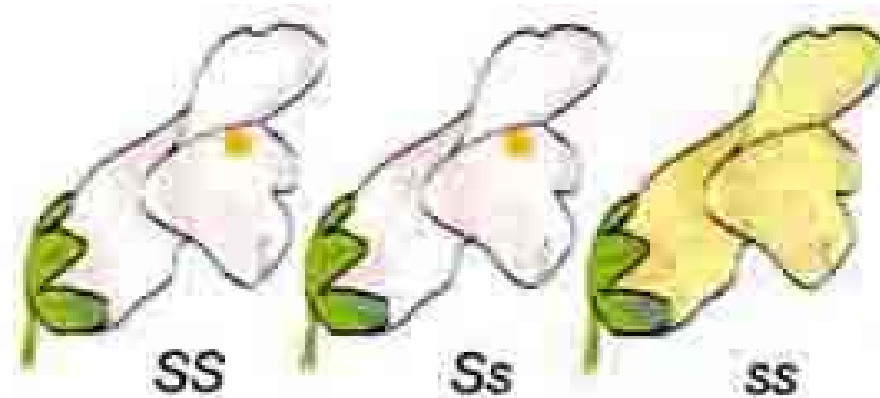
- どのようなしくみ（機構：メカニズム）で、適応的な性質が進化したのか？
  - 進化が起きたことはすでに広く認められていた
    - 絶滅した生物の化石
    - 生物の地理的変異
  - 神学者たちは進化の「しくみ」の中に神の意図を発見しようとしていた
    - 「私は、神が一連の介在する諸原因を通じて仕事をし、その結果新たな種が生じる、と考えています。この問題が理解できるようになれば、それが奇跡的な過程ではなく、自然の過程であることがわかるでしょう。」
      - ハーシェルからライエルへの手紙



# ダーウィンの論理

- 生物の性質には変異がある
  - 自然の変異 (spontaneous variation)
- 変異の一部は遺伝する
- 同種の個体間には、生残率や子供の数に違いがある
- 特定の性質を持つものほど、生き残りやすく、より多くの子供を残す
  - 生存・繁殖はランダムではない
  - 形質値と適応度の間に関係がある

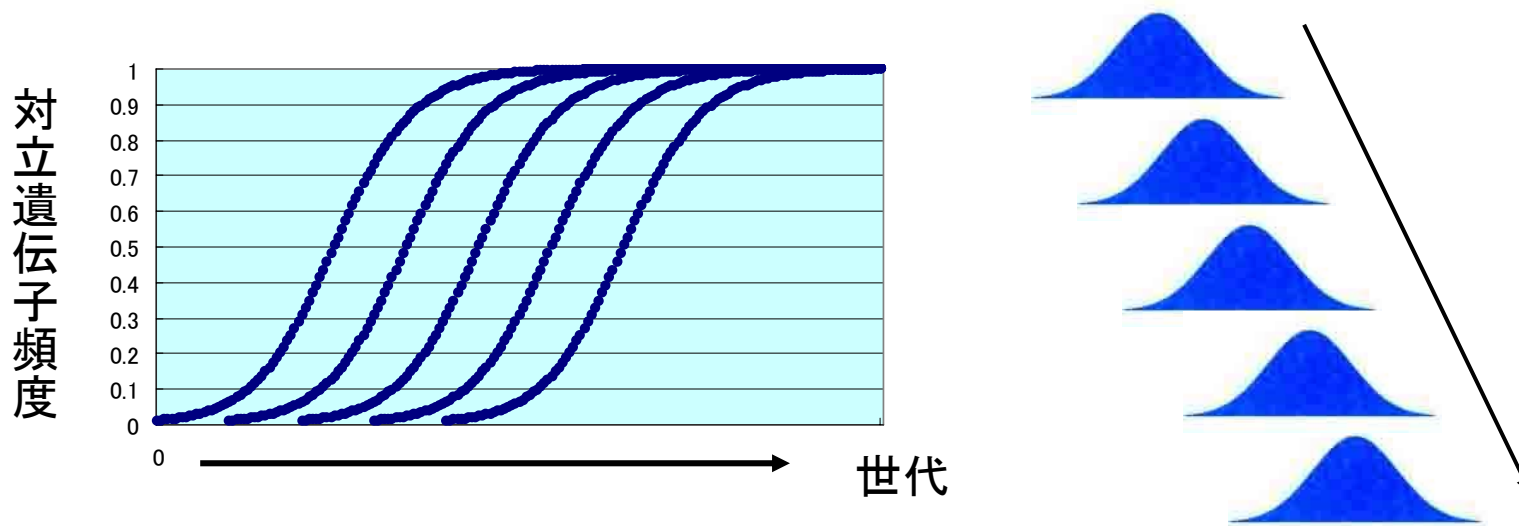
# メンデル遺伝学



- 遺伝は対立遺伝子(アレル)の伝達・分離によって説明できる
- 対立遺伝子には優性・劣性の関係がある
- 別の「遺伝子座」に位置する対立遺伝子は独立に伝達される

# メンデル遺伝学vsダーウィン理論

- ド・フリースらによる「メンデルの法則」再発見(1900)
- ド・フリースによる「突然変異説」の提唱(1905)
  - 「突然変異」と「種淘汰」によって適応進化が進む
- モルガンによる染色体地図の作成(1908-1915)
- フィッシャーらによる集団遺伝学理論の構築
  - とくに「微小な変化の累積」モデル(フィッシャー、1918, 1922)





# 表現型進化の遺伝的背景

- 1遺伝子座2対立遺伝子モデル

|        |         |               |              |
|--------|---------|---------------|--------------|
| 遺伝子型   | AA      | AA'           | A'A'         |
| 頻度     | $p^2$   | $2pq$         | $q^2$        |
| 適応度    | 1       | $1+hs$        | $1+s$        |
| 次世代の頻度 | $p^2/T$ | $2pq(1+hs)/T$ | $q^2(1+s)/T$ |

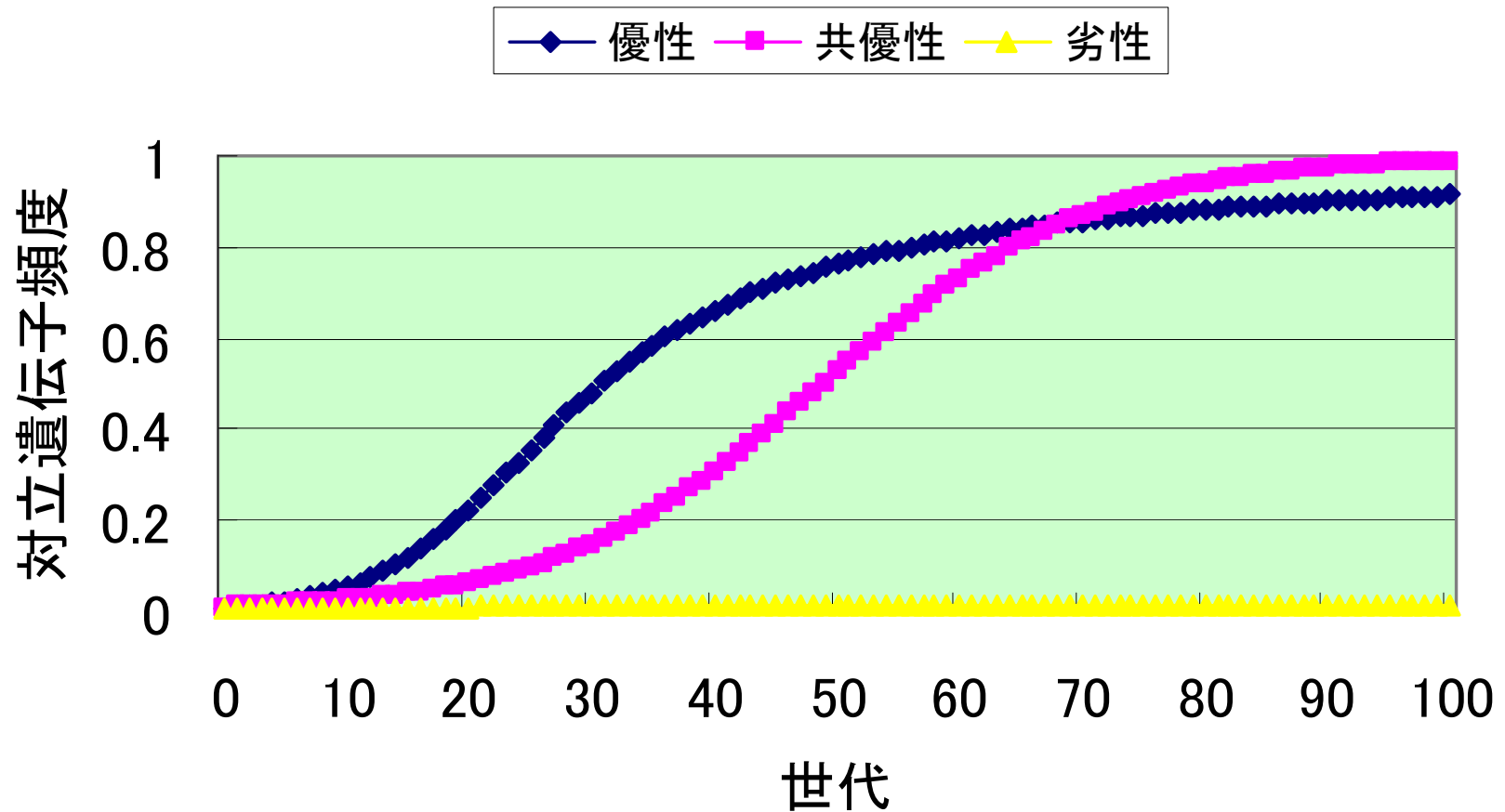
# 優性度

|      |    |          |         |
|------|----|----------|---------|
| 遺伝子型 | AA | AA'      | A'A'    |
| 適応度  | 1  | $1 + hs$ | $1 + s$ |

- $h=1$ .....A'はAに対し優性(AはA'に対し劣性)
- $h=0$ .....A'はAに対し劣性(AはA'に対し優性)
- $0 < h < 1$ .....部分優性(劣性)

# 優性度と自然淘汰の関係

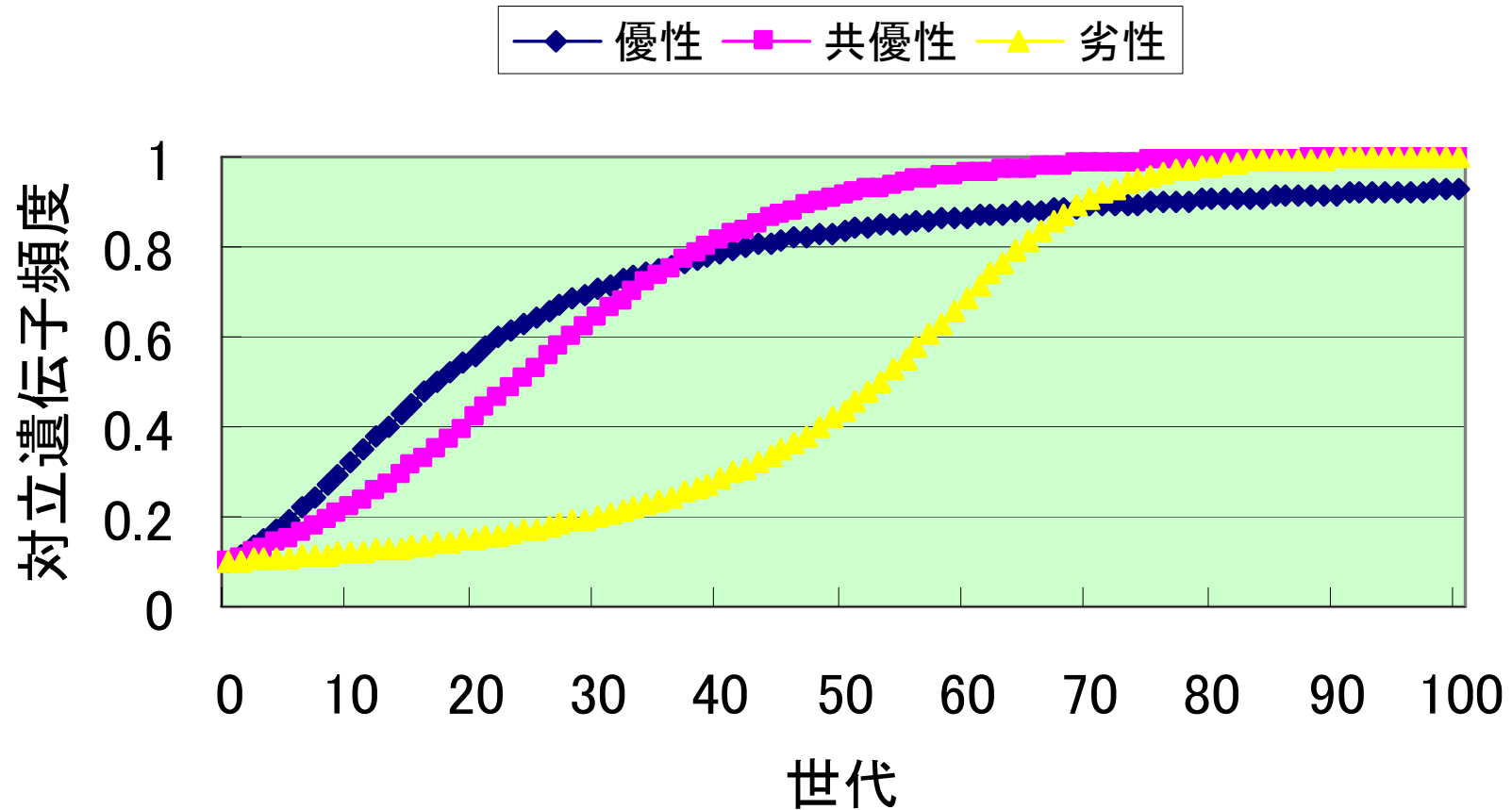
$q(0)=0.01, s=0.2$ のとき





# 優性度と自然淘汰の関係

$q(0)=0.1, s=0.2$ のとき



# 自然淘汰の性質

- 一般には、最適な対立遺伝子を選び出すことによって、遺伝的変異を減らす(方向性淘汰)
- (部分)劣性の有害対立遺伝子には、淘汰が働き続ける(安定化淘汰)
  - 突然変異の新生と淘汰による除去のバランス
- 超優性の下では、高い変異性が維持される
  - 最適なヘテロ接合体から、ホモ接合体が分離
  - 例:自家不和合性とMHC