

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 23 日現在

機関番号：72622

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2013

課題番号：22720275

研究課題名(和文) 衛星写真とスタイン・ヘディン地図を用いた探検隊調査地の解明に関する基礎的研究

研究課題名(英文) Fundamental Research for the Re-identification of Silk Road ruins using Satellite Image and Old Maps

研究代表者

西村 陽子 (NISHIMURA, Yoko)

公益財団法人東洋文庫・研究部・研究員

研究者番号：70455195

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円、(間接経費) 780,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、20世紀初頭のシルクロード地域を探検したオーレル・スタインの地図をデジタル化して解析することで、探検隊の調査後に所在地が不明となっている遺跡の地点を系統的に解明する手法を確立した。

スタインの地図には、作成技術上の制約から地域ごとに異なる誤差が存在する。本研究では、スタインが作製した2種類の地図上の誤差の発生状況を解明した。ついで、トルファンとコータンという二つの地域で、誤差情報と現地調査に基づいて地図上に描かれた遺跡の位置を特定することに成功し、これらの成果を共有するためのシルクロード遺跡データベースの作成を進めた。

研究成果の概要(英文)：In this research, I developed the method of re-identification of Silk Road ruins recorded on Silk Road expeditions' reports and today's excavation reports through digitization and analysis of Aurel Stein's Maps made around 100 years ago.

In Stein Maps, there are similar errors in each areas because of the technical limit of that times. In this research, Firstly I analyzed the error tendency of two old maps made by Stein. Secondly I performed re-identification for Turfan and Khotan areas using error information and field survey, and succeeded in linking many of the missing ruins to currently known ruins. Finally, we started to develop the Silk Road ruins database for common use of these re-identification results.

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：史学・東洋史

キーワード：考古学 東洋史 地理情報システム(GIS) シルクロード

1. 研究開始当初の背景

約 100 年前に、主に欧州各国や日本から派遣されたシルクロード探検隊は、現在の中国・新疆ウイグル自治区から甘粛省にいたる地域で様々な文物を発見し、これらの成果を報告書と地図の形で残した。これらの地図の内、特に Aurel Stein (以下 Stein) が作成した Serindia 及び Innermost Asia 地図 (以下古地図) として S. Hedin (以下ヘディン) が作成した 100 万分の 1 の Central Asia Map は、シルクロード地域の地理や遺跡分布に関する最も重要な資料である。しかし、この地図を持って現在の中国新疆ウイグル自治区を調査した研究者は、これまで「探検隊の調査地点が現在のどの地点に当たるのか把握できない」という問題に遭遇してきた。また Le Coq (以下、ルコック) や Grünwedel (以下、グリウンウェーデル) らの調査記録を利用する研究者もまた、報告書に詳細な地図が収められていないため、遺物の出土地点や遺跡の所在地を正確に把握できずにいた。

筆者は、国立情報学研究所の「デジタル・シルクロード・プロジェクト」の研究に従事する間に、これらの地図には、作成時の技術的原因に起因する誤差が存在することを発見し、この誤差がある地域内ではほぼ一定であることを発見した。そこで、同一地域内で誤差が一定であるならば、誤差を利用することで、所在が把握できない遺跡の位置を推定できると考えた。

2. 研究の目的

本研究は、20 世紀初頭のシルクロード地域を探索した Stein やヘディンの古地図をデジタル化して解析することで、所在地が不明となっている探検隊の調査対象地点を系統的に解明することを目的とする。Stein らの地図には、作成技術上の制約から地域ごとに異なる誤差が存在する。そこで本計画では特に (1) Stein 地図上の誤差の発生状況を解明する。(2) (1) で判明した地図の誤差情報を用いて地図上に描かれた遺跡の近傍点の誤差を算出し、これによって遺跡の現在位置を推定する。次に現地文物局の研究者と協力し、Stein らが残した遺跡の写真・平面図と現況の照合を行う。これを繰り返すことで 20 世紀初頭のシルクロード探検隊調査地の全貌解明を目指す。

3. 研究の方法

本研究では、ある特定の地物に対する古地図上の位置と衛星写真上の現在位置との誤差が基礎データとなる。データの取得には全て Google Earth 等の便利なツールを利用し、古地図・衛星写真のずれを取得する。基礎データは、遺跡だけではなく判明する地物全てについて取得し、地図全体にわたって均等に採取する。このデータに基づき、以下の課題を設定する。(1) Stein 地図上の所在不明

遺跡の照合。多数の位置ポイントから必要な遺跡部分の数値を計算し、地形等を勘案しつつ衛星写真上で確認する。この作業をタリム盆地全域で繰り返すことにより、遺跡所在地の全貌の解明を行う。一部地域では衛星写真で判明しない細部に関する現地研究者の意見聴取を行い、可能な場合は現地調査を行う。(2) 遺跡データベースの作成。(1) で取得した遺跡所在地データと探検隊報告書から作成する遺跡データを連結し、ウェブ上で公開するデータベースの作成を推進する。

4. 研究成果

(1) トルファン地区の遺跡照合

本研究の基礎となるのは、Stein 地図の誤差分布データである。筆者らはすでにタリム盆地全域の誤差分布を算出したが、遺跡照合のために、さらに小さな地域ごとの誤差を算出し、直近地点の誤差を利用して所在不明遺跡の現在位置を推定した。

遺跡照合の際には、1. 位置の類似性 (場寄せ) 2. 名前の類似性 (名寄せ) 3. 記録の類似性、4. 空間画像史料の類似性、という 4 つの基準を設け、これによって異なる体系で記録された遺跡の同一性を判定した。

平成 22 年度の調査対象地域としては、筆者らはこれらの手法を用いてシルクロードの著名なオアシスの一つであるトルファン地区を例として、探検隊調査遺跡の記録と現代の考古調査との照合を行った。ここでは、Stein 地図に記録された 16 カ所の遺跡のうち高昌故城・交河故城などの著名な遺跡を除く 8 カ所の遺跡が所在不明になっている。トルファン地区の所在不明遺跡の現況を示したのが図 1 である。

図 2 はこれらの所在不明遺跡の内、Stein 地図上に Murtuk Ruins と記された遺跡の平面図と、地図の誤差から推定した Murtuk Ruins の現在位置の写真である。この地域は、現在では現地文物局によって烏江不拉克という名称で把握されているが、地形上の一致から、別名で記録された二つの遺跡が、実は同一の遺跡であることが判明した。このように衛星写真上での位置推定と確認を繰り返すことによって、トルファン地域の所在不明遺跡の現況を全面的に把握することが可能になった。

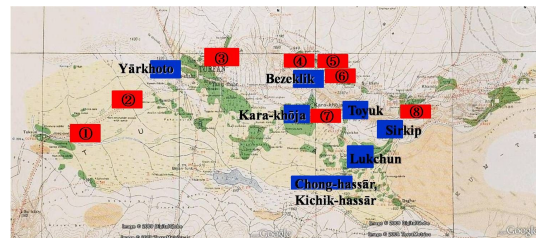


図 1: トルファン地域の遺跡。青は既知の遺跡、赤は所在不明遺跡。

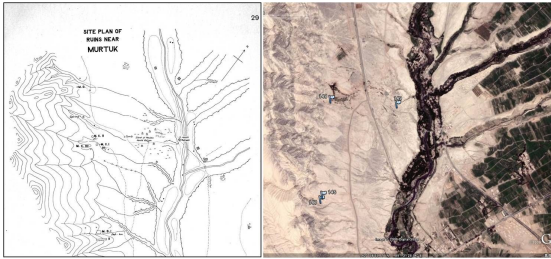


図2 右：Murtuk ruins 左：烏江不拉克遺跡

(2) コータン地区の遺跡照合

次に、第二の調査対象地域として、砂漠地帯のオアシスを代表する例としてコータン地区を取り上げ、探検隊調査遺跡と現代の文物局等の調査結果との照合を行った。

コータン地区においても、トルファン地区と同様、20世紀初頭の探検隊調査遺跡の内、5分の3に達する15カ所の遺跡が所在不明になっている。そこで、トルファン地区と同様に地域内の誤差分布を抽出し、その誤差に基づいてコータン地区の遺跡の照合を行なった。図3・図4は遺跡照合の結果明らかになったコータン地区の遺跡の一例である。この遺跡はスタインによって Ruined Town above Hasha として記録されたが、現在では所在が不明になっていた。図3は誤差にもとづく位置の絞りこみの図である。この地域は東南東に4.4kmの誤差があるため、GE画像の位置が現在位置と推定できる。図4は絞り込んだ位置を拡大して得られた Ruined town above Hasha の図である。GEの測量機能を利用して計測したところ、この遺跡の南北・東西の計測値とスタインの記録した遺跡の測量結果は一致した。また、コータン地区の現在の記録を調べたところ、この遺跡は阿西城堡として把握されていたが、過去に誰も調査したことの無い遺跡と考えられていたことも判明した。

このように位置の推定と衛星写真上での確認を繰り返すことによって、コータン地区においても多数の探検隊調査遺跡を再発見することが可能になった。また、コータン地区の遺跡照合の特徴として、空間画像史料の類似性や位置の類似性などの分析を行うことによって、誤って同定されていた遺跡の分離を行うことも可能になった。

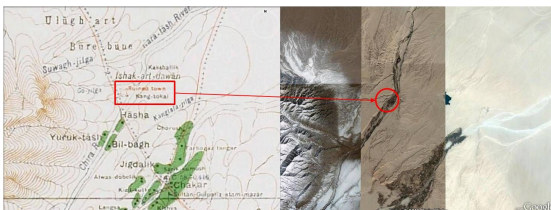


図3: Ruined Town above Hasha の推定位置

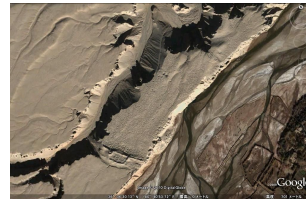


図4: Ruined town above Hasha on GE image

(3) スタイン地名データベース

次いで、これらの遺跡照合成果を集積するためのデータベース構築の基礎部分として、「スタイン地名データベース」を構築した。本データベースはスタインが作製した地名インデックスである“Index of Local Names”を用いて地図とリンクさせ、マッピングを可能にするためのデータベースである。インデックスの基本的な参照文献はスタイン自身が作成した上記の地名索引だが、この索引は網羅的ではないことがわかっており、地図にはあっても索引にはない地名は地図上の記載を本に独自に追加している。図5はスタイン地名データベースの1ページのキャプチャ画像である。現在は地名情報のほかに、地名カテゴリやサブカテゴリ、シート情報、書籍検索へのリンクが張られており、将来的にはこのページに遺跡照合情報や書籍資料へのリンクを作成することで、遺跡照合結果の公開を進めていく予定である。

次いで、地名データベースを発展させて遺跡データベースの基礎とするために、平成25年度には「地名検索」ページを作成し、登録されている全ての地名データに対してスタイン地図上の位置情報を付与した。また、スタイン地図には誤差があるため、(4)のマッピングを活用することで現在位置情報を登録できるようにして、地図上の位置と現在位置との双方を蓄積できるようにしている。



図5: スタイン地名 データベース

(4) マッピング

約100年前の探検隊が作成した古地図とGoogle Mapsの現代地図を重ね合わせ、それぞれの地図(Map)から特徴的な点を見つけ出して、ピンを指す(pinning)ように対応付けることが可能なツールであるマッピング(Mapping)の開発を行った。このツ

ールを用いることにより、対応地点の周辺でも古地図と現代地図とが位置合わせできるようになるため、地域内に存在する遺跡の探索が容易になるという利点がある。また、対応付けを参加型で蓄積することもできるように設計している。このシステムは、次に述べる遺跡データベースにおいても位置情報の入力のための基本モジュールとして機能するものであり、遺跡データベースの一部を先行リリースしたものと捉えることもできる。



図5 マッピング

(5)シルクロード遺跡データベースの設計

これら(1)～(4)の成果は、徐々に世界各地のシルクロード研究者に利用されるようになりつつある。これらの成果を共有し、世界各地の研究者がリアルタイムで活用できるようにするためには、研究成果をWebで公開するためのシステムが不可欠である。そこで、現在遺跡の対応付けを入力するためのシステムの基本設計も進めている。

遺跡データベースは主に2つのモジュールから構成される予定で、そのうちの古地図誤差収集モジュールが、平成23年度に遺跡データベースの一部として実装を完了したマッピングである。残る部分は研究者が遺跡データを入力するモジュールである。このモジュールが扱うべき遺跡データは、1)遺跡単体の情報、2)遺跡間の関係を照合した結果、の2種類である。特に2)は本データベースに特徴的な部分で、これが1)で入力した遺跡間の関係(空間関係等)を定義することになる。

遺跡間の関係を定義する基礎となる、探検隊調査や現代調査の間の照合研究については、すでに(1)トルファン地区や(2)コータン地区で精度の高い結果を得ている。この照合結果を遺跡データベースに入力する手順は以下のようにする計画である。

1. マッピングに蓄積されたデータを参照して、遺跡地名の名寄せ・場寄せを行う。
2. 我々が現地調査で撮影した遺跡写真を参照しながら、遺跡の地名ドメインのもとに照合結果を作成する。
3. 照合結果で言及した遺跡のペアを選び、その間の空間関係を入力する。
4. 遺跡のペアを選ぶ操作を繰り返すこと

で、遺跡群全体の空間的な相互関係を入力する。これによって、すべての関連遺跡の全体像を把握することができるようになる。

照合結果からリンクされた遺跡群をたどっていくことで、研究者は過去と現在の調査成果を相互参照できるようになる。

本研究の終了後は、この設計に基づきながらシステム設計を更に進めていくことが課題となる。

また、こうした遺跡データベース構築に向けて、従来のスタイン地図とヘディングのCentral Asia Mapだけでなく、ペルシアの古地図であるEine Routenaufnahme durch Ostpersienについてもデジタル化を行っている。

(6)欧州の研究機関との共同研究および所蔵古写真調査

本研究を今後さらに発展させていくためには、日本国内のみならず、世界各地の研究者と連携していく必要がある。これまでは地図の誤差を用いて遺跡照合を成功させることに重点があったため、日本および中国の現地研究者との交流が中心であったが、遺跡データベースの構築が始めると、かつて探検隊を送り出したヨーロッパ諸国の研究者との共同研究が必要になってきた。そのため、特に平成25年度を中心として、ドイツの研究者を中心として研究協力体制を構築し、本研究の成果をヨーロッパの学界に紹介すると共に、ドイツに所蔵されている古写真や遺物などの調査を行った。これと共に、遺跡照合結果の効果的な共有方法等についても議論を進めている。ドイツ隊撮影の古写真については、本研究で作成した写真データベースを用いることで、従来は撮影場所が不明であった古写真の照合が可能であることが明らかになっており、本研究の終了後もさらなる発展が見込まれる。

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 3件)

西村陽子・北本朝展「スタイン地図と衛星画像を用いたタリム盆地の遺跡同定手法と探検隊考古調査地の解明」『敦煌写本研究年報』第4号、pp.209-245、2010年

西村陽子・北本朝展「スタイン地図とGoogle Earthを用いた名寄せと場寄せに基づくシルクロード探検隊遺跡の解明」『人文科学とコンピュータシンポジウム じんもんこん 2010 論文集』pp.255-262、2010年

西村陽子・北本朝展「和田古代遺址の重新定位—斯坦因地圖與衛星圖像的勘定與解讀」『唐研究』第16巻、pp.169-223、2010年

〔学会発表〕(計 6件)

西村陽子「和田與吐魯番古代遺址の重新定位—西方考古探險隊地圖與衛星圖像的對比研究」(招待講演)「北京大学国際漢学研修基地第四次国際漢学報告会」、2010年10月22日、北京大学国際漢学研修基地：北京、北京大学中国古代史研究中心

Asanobu KITAMOTO, Yoko NISHIMURA
“Criticism of Maps: Methodological development for the Re-discovery of Silk Road Ruins and the Value of Sources; 地図史料批判：方法論の開拓によるシルクロード遺跡と史料価値の再発見”, 第58回国際東方学会議、2013年5月24日、東方学会：東京、日本教育会館

Asanobu KITAMOTO Yoko NISHIMURA,
“Data Criticism: a Methodology for the Quantitative Evaluation of Non-Textual Historical Sources with Case Studies on Silk Road Maps and photographs.” Japanese Association for Digital Humanities 2013 2013年9月20日

Asanobu KITAMOTO, Yoko Nishimura,
“Finding Common Geographic Features in Old Maps and Photographs for Reconstructing Historical Landscape - A Data Criticism Approach for Silk Road Ruins.” PNC Annual Conference and Joint Meetings 2013 2013年12月11日

Yoko Nishimura, Erika Forte
“Connecting maps, photographs and satellite images. Methodology for a new documentation of Karakhoja site” Collegium Turfanicum. 2013. 12.16. Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Turfanforschung: Berlin, German

西村陽子「『東洋文庫所蔵』貴重書デジタルアーカイブ」とシルクロード調査への応用」、Japan Art Documentation Society (JADS) 第59回見学会・第82回研究会 開かれた東洋文庫へ、2014年2月15日：東京、東洋文庫

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等
シルクロード遺跡データベース、
<http://dsr.nii.ac.jp/digital-maps/>
スタイン地名データベース、
<http://dsr.nii.ac.jp/digital-maps/stein/place-names/>
写真でつなぐシルクロード、
<http://dsr.nii.ac.jp/photograph/>
地図で探るシルクロード
<http://dsr.nii.ac.jp/geography/>
マッピング (Mapping)
<http://dsr.nii.ac.jp/digital-maps/mapping/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西村 陽子 (NISHIMURA, Yoko)
公益財団法人東洋文庫・研究部・研究員
研究者番号：70455195

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：