

The 4th Conference

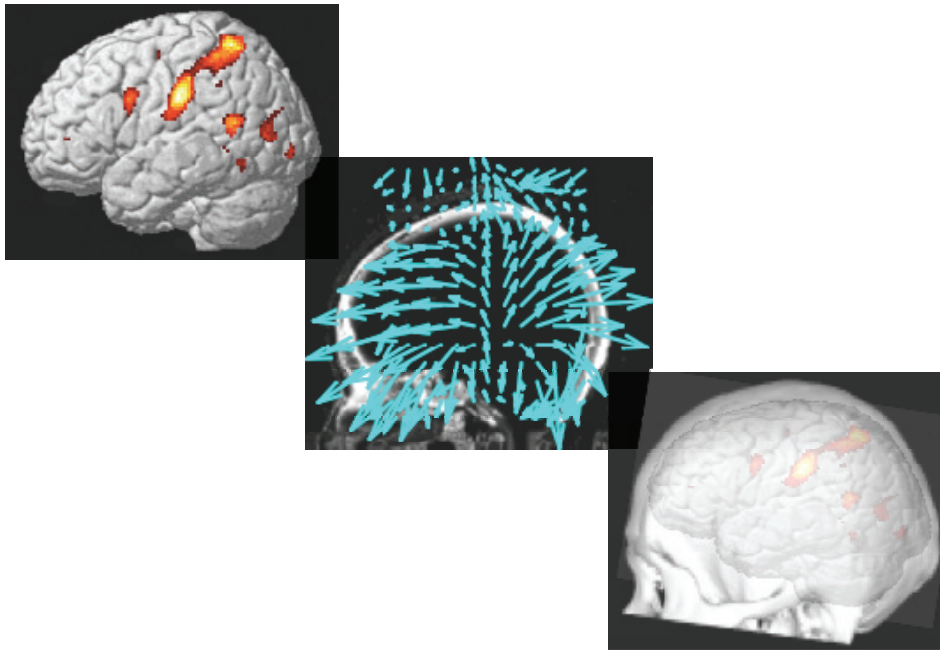
on

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

December 10-11, 2011

Okazaki Conference Center, Okazaki, Aichi

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



Hiroki Tanabe (Ed.)

December 9, 2011

第4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

2011年12月10日（土）－11日（日）

愛知県岡崎市・岡崎コンファレンスセンター

科学研究費補助金「新学術領域研究」2010-2014

田邊 宏樹（編）

2011.12.9

編集

田邊宏樹

自然科学研究機構 生理学研究所

大脳皮質機能研究系 心理生理学研究部門

444-8585 愛知県岡崎市明大寺町西郷中 38

TEL: 0564-55-7840

FAX: 0564-55-7789

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

ブラザー印刷株式会社

444-0834 岡崎市柱町福部池 1-200

TEL: 0564-51-0651

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

© Koutaigeki Project, 2011

領域ホームページ(Project Homepage)

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

目次

CONTENTS

研究大会プログラム

Conference Program

研究大会会場

Conference Rooms

発表・研究進捗 要旨

Abstract	1
シンポジウム 1	
Symposium1	1
シンポジウム 2	
Symposium2	13
シンポジウム 3	
Symposium3	25
総括班	
Steering Committee	33
研究項目 A01	
Research Team A01	43
研究項目 A02	
Research Team A02	63
研究項目 B01	
Research Team B01	87
研究項目 B02	
Research Team B02	99
研究項目 C01	
Research Team C01	113
研究項目 C02	
Research Team C02	125

Author Index 141

第4回研究大会プログラム

CONFERENCE PROGRAM

第1日：平成23年12月10日（土）

December 10, 2011 Saturday

- 10:20 – 10:30 開会の辞
田邊宏樹, 赤澤 威
Opening remarks
Hiroki Tanabe, Takeru Akazawa
- 10:30 – 12:30 各項目進捗発表 **Progress report by research teams**
- 10:30-10:50 研究項目 A01 (43)
「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”**
- 10:50-11:10 研究項目 A02 (63)
「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”**
- 11:10-11:30 研究項目 B01 (87)
「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”**
- 11:30-11:50 研究項目 B02 (99)
「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 Human in Time and Space in Relation to Past**

		Climate Change”	
11:50-12:10		研究項目 C01 (113) 「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”	
12:10-12:30		研究項目 C02 (125) 「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”	
12:30 – 13:30	昼食	<i>Lunch break</i>	
13:30 – 15:30	招待研究発表	Presentation by invited researchers	
13:30-14:00		模倣行為と動機付けの連関における神経基盤の解明 川道拓東（生理学研究所） (137)	
		Investigation of neural mechanisms underlying linkage between imitation and motivation	
		Hiroaki Kawamichi (National Institute for Physiological Sciences)	
14:00-14:30		古代人由来ハプロタイプを含む連鎖不平衡領域の解析： 現代人と古代人との学習能力差関連ゲノム領域候補とし て 嶋田 誠（藤田保健衛生大学） (94)	
		Linkage disequilibrium region containing archaic haplotypes may provide learning ability differences between modern and archaic humans.	
		Makoto Shimada (Institute for Comprehensive Medical Science, Fujita Health University)	
14:30-15:00		地域間交流が文化の蓄積を促進する 堀内史朗（明治大学） (88)	

Shiro Horiuchi (Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Property, Meiji University)

15:00-15:30

投擲運動の学習プロセスの解明: 予備的分析の報告

日暮泰男 (大阪大学) (56)

Preliminary kinematic analysis of hunting-spear throwing in modern humans

Yasuo Higurashi (Graduate School of Human Sciences, Osaka University)

15:30 – 15:50 コーヒーブレイク *Coffee break*

15:50 – 17:50 招待研究発表 **Presentation by invited researchers**

15:50-16:20

ホモ・サピエンスにおける試行錯誤能力、創造能力、模倣学習能力の間の関係を探る

高橋伸幸 (北海道大学) (90)

Identifying the relationships among trial-and-error ability, creativity, and imitation learning ability in *Homo sapiens*

Nobuyuki Takahashi (Center for Experimental Research in Social Sciences and Department of Behavioral Science, Graduate School of Letters, Hokkaido University)

16:20-16:50

頭蓋形態から脳区分を推測するための指標の開発 – カニクイザルの頭蓋と脳

小林 靖 (防衛医科大学校) (121)

Developing cranial parameters that delineate subdivisions of the brain – The cranium and the brain of *Macaca fascicularis*

Yasushi Kobayashi (Department of Anatomy and Neurobiology, National Defense Medical College)

16:50-17:20

狩猟採集民の身体とフィットネス: 「遊び」と「食」からみた子どもの環境適応能

山内太郎 (北海道大学) (85)

Fitness and health of hunter-gatherer children from the

**viewpoint of playing activity and diet: A progress report of
FY2011 (April–December)**

Taro Yamauchi (Graduate School of Health Sciences, Hokkaido
University)

17:20-17:50

北海道の白滝遺跡群における旧石器接合資料の再検討：
技量の習得過程復元の観点から

高倉 純 (北海道大学) (54)

**A re-examination of the lithic refitted materials from the
Shirataki sites, Hokkaido, northern Japan in light of
reconstruction of the skill learning processes**

Jun Takakura (Graduated School of Letters, Hokkaido
University)

18:00 – 20:00

懇親会 (岡崎コンファレンスセンター 中会議室)

Welcome party at middle conference room in OCC

第2日 :平成23年12月11日(日)

December 11, 2011 Saturday

09:00 – 09:30 招待研究発表 **Presentation by invited researchers**

09:00-09:30 内発的報酬による意欲喚起の神経基盤
水野 敬 (理化学研究所) (139)
The neural substrates of motivational arousal by intrinsic reward
Kei Mizuno (RIKEN Center for Molecular Imaging Science)

09:30 – 11:30 シンポジウム1「文化進化速度」

Symposium1 “Cultural evolutionary rate”

09:30-09:55 アフリカにおける初期ホモ・サピエンスの石器製作伝
統：その時空分布の研究動向
門脇誠二 (4)
Lithic industries of early *Homo sapiens* in Africa: Current view of their space-time distributions
Seiji Kadowaki

09:55-10:20 人類の人口動態と遺伝適応の歴史
木村亮介 (6)
Histories of human demography and genetic adaptations
Ryosuke Kimura

10:20-10:45 人類における形態進化速度の変異
海部陽介 (8)
Variation in the rate of human morphological evolution
Yosuke Kaifu

10:45-11:10 文化的モランモデルと文化進化速度
青木健一 (10)
Cultural Moran model and cultural evolutionary rate
Kenichi Aoki

11:10-11:30 討論
General discussion

11:30 – 12:30

昼食 *Lunch break*

12:30 – 14:30

シンポジウム2「ヒトにおける個体学習と社会学習の実態と問題点」

Symposium2 “Creativity of the Neanderthals and modern humans”

学習進化モデルの視点から

中橋 渉 (16)

From the viewpoint of evolutionary models of learning

Wataru Nakahashi (Meiji University)

文化人類学の視点から

大村敬一 (18)

From the viewpoint of cultural anthropology

Keiichi Omura (Osaka University)

狩猟採集民研究の視点から

高田 明 (20)

From the viewpoint of hunter-gatherer studies

Akira Takada (Kyoto University)

教育学の視点から

安藤寿康 (22)

From the viewpoint of educational science

Juko Ando (Keio University)

討論

General discussion

14:30 – 14:50

コーヒーブレイク *Coffee break*

14:50 – 16:50 シンポジウム 3 「旧人・新人の創造性を考える」

Symposium3 “Creativity of the Neanderthals and modern humans”

14:50-15:00 趣旨説明
西秋良宏 (26)

Introduction

Yoshihiro Nishiaki

15:00-15:30 考古学的証拠にみる旧人・新人の創造性
佐野勝宏 (28)

Archaeological evidence for creativity of Neanderthals and modern humans

Katsuhiko Sano

15:30-16:00 認知考古学からみた旧人・新人の創造性
松本直子 (30)

Discussions on the creativity of Neanderthals and Modern Humans in cognitive archaeology

Naoko Matsumoto

16:00-16:50 討論
佐野勝宏, 松本直子, 小山正, 定藤規弘

General discussion

Katsuhiko Sano, Naoko Matsumoto, Tadashi Koyama,
Norihiko Sadato

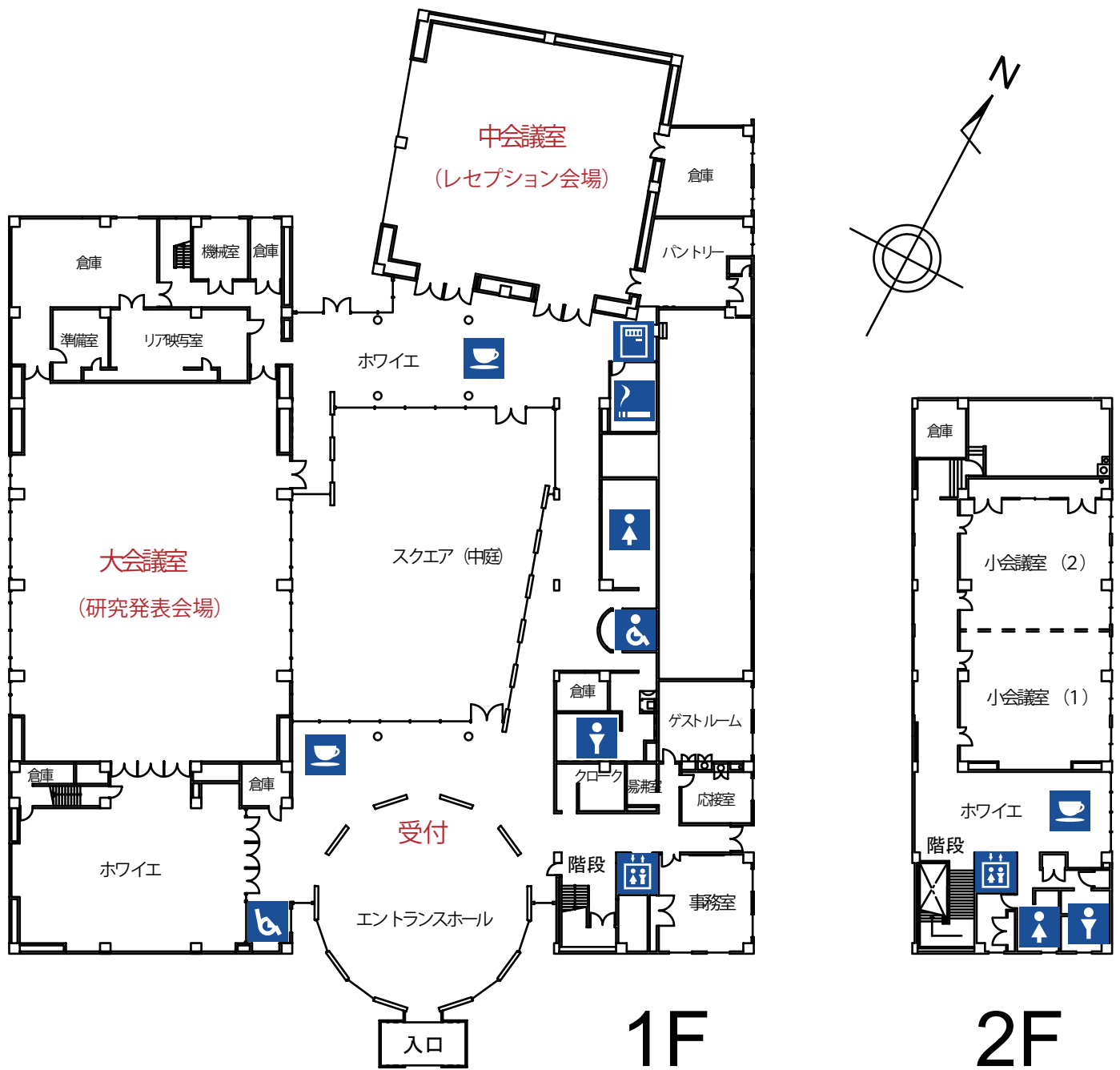
16:50 – 17:00 閉会の辞

定藤規弘

Closing remarks

Norihiko Sadato

岡崎コンファレンスセンター 施設案内



- | | | | |
|---|---------|---|-------------|
|  | 男子トイレ |  | エレベータ |
|  | 女子トイレ |  | 休憩スペース |
|  | 車椅子用トイレ |  | 自動販売機 (飲み物) |
|  | 車椅子 |  | 喫煙所 |

発表要旨
ABSTRACTS

シンポジウム 1
Symposium 1

シンポジウム 1

Symposium 1

シンポジウム 1 「文化進化速度」

趣旨

「学習仮説」によれば、ネアンデルタールとヒトには生得的な学習能力（戦略）差が存在し、これが文化進化速度の違いに反映されている。では、文化進化速度とは、どのように定義・測定されるべき量なのか？本シンポジウムの目的は、この難問に対する答を模索することにある。まず、日本の旧石器考古学者が実際に用いている実証的方法を紹介する。次に分子進化および形態進化の2分野で用いられている進化速度の定義・推定方法を概観し、文化進化への適用を考察する。最後に、集団遺伝学の手法を文化進化に適用し、イノベーションや伝達様式などが文化進化速度に及ぼす効果を予測した理論的研究を紹介する。

司会： 青木健一

話題提供（発表20分＋質疑応答5分）

- (1) 門脇誠二 「アフリカにおける初期ホモ・サピエンスの石器製作伝統：
その時空分布の研究動向」
- (2) 木村亮介 「人類の人口動態と遺伝適応の歴史」
- (3) 海部陽介 「人類における形態進化速度の変異」
- (4) 青木健一 「文化的モランモデルと文化進化速度」

総合討論（20分）

Symposium1 “Cultural evolutionary rate”

Objectives

According to the “learning hypothesis,” there is an innate difference in the learning strategies (abilities) of Neanderthals and modern humans, which is reflected in a difference in cultural evolutionary rates between the two species. But how should cultural evolutionary rates be defined and measured? The purpose of this symposium is to search for an answer to this conundrum. First, we consider the empirical methods that are actually used by Japanese archaeologists. Second, we survey the definitions and estimation procedures that are used in the two fields of molecular evolution and morphological evolution, with possible applications to cultural evolution in mind. Finally, we introduce theoretical studies of cultural evolution based on the methods of population genetics, which generate predictions on the effects of innovativeness and modes of transmission on cultural evolutionary rates.

Chair: Kenichi Aoki

Presentations:

(1) Lithic industries of early *Homo sapiens* in Africa:

Current view of their space-time distributions

Seiji Kadowaki

(2) Histories of human demography and genetic adaptations

Ryosuke Kimura

(3) Variation in the rate of human morphological evolution

Yosuke Kaifu

(4) Cultural Moran model and cultural evolutionary rate

Kenichi Aoki

Open Discussion

アフリカにおける初期ホモ・サピエンスの石器製作伝統：その時空分布の研究動向

門脇誠二

名古屋大学博物館

ネアンデルタールとサピエンスの学習行動・学習能力の進化モデルを検討するための考古学的証拠を提供するために、ホモ・サピエンスの出現（約 20 万年前）から両者の交替劇終末（約 2 万年前）までの石器製作伝統の時空分布を調べている。A01 班によるこの研究の対象地域は、ネアンデルタールの分布が確認されているユーラシア西部と北部、そしてホモ・サピエンスの起源地と目されるアフリカである。

本発表では、アフリカの中期・後期石器時代（Middle and Late Stone Age）の石器製作伝統を概観する。特にアフリカの中期石器時代は、ヨーロッパや西アジアなどの中期旧石器時代（Middle Palaeolithic）に比べて、物質文化がより多様であり、それが示す技術・経済・社会行動も先進的であったという解釈が多くみられる。一方で、石器に代表される物質文化の高い多様性のために、その分類と体系化が難しい。しかも、放射性年代値を欠く資料が多く存在するため、アフリカにおける石器製作伝統の編年には不明な点が数多く残されている。本研究は、最近増加した放射性年代値に依拠しながら、石器製作伝統の時空分布について現状案を示す。また、その結果として看取される石器製作伝統の時空分布パターンが、初期ホモ・サピエンスのどのような行動変化を示し、さらに MIS 6～MIS 4 の環境変化とどのように対応するかについて展望を述べる。

Lithic industries of early *Homo sapiens* in Africa: Current view of their space-time distributions

Seiji Kadowaki

Nagoya University Museum

This study examines the space-time distributions of lithic industries from the emergence of *Homo sapiens* (ca. 200 kya) to the completion of their colonization of former Neanderthal territories (ca. 20 kya) in order to provide archaeological records for the investigation of the evolutionary model of learning of Neanderthals and *Homo sapiens*. The geographic area of this project by Research team A01 covers western and northern Eurasia, where Neanderthals inhabited, and Africa, where *Homo sapiens* probably originated.

As a part of this project, this paper presents an overview of lithic industries of Middle and Late Stone Ages in Africa (MSA and LSA). In comparison to the Middle Palaeolithic in Europe or west Asia, African Stone Age, particularly MSA, shows greater diversity in material cultures, which are often interpreted as representing more advanced technological, economic, and social behaviors. On the other hand, the cultural diversity is posing a problem to researchers who attempt to classify archaeological cultures and establish their systematics. The absence of radiometric dates for many sites is another obstacle in clarifying chronological sequences of African lithic industries. Nonetheless, a current view of their space-time distributions is presented in this paper drawing on recently published radiometric dates. The paper also offers an outlook on the behavioral implications of the early *Homo sapiens*' lithic variability as well as its correspondence to the environmental oscillation from MIS 6 to MIS 4.

人類の人口動態と遺伝適応の歴史

木村亮介

琉球大学 亜熱帯島嶼科学超域研究推進機構

進化とは、ランダムで発生した或る個体の突然変異が、集団中に広まり固定することで起こる。この突然変異がもたらす表現型が有利で選択的に広まる場合、(ダーウィンの)適応進化とされる。一方、突然変異が何ら表現型の変化をもたらさない、あるいは、表現型は変化するが有利でも不利でもないという場合にも、集団中に偶然広まることもある。この遺伝的浮動による進化を中立進化という。中立進化の下では、進化速度(ひとつの突然変異が固定した後、次に突然変異が固定するまでの時間の逆数)は、集団サイズによらず一定で、突然変異率と一致することが知られている。これは、集団全体で生じる突然変異の数は集団サイズと比例するのに対し、それぞれの突然変異の固定確率は集団サイズに反比例し、相殺されるためである。それに対し、適応進化の下では、突然変異の固定確率が高く、集団サイズが大きいほど、進化速度が速くなる。人類進化の舞台が常にアフリカであったことも、集団サイズによって理論的に説明される。

さて、実際の適応進化の過程において、集団サイズはどのように影響しているのだろうか。それを見るには、現在莫大なデータが蓄積されている現生人類のゲノム情報が有用である。実際のゲノム解析の結果をみると、アジア集団やヨーロッパ集団において、アフリカ集団から分岐後に突然変異が生じ選択を受けた例というのは極少数であり、集団特異的な選択のほとんどは、アフリカ集団と分岐する以前に存在していた多型に対して働いているとの報告もある。

上述の通り、人口動態は生物の進化に影響を与えるものであり、また、社会や文化の進化にも密接にかかわっている。更に、現生人類の高度な学習能力の獲得には、移住による環境変化が不可欠であった可能性も理論的研究により指摘されている。このように、ヒトの学習能力進化を解き明かすためには、ヒトの拡散や人口動態の歴史を知ることは非常に重要である。そこで、現在、ゲノムデータの多変量解析により、複数集団の複雑な歴史を再現するための方法を確立することを目的に研究を進めている。昨年度、シミュレーション研究により、分岐や移住の仕方と関連して現れるいくつかの統計解析上のパターンが観察されたことは報告している。本年度は、その結果を元に、分岐・移住・混血のモデルを構築した。しかしながら、構築されたモデルは、いくつかの面で実データとそぐわない点が存在した。今後、より精巧なモデルを構築することを目指している。

Histories of human demography and genetic adaptations

Ryosuke Kimura

Transdisciplinary Research Organization for Subtropical and Island Studies, University of the Ryukyus

Evolution occurs as the result of a random mutation and its fixation in the population. When a mutation causes a beneficial phenotype and selectively spreads, it is called “Darwinian” adaptive evolution. On the other hand, a mutation can reach fixation by chance even when it does not have any effect on phenotypes or when it only affects a neutral phenotype. This is neutral evolution caused by genetic drift. Under neutral evolution, the evolutionary rate is known to be constant independent of the population size and to be equal to the mutation rate. In contrast, the evolutionary rate becomes higher as the population size becomes larger. That is why we can theoretically explain the fact that important evolutions of ancient and modern humans always occurred in Africa.

How does the population size affect the actual processes of adaptive evolution? To ask this question, the accumulating data on the genome diversity of global modern humans are available. By analyzing real data, it has been reported that, in Asian and European populations, selective sweeps on private alleles, which occurred after the divergence from African populations, were rare, and most of the selective sweeps were on polymorphisms that have existed before the divergence from African populations.

Demographic history has a crucial influence not only on the evolution of organisms as described above, but also on the social and cultural evolutions. In addition, it is suggested by theoretical studies that the changes of environments by migrations are essential for the acquirement of learning ability in modern humans. Therefore, for further knowledge of the evolution of human learning, it is very important to elucidate the history of human range expansion and demography. My current work is to establish a method for the reconstruction of the complicated history of multiple populations by utilizing multivariate statistical analyses. In last year, several demographic models were computationally simulated by coalescent algorithm, and I reported that, as results of multivariate analyses, patterns specific to certain demographic models were found. In this year, the demographic models were reconstructed from real data by comparing with the results of the simulations. However, further improvements will be needed to reconstruct better models.

人類における形態進化速度の変異

海部陽介

国立科学博物館 人類研究部

かつて進化の断続平衡説が提唱された際、人類の進化パターンがその傍証として引用されたことがある。この考えは極端であるとしても、過去700万年におよぶ人類史の中で、多くの身体形質が漸進的進化を示さなかったことは明らかである。ここでは化石記録に基づいて、ヒトの系統における形態進化パターンの特色について検討する。

ヒト特有な身体諸形質は、モザイク的に進化したことが知られている。先行して現れたのは二足直立歩行の発達と犬歯の退化で、次いで脳の増大と咀嚼器全体の縮小が始まり、さらに身体つきの改造が起こった。各形質の進化速度も一様ではなく、劇的な変化の多くは人類史の後半期に起こっている。200万年前以降には、人類の分布域拡大に伴い、異なる地域で独自の進化をたどる多様な原人や旧人の集団（地域系統）が現れるようになった。これらの多くの地域集団で、脳サイズの増大や頭骨の頑丈化など、共通した進化傾向が認められる。一方で最近インドネシアの孤島から発見されたホモ・フローレンシス（フローレス原人）は、原人以降の進化も決して定向的でないことを示した。ホモ・サピエンスにおいては、脳頭蓋が大きく丸くなる一方、身体は全体的に繊細化する方向に変化している。

Variation in the rate of human morphological evolution

Yousuke Kaifu

Department of Anthropology, National Museum of Nature and Science

When the theory of punctuated equilibria in evolution was proposed in the 1970s, human evolution was cited by some researchers as its supportive evidence. Although this extreme view has lost its popularity today, it is clear that in many aspects human morphological evolution did not proceed in a gradual way. Here, I summarize some characteristic patterns of morphological evolution seen in the human fossil records. Many of the human characteristics are known to have developed in a mosaic way. Bipedalism and the onset of canine reduction appeared early in its history, followed by marked brain size increase and overall reduction in the masticatory system. Significant changes in limb proportion occurred slightly later than these. Rates of evolution vary among individual characters, with a number of significant changes appeared in the latter half of the human evolutionary history. During the past 2 million years, diverse regional groups of archaic *Homo* emerged, associated with their range expansion from Africa to Eurasia. Many of these groups show shared morphological trends such as increased brain size and cranial robusticity, whereas recent discovery of *Homo floresiensis* from a geographically isolated island of Indonesia points to a heretofore unrecognized level of flexibility in human morphological evolution. *Homo sapiens* developed a large, globular brain case, but its body generally shows varying degree of gracilization.

文化的モランモデルと文化進化速度

青木健一

東京大学 大学院理学系研究科

Cavalli-Sforza & Feldman (1981) 以来、集団遺伝学の手法を文化進化に適用した研究が盛んに進められてきた。文化要素は、遺伝子と異なる経路や様式によって伝達されるため、様々な興味深いダイナミクスを示す。例えば best-of-k 伝達では、k 人の知り合いの中で「最適な」技術をもった者が模倣されるし、一対多教示伝達では、特定の熟練者が多数の未熟者によって模倣される。

集団遺伝学で遺伝的浮動を扱う確率モデルに Moran model (Moran 1958) が存在する。遺伝子頻度の変化を出生死亡過程として記述できるため、固定確率や定常分布の計算に有効である。また、Moran model は時間の単位が一代より短いため、離散世代モデルよりも文化現象の解析に本質的に適しているといえる。我々は、遺伝学の Moran model を改変した文化的 Moran model を定義し、これを用いて長期的な文化進化速度などを様々な伝達様式について計算した (Lehmann et al. 2011; Aoki et al. 2011)。また、Henrich (2004) のモデルの文化的 Moran model ヴァージョンを記述し、集団サイズが蓄積的な文化進化に及ぼす効果を計算し直したところ、その効果ははるかに大きいことを発見した (Aoki and Kobayashi 準備中)。得られた知見は、石器製作伝統などの変化速度を解釈する上で有用である。

Aoki K and Kobayashi Y (n.d.) Innovativeness, population size, and cumulative cultural evolution. manuscript.

Aoki K, Lehmann L, and Feldman MW (2011) Rates of cultural change and patterns of cultural accumulation in stochastic models of social transmission. *Theor Pop Biol* 79, 192-202.

Cavalli-Sforza LL and Feldman MW (1981) *Cultural Transmission and Evolution*. Princeton Univ Press.

Henrich J (2004) Demography and cultural evolution: how adaptive cultural processes can produce maladaptive losses—the Tasmanian case. *Am Antiquity* 69, 197-214.

Lehmann L, Aoki K, and Feldman MW (2011) On the number of independent cultural traits carried by individuals and populations. *Phil Trans Roy Soc B* 366, 424-435.

Moran PAP (1958) Random processes in genetics. *Proc Camb Phil Soc* 54, 60-71.

Cultural Moran model and cultural evolutionary rate

Kenichi Aoki

Graduate School of Science, University of Tokyo

Beginning with Cavalli-Sforza and Feldman (1981), methods of population genetics have been applied to the study of cultural evolution. The pathways and modes of transmission of cultural traits differ from those of genes, and as a result cultural traits show interesting dynamics not shown by genes. For example, in the case of best-of- k transmission, each newborn imitates the individual with the “highest” skill level among his/her k acquaintances; and with one-to-many teacher transmission, one particular individual (the “teacher”) continues to serve as the exemplar (cultural parent) for many novices.

The Moran model (Moran 1958) is a stochastic model of random genetic drift in population genetics. Changes in gene frequencies are formulated as a birth-death process, providing an effective and simple means of calculating fixation probabilities and stable distributions. In addition, the Moran model is intrinsically more suitable than discrete generation models for the analysis of cultural phenomena, since the unit of time is shorter than one generation. We define the cultural Moran model by modifying the Moran model and compute the long-term cultural evolutionary rate for various modes of transmission (Lehmann et al. 2011; Aoki et al. 2011). We also introduce the Moran model version of Henrich’s model (Henrich 2004), which can be used to show that the effect of larger population size in facilitating cumulative cultural evolution is much greater (Aoki and Kobayashi, in preparation). These findings are useful in interpreting rates of change of lithic traditions.

Aoki K and Kobayashi Y (n.d.) Innovativeness, population size, and cumulative cultural evolution. manuscript.

Aoki K, Lehmann L, and Feldman MW (2011) Rates of cultural change and patterns of cultural accumulation in stochastic models of social transmission. *Theor Pop Biol* 79, 192-202.

Cavalli-Sforza LL and Feldman MW (1981) *Cultural Transmission and Evolution*. Princeton Univ Press.

Henrich J (2004) Demography and cultural evolution: how adaptive cultural processes can produce maladaptive losses—the Tasmanian case. *Am Antiquity* 69, 197-214.

Lehmann L, Aoki K, and Feldman MW (2011) On the number of independent cultural traits carried by individuals and populations. *Phil Trans Roy Soc B* 366, 424-435.

Moran PAP (1958) Random processes in genetics. *Proc Camb Phil Soc* 54, 60-71.

発表要旨
ABSTRACTS

シンポジウム 2
Symposium 2

シンポジウム 2

Symposium 2

シンポジウム2 「ヒトにおける個体学習と社会学習の実態と問題点」

趣旨

「交替劇」プロジェクトは、ネアンデルタールと比べた時のホモ・サピエンスの学習能力の高さが「交替劇」の原動力となったという学習仮説を提案している。とくに革新や獨創性をもたらしたと思われる個体学習が重要視されている。個体学習とは単独でおこなわれる学習様式であり、社会学習とは他者との直接的および間接的かかわりの中でおこなわれる学習様式である。そして個体学習は文化的革新を創出し、社会学習は文化継承の根幹をなし、両者相まってホモ・サピエンスの文化的進化を導いたとされている。ただし、ヒトの行動における個体学習と社会学習を識別するのは、実際の場面でも、また理論的にもそう簡単ではないと思われる。個体学習と社会学習は実際にはどのような関係にあるのか、ここで今一度、ヒトにおける個体学習と社会学習の関係について進化的ならびに民族誌的文脈を踏まえながら考えてみる必要があるだろう。今日のシンポジウムでは、進化的モデル、文化人類学、民族誌学、教育学などの視点から個体学習と社会学習をめぐるさまざまな問題点を論じ、ヒトの学習の核心に迫ってみたい。

司会： 寺嶋秀明

話題提供

- (1) 中橋 渉 「学習進化モデルの視点から」
- (2) 大村敬一 「文化人類学の視点から」
- (3) 高田 明 「狩猟採集民研究の視点から」
- (4) 安藤寿康 「教育学の視点から」

総合討論

Symposium2 “The reality and problems of social and individual learning among human beings”

Objectives

The RNMH ("Replacement of Neanderthals by Modern Humans") Project proposes a hypothesis that excellent learning abilities in *Homo sapiens* made it possible for them to adapt to highly changeable environment and contributed as the main drive of the replacement process. As a definition individual learning is carried out without depending on other people, on the other hand, social learning is conducted through observing or teaching in a social group. The former creates cultural innovation, and the latter is basic process to cultural transmission. It might not be, however, so easy to distinguish those two kinds of learning either in actual settings or theoretically. Here we will look into the nature of human learning process to obtain more precise picture of the relationship between those two learning types from the viewpoints of evolutionary models of learning, cultural anthropology, ethnography, and educational science.

Chair: Hideaki Terashima

Presentations:

- (1) From the viewpoint of evolutionary models of learning
Wataru Nakahashi
- (2) From the viewpoint of cultural anthropology
Keiichi Omura
- (3) From the viewpoint of hunter-gatherer studies
Akira Takada
- (4) From the viewpoint of educational science
Juko Ando

Open Discussion

「学習進化モデルの視点から」

中橋 渉

明治大学 先端数理科学インスティテュート

学習進化モデルにおける個体学習と社会学習の区分けは単純である。情報や行動の学習による獲得に他者の影響が全くなければ個体学習、他者の持つ情報や行動の影響を少しでも受ければ社会学習である。この定義はヒト以外の動物の学習行動を研究する上では有用であろう。しかしヒトにおいては、社会学習した行動を独自に改変することで新しい行動が生み出されるといったことがよく見られる。これは学習進化モデルの定義の上では社会学習に分類されるが、実態は個体学習的であり、ヒトの蓄積的な文化をもたらす要因となっている。このような探究的社会学習と、従来の単純な個体学習、社会学習がどのような関係にあると学習進化モデルの視点からは予測されるのか、最近行った研究を紹介することで議論したい。

From the viewpoint of evolutionary models of learning

Wataru Nakahashi

Meiji Institute for Advanced Study of Mathematical Sciences, Meiji University

The definitions of individual learning and social learning are simple in evolutionary models of learning. If a piece of information or a behavior is learned to be acquired independently of others, this process is individual learning, and if it is influenced by others, this is social learning. These definitions may be beneficial for studies of learning behaviors in non-human animals. However, in humans, new behaviors are frequently innovated by modifying others' behavior. Although such learning behavior is defined as social learning in models, it is also similar to innovative individual learning, and causes the cumulative culture in humans. I will introduce my recent study to discuss how such type of social learning relates to classical individual and social learning in evolutionary models of learning.

「文化人類学の視点から」

大村敬一

大阪大学 大学院言語文化研究科

文化をもつ動物である現生人類の場合、あらゆる学習の基礎として社会学習を考える必要がある。どんな現生人類もそれぞれの社会に生まれ落ち、それぞれの文化を学習するところからすべての学習をはじめからである。もちろん、そうであるからと言って、現生人類に個体学習が見られないわけではない。個人の創造性をめぐる文化人類学的な研究が指摘してきたように、他者からの影響がない状態で独自に学習が行われ、そうした個体学習を通して新たな行動様式が生み出された結果、既存の文化に変化をもたらされることがある。しかし、そうした創造的な変化を生み出す個体学習の場合にあっても、社会学習によって学習された文化が前提になっている。トマセロが指摘するように、世代を超えた伝達に基づいて累積的な学習が現生人類に可能になったのは、このためである。したがって、現生人類の学習について考える場合には、1) こうした社会学習に基づく個体学習には、社会学習を前提としない個体学習との質的な違いがあるのか、そして、あるとするならば、2) どのような違いがあるのか、3) 社会学習に基づく個体学習にはどのような心的能力が必要とされるのか、問う必要がある。この発表では、この問題について文化人類学の視点から考えてみたい。

From the viewpoint of cultural anthropology

Keiichi Omura

Graduate School of Language and Culture, Osaka University

In studying the learning process of *Homo sapiens*, it is necessary to consider social learning the base for any kinds of learning, because it has cultures. Any human individual is born into each society and begins its lifelong learning process with social learning of each culture. However, this is not to mean that they never learn by individual learning. As pointed out by anthropological studies on creativity in human societies, new customs are frequently innovated by individual learning independently of others, with the result that the existing cultures are changed. Such individual learning is nevertheless based on cultural knowledge and techniques learned by social learning. This is, as pointed out by Tomasello, why ‘cumulative cultural evolution’ is possible for *Homo sapiens*. In order to elucidate the features of the learning process of *Homo sapiens*, therefore, we need to answer the following questions: 1) is there any qualitative difference between the individual learning based on social learning and the individual learning independent of social learning?; and, if there is the difference between them, 2) what is the difference between them?; 3) what kind of mental faculty is needed for the individual learning based on social learning? In this presentation I will try to answer these questions from the viewpoint of cultural anthropology.

「狩猟採集民研究の視点から」

高田 明

京都大学 大学院アジア・アフリカ地域研究研究科

本プロジェクトの学習進化モデルで提起された個体学習と社会学習は、それぞれ個体的＝非社会的な状況と社会的な状況で生じる学習だと解釈できる。これに対して、学習が成立する原理に焦点をあてた区分としては、古典的条件付け、道具的条件付け、観察学習（その関連カテゴリーとしてのイミテーションやエミュレーション）などがある。これらはいずれも、上記の個体学習、社会学習のどちらにおいても成立しうる。いいかえれば、両者ともさまざまな原理がからみ合って生じる。ヒトの発展の一因は、その社会が各人の学習をサポートする仕組みを形成し、発展させてきたこと、すなわち社会学習を促進してきたことにあるのだろう。本発表では、南部アフリカのサンで観察される学習の様式を分析し、狩猟採集民において社会学習が生じる状況の特徴を論じる。さらに、社会学習に関して私たちが仮定しがちないくつかの前提を明示し、その妥当性について他の参加者と議論したい。

From the viewpoint of hunter-gatherer studies

Akira Takada

Graduate School of Asia and African Area Studies, Kyoto University

In this project, the models of evolutionary learning consider individual learning and social learning as learning that occurs in individual (i.e. non-social) and social situations respectively. Meanwhile, previous studies have classified the types of learning, such as respondent conditioning, operant conditioning, and observation learning (and imitation and emulation as relevant categories), based on the principles that enable learning. All of these types of learning can be observed in both individual and social learning seen above. In other words, various principles for learning are intertwined for both individual and social learning. The flourish of *Homo sapience* can be partly caused by the fact that human society has formed and developed the devises that support the learning of its members, that is to say, it has facilitated social learning. In this presentation, I will argue the distinctiveness of social situations that enables social learning of hunter-gatherers, based on the observations of the learning styles among the San of southern Africa. Furthermore, I will clarify several premises that we tend to have while talking about social learning, in order to discuss their validity.

「教育学の視点から」

安藤寿康

慶應義塾大学 文学部 ふたご行動発達研究センター

学習進化モデルにおける社会学習の定義は、他者の持つ情報や行動の影響を受ける学習である。この定義において、他者と社会的活動を共有する状況で試行錯誤的・洞察的に生ずる学習(状況学習と呼ぶ)も模倣学習も教示学習も区別されていない。このうち状況学習と模倣学習は、学習者と学習目的との二項関係から成り立つ社会的” 個体” 学習であり、ヒト以外の社会的学習を特徴づける学習様式であるのに対し、教示学習は学習者と学習目的に加えて教示者との三項関係に成り立つ次元の異なる社会的学習様式であり、これこそがヒトにおいて著しく進化を遂げた新たな学習様式として特徴づけられるのではないか。ここで、こうした教示学習が単に他の社会的個体学習の補助的機能を果たしていたに過ぎないのか、それとも本質的役割を果たしていたのか、また教示学習およびその他の社会学習による文化伝達が社会の成員全体および必要があったのか、それとも一部の遺伝的に優秀な個体間でなされるだけで必要十分であったのかなど、さまざまな疑問が生じてくる。そもそも進化におけるサピエンスのネアンデルタールに対する学習能力の適応的優位性を検証するために問わねばならない問題がなんであるのか、それ自体も検討したい。

From the viewpoint of educational science

Juko Ando

Faculty of Letters & the Keio Twin Research Center, Keio University

The definition of social learning in evolutionary models of learning is that information or behavior is learned by others. In this definition, learning by trial-and-error and insight in situations in which certain activities are shared by social members (situational learning), imitation learning, and instructional learning are not distinguished. Situational and imitation learning are social “individual” learning based upon dyad relationship between learners and learning goal including others’ behavior as a model in social settings, whereas instructional learning is based upon triad (learner-learning goal-instructor) relationship which is characterizes as an evolutionary novel human-specific fashion of social learning. Was instructional learning just a supplementary way for the other social individual ways of learning or essential in its own? Is it necessary that all the members of a society acquire certain social skills, or is it sufficient that only genetically competent individuals acquire those skills? Furthermore, what are essential research questions to verify adaptive superiority of *Homo sapiens* over Neanderthal?

発表要旨
ABSTRACTS

シンポジウム 3
Symposium 3

シンポジウム 3

Symposium 3

シンポジウム3 「旧人・新人の創造性を考える」

趣旨

旧人ネアンデルタールの文化は停滞的であったのに対し、新人ホモ・サピエンスの文化は創造的であったと言われる。特に新人到来後の後期旧石器時代のヨーロッパで起こった急激な文化進化は、「創造性の爆発(creative explosion)」と称されるほど旧人文化のそれとは異なっている。この差は新人が生得的に創造性に富んでいたから生じたのか、それとも人口や学習システム、生息環境など両者の間に創造性にかかわる非生得的条件の違いがあったことに由来しているのか。このミニシンポジウムでは、旧人・新人の創造性に関する考古学的証拠や考古学者による解釈の現状を提示し、両者の差異について関連異分野の研究者と議論したい。

司会：西秋良宏

- 14:50-15:00 「趣旨説明」 西秋良宏
- 15:00-15:30 「考古学的証拠にみる旧人・新人の創造性」 佐野勝宏
- 15:30-16:00 「認知考古学からみた旧人・新人の創造性」 松本直子
- 16:00-16:50 「討論」 佐野勝宏, 松本直子, 小山正, 定藤規弘

Symposium3 “Creativity of the Neanderthals and modern humans”

The material culture of the Neanderthals is often referred to as static or slow to change, while that of the modern humans as dynamic or rapid to change. The contrast in the pace of cultural change is striking particularly between the Neanderthals of the Middle Palaeolithic and the modern humans of the Upper Palaeolithic. The term “creative explosion” is even used to refer to the rapid cultural development of the latter. In an effort to contribute toward an appropriate interpretation of this phenomenon, which we believe is related to the different learning patterns between these two hominids, we will focus on archaeological issues associated with creativity in this session. We will invite two keynote speakers who will provide a review of archaeological evidence on the creativity in the Middle and Upper Palaeolithic, and current interpretations on the differences and similarities from the perspective of cognitive archaeology. Subsequently, we provide a forum for discussion with scientists from different disciplines including neuroscience and developmental psychology. The issues to be discussed will include how creativity can be defined, what was behind the apparent archaeological evidence of creativity in the Upper Palaeolithic, and how creativity should be dealt with in relation to the evolutionary models of learning.

Chair: Yoshihiro Nishiaki

Presentations:

- | | |
|-------------|--|
| 14:50-15:00 | “Introduction” Yoshihiro Nishiaki |
| 15:00-15:30 | “Archaeological evidence for creativity of Neanderthals and modern humans” Katsuhiko Sano |
| 15:30-16:00 | “Discussions on the creativity of Neanderthals and Modern Humans in cognitive archaeology” Naoko Matsumoto |
| 16:00-16:50 | “General discussion” Katsuhiko Sano, Naoko Matsumoto, Tadashi Koyama, Norihiro Sadato |

考古学的証拠にみる旧人・新人の創造性

佐野勝宏

東北大学大学院文学研究科

具象芸術、装飾品、楽器等の人類の象徴行為や芸術表現を映し出す考古遺物や、複雑な石器や骨器技術は、ヨーロッパではおよそ4万年前に出現する。これは、新人ホモ・サピエンスがヨーロッパに最初に拡散してきた時期と一致する。こういった革新の急速かつ爆発的な出現は、旧人ネアンデルタールよりも新人ホモ・サピエンスの方がより発達した創造性を持っていたことを示唆する。

しかし、後期ムステリアンにも象徴性の形跡はいくつか存在し、ネアンデルタールは彼らの絶滅の直前に新しいタイプの石器や骨器を製作し始めたようである。この現象に対し、ネンデルタールがホモ・サピエンスの行動を模倣した、あるいは文化融合を果たした結果であるとする立場 (Hublin et al. 1996; Mellars 1999) と、「現代人的行動」の出現は人口や社会的プロセスによって引き起こされたものであり、ホモ・サピエンスによってのみもたらされたわけではないとする立場 (e.g. Zilhão 2007) がある。

本発表では、本プロジェクトのデータベースに収録されている、近年発見された考古遺物、十分に検討された重要な考古層序、より信頼性の高い炭素14年代値を基に、創造性を示唆する遺物の、後期ムステリアンから後期旧石器時代前葉にかけての質・量における変化を提示し、ネアンデルタールとホモ・サピエンスの創造性の差異について考察する。

Hublin, J.-J., Spoor, F., Braun, M., Zonneveld, F., Condemi, S. (1996) A late Neanderthal associated with Upper Palaeolithic artefacts. *Nature* 381, 224-226.

Mellars, P. (1999) The Neanderthal Problem Continued. *Current Anthropology* 40, 341-364.

Zilhão, J. (2007) The Emergence of Ornaments and Art: An Archaeological Perspective on the Origins of "Behavioral Modernity". *Journal of Archaeological Research* 15, 1-54.

Archaeological evidence for creativity of Neanderthals and modern humans

Katsuhiko Sano

Graduate School of Arts and Letters, Tohoku University

Archaeological materials reflecting symbolic behaviours or artistic expressions, as personal ornaments, figurative art, and musical instruments, and complex lithic and bone technology appeared in Europe at around 40,000 years ago, which coincides with the first migration of modern humans into Europe. The rapid and explosive emergence of the innovations suggests the more advanced creativity of modern humans than that of Neanderthals.

However, there are several evidences for symbolism at the late Mousterian and Neanderthals seem to have started to produce new types of lithic and bone tools just before their extinction. Whilst some scholars interpret this phenomenon as being resulting from imitation of modern human behaviours or acculturation (Hublin et al. 1996; Mellars 1999), others conclude that the emergence of “behavioural modernity” was prompted by demographic and social processes, but not brought by modern humans exclusively (e.g. Zilhão 2007).

The paper presents quantitative and qualitative change of materials showing creativity from the late Mousterian to early Upper Palaeolithic based on new archaeological finds, well-evaluated key archaeological sequences, and more reliable ¹⁴C dates documented in our database, and considers differences in creativity between Neanderthals and modern humans.

Hublin, J.-J., Spoor, F., Braun, M., Zonneveld, F., Condemi, S. (1996) A late Neanderthal associated with Upper Palaeolithic artefacts. *Nature* 381, 224-226.

Mellars, P. (1999) The Neanderthal Problem Continued. *Current Anthropology* 40, 341-364.

Zilhão, J. (2007) The Emergence of Ornaments and Art: An Archaeological Perspective on the Origins of “Behavioral Modernity”. *Journal of Archaeological Research* 15, 1-54.

認知考古学からみた旧人・新人の創造性

松本直子

岡山大学大学院社会文化科学研究科

後期旧石器時代のヨーロッパでみられる急激な文化変化を「創造性の爆発 (creative explosion)」と呼ぶことは当然のように受け入れられている一方で、創造性とは何か、とくに考古学的に過去の人類の創造性をいかに特定することができるか、という問題はあまり正面から論じられることがないが、Steven Mithenの編集による' Creativity in Human Evolution and Prehistory' は、人類進化における創造性の問題に焦点をあてたものとして重要である。この発表では、考古学的に観察可能な創造性とはどのようなものかについての議論を踏まえ、認知の領域固有性、集団規模とコミュニケーション、言語発達、物質文化の役割などの視点から、ネアンデルタール人と現生人類 (ホモ・サピエンス) が残した考古学的証拠にみられる創造性 (あるいはその欠如) にせまる研究の現状についてレビューする。

Discussions on the creativity of Neanderthals and Modern Humans in cognitive archaeology

Naoko Matsumoto

Graduate School of Humanities and Social Sciences, Okayama University

While the term ‘creative explosion’ has been widely accepted to discuss the Middle/Upper Palaeolithic transition, fundamental questions about what is creativity, or how creativity can be observed in archaeological record has seldom become the target of serious investigation in archaeology. ‘Creativity in Human Evolution and Prehistory’, edited by Steven Mithen, contains a number of important contributions on these matters and is relevant to the theme of this symposium. After a brief discussion on the nature of creativity that is archaeologically observable, I will review the studies on the creativity, or absence of it, in the archaeological record left by Neanderthals and modern humans, with particular reference to domain specificity, group size and communication, language and the role of material culture.

研究進捗要旨
ABSTRACTS

総括班
Steering Committee

総括班

Steering Committee

「交替劇」文献データベース

森 洋久¹，中村佳史²，丸川雄三²，赤澤 威³

¹国際日本文化研究センター 文化資料研究企画室，²国立情報学研究所 連想情報学研究開発センター，³高知工科大学 総合研究所

統括班は交替劇プロジェクトに有用な遺跡遺物報告書等を網羅する「交替劇」文献資料データベースの構築を行っている。2010年度には論文1,933点、合計25,647ページの全文テキスト化を含むデジタル化を行い、2011年度はさらに4,000点、50,000ページのデジタル化を実施する計画である。データベースのシステムについては、発信のための基盤整備として化石・遺跡データベースシステムを基に統合バックエンド環境を整備する。同時に、利用者が文献を検索し、閲覧するためのフロントエンド環境として、化石・遺跡データベースの地理情報システムその他、絵引データベースを活用した「交替劇」文献資料の閲覧環境開発を進める。以下それぞれの取り組みの概要を報告する。

1. 「交替劇」文献資料のデジタル化について

交替劇プロジェクトと関連する国内外の論文や報告書などの複写物・抜刷を、順次デジタル化している。2010年度は、デジタル化作業の仕様を検証するため、国立情報学研究所連想情報学研究開発センターにて、サンプル作成作業を行い、その作業検証を踏まえてデジタル化を実施した。

具体的なデジタル化作業手順は以下の通りである。

- (1) 著者ごとに簡易ファイリングされている複写物・抜刷などを裁断した
- (2) オートフィーダスキャナでスキャニングし画像化した
 - ※ 白黒資料についてはグレースケール入力とし、カラーを含む資料についてはカラー入力とした
 - ※ 解像度は、下記(4)で述べるように OCR 処理を施すことを考慮し、資料原寸 300dpi 相当とした
 - ※ スキャニングに使用した機種は「キャノン社製 DR-9050C」である
- (3) 画像ファイルは以下の2種類を作成した
 - ① TIFF形式…1ページ1ファイル
 - ② PDF形式…個々の論文・報告書・資料ごとに1つのファイルにまとめる
- (4) 全ての資料について、OCR処理を行ってテキスト化し「透過型テキスト付き PDF ファイル」を作成した。ただしレイアウト調整や校正は行わない
 - ※ 2010年度はOCR処理ソフトウェアとして「Acrobat8」または「読んでココ」を用いた。しかし、レイアウト調整機能や多国語対応において「e.Typist V13」(マクロメディア製)がより優れているため、2011年度以降は「e.Typist V13」を用

いる予定である

- (5) 裁断後の資料は袋等にまとめ、論文・資料ごとのクリップで留めるなど区切りが分かるようにした。校正作業に資するためである
- (6) 文献ごとのメタデータとして以下の情報を採録した
※ 採録した項目は「著者、年号(発表年)、論文タイトル、誌名(収録誌、収録本)、巻数、号数、始頁、終頁」
- (7) メタデータとして、各文献が扱う遺跡名、国名および記載の種類内容の詳細を追加する

当該データベースによって、集録文献がタイトル、著者、遺跡名などのメタデータで検索できると同時に、全文を対象にしたキーワード検索や、本文を活用した連想検索が可能となる。

表 1. デジタル化の進捗状況 (2011 年 10 月 21 日現在)

	論文数 ※1	ページ数 ※1	メタデータ採録 ※2
2010 年度	1933 点	25647 頁	723 点
2011 年度	4000 点	50000 頁	

※1 但し、インデックスとして使われている著者カードなども含まれる

※2 上記(4)の段階のメタデータ採録

2. 化石・遺跡データベースによる「交替劇」データベース基盤整備

現在の化石データベースは、化石・遺跡の位置を世界地図の上にプロットし検索できる。化石・遺跡の書誌情報については一つ一つカード型データベースでまとめられ、検索できるようになっている。カード型データベースを整理し、閲覧しやすいものに改造するとともに、ここに、各化石・遺跡の論文情報および、その論文の図等を統合し、相互に参照できるデータベースを完成させる(図 1)。

図において (1) は世界地図の上にプロットされたカード型化石・遺跡データベースである。一つ一つの項目に文献情報が設定されておりここから、(2) 文献情報へとぶことが出来る。文献情報は論文の全文データベースであり、キーワードで全文検索が可能である。この文献情報に現れる主な図は、さらに拡大することが出来、(3) 絵引データベースへ接続される。絵引データベースでは、拡大された図の各部分を選択することが出来、その詳細説明(4) を得ることが出来る。詳細説明も全文検索の対象である。(4) 詳細説明から(3) 絵引や(2) 文献情報へとび、(1) カード型、地理情報へと逆にたどることも可能とする。

現在は、これらのデータベースへ、(1)~(4) の各情報の整合性を保ちながら情報を追加するための、追加更新機構を構築しているところである。

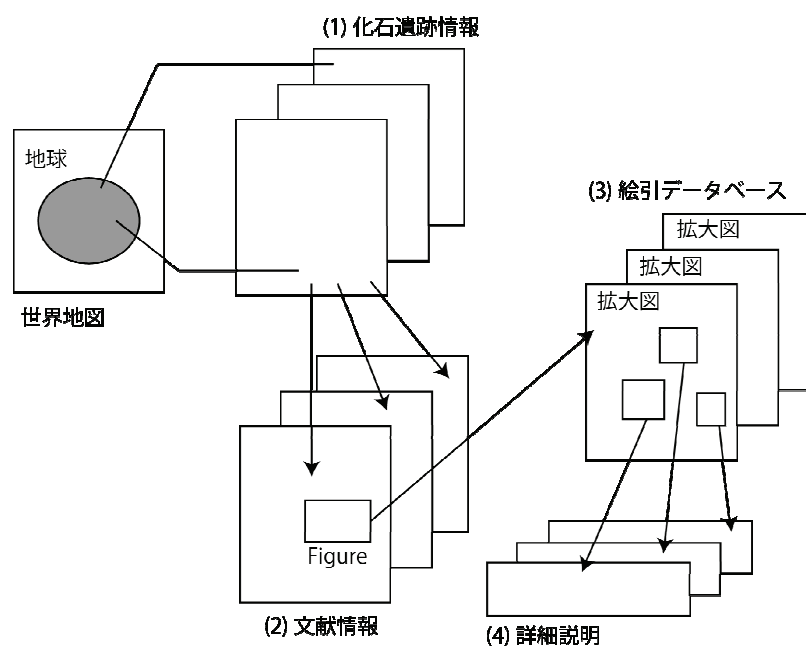


図1. システム概略

3. 絵引を活用した「交替劇」文献資料の閲覧環境

3.1 「絵引」の研究

「交替劇」文献資料には文字情報の他に図版や写真などの非テキスト情報が多い。またその他の特徴として、地名、人名、遺跡名や専門用語などが頻出することが挙げられる。「交替劇」は多分野融合型プロジェクトであるため、これらの固有名詞や用語について補助的な説明があることが望ましい。そこで本研究では資料を多様な切り口から読み解くことが可能な資料閲覧環境の構築を目指し、テキストおよび非テキスト情報にそれぞれ関連情報を付与できる「絵引システム」の研究開発に取り組んでいる。

「絵引」は渋沢敬三氏が民俗学研究分野において提唱した絵辞典の一形態であり、字引に対応する概念である。国立情報学研究所は渋沢栄一記念財団と共同でこの「絵引」概念のシステム化を図り、2009年に錦絵を対象とした絵引データベース「実業史錦絵絵引」として一般公開を実現している^[1]。本研究では、この絵引データベースを以下に述べる多層構造化と辞書連携機能により発展させ、発信対象とする「交替劇」文献資料データベースへの適用を進める。

3.2. 多層構造化による「交替劇」文献資料への対応

「交替劇」文献資料の特徴をふまえ、絵引データベースをこれまでの画像を対象とした単層のものから、複数種類のデータを扱うことができる層構造（レイヤ）を持つ「絵引システム」として再設計した。今年度は主にテキストレイヤと画像レイヤの2つのタ

タイプのレイヤを中心に実装を進めているが、そのほかのタイプとして、地図画像を対象とした地図レイヤ、さらには遺跡の写真等を対象とした3次元空間レイヤを設定することも検討している。

それぞれのレイヤは資料ごとに1つに統合されており、利用者はレイヤを意識することなく様々な情報に触れることができる。

3.3. 「字引」と「絵引」との融合

画像レイヤが備える機能については、これまでの「絵引」データベースの機能をほぼそのまま継承し管理する。一方、今回開発中のテキストレイヤについては、これに加えて新たに「辞書連携機能」を備える。「辞書連携機能」は、専門用語辞典などの外部のデータベースより関連項目を資料と同時に画面上に表示する機能であり、国立情報学研究所の阿辺川武氏の開発する読書支援技術[2]により実現する予定である。

多層構造化および辞書連携による「絵引」と「字引」との融合により、より便利で多様な利用が可能な「絵引」統合環境の実現が期待される。

4. 参考文献

- [1] 「渋沢栄一記念財団 実業史錦絵絵引」が公開, <http://www.nii.ac.jp/news/2009/0716/>.
- [2] 間下亜紀子, 阿辺川武. 「読書中における着目表現の調査」『第 59 回日本図書館情報学会研究大会』 於・日本大学文理学部, 平成 23 年 11 月 12-13 日.

Bibliographic Database for "Replacement of Neanderthals by Modern Humans"

Hirohisa Mori¹, Yoshifumi Nakamura², Yuzo Marukawa², Takeru Akazawa³

¹Office for Virtual Respires, International Research Center for Japanese Studies, ²Research and Development Center for Informatics of Association, National Institute of Informatics, ³Research Institute, Kochi University of Technology

We are constructing the "Replacement of Neanderthals by Modern Humans" bibliographic material database, which covers reports on ruins and archaeological articles that are useful for the "Replacement of Neanderthals by Modern Humans" project. We conducted full-text digitization of 1,933 articles, a total of 25,647 pages, in 2010 and plan to digitize another 4,000 articles, some 50,000 pages in total, in 2011. For the transmission infrastructure, we will develop an integrated backend environment based on the fossil hominids/ruins database systems. In parallel with this, we are developing a browsing environment for the "Replacement of Neanderthals by Modern Humans" bibliographic material database as the front-end environment, making use of a geographic information system for the fossil hominids/ruins database system, Ebiki database etc. In the following, we report the outline of each of these efforts.

1. Digitization of "Replacement of Neanderthals by Modern Humans" bibliographic materials

We digitize papers, reports and other reproductions/extracted articles published within and outside Japan related to the "Replacement of Neanderthals by Modern Humans" project in order. In 2010, we created a number of samples at the Research and Development Center for Informatics of Association, National Institute of Informatics, in order to verify the specifications of the digitization works.

Specifically, the digitization procedure was as follows.

- (1) Physically cut out reproductions/extracted articles that are filed simply by author.
- (2) Scan by auto-feeder scanner to obtain digital images
 - ※ Materials in black and white were scanned in grayscale, while materials with colors were scanned as color images.
 - ※ As the material would have to be OCR processed (see step (4)), we used resolution equivalent to the full material scale of 300dpi.
 - ※ We used a "DR-9050C" scanner made by Canon for the scanning.
- (3) Create the following two types of image files
 - TIFF: Each file contains a single page.
 - PDF: Each file contains a single paper, report, or material
- (4) Convert all materials into text via OCR processing and create a "PDF file with transmission text." Note that no layout adjustments or proofreading are performed.

- ※ In 2010 we used “Acrobat8” or “Yonde Koko” as OCR software. In 2011 and onward, we plan to utilize “e.Typist V13” made by Micromedia, which is superior in terms of layout adjustment and multilingual support functionality.
- (5) Store the cut materials together in bags or similar, binding each paper/material with paper-clips or similar in order to simplify proofreading tasks.
- (6) Record the following information as metadata for each document.
 - ※ Author, year (year of publication), title of paper, journal name (magazine, book), volume, issue, starting page, ending page
- (7) Add names of ruins, archaeological sites, country, contents and other details of each document as metadata.

The database thus allows searching for recorded documents via metadata such as title, author, and names of ruins, as well as full-text keyword search and semantic associative search utilizing the main body text.

Table 1. Progress of Digitization (as of October 21, 2011)

	Number of articles *1	Number of pages *1	Metadata recording *2
FY2010	1,933	25,647	723 items
FY2011	4,000	50,000	

*1 Including author cards used as indexes

*2 Recording of metadata in the procedure (4) above

2. Upgrading of the “Replacement of Neanderthals by Modern Humans” Database Infrastructure utilizing the Fossil Hominids/Ruins Database

The current fossil hominids database allows searching for fossil hominids/ruins by plotting their locations on a world map. Each item of bibliographic information of fossil hominids/ruins is consolidated into a card-type database, which allows searching through the information. We intend to organize the card-type database and modify it to allow simple browsing as well as integrate information of papers on fossil hominids/ruins, images etc. to yield a complete database with full cross-referencing capabilities (Figure 1).

In Figure 1, (1) is a card-type database of fossil hominids/ruins plotted on a world map. Bibliographic information is set for each item, from which it is possible to jump to bibliographic information of (2). The bibliographic information is a full-text paper database that allow full-text search by keyword. Key images related to the bibliographic information can be displayed, enlarged and connected to an Ebiki, or image dictionary (3). The image database allows selecting individual parts of an enlarged image as well as obtaining detailed explanations (4). Similar detailed explanations can also be found via full-text search. It is also possible to

jump from the detailed explanation (4) to the Ebiki (3) or the bibliographic information (2), and then trace back to the card-type geographic database (1).

Currently, we are constructing additional improved mechanisms for adding information to these databases while maintaining consistency among the information in (1) to (4).

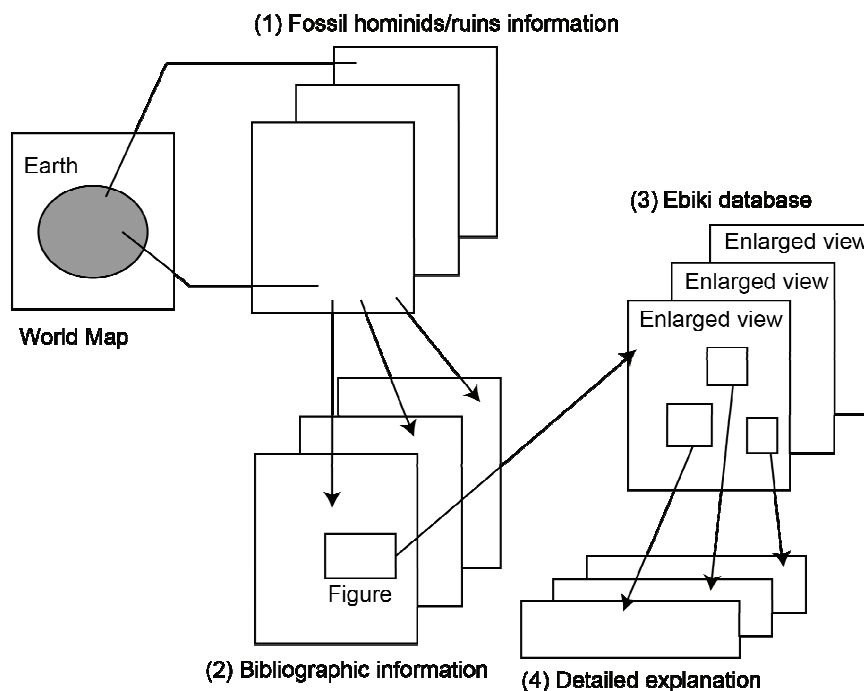


Figure 1. System Overview

3. “Replacement of Neanderthals by Modern Humans” Bibliographic Material Browsing Environment Utilizing Ebiki

3.1 Research of *Ebiki*

Much of the “Replacement of Neanderthals by Modern Humans” bibliographic materials contain non-textual information such as illustrations and photos in addition to text information. In addition, they are characterized by often containing place names, personal names, names of ruins and various technical jargons. Since the “Replacement of Neanderthals by Modern Humans” project is a multidisciplinary effort, it is desirable to provide supplement explanations for proper nouns and terms. For this reason, we aim to construct a material browsing environment that allows reading and analyzing various angles of this research and work on research/development of an “image search system” that can add related information to both textual and non-textual information.

Ebiki is a kind of dictionary of illustrations advocated by Keizou Shibusawa in the

folk culture research area; the concept is related to *Jibiki*, a dictionary in Japanese, literally meaning a “puller of characters.” The National Institute of Informatics systematized this Ebiki concept jointly with the Shibusawa Eiichi Memorial Foundation and opened the “Jitsugyo-shi Nishikie Ebiki,” an Ebiki database for Woodblock prints of Japanese Business History, to the public in 2009^[1]. In this study, we expand the aforementioned Ebiki database by a multi-layer structure and dictionary hookup function (described below) to carry forward application to the transmission target of the “Replacement of Neanderthals by Modern Humans” bibliographic material database.

3.2. “Replacement of Neanderthals by Modern Humans” Bibliographic Material Database with Multi-layer Structure

Taking the characteristics of “Replacement of Neanderthals by Modern Humans” bibliographic materials into consideration, we re-designed the Ebiki database from the original single-layer structure targeted at images to an “Ebiki system” with multiple layers that can handle several types of data. This year, we focus on implementation of a text layer and an image layer. We also examine expanding the system to be able to manage other data types, such as a map layer targeting map images, a three-dimensional layer targeting photos of ruins etc.

Each layer is unified into one view of each article, allowing users to browse various types of information without having to be aware of the layers.

3.3. Unifying *Jibiki* and *Ebiki*

We inherit and manage the functions of the image layer from the original Ebiki database as is. On the other hand, a new “dictionary hookup function” will have to be added to the text layer we are currently developing. This function displays items related to a given material from a technical terminology dictionary and other external databases on the screen, which is scheduled to be implemented as part of the “reading support technologies”^[2] developed by Takeshi Abekawa in the National Institute of Informatics.

This unification of Ebiki and Jibiki via the multi-layer structure and dictionary hookup is expected to lead to an integrated environment that allows more convenient and versatile uses.

4. Reference Materials

[1] Jitsugyo-shi Nishikie Ebiki published by Shibusawa Eiichi Memorial Foundation, <http://www.nii.ac.jp/news/2009/0716/>.

[2] Akiko Mashita, Takashi Abekawa, “Survey on Focus Expressions while Reading,” “the

59th Conference of Japan Society of Library and Information Science” at College of Humanities and Sciences, Nihon University, November 12 to 13, 2011.

研究進捗要旨
ABSTRACTS

研究項目 A01
Research Team A01

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*

先史時代学習行動研究への民族考古学的アプローチ

西秋良宏

東京大学 総合研究博物館

考古学的証拠を用いて交替劇解明に取り組む計画研究 A01 では、(1)石器文化データベースを活用した石器製作伝統の分析、(2)個別遺跡の出土標本にもとづく学習行動の事例分析、そして、(3)それらの結果を解釈するための実験考古学的・民族考古学的研究、といった三つの分野で研究をすすめている。今回の発表では、上記(3)、特に民族考古学的アプローチについて言及する。

現生の狩猟採集民の学習行動を参照し、先史時代人類の学習行動解釈に資する知見を得ることが目標である。A02 班と連携して新たな野外調査を立ち上げることが有効に違いないが、一方で、既存の研究、出版物を考古学的観点から再検討し関連データが埋もれていないか探索することにも意味がある。学習行動について考古学者が民族調査の証拠を分析した研究は少ないからである。

ここでは 1971 年に渡辺仁 (1919-1998) が実施したパプア・ニューギニアにおける生態人類学調査を取り上げ、その可能性を検討する。渡辺はウォニエという狩猟農耕民の一集落において、当時集落内にあった狩猟用弓矢について全数調査を実施した。そして、その形態学的特徴のみならず、年齢や血縁など所有者にかかわる個人情報、製作時期、所有者と製作者が異なる場合は両者の関係など、きわめてユニークなデータを徹底収集している。成果として公刊されたモノグラフ、および御遺族から寄贈いただいた野帳やスライドなどのアーカイブ、さらには収集標本などを検討し、学習行動研究への示唆を論じる。

An ethno-archaeological approach to the study on prehistoric learning

Yoshihiro Nishiaki

The University Museum, The University of Tokyo

One of the major targets of the research project A01 is to understand the learning behaviors of the Neanderthals and modern humans with regard to manufacturing tools. The evidence currently being dealt with include not only that from archaeological sites and the recovered material remains but also evidence obtained through approaches known as experimental archaeology and ethno-archaeology. In this paper, I will refer to an ethno-archaeological approach that explores how observations related to a modern society could be utilized to understand the prehistoric learning behaviors. A case study will be presented by using data collected by Hitoshi Watanabe (1919–1998) on the bows and arrows of a hunter-farmer's community in Papua New Guinea in 1971. Watanabe's innovative fieldwork strategy, termed by him as "bow-and-arrow census," resulted in documenting detailed morphological data on all the bows and arrows existent in the study settlement along with the personal information on their manufacturers and possessors. This unique corpus of data provides us with a rare opportunity to investigate the learning processes of bow-and-arrow manufacturing in a pre-industrial society.

アフリカにおける初期ホモ・サピエンスの石器製作伝統：その時空分布の研究動向

門脇誠二

名古屋大学 博物館

ネアンデルタールとサピエンスの学習行動・学習能力の進化モデルを検討するための考古学的証拠を提供するために、ホモ・サピエンスの出現（約 20 万年前）から両者の交替劇終末（約 2 万年前）までの石器製作伝統の時空分布を調べている。A01 班によるこの研究の対象地域は、ネアンデルタールの分布が確認されているユーラシア西部と北部、そしてホモ・サピエンスの起源地と目されるアフリカである。

本発表では、アフリカの中期・後期石器時代（Middle and Late Stone Age）の石器製作伝統を概観する。特にアフリカの中期石器時代は、ヨーロッパや西アジアなどの中期旧石器時代（Middle Palaeolithic）に比べて、物質文化がより多様であり、それが示す技術・経済・社会行動も先進的であったという解釈が多くみられる。一方で、石器に代表される物質文化の高い多様性のために、その分類と体系化が難しい。しかも、放射性年代値を欠く資料が多く存在するため、アフリカにおける石器製作伝統の編年には不明な点が数多く残されている。本研究は、最近増加した放射性年代値に依拠しながら、石器製作伝統の時空分布について現状案を示す。また、その結果として看取される石器製作伝統の時空分布パターンが、初期ホモ・サピエンスのどのような行動変化を示し、さらに MIS 6～MIS 4 の環境変化とどのように対応するかについて展望を述べる。

Lithic industries of early *Homo sapiens* in Africa: Current view of their space-time distributions

Seiji Kadowaki

The Nagoya University Museum

This study examines the space-time distributions of lithic industries from the emergence of *Homo sapiens* (ca. 200 kya) to the completion of their colonization of former Neanderthal territories (ca. 20 kya) in order to provide archaeological records for the investigation of the evolutionary model of learning of Neanderthals and *Homo sapiens*. The geographic area of this project by Research team A01 covers western and northern Eurasia, where Neanderthals inhabited, and Africa, where *Homo sapiens* probably originated.

As a part of this project, this paper presents an overview of lithic industries of Middle and Late Stone Ages in Africa (MSA and LSA). In comparison to the Middle Palaeolithic in Europe or west Asia, African Stone Age, particularly MSA, shows greater diversity in material cultures, which are often interpreted as representing more advanced technological, economic, and social behaviors. On the other hand, the cultural diversity is posing a problem to researchers who attempt to classify archaeological cultures and establish their systematics. The absence of radiometric dates for many sites is another obstacle in clarifying chronological sequences of African lithic industries. Nonetheless, a current view of their space-time distributions is presented in this paper drawing on recently published radiometric dates. The paper also offers an outlook on the behavioral implications of the early *Homo sapiens*' lithic variability as well as its correspondence to the environmental oscillation from MIS 6 to MIS 4.

ヨーロッパにおける中期旧石器時代後葉から後期旧石器時代前葉の石器群とそれに共伴する人骨

佐野勝宏

東北大学 大学院文学研究科

現在、絶対年代に基づいた中期旧石器時代後葉から後期旧石器時代前葉の編年構築とそれに関連する人骨記録の解明に焦点を当てている。現在までに集成された 612 の遺跡からなるデータは、MTA（アシュールリアン伝統のムステリアン）やカイルメッサー・グループなどの中期旧石器時代後葉の石器群がネアンデルタール人骨とのみ共伴する一方、ホモ・サピエンスは、オーリナシアン等の後期旧石器時代のコンテキストからのみ見つかっていることを確認した。中期旧石器時代の石器群は、長い間大きな変化をすることもなく、地域的多様性もあまりなかったが、中期旧石器時代の終わりあるいは後期旧石器時代初頭になると、シャテルペロニアン、ウルツツィアン、セレットィアン、ボフニスィアン、パチョキリアン、プロトオーリナシアンなどの多様な石器群がヨーロッパの様々な地域に出現する。これらの石器群と共伴する人骨は稀であり、人骨が出土しても、ネアンデルタール人骨が出土した、シャテルペロニアン期の、フランス、アルシ＝シュル＝キュールのトナカイ洞窟とサン・セゼールの 2 遺跡以外は、明瞭な特徴を示さない。

小フェルトホーフアー洞窟、スピ、ロシェ・ド・ピルヌーヴ、エル・スイドロ、ヴィンディヤ、から出土したネアンデルタール人骨は直接年代測定がおこなわれ、その年代は約 45-28 ka BP であった。一方、ムラデチ、ワーゼ洞窟、ムイェリ洞窟、チオクロヴィーナ洞窟、パヴィランド、から出土したホモ・サピエンスの骨の年代は、いずれも約 35 ka BP よりも新しい。したがって、両年代値から、ヨーロッパにおいて約 7000 年間はネアンデルタールとホモ・サピエンスが共存していた可能性がある。しかしながら、いくつかの遺跡は未だその層序のコンテキストを再評価する必要があり、最近の測定試料の前処理技術の発達は、以前に出された最古級の年代値は新しく出過ぎている可能性がある」と警鐘を鳴らしている (Higham 2011)。ヨーロッパにおける時空間パターンを定量的に把握するために可能な限り多くのデータを集める一方、高解像度の交替劇シナリオを復元するために、質的により信頼性の高い年代値と考古層序を使う必要がある。

Higham, T. (2011) European Middle and Upper Palaeolithic radiocarbon dates are often older

than they look: problems with previous dates and some remedies. *Antiquity* 85, 235-249.

Lithic industries from late Middle Palaeolithic to early Upper Palaeolithic and its associated human remains in Europe

Katsuhiko Sano

Graduate School of Arts and Letters, Tohoku University

Currently we are focusing on constructing chronology from late Middle Palaeolithic to early Upper Palaeolithic based on absolute dates and revealing its related hominin records. The data collected so far, comprising a total of 612 sites, confirmed that while the late Middle Palaeolithic industries, as MTA (Mousterian of Acheulian tradition) and *Keilmesser* group, are exclusively associated with Neanderthal fossils, modern human remains were recovered from only the Upper Palaeolithic context, as Aurignacian. Although the Middle Palaeolithic industries have not changed dramatically for long period of time and show no high regional diversity, a variety of industries including Chatelperronian, Uluzzian, Szeletian, Bohunician, Bachokirian, and Protoaurignacian suddenly emerged in different geographical areas of Europe at the end of the Middle Palaeolithic or the initial Upper Palaeolithic. The associated hominin fossils with these industries are rare and exhibit indefinite features, except for two Chatelperronian sites at Grotte du Renne of Arcy-sur-Cure and Saint-Césaire in France from which Neanderthal remains were unearthed.

The dates of the direct ^{14}C dating of Neanderthal fossils from Kleine Feldhofer, Spy, Les Rochers-de-Villeneuve, El Sidrón, and Vindija fall within c. 45-28 ka BP and modern human fossils from Mladeč, Peștera cu Oase, Peștera Muierii, Peștera Cioclovina, and Paviland were dated to younger than c. 35 ka BP, which suggests that the coexisting of Neanderthals and modern humans for c. 7,000 years in Europe is possible. However, several sites still require re-evaluation of the stratigraphic contexts and recent development of pre-treatment methods of dating samples gives a caution that the oldest radiocarbon dates previously published may be too young (Higham 2011). On the one hand, we assemble data as many as possible in order to quantitatively disclose general spatio-temporal patterns in Europe; on the other hand, we have to use qualitatively more reliable dates and archaeological sequences for reconstructing replacement scenario with high resolution.

Higham, T. (2011) European Middle and Upper Palaeolithic radiocarbon dates are often older

than they look: problems with previous dates and some remedies. *Antiquity* 85, 235-249.

北ユーラシアにおける石器製作伝統から見た交代劇の様相：現状と課題

加藤博文，長沼正樹

北海道大学 アイス・先住民研究センター

北ユーラシア地域は、ホモ・サピエンスが高緯度・寒冷地域へ適応・進出した過程を検討する上で重要な地理的位置を占めている。本プロジェクトでは、周知を遺跡について、シベリア、ロシア平原を中心にデータベースへの入力をすすめ、259遺跡の登録を終えている。

北ユーラシアの中期・後期旧石器時代の石器群については、石器製作伝統として総合的に比較検討する取り組みが不十分である。その定義にも混乱が見られる。これらを整理しながら、時空間的広がりの確認を行っている。

また先の報告では、中期旧石器段階と後期旧石器初頭段階の遺跡立地と資源開発行動に違いが見られることを指摘したが、より広い領域、異なる環境下での検証を進めている。そのために作業の一貫として、この秋に、遺跡報告数の少ない内陸アジア地域、トゥーバ共和国での一般調査を実施した。その結果、7カ所の中期旧石器段階の遺跡を新規に確認することができた。

Aspects of the Replacement of Lithic Industries in Northern Eurasia: Current situations and Issues

Hirofumi Kato, Masaki Naganuma

Center for Ainu & Indigenous Studies, Hokkaido University

Northern Eurasia is, geographically, an important area in relation to the process of adaptation to high latitude and cold weather for *Homo sapiens*. However, the Middle-Upper Paleolithic complex in the area is insufficiently known to allow meaningful comparison of lithic traditions. This lack of information also adds to the general confusion of defining the complexes.

We have registered 259 archaeological sites in our project database, mainly from Siberia and the Russian plane. In a previous report, we pointed out differences in site location and resource development activities between sites of the middle Paleolithic and early upper Paleolithic stage. Now, we have started to classify data and to confirm the distribution pattern of sites.

To verify our model over a larger area and within different environments, we carried out a general survey in the southern part of the Tuva republic of inland Asia, where reported archaeological sites are rare. As a result of the survey, we found 13 previously unknown archaeological sites, including of 7 Middle Paleolithic ones.

北海道の白滝遺跡群における旧石器接合資料の再検討：技量の習得過程復元の観点から

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は、帰属する時期や文化伝統が異なる石器群単位で豊富な接合資料が得られている。日本の旧石器研究では、これまでほとんど体系的には取り組まれてこなかった課題であるが、この豊富な石器接合資料の比較分析にもとづくことによつて、「製作レベル」の差を解釈することは可能とみられる。ただし、こうして把握された「製作レベル」から割り手の遺跡内での学習行動を解釈するためには、分析対象とした資料体が含まれている考古学的コンテクストの吟味を経たうえでの議論が必要であることは言うまでもない。加えて、「製作レベル」の区分という見方が、技量の習得過程を復元するにあたって適切かつ有効なものであるのかどうかについても、議論の余地がある。特定の母岩を打ち割っていく過程に同一の個人がすべて携わっていた、という前提の問題もある。石器の接合資料において属性相互の関係性を観察・分析し、特定の剥離作業がどのように達成されているのかを評価することが、当面の検討方針としては有効でないかと考えられる。

本研究では、とくに適切な知識やノウハウの習得を前提に実現したと考えられる石刃の剥離過程に焦点をあて、こうした課題に取り組んでいくことにしたい。本研究では 2011 年度は以下の項目を研究課題として作業を進めている。

- (1) 石器接合資料分析や先史人類の学習行動に関する国内外の先行研究を網羅的にレビューし、学習行動の復元を進めていくうえでの問題点の所在を突き止める。
- (2) 白滝遺跡群から得られている石器接合資料の分析を実施し、技量差の認定とその空間的関係の検討をおこなう。

本発表では、ここまで得られた成果の概要について報告したい。

A re-examination of the lithic refitted materials from the Shirataki sites, Hokkaido, northern Japan in light of reconstruction of the skill learning processes

Jun Takakura

Graduated School of Letters, Hokkaido University

Extensive excavations and successful refitting efforts at the Shirataki sites, Hokkaido, northern Japan have brought numerous lithic refitted materials from the Upper Paleolithic assemblages, which belong to the various chronological stages as well as cultural traditions. Although it is only seldom explored on a systematic basis for the interpretation of skill learning processes in the Japanese Paleolithic researches, comparative analysis of these refitted materials is expected to lead to identification of *production levels* in the prehistoric contexts, such as *ordinary production* and *elaborate production*. However, given the discussions of skill learning processes in particular and context in general, Paleolithic archaeologists are of course well aware of the need to interpret the intra-site learning behaviors of the prehistoric knappers only through a re-examination of the archaeological contexts, such as an evaluation of site formation processes. Additionally, it is reasonable to expect that such simple distinction of the production levels is not appropriate to interpret as a reflection of the skill learning processes, which has thus far been the focus of previous approaches. There accounts raise issues for perspectives that assume knapping was undertaken by an individual to produce a particular product. Perhaps my prospect is that understanding of how particular knapping was achieved in the lithic reduction sequence will be extremely valuable for the interpretation of the skill learning processes.

For such purpose, I try to analyze the blade reduction processes of the Upper Paleolithic assemblages at the Shirataki sites with regard to how ancient stoneworkers acquired adequate knowledge and know-how. The research in FY 2011 consists of following two works:

- (1) A broad comprehensive review and evaluation of many studies concerning the lithic refitted materials as well as the past learning behaviors discussed in Japan and Western countries.
- (2) A comparative analysis of the lithic refitted materials obtained from the Shirataki sites to understand the production levels of past lithic manufacturing behaviors and their spatial distributions in the sites.

投擲運動の学習プロセスの解明: 予備的分析の報告

日暮泰男

大阪大学 大学院人間科学研究科

ネアンデルタール人の時代またはホモ・サピエンスの時代から、槍の投擲が食糧をえるための方法のひとつとなったとされている。ヒトの進化において重要な身体運動としては、ヒトの出現以来、直立二足歩行があり、その後石器製作が行われるようになるが、さらに投擲運動が加わったことになる。本研究の第一の目的は、過去の人類が槍をはじめとする狩猟目的の物体の投擲運動に熟練していった過程を推測することである。この目的のために、現代の一般日本人が投擲運動を学習していく過程について、キネマティクスなどのバイオメカニクスの手法を用いて明らかにする。現在は、実験のデザインを決めるための予備的分析に取り組んでいる。全身の動きやあらゆる筋の活動を計測するのは難しいため、投擲実験をつうじて計測対象を絞りこむ作業である(考古資料のレプリカなどは未使用)。本発表では投擲に関する先行研究を新たにレビューするとともに、予備的分析の結果について報告し、今後の計画を考える。

Preliminary kinematic analysis of hunting-spear throwing in modern humans

Yasuo Higurashi

Graduate School of Human Sciences, Osaka University

Archaeological evidence suggests that spear throwing as a way of long range hunting emerged in Neanderthals or modern humans. Following bipedalism and stone tool production, throwing may be the third body movement behavior reflected in the musculoskeletal morphology of humans. The primary goal of this study is to understand how ancient humans learn to use projectile weaponry such as spears. To this end, I study the process of learning throwing in modern humans using biomechanical methods including kinematics and electromyography. To date, I undertake a preliminary kinematic analysis to design effective experiments. Here, I review the literature on throwing and upper limb morphology, report the results of the preliminary analysis, and figure out future plans.

中央日本の後期旧石器時代開始期石器群：愛鷹・箱根西麓の事例

仲田大人

青山学院大学 文学部

日本列島の後期旧石器時代の開始を考えると、静岡県東部、愛鷹・箱根西麓地域の成果にいま注目が集まっている。第二東名（新東名）高速道路建設工事ともなう緊急調査で、上部愛鷹ローム層の下底、第 VII 黒色帯（通称、BBVII 層）、第 IV スコリア帯（SCIV）からまとまった量の石器群が見つかった。これらからいくつかの新知見が得られる。

- (1) 沼津市富士石遺跡第 I 文化層や井出丸山遺跡の BBVII 層の年代測定によって、この時期の炭素年代は 31,600BP-33,200BP となることがわかった。この値は、南関東地方で後期初頭の石器群が見つかる立川ローム層第 X 層の測定値よりさらに 2,000 年も古い。
- (2) 石器群は剥片と礫器を主体とする。石材には黒曜石と富士川産ホルンフェルスが使われる。黒曜石は回転打面石核か打面を置換する石核技術、ホルンフェルスは礫器ないしは礫器状の石核技術で、それぞれ短寸の剥片を割り取って台形様石器や加工具をつくる。石刃製石器は見当たらない。
- (3) 石斧製法に特色がある。梅ノ木沢遺跡や富士石遺跡ではホルンフェルスや凝灰岩の分割片をもちいて、剥離整形のあとに敲打で形状を整える例がある。本体にはそのときの潰痕や鈍い剥離痕がのこる。
- (4) 石材産地が多様である。注目されるのが、下呂石（ガラス質黒色安山岩）の利用である。沼津市井出丸山遺跡で 1 点見つかったもので岐阜県湯ヶ峯産。現時点で、国内最古の利用例とされる。黒曜石には神津島産と信州産が使われる。
- (5) 黒曜石とホルンフェルスという利用石材のくみあわせは、この地域の後期旧石器時代前半期に一般的なありかたである。石材と石器技術から察すると、BBVII 層にはこの地域の後期旧石器時代にみる石器製作行動が成立していた可能性がある。

愛鷹・箱根西麓の BBVII 層、SCIV 層の同位体補正した年代は、だいたい 32,000BP から 33,000BP の値になる。今後、このあたりが日本の後期旧石器時代開始期の目安になってこよう。また、下呂石や神津島産黒曜石などから、遠距離あるいは海洋への交通手段が必要になる石材調達がこの時期すでにはじまっていた証拠が得られている。これなど

は日本の旧石器時代人の行動的特性をしめすものとして貴重な成果といえる。

Initial upper Paleolithic assemblages in the Central Japan: New evidence from the foot of Mt. Ashitaka and the western part of Mt. Hakone area

Hiroto Nakata

College of Literature, Aoyama Gakuin University

The Paleolithic sites around the foot of Mt. Ashitaka and the western part of Mt. Hakone area has very important role to study the beginning of Upper Paleolithic in Central Japan. Some initial upper paleolithic assemblages were found from the bottom of the Ashitaka Loam by the rescue archaeological excavations for the construction of New Tomei highway. These new findings are as following:

- (1) As results of radiocarbon dating on charcoal from the bottom level, which named as layer BBVII and SCIV, these carbon dating shows from 31,600BP to 33,200BP. The beginning of Upper Paleolithic may date back to 2,000 years in Central Japan.
- (2) It is dominated by the production of flakes detached from cores like chopper or chopping tool and flake cores. Among the flake tools, there are trapezoids, scrapers and nibbled tools on flakes, which appear consistently throughout these sites sequence.
- (3) Edge-Ground axes made from slabs of the local hornfels and tuff shaped by hard hammer percussion and then by pecking.
- (4) Most important locally lithic raw materials is the hornfels which yielded along the Fuji river. there are also imported lithic raw materials in these assemblages. For example, glassy andesite, which named as Gero-ishi, imported from Mt. Yugamine, Gifu pref. over 130km from this area. Other example is the obsidian transported from Kozu-shima.
- (5) Generally, the early Upper Paleolithic is characterized by a continuing tendency to use hornfels and obsidians, as is documented in the earliest phases of these area. According to raw material availability and lithic technology, the organization of stone tool behavior of Upper Paleolithic in Central Japan had already been established at the phase of BBVII.

The emergence of the Upper Paleolithic from these area can now be dated from at least ca.32,000BP to ca.33,000BP. The date of these assemblages may be used as target for the beginning of Upper Paleolithic in Japan. And as for the raw material procurement, we have clear evidence of the acquisition of exotic materials such as glassy andesite and obsidian. The raw

materials were imported from all directions over the hundreds of kilometers away and beyond the sea. The stone tool behavior using these materials may have a special behavioral features at that time.

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*

教示なき学習の普遍性と有効性について

寺嶋秀明

神戸学院大学 人文学部

今年度の研究目標は次の3点であった：(1) 現地調査に基づいて狩猟採集社会における学習と教示の実態を把握すること。(2) 狩猟採集社会をはじめ、多くの社会で見られる非近代型学習／教育の特性とその有効性を明らかにすること。(3) 学習と環境という観点から狩猟採集社会と現代の高度情報化社会との比較研究をすすめること。以下、これまでの進捗状況を報告する。

第1の課題に関しては、文化人類学・心理学・人類生態学の合同チームをつくり、今年8月カメルーン南部の熱帯林に住むバカ・ピグミーを対象とした現地調査をおこなった。今年度は予備的調査の段階であったが、バカの子どもの成長と発達、個性や創造性の出現、新技術の伝達・教示に関していくつかの興味深い知見が得られた（小山正、山上榮子、安藤寿康各氏による本書の報告参照）。

第2の課題に関しては、これまでに蓄積されている研究資料とさまざまな文献資料から以下の点が明らかとなった：(1) 「教えない教育」は人類のもっとも普遍的・原型的な教育のあり方を示していると考えられる。(2) さらにそれはけっして過去の遺物ではなく、現代においてもおおいに有効な学習手段である。その理由は以下のように推察される。

生態心理学におけるアフォーダンス理論（J・ギブソン、S・リード）によれば、学習とは動物がその環境と積極的に関わり、そこに発生し、生涯継続される主体的かつ相互的な活動である。そして、知覚学習は強化や外部からの助けによらずとも立派に成立するものである。さらにヒトの場合には、他人の行動もきわめて有益なアフォーダンスとなる。すなわち、個人の学習の成果がふたたび「環境」として次世代に提供され、伝承されるという学習システムであり、あえて教えない教育システムである。もっとも教示がまったくないというのではない。

第3の課題については、第2の課題と関連して、流動的な環境下における学習の主体性・能動性といった問題を考える必要があるだろう。既存の知識や技術が適応しえない環境には、他者からの教示があまり意味をなさない世界である。そこでは、主体的かつ柔軟に学習し、行動する能力こそもっとも重要な生存条件となる。「交替劇」の時代はまさにそういった大きな環境変動の時代であったにちがいない。一方、現代は物質的基盤に立った20世紀型工業社会から、目に見えないネットワーク主体の高度情報化社会という先例のない流動的世界への移行期であり、従来の教育システムである「教え込む教育」がまさにその限界を見せているのである。

Universality of learning without teaching and its efficacy

Hideaki Terashima

Faculty of Humanities and Sciences, Kobe Gakuin University

This year's research targets are: (1) To understand the learning and teaching activities of hunter-gatherers based on field survey; (2) To understand a learning style in many non-modernized societies and consider the reason of its universality and efficacy; (3) To proceed a comparative study between late paleolithic hunting and gathering societies and contemporary highly information-based societies from the viewpoint of learning and environment.

For the first object, our research team including cultural anthropologists, psychologists and human ecologists conducted a field survey among the Baka Pygmies in the tropical forest of southern Cameroon. Although it was a preliminary one, we could obtain interesting data on the development and growth of the Baka infants and children, individuality and creativity of the Baka children, and transmission and teaching of new techniques (see T. Koyama, E. Yamagami, J. Ando in this proceedings).

For the second object, the data collected in the field so far and literature on various societies have made the following points clear: (1) Learning without explicit teaching is the most basic style of human learning process; (2) And it is not the legacy of primitive past but active learning method still powerful in contemporary societies.

The theory of affordance in ecological psychology founded by J. Gibson argues that perceptual learning does not depend on reinforcement nor support from outside. Learning is an interactive behavior that emerges when and where an animal actively encounters with its environment and continues for its whole life. And in human beings, behavior of other persons turns into affordance through social learning. That is, there is a system of learning where results of individual learning become an environment to the followers in turn, and then transmitted to others as well without "explicit" teaching.

For the third object, in relation with what has been described above, we have to consider the importance of positive and active learning in humans. Such a learning style will become quite important in environments where existing knowledge and technology may not suitable for survival. The period of the RNMH (Replacement of Neanderthals by Modern Humans) should be such a changing time. The contemporary world as well can be seen as a transitional one from an industrial society of 20th century type to a highly information-based fluid society for which we do not yet have any clear pictures except that common educational system depending on teaching cannot be so much useful there as the past.

アボリジニの教育はどのように異なるのか？

窪田幸子

神戸大学大学院 国際文化学研究科

2011年度は、8月30日より9月16日まで、アーネムランド、エルコ島で、アボリジニ社会の「教育」をテーマに調査を行った。

1 学校教育についての調査

調査地の学校では、幼稚園から高校までの教育が可能である。調査地では、教育に現地語をとり入れる二言語教育が現在も行われている。教室では、白人の教員がアボリジニの教員と共同して、授業をおこなう。その教え方、両者の違い、子供たちの反応など、教室での観察を行った。また、学校には二言語教育を推進するために、カリキュラムを構築し教育材料を用意する部門があり、ヨルング教員が3人働いている。ここでの小学校クラスでの二言語教育の実際についての聞き取り調査をおこなった。

2 学校外での教育についての調査

1) 調査地では、マウル・ロムという、外部の大人に対して行われる、アボリジニの「和解」の方法を教えるためのプロジェクトが毎年行われている。外部からの希望者を集め、調査地で一週間、伝統的なアボリジニの概念を教えようとするものである。このプロジェクトの考え方、具体的な行い方について、このプロジェクトを中心的に推進している人物に聞き取り調査を行った。

2) 家庭や儀礼の場での、大人たちからの子供たちに対する指示、指導、その特徴について参与観察をおこなった。

3 アボリジニ自身の「教える」ということについて

白人の教育とアボリジニの教育ではなにがことなるのか。アボリジニの教育の特徴はどのようなことだと思えるか。といったトピックについて、特に教育にかかわってきているアボリジニ成人に、インタビュー調査を行った。

成果論文

‘What is ‘education’ for Aboriginal people? – examination through Yolngu initiated projects’,
Paper presented at AIATSIS National Indigenous Studies Conference, “Young and Old:
Connecting Generations”, 19-22 September 2011, Canberra, Australia.

Is Aboriginal education different?

Sachiko Kubota

Graduate School of Intercultural Studies, Kobe Gakuin University

In the year of 2011, I conveyed the research in Galiwinku, Elcho Island on the theme 'Aboriginal education'.

1 On education in school

They are running bi-lingual education in the researched area. They employ Aboriginal teachers as teacher-aid, and European teacher will teach with the collaboration with Aboriginal teacher in the class rooms. I observed the activities in one of the class rooms. There is also a section to help develop the materials and curriculum for bi-lingual education, and three Aboriginal teachers are working with collaboration with an European teacher. I interviewed those teachers on education.

2 On Education outside of the classrooms

1) Mawul Rom Project

They have been running 'Mawul Rom Project' in the researched area since 2006. It is not the project to teach children but it shows very well about how Aboriginal people understand the education should be. They invite European people to visit the researched area and let them stay for a week to learn their traditional way of making peace. I interviewed the person in charge of the project about the concept and the details of the procedure.

2) About the children at home

I observed and recorded how adults instruct, order, and teach children at home and at the ritual ground.

3 On their concept of teaching

I interviewed about 10 adult people on how they conceive the concept of 'teaching'. I asked what is unique for Aboriginal teaching, and how different it is to European way of teaching.

学習の基礎としての忍耐—カナダ極北圏のイヌイトの学習過程における大人と子どもの関わり

大村敬一

大阪大学大学院 大学院言語文化研究科

どんな現生人類もそれぞれの社会に生まれ落ち、それぞれの文化を学習するところからすべての学習をはじめ。従って、現生人類の場合、社会学習があらゆる学習の基礎となっていると言える。それでは、あらゆる学習の基礎である社会学習はどのように行われているのだろうか。この問題について考えるために、2011年3月8日から3月27日にかけて、私はカナダ極北圏のヌナヴト準州クガールク村でイヌイトの子どもの学習過程について予備調査を行った。その結果、今後、イヌイトの学習について本調査を実施するにあたっての指針として、次のような仮説を立てることができた。

- 1) 「イヌイトの知識」に特徴的であると言われてきた創造的で柔軟な機転は、困難な状況に直面しても諦めずに粘り強く対処する経験を通して身に付く。
- 2) イヌイトの子どもたちは日常的に大人からのからかいに曝されており、そのからかいによって経験されるジレンマを通して、創造的な個体学習の基礎となる我慢強く忍耐する術を身につけている。
- 3) 今後、本調査を実施するにあたって、大人が子どもにいかに関わりを与えているのかに注目する必要がある。

The Art of Patience as the Base for Individual Learning: Notes on learning process of Inuit children in Kugaaruk, Nunavut, Canada

Keiichi Omura

Graduate School of Language and Culture, Osaka University

Any human individual is born into each society and begins its lifelong learning process with social learning of each culture. In this sense, social learning of cultures can be said to be the base for any kinds of learning for Homo sapiens. If so, how does human individual learn each culture by social learning? In order to understand the conditions of social learning of cultures, I conducted preliminary research on the social learning process of Inuit children at Kugaaruk, Nunavut, Canada, between 8th and 27th of March in 2011. The result of the preliminary research is as follows.

- 1) The flexible and creative tactics, which are considered to be the essence of Inuit Qaujimagatuqangit (Inuit Knowledge), are learned by experience of overcoming difficulties with persevering and patient efforts in everyday life and subsistence activities.
- 2) Inuit children are exposed to adults' playful teasing in everyday life and learn the art of patience as the base for flexible and creative individual learning by their experience of being in a dilemma posed by the teasing.
- 3) It is crucially important to investigate how Inuit adults deal their children in their everyday life in order to understand how Inuit children learn the emotional attitudes essential to flexible and creative individual learning.

バカ・ピグミーの乳児期における物の操作と社会的認知の発達—象徴機能の発達にむけて

小山 正

神戸学院大学 人文学部

本研究は、狩猟採集生活の中で養育されているバカ・ピグミーの子どもとその母親を対象に乳児期の対物操作と社会的認知の発達について検討した。McCune (2008)は、物への行為や物による行為と知覚的活動が象徴と象徴化されるものとの関係を発達させる出発点となると指摘している。本研究では、21名（概ね生後4か月から13か月）の未歩行のカメルーン東部に暮らすバカ・ピグミーの子どもとその母親を対象にし、積木、ガラガラ、紐付き輪、鐘、瓶と小鈴、入れ子等（以上、『新版K式発達検査2001』より）と、ミニカー、ままごとセット、玩具の飛行機、ネジ巻き人形等を提示して、母親の膝に座っての場面で子どもの物の操作について観察し、その様子をビデオ録画した。社会的認知の発達に関しては、観察においては人形、鏡など用い、それに加えて、母親に『乳幼児社会的認知発達チェックリスト』（森永ら、2011）を用いて、日常生活における子どもの社会的認知発達に関して調査を行った。その結果、バカ・ピグミーの乳児において、社会的認知については月齢からみて進んでいると考えられた。特に人形については非常に興味を示した。それに対して、物の永続性や小鈴の把握にみられる微細運動の発達は月齢や全体的発達からみて遅いと考えられた。また、その物の用途や子どもが働きかけて結果が母親にわかる物については、母親は乳児に働きかけ、主としてことばによって操作を促していた。そして、粗大運動の発達において座位を子どもが取れるようになると、母親から離して独りで座らせることが多くなり、子どもの物へのリーチングは増え、物の操作や物の探索が増加していた。この時期から、バカ・ピグミーの子どもにとって、象徴機能の発達にむけて、他者からのインストラクションが伴う物の操作の経験がなされていき、その場を指示することを学習し始めるのではないかと考えられた。

Object Manipulation and Social Cognitive Development in the Baka Pygmy Infants: Toward the Development of Symbolic Function

Tadashi Koyama

Faculty of Humanities and Sciences, Kobe Gakuin University

I focused the developmental relation between object manipulation and social cognition in the Baka Pygmy infant who were brought up in hunter-gather culture. McCune (2008) pointed out that action on or with objects and perceptual activity provide the starting point for developing symbol and symbolized relationships. I observed 21 Baka Pygmy infants in the east Cameroon who were between about the ages of 4 months and 13 months and could not walk. In this study I presented a series of objects, cubes, a rattle, container, a bell, a pellet, a bottle, a dangling ring those were materials from Kyoto Psychological Developmental Scale 2001 and miniature toy cars, a miniature toy plane, toy eating utensils and a mechanical wind-up toy. I also presented two dolls and a mirror to observe their social cognitive development. Those materials were presented to infants with his or her mother, sitting in their mothers lap. Their activities with those materials were recorded with a SONY Handy Cam. And I interviewed to their mother about their children locomotion development and social cognition in their daily life by conducting Checklist for Development of Early Social Cognition(Morinaga, et al., 2011). Results from analyzing the VTR records and interviews indicated that in the Baka Pygmy infant social cognition developed expected from the level of their object manipulation. Especially they were interested in dolls. Development of object permanence and fine motor development, that was grasping a pellet, were delayed for their ages. Mothers urged their infant to act to the materials that mothers could infer the results of their infant's acting on those materials, mainly by uttering to them. As infants could sit on the ground alone in gross motor development, infants began to reach objects and their own object manipulation and exploration increased. It was thought in that period infants in Baka Pygmy experienced action on objects toward development of symbolic function with some instructions by others and began to learn to refer to the instance.

社会化への共同的音楽性パースペクティブ

高田 明

京都大学大学院 アジア・アフリカ地域研究研究科

2011年2～9月にかけて、本務校のサバティカル研究期間およびその前後の休暇期間を活用して、米国のカリフォルニア大学ロサンゼルス校 言語・インタラクション・文化研究センター(CLIC)に客員研究員として所属し、“Linguistic anthropological study of responsibility formation in early caregiver-child interactions”という課題について共同研究を行った。10月からは本務校で研究・教育活動を再開している。この間、交代劇プロジェクトとの関連では、以下のテーマについて研究を進めた。従来のサン研究では、ジムナスティック（乳児を抱え上げ、立位を保持あるいはジャンプさせる一連の行動）や他年齢からなる子ども集団での活動が人類社会の進化において果たす機能についての議論が主流であった。これに対して、MallochやTrevarthenが提唱する共同的音楽性 (communicative musicality) パースペクティブは、これらの行為が日常生活においてどのように組織化されているのかを考えるために有用で、上記の議論を補完すると考えられる。

Communicative musicality perspective on socialization

Akira Takada

Graduate School of Asia and African Area Studies, Kyoto University

During February – September 2011, while having the sabbatical leave and adjacent holidays, I stayed at UCLA Center for Language, Interaction, and Culture (CLIC) as a visiting scholar and engaged in the joint research project, “Linguistic anthropological study of responsibility formation in early caregiver-child interactions”. Then I have been back in the research and educational activities in Kyoto University since October 2011. With respect to the research project of “Replacement of Neanderthals by Homo sapiens” I promoted the research on the following topic in this time period. In previous studies of gymnastic behavior (making infant standing or jumping on a caregiver’s lap) and multi-aged child group among the San, the functions of these activities have been emphasized for considering the evolution of human society. On the contrary, communicative musicality perspective advocated by Malloch, Trevarthen, and their colleagues is useful for examining how these activities are organized in their daily life and thus complement the above arguments.

幼稚園児の遊びの観察

今村 薫

名古屋学院大学 経済学部

本研究の目的は、狩猟採集民の子どもの遊びから、学習過程を明らかにすることである。とくに ①遊びにおける創造性と、②技術の伝達に注目している。今年度は、比較研究として日本の幼稚園で、園児の遊びの観察を4月より行っている。サンを対象とした子どもの遊びと学習の現地調査は、年度末の2月～3月にボツワナ共和国において行う予定である。

日本の幼稚園における観察結果を以下に述べる。瀬戸市のH幼稚園において、毎週1回、午前中の3時間、園庭で遊ぶ園児たちの行動や相互交渉を観察している。

(1) 園庭での遊びの種類

竹馬、サッカー、タイヤころがし、おにごっこ（泥棒と警察）、布をまとって扮装、遊具を使った遊び（鉄棒、運梯、馬型遊具、ジャングルジム）、小屋の中や大型タイヤを「隠れ家」にして遊ぶ、花をつんで手にのせて運ぶ、泥団子作り、砂場での砂遊び、昆虫を箱に入れて観察

(2) 「砂場」での遊び

日本では、「砂遊び」はポピュラーな遊びであり、幼稚園、保育園だけでなく公園にもしばしば「砂場」が設置されている。しかし、砂遊びを幼児教育に積極的に取り入れるのは、日本に特有の現象であるという。砂や土を「汚い。不衛生だ」と見なして、子どもから遠ざける文化は、ヨーロッパだけでなく、アジアでも見られる。

砂遊びは、子どもの想像力や創造力を育む。砂山で「建造物」を作り、さらに、穴を掘って川や湖を作り、「町」を建設だけでなく、砂を容器に入れて料理に見立てる「ごっこ遊び」も盛んである。

砂遊びは、自然の天候にあわせて融通無碍に遊び方を変える。たとえば雨の翌日、園庭に水がたまっていると、それがそのまま川や、容器に水を入れて運ぶ遊びとして遊びに取り入れられる。

(3) 想像物の共有

一人の子が想像したものを、他の子どもと共有して想像の世界を築くことが、人間の遊びの特徴である。砂場での「建造物」を数人で作る場合、一人の子が思い描くイメージを、どうやって他の子と共有するのか。どのようにして自分のイメージを他の子に伝えるのか。また、皆で作っているうちにイメージがどのように変形していくのか。子どもの相互交渉に注目して観察している。

(4) 技術の伝承、技能の発達

園児の間では、砂と土と水をこねて「泥団子」を作る遊びが盛んである。これは、大

人が子どもに教えるのではなく、子どもたち同士の間で、年長の子から年少の子へ、また、同学年どうしでも、上手な子から下手な子へ、長年伝えられているという。年齢が上がるにつれて、ぴかぴか光る上手な団子を作ることができる。このような上手な団子を作る「技術」がどうやって発達するのか、どのようにして伝えられていくのか、「学習の経過」を追跡している。

A comparative study on children's play

Kaoru Imamura

Nagoya Gakuin University

This study aims at clarifying characteristics of learning processes among the hunter-gatherer children's play, focusing on human creativity, and transmission of the skills. I have conducted the comparative study on children's play activities at the H Kindergarten in Seto, Japan since April 2011. A field survey on children's play and learning among San in Botswana will be conducted from February to March 2012.

The results of the observation at the Japanese kindergarten are briefly summarized as follows.

(1) Play at the yard

Various types of play activities were observed at the yard, such as stilts, soccer, rolling tires, playing tag (the police and thief), dressed in cloth costumes, play with toys (horizontal bar, ladders, ladders, horse-type toys, jungle gym), play in the facility (shed while, in the large tires), carrying flowers, make "mud ball", playing in the sandpit, observing insects in a box.

(2) Play in the sandpit

In Japan, "sandpits" are so popular for children's play space that every kindergarten, nursery school and the park for children have sandpits. By playing in a sandpit, children grow their imagination and creativity. In the sandpits, children make "sand houses" and "mountains", and also dig holes as "rivers and lakes", so that they can make "town." Not only they play construction, but also play house by regarding the sand as "food".

(3) Sharing the images

The children who are playing together in the sandpit share the images of the "towns" and "landscapes." It is important to clarify how they can share the images.

(4) Transmission of skills from children to children

In that kindergarten, children make "mud balls" from sand, soil and water. Teachers do not teach how to make it, but the skills are transmitted from the elder to the younger.

狩猟採集民バカ・ピグミーの子どもたちの創造性と適応性

山上榮子

神戸学院大学 人文学部

狩猟採集民バカ・ピグミーの子どもたちの創造性と適応性を知るために、カメルーン・ロミエ村を拠点とし、周辺の4つのピグミー集落を訪れ子どもたちとのかかわった。ここでは、子どもたちについての自然観察だけでなく、むしろ近代化社会から持ち込んだ刺激に子どもたちがどう反応するかを見た。刺激は、1) コラージュ制作のための道具と材料、2) 心理テストのひとつである投映法ハンドテスト、3) 描画材料であった。最終的にはこれら3つの刺激に対する反応を総合して考察したいが、現在、結果の分析を進めているのはコラージュ表現であるので、本論ではその集計調査を報告する。

参加者と手続き

バカ・ピグミーの4つの集落（仮に ABCD 集落とする）の子どもたち 52 名（推定年齢 4～15 歳）について、個別にまたは小集団でコラージュ制作をしてもらい、遂行過程を観察した。さらに、1枚ずつコラージュ解釈仮説（山上,2010）に基づきスコアリングをした。そして、年齢（4～9歳の低年齢群 28名と 10～15歳の高年齢群 24名）、男女（男子群 36名と女子群 16名）、集落比較（[狩猟採集民としての] 典型群 AB29名と移行群 CD23名）の観点から、群ごとに集計して統計的处理をし、日本の子どもたち（小学1年生、小学3年生）を比較群として検討した。

結果

- 1) 遂行過程から：子どもたちは拒否や回避をすることなく、むしろコラージュ素材に非常な関心を示して写真の世界を探索し、好奇心は大きかった。
- 2) コラージュ表現から
 - * ピグミーの子どもたちは対人関係への関心が強い。（率直な親愛・依存・自己主張のコラージュ表現が見られた）
 - * 男女差は、「人」「食物」が女子に多い傾向が見られた。日本の男子の「恐竜」、女子の「プリンセス」は、ピグミーでは性差の区別なく出現した。
 - * ピグミーの子どもたちは「乗り物」を好んだ。（日本の子どもは「ペット」）
 - * 典型群の子どもたちはすべて多視点のコラージュであったが、移行群には日本の子どもたちがしたように、1視点のコラージュが出現した。
 - * 画面の余白部分については、ピグミーの子どもたちの方が大きかった。

The creativity and adaptability of children of the Baka Pygmies

Eiko Yamagami

Faculty of Humanities and Sciences, Kobe Gakuin University

Purpose

I visited four villages close to Lomie in Cameroon for examining the creativity and adaptability of children of the Baka hunter-gatherers.

I offered some stimuli brought from modern society to them. The stimuli were collage with tools and photo materials, the Hand Test that is one kind of psychological test, and picture drawing. In this paper I focused on the collage, though the integrative interpretation with these three approaches will be shown at the conclusion of research.

Participants and Procedure

52 Baka children living in four villages that could be classified into two different types of villages such as typical and transitional hunter-gatherers, joined making collage. After observing their creative process, I interpreted their collages by the “Collage interpretation hypothesis” (Yamagami, 2010). The outcome was examined statistically through age, sex, village type, and compared with Japanese children’s collages.

Result

*Creative process: Their curiosity could be useful for adaptation in an unfamiliar situation, exploring photo materials of collage with their great interests.

*Collage expression

Baka children were interested in human relationships. (A frank expression of affection, dependence and assertion)

Girls preferred “human” and “food” more than boys did. (Cf. ”Dinosaur” for boys and “princess” for girls in Japan were chosen by both of them)

They preferred “vehicle”. (Cf. “companion animal pets” in Japan)

The collages of typical village’s children involved multi-angle, compared to a single angle of the collages of transitional village’s children.

Baka-pygmy children left wider spaces on the paper than Japanese children did.

狩猟採集民(バカ・ピグミー)の技能伝達—個体学習、観察学習、教示、そして教育

安藤寿康

慶應義塾大学 文学部

サピエンスのネアンデルタールに対する優位性をもたらした学習能力は何かという問いを考えるうえで、単に個体学習と社会学習の対比だけでなく、社会学習の多様な様式の特質を明らかにすること重要である。特に技能・知識伝達が、観察学習だけで十分だったのか、あるいは教示学習、さらには教育が本質的に重要だったのかは興味深い問題であろう。

本研究では、一般に大人から子どもへの積極的教示がほとんどみられないといわれる狩猟採集民に、新奇な技能と考えられる遊具「けん玉」を実験者が非教示的にモデルとして示し、それを模倣習得させる過程で、教示行動がどのように現れるかを自然観察した。

遊具に関心を示し、実験者の遊具行為を最初に模倣した(一次的模倣)のはもっぱら男性であり、一次的模倣者を模倣する二次的模倣者ももっぱら男性であった。子どもよりも大人の方に一次的模倣者は多かった。遊戯への集中力は高く、長時間(10分から20分)ひとりでそれに取り組み、基本的な習得(皿に玉を乗せられる確率がある程度高くなること)に至る学習者が多かった。

子どもが一次的模倣によって遊具行為を行っているところに、すでに基本的習得をした大人が、説明や促し、見本提示と思われる教示的行動が見られた。また自らはまだ遊具行為をしておらず、観察しかしていないにもかかわらず、遊具行為をしている者に対して、指示や見本を示す者もいた。ただしその頻度は少なく、なされても一過的であり、「教育」と名付けることのできるほど組織的なものではなかった。またそれが子どもに伝わり、子どもの学習の促進につながったか、さらに学習がなされているかを大人が確認していたのかは不明である。教示をしようとする動機づけは、他者がそれを学習しようとするか否かに関わらず生ずるように思われた。

一次的模倣による基本的習得に至った子どもが、その周りに集まって観察している年下の子どもにけん玉を手渡し、遊具行為を積極的に促す場面も観察された。この技能の模倣は、少なくとも短い限られた観察期間においては、それに特に関心をもち、また有能さを発揮する能力を持った一部の者たち同士の間でなされたように思われる。

一次的模倣者のけん玉の扱い方には、モデル(実験者)が行っていた扱い方とは異なる創発的なやり方が、初めから含まれている場合が多かった。その後の二次的模倣者がそのやり方を模倣したり、再びモデルと同じ方法を用いる場合もあった。

けん玉に成功すると、それを観察している実験者や周りの大人たちに、無言で誇らしげな、あるいは満足げな視線を向けることが頻繁になされた。これが他者に模倣を促進

する機能があると推察される。

Skill transmission in hunter-gatherers: Individual, observational, instructional learning and education

Juko Ando

Faculty of Letters, Keio University

When we consider the superiority of the *Sapiens* against the *Neanderthal.*, it is important to understand the nature of various fashions of social learning as well as its contrast against individual learning. Is observational learning sufficient for transmission of skills and knowledge, or are instructional learning (learning by others' teaching behavior) and education (systematic organization of teaching) essential?

In this study, I investigated whether and how instructional learning occurs in a hunter-gather (Baka pigmy) society in which active teaching from adults to children is thought to be rare when *Kendama* (Japanese traditional toy with wooden ball and sword-like body), a very novel skill for them, was introduced.

It was only male who got interested in playing with this tool and imitated a behavior of the models first (initial imitators). The secondary imitators who imitated the initial imitators' behavior were also male. It was mainly adults who were secondary imitators. Learners showed high concentration in acquiring the skill. getting involved in the activity for 10 to 20 minutes, and many learners acquired the most basic skill (putting a ball on a curved plate frequently).

Active teaching behavior by adults was observed; an adult who had already acquired the basic skill showed his gestures as model with explanation and urge to a child who was playing the tool as an initial imitator, or another adult who had never played by himself tried to show gestures and instruction to children . However, it occurred not frequently but temporarily, and was not so well-organized that it could not be called "education". It was not obvious whether that kind of behavior promoted child's learning or an adult tried to confirm child's acquirement of the skill. It seemed that instructor's motivation to teach others is independent to learner's motivation to learn from instructors and that this skill transmitted only among specific individuals who were interested in and had an ability to acquire this skill.

A child who had already acquired the basic skill tried to teach the skill to some other smaller children who were watching around him.

Some initial imitators sometimes innovated novel ways of manipulating *Kendama* which were different from models' original. Some secondary imitators imitated the initial and the others imitated the original.

The player, once succeeded, sometimes showed proud expression to the people and a teacher around him, which may have an efficient function to motivate others to learn.

世界の子どもに関する民族誌的データの収集：アフリカ子ども学を中心に

亀井伸孝

愛知県立大学

[キーワード] 子どもの民族誌的データ、アフリカ子ども学、遊びの普遍性、文化の発明と革新を誘う環境要因

2011年度は、子どもの民族誌を中心とした文献調査を行っている。とくに、多様な自然環境のなかで暮らしているアフリカの子どもたちに関する先行研究の収集を続けている。また、熱帯アフリカに暮らす子どもたちの行動と、寒冷地の狩猟採集民である北米先住民の子どもたちの行動との比較を試みている（大林ほか編，1998）。

それらの結果、以下のような仮説を得るにいたっている。

- (a) 熱帯アフリカでは、環境の違いによらず、子どもたちが積極的に環境を利用して遊ぶ。植物のほか、トカゲやヘビなどの動物も、おもちゃの素材となる。
- (b) 寒冷地では、むしろおとなが盛んに遊ぶ。子どもたちは、おとなほど盛んに遊びを行わない。

熱帯と寒冷地での差異を生む要因としては、外気温、子どもの集団サイズ、遊びに利用可能な動植物資源などの違いを指摘できるであろう。

世界各地で収集された遊びには普遍性があることが指摘されており（Caillois, 1957）、おそらくヒトは遊びを生み出す能力を普遍的にそなえていると考えられる（亀井編，2009）。しかし、その能力が実際の遊びとして発現するかどうかにおいては、環境要因がそれを左右すると見られる。

寒冷地に適応したネアンデルタール人と、熱帯アフリカに適応した後に世界へと拡散していった現生人類の差異は、体型や生理学的な特徴のほか、行動特性としても現れうるであろう。「文化の発明と革新を誘いやすい環境要因」がありうるかどうかについて、さらに検討を進める。

【関連研究会開催実績】

アフリカ子ども学を語る会 in Nagoya

日時：2011年10月9日

場所：愛知県名古屋市中村区，愛知県立大学サテライトキャンパス

主催：アフリカ子ども学研究会、アフリカ日本協議会、愛知県立大学多文化共生研究所、名古屋大学大学院国際開発研究科

Collection of the ethnographic data on children in the world: With a focus on the studies on African childhood

Nobutaka Kamei

Aichi Prefectural University

[Keywords] ethnographic data on children; studies on African childhood; universality of play; environmental factors for cultural inventions and innovations

I am conducting literature studies to collect ethnographic data on children in the academic year 2011-2012. Especially I continue to collect previous studies on African children living in various natural environments. I also try to compare behaviors of children in tropical Africa and those of the indigenous people in North America, the hunter-gatherers in cold regions (Obayashi et al. ed., 1998).

As the results, I can propose hypotheses as follows:

(a) In tropical Africa, regardless of the differences of the environments, children positively utilize the environment to play. Not only plants, but also animals like lizards and snakes can be used as their toy materials.

(b) In the cold regions, adults often play and children do not play so much.

As the factors of the differences of play between these areas, we can point out the conditions of the air temperature, group size of children, plants and animals that can be used for toy materials etc.

Previous researches say that there are universalities in plays in the world (Caillois, 1957) and the human may have universal instincts to create plays (Kamei ed., 2009). However, it depends on their environmental factors that these abilities can be expressed as actual plays.

The differences between *Homo neanderthalensis*, who adopted in cold regions, and *Homo sapiens*, who adopted first in tropical Africa and spread to all over the world, contains multiple aspects: not only physical and physiological characteristics, but also those of behaviors. The possibility of the existence of the "environmental factors that induce cultural inventions and innovations" shall be examined.

[Related event]

Workshop of the studies on African childhood in Nagoya

Date: October 9, 2011

Venue: Satellite Campus, Aichi Prefectural University, Nakamura Ward, Nagoya, Aichi

Sponsored by: Forum of the studies on African childhood; Africa Japan Forum; Cultural Symbiosis Research Institute, Aichi Prefectural University; Graduate School of International Development, Nagoya University

狩猟採集民の身体とフィットネス：「遊び」と「食」からみた子どもの環境適応能

山内太郎

北海道大学 大学院保健科学研究院

本研究は、「遊び」と「食」の視座から狩猟採集民の子どもの「身体」と「体力」を定量的に評価することを目的としている。2011年度は1996年より断続的に調査を継続しているカメルーン BAKA ピグミーを対象として「身体」と「遊び」について集約的に調査を行った。

1. 狩猟採集民の子どもの「身体」

1～20歳の子ども295名（男子165人、女子130人）に対して詳細な身体計測を行った。先行研究のデータ（合計1,000名を超える）と合わせて数式モデルによる解析を行ったところ、BAKAの思春期スパート開始年齢は男子 9.95 ± 0.52 歳、女子 8.80 ± 0.37 歳と推定された。

2. 狩猟採集民の子どもの「遊び」

集落に居住していた子ども全数（男子28名、女子16名、推定年齢2-16歳）を対象とし、位置情報と身体活動について継続的にモニタリングを行った（131人日：平均2.98日/人）。さらに、年長者21名（男子13名、女子8名、推定年齢6-16歳）に小型軽量の加速度計を装着し、2分単位で加速度をモニタリングした（63人日）。同時に1日の総歩数も測定した。

男女とも年齢上昇にともなって日中の活動場所を集落から外に移す傾向がみられた。具体的には、集落への滞在時間が短くなり、森の中で活動を行ったり近隣農耕民の集落を訪問したりする時間が長くなることが明らかになった。1日の総移動距離と活動半径は年齢が上がるにつれて増大する傾向にあった。男子年長者群の総移動距離において個体差が大きくなる傾向がみとめられた。総歩数平均値は2万歩を超え、狩猟採集民の子どもたちは身体活動レベルが高いことが分かった。

今後は、狩猟採集民の子どもの「食」と「体力」についてフィールド調査を行う。

Fitness and health of hunter-gatherer children from the viewpoint of playing activity and diet: A progress report of FY2011 (April–December)

Taro Yamauchi

Graduate School of Health Sciences, Hokkaido University

We aim to contribute to the learning hypothesis through a quantitative evaluation of the physique and fitness of hunter-gatherer children. In August and September of FY2011, we conducted intensive research on the “physique” and “playing activities” of African hunter-gatherer children.

1. The physique of the hunter-gatherer children

Detailed anthropometric measurement was conducted to assess the nutritional status and growth of the hunter-gatherer children. By adopting a mathematical model, the “age at the onset of the adolescent growth spurt” was determined as 9.95 and 8.80 years for boys and girls, respectively.

2. Playing activities of the hunter-gatherer children

The children’s play was considered a physical activity and their daily energy expenditure and step counts were evaluated for 3 consecutive days using an acceleration monitoring device (13 boys and 8 girls, aged 6–16 years old [estimate]). In addition, the time-space allocation of the children was estimated on a daily basis using the global positioning system (GPS) (28 boys and 16 girls, aged 2–16 years old [estimate]).

As they grew older, both boys and girls tended to spend less time inside the village camp and more time outside it; the older children were observed playing in the forest and visiting neighboring villages. Consequently, the daily travel distance and activity radius tended to increase with age. Interestingly, individual variation of these indices increased among the older boys. Daily step counts exceeded 20,000, which suggests that the hunter-gatherer children have high physical activity levels.

We will investigate the “diet” and “physical fitness” of the hunter-gatherer children in next field survey in FY2012.

研究進捗要旨
ABSTRACTS

研究項目 B01
Research Team B01

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*

地域間交流が文化の蓄積を促進する

堀内史朗

明治大学 研究知財戦略機構

人類の文化革新を支える要素の一つとして、様々な人々が集まり、情報交換やインスピレーションを与えあう「祭り」を挙げることができる。新人も、現代人のように祭りをおこなっていた証拠があるが、旧人には祭りは存在しなかった。本研究は、どのようにして祭りが文化革新を促進したか、エージェント・ベース・モデルによって分析する。

モデルの内容は以下のとおりである。地域を 20 か所、各地域に 10 人のエージェントを配置する。初期状態では、どのエージェントも、地域特有の文化一つを習得している。各ターンに、それぞれランダムに選ばれた 1 エージェントが文化の個体学習、社会学習、地域間移動をし、そして祭りがおこなわれる。ここで祭りとは、全エージェントと比較して、相対的に多数の文化を習得しているエージェントが参加する集まりのことである。祭りの場で、ランダムに選ばれた 1 エージェントが社会学習をする。祭りと地域間移動が、新人が文化を蓄積する速度に与える影響を分析した。

分析の結果、①祭りに参加するエージェントが習得している文化数が全エージェントの平均値以上であり、かつエージェントの地域間移動が無い場合、最も多くの文化を習得した知識人（最高知識人）の習得文化数が多くなる。しかし、全エージェントの習得する平均文化数は、旧人と比べて多くはならない。②祭りに参加するエージェントが習得している文化数が平均値以上であり、かつエージェントの地域間移動が有る場合、最高知識人が習得した文化数だけでなく、全エージェントの平均文化数も多くなる。

この結果は以下のような新人による文化革新の歴史を示唆する。①様々な地域からやってきた知識人たちが祭りの場で交流し互いの文化を社会学習する。②祭りで新しい文化を習得した知識人は自分の地域でその文化を広める。③知識人のおかげで多様化し続ける地域間をエージェントが移動して社会学習をすることで、平均文化数も底上げされる。このようにして、新人の文化革新は可能になったのではないだろうか。

Inter-communication between local societies promotes accumulation of cultures

Shiro Horiuchi

Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Property, Meiji University.

Festivals let many people aggregate around a place where they communicate and are inspired by one another. Such opportunities in festivals may likely promote continual innovation of cultures. Modern humans universally enjoyed festivals, whereas Neanderthals did not enjoy them. This study tries to elucidate the mechanisms of how festivals promoted continual innovation of cultures in modern humans.

The model is as follows: It assumes 20 local societies in each of which 10 agents stay. At the initial time step, each agent knows only one culture that is unique to his/her local society. At each time step, one randomly selected agent learns one culture individually and socially, respectively. Also one randomly selected agent may move to its adjacent local society. Then some agents who know relatively more cultures compared with other agents take part in a festival. In the festival, one randomly selected agent learns a culture socially from another participant. This model studies how festival and agents' movements affect the speed of cultural innovation by modern humans.

The results are as follows: 1) If agents that take part in festivals know more cultures than average and if agents do not migrate between local societies, the number of cultures acquired by the cleverest intellectual becomes larger. But the average number of cultures acquired by all agents does not become larger than that of Neanderthals. 2) If agents that take part in festivals know more cultures than average and if agents migrate between local societies, not only the number of cultures acquired by the cleverest intellectual but also the average number of cultures acquired by all agents become larger than those of Neanderthals.

These results suggest the history of culture innovation by modern humans as follows: 1) Intellectuals from different local societies take part in festivals and learn new cultures. 2) The intellectuals that come back from festivals teach their gained cultures to their fellows in their local societies. 3) Intellectuals continually diversify local societies, between which agents migrate and learn cultures socially. These processes might promote continual innovation of cultures in modern humans.

ホモ・サピエンスにおける試行錯誤能力、創造能力、模倣学習能力の間の関係を探る

高橋伸幸

北海道大学 大学院文学研究科社会科学実験研究センター

これまでの学習に関する研究では、個体学習と社会学習の二分法が暗黙の前提となっていた。鍵となる相違点は、学習するための情報の出所が学習者自身なのか、それとも他者なのかという点である。ここで、個体学習とは試行錯誤もしくは創造性により自分自身で新しい行動パターンを学ぶことを意味し、社会学習とは他者の行動を模倣することにより学習することを意味する。一般には、社会学習の方が他者から得た情報を処理しなければならないため、より認知的に高度な能力を必要とするという理由で、進化の歴史上は個体学習よりも後に登場したと考えられている。これまで、いくつかの研究が個体学習と社会学習の間の関係を理論的に分析してきたが、多くの研究では、個体学習と社会学習を相互に背反な二つの異なる戦略とみなし、社会学習が適応的となる条件を検討してきた (e.g., Borenstein et al. 2008; Kameda and Nakanishi 2002; Wakano et al 2004)。例外は Aoki (2010) で、この研究は社会学習と個体学習の組み合わせがある条件下では決定的に重要であると主張している。しかし、これらの研究は全て、一つの大きな問題点を抱えている。それは、個体学習を単一の現象とみなしている点である。本研究は、新奇で馴染みのない環境において、試行錯誤による学習は創造性とは大きく異なると主張する。これらの二つの能力は、学習した行動が最適解かどうか、特定の環境下で学んだ行動を他の状況に一般化可能かどうか、学ぶ際に自分の行動選択の帰結を予測することが必要かどうか等、様々な面で異なっている。本研究は、これら二種類の個体学習を分離し、その間の関係を人間の実証データで検討する初めての試みである。更に、本研究はそれぞれの個体学習能力と社会学習能力との間の関係についても検討することを試みる。現時点ではまだデータを取り終わっていないため、第4回全体会議では予備的な結果を報告する。

Aoki K (2010) Evolution of the social-learner-explorer strategy in an environmentally heterogeneous two-island model. *Evolution* 64: 2575-2586.

Borenstein E, Feldman MW, and Aoki K (2008) Evolution of learning in fluctuating environments: when selection favors both social and exploratory individual learning. *Evolution* 62: 586-602.

Kameda T and Nakanishi D (2002) Cost-benefit analysis of social/cultural learning in a nonstationary uncertain environment: an evolutionary simulation and an experiment with human subjects. *Evol Hum Behav* 23, 373-393.

Wakano JY, Aoki K, and Feldman MW (2004) Evolution of social learning: a mathematical

analysis. *Theor Pop Biol* 66, 249-258.

Identifying the relationships among trial-and-error ability, creativity, and imitation learning ability in *Homo sapiens*

Nobuyuki Takahashi

Center for Experimental Research in Social Sciences and Department of Behavioral Science,
Graduate School of Letters, Hokkaido University

Previous research on learning has assumed a dichotomy between individual learning and social learning. The key difference is whether the source of information originates in oneself or others. Individual learning means learning by oneself by trial-and-error or creativity, and social learning means learning from others by imitation. It has generally been considered that social learning is cognitively more demanding than individual learning because the learner has to process information from other individuals, and thus that social learning is a more recent evolutionary phenomenon than individual learning. Although several studies have examined the relationship between individual learning and social learning theoretically, they typically regard these two abilities as distinct strategies and try to investigate under what conditions social learning can be adaptive (e.g., Borenstein, Feldman, and Aoki, 2008; Kameda and Nakanishi, 2002; Wakano, Aoki, and Feldman, 2004). The exception is Aoki (2010) which argues that the combination of social learning with individual learning is critical under certain environments. However, all of these previous studies have one shortcoming: they treat individual learning as a single phenomenon. In the current study, we argue that learning by trial-and-error is quite different from creativity in new and unfamiliar environments. These two abilities differ in a number of ways, such as whether or not what an individual learns is an optimal solution, whether or not the solution in a specific environment can be generalized to other environments, and whether or not predicting consequences of one's behavioral choice is necessary. The current study is the first to differentiate between these two types of individual learning abilities, and empirically examine their relationship in humans. Furthermore, it examines the relationship between each individual learning ability and social learning ability. Since the experiment is still in progress, we will report preliminary results.

Aoki K (2010) Evolution of the social-learner-explorer strategy in an environmentally heterogeneous two-island model. *Evolution* 64: 2575-2586.

Borenstein E, Feldman MW, and Aoki K (2008) Evolution of learning in fluctuating environments: when selection favors both social and exploratory individual learning. *Evolution* 62: 586-602.

Kameda T and Nakanishi D (2002) Cost-benefit analysis of social/cultural learning in a

nonstationary uncertain environment: an evolutionary simulation and an experiment with human subjects. *Evol Hum Behav* 23, 373-393.

Wakano JY, Aoki K, and Feldman MW (2004) Evolution of social learning: a mathematical analysis. *Theor Pop Biol* 66, 249-258.

古代人由来ハプロタイプを含む連鎖不平衡領域の解析:現代人と古代人との学習能力差 関連ゲノム領域候補として

嶋田 誠

藤田保健衛生大学 総合医科学研究所

背景：現代人 (*Homo sapiens*) 集団のゲノム中には、*Homo sapiens* 集団成立以前に分かれたネアンデルタール等の別の *Homo* 属人類 (古代人) との混血により、混じったゲノム配列が断片的に存在することが知られている。そのような混血による配列は集団レベルで見たときに、連鎖不平衡領域として痕跡を残すことがあるので、連鎖不平衡の理論的な解析により、混血イベントの規模や時代といった基本的な値を推定することに役立つと期待できる。演者は以前、偶然に古代人由来の配列を発見した。ところが、その領域について連鎖不平衡の解析は未だになされていない。また、最近の研究では他にもそのような古代人類由来配列が推定されている。

方法：そこで演者は、HapMap プロジェクトにより推定された連鎖不平衡領域を利用して、古代人由来とされるゲノム領域周辺の連鎖不平衡領域を推定した。

結果：その結果、演者の先行研究で配列決定した約 10.1kb 領域は(定義によって)約 50-70kb の連鎖不平衡領域内に存在することが分かった。

さらに、求められた連鎖不平衡領域には、いずれも配列決定した約 10.1kb には含まれていなかった、遺伝子 *SHROOM4* の第 1 エクソン/イントロン領域、および遺伝子発現制御にかかわる領域が含まれていた。*SHROOM4* 遺伝子の機能は細胞骨格の構成に関わり、様々な細胞で発現されるが、とりわけ神経管形成に関係することが注目に値する。それは *SHROOM4* 遺伝子の変異が *Stocco dos Santos* 精神遅滞症候群と関連することが知られているからである。さらに、この連鎖不平衡領域には精神疾患との関連をしめす 17 もの研究がある。

今回明らかにされた、脳・神経系に影響するゲノム領域と現代人の学習能力との関連性を追求することは、興味深い。今後は、連鎖不平衡から混血イベントの基本的規模を推定すると同時に、古代人由来ハプロタイプに連鎖する領域から学習能力との関連性をしめす遺伝子あるいはその発現に関する機能性領域をさらに探索したい。

Linkage disequilibrium region containing archaic haplotypes may provide learning ability differences between modern and archaic humans

Makoto Shimada

Institute for Comprehensive Medical Science, Fujita Health University

Background: Genomes of modern human (*Homo sapiens*) are known to contain archaic haplotypes that are introduced from archaic human such as Neanderthal by admixture. Because archaic haplotype regions are sometime conserved as linkage disequilibrium (LD) region, LD regions containing archaic haplotypes are useful to evaluate basic parameters of admixture event by theoretical analyses. I incidentally found one of the archaic haplotype, but no study on LD has been performed.

Method: I estimated LD region around the archaic haplotypes using LD information obtained in HapMap project.

Results: I found that the 10.1kb archaic haplotype, I had found, was included in the 50-70kbs LD region, which depends on definition.

The LD region also contains the first exon and intron of SHROOM4 gene, and its promoter / enhancer, those are not included the 10.1kb archaic haplotype region. SHROOM4 gene is known to relate with cytoskeletal architecture, which is expressed various types of cells. It is noteworthy that SHROOM4 gene functioned in neurulation, because SHROOM4 gene is related to the Stocco dos Santos X-linked mental retardation syndrome. Moreover, 17 studies suggested that the LD region is associated with mental disorders. The association with mental disorders is interesting because it may provide a clue to solving evolution of learning ability in modern humans. I am planning to understand the difference between modern and archaic humans on learning ability through collecting biological information in LD region containing archaic haplotype, as well as estimation of admixture event by theoretical analyses on LD.

人類集団の分布拡大と、それに伴う個体学習能力の進化

若野友一郎¹, 川崎廣吉², 重定南奈子², 青木健一³

¹明治大学 先端数理科学インスティテュート, ²同志社大学 文化情報学部, ³東京大学 大学院 理学系研究科

ネアンデルタールからサピエンスへの交代劇において、出アフリカや氷河の前進後退等による分布域の変化拡大は、大きな役割を果たした可能性がある。本研究では、個体学習者と社会学習者からなる集団が、新しい生息域（空き地）へと侵入するダイナミクスをモデル化し、理論的解析を行った（Wakano et al. 2011）。従来の個体学習と社会学習の進化モデルの多くは、集団サイズが一定であることを仮定していた。そのような静的なモデルにおいては、現代人（サピエンス）の持つすぐれた個体学習能力の進化を完全には説明できない可能性がある。なぜなら、サピエンスはその進化の過程で、個体数の急激な増加を経験しており、また空間的にも出アフリカののち急速な分布拡大を経験しているからである。我々は、個体学習者と社会学習者の時空間ダイナミクスを、反応拡散方程式を用いてモデル化し解析した。このモデルの特徴のひとつは、局所的個体密度が低い領域において社会学習者が学習する相手を見つけられない可能性を考慮した点である。この効果を考えることで、社会学習者の侵入速度はある程度抑えられ、様々なダイナミクスが起こることが明らかとなった。特に、仮に環境が時空間的に一様であったとしても、分布拡大している期間中は、個体学習者が存続し続けることを明らかとした。また、個体学習者が分布拡大の前方で支配的になることにより、社会学習者の分布拡大速度が押しえられることも明らかとなった。これらの結果はいずれも、分布が定常的である場合に比べ、分布拡大中においては個体学習者に有利な自然選択が働くことを示唆しており、出アフリカとそれに引き続く分布拡大が、サピエンスのすぐれた個体学習能力の進化を促進するメカニズムと考えることができる。

Wakano JY, Kawasaki K, Shigesada N, and Aoki K (2011) Coexistence of individual and social learners during range-expansion. *Theor Pop Biol* 80, 132-140.
DOI 10.1016/j.tpb.2011.06.001.

Evolution of individual learning during range-expansion

Joe Y. Wakano¹, Kohkichi Kawasaki², Nanako Shigesada², Kenichi Aoki³

¹Meiji Institute for Advanced Study of Mathematical Sciences, Meiji University; ²Faculty of Culture and Information Science, Doshisha University; ³Graduate School of Science, University of Tokyo

In the replacement of Neanderthals by modern humans, range-expansion might have played an important role. In this study, we model the invasion dynamics by a population consisting of individual and social learners into a new habitat (empty space) and perform the theoretical analysis (Wakano et al. 2011). Conditions for their evolution have mostly been studied by investigating gene frequency dynamics, which essentially implies constant population size. Predictions from such “static” models may only be of partial relevance to the evolution of advanced individual learning in modern humans, because modern humans experienced rapid population growth and range expansion during “out-of-Africa.” Here we model the spatial population dynamics of individual and social learners by a reaction-diffusion system. One feature of our model is the inclusion of the possibility that social learners may fail to find an exemplar to copy in regions where the population density is low. Due to this attenuation effect, the invasion speed of social learners is diminished, and various kinds of invasion dynamics are observed. Our primary findings are: (1) individual learners can persist indefinitely when invading environmentally homogeneous empty space; (2) the occurrence of individual learners at the front may inhibit the spread of social learners. These results suggest that out-of-Africa” may have driven the evolution of advanced individual learning ability in modern humans.

Wakano JY, Kawasaki K, Shigesada N, and Aoki K (2011) Coexistence of individual and social learners during range-expansion. *Theor Popul Biol* 80, 132-140.
DOI 10.1016/j.tpb.2011.06.001.

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
Human in Time and Space in Relation to Past Climate Change*

旧人・新人交替劇の年代学的研究と、現代人的行動の抽出

米田 穰, 大森貴之, マーク ディアブ

東京大学 新領域

研究項目 B02 では、新人に特有に見られる現代人的行動の出現と拡散を、古気候変動の枠組みのなかで再解析するために、(1) 旧人・新人遺跡の理化学年代データベースの構築と解析、(2) 全球循環モデル (GCM) を用いた古気候復元図の作成、(3) 地球化学プロキシ (代替指標) を用いた地域・大陸スケールの古環境変遷史の集成、(4) GIS による情報の統合と抽出法の確立、の 4 テーマで研究を推進している。プロジェクト 2 年度の本年は、考古学情報が比較的充実している西アジアを中心に、(1) 西アジアにおける理化学年代情報の収集とデータベースへの入力、ベイズ推定を用いた年代情報のメタ解析による文化伝統変性の検討、(2) 過去 2 万年 (最終氷期最盛期)、3 万年、7 万年前を対象とした古気候分布図の作成と高精度植生分布図への拡張、(3) 花粉分析情報の集成と GCM への統合、(4) 文化生態ニッチモデルと最大エントロピーモデルの比較検討を実施した。現在、西アジア・地中海沿岸地域を中心に、(2) 高精度植生分布図と (3) 花粉分析による環境変遷史データの比較検討と、(1) 西アジアにおける理化学年代データベースと (4) 文化生態学ニッチモデルの統合が進行しているところである。

研究項目 B02 のなかで、我々は (1) の理化学年代データベースの構築を担当し、並行して遺跡から出土した動物骨資料における地球化学的手法による古環境情報の抽出を行っている。本年度より、後期旧石器時代レヴァント地域の放射性炭素年代を対象に年代値の精査を開始した。年代データの測定技術、測定試料の種類や出土層位の信頼性の観点から、測定値の信頼性を 5 段階で評価している。書誌情報を含む全データは、研究項目 B02 の Neandat データベースで管理している。遺跡や石器製作伝統の存続期間を詳細に議論するため、精査した ^{14}C 年代を暦年代へ変換し、校正年代を足し合わせた累積年代をもとに、それぞれの存続期間を導出する。図にはレヴァント地域における後期旧石器時代から亜旧石器時代の ^{14}C データ (Byrd 1994) から、各石器製作伝統の存続期間推定を、全データ、スコア 3 以上のデータ、および考古学的に評価したデータから導出した結果を示した。年代の精査から、考古学的に構築された編年と相対的に整合する結果が得られただけでなく、より確からしい実年代を伴った編年構築が可能であると考えられている。本手法の有用性を検証するため、既に年代学的な研究が進んでいるヨーロッパ地域を対象とした Stage3 プロジェクト (Van Andel and Davies 2003) のデータを用いて具体的な検証を推進している。

動物骨資料における地球化学手法の研究としてシリア共和国デダリエ洞窟の中期旧石器堆積層から発掘された動物遺存体を用い、歯エナメル質における酸素・炭素・スト

ロンチウム同位体比の連続測定を実施した。酸素同位体比は降水中の同位体比を表し、気温の季節変化と動物の移動、炭素同位体比は森林と草原という生息環境の変化、ストロンチウム同位体比は基盤を構成する岩石に由来するので生息環境の目安となる。シカとガゼルを比較すると前者では季節的な移動の可能性が示唆された。このことから、シカ狩猟の時代変遷が、現代人的な行動のひとつである季節的計画性をもった狩猟活動の証拠となる可能性が示唆された。さらに、年齢構成の比較などを実施することによって、レヴァント地方の中期旧石器時代における狩猟行動の時間変化と認知能力の関係を検討する計画である。

Chronological study on the replacement of Neanderthal by modern human and the extraction of modern human behavior

Minoru Yoneda, Tadayuki Omori, Mark C. Diab

GSFS, The University of Tokyo

In the Research Project B02, we are conducting four interdisciplinary studies to understand the emergence and dispersal of modern human behavior in light of climate change history; (1) development of chronological database regarding the replacement, (2) reconstruction of paleoclimate distribution by using a global circulation model, (3) reconstruction of paleoenvironmental history based on geochemical proxies in regional/continental scale, and (4) development of new GIS base informatics system to integrated different kinds of information and extract the specific relationship between the emergency and dispersal of modern human cognitive ability and climate change. In the FY 2011, we are focusing on the Near East region to integrate above mentioned information, because rich archaeological information renders the opportunity to evaluate our methods from the archaeological point of view. The following four aspects of progress has been achieved; (1) Database development for the Near East region and the application of Bayesian analysis for them, (2) Making a series of paleoclimate maps at the time depth of 20 ka, 30 ka and 70 ka, which were extended to more detailed vegetation maps by using new method, (3) data mining of pollendata around the Mediterranean Sea to evaluate GCM results, and (4) Comparison of the Cultural-Niche model and the Maximum Entropy model to expect the possible habitat for specific cultural entities. As the next on-going step, we are combining the results of (1) and (4), and (2) and (3).

In our own research project for chronological reevaluation, we began to evaluate reliability assessment of radiocarbon dates from the Levantine Upper Paleolithic industries. In terms of technical confidence in the measurements and adequacy of material types and archaeological provenance, the data reliability is rated on a scale of one to five. All of the ^{14}C data with its reliability and cited reference have been managed on the Neandat database run by project B02. To discuss the detail duration of an archaeological site and lithic industry, we have calibrated the ^{14}C age to the calendar date, and estimated likelihood time-span on the basis of cumulating of the calibrated dates. Tables present the estimated durations of upper Paleolithic and Epipaleolithic industries. They were calculated from all of the ^{14}C data, the highly reliable ^{14}C data and archaeological chronology respectably. The estimation from the reliable ^{14}C data provided relatively agreement with archaeological chronology. It is important to notice that this estimation is derived from only scientific assessment without archaeological data screening and represented as calendar dates. To validate this approach, we are investigating the ^{14}C data

from not only Levant but also Europe in which chronological works have already been developed in the Stage 3 project (Van Andel and Davies 2003).

At the same time, we conducted a series of measurements on the faunal enamel samples from the Levantine Middle Paleolithic layers of the Dederiyeha Cave, Syrian Arab Republic for oxygen, carbon and strontium isotopes. The oxygen, carbon and strontium reflected in their isotopic ratios the temperature of habitat and migration of animals, the vegetation which the animal exploited, and the geological background related to the migration pattern. In comparison between deer and gazelle, we found the former might have more migrant habitat, suggesting the deer hunting require more seasonal specialized strategy than the gazelle hunting. This seasonality in hunting could be related to the development of human cognitive abilities. We will continue to study the temporal change in hunting ability at this cave by investigating mortality patterns and relative elemental ratios of animal skeleton, additionally.

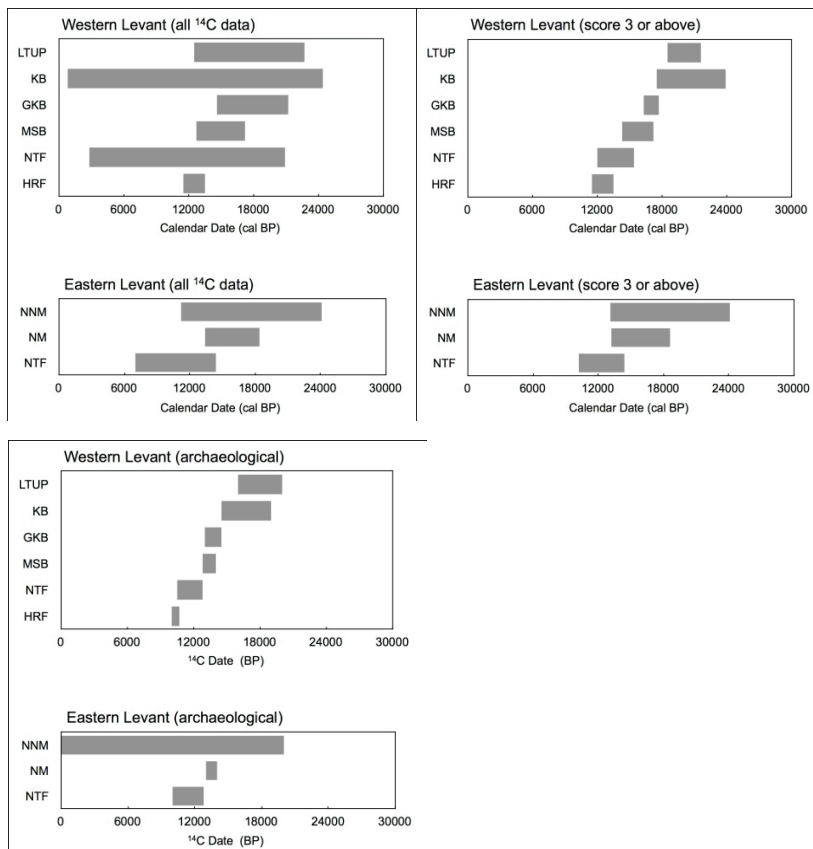


Figure. Estimated durations of the lithic industries. Late/Terminal Upper Paleolithic (LTUP); Kebaran (KB); Geometric Kebaran (GKB); Mushabian and Related Industries (MSB); Natufian (NTF); Harifian (HRF); Non Natufian Microlithic (NNM); Non Microlithic (NM); Natufian and Related Industries (NTF).

氷期-間氷期サイクルに対する気候モデルの応用

陳 永利, 阿部彩子, 大石龍太, 高橋邦夫

東京大学 大気海洋研究所

過去 130,000 年の気候は、21,000 年前の最終氷期極大期に特徴付けられるように、氷期-間氷期が繰り返され変動してきた。また、氷期-間氷期よりも短い時間スケールではダンスガード-オシュガーイベントと呼ばれる、短期間の急速な温暖化とそれに続く長期的で緩やかな寒冷化をもたらす気候変化の急変が確認されている。我々は、アフリカからユーラシアにかけての植生分布や気候に対して、過去の気候変動がどのように影響したのか理解するため、MIROC 大気海洋陸面結合の大循環モデル (GCM) を用いた気候の数値シミュレーションを行っている。このシミュレーションに必要なのは、モデルに入力される条件である。本システムでは、日射量を制御する軌道要素 (Milankovitch フォーシングとして知られている)、二酸化炭素のような温室効果ガスの大気中濃度、大陸氷床の分布や大陸氷床からの融氷水は条件をなしている。海洋大循環に影響を与え、急激な気候変動を引き起こす融氷水は、海洋に淡水を放出する実験よりモデル化が可能である。我々は、1 万年毎の気候シミュレーションをどのように行い、淡水放出に伴う気候状態の特徴を完全に把握するためにはどのような実験を計画すべきか、また、降水量や気温の季節変化をどのように植生モデルへ応用すべきかを議論している。

Application of climate models to the last glacial-interglacial cycle

Wing-Le Chan, Ayako Abe-Ouchi, Ryota Oishi, Kunio Takahashi

Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

The climate over the past 130,000 years has been characterized by a glacial-interglacial cycle which featured the Last Glacial Maximum that lasted up to 21,000 years ago. On a finer timescale are the Dansgaard-Oeschger events, more abrupt climate changes which are associated with rapid warming episodes and cooling over a longer period. To understand how climate change affected the landscape and climate over Africa and Eurasia, the MIROC coupled atmosphere-ocean-land general circulation model (GCM) has been used to produce numerical simulations of the climate. Crucial to these simulations are the conditions given to the model. These conditions are the orbital parameters (known as the Milankovitch forcing) which controls the insolation, the atmospheric concentration of greenhouse gases such as carbon dioxide, ice sheet extent and meltwater from the ice sheets. Meltwater can induce abrupt climate changes by affecting the global ocean circulation and can be modelled by so-called water-hosing experiments. We will discuss how the climate simulations are carried out at regular time intervals of 10,000 years, how we set up and apply water-hosing to give a complete picture of the different climatic states and how changes in seasonal precipitation and temperature can be applied to simple vegetation models.

レヴァント地域における植物機能型の復元

スティーブ オブラクタ, 横山祐典, 川幡穂高

東京大学 大気海洋研究所

レヴァント地域における最終氷期初期の古環境復元事例は、西地中海地域に対して非常に少なく、現在利用できるプロキシデータにも気温や降水量の気候要素の復元に対して問題とされる制限が多い。このような状況であっても、花粉データは、レヴァント地域における居住環境変化に対して非常に有益な情報を提供可能なプロキシといえる。プロキシデータの少なさは、MIROC 大気-海洋-陸面大循環モデルを用いた気候シミュレーションによって補完することができ、シミュレーション出力結果を BIOME3 アルゴリズムによって解析することで植物機能型 (PFT) と呼ばれる植物の形態に着目した分類群の分布を導出することができる。この手法により、対象地域の植生変化を十分復元可能な全 18 種の PFT 分布を算出することが可能となる。また、シミュレーション結果は、レヴァント地域と、より広域のヨーロッパで分析されている実際のプロキシデータと比較することでモデルの正当性を検証する。本手法により、これまで報告されているプロキシデータより高い時空スケールのモデル結果で居住環境変化を評価することができる。

Reconstructing Plant Functional Types in the Levant

Stephen P. Obrochta, Yusuke Yokoyama, Hodaka Kawahata

Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Compared to the Western Mediterranean region, there are relatively few paleoclimatic reconstructions from the Levant region during the early last glacial period. In addition, the proxy data available are often influenced by more than one parameter, which is problematic when separate reconstructions for temperature and precipitation are desired. Given these limitations, palynological data is most likely to provide the best information regarding habitat changes in the Levant region. To overcome the sparsity of observational proxy data, the MIROC atmosphere-ocean-land general circulation model will be used to produce climate simulations. The results are then converted to plant functional types (PFT) using the BIOME3 algorithms. This approach can calculate a total of 18 PFTs, which is sufficient to describe vegetation changes in the regions of interest. Simulations will be validated by comparing with available proxy data from Both the Levant and greater Europe. This will allow calculation of habitat changes based on model results at spatial and temporal scales higher than the available proxy data.

インターネット GIS による考古・年代・古環境情報の統合と生態ニッチモデリングによる存在予測手法の検討

近藤康久^{1,2}, 小口 高³

¹東京工業大学大学院情報理工学研究科, ²日本学術振興会, ³東京大学空間情報科学研究センター

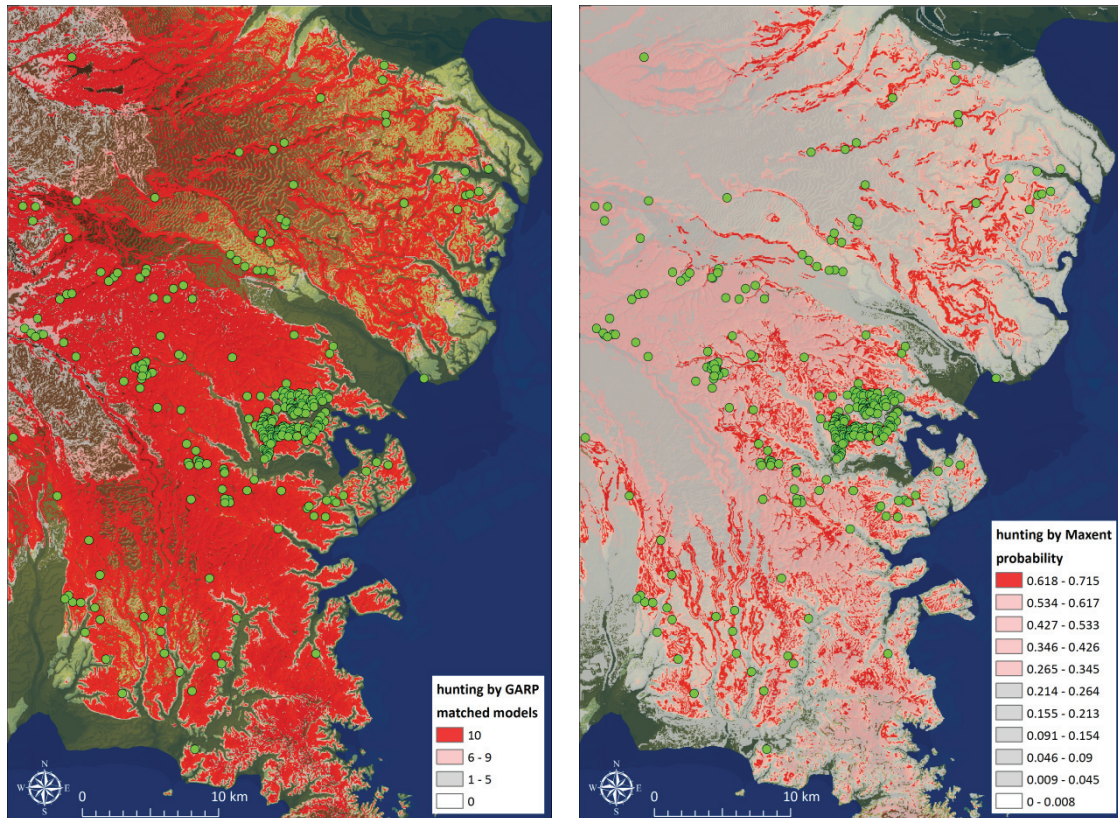
本年度は、考古遺跡・理化学年代・古環境情報の統合的な発信に向けた準備作業として、2002年までの研究情報を対象とする古地理・古水文データベースをインターネット GIS (WebGIS) サーバ NEANGIS に移設するとともに、情報のアップデートに着手した。また、これらのデータセットに基づいてネアンデルタール人（旧人）と現生人類（新人）の生息地域を推定するために、生態学的ニッチモデリング (ecological niche modeling) の応用を検討している。このための予察的な作業として、西南関東の縄文遺跡のデータセットを対象に、遺伝的アルゴリズム (GARP; Genetic Algorithm for Rule-set Production) と最大エントロピーモデル (Maxent; Maximum Entropy Model) を用いて猟場と貝塚の存在確率を推定した。その結果、前者は離散的、後者は連続的な存在確率を返すので、両モデルを適切に結合することによって一層蓋然性の高いモデルを構築すべきであると判断された。

Integration of archaeological, radiometric, and paleoenvironmental data by means of Internet GIS and predictive modeling using ecological niche models

Yasuhisa Kondo^{1,2}, Takashi Oguchi³

¹ Department of Computer Science, Tokyo Institute of Technology, ² Japan Society for the Promotion of Science, ³ Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo

As a step toward integrative web publication of archaeological, radiometric, and paleoenvironmental information, we transferred the existing paleogeography and paleohydrology database, where the research information up to year 2002 has been recorded, to NEANGIS, our new Internet GIS (WebGIS) server. We are also updating the information. In order to predict the *habitat* of Neanderthals and anatomically modern humans based on this dataset, we are also examining the validity of ecological niche models such as the Genetic Algorithm for Rule-set Production (GARP) and Maximum Entropy Model (Maxent). The pilot study using the dataset of the Jomon hunter-gatherers' sites in southwest Kanto, East Japan, has revealed necessity to integrate the result of GARP (with discrete outputs) with that of Maxent (with continuous outputs) in an appropriate manner for more probable predictions.



左：遺伝的アルゴリズムによる縄文時代猟場の存在予測。

右：最大エントロピーモデルによる縄文時代猟場の存在予測。

Left: Prediction of Jomon hunting fields using GARP.

Right: Prediction of Jomon hunting fields using Maxent.

研究進捗要旨
ABSTRACTS

研究項目 C01
Research Team C01

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*

次元形状モデリングに基づく化石頭蓋の組立と化石脳の推定

荻原直道

慶應義塾大学

化石頭蓋は、化石化の過程で分断され、破片の状態で見られる。従来こうした破片を接合し、頭蓋を復元する作業は、古人類学の経験と知識を頼りに手作業で行われてきた。しかし、脳の形態差に基づいて旧人・新人の学習能力差を検証するためには、3次元モデリング技術に基づいて化石破片を組み立てる手法を開発し、客観的な形態復元を実現する必要がある。本研究では、化石頭蓋破片の接合の滑らかさに基づいて、化石破片を数理的に組み立てる手法を開発した。これは、各破片の表面形状をベジエ曲面でモデル化することでその破片と隣接する破片の表面形状を予測し、それに基づいて隣接破片の位置決めを行い、それを繰り返すことで頭蓋破片を組み立てていくものである。構築した本手法を用いて Amud 1 号頭蓋の再復元を試みた。具体的には、まず上述の方法で頭蓋骨の左右を別々に組み立て、最後に接合の滑らかさ、左右対称性、および下顎骨化石より明らかとなっている下顎窩間距離に基づいて左右の相対的位置を決定した。その結果、計算に基づいて隣接する破片を滑らかに組み上げ、頭蓋全体を解剖学的にも正しく復元することが可能となった。ただし、局所形状情報のみから頭蓋形状を全体的に正しく組み立てることは一般的には困難であると考えられる。局所的にも大域的にも矛盾のない破片組み立てを実現するためには、頭蓋が満たすべき大域的な形態的性質を記述したリファレンスデータベースを援用することが必要であり、現在整備を進めている。

一方、こうした方法で復元される化石頭蓋骨から、その中に収まっていたはずの脳の形を推定するには、現代人について頭蓋骨と脳のかたちの対応関係を明らかにし、それを化石形態に当てはめる必要がある。そこで現代人の頭蓋骨内腔と脳表面のかたちの対応関係を医用画像から明らかにすることを試みた。具体的には、頭部の CT および MRI 撮像を行い、同一被験者の両撮像データを相互情報量が最大となるように位置合わせを行った。そして頭蓋骨内腔と脳の 3 次元形状モデルを構築し、解剖学的特徴点に基づいて両者のかたちの対応とそのばらつきの傾向を定量化した。その結果、頭蓋骨内腔はその中に収まる脳の形をある程度反映していることを確認した。したがって、現代人頭蓋骨を化石頭蓋骨へ変形させる関数を記述し、それに基づいて現代人の脳形状を変形させることで、化石脳をある程度計算的に求めることができると考えられる。

Computerized assembly of fossil cranial fragments and reconstruction of fossil brain

Naomichi Ogihara

Keio University

Fossil crania are often fractured and fragmented due to compaction and diagenesis. To restore the antemortem appearance of a fossil cranium, it is therefore necessary to correctly assemble the fragments. Conventionally, such reconstructions are created manually based on the knowledge and experience of skilled anthropologists. However, to investigate the difference in learning ability between Neanderthals and early modern humans in terms of anatomical differences in their brain morphology, it is essential to develop new computerized methods to realize more objective restorations of fossil crania. Therefore, we developed a computerized technique for assembling fossil cranial fragments based on shape information, i.e., the smoothness of the joints between fragments. We approximated the surface of each of cranial fragments using Bezier surface to mathematically predict shape of adjacent fragments and their anatomical positions and orientations were calculated. Using this technique, we attempted a new reconstruction of Amud 1 cranium. Specifically, we assembled right and left sides of the cranium separately based on the above mentioned technique, and then put the right and left parts together mathematically based on smoothness of the joint, bilateral symmetry and the distance between the mandibular fossae determined from the associated undeformed mandible. As a result, smooth yet globally consistent assembly of the fragments of Amud 1 cranium became possible, demonstrating the efficacy of the present method. Assembly of cranial fragments based solely on local smoothness of assembly, however, does not necessarily provide satisfactory results. Use of global shape information seems essential and we started to construct a cranial reference database to probabilistically represent global cranial morphology.

To estimate brain morphology of Amud 1 based on the reconstructed fossil cranium, it is necessary to identify relationship between cranial and brain morphology based on living human subjects and the same relationship must be applied to the fossils. Therefore, we tried to quantitatively establish morphological correspondence between cranial endocast and brain surface morphology using medical imaging technique. We obtained CT and MRI scans of the head of adult male participants. The CT and MRI images from the same subjects were registered to each other such as to maximize mutual information between the two images. Endocast and brain surfaces were then three-dimensionally reconstructed, and landmark coordinates were acquired to evaluate morphological correspondence between them. Our preliminary analysis demonstrated that such morphological correspondence between cranial endocast and brain surface does actually exist, and this correspondence relationship might be exploited for

estimation of brain morphology of fossil human crania. Specifically, we plan to derive spatial deformation functions from modern human crania to the reconstructed fossil cranium using thin-plate spline function, and use them to deform human brains to estimate brain morphology of the fossil cranium.

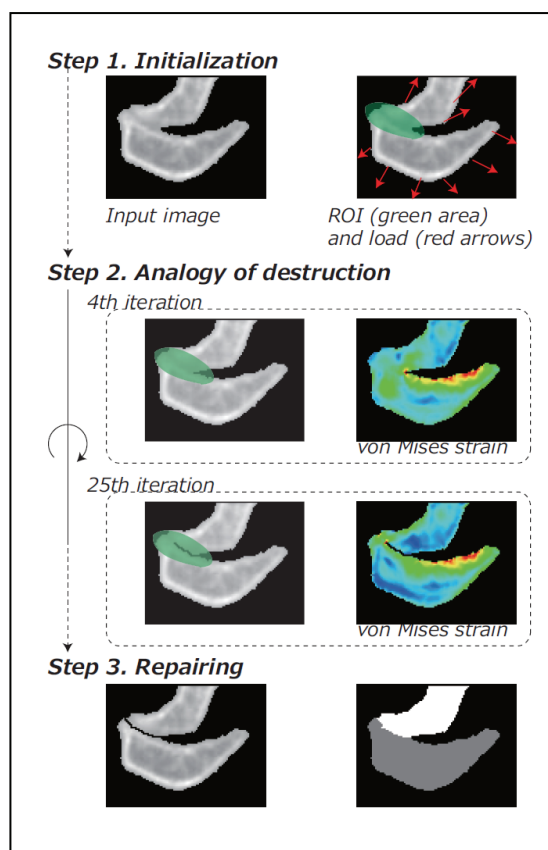
頭蓋化石 CT 画像のセグメンテーション手法

鈴木宏正, 道川隆士, 森口昌樹

東京大学先端科学技術研究センター

本研究では、コンピュータの中で化石頭蓋骨を再組立することによって化石の復元を行うため、コンピュータの中で化石頭蓋骨を分解する手法について研究を行っている。具体的には、化石頭蓋骨の CT 画像において頭蓋破片を再分離する手法（セグメンテーション）を開発している。課題としては、化石片が接続されている部分の画像が明瞭でなく、従来の手法では容易に分離することができないことである。

本研究では、構造解析を用いて、化石頭蓋骨の頭蓋破片を再分離する手法を提案している。これは、物体（連続体）に力が作用するとき、形状が不連続な部位に大きな応力が発生することに着目して領域分割を試みるものである。左図はその方法の概要を示したもので、まずユーザーは大まかな分割部分を ROI として指定する。次に画像のピクセルを要素とする有限要素法によって構造解析を行い、応力の高いピクセルを求め、その部分で分割を行う。この処理を繰り返すことによってセグメンテーションを行うものである。この時、構造解析の境界条件として、拘束条件と荷重条件を与える必要があるが、それを最適化計算によって自動的に計算する方法を開発している。現在までに上手のように 2 次元でのプログラムが作成できており、現在 3 次元のボリュームデータに拡張している。

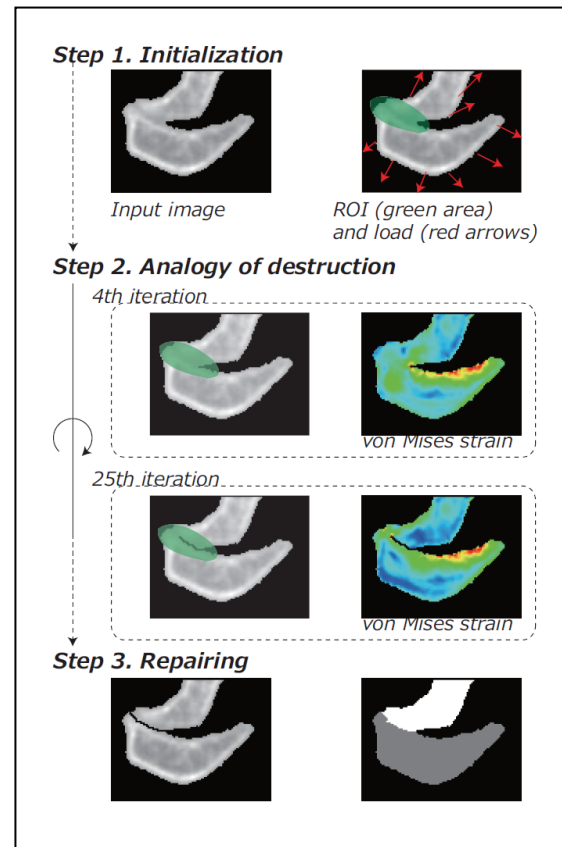


Volumetric image segmentation method for fossil cranial

Hiromasa Suzuki, Takashi Michikawa, Masaki Moriguchi

RCAST, The University of Tokyo

In this project we are aiming at developing a new segmentation method of CT volumetric data for reconstruction of cranial fossils. It can be used to decompose assembly of the cranial fossils into pieces which will be used for reassembling the cranial fossil in computers. Existing segmentation methods cannot properly decompose the assembled cranial fossils as image of the interface between the fossil pieces is not sufficiently clear. We take a new approach based on structural analysis. The boundaries between these pieces in the assembly are usually structurally weak and can have high stress under application of loading forces to the assembly. We numerically calculated such stress concentration using “image based” finite element analysis and decompose the assembly at the high stress pixels. The figure shows outline of our method.



However, in many cases, it is not easy to set appropriate boundary conditions, such as constraints and external loads, necessary for the finite element analysis. We also propose a method to determine those conditions automatically by solving an optimization problem to generate high stress concentration. We have finished implementation for 2D images and we are now extending it to 3D volumetric data.

カフゼー 9 号頭蓋の歪み評価へ向けて

近藤 修

東京大学

カフゼー 9 号は、解剖学的ホモ・サピエンスと同定される化石人類（早期新人とも呼ばれる）の中で、比較的早い段階で（およそ 10 万年前）出アフリカを果たしたグループの代表的標本である。保存程度は良いが、脳頭蓋・顔面頭蓋ともに断片化は強い。現時点での復元をレプリカ標本で観察すると、上下下顎の歯列の噛みあわせと顎関節での接触状態はおおむね良好であるが、上面観で前頭部に歪みが見られ、おそらく顔面頭蓋と脳頭蓋の正中軸がずれていると思われる。

我々のチームでは「化石頭蓋の工学的復元」をおこなっているが、一方では復元結果の評価法の一つとして、他方では現状の復元の評価基準として、歪み評価を重要視している。評価には、正中軸自身の歪みと左右対称な解剖構造を用いた歪みを考える。すなわち、個体レベルで見られる非対称性の程度を現代人頭蓋サンプルより求め、これをカフゼー 9 の非対称性と比較する。現代人サンプルとして現代日本人を、比較サンプルとして小数の縄文時代人頭蓋を用いた予備解析では、現代日本人の個体変異として左右アステリオンに非対称性が見られている。縄文人ではこれに加えて左右骨迷路の基部（総脚 *Crus commune*）でも有意な非対称が見られた。今後、脳頭蓋と顔面頭蓋の正中軸のずれを検討し、カフゼー 9 号に応用していく予定である。

Toward assessment of the fossil cranial distortion: an application to Qafzeh 9

Osamu Kondo

The University of Tokyo

Qafzeh 9 is one of the best-preserved young adult representatives of anatomically modern (early-modern) *Homo sapiens*, who immigrated out of Africa into Eurasia in relatively early stages of their evolution (ca. 100 kilo years ago). The cranium is well-preserved but heavily fragmented both in the face and the neurocranium. The present reconstruction retains perfect occlusion between upper and lower dentitions and also keeps a good fit of the mandibular condyle to the fossa, while it exhibits a degree of right-left distortion of the anterior frontal in the superior view. The midsagittal axis seems to be bent between the face and the neurocranium.

In order to perform “engineer-driven reconstruction of fossil cranium”, assessment of distortion should be regarded as an important step for both present and new reconstructions. The degree of distortion is measured in the midsagittal axis and in the symmetric anatomical structures. That is, it should be assessed through comparison of a normal degree of asymmetry, which is detected among modern human individuals, with that of Qafzeh 9. Preliminary analysis of modern Japanese and a few Jomon skulls reveals a significant degree of asymmetry in “asterion” among modern Japanese individuals. In addition, a significant asymmetry is detected in a point of bony labyrinth (*Crus commune*) for Jomon specimens. We proceed to check the distortion of midsagittal axis between the face and the neurocranium, and compare it to those of Qafzeh 9.

頭蓋形態から脳区分を推測するための指標の開発 –カニクイザルの頭蓋と脳

小林 靖

防衛医科大学校解剖学講座

本研究は、ネアンデルタール人の脳の区分とその範囲を知るために、脳の区分の推測に使うことのできる頭蓋の形態学的特徴を、現生種を用いて明らかにしようとするものである。とくにわれわれは現生人類とサルを対象として、脳溝と頭蓋の特徴（縫合や中硬膜動脈の走行など）との位置関係を解析する。そのために、防衛医科大学校解剖実習用献体を用いた人体標本、医療用放射線画像、ならびにサルにおけるデータの収集・解析を実施する。

今回報告するのはカニクイザルを用いた解析の経過である。われわれは杏林大学医学部実験動物施設から、今後の使用予定の無くなった老齢のカニクイザル *Macaca fascicularis* 5頭の提供を受けて材料とし、杏林大学動物実験委員会の承認を受けて動物の処置を行った。サルをペントバルビタールナトリウムで深麻酔したのち、10%リン酸緩衝ホルマリン溶液によって経心臓的に灌流固定を行った。第2頸髄-第3頸髄間で脊髄を切断、ほぼその高さで頭頸部を離断して2.5%リン酸緩衝ホルマリン中に保存し、慶応義塾大学理工学部機械工学科荻原研究室において、東芝 Asterion CT 撮影装置によって頭部のCT撮影を行った(A)。さらに防衛医科大学校解剖学講座において次のような解析を行っている。

まず、頭蓋冠を覆う皮膚、筋膜、側頭筋を除去して頭蓋冠の骨表面を露出し、定位固定装置に固定して写真撮影を行った(B)。次に頭蓋冠と硬膜を除去して再び定位固定装置上で撮影を行った(C)のち、2つの冠状面(イヤーパーの位置とその24mmないし30mm吻側)で脳を切断して3つのブロックに分けた。脳を頭蓋から摘出してさらに写真撮影を行い、脳溝のパターンを記録した。今後、脳組織を厚さ30 μ mの凍結連続切片とし、Nissl染色と髄鞘染色などの組織染色で皮質の細胞構築を観察し、領野区分を確定する。

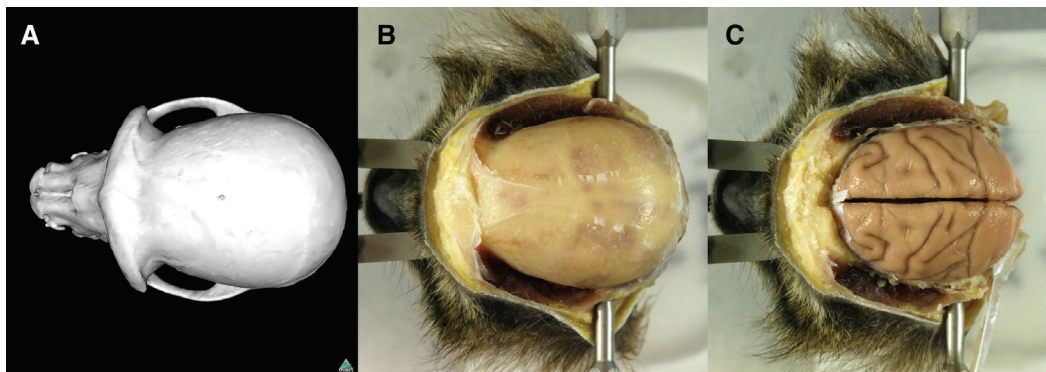
カニクイザルにおける所見の特徴的な点は以下の通りであった。

- * CT画像上、冠状縫合など頭蓋冠の縫合を同定することは困難であった。
- * 実物の頭蓋では、オスよりメスの方が縫合の同定が容易であった。一部のオスは、実物の頭蓋においても冠状縫合と矢状縫合が完全に骨化しており、位置を正確に特

定することが困難であった。

* 頭蓋冠内面には脳回に一致した浅い凹みがヒトの場合より明瞭にみられ、Endocastから脳表面の形態をある程度推測することが可能であった。

以上より、CT画像によって縫合を同定することが困難なので、実物による解剖学的観察も必須であることが明らかになった。われわれは今後頭蓋の形態学的特徴と脳溝との位置関係を定量的に解析し、さらに皮質の細胞構築領野との関係を検討する予定である。



Developing cranial parameters that delineate subdivisions of the brain – The cranium and the brain of *Macaca fascicularis*

Yasushi Kobayashi

Department of Anatomy and Neurobiology, National Defense Medical College

Our project aims at determining morphological features of the cranium that can be used to delineate the borders of subdivisions of the brain using extant species in order to evaluate the extent of the subdivisions of the Neanderthal brains. Specifically, we focus on the human and non-human primates, and analyze the spatial relationship between the cerebral sulci and the cranial landmarks such as sutures and middle meningeal artery. We are planning to analyze human cadaver, radiological images of patients, and non-human primates.

In the present meeting, we report the analysis using non-human primates. We obtained five aged cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*) from the animal facility at Kyorin University School of Medicine. All the experimental procedures were approved by the Animal Experiment Committee at Kyorin University. Under deep anesthesia with sodium pentobarbital, the monkeys were perfused transcardially with phosphate-buffered 10% formalin. The spinal cords were cut at C2-C3 junction, and the heads were separated from the neck approximately at the same level. The heads, which were stored in 2.5% buffered formalin, were scanned using Toshiba Asterion CT scanner at the Laboratory of Evolutionary Biomechanics, Department of Mechanical Engineering, Keio University (A). Furthermore, we are carrying out the following study at the National Defense Medical College.

After removing the scalp, fascia, and temporalis muscles, we mounted the heads on a stereotaxic frame, and photographically recorded the surface of the calvaria (B). Next, we removed the calvaria and the dura mater, and recorded the surface of the brains (C). The brains were then coronally cut at the level of the ear bars and at 24 mm or 30 mm anterior to it. Coronal brain sections 30 μm thick will be prepared using a freezing microtome, and borders of cytoarchitectonic areas will be determined by Nissl and myelin stains of the sections.

The findings we obtained so far are as follows:

- Coronal sutures were not identified on CT images.
- Coronal sutures were more clearly detected on the real calvaria in female monkeys than in male monkeys, in which the sutures are completely fused by ossification.

- Compared to the human, inner surface of the monkey skull showed marked impression of the cerebral gyri.

These findings suggest that not only CT images but also macroscopic observations of the skull will be necessary since sutures were not identified on CT images even in the less fused cases. We are going to analyze quantitatively the spatial relationship between the cranial landmarks and the cerebral sulci as well as borders of cytoarchitectonic areas of the cerebral cortex.

研究進捗要旨
ABSTRACTS

研究項目 C02
Research Team C02

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：社会的認知能力の萌芽としての共同注意 —その神経基盤を探る—

田邊宏樹

生理学研究所 心理生理学研究部門

ヒトの社会は遺伝的に無関係な個体の間での役割分担と共同により成立している。このような社会にあって円滑なコミュニケーションが出来ることはきわめて重要であり、このような能力の差が交替劇を生んだ可能性がある。我々は「学習」は個体学習であっても個人内で完結するものでなく個人を取り巻く社会に大きく影響されると考え、社会的認知能力が個体学習に強く関与すると予想している。共同注意は二個人がある物体への注意を共有することで、通常視線を介した共有であり、生後6～12ヶ月ころに出現する。他人の意図を忖度する能力の萌芽であり言語発達の前駆と目され、その欠如は自閉症の早期兆候とされていることから、重要な社会能力と考えられている。また乳幼児においては共同注意によって学習が強化されることから、社会的文脈における学習（社会学習並びに個体学習）の神経基盤を知る上でも重要な手がかりとなる。今回我々は、我々自身が開発した二個体同時計測MRIシステムを用いて（1）健常人-健常人ペア、（2）高機能自閉症者(ASD)-健常人ペアでの見つめ合いと共同注意の神経基盤を探る実験を行った。実験の結果、健常人群では視線合図による共同注意により両側の視覚野、後部上側頭溝、後部吻内側前頭前野、右下前頭回の活動が見られた。健常群と比較するとASD群では視覚野の活動が顕著に低下していた。また、ASD群のペアとなった健常群では、相手が健常人の時よりも両側視覚野と右下前頭回の活動が有意に強くなっていた。このことから右前頭回と視覚野が視線合図を読み取り注意を共有する過程で重要な役割を果たしているのではないかと考えられた。

Functional brain mapping of modern humans: Joint Attention as a precursor of social cognitive ability – exploring its neural mechanisms

Hiroki C. Tanabe

National Institute for Physiological Sciences

Human society is built upon cooperation and sharing-roles among genetically unrelated individuals. In such a society, ability of communication is very important, and it is possible to think that the difference of this ability prompts the replacement of *Neanderthals* by *Homo sapiens*. We assume that “learning” is not completed within an individual but greatly affected by environment or society, even if it is ‘individual learning’. Therefore, we expect that ability of social cognition deeply correlated with individual learning. Joint attention is sharing the attention to the object with two individuals through the eyes, and it emerges as early as 6 -12 months of age. It seems to be a sprout of the ability to conjecture other’s intention (i.e. Theory of Mind) and be a precursor of language development. Lack of joint attention is one of the most reliable abnormalities in children with autism, so that joint attention is thought to be an important social ability. Moreover, it is known that learning is strengthened by joint attention in infants. Therefore, the research of joint attention is indispensable to investigate the neural mechanisms of learning (both social and individual) in a social context. In complying with this line, we conducted hyper-scanning functional MRI while they were engaged in joint attention tasks with eye contact as the baseline. Results showed that eye cue effect was observed in the bilateral occipital cortex, posterior superior temporal sulcus (STS), posterior rostral medial prefrontal cortex (MFC), and right inferior frontal gyrus (IFG) in normal participants. The direct comparison of eye cue effect between ASD and normal group showed that the activation in the occipital cortex was reduced in ASD. In contrast, the comparison between the normal group paired with ASD and that paired with normal ones, greater activity was observed in the bilateral occipital cortex and right IFG, indicating that more workload of following the other’s eye is necessary if the partner is individual with ASD. These results indicate that right IFG and visual area have an important role for gaze following, and reduced activity of visual area might be one of the causes of poor performance (impairment) of joint attention in ASD.

イメージング手法による学習と創造性へのアプローチ

定藤規弘

生理学研究所 心理生理学研究部門

現代人に特有の要素と考えられる創造性の神経基盤を明らかにすることを目的とする。創造性を、特定の社会状況において新奇かつ有用な（あるいは影響力のある）アイデアを発想する能力と捉え、創造性が、(a) 強化学習の一種であること (b) 社会的文脈で成立するものであることに着目して、創造性のモデルを構築する。これまで、個体学習の基盤として、試行錯誤による連合学習の神経基盤を解析してきた。創造性の基盤として、人間に特異的な“連合”として、比喩に着目した。比喩は、以前には無関係と考えられていた現象の間に類似性を見つけることに依存しており、創造性に必須と考えられている (Flaherty, 2005)。

比喩や皮肉の神経基盤を明らかにするために、20名の正常被験者を対象に機能的MRIを思考した。被験者は短い話の後に標的文章を読んだ。先行する話によって与えられた文脈によって、同一標的文章に以下のような2つの意味を持たせることができる (1) 比喩 対 文字通り意味をなす (2) 比喩 対 文字通りには意味をなさない (3) 皮肉 対 文字通り意味をなす (4) 皮肉 対 文字通りには意味をなさない。比喩と皮肉は、文字通りには意味をなさないことから、これらの4通りの組み合わせは2 (比喩 皮肉) × 2 (文字通りに意味をなす 意味を成さない) デザインとしてまとめることができる。結果比喩特異的な活動は、尾状核頭部に見られた。この活動は言明を可能な (複数の) 意味と連合させ、話者の意図に合わせて候補を絞るという操作 (作業記憶) を表象しているものと考えられた。皮肉特異的な活動は社会行動に重要な役割を果たす左扁桃体に見られた。比喩と皮肉に共通の活動は、他者の意図付度に重要な頭側内側前頭前野に、文意通りかどうかのモニターには眼窩内側前頭前野が関与していた。これら内側前頭前野の領域は、文意モニターと他者の意図付度に関与することにより、語用論的理解に寄与するものと考えられた (Uchiyama et al. in press)

要約すると、社会的文脈中での言語使用としての比喩は、一見関係ないもの同士を関係付けて伝達することにより、創造性の要素過程として捉えられ、神経学的には、社会能力を含めた前頭葉機能として捉えられる。

Flaherty AW (2005) Frontotemporal and dopaminergic control of idea generation and creative drive. *J Comp Neurol* 493:147-153.

Uchiyama HT, Saito DN, Tanabe HC, Harada T, Seki A, Ohno K, Koeda T, Sadato N (in press)
Distinction between the literal and intended meanings of sentences: A functional magnetic
resonance imaging study of metaphor and sarcasm. *Cortex*.

Neuroimaging approaches to the learning and creativity

Norihiro Sadato

National Institute for Physiological Sciences

The purpose of the project is to elucidate the neural mechanism of creativity. As a creative idea is defined as one that is both novel and useful (or influential) in a particular social setting, the model of creativity will be constructed as reinforcement learning in the social context. Metaphoric thought is vital for creativity because metaphor depends on detecting analogies between phenomena previously thought unrelated (Flaherty 2005). Thus we first delineated the neural substrates of metaphor in contrast with the sarcasm, both of which are figurative utterances.

We conducted functional magnetic resonance imaging (fMRI) with 20 normal adult volunteers. Participants read short stories followed by a target sentence. Depending on the context provided by the preceding stories, the target sentences were classified as follows: (1) metaphor versus literally coherent; (2) metaphor versus literally incoherent; (3) sarcasm versus literally coherent; and (4) sarcasm versus literally incoherent. For each task pair, we directly compared the activations evoked by the same target sentences in the different contexts. The contrast images were incorporated into a 2 (metaphor and sarcasm) × 2 (literal coherency and incoherency) design. Metaphor-specific activation was found in the head of the caudate, which might be involved in associating statements with potential meanings, and restricting sentence meanings within a set of possible candidates for what the speaker intended. Sarcasm-specific activation was found in the left amygdala, which is an important component of the neural substrates of social behavior. Conjunction analysis revealed that both metaphor and sarcasm activated the anterior rostral medial frontal cortex (arMFC), which is a key node of mentalizing. A distinct literal coherency effect was found in the orbital MFC, which is thought to be involved in monitoring. These mesial frontal areas are jointly involved in monitoring literal coherency and mentalizing within social contexts in order to comprehend the pragmatic meanings of utterances (Uchiyama et al. 2011).

In summary, metaphor, figurative utterance in social context, is a part of creative thought by combining the previously unrelated ideas. Its neural substrates are probably in the mesial frontal regions.

3次元身体動作解析データに基づく、旧人の石器製作における学習要素の推定

三浦直樹¹，星野孝総²，長井謙治³

¹東北工業大学 工学部，²高知工科大学 システム工学群，³東京大学 総合研究博物館

本研究では、熟練被験者によるルヴァロア技術による石器製作過程の3次元動作解析実験において計測された身体動作データを用いて、打撃時の手先速度等の運動学的な特徴量抽出を行い、加工動作による運動量の差異の分析を行った。その結果、熟練被験者がルヴァロア剥片類を剥離する事を意図して打撃を加える動作時の手先の最大速度が、他の加工動作時と比較して非常に大きな値をとり、かつその変化パターンが安定している事が示された。このような剥片を加工する動作をハンマーストーンと石核との衝突現象として単純化した場合、石核に伝わる力はハンマーストーンの重さと加速度から求める事が可能であり、単位動作あたりの最大速度が大きい事は石核により大きな力が加わっている事を示している。また、この際に手首や肩関節を協調させてひねり動作を加える等、剥片を剥離する際に目標となる打点に対して、他の加工よりも大きな力を適切な方向から与える事を意図し、最適化された動作を実行するよう身体制御が行われていたことが示唆された。

一方でこれまでの人類学研究により、旧人は現代人よりも身体が大きく筋力もあったと推測されている。その場合、同じ大きさの衝突現象を発生させるために必要な動作は、最大筋力に対して少ない比率の筋力で実行可能であったと推測され、その必要筋力での身体動作制御は現代人が実行する場合と比較して容易であった可能性が考えられる。その推測が正しいとするならば、旧人の石器製作の模倣学習において、剥片を剥離する身体動作を実現するための感覚運動統合要素の学習は容易であり、どのようにハンマーストーンを石核に衝突させるかという行為意図を付与する要素の学習が、技術を学習する上で重要であったという仮説をたてる事が出来る。

この仮説を検証するために、今後は現代人の中でも競技スポーツに取り組んでいる等筋力に優れた被験者を用いて、上記仮説を検証するための課題実験を行う予定である。

An estimation of a constituent of learning of stone-tool making on Neanderthals based on 3D motion analysis

Naoki Miura¹, Yukinobu Hoshino², Kenji Nagai³

¹Tohoku Institute of Technology, ²Kochi University of Technology, ³The University Museum, The University of Tokyo

In this study, we analyzed a difference of kinematic information of hand motion between each procedure to construct a Mousterian stone-tool from a 3D motion data measured from a skilled subject. As a result, maximum velocities of the striking operations which make a flake like a Levallois flake is faster than that of another kinds of operations. Furthermore, a track of the right hand of the striking operations to make a flake like a Levallois flake showed a small variation. And, tracks of wrist, elbow, and shoulder joint showed that the striking operation is a multi-articular motion to obtain the stronger striking force to intend to produce a Levallois flake. In case the striking operation is simplified as a collision between a hammerstone and a stone core, a striking force is able to calculate from a weight and an acceleration of the hammerstone. And, large velocity on the unit operation is able to produce large striking force by this operation. Therefore, these results suggest that the skilled subject performed optimal body motion control to acquire large striking force when the subject intends to produce a Levallois flake.

From the previous anthropological studies, the Neanderthals were estimated to have had larger body and muscular strength compared with the modern humans. In this case, the Neanderthals can easily produce the striking force to make a Levallois flake, and it is expected that a ratio of the produced muscular power against to the maximum muscular power is small compared with that of modern humans. If this assumption is correct, the Neanderthals easily acquire the body control for a Levallois flake production because of their physical characteristics. And, it is hypothesized that learning of inference for a intent on operating behavior is more important than learning of sensory-motor integration to produce a flake in case of imitative learning on stone-tool making.

To verify the hypothesis, subjects who have a large muscular strength such as an athlete will be used in future experiment.

計算論的解剖学を利用した化石脳頭蓋骨から脳実質の再構成の試み

河内山隆紀^{1,2}

¹京都大学 霊長類研究所 白眉プロジェクト, ²ATR-Promotions 脳活動イメージングセンター

本研究グループでは、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。ここで重要となるのが、現代人の脳機能地図を旧人の化石脳へ写像する手法の開発である。その基本的な考え方は、まず、化石脳の CT 画像から得られる頭蓋形状を MRI 画像から得られる現代人の頭蓋形状へ変形する。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。本年度は、その基本的な考え方を検証するために現代人の脳における個人間での交換の可能性を検討したので報告する。

【方法】

被験者 15 人の脳に Segmentation-Normalization を適用して、灰白質・白質・脳脊髄液・頭蓋・頭表の画像を得た。次に DARTEL 法を用いて、脳実質（灰白質・白質）画像及び頭蓋画像から全員の平均脳実質画像及び平均頭蓋画像への標準化変換を推定した。ここで DARTEL 法は、異なる脳形状間の滑らかで連続的な 1 対 1 写像（変形場）を推定する手法であり、正確な逆変換を推定できる特徴を持っている。被験者 1 の脳を被験者 2 の脳に変換するため、被験者 1 から平均脳への変換と平均脳から被験者 2 への逆変換を合成した。脳実質に基づく被験者 1-2 間変換と頭蓋に基づく被験者 1-2 間変換を利用して、被験者 1 の脳を被験者 2 の脳に変換した。

【結果及び考察】

脳実質に基づく変換の場合、変換後の被験者 1 の脳は、被験者 2 の脳に非常に類似していた (Figure 1)。基底核などの脳深部構造の形状及び位置まである程度正確に再現することができた。変換前後で被験者 1 の脳構造のトポロジーは保存しているので、新しい回や溝が出現することは無い。したがって、微細構造には差異が残っている。頭蓋に基づく変換の場合、脳の全体的な形状や脳表面に近い部分は被験者 2 の脳に見えるが、回や溝の配置や深部構造については、あまり一致していない。この結果より、頭蓋画像に基づく現代人から旧人への変換によって、脳の全体的な形状については再現ができる可能性が示唆された。しかしながら、内部構造については、限界が明らかになった。旧人

の脳の内部構造に関する情報はほとんどない状況であり、別の推定方法が必要であろう。例えば、現代人の個人間変換より推測する、頭蓋形状から内部構造を予測するようなモデルを構築するなどが考えられる。今後は、頭蓋画像に基づく変換の精度を上げるとともに、内部構造の推定方法についての検討を継続する。

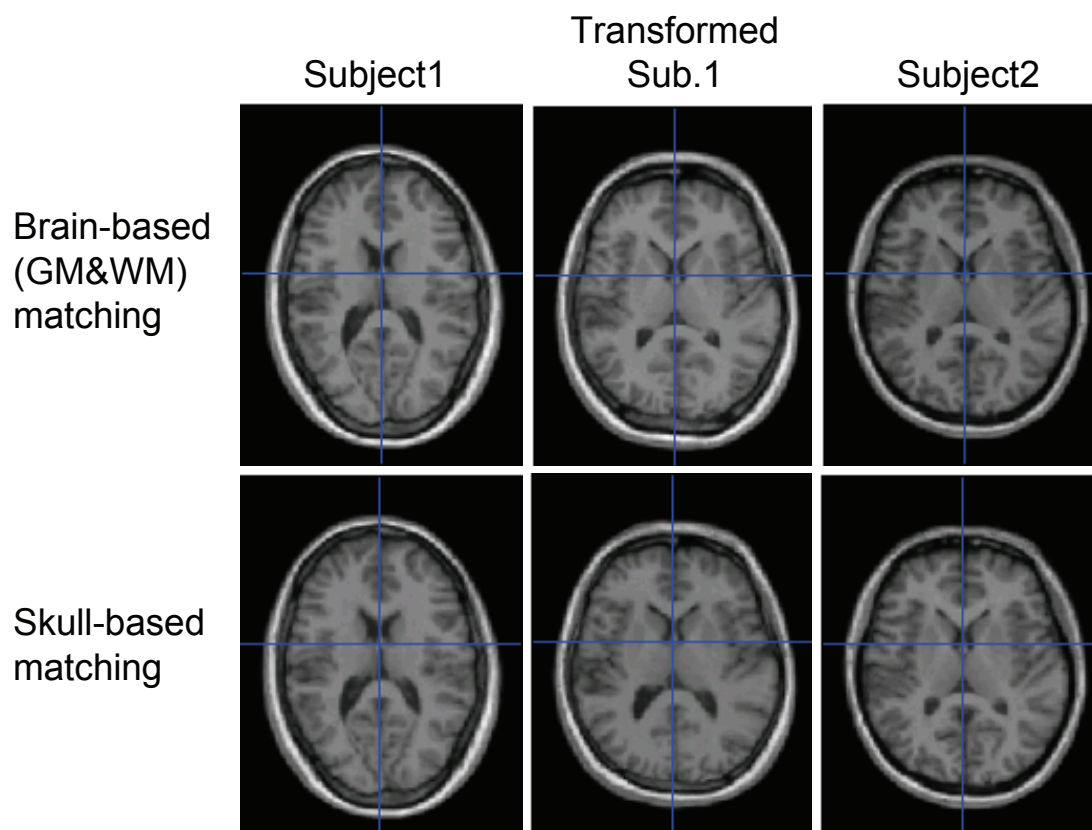


Figure 1 Deforming subject 1 brain to match subject 2 brain.

Reconstruction of the brain from skull fossil using computational anatomy

Takanori Kochiyama^{1,2}

¹Primate Research Institute, Kyoto University, ²ATR-Promotions Brain Activity Imaging Center

We investigate the presumed differences in learning abilities between Neanderthals and modern humans by combining the evidence from the morphological analysis of fossil brains and the functional 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. The basic idea is as follows. First, the skull shape reconstructed from CT images of a fossil brain is spatially deformed to the modern human skull shape segmented from MRI image. Using resulting deformation the modern human cerebral cortex was inversely deformed to construct the virtual Neanderthal's cortex. In this year, we investigated the skull based brain swapping between modern human individuals to verify our fundamental concepts and validate the practical procedures.

Methods

T1-weighted whole brain MRI from fifteen subjects were first segmented into the five tissue type: gray matter, white matter, CSF, skull and scalp using segmentation-normalization algorithm. The brain (GM & WM) images or skull images were entered into DARTEL algorithm to estimate the deformation from the individual brain or skull shape to the averaged brain or skull shape, respectively. DARTEL have the advantage that an exact composite deformation can be calculated. Then, we constructed the composite deformation allowing the brain swapping between representative subjects (e.g. subject 1 and subject 2) in combination of the forward deformation from the subj1 brain/skull image to the population-averaged brain/skull image with the inverse deformation from the population-averaged image to the subj2 image. Finally, we applied the composite deformation to the subj1 whole brain image and obtained the deformed subj1 brain in the shape of subject2 brain.

Result and Discussion

In the case of the brain (GM & WM) based subj1-to-subj2 mapping, the deformed subj1 brain looked exactly like subj2 (Figure 1). The shape and position of deep brain structures including basal ganglia and thalamus were relatively well reconstructed. The differences in fine structures:

e.g. branched sulci and local gyrus thickness were remained since DARTEL transformation doesn't change the brain topology and the magnitude of deformation is limited to some extent by current settings. In the case of the skull based mapping, the global shape of the deformed subj1 brain was matched to subj2, however, the position of gyri and sulci and the shape of ventricles and deep structures were significantly inaccurate. These results suggested that the global brain and cortex shape could be reconstructed using the proposed method even if we conducted the skull based modern human-to-Neanderthal's brain mapping. However, the reconstruction of internal structures remained as a issue to be solved. Due to lack of information about Neanderthal's gray and white matter configurations, we need to establish another extrapolating method, e.g. estimating the averaged deformation for internal structures based on the modern human's brain swapping or constructing the structural model which can predict the position and size of internal structures from the skull configurations. We will continue to improve the skull based transformation method and examine ways of the reconstructing the internal structures.

模倣行為と動機付けの連関における神経基盤の解明

川道拓東

生理学研究所 心理生理学研究部門

本研究では、現代人に特異的な創造性の解明に向けて、模倣学習の神経基盤を対象とする。現代人の創造性は、高度な社会化に依存するところが大きいと考えられる (Dunbar, 1998)。そこで、模倣行為の中でも、social interaction において重要な機能であり、感情的な模倣行為である共感に着目する。共感は、それ自体をフィードバックとして、社会行動を促進すると考えられるため、社会行動の一つである模倣行動の動因としても重要性が高い。

本年度は、模倣学習の動因として重要な、フィードバックとしての共感行為の評価に関して、神経科学的見地から検証を行っている。具体的には、実験を行うにあたり (1) 共感評価をターゲットとした心理学的課題を開発した。ここで開発した心理学的課題に用いる刺激に関しては、第三者による妥当性評価を実施し、有効性を確認した。そして、(2) 機能的磁気共鳴画像 (functional Magnetic Resonance Imaging [fMRI]) を活用した実験的研究により、共感評価段階における神経基盤を検証した。実験の結果、共感によって、その後の共同作業意向が高まることを確認し、それに伴う神経基盤について検討した。

本講演においては、実験デザインとそこで得られた行動・脳機能上の結果を中心にその詳細を報告する。

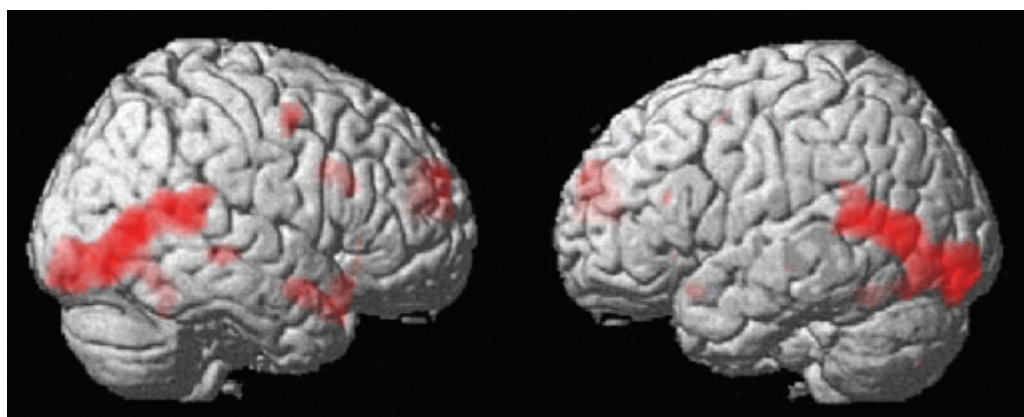


図1 共感評価において、活動が共通的にみられる領域

Investigation of neural mechanisms underlying linkage between imitation and motivation

Hiroaki Kawamichi

National Institute for Physiological Sciences

To investigate neural mechanisms underlying creativity specific to modern human, I focus on imitation learning, one of major social learning. Social hypothesis proposed that the creativity might depend on socialization (Dunbar, 1998). As empathy, one of imitation behaviors at emotion level, plays key role in social interaction, I selected empathy as main issue of the present study in this fiscal year. As empathy facilitated behavioral change (Rogers, 1959) of target through social interaction, empathy might play essential role for motivation of social cooperative behaviors including imitation learning.

In this fiscal year, I am investigating neural correlates underlying estimation of empathic behavior. At first I developed experimental paradigm and materials. The materials were evaluated to be appropriate by independent raters. Then, by functional magnetic resonance imaging (fMRI), I measured brain activation during viewing empathic behaviors. As a result, empathic behaviors enhanced willingness to cooperate with the empathic conductor. In addition, I analyzed neural correlates accompanying viewing of empathic behaviors.

In this conference, I will present overall experimental design and results.

Dunbar RIM. 'The Social Brain Hypothesis' *Evolutionary Anthropology*, 6(5), 178-190, 1998

Rogers R. 'A Theory of Therapy, Personality and Interpersonal Relationships as Developed in the Client-centered Framework.' *Psychology: A Study of a Science. Vol. 3: Formulations of the Person and the Social Context*. New York: McGraw Hill. 1959

内発的報酬による意欲喚起の神経基盤

水野 敬

独立行政法人理化学研究所 分子イメージング科学研究センター

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を立証できると考えられる。当該領域研究は、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に資する内発的報酬（達成感・有能感）を挙げ、内発的報酬の神経基盤について機能的磁気共鳴画像法（fMRI）を用いて明らかにしたうえで、内発的報酬による強化学習の神経科学的背景を明らかにすることを目的とした。fMRI 実験から、内発的報酬による意欲喚起と関連する脳部位は、線条体および帯状回であることを明らかにした。この成果を基に、内発的報酬による強化学習の神経基盤解明を目指す。

The neural substrates of motivational arousal by intrinsic reward

Kei Mizuno

RIKEN Center for Molecular Imaging Science

The difference of learning abilities is thought to be demonstrated by elucidating the brain regions involved in social and individual learning of the modern human using neuropsychological methods and comparing the differences of brain regions between them based on the reconstruction of fossil of ancient human brain. The study project is focusing on the neural bases of imitative learning in the social learning and of learning control (enforced learning) in the individual learning. In addition, in the individual learning, social rewards such as acceptance and acclaim from significant others are setting as a reinforcement factor for learning, and the verification model of effects of the social rewards on learning are suggesting. In the present study, I set intrinsic rewards such as senses of accomplishment and competence as another reinforcement factor for learning. The aim of the present study was the clarifying the neural bases of intrinsic rewards and neural mechanisms of enforced learning by the intrinsic rewards using fMRI. In the fMRI experiments, I found that the striatum and cingulate gyrus were associated with the motivational arousal by the intrinsic rewards. Based on this finding, I am trying to clarify the neural substrates of enforced learning by the intrinsic rewards.

Author Index

青木健一	(Kenichi Aoki)	10-11, 96-97
赤澤 威	(Takeru Akazawa)	34-42
阿部彩子	(Ayako Abe-Ouchi)	105-106
安藤寿康	(Juko Ando)	22-23, 79-81
今村 薫	(Kaoru Imamura)	74-76
大石龍太	(Ryota O'ishi)	105-106
大村敬一	(Keiichi Omura)	18-19, 68-69
大森貴之	(Tadayuki Omori)	100-103
荻原直道	(Naomichi Ogihara)	114-116
海部陽介	(Yousuke Kaifu)	8-9
加藤博文	(Hirofumi Kato)	52-53
門脇誠二	(Seiji Kadowaki)	4-5, 46-47
亀井伸孝	(Nobutaka Kamei)	82-84
川崎廣吉	(Kohkichi Kawasaki)	96-97
川幡穂高	(Hodaka Kawahata)	107-108
川道拓東	(Hiroaki Kawamich)	137-138
木村亮介	(Ryosuke Kimura)	6-7
窪田幸子	(Sachiko Kubota)	66-67
河内山隆紀	(Takanori Kochiyama)	133-136
小口 高	(Takashi Oguchi)	109-111
小林 靖	(Yasushi Kobayashi)	121-124
小山 正	(Tadashi Koyama)	70-71
近藤 修	(Osamu Kondo)	119-120
近藤康久	(Yasuhisa Kondo)	109-111
定藤規弘	(Norihiro Sadato)	128-130
佐野勝宏	(Katsuhiko Sano)	28-29, 48-51
重定南奈子	(Nanako Shigesada)	96-97
嶋田 誠	(Makoto Shimada)	94-95
鈴木宏正	(Hiromasa Suzuki)	117-118
高倉 純	(Jun Takakura)	54-55
高田 明	(Akira Takada)	20-21, 72-73

高橋邦夫	(Kunio Takahashi)	105-106
高橋伸幸	(Nobuyuki Takahashi)	90-93
田邊宏樹	(Hiroki C. Tanabe)	126-127
陳永利	(Wing-Le Chan)	105-106
寺嶋秀明	(Hideaki Terashima)	64-65
長井謙治	(Kenji Nagai)	131-132
仲田大人	(Hiroto Nakata)	58-61
長沼正樹	(Masaki Naganuma)	52-53
中橋 渉	(Wataru Nakahashi)	16-17
中村佳史	(Yoshifumi Nakamura)	34-42
西秋良宏	(Yoshihiro Nishiaki)	26-27, 44-45
日暮泰男	(Yasuo Higurashi)	56-57
星野孝総	(Yukinobu Hoshino)	131-132
堀内史朗	(Shiro Horiuchi)	88-89
松本直子	(Naoko Matsumoto)	30-31
丸川雄三	(Yuzo Marukawa)	34-42
三浦直樹	(Naoki Miura)	131-132
水野 敬	(Kei Mizuno)	139-140
道川隆士	(Takashi Michikawa)	117-118
森口昌樹	(Masaki Moriguchi)	117-118
森 洋久	(Hirohisa Mori)	34-42
山内太郎	(Taro Yamauchi)	85-86
山上榮子	(Eiko Yamagami)	77-78
横山祐典	(Yusuke Yokoyama)	107-108
米田 讓	(Minoru Yoneda)	100-103
若野友一郎	(Joe Y. Wakano)	96-97
Mark C. Diab		100-103
Stephen P. Obrochta		107-108