

平成 21 年 5 月 20 日現在

研究種目：基盤研究(B)海外学術調査

研究期間：2006～2008

課題番号：18401004

研究課題名(和文) ペルー、ナスカの地上絵の学際的研究

研究課題名(英文) Interdisciplinary Studies of Lines and Geoglyphs of Nasca

研究代表者

阿子島 功 (AKOJIMA ISAO)

山形大学・人文学部・教授

研究者番号 00035338

研究成果の概要：ペルー中南部海岸沙漠のナスカ台地とその周辺の地上絵は、B.C.1～A.D.8世紀頃のナスカ期の文化遺産であり、1994年に世界遺産に指定されたが、詳細な測量図が作成されているのは動植物図像が集中しているナスカ台地の一部のみであり、ナスカ台地全域にわたる地上絵の分布の全体像については必ずしも明らかではなかった。地上絵の成り立ちの解明や今後の保全計画の基礎となる資料を整備する目的で、高精度人工衛星画像解析や現地調査によって分布図作成を行い、自然地理学、考古学、認知心理学などの観点から考察した。ナスカ台地全域の地上絵の分布図が作成されたことにより、自然地形との関係や、地上絵が制作された文化的背景、また現在進行している地上絵の破壊状況などを明らかにすることができる。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
2007年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	5,400,000	1,620,000	7,020,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：地域研究・地域研究

キーワード：ナスカ地上絵 ペルー 人工衛星画像解析 文化人類学 認知地図
世界遺産 地形分類図 エルニーニョ

1. 研究開始当初の背景

ペルー中南部海岸沙漠のナスカ台地とその周辺の地上絵は、B.C.1～A.D.8世紀頃のナスカ期の文化遺産であり、1994年に世界遺産に指定されたが、その分布の全体像については必ずしも明らかではなかった。従来の詳細分布図は、(1)ナスカ台地の北方のパルパ地区、および(2)動植物図像や幾何学図形が集中していることから注目されてきたナスカ台地のうちの北東部に限られており、ナスカ台地全体の地上絵の分布は明らかでなかった。そのために世界遺産に指定される前に開発などによって損傷を受けたものもあった。

2. 研究の目的

地上絵の成り立ちの解明や今後の保全計画の基礎となる資料を整備することを目的として、「ナスカ台地全体の地上絵の分布図」を作成する。

台地全体の地上絵分布を把握することで、地上絵の制作目的を解明していくための多くの情報を得ることができ、またその分布を知らずに人為的に損傷されることを規制できる。作成した詳細分布図にもとづいて、地上絵の制作目的を自然地理学、考古学、認知心理学など観点から考察を加える。

3. 研究の方法

1) 高解像度人工衛星画像によるナスカ地上絵の分布図の作成

航空写真や現地測量によって作成された従来の地上絵分布図は、台地の一部に限られている。均一な精度の詳細分布図の作成には航空写真測量による方法があるが、地上絵の集中地区だけでなく、最大約 20×15km にも及ぶナスカ台地全域を蓋うには多額の経費を要することから実現困難であった。そこで本研究は、高精度人工衛星画像を利用し、これを現地調査と組み合わせることで、地上絵の詳細分布図を作成した。

動物の地上絵を構成する線の最小幅は 10cm 程度であるが、近年、人工衛星画像の解像度が上がり、地上絵の線が解読できるほどになってきた。アメリカの商用衛星 Quick Bird (2001 年打ち上げ)の撮影した画像は、地上分解能 0.6m という精度をもつ。本プロジェクトでは、Quick Bird の他、日本の陸域観測技術衛星 ALOS (通称“だいち”、2006 年打ち上げ)によって撮影された高精度衛星画像も併用し、台地全域をカバーする地上絵の分布図を作成した。

2) 画像解析と地上絵の線画の地図化

デジタルデータとして提供された衛星画像に写っている地上絵と判断される線を、画像処理ソフトを用いて強調し、画面上で手でトレースして、地上絵の線画レイヤーを作成した。作業は人工衛星画像を分割して小範囲ずつ処理し、それらを CAD で統合してナスカ台地全体の分布図とした。

3) 画像解析による地形分類図の作成

ナスカ台地の台地上面は極乾燥地であるため植被がほとんどない裸地である。まれにおきる強雨によって洪水流が走って更新される河流跡と、侵食が微弱な安定な台地面と

がある。台地面の安定度を色調の差に注目して画像解析で評価し、図化することができた。

4. 研究成果

1) 地上絵の分布図

図化できた「ナスカ台地の地上絵の分布図」のうち東半部を図 1 に示す。動植物画像などが集中している台地北東部の判読結果(図 2)によれば、従来の図には表示されていなかった地上絵が多数あることがわかった。

地上絵分布図の作成の過程で、これまで明らかにされていなかった地上絵が 100 点以上新たに確認された。大部分は直線や幾何学図形であるが(図 3)、生物画像と思われるものも 1 点発見された(図 4)。

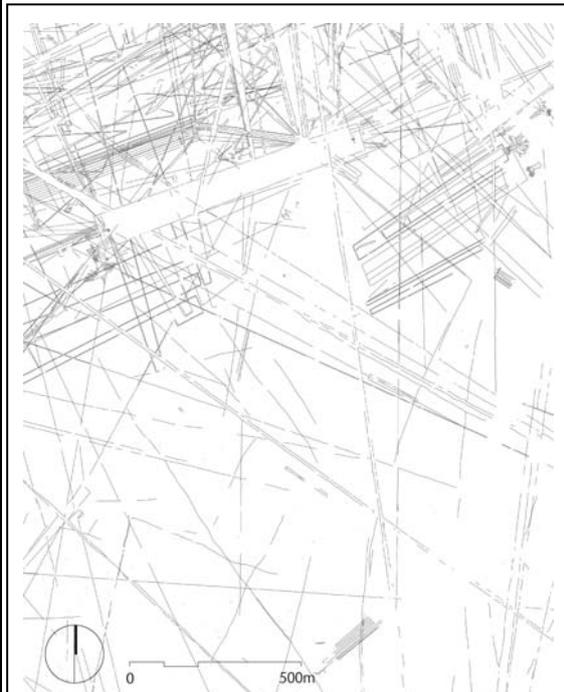


図 2. ナスカ台地北東部の地上絵集中地区の分布図。

生物画像の他、多くの直線、幾何学図形などが観察される。

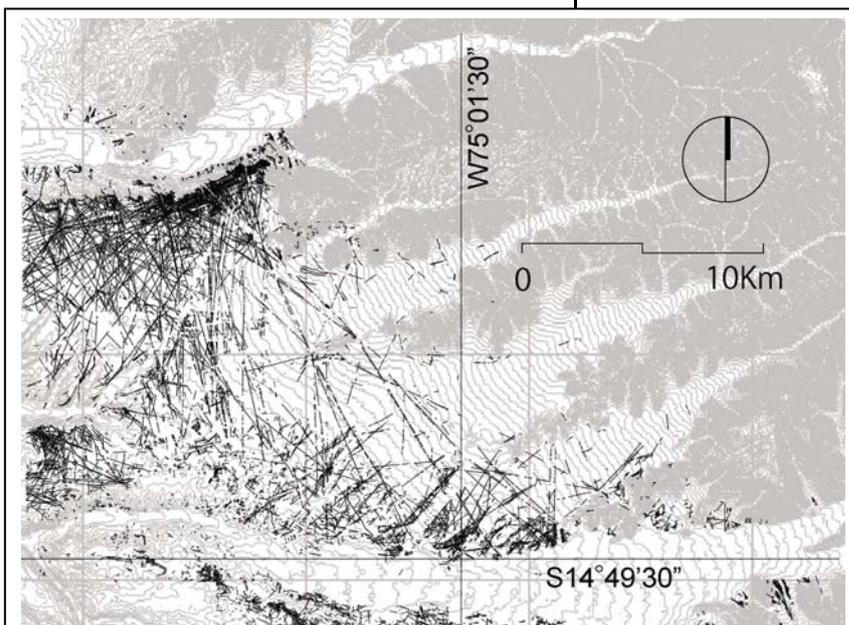


図 1. ナスカ台地東半部における地上絵の分布

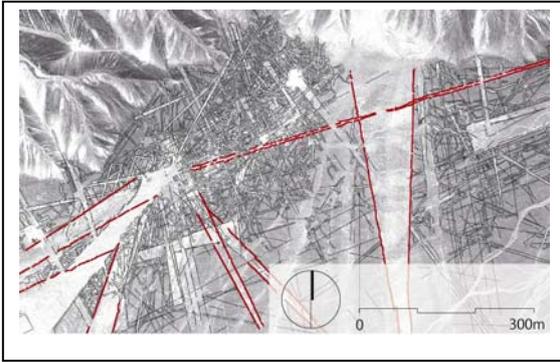


図 3. ナスカ台地北東部で新たに確認された直線や幾何学図形の地上絵。赤太線は、世界遺産登録の際に作成された分布図で記載されていたもの。



図 4. ナスカ台地南西部で新たに確認された生物図像と思われる地上絵。セスナ機から撮影した写真よりトレースしたものである。全長約 65m

衛星画像に写っている多数の線のうち、道路・車の轍・水流の跡などを、地上絵と区別することが衛星画像では難しい場合がある。また、地上絵の線同士や水流の跡との切りあい関係なども判読しにくいこともある。これらの課題は、今後、本格的な現地調査を合わせて実施していくことで解決される。

これまで困難であった、ナスカ台地全域を把握する地上絵の分布図が作成されたことにより、自然地形との関係や、地上絵が制作された文化的背景、また現在進行している地上絵の破壊状況などを明らかにすることができる。地上絵の分布図の具体的な活用については以下に述べる。

2) 地上絵の考古学的検討

① 時期別の地上絵分布図の作成

現在観察される地上絵は、数百年にわたっ

て制作されたものである。そのため制作時期の違う地上絵が複雑に重なり合っている場合も少なくない。そこで、地上絵の作成過程をより明らかにするために、時期別に分類した分布図の作成が必要である。

重なり合う複数の線の切りあい関係を、人工衛星写真を精査することで、これまで少なくとも 50 地点以上で認めることができた。また画像から前後関係を観察できないものに関しては、確認のための現地調査を行った。現在も調査は続行中であるが、ナスカ台地（約 20×15 km）に分布する地上絵を網羅的に把握するにはさらに時間を要する。今後も現地調査を継続することによって、地上絵の時期別分布図の完成を目指す。

② 地上絵の分布規則の検討

地上絵の制作目的を明らかにするために、本プロジェクトでは、地上絵の分布と天体の運行との関係を検討した。

ナスカ台地付近の農民達を対象に面接調査を行ったところ、彼らが南十字座、スバル、天の川などを、翌年の豊作を占うために用いるなど、農耕のために重要視していることが分かった。そこでこれらの天体の運行を計算し、ナスカ台地の特定の観測地点からの方角と、地上絵の分布とが対応するのかを検討した。

観測地点として、ナスカ前期の祭祀センターであったカワチ神殿遺跡のピラミッドと、ナスカ台地の中央部の丘にあるラインセンターを想定した。前者はカワチ神殿の建築群の中では最も大きく、また最も古いもので、真北と真東に聖なる山を配し、先行研究でも天体観測所であったとされているものである。後者は多くの直線が集中するラインセンターであり、また山の尾根にあるためナスカ台地を見通すことができ、観測所であった可能性が高い。

天文計算アプリケーションを用いてナスカ期 (B.C.100~A.D.700) におけるこれらの天体の運行を計算し、それぞれの観測地点から地平線に出現・入没する方角と、生物図像の地上絵への方角を比較した。その結果、天体の運行と対応すると想定できる地上絵が存在することが確認されたが、それが有意なものであるかどうかは、地上絵全体の配置を考慮した上で、今後の現地調査によって検証する必要がある。

3) 自然地理学的検討

① ナスカ地上絵と土地条件

台地上面の河流跡や台地上面の安定度と地上絵の分布との比較によって、地上絵は描かれた当初から、土地の安定度が考慮されていたことがうかがわれる。暗色を呈する台地面の部分（安定した地表面は風化した地表面の保存度が良いため暗い色調を示す）は、地

上絵を描く（多くは削り出す）ときに色の対照が得やすいし、水流によって失われることが少ないことが認識されていたのであろう。

台地表面の色調は、少なくとも3段階に区分できる。すなわち、最も暗い色を示す部分（大きな河流が及ばない、あるいはこれに縁どられた礫州状を呈する部分および丘麓の崖錐状の部分）、新鮮な河道状の部分（最も明色の部分）、両者の中間の色調の部分の3段階である。画像処理方法は、台地上面の機上観察・空撮（図5—1,2）を参考にして、画像において、区分のためのしきい値を設けて2値化してそれぞれ単色画像を得、色を与えて重ねた。この3区分は Quick Bird 画像の画像処理によって提示できた（図5—下）。

さらに、ALOS 画像を利用することによって、比較的広い範囲の地表面安定度評価の区分図を作成することができる。台地全体を概観すると、台地を北東から南西に流れるマフエロス川を境として、東側丘陵に発する河川群はマフエロス川の西側へ及ばないことからその北西側の台地面の安定度が高く、暗赤褐色の風化礫の保存が良い。一方その南東側の台地面は明白色の河道跡の密度が高く、不安定地表面が多いことがわかる（図6）。

図像の分布はマフエロス川の北西側で密度が高く、南東側では分布密度が低い。したがって、ナスカ地上絵が描かれた時点で土地条件が考慮されていたことをうかがうことができる。

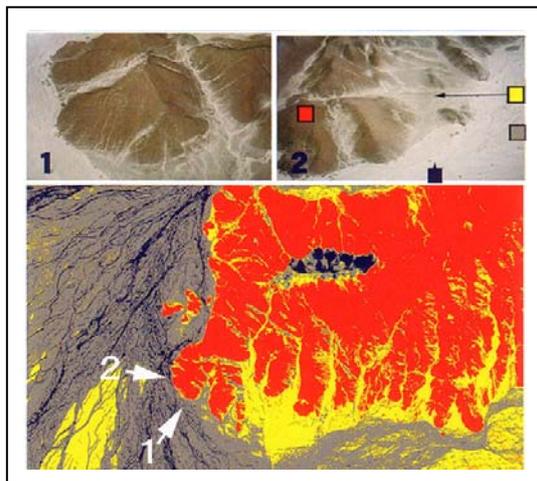


図5 画像処理による地表面の安定度評価の例。フクロウ人間の図像の丘付近。

上図1,2は空撮斜め写真(位置は矢印1,2)。下図は、写真2の色調の4区分の例を参考として、QuickBird画像を処理して図化*したものである。赤：丘陵斜面、黄：微高地面、灰色：中間面、濃紺：新鮮な河道跡

*includes copyrighted material of Digital Globe, Inc., All Rights Reserved

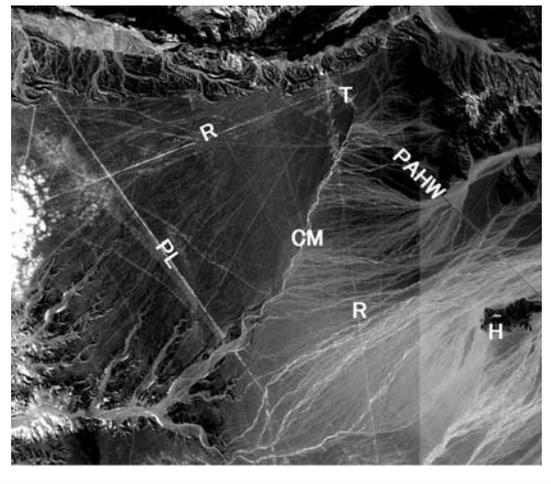


図6 ALOS 画像によるナスカ台地上の河道跡の分布の概観。

CM：マフエロス河、T：展望塔、H：フクロウ人間の図像の丘、PAHW：パナアメリカハイウェイ、PL：送電線作道、R：旧来道路

② ナスカ地上絵の保全上の新たな課題

地上絵が損傷をうける主な原因として次の4つがある。(1)自然的損傷、(2)車やバイクの轍による損傷、(3)不用意な土地利用による損傷、(4)道路やその付帯設備などによる損傷である。明らかになったのは、地上絵の破壊が主に人為的な開発によって進んできたことであり、特に畑、水路、道を作ること、かなりの数の地上絵が損傷を受けた。「新発見」の地上絵（図4）も、すでに車の轍によって破壊されていたことは印象的である。

(2)および(3)の人為的な損傷については、軽飛行機による観察・空撮、Quick Bird 画像の判読などが实际的であり、過去半世紀の地上絵の消滅プロセスを把握するために、1947年にペルー空軍が撮影した縮尺 1:15,000 写真と 2002年撮影の Quick Bird 画像との比較を行った。

(1)の自然的損傷としては、数年～10年間隔で起こる強い雨の際に、台地表面に強い水流が発生し土石流が生ずることによって、地上絵が損なわれることが挙げられる。ナスカ台地では 1997-98、2007.2、2009.1 の強雨によって洪水が生じた。前述のようにマフエロス川の北西側の安定型地表面では、雨水による水流の影響は軽微であり約 1,500 年間の損傷はさほどではないが、マフエロス川の南東側の河道群にそって顕著な土石流による侵食・堆積が生じた。

(4)は新たな問題であり、道路やその付帯設備などによって、土石流の堰き止めが起り、道路を伝って台地上面の水流の流れ方に変化が生じている。道路による堰き止めの対策（砂防）と道路面を覆った土砂を排除してできた堤の処理は、台地景観の保全上の新たな

課題となった。そのモニタリングにALOS画像の解析が有効であることが確認できた。

4) ナスカ地上絵の配置の認知心理学的検討

① ルートとノードとしての地上絵の機能
地上絵の台地上での分布の様態や景観的特徴の分析から、直線の地上絵が集中するライン・センターが、ランドマークとしてだけでなく、人がその場に立ち移動するノードとしての機能をもった可能性が考えられ、現地での検証課題が明らかとなった。

② 地上絵の配置について

地上絵の配置について考察する際に基本的手がかりとなる地上絵の方向について、従来は研究者の主観によるものであった。代表的な地上絵画像を用いて、現代の大学生250人に地上絵の望ましい方向を問うた結果は、画像の長軸短軸を水平垂直方向にするというナスカ時代の土器の画像配置と共通するものであり、実在する地上絵の方向について確認することができた(図7)。このように観察方法の妥当性を確かめた上で地上絵の配置について考察することで、より実証的に研究を推進できる見通しを得た。

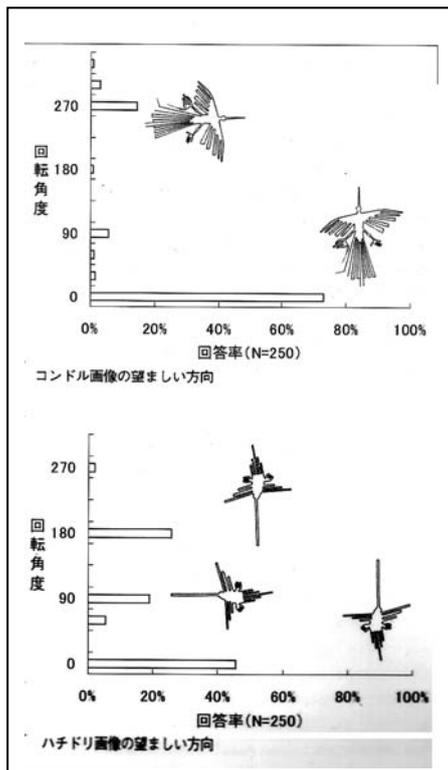


図7 画像ののぞましい方向の実験結果

5) 研究成果の公開

① 山形大学ホームページの開設

新発見の生物画像の地上絵の報告(2006.7)を契機として、研究成果の公表用に山形大学にWebサイトをおいた(図8)。
<http://nasca.yamagata-u.ac.jp>

② 公開展示・図録作成

平成20年6~8月に宮城県仙台市において河北新報社が「ナスカ地上絵の謎展」を開催したが、分担者の坂井正人はその展示の監修を行い、山形大学の研究成果を展示公開する機会を得るとともに、山形大学出版会より展示図録集を出版した。展示図録集において国内のナスカ期の土器の集成を行い、山形大学の研究成果を解説した(5[図書]①に検討項目をリストアップした)。展覧会の期間中の入場者数は3万人であった。図化にかわった学生を中心に山形大学学生による展示解説を行った。また山形大学人文学部内にパネルと土器レプリカの常設展示を行っている。



図8 山形大学人文学部ナスカ・プロジェクトのホームページ画面

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 10 件)

- ① 坂井正人・門間政亮、高精度人工衛星画像にもとづく地上絵研究、山形大学大学院社会文化システム研究科紀要、4、pp.107-138、(2007.8)、査読有
- ② 阿子島功、ナスカ台地の地形分類図と地上絵、山形大学大学院社会文化システム研究科紀要、4、pp.139-149、(2007.8)、査読有
- ③ 渡邊洋一、ナスカ台地の空間認知、山形大学大学院社会文化システム研究科紀要、4、pp.151-163、(2007.8)、査読有
- ④ 本多薫、研究成果の公表と課題、今後の計画について、山形大学大学院社会文化システム研究科紀要、4、pp.165-167、(2007.8)、査読有
- ⑤ 阿子島功、ペルーナスカ台地とその周辺の地形・地質、山形応用地質、28、pp.7-13、(2007.3)、査読無
- ⑥ SAKAI Masato, MONMA Tadasuke, HONDA Kaoru, *Estudio Preliminar de las Líneas y Geoglifos de Nasca: una Investigación Interdisciplinaria*, Masato Sakai & Isao Akojima (eds.), Universidad de Yamagata, Japón, pp.1-40, (2007.3) 査読無

- ⑦ AKOJIMA, Isao Mapa de Clasificación Geomorfológica de las Pampas de Nasca, Perú, *Estudio Preliminar de Las Líneas y Geoglifos de Nasca: una Investigación Interdisciplinaria*, Masato Sakai & Isao Akojima (eds.), Universidad de Yamagata, Japon, pp. 41-59, (2007. 3), 査読無
- ⑧ WATANABE, Yoichi Mapa Congnoscitivo sobre las Pampas de NASCA: Un Acercamiento Psicológico a las Líneas de Nasca, *Estudio Preliminar de Las Líneas y Geoglifos de Nasca: una Investigación Interdisciplinaria*, Masato Sakai & Isao Akojima (eds.), Universidad de Yamagata, Japón, pp. 61-76, (2007. 3) 査読無
- ⑨ PAZOS, Miguel RIVERA y CANALLES, Jorge Olano. Geoglifos Nasca en la Ruta del Prscador: Las Líneas en la Camino a la Bahía de San Fernando, Nasca, *Estudio Preliminar de Las Líneas y Geoglifos de Nasca: una Investigación Interdisciplinaria*, Masato Sakai & Isao Akojima (eds.), Universidad de Yamagata, Japón, pp. 77-88, (2007. 3) 査読無
- ⑩ 坂井正人・阿子島功・渡邊洋一・門間政亮, 人工衛星がとらえた「新発見」のナスカ地上絵、ニュートン、26-7、pp. 121-121、(2006. 7) 査読無

[学会発表] (計 9件)

- ① 阿子島功・坂井正人、ペルー、ナスカ台地の洪水と地上絵、東北地理学会 2009 年春季大会、(2009. 5. 18)、仙台
- ② 渡邊洋一、ナスカ地上絵の空間イメージ、日本イメージ心理学会第 9 回大会、教育講演 (2008. 11. 29)、盛岡 アイーナ (いわて県民情報交流センター)
- ③ 阿子島功、ペルー、ナスカ台地面の過去と現在の地形変化作用、地球惑星科学連合 2008 年度発表予稿集 Z159-P0005、(2008. 5. 28)、千葉 幕張メッセ
- ④ 阿子島功・坂井正人・渡邊洋一、ペルー、ナスカ台地の 2007. 2. 17 洪水による地形変化—ALOS画像による、日本地理学会 日本地理学会予稿集、73、pp. 236-236、(2008. 3. 29-30) 東京
- ⑤ 阿子島功、乾燥・半乾燥地域で移動砂丘の発現する地形的位置——モンゴル、中国西部、ペルー海岸の数例より、東北地理学会 2007 年秋季大会 (2007. 10. 20)、福島大、(季刊地理学 60-1、pp. 58-59 所収)
- ⑥ 渡邊洋一、ナスカ地上絵——山形大学の学際的研究—— 東北心理学会第 61 回大会「超境する心理学」(2007. 9. 6) 岩手大学
- ⑦ 阿子島功、ペルー、ナスカ台地の 1500 年

間の地形変化、日本地理学会 2007 年春季大会、(2007. 3. 20-21) 日本地理学会予稿集、71、pp. 217-217

- ⑧ 渡邊洋一、ナスカ台地の認知地図 (2) ラインセンターの役割、北海道・東北心理学会第 10 回合同大会 (2006. 9. 30) (東北心理学研究、56、pp. 40 所収)
- ⑨ 阿子島功、ペルー、ナスカ台地の地上絵と微地形、東北地理学会 2006 年春季大会、(2006. 5. 21)、(季刊地理学 58-3、pp. 189-190 所収)

[図書] (計 1件)

- ① 坂井正人・阿子島功・渡邊洋一・門間政亮、ナスカ地上絵の新展開——人工衛星画像と現地調査による (坂井正人編) 山形大学出版会、pp. 1-129 査読無
その主な構成は以下のとおりである；
坂井正人・阿子島功 はじめに pp. 8-12
坂井正人・門間政亮 II ナスカ地上絵の世界 pp. 13-42
坂井正人 III 地上絵を制作した人々の世界観 pp. 42-100
阿子島功 なぜ地上絵は 1,500 年以上の間、消えなかったのか pp. 111-112
阿子島功 台形と地下水脈——地上絵が地下の断層線を指示するという説についての疑問 p. 113
渡邊洋一 地上絵の配置に関する認知心理学的研究 pp. 114-116
坂井正人 地上絵・豊穡・変貌——ナスカ期以前の地上絵をめぐって pp. 117-124
坂井正人 地上絵・繁殖力・移行儀礼——ナスカの地上絵は何のために制作されたのか pp. 118-127

[その他]

<http://nasca.yamagata-u.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

阿子島 功 (AKOJIMA, Isao)
山形大学・人文学部・教授 00035338

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者

坂井 正人 (SAKAI, Masato)
山形大学・人文学部・准教授 50292397
渡邊 洋一 (WATANABE, Yoichi)
山形大学・人文学部・教授 10137490
本多 薫 (HONDA, Kaoru)
山形大学・人文学部・准教授 90312719

(4) 研究協力者

PAZOS, Miguel
国立ビジュアル大学・
考古学人類学博物館・館長
OLAECHEA, Mario
ペルー文化庁・ナスカ支局・支局長