

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 25 日現在

機関番号：32607

研究種目：基盤研究（B）海外

研究期間：2009～2011

課題番号：21405014

研究課題名（和文） 現生人類頭蓋形態の地理的変異・多様性とその進化的背景

研究課題名（英文） Geographic structure of cranial variation and its evolutionary background of modern human populations

研究代表者

埴原 恒彦 (HANIHARA TSUNEHIKO)

北里大学・医学部・教授

研究者番号：00180919

研究成果の概要（和文）：

現生人類の起源、拡散過程と形態学的多様性の進化を明らかにする目的で、米国の博物館に保管されている人骨の頭蓋・歯冠形態の計測的、非計測的データと画像データを収集し、世界主要 10 集団約 1000 個体からなる完成度の高いデータベースを構築した。これらのデータをマルコフ連鎖モンテカルロ法および多変量正規分布のプロビット解析法にもとづき解析し、現生人類がアフリカから外の地域へ拡散する過程について詳細な推定を行った。

研究成果の概要（英文）：

In the last decade, a near consensus has emerged in supporting single African origin of modern humans in east Africa. However, the pattern of dispersal and global diversity, as well as colonization history of modern human populations are far from obvious and focus of heated debate. In this study, equilibrium models of isolation by distance were applied to metric and nonmetric dental datasets for 10 major geographic samples from around the world. Linear and nonlinear regression analysis showed that phenotypic similarity between populations decreases as the geographic distance increases, indicating that geographic distance is one of the significant and primary determinants of not only genetic but also phenotypic variation between human population groups. The difference of morphological diversity within and between regional populations confirms, moreover, the primary role of sub-Saharan Africa in the evolution of our species. The variation of East/Southeast Asians is relatively large, suggesting a complex population history such as possible earlier divergence and multiple migrations from outside sources. On the other hand, the pattern of dental variation and affinities among major geographic populations indicating extreme isolation and subsequent retaining of upper Palaeolithic features in Australians and to a lesser extent Melanesians. The present findings suggest that the global pattern of dental variation is more or less similar to that expected under a neutral model of genetic drift balanced by gene flow.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2010年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2011年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			
年度			
総計	4,900,000	1,470,000	6,370,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：自然人類学

キーワード：現生人類、解剖学的現代人、頭蓋形態、歯冠形態、アフリカ単一起源説、地理的変異、形態データベース

1. 研究開始当初の背景

現生人類の起源に関する研究は遺伝学的アプローチが圧倒的に多く、今日ではアフリカ単一起源はほぼ確定し、むしろ出アフリカ後の拡散ルートが研究の中心となっている。一方、形態学分野においては、現生人類の起源に関する研究は後期更新世化石を中心としながらも、地理的変異・多様性あるいは変異の地理的勾配など遺伝学研究との比較可能な研究結果が、ここ 10 年で提出されてきている。しかし、形態学と遺伝学の結果の不整合に関しては多くが未解決のままである。申請者は最近、ケンブリッジ大学との共同研究で形態学的データから現生人類の起源、拡散、多様性とその要因を分析し、遺伝学的学説が形態学の立場からもほぼ裏付けられることを *Nature* 誌に発表した (Manica et al. 2007)。この結果は、遺伝学的モデルを形態データに応用することにより、方法論的に同じ土俵で議論したところに意味がある。

2. 研究の目的

上記の背景を踏まえ、世界主要地域における現生人類集団の頭蓋形態に関して、世界標準となりうる world-wide データベースを作成するとともに、種々の遺伝学モデル (特に中立モデル) の形態データへの応用を試み、形態学的な多様性の地理的変異の分析から、現生人類の具体的な拡散ルートを推定する。

3. 研究の方法

① 頭蓋形態 (48 計測項目、24 非計測項目) と歯牙形態 (32 歯冠計測値、20 非計測的特徴) に関するデータと画像を同時に収集する。
② 対象：アメリカ合衆国ケンタッキー大学人類学博物館に保管されている 4~5,000 年前のパレオインディアン 300 個体。ニューヨーク市アメリカ自然史博物館に保管されている人骨のうちヨーロッパと北アフリカの 7 集団、約 670 個体。
③ R-matrix 法を中心とした model-bound アプローチを応用し、遺伝的浮動、ボトルネック効果、創始者効果、多重移住などを明らかにする。

4. 研究成果

(1) 完新世中期集団のかなりまとまったデータを得た。分析の結果、アフリカを出て東進を続けた現生人類は、東アジアまで到達した段階で二系統の集団に分化した可能性、あるいは東北アジア集団が東南アジアを起源とする一系統のみの集団ではない可能性を示した。(2) ユーラシア大陸西部のデータがほぼ出そろった。分析の結果、現生人類の出アフリカはバブ・エル・マンデブ海峡からアラビア半島南端を抜ける南ルートを通った可能性が示された。また、西アジアから西進した一部がヨーロッパへと広がった可能性が示された一方、北アフリカの人々は、一度アフリカを出た集団が、その後レバント地方に達し、さらにその一部が再びアフリカ大陸へ戻っていった可能性が示された。(3) こうして世界主要 10 集団約 1000 個体からなる完成度の高いデータベースを構築した。(4) データベースの情報を提供したオーストラリア原住民のゲノム解析との共同研究では、出アフリカ後、ヨーロッパやアジアへヒトが拡散する以前にオーストラリアへヒトが移住し、のちにアジアへ東進した集団と遺伝的交流をもって、現在のオーストラリア原住民が形成されたことを明らかにした (Rasmussen et al. *Science* 2011)。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 9 件)

- (1) Park J-H, Yamaguchi T, Watanabe C, Kawaguchi A, Haneji K, Takeda M, Kim Y-I, Tomoyasu Y, Watanabe M, Oota H, Hanihara T, Ishida H, Park S-B, Maki K, Kimura R, Effects of the Asian specific nonsynonymous EDAR variation on multiple dental traits: possible hitchhiking phenotypes *Journal of Human Genetics* 査読有 2012 Aug;57(8):508-514 DOI10.1038/jhg.2012.60
- (2) Rasmussen M, Gou X, Wang Y, Lohmüller KE, Rasmussen S, Albrechtsen A, Skotte L, Lindgreen S, Metspalu M,

Jombart T, Kivisild T, Zhai W, Eriksson A, Manica A, Ludovic O, Vega FDL, Tridico S, Metspulu E, Nielsen K, Avila-Arcos MC, Moreno-Mayer JV, Muller C, Dortch J, Gilbert TP, Lund O, Wesolowska A, Karmin M, Weinert LA, Wang B, Li J, Tai Shuaishuai, Xiao F, Hanihara T, Van Driem G, Jha AR, Ricaut F-X, Knijff PD, Migliano AB, Gallego-Romero I, Kristiansen K, Lambert DM, Brunak S, Forester P, Brinkmann B, Nehlich O, Bunce M, Richards M, Gupta R, Bustamante C, Krogh A, Foley RA, Lahr MM, Balloux F, Sicheritz-Ponten T, Vilems R, Jun W, Willerslev E, An Aboriginal Australian genome reveals separate human dispersals into Asia *Science* 査読有 2011 Oct 7;334(6052):94-98 DOI 10.1126/science.1211177

- (3) Nakashima A, Ishida H, Shigematsu M, Goto M, Hanihara T, Nonmetric cranial variation of Jomon Japan: implications for the evolution of eastern Asian diversity *American Journal of Human Biology* 査読有 2010 Nov-Dec;22(6):782-790 DOI 10.1002/ajhb.21083
- (4) Hanihara T, Metric and nonmetric dental variation and the population structure of Ainu *American Journal of Human Biology* 査読有 2010Mar-Apr; 22(2):163-171 DOI 10.1002/ajhb.20969
- (5) Betti L, Balloux F, Hanihara T, Manica A. The relative role of drift and selection in shaping the human skull. *American Journal of Physical Anthropology* 査読有 2010Jan;141: 76-82 DOI: 10.1002/ajpa.21115

[学会発表] (計 12 件)

- (1) 中島厚士、重松正仁、後藤昌昭、石田肇、埴原恒彦 縄文時代人の地域変異、多様性とその由来：非計測的頭蓋形質による検討 第 65 会日本人類学会大会 (沖縄) 2011 年 11 月 4-6 日
- (2) 重松正仁、鏑木正紀、檀上敦、山下佳雄、後藤昌昭、埴原恒彦 副オトガイの発現頻度と形態および組織学的分析 第 65 会日本人類学会大会 (沖縄) 2011 年 11 月 4-6 日
- (3) 久高将臣、深瀬均、木村亮介、埴原恒彦、松村博文、佐宗亜衣子、譜久嶺忠彦、石田肇 日本列島およびアジアにおけるヒト四肢骨の形態的特徴 第 65 会日本人類学会大会 (沖縄) 2011 年 11

月 4-6 日

- (4) 川口亮、渡辺千晶、PARK Jeong-Heuy、KIM Yong-II、友安洋子、渡辺みゆき、武田摩耶子、埴原恒彦、太田博樹、石田肇、PARK Soo-Byung、榎宏太郎、山口徹太郎、木村亮介 アジア人特異的 EDAR 1540C アリルは下顎第 2 大臼歯の Hypoconulid と関連する 第 65 会日本人類学会大会 (沖縄) 2011 年 11 月 4-6 日
- (5) Nunes TL, Neves WA, Hanihara T. Dental metric variation among Late Paleoindian of Lagoa Santa, Central Brazil 79th meeting of the American Association of Physical Anthropologists, Albuquerque, New Mexico, USA, April 14-17, 2010
- (6) Hanihara T, Ishida H. Geographic Structure of dental variation and the Peopling of East/Southeast Asia and Pacific. In: Symposium "Anthropological Perspectives on Tooth Morphology: Genetics, Evolution, Variation." 79th meeting of the American Association of Physical Anthropologists, Albuquerque, New Mexico, USA, April 14-17, 2010

[図書] (計 5 件)

- (1) Hanihara T. Geographic structure of dental variation in the major human populations of the world. In: Scott GR, Irsh J. (eds.), *Dental Anthropology, Anthropological Perspectives on Tooth Morphology: Genetics, Evolution, Variation* Cambridge, Cambridge University Press (in press) 612
- (2) Owsley DW, Jodry MA, Stafford TW II, Haynes CV II, Stanford DJ, Jantz RL, Warnica JM, Hanihara T, Dickenson J, Bergstresser L, Macintyre IG, Logan MA, and Montgomery JL Arch Lake Woman - Physical Anthropology and Geoarchaeology. College Station: Texas A&M University Press 2010, 93
- (3) Hanihara T. Gene flow, Genetic drift, and geographic variation of the Ainu: an assessment based on non-metric cranial traits. In: Rutgers DS. (ed.), *Phylogeography: Concepts, Intraspecific Patterns and Speciation Processes - Genetics-Research and Issues*. New York: Nova Science Publisher, Inc. pp81-102, 2010, 209
- (4) Hanihara T. Estimate of divergence times for modern human populations

based on craniometric variation.
In: Weiss KE. (ed.), Trends in Physical Anthropology - Focus on Civilizations and Cultures. New York: Nova Science Publisher, Inc. pp153-174, 2010, 211

- (5) Hanihara T. Geographic structure of craniometric variation and the estimates of possible dispersal routes of major human populations. In: Mahoney CL, Springer DA. (eds.) Genetic Diversity. New York: Nova Science Publisher, Inc. pp. 247-269, 2009, 303

[その他]

ホームページ等

http://www.med.kitasato-u.ac.jp/~anatomy-anthropology/hanihara_lab/index.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

埴原 恒彦 (HANIHARA TSUNEHICO)

北里大学・医学部・教授

研究者番号：00180919

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし