

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月 7日現在

機関番号： 34523
 研究種目： 挑戦的萌芽研究
 研究期間： 2010～2012
 課題番号： 22650052
 研究課題名（和文）中央アジアの石刻絵画の形状解析から先史時代の状況とメッセージを探る
 研究課題名（英文）Studies of situation in prehistoric ages in the Central Asia and messages of people by shape analyses of petroglyphs
 研究代表者
 高木 隆司（TAKAKI RYUJI）
 神戸芸術工科大学・デザイン学部・特別教授
 研究者番号：80015065

研究成果の概要（和文）：中央アジアの石刻絵画の形状を画像処理によって定量的に表す方法を開発した。それは、2値化画像から求めたスケルトンを記号列に変換する方法、および周囲長と面積から画像の複雑さを求める方法である。これらをアイベックス（野生のヤギ）とウシ（野牛、絶滅種のオーロックスを含む）に適用することにより、相互の距離約300km以下の遺跡間で文化的交流の存在、およびウシの絵画様式と人間社会でのウシの役割の関係がわかった。

研究成果の概要（英文）：Methods were developed to express shapes of petroglyphs in Central Asia quantitatively by image analysis. One is to obtain skeletons of digitized images and to extract symbol arrays from them, and another is to define complexity of images by the use of their contour lengths and areas. By applying these methods to images of ibex (wild goat) and bull (including bison and aurochs), it was found that there was a cultural interaction among sites within distances of about 300km, and that bulls were expressed in different styles according to their roles in human society.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,000,000	0	1,000,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
2012年度	700,000	210,000	910,000
総計	2,600,000	480,000	3,080,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・図書館情報学・人文社会情報学

キーワード：歴史情報

1. 研究開始当初の背景

中央アジアには、野外の岩壁に刻まれた石刻絵画を含む多数の遺跡がある。本代表者の本来の分野は考古学ではなく、物理学や形の科学であるが、たまたまウズベキスタンで考古学者と知り合い、彼らが絵画の形状に興味を持っていることを知った。たとえば、絵画

のスタイルは何千年も変わらないように見えるのが不思議だ、などの疑問点について話を聞いた。しかしながら、遺跡の数が非常に多く、それに対処する考古学者の数が少ないために、形状に関する研究まで手がまわらないようであった。そこで、形の科学の中に情報科学の分野が含まれているので、それを専

門とする仲間（分担者の出原立子氏、水野慎士氏）と協力して石刻絵画の形状解析の方法を開発することにした。

解析の対象とする画像は、2001年にサマルカンド考古学研究所から出版された「Petroglyphs in Central Asia」が、重要な絵画を多く掲載しているため便利であった（文献[1]）。その中の図版は考古学者により実物からトレースされていて、写真に比べて画像解析にはるかに適している。

2. 研究の目的

本研究の目的は、石刻絵画のモチーフの内、最も数の多いアイベックス（野生のヤギ、多産性の象徴）、および多様な描き方をもつウシ（野牛、絶滅種のオーロックスを含む）について、それらの形状の定量的な解析を行いながら、当時の人々の活動状態や石刻絵画が人々に伝えようとしたメッセージを探ることである。なお、ウシの絵画様式には、シルエット状と多様な内部構造をもつものがある。

3. 研究の方法

形状解析の定量的方法として、次の2つを採用した。1つは、絵画の2値化データからスケルトンと呼ばれる骨組みを抽出し、そのトポロジー的性質を記号で表現する。図1上段のアイベックスから、下段左のスケルトンが得られ、その体軸に沿って鼻(N)、角2本(HH)、首(N)、前足2本(LL)、胴体(B)、後足2本(LL)、尾(T)のように記号を設定する。さらに、形状の詳細を記述するために（下段右）、角には結合1本(C)があるのでHHCと変更、前足は1本出て2本に分岐(Branch)しているのでLLをLBに変更、もし胴体にとげ(Spine)2本がある場合BをBSSに変更する。こうして、このアイベックスの形状は、N-HHC-N-LB-BCC-LB-Tという記号で表現できる（形状コードと呼ぶ）。

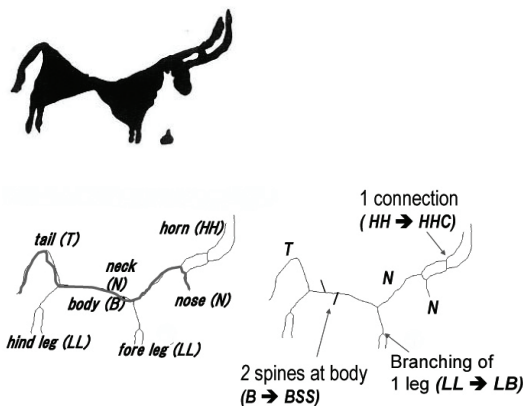


図1. スケルトンから形状コードを求める。

この形状コードの差は、目視で絵画の形状の差を推定した場合と一致していた。この方法のアイデアは、すでに本代表者らにより論文として公表されている（文献[2]）。

他の方法は、周囲長と面積を画像処理によって求め、周囲長と面積の平方根の比（線面に近い肉太の表現かを表す）、および内部構造も含めた全周囲長と外周の周囲長の比（内部構造の複雑さを表す）を計算する。

これらのうち、周囲長と面積の比は、上記の形状コードと相関がなく、全周囲長と外周長の比は、形状コードの文字数と相関が認められた（どちらも形の複雑さを表す）。

4. 研究成果

(1) 複数のアイベックスの形状の差を、形状コードで異なる部分の数で測った。さらに、異なる遺跡同士の形状の差を、それらに含まれるアイベックスの形状の差の平均値で表すことにした。

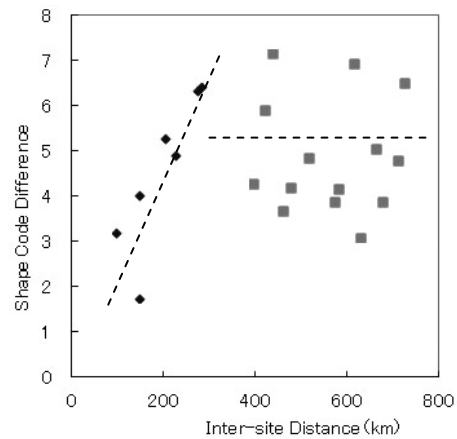


図2. 遺跡相互の形状コードの差と相互の距離の相関。

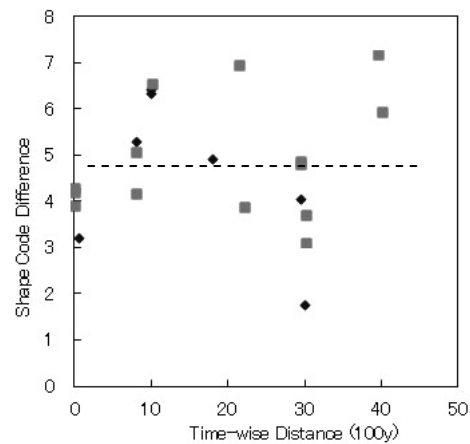


図3. 遺跡相互の形状コードの差と相互の時代の差の相関。

アイベックスを比較的多く含む7か所の遺跡について、形状の差と相互の距離を調べたところ、距離が約300km以下では形状コードの差の平均値と相互の距離に相関があり、それ以上の距離では相関がないことがわかった(図2)。これから、距離300km程度の範囲で文化的な交流があったことが推測される。一方、記号の差異と描かれた時代差との間には目立った相関がなかった(図3)。岩壁には先人の描いたものが見えているので、絵画様式が時代を越えて伝えられたと考えられる。この結果は、本研究の動機である中央アジアの考古学者の感想「数1000年の間絵画のスタイルが変化しなかった」を定量的に裏付けたことになる。

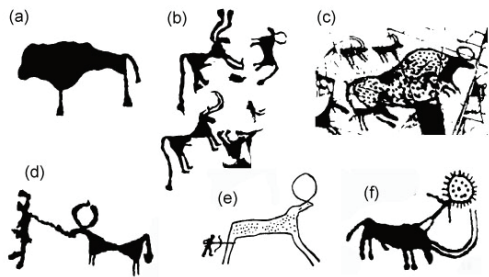


図4. 人間社会におけるウシの役割。(a)孤立状態(iso)、(b)動物集団の1員(mem)、(c)動物集団の中心(cent)、(d)家畜(dom)、(e)狩りの対象(hunt)、(f)宗教的役割(rel, 太陽神と共に登場)

(2) ウシの描画様式は、新石器時代までは完全なシルエットとして描かれ、青銅器時代以降には内部構造をもつものが混じるようになった。アイベックスの解析から、時代と共に絵画様式は変わらなかったと述べたが、それはウシのように人間社会に取り込まれた動物には当てはまらないようである。ウシの内部構造の型には、白抜き(blank)、格子状の模様(grid)、斑点の分布(spots)、格子と斑点の共存(grid and spots)などがある。

ウシについては、それと共に描かれる人、動物、道具から、ウシの人間社会における役割が推定できる。その役割を6つに分類したものを、例と共に図4に示す。ウシの絵画様式と役割の間に一定の関係があることがわかった。図5は、線画への近さ、内部構造の複雑さをそれぞれ横軸、縦軸にとり、内部構造の型を異なる記号を用いて示したものである。ウシの役割は、記号の近くに略語で示した。動物集団の中心(c)、および狩りの対象(e)の多くが内部構造をもつように描かれ、それ以外の多くは完全なシルエットで描かれる傾向が見られる。なお、内部構造の型と動物の役割には、明確な相関は認められなかった。また、内部構造の型と複雑さの間にも相関は見られない。

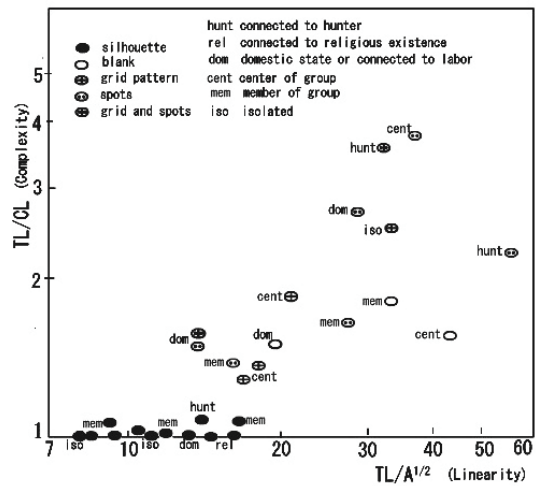


図5. ウシの描画様式と、人間社会における役割との関係。横軸は線画に近い程度、縦軸は絵画の複雑さを表す。ウシの役割は各データ点に添えた記号で表した。内部構造の種類は、データ点の様式で表し、その意味はグラフ内の左上に示す。

青銅器時代以降で、特定の役割をもつウシに複雑な内部構造を与えたことは、ウシの描き方によってメッセージを伝えようとした可能性を示唆している。

以上の結果から、石刻絵画のメッセージが次のように推定される。動物集団の中心、あるいは狩りの対象は、人間が特に注目していることを意味する。内部構造の描写は、このようなウシに対する人間の思い(賞讃、恐れ、闘争心)が込められていると考えられる。一方、人間社会に組み込まれ、一定の役割をもつウシは単なる社会の構成員であり、単純なシルエットで表現されたのであろう。

アイベックスが常にシルエットで描かれたことについては、その理由が次のように推定される。アイベックスは、その多産性から神聖視されていた。それは、太陽神を伴ったウシと同様に宗教的な存在であり、人間社会で役割が決まっていることからシルエットで表現されたと考えられる。

(3) 上に述べたような本研究の目的にそった活動の他に、本研究期間の以前から石刻絵画の保存維持に関する活動も行っていた。ここで、それらについて簡単に言及しておく。本来このような活動は現地の考古学者が行うはずのものであるが、考古学者の数が少なく、政府から来る予算もわずかなので、協力しなければならぬという強い衝動を感じた次第である。

現在、石刻絵画は様々な原因による破壊の影響を受けている。自然条件による破壊には、地衣類の繁殖やミネラル成分の沈着による風化、地震や地殻の変動による岩壁の崩壊が

ある。人工的な破壊には、落書き、ひっかき、などがある。落書きは、通常は有機溶媒を使って除去している。以前、日本から蒸気洗浄機をもちこんで試したところ、有機溶媒を用いる場合に比べて、はるかに短時間で完全に除去できることがわかった。この結果は、現地の考古学者に大変喜ばれた。

しかし、落書きの増加は除去による減少を上回っている。これから、現地の人々のモラル向上が重要なことを実感した。しかしながら、学校教育ではその対策は取られていないようである。そこで、石刻絵画に愛着を感じてもらうために、それをテーマにしたコンピュータアニメーションやコンピュータゲームを試作した。それが普及すれば、現地の人々に文化遺産を守ろうとする意識が生まれることが期待される。考古学者に見せたところ、興味を引いたようであるが、それを普及させようとする動きはまだ出ていない。

地衣類による風化は、落書きよりもさらに深刻な問題である。苔による石碑の破壊を食い止めるために、中国の南部で開発された方法がある。それは、白笈という漢方薬（接着剤にもなる）を用いて、石碑を皮紙で覆うものである。こうすると、皮紙は半透明になって文字を見ることができ、苔の発生を10年以上予防できたとのことである。これを中央アジアで応用することを試みたが、管理者が常駐することが必要であり、この試みは成功しなかった。

地殻の変動による岩壁の崩落は、どうしても止めることができない。現在できることは、崩落した部分を元のところに戻したり、絵画を含む部分を岩壁から切り取って博物館で保管することであるが、そのための予算が現地の政府から出ることは期待できない。本研究で2012年度におこなったことは、数10年前の地震で崩落して2つに割れた、カザフスタンのタムガリー遺跡を代表する絵画を含む岩塊に対して、その写真の画像処理によって仮想的に接合して博物館の展示資料として提供する可能性を示したことである。

最後に、中央アジアの石刻絵画の研究について、本代表者の感想を述べる。日本では、中央アジアの考古学について関心が高くないために、日本からの寄与が少ない。今後は、より多くの考古学者が関心をもち、国際的な研究協力が盛んになることを期待したい。

参考文献

- [1] Tashbayeba, et al., Petroglyphs of Central Asia, Internat. Inst. for Central Asian Studies, Samarkand. 2001, pp. 220.
- [2] R. Takaki, et al., Shape Analysis of Petroglyphs in Central Asia, FORMA, Vol. 21, 2006, pp. 243-258

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計6件)

(1) R. Takaki, R. Izuhara, S. Mizuno, How to read messages from ancient people in their petroglyphs, Symmetry: Art and Science (Proc. Conf of ISIS Symmetry, Austria), 査読あり, 2010, pp. 290-293

(2) R. Takaki, R. Izuhara, S. Mizuno, M. Khujanazarov, M. Kashiwabara, Differences of petroglyph styles among archaeological sites with spatial and time-wise distances, FORMA, 査読あり, Vol. 25, 2010, pp. 45-48

(3) 村崎和樹、出原立子、永瀬宏、アイデアの蓄積・共有を円滑に行う発想支援システムの開発、芸術工学会誌、査読あり、Vol. 54、2010、pp. 12-13

(4) S. Mizuno, K. Takai, H. Sawano, M. Ueda, R. Takaki, Synthesizing rope patterns of Jomon ware in a virtual space, ACM SIGGRAPH Asia 2011, Hong Kong, Technical Sketches (DVD Proceedings), 査読あり, 2011 (ページ数の記載なし)

(5) 高木隆司、植田 真、縄文土器の文様の理論解析、形の科学会誌、査読あり、Vol. 27、No. 3, 2012, pp. 179-189

(6) S. Mizuno, K. Takai, M. Ueda, and R. Takaki, A simulation system to synthesize rope rolling patterns in a virtual space for research on Jomon ware, IEVC (DVD ジャーナル), 査読あり, Vol. 5B-3, 2012 (ページ数記載なし, 全6ページ)

[学会発表] (計7件)

(1) 高木隆司、出原立子、水野慎士、岩絵から古代人のメッセージを読む、第69回形の科学会シンポジウム、2010年6月27日、東京学芸大学

(2) 高木隆司、植田 真、考古学パターンの数理解析 — 縄文土器文様について、形の科学会主催形ショーレ、2011年2月19日、山中温泉河鹿荘

(3) 高木隆司、植田 真、縄文土器の文様と縄の特性、第71回形の科学シンポジウム、2011年6月18日、千葉大学総合メディア基盤センター

(4) R. Takaki, R. Izuhara, S. Mizuno, M. Khujanazarov, M. Kashiwabara, Studies of petroglyphs by image analysis and some other topics, International Seminar-Training by the Cultural Heritage of the Countries of CIS, 2011年9月22日, カザフスタン、アルマトイ市, 保養施設Altyn Tanbaly

(5) 高木隆司、出原立子、水野慎士、柏原牧人、石刻絵画のスタイルの変遷とその要因、形の科学会主催形シュレー、2012年3月3日、国民宿舎ゆずりは荘

(6) 高木隆司、出原立子、水野慎士、仮想石刻絵画の試み、第73回形の科学会シンポジウム、2012年6月16日、福井大学アカデミーホール

(7) 高木隆司、出原立子、水野慎士、ウシの石刻絵画のスタイルとウシの役割の関係、第74回形の科学会シンポジウム、2012年11月17日、東京農工大学工学部

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

○取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ

<http://www.kobe-du.ac.jp/gsdr/takaki/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高木 隆司 (TAKAKI RYUJI)

神戸芸術工科大学・デザイン学部・特別教授

研究者番号：80015065

(2) 研究分担者

水野 慎士 (MIZUNO SHINJI)

愛知工業大学・情報科学部・准教授

研究者番号：20314099

出原 立子 (IZUHARA RITSUKO)

金沢工業大学・情報学部・准教授

研究者番号：00299132

(3) 連携研究者

なし