

令和元年5月16日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K07510

研究課題名(和文) 数理モデルを用いた古人類の生活史の推定

研究課題名(英文) Hominid life history estimation by mathematical models

研究代表者

中橋 渉 (Nakahashi, Wataru)

早稲田大学・社会科学総合学院・専任講師

研究者番号：60553021

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：類人猿や狩猟採集民の生活史データと古人類化石の推定年齢データを用いて古人類の出産間隔を推定し、それが非常に短かったことを示した。また、化石証拠と数理モデルを用いて、高い死亡率と負傷率が原因でネアンデルタール人の文化発展が阻害されていたことを明らかにするとともに、言語能力が古人類の文化に与えた影響について分析した。さらに、古人類の社会構造や個体間の協力関係、繁殖戦略などの進化についても数理モデルを用いて研究した。そして、現代日本のデータを用いて、人類がいかなる理由で移動したり定住したりするのかを調べた。以上の多面的な研究によって、古人類がどのような生き物だったのかを詳細に検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ヒトの進化プロセスを知ることは、我々自身のアイデンティティのためにも不可欠である。本研究によって、類人猿に比べて短いヒトの出産間隔の起源が、少なくとも猿人段階までさかのぼることが示された。このことは、当時の社会にも他者の子育てを手伝うような行動が存在していたことを意味する。これは高い知性によって我々の高い社会性がもたらされたという見方に対する決定的な反証であり、我々ヒトがどのような生き物なのかを考えるうえで学術的に極めて重要な結果である。またこの研究成果は、今後のヒト社会をいかにして持続的に発展させていくべきかを考えるうえで社会的に大きな意義を持つ。

研究成果の概要(英文)：We estimated hominid life histories by using hominid fossil data and life-table data of apes and humans. We showed that the lifespans and interbirth intervals of australopithecines, early Homo, and Neanderthals were significantly shorter than those of extant great apes. Moreover, using a mathematical model and fossil data, we showed that Neanderthals frequently suffered severe traumatic injuries, which inhibited their cultural evolution. We also studied the effect of language ability on hominid culture. Furthermore, we investigated the evolution of hominid social structure, social interaction, and mating strategy by using mathematical models. We also studied why humans migrate and settle by analyzing modern Japanese data. From various studies above, we precisely discussed biological features of hominids.

研究分野：自然人類学

キーワード：生活史 出産間隔 人類進化 数理モデル 子育て 文化進化 人類社会

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

古人類がどのような生活史をしていたか、そしてそれがどう変遷してきたかを知ることで、人類進化に関して様々な知見が得られるにも関わらず、その定量的な解析を行っている研究はほとんど存在しなかった。関連する研究は化石から死亡年齢を推定した研究がいくつかある程度で、類人猿などの生活史との比較もほとんど行われておらず、そのため古人類がどのような生き物であったのかをイメージするのが困難であった。またこれが原因で、古人類の文化技術が変化した要因に関して、生活史との関連で語ることも難しい状況であった。そして、古人類の様々な特性の進化に関しても、真の生活史に基づかない空想的な議論が多くなされていた。

### 2. 研究の目的

数理モデルを用いて古人類の生活史を定量的に求め、それを類人猿の生活史と比較することで、古人類が類人猿とどのような部分で異なっていたのかを明らかにする。さらには、その違いをもたらされた要因、そして生活史が人類の形質や文化の進化に与えた影響を様々な手法を用いて研究し、人類がいかにして今の我々の様な生き物に至ったのかを示す。

### 3. 研究の方法

古人類化石の死亡推定年齢データと類人猿やヒトの生活史データを収集し、それを数理モデルを用いて統計的に解析することで、古人類の生活史を定量的に求める。また、生活史の違いが古人類の文化に与えた影響や、古人類社会の集団構造や協力性、繁殖戦略の進化などの生活史と密接な関係のある問題について、進化ゲーム理論や遺伝子文化共進化理論などの数理モデルを用いて調べる。さらに現代日本人のデータから人類の生活史戦略に社会がどのような影響を与えているかを分析する。

### 4. 研究成果

様々な類人猿や狩猟採集民の生活史データから、これらの集団がどのような共通の生活史パターンを持っているかを様々な生存曲線モデルを用いて調べ、人類～類人猿に広くあてはまると考えられるモデルを見出した。そして、古人類化石の推定年齢データにそのモデルを当てはめ、彼らの生活史パラメータを推定し、古人類は現生人類や類人猿に比べ、成熟個体の期待余命が短く、成体まで生存する割合も低かったことを示した。一方で、古人類はこの高い死亡率にも関わらず絶滅せず生存していたことから、出産間隔が非常に短かったことが示された。

生活史がどのように文化発展に影響するかを数理モデルによって解析し、高い死亡率や負傷率が文化発展を阻害することを明らかにした。そして旧人(ネアンデルタール人)の生活史を化石データと数理モデルを用いて研究した結果、旧人の死亡率や負傷率は非常に高く、それが彼らの文化発展の阻害要因となっていたことを示した。

古人類はある程度の大きさの群れを作っていたと考えられるが、そのような群れを作るメリットを考えるため、群れサイズが集団行動に与える影響を数理モデルで調べた。その結果、群れが大きくなるほど周囲への警戒を弱めることができるようになることなどを示した。

古人類社会でどのような配偶者選択が行われていたかを考えるため、性淘汰モデルを構築して研究した。その結果、配偶相手を選択する際に成功者を模倣する場合と同調的に模倣する場合で進化動態が異なることが示された。また配偶者選択による性淘汰が、人類集団間の表現型多様性の出現と維持に関与してきた可能性を検討するため、計算機シミュレーションを用いた分析を行った。この結果、配偶者選択が学習に依存する場合には、中立的な遺伝変異から期待されるよりも大きな表現型多様性が集団間に生じることが示された。

現生人類で見られるような個体間の協調が、古人類においてどのようにして出現したのかを明らかにすることを目指し、進化ゲーム理論を用いた研究を行った。特に、個体間に社会的順位の違いがある場合には、協調の結果として獲得された資源が優位個体に独占される可能性があり、協調は劣位個体にとって必ずしも適応的ではないと考えられるが、そこで協調が進化する条件を明らかにした。また古人類の社会における、グループによる協力の起源と進化の機構について、従来の数理モデルを拡張し、より広い戦略空間と非線形的な利得を考慮した分析を行った。それによって、人類社会の大きな特徴である、3人以上の非血縁個体のグループによる協力がいかにして生まれたのかを検討した。

現代人データから古人類の生活史を考えるために、現代人の出生率に影響を与える要因を調べた。まず条件不利地域においてどのように人が定住し子育てなどが可能になるかを山形で調査し、小規模事業者たちが独自のネットワークを構築することで、自分たちの企業活動を安定

化していること（それが出産や子育てにも影響する）を示した。また現代の日本においては、出生率の低い首都圏への人口集中が進んでいるが、出生率が高いが仕事の年収などが少ない地方に若年者が滞在することもある。その条件を質問紙調査で分析し、職場に不満を持ちつつも仕事を通じた成長に満足感を持つ人間の定住意欲が高いことを明らかにした。

## 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 10 件)

Wataru Nakahashi、Cultural skill and language: How structuration affects cultural evolution、Journal of Theoretical Biology、471、13-21、2019、査読有、  
DOI:10.1016/j.jtbi.2019.03.019

Saori Nojo、Yasuo Ihara、The effect of sexual selection on phenotypic diversification among human populations: A simulation study、Journal of Theoretical Biology、462、1-11、2019、査読有、  
DOI:10.1016/j.jtbi.2018.10.058

Shiro Horiuchi、Remain or leave?: Attitudes of residential young workers in lide, Japan、理論と方法、印刷中、査読有、  
DOI:未確定

Wataru Nakahashi、Shiro Horiuchi、Yasuo Ihara、Estimating hominid life history: the critical interbirth interval、Population Ecology、60、127-142、2018、査読有、  
DOI:10.1007/s10144-018-0610-0

Shun Kurokawa、Joe Yuichiro Wakano、Yasuo Ihara、Evolution of group-wise cooperation: generosity, paradoxical behavior, and non-linear payoff functions、Games、9、100、2018、査読有、  
DOI:10.3390/g9040100

Wataru Nakahashi、Hisashi Ohtsuki、Evolution of emotional contagion in group-living animals、Journal of Theoretical Biology、440、12-20、2018、査読有、  
DOI:10.1016/j.jtbi.2017.12.015

Wataru Nakahashi、Cultural sexual selection in monogamous human populations、Royal Society Open Science、4、160946、2018、査読有、  
DOI:10.1098/rsos.160946

Shiro Horiuchi、Entrepreneurs' networks at rural market: Developing a creative village in the Yamagata prefecture, Japan、Economics and Sociology、10、251-265、2017、査読有、  
DOI:10.14254/2071-789X.2017/10-3/18

Wataru Nakahashi、The effect of trauma on Neanderthal culture: A mathematical analysis、HOMO-Journal of Comparative Human Biology、68、83-100、2017、査読有、  
DOI:10.1016/j.jchb.2017.02.001

Shiro Horiuchi、Coordinators bridge residents and artists in regional Japan: a case study of the art project HANARART、International Journal of Asia Pacific Studies、13、1-22、2017、査読有、  
DOI:10.21315/ijaps2017.13.2.1

〔学会発表〕(計 35 件)

中橋 涉、文化技術と言語：構造化が文化進化に与える影響、「共創言語進化」B02 班第 4 回班会議、2019

中橋 涉、どのような文化技術が言語の存在を示唆するか?、「共創言語進化」第 3 回領域全体会議、2019

Wataru Nakahashi、How to detect the vestige of language?、Tokyo Lectures in Evolving Linguistics、2019

井原 泰雄、社会学習の集団レベルの効果に関する理論、第 66 回日本生態学会、2019

Yasuo Ihara、When and why language emerged、Tokyo Lectures in Evolving Linguistics、2019

中橋 涉、文化技術の構造から言語進化を探る、「共創言語進化」第 3 回領域会議、2018

Wataru Nakahashi、Hominid interbirth interval and evolution of paternal care、SMB2018、2018

- 中橋涉、言語進化と関連する文化進化研究、「共創言語進化」B02 班第 3 回班会議、2018
- 中橋涉、言語進化と関連する文化進化研究、「共創言語進化」第 2 回領域全体会議、2018
- 中橋涉、文化技術の構造的性が文化進化に与える影響、第 72 回日本人類学会大会、2018
- 中橋涉、文化進化は文化技術の構造にどう影響されるか?、「共創言語進化」「パレオアジア」越境班会議、2018
- 中橋涉、何が人類の文化発展に寄与したか?、大阪大学数理工学ワークショップ、2018
- 中橋涉、人類の言語と文化の進化の現象数理学、現象数理学研究集会、2018
- Yasuo Ihara、Cultural phylogeny and diffusion, The (co-)evolution of genes, languages, and music from data analyses to theoretical models、2018
- Yasuo Ihara、Dispersal to islands by the Pleistocene humans: evaluating alternative scenarios、The 1st AsiaEvo Conference、2018
- 堀内史朗、観光は地域間・個人間の格差縮小に貢献するか? : エージェント・ベース・モデルによる分析、第 33 回日本観光研究学会大会、2018 年
- 堀内史朗、観光は平和へのパスポートとなるか? エージェント・ベース・モデルによる分析、武蔵野大学数理工学シンポジウム、2018
- 中橋涉・堀内史朗・井原泰雄、古人類の社会と繁殖戦略、ゲーム理論ワークショップ 2018、2018
- 井原泰雄、Stag-hunt ゲームの進化的解析、「共創言語進化」第 1 回領域全体会議、2018
- 堀内史朗、複数拠点滞在という生き方が合理的になる条件：社会シミュレーションによる分析、第 65 回数理社会学会大会、2018
- 21 中橋涉、何が旧人文化を制約したのか：負傷仮説の検証、日本進化学会第 19 回大会、2017
- 22 中橋涉・堀内史朗・井原泰雄、古人類はどのように生きていたか?、第 27 回日本数理生物学会大会、2017
- 23 中橋涉・堀内史朗・井原泰雄、古人類の出産間隔の推定、第 71 回日本人類学会大会、2017
- 24 中橋涉・堀内史朗・井原泰雄、化石データから推定される古人類の出産間隔、日本人間行動進化学会第 10 回大会、2017
- 25 Yasuo Ihara、An introduction to mathematical modeling in evolutionary archaeology、Perspectives on Prehistoric Cultural Evolution: From Archaeology to Behavioral Experiment、2017
- 26 Kohei Tamura・Yasuo Ihara、Quantifying cultural macro-evolution: A case study of the hinoeuma fertility drop、Inaugural Cultural Evolution Society Conference、2017
- 27 織原健人・井原泰雄、腸内細菌叢における多様性傾向のシミュレーションによる要因研究、第 71 回日本人類学会大会、2017
- 28 Yasuo Ihara、Evolution of physical weakness by social selection through choice of collaborative partners、Kyoto Conference on Evolving Linguistics 2017、2017
- 29 能城沙織・井原泰雄、配偶者選択が表現型の集団間差異に与える効果、日本人間行動進化学会第 10 回大会、2017
- 30 井原泰雄、言語進化の生態学的側面、第 47 回ホミニゼーション研究会、2017
- 31 堀内史朗、人口減少地域で展開する人的交流、日本観光研究学会関西支部第 2 回観光学研究部会、2017
- 32 中橋涉、文化的性淘汰が人類文化に及ぼす影響、第 70 回日本人類学会大会、2016
- 33 中橋涉、文化的性淘汰によって奇妙な文化が広まる条件、日本人間行動進化学会第 9 回年次大会、2016
- 34 加藤郁佳・井原泰雄、強化学習モデルを用いた学習戦略の進化動態についての再検討、日本人間行動進化学会第 9 回年次大会、2016
- 35 堀内史朗、地方労働者の仕事・生活満足度と定住意欲の関係：山形県飯豊町における社会調査の分析、第 62 回数理社会学会大会、2016

〔図書〕(計 4 件)

- 井原泰雄 他、東京大学出版会、進化心理学を学びたいあなたへ：パイオニアからのメッセージ、2018、134-135
- 井原泰雄 他、勁草書房、ムカシノミライ：プロセス考古学とポストプロセス考古学の対話、2018、i-iii
- 井原泰雄 他、勁草書房、文化進化の考古学、2017、1-34

〔産業財産権〕

特になし

〔その他〕

ホームページ等

中橋渉（研究代表者）ホームページ

<https://sites.google.com/site/watarunakahashi/>

井原泰雄（研究分担者）研究室ホームページ

<http://www.bs.s.u-tokyo.ac.jp/~shinkajin/>

堀内史朗（研究分担者）ホームページ

<https://horiuchi-shiro.jimdo.com/>

## 6. 研究組織

### (1)研究分担者

研究分担者氏名：井原 泰雄

ローマ字氏名：Yasuo Ihara

所属研究機関名：東京大学

部局名：大学院理学系研究科

職名：講師

研究者番号（8桁）：90376533

研究分担者氏名：堀内 史朗

ローマ字氏名：Shiro Horiuchi

所属研究機関名：阪南大学

部局名：国際観光学部

職名：准教授

研究者番号（8桁）：90469312

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。