

2007年12月12日

集団生物学 第9回
前回の質問への説明
第6章 種内の遺伝的変異

矢原徹一

九州大学大学院・理学研究院

図5-3に関する質問

- 図5-3(ダイズとギニアグラスの競争実験)で言えるのは「ダイズとギニアグラスを混植すると全収量が増加する」ではなく「根粒バクテリアを添加すると、除去した場合よりも全収量が増加する」ということではないのか？
- ダイズと共生関係にある根粒バクテリアの存在がなぜダイズとギニアグラスの共生関係に発展するのか？

天敵からのエスケープに関する質問

- 「天敵からのエスケープ」は地理的なエスケープだけでなく、突然変異による性質の変化によりそれまでの天敵が天敵でなくなるなど、同所的なものも考えられるのではないか？
- 「天敵からのエスケープ」にはそれまで共生関係にあった生物を失うことでリスクにもなり得るのではないか？
- 海外で問題になっているイタドリが全てクローンならば、その遺伝子を調べ、効果的なウイルス等を感染させれば、繁殖を抑えられるのではないか？

種子休眠に関する質問

- 種子の休眠はどのようにして起こるのか？
– どのように解除されるのか？
- 植物ごとに種子の休眠の性質（期間や発芽・定着条件など）は決まっているのか？
- シードバンク中の種子はどのようにして何十年も生きられるのか？

人為的攪乱に関する質問

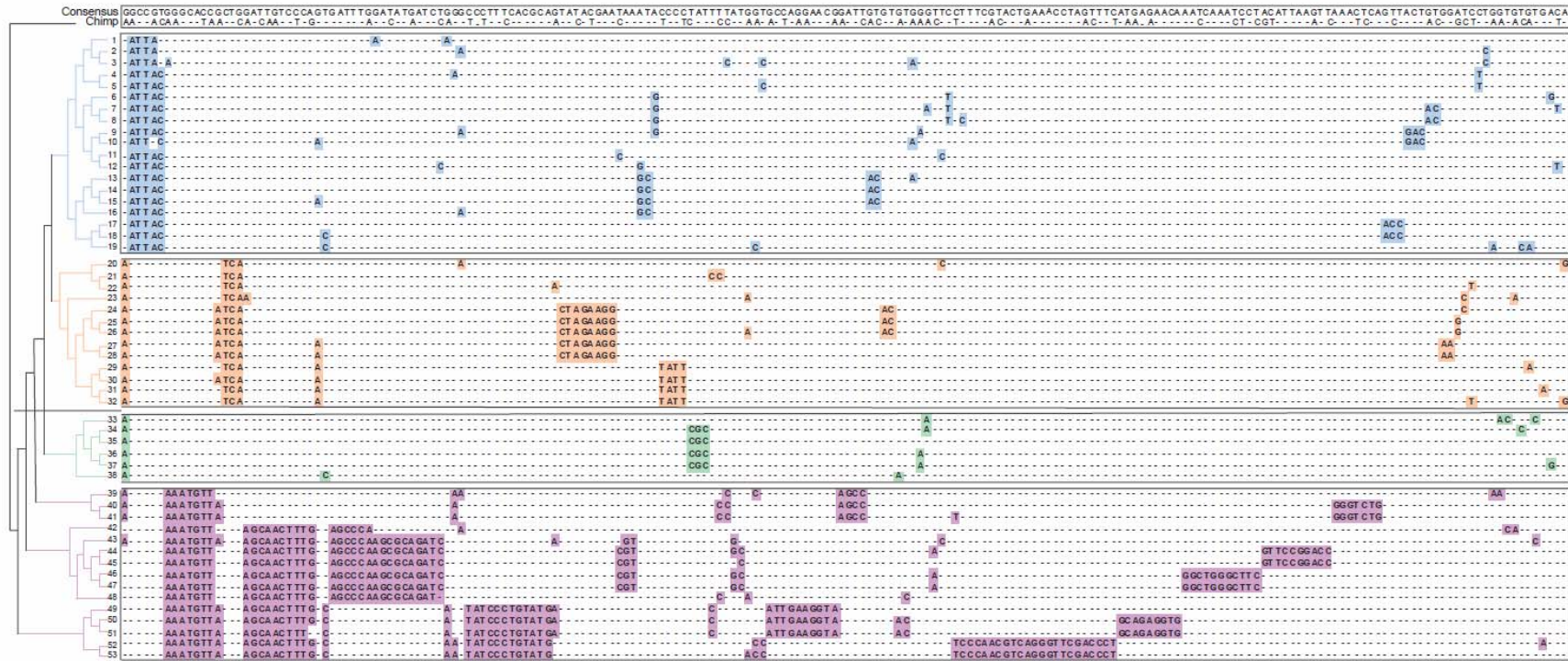
- 成長途中の植物群落に人間が手を加えることは、生物多様性を失うのではないか？
- 中規模攪乱説によると、人間が自然に対して適度な介入を行った方が生物多様性を保てるのではないか？

第6章 種内の遺伝的変異 とメタ個体群の動態

遺傳的変異量

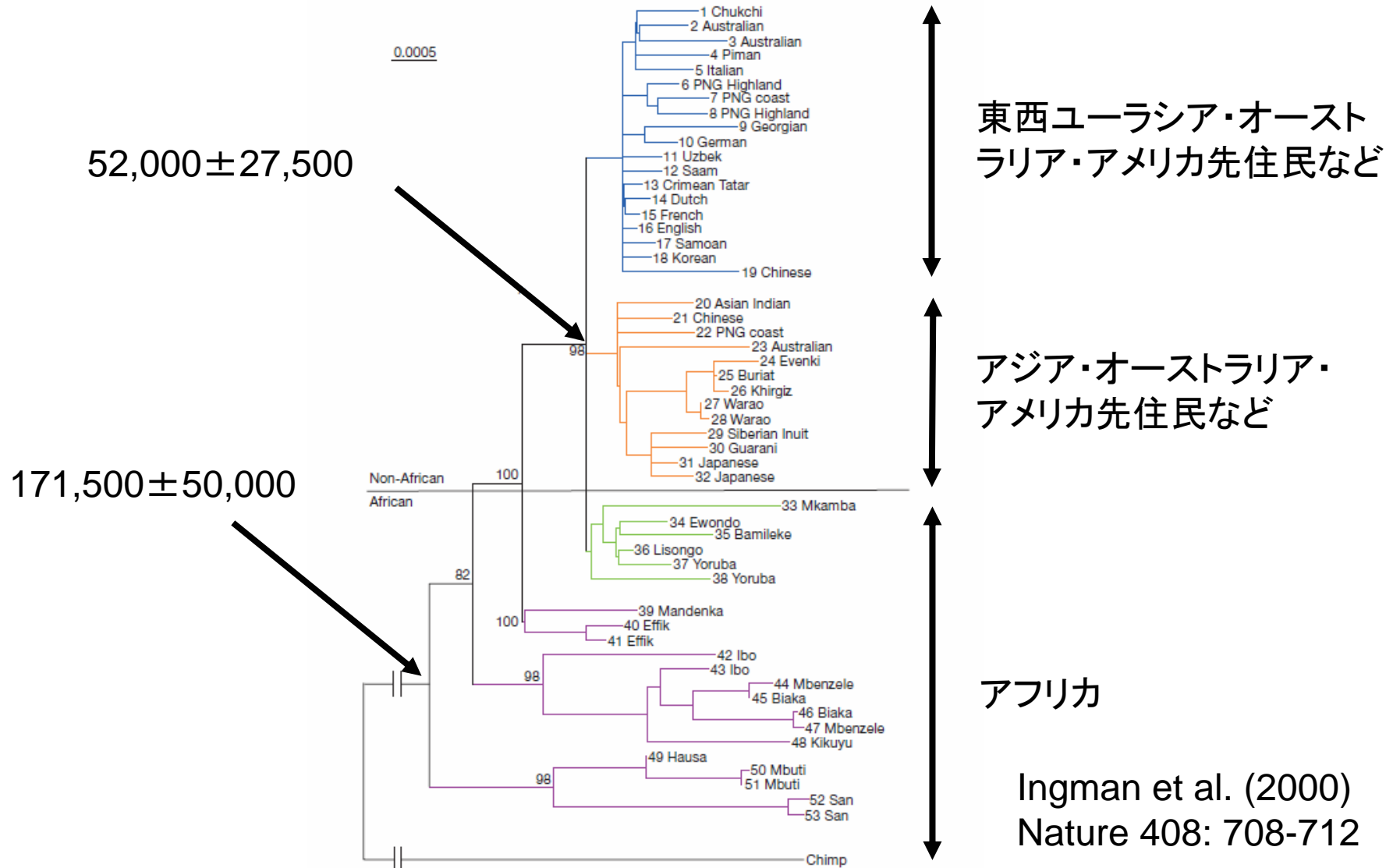
- 種内変異の大きさ
 - 系統樹 → 遺伝距離
- 遺伝分散
 - 形質値の個体差に含まれる遺伝的成分
- ヘテロ接合度
 - 1遺伝子座あたりの対立遺伝子の多様性

ヒトの種内変異: mtDNAの系統樹



Ingman et al. (2000) Nature 408: 708-712

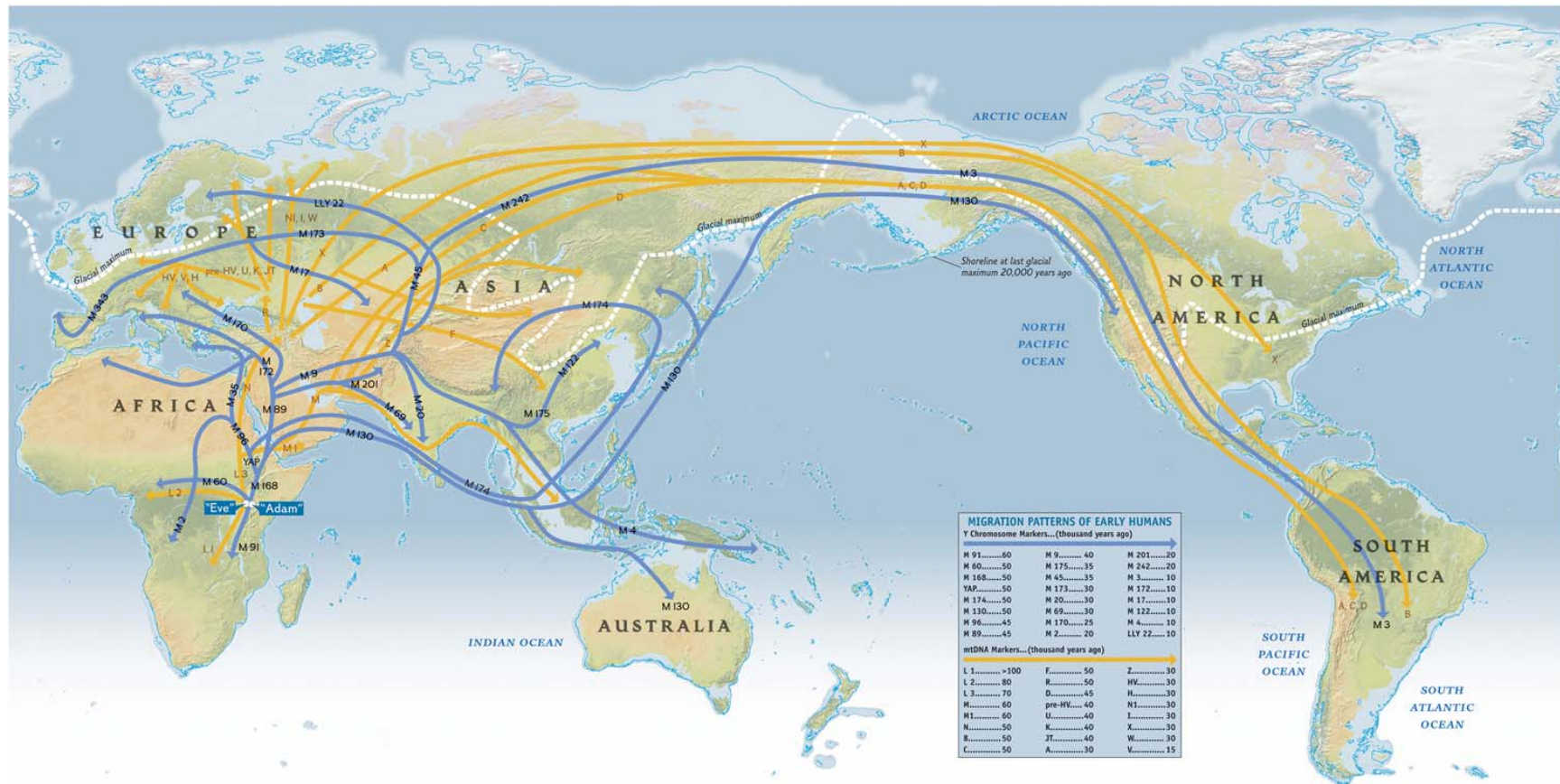
ヒトの種内変異: mtDNAの系統樹



リンネ(1758)の人種分類

- Homo sapiens americanus
 - 皮膚が赤い。怒りっぽい。征服可能。髪は黒く直毛で豊富。鼻孔が広い。顔つきは厳しく、ひげはほとんど生えない。強情で自己満足で自由。自らの肉体を赤い線で塗る。慣習によって支配されている。
- Homo sapiens asiaticus
 - 皮膚が黄色い。憂鬱質で欲深い。髪は黒で目も黒。ものごとに厳密で、威張っていて物欲しがり。ゆるい衣服でからだをおおう。他人の意見によって支配されている。
- Homo sapiens africanus
 - 皮膚が黒い。無感覚で怠惰。髪は縮毛。肌はなめらか。鼻は平たい。唇が厚い。女性の生殖器が垂れ下がっていて、乳房が巨大。ずるく、動作がのろく、頭が悪い。自らのからだに油を塗る。気まぐれによって支配されている。
- Homo sapiens europaeus
 - 皮膚が白い。まじめで強壮。髪は金色で波打っている。目は青。活動的で非常に頭がよい。発明の才に恵まれている。きつい衣服でからだをおおう。法律によって支配されている。

Y染色体・mtDNAの移住史



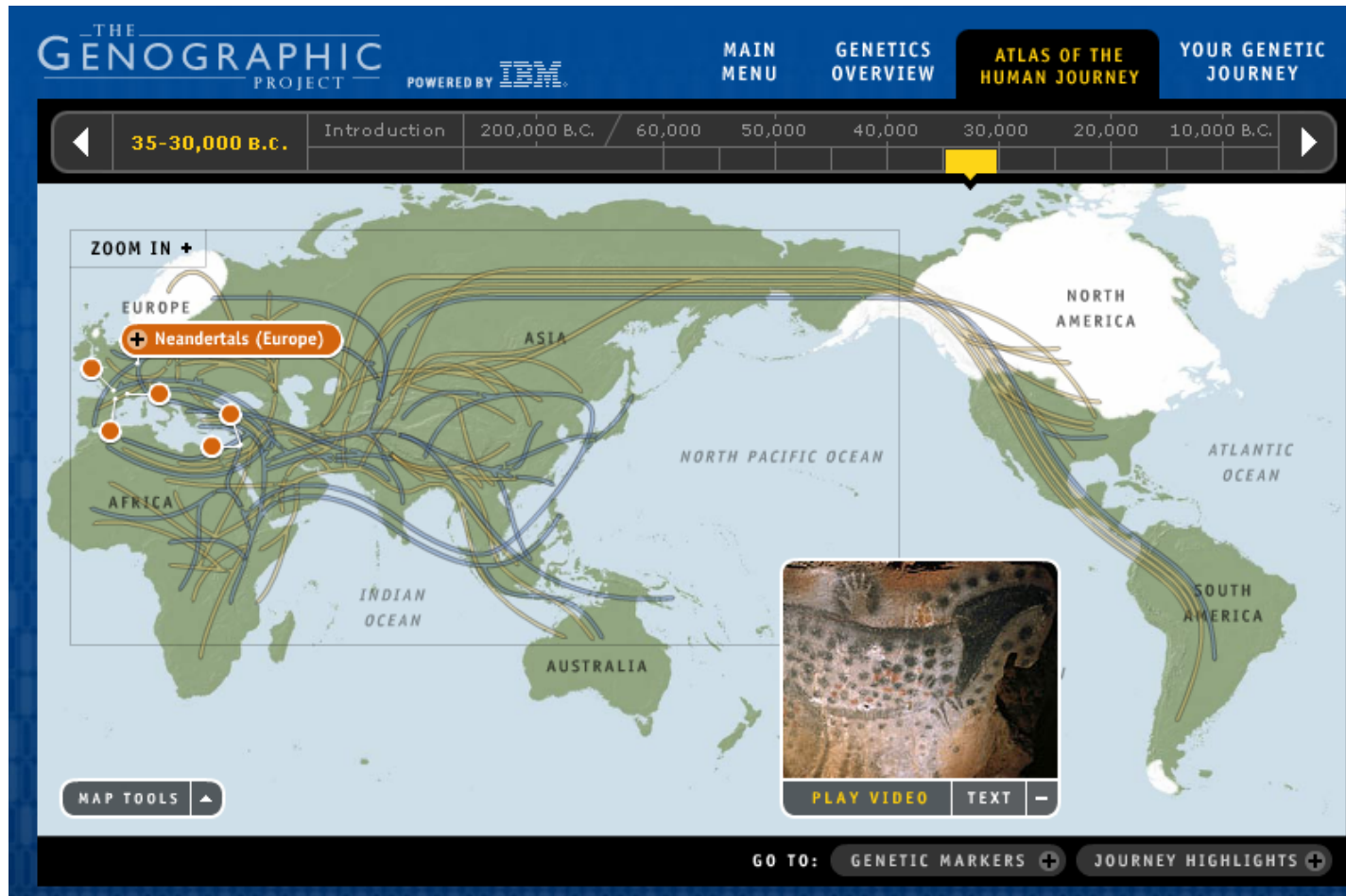
http://www.utexas.edu/features/2007/ancestry/graphics/ancestry5_medium.jpg

ヒトの移住・拡散の歴史



九大ミニミュージアム <http://www.museum.kyushu-u.ac.jp/WAJIN/wajin.html>

Atlas of the Human Journey



<https://www3.nationalgeographic.com/genographic/atlas.html>

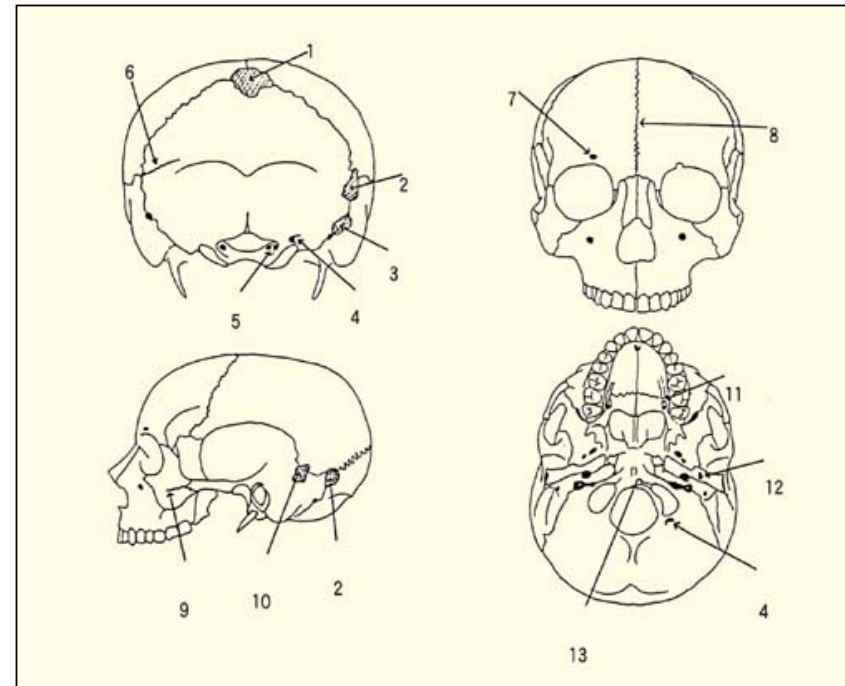
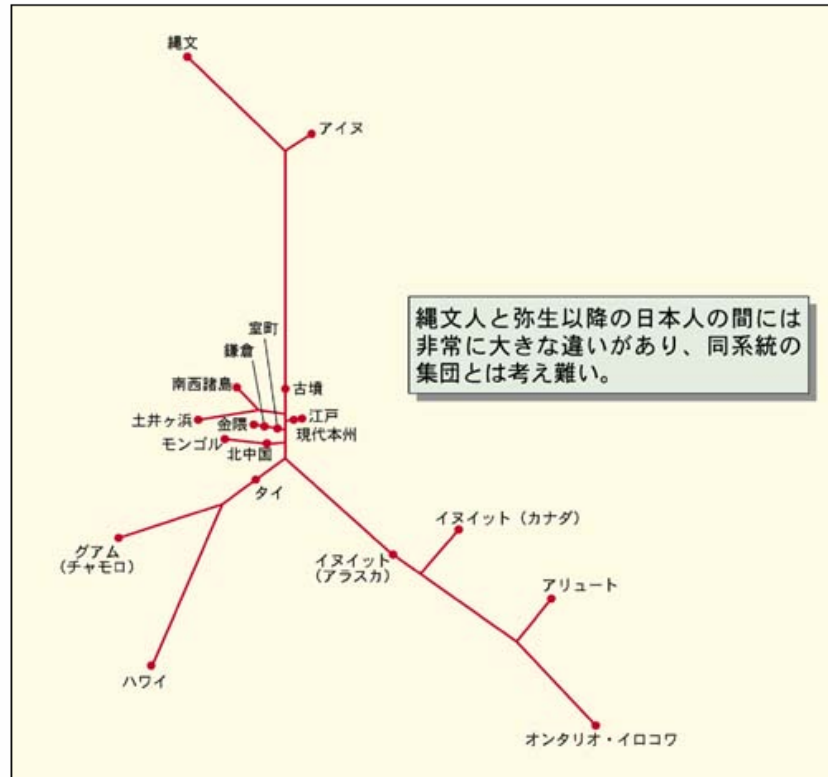
Atlas of the Human Journey



<https://www3.nationalgeographic.com/genographic/atlas.html>

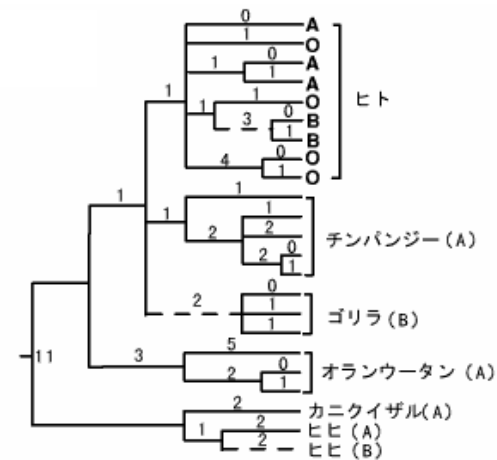
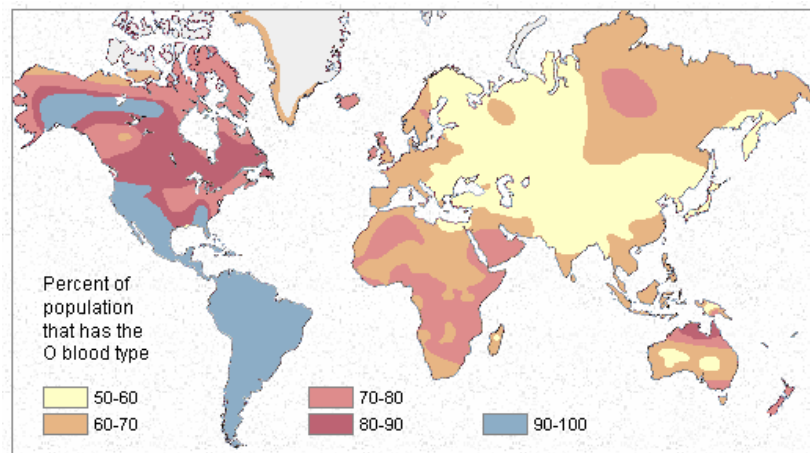
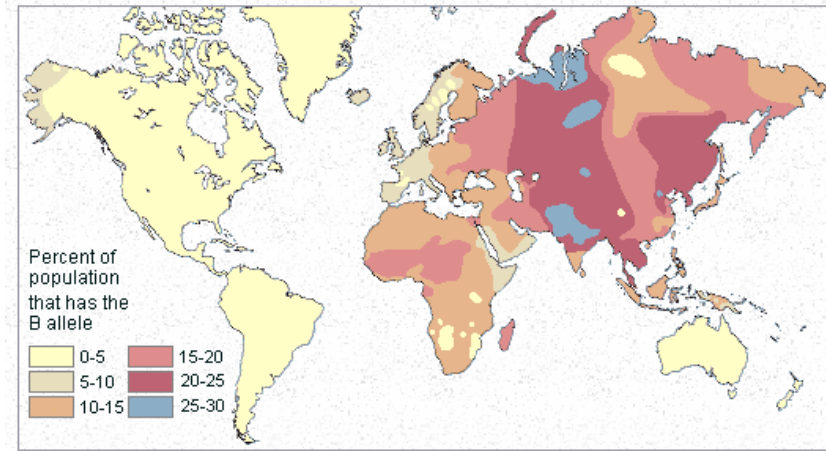
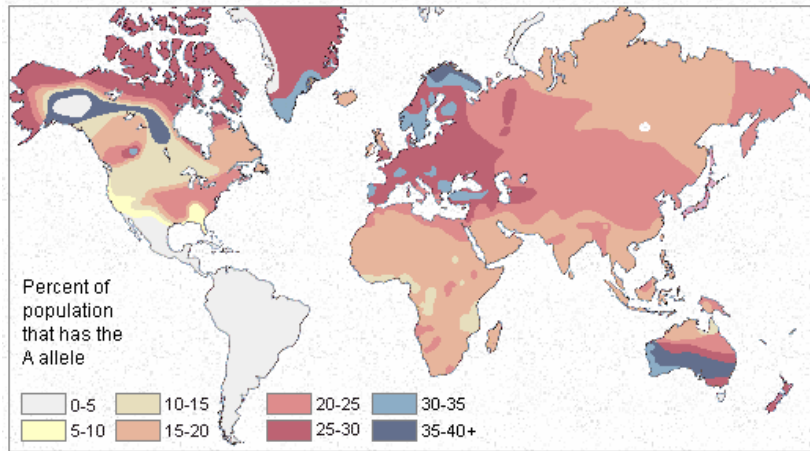
日本への移住の歴史

頭骨の形態小変異にもとづく日本人の類縁関係 (百々 1993)



九大ミニミュージアム <http://www.museum.kyushu-u.ac.jp/WAJIN/wajin.html>

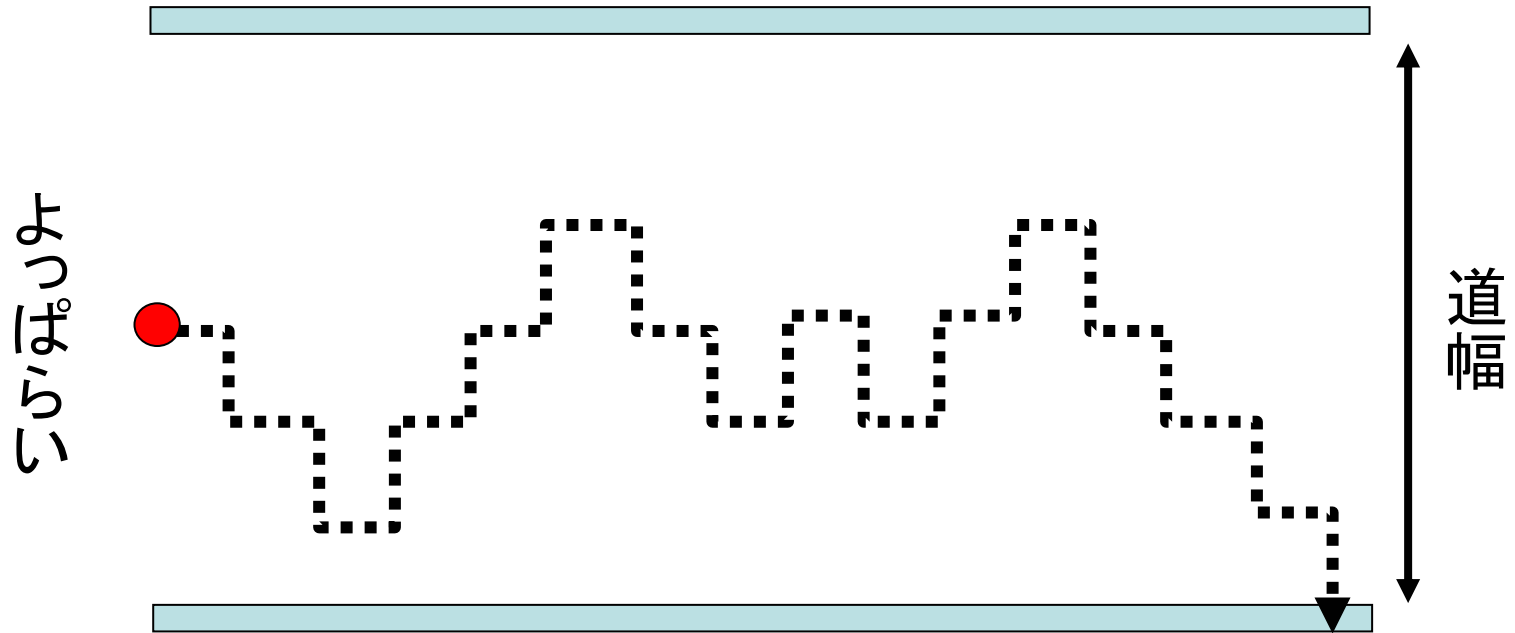
ABO血液型: 対立遺伝子の分布



http://anthro.palomar.edu/vary/vary_3.htm

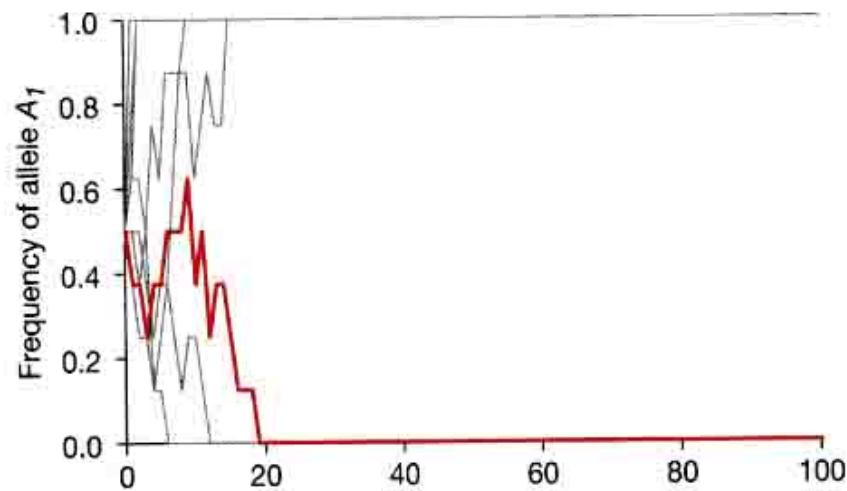
<http://www.nig.ac.jp/museum/evolution/E/port/ABO02-zuB.gif>

遺传的浮動の原理

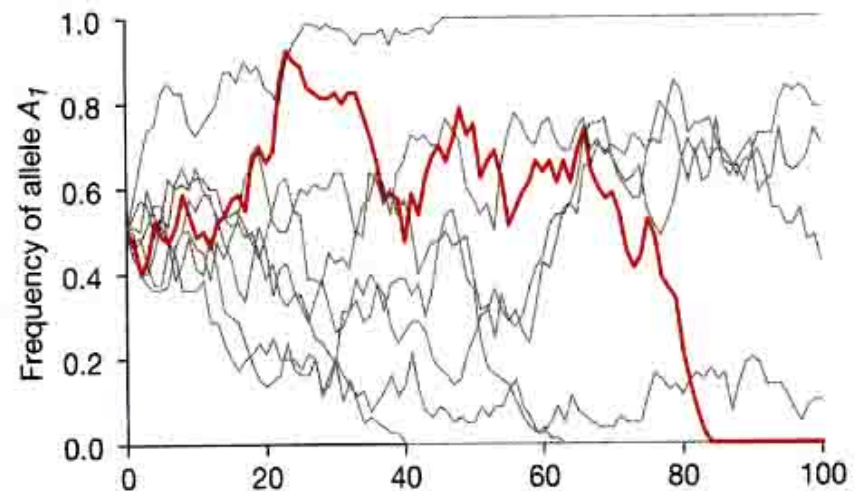


遺伝的浮動のシミュレーション

(a) Population size = 4



(b) Population size = 40



Freeman & Herron(2004): Evolutionary Analysis 3rd ed.

ヘテロ接合度

- 1 遺伝子座 2 対立遺伝子

$$H = 2pq = 1 - (p^2 + q^2)$$

- 1 遺伝子座 k 対立遺伝子

$$H = 1 - \sum_{i=1}^k p_i^2$$

- n 遺伝子座

$$\bar{H} = \sum_{j=1}^n H_j$$

分散と共分散：変異と相関を表わす量

$$\text{Var}(a) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\text{Ave}(a) - a_i)^2$$

aの分散 aの平均値

$$\text{Cov}(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\text{Ave}(x) - x_i) (\text{Ave}(y) - y_i)$$

xとyの共分散 xの平均値 yの平均値

$$\text{相関係数} = \frac{\text{Cov}(x, y)}{\sqrt{\text{Var}(x)\text{Var}(y)}}$$

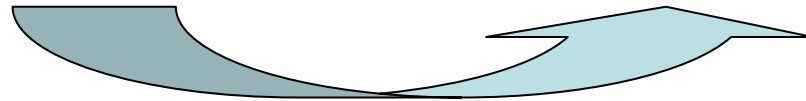
−1～1の間を変化
するよう標準化

分散の分割

$$\text{Var} (X+Y) = \text{Var} (X) + \text{Var} (Y) + 2\text{Cov} (X, Y)$$

X と Y に相関がなければ (X と Y が独立に変異していれば)

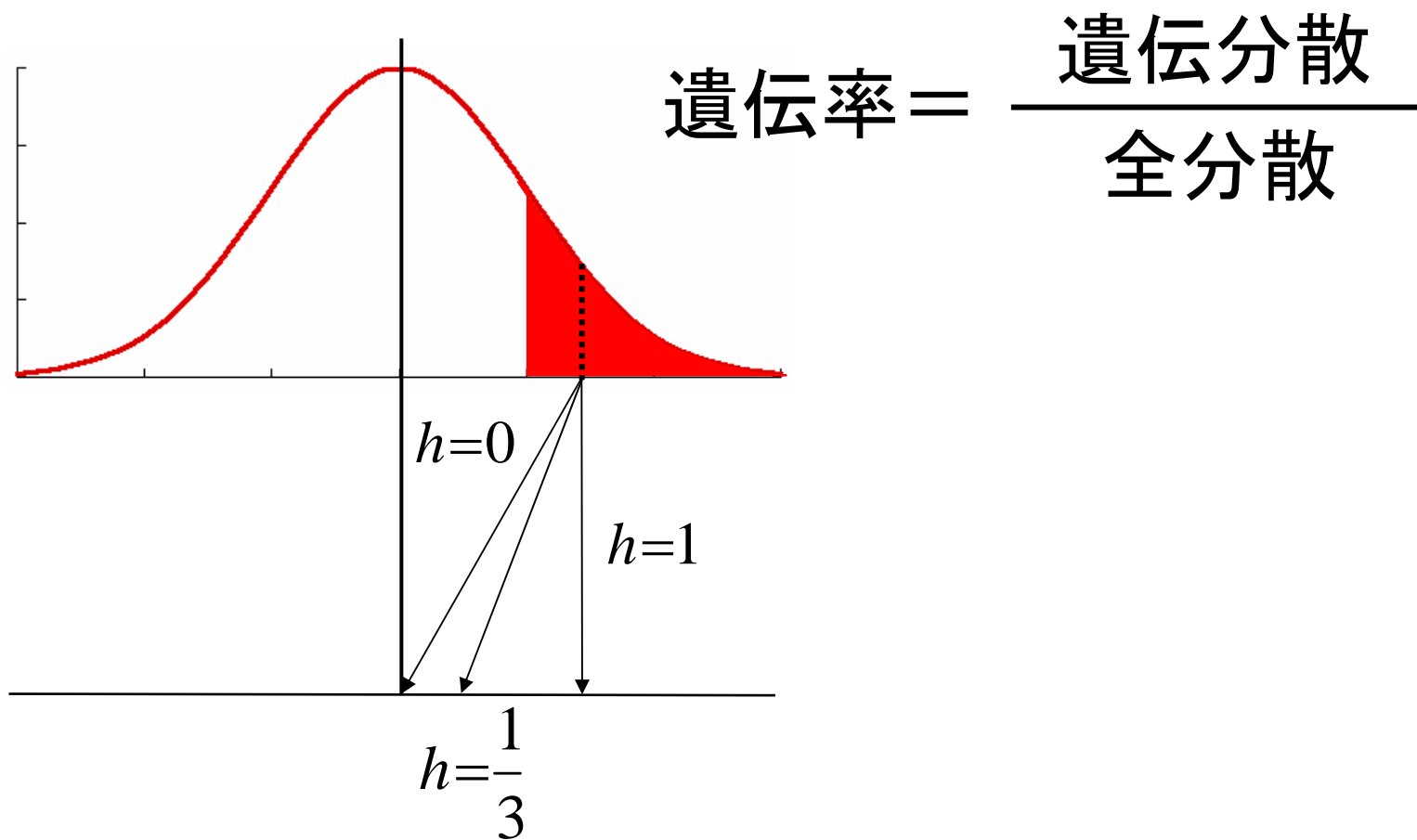
$$\text{Var} (X+Y) = \text{Var} (X) + \text{Var} (Y)$$



全分散を2つの分散成分に分割できる

表現型分散の分割

- 全分散 = 遺伝分散 + 環境分散



遺伝分散が保たれる仕組み

- 中立突然変異
 - 供給と消失（遺伝的浮動）のバランス
- 弱有害突然変異
 - 供給と消失（自然淘汰）のバランス
- 淘汰圧の時間的・空間的変動

遺伝分散



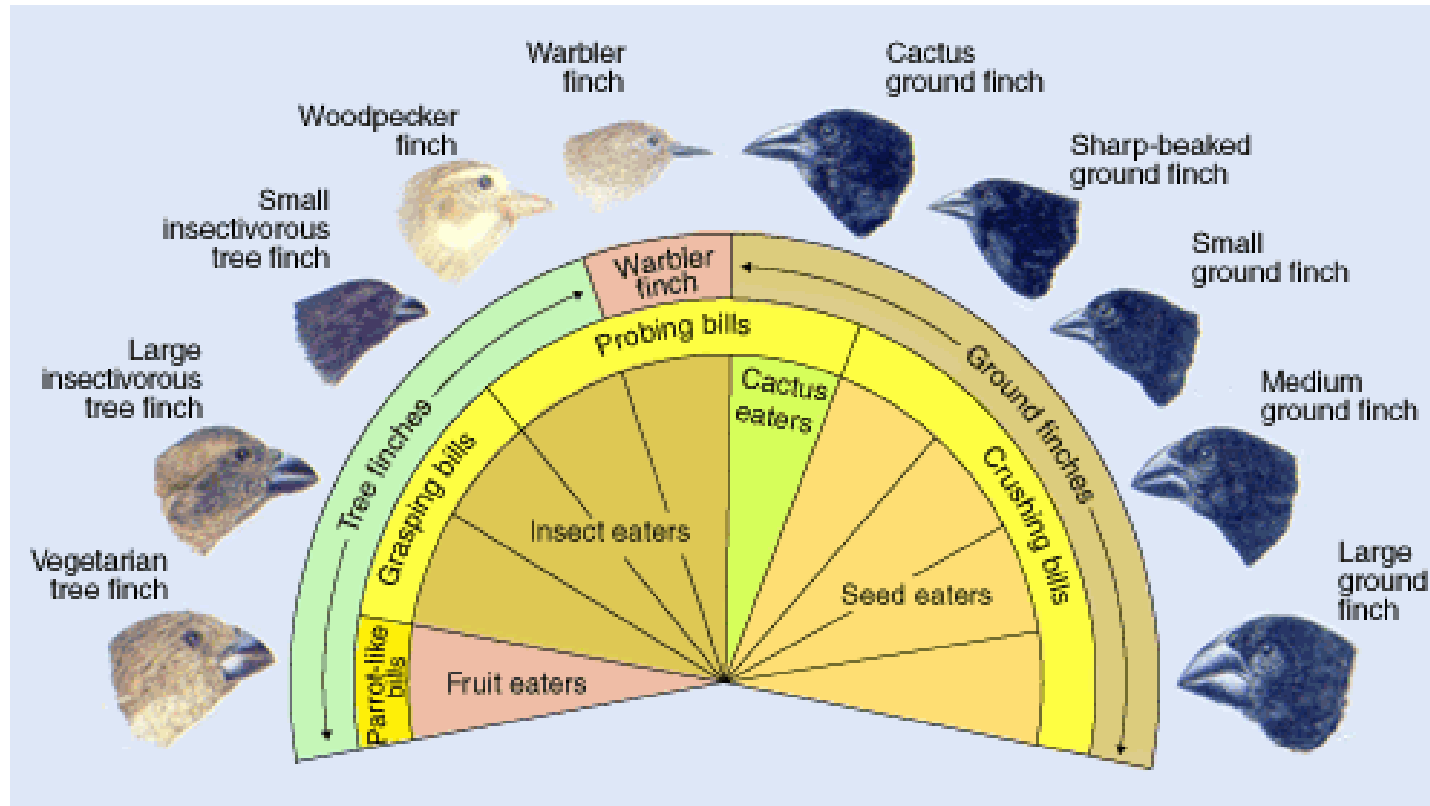
環境変化の下での
適応進化能力を決める

ガラパゴス諸島



<http://www.hydrofigure.com/hf/hf-m-map1.gif>

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_1.gif

レポート課題

- ヒトの種内変異
 - 「人種」分類の問題点
 - 日本人の起源
- 遺伝的変異が保たれる仕組み
 - 遺伝的浮動
 - 血液型の例
 - 淘汰圧の時間的・空間的変動
 - ダーウィンフィンチにおける自然淘汰