

**The 9th Conference**

**on**

# **Replacement of Neanderthals by Modern Humans: Testing Evolutionary Models of Learning**

May 10-11, 2014

Koshiba Hall, School of Science, The University of Tokyo

Grant-in-Aid for Scientific Research on Innovative Areas 2010-2014



Yoshihiro Nishiaki (ed.)

May 10, 2014

第9回研究大会

**ネアンデルタールと  
サピエンス交替劇の真相：  
学習能力の進化に基づく  
実証的研究**

2014年5月10日(土)－11日(日)

東京大学大学院理学系研究科・理学部小柴ホール

科学研究費補助金「新学術領域研究」2010－2014

西秋良宏(編)

2014.5.10

編集

西秋良宏  
東京大学 総合研究博物館  
113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1  
TEL: 03-5841-2483  
FAX: 03-5841-8451

発行

文部科学省・科学研究費補助金「新学術領域研究」2010-2014  
研究領域名 「ネアンデルタールとサピエンス交替劇の真相：  
学習能力の進化に基づく実証的研究」  
領域番号 1201

印刷

秋田活版印刷（株）  
011-0901 秋田市寺内字三千刈 110-1  
TEL: 018-888-3500

All communications pertaining to this Conference and Publication should be addressed to Koutaigeki Project  
Office below;

Tokyo Satellite Campus,  
Kochi University of Technology  
CIC Tokyo 302, 3-3-6 Shibaura, Minato-ku, Tokyo 108-0023, Japan  
TEL: 03-5440-9039  
URL: <http://www.cictokyo.jp/>  
Email: [akazawa.takeru@kochi-tech.ac.jp](mailto:akazawa.takeru@kochi-tech.ac.jp)

© Koutaigeki Project, 2014

領域ホームページ (Project Homepage)

URL: <http://www.koutaigeki.org/>

## 目次 / Contents

第9回研究大会プログラム / Conference Program .....	ii
口頭発表要旨 / Oral Session Abstracts	
特別講演	
Keynote Lecture .....	1
シンポジウム 1	
Symposium 1 .....	5
シンポジウム 2	
Symposium 2 .....	17
シンポジウム 3	
Symposium 3 .....	27
研究進捗報告要旨 / Research Reports	
研究項目 A01	
Research Team A01 .....	41
研究項目 A02	
Research Team A02 .....	47
研究項目 B01	
Research Team B01 .....	69
研究項目 B02	
Research Team B02 .....	75
研究項目 C01	
Research Team C01 .....	81
研究項目 C02	
Research Team C02 .....	87
ポスター発表要旨 / Poster Session	
Poster Abstracts .....	95

## 第9回研究大会プログラム CONFERENCE PROGRAM

---

第1日：2014年5月10日(土)

Saturday, May 10, 2014

- 13:00-13:10      **開会の辞 / Opening Remarks**  
赤澤 威(高知工科大学)  
Takeru Akazawa (Kochi University of Technology)
- 13:10-14:10      **特別講演 / Keynote Lecture**  
オーガナイザ：西秋良宏(東京大学)  
Organizer: Yoshihiro Nishiaki (The University of Tokyo)
- 13:10-14:10      縄文人の祖先がデニソバ人と交わった可能性をゲノム配列から探る  
齋藤成也(国立遺伝学研究所) (2)  
In search of genomic DNA sequences of Jomon people whose ancestors  
might have received Denisovan DNA  
Naruya Saitou (National Institute of Genetics/ Graduate University for  
Advanced Studies/ The University of Tokyo)
- 14:10-14:45      質疑応答/ Discussion
- 14:45-15:00      **休憩 / Coffee Break**
- 15:00-17:30      **シンポジウム1 / Symposium 1**  
  
ネアンデルタール人の脳形態復元と新人との脳機能差：現状と課題  
オーガナイザ：荻原直道(慶應義塾大学)、田邊宏樹(名古屋大学)  
Reconstruction of fossil brain morphology and difference in brain function  
between Neanderthals and early modern humans: current state and  
challenges  
Organizers: Naomichi Ogihara (Keio University), Hiroki Tanabe (Nagoya  
University)

- 15:00-15:40 協調運動の神経基盤  
荒牧 勇(中京大学) (8)  
Neural basis of fine motor coordination  
Yu Aramaki (Chukyo University)
- 15:40-16:20 自己意識情動の発達過程と神経基盤  
守田知代(大阪大学) (9)  
The development and neural substrates of self-conscious emotions  
Tomoyo Morita (Osaka University)
- 16:20-16:30 **休憩 / Coffee Break**
- 16:30-16:50 ネアンデルタール人頭蓋骨の工学的復元  
荻原直道(慶應義塾大学) (11)  
Computerized reconstruction of Neanderthal crania  
Naomichi Ogihara (Keio University)
- 16:50-17:10 計算論的解剖学による復元頭蓋骨を用いた脳形態復元  
河内山隆紀(脳情報通信総合研究所) (13)  
Reconstruction of the brain from skull fossil using computational anatomy  
Takanori Kochiyama (Brain Information Communication Research Laboratory  
Group, ART), Hiroki C. Tanabe, Naomichi Ogihara
- 17:10-17:30 旧人と新人の頭蓋形態差から考える脳機能差  
田邊宏樹(名古屋大学) (15)  
Difference of brain function between Neanderthals and Modern Humans  
based on the cranial morphometry  
Hiroki C. Tanabe (Nagoya University)
- 18:00-20:00 **懇親会 / Welcome Party**

第2日：2014年5月11日(日)

Sunday, May 11, 2014

10:00-12:30

**シンポジウム2 / Symposium 2**

ネアンデルタール人世界への新人進出—考古文化、年代、気候、植生、生態  
オーガナイザ：佐野勝宏(東京大学)

Dispersals of *Homo sapiens* into the Neanderthal world: archaeological  
cultures, radiometric dates, paleoclimate, paleovegetation, and ecology

Organizer: Katsuhiko Sano (The University of Tokyo)

10:00-10:30

ヨーロッパにおける交替劇プロセス

佐野勝宏(東京大学)

(20)

Replacement process of Neanderthals by modern humans in Europe

Katsuhiko Sano (The University of Tokyo)

10:30-11:00

ヨーロッパにおける新人拡散期の高精度年代

大森貴之(東京大学)

(22)

Accurate date estimation on the dispersals of modern humans in Europe

Takayuki Omori (The University of Tokyo)

11:00-11:30

ヨーロッパにおける新人拡散期の植生

大石龍太(国立極地研究所)、Wing-Le Chan, 阿部彩子

(24)

The spatial and temporal variation of vegetation distribution on the dispersals  
of modern humans in Europe

Ryouta O'ishi (National Institute of Polar Research), Wing-Le Chan, Ayako  
Abe-Ouchi

11:30-12:00

ヨーロッパにおける旧人と新人の生態ニッチモデル

近藤康久(総合地球環境学研究所)

(25)

Ecological models for the niche construction of the Neanderthals and  
anatomically modern humans in Europe

Yasuhisa Kondo (Research Institute for Humanity and Nature)

12:00-12:30

討論—新人拡散の背景と交替劇の真相

Discussion

12:30-13:30

**昼食 / Lunch Break**

13:00-14:00

ポスター発表 / Poster Session

- P1 RNMH-iii: 交替劇プロジェクトにおける研究情報統合事業(第2報)  
近藤康久(総合地球環境学研究所) (96)  
RNMH-iii: The Replacement of Neanderthals by Modern Humans initiative  
to integrate information (Part 2)  
Yasuhisa Kondo (Research Institute for Humanity and Nature)
- P2 エミラン文化の再検討：多様性とその「旧人・新人交替劇」への示唆  
門脇誠二(名古屋大学) (98)  
Re-examination of the Emiran culture: its variability and implications for the  
dispersals of *Homo sapiens*  
Seiji Kadowaki (Nagoya University)
- P3 後期旧石器時代における石器製作者の学習戦略  
：北海道の遺跡を事例として  
高倉 純(北海道大学) (100)  
Learning strategies of the Upper Paleolithic knappers: A case study from the  
Upper Paleolithic sites in Hokkaido, Northern Japan  
Jun Takakura (Hokkaido University)
- P4 槍先端部の質量による投擲された槍の運動の変化：2014年度の研究計画と  
予備的結果  
日暮泰男(大阪大学) (102)  
Effects of added mass to the tip of the spear on throwing distance and release  
velocity: annual research plan 2014-15 and preliminary results  
Yasuo Higurashi ( Osaka University)
- P5 リスクを伴うイノベーション行動の進化：共同体主導仮説  
木村亮介(琉球大学)・中橋 渉・田村光平 (104)  
The evolution of risk-taking innovative behaviors: cooperative society-  
initiated hypothesis  
Ryosuke Kimura(Graduate School of Medicine, University of the Ryukyus),  
Wataru Nakahashi, Kohei Tamura
- P6 遺伝的基盤と認知・行動を結びつける：自閉症の遺伝的基盤から  
山口今日子(琉球大学)・木村 亮介 (106)  
Connecting genetic data with cognition and behavior: from genetic basis of  
Autism  
Kyoko Yamaguchi (University of the Ryukyus), Ryosuke Kimura



- P7 記憶と累積的文化：個体群動態モデルと進化モデル  
中丸麻由子(東京工業大学) (108)  
Memory and cumulative culture: The population dynamics and the  
evolutionary dynamics  
Mayuko Nakamaru (Tokyo Institute of Technology)
- P8 シアル酸に関わる分子と学習能力の進化  
早川敏之(九州大学) (110)  
Molecules involved in sialic acid biology and the evolution of learning ability  
of population in the human lineage  
Toshiyuki Hayakawa (Kyushu University)
- P9 全球気候モデルを用いた、更新世後期の亜氷期と亜間氷期の気候のシミュ  
レーション  
陳 永利(東京大学)・阿部彩子・大石龍太・高橋邦生 (112)  
Using general circulation models to simulate stadial and interstadial climates  
of the Late Pleistocene  
Wing-Le Chan (The University of Tokyo) , Ayako Abe-Ouchi, Ryouta O'ishi  
and Kunio Takahashi
- P10 PaleoGIS(WebGIS)の研究対象のテーマと地域分布  
宋 苑瑞(東京大学)・近藤康久・小口 高 (114)  
Theme and study area distribution of the PaleoGeo database  
Wonsuh Song (The University of Tokyo) , Yasuhisa Kondo and Takashi  
Oguchi
- P11 ヒトを含む霊長類の脳と頭蓋の関係：最終年度の研究計画  
小林 靖(防衛医科大学校)・松井利康 (116)  
Relationship between the brain and the skull in primates including human:  
Research plan for the final year  
Yasushi Kobayashi (National Defense Medical College) , Toshiyasu Matsui
- P12 創造性の神経基盤：メタ解析による機能地図の描出  
三浦直樹(東北工業大学) (118)  
Depiction of functional brain map of creativity: meta-analysis for  
neuroimaging data  
Naoki Miura (Tohoku Institute of Technology)

- P13 ハノイの塔を用いた社会学習と個体学習差の検証実験  
星野孝総(高知工科大学)・三谷慶太・三浦直樹・田邊宏樹・長井謙治  
(120)  
Verification experiment of social learning and individual learning using Tower of Hanoi  
Yukinobu Hoshino (Kochi University of Technology) , Keita Mitani, Naoki Miura, Hiroki Tanabe, Kenji Nagai
- P14 飽きに対する対処戦略の神経基盤と創造性・学習能力との関連の解明  
杉浦元亮(東北大学) (「研究進捗要旨 研究項目C02内 P.90)  
Neural correlates of copying strategy for boredom and its relationship with creativity and learning ability  
Motoaki Sugimura (Tohoku University)
- P15 芸術による文化蓄積の実態：奈良町家芸術祭(HANARART)の調査から  
堀内史朗(山形大学) (「研究進捗要旨 研究項目B02内 P.74)  
The mechanisms of cultural accumulation via art: Social survey on HANARART  
Shiro Horiuchi (Yamagata University)
- P16 学習意欲・疲労の神経基盤と脳形態解析  
水野敬(理化学研究所) (「研究進捗要旨 研究項目C02内 P.92)  
Analyses for neural and structural bases of motivation to learn and fatigue  
Kei Mizuno (RIKEN)
- 14:00-17:30 **シンポジウム3 / Symposium 3**  
「交替劇」問題を解く鍵—新人拡散、社会・文化変化、多様性  
オーガナイザ：門脇誠二(名古屋大学)  
Keys to the issues of the replacement of Neanderthals by modern humans: Geographic expansion of *Homo sapiens*, social/cultural changes, and their diversity  
Organizer: Seiji Kadowaki (Nagoya University)
- 14:00-14:30 新人拡散期の石器伝統の変化：アフリカ、西アジア、ヨーロッパ  
門脇誠二(名古屋大学) (30)  
Cultural changes associated with the geographic expansion of *Homo sapiens*: a view from Africa, west Asia, and Europe  
Seiji Kadowaki (Nagoya University)

- 14:30-15:00 新人拡散期の石器伝統の変化：ユーラシア東部  
長沼正樹(北海道大学) (34)  
Changes in the Paleolithic industries during the geographic expansion of  
*Homo sapiens* in eastern Eurasia  
Masaki Naganuma (Hokkaido University)
- 15:00-15:30 新人拡散期の石器伝統の変化：日本列島  
仲田大人(青山学院大学) (36)  
Changes in social behavior in the geographic expansion of modern humans: a  
view from the Palaeolithic in the Japanese archipelago  
Hiroto Nakata (Aoyamagakuin University)
- 15:30-16:00 新大陸への新人拡散：「交替劇」への示唆  
高倉 純(北海道大学) (38)  
The peopling of the New World by modern humans: Implications for  
understanding cultural changes and human colonization  
Jun Takakura (Hokkaido University)
- 16:00-16:30 「交替劇」と文化変化の多様性の理論的考察  
小林 豊(高知工科大学) (39)  
The replacement of Neanderthals by modern humans and the diversity in  
cultural transition patterns: a theoretical perspective  
Yutaka Kobayashi (Kochi University of Technology)
- 16:30-16:45 **休憩 / Coffee Break**
- 16:45-17:30 討論— 「交替劇」の多様性から真相にせまる  
Discussion
- 17:30 **閉会 / Closing Remarks**

---

発表要旨  
**ABSTRACTS**

特別講演  
**Keynote Lecture**

---

特別講演

*Keynote Lecture*

## 縄文人の祖先がデニソワ人と交わった可能性をゲノム配列から探る

斎藤成也

国立遺伝学研究所 集団遺伝研究系

総合研究大学院大学 生命科学研究科遺伝学専攻 (兼任)

東京大学大学院 理学系研究科生物科学専攻 (委嘱)

日本列島は南北に4000 km以上にわたっており、アイヌ人、本土日本人、琉球人という3人類集団が居住している。これらの人々の起源はながいあいだ研究されてきた(総説としては斎藤成也 [2005]を参照)。頭骨データの解析にもとづく定説は埴原和郎(1991)の提唱した「二重構造モデル」である。このモデルによれば、日本列島への最初の移住者は東南アジアのどこかから後期旧石器時代にやってきて、縄文人の祖先となった。第二の移住の波は弥生時代であり、こんどは北東アジアから人々がやってきた。縄文時代以来の原住民と弥生時代以降の渡来民はゆっくりと混血していった。日本列島の最北端の主たる島である北海道に居住するアイヌ人と南西諸島の琉球人(沖縄人)が地理的に大きく離れているにもかかわらず、これらの人々のあいだの形態的類似性があることに対して、このモデルは整合性のある理由を与えている。両人類集団の類似性については、100年以上前にvon Baelz (1911)がアイヌ琉球同系説として提唱している。日本列島人類集団遺伝学コンソーシアム(2012)は、アイヌ集団と琉球集団についてゲノム全体にわたる単一塩基多型(SNP)を決定し、既存データと比較した。この論文はこれらゲノム全体にわたるデータについての最初の報告である。主要な結果は(1)二種類の解析から、1/3以上のアイヌ個体について、本土日本人との最近の混血が観察された、(2)アイヌ集団はもうひとつ別の集団との混血を経験したらしく、この二種類の混血の組み合わせはこの集団に特徴的である、(3)東ユーラシア人類集団の系統樹において、アイヌ人と琉球人は100%のブーツストラップ確率で強固にクラスターし、本土日本人がそれとさらにクラスターする。これらの結果は、日本列島人についての二重構造モデルを明確に指示するものである。ただし、縄文人と弥生人の起源についてはまだ未解決である。そこでわたしたちは縄文時代の人々の細胞核ゲノムの塩基配列を調べた(神澤秀明ら、未発表)。これら古代DNAこそ人類の歴史の直接の証拠だからだ。その結果、現代人でもっとも縄文人に遺伝的に近いのはアイヌ人であり、本土日本人も縄文人のDNAをしっかりと受け継いでいた。また縄文人の祖先集団がデニソワ人からの遺伝子流入があった可能性も、統計解析から示唆された。

### 引用文献

埴原和郎(1991): Hanihara Kazuro (1991) Dual structure model for the population history of the Japanese. *Japan Review* 2, 1-33.

日本列島人類集団遺伝学コンソーシアム(2012): Japanese Archipelago Human Population Genetics Consortium (2012) The history of human populations in the Japanese Archipelago inferred from genomewide SNP data with a special reference to the Ainu and the Ryukyuan populations. *Journal of Human Genetics* 57, 787-795.

斎藤成也(2005) DNAから見た日本人. ちくま新書.

Erwin von Baelz (1911) Die Riu-Kiu-Insulaner, die Aino und andere kaukasier-ähnliche Reste in Ostasien. *Korres. Blatt. Dtsch. Ges. Anthrop. Ethnol. Urgesch.* 42, 187-191. {ドイツ語}

## **In search of genomic DNA sequences of Jomon people whose ancestors might have received Denisovan DNA**

Naruya Saitou

Department of Population Genetics, National Institute of Genetics, Mishima, Japan

Department of Genetics, Graduate University for Advanced Studies (concurrent)

Department of Biological Sciences, University of Tokyo (concurrent)

Japanese Archipelago stretches over 4000 km from north to south, and is the homeland of three human populations; Ainu, Mainland Japanese and Ryukyuan. Origins of these people have been studied for long time (see Saitou 2005 for review). Standard theory based on craniofacial data is "dual structure model" proposed by Hanihara (1991). According to this model, first migrants to Japanese Archipelago came from somewhere in Southeast Asia in Upper Paleolithic age, who were ancestors of Jomon people. Second wave of migration took place later in Yayoi period, and people came in this time from Northeast Asia. Indigenous Jomon people and new migrants in and after Yayoi period gradually mixed with each other. This model provides reasonable explanation for morphological similarity between Ainu people of Hokkaido, northernmost main island of Japanese Archipelago, and Ryukyuan (or Okinawan) people in Southwest Archipelago, despite of large geographical distance. Similarity of these peoples was already noticed more than one hundred years ago by von Baelz (1911) as the Ainu-Ryukyuan common origin theory. Japanese Archipelago Human Population Genetics Consortium (2012) determined genome-wide single-nucleotide polymorphisms (SNPs) for Ainu and Ryukyuan, and compared these with existing data sets. This is first report of these genome-wide SNP data. Major findings were: (1) Recent admixture with the Mainland Japanese was observed for more than one third of Ainu individuals from two different analyses; (2) Ainu population seems to have experienced admixture with another population, and a combination of two types of admixtures is the unique characteristics of this population; (3) Ainu and Ryukyuan are tightly clustered with 100% bootstrap probability followed by Mainland Japanese in phylogenetic trees of East Eurasian populations. These results clearly support dual structure model on Japanese Archipelago populations, though origins of Jomon and Yayoi people still remain to be solved. We examined nuclear genome sequences of Jomon people (Kanzawa Hideaki et al., unpublished), because those ancient DNAs are direct evidences of human history. Ainu people were found to be genetically closest to Jomon people among present-day populations, and Mainland Japanese also inherited significant proportion of Jomon genomes. Furthermore, Denisovan gene flow to Jomon ancestors was suspected through statistical analyses.

### References

Hanihara Kazuro (1991) Dual structure model for the population history of the Japanese. *Japan Review* 2, 1-33.

Japanese Archipelago Human Population Genetics Consortium (2012) The history of human populations in the Japanese Archipelago inferred from genomewide SNP data with a special reference to the Ainu and the Ryukyuan populations. *Journal of Human Genetics* 57, 787-795.

Saitou Naruya (2005) DNA kara mita Nihonjin (Japanese viewed from DNA). Chikuma Shobo. {Written in Japanese}

Erwin von Baelz (1911) Die Riu-Kiu-Insulaner, die Aino und andere kaukasier-ahnliche Reste in Ostasien. *Korres. Blatt. Dtsch. Ges. Anthrop. Ethnol. Urgesch.* 42, 187-191. {Written in German}



シンポジウム 1

ネアンデルタール人の脳形態復元と新人との脳機能差：  
現状と課題

**SYMPOSIUM 1**

**Reconstruction of fossil brain morphology and difference in brain  
function between Neanderthals and early modern humans:  
current state and challenges**



## シンポジウム1

### ネアンデルタール人の脳形態復元と新人との脳機能差：現状と課題

オーガナイザ：荻原直道（慶應義塾大学）、田邊宏樹（名古屋大学）

#### 趣旨

交替劇プロジェクトC01/02班では、旧人・新人の学習能力差を、学習行動を司る神経基盤の形態差に基づいて比較解剖学的に検証することを目指している。そのためには、脳が収まっていた容器、すなわち化石頭蓋とその脳鋳型を精密に復元する手法を開発し、その中に収まっていたはずの脳（化石脳）の仮想復元を行う必要がある。また、現生人類の学習関連機能の神経基盤を機能的MRIにより詳細に検討し、その脳機能地図を作成し、復元した化石脳の学習機能領域について定量的比較解析を行うことが求められる。本シンポジウムでは、我々のグループで進めているネアンデルタール人の脳形態復元と新人との脳機能差研究の現状を紹介するとともに、その課題について議論したい。

#### 話題提供

荒牧勇（中京大学）

守田知代（大阪大学）

荻原直道（C01、慶應義塾大学）

河内山隆紀（C02、ATR 脳情報通信総合研究所、ATR-Promotions 脳活動イメージングセンタ）

田邊宏樹（C02、名古屋大学）

## **Symposium1**

### **Reconstruction of fossil brain morphology and difference in brain function between Neanderthals and early modern humans: current state and challenge.**

Organizer: Naomichi Ogihara (Keio University), Hiroki Tanabe (Nagoya University)

#### Objectives

The ultimate goal of our project C01/02 is to clarify possible differences in learning ability between Neanderthals (*Homo neanderthalensis*) and early modern humans (*H. sapiens*) in terms of brain anatomy. To achieve this goal, original antemortem appearance of fossil crania that enclosed the brains of Neanderthals and early modern humans must somehow be correctly restored, as soft tissues like the brain are generally not fossilized. Then brain morphology must be estimated in a biologically plausible manner from the reconstructed fossil cranial shape. In addition, we need to elucidate the function regarding the learning abilities using functional MRI, generate the functional maps, and compare the brain morphology between them statistically. The present symposium will discuss current state of computational approaches for the digital restoration of fossil crania and brain morphology, towards understanding differences in brain morphology and learning ability between Neanderthals and early modern humans.

#### Speakers

Yu Aramaki (Chukyo University)

Tomoyo Morita (Osaka University)

Naomichi Ogihara (C01, Keio University)

Takanori Kochiyama (C02, Brain Information Communication Research Laboratory Group, ATR, Brain activity imaging center, ATR-Promotions)

Hiroki C. Tanabe (C02, Nagoya University)

## 協調運動の神経基盤

荒牧 勇

中京大学 スポーツ科学部

ヒトの身体は左右交叉性支配の原則により、右半身は左半球の一次運動野に支配され、左半身は右半球の一次運動野に支配される。しかしながら左右半球間をつなぐ脳梁や、わずかに存在する同側性の皮質脊髄路などの解剖学的構造により、両手を同時に動かす時には左右の運動システムの相互干渉は避けられない。こうした左右運動システムの相互干渉は、左右の同名筋を同時に動かしたいときはコストが減少するために有利に働き、同名筋を別々に動かしたいときは干渉を克服するための負荷が必要となるため不利に働く。

本発表では、機能的磁気共鳴画像法を用いた脳機能イメージングの研究をいくつか紹介し、両手同時操作における左右運動システムの相互干渉が、左右の協調パターンにより脳にどのように表現されているかを議論する。

## Neural basis of fine motor coordination

Yu Aramaki

School of Health and Sport Sciences, Chukyo University

As most of the corticospinal fibers cross over to the contralateral side in the medulla, the right side of the body is controlled by the left primary motor cortex, while the left side of the body is controlled by the right primary motor cortex. However, because callosal connections between the two hemispheres and ipsilateral corticospinal pathways convey the same information to bilateral homologous muscles, interference can occur between the left and the right motor system when we use bilateral hand simultaneously. This interference could work as a cost-effective measure in symmetric movements and a resource-demanding measure in asymmetric movement.

In this talk, I will show several results of our neuroimaging study and discuss how the brain represents cost-effective and resource-demanding bimanual interaction.

## 自己意識情動の発達過程と神経基盤

守田知代  
大阪大学

私たちは他者との相互作用のなかで、共感、恥、プライドなどの高次な情動を経験する。個体発生および系統発生の過程をみると、これらの情動の出現には自己を他者とは異なる存在と認識し、その自己に気づく能力が必要であることから、自己意識情動とよばれる。中でもネガティブな自己意識情動のひとつである恥ずかしさ情動は、社会的に逸脱した行動を抑制し、適切な行動を導くなど、集団や社会における地位や所属を維持するうえ不可欠である。本研究では、恥ずかしさ情動の神経基盤について機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) を用いて明らかにすることを目的とした。被験者にリアルな情動を経験させるために、基準や理想となる心的表象から逸脱した被験者自身の顔写真を呈示した。その結果、自己顔写真によって惹起される恥ずかしさ情動の処理には、特に島皮質および帯状回皮質などの情動関連領域が関わる可能性が示された。次に、それらの自己顔写真を他者が一緒に観察するという社会的な状況を設定し、恥ずかしさ情動およびその脳内処理にどのような変容が起こるのかを調べた。このような社会的な状況をMRI内に構築するために、二者間でのリアルタイムのインタラクションを可能とする二個体同時計測MRIシステムを用い、二者の脳活動を同時に計測した。他者が観察している場合には、自己顔によって惹起される主観的な恥ずかしさ情動が増大し、それに伴い自己顔に対する右側島皮質前部の活動が増大することが明らかとなった。また、帯状回皮質と、他者の心的状態の推測に関わる内側前頭前野との機能的結合が増大していた。この結合変化は、他者からの見た自己に対する意識の高まりを反映している可能性が考えられる。さらに、対人関係やコミュニケーションの障害を持つ自閉症スペクトラム障害者 (ASD) を対象に同様の実験を行った。ASD群では、他者の観察に伴う恥ずかしさ情動の増大は見られず、またその変化量と右島皮質前部の活動変化量との間に相関関係が見られなかった。これは、多様な情報を統合し、主観的な経験を生成するという島皮質前部が果たすべき機能がASDでは障害されているというUddin & Menon らの仮説に合致するものである。

### 参考文献

- Uddin & Menon (2009) The anterior insula in autism: Under-connected and under-examined. *Neurosci Biobehav Rev.* 33, 1198-203.
- Morita et al. (2008) The role of the right prefrontal cortex in self-evaluation of the face: a functional magnetic resonance imaging study. *J Cogn Neurosci.* 20, 342-55.
- Morita et al. (in press) The anterior insular and anterior cingulate cortices in emotional processing for self-face recognition. *Soc Cogn Affect Neurosci.*

## **The development and neural substrates of self-conscious emotions**

Tomoyo Morita  
Osaka University

Individuals can experience higher-order emotions such as empathy, embarrassment, and pride in social interaction. In general, these emotions are called "self-conscious emotions" because the emergence of these emotions in the developmental and evolutionary process, requires self-awareness which is the ability to recognize oneself as an individual separate from others. Embarrassment, which is one negative type of such emotions is necessary to maintain the own position within a society, because it works as a warning signal for our socially inappropriate behaviors which deviate from social norms or rules. In the present study, we aim to investigate the neural substrates of embarrassment, which is one of self-conscious motions by using functional magnetic resonance imaging (fMRI). In order to make participants experience realistic embarrassment in the MRI scanner, we presented them a variety of their own facial pictures which were chosen from a video recording. Results show that the anterior insula (AI) cortex and the anterior cingulate cortex (ACC) are involved in the processing of embarrassment evoked by the self-face images. Next, we investigated how embarrassment and its neural processing are influenced by being observed by others while viewing self-face images. We conducted fMRI hyper-scanning of pairs of healthy participants using an interaction system that allowed individuals to be observed by a partner in real time. Being observed led to an increase of embarrassment reported when viewing self-face images, and a corresponding increase of neural activity of the right AI in response to the images. Being observed also increased the functional connectivity between the ACC and medial prefrontal region that is involved in representing others' minds. The increased connectivity might reflect an increased awareness of the self as perceived in the eyes or minds of others. In addition to these results from healthy adults, we conducted an experiment on individuals with autism spectrum disorders (ASD). The ASD group did not show a significant increase of embarrassment, and the individual change was not coupled with the change of self-related activity of the right AI. These findings suggest that in individuals with ASD, information about the social situation is not well integrated due to atypical functioning of the right AI.

### References

- Uddin & Menon (2009) The anterior insula in autism: Under-connected and under-examined. *Neurosci Biobehav Rev.* 33, 1198-203.
- Morita et al. (2008) The role of the right prefrontal cortex in self-evaluation of the face: a functional magnetic resonance imaging study. *J Cogn Neurosci.* 20, 342-55.
- Morita et al. (in press) The anterior insular and anterior cingulate cortices in emotional processing for self-face recognition. *Soc Cogn Affect Neurosci.*

## ネアンデル タール人頭蓋骨の工学的復元

荻原直道

慶應義塾大学 理工学部機械工学科

旧人・新人の学習能力差を、学習行動を司る神経基盤の形態差に基づいて比較解剖学的に検証するためには、脳が収まっていた容器、すなわち化石頭蓋とその脳鋳型を精密に復元する必要がある。そのため本研究では、ネアンデルタール頭蓋骨Amud 1号、Gibraltar 1号、La Chapelle-aux-Saints 1号の3つの化石頭蓋骨の工学的復元を試みた。

Amud1号は、CT画像から頭蓋破片の再分離を行い、各破片の3次元形状モデルを構築した。そして、各破片の表面形状をベジエ曲面でモデル化することで隣接する破片の表面形状を予測し、最適化計算に基づいて隣接破片を数理的に組み上げた。ただし、Amud 1号の頭蓋底や等外内腔は大きく欠損・破損している。そこで、これら部位の遺存状況の良いGibraltar 1号とLa Chapelle-aux-Saints 1号を、薄板スプライン関数を用いて変形させ補間した。Gibraltar 1号は、頭頂部に大きな欠損がある。このため上述の方法を用いてLa Chapelle-aux-Saints 1号を変形させ補間した。La Chapelle-aux-Saints 1号は基本的には遺存状態が良好ではあるが、頭蓋底の復元にGibraltar 1号を変形させた。これら再組み立て結果に対して、同じ手法を用いて現代日本人の頭蓋骨を変形させ、各化石頭蓋骨の復元を完成させた。

C02班と共同で、化石脳の形態を頭蓋骨から復元する数理的手法を確立した。具体的には、現代人の頭蓋骨形態から復元した化石頭蓋骨形態への空間変形関数を、3次元離散コサイン関数を基底関数とした非線形写像を用いて記述した。それを現代人脳形態に当てはめ同様の変換を行うことで、化石頭蓋骨に収まる脳形態を推定した。

## **Computerized reconstruction of Neanderthal crania**

Naomichi Ogihara

Department of Mechanical Engineering, Keio University

In order to examine the possible differences in learning ability between Neanderthals and early modern humans in terms of the brain anatomy, original antemortem appearance of fossil crania that enclose the brains must be correctly restored. In the present study, therefore, we performed the virtual reconstructions of three Neanderthal crania, Amud 1, Gibraltar 1, and Chapelle-aux-Saints 1

In the case of Amud 1, we mathematically reassembled the fragments based on smoothness of the joints among fragments. As a result, smooth yet globally consistent assembly of the fragments of Amud 1 cranium became possible. However, the cranial base and endocranial surface of Amud 1 are missing or damaged. We therefore warped the Gibraltar 1 and La Chapelle-Aux-Saints 1 onto the Amud 1 crania to estimate the missing basicranial and damaged endocranial regions. In the case of Gibraltar 1, the La Chapelle-Aux-Saints 1 was warped onto the Gibraltar 1 to compensate for the missing regions, and vice versa in the case of La Chapelle-Aux-Saints 1. Reference modern human cranium was then warped onto the new reconstruction by iterative thin-plate spline deformation to restore complete exso- and endocranial morphology.

We mathematically estimated brain morphology of the restored Neanderthal crania in collaboration with Group C02. We derived a non-linear spatial mapping function from a template modern human cranium to each of the fossil crania using a three-dimensional discrete cosine function. This function was used to deform the template human brain to estimate the fossil brain morphology. The proposed computational approach may serve as an effective tool to aid estimating brain morphology of the fossil crania.

## 計算論的解剖学による復元頭蓋骨を用いた脳形態復元

河内山隆紀<sup>1,2</sup>・田邊宏樹<sup>3</sup>・荻原直道<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 脳情報通信総合研究所

<sup>2</sup> 株式会社ATR-Promotions 脳活動イメージングセンタ

<sup>3</sup> 名古屋大学大学院 環境学研究科

<sup>4</sup> 慶應義塾大学 理工学部機械工学科

本研究グループは、旧人の化石脳の形態解析結果と現代人の脳機能地図とを統合し、その違いから旧人・新人の学習能力差を検討している。この目的を達成するために、我々は現代人脳機能地図を旧人の化石脳へ写像する手法の開発している。これまでのC01班とC02班の共同研究によって、復元化石脳頭蓋CT画像と現代人のMRI頭蓋推定画像をマッチングすることによって、現代人の脳から旧人の脳を外挿することに成功した。

しかしながら本手法では、脳形態の定量的な比較を行う際に頭蓋厚などの脳以外のパラメータが影響することがあった。そこで今年度は、本手法の精度と融通性を向上するためにエンドキャスト画像にも適用できるよう拡張する。C01班より提供される復元エンドキャスト画像をC02班が作成している現代人MRIデータベース (N>500) から得られる現代人の頭蓋内腔画像へ変形する。ここで推定された変形場を用いて、現代人のMRI画像から得られた脳実質を逆変換することで旧人の脳実質を得る。

また今年度は、旧人・新人で差の見られた脳領域を特定するために、定量的な比較を行う手法を開発したい。これまでの研究で、頭蓋画像に対するdeformation based morphometry (DBM) により、頭蓋形状の異なる部位を評価することに成功している。今年度は、頭蓋 (エンドキャスト) 形状マッチングによる外挿手法とAutomated Anatomical Labeling (AAL)を統合して、脳の領域分割化による定量的な局所脳体積の評価を試みたい。

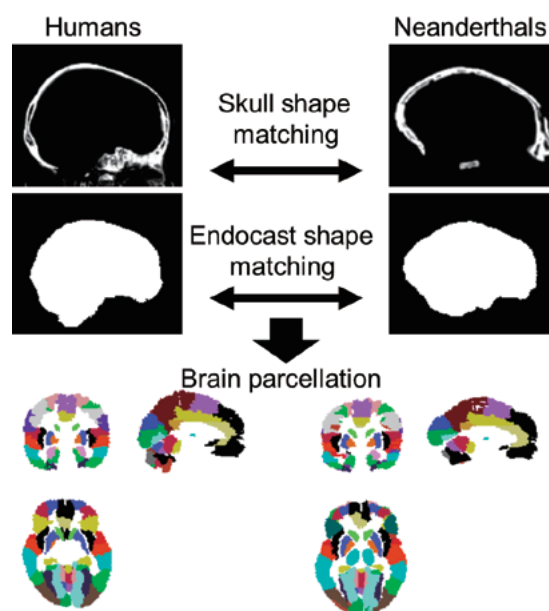


Figure 1 Brain parcellation for reconstructed fossil brain



## **Reconstruction of the brain from skull fossil using computational anatomy**

Takanori Kochiyama<sup>1,2</sup>, Hiroki C. Tanabe<sup>3</sup>, Naomichi Ogihara<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Department of Cognitive Neuroscience, Brain Information Communication Research Laboratory Group, Advanced Telecommunications Research Institute International (ATR)

<sup>2</sup> Brain activity imaging center, ATR-Promotions

<sup>3</sup> Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

<sup>4</sup> Department of Mechanical Engineering, Keio University

We investigate the presumed differences in learning abilities between Neandertals and modern humans by combining the evidence from the morphological analysis of fossil brains and the functional brain mapping of modern human's brain functions. To this end, we need to establish the method for extrapolating human brain function to Neanderthal's one with taking into account of the anatomical difference between them. Under the collaboration with C01 and C02 groups, we successfully created the virtual Neanderthal brain from the modern human brain using the method of the brain extrapolation through skull shape matching (tentatively-named as BETSSM) between Neanderthals and modern humans.

However, there were some problems in a quantitative comparison of brain shape between the modern humans and the Neanderthals: BETSSM can detect changes occur in brain morphometry between them but also has undesirable sensitivity to the differences in the skull thickness. In this year, to improve the accuracy and flexibility of BETSSM, we will update the method of the brain extrapolation through skull shape matching to the one through endocast shape matching (BETESM). The basic idea is as follows: First, the endocast shape reconstructed from CT images of a fossil brain is spatially deformed to the modern human endocast shape estimated by the sum of gray matter, white matter and cerebro-spinal fluid (CSF) segment images (using NIPS-MRI database; N>500) and then the residual artifact cleaning. Using resulting deformation field, the modern human cerebral cortex was inversely deformed to construct the virtual Neanderthal's cortex. We will also develop and validate new methods for quantitative comparison between the modern human cerebral cortex and the virtual Neanderthal's cortex. In our previous studies, we evaluated the location and direction of changes in the skull shape among different populations using deformation based morphometry (DBM) analyses. In this year, we will integrate the methods of BETSSM/BETESM and Automated Anatomical Labeling (AAL) and estimate the local brain volumes based on the brain parcellation to make quantitative predictions of morphological differences and similarities between the modern humans and the Neanderthals.

## 旧人と新人の頭蓋形態差から考える脳機能差

田邊宏樹

名古屋大学 大学院環境学研究科 心理学講座

C02班は、「交替劇の原因は旧人ネアンデルタールと新人ホモサピエンスの学習能力差にあった」とする領域研究全体の作業仮説を認知神経科学的手法と比較解剖学的手法を組み合わせることを目的に、C01班と共同でネアンデルタール人の脳形態復元と新人との比較が出来る解析プラットフォームの開発をおこなってきた。最近このプラットフォームがおおよそ完成し、旧人と新人の頭蓋形状の比較をin silicoで出来るようになった。Preliminaryな解析の結果、従来の予想とは異なり小脳の大きさに違いがある可能性が出てきた。小脳は長らく運動制御に重要な役割を持つとされていたが、近年では運動だけでなく多の認知的活動にも関わっていると考えられている。また運動や認知の「自動化」に関与する脳部位であると言われており、特にその外側面は前頭葉との解剖学的繋がりが強い。このシンポジウムでは小脳と前頭葉を中心に旧人と新人の脳機能差について議論する。

### **Difference of brain function between Neanderthals and Modern Humans based on the cranial morphometry**

Hiroki C. Tanabe

Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

C02 has examined the overall research hypothesis that the replacement of Neanderthals by *Homo sapiens* was promoted by the differences in their learning abilities, using neurocognitive and comparative anatomical approaches. We developed Integrative analytical system for elucidating the difference between them in silico. Our preliminary analysis demonstrated that the volume of the Neanderthal's cerebellum might be smaller than that of *Homo sapiens*. Cerebellum is thought to play an important role not only for action control but also for various cognitive processes in humans. In addition, the lateral part of the cerebellum has much anatomical connection to frontal lobe of the cerebrum. In this symposium, I'll discuss the functional differences focused on these two parts of the brain.



シンポジウム 2

ネアンデルタール人世界への新人進出  
— 考古文化、年代、気候、植生、生態

SYMPOSIUM 2

**Dispersals of *Homo sapiens* into the Neanderthal world:  
archaeological cultures, radiometric dates, paleoclimate,  
paleovegetation, and ecology**

## シンポジウム2

### ネアンデルタール人世界への新人進出—考古文化、年代、気候、植生、生態

オーガナイザー：佐野勝宏（東京大学）

#### 趣旨

旧人ネアンデルタールと新人ホモ・サピエンスの交替劇の真相に迫るため、本プロジェクトでは両者が最初に出会った頃の考古文化の相違を検討してきた。その結果、最初にユーラシア各地に拡散した新人の石器製作伝統は、ネアンデルタールを絶滅に追い込むほどの絶対的優位性を持った革新的文化とは考え難いことが明らかになってきた。それでは、なぜ新人は約50,000年前以降に急速に広大な地域に拡散し、またそれが可能であったのか。なぜ新人は世界各地でその生息領域を拡大することに成功した一方、ネアンデルタールは絶滅せざるを得なかったのか。

本シンポジウムでは、新人がヨーロッパに拡散してきた背景を明らかにするため、その一因と成り得る気候変動や植生の変化を、ヨーロッパにおいて交替劇が起こる前後の約50,000年前から38,000年前を対象として復元する。また、ネアンデルタールと新人の気候変動への適応戦略を比較検討するため、両者の生態文化ニッチに関して議論する。更に、新人が拡散し、ネアンデルタールが絶滅していく過程をより詳細に復元するため、終末期ムステリアン、移行期文化、後期旧石器時代初頭文化の年代幅の高精度復元をおこなう。そして、各考古文化の革新性、分布密度、拡散と気候・植生との関係について議論する。

#### 話題提供

佐野勝宏（A01、東京大学）

大森貴之（B02、東京大学）

大石龍太（B02、国立極地研究所、東京大学）

近藤康久（A01・B02、総合地球環境学研究所）

## Symposium2

### **Dispersals of *Homo sapiens* into the Neanderthal world: archaeological cultures, radiometric dates, paleoclimate, paleovegetation, and ecology**

#### Organizer

Katsuhiro Sano (The University of Tokyo)

#### Objectives

A comparative study on the archaeological cultures between Neanderthals and *Homo sapiens* when they first met in Europe revealed that the initial lithic industries equipped by *Homo sapiens* do not show significant innovation which would have given Neanderthals a way to their demise. On the other hand, it seems to be also true that the first modern human groups out of Africa rapidly spread over the Eurasian continent after c. 50,000 cal BP. Thus, it would be then important to discuss the questions: why the modern human groups rapidly expanded after c. 50,000 cal BP and why they were able to do it, and on the contrary, why Neanderthals have become extinct.

This symposium presents a paper on change of paleoclimate and paleovegetation between c. 50,000 cal BP and c. 38,000 cal BP coinciding with the replacement process in Europe, which would provide insights into the background of the dispersal events of *Homo sapiens*. We also compare the adaptation strategies to climate changes of Neanderthals with those of *Homo sapiens* based on an analysis of their eco-cultural niche models. In addition, the chronological spans of the final Mousterian, transitional, and initial Upper Palaeolithic industries are reanalysed in order to reconstruct the high-resolution processes of modern human dispersals into Europe as well as of the demise of Neanderthals. Furthermore, the innovativeness of the archaeological cultures, the site densities, and the relationship between the dispersal events and the paleoclimate and paleovegetation are also discussed.

#### Speakers

Katsuhiro Sano (A01, The University of Tokyo)

Takayuki Omori (B02, The University of Tokyo)

Ryouta O'ishi (B02, National Institute of Polar Research, The University of Tokyo)

Yasuhisa Kondo (A01/B02, Research Institute for Humanity and Nature)

## ヨーロッパにおける交替劇プロセス

佐野勝宏

東京大学 総合研究博物館

これまでおこなってきたNeander DBの解析により、ヨーロッパにおけるより詳細な交替劇プロセスが明らかとなってきた。最初にヨーロッパに入ってきたホモ・サピエンスの考古文化は、バチョキリアンとボフニチアンと呼ばれる移行期文化で、ルヴァロワ伝統を残している点で、旧人の石器製作伝統からの連続性を保持している。この頃のヨーロッパには、やはり移行期文化のセレッティアンの他、終末期ムステリアンの石器製作伝統の幾つかがおそらく存続していた。しかし、これらの終末期ムステリアンの石器製作伝統は、従来考えていたよりも早い段階で消滅した可能性が高く、最初にホモ・サピエンスがヨーロッパに拡散してきた時には、既にネアンデルタールの人口密度が低かった可能性がある。

ホモ・サピエンスがヨーロッパに拡散した後、ウルツィアン、シャテルペロニアン、イエジマノヴィシアンといった、移行期文化が続々と出現する。約42,000年前には、プロト・オーリナシアンと呼ばれる後期旧石器時代初頭文化が地中海沿岸を中心に一斉に出現する。そして、多様な骨角器や装飾品が製作される前期オーリナシアンが出現する頃までに、ネアンデルタールは絶滅へ追い込まれていったものと考えられる。発表では、再分析された終末期ムステリアンの終了年代、各移行期文化の年代幅、プロト・オーリナシアンや前期オーリナシアンの開始年代を基に、ヨーロッパにおける交替劇プロセスを再評価する。

## **Replacement process of Neanderthals by modern humans in Europe**

Katsuhiro Sano

The University Museum, The University of Tokyo

An analysis of the Neander DB provides new aspects of the replacement process of Neanderthals by *Homo sapiens*. The first modern human groups into Europe represented by the Bachokirian/Bohunician industries obtain Levallois concept showing continuity from the Neanderthal lithic traditions. The Szeletian would have occurred simultaneously with the first modern human dispersal and some final Mousterian industries still lasted in this period. However, the final Mousterian industries seem to have disappeared earlier than previously estimated and the Neanderthal population density may have already been low.

After the first dispersal of *Homo sapiens*, the new transitional industries, such as the Uluzzian, Chatelperronian, and Jerzmanowician, emerged in Europe, and successively, the Proto-Aurignacian rapidly expanded in the Mediterranean region at around 42,000 cal BP. Finally, Neanderthals would have become extinct when the early Aurignacian which innovated diverse osseous tools and ornaments appeared in Europe. The paper revisits the replacement process of Neanderthals by modern humans based on the results of the high-resolution chronology from the end of the final Mousterian, through the transitional industries, to the emergence of the Proto-Aurignacian and the early Aurignacian



## ヨーロッパにおける新人拡散期の高確度年代

大森貴之

東京大学 総合研究博物館

ヨーロッパにおける新人拡散期のタイミングについて詳細に議論するため、本発表では、これまで報告された年代値の精査やデータの信頼性評価と補正を行い、中期旧石器から後期旧石器への移行期文化に属するすべての石器製作伝統の出現および変遷過程に関する高確度年代の推定を試みる。年代値の再評価は、本プロジェクトにおいて筆者らがこれまで検討してきた、分析技術的側面からデータの信頼性を補正する評価法および決定木によるデータ精査法を用いる(米田ほか 2012; 大森・佐野 2013)。対象とする石器製作伝統は、ヨーロッパで中期旧石器からの連続性を保持する終末期ムステリアンやセレッティアンを始め、移行期文化初期のバチョキリアンやポフニチアン、最初の移行期文化が拡散した後に出現するウルツツィアン、シャテルペロニアンやイエジマノヴィシアン、および後期旧石器初頭に一齐に出現するプロト・オーリナシアンと前期オーリナシアンまでを扱う(佐野 本号)。本発表では、これら石器製作伝統の開始/終末年代と存続期間を高確度に推定し、これまで報告されたデータを最大限に利用して考えられる現代人拡散のシナリオを提示する。

### 引用文献

米田穰・大森貴之・マーク ディアブ(2012)「旧人・新人交替劇の年代学的研究と、現代人的行動の抽出」田邊宏樹編『科学研究費補助金(新学術領域研究)「ネアンデルタールとサピエンス交替劇の真相：学習能力の進化に基づく実証的研究」第4回研究大会』pp. 100-103.

大森貴之・佐野勝宏(2013)「ヨーロッパ後期旧石器インダストリーにおける理化学年代の再整理」青木健一編『科学研究費補助金(新学術領域研究)「ネアンデルタールとサピエンス交替劇の真相：学習能力の進化に基づく実証的研究」第7回研究大会』pp. 30-31.

## Accurate date estimation on the dispersals of modern humans in Europe

Takayuki Omori

The University Museum, The University of Tokyo

To discuss the dispersals of *Homo sapiens* in Europe, we evaluated reliability of reported radiocarbon data and corrected uncertainty of the dates, estimating the start/end boundaries and duration of transition lithic industries between the Middle and Late Paleolithic on Europe. The screening of reliability was carried out by correction function and decision tree developed in this project (Yoneda et al. 2012; Omori and Sano 2013). In this study, we dealt with 9 lithic industries: the final Mousterian and Szeletian shown continuity from the Neanderthal lithic traditions, the Bachokirian/Bohunician of the early transitional cultures, the Uluzzian, Chatelperronian, and Jerzmanowician appeared on Europe after the early transitional cultures, and the Proto-Aurignacian and early Aurignacian rapidly expanded in the Mediterranean region (Sano, this volume). This paper compiles the accurate time distribution of the industries and archaeological sites on Europe, and presents the scenario about the dispersal of *Homo sapiens* in Europe.

### References

- Yoneda, M., T. Omori, and M.C. Diab (2012) Chronological study on the replacement of Neanderthal by modern human and the extraction of modern human behavior. In: H. Tanabe (ed.) The 4th Conference on Replacement of Neanderthals by Modern Humans: Testing Evolutionary Models of Learning, pp. 100-103.
- Omori, T. and K. Sano (2013) Reconsidering radiometric chronology of the European Paleolithic industries. In: K. Aoki (ed.) The 7th Conference on Replacement of Neanderthals by Modern Humans: Testing Evolutionary Models of Learning, pp. 30-31.

## ヨーロッパにおける新人拡散期の植生

大石龍太<sup>1,2</sup>, Wing-Le Chan<sup>2</sup>, 阿部彩子<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> 国立極地研究所

<sup>2</sup> 東京大学 大気海洋研究所

<sup>3</sup> 海洋開発研究機構

新人拡散期における植生分布の時間空間的変動は、現生人類の移動を理解するために重要な要素である。地質学的証拠から得られる古環境指標は直接の手掛かりではあるものの、サンプル数が限られているため空間的分布を再現するのは困難である。その再現には、古環境指標だけでなく数値シミュレーション手法を併用するのが有効であると考えられる。B02班では大気海洋大循環モデルを用いてダンスガード・オシュガーサイクルに代表される亜氷期-亜間氷期の古気候再現実験を行っており、本研究ではこの実験結果と陸域生態系モデルを組み合わせることで、比較的高解像度で古植生分布を再現する手法を開発した。本研究の結果は大気側モデルの再現性によって大きく影響を受けるため、最終的な結果はいまだ検討を要するが、結果の応用可能性について議論する予定である。

## **The spatial and temporal variation of vegetation distribution on the dispersals of modern humans in Europe**

Ryouta O'ishi<sup>1,2</sup>, Wing-Le Chan<sup>2</sup>, Ayako Abe-Ouchi<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> National Institute of Polar Research

<sup>2</sup> Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

<sup>3</sup> Japan Agency of Marine-Earth Science and Technology

The spatial and temporal variation of vegetation distribution is an important factor in understanding the migration of modern humans during the Late Pleistocene. Geological evidence such as proxy data is spatially limited and it is difficult to reconstruct vegetation distribution. In order to do so, it is more effective to not only make use of the geological evidence but also to combine it with numerical simulations. Team B02 is trying to reproduce stadial-interstadial climate change, typically known as the Dansgaard-Oeschger events, by a GCM (General Circulation Model). In the present study, we developed a new method to reproduce past vegetation distribution by applying past climate information from the GCM to a DGVM (Dynamical Global Vegetation Model) with a practical resolution which is comparable to scales associated with the anthropological evidence. Since the result of the present study is strongly affected by the result of past climate reconstruction using the GCM, we still need improvements. However, we will discuss the application of model results to research on modern humans.

## ヨーロッパにおける旧人と新人の生態ニッチモデル

近藤康久

総合地球環境学研究所 研究高度化支援センター

生態文化ニッチモデリング (eco-cultural niche modelling) は、既知の考古遺跡の位置と気温・降水量・標高等の古環境情報に基づいて、未知領域における人類のニッチ (生態的) を空間的に推定する手法である (Kondo 2012; 近藤他 2013)。交替劇プロジェクトでは、A01班とB02班の共同研究により、考古学・年代学・気候学のいずれからみても科学的に信頼のおけるデータセットを用いて計算実験をおこなう体制が出来上がった。本発表では、共同研究の成果第二弾として、旧人・新人交替劇進行期のヨーロッパを対象に、石器製作伝統の再検討 (佐野 本号) と理化学年代値の再精査 (大森 本号) によって絞り込んだ遺跡グループのデータを用いて各石器製作伝統集団の生態文化ニッチを推定した結果を報告する。

### 引用文献

Kondo, Y., T. Omori and P. Verhagen (2012) Developing predictive models for palaeoanthropological research: a preliminary discussion. *Technical Report, Department of Computer Science, Tokyo Institute of Technology* TR12-0001. <http://www.cs.titech.ac.jp/~tr/reports/2012/TR12-0001.pdf>

近藤康久・佐野勝宏・門脇誠二・長沼正樹・大森貴之・米田 穰・西秋良宏 (2013) 「A01班とB02班の共同研究による『交替劇』進行期の生態文化ニッチモデリング寺嶋秀明編『科学研究費補助金 (新学術領域研究) 「ネアンデルタールとサピエンス交替劇の真相：学習能力の進化に基づく実証的研究」第8回研究大会』 pp. 122-124.

## **Ecological models for the niche construction of the Neanderthals and anatomically modern humans in Europe**

Yasuhisa Kondo

Center for Research Promotion, Research Institute for Humanity and Nature

Eco-cultural niche modelling (ECNM) is a computer-based method to extrapolate past human niche based on the location of known archaeological sites and palaeoenvironmental factors such as temperature, precipitation and elevation (Kondo et al. 2012, 2013). In the Replacement of Neanderthals by Modern Humans (RNMH) project, the collaboration between the research teams A01 (archaeology) and B02 (palaeoenvironment) facilitates the calculation experiments of ECNM. This paper presents the second preliminary results of ECNM in Europe, based on the dataset revised by the re-examination of lithic industries (Sano, this volume) and the refinement of radiometric dates (Omori, this volume).

### References

- Kondo, Y., T. Omori, and P. Verhagen (2012) Developing predictive models for palaeoanthropological research: a preliminary discussion. *Technical Report, Department of Computer Science, Tokyo Institute of Technology* TR12-0001. <http://www.cs.titech.ac.jp/~tr/reports/2012/TR12-0001.pdf>
- Kondo, Y., K. Sano, S. Kadowaki, M. Naganuma, T. Omori, M. Yoneda and Y. Nishiaki (2013) Eco-cultural niche modelling for the replacement of Neanderthals by modern humans based on a collaboration of the archaeology and palaeoenvironment teams. In: H. Terashima (ed.) *The 8th Conference on Replacement of Neanderthals by Modern Humans: Testing Evolutionary Models of Learning*, pp. 122-124.

シンポジウム 3

「交替劇」問題を解く鍵

— 新人拡散、社会・文化変化、多様性

SYMPOSIUM 3

**Keys to the issues of the replacement of Neanderthals  
by modern humans:**

**Geographic expansion of *Homo sapiens*,  
social/cultural changes, and their diversity**

### シンポジウム3

#### 「交替劇」問題を解く鍵 — 新人拡散、社会・文化変化、多様性

オーガナイザ：門脇誠二 (名古屋大学)

#### 趣旨

「旧人・新人交替劇」の要因が両者の行動差 (学習行動を含む) にあるのではないか、という仮説を検討するために、ホモ・サピエンスがアフリカで誕生してから旧人が絶滅した (あるいは吸収された) 直後まで、つまり約20～3万年前までの考古記録をアフリカ・ユーラシア・日本を主な対象として精査してきた。その結果として分かったのは、約5～4万年前頃に世界各地で生じた考古記録の大きな変化 (いわゆる「中部旧石器から上部旧石器文化への変化」) の要因を、旧人と新人に特有な行動の交替に帰することができない、ということである。例えば、ユーラシアの旧人と同時期にアフリカやレヴァントにいたホモ・サピエンスの石器技術は、ネアンデルタールと同様なルヴァロワ方式に基づいていた。また、ホモ・サピエンスが中期石器時代のあいだに既に地理範囲を広げていたはずのアフリカにおいても、中期石器時代から後期石器時代にかけて大きな文化変化が起こった。

したがって、いわゆる上部旧石器時代・後期石器時代への文化変化は、それ以前に進化した旧人と新人の行動の違いの必然的結果であるということは難しい。それよりも、新人の地理分布拡大に伴って生じた社会・文化の変化自体が、新人と旧人の命運を分けた要因の1つだったと考える方が理にかなう。つまり、「交替劇」が起こった時期の考古記録に読み取るべきは「交替劇」の受動的反映ではなく、「交替劇」をもたらした能動的要因 (特に社会環境) である。後者に「交替劇の真相」の一端があると考えられる。

この新たな視点に立って、約5～4万年前に世界各地で生じた社会・文化変化に焦点を当てて精査している。このシンポジウムでは、アフリカ・西アジア・ヨーロッパ・ユーラシア東部における約5～4万年前の文化変化を再検討する (門脇、長沼)。また、この時期の旧大陸における考古文化の担い手が新人か旧人かを区別することが難しいという問題に対しては、純粹に新人が新環境を開拓した時に見せた行動や文化変化が参考になる。その例として、日本列島と新大陸を参照する (仲田、高倉)。

これら世界各地で生じた社会・文化変化を比較する方法として、従来は共通性を求めることによって、新人拡散に伴う文化伝播や新人特有の行動の抽出が試みられてきた。しかし、それだけでは考古記録の説明として不十分であるため、今後は多様性の把握と説明も必要である。その体系的試みとして、旧人世界に新人が進出した際に生じた文化変化の多様性について理論的考察を行う (小林)。

討論では次の3つの論点を掲げる予定である。1) いわゆる上部 (後期) 旧石器時代への文化変化の共通点や多様性 (類型化や定量化はできるか?)、2) その文化変化における新人の地理分布拡大の役割について (異文化流入、人口増、交流度の変化など)。3) この社会・文化変化と旧人の絶滅 (吸収) の関係について。

#### 話題提供

門脇誠二 (A01、名古屋大学)

長沼正樹 (A01、北海道大学)

仲田大人 (A01、青山学院大学)

高倉 純 (A01、北海道大学)

小林 豊 (B01、高知工科大学)

### Symposium 3

#### **Keys to the issues of the replacement of Neanderthals by modern humans: Geographic expansion of *Homo sapiens*, social/cultural changes, and their diversity**

Organizer : Seiji Kadowaki (Nagoya University)

#### Objectives

As part of the RNMH project, the research team “A01” has examined archaeological records mainly from Africa, Eurasia, and Japan between ca. 200 and 30 ka, which cover the time range from the emergence of *Homo sapiens* in African to the demise (or assimilation) of archaic hominins in Eurasia. The interim results of this study indicate that we cannot equate large-scale changes in archaeological records around 50-40 ka, known as “the transition from the Middle to Upper Palaeolithic”, with the replacement of “archaic behaviors by modern ones” that correspond to hominin taxons. For example, lithic technology by *Homo sapiens* in African MSA and the Levantine Middle Palaeolithic is characterized by Levallois methods, showing similarity with that by contemporaneous archaic humans in Eurasia. In addition, cultural changes from African MSA to LSA cannot be regarded as a consequence of the replacement of hominin groups because *Homo sapiens* groups should have expanded their geographic range in Africa already during the MSA.

Given these records, it is difficult to explain the cultural changes to the Upper Palaeolithic or LSA as a direct consequence of behavioral patterns that differentially evolved among *Homo sapiens* and archaic hominin groups during the Middle Palaeolithic or MSA. Instead, it may be more reasonable to consider social/cultural changes, triggered by the geographic expansion of *Homo sapiens*, as one of the factors that contributed to the evolutionary consequences of archaic and modern humans. Therefore, what is represented by archaeological records at the time of *Homo sapiens*’ geographic expansion may not be the passive reflection of the replacement (or assimilation) processes but driving forces (particularly in the aspect of social environments) for these processes.

From this new perspective, we are currently focusing on the examination of social/cultural changes that occurred during ca. 50-40 ka in various parts of the world. In this symposium, we review relevant archaeological records in Africa, west Asia, Europe, and eastern Eurasia (by Kadowaki and Naganuma respectively). Because the archaeological records of these regions often entail difficulty in determining biological taxons of their makers (i.e., by *Homo sapiens* or archaic humans), we also examine records from Japan (by Nakata) and the New World (by Takakura) in order to gain insights into behaviors and cultural changes by *Homo sapiens* groups pioneering new environments.

The interpretation of these social/cultural changes in various regions has tended to seek similarity in order to identify cultural diffusions and behavioral markers associated with modern humans. However, increasing archaeological records indicate their diversity that needs to be systematically examined and explained. One of such attempts is addressed by a theoretical examination (by Kobayashi) on potential diversity of cultural changes that occurred in association with the replacement (or assimilation) of archaic humans by *Homo sapiens*.

In discussions, we plan to raise three issues: 1) similarity and diversity in cultural changes to the Upper Palaeolithic in various regions, 2) the relationship between such cultural changes and the geographic expansion by *Homo sapiens*, and 3) the relationship between the social/cultural changes and the demise (or assimilation) of archaic humans.

#### Speakers

Kadowaki Seiji (A01, Nagoya University)  
Masaki Naganuma (A01, Hokkaido University)  
Hiroto Nakata (A01, Aoyama Gakuin University)  
Jun Takakura (A01, Hokkaido University)  
Yutaka Kobayashi (B01, Kochi University of Technology)



## 新人拡散期の石器伝統の変化：アフリカ、西アジア、ヨーロッパ

門脇誠二

名古屋大学 博物館

新人の分布がアフリカからユーラシアの広範囲に拡大したと目される時期（約5～4万年前）の石器伝統の変化は多様であり、必ずしもアフリカから西アジアを通してヨーロッパへ「現代人的文化」が伝播するようなパターンを示さない。それは、下部旧石器時代においてハンドアックスの石器伝統がアフリカからユーラシア西部にかけて系譜をたどれる状況と異なる。生物学的な起源地であるはずのアフリカから文化的系譜をたどることができない現象自体が、ユーラシアへ拡散した新人の技術革新を示唆するのかもしれない。しかし、同時期のユーラシアに先住した旧人による技術革新と区別できるだけの化石証拠が乏しいため、新人の行動記録のみを抽出して分析を行うことが難しいのが現状である。

新人拡散期における多様な文化変化から当時の社会環境に関する示唆を得るために、当時のアフリカ・西アジア・ヨーロッパにおける石器伝統の類型化を試みた（表1）。この区分は、1) 石器伝統の地理範囲と2) 先行文化との連続性、という2側面に基づいている（この定性的分類を定量化していくのが今後の課題である）。

この類型案は中部・上部旧石器時代（中期・後期石器時代）の移行期における文化変化の一般的傾向を示唆する。まず局所的に生じた石器伝統の変化が文化の多様化を促した時期があり、その後で、類似した石器技術の広域分布が文化の一様化を促した時期が認められる。このパターンはアフリカのサハラ以南と、西アジア～ヨーロッパのそれぞれの地域で認められる。後者の時期には新人が既にユーラシアに地理範囲を広げていたと考えられており、その時の文化の広域分布は集団間の交流度の増加に起因したと解釈される。問題は、それに先行する時期における文化の地理的多様化である。この要因が新人拡散に起因するのか、それとも在地の旧人による文化変化なのかを知るための化石記録はまだ不十分である。現在のところ、先行する中部旧石器文化との連続性が低い石器伝統は新人拡散に起因し、高い場合は在地集団による技術変化という解釈がしばしば行われている。ただし、侵入集団と在地集団の技術が類似していた場合や、侵入集団が在地集団の技術を継承した場合、あるいはこの時期の在地集団に新人が既に含まれていた可能性について考慮が必要である。

このように、新人拡散と文化変化の対応関係は化石記録の不足のために不明な部分が多いが、少なくとも従来の想定のように、新人拡散に伴って一様な文化が最初から広域に分布するわけではなく、その当初は地理的に多様だった文化が次第に一様化していく過程が認められる。この文化変化プロセスに伴って旧人の消滅・吸収が進行したならば、文化の一様化を促進させた社会要因が同時に人類の生物学的特徴の一様化の要因だったとも考えられる。

表1: 中部旧石器から上部旧石器時代への移行期にみられる石器伝統の類型案

		局所的(多様化) ← 地理範囲 → 広域(一様化)		
先行文化との連続性	高い	アフリカ	○東部の後期MSA (ca. 70-50 ka) ○北東部のTaramsan~Dabban (ca. 60-40 ka)	○東部と南部のLSA (ca. 50-40 ka)
		西アジア	●Emiran~○Early Ahmarian (Ksar Akil Phase 2 facies)(ca. 50-40 ka)	○Early Ahmarian (Pointed Bladelet facies) (ca. 40 ka-)
		ヨーロッパ	△Châtelperronian (ca. 45-42 ka) ▲Szeletian (ca. 45 ka-)	○Protoaurignacian (ca. 42-40 ka) ○Early Aurignacian (ca. 40-38 ka)
	低い	西アジア		○Early Baradostian (ca. 40-37 ka)
		ヨーロッパ	●Bachokirian (ca. 45 ka-) ●Bohunician (ca. 48 ka-) ●Uluzzian (ca. 45-42 ka)	○イベリア半島南部のAurignacian (ca. 40 ka以後)

- : 化石出土例などからホモ・サピエンスの可能性が大きい。  
 ●: ホモ・サピエンスが担い手だったという主張がある(人骨例もあるが未確定)。  
 △: ホモ・サピエンス and/or ネアンデルタールが担い手だったという主張がある。  
 ▲: ネアンデルタールが担い手だったと想定されている。

## **Cultural changes associated with the geographic expansion of *Homo sapiens*: a view from Africa, west Asia, and Europe**

Seiji Kadowaki

University Museum, Nagoya University

Lithic industries at the time of *Homo sapiens*' expansion from Africa into Eurasia (ca. 50-40 ka) show diverse space-time distributions that do not simply indicate diffusions of "modern human cultures" from Africa, through west Asia, into Europe. This contrasts to geographically patterned variations in the handaxe technology in the Lower Palaeolithic according to the distance from its origin in Africa. The difficulty in identifying such a cultural phylogeny itself may indicate innovativeness of *Homo sapiens*. However, it is currently difficult to analyze this idea because the dearth of human fossils does not allow us to differentiate between behavioral records of dispersing *Homo sapiens* and those by indigenous archaic hominins in Eurasia.

Instead, I made tentative groupings of lithic industries in order to obtain insights into social environments at the time of *Homo sapiens*' geographic expansion into Eurasia. Table 1 classifies some of the lithic industries in Africa, west Asia, and Europe, according to two aspects: the geographic extent and the continuity from preceding lithic industries in the same area. Although this qualitative classification needs to be quantitatively verified in future, it suggests a general pattern in cultural changes at the transition from the Middle to Upper Palaeolithic (from MSA to LSA). The pattern starts with a phase of cultural diversity that involved various changes in lithic industries at relatively small geographic scales. This is followed by a later phase of cultural homogenization formed by wide regional distributions of similar lithic technology. This pattern is observable in sub-Saharan Africa and the areas from west Asia to Europe respectively.

The wide regional extent of similar lithic technology in the latter phase may have resulted from increased social interconnectedness as *Homo sapiens* groups most likely expanded their distribution widely in Eurasia by this period. It is more difficult to interpret how cultural diversity in the earlier phase is related to the dispersals of *Homo sapiens* due to the scarcity of human fossils. Despite this problem, the overall pattern in cultural changes suggests that the dispersals of *Homo sapiens* were not initially associated with widespread cultural diffusions but with cultural diversity, which was then followed by regional cultural homogenization. The supposed assimilation of archaic humans, including Neanderthals, occurred during this cultural process. This correlation between biological and cultural evolutions might suggest that the social environments that triggered cultural homogenization may also have been a contributing factor in biological homogenization of humans.

Table 1: Classification of lithic industries at the transition from the Middle to Upper Palaeolithic (from MSA to LSA)

Local (diversification) ← Geographic extent → Regional (homogenization)				
Continuity from preceding industries	High	Africa	○Late MSA in East Africa (ca. 70-50 ka) ○Taramsan-Dabban in Northeast Africa (ca. 60-40 ka)	○LSA in East and South Africa (ca. 50-40 ka)
		West Asia	●Emiran - ○Early Ahmarian (Ksar Akil Phase 2 facies) (ca. 50-40 ka)	○Early Ahmarian (Pointed Bladelet facies) (ca. 40 ka-)
		Europe	△Châtelperronian (ca. 45-42 ka) ▲Szeletian (ca. 45 ka-)	○Protoaurignacian (ca. 42-40 ka) ○Early Aurignacian (ca. 40-38 ka)
	Low	West Asia		○Early Baradostian (ca. 40-37 ka)
		Europe	●Bachokirian (ca. 45 ka-) ●Bohunician (ca. 48 ka-) ●Uluzzian (ca. 45-42 ka)	○Aurignacian in the Iberian Peninsula (after ca. 40 ka)

- : Most likely by *Homo sapiens* (some cases are based on fossil records)  
 ●: Possibly by *Homo sapiens* (some cases with fossil records to be verified)  
 △: Probably by Neanderthals (some cases are based on fossil records)  
 ▲: Supposed to be made by Neanderthals

## 新人拡散期の石器伝統の変化：ユーラシア東部

長沼正樹

北海道大学 アイヌ・先住民研究センター

約5～4万年前にアフリカから新人が拡散した時点で、ユーラシア大陸の大部分にはネアンデルタールとは異なる旧人が居住していた。外来者である新人集団と先住民である旧人との社会的な関係は、先住民がネアンデルタールであったユーラシア西部（ヨーロッパとその隣接地域）とは異なっていたと考えられる。実際にユーラシア西部とは特徴の異なる人工遺物が、各地で数多く確認されていることから、ユーラシアの各地に進出した新人が現した行動は、ユーラシア西部と同じではないと言える。

ユーラシア東部の中でも考古学的情報の多い、アルタイ山地（南シベリア）と中国における約5～4万年前の考古資料は、石器群が連続的に変化する（アルタイ）・あるいはほとんど変化しない（中国）ことを示している。その一方で、ユーラシア西部で通常、現代人的行動の指標と目されている装飾品や骨角はアルタイや中国でも発見されている。しかしデニソワ洞穴11層で旧人（デニソワ人）と伴う可能性や、新人化石を伴うけれども下部旧石器時代から継続する在地的な、モードIの石核-剥片石器群をとまなう周口店山頂洞など、特定の石器群や人類との対応関係を、再現性のあるパターンとして確定することはまだ困難である。

一部の研究者は、こうした石器群変化の連続性を根拠として、アフリカから拡散した新人とは別に、在地の旧人から新人へと進化したとする多地域進化説を再び提唱している。その一方で、考古学的に利用可能な人工遺物には大きな変化が生じていなくとも、実際には生物学的な「交替」は生じていた可能性もある。いずれの可能性も人類化石と人工遺物が共伴する事例の蓄積を経て、長期的に検証されることになる。

## **Changes in the Paleolithic industries during the geographic expansion of *Homo sapiens* in eastern Eurasia**

Masaki Naganuma

Center for Ainu & Indigenous Studies, Hokkaido University

During the geographic expansion of *Homo sapiens* into Eurasia around ca. 50-40ka BP, archaic hominins other than Neanderthals should have occupied large areas in Eurasia. This indicates that social relationships between *Homo sapiens* and eastern Eurasian archaic hominin groups may have differed from that in western Eurasia where Neanderthals constituted major indigenous population (particularly in Europe and its neighboring regions). In fact, various features of Palaeolithic industries in eastern Eurasia indicate behavioral diversity of *Homo sapiens* groups that expanded into various regions in Eurasia.

This presentation examines archaeological records from Altai (Southern Siberia) and China during ca. 50-40ka BP. The former records suggest gradational changes of the Paleolithic technology, while the latter almost no noticeable changes. On the other hand, personal ornaments and bone/antler tools that are considered as proxies of modern behaviors in western Eurasia have been found in Altai and China. However, it is still difficult to suggest a reliable pattern in the association between particular lithic complexes and hominin taxons. For example, in Denisova Cave layer 11, artifacts indicative of modern behaviors were found in association with archaic hominin, i.e., Denisovian. In addition, at Zhoukoudian Upper Cave, *Homo sapiens* fossils and ornaments were recovered in association with traditional, local core-flake (mode I) lithic technology.

On the basis of such lithic technological continuity in eastern Eurasia, some researchers have recently reappraised the multi-regional model for the origin of *Homo sapiens*. At the same time, there is a possibility that local human populations were replaced by newcomers without leaving significant changes in archaeological records. In the future, both scenarios need be verified by additional recoveries of human fossils in association with artifacts.

## 新人拡散期における石器伝統の変化：日本列島

仲田大人

青山学院大学 文学部

旧人ネアンデルタールと新人サピエンスの「交替劇」の要因として、これまで考古学的証拠をもとに環境適応行動や生業活動の違いなど、両者には行動学的な差があるという意見が提案されてきた。そしてこうした行動差は脳神経構造の突然変異にもとづくものだといった仮説も知られるところである。しかし実際のところ、「交替劇」が起きたタイミングに旧人と新人で目立った行動差が生じていたわけではない。顕著な差のように捉えられる新人サピエンスの行動は「交替劇」後、すなわち新人のみが生き残ってから発達した産物とみるのが正しい。いわゆる現代人的行動として指標化されている証拠の数々も、新人の地理的な拡散期に入ってから取り揃えられていくようである。このように考えるなら、学習も含めた新人の行動全般を進化させた要因として、新人が形成した社会的環境に注目してみるのが重要になるだろう（本シンポジウムの門脇趣旨）。

では、新人はどのような社会的環境を形成していったのだろうか。これを日本の例で考えてみる。ただし、社会や文化を丸ごと捉えることは考古学ではむずかしく、社会を捉えるのに必要な要素をあげて考えてみる。今回は、石器石材の動きとそれに関連する居住形態の変化をとりあげる。これら二点はデータや先行研究の蓄積があり、日本列島にわたってきた新人の社会形成のプロセスについて示唆を与えてくれる。

日本列島の場合、社会ないしそのネットワークはかなり動的である。石器石材の利用傾向をみると、旧石器時代全般を通じてさまざまな産地の石材を石器の材料にしている。産地から居住地までの距離や運搬の仕方、どういう場所で石器を作るか、などで石材利用行動は多様になり、それが居住形態の変化にもつながった。日本列島の事例で見えてくるのは「交替劇」後の社会動態にほかならないが、新人の社会形成のパターンを具体的に例示できる。こうした日本列島のあり方がユーラシア西部の「交替劇」前後の社会と比較してどのような特徴をもつものか指摘したい。



## **Changes in social behavior in the geographic expansion of modern humans: a view from the Palaeolithic in the Japanese archipelago**

Hiroto Nakata

College of Literature, Aoyama Gakuin University

In the examination of the replacement of Neanderthals by modern humans, some archaeologists and anthropologists have proposed an idea that Neanderthals differed significantly from modern humans in behavioral patterns, including adaptive strategies and subsistence activities. This idea has also put forth a hypothesis that relates such behavioral differences to genetic and neurological mutations. However, it is currently difficult to point out distinct behavioral differences between Neanderthals and modern humans at the supposed timing of their replacement (i.e., 50-40 ka). A significant accumulation of the behavioral elements that are often regarded as markers of modern humans occurred after their extensive geographic expansion in the Old World. This archaeological observation indicates importance in examining social environments formed by modern humans in association with their dispersals (see the Kadowaki's explanation of the purpose of this session).

What are the characteristics of social environments formed by modern humans at the time of their geographic expansion? In this presentation, I will discuss this problem drawing on the Palaeolithic records from the Japanese archipelago. Because it is difficult to deal with past societies and cultures directly in archaeological data, I focus on two components indicative of social behaviors, i.e. raw material acquisition and settlement patterns, which can be illustrated by a large volume of data in the case of the Japanese Palaeolithic. These two aspects should provide us with insights into the social dynamism in the Japanese Palaeolithic. Particularly, the study of lithic raw material is useful in understanding social networks organized by the Palaeolithic inhabitants.

The interim results of this study suggest that Palaeolithic social networks in Japan, indicated by lithic raw material distributions, followed complex dynamism including both expansions and contractions. The Palaeolithic inhabitants exploited various raw material sources throughout the Upper Palaeolithic period. Behaviors in the use of lithic raw materials varied greatly according to the distance from sources to occupation sites, the way of transporting raw materials, and the locations where raw materials are consumed to make stone tools. In addition, such behaviors are further related to the dynamism of settlement patterns. Although the case in the Japanese Palaeolithic may not be directly related to the replacement of archaic hominins by modern humans, it can provide a case of social formation achieved by modern humans in the establishment of their occupation in new geographic areas. This aspect will be briefly compared with the cases in western Eurasia.



## 新大陸への新人拡散：「交替劇」への示唆

高倉 純

北海道大学大学院 文学研究科

新大陸へ拡散した人類の起源を探るために、ロシアのカムチャツカとアメリカ合衆国のアラスカでは、最古の考古資料の検出に多くの注目が払われてきている。言うまでもなく、後期更新世における新人の新大陸への拡散は、先住する人類との相互関係無しに起こったものと考えられる。新大陸における最古の考古資料を新人が残したことについて議論が生じる余地はない。新大陸への拡散にかかわる研究は、新人の広域拡散の過程と文化変化との関係の理解に対して興味深い示唆を与えるものであろう。本発表では、新人の新大陸への拡散にかかわる最古の考古学的記録に関する、ベーリングシアでの研究の現状を整理することを目的とする。新大陸への新人拡散の究明を目的とする研究では、当該地域に展開していた細石刃石器群、非細石刃石器群の地域的変異の把握が重要な意義をもっている。

## **The peopling of the New World by modern humans: Implications for understanding cultural changes and human colonization**

Jun Takakura

Graduated School of Letters, Hokkaido University

In order to look for the origins of the first Americans, much attention has been focused on the search for the earliest archaeological records in Kamchatka (Russia) and Alaska (USA). Needless to say, the Late Pleistocene peopling of the New World by modern humans was executed without the mutual relationship with the pre-occupied archaic humans. Undoubtedly, the colonizing modern humans formed the earliest archaeological complexes in the New World. These findings may have significant implications for our understanding of the relationship between cultural changes and process of human colonization. The main aim of this review is to summarize the knowledge of the chronology and inter-regional variability of the earliest archaeological complexes in Beringia during the Late Pleistocene, with relation to the peopling of the New World. To address this issue, it is important to focus on the inter-regional variability of microblade and non-microblade assemblages in Beringia.

## 「交替劇」と文化変化の多様性の理論的考察

小林 豊

高知工科大学

中部～上部旧石器時代の移行期は、石器製作伝統の急激な変化が起こった時代であるとともに、各地域で旧人と新人が交替を起こした時代でもある。この時期の考古学的記録の詳細な分析により、交替前後における石器製作伝統の変化パターンには地域的な多様性があることが分かってきた。交替前後の高い文化的類似性は、侵入種が在来種の文化を継承した可能性を強く示唆する。しかしながら、在来種の文化的特徴が侵入種に広がる確率には、侵入種が広がる速度、侵入種の異文化選好性、異文化の適応的利点、地域的な自然選択圧、文化のイノベーション率など、さまざまな要因が影響し得ると考えられる。本研究では、集団遺伝学的な数理モデルを活用し、これらの各要因が種交替前後での文化的な類似性に与える影響を理論的に探っていく。モデルの結果を用いて、考古学的記録に見られる文化変化のパターンの地域的多様性をどのように解釈するべきか論じる。

## **The replacement of Neanderthals by modern humans and the diversity in cultural transition patterns: a theoretical perspective**

Yutaka Kobayashi

Kochi University of Technology

It is acknowledged that the Middle to Upper Paleolithic transition was concomitant with the spread of modern humans into Eurasia. Interestingly, the transition pattern of lithic industries in this age is spatially heterogeneous, showing varying degrees of continuity between before and after the transition depending on localities. A compelling interpretation of the continuity is that the culture of the preceding species was copied and assimilated by the invading species during local species replacement. However, the probability that a cultural trait of the resident species spreads over the invading species depends in a highly complex manner on factors like the invasion speed, preference of the invading species for the heterospecific culture, the selective advantage of the trait, cultural innovation rate, among others. In this study, I construct some simple mathematical models to see how various parameters affect the probability that inter-specific cultural transmission occurs. Using the results of the analysis, I argue how we should interpret the spatial diversity in the degrees of cultural continuity between before and after the replacement.



研究項目 A01

考古資料に基づく旧人・新人の学習行動の実証的研究

**RESEARCH TEAM A01**

**Archaeological Research of the Learning Behaviors of the  
Neanderthals and Early Modern Humans**

## 旧人と新人の文化的交替とインタラクション

西秋良宏

東京大学 総合研究博物館

これまで考古学班 (A01) は学習の産物である過去の文化伝統、学習の場であった個々の遺跡にみられる学習行動の証拠、そして、過去の学習行動復元に資する現代人の行動、の三つを切り口として旧人・新人の学習行動にアプローチしてきた。そして、その成果をもとに、両集団の学習行動の違い、それが交替劇に果たした役割について考察してきた。最終年度はそうした多面的アプローチの成果を総合し、旧人新人交替劇の真相にせまる知見提出をめざす。特に重点を置くのは、過去の文化伝統に関わる分析である。

これまでの研究をとおして分析の焦点は次の三つに絞られた。(1)石器文化伝統の出現年代、地域を詳細に検討し、旧人伝統と新人伝統の置換プロセスを明らかにすること。すなわち、まず交替劇の舞台を考古学的に定める。(2)交替が起こった時期に両者の石器文化伝統に何が起こったのかを明らかにする。その研究は、交替劇が全くの集団交替の結果であったのか、それとも、社会学習がはたらいた末の吸収、同化プロセスであったのかを明らかにすることにつながる。(3)これらのデータをもとに両集団の学習行動の違い、その交替劇への影響を論じる。

こうした研究計画は旧人、新人の学習能力差を論じるには、同時期、同環境における両集団の行動比較が肝要との考えに基づく。

## **Cultural processes in the Neanderthals-AMH replacement period**

Yoshihiro Nishiaki

The University Museum, The University of Tokyo

Research project A01 approached the learning behavior of Neanderthals and anatomically modern humans (AMH) from three angles: (1) that of a prehistoric cultural tradition, the product of learning, (2) evidence found in individual sites, the places of learning, and (3) ethno- and experimental archaeology that contributed to modeling of prehistoric learning behaviors. Based on the results of these investigations, the research team has examined differences in the learning behaviors of Neanderthals and AMH, and the potential role these differences might have played in the replacement of Neanderthals by AMH. In the final year of this project, the team aims to synthesize the results of this multi-faceted approach, and present new findings that will reveal further evidence concerning the replacement of Neanderthals by AMH. Particular emphasis will be placed on the analysis of prehistoric cultural traditions.

Against this background, we have organized the focus of our further work into three categories. The first involves a detailed investigation of the periods and regions in which the replacement or contacts of the cultural traditions of Neanderthals and AMH took place. In other words, we will start by defining the stage on which the replacement occurred. The second focus involves clarifying what happened to the cultural traditions of Neanderthal and AMH during the replacement period. This research will help to explain whether the replacement in a given region was entirely the result of group replacement, or the result of an absorption and assimilation process following the social learning of the time. Finally, using the information gathered, our attention will turn to discussing the different learning behaviors of the Neanderthals and AMH, and how these differences influenced the former's dramatic replacement.

This research plan is premised on the view that a discussion of the different learning patterns of Neanderthals and AMH requires a behavioral comparison of the two groups, conducted during the same period, and under the same environmental conditions.

## シベリアにおける後期旧石器初頭の石器群の多様性の検討

加藤 博文

北海道大学 アイヌ・先住民研究センター

ユーラシア中央部から東部にかけてのホモ・サピエンスの拡散とネアンデルタールを含む旧人集団の交替・同化に関する様相は、化石人骨が不足することもあり、その様相は明らかではない。一方で化石人骨の確認が続いている山地アルタイ地域の様相は、ちょうど交替劇の時期に複数の人類集団の存在を示唆する状況が示されており、今後もその動向に注目する必要がある。

その一方で明らかに後期旧石器初頭の石器群については、中期旧石器段階に比べて遺跡数が増加し、石器群の地域的多様性が生じている。シベリアで遺跡数が増加するタイミングは、約3万年前以降であり、地理的環境を考慮すると北方圏での人類活動の活発化、すなわち寒冷環境への適応を反映しているとみなすことができる。中期旧石器段階の人類活動は、山地アルタイやバイカル湖周辺地域など特定地域に集中しているが、後期旧石器初頭段階になると、それ以外の地域にも広がりを見せる。中でも注目されるのは、中部シベリアのエニセイ川流域である。この地域は、後期旧石器段階に遺跡が集中する地域の一つであり、後期旧石器初頭の石器群に多様性を認められる。

中部シベリア、エニセイ川中流域の石器群にみられる多様性とは次の諸点である。山地アルタイ地域の後期旧石器初頭の石器群との共通性、(2) 両面加工尖頭器石器群、(3) 細石刃剥離技術、(4) 石刃剥離技術。これらは後続するシベリアの後期旧石器段階の石器群にそれぞれ深く関係する技術的要素である。これらの各技術的要素がどのような年代的なタイミングで出現し、またどのような環境条件や集団の行動様式と関係するのかを検討していることが重要な課題となる。これらの石器群の比較資料としては、資料的蓄積が比較的に進んでいる東シベリアのバイカルシベリア地域の資料があげられる。また近年注目されている北緯71度の北極圏の石器群との対比も課題である。

石器群の多様性は、人類集団の環境適応行動の多様性や自在性を反映したものとして理解できる。このような技術的多様性を生み出した背景、多様な技術を駆使する運用能力についての考察も総合的に行う必要がある。

## **On the technological diversity of Early Upper Paleolithic complexes in Central Siberia.**

Hirofumi Kato

Center for Ainu & Indigenous Studies, Hokkaido University

There are still unclear the of dispersal of *Homo sapiens* and the replacement of Archaic home, including Neanderthals by Modern humans in the Central and Eastern Eurasia, due to shortage of founded human fossil. However, anthropological finds from the mountain Altai, suggest the situation that there were plural human groups co-existed at the same time of the period of replacement period. We should keep eyes on this area's trend.

On the other hand, regarding Upper Paleolithic complexes, the number of its sites has been increased and shows its regional diversity compare to Middle Paleolithic complexes. It is after 30,000 years ago that the number of sites increased in Siberia. Consider its geographical environment, this timing reflects the activation of mankind in northern area, that is, human's adaptation to cold district. In the Middle Paleolithic stage, human activities are restricted to the certain area such as the Mountain Altai and surroundings of Lake Baikal, but when it becomes to Upper Paleolithic stage, human activities recognized in other areas, especially, Yenisei River basin in Central Siberia. This is one of the site complexes of Upper Paleolithic stage and shows the technological diversity.

The technological diversity of Paleolithic complexes in middle Yenisei River basin in Central Siberia, could be characterized in next points. (1) commonality with early Upper Paleolithic complexes from the mountain Altai (2) development of bifacial projectile point tools, (3) emergence of micro blade reduction technology (4) development of blade reduction technology. These technological factors are deeply related with following Upper Paleolithic complexes in Siberia. Thus, important issue regarding these technological factors would be to examine which timing these technological factors appeared, and what environmental conditions and human life style relates.

As compared material for these lithic complexes from Yenisei river basin, we can represent ones from Baikal Siberian regions in Eastern Siberia where is well investigated. Also it is very important to compare with lithic complex in the Arctic Circle at N 71°.

The technological diversity of lithic complex could be understood as it reflects the diversity and flexibilities of human adaptations. As the next step, we should consider general aspects of the background of these technological diversity and its operational capability.





---

研究進捗要旨  
ABSTRACTS

研究項目 A02  
RESEARCH TEAM A02

---

研究項目 A02

狩猟採集民の調査に基づくヒトの学習行動の特性の実証的研究

**RESEARCH TEAM A02**

**A Study of Human Learning Behavior Based on Fieldwork  
Among Hunter-Gatherers**

## 狩猟採集民における社会性の拡張と創造的社会学習の基盤

寺嶋秀明

神戸学院大学 人文学部

本年度は「交替劇」プロジェクトの最終年度であり、これまでのヒトの学習様態（方法、環境等）に関する実証的・理論的研究の最終的な詰めと、全体のとりまとめをおこなう。

これまでの研究によって、ヒトの学びの根本にある「関係の中で学ぶ」ことの重要性が明らかになった。単なる模倣的社会学習（イミテーションやエミュレーション）を越えて、物事の本質に迫る深い理解を達成するための学びには、制度的な師と弟子という関係の構築が必要である。現代社会の学校教育ではこの関係は行政的な教育制度などに従って自動的に決まるが、それは必然ではない。一般には、学びの関係構築は両者の意図的な相互役割の形成による。これを文化制度的師弟関係と呼ぶとするならば、文化制度的師弟関係は、教える者と教わる者の間の信頼を基盤としながら、それぞれの役割を相互期待をもとに練り上げてゆくことによって成立する。言葉による教示はむしろ副次的なものとなる。

今年度はとくにヒト特有の創造的社会学習の基盤について、人類進化史との関連から研究を深めていきたい。ヒトの特徴はとりわけ豊かな社会性をもつことである。ヒトは他者とさまざまな社会的絆（relatedness）の形成し、社会を作り上げている。現代における狩猟採集民研究においてもその重要性はつとに指摘されてきた。そして、その社会性の拡張としての自然界とのコミュニケーションの回路形成がある。社会性は本来は仲間同士の間関係として機能していたのであるが、交替劇をはさんだ進化の過程で、ヒトはそのような社会的絆を自然界の諸要素にまで拡張することができるようになった。自然界とのコミュニケーションの回路を形成したのである。これは交替劇前後の文化的遺物の変化にみられる自然界との交流の拡大に顕著に現れている。さらに、現生の狩猟採集民のさまざまな行動や観念からも見て取れる。そのような社会性の拡張の結果、ヒトは他の人間から学ぶばかりではなく、動物、植物など自然界の諸要素からも学ぶことが可能となり、そのことがヒトの学習能力大きく発展させたと考えられる。このような自然界とのコミュニケーションの回路形成が学習能力の発達に果たす役割の詳細について研究を深めていきたい。

## **Hunter-gatherers' extended sociality and the foundations of innovative social learning**

Hideaki Terashima

Faculty of Sciences and Humanities, Kobe Gakuin University

The role of learning in *Homo sapiens* is not only to acquire and reproduce the knowledge and skills of the former generations, but to obtain the ability to produce new technologies and behavior that can lead to the development of human life. Such type of learning, almost unique to humans, can be called 'innovative social learning' in contrast to 'conservative social learning' that characterizes usual learning of non-human animals. But how does such innovative social learning become possible in humans?

There would be no doubt about the strong sociality in humans. Many kinds of human sociality such as living in a family, cooperation with other families such as cooperative childcare, cooperative work, and food sharing make communal life of humans. Those are almost absent in other animals, even in chimpanzees. In some cases humans seek sociality with objects other than humans such as animals, plants, etc. Human social learning is carried out in a context filled with such extended sociality. My idea is that from some time around the Replacement period, human sociality might have extended to cover natural world, particularly animals, and such sociality has contributed to enhance modern human's learning capacity.

The evidence of such idea could be provided by various representations of splendid wild animals in cave paintings. Also therianthropic paintings, sculptures and figurines would suggest a kind of human-animal relationship other than hunter-game relationship. We can obtain evidence for supporting such ideas in the life of contemporary hunter-gatherers.

These representations based on the idea of relatedness and the sameness between humans and animals would have required corresponding cognitive ability such as cognitive fluidity or fluid intelligence, theory of mind, meta-cognition, and so on. The human sociality and cognitive ability are in the positive feedback relationship, and, I think, they brought about the development of human learning capacity. The idea of relatedness between humans and animals cannot be just a fancy imagination but based on meticulous scientific observation and deep understanding of animals as they are, and as well as introspection on humanity itself.

## 狩猟採集生活の中で育つバカ・ピグミーの子どもたちの学習能力とその発達速度

小山 正

神戸学院大学 人文学部

本年度は、狩猟採集生活の中で育つバカ・ピグミーの子どもたちの学習能力の様相を象徴機能の発達という観点から包括的に示す予定である。

学習は自己制御的な側面を持つ。これまでの本交替劇研究大会において、筆者は、カメルーン東部州のバカ・ピグミーの子どもたちの調査結果から、彼らの遊びにみられるみたての豊かさからの認知的柔軟性や、3歳～4歳頃にみられる物への興味の高さとその取り入れ記号理解の高さやそこからうかがわれる表象能力等について報告してきた。

本研究では、狩猟採集生活の中で、子どもたちが他者や物をどのように取り入れ、その学習の速度を明らかにし、学習における諸要素のシステムとしてみられる相互連関性 (Smith & Samuelson, 2003) についても明らかにしていきたい。

## **Learning behavior and its rate in Baka Pygmy children growing up in modern hunter-gatherer society**

Tadashi Koyama

Faculty of Humanities and Sciences, Kobe Gakuin University

The purpose of my research in this year is to present a comprehensive picture of learning behavior of Baka Pygmy children who grow up in modern hunter-gatherer society (in the East Cameroon) from the development of symbolic function.

Learning is self-organizing. As I reported in previous RNMH conferences, Baka Pygmy children incorporated new objects that I presented to them. And they showed much flexibility on object substitution in their play. Especially about 3 or 4 year-olds Baka Pygmy children had much interest that objects and could incorporate those objects with their schemas. And they could collect and match one picture with a similar figure that was depicted objects they had not seen and gone through that. They could use representation of objects in new object realization by matching with those in achieving the tasks.

On considering learning ability we need to speculate how children attend to peoples and to objects. Also we need to specify the rate in acquisition of knowledge. Child's learning is a system inter-related among components (Smith & Samuelson, 2003). The author will present these components in learning of Baka Pygmy children and their inter-related development as a system.

## 交替劇における芸術の役割

窪田幸子

神戸大学 国際文化学研究所

昨年12月に開催された交替劇の年次研究大会において、芸術の出現についてのパネルディスカッションを組織した。ルイス・ウィリアムスは、交替劇の時期に創造の爆発と呼べるような、芸術を含んだパッケージセットがホモサピエンスにあらわれることをとりあげ、「なぜホモサピエンスは芸術を生み出すことができたのか」、という大きな問いを立てた(Lewis-Williams 2002)。彼はエーデルマンによる、意識の進化という理論をベースとし、意識の進化がホモサピエンスが芸術を生み出すことを可能にしたと論ずる。エーデルマンは、一次意識と高次意識という二つの進化的意識レベルを想定し(Edelman 1992)、一次意識はほとんどすべての哺乳類がもつものであり、外界を知覚し意識する能力であるとする。犬や猫も夢を見ることが知られているのは、このことを示す。しかし、ホモサピエンスのみが高次意識を手に入れたのであり、これは言語の進化と共に達成された。高次意識は、ホモサピエンスが社会的自己を意識し、過去と未来を意識し、イメージを操作し、世界を構築することを可能にしたという。この考え方をベースとして、絵画の起源は個人の夢や変性意識状態でみたヴィジョンを社会化し、この世界にとどめようとしたものであり、そのイメージを再構築することが可能になったこと意味すると論じている。

これらの議論に触発され、筆者はアボリジニアートの成功の理由を考察した。アボリジニアートは、1970年代にアボリジニ現金収入のために産業化されたものだが、1990年代までには世界的に高い評価を得るようになった。一時的な結論として、筆者は、アボリジニアートは個々の創造の発露ではなく、ドリーミングという変性意識状態である「もう一つの世界」を表したものであるから、我々に大きな印象を残すのではないかと論じた。

また、さらに3月に開かれた班会議での論文では、このテーマを異なる立場からさらに進めて論じた。それは、1990年代に起きたアボリジニアートの抽象化という問題である。多くのアボリジニ絵画がこの時期抽象化されていったのだが、その変化には、いわゆる創始者(イノベーター)と、追随者(フォロワー)がいた。このようなアボリジニアートの変化の詳細から、文化の継承の具体的なありようを論じることが出来そうであることを論じた。

## 引用文献

- Buku-Larrnggay Mulka Center 1999 “Saltwater – Yirrkala Bark Paintings of Sea Country”,  
Carty, John 2011 “Creating Country: Abstraction, economics and the social life of style in Balgo art” PhD thesis, Australian National University.  
Chubb, Claudette & Nancy Sever eds. 2009 “Indigenous Art at Australian National University”, Macmillan Art Publishing  
Edelman, Gerald 1992 “Bright Air, Brilliant Fire- On the matter of the Mind”  
Lewis-Williams, David 2002 “The Mind in the Cave”,  
Morphy, Howard 1998 “Aboriginal Art” Phaidon  
Morphy, Howard 2007 “Becoming Art – Exploring Cross-Cultural Categories”, Berg.  
Museum Tinguely 2005 “«Rarrk»John Mawurndjul-Journey through Time in Northern Australia”, Crawford House Publishing Australia **What is the role of art in ‘RNMH’?**

Sachiko Kubota

Graduate School of Intercultural Studies, Kobe University

In a symposium held in December last year, I organized a panel on the topic of emergence of the 'art'. David Lewis-Williams wrote in his book, "The Mind in the Cave", about an explosion of creation happened at the time of replacement, and posed the question 'Why *Homo sapiens* produced arts?' (Lewis-Williams 2002). His hypothesis was that "Difference of the levels of Consciousness" enabled the production of art for *Homo sapiens*. He developed this idea based on the study of Edelman (Edelman 1992).

Edelman considers that the 'consciousness has evolved biologically'. And he made a distinction between 'primary consciousness' and 'higher-order consciousness' (Edelman 1992 :187). Almost all the mammals have primary consciousness. But only *Homo sapiens* acquired higher-order consciousness, and importantly, it came with the evolution of language. This consciousness made possible for *Homo sapiens* to conceive social self, and concept of past and future, according to Edelman. Based on this idea, David argued that the origin of art made possible by recollection and socialization of personal visions such as dreams or state of altered consciousness. *Homo sapiens* remember it and try to visualize them, which appeared as 'arts' in cave or the figures.

Inspired by these discussion, I questioned why are Aboriginal Arts so impressive for us in previous paper. Bark paintings and Acrylic paintings are started to be produced for commercial purpose from 1970s. And they came to be acclaimed very high profile as 'arts' by 1990s. My tentative conclusion is that they are impressive because it is not an expression of personal creativity but of altered world; Dreaming.

And in the paper presented in March workshop, I argued about Aboriginal art in slightly different perspective, focusing on 'Abstraction'. In 1990s majority of Aboriginal paintings have changed their styles to abstraction. In those changes, there were innovators and followers. In the paper, I looked into the changes to examine cultural transition.

## References

- Buku-Larrnggay Mulka Center 1999 "Saltwater – Yirrkala Bark Paintings of Sea Country",
- Carty, John 2011 "Creating Country: Abstraction, economics and the social life of style in Balgo art" PhD thesis, Australian National University.
- Chubb, Claudette & Nancy Sever eds. 2009 "Indegenous Art at Australian National University", Macmillan Art Publishing
- Edelman, Gerald 1992 "Bright Air, Brilliant Fire- On the matter of the Mind"
- Lewis-Williams, David 2002 "The Mind in the Cave",
- Morphy, Howard 1998 "Aboriginal Art" Phaidon
- Morphy, Howard 2007 "Becoming Art – Exploring Cross-Cultural Categories", Berg.
- Museum Tinguely 2005 "«Rarrk»John Mawurndjul-Journey through Time in Northern Australia", Crawford House Publishing Australia



## 模倣による自然の読み取り

今村 薫

名古屋学院大学 経済学部

学習行動、とくに社会的学習においては、「模倣」が重要な手段である。平成25年度はアフリカの狩猟採集民サンの社会でみられる模倣の事例を集めて、模倣行為の広がりを考察した。模倣には、「技術の修得」という側面だけでなく、「対象を読み取る」という機能もある。なぜなら、模倣には、対象の行動をそのまま真似るだけでなく、行為の目的や行為者の意図を読み取ろうとすることが必ず付随するからである。

サンは、子どもだけでなく大人もさかんに物まねをおこなう。まず、娯楽的な文脈で次のような物まねがおこなわれる。①人物描写のための物まね、②自分の体験の再現、③動物の動作や鳴き声をまねる。また、④彼らは狩猟の現場で盛んに物まねをおこなう。

彼らは、ブッシュの中で足跡や動物の糞などの痕跡を発見すると、これらの痕跡から動物の行動を再現する。足跡の大きさから年齢や雌雄を推察し、どちらから来て何をしてどこへ立ち去ったかを説明する。罾を仕掛けた場所の動物の足跡は、とくに念入りにその意味を読み取る。足跡をたどって一緒に歩き、動物の行動や心理までを再現する。また、獲物に傷を負わせて追跡しているときには、足跡をたどって獲物と同じように移動したり休憩したりしながら、動物の心に自分の心を重ね合わせる。

このように、物まねは、サンの社会では、子どもだけでなく大人も熱心におこなう娯楽であると同時に、生業活動である狩猟に結びつく重要な行為でもあるのである。

また、サンの狩猟活動はこれまで報告されてきたように成人男性だけがおこなうのではなく、少年、さらに成人女性も犬猟や罾猟をおこなっていたことが今回の調査で明らかになった。とくに罾猟は、動物の行動を予測することと、罾の材料を用意するために植物の知識や観察が重要である。サンの言葉においては狩猟と採集を分ける語彙はなく、狩猟と採集は、等しく自然から食糧を獲得する行為として認識されている。

動物に関心を持ち深く観察してその心を読むというようなヒトに独特の傾向がヒトの進化と深く絡んでいるのではないかと考えられる。「交替劇」の背景には、新人において狩猟と採集を合わせた「自然を読み取る」技術の革新が飛躍的におきたことが推測される。

## **The skills of reading nature by mimic and imitation**

Kaoru Imamura

Faculty of Economics, Nagoya Gakuin University

In learning, especially in social learning, imitation is the most important mean. To understand the characteristics of learning the skills of foraging, my research in 2013 focused on learning behavior by mimic and imitation of the San, hunter-gatherers in the Kalahari desert of southern Africa.

San adults and children were active mimickers. In the context of entertainment, when they were in camp they 1) impersonated others to describe their characters, 2) re-enacted their own experiences, and 3) mimicked animals' behaviors and calls. The San people performed imitations in camps, and while hunting.

When they found animal footprints and feces in the bush, they imitated the animal's movements when making the footprints and defecating. They guessed the animal's age and sex from the size of its footprints, described where it must have come from, where it likely went, and what it did there. They carefully read footprints around the animal traps they had set. They walked along these footprints in order to reimagine the animal's activities and understand its state of mind. When following an animal that had been hurt, they took a rest, so they were better able to identify with the animal when tracking its footprints.

In San society, adults as well as children enthusiastically performed imitations of these activities as entertainment, and in doing so strengthened their skills as hunters. Not only men but also boys and women hunted animals by using snares. To get technique for traps children must know the behavior of animal and which vegetables animal eat. They learn skills of 'reading nature' by hunting and gathering.

The foraging strategy of the Neanderthals is supposed to have centered around large animals. On the other hand, the tool manufacturing industry of early modern humans have shown a clear trend to the diversification of food items, which shows the development of cognitive capacity on their environment and food resources, i.e., nature. The innovation of the skills of 'reading nature' might have occurred in modern humans.

## メタ学習のメカニズム：カナダ・イヌイトの子どものからかいを通した学習

大村敬一

大阪大学 言語文化研究科

ベイトソンの学習進化モデルに基づいてトマセロの「累進的な文化進化」仮説を精密化することで、ネアンデルタールと現生人類の学習の違いについて、次のような仮説を立てることができる。

ネアンデルタールは文化進化のツメ歯車のツメにあたる文化学習を獲得したが、その文化学習に基づいて創造的な変革と発明を行うために必要なメタ学習の能力を獲得することなく、そのメタ学習の能力を学習Ⅱに基づいて獲得した現生人類だけが文化進化のツメ歯車を十全に稼働させることができた。その結果として、ネアンデルタールは文化学習によって獲得した技能とその産物に新たな革新と発明を加えることなく、文化的に継承される技能を数十万にわたって忠実に継承することになった。他方で、現生人類は学習Ⅱに基づいた学習Ⅲの能力を獲得することで文化進化のツメ歯車を十全に稼働し、文化的に継承される認知技能とその産物に次々と改良を加えることで、生物進化史的には短い時間で人類に特有な認知技能とその産物を発達させてきたのである。

この仮説が正しいとするならば、トマセロの仮説に従って、ネアンデルタールは文化学習に必要な能力、同種他個体を自己と同じ精神生活をもつ者として理解し、その行動の背後に意図を読みとる能力を獲得していたと考えることができる。この意味で、ネアンデルタールは「心の理論」を現生人類と共有していたと推定することができるだろう。しかし、他方で、ベイトソンの学習進化モデルに従えば、ネアンデルタールは文化進化のツメ歯車の駆動力であるメタ学習を支える能力、すなわち、文化学習によって身に染みついてしまったコンテクストを理解する慣習的な方法を客体化するとともに、慣習化した問題解決の様式を客体化して操作し、発明や改良を行う創造性の能力に欠けていたと推定することができるだろう。この意味で、現生人類とネアンデルタールの学習能力の違いは、自己の身に染みついた世界理解のあり方と慣習的な問題解決の様式を客体化して操作し、発明や改良を行う創造性の能力にあると言える。

それでは、この創造的なメタ学習、すなわち、すでに学習したことを対象化して意図的に操作し、発明や変革を行うことを学習するメタ学習は、どのような過程で身につけられるのだろうか。

このことを明らかにするために、私はカナダ極北圏のヌナヴト準州クガールク村で、カナダ極北圏の狩猟・採集民であるイヌイトの子どもの学習過程について、2011年3月8日から3月27日、2012年3月12日から3月27日、同年の8月6日から9月28日、2014年3月18日から28日に民族誌的な調査を行い、イヌイトの子どもの学習過程で重要な役割を果たしている子どもたちと大人たちの相互行為についてのデータを集積してきた。本年は、この調査を継続するとともに、これまでに集積してきたデータの分析を行い、次のことを明らかにする。

(1) 大人たちと幼児(0～3,4歳)の相互行為の分析を行うことで、文化学習の基礎となる「心の理論」、すなわち、他者の行為の背後にある意図を理解する能力が幼児に学習されてゆく過程を明らかにする。

(2) 大人たちと子どもたち(3,4～13歳くらい)の相互行為の分析を行うことで、創造的な発明と改良を可能にする能力、すなわち、自己の習慣を客体化する能力が子どもに学習されてゆく過程を明らかにする。

## **Mechanism of Meta-learning: Teasing as the Device for Training Children in Canadian Inuit Society**

Keiichi Omura

Graduate School of Language and Culture, Osaka University

Modifying the hypothesis of ‘cumulative cultural evolution’ proposed by Tomasello according to the Bateson’s model regarding the evolution of learning, we can build up the following hypothesis about the difference in learning ability between Neanderthals and modern humans:

If there is any one difference in learning ability between Neanderthals and modern humans, it is the ability of meta-learning (corresponding to Learning III in Bateson’s model), which is the foundation of ‘individual or collaborative creation;’ that is, the driving force of cumulative cultural evolution. Thus, Neanderthals most likely acquired the ability of cultural Learning (corresponding to Learning II in Bateson’s model), which enabled them to preserve their styles of problem-solving. On the other hand, it might be supposed that they lacked the ability of meta-learning, that is, the ability to make creative modifications to preserved styles of problem-solving, with the result that they might not be able to fully operate cumulative cultural evolution and thus were conservative in their techniques of stone-crafting. In this sense, Neanderthals might have acquired but perhaps were strictly bound by their cultures.

If this hypothesis is accepted, it might be safely inferred from Tomasello’s model that Neanderthals acquired the ability to understand conspecifics as beings that have intentional and mental lives like their own, because Tomasello pointed out that the ability of cultural learning is based on the ability to understand the intentions behind the behaviors of others. In this sense, Neanderthals might be considered to share the ability of ‘theory of mind’ with modern humans. On the other hand, it could be safely inferred from Bateson’s model that only modern humans acquired the creative ability to objectify, manipulate, and change what is already learned via cultural learning on the basis of a ‘theory of mind,’ because Bateson pointed out that meta-learning is based on the ability to objectify, manipulate, and change the existing styles of problem-solving, which are learned as unexamined premises through cultural learning.

In short, the most important species-unique ability of modern humans might be the creative ability to objectify, manipulate, and change the relationships between their own culture as unexamined styles of problem-solving and their surrounding environments. Modern humans acquired this creative ability so that they could fully operate cumulative cultural evolution and thus develop their species-unique cognitive skills and products. Then, how this creative ability of meta-learning unique to modern human is learned?

In order to understand the learning process of this creative ability of meta-learning, I conducted ethnographic field-research on the learning process of Inuit children at Kugaaruk, Nunavut, Canada, between 8th and 27th of March in 2011, between 12th and 27th of March, and between 6th of August and 28th of September in 2012, between 18th and 28th of March in 2014. This year, I will continue the research and analyze the data concerning the interaction between adults and children, which is the most important medium of cultural transmission in modern human’s society, to examine the following two learning processes.

- 1) Analysis of the interactions between adults and babies (from age 0 to 3 or 4) in order to understand the process, in which babies learn to understand the intentions behind the behaviors of the others.
- 2) Analysis of the interactions between adults and children (from age 3 or 4 to 13) in order to understand the process, in which children learn to objectify their own conventions.

## 拡張された手としての道具

亀井伸孝

愛知県立大学 外国語学部

ヒトとネアンデルタール人の命運を分けた要因として、環境に対して働きかける技法の発明と共有、世代間伝承において質的な違いがあったのではないかと考えられる。とくに、手およびその機能を拡張した道具は、環境への働きかけと資源利用において重要な意味をもつ。

国立民族学博物館および国立歴史民俗博物館において、世界各地の民具の調査を行って分類し、ヒトがどのような手の機能を道具によって拡張してきたかを検討した(表)。

これらは、(1) 解剖学的な意味におけるヒトの手の機能の多様性を示すとともに、(2) ヒトが手のどの機能を拡張して環境を改変したいかという認知的な指向性に関する特徴も示している。

道具に関する考古学的な証拠に基づいて、ネアンデルタール人の手の機能と環境に関する認知的な指向性を分析し、ヒトと比較することが重要である。

本調査の過程で、手の機能を拡張した道具とは言えないものの、手を模したオブジェなどが世界各地で創作されていることも明らかになった(手の形をしたお守りなど)。これらは、宗教的、呪術的な用途で用いられている。また、必ずしも生産に寄与する目的では創られないおもちゃの収集と比較も、興味深い課題となるであろう。

### 参考文献

国立民族学博物館および国立歴史民俗博物館の収蔵品

鈴木良次, 1994. 『手のなかの脳』東京: 東京大学出版会.

ルロワ=グーラン, アンドレ. 1965=2012.

荒木亨訳『身ぶりとことば』東京: 筑摩書房.

表 手の機能とそれを拡張したと見られる民具の一覧

手の機能	民具の例
叩く手	棍棒など
潰す手	杵(きね)など
圧迫する手	ばれんなど
掘る手	鍬(くわ)など
ならす手	トンボ(整地用具)など
集める手	ほうきなど
包む手	鞆など
運ぶ手	桶(おけ)など
すくう手	ひしゃくなど
吊る手	釣り竿など
つまむ手	箸など
ねじる手	ドライバーなど
切る手	ナイフなど
刺す手	フォークなど
弾(はじ)く手	ギターのパックなど
こする手	たわしなど
混ぜる手	マドラーなど
水をかく手	櫛(かい、オール)など
避(よ)ける手	傘など
あおぐ手	扇など
示す手	旗など
記す手	ペンなど
なでる手	刷毛(はけ)など
搔く手	爪楊枝など
すく手	櫛など
差し込む手	靴べらなど

国立民族学博物館および国立歴史民俗博物館の収蔵展示品等に基づき、筆者作成。

## Tools as expanded hands

Nobutaka Kamei

School of Foreign Studies, Aichi Prefectural University

As one of the factors of the replacement of Neanderthals by modern humans, it is considered important that there were differences between them in the aspects of inventions, sharing and transmissions of skills to manage their environments. Especially, hands and tools that expand functions of human hands are essential considering their abilities of management of environments and resource use.

I collected and classified data on tools of the world in the National Museum of Ethnology and the National Museum of Japanese History and examined functions of hands that have been expanded by these tools (Table).

These results show not only (1) the variety of anatomic functions of human hands, but also (2) cognitive orientations with which human desire to change their environments.

It seems to be important to analyze the functions of Neanderthals' hands and their cognitive orientations on the environments with archeological evidences and to compare them with those of modern humans.

Through this research, it became obvious that humans created pieces that imitated the shape of hand (maniform lucky charms etc.). They are not tools as expanded hands, but the objects for religious and magical use. Also, it seems to be interesting to collect and compare toys that are created for non-productive purposes.

### References

Collections of the National Museum of Ethnology and the National Museum of Japanese History  
Suzuki, Ryoji. 1994. Brain within the hand (in Japanese). Tokyo: University of Tokyo Press.  
Leroi-Gourhan, André. 1965. *Le geste et la parole*. Paris: Albin Michel.

Table: Functions of hands and tools as expanded hands

Functions of hands	Examples of tools
beating	club
crashing	mallet
pushing	baren
digging	hoe
leveling	rake
collecting	broom
covering	bag
transporting	pail
ladling	dipper
hanging	fishing rod
pinching	chopsticks
twisting	screwdriver
cutting	knife
stabbing	fork
plucking	plectrum
rubbing	scrubbing brush
stirring	cocktail stirrer
rowing	oar
avoiding	umbrella
fanning	fan
showing	flag
writing	pen
stroking	brush
scratching	toothpick
combing	comb
inserting	shoehorn

List made by the author with the observation of the collections of the National Museum of Ethnology and the National Museum of Japanese History.



## 共同行為における学習

### —アートワークをめぐる子どもたちの関係性から

山上榮子

神戸学院大学 人文学部

#### これまでの経緯と2014年度の研究目的

当プロジェクトにおいて、当初から筆者はアートを通して現れる子どもたちのさまざまな力について検討してきた。基本的な考察対象は、狩猟採集民バカ・ピグミーの子どもたちであるが、2010年は予備実験の意味を含めて近代化社会（日本と在アメリカ）の幼児と小学生について試み、比較群としてのデータを得た。そして2011年 カメルーンにおける現地調査では、個々の子どもたちにアートワークをお願いし、そのワーク・プロセスと産出物から子どもたちの適応性、創造性、レジリエンスを見いだした。ここまでは、個別の能力に焦点化した。子どもたちは社会の中で育ち、生きており、個々の資質は他者との関わりの中で相互に影響し合い発展する。そこにはさまざまな学習の姿が出現する可能性があるだろう。そこで2013年は、現地調査において、共同行為としてアートワークを設定し試みた結果、学習の多様な顕在化を見た。2014年は、これまでの研究成果を補完しまとめるために、まずアートの心理学的、社会学的意味を渉猟し、そして、近代化社会の子どもたちに再び目を向けたい。つまり、現代に生きる狩猟採集民はもちろん現生人類の一員ではあるが、伝統的な生活形態はネアンデルタールと同種の特徴を備えている。ここに両群の共同アート行為における子どもたちの関係性に目を向けることで、共通点や相違点を見出し、それらがヒトの学習行動にどのように関与しているかを明らかにしたい。

#### 参加協力者と手続き

2013年に実施したバカ・ピグミーの子どもたちへの共同アートワークと同様の手続きを、日本と在アメリカの小学生（6歳～12歳）に適用する。つまり、子どもたち2～3人を1グループとして、各グループにコラージュの材料、描画の材料を用意し、合同コラージュ、合同描画をしてもらう。人為的に設定された共同制作行為の中で、子どもたちはどのようなイメージを共有し、どのように関わり合いながら、ひとつの創作活動を遂行していくのか、どのような学習行動が見られるのかを観察や作品の結果から検討する。

**The learning in collaborative action**  
**From the relationship between children on art works**

Eiko Yamagami  
Faculty of Sciences and Humanities, Kobe Gakuin University

**Purpose**

From the beginning of this project I had examined several abilities of children regarding to learning through art works. Although objects of this study are basically Baka-pygmy children, hunter gatherers, I got the data of children in developed societies such as Japan and US as preliminary tests in 2010. Moreover, I found the individual adjustability, creativity and resilience of Baka-pygmy children, through the art works such as drawing and collage in 2011. Thus, I had focused on the individual ability. In 2013, I shifted the focus from individual to group, in which they interact each other or/and adults intervene in them. In 2014, I am approaching at children in developed societies again, so as to integrate the data I got and complete my study. That is, Baka-pygmy children, hunter gatherers are exactly Homo sapiens, but their traditional life style looks similar to the Neanderthal one. Therefore, when I compare the two children groups through art works, I might find similarity and difference between them. It hopefully is leading the suggestion of human's learning ability.

**Participants and Procedure**

I am using the same procedure to children in developed societies as Baka-pygmy children in Cameroon in 2013. That is, small groups of them consisted of developmental stage and sex participated in the art activities. First, each group was asked to draw with the direction "Please draw what you ate yesterday", "Draw yourself at that time", and then "Draw the person with whom you ate" orderly. Second, while I showed a piece of sketchbook, the direction "This is your house. Please cut, paste photos and complete with your favorite things" was addressed. After performance I am considering the results of the creating process and products.



## ネアンデルタール人の心理学的学習モデル

安藤寿康

慶應義塾大学 文学部

ネアンデルタールの学習モデルを、現存する近縁種であるチンパンジーとサピエンスとの間の遺伝的・進化的・発達の連続体上に位置づけることによって構築してみたい。

「心の理論」をどの程度獲得していたか。サピエンスより成長が速く脳が大きいというネアンデルタールの特徴は、自閉症児の脳の発達の特徴と類似している。双生児法による遺伝分析 (Fujisawa et al., 2012) から、生後1年間の頭囲の成長の速さと18ヶ月時の社会認知能力との間には遺伝的に負の関連があることが示された。このことは脳の発達に関して過去のホミニド(特にネアンデルタール)とヒトとの間の進化的関連性に遺伝的基盤があることを示唆するものである。もしネアンデルタールも自閉症の示す社会コミュニケーション能力と類似しているとしたら、社会学習に当たって他者の行動の意図の理解に基づくイミテーションや教育による学習はほとんどなされず、行動の結果だけを模倣するエミュレーションと、自己の活動の反復に基づく個体学習が主であったと考えられる。

またネアンデルタールの頭蓋のもつ傾いた額と低い頭頂が、認知の実行機能に関わるワーキングメモリを司る部位だとすれば、その容量はチンパンジー(1チャンク)よりは大きいがサピエンス(3チャンク以上)より小さく、かろうじて二つの情報を同時に処理・統合できる程度だったであろう。しかし2チャンクを処理できるワーキングメモリの容量があれば、2情報処理を反復学習により自動化させ1チャンクで処理できるように習熟することによって、空いた1チャンクを別の情報処理に割り当てることができ、またそれを統合的に自動化することを繰り返すことによって、処理を階層化することが可能になる。それによってネアンデルタール人の示したような道具製作を可能にさせることはできただろう。

さらにピアジェの発達段階モデルを用いて、感覚運動期にとどまるチンパンジーと比較してどの段階に位置づくか考えるために、狩猟採集文化を営むアフリカのピグミーの成人に西欧圏で形式的・分析的思考を測定するテストであるRaven Progressive Matricesを実施したところ、普遍的・分析的なアルゴリズムを用いた思考がほとんど見いだされなかった。これを前操作期に位置づけるとすれば、ネアンデルタールは前操作期の萌芽的段階におり、自己中心性が高く不可逆的な表象の操作がなされないような認知様式で学習をしていたと考えられる。

## 引用文献

Fujisawa, K.K., Yamagata, S., Ozaki, K., & Ando, J. (2012). Hyperactivity/inattention problems moderate environmental but not genetic mediation between negative parenting and conduct problems. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 40, 189-200.

## **Psychological learning model of the Neanderthals.**

Juko Ando

Faculty of Letters, Keio University

A psychological learning model of the Neanderthals is hypothesized by interpolating on a genetic, evolutionary and developmental continuity between existing chimpanzee and modern human.

To what extent did the Neanderthals acquire “Theory of Mind”? Rapid growth in infancy and bigger brain which characterize the Neanderthals are similar to developmental trajectory of autistic children who tend to be macrocephalous. Our twin research (Fujisawa et al., 2012) showed that growth speed of head circumference in the first year of life and socio-cognitive ability (reversed scale of autism) at 18 months of age are negatively correlated genetically. This result indicate there is a genetic foundation which might be related to an evolutionary connection of brain development to hominid ancestor (especially the Neanderthals) and modern human. If the Neanderthals had similar psychological characters as autistic modern human such as a lack of ToM and repetitive behavior, they could not imitate but only emulate other person’s behavioral outcomes and had no teaching based upon understanding of other person’s intention by ToM.

If the Neanderthal’s receding forehead and low/flat brainpan was related to working memory responsible for cognitive executive functions, its capacity was greater than that of chimpanzee (probably one) and less than that of modern human (three or more), that is “two”. That means that they could manipulate and integrate only two pieces of information simultaneously. Although the cognitive ability by only two mental spaces looks inferior to that of modern human, it could hierarchically accumulate multiple information processing by automatizing the combination of two information and making one space vacant, which might lead to complex tool making skills in the Neanderthals..

In order to locate the Neanderthals’ cognitive ability in terms of Piagetian developmental model compared to chimpanzees which are at sensory motor period and modern human which are at concrete and formal operational period, hunter-gatherer people’s cognitive abilities were measured by Raven’s Progressive Matrices, the standardized cognitive test tapping abstract, formal, analytic thinking. They did not tend to show analytic way of thinking on this test, which might be located in pre-operational period. This results leads to the speculation that the Neanderthals were at the beginning stage of pre-operational period which is characterized as self-centered and irreversible manipulation of mental representation.

### References

Fujisawa, K.K., Yamagata. S., Ozaki, K., & Ando, J. (2012). Hyperactivity/inattention problems moderate environmental but not genetic mediation between negative parenting and conduct problems. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 40, 189-200.

## 2014年度研究計画：カラハリ砂漠における社会学習と環境

高田 明

京都大学大学院 アジア・アフリカ地域研究研究科

これまで私は、グイ／ガナ（南部アフリカの狩猟採集民サンに含まれる2集団）の経験豊富なハンターがさまざまな記号論的資源、とりわけ姿勢、身ぶり、文法を展開することによって、相互行為の参与者に道案内を行うかについて調査を行ってきた。こうしたパースペクティブの延長で、今年度はグイ／ガナによる空間移動に関するデータを再分析し、それによって社会学習が生活環境とどのように結びついているのかについて考察する。彼らの移動方略は、多層からなる民俗知識を統合することによって可能になっている。この民俗知識は、彼らとその広大な生活域（現在は中央カラハリ動物保護区に囲い込まれている）を頻繁かつ自由に動き回りながら、豊かな野生の動植物を得ることを可能にしてきた。ブッシュを移動するとき、彼らはときおり環境に印を付ける。例えば、あるハンターは獲物を追っている時、自分の移動方向を仲間に伝えるために、小枝を地面に残しておいたという。しかしながらグイ／ガナでは、こうした周囲の環境の改変はごく単純で実用的なものに限られ、滅多に（アマゾンにおける神殿のような）聖なる意義の体系的な表明とはならない。これはグイ／ガナが、自然の全体を把握してコントロールしようとするよりも、周囲の複雑な時空間の構造にその五感を調律することを志向するからである。グイ／ガナにとって、"n!oo"（一般には「土地」と訳される）は、さまざまな文化的意味が交錯する特定の場所のことである。そうした文化的意味は、自然環境に埋め込まれた社会的相互行為を展開することによって絶え間なく構築されている。

## **Research proposal in 2014 (fiscal year): Social learning and the environment in the central Kalahari**

Akira Takada

The Graduate School of Asian and African Area Studies, Kyoto University

I have investigated how an experienced hunter of the G|ui/G||ana, two groups of San, displays directional markers by deploying various semiotic resources, particularly postures, gestures, and grammar, to the participants of interaction at the point of action. Furthering this perspective, in this academic year, I will re-analyze some of my data on spacial movements among the G|ui and G||ana, and thereby consider how the social learning is associated with the environment. Their moving strategy is complemented by a multi-scaled integration of folk knowledge that enables them to acquire ample bush food by moving frequently and flexibly within their immense living area, now encompassed by the Central Kalahari Game Reserve. When they move through the bushveld, they sometimes mark the environment. For instance, a hunter tracking an animal may leave twigs on the ground to communicate the direction of his movement to his followers. However, these modifications to surroundings are limited primarily to simple, practical signs and rarely reach the systematic articulation of sacred significance, such as shrines in Amazonia. This is because they are oriented to attuning their acute senses to the complicated spatiotemporal structure of their surroundings rather than to trying to control nature through grasping its entirety. For the G|ui and G||ana, n!oo (translated as “land”) refers to a particular place in which a variety of cultural meanings operate. The cultural meanings are continuously constructed via unfolding social interactions embedded in the natural environment.

ネアンデルタールのライフステージと栄養生態：  
サピエンスとの学習能力差の基盤の解明：2014年度研究計画

山内太郎  
北海道大学大学院 保健科学研究所

2013年度は、カメルーン共和国南部州の半定住集落に居住するピグミー系狩猟採集民の子どもの森キャンプにおける行動調査と人口的調査を行った。また、ヒト（現生人類、サピエンス）のライフヒストリーを元にネアンデルタールの栄養生理、栄養生態を考慮してネアンデルタールのライフヒストリーについて考えられるシナリオを検討した（詳細はA02班年次報告書を参考されたい）。

2014年度は、カメルーンにおける狩猟採集民を対象としたフィールド調査を継続すると同時に、ネアンデルタールの狩猟や歩行のエネルギー効率の検討を加味したシミュレーションを行い、ネアンデルタールのライフヒストリーをさらに探究する。ネアンデルタールの成長パターンはサピエンスとは異なっており、ライフヒストリーの違いが認知能力、心の発達さらには学習能力・学習行動の差異を生み出したという仮説を提示し、検証可能性について追求する。

主な研究項目を3点挙げる。

1. 現代の狩猟採集民の集団サイズと人口構造：
  - ・カメルーンの調査地を含む広域における狩猟採集民と農耕民の集落分布のマッピング
2. 現代の狩猟採集民の授乳、保育活動と母子関係：
  - ・Bakaの乳幼児と母親の行動を観察し、育児行動、授乳回数および吸啜回数を記録する。
  - ・母子の身体計測と摂取食物の秤量を行い、栄養摂取量を同定する。
3. ネアンデルタールの栄養生態とライフヒストリー
  - ・狩猟採集民の狩猟活動のエネルギーコスト、狩猟活動に従事する時間をベースとしてネアンデルタールのエネルギー必要量を推定する。
  - ・思春期成長スパートと創造性について広い学術分野の文献調査を行い、仮説を構築する。

## **Life history and nutritional ecology of the Neanderthals: FY2014 Research Plan**

Taro Yamauchi

Graduate School / Faculty of Health Sciences, Hokkaido University.

In the FY2013, we conducted a behavioral survey on the Baka hunter-gatherer children living in semi-settled villages in Cameroon and a demographic survey in the research area (four villages). We also proposed possible scenarios of Neanderthals' life history based on that of modern humans, considering estimations and assumptions about nutritional physiology and ecology of Neanderthals (see the FY2013 annual report of the A02 team in detail).

We will continue to do fieldwork on the Baka hunter-gatherers and examine the life history of Neanderthals by simulations considering energy costs of their hunting, gathering and walking activities. We attempt to verify the hypothesis that differences in life history between *Homo sapiens* and the Neanderthals caused differences in cognitive ability and development of mind and, finally, differences in learning capacity and learned behaviors between the two populations.

### Research Topics

1. Group size and population structure of a hunter-gather population
  - Mapping the distribution of settled villages of the hunter-gatherers and neighboring agriculturalists covering a widespread area including the research sites.
2. Childcare activities and mother-infant/child relationship of modern hunter-gatherers
  - Observe daily activities of infants/children and mothers focusing on childcare activities, lactation (breast-feeding) and weaning.
  - Anthropometry (e.g., height and weight, etc.) and dietary survey
3. Nutritional ecology and life history of the Neanderthals
  - Estimate the daily energy budget (intake vs. expenditure).
  - Deduce energy requirements for the Neanderthals on the basis of the energy expenditure on hunting and gathering activities and the time spent in these activities.
  - Develop a hypothesis on the relationship between adolescent growth spurt and creativity by bibliographic survey in wide academic fields



研究項目 B01

ヒトの学習能力の進化モデルの研究

RESEARCH TEAM B01

Research on Evolutionary Models of Human Learning Abilities



## 集団中に維持される独立な文化要素の数を制限する要因

ローレル・フォーガティ<sup>1</sup>・若野友一郎<sup>2</sup>・マークス・フェルドマン<sup>1</sup>・青木健一<sup>3</sup>

<sup>1</sup> スタンフォード大学 生物学科

<sup>2</sup> 明治大学 総合数理学部

<sup>3</sup> 明治大学 研究知財戦略機構

4種類の社会学習様式——ランダム斜行、ベストオブK、成功バイアス、一対多——について、平衡状態において集団中に維持される独立な文化要素の期待数を求めた。文化要素は、社会学習またはイノベーションによる獲得の難易度によって、複雑または単純なものに分類できる。単純な文化要素の数は、集団サイズの増加に伴って飽和する可能性があり、この場合、両者の間に統計的関連が予測されない。比較的小さい集団サイズにおいては、単純な文化要素の数が社会学習様式に強く依存する。これとは対照的に、複雑な文化要素の数と集団サイズの関係はほぼ線形であり、4種類の社会学習様式の間でほとんど違いが見られない。文化要素の数と集団サイズの間での統計的関連を扱う実証研究は、単純な文化要素と複雑な文化要素を区別する必要があると考える。

## **Factors limiting the number of independent cultural traits that can be maintained in a population**

Laurel Fogarty<sup>1</sup>, Joe Yuichiro Wakano<sup>2</sup>, Marcus W. Feldman<sup>1</sup>, and Kenichi Aoki<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Biology, Stanford University

<sup>2</sup> School of Interdisciplinary Mathematical Sciences, Meiji University

<sup>3</sup> Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Properties, Meiji University

We obtain the theoretically expected number of independent cultural traits at equilibrium in a population where one of four modes of social learning—random oblique, best-of-K, success bias, or one-to-many—is practiced by its members. Cultural traits can be classified as simple or complex, depending on the ease or difficulty of acquisition by social learning and innovation. The number of simple cultural traits may saturate as population size increases, in which case a statistical association between the two variables is not predicted. At smaller population sizes, there is a major effect of the mode of social learning on the number of simple cultural traits. By contrast, the relation between the number of complex cultural traits and population size is approximately linear and almost identical for all four modes of social learning. We suggest that empirical studies of statistical association between number of cultural traits and population size should distinguish between simple and complex cultural traits.

## 文化進化と生活史戦略の進化：個体／集団にとっての最適な学習戦略／成長戦略

若野友一郎

明治大学 総合数理学部

文化の継承は社会学習によって、文化の改良発展は個体学習によって、それぞれ達成される。文化が世代を超えて蓄積的に進化するためには、各個体の生活史において、社会学習と個体学習がこの順に行われる必要がある。よって、生活史戦略としての学習スケジュールが、文化進化に果たした役割は大きい。

これまでの理論研究によって、集団にとっての最適な学習スケジュールは、文化進化を促進するようなものであることが分かっている。一方で、個体にとっての最適な学習スケジュールは、必ずしもそうではない。これは知識が本質的に公共財として働き、ただ乗り問題が働くからである。現実集団は、完全に競争的な個体の集合ではなく、また完全に協力的な個体の集合でもなく、その中間にある。「中間」とはどんな集合か？ どのような生活環ならば文化進化が加速し得るかという理論的研究を今後も進める。

一方で、これまでの文化進化の理論研究のほとんどは、学習を扱っているにも関わらず、脳の発育段階を考慮してこなかった。一般にヒトの成長段階は、infant期, child期, juvenile期, adolescent期, mature期の5つに分けられると言われる。それぞれの発育段階で、学習の質も量も異なると予想される。学習スケジュールを進化によって説明しようとする場合には、遺伝的に決まっているであろうヒトの発育段階と、それが学習スケジュールに与える制約とを、考えなければならない。脳の発育スケジュールの進化から、学習スケジュールの進化、そして世代間の文化進化というストーリーを補強できる数理モデル研究を行う。また、関連する実証研究者との密なコミュニケーションによって、本質だけを抽出するよいモデルの構築を目指す。

## **Cultural evolution and Evolution of life-history strategy: Optimal learning / developmental schedule for an individual / a group**

Joe Yuichiro Wakano

School of Interdisciplinary Mathematical Sciences, Meiji University

Culture is inherited by social learning and improved by individual learning. For cumulative cultural evolution, social and individual learning should be performed in this order in one's life-history. The learning schedule plays a large role in cultural evolution.

Previous theoretical studies have shown that cultural evolution is expected if optimal learning schedule for a group is adopted. In contrast, the opposite prediction is derived if optimal learning schedule for an individual is adopted. This is because culture or knowledge functions as public goods, forming a free-rider problem. In reality, a population is not a set of neither fully competitive nor fully cooperative individuals. We continue to study what kind of life cycle accelerates cumulative cultural evolution.

Most previous works in this field have neglected developmental stages of brain (and body). In general, human development is said to consist of 5 distinct stages, i.e., infant, childhood, juvenile, adolescent and mature stages. Individuals in different developmental stages might show different quantity and quality of learning. In order to explain learning schedule by evolutionary models, it is necessary to take into account the developmental restrictions which is presumably genetically determined. We aim to construct and analyze mathematical models that supplement this story: optimal development schedule of brain (and body), optimal learning schedule given available resource at each stage (brain) and the resulting cultural dynamics across generations.

## 芸術による文化蓄積の実態：奈良町家芸術祭 (HANARART) の調査から

堀内史朗

山形大学 COC推進室

新人は何を考えて、洞窟壁画などの労力のかかる芸術活動をおこなったのか。その理由を明らかにするため、奈良県で開催された「奈良町家の芸術祭 (HANARART)」の調査をおこなった。この芸術祭は規模が小さいため、芸術が産業と化していない交替劇当時の芸術の実践を推測するのに適している。受け入れ地域諸団体へのインタビューの結果、芸術と地域の位置づけについて対立はあるが、芸術祭というイベントが地域内・地域間のつながりを強くするきっかけになる点は一致していた。参加作家への質問紙調査の回収データを分析した結果、客との交流が密であるほど作家の満足度は高いが、地域団体との意思疎通が良好なことが次回の芸術祭への参加意欲にプラスに働くことがわかった。以上の結果より、芸術それ自体の意義は現代の文脈でも不明だが、芸術という祭りを維持しようとする気持ちは地域内、そして地域の枠を超えた人のつながりを維持することに貢献している。それは交替劇当時の文化蓄積にも寄与したと考えられる。

### **The mechanisms of cultural accumulation via art: Social survey on HANARART.**

Shiro Horiuchi

COC Promotion Office, Yamagata University

In order to clarify the reasons of why the modern humans had engaged in the hard works of arts such as rock paintings, this study did social survey on HANARART, the art festival in Nara prefecture, Japan. Since HANARART is not so large, we could gain primitive idea of why artists and supporters engaged in the arts. The author interviewed with leaders of local communities or NPO. Although they had conflicts about the meanings of arts, they could have gained cooperative relation within and between communities or NPO through the events of HANARART. The author analyzed the data of questionnaire surveys on the artists. The artists who had frequent communication with audience more likely had positive impressions on HANARART. On the other hand, the artists who had good communication with local communities or NPO more likely had positive wills to attend the next HANARART again. Therefore the reason of arts is still not clear in the context of the present Japan. However we can say that arts promoted cooperative relation among individuals within and across the boundary of local communities. These also likely had contributed to cultural accumulation in the age of the Replacement.

研究項目 B02

旧人・新人時空分布と気候変動の関連性の分析

**RESEARCH TEAM B02**

**Reconstructing the Distribution of Neanderthals and Modern  
Humans in Time and Space in Relation to Past Climate Change**

## 旧人・新人時空間分布と気候変動の関連性の分析

米田 稯<sup>1</sup>・阿部彩子<sup>2</sup>・横山祐典<sup>2</sup>・川幡穂高<sup>2</sup>・小口 高<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京大学 総合研究博物館

<sup>2</sup> 東京大学 大気海洋研究所

<sup>3</sup> 東京大学 空間情報研究センター

研究項目B02「旧人・新人時空間分布と気候変動の関連性の分析」では、考古学・人類学情報と、地球物理学および地球化学の情報を統合することで、旧人の絶滅と新人の拡散に関する時代状況の復元、とくに気候変動との関連を明らかにするために、共同研究を推進している。最終年度である2014年には次の項目を完了することで当初目的に達成する計画である。

まず、全球モデルを用いた地球物理学的研究の成果を考古学データと総合比較できる情報基盤を早急に整備することが必要である。阿部・大石・陳の三名は、温暖化予測にも用いられる全球結合モデルを用いて、大西洋北部グリーンランド沖に淡水を附加するホーシング実験を実施し、これが更新世後期に繰り返し起こった寒冷化イベントをよく再現することを確認した。これを交替劇の解明のために応用するためには、中緯度で100～200 kmのメッシュで計算した結果をより解像度の高い情報に変換する必要がある。陳は現代の情報をリファレンスとして、平均値からの差分を当てはめることで、数十kmでの気候分布を復元する方法がほぼ完成し、考古学モデルの検証に適用できる体制がようやく整った。また、大石は気候諸条件から植生を復元するモデルを応用しており、気候データのみならず生態環境についても、旧人と新人の分布変動に与えた影響を評価可能となった。現在、地球化学プロキシおよび花粉データとの比較検討を行い、より高精度な植生復元の実現を目指しているが、予備的な検討が可能なデータはすでに得られている。

地球物理学的な気候および植生に関する環境情報と、人間活動を結びつけるために、生態学的ニッチモデルの可能性について昨年まで様々な検討を行ってきた。Banksらによって、旧石器文化の消長の解釈に応用が提唱されたこの方法には、1～2千年で繰り返される急激な気候変動に対して、個々の遺跡に付随する年代データの解像度が粗すぎるという問題が明らかになってきた。そこで、遺跡のデータについては時間軸に対する確立密度に変換して、遺跡の立地を有る無しのデジタル情報ではなく、確立として取り扱う空間モデルを構築した。現在、予備的な気候データを用いて解析をすすめており、今年度はより正確な気候データを用いた解析を実施する計画である。さらに年代情報がない遺跡についても、周辺の遺跡から最も存在確立が高い確率分布を推定し、旧人・新人の分布域のより正確な評価を可能とすることで、気候変動が両者に与えた影響について比較検討することが可能となる。現在、交替劇の直前に起こった寒冷化イベント（ハインリッヒイベント4）の前後をモデルケースとして研究を推進している。

大森と米田はこれまでに報告されている年代データについては、NeandATデータベースとして整備を進めてきた。これを用いて、西アジアやアフリカなどの地域的な石器文化の編年についての解析をA01班と共同ですすめている。より正確な年代データベースを構築するために、前処理などの条件に応じて補正を加える方法を新たに考案した。この補正方法をデータベース全体に適用することで、石器文化の分布域に関する時空間情報をより高精度化することに成功した。A01班の整備している遺跡・石器文化データベース（NeandB）との統合をすすめ、考古学者が自ら年代情報を解析できるシステムとして構築する計画である。

## **Reconstructing the distribution of Neanderthal and Modern Human in time and space in relation to past climate change**

Minoru Yoneda<sup>1</sup>, Ayako Abe-Ouchi<sup>2</sup>, Yusuke Yokoyama<sup>2</sup>, Hodaka Kawahata<sup>2</sup>, and Takashi Oguchi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> The University Museum, The University of Tokyo

<sup>2</sup> Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

<sup>3</sup> Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo

In order to accomplish our project B02 relating to climate change and human reaction in this FY2014, we will finally combine all achievements from geophysical, geochemical, and geographical information studies. The geophysical team has applied their atmosphere-ocean combining global model (MIROC) for Heinrich Event 4, involving horsing experiments which is able to make a very similar climatic response to the emergent cooling events in the Late Pleistocene (Heinrich events, Dansgaard-Oeschger cycles, etc.) Additionally, the geophysical model have been extended to reconstruct past vegetation, which will give us more direct information about the impact of global climate change on the human activity.

The ecological niche model including MaXEnt and GAAP have been applied for some archaeological setting including Near East, Europe and Japan, to extract the common environmental features which affected on the distribution of human populations. Some methodological improvement was required to overcome the rough solution of archaeological chronology. We will cover the series of chronometric data into the probability distribution in time. We will add the information of archaeological sites without chronometric data to evaluation more realistic distribution of specific stone industries. Now we can use our geophysical results of past climate distribution for this model to understand the difference in the reaction of modern and archaic humans against sudden climate change in the Late Pleistocene.

In the course of application of ecological niche model to archaeological data, we found our archaeological data is too rough to extract the effect of sudden cooling event around 1500 years. Hence, we developed a new method to collect old data into more reliable data with reasonable uncertainty. This method will apply to all chronometric data in NeanDAT DB. Then, the archaeological database established by A01 project will work on the same framework with NeanDAT DB. This system will make archaeologists possible to analyze stone industries in more reliable distribution in time and space. Some specific joint project to evaluate the chronology of specific regions and industries have already started.



## 最終氷期の地中海東部における地域的な気候復元にむけて

オブラクタ P. スティーブン・横山祐典・川幡穂高  
東京大学 大気海洋研究所

レバント地域の最終氷期における気候変動復元の高精度化にむけて、本年度は異なる堆積物から得られる高時間分解能の環境指標の精査を行っていく。海洋堆積物には花粉が含まれ、この情報は陸上気候の復元を行う上で重要な間接指標（プロキシ）であるが、人類学的に重要な期間である最終氷期の年代決定を、高精度で行うことには困難が生じる。放射性炭素年代測定によって得られる年代の、暦年補正に伴う不確定性が主な原因である。しかし極めて変化にとんだ地中海東部レバント地域の気候変動を正確に行う上で、年代の高精度決定は重要な条件の一つである。最近アップデートされたグリーンランド氷床アイスコアの年代モデルは、年層のカウントによった年代モデルが構築されており、北大西洋の気候変動の情報とも密接な関連性が認められている。我々はこれまでに、このアイスコアの年代モデルを海洋堆積物の年代モデルに対応させ、高精度な年代モデルを得る方法を確立した (Obrochta et al., 2014)。堆積物の花粉の情報が得られない場合には、イスラエルなどに存在する鍾乳石のデータ（ウラン系列核種による年代決定がなされている）を用いることで、陸上の気候復元を行うことができる可能性があるが、この場合は水文学的情報と気候変動との関係性についての定量的評価が必要になってくる。最初のステップとして我々が想定しているのは、地域における気候変動シグナルの地域性の変化率が大きい場所における気候復元である。したがって大気海洋結合大循環モデル (MIROC モデル) を用いた気候復元を行っていくことにしている。さらにそれらの気候値のグルーピング化を行い降水パターンなどの類似性等に着目した上で、地域的な気候変動の定量的な評価を行って行く予定である (Crowley et al.印刷中)。データには不確定性が伴うことが予想されるが、それらの定量的な取り扱いについては、これまでの研究で手法開発を終えている (Obrochta et al., 2012)ため、これらの手法を組み合わせることにより、最終氷期の地中海東部の総合的かつ地域的な気候復元をこれまでになく行えるのではないかと考えている。

### 引用文献

- Obrochta, S.P., Miyahara, H., Yokoyama, Y., and Crowley, T.J., 2012. A re-examination of evidence for the North Atlantic “1500-year cycle” at Site 609. *Quaternary Science Reviews* 5523–33. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2012.08.008>
- Obrochta, S.P., Yokoyama, Y., Morén, J., and Crowley, T.J., 2014. Conversion of GISP2-based sediment core age models to the GICC05 extended chronology. *Quaternary Geochronology* 20(0) 1–7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quageo.2013.09.001>
- Crowley, T.J., Obrochta, S.P., and Liu, J., in press, Recent Global Temperature ‘Plateau’ in Context of a New Proxy Reconstruction, *Earth’s Future*.

## Regional last glacial climate synthesis for the Eastern Mediterranean

Stephen P. Obrochta, Yusuke Yokoyama, Hodaka Kawahata  
Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

From this year we hope to obtain the needed pollen data from the Levant region to begin quantitative analysis, using our age model updating function (Obrochta et al., 2014) to prepare the data by creating consistent age models for the different sediment cores from which the pollen records have been generated. If pollen data are not available to us, we will instead use different records, such as Israel speleothems and available marine data, those these data may be more complicated to interpret as terrestrial environmental change. The first step will be to identify the areas over which the steepest climatological gradients are located. MIROC model results will be useful for this. Then we will group sites into general areas that exhibit similar hydrological characteristics before calculating regional composites (e.g., Crowley et al., *in press*). As there is significant uncertainty in many of these records, the effects on that uncertainty in any reconstruction will be quantitatively determined (Obrochta et al., 2012).

### References

- Obrochta, S.P., Miyahara, H., Yokoyama, Y., and Crowley, T.J., 2012. A re-examination of evidence for the North Atlantic “1500-year cycle” at Site 609. *Quaternary Science Reviews* 5523–33. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2012.08.008>
- Obrochta, S.P., Yokoyama, Y., Morén, J., and Crowley, T.J., 2014. Conversion of GISP2-based sediment core age models to the GICC05 extended chronology. *Quaternary Geochronology* 20(0) 1–7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quageo.2013.09.001>
- Crowley, T.J., Obrochta, S.P., and Liu, J., in press, Recent Global Temperature ‘Plateau’ in Context of a New Proxy Reconstruction, *Earth's Future*.

## 文献データベースの活用による遺跡データベース開発

森 洋久

国際日本文化研究センター 文化資料研究企画室

文献データベースの構築の目的は、文献そのものを検索に供することのみにあるわけではない。文献資料の全文データには事実に関する記載が多数含まれており、それらの情報を系統的に閲覧に供することがもう一つの目的である。特に遺跡については、発掘によって実物が失われてしまうこともあり、文献資料における遺跡に関する記述の持つ重みは大きい。

そこで、文献データベースの活用研究として、遺跡に焦点を当てた情報の整理と発信のためのシステムの設計と構築に取り組んだ。論文におけるモノグラフとしての図と写真に注目し、文献資料からできる限り遺跡の情報を抽出し再構成できるよう意図している。発信環境も合わせて整備し、遺跡の詳細な情報を閲覧できる発信環境の実現を目指す。

### **Developing Remains Database Utilizing Bibliographic Database**

Hirohisa Mori

Office of Virtual Resources, International Research Center for Japanese Studies

Our purposes for constructing the bibliographic database are not limited to searching for literature itself. We have another purpose as well; full-text data of bibliographic materials contain large volumes of descriptions of facts and figures, and we want to be able to browse such information systematically as well. In case of remains in particular, the actual sites may be lost during archaeological excavation, and descriptions of remains in bibliographic materials thus carry significant weight.

Towards this end, as part of our study of applications of the bibliographic database, we are working on design and development of systems used to organize and deliver information focusing on remains. We focused on monograph figures and photos in the paper and attempted to design the system to extract and format as much information on remains as possible from the bibliographic materials.

研究項目 C01

3次元モデリング技術に基づく化石頭蓋の高精度復元

RESEARCH TEAM C01

Reconstruction of Fossil Crania Based on Three-Dimensional  
Surface Modeling Techniques

## ネアンデルタール及び新人化石標本の頭蓋腔鋳型復元の改良と誤差評価

久保大輔<sup>1</sup>・近藤 修<sup>1</sup>・荻原直道<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学 大学院理学系研究科

<sup>2</sup> 慶應義塾大学 理工学部機械工学科

大脳・小脳容積比が認知能力のいくつかの側面と関連しているという仮定のもと、ネアンデルタールと新人の大脳・小脳容積比を比較することを目標としている。

2013年度には、現代人MRIデータを用いて、化石標本の頭蓋腔鋳型から大脳・小脳容積比を推定する方法を開発した。いくつかのネアンデルタール及び中期旧石器時代のホモ・サピエンスの頭蓋腔鋳型に適用したところ、ネアンデルタールは小脳が相対的に小さいが、中期旧石器時代ホモ・サピエンスは現代のホモ・サピエンスと差がないという予備的結果が得られた。ただし、化石標本の欠損部・破損部の復元に改善の余地があり、最終的にはより信頼性の高い復元を行った化石データを対象に比較を行う必要がある。

そこで2014年度は、新たに別の2つの手法を用いて、頭蓋腔鋳型の復元を行う。一つは3Dプリンター模型と粘土復元を用いた手作業による復元である。これはカフゼー9号の頭蓋腔鋳型復元の際に行った手法である。もう一つは、相同モデルと現代人エンドキャストのリファレンスサンプルに基づく数理的手法による復元である。この2つの復元によって得られる結果を比較検討することで復元に伴う誤差を評価した後、最終的にネアンデルタールと新人との大脳・小脳容積比の差異の有無を明らかにする予定である。

## **Refinement and error evaluation in the endocranial reconstruction for some fossil skulls of Neanderthals and *Homo sapiens*.**

Daisuke Kubo<sup>1</sup>, Osamu Kondo<sup>1</sup>, Naomichi Ogihara<sup>2</sup>

<sup>1</sup> The School of Science, The University of Tokyo

<sup>2</sup> Department of Mechanical Engineering, Keio University

We aim to compare the cerebro-cerebellar volume ratio (CCVR) of the Neanderthals with that of modern humans with an assumption that CCVR should be related with some aspects of cognitive abilities.

In FY2013, we devised a method for estimating CCVR from fossil skulls based on MRI data of living human subjects, and then we applied it to some Neanderthal and Middle Paleolithic modern human endocasts which were tentatively reconstructed. The preliminary result showed that Neanderthals have relatively small cerebella, while the CCVR of the earlier Levantine *Homo sapiens* specimens are comparable to the living human sample. However, since the reconstruction of missing/damaged portions of these fossil crania is far from the best, the difference of CCVR must be finally tested by using more reliable endocranial reconstructions.

In FY2014, we reconstruct the missing portions of these fossils by using two alternative methods. The first one is mainly based on manual restoration with 3D-printer model and modeling clay, which we applied for Qafzeh 9 previously. The second one is a mathematical method based on homologous modeling and a reference sample of modern human endocasts. After we confirm the plausible error of reconstruction by comparing these results, we finally test the difference of CCVR between the Neanderthals and modern humans.

## X線CT画像からの脳鋳型ポリゴン抽出手法に関する研究

道川隆士<sup>1</sup>・鈴木宏正<sup>2</sup>・小林靖<sup>3</sup>・荻原直道<sup>4</sup>・森口昌樹<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 大阪大学 環境イノベーションデザインセンター

<sup>2</sup> 東京大学 工学系研究科精密工学専攻

<sup>3</sup> 防衛医科大学校

<sup>4</sup> 慶應義塾大学 理工学部機械工学科

<sup>5</sup> 中央大学 理工学部情報工学科

脳鋳型形状は、脳形状を推定する上で重要な情報を与え、これまでも頭蓋骨化石のX線CT画像から脳鋳型形状をポリゴンモデルとして抽出することが行われてきた。しかし、X線CT画像からポリゴンモデルを抽出する一般的な手法(例えば、等値面生成)では自動的に抽出することができず、面倒で時間のかかる手作業が必要であり、脳鋳型を用いる研究の障害となっていた。本研究では、これを自動的に抽出するアルゴリズムについて研究を行っている。

問題設定としては、頭蓋骨で囲まれた大規模な空洞(背景ボクセルからなる領域)を抽出する問題となる。ただし、この空洞は閉じていないので、ラベル付けなどでは求めることができない。本研究では、頭蓋骨(図1 (a))の表面からの距離場を計算し(図1 (b))、その距離値一定以上の領域(つまり、空洞の中心部分の領域)と、頭蓋の外部(CT画像領域の端部)とをシードとして(図1 (c))、この距離場の上でWatershedアルゴリズムを適用する。これによって、背景ボクセルを頭蓋内部と外部に分割する(図1 (d))。最後に、頭蓋内部の領域の境界をポリゴン化することによって、脳鋳型のポリゴンモデルを得る(図1 (e))。この処理は、適切な閾値の設定が行われていれば、全自動で行うことができる。

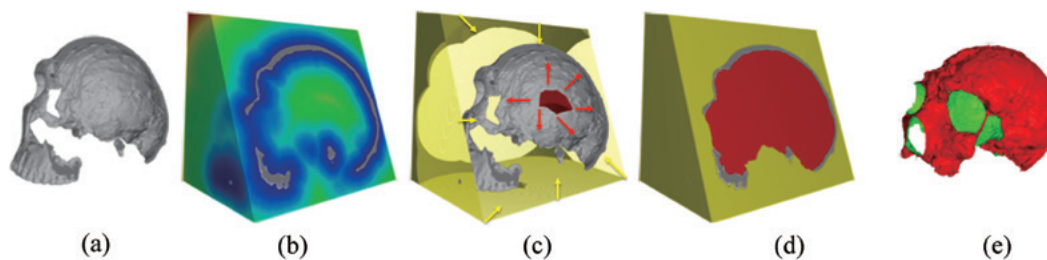


図1 頭蓋骨のX線CT画像から脳鋳型のポリゴンモデルを生成するプロセス。

## A Method for Extracting Endocast Surface from X-ray CT Volumetric Data of Crania

Takashi Michikawa<sup>1</sup>, Hiromasa Suzuki<sup>2</sup>, Yasushi Kobayashi<sup>3</sup>, Naomichi Ogihara<sup>4</sup> and Masaki Moriguchi<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Center for Environmental Innovation Design for Sustainability, Osaka University

<sup>2</sup> Department of Precision Engineering, The University of Tokyo

<sup>3</sup> Department of Anatomy and Neurobiology, National Defense Medical College

<sup>4</sup> Department of Mechanical Engineering, Keio University

<sup>5</sup> Department of Information Engineering, Chuo University

Endocasts provide information to estimate brain shapes. Polygon models for endocast surfaces were generated from X-ray CT volumetric data of fossil crania. However, standard automatic methods for extracting polygonal surfaces from X-ray CT volumetric data, such as iso-surfacing methods, cannot be used and thus tedious, time consuming manual work is required. This problem is critical for researchers attempting to study many endocast shapes. In this study, an algorithm is developed to automatically extract endocast surfaces.

The problem setting is to find a large hollow volume of background voxels surrounded by a cranium. Unfortunately this volume is not closed and cannot be extracted by using a simple labelling procedure. In this study, a series of procedures are developed. First, a distance field of a cranium (Fig. 1 (b)) is computed (Fig. 1 (b)). Then Watershed algorithm is applied with two kinds of seed regions; region of voxels of large distance values (core portion of the hollow region) and corner voxels of the entire region of the volumetric model (Fig. 1 (c)). Then the Watershed algorithm separates the hollow region (Fig. 1 (d)). Finally, a polygon model of the surface of this hollow region is extracted (Fig. 1 (e)). This total process can be conducted automatically given some appropriate threshold values.

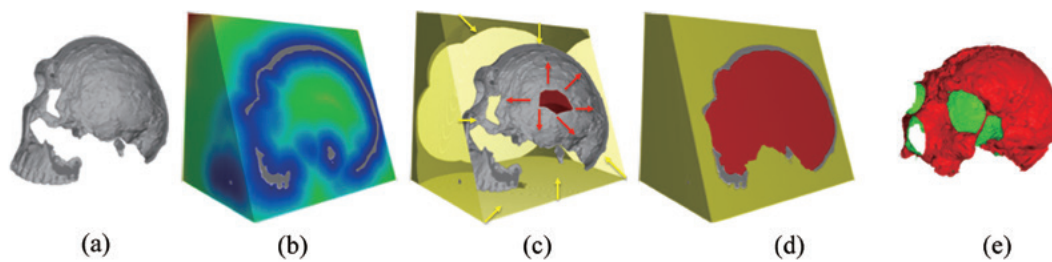


Figure1 Mapping problem of semi-landmarks (Red: landmarks and Blue: Semi-landmarks)





研究項目 C02

旧人・新人の学習行動に関する脳機能マップの作成

**RESEARCH TEAM C02**

**Functional Mapping of Learning Activities  
in Archaic and Modern Human Brains**

## 現代人脳機能地図作成：向社会行動のベースとしての共同注意の神経基盤

定藤規弘<sup>1</sup>・田邊宏樹<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 生理学研究所 心理生理学研究部門

<sup>2</sup> 名古屋大学大学院 環境学研究科 心理学講座

我々はこれまで、旧人と新人の運命を分けた学習能力の1つとして社会能力があると考え、その神経基盤の解明を進めてきた。我々は特に、社会能力を理解する上で「双方向性」と「同時性」を実験的に取り扱うことが重要であり、社会的な相互作用の神経基盤を明らかにするためには、2個体同時計測が必要であるとの観点から、二個人間の相互作用中の神経活動を同時に計測するシステムを開発し、社会能力の重要な機能基盤となる共同注意と見つめ合いに焦点を当てて様々なfMRI実験を遂行している。それらの実験の結果から、始発的共同注意と応答的共同注意をおこなっているときに共通して活動する脳部位として、右下前頭回、頭頂葉、紡錘状回、小脳VI領域が、応答的共同注意に特に活動が強い領域として背側頭頂-運動前野、上側頭溝、小脳VIIaおよびCrusI領域が同定され、共同注意における小脳の重要性が示唆された。また見つめ合い時の二個体間脳活動の同調は、最初中側頭回後部に限局しているが、共同注意課題を行ったペア特異的にその後右上側頭溝と右下前頭回へ進展することを見いだした。

## **Functional Brain Mapping of modern humans: Neural basis of joint attention as a base of prosocial behavior**

Norihiro Sadato<sup>1</sup>, Hiroki C. Tanabe<sup>2</sup>

<sup>1</sup> National Institute for Physiological Sciences

<sup>2</sup> Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

We assume that ability of social cognition is one of the key factors to divide the fate of Neanderthals and *Homo sapiens*. We promote the exploring the neural mechanisms of social ability. Especially, we emphasize the significance of ‘bidirectionality’ and ‘simultaneity’ of the social interaction in terms of understanding social ability, and developed dual functional MRI system which allows us to measure brain activity of two interactive person simultaneously. The results from our fMRI studies showed that right inferior frontal gyrus (IFG), inferior and superior parietal lobules, fusiform gyrus, cerebellum VI was activated in both initiative and responding to joint attention condition. In contrast, dorsal parieto-frontal region, superior temporal sulcus (STS), and cerebellum VIIa and Crus1 was activated in responding to joint attention. Moreover, we found that inter-personal neural synchronization appears first in posterior middle temporal gyrus then extends to right STS and IFG.

## 飽きに対する対処戦略の神経基盤と創造性・学習能力との関連の解明

杉浦元亮

東北大学 加齢医学研究所

飽きは繰り返される刺激や作業によって、行為・状況の意義を見出せなくなったときに感じる特有の負の感情である。この飽き感情への対処戦略として、我々は外的状況あるいは内的状況（自分の精神状態）を変える行動を取る。本研究では健常成人被験者を対象に機能的MRI（fMRI）を用いた脳マッピング研究を行い、飽き対処戦略の神経基盤を明らかにした。46名の健常大学生被験者を対象とし、MRI中で写真や絵画などの視覚刺激を鑑賞する課題（4秒間）と、その刺激に対する飽き感情の程度を4段階評価する課題（1秒間）を交互に繰り返させた。評価課題で被験者が1～3を選んだ場合は続く鑑賞課題で同じ画像を提示し、4を選択した場合は50%の確率で新しい画像を提示した。最初に4と評価した直前の鑑賞課題では外的状況（刺激）を変更する戦略の影響が、2回目以降の4評価では内的状況の変更（飽きに耐える）戦略の影響が優位と仮定した。飽き対処戦略に関する脳活動が外的状況の変更と内的状況変更と共通して上前頭回内側、前帯状皮質、右前頭極、後帯状皮質に同定された。これらの領域は将来の出来事のシミュレーションに関わることが知られており、飽き感情への対処が、ホモ・サピエンスの創造性や学習能力を説明する上で重要である可能性を示唆する。

## **Neural correlates of coping strategy for boredom and its relationship with creativity and learning ability**

Motoaki Sugiura,

Institute of Development, Aging and Cancer, Tohoku University

Boredom is a negative feeling, which is felt when we lose meaning in an act or situation, during repeated presentation of a stimulus or performance of a task. Our behavior when bored is a coping strategy to change such an external or internal situation (i.e., our own mental state). In this functional MRI (fMRI) study, we investigate the neural correlates of boredom-coping strategies using 46 healthy subjects. In the MRI scanner, the subjects alternately performed an Appreciation task, in which they viewed a visual stimulus, such as a photo or picture (4s), and an Evaluation task, in which the subjects rated the degree of boredom, using four-grade scaling. When the subject selected 1, 2, or 3, in an Evaluation task, the same stimulus was presented in the subsequent Appreciation task. When the subject selected 4, the subject could see a new stimulus at the probability of 50%. In the Appreciation task preceding the first and second or later selections of 4 for a certain stimulus, we assumed the neural responses were affected by the strategies of changing the external situation (i.e., stimulus) and internal situation, respectively. Neural activity related to boredom-coping strategies, irrespective of the situation change (i.e., internal or external) was identified in the medial prefrontal cortex, anterior cingulate cortex, right frontal pole, and posterior cingulate cortex. The known roles of these regions in simulation of future events, suggests the potential importance of boredom coping in the explanation of the creativity and learning ability of *Homo sapiens*.

## 学習意欲・疲労の神経基盤と脳形態解析

水野 敬

理化学研究所 ライフサイエンス技術基盤研究センター 健康・病態科学研究チーム  
大阪市立大学大学院 医学研究科 疲労医学講座

現生人類を対象とした神経心理学的手法に基づく社会学習と個体学習の脳局在と、化石脳復元によるその脳領域の形態差の比較検討により、旧人と新人の学習能力差の立証が期待できる。当該領域研究 (RNMHプロジェクト) は、研究開始当初、社会学習において模倣学習の神経基盤、個体学習において学習制御 (強化学習) の神経基盤をターゲットとしている。さらに、個体学習において、学習の強化因子として社会報酬 (他者からの承認・賞賛) を挙げ、その効果を検証するモデルを提案している。本研究では、さらに、他の学習の強化因子として、学習行動に直結する学習意欲と疲労耐性を挙げ、学習意欲と疲労耐性による強化学習の神経基盤について機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) を用いて明らかにすることを目的とする。これまでの研究から、学習意欲関連脳部位が線条体にあることを明らかにした。また、学習意欲と表裏一体の関係にある疲労は、線条体の活性低下を引き起こすこともみえてきた。さらに、内側前頭前野は意欲や疲労感などの感情制御に関わる脳部位であることもわかってきた。学習意欲と疲労の関心脳領域の形態的個人差、つまり、学習意欲や疲労と灰白質体積量の関連性について検討したところ、成人における側頭葉の体積と学習意欲の程度に相関し、前頭前野の体積と疲労度が相関した。また、今回は子どもの学習意欲、疲労と灰白質体積量の関連性について検討した結果も報告する。学習意欲と疲労耐性を修飾系とした学習能力と脳形態情報に接点をもたせ、RNMHプロジェクトへのフィードバックにより研究課題達成を目指す。

## **Analyses for neural and structural bases of motivation to learn and fatigue**

Kei Mizuno

Pathophysiological and Health Science Team, RIKEN Center for Life Science Technologies

Department of Medical Science on Fatigue, Osaka City University Graduate School of Medicine

The difference of learning abilities is expected to be demonstrated by elucidating the brain regions involved in social and individual learning of the modern humans using neuropsychological methods and comparing the differences of brain regions between them based on the reconstruction of fossil of ancient human brain. For the first of study, the study project of RNMH is focusing on the neural bases of imitative learning in social learning and of learning control (enforced learning) in individual learning. In addition, in individual learning, social rewards, such as acceptance and acclaim from the significant others, are setting as a reinforcement factor for learning, and a verification model of the effects of social rewards on learning are suggesting. In the present study, I set motivation to learn and fatigue resistance as another reinforcement factors for learning. The aim of the present study is to clarify the neural bases associated with the enforced learning affected by motivation to learn and fatigue resistance using functional magnetic resonance imaging (fMRI). Our previous studies revealed that the brain region involved in motivation to learn is the striatum; fatigue, which is inextricably linked to motivation to learn, induces the decrease in striatal activation, and the medial prefrontal cortex is related to emotional control such as motivation and fatigue sensation. When I investigated the individual differences in modern human's brain morphology, gray-matter volumes in region of interests related to motivation to learn and fatigue, the volumes of temporal cortex and prefrontal cortex of adults were associated with the extents of motivation to learn and fatigue, respectively. In this conference, I also report the association between gray-matter volumes of children and adolescents and motivation to learn or fatigue. Both morphological and functional comparisons of these regions between modern and ancient humans would be expected to help elucidate differences in learning abilities between them.





---

発表要旨  
**ABSTRACTS**

ポスター  
**Poster**

---

ポスター発表

**POSTER PRESENTATION**

## RNMH-iii: 交替劇プロジェクトにおける研究情報統合事業 (第2報)

近藤康久

総合地球環境学研究所 研究高度化支援センター

交替劇プロジェクト総括班では、プロジェクトの研究活動を通じて生み出される多様かつ膨大な研究成果を適切に資源化してのこすために、研究情報統合事業「RNMH-iii」(Replacement of Neanderthals by Modern Humans initiative to integrate information)を推進している(近藤他 2013)。RNMH-iii事業の中核はインターネット上の文献データセンター「RNMH-DC」(<http://www.koutaigeki.org/rdb>)である。2014年3月末までに、交替劇関連論文の情報約2,700件をRNMH-DCに収録し、内容チェックとIRIの付与を完了した。IRI (internationalized resource identifier)とはインターネット上の情報を一意に特定する識別子のことであり、URI (uniform resource identifier)と同義である。今後、11月末に始まる国際会議RNMH 2014を時期目標として、プロジェクトのこれまでの研究成果(図書、雑誌論文、研究大会報告書、研究班報告書等)をRNMH-DCに追加していく。

RNMH-iiiを推進する意義は、交替劇プロジェクト全体を俯瞰する知識基盤を形成することにある。旧人・新人交替劇に関係する研究分野は、自然人類学・文化人類学・考古学・気候学・文化進化学・脳科学など、実に多様であり、さらにどの分野も国際的に研究の更新スピードが速い。研究プロジェクトが終盤を迎え、いざ成果発表をする段になって、関連分野の文献を参照しようにも、情報収集が追いつかない状況である。RNMH-DCはこのような場面で役立つツールとなることが期待される。

ところでRNMH-DCは、交替劇という新学術領域の知識基盤を形成するという点において、近年研究機関や研究分野ごとに整備の進む学術リポジトリの一種と見なすことができる。将来的にどのようなかたちで運用するのがよいか、最終年度中に構想を固めたい。

今回の研究大会では、ポスターセッション会場において随時、RNMH-DCのデモンストレーションを予定している。RNMH-DCに実際に触れていただきながら、システムの改善点やRNMH-iii事業の今後について班員諸氏と議論したい。

### 引用文献

近藤康久・丸川雄三・小口 高・赤澤 威(2013)「RNMH-iii: 交替劇プロジェクトにおける研究情報統合事業 寺嶋秀明編『科学研究費補助金(新学術領域研究)「ネアンデルタールとサピエンス交替劇の真相: 学習能力の進化に基づく実証的研究」第8回研究大会』55-57頁.

## **RNMH-iii: The Replacement of Neanderthals by Modern Humans initiative to integrate information (Part 2)**

Yasuhisa Kondo

Center for Research Promotion, Research Institute for Humanity and Nature

The Steering Committee of the Replacement of Neanderthals by Modern Humans (RNMH) project is operating the RNMH-iii (RNMH initiative to integrate information) project to form a repository of the vast amount of data created through RNMH research projects (Kondo et al. 2013). The core component of RNMH-iii is an online bibliographic data center named “RNMH-DC” (<http://www.koutaigeki.org/rdb>). As of the end of March 2014, approximately 2,700 records of bibliographic information associated with RNMH had been input and crosschecked, and an IRI (internationalized resource identifier; also referred to as URI, or uniform resource identifier) attached to each record. The bibliographic information of the project outcomes—such as books, journal articles, conference proceedings, and annual reports—will be added to the RNMH-DC by the second international conference at the end of November 2014.

The RNMH-iii project is expected to form a holistic knowledge base for RNMH. The research of RNMH involves diverse disciplines; including physical and cultural anthropologies, archaeology, climatology, cultural evolution sciences, and brain sciences. It is noted that there are frequent updates by a number of international research teams in most of the disciplines. Therefore, it would be difficult for the latest data from all related topics to be included when preparing for the publication of the final phase of the project. RNMH-DC is expected to facilitate such information gathering.

The RNMH-DC is a scientific data repository because it is designed to form a knowledge base for a new field of research. This type of repository has recently been developed by a number of research institutes and research domains. The future plan of the RNMH-iii will be presented by the end of the project.

A demonstration of the RNMH-DC will be held at the poster hall during the conference. It will be a good opportunity for project members to try the system, and to discuss the further improvement and development of the RNMH-iii project.

### Reference

Kondo, Y., Y. Marukawa, T. Oguchi and T. Akazawa (2013) RNMH-iii: The Replacement of Neanderthals by Modern Humans initiative to integrate information. In: H. Terashima (ed.) *The 8th Conference on Replacement of Neanderthals by Modern Humans: Testing Evolutionary Models of Learning*, pp. 55-57.

## エミラン文化の再検討：多様性とその「旧人・新人交替劇」への示唆

門脇誠二

名古屋大学 博物館

エミランは、レヴァント地方の遺跡から採集された石器群が示す技術・形態学的特徴によって定義され、最近の研究では上部旧石器時代初頭に位置づけられている。エミラン文化に関わる理化学年代値は約5～3.5万年前のあいだに分布する。クサル・アキル岩陰では、エミラン石器群に共伴する人骨化石がホモ・サピエンスの特徴を示すと主張されている。ウチュアズリ岩陰でも、エミラン石器群に伴う人骨化石の一部が、ホモ・サピエンスの解剖学的特徴と一致するといわれているが、両例とも確定はしていない。両遺跡では、エミラン石器群に伴って貝製ビーズが出土することも知られている。この発表では、エミラン文化の通時的・地理的多様性を整理すると共に、周辺地域や後続のアハマリアン文化との関連を検討することによって、ホモ・サピエンス拡散期における文化変化パターンの特徴を指摘し、それに関わる社会環境について議論する。

## **Re-examination of the Emiran culture: its variability and implications for the dispersals of *Homo sapiens***

Seiji Kadowaki

University Museum, Nagoya University

The Emiran culture is defined by techno-typological characteristics of lithic assemblages in the Levant and regarded as representing the Initial Upper Palaeolithic (IUP). Radiometric dates for this culture range between ca. 50-35 ka. Emiran lithic assemblages at Ksar Akil are associated with a human fossil that is suggested to represent *Homo sapiens*. A report of human teeth recently recovered in association with the IUP and Early Ahmarian assemblages at Üçağızlı describes that their morphology is “consistent with an attribution to *Homo sapiens*, but at least one possesses features more commonly associated with Neandertals”. The Emiran assemblages of these two sites are also notably associated with shell beads. This paper re-examines geographic and diachronic variability of Emiran assemblages and compare them with contemporaneous cultures in the surrounding regions as well as their following culture, i.e., the Ahmarian. The paper then discusses patterns of cultural changes at the time of *Homo sapiens*’ geographic expansion and their implications for social environments.

## 後期旧石器時代における石器製作者の学習戦略：北海道の遺跡を事例として

高倉 純

北海道大学大学院 文学研究科

北海道の白滝遺跡群から検出された後期旧石器時代の石器接合資料分析からは、観察学習や練習、デモンストレーションなど、石器製作の技術伝達にかかわる学習過程の把握が可能であった (Takakura, 2013)。次なる検討課題としては、北海道の後期旧石器時代における土地利用や移動形態の問題に着目することで当該期の行動システムを明らかにし、それによって学習行動がどのような社会的・環境的コンテクストのなかで執り行われていたのかを解明していく必要がある。そのため本発表では、製作技術と石材消費の観点から石器群の比較分析に着手することとする。

### 引用文献

Takakura, Jun 2013 Using lithic refitting to investigate the skill learning process: lessons from the Upper Paleolithic assemblages at the Shirataki sites in Hokkaido, Northern Japan. In *Dynamics of Learning in Neanderthals and Modern humans, Vol.1: Cultural Perspectives*, edited by T. Akazawa, Y. Nishiaki, K. Aoki, pp.151-171, Springer.

## **Learning Strategies of the Upper Paleolithic Knappers: A Case Study from the Upper Paleolithic Sites in Hokkaido, Northern Japan**

Jun Takakura

Graduated School of Letters, Hokkaido University

My analyses of the lithic refitted artifacts from the Upper Paleolithic assemblages at Shirataki in Hokkaido, Northern Japan, could demonstrate that novice's observation and exercise as well as expert's demonstration related to prehistoric learning behaviors were carried out to transmit the skill of lithic production among the novice and expert knappers (Takakura, 2013). In this paper, I attempt to explore the social and environmental contexts of such learning behaviors, based on the reconstruction of behavioral system in terms of land use and mobility pattern of the hunter-gatherers. I address the comparative analysis of the Upper Paleolithic assemblages in Hokkaido, paying attention to the lithic reduction sequence and the consumption of lithic raw materials.

### References

Takakura, Jun 2013 Using lithic refitting to investigate the skill learning process: lessons from the Upper Paleolithic assemblages at the Shirataki sites in Hokkaido, Northern Japan. In *Dynamics of Learning in Neanderthals and Modern humans, Vol.1: Cultural Perspectives*, edited by T. Akazawa, Y. Nishiaki, K. Aoki, pp.151-171, Springer.



## 槍先端部の質量による投擲された槍の運動の変化：2014年度の研究計画と予備的結果

日暮泰男

大阪大学 大学院人間科学研究科

招待研究「ネアンデルタールとサピエンスの骨格の形態差から探る飛び道具使用行動の差異」は、(1)投槍器などの飛び道具の仕組みと長所の理解、と(2)ネアンデルタールと初期サピエンスの投擲能力の推定、を目的とした実験的研究をすすめてきた。今大会では、2014年度に、とくに(1)について実施する研究の計画と予備的結果を発表する予定である。

槍や矢の先端に取り付けられたと考えられる石器のサイズ(質量やtip cross-sectional area)はさまざまである。狩猟具の種類におうじた機能的に最適な石器のサイズが存在する、という主張がある。それに対して、石器のサイズは機能とは無関係な文化的影響を同程度受ける、とする主張もある。この議論は、飛び道具の出現時期を判断するための既存の解析法の妥当性や、さらには、飛び道具がネアンデルタールとサピエンスの交替劇の一因となったとする仮説の確からしさとも関連する。本研究では、槍先端部の質量の違いによって、投槍器を用いて投擲された槍の運動がどのように変化するかを実験によって調べる。実験では、参加者が投槍器を用いて槍を投げる。槍の飛距離ないし初速度を最大化する最適な槍先端部の質量が存在するかどうかを検討し、石器のサイズと狩猟具の種類にかんする議論に貢献したい。

## **Effects of added mass to the tip of the spear on throwing distance and release velocity: annual research plan 2014-15 and preliminary results**

Yasuo Higurashi

Graduate School of Human Sciences, Osaka University

The goals of the project “Reconstruction of Hunting Behavior with Projectile Weapons in Neanderthals and Early Modern Humans Based on Differences in Skeletal Morphology” are to 1) elucidate the mechanics of the hand-cast spear, spear thrower and dart, and bow and arrow, and the respective advantages of using these weapons in hunting, and 2) estimate spear-throwing ability in Neanderthals and early modern humans. At this meeting, I will present my current research plan and preliminary results.

Paleolithic hafted stone tools differ in size, in terms of, for example, mass or tip cross-sectional area. Some researchers claim that there is a functionally optimal range for hafted stone tool size, for a given weapon delivery system. Others, however, maintain that tool size is also constrained by cultural factors unrelated to functional efficiency. This debate is related to the identification of stone tool uses in the Paleolithic era, and the evaluation of the contribution of complex projectile technology in the replacement of Neanderthals by modern humans. My goal for this year is to get more insight into the relationship between the size of hafted stone tools and the weapon delivery system. I will conduct experiments to study the effects of adding mass to the tip of the spear on throwing distance and release velocity. Study participants will throw a spear using a spear thrower. I will search for the optimal mass of the spear tip for maximum throwing distance and release velocity.

## リスクを伴うイノベーション行動の進化：共同体主導仮説

木村亮介<sup>1</sup>・中橋渉<sup>2</sup>・田村光平<sup>3,4,5</sup>

<sup>1</sup> 琉球大学大学院 医学研究科

<sup>2</sup> 総合研究大学院大学 先導科学研究科

<sup>3</sup> 東京大学大学院 理学系研究科

<sup>4</sup> 東京大学大学院 情報理工学系研究科

<sup>5</sup> CREST

現生人類のイノベーション行動は現生の動物をみる限り群を抜いている。ネアンデルタール人など古人類のイノベーション行動が如何なるものであったかはさておき、人類におけるイノベーション行動の進化を解明することは、すなわち他の霊長類において何故イノベーション行動が進化し得なかったのかを理解することに他ならない。本研究では、人類特有の共同体の形成が、イノベーション行動の進化の引き金を引いた可能性について理論的に検討した。文化を進化させるためにはイノベーションが必須であるが、模倣戦略の存在下においては、リスクを伴うイノベーション行動は淘汰されてしまい、文化は進化しないことが理論研究において指摘されている。我々は、コンピュータシミュレーションを用いて、得られた資源を共有・分配する協力社会においては、イノベーション行動者が一定の割合で存在することができ、文化進化が加速することを示した。さらに、協力する人数が多いほど、文化進化速度は速くなることが示唆された。また、問題を単純化するために一定の仮定をおいた数理解析においても、同様のことが示された。このような結果から、人類において共同体の形成がイノベーション行動の進化を主導したことが示唆される。そして、ネアンデルタール人を含む絶滅した旧人とホモ・サピエンスの運命を分けた要因を、協力社会の大きさに求めることができるかもしれない。この“共同体主導仮説”においては、集団の大多数は模倣戦略者であり、文化進化は少数のイノベーション行動者によって支えられていることを示唆する。そのような条件のもと、イノベーション能力に関わる遺伝子がどのように進化するのかを明らかにすることが今後の課題である。

## The evolution of risk-taking innovative behaviors: cooperative society-initiated hypothesis

Ryosuke Kimura<sup>1</sup>, Wataru Nakahashi<sup>2</sup>, Kohei Tamura<sup>3,4,5</sup>

<sup>1</sup> Graduate School of Medicine, University of the Ryukyus

<sup>2</sup> School of Advanced Sciences, Graduate University for Advanced Studies

<sup>3</sup> Graduate School of Science, The University of Tokyo

<sup>4</sup> Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

<sup>5</sup> CREST

Modern humans are outstanding in innovative behaviors among all living animals. How did highly innovative behaviors evolved only in humans? In other words, why did the other primates not acquire such behaviors? This is one of the essential questions for understanding the evolution of human learning strategy and ability. In this study, we theoretically examined the possibility that the human-specific cooperative society can initiate the evolution of innovative behaviors. Previous theoretical studies have pointed out that, in the presence of imitation (social learning) strategy, risk-taking innovation behaviors do not survive and thus cultural evolution is not promoted. Therefore, some model will be required to break such a paradox. Using computer simulations, the present study suggested that, in a resource-sharing society, risk-taking innovators can survive in the population. In addition, the simulations demonstrated that, as the number of individuals in each sharing group become large, the proportion of innovators and the rate of cultural evolution in the total population increase. These results were also showed by a mathematical analysis under some simplifying assumptions. Our findings indicate the possibility that formation of cooperative societies, rescuing risk-taking innovators, is associated with the evolution of the human learning strategy and ability. It has been suggested that the Neanderthals had small-scale cooperative societies. Therefore, the size of sharing groups may be one of the factors that sealed the fates of two species, Neanderthals and *Homo sapiens*. The “cooperative society-initiated” hypothesis suggests that most of the members in the society are social learners and only a small number of innovators sustain the cultural evolution. Future studies will address how learning strategy and ability-related genes evolve in such a condition.

## 遺伝的基盤と認知・行動を結びつける：自閉症の遺伝的基盤から

山口今日子・木村亮介

琉球大学大学院 医学研究科

ヒトとネアンデルタールの交替劇は学習戦略の違いによってもたらされたかと当プロジェクトでは仮定しているが、ゲノムから検証は可能であろうか。そこで、現代人のゲノムデータベース等を用いて、学習戦略や、その違いの基盤となる社会性に関する脳神経の形質や精神疾患の遺伝的基盤を調べ、その進化的考察を行った。

脳神経や精神疾患の表現型のうち、アスペルガー症候群は、理系思考と関係することや (Baron-Cohen et al., 2001)、ヒトの社会性を特徴づけるコミュニケーション能力に関連する疾患であることから、自閉症・アスペルガー症候群をヒト特有の学習能力と関連する形質として着目した。

ゲノムワイド関連研究 (GWAS) のデータベースによると、アスペルガー症候群や自閉症の GWAS 例数はわずかであり、自閉症とゲノムワイドの有意水準 ( $P < 5.0 \times 10^{-8}$ ) で関連があった SNP は 2 個のみであった (rs4307059, rs4141463)。rs4307059 はネアンデルタールとデニソワ人で祖先型であり、rs4141463 はデニソワ人でも現代人と同じ多型が認められている。また、HapMap 集団で rs4307059, rs4141463 周辺のプロタイプを決定し、そのネットワークを描くと、自閉症リスクアレルを含むプロタイプは祖先型から離れていた。つまり、この 2 つのリスクアレルはヒトの系統で新たに生じたと考えられる。しかし、自閉症との関連の可能性のある他の SNP ( $P < 5.0 \times 10^{-6}$ ) の中には逆の傾向を示すものもあり、また、一つ一つの SNP と疾患の関連も弱いいため、従来の候補遺伝子アプローチによって関連が同定されている遺伝子も精査する必要がある。

このように、認知・行動の遺伝的基盤は未だ不明な点も多いが、認知・行動と関連する脳・神経や頭蓋の形質とその遺伝的基盤に関するデータが蓄積すれば、ヒトとネアンデルタールの認知・行動の差が遺伝データから見えてくると期待し、あらゆる角度からのアプローチを続けていきたい。

### 引用文献

Baron-Cohen S, Wheelwright S, Skinner R, Martin J, and Clubley E (2001) The Autism-Spectrum Quotient (AQ): Evidence from Asperger Syndrome/ High-Functioning Autism, Males and Females, Scientists and Mathematicians. *J Autism Dev Disord* 31, 5-17.  
DOI 10.1023/a:1005653411471.

## Connecting genetic data with cognition and behavior: from genetic basis of Autism

Kyoko Yamaguchi, Ryosuke Kimura

Graduate School of Medicine, University of the Ryukyus

Would genome data be useful to test the involvement of learning strategy in the replacement of Neanderthals by modern humans, or the involvement of sociality that enabled modern humans to adopt different learning behavior than Neanderthals? The authors used public databases to examine the genetic basis for traits of brain or mental disorders that are possibly related to learning strategy or sociality, and discussed the evolutionary aspects of the traits.

Among the traits/disorders, Autism and Asperger syndrome were focused in this study because Asperger syndrome is known to be related with logical thinking (Baron-Cohen et al., 2001) and also because they are associated with deficits of communication that characterizes sociality of modern humans.

According to a database of genome-wide association studies (GWAS), only a few GWASs have been reported. Among the SNPs associated with autism or Asperger syndrome, only 2 SNPs, rs4307059 and rs4141463, reached the conventional genome-wide significance level ( $P < 5.0 \times 10^{-8}$ ), hence they were further examined. Haplotype network analysis suggested that the risk alleles of the SNPs would have arisen in the modern human lineage, although we need more data to understand the evolution of communication skills and sociality acquired by modern humans. We also need to examine other studies by candidate-gene approach, especially for autism and Asperger syndrome that shows very weak associations with polymorphisms in most of the GWASs.

### References

- Baron-Cohen S, Wheelwright S, Skinner R, Martin J, and Clubley E (2001) The Autism-Spectrum Quotient (AQ): Evidence from Asperger Syndrome/ High-Functioning Autism, Males and Females, Scientists and Mathematicians. *J Autism Dev Disord* 31, 5-17.  
DOI 10.1023/a:1005653411471.

## 記憶と累積的文化：個体群動態モデルと進化モデル

中丸麻由子

東京工業大学 社会理工学研究科

学習と記憶に関する研究は認知心理学の一分野であるが、最近では脳神経科学や分子遺伝学による研究アプローチもあり、分野横断的に研究が進められている。

学習の進化や文化進化に関する理論および実証・実験研究は学際的分野である。社会学習あるいは個体学習した文化は記憶する必要がある。例えば、学習してすぐに忘れてしまっただけでは学習した社会規範を社会的相互作用の状況や技術革新をする際に全く活用が出来ない。また、一度記憶しても時間の経過とともに想起が出来なければ、何も意味を持たない。また、学習内容のレベルを向上させるにも記憶しておくことが前提である。つまり、文化レベルを上昇（文化の累積性）にも記憶は重要であり、その結果、生存率や繁殖率の向上に寄与する事もあるだろう。しかし、文化進化や学習の進化の研究においてモデルの単純化のためもあり、また学習と記憶が非可分であることもあり、記憶に着目した研究は行われていなかった。また、記憶のコストが学習コストに比べて非常に高いときは、記憶しておくより忘却と学習を繰り返したほうがコスト的に安いかもしれない。しかし、人などの生物では高次の記憶能力を発達させている。

いったいそれはなぜであろうか。おそらく1つの要因としては記憶をする事で文化レベルを発展させる事が出来るという累積的文化による適応的なメリットがあると考えられるだろう。このように考えると、記憶というテーマで研究をする事で文化・学習の進化研究への寄与があるだろう。

以上の事を踏まえ、まずは個体群動態モデルを構築した。このモデルでは、記憶として、記憶内容の固定、記憶の保持と想起を仮定し、学習コストと固定、保持・想起コストが個体の増殖率に影響を及ぼすと仮定した。そして、文化の累積性と個体群動態の関係について調べ、コストを払ってでも文化を累積させることがメリットとなる条件について整理した。また、個体群動態モデルで用いた仮定を基にして記憶や学習の進化モデルを構築し、記憶の進化と文化の累積性について議論もする予定である。

## **Memory and cumulative culture: The population dynamics and the evolutionary dynamics**

Mayuko Nakamaru

Graduate School of Decision Science and Technology, Tokyo Institute of Technology

Evolution of learning is one of interesting research topics from the viewpoint of evolution and social sciences. The cognitive abilities are required to learn cultural traits. Take memory for instance. After we learn new cultural traits, we have to consolidate them. After keeping them in storage, memories should be retrieved. Otherwise, we can neither utilize the traits to improve our fitness or social lives, nor develop our cultural traits. However, many theoretical studies implicitly assume that humans are equipped with cognitive abilities to learn and utilize cultural traits perfectly because of simplifying the assumptions for mathematical models.

We have to pay costs for having and utilizing cognitive abilities from the viewpoint of evolution. We have not known which cost is higher, memory or learning. If the memory cost is higher than the learning cost, it may be more efficient to forget the learned traits and learn them repeatedly than to keep them in storage according to the cost-benefit analysis.

There may be some possible hypotheses to explain why human have the high cognitive ability of memory. I propose the cumulative cultural hypothesis: to develop cultural traits, it is necessary for us to have the high ability of memory even though it is costly. To verify my hypothesis, I make simple mathematical models of learning and memory, which assumes consolidation, storage and retrieval. Then I investigate how memory costs and a learning cost influence (i) the population dynamics of cumulative culture and (ii) the evolution of cumulative culture. We discuss and compare the results of (i) and (ii) in the poster session.



## シアル酸に関わる分子と学習能力の進化

早川敏之

九州大学 基幹教育院

世代を越えて文化や文明を伝えていくホモ・サピエンスには、コミュニケーションによる集団社会での学習が重要である。そして、集団社会での学習に関わると考えられる精神疾患に、他者とのコミュニケーションに障害が生じる統合失調症があげられる。この統合失調症に関わると見られる分子に、Siglec-11がある。

Siglec-11は、細胞表面糖鎖末端に位置する単糖であるシアル酸を認識する受容体であり、ヒト特異的に脳ミクログリアでの発現を獲得し、神経保護機能をもつ。Siglec-11のヒト特異的な脳での発現獲得は、サピエンス（新人）とネアンデルタール人（旧人）の分岐の直前であり、神経保護による統合失調症のリスク回避が、新人や旧人の集団としての学習能力に関与している可能性がある。

脳ミクログリア上のSiglec-11は、神経細胞上のポリシアル酸を認識するとみられ、そのヒト特異的な脳ミクログリア発現の獲得は、脳ミクログリアとニューロン間のヒト特異的な相互作用の獲得につながったと考えられる。本発表では、このヒト特異的な脳細胞間相互作用の獲得と統合失調症との関係から、ヒト系統での集団としての学習能力の進化について考察する。

## **Molecules involved in sialic acid biology and the evolution of learning ability of population in the human lineage**

Toshiyuki Hayakawa

Faculty of Arts and Science, Kyushu University

Learning through social communication is essential for the transmission of culture and civilization in modern human populations. Schizophrenia is one of the mental disorders, and people suffering from schizophrenia have trouble in social communication. It is therefore considered that learning through social communication is disrupted by the onset of schizophrenia.

Sialic acids are a family of nine-carbon sugars that are found at the terminal end of glycan chains on cell surface. Siglec-11 is a sialic-acid receptor that gained expression on brain microglia uniquely in the human lineage, and shows a neuroprotective function in brain immunity. It has been suggested that Siglec-11 is involved in schizophrenia. A mutation that conferred the brain expression of Siglec-11 occurred about one million years ago. It is therefore possible that the neuroprotective function of Siglec-11 reduced the risk of schizophrenia and enhanced the learning ability of population in the later stage of human evolution.

Further analysis of Siglec-11 suggests that Siglec-11 played an important role in human-specific gain of cell-cell communication in the brain. In addition to Siglec-11, Siglec-16 and sialyltransferase ST8SiaII are involved in this human-specific cell-cell communication. I will discuss about the roles of these molecules in the evolution of learning ability of population in the human lineage.

## 全球気候モデルを用いた、更新世後期の亜氷期と亜間氷期の気候のシミュレーション

陳 永利<sup>1</sup>・阿部彩子<sup>1,2</sup>・大石龍太<sup>1,3</sup>・高橋邦生<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学 大気海洋研究所

<sup>2</sup> 海洋研究開発機構

<sup>3</sup> 国立極地研究所

全球気候モデルは将来の気候変化を予測するだけでなく過去の気候の再現にも用いられている。これらのモデルは多量の計算機資源を消費するものの、大気中と海洋中の物理過程を詳細に取り扱い、地表面や海水も表現している。モデル結果と 様々な地質学・環境条件を示すプロキシデータを組み合わせることで、過去の気候が更新世後期の現生人類・ネアンデルタール人の移動パターンに影響を与えるかについて理解を深めることができる。

本研究では大気海洋結合モデル MIROC を用い、更新世後期に特徴的 な寒冷な時期(亜氷期)と温暖な時期(亜間氷期)の気候を再現した。前者はローレンタイド氷床からの融解水流入によるものと考えられている。これらの数値実験から海表面水温と海水分布・氷厚を取り出し、計算コストの比較的低い大気モデルに移植し、タイムスライス実験を行った。モデル 結果とプロキシデータから推定された気候を比較し、モデルにおける亜氷期と亜間氷期間の気候変動の再現性を調べた。海水はアイスアルベド フィードバックに寄与する因子なので、気候や生態系にとって重要な役割 を果たしている。そのため、本研究では、大気モデルの実験に用いる海水に、大気海洋結合モデルから得られた年々変動の影響を導入している。

## Using general circulation models to simulate stadial and interstadial climates of the Late Pleistocene

Wing-Le Chan<sup>1</sup>, Ayako Abe-Ouchi<sup>1,2</sup>, Ryouta O'ishi<sup>1,3</sup> and Kunio Takahashi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> AORI, The University of Tokyo

<sup>2</sup> JAMSTEC, Yokohama

<sup>3</sup> NIPR, Tachikawa

General circulation models have been used to both simulate climates of the past and yield projections of future climate changes. These computationally intensive models are capable of modeling the physical processes that occur in the atmosphere and ocean and usually incorporate land-surface and sea ice components. By applying them to different geological and atmospheric conditions as indicated by proxy data, we can understand more about past climates and how they may have influenced migration patterns of Neanderthals and early humans during the Late Pleistocene.

A global atmosphere-ocean coupled climate model, MIROC, was previously used to simulate typically cool stadial and warm interstadial climate conditions characteristic of the Late Pleistocene. The former is thought to be a result of meltwater discharge from Laurentide ice sheets and this is simulated by freshwater forcing over the North Atlantic Ocean within the model experiment. Sea surface temperature and sea ice thickness and distribution datasets from these experiments are used for time slice experiments with a less computationally expensive atmospheric model to drive the climate. We compare these climate model simulations with proxy data to investigate where there is good agreement in stadial-interstadial climate changes. Sea ice contributes to ice-albedo feedback process and thus plays an important role in the climate and ecosystems. In our latest work, we incorporate the annual variability of sea ice in the experiments with the atmospheric model.

## PaleoGIS(WebGIS)の研究対象のテーマと地域分布

宋 苑瑞<sup>1</sup>・近藤康久<sup>2</sup>・小口 高<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学 空間情報科学研究センター

<sup>2</sup> 総合地球環境学研究所 研究高度化支援センター

旧人・新人時空分布と気候変動の関連性を明らかにするための古環境情報のデータベースでは、研究対象にしているテーマを大きく6つ(古水文、地表面プロセスと物質、古海洋、古生物、古気候、年代)に分けている。古水文分野は全体データの20%を占め、洪水・河川・氷河の分野を対象にしている。地表面プロセスと物質分野(23%)では、堆積・土壌・斜面プロセス・周氷河・泥炭地などを扱っている。ここでは堆積関係の内容が多く(全データの12%)、ボーリング調査などを含む研究はこのカテゴリーに属している。古海洋分野は全体研究の6%で、海洋と海面変化のテーマを網羅している。古生物のテーマでは、植生や動物、考古学に関するデータを扱い、収集された研究データの22%を占める。特に、このカテゴリーの中で多いのは植生分野で、全データの19%に上る。花粉分析を行う研究がこのカテゴリーに入っている。古気候に関するデータには気候と大気があり、最もデータ数が多い(24%)。年代に関するデータは全体の5%である。

これらのデータを研究地域の国別に分けると、アメリカが最も多く(771件で全体の11%)、イギリス(639件、10%)、カナダ(474件、7%)、中国(350件、5%)、スウェーデン(250件、4%)、フィンランドとノルウェー(各237件、4%)、スペイン(225件、3%)、イタリア(208件、3%)、フランス(207件、3%)、スイス(176件、3%)、ロシア(157件、2%)、ドイツ(151件、2%)などの順である。海洋別に分けると、大西洋が最も多く(84件、21%)、ベーリング海は73件(18%)、南極周辺が44件(11%)、地中海は32件(8%)、太平洋が29件(7%)、ノルウェー海が22件(5%)、北海が21件(5%)、バルト海が19件(5%)、などであった。

現在まで古環境を研究対象としている13種類の雑誌の3000本以上の文献から約7600か所の研究地域データを収集した。今後も文献データを増やしていく予定であるが、新しいデータをいかに効率よく入れていくかは課題である。

## Theme and study area distribution of the PaleoGeo database

Wonsuh Song<sup>1</sup>, Yasuhisa Kondo<sup>2</sup> and Takashi Oguchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo

<sup>2</sup> Center for Research Promotion, Research Institute for Humanity and Nature

We have been compiling the database about paleoenvironment for reconstructing the distribution of Neanderthals and modern humans in relation to past climate change. Our database covers six themes, such as palaeohydrology, earth surface processes and materials, palaeoceanology, palaeobiology, palaeoclimatology, and chronology. Themes regarding to palaeohydrology occupy 20% of the total database. It has four subthemes; hydrology (3% of the total), flood (2%), fluvial (6%), and glacier (9%). Category of Earth surface processes and materials contains sedimentology (12%), soil (2%), slope process (2%), periglacial (0%), peat land (2%), and eolian (5%). It includes core analysis research. Palaeoceanology contains oceanology (3%), sea-level (3%). Palaeobiology deals with vegetation (19%), zoology (2%), vegetation and zoology (1%), archaeology (0%). Palaeoclimatology contains climate, the biggest number of the data, (24 %), and atmosphere as a subtheme. Chronology occupies only five percent of the total collected data.

Study area distribution is shown in Fig. 1. USA has the largest number of study sites (11%). UK (10%) and Canada (7%) are following. Study area covers 116 countries in the world.

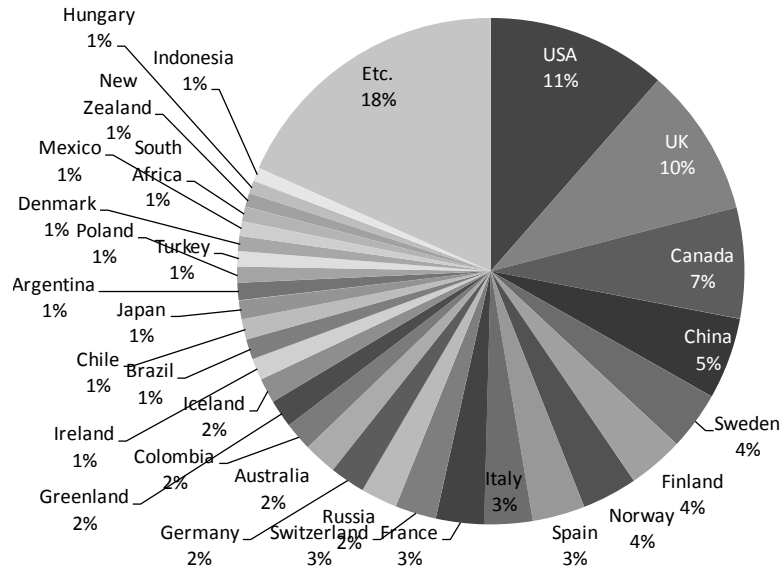


Fig. 1 Study area of the PaleoGeo database

## ヒトを含む霊長類の脳と頭蓋の関係：最終年度の研究計画

小林 靖・松井利康  
防衛医科大学校

われわれは2011-12年度の研究で、カニクイザルにおいて頭蓋内面の圧痕と脳溝・脳回との間に明瞭な対応関係が見られること1), 冠状縫合の位置が脳の弓状溝下脚(中心前溝下部)の位置とよく相関していること2)を明らかにした。2013年の成果と今年度の計画は以下の通りである。

### 研究1 頭蓋内面の圧痕と脳溝・脳回との対応関係

- a. カニクイザルを含む10種16例の乾燥頭蓋標本をCTスキャンして仮想的エンドキャストを作成し、従来報告されている脳溝・脳回の所見と比較し、その結果、ほとんどの標本で大脳外側面と眼窩面の主要な脳溝の位置が特定できた。ただし頭蓋の大きな標本で、とりわけ頭頂葉において圧痕が不明瞭であった。
- b. チューリヒ大学のZollikofer教授らと共同で、ヒトおよび類人猿3種の頭蓋CTデータを解析した。チンパンジーなどの成体では頭蓋内面の圧痕から脳溝の位置を推定するのは困難であるとの報告(Le Gros Clarke, 1936)があるが、幼若な個体では主要な脳溝を確認することができた。現在、その成長に伴う変化や種差について詳細な解析を行っている。

### 研究2 冠状縫合と中心前溝との位置関係

- a. 前述の1aの乾燥頭蓋標本のCTデータにおいて、弓状溝下脚ないし中心前溝下部の位置が冠状縫合の下部と近接した位置にあることが確認された。また、個体差や種差の存在も示唆された。そこで類人猿とヒトでの解析を行うこととなった。
- b. 前述の1bの類人猿のCTデータは、脳溝の位置の推定のみならず縫合の位置も多くの場合確認可能であり、現在解析を進めている。
- c. 解剖学実習用遺体を用いてヒトにおける中心前溝と冠状縫合の位置関係の解析を進めている。現在実習用遺体については50例あまりの収集を行い、定量的解析を進めている。

以上の2つの側面からの研究によって、類人猿とヒトにおける前頭前野とその他の領域との境界の推測法を2014年中に確立し、ネアンデルタールと現生人類の比較を行なう予定である。

1. Kobayashi Y, Matsui M, Haizuka Y, Ogihara N, Hirai N, Matsumura G, Cerebral sulci and gyri observed on Macaque endocasts, *Dynamics of Learning in Neanderthals and Modern Humans 2*: p.131-137, 2014
2. Kobayashi Y, Matsui M, Haizuka Y, Ogihara N, Hirai N, Matsumura G, The coronal suture as an indicator of the caudal border of the Macaque monkey prefrontal cortex, *Dynamics of Learning in Neanderthals and Modern Humans 2*: p.139-143, 2014

## **Relationship between the brain and the skull in primates including human: Research plan for the final year**

Yasushi Kobayashi and Toshiyasu Matsui  
National Defense Medical College

In our previous project (2011-12) using *Macaca fascicularis*, we demonstrated a marked correspondence between intracranial impressions and cerebral sulci<sup>1</sup>), and a close relationship between the locations of the coronal suture and the inferior limb of the arcuate sulcus (the lower part of the precentral sulcus)<sup>2</sup>). The findings obtained in 2013 and the research plans for 2014 are as follows:

- 1: Correspondence of intracranial impressions to cerebral sulci and gyri
  - a. We have scanned 16 dry skulls of 10 species using a CT, created virtual endocasts, and compared their surface morphology with the previously reported locations of the cerebral sulci and gyri. In most of the skulls, we identified the major cerebral sulci on the lateral and orbital surface. On the other hand, in the parietal region particularly in bigger skulls, intracranial impressions were less obvious than other regions.
  - b. We have also analyzed dry skulls of anthropoids in collaboration with Professors Zollikofer and Ponce de León at University of Zurich. In spite of the difficulty in inferring the cerebral sulci and gyri in adults (Le Gros Clarke, 1936), we identified major cerebral sulci on virtual endocasts of infants. We are further analyzing chronological changes and species differences in the intracranial impressions.
  
- 2: Relationship between the locations of the coronal suture and the arcuate sulcus
  - a. In the CT data used in Project 1a, we confirmed the close relationship between the locations of the lower part of the coronal suture and the lower limb of the arcuate sulcus (or the lower part of the precentral sulcus). We also observed some individual and species differences. These findings prompted us to analyze similar relationships both in anthropoids and modern humans.
  - b. We are analyzing the suture – sulcus relationship using anthropoid CT data described in Project 1b.
  - c. We are also measuring the suture – sulcus relationship using human cadavers for the anatomy course at the National Defense Medical College.

We are planning to establish the methods to infer caudal border of the prefrontal cortex based on the above-mentioned data, and to compare the extent of the prefrontal cortex between Neanderthals and modern humans.

1. Kobayashi Y, Matsui M, Haizuka Y, Ogihara N, Hirai N, Matsumura G, Cerebral sulci and gyri observed on Macaque endocasts, *Dynamics of Learning in Neanderthals and Modern Humans 2*: p.131-137, 2014
2. Kobayashi Y, Matsui M, Haizuka Y, Ogihara N, Hirai N, Matsumura G, The coronal suture as an indicator of the caudal border of the Macaque monkey prefrontal cortex, *Dynamics of Learning in Neanderthals and Modern Humans 2*: p.139-143, 2014



## 創造性の神経基盤：メタ解析による機能地図の描出

三浦直樹

東北工業大学 工学部

旧人と新人との間に差異が想定される能力の候補の一つとして、創造的な振る舞いを行うために必要な認知能力が挙げられる。旧人と新人との創造性を発揮するための認知能力差が、生存に必要な行動の差または創発される文化の差として表象され、その差の蓄積が旧人と新人との交替劇の一つの原因になったと仮説を立てる事が出来る。仮説に基づきその能力差を神経科学的に議論するために、現代人の創造性の機能地図を仮想的に復元された化石脳上に写像する事で、旧人と新人との創造性の神経基盤の差について分析をする事が、本研究の達成目標である。

本報告では、脳機能計測研究報告に対するメタ解析手法であるActivation Likelihood Estimation (ALE)を用いて、創造性の神経基盤を描出する事を試みる。これまでに報告された創造性に関する脳機能計測研究の中から、言語表出を課題として用いた研究26編、図形を課題として用いた研究6編、芸術に関する創造的行為を課題として用いた研究8編を抽出し、報告されている脳機能解析結果から創造的な課題を行っている際の脳活動部位の座標を抽出した。それらの脳活動部位をサンプルとして、ALEにより有意な脳活動パターンの解析を行った。

その結果、左側下前頭回、内側前頭前野、左側頭頂間溝領域の領域に統計的有意な賦活が認められた事から、これらの領域が創造的な思考を伴う課題遂行に共通して関与する脳領域であると考えられる。このデータを元に化石脳に基づく旧人と新人との機能差の推定を行う予定である。

## **Depiction of functional brain map of creativity: meta-analysis for neuroimaging data**

Naoki Miura

Faculty of Engineering, Tohoku Institute of Technology

As for a convincing subject of cognitive capability for a difference between *Homo sapiens* and Neanderthals, a capability for creative thinking is considered. The difference of cognitive capability for creative thinking may represent as differences of behaviors to survive or difference of culture. And, an accumulation of those differences might cause a replacement of Neanderthals by *Homo sapiens*. In order to discuss the difference of the cognitive capability based on neuroimaging findings, an aim of our study to describe the difference of neural mechanism of creative thinking between *Homo sapiens* and Neanderthals by using functional brain mapping data obtained from modern humans and virtually reconstructed Neanderthal brain.

In this report, we conducted meta-analysis for neuroimaging data to depict the functional map of creativity by using the activation likelihood estimation method (ALE). Forty neuroimaging research reports about creativity (26 reports using verbal creativity task, 6 report using figurative creativity task, and 8 reports using artistic task) were collected. Coordinates of activation foci relating creative experimental task were extracted and ALE analysis was performed.

The result showed that significant activated regions were observed on the left inferior frontal gyrus, medial prefrontal cortex, and left intra-parietal sulcus regions. Based on this result, it will be possible to discuss the difference of capability of creative thinking between two human species using functional map projecting on the virtual Neanderthal brain.

## ハノイの塔を用いた社会学習と個体学習差の検証実験

星野孝総<sup>1</sup>・三谷慶太<sup>2</sup>・三浦直樹<sup>3</sup>・田邊宏樹<sup>4</sup>・長井謙治<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 高知工科大学 システム工学群

<sup>2</sup> 高知工科大学

<sup>3</sup> 東北工業大学 工学部

<sup>4</sup> 名古屋大学 大学院環境学研究科

<sup>5</sup> 東北芸術工科大学

我々はこれまで反復ルヴァロワ方式による剥離行動時の身体動作データを計測し解析を行ってきた。結果から石器製作の遂行に「社会学習」、「個体学習」が関与している可能性が示された。本研究では「社会学習」、「個体学習」の差を、fMRI解析から検証することを目的とする。本実験では遂行機能を測るタスクとして「ハノイの塔」に着目した(Humes et al. 1997)。

今回は予備実験として、fMRI解析ではなく、タスク時間とタスクを完了するまでの操作回数を測定し、被験者間でどのような差異があるかを検証した。被験者は、初心者(ハノイの塔の経験・知識無し)、中級者(1週間程度の解法の学習, 反復練習)、熟練者(3ヶ月程度の解法の学習, 反復練習)の3名により同じタスクの実験を行った(図1)。被験者は、専用のコントローラを用い、ハノイの塔を2段から7段まで順番に解くタスクを3試行実施した。図2(a),(b)に各被験者におけるハノイの塔4段時の、タスク完了時間、操作の平均時間と標準偏差、操作回数を示す。図2(a)に示すタスク完了時間について、1試行目の時点では学習・練習期間が長い被験者ほどタスク完了時間が早い傾向が見られた。しかし、3試行目においては、初心者が中級者を僅かながら上回る結果となった。次に、図2(b)に示す操作の平均時間について、熟練者はこちらの結果でも一番速い結果となり、標準偏差(図中エラーバー)も低い値であることから一定の速度で解いている。それに対し、中級者の平均速度は初心者より1試行目から総じて遅く、標準偏差も1,3試行目で大きな値をとっている事が分かる。しかし、操作回数(図中バー内数値)は中級者・熟練者共に最小操作回数付近の結果となり、初心者は2倍～1.5倍程度の操作を要している。以上の結果より、初心者は試行を重ねるごとに急速に学習はしているものの、操作回数が多いことから試行錯誤的に遂行していると考えられる。それに対し中級者は事前の学習を1操作ごとに想起しながら遂行したため、平均時間は遅いものの、操作回数は最小に収めることができたと考えられる。熟練者においては、十分な事前学習により反射的な遂行が行えた為、タスク完了時間、平均速度共に安定した結果が得られたと考えられる。実験結果から事前学習差による傾向が確認された。今後の予定としては、より「社会学習」、「個体学習」に特化した被験者を用意し、実際にfMRI解析を行うことで、その差を検証する。

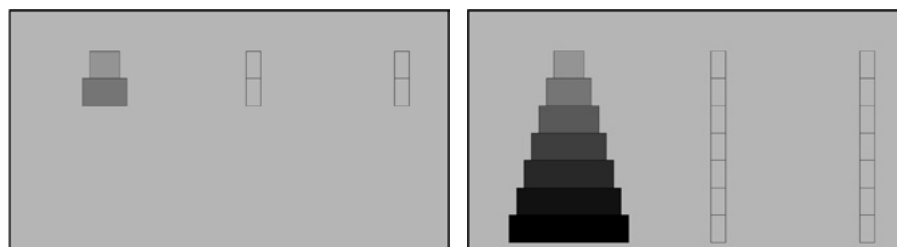


Fig.1 Tower of Hanoi (left) 2-disks tower (right) 7-disks tower

### Reference

Humes, G. E., Welsh, M. C., Retzlaff, P., & Cookson, N. (1997). Towers of Hanoi and London: Reliability of two executive function tasks. *Assessment*.

## Verification Experiment of Social Learning and Individual Learning using Tower of Hanoi

Yukinobu Hoshino<sup>1</sup>, Keita Mitani<sup>2</sup>, Naoki Miura<sup>3</sup>, Hiroki Tanabe<sup>4</sup>, Kenji Nagai<sup>5</sup>

<sup>1</sup> School of Systems Engineering, Kochi University of Technology

<sup>2</sup> Kochi University of Technology

<sup>3</sup> Faculty of Engineering, Tohoku Institute of Technology

<sup>4</sup> Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

<sup>5</sup> Tohoku University of Art & Design

In the previous report, we measured and analyzed 3D motion data by subject that has expert skill of the recurrent Levallois method. Execution of stone-tool production was shown to concern with "social learning" and "individual learning" by our results. In this study, our purpose is verification of difference between "social learning" and "individual learning" from fMRI analysis. However, execution of stone-tool production in MRI is impossible, so we focus attention on "Tower of Hanoi" as the task of execution function analysis (Humes et al. 1997).

As a preliminary experiment, between-subjects differences were verified by measured the task time and number of operation. Subjects are one beginner, one intermediate and one expert. Beginner subject does not have experience and education of Tower of Hanoi. Intermediate subject trained for about 1 week. Expert subject trained for about 3 month. About experiment, subjects solved the task that is Tower of Hanoi using proprietary controller (See Fig.1). It was performed 3 times by each 5 minute. Fig.2 (a) (b) show a total time, an average time of the operation, a standard deviation and number of the operation at 4-disks tower of each subject. About total time, Expert subject kept total times. Intermediate's total times were not decreased. Beginner's total times were quickly decreased. Finally, beginner's and intermediate's were same time at 3rd trial. See total time on Fig.2 (a). Next, see average time on Fig.2 (b). Expert subject's average time is shorter than other subjects, and standard deviations are low value. Therefore, we confirmed that expert subject was solving Tower of Hanoi with constant speed. On the other hand, intermediate's average times of each trial are longer than beginner's. Intermediate's standard deviations (error-bars in the figure) are high value at 1st and 3rd trial. Intermediate's and expert's numbers of operation (numbers on graphs in the figure) were about minimal, but beginner operated about 1.5 to 2 times operation. From the above results, we think as below about each subject's execution. Beginner subject learned quickly in each trial, but his execution is heuristic because number of operation is too much. Intermediate subject's operation was depended on training memory, so number of operation was converged. Expert subject was able to reflexive execute by prior training, so his total time and average time were constant. The trends by prior training difference were confirmed by experiment results. The plan for study, we will perform the fMRI analysis by specialized subject for "social learning" or "individual learning". Those differences would be verified and discussed by us.

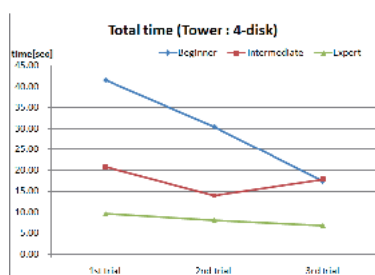


Fig.2 (a) result of total time

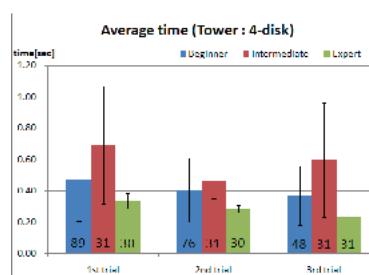


Fig.2 (b) results of average time and number of operation

