

# 歴史的に形成された身体

生理解剖学的特徴は600万年の歴史を反映

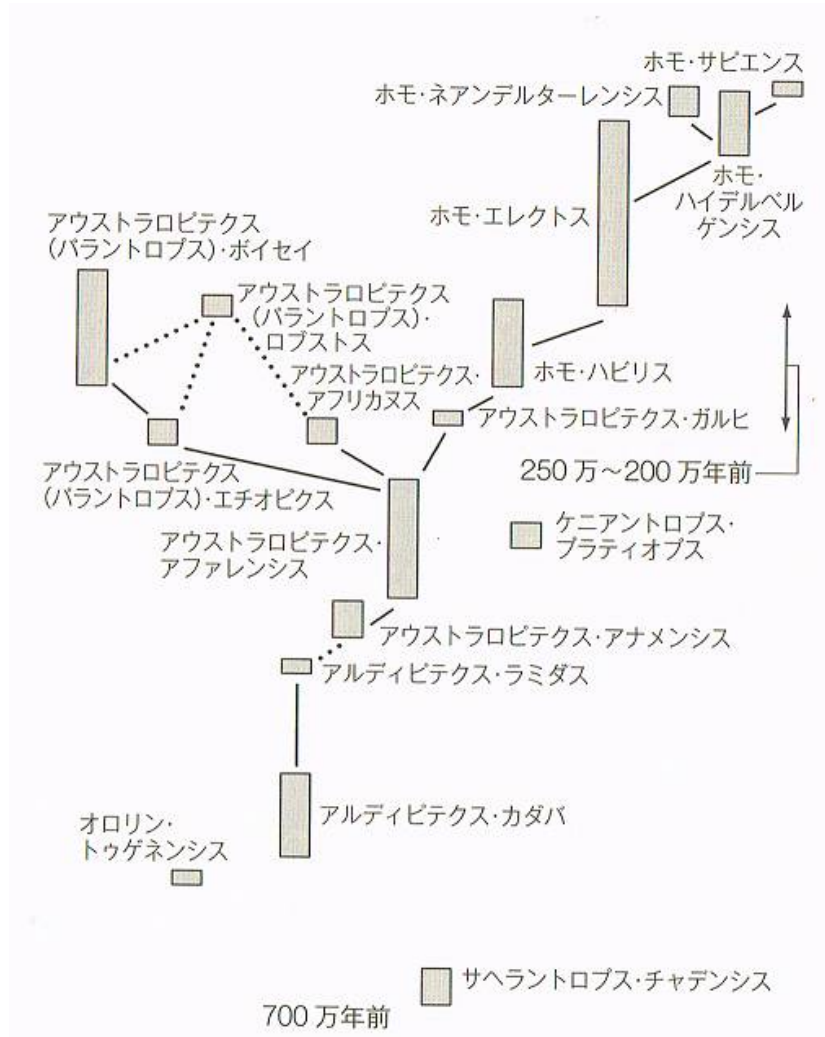
“WHO WE ARE AND HOW WE GOT HERE”

D.Reich (ハーバード大学)

# 人体の構造と機能

- 内部環境の「恒常性」と「適応」  
生命誕生時の「太古海水組成」を維持しつつ  
ついに「宇宙」にまで進出
- 約700～500万年前の地上進出  
「直立二足歩行」から「完成された歩行」へ  
手の機能の独立と「道具の作成」
- ここ数万年変わっていない身体？（養老孟司氏）  
“クロマニヨン人の子どもがタイムスリップすればサッカーができる？”

# 人類の進化は絡み合う蔦のように・・・



## 旧来の概念

アファール猿人

～ホモ・ハビリス

～ホモ・エレクトス

～ホモ・サピエンス

※ 他種との関係は不明確

## 現在の到達点

• 多くの種は「絶滅」

• 唯一残ったのは何故か？

• 他の先行人類との関係は？

ジャワ原人・北京原人・ネアンデル  
タル人・デニソワ人

篠田謙一「DNAで語る日本人起源説」 岩波書店 (2015)  
より

# ヒトの起源

数百万年以上かけて、アフリカから様々な種 of ホモ族が出現した。  
その中で現在生き残っているのは、我々人類（ホモ・サピエンス）だけだ。

400万年前

300万年前

200万年前

100万年前

現在

## ヒト属(ホモ属)

膝下が長く走りやすい・後期のホモ・エレクトスは歯が小さく、脳が大きい。狩りをし、肉をよく食べるようになったことを示している。

ヒト属(ホモ属)の一種

■ アウストラロピテクス・アナメンシス

■ アウストラロピテクス・アファレンシス

■ ケニアントロプス・プラティオプス

■ アウストラロピテクス・セディバ

■ アウストラロピテクス・ガルヒ

■ アウストラロピテクス・アフリカヌス

■ アウストラロピテクス・エチオピクス

■ アウストラロピテクス・ボイセイ

■ アウストラロピテクス・ロブストス

■ ホモ・ルソネンシス ◆  
■ ホモ・フロレシエンシス  
■ デニソワ人  
■ ホモ・ネアンデルタールンシス  
■ ホモ・ハイデルベルゲンシス  
■ ホモ・ナレディ

■ ホモ・ルドルフエンシス

■ ホモ・エレクトス

■ ホモ・ハビリス

■ ホモ・サピエンス

## アウストラロピテクス属

初期の種は、二足歩行と同様に木登りにも適応していた。後期になると、固くて繊維が多く含まれるものを食べるように進化する。

新たな研究により、アフリカ人もヨーロッパ人も、ネアンデルタール人由来のDNAを従来考えられていたより多く受け継いでいることが明らかになった。

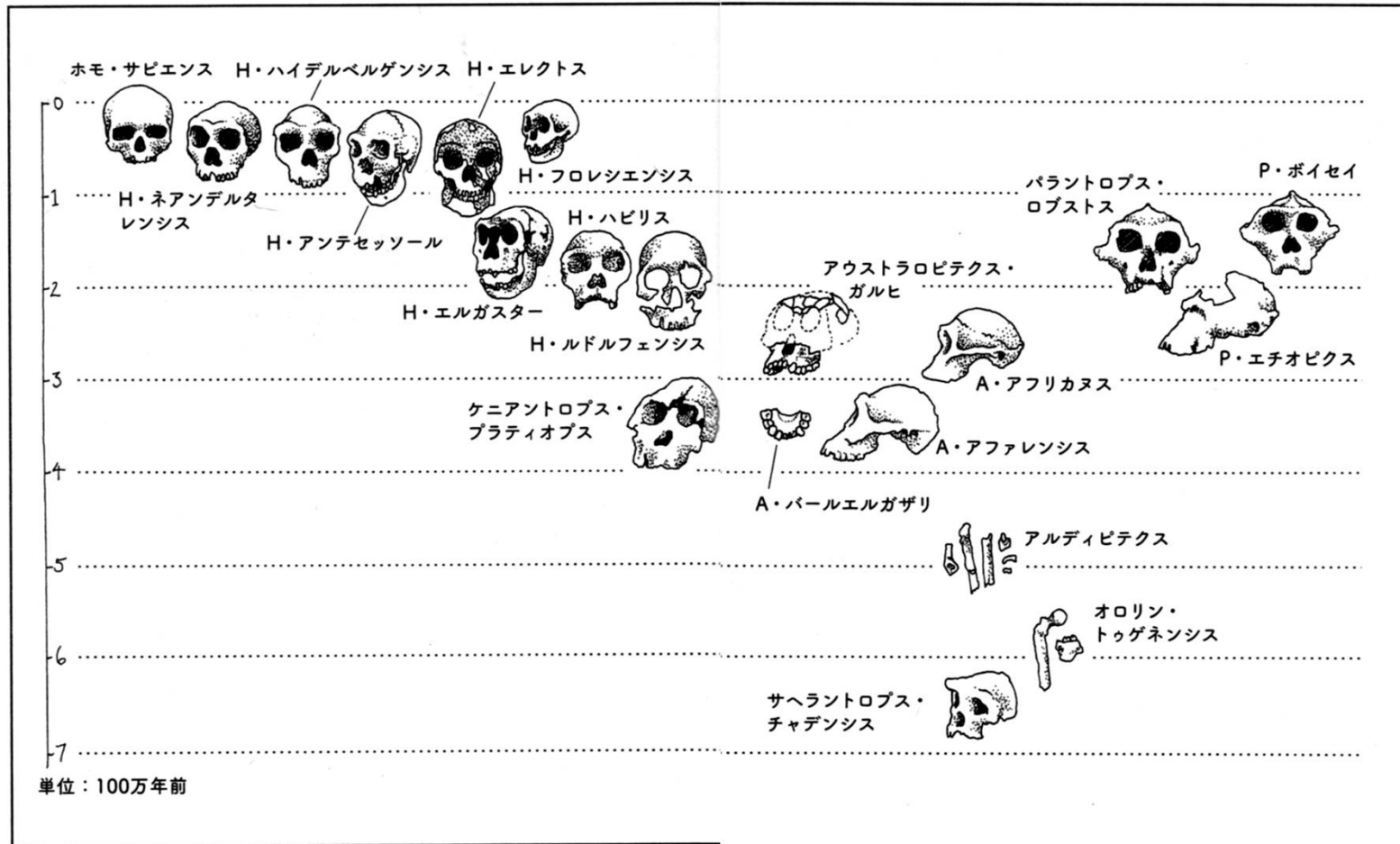
ナショナルジオグラフィック記事、2020.02.03 より

JASON TREAT, NGM STAFF

SOURCES: LEE BERGER, UNIVERSITY OF THE WITWATERSRAND (WITS); JOHN HAWKS, UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON;

Florent Détroit, Armand Salvador Mijares, And Others, Nature, 2019

# 人類系統樹 (ロバーツによる「細分派」の引用、2016)



## 2つの「運動革命」 (伊藤嘉昭、1966)

- 第1次運動革命

「垂直木登り」と中殿筋の発達

腕歩行 (Brachiation)

脊柱直線化、肩関節の進化、把握できる掌

- 第2次運動革命

直立二足～直立二足歩行

姿勢制御の先行 (子どもの歩行発生と同様)

# 直立二足歩行の発生

- 東アフリカでの大地溝帯の形成  
熱帯雨林の消滅と食糧危機？  
「二足歩行」の準備が出来上がった絶妙のタイミング
- なぜ四足歩行に戻らなかったのか？  
サイズ？（直立による視野の拡大と威嚇）  
エネルギー効率？（狩猟採取生活に必須）
- 自由な上肢の発達  
移動手段からの独立 ⇒ モノの保持  
メスへの食料のプレゼント（一夫一妻制はラミダス猿人から）？  
「拇指対置性」と道具の製作

# 地上進出から

- ラミダス猿人の樹上～地上での二足歩行
- アファール猿人の直立二足歩行  
中殿筋による姿勢保持と歩行
- ホモ・エレクトスに至って直立二足歩行が完成（発汗機能も）
- ホモ・ハビリスの  
「道具作成」（人類最初の石器“オルドワン型”）  
「精密把握」を可能とする拇指対置性
- そして「頑丈型アウストラロピテクス」の滅亡・・



アフール猿人からホモエレクトスへ



人類誕生

驚きと謎に満ちた  
ヒトの進化・700万年の旅



人類誕生

「家族を持つセト」  
次の世世アヲアリンジヌ



人類誕生

「道具を持つヒト」から  
スラリ・ツルツルに進化?

ホモ・エレクトス

180万～5万年前に生息

# 人類の特徴は・・・

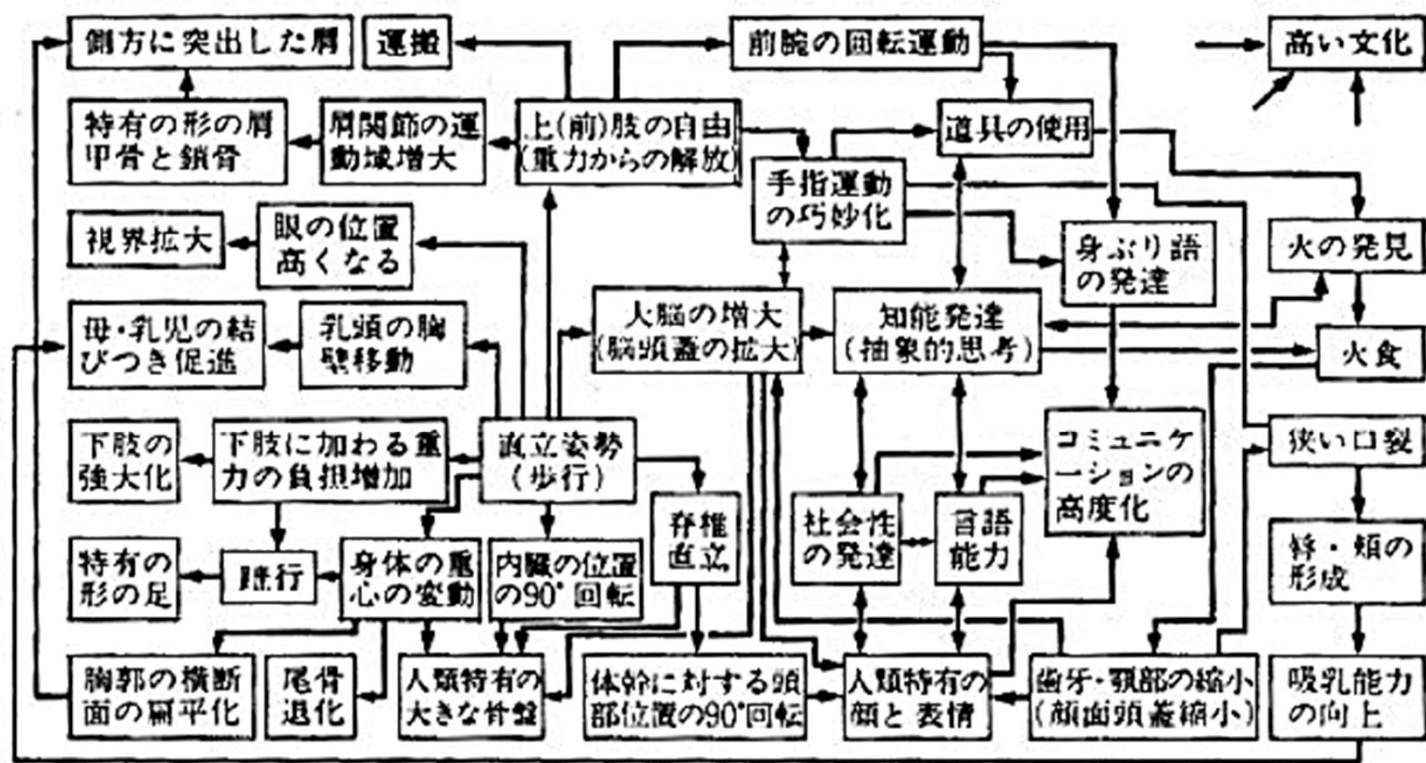


図1-9 直立姿勢と他の人類特徴との連関

(香原志勢、身体の履歴書、NHK、1986年) より



## “原人”はいつアフリカを出たのか？

- ホモ・サピエンスの「多地域進化説」と「アフリカ単一起源説」（DNA解析で証明された）  
「ミトコンドリア・イブ仮説」の衝撃
- 200万年前に“出アフリカ”を果たした原人  
ホモ・エルガスターが候補だがその原因は未だ不明（ホモ・エレクトス～ホモ・ハイデルベルゲンシスの系統？）
- そしてネアンデルタール人とデニソワ人へ

# ホモ・サピエンスはいつアフリカを出たのか？



「多地域進化説」と「アフリカ単一起源説」

旧人（原人）が起源または交雑

ネアンデルタール人・北京原人・ジャワ原人と未知の人類（アフリカ）

キャンとストーンキングとウィルソンの「ミトコンドリア・イブ仮説」：すべての人類はたった一つの母系遺伝子を持つ

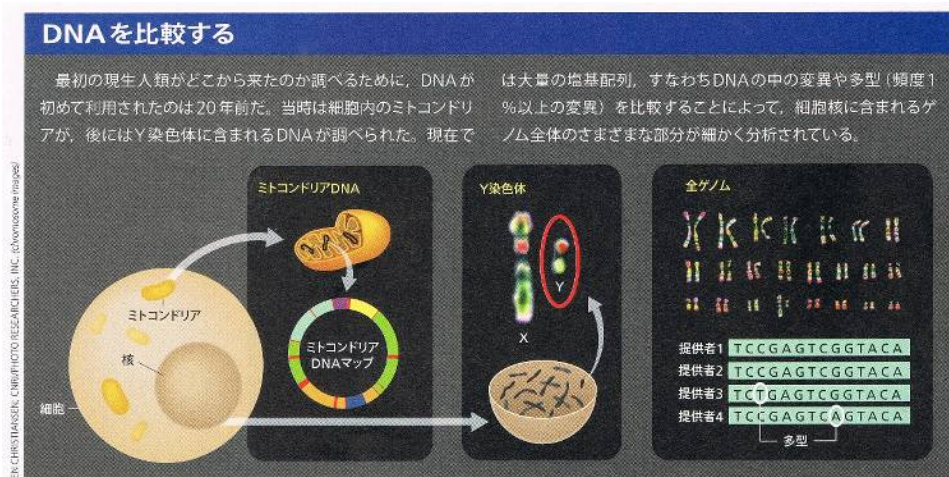
147人の多くの地域の現代人のmtDNA解析結果  
(細部に限界?)

(科学雑誌「ネイチャー」：1987年)

(ニューズウィーク、1988年)



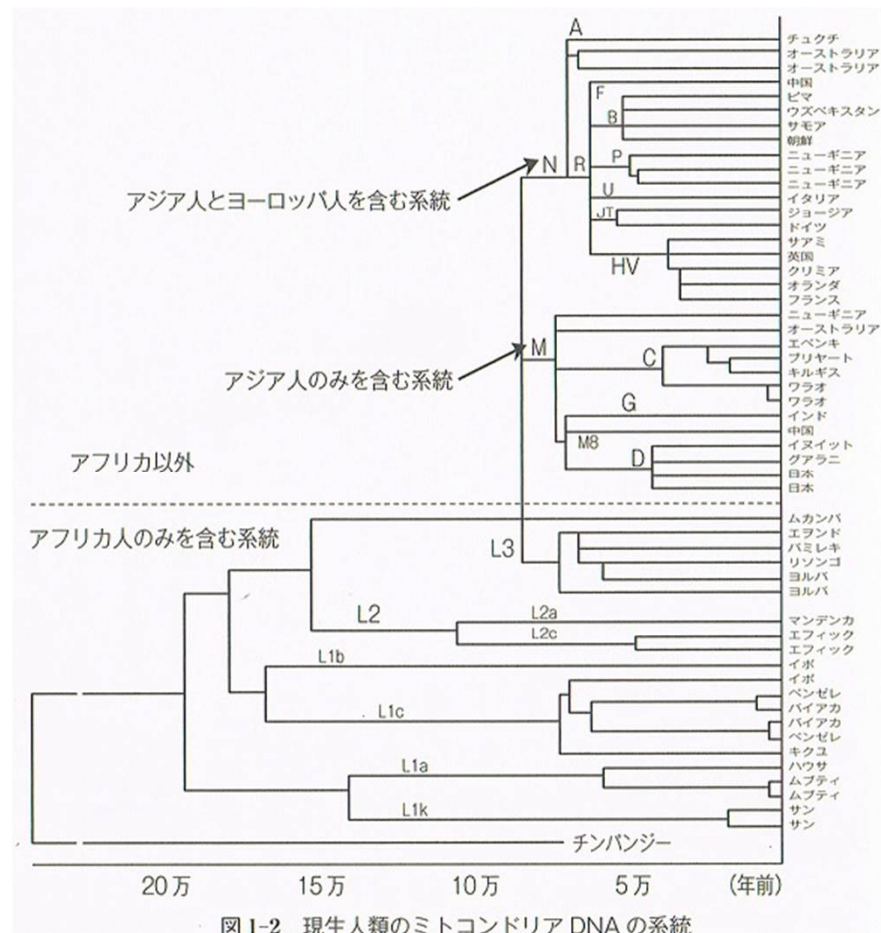
# ミトコンドリアDNA (母系) 解析



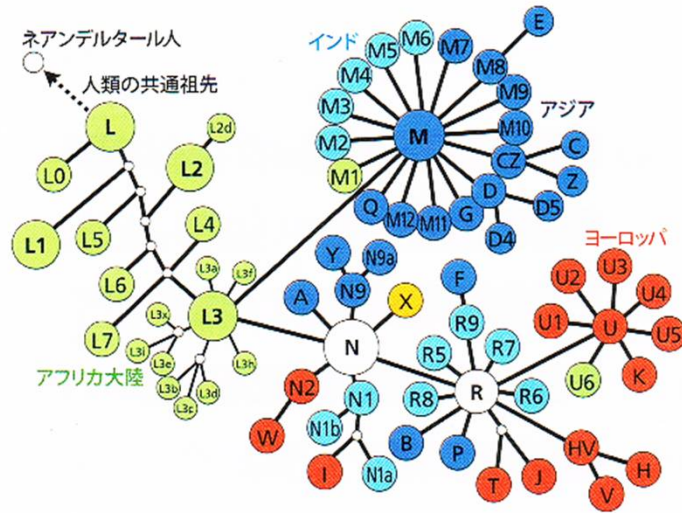
1万6千個の塩基 (AGCT) 中の一塩基多型解析

全ゲノムでは30億個の塩基が解析対象

篠田謙一「DNAで語る日本人起源説 (2015)」 岩波書店



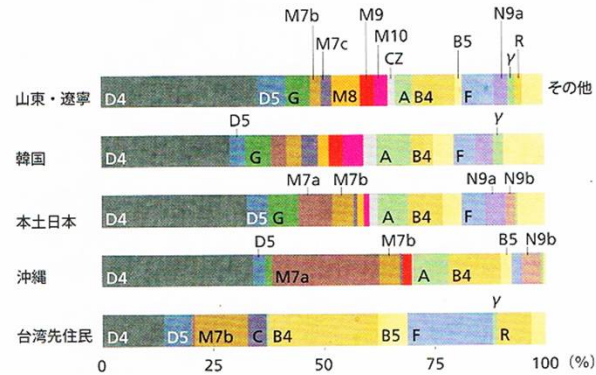
# ミトコンドリアDNAとY染色体



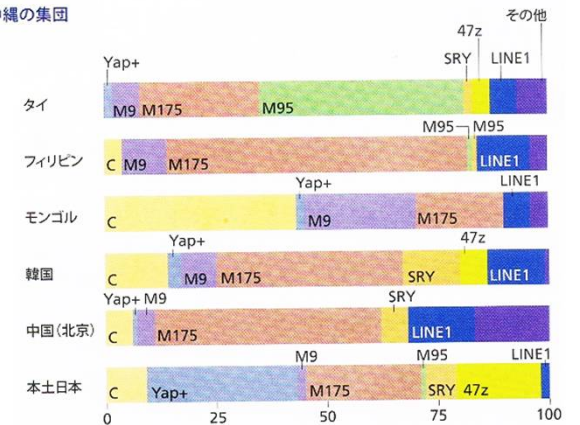
**アフリカから広がった人類** 世界中の集団のミトコンドリアDNAハプログループの系統関係。人類がアフリカから世界中に拡散する過程で、突然変異によって地域に特有のハプログループが誕生した。このように地域集団別に色分けすると、系統がおおむね地理的な関係を保っていることがわかる。

Lは15万年前、L3（出アフリカ）が8万4千年前、M（南アジア）とN（インド？）は5万年前？

篠田謙一、DNAで探る日本人の起源、別冊日経サイエンス（2013）



**日本人と周辺地域のハプログループ** ミトコンドリアDNAのハプログループ頻度は本土日本と朝鮮半島、中国東北部で類似している。沖縄は基本的に本土日本に近く、地理的に近い台湾との共通性は少ない。これは沖縄の集団が主として本土からの移民によって形成されたことを示している。

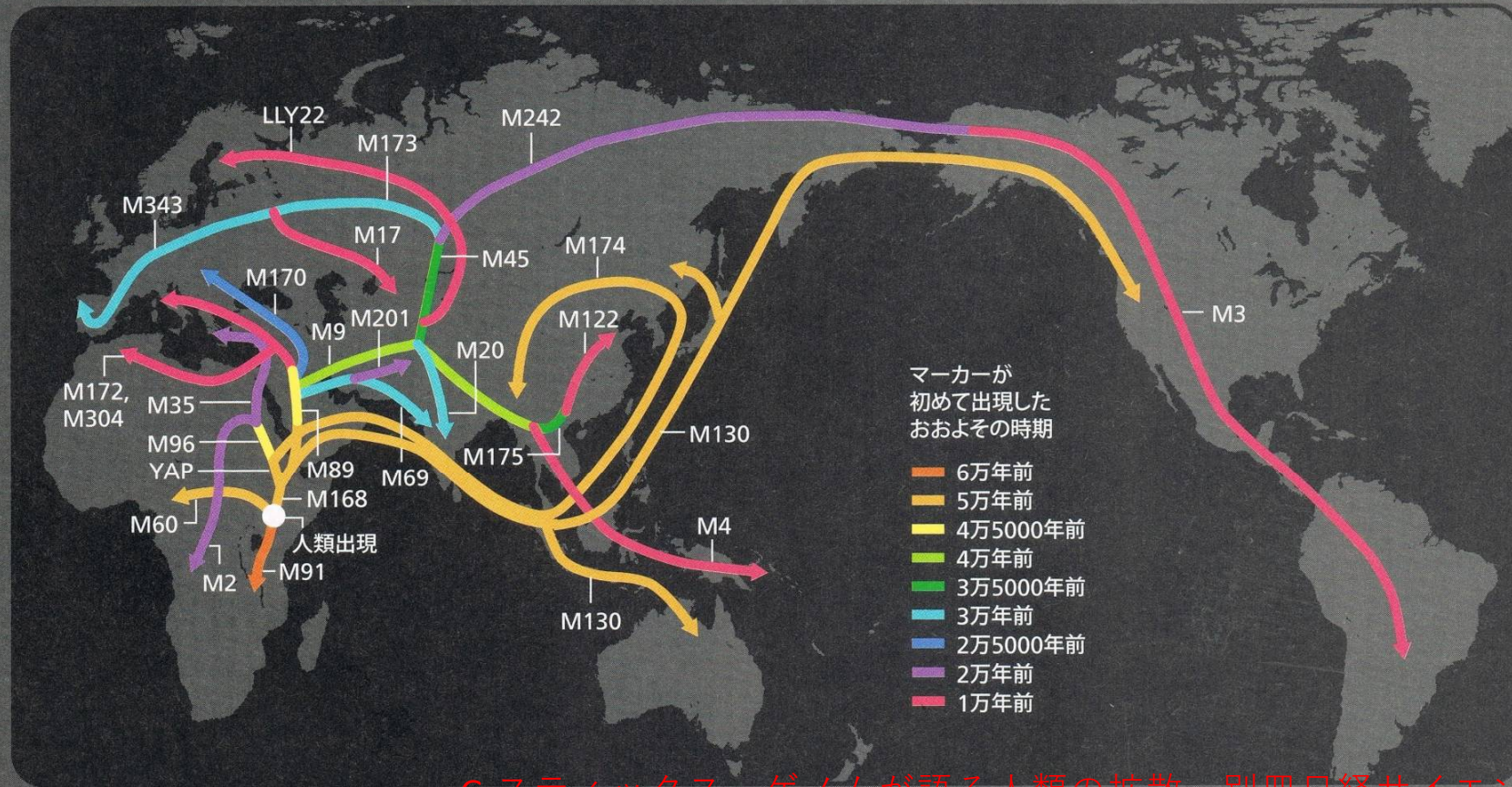


**ミトコンドリアと異なるY染色体の分布** Y染色体のハプログループ頻度は、ミトコンドリアで共通性があった日本と朝鮮半島・中国東北部が大きく違っており、異なる形成の歴史を持っている可能性がある。

## 時系列でたどるY染色体の旅

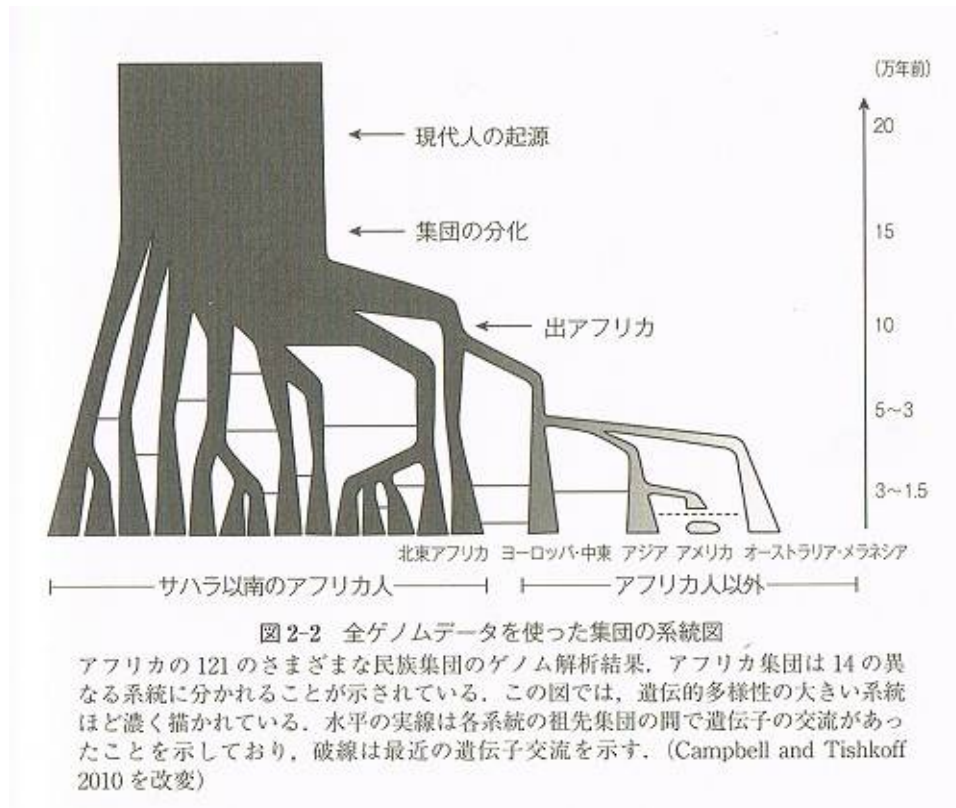
世界各地の男性のY染色体に含まれている遺伝子マーカーを調べれば、大昔の人類の移住経路を追跡できる。M168やM89といったマーカーは男性の系統を識別し、その系統がどこ

で生じたかを知ることができる。マーカーを使って現代の多数の人々を調査し系統樹を作ることによって、それぞれの系統のおおよその古さが決定できる。



G.スティックス、ゲノムが語る人類の拡散、別冊日経サイエンス (2013)

# 全ゲノム解析では（30億塩基が対象）



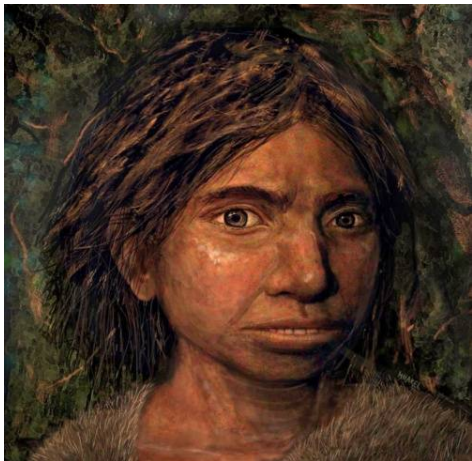
全ゲノム解析から得られた4000年前のパレオエスキモーの想像図（2010年）

# 現時点での再現精度は？

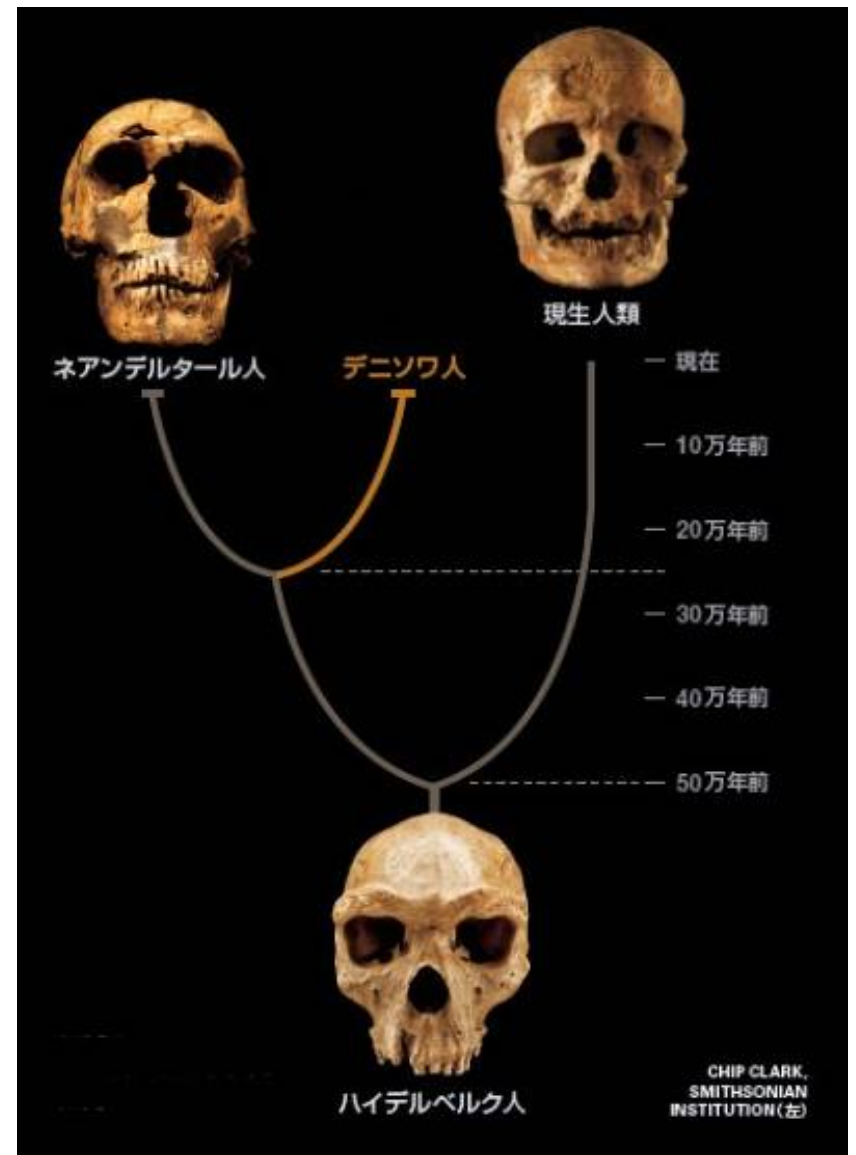


## 交雑した3種類の人類？

- ・ネアンデルタール人
- ・デニソワ人
- ・現生人類



2010年に発見された臼歯の化石

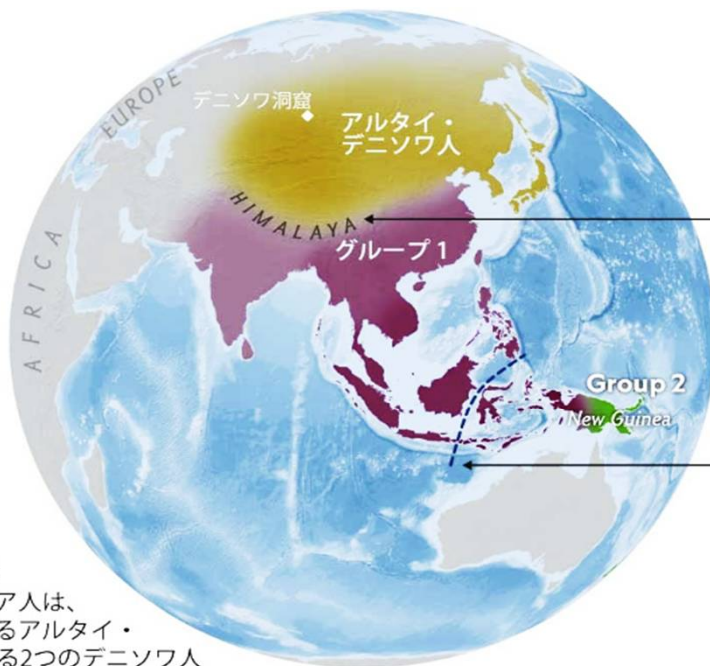


# 複数いた謎の祖先

現生人類はかつてネアンデルタール人やデニソワ人など、他の人類と交配していた。新たな研究により、遺伝的に異なる3つのデニソワ人グループがいたことが示された。

## パプア・デニソワ人の祖先

ニューギニア島の現代パプア人は、現代の東アジア人に見られるアルタイ・デニソワ人のDNAとは異なる2つのデニソワ人グループのDNAを持つ。大規模な交配が、早い段階で2回起きていたと考えられる。

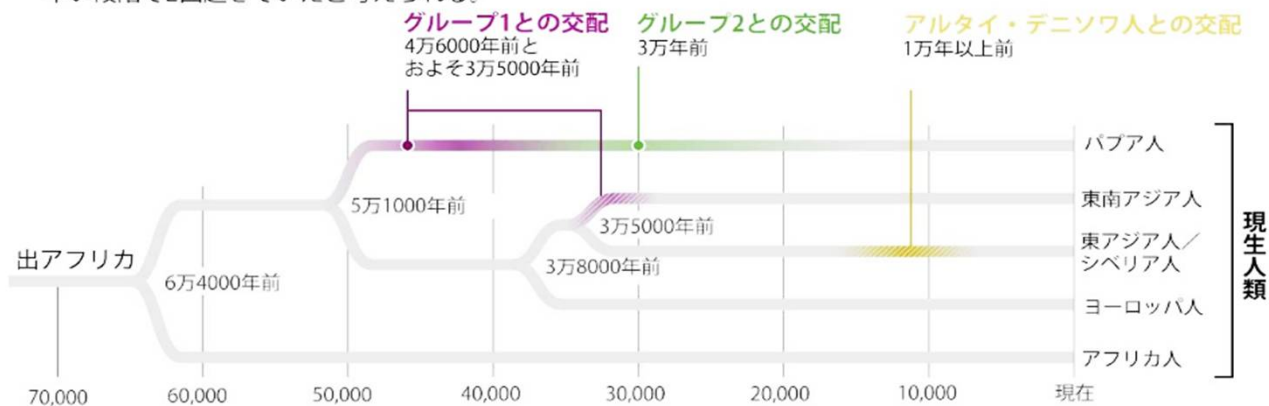


### ヒマラヤ

この巨大な山脈が、北側と南側の混血を防いできたのかもしれない。

### ウォレス線

深い海が、海峡をまたぐ人類の頻繁な交流を妨げたのかもしれない。



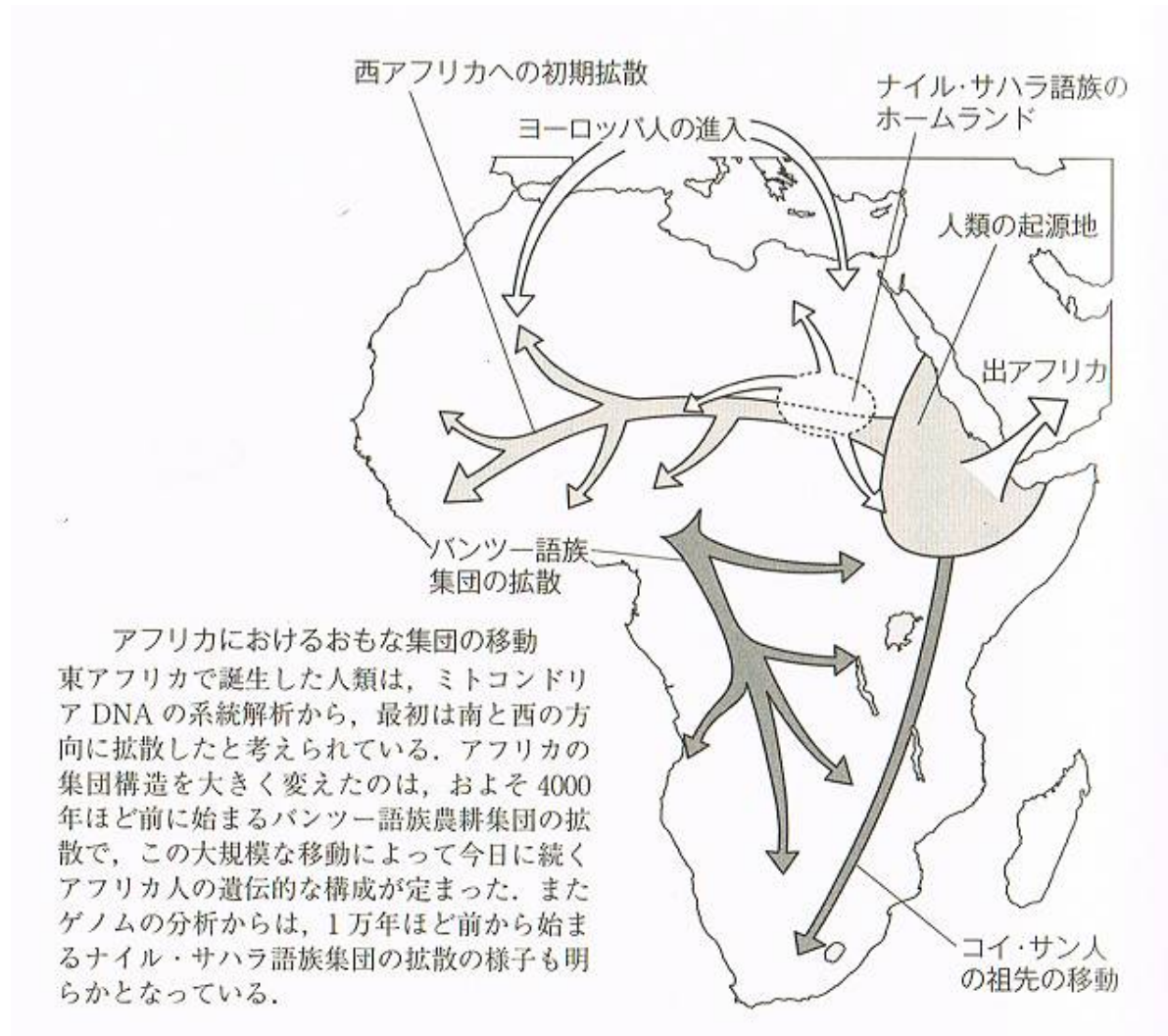
Jason Treat and Maya Wei-Haas, NG STAFF  
SOURCE: Murray P. Cox, Massey University

出アフリカをしたグループとアフリカに留まったグループ

アフリカにとどまったグループの遺伝子多様性と農耕集団の拡散

出アフリカから6万年？

出アフリカグループは遺伝子多様性が少ない





# その後のホモ・サピエンスの拡散と交雑

渡海技術は持っていた？

イエメンからの海岸採集生活？

大河の遡上技術もあった？

内陸から中央アジアへの進出

その後の氷河期に「避難地」に  
(マンモス・ステップ)

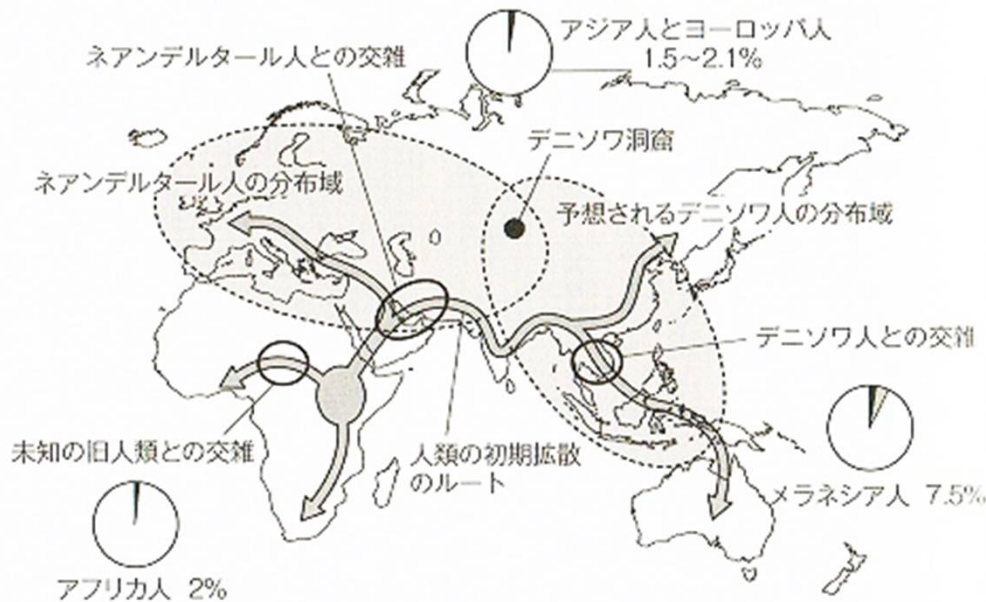
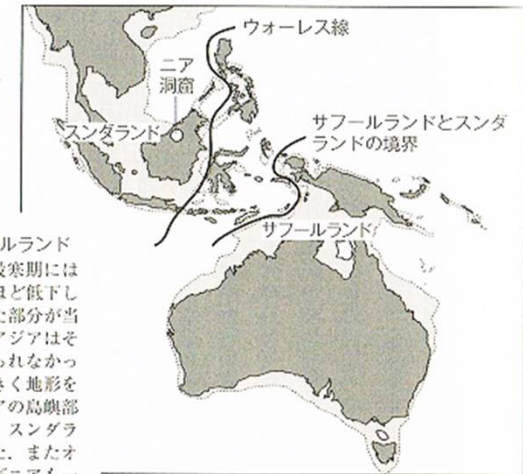


図 3-1 交雑で広がる人類



スンダランドとサフルランド  
2万年前の最終氷期の最寒期には  
海水面が120メートルほど低下した。  
図中、灰色で示した部分が当時、  
陸化した部分。南アジアはそれほど  
地形に変化が見られなかったが、  
東南アジアは大きく地形を変えて  
いる。東南アジアの島嶼部と半島部  
は一体化して、スンダランドとい  
う陸塊となった。またオーストラ  
リアとニューギニアも一体化して  
おり、こちらはサフルランドと呼  
ばれる大陸だった。この地域は、  
その後の地球の温暖化によって大  
きく姿を変えることになった。

# 直立二足歩行の完成

- ホモ・エレクトスにいたって二足歩行が完成  
大腰筋と大殿筋の発達  
(股関節からの歩行運動)  
「発汗による体温調節機能」  
「体毛の減少」  
「言語機能」と「コミュニケーション」
- 「長距離ランナー型」の“持久狩猟”？

# 直立二足歩行の代償？

- 骨盤構造の変化（特に女性）  
出産での他人の関与（いわゆる“産婆さん”）  
脳の大型化以降は深刻な問題に・・・
- 出産期間の短縮（チンパンジーでは5年）
- 大家族系の共同生活（平等に分ちあう生活）？  
子どもを育てるため母親の必要量以上（2.5倍程度）のカロリーの調達が必要  
養育にかかわる時間と家族の協力が必要

# 狩猟採取生活と脂肪細胞

- 不安定な食糧供給と狩猟採取生活
- 安定したエネルギー供給源としての脂肪細胞
- 大型化してゆく脳のエネルギー（20～25%）
- 子どもの発育と脳のエネルギー確保
  - ⇒ 戦略としての脂肪細胞の利用
- 狩猟採取を継続できるエネルギー源（脂肪）
  - ⇒ 他の霊長類では数%の体脂肪率

# 料理の始まり（火の使用の痕跡）

「火の賜物」 R.ランガム（2012）、NTT出版

- 先祖の骨や歯の変化から食事法や処理の仕方を“推定する”
- イギリスでの更新世**40**万年以上前の炉の跡と手斧 8 丁
- ドイツでの**40**万年前投げ槍+**22**頭分の馬の傷のついた化石
- イスラエルでの**79**万年前手斧と骨、焼けた種と木と燧石
- 生物学的には**200**万年前の解剖学的変化
  - 料理した食物に適応した結果として小さい歯と短い胃腸器官をもつに至った？
  - 変化が「毎日の仕事」となったことにより生じた変化？
- チンパンジーとゴリラ（葉のみを食べる）ではチンパンジーが雑食性（樹木の芯と葉だけで生きて行けない生理学的理由？）

# ヒトの解剖学的特徴の変化の時期は？

- ホモ・ハビリス（240万年前）
- ホモ・エレクトス（180万年前）
- ホモ・ハイデルベルゲンシス（80万年前）
- ホモ・サピエンス（20万年前）

ハイデルベルゲンシスへの移行時期の火の使用に関するデータが極めて少ない？

ホモ・ハビリスからエレクトスへの移行が大きな変化？

⇒ 類人猿的特徴の消失（樹上生活を止めた？）

⇒ 木登りが不得意になったエレクトス？

# 捕食動物の多い環境に住む類人猿の行動

- アウストラロピテクスやハビリスは樹上で寝ていた？
- エレクトスは樹上生活が不得意？
  - 地上で安全に寝るために必要なもの・・・火？
  - 火の使用により“木登り能力”を失った（登る必要がない）？
  - 長距離移動に適した解剖学的特徴（狩猟採集生活に適応）
- ニワトリが先か卵が先か？
  - 補食動物の活動できない真昼の狩猟採集活動
  - + 火を使った料理 + 火を用いた防護 + ?????
  - 「共進性」と定義される人類学的特徴の進化？

仮のストーリーですが・・・





# ホモサピエンスと石器の進化

- 尖頭器の登場

  - 石器製造技術の革新（剥片の鋭利さ）

  - 槍の穂先に接合できる石器

  - 殺傷能力の向上と狩猟の安全確保

- コミュニケーション（交流）距離の増大

- “貝の首飾り”の意味するもの

- 数十キロに渡る交流と物流、食物の分かち合い

  - ネアンデルタール人では広い交流はしていない

  - （**集団の規模と交流範囲 ⇒ 言語の持つ抽象性？**）

# 石器の基本タイプ

アシュール文化の石器  
(約170万年前)



オルドワン石器  
(約250万年前)



MSA/中期旧石器時代の石器  
(約25万年前以降)



# ホモサピエンスとネアンデルタールとの交雑？

ヨーロッパでは4万5千年前～3万年前は共存していた  
「やり」と「アトラトル」（投擲補助具：4万年前）  
「飛び道具」がホモサピエンスを進化させた？  
投擲具だけがネアンデルタール人にはなかった？



人類誕生

ネアンデルタール人  
氷期の屈強ハンター

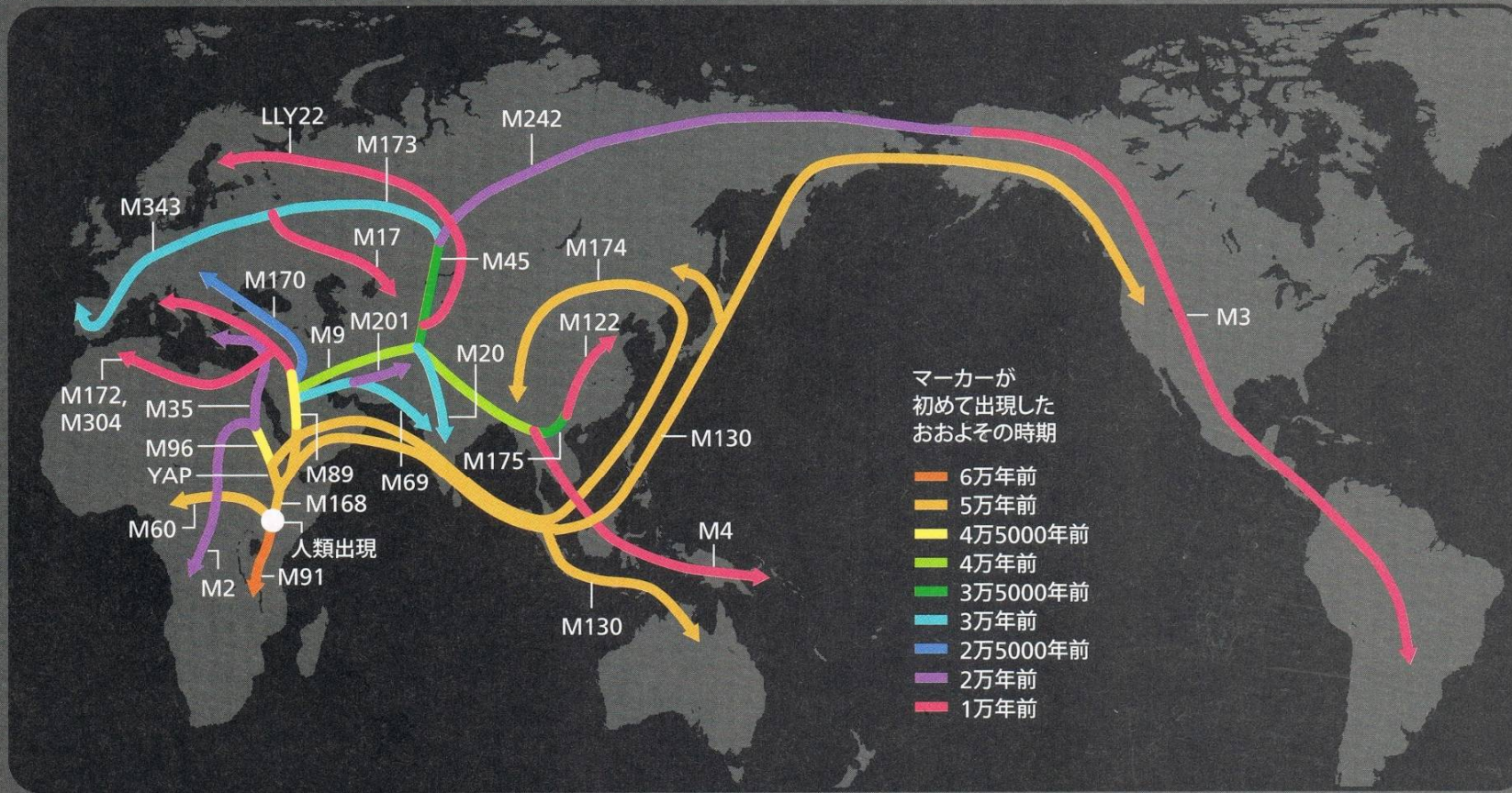


## 時系列でたどるY染色体の旅

## そして“グレートジャーニー”へ

世界各地の男性のY染色体に含まれている遺伝子マーカーを調べれば、大昔の人類の移住経路を追跡できる。M168やM89といったマーカーは男性の系統を識別し、その系統がどこ

で生じたかを知ることができる。マーカーを使って現代の多数の人々を調査し系統樹を作ることによって、それぞれの系統のおおよその古さが決定できる。



# 日本人はどこから来たのか（ヤポネシア人：斎藤成也）



故 宝来 總博士のミトコンドリアDNA解析データ

# 日本への移動（縄文人と弥生人？）

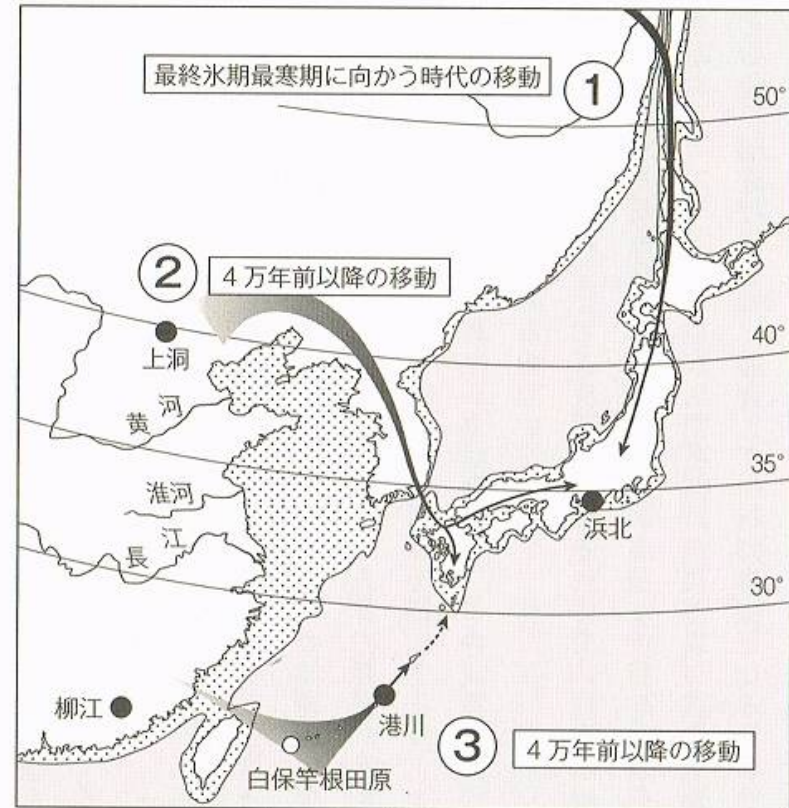
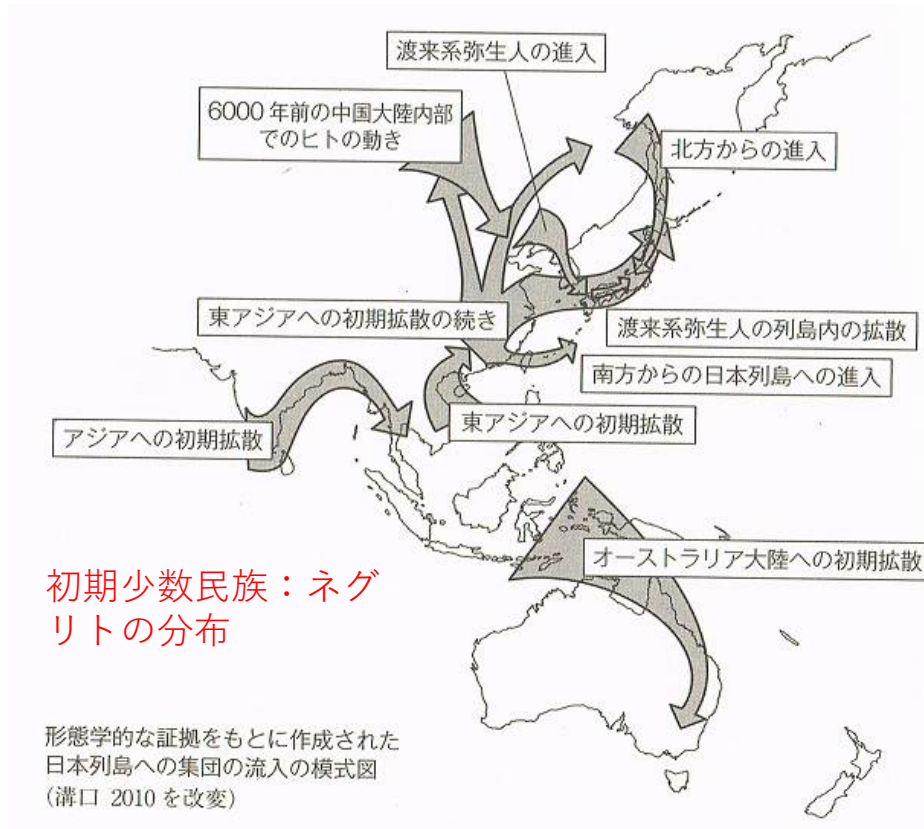


図6-2 後期旧石器時代人の推定される日本列島への移動ルート  
 図中には、現在の海岸線とおおよそ2万年前の海水面が低下した時代の海岸線を描いてある。(池田 1998 を改変)

篠田謙一、DNAで語る日本人起源説（2015）

# DNA解析から見えてくるもの

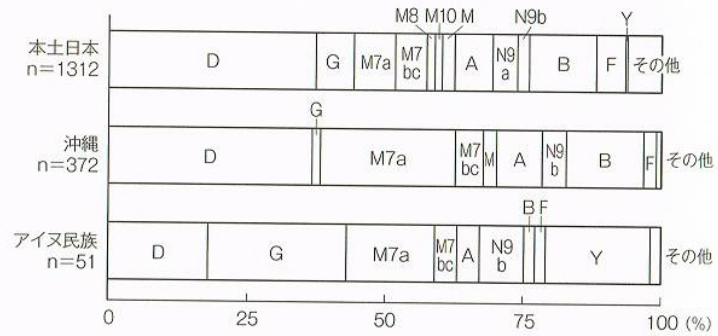


図7-3 本土日本、琉球集団、アイヌ民族のミトコンドリア DNA ハプログループ頻度の比較

アイヌのデータは Horai et al. 1996 のデータからハプログループを推定して計算した。本土日本は Tanaka et al. 2004 のデータ、琉球列島は Umetsu et al. 2005 のデータおよび自己データから算出した。n は解析した個体数を示す(以後同様)。

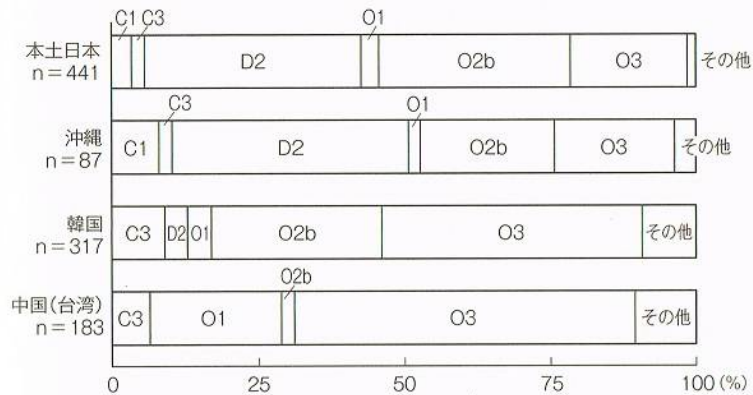


図7-4 日本とその周辺集団のY染色体DNAハプログループの頻度比較 (Nonaka et al. 2007 を改変)

## ミトコンドリアのハプログループ

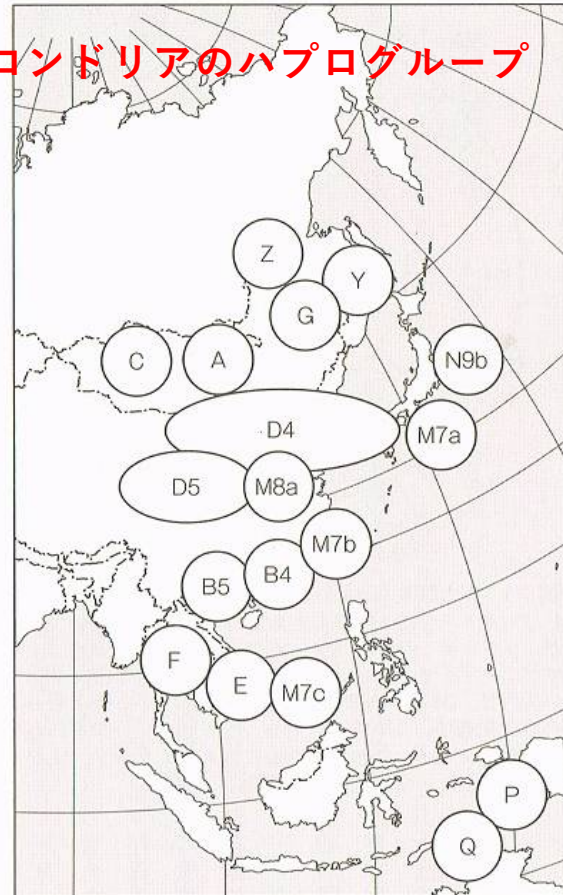


図7-2 東南～東アジアにおける各ハプログループの分布の中心を概念的に示した図

現在のデータは過去を反映しているわけではない（植民）？

沖縄はその後南九州からの再植民？

アイヌ人とオホーツク文化人の関係は古墳時代から？

現在の東南アジアでは以前の植民は消えた（除ネグリト）？

篠田謙一、DNAで語る日本人起源説（2015）



### 3方向からの日本渡来（縄文人の多様性？）



縄文人の形成のルート

- ①台湾～沖縄諸島ルート  
ただし沖縄には九州からの再植民があった
- ②朝鮮半島～対馬ルート  
メインルート（早い）
- ③カムチャッカ～オホーツクルート  
アイヌのルートはアンデスまで

渡来系弥生人は農業とともに伝搬（埴原の二重構造説）

「ヒトの伝搬」と「稲作文化の伝搬」

他系統を絶滅させなかった？

⇒ 最後にたどり着いた「袋小路」の島国日本？

⇒ 縄文人の遺伝子は残った ⇒ 日本的「寛容さ」の根拠？

# 縄文人と弥生人のDNA解析結果

縄文人の“核DNA”から  
日本人のルーツに迫る



# 縄文人と日本人との関係は？

図38：日本列島4集団と北方中国人間の  
遺伝的近縁関係 (Jinamra 2015, Fig. 2f9)

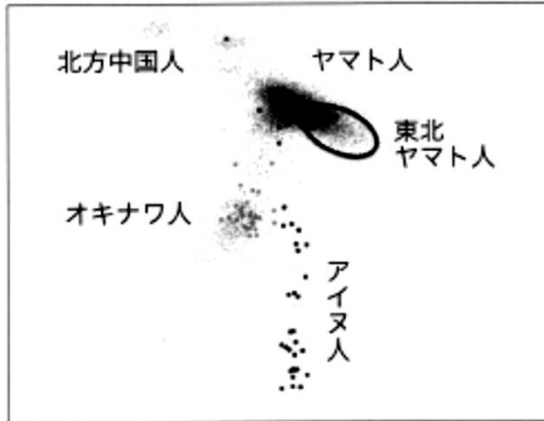
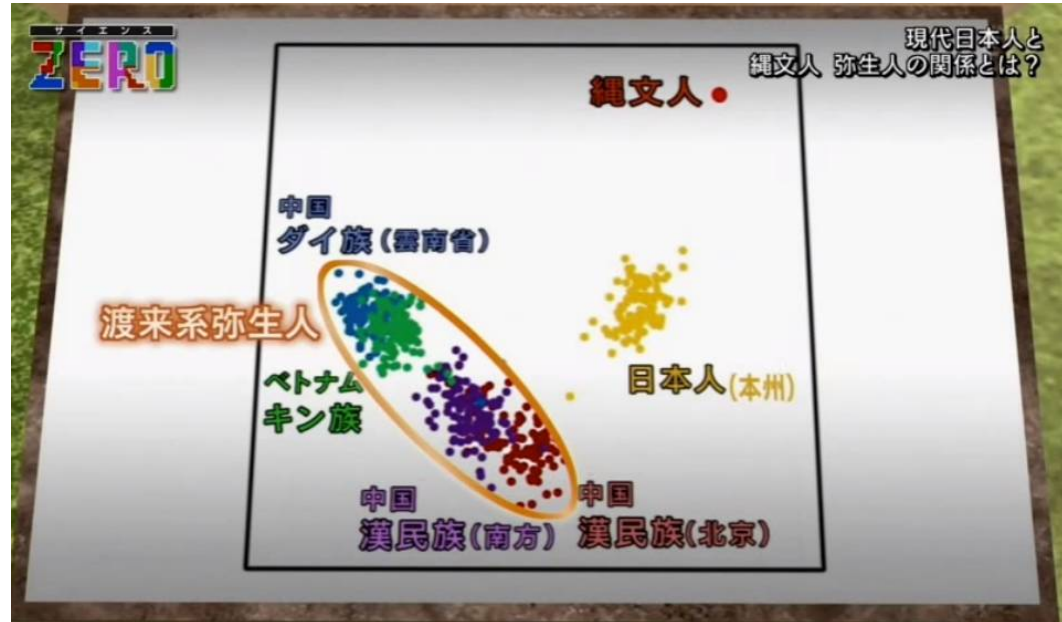
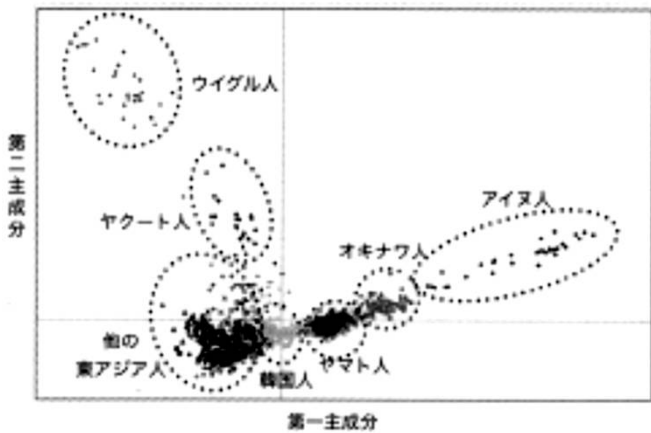
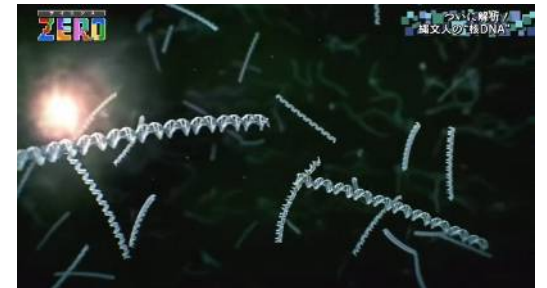


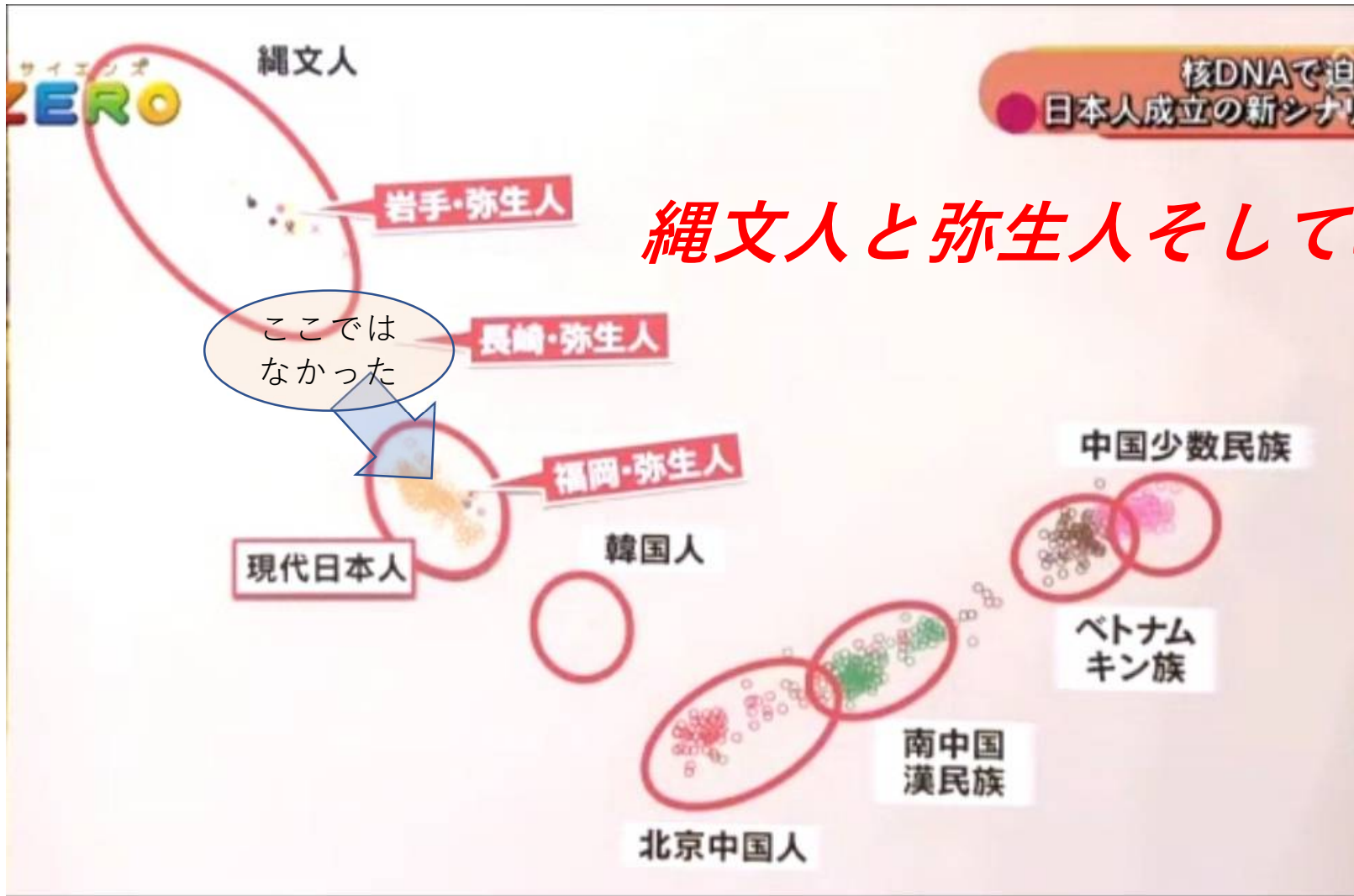
図41：東アジアにおける人類集団の遺伝的關係  
(Jinamra 2012, Fig. 3bより)



神澤秀明氏（国立科学博物館）  
による解析結果



👉 斎藤成也、核DNA解析でたどる日本人の源流（2017）



## 縄文人と弥生人そして現代日本人

弥生中期以降に大陸からの植民があった（篠田）

# 人類学者は人種差別を嫌悪する

私たちはかつて「恒久の平和を祈念し、人間相互の関係を支配する崇高な理想を深く自覚するのであって、平和を愛する諸国民の公正と信義に信頼して、われらの安全と生存を保持しよう」と宣言したことがあります。それから60年以上が経って、この考え方が時代に合わないと考える人が増えてきたように思います。しかし、私たちが持つDNAを研究してみると、そもそも人類の持つDNAの違いはごくわずかであること、そしてその成立の経緯から私たちの持つDNAは、ほとんどが東アジアの人々に共有されていることがわかりました。

人類700万年の歴史から見ればほんの少し前に分かれた世界中の人々や、同じ遺伝子を持ち、DNAから見れば親戚関係の集団であるアジアの人々に、公正や信義を重んじることを期待することは間違いではないはずです。DNAを用いた人類の由来に関する研究は、この日本国憲法前文の精神の正しさを生物学の立場から保証しているように思います。これからの私たちの社会のあり方は、この精神を否定するところからではなく、ここから出発し、平和な世界を構築することが求められているのではないのでしょうか。

篠田謙一「日本人になった先祖たち DNAから解析するその多元的構造」、pp.210-211、NHKブックス（2007年）

# 人類史上最大の“ミスマッチ”と文化的適応？

「貧困」「格差」「差別」「暴力」「紛争」そして「気候変動」など  
（“人新世：アントロポセン”と評価される地球環境の変動？）

障がい者や弱者を差別することを「非人道的である」とする文化的適応を果たしたのではないか？

文化や思想、科学や技術、芸術やスポーツを通して「適応」の答えを求め続けてゆく宿命を背負った私たち人類（ホモ・サピエンス）

山崎 健「子どもの発達をめぐって～人類史的視点からのアプローチ～」、にいがたの教育情報 第123号、pp.23-24（2017年）