

2007年11月26日

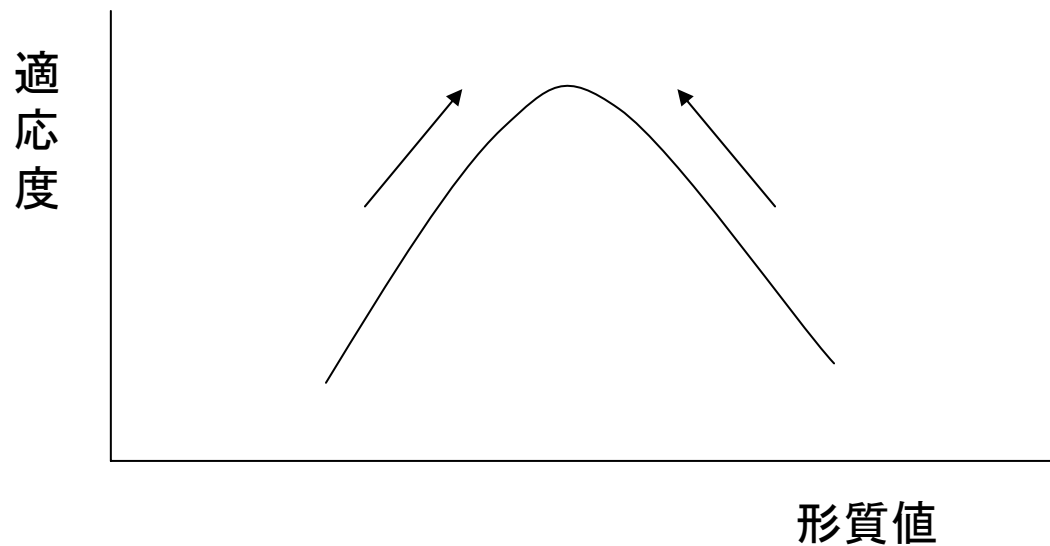
生態学 I 第7回

適応戦略と進化的安定戦略

進化生態学の基礎

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？ → 最適化モデル



適応度

- ある形質を持つ1個体が生涯に残す子供の数の期待値
- 個体の値であり、種の値ではないことに注意

$$W = \sum_x l_x m_x$$

生涯繁殖成功度
Lifetime reproductive success

l_x x 令までの生残率 (survivorship)

m_x x 令での産卵(産仔)数 (fecundity)

サイズと数のトレードオフ

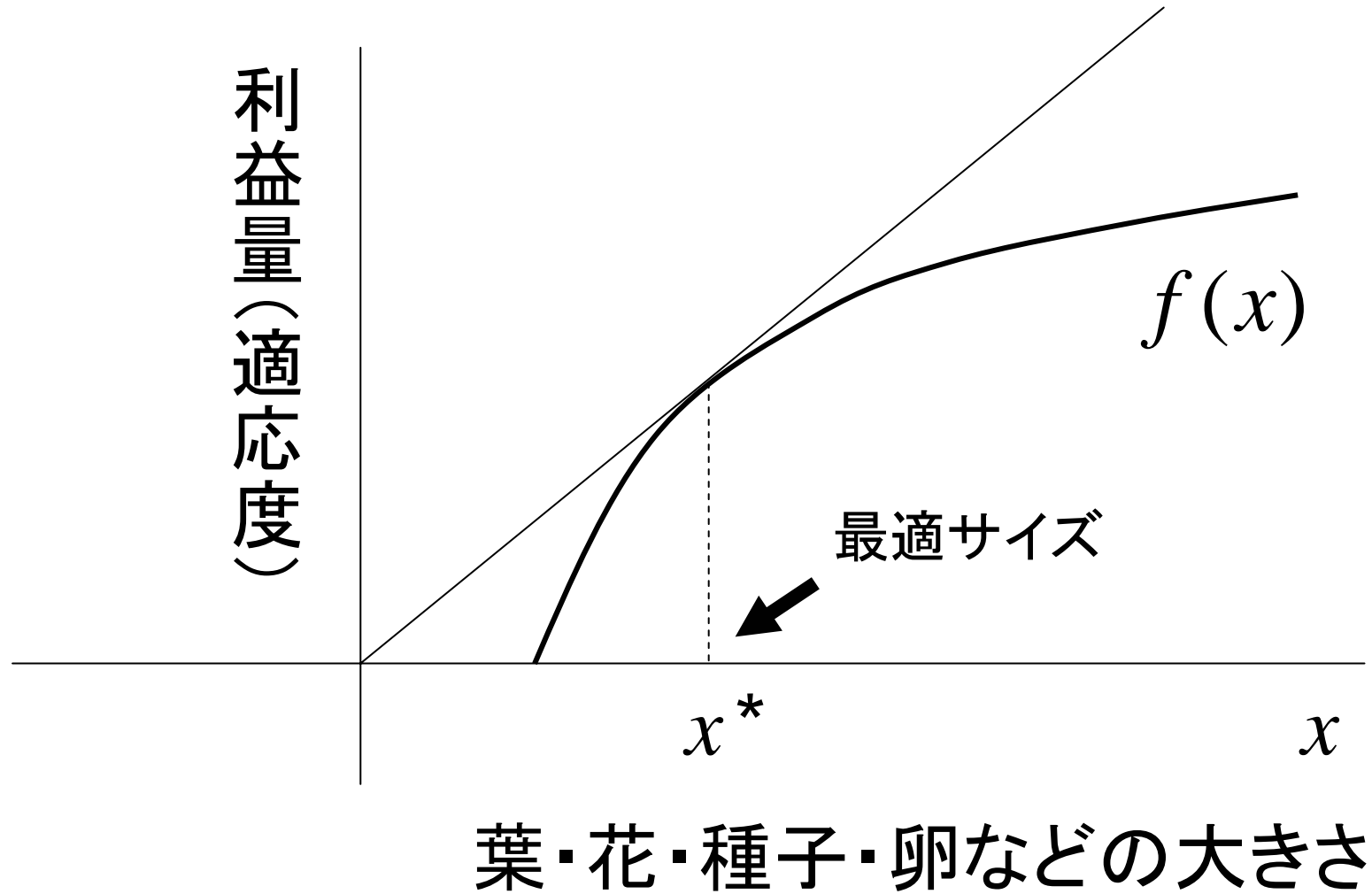
適応度 = 個数 × 1個あたりの利益量

$$W = nf(x)$$

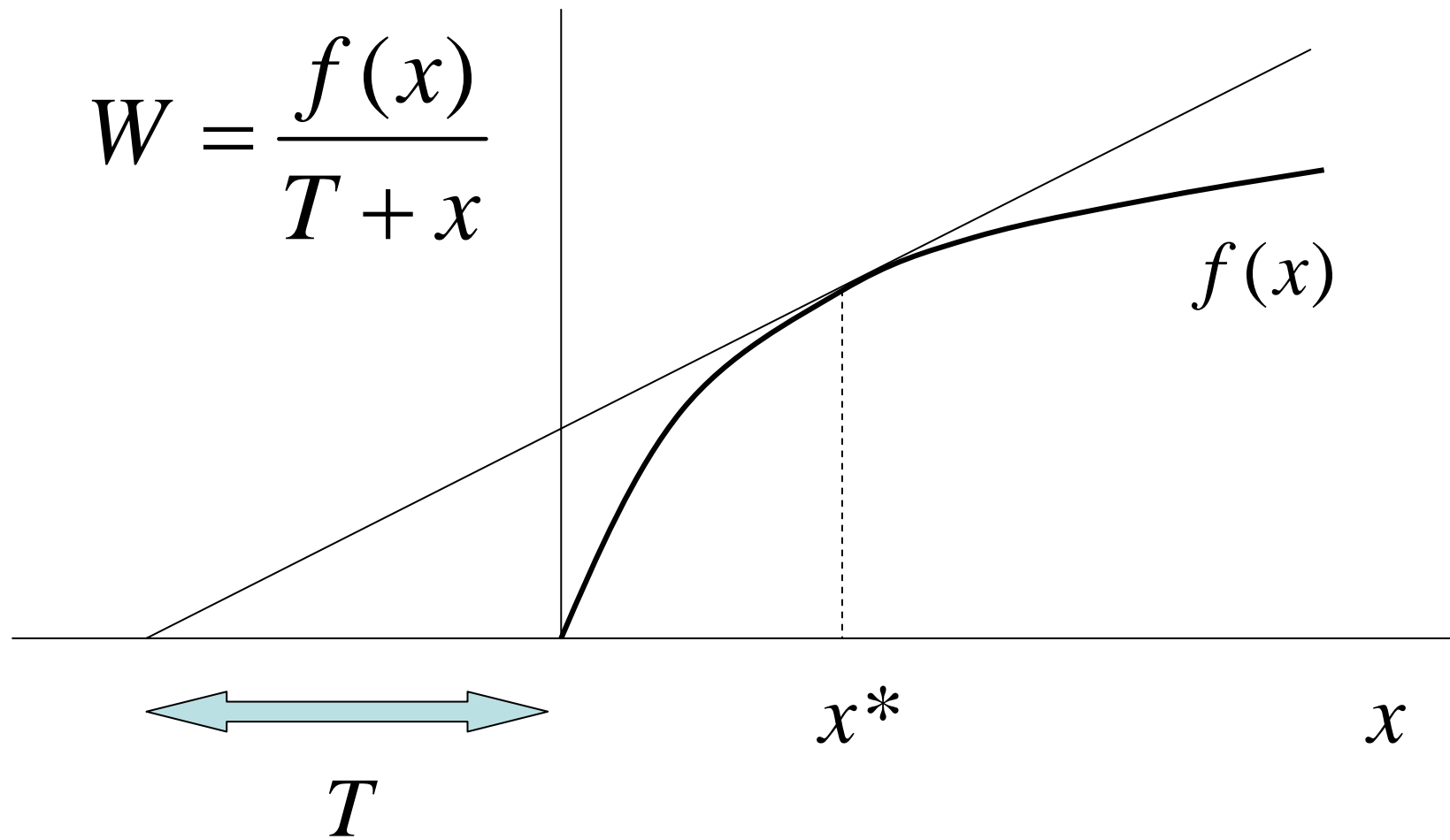
資源量 = 個数 × 1個あたりの生産コスト

$$R = nx$$

サイズと数のトレードオフ

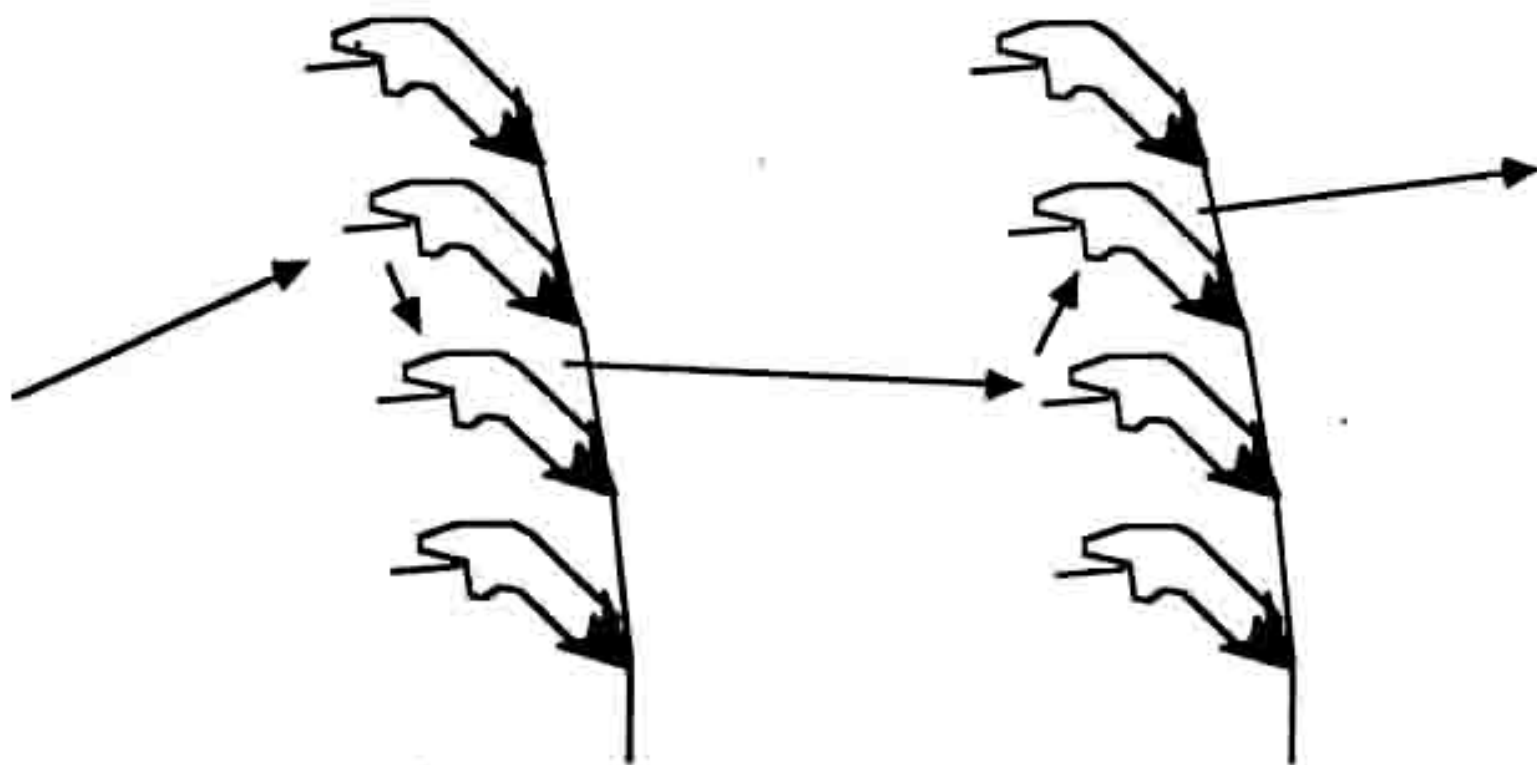


最適採餌戦略



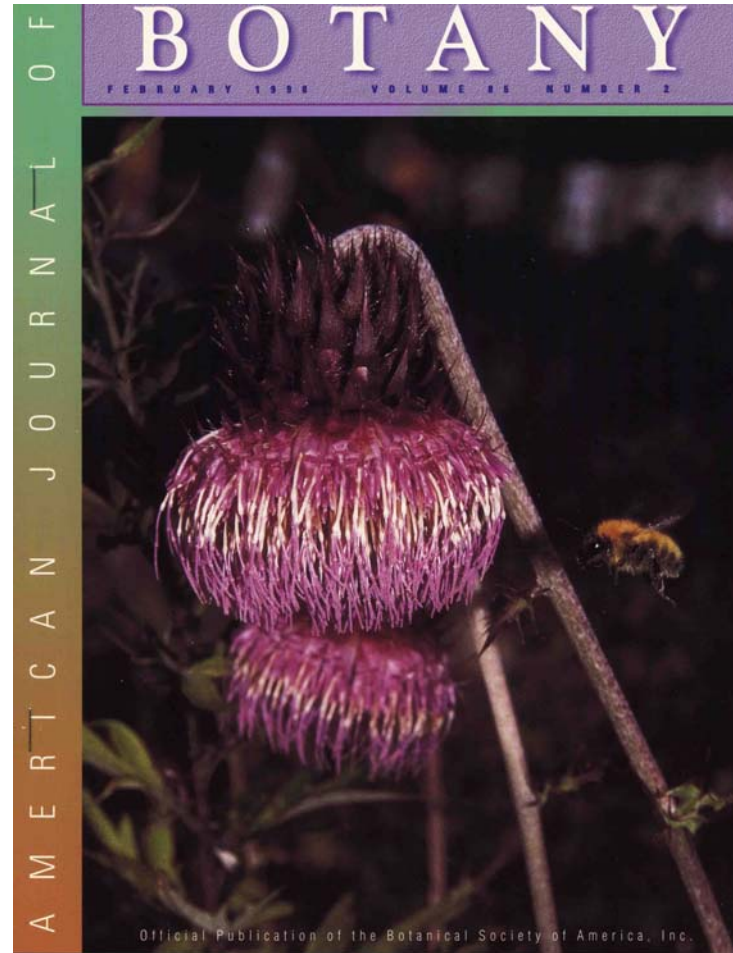
ポリネータの不可思議な（一見非適応的な）行動

株の中の一部の花だけを吸蜜し、次の株へ移動



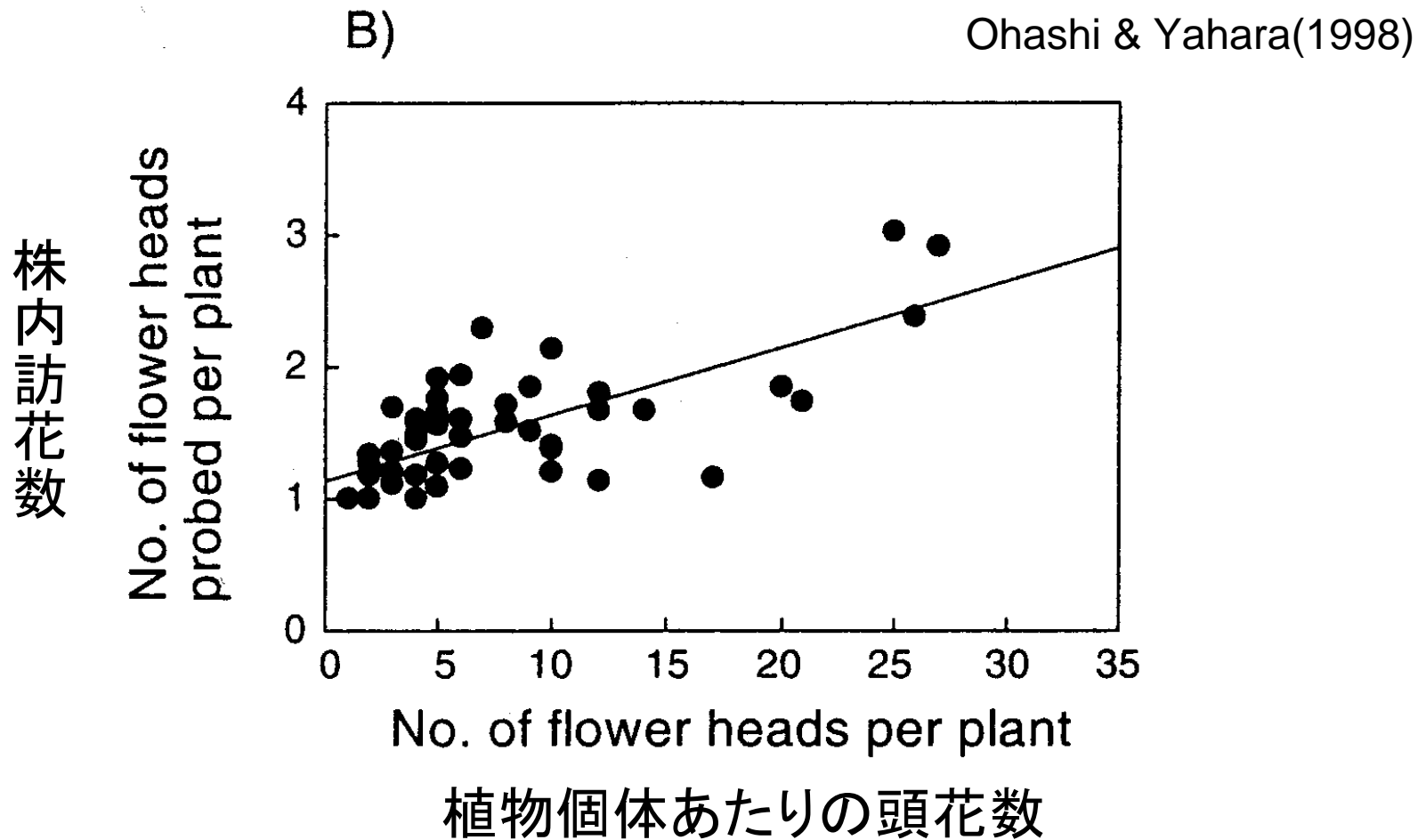
植物にとっては隣花受粉を少なくする有益な効果

フジアザミとトラマルハナバチ

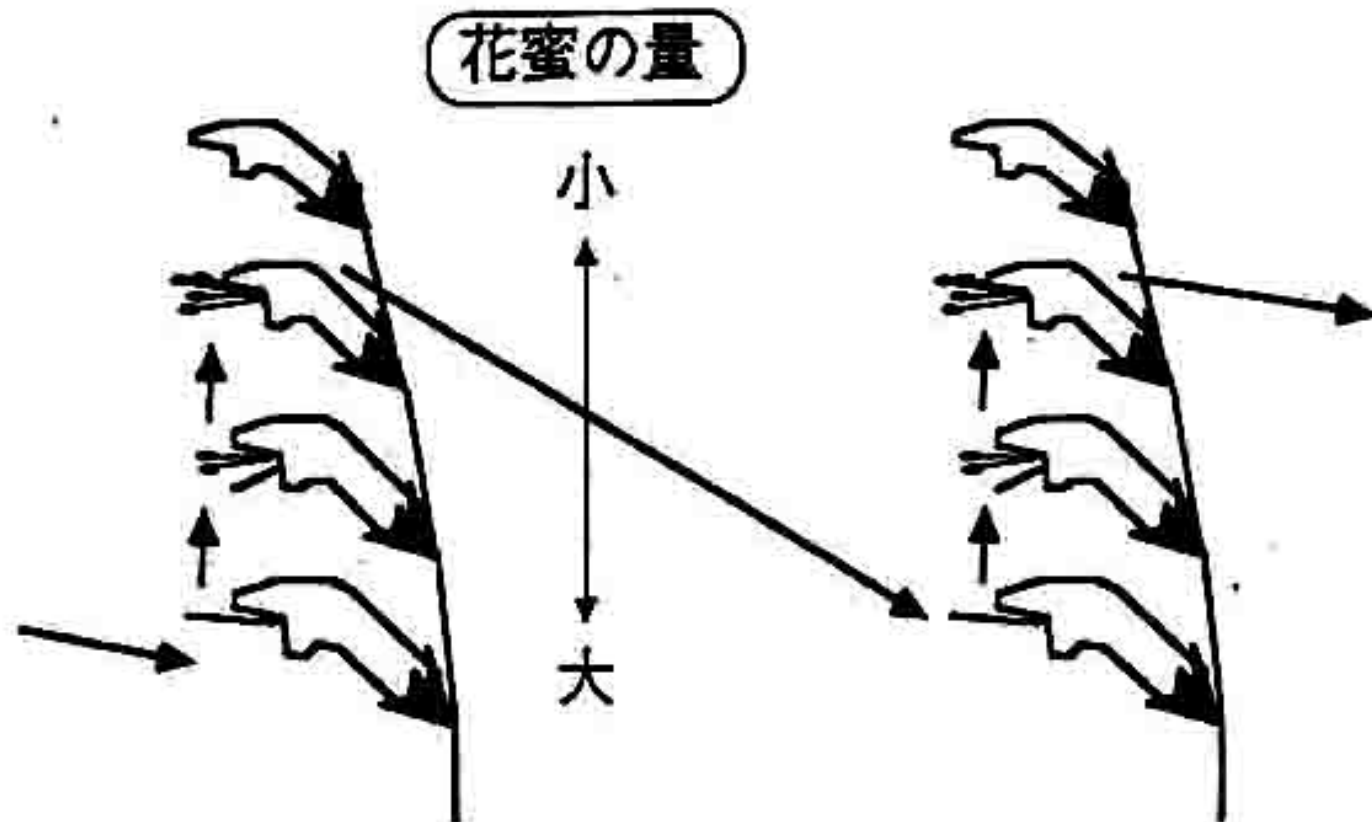


Ohashi & Yahara(1998)
Amer J Bot 85:219-224

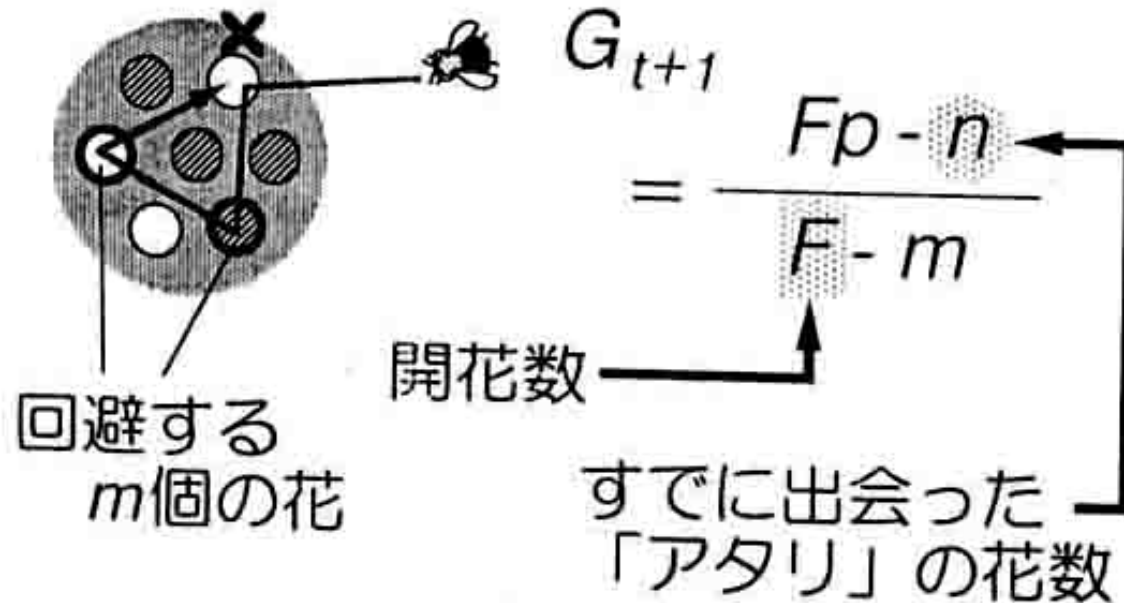
フジアザミの花数とトラマルハナバチ の株内訪花数の関係



ポリネータを操る花の戦略：花の位置が覚えやすい場合



Ohashi & Yahara model



$$G_{t+1} = \frac{Fp - n}{F - m}$$

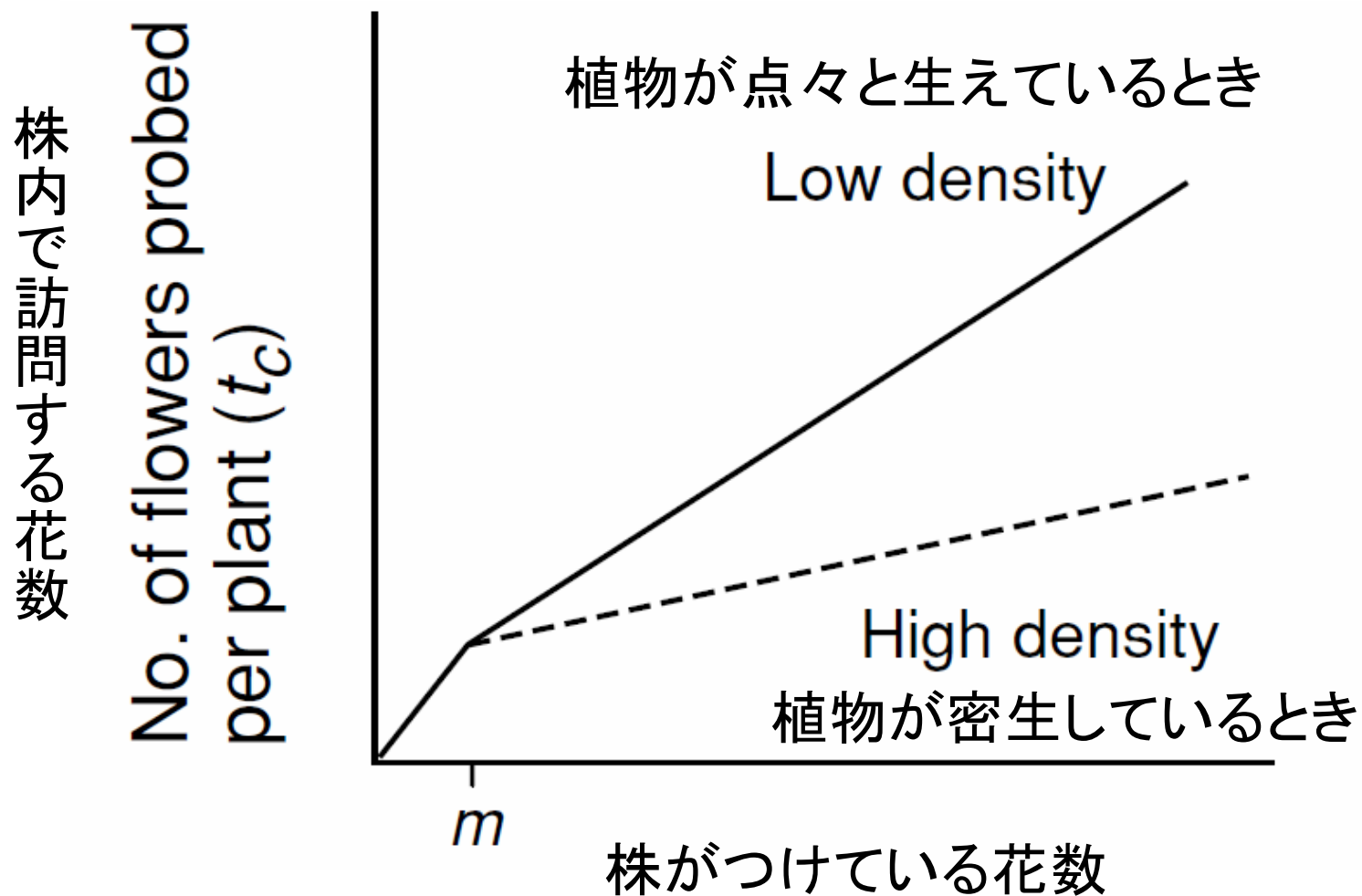
m は短期記憶
の上限値

境界は

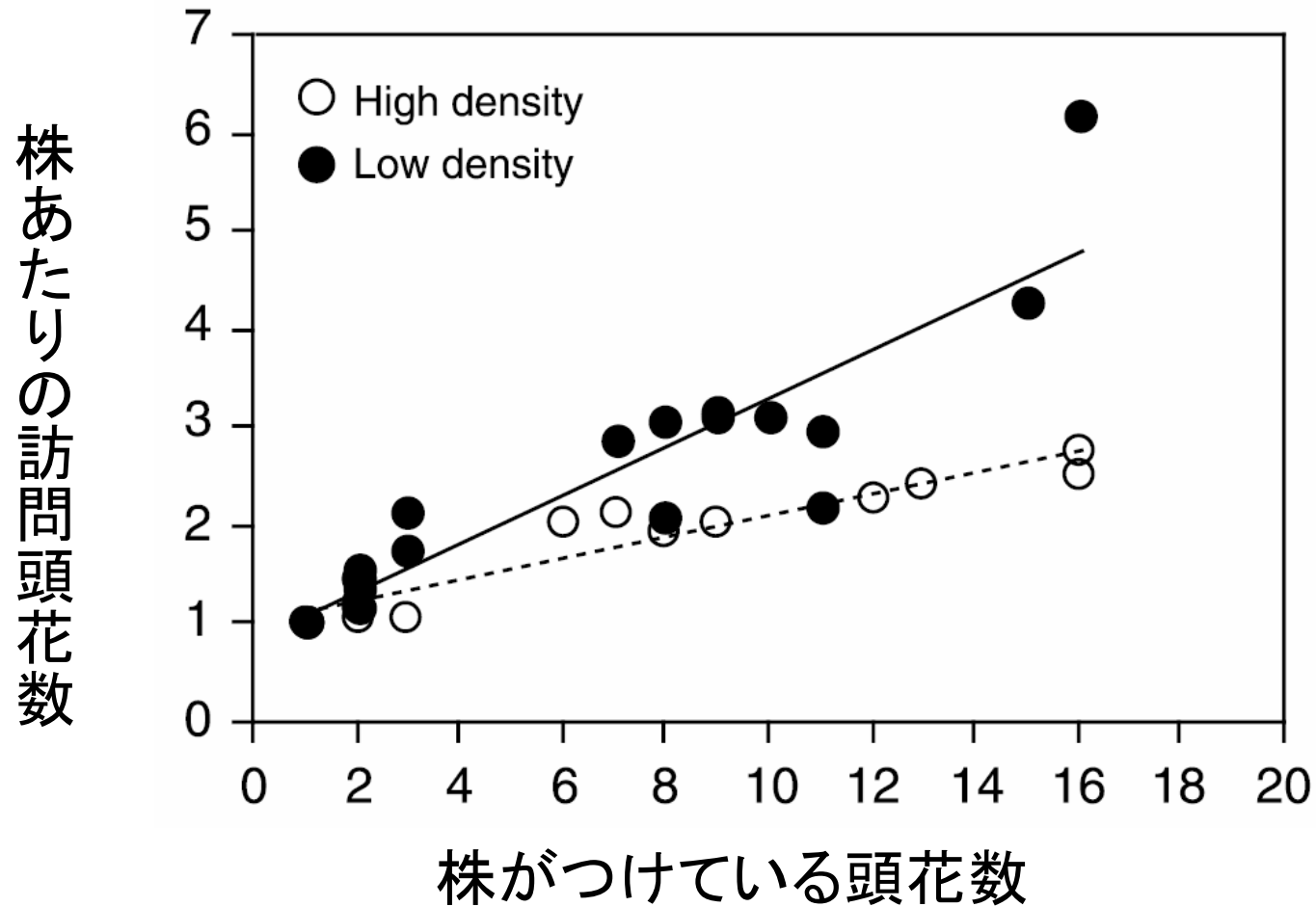
$$\frac{Fp - n}{F - m} = kp$$

立ち去り条件は $G_{t+1} < kp$

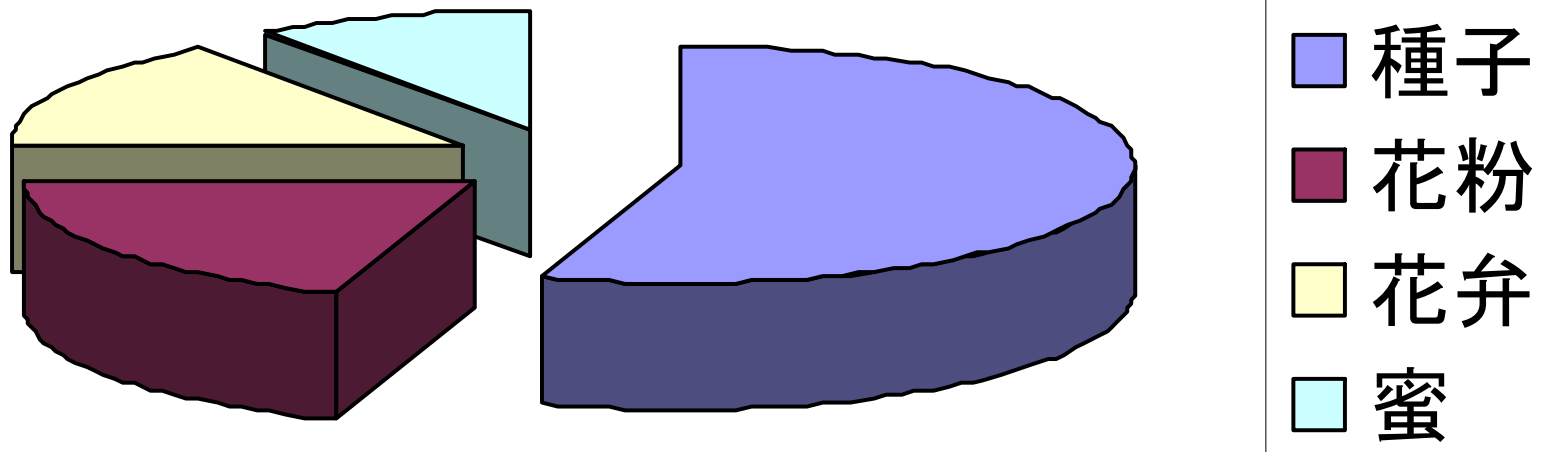
Ohashi & Yahara モデルの予測



マルハナバチの訪花パターン



資源制約



種子を増やせば、花粉・花弁・蜜への投資量が減ってしまう……「トレード・オフ」(拮抗関係)

両性植物の適応度

動物との比較

$$Y: \text{自分がつけた種子数} \times \frac{1}{2} +$$

「娘」の数

$$X: \text{自分がつけた花粉数} \times$$

「息子」の数

$$\frac{\text{花粉1個あたりの他個体の種子数}}{2} \times \frac{1}{2}$$

「息子」1人が残す娘の数

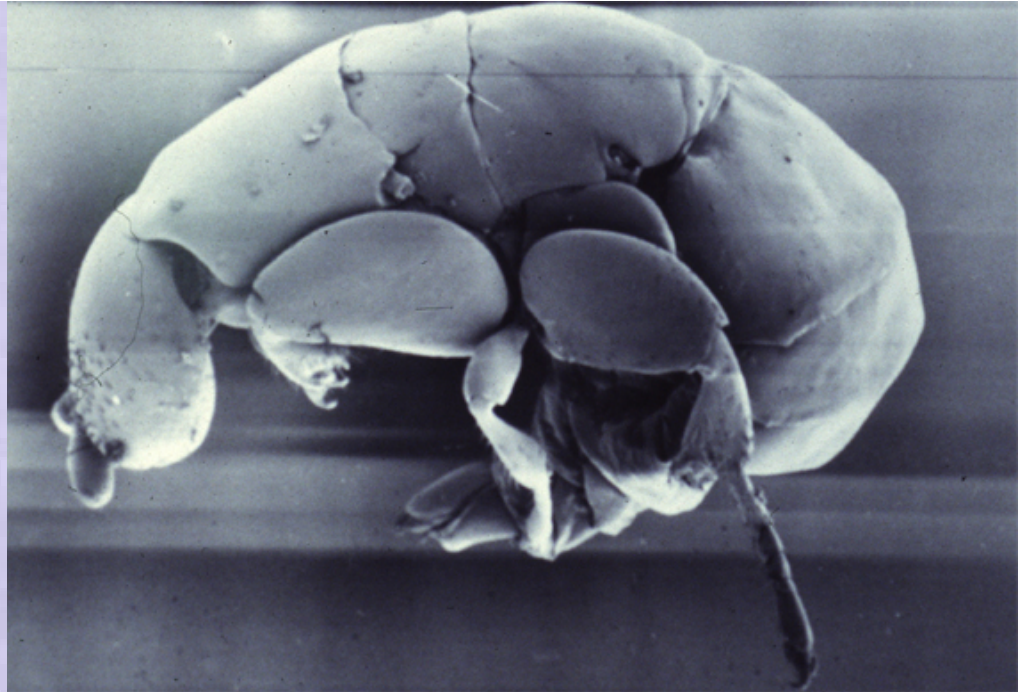
繁殖資源分配に関する基本モデル

変異個体の適応度 $W = \frac{1}{2}y + \frac{1}{2}x \frac{y^*}{x^*}$

資源制約 $R = ax + by$

進化的に安定な状態 (ESS)

$$\frac{\partial W}{\partial x} \Big|_{x=x^*} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial y}{\partial x} + \frac{y^*}{x^*} \right) = \frac{1}{2} \left(-\frac{a}{b} + \frac{y^*}{x^*} \right) = 0$$



局所的配偶競争 (LMC)

Local Mate Competition

交配に参加するメスの数 (n) が少なく、突然変異個体の性比が子供の繁殖成功に大きく影響する場合

$$W = \frac{1}{2} y + \frac{1}{2} x \frac{y + (n-1)y^*}{x + (n-1)x^*}$$

$$\frac{y^*}{x^*} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2n}$$

レポートのテーマ

- 局所的配偶競争(LMC)の下での、進化的に安定な性比を求めよ。

注1:なぜ偏微分記号を使うか？

x^* (他個体の性質)を定数とみなし、 x だけを微分するため。

注2: $\frac{\partial W}{\partial x} = 0$ としたあとで、 $x=x^*$ を代入するのはなぜか？

ESSとは、自分と他個体と同じ状態であり($x=x^*$)、かつ、自分の変化が つねに適応度を下げってしまう状態(平衡点)である(次の式を参照)。

$$W(x, x^*) \leq W(x^*, x^*)$$

↑
自分の形質の変化