

2007年11月28日

集団生物学 第7回
5章 生物多様性の生態的根拠

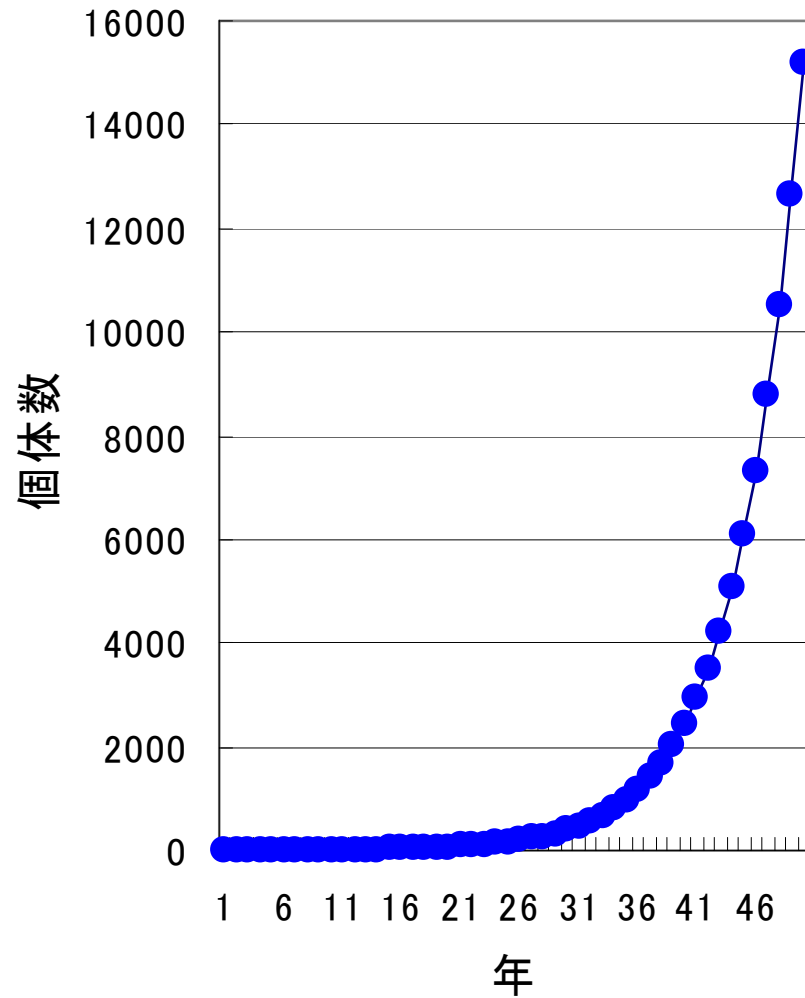
矢原徹一

九州大学大学院・理学研究院

指数增加

$$\frac{dN}{dt} = rN$$

例: $N(0)=2, r=1.2$



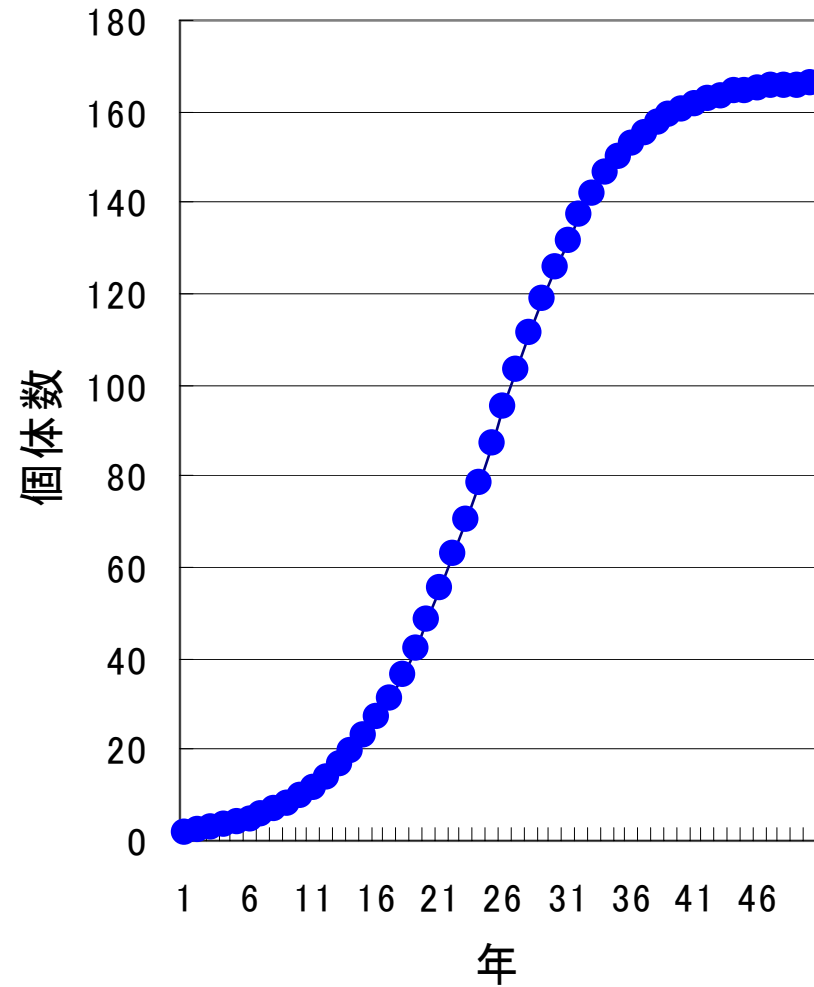
ロジスチック成長

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(1 - \frac{N}{K}\right)$$



密度効果

K : 環境収容力
Carrying capacity



競争方程式

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \left(1 - \frac{N_1 + \alpha_{12} N_2}{K_1} \right)$$

$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \left(1 - \frac{N_2 + \alpha_{21} N_1}{K_2} \right)$$

競争方程式の平衡点

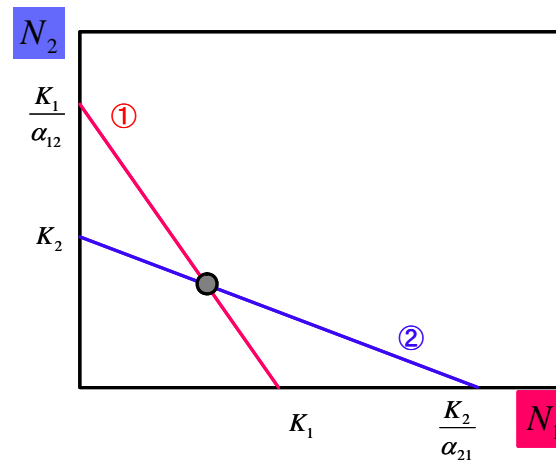
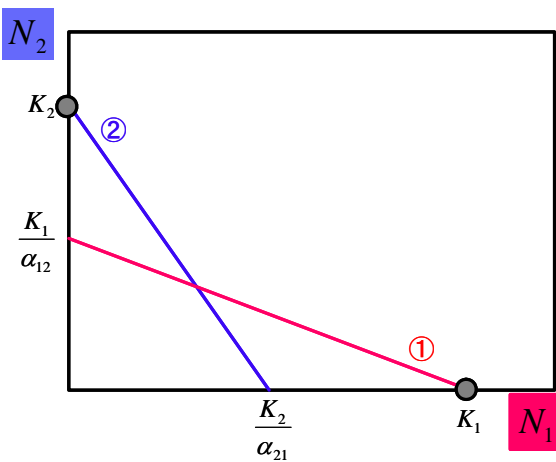
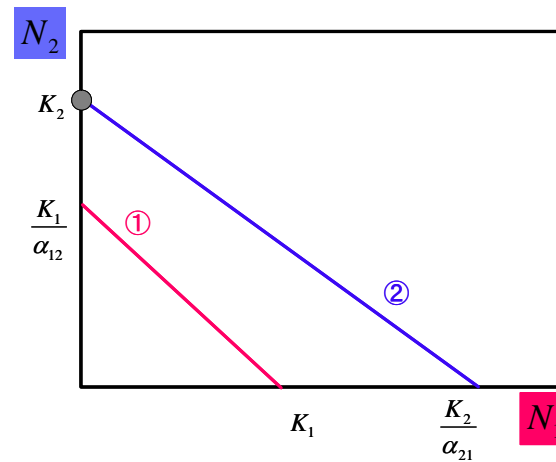
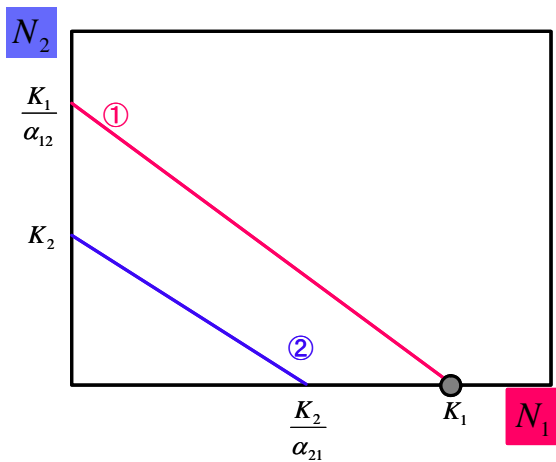
$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \left(1 - \frac{N_1 + \alpha_{12} N_2}{K_1}\right) \geq 0 \quad \text{種1が増える条件}$$

$$\Rightarrow N_2 \leq \frac{K_1}{\alpha_{12}} - \frac{N_1}{\alpha_{12}} \quad \dots \quad \textcircled{1}$$

$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \left(1 - \frac{N_2 + \alpha_{21} N_1}{K_2}\right) \geq 0 \quad \text{種2が増える条件}$$

$$\Rightarrow N_2 \leq K_2 - \alpha_{21} N_1 \quad \dots \quad \textcircled{2}$$

4つの場合



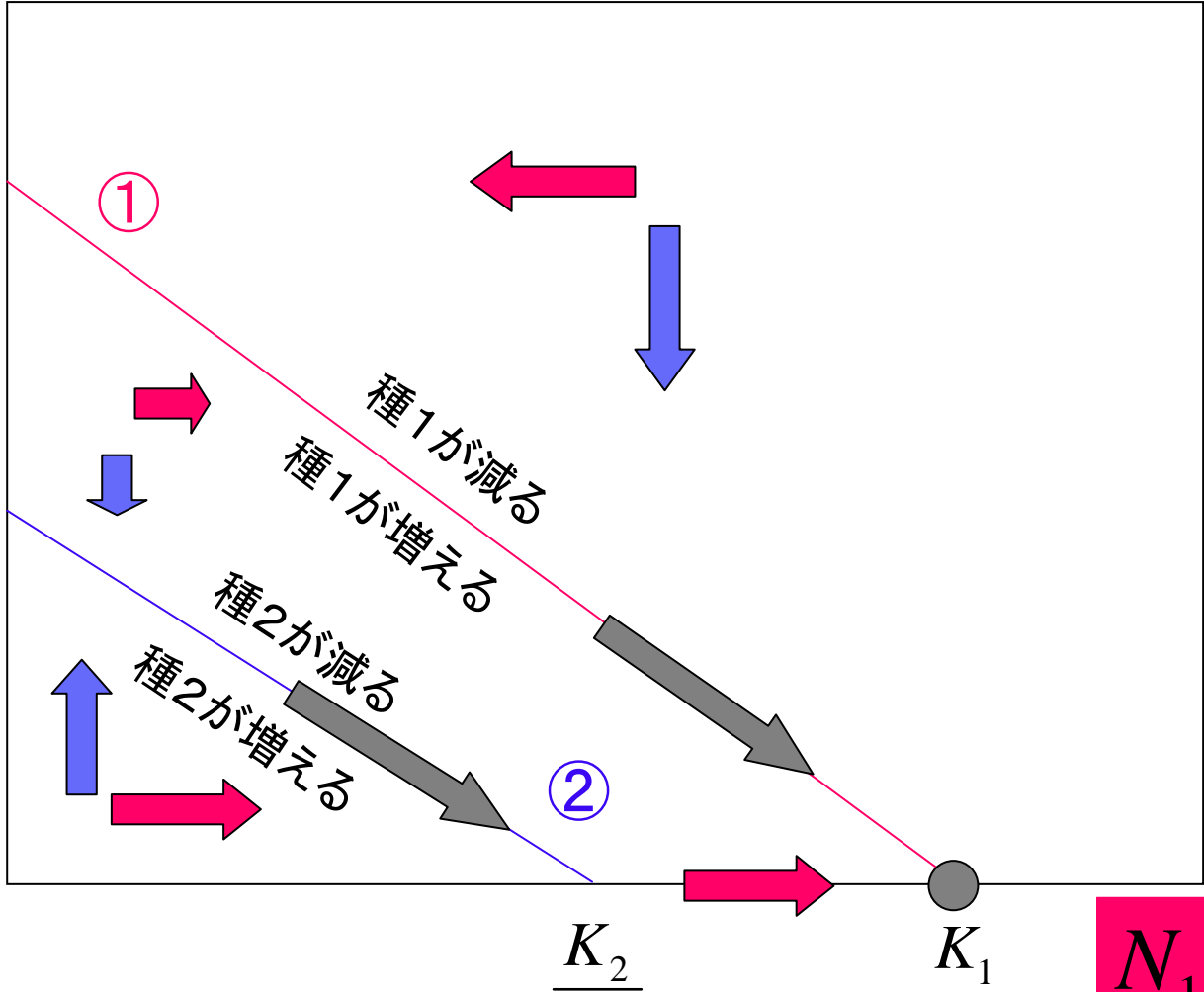
種1が勝ち、種2は絶滅

種2の個体数

N_2

$\frac{K_1}{\alpha_{12}}$

K_2

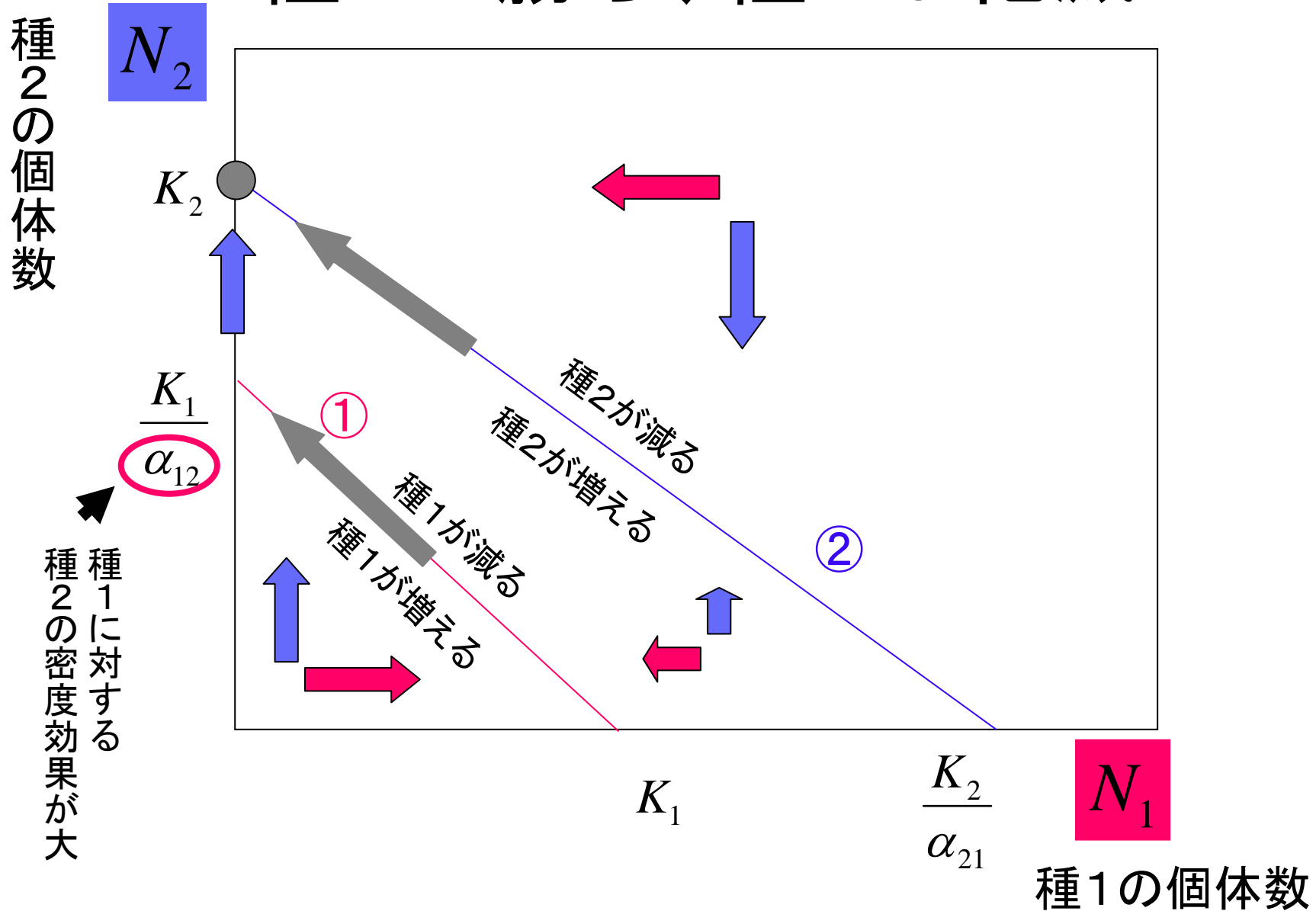


N_1

種2に対する種1の密度効果が大 ➡ α_{21}

種1の個体数

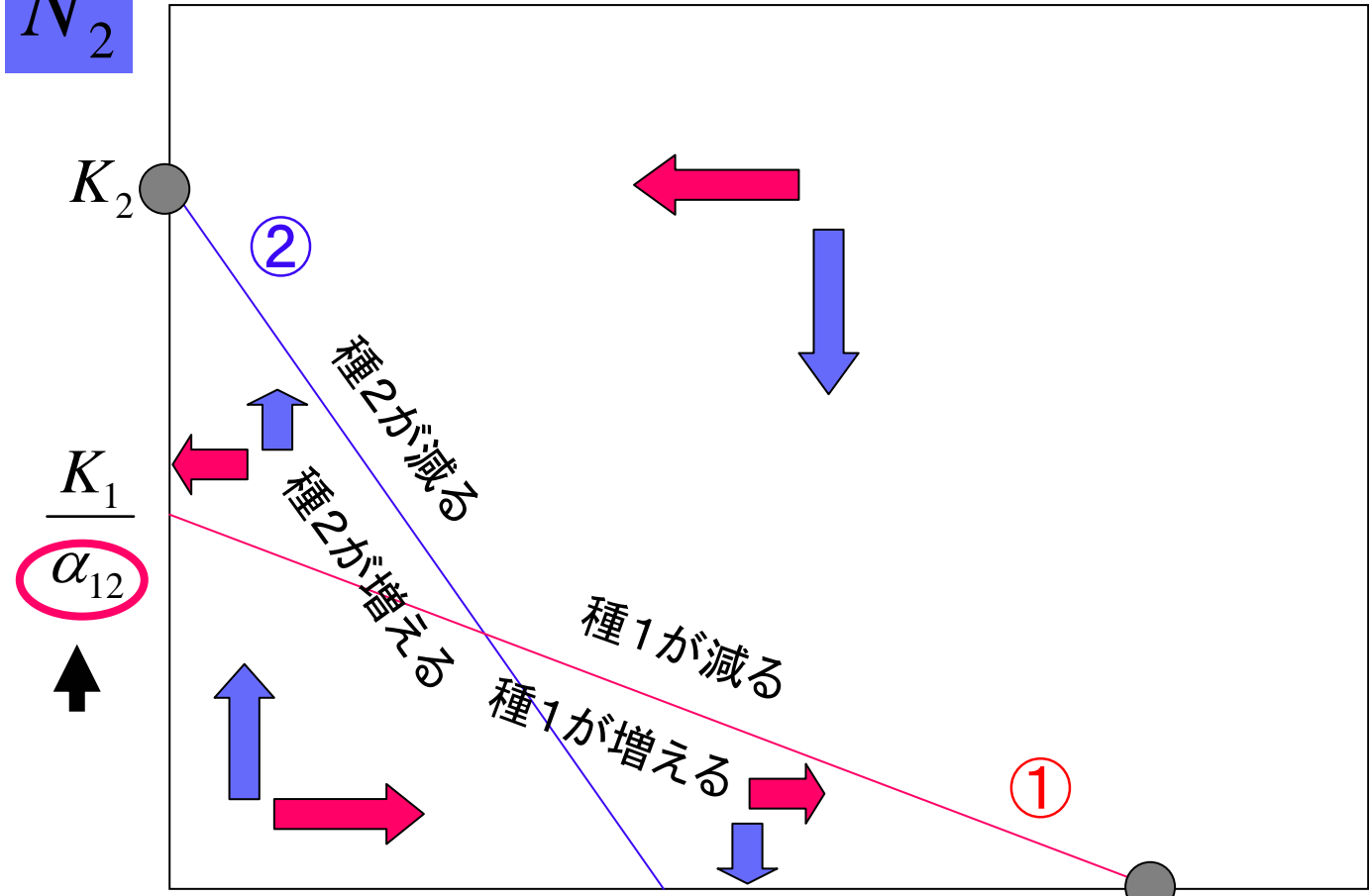
種2が勝ち、種1は絶滅



条件次第でどちらかが勝つ

種2の個体数

N_2



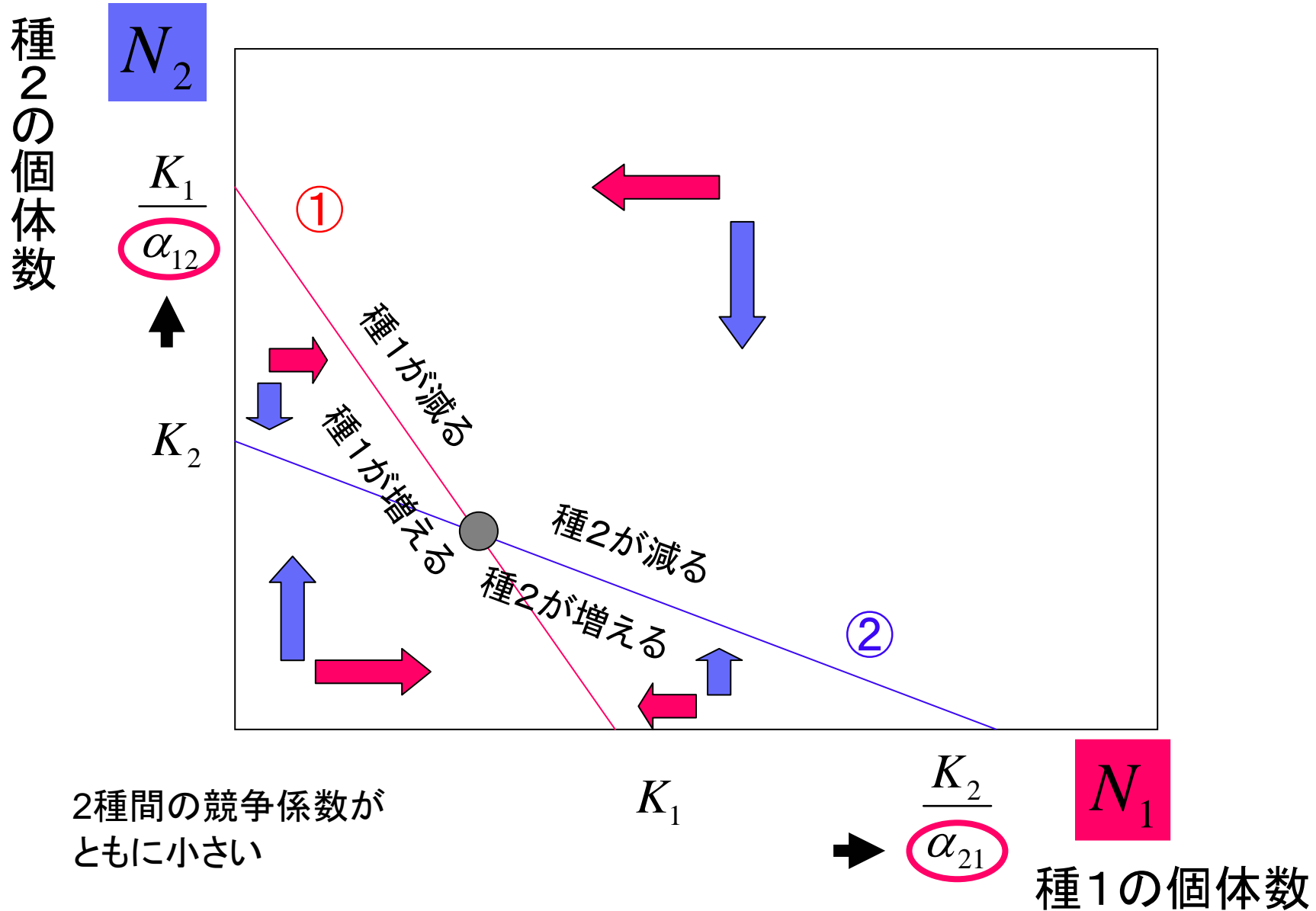
2種間の競争係数が
ともに大きい

α_{21}

K_1 N_1

種1の個体数

2種が共存する条件



ススキとハンノキの共生



教科書 図5-3 ダイズとギニアグラスの相利関係を参照のこと

相利共生の場合

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \left(1 - \frac{N_1 - \alpha_{12} N_2}{K_1}\right)$$

$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \left(1 - \frac{N_2 - \alpha_{21} N_1}{K_2}\right)$$

上の方程式は相利関係にある2種の個体数の変化を記述している。この方程式を用いて、相利関係にある2種が共存する条件について、グラフを書いて説明しなさい。

実際にグラフを書いてみよう

演習時間:7分間

相利関係の下では共に増える

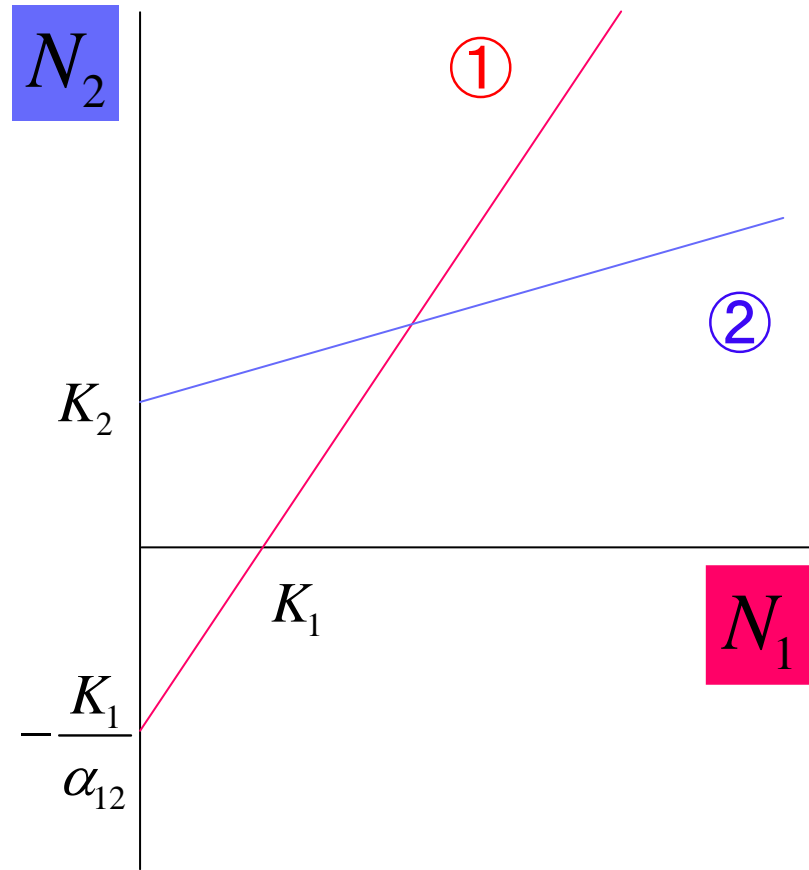
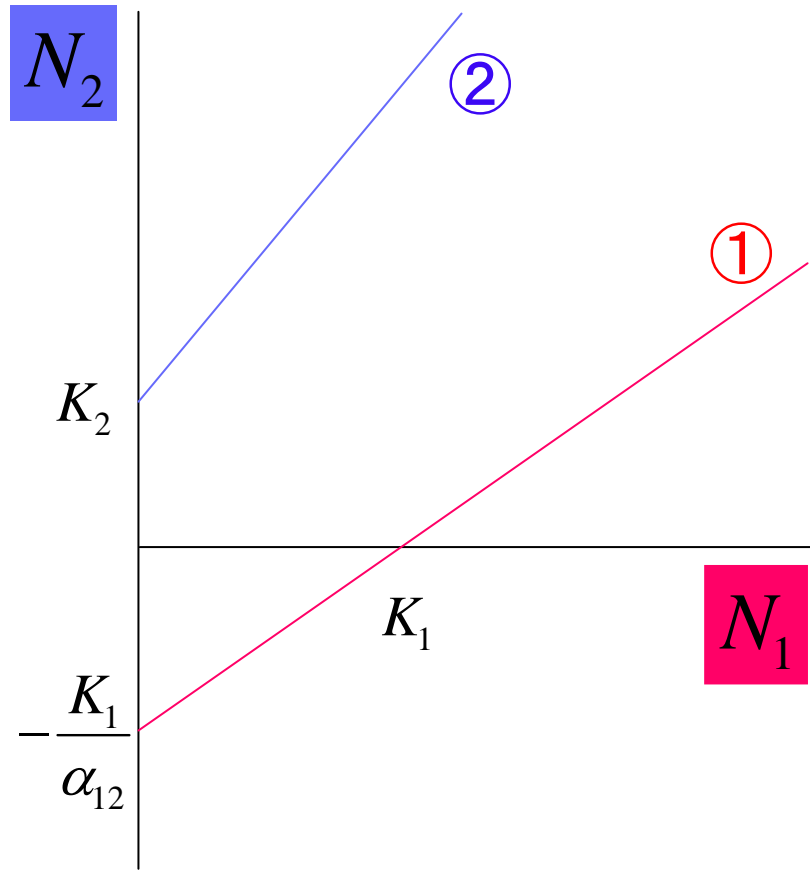
$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \left(1 - \frac{N_1 - \alpha_{12} N_2}{K_1}\right) \geq 0 \quad \text{種1が増える条件}$$

$$\rightarrow N_2 \geq \frac{N_1}{\alpha_{12}} - \frac{K_1}{\alpha_{12}} \dots \textcircled{1}$$

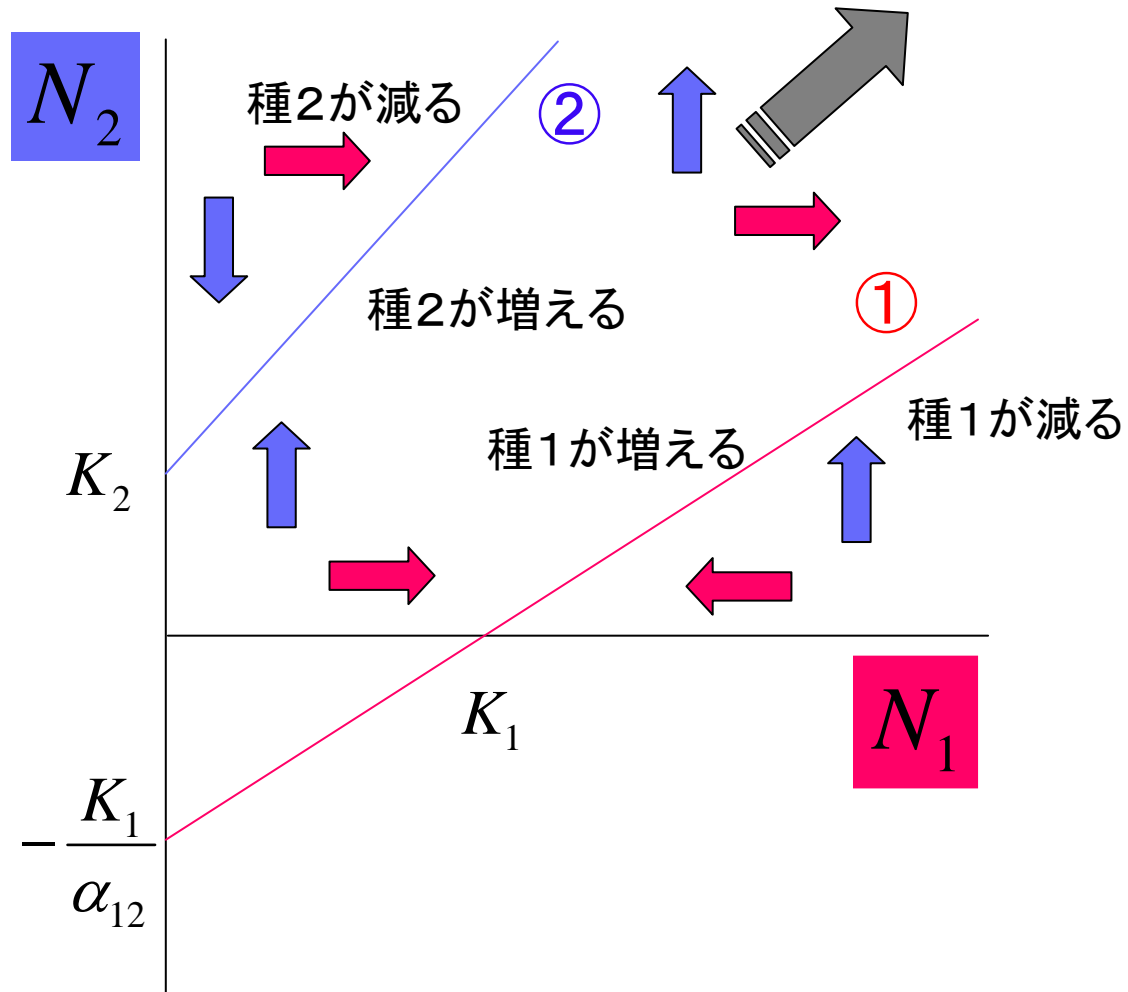
$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \left(1 - \frac{N_2 - \alpha_{21} N_1}{K_2}\right) \geq 0 \quad \text{種2が増える条件}$$

$$\rightarrow N_2 \leq \alpha_{21} N_1 + K_2 \dots \textcircled{2}$$

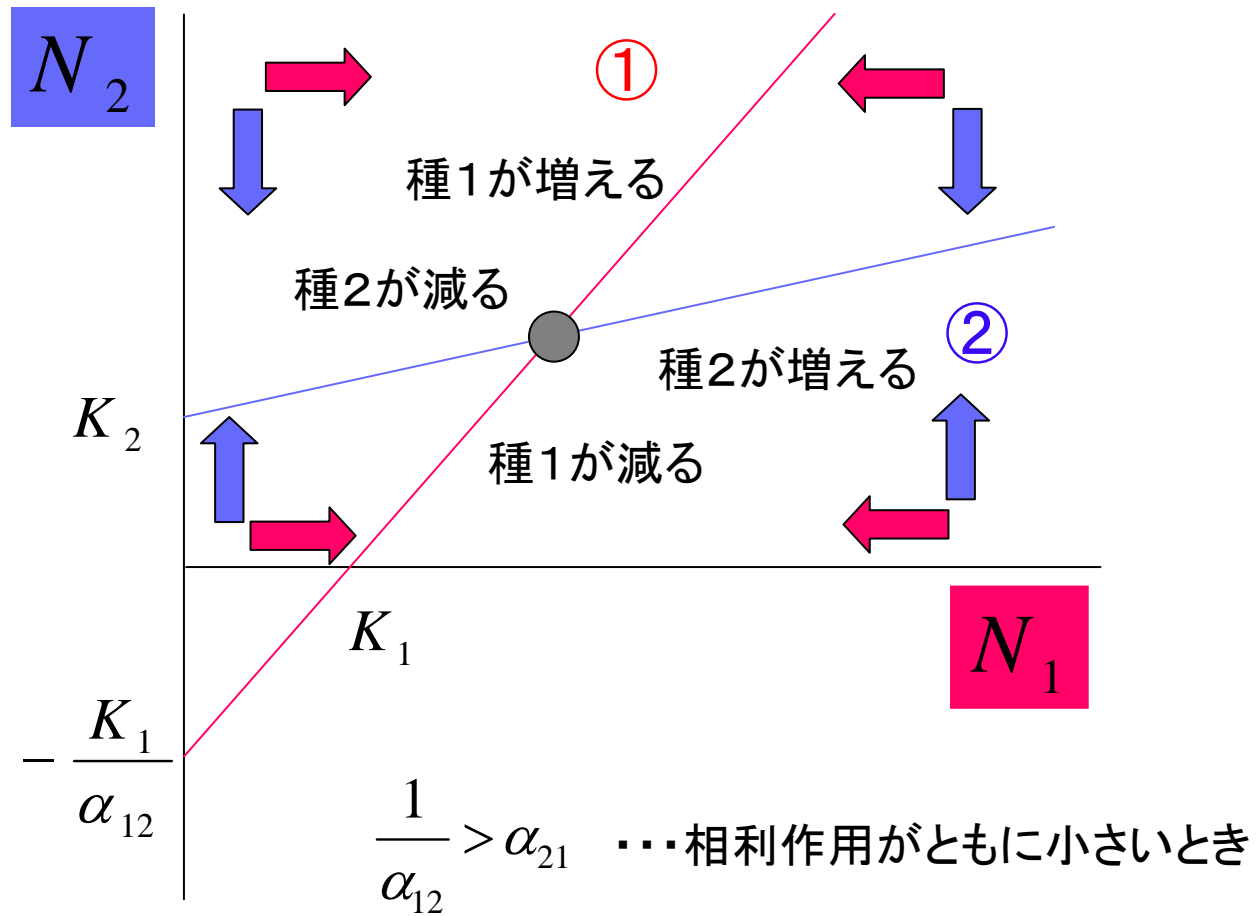
2つの場合



人口爆発が起きる



2種が共存する



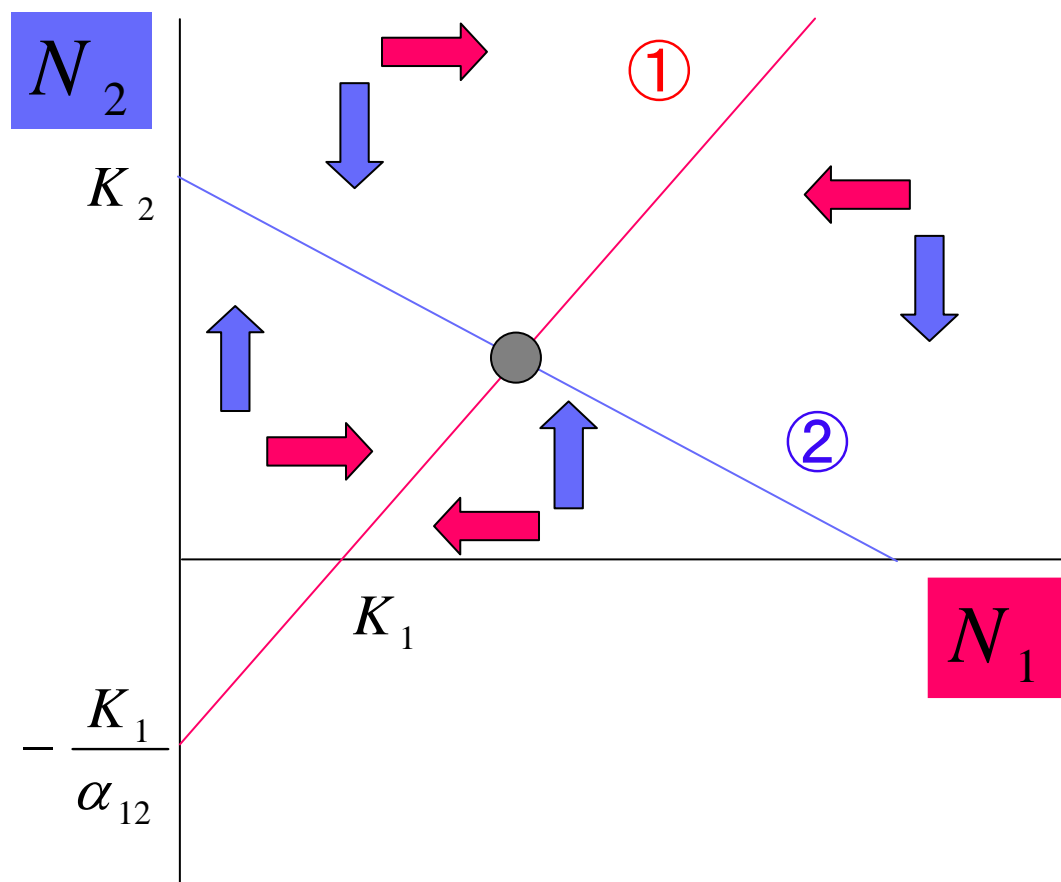
応用問題：片利共生の場合

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \left(1 - \frac{N_1 - \alpha_{12} N_2}{K_1}\right)$$

$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \left(1 - \frac{N_2 + \alpha_{21} N_1}{K_2}\right)$$

種1は種2を抑圧するが、種2は種1に対して利益を与える。
このような2種は共存できるか？

2種は必ず共存する



片利共生の例：着生



これまでの説明で無視した要因

- 空間的な環境の変化
 - 生息場所の不均一性
 - 植物: 光・水分・栄養分など
 - 動物: 餌・温度・営巣場所など
- 時間的な環境の変化
 - 遷移・・・より競争的な種の進入、植生の安定化
 - かく乱・・・より分散力の高い種の進入

空間的な環境の変化

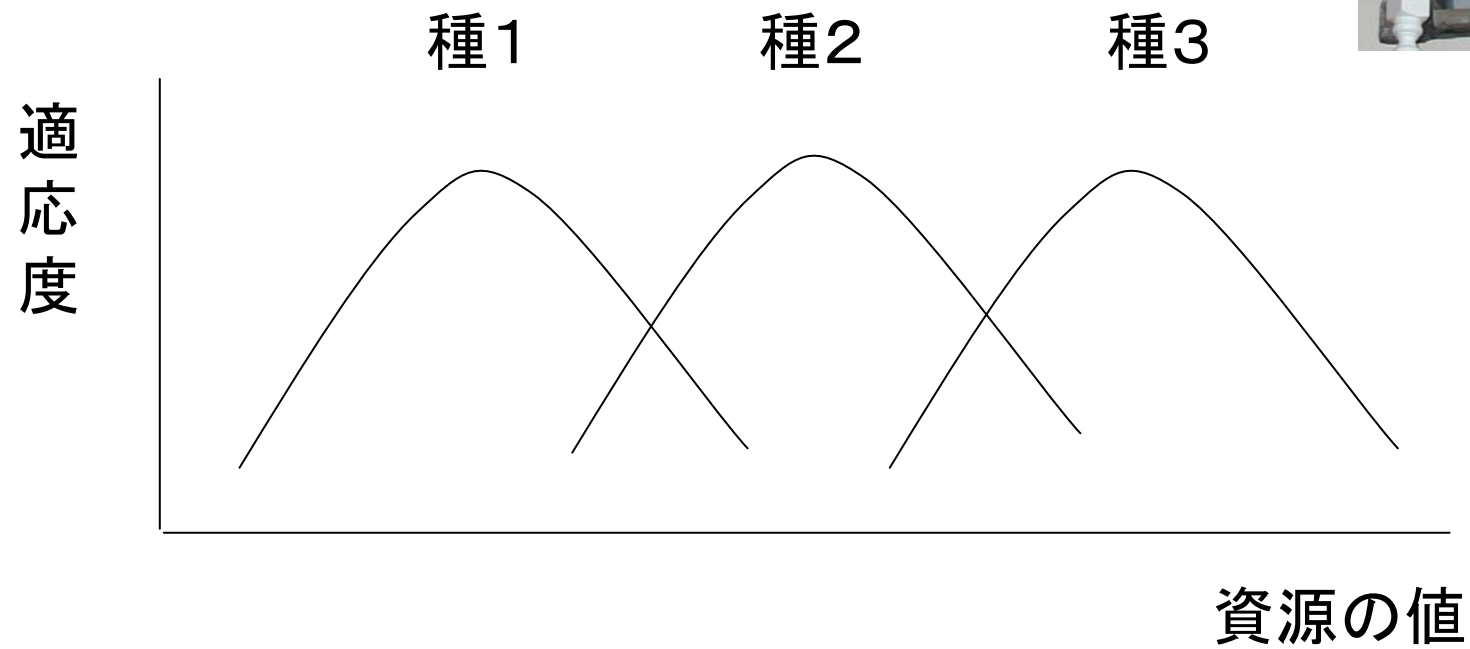


ギャップ



ニッチ niche

生態学的地位

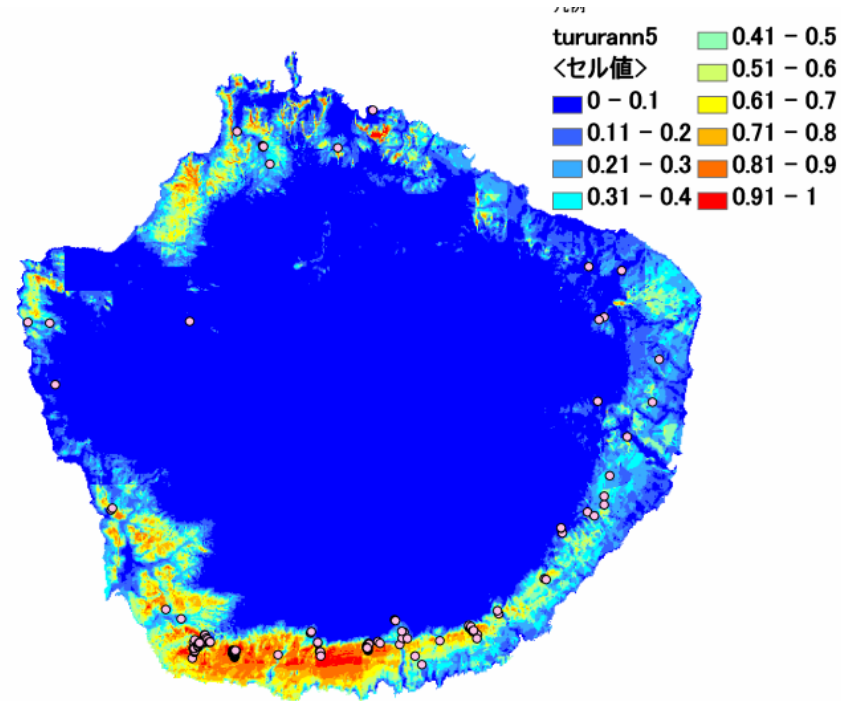


ニッチモデルの例

$$\log \frac{p}{1-p} = 0.02Ele - 3.9 \times 10^{-5} Ele^2 - 0.01Rain - 0.69SumI + 5.1 \times 10^{-5} SumI^2 \\ - 0.01WinI + 1.8 \times 10^{-5} WinI^2 - 0.74Deer + 2.9$$



ツルラン



樹木の3つの生き方(ニッチ)

高木:競争戦略



低木:ストレス耐性戦略



ギャップ種:かく乱依存戦略

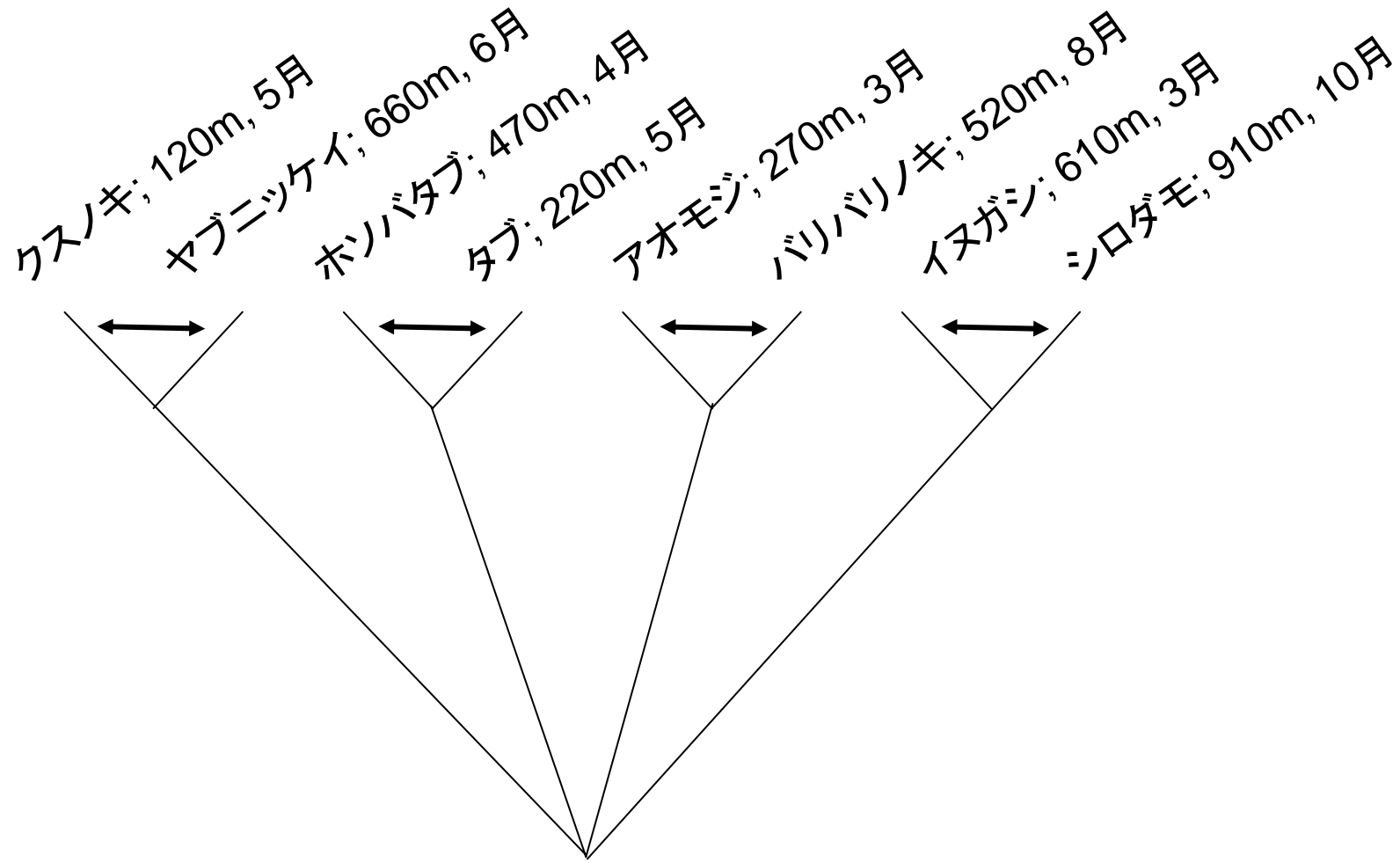


高木の多様性の謎



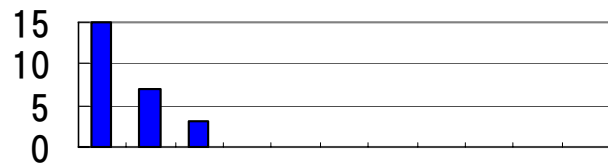
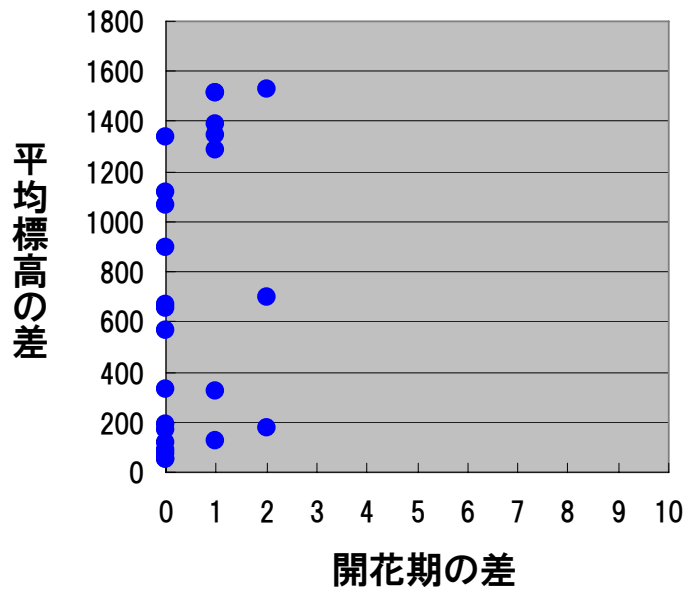
たくさんの競争戦略者が共存しているのはなぜか？

クスノキ科8種の垂直分布と開花期

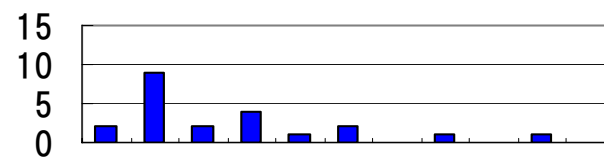
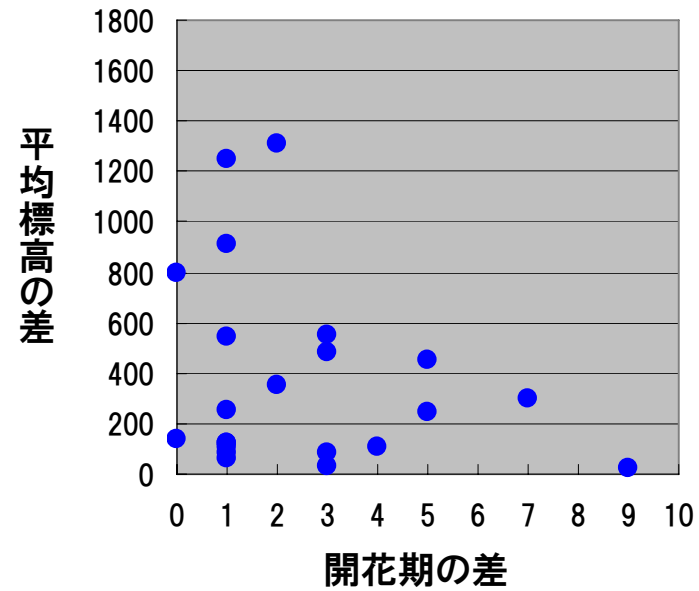


近縁種間の標高と開花期の違い

草本



高木



レポート課題

- 以下の中から一つ(以上)を選び、説明する
 - 相利共生と片利共生
 - 樹木の多様性
- その内容についてコメントを書く

提出先: 教務掛レポートボックス
提出期限: 12月5日10時30分