

令和 3 年 6 月 16 日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K18325

研究課題名（和文）考古学データの統合研究環境の構築：文化伝達プロセスの推定とデータベース構築

研究課題名（英文）Constructing an Integrative Research Environment: Inferring the Process of Cultural Transmission and Development of a Database

研究代表者

田村 光平 (Tamura, Kohei)

東北大学・学際科学フロンティア研究所・助教

研究者番号：60725274

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：弥生時代の土器である遠賀川式土器の形態解析、伝達モデルの構築、データベースの構築をおこなった。北部九州を中心に、中四国、近畿から東海までの遠賀川式のかめのデータを集成し、幾何学的形態測定学の一手法である楕円フーリエ解析によって、その時空間変異を定量化した。また、文化進化の数理モデルを構築し、データからモデルのパラメータを推定するとともに、数理モデルを用いて考古学データの性質が、どのように統計解析の結果に影響を与えるのかについて検討した。さらに、土器のデータベースを構築し、上述した解析をブラウザ上でクリックするだけでおこなえるシステムを構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

農耕の拡散は、人類史の中での重要なテーマの一つであり、日本においては弥生文化がそれに該当する。本研究の成果は、これまで考古学的分野が蓄積してきたデータを使い、大まかではあるが、土器の形態変異の地域差を示すことができた。

文化現象の定量的解析、とくに文化進化研究の実データへの応用は、英米を中心に普及しつつあるものの、まだ日本においては定着していない。本研究成果は、日本における普及の一助となる。とくに、『文化進化の数理』は、これまでは「理系」の素養を必要とする本格的な英文の教科書が、事例を集めた一般向けの書籍しかなかった中で、「文系」学生でも世界的にも稀な位置づけの本になっている。

研究成果の概要（英文）：Morphological analysis of Ongagawa style pottery from the Yayoi period, the construction of a transmission model, and the creation of a database were conducted. Data on Ongagawa-style pottery from northern Kyushu, Chushikoku, Kinki and Tokai was collected, and its spatio-temporal variation was quantified using elliptical Fourier analysis, a method of geometric morphometrics. In addition, a mathematical model of cultural evolution was constructed, the parameters of the model were estimated from the data, and the mathematical model was used to examine how the nature of archaeological data affects the results of statistical analysis. In addition, we constructed a database of pottery, and built a system that allows the above-mentioned analysis to be performed with just a click on a browser.

研究分野：人類学

キーワード：文化進化 考古学 土器 幾何学的形態測定学

1. 研究開始当初の背景

人類史上の文化多様性とその形成プロセス、つまり、文化の生成・変容・継承・伝播について理解することは、人文社会科学のみならず、自然科学においても重要な問題である。現在人類は地球上のあらゆる地域に分布しているが、その生態学的成功を支えたのは、文化による適応だと言われている。現代であっても、文化形質の消滅だけでなく創出も続いており、人類社会の多くの側面が文化の影響を受けている。文化多様性は人類の多様性の重要な一部である。

文化を扱う領域は、歴史学、民俗学、言語学、民族学・文化人類学などさまざまである。その中でも、考古学のデータは、他の分野と比較して、長期的な時間変化の情報を含んでいる。このことは、将来的には時間動態を明示的に扱ったモデリングを可能にすることを意味している。また、2000年代に入って、特に社会科学分野の研究対象が、WEIRD (White, Educated, Industrialized, Rich, and Democratic) な人々に偏っているという批判がなされてきている。このことは、研究者が持っている人類の多様性についてのデータが、非常に限定されたものであることを示唆している。先史時代のデータは、現代の人類を対象にしているだけでは捉えきれない人類に多様性を含んでいる可能性がある。

その一方で、考古学データには制約も多い。代表的なものとして、データ量が膨大にも関わらず、それに適した情報共有のかたちが十分に達成されていないことが挙げられる。これまでも膨大な発掘調査が行われてきており、その結果をひとりの人間が把握することは不可能に近い。なんらかのかたちで、情報の縮約か自動化が必要である。一方で、データ共有は主に発掘報告書による紙媒体で行われている。こういった状況のもと、考古学データを最大限有効に活用するための方法論と研究環境の構築が必要である。

2. 研究の目的

上述した課題の克服をめざすうえで、申請者は、数理的な解析手法の導入と、電子的なデータ共有環境の整備が、考古学、さらには人類の文化多様性の理解に対して有効であると考えた。ひとりの人間が把握しきれないほどのデータ量であるならば、データの電子化とそれによる検索や情報の圧縮・抽出は不可欠である。数理的な解析手法を用いることで、大量のデータを高速に、かつ一定の基準に従って処理することが可能になる。

残念ながら、現在の日本考古学で、こうした数理的・定量的解析が普及しているとは言い難い。また、考古学が扱う対象は、石器から土器、人骨、遺構に至るまで非常に多様であり、すべてを一度にデータベース化するのは難しい。そのため、普及を効率的にすすめるためにも、本申請課題では具体的な考古学的イベントを扱うことにする。対象は、弥生時代早期・前期における式土器の形態変化である。縄文時代から弥生時代への移行は、日本列島において本格的な食糧生産への移行およびそれに伴う社会の変化だと考えられる。食糧生産の開始は、環境改変の強度の増加や、社会の大きな変化と結びつけて考えられており、世界の様々な地域で、重要な研究テーマとなっている。本研究で扱う土器は、突帯文土器と、遠賀川式土器とよばれるふたつの土器型式である。遠賀川式土器は、西日本に広く分布する土器型式で、その成立に際し、韓半島からの文化的影響が想定されている。北部九州で成立し、日本の他の地域へと拡散したと考えられているため、弥生文化の拡散の指標として用いられてきた。突帯文土器は、その遠賀川式土器に先行する在来の土器である。本申請課題では、弥生文化の拡散における、遠賀川式土器の形態変化と、在来の突帯文土器の影響を、数理的解析とモデリングを通して検討する。

形態解析のための手法として、本研究では、進化生物学で用いられてきた定量的な形態の解析手法である幾何学的形態測定学をもちいる。この手法を用いることによる利点として以下がある。(1) 輪郭形状を対象とするため、相同性のある部位を特定する必要がない、(2) 遺跡や地域から「代表性」があると想定された土器を抜き出して比較するのではなく、分析可能な全個体を使うことができる、(3) (2)で挙げた理由のため、「代表」となる個体の形質ではなく、形質の分布を使って議論することができる。また、モデリングのための枠組みとして、「文化進化」とよばれる研究プログラムを使用する。この枠組みでは、文化を「非遺伝的手段により伝達される情報」として定義し、進化生物学の理論と解析手法を用いて、文化現象を解析する。生物進化の考えは、ときに「変化を伴う由来」と表現される。親子の間での遺伝子の伝達の際に、突然変異によって僅かな遺伝的な差異が生まれ、世代を重ねるうちに大きな多様性が形成される。文化進化の場合も同様に、個体間の文化伝達の際に、エラーや改良によって文化形質に変化が積み重なっていく。しかがって、「変化を伴う由来」という考えに立てば、土器の伝播に際し、伝播してきた地域には、そこに伝えた地域の変異が蓄積しているはず

3. 研究の方法

本申請課題では、(1)個体レベルの文化伝達プロセスの推定、(2)データベース構築のふたつを並行して行った。

(1) 個体レベルの文化伝達プロセスの推定

発掘報告書から、九州の突帯文土器および、九州から中国・四国地方、近畿地方、東海地方までの遠賀川式土器のデータの収集をおこなった。集成したデータは、計 522 個体となった。形態の解析手法として、幾何学的形態測定学のうち、輪郭の解析手法である楕円フーリエ解析をもちいた。発掘報告書からスキャンした画像の輪郭をトレースし、黒塗りの画像を生成した。解析には、R のパッケージである Momocs を用いた。サイズの標準化のために、面積で割る処理を加えた。フーリエ級数展開をおこなった後、得られた係数について主成分分析をおこなった。

こうした解析に加えて、文化の融合を扱う文化伝達の数理モデルを構築した。サイズ N の集団を考える。この集団は、前の世代が作成した土器を模倣して新しい土器を作成すると仮定する。各土器は形質値をもち、伝達の際の模倣されやすさに影響する。文化伝達のバイアスに応じて、世代を経た後に、形質値の分布がどのように変化するかを調べた。また、模倣する際に、モデルをひとつではなく複数選ぶ場合を想定することで、土器の「融合」を扱えるようなモデルを構築した。

(2) データベースの構築

土器のデータベースの構築もおこなった。(A)でおこなった幾何学的形態測定学の解析が、解析対象となる土器をクリックして選択するだけでおこなえるような機能も実装した。

4. 研究成果

図 1 に、遠賀川式土器の楕円フーリエ解析の結果を示す。縦軸が第一主成分得点であり、形態の特徴量だと解釈することができる。対象としたのは、福岡県、鹿児島県、山口県、島根県、広島県、岡山県、愛媛県、高知県、兵庫県、京都府、大阪府、滋賀県、愛知県である。福岡県は三地域に区分したが、他の地域は、県レベルを解析の単位としている。第一主成分得点が高いと細長く寸胴であり、小さいと幅広で曲線的な形状をしている。地域内の形態変異も大きいと、それでも形態の地域差が存在する。加えて、隣接する地域の土器の形態変異は、その幅の大きさも含めて類似する傾向がみられた。比較的 first 主成分得点が高い地域として、九州・四国・愛知が挙げられ、低い地域として、中国・京都が挙げられる。

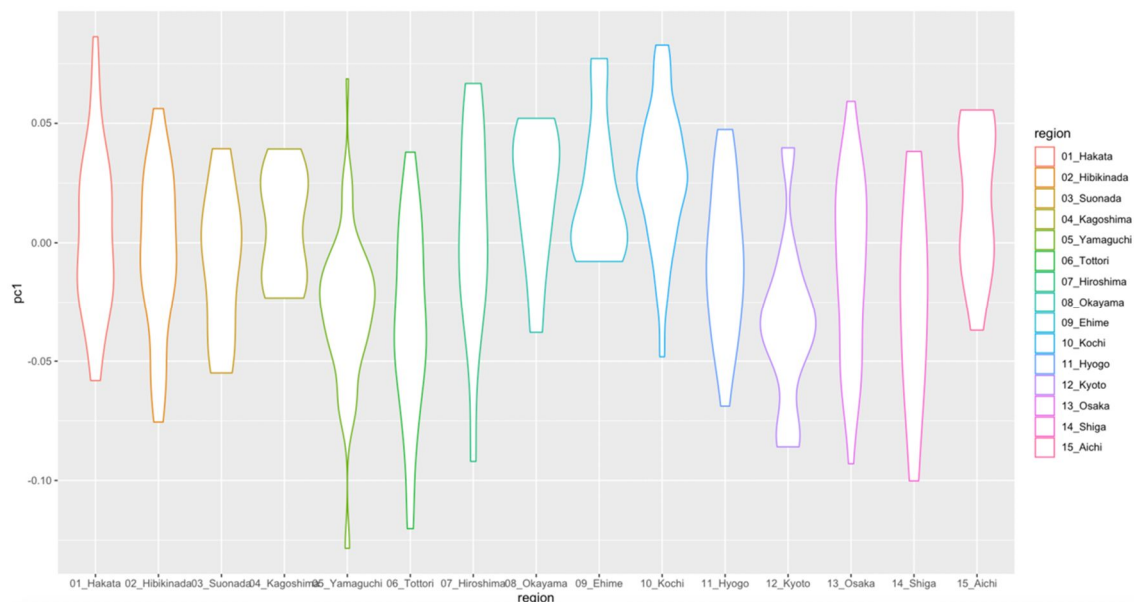


図 1：弥生土器の形態の特徴量のバイオリンプロット。福岡県の遺跡は三地域に分割した。

図 2 に、遠賀川式土器の祖型となったと考えられる韓半島の土器（無文土器）および、福岡の在地の土器である突帯文土器を加えた楕円フーリエ解析の結果を示す。その他の土器は、図 1 と変わらない。韓半島の土器は、他の地域に比べ、第一主成分得点の値が大きい傾向がみられた。また、突帯文土器の分布の中央値は福岡の遠賀川式土器のものと同程度であった。

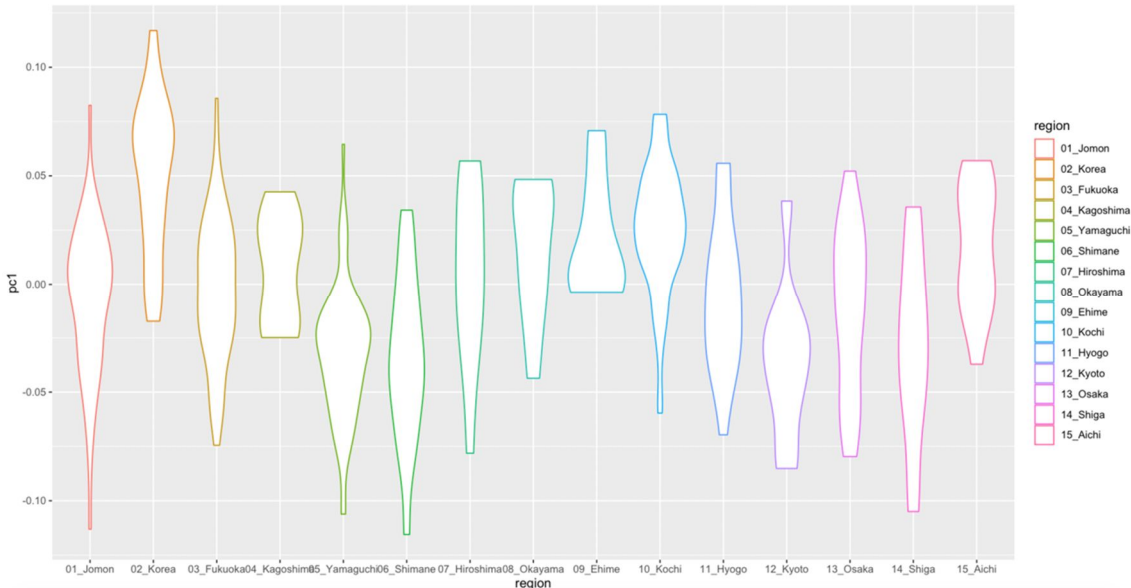


図 2：韓国の土器および突帯文土器を加えた場合のバイオリンプロット。福岡県の遺跡はすべてひとつにまとめた。

中央値の推移が見やすいように、図 3 に箱ひげ図を示す。

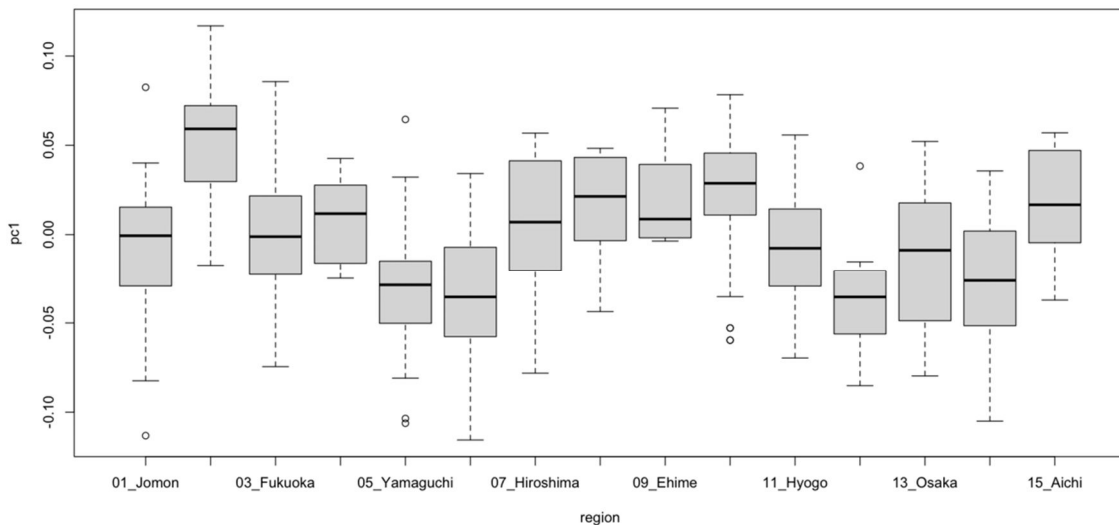


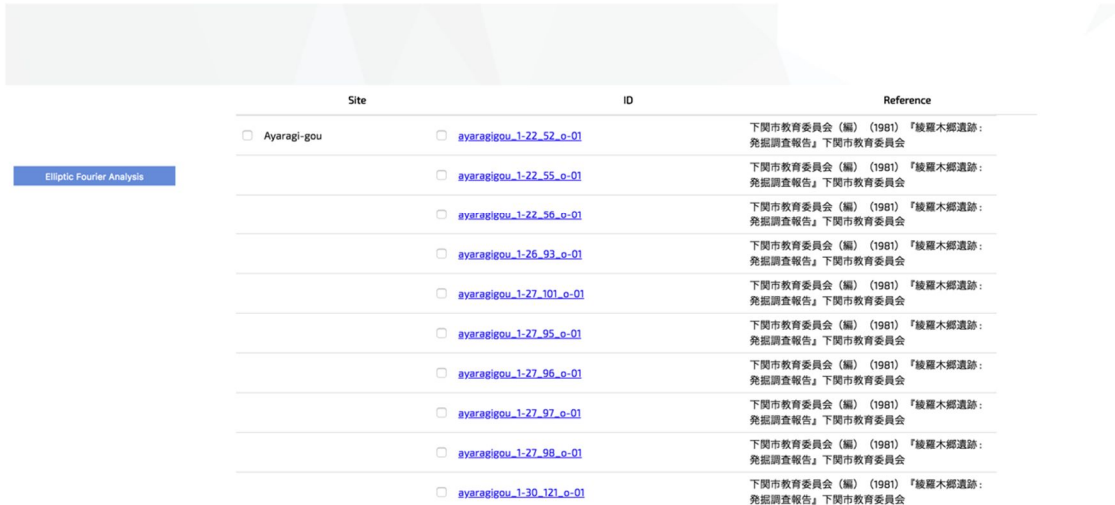
図 3：形態の特徴量の箱ひげ図。

図 3 は、口縁部が幅広で曲線的な形状になることはあるが、寸胴になる傾向はみられないことも示唆している。

一方で、今回の分析からは、弥生文化の拡散がどのように起こったのか、不明瞭な点も多い。例えば、土器の形態が類似していることから、すでに先住者がいる地域を飛ばして移住が起こったと想像することもできるが、土器の形態変異が生み出されるスピードが十分に速い可能性も考えられる。したがって、遺伝や人骨などの形質人類学のデータを併用することが、より解像度の高い理解には必要である。考古学データの側からも、例えば祭祀などの各地域の他の文化形質の情報を組み合わせることで、より重層的な検討が可能になる。加えて、今回の解析では、地理情報を明示的に解析に組み込んでいない。空間統計学や、空間構造を取り入れたシミュレーションモデルを用いた推定と組み合わせることで、より踏み込んだ解析に結びつけることができる。と考える。

また、モデリングに際し、フーリエ係数を進化生物学における遺伝子型、それを主成分得点に変換した値を表現型とみなすアプローチについて検討した。形質値のみを使う場合と、どちらが適切かまだ検討する必要があるが、理論的な整合性と、データ解析の結果が影響を受けるかどうかの両面から検討することが必要だと考える。

データ解析と数理モデル構築と並行して、幾何学的形態測定学の手法を使用可能にしたデータベースを構築した(図 4)。このデータベースでは、ブラウザから、対象とする土器を選択肢、解析ボタンを押すだけで、主成分分析やクラスタ解析を実行できる。



Site	ID	Reference
<input type="checkbox"/> Ayragi-gou	<input type="checkbox"/> ayragi@gou_1-22_52_o-01	下関市教育委員会（編）（1981）『綾羅木郷遺跡：発掘調査報告』下関市教育委員会
	<input type="checkbox"/> ayragi@gou_1-22_55_o-01	下関市教育委員会（編）（1981）『綾羅木郷遺跡：発掘調査報告』下関市教育委員会
	<input type="checkbox"/> ayragi@gou_1-22_56_o-01	下関市教育委員会（編）（1981）『綾羅木郷遺跡：発掘調査報告』下関市教育委員会
	<input type="checkbox"/> ayragi@gou_1-26_93_o-01	下関市教育委員会（編）（1981）『綾羅木郷遺跡：発掘調査報告』下関市教育委員会
	<input type="checkbox"/> ayragi@gou_1-27_101_o-01	下関市教育委員会（編）（1981）『綾羅木郷遺跡：発掘調査報告』下関市教育委員会
	<input type="checkbox"/> ayragi@gou_1-27_95_o-01	下関市教育委員会（編）（1981）『綾羅木郷遺跡：発掘調査報告』下関市教育委員会
	<input type="checkbox"/> ayragi@gou_1-27_96_o-01	下関市教育委員会（編）（1981）『綾羅木郷遺跡：発掘調査報告』下関市教育委員会
	<input type="checkbox"/> ayragi@gou_1-27_97_o-01	下関市教育委員会（編）（1981）『綾羅木郷遺跡：発掘調査報告』下関市教育委員会
	<input type="checkbox"/> ayragi@gou_1-27_98_o-01	下関市教育委員会（編）（1981）『綾羅木郷遺跡：発掘調査報告』下関市教育委員会
	<input type="checkbox"/> ayragi@gou_1-30_121_o-01	下関市教育委員会（編）（1981）『綾羅木郷遺跡：発掘調査報告』下関市教育委員会

図4：構築したデータベースのスクリーンショット。

今後は、土器のデータのみならず、関連する人骨のデータも拡充することで、より重層的な理解の手助けになるようなデータベースへの拡張を考えている。また、三次元情報も組み込むことで、より広範な目的に使えるデータベースに発展させていけると考えている。

上記のような成果を盛り込みつつ、文化進化研究の教科書である『文化進化の数理』を執筆・出版した。本書は、文化進化の基礎概念から、数理モデル、データ解析までの広範な対象について扱っている。文化進化研究の基礎である数理モデルについても、式の展開を丁寧に追うなど、「文系」分野の学生にも理解しやすいように心がけた。文化現象の定量的解析の普及の一助になると考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 中川朋美・中尾央・田村光平・山口雄治・松本直子・松木武彦	4. 巻 24
2. 論文標題 弥生時代中期における戦争：人骨と人口動態の関係から	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 情報考古学	6. 最初と最後の頁 10-29
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tamura Kohei, Takikawa Hiroki	4. 巻 461
2. 論文標題 Modelling the emergence of an egalitarian society in the n-player game framework	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Theoretical Biology	6. 最初と最後の頁 1~7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jtbi.2018.10.037	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 田村光平	4. 巻 717
2. 論文標題 データベース・進化考古学・幾何学的形態測定学	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 考古学ジャーナル	6. 最初と最後の頁 32-35
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計16件（うち招待講演 5件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Kohei Tamura・Takehiko Matsugi
2. 発表標題 Quantifying the morphological trend of keyhole-shaped mounds of the Kofun period in Japan.
3. 学会等名 MORPH2019 Sendai（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Tamura・Hisashi Nakao・Kanta Takada・Tatsuya Hashimoto・Takehiko Matsugi
2. 発表標題 Quantifying morphological variation of bronze and iron arrowheads of the Kofun period in Japan.
3. 学会等名 MORPH2019 Sendai (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Tamura・Hisashi Nakao・Yuji Yamaguchi・Naoko Matsumoto
2. 発表標題 Elliptic Fourier analysis of the Ongagawa pottery in prehistoric Japan.
3. 学会等名 MORPH2019 Sendai (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kaishi Yamagiwa・Kohei Tamura
2. 発表標題 Relationship between Ancient Shell and Stone Adze Artifacts in the Southern Ryukyu Islands: A Morphological Analysis Using Elliptic Fourier Analysis
3. 学会等名 MORPH2019 Sendai (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田村光平
2. 発表標題 考古学における文化進化：過去の文化ダイナミクスの復元をめざして
3. 学会等名 第27回 産研アカデミックフォーラム「文化を科学する：進化論で社会を理解する」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田村光平
2. 発表標題 楢円フーリエ記述子に基づく考古遺物の輪郭形状解析
3. 学会等名 考古形態測定学ワークショップ#01 「かたちを測る・分ける・読み解く - 考古学における形態の測定と理解とは何か - 」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yutaka Kobayashi, Mitsuhiro Nakamura, Kohei Tamura, Kenichi Aoki, Shun Kurokawa, Joe Y. Wakano, Shinji Kato, Miho Suzuki, Jun Takakura, Kazuya Nakagawa, Atsushi Noguchi, Takuya Yamaoka, and Yoshihiro Nishiaki
2. 発表標題 Analysis of archaeological data based on 0,1-vector models
3. 学会等名 PaleoAsia 2018 (The International Workshop, Cultural History of PaleoAsia)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mitsuhiro Nakamura, Kohei Tamura, Kenichi Aoki, Yutaka Kobayashi, Shun Kurokawa, Joe Yuichiro Wakano, Shinji Kato, Miho Suzuki, Jun Takakura, Kazuya Nakagawa, Atsushi Noguchi, Takuya Yamaoka, Yoshihiro Nishiaki
2. 発表標題 Statistical analyses of archaeological cultures based on 0,1-vector models
3. 学会等名 PaleoAsia 2018 (The International Workshop, Cultural History of PaleoAsia)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田村光平・加藤真二・鈴木美保・高倉純・中川和哉・野口淳・山岡拓也・西秋良宏
2. 発表標題 パレオアジアDB石器データ時空間動態の可視化
3. 学会等名 パレオアジア文化史学第6回研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kohei Tamura, Takehiko Matsugi
2. 発表標題 Geometric Morphometrics of Keyhole-Shaped Mounds
3. 学会等名 Cultural Evolution Society 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田村光平
2. 発表標題 文化差の起源とダイナミクス：文化進化論からの視座
3. 学会等名 日本心理学会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kohei Tamura
2. 発表標題 Tracking Human Migration and Information Flow in the Prehistoric Japanese Archipelago Using Geometric Morphometrics of Archaeological Artifacts
3. 学会等名 SMALL-GROUP WORKSHOP OF ENSEMBLE PROJECT FOR YOUNG RESEARCHERS IN TOHOKU UNIVERSITY: THINKING A NEW INTERDISCIPLINARY APPROACH IN AREA STUDIES
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kohei Tamura
2. 発表標題 Modeling Sociocultural Evolution
3. 学会等名 14th JGFoS meeting（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田村光平
2. 発表標題 パレオアジアDBの定量的解析
3. 学会等名 新学術領域「パレオアジア文化史学」B02班班会議（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田村光平・加藤真二・山岡拓也・西秋良宏
2. 発表標題 東アジア中・後期旧石器石器群定量化の試み（第2報）
3. 学会等名 新学術領域「パレオアジア文化史学」第5回研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kohei Tamura
2. 発表標題 Evolutionary Morphometrics of Archaeological Artifacts
3. 学会等名 The 1st AsiaEvo Conference
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 田村 光平	4. 発行年 2020年
2. 出版社 森北出版	5. 総ページ数 256
3. 書名 文化進化の数理	

1. 著者名 阿子島香、溝口孝司（監修）、中尾央、田村光平（編集協力・執筆）	4. 発行年 2018年
2. 出版社 勁草書房	5. 総ページ数 256
3. 書名 『ムカシのミライ』	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------