

令和 6 年 5 月 17 日現在

機関番号：33910

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2018～2023

課題番号：18K18545

研究課題名(和文) 動的モデルからみた先史時代「地域」の形成 - 「中国」文明圏の南方諸地域を対象に

研究課題名(英文) The Tempo-Spatial Analysis of Formation Process of Regionality in The Prehistory: Case Study in Southern Region of China

研究代表者

渡部 展也 (Watanabe, Nobuya)

中部大学・人文学部・准教授

研究者番号：10365497

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,800,000円

研究成果の概要(和文)：中国南部諸地域では、小規模な集団が散住しながら相互作用的に地域を形成したと考えられ、その理解には、特に動的な地域形成過程の分析が有効と考えられる。GISを用いたTIN分析、LCP分析(交道路推定)の他、Agent Based Simulation(ABS)を用いた動的な相互作用モデルを幾つか構築し、実験を行った。これらを通し、空間構造がエージェント間の情報交換と拡散・蓄積に与える影響の具体的過程の観察が可能となった。また、エージェントがネットワークの全体像についての理解度が地域形成に与える影響など、新たな視点を得ることも出来た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究を通して、例えば文化圏とその変化のような形で、包括的な空間の枠組み、断続的な時間変化として捉えられてきた先史社会の地域形成について、空間面の動的変化を分析するための方法論を提案した。特にGISとABSを組み合わせる事で、空間的側面からみた集団形成のメカニズムについて、実験的に条件を様々に組み替えて観察・分析する事が可能となる。予察的ではあるが、特に情報が少なく断片的な先史時代研究において、連続性のある動態を観察するための方法論とその可能性を示したものである。

研究成果の概要(英文)：The formation of regionality in southern China is considered to be an action of interaction among the small groups of people which they habitat dispersedly. Thus, method which is capable to analyze the dynamics of interaction is considered to be advantageous for the case. TIN and Least Cost Path(LCP) analysis with GIS and Agent Based Simulation (ABS) were utilized to tackle this problem. The study enabled the observation of tangible process of interaction (trade of information) among the settlement pattern, which is presumed to be the base of formation of regionality. Additionally, new perspectives and insights, for example, how the accumulation patterns of information may be affected by the difference in extent of knowledge the agents have (i.e. whether they know the full structure of the network or not), were gained through the modeling process and the implementation of simulation.

研究分野：地理情報科学

キーワード：地理情報科学 考古学 地域形成 ネットワーク ABS、ABM GIS 先史社会

1. 研究開始当初の背景

これまで、中国南部諸地域の人文地理的な多様性の具体像について、「中国」的世界の形成以前に遡って追求した研究はほとんど見られない。先史時代の地域について、理解を要約的に描く面的な文化圏やその関係を示した模式図は示されてきたが、こうした地域形成の過程や交流の空間的な具体像について分析する方法が不十分だったことも一因である。中国南部諸地域では、小規模な集団が散住しながら相互作用的に地域を形成したと考えられ、その理解には、特に動的な地域形成過程の分析が必要となろう。地図や GIS が具体的な地域像を描き出すうえで有効であることはよく言われるが、断続的な時期毎の遺跡分布をデータとするトランザクションモデルでは、設定した時期の変化過程や動態を示すことは原理的に不可能である。こうした欠損を埋め、動的な相互作用を観察するには、また別の角度からのシミュレーションの援用が必要であると思われる。

2. 研究の目的

本研究は、先史時代における「中国」文明圏の南方諸地域の「地域」形成過程を、「地理的合理性」に基づく動的モデルを用いて分析しようとするものである。GISによる地理空間分析と ABS (Agent Base Simulation) を組み合わせることで、具体的なネットワーク (交通網) および「地域」形成の動態の分析の実現を目指す。これまで困難とされた先史時代における南方諸地域の「地域」形成過程を明らかとする事、そして「地域」形成過程を動的・具体的に示し、かつ条件を変えながら試行できる箱庭的実験環境を作り出すことを目的としている。これにより、これまでの知見との相互補完や、思考実験を可能とする地域研究の新たな方法論を提示し、現代地理学の観点からも「地域」についての概念と分析手法を再考する。

シミュレーションでは特に、1) 「地域」内および「地域」間を結ぶネットワーク (交通網) の推定、2) 情報の伝播過程の分析、3) 雲南・嶺南地方、四川という異なる地理的特徴下におけるそれぞれの「地域」形成過程の分析、4) 「地域」形成に対する地理的諸条件の影響力の分析を行う。

3. 研究の方法

先史時代の移動や交流については不明な部分も多く、特定の条件を与え事は難しい。そこで、地理的背景とそれに対応して主体が取る行動の間に「地理的合理性」がある事を仮定した。具体的には、考古学、地理学、人類学的研究の知見を出発点として策定される、歩行モデル (地形に対する移動経路の選択) とこれに対応した情報交換モデル (接触した個体間での情報要素の交換・受容率) から成るエージェント (ABS の基本単位: 1 集落から移動する 5 人前後の移動集団を想定) の行動ルールが「地理的合理性」に対応する。また、エージェントが従う地理的データ (地形、標高等) については GIS を用いて分析を行い、遺跡分布の持つ基本的な空間構造とネットワークとして評価を行った。従って、方法は、GIS による空間構造の分析と ABS による動的な相互作用についての分析という二つに大きく分けられる (図 1)。

なお、このシミュレーションで言う「地域」とは、交流により情報の交換が進む中で、エージェント間で情報の均質性が認められた状態を指す。分析では「文化圏」のような同質地域の存在を出発点で仮定するのではなく、むしろ動態の中にそうした「地域」がどのように見いだせるか、そのメカニズムと状況を明らかとすることを重視した。これにより、日常的な情報交換が作り出すローカルな「集団」と、「集団」のマクロ視点におけるふるまいとして捉えられる「地域」とが、どのように連動して相互を形成するかについて考察を可能とする。

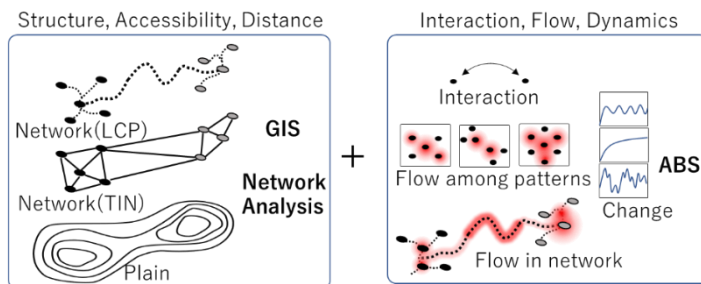


図 1 分析手法の概要

4. 研究成果

GISを用いたTIN分析、LCP分析(交通路推定)の他、ABSを用いた動的な相互作用モデルを幾つか構築し、実験を行った。構築したモデルとしては、1) エージェントがそれぞれの集落間を移動しつつ情報交換を行う基本的モデル、2) 地理条件(標高と河川)を含めた仮想空間においてエージェントがそれぞれの集落に移動しつつ情報を交換するモデル、3) 集落が分村しつつ増加し、集落間ネットワークと空間構造を形成するネットワークと分布の共変化モデルがある。

ただし、ABSの実行は想定していた以上に演算処理のコストが大きく、広範囲を扱うには困難がある事も分かった。また、1)においては、自律的な歩行モデルが必要となるが、微視的な視野(限定された自分の周囲の情報)で行動する方法では、特定の地形条件を持つ場所にエージェントが嵌ってしまうケースがあり、十分な解決には至らなかった。引き続き開発を継続する予定である。

そのため、Brien(2014)の例にみるような、事前に交通路をGISのLeast Cost Path(LCP)により計算し、そのルートを移動する、GISとABSの併用による方法を採用した。ただし、本手法では、環境変動要因のモデル化も考慮し、ルートデータにラスタースタイルデータを用いている。

いずれにしてもABSでは計算コストが大きすぎ、現実の中国南部地域に適用する事は困難であったため、広範囲については、Triangulated Irregular Network (TIN)を用いたネットワークから空間接続構造と階層的なクラスターを分析し、それらの階層の一部で生じるダイナミクスを分析する事で代替した。なお、TINによる手法については考古学的な研究が多く、より遺跡の動態が明らかな山東地域で応用し、その有効性を確認した(渡部, 2022)。

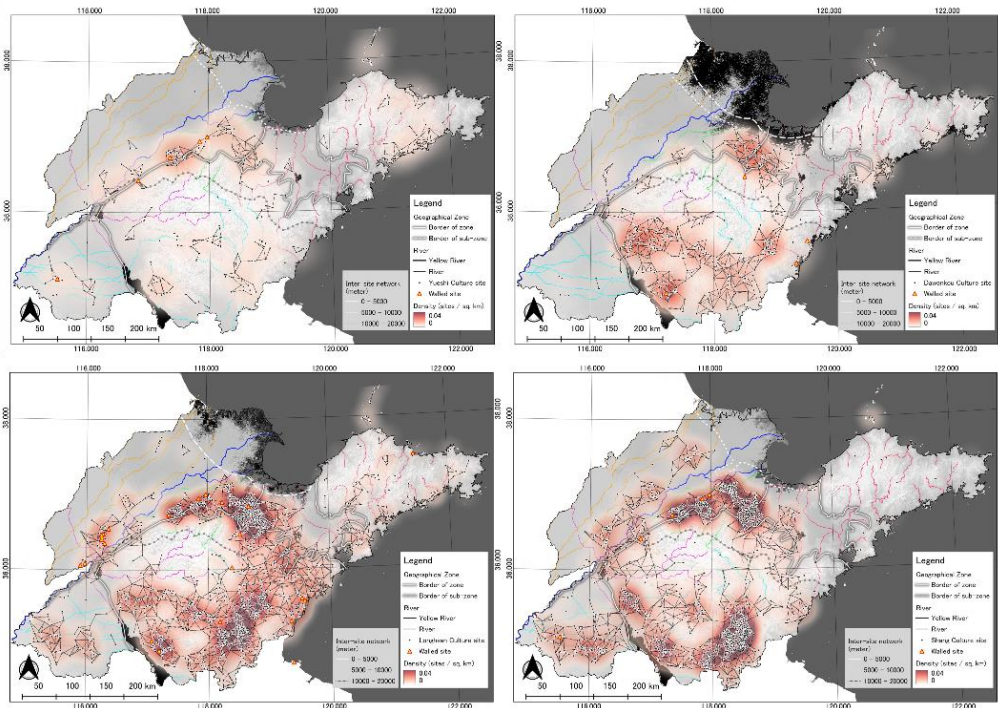


図2 TINを用いた山東省におけるネットワークと階層性の分析

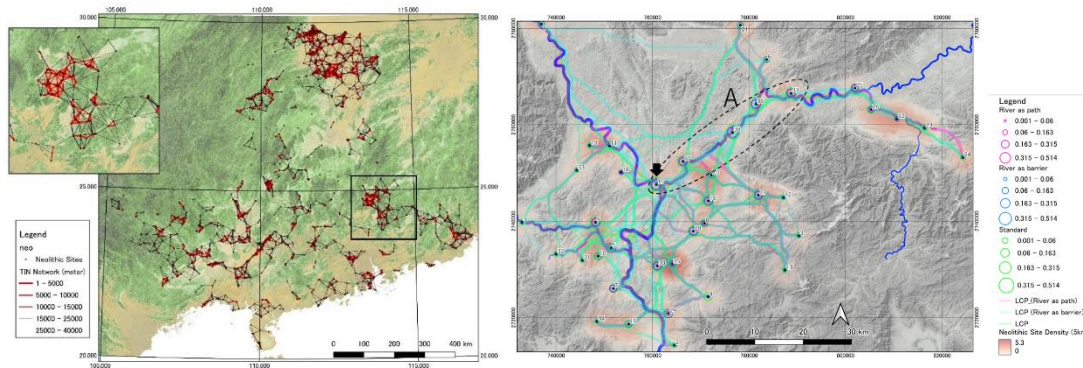


図3 TINとLCPを用いた中国南部におけるネットワーク分析

2)のモデルについては、新石器時代中国の単純化した全体空間における分析を実験的に行い、交通の要衝となり得る場所の抽出、各遺跡からの情報の拡散状況の推定等を試行した(図4)。ただし、この方法では、代表点間の直接的な行き来を示したため、全体的な分布を通して行われるネットワークのボトムアップの形成までは表現できないという限界がある。

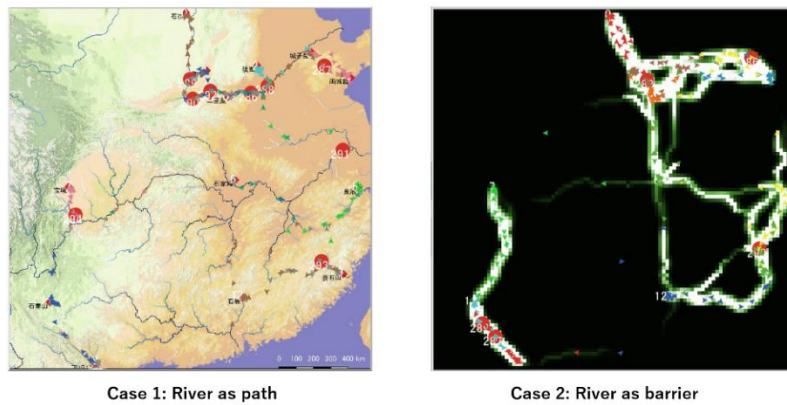


図4 GISで計算したLCPによる最適交通路とABSによる分析を組み合わせたマクロな地域間関係の分析

3)について、二つの集団間でどのように空間の占有が図られ、相互に情報流通するか分析を実施したが、分村には人口や生産性等、背景となる土地の要素や社会的要素が複雑に絡むことから、今回はその基本的背景となる、情報交換とネットワーク形成の共変化を試みるにとどめた。

最も力を入れたモデルは基本となる1)である。具体的には、基本的図形の幾つかと実際の中国南部の一部地域の遺跡配置について分析を行うための、箱庭的シミュレーターを構築した。ネットワーク分析による評価結果等とも比較しながら、空間構造の違いが中心形成の過程にどのような違いを及ぼすか、パラメータを変えつつ実験を行った。



図5 ABSによる動的な集落と情報交換過程のシミュレーター

結果からは、同じ空間構造でも移動距離に応じてネットワークの構造が変わる事、また必ずしも空間的中心点において情報の蓄積が最大化しないこと等を確認した。これは、直感的な空間パターンのみで、中心性を判断する事の危険性を示す結果ともなった。また、こうした違いが生じた理由は、直感的には理解しがたいが、ABS特徴である途中経過の連続的な観察から、ある程度そのメカニズムについて推測する事が出来た(図6)。地域形成研究の実験的箱庭としての有用性を確認する事ができた。

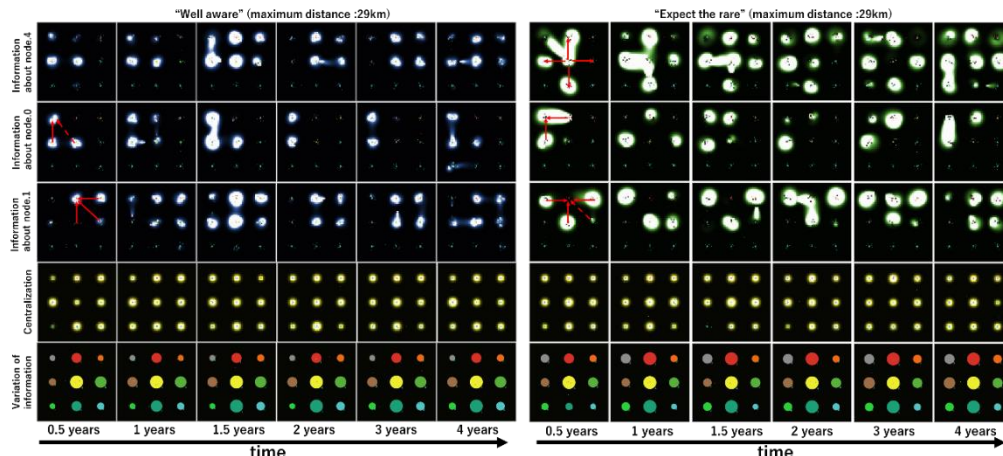


図6 シミュレーターでみる変化過程の例

また、ネットワーク分析でよく使用される中心性指標“Betweenness Centrality”は、各点のボトルネック的重要性(全体への波及度)についても、二つの集団を中継点が結ぶ空間構造に対して計算し、ABSの分析結果との比較を行った。この結果、Betweenness Centralityでは当然ながら高い値を示す中継点が、ABSでは高くないことが確認された。中継点の情報量集積度を高める条件を探るため、パラメータを様々な値に変えた組み合わせでシミュレーションを行ったが、傾向に大きな変化は見られなかった。このことは、ネットワーク構造全体における点の位置づけを計算するBetweenness Centralityと、周辺の限られた情報を基に行動するABSにおける違いであると考えられる。地域形成が行われるにあたり、全体構造を理解しているケース(遠方まで、どういう集落があり、どういうつながりを持っているか理解している)と、基本的には自身の行動範囲程度の理解しかない場合とで、違いが生じる可能性がある事を示している。

玉器等から知られる中国新石器時代の後半に見られる長距離間の交流の増加等は、各地の周辺に対する理解を広めたかもしれず、あるいは地域形成に寄与する効果があったかもしれない。この分析は、南部中国の遺跡分布にも適応したが、この結果は比較的Betweenness Centralityと近い結果となる事が確認された。ただし、後の歴史時代において拠点となる地域がBetweenness Centralityでは高くなる一方で、ABSでは低い等の違いも見られた。

先述の全体理解の条件下と、一部理解の条件下の相互補完となる事から、両方の手法を用いることが有効となろう。これらの成果を国際シンポジウムにて報告(Watanabe, 2023)し、現在報告集書籍の形で文章化も進めている。

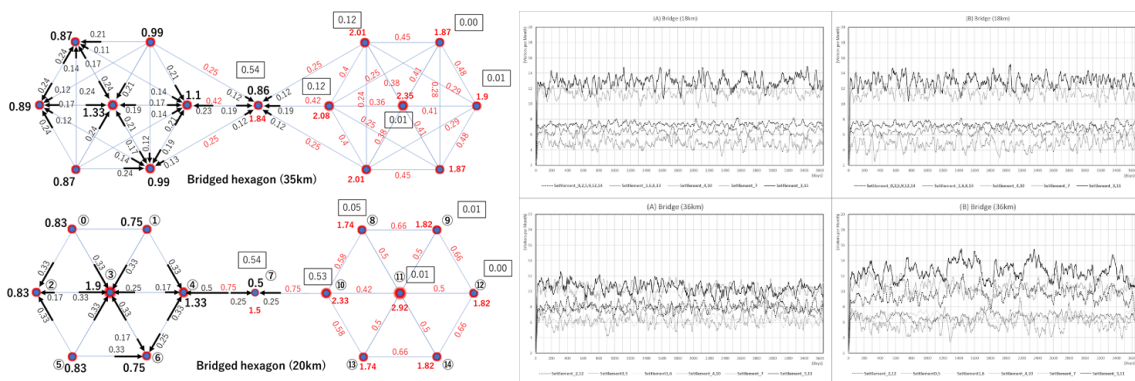


図 7 “Betweenness Centrality”と ABS 分析結果。

以上、本研究では中国南部の地域形成過程の解明を目標としてそのための動的時空間分析を行う手法構築を行った。期間中に最終的な中国南部の地域形成過程の解明まで十分踏み込めなかった感は否めないが、方法論と必要な基礎データの整備までは概ね整えることができた。また、モデル設計、実験を通して地域形成に関わる様々な気づきを得る事が出来た事も、さらに研究を進める上での重要な成果であった。具体的な南部地域形成像の分析は継続、発展して進めていく予定である。

Brien Y.O., 2014, Modelling Routeways in a Landscape of Esker and Bog, in Miguel, Amblard, Barceló & Madella (eds.) *Advances in Computational Social Science and Social Simulation Barcelona: Autònoma University of Barcelona*, 2014, DDD repository <<http://ddd.uab.cat/record/125597>>

Watanabe N, 2023 Preliminary Study on The Tempo-Spatial Analysis of Formation Process of Regionality in The Neolithic Period, China, 国際シンポジウム・ワークショップ “GISを用いて言語情報と非言語情報をつなぐ” 国立民族学博物館主催 国立民族学博物館 第4セミナー室 (2023/9/24)

Watanabe N. 2022, Spatial simulation of the path networks in the Neolithic Period: A preliminary study, 2022.7.3 Ninth Worldwide Conference of The Societ for East Asian archaeology (SEAA) Kyungpook National University, Daegu, South Korea (Zoom)

渡部展也「山東における遺跡分布の長期的変動と地域性」2023年1月8日(日)中国考古学会2022年度総会・大会 南山大学 G27 教室 (ハイブリッド開催)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 渡部展也・西江清高・金井サムエル	4. 巻 -
2. 論文標題 山東における遺跡分布の長期的変動と地域性	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 中国考古学会2022年度総会・大会 予稿集	6. 最初と最後の頁 41-50
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 -

1. 著者名 西江清高	4. 巻 21
2. 論文標題 論中原王朝の“外域”出土的牙璋及其在中国古代史上的意義	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 『アカデミア』人文・自然科学編	6. 最初と最後の頁 53-68
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.15119/00003050	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 西江清高	4. 巻 21
2. 論文標題 多様な青銅器文化 形成期「中国」的世界とその周辺	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 東洋文化研究	6. 最初と最後の頁 173～193
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11件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 WATANABE Nobuya	
2. 発表標題 Preliminary Study on The Tempo-Spatial Analysis of Formation Process of Regionality in The Neolithic Period, China	
3. 学会等名 国際シンポジウム・ワークショップ “GISを用いて言語情報と非言語情報をつなぐ”（国立民族学博物館主催）（国際学会）	
4. 発表年 2023年	

1. 発表者名 渡部展也
2. 発表標題 地理空間情報の「多層性」と考古学 - 考古学GISの視点と実践 -
3. 学会等名 第1回公開シンポジウム「空間を読み解く考古学」（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Nobuya Watanabe
2. 発表標題 Spatial simulation of the path networks in the Neolithic Period: A preliminary study
3. 学会等名 The Ninth Worldwide Conference of the Society for East Asian Archaeology (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡部展也・西江清高・金井サムエル
2. 発表標題 山東における遺跡分布の長期的変動と地域性
3. 学会等名 中国考古学会2022年度総会・大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西江清高
2. 発表標題 空間を読み解くさまざまな階梯 中国考古学の事例から
3. 学会等名 第1回公開シンポジウム「空間を読み解く考古学」（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西江清高
2. 発表標題 中国初期王朝誕生の考古学
3. 学会等名 南山大学人類学博物館講座講演
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡部展也
2. 発表標題 地理空間分析による遺跡間のアクセシビリティと交通路の検討 - 中国の新石器時代を事例として -
3. 学会等名 学術変革A合同シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡部展也
2. 発表標題 地域諸文化と地域間関係の空間的復元を目指して - 「分布」から「動態」へ -
3. 学会等名 《中国文明起源解明の新・考古学イニシアティブ》キックオフ・シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡部展也
2. 発表標題 新石器時代の生業と関中平原の自然地理
3. 学会等名 関中平原開発史考 考古学と歴史学からみる「人と水資源」中部大学歴史地理学科主催シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西江清高
2. 発表標題 中国初期王朝時代の都城をめぐる
3. 学会等名 南山大学人類学研究所2019年度第4回公開シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西江清高
2. 発表標題 西周王朝誕生の考古学
3. 学会等名 上智大学公開講座（招待講演）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 李峰、施勳松主編(西江清隆)	4. 発行年 2022年
2. 出版社 中西書局	5. 総ページ数 684
3. 書名 張長寿、陳公柔先生紀念文集	

〔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
研究 分担者	西江 清高 (Nishie Kiyotaka) (10319288)	南山大学・人文学部・研究員 (33917)	

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
---------	---------