

令和 5 年 6 月 30 日現在

機関番号：84604

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2021～2022

課題番号：21K18408

研究課題名（和文）新しい遺跡を発見する：機械学習による自動地形判読手法の開発

研究課題名（英文）GIS and Machine Learning: A New Approach to Discovering Archaeological Sites

研究代表者

高田 祐一（Takata, Yuichi）

独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所・企画調整部・主任研究員

研究者番号：50708576

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、高精度な地形デジタルデータ、機械学習の画像解析プログラム、既知の膨大な遺跡情報を組み合わせることで、GIS上で遺跡の新発見候補を自動抽出し、それをもとに現地調査することで遺跡を発見する手法を開発する。実現するために、遺跡情報（位置と範囲）の整備（目的Ⅰ）、遺跡画像解析プログラム作成と処理（目的Ⅱ）、遺跡新発見と手法開発（目的Ⅲ）の3点を目的とした。研究成果として、遺跡新発見モデルを作成し、高精度地形データから遺跡候補地を抽出した。実際の現地踏査にて、未発見の古墳を複数発見した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

遺跡の踏査は文化財保護の根幹でもあるが負担が大きいため、実施が難しい場合がある。そのため山間部の遺跡が未発見の場合がある。開発事業を前提とした踏査は、遺跡が発見されても破壊前提となる場合が多い。新たな遺跡の発見は、地域の歴史を詳らかにするうえで重要であり意義が大きい。本研究で効率的に遺跡を発見する手法を確立できれば、歴史研究を加速させ、文化財保護にも貢献できる。高精度な地理データ、画像解析プログラム、既知の大量の遺跡情報の組み合わせは、既存の遺跡踏査手法を飛躍的に向上させ、調査手法のブレイクスルーとなる可能性がある。

研究成果の概要（英文）：In this research, by combining high-precision topographical digital data, a machine learning image analysis program, and a huge amount of known ruins information, we automatically extract candidates for newly discovered ruins on GIS and conduct field surveys based on them. By doing so, we will develop a method for discovering new ruins. In order to achieve this, we set three objectives: the preparation of archaeological site information (position and area) (Purpose I), the creation and processing of archaeological site image analysis programs (Purpose II), and the discovery of new archaeological sites and the development of methods (Purpose III). As a result of the research, we created a newly discovered archaeological site model and extracted candidate archaeological sites from high-precision topographical data. During the actual field survey, we discovered several undiscovered burial mounds.

研究分野：考古学

キーワード：機械学習 DEM GIS 遺跡 画像解析 考古学ビッグデータ 古墳

1. 研究開始当初の背景

近年、人間が WebGIS 上で地形の変化（傾斜量）等を観察することで、遺跡が新発見される事例が相次いでいる。

背景としては、国土地理院の地図システムのバージョンアップや行政による地形データの公開によって、地理的データは環境が整ってきていることがある。また機械学習などのソフトウェア類も急速に普及/大衆化しており、情報処理の環境もハードルが下がっていることがあげられる。

一方、遺跡に関するデジタルデータ整備は立ち遅れている。遺跡を新発見か既知を判断するには、既知の遺跡情報（位置と範囲）が必要であるが、位置情報としての精度の問題がある。そこで、遺跡情報（位置と範囲）をブラッシュアップすることで、遺跡情報と機械処理の実行環境が整った地理的データを、機械学習/画像認識ソフトウェアで解析することが有効であろうと着想した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、高精度な地形デジタルデータ、機械学習の画像解析プログラム、既知の膨大な遺跡情報を組み合わせることで、GIS 上で遺跡の新発見候補を自動抽出し、それをもとに現地調査することで遺跡を新発見する手法を開発することである。遺跡は地域研究の基礎情報になるため、効率的な発見手法は、歴史研究を加速させ、文化財保護にも貢献できる。

実現するために、遺跡情報（位置と範囲）の整備（目的 ）、遺跡画像解析プログラム作成と処理（目的 ）、遺跡新発見と手法開発（目的 ）の3点を目的とする。

近年、幕末期の遺跡や戦争遺跡など、文化財として扱う調査対象が拡がりつつある。しかし、開発事業などが無い限り険しい山中などは遺跡踏査されにくく山間部の遺跡が未発見の場合がある。本研究では、まずは既知の全国遺跡情報の精度を向上させる。未発見候補を GIS 上で自動抽出したうえで、既知情報を重ね合わせることで既知分を除外し、追加検討をしたうえで現地調査を行う。

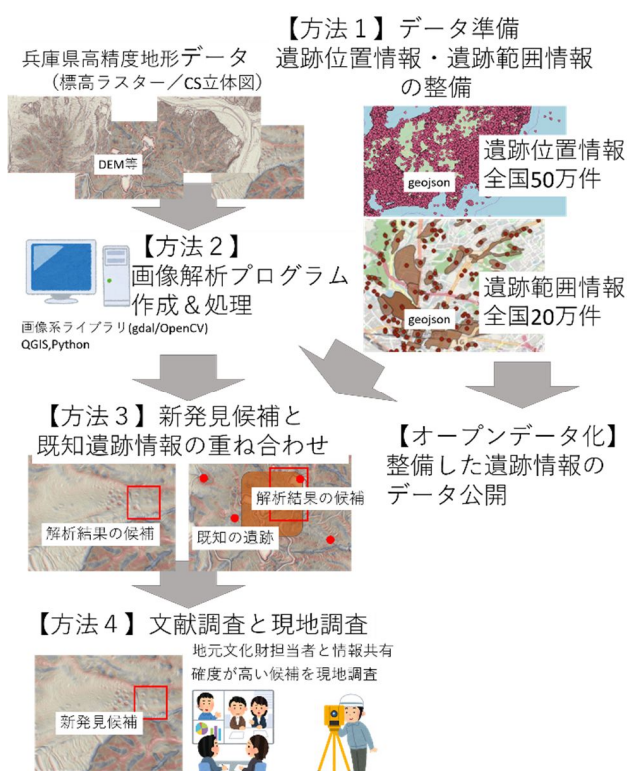
3. 研究の方法

【方法1】データ準備：遺跡位置情報・遺跡範囲情報の整備（目的 ）奈良文化財研究所では全国の遺跡情報を集約した遺跡データベースを運用している。遺跡データベースはこれまでに調査された遺跡位置（50万件）と遺跡範囲（20万件。周知の埋蔵文化財包蔵地）をデジタルデータで保持している。しかしながら、遺跡位置や範囲データにおいてデジタルデータとして再利用できない形式であることや精度の課題がある。本研究において、遺跡位置と遺跡範囲の全面見直しと修正を行い、文化財研究の基盤情報として整備する。整備した情報はオープンデータとして公益に資するようインターネットにて一般公開する。兵庫県高精度地形データは、2020年1月に公開されており、それを活用する。

【方法2】遺跡画像解析プログラム作成と処理（目的 ）

○準備：教師データ作成都市部は過去の地形が残りにくいため、本研究の対象は、山間部の古墳および山城・山岳寺院とする。山城と山岳寺院は、郭状の平坦地が連続する点において類似するため、解析上は同一のものとして扱う。古墳は既知の遺跡を参考にしながら前方後円墳や円墳などのカタチを特徴形状として整理し教師データを作成する。同様に山城・山岳寺院は平坦地形形状を教師データとする。

○プログラム作成まずは手法検討としてGISソフトであるQGISをベースに、Python、画像系ライブラリ（gdal/OpenCV）等によって実験プログラムを作成する。検証実験した後に県内全域適応し新発見遺跡候補を自動解析する。アウトプットは新遺跡候補の位置情報と画像である。



研究の方法

【方法3】遺跡新発見候補と既知遺跡情報の重ね合わせ(目的)方法2において出力された解析結果の新発見遺跡候補は、既知の遺跡である可能性がある。そのため方法1で整備した遺跡情報を重ね合わせることで、既知の遺跡を除外する。

【方法4】文献調査と現地調査(目的)遺跡の新発見候補について、文化財報告書等の文献調査を行い、さらなる絞り込みを行う。確度が高そうな候補は、地元の行政文化財担当者とも情報共有を行い、現地の文化財課を通じて現地調査を行う。一連のプロセスを整理し、手法として記録し体系化する。

4. 研究成果

2021年度は、機械学習用の教師データを作成した。兵庫県下の前方後円墳のポリゴンGISデータを作成し、兵庫県庁から提供されている1mメッシュ高精度DEM(地理標高モデル)データを用いて、GISと機械学習を用いた古墳の新発見手法について検討した。検討ではGDALおよびQGISによる兵庫県全域の高精度DEMデータの前処理と、OpenCVライブラリによるリサイズと拡張、Mask R-CNNモデルによるニューラルネットワークベースモデルの学習方法の確立を試みた。その結果、十分な学習サンプル数があれば、DEM画像に古墳があるかどうかを識別できる可能性が示唆された。

2022年度は、下記の工程にて推進し、それぞれ成果を得た。

事前準備(教師データを作成)として、兵庫県全域DEMをEPSG:3857に投影変換し、300m程度のグリッドに分割した。既知の古墳があるグリッドを教師データとした。

分析モデルの作成として、Pythonの機械学習フレームワークである「TensorFlow」を利用し、中間層8層のCNNモデルを作成した。作成したモデルに森林区域内のグリッドを予測させることで、古墳存在予測スコアを算出した。結果、但馬および西播磨にて遺跡新発見の高スコアグリッドを多数確認した。

ドメイン知識のGISデータ化による絞り込み。多数の遺跡新発見候補グリッドが候補となったため、絞り込むために兵庫県における古代官道および国分寺、国衙などをGISデータ化した。遺跡新発見候補地とこれらのGISデータを重ね合わせることで、より確度の高い現地踏査を目指した。

現地踏査として、但馬は豊岡市、西播磨はたつの市にて調査を実施した。それぞれの現地調査によって、数十の古墳、1つの推定山岳寺院を発見した。新たに発見した遺跡では、略測図作成、3次元による記録、ドローン撮影などを実施した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Yuichi Takata, Peter Yanase	4. 巻 58
2. 論文標題 The Production, Preservation and Dissemination of Archaeological Data in Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Internet Archaeology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11141/ia.58.11	査読の有無 有
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 該当する

1. 著者名 高田祐一	4. 巻 -
2. 論文標題 2021年度数字で見る全国遺跡報告総覧	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 デジタル技術による文化財情報の記録と利活用4 - オープンサイエンス・Wikipedia・GIGAスクール・三次元データ・GIS -	6. 最初と最後の頁 205-212
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24484/sitereports.115736-63548	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 高田祐一	4. 巻 -
2. 論文標題 石丁場のデジタル調査方法 フォトグラメトリ・ドローン・RTK-GNSS・LiDAR	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 デジタル技術による文化財情報の記録と利活用4 - オープンサイエンス・Wikipedia・GIGAスクール・三次元データ・GIS -	6. 最初と最後の頁 190-195
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24484/sitereports.115736-63544	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 高田祐一	4. 巻 -
2. 論文標題 考古学・文化財デジタルデータのためのGuides to Good Practice作成の経緯と意義	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 デジタル技術による文化財情報の記録と利活用4 - オープンサイエンス・Wikipedia・GIGAスクール・三次元データ・GIS -	6. 最初と最後の頁 179-180
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24484/sitereports.115736-63541	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 高田祐一	4. 巻 -
2. 論文標題 文化財総覧WebGIS：データと機能	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 デジタル技術による文化財情報の記録と利活用4 - オープンサイエンス・Wikipedia・GIGAスクール・三次元データ・GIS -	6. 最初と最後の頁 101-104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24484/sitereports.115736-63531	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 高田祐一	4. 巻 -
2. 論文標題 インターネットで地域の文化財を調べる方法	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 デジタル技術による文化財情報の記録と利活用4 - オープンサイエンス・Wikipedia・GIGAスクール・三次元データ・GIS -	6. 最初と最後の頁 63-70
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24484/sitereports.115736-63526	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 高田祐一	4. 巻 -
2. 論文標題 考古学・埋蔵文化財の情報プラットフォームとしての全国遺跡報告総覧 - When Where Whatで検索できるシステムを目指して	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 デジタル技術による文化財情報の記録と利活用4 - オープンサイエンス・Wikipedia・GIGAスクール・三次元データ・GIS -	6. 最初と最後の頁 14-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24484/sitereports.115736-63518	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 高田祐一	4. 巻 -
2. 論文標題 「文化財総覧WebGIS」の公開 地図から多様な文化財を探す	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 遺跡学研究	6. 最初と最後の頁 -
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 高田祐一	4. 巻 -
2. 論文標題 日本全国の文化財を地図で閲覧できる「文化財総覧WebGIS」の公開	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 奈文研ニュース	6. 最初と最後の頁 1-1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24484/sitereports.101924-19778	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 -

〔学会発表〕 計4件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 井口 奏大 , 高田 祐一
2. 発表標題 地域学習や文化財防災に役立つ文化財総覧WebGIS
3. 学会等名 第13回地理院地図パートナーネットワーク会議
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高田祐一
2. 発表標題 コメント -文化財・利活用の観点から-
3. 学会等名 公開研究集会「新たな画像公開方法とデジタル連携」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高田祐一 , 西尾 悟
2. 発表標題 60万を超える地物の属性検索・描画に対応した文化財総覧WebGISの開発
3. 学会等名 FOSS4G Japan 2021 Online コアデイ
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高田祐一 , ヤナセ・ペーテル
2. 発表標題 全国遺跡報告総覧：日本考古学の最大規模のデータベース
3. 学会等名 The Japanese Association for Digital Humanities
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 高田 祐一,野口 淳,樋上 昇,堀木 真美子,中村 耕作,三好 清超,中尾 智行,今井 邦彦,青木 和人,荒井 翔平,木村 聡,市川 博之,市川 希美,大矢 祐司,三好 清超,藤井 幸司,清水 乙彦,喜多 耕一,森本 幹彦,石井 淳平,佐々木 宏展,宮澤 優子,川崎 志乃,遠藤 守,千葉 毅,林 正樹,岩村 孝平,藤田 友香里,浦井 直幸,神田 和彦	4. 発行年 2022年
2. 出版社 独立行政法人国立文化財機構 奈良文化財研究所	5. 総ページ数 217
3. 書名 デジタル技術による文化財情報の記録と活用 オープンサイエンス・Wikipedia・GIGAスクール・三次元データ・GIS	

1. 著者名 野口淳 , Peter Yanase , 高田祐一	4. 発行年 2022年
2. 出版社 独立行政法人国立文化財機構 奈良文化財研究所	5. 総ページ数 145
3. 書名 考古学・文化財デジタルデータのGuides to Good Practice	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>文化財総覧WebGIS https://heritagemap.nabunken.go.jp/</p> <p>研究成果の一部である文化財総覧WebGISが、デジタルアーカイブ学会 第4回学会賞 学術賞（基盤・システム）を受賞した。</p>

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	野口 淳 (Noguchi Atsushi) (70308063)	金沢大学・古代文明・文化資源学研究所・客員研究員 (13301)	

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