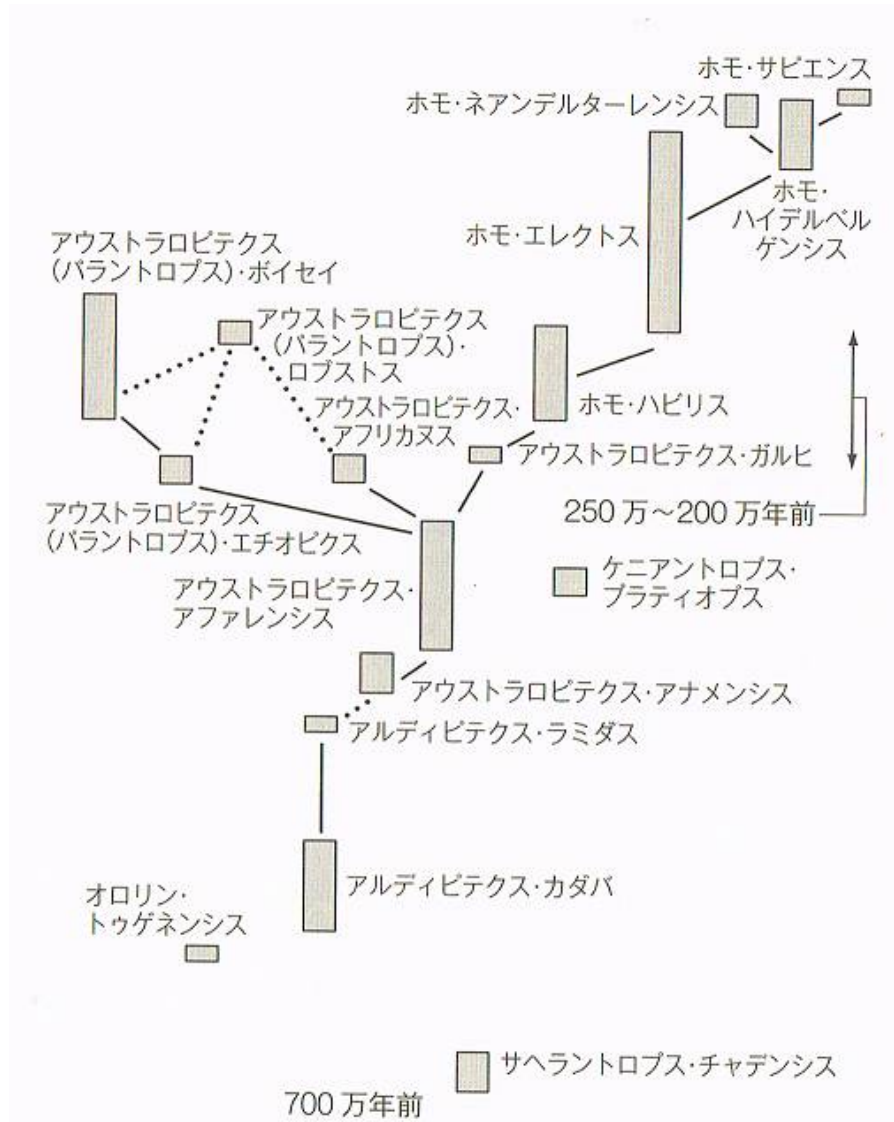


人類発生史から再考する 身体と健康

山崎 健

新潟大学 人文社会・教育科学系フェロー

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

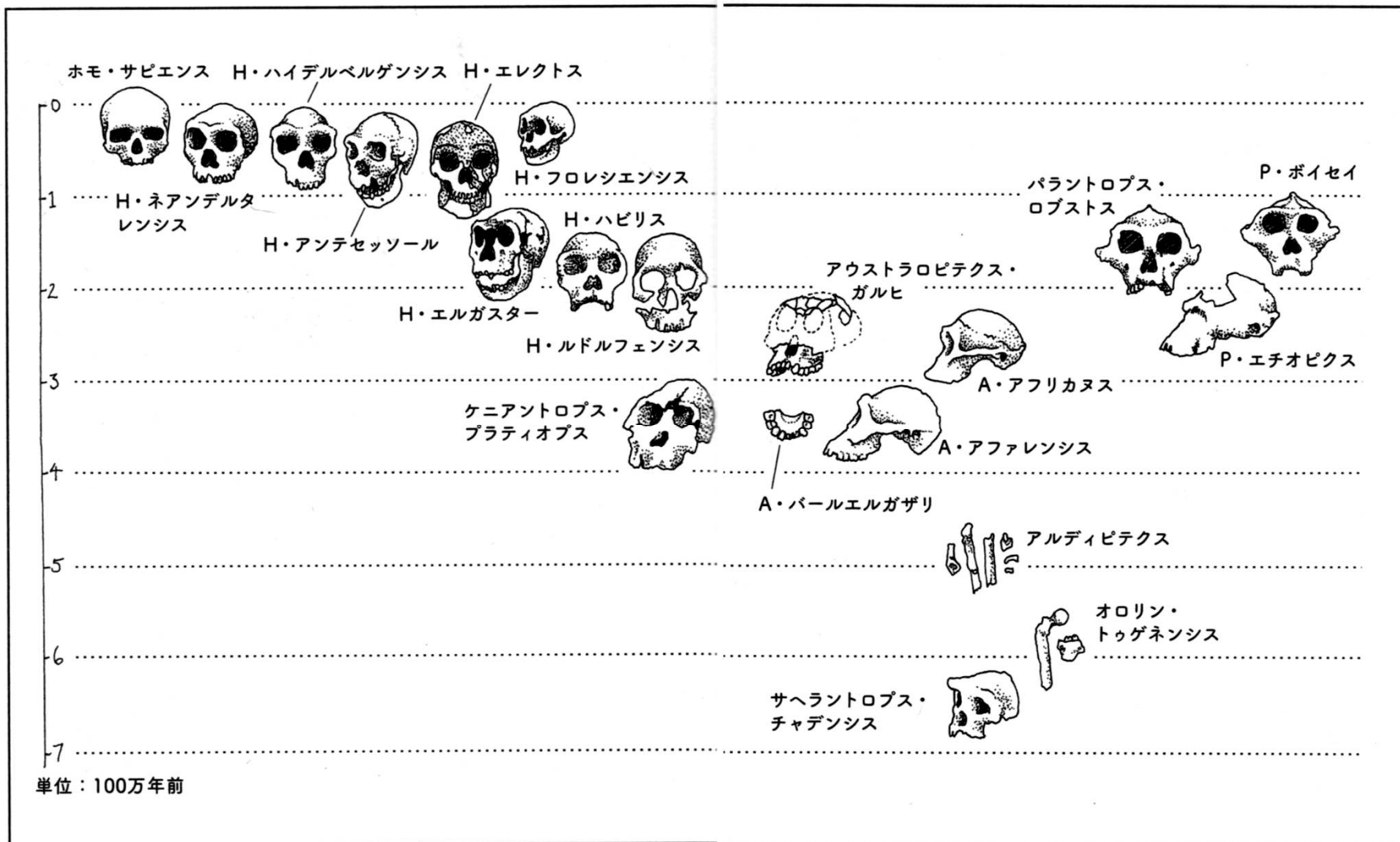
現在の到達点

- 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？

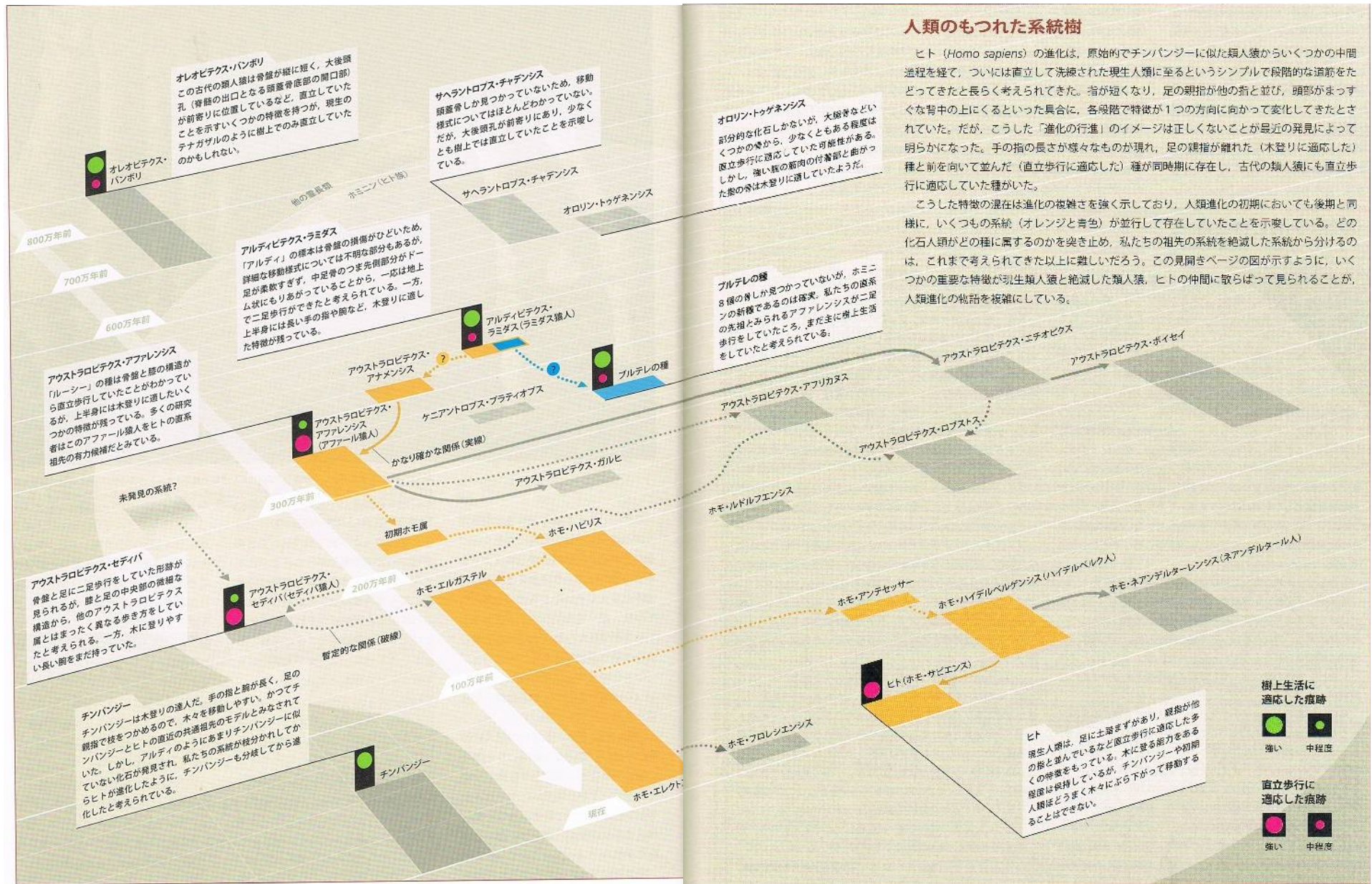
ジャワ原人・北京原人・ネアンデルタール人

篠田謙一「DNAで語る日本人起源説 (2015)」 岩波書店より

人類系統樹 (ロバーツによる「細分派」の引用、2016)



化石とゲノムで探る人類の起源と拡散 (2013) 別冊日経サイエンス



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）

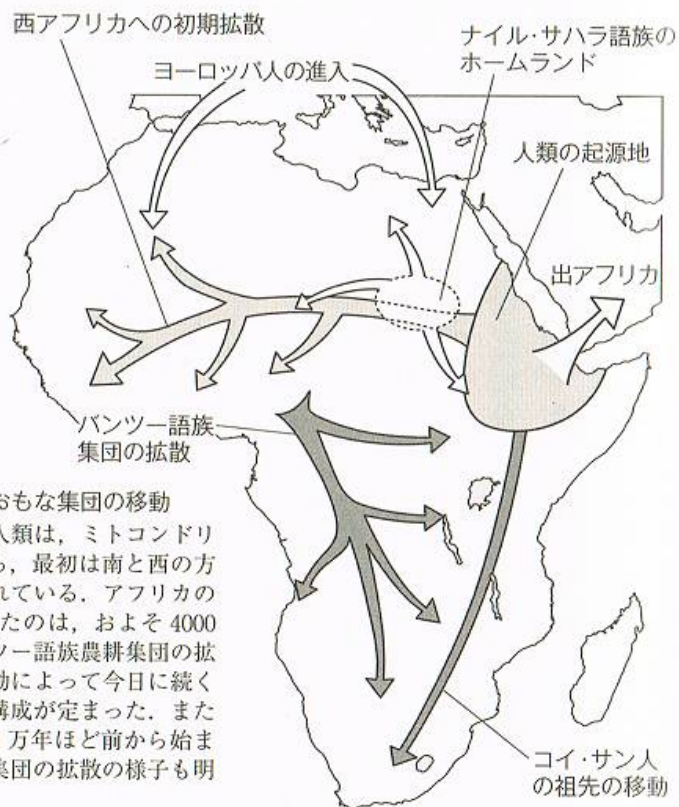
キャンとストーンキングとウィルソンの「ミトコンドリア・イブ仮説」：すべての人類はたった一つの母系遺伝子を持つ

147人の多くの地域の現代人のmtDNA解析結果
(細部に限界？)

(ネイチャー：1987年)

(ニューズウィーク、1988年)

現在の地域集団はかつてとは異なる点



アフリカにおけるおもな集団の移動
東アフリカで誕生した人類は、ミトコンドリア DNA の系統解析から、最初は南と西の方向に拡散したと考えられている。アフリカの集団構造を大きく変えたのは、およそ 4000 年ほど前に始まるバンツー語族農耕集団の拡散で、この大規模な移動によって今日に続くアフリカ人の遺伝的な構成が定まった。またゲノムの分析からは、1 万年ほど前から始まるナイル・サハラ語族集団の拡散の様子も明らかとなっている。

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

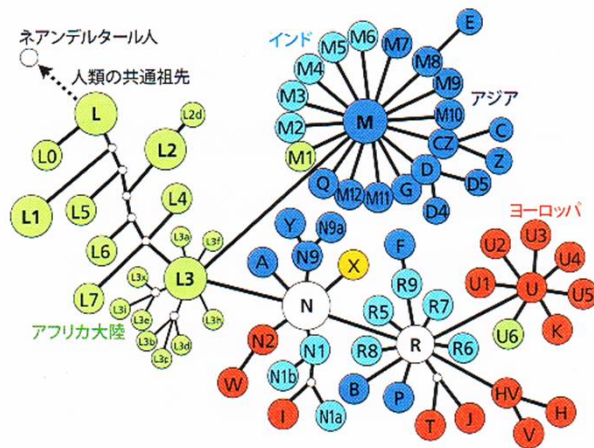
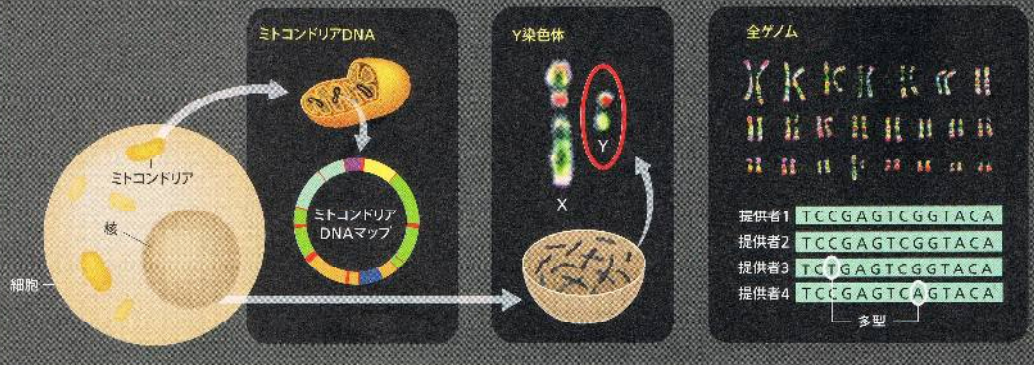
アフリカにとどまったグループの**遺伝子多様性**と農耕集団の拡散

出アフリカから8万年？
アフリカ以外では**遺伝子多様性が少ない**
「ボトルネック効果」と「遺伝的浮動」

ミトコンドリアDNA (母系) 解析

DNAを比較する

最初の現生人類がどこから来たのか調べるために、DNAが初めて利用されたのは20年前だ。当時は細胞内のミトコンドリアが、後にはY染色体に含まれるDNAが調べられた。現在では大量の塩基配列、すなわちDNAの中の変異や多型(頻度1%以上の変異)を比較することによって、細胞核に含まれるゲノム全体のさまざまな部分が細かく分析されている。



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。

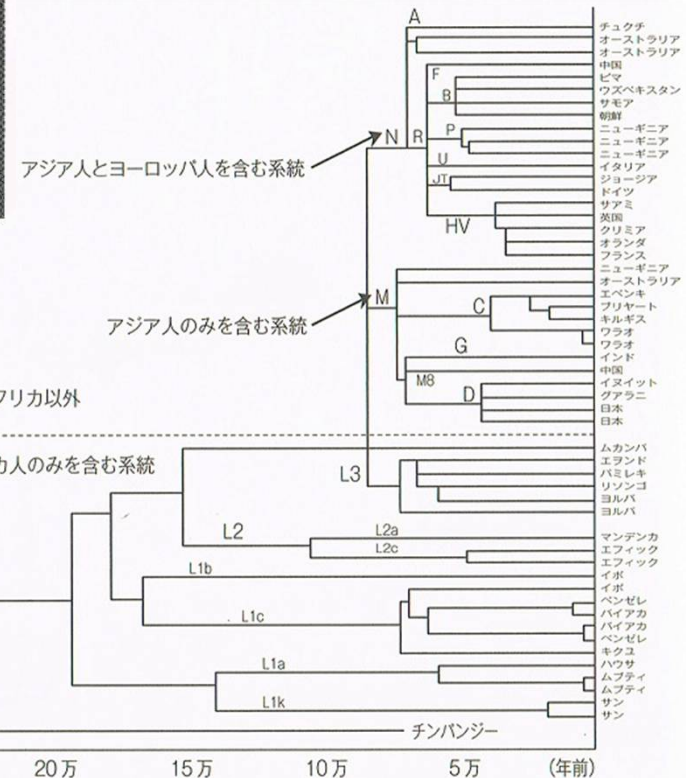
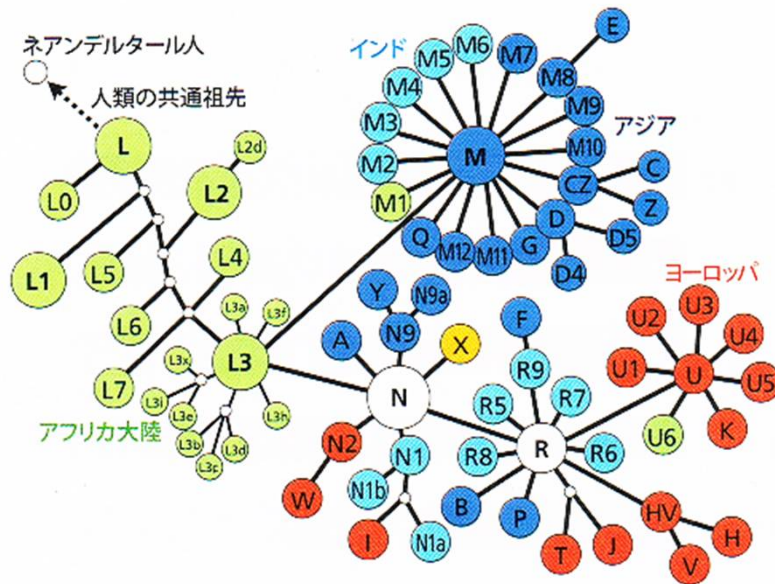


図1-2 現生人類のミトコンドリアDNAの系統

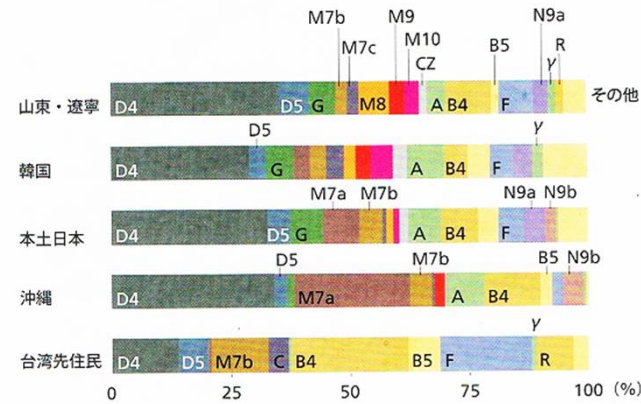
ミトコンドリアDNAとY染色体



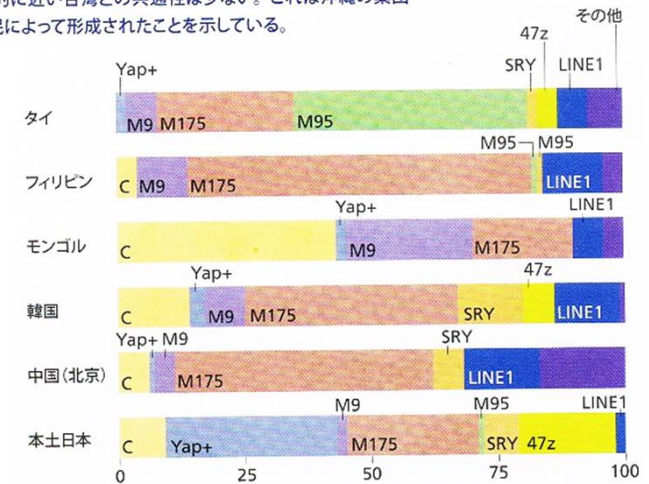
アフリカから広がった人類 世界中の集団のミトコンドリアDNAハプログループの系統関係。人類がアフリカから世界中に拡散する過程で、突然変異によって地域に特有のハプログループが誕生した。このように地域集団別に色分けすると、系統がおおむね地理的な関係を保っていることがわかる。

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。

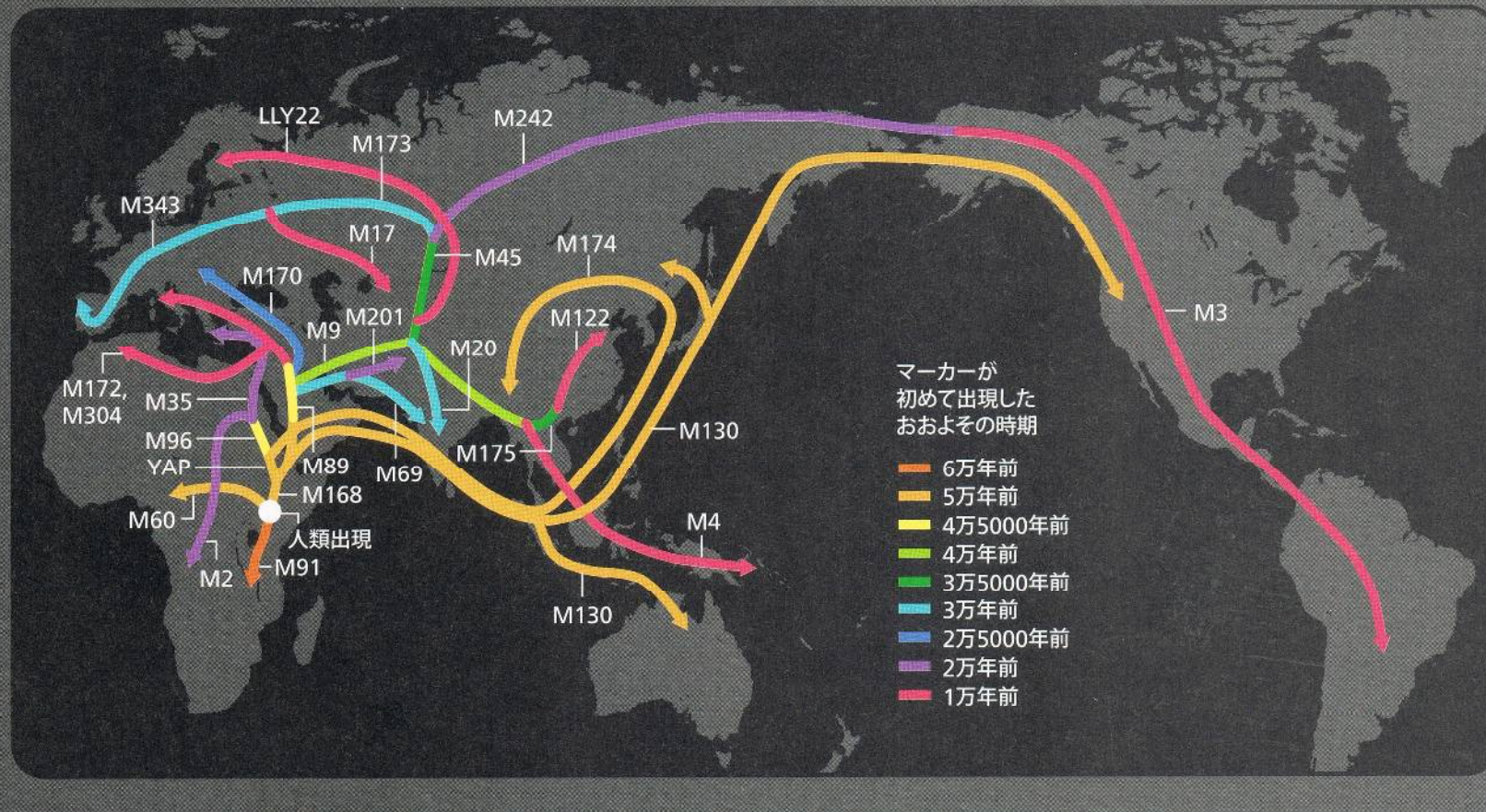


ミトコンドリアと異なるY染色体の分布 Y染色体のハプログループ頻度は、ミトコンドリアで共通性があった日本と朝鮮半島・中国東北部が大きく違っており、異なる形成の歴史を持っている可能性がある。

時系列でたどるY染色体の旅

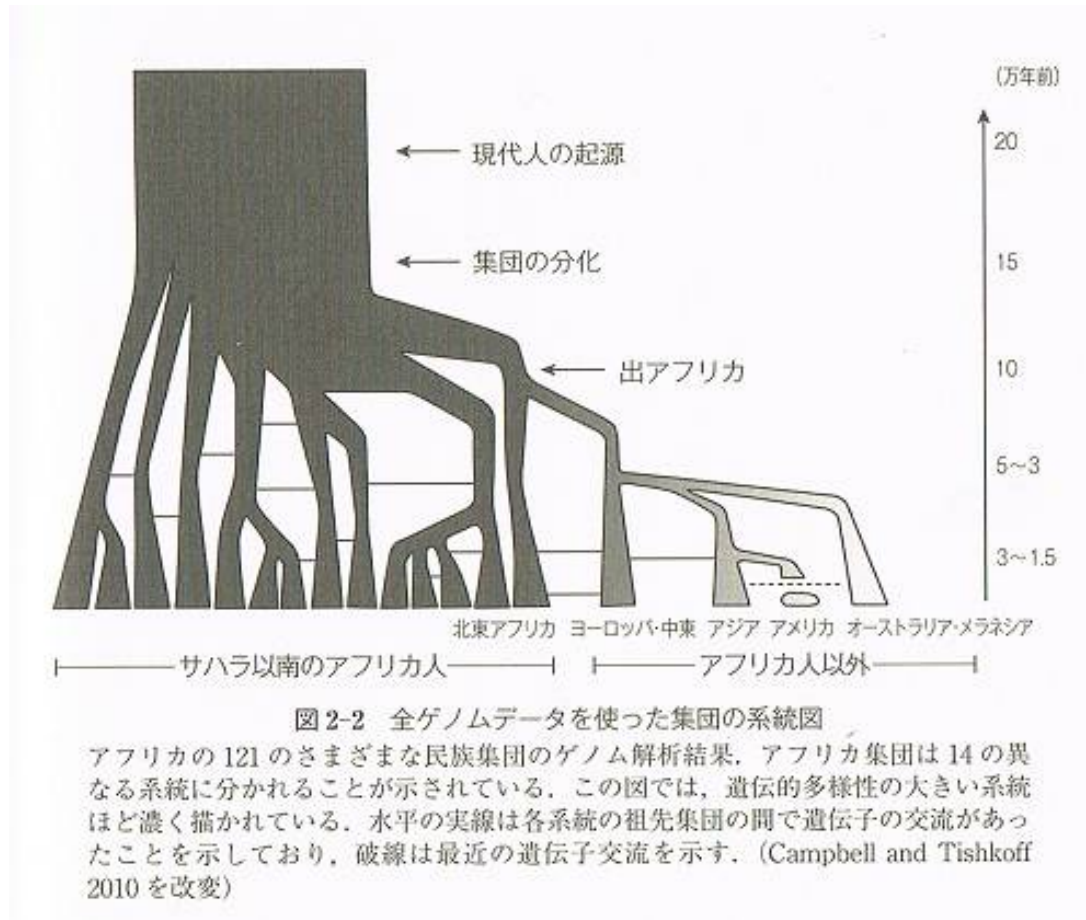
世界各地の男性のY染色体に含まれている遺伝子マーカーを調べれば、大昔の人類の移住経路を追跡できる。M168やM89といったマーカーは男性の系統を識別し、その系統がどこ

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。



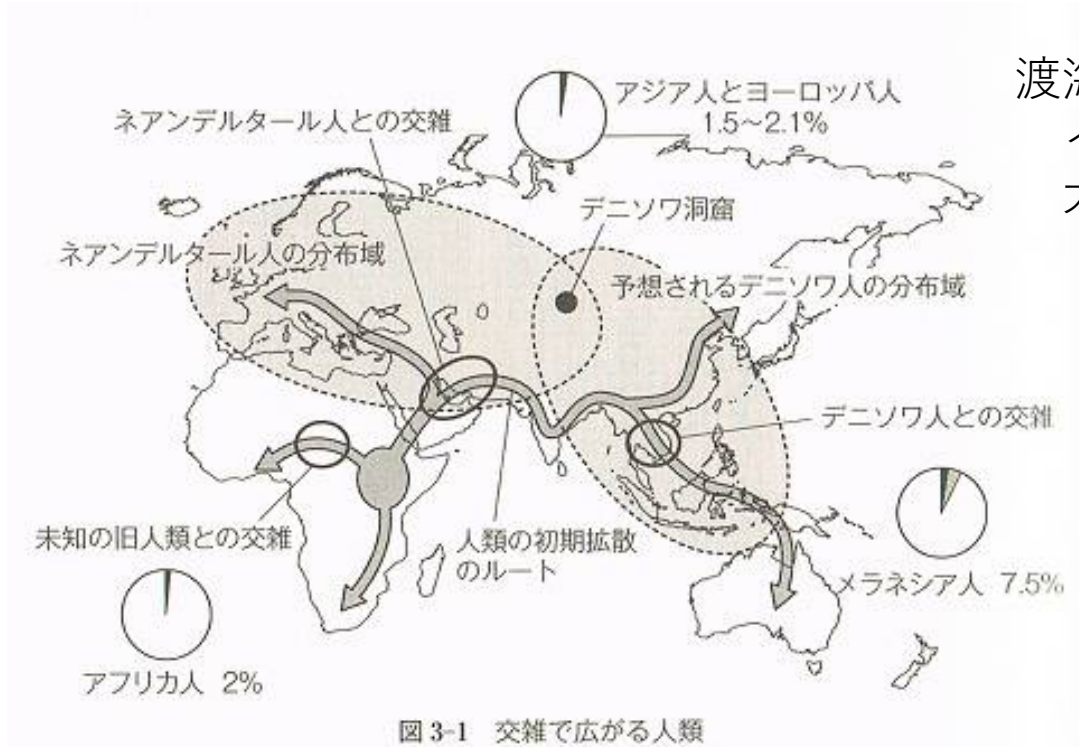
G.スティックス、ゲノムが語る人類の拡散、別冊日経サイエンス（2013）

全ゲノム解析では



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)

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)



スダラントとサフルランド
2万年前の最終氷期の最寒期には海面が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、スダラント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。

人類の初期拡散と農耕文明の拡散

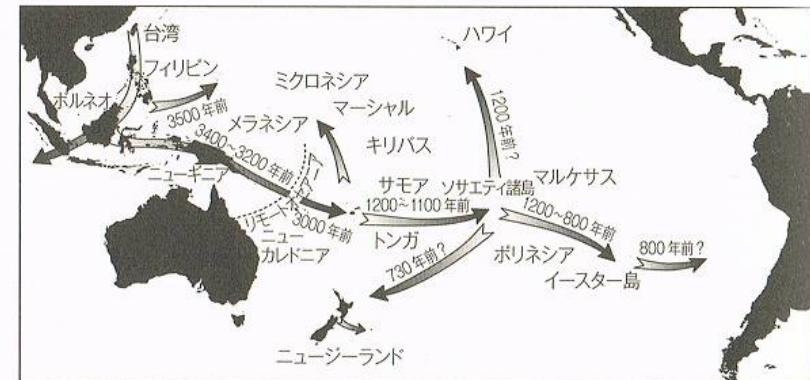
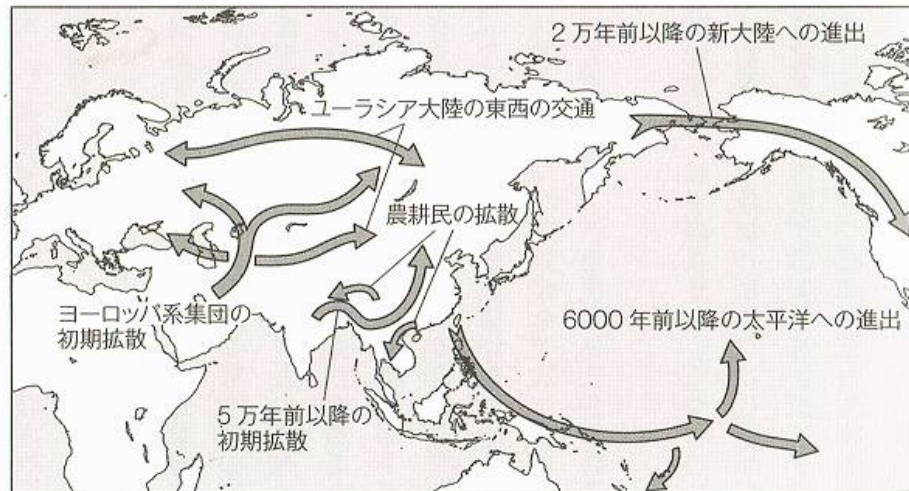


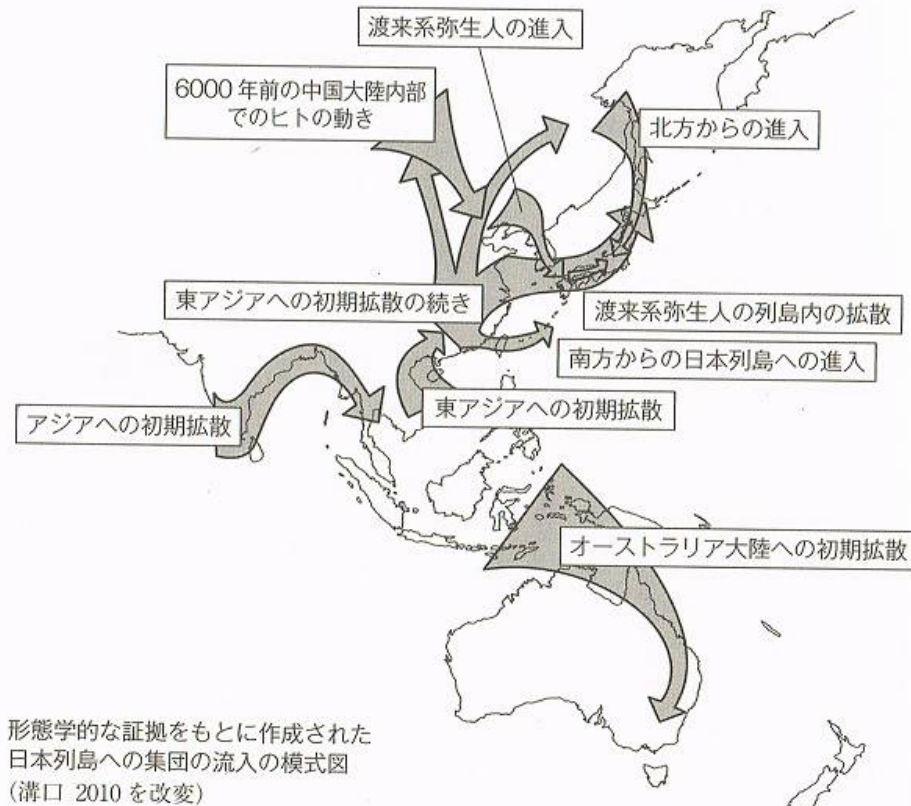
図4-5 南太平洋への展開

考古学や言語学、DNAのデータをもとにした人類の太平洋への展開の模式図。年代が確定していないものには「？」を付けている。

農耕の発生は、当初は「食糧増産」ではなくてお祭りなどの宗教的施設の行事（祭祀）の「ご馳走」のパンとビールの原料？

野生種小麦は収穫が困難 ⇒ 偶然の変異（バラけない穂先）の栽培

日本人はどこから来たのか



篠田謙一、DNAで語る日本人起源説 (2015)



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)

m t D N A 解析から見えてくるもの

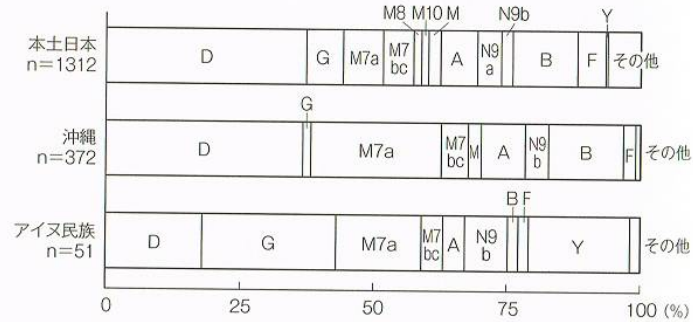


図7-3 本土日本、琉球集団、アイヌ民族のミトコンドリア DNA ハプログループ頻度の比較

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)。

現在のデータは過去を反映しているわけではない？

沖縄は南九州？
アイヌはオホーツク文化圏？
現在の東南アジア以前の植民は消えた？

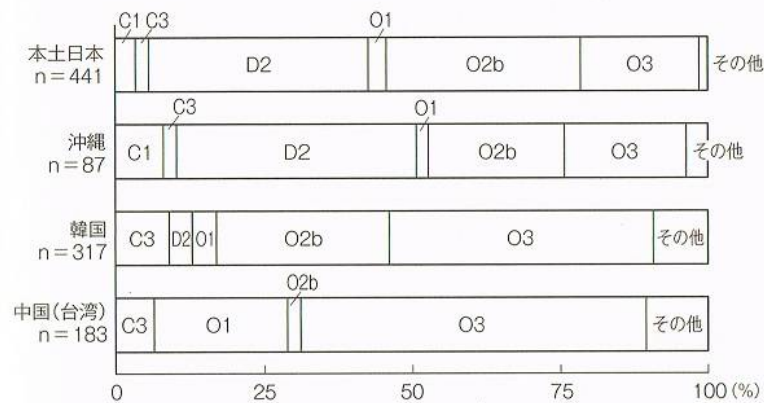


図7-4 日本とその周辺集団の Y 染色体 DNA ハプログループの頻度比較 (Nonaka et al. 2007 を改変)

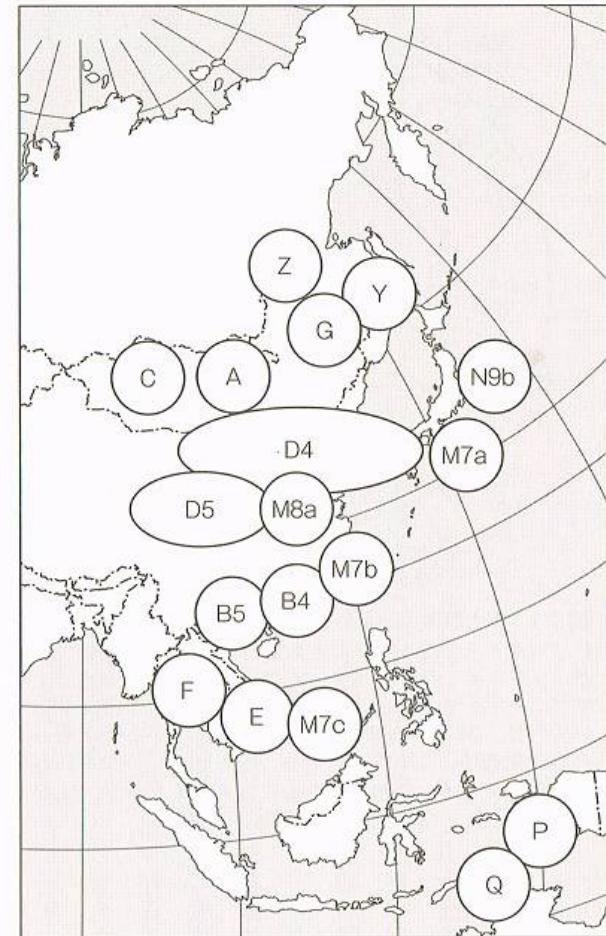


図7-2 東南～東アジアにおける各ハプログループの分布の中心を概念的に示した図

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②から農業とともに伝搬（埴原の人数100万人は過大？）
「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？

⇒縄文人は遺伝子が残った ⇒ 日本的「寛容さ」の根拠？

ホモ・サピエンスの複数回（？）の“出アフリカ”

- ネアンデルタール人の寒冷化による南下
- サハラ砂漠の一時的緑化
 - ⇒ 12万年前は失敗してその後の寒冷化で絶滅
(イスラエルに最初の遺跡)
- 5～8万年前に「出アフリカ」に成功した？
 - ⇒ その後ネアンデルタール人の遺構消失？
- 5～8万年前からの全世界への拡散
 - ※ 7万4千年前の「トバ火山の大噴火」が分水嶺？
- 支えたものは石器と「飛び道具」？
 - ⇒ 数十メートルの飛距離と獲物の多様化

ホモサピエンスとネアンデルタールの対決？

「やり」と「アトラトル」（投擲補助具）

「飛び道具」がホモサピエンスを進化させた？



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”）

脳の大型化以降なので猿人ではなかった？

- 出産期間の短縮（チンパンジーでは5～6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

ホモサピエンスの身体は？

- ネアンデルタール人との差異は？
 - 頭骨形状（体積はやや小さいが前頭野が大きい）
 - 抽象的思考（言語）能力の獲得（FOXP2遺伝子？）
 - 大きな集団での試行錯誤 ⇒ 集団の知恵？
 - 投擲補助具（飛ばすやり）と有舌尖頭器（石刃）
 - ネアンデルタール人は3mの長いやり
 - （接近した直接狩猟で獲物も限定？）
 - 進化した石器類
 - （ネアンデルタール人は変わらなかった？）
- ネアンデルタール人も可能？（海岸採集や石器と絵）

ホモサピエンスと石器の進化

- 有舌尖頭器の登場（環境の悪化への生存戦略？）
 - 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？）

狩猟採集生活と脂肪細胞

- 不安定な食糧供給と狩猟採取生活
- 大型化してゆく脳のエネルギー（20%）
- 安定したエネルギー供給源としての脂肪細胞
- 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
- ヒトの身体は炭水化物からも脂肪を合成できる

“ミスマッチ病（ディスエボリューション）”

- 適応と進化は「健康」のためではなく「繁殖」のため！
（より多くのエネルギーを繁殖に費やせるように適応した）
- ミスマッチ病（身体は妥協の集積、しかし世界の医療費の大部分！）
なじみのある刺激が身体の適応レベルを越える
完全に新しい刺激にさらされる
- 刺激が「大きすぎる」か「小さすぎる」か「新しすぎる」こと
- 人類の進化は「身体的適応」と「文化的適応」の両者が要因
- “症状というのは本質的に、正常な健康状態からの逸脱”
- 全ては“出アフリカ”以降の出来事？

仮説段階の**非感染性**ミスマッチ病

(By D. リーバーマン)

胃酸の逆流/慢性的胸焼け　にきび　アルツハイマー病　不安障害
無呼吸　喘息　水虫　注意欠陥多動性障害　がん（一部のみ）　虫歯
慢性疲労症候群　肝硬変　便秘（慢性）　冠状動脈疾患　クローン病
うつ病　糖尿病（2型）おむつかぶれ　摂食障害　肺気腫　手根管症候群
子宮内膜症　脂肪肝症候群　線維筋痛　扁平足　緑内障　痛風　痔
高血圧　ヨウ素欠乏症（甲状腺腫/クレチン病）埋状智歯　腰痛　槌状趾
不眠症（慢性）　乳糖不耐症　不正咬合　メタボリックシンドローム
多発性硬化症　近視　強迫性障害　骨粗鬆症　足底筋膜炎　くる病
多嚢胞性卵巣症候群　妊娠高血圧腎症　壊血病　胃潰瘍

人類発生史と「病の起源」

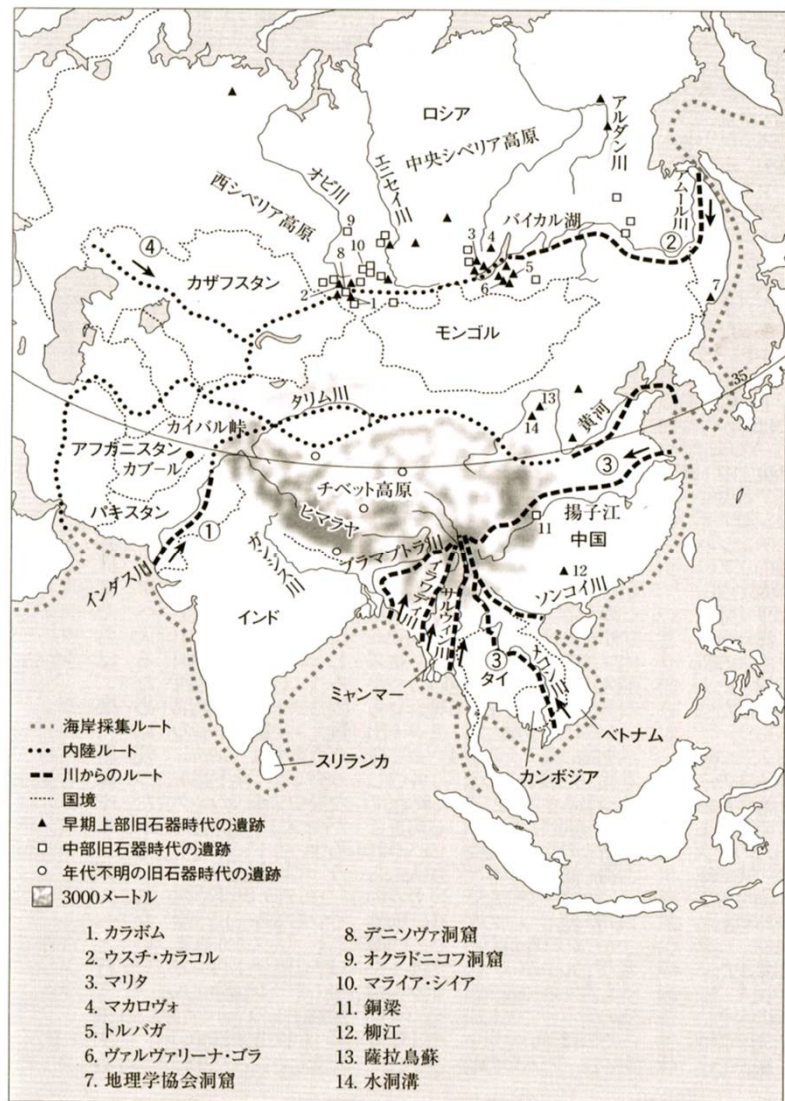
- 全ては「身体運動」の欠如・・・？
 - 心臓病
 - 脳卒中
 - うつ
 - ストレス
 - がん
 - アレルギー
- 「環境豊化（EE）」の実態とは何か？

では人類発生史を反映した身体と健康は？

ホモ・サピエンスの拡散と身体運動様式は？

- 基本的な遺伝的変容は15万年前に終了？
脳の大形化は停止
逆に農耕による「小型化」（食料の変化？）
- 狩猟採集生活は継続
中央アジアから北ユーラシアの“マンモス・ステップ”
- 出アフリカ以降は海岸採集生活も重要
海岸沿いにインド～東南アジア～オーストラリア
北上ルートは朝鮮半島～オホーツク～ベリンジア

モンゴロイドの起源：中央アジアへの4つのルート

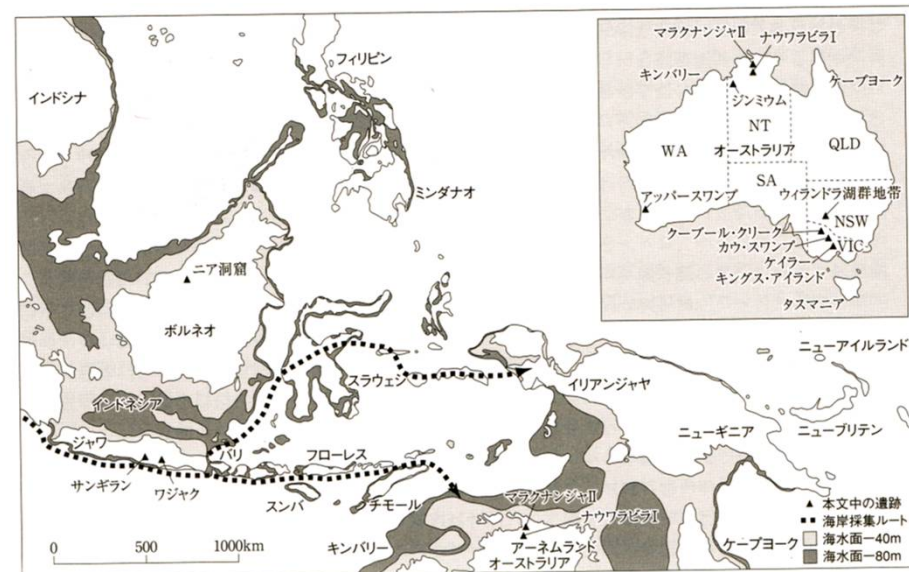


図はオッペンハイマー（邦訳：2007年）



上：ヨーロッパ人へのルート

下：スンダランドからサフルランドへ



狩猟採集生活の基本的パターン

- 朝の太陽光による生活リズムのリセット
セロトニン（脳の警察官）が分泌され活動的
- その後の狩猟や採集活動
- 多様な食事メニュー？
初期ホミニンは腐肉漁り + 根茎や根塊
狩猟の獲物の分配
魚介類・海草の獲得と海岸や河川の生活技術
- 日暮れとメラトニン分泌（睡眠導入）

農耕の開始

- 初期農耕の小麦は祭祀の“ご馳走”のため？
- 小麦の変種（穂がばらけない）から農耕へ
- 農耕作業は定型運動（腰痛の発生）
- 小麦依存の栄養バランスはタンパク質不足？

- やや進んだ農耕社会では給料としてのムギが支給された
（支給用の計量鉢の大量使用、6200年前）
- 身体運動としての広い活動性は失われた？

現代社会とストレス (H. セリエ)

- 本来はサバンナでの危険動物との遭遇時の反応
 - ①危険に集中する
 - ②反応を起こす
 - ③将来のためにその経験を記憶する
- 扁桃体⇒視床下部⇒脳下垂体⇒副腎皮質
ストレスホルモン（コルチゾールの分泌）
脳各部にも海馬にも存在する「受容体」
- 前頭連合野（46野）と連携して将来的に適切な反応形成がなされる

反復されるストレス

- ヒトの持つ言語による記憶 - 行動系
- 短時間で反復されるメンタルストレス
適切な反応を形成する時間的余裕がない
- 「マインドワンデリング（心の彷徨）」
過去と未来への不安で意識の47%を占有される
- 恒常的ストレスでのコルチゾールの過剰分泌
海馬の神経を萎縮させ扁桃体を暴走させる
「うつ」「不安」「パニック」の症状を誘発
- “**キラーストレス**”として様々な病因と併発

ストレス・コーピングとマインドフルネス

- 閾値下うつへの対策（100の対処法を準備）
リストアップと試行⇒達成感と喜び悲しみの10点評価
行動（身体活動を伴うもの？）と気分の関連の学習
⇒ 再実施 ⇒ 再評価（認知－行動療法）
- 扁桃体と前頭前野の関係の改善
行動と感情とストレスの関係整理と事前準備（富山の“薬箱”？）
- **Mediation**：瞑想から宗教性を取り除いたもの？
- 呼吸から「今、現在への意識の集中」
8週間のプログラム
⇒ 海馬の灰白質の5%増加と扁桃体の5%減少
⇒ 心を司る脳機能の生理解剖学的変容

運動により分泌されるホルモン

- 脳由来神経成長因子 (BDNF)
- インシュリン様成長因子 (IGF-1)
- 血管内皮成長因子 (VEGF)
- 線維芽細胞成長因子 (FGF-2)
- 心房性利尿ペプチド (ANP)
 - いずれも自己生産性で「副作用」のない薬？
(いくつかの向精神薬と同様の効果)
- 持続的運動により分泌される“鎮痛剤”
 - エンドルフィンやエンドカンナビノイド

百寿者の事例研究から

- 慢性炎症の抑制が百寿者のキーポイント（免疫能力：CRPの低下）
- 地域の伝統食と腸内細菌（善玉菌）の活動
- 負荷の強い身体運動と微小循環の改善
- 2種類の対立する満足感と慢性炎症との関連

CTRA遺伝子群のストレスによる活性化 ⇒ 炎症促進

「快樂型（炎症促進）」と「生きがい型（炎症緩和）」

“協力し分かち合う心”はホモ・サピエンスの本性

- 「老年的超越」と前帯状皮質（意欲や価値観）

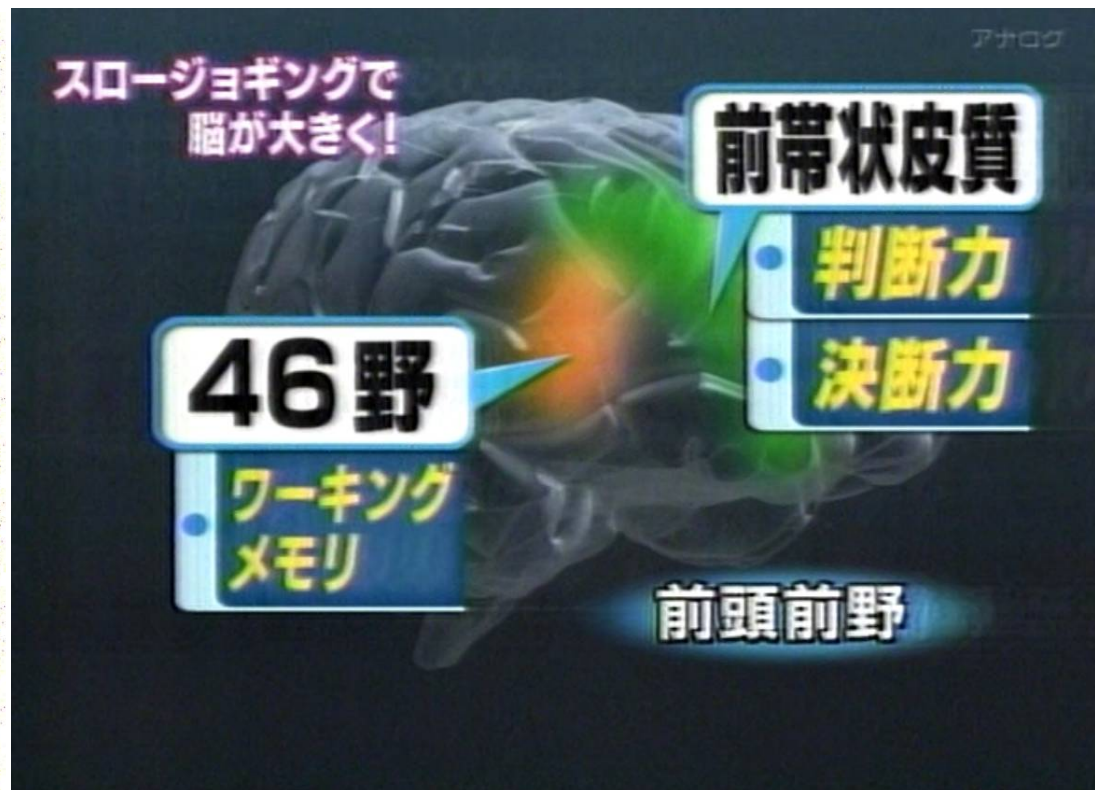
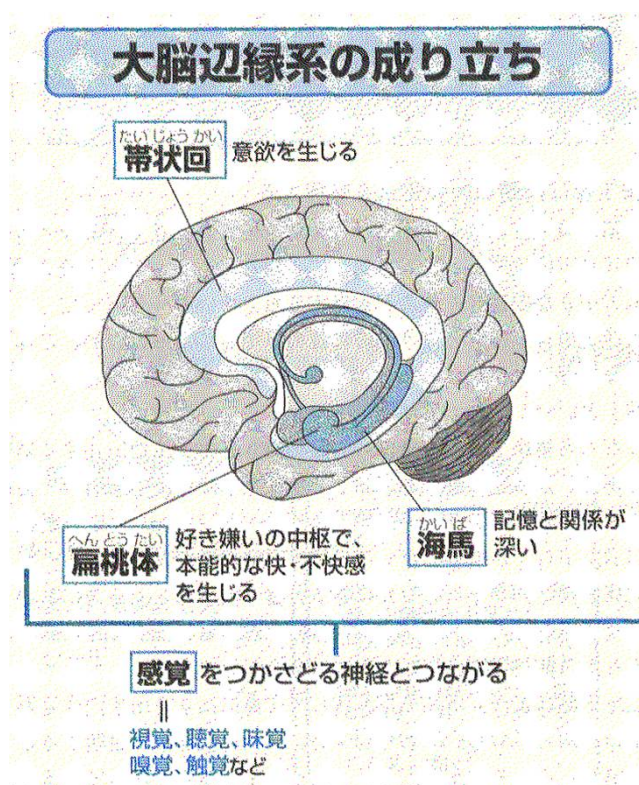
「悪い出来事」は記憶しない ⇒ “終活”にむけた脳の準備？

200万年食べ物を探し採集してきた 私たちの心とからだ（ホモサピエンスの智慧）

- 運動によって脳内と筋に増加する物質
 - 脳由来神経成長栄養因子（BDNF）
 - インシュリン様成長因子（IGF-1）
 - 線維芽細胞成長因子（FGF-2）
 - 血管内皮成長因子（VEGF）
 - 心房性ナトリウム利尿ペプチド（ANP）
- ⇒ コルチゾール（ストレスホルモン）の暴走を抑え
海馬の萎縮を抑制する？
- ガンマアミノ酪酸（GABA） ⇒ 基本的“抑制物質”
- ノルアドレナリン（交感神経活性化）
- セロトニン（脳の警察官）
- ドーパミン（依存症の原因ともなる）

有酸素運動で大きくなる脳

帯状回や扁桃体と関連の深い部位



ヒトは何故人間になれたのか (NHKスペシャル)

- 協力するヒト
分ち合う心
- 投げる人
飛び道具と投擲具
- 耕す人
農業革命
- 交換する人
コインの誕生

殺しあうところ：テストステロン

- パプア・ニューギニアでの現在も残る争いと殺し合い
戦いの踊り（シンシン）で分泌される“テストステロン”
- 子どものこの上もなく愛しく思う“オキシトシン”
利己的な自己に対する“拮抗システム”として存在する？
- 殺し合いの代償装置としての“お祭り”“遊び”“スポーツ”
- 公的懲罰システム（敵討ちの歯止め？）
- 「協力し分かち合う心」 「文化を交流し分かち合う戦略」

ネアンデルタール人のこころ

- 死者の丁寧な埋葬
 - 花を手向けた痕跡
 - 右腕の不自由な仲間を40歳（ほぼ寿命）まで支えていた形跡
 - 貝殻のペンダントや化粧の痕跡
 - 集団での生活と子育て
- 「分かち合い交流するこころ」はホミニンの本性？
- ホモサピエンスでは「集団のサイズ」の力が飛躍的発展を生む（言語の抽象性の発達が要因？）

身体運動の一義性

- 結果として大型化した脳
- 身体的適応と文化的適応の相互作用
 - 「**行動し知覚し変容する身体**」の歴史性？
- 脳機能を維持するための身体運動？
 - 身体的健康は「本来は」必要ではなかった？
 - ⇒ ミスマッチ病はディスエボリューション
 - サバンナでの狩猟採集活動は既に存在しない**

豊かな環境と貧しい環境

- 「経験が引き起こす脳の変化」
ローゼンバイクら、サイエンス (1972)
- 環境富化条件
- 強制的運動と自発的運動

- 人にとっての「環境富化条件」とは何か？
人類発生史からの検討？
狩猟採集での集団での協働の行動的智慧？
⇒ 狩猟採集と登山、野外活動は該当する？
「パレオダイエット」の科学的根拠は？

人は何故スポーツを行うのか？

- 「競争」と「闘い」は異なる？
競う対象は「生命」ではなく「勝敗」
生命を脅かさない“申合わせ”？
 - ⇒ 「非紳士的行為」や反則の規定？
 - ⇒ 「第三者（審判員）」による判定？
- 宗教的祭祀や儀式、お祭りや踊りでの競争？
- 儀式からの独立と身体運動の自己目的化？
- 近代スポーツの発生と五輪ムーブメント？

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る理想を深く自覚するるのであって、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」と決意した」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」など

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）