

The 5th Conference

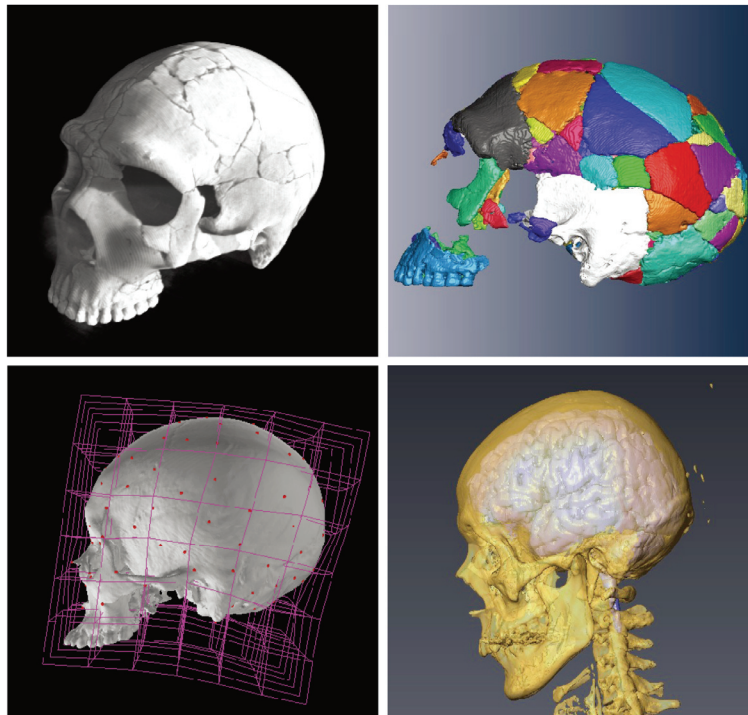
on

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

April 14-16, 2012

National Center of Sciences, Hitotsubashi, Tokyo

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



Naomichi Ogihara (Ed.)

April 14, 2012



第5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

2012年4月14日（土）－16日（月）

東京一ツ橋・学術総合センター

科学研究費補助金「新学術領域研究」2010-2014

荻原 直道（編）

2012. 4. 14

編集

荻原直道

慶應義塾大学理工学部機械工学科

223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1

TEL: 045-566-1423

FAX: 045-566-1495

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

株式会社フジプランズ

210-0013 川崎市川崎区新川通 10-15 新生ビル 301

TEL: 044-223-4551

All communications pertaining to this Conference and Publication should be addressed to Koutaigeki

Project Office below;

Tokyo satellite Campus,

Kochi University of Technology

CIC Tokyo 302, 3-3-6 Shibaura, Minato-ku, Tokyo 108-0023, Japan

TEL: 03-5440-9039

URL: <http://www.cictokyo.jp/>

Email: [akazawa.takeru@kochi-tech.ac.jp](mailto:akazawa.takeru@kochi-tech.ac.jp)

© Koutaigeki Project, 2012

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

発表要旨

Abstract	1
総括班	
Steering Committee	1
研究項目 A01	
Research Team A01	5
研究項目 A02	
Research Team A02	21
研究項目 B01	
Research Team B01	45
研究項目 B02	
Research Team B02	63
研究項目 C01	
Research Team C01	71
研究項目 C02	
Research Team C02	83

## 第 5 回研究大会プログラム

### CONFERENCE PROGRAM

---

第 1 日：平成 24 年 4 月 14 日（土）

April 14, 2012 Saturday

10:00 – 10:10

開会の辞

荻原直道, 赤澤 威

**Opening remarks**

Naomichi Ogihara, Takeru Akazawa

10:10 – 11:10

特別講演

「人類の進化と脳：学習と創造性をめぐって」

甘利俊一先生（理化学研究所脳科学総合研究センター）

**Keynote lecture**

**“Human Evolution and Brain: On Abilities to Learn and to Create”**

Prof. Shun-ichi Amari (RIKEN Brain Science Institute)

11:10 – 12:25

**A01 班進捗発表 Progress report by Research Team A01**

11:10-11:35

ネアンデルタール DB と旧石器インダストリーの時空分布再構築

西秋良宏（東京大学総合研究博物館） (6)

**Time-space contexts of the Middle and Upper Palaeolithic industries in the Old World**

Yoshihiro Nishiaki (The University Museum, The University of Tokyo)

11:35-12:00

アフリカの中期石器時代における現代人的行動の時空分布

門脇誠二（名古屋大学博物館） (8)

**Spatial and temporal occurrences of modern human behaviours in African MSA**

Seiji Kadowaki (The Nagoya University Museum)

12:00-12:25

ヨーロッパにおける中期・後期旧石器時代インダストリ

一の編年的・地理的分布パターン

佐野勝宏（東北大学大学院文学研究科） (10)

**Chronological and geographical distribution patterns of Middle and Upper Palaeolithic industries in Europe**

Katsuhiko Sano (Graduate School of Arts and Letters, Tohoku University)

12:25 – 13:20 昼食 *Lunch break*

13:20 – 15:00 A01班進捗発表 **Progress report by Research Team A01**

13:20-13:45 シベリアにおける旧人・新人「移行期仮説」の検証

加藤博文（北海道大学アイヌ・先住民研究センター）

(12)

**An examination of “the Middle to Upper Paleolithic transition hypothesis” in Siberia**

Hirofumi Kato (Center for Ainu & Indigenous Studies, Hokkaido University)

13:45-14:10 韓国旧石器データベースへの取り組み：その方法と見通し

長井謙治（東京大学総合研究博物館） (14)

**A database of the ancient Paleolithic in South Korea: methods and perspectives**

Kenji Nagai (The University Museum, The University of Tokyo)

14:10-14:35 分節された剥離過程の単位と技量レベルの同定

高倉 純（北海道大学大学院文学研究科） (16)

**Segments of lithic reduction sequences and identification of production levels**

Jun Takakura (Graduated School of Letters, Hokkaido University)

14:35-15:00 投擲運動の学習プロセスの解明：2012年度の研究計画

日暮泰男（大阪大学大学院人間科学研究科） (18)

**Biomechanics of hunting-spear throwing in modern humans: research goals for 2012–3**

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

15:00 – 15:10 休憩 *Break*

15:10 – 16:50 **A02班進捗発表 Progress report by Research Team A02**

15:10-15:35 現生狩猟採集民との比較による初期人類の生態学的革新と学習能力の諸問題の検討

寺嶋秀明 (神戸学院大学人文学部) (22)

**Research on ecological innovation and learning capacity of early Homo sapiens based on comparison with contemporary hunter-gatherers**

Hideaki Terashima (Faculty of Humanities and Sciences, Kobe Gakuin University)

15:35-16:00 狩猟採集民にとっての儀礼の意味—アボリジニの教育プロジェクト事例から考える

窪田幸子 (神戸大学大学院国際文化学研究科) (25)

**What are Rituals for Hunter and Gatherers? – Consideration from the educational projects of Australian Aboriginal people**

Sachiko Kubota (Graduate School of Intercultural Studies, Kobe University)

16:00-16:25 狩猟採集生活の中で育つ Baka の子どもの絵の理解

小山 正 (神戸学院大学人文学部) (27)

**Comprehension of pictures in Baka children who grow up in the hunter gatherer culture**

Tadashi Koyama (Faculty of Humanities and Sciences, Kobe Gakuin University)

16:25-16:50 ピグミーの子どもたちの創造性—共同遊びと合同イメージ表現から

山上 榮子 (神戸学院大学人文学部) (29)

**The creativity of Pigmy's children -From their joint play and image expression**



Eiko Yamagami (Faculty of Humanities and Sciences, Kobe Gakuin University)

16:50 – 17:00 休憩 *Break*

17:00 – 18:15 **A02班進捗発表 Progress report by Research Team A02**

17:00-17:25 サンの子どもの社会化と遊び  
今村 薫 (名古屋学院大学経済学部) (31)

**Socialization through the play among children of Central Kalahari San**

Kaoru Imamura (Faculty of Economics, Nagoya Gakuin University)

17:25-17:50 創造性と文化学習の感情的基盤としての忍耐：カナダ極北圏のイヌイトの学習と生態適応

大村 敬一 (大阪大学大学院言語文化研究科) (33)

**The Art of Patience as the Emotional Basis for Creativity and Cultural Learning: Learning and Ecological Adaptation among the Canadian Inuit**

Keiichi Omura (Graduate School of Language and Culture, Osaka University)

17:50-18:15 狩猟採集民の子どものライフスタイルと集団の人口構造、人口動態

山内 太郎 (北海道大学大学院保健科学研究所) (42)

**Children's lifestyle and the demographic structure and dynamics of a pygmy hunter-gatherer population**

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

18:30 – 20:30 懇親会 (如水会館)

**Get-together party (Jyosui Kaikan)**





- Evaluation Method for the effect of climate change on Neanderthal and modern humans**  
 Minoru Yoneda, Takayuki Omori, Mark C. Diab (Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo)
- 13:55-14:20 **Modeling the climate of the past 130,000 years to understand the evolution of humans**  
 W.-L. Chan, A. Abe-Ouchi, R. O'ishi and K. Takahashi (Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo) (67)
- 14:20-14:45 **Reconstructing Plant Functional Types in the Levant and East Africa**  
 Stephen Obrochta, Yusuke Yokoyama, Hodaka Kawahata (Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo) (68)
- 14:45-15:10 **古環境 WebGIS の更新**  
 小口 高 (東京大学 空間情報科学研究センター)、近藤康久 (東京工業大学情報理工学研究科)、高屋康彦、河端瑞貴、宋苑瑞 (東京大学 空間情報科学研究センター) (69)
- Updating a system of paleoenvironmental WebGIS**  
 Takashi Oguchi (Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo), Yasuhisa Kondo (Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology), Yasuhiko Takaya, Mizuki Kawabata, Wonsuh Song (Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo)
- 15:10 – 15:20 休憩 *Break*
- 15:20 – 15:45 総括班進捗発表 **Progress report by Steering Committee**
- 15:20-15:45 「交替劇」文献データベースの公開環境  
 森 洋久 (国際日本文化研究センター文化資料研究企画室)、中村佳史、丸川雄三 (国立情報学研究所連想情報学研究開発センター)、赤澤威 (高知工科大学) (2)

**Publication Environment of Bibliographic Database for  
"Replacement of Neanderthals by Modern Humans"**

Hirohisa Mori (Office for Virtual Resources, International Research Center for Japanese Studies), Yoshifumi Nakamura, Yuzo Marukawa (Research and Development Center for Informatics of Association, National Institute of Informatics), Takeru Akazawa (Research Institute, Kochi University of Technology)

15:45 – 16:35      **C02班進捗発表 Progress report by Research Team C02**

15:45-16:10      **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**

河内山隆紀（京都大学 霊長類研究所 白眉プロジェクト、ATR-Promotions 脳活動イメージングセンタ）、田邊宏樹（生理学研究所 心理生理学研究部門）      (88)

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

Takanori Kochiyama (Primate Research Institute, Kyoto University & ATR-Promotions Brain Activity Imaging Center), Hiroki C. Tanabe (Division of Cerebral Integration, National Institute for Physiological Sciences)

16:10-16:35      **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）      (90)

**Investigation of neural mechanisms underlying linkage between imitation and motivation**

Hiroaki Kawamichi (Division of Cerebral Integration, National Institute for Physiological Sciences)

16:40 – 17:40      **総合討論**

赤澤 威

**General Discussions**

Takeru Akazawa

第3日 :平成24年4月16日 (月)

April 16, 2012 Monday

9:00— 10:40      **C01 班進捗発表 Progress report by Research Team C01**

9:00-9:25

化石頭蓋の欠損補間と化石脳の推定

萩原直道 (慶應義塾大学理工学部機械工学科) (72)

**Interpolation of fossil crania and reconstruction of fossil brain**

Naomichi Ogihara (Department of Mechanical Engineering, Keio University)

9:25-9:50

化石頭蓋の高精度復元のための幾何処理技術

道川隆士、森口昌樹 (東京大学先端科学技術研究センター),  
菱田寛之 (東京大学大学院精密工学専攻)、鈴木宏正 (東京大学先端科学技術研究センター) (74)

**Geometry processing tools for reconstruction of fossil crania**

Takashi Michikawa, Masaki Moriguchi (Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo),  
Hiroyuki Hishida (Department of Precision Engineering, The University of Tokyo),  
Hiromasa Suzuki (Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo)

9:50-10:15

化石頭蓋のひずみと左右非対称性の評価：カフゼー9号

近藤 修 (東京大学大学院理学系研究科) (76)

**Assessment of distortion and asymmetry in fossil hominid crania: a case of Qafzeh 9**

Osamu Kondo (Graduate School of Science, The University of Tokyo)

10:15-10:40

頭蓋腔計測値からの小脳容積の推定：予備的研究

久保大輔 (東京大学大学院理学系研究科)、田邊宏樹 (生理学研究所心理生理学部門) (78)

**Cerebellar volume estimation from endocranial measurements: a preliminary study**

Daisuke Kubo (Graduate School of Science, The University of Tokyo), Hiroki C. Tanabe (National Institute for Physiological

Sciences)

10:40-11:05

頭蓋形態から脳区分を推測するための指標の開発 - ヒト  
幼児の頭蓋

松井利康、小林 靖 (防衛医科大学校解剖学講座)

(80)

**Developing cranial parameters that delineate subdivisions of  
the brain – Skulls of human infants**

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

11:05 – 11:15

休憩

*Break*

11:15 – 12:30

**C02班進捗発表 Progress report by Research Team C02**

11:15-11:40

現代人脳機能地図生成：創造性をめぐる諸能力とその神  
経基盤

田邊宏樹、定藤規弘 (生理学研究所心理生理学部門)

(84)

**Functional brain mapping of modern humans: Abilities  
surrounding the creativity and their neural basis**

Hiroki C. Tanabe, Norihiro Sadato (Division of Cerebral  
Integration, National Institute for Physiological Sciences)

11:40-12:05

問題解決のための創造的適応的行動の選択に関する神  
経基盤の解明

三浦直樹 (東北工業大学 工学部)、星野孝総 (高知工科大  
学 システム工学群)、長井謙治 (東京大学 総合研究博物館)

(86)

**Neural basis of creative and adaptive behavior for problem  
solving**

Naoki Miura (Tohoku Institute of Technology), Yukinobu  
Hoshino (Kochi University of Technology), Kenji Nagai (The  
University Museum, The University of Tokyo)

12:05-12:30

内発的報酬による強化学習の神経基盤解明に向けて

水野 敬 (理化学研究所分子イメージング科学研究センタ

一)

(92)

**Research plan for clarifying the effect of intrinsic reward on  
the neural basis of enforced learning**

Kei Mizuno (RIKEN Center for Molecular Imaging Science)

12:30 – 12:35

閉会の辞

萩原直道

**Closing remarks**

Naomichi Ogihara



---

研究進捗要旨  
ABSTRACTS

総括班  
Steering Committee

---

総括班

*Steering Committee*

## 「交替劇」文献データベースの公開環境

森 洋久<sup>(1)</sup>、中村佳史<sup>(2)</sup>、丸川雄三<sup>(2)</sup>、赤澤 威<sup>(3)</sup>

(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

総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。2011年度は、本データベースをプロジェクト関係者に公開し情報を共有するための公開環境として、サービスプロトタイプの開発整備を行った。

「交替劇」文献データベースの公開環境はオーソドックスな検索画面を入口としている。検索対象は2010年度から2011年度にかけて画像化と全文テキスト化などのデジタル化を行った文献資料であり、タイトル・著者・出版社・出版年から文献を探すことができる。また、検索結果一覧から各文献資料の本文を閲覧可能であり、本文閲覧画面は「絵引」と「字引」とを融合したデータベース横断型文献ビューワを備えている。このビューワでは、資料全文の閲覧はもとより、化石データベースなどの関連データベースや関連図像の参照も同時に可能である。

これらの検索および閲覧サービスにより、「交替劇」文献資料および関連データベースを多様な切り口から閲覧できるサービスを実現した。2012年度にはサービスの関係者公開を行うとともに、引き続き文献の登録作業を実施する予定である。

## **Publication Environment of Bibliographic Database for "Replacement of Neanderthals by Modern Humans"**

Hirohisa Mori<sup>(1)</sup>, Yoshifumi Nakamura<sup>(2)</sup>, Yuzo Marukawa<sup>(2)</sup>, Takeru Akazawa<sup>(3)</sup>

(1) Office for Virtual Resources, International Research Center for Japanese Studies

(2) Research and Development Center for Informatics of Association, National Institute of Informatics

(3) Research Institute, Kochi University of Technology

The administrative group of the Replacement of Neanderthals by Modern Humans project is currently in the process of constructing a bibliographic database for "Replacement of Neanderthals by Modern Humans," covering reports on relics and remains useful for the project's researchers. In 2011, we developed and upgraded various service prototypes that are going to function as the publication environment for the database, allowing people related to the project to share information.

The entry point of the publication environment for the bibliographic database for "Replacement of Neanderthals by Modern Humans" is a standard search page. This search page allows searching for digitized bibliographic materials in the form of images and full-text files from 2010 to 2011, which can be searched by title, author, publisher, and year of publication. In addition, it is possible to view the main text of each bibliographic material directly from the list of search results via a text browser page, which is equipped with a database transverse bibliographic viewer uniting "Ebiki" and "Jibiki." This viewer allows browsing the full text of individual database entries as well as referring to related databases, such as the fossil database, and images at the same time.

With the implementation of these search and browsing services, our users are able to search for and compare bibliographic materials of "Replacement of Neanderthals by Modern Humans" and related databases from various angles. In 2012, we plan to open the service to people concerned as well as continue our ongoing tasks of registering materials.



---

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*

## ネアンデルタール DB と旧石器インダストリーの時空分布再構築

西秋良宏

東京大学 総合研究博物館

A01「考古学資料にもとづく旧人・新人学習行動の実証的研究」班が取り組んできた研究の柱は三つある。(1)遺跡と出土遺物の集成、分析による社会学習・個体学習の継続・発現パタンの研究、(2)特定遺跡における学習行動の痕跡、石器製作技術の年代的变化を調べる事例分析、そして(3)実験考古学、民族考古学的手法を援用した現代人の学習パターン解析、である。

本年度は、個々の分析をさらに進化させる一方、次の研究に新たに取り組む。すなわち、(1)において東ユーラシア諸遺跡、出土物のデータベース化を実施することである。当初計画では、初期の解剖学的現代人およびネアンデルタール人が生息していたアフリカ、ヨーロッパ、シベリアなどユーラシア西半をデータベース化、分析の対象としてきた(ネアンデルタール人 DB)。これに、昨今急速に調査事例が増加しつつある南アジア、東南アジア等も分析対象に加えたい。アフリカを出た初期新人の南まわり拡散ルートの分析である。西ユーラシア諸遺跡の分析はアフリカからの北上プロセス、南ルートは同緯度地帯の東西移動分析といえる。また、初期新人による北への拡散はネアンデルタール人生息域への進出であったが、東ユーラシアはそうではない。この経緯を大規模データベースによって比較検討できれば、新人の新環境への適応、学習行動特性の議論に新たな比較データを提示できる。

## **Time-space contexts of the Middle and Upper Palaeolithic industries in the Old World**

Yoshihiro Nishiaki

The University Museum, The University of Tokyo

The research project A01 is to determine temporal changes in the distribution of Neanderthal and early modern human archaeological sites at a global level. This will facilitate the discussion on time-space contexts and the nature of the replacement process of those two hominids. The first two years of the project were devoted to constructing an extensive database (called NeanderDB). This contains archaeological information that was collected from relevant sites in Africa, West Asia, Europe, and Siberia. This year, we will expand the database to include information from South and Southeast Asia. These regions differ from the above in that the indigenous populations were probably not Neanderthals, and relatively similar environments are distributed along the southern coast. A clarification of the time-space context with regard to the emergence of Upper Palaeolithic industries in South and Southeast Asia will provide comparative perspectives of the insights obtained from studying the northern regions in the previous years.

## アフリカの中期石器時代における現代人的行動の時空分布

門脇誠二

名古屋大学 博物館

昨年は、アフリカの約 20 万年前から 2 万年前までの石器製作伝統（あるいは考古学的文化）の時空分布に関わるデータの収集と整理を行った。また、それに基づいてアフリカの中期石器時代（MSA）と後期石器時代（LSA）の考古学編年の構築を行い、レヴァント地方と比較しながら、石器製作伝統の変化パターンの把握を行った。その結果として得られた予察は以下になる。

- 1) 最古のホモ・サピエンスが発生したと考えられている約 20 万年前以降の MSA は、文化変化パターンに基づく 3 期に区分される。
- 2) 特に第 3 期（約 9～4 万年前、MIS 5 後半～MIS 3 前半）は、第 1 期や第 2 期の MSA、あるいは第 3 期と同時期のレヴァント地方と比較して、文化変化の頻度と程度が高い点で区別される。

このように編年表の上では MSA 第 3 期の急速な文化変化が指摘されるが、それがより直接的な考古学的記録にも現れているかどうかを検討するため、2012 年度は文化内容の検討を行う。特に、新人に特徴的といわれる技術（組み合わせ道具や投擲用の尖頭器）や行動（石材の広域分布や石器形態の地域的多様化）、文化（顔料やビーズなどの象徴遺物）に関する記録の時空分布を明らかにし、その消長パターンの把握を試みる。アフリカにおける現代人的行動の起源に関しては、その出現年代や発達速度に関する議論が続いている。本研究は、最新の考古学編年を踏まえた上でこの問題に貢献できると考える。



## **Spatial and temporal occurrences of modern human behaviours in African MSA**

Seiji Kadowaki

The Nagoya University Museum

Much of our work in the last year focused on the literature survey for collecting and organizing data on the spatial and temporal distributions of lithic industries or archaeological cultures in Africa dated between ca. 200 kya and 20 kya. We then used the data sets to build a cultural chronology of African MSA and LSA for clarifying patterns of cultural changes during this time period by comparing them with those in the Middle and Upper Palaeolithic periods in the Levant. As a result, the following insights were obtained.

1. African MSA can be divided into three phases (Phases 1, 2, and 3) according to the patterns of cultural changes after 200 kya, an estimated time for the emergence of Homo sapiens.
2. Among the three phases of MSA, Phase 3, dated between ca. 90 and 40 kya and corresponding to late MIS 5 to early MIS 3, is distinct in higher frequency and degree of cultural changes from preceding Phases 1 and 2 of MSA or the late Levantine Mousterian, particularly Tabun B-type tradition, dated within the time frame of MSA Phase 3.

This year, we aim to examine the contents of cultural changes during MSA to see whether the apparent rapid pace of cultural change during Phase 3 of MSA is observable in more direct archaeological records. For this purpose, we will collect and analyze data on archaeological records that are often interpreted as modern human behaviours, including the use of composite tools, long-range projectile points, widespread distributions of lithic raw materials, regional diversity of stone tools, and symbolic objects, such as pigments and beads. Their temporal and spatial occurrences will be plotted in our chronological table to see whether their occurrences in time and space show any meaningful patterns. The result of this work is expected to contribute to the issues on the timing and the pace of the development of modern human behaviours in Africa.

## ヨーロッパにおける中期・後期旧石器時代インダストリーの編年的・地理的分布パターン

佐野勝宏

東北大学 大学院文学研究科

中期旧石器時代後葉から後期旧石器時代前葉の石器製作伝統の編年順序とそれを担う人類を明らかにするため、ヨーロッパにおける中期旧石器時代と後期旧石器時代の「移行期」に関わるデータの収集をおこなってきた。これにより、ホモ・サピエンスは約4万5千年前から4万年前にヨーロッパに拡散し、時を同じくして所謂「移行期文化」が出現することを確認した。

今後は、ヨーロッパ中期旧石器時代の約20万年前から4万年前までに焦点を当てていく。集成されたデータを基に、中期旧石器時代の石器製作伝統の時空間分布を検討し、「移行期文化」や後期旧石器時代の石器製作伝統の時空間分布との比較検討をおこなっていく。発表では、比較的安定した時代であったとされるヨーロッパ中期旧石器時代を概観し、今後の展望を提示する。

## **Chronological and geographical distribution patterns of Middle and Upper Palaeolithic industries in Europe**

Katsuhiro Sano

Graduate School of Arts and Letters, Tohoku University

In order to reveal chronological sequences of the lithic industries and its related humans from the late Middle to early Upper Palaeolithic in Europe, we have focused on collecting a series of data on the Middle-Upper Palaeolithic transition in Europe. Based on the database, we confirmed that *Homo sapiens* probably expanded into Europe between c. 45-40 ka, which coincides with the emergence of the “transitional industries”.

Then, we are focusing on the European Middle Palaeolithic industries from c. 200 to 40 ka. We investigate chronological and geographical distribution patterns of the Middle Palaeolithic industries and subsequently compare them with those of the “transitional industries” as well as the Upper Palaeolithic industries. The paper presents an overview of the European Middle Palaeolithic which has often been regarded as a relatively stable period.

## シベリアにおける旧人・新人「移行期仮説」の検証

加藤博文

北海道大学 アイヌ・先住民研究センター

シベリアにおける旧人と新人の交代劇の検証は、洞窟遺跡と開地遺跡が集中する山地アルタイを中心に数多くの論考が提示されてきた。

とりわけ、2010年から2011年にかけて、これまでのアルタイ地域の研究を牽引してきたデレヴァンコは、ユーラシアにおけるホモ・サピエンスの出現過程についての仮説を発表した。この仮説においては、ホモ・サピエンスや後期旧石器の出現を在地の中期旧石器からの段階的な発達で説明するという基本的な方向性は維持されている。これまでの大きく異なるのは、2010年以降に報告された「デニソワ人」のDNA解析に基づく系統性についての議論がこの仮説に大きく影響している点にある。

「デニソワ人」は、約80万年前に解剖学的現代人の共通祖先と分岐し、ヨーロッパの旧人であるネアンデルタールと約64万年前に分岐したとされている。デレヴァンコは、この「デニソワ人」の存在を基礎に、シベリアの後期旧石器初頭の石器群の起源を、在地の中期旧石器に求めるのである。デレヴァンコによるホモ・サピエンスと後期旧石器の移住拡散仮説への批判は、現代的な行動の諸要素の出現や、後期旧石器初頭の石器群のアジアにおける多様性まで多岐におよぶ。本報告では、デレヴァンコの仮説をレビューすることから、ユーラシア規模でのこの仮説のもつ意味と可能性を検証する。

## **An examination of “the Middle to Upper Paleolithic transition hypothesis” in Siberia**

Hirofumi Kato

Center for Ainu & Indigenous Studies, Hokkaido University

There have been many papers on “the Middle to Upper Paleolithic Transition” in Siberia, mostly based on research in the Altai mountainous area which has many cave sites and open sites. Particularly, Dr. Anatolij Derevyanko, who has led this Altai Area Study, presented a hypothesis on the process of appearance of Homo sapiens in Eurasia. In this hypothesis, the basic line of the explanation is that Homo sapiens and the Upper Paleolithic stone tools phased in the development of the native stone tools. We can see the remarkable influence of the 'Denisova Hominid DNA analysis' reported in 2010.

The 'Denisova Hominid' is regarded as an example of a group of hominids that diverged from the common ancestors of anatomical modern humans around 800ka years ago, and from the Neanderthals of European paleoanthropic man around 640ka years ago. Dr. Derevyanko looks for the origin of the Siberian Upper Paleolithic stone tools from the native Middle Paleolithic stone tools because of the existence of this 'Denisova Hominid'.

Dr. Derevyanko has been criticized for many aspects of this dispersal model of anatomically modern human, including his explanations for the diversity of the Early Upper Paleolithic complexes, the emergence of the Modern Human Behaviors in Asia and Oceania, and the diversity of Upper Paleolithic stone tools at an early date in Asia. In this report, through a review of Derevyanko's hypothesis, I will discuss the implications and the possibility of this hypothesis on the Eurasian scale.

## 韓国旧石器データベースへの取り組み：その方法と見通し

長井謙治

東京大学 総合研究博物館

韓国は新人/旧人の考古資料が残された地域の一つであり、東アジアの旧人/新人交替劇の解明に寄与する地域の一つとして重要である。2011年に刊行された韓-仏共同研究報告書（「韓国の初期旧石器文化：その層序と古生態 (*Les industries du Paléolithique ancien de la Corée du Sud dans le contexte stratigraphique et paléoécologique*)」は、大韓民国 55 の主要旧石器遺蹟を集成した大著であり（総頁数 631）、韓国の初期旧石器遺蹟を総覧するうえで有用である。私たちは本書を中心として韓半島の旧石器データベースの作成に取り掛かった。本発表ではその取り組みの概要を紹介して、韓-仏共同研究で取り上げられなかった遺蹟について紹介しつつ、韓国旧石器編年研究の問題点を考察する。

## **A database of the ancient Paleolithic in South Korea: methods and perspectives**

Kenji Nagai

The University Museum, The University of Tokyo

Korean Paleolithic lithic industries have long been considered an important proxy for testing the replacement of Asian pre-Modern by Modern Humans. This paper describes ongoing research of a database project of the Korean Early and Upper Paleolithic. A previous French-Korean cooperation program listed 55 significant sites in the ancient Paleolithic of South Korea (de Lumley et al., 2011, *Les industries du Paléolithique ancien de la Corée du Sud dans le contexte stratigraphique et paléoécologique*). For this reason, this study has incorporated the listed data from the French-Korean cooperation program (de Lumley et al., 2011) into recent archaeological data from the best-listed site data. In order to contribute to future studies, this paper deals with patterns in the spatial and temporal occurrences of Korean lithic industries. This paper demonstrates the chronological problems and its perspectives in the Korean Paleolithic.

## 分節された剥離過程の単位と技量レベルの同定

高倉 純

北海道大学 大学院文学研究科

A01 班招待研究「北海道の旧石器時代石器群における石器接合資料分析をもとにした学習行動の復元」では、北海道の後期旧石器時代石器群における石器接合資料の分析を通して、先史人類の学習過程を復元することを目標としている。とくに、北海道東部の白滝遺跡群で確認された石刃・細石刃剥離過程に関する接合資料の分析をおこなってきた。2011年度は、旧白滝 15 遺跡の出土資料の分析に着手した。接合資料の観察・分析から剥離工程の復元をおこない、またフラクチャー・ウィングの分析にもとづいて剥離方法の同定も実施した。剥離工程および剥離方法の分析を組み合わせることで、原石・ブランクからの一連の剥離作業のなかには作業上の「区切り＝転換点」があることが明らかとなった。本発表では、そうした「区切り＝転換点」によって分節された剥離作業の単位が、相互にどのように関連して全体の石器製作過程が組織されているのかを示す。また、このようにして把握された作業単位が、「技量レベル」の判定とどのようにかかわるのか、という点についても展望を示したい。

また本研究プロジェクトでは、研究集会「石器接合資料研究の諸問題」の開催を計画した（2012年3月17日、於：北海道大学）。この研究集会は、石器の接合資料研究をめぐる現状を整理することを目的とし、国内外での事例分析および研究動向の報告にもとづき、今後の展望について議論をおこなうこととした。



## **Segments of lithic reduction sequences and identification of production levels**

Jun Takakura

Graduated School of Letters, Hokkaido University

My research subject in the RNMH project is to reconstruct the learning behavior through the analysis of lithic refitted materials obtained from selected sites of the Upper Paleolithic in Hokkaido. Especially, the research attempts to analyze the refitted materials concerning the blade and microblade reduction sequences from the Shirataki sites in eastern Hokkaido. In FY 2011, I have conducted an intensive research on the lithic refitted materials from the Kyu-shirataki 1 site. First, the blade and microblade flaking methods have been reconstructed. Second, the flaking techniques have been identified based on the analysis of fracture wings observed on the fracture surfaces. Consequently, I can demonstrate that there are some segments of blade and microblade reduction sequences, which reflected transformations of flaking techniques and methods. In this presentation, I will discuss how such segments of lithic reduction sequences are integrated into the whole processes, and how such segments should be dealt with in relation to the identification of “technical levels”.

This project attempts to conduct the workshop “Some issues on the studies of lithic refitted materials” (17 March, 2012, Hokkaido University). The aim of this workshop is to discuss the problems and prospects for the lithic refitted materials, by presenting the detailed analysis of archaeological records and doing an overview of previous researches on the lithic refitted materials in Japan and Europe.

## 投擲運動の学習プロセスの解明：2012 年度の研究計画

日暮泰男

大阪大学 大学院人間科学研究科

ネアンデルタールとサピエンスとの間に存在した学習能力差を示唆する可能性のある考古学的資料の一つが、ドイツのシェーニンゲンで出土した約 40 万年前の木槍である。シェーニンゲンの木槍は狩猟具であり、既知の考古学的資料の中では最古の槍である。ただし、その基本的な使用法が「投げる」であったのか「突く」であったのかについては意見の対立がある。シェーニンゲンの木槍が投げるための槍ならば、早ければ 40 万年前にはヨーロッパに出現していたネアンデルタールは動物を狩猟できるほどの槍の投擲能力を有していたことが推測される。木槍が突くための槍ならば、既知の考古学的資料の範囲内で考えると、狩猟技術としての槍投げは 40 万年前よりも後に始まったことになる。この場合、ネアンデルタールが自身の消滅の前までに槍投げを開始していたかどうかは、別の考古学および人類学的資料をもとにして、発展的に取り組んでいかなければならない。

ヒト属における種間の学習能力差について槍投げという観点から検討可能であると考えるのは、投擲動作そのものが多数の筋の正確かつ迅速な制御を必要とし、槍投げはそれらに槍の姿勢の制御が加わる難度の高い身体運動だからである。槍投げの有無は運動制御に関与する神経系の発達と関連している可能性があり、学習能力差の一側面として捉えられるだろう。

本研究課題は、シェーニンゲンの木槍のレプリカを製作し、木槍の投擲にともなう身体運動と木槍の飛行特性を生体力学的に分析することにより、交替劇プロジェクトが提示する「学習仮説」の検証を目指す。2011 年度の研究内容は、有意義な投擲運動実験を遂行するための準備としての文献調査と予備的分析であり、その成果の多くは昨年 12 月に開催された第 4 回全体会議にて発表した。今回は第 4 回全体会議閉会後から現在までの進捗状況と 2012 年度の研究計画を発表する。

## **Biomechanics of hunting-spear throwing in modern humans: research goals for 2012–3**

Yasuo Higurashi

Graduate School of Human Sciences, Osaka University

Archaeological records possibly indicating the difference in learning capacity between the Neanderthals and Homo sapiens are the spears about 400 thousand years old discovered at Schöningen, Germany. The Schöningen spears are hunting weapons and the known oldest spears. Whether they are throwing or thrusting spears is a controversial topic. If the Schöningen spears are throwing spears, it is suggested that the Neanderthals, who emerged in Europe as early as 400 kya, had an effective and lethal ability to hurl a spear. If they are thrusting spears, archaeological records so far as known suggest that spear throwing as a way of long range hunting was started after 400 kya. In the latter case, Neanderthals' capacity for spear throwing needs to be assessed further based on other archaeological or anthropological records or both.

Spear throwing is a demanding motor task that needs a rapid, coordinated sequence of muscle contractions and appropriate settings of release parameters such as the angle of attack and release angle. The ability to throw a spear may be related to the development of the nervous system involved in motor control, and be an aspect of learning capacity.

This study analyzes body movements associated with throwing a replica of the Schöningen spears and its flight characteristics using biomechanical methods and aim to test the “learning hypothesis” proposed by the Replacement of Neanderthals by Modern Humans (RNMH) research team. Here, I report progress after the 4th RNMH conference held in last December and explain research goals for 2012–3.



---

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*

## 現生狩猟採集民との比較による初期人類の生態学的革新と学習能力の諸問題の検討

寺嶋 秀明

神戸学院大学 人文学部

交替劇時代の初期人類は、最終氷河期のはげしい環境変動への生態学的適応という課題に直面していた。その解決には (1) 食物獲得戦略（フォレイジング・ストラテジー）の進化と (2) 道具制作インダストリーの進化が必要だった。および、それらの進化を推進したものとして (3) 認知能力の進化と (4) 社会生活の進化も見逃せない。そして、これらの課題解決のベースとして関わってくるものが学習能力の劇的な進化である。これらの点をふまえて、今年度の研究の主たる課題は以下の3点とする。また、他の研究領域とも積極的な連携研究を展開し、交替劇の目標にアプローチする。

(1) これまでの現生狩猟採集民研究の知見と照らし合わせながら、上記の4点の進化の実態とその相互関連について考察していきたい。ネアンデルタールの食物獲得戦略はかなり大型獣にかたよったものであったと考えられている。一方、初期人類の道具制作インダストリーの発展からわかる一つの傾向は、食物資源のめざましい多様化である。各種の漁具の開発などはその典型的な例であるが、後期旧石器時代に爆発的に拡大した道具の多様性は、かれらの環境資源に対する「まなざし」の大きな変化を物語っている。環境の変動と食のイノベーション、それを支えた学習能力の検討を進める。

(2) 現生狩猟採集民における共通の心性として動物界あるいは生物界全体に関する「擬人的思考」がある。擬人的思考は一見幼稚な思考方法と考えられがちであるが、いわゆる「心の理論」と共通の基盤をもつきわめて人間的な世界認知の方法である。擬人的に生物界について思考することによって狩猟採集民は世界の新しい見方を見だし、彼らの狩猟採集の効果を大きく高めていると考えられる。はたして初期人類にこのような思考方法があったのか、そしてネアンデルタールではどうか、さまざまな角度から検討をおこない、擬人的思考の意味について考察していく。

(3) 昨年度に引き続き「教えない教育」の実態解明に取り組む。これまでの研究から人間社会には、近代の制度的教育を別にすると、あからさまに教示を与えずに「自然と」学ばせる方法が普遍的に存在することがわかった。今年度は、学習者にたいして自然と立ち上がる学習環境の実態や、通常の学習よりも一段階高位の「メタ学習」の実態について明らかにするといった課題にチャレンジしていきたい。

なお、道具と言葉はヒトと世界との関係を大きく変えるものであるが、道具、言葉、および認知能力をめぐるさまざまな問題点についてA01班の考古学的研究およびC02班の脳機能研究との連携研究を進める。また古環境の変動と資源利用のイノベーションの問題については、B02班の古環境研究との連携を積極的に進める。

## **Research on ecological innovation and learning capacity of early Homo sapiens based on comparison with contemporary hunter-gatherers**

Hideaki Terashima

Faculty of Humanities and Sciences, Kobe Gakuin University

Early Homo sapiens who had been living during the last glacial period, i.e. the period of the Replacement, should have faced problems of ecological adaptation to the changing environment. Evolution of various areas should have taken place to overcome the problems: (1) evolution of foraging strategy, (2) evolution of tool manufacturing industry, (3) evolution of cognitive capacity, and (4) evolution of learning capacity. The last two are indispensable to support and promote the former two evolutions. For this academic year, I have three main research objects:

(1) A consideration on the actual processes of the four evolutions mentioned above and their interrelationship will be undertaken based on the comparison with contemporary hunter-gatherers. The foraging strategy of the Neanderthals is supposed to have centered around large mammals. On the other hand, the tool manufacturing industry of early modern humans have shown a clear trend to the diversification of food items. A typical example is the appearance of fishing gear for animals under water. The explosive diversification of tool manufacturing could have corresponded with the change of cognitive capacity about their environment and food resources.

(2) For all contemporary hunter-gatherers, anthropomorphism is one of the most common mental method to deal with the animal world or natural world. Many people are likely to think anthropomorphism is only a childish way of thinking, but it might be a very humanistic way of understanding animal world like the theory of mind. Literature on the anthropomorphic thinking of contemporary hunter-gatherers tells us the way it enhances foraging performance of hunter-gatherers. I would like to investigate whether Neanderthals and early modern humans had such a kind of thinking or not, and consider the origin and meaning of anthropomorphic thinking in humans.

(3) I will continue to tackle with the problem of "education without teaching." It has become clear so far that in human societies, outside of the modern school education system, there are methods to transmit knowledge and skills without giving explicit instructions to the learners. This year, I will look into the relationship between a learner and her/his learning environment that appears so long as a motivated learner want to know something. The performance of "meta-learning" which seems to be uniquely human will be also investigated to understand the role of teaching in human societies.

Tools and language change the relationships between humans and the world around them. This year we will promote collaboration with A01 archaeological research team, C02 brain function research team, and B02 palaeo-environment research team to explore the topics on tools, language and cognitive capacity, and human behavior from a wider viewpoint.



## 狩猟採集民にとっての儀礼の意味—アボリジニの教育プロジェクト事例から考える

窪田 幸子

神戸大学 大学院国際文化学研究科

オーストラリア北部、アーネムランドに暮らす狩猟採集民であるヨルングの人々は、近代的な設備の整った町に暮らし、学校教育をうけ、賃金労働し、スーパーマーケットを利用し、車や飛行機を日常的に利用する生活を送っている。しかし、その一方で、伝統的な儀礼は彼らの生活の重要な一部であり続けている。彼らは、葬儀、成人儀礼、そして神話にかかわる様々な儀礼に多大なエネルギーを注ぎ込む。儀礼には、各地から多数の人が集まり、盛大に行われる。そこでは、氏族（クラン）の創世神話、精霊の旅の内容がうたわれ、踊られ、身体や儀礼具に描かれる。儀礼の場は、複数あるクランの神話内容が交換され、伝えられる場であり、若い世代にこれらが継承されていく場でもある。また、儀礼の場面では、年齢、そして性別による役割と立場の違いが強調され、彼らの社会的知識も伝えられてゆく。儀礼はまさに社会的学びの場であるといえるだろう。

オーストラリアでは、アボリジニの学校教育への不応は長く社会問題として注目されてきた。ヨルングの人々もこの困難を何とか解決しようと様々な試みがされてきた。学校教育にヨルングのやり方を取り込もうとするプロジェクトもそのような試みの一つである。これらのプロジェクトで盛んに使われるのが儀礼のモデルである。本発表では、プロジェクトのいくつかを紹介し、検討し、ヨルングにとっての儀礼の意味を考察する。儀礼は、ヨルングの学びに、そしてホモサピエンスの学びにとって、どのような役割を果たすと考えることができるだろうか。

## **What are Rituals for Hunter and Gatherers? – Consideration from the educational projects of Australian Aboriginal people**

Sachiko Kubota

Graduate School of Intercultural Studies, Kobe University

Yolngu people of Northeastern Arnhem Land, North Australia have been living as hunters and gatherers until the beginning of the 20<sup>th</sup> century. They now live in settlements with modern facilities originally built by Christian missionaries in 1920s-1940s. They live in the modern houses with water and power built by the government, children study at school, many work at the various institutions in town and earn cash income, and they shop their necessities at a super market. Although their life has changed as such, the traditional rituals have been remaining as the most important social occasions for them. Rituals such as funerals, initiations, and myth related rituals are attended by many people both from the area and from other towns. They dance, sing and paint their ancestral stories of the clans in the rituals. Many travel very long distance by air to attend those rituals. It is regarded as the most important social occasion for Yolngu people and they make effort to attend them. They exchange knowledge concerning ancestral stories of their clans and hand down the knowledge of them to young generations in the rituals. Also, the emphasis is placed on the segregation and roles by age, gender and clan especially at the rituals. In other words, rituals are the occasions for social learning of Yolngu way of life.

Education for Aboriginal people is regarded as social problem in Australian society for long time. Yolngu people too have been finding difficulties ever since they enrolled in modern education. Their poor attendance and low academic achievements are big concern both for government and Yolngu people. There have been many trials initiated by Yolngu to overcome the difficulties. For those trials, they are always trying to include Yolngu component. And it is very common to see the projects with ritual framework. In this presentation, I will describe a few of such projects to consider what rituals mean for Aboriginal people, and also for ‘Homo Sapiens’.

## 狩猟採集生活の中で育つ Baka の子どもの絵の理解

小山 正

神戸学院大学 人文学部

現代における狩猟採集生活の中で育つ子どもたちの表象・象徴化能力の発達を考えるため、カメルーン・東部州ロミエ周辺にある Baka ピグミー4 集落の子どもを対象として、絵や記号理解に関する調査を昨年行った。そこでは特に、視覚記号(絵や文字)の意味を理解する能力の発達を検討することを目的とした。子どもの言語学習能力を評価する ITPA 言語学習能力診断検査(Illinois Test of Psycholinguistic abilities)(上野・越智・服部, 1992)においては、絵や文字を理解するこのような能力は、「ものの意味を伝える表象を取り扱う、複雑かつ高度の水準」(表象水準)の能力とされ、具体的課題として「絵の理解」が設けられている。筆者は、狩猟採集生活の中で育つ子どものこのような絵の理解、視覚的記号の意味を理解する能力について調査するため、本課題を実施した。

対象とした Baka の4 集落のうち、1 集落については学校教育が行われ始めている(林, 2011)。そこで、組織的に学校教育が行われている日本の児童を対象に本検査を実施した。また、日本の子どもについては、学校教育を受ける前の幼稚園児にも実施し、学校教育の影響についても考察することを目的とした。

対象は、カメルーン、東部州ロミエ周辺の Baka ピグミー4 集落の子ども(1 歳から 15 歳児)25 名である。日本の子どもについては、A 小学校 1 年生 35 名と A 小学校と同地域の B 幼稚園の園児(3 歳から 6 歳)51 名に協力を得た。本調査は、個別式に行い、カメルーンにおいては、2011 年 8 月 13 日から 2011 年 8 月 17 に行い、日本においては、2011 年 11 月から 12 月に実施した。

その結果、Baka の子どもにおいては、生活年齢 6 歳まで漸進的に絵の理解は進んでいくが、7 歳から 10 歳までは停滞し 11 歳以降取り戻す傾向が明らかであった。7 歳前後が絵の理解に向けて注目すべき時期であると考えられた。総得点でみる限り 4,5 歳までは Baka の子どもと日本の子どもとでは類似した発達曲線を描く。この点については文化の違いにも関わらず興味深い点である。日本の子どもでは、就学後、総得点のバラつきがそれ以前の年齢においてよりも小さくなっていた。

これらの結果には、学校教育の影響がまず示唆される。また、6 歳以下の Baka の子どもの反応から、記号理解の「普遍性」と「直感性」を考えさせられる。記号理解における「直観性」は、表象能力と先の方略・意味づけの「柔軟性」と結びついて、「創造性」につながっていくものと考えられ、この点については、culture free の課題の考案も含めて、今年度さらに追究していく計画である。

## **Comprehension of pictures in Baka children who grow up in the hunter gatherer culture**

Tadashi Koyama

Faculty of Humanities and Sciences, Kobe Gakuin University

The author speculated development of comprehension of pictures in Baka children who grow up in the hunter gatherer culture last year (Koyama, 2012). I used a task of visual reception which was a subtest of Illinois Test of Psycholinguistic abilities (ITPA) and evaluated ability of visual symbols and signs in that study.

Participants were 25 Baka children whose age were from 1 to 15 years of age, 51 Japanese children who attended kindergartens and 35 Japanese elementary school children who were the first grade. The experimenter conducted a task of visual reception to each child individually.

Results were as follows. The total score of the task indicated that in the period of from 1 year to 5 years of age the comprehension of pictures develop gradually in Baka children. And after 7 years old, total scores did not increase so much. Japanese kindergarten children increased points from age of 3 to that of 5 in similar pace with that of Baka children. It might show the universality of understanding sign and symbol in younger children. But in the first grade children total scores increased remarkably. It was thought entering school effected that remarkable increasing in scoring. And Younger Baka children showed their intuition and ability of representation in responding to signs of visual reception tasks (Koyama, 2012). It was very flexible.

Those intuition, flexibility and ability of representation to signs and pictures observed in Baka children might be related to later development of their creativity. I will make a culture free test of visual reception, and will investigate on the relation between Baka children's intuition and flexibility that were observed (Koyama, 2012) to their later creativity in this year.

## ピグミーの子どもたちの創造性－共同遊びと合同イメージ表現から

山上 榮子

神戸学院大学 人文学部

### 目的

2011 年度の研究課題は、ピグミーの子どもたちの創造性と適応性について、コラージュと描画とハンドテストというイメージ表出法の 3 法を通して個別に検討することであった。その調査結果のうち、コラージュ表現については報告した。(A02 班報告書,2012) そこでは、コラージュ制作の遂行課程とコラージュ作品のアセスメントから、子どもたちが異文化からの新奇な刺激にもかかわらず適応的に創造性を発揮したことを見た。創造性発現の背景には森や住処という自然環境と、同じピグミーの成人や子どもたちという対人環境が「抱える環境」(Winnicott,1971) として機能し、個別の課題でありながら、心的には共同行為である意味が大きいと思われた。2012 年度は、この結果を踏まえて、さらに共同遊びを自然観察すると共に、実験的に合同イメージ表現の場を設定し、「抱える環境」としての 2 つの要因がどのような影響を及ぼすのかを考えたい。

### 対象と方法

- 1) ピグミーの子どもたち数人を選び、彼らの日常生活を追跡し、観察する。とりわけ、他の子どもたちとの共同遊びに焦点化し、共同遊びの中にどのようなイメージが介在しているかを推察する。
- 2) 子どもたちの養育者(母親)に養育環境や移行対象について聞き取り調査を実施する。
- 3) 子どもたち 2~3 人を 1 グループとして、各グループにコラージュの材料、描画の材料を用意し、合同コラージュ、合同描画をしてもらう。人為的に設定された共同制作行為の中で、子どもたちはどのようなイメージを共有し、どのように協力し合いながら、ひとつの創作活動を遂行していくのかを観察や作品の結果から検討する。

## **The creativity of Pigmy's children -From their joint play and image expression**

Eiko Yamagami

Faculty of Humanities and Sciences, Kobe Gakuin University

### Purpose

The creativity and adaptability of Pigmy children were examined individually through collage, drawing and The Hand Test in 2011. The outcome of the collage expression was described in the A02 report. The observation of their performance process and the collage expression revealed that Pigmy children showed creativity, even though the stimuli came from a different culture. There are natural environment types such as forest and housing site and the interpersonal environment of Pigmies based on the creativity, which functioned as “the holding environment” (Winnicott, 1971) and supported each individual creative work accomplished as if it were a joint performance.

On the basis of the result in 2011, I’m observing the joint play and image expression through collage and drawing of children and considering the meaning of “the holding environment” affecting the image creation.

### Participants and Method

- 1) Following and observing several Pigmy children in their everyday life, focusing on their joint play, in which some images as a mediator would be explored.
- 2) Interviewing the children’s mothers about the nurturing environment and their transitional objects.
- 3) Setting up a group with 2~3 children and having them draw and make collage works together. Observing the cooperation in their activity process and examining the shared images in their art works.

## サンの子どもの社会化と遊び

今村 薫

名古屋学院大学 経済学部

人間の子どもの「遊び」には、2つの側面がある。一つは、子どもは遊びを通じて、技術や自分が属する社会のルールを学んでいくという「大人になるための見習い」というものであり、他の一つは、子どもには大人の社会とは別の、独自の「子ども文化」が存在し、遊びはそれを表現したものであるという見方である。

今年度は、前年度に引き続き、狩猟採集民サン（ボツワナ共和国のグイとガナ）の子どもの遊びを、現地において観察・調査する。

とくに子どもの「社会化」を主眼に、1. 母子（乳児）の遊び、2. 同年齢集団の遊び、3. 異なる年齢集団での遊び、4. 大人が参加する子どもたちの遊びの4つのカテゴリーに分けて遊びを観察する。

また、日常生活におけるさまざまな大人と子どもの相互交渉も観察する。サンの社会では、子どもを叱るのは両親ではなく、祖父母の役目であるといわれる。両親が、きつく子どもを叱ると、「親は子どもの叱り方を知らない」と批判される。

このような「受容的」な育てられ方が、子どもの遊びとどのような相関があるのかを調べる。また、最終的に、子どもたちはどのような社会性を身に着けるのかも、合わせて調査する。

キーワード：狩猟採集民サン、年齢集団、社会化、相互交渉

## **Socialization through the play among children of Central Kalahari San**

Kaoru Imamura

Faculty of Economics, Nagoya Gakuin University

Play of human beings children has two aspects. One is that children acquire the techniques for subsistence and learn the rules of the society which they belong to through play. So play is what is called "apprenticeship to become an adult." The other is that children have their unique culture of their own, "child culture," and play is just an expression of their culture.

In this year, I will conduct a field survey on children's play among San in Botswana. This research focuses on the socialization of children through the play divided into four categories; 1. Play between mother and baby, 2. Play within a same aged group, 3. Play in an age difference group.

And also I will observe mutual inter-action between adults and children in everyday lives. In their society it is said that parents must not scold their children, it is the role of grandparents. It means that children are grown up in the very generous and tolerant environment.

I will investigate how the acceptable child rearing has related with the children's socialization.

Keywords: Hunter-Gatherer, San, age-group, socialization, inter-action



## 創造性と文化学習の感情的基盤としての忍耐:カナダ極北圏のイヌイトの学習と生態適応

大村 敬一

大阪大学 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。したがって、現生人類の場合、社会学習があらゆる学習の基礎になっていると言える。そうした社会学習のなかでも、トマセロ (Tomasello 1999) が指摘しているように、文化的に継承されてきたもののやり方が他者の行為の模倣や他者からの教示、他者との共同作業を通して学習される文化学習は、現生人類の学習について考えるうえで重要である。かつて過去に発明されたやり方が後戻りすることなく断続的に改良されつづけてゆく「漸進効果」が生じ、過去の発明に次々と改良が施されてゆくことで、生物学的な進化とは較べものにならないスピードで行動とその産物が進化してゆく累積的な文化進化が生じることこそ、他の霊長類にはない現生人類に特有な文化的継承のあり方であり、その累積的な文化進化の要となるのが、過去に発明されたやり方が着実に継承されることを保障する文化学習だからである。

しかし、たしかに文化学習が現生人類の累積的な文化進化の要になっていることは間違いないにしても、文化学習を通して継承されるべき発明はどのようにして行われるのだろうか。他者の行為の模倣や他者からの教示、他者との共同作業による文化学習は、過去の発明の着実な継承を可能にしても、新たに発明をもたらす創造性を可能にするわけではない。それでは、過去の発明に基づいてそこに新たな発明を加えてゆく創造性は、どのような学習能力に基づいており、どのように学習されているのだろうか。

この問題について考えるために、私はカナダ極北圏のヌナヴト準州クガールク村でイヌイトの子どもの学習過程について、2011年3月8日から3月27日および2012年3月12日から3月27日にかけて民族誌的な調査を行った。その結果、今後、イヌイトの学習につい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。こうしたからかいによって身につけられる忍耐する術は、一方で、ベイトソンの言うところの「性格」として、教示に頼ることなく粘り強く観察しながら自ら考えて学習するというイヌイトの子どもの学習の方法の基礎になるが、それと同時に、他方で、そうした「性格」として身に付いた学習の方法を相対化して新たな学習の方法を創造的に生み出してゆくこと、つまり、ベイトソンの言うと

ころの学習Ⅲの基礎ともなる。この意味で、イヌイトの大人たちによる子どもたちの日常的なからかいは、文化学習を基礎づけると同時に、文化学習によって学習されたもののやり方に創造的に改良を加える創造力をも基礎づける感情的な基盤を準備するための装置になっていると言える。

- 3) 今後、大人が子どもにいかに関与しているのかに注目する必要がある。

## **The Art of Patience as the Emotional Basis for Creativity and Cultural Learning: Learning and Ecological Adaptation among the Canadian Inuit**

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*. Above all, as pointed out by Tomasello (1999), ‘cultural learning,’ including ‘imitating learning,’ ‘instructed learning’ and ‘collaborative learning,’ plays the most important role in the learning process of *Homo sapiens*. This is because cultural learning is essential to its species-unique modes of cultural transmission, that is ‘cumulative cultural evolution,’ the process of which ‘requires not only creative invention but also, and just as importantly, faithful social transmission that can work as a ratchet to prevent slippage backward — so that the newly invented artifact or practice preserves its new and improved form at least somewhat faithfully until a further modification or improvement comes along.’ (Tomasello 1999: 5) If so, how does human individual learn each culture and improve what s/he has learned by cultural learning? In order to understand the mechanism of ‘cumulative cultural evolution,’ I conducted ethnographical research on the learning process of Inuit children at Kugaaruk, Nunavut, Canada, between 8th and 27th of March in 2011 and between 12th and 27th of March. The result of these researches 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 cultural learning and creative individual learning through 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 and cultural learning.

Tomasello, M. (1999) *The Cultural Origins of Human Cognition*. Harvard University Press.

## 共同的音楽性と社会的学習

高田 明

京都大学 大学院アジア・アフリカ地域研究研究科

音楽性は養育者－子ども間相互行為に時間的な構造を導入する。これは相互行為のなかで、それぞれの参加者が注意、姿勢、位置取り、感情を他の参加者と協調的に調整することを促進する。この調整のプロセスは、それぞれの参加者がその時その場で何をすべきで何をすべきでないかを示し、それによってその社会における道徳性の基礎を形成する。そして、子どもは次第に適切に振る舞うことができる社会的な状況を拡大していく。Malloch & Trevarthen(2009)などによって展開されつつある共同的音楽性というアプローチは、こうした道徳性の組織化について探究するために有効である。さらに、相互行為におけるこうした協調的な相互調整は、本プロジェクトで議論している社会的学習の基礎にもなっていると考えられる。今回の発表では、こうしたパースペクティブから発表者のこれまでの「狩猟採集民」サンの養育者－子ども間相互行為に関するデータを再分析し、今後の具体的な調査の方向性を考える。

## **Communicative musicality and social learning**

Akira Takada

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

Musicality introduces a temporal structure to caregiver-child interactions. This facilitates the participants to cooperatively coordinate their attention, posture, position, and affect with other participants in the course of interactions. The coordination process indicates what the participant should and should not do, and thereby provides the basis for encouraging morality in the given society. Children then gradually broaden the range of social situation in which they can act properly. The communicative musicality approach developed by Malloch, Trevarthen and his colleagues (Malloch & Trevarthen 2009) give a powerful tool to analyze how such morality is going to be organized. The practices of cooperative mutual-coordination arguably forms the basis of the social learning discussed in the replacement project, too. From this perspective, in this presentation, I will re-analyze some of my data on caregiver-child interactions among the San, "hunter-gatherers" of southern Africa, and thereby consider the possible focal points of my future research.

## ヒトの遊びに関する比較研究: コンゴ盆地の狩猟採集民の子どもたちを中心に

亀井 伸孝

愛知県立大学 外国語学部

### ■ふたつの前提

本研究の視点は、以下のふたつを前提としている。

(ポイント 1) ネアンデルタール人 (*Homo neanderthalensis*) とヒト (*Homo sapiens*) は異なる種であり、行動傾向が異なる [種間の差異]。

(ポイント 2) 同一種であるヒトのなかでも、熱帯と寒冷地とでは行動傾向が異なる [種内の文化的差異]。

ネアンデルタール人とヒトは、共通祖先から分岐したふたつの異なる種である。前者は寒冷地に適応し、現在のヨーロッパを中心とした地域に暮らしていた。一方、後者は熱帯アフリカに出現し、急速に世界の諸大陸に生活圏を拡大した。ヒトはアフリカを出て生活圏を拡大するに際し、生得的な特徴を変化させず、後天的に獲得する文化を変化させることによって寒冷地での生活を可能とした。

### ■問題提起

ここで、三つ目の立証されていない示唆的な指摘がある。

(ポイント 3) ネアンデルタール人と、寒冷地に適応した文化をもつヒトの行動傾向が類似しているという指摘がしばしばなされている [種間の類似性]。

これは、いかなることを意味するのであろうか。もしこれが事実であるとするれば、寒冷地における進化の産物であるネアンデルタール人と、文化的適応の産物である寒冷地のヒトは、その歴史の中において奇妙な「収斂」を示していることになる。

もちろん、ふたつの種の特徴が異なることは、その後の「交替劇」という結果が示している。しかし、この指摘は、環境が文化的創造性にもたらす影響についてのひとつの仮説を導くいとぐちとなるであろう。

### ■仮説

(仮説) ネアンデルタール人とヒトの特性の差異は、それぞれの種が進化した環境の差異に由来する。とくに、熱帯は、文化的創造性の高い種を生む。

生物多様性と言語多様性の分布パターンが類似していることが指摘されている。環境と文化的創造性をめぐる議論を、ヒトの文化的多様性を参考にしつつ、進化の過程に導入しようとするのが、本研究のねらいである。

### ■方法

2012 年度は、アフリカ、コンゴ盆地の熱帯における狩猟採集民の子どもたちの遊びについて、比較研究を行う。すでに行われたカメルーン共和国のバカにおけるデータと比較可能な対象集団として、コンゴ共和国のアカを想定した現地調査を進める。

2013 年度は、寒冷地の自然に依拠する集団を選定して現地調査を行うことで、比較可能なデータを収集し、環境が文化的創造性に与える影響についての検討を行う。

なぜネアンデルタール人は堅実で、ヒトはかくも移り気なのか。本研究は、その理由を環境に求めようとする試みである。

キーワード: 種間の差異と類似性; 環境; 文化的創造性; 行動

## **Comparative studies on human play: Focusing on hunter-gatherer children in Congo Basin**

Nobutaka Kamei

Department of International and Cultural Studies, Aichi Prefectural University

### **Two premises**

The viewpoint of this research is based on the following two premises:

(Point 1) *Homo neanderthalensis* and *Homo sapiens* are different species and their behaviors are different from each other [differences between two species].

(Point 2) Among *Homo sapiens*, behaviors of groups in tropical areas and those in cold areas are different from each other [cultural differences within a species].

*Homo neanderthalensis* and *Homo sapiens* are different two species derived from a common origin. The former adapted to cold areas and lived mainly in Europe. The latter appeared in tropical Africa and rapidly expanded their areas on all the continents in the world. Through the era of "out of Africa," *Homo sapiens* did not change their nature but changed their acquired culture so that they can adapt their life to cold areas.

### **Question**

Here is a third suggestive point that is not proved yet:

(Point 3) Some researchers point out that there are some similarities between behaviors of *Homo neanderthalensis* and those of *Homo sapiens* with cultures adapted to cold areas [similarities between two species].

What does it mean? If it is true, *Homo neanderthalensis*, a result of evolution in cold areas, and *Homo sapiens* in cold areas, a result of cultural adaptation, show a curious "convergence" in their history.

Of course, the natures of these two species are different; it actually resulted in the replacement in their history. However, this point may lead a new hypothesis on the influences of the environments over cultural creativity.

### **Hypothesis**

(Hypothesis) The differences of the nature of *Homo neanderthalensis* and that of *Homo sapiens* are derived from the differences of environments where each species evolved; the tropics create species with high cultural creativity.

It is pointed out that there are similarities between distribution patterns of biodiversity and those of linguistic diversity. This research aims at introducing the discussions of environments and cultural creativity into the process of the evolution referring to human



cultural diversity.

### **Methods**

In 2012, the comparative studies of play among hunter-gatherer children in the tropical areas in Congo Basin, Africa, will be conducted. The Aka people in the Republic of Congo will be chosen in order to compare their data with those of the Baka people in Cameroon.

In 2013, the similar field research will be conducted among people in cold areas to collect comparable data and examine the reliability of the relationship between environments and cultural creativity.

What is the reason why *Homo neanderthalensis* are steady while *Homo sapiens* are so capricious? This is an attempt to search for the reason in their environments.

**Keywords:** differences and similarities between species; environment; cultural creativity; behavior

## 狩猟採集民の子どものライフスタイルと集団の人口構造、人口動態

山内 太郎

北海道大学 大学院保健科学研究所

2011 年度は、カメルーン共和国東部州の半定住集落に居住するピグミー系狩猟採集民の子どもの身体計測データについて数式モデルをもちいた解析を行い、身長 of 思春期スパート開始年齢を求めた。これにより、生物学的にピグミー系狩猟採集民の子ども期および思春期の期間が定義可能となった。

2011 年度の知見をふまえて、2012 年度は以下 3 点を行う。

### 1. 狩猟採集民の子どもの行動パターンと食生態

2011 年度の予備調査を踏まえて、カメルーンの Baka の子どもの 1 日の行動（時空間利用）と食生態に関する調査を行う。

個体追跡により、1 日に何を（活動内容）をどこで（場所）どのくらい（時間）やっているかについてデータを取り、年齢（子ども期 vs. 思春期）と性（男子 vs. 女子）に着目して解析を行う。

直接秤量による食事調査と聞きとり（24 時間思い出し法）を併用して子どもが摂取しているエネルギーおよび栄養素摂取量を算出する。さらに、離乳食、食事の環境（いつ誰とどこで何を食べるか）、食物獲得源、調理加工方法、食の分配などを把握する。

### 2. 狩猟採集社会の人口構造と人口動態

センサスと家系図の聞き取りから得られた人口学データを解析し、狩猟採集集団の人口構造、そして出生や移動などの人口動態を明らかにする。

### 3. ネアンデルタールの化石資料と狩猟採集民の成長パターン比較

ネアンデルタールの化石資料は非常に限られているため直接的な比較は困難であるが、思春期スパート等子どもの成長に関する生物学的パラメータについて現代の狩猟採集民の子どもの成長パターンとの比較を試みる。

## **Children's lifestyle and the demographic structure and dynamics of a pygmy hunter-gatherer population**

Taro Yamauchi

Graduate School of Health Sciences, Hokkaido University

In FY2011, we analyzed anthropometric data of a large sample of pygmy hunter-gatherer children and estimated the onset age of the adolescent growth spurt (age at take-off). On the basis of the index (age at take-off), we could biologically define the periods of childhood and adolescence for the population.

We aim to examine the following three topics in FY2012.

### **1. Behavioral pattern and the ecology of food and nutrition**

To examine their daily time and space use, we will directly observe and monitor children with the help of the GPS. The data will be compared between age groups (children vs. adolescents) and gender (boys vs. girls).

We will also conduct a dietary survey of pygmy children. The children's daily energy and other nutrient intake will be estimated by direct weighing and 24 hour-recall of all dietary intake. Furthermore, we will obtain information regarding the ecology of food and nutrition such as weaning food, food sources, cooking methods, and the distribution of food.

### **2. Demographic structure and the dynamics of a hunter-gatherer population**

We will conduct a demographic survey of the pygmy hunter-gatherer population, which will include a census and genealogy research. The data will be analyzed to examine the population structure and dynamics such as birth and migration.

### **3. Comparison of the growth patterns between the Neanderthals and modern hunter-gatherers**

We will attempt to compare the growth patterns between the Neanderthals and modern hunter-gatherer populations. Direct comparisons will be difficult owing to the lack of sufficient Neanderthal fossil materials. On the basis of fossil materials and mathematical models, we will calculate the biological parameters related to child growth.



---

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*

## ヒト特異的な学習戦略とは？

青木健一

東京大学 大学院理学系研究科

学習戦略とは、個体学習と社会学習の組み合わせ方、およびそれぞれへの依存度と定義できる。ネアンデルタールとヒトの間に観察される文化進化速度の違いは、両者の学習戦略の生得的な違いで十分に説明できるのか？恐らく、「必用は発明の母」効果、集団サイズ、交流範囲などの要因も考慮にいれなければならないであろう。文化進化速度と深く関わる現象が、文化の地域差である。バンドの絶滅率、夫方または妻方居住、イノベーション率などが、その大小に効いてくるものと思われる。また、シャテルペロニアンの位置づけも、ネアンデルタールの学習能力を評価するうえで重要である。これらの事柄を総合的に検討して理論を構築することが、研究項目B01の今年度目標の一つである。

## **A human-specific learning strategy?**

Kenichi Aoki

Graduate School of Science, the University of Tokyo

A learning strategy can be defined as the way in which individual learning and social learning are combined and by the relative weights placed on each. Can the observed difference in the cultural evolutionary rates between Neanderthals and modern humans be adequately explained by an innate difference in the learning strategies of the two species? It is likely that alternative factors such as the “necessity is the mother of invention” effect, population size, and the number of acquaintances must also be taken into account. A phenomenon closely related to the cultural evolutionary rate is the cultural differentiation of regional groups. Extinction of groups, patrilocal and matrilineal residence patterns, and innovation rate are expected to contribute to the latter. Furthermore, a proper evaluation of the learning ability of Neanderthals requires that we identify the makers of the Châtelperronian. A comprehensive program of model construction encompassing these elements is one of the goals of research group B01 for this year.

## 異質環境下におけるヒトの分布拡大の反応拡散モデル（４）

川崎廣吉

同志社大学 文化情報学部

異質環境下におけるヒトの分布域拡大について一部の計算結果を既に報告している。ここでは、ヒトの学習能力の進化の反応拡散方程式モデルを用いて、個体学習者と社会学習者の時空間ダイナミクスを解析した。特に、環境を空間的に一様なものとせず、場所により学習すべき条件が異なるとした。特に、解析を容易にするためではあるが、環境の変化はある一定間隔でおこるとした。また、同じ環境は現れないとした。こうした状況下では社会学習者は例えその場所では行動を正しく学習していても拡散移動することによって間違った行動となることになる。一方、個体学習者は環境に適応して直ちに正しい行動がとれるようになるとし、あたかも個体学習者にとって環境は一様であるともいえる。このような条件下で行った解析から一様な環境と比べて個体学習者が生存し易いという結果が得られていた。

以上の結果を踏まえて、本年度は反応拡散モデルに環境ポテンシャルの概念を導入して、より良い環境へ向かっての直接移動を表す移流項の導入や個体群の密度増加でランダム拡散が大きくなる個体群圧力の導入などのモデル構築の検討を行って解析を進めており、一般生物での結果を得ているが、さらにこれらの要素をヒトの学習能力の進化の反応拡散モデルに導入して、学習能力の進化に及ぼす影響を明らかにしたい。



## **Reaction-diffusion model for range expansion of modern humans in a heterogeneous environment (4)**

Kohkichi Kawasaki

Faculty of Culture and Information Science, Doshisha University

We have already reported some results of numerical calculations of a reaction-diffusion model based on a mathematical model of the evolution of learning abilities. The reaction-diffusion model is considered in a heterogeneous environment, in which the phenotype of social learners changes from correct to wrong by moving to other types of environments. Individual learners quickly learn and adapt their behavior to new environments. Therefore, for the individual learners the environment can be regarded as uniform. After analyzing the model, we obtained the result that individual learners can be more easily maintained in heterogeneous environment than in uniform environment at the front of expanding range.

This year, we introduce environmental potential and population pressure into a reaction-diffusion model. The environmental potential causes advections to the good environments. The population pressure causes large diffusions at region of high population density. We have obtained some results of the effects of these factors on range expansion of invading species. We will introduce these factors into a reaction-diffusion model for the evolution of learning abilities and consider their effects on range expansion of modern human and also the evolution of learning abilities.

## 子供期の長さと言積的文化の関係

若野友一郎

明治大学 先端数理科学インスティテュート

共同研究者：青木健一（東京大学）、Laurent Lehmann（University of Lausanne）

ネアンデルタールからサピエンスへの交代劇において、サピエンスが作り出した先進的な石器は重大な役割を果たしたと考えられる。高度で複雑な石器製作技法は、一代限りでゼロから発見できるものではなく、親世代から子世代へと改良を続けながら継承されていく蓄積的な文化進化の産物である。蓄積的な文化進化を考える上で重要なのは、各個体が生まれてから死ぬまでの間に、いつどのような学習を行えば、集団としての文化が発展しやすいかという問題である。また、学習にかかるウェイトと、学習の成果を用いた食料獲得などにかかるウェイトのバランスの問題も興味深い。文化進化の早さだけに着目すれば、親世代が持つ全ての知識を時間をかけて吸収し、そのあとで個体学習（試行錯誤・創造・直感など）によって改良を行いつづけるような学習スケジュールが、もっとも効率的である。しかし、このような学習スケジュールは、必ずしも各個体の適応度を最大化しない。ネアンデルタールとサピエンスの石器文化の違いを、両者の取った学習スケジュールの違いとしてとらえ、特に学習期間（子供期）の長さに着目して、数理モデルを構築し研究計画発表を行う。

## **The relationship between the childhood period and cumulative culture**

Joe Yuichiro Wakano

Meiji Institute for Advanced Study of Mathematical Sciences, Meiji University

Collaborators: Kenichi Aoki, University of Tokyo; Laurent Lehmann, University of Lausanne

In the replacement of Neanderthals by modern humans, innovative stone tools produced by modern humans might have played an important role. Advanced and complex industries can never be invented by an individual without any prior knowledge. They are results of cumulative culture in which knowledge is inherited with improvements from parental generations to offspring generations. Thus, it is an important problem when the cumulative culture develops fastest under different learning strategies: when and how should an individual perform learning in one's life? The balance between a weight assigned to learning and a weight assigned to the exploitation of the learned knowledge is also an interesting problem. To maximize the resultant culture, it is best if one spends sufficient time to absorb all the knowledge in the parent generation and then spends a long time to improve the knowledge by individual learning. However, such a learning schedule does not necessarily maximize the fitness of the focal individual. We hypothesize that the difference in Paleolithic cultures between Neanderthals and modern humans comes from the difference in learning schedules, and we propose mathematical models and the analysis with emphasis on the duration of the childhood period.

## 学習能力に関連する遺伝要因とその進化

木村亮介

琉球大学 亜熱帯島嶼科学超域研究推進機構

新学術領域研究「交替劇」における作業仮説は「旧人と新人の間に学習能力差が存在した」（学習仮説）というものである。つまり、新人が獲得した高度な学習能力が、新しい環境への適応や文化の飛躍的進展を可能にしたという仮説を検証する。ここには大きく分けて、1) 学習能力差によって理論的に提示されるシナリオが現実の現象（考古学・人類学データ）に則しているか、2) なぜ新人だけが高度な学習能力を獲得し得たのか、という本質的な疑問が含まれている。

通常、理論研究では、学習戦略を個体学習と社会学習に便宜上分けることが多い。個体学習は、自力で達成する学習の事を指し、試行錯誤や創造が含まれる。社会学習は、他者を模倣することによる学習である。しかしながら、実際の学習能力を考えたとき、多くの要素が複雑に関係していることが予想される。論理的思考能力や記憶力、集中力はほとんどの学習において効率を上げるだろう。創造のためには、これらの能力に加えて独創性が必要となる。経験がものをいう技術を習得するには、継続力のようなものが大事かもしれない。他者に教えるには社交性も必要である。その他にも向上心や好奇心など、様々な能力が互いに相関しながら、学習能力に関連していると考えられる。さらに、実際に進化するのは遺伝子であることから、個々の遺伝子がどのような能力を担っているのか、どのような遺伝子の機能変化が旧人と新人の差を生んだのかが重要となる。

本研究では、遺伝学・精神医学、脳科学研究におけるこれまでの知見を基に、ヒトの精神性の分子機構について整理し、より現実にもっと近づいた形で学習能力と遺伝子についてのパラメータを設定しながら、進化モデルの理論研究に応用する。さらに、ヒトゲノム多様性やネアンデルタールゲノムの情報を基に、新人と旧人の能力差を分けた遺伝子の候補の絞り込みを試みる。これらの取り組みにより、上述した二つの疑問に答えたい。

## **Genetic factors involved in learning abilities and their evolution**

Ryosuke Kimura

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

The working hypothesis in the RNMH project is that the truth behind the replacement drama lies in the difference in learning capacity between modern humans and Neanderthals (learning hypothesis). Our research is performed to validate that a higher learning capacity of modern humans have enabled them to conquer new environments and to make dramatic cultural developments. Two essential questions are included here: 1) Can the scenarios suggested by theoretical studies assuming the difference in learning capacity explain the real phenomenon (data from archeology and anthropology)? 2) What is the reason for that only modern humans have obtained their high learning capacity?

In theoretical studies, learning strategies are divided into individual learning and social learning for convenience. The former denotes learning achieved by oneself, which includes trial-and-errors and innovations. The later denotes learning by imitating others. However, we can easily expect that many factors are complicatedly involved in learning capacity. For example, increased levels of logical thinking, memory, and concentration would raise the efficiency of almost any kind of learning. In addition to these abilities, creativity would be also required for innovations. The ability to continue something may be important to acquire skills in which experience talks. Sociability would be needed for asking someone's lessons. Many other kinds of abilities such as curiosity and ambition are also thought to be associated with learning capacity, being correlated with each other. Moreover, since genes are indeed the subjects of evolution, it is essential to understand which abilities each gene serves and which changes of genetic functions yield the differences between modern humans and Neanderthals.

In this study, our research group will summarize the molecular mechanisms of human mentality based on the knowledge obtained from past studies in genetics, psychiatrics, and brain sciences, and apply them to theoretical studies of evolutionary models assuming realistic parameters for genes and abilities. In addition, we will search for candidates of the genes responsible for the difference in learning capacity between modern humans and Neanderthals by using genome information. We believe such efforts will answer the above-mentioned questions.

## 創造性、試行錯誤、模倣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、学習は個体学習と社会学習の2つから成ると想定されてきた。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。社会学習は通常、模倣により代表されるのに対し、個人学習を代表すると考えられる主な能力には2種類ある—創造性と試行錯誤である。しかし、これら3つの学習能力の間の関係を実証的に明らかにする研究はこれまで行われてこなかった。2011年に、我々は人類における創造性、試行錯誤、模倣の間の関係を探る初めての実験を行った。その結果、両方とも個体学習に分類されるにも関わらず、創造性と試行錯誤の間の関係は負であることが示唆された。また、模倣と負の相関を示す個体学習能力が見られなかったため、個体学習と社会学習はトレードオフ関係にはないことも示唆された。更に、創造性のみが模倣能力と正の相関をしめした。これは、特定の変動環境下では個体学習と社会学習の組み合わせが最も適応的になり得るという新たな理論的見解 (e.g., Aoki, 2010) を一部支持するものである。しかし、2011年に得られたこれらの結果は決定的なものとは到底言えない。最初の試みであったため、タスクの開発や実験実施の際に問題があった。また、上述の結果はほんの数個の特定の課題を用いた場合のものである。更に、創造性の2つの尺度は相関していなかった。そこで2012年には、2011年の結果を概念的に再現できるかどうかを確認するための新たな実験を行う。新実験では、3つの学習能力を測定する新たな行動指標を開発し、知能テストを用いて創造性の行動指標の妥当性を検討する。

## **Examining the relationships among creativity, trial-and-error, and imitation**

Nobuyuki Takahashi

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. Although social learning is usually represented by the single ability of imitation, there are at least two major abilities that are considered to represent individual learning – creativity and trial-and-error. However, there has been no empirical study investigating the relationship among the three learning abilities. In 2011, we conducted a laboratory experiment as the first attempt to examine the relationship among creativity, trial-and-error, and imitation in humans. The results suggested that the relationship between creativity and trial-and-error was negative, although they are usually both considered to be aspects of individual learning. The results also suggested that there was no trade-off between individual learning and social learning since no ability was negatively related to imitation. Finally, only creativity was positively related to imitation, which partly supports a new theoretical argument that a combination of social learning and individual learning is most adaptive under certain fluctuating environments (e.g., Aoki, 2010). However, what we found in 2011 is far from conclusive evidence. After the first attempt, we experienced technical difficulties in developing the tasks and conducting the experiment, and the above results were obtained from only a few specific tasks. Furthermore, the two measures of creativity were not positively correlated. Thus, in 2012, we will conduct another experiment to see if we can conceptually replicate the results of the 2011 experiment. We will use different behavioral tasks to measure each of the three abilities, and measure creativity using an IQ test to examine the validity of the behavioral task.

## 古代人由来ハプロタイプ配列の機能推定へ向けて

嶋田 誠

藤田保健衛生大学 総合医科学研究所

背景：学習仮説は、生得的な学習能力の違いのために、ネアンデルタール人の生息地が現代人よってとって替わられたと説明する仮説である。近年解読された、ネアンデルタール人やデニソワ人といった古代人のゲノム配列により、古代人と現代人との間の学習能力の違いを明らかにすることは可能なのであろうか。古代人のゲノム DNA には、経年変化のために、化学修飾によって塩基置換が生じることが知られている。そのため、現在得られている古代人配列上を、古代人が生きていたときに機能していたゲノム配列とみなすことはできない、という限界がある。一方現代人集団のゲノム中には、古代人との混血により、混じりこんだゲノム配列（古代人由来ハプロタイプ）が断片的に存在することが知られている。現代人中の古代人由来ハプロタイプが配列レベルで得られたならば、化学修飾による塩基置換の可能性を考慮する必要はない。そのため、古代人由来ハプロタイプは古代人が生きていたときに機能していたゲノム配列に近いと期待することができる。そこで、既知の古代人由来ハプロタイプと現代人のそれを比較することにより、両者の生物学的機能の違いを推定できると期待される。

方法：既知の古代人由来ハプロタイプの領域長は実験操作の都合上定義された、短い領域であることが多く、遺伝学的な意味を持っているわけでもない。そこでまず演者は、HapMap プロジェクトにより推定された連鎖不平衡（LD）領域を利用して、古代人由来ハプロタイプ周辺の連鎖不平衡領域を推定した。さらに、得られた領域の中に学習・行動・脳神経系に関わる遺伝子やその調節領域が含まれているか、生物情報を調査した。

結果：LD 領域を定義づけることによって、18 ハプロタイプ領域中 7 領域が元の領域より拡張された。例えば、Xp11\_hX 領域は 10.1 kb から 55.2 kb（約 5 倍）、MCPH1 領域は 24.5 kb から 73.3 kb（約 3 倍）に拡張された。

また、LD 領域を定義して拡張した領域では、18 領域中、16 領域が遺伝子領域を含み、少なくとも 10 領域に、Promoter あるいは Enhancer のシグナルが観察された。さらに、これらのうち、学習・行動・脳神経系に関わることの知られた遺伝子を含む領域として、従来から議論のあった、MCPH1、MAPT の 2 遺伝子に加え、SHROOM4、APTX、THRA 各遺伝子の少なくとも一部が古代人由来ハプロタイプに連鎖する LD 領域に含まれていることが分かった。



## **A step toward estimating the function of ancient haplotypes**

Makoto K. Shimada

Institute for Comprehensive Medical Science, Fujita Health University

Background: Learning hypothesis based on innate differences in learning abilities between Neanderthals and modern humans to explain the quick replacement from Neandertals to modern humans. Genome sequences of archaic humans such as Neandertal and Denisova have been published, however those sequences are not *bona-fide* sequence because base substitutions caused by chemical modifications have been occurred across the ages. Thus, genome sequence from archaic human is not well suited to estimate functional differences using base substitutions that change sequence features. Genomes of modern human (*Homo sapiens*) are known to contain ancient haplotypes that are introduced from archaic humans by admixture. To estimate innate differences between archaic and modern humans using features of genome sequences, ancient haplotypes are useful because they are free from chemical modifications.

Method: The genomic region of known ancient haplotypes have been determined tentatively by experimental design not by genetic reason. First, I estimated LD region around the known ancient haplotypes using LD information obtained by the HapMap project. Then, I explored biological information whether the estimated LD regions contain functional regions and/or domains that may associate with learning abilities.

Results: Estimation of LD regions around eighteen ancient haplotypes demonstrates that seven known haplotype regions are located in larger LD regions than the original haplotype regions. This exploration also indicates that the eighteen examined regions include sixteen regions containing genic regions and ten regions containing clear signal of promoter or enhancer regions. Moreover, three genes among them, SHROOM4, APTX and THRA, are found to have association with brain function, in addition to the two genes, MCPH1 and MAPT, which have been suggested in previous studies.

## 祭殿拡大メカニズムの分析計画

堀内史朗

芝浦工業大学 デザイン工学部

数多くの集団が長距離移動をして特定の祭殿にあつまり、そこで情報交換をする習性が、ある時代から新人の歴史の中で始まった。新人が、特に芸術面において文化を蓄積した背景には、こうした集合行動があったと考えられる。今回の発表では、各集団が地域の小祭殿を放棄して一つの大祭殿へ集まり、その大祭殿における文化が蓄積するプロセスを、簡単なエージェントベースモデルの計算機実験によって紹介する。この研究は、将来的には、実際の遺跡分布や当時の気候データを踏まえた地図上で計算することを目標とするという意味で A01 班と B02 班、祭りの場での狩猟採集民の調査を目的とする意味で A02 班、祭りの際の脳の働きを分析するという意味で C01 班、C02 班との共同研究を目指している。

## **How did sapiens create big festivals?**

Shiro Horiuchi

College of Engineering and Design, Shibaura Institute of Technology

Many groups of sapiens aggregated at some sites all the way from distant areas. They communicated there with each other beyond the boundary of groups. This collective behavior likely let sapiens accumulate their culture, particularly with respect to fine arts. I present my preliminary agent-based model that simulates the mechanisms of how many groups abandon small shrines and aggregate at an enlarging shrine; in the enlarging shrine culture accumulates. This preliminary model intends collaborative research projects with the groups A01 and B02 for the future simulations at real maps, with the group A02 for the field-work study of inter-group communication at present hunter-gatherer, and with the groups C01 and C02 for the analysis of mental map at inter-group communication.

## 急速な植生遷移と交代劇：シミュレーションに基づく研究

小林 豊

東京大学 大学院理学系研究科

最終氷期の気候変動とそれに伴う急速な動植物相の変動は、ユーラシアにおいてネアンデルタールや解剖学的現代人の分布の変遷に大きな影響を与えていたことが明らかになりつつある。おそらく、当初は両者とも森林の広がる南の温暖な領域に生息域が制限されており、平原の広がる北の寒冷な領域で生活する術を持たなかった。しかしながら、急激な気候変動によって森林が繰り返し失われると、両種の生活様式に強い選択圧が働き、高度な個体学習を行使して平原の生活に適応したサピエンスだけが生き残ったのではないかと推測される。本研究では、急激な植生の変動が当時サピエンスとネアンデルタールの空間分布に与えたであろう影響を明らかにするため、格子状の二次元平面を仮定した簡単なシミュレーションモデルを構築する。このモデルでは、バンド（小規模なグループ）を両種の最小単位とし、各バンドが保有する技術のセットを抽象的な二値ベクトルで表現する。技術には種類があり、異なる種類の技術は異なる植生条件のもとで有用であると仮定する。会議では、予備的なシミュレーションの結果を幾つか紹介し、現実の交代劇との関連を論じる。

## **Rapid vegetation change and the replacement of Neanderthals by modern humans: a simulation study**

Yutaka Kobayashi

Graduate School of Science, the University of Tokyo

It has recently been revealed that the variable climate and associated rapid floral and faunal turnover in the last glaciation significantly affected the geographic patterns of the distributions of Neanderthals as well as anatomically modern humans in Eurasia. Probably, both species were initially restricted to the southern warm area dominated by woodlands, having no means to live in the northern cold area dominated by plains. However, repeated loss of woodlands due to rapid climate change imposed a strong selection pressure on both species to modify their way of life, and only modern humans, who successfully innovated a way to live in plains through sophisticated individual learning, survived. In this study, a simple simulation model, which assumes a two-dimensional lattice space, is constructed to reveal the role that rapid vegetation change played in determining the distributions of Neanderthals and modern humans. In this model, bands (i.e. small groups of humans) are treated as minimum components of each species, and the techniques that each band bears are represented by a set of abstract binary vectors. It is assumed that there are different kinds of techniques, which are useful in different vegetation conditions. In the meeting, some preliminary results are presented and their implications in the replacement of Neanderthals by modern humans are discussed.



---

研究進捗要旨  
ABSTRACTS

研究項目 B02  
Research Team B02

---

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*

## 古気候変動と交替劇の関係を読み解く方法

米田 穰、大森貴之、マーク ディアブ  
東京大学 新領域創成科学研究科

新人と旧人の交替劇やそれにつながる学習能力の進化に気候変動が与えた影響を抽出するために、我々はこれまでに報告されている遺跡や人骨の理化学年代の再評価を行っている。昨年度は、理化学年代データが比較的豊富なレヴァント地方の後期旧石器文化を中心に研究を推進し、年代学的なデータから交替劇の様相を検討する方法論を考案した。今年度は、この方法をヨーロッパ、次いで南アフリカに応用するためのデータの集成と解析を行う計画である。

昨年度研究したレヴァント地方の後期旧石器文化では、古くから放射性炭素 ( $^{14}\text{C}$ ) 年代が導入されているが、これら年代値の中には試料や分析法に問題がある年代値が存在することがわかった。そこで、我々は学術雑誌等に報告されている  $^{14}\text{C}$  年代をデータベース NeanDatDB に収集し、測定試料や測定法の観点からデータの信頼性を 5 段階で評価した。石器製作伝統については研究項目 A01 の専門家の協力を得て、Levantine Aurignacian から Natufian まで計 8 つの石器製作伝統について存続年代の再評価を行ったところ、2 系統の石器制作伝統で明瞭な変遷過程を示すことができた (図 1)。さらに、当時の人口動態について、これまで用いられることが多かった遺跡数のヒストグラムにかかわって、校正  $^{14}\text{C}$  年代の積分として表現する方法を考案した。推定される人口変動モデルには十分な検証が必要であるが、グリーンランド氷床コアなどの古環境プロキシから推定される古環境変動とは整合的な結果が得られている。

また、シリア共和国デデリエ洞窟遺跡第 2 層 (後期ムステリアン) から得られた動物のエナメル質を連続的に分析することで、地球化学プロキシに基づく行動復元を行った。今年度は、より下層の資料で同様の分析を行い、環境変動が当時の人間の行動や狩猟戦略に与えた影響を比較する。また、資料の年代決定にむけた予備的な分析を行う計画である。



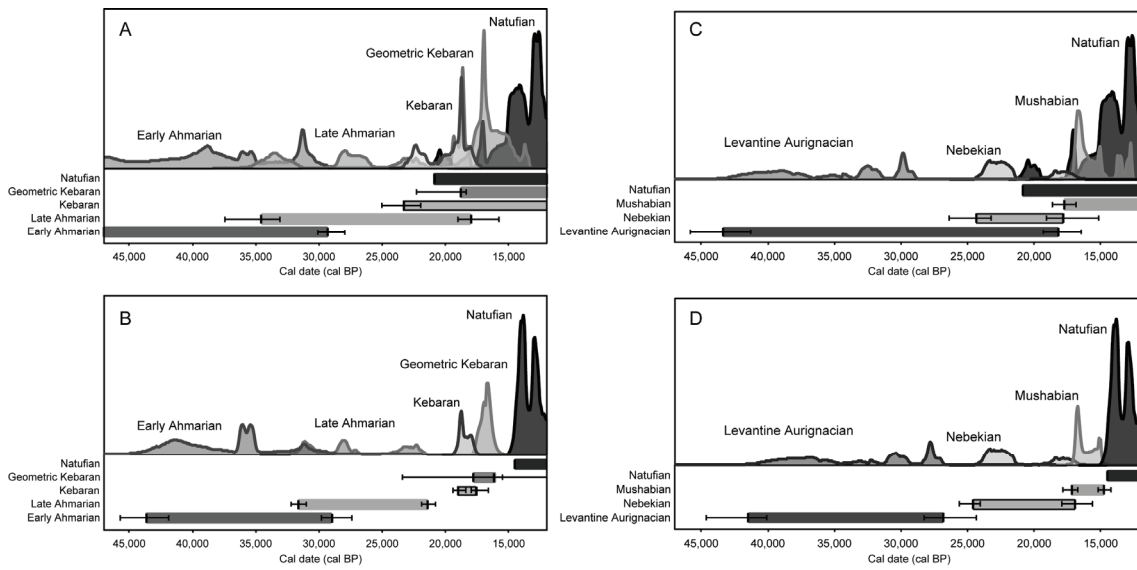


図 1. <sup>14</sup>C 年代から導出した各石器製作伝統の存続期間. 石器製作伝統は, レヴァントを中心に発展した系統 (A と B) と, 外来からの影響が見られる系統 (C と D) に分類した. A と C は <sup>14</sup>C 年代の再評価前, B と D は再評価後の存続期間をあらわす.

Figure. Time spans and histograms of the Levantine lithic industries. The lithic industries were classed as two sequences: Levantine local sequence (A and B) and non-local sequence (C and D). The time spans and histograms in A and B were derived from all the <sup>14</sup>C data, and B and D were from reliable <sup>14</sup>C data (score 3 to 5).

## **Evaluation Method for the effect of climate change on Neanderthal and modern humans**

Minoru Yoneda, Takayuki Omori, Mark C. Diab

Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

In order to estimate the climatic impact on the replacement of Neanderthal by modern humans and the evolution of cognitive abilities, we are re-evaluating geochronological data on archaeological sites and human skeletons.

In the last fiscal year, we mainly collected radiocarbon dates from the Levant area in Near East from where relatively large size of data regarding on Neanderthal and early modern humans have been reported. Those data had been store in a database named “NeandDatDB” and re-evaluated in a scale from 1 to 5 in respect to sampling and methodology. We combine chronological data for each lithic industry from Levantine Aurignacian to Natufian which was reorganized by specialists of Research Team A01, showing clear technical transition in two sequences of stone industry (Figure). Furthermore, we have analyzed calibrated  $^{14}\text{C}$  dates to reconstruct the past population dynamics which are usually shown in a histogram of site number in an industry. Although this approach must be evaluated from different points of view, it seems the reconstructed dynamics can be compared with some palaeclimatic proxies such as ice cores from Green land.

We are analyzing some faunal remains from the late Mousterian layers in Dederiyeh Cave (Syria) to reconstruct the reaction of human activities including hunting strategy to the past climate change. We have analyzed some species form the younger age (Layer 2) and will compare with older samples in this year. Some chronometric methods will be applied to determine their ages as well.

## **Modeling the climate of the past 130,000 years to understand the evolution of humans**

W.-L. Chan, A. Abe-Ouchi, R. O'ishi and K. Takahashi

Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Climate change, characterized by the glacial-interglacial cycle of the past 130,000 years, has shaped the environment in which homo sapiens have evolved. An important feature during this period is the climate fluctuations known as the Dansgaard-Oeschger events which brought about rapid warming episodes, followed by cooling over longer periods. In order to understand how this global climate change affected both the landscape and local climate over Africa and Eurasia and also how these factors in turn may have influenced the migratory patterns of homo sapiens and neanderthals, general circulation models (GCM) can be used to produce numerical simulations of the past climate.

To perform such simulations, certain conditions which vary according to the period of interest are specified in the models. These conditions include the orbital parameters (Milankovitch forcing) which control the insolation, the atmospheric concentration of greenhouse gases such as carbon dioxide, and ice sheet extent. Meltwater from ice sheets can also induce abrupt climate changes by affecting the global ocean circulation and these can be modeled by so-called water-hosing experiments.

We will discuss our recent work to simulate the various climatic states of the past glacial-interglacial cycle by making use of data from a previous water-hosing experiment. Results can be applied to separate vegetation models to assess changes in forests and deserts and to help us understand how past climates may have affected human migration. Simulations can eventually be validated by comparing with proxy data, where available. We will also explain the use of higher-resolution climate models in our present work.

## **Reconstructing Plant Functional Types in the Levant and East Africa**

Stephen Obrochta, Yusuke Yokoyama, Hodaka Kawahata

Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

There are relatively few paleoclimatic reconstructions from the Levant region during the early last glacial period, and the proxy data available are often influenced by more than one parameter, which is problematic when separate reconstructions for temperature and precipitation are desired. High salinity also complicates some geochemical SST reconstructions. 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. 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. A similar approach can be employed to East Africa over MIS 6, which is another time interval of interest with relatively sparse data coverage.

## 古環境 WebGIS の更新

小口 高<sup>(1)</sup>、近藤康久<sup>(2)</sup>、高屋康彦<sup>(1)</sup>、河端瑞貴<sup>(1)</sup>、宋 苑瑞<sup>(1)</sup>

(1) 東京大学 空間情報科学研究センター

(2) 東京工業大学 情報理工学研究科

WebGIS はインターネットを通じて動的な地図を配布するシステムである。利用者はブラウザを用い、縮尺、表示範囲、内容を変えながら地図を閲覧できる。WebGIS は特定の地点に関する文字情報の配布にも利用できる。演者らは学術雑誌に出版された古環境情報を地図化するために WebGIS を活用している。初期のシステムは 1990 年代末～2000 年代初頭に ESRI 社の ArcView IMS を用いて構築され、文献から収集した情報（調査地域の位置、古環境復元に用いた地形・地質情報、対象年代、著者名や雑誌名などの文献情報）を収録した。ソースは地球科学と第四紀学の国際誌に 1990 年代中期～2002 年に掲載された約 6 千の論文である。関連するプロジェクトが終了し、データの収集も 2003 年に終わった。現在、交替劇プロジェクトのために、上記の WebGIS を ESRI 社の ArcGIS Server と 2002 年以降に出版された文献を用いて更新している。プロジェクトと関係が深い中東、南ヨーロッパ、北アフリカの文献を主な対象としている。更新された WebGIS は、古環境の時空間分布が重要な交替劇プロジェクトに貢献し、古環境に関心がある一般人にも情報を提供するだろう。

## **Updating a system of paleoenvironmental WebGIS**

Takashi Oguchi<sup>(1)</sup>, Yasuhisa Kondo<sup>(2)</sup>, Yasuhiko Takaya<sup>(1)</sup>, Mizuki Kawabata<sup>(1)</sup>, Wonsuh Song<sup>(1)</sup>

(1) Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo

(2) Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology

Web-based Geographical Information Systems (WebGIS) distribute interactive maps through the Internet. Users can view the maps using a web browser and change the scale, contents and extent of a displayed map. WebGIS also distribute text descriptions for particular sites. We utilize WebGIS to map information on paleoenvironmental literature published in scientific journals. An early system of WebGIS was constructed in the late 1990s and early 2000s, using ESRI ArcView IMS as the main engine. It stored information from literature such as the location of study areas, geomorphological and geological data used for paleoenvironmental reconstruction, target ages and eras, and references such as author names, publication years, article titles, journal names, and volume and page numbers. These data were taken from ca. 6,000 papers in international journals of Earth and Quaternary sciences published between the mid-1990s and 2002. The data collection halted in 2003 when a related research project ended. For the current project "Replacement of Neanderthals by Modern Humans", we first transferred the data in the original WebGIS to a new system with ESRI ArcGIS Server. Then we added new data from papers published after 2002. We have been collecting information for the Middle East, South Europe and North Africa because they are the most relevant to the project. The new WebGIS will contribute to the project for which the spatial distribution of paleoenvironment and its temporal change are crucial. The system will also be useful for researchers worldwide who like to collect basic information about existing paleoenvironmental literature.

---

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*

## 化石頭蓋の欠損補間と化石脳の推定

荻原直道

慶應義塾大学 理工学部機械工学科

頭蓋化石の欠損部分を解剖学的に正しく補間することは、その中に収まる脳形態を復元する上で重要である。そこで本年度は、リファレンスデータに基づいて化石頭蓋骨の欠損部位を補間する手法を確立する。具体的には、複数の欠損のない標本の解剖学的特徴点の集合をリファレンスデータとして用いて、欠損部分を補間する。すなわち、欠損部分の特徴点座標を従属変数、それ以外の座標を独立変数として多変量回帰式を求め、欠損のある標本に適用することで欠損部位の座標を推定する。このパラメータ推定には、不完全なデータセットからその確率密度関数の尤度の期待値を最大にするパラメータを推定する統計学的手法である EM アルゴリズム(Expectation Maximization Algorithm)が用いられる。また、脳頭蓋やその内腔には形態的特徴点が乏しいため、本研究では semi-landmark を定義する方法も確立する。このようにして推定した欠損部の landmark 座標を利用して、薄板スプライン関数によりリファレンス形状を変形させることで、欠損部分の補間を行う。具体的にはリファレンス標本と欠損のある標本の間の変換を求め、欠損に対応する部分をそれに基づいて変換することで補間を行う。本提案手法を新しく復元された Amud 1 号、および Gibraltar 1 号の化石頭蓋に適用し、それら欠損部分の補間を行い、頭蓋骨形態の復元を完成させる。

この2つのネアンデルタール化石頭蓋骨に対して、C02 班と共同でその脳形態を数理的に復元する。具体的には、現代人の頭蓋骨と脳表面のかたちの相関関係を明らかにする。そし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、化石頭蓋骨に収まる脳の形態を計算的に求める。その元となるデータには、相互情報量が最大となるように位置合わせを行った現代日本人4名の頭部 CT および MRI 積層断層画像を用い、変形関数には、ランドマークに基づく薄板スプライン関数、およびボリュームデータに基づく DARTEL 関数を用いる予定である。



## **Interpolation of fossil crania and reconstruction of fossil brain**

Naomichi Ogihara

Department of Mechanical Engineering, Keio University

Anatomically accurate interpolation of missing parts of fossil crania is crucial for correct estimation of brain morphology based on fossils. In this year, we therefore plan to establish a computerized method to interpolate missing parts of fossil crania based on reference database of cranial morphology. Specifically, we statistically estimate missing landmark coordinates based on multivariate regression derived from the reference database. Multivariate regressions are calculated with the missing coordinates as dependent variables and other coordinates as independent variables. These equations are then applied to predict the missing coordinates. For this parameter estimation, the Expectation Maximization Algorithm, a statistical technique for estimating parameters from an incomplete data set such as to maximize the expected likelihood of its probability density function, will be employed. Because landmarks that can be defined on the exo- and endo-cranial surfaces are scarce, we also establish a method to define semi-landmarks. For interpolation, we define a mapping function from a complete reference specimen to a partial fossil cranium based on the estimated landmarks; the corresponding portion of the complete specimen is then mapped to the partial specimen in order to reconstruct the missing parts. This technique will be applied to Neanderthal crania of Amud 1 and Gibraltar 1 for complete restoration the fossil crania.

We will also develop a method to mathematically estimate brain morphology of the two Neanderthal crania, in collaboration with Group C02. We establish correlation between cranial and brain morphology based on living human population. Then we derive spatial deformation functions from modern human crania to the reconstructed fossil cranium, and use them to deform human brains to estimate brain morphology of the fossil cranium. For this, We will use sets of CT and MRI scan data of human head, registered to each other such as to maximize mutual information. The spatial deformation function will be described by a thin-plate spline function or a DARTEL function for landmark-based or volume-based transformation, respectively.

## 化石頭蓋の高精度復元のための幾何処理技術

道川隆士<sup>(1)</sup>、森口昌樹<sup>(1)</sup>、菱田寛之<sup>(2)</sup>、鈴木宏正<sup>(1,2)</sup>

(1) 東京大学 先端科学技術研究センター

(2) 東京大学大学院 精密工学専攻

本発表では、化石頭蓋の復元のために我々が開発している3つの幾何処理技術について述べる。

始めに、構造解析を用いたCT画像の領域分けを紹介する。これは、複数の骨の分離のような、通常の画像処理では分割できないような問題に有効な手段である。これまでの方法は、ユーザが適切な荷重条件および拘束条件を設定する必要があり、ユーザの作業が多いという問題点があった。我々は、ユーザが大まかな領域を指定することで、これらの条件を自動決定できる手法を開発した。これにより、ユーザが大まかな分割領域をすれば、適切な領域分けができるようになった。

次に、CT画像から特徴を保持した軽量なポリゴン生成手法を紹介する。一般的な等値面抽出手法を、海綿骨を含む化石頭蓋に対して適用すると、海綿骨部もポリゴン化する。その結果、ポリゴン数が膨大となり、組み立て処理の大きなボトルネックとなっていた。我々は、位相処理と幾何処理を分離することで、等値面抽出法で生成した特徴を保持した軽量なポリゴン生成手法を開発した。これにより、頭蓋に転写された血管等の細かい特徴を反映したメッシュ海綿部のポリゴンのみを取り除いた状態で生成できるようになった。

最後に、ポリゴンモデルの対応関係を構築する手法を紹介する。化石頭蓋に対して定量的な解析を行うためには、複数の化石頭蓋の対応関係を構築する必要がある。しかし、化石頭蓋には欠損がおおいため、利用できる標識点(ランドマーク)は少ない。そこで、標識点から計算される準標識点(セミランドマーク)を定義し、薄板スプラインによる変形とユークリッド距離和をコストにした最適割当による対応関係構築手法を開発した。現代人の頭蓋骨を用いた予備実験では、ほぼ全ての例で完全なマッチングが得られたことを確認した。

本発表では、これらの幾何処理技術を紹介するとともに、化石頭蓋を対象としたときの問題点等にふれ、それらを踏まえた今後の研究計画について述べる。

## **Geometry processing tools for reconstruction of fossil crania**

Takashi Michikawa<sup>(1)</sup>, Masaki Moriguchi<sup>(1)</sup>, Hiroyuki Hishida<sup>(2)</sup>, Hiromasa Suzuki<sup>(1,2)</sup>

(1) Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo

(2) Department of Precision Engineering, The University of Tokyo

We introduce three geometry processing methods for digital reconstruction of fossil crania.

We first introduce a segmentation of CT images by using structural analysis. In the previous report, we demonstrated that this method is efficient for skeleton decomposition. However, it remains a problem that loading and constraint conditions must be assigned manually. We present a method for computing these conditions from region-of-interest (ROI). Our method computes optimal conditions by evaluating von Mises strain in the ROI. As a result, we can decompose skeletons semi-automatically by specifying rough ROI.

We next introduce a polygonization method from CT images. Conventional contouring methods often create complicated models with many polygons, because crania often contain many sponge bones and they polygonize them faithfully. This is a severe bottleneck for post processing such as inspection of endocasts and assembly of fragments. We developed a feature-preserving and lightweight polygonization method by decomposing topological operation and geometric operation. This approach enables us to remove unnecessary polygons in sponge bones, although important features such as blood vessels printed to crania are preserved.

We thirdly present a method for finding correspondences between semi-landmarks in order to apply quantitative analysis for fossil crania. Main issue of this problem is that crania have regions without any anatomical landmarks. Our method defines semi-landmarks from anatomical landmarks and computes correspondence by optimal assignment between them. We confirmed that the correct matching can be established for almost all examples in crania of modern human.

We also introduce some issues of these techniques for fossil crania, and present a research plan in order to resolve them.

## 化石頭蓋のひずみと左右非対称性の評価：カフゼー9号

近藤修

東京大学 大学院理学系研究科

ここでは「化石頭蓋の工学的復元」と「化石脳の推定」のプロセスに必要と思われる「ひずみ評価」を考える。「化石頭蓋の現状の記載と評価」の一手法として、さらに工学的復元の評価法の一つとして、左右対称性を取り扱う。

脊椎動物は一般に、体軸を中心に左右相称の構造をもつが、実際にはさまざまなレベルで完全な対称からのずれが生じている。そのうち、いくつかのものは機能的要請により（あるいは遺伝的にプログラムされているかもしれないが）左右のどちらかが大きくなる傾向がある。これは「方向性非対称」と呼ばれる。たとえば心臓の位置は左優位であるが、これは遺伝的にプログラムされている可能性が高い。ヒト脳の左右半球のずれ(ペタリア)も方向性非対称と考えられる。これに加えて、ある集団中でのずれの方向には一定傾向がない(左右差の平均がゼロになる)ものの、個体レベルでは対称からのずれが生じているものを「彷徨性非対称」と呼び、本来の対称性が、現在にいたる発達・成長過程にこうむる外部からのストレスによりゆがみを生じると考えられている。これら2者の合計が、生前の個体レベルで観察される非対称性になるが、化石頭蓋にはこれに加え死後の変形(主として化石化過程によるもの)が加わる。したがって、現代人の頭蓋と脳形態間の関数を用いて、化石頭蓋から化石脳を推定するには、化石化過程によるひずみがどの程度のものか、生前の個体レベルで観察されるものと比べる必要がある。

ここでは、生前の変異を代表する資料として現代日本人頭蓋を、化石標本の代価資料として縄文時代人頭蓋を用い予備解析をおこなった。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た。現代日本人(生前資料)の個体変異では、左右アステリオンに非対称性が見られた。縄文人ではこれに加えて左右骨迷路の基部(総脚 *Crus commune*)でも有意な非対称性が見られた。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。

## **Assessment of distortion and asymmetry in fossil hominid crania: a case of Qafzeh 9**

Osamu Kondo

Graduate School of Science, The University of Tokyo

In order to “perform engineer-driven reconstruction of fossil cranium” and then to “estimate fossil brain morphology based on modern human references”, assessment of distortion should be regarded as an important step for both present and new reconstructions. The degree of distortion is measured as the degree of asymmetry, with which we can describe the “intact” ectocranial and endocranial morphology and also assess the modification after the engineer-driven reconstruction.

Although it is generally accepted that vertebrates possess symmetric body structures along the midsagittal axis, actually they exhibit a variety of deviation from the perfect symmetry. Some of them are subject to show unilateral dominance, which is due to functional demands or genetically programmed in morphogenesis, assigned as “directional asymmetry”. For example, the position of the heart is usually left dominant, which seems to be genetically programmed. Petalial dominance in human brain also belongs to directional asymmetry. In addition to it, asymmetric deviation without dominant direction is assigned as “fluctuating asymmetry”, where an originally symmetric structure shows a degree of asymmetry due to external disturbances during morphogenesis but a population average of the right-left difference is “zero”. Summation of these two should be ascribed to “normal antemortem” asymmetry. In case for the fossil hominid cranium, postmortem alteration during taphonomy should be considered. Therefore, we should compare the degree of asymmetry due to taphonomy with those of living individuals, before we extrapolate the fossil brain from the fossil braincase using the case-brain function of the modern humans.

Preliminary analysis was performed using the modern Japanese skulls as representative of normal living and Jomon cranial series as that of fossil one. Distortion was assessed in the midsagittal axis itself and in the right-left asymmetry. Results reveal a significant degree of right-left asymmetry in “asterion” among the modern Japanese individuals. In addition, a significant asymmetry is detected in a point of bony labyrinth (Crus commune) for the 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.

## 頭蓋腔計測値からの小脳容積の推定：予備的研究

久保大輔<sup>(1)</sup>、田邊宏樹<sup>(2)</sup>

(1) 東京大学 大学院理学系研究科

(2) 生理学研究所 心理生理学研究部門

小脳は運動スキルの学習において重要な役割を担っている脳の一領域である。ホモ・サピエンスとネアンデルタールの間で、運動スキル学習の生得的な能力の違いや、生活において経験するスキル学習の質・量の違いがあったならば、そうした違いは小脳の絶対的なサイズ、または脳全体の容積に対する小脳容積のプロポーシヨンの差として現れる可能性がある。

解剖学的には小脳下部は頭蓋腔の後部下方の小区画である後頭蓋窩に収まっており、古人類学研究においては、後頭蓋窩の計測値はしばしば小脳サイズの推定指標もしくは代用として用いられる。しかし、そうした適用が妥当であるかどうかについて信頼に足る定量的検証は存在しない。ネアンデルタールの小脳容積・プロポーシヨンを推定するには、まず現代人において、頭蓋腔から得られる計測値のどれが最も有効な推定指標となりうるかを知る必要がある。そこで本研究では現代日本人の MRI データを用いて小脳容積・プロポーシヨンの有効な推定方法を開発することを目指す。現在までに 50 人以上の被験者から T1 強調 MR 画像を取得しているが、今後さらにデータ数を増やしていく予定である。今回はすでに取得済みのデータを用いた予備的な解析の結果を紹介する。

## **Cerebellar volume estimation from endocranial measurements: a preliminary study**

Daisuke Kubo<sup>(1)</sup> and Hiroki C. Tanabe<sup>(2)</sup>

(1) Graduate School of Science, The University of Tokyo

(2) National Institute for Physiological Sciences

The cerebellum is a region of the brain that plays an important role in motor skill learning. If Neanderthals were different from *Homo sapiens* in their inherent capacity of motor skill learning or in the amount and quality of the learning that they experienced in their lives, the two species might also have been different in cerebellar volume or the proportion relative to the whole brain volume.

Anatomically, an inferior part of the cerebellum is settled in the posterior cranial fossa (PCF), a posteroinferior part of the endocranial cavity, and thus in paleoanthropological studies, some measurements of PCF have been often used as estimators or surrogates for the cerebellar size. However, the validity of such application has not been tested yet in any reliable quantitative way. In order to estimate the absolute and/or relative cerebellar volumes of Neanderthal crania, it is necessary to clarify which endocranial measurements can be best estimators in modern humans. Hence, this study aims to develop the valid estimation methods using MRI data of Japanese subjects. Up to now, T1-weighted MR images were acquired from more than 50 subjects, and we will scan more subjects. In this paper, we present preliminary results based on the already acquired data set.

## 頭蓋形態から脳区分を推測するための指標の開発 – ヒト幼児の頭蓋

松井利康、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。

前回われわれはカニクイザルの頭蓋と脳について、下記の点を報告した。

- a. カニクイザルでは脳回と脳溝の凹凸が頭蓋内面にかなりの程度反映されているので、エンドキャストを作成することで主要な脳区分を推測することが可能である。
  - b. カニクイザルの冠状縫合の位置は、脳の弓状溝下脚の位置とよく相関している。
- a の所見はより直接的に脳区分を推測することができるため有用である。これがカニクイザルという種に特有の性質なのか、髄膜等の薄い小型の頭蓋の特徴なのかを検討するため、幼児の頭蓋標本（解剖学教育用）2例について CT 撮影を行い、頭蓋内面の凹凸を解析した。

標本は市販の教育用骨標本である。これらを東京大学先端科学技術研究センター鈴木研究室において鈴木教授、大竹准教授、道川助教によって X 線 CT 装置 Metrotome 800 (Carl Zeiss) を用いて測定し、得られたデータから頭蓋内面を再構成した。頭蓋内面の凹凸には外側溝、中心前溝、中心溝などに類似したパターンが見られた。しかし、外側溝の前端部と中心前溝の下半部は脳溝の推定が困難であった。これは中硬膜動脈が複数の枝に分岐し、またその深部に浅中大脳静脈の走行も重なる領域にあたり、硬膜を含む軟部組織が厚いためと考えられる。

これらの溝のパターンが脳溝に一致するかどうかは、生体の CT ならびに MRI データで検証する必要がある。今後、臨床画像データを用いた解析を実施する予定である。



## **Developing cranial parameters that delineate subdivisions of the brain – Skulls of human infants**

Toshiyasu Matsui, 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. In the previous study, we reported following findings on skulls and brains of macaque monkeys.

- a. In macaque monkeys, impressions on the internal surface of the skull reflect cerebral convolutions so clearly that we can identify major subdivisions of the cerebral cortex by creating endocasts.
- b. The location of the coronal suture of the macaque monkey exhibits a high correlation with the location of the inferior limb of the arcuate sulcus.

The finding (a) is particularly useful since we can determine the extent of the cortical subdivisions directly from the skull. To evaluate the effectiveness of this approach in the human, we analyzed impressions on the internal surface of the infant skulls, in which connective tissues are supposed to be thinner than in the adult.

For X-ray CT scanning, we used two skulls that were obtained for human anatomy course at the National Defense Medical College. At the Suzuki Laboratory, Research Center for Advanced Science and Technology, the University of Tokyo, the skulls were scanned using Metrotom 800 (Carl Zeiss), and the inner surfaces of the skulls were reconstructed by Drs. Suzuki, Ohtake and Michikawa. We observed patterns resembling those of the lateral, precentral and central sulci. The rostral end of the lateral sulcus and the inferior half of the precentral sulcus were obscured probably due to the thick connective tissues embedding the middle meningeal artery and the superficial middle cerebral vein.

We are now planning to analyze clinical CT and MRI data to determine whether these patterns really correspond to the cerebral sulci.



---

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*

## 現代人脳機能地図生成：創造性をめぐる諸能力とその神経基盤

田邊宏樹、定藤規弘

生理学研究所 心理生理学研究部門

新人ホモサピエンスの世界では、ある個人や集団が最初に人工物や実践の原始的なものを発明すると、そのあとに来た利用者がそこに変更すなわち「改良」を加え、それがまた他の者によって学習・利用されるという繰り返しが何世代にもわたって行われる (Tomasello, 1999)。このような累進的な文化進化のプロセスが起きるには、創造的な発明が求められるだけでなく、忠実な社会継承によって歯車が逆に回らないようにすることも重要である。ここで重要な役割を持つのが認知的資源の蓄積であり、これは個体が同種の者について自分と同じく意図や精神生活を持っている者として理解する能力をベースとする。この能力により、ヒトは他者から直接に学習するだけでなく他者を通して学習できるようになる (Tomasello et al., 1993)。我々はこれまで、このような社会認知能力の1つとしてアイコンタクトと共同注意に焦点を当て研究を進めてきた。具体的には二者間の社会的相互作用時の脳機能計測を行うため、新たに二個体同時計測用のMRIシステムを構築し、相手のことを忖度している際の脳活動、共同注意の詳細な神経基盤について実験を行ってきた。今回はこれらの研究の予備的結果を供覧するとともに、今年度の実験計画について言及する。

## **Functional brain mapping of modern humans: Abilities surrounding the creativity and their neural basis**

Hiroki C. Tanabe, Norihiro Sadato

Division of Cerebral Integration, National Institute for Physiological Sciences

In *Homo sapiens* history, some individual or group of individuals first invented a primitive version of the artifact or practice (i.e. creative activity; individual learning), and then some later user or users made a modification or adopted without change for many generations (i.e. learned and used by others over time; social learning) (Tomasello, 1999). The process of cumulative cultural evolution requires not only creative invention but also faithful social transmission that can work as a “ratchet” to prevent slippage backward. The important point is that the *Homo sapiens* is able to pool their cognitive resources in this ways, and they can understand conspecifics as beings *like themselves* who have intentional and mental lives like their own. Based on this understanding, they can learn not just *from* the other but *through* the other (Tomasello et al, 1993). We focused on the joint attention, one of the important social cognitive abilities that supports this understanding. To measure real-time interactive brain activities of two persons, we developed simultaneous measurement functional MRI system (i.e. dual functional MRI). Using this system, we conducted a functional MRI experiment to depict neural mechanisms of joint attention during the eye contact. In this presentation, we showed preliminary results of our study and refer to the experimental paradigm of this year.

### References:

- Tomasello, M. (1999) *The Cultural Origins of Human Cognition*. Harvard Univ. Press, Massachusetts, U.S.A.
- Tomasello, M., Kruger, A.C., Ratner, H.H. (1993) Cultural learning. *Behavioral and Brain Sciences*, **16**, 495-552.

## 問題解決のための創造的適応的行動の選択に関与する神経基盤の解明

三浦直樹<sup>(1)</sup>、星野孝総<sup>(2)</sup>、長井謙治<sup>(3)</sup>

(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

人間が創造性を発揮し新たなアイデアを生み出す事の基礎となる認知的な処理は、外部環境から獲得できる情報を分析し、対峙した問題を解決するための最適な行動をどう生成・選択するか判断する事であると考えられる。これまでに行ってきた熟練者による石器製作動作の分析においても、熟練者がルヴァロア剥片類を剥離する事を意図して加工動作をする際には、非常に安定した動作速度／動作軌跡が観察された事と同時に、加工動作毎に変化してゆく石核の打面形状に適応した精細な加工動作の調整を行っている事が観察された。従って、このような適応的な行動を選択する事に関する神経基盤を明らかにする事で、人間の創造性や学習能力に迫る事ができると考えられる。

今年度研究計画においては、日常的な思考では解決不可能な問題に対峙した際に、与えられた選択肢をもとに、創造的適応的な行動選択をする際の脳活動を機能的 MRI により計測する。具体的な実験課題としては、被験者に対してサバイバルを行う環境を想定させる。そして目的となる行動を提示し、その行動に用いる道具を選択させる。このとき提示する道具の種類に応じて、(1) 道具の通常の使用方で目的を達成できる条件、(2) 道具の本来の用途とは異なる使用方法を思いつくことにより目的を達成できる条件、の2条件を設定する。この2つの条件を比較する事によって、厳しい環境下で生き延びるために手持ちの道具をいかに活用するかという、創造的適応的行動の選択に関わる脳活動を表出できるものと予測される。

## **Neural basis of creative and adaptive behavior for problem solving**

Naoki Miura<sup>(1)</sup>, Yukinobu Hoshino<sup>(2)</sup>, Kenji Nagai<sup>(3)</sup>

(1) Tohoku Institute of Technology

(2) Kochi University of Technology

(3) The University Museum, The University of Tokyo

A series of cognitive process to analyze information about a faced problem from external environment and to judge how the optimal behavior is generated or chosen to solve the problem is a basis to invent a new idea by demonstrating creativity. From our previous experiment of 3D motion analysis that a skilled subject constructed a Mousterian stone-tool, whole we observed a stable motion trajectory and velocity when the subject intends to produce a Levallois flake, a minute adjustment of the striking operation which was adapted for the striking point on stone core which changes with striking process. Therefore, a neural basis of creativity and learning capacity would be clarified by investigating those of adaptive behavior.

In the present study, we investigate a neural basis of creative and adaptive behavior when a difficult problem unsolvable in everyday thinking is tackled by functional MRI. For this purpose, a selection of the adaptive behavior for the survival under a severe condition is used as experimental task. The participant is asked to choose an appropriate tool which can be used to solve a instructed problem to survive. In this case, we prepare two conditions: (1) the problem is attained with the general use of the tool and (2) the problem is attained by thinking of different way from the original use of the tool. It is expected that a cortical activity of a selection of creative and adoptive behavior can be expressed by comparing those two conditions.

## 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

河内山隆紀<sup>(1,2)</sup>、田邊宏樹<sup>(3)</sup>

- (1) 京都大学 霊長類研究所 白眉プロジェクト
- (2) ATR-Promotions 脳活動イメージングセンタ
- (3) 生理学研究所 心理生理学研究部門

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。

昨年度は、現代人の MRI 画像をセグメンテーションすることによって得られた頭蓋形状に基づいて変換パラメータを推定、被験者間での脳の交換に成功した。今年度は、それを継続及びさらに発展させる。

今年度の課題は、CT 頭蓋データを利用した現代人における脳の個人間での交換の可能性検討とする。本研究の目的の達成のためには、現代人の MRI 画像から得られる頭蓋と化石脳 CT から得られる頭蓋を用いて、両者間の形態合わせを行うための変換パラメータを推定しなければならない。今年度は、このようなマルチモダルな画像間における形態変換の可能性を検討するために、同一被験者で撮像された MRI 画像と CT 画像を用いた検討を行う。MRI 画像セグメント処理で得られた頭蓋ではなく、CT から得られた頭蓋を用いて変換パラメータを推定する。ある被験者の CT 画像に基づく頭蓋と別の被験者の MRI 画像に基づく頭蓋のマッチングさせることで、任意の現代人の脳を他人の頭蓋内に入れ込む為の変換が可能かどうか検討する。



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

Takanori Kochiyama<sup>(1,2)</sup>, Hiroki C. Tanabe<sup>(3)</sup>

(1)Primate Research Institute, Kyoto University

(2)ATR-Promotions Brain Activity Imaging Center

(3)Division of Cerebral Integration, National Institute for Physiological Sciences

We investigate the presumed differences in learning abilities between Neandertals and modern humans by combining the evidence from the morphological analysis of fossil brains and the functional 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 field, the modern human cerebral cortex was inversely deformed to construct the virtual Neanderthal's cortex.

Last year, we simulated this method using modern human MRI and established the skull based brain swapping between individuals: First, we segmented individual MRI images into GM (gray matter), WM (white matter) and Skull. Then the subj1-to-subj2 transformation was estimated with matching of their skull images. Finally, inverse transformation from subj2 to subj1 was applied to subj2's brain (GM and WM) to construct the deformed subj2's brain in the shape of subj1's brain.

In this year, we expand this method to handle the spatial registration between MRI and CT. Our goal is to establish the method for casting a modern human's cerebral cortex (MRI) from MRI in a Neanderthal's skull (CT) with matching between the modern human's skull (MRI) and the Neanderthal's skull (CT). Hence, multimodal image processing is essential for the practical application of our method to the fossil brain research. We plan to acquire both MRI and CT for each subject. The skull images derived from the segmented MRI scan of one individual and from CT scan of another are spatially registered using nonlinear spatial transformation algorithm (e.g. DARTEL). The MRI-deprived cerebral cortex from one individual is deformed and then cast in the CT-deprived skull of another, vice versa. We validate the accuracy of this method and clarify the problems in application to fossil brain CT.

## 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

本招待研究においては、現代人の **built-in function** としての模倣学習に関して、行動、および、心理面から検討している。ここで、他者からの学習は、他者の行動に加えて、感情を模倣することによりなされると考えられている(Frith & Frith, 2012)。そこで、2011年度は、他者の感情の模倣である共感にフォーカスを当てた実験を行い、本招待研究を推進した。この実験を通じて、共感対象者は共感されること(被共感)により、共感遂行者と共同しての作業意向(動機)が高まることを確認した。さらには、fMRI 実験により、被共感がもたらす心理面、および、神経基盤上の効果について検討した。今年度は、模倣学習の重要な要素である共同作業に焦点を当てる。特に、学習者と学習対象者によって模倣学習が推進されることに着目する。その中で、共同作業内におけるこうした関係性の神経基盤への影響という点に着目をし、実験的に検証を行う。具体的には、2者が共同で作業を実施するための心理的な課題を開発する。開発した課題に基づき、2個体の脳活動を同時に計測する **hyperscanning fMRI** により、共同作業遂行中の脳機能地図を作成することで、目的の達成を目指す。

## **Investigation of neural mechanisms underlying linkage between imitation and motivation**

Hiroaki Kawamichi

Division of Cerebral Integration, National Institute for Physiological Sciences

In the present invited research, I am investigating imitation learning as built-in function of modern human from the viewpoint of behavioral and psychological aspects. Learning from others involves mirroring of emotion in addition to imitation of behavior (Frith & Frith, 2012). In the fiscal year of 2011, I focused on empathy, which is sharing emotion with others. In the experiments, I found that being empathized enhanced target willingness to cooperate with empathizers. In addition, I also found brain activation including mentalizing network, with correlating with the degree of empathy of empathizers' attitude by fMRI experiment. In this fiscal year, I will focus on cooperative work, which is major component of imitation learning. Especially, my focus is that cooperation between learning conductor and target promotes imitation learning. At first, I will develop psychological tasks regarding cooperation with others by focusing of the difference between cooperators. Then, I will measure brain activation of two participants during cooperative work by hyperscanning fMRI.

## 内発的報酬による強化学習の神経基盤解明に向けて

水野敬

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、内発的報酬による強化学習の神経科学的背景の解明を目指す。これまでの研究から、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。fMRI 実験に移行するための行動実験の結果と今後の研究計画について報告する。

## **Research plan for clarifying the effect of intrinsic reward on the neural basis of enforced learning**

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 previous my study, 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. I report the outcome of the behavioral experiments to conduct the fMRI experiments and note the future research plan.