

The First Conference

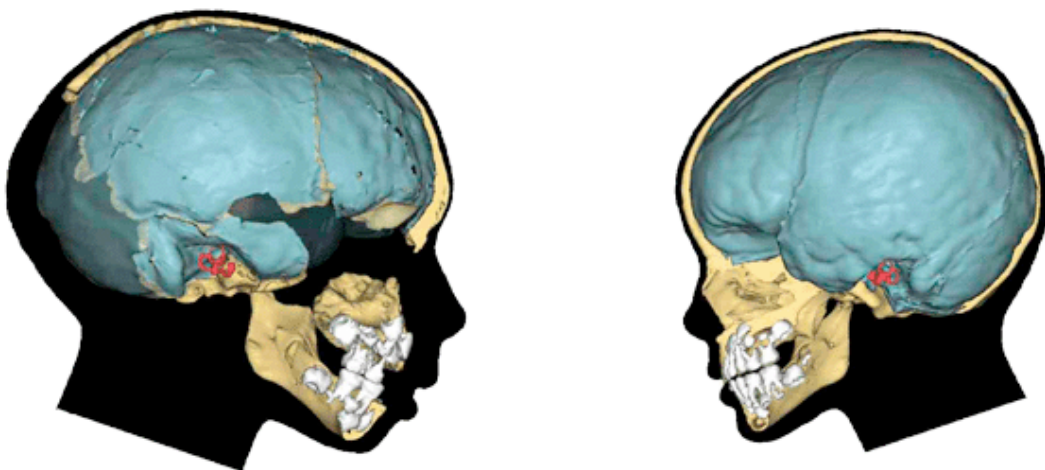
on

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

October 23 - 24, 2010

National Center of Sciences Building, Tokyo

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



© Christoph P.E. Zollikofer

Takeru Akazawa

October 15, 2010

第 1 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

2010 年 10 月 23 日(土) – 24 日(日)

東京・学術総合センター

科学研究費補助金「新学術領域研究」2010–2014

赤澤 威

2010.10.15.

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宮ノ口185

TEL: 0887-57-2760

FAX: 0887-57-2777

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

東京リスマチック株式会社

101-0047 東京都千代田区内神田

TEL: 03-3256-6131

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

Research Institute

Kochi University of Technology

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

TEL: +81-887-57-2760

FAX: +81-887-57-2777

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

© Koutaigeki Project, 2010

領域ホームページ (Project Homepage)

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

目次 CONTENTS

Introduction	iv
研究大会プログラム Conference Schedule	vi
研究の概要 Overview of the Project	1 4
研究の目的 Objectives of the Research	1 4
研究の学術的背景 Academic Background of the Research	2 5
研究の特色 Characteristics of the Research	3 6
研究体制 Research Organization	8 18
総括班 Steering Committee	8 18
研究項目 A01 Research Team A01	9 19
研究項目 A02 Research Team A02	10 20
研究項目 B01 Research Team B01	11 22
研究項目 B02 Research Team B02	13 23
研究項目 C01 Research Team C01	15 25
研究項目 C02 Research Team C02	16 26
発表要旨 Abstracts of Conference Presentations	29 31
Author Index	

INTRODUCTION

本年から五年計画で、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」がスタートする。本研究は、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する。そして、交替劇は、旧人と新人の間に存在した学習能力差が原因で起こったとする作業仮説（「学習仮説」と称する）を実証的に検証する。

今大会は、本プロジェクトの開始に当たって、全班員一同に会し、全体構想達成に取り組む研究計画の情報交換・相互理解・相互評価を行うとともに、その内容を学界ならびに社会一般に広く紹介することをめざして開催するものである。

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）に基づく。

赤澤 威
領域代表者
高知工科大学・総合研究所

領域ホームページ
URL: <http://www.koutaigeki.org>

We are 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 Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (Grant-in-Aid for Scientific Research on Innovative Areas, Grant No. 1201). The project undertakes to study the gradual 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. We view this divergent outcome between the two types of societies as being attributable to a difference in learning abilities between the two species. Thus, we propose a working hypothesis (hereafter called the “learning hypothesis”), which explains the replacement in terms of a species-level difference in learning ability, and will subject this hypothesis to various empirical tests.

This conference, marking the anniversary of the launch of the project, has two objectives. The first is to present the design and methodologies of the research project and the expected research achievements outcomes. The second, more specific, purpose is to bring together outstanding scholars and researchers from different fields to address the project members; also to invite related field scholars to share with the members the most recent advances on the subject of replacement of the Neanderthals by modern humans, from the perspectives of the various fields encompassed by the project: archaeology, cultural and physical anthropology, human genetics, isotope and computer sciences, geomorphology, developmental psychology, neurosciences, biomechanics, and paleontology.

The fate of the Neanderthals seems to have been the subject of only isolate research in the past, and it is the aim of this conference 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 participation of our colleagues from different fields, working in multi- and trans-disciplinary teams, we will undoubtedly be inspired to further pursue our endeavors.

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

研究大会プログラム CONFERENCE SCHEDULE

第 1 日：平成 22 年 10 月 23 日（土）

October 23, 2010 Saturday

Morning session

10:00 – 10:30	赤澤 威 新学術領域研究「交替劇」全体構想 Takeru Akazawa NEW RESEARCH PROJECT ENTITLED “REPLACEMENT OF NEANDERTHALS BY MODERN HUMANS: TESTING EVOLUTIONARY MODELS OF LEARNING”	29
10:30 – 11:00	西秋良宏 旧石器人の学習に関わる考古学的証拠 Yoshihiro Nishiaki ARCHAEOLOGICAL EVIDENCE OF LEARNING IN THE PALAEOLITHIC RECORDS	35
11:00 – 11:15	休 憩 <i>Coffee break</i>	
11:15 – 11:45	加藤博文 高緯度寒冷地域への植民行動：その進化的・学習的意義 Hirofumi Kato COLONIAL NORTHWARD BEHAVIOR: SIGNIFICANCE TO EVOLUTION AND LEARNING	36
11:45 – 12:15	門脇誠二、近藤康久 旧人・新人に関わる石器製作伝統のデータベース化：その目的と方法 Seiji Kadowaki, Yasuhisa Kondo A DATABASE OF NEANDERTHAL AND MODERN HUMAN LITHIC INDUSTRIES: AIMS AND CONSTRUCTION METHODS	37
12:15 – 12:45	森 洋久、丸川雄三 人類遺跡データベースを用いた時空間情報基盤の構築 Hirohisa Mori, Yuzo Marukawa CONSTRUCTION OF A SPATIO-TEMPORAL INFORMATION INFRASTRUCTURE BASED ON THE CATALOGUE OF FOSSIL HOMINIDS DATABASE	33
12:45 – 13:45	休 憩 <i>Coffee break</i>	

第1日：平成22年10月23日（土）

October 23, 2010 Saturday

Afternoon Session

13:45 – 14:15	寺嶋秀明 学習・遊び・狩猟採集民 Hideaki Terashima PLAY, LEARNING, AND HUNTER-GATHERERS	38
14:15 – 14:45	小山 正 初期象徴遊びの過程で見られる発達 Tadashi Koyama CHILD DEVELOPMENT THROUGH EARLY SYMBOLIC PLAY	44
14:45 – 15:15	山上榮子 学習行動に関する発達心理学的研究—認知と創造性について Eiko Yamagami DEVELOPMENTAL PSYCHOLOGY OF LEARNING BEHAVIOR: COGNITION AND CREATIVITY THROUGH THE PSYCHOLOGICAL EXPRESSIVE TECHNIQUE	41
15:15 – 15:45	今村 薫 グイ/ガナの子どもの相互行為と遊び Kaoru Imamura INTERACTION AND PLAY AMONG /GUI AND //GANA CHILDREN	43
15:45 – 16:00	休憩 <i>Coffee break</i>	
16:00 – 16:30	田邊宏樹 現代人脳の学習機能地図作成と化石脳への写像法の確立に向けて Hiroki Tanabe TOWARD A FUNCTIONAL MAPPING OF LEARNING IN MODERN HUMANS AND AN EXTRAPOLATION OF THE MAPS TO RECONSTRUCTED SKULL IMAGES	66
16:30 – 17:00	定藤規弘 ネアンデルタール人の脳、新人との違いを探る： イメージング手法による学習と創造性へのアプローチ Norihiro Sadato A NEUROIMAGING APPROACH TO LEARNING AND CREATIVITY	68
17:00 – 17:30	三浦直樹 三次元動作解析を用いた熟練者および初心者の 石器製作工程の身体動作比較 Naoki Miura AN EXPERT-NOVICE COMPARISON OF BODY MOTIONS IN STONE TOOL MAKING USING 3D MOTION ANALYSIS	69
18:00 – 20:00	懇親会 <i>Welcome party</i> 会場：如水会館 住所：東京都千代田区一ツ橋 2-1-1 電話：03-3261-1101	

第 2 日 : 平成 22 年 10 月 24 日 (日)
 October 24, 2010 Sunday
 Morning session

09:30 – 10:00	青木健一 学習戦略進化および文化進化速度 Kenichi Aoki EVOLUTION OF LEARNING STRATEGIES AND RATES OF CULTURAL EVOLUTION	48
10:00 – 10:30	川崎廣吉 不均一環境下における学習進化の反応拡散モデル Kohkichi Kawasaki REACTION-DIFFUSION MODEL OF EVOLUTION OF LEARNING IN A HETEROGENEOUS ENVIRONMENT	50
10:30 – 11:00	木村亮介 ゲノム多様性から探るヒトの分布拡大様式 Ryosuke Kimura RANGE EXPANSION PATTERNS OF MODERN HUMANS AS INFERRED FROM GENOME DIVERSITY	54
11:00 – 11:15	休 憩 <i>Coffee break</i>	
11:15 – 11:45	米田 穰 旧人・新人の分布と現代的行動の拡散に関する年代データの集成 Minoru Yoneda RE-EVALUATION OF TEMPORAL AND SPATIAL DISTRIBUTION OF NEANDERTHALS AND AMH AND THE DISPERSAL OF MODERN BEHAVIOR FROM A CHRONOLOGICAL POINT OF VIEW	55
11:45 – 12:15	阿部彩子 古気候復元図の作成 Ayako Abe-Ouchi TEMPORAL AND SPATIAL PALEOCLIMATIC VARIATIONS AND HUMAN EVOLUTION	57
12:15 – 13:15	休 憩 <i>Coffee break</i>	

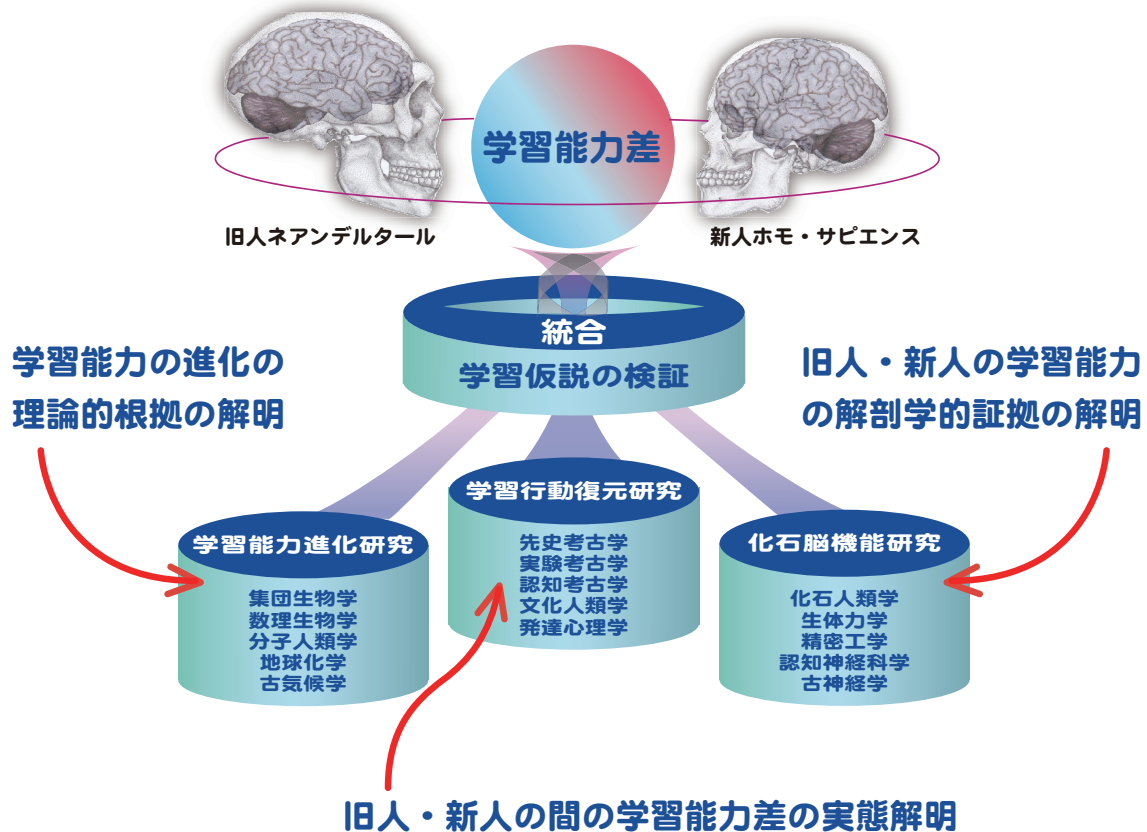
第 2 日：平成 22 年 10 月 24 日（日）

October 24, 2010 Sunday

Afternoon session

13:15 – 13:45	荻原直道、鈴木宏正、道川隆士、近藤 修、石田 肇 3 次元モデリング技術に基づく化石頭蓋の復元手法の開発 Naomichi Ogihara, Hiromasa Suzuki, Takashi Michikawa, Osamu Kondo, Hajime Ishida DEVELOPMENT OF FOSSIL CRANIA RECONSTRUCTION METHODS BASED ON THREE-DIMENSIONAL SURFACE MODELING TECHNIQUES	62
13:45 – 14:15	鈴木宏正、荻原直道、道川隆士 構造力学的特性を用いた復元頭蓋の化石片セグメンテーション手法 Hiromasa Suzuki, Naomichi Ogihara, Takashi Michikawa A SEGMENTATION METHOD FOR DECOMPOSING FOSSIL SKULL INTO FRAGMENTS BASED ON STRUCTURAL MECHANICS	64
14:15 – 14:45	近藤 修、石田 肇、荻原直道 新人・旧人化石頭蓋・脳鋳型の形態学的記載 Osamu Kondo, Hajime Ishida, Naomichi Ogihara MORPHOLOGICAL DESCRIPTIONS OF ENDCASTS FROM <i>HOMO SAPIENS</i> AND <i>HOMO NEANDERTHALENSIS</i>	65
14:45 – 15:00	休 憩 <i>Coffee break</i>	
15:00 – 15:45	窪田幸子 アボリジニの子供集団—オーストラリア、アーネムランド Sachiko Kubota AGE GROUP OF ABORIGINAL CHILDREN – THE CASE IN ARNHEM LAND, AUSTRALIA	40
15:45 – 16:15	亀井伸孝 ピグミー系狩猟採集民の子どもの遊びと学習 Nobutaka Kamei PLAY AND LEARNING OF CHILDREN OF PYGMY GROUPS, THE HUNTER-GATHERERS	46
16:15 – 17:45	総合討論 DISCUSSION	

研究の概要 OVERVIEW OF THE PROJECT



研究の目的

本領域研究は、20 万年前の新人ホモ・サピエンス誕生以降、アフリカを起点と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能力・学習行動という視点にたって調査研究する。そして、交替劇の原因を両者の学習能力差に求め、その能力差によって生じた文化格差・社会格差が両者の命運を分けたとする作業仮説(以下「学習仮説」と称する)を検証する。

学習仮説の本質は、交替劇の真相を外的条件の変化に対する適応能力の優劣といった量的相違ではなく、学習能力という質的相違に求めるところにある。その相違によって、同じ外的条件の変化に対して伝統文化を堅持しながら対処した旧人ネアンデルタール社会と新文化を継起的に創出しながら対処した新人サピエンス社会とが対峙する時代状況が生まれ、両社会の間に生じることになった文化格差・社会格差が結局両者の命運を分けることになった。それが学習仮説の本質的意味である。

領域研究の具体的目標は学習仮説を検証することであり、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う。

研究軸(1)：旧人・新人の間に学習行動差・学習能力差が存在したことを実証的に明らかにすること

研究軸(2)：旧人・新人の間に学習能力差・学習行動差が生ずるに至った経緯を理論的かつ実証的に明らかにすること

研究軸(3)：旧人・新人の間の学習能力差・学習行動差の存在を両者の脳の神経基盤の形態差という解剖学的証拠で明らかにすること

研究全体構想は、上記 (1) (2) (3) 研究軸の研究成果の相互乗り入れをはかり、その有機的結合によって学習仮説を総合的に検証することにある。そして、新人サピエンスに特異的な高い知能や彼らの現代的行動がどのような外的条件のもと、どのような経緯で獲得されたかを学習能力の視点から見極める道筋を拓き、われわれ人類がどのような歩みを経て今日に至ったかを俯瞰する新たな実証的進化モデルの構築をめざす。

研究の学術的背景

ヒトの進化の道筋に関する認識は、20 世紀後半の遺伝研究の発展によって劇的に展開した。その好例のひとつが、ヒトの起源問題とともに論争の絶えなかった現代人の起源問題が決着したことである。新人サピエンスの成り立ちについて、旧人との直接の系譜関係（旧人が新人へと進化した）は否定され、唯一アフリカの地で出現（20 万年前）したとする、今日では定説化した進化モデル「新人アフリカ単一起源説」が生まれた（Cann et al 1987; Krings et al 1997, 2000）。しかし、それは同時に、新たな疑問が生まれる時代背景ともなった。そのひとつが、旧人ネアンデルタールと新人サピエンスの交替劇の問題である。何が両者の命運を分けたのか。それは、現代人起源論争に残された最大の謎として世界中の考古学者、人類学者、遺伝学者が競い合う研究テーマとなった。

交替劇の原因については、近年、交替期（アフリカでは 20 万年前以降、中東では 10 万年前以降、ヨーロッパでは 4 万年前以降）の時代状況（自然・社会）に対する適応能の違いに原因を求める「環境仮説」（van Andel, Davies eds. 2003; van Andel, Davies, Weninger 2003; Finlayson, Carrion 2008; Stringer et al 2008）、技術・経済・社会システム等の優劣に原因を求める「生存戦略説」（Adler et al 2008; Joris, Adler 2008; Shea 2007, 2008）、両者の生業戦略の違いを強調する「生業仮説」（Bocherens et al 2001, 2005; Pettitt et al 2000, 2003; Richards, Trinkaus 2009）、言語機能の有無に原因を求める「神経仮説」（Klein 1998; Klein, Edgar 2002）、あるいは両者の間での混血を想定する「混血説」（Duarte et al 1999; Zilhão, d'Errico 1999）等の仮説モデルが相次いで発表され、実証的研究に付されている。

以上のような研究によって交替劇の存在を裏付けるデータは蓄積され、それがいつ、どこで、どのような経過をたどって進行したか、言い替えれば、交替期における旧人社会と新人社会の間の相互作用の概略がさまざまな角度から記述されつつある。ただ、既存研究は、そのほとんどすべてが、主としてヨーロッパ大陸の事例を扱い、世界的な視点に立つ普遍的な説明モデルは現れていない。本領域研究は、アフリカを起点としてユーラシア大陸各地で漸進的に進行した交替劇全体を対象として、その経緯を総合的に記述するとともに、その原因をより普遍的観点から解明することを目標とする。

交替劇の真相を、生存戦略上の諸問題の解決に成功した社会と失敗した社会として捉え、その相違を学習能力の進化の視点にたって調査研究する視点は世界的に嚆矢であり、交替劇研究のブレイクスルーを開くことになる。しかも、本研究では、これまで交替劇研究に取り組んできた専門領域（考古学・化石人類学・遺伝学等）の世界に分断的に蓄積されてきた様々な専門知を、単なる寄せ集めではなく、学習能力という共有概念を媒介として統合し、ヒトの進化について新しい実証モデルの提示を目指す点においてきわめて独創的である。この全体構想は、交替劇論争に関する既設仮説モデルを検証し、より普遍的な知の体系を創出するという意味において、現代人起源論争の新たな展開という観点において学術的貢献はきわめて大である。

研究の特色

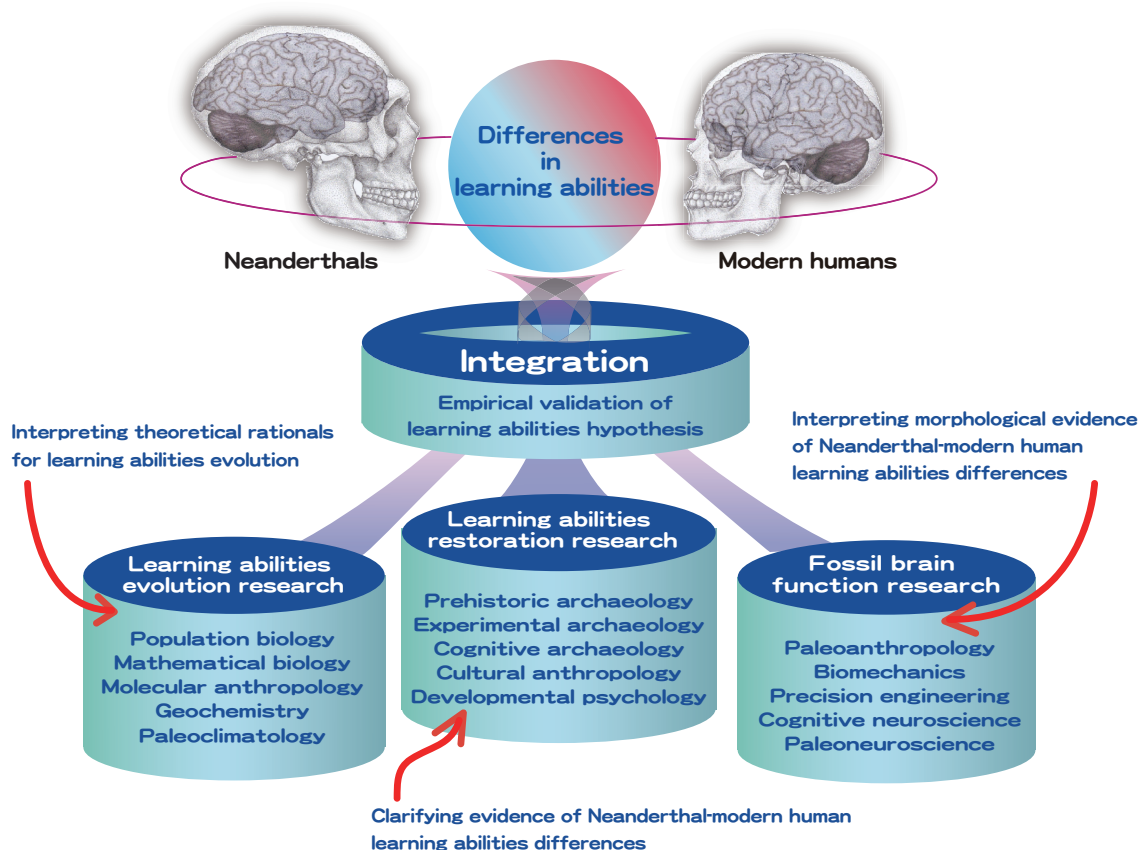
本領域の特色は、全体構想の目的達成のために、人文系・生物系・理工系諸分野の研究者による新たな視点や手法に基づく異分野連携をベースとする新研究領域を創出するところにある。対象とする研究は従来、考古学、化石人類学、遺伝学などの専門分野のもとで分断的に進められてきたが、本領域では、新たに文化人類学、発達心理学、生体力学、精密機械工学、脳科学、古神経学等とも連携し、しかも機械的な寄り合いではなく、各研究領域の作業仮説をすり合わせ、相互乗り入れを図りつつ、その有機的結合のもとに学習仮説を総合的に検証する。このようなアプローチは交替劇研究において例がなく、当該テーマの研究にインパクトを与えるが、同時に、異分野連携研究のひとつのモデルとして大きな波及効果をもたらす。

交替劇の真相を、生存戦略上の諸問題の解決に成功した社会と失敗した社会として捉え、その相違を学習能力の進化の視点にたって調査研究する視点は世界的に嚆矢であり、交替劇研究のブレイクスルーを開くことになる。しかも、本研究では、これまで交替劇研究に取り組んできた専門領域（考古学・化石人類学・遺伝学等）の世界に分断的に蓄積されてきた様々な専門知を、単なる寄せ集めではなく、学習能力という共有概念を媒介として統合し、ヒトの進化について新しい実証モデルの提示を目指す点においてきわめて独創的である。この全体構想は、交替劇論争に関する既設仮説モデルを検証し、より普遍的な知の体系を創出するという意味において、現代人起源論争の新たな展開という観点において学術的・社会的貢献はきわめて大である。

学習能力は文化進化が起こるための基盤であって、現在の生物界におけるヒトの繁栄を支えてきた。本領域研究は、ヒトの学習能力・学習行動について、(1) その進化の様態を考古資料に刻み込まれた物証の間に探り、(2) その現実の様態を現生狩猟採集民社会の野外調査を通して把握・記述し、両者の有機的結合によって、学習行動の統合的解明を目指す点においてきわめて独創的である。本領域は同時に、遊びながら学び、遊びを通して創造するというヒト独自の学習行動の実態とそれを促進する社会・自然環境や脳機能の理解を目指しており、現実社会の学習環境、教育環境に鑑みて、現在および将来の学習・教育課題を検討する基盤としても大きな社会的意義を有する。本領域研究の成果によって現実の諸問題に対する技術的対症療法を示すことはできないが、学習行動や教示法の進化の実態を明らかにすることは、今日のわれわれに対して現状の反省と警告を、われわれの将来に対して展望と希望を与えることができるという意味において大きな波及効果をもたらす。

本領域では、研究対象とするさまざまな博物資料に対する従来の見方・とらえ方・研究手法を越境し、発展させることが必須であり、それをベースとして異分野連携による新

しい研究領域を切り拓くことになる。具体例として、(1) もっぱら歴史記述の素材として利用されてきた考古資料をヒトの行動進化や学習行動の実態を復元する基盤資料として活かす新しい考古学研究を拓き、(2) 恣意的に進められてきた化石復元作業から、科学的手順に基づく高精度の化石復元研究を拓き、(3) 工学知を人文系諸分野における新しい科学知の創出に適用し、より客観的、普遍的価値を生み出す人文的研究を拓き、(4) 個別科学の伝統的な専門知と脳科学等先端諸学が発信する専門知を統合する新しい知の体系の創出をはかり、ヒトの進化に関する新たな実証モデルへの道筋を拓く等々である。そして、以上の実践を通して、次の時代を担う新しいタイプの若手研究者の育成に貢献する。



Objectives of the Research

In this research, we set out to interpret the replacement drama, which began in Africa with the emergence of modern *Homo sapiens* 200,000 years ago and progressively advanced throughout the world, as the replacement of a society that failed to resolve issues of strategic importance to their existence by a society that succeeded in doing so. We will investigate the differences between the two societies from the perspective of learning capacity and learned behaviors, and

will then work to empirically validate the working hypothesis (referred to here as the “learning hypothesis”) that the replacement occurred as a result of the difference in learning capacity between archaic and modern humans, and that the social and cultural divides caused by this difference determined the outcome.

The learning hypothesis is significant in that it seeks the truth concerning the replacement in qualitative differences in learning capacity, and not in quantitative differences in the capacity to adapt to changes in external conditions. These qualitative differences are reflected in the prehistoric record: the archaic Neanderthal society protected their traditional culture, while the modern *Homo sapiens* society created new cultures in response to the same changes in external conditions. The two societies came into conflict, and the wide social and cultural divide ultimately determined the outcome.

The central goal of this research is to verify the learning hypothesis. Specifically, we will 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.

- (1) Empirically demonstrate that differences existed between archaic and modern humans in terms of learning capacity and learned behaviors
- (2) Theoretically deduce and empirically demonstrate the circumstances that led to the Neanderthal-*Homo sapiens* differences in learning capacity and learned behaviors
- (3) Establish that differences in learning capacity 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

Academic Background of the Research

Knowledge about the paths of human evolution has expanded dramatically as a result of advancements in genetic studies in the latter half of the 20th century. One excellent example of this advancement is the resolution of the issue of the origin of modern humans, which had been a highly controversial issue throughout scientific history, along with the issue of the origin of man. As a result, the idea that modern *Homo sapiens* are direct related genealogically to archaic humans (i.e., that modern humans evolved from archaic humans) was rejected, and the “Out of Africa” theory (Cann et al. 1987; Krings et al. 1997, 2000), which is now the accepted evolutionary model, was born. According to this model, all modern humans have a single common origin in Africa 200,000 years ago. However, this resolution only gave rise to a flurry of new questions, one of which is the issue of the drama of the replacement of the archaic Neanderthals by modern *Homo sapiens*. What determined their fates? This question has been hotly debated among archaeologists, anthropologists, and geneticists around the world, and is currently seen as the greatest remaining mystery in the discussion of the origin of modern humans.

In recent years, a number of hypothetical models of the causes of the replacement were published, and are now being put to empirical test. They include the following.

The “Environment Theory,” which attributes the replacement to inter-population differences in the ability to adapt to the surrounding natural and social conditions during the replacement period (beginning 200,000 years ago in Africa, 100,000 years ago in the Middle East, and 40,000 years ago in Europe) (van Andel,

Davies eds. 2003; van Andel, Davies, Weninger 2003; Finlayson, Carrion 2008; Stringer et al. 2008).

The “Survival Strategy Theory,” which regards the inter-population differences in technical, economic, social and other systems as causes of the replacement (Adler et al. 2008; Joris, Adler 2008; Shea 2007, 2008).

The “Livelihood Theory,” which emphasizes the difference between the livelihood strategies of the two populations (Bocherens et al. 2001, 2005; Pettitt et al. 2000, 2003; Richards, Trinkaus 2009).

The “Nerve Theory,” which focuses on the language function, or the lack thereof, as the cause of the replacement (Klein 1998; Klein, Edgar 2002).

The “Mixed Blood Theory,” which assumes that interbreeding took place between the two populations (Duarte et al. 1999; Zilhão, d’Errico 1999).

The above theories and the studies which generated them all contributed to the steady accumulation of data supporting the occurrence of the replacement. They determined when, where, and how the replacement progressed, and from diverse angles provided an outline of the mutual influences between the archaic society and the modern society. Indeed, the description of the replacement drama has grown ever more articulate. However, almost all past studies examined cases from the Eurasian continent, and as yet no global-scale universal explanatory model has appeared. This research therefore aims to describe the entire replacement process, which began in Africa and progressed throughout the Eurasian continent, in a comprehensive manner, and to clarify the causes from an overarching perspective.

Characteristics of the Research

In order to attain its overall goal, this research creates an entirely new research paradigm involving interdisciplinary collaboration, new perspectives and methods brought forward by researchers from the humanities, biology, and science and engineering. Standard practice until now has been to carry such target research forward in a segmented manner in separate disciplines such as archaeology, fossil anthropology, and genetics. However, this project takes the novel approach of broad collaboration involving cultural anthropology, genetic psychology, biomechanics, precision machine engineering, brain science, paleoneurology and other fields. Moreover, instead of simply bringing these disciplines together under a mechanistic framework, we will coordinate and interact to develop working theories in each research domain, using the topic as an organic connection among disciplines to verify the learning hypothesis from a comprehensive perspective. This type of approach has no precedent in previous studies of the replacement drama; 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.

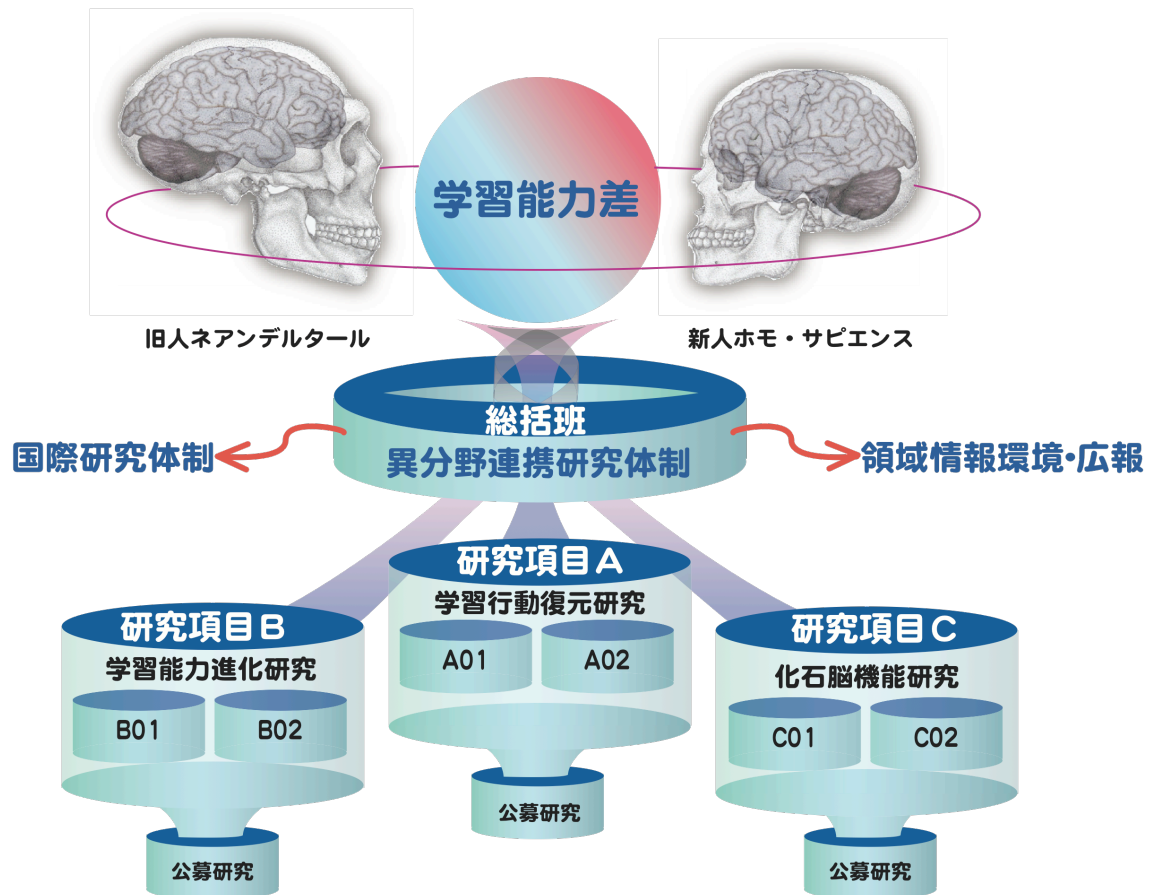
Learning capacity is the basis of cultural evolution and supports man’s prosperity in today’s living world. This research offers a unique approach to the study of man’s learning capacity and learning behaviors, in that we will (1) seek an understanding of evolution based on physical evidence rooted in archaeological materials; (2) generate descriptions and assessments of actual practice through field studies on extant hunter-gatherer societies; and (3) organically link the above two approaches in an attempt to comprehensively characterize man’s learning behavior. This research also aims to arrive at an understanding of the actual conditions of the distinctly human learning behavior, “learning while playing and creating through playing,” as well as the social and natural environments and brain functions that support this behavior. Thus, in terms of learning and educational environments in real communities, this research has great social significance in that it will lay a foundation for the study of present and future issues regarding learning and education. Although the research results will not be sufficient to establish practical responses to real-life issues, the elucidation of a realistic picture of the evolution of learning

behaviors and teaching methods is expected to have a ripple effect, affording us a clearer understanding of our current conditions and a foundation for futuristic work.

In this research project, historical materials relevant to the research will necessarily be perceived, interpreted, and studied in a manner reaching beyond the confines of conventional practices; this interdisciplinary collaboration will lead to the generation of a new research area. For example, the research is expected to (1) initiate new archaeological research that will elevate the significance of archaeological materials from mere sources of basic historical reference to materials for the reconstruction of the reality of behavioral evolution and the learned behavior of human; (2) cultivate high-precision fossil restoration research grounded in scientific procedures based on fossil restoration tasks that have until now been implemented on an arbitrary basis; (3) apply engineering knowledge to various humanities work to produce new scientific knowledge and to stimulate humanities studies to create even more objective and universal values; and (4) chart a course toward the establishment of a new empirical model of human evolution through the creation of a new knowledge system that brings together the traditional expertise of the individual sciences and the knowledge accumulated in brain science and other advanced sciences. Through the achievement of the above effects, we will ultimately contribute to the fostering of a new type of young researchers able to lead next generation science and society.

研究体制

RESEARCH ORGANIZATION



総括班

研究組織

領域研究代表者

赤澤 威：高知工科大学・総合研究所・教授

研究分担者

森 洋久：国際日本文化研究センター・准教授

丸川雄三：国立情報学研究所・准教授

計画研究代表者（連携研究者）

西秋良宏：東京大学・総合研究博物館・教授

寺嶋秀明：神戸学院大学・人文学部・教授

青木健一：東京大学・大学院理学系研究科・教授

米田 穰：東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授

荻原直道：慶應義塾大学・理工学部・講師

田邊宏樹：自然科学研究機構・生理学研究所・助教

評価委員（研究協力者）

甘利俊一：理化学研究所・脳科学総合研究センター・特別顧問

石井紫郎：日本学術振興会・学術研究センター・相談役

内田伸子：お茶の水女子大学・大学院人間文化研究科・教授

木村 賛：石川県立看護大学・学長

海外評価委員（研究協力者）

Ofer Bar-Yosef：米国・ハーバード大学・教授・考古学

Nicholas J. Conard：ドイツ・チュービンゲン大学・教授・考古学

Ralph L. Holloway：米国・コロンビア大学・教授・化石人類学

Anne-Marie Tillier：フランス・ボルドー大学・教授・化石人類学

Tjeerd H. van Andel：英国・ケンブリッジ大学・教授・海洋地質学

研究項目 A 0 1 「考古資料に基づく旧人・新人の学習行動の実証的研究」

研究組織

研究代表者

西秋良宏：東京大学・総合研究博物館・教授

研究分担者

加藤博文：北海道大学・アイヌ・先住民研究センター・教授

門脇誠二：名古屋大学博物館・助教

連携研究者

小野 昭：明治大学黒耀石研究センター・センター長

大沼克彦：国士舘大学イラク古代文化研究所・教授

松本直子：岡山大学社会文化科学研究科・准教授

研究協力者

佐野勝宏：東北大学文学研究科・助教

長井謙治：日本学術振興会・特別研究員

仲田大人：青山学院大学文学部・講師

長沼正樹：北海道大学・アイヌ・先住民研究センター・学術研究員

近藤康久：東京大学・総合研究博物館大学・特任研究員

海外共同研究者

Olaf Jöris (オーラフ・イエリス): ローマ・ゲルマン中央博物館旧石器時代研究部門

研究目的

学習（教育）は人類の生存戦略を決定的に左右する。考古資料は先史時代の学習行動を語る唯一の物証である。本班は、考古学的証拠の収集と分析を通して旧人・新人の学習行動の違いを実証的に解明することを目的とする。学習の場であった遺跡の構造及び学

習の所産である石器製作伝統の時空分布と消長パターンを復元・分析し、両者の学習行動を実証的に再構築する。その違いによって、学習仮説に基づく旧人・新人交替劇モデル構築に寄与する。

研究方法

ユーラシア大陸西半の交替期の旧石器時代遺跡・遺物を材料として次の研究をおこなう。(1) 旧人・新人遺跡の生活層における石器分布の構造及び製作伝統の通時的变化を分析し、両者の学習行動の違いを示唆する物証を提示する。(2) 交替期の遺跡の文献データを集成、分析し、石器製作伝統の消長パターン、時空分布のあり方、新伝統出現の契機など、文化の伝達継承、創造行為に関わる証拠を旧人・新人間で比較する。(3) 石器製作実験を実施し、学習行動と石器製作伝統形成過程の相互作用を実証的に解明する。旧人・新人は技術の教示法を異にしていた可能性があり、実験は社会学習の内容の違いに焦点をあてる。(4) 以上の結果をもとに両者の学習行動の性質、差異を明らかにし、旧人・新人間で技術格差、交替劇が生じたメカニズムを論じる。

研究項目 A 0 2 「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」

研究組織

研究代表者

寺嶋秀明：神戸学院大学・人文学部・教授

研究分担者

小山 正：神戸学院大学・人文学部・教授

窪田幸子：神戸大学大学院・国際文化学研究科・教授

今村 薫：名古屋学院大学・経済学部・教授

大村敬一：大阪大学大学院・言語文化研究科・准教授

亀井伸孝：大阪国際大学・人間科学部・准教授

山上榮子：神戸学院大学・人文学部・講師

連携研究者

市川光雄：京都大学・名誉教授

高田 明：京都大学大学院・アジアアフリカ地域研究研究科・准教授

早木仁成：神戸学院大学・人文学部・教授

研究協力者

林 耕次：神戸学院大学・人文学部・PD

海外共同研究者

Barry S. Hewlett：米国・ワシントン州立大学・人類学部・教授

Yasmine Musharbash：オーストラリア・シドニー大学・政治科学社会学部・講師

研究目的

本班は、文化人類学的手法によって狩猟採集民の子供の学習行動、特に遊びを通じた日々の学習行動の実態を把握し、発達心理学的研究も加えながら、新人の学習行動の特性を解明する。狩猟採集生活はヒトの進化における最も基盤的な生活様式であり、新人

の学習行動の根本的な特性も狩猟採集生活の中で把握する必要がある。また、子供の遊び集団は、近代化以前の社会における最も基本的な学習環境であり、学習行動の研究には最適である。最終的には、理論的研究も併用し、新人の登場以降の加速度的な文化進化・社会進化をもたらしたホモ・サピエンスの認知能力の発達と学習行動の特性について進化論的展望を得ることを目指す。

研究方法

(1) 狩猟採集社会における遊び集団を中心とした子供の諸活動の観察を行い、以下の点を解明する。

- ①各狩猟採集民における子供遊び集団の実態
- ②技術・技能・知識などの学習過程
- ③創造性の出現と普及の様態
- ④教示行動と学習行動の関係

(2) 発達心理学的手法による狩猟採集社会と現代社会の子供の比較研究を行い、以下の点を解明する。

- ①狩猟採集民における（創造性などを含む）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

(3) 多彩な自然・社会環境に暮らす狩猟採集民について文献的比較研究を行い、以下の点を解明する。

- ①環境の相違や変動に応じた生活と学習行動の変化
- ②子どもの遊びや遊び仲間の変化
- ③環境変化と創造性の出現との関係

(4) 霊長類学や認知科学などとの学際的理論研究を行い、以下の点を解明する。

- ①ヒト以前の霊長類から現代人に至る学習能力の進化についての理論的展望
- ②旧人と新人の学習能力の差異を論ずる基盤

研究項目 B 0 1 「ヒトの学習能力の進化モデルの研究」

研究組織

研究代表者

青木健一：東京大学・大学院理学系研究科・教授

研究分担者

川崎廣吉：同志社大学・文化情報学部・教授

若野友一郎：明治大学・先端数理科学インスティテュート・准教授

木村亮介：琉球大学・亜熱帯島嶼科学超域研究推進機構・特命准教授

海外共同研究者

Marcus W. Feldman：米国・スタンフォード大学・教授

Laurent Lehmann：スイス・ヌーシャテル大学・助教

研究目的

本班は、旧人と新人の交替劇が両者の生得的な学習能力差に求められるとする「学習仮説」の理論的根拠を明らかにする。そのために、社会学習（模倣、教示など他者から学ぶこと）および個体学習（試行錯誤、洞察など自力で学ぶこと）のそれぞれの能力が、環境変化に対する適応として進化する条件を進化モデルの研究により示し、B O 2 班が提供する気候変動データなどを参考にしながら、これらの能力が新人のみで高度な進化を遂げた理由を問う。また、旧人と新人の学習能力差は、両者の文化進化速度の違いに最も直接的に反映されるはずであるが、その因果関係についてA O 1 班が提供する考古学的証拠に基づいて考察する。一方、新人の高度な学習能力を担っている遺伝子を分子集団遺伝学データの統計解析により同定し、C O 2 班が提供する現代人の脳機能地図と照合しながら、その発現部位について議論する。さらに、進化モデルおよび分子集団遺伝学データの両面から、新人のアフリカ内外の分布拡大の模様、速度、および経路について検討する。

研究方法

環境変化が社会学習および個体学習の能力の進化に及ぼす影響について数理モデルを記述・解析する。特に、環境の空間的異質性を取り入れた飛石モデル（居住地が数珠状に連なっている、Aoki & Nakahashi 2008 *Theoretical Population Biology* 74, 356-368 参照）や反応拡散モデル（居住地が連続的に分布する、Shigesada & Kawasaki 1997 *Biological Invasions*, Oxford University Press）を重点的に研究し、異質環境への分布拡大に伴って高度な学習能力（とりわけ個体学習能力）が進化する条件を導く。また、原人や旧人を含めた生物全般の分布拡大との比較において、好適環境への集合や非好適環境への進出、密度依存的な移住や移住率そのものの変化に着目しながら、新人の分布拡大の特徴を数理生態学および分子集団遺伝学の両面から検討し、上述の進化モデルの精密化を図る。さらに、新人が分布拡大する地域に、先住する旧人がいるか否かの効果も調べる。これらの研究から得られた知見に、B O 2 班から提供される環境変化（居住地間の環境の違いなど）に関する定量的データなどを加え、学習能力が新人のみで高度に進化した理由を明らかにする。

学習能力の進化に文化伝達を組み入れた遺伝子・文化の共進化モデルを用いて、個体学習によって創出される新技術やその所産が、社会学習によって文化的に伝播する過程を明らかにする。これにより、現代的行動（後期旧石器、装飾品、美術品）の時空分布を予測することが可能になる。また、学習能力と文化進化速度の関係を理論的に研究する。たとえば、教示伝達（石器製作技術などが一人の熟練者から多数の初心者に伝達される）が、文化進化を早めるという一部の考古学者の主張に対して、理論的検討を行う（Aoki & Feldman 投稿中）。

現代人におけるゲノム多様性を統計解析することにより、新人の集団サイズの変遷や分布拡大のあり方について推定する。また、チンパンジー、（draft sequence が最近発表された）ネアンデルタール、および現代人のゲノムデータを活用して、新人の系統で、どの遺伝子にいつ、どこで、どの程度の強さの自然淘汰が働いたかを統計的に推定する（連鎖不平衡領域におけるスウィープ、非同義置換の比率などを利用）。とりわけ、脳神経系で発現している遺伝子において自然淘汰が働いた痕跡を調べることにより、進化モデルの前提であり、かつそれから予測される、新人の優れた個体学習能力に関与する遺伝子を同定する。

研究項目 B 0 2 「旧人・新人時空分布と気候変動の関連性の分析」

研究組織

研究代表者

米田穰：東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授

研究分担者

阿部彩子：東京大学・大気海洋研究所・准教授

横山祐典：東京大学・大気海洋研究所・准教授

小口 高：東京大学・空間情報研究センター・教授

森 洋久：国際日本文化研究センター・准教授

丸川雄三：国立情報科学研究所・特任准教授

連携研究者

川幡穂高：東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授

研究協力者

陳 永利 (Wing-Le Chan)：東京大学大気海洋研究所・特任研究員

近藤 康久：東京大学空間情報科学センター・客員研究員 (東京大学総合研究博物館・特任研究員)

海外共同研究者

Tezer M Esat：オーストラリア国立大学

Masa Kageyama：フランス

Rania Bou Kheir：レバノン大学

Gilles Ramstein：フランス

研究目的

本班は、交替期（ここでは約20万年前から3万年前とする）における旧人・新人遺跡の時間的・空間的分布状況を復元するとともに、遺跡の対峙していた時代状況、具体的には気候条件や生態環境を高精度に復元する。そして、遺跡の時空分布と環境変動パタンの関連性の分析を通して、環境に対する両者の適応の違いを実証的に明らかにすることで、新人を取り巻く環境の時空変化がその学習能力の進化を促したとする B 0 1 班の理論モデルの妥当性の検証に資する実データを提示する。そのために、特に交替期における環境の時空変化と、学習能力の唯一物証である考古学的証拠、とりわけ現代的行動(革新的技術や装飾品等)の出現・分布拡大との関係性を分析する。

研究方法

本班は、交替期（ここでは約20万年前から3万年前とする）における旧人・新人遺跡の時間的・空間的分布状況を復元するとともに、遺跡の対峙していた時代状況、具体的には気候条件や生態環境を高精度に復元する。そして、遺跡の時空分布と環境変動パタンの関連性の分析を通して、環境に対する両者の適応の違いを実証的に明らかにすることで、新人を取り巻く環境の時空変化がその学習能力の進化を促したとする B 0 1 班の理論モデルの妥当性の検証に資する実データを提示する。そのために、特に交替期における環境の時空変化と、学習能力の唯一物証である考古学的証拠、とりわけ現代的行動(革新的技術や装飾品等)の出現・分布拡大との関係性を分析する。

(1) 旧人・新人の交替劇に関して、欧州では新人拡散と旧人絶滅に着目した遺跡年代の見直しや、詳細な古気候・古生態環境の復元が行われているが、他の地域ではデータ集積が十分ではない。そこで、データ集積が不十分なアフリカ・西アジア一帯に特に留意

して、交替劇はどこで、いつ、どのような経過をたどって進行したか、言い替えれば、交替劇に関する記述的部分の顕在化に欠かせない遺跡の時空分布の詳細重層図を作成する。5年間の間に、アフリカおよびユーラシア西半の地域について、旧人・新人の遺跡について報告されている様々な理化学年代を、その試料選択・前処理方法・測定方法・続成作用（汚染）評価方法・データ解析などについて、その妥当性・信頼性を点検・評価し、GISを用いてデータベース化することで旧人・新人の分布変動を詳細に復元する。

(2) 旧人・新人が経験した環境変化の様態を明らかにするために、交替期（約20万年前から3万年前）における気候条件の時空変動を、気候シミュレーションを用いて古気候復元図を約1万年間隔で重層的に作成することで復元する。具体的には、東京大学と国立環境研究所が共同で、地球温暖化の将来予測のために開発した気候シミュレーションモデルを、古気候復元のために応用する。これをGISを用いて旧人・新人の遺跡や現代的行動の考古学的証拠の時空分布、生態環境の情報を含む古環境時系列データと同じ地図上に統合し、その関連性を検討する。その議論をフィードバックして、旧人・新人の学習能力に関係すると考えられる時空間の古気候情報を詳細に重層化していく予定である。

(3) さらに、重層的な古気候復元図の間をつなぐための情報として、各地における継時的な環境変動や急激な環境変動イベントの有無について、地球化学的手法を用いた古環境時系列データから検証する。これらの情報から、古気候シミュレーションでは詳細な復元が容易ではない、急激な気候変動イベント（ダンスガード・オシュガー・サイクルやハインリッヒ・イベントなど）に関する各地の状況を読み解くことが可能となる。これら2つの情報を統合することで、アフリカ・ユーラシア西半を中心に、20万年前から3万年前の環境の時空変化を詳細復元することを目標とする。

(4) 地理情報システム（GIS）に基づいて、以上の旧人・新人遺跡および現代的行動の理化学年代データに関する時空分布データと、古気候・古環境データを有機的に結合した情報環境を創出し、両者の関係性についてGISを用いた統計的手法によって解析することによって、環境変動に対する両者の行動パターンの違いを実証的に明らかにする。そして、A O 1班との協働作業を通して、環境変化に対する適応行動に際してどのような技術・社会システムが介在しているかを明らかにし、B O 1班の理論的根拠の検証データの充実をはかる。

研究項目 C 0 1 「3次元モデリング技術に基づく化石頭蓋の高精度復元」

研究組織

研究代表者

荻原直道：慶應義塾大学・理工学部・専任講師

研究分担者

近藤 修：東京大学・大学院理学系研究科・准教授

鈴木宏正：東京大学・先端科学技術研究センター・教授

連携研究者

道川隆士：東京大学・先端科学技術研究センター・助教

石田 肇：琉球大学・医学部・教授

海外共同研究者

Christoph P.E. Zollikofer：スイス・チューリッヒ大学・教授

Marcia Ponce de León：スイス・チューリッヒ大学・特別講師

研究目的

本班は、旧人・新人の学習能力差を、学習行動を司る神経基盤の形態差に基づいて比較解剖学的に検証するために、脳が収まっていた容器、すなわち化石頭蓋とその脳鋳型を精密に復元する手法を開発し、その中に収まっていたはずの脳(化石脳)の仮想復元を行うことを目的とする。具体的には、通常断片化状況で発見される化石頭蓋の組立や歪み補正等を行う新しい高精度復元手法を開発し、旧人・新人の化石頭蓋および脳鋳型の正確な三次元形状モデルを生成する。この復元頭蓋モデルをC 0 2班に提供するとともに、協働作業をもってその中に存在したはずの化石脳の復元と詳細な形態学的分析を行い、頭蓋と脳形態の進化プロセスを考察する。

研究方法

具体的には、(1) 化石頭蓋骨のCT積層断層像からその三次元デジタルモデルを仮想空間内に構築し、工学的手法を援用して化石の組み立てと変形除去を行い、その立体的形状を高精度で再構成する。(2) 現生人類の頭蓋骨のモデルを仮想的に分断・変形させ、それを様々な条件で逆変換（つまり復元）することにより、手法の妥当性と限界を評価する。(3) 以上の生成データをC 0 2班に付与することにより、同時に、C 0 2班が生成する学習能力に関する脳機能地図のフィードバックにより、頭蓋と脳形態に関する客観的・定量的解析を行う。(4) 以上の作業を複数の旧人化石頭蓋で試み、標準化し、旧人化石脳の形態特徴を推定復元する。

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」

研究組織

研究代表者

田邊宏樹：生理学研究所・大脳皮質機能研究系・助教

研究分担者

定藤規弘：生理学研究所・大脳皮質機能研究系・教授

三浦直樹：高知工科大学・システム工学群・講師

連携研究者

宮崎 真：高知工科大学・総合研究所・准教授

研究目的

本班は、作業仮説である旧人・新人の学習能力差を化石脳の比較解剖学・古神経学的証拠から検証する。具体的には、現生人類において社会学習(局所増強、模倣、教示など、文化伝達を支える)と個体学習(試行錯誤、思考実験、洞察など、発明・発見を支える)の機能地図を明らかにし、その結果を、旧人・新人の化石脳の定量的形態差(比較形態学)と結びつけて両者の機能差を推定する(古神経学)。すなわち、旧人・新人の化石脳の形の違いは、機能差を反映すると想定し、両者の間に存在したと仮定される個体学習の能力差を解剖学的証拠から検証し、学習能力の進化に関する実証モデルの構築を目指す。

研究方法

(1) 現代人脳の学習機能地図生成－機能解析

B01班が構想する学習仮説、その理論モデルを前提として、A01班の石器製作技術実験モデル、A02班の文化人類学的手法によって把握される現生人類の遊びに伴う学習モデルに準じて、「社会学習」と「個体学習」を特徴づける課題を設計し、脳機能イメージング(機能的MRI及び電気生理学的計測)用の課題を設計する。これをもちいて脳機能イメージング実験を行い、現代人の学習機能地図を生成して、関連する局部領域の所在と形態を定量化する。

① 社会学習の神経基盤

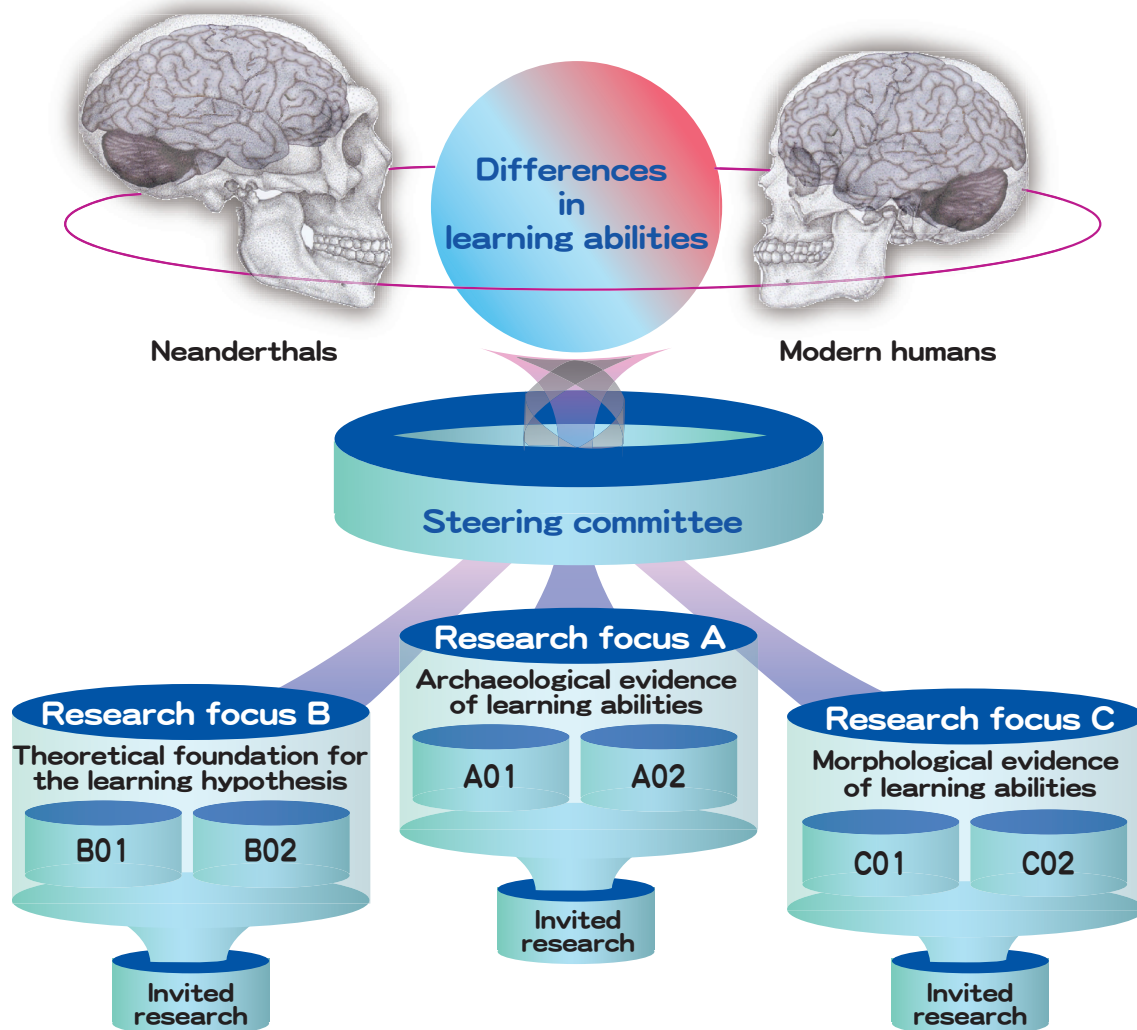
社会学習の主要な形態である模倣学習はヒトに特有で、その神経基盤は未だ明らかでない。特に模倣には、行為意図の付度と、感覚運動統合の要素があるため、模倣学習における両者の役割ならびに表象領域は異なることが予想される。これらを分離するための脳機能イメージング実験を行う。

② 個体学習(創造性)の神経基盤

個体学習の特徴の一つとして、試行錯誤を通じて報酬を手がかりに環境に適応する学習制御であること(強化学習)が挙げられる。他の種と共通の要素である強化学習の神経基盤を明らかにするため、既に心理学で確立されている強化学習課題と脳機能イメージングを組み合わせる実験を行う。さらに、現代人に特有の要素と考えられる創造性の神経基盤を明らかにする。創造性を、特定の社会状況において新奇かつ有用な(あるいは影響力のある)アイデアを発想する能力と捉え、これを測定する課題を開発することを目指す。具体的には、創造性が、(a)強化学習の一種であること(b)社会的文脈で成立するものであることに着目して、社

会報酬（他者からの承認・賞賛）を強化学習モデルに埋め込むことによって創造性のモデルを構築する。このために、A O 2 班と定期的に研究打ち合わせを行い、文化人類学的手法と発達心理学的アプローチにより抽出された遊びに伴う創造的学習行動について、認知モデルを構築し、機能的MRIにて実行可能な課題を作成する。

(2) 学習機能地図の化石脳への写像 化石脳の形態解析結果と現代人の脳機能地図とを統合し、その違いから旧人・新人の学習能力差を検討する。現代人の脳機能地図を相互に重ね合わせる技術(Friston et al 2007)を応用して、脳からC O 1 班により提供される復元頭蓋への外挿（写像）法を確立する。これにより、計算機内の仮想空間に再現された化石頭蓋骨内腔に、脳機能画像データから再構成された機能地図を載せた脳を外挿する。ついで、特定機能を担う領域の体積差を現生人類とネアンデルタール人の間で比較計量し、機能差を推定する。



Steering Committee

Organization

Project leader

Takeru Akazawa, Professor, Research Institute, Kochi University of Technology, Kochi, Japan

Co-investigators

Hirohisa Mori, Associate Professor, International Research Center for Japanese Studies, Kyoto

Yuzo Marukawa, Associate Professor, Research Center for Informatics of Association,

National Institute of Informatics

Yoshihiro Nishiaki, Professor, The University Museum, University of Tokyo

Hideaki Terashima, Professor, Faculty of Humanities and Sciences, Kobe Gakuin University, Kobe

Kenichi Aoki, Professor, Department of Biological Sciences, Graduate School of Sciences, University of Tokyo

Minoru Yoneda, Associate Professor, Graduate School of Integrated Biosciences, University of Tokyo

Naomichi Ogihara, Associate Professor, Department of Mechanical Engineering, Keio University

Hiroki C. Tanabe, Assistant Professor, Department of Cerebral Research, National Institute for Physiological Sciences

Advisors

Shunichi Amari, Professor, Senior advisor, Laboratory for Mathematical Neuroscience, RIKEN Brain Science Institute, Japan

Shiro Ishii, Professor, Senior advisor, Research Center for Science Systems, Japan Society for the Promotion of Sciences, Tokyo, Japan

Nobuko Uchida, Professor, Department of Developmental Psychology, Ochanomizu University, Tokyo, Japan

Tasuku Kimura, President and Professor, Ishikawa Prefectural Nursing University, Japan

Overseas advisors

Ofer Bar-Yosef, Professor, Department of Anthropology, Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University, Cambridge, Massachusetts 02138, USA

Nicholas J. Conard, Professor of Institut für Ur- und Frühgeschichte und Archäologie des Mittelalters, Universität Tübingen, Germany

Ralph L. Holloway, Professor, Department of Anthropology, Columbia University, USA

Anne-Marie Tillier, Professor, Laboratoire d'Anthropologie, Université de Bordeaux I, France

Tjeerd H. van Andel, Professor, Department of Earth Sciences and Godwin Institute of Quaternary Research, University of Cambridge, Downing Street, Cambridge, CB2 3EQ, UK

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

Organization

Team leader

Yoshihiro Nishiaki, Professor, The University Museum, University of Tokyo

Co-investigators

Hirofumi Kato, Professor, Hokkaido University Center for Ainu and Indigenous Studies, Hokkaido University

Seiji Kadowaki, Assistant Professor, The Nagoya University Museum, Nagoya University

Collaborating investigators

Akira Ono, Professor, Center for Obsidian and Lithic Studies, Meiji University

Katsuhiko Ohnuma, Professor, Institute for Cultural Studies of Ancient Iraq, Kokushikan University

Naoko Matsumoto, Associate Professor, Graduate School of Humanities and Social Sciences, Okayama University

Collaborators

Katsuhiro Sano, Assistant Professor, Graduate School of Arts and Letters, Tohoku University

Masaki Naganuma, Research Fellow, Meiji University Research Unit for Campus Sites

Yasuhisa Kondo, Project research fellow, The University Museum, University of Tokyo

Kenji Nagai, Research Fellow, Japan Society for the Promotion of Science/Institute for Cultural Studies of Ancient Iraq, Kokushikan University

Hiroto Nakata: Lecturer, College of Literature, Aoyama Gakuin University

Overseas collaborators

Olaf Jöris: Forschungsbereich Altsteinzeit des Römisch-Germanischen Zentralmuseums

Research objectives

Learning is a fundamental process of cultural transmission and invention among the human societies. Therefore, it is one of the key elements to be investigated for understanding ways and changes of cultural adaptation of particular prehistoric societies as well. The research project A01 aims to characterize learning behaviors of the Neanderthals and the Early Modern Humans with the aid of pertinent archaeological records of the Middle and the Upper Palaeolithic. Focusing on the records of stone tool manufacturing, which are considered to be the direct evidence of prehistoric learning, this project explores differences in learning behaviors between these two types of hominids, and then discusses how the differences contributed to their eventual replacement.

Research methods

The research consists of the following set of analyses: analysis of the archaeological evidence indicative of the past learning behaviors at selected sites of the Middle and Upper Palaeolithic; analysis of the diachronic and geographic variability of the Middle and Upper Palaeolithic industries; analysis of the learning processes of lithic manufacturing through replicative experiments.

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

Organization

Team leader

Hideaki Terashima, Professor, Cultural Anthropology, Faculty of Sciences and Humanities,
Kobe Gakuin University

Co-investigators

Tadashi Koyama, Professor, Developmental Psychology, Faculty of Sciences and Humanities,
Kobe Gakuin University

Sachiko Kubota, Professor, Cultural Anthropology, Graduate School of Intercultural Studies,
Kobe University

Kaoru Imamura, Professor, Cultural Anthropology, Faculty of Economics, Nagoya Gakuin
University

Keiichi Ohmura, Associate Professor, Cultural Anthropology, Graduate School of Language
and Culture, Osaka University

Nobutaka Kamei, Associate Professor, Cultural Anthropology, Faculty of Human Science,
Osaka International University

Eiko Yamagami, Lecturer, Clinical Psychology, Faculty of Sciences and Humanities, Kobe
Gakuin University

Collaborating investigators

Mitsuo Ichikawa, Ecological Anthropology, Emeritus Professor of Kyoto University

Akira Takada, Associate Professor, Ecological Anthropology, Graduate School of Asian and
African Area Studies, Kyoto University

Hitoshige Hayaki, Professor, Primatology, Faculty of Sciences and Humanities, Kobe Gakuin
University

Collaborator

Koji Hayashi, Project research fellow, Faculty of Sciences and Humanities, Kobe Gakuin
University

Overseas collaborators

Barry S. Hewlett, Professor, Department of Anthropology, Washington State University,
Vancouver, USA

Yasmine Musharbash, Lecturer, School of Social and Political Sciences, University of
Sydney, Australia

Research objectives

A02 will study learning behavior of modern humans drawing on the research of hunter-gatherers' children and their daily learning activities. Particularly we will focus on play groups of children to analyze and understand the characteristics of human learning practice. Ethnographic fieldwork and experimental research in collaboration with development psychology will be conducted among various children of present hunter-gatherers or ex-hunter-gatherers.

Hunting and gathering life and children are the two main focuses of our research; of which the former is the most fundamental subsistence mode throughout the human evolution and we have to understand the basic learning characteristics of modern humans in such life mode. And, it is necessary to concentrate on the learning behavior of children and children's play groups since childhood is the most active period for learning and play groups are the most usual and basic learning environment until the introduction of modern school education.

Finally, within a theoretical framework, we will try to obtain an evolutionary perspective of the development of cognitive abilities and the characteristics of learning behavior among *Homo sapiens* which have brought such a rapid and progressive social and cultural evolution.

Research methods

The research will consist of following plans:

- (1) Observation of children's activities in play groups among hunting and gathering societies to study the following items:
 - ① activities of children in play groups
 - ② learning process of technology, craftsmanship, knowledge and so on
 - ③ innovation of new tradition and its diffusion among contemporary generation
 - ④ relationship between teaching and learning behavior
- (2) A comparative study of children among hunting and gathering societies and modernized societies in cooperation with developmental psychology to understand the following items:
 - ① characteristics of learning behavior including creativity in hunting and gathering societies.
 - ② characteristics of the development and learning in hunting and gathering societies.
 - ③ influences of hunting and gathering environment on learning behavior, and development of cognitive abilities.
- (3) A broad comparative study of ethnographic literature on hunter-gatherers living in various natural and social environments to reveal the following items:
 - ① range of variation in life mode and learning behavior.
 - ② changes in plays and play groups among children.
 - ③ relationships between environmental changes and appearance of creativities.
- (4) Theoretical study making together findings of related disciplines such as primatology and cognitive sciences to obtain the following items:
 - ① theoretical perspective on the evolution of learning ability in human evolution.
 - ② discussion base on the difference of learning ability between Neandertal and *Homo sapiens*.

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

Organization

Team leader

Kenichi Aoki, Professor, Anthropology, Graduate School of Science, University of Tokyo

Co-investigators

Kohkichi Kawasaki, Professor, Mathematical biology, Faculty of Culture and Information Science, Doshisha University,

Joe Yuichiro Wakano: Associate Professor, Mathematical Biology, Institute for Advanced Study of Mathematical Sciences, Meiji University

Ryosuke Kimura: Project Associate Professor, Molecular Anthropology, Transdisciplinary Research Organization for Subtropics and Island Studies, University of the Ryukyus

Overseas collaborators

Marcus W. Feldman: Professor, Population Biology, Stanford University, USA

Laurent Lehmann: Assistant Professor, Population biology, Neuchatel University, Switzerland

Research objectives

We provide theoretical support for the “learning hypothesis,” which proposes that the replacement of Neandertals (*Homo neanderthalensis*) by humans (*H. sapiens*) is attributable to innate differences in learning abilities between the two hominid species. Towards this goal, we use evolutionary models to obtain the conditions under which abilities supportive of social learning (learning from others by imitation, teaching, etc.) and/or individual learning (learning by oneself by trial-and-error, “creativity,” etc.) will evolve as adaptations to a changing environment. With reference to data on climate change and other environmental variables supplied by B02, we then attempt to explain why these abilities evolved to a high level in humans but presumably not in Neandertals. Furthermore, on the expectation that differences in learning abilities should be most directly reflected in differences in cultural evolutionary rates, we consider whether such a causal relation can be discerned in the archaeological record as supplied by A01. A complementary goal is to identify the genes contributing to the highly-developed learning abilities of humans, based on statistical analyses of molecular population genetic data, and to locate possible region(s) of the brain where these genes are expressed with reference to the functional map for present-day humans supplied by C02. In addition, we use both evolutionary models and molecular population genetic data to investigate the pattern, speed, and routes of range expansion of humans within and out of Africa.

Research methods

We describe and analyze mathematical models dealing with the effects of environmental change on the evolution of social learning and individual learning abilities. In particular, we study stepping-stone models (habitats are arranged like beads on a necklace, see for example Aoki & Nakahashi 2008, *Theoretical Population Biology* 74, 356-368) and reaction-diffusion models (habitats are distributed continuously, Shigesada & Kawasaki 1997 *Biological Invasions*, Oxford University Press) incorporating spatial environmental heterogeneity, and derive the conditions for the evolution of learning abilities (especially individual learning ability) during range expansion into an environmentally heterogeneous world. Moreover, we review the special features of range expansion in humans relative to other biological species including Neandertals and *H. erectus*, in order to add precision to the above evolutionary models. This we do from the standpoint of both mathematical ecology and molecular population genetics, focusing on such factors as aggregation toward favorable environments or invasion of inhospitable environments, density-dependent migration, and changes in migration rate per se.

By juxtaposing the results obtained from the above theoretical studies with quantitative data on

environmental variability (e.g., between habitats) supplied by B02, we suggest reasons why learning abilities evolved to a high level only in humans.

Using gene-culture coevolutionary models that incorporate both the evolution of learning abilities and cultural transmission, we clarify the process by which novel technology created by individual learning may spread culturally by social learning. This will permit us to predict and interpret the spatio-temporal distribution of modern behavior (Upper Paleolithic tools, ornaments, art). Furthermore, we study the relation between learning abilities and cultural evolutionary rates. For example, we evaluate the claim made by some archaeologists that one-to-many transmission, such as may occur when lithic technology is taught by one expert to many novices, will accelerate cultural evolution (Aoki et al., in preparation).

We conduct statistical analyses of genome diversity in present-day humans to estimate changes in population size as well as the pattern and routes of range expansion in *H. sapiens*. In addition, we use genome data from the chimpanzee, Neandertals (a draft sequence has recently become available), and present-day humans to statistically identify (by observing selective sweep and ratio of synonymous/non-synonymous substitutions) the genes subject to natural selection in the human lineage, and to obtain estimates of the when, where, and magnitude of these selective events. In particular, by investigating the signature of natural selection on genes that are expressed in the brain and nervous system, we identify the genes contributing to advanced individual learning ability in humans, the existence of which is both a premise for and a prediction of the evolutionary models.

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

Organization

Team leader

Minoru Yoneda, Associate Professor, Graduate School of Integrated Biosciences, University of Tokyo

Co-investigators

Ayako Abe-Ouchi, Associate Professor, Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

Yusuke Yokoyama, Associate Professor, Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

Takashi Oguchi, Professor, Center for Spatial Information Science, University of Tokyo

Hirohisa Mori, Associate Professor, Office for Virtual Resources, International Research Center for Japanese Studies, Kyoto

Yuzo Marukawa, Associate Professor, Research Center for Informatics of Association, National Institute of Informatics

Collaborating investigators

Hodaka Kawahata, Professor, Graduate School of Integrated Biosciences, University of Tokyo

Collaborators

Wing-Le Chan, Researcher, Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

Yasuhisa Kondo, Visiting scholar, Center for Spatial Information Studies, University of Tokyo (Project Research Fellow, The University Museum, The University of Tokyo)

Overseas collaborators

Tezer M Esat, Australian Nuclear Science and Technology Organization (ANSTO)
Australian National University

Masa Kageyama, Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement
LSCE/IPSL - CEA-CNRS-UVSQCE Saclay, l'Orme des Merisiers, batiment 701, 91191
Gif-sur-Yvette Cedex, FRANCE.

Rania Bou Kheir, Department of Geography, GIS Research Laboratory, Faculty of Letters and
Human Sciences, Lebanese University, P.O. Box 90-1065, Fanar, Lebanon

Gilles Ramstein, Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement
D.S.M. / Orme des Merisiers / Bat. 701 C.E. Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette, FRANCE.

Research objectives

The primary goal of this research project is to reconstruct the distribution of Anatomically Modern Humans (AMH) and Neanderthals in time and space during the period when they were contemporaneous, from 200 to 20 ka (the abbreviation 'ka' signifies thousands of years). Additionally, our purpose is to reconstruct their environment including climatic conditions and ecological settings. Based on scientific evidence, the relationship between their site distributions and the pattern of environmental changes may reveal differences between these two hominins in their adaptive responses to environmental changes. This comparison will test the theoretical hypothesis of research project B01 by using concrete evidences from geosciences. To accomplish this goal, we concentrate our investigation on environmental change during the period from 200 to 30 ka and the distribution of archaeological evidence for modern human behavior including innovative techniques and symbolic expression.

Research methods

In this study, we will conduct 4 independent research projects with the purpose of reconstructing the distribution of AMH and Neanderthals sites and migrations/movements, and early modern behavior in light of environmental change in time and space. These four interrelated research projects will produce concrete data that will serve to test the theoretical predictions of B01's "Individual Learning Hypothesis." The following four research projects consist of the B02 research group:

(1) The replacement of Neanderthal populations by AMH in Europe has been discussed by the precise review of age determinations at key sites, and the detailed reconstruction of the paleoclimate and paleoecosystems, while such research has not been conducted in other regions where modern humans—our species, *Homo sapiens*--actually evolved. In this study, we focus on the regions of Africa and West Asia, from where little information evaluated in light of the modern scenario of human evolution, in order to investigate what happened to Neanderthals and AMH by precisely reconstructing the distribution of these two species in the detailed timescale proposed for this project. We will produce a series of new distribution maps of Neanderthal and AMH settlements using more precise datasets of absolute dating by reviewing sampling, preparation, measurement technology, evaluation diagenetic effects (postmortem chemical alterations), and data processing. The evaluated age information will be summarized in maps using GIS (Geographical Information System) methods to reconstruct detailed maps of hominin distribution.

(2) In order to illustrate temporal change in environments to which Neanderthal and AMS had faced during their evolution, a series of reconstructed climatic distributions will be created for every ten thousand year period from 200 to 30 ka by using the global climate simulation model. This simulation model established for forecasting future climatic change by the University of Tokyo and the National Institute for Environmental Studies (Tsukuba) will be applied to reconstruct past global and regional climate. These results will linked to the GIS maps that illustrate the distribution of Neanderthal and AMH occupation and the emergence of modern behavior, as well as the temporal sequence data on ancient environments and ecosystems

recorded in geological sediment cores. The relationship between humans, climate, and environmental settings will be discussed based on these maps. As a second step, various regions and periods will be investigated to examine more detailed discussions on the evolution of learning ability of the two kinds of humans.

(3) Some continuous data of environmental proxies are important in order to reinforce the temporal changes between reconstructed climatic distributions through model simulations, because geochemical proxies can suggest not only temporal changes in environment at specific locations, but also some rapid and/or local events. Even with the latest global simulation models, it is still a challenging task to illustrate rapid drastic climate changes such as Dansgaard-Oeschger cycles and Heinrich Events, and their effects on each region of the earth. By combining the simulated climate distributions and continuous data from a specific location, unique environment and temporal changes will be described in detail for this project, especially with respect to Africa and East Eurasia from the 200 to 30 ka period.

(4) An information system that can integrate the following data will be developed for this project using GIS: age data on human occupation (Neanderthals and AMH), archaeological evidence of modern behavior, and the global reconstruction of climate, and point data on environmental proxies extracted from geological cores. By using this system, the relationship between environmental change and human behavior can be examined from a statistical point of view. This investigation will also extract differences in behavioral adaptations of Neanderthals and AMH against that of environmental change. These outcomes will be necessary to test and to help crystallize the theoretical hypothesis provided by project B01. They will also facilitate discussion with project A01 to understand human adaptations through technical innovations.

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

Organization

Team leader

Naomichi Ogiwara: Assistant Professor, Biomechanics, Faculty of Science and Technology, Keio University

Co-investigators

Osamu Kondo: Associate Professor, Physical Anthropology, Graduate School of Science, University of Tokyo

Hiromasa Suzuki: Professor, Fine Digital Engineering, Research Center for Advanced Science and Technology, University of Tokyo

Collaborating investigators

Hajime Ishida: Professor, Physical Anthropology, Faculty of Medicine, University of the Ryukyus

Takashi Michikawa: Assistant Professor, Fine Digital Engineering, Research Center for Advanced Science and Technology, University of Tokyo

Overseas collaborators

Christoph P.E. Zollikofer: Professor, Anthropological Institute and Museum, University of Zurich, Switzerland

Marcia Ponce de Leon: Lecturer, Anthropological Institute and Museum, University of Zurich, Switzerland

Research objectives

Developing engineering methods to help reconstructing original antemortem appearance of unearthed fossil cranial fragments is important for objective, precise, and reproducible reconstruction of fossil crania. This research project aims to develop a computer-assisted system for reconstructing fossil crania based on three-dimensional surface modeling technique. Specifically, we try to create software to aid assembling isolated cranial fragments into the original anatomical position, to help correcting plastic deformation, and to compensate for missing parts of the unearthed fossil crania. We then apply this assistive system for virtual reconstructions of Neandertal and early modern human fossil crania. We investigate morphology of the original and virtual versions of the crania and endocasts, providing new lines of discussion for Hominid brain evolution.

Research methods

- (1) We propose computerized methods to help reassembling fossil fragments, eliminating plastic deformation, and compensating missing parts based on surface modeling technique, for new reconstructions of some of Neandertal and early modern human fossil crania.
- (2) We evaluate validity and limitations of the proposed reconstruction methods by inverse transformation (reconstruction) of virtually fragmented/deformed models of modern human cranium.
- (3) We provide the reconstructed results to, and receive the functional brain imaging data from Project C02 to collaboratively analyze possible anatomical and functional differences in the brain of the Neandertals and early modern humans.

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

Organization

Team leader

Hiroki C. Tanabe, Assistant Professor, Department of Cerebral Research, National Institute of Physiological Sciences

Co-investigators

Norihiro Sadato, Professor, Department of Cerebral Research, National Institute of Physiological Sciences

Naoki Miura, Lecturer, Department of Intelligent Mechanical Systems Engineering, Kochi University of Technology;

Collaborating investigators

Makoto Miyazaki: Associate Professor, Research Institute, Kochi University of Technology

Research objectives

Based on comparative anatomical and neuro-archeological evidence, our research group examines the working hypothesis that there are differences in learning ability between modern and ancient humans. Specifically, our group will conduct a functional brain mapping study of modern humans in order to localize social learning abilities (related to cultural transmission such as imitation, teaching), and individual learning processes (involved in making discoveries and inventing, e.g., trial-and-error learning, thought experiments, and gaining of insight). These results will then be combined with the quantitative morphological differences between “fossil brains” of ancient and modern humans (comparative morphology) to extrapolate the functional distinctions between the two groups (neuro-archeology). By assuming that morphological

differences observed in fossil brains reflect functional differences between modern and ancient human brains, we will investigate the presumed gaps in individual (as opposed to 'social') learning abilities between the two types of humans in light of anatomical evidence. This project aims to create an evidence-based model for elucidating the evolution of learning abilities.

Research methods

(1) Functional Mapping and Analysis of Learning in the Modern Human Brain

Tasks that appropriately involve 'social' and 'individual' learning processes will be created for functional brain imaging (functional MRI and electrophysiological measurements). For this purpose, the following will be considered: the learning hypothesis and the theoretical model adopted for Project B01; the experimental model for the development of stoneware production techniques used in Project A01; and the cultural anthropological model for play-related learning in modern humans constructed in Project A02. Functional brain imaging experiments will be conducted while these tasks are performed in order to produce learning function maps for the modern human brain as well as to identify the localization and morphology of relevant brain regions in a quantitative manner.

① Neural Substrates for Social Learning Skills

Imitative learning, which constitutes a major part of social learning skills, is specific to humans; however, its neural substrates have not yet been fully elucidated. In particular, elucidating the basis of imitative behaviors involves understanding sensory-motor integration, in other words the integration between the perceived intent of actions (sensory component) and the actions themselves (motor component). These features of imitative learning are likely to have different roles and be represented in different brain areas. Functional brain imaging will be used to discriminate between these components.

② Neural Substrates for Individual Learning Processes (Creativity)

Individual learning dynamics include a control process in which the agent adapts to the environment through learning by trial-and-error so as to maximize the rewards it gives (reinforcement learning). To clarify the neural substrates of reinforcement learning, a process shared with other species, our experiments will employ a combination of functional brain imaging techniques and reinforcement learning tasks that have already been established and verified in psychology. In addition, our research will investigate the neural substrates of creativity, a feature believed to be specific to modern humans. Tasks for measuring degrees of creativity will be generated based on the definition of creativity as the production of unprecedented and useful (or influential) ideas in specific social environments. In concrete terms, the model for the development of creativity will be established by incorporating social rewards (approval and praise from others) into the reinforcement learning model, based on the thought that creativity is (a) a result of reinforcement learning and (b) formed in a social context. To pursue this goal, we will create fMRI executable tasks in close and regular collaboration with Project A02, using the cognitive model for play-related creative learning processes. These learning processes will be extracted by cultural anthropological methods and developmental psychological approaches.

(2) Mapping of Learning Functions in the Fossil Brain

Possible differences in learning abilities between ancient and modern humans will be examined by integrating morphological analysis of fossilized brains with functional mapping of the modern human brain. By applying the techniques for superimposing functional maps of the modern human (Friston et al., 2007), we will establish methods for extrapolating brain functions to the reconstructed skull images produced by Project C01. Three-dimensional brain images will be fitted to fossil cranial cavities reconstructed within the computer's virtual space, along with an indication of the functional topographic map of the brain that will be reconstituted from the

functional brain imaging data. Comparative volume quantification will be carried out for the regions mediating specific functions in order to estimate possible functional differences between *Homo sapiens* and *Homo neanderthalensis*.

発表要旨

ABSTRACTS OF CONFERENCE PRESENTATIONS

総括班

Steering Committee

1. 新学術領域研究「交替劇」全体構想

赤澤 威

高知工科大学・総合研究所

ヒトの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だが、その繰り返されてきた交替劇の最後、言い替えれば、直近の交替劇の舞台に登場するのが、旧人ネアンデルタールと新人サピエンスである。

20万年前以降、世界各地で対峙することになった両者のその後については、化石や行動の所産、遺伝子の証拠から、新人に軍配が上がり、旧人は絶滅していったことになる（「ネアンデルタール人絶滅説」）。旧人として消えていったネアンデルタールと今日の地球世界の幕開けを演出した新人サピエンスというシナリオだが、では、いったい何が両者の命運を分けたのか。

その真相は、現代人起源論争に残された最大の謎として世界中の考古学者、人類学者、遺伝学者が競い合う研究テーマとなり、真相を説明する仮説モデルは相次いで発表され、検証作業が進むとともに、交替劇がいつ、どこで、どのような経過をたどって進行したか、その渦中における旧人ネアンデルタールと新人サピエンスの間の相互作用のあり方の概要もまた分かりつつある。

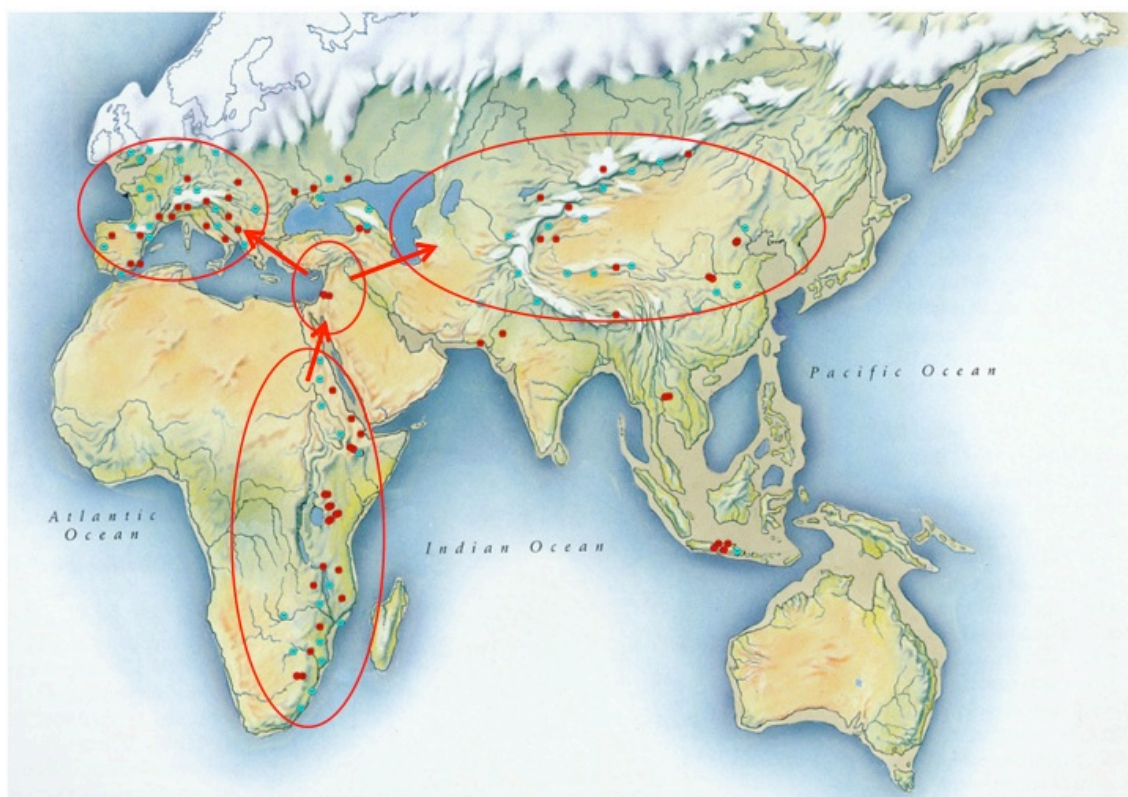
ところで、旧人ネアンデルタールの絶滅という結末は、交替劇の本質的意味を象徴的に暗示しているようだが、交替劇の顛末の要因はいったい“何に”、“どこに”あったのか。この課題にアプローチするためにわれわれは、交替劇を、生存戦略上の問題解決に成功した社会と失敗した社会として捉え、その相違を両者の学習能力・学習行動という視点にたって調査研究する。そして、交替劇の真相は旧人と新人の間に存在した学習能力差にあったとする作業仮説（「学習仮説」）を実証的に検証する計画である。

具体的には、人文系・生物系・理工系諸分野の連携研究のもとで、(1) 旧人・新人の間に学習行動差・学習能力差が存在したことを実証的に明らかにし(研究項目A)、(2) 旧

人・新人の間に学習能力差・学習行動差が生ずるに至った経緯を理論的かつ実証的に明らかにし(研究項目B)、(3) 旧人・新人の間の学習能力差・学習行動差の存在を両者の脳の神経基盤の形態差という解剖学的証拠で明らかにする(研究項目C)。そして、以上の研究モデルを、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交替劇全域に適用し、研究成果の相互乗り入れをはかり、その有機的結合によって学習仮説を総合的、普遍的に検証する計画である。

さて、直近の交替劇で生き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、次なる新人の候補者が見あたらない状況では、次の交替劇を具体的にはイメージできない。そこで、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、どのような枝振りになるかは誰にも答えられない。ただ、そのヒントは直近の交替劇の真相に隠されているに相違ない。

われわれの研究は、交替劇研究のブレイクスルーを開くと同時に、新人サピエンスに特異的な高い知能や彼らの現代的行動がどのような外的条件のもと、どのような経緯で獲得されたかを学習の視点から見極める道筋を拓き、われわれ人類がどのような歩みを経て今日に至ったかを俯瞰する新たな実証的進化モデルの構築をめざすことになる。それは、われわれ21世紀人類の行く末を考えるためである。



交替劇：アフリカ起点に漸進
アフリカ 20 万年前以降；中東 10 万年前以降；その他 4 万年前以降

1. NEW RESEARCH PROJECT ENTITLED “REPLACEMENT OF NEANDERTHALS BY MODERN HUMANS: TESTING EVOLUTIONARY MODELS OF LEARNING”

Takeru Akazawa

Research Institute, Kochi University of Technology

Human evolution has never taken a straight course. Rather, it has been branching all along the way. In the course of this branching, at certain points in time, one species would play the role of “archaic humans” who would eventually become extinct, and another species the role of “new humans,” who would initiate a new era. That is, the evolution of humans can be said to be a series of iterations of the drama of replacement of archaic humans by new humans. In the most recent of these replacement dramas, the main players were the Neanderthals, as the archaic humans, and *Homo sapiens*, as the new humans.

Starting about 200,000 years ago, the two species began to coexist in various parts of the world. Eventually the new humans dominated the landscape and the archaic humans became extinct; this is evident from fossils, archaeological artifacts created at the time, and from genetic evidence (Neanderthal extinction hypothesis). In the end, the Neanderthals as an independent archaic species disappeared, while our ancestors, the modern *Homo sapiens*, were able to persist, taking center stage at the dawn of today’s world all across the Earth. Important questions arise: what actually took place during this rather recent drama of replacement, and what finally decided the fates of the two populations?

These questions have led to the formation of several research themes in which archaeologists, anthropologists, and geneticists around the world have been struggling to find a solution to what is now regarded as the greatest remaining mystery in the discussion concerning the origin of modern humans. Currently various hypothetical models are being published explaining what happened, and experimentation and verification of these models are progressing. This ongoing work is gradually revealing when, where, and along what courses the drama of replacement progressed, and is affording an outline of the turbulent interaction between the archaic humans and the modern humans.

On that note, the ending, i.e., the extinction of the Neanderthals, seems to symbolically imply some essential significance of the drama of replacement, but “what” were the exact causes of the drama, and “where” did it take place, and “how” did it unfold? In order to answer these questions, we are setting out to (1) interpret the replacement drama as the replacement of a society which failed to resolve issues of strategic importance to their survival by a society which succeeded in doing so; and (2) investigate the differences between these two societies from the perspective of learning ability and learned behaviors. We then intend to empirically validate the working hypothesis (referred to here as the “learning hypothesis”) that the explanation for the replacement drama lies in the difference in learning ability between the archaic and modern humans.

More specifically, we will empirically test the learning hypothesis by organizing collaborative research involving disciplines from the humanities, biology, and the science and engineering fields, to pursue the following goals: (1) to empirically establish that differences in learning ability and learned behaviors existed between Neanderthals and modern humans (Research Team A); (2) to theoretically and empirically clarify the circumstances that gave rise to these differences (Research Team B); and (3) to anatomically demonstrate the presence of the differences in learning capacity and learned behaviors through examination of the difference in

the configurations of the neural basis in the brains of the two populations (Research Team C). We intend to then apply the above research models to the drama of the replacement of the archaic Neanderthals by modern humans, who appeared in Africa and advanced throughout the world. We will then consolidate the results of all the studies, and will work to validate the learning hypothesis in a comprehensive manner through organic links among the research results.

The inhabitants of Earth today are descendants of the new humans who survived the latest replacement drama. However, we ourselves might even now be at the center of the next replacement drama. It is of course difficult to concretely envision the next replacement drama when there are no potential new humans in sight. One might think that we current new humans are the sole exception, the end to the cycle outlined above; that there will be no more branchings of evolution in the future; and that we will be here for the rest of time. After all, no one knows if or how evolution may branch in the future. However, some clues to this question may be hidden in the dynamics of the most recent replacement drama.

Our research is expected to lead to a breakthrough in the research on the Neanderthal-homo sapiens replacement drama; working from the perspective of learning capacity, we will establish a course towards the discovery of how and under what external circumstances modern *Homo sapiens* acquired their unique high intelligence and modern behavioral patterns. We aim to establish a new empirical evolution model so as to gain a broad view of the course which made mankind what we are today. In that frame and through that process, our research will be a foundation for the contemplation of the future of mankind in the 21st century.

2. 人類遺跡データベースを用いた時空間情報基盤の構築

森 洋久⁽¹⁾、丸川雄三⁽²⁾

(1) 国際日本文化研究センター

(2) 国立情報学研究所

本班は、交替劇研究全体に資する研究資源情報基盤の開発を担当する。交替劇をとりまく人類化石や遺跡は、位置および年代などの時空間情報を備えている。本基盤構築事業では、これらの情報を地図または年表上で扱うことができる時空間情報基盤の実現を目指す。人類化石や遺跡には、調査報告書や論文など、具体的な記述を与える関連文献資料が存在する。情報基盤構築にあたっては、時空間情報と文献情報を相互に結び付けることが可能な統合サービスの開発を行う。

2010年度 of 目標

高知工科大学で公開中の人類化石データベース⁽¹⁾を基に、論文や報告書などの関連情報を閲覧できる統合サービスを開発する。Globalbase⁽²⁾を活用して、文献情報の登録が可能な地理情報システムの設計および構築を行う。数点の人類化石について、関連する文献情報の電子化をはかり、システムへの登録と試験運用を実施する。

2011年度以降の目標

文献情報の拡充を並行して行い、2010年度に構築したシステムを一般に公開する。文献の全文をウェブ上で閲覧できるよう、国立情報学研究所が公開する CiNii⁽³⁾ など既存の情報サービスとの連携を進める。連想検索エンジン GETAssoc⁽⁴⁾ を利用して、人類化石にもとづく各種データを横断的に抽出可能な連想検索機能の実現に取り組む。

時空間情報の可視化・閲覧システムの研究開発に着手し、人類化石の発信に適した時空間軸設計を検討する。交替劇に関係する出来事を、時空間軸上で自在に追跡できるシステムの実現を目指す。

参考 URL

(1) Catalogue of Fossil Hominids Database, <http://gbs.ur-plaza.osaka-cu.ac.jp/kaseki/>

(2) Globalbase Project, <http://www.globalbase.org/>

(3) CiNii, <http://ci.nii.ac.jp/>

(4) GETAssoc, <http://getassoc.cs.nii.ac.jp/>

2. CONSTRUCTION OF A SPATIO-TEMPORAL INFORMATION INFRASTRUCTURE BASED ON THE CATALOGUE OF FOSSIL HOMINIDS DATABASE

Hirohisa Mori⁽¹⁾, Yuzo Marukawa⁽²⁾

(1) International Research Center for Japanese Studies

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

We are in charge of the development of a research resource information infrastructure that can provide an effective platform for research on the replacement drama as a whole. The remains of fossilized humans and other finds from the period of the replacement drama are closely associated with important spatio-temporal information such as position and era. In this infrastructure construction project, we aim to design and implement a spatio-temporal information infrastructure that supports the handling of such information on maps and/or chronological tables. Survey reports, papers, and other forms of literature and materials that provide concrete descriptions of fossilized remains of human and other finds are already available. Thus, in the process of constructing the information infrastructure, we intend to develop a set of integrated services that can consistently link the spatio-temporal information and bibliographical information.

Targets in 2010

- Develop integrated services that allow the browsing of papers, reports, and other related information based on the Catalogue of Fossil Hominids Database¹⁾ currently made available by the Research Institute, Kochi University of Technology.
- Exploit the Globalbase²⁾ architecture to design and implement a geographic information system allowing registration of bibliographical information.
- Convert bibliographical information related to several fossilized human remains to electronic form, register the information in the system and perform a test installation.

Targets in the entire period 2011-2014

- Upgrade and expand the bibliographical information framework and release it and the system constructed in 2010 to the public at the same time.
- Promote cooperation with the National Institute of Informatics' CiNii³⁾ service and other existing information services, towards the full-text availability of the literature articles on the Web.
- Work towards the design and implementation of an associative search function that allows the retrieval of various data related to fossilized human remains in a cross-sectoral manner, utilizing the associative search engine GETAssoc⁴⁾.
- Start research and development of a spatio-temporal information visualization/browsing system and study spatio-temporal axis design suitable for the delivery of information on fossilized human remains.
- Attempt implementation of a system that allows the at-will tracing of events related to the replacement drama on the spatio-temporal axis.

URL

(1) Catalogue of Fossil Hominids Database, <http://gbs.ur-plaza.osaka-cu.ac.jp/kaseki/>

(2) Globalbase Project, <http://www.globalbase.org/>

(3) CiNii, <http://ci.nii.ac.jp/>

(4) GETAssoc, <http://getassoc.cs.nii.ac.jp/>

研究項目 A 0 1 「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*

3. 旧石器人の学習に関わる考古学的証拠

西秋良宏

東京大学・総合研究博物館

考古資料は先史時代の学習行動を語る唯一の物証である。本研究班は、旧石器遺跡における考古学的証拠の収集と分析を通して旧人・新人の学習行動の違いを具体的に論じることが目的とする。学習の場であった遺跡の構造及び学習の所産である石器製作伝統の時空分布と消長パターンなどを復元・分析し、両者の学習行動を再構築する。そして、その違いを明らかにすることによって、学習という観点から旧人・新人交替劇の説明を試みる。この研究を的確に遂行するには、まず、どんな考古学的証拠が過去の学習行動の解析に有効かについて整理しておく必要がある。本発表では、旧石器人の石器製作学習に関する既存の研究を概観し、考古学における学習行動研究の現状と課題を検討する。

3. ARCHAEOLOGICAL EVIDENCE OF LEARNING IN THE PALAEOLITHIC RECORDS

Yoshihiro Nishiaki

The University Museum, University of Tokyo

Learning is a fundamental process of cultural transmission and invention among the human societies. Therefore, it is one of the key elements to be investigated for understanding ways and changes of cultural adaptation of particular prehistoric societies as well. The research project A01 aims to characterize learning behaviors of the Neanderthals and the Early Modern Humans with the aid of pertinent archaeological records of the Middle and the Upper Palaeolithic. Focusing on the records of stone tool manufacturing, which are considered to be the most relevant evidence of the prehistoric learning, the project explores differences in learning behaviors between these two types of hominids, and then discusses how the differences contributed to their eventual replacement. In this paper, the outline of the research strategies will be presented. It consists of a review of the previous studies on learning of the Palaeolithic societies and a presentation of the analytical methods to reach the goals of the project.

4. 高緯度寒冷地域への植民行動：その進化的・学習的意義

加藤博文

北海道大学・アイヌ・先住民研究センター

シベリアを含む北ユーラシア地域は、旧人・新人両者の生活痕跡が残されている地域の一つである。この地域における遺跡立地や適応行動を旧人・新人両者で比較することは交代劇の背景を考察する上できわめて重要である。北ユーラシア地域での旧人の生活領域はきわめて限定されている。この状況は、かれらの環境適応行動や学習行動と深く結びついていると予想される。一方で、新人はこの地域への移住を開始されるとともに、北緯70度以北まで急速に拡大したことが明らかにされている。本報告では北ユーラシアにおける旧人と新人の遺跡分布の違いを提示し、さらに「現代人的行動」の出現状況についても検討したい。

4. COLONIAL NORTHWARD BEHAVIOR: SIGNIFICANCE TO EVOLUTION AND LEARNING

Hirofumi Kato

Center for Ainu and Indigenous Studies, Hokkaido University

Northern Eurasia including Siberia is one of the significant areas where we can see traces of remains of both species: Neanderthals and *Homo sapiens*. Comparing site location and adaptation strategies of the two species in this area is very important to consider the background of replacement. The living area for Neanderthals in northern Eurasia had been very limited. It can be expected that this was deeply related with their adaptive behavior and learning activities. In contrast, *Homo sapiens* has been shown to have expanded rapidly to lat. 70°N. after they began to migrate into this area. This report presents the differences of geographical distribution between Neanderthals and *Homo sapiens* and tries to consider the context of the emergence of 'Modern behavior' in this area.

5. 旧人・新人に関わる石器製作伝統のデータベース化：その目的と方法

門脇誠二⁽¹⁾、近藤康久⁽²⁾

(1) 名古屋大学博物館

(2) 東京大学・総合研究博物館

先史遺跡から最も頻繁に発見され、数多く報告されている考古標本が石器である。膨大な石器標本を旧人・新人の学習行動差に関する物的証拠として役立てるため、石器の製作伝統に着目する。伝統の継続は社会学習を反映する一方で、その変化は個体学習を反映する可能性があるという前提の下、石器製作伝統の出現や継続、衰退のパターンを旧人と新人のあいだで比較する。その比較結果に基づいて、旧人・新人の学習行動がどれだけ異なったかを査定することが目的である。

この研究を行うためにまずは、旧人と新人の交代劇の舞台となったアフリカとユーラシア西半地域においてこれまでに報告されている石器製作伝統のデータを入手・整理する必要がある。広範な地域を対象とした膨大な数の遺跡報告書を入手し、その情報を効率的にデータベース化するために、複数の研究者がインターネットを通して同一データベースを共同構築するシステムを導入した。

5. A DATABASE OF NEANDERTHAL AND MODERN HUMAN LITHIC INDUSTRIES: AIMS AND CONSTRUCTION METHODS

Seiji Kadowaki⁽¹⁾, Yasuhisa Kondo⁽²⁾

(1) The Nagoya University Museum

(2) The University Museum, University of Tokyo

Lithic artifacts usually constitute the major archaeological record at prehistoric sites. Examination of the large volume of lithic collections contributes to the study of prehistoric learning behaviors. We aim to compare the patterns in the emergence, continuity, and decline of Neanderthal and Modern Human lithic industries under the assumption that the continuity of a certain lithic industry reflects a social learning behavior, while a change represents individual learning behavior. The results of this comparison form the basis for our assessment of the difference in learning behaviors between Neanderthals and Modern Humans.

The onset of this research requires the collection and organization of a great deal of data on lithic industries in Africa and western Eurasia, where the replacement of Neanderthals by Modern Humans took place. In order to facilitate this initial task, we introduce a working system in which multiple researchers can concurrently construct and access a master database via the Internet.

研究項目 A 0 2 「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

6. 学習・遊び・狩猟採集民

寺嶋秀明

神戸学院大学・人文学部

狩猟採集はヒトの進化のほとんどの期間、ヒトの主たる生計様式であった。しかし1万年ほど前に農耕が始まり、それは瞬く間に地球上に広がった。20世紀の半ばには全人口の約0.01%といったごくわずかな人々が「狩猟採集民」として認知されていたにすぎない。さらに現在ではそれらの人々のほとんどが狩猟採集以外の生業をもち、定住生活をおくっている。しかし、そういった "ex-hunter-gatherers" においても、さまざまな生活習慣、思考様式、人間関係、社会制度にはいまだ狩猟採集生活の影響があり、彼らの生活の特徴付けている。

A02班では、それらの人々のうち、アフリカ中央部の熱帯林に暮らすピグミー系狩猟採集民、アフリカ南部の乾燥地帯に暮らすブッシュマン系の狩猟採集民、オーストラリア大陸のアボリジニ、カナダ北極圏のイヌイトといった多彩な環境の人々をピックアップし、フィールドワークを主体とした研究を行う。

本研究班が目標とするのは、農耕以前の生活様式である狩猟採集社会における学習実態の把握である。とくに文化の継承にもっとも深い関わりをもつ子どもたちがどのように先代の文化を習得するか、そして独自の文化を生み出していくのか調べる。これまでの研究からも明らかになっているが、狩猟採集社会では、大人が子どもに教示することがほとんどない。子どもは「見て覚える」のである。それは「模倣」であり、ホモ・サピエンスの急速な文化進化の秘密 (Tomasello 1999) とされている。ただし、子どもがどのような場でどのように模倣による学習をしているか、その実態はほとんど明らかにされていない。狩猟採集社会において、子どもの自然な発達過程に模倣という学習がどう組み込まれているのか、それを明らかにする必要がある。そういった学びの環境として考えられるのが「遊び」であり「遊び集団」である。狩猟採集民の子どもにおける学習と遊びとの深い関係に注目し、ホモ・サピエンス特有の学習行動の把握を目指す。

6. PLAY, LEARNING, AND HUNTER-GATHERERS

Hideaki Terashima

Department of Cultural Anthropology, Kobe Gakuin University

Hunter-gatherer life has been the most fundamental subsistence mode throughout human evolution. However, since the start of agriculture about 10,000 years ago the number of hunter-gatherers has decreased drastically, to only 0.01% of the total population on the earth in the middle of 20th century. Now most hunter-gatherers live in sedentary residence, adopting subsistence methods in addition to hunting-gathering. However, even among such "ex-hunter-gatherers" there still remains the essence of hunter-gatherer culture in their lifestyle, way of thinking, interpersonal relationships and social institutions.

A02 team will conduct fieldwork on hunter-gatherer groups as follows: (1) Pygmy groups in the tropical rain forest of central Africa, (2) Bushman groups in the dry savanna of south Africa, (3) Aborigines in the north and central part of Australia, and (4) Inuit groups in northern Canada.

This will afford an understanding of the characteristics of the learning behavior of hunter-gatherers. In particular we will focus on how children learn traditional culture and create new culture. Many researchers say that there are no teaching activities among hunter-gatherers, that rather children learn by seeing and imitating. Culture is transmitted through "imitative learning" which is considered to have been the vehicle of rapid human cultural evolution (Tomasello 1999). However, it is not yet clear where, when, and how children's imitative learning takes place. Thus it is necessary to make clear how imitative learning is incorporated into the natural development of children. *Play* and *play groups* constitute the most important learning environment for children, so we will examine the relationship between play and learning to gain an understanding of the distinct learning behavior of *Homo sapiens*.

7. アボリジニの子供集団 –オーストラリア、アーネムランド

窪田幸子

神戸大学・大学院国際文化学研究科

オーストラリア・アボリジニの一部族であるヨルングの人びとは、オーストラリア大陸北部のアーネムランド地域に暮らしている。彼らは、20世紀まで白人との恒常的接触を経験せず、伝統的な狩猟採集の生活を送ってきた。1920年代から次第にキリスト教ミッションを中心とする入植がはじまり、調査地域には 1942年にミッションの拠点が建設され、それ以降、近代的な設備の町に定住し、消費物資を利用する一方、狩猟採集を行い、慣習的な親族社会関係を維持し、伝統儀礼も維持するという生活が続いている。アボリジニの子供たちは、学校教育を受けつつ、拡大親族の網の目のなかで育ち、自然のなかでの狩猟採集の知識も身につけつつ育つ。特に、アボリジニの成長の場面で注目されるのは、年齢集団の役割である。大人たちがほとんどしつけらしいしつけを行わないが、子供たち同士の関係のなかで日常の行動様式を身につけるようになってゆく。そこでみられるのは、あくまでも「見習う」という学びの形であるといえる。今後、子供同士の関係に注目して、「見習う」学びの具体的諸相を明らかにする予定である。

7. AGE GROUP OF ABORIGINAL CHILDREN – THE CASE IN ARNHEM LAND, AUSTRALIA

Sachiko Kubota

Graduate School of Intercultural Studies, Kobe University

The Yolung, the Aboriginal group living at the far north of the Australian continent, an area called Arnhem Land, did not experience colonization until the 20th century. They continued their hunter-gatherer mobile life style until that time. A Methodist mission set up a settlement in the Yolung area in 1942. Since then, the Yolung people have lived a sedentary life at a settlement, utilizing its modern resources and cash commodities. At the same time though, they have maintained their customary kinship ties, their hunter-gatherer mode of life and their traditional rituals and mythological beliefs. The Aboriginal children are now enrolled in the public school system, but at the same time they are brought up in a very intimate extended kin-network, gaining knowledge about the environment through hunting and gathering, and learning to take part in the various rituals. The role of age-group among Yolung society is especially important in the case of the children. They do not receive any basic disciplining from their adult members, but they gradually learn the expected behaviors in their presence. Their way of learning is basically through observation and imitation. In this project, I will analyze the learning and imitating behaviors of children among age group to determine the practical function of those behaviors in support of 'adaptation'.

8. 学習行動に関する発達心理学的研究—認知と創造性について

山上 榮子

神戸学院大学・人文学部

学習行動の根幹をなす子ども本来の資質は、子どもがどのような環境で育つかによって発達したり、逆に減退したりする。現生狩猟採集社会と近代化社会の違いは、子どもの視知覚・運動系の認知システムに影響を及ぼしているであろう。一方、社会の違いが反映しないで、通底する認知領域もあるはずである。さらに、認知や模倣を基盤として創造性に発展する可能性を学習行動は包含している。この認知と創造性について、「精神人類学」を提唱した藤岡（1974）の「テスト調査」の手法を用いて検討する。なお、藤岡はロールシャッハ法とバウムテストという心理テストを用いたが、ここでは心理テストだけでなく、心理表現技法のひとつであるコラージュ表現を用いたい。子どもたちにとって簡単な心理テストはゲームのような遊びである。また、写真や「レディメイドの素材」（森谷 1990）を用いるコラージュ制作は、アートを通しての心理表現技法であるものの、子どもたちにとっては、はさみやのりを用いる、切ったり貼ったりの楽しい遊びそのものである。子どもたちは目新しい素材に出会った時、いかに対応し、どのような遊びへと展開させていくのであろうか？そのプロセスと結果から認知と創造性を追求する。さらに、創造性の発達心理学的出発点であり、遊びの始まりでもある移行対象（Winnicott, D.W., 1964）について、養育者に質問紙調査をする。最後に、文化の違い、移行対象の有無、及び心理表現技法を通して得た結果の関連から、認知と創造性について総合的に考察する。

8. DEVELOPMENTAL PSYCHOLOGY OF LEARNING BEHAVIOR: COGNITION AND CREATIVITY THROUGH THE PSYCHOLOGICAL EXPRESSIVE TECHNIQUE

Eiko Yamagami

Department of Cultural Anthropology, Kobe Gakuin University

Children's own resources, on which learning behavior is based, may either be developed or suppressed depending on the environment in which they are raised. It is possible that the difference between hunter-gatherer societies and industrialized societies results in differences in eye-perception and motor cognition in children. On the other hand, there may be some other perception areas which are not affected by differences between the societies. Moreover, learning behavior involves the development of creativity through cognition and mimicry. I will investigate cognition and creativity through “the test survey” developed by Fujioka (1974) who advocated “spiritual anthropology”. Fujioka applied the Rorschach technique and the Tree Test; I am going to use those psychological tests and also an expressive method reminiscent of collage. Simple psychological tests look like games to children. In particular, making collage is play for them, cutting and pasting with scissors and glue. However, collage can be a psychological expressive technique, using “ready-made” (Moritani 1990) materials such as photos. I am going to explore how children deal with cognition and creativity tasks through the play process and examine the outcome when new materials are offered. Moreover, I will conduct a survey about “the transitional object” (Winnicott, D.W. 1964), which is the primal

point of play and creativity in developmental psychology, by means of a questionnaire for parents. In conclusion, I will comprehensively discuss cognition and creativity through cultural difference, “the transitional object” and the outcome of the use of the psychological expressive technique.

9. グイ/ガナの子どもの相互行為と遊び

今村 薫

名古屋学院大学・経済学部

アフリカ南部、カラハリ砂漠に住む狩猟採集民の2言語集団であるグイとガナを対象に、子どもたちの遊びを観察した。ここでは、女の子の遊びである「メロン・ダンス」と、男の子の遊びである「棒投げ」を例にあげる。どちらも集団遊びであり、個人間で競争することはない。彼らは、「横並び」で競い合うのではなく、「縦一列に並んで」前の子の動作を、後ろの子がスムーズに繰り返すということをおこなう。繰り返すといっても、「模倣」なのではなく、初めて参加する子でも、とどこおりなく動作を次の子につなぐことができる。遊び全体が目指すゴールを子どもたちで共有し、そのゴールを目指して子どもたちが協力している。これは、大人の「共同作業」時の行為の特徴と類似している。

9. INTERACTION AND PLAY AMONG /GUI AND //GANA CHILDREN

Kaoru Imamura

Nagoya Gakuin University

This study aims to clarify the characteristics of interactions among children of the /Gui and the //Gana, southern African Kalahari hunter-gatherers. I will focus on two types of children's play; "melon dance," which is mainly played by girls, and "throwing sticks," which is played by boys. Both are group games, but the children do not compete. They form a line and after the first child performs, the following child smoothly repeats the first child's behavior. They repeat but do not mimic. Even a child participating in the game for the first time can play successfully. This bears strong similarities to adult cooperation in daily life.

10. 初期象徴遊びの過程でみられる発達

小山 正

神戸学院大学・人文学部

子どもの象徴遊びはさまざまな学習能力を育む場であると考えられる。ここでは、乳幼児期の象徴遊びの発達に関する近年の研究を展望し、子どもの初期の象徴遊びに関わる発達について、認知発達の観点から述べる。今回は、特に役割のふりの出現までの象徴遊びの発達に注目した。

子どもの他者認識の発達は、象徴遊びの発達と密接に関係しており、心の理論の発達との関連で、象徴遊びの発達は心の理論の発達につながることも注目される。とりわけ人形を用いた遊びに子どもの他者認識の発達は反映される(小山, 2007, 2010)。他者認識の発達は、象徴遊びのなかでの役割のふりにつながっていく。役割のふりには遊びのパートナーとの象徴化の共有がかかわっている。

象徴遊びの発達においては、子どもの日常的経験の体制化とその自己化が関連している。また、象徴遊びを楽しむことは、現実生活でのさまざまなものや出来事への子どもの志向性を高め、そのような志向性は象徴遊び場面における他者との象徴化の共有や役割のふりとも関係し、そのことはまた心の理論の発達につながっていくものと考えられる。

今後、このような観点から子どもの初期象徴遊びでなされる認知能力について検討していく予定である。

10. CHILD DEVELOPMENT THROUGH EARLY SYMBOLIC PLAY

Tadashi Koyama

Faculty of Humanities and Sciences, Kobe Gakuin University

We will focus on cognitive development related to early symbolic play in infancy. Early social cognition is reflected in children's symbolic play, especially in doll play, and is related to the development of the theory of mind. Role play develops in parallel with the sharing of symbolization with play partners. Organization of children's daily experiences and internalization of these experiences relate to early symbolic play, and the development of cognizance of others relates to symbolic play. Symbolic play is related to the child's intentionality in real life. This intentionality is connected with sharing symbolization. The organization of children's daily experience, the internalization of these experiences, and cognizance of the minds of others are all enhanced through early symbolic play. We will demonstrate that cognitive ability is enhanced through children's symbolic play.

11. イヌイトの子どもの学習過程－カナダ極北圏のヌナフト準州

大村 敬一

大阪大学・大学院言語文化研究科

カナダ極北圏の先住民であるカナダ・イヌイトは、カナダ連邦政府の国民化政策のもとで1960年代に定住化させられてから、急激な社会・文化の変化を経験してきた。毛皮交易や彫刻の販売、賃金労働を通して、資本主義経済の世界システムに依存するようになり、学校教育、医療・福祉制度、法制度、貨幣制度などの浸透を通してカナダという国民国家へ統合され、さらにはマス・メディアを通して流入するカナダのドミナント社会の文化の波にさらされてきたのである。その結果、かつて数々の民族誌やドキュメンタリ映画に描き出されてきたような、季節周期的な移動生活をおくる自律的な狩猟・採集民というイメージほど、現在のイヌイトの実像に遠いものはない。しかし、そうした同化・統合による変化のもとでも、今日のイヌイト社会では、狩猟・漁労・罨猟・採集からなる生業活動はさかんに行われており、生業活動を通じた「大地」(nuna)との絆、社会の組織原理、言語、価値観や世界観の構造、伝統的な生態学的知識など、定住化以前の「伝統」的なパターンが少なからず維持され続けている。それでは、こうしたイヌイト社会で、生業に必須の伝統的な生態学的知識や言語、価値観や世界観はどのように継承されているのだろうか。今後、カナダ極北圏のヌナフト準州のクガールク村でイヌイトの拡大家族に住み込み調査を行い、生業技術や伝統的な生態学的知識、言語、価値観や世界観が日常生活や生業活動の現場の中で、どのように親から子へと継承されているのかについて調査を行う予定である。

11. LEARNING PROCESS OF INUIT CHILDREN – THE CASE IN NUNAVUT TERRITORY, CANADA

Keiichi Omura

Graduate School of Language and Culture, Osaka University

Canadian Inuit societies have experienced great socio-cultural changes in the process of assimilation and integration into the nation-state of Canada and the capitalist world system since sedentarisation in the 1960's. They have been integrated through school education, medical services, welfare, legislation, and currency systems. Fur trading, the sale of carvings and wage labour have also promoted dependency on the capitalist world system. Moreover, the influence of Western culture through mass media has significantly changed their culture. As a result of these socio-cultural changes, on the surface it may appear difficult to find 'traditional' cultural elements in their modern life way. However, Inuit societies have coped with assimilation and integration by preserving some 'traditional' characteristics of their socio-cultural systems, such as principles of social organisation, language, intimate relationships with their 'land' (nuna) through subsistence activities, 'traditional ecological knowledge' and world-view. In this project, I am going to carry out participant-observation field research at Kugaaruk in Nunavut Territory, Canada, in order to explore how Inuit children learn the knowledge necessary for the Inuit way of life, such as subsistence techniques, traditional ecological knowledge, Inuktitut (Inuit language), and so on, in their daily life.

12. ピグミー系狩猟採集民の子どもの遊びと学習

亀井伸孝

大阪国際大学・人間科学部

本発表では「狩猟採集民バカの子どもの民族誌」の事例研究について報告する。バカとは、中部アフリカのカメルーン共和国東南部の熱帯雨林に暮らす、ピグミー系狩猟採集民のひとつである。報告者は、バカの定住集落、森林のキャンプ、学校などにおいて、約1年半にわたり、バカの子どもたちに関する現地調査を行った。調査方法としては、バカの子どもたちの集まりの中での参与観察、ならびに毎日のインタビューを用いた。

この調査の中で、85種類の遊びが観察された。また、子どもたちによって組織される狩猟や採集などの生業活動が、頻繁に見られていた。これらの「生業活動」の成果は微々たるものであったが、子どもたちはいつも満足げに、このような遊戯性に満ちた活動を子どもたちの集まりにおいて続けていた。子どもたちがおとなの行動を模倣、調整し、また、自分たちの日々の活動を組織、遂行する動機において、狩猟採集活動にもとより含まれている「遊戯性」が重要な役割をもっていると考えられる。また、子どもたちが性別分業へと誘われていく過程を示唆する、いくつかの観察が得られた。

参考文献

Kamei, Nobutaka

2005 Play among Baka children in Cameroon. In Barry S. Hewlett, Michael E. Lamb (eds.) *Hunter-gatherer childhoods: Evolutionary, developmental & cultural perspectives*. 343-359. New Brunswick, NJ: Transaction Publishers.

亀井伸孝

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。

12. PLAY AND LEARNING OF CHILDREN OF PYGMY GROUPS, THE HUNTER-GATHERERS

Nobutaka Kamei

Faculty of Human Sciences, Osaka International University

I show the case study of the "ethnography of children of the Baka hunter-gatherers." Baka, one of the Pygmy groups, is an ethnic group of hunter-gatherers living in the tropical rain forests in the Southeastern part of the Republic of Cameroon, Central Africa. I conducted field research on Baka children in their settlements, their forest camps, schools and related sites for about one year and a half. As the research methods, participant observation among Baka children's groups and everyday interviews were adopted.

As the results, 85 kinds of play were observed. Subsistence activities, hunting, gathering etc., organized by children were also frequently observed. Although the results of these "subsistence activities" were very little, they were always satisfied and continued these playful activities in children's groups. "Playfulness" originally included in hunting and gathering activities can be

considered to have an essential role for the motivation of children to imitate and modify adults' behaviors and to organize and conduct their daily activities. Some observations also suggest the process of the socialization of children to the division of labor by gender.

References

Kamei, Nobutaka

2005 Play among Baka children in Cameroon. In Barry S. Hewlett, Michael E. Lamb (eds.) *Hunter-gatherer childhoods: Evolutionary, developmental & cultural perspectives*. 343-359. New Brunswick, NJ: Transaction Publishers.

Kamei, Nobutaka

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

研究項目 B 0 1 「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*

13. 学習戦略進化および文化進化速度

青木 健一

東京大学・大学院理学系研究科

SE (social-learner-explorer) 戦略とは、社会学習によって習得した既存行動を、個体学習によって修正し、環境への適合性を高める複合学習戦略である。ヒトの蓄積的な文化を支えている学習戦略と考えられる。ヒトによる分布拡大を模した一次元飛石モデル（環境は、各々の居住地内で均一、居住地間で異なる）において、SE戦略が進化する条件を求める。とりわけ、社会学習、個体学習、および移住がそれぞれ行われる生活史段階に着目して解析を進める。さらに、分布拡大の最前線で起きるとされる“波乗り効果” (surfing) も考慮する。

また、文化の伝達様式（誰から社会学習するか）と文化進化速度の関係を明らかにするため、集団遺伝学のMoran modelを転用してinnovationの固定確率を求める。この方法を用いて、例えば、教示伝達（石器製作技術などが一人の熟練者から多数の初心者に伝達される）が文化進化速度を速めるという一部の考古学者の主張に対して、理論的検討を行う。

13. EVOLUTION OF LEARNING STRATEGIES AND RATES OF CULTURAL EVOLUTION

Kenichi Aoki

Graduate School of Science, University of Tokyo

The SE (social-learner-explorer) strategy is a composite learning strategy involving the initial acquisition of a preexisting behavior by social learning, followed by its modification by individual learning to improve the fit to the environment. Arguably, it is the learning strategy that supports cumulative culture in humans. We obtain the conditions for the SE strategy to

evolve in a one-dimensional stepping-stone model which simulates the range expansion of humans (the environment is uniform within but differs among habitats). In particular, we focus on the timing of social learning, individual learning, and migration within the life cycle. Moreover, we take into consideration the possibility of “surfing” at the wave front.

In order to study the relation between modes of social transmission and cultural evolutionary rates, we adapt the Moran model of population genetics to obtain the fixation probability of an innovation. Using this approach, we for example evaluate the claim made by some archaeologists that one-to-many transmission, such as may occur when lithic technology is taught by one expert to many novices, will accelerate cultural evolution.

14. 不均一環境下における学習進化の反応拡散モデル

川崎 廣吉

同志社大学・文化情報学部

学習進化のモデルは環境の時間的変動に伴って個体学習者が進化する条件が示されているが、空間的に不均一な環境下を分布拡大するとき、その分布域の先端では拡大に伴って、時間的変動を経験することになり、個体学習者の進化の条件を示せる可能性がある。本研究では特に反応拡散方程式による学習進化の数理モデルを記述、解析し、分布拡大が学習能力の進化に与える影響を明らかにする。そのために、生物一般の増殖と分散についての反応拡散方程式を用いた数理的研究を進めてきた経験を活かして、学習進化のモデルの構築と解析を進めることになる。本研究では、若野による学習進化のモデリング研究と密接に連絡をとって共同研究の形で研究を進めることになるが、初年度では、まずは環境が空間的に均一な場合のモデル構築を行い、その解析結果を基礎に、空間が不均一な環境での分布拡大のモデルを記述と解析を行う。更に、次年度以降（今年度開始を目指す）では、ランダム移住（単純拡散）に加え、旧人に恐らく当てはまる好適環境への集合（方向性拡散）がある場合の反応拡散モデルを記述、解析する。これらの結果をもとに、分布拡大が学習能力の進化に与える影響を明らかにする。川崎は非線形な移住・分散項の数理的モデリングや、その数学的解析及び計算機シミュレーションの開発とそれを用いた解析を行う。特に、空間が非均一な場合の解析を担当する。一方、若野はどのようなモデルによって学習を表すか、学習戦略の種類などについて考察し、学習進化のモデリングおよび解析を行う。

14. REACTION-DIFFUSION MODEL OF EVOLUTION OF LEARNING IN A HETEROGENEOUS ENVIRONMENT

Kohkichi Kawasaki

Faculty of Culture and Information Science, Doshisha University

Evolutionary models of learning have yielded the conditions for the evolution of learning abilities (especially individual learning) in a temporally variable environment. When range expansion occurs in a spatially heterogeneous environment, organisms at the front of the range experience virtual temporal changes of the environment, suggesting that analogous conditions can be obtained for the evolution of learning abilities. We will formulate and analyze mathematical models of the evolution of learning using reaction-diffusion equations to clarify the effects of range expansion on the evolution of learning. Toward this end, we will draw on our experience in mathematical research on the growth and dispersal of biological organisms using reaction-diffusion equations. This research will be conducted in close collaboration with Wakano, who will model the learning process. In the current fiscal year, we will formulate a prototype model assuming spatial uniformity, and based on the results of this model will proceed to formulate and analyze a model of range expansion in a spatially heterogeneous environment. Moreover, possibly during this year and certainly in the subsequent years, we will, in addition to random migration (simple diffusion), incorporate directed movements toward favorable habitats (advection), a phenomenon which likely applies to the Neanderthals. Based

on analyses of these reaction-diffusion models, we will evaluate the effects of range expansion on the evolution of learning abilities. Kawasaki will focus on the mathematical modeling and analysis of the nonlinear migration/dispersal term, as well as on the development and implementation of a computer simulation program. Wakano will contribute to the formulation of the models by proposing models of the learning process and will participate in the analysis of the models.

15. 反応拡散方程式を用いた学習能力の進化モデル

若野友一郎

明治大学・先端数理科学インスティテュート

学習能力を進化させる一因として、分布拡大や移住による生息環境の変化を考える。反応拡散方程式によって、移住を行う集団の振る舞いをモデル化することの利点は、すでに存在する数学的結果が応用できる可能性がある点である。特に、等速進行波解に関する数学的知見は多く、これがうまく活用できれば、モデルの深い理解が得られる。しかしそのためには、まず最も単純で基本となる場合について、しっかりとした数学的理解が不可欠である。本研究では、川崎との共同研究の形で研究を進めることになるが、初年度ではまず、環境が空間的に均一な場合のモデルを構築し、解析を行う。この場合はすでに、予備的な計算から、幾つかの等速進行波解が存在し、興味深い振る舞いを起こすことが明らかとなっている。また、このモデルを基礎として、空間が不均一な環境での分布拡大のモデルの記述、解析に着手する。次年度以降（今年度開始を目指す）は、ランダム移住（単純拡散）に加え、旧人に恐らく当てはまる好適環境への集合（方向性拡散）がある場合の反応拡散モデルを記述、解析する。これらの結果をもとに、分布拡大が学習能力の進化に与える影響を明らかにする。若野は、学習進化のモデル研究の経験を生かして、どのようなモデルによって学習を表すか、学習戦略の種類などについて考察し、学習進化のモデリングおよび解析を行う。また青木とも協力しつつ、モデルから得られる結果を、交替劇がどのように行われたかという仮説として提示する。一方、川崎は反応拡散方程式を用いた数理的研究の知識を活用して、非線形な移住・分散項の数理的モデリングや、その数学的解析及び計算機シミュレーションの開発を行う。また、空間が非均一な場合の解析を担当する。

15. MODEL OF EVOLUTION OF LEARNING ABILITY BASED ON REACTION-DIFFUSION EQUATIONS

Joe Yuichiro Wakano

Institute for Advanced Study of Mathematical Sciences, Meiji University

Change of habitat due to migration or range expansion can be considered a driving force of the evolution of learning ability. One merit of modeling based on reaction-diffusion equations is the possibility of applying known mathematical results to the analysis of the model. In particular, there are extensive mathematical results on traveling wave solutions; these could provide a deep understanding of the model behavior. To use these mathematical results, we first need to study the simplest case in detail. This research will be performed in collaboration with Kawasaki. In the first year, we will construct a model assuming spatial uniformity. Preliminary work has revealed the existence of travelling wave solutions with interesting behavior. With this model as a basis, we will initiate the formulation and analysis of models of range expansion in a spatially heterogeneous environment. In the subsequent years and possibly during the current year, in addition to random migration (simple diffusion), we will incorporate aggregation toward favorable habitats (directional diffusion), a phenomenon which likely applies to the

Neanderthals. The results of these analyses will be used to clarify the effects of range expansion on the evolution of learning abilities. Wakano will propose and explore a model with various kinds of learning strategies, based on his experience with modeling research on this topic. In collaboration with Aoki, we will formulate a hypothesis about the evolution of *Homo sapiens* from the performance of our models. On the other hand, Kawasaki will use his knowledge of the mathematics of reaction-diffusion equations to study a model with non-linear migration term and a model with spatially heterogeneous environment.

16. ゲノム多様性から探るヒトの分布拡大様式

木村亮介

琉球大学・亜熱帯島嶼科学超域研究推進機構

本計画研究班では、分布拡大や移住による環境変化を鍵として、学習能力が進化する条件の理論的検証を行う。そのための基礎として、ヒトが実際にどのようにして分布拡大を成し遂げて来たのかを把握しておく必要がある。そこで、近年の技術発達により蓄積されているヒトゲノム多様性データを集団遺伝学的に解析することで、ヒトの分布拡大や移住についての知見を得ることを目的とする。手順としては、(1) 実データを用いて、集団におけるアリル頻度スペクトラムや多型サイト間の連鎖不平衡などを統計量として求める。(2) 分布拡大を仮定して、集団中の分集団の数とサイズ、分集団および集団間の移住率、入植の時期などをパラメタとする遺伝子の遡上合同シミュレーションを行い、統計量をフィッティングすることでパラメタの推定を行う。得られた結果をもとに、分布拡大のスピードや移動する集団のサイズを評価し、環境収容力および人口圧との関連についても考察する。

16. RANGE EXPANSION PATTERNS OF MODERN HUMANS AS INFERRED FROM GENOME DIVERSITY

Ryosuke Kimura

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

In our planned research team, we will study theoretically the conditions under which learning abilities evolve, focusing on the role of environmental changes during range expansion. This research requires an understanding of how modern humans expanded their habitat. The purpose of this research is to obtain knowledge of human range expansion and migration by means of “population genomics.” Using the genome diversity data that have recently been accumulated in the course of the development of DNA technology, phenomena such as the allele frequency spectra in populations, indices of linkage disequilibrium between polymorphic sites can be calculated as statistics. Then, assuming range expansion, we will perform coalescent simulations of genome variations in which parameters such as population size, migration rate and the timing of population splits are varied, and will estimate these parameters for actual populations by fitting simulation and actual data statistics. Furthermore, based on the results of these simulations, we will evaluate the speed of the human range expansion and the size of migrating populations, and discuss the relationships between those factors and carrying capacity and population pressure.

研究項目 B 0 2 「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*

17. 旧人・新人の分布と現代的行動の拡散に関する年代データの集成

米田 穰

東京大学・大学院新領域創成科学研究科

研究目的

旧人・新人の交替劇に関して、欧州では新人拡散と旧人絶滅に着目した遺跡年代の見直しや、詳細な古気候・古生態環境の復元が行われているが、他の地域ではデータ集成が十分ではない。そこで、本研究ではアフリカ・西アジアを中心に遺跡年代データの時空分布の詳細重層図を作成し、交替劇はどこで、いつ、どのような経過をたどって進行したか、を検討する。

研究方法

本年度は、現代的な行動の考古学的証拠を中心に理化学年代データの文献調査を開始する。また、データの品質管理に使用する年代データ評価基準を確立する計画である。近年、数多く報告されている現代的な行動に関する報告について、その特徴と遺跡および遺物の年代測定結果に関して、学術雑誌を中心に文献調査する。あわせて、古気候分布図の作成にあわせて、西アジア、アフリカ地域を中心に、6～3万年前の遺跡について、これまでに報告されている理化学年代を集成する。抽出された理化学年代データについて、その信頼性を評価するために必要な評価項目について、放射性炭素や各種ルミネッセンス測定などの専門家を交えて、国際研究集会で検討する計画である。

17. RE-EVALUATION OF TEMPORAL AND SPATIAL DISTRIBUTION OF NEANDERTHALS AND AMH AND THE DISPERSAL OF MODERN BEHAVIOR FROM A CHRONOLOGICAL POINT OF VIEW

Minoru Yoneda

Graduate School of Integrated Biosciences, University of Tokyo

Goals

The replacement of Neanderthal populations by AMH (Anatomically Modern Human) in Europe has been discussed through the precise review of age determinations at key sites, and the detailed reconstruction of the paleoclimate and paleoecosystems. However, such research has not been conducted in other regions where modern human -- our species, *Homo sapiens* -- actually evolved. In this study, we will focus on Africa and West Asia, regions for which little

information has been evaluated in light of the modern scenario of human evolution, in order to investigate what happened to Neanderthals and AMH by precisely reconstructing the distribution of these two species in the detailed timescale proposed for this project.

Methods

We will produce a series of new distribution maps of Neanderthal and AMH settlements using more precise datasets of absolute dating. The work will involve a review of sampling, preparation, measurement technology, evaluation diagenetic effects (postmortem chemical alterations), and data processing. The evaluated age information will be summarized in maps using GIS (Geographical Information System) methods to reconstruct detailed maps of hominin distribution.

18. 古気候復元図の作成

阿部彩子

東京大学・大学院大気海洋研究所

研究目的

旧人・新人が経験した環境変化の様態を明らかにするために、交替期（約20万年前から3万年前）における気候条件の時空変動を、気候シミュレーションを用いて古気候復元図を約1万年間隔で重層的に作成することで復元する。本年度は、約6～3万年前を対象に古気候図を作成する。まず、200kmメッシュの全球復元図を作成し、アフリカとユーラシア西半について、GIS環境作出のための基礎情報とする。さらに、理化学年代および古環境時系列データとの情報統合の過程で、より詳細な検討が必要となる地域や時間についての条件設定（時間精度や空間精度など）を決定する計画である。

研究方法

全球気候モデルを用いた古気候図の作成を、6～3万年前を対象に作成する。この時期は、とくにダンスガード・オシュガーサイクル（DOサイクル）等の急激な気候変動が多い時期にあたるため、(1) 2万年前の最終氷期最盛期、(2) DOサイクルの温暖期、(3) DOサイクルの寒冷期の3つのフェーズについて、まずは200kmメッシュの古気候図を作成する。今回利用する全球気候モデルの古気候復元への適応方法の妥当性を検証するために、旧人の絶滅に関して作成された欧州の古気候復元図と、本研究の成果物である古気候復元図を対比する。また、地球化学分野で報告されている古環境時系列データとの対比などで、方法論の妥当性について検討する。

18. TEMPORAL AND SPATIAL PALEOCLIMATIC VARIATIONS AND HUMAN EVOLUTION

Ayako Abe-Ouchi

Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

Goals

In order to illustrate the temporal changes in environment faced by the Neanderthals and AMS during their evolution, a series of reconstructed climatic distributions will be created for every ten thousand year period from 200 to 30 ka using the global climate simulation model. A simulation study using the global climate model will be conducted during this fiscal year to illustrate the distribution of paleoclimate in the period from 60 to 30 ka. First, a global map at a resolution of 200 km will be reconstructed; this will become the basal information for the informative GIS system. By integrating absolute date information and continuous environmental data in the system, specific temporal and spatial regions will be selected for detailed reconstruction and the required resolution of time and space for these detailed maps will be discussed.

Methods

The distribution of paleoclimate will be calculated for the period from 60 to 30 ka. Because many drastic changes such as Dansgaard-Oeschger cycles occurred in this period, we will reconstruct three different phases; (1) the Last Glacial Maxima at 20 ka, (2) Warm phase and (3) Cool phase of this fluctuating period. The first reconstruction will be calculated with a resolution of 200 km. In order to evaluate our methodology, our reconstruction will be carefully compared with previously reported European maps. Some geochemical proxies will also be investigated for climatic evaluation.

19. GISを用いた古環境データと考古データの統合および活用

小口 高

東京大学・空間情報科学研究センター

研究目的

本プロジェクトでは、(1) 人類（ネアンデルタールと解剖学的現生人類）の年代、(2) 現代風行動様式の考古学的証拠、(3) 古気候の全球的復元、および (4) 堆積物のコアから得られる古環境の指標を、GISを含む情報システムを用いて統合する。また、A01班が収集した考古学的データと標高、水系、現在の行政界もGISに取り込む。

研究方法

これらのデータを保存するためのサーバを立ち上げる。さらにインターネットで情報を研究者に提供するために、適切な投影法と表現を持つ地図を提供するマップ・サーバを立ち上げる。古気候復元をより正確にするために、現在の植生と、気温や降水量といった気候要素との関係を、衛星画像とGISを用いて調べる。これらのシステムを用いて、環境変化と人間の行動を統計的に分析する。その結果を通じて、ネアンデルタールと解剖学的現生人類の間における環境変化に対する行動的適応の相違についても検討する。これらの検討から得られる成果は、B01班が提供する理論的な仮説を検証し、具体化する上で重要である。また技術革新による人類の適応を理解知るために行われるA01班の活動にも有用だろう。

19. INTEGRATION AND UTILIZATION OF PALEOENVIRONMENTAL AND ARCHAEOLOGICAL DATA USING GIS

Takashi Oguchi

Center for Spatial Information Science, University of Tokyo

Goals

Using GIS, an information system will be developed that can integrate the following four types of data: 1) age data on human occupation (Neanderthals and AMH), 2) archaeological evidence of modern behavior, 3) the global reconstruction of climate, and 4) point data on environmental proxies extracted from geological cores. Additionally, selected sets of archaeological data collected through project A01 will be loaded into the GIS along with fundamental geographical data such as digital elevation modes, river systems and modern administrative boundaries.

Methods

A PC server will be set up to store this data. Then a map server for the distribution of information to project members via the Internet will be set up with appropriate map projection systems and cartographic expressions. In order to improve the accuracy of paleoclimatic reconstruction, modern satellite data showing flora will be compared with climatic variables

such as temperature and precipitation using the GIS. By using these systems, the relationship between environmental change and human behavior will be examined from a statistical point of view. This investigation will also extract differences in behavioral adaptations of Neanderthals and AMH and correlate them with environmental change. These outcomes will be necessary to test and to help crystallize the theoretical hypothesis provided by project B01. They will also facilitate discussion with project A01 towards an understanding of human adaptations through technical innovations.

20. 古環境時系列データの集成へのプレリサーチおよび文献収集

横山祐典

東京大学・大気海洋研究所

研究目的

約6～3万年前の西アジアと欧州を中心に古環境データを網羅的に集成する。各種古環境プロキシについて、旧人・新人を取り巻く生息環境（気候条件、動物相、植物相等）への変換方法についての検討を行う。

研究方法

古環境復元で基礎となる海水面や表層環境のプロキシ（有孔虫や炭酸塩の酸素同位体比、微量金属濃度変化、有機物同位体比変化など）について、*Nature*, *Science*はもとより、*Quaternary Science Reviews*, *Quaternary Research*, *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, *Global and Planetary Changes*, *Paleoceanography*, *GEOLOGY*などを対象としてデータを集成するためのプレリサーチを行う。初年度は、古気候復元図を作成する予定である6～3万年前の時期に特に着目して、西アジア・欧州地域を中心にデータを収集し、古気候復元図の正確性についての評価を行うための文献調査を開始する。また将来的には、古環境データを復元するためのプロキシの精度検討を、文献調査を基に行い、国際研究会においてその妥当性を議論する。

20. ENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION OF THE MARINE OXYGEN ISOTOPE STAGES 4 AND 3 BASED ON GEOLOGICAL PROXIES: METHODS AND PERSPECTIVES

Yusuke Yokoyama

Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

Goals

A systematic literature search will be conducted for paleoenvironmental data, mainly for Europe and west Asia in the period from 60 to 30 ka. Geochemical proxies will be evaluated in light of reconstruction of the environment, including the ecological setting (climate, fauna, vegetation, etc.) for Neanderthals and AMH.

Methods

Some fundamental proxies for ocean and surface environment (i.e. oxygen isotopes in foraminifera and carbonates, trace elements, isotopic change in organic matters) will be collected from journal articles (*Nature*, *Science*, *Quaternary Science Reviews*, *Quaternary Research*, *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, *Global and Planetary Changes*, *Paleoceanography*, *GEOLOGY*). In 2010, we will mainly focus on West Asia and Africa in the period from 60 to 30 ka, which will provide data for the evaluation of the reconstructed distribution of paleoclimate. A protocol for quality control of paleoenvironmental proxies will be established in collaboration our international committee members.

研究項目 C 0 1 「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

21. 3次元モデリング技術に基づく化石頭蓋の復元手法の開発

荻原直道⁽¹⁾、鈴木宏正⁽²⁾、道川隆士⁽²⁾、近藤 修⁽³⁾、石田 肇⁽⁴⁾

(1) 慶應義塾大学・理工学部

(2) 東京大学・先端科学技術研究センター

(3) 東京大学・大学院理学系研究科

(4) 琉球大学・医学部

化石頭蓋は、化石化の過程で土圧などにより分断・変形され、破片の状態で発見される。従来こうした破片を接合し復元する作業は、古人類学者の経験と知識を頼りに手作業で行われてきた。しかし、脳の形態差に基づいて旧人・新人の学習能力差を検証するためには、3次元モデリング技術に基づいて化石破片を復元する手法を開発し、高精度かつ客観的な形態復元を実現する必要がある。

本年は、こうした頭蓋化石の復元を支援するソフトウェアの機能を明確化し、そのいくつかについてプログラムの試作を試みる。そして、アムッド1号、カフゼー9号化石頭蓋にそれらを適用し、計算手法の検証と改善を行う。また、現代人頭蓋骨の3次元詳細形状データを、コンピュータ断層撮影装置(CT)で取得し、現代人の頭蓋骨の形態変異を確率的に表現したデータベースの構築を開始する。

21. DEVELOPMENT OF FOSSIL CRANIA RECONSTRUCTION METHODS BASED ON THREE-DIMENSIONAL SURFACE MODELING TECHNIQUES

Naomichi Ogihara⁽¹⁾, Hiromasa Suzuki⁽²⁾, Takashi Michikawa⁽²⁾, Osamu Kondo⁽³⁾, Hajime Ishida⁽⁴⁾

(1) Faculty of Science and Technology, Keio University

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

(3) Graduate School of Science, University of Tokyo

(4) Faculty of Medicine, University of the Ryukyus

Often fossil crania have undergone fragmentation and plastic deformation due to compaction. Conventionally, assembly of isolated fragments into the original antemortem position and removal of deformations are performed manually by skilled expert anthropologists. However, to investigate differences in learning ability between Neandertals and early modern humans by means of cranial morphology, it is essential to develop new engineering methods for the realization of more objective, precise, and reproducible reconstructions of cranial fossils.

This year, we will first work to specify the desired functions of such reconstruction software. Then we will begin development of the software and tentatively apply it to Amud 1 and Qafzeh 9 for evaluation and improvement of the proposed methods. We will also begin acquisition of three-dimensional morphometrical data from modern human cranial specimens with a CT scanner in order to create a cranial database, which is indispensable for reconstruction work.

22. 構造力学的特性を用いた復元頭蓋の化石片セグメンテーション手法

鈴木宏正⁽¹⁾、荻原直道⁽²⁾、道川隆士⁽¹⁾

(1) 東京大学・先端科学技術研究センター

(2) 慶應義塾大学・理工学部

本研究では、正確な化石復元技術の開発のための第1歩として、すでに復元された頭蓋化石のCT画像から、その化石片を分離抽出するセグメンテーション手法について研究を行う。このようにして分離抽出された化石片のデータを用いることにより、化石片毎の変形補正や、さらに再組立を行うことによって、より高精度な復元が可能となる。従来のセグメンテーション手法では、化石片と化石片の接続部の分離が難しく、人手による作業が必要であった。本研究では、有限要素法によって材料力学的特性を計算することによってセグメンテーションを行う新しい手法について紹介する。

22. A SEGMENTATION METHOD FOR DECOMPOSING FOSSIL SKULL INTO FRAGMENTS BASED ON STRUCTURAL MECHANICS

Hiromasa Suzuki⁽¹⁾, Naomichi Ogihara⁽²⁾, Takashi Michikawa⁽¹⁾

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

(2) Faculty of Science and Technology, Keio University

In this study a method is proposed for decomposing a reconstructed fossil skull into its fragments. This method is fundamentally important for accurate skull reconstruction, as skull fragments can be used for correcting deformations and also for examining the assembly of the skull. It is difficult using existing image segmentation methods to decompose between fragments without manual operation. The proposed method is unique in that it employs structural mechanics properties for image segmentation.

23. 新人・旧人化石頭蓋・脳鋳型の形態学的記載

近藤 修⁽¹⁾、石田 肇⁽²⁾、荻原直道⁽³⁾

(1) 東京大学・大学院理学系研究科

(2) 琉球大学・医学部

(3) 慶應義塾大学・理工学部

3次元モデリング技術による化石頭蓋復元手法の開発と並行し、我々は、オリジナルな状態の化石頭蓋とその脳鋳型について形態学的記載をおこなう。これは、これまで古人類学分野で蓄積されてきた頭蓋・脳鋳型の比較研究を継承するものであるとともに、新たに開発する新手法を評価する際にも必要である。本年は、すでに CT画像データより3次元モデル化されたアムッド 1号、カフゼー 9号の頭蓋・脳鋳型について記載・比較研究を行う。この際、新たに収集される現代人頭蓋の 3次元データベースを比較基準として用いることを考え、分析方法を考案する。

23. MORPHOLOGICAL DESCRIPTIONS OF ENDCASTS FROM *HOMO SAPIENS* AND *HOMO NEANDERTHALENSIS*

Osamu Kondo⁽¹⁾, Hajime Ishida⁽²⁾, Naomichi Ogihara⁽³⁾

(1) Graduate School of Science, University of Tokyo

(2) Faculty of Medicine, University of the Ryukyus

(3) Faculty of Science and Technology, Keio University

Descriptions of cranial and endocast morphology of fossil specimens should be based on the specimens' intact and original situations before applying any new reconstruction methods using 3D modeling technology. Such descriptive and comparative works generally follow previously accumulated paleoanthropological knowledge about fossil human brains and also contribute to the assessment of new methods of reconstruction. We will first examine Amud 1 and Qafzeh 9, whose CT images have already been segmented to 3D models. Their cranial and endocast morphologies will be described and compared with those of the modern humans, whose data have also been captured in 3D form. A descriptive and comparative method will be employed.

研究項目 C 0 2 「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*

24. 現代人脳の学習機能地図作成と化石脳への写像法の確立に向けて

田邊宏樹

生理学研究所・大脳皮質機能研究系

言語機能に支えられた学習能力の進化を古神経学的手法により検証するためには、まず現代人を対象としてシンボル操作、言語、道具作成、道具使用等、社会および個体学習に関与する神経基盤の解析を行うことが必要である。この目的のため、非侵襲でヒトの脳機能を計測することができ、空間解像度が高い構造・機能的磁気共鳴画像法および時間解像度が高い脳波を最大限利用して、社会・個体両学習に関する脳機能地図生成・脳機能解析メカニズム解析の手順を検討し、実験を開始する。

これと並行して、学習に関わる脳機能地図の化石脳への写像について、現代人の頭部MRIを用いた頭蓋と脳の関係についての研究を行い、これまでの検討とあわせてより妥当性の高い化石脳の復元法を検討する。

24. TOWARD A FUNCTIONAL MAPPING OF LEARNING IN MODERN HUMANS AND AN EXTRAPOLATION OF THE MAPS TO RECONSTRUCTED SKULL IMAGES

Hiroki Tanabe

Department of Cerebral Research, National Institute of Physiological Sciences

To investigate the language-induced evolution of learning abilities through a neuro-archeological approach, it is necessary to analyze the neural substrates in the modern human brain of social and individual learning abilities, including symbol manipulation, language acquisition, tool production, and operational skills. To this end, we will make optimal use of non-invasive methods for the determination of human brain functions: structural and functional MRI techniques (with high spatial resolution) and electroencephalography (with high temporal resolution). Experiments will begin after the establishment of the procedures for functional brain mapping for social and individual learning processes and the analysis of the mechanisms underlying brain functions.

In order to locate the areas mediating learning-related functions in the fossil brain, the anatomical relationship between cranial shape and brain structure will be studied by conducting cranial MRIs on modern human subjects. The findings will be used along with earlier results to determine reliable methods for reconstructing the functional regionalization of the fossil brain.

25. ネアンデルタール人の脳、新人との違いを探る—イメージング手法による学習と創造性へのアプローチ—

定藤規弘

生理学研究所・大脳皮質機能研究系

個体学習の特徴の一つとして、試行錯誤を通じて報酬を手がかりに環境に適応する学習制御であること（強化学習）が挙げられる。他の種と共通の要素である強化学習の神経基盤を明らかにするため、既に心理学で確立されている強化学習課題と脳機能イメージングを組み合わせて実験を行う。

さらに、現代人に特有の要素と考えられる創造性の神経基盤を明らかにする。創造性を、特定の社会状況において新奇かつ有用な（あるいは影響力のある）アイデアを発想する能力と捉え、これを測定する課題を開発することを目指す。具体的には、創造性が、(1) 強化学習の一種であること、(2) 社会的文脈で成立するものであることに着目して、社会報酬（他者からの承認・賞賛）を強化学習モデルに埋め込むことによって創造性のモデルを構築する。

25. A NEUROIMAGING APPROACH TO LEARNING AND CREATIVITY

Norihiro Sadato

Department of Cerebral Research, National Institute of Physiological Sciences

Individual learning dynamics include a control process in which the agent adapts to the environment through learning by trial-and-error so as to maximize the rewards from the environment (reinforcement learning). To clarify the neural substrates of reinforcement learning, a process shared with other species, our experiments will employ a combination of functional brain imaging techniques and reinforcement learning tasks already established and verified in psychology. In addition, our research will investigate the neural substrates of creativity, a feature believed to be specific to modern humans. Tasks for measuring degrees of creativity will be generated based on the definition of creativity as the production of unprecedented and useful (or influential) ideas in specific social environments. In concrete terms, the model for the development of creativity will be established by incorporating social rewards (approval and praise from others) into the reinforcement learning model, based on the notion that creativity is (1) a result of reinforcement learning and (2) formed in a social context.

26. 三次元動作解析を用いた熟練者および初心者の石器製作工程の身体動作比較

三浦直樹

高知工科大学・システム工学群

社会学習の主要な形態である模倣学習はヒトに特有で、その神経基盤は未だ明らかでない。特に模倣には、行為意図の付度と、感覚運動統合の要素があるため、模倣学習における両者の役割ならびに表象領域は異なることが予想される。これらを分離するための脳機能イメージング並びに行動実験を行う。まず、石器製作工程の身体動作について、見本たる熟練者と学習者たる初心者の定量的身体動作比較を進める。

26. AN EXPERT-NOVICE COMPARISON OF BODY MOTIONS IN STONE TOOL MAKING USING 3D MOTION ANALYSIS

Naoki Miura

Department of Intelligent Mechanical Systems Engineering, Kochi University of Technology

Imitative learning, which constitutes a major part of social learning skills, is specific to humans; however, its neural substrates have not yet been fully elucidated. In particular, elucidating the basis of imitative behaviors involves understanding sensory-motor integration, in other words the integration between the perceived intent of actions (sensory component) and the actions themselves (motor component). These features of imitative learning are likely to have different roles and be represented in different brain areas. Functional brain imaging and quantitative behavioral measurement of the skilled performer and naïve learners will be used to discriminate between these components.

MEMO

MEMO

MEMO

MEMO

Author Index

青木健一 (Kenichi Aoki)	48-49
赤澤 威 (Takeru Akazawa)	29-32
阿部彩子 (Ayako Abe-Ouchi)	57-58
石田 肇 (Hajime Ishida)	62-63, 65
今村 薫 (Kaoru Imamura)	43
大村敬一 (Keiichi Omura)	45
荻原直道 (Naomichi Ogihara)	62-63, 64, 65
小口 高 (Takashi Oguchi)	59-60
加藤博文 (Hirofumi Kato)	36
門脇誠二 (Seiji Kadowaki)	37
亀井伸孝 (Nobutaka Kamei)	46-47
川崎廣吉 (Kohkichi Kawasaki)	50-51
木村亮介 (Ryosuke Kimura)	54
窪田幸子 (Sachiko Kubota)	40
小山 正 (Tadashi Koyama)	44
近藤 修 (Osamu Kondo)	62-63, 65
近藤康久 (Yasuhisa Kondo)	37
定藤規弘 (Norihiro Sadato)	68
鈴木宏正 (Hiromasa Suzuki)	62-63, 64
田邊宏樹 (Hiroki Tanabe)	66-67
寺嶋秀明 (Hideaki Terashima)	38-39
西秋良宏 (Yoshihiro Nishiaki)	35
丸川雄三 (Yuzo Marukawa)	33-34
三浦直樹 (Naoki Miura)	69
道川隆士 (Takashi Michikawa)	62-63, 64
森 洋久 (Hirohisa Mori)	33-34
山上榮子 (Eiko Yamagami)	41-42
横山祐典 (Yusuke Yokoyama)	61
米田 穰 (Minoru Yoneda)	55-56
若野友一郎 (Joe Yuichiro Wakano)	52-53