

**The 10th Conference
on
Replacement of
Neanderthals by Modern
Humans:
Testing Evolutionary
Models of Learning**

March 7 - 8, 2015

Kochi Kaikan, Kochi

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



Takeru Akazawa (ed.)

March 7, 2015

第 10 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

2015 年 3 月 7 日(土) - 8 日(日)

高知市高知会館

科学研究費補助金「新学術領域研究」2010 - 2014

赤澤 威(編)

2015. 3. 7.

編集

赤澤 威

高知工科大学・総合研究所

782-8502高知県香美市土佐山田町185

TEL: 0887-57-2760

FAX: 0887-57-2777

Email: akazawa.takeru@kochi-tech.ac.jp

Email: akazawa0823@qd6.so-net.ne.jp

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

株式会社ブレインズ・ネットワーク

162-0801 東京都新宿区山吹町 347 藤和江戸川橋ビル 3 階

TEL: 03-3267-8711

FAX: 03-3267-8714

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

Research Institute

Kochi University of Technology

Kami-shi, Kochi Prefecture 782-8502, Japan,

TEL: +81-887-57-2760

FAX: +81-887-57-2777

Email: akazawa.takeru@kochi-tech.ac.jp

Email: akazawa0823@qd6.so-net.ne.jp

©Koutaigeki Project, 2015

プロジェクトウェブサイト (Project Website)

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

まえがき

私たちは、2010 年から五年計画で、文部科学省科学研究費補助金・新学術領域研究「ネアンデルタールとサピエンス交替劇の真相：学習能力の進化に基づく実証的研究」(2010-2014)(課題番号 1201)に取り組んできました。20 万年前の新人ホモ・サピエンス誕生以降、アフリカを起点にして世界各地で漸進的に進行した新人と旧人ネアンデルタールの交替劇を、生存戦略上の問題解決に成功した社会と失敗した社会として捉え、その相違をヒトの学習という視点にたって調査研究してきました。旧人と新人の交替劇は学習能力の違いで起こったのではないか。この仮説を具体的証拠で検証してみよう、というプロジェクトであります。

日本発の、この新しい発想に立つ仮説を「学習仮説」と名付け、その検証作業を考古学、文化人類学、理論生物学、環境科学、化石工学、脳科学の 6 チーム・国内外 85 名(2014 年度)で取り組んできました。本第 10 回研究大会は、プロジェクトの締めくくり大会であります。スタートに際して掲げた研究目的と全体構想に照らして、どのような学術的貢献を果たすことができたか、その内容を紹介し、広く評価を仰ぐことを目指して開催するものです。

本プロジェクトおよび本研究大会は、文部科学省科学研究費補助金「新学術領域研究」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)に基づいています。

赤澤 威
プロジェクト代表者
高知工科大学・総合研究所

プロジェクトウェブサイト
URL: <http://www.koutaigeki.org/>

Preface

We have been involved in a five-year (2010-2014) major research project entitled “Replacement of Neanderthals by Modern Humans: Testing Evolutionary Models of Learning”, funded by the Japanese Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (Grant-in-Aid for Scientific Research on Innovative Areas, Grant No. 1201). The project has undertaken to study the replacement of Neanderthals by modern *Homo sapiens*, implementing an innovative framework that illuminates the contrast between modern human societies, which succeeded in solving survival-strategic problems, and Neanderthal societies, which failed to do so.

As the foundation for this scheme, we assumed that this divergent outcome between the two types of societies is attributable to a difference in learning abilities between the two populations. On that basis, we proposed a working hypothesis which explains the replacement in terms of a population-level difference in learning ability. In the final stage, we subjected this hypothesis to various empirical tests.

This conference, marking the completion of the closing stage of the project, has two objectives. The first objective is to present the overall outcomes of the project, and more specifically, to bring together the research achievements outcomes from the various fields encompassed by the project: archaeology, cultural anthropology, theoretical biology, environmental science, biomechanics, neuroscience, genetics. The second is to discuss the working hypothesis proposed by the project, newly coined as the “learning hypothesis.”

We are pleased to acknowledge the Japanese Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology for their financial support and for their interest in our project and this conference.

Takeru Akazawa Ph.D.
Project Leader
Professor of Anthropology
Research Institute
Kochi University of Technology

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

目次

CONTENTS

大会プログラム／Conference Program	1
特別講演／Keynote Lecture	
文化と社会が滅びるとき—エトルリア文化の場合 青柳正規	5
When a society and its culture die out: The case of the Etruscan culture Masanori Aoyagi	
口頭発表要旨／Abstracts of Oral Presentations	
今なぜ、交替劇にチャレンジするか 赤澤 威	8
Why explore the replacement of Neanderthals by modern humans now? Takeru Akazawa	
考古学からみた交替劇 西秋良宏	15
Archeological approaches to issues regarding the replacement of Neanderthals by modern humans Yoshihiro Nishiaki	
地球科学からみた交替劇 米田 穰	17
Geoscientific studies on the replacement of Neanderthals by modern humans Minoru Yoneda	
イノベーションと人類史 門脇誠二	21
Innovations and human history Seiji Kadowaki	
イノベーション能力と文化進化 青木健一	23
Innovativeness and cultural evolution Kenichi Aoki	
イノベーションはどのように生まれるか 寺嶋秀明	24
How do innovations come about? Hideaki Terashima	

ネアンデルタール人の脳を復元する 萩原直道 Reconstructing Neanderthal brains Naomichi Ogihara	27
---	----

ネアンデルタール人の脳の中身を探る 田邊宏樹 Exploring Neanderthal's brain: Neuro-cognitive and comparative anatomical approach Hiroki C. Tanabe	30
---	----

ネアンデルタール人の脳を遺伝子から探る 早川敏之 Genetic basis of Neanderthal brain Toshiyuki Hayakawa	31
---	----

ポスター発表要旨／Abstracts of Poster Presentations

総括班／Steering Committee

RNMH-iii: 交替劇プロジェクトにおける研究情報統合事業のこれから 近藤康久 Achievements and future tasks of the replacement of Neanderthals by modern humans initiative to integrate information (RNMH-iii) Yasuhisa Kondo	34
--	----

研究項目 A01／Research Team A01

ウズベキスタン、アングラク洞窟出土の動物骨にみる中期旧石器時代人の動物利用 新井才二、オタベク・アリプジャノフ、仲田大人、三木健裕、大森貴之、 ルスラム・スレイマノフ、西秋良宏 Zooarchaeological study at the Middle Palaeolithic cave of Anghilak, Southern Uzbekistan Saiji Arai, Otabek Aripdjanov, Hiroto Nakata, Takehiro Miki, Takayuki Omori, Rustam Suleymanov, Yoshihiro Nishiaki	38
---	----

交替劇関連遺跡・石器製作伝統データベース Neander DB 構築のまとめ 近藤康久、佐野勝宏、門脇誠二、長沼正樹、西秋良宏 Neander DB, a site and lithic industry database for the replacement of Neanderthals by modern humans: Project summary Yasuhisa Kondo, Katsuhiko Sano, Seiji Kadowaki, Masaki Naganuma, Yoshihiro Nishiaki	40
---	----

旧石器時代遺跡にみる石器製作技術伝達のための学習行動の変異 高倉 純 Variability of the learning behaviors for the transmission of lithic production technology: A view from the lithic records of the Paleolithic sites Jun Takakura	42
---	----

朝鮮半島からみた後期旧石器化の画期 長井謙治 Revolutionary changes in global perspective: The transition to Upper Paleolithic industries in the Korean Peninsula Kenji Nagai	44
交替劇からみた日本列島の初期旧石器群 仲田大人 Early lithic industries in the Japanese Palaeolithic: A view from the “Replacement of Neanderthals by Modern Humans” Hiroto Nakata	46
草原景観と旧石器時代における人類移住ルートの可能性 長沼正樹、加藤博文 On the possibility regard to the grassland landscapes and Paleolithic human migration routes Masaki Naganuma, Hirofumi Kato	49
槍先端部の質量が槍の飛距離におよぼす影響 日暮泰男 Effects of added mass to the tip of the spear on throwing distance Yasuo Higurashi	50
研究項目 A02／Research Team A02	
狩猟採集民はいかに自然を学んできたか 今村 薫 The learning process in how to read nature Kaoru Imamura	54
学習、遊び、教育に関する理論的、民族誌的研究 亀井伸孝 Theoretical and ethnographic studies on learning, play and education Nobutaka Kamei	58
Innovation of paintings and its transmission—Case studies from aboriginal art in Australia (新たな創造とその継承—アボリジニ芸術からの考察) Sachiko Kubota	63
狩猟採集生活のなかで育つ子どもの象徴機能の発達—Baka の子どもの調査から 小山 正 Symbolic development in the children growing up in hunter-gatherer society: From the study of Baka children Tadashi Koyama	67
子どもの狩猟参加を構造化する周囲の協力：カメルーン狩猟採集民 バカ・ピグミーの事例 園田浩司 Companions’ cooperation to structure children’s participation in group hunting:	69

The case of Baka Pygmies hunter-gatherer in Cameroon
Koji Sonoda

社会的状況における教育と学習：セントラル・カラハリ・サンの事例から
高田 明 72

Education and learning during social situations: With special reference to the San
of the Central Kalahari
Akira Takada

狩猟採集民 Baka の子どもにおける食物獲得への参与と成果—16 日間の
狩猟キャンプにおける観察から— 73
萩野 泉、山内 太郎

The food procurement by Baka children in southeast Cameroon: From the observation
of 16 days of foraging camp
Izumi Hagino, Taro Yamauchi

ネアンデルタールのライフステージと栄養生態：現代の狩猟採集民
のフィールド調査とネアンデルタールのエネルギー適応戦略仮説 75
山内太郎

Life history and nutritional ecology of the Neanderthals: Field surveys in a modern
hunter-gatherer population and an energetic adaptation hypothesis for Neanderthals
Taro Yamauchi

アートを遊ぶ子供たち—バカ・ピグミーと現代社会の子どもの描画と
コラージュから 77
山上 榮子

Playing art children—From their drawing and collage in Baka Pygmy and
modern society
Eiko Yamagami

研究項目 B01／Research Team B01

個人差が生む社会学習と文化進化への影響 80
大泉 嶺

Effects of individual difference on efficiency of social learning
Ryo Oizumi

平等な協力社会の下でのイノベーション行動の進化 81
木村亮介

Evolution of innovation behaviors under an egalitarian and cooperative society
Ryosuke Kimura

累積的文化のパラドクス 83
小林 豊

A paradox of cumulative culture
Yutaka Kobayashi

<p>集団外交流と交替劇：神楽と地域アートの社会調査から 堀内史朗 The origin of cross-boundary communications during the Replacement: Analysis by the social survey of spirits dance (kagura) and local art projects Shiro Horiuchi</p>	84
<p>頭蓋サイズと認知に共通する遺伝的基盤の進化的考察 山口今日子、木村亮介 Evolutionary analysis of common genetic basis for cognitive ability and cephalic size in humans Kyoko Yamaguchi, Ryosuke Kimura</p>	85
<p>社会学習による協力的社会の安定な維持 若野友一郎 The stable maintenance of cooperative society by social learners Joe Yuichiro Wakano</p>	89
<p>研究項目 B02／Research Team B02</p>	
<p>ヨーロッパにおける新人拡散期の植生 大石龍太、Wing-Le Chan、阿部彩子 Vegetation change in Europe during the Late Pleistocene dispersal of modern humans Ryouta O'ishi, Wing-Le Chan, Ayako Abe-Ouchi</p>	92
<p>データベースを基にした高確度年代推定 大森貴之、佐野勝宏、米田 穰 Accurate age estimation based on radiocarbon database Takayuki Omori, Katsuhiko Sano, Minoru Yoneda</p>	93
<p>Regional last glacial climate synthesis for the Eastern Mediterranean (最終氷期における地中海東部の環境復元) Stephen P. Obrochta, Yusuke Yokoyama, Ayako Abe-Ouchi, Ryouta O'ishi, Wing-Le Chan, Hodaka Kawahata</p>	95
<p>旧人・新人の生態ニッチモデリング共同研究のまとめ 近藤康久、佐野勝宏、大森貴之、阿部彩子、陳 永利、大石龍太、 門脇誠二、長沼正樹、小口 高、西秋良宏、米田 穰 Ecological niche modelling for the Neanderthals and modern humans: Achievements of the interdisciplinary collaboration Yasuhisa Kondo, Katsuhiko Sano, Takayuki Omori, Ayako Abe-Ouchi, Wing-Le Chan, Ryouta O'ishi, Seiji Kadowaki, Masaki Naganuma, Takashi Oguchi, Yoshihiro Nishiaki, Minoru Yoneda</p>	96
<p>Stadial and interstadial climates, as simulated in experiments with the MIROC climate model (MIROC 気候モデルを用いた、亜氷期と亜間氷期の気候のシミュレーション) Wing-Le Chan, Ayako Abe-Ouchi, Ryouta O'ishi, Kunio Takahashi</p>	98

研究項目 C01／Research Team C01

エンドキャストから小脳容積を推定する手法の開発とネアンデルタール及び更新世サピエンスへの応用 100

久保大輔、田邊宏樹、近藤 修、天野英輝、與儀 彰、村山貞之、石田 肇、荻原直道

Development of a method to estimate the cerebellar volume from the endocast and its application to the Neanderthals and Pleistocene *Homo sapiens*

Daisuke Kubo, Hiroki C. Tanabe, Osamu Kondo, Hideki Amano, Akira Yogi, Sadayuki Murayama, Hajime Ishida, Naomichi Ogihara

カフゼー9号頭蓋の復元とエンドキャスト形態 102

近藤 修、久保大輔、鈴木宏正、荻原直道

Reconstruction of Qafzeh 9 braincase and its endocast morphology

Osamu Kondo, Daisuke Kubo, Hiromasa Suzuki, Naomichi Ogihara

ネアンデルタール人と現生人類のエンドキャストの比較 104

—前頭前野の後縁を復元する

小林 靖、松井利康、天野英輝、森田祐介、荻原直道

Comparison of endocasts between Neanderthals and modern humans—reconstruction of the caudal border of the prefrontal cortex—

Yasushi Kobayashi, Toshiyasu Matsui, Hideki Amano, Yusuke Morita, Naomichi Ogihara

化石頭蓋の定量解析のための幾何処理技術の開発 106

道川隆士、菱田寛之、鈴木宏正、森口昌樹、荻原直道

Development of geometry processing tools for quantitative analysis of fossil crania

Takashi Michikawa, Hiroyuki Hishida, Hiromasa Suzuki, Masaki Moriguchi, Naomichi Ogihara

剛体的な形状変形による準標識点の転写 108

森口昌樹、道川隆士、鈴木宏正、荻原直道、近藤 修

Semi-landmark transfer using as-rigid-as-possible transformation

Masaki Moriguchi, Takashi Michikawa, Hiromasa Suzuki, Naomichi Ogihara, Osamu Kondo

研究項目 C02／Research Team C02

計算論的解剖学による復元頭蓋骨を用いた脳形態復元 110

河内山隆紀、田邊宏樹、長谷川国大、荻原直道

Reconstruction of the brain from skull fossil using computational anatomy

Takanori Kochiyama, Hiroki C. Tanabe, Kunihiro Hasegawa, Naomichi Ogihara

現代人脳機能地図作成

—社会認知能力のベースとしての共同注意における小脳の役割— 113

定藤規弘、田邊宏樹

Functional Brain Mapping of modern humans: The role of cerebellum in joint attention as

a base of social cognitive ability Norihiro Sadato, Hiroki C. Tanabe	
飽きに対する対処戦略の神経基盤と創造性との関連 杉浦元亮 The neural basis of coping strategies for boredom and their association with creativity Motoaki Sugiura	114
脳機能イメージングデータのメタ解析による現代人脳機能マップの作成 長谷川国大、河内山隆紀、田邊宏樹 Meta-analysis of functional brain maps in modern humans employing activation-likelihood estimation (ALE) Kunihiro Hasegawa, Takanori Kochiyama, Hiroki C. Tanabe	115
ハノイの塔を用いた社会学習と個体学習差の検証実験 星野孝総、三谷慶太、三浦直樹、田邊宏樹、長井謙治 Verification experiment of social learning and individual learning using Tower of Hanoi Yukinobu Hoshino, Keita Mitani, Naoki Miura, Hiroki Tanabe, Kenji Nagai	117
メタ解析に基づく道具使用の神経基盤の推定 三浦直樹 Functional brain map of human's tool-use; Meta-analysis for neuroimaging data Naoki Miura	119
学習意欲および疲労耐性の神経基盤と脳形態情報 水野 敬 Neural and structural substrate associated with motivation to learn and fatigue Kei Mizuno	121
Author Index	125

大会プログラム CONFERENCE PROGRAM

第 1 日 : 平成 27 年 3 月 7 日 (土)

Day 1 : March 7, 2015 Saturday

【交替劇プロジェクト】

Replacement of Neanderthals by Modern Humans Project

10:00 – 10:45 赤澤 威 8
今なぜ、交替劇にチャレンジするか
Takeru Akazawa
Why explore the replacement of Neanderthals by modern humans now?

【交替劇の舞台とその時代】

The Scene of the Replacement and its Historical Period

10:45 – 11:30 西秋良宏 15
考古学からみた交替劇
Yoshihiro Nishiaki
Archeological approaches to issues regarding the replacement of Neanderthals by modern humans

11:30 – 12:15 米田 穰 17
地球科学からみた交替劇
Minoru Yoneda
Geoscientific studies on the replacement of Neanderthals by modern humans

12:15 – 13:30 休憩 *Coffee break*

【特別講演】

Keynote Lecture

13:30 – 14:45	青柳正規 文化と社会が滅びるとき—エトルリア文化の場合 Masanori Aoyagi When a society and its culture die out: The case of the Etruscan culture	5
 【新人はネアンデルタール人よりも創造的なのか】 Were Modern <i>Homo sapiens</i> More 'Creative' Than Neanderthals?		
15:00 – 15:45	門脇誠二 イノベーションと人類史 Seiji Kadowaki Innovations and human history	21
15:45 – 16:30	青木健一 イノベーション能力と文化進化 Kenichi Aoki Innovativeness and cultural evolution	23
16:30 – 17:15	寺嶋秀明 イノベーションはどのように生まれるか Hideaki Terashima How do innovations come about?	24
17:15 – 18:00	ポスター発表	33 - 122
18:00 – 20:00	懇親会 <i>Welcome party</i>	

第 2 日 : 平成 27 年 3 月 8 日 (日)

Day 2 : March 8, 2015 Sunday

【新人はネアンデルタール人よりも賢いのか】

Were Modern *Homo sapiens* More 'Clever' Than Neanderthals?

- | | | |
|---------------|---|----------|
| 10:00 – 10:45 | 荻原直道
ネアンデルタール人の脳を復元する
Naomichi Ogihara
Reconstructing Neanderthal brains | 27 |
| 10:45 – 11:30 | 田邊宏樹
ネアンデルタール人の脳の中身を探る
Hiroki Tanabe
Exploring Neanderthal's brain: Neuro-cognitive and comparative anatomical approach | 30 |
| 11:30 – 12:15 | 早川敏之
ネアンデルタール人の脳を遺伝子から探る
Toshiyuki Hayakawa
Genetic basis of Neanderthal brain | 31 |
| 12:15 – 13:30 | 休 憩 <i>Coffee break</i> | |
| 12:15 – 13:30 | ポスター発表 | 33 - 122 |

【総合討論】

Discussion

- | | |
|---------------|---|
| 13:30 – 15:00 | 「学習仮説」は交替劇を説明するか
Can the 'learning hypothesis' explain the replacement? |
|---------------|---|

特別講演 KEYNOTE LECTURE

青柳正規
文化庁長官
東京大学名誉教授

文明と社会が滅亡するとき
—エトルリア文化の場合について—

Masanori Aoyagi Ph.D.
Commissioner of the Agency for Cultural Affairs
Emeritus Professor at the University of Tokyo

When a Society and its Culture Die Out: The Case of the Etruscan Culture

講師略歴

満州・大連生まれ。1967年東京大学文学部美術史学科卒後、ローマ大学留学。1991年東京大学文学部教授、同文学部長、同副学長を経て、2005年定年退官。2008年国立西洋美術館長等歴任後、2013年文部科学省文化庁長官就任。

古代ローマを主たるフィールドとする考古学者・美術史学者である。300年の長きにわたって繁栄を謳歌した古代ローマ世界を政治、経済、社会、文化、軍隊などさまざまな視座から掘り起こし、ローマ帝国の興亡のメカニズムを解き明かし、そこから何を学ぶかを訴え続けている根っからのフィールド学者である。

発掘した代表的な遺跡には、古代ローマ遺跡ポンペイ、シチリアのアグリジェント、イタリア中部のタルキニア、ヴェスヴィオ火山北麓にあるソンマ・ヴェスヴィアーナなどなど。文化庁長官として飛び回る間にあっても、現地調査を中断することはない。

1977年『エウローパの舟の家』で地中海学会賞、1991年『古代都市ローマ』でマルコポーロ賞、浜田青陵賞、1993年『皇帝たちの都ローマ』で毎日出版文化賞、そのほか多くの論文、著書を含めた多大な学術貢献が評価され、2006年紫綬褒章受章、2007年日本学士院会員となる。

研究大会口頭発表要旨
ABSTRACTS OF CONFERENCE PRESENTATIONS

交替劇プロジェクト RNMH PROJECT

今なぜ、交替劇にチャレンジするか

赤澤 威
高知工科大学総合研究所

今日の人類世界で塗り尽くされるまで、地球上には大きく二種類の人類が共存し、それぞれの世界を謳歌していた。かたや旧人と呼ばれるネアンデルタール人の世界。かたや我々の祖先にあたる新人ホモ・サピエンスの世界である。ところが、その後の両者の命運は分かれる。例えばヨーロッパでは、共存期間はほぼ五千年（45,000～40,000年前）。ネアンデルタール人は消えて行き、新人サピエンスは生き残った。この経緯を、「ネアンデルタール人絶滅説」あるいは「ネアンデルタール人・新人サピエンス交替劇」と称する。

交替劇が起こったのは寒冷気候が卓越する最終氷期であった。過酷な環境に文化的に適応し、体を改造しながら忍耐強く生き抜いてきたネアンデルタール人がなぜ消えていった。なぜわれわれの祖先ではなく、ネアンデルタール人だったのか。ネアンデルタール人の社会にいったい何が起こったのか。その真相は、われわれ現生人類の起源、その成り立ちの問題に残された最大の謎として論争が続いてきた。この世界的に脚光をあびる交替劇論争に我々は、日本発の新しい発想をもって参入した。

2010年から五年計画で、文部科学省科学研究費補助金・新学術領域研究「ネアンデルタールとサピエンス交替劇の真相：学習能力の進化に基づく実証的研究」（2010-2014）（課題番号 1201）をスタートさせた。プロジェクトの要点は、「新人と旧人の間で演じられた交替劇の様相を、生存戦略上の問題解決に成功した社会と失敗した社会と捉え、成功と失敗の分かれ目は両者の学習能力の違いにあった」とする作業仮説（「学習仮説」と称する）をたて、実証的に検証することになった。

提起した学習仮説は、①旧人と新人の間に生得的な学習能力の違いが存在した、②学習能力の違いは、両社会の間に、新文化の創出や出現の頻度、その伝播や普及の速さなど、文化の進化速度に差異をもたらすことになった、③その差異は両社会の間に文化格差を産み出し、新人社会に繁栄をもたらす一方で、旧人社会を終焉に導くことになった、という三つの内容で構成される作業仮説である。

プロジェクトの具体的目標は学習仮説を検証することであり、考古学、文化人類学、理論生物学、環境科学、化石工学、神経科学諸分野の研究に基づく具体的証拠に依拠して作業仮説を実証的に検証するプロジェクトとしてスタートした(挿図参照)。そして、人文系・生物系・理工系諸分野の研究者による新たな視点や手法に基づく異分野連携研究の推進のもとに以下の研究を行ってきた。

学習行動復元研究：

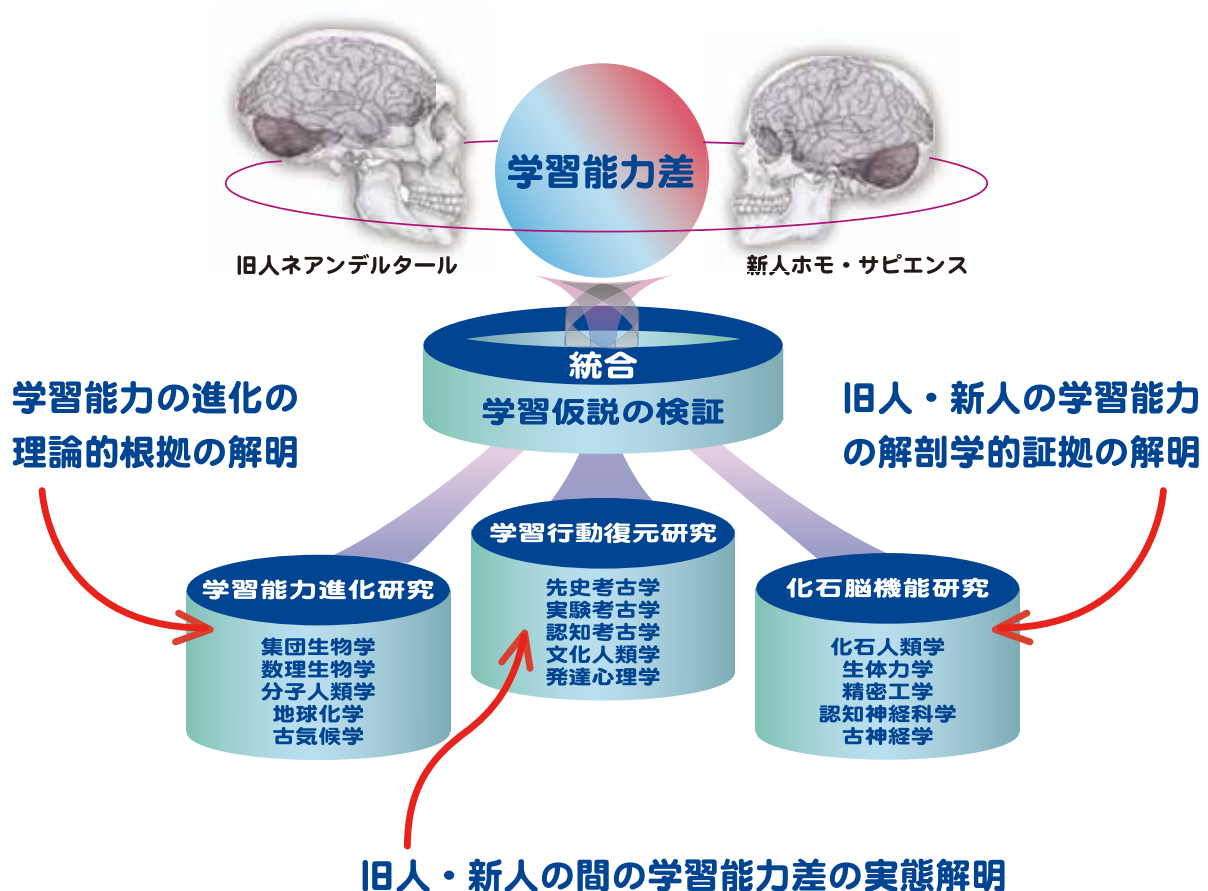
旧人・新人の学習行動に違いが存在するかどうか、その種類内容を考古学的証拠および現生狩猟採集民の学習行動に基づいて実証的に検証すること

学習能力進化研究：

旧人・新人の学習能力に違いが存在するかどうか、違いが生ずる経緯を理論的かつ実証的に検証すること

化石脳機能研究：

旧人・新人の学習能力に違いが存在するかどうか、両者の脳の神経基盤の比較解剖学的証拠および脳機能証拠に依拠して検討すること



われわれはいかなる存在なのか。それを知るにはさまざまなアプローチがある。そのひとつとして、消えていった数々の化石人類の生き方を調べ、人類がどのような歩みを経て今日に至ったかを知ることが挙げられる。そのなかでネアンデルタール人から学ぶことは、とりわけ大きい。彼らこそ、われわれ現代の地球人の最後の隣人であり、彼らの存在を抜きにして今のわれわれを語れないからである。そのからみで忘れられないのが、彼らとわれわれの祖先との間でかつて演じられた交替劇である。その交替劇とはいったい何か。

人類進化の歩みは決して一本道ではなく枝分かれの繰り返しであった。その枝分かれの道筋には、消えていく役回りを演じる「旧人」と新時代を切り拓く役を演じる「新人」とが常に登場してきた。ヒトの進化とは、旧人と新人の交替劇というわけである。その繰り返

されてきた交替劇の最後、言い替えれば、われわれにとっては直近の交替劇となる舞台に登場したのが、旧人として消えて行くネアンデルタールと今日の地球世界の幕開けを演出する新人サピエンスである。このように考えると、その直近の交替劇で勝ち残った新人の子孫である今日の地球人、実は、次なる交替劇に向かって、その渦中に身を置いていることになる。

もちろん、現在この地球上に、われわれに取って代わる交替要員、言い替えれば、次なる新人の候補者が見あたらない状況であれば、次なる交替劇を具体的にはイメージできない。そこで、われわれ現代の新人に限って未来永劫消えることはなく、われわれの行く末だけはこれまでとは違った枝振りになるとする考え方も生まれるわけだが、実は、どのような枝振りになるか、誰にも答えられない。それが、これまでのヒトの進化の道程から学んだひとつの結論である。

Why explore the replacement of Neanderthals by modern humans now?

Takeru Akazawa

Research Institute, Kochi University of Technology

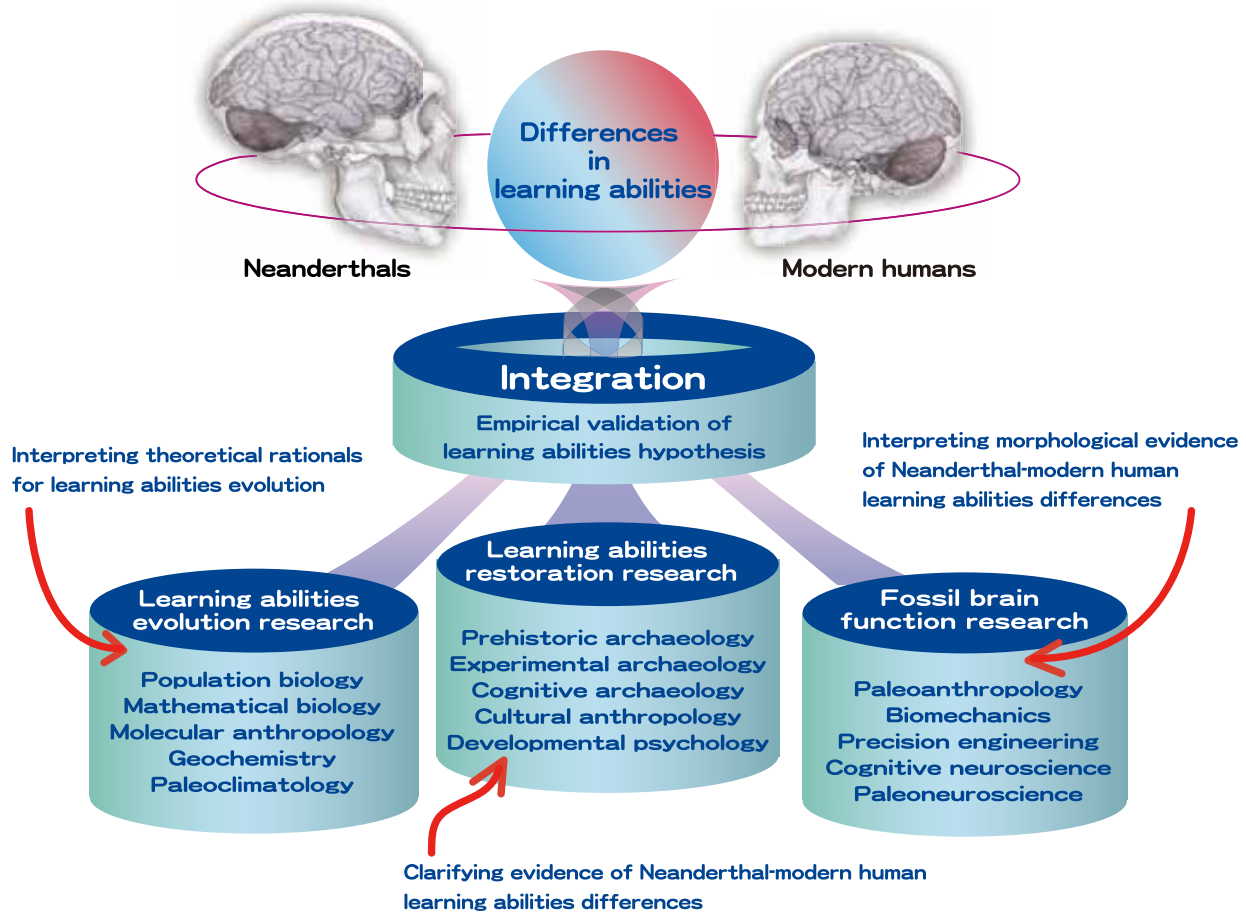
Modern humans appeared in Africa about 200,000 years ago. Later, as they spread across Eurasia, they encountered indigenous Neanderthal populations. The two populations coexisted until 40,000 years ago, perhaps even later, but the Neanderthals eventually went extinct. The question has long occupied us: what happened to the Neanderthals? A number of current hypotheses propose possible mechanics of the replacement of Neanderthals by modern humans, and there has been extensive debate as to whether or not the presence of the modern humans accelerated the extinction of the Neanderthals.

In 2010, we launched the major five-year (2010-2014) research project entitled “Replacement of Neanderthals by Modern Humans: Testing Evolutionary Models of Learning” (RNMH). The RNMH project interprets the replacement of Neanderthals by modern *Homo sapiens* in an innovative framework that illuminates the contrast between modern human societies, which succeeded in solving survival-strategic problems, and Neanderthal societies, which failed to do so. We view this divergent outcome between the two types of societies as being attributable to a difference in learning abilities between the two populations.

Thus, we have proposed a working hypothesis (the “learning hypothesis”), which explains the replacement occurred as a result of the difference in learning abilities between archaic Neanderthals and modern humans, and that the social and cultural divides caused by this difference determined the outcome, and have subjected this hypothesis to various empirical tests.

In order to attain its overall goal, the project created an entirely new research paradigm involving interdisciplinary collaboration, new perspectives and methods brought forward by researchers from the humanities, biology, and engineering. The project takes the novel approach of broad collaboration involving archaeology, cultural anthropology, theoretical biology, environmental

science, biomechanics, paleoneurology and other fields. This type of approach has no precedent in previous studies of the replacement event; it is likely not only to impact on future studies in this area, but also to generate significant spillover effects as a model for interdisciplinary research.



Specifically, we have conduct the following studies within an interdisciplinary research framework based on new perspectives and methods brought forward by researchers from the humanities, biology, and science and engineering.

Learning abilities restoration research:

Empirically demonstrate that differences existed between archaic and modern humans in terms of learning abilities and learned behaviors;

Learning abilities evolution research:

Theoretically deduce and empirically demonstrate the circumstances that led to the Neanderthal-*Homo sapiens* differences in learning abilities and learned behaviors;

Fossil brain function research:

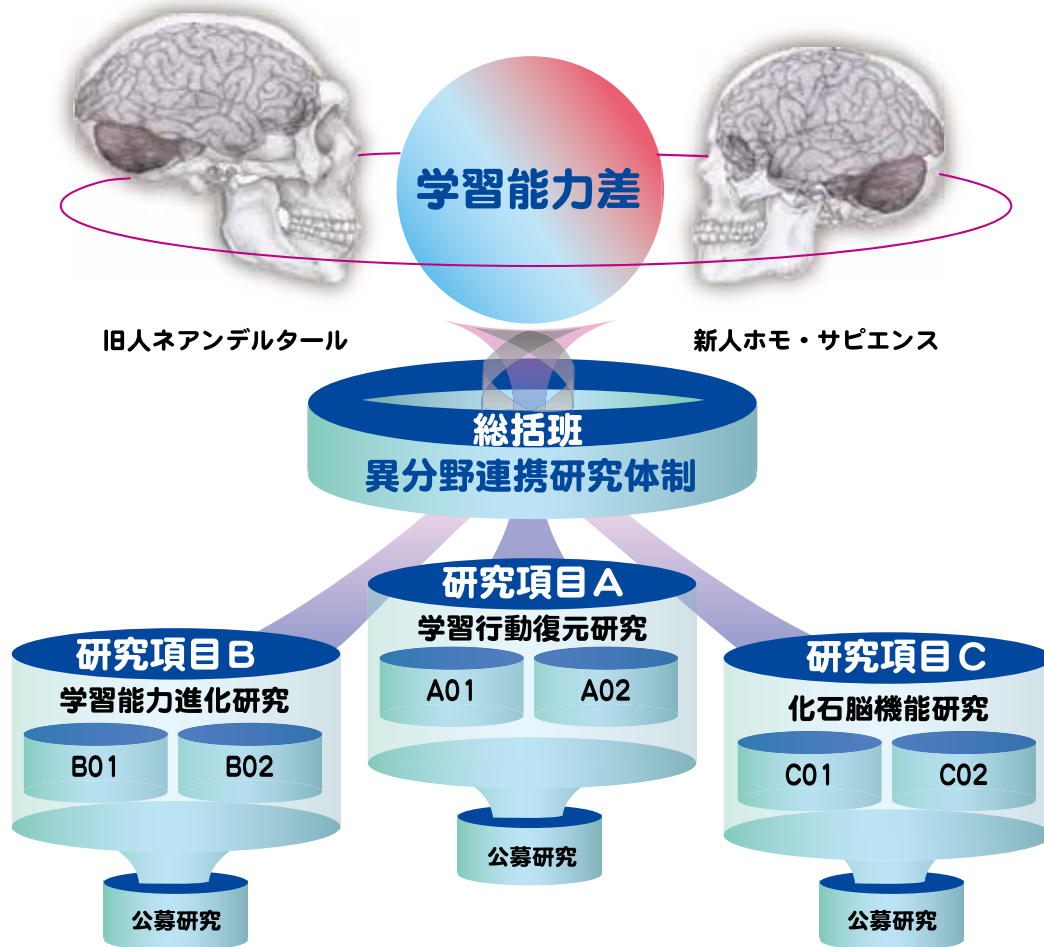
Establish that differences in learning abilities and learned behaviors existed between archaic and modern humans, by providing anatomical proof of differences in the configuration of the neural basis in the brains of the two populations.

The fate of the Neanderthals seems to have been the subject of only isolate research in the past, and it is the aim of the project to bring together as many disciplines as possible so as to be able to draw a comprehensive scenario of the evolution and dispersal of modern humans on the Earth. With the collaboration of our colleagues from different fields, working in multi- and trans-disciplinary teams, we will undoubtedly be inspired to further pursue our endeavors.

We humans, what are we? Various approaches to answering this question come to mind. One possibility is to investigate, through the numerous fossils of now-extinct hominids, how those hominids lived their lives. This should provide some understanding of the path by which we have come to be who we are today. Among those fossil hominids, there is much to be learned from the Neanderthals in particular, since they were the last hominid population on Earth before modern humans took over.

Whenever human evolution reached such a fork, a new instance of humanity thrived while an old instance became extinct. In the last of these recurring succession dramas, the humans closest to us today, the modern *Homo sapiens*, thrived while the earlier humans, archaic *H. sapiens* met their demise. All humans currently inhabiting the earth are descendants of the anatomically modern *H. sapiens* who survived that epic transformation; now it is entirely possible that they are in midcourse towards the next succession event.

We can imagine the disappearance of today's modern humans and their replacement by some new branch of the human family, but no one knows what that new branch might be, nor can we concretely envision the nature of that new succession event. One long-term goal of humans, an abstract one, is to come to an understanding of the varied forms of existence we have experienced during our evolution. This quest may be of monumental importance: essential clues to an understanding of our future may lie hidden in our past.



研究体制

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」

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」

研究項目B01

「ヒトの学習能力の進化モデルの研究」

研究項目B02

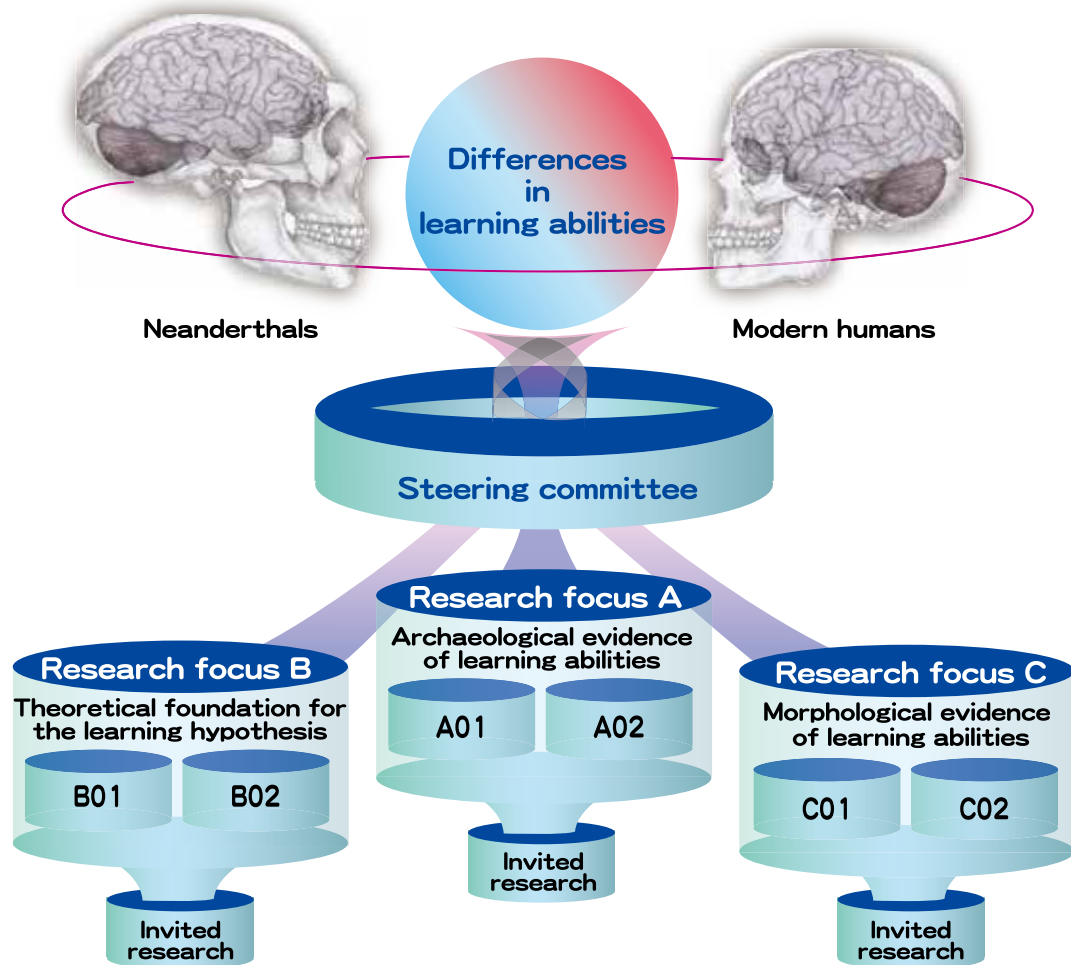
「旧人・新人時空分布と気候変動の関連性の分析」

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」

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 Organization

Research Team A01:
Archaeological Research of the Learning Behaviors of
the Neanderthals and Early Modern Humans

Research Team A02:
A Study of Human Learned Behavior Based on Fieldwork Among Hunter-Gatherers

Research Team B01:
Research on Evolutionary Models of Human Learning Abilities

Research Team B02:
Reconstructing the Distribution of Neanderthals and Modern Humans in Time and Space
in Relation to Past Climate Change

Research Team C01:
Reconstruction of Fossil Crania Based on Three-Dimensional Surface Modeling Techniques

Research Team C02:
Functional Mapping of Learning Activities in Archaic and Modern Human Brains

交替劇の舞台とその時代

The Scene of the Replacement and its Historical Period

考古学からみた交替劇

西秋良宏
東京大学総合研究博物館

考古学班（研究項目 A01）は交替劇プロジェクトにおいて主として二つの課題に取り組んできた。一つは、最新の考古学的知見を収集、整理して新人がアフリカを出てユーラシアに拡散した年代や経緯、そしてネアンデルタール人と置き換わっていった過程をできるかぎり詳細に跡づけることである。もう一つの課題は、脳機能の違いに基づく学習能力差が両者の命運を分けたのではないかといういわゆる「学習仮説」を考古学的観点から検証することである。

第一の課題については、地球規模の遺跡データベース（Neander DB）を制作してとりくんだ。すなわち、約 20 万年前から 2 万年前に相当する世界各地の旧石器時代遺跡のうち、発掘されたもの約 3200 遺跡を選定し、年代や地層、出土品の特徴、人骨化石の性質などを搭載したデータベースである。ネアンデルタール人や初期新人がいた西ユーラシアやアフリカだけでなく、東アジアをもふくめた。収集した情報の批判的吟味をへて明らかになったことの一つは、先住の旧人集団は新人拡散にともなって一気に交替したのではなく、一定期間共存したケースが多いと想定されることである。遺伝学的研究が交雑を示唆していることにかんがみ、文化的なインタラクションがあったことも十分、想定される。

第二の課題、つまり学習能力の違いについては、考古学的証拠に現れる学習行動の違いを議論した。石器伝統の変化のパターンや、遺跡内での行動の構造的性、新環境に進出した際の適応の特徴などを比較してみると、学習行動の変異には脳機能にもとづく能力差だけでなく、様々な要因が関与していることがうきぼりになった。なかでも、人口サイズや集団の構造など社会環境は、学習行動にきわめて大きな影響を与えていると考えられた。これら社会環境も生得的な要因に規定されていた可能性は否定できないが、新人社会が見せる実に多様な社会構造を参照すれば、歴史的要因によって規定されていた場合も大いにあったと思われる。すなわち、潜在的な脳機能の違いのみが学習行動の違いに影響したとするのは単純すぎる。作業仮説たる「学習仮説」も設定後、5 年が経過した。社会環境と言う要素を組み込んで、アップデートするのがよいと考えられる。

Archeological approaches to issues regarding the replacement of Neanderthals by modern humans

Yoshihiro Nishiaki

The University Museum, The University of Tokyo

The archeological team (Research Team A01) for the project “Replacement of Neanderthals by Modern Humans (RNMH)” had two primary aims. The first was to synthesize archeological data related to the processes of replacement of Neanderthals by Modern Humans, considering the chronology and routes of dispersals of the latter from Africa to Eurasia, and issues related to the disappearance of the former. The second goal was to test the working hypothesis, designated the “learning hypothesis,” which postulated that innate differences in learning abilities played a decisive role in the replacement of Neanderthals by Modern Humans.

The first goal was approached through the construction of a global-scale database (Neander DB), which documents approximately 3200 Middle and Upper Paleolithic excavated sites across Africa and Eurasia (including east Eurasia and parts of Oceania) dated to between 200 and 20 kya, with published information on their archeological finds and radiometric dates. Based on a critical evaluation of the spatio-temporal contexts of the lithic traditions and other records, it is evident that the indigenous Neanderthal populations were not eliminated immediately after the arrival of Modern Humans in many regions. As suggested by recent developments in genetic research, co-existence and interaction between these populations was possible, and the topic deserves thorough investigation using archeological evidence.

To fulfill our second aim of investigating potential differences in innate learning abilities, we carried out comparative analyses of the learning behaviors of the two populations/societies based on archeological evidence. An examination of the spatial organization of lithic manufacturing activities, and patterns of change in lithic industries when each population expanded into new environments, indicates multiple factors affecting the capacity for acquiring wider variation in learning behaviors. Differences in social environments, including population size and social organization, were considered particularly important. These differences may possibly be caused by cognitive differences between the two populations, accounting for differences in learning ability. However, available records also suggest contrary evidence, implying that it is too simplistic to postulate potential innate cognitive differences as the single force accounting for replacement of the Neanderthals. It is now time to update the “learning hypothesis” proposed in 2009, taking into consideration non-innate social issues as important factors affecting learning behavior in the two populations.

地球科学からみた交替劇

米田 穰¹、大森貴之¹、近藤康久²、阿部彩子³、横山祐典³、川幡穂高³、小口 高⁴

1. 東京大学総合研究博物館
2. 総合地球環境学研究所
3. 東京大学大気海洋研究所
4. 東京大学空間情報科学研究センター

研究項目 B02 では、地球科学との共同研究で、交替劇に関する時代状況を客観的なデータとして抽出することを試みた。具体的には、(1)放射性炭素年代データベースに関する研究、(2) シミュレーションを用いた古気候の復元と地理情報システム (GIS) を用いた研究、(3) 地球化学的なデータから推定される気候変動の地域差に関する研究である。それぞれの研究は、地球科学を中心とする分野では研究が行われてきたが、人類進化や石器文化伝統の時代変遷という枠組みでは研究が限られており、いずれも日本では初めての共同研究となった。

放射性炭素年代については、2009 年に国際チームによって、原理的に偏りが生じる放射性炭素年代をより正確な値に変換するための較正データベース「IntCal09」が 5 万年にまで拡張され、交替劇に係る考古遺跡の年代を氷床コアなどから得られる地球規模の急激な気候変動の枠組みで議論することが可能となった。また、加速器質量分析 (AMS) 法を用いた放射性炭素年代の微量測定という特徴を生かして、限外ろ過法などのより厳密な化学処理を行った年代を用いて、交替劇の鍵となる遺跡の年代の再検討がすすめられた (Higham et al. 2014)。そのような研究状況を鑑み、私たちこれまでに測定された数多くの年代値について、その正確性を測定試料の性質や前処理方法などから精査し、さらに前処理方法によるずれと不確実性を評価する方法を新たに考案した。

これらの補正年代を、遺跡ごとの層序関係を考慮して解析することによって、遺跡データベースに登録された放射性炭素年代を用いて、交替劇に係る石器製作伝統の開始・終了年代を正確に評価するための方法の開発に成功した。この方法を用いて、研究項目 A01 と共同で、年代データベースが充実している欧州において、旧人文化の遺跡数減少が新人文化の到来に先立って起こっていること、それが必ずしも寒冷化イベントと時期的に一致しないことを示した。

さらに、遺跡データベースをつかって、遺跡ごとの較正年代の確率分布を人間活動のプロキシとして、放射性炭素較正年代の確立分布を応用する方法を検討した。この方法については、上記の従来法による年代補正を実施することによって、データ精度が 1000 年スケールの気候変動よりも大きくなるという問題が明らかになり、気候変動に対応する反応を検討することが困難であるという結果を得た。しかし、縄文時代など短い期間の多くの年代データが蓄積している状況では有効な解析方法であると期待され、今後の考古学的な応用が下方である。また、現在新たな前処理方法を適応した高精度の年代測定が系統的に進められており、それらのデータセットを用いて、交替劇前後の各地における人口変動と古気候変動についての直接比較が可能になると期待される。

上記の年代学的な検討で得たデータを考古学的な文脈で解析するために、研究項目 A01 と共同で、遺跡・石器文化伝統の存続年代の空間的分析を評価し、気温や降水量などの気候条件と標高や傾斜などの地形条件が旧人と新人の分布に与えた影響を評価した。そのために、GIS を活用して生態学ニッチモデルと応用する研究を展開した。この研究に必要な高分解能気候データは、全球モデルを基礎とした古気候シミュレーション実験を行い、従来の地球環境研究では 100 km スケールでの全球モデルを、考古学的な議論に耐えうる 10km スケールに高分解能化するための技術開発を行った。具体的には、現代の詳細な気象データを参照して、広域グリッドの平均値との差分を外挿する方法で、ある程度妥当な高解像度化に成功した。また、1000 年スケールで激しく変動する気候に対応するために、代表的な亜氷期と亜間氷期の気候分布図をシミュレーション実験によって作成し、GIS による考古学的なデータとの比較研究に用いた。さらに、この気候図から植生を復元し、地域の環境を表す具体的なデータである花粉分析との比較研究を、招待研究として実施した。

当初は、亜氷期と亜間氷期にみられる遺跡・石器文化伝統の地理的分布の相違と、気候条件の相関関係を GIS によって比較検討する計画であったが、放射性炭素年代の補正のため個別の遺跡継続年代が数千年の精度となったため、1000 年スケールの急激な気候変動に対する旧人と新人の応答の相違については時間解像度が不十分であるという結論を得た。そこで、方針を若干変更し、比較的長期間にわたって両者が各遺跡に生息していたとして、それぞれの人類種が生息することが可能だった生態環境を、亜氷期と亜間氷期における生態学ニッチモデルを拘置して、各石器製作伝統に対して分布を制限する主要因の評価を行った。その結果、旧人に対して新人が適応できる冬季気温などに違いがあった可能性が示唆された。これらが、新人の異所的環境への適応能力の高さを示しているかどうかについては、個別の地域や遺跡に着目して精度のよい年代データを蓄積することによって具体的に検証が可能だと考えられる。

Geoscientific studies on the replacement of Neanderthals by modern humans

Minoru Yoneda¹, Takayuki Omori¹, Yasuhisa Kondo², Ayako Abe-Ouchi³,
Yusuke Yokoyama³, Hodaka Kawahata³, Takashi Oguchi⁴

1. The University Museum, The University of Tokyo

2. Research Institute for Humanity and Nature

3. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

4. Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo

We conducted some research project in the Research Team B02, including meta-analysis of radiometric database, the tempo-spatial analysis of the impact of climate change on the archaic and modern human species, and the comparison of geochemical proxies from different regions. Each research approaches have been established in their field of science but this is the first trial in Japan to combine these scientific achievements in light of human evolution, especially the replacement of Neanderthal by the modern humans.

Radiocarbon dating which is most common radiometric method for the sample up to five thousand years ago could be comparable paleo-climatic data dated by other methods such as annual ring counting, because the calibration dataset for conventional radiocarbon ages were expanded to 50 ka by “IntCAL09 (Reimer et al. 2009). Furthermore, some research projects were on going by applying some new preparation techniques, including ultrafiltration and step-combustion, were applied for bones, shell and charcoal to obtain more accurate dates of the replacement of Neanderthal by modern humans on the key archaeological sites in Europe (Higham et al. 2009). Although we have limited access to the materials related to Neanderthals and modern humans in Europe, we have conducted a meta-analysis on the radiocarbon database to extract the spatiotemporal distribution of these human species. In this research, we have developed a novel method to correct the old radiocarbon age obtained by conventional methods and estimate reasonable uncertainty with each samples.

By applying the Bayesian model on each archaeological stratigraphy, we have estimated more accurate ages (with larger uncertainties). We have collaborate with archaeologists of Research Team A01 to evaluate the start and terminal period of each lithic industries of the Middle and Late Paleolithic, suggesting the decline the number of Middle Paleolithic sites was significant prior to the emergence of the industries with modern humans. This is generally agreed with the estimated time of transition from Middle to Late Paleolithic based on new radiocarbon data by improved preparation techniques. This result suggested that the decline of Neanderthal is not directly related to the cooling event or the competition with modern humans.

At the same time, we have developed the analysis method to estimate the population dynamic by comparing the sum of probability of calibrated radiocarbon datasets by region. Although we can get more accurate age by correcting conventional date by our methods, additional uncertainties make it difficult to compare the temporal change of probability with frequent drastic climate change with 1000 year scale. However, we found this approach is quite useful for the archaeological setting which have more precise dataset such as Jomon period of prehistoric Japan. It will explore new field of archaeological study on the impact of climate change on prehistoric hunter-gatherers.

In order to interpret the accurate data of each site and lithic industry, we collaborate with archaeologists of Research Team A01 to reconstruct the distribution of lithic industry of terminal Middle Paleolithic, transitional entities, and the Late Paleolithic. We have developed the paleoclimate map based on the global circulation model and improved its resolution by applying modern differences from the average to convert the original 100 km scale map into 10 km scale one. The stadial and interstadial conditions were reasonably reconstructed by a horsing experiment adding fresh water mass on the North Atlantic.

It makes us possible to extract the limiting factor of environment for the both archaic and modern human distributions. The ecological niche models which have been develop for modern animal species were applied to lithic industries and the comparison between the habitable environment of Neanderthals and modern humans were compared. Our preliminary results suggested that the modern humans can survive in cooler winter conditions. We will continue our investigation by focusing these experiments on some specific areas where more precise age data is available, to extract the exact factors which affect on the activities of archaic and modern humans.

新人はネアンデルタール人よりも創造的なのか Were Modern *Homo sapiens* More 'Creative' Than Neanderthals?

イノベーションと人類史

門脇誠二
名古屋大学博物館

この発表では、2010 年度から進められてきた交替劇プロジェクトの成果に基づきながら、イノベーションと人類史の関係という、より一般的なテーマについて考察する。ここで言及されるイノベーションとは、新たな文化要素を生み出す創造的行動を意味する。交替劇プロジェクトでは、ホモ・サピエンスの広域拡散とネアンデルタールの消滅・吸収という人類進化史が、両集団のあいだの学習能力・行動の違い（特に創造的学習の頻度の差）によって説明できるか、という課題を検証してきた。

この課題を検討するため、交替劇プロジェクトの考古学グループ（A01 班）が、約 20～2 万年前の旧世界の考古記録を収集・整理した。その結果、アフリカと西アジア、ヨーロッパの考古記録から分かったことは、交替劇の要因として学習行動が関わっていたとしたら、それはホモ・サピエンスがアフリカや西アジアで行った学習ではなく、ヨーロッパへ地理分布を広げた先で行った学習が重要という点である（門脇 2015）。ヨーロッパにサピエンスが拡散し始めた時期は、考古学的に 4.8～4.5 万年前頃と推定される。その後、ネアンデルタール集団が姿を消す約 4 万年前までのあいだに、ヨーロッパでは地域的に多様な文化が創出された。新文化創出をイノベーションの考古記録とするならば、イノベーションが活発化した時期にネアンデルタールが終焉を迎えたといえる。問題は、この時期のイノベーションにネアンデルタールがどの程度関わっていたかということである。現状の考古記録ではこの問題について解決できない点が多いが、ネアンデルタールが直接的あるいは間接的に新文化創出に関わった可能性は今のところ排除できない。

このように、旧人・新人交替劇における両者の学習行動の違いを 100%明確にできたわけではないが、交替劇に直接関与した集団においてイノベーションが活発化したことは、人類進化におけるイノベーションの役割が無視できないことを示唆する。それを示す他の例として、東アフリカにおけるホモ属とパラントロプス属の交替劇や、農耕牧畜に基づく食性の変化が人類に与えた影響について触れる。これらの例を考慮すると、人類史におけるイノベーションの影響は、暮らしや社会経済（文化進化）だけでなく、生物学的な変化（進化）にも及んでいると考えられる。こうした様々な程度の人類進化におけるイノベーションの影響を踏まえ、最後にもう一度、旧人・新人交替劇の学習仮説について考察する。

引用文献
門脇誠二

2015 「交替劇と学習仮説に関わるアフリカと西アジアの考古学研究：総括と展望」
西秋良宏（編）『考古資料に基づく旧人・新人の学習行動の実証的研究 5：「交替劇」
A01 班 2014 年度研究報告』東京大学総合研究博物館。

Innovations and human history

Seiji Kadowaki

Nagoya University Museum, Nagoya University

Several kinds of archaeological approaches have been taken in the RNMH project since its start in 2010, and some results of the archaeological examinations are presented in this paper with a geographic focus on Africa, west Asia, and Europe. The paper then takes a broader view of human history and discusses more general issues on the relationship between innovations and human history. An innovation is considered here as a creative behavior that provides new cultural elements. The RNMH project has been investigating whether creative behaviors had an important role in human evolutionary histories that differed between *Homo sapiens* and Neanderthals. More specifically, a main purpose of the project is to examine whether the survival of *Homo sapiens* and the demise of Neanderthals can be explained by their differences in learning behaviors, particularly creative learning behaviors.

As part of inter-disciplinary approaches to this question, a group of archaeologists (Team A01) has constructed a database of archaeological records dated between ca. 200 and 20 ka in the Old World and examined spatiotemporal patterns of creative behaviors observable in the appearance of new lithic/bone technologies and symbolic objects. Referring to the results of this investigation, the paper argues that it is the learning behaviors in Europe, instead of Africa or west Asia, that should have had an important role in the replacement of Neanderthals by modern humans in Europe. The dispersal of *Homo sapiens* into Europe may have occurred around ca. 48–45 ka according to some archaeological and fossil records, and regionally diverse archaeological cultures appeared subsequently in Europe by ca. 40ka when Neanderthals disappeared. It is critical to determine whether Neanderthals were involved in the creation of innovative cultural elements, such as lithic/bone technology and ornaments, during this period of diverse cultural occurrences although currently available records do not allow us to conclude on this problem.

To expound on the relationship between innovations and human history, the paper then refers to studies on a much earlier replacement event in Africa between *Paranthropos* and *Homo* groups and a much later influence of human dietary change after the development of agriculture. These case studies indicate that innovations in human history were not only a driving force for the development of lifeways and socio-economy but also an important factor in biological changes, i.e., human evolution. Give such a role of innovations in various scales of human evolution, the paper finally proposes several different scenarios of how creative learning behaviors were relevant in the replacement of Neanderthals by modern humans.

イノベーション能力と文化進化

青木健一

明治大学研究知財戦略機構

考古記録が語る人類の文化史は 260 万年に及ぶ。旧石器時代の文化進化は、断続的であったと言われる。つまり、考古記録から判断する限り、文化の変化がほとんど観察されない極めて長い時間が続く中、文化の急激かつ大きな変化を伴う「創造の爆発」が時折見られた。文化進化のこのようなパタンの中で、創造の爆発は環境の激変に対応して、または認知に関連する「幸運な突然変異」の出現によって引き起こされたと考えるのが普通である。本報告ではこれとは対照的に、マルサスとボーズラップの考えを融合したモデルにより、環境またはイノベーション能力の僅かな変化が、文化水準の急激かつ大きな変化をもたらす場合のあることを示す。

交替劇の作業仮説である「学習仮説」では、ネアンデルタールの絶滅とヒトによる置換の主原因を両者の文化水準の違いに求めている。上記モデルの予測は、イノベーション能力の僅かな違いによって文化水準の大きな違いが生じた可能性を示しており、学習仮説の妥当性を支持する結果となっている。

Innovativeness and cultural evolution

Kenichi Aoki

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

Hominid cultural history as seen in the archaeological record spans 2.6 million years. Cultural evolution during the Palaeolithic is believed to have been punctuated. That is, long periods during which little happened were interspersed with sudden and dramatic shifts in cultural level—the so-called “creative explosions.” Within this pattern of cultural evolution, the creative explosions are usually thought to have occurred in response to major environmental changes, or to have been driven by “fortuitous mutations” each with a major effect on cognition. In this report, I describe a model in the Malthusian-Boserupian framework, which by contrast predicts that a small change in the environment or in innovativeness can produce a sudden and dramatic change in the cultural level of a population.

Our working hypothesis for the RNMH project—the “learning hypothesis”—holds that a difference in the cultural levels of Neanderthals and modern humans contributed significantly to the extinction of the former and their replacement by the latter. The theoretical result noted above entails that a large difference in cultural level could have resulted from a small difference in innovativeness, and hence adds support to the learning hypothesis.

イノベーションはどのように生まれるか

寺嶋秀明

神戸学院大学人文学部

イノベーションは単一の能力によるものではなく、身体形質・文化・社会のさまざまな諸条件の糾合の結果として生ずる。交替劇の時代にどのようにしてそういった条件が整ったのか。そしてそれはどのように現代にまで続いているのか考えてみたい。およそ 20 万年前にアフリカに誕生した現代人ホモ・サピエンスはアフリカの地で徐々に文化的なイノベーションを積み重ねてきたが、交替劇以前にはあまり目立ったものではなく、ネアンデルタール人との文化的差異もあまりなかったといわれる。しかし、交替劇を境に事情は一変する。石器製作、生業活動、経済活動、社会組織、象徴的行動などにおいて目覚ましい変化が生じた。その原因として作業記憶や実行機能などの脳機能（知能）の発達が挙げられている（Wynn & Coolidge 2011）が、脳機能の発達だけでイノベーションが生ずるのではないことは明らかである。交替劇以降のイノベーションの急激な増加には、脳機能を含む知能の変化の他に、さまざまな社会的要因、生態学的要因が総合的に働いたのであろう。なかでも本日起り上げたいのは交替劇を境にヒトと自然、とりわけ野生動物との関係が大きく変わったという事実である。動物は「食べるによいもの」から「考えるによいもの」（Lévi-Strauss 1962）となり、洞窟壁画などの芸術的活動を引き起こし、ヒトの暮らしにシンボリックな次元を切り開いた。同時に自然界へのコミットメントの実践として、狩猟採集生活のもっとも基本的な行動である日々の学習行動が確立された。ヒトは日々自然の観察を通してその精妙さ、驚異と美を発見し、想像力を掻き立てられ、イノベーションを創出することになったのである。

How do innovations come about?

Hideaki Terashima

Department of Cultural Anthropology, Kobe Gakuin University

Innovations are not brought about by a single ability, but based on the combination of various physical, cognitive, cultural and social conditions. Around the period of RNMH, important changes seem to have occurred in human life that prepared the emergence of innovations. *Homo sapiens* appeared in Africa around 200 ka, and accumulated cultural innovations there, but such innovations did not bring about much change on their lives. The difference between *Homo sapiens* and Neanderthals was not so great then. But after the RNMH, in the period of post-Neanderthals, conspicuous changes have occurred in stone tool technology, subsistence and economic activities, social organizations, and symbolic behavior. One of the reasons that brought about such changes was supposed to be the development of brain function in modern humans such as working memory and executive function (Wynn & Coolidge 2011), but that cannot explain all human cultural developments by itself. In addition to cognitive development, ecological and social factors should have contributed very much to the conspicuous innovations in modern humans. Here I would like to pick up a fact that the relationship between humans and nature, particularly between humans and wild animals, have changed greatly. As a consequence, animals became to be considered not simply as ‘good to eat’ but became ‘good to think about’ (Lévi-Strauss 1962) after the RNMH. The beginning of artistic representations of splendid animals opened a higher dimension in human life. As a commitment to nature, learning cycle in nature began to turn. Humans explored nature everyday with meticulous observation and discovered the fineness, wonder, and beauty that inspired humans with imaginations, and led them to make innovations.

新人はネアンデルタール人よりも賢いのか Were Modern *Homo sapiens* More 'Clever' Than Neanderthals?

ネアンデルタール人の脳を復元する

荻原直道

慶應義塾大学理工学部機械工学科

旧人・新人の学習能力差を、学習行動を司る神経基盤の形態差に基づいて比較解剖学的に検証するためには、脳が収まっていた容器、すなわち化石頭蓋とその脳鑄型を精密に復元する必要がある。そのため本研究では、Amud 1、Gibraltar 1、La Chapelle-aux-Saints 1 の 3 つネアンデルタール頭蓋骨と、Qafzeh 9、Skhul 5、Mladec 1、Cro-Magnon1 の 4 つの早期ホモ・サピエンス頭蓋骨の工学的復元を行った。

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

復元したネアンデルタール人と現生人類の頭蓋骨形状を比較すると、ネアンデルタール人の頭蓋骨は、現生人類のそれより前後に長く後頭部が突出し、左右に狭く、上下に低い傾向が見られた。また、現生人類では、特に小脳と頭頂葉に対応する部位が相対的に大きい傾向があることが明らかとなった。近年、こうした両者の頭蓋骨の形態差は、出生直後の成長パタンの差に起因して生じていることが示唆されている。出生後の脳の成長パタンの違いが、両者の命運を分ける学習能力・行動の差につながった可能性が考えられる。

また、研究チーム C02 班と共同で、化石脳の形態を頭蓋骨から復元する数理的手法を確立した。具体的には、現代人の頭蓋骨形態から復元した化石頭蓋骨形態への空間変形関数を、DARTEL を用いて記述した。それを現代人脳形態に当てはめ同様の変換を行うことで、化石頭蓋骨に収まる脳形態を推定した。

Reconstructing Neanderthal brains

Naomichi Ogihara

Department of Mechanical Engineering, Keio University

In order to examine the possible differences in learning ability between Neanderthals and early modern humans in terms of the brain anatomy, original antemortem appearance of fossil crania that enclose the brains must be correctly restored (Ogihara et al. in press). In the present study, we performed the virtual reconstructions of three Neanderthal crania, Amud 1, Gibraltar 1, and Chapelle-aux-Saints 1, and four early modern human crania, Qafzeh 9, Skhul 5, Mladec 1, and Cro-Magnon1. The endocranial morphology was then analyzed using geometric morphometrics.

In the case of Amud 1, we mathematically reassembled the fragments based on smoothness of the joints among fragments (Kikuchi and Ogihara 2013). As a result, smooth yet globally consistent assembly of the fragments of Amud 1 cranium became possible. However, the cranial base and endocranial surface of Amud 1 are largely missing or damaged. We therefore warped the Gibraltar 1 and La Chapelle-Aux-Saints 1 onto the Amud 1 crania to estimate the missing basicranial and damaged endocranial regions. In the case of Gibraltar 1, the La Chapelle-Aux-Saints 1 was warped to compensate for the missing regions, and vice versa in the case of La Chapelle-Aux-Saints 1. Reference modern human cranium was then warped onto the new reconstruction by iterative thin-plate spline deformation to compensate for the missing parts and complete exo- and endocranial morphology was generated. The endocasts of the early modern humans were also generated in the same manner.

We then analyzed the morphological variability of the endocranial shape of the fossil skulls using landmark-based geometric morphometrics. On the endocranial surface, a total of 16 anatomical landmarks were digitized. Equally-spaced points along the anterior boundary of the anterior cranial fossa and the inferior border of the groove for transverse sinus were also defined as landmarks (Morita et al. 2013). We define sliding semi-landmarks on the entire endocranial surface based on the shortest paths connecting pairs of anatomical landmarks and equally-spaced points along the midsagittal curve. Therefore, the variability in endocranial shape was examined based on a total of 171 anatomical and sliding semi-landmarks. We also included endocasts of the modern Japanese and European populations for comparisons.

Our results demonstrated that exo- and endocranial shapes are quantitatively different between Neanderthals and modern humans. Specifically, our geometric morphometric analyses revealed that modern human cranium shows relative enlargement of the cerebellar region, and relative expansion of the parietal area as suggested by other studies (Bruner et al. 2010; Gunz et al. 2010; Weaver 2005), possibly indicating that neuroanatomical organization may be different between the two species. Recent morphological studies on the pattern of endocranial ontogeny of Neanderthals and modern humans suggested that relative expansion of the parietal and cerebellar regions are observed during the early postnatal period in modern humans so that the endocranium becomes more globular, but it is not the case in Neanderthal lineage (Gunz et al. 2012). Ontogenetic differences of the cranium and hence the brain between Neanderthals and early modern humans may thus differentiate developmental process of learning and social skills in early childhood, possibly leading to a critical difference in innate learning capacity between the two populations.

The shape of the brains inside the Neanderthal crania was estimated by defining the spatial mapping

from a template human cranium to each of the fossil crania using the DARTEL algorithm, and the extracted differences in brain morphology between Neanderthals and modern humans were evaluated.

References

- Bruner E., Martin-Loeches M., Colom R.
2010 Human midsagittal brain shape variation: patterns, allometry and integration. *J. Anat.* 2010: 589-99.
- Gunz P., Neubauer S., Golovanova L., Doronichev V., Maureille B., Hublin JJ.
2012 A uniquely modern human pattern of endocranial development. Insights from a new cranial reconstruction of the Neandertal newborn from Mezmaiskaya. *J. Hum. Evol.* 62: 300-313.
- Gunz P., Neubauer S., Maureille B., Hublin JJ.
2010 Brain development after birth differs between Neandertals and modern humans. *Curr. Biol.* 20: R921-R922.
- Kikuchi T., Ogihara N.
2013 Computerized assembly of neurocranial fragments based on surface extrapolation, *Anthropol Sci.*, 121: 115-122.
- Morita Y., Ogihara N., Kanai T., Suzuki H.
2013 Quantification of neurocranial shape variation using the shortest paths connecting pairs of anatomical landmarks, *Am J Phys Anthropol*, 151: 658-666.
- Ogihara N., Amano H., Kikuchi T., Morita Y., Hasegawa K., Kochiyama T., Tanabe HC.
in press Towards digital reconstruction of fossil crania and brain morphology, *Anthropol Sci.*
- Weaver AH.
2005 Reciprocal evolution of the cerebellum and neocortex in fossil humans. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 102: 3576-3580.

ネアンデルタール人の脳の中身を探る

田邊宏樹

名古屋大学大学院環境学研究科心理学講座

研究チーム C02 班は、「交替劇の原因は旧人ネアンデルタールと新人ホモ・サピエンスの学習能力差にあった」とする領域研究全体の作業仮説を認知神経科学的手法と比較解剖学的手法を組み合わせ検証することを目的に、C01 班と共同でネアンデルタール人の脳形態復元と新人との比較・および膨大な脳機能イメージングデータが利用出来る統合解析プラットフォームの開発をおこなってきた。このプラットフォームが完成し、旧人と新人の頭蓋形状の比較をおこなった結果、旧人と比べて新人の方が小脳半球と頭頂葉の一部の大きく、逆に後頭葉は新人の方が小さいことが示された。この結果はネアンデルタール人と同時代に生きた新人でも同様の傾向であった。また脳機能イメージングのメタ解析から、小脳外側部は言語・注意・社会認知などさまざまな認知機能を担う神経基盤の一部であることが示唆された。

Exploring Neanderthal's brain: Neuro-cognitive and comparative anatomical approach

Hiroki C. Tanabe

Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

Research team C02 has examined the overall research hypothesis that the replacement of *Homo neanderthalensis* by *Homo sapiens* was promoted by the differences in their learning abilities, employing neuro-cognitive and comparative anatomical approaches. We developed integrative analytical system for elucidating the difference between them *in silico*. The results demonstrated that the volume of the Neanderthal's cerebellar hemispheres and a part of parietal region is smaller than that of modern humans. In contrast, lateral occipital region is larger in Neanderthals. We found similar tendency from the comparison between Neanderthals and early anatomical modern humans. According to the results of the functional neuroimaging meta-analysis in modern humans, the cerebellar hemisphere seems to play an important role for cognitive function such as language, attention, working memory and social cognition.

ネアンデルタール人の脳を遺伝子から探る

早川敏之

九州大学基幹教育院

近年、複数のネアンデルタール人のゲノム配列が解読されるとともに、同じ旧人であるデニソワ人のゲノム配列も解読され、旧人の遺伝子配列を直接対象として研究が行えるようになってきている。そして、これらゲノム配列をもとに、脳機能に関わる遺伝子を新人と旧人との間で比較解析することで、各人類に特異的に起こった脳機能に関わる遺伝的变化を知ることができる。これらの変化は、各人類固有の脳機能の遺伝的基盤と考えられ、その違いは新人とネアンデルタール人の交替劇に重要な役割を果たしたとみられる。

本発表では、旧人のゲノム配列解読から浮かび上がってきた、新人と旧人の間における脳機能に関わる遺伝的な違いを紹介する。そして、これら遺伝的な違いの交替劇での役割について議論する。

Genetic basis of Neanderthal brain

Toshiyuki Hayakawa

Faculty of Arts and Science, Kyushu University

In the first year of 21st century, the draft sequence of modern human genome was released, and heralding a new era of human genome biology. Following this landmark, a great deal of effort was made in the genome sequencing projects of archaic humans. This effort resulted in the release of the draft genome sequences of Neanderthal and Denisovan. These genomic achievements enable us to consider about the evolutions of modern and archaic humans by directly using their genome sequences. The comparison of genome sequences would reveal the differences in genetic basis of brain function between modern human and archaic human, and be helpful to examine the replacement of Neanderthals by modern humans from a viewpoint of brain function.

In this talk, I will introduce about the differences in genetic basis of brain function between modern human and Neanderthal, and discuss about their roles in the replacement of Neanderthals by modern humans.

ポスター発表要旨
ABSTRACTS OF POSTER PRESENTATIONS

総括班

Steering Committee

RNMH-iii: 交替劇プロジェクトにおける研究情報統合事業のこれから

近藤康久

総合地球環境学研究所研究高度化支援センター

総括班では、プロジェクトの研究活動を通じて生み出される研究成果を統合して、交替劇という新学術領域全体を俯瞰する知識基盤を形成するために、研究情報統合事業「RNMH-iii」(Replacement of Neanderthals by Modern Humans initiative to integrate information)を推進してきた(近藤他 2013、近藤 2014)。交替劇プロジェクト自体は 2015 年 3 月末をもって終了するが、RNMH-iii は 2015 年度以降も事業を継続する。具体的には、各研究計画班で蓄積してきた研究成果の書誌情報(メタデータ)を一元的に集約し、継続的にオンライン公開する。各班で構築したデータベースの可能な範囲での公開もうながしたい。

このような情報基盤はこれまでヨーロッパのデータを中心に構築が進められてきたが、本事業では収録範囲をアフリカ、アジア、オセアニアに拡大し、20 万年前から 2 万年前までの旧人と新人および自然環境に関する考古学・人類学・民族学・遺伝学・古環境学・脳神経科学を横断するグローバルな情報基盤を形成する。本事業の構想には世界の研究者から早期実現を期待する声が相次いで寄せられており、海外プロジェクトとのデータ共有を通して、世界の旧人・新人研究をリードする研究基盤となることが期待される。

引用文献

近藤康久、丸川雄三、小口 高、赤澤 威

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

近藤康久

2014「RNMH-iii: 交替劇プロジェクトにおける研究情報統合事業(第 2 報)」西秋良宏編『科学研究費補助金(新学術領域研究)「ネアンデルタールとサピエンス交替劇の真相：学習能力の進化に基づく実証的研究」第 9 回研究大会』96-97 頁。

Achievements and future tasks of the replacement of Neanderthals by modern humans initiative to integrate information (RNMH-iii)

Yasuhisa Kondo

Center for Research Promotion, Research Institute for Humanity and Nature

The Steering Committee of the Replacement of Neanderthals by Modern Humans (RNMH) project established the initiative to integrate information (RNMH-iii) and built a holistic knowledge base for RNMH (Kondo et al. 2013; Kondo 2014). While the RNMH project itself will terminate at the end of March 2015, the RNMH-iii will continue by integrating metadata of research results produced by six research teams for permanent online publication. Research teams will be encouraged to publish their databases online as much as possible.

Although similar information platforms have been developed in Europe, this initiative extends the target areas to Africa, Asia and Oceania to create a global information platform on hominids (Neanderthals, early modern humans, and others) and the natural environment at 200 to 20 ka. Moreover, it bridges archaeology, anthropology, ethnology, genetics, palaeoenvironmental sciences and cognitive neurosciences. This initiative was truly in demand by researchers worldwide, and thus will represent a leading platform of international studies on Neanderthals and early modern humans through data sharing with other projects abroad.

References

Kondo, Y., Y. Marukawa, T. Oguchi and T. Akazawa

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

Kondo, Y.

2014 RNMH-iii: The Replacement of Neanderthals by Modern Humans initiative to integrate information (Part 2). In: Y. Nishiaki (ed.) *The 9th Conference on Replacement of Neanderthals by Modern Humans: Testing Evolutionary Models of Learning*, pp. 96-97.

ポスター発表要旨
ABSTRACTS OF POSTER PRESENTATIONS

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**

ウズベキスタン、アンギラク洞窟出土の動物骨にみる中期旧石器時代人の動物利用

新井才二¹、オタベク・アリプジャノフ²、仲田大人³、三木健裕¹、大森貴之⁴、
ルスタム・スレイマノフ⁵、西秋良宏⁴

1. 東京大学大学院人文社会系研究科
2. ウズベキスタン国立歴史博物館
3. 青山学院大学文学部
4. 東京大学総合研究博物館
5. ウズベキスタン国立大学歴史学部

アンギラク洞窟はウズベキスタン南部に位置する小型の洞窟遺跡である。本遺跡は過去にウズベキスタン—アメリカ合同調査隊によって発掘が行われており、当地域における中期旧石器後期／旧石器時代の移行のプロセスを理解するためのいくつかの重要な証拠が得られていたが、報告がほとんど行われなかった為に詳細は不明なままであった。そのような状況の下、2013年と2014年にウズベキスタン—日本合同調査隊により再発掘が行われ、中期旧石器時代後半に年代付けられる多数の石器と動物骨が得られた。本発表ではそのうち動物骨の分析結果を提示する。食肉類の遺存体と骨に残された咬痕の欠如より、出土した動物骨アセンブリッジは主に人間活動によって形成されたものであると判断された。ここで得られた結果は洞窟に居住した人々の狩猟戦略のみならず、当該期における人口動態にさえも言及しうるものであると考えられる。

参考文献

Glantz, M.

2010 The history of hominin occupation of Central Asia in review. In: C.J. Norton and D. R. Braun (Eds.), *Asian Paleoanthropology: From Africa to China and Beyond*. Springer, Dordrecht, pp. 101–112.

Glantz, M., R. Suleymanov, P. Hughes, and A. Schaubert

2003 Anghilak cave, Uzbekistan: documenting Neandertal occupation at the periphery. *Antiquity* 77: <http://www.antiquity.ac.uk/projgall/glantz/glantz.html?pagewanted=all>.

Glantz, M., B. Viola, P. Wrinn, T. Chikisheva, A.P. Derevianko, A. Krivoshepa, U. Islamov, R. Suleimanov, and T. Ritzman

2008 New hominin remains from Uzbekistan. *Journal of Human Evolution* 55: 223–237.

Nishiaki, Y., O. Aripjanov, R. Solimanov, H. Nakata, S. Arai, T. Miki and J. Ismailova (2014) New insight into the end of the Middle Palaeolithic in Central Asia. *RNMH 2014 – The Second International Conference on the Replacement of Neanderthals by Modern Humans: Testing Evolutionary Models of Learning*, Date, November 30–December 6, 2014.

Nishiaki, Y., O. Aripdjanov and R. Suleimanov

2014 The late Middle Palaeolithic occupations at Anghilak Cave, southern Uzbekistan. *The 7th Annual Meeting of the Asian Palaeolithic Association Conference*, Gongju, Korea, November 12–16, 2014.

Zooarchaeological study at the Middle Palaeolithic cave of Anghilak, Southern Uzbekistan

Saiji Arai ¹, Otabek Aripdjanov ², Hiroto Nakata ³, Takehiro Miki ¹, Takayuki Omori ⁴, Rustam Suleymanov ⁵, Yoshihiro Nishiaki ⁴

1. Graduate School of Humanities and Sociology, The University of Tokyo

2. The State Museum of the History of Uzbekistan

3. Faculty of Letters, Aoyama Gakuin University

4. The University Museum, The University of Tokyo

5. Faculty of History, National University of the Republic of Uzbekistan

Anghilak is a small cave site situated in Southern Uzbekistan. The site was excavated by an Uzbek - American joint team in the early 2000s, and provided important palaeoanthropological evidence pertinent to understand the processes of transition from Middle to Upper Palaeolithic in the region (Glantz et al. 2003, 2008; Glantz 2010). However, the details of the archaeological records have remained unpublished. In the light of the importance of this cave, the Uzbek – Japan joint team conducted its re-excavations in 2013 and 2014, which yielded plenty of lithics and animal bones dated to the late Middle Palaeolithic. In this paper, we present preliminary results of analysis on the animal bones from the new excavations. The virtual absence of carnivore remains and bones with gnawed mark indicate that the assemblage was accumulated primarily through human activities. The zoo-archaeological features presented in this paper help understanding not only hunting strategies by the Middle Palaeolithic inhabitants of the cave, but also population dynamics in the period.

References

Glantz, M.

2010 The history of hominin occupation of Central Asia in review. In: Norton, C.J., Braun, D.R. (Eds.), *Asian Paleoanthropology: From Africa to China and Beyond*. Springer, Dordrecht, pp. 101–112.

Glantz, M., R. Suleymanov, P. Hughes, and A. Schaubert

2003 Anghilak cave, Uzbekistan: documenting Neandertal occupation at the periphery. *Antiquity* 77: <http://www.antiquity.ac.uk/projgall/glantz/glantz.html?pagewanted=all>.

Glantz, M., B. Viola, P. Wrinn, T. Chikisheva, A.P. Derevianko, A. Krivoschapkin, U. Islamov, R. Suleimanov, and T. Ritzman

2008 New hominin remains from Uzbekistan. *Journal of Human Evolution* 55: 223–237.

Nishiaki, Y. O. Aripdjanov, R. Solimanov, H. Nakata, S. Arai, T. Miki and J. Ismailova

2014 New insight into the end of the Middle Palaeolithic in Central Asia. *RNMH 2014 – The Second International Conference on the Replacement of Neanderthals by Modern Humans: Testing Evolutionary Models of Learning*, Date, November 30–December 6, 2014.

Nishiaki, Y., O. Aripdjanov and R. Suleimanov

2014 The late Middle Palaeolithic occupations at Anghilak Cave, southern Uzbekistan. *The 7th Annual Meeting of the Asian Palaeolithic Association Conference*, Gongju, Korea, November 12–16, 2014.

交替劇関連遺跡・石器製作伝統データベース Neander DB 構築のまとめ

近藤康久¹、佐野勝宏²、門脇誠二³、長沼正樹⁴、西秋良宏²

1. 総合地球環境学研究所研究高度化支援センター
2. 東京大学総合研究博物館
3. 名古屋大学博物館
4. 北海道大学アイヌ・先住民研究センター

A01（考古）班では、考古学的証拠から旧人・新人交替劇のプロセスを解明するための資料集成を目的として、交替劇関連遺跡・石器製作伝統データベース「Neander DB」を構築した。アフリカ、ヨーロッパ、アジア、オセアニアの、20 万年前から 2 万年前までのいずれかの時期の文化層が発掘された遺跡を対象として、遺跡情報 3216 件、遺跡内の文化層情報 7170 件、年代測定値情報 6235 件、石器製作伝統情報 173 件、文献情報 827 件を収録した（2015 年 1 月 30 日現在）。Neander DB へのデータ入力にあたっては、複数の研究機関に所属する研究者がインターネットを介してデータベースサーバにアクセスし、マスターデータベースを常に最新に保つ形で作業を進めた。

Neander DB の意義は、先行する同テーマのデータベースでは広くとも大陸範囲に限定されていた収録対象を、地球規模に拡大したことによって、交替劇のプロセスを地球規模で比較考察することを可能にしたことにある。その学術的価値は高いが、価値を維持するのは容易ではない。というのも、データベースは更新が停止された瞬間に陳腐化が始まるからである。そのため、プロジェクト終了後にデータベースを維持する方法と体制について、現在検討を進めているところである。

Neander DB, a site and lithic industry database for the replacement of Neanderthals by modern humans: Project summary

Yasuhisa Kondo ¹, Katsuhiro Sano ², Seiji Kadowaki ³, Masaki Naganuma ⁴, Yoshihiro Nishiaki ²

1. Center for Research Promotion, Research Institute for Humanity and Nature

2. The University Museum, The University of Tokyo

3. Nagoya University Museum

4. Center for Ainu and Indigenous Studies, Hokkaido University

The archaeology team of the Replacement of Neanderthals by Modern Humans (RNMH) project compiled *Neander DB*, a site and lithic industry database to foster a better understanding of the replacement process. Information was collected from excavated sites in Africa, Europe, Asia, and Oceania dated between 200 to 20 ka. As of 30 January 2015, the database has recorded 173 lithic industries from 7170 cultural layers and 6,235 radiometric dates of 3216 sites. These data were taken from 827 literature sources. A group of researchers working at different universities accessed the *Neander DB* server online to edit and update a master database.

The *Neander DB* helped to achieve global-scale comparative research on the replacement process of by extending study areas to the above-mentioned continental zones, while the previous database projects covered a single continent at most. Therefore, *Neander DB* has great potential for scientific applications, although it is difficult to sustain because it can easily become obsolete when it is no longer updated. While fully aware of this problem, we are considering ways of maintaining the database after the RMMH project ends.

旧石器時代遺跡にみる石器製作技術伝達のための学習行動の変異

高倉 純

北海道大学大学院文学研究科

発表者は、新人の学習行動が旧石器時代の接合資料にどのように反映されているのかを明らかにするために、北海道の白滝遺跡群で得られている石器接合資料を取り上げ、その技術的分析をおこなってきた。結果的に、初心者による観察学習や試行錯誤の練習、熟練者によるデモンストレーションなど、石器製作の技術伝達にかかわる学習行動が白滝遺跡群においては実施されていることが明らかとなった。また、社会・行動的コンテキスト、とりわけ、どのような移動性、領域性、生業、居住、地域間交流との関係のなかで新人の学習行動が執行されてきたのかについても、考古学的に調べる試みを提示した（Takakura, 2014）。本発表では、これらの成果をもとに、遺跡内での具体的な学習行動の復元から、人類の学習の進化をどのように解明できるのかについて、日本とヨーロッパの旧石器時代遺跡の例を取り上げ、展望を示していきたい。

引用文献

Takakura, J.

2014 Toward an understanding of learning strategy in the Upper Paleolithic: A case study in Hokkaido, Northern Japan. In *RNMH 2014-the Second International Conference on Replacement of Neanderthals by Modern Human: Testing Evolutionary Models of Learning*, edited by T. Akazawa, Y. Nishiaki, pp.85-87, Tokyo: Kochi University of Technology.

Variability of the learning behaviors for the transmission of lithic production technology: A view from the lithic records of the Paleolithic sites

Jun Takakura

Graduated School of Letters, Hokkaido University

Recently, I have searched for the learning behaviors of modern humans through the analysis of lithic refitted artifacts obtained from the Upper Paleolithic sites. To achieve this goal, I have addressed the technological analysis of the lithic refitted artifacts from the Shirataki Upper Paleolithic sites in Hokkaido, Northern Japan. As a result, I have mentioned that novice's observation and exercise as well as expert's demonstration related to the prehistoric learning behaviors were conducted at Shirataki. In addition, I assessed how the learning behaviors in the past were actually related to the behavioral system of the prehistoric hunter-gatherers such as mobility, territoriality, subsistence, settlement, and regional interaction (Takakura, 2014). In this paper, I attempt to discuss the evolution of hominid's learning by focusing on the intra-site spatial analyses of the Paleolithic sites in Europe and Japan.

References

Takakura, J.

2014 Toward an understanding of learning strategy in the Upper Paleolithic: A case study in Hokkaido, Northern Japan. In *RNMH 2014-the Second International Conference on Replacement of Neanderthals by Modern Human: Testing Evolutionary Models of Learning*, edited by T. Akazawa, Y. Nishiaki, pp.85-87, Tokyo: Kochi University of Technology.

Nishiaki, Y. O. Aripjanov, R. Solimanov, H. Nakata, S. Arai, T. Miki and J. Ismailova
2014 New insight into the end of the Middle Palaeolithic in Central Asia. *RNMH 2014 –The Second International Conference on the Replacement of Neanderthals by Modern Humans: Testing Evolutionary Models of Learning*, Date, November 30-December 6, 2014.

Nishiaki, Y., O. Aripdjanov and R. Suleimanov

2014 The late Middle Palaeolithic occupations at Anghilak Cave, southern Uzbekistan. *The 7th Annual Meeting of the Asian Palaeolithic Association Conference*, Gongju, Korea, November 12–16, 2014.

朝鮮半島からみた後期旧石器化の画期

長井謙治
東北芸術工科大学

グローバルスケールで起きた現代型新人の拡散とゲノム解析による結果とが突き合わされ、極東アジアの中での「後期旧石器化」が人類移動の動態と共に論じられている。その結果として、①在地進化モデル (Seong 2009)、②南北移住モデル (Bae 2010)、③移住／交換相互作用モデル (Bae & Bae 2012) 等の興味深いモデルが提示されている。例えば、現生人類の拡散の技術指標として長らく重視されてきた石刃技法に関しては、起源地の特定という問題を越えて、革新性の強弱に基づく細分が行われ、その段階的伝播が論じられている。上述の②と③の仮説からみた石刃技法の朝鮮半島への到達時期という点については、その推定年代は約 35,000 年前から 40,000 年前と揺れている。しかしながら、その故地をシベリア方面に求めるという点では多くの意見は一致している。

今日の極東アジアにおける後期旧石器化現象は、まさに現象の上書きによる複合的文化産物である。日本列島を含む朝鮮半島域の交替劇については、ユーラシア大陸東端の極東アジアという大舞台における人類社会文化の変動として捉える必要がある。主体者としての人骨資料が極めて少ない極東の旧石器考古学においては、石器資料を残した多数の人種 (= 担い手) を特定できないといった方法論上の限界がある。年代測定された資料についても、その採用に当たりクロスチェックと精査が必須であり、人骨資料については骨から直接年代測定されない限り、得られた年代値の信頼性は低い。こうした現状において、東アジア諸国における旧人・新人交替劇について、正しく評価できないジレンマがある。私たちは、「石器文化伝統」の連続と不連続について、間接的ではあるが最も確実な証拠を積み上げて、地道な考古学的議論を続けてゆく必要がある。

本発表は、約 4 年間かけて研究チーム A01 班の旧石器考古学分野で行ってきた東アジアにおける旧人・新人「交替劇」関連遺跡 (200-20 ka) 集成、およびその考古学的解析について、まとめようとするものである。

引用文献

- Bae, K. D.
2010 Origin and patterns of the Upper Paleolithic industries in the Korean Peninsula and movement of modern humans in East Asia. *Quaternary International* 211(1-2): 103-112.
- Bae, C. J. and K. D. Bae
2012 The nature of the Early to Late Paleolithic transition in Korea: Current perspectives. *Quaternary International* 281:26-35.
- Seong, C. T.
2009 Emergence of blade industry and evolution of late Paleolithic technology in the Republic of Korea. *Journal of Anthropological Research* 65 (3): 417-451.

Revolutionary changes in global perspective: The transition to Upper Paleolithic industries in the Korean Peninsula

Kenji Nagai

Tohoku University of Art & Design

Blade technology has long been considered an important proxy for cultural variability during the Transitional Period, which belongs in the Middle (or Early) Upper Paleolithic of the Far East. Historically, interpretations of Upper Paleolithic cultural variability based on blade technologies have relied entirely on studies of blade and/or blade core morphology. Little attention has been paid to technological variation, which is a stronger indicator of culturally learned behavior than are morphological typologies. Previous research by the author and others suggests that this variation may indicate the time differences of the phased diffusion process or the concept involved a different kind of systematic removal of blades (e.g. Bae 2010; Bae & Bae 2012). As a contrast, more rustic elongated flake removal traditions developed on the Korean Peninsula (Seong 2009).

These multiple occurrence phenomenon suggests that those who lived in Siberia and on the Korean Peninsula, adopted the same traditional rules concerning blade removal, or they had identical cultural behavior. Although the emergence time of blade technology in the Far East region is unclear, e.g. most all consider it as during the 35-40ka period; however, there is a high possibility that the birthplace of the elaborated blade technology of the later Paleolithic phase was outside the Korean Peninsula. These facts also enhance the possibility that in Siberia, the Korean Peninsula and northern Japan, these Upper Paleolithic cultures shared identical lithic removal technological processes. Additionally, it suggests the validity of Kidong Bae's 'North-South Model' of Modern Homo migrations into the Korean Peninsula. This poster presentation describes ongoing research of the replacement by early Modern Humans in East Asian regions, including the Korean Peninsula and the Japanese Archipelago. The results indicate that there exist revolutionary changes in lithic manufacturing traditions in the global perspective.

References

Bae, K. D.

2010 Origin and patterns of the Upper Paleolithic industries in the Korean Peninsula and movement of modern humans in East Asia. *Quaternary International* 211(1-2): 103-112.

Bae, C. J. and K. D. Bae

2012 The nature of the Early to Late Paleolithic transition in Korea: Current perspectives. *Quaternary International* 281:26-35.

Seong, C. T.

2009 Emergence of blade industry and evolution of late Paleolithic technology in the Republic of Korea. *Journal of Anthropological Research* 65 (3): 417-451.

交替劇からみた日本列島の初期旧石器群

仲田大人
青山学院大学文学部

近年の遺伝解析技術の発達により、東ユーラシアでは新人サピエンスがその拡散の経路上で旧人ネアンデルタールと交雑を繰り返していたことが明らかになった。東南アジアやオセアニアの現代人にはデニソワ人との交錯があった遺伝証拠も示されている。新人サピエンスは旧人類との接触を繰り返して生物学的な集団形成を進めた一方で、考古学的証拠からは、とくに東アジアで顕著なように、在地の文化伝統が連続することが特徴とされる（西秋 2014）。東ユーラシアにおける交替劇を考えるにあたっては、「混血」と「連続」というキーワードで各地の考古学的証拠をとらえ、そのパターンを明らかにする必要がある。

この観点から日本列島の石器文化をとらえてみた。点検したのは、(1) 理化学的方法にもとづいた石器インダストリーの年代的整理、(2) それによって識別できるインダストリーの種類、(3) 遺跡数・遺構数の量的推移に見られる居住パタンの変化、の三つである。結果として、いくつかの傾向が見いだせた。

1. 日本列島では 38 ka には人類集団が到来している。
2. その時期の石器インダストリーは四つに分けられる。(a) 大型礫石器と小型剥片石器をセットにもつ一群、(b) 西南日本に展開する鋸歯縁石器や小型削器を石器型式にもつ一群、(c) 小型剥片石器群、(d) 刃部磨製石斧と小型剥片石器群をもつ一群、である。このうち、もっとも古い年代値は (a) で示され、(b) (c) や (d) が遅れて現われる。
3. 中部地方や関東地方では 36 ka 頃に石刃技術が登場する。小口型の単方向石核から、厚手で端部尖刃になる石刃が打ち割られる。これから基部加工の尖刃石器が作られる。しかしながら、この石器群には北東ユーラシアの石刃インダストリーのようなルヴァロワ式の石器技術や装飾品の類は認められない。
4. 石刃技術は北東アジアから到来した新人集団によってもたらされた可能性が高い。その後、石刃石器群は刃部磨製石斧を有する石器群と融合し、後期旧石器インダストリーを形成する。
5. この新インダストリー以後、遺跡数や遺構数が次第に増加しはじめる。さらには環状ブロック群のような特異な居住様式も現れる (36 ka~)。

日本列島の場合、石刃技術の有無によって旧石器文化を前期と後期に区分できる。前期にみられた小型剥片技術は後期にも継承される。この技術は日本列島もふくめ東アジアに一般的な石器技術であり、中国では 10 万年前前後から観察されている。日本列島のそれもそうした在来伝統と無関係ではなかろう。こうした剥片技術が広がる中に石刃技術を有する集団が到来した。この現象は華北、モンゴルなどの石刃石器群の出現と似ている。ただし日本の石刃技術にはルヴァロワ的様相は残されていないことから、それが欠落したより後出の石刃技術がもたらされたと考えられる。実際、日本での石刃技術の出現は彼地にくら

べて 5000 年～2000 年ほど遅い。

以上をまとめると、日本列島の初期旧石器群には西南日本に広がっていた剥片インダストリーと、その後に展開した石刃インダストリーの二つがみられ、その後これらのインダストリーが交錯し、融合して日本列島の後期旧石器群が形成された。その点からみて、現状では日本列島で劇的な交替劇があったことは想定しにくい。

引用文献

西秋良宏

2014 「現生人類の拡散と東アジアの旧石器」『季刊考古学』第 126 号、33-36 頁。

Early lithic industries in the Japanese Palaeolithic: a view from the “Replacement of Neanderthals by Modern Humans”

Hiroto Nakata

College of Literature, Aoyama Gakuin University

The recent development of genetic technology has revealed that modern humans repeatedly interbred with Neanderthals during their diffusion to Eastern Eurasia. The other genetic evidence also indicates that modern Southeast Asian islanders and Oceanian people have Denisovan DNA. The archaeological evidence in East Asia has shown that lithic tradition developed continuously while modern humans interbred with extinct humans and developed their biological population trait (Nishiaki 2014). To consider the replacement of archaic humans by modern humans, therefore, we should observe the archaeological facie and clarify its diachronic patterns in East Asia by using the keywords, “assimilation” and “continuity”.

From this point of view, I examined early lithic industries in the Japanese Archipelago on the following three topics: (1) chronological data of lithic industries measured by radiocarbon dating, (2) types of industries identified by lithic technological variability, (3) changes of settlement patterns based on the quantitative data of the number of sites and features. As a result, the following insights were obtained.

1. Human populations arrived at the mainland of the Japanese Archipelago by 38ka.
2. Lithic industries at that time are divided into four groups: (a) heavy duty tool and flake based tool industry, (b) denticulate and small scraper dominated industry, (c) small flake industry, (d) edge-ground axe and small flake tool industry. Of these industries, the oldest one is (a), followed by (b), (c) and (d).

3. In central Japan such as Chubu area and Kanto area, a blade industry appears around 36ka. This industry includes uni-directional narrow faced cores and pointed thick blades are detached from this type core. However, unlike the initial Upper Palaeolithic in Northeast Asia, Levallois-like assemblages and ornaments are not found in this industry.

4. It is very likely that this blade industry was brought by modern humans from Northeast Asia. Then, this blade industry mixed with the edge ground axe industry and formed the late Palaeolithic industry.

5. Since then, the number of Palaeolithic sites and features began to increase gradually in Japan. And even the remarkable settlement type, named “Kanjou Burokku-gun”, also appeared (36 ka~).

In Japan, the Palaeolithic culture can be divided into early and late phases by the presence of blade industry. The flake industries inherited from the Early Palaeolithic continued in the Late Palaeolithic. These industries are common in East Asia including Japan and have been observed since 100 ka in North China. The flake industry found in Japan is not independent of this regional cultural tradition. By the time this industry spread widely, human populations with blade industry moved into the central part of Japan. This phenomenon resembles the appearance of blade industry in North China and Mongolia. Considering the scarcity of Levallois-like assemblage in the blade industry in Japan, it is possible that the advanced blade industry spread from Northeast Asia. In fact, the radiocarbon dates of the blade industry in Japan are 5000–2000 years later than those in Northeast Asia.

To summarize, there are two main lithic industries in Japan. The flake industries first spread widely in the mainland of Japan. Then, the blade industry moved in by 36 ka. It is believed that these industries mixed with each other and developed to form the late Palaeolithic industry. At present, it is difficult to assume a rapid replacement of lithic industries in the transition from the early to late Palaeolithic in Japan.

Reference

Nishiaki, Y.

2014 The dispersal of modern humans and the Palaeolithic culture in East Asia. *Archaeology Quarterly*. Vol.126: 33-36.

草原景観と旧石器時代における人類移住ルートの可能性

長沼正樹、加藤博文

北海道大学アイヌ・先住民研究センター

旧石器時代の人類は食料としての肉や骨髄だけでなく、衣服や様々な道具の大切な原料としても、動物資源（狩猟対象獣）を利用していた。とりわけ草原景観に生息する群生草食獣（各種のシカ、ウマ、ウシ、ヒツジなど）は、旧石器時代の人類にとって有用な資源の宝庫であった。

こうした群生草食獣との密接なむすびつきを確保し続けられるのであれば、寒冷な地域や、標高が高く酸素濃度の低い地域への移住も、それほど困難ではなかったかもしれない。たとえば南シベリアから黄河の最上流部を経由して中国の南西部に至る移住ルートや、中央アジアからパミール高原、天山山脈の巨大山地の山麓を伝ってインド亜大陸の北部に至る移住ルートを、想定できるかもしれない。

On the possibility regard to the grassland landscapes and Paleolithic human migration routes

Masaki Naganuma, Hirofumi Kato

Center for Ainu & Indigenous Studies, Hokkaido University

The Paleolithic peoples was dependent on animal resources (hunting games) not only meats and marrows as their foods, but also important raw materials for clothing and several tools. Particularly, the gregarious herbivore (*Cervus*, Equidae, Bovinae, Sheeps, etc.) were treasure trove of useful resources.

It is possible to think that the Paleolithic immigration to cold regions and to low oxygen concentration high altitude area were not so hard for peoples if they could keep a close relationship with the gregarious herbivores. For example, migration routes from the south Siberia to southwest China via upstream part of the Yellow River, and from Central Asia to the northern part of the Indian subcontinent across the piedmont of the Pamir and Tian Shan Mountains can be assumed.

槍先端部の質量が槍の飛距離におよぼす影響

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の交替の原因を説明するさまざまな仮説の中に、両者の間に存在した狩猟技術の違いを重視する見方がある。この見方は、石器のサイズのみから狩猟技術の種類が判断できるという前提に依拠しているが、近年この前提に反する証拠が提示されている。これらの点についてさらに議論するためには、石器のサイズが狩猟具の機能（たとえば投射物の飛距離と貫通力や命中精度）にどのような影響をおよぼすのかを知る必要がある。

本研究では、槍先端部の質量によって投槍器をもちいて投擲された槍の飛距離がどのように変化するのかを調べた。参加者は健常成人男性 1 名（29 歳）で、最大努力で木製の投槍器（108g）による木製の槍（215g）の投擲をおこなった。槍先端部の質量は、5 種類のナット（10.5g, 24.0g, 48.5g, 112.5g, 167.5g）を槍に装着して変化させた。槍の飛距離として、踏み切り線と槍の落下地点との間の距離を計測した。槍の飛距離は約 20m から 60m であった。槍先端部の質量と槍の飛距離との間に有意な負の相関が認められた（ $P < 0.05$ ）。本研究の結果をもとに、考古資料および民族資料において投槍器に装着された（と考えられている）石器のサイズが、槍の飛距離の点で投槍器の機能を最適化するのかにについて考察する。本研究は招待研究「ネアンデルタールとサピエンスの骨格の形態差から探る飛び道具使用行動の差異」の一環としておこなわれた。

Effects of added mass to the tip of the spear on throwing distance

Yasuo Higurashi

Graduate School of Human Sciences, Osaka University

Among various hypotheses explaining the cause of the replacement of Neanderthals by modern humans is a view that emphasizes differences in hunting technology. Although this is based on the assumption that the type of hunting technology can be inferred from the size of stone points, recent evidence against this theory has been presented. To further address these issues, we need to investigate how the size of stone points affects the functions—for example, hunting distance, penetration, and directness of aim—of hunting weaponry.

Here, we examined effects of added mass to the tip of the spear on throwing distance of the spear launched with a spear thrower. One healthy adult male (aged 29 years) participated in this study. The participant threw a wooden spear (mass of 215g) with a wooden spear thrower (mass of 108g) using maximum effort. Mass was added to the tip of the spear using five steel nuts (10.5, 24.0, 48.5, 112.5, and 167.5g). Throwing distance was measured from the starting line to the point where the tip of the spear landed. The throwing distance ranged between 20–60 m. The mass of the tip of the spear significantly negatively correlated with the throwing distance ($P < 0.05$). We will discuss whether the size of archaeological and ethnographic stone points that were (believed to be) used for the spear throwers maximizes the function of the spear thrower in terms of throwing distance. This study is a part of the project “Reconstruction of Hunting Behavior with Projectile Weapons in Neanderthals and Early Modern Humans Based on Differences in Skeletal Morphology”.

ポスター発表要旨
ABSTRACTS OF POSTER PRESENTATIONS

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 Learned Behavior Based on Fieldwork
Among Hunter-Gatherers**

狩猟採集民はいかに自然を学んできたか

今村 薫

名古屋学院大学経済学部

旧人と新人が交替するにあたり、狩猟方法がどのように変わったかを推測するために、現代の狩猟採集民サンの狩猟方法を詳細に調査した。その結果、サンの狩猟方法は大型獣を狙った弓矢猟や槍猟だけでなく、小型の哺乳類や鳥類を対象に多種多様な猟法があること、狩猟を行う者は成人男性だけでなく、成人女性や少年たちも行ってきたことが明らかになった。とくに少年は、4〜5歳のころから狩猟に関連する技術と『自然の読み取り方』を学んでいく。

サンの少年は幼少の頃より共に遊ぶ年長の少年たちを注意深く観察し、それを真似ることによってさまざまな技術と知識を獲得する。その過程では言語による指導ではなく、観察と実践の繰り返しによる試行錯誤が中心的役割を果たす。

少年はナイフを用いてさまざまな植物と関わって弓矢などの遊び道具を作る中で、素材あるいは植物種ごとの特性やふさわしい用途を学ぶ。弓矢遊びの獲物であるトカゲはマングースを捕るための罟猟遊びにおける餌であり、鳥を捕るための餌は野生スイカや地中のシロアリの巣である。それらの知識は親などの大人からももたらされるが、実際の利用方法は遊び仲間である年長の少年たちと行動を共にする中で獲得する。

人は言語によって情報を伝達できるため、複雑な手順を必要とする事柄や、関係性などの概念をも学ぶことができる。しかし、動植物などの自然と状況に応じた適切な関わりをもつためには、実践の場における年長者の振る舞いを直接観察して真似ることが必要であることが示唆された。

一方、当然ながら言語による情報の伝達も重要である。動物に対して想像力を働かせ、そのイメージをメンバーで共有することは言語なくしては不可能である。動物について幼い子どもに親が直接言葉で教えるのは、主に蛇やサソリなどのパーホ（咬むもの）と呼ばれる害をなすものについてであるが、子どもを交えてたき火を囲んで語られる物語もまた重要な役割を果たしている。たとえば田中（1994）はサンの物語の登場者のほとんどが動物で、しかもその動物たちはそれぞれの動物としての特徴を持ちながらつねに人間の姿で登場し、動物と人間は不可分であると指摘した。

大人の猟に同行する場合、少年は、年長者の行動や作業を詳細に観察して学ぶのであるが、ここでは言語によって与えられる知識も少なくない。その中に、サンの民族動物知の一つである動物種間の擬制的キョウダイ関係がある（Imamura & Akiyama in press）。これは、外見や習性が似通った動物種間に兄弟の関係があるとみなしてグルーピングする、一種の民族分類学・系統学とも呼べるものである。このような動物種間の擬制的キョウダイ関係は、動物種間に人の親族関係のメタファーを用いて理解しようとする想像力の産物であり、一種の擬人化である。この知識は、言語でのみ継承されうるものであるが、狩猟を継続的に行い、実際に動物たちを目撃し、観察することによって、絶えず追認されているのである。

サンの事例にのみ依拠して初期新人を論じることの蓋然性には注意を払わねばならない。しかし、壁画などから初期新人も持っていたであろうと推察される想像力は、狩猟採集の民として動物たちに強く向けられたと考えてよいだろう。菅原（2012）は時代も言語も地域も異なる二つのサンにおいて、動物に対する身体的センスが共通していることを指摘し、「南部アフリカの狩猟採集民は、ある共通した間身体性を生きてきたに違いない」と述べた。南部アフリカに限らず、動物を狩って生きる人として、その技術と知識の習得過程や、動物への想像力の働かせ方は大きく共通していたのではないかと思われる。具体的には、観察と模倣と試行錯誤による技術習得と、動物を擬人化し、動物の意図を察しようとする間身体的営みである。

動物に関心を持ち深く観察してその心を読むという能力は、現生動物ではヒトに特有であり、ホモ・サピエンスの起源にまで遡ることができる。人と動物の関係は、人間の認識能力そのものの変革を促したという点で、人の進化と深く絡んでいると考えられる。

引用文献

菅原和孝

2012「動物と人間の接触領域における不可視の作用主 ―狩猟採集民グイの談話分析から」『Contact Zone（コンタクト・ゾーン）』2012年5月号、京都大学人文・科学研究所人文学国際研究センター、19-61頁

田中二郎

1994『最後の狩猟採集民 歴史の流れとブッシュマン』どうぶつ社

Imamura, K., Akiyama H.

in press How Hunter-gatherers Have Learned to Hunt: Transmission of Hunting Methods and Techniques among the Central Kalahari San. *African Study Monographs Supplementary Issue*

The learning process in how to read nature

Kaoru Imamura

Faculty of Economics, Nagoya Gakuin University

In order to theorize about how hunting methods evolved around the time Neanderthals was being replaced by anatomically modern *Homo sapiens* (AMH), the hunting methods used by the San people—hunter–gatherers in the modern age—were studied in detail. As a result, it became clear that the San use a wide variety of methods to hunt small mammals and birds, in addition to using bows and spears to hunt large animals. It was also discovered that hunters included not only adult men, but also boys and adult women; boys in particular begin learning skills related to hunting and “reading nature” at the age of four or five.

San boys observe older boys carefully from an early age, and acquire various skills and knowledge by imitating them. In this process, there is no verbal guidance; trial and error by repeated observation and practice plays a central role in their informal education.

Boys learn the characteristics and appropriate use of each material and plant while using a knife to play with plants and making toys such as bows and arrows. A lizard, which is a prey when playing with a bow and arrow, becomes bait to catch a mongoose when playing at trapping, while bait for catching a bird includes wild watermelon and termites’ nests found in the ground. This knowledge is passed down by adults, such as parents; however, boys learn the actual practical methods while playing with the older boys. We are capable of learning things that require complex procedures and concepts, such as relationships, because humans can communicate information using language.

However, this study suggests that it is necessary to directly observe and imitate the behavior of our elders in order to have a proper relationship with nature, including both animals and plants, in a given situation. Meanwhile, communicating information through the use of language is also important. Without language, it is impossible to create a mental image of animals and share that image with others. When parents teach their young children about animals, it is mainly about harmful creatures called *paaxo* (ones that bite), such as snakes and scorpions; however, stories told to children around a bonfire also play an important role. For example, Tanaka (1994) pointed out that animals and humans are inseparable because most of the characters that appear in San stories are animals that are always personified, while maintaining their animal characteristics.

The inferred sibling relationships between animals described in this paper are products of the imagination, attempts to understand animals by using the metaphor of human kinship, or a type of personification. This knowledge can only be passed down through language, but it is reinforced during regular hunting practices, by actually seeing the animals, and making observations.

We must be cautious about assuming that there is validity in discussing early AMH solely on the basis of the San people. However, it is probably correct to think that, as hunter–gatherers, early AMH must have used their imaginations—which are probably reflected in their murals and other drawings—in relation to animals. Sugawara (2012) asserts that two groups of San in different eras and regions, with different languages, share the same attitudes toward animals, stating that: “the hunter–gatherer people in southern Africa must have lived through some common intercorporeality.” Regardless of whether they were living in southern Africa or not, it seems that people who survive by hunting animals have many similarities in how they acquire the knowledge and skills for hunting,

and the way in which they use their imaginations in relation to animals, namely, acquiring hunting skills through observation, imitation, trial and error, and the act of intercorporeality that attempts to personify animals and read their intentions.

Taking an interest in animals and reading their minds through careful observation—an ability unique to modern humans who are the only animals to possess this faculty—can be traced all the way back to the origins of the *Homo sapiens*. The human–animal relationship is deeply connected to human evolution, in the sense that it prompted a change in humans’ cognitive abilities.

References

Sugawara, K (菅原和孝)

2012「動物と人間の接触領域における不可視の作用主 —狩猟採集民グイの談話分析から」『Contact Zone (コンタクト・ゾーン)』2012年5月号、京都大学人文・科学研究センター、19-61頁

Tanaka, J (田中二郎)

1994『最後の狩猟採集民 歴史の流れとブッシュマン』どうぶつ社

Imamura, K., Akiyama H.

in press How Hunter-gatherers Have Learned to Hunt: Transmission of Hunting Methods and Techniques among the Central Kalahari San. *African Study Monographs Supplementary Issue*

学習、遊び、教育に関する理論的、民族誌的研究

亀井伸孝

愛知県立大学外国語学部

キーワード: 学習、遊び、教育、狩猟採集民バカ、カメルーン

ネアンデルタール人とホモ・サピエンスの文化変化の違いについて明らかにするためには、文化伝承のふたつのシステムについて明らかにすることが必要である。そのふたつとは「教育」と「遊び」である。本発表では、熱帯雨林の狩猟採集民における子どもの行動の事例を通じて、教育と遊びの機能と特徴を検討する。

ホモ・サピエンスは、教育するという能力をもつユニークな種であると言われる。ただし、その現れ方は社会や文化の特徴に依拠している。教育する能力は、ある社会では強調されるものの、別の社会ではさほど強調されないことがある。

一方、遊びは、人間において普遍的に見出される行動である。遊びはしばしば人間の文化一般のなかの一部分と見なされるが、遊びは文化の存在にとってより本質的な要因を構成していると見られる。

遊びのひとつ目の機能は、文化の伝達に関わることである。スペルベル（1996）が指摘するように、文化の形式は、子どもがそれをたやすく考え学べるというだけの理由で、着実にかつ広く普及するものである。もうひとつの機能は、文化の革新に関わることである。遊びは常に遊び手によって自由かつ開かれたルールによって行われている。この側面があることにより、遊び手はいかなる時も、いかようにも行動を変えることができるのである。

カイヨワ（1958）は、遊びの普遍文法の理論のなかで、「アゴン」「アレア」「ミミクリー」「イリンクス」という遊びの四つの基本的要素を指摘した。これら四つの要素も、文化の伝承と革新の普遍的なシステムのなかに位置づけて分析、評価することができる（亀井 2010）。文化の伝承と革新に関わる人間の行動、たとえば、教育や学習は、この遊びの理論の観点で検証される必要がある。

ホモ・サピエンスの教育と遊びの本質について検討する際に、私たち現代の都市生活を営む人びとは、他種と比較するにおいてよいサンプルとならない。狩猟採集社会から学ぶことの必要性は、この点に求められる。

1997-1998 年および 2012 年、カメルーン共和国の熱帯雨林に暮らす狩猟採集民バカ社会においてフィールドワークを行い、以下のような結果が得られた。この 15 年間にわたって、バカの子どもたちの文化と生活は変化していなかった。観察と模倣がいまなお子どもたちにおける学習の基本的な手法であった。「教育的行動が少ない」という狩猟採集社会の特徴は維持されていた。この「狩猟採集社会の子どもたちの学習モデル」は、他の種と比較する上で示唆をもたらす。

狩猟採集社会と学校教育を伴う現代社会の比較から、教育、学習、遊びについてのいくつかの違いを指摘することができる（Table 1）。むろん、狩猟採集民たちも他者を教育する能力をそなえているが、それを頻繁には用いず、子どもたちが自ら学ぶに任せている。

ネアンデルタール人も、遊びを行っていた可能性がある（Table 1）。遊戯心、とくに他者の模倣を通じて学習をしていたであろうし、そのタイプの学習は、おそらく学ぶ側の子どもたちによって自ら行われていたことであろう。

教育については、二つの可能性が考えられる。

- 1) ネアンデルタール人は他者を教育する能力をそなえていなかった。
- 2) ネアンデルタール人は他者を教育する能力をそなえていた。

ただし、もし 2) が正しかったとしても、ネアンデルタール人はその能力を頻繁には用いなかったであろう。ネアンデルタール人の簡素な物質文化と、ホモ・サピエンスの狩猟採集民の事例が、このことを示唆している。

Table 1 Behaviors of several species

	<i>H. sapiens</i> (modern society)	<i>H. sapiens</i> (HG society)	<i>H. neanderthalensis</i>	Other animals
Learning	○	○	○	○
Playing	○	○	?	○
Designing others	○	△	?	-
Educating	○	△	?	-

(By the author)

もうひとつの問いとは、なぜネアンデルタール人は保守的であったのか、という点である。ネアンデルタール人は物質文化の側面で保守的であったのに対し、ホモ・サピエンスはそうでなかったことがしばしば指摘されている。実際、教育も遊びも、どちらも文化を保全することもあれば、革新することもある。ここでは、2 種において異なった遊びの様態があったのではないかと仮説を示す。

ネアンデルタール人が遊びを行っていて、教育の能力を用いず、物質文化に関して保守的であったと仮定するならば、ネアンデルタール人のイメージとは「保守的な遊び手」であろう。つまり、「黙って他者の模倣をして遊ぶことを好み、静かな道具やおもちゃの創り手」という像である。

一方のホモ・サピエンスは、遊びを行う動物であるが、歴史の中でさほど教育の能力を用いてはこなかった。しかし、ホモ・サピエンスは、物質文化の面においては保守的ではなかった。そのイメージとは「自律的な遊び手」である。つまり、「時どき他者の模倣をするものの、自己流で遊ぶことの好きな道具やおもちゃの創り手」であり、やがて「しゃべり始め、ついにはやかましい教え手となるに至った」という像である。

本発表では、教育と比較しつつ、人間の文化における遊びの重要性を指摘した。また、狩猟採集民の観察を通じて、教育が人間の進化と歴史において本質的とは言えない面を示した。そして、ネアンデルタール人とホモ・サピエンスの 2 種におけるふたつの異なる学習者＝遊び手のイメージを提示した。この違いは、その後の 2 種の運命を分かつことに結果した可能性がある。遊びと教育の文化人類学は、遊びの脳科学などの生物学的理論によっ

て補強されつつ、今後私たちの進化のプロセスと行く末に何らかの光を当てるものとなるであろう。

引用文献

カイヨワ, ロジェ

1958=1990 多田道太郎・塚崎幹夫訳『遊びと人間』東京: 講談社.

亀井伸孝編

2010『森の小さな〈ハンター〉たち: 狩猟採集民の子どもの民族誌』京都: 京都大学学術出版会.

亀井伸孝編

2009『遊びの人類学ことはじめ: フィールドで出会った〈子ども〉たち』京都: 昭和堂.

Sperber, Dan

1996 *Explaining culture: A naturalistic approach*. Oxford: Blackwell.

Theoretical and ethnographic studies on learning, play and education

Nobutaka Kamei

Aichi Prefectural University

Keywords: learning; play; education; Baka hunter-gatherers; Cameroon

In order to clarify the differences of culture changes among *Homo neanderthalensis* and *Homo sapiens*, it is necessary to focus on the two systems of cultural transmission: "education" and "play." In this presentation, I try to examine functions and characteristics of "education" and "play," with showing some cases of child behaviors among hunter-gatherers in the forest.

It is often said that *H. sapiens* is a unique species among animals that has the ability of "education." However, its appearances depend on the characteristics of societies and cultures. This ability may be enhanced in some societies, while it may not be enhanced so much in others.

On the other hand, play is the behavior universally found among humans. Play is often regarded as one of subcategories of human culture in general. However, it can be considered as more essential factors for the existence of culture.

One of the functions is for the transmission of culture. As Sperber (1996) pointed out, cultural forms are stable and widely distributed just because children find them easy to think and easy to

learn. Another is the function for the innovation of culture. Play is always carried out in free and open rules by players. This aspect allows them to change the behaviors anytime and any ways as they like.

Caillouis (1958) pointed out four essential elements of play, *agôn*, *alea*, *mimicry* and *ilinx*, in his theory of universal grammar of play. These also can be analyzed and evaluated in the universal system of cultural transmission and innovation (Kamei, 2010). The human activities related to cultural transmission and innovation, such as the education, teaching and learning, have to be examined by this viewpoint of play theory.

In order to examine the nature of education and play of *H. sapiens*, our modern urban life is not a good sample to compare with other species. This is the reason why we need to learn from hunting-gathering societies.

Through the fieldwork among the Baka hunting-gatherers in the tropical rain forest in the Republic of Cameroon in 1997-1998 and 2012, the following results were obtained. Basic children's culture and life have not changed in the past 15 years. Observation and imitation are still the essential ways of learning among children. The characteristics of foraging societies, "few educational activities," are still maintained. The "learning model of hunter-gatherer children" is suggestive for the comparison among species.

Through the comparison of hunting-gathering societies and modern societies with school education, we can point out the differences of attitudes of teaching, learning and playing (Table 1). Of course, hunter-gatherers have ability to teach others. However, they do not use them frequently and they often let the children play and learn by themselves.

Table 1 Behaviors of several species

	<i>H. sapiens</i> (modern society)	<i>H. sapiens</i> (HG society)	<i>H. neanderthalensis</i>	Other animals
Learning	○	○	○	○
Playing	○	○	?	○
Designing others	○	△	?	-
Educating	○	△	?	-

(By the author)

There is a possibility that *H. neanderthalensis* had the ability to play (Table 1). They might be able to learn through their play sense, especially through that of imitation of others. This type of learning might have been led by the learners, the children.

On education, there are two possibilities:

- 1) *H. neanderthalensis* did not have ability to educate others.
- 2) *H. neanderthalensis* had ability to educate others.

However, even if 2) is true, probably, they did not use these abilities to educate frequently, considering their simple material culture as hunter-gatherers and the suggestion derived from the cases of hunter-gatherers of *H. sapiens*.

Another question is: why *H. neanderthalensis* was conservative? It is often said that *H. neanderthalensis* was conservative in the aspect of material culture, while *H. sapiens* was not. Actually, both education and play can preserve culture and both can innovate culture. I suppose different modes of play in 2 species.

If *H. neanderthalensis* was playing, did not use the ability of education, was conservative with their material culture, their image is "conservative players." In other words, they were silent tool/toy makers who loved to play imitating others without saying anything.

On the other hand, *H. sapiens* was also playing, and they did not use the ability of education so much in its history. However, they were not conservative with their material culture. So, their image is "independent players." In other words, they were tool/toy makers who sometimes imitated others but mainly loved to play in their own styles, later, started to talk, and finally became noisy instructors.

I pointed out the importance of play for human culture in comparison to the education. Through the observation of hunter-gatherers, I showed that education is not so essential for human evolution and its history. I proposed two different images of learners=players for two species, *H. neanderthalensis* and *H. sapiens*, which might result in their different destinies. Cultural anthropology on play and education, enhanced with biological theories including brain science on play, may throw some light on the process of our evolution, and our destiny in the future.

References

Caillois, Roger

1958 *Les jeux et les hommes*. Paris: Gallimard.

Kamei, Nobutaka

2010 *Little "hunters" in the forest: Ethnography of hunter-gatherer children*. Kyoto: Kyoto University Press.

Kamei, Nobutaka ed.

2009 *Introduction to the anthropology of play: Encounters with "children" in the fields*. Kyoto: Showado.

Sperber, Dan

1996 *Explaining culture: A naturalistic approach*. Oxford: Blackwell.

Innovation of paintings and its transmission—Case studies from aboriginal art in Australia

(新たな創造とその継承—アボリジニ芸術からの考察)

Sachiko Kubota

Graduate School of Intercultural Studies, Kobe University

(窪田幸子神戸大学国際文化学研究所)

1. Introduction

David Lewis-Williams wrote in his book, “The Mind in the Cave” in 2002 discussed about the explosion of creation happened at the time of replacement, 40,000 BP to 20,000 BP and posed a question ‘Why *H. Sapiens* produced arts?’ His hypothesis is that “Difference of the levels of Consciousness” enabled the production of art for *H. Sapiens*, and was difficult for Neanderthal. He constructed the hypothesis based on the study of Gerald Edelman, “Bright Air, Brilliant Fire- On the matter of the Mind” in 1992. Edelman wrote that ‘recognition in the brain was rather like recognition in the immune system’ and said that ‘consciousness has evolved biologically’ He made the distinction between primary consciousness and higher-order consciousness (Edelman 1972:187). Almost all the mammals have primary consciousness. But only *H. Sapiens* acquired higher-order consciousness, and pointed that it came with the development of language. He argued that higher-order consciousness made possible for *H. Sapiens* to have consciousness about social self, and concept of past and future at the same time. Based on this assumption, Lewis-Williams argued that the origin of art was made possible by recollection and socialization of personal visions such as dreams or state of altered consciousness. *H. Sapiens* remembers it and tries to visualize them.

Inspired by his discussion, I want to discuss why are Aboriginal Arts so impressive? Bark paintings and Acrylic paintings were started to be produced for commercial purpose from 1970s. And they acclaimed very high profile as ‘arts’ by 1990s. My tentative conclusion was that they are impressive as it is the expression of altered world: Dreaming. Among Aboriginal paintings it is quite obvious that ‘abstraction’ is becoming very popular and it has contributed for its high profile.

In 1990s majority of Aboriginal paintings have changed their styles to abstract form. By which they are getting higher appraisal. In those changes, there were innovators and followers. In this paper, I will look into the changes happened all over Australia to see the structure of transition and also examine the meaning of Abstraction

2. Aboriginal people and Arts

The population of Aboriginal people of Australia is about 500,000 in 2012 (2.5%). They were migrated to Australian continent about 50,000 years ago, and spread to whole continent living as hunters and gatherers. In 1788, colonization from England started. At that time, it is estimated about 300,000 Aboriginal people were there in the continent divided about 600 language groups. Various art activities of Aboriginal people were known, such as rock paintings, rock engravings, body paintings, bark paintings, and acrylic dot paintings and so on.

Aboriginal people have their unique world view, generally called Dreaming (Wangarr, Tjukurrpa etc). It includes creation stories of ancestral spirits, their activities and travels, the places of significance of the travel and their language and etc. Each group have their ancestral dreaming story

and place, they sing and dance them in the rituals, paint the designs on their bodies, ritual ornaments and coffins. The topic of their arts is the Dreaming.

3. Aboriginal art industry

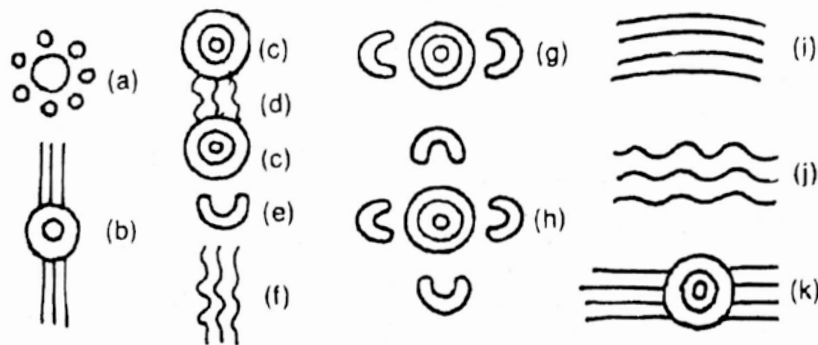
From 1970s after the referendum in 1967, Aboriginal people got the equal rights to other citizens in Australia. Government had started to put in an effort for betterment of Aboriginal people.

Aboriginal art is seen as possible industry to generate their income. In 1971 Aboriginal Arts & Crafts Pty Ltd was established. And in 1973, Aboriginal Arts Board was set up in Australian Council. They established Arts and crafts centers in remote communities. Art advisers were employed to work in these centers. Their role is to help the development of local arts and crafts activities, to promote them, and to do the marketing and to develop the exhibitions. The board also encouraged domestic museums and galleries to acquire Aboriginal arts and organized exhibitions in foreign countries.

4. Acrylic Art Movement in Desert

In desert area, they have struggled to find appropriate art style since the mission days, as they did not have any traditional arts and crafts which can be readily available for sale except boomerangs and coolamons. There were many attempts including animal carvings, batik, ceramics and carpet making. In 1971 in community called Papunya, one school teacher, Geoff Burdon, later became art adviser found the potentiality of the paintings produced by senior men. He introduced acrylic paint and canvas. It became quite popular and they started to produce similar paintings for commercial purposes in other desert communities. It was called Desert art movement. These paintings are the Iconographic representations which was used in sand design or body decoration for ritual occasions. They are based on their mythological world view; the Dreaming.

Many of those iconographic painting changed its styles in 1990s, and abstract art became very common. The iconographic symbols which have each meanings have almost gone, and space is filled by lines and dots which does not have any symbolism.



Meanings of the various signs and symbols used by the Aborigines in their paintings: (a) star, (b) a sitting-down place, (c) waterhole, (d) running water, (e) the sign for a man, (f) a spiralling line can mean water, a rainbow, a snake, lightning, a string, cliffs, or honey storage of the native bee, (g) two men sitting, (h) this grouping usually means four women, (i) a rainbow or cloud, or, a cliff or sandhill, (j) fire or smoke, or, water or blood, (k) travelling sign, with the concentric circles representing a resting place.

5. Balgo Paintings

Balgo is the Aboriginal town in north Kinberly area in Western Australia. The art center was started in 1980s, part of the desert art movement. Dotted acrylic paintings with very colorful paints are unique to this area. In 1986 first exhibition was held in AGWA. There were many iconographic paintings. But in the exhibition held in 2004, all the paintings are abstract, no iconography (Carty 2011).

Among the paintings, various abstract techniques are found. According to Carty, they tackle the traditional way of painting, experiment, deconstruct the form and reconfigure the meaning' (Carty ibid.) So they try various attempts to innovate their art styles and dots. Carty note there are several such new styles there, "Kinti kinti style", "fluid style", and "peaked dots".

6. Eastern Arnhem Land

In eastern Arnhem Land, their bark paintings have a long history and famous. It is a painting with ochre on eucalyptus bark. It was traditional art used in rituals and they are produced for commercial purposes in modern context. Each patri-clan has its distinctive stories and designs. For example, cross-hatchings, diamond patterns, and wavelike patterns are all have meanings, and there are stories behind them. Many paintings have figurative expression with those designs. The ones without figures have iconographic representations.

Since the 1990s, many artists started to take the abstract expression. Figures started to disappear from the painting, and all the screen is covered by the geometric designs.

7. Western Arnhem Land

Western part of Arnhem Land is another very famous area for bark paintings. It is the area which has rock art traditions, and their bark paintings have apparent similarities to rock art. They are very figurative; animals, fish, ancestral and spiritual beings are drawn as the main topic. Many of these figures are painted in X-ray styles.

Very famous artist, John Mawurndjul is from this area. He changed his style to abstract in late 1990s. He used to paint figurative art typical in this area. He developed his original distinct styles of geometric pattern, and acclaimed very high profile. And the style was shared by family and relatives

8. Conclusion

As we have seen, abstraction becoming very popular in Aboriginal paintings since 1990s. It is clear that they respond to the taste the outside world. There are art gallery agents, art advisers, and dealers. Aboriginal arts always accommodate the changes happening around them.

Important point here is there are Innovators and Followers. Innovators are artists of both sexes in their late 40s or 50s. They changed their styles responding to market needs. But the story behind them is still there in all the cases. In other words, the content is still their dreaming stories although many of them are more generalized. On the other hand, followers are usually innovator's relatives, family members, or clan members. In any case, new expression is regarded as their 'styles'

References

The Aboriginal Gallery of Dreamings

1996 *NANGARA - the Australian aboriginal art exhibition*. Melbourne.

Buku-Larrnggay Mulka Center

1999 *Saltwater – Yirrkala Bark Paintings of Sea Country*

Carty, John

2011 *Creating Country: Abstraction, economics and the social life of style in Balgo art*. PhD thesis, Australian National University.

Chubb, Claudette & Nancy Sever eds.

2009 *Indigenous Art at Australian National University*. Macmillan Art Publishing

Edelman, Gerald

1992 *Bright Air, Brilliant Fire- On the matter of the Mind*

Lewis-Williams, David

2002 *The Mind in the Cave*

Morphy, Howard

1998 *Aboriginal Art*. Phaidon

Morphy, Howard

2007 *Becoming Art – Exploring Cross-Cultural Categories*. Berg.

Museum Tinguely

2005 *«Rarrk» John Mawurndjul-Journey through Time in Northern Australia*. Crawford House Publishing Australia

狩猟採集生活のなかで育つ子どもの象徴機能の発達—Baka の子どもの調査から—

小山 正
神戸学院大学人文学部

象徴機能と表象能力の発達はホモ・サピエンスの進化を促してきたと考えられる。ネアンデルタールがどの程度の象徴機能を発達させていたかは明らかでない (Lewis-Williams 2002; Mithen 2005)。本交替劇プロジェクトにおける私の研究目的のひとつは、狩猟採集生活で育つ子どもの象徴機能と表象の発達についてであった。2011 年、2012 年、2013 年の 3 回にわたり、カメルーン東部州ロミエ周辺の Baka の集落を訪問し、子どもの日常的な遊びの観察とこちらが用意した材料を用いての子どもたちの遊びの観察を行った。並行して母親に子どもの社会的認知や表出言語に関するインタビューも実施した。

表象や象徴形成の基礎として、母親-子ども-物の三項関係の形成は重要であるが、Baka の母親は子ども遊びの活動に対して、乳児期から足場作り (scaffolding) を行っていた。共同注意は表象的な意識を促進するが、Baka の子どもでは、生後 9 か月頃から共同注意が成立し始める。McCune (2008) は、表現性への感受性は象徴的意味の構成を可能に人の特質であると述べている。「対象の表現性への感受性」は人間の特徴であるといわれる (Werner & Kaplan 1963)。このような特性は環境への種としての進化的な tuning である (McCune 2008)。このような対象の表現性への感受性は、母親の足場づくりや他者との共同注意が成立している状況で促されていくものとする。共同注意の能力の発達する時期に母親や他児への社会的参照が発達する。Baka の親たちはアロペアレント的な子育てを行っている。そのことは、他者の意図の共有の発達につながっている。そして、象徴機能の発達の現れである遠くの対象への指さし行動が 1 歳頃からみられ始める。子どもたちの初語も同じく 1 歳頃に見られ始める。

象徴機能の遊びでの現れである象徴遊びは 2 歳頃からみられ、遊びのなかでの物の制作や代理的使用 (みたて) に認知的柔軟性がうかがわれた (Koyama 2013)。彼らにとっては、遊びは適応的な意味を持つ (Smith 2007) ので、現実への志向性が彼らの象徴遊びに反映される。Baka 語での認知的な心的状態語もこの時期の 2 歳頃から出現する (小山、寺嶋、2014)。4 歳までに、物の名称は増加し、象徴遊びにおいて表象の共有や抽象化が急速に見られるようになる。

生後 4 年間に、象徴機能の発達と彼らの対象への感受性を生かして、Baka の子どもは、想像力や抽象化の基礎を発達させている。そして、心的な言語表現が Nelson (2005) のいう「心の共同性」(CoM) の発達につながっていると考えられる。

Symbolic development in the children growing up in hunter-gatherer society: From the study of Baka children

Tadashi Koyama

Faculty of Humanities and Sciences, Kobe Gakuin University

The development of symbolic function and mental representation would be abilities promoting the evolution of Homo sapiens. It is not clear to what extent the Neanderthals developed symbolic function (Lewis-Williams 2002; Mithen 2005). The aim of my research in this RNMH Project 2010-2014 was to clarify the development of symbolic function and mental representation in the children growing in the hunter-gatherer society.

For that purpose I visited to Baka villages located at the east of Cameroon in 2011, 2012 and 2014. I studied children's daily play and suggested play with me providing them some items, and interviewed to their parents about social cognitive development and expressive language development.

As for the foundation of mental representation and symbolic formation, mother-infant-object triadic interaction is important. In Baka community, mothers provided scaffolding for play activities of their infants in early infancy. Joint attention developed from about 9 months old. It enables infants' conscious representation. McCune (2008) pointed that sensitivity to expressiveness was a human quality that allowed the construction of symbolic meanings. "Sensitivity to the expressiveness of objects" is human nature (Werner & Kaplan 1963). And that this trait is evolutionary tuning of species to environment (McCune 2008). Sensitivity to the expressiveness of objects is more enhanced by mother's scaffoldings and joint attentional situation with others.

The capacity for joint attention develops in the same time period as children's social referencing looks to mothers and elder children. Baka community takes a form of alloparental support. It led to develop sharing intentionality with others. And pointing gestures to objects in distance emerged around 1 year old. Pointing to objects in distance is a precursor to symbolic function. It is an index of symbolic function. Their first words also emerged at around 1 year old.

Baka children developed their symbolic function in their symbolic play from about 2 years old. The author collected the data of the symbolic play in Baka children. I saw their cognitive flexibility in their symbolic play, object substitution and object making (Koyama 2013). And intentionality to the reality affects their symbolic play because that play had adaptive values for them (Smith 2007). It is noticed that mental states words began to emerged in their expressive vocabulary at 2 years old (Koyama & Terashima 2014).

At the forth years of their life, the names of objects increased in expressive language. In parallel with this process, we could also recognize the formation of shared representation and children's abstraction process in Baka children's play.

About four years after birth, Baka children develop rapidly for the foundation of imagination and abstraction with symbolic development and their sensitivity to expressiveness of objects. And it was thought that in this period the use of mental states words led to learn Community of Mind (CoM) as Nelson (2005) had suggested.

子どもの狩猟参加を構造化する周囲の協力：カメルーン狩猟採集民バカ・ピグミーの事例

園田浩司

京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科

ネアンデルタールの集団猟では、女性や子どもが勢子として参加していたと考えられている (Kuhn and Stiner 2006)。現代の狩猟採集民においても、女性や子どもの参加が認められる集団猟が存在しているが、ネアンデルタールとはちがった活動の組織化をしているのではないだろうか。その違いのひとつとして、集団猟へ子どもを参加させるために周囲の協力があると思われる。

Kuhn and Stiner (2006) は、現代の狩猟採集民が新たな環境で生産性を向上させたり、利益を拡大させたりするといった優位性を担う背景に、武器や仕掛けの発達のほかに、「男性、女性、子どもの協力的で、相補的な生業上の役割」の存在を指摘している。多様な環境のなかで生まれる好機や制約に、彼らが相補的に調整して応じる能力が、歴史的に長い狩猟採集経済を可能にしたのだと、Kuhn and Stiner (2006) は主張している。この、おとなと子どもの相補的な行為の調整という点に、ネアンデルタールとホモ・サピエンスの学習行動差があるのではないだろうか、本研究は考える。

ネアンデルタールの子どもたちも、ホモ・サピエンスの子どもたちも、おそらく集団猟においてある役割を与えられて参加が構造化されることで、猟の仕方や、猟でのふさわしい振る舞いを学ぶことが可能になったのではないかと想像できる。ここでいう構造化とは、周囲の者がその場の状況や出来事を、当事者の子どもにとって意味あるものに組み立て直すことを指している。本発表では、こうした組み立て直しを詳細に検証するために、「ある個人が、そこにいる他者の、なまの感覚に触れることができ、同様に他者もその個人のそれに触れることができる、互いがモニターできる」(Goffman 1964) 社会的状況に注目する。子どもを取り巻く人びとの、子どもの参加を構造化する協力について見ていくことにする。

本研究では、カメルーン共和国東部州の熱帯雨林地帯に暮らす狩猟採集民バカ・ピグミーの集団猟に焦点を当てる。ネアンデルタールとの交替が起こる当時のホモ・サピエンスの集団猟に考えをめぐらすために、いまなお狩猟に深くたずさわるバカの集団猟をヒントにする。本研究では集団猟の実践例としてオニネズミ猟を取り上げる。オニネズミとは、体長が 45cm ほどにもなるモリアフリカオニネズミのことである。巣穴を煙でいぶしてオニネズミを引きだすこの猟は、大型哺乳類を狙う個人猟とちがって、子どもからおとなまで幅広い年齢層でおこなわれるポピュラーな集団猟であり、筆者が狩猟者同士のやりとりを見聞きできる貴重な現場である。

バカ・ピグミーのオニネズミ猟においては、子どもを取り巻く周囲のおとなや青年が、狩猟作業の妨げにならない機会を狙って、子どもの参加を実現している様子が観察された。また、狩猟作業が進行するなかで、子どもの作業について意味を与えてやったり、青年たちが狩猟中のやりとりで用いているフレーズを、子どもたちに自由に使わせたりする周囲の取り組みも見られた。このように、狩猟に積極的に参加しようとする子どもを拒むので

はなく、むしろ状況に合わせて子どもの参加を積極的に構造化しようとしていることがうかがえた。ホモ・サピエンスの学習行動は、狩猟中の好機や制約をうまく捉えながら、状況に応じて子どもの参加を構造化させることができるという点において、ネアンデルタールと異なっていたのではないだろうか。

引用文献

Goffman, E.

1964 The neglected situation. *American Anthropologist*. 66 (6): 133-136.

Kuhn, S. L. & Stiner, M. C.

2006 What's a Mother to do? The division of labor among Neanderthals and modern Humans in Eurasia. *Current Anthropology*. 47(6): 953-980.

Companions' cooperation to structure children's participation in group hunting: The case of Baka Pygmies hunter-gatherer in Cameroon

Koji Sonoda

Graduate School of Asian and African Area Studies, Kyoto University

Children's subsistence role in the group hunting of Neanderthals has been recognized. Indeed, it has been reported that children and women contributed significantly by serving as beaters or game drivers (Kuhn and Stiner, 2006). Although the modern hunter-gatherers also have been recognized children and women participation in group hunting, the organization of activities must be differentiated from that of Neanderthals regarding the companions' cooperation between children participating in group hunting. Kuhn and Stiner (2006) argued that "[t]he competitive advantage enjoyed by moderns came not just from new weapons and devices but from the ways in which their economic lives were organized around the buffering advantages of cooperation and complementary subsistence roles for men, women, and children." This argument indicates that one of the factors that made long term hunting and gathering economy possible for man seemed that they could align their behavior one another within the opportunity and the restrictions that happened in the environment. This paper supposes that the complementary alignment of actions in the learning behavior of *Homo sapiens* made a distinction with Neanderthals. Especially, we focus on the structuring of children participation in the group hunting. Structuring means here the action to implicate the ongoing situation for children. In this paper, we consider that the structuring occurs in "social situation." Goffman (1964) defined a social situation as "an environment of mutual monitoring possibilities, anywhere within which an individual will find himself accessible to the naked senses of all others who are 'present,' and similarly find them accessible to him." The question here is how companions cooperated to help children in structuring their participation to the group hunting.

This paper targets the Baka hunter-gatherers, who lived within the tropical rainforest in Eastern part of Cameroon. It provides clues to understand the learning behavior of *Homo sapiens* in their group hunting. Although the giant rat hunting was treated here, it is different from the individual hunting for large mammals because the giant rat hunting is often carried out by people having a wide range of age groups. Thus, it was a valuable opportunity in which the author could observe the participation of children to the hunting. Our results indicate that the companions of children did not reject their participation to the group hunting, but they structured it positively. In this way, it is imaginable that *Homo sapiens* could help children's structuring of their participation to the group hunting, in response to the opportunity and restriction emerging in the ongoing activity.

References

Goffman, E.

1964 The neglected situation. *American Anthropologist*. 66 (6): 133-136.

Kuhn, S. L. & Stiner, M. C.

2006 What's a Mother to do? The division of labor among Neanderthals and modern Humans in Eurasia. *Current Anthropology*. 47(6): 953-980.

社会的状況における教育と学習：セントラル・カラハリ・サンの事例から

高田 明

京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科

サンを含む狩猟採集社会は、子どもの社会化研究において重要な位置をしめてきた。これはおもに、狩猟採集社会の特徴がヒトの子育ての本質についての議論と関連づけられてきたからである。しかし、実際にサンの日常生活のなかで教育や学習がどのように生じるのかについて、実証的な分析を行った研究はほとんどない。そこで本研究では、ボツワナに住むグイおよびガナ（セントラル・カラハリ・サン）を対象として、養育者と乳児が授乳と「ジムナスティック」に従事している場面および歌／踊り活動において子どもがお互いに模倣しあう場面で生じている相互調整について相互行為分析を行い、ヒトの教育と学習に関する多くの研究の背後に想定されているいくつかの前提を再考する。本研究の分析は、文化的に特徴的な活動において相互行為の参加者がどのように協力し、行為を調整しているのかを明らかにする。上記の場面では、経験豊かなものとそうでないものがともに社会的状況に参加するなかで、相互行為の連鎖を協同的に組織している。こうした組織化のプロセスを特徴付けているダイナミクスは、ヒトの教育と学習の基盤となっている。さらに、本研究でもちいたアプローチとその分析結果は、能力についての個人主義的な見方に再考をうながすものである。

Education and learning during social situations: With special reference to the San of the Central Kalahari

Akira Takada

Graduate School of Asian and African Area Studies, Kyoto University

Hunter-gatherer societies, including groups of the San, have occupied a particularly important place in research on child socialization. This is principally because the features of hunter-gatherer societies have been associated with discussions about the nature of human child rearing. However, few studies have empirically analyzed the education and learning that actually occur during the everyday life of the San. To reconsider several of the premises underpinning most approaches to human education and learning, I performed an interaction analysis of the mutual accommodation that occurs while caregivers and infants engage in nursing and ‘gymnastic’ behaviors, and the process by which children imitate each other during singing/dancing activities among the G|ui and G||ana (Central Kalahari San) living in Botswana. This analysis clarifies how participants in interactions align and affiliate with each other during culturally distinctive activities. These dynamics serve as a foundation for the education and learning that is inherent in collaboratively organized sequences of interactions, by means of which experienced and inexperienced people participate in social situations, such as those listed above. The approach adopted in this paper also facilitates reconsideration of the individualistic perspectives on ability.

狩猟採集民 Baka の子どもにおける食物獲得への参与と成果 —16 日間の狩猟キャンプにおける観察から—

萩野 泉¹、山内太郎²

1. 北海道大学大学院保健科学院・日本学術振興会特別研究員
2. 北海道大学大学院保健科学研究院

これまでに行われてきた多くの狩猟採集民研究において、集団の生業活動や生計における子ども集団による寄与や貢献はほとんど期待されないと考えられてきた。子どもたちは、十分な身体発達や技術的な成熟を迎えるまで大人集団に依存する存在として位置づけられ、それゆえに狩猟採集民研究における食物獲得はほとんどが大人を中心に記述されてきた。しかしながら、食物の獲得が安定的ではない狩猟採集生活の中で、集団の約半数を占める子ども集団においても自立や自活が小規模ながらも存在するのではないかと考えられる。

本研究はカメルーン共和国東部州の熱帯雨林内で展開された狩猟キャンプにおいて行われた。狩猟採集民 Baka によって 2012 年 9 月・2013 年 9 月に行われた狩猟キャンプ（合計 20 日間）への同行と観察を行った。キャンプにはのべ 410 人日の子どもとのべ 156 人日の大人が参加した。16 名の子ども（5～18 歳）に個体追跡を行い、06:00～18:00 における行動を 1 分単位で記録した。また調査期間中にキャンプ成員によって持ち帰られた野生食物資源をすべて記録・秤量し、食品栄養成分表を用いてカロリー・たんぱく質の含有量を算出した。

年長群は年少群に比べて“Playing” “Strolling”にかかる時間が有意に短く、“Travelling (Forest)”の時間は有意に長かった。また女子は男子に比べて“Travelling (River)”にかかる時間が有意に長かった。16 人の内、12 人は観察時間の半分以上をキャンプの外で過ごし、外出時間に性・年齢群間で有意差は見られなかった（平均：389±97 分、n=16）。子どもたちは平均して 2～3 時間を狩猟採集活動に費やしており、年長群は年少群に比べて 40～50 分ほど長い時間を費やしていた。16 日間で 45 kg を超える獣肉と 27.5 kg の水棲動物資源が持ち帰られた。エネルギー・タンパク質ともにおよそ 30%が子ども集団、50%が大人集団、20%は子どもと大人の合同作業によって得られており、1 日 1 人あたりの食物獲得能において子どもは大人の約 1/3～1/4 程度と推測された。FAO/UNU/WHO（2007）の基準を用いたタンパク質の所要量比は、大人で 118.7%、子どもは 78.2%ほどと推定され、子ども集団においては自身の所要量に満たないまでも、いくつかの先行研究が述べている値より比較的充足率が高いことが推測された。

The food procurement by Baka children in southeast Cameroon: From the observation of 16 days of foraging camp

Izumi Hagino ¹, Taro Yamauchi ²

1. Graduate school of Health Sciences, Hokkaido University, JSPS research fellow.

2. Faculty of Health Sciences, Hokkaido University.

In hunter-gatherer society, due to their emphasized egalitarianism and individualism like laissez-faire policy, children are rarely forced to take responsibility for their subsistence work. In spite of rich notes about adult hunter-gatherers' food procurement activities, children often ignored in the description of subsistence activities, and it is also mentioned that adults almost never expected the fruit of food contribution from children. However, because children consist nearest a half of members in many hunter-gatherer populations, it is considered to be hard to maintain their subsistence economy by wholly depend on only adults; thereby the self-support among forager children are considered to be necessary and should be existed.

The author accompanied the Baka on a short-term hunting camp planned by the inhabitants of the Baka village, and observed the children's activities and their contribution to food acquisition. The foraging trip was conducted for total 20 days in September 2012 and August 2013. Total numbers of participants for these foraging camps were 410 (172 boys) person-days of children and 156 (78 males) person-days of adults. Direct observations of a total of 16 children (5-18 years old) were conducted, their activities were noted whenever they changed and recorded to the minute from 06:00 to 18:00. All foods brought back to the camp were identified and weighed, the value of energy and protein they contained was calculated using food composition tables.

As their age increased, the time allocated for "playing" and "strolling" decreased significantly. Older children spent significantly longer time for travelling in forest. Children generally spent considerable time (142–227 min/day) for food procurement activities as hunting, fishing, and gathering, and these times were considered to be comparable to Baka adults usually spent in forest camps. During 16 days of camp, more than 45 kg of games and 27.5 kg of aquatic food were obtained. 30% of them were brought back by children group, and about half of them were by adults. Despite greater total numbers of person-days, children could obtain smaller amount of forest food than adults, and the food procurement ability among children were roughly estimated at 1/4 – 1/3 of adults. Using FAO/WHO/UNU (2007) reference about protein intakes, it was found that adults could gain sufficient amount of protein for their requirements (118.6 %). Children did not attain their requirement (78.2 %); however, Baka children could obtain greater amount of foods which were described in previous hunter-gatherer children's studies.

ネアンデルタールのライフステージと栄養生態：現代の狩猟採集民のフィールド調査とネアンデルタールのエネルギー適応戦略仮説

山内太郎

北海道大学大学院保健科学研究院

2014 年度は第 2 期招待研究の最終年度であり、同時に交替劇プロジェクトの最終年度でもある。2013 年度と同様、ピグミー系狩猟採集民 BAKA のフィールド調査とネアンデルタールの生活史仮説の構築を行った。それぞれについて主な研究成果を挙げる。

1. ピグミー系狩猟採集民のフィールド調査研究

- ・カメルーン共和国東部州に暮らす狩猟採集民 (Baka) の集団サイズと人口構造について広域調査を行い、近隣の農耕民の集落と合わせて定住集落のマッピングを行った。

- ・Baka の乳児 ($n = 5$) に連続 3 日間、1 日 9 時間 (6:00~18:00、毎時 45 分間) チェックシートを用いて乳児の行動と養育者の育児活動を観察した ($n = 16,200$ bouts)。

母親を除く育児協働者は乳児 1 人 1 日あたり平均 15.8 人であり、父、祖父母、兄姉、その他の子ども・成人が育児および生業活動を分業して、母親をサポートしていることが分かった。

2. ネアンデルタールの生活史仮説

- ・現生人類(ホモ・サピエンス)における成長速度曲線に基づくライフステージ分類(Infancy、Childhood、Juvenile、Adolescence、Mature adults)をベースとして、個人および集団のエネルギー適応戦略から、ネアンデルタールの成長・成熟が相対的に早いという仮説を構築した。さらに、fMRI による脳画像イメージング分野における脳の成長・発達の知見から、現生人類とネアンデルタールの創造性の差異について言及した (2015 年 1 月の国際シンポジウムにおいて口頭発表を行った)。

- ・脚の長さや体重の影響でネアンデルタールの歩行 (ロコモーション) 効率は現生人類に比べて低かったと推論した。歩行は狩猟採集をはじめとする全ての身体活動の基本となるため、寒冷適応による基礎代謝の上昇に加えて、ネアンデルタールのエネルギー適応戦略の解明の糸口となることが期待される (2015 年 2 月の公開講演会において口頭発表を行った)。

プロジェクト終了するが、ネアンデルタールの歩行と狩猟採集のエネルギーコスト、現生人類における食と料理の進化、味覚と栄養と創造性などについての理論研究、また現代の狩猟採集民のフィールド調査を今後も継続していきたい。

Life history and nutritional ecology of the Neanderthals: Field surveys in a modern hunter-gatherer population and an energetic adaptation hypothesis for Neanderthals

Taro Yamauchi

Graduate School/Faculty of Health Sciences, Hokkaido University

The FY2014 is the final year of the RMNH (Replacement of Neanderthals by Modern Humans) project. Following the FY2013, we conducted field surveys on a hunter-gatherer population living in semi-settled villages in Cameroon. We also developed an hypothesis on Neanderthals' life history based on that of modern humans, considering estimations and assumptions about nutritional adaptation of Neanderthals at both individual and population levels.

Research topics and findings

1. Field surveys on a modern hunter-gatherer population

- Mapping the distribution of settled villages of the hunter-gatherers and neighboring agriculturalists covering a widespread area including the research sites and detect group size and demographic structure of the hunter-gatherer population.

- Childcare activities and mother-infant/child relationship of modern hunter-gatherers:
We conducted intensive observation on 5 infants and their caretakers including mother for 3 consecutive days for 9 hours in 30 second intervals. Consequently, the observation time counts 16,200 bouts. The mean number of caretakers was 15.8/day/infant excepting the mother. Infants' fathers, grandparents, elder brothers/sisters, other neighboring children and adults did childcare and subsistence activities to help infants' mothers.

2. Life history for Neanderthals

- Differences in creativity between modern humans and Neanderthals:

Adolescents lack consideration and engage in high-risk behaviors, and conventional brain studies have attributed this phenomenon to a lack of maturity of the brain. Recent brain imaging studies using fMRI, however, suggest that from an evolutionary perspective, adolescent behavior is positive.

We propose that the flexibility of the brain caused by late completion of myelination is a unique trait for *Homo sapiens*, and that it may differ in Neanderthals (Oral presentation in RNMH2014 international symposium, January 2015).

- Energetic efficiency of Neanderthal locomotion:

Leg length and body weight influence the energy cost of locomotion in modern humans. The energy cost of locomotion for Neanderthals with shorter legs and heavier body weight than modern humans was estimated. The higher energy cost of locomotion together with elevated basal metabolic rate due to cold environment adaptation for Neanderthal are thought to be essential element to discuss the replacement of the two populations (Oral presentation in RNMH open lecture meeting, February 2015).

アートを遊ぶ子供たち

ーバカ・ピグミーと現代社会の子どもの描画とコラージュから

山上榮子

神戸学院大学人文学部

1. 目的

「交替劇」において著者は、発達心理学的手法により、狩猟採集社会と現代社会の子どもの比較研究から、「1, 狩猟採集民における学習の心理学的特性、2, 発達過程と学習特性との関係、3, 狩猟採集環境が学習行動、認知能力の発達に与える影響」を検討するために、2010～2012年度は個人の心理的発達（主として個体学習）に焦点をあて、2013～2014年度は集団の中での発達（主として社会学習）を考察課題としてきた。調査協力者は、カメルーンの狩猟採集民バカ・ピグミーの子どもたち、日本の関西・九州地域の子どもたち、米国・カリフォルニア州在の子どもたちであった。調査素材としては、アートの一種である描画やコラージュなどの視覚的芸術を用いた。

2. アート(芸術)の力

アートについてはさまざまな視点から多岐にわたる定義がなされてきている。アートは「心理的道具」(Vygotsky, L.S.1934)のひとつとして、言語や計算システムとともに、ヒトの認知・思考に貢献するものであり、「すべての思考はイメージを含み・・・適切な視覚的経験は効果的な教育にとって本質的」(Arnheim, R. 1969)と言われる。アートは「充溢性、表現性、構成」(Thomas, G.V. & Silk, M.J. 1990)から成り、現実世界に表出される外的対象でありながら、思想・信仰・願望などの内的対象をそこに含むために「移行対象」(Winnicott, D.W. 1973)とも言われ、難局を切り抜ける「超越機能」(Jung, C.G. 1928)、「昇華・カタルシス」(Freud, S. 1915)効果を持つものである。とりわけ、子どもにとってのアートは、「感情や情動の自己表現となり、満足をもたらす」(Lowenfeld, V & Brittain, W.L. 1975)ものであり、Caillois, R. (1958)のいう遊びの4要素のうち、広い意味での「模擬、眩暈、運」を含み、実際、どの文化の子どもたちもアートワークを遊び、楽しんだ。

3. 共有的志向性と媒介的行為としてのアート

子どもたちの個々のアートワークから、子どもたちの適応性、創造性、レジリエンスを見いだした。集団ワークからは、共有的志向性(Tomasello, M. 2009)や媒介的行為(Wertsch, J.W. 1991)の目標としてのアートの意味と、そして同時にツールとしてのアートの意味を検討した。狩猟採集社会では非言語的相互作用が、現代社会では言語的相互作用が対人場面では優位を占めるものの、いずれの文化の子どもたちも、発達段階やジェンダー差を含みながらも、アートの力を得て、自己表現を楽しんだ。

Playing art children

—From their drawing and collage in Baka Pygmy and modern society

Eiko Yamagami

Faculty of Sciences and Humanities, Kobegakuin University

1. Purpose

From the view of developmental psychology I examined the psychological characteristics of learning in hunter–gatherers, the relationship between the developmental process and learning traits and the influence of a foraging environment on learning behavior and cognitive ability. I focused on the individual psychological development in 2010 ~2012 and on social learning in 2013~2014. Both research projects involved the participants of children mainly of Baka-pygmy and modern societies such as Japan and the US as comparative groups, and importantly, art activities like drawing and collage were applied to them as investigation materials.

2. Power of art

Art has been defined from various standpoints. For example, art was defined as one of the “psychological tools” (Vygotsky 1934) like language and calculation system. They can contribute to human cognition and thinking and “every thinking involve image . . . appropriate visual experience is essential for effective education” (Arnheim, R. 1969). Art consists of “repletion, expressiveness and composition” (Thomas, G.V. & Silk, M.J. 1990). Art also consists of an external object existing in the real world and at the same time it involves an internal object expressing idea, belief and desire of humans, so that it has been called a “transitional object” (Winnicott, D.W. 1973). Moreover, art has a “transcendent function” (Jung, C.G. 1928) by which humans overcome difficult situations and also it has the effect of “sublimation and catharsis” (Freud, S.1915) . In particular, art for children “make them feel satisfaction, expressing their own feeling and emotion” (Lowenfeld, V & Brittain, W.L. 1975). Art might have three factors of play such as “mimicry, dizziness and chance” (Caillois, R. 1958), so that, actually, the children of any culture enjoyed playing the art work of drawing and collage.

3. Joint intentionality and art as one of mediated actions

I found the adaptability, creativity and resilience of the children, resulting from their experimental individual art work. The meaning of art as a goal of “joint intentionality” (Tomasello, M. 2009) and “mediated action” (Wertsch, J.W. 1991) were explored as well as being a tool from their group work. The non-verbal interaction in a foraging society and the verbal interaction in modern society seemed to be dominant respectively in the interpersonal relationship. Nevertheless, every child under different culture enjoyed self-expression, playing and gaining the power of art with the diversity of developmental stage and gender.

ポスター発表要旨
ABSTRACTS OF POSTER PRESENTATIONS

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

個人差が生む社会学習と文化進化への影響

大泉 嶺

明治大学研究知財戦略機構

個々の学習効率の統計的特性は、サピエンスとネアンデルタール人との違いを議論するための重要な要因である。それは、彼らの文化的革新がいくつかの天才や、個々体による小さな発見の累積的知識、あるいはその両方によって引き起こされたと考えられている。集団が平均的に低い学習効率と低い分散を有する場合には、文化的な革新が発生することは容易ではないかもしれない。逆に、学習効率の高い分散を有する集団は、同じ平均があっても、前者よりも簡単に革新を生じると考えられる。

ホモ属において、学習は社会学習と個体学習で構成されていると考えられている。社会学習は、文化的な知識の蓄積をもたらし、そして個体学習は文化的な進化を促進する。しかし、これらの学習様式は一般に明確に区別することができない。そこでこの研究は、個人差が文化的な知識にたいしどのように影響するかを、ノイズを含む社会学習曲線によって解析する。

Effects of individual difference on efficiency of social learning

Ryo Oizumi

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

Statistical property of individual learning efficiency is an important factor for discussing difference between Sapiens and Neanderthals. It is thought that their cultural innovation was triggered by some genius, cumulative knowledge of individual small discovery or both. If population having averagely low learning efficiency and its low variance, cultural innovation may not be easy to occur. Conversely, population having the high variance of learning efficiency is thought to cause the innovation easier than the low variance even if they have the same average.

It is considered that learning in Homo consists of social learning and individual learning. Social learning yields the accumulation of the cultural knowledge, and individual learning promotes cultural evolution. Those learning styles, however, are not always able to be distinguished clearly in nature. This study examines how individual difference affects the cultural knowledge by use of social learning curve with several noises.

平等な協力社会の下でのイノベーション行動の進化

木村亮介

琉球大学大学院医学研究科

認知・学習能力におけるネアンデルタール人とホモ・サピエンスの違いはさておき、ヒトの系統において類人猿とは異なる高次脳機能を獲得したことに疑いを挟む者はいないだろう。ホモ・エレクトスに時代に起きた大脳化は石器の使用と時を同じくしており、道具の使用が高次脳機能の獲得と密接に結びついていることを示唆している。また、ヒトの社会では協力的行動や分業、食料分配や物資の交換などが発達しており、複雑な社会との共進化の結果、高次脳機能が発達したとも考えられる。そして、ヒトは、学習することで文化や技術を蓄積させて文明を築き上げた地球上で唯一の生物といえる。では、ヒトでのみ顕著にみられるイノベーション行動は、どのような条件の下で進化できるのだろうか。本研究では、資源を平等分配する協力社会の下でリスクの伴うイノベーション行動が許容されることを示すとともに、イノベーションの担い手である個体学習者の集団中の頻度および技術進化速度に影響を及ぼす要因について調べた。

結果として、1) 食料分配などを行う協力社会が存在しなければ、イノベーション行動の存在は非常に難しいことが示された。このことは、ヒトと類人猿の協力的行動の違いこそが、学習戦略における違いも生じさせたことを示唆する。協力的行動が生まれたことが、学習戦略および能力の進化の引き金になったと考えられる。しかしながら、2) 協力社会の下においても、イノベーション行動は進化的には弱有害であり、mutation-selection 平衡によって集団中に維持されることもわかった。このことは、イノベーション行動に係わる遺伝子変異が必ずしも正の自然選択を受けて進化しているわけではないことを意味する。また、3) 協力グループのサイズが大きいほど個体学習者の割合は大きくなり、さらにこのことにより、より速い技術進化を生むことも示唆された。そして、4) 社会学習の範囲が協力グループ内に限定されれば、グループ間競争により、イノベーション行動がより進化しやすい状況が生まれることが考えられた。今後、道具使用や社会行動を含めた人類進化の全体像を理論的に再現するような試みが必要である。

ネアンデルタール人を含む絶滅した旧人とホモ・サピエンスとの間にイノベーション行動および能力において決定的な違いがあったのか？この問いこそが、交替劇プロジェクトにおける中心的な課題である。ネアンデルタール人のゲノム情報が得られている現在、この問いに答えることは不可能なことではなくなった。しかしながら、そのためには、認知や学習における神経基盤・分子基盤や遺伝子多型と表現型の関連の解明を待たなければならない。

Evolution of innovation behaviors under an egalitarian and cooperative society

Ryosuke Kimura

Graduate School of Medicine, University of the Ryukyus

What conditions lead to the evolution of risk-taking innovation behaviors? This question must be a key to consider the difference in the learning strategy between Neanderthals and modern humans. Considering innovation behaviors as a genetic trait, this simulation study shows that an egalitarian and cooperative society allows the presence of innovation behaviors. In addition, this study indicates what factors have an influence on the frequency of individual learners in the population and on the evolutionary rate of technologies. Even in an egalitarian and cooperative society, risk-taking innovation behaviors still have a weakly deleterious effect. Therefore, innovation behaviors are maintained in the population by mutation-selection equilibrium. This suggests that genetic variants involved in the learning strategy and ability are not necessarily under positive selection in the human lineage.

累積的文化のパラドクス

小林 豊

高知工科大学マネジメント学部

現生人類の地球規模での生態学的成功は、人類が有する累積的文化に負うところが大きいと言われる。近年、交替劇プロジェクト B01 班の班員を中心とした理論研究者により、累積的文化が自然淘汰によって進化する条件が詳細に調べられてきた。特に、学習と繁殖の間にトレードオフが存在する場合、累積的文化進化は起きず、集団の文化水準は極めて低いレベルにとどまるという予測が得られている。これは、トレードオフが存在する場合、文化が費用のかかる公共財になり、文化に貢献しないただ乗り戦略が有利になるからである。そこで、本研究では、学習の成果が、排他的な私的財として垂直伝達する場合に、累積的文化が促進されるかどうか調べた。驚くべきことに、この場合でも、集団の文化水準は極めて低い水準にとどまるという予測が得られた。この逆説的な結果は、累積的文化進化の問題が、単なる社会的ジレンマ以上の困難を含むことを示している。

A paradox of cumulative culture

Yutaka Kobayashi

Department of management, Kochi University of Technology

It is said that cumulative culture is largely responsible for modern humans' ecological success on the global scale. Recently, Research Team B01 members of the RNMH project have been studying the conditions on which cumulative culture is favored by natural selection. In particular, it has been reported that cumulative culture is unlikely to be favored and the cultural quality of a population stays at very low level in the presence of a trade-off between learning and reproduction. This is because the trade-off makes the culture a costly public good which free riders can exploit. In this study, we have investigated whether cumulative culture is favored if culture is vertically transmitted as an exclusive private good. Surprisingly, we found that even in this case the cultural quality of a population stays at a very low level. This counterintuitive result suggests that the intra-generation social dilemma is not the only barrier to the evolution of cumulative culture.

集団外交流と交替劇：神楽と地域アートの社会調査から

堀内史朗

山形大学 COC 推進室

新人と旧人の差異として、前者における積極的な集団外交流が挙げられる。なぜ新人は集団外交流をおこなったのか、その理由を明らかにするため、現代日本人の集団外交流の実態調査をおこなった。調査対象は、九州の神楽と奈良の地域アートであり、どちらも人口減少が喫緊の課題となっている地域である。九州の神楽については、外部からの客を招く、集団外交流としての神楽が、若手の定着に成功している傾向があることがわかった。奈良の地域アートについては、当初は一部の作家たちの運動体だったのが、地域団体・地域住民など多くの人間をまきこむ集団外交流となっていた結果として、空き家の利活用が進んだことが分かった。このように集団外交流は、旧来のシキタリが失われる、前衛的な芸術が困難になるなどの欠点もあるものの、地域集団の維持という観点では効果がある。交替劇当時も、より多くの人間をまきこむ集団外交流は、集団の維持に役立ったのかもしれない。

The origin of cross-boundary communications during the Replacement: Analysis by the social survey of spirits dance (kagura) and local art projects

Shiro Horiuchi

COC Promotion Office, Yamagata University

This study tries to elucidate the origin of cross boundary communication during the Replacement, by the social survey of the present Japanese societies, particularly in the areas of depopulation and aging. At first we studied Japanese spirits dance, kagura, which have been inherited by local residents since hundreds years ago in Kyushu Island. The social survey found that kagura of cross-boundary communication caused young dancers settle into the area, irrespective of depopulation and aging in those areas. We also studied local art projects, which have been started by local residents in Nara prefecture since 2010. The social survey found that the project was involving many stakeholders as time passes and caused some outsiders rent vacant houses in the area, irrespective of depopulation and aging in those areas. The social survey suggests that individuals unintentionally involved others in order to continue dance or art, which may have caused the origin of cross-boundary communication during the Replacement.

頭蓋サイズと認知に共通する遺伝的基盤の進化的考察

山口今日子、木村亮介
琉球大学大学院医学研究科

ホモ属の進化は大脳化に特徴づけられ、脳容量の増加に伴い認知能力が高くなったと考えられている。ヒトとネアンデルタール人は脳の大きさが似ているが、認知能力は同程度ののだろうか？考古学的証拠によれば、ヒトにおいては創造性を持つ個体が新たな技術を生み出し、その技術を他の個体が社会学習により習得することで、新たな環境に適応していったと考えられる。本研究では、ヒトとネアンデルタールの交替劇に学習能力や社会性がどのように関与したかを検証するために、遺伝データを用いた解析を行った。

現代日本人における頭蓋関連遺伝子を同定した結果は、既に研究集会で報告済みであるが、頭囲と suggestive association ($P < 1.0 \times 10^{-5}$) を示した SNP の一部は、*CNTNAP2* という統合失調症、双極性障害、自閉症などの精神疾患や脳の connectivity との関連が報告されている遺伝子に存在していた (Alarcon et al. 2008; Whalley et al. 2011; Clemm von Hohenberg et al. 2013; Ji et al. 2013)。また、デニソワ人、ネアンデルタール人のゲノムの研究からは、ヒトの系統で *CNTNAP2* に変化が生じたことが示唆されている (Meyer et al. 2012; Prüfer et al. 2014)。そこで、*CNTNAP2* の頭囲、頭幅と関連を示した領域のハプロタイプを推定し、デニソワ人、ネアンデルタール人のゲノムデータを加えて、進化的解析を行ったので報告する。この結果は、古人骨標本の頭部形態に基づいて、脳神経や認知能力の推測が可能であることを期待させる。

当プロジェクト C01 班の研究からは、両者の脳のかたちの差は頭頂葉の楔前部 (precuneus) や小脳の大きさや形の差に起因することが示唆されてきた (Bruner 2010; Kubo et al. 2014)。今後は CT 画像を用いて詳細な形態の遺伝的基盤を調べ、「化石脳」に遺伝学的データからの見地を加えることで、より精密にネアンデルタール人の認知能力を復元していきたい。

引用文献

- Alarcon M., Abrahams BS., Stone JL., Duvall JA., Perederiy JV., Boma, JM., ... & Geschwind DH.
2008 Linkage, association, and gene-expression analyses identify *CNTNAP2* as an autism-susceptibility gene. *Am J Hum Genet* 82(1), 150-159. doi: 10.1016/j.ajhg.2007.09.005.
- Bruner E.
2010 Morphological differences in the parietal lobes within the human genus: a neurofunctional perspective. *Current Anthropology*, 51, S77-S88. doi: 10.1086/650729.
- Clemm von Hohenberg C., Wigand MC., Kubicki M., Leicht G., Giegling I., Karch S., ... & Mulert C.
2013 *CNTNAP2* polymorphisms and structural brain connectivity: a diffusion-tensor imaging study. *Journal of Psychiatric Research* 47(10), 1349-1356. doi:10.1016/j.jpsychires.2013.07.002.
- Ji W., Li T., Pan Y., Tao H., Ju K., Wen Z., ... & Shi Y.
2013 *CNTNAP2* is significantly associated with schizophrenia and major depression in the Han Chinese population. *Psychiatry Research* 207(3), 225-228. doi: 10.1016/j.psychres.2012.09.024.
- Kubo D., Tanabe HC., Kondo O., Ogihara N., Yogi A., Murayama S., & Ishida H.
2014 Cerebellar size estimation from endocranial measurements: an evaluation based on MRI data. In Akazawa T, Ogihara N, Tanabe HC, & Terashima H (eds.) *Dynamics of Learning in*

- Neanderthals and Modern Humans Volume 2 Cognitive and Physical Perspectives*, pp. 209-215. Springer, Tokyo.
- Meyer M., Kircher M., Gansauge MT., Li H, Racimo F., Mallick S.,... & Pääbo S.
2012 A high-coverage genome sequence from an archaic Denisovan individual. *Science* 338(6104), 222-226. doi: 10.1126/science.1224344.
- Prüfer K., Racimo F., Patterson N., Jay F, Sankararaman S., Sawyer S.,...& Pääbo S.
2014 The complete genome sequence of a Neanderthal from the Altai Mountains. *Nature* 505(7481), 43-49. doi: 10.1038/nature12886.
- Whalley HC., O'Connell G., Sussmann JE., Peel A., Stanfield AC., Hayiou-Thomas ME., . . . & Hall J.
2011 Genetic variation in CNTNAP2 alters brain function during linguistic processing in healthy individuals. *American Journal of Medical Genetics Part B: Neuropsychiatric Genetics* 156(8), 941-948. doi: 10.1002/ajmg.b.31241.

Evolutionary analysis of common genetic basis for cognitive ability and cephalic size in humans

Kyoko Yamaguchi, Ryosuke Kimura

Graduate School of Medicine, University of the Ryukyus

The evolution of the genus *Homo* is characterized by encephalization accompanied by change in cognitive ability. Although the cranial size of Neanderthals and *Homo sapiens* overlaps with each other, their cognitive ability would not have been the same. Studying the genetic basis for the cephalic form and cognitive ability may contribute to the reconstruction of archaic population.

As we have already reported in the previous meeting, our genome-wide analysis of cephalic form among Japanese found that some of the polymorphisms that showed suggestive associations ($P < 1 \times 10^{-5}$) with head circumference were located on *CNTNAP2*, a gene whose relation to autism and schizophrenia as well as language impairment and brain connectivity, has been reported (Alarcon et al. 2008; Whalley et al. 2011; Clemm von Hohenberg et al. 2013; Ji et al. 2013). The same gene is reported as a genomic region that underwent change specific to the human lineage after the divergence from Denisovans and Neanderthals (Meyer et al. 2012; Prüfer et al. 2014). We estimated the haplotypes of the genomic region that was associated with head circumference and head width, and conducted an evolutionary analysis using the publically available genome data of Neanderthals and Denisovans.

The results would shed a light on the evolution of cranium size in the genus *Homo*, and may enable us to infer cognitive ability based on the cephalic form of fossil specimens including Denisovan.

Our future research includes a search for genetic basis of cranium morphology using CT images, to understand the morphological difference in precuneus of parietal lobe or cerebellum between Neanderthals and *Homo sapiens* reported by C01 group of this project (Bruner 2010; Kubo et al. 2014).

References

- Alarcon M., Abrahams BS., Stone JL., Duvall JA., Perederiy JV., Boma, JM., ... & Geschwind DH.
2008 Linkage, association, and gene-expression analyses identify CNTNAP2 as an autism-susceptibility gene. *Am J Hum Genet* 82(1), 150-159. doi: 10.1016/j.ajhg.2007.09.005.
- Bruner E.
2010 Morphological differences in the parietal lobes within the human genus: a neurofunctional perspective. *Current Anthropology*, 51, S77-S88. doi: 10.1086/650729.
- Clemm von Hohenberg C., Wigand MC., Kubicki M., Leicht G., Giegling I., Karch S., ... & Mulert C.
2013 CNTNAP2 polymorphisms and structural brain connectivity: a diffusion-tensor imaging study. *Journal of Psychiatric Research* 47(10), 1349-1356. doi:10.1016/j.jpsychires.2013.07.002.
- Ji W., Li T., Pan Y., Tao H., Ju K., Wen Z., ... & Shi Y.
2013 CNTNAP2 is significantly associated with schizophrenia and major depression in the Han Chinese population. *Psychiatry Research* 207(3), 225-228. doi: 10.1016/j.psychres.2012.09.024.
- Kubo D., Tanabe HC., Kondo O., Ogihara N., Yogi A., Murayama S., & Ishida H.
2014 Cerebellar size estimation from endocranial measurements: an evaluation based on MRI data. In Akazawa T, Ogihara N, Tanabe HC, & Terashima H (eds.) *Dynamics of Learning in Neanderthals and Modern Humans Volume 2 Cognitive and Physical Perspectives*, pp. 209-215.

- Springer, Tokyo.
- Meyer M., Kircher M., Gansauge MT., Li H, Racimo F., Mallick S,... & Pääbo S.
2012 A high-coverage genome sequence from an archaic Denisovan individual. *Science* 338(6104), 222-226. doi: 10.1126/science.1224344.
- Prüfer K., Racimo F., Patterson N., Jay F, Sankararaman S., Sawyer S,...& Pääbo S.
2014 The complete genome sequence of a Neanderthal from the Altai Mountains. *Nature* 505(7481), 43-49. doi: 10.1038/nature12886.
- Whalley HC., O'Connell G., Sussmann JE., Peel A., Stanfield AC., Hayiou-Thomas ME., . . . & Hall J.
2011 Genetic variation in CNTNAP2 alters brain function during linguistic processing in healthy individuals. *American Journal of Medical Genetics Part B: Neuropsychiatric Genetics* 156(8), 941-948. doi: 10.1002/ajmg.b.31241.

社会学習による協力的社会の安定な維持

若野友一郎

明治大学総合数理学部

旧石器から新石器へ移行する場合などに見られる急速な文化進化には、個体間の協力的な関係が重要と考えられる。具体的には、学習と食料生産の分業・食料分配・学習自体の専門化・分業・知識の共有・未来のための投資などの観点からの協力的社会の設立が必要である。しかし、「学習能力の進化」と「協力の進化」は決してイコールではない。そこで、社会学習能力が進化して協力的社会が実現するか否かを数理モデルによって研究する。先行研究として、同調伝達を仮定すれば協力的社会が維持されるという結果が知られているが、同調伝達は特殊な社会学習様式に過ぎない。ここでは、社会学習者が単純な（線形の）伝達様式を用いる場合にも、協力的社会が維持されるための条件を、繰り返し公共財ゲームの数理モデルにおける進化的に安定な学習戦略を求めることで調べた。その結果、同調伝達がなくとも、社会学習が進化して協力的な社会が安定に維持されることが明らかとなった。

The stable maintenance of cooperative society by social learners

Joe Yuichiro Wakano

School of Interdisciplinary Mathematical Sciences, Meiji University

Cooperative relationship among individuals seems to be important for a rapid cultural evolution (e.g., from Paleolithic to Neolithic). Division of labor, food-sharing, knowledge-sharing, specialization, and the investment in future are examples of features of such cooperative society. However, evolution of learning ability and evolution of cooperation are independent phenomena. Here we study whether social learning evolves and promote evolution of cooperation. Previous studies have shown that conformist transmission enables the stable maintenance of cooperative society. We propose a mathematical model of repeated public goods game played by simple frequency-dependent learners (i.e., no conformism). We derive the evolutionarily stable learning curve (reaction norm) in this model. We show that cooperative society can be maintained without assuming conformist transmission.

ポスター発表要旨
ABSTRACTS OF POSTER PRESENTATIONS

研究項目 B02

旧人・新人時空分布と気候変動の関連性の分析

Research Team B02

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

ヨーロッパにおける新人拡散期の植生

大石龍太^{1,2}、Wing-Le Chan²、阿部彩子^{2,3}

1. 国立極地研究所
2. 東京大学大気海洋研究所
3. 海洋開発研究機構

新人拡散期における植生分布の時間空間的変動は、現生人類の移動を理解するために重要な要素である。地質学的証拠から得られる古環境指標は直接の手掛かりではあるものの、サンプル数が限られているため空間的分布を再現するのは困難である。その再現には、古環境指標だけでなく数値シミュレーション手法を併用するのが有効であると考えられる。B02 班では大気海洋大循環モデルを用いてダンスガード・オシュガーサイクルに代表される亜氷期-亜間氷期の古気候再現実験を行っており、本研究ではこの実験結果と陸域生態系モデルを組み合わせることで、比較的高解像度で古植生分布を再現する手法を開発した。本研究では、大気海洋大循環モデルにおける亜氷期の寒冷化の不確実性も考慮し、植生分布再現にも反映させる予定である。

Vegetation change in Europe during the Late Pleistocene dispersal of modern humans.

Ryouta O'ishi^{1,2}, Wing-Le Chan², Ayako Abe-Ouchi^{2,3}

1. National Institute of Polar Research
2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo
3. Japan Agency of Marine-Earth Science and Technology

The spatial and temporal variation of vegetation distribution is an important factor in understanding the migration of Modern Humans during the Late Pleistocene. Geological evidence such as proxy data is spatially limited and it is difficult to reconstruct vegetation distribution. In order to do so, it is more effective to not only make use of the geological evidence but also to combine it with numerical simulations. Team B02 is trying to reproduce stadial-interstadial climate change, typically known as the Dansgaard-Oeschger events, by a GCM (General Circulation Model). In the present study, we developed a new method to reproduce past vegetation distribution by applying past climate information from the GCM to a DGVM (Dynamical Global Vegetation Model) with a practical resolution which is comparable to scales associated with the anthropological evidence. In the present study, we also try to introduce the uncertainty of reproduced stadial-interstadial climate change by the GCM to the uncertainty of vegetation distribution.

データベースを基にした高確度年代推定

大森貴之、佐野勝宏、米田 穰
東京大学総合研究博物館

交替劇プロジェクトでは、研究項目 A01 や B02 によって理化学年代を集成するデータベース構築が進められてきた（A01 考古班 Neander DB; B02 古環境班 Neandat DB）。我々は、これらデータベースに収録された理化学年代、特に、放射性炭素年代を用いた、新人・旧人の交替劇の舞台とされる中期旧石器から後期旧石器時代の遺跡分布や石器製作伝統の経時的な変遷を整理する新しいデータ解析法の開発に努めた。これにより、より確からしい遺跡分布や考古学編年を抽出し、研究項目 B02 が再現する古環境地図や古環境プロキシデータと比較することで、新人・旧人の古環境変化に対する適応能力や行動の違いの検証を目指した。

データベース上の放射性炭素年代を扱う上で最も注意を払わなければならない課題は、年代値の信頼性評価であった。我々は、放射性炭素年代測定 of 技術的な観点（分析手法、試料の種類、前処理法など）から年代値の精査を行い、系統的に信頼性を評価できる決定木を提案した。さらに、特に骨や炭化物の放射性炭素年代測定により効果的な、新しい前処理法とそれにより改善される年代値の傾向に着目し、過去に報告された年代値を現在の技術基準で読み替える補正モデルを提示した。

我々は、信頼性の評価と補正モデルを用い、ヨーロッパの主要な旧石器遺跡における考古編年やネアンデルタールの絶滅年代の推定を試みた。モデルによって得られた編年や絶滅年代は、近年報告された放射性炭素年代の再測定結果と整合した。我々がデータベースから抽出した年代モデルは、方法論的な限界から時間解像度は 1000 年単位と見込まれ、突発的な古環境イベントとの詳細な比較が難しい。しかし、より多くの年代値を用いることが可能で、遺跡分布の広がりや遺跡の頻度分布を網羅的に扱うことができる利点があり、モデル化された年代を基に近藤らが進めるニッチモデルなどに応用が進められた。

Accurate age estimation based on radiocarbon database

Takayuki Omori, Katsuhiko Sano, Minoru Yoneda
The University Museum, The University of Tokyo

In the RNMH project, extensive databases were compiled by the research team A01 and B02 respectively (Research Team A01: *Neander DB*; Research Team B02: *Neandat DB*). We made an effort to the development of data assessment and meta analysis in order to reconstruct the Paleolithic chronology and site distribution of the Middle to Upper Paleolithic based on radiometric data on the database. Extracting accurate spatio-temporal distribution of the archaeological site from the database and comparing with the simulated paleoclimate distribution and paleoenvironment proxies, we attempted to reveal the differences of adaptation ability and behavior between modern humans and Neanderthals.

A major issue that we must address in order to use mass data on the database was the reliability assessment of radiocarbon dates. We build the decision tree for data assessment in terms of technical confidence in the measurements (measurement method, sample type, pretreatment method, etc.), and systematically evaluated the dates. In addition to this, we focused on recent improved sample pretreatments, which were effective for radiocarbon dating of bone and charcoal samples, and derived the age correction models from the statistical investigation of the age difference and variation between pretreatments to evaluate early problematic radiocarbon data by the recent technological standards of radiocarbon dating.

Using the decision tree and the age correction models, we reconstructed the archaeological chronologies of the European Paleolithic key sites (Geißenklösterle, Fumane cave, etc.), and estimated the timing of Neanderthal disappearance. The obtained site chronologies and the end boundary were good agreement with recent revised radiocarbon data. This assessment approach made available of numerous data for the meta-analysis of the database. In principle of age assessment model, the time resolution became in 1000 year, and the comparison with rapid paleoenvironmental changes was difficult. However, this approach has benefit to estimate exhaustive spatio-temporal distribution of archaeological sites. The modeled dates were applied to Ecological niche modeling (Kondo et al. this issue).

Regional last glacial climate synthesis for the Eastern Mediterranean (最終氷期における地中海東部の環境復元)

Stephen P. Obrochta ¹, Yusuke Yokoyama ², Ayako Abe-Ouchi ^{2,3}, Ryouta O'ishi ^{2,4},
Wing-Le Chan ², Hodaka Kawahata ²

1. Faculty of International Resource Science, Akita University, Japan
2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, Japan
3. Research Institute for Global Change, JAMSTEC, Japan
4. National Institute of Polar Research, Japan

We present a regional climate synthesis for the Eastern Mediterranean region based on a variety of records including lake sediment core pollen. We both examine spatial trends and gradients by considering all records individually and create a stacked record which is compared to the North GRIP ice core. Before stacking, care was taken to ensure that the age models of each record were consistent. For older records that used the GISP2 the Meese-Sowers 1994 age scale, we updated their age models to the GICC05 model-extended chronology. Results are consistent with previous work and show in general good agreement with Greenland and North Atlantic climate, with generally variations corresponding to Dansgaard-Oeschger oscillations. Cool and dry conditions are common during stadials, and warm and moist conditions are observed during interstadials.

旧人・新人の生態ニッチモデリング共同研究のまとめ

近藤康久¹、佐野勝宏²、大森貴之²、阿部彩子^{3,4}、陳 永利³、大石龍太^{3,5}、
門脇誠二⁶、長沼正樹⁷、小口 高⁸、西秋良宏²、米田 穰²

1. 総合地球環境学研究所研究高度化支援センター
2. 東京大学総合研究博物館
3. 東京大学大気海洋研究所
4. 海洋研究開発機構
5. 国立極地研究所
6. 名古屋大学博物館
7. 北海道大学アイヌ・先住民研究センター
8. 東京大学空間情報科学研究センター

交替劇プロジェクト A01（考古）班と B02（古環境）班の共同研究では、気候変動が旧人・新人の生態ニッチ構築に及ぼした影響を、既知の考古遺跡の位置と気温・降水量・標高等の古環境情報に基づく機械学習モデルによって評価した。

研究にあたっては、(1) 50～46 ka のユーラシア全域（西経 20 度～東経 160 度，赤道～北極）と、(2) 50～38 ka のヨーロッパ・レヴァント（西経 15 度～東経 45 度，北緯 30 度～60 度）を解析範囲に定めた。石器製作伝統に人類集団の行動戦略が反映されていると仮定して、(1) においては初期上部旧石器時代石器群（Initial Upper Palaeolithic; IUP）、(2) においては 50～45 ka の後期ムステリアン、45～43 ka のシャテルペロニアン、43～40 ka のプロト・オーリナシアン石器群が出土した文化層を、A01 班のデータベース（Neander DB）から抽出した。さらに、それらの文化層から得られた放射性炭素年代値を統計的に精査し、モデルの入力対象とする遺跡を絞り込んだ。いっぽう、古気候データは、最終氷期の典型的な寒候期と暖候期に対応する新しい大気海洋結合大循環モデルから取得した。

計算実験の結果、(1) IUP 石器群に関しては、寒候期と暖候期でニッチ高確率域に差がほとんど認められず、環境変数のうち最寒月（1 月）の気温がどちらの時期にもニッチ構築に大きな影響を与えていることが明らかになった。また、ニッチ高確率域の回廊が、レヴァントからアナトリアを経て東欧・中欧へ至るルートと、イラン南岸・アフガニスタンを経てアルタイ地方に至るルートに看取された。(2) の石器群に関しては、いずれも暖候期にニッチが高緯度地方に拡大するという結果が出た。

この共同研究の意義は、考古学・年代学・気候学・地形学の研究者が、それぞれの分野で信頼性をチェックしたデータを持ち寄り、人類集団のニッチ構築にどの環境要因がどの程度影響を与えたのか定量的に評価する方法をととのえたことにある。今後は、エージェントベースシミュレーションの応用により 2 集団のニッチ競合をモデルに組み入れるなどの改良を進めていきたい。

Ecological niche modelling for the Neanderthals and modern humans: Achievements of the interdisciplinary collaboration

Yasuhisa Kondo¹, Katsuhiko Sano², Takayuki Omori², Ayako Abe-Ouchi^{3,4}, Wing-Le Chan³, Ryouta O'ishi^{3,5}, Seiji Kadowaki⁶, Masaki Naganuma⁷, Takashi Oguchi⁸, Yoshihiro Nishiaki², Minoru Yoneda²

1. Center for Research Promotion, Research Institute for Humanity and Nature
2. The University Museum, The University of Tokyo
3. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo
4. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology
5. National Institute of Polar Research
6. Nagoya University Museum
7. Center for Ainu and Indigenous Studies, Hokkaido University
8. Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo

The archaeology and palaeoenvironment collaborative research group of the Replacement of Neanderthals by Modern Humans Project assessed the impact of climate change on the ecological niche construction of Neanderthals and anatomically modern humans. It did so through the machine learning model using the location of archaeological sites and palaeoenvironmental indices such as temperature, precipitation and elevation.

The research was conducted for two spatio-temporal windows: 1) the entire area of Eurasia (20°W to 160°E, 0° to 90°N) at 50 to 46 ka and 2) Europe and Levant (15°W to 45°E, 30° to 60°N) at 50–38 ka. Based on the assumption that different lithic industries indicate different behavioural strategies of human populations, cultural layers containing the Initial Upper Palaeolithic (IUP) industry were extracted from the archaeological database (*Neander DB*) for the first geographic window. Similarly, the Late Mousterian at 50 to 45 ka, the Châtelperronian at 45 to 43 ka, and the Proto-Aurignacian at 43 to 40 ka were extracted as site groups for the second geographic window. Sites were filtered by statistical treatment of radiocarbon dates. Palaeoclimatic data were prepared by a new atmospheric-ocean global circulation model for typical cold and warm periods of the Last Glacial.

Results showed little geographical difference in high niche probability areas for the IUP industries between warm and cold periods. The coldest month (January) temperature significantly affected the niche construction in both warm and cold periods. High niche probability corridors were observed on the routes from the Levant to Eastern and Central Europe via Anatolia and to the Altai via the southern coast of Iran and Afghanistan. Lithic industries of the second geographic window commonly expanded their ecological niche to higher latitude zones in warm period.

This collaborative research was unique because archaeologists, geochronologists, climatologists and geomorphologists contributed data that they scientifically validated to establish methods of quantifying environmental impacts on niche construction of human populations using an ecological niche model. Further improvements will be pursued by embedding the niche conflict of two population groups to the model through an agent-based simulation.

Stadial and interstadial climates, as simulated in experiments with the MIROC climate model

(MIROC 気候モデルを用いた、亜氷期と亜間氷期の気候のシミュレーション)

Wing-Le Chan ¹, Ayako Abe-Ouchi ^{1,2}, Ryouta O'ishi ^{1,3}, Kunio Takahashi ²

1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, Japan

2. Research Institute for Global Change, JAMSTEC, Japan

3. National Institute of Polar Research, Japan

Ice core data from Greenland have shown that, during the last glacial period, a series of abrupt climate changes known as Dansgaard-Oeschger events took place. These events are characterized by relatively rapid warming in the northern hemisphere within the span of a few decades, followed by progressive cooling over about 1,000 years. Some of the cool stadial states coincide with Heinrich events during which large amounts of freshwater from melting icebergs were added to the North Atlantic Ocean, thereby altering the global ocean circulation and climate. These abrupt changes may have had a profound effect on the migration patterns of the Neanderthals and modern humans, and may have played a role in the extinction of the former.

To investigate how the stadial and interstadial climates differed and how the land vegetation may have responded, we used results from experiments which were performed with a coupled atmosphere-ocean model, MIROC, and which included the effects of the discharge of freshwater into the Atlantic Ocean. Sea ice and sea surface temperature data from these experiments were applied to a mid- and high-resolution atmosphere model to remove sea surface temperature biases in the coupled model and also investigate how model resolution could affect the simulated climate. Freshwater forcing leads to a bipolar climate pattern with cooler and drier conditions across most of the northern hemisphere and warmer and wetter conditions in parts of the southern hemisphere. Proxy data suggest weaker summer Asian monsoons during the stadials and this is seen more clearly when model sea surface temperature biases are removed from the atmosphere model. Temperature and precipitation from these experiments were subsequently applied to a dynamic global vegetation model to investigate changes in vegetation during the stadials. In general, there is a reduction in forest over most of Europe, much of this being replaced by grassland. On the other hand, in the small area stretching from the eastern coast of the Iberian Peninsula to the western coast of Italy, forest cover increases. Access to a variety of proxy data is important in increasing our confidence in model results.

ポスター発表要旨
ABSTRACTS OF POSTER PRESENTATIONS

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**

エンドキャストから小脳容積を推定する手法の開発とネアンデルタール及び更新世サピエンスへの応用

久保大輔¹、田邊宏樹²、近藤 修³、天野英輝⁴、與儀 彰⁵、村山貞之⁵、石田 肇⁶、荻原直道⁴

1. 筑波大学体育系
2. 名古屋大学大学院環境学研究科
3. 東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻
4. 慶應義塾大学理工学部機械工学科
5. 琉球大学大学院医学研究科放射線診断治療学講座
6. 琉球大学大学院医学研究科人体解剖学講座

頭蓋腔からは脳のサイズや解剖学的特徴に関する限られた情報が得られるが、従来の人類学的研究において化石人類の小脳に注目したものはほとんどなかった。なぜなら、ヒトの脳は、他の霊長類に比べて容積が大きいだけでなく、大脳皮質連合野が相対的に拡大しているという点で特異である一方、小脳が高度な認知機能に関与しているという証拠は乏しかったためである。しかし近年、小脳損傷に伴う機能障害の報告だけでなく、fMRI で測定される認知課題遂行時の小脳活動、健常者内での小脳容積と認知機能との相関、大脳皮質と小脳とを結ぶ神経連絡に関する研究などから、小脳も認知機能の一部に関与しているとの考えが広まりつつある。本研究では、エンドキャストから小脳と大脳の容積を推定する方法を開発し、それを用いてネアンデルタールと更新世ホモ・サピエンスに属する化石資料における脳全体に占める小脳の割合を推定し、現代人と比較した。

日本人学生 32 人分の頭部 MRI データを対象に、頭蓋腔上部の容積と大脳容積の相関、後頭蓋窩の容積と小脳容積の相関を調べたところ、いずれも高い相関を示し、頭蓋腔上部の容積は大脳容積を、後頭蓋窩容積は小脳容積を推定するうえで有用な指標になりうることが確認された。推定式を CT データ由来のエンドキャストに適用可能にするため、別の 3 人分の頭部 MRI 及び同一人の頭部 CT データからの計測値の比を使って、32 人分の MRI から測定された後頭蓋窩と頭蓋腔上部の容積を補正し、頭蓋腔上部と大脳容積の RMA (reduced major axis)、後頭蓋窩と小脳容積の RMA を導出した。得られた RMA 回帰式を化石資料に適用して脳全体に占める小脳容積の割合を算出したところ、以下のことがわかった。第一に、中期および後期旧石器時代のホモ・サピエンスは小脳容積割合が現代人と変わらなかった。第二に、ネアンデルタールは、脳容量は現生人類と変わらないが、小脳容積割合が有意に小さかった。近年の神経科学研究によると、小脳は運動スキル学習時の内部モデル形成に関わっており、理論的には認知学習にも関与している可能性がある。したがって、本研究で示された現生人類とネアンデルタールの小脳容積割合の差は、学習の効率と関連していたかもしれない。

Development of a method to estimate the cerebellar volume from the endocast and its application to the Neanderthals and Pleistocene *Homo sapiens*

Daisuke Kubo ¹, Hiroki C. Tanabe ², Osamu Kondo ³, Hideki Amano ⁴, Akira Yogi ⁵,
Sadayuki Murayama ⁵, Hajime Ishida ⁶, Naomichi Ogihara ⁴

1. Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

2. Department of Social and Human Environment, Nagoya University

3. Department of Biological Sciences, The University of Tokyo

4. Department of Mechanical Engineering, Keio University

5. Department of Radiology, University of the Ryukyus

6. Department of Human Biology and Anatomy, University of the Ryukyus

The endocranial cavity of fossil human crania provides limited information about the brain volume and some anatomical features. The cerebellum of fossil hominins has been rarely focused among many studies on the endocranial cavity. It is because the human brain is characterized by the absolutely large size as well as the relatively enlarged cerebral association areas compared to those in the other primates. However, the association of the cerebellum with the higher cognitive functions has been recently supported or discussed by an increasing number of evidence, such as the cognitive impairment related with cerebellar lesions, the activities of the cerebellum during cognitive tasks which are detected by functional MRI, the correlation between the cerebellar volume and cognitive performance in healthy subjects, and the neuroanatomical connectivity between the cerebral association areas and cerebellum.

In order to assess the cerebellar volume of Neanderthals and early *Homo sapiens*, we devised a new method to estimate the cerebral and cerebellar volumes, which was derived from the volumetric relationships between endocranial subregions (i.e. supratentorial and posterior cranial fossa regions) and brain components (i.e. cerebrum and cerebellum) based on MRI data of living human subjects (n=32). To apply the MRI-derived relationship to CT data, the volumes of endocranial portions were calibrated by coefficient factors derived from paired comparison between the CT and MRI measurements of the same individuals (n=3). We found that the volumes of endocranial subregions are useful estimators for the cerebral/cerebellar volumes. We then applied our estimation method to four Neanderthal, and two Middle and two Upper Paleolithic *Homo sapiens* specimens. The results showed that: (1) The Middle and Upper Paleolithic *H. sapiens* are comparable to the living humans in their relative cerebellar volumes, and (2) The Neanderthals had relatively smaller cerebella than *H. sapiens*, although these two species were comparable in the whole volume of the brain. Recently, neuroscience research has indicated that the cerebellum is involved in formation of internal models for motor skill learning, and theoretically suggested to be involved in cognitive learning as well. Therefore, the difference in the cerebellar proportion relative to the whole brain size between Neanderthals and *H. sapiens* might have been related to the efficiency of their learning.

カフゼー9号頭蓋の復元とエンドキャスト形態

近藤 修¹、久保大輔²、鈴木宏正³、荻原直道⁴

1. 東京大学大学院生物科学専攻
2. 筑波大学体育系
3. 東京大学大学院精密工学専攻
4. 慶應義塾大学理工学部機械工学科

この研究では、カフゼー9号のエンドキャスト形態を少数の化石人類、現代人と比較する。我々は、カフゼー9号エンドキャストの復元の際しオリジナル標本に大きな左右非対称性を見出し、これを健常な現代人の左右差の変異にもとづいて修正することを試みた (Kondo et al., 2014)。ここでは、現エンドキャスト (Qaf9org) と修正後の変形エンドキャスト (Qaf9def) について、線形計測を行い、これを少数の化石人類、現代日本人、現代オーストラリア人のものと比較した。

エンドキャストを直接計測した脳容積は、現エンドキャストが 1411cc で変形後は 1477cc であり、既存の推定値 (最小二乗法による 1531cc, Holloway et al. 2004) より小さい。修正前後の差は統計的に有意である (T 検定) が、どちらの推定脳容量もホモ属の脳容量の増大傾向には一致する。修正後のエンドキャストは、中頭蓋窩が高く前頭葉部が狭い。狭小な前頭部はまた、統計的に有意であるものの現代人の変異内に収まり、ホモ属の前頭部の拡大傾向には矛盾しない。

エンドキャスト計測値を主成分分析した結果、修正後の高さの増大が顕著に見出された。カフゼー9号のエンドキャストは、現バージョンも修正バージョンもどちらも、現代人の変異パタンの周辺に位置する。現バージョンでは脳の高さ (CH and EH) が際立ち、修正バージョンではこれがさらに強調される。この結果の解釈には、エンドキャストの変形手順 (少数の解剖学的特徴点にもとづく) に注意する必要があるが、もしこれを受け入れるなら、カフゼー9号は上下に高い脳を持っていたに違いなく、“超現代的”と記載されてきた分類上の位置を強調するものとなるかもしれない。

Reconstruction of Qafzeh 9 braincase and its endocast morphology

Osamu Kondo ¹, Daisuke Kubo ², Hiromasa Suzuki ³ and Naomichi Ogiwara ⁴

1. Department of Biological Sciences, Graduate School of Science, The University of Tokyo
2. School of Health and Physical Education, University of Tsukuba
3. Department of Precision Engineering, The University of Tokyo
4. Department of Mechanical Engineering, Faculty of Science and Technology, Keio University

In this paper, we compare the size and shape of the endocast of Qafzeh 9 with those of recent humans and several fossil hominids. At the time of endocast reconstruction of the Qafzeh 9 accomplished by ourselves (Kondo et al. 2014), we recognized that the present reconstruction of the Qafzeh 9 cranium suffers from a significant degree of R-L asymmetry, and tried to correct the observed degree of deformation or distortion along the most variant direction against the normal R-L asymmetry of recent human crania. In this situation, we aim to assess both of the original (Qaf9org) and the morphed (Qaf9def) versions of endocast for the Qafzeh 9 by comparing them with those from a few fossil and recent human endocasts from Japanese and Australians.

Directly measured endocranial volumes (ECVs), 1411 cc for the original reconstruction and 1477 cc for the morphed version, respectively, are smaller than previously published data (1531 cc, Holloway et al., 2004) using least-square regression equations. Although the difference is statistically significant by *T*-test, those estimated ECV values fit well within the gradual evolution of the ECVs in genus *Homo*. After morphing, the endocast is higher at the middle cranial fossa and narrower at the frontal lobe. The narrower frontal width, which is statistically significant, falls within the range of the recent human variation, and it follows the trend of widening of frontal lobes in the genus *Homo*.

Principal component analysis based on the endocranial measurements highlights the increase in the height measurements for the morphed version (Qaf9def) endocast. Among the present comparative samples, the Qafzeh 9 endocasts (both versions) fall the periphery in the variation range. The position of the original version illustrates the significance of the endocranial heights (CH and EH). After morphing, the position is exaggerated with the shift to the right-most end. Before accepting this result, we should care about the morphing procedure, which was made on the small number of anatomical landmarks. However, if we accept the morphing version of the endocast, that of the Qafzeh 9 must have gained a higher brain, which would strengthen the taxonomic description as “quite-modern” status for this specimen.

ネアンデルタール人と現生人類のエンドキャストの比較—前頭前野の後縁を復元する—

小林 靖¹、松井利康¹、天野英輝²、森田祐介²、荻原直道²

1. 防衛医科大学校解剖学講座
2. 慶応義塾大学理工学部機械工学科

これまでの研究で、われわれはエンドキャストの形態に基づいて前頭前野の後方への範囲を推測する方法を開発・検証してきた。その結果、前頭前野と運動前野の境界をなす下中心前回の位置を決定する上で、冠状縫合が適切なランドマークであることが明らかになった。マカクザル等のサルとテナガザルでは下中心前溝と冠状縫合下部が近接しているのに対して、現生人類の下中心前回は冠状縫合下部より有意に後方にあり、その平均距離はエンドキャストの前頭後頭長の 6.3% に相当した。

本研究ではこの位置関係をネアンデルタール人にも適用して、中心前回の位置や前頭前領域（白質を含む）の形態学的特徴を比較した。ネアンデルタール人と現生人類とでは、前頭前領域の後縁と推測された断面の面積に相違が見られた。その面積のエンドキャスト容積に対する割合は、現生人類に比してネアンデルタール人で小さい傾向にあった。この所見は、ネアンデルタール人において前頭前野の求心性ないし遠心性の線維連絡が現生人類よりも量的に制約されていた可能性を示唆している。

Comparison of endocasts between Neanderthals and modern humans —Reconstruction of the caudal border of the prefrontal cortex—

Yasushi Kobayashi ¹, Toshiyasu Matsui ¹, Hideki Amano ², Yusuke Morita ²,
Naomichi Ogihara ²

1. Department of Anatomy and Neurobiology, National Defense Medical College

2. Department of Mechanical Engineering, Faculty of Science and Technology, Keio University

In our previous reports, we developed and evaluated the methodology to infer the caudal extent of the prefrontal cortex based on the endocast morphology. We demonstrated that the coronal suture is a suitable landmark to locate the inferior precentral sulcus, which is located between the prefrontal cortex and the premotor area. In monkeys and *Hylobates*, the inferior precentral sulcus or the lower limb of the arcuate sulcus was located close to the inferior portion of the coronal suture. In contrast, the location of the inferior precentral sulcus in modern humans was markedly caudal to the coronal suture. The average distance between the sulcus and the suture was 6.3% of the fronto-occipital length of the endocasts.

In the present study we applied this spatial relationship also to Neanderthals, and compared the location of the precentral sulcus as well as several morphological characteristics of the estimated prefrontal region (including the white matter). Neanderthals and modern humans showed differences in the cross sectional area of the estimated caudal border of the prefrontal region: the area in proportion to the endocast volume tended to be lower in Neanderthals than in modern humans. This implies that the afferent and efferent connections of the prefrontal cortex might be limited in Neanderthals.

化石頭蓋の定量解析のための幾何処理技術の開発

道川隆士¹、菱田寛之²、鈴木宏正²、森口昌樹³、荻原直道⁴

1. 大阪大学環境イノベーションデザインセンター
2. 東京大学大学院工学系研究科 精密工学専攻
3. 中央大学理工学部情報工学科
4. 慶應義塾大学理工学部機械工学科

本研究の目的は、化石ネアンデルタール人などの化石頭蓋をコンピュータで定量的に解析するための手法を提供することである。我々は、本目的を達成するために、次の3つの手法を開発した。

一つ目の手法は、構造解析を利用した3次元画像の領域分け手法である。これは、組み立てられている骨を骨断片毎に分離する手法である。基本的なアイデアは、構造解析を利用して、構造的に脆弱な断片の接合部を見つけることである。本研究では、一般的な構造解析ではユーザが与える荷重条件や拘束条件を、大まかな領域指定により半自動化させる手法を提案した。提案手法により、コンピュータ内で化石頭蓋を再組み立てできるようになった。

二つ目の手法は、CT画像からの最外殻面抽出手法である。一般的に、CT画像のポリゴン化は、等値面を計算することで行う。しかし、微細な空洞もポリゴン化してしまう。このような空洞は、等値面の構造を複雑にし、後処理に悪影響を及ぼす問題がある。本研究では、物体の最も外側の面のみをポリゴン化する手法を開発した。提案手法は、微細な空洞を3次元画像に対するモルフォロジー操作で検出し、その部分のCT値を操作することで、その部分に等値面が生成されないようにする。これにより、頭蓋の表面のみをポリゴン化することが可能となった。

三つ目の手法は、脳鋳型ポリゴンの抽出手法である。脳鋳型は、頭蓋の内部にあり、化石頭蓋の脳形状を推定する際に使われる。しかし、頭蓋の裏側にある脳鋳型のみをポリゴンで抽出することは困難であった。本研究では、**Watershed**法に基づく空洞の領域分け手法を開発した。提案手法は、脳鋳型が頭蓋内で最大の空洞であるという観察に基づき、自動化を実現した。

Development of geometry processing tools for quantitative analysis of fossil crania

Takashi Michikawa¹, Hiroyuki Hishida², Hiromasa Suzuki², Masaki Moriguchi³,
Naomichi Ogihara⁴

1. Center for Environmental Innovation Design for Sustainability, Osaka University

2. Department of Precision Engineering, The University of Tokyo

3. Department of Information Engineering, Chuo University

4. Department of Mechanical Engineering, Keio University

The objective of this research is to provide tools for analyzing human crania including Neandertals. In this research, we developed the following three methods.

The first method is a segmentation of 3D images by using structural analysis for decomposing assembled bones into a set of fragments. A basic idea is to find structurally weak region by structural analysis and to decompose the images there. We proposed a semi-automatic method for estimating constraint and loading conditions those are usually defined by the users manually. This enables us to decompose fragments of fossil crania with rough design of the boundaries and it makes possible to re-assemble the crania in virtual space.

The second method is an outermost surface extraction method from CT images. In general, the polygonal data can be computed from CT images by isosurfaces of the scalar field defined by CT value. However, this approach usually creates small porosities inside the model. These structures make the isosurfaces complicated. In addition, they often become bottlenecks in post-processing. We developed a method for polygonizing only external structure of the isosurfaces. The method finds small porosities by morphological operators and manipulates CT values at the porosity structure so that isosurfaces are not computed there.

The last method is a polygon extraction method of endocast from CT images. The endocasts exist inside the crania and they can be used for estimating the brain shape of the crania. However, it is hard to extract them from the isosurfaces manually. We proposed an automatic extraction method based on watershed segmentation of the empty space. Based on observation that the endocast is largest empty space in the cranium, we automatized the extraction procedure.

剛体的な形状変形による準標識点の転写

森口昌樹¹、道川隆士²、鈴木宏正³、荻原直道⁴、近藤 修⁵

1. 中央大学理工学部情報工学科
2. 大阪大学環境イノベーションデザインセンター
3. 東京大学大学院工学系研究科精密工学専攻
4. 慶應義塾大学理工学部機械工学科
5. 東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻

Semi-landmark transfer using as-rigid-as-possible transformation

Masaki Moriguchi¹, Takashi Michikawa², Hiromasa Suzuki³, Naomichi Ogihara⁴,
Osamu Kondo⁵

1. Department of Information and System Engineering, Chuo University
2. Center for Environmental Innovation Design for Sustainability, Osaka University
3. Department of Precision Engineering, The University of Tokyo
4. Department of Mechanical Engineering, Keio University
5. Department of Biological Sciences, The University of Tokyo

ポスター発表要旨
ABSTRACTS OF POSTER PRESENTATIONS

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**

計算論的解剖学による復元頭蓋骨を用いた脳形態復元

河内山隆紀^{1,2}、田邊宏樹³、長谷川国大³、荻原直道⁴

1. 株式会社国際電気通信基礎技術研究所
2. 脳情報通信総合研究所
3. 名古屋大学大学院環境学研究科
4. 慶應義塾大学理工学部機械工学科

本研究グループは、ネアンデルタールの化石脳の形態解析結果と現生人類ホモ・サピエンスの脳機能地図とを統合し、その違いから両者の学習能力差を検討している。この目的を達成するために、我々は現生人類の脳機能地図をネアンデルタールの化石脳へ写像し、比較検討する手法の開発を行っている。これまでの C01 班と C02 班の共同研究によって、ネアンデルタールの復元化石脳頭蓋 CT 画像から得られた頭蓋画像やエンドキャスト画像と現生人類の MRI 画像から推定した頭蓋画像やエンドキャスト画像をマッチングすることによって、現生人類の脳からネアンデルタールの脳を外挿・復元することに成功した。さらに、復元脳を用いて、現生人類とネアンデルタールの間で脳形態の定量的な比較を行う手法、Surface displacement based morphometry (SDBM) を開発した。

本報告では、これらの方法を用いて、現生人類とネアンデルタールの脳形態比較を行った。データには、現生人類（西洋人・東洋人を含む 1190 個体）の MRI 画像、初期現生人類（4 個体）の復元脳、ネアンデルタールの復元脳（3 個体）を用いた。これらのエンドキャスト画像から平均エンドキャスト画像を作成し、各個体のエンドキャスト画像と平均エンドキャスト画像の間の変位量を計算した。この変位量に対して、多変量解析法の 1 つであるホテリング T2 検定を実施して（SDBM 解析）、現生人類 vs. ネアンデルタール、初期現生人類 vs. ネアンデルタールの比較を行い、脳形態の差を評価した。

その結果、現生人類 > ネアンデルタールの領域（赤矢印）は、小脳、頭頂葉であった。一方、ネアンデルタール > 現生人類の領域（青矢印）は、内側側頭領域、後頭葉であった。初期現生人類 > ネアンデルタールの領域（赤矢印）は、小脳のみであった。一方、ネアンデルタール > 初期現生人類の領域（青矢印）は、内側側頭領域であった。今後は、現代人の認知機能地図と本結果を対応させながら、両者の脳機能差について議論し、最終的に学習仮説の検証を行う。

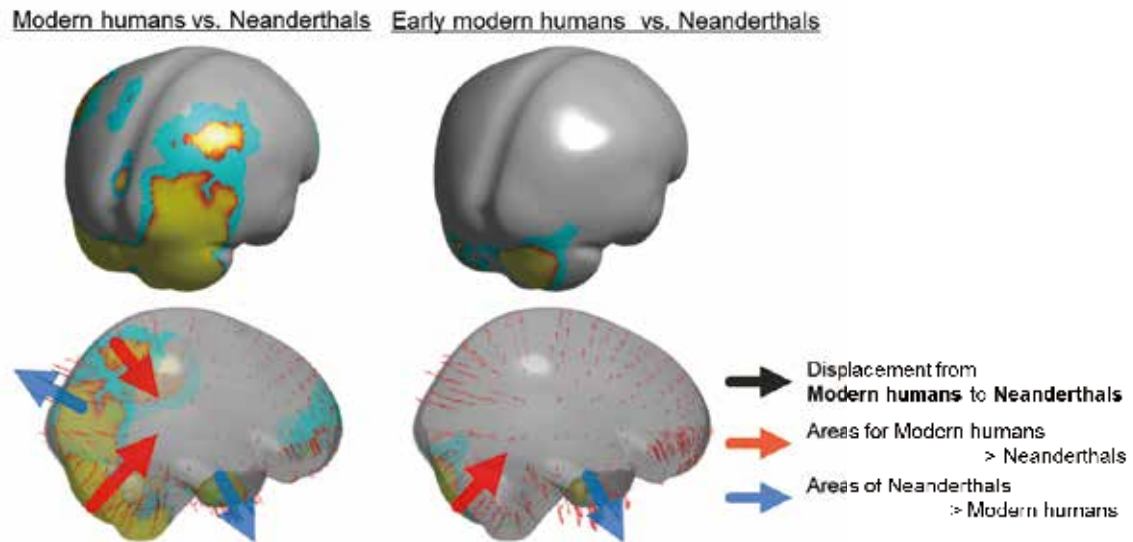


Figure 1 Results of Surface displacement based morphometry

Reconstruction of the brain from skull fossil using computational anatomy

Takanori Kochiyama ^{1,2}, Hiroki C. Tanabe ³, Kunihiro Hasegawa ³, Naomichi Ogiwara ⁴

1. Department of Cognitive Neuroscience, Brain Information Communication Research

2. Laboratory Group, Advanced Telecommunications Research Institute International (ATR)

3. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

4. Department of Mechanical Engineering, Keio University

We investigate the presumed differences in learning abilities between Neanderthals and modern humans by combining the evidence from the morphological analysis of fossil brains and the functional brain mapping of modern human's brain functions. To this end, we need to establish the method for extrapolating human brain function to Neanderthal's one with taking into account of the anatomical difference between them. Under the collaboration with C01 and C02 group, we successfully created the virtual Neanderthal brain from the modern human brain using the method of the brain extrapolation through skull shape or endocast matching (tentatively-named as BETSSM / BETESM, respectively) between Neanderthals and modern humans. We also developed new method, called surface deformation based morphometry (SDBM) analysis, which allows us to evaluate the location and direction of changes in the skull or endocast shape among different populations.

In this study, we quantitatively compare differences in patterns of regional brain anatomy between

Neanderthals and modern humans using the BETESM and SDBM analyses. We used three fossil skull CT images of Neanderthals, four fossil skull CT images of early modern humans, and 1190 MR images of modern humans. The multivariate Hotelling T2 statistics in the SDBM analysis was used to compare the endocast morphology in terms of contraction or expansion of endocast surface.

Figure 1 shows the result of multivariate tests (upper column) for differences in the displacement vectors (lower column) using the SDBM analyses. The comparison of endocast between 1190 modern humans and 3 Neanderthals showed some significant brain areas including bilateral parietal cortices, occipital cortex, medial temporal region and cerebellum. Compared to the early modern humans, Neanderthals showed morphological changes of endocast in medial temporal region and cerebellum. The colored arrows in figure 1 indicate 3D displacements from the modern human's to the Neanderthal's endocast. The arrows in cerebellum are long and inward mean the smaller cerebellum in Neanderthals compared to the early and current modern humans (red arrows). The SDBM results also show the parietal shrinkage (red arrows) and the occipital and temporal expansion (blue arrows) in the Neanderthal's endocast.

In the final stage, we will explore the structural-functional relations using a combination of the current approach along with the meta-analysis about social learning skills and creativity.

現代人脳機能地図作成—社会認知能力のベースとしての共同注意における小脳の役割—

定藤規弘¹、田邊宏樹²

1. 生理学研究所 心理生理学研究部門
2. 名古屋大学大学院環境学研究科心理学講座

C02 班では、旧人と新人の運命を分けた学習能力の 1 つとして社会能力があると考え、その社会能力の重要な機能基盤となる共同注意に焦点を当てて二個体同時計測による fMRI 実験を遂行してきた。実験の結果をつぶさに検討すると、共同注意の二つのかたちである始発的共同注意・応答的共同注意ともに活動する脳部位として、今まで注目されていなかった小脳外側部 (VI 領域) があることが分かった。また応答的共同注意に特に活動が強い領域として小脳 CrusI 領域が同定され、共同注意における小脳の重要性和共同注意における 2 つの異なる役割が示された。さらにメタ解析により他の社会認知の研究を調べても、多くの研究で小脳の活動が認められており、小脳が社会認知能力の発現に重要な役割を果たしていることが示唆された。

Functional Brain Mapping of modern humans: The role of cerebellum in joint attention as a base of social cognitive ability

Norihiro Sadato¹, Hiroki C. Tanabe²

1. National Institute for Physiological Sciences
2. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

Research team C02 assumes that ability of social cognition is one of the key factors to divide the fate of Neanderthals and Sapiens. We promote the exploring the neural mechanisms of social ability using dual functional MRI system. Especially, we focused on the neural mechanisms of ‘joint attention’, which seems to be the basis of the social cognitive ability. The results of our fMRI studies showed that bilateral cerebellar hemisphere (lobule VI) were activated in both initiative and responding to joint attention, whereas the cerebellar parasagittal region (Crus I) was activated only in the responding to joint attention. This suggests that cerebellum has at least two different roles during joint attention. Moreover, our results of meta-analysis for neuroimaging studies of the social cognition showed that lateral part of the cerebellum is activated in many of those studies. It indicates that cerebellum plays a significant role for social cognition.

飽きに対する対処戦略の神経基盤と創造性との関連

杉浦元亮

東北大学加齢医学研究所

飽きは繰り返される刺激や作業によって、行為・状況の意義を見出せなくなったときに感じる特有の負の感情である。この飽き感情への対処戦略として、我々は外的状況あるいは内的状況（自分の精神状態）を変える行動を取る。飽き対処、特に内的戦略は飽きの状況に関する知覚の再構築に重要であり、創造性との関係が推測される。本研究では2種類の飽き対処戦略の神経基盤と、これと創造性との関係を明らかにした。健常被験者を対象とし、MRI中で写真や絵画などの視覚刺激を鑑賞する課題と、その刺激に対する飽き感情の程度を評価する課題を交互に繰り返させた。最高度の評価によって新しい刺激を要求する選択した場合を外的戦略とした。この後に50%の確率でまた同じ刺激が提示される場合があり、その際に内的戦略が用いられるとした。両対処戦略に関する脳活動が腹内側前頭前皮質を始めとする皮質内側領域に見られた。また、内的戦略における後帯状皮質(PCC)及び右側角回(AG)の活動は被験者の創造性得点と正相関を示した。ヒトのPCCとACが脳の進化過程の末期に発達するという事実は、内的戦略がホモ・サピエンスの創造性に何らかの役割を果たす可能性を支持するものであろう。

The neural basis of coping strategies for boredom and their association with creativity

Motoaki Sugiura

Institute of Development, Aging and Cancer, Tohoku University

Boredom is a negative feeling, which is felt when we lose meaning in an act or situation, during repeated presentation of a stimulus or performance of a task. Two strategies for boredom coping are defined: externally-oriented behavioral coping (BC) and internally-oriented cognitive coping (CC). Boredom coping, especially of the CC type, is suggested to involve creativity, which is essential in restructuring one's perceptions of a boring situation. We investigated the neural correlates of BC and CC strategies and their relationship with creativity. While undergoing functional magnetic resonance imaging, subjects viewed repeated presentations of the same picture and rated their degree of boredom. For BC, the subjects could request a new picture by rating a maximal level of boredom. However, there was a 50% chance they would have to view the same picture again, thus requiring CC. We observed neural activation common to both coping strategies in the ventromedial prefrontal cortex and other midline structures, which presumably reflected general coping strategies. We also observed regional neural activation specifically associated with CC and positively correlated with individual differences in creativity, in the posterior cingulate cortex (PCC) and the right angular gyrus (AG). The fact that the human PCC and AG develop at the latest stage of the brain evolution may be supportive of the role of CC in the creativity of *Homo sapiens*.

脳機能イメージングデータのメタ解析による現代人脳機能マップの作成

長谷川国大¹、河内山隆紀^{2,3}、田邊宏樹¹

1. 名古屋大学大学院環境学研究科
2. ATR 脳情報通信総合研究所
3. ATR-Promotions 脳活動イメージングセンタ

交替劇プロジェクト C02 班では、旧人新人交替劇の要因として、両者の認知機能差に注目している。これを検討するためには、ネアンデルタールとの比較対象として、まず現代人の脳機能研究を総括しておく必要がある。また我々の最近の解析結果で両者の脳形態差が小脳に見られたことから、小脳における認知機能局在も検討する必要がある。

そこで本研究では、近年の脳機能イメージング研究の成果を Activation-likelihood Estimation 法によりメタ解析し、一般的な認知機能を網羅した脳機能地図を作成することとした。データセットには BrainMap (www.brainmap.org) を用い、そこから代表的な 4 つの認知機能（注意、言語、記憶、社会的認知）に関わる計 3,882 件の脳機能イメージングデータを抽出し、メタ解析に用いた。

解析の結果、注意機能については背側前部帯状回や背側前頭前野など 10 の領域が、言語機能についてはブローカ野やウェルニッケ野など 8 の領域が、記憶においては海馬や島皮質など 29 の領域が、社会的認知においては前頭前皮質内側部や側頭-頭頂結合部など 18 の領域の活動が認められた。また小脳においては注意、言語、記憶において外側部領域との関連が示された。社会的認知においては、今回の解析では統計的に有意とはなかったが、小脳の活動を報告した研究は多く見られた。これらの結果を基に、どのような認知機能が両者の運命を分けたのかについて引き続き検討する。

Meta-analysis of functional brain maps in modern humans employing activation-likelihood estimation (ALE)

Kunihiro Hasegawa ¹, Takanori Kochiyama ^{2,3}, Hiroki C. Tanabe ¹

1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

2. Brain Information Communication Research Laboratory Group, ATR

3. Brain Activity Imaging Center, ATR-Promotions

In the C02 project of the RNMH (Replacement of Neanderthals by Modern Humans), we hypothesized that the difference of cognitive functions between *Homo neanderthalensis* and *Homo sapiens* promotes the replacement. To test this, we created functional topographic maps of the cognitive abilities in modern humans, employing an activation-likelihood estimation (ALE) meta-analysis (www.brainmap.org/ale). The ALE is able to summarize the previous results of the neuroimaging studies, and to compensate the limitation of the single experiment study. The BrainMap database (www.brainmap.org), which contains the results of the 3,882 fMRI experiments, was used in the present study. We focused 4 major cognitive domains: attention, language, memory, and social cognition. As our recent results of comparative anatomical approach showed that the morphological differences in cerebellum between them, we also focused on the functional correlation between cognitive functions and cerebellum.

The results of the meta-analysis showed that 10 cortical regions including dorsolateral prefrontal cortex, dorsal anterior cingulate cortex, were defined as consistently activated in attention, while 8 cortical regions including Broca's and Wernicke's areas were defined as consistently activated in language. Twenty-nine cortical regions including hippocampus and insula were defined as consistently activated in memory. Regarding the social cognition, 18 cortical regions including medial prefrontal cortex and temporoparietal junction were defined as consistently activated. We also found that the lateral cerebellar cortex was consistently activated in attention, language, and memory. Many studies reported the activation of the cerebellum in social cognition, although it was not reached the statistical threshold in the present meta-analysis. Based on these findings, we continue to examine which cognitive abilities are deeply correlated with their fate.

ハノイの塔を用いた社会学習と個体学習差の検証実験

星野孝総¹、三谷慶太²、三浦直樹³、田邊宏樹⁴、長井謙治⁵

1. 高知工科大学システム工学群
2. 高知工科大学
3. 東北工業大学工学部
4. 名古屋大学大学院環境学研究科
5. 東北芸術工科大学

我々はこれまで反復ルヴァロワ方式による剥離行動時の身体動作データを計測し解析を行ってきた。結果から石器製作の遂行に社会学習と個体学習が関与している可能性が示された。

本研究では計画・遂行機能を要するハノイの塔を用いた fMRI 実験を行い、社会学習と個体学習による脳機能差の解明を目的とする。本実験での被験者は「社会学習グループ」、「個体学習グループ」また「学習なしグループ」の何れかに属した。3 グループ共に課題内容は同一とし、課題間に異なる学習方法で課題学習を行った。課題内容は、MRI 内で専用のコントローラを用いた 5 段のハノイの塔を解く課題 (3 問題, 各 40 秒) を 5 試行実施した。これまでの実験では、課題時の操作回数や操作時間のパフォーマンス結果から、各グループの学習の進行、及びグループ間の学習による差が観測された。

今回の fMRI 解析から、まだ個人解析レベルではあるが学習前後の脳賦活差として、社会学習グループに上前頭回の賦活の減衰、個体学習グループに舌状回の減衰が確認された。本発表では 3 グループごとの集団解析による結果について報告する。

Verification experiment of social learning and individual learning using Tower of Hanoi

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

1. School of Systems Engineering, Kochi University of Technology

2. Kochi University of Technology

3. Faculty of Engineering, Tohoku Institute of Technology

4. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

5. Tohoku University of Art & Design

In the previous report, we measured and analyzed 3D motion data by subject that has expert skills of the recurrent Levallois method. Execution of stone-tool production was shown to concern with "social learning" and "individual learning" by our results.

In this study, our purpose is verification of difference between "social learning" and "individual learning" from fMRI analysis. However, execution of stone-tool production in MRI is impossible, so we focus attention on "Tower of Hanoi" as the task of execution function analysis. Participants belonged to the "Social learning group", "Individual learning group" or "Non learning group". Task contents of all groups were same, but learning contents of between tasks were different. As the task detail, participants performed the task of Tower of Hanoi (3 problem, each 40 second) 5 times. From the previous experiment results, operation count and operation interval time by each groups were observed difference. Therefore, we think that each groups had the difference about progress of learning and way of the plan.

In this fMRI analysis, social learning group had decrease of brain activation in the Superior frontal gyrus, and individual learning group had decrease of brain activation in the Lingual gyrus, but this results is the individual analysis. In this poster session, we will report about the results by group analysis of each group.

メタ解析に基づく道具使用の神経基盤の推定

三浦直樹

東北工業大学工学部

本研究では、旧人・新人間の学習行動差を神経科学的に明らかにするために、現代人の学習機能地図を作製し、計算機解剖学研究に基づき推定される旧人・新人間の脳形態差と統合的に議論する事を目的に研究を推進してきた。その中でも特に、社会学習の一つの形態である模倣学習について、他者の道具使用を観察する状況を対象に関与する神経基盤の解明に取り組んできた。これまで研究では石器製作動作の模倣学習に関与する神経基盤の描出について fMRI を用いて行ったが、本報告では脳機能計測研究報告に対するメタ解析手法を用いて、これまでの神経科学的証拠に基づく道具使用の神経基盤の描出を試みる。

これまでに報告された道具使用の観察および模倣に関する脳機能計測研究を文献データベースから収集した結果、道具使用の観察および模倣に関わる研究 19 編が収集された。収集された論文において報告されている脳機能解析結果から道具使用の観察課題および模倣課題を行っている際の脳活動部位の座標を抽出した。メタ解析には Activation Likelihood Estimation (ALE)を用いて、抽出された脳活動の座標に基づき、道具使用に関与する神経基盤の描出を行った。

その結果、左側外側前頭皮質、両側頭頂間溝領域、両側中側頭回、右側小脳前葉等の領域に統計的有意な賦活が認められた。また左側外側前頭皮質や左側頭頂間溝領域の賦活は、以前に描出を行った創造性の神経基盤とも共通する領域が存在する事が認められた。また小脳の観察された有意な賦活領域は我々の過去の fMRI 研究で報告した、石器製作動作の観察において学習とともに活動が変化する領域と一致しており、道具使用動作の模倣学習と強く関与する領域である事が示唆される。計算機解剖学に基づく旧人・新人間の脳形態差比較結果から、小脳と頭頂葉に有意な形態差が認められた事から、このような神経基盤によって表現される認知機能の差異が、旧人・新人間の学習行動の差となった可能性が示唆される。

Functional brain map of human's tool-use; meta-analysis for neuroimaging data

Naoki Miura

Faculty of Engineering, Tohoku Institute of Technology

In this research project, we investigated to clarify the functional map of human learning behavior for discussing the difference of cognitive capability relating the learning behavior between the Neanderthals and modern humans based on the morphological differences of brain. Especially, we have examined to elucidate the neural substrate of imitation learning which is a kind of social learning. For this research objective, our previous fMRI experiment has revealed that neural substrate of observation learning for bodily action of Mousterian stone-tool making. And, the present report conducted a meta-analysis for neuroimaging data to obtain the robust findings for neural substrate of tool-use.

Nineteen neuroimaging research reports about observation or imitation of tool-use were collected from several citation databases. Coordinates of activation foci relating experimental task of observation and imitation for tool-use action were extracted. And, a meta-analysis using Activation Likelihood Estimation method was performed to depict the functional maps of tool-use.

The result showed that significant activated regions were observed on the bilateral prefrontal cortex, intraparietal sulcus region, middle temporal gyrus, and right cerebellar anterior lobule. And, parts of activation clusters of left prefrontal cortex and intraparietal sulcus were overlapped with neural substrates of creative thinking obtained by our previous study. Furthermore, the activation cluster on right cerebellar anterior lobule was located on similar region with our previous fMRI finding about learning-related activation during observation of stone-tool making and it is indicated that this region is related to imitation learning of tool-use. From the result of computational anatomy for the Neanderthals and modern humans, cerebellum and parietal cortex has morphological difference between two species. Thus, those findings imply that those morphological and functional differences may represent the difference of learning behavior between the Neanderthals and modern humans.

学習意欲および疲労耐性の神経基盤と脳形態情報

水野 敬

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

現生人類を対象とした神経心理学的手法に基づく社会学習と個体学習の脳局在と、化石脳復元によるその脳領域の形態差の比較検討により、ネアンデルタール人（旧人）と新人の学習能力差の立証が期待できる。当該領域研究（RNMH プロジェクト）は、研究開始当初、社会学習において模倣学習の神経基盤、個体学習において学習制御（強化学習）の神経基盤をターゲットとしている。さらに、個体学習において、学習の強化因子として社会報酬（他者からの承認・賞賛）を挙げ、その効果を検証するモデルを提案している。

本研究では、さらに、他の学習の強化因子として、学習行動に直結する学習意欲と疲労耐性を挙げ、学習意欲と疲労耐性による強化学習の神経基盤について機能的磁気共鳴画像法（fMRI）を用いて明らかにすることを目的とする。これまでの研究から、学習意欲関連脳部位が線条体にあることを明らかにした。また、学習意欲と表裏一体の関係にある疲労は、線条体の活性低下を引き起こすこともみえてきた。さらに、内側前頭前野は意欲や疲労感などの感情制御に関わる脳部位であることもわかってきた。さらに、学習意欲と疲労の関心脳領域の形態的個人差、つまり、学習意欲や疲労と灰白質体積量の関連性について検討したところ、成人における側頭葉の体積は学習意欲の程度に相関し、頭頂葉の一部である楔前部と前頭前野の体積は疲労度と相関した。また、思春期の子どもにおいても成人と同様、楔前部と疲労の相関性がみられた。

一方、RNMH プロジェクトにおける荻原と田邊による復元脳研究において、旧人に比べ新人では小脳と頭頂葉の体積が大きく、後頭葉の体積が小さいことが明らかとなった。われわれの研究で得られた学習意欲と疲労耐性を修飾系とした学習能力および脳形態に関する知見と本知見を擦り合わせ考察すると、現生人類における疲労耐性力は頭頂葉の一部である楔前部の灰白質体積に関連することから、旧人の頭頂葉の低体積は旧人の疲労耐性力が低かったことを示唆する。また、新人を対象にワーキングメモリ課題遂行中の神経活動動態を fMRI により評価したところ、小脳の外側部における神経活動量はワーキングメモリの負荷量に依存し上昇することが明らかとなった。旧人と新人間の小脳の体積差から、学習と密接に関連するワーキングメモリ機能は、新人のほうが旧人よりも優れていたことを示唆する。本研究と RNMH プロジェクトの融合研究は、脳形態差に基づく疲労耐性およびワーキングメモリの機能差が新人と旧人の交替劇を引き起こした新たな可能性を導いた。

Neural and structural substrate associated with motivation to learn and fatigue

Kei Mizuno

Pathophysiological and Health Science Team, RIKEN Center for

Life Science Technologies;

Department of Medical Science on Fatigue, Osaka City University

Graduate School of Medicine

The difference of learning abilities is expected to be demonstrated by elucidating the brain regions involved in social and individual learning of the modern humans using neuropsychological methods and comparing the differences of brain regions between them based on the reconstruction of fossil of ancient human brain. For the first of study, the study project of RNMH is focusing on the neural bases of imitative learning in social learning and of learning control (enforced learning) in individual learning. In addition, in individual learning, social rewards, such as acceptance and acclaim from the significant others, are setting as a reinforcement factor for learning, and a verification model of the effects of social rewards on learning are suggesting.

In the present study, we set motivation to learn and ability of fatigue resistance as another reinforcement factors for learning. We investigated neural bases associated with the enforced learning affected by motivation to learn and fatigue resistance using functional magnetic resonance imaging (fMRI). Our previous studies revealed that the brain region involved in motivation to learn is the striatum; fatigue, which is inextricably linked to motivation to learn, induces the decrease in striatal activation, and the medial prefrontal cortex is related to emotional control such as motivation and fatigue sensation. In addition, we investigated the individual differences in modern human's brain morphology, gray-matter volumes in region of interests of motivation and fatigue, and found that volumes of temporal cortex, prefrontal cortex and precuneus (a part of parietal cortex) in adults were associated with the extents of motivation to learn or fatigue. In children and adolescents, the volume of precuneus was also correlated with fatigue level.

On the other hand, Ogihara and Tanabe from the RNMH project revealed an increase in volumes of parietal cortex and cerebellum and a decrease in that of occipital cortex in ancient humans. The ability of fatigue resistance was involved in the volume of precuneus based on our findings, and thus, the smaller precuneus volume in ancient humans implies a reduction of the ability for fatigue resistance. We evaluated neural activities during a working memory task with fMRI in modern humans and revealed the increased activities of the lateral side of cerebellum depending on the memory load, suggesting that working memory function, which closely related to learning performance, in modern humans are greater than that in ancient humans. In conclusion, the collaborative study with our study and the RNMH project lead to a new concept for differences of brain functions based on differences of brain structures between modern and ancient humans, namely, differences of functions of fatigue resistance and working memory between them may induce the replacement of Neanderthals by modern humans.

Memo

Memo

Author Index

青木健一	(Aoki, Kenichi)	23
青柳正規	(Aoyagi, Masanori)	5
赤澤 威	(Akazawa, Takeru)	8-14
阿部彩子	(Abe-Ouchi, Ayako)	17-19, 92, 95, 96-97, 98
天野英輝	(Amano, Hideki)	100-101, 104-105
新井才二	(Arai, Saiji)	38-39
石田 肇	(Ishida, Hajime)	100-101
今村 薫	(Imamura, Kaoru)	54-57
大石龍太	(O'ishi, Ryouta)	92, 95, 96-97, 98
大泉 嶺	(Oizumi, Ryo)	80
大森貴之	(Omori, Takayuki)	17-19, 38-39, 93-94, 96-97
荻原直道	(Ogihara, Naomichi)	27-29, 100-101, 102-103, 104-105, 106-107, 108, 110-112
小口 高	(Oguchi, Takashi)	17-19, 96-97
加藤博文	(Kato, Hirofumi)	49
門脇誠二	(Kadowaki, Seiji)	21-22, 40-41, 96-97
亀井伸孝	(Kamei, Nobutaka)	58-62
川幡穂高	(Kawahata, Hodaka)	17-19, 95
木村亮介	(Kimura, Ryosuke)	81-82, 85-88
久保大輔	(Kubo, Daisuke)	100-101, 102-103
窪田幸子	(Kubota, Sachiko)	63-66
河内山隆紀	(Kochiyama, Takanori)	110-112, 115-116
小林 靖	(Kobayashi, Yasushi)	104-105
小林 豊	(Kobayashi, Yutaka)	83
小山 正	(Koyama, Tadashi)	67-68
近藤 修	(Kondo, Osamu)	100-101, 102-103, 108
近藤康久	(Kondo, Yasuhisa)	17-19, 34-35, 40-41, 96-97
定藤規弘	(Sadato, Norihiro)	113
佐野勝宏	(Sano, Katsuhiko)	40-41, 93-94, 96-97
杉浦元亮	(Sugiura, Motoaki)	114
鈴木宏正	(Suzuki, Hiromasa)	102-103, 106-107, 108
園田浩司	(Sonoda, Koji)	69-71
高倉 純	(Takakura, Jun)	42-43
高田 明	(Takada, Akira)	72
高橋邦生	(Takahashi, Kunio)	98
田邊宏樹	(Tanabe, Hiroki C.)	30, 100-101, 110-112, 113, 115-116, 117-118
寺嶋秀明	(Terashima, Hideaki)	24-25
長井謙治	(Nagai, Kenji)	44-45, 117-118
仲田大人	(Nakata, Hiroto)	38-39, 46-48
長沼正樹	(Naganuma, Masaki)	40-41, 49, 96-97
西秋良宏	(Nishiaki, Yoshihiro)	15-16, 38-39, 40-41, 96-97

萩野 泉	(Hagino, Izumi)	73-74
長谷川国大	(Hasegawa, Kunihiro)	110-112, 115-116
早川敏之	(Hayakawa, Toshiyuki)	31
日暮泰男	(Higurashi, Yasuo)	50-51
菱田寛之	(Hishida, Hiroyuki)	106-107
星野孝総	(Hoshino, Yukinobu)	117-118
堀内史朗	(Horiuchi, Shiro)	84
松井利康	(Matsui, Toshiyasu)	104-105
三浦直樹	(Miura, Naoki)	117-118, 119-120
三木健裕	(Miki, Takehiro)	38-39
水野 敬	(Mizuno, Kei)	121-122
三谷慶太	(Mitani, Keita)	117-118
道川隆士	(Michikawa, Takashi)	106-107, 108
村山貞之	(Murayama, Sadayuki)	100-101
森口昌樹	(Moriguchi, Masaki)	106-107, 108
森田祐介	(Morita, Yusuke)	104-105
山内太郎	(Yamauchi, Taro)	73-74, 75-76
山上榮子	(Yamagami, Eiko)	77-78
山口今日子	(Yamaguchi, Kyoko)	85-88
與儀 彰	(Yogi, Akira)	100-101
横山祐典	(Yokoyama, Yusuke)	17-19, 95
米田 穰	(Yoneda, Minoru)	17-19, 93-94, 96-97
若野友一郎	(Wakano, Joe Yuichiro)	89
Otabek Aripdjanov		38-39
Wing-Le Chan		92, 95, 96-97, 98
Stephen P. Obrochta		95
Rustam Suleymanov		38-39

