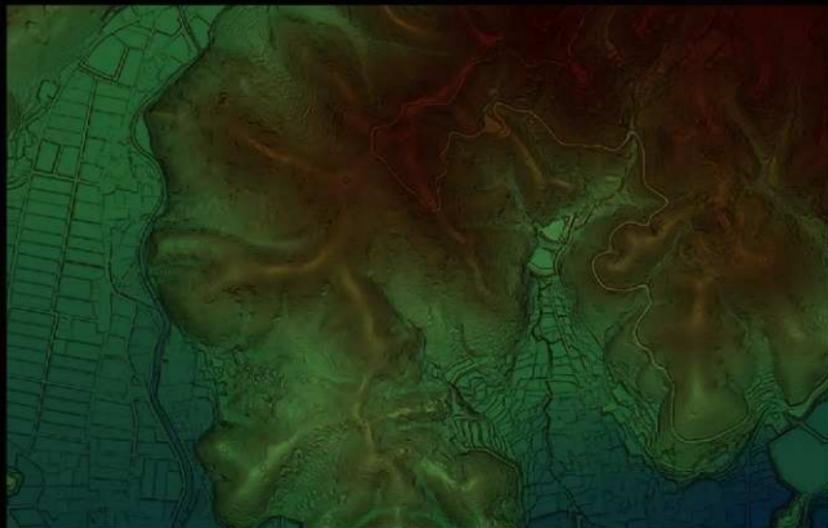


遺跡踏査とデジタル技術

-遺跡地図・航空レーザー測量・
3次元点群データ・機械学習・GIS・LiDAR-



2023

独立行政法人国立文化財機構 奈良文化財研究所
高田 祐一

例　言

1. 本研究報告は、研究期間 2021 年 7 月から 2023 年 3 月、科学研究費助成事業 挑戦的研究（萌芽）「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」（代表者：高田祐一、21K18408）の調査成果に加え、奈良文化財研究所文化財情報研究室の調査研究事業の成果を加味して作成した。
2. 本報告書に収録した写真は、主に高田祐一、永恵裕和が撮影した。図版は、主に高田祐一、永恵裕和が作成した。表紙の図や「遺跡立体図」は、永恵裕和が作成した。
3. 本報告書の編集は、高田祐一がおこなった。
4. 本報告書では、用語の統一を図っていない。
5. 本書英文目次については、企画調整部文化財情報研究室の Dudko, Anastasiia が執筆者の意向を尊重したうえで作成した。
6. 本報告書作成あたり、多数の方々にご助言・ご協力を賜った。厚く御礼申し上げる。

目 次

第1章 デジタル踏査

[1] デジタル技術によって遺跡を新発見する研究の目的と進め方 [高田祐一].....	2
[2] AIを活用した遺跡候補地の抽出—高精度地形データと機械学習— [高田祐一・西尾 悟].....	5
[3] 古代道路・集落地図に関するGISデータの整備 [武内樹治].....	13

第2章 現地踏査

[1] 踏査の概要および新発見遺跡一覧 [高田祐一].....	16
[2] たつの市 結果報告	
1. 兵庫県たつの市における踏査の記録 [高田祐一・永恵裕和・野口 淳].....	20
2. 兵庫県たつの市における踏査成果 [岸本道昭].....	35
[3] 豊岡市 結果報告	
1. 兵庫県豊岡市における踏査の記録 [高田祐一・永恵裕和].....	39
2. 兵庫県豊岡市における新発見の遺跡の位置づけ [仲田周平].....	59

第3章 考察

[1] デジタル踏査：デジタル時代の遺跡の探し方 [高田祐一]	62
[2] 遺跡探索における UAV-LiDAR 計測データの有効性 [野口 淳]	70
[3] 遺跡の地形判読・記録のための、遺跡立体図・縄張図の作成 [永恵裕和]	80
[4] CS 立体図を活用した埋蔵文化財分布調査 [岸本道昭]	103
[5] 古墳密集地域である豊岡市への高精度地形図適用の可能性 [仲田周平]	108
[6] 山林寺院「大光寺跡」の発見	
1. 文献史料からみた大光寺 [高田祐一]	109
2. 大光寺跡の考古学的調査 [永恵裕和]	110

兵庫県たつの市・豊岡市における分布調査報告書抄録

English Table of Contents

第1章

デジタル踏査

デジタル技術によって遺跡を新発見する研究の目的と進め方

高田 祐一（奈良文化財研究所）

1. 研究の目的

本研究の目的は、高密度な3次元地形デジタルデータ、機械学習の解析プログラム、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、それととも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、機械学習プログラム作成と処理、遺跡新発見と手法開発の3点を目的とした。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。既知情報を教師データに未発見候補をGIS上で自動抽出する。ドメイン知識を加味し、追加検討をしたうえで現地調査を行う。

2. 研究の意義

文化財行政において、遺跡の把握は重要なものの開発事業がない限り、遺跡踏査は行われにくい。行政の文化財担当者も多忙であり、特に山中などは労力もかかり、危険もある。そのため山間部の遺跡が未発見の場合がある。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。高密度な地理データ、機械学習プログラム、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を秘めている。

3. 研究の進め方

【工程1】データ準備：遺跡位置情報・遺跡範囲情報の整備および兵庫県高密度3次元地形データの入手

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、位置や範囲データに誤りがある。本研究において、遺跡位置と遺跡範囲の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。兵庫県の高密度3次元地形データの1mメッシュは2020年1月に公開、2023年8月に50cmメッシュが公開されており、それを活用する。必要に応じて提供依頼を行う。

【工程2】機械学習処理

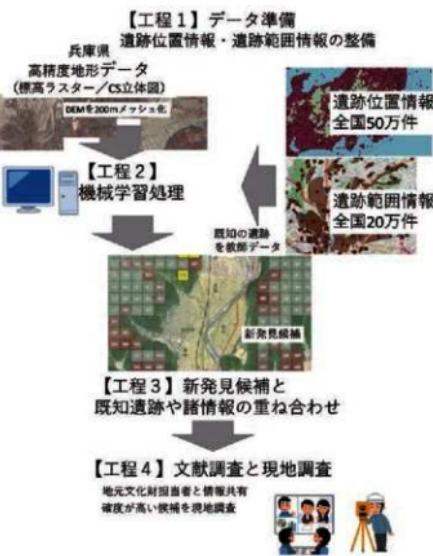
○準備：教師データ作成

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・山林

寺院とする。山城と山林寺院は、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・山林寺院は平坦地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。アウトプットは新発見候補の位置情報と画像である。



(図 1) 研究の進め方

【工程 3】遺跡新発見候補と既知遺跡情報等の重ね合わせ

工程 2において出力された解析結果となる新発見遺跡候補は、大量に出力される可能性がある。そのため工程 1で整備した遺跡情報や、古代官道等を重ね合わせることで、ドメイン知識を知識を活用した絞込を行う。

【工程 4】文献調査と現地調査

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、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. 研究の枠組み

4.1 枠組み

本研究は主に科学研究費助成事業によって実施するとともに、奈良文化財研究所文化財情報研究室の基盤的事業として、連携して推進した。

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

<https://kaken.nii.ac.jp/ja/grant/KAKENHI-PROJECT-21K18408/>

研究課題 / 領域番号 21K18408

研究種目 挑戦的研究（萌芽）

配分区分 基金

審査区分 中区分4：地理学、文化人類学、民俗学およびその関連分野

研究機関 独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所

研究代表者 高田祐一 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（50708576）

研究分担者 野口淳 独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所、埋蔵文化財センター、
客員研究員（70308063）

研究期間（年度） 2021-07-09 - 2023-03-31

配分額 5,850千円（直接経費：4,500千円、間接経費：1,350千円）

2022年度：2,990千円（直接経費：2,300千円、間接経費：690千円）

2021年度：2,860千円（直接経費：2,200千円、間接経費：660千円）

キーワード 機械学習 / DEM / GIS / 遺跡 / 前方後円墳 / 画像解析 / データベース / 考古学
ビッグデータ / 考古学

4.2 体制

研究統括：高田祐一

研究分担：野口淳

研究協力者・関係者：永恵裕和（兵庫県立考古博物館）、岸本直昭（たつの市）、仲田周平（豊岡市）、武内樹治（立命館大学）、西尾悟（ミエルネ）

AIを活用した遺跡候補地の抽出—高精度地形データと機械学習—

高田 祐一（奈良文化財研究所）
西尾 恒（株式会社 MIERUNE）

1. はじめに

兵庫県から公開されている高精度地形データを用いて、GISと機械学習を用いた遺跡新発見の手法について検討した。

2. 高精度 DEMによる機械学習

2.1 前方後円墳による実験

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を対象にボリゴン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）データと組み合わせ、GISと機械学習を用いた古墳の新発見する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、誤検出があるものの、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（図1）。

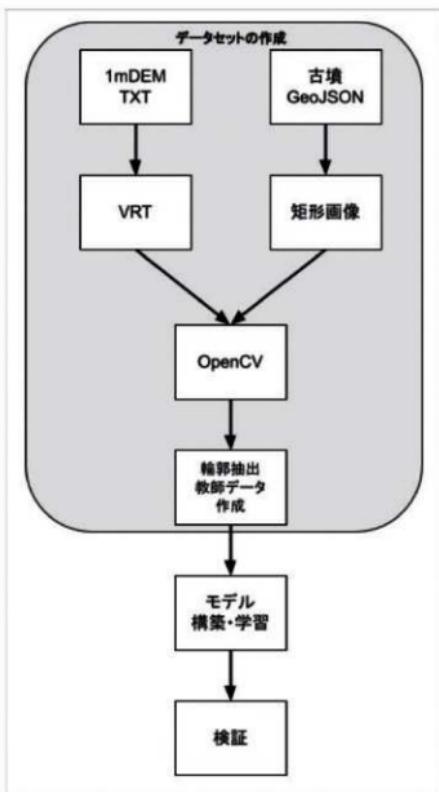


学習済みDEMでの正解/未学習DEMでの正解/未学習DEMでの不正解

(図1) DEMでの正解

2.2 処理フロー

処理フローについて、順に述べる（図2）。



（図2）本検証での処理フロー

2.2.1 データセットの作成

「兵庫県_全域数値地形図_ポータル（2010年度～2018年度）」(<https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/2010-2018-hyogo-geo-potal>) のTXT形式DEMファイル(n=12304)（図3）および、奈良文化財研究所文化財情報研究室に作成した兵庫県下の前方後円墳GeoJSONデータ(n=52)をベースに用いた（図4）。処理を効率的に進めるため、

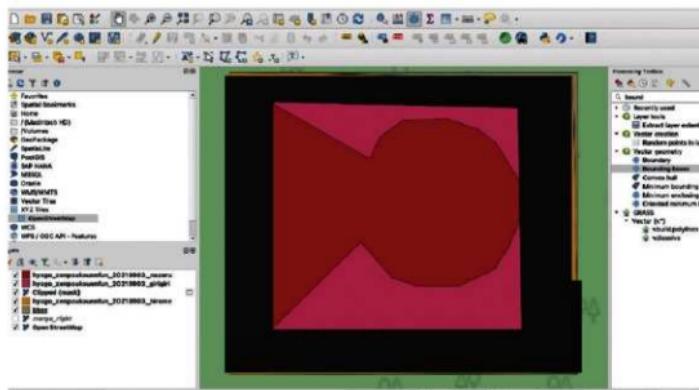
高精度 DEM データの収集と前処理を行なった。収集は、兵庫県のオープンデータサイトより高精度 DEM データを Python スクリプトによってダウンロードした。また、オープンソース GIS ライブリの一つである GDAL を用いて投影法変換を行い、1つの VRT（仮想ラスター）ファイルを作成した。画像処理には教師データ周辺の矩形が必要であるため、前方後円墳 GeoJSON データと組み合わせることにより、QGIS によって矩形ポリゴンを作成した。これらを組み合わせ、教師データとなる既存前方後円墳での高精度 DEM の画像を得た（図 5）。機械学習を行うために、オープンソースの画像処理ライブラリである OpenCV と輪郭特定アルゴリズム（RETR_CCOMP と CHAIN_APPROX_SIMPLE を組み合わせた手法）を用いて、DEM 全域画像内で特徴的な形状をもつ前方後円墳画像を抽出した（図 6）。この結果、機械学習に有用な 3 つの古墳画像の位置が得られた。しかしモデル構築のための教師データとしてかなり少ないため、VGGannotator によるアノテーション（人力による正解入力）や明度調整といった画像補強によって学習用画像 26 枚、検証用画像 12 枚にサンプル数を増大させた。



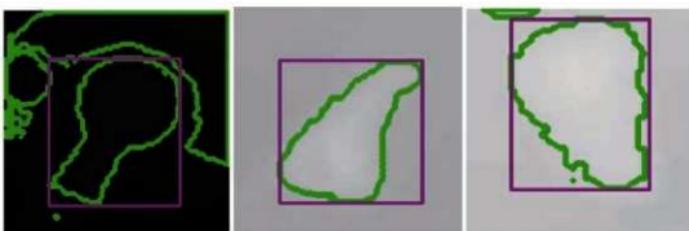
(図 3) 兵庫県下 DEM データ範囲



(図 4) 前方後円墳 GeoJSON 例



(図5) 教師用高精度DEM範囲(黒)



(図6) OpenCVによるDEM全域画像内の前方後円墳抽出結果

2.2.2 モデル構築

上記で作成したデータセットに適用可能なモデル学習方法を調査した結果、Mask R-CNN モデルを選定した。この Mask R-CNN は、少ないサンプル数でおおよその結果を導くことが可能で、物体検出だけでなく、物体の種類ごと（古墳／古墳以外）に領域を分割するインスタンスセグメンテーションも行うため、今回の前方後円墳抽出検証に合致している。また、学習は重み付けが可能な coco weights 法に基づいて実行した。

2.2.3 モデル学習結果

学習処理を行なった結果、Mask R-CNN モデルが学習時に使用した画像に対しては良好な結果が得られたが、初めて用いた新しい画像かつ不正解画像に対しては良好な結果が得られなかった。この理由としては、今回用いた学習用データセットの特徴が薄く、偏りがあったため、モデルがデータに過剰適合（過学習）してしまっているとみられる。このことから、

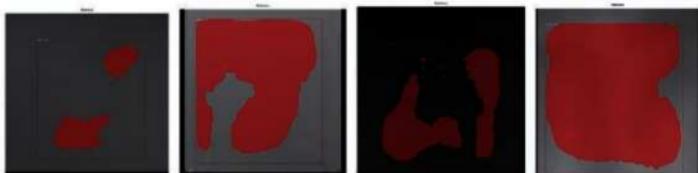
Mask R-CNN モデルでの学習では一定の方向性は見えつつも、さらに高い品質と大量の学習用データを生成し、より検出力を改善できるかの検証が必要である（図 7・8・9）。



（図7）学習時に使用した画像での正解画像結果



（図8）初めて判断に用いた画像での正解画像結果



（図9）初めて判断に用いた画像での不正解画像結果

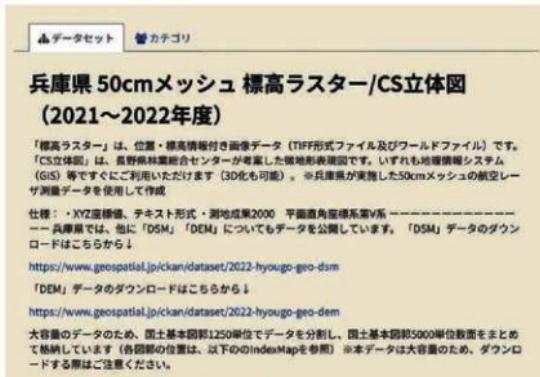
2.2.4 山間部に存在する円墳を対象

Mask R-CNN と前方後円墳 GeoJSON を利用した手法では画像内に前方後円墳らしき形状が見られるかどうかを解析するアプローチを行なった。この手法では教師データ作成のための前方後円墳 GeoJSON を手動で作成する必要があり、教師データの拡充が困難であった。また、平地部にある前方後円墳については、既に整備されている古墳、もしくは開発済みの古墳が多数あり、これらを教師データに用いた場合、本来目的とする結果に影響する。そのため、山間部にある前方後円墳のみを対象にする必要があるが、その場合、教師データとしての必要な数を揃えることが困難となる。そのため、山間部にある円墳・方墳を主体とした分析にすることとした。

3. CS 立体図による機械学習

3.1 兵庫県 50cm メッシュの CS 立体図

2022年10月、兵庫県農林水産部治山課および国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所から兵庫県の県土データとなる50cm メッシュの提供をうけた（兵庫県は同データを2023年1月に公開（図10））。2021年度はDEMを機械学習処理したが、22年度はCS立体図の画像ベースにて機械学習を実施した。



（図10）兵庫県 50cm メッシュ

3.2 処理フロー

3.2.1 データ準備

データは、兵庫県 50cm メッシュ CS 立体図 (<https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/2022-hyogo-geo-cs>)、山林範囲の特定のための国土数値情報：森林地域データ (https://nftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A13-v3_2.html)、既知の古墳データ把握のため、遺跡抄録・遺跡 DB の「兵庫県」の「古墳」データの3種を利用した。

3.2.2 グリッドの作成・既知の古墳箇所を抽出

CS 立体図を全てダウンロードし、マージしたのち、EPSG : 3857 に投影変換した。CS 立体図は兵庫県全域存在するわけではないことに留意が必要である。グリッドは将来的に CS 立体図以外のデータでの解析を視野に入れ、ラスタータイルのズームレベル 18 相当の位置・サイズで定義した。CS 立体図が存在し、兵庫県の領域かつ海を除いた地上部分のうち、森林区域ポリゴン内部のグリッドのみ抽出した。さらに、グリッドの領域の一部だけ CS 立体図が存在しないなどの不備のあるデータは除去した。グリッドの総数は 173107 グリッドとなった（1 グリッド 152.87 m）（図11）。2021年度までの解析とは異なり、古墳形状に注目するのではなく、既存の古墳が存在する「箇所」を抽出した。遺跡 DB は一部のデータ

がポリゴンであるため、重心点を抽出した。遺跡抄録・遺跡 DB の古墳ポイントに重なるグリッドを抽出した。結果、抽出されたグリッドは 817 グリッドとなった。

森林区域内のグリッドのうち、教師データの数量を均一にする目的で、古墳が存在する箇所と存在しない箇所を同じ個数抽出した。古墳が存在するグリッド 817 個 \times 2 = 1634 グリッドとなった。グリッドの範囲で CS 立体図から学習用の行列を抽出し、行列を水平・垂直フリップ、回転などを加え、教師データのバリエーションを増やした（図 12）。



(図 11) 分割されたグリッド群の一例



(図 12) 抽出したグリッドに沿って画像を抽出

3.2.3 モデルの作成・古墳存在予測スコアを算出

Python の機械学習フレームワークである「PyTorch」(<https://pytorch.org/>) を利用し、ResNet18 モデルを作成した。古墳有りグリッドと古墳無しグリッドと同じ数、学習させた。作成したモデルに森林区域のグリッドを予測させた。予測した箇所のグリッド（ポリゴン）に予測結果のスコアを付与した。予測結果は「古墳なし」・「古墳あり」の 2 ラベルに分類される。スコアは 0 ~ 1 に正規化し、高ければ高いほど該当するラベルである可能性が高いと判定される（図 13）。



(図 13) 予測スコアを可視化（高いほど赤い）

例：以下の場合は古墳が存在する可能性が高い。

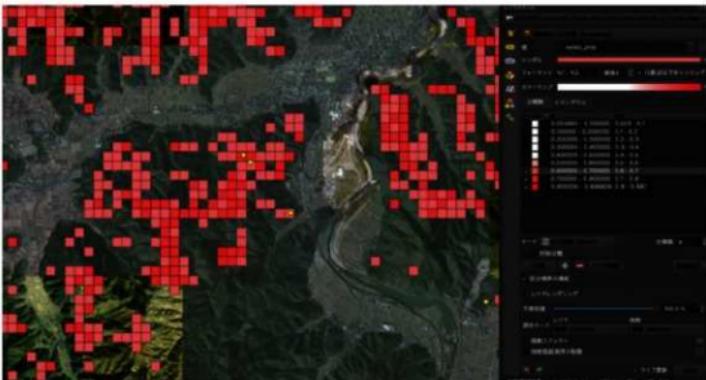
「古墳なし」: 0.25

「古墳あり」: 0.75

検証の結果は正解率 77% 程度となった。正解率は AI 自体のおおよその性能を示す。検証では、「古墳あり」と「古墳なし」のグリッドを 1 対 1 の比率になるようランダムに抽出し、学習済みモデルにグリッドを与えた。予測スコアが 0.5 を超えているときに「古墳あり」、それ以下の場合が「古墳なし」と判定するよう設定し、その結果、77% 正解することができた、という意味である。

4. おわりに

予測スコアと新規発見古墳の位置情報を重ねて表示すると、発見された古墳は一部、高スコアアグリッドと重なることがわかった（図14）。しかしながら、機械学習にて古墳が存在する可能性が高い場所を抽出しても、多数の候補地がある。そこで、ドメイン知識のGISデータ化や経験による絞り込みは必要となった。今後、地形データのさらなる高精度化、教師データとなる遺跡位置情報の増加、機械学習ライブラリの性能向上によって、より的確に遺跡候補地を抽出できるようになるだろう。



（図14）古墳存在予測スコア

古代道路・集落地図に関する GIS データの整備

武内 樹治（立命館大学大学院・日本学術振興会特別研究員（DC））

1. GIS データの整備について

前節の機械学習による古墳存在予測・スコアグリッドと、古代についてのドメイン知識とそれに関する GIS データを組み合わせて、古墳が存在している可能性がより高い地区を効率的に探索、または絞り込むことを目的として歴史学・考古学のドメイン知識に関する GIS データを整備した。

前節では、機械学習によって古墳の存在可能性がスコアとして算出された。存在予測のスコアの閾値をどのように設定するかは検討の余地があるが、存在予測のスコア（exists）が 0.8 以上のグリッドは 4012 箇所（グリッドの数）、0.7 以上の地区は 7285 箇所と、件数・対象地区ともに多くある。そのなかでもより存在可能性が高いと思われる地区をピックアップすることを目的に、いくつかの地図や事物のデータをオーバーレイさせた結果を示すことで、踏査地の候補を絞りだしていく。

2. 古代道路・集落地図について

古墳の立地については、築造された当時の環境に影響されていると考えられる。ここでは、当時の集落や道路など、人々の生活圏や交通圏の周辺に古墳が築造されている可能性が高いのではないかという推測のもと GIS データの作成・調査を試みた。

島方（2009）^⑩ は、古代の駅路等の重要な古代道路や、その推定路、古代寺院や国府、郡家などの、律令制確立期の様相について地図上への復元を試みている。そこには、条里地割残存地域やその推定・想定地域なども復原を試みた地図上に示されている。古墳時代と律令制確立期はやや時代がずれているものの、大きく人々の生活圏や交通圏が変化していないのではないかという想定のもと、これらの地図上の復元をより効率的に古墳を探索する参考情報として用いることとした。この復元を試みた地図上に示された、兵庫県の古代寺院、国府、郡家、駅家、条里地割残存地域、駅路等重要な古代道路、その他主要古代道路とそれらの想定・推定地・路について GIS データ化を行った（図 1）。なお、島方（2009）での復元図は兵庫県の全ての範囲をカバーしているわけではない点には注意が必要である。

3. 地図のオーバーレイと空間操作

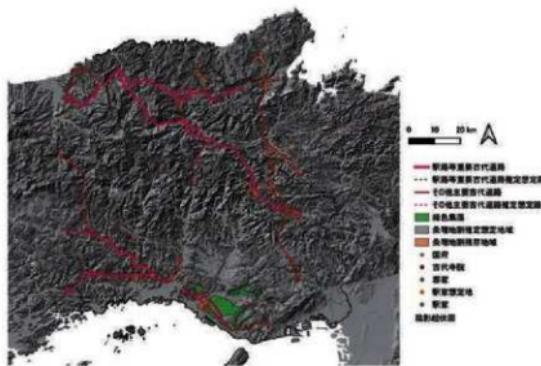
古墳の築造・分布は当時の集落や生活・交通圏と密接に関連していると思われる。ここでは古代道路の周辺に古墳があるという予測を立て、駅路等重要な古代道路、その他主要古代道路とそれらの推定・想定路から 2 km のバッファーをかけたバッファーゾーンを作成した。そのバッファーゾーンと重なっている古墳存在予測グリッドを抽出した。

抽出した古墳存在予測グリッドのうち、図 2 では存在予測が高いもの、可能性の数値を示すスコア 0.7 以上の値のものを対象として示した。その結果として、1342 件のグリッドま

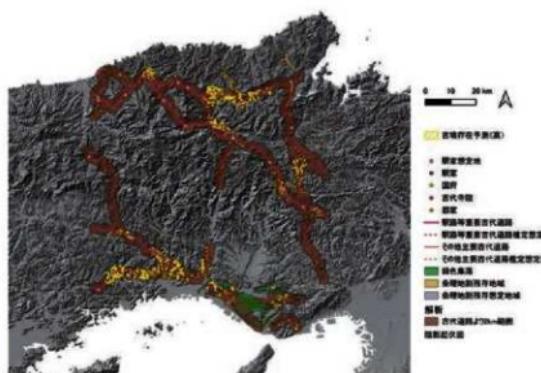
で絞り込むことができた。スコアが 0.65 以上の値のものを対象とした場合でも、1725 件まで絞り込むことができる。

以上のように機械学習による古墳存在予測について、知識ドメインを照らし合わせながら探索を進めることで効率的に新たな古墳の発見につなげることができる。

(1) 鳥方洋一企画・編集『地図でみる西日本の古代：律令制下の陸海交通・条里・史跡』平凡社、2009。



(図1) 兵庫県の古代における陸交通と条里 島方(2009)をもとに作成
※背景地図は地理院地図の陰影起伏図を使用



(図2) 当時の文化圏や交通路を踏まえた古墳がある可能性が高い地域

(古墳存在予測グリッドについては、スコアが0.7以上のもののみを示している)

*背景地図は地理院地図の陰影起伏図を使用

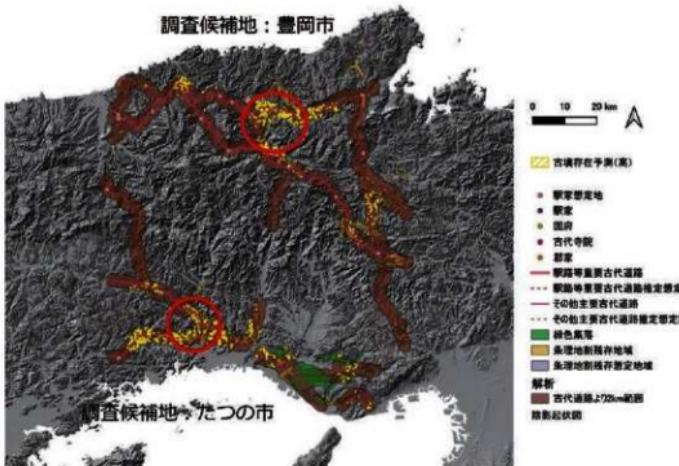
第2章 現地踏査

踏査の概要および新発見遺跡一覧

高田 祐一（奈良文化財研究所）

1. 重点地域の設定と事前準備

機械学習による古墳可能性地点の抽出、および古代道路等によるドメイン知識による絞り込みによって、兵庫県たつの市と豊岡市を重点的に調査する地域と定めた（図1）。そして、文化財総覧 WebGISにて、兵庫県CS立体図（1mメッシュ）と既知の遺跡範囲・遺跡位置情報（図2）¹¹⁾を同時に表示させることで、古墳状隆起の箇所を永恵裕和、武内樹治、高田らで目視によって探した。古墳状隆起があっても、既に探索済みであるが遺跡地図に反映されていないケースもあるため、文献調査にて既知かどうかを確認した。その結果、たつの市揖西町周辺、豊岡市日高町周辺にCS立体図にて明瞭な古墳状隆起を複数確認した。そこで、たつの市と豊岡市の文化財担当者と協議し、実地の踏査にて協力を得られることになった。



（図1）兵庫県調査候補地（たつの市・豊岡市）



(図2) 文化財総覧 WebGIS (CS 立体図表示) にて古墳状隆起を観察。既知と未発見を区別

2. 踏査の実施

踏査は、4回実施した。

2.1 兵庫県たつの市

たつの市第1回踏査

日 時：2023年2月14日

参加者：高田祐一、永恵裕和、岸本直昭、武内樹治

場 所：たつの市揖西町的場山周辺

たつの市第2回踏査

日 時：2023年3月23日

参加者：永恵裕和、岸本直昭、野口淳

場 所：たつの市神岡町周辺

たつの市第3回踏査

日 時：2023年9月14日

参加者：高田祐一、永恵裕和、岸本直昭

場 所：台山11～14号墳

備 考：台山 11 号墳にて須恵器小片を採集

2.2 兵庫県豊岡市 第1回踏査

日 時：2023年3月6日・7日

参加者：高田祐一、永恵裕和、中村良介（3月6日のみ）

場 所：豊岡市日高町久斗周辺（3月6日）、但東町小坂（3月7日）

備 考：6日夕方・7日夕方に豊岡市文化財室仲田周平と意見交換を実施した。

3. 新発見した遺跡の一覧

今回の踏査にて発見した遺跡の一覧を示す（表1）。大光寺散布地にて鉄滓を探集、たつの市台山 11・12 号墳については既に岸本道昭が確認済みであったものを今回の調査で再確認した。柳神社裏山 2 号墳は、円墳としてすでに周知の埋蔵文化財包蔵地とされている。しかし、岸本の情報提供で円墳ではなく前方後円墳の可能性があるということで、踏査を実施した。

（1）文化財総覧 WebGIS 兵庫県 CS 立体図の表示。

<https://heritagemap.nabunken.go.jp/main?lat=34.8688000951303&lng=134.52174957947796&zoom=15.606529721626549&bearing=0&pitch=0&ol=1%2C2%2C10%2C11%2C12&bg=hyogo-c%3A1%2Cslope%3A0.25%2Crelief%3A0.5%2Cpale%3A1&hz=>

項目番号	遺跡名	踏査日	住所	緯度経度(10進法)	遺跡種別
1	井関三神社裏山遺跡	2023年2月14日	たつの市揖西町中垣内	34.877884, 134.519917	古墳状隆起
2	中垣内平見古墳	2023年2月14日	たつの市揖西町中垣内	34.874467, 134.514736	円墳(石室あり)
3	台山11号墳	2023年2月14日	たつの市揖西町小神	34.870891, 134.525425	円墳
4	台山12号墳	2023年2月14日	たつの市揖西町中垣内	34.869941, 134.523839	円墳
5	台山13号墳	2023年2月14日	たつの市揖西町中垣内	34.869513, 134.524054	円墳
6	台山14号墳	2023年2月14日	たつの市揖西町中垣内	34.869435, 134.523891	円墳(方墳?)
7	柳神社裏山2号墳	2023年3月23日	たつの市神岡町沢田	34.884016, 134.563843	円墳→前方後円墳
8	沢田王子神社裏山1号墳(№1)	2023年3月23日	たつの市神岡町沢田	34.880060, 134.566378	古墳状隆起
9	沢田王子神社裏山2号墳(№2)	2023年3月23日	たつの市神岡町沢田	34.880335, 134.566641	古墳状隆起
10	沢田王子神社裏山遺跡(№3)	2023年3月23日	たつの市神岡町沢田	34.878878, 134.565033	散布地(弥生土器)
11	大ナル1号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町久斗	35.459205, 134.760782	古墳状隆起
12	大ナル2号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町久斗	35.459120, 134.760645	古墳状隆起
13	大ナル3号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町久斗	35.458936, 134.760508	古墳状隆起
14	蝶子谷1号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町岩中	35.458209, 134.761496	古墳状隆起
15	蝶子谷2号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町岩中	35.458279, 134.761637	古墳状隆起
16	蝶子谷2号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町岩中	35.458284, 134.761675	古墳状隆起
17	蝶子谷3号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町岩中	35.458507, 134.763474	古墳状隆起
18	蝶子谷4号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町岩中	35.458606, 134.763573	古墳状隆起
19	蝶子谷5号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町岩中	35.458712, 134.764090	古墳状隆起
20	蝶子谷6号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町岩中	35.458736, 134.764217	古墳状隆起
21	蝶子谷7号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町岩中	35.458705, 134.764387	古墳状隆起
22	蝶子谷8号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町岩中	35.458596, 134.763559	古墳状隆起
23	蝶子谷9号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町岩中	35.458958, 134.764836	古墳状隆起
24	蝶子谷10号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町岩中	35.459013, 134.764998	古墳状隆起
25	蝶子谷11号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町岩中	35.459109, 134.765277	古墳状隆起
26	蝶子谷12号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町岩中	35.459157, 134.765503	古墳状隆起
27	蝶子谷13号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町岩中	35.459762, 134.765695	古墳状隆起
28	蝶子谷14号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町岩中	35.459883, 134.765842	古墳状隆起
29	蝶子谷15号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町岩中	35.459967, 134.766036	古墳状隆起
30	蝶子谷16号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町岩中	35.460063, 134.766139	古墳状隆起
31	蝶子谷17号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町岩中	35.460191, 134.766263	古墳状隆起
32	蝶子谷18号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町岩中	35.460582, 134.766728	古墳状隆起
33	蝶子谷19号墳	2023年3月6日	豊岡市日高町岩中	35.460693, 134.766809	古墳状隆起
34	大光寺散布地	2023年3月7日	豊岡市但東町小坂	35.401416, 134.978822	散布地(鉄津)
35	大光寺跡	2023年3月7日	豊岡市但東町小坂	35.405024, 134.976378	寺院跡

(表1) 2023年に実施した踏査による新発見した遺跡一覧

兵庫県たつの市における踏査の記録

高田 裕一（奈良文化財研究所）
永惠 裕和（兵庫県立考古博物館）
野口 淳（公立小松大学次世代考古学研究センター／産業技術総合研究所）

1. 遺跡の位置

図1・2に示す。

2. CS 立体図と遺跡立体図

図3～9、図26～29、38に示す。遺跡立体図は永恵裕和が作成した。

3. 現地記録

現地記録では、写真撮影、フォトグラメトリ、iPad-LiDAR、略測により記録した。

図10～25、30～36に示す。



図1 調査地位置図（大阪湾）



図2 調査地位置図（たつの市）

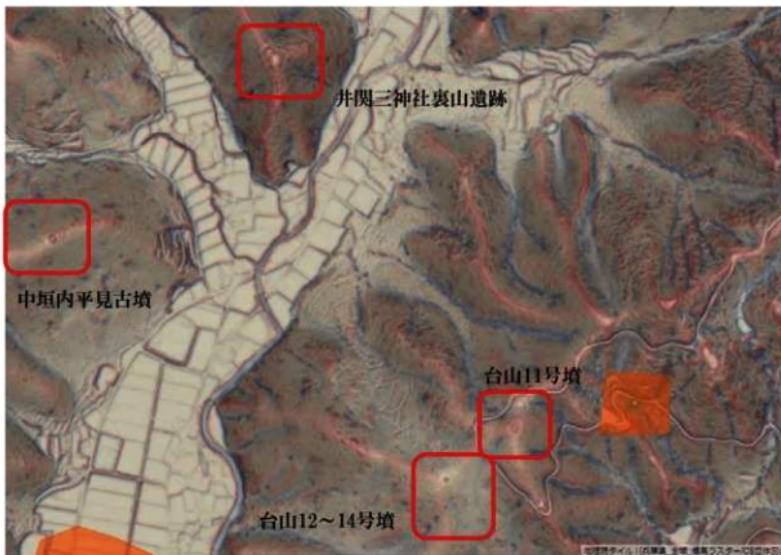


図3 発見遺跡位置図（CS立体図）

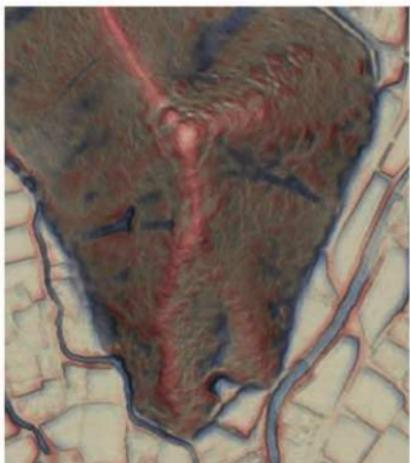


図4 井関三神社裏山遺跡（CS立体図）

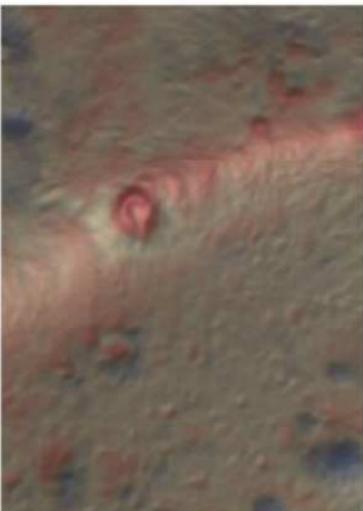


図5 中垣内平見古墳（CS立体図）

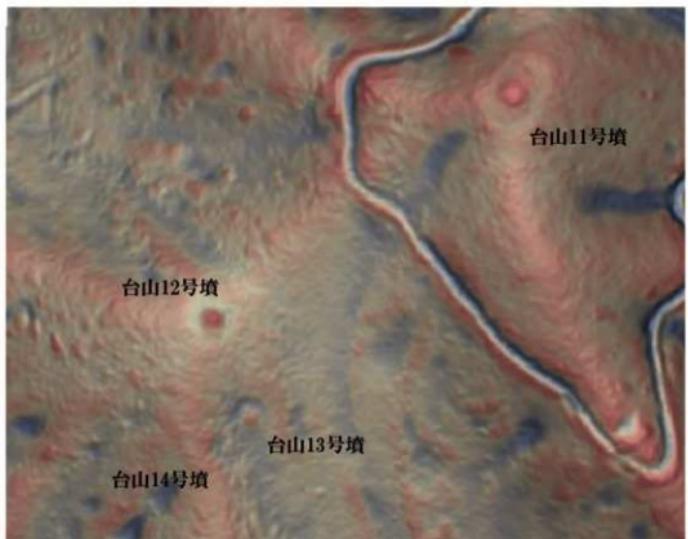


図6 台山11～14号墳（CS立体図）

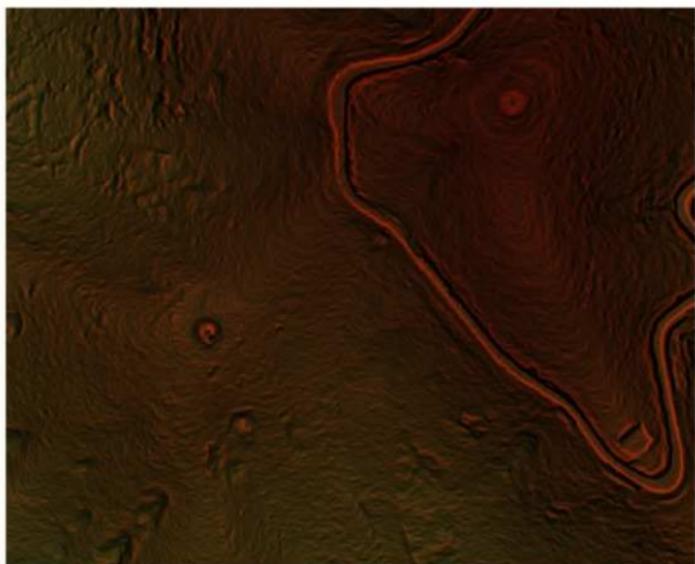


図7 台山11～14号墳（遺跡立体図）

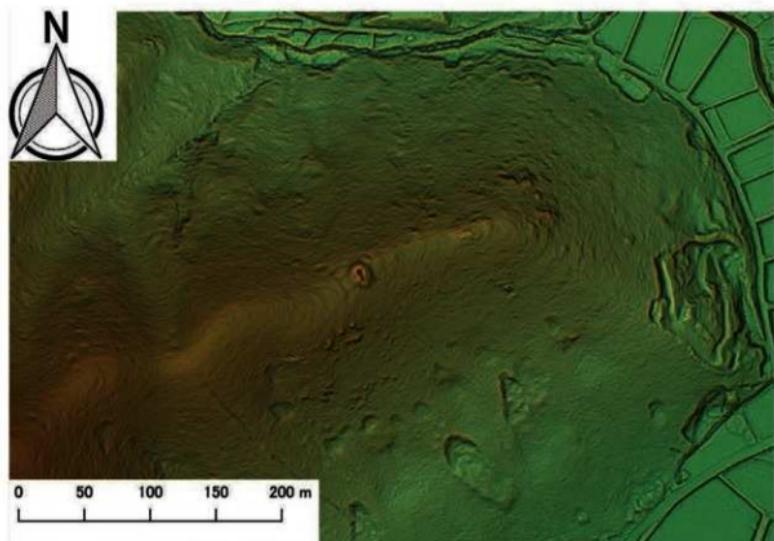


図8 中垣内平見古墳（遺跡立体図）

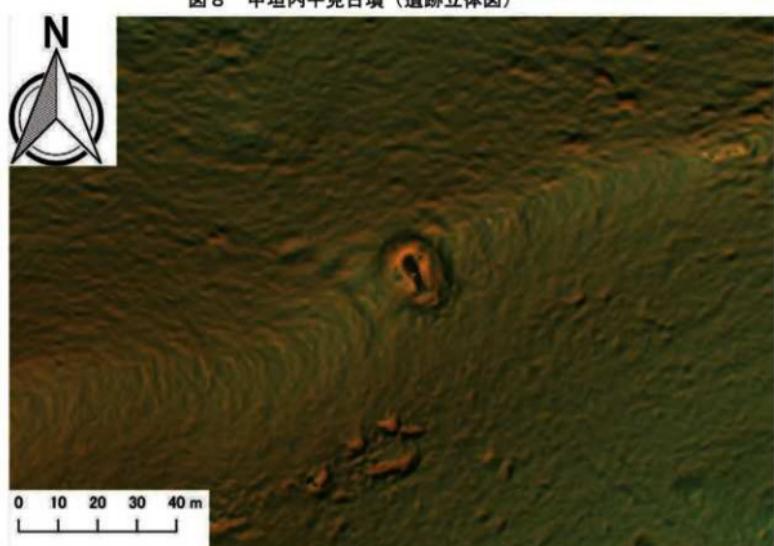


図9 中垣内平見古墳（遺跡立体図）



図10 井関三神社



図11 井関三神社裏山遺跡

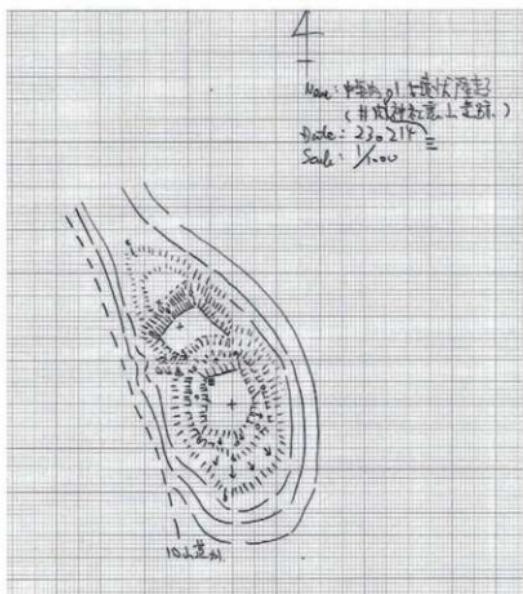


図12 井関三神社裏山遺跡平面図



図13 中垣内平見古墳墳丘



図14 中垣内平見古墳石室



図15 中垣内平見古墳石室オルソ画像



図16 中垣内平見古墳石室オルソ画像



図17 中垣内平見古墳石室俯瞰画像



図18 中壇内平見古墳石室オルソ画像



図19 中垣内平見古墳石室・埴丘断面図



図20 中垣内平見古墳石室見通し図



図21 台山11号墳



図22 台山11号墳 採集遺物



図23 台山12号墳



図24 台山13号墳



図25 台山13号墳 iPad-LiDARによる俯瞰図

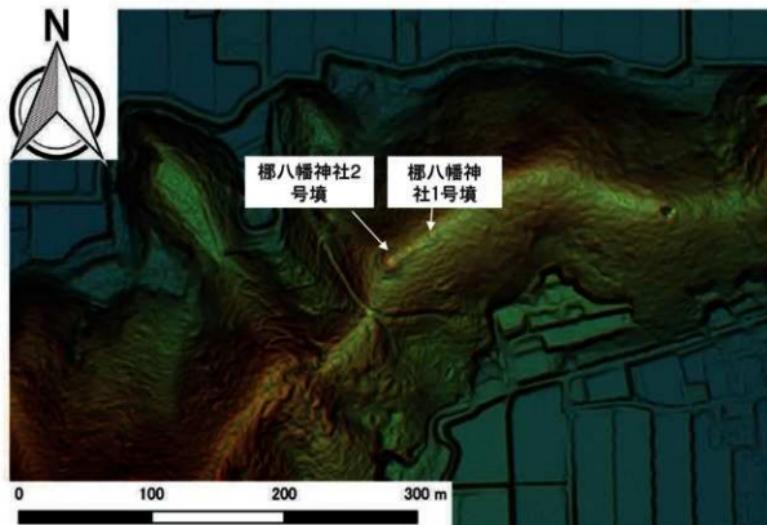


図26 櫛八幡神社1号墳（遺跡番号：120070）・同2号墳（遺跡番号：120071）の遺跡立体図

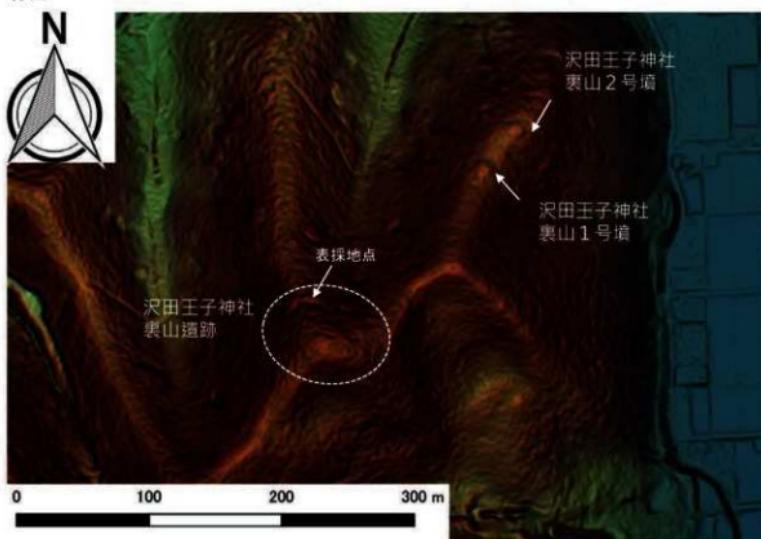


図27 沢田王子神社裏山1・2号墳および沢田王子神社裏山遺跡の遺跡立体図

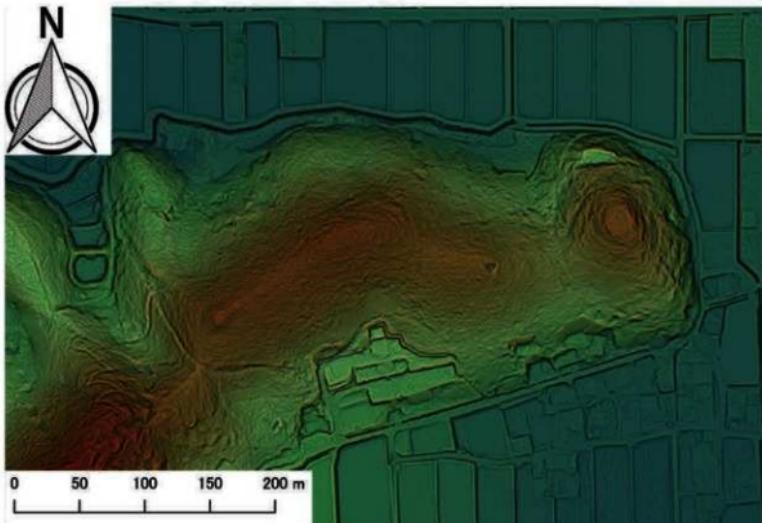


図28 椰八幡神社1号墳（遺跡番号：120070）・同2号墳（遺跡番号：120071）の遺跡立体図

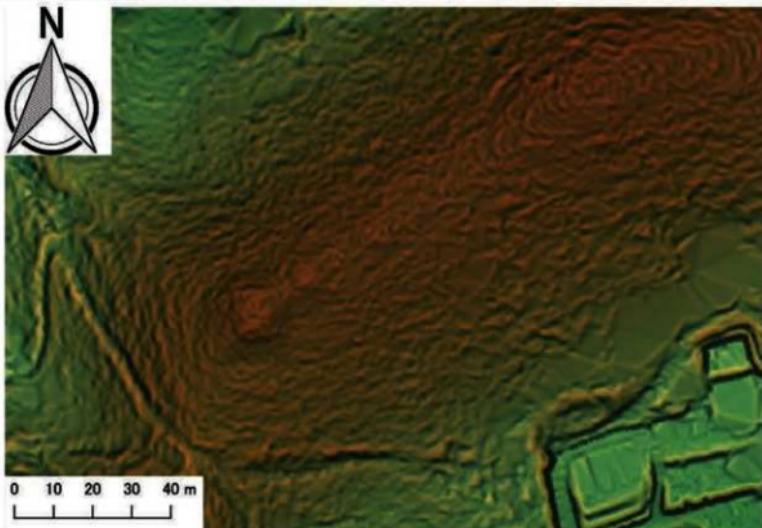


図29 椰八幡神社1号墳（遺跡番号：120070）・同2号墳（遺跡番号：120071）の遺跡立体図



図30 椰八幡神社1号墳（遺跡番号：120070）・同2号墳（遺跡番号：120071）

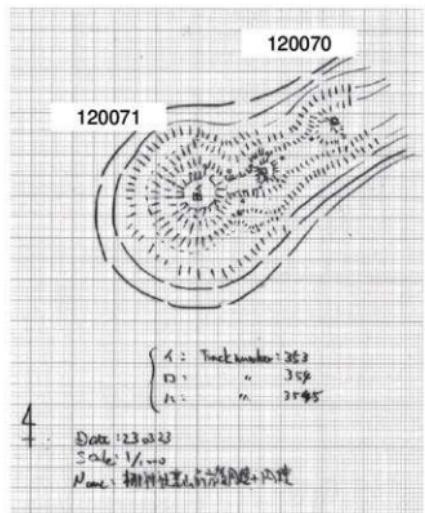


図31 椰八幡神社1号墳・同2号墳概略図



図32 前方部（椰八幡神社2号墳に該当）



図33 計測の様子



図34 沢田王子神社裏山 1号墳



図35 沢田王子神社裏山 2号墳



図36 沢田王子神社裏山遺跡 採集遺物



図37 沢田王子神社裏山遺跡 採集遺物

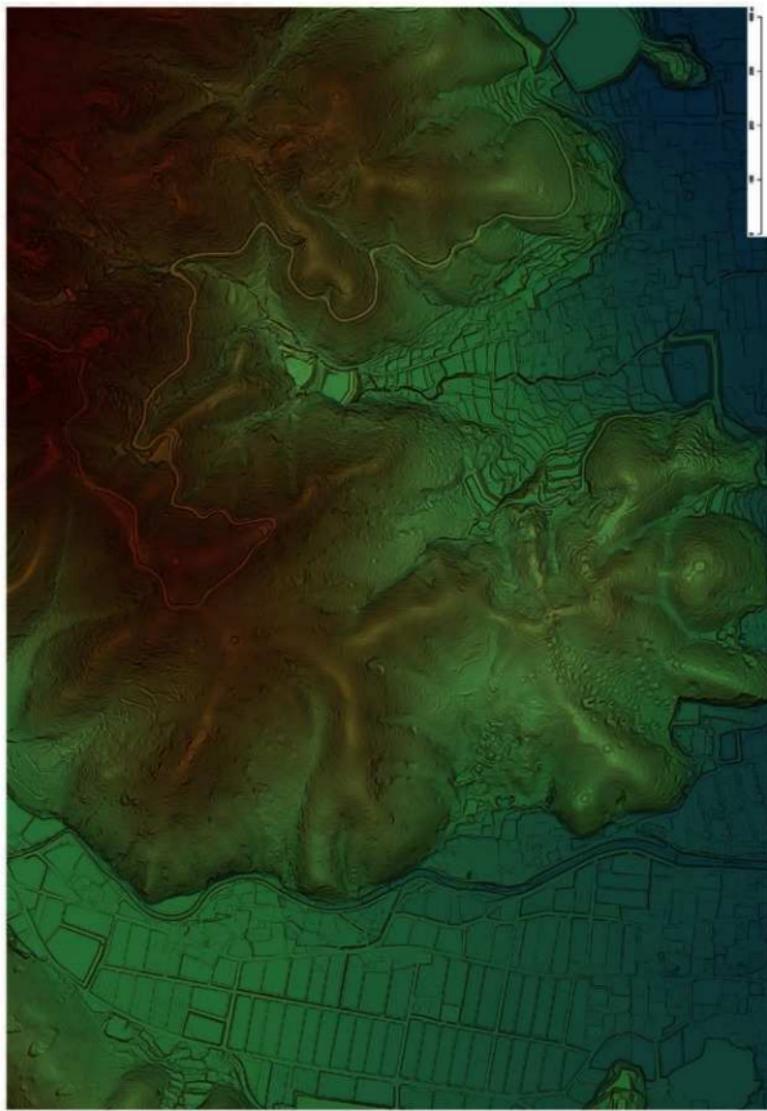


図38 台山古墳群周辺の遺跡立体図（画像左が北）

兵庫県たつの市における踏査成果

岸本 道昭（たつの市立埋蔵文化財センター）

本研究報告に掲載した古墳は、2022年3月刊行の兵庫県遺跡地図に登載されていない。発見の経緯はCS立体図による視認によって現地を確認したもので、新規発見の埋蔵文化財包蔵地である。これらの古墳を解説するため、仮の名を与えて記述する。

なお、たつの市ではCS立体図の観察と現地踏査を重ね合わせることで多数の古墳が新たに発見されている。2023年度中に他の新発見遺跡や古墳と合わせ、まとめて手続きをおこなって、周知の埋蔵文化財包蔵地として遺跡地図に登載予定である。

井関三神社裏山遺跡（いせきさんじんじゅうらやま）

人為的な削平した地形が認められるものの性格は不明である。

中垣内平見古墳（なかがいちひらみ）

たつの市揖西町中垣内の小字平見の西側山塊、尾根上に位置する単独墳である。以前からCS立体図の観察によって明瞭な隆起地形が認められ、古墳の存在を予想していた地点である。本研究調査の機会に現地を確認した。

径約15mの円墳で、現地の観察では南西側（尾根の高い側）に造り出しが付属する。CS立体図でも注意深く観察すると墳丘周囲の整形が尾根部で途切れ、わずかな高まりが造り出しの存在を裏付けている。墳丘には外護列石または葺石様の石列が一部に見られる。墳丘上部は盜掘または石材奪取によって大きく損壊し、石室の天井石は失われ、玄室上半部が破壊されている。観察可能な範囲で測ると南北約5m、東西約3mの長方形玄室で、狭道を南に向ける横穴式石室である。

西播磨における横穴式石室墳は6世紀後半以降に盛行し、いわゆる群集墳を形成することが一般的である。本墳は単独墳で、しかも尾根の高い位置に築造されている。その意味で群集墳以前の古墳立地を踏襲している。はたして、横穴式石室を詳しく見ると使用石材は小ぶりで、角を消した持ち送りが北東隅に見られ、古式の積み方が明確である。

さらに、中垣内平見古墳は造り出し付き円墳または帆立貝式古墳と推定され、6世紀後半以降の横穴式石室墳には少ない墳形である。当地域における横穴式石室の採用は6世紀前半とされ、導入期の横穴式石室墳と評価できる。その意味で立地と形態は中期古墳の伝統を保ちながら、埋葬施設は新來の石室を採用する点で重要な古墳である。こうした古墳が新規に発見されたことは、地域の古墳築造の動向を探るうえで貴重な資料となる。

台山11号墳（だいやま）

的場山はたつの市中心部を見下ろす山塊であるが、南は揖西町小神、北および東は龍野町北龍野、西は揖西町中垣内にまたがる。現在は的場山と呼ばれているが、近代までは臺山（台

山）と呼ばれていた。山塊には尾根を中心に古墳が散在し、現在のところ台山1～10号墳まで10基を数えている。ところが近年、新たに本研究調査も含めて数基の古墳が確認され、11号以降の番号を付して記述する。

的場山山頂から西へ延びる尾根上の頂部、標高286mに位置する。古墳としてはかなりの高所である。以前からCS立体図で明瞭な円形隆起と周囲の整形を認めて古墳の存在を予想し、2022年3月に現地踏査して古墳と認定した。今回はその再確認である。

周囲に古墳の見当たらない単独墳で、径約20mの円墳と判断する。周囲の自然地形を整形してやや平坦化した後、墳丘を盛り上げている。墳丘斜面には微妙な傾斜変換が観察され、墳丘は2段築成と推測される。また、北側に墳丘に付属する張り出しが存在するようにも見え、造り出しの付く円墳かもしれない。墳頂部にわずかな陥没が見られるが、大きな損壊は受けていないようである。

2023年9月14日の再踏査で、墳丘上面の各所で須恵器小片を9片採集した。甕の破片で、外面はタタキ目に細かいカキ目、内面は青海波文が残っており、6世紀前半と推定する。墳頂の陥没を盗掘痕とすれば、そのさいに持ち出された須恵器片ではないだろうか。腰高な墳丘ではなく、大きな石材なども観察できないため、埋葬施設は横穴式石室ではなさそうである。この地域の横穴式石室導入が6世紀前半以降とされており、須恵器の時期とも照合すると、古墳の時期は6世紀前半と考えられる。

台山12号墳

台山11号墳の位置からさらに西へ延びる尾根の端部に位置する。以前からCS立体図で明瞭な隆起地形を認めて古墳の存在を予想し、2022年3月に現地踏査して古墳と認定した。今回はその再確認である。

古墳は径約10mの円墳である。墳丘の中央から南にかけて掘り崩され、損壊が著しい。なお、損壊部に石英閃緑岩の大石が多数認められ、南に開口する横穴式石室の残骸と考えられる。当初は周囲に古墳が見られない単独墳と考えていたが、南側斜面部に後述する13号墳と14号墳の2基を確認した。

台山13号墳

台山12号墳から南南東により下った斜面に位置する。CS立体図でもわずかな隆起と掘り割りの存在が視認できていた。北側に馬蹄形の掘り割りを有する径約7mの小円墳である。外護列石状の石積みが南面は直線状に並ぶため、方墳とも考えられる。墳丘には石室材と思われる石が散乱し、天井石らしい石材の並列も認められる。埋葬施設は小型の横穴式石室ではないかと推定され、7世紀代の終末期古墳と推測する。

台山14号墳

台山13号墳の南西側にほぼ隣接した円墳である。北側に掘り割りを有する小円墳で、小

型の石室を内蔵する終末期古墳と考えられる。CS図ではわずかな陰影が見える程度で、明確に古墳と視認することはできなかった例である。

櫛神社裏山2号墳（なぎじんじゅうらやま）

櫛神社裏山1・2号墳は、たつの市神岡町沢田に位置する櫛八幡神社の北側、東西に延びる低平な丘陵上に存在する。兵庫県遺跡地図では遺跡番号120070（1号墳）、120071（2号墳）として2基の古墳が登載されている。1号墳が東側、2号墳が西側である。ところが2022年2月にCS立体図による古墳探索を進める過程で、1号墳との間に2号墳から延びる高まりが存在し、円墳ではなく前方後円墳のように見えることがわかった。ただちに現地踏査をおこなったところ、2号墳は前方部を東に向かって墳長約30mの前方後円墳と確認できた。1号墳は小円墳で、2号墳の前方部東側に位置する。今回の報告はその再確認踏査である。

櫛神社裏山2号墳は、広い鞍部をもつ尾根上に位置し、尾根がやや高くなる東側に前方部を向けた立地を探る。後円部径は約20m、くびれ部は曲線を描くように狭く造られ、前方部はゆるやかに高まりながら裾が広がるように観察される。墳丘表面が露出している部分もあるが、明瞭な葺石や遺物の散布などは確認できない。西播磨地域に分布する前期の前方後円墳と類似した特徴を備えており、前期古墳と考えられる。

本墳は、すでに周知の埋蔵文化財包蔵地となっているが、CS立体図による観察で、円墳ではなく前方後円墳と判明した例である。前方後円墳は限られた首長墳であり、新たな発見は首長墓系譜や系列を論じるうえで再検討を迫ることになる。櫛神社裏山2号墳の発見は、揖保川流域にもともと多い前期前方後円墳の数をさらに増加させたこととなり、その歴史的価値は極めて高い。

沢田王子神社裏山1号墳

櫛八幡神社の対面、南側の山塊の北東側で、北へ延びる尾根上に位置する。CS立体図ではかねてから古墳状の隆起を2か所確認していた。

1号墳は尾根の北東端に位置する。低平であるが墳丘北東側は明瞭な隆起を認め、径約10mの円墳と考えられる。

沢田王子神社裏山2号墳

南側の山頂から下ってきた尾根が傾斜を変換する根元に位置する古墳である。墳丘南側は明確な区画を示さないまま尾根に続いているが、北東側は墳丘の盛り土整形が明瞭で、明らかに古墳と認められる。径約10m程度の円墳である。

沢田王子神社裏山遺跡

2基の古墳が位置する尾根の南側頂部にある。CS立体図では特に注意すべき地形を認め

ていなかったが、踏査中の山道に弥生土器片が散布していることがわかった。土器片は摩耗が少ないため、それほど動いていない。山頂部およびその周囲において弥生遺跡が存在することは確実である。山頂部の周囲には段状の凹凸もあり、建物跡などの痕跡かも知れない。土器片は壺形土器の頸部があり、凹線文が認められるため、弥生中期後葉の集落遺跡と考えられる。

揖保川流域には意外な高所にも弥生土器や石器がみられる遺跡があり、いわゆる高地性集落が多い。本遺跡もその仲間に加えることができる。この遺跡は、CS 立体図の観察による直接的な発見ではないが、踏査の副産物として新たな遺跡発見も期待できる例である。

兵庫県豊岡市における踏査の記録

高田 祐一（奈良文化財研究所）
永惠 裕和（兵庫県立考古博物館）

1. 調査概要

踏査は 2023 年 3 月 6 日・7 日に実施した。6 日は、豊岡市日高町久斗周辺を踏査し、22 の古墳を発見した。7 日は、豊岡市但東町小坂を踏査し、鉄滓を採集した大光寺散布地を発見、中世山林寺院跡と想定される大光寺跡を再発見した。

2. 調査の記録

2.1 遺跡の位置

図 1 に示す。

2.2 CS 立体図と遺跡立体図

豊岡市日高町久斗周辺：図 2～11

豊岡市但東町小坂：図 17～21

遺跡立体図は永恵裕和が作成した。

2.3 現地記録

現地記録では、写真撮影、フォトグラメトリ、iPad-LiDAR、略測、UAV（ドローン）による撮影により記録した。

豊岡市日高町久斗周辺：図 12～16

豊岡市但東町小坂：図 22～37



図 1 遺跡の位置

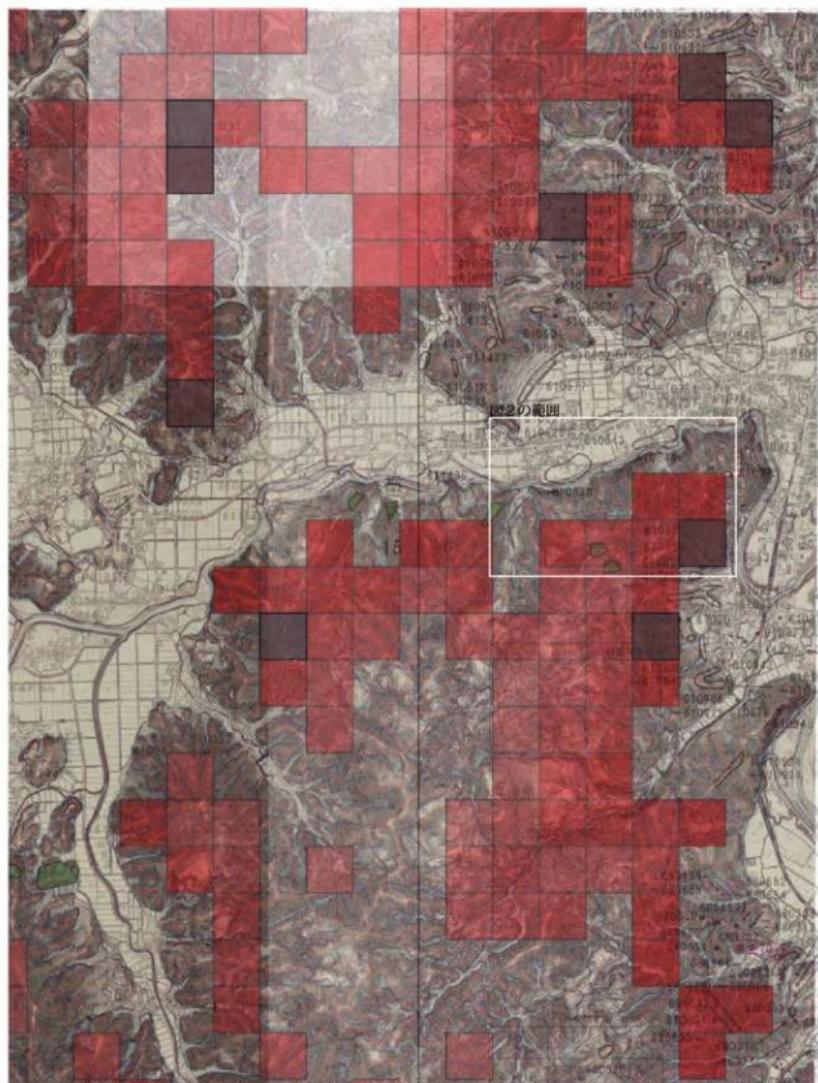


図2 豊岡市日高町久斗周辺でAIが古墳状隆起が存在すると予測した地点（赤色四角）と、
兵庫県遺跡地図の重ね合わせ図

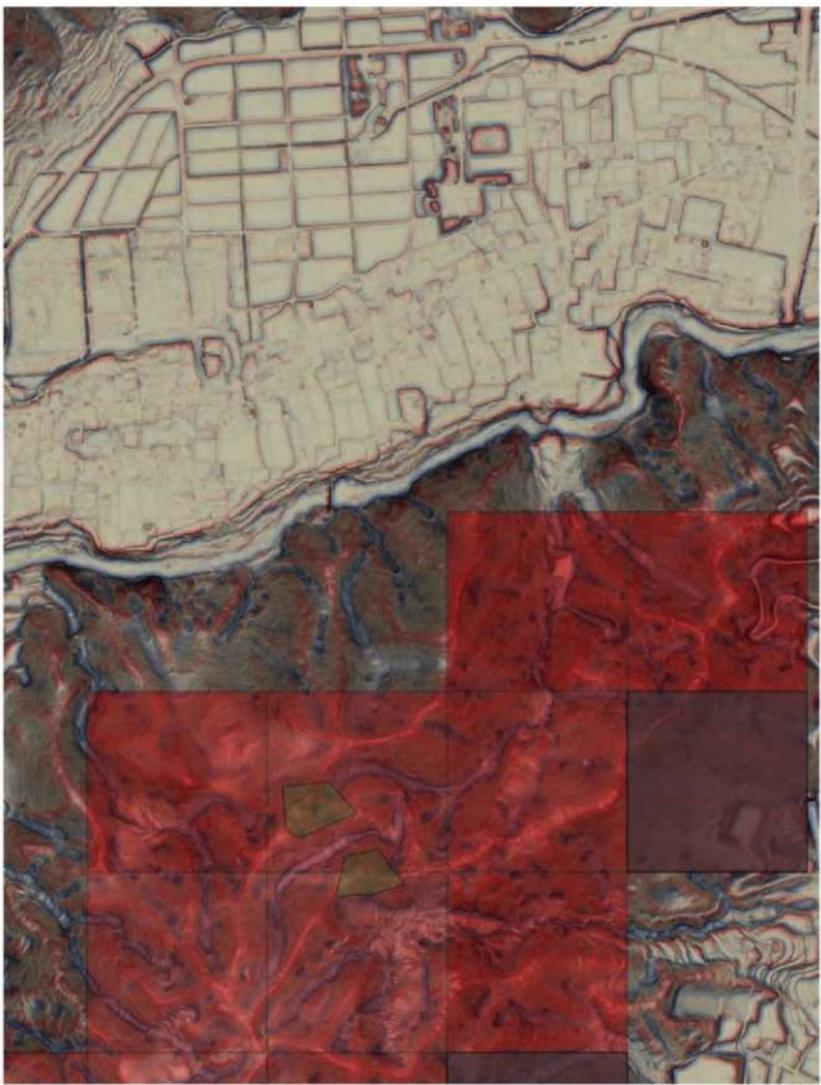


図3 AIが古墳状隆起が存在すると予測した地点（赤色四角）と、
データ上で目視により古墳状隆起の可能性が高いと判断した地点（緑色）

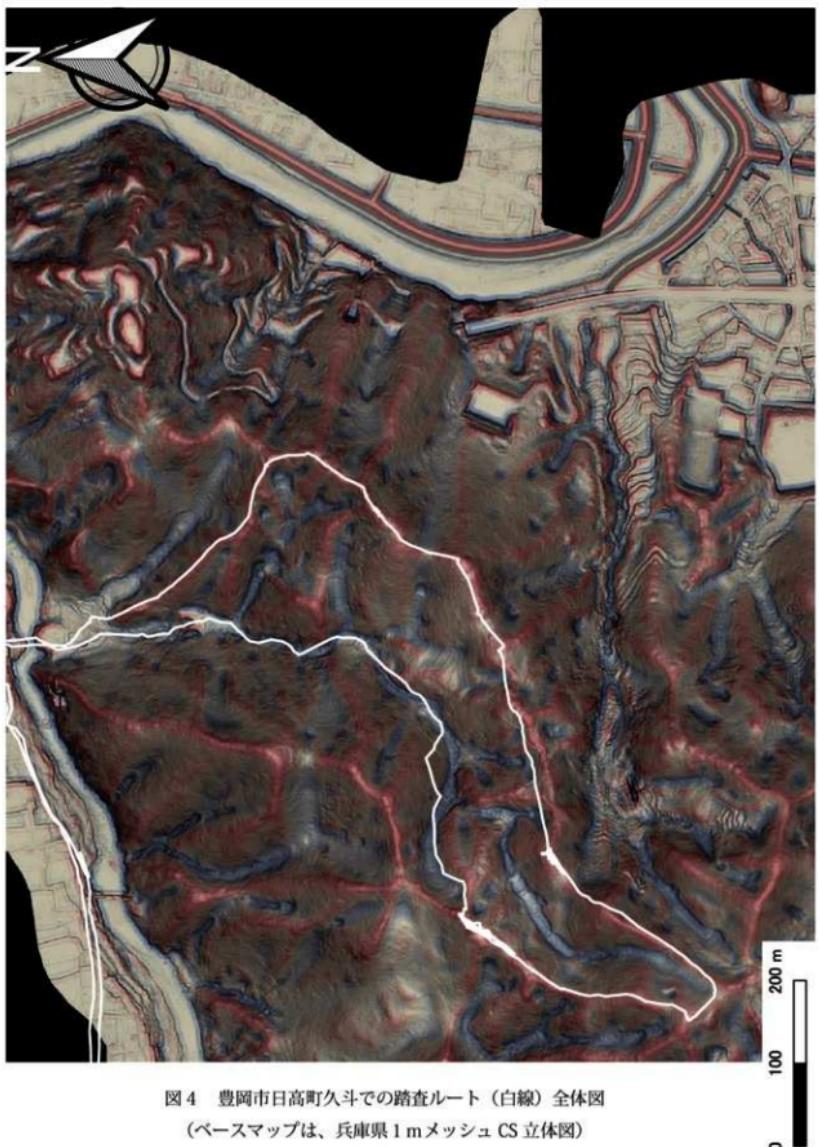


図4 豊岡市日高町久斗での踏査ルート（白線）全体図
(ベースマップは、兵庫県1mメッシュCS立体図)



図5 遺跡立体図と各図郭

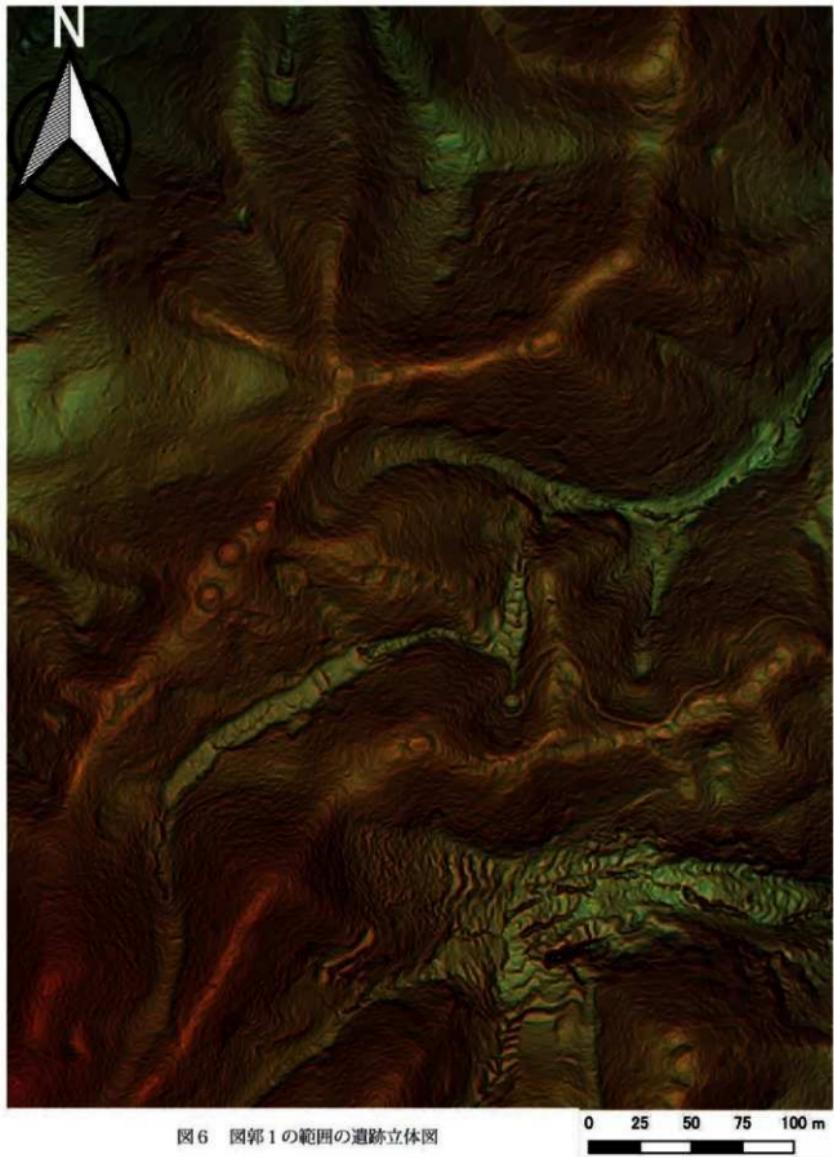


図6 図郭1の範囲の遺跡立体図



図7 図郭1の範囲の等高線図
(赤色が古墳状隆起を確認した箇所)

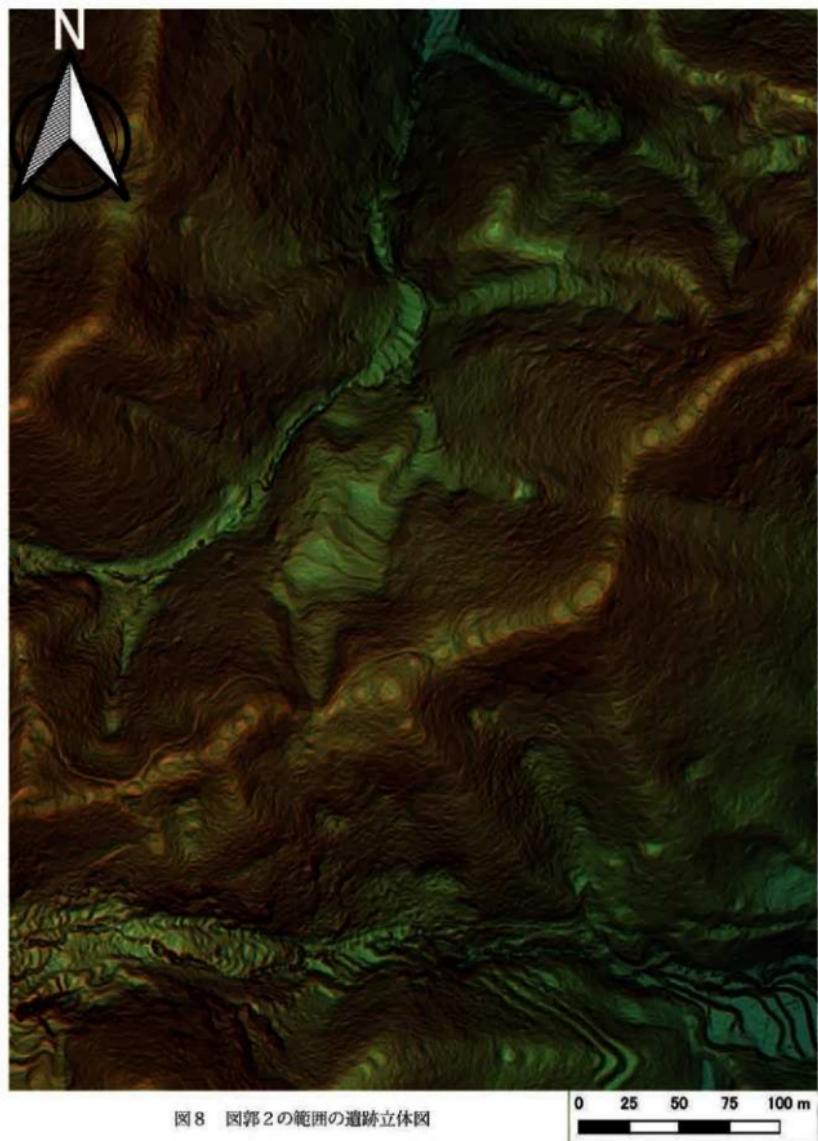


図8 図郭2の範囲の遺跡立体図

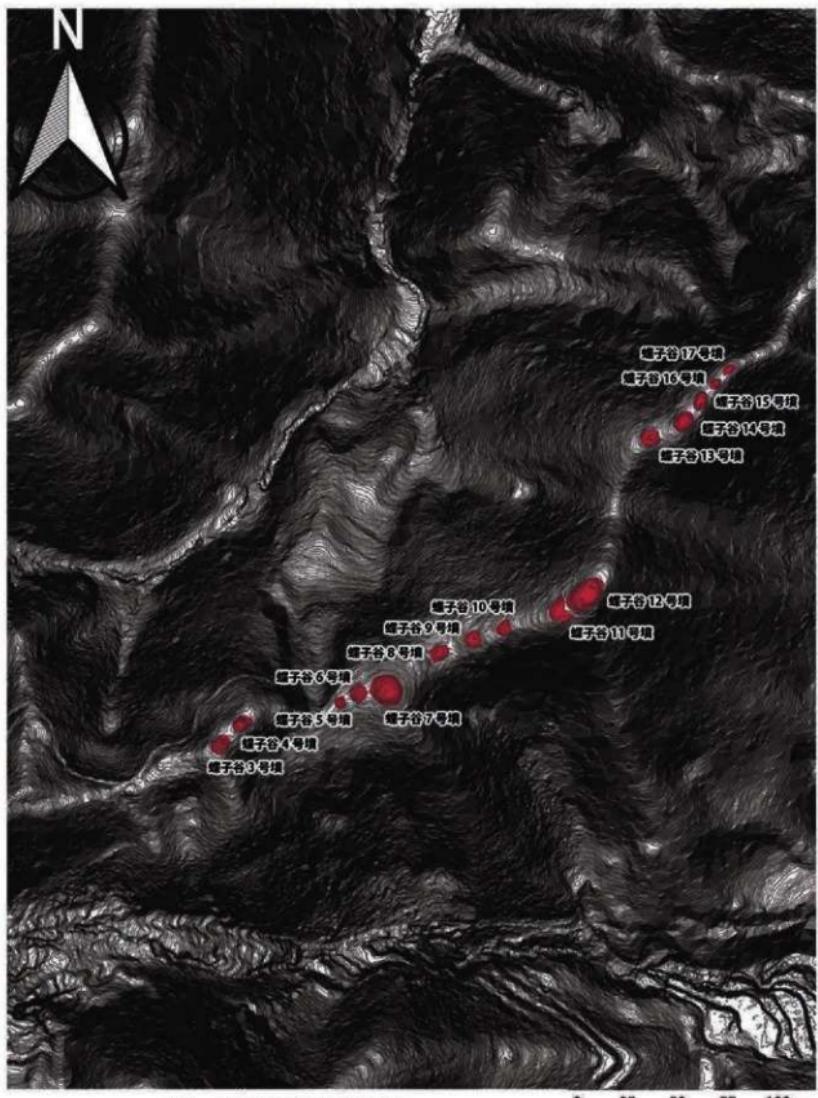


図9 図郭2の範囲の等高線図
(赤色が古墳状隆起を確認した箇所)

0 25 50 75 100 m

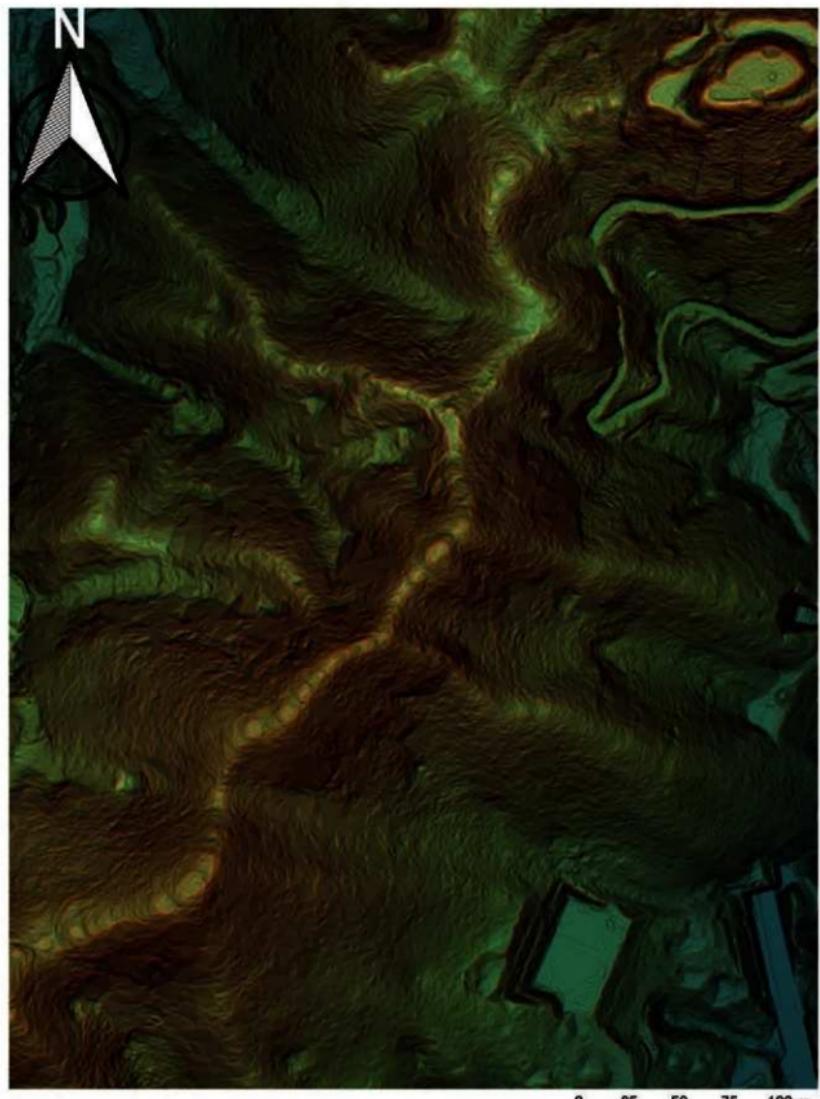


図10 囲郭3の範囲の遺跡立体図



図11 図郭3の範囲の等高線図
(赤色が古墳状隆起を確認した箇所)



図12 大ナル2号墳



図13 大ナル3号墳



図14 蝶子谷1号墳



図15 蝶子谷9号墳

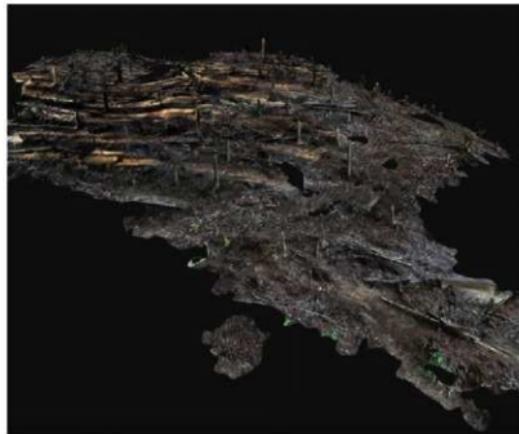


図16 蝶子谷1号墳 iPad-LiDARによる俯瞰図



図 17 豊岡市但東町小坂での踏査ルート（白線）全体図
(ベースマップは、兵庫県 1 m メッシュ CS 立体図)

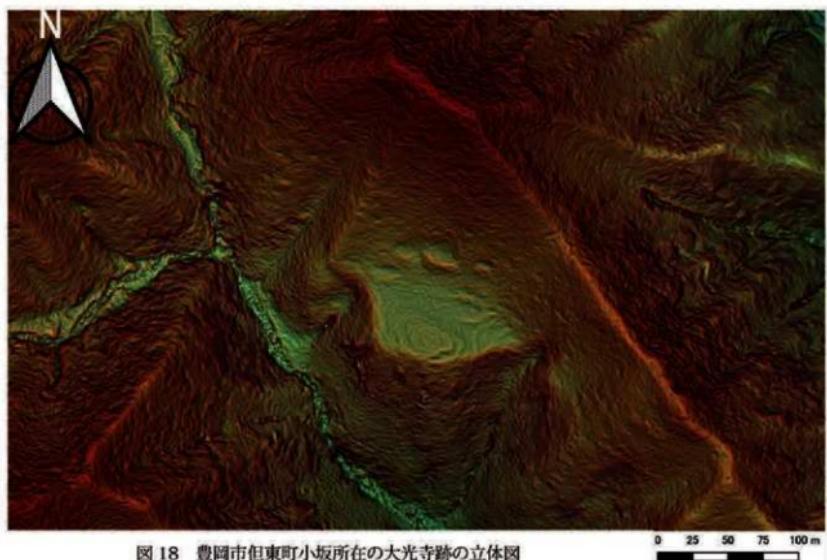


図18 豊岡市但東町小坂所在の大光寺跡の立体図

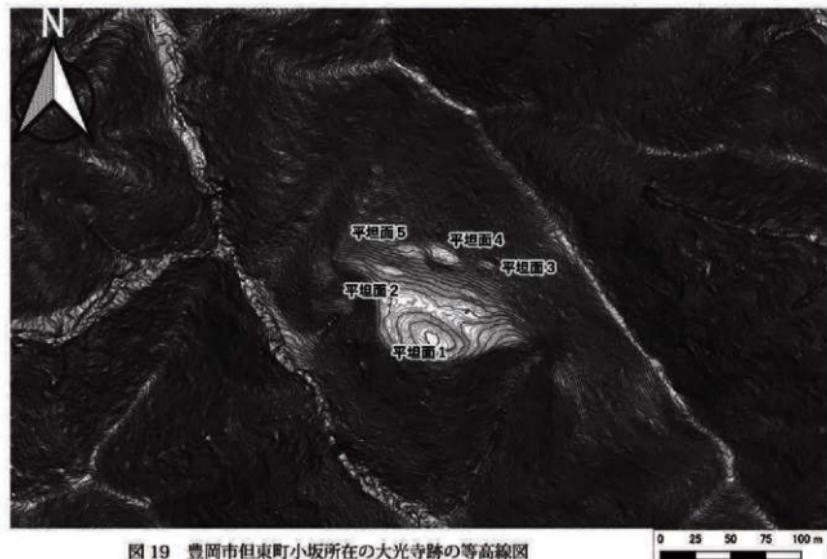


図19 豊岡市但東町小坂所在の大光寺跡の等高線図



図 20 豊岡市日高町久斗所在の大ナル古墳1～3号墳の遺構略図

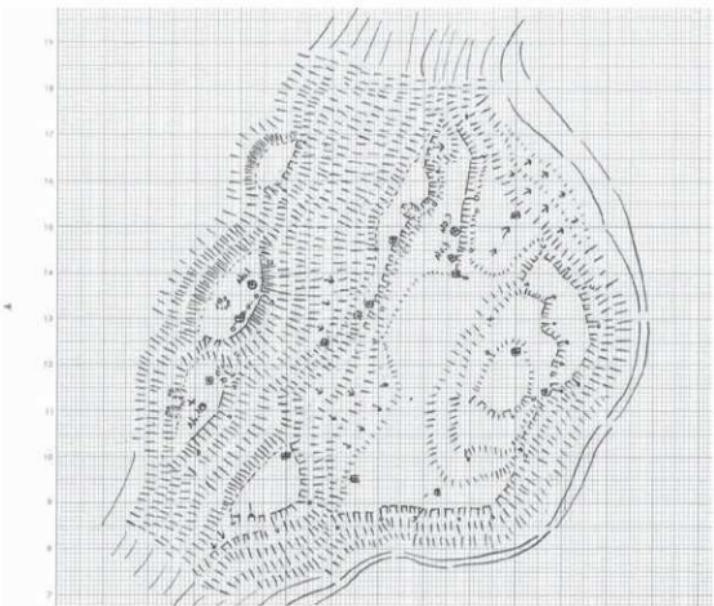


図 21 豊岡市但東町小坂所在の大光寺跡の遺構略図



図22 大光寺跡平面オルソ（テクスチャ）左が北



図23 大光寺跡平面オルソ（色別標高図）左が北

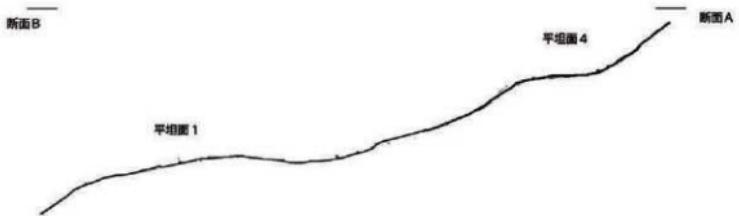


図24 大光寺跡 断面図



図25 大光寺跡 俯瞰した色別標高図（ソリッド）上が北



図26 大光寺跡 平坦面 1

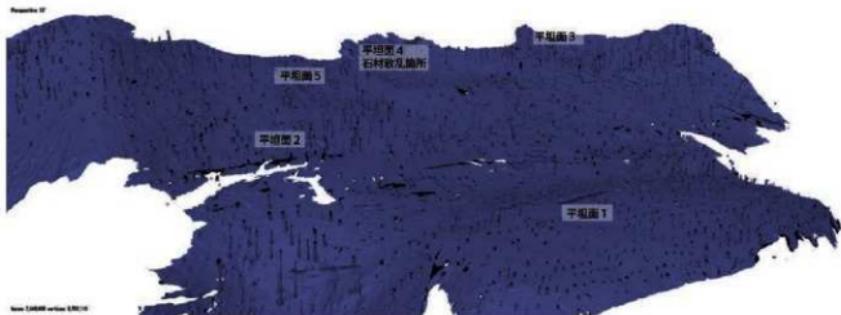


図27 大光寺跡 石材散乱箇所の全体俯瞰図（ソリッド）



図28 大光寺跡 石材散乱箇所の俯瞰図（テクスチャ）



図29 大光寺跡 石材散乱箇所の俯瞰図（ソリッド）

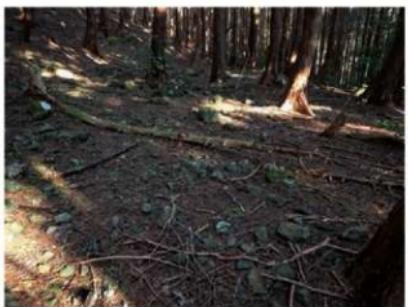


図30 大光寺跡 石材散乱箇所



図31 大光寺跡 石材散乱箇所



図32 大光寺跡 石材散乱箇所



図33 大光寺跡 遺物散布状況



図34 大光寺跡 遺物散布状況



図35 大光寺跡 遺物散布状況



図36 大光寺散布地



図37 大光寺散布地にて採集した鉄滓

兵庫県豊岡市における新発見の遺跡の位置づけ

仲田 周平（豊岡市文化財室）

豊岡市日高町久斗・岩中地域において確認された大ナル1～3号墳および蝶字谷1～17号墳は、神鍋高原より円山川へと流れる稻葉川の南、標高約240mを頂部として北北東方向と北東方向の2方向に延びる尾根上に位置する。

このうち、大ナル1～3号墳は北北東方向の尾根上に位置する。なお、この尾根の先には稻葉川が流れ、その対岸には、古墳時代の集落跡である南構遺跡群が立地することから、関連性が想定される。ただし、南構遺跡群と大ナル古墳群との間に古墳はなく、直線距離で1.5km離れ、180mの比高差がある。また、遺跡群内では11基の石室墳が確認され、なおかつ遺跡群北側の丘陵部では大ナル古墳群より近い位置に多くの古墳が確認されているため、関連性を結びつけるには疑問点がある。豊岡市内では、日高町久田谷に所在する大谷古墳群は平野部より直線距離で約2km、比高差約200mの高所に立地している。古墳の築造場所が必ずしも集落跡や平野部、河川等交通の要衝と結びつかないことを示す可能性も考えられる。

対して蝶子谷1～17号墳は、前述した大ナル1～3号墳とは別の北東方向にのびる尾根上に位置し、東側には円山川と稻葉川の合流地点および両河川が形成した平野部を望む。平野部において集落跡は確認されていないが、南東の山裾部には上森1～9号墳、大谷1～28号墳が所在することから関係性が考えられる。また、尾根と山裾との間は距離があるものの、急峻な斜面となっていることから、古墳の造営には不向きであったとみられる。

豊岡市但東町小坂で確認された大光寺跡は、「大高寺」として南北朝期の文書に現れる中世寺院である。大光寺という字名が残ることから、一部の研究者により位置および規模について指摘されていた¹⁰⁾。しかしながら、大規模な寺院跡ではなく山奥に立地することから、遺構の詳細は不明であった。南北朝期の但馬は数年おきに守護が入れ替わるなど複雑な様相を呈する時代である。当地域の中世史を理解する上でも重要な成果である。

(1) 宿南保 2002『城跡と史料で語る「但馬の中世史」』神戸新聞総合出版センターほか西尾孝昌氏の教示による

第3章 考察

デジタル踏査：デジタル時代の遺跡の探し方

高田 祐一（奈良文化財研究所）

1.はじめに

コンピュータを稼働させるには、データと処理が必要である。どういうデータをインプットさせるか、どういった処理をさせるかによって、アウトプットが変わる。“Garbage In, Garbage Out”といわれるよう、有用な成果とするには、特にインプットとなるデータが重要となる。

遺跡を探す場合には、地形データと遺跡情報が不可欠である。現在は、高密度地形データの公開や、遺跡情報の整備が進み、デジタル的な分析の発展可能性が拓がりつつある。本研究は、デジタル時代において新たに遺跡を探す踏査を考えるものである。

2. 本研究の成果

2.1 遺跡踏査の課題と意義

埋蔵文化財保護の基本は、把握・周知、調整、保存、活用の4段階とされる。⁽¹⁾最初の段階となる把握・周知とは、遺跡の所在を把握し、文化財保護法93条の「周知の埋蔵文化財包蔵地」に該当するかを判断し、該当すれば遺跡地図に登載し、国民に周知することである。すなわち最初の工程は、遺跡の把握から始まるのであり、埋蔵文化財保護の出発点と言えるだろう。

土地開発などの事業が生じた際には、周知の埋蔵文化財包蔵地内であれば、発掘調査等が検討される。範囲外においても、踏査等によって遺跡の存在確認が行われる場合がある。しかし、踏査で新たに遺跡が発見されたとしても、既に開発計画が確定し、事業が着手されている段階にあたっては、記録保存を前提にせざるを得ない状況がある。開発計画が確定する前に、事業予定地にて遺跡の存在が把握されていれば、計画時に当該地の回避等の対応の余地の可能性もありうる。平地であれば、踏査のコストは低いため、遺構が地形として視認できるのであれば、事前の把握は比較的容易である。しかしながら山間部の踏査においては、非常に困難であり、労力もかかるうえ、危険である。木々が繁茂し、地上遺構の識別が困難なこともある。開発計画などのトリガーがなければ、通常は実施しない。ここに、山間部の遺跡を守るために仕組みとして課題があると考える。そこで、踏査の負担の大きい山間部の遺跡を保護していくには、労力がかからず、低リスクな方法があれば、解決の一助となる。

2.2 本研究の背景と技術的な動向

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増えつつある。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高密度地形データの公開によって、地形データは環境が整ってきていることがある。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、位置情報として機械可読なGISデータ

タとして整備されていないという問題がある。地図画像に画像編集ソフトで、遺跡範囲や位置を落とし込んでいる。位置としてのデジタル的な意味を持たない画像データである。他方、機械学習などのソフトウェア類は、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。そこで、遺跡情報（位置と範囲）をGISデータとしてプラッシュアップする。遺跡情報と機械処理の実行可能な地形データを、機械学習で解析することが有効であろうと着想した。

2.3 本研究の経過

本研究は大きく3つの段階があった。

①AIによって机上での事前調査の支援

AIによって、遺跡踏査を支援。機械学習によって予測

②人間の知識・経験で判断

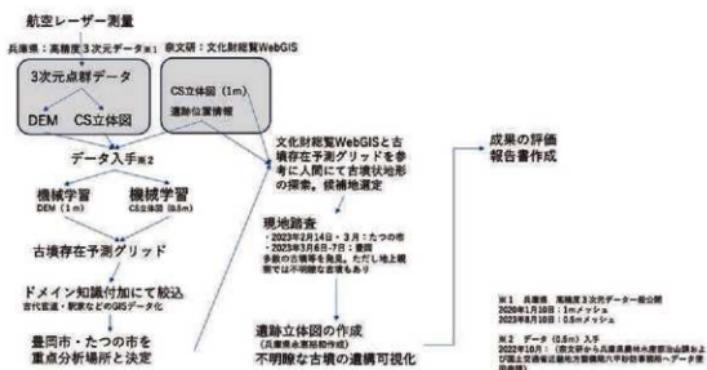
AIが示した地点を中心と高密度地形データにて、人間が遺構を確認

判別には考古学に関する専門知識（ドメイン知識）が効果的

③現地確認

確度が高い場所を抽出し、現地を確認

実際の経過としては図1の通りとなる。詳細は本報告書の各報告をご覧いただきたい。



2.4 本研究の成果

2023年時点のデータと機械学習ライブラリでは、100%精緻にした遺跡の存在予測は困難であるものの、絞り込みの支援については一定の有用性があることを確認した。高密度地形データが、遺跡を探すことには効果があることは、各報告の通りである。

デジタル的な手法や研究環境においても、ドメイン知識と経験が一番重要なことを再

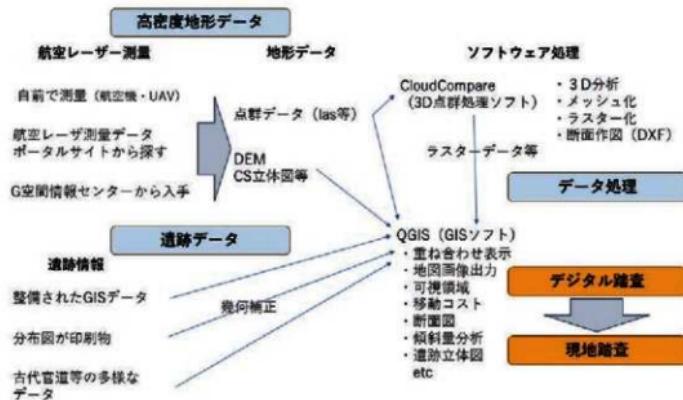
認識した。デジタルだろうがアナログだろうが、地域で着実に調査研究の成果を積み重ねてきたかで、デジタルデータへの理解の度合いも変わってくる。一方、従来の考え方からすると予想外の結果もあった。想定していなかったかなりの山奥にて古墳があったことである。

データ処理の組み立て方はもちろん、高密度地形データの読み解き方は、当該構造に関する知識は不可欠となる。知識がなければ、解釈できず予測も立てることができない。その点において、デジタルデータを活用した手法は、専門家の調査研究能力を拡張していくものであるといえる。さらに、従来の思い込みを突破するアプローチにもなる。

3. デジタル踏査

3.1 デジタル踏査のフロー

本研究では、AIによる抽出として機械学習の工程がある。通常の文化財専門家では、ハンドルが高く通常の業務として実施しにくいため、本章では、誰でもできる工程を紹介する(図2)。



(図2) デジタル踏査のフロー（データ入手から分析まで）

3.2 高密度地形データの入手

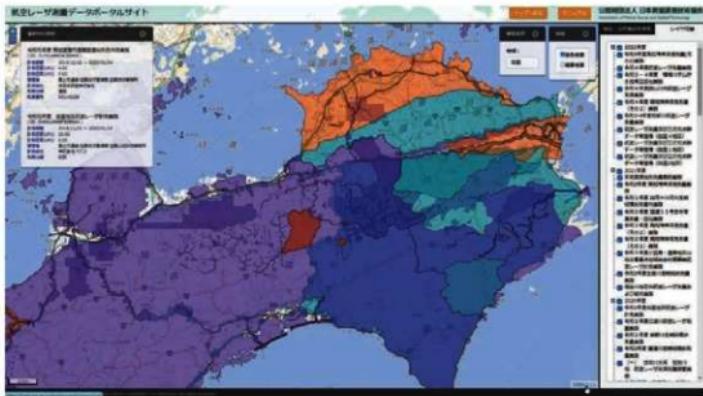
3.2.1 航空レーザー測量と UAV レーザー測量

有人航空機によるレーザー測量は、広範囲に地表面データを記録できる。小型化した LiDAR スキャナーを搭載した UAV (ドローン) による計測では、航空機よりも低い高度から計測することで、高解像度の地形データを取得できる。点の密度として 400 点 /m² 也可能であり、これまでにない高解像度なデータを取得可能である。UAV の高機能化・低廉化が加速していることもあり、計測も比較的安価に計測可能である。まずは広域を分析するため

に航空機によるレーザー測量データを活用し、それで不足する場合に特定の箇所を UAV にて計測するなどの使い分けが想定される。広域の高密度地形データは、兵庫県のメッシュデータ公開を始め、静岡県、長崎県、東京都などが 3 次元点群データを公開している。²²⁾ 今後も公開されるデータが増えていくと思われる。

3.2.2 G 空間情報センターとレーザー測量ポータルサイト

航空レーザー測量について、文化財部局のみで予算確保し、測量するには現実的に難しい場合がある。行政においては治山・森林資源管理・防災の目的に治山課や土木系部局等にて、航空レーザー測量を実施している場合がある。そういう場合に測量データを使用できる可能性がある。データ有無を調べるには、日本測量調査技術協会の航空レーザー測量データポータルサイトが役に立つ（図 3）。



（図 3）航空レーザー測量データポータルサイト

様々な機関が取得したデータを公開しているプラットフォームが G 空間情報センターである。地形点群データや CS 立体図が公開されており、ダウンロードして利用できる。

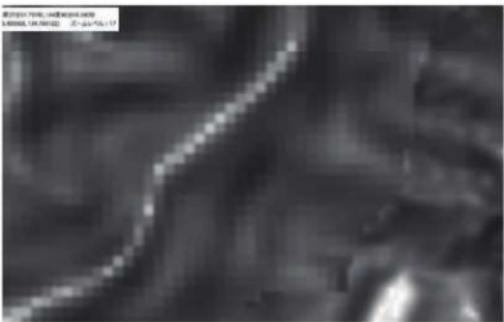
データは、QGIS や CloudCompare で表示・操作できる。

- ・航空レーザー測量データポータルサイト

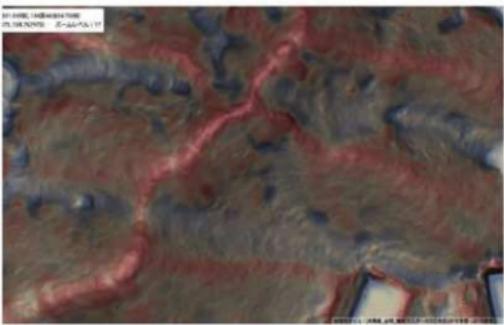
<https://www.sokugikyo.or.jp/laser/>

- ・G 空間情報センター

<https://front.geospatial.jp/>



(図4) 傾斜量図（兵庫県豊岡市蝶子谷古墳 13～19号墳）



(図5) CS立体図 1mメッシュ（兵庫県豊岡市蝶子谷古墳 13～19号墳）



(図6) 遺跡立体図（兵庫県豊岡市蝶子谷古墳 13～19号墳）

3.2.3 遺跡立体図：遺構の明確化

CS立体図は、事前に提供されていることが多い。地形の特徴がよく表現されており、非常に利便性の高い形式である。しかし、本来は森林の経営計画や脆弱性地形の判読が主目的である。遺跡の遺構表現に特化した立体図の方が、より明確に遺構を識別できるだろう。この遺跡立体図については永恵報告に詳しい。

現地踏査においては、樹木によって見通しが悪い場合、下草の繁茂で遺構が良くわからぬ場合がある。実際に豊岡市蝶子谷13号墳から19号墳にかけては、古墳状隆起が連続し数が多く地面からの観察では、識別が困難であった。レーザー測量による立体図の方がよく識別できることもある。ナスカの地上絵のように、空からの方がよくわかるといったこともある。

3.3 遺跡位置のGISデータ化

新たな遺跡を探すには、既知の遺跡を把握しなければ、未知かどうかわからない。遺跡地図が印刷物である場合、GISとして処理できないため、GISでの画面と遺跡地図を目視にて重合せながら、確認する必要が生じ、不便かつ非効率となる。遺跡地図のデータがGISデータとして整備されれば、未知か既知かを容易に識別できる。ない場合は、印刷物の遺跡地図を幾何補正によりGeotiffにすれば、QGISで表示可能となる。

QGISなどのGISソフトに、高密度地形データと遺跡位置のGISデータを重ね合わせことで、未知遺跡を探すことができる。さらに遺跡情報は、時代、遺跡種別や出土遺物などの属性情報もGISデータとして整備していれば、属性ごとの表示切替が可能となり、より高次な分析も可能となる。

3.4 QGISでデジタル踏査

高密度地形データ、遺跡情報に加え、古代官道などのデータなど、すべての情報をQGISにて統合することで、高次な分析が可能となる。例えば、可視領域や移動コスト分析、日射量分析なども可能となる。長年にわたって蓄積してきた調査研究成果を印刷物にのみ押しとどめるのではなく、GISデータとして機械可読化することで、膨大な成果をさらに活かした調査研究につながると考える。

4. 文化財総覧 WebGISでデジタル踏査

4.1 文化財総覧 WebGIS

文化財総覧 WebGISでは、インターネットにさえ接続できれば、ブラウザ操作のみで地形を立体表示したCS立体図と遺跡情報を重ねて表示させることができる。簡便に既知/未知の遺跡を探すことができる。ただし、遺跡範囲などは最新化されていないため、注意が必要である。他に傾斜量図、色別標高図、空中写真、活断層図、地質図、ハザードマップ等も重ね合わせて表示できる。

4.2 CS 立体図

文化財総覧 WebGIS では、CS 立体図を表示できる。2023 年 9 月 30 日時点で、福島県・栃木県・岐阜県・静岡県・兵庫県・岡山県・広島県・愛媛県・高知県・熊本県・大分県を表示できる。

文化財総覧 WebGIS CS 立体図と遺跡の表示

<https://heritagemap.nabunken.go.jp/main?lat=35.04928646434601&lng=135.4107763352274&zom=5.531632233267492&bearing=0&pitch=0&ol=1%2C2%2C10%2C11%2C12%2C137%2C138%2C139%2C141%2C143%2C144%2C145%2C146&bg=shizuoka-cs%3A1%2Cgifu-cs%3A1%2Cslope%3A0.25%2Crelief%3A0.5%2Cpale%3A1&hz=>

林野庁では、「CS 立体図を使った地形判読マニュアル」を公開している。地形判読に有意であるため、一読をお勧めする（図 7）。



（図 7）CS 立体図を使った地形判読マニュアル

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sagyoudo/attach/pdf/romou-12.pdf>

4.3 地籍図

文化財総覧 WebGIS では、法務省登記所備付地図データも搭載している（図 8）。地籍図には、条里や平地居館の区画が残されていることがある。平地部で既に開発済みの場所であっても地籍図に、遺跡の痕跡を見出しうる可能性もある。



(図8) 文化財総覧 WebGIS にて法務省登記所備付地図データを表示

5. 今後の展望

高密度地形データの公開や、機械学習などデータ処理技術の低廉化・普及によって、昔は現実的にできなかったことが、実施可能になるケースが多くある。以前は、山間部の踏査では現地を KKD（勘・経験・度胸）で歩き、一種のセンス・嗅覚に依存した部分があったかもしれない。高密度地形データの公開によって、デジタル踏査として事前に机上で調べられるようになった点は、現地踏査の効率性・網羅性・安全性・再現性を格段に向上させるものである。しかし、現時点のデータの解像度の限界もあって、机上で全てが片付くのではなく、現地に行かなければわからないことも多々ある。専門家としての知識・経験をもとに、事前のデジタル踏査によって準備し、現地踏査の成果を最大化することが可能となる。

高密度地形データの公開は、自治体でも徐々に進みつつある。今後は、文化財の専門家であっても地形データの取扱いリテラシーを高めることで、調査研究の質、量や効率性を向上させていくことが可能となるだろう。

今後の課題として、立体図の遺構判読マニュアル、遺跡地図の GIS データ化、潮間帯・浅海域の水中遺跡の判読、DSM のフィルタリング処理といったことを想定している。

(1) 文化庁 2010『発掘調査のてびき -集落遺跡発掘編-』

(2) 「静岡県が進める VIRTUAL SHIZUOKA 構想とは?」(2023年9月28日確認)

<https://www.pref.shizuoka.jp/machizukuri/1049255/1052183.html>

「オープンナガサキ」<https://opennagasaki.nerc.or.jp/>

「東京都デジタルツイン実現プロジェクト 多摩・島しょ地域の「3次元点群データ」を公開！」

<https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2023/09/01/16.html>

(3) CS 立体図 <https://front.geospatial.jp/showcase/csmap/> (2023年9月29日)

遺跡探索における UAV-LiDAR 計測データの有効性

野口 淳（公立小松大学次世代考古学研究センター／産業技術総合研究所）

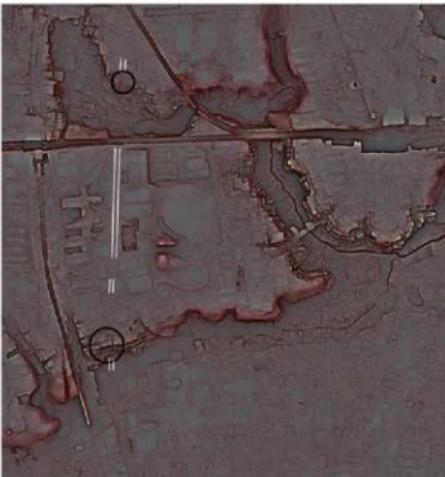
1. 地形計測と遺跡遠隔探査における UAV-LiDAR の位置づけ

広域の地形計測・測量には長らく空中写真測量の技術^①が用いられてきたが、レーザー／LiDAR スキャナーの発達とともに航空レーザー／LiDAR 計測データに置き換えられている。例えば国土地理院の数値地形情報 5m メッシュ（DEM）は、国土の大部分が航空レーザー測量データとして提供されている。写真画像を用いる測量法と異なり、ラストパルスにより樹林下の地表データも取得可能なことが特徴のひとつでもある。^②

2017 年の静岡県ポイントクラウド DB^③の公開以降、より高解像度のレーザー／LiDAR 計測データも利用可能になっている。2023 年には、兵庫県による 1m / 50cm メッシュ DEM データ^④、東京都による 50cm / 25cm メッシュ DEM データ^⑤の公開が相次いだ。言うまでもなくこれらは既存の 5m メッシュ DEM より遥かに高解像度で地物の形状を認識できる。このため、これまで DEM データおよび現地地表において十分認識されていなかった遺跡・遺構の認識、探索への有効性が期待される（図 1）。

これらのレーザー／LiDAR 計測は、基本的に固定翼ないし回転翼の有人機により行なわれる。取得されるデータの地上解像度は様々な因子により規定されるが、有人航空機を使用することによる飛行高度も影響する。そこで、より低高度を飛行可能な UAV（無人航空機）を使用することにより、さらに高解像度のデータを取得できる。

本稿では、産業技術総合研究所、奈良文化財研究所、和歌山県立紀伊風上記の丘が共同で実施している、国特別史跡岩橋千塚古墳群における UAV-LiDAR 計測の成果をもとに、データの特性と遺跡探索における有効性について検討する。



（図 1） 東京都 0.25m メッシュデータにもとづく赤色立体図で可視化された古代遺構の痕跡（国分寺市東山道武藏路）。
黒丸：切り通し状地形、白線：既往調査での検出範囲

2. 岩橋千塚古墳群における UAV-LiDAR 計測

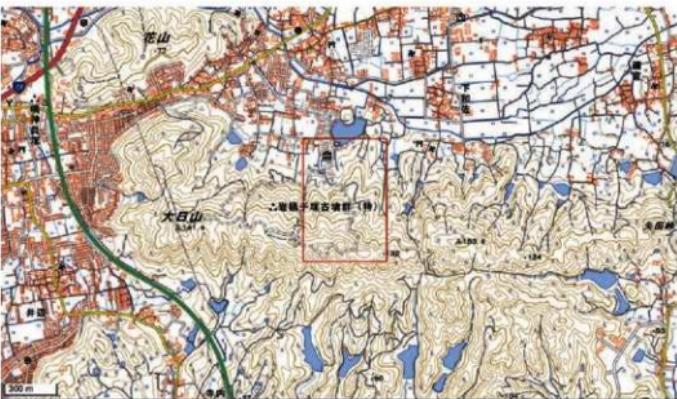
岩橋千塚古墳群における UAV-LiDAR 計測の概要は以下のとおりである。計測は、(株)アカセスに委託実施しており、発注仕様の詳細はすでに報告済みである（野口ほか 2023）。

LiDAR スキャナーは YellowScan Vx20、搭載 UAV は DJI Matrice 600 である。最大計測可能高度は 120m、仕様上の点群密度は 100 点／ m^2 以上とし、グラウンドデータはフィルタリング処理後に 50cm メッシュで調整したものを本稿での解析、検討に使用している（内挿補間を含む）^①。

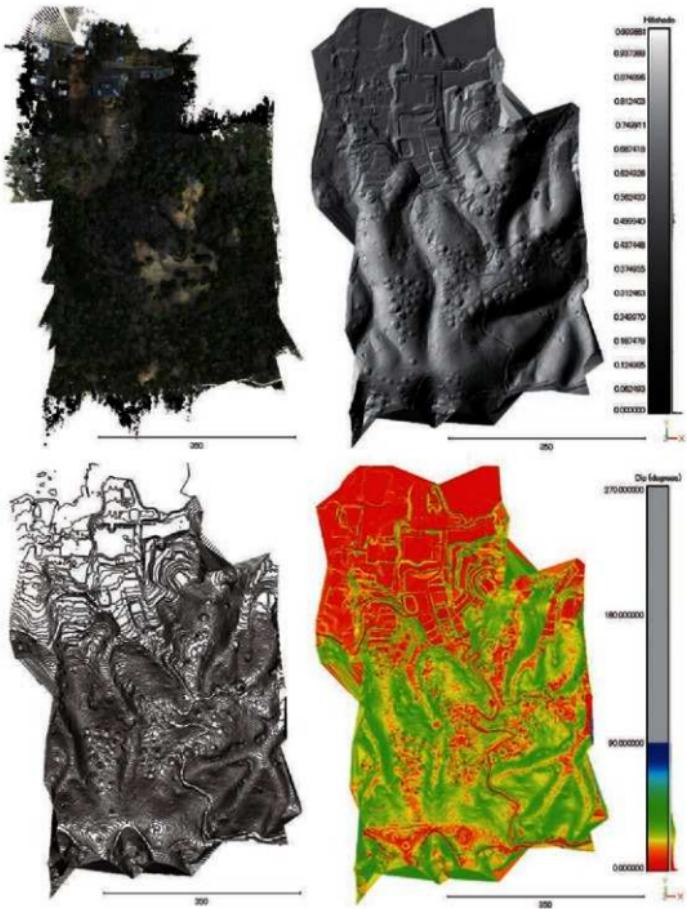
2021 年度に実施した前山 A 地区を中心とする計測範囲を図 2 に、計測データ全体を図 3 に示す。図 3 には、樹木、建物を含むオリジナル点群データ（表層モデル：DSM に相当）、フィルタリング処理後のグラウンドデータ（標高モデル：DEM に相当）、グラウンドデータにもとづく 1 m 等高線と傾斜量をそれぞれ図化した。また図 4～5 に、オリジナルデータとグラウンドデータを、それぞれ北東方向からの斜め俯瞰で示した。

オリジナル点群データは、計測時点での上空からの視点をそのまま記録、可視化したものであり、広く常緑樹に覆われた対象区域では、公開古墳エリアを除き古墳群を構成する墳丘の視認は困難である。グラウンドデータでは、一転して墳丘の位置と規模、形状が可視化されていることが分かる。

参考として図 6 に、図 3～5 の範囲を含む国土地理院 5 m メッシュデータによる陰影図を「地理院地図」により 3D 化したものを示す。墳丘が稜線上を中心に密集している様子を感覚的に掴むことはできるが、個別の墳丘を特定し規模、形状を認識することは困難である。上空からのレーザー／LiDAR 計測データであっても、解像度の差をよく理解することができる。



(図 2) 特別史跡岩橋千塚古墳群における UAV-LiDAR 計測の範囲（概略：2021 年度）
原図国土地理院電子国土基本図標準地図（ズームレベル 15）

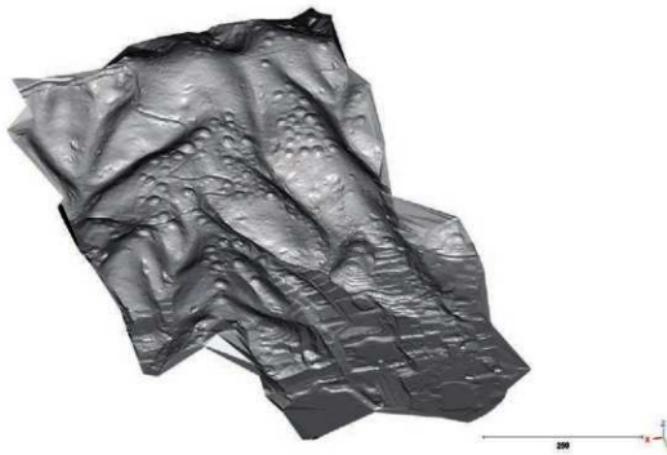


(図3) 岩橋千塚古墳群前山A地区・B地区（一部）UAV-LIDAR 計測成果

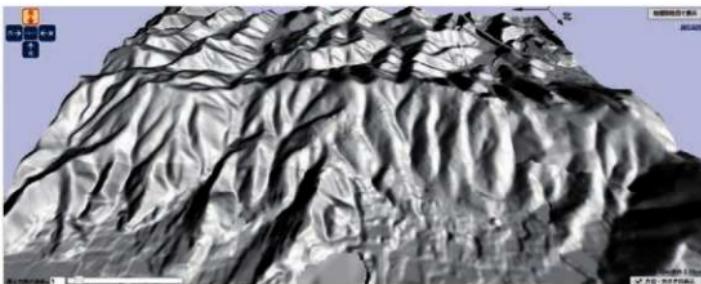
左上：オリジナル点群データ、右上：陰影起伏図、左下：1m 等高線図、右下：傾斜量図



(図4) 岩橋千塚古墳群前山A地区・B地区(一部) オリジナル点群データ(北東方向より)



(図5) 特別史跡岩橋千塚古墳群前山A地区 グラウンドデータによる陰影起伏図(北東方向より)



(図6) 特別史跡岩橋千塚古墳群 国土地理院5mメッシュデータによる陰影起伏立体図
(北方向より、地理院地図により表示)

3. UAV-LiDAR 計測データの詳細度

前述のとおり、計測にあたって仕様上要求した点群密度は $100 \text{ 点} / \text{m}^2$ 以上であり、グラウンドデータはフィルタリング処理後に 50cm メッシュで調整している。したがって仕様上のグラウンドデータの点群密度は $4 \text{ 点} / \text{m}^2$ となる。実際の環境条件下における取得データの詳細度がどのようなものか、①前山A地区の公開古墳エリア（A99号墳周辺）、②公開古墳エリア南端の開放地～樹木被覆範囲の境界付近（A18・20号墳周辺）、公開エリア外で密生した樹木の被覆範囲（B11～26号墳周辺）について比較した（図7）。

①の公開古墳エリアでは、北に向けて開口する A99号墳の横穴式石室羨道部と、周辺の箱式石棺（A100号墳等）の開口部を確認することができる。②では、上空視界が開けている A115号墳の横穴式石室の羨道部だけでなく、樹木により上空視界が妨げられている A75、A76号墳の箱式石棺の開口部も確認できる。つまり植生被覆下であっても、箱式石棺サイズの地物を認識可能な地上解像度を有しているということになる。

③の前山B地区 B11～26号墳周辺は未整備の範囲で、密生した樹木に覆われているだけでなく地表付近も灌木、草本に覆われており、計測を実施した冬季でも踏査が困難な条件下にある。この範囲についても、墳丘上に凹部を確認することができる。グラウンドデータで視認できる形状は、前山A地区における箱式石棺のように上に向かって開口するものと類似するが、この範囲の埋葬施設は基本的に横穴式石室なので、計測データ上で視認される痕跡は石室天井部の崩落、ないし盗掘坑を反映しているものと考えられる。公開古墳エリアで整備されている横穴式石室の羨道部の形状との違いは明瞭である。

その中で注目すべきなのは、同一墳丘上に複数の凹部が認められる事例であり、③の範囲では右下隅(南東)の B11号墳に 3カ所、左上の B355号墳に 2カ所が視認できる。果たして、これらは何を反映しているのか。



(図7) 前山A地区・B地区の詳細（左：オリジナルデータ、右：グラウンドデータによる陰影起伏図）

4. UAV-LIDAR 計測データの地上解像度とその確からしさ

密生した樹木と下生えに覆われた範囲では、地表面形状が精確に反映されずノイズが表れている可能性もあるのではないか。データの確からしさ（accuracy）を実地検証（ground truth）する必要があると考え、2023年3月に地上踏査による詳細確認を実施した。結果、グラウンドデータ上で確認された複数の凹部は横穴式石室の天井部が複数個所で崩落している状態を反映したものであり、全て実際の地物形状であって計測誤差やノイズではないことが確認された（図8～9）。

前述のとおりグラウンドデータは50cmメッシュで調整されデータの不足分は内挿補間されている。実地検証の結果、50cmメッシュデータの確からしさは十分であり、実際の地物形状をおおむね精確に反映していた。したがって、今回と同等の仕様、条件で計測されたUAV-LiDAR グラウンドデータでは、同程度の確からしさで50cmメッシュの地上解像度を達成することができるといえる。ただしこれは水平方向における解像度であり、垂直（高さ）方向については、凸部、斜面、凹みについて、それぞれ適切な計測データにもとづき検証する必要がある。樹林地においては高精度GNSSによる標高計測が困難なため今回は実施していないが、今後の課題としておく。



(図8) 現地踏査による確認結果(1)
前山 B355号墳



(図9) 現地踏査による確認結果(2)
前山 B26号墳

5. 新規遺跡・遺構探索の可能性

図10は、図3で示した1m等高線と傾斜量図を重ね合わせたものである。従来、古墳墳丘など地表面において立体的に視認できる遺構については、等高線図により表示することが一般的であった。その上で、高さ方向の変化が微妙な場合や傾斜地に立地する場合は、実地踏査と肉眼観察の結果が追加的に図化されてきた（例：山城の縄張り図等）。しかし実地踏査と肉眼観察の結果は調査者の主観的判断によるものであり、前提となる知識や経験に左右されるとともに第三者が共有検証することが難しい。

UAV-LiDAR計測データに限らないが、高密度な点群にもとづく3Dデータはさまざまな可視化が可能であると同時に、設定条件、パラメーターを数値として共有できるため、客觀性と再現性が担保される。遺跡や遺構の探索において直感的重要性を否定するものではないが、実地検証においては客觀性と再現性が重要となる。そうした点で、ボーンデジタルの3Dデータとして取得・提供される航空レーザー/LiDAR計測データはきわめて有効であるといえるし、解像度の点で優れるUAV-LiDAR計測データは、小規模な遺構や、遺跡内の施設等の構成把握に期待される。

図10では、傾斜量を青～赤=大のカラースケールで段階化してある。青～緑が急斜面、黄色～オレンジが緩斜面、稜線または谷底、赤が道路、造成地、墳丘頂部や裾部の平坦面を示している。公開古墳エリアで整備されているA58号墳などは、前方部と後円部の平坦面をはじめ前方後円墳としての形状がきれいに反映されている。また等高線図だけでは円墳か方墳か判別がつきにくい場合でも、墳頂部の形状では明瞭なものもある。

その上で注目したいのが、図中央下側、前山A地区の高位側に位置する、A16号墳（円墳、黒丸）、A18号墳（方墳、黒四角）の周辺である。図左上の黒枠内には該当範囲を拡大して表示しているが、A16号墳の左側（西側）には、箱式石棺を持つA75号墳、A76号墳が位置しており、石棺の開口部も傾斜量図に反映されている（細線黒丸）。

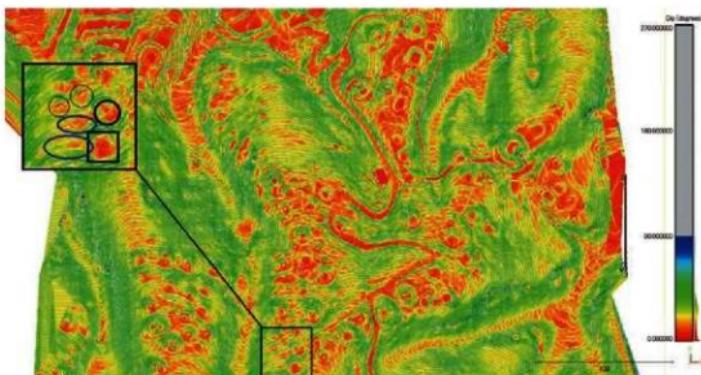
箱式石棺を持つ墳丘は小型長方形墳と呼ばれ、「石室と同じ形に土を盛りつけただけの消極的なもの」（丹野・米田2018:64）と表現されるように、現地においても墳丘の範囲や

形状の認識が難しい。図 10 ではそれが、斜面に付随する三日月状の小平坦面～緩斜面として可視化されている。

その上で、埋葬施設が露出しているために把握されている墳丘の可視化状況を前提として周辺を見ると、A75 号墳、A76 号墳の南、斜面上位側（A16 号墳、A18 号墳の西）に、両箱式石棺墓の墳丘と類似した微地形を確認することができる。現地踏査では、地形的にはあり得ると認識したが、埋葬施設を確認できないため最終判断は保留している。当該範囲は、箱式石棺墓が多く見つかっている範囲であり、可能性は十分あるだろう。

岩橋千塚古墳群自体は特別史跡として発掘調査の実施には文化庁長官の許可を要するため、地下探査などによる検証が要請される。一環として、明確に墳丘が存在していない範囲の地形可視化画像を教師データとした CNN（畳み込みニューラルネットワーク）による画像認識の手法で未知の墳丘の存在可能性を判別する手法の開発を進めている（Yu et al. 2023）。上記の A16・18・75・76 号付近も未知の墳丘の存在可能性が高い範囲と判別されている。計測データの解析手法の開発と実証を進める必要がある。

この他にも、未知、未記載の墳丘の可能性がある地点、範囲がいくつか指摘されている。広大な岩橋千塚古墳群の中でも、資料館に近く整備公開され人目に多く触れる範囲でも従来ない知見がもたらされる UAV-LiDAR 計測の有効性は間違いない。



(図 10) 未発見墳丘の探索可能性

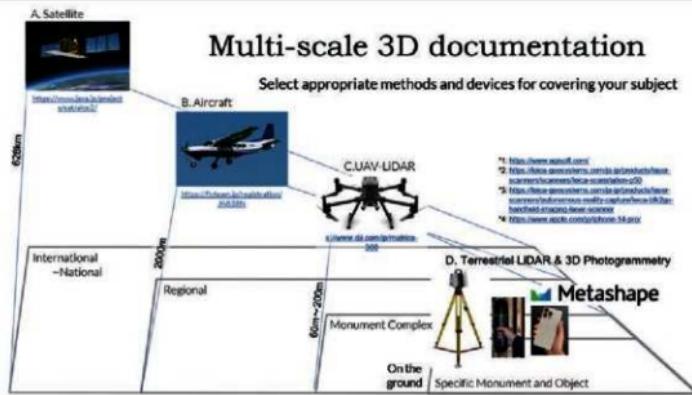
6. UAV-LiDAR 計測とマルチスケール 3D データの可能性

UAV-LiDAR 計測は、有人機 LiDAR 計測よりさらに高解像度のデータを提供することができる。今回、植生被覆下における確からしさを検証することができた。UAV および有人機いずれを使用する場合でも、航空 LiDAR 計測の最大の利点は地上からの到達が困難な場所や、見通しが効きづらい範囲についても上空から網羅的に計測を行なえることにある。その

上で、UAV は低高度からの計測により高解像度のデータを取得できるが、計測範囲は有人機に比べて狭くなる。有人機 LiDAR 計測でも、飛行高度により解像度と計測範囲はトレードオフの関係となる。またコスト面でも両者には大きな差がある。

有人機 LiDAR 計測データは、国土地理院による国土全域の 5 mDEM の整備、都道府県レベルでの高解像度データの公開が進んでいることもあり、遺跡探索においてはそれらを利用することができます。これをベースとして遺跡探索の焦点地域を絞り込み、必要に応じて UAV-LiDAR 計測を実施することで、より詳細で確度の高い探索が可能になるだろう。

より広域をカバーする衛星データ (SRTM, ASTER-GDEM など) から、有人機、および UAV-LiDAR 計測データという、範囲と解像度の異なる遠隔計測データを組み合わせ遺跡探索の範囲と対象を絞り込むことで、より可能性の高い範囲に地上での踏査と計測のリソースを集中させることができるとなる。地上での計測について、据置型 LiDAR スキャナー、モバイルスキャナ、3D フォトグラメトリといった、計測範囲と精度、解像度の異なる機器・手法を組み合わせるマルチスケール 3D スキャンの有効性についてはすでに議論している (Noguchi et al. 2023)。ここに遠隔計測 (リモートセンシング) も加えることで、より効率的で効果の高い遺跡探索が可能になるだろう (図 11)。



(図 11) マルチスケール 3D スキャン概念模式図

謝辞 本稿は JSPS 科研費 21K18408 の成果を含む。岩橋千塚古墳群の現地計測は、和歌山県立紀伊風土記の丘の許可により実施した。岩村孝平氏（備前市地域おこし協力隊）には横穴式石室等の地上計測データを提供いただいた。前山 A 地区群の地上踏査にあたっては、紀伊風土記の丘藤井幸司氏、金澤舞氏、上村綾氏にご協力いただいた。記して感謝いたします。

- (1) <https://mogist.kkc.co.jp/word/d46f563d-9d3a-4621-bfce-05ec506e06b5.html>
- (2) https://www.gsi.go.jp/kankyochiri/Laser_senmon.html
- (3) <https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/pcdb-shizuoka>
- (4) <https://web.pref.hyogo.lg.jp/kk26/hyogo-geo.html>
- (5) <https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/tokyopc-shima-2023>
- (6) データは「全国文化財情報デジタルツインプラットフォーム」3DDB 上で公開されている。
[https://maps.gsi.go.jp/index_3d.html?z=17&lat=34.22490119298135&lon=135.23037850900437&pxsize=2048&ls=std%7Chillshademap&blend=0#&cpx=0.000&cpy=40.414&cpz=40.414&cux=0.000&cuu=0.000&cuz=1.000&ctx=0.000&cty=0.000&ctz=0.000&a=1&b=0&dd=1](https://gsrt.digiarc.aist.go.jp/3ddb_demo/tdv/index.html?version=0.3.2&imagery=%E5%86%99%E7%9C%9F%20Seamless%20photo%20map&terrain=WGS84%20Ellipsoid&dx=-3749179.772397277&dy=3719135.307719016&dz=-3566870.3125635204&odx=0.6974303846400524&ody=0.6918414495051126&odz=0.18693920757158877&upx=0.13271668157910366&upy=0.1316531418467647&upz=0.9823714840489348&sp_type=%E5%B2%A9%E6%A9%8B%E5%8D%83%E5%A1%9A%E5%8F%A4%E5%A2%B3%E7%BE%A4&sp_type=ALL&sp_sdate=&sp_edate=&sp_bbon=false&sp_bblon=&sp_bblat=&sp_bbhgh=&sp_bbyaw=0&sp_bbslon=1000&sp_bbslat=1000&sp_bbshgh=1000&sp_footp=false&sp_psx=1&do_search=false&ldm=1446.1447.1944&cart=1446.1447.1944&wms=false&wms_lyr=Polygon&wms_oppa=1

(a) <a href=)

引用参考文献

- 丹野拓・米田文孝 2018『紀国造家の実像をさぐる 岩橋千塚古墳群』、新泉社
- 野口 淳・中村良介・金澤 舞 2023「UAV-LIDARによる遺跡・地形計測の仕様と実施」
『デジタル技術による文化財情報の記録と利活用 5』奈良文化財研究所研究報告 37。pp.23-32 <http://doi.org/10.24484/sitereports.130529-120080>
- 藤井幸司 2023『岩橋千塚古墳群での三次元データの活用』『月刊文化財』719: 43-45
- 和歌山県立紀伊風土記の丘 2015『特別史跡岩橋千塚古墳群発掘調査・保存整備事業報告書 3』和歌山県教育委員会
- Noguchi, A., R. Nakamura, Y. Takata, Y. Matsuo, Y. Oya, S. Uchida 2023 Comparison and Evaluation of TLSs and Mobile LiDAR Scanners for Multi-Scale 3D Documentation of Cultural Heritage. ISPRS-Archives, XLVIII-M-2-2023: 1135-1139
<https://doi.org/10.5194/isprs-archives-xlviii-m-2-2023-1135-2023>
- You, M., K. Konno, A. Noguchi, R. Nakamura, Y. Takata 2023 A Study on Predicting the Distribution of Iwasesenzuka-Kofun with CNN. FITAT 2023.

遺跡の地形判読・記録のための、遺跡立体図・縄張図の作成

永恵 裕和（兵庫県立考古博物館）

1. GIS と親和性が高い埋蔵文化財

埋蔵文化財の調査では、意識するしないに関わらず地理情報を扱っている。文化財保護法第92条第1項に規定される通り、埋蔵文化財とは「土地に埋蔵されている文化財」であることから、その詳細な内容や性格に依らず、そもそも性質として地理情報を内包している。地理情報は、国土座標と呼ばれる日本全国に割り当てられた数値による位置や、地形の傾斜や遺構の深さなどの角度や標高で表現されるものである。この地理情報を、通常、我々は図面という紙やマイラーなどのアナログ図面や、主にAdobe イラストレーターや CAD によって作成・変換されたデジタル図面で記録している。

しかし、これは座標や標高や角度といった数値で表され、埋め込まれた情報を、数値を利用せずに捨て去っているに等しい。紙やデジタルであれ、何らかの形で加工を施し、なおかつデジタルソフトを用いて浄書・調製するのであれば、地理情報を伴うデータをどう使うかが、問われている。この点において、本稿で用いる GIS は、埋蔵文化財が本来の性質として持つ地理情報をより活用し、(できれば効率的に) 図面として表現することができる有効な手段の1つである。

2. 今回の報告の射程

(1) 発掘調査と予備調査

本発掘調査の前段に位置づけられる、分布調査や試掘・確認調査は、一般に予備調査と言われる（図1）。埋蔵文化財包蔵地もしくは埋蔵文化財の存在が予測される土地について一部を掘削する試掘・確認調査や、それらに先立つ分布調査での地表面に顕在している遺構や遺物の散布状態の把握は、埋蔵文化財包蔵地や埋蔵文化財包蔵地の存在が予測される範囲の確定や内容の把握にとって、極めて重要である。特に、分布調査は、保存目的調査はもちろんのことながら、開発事業に伴う調査において、調査の要否を判断する指標となるものである。



（図1）予備調査と本調査

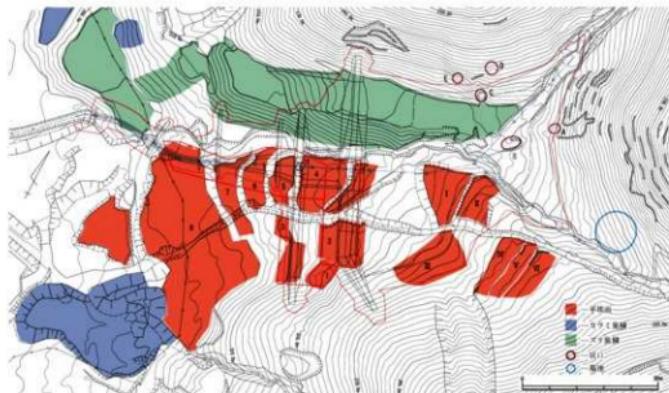
なお、読者諸賢にあっては、「掘ればわかる」という迷言を1度は聞いたことがあるであろう。どういった内容であれ、発掘調査を行うことによって「初めて」範囲や内容の把握ができるという意味や、壊れゆく遺跡を保護する埋蔵文化財担当職員の矜持の発露と筆者はしているが、この言葉は、開発事業に追われる埋蔵文化財担当職員の「傲り」である。

遺構や遺構埋土の掘削を伴う発掘調査は、一種の破壊であり、後戻りができないものである。もちろん、土中に存する遺構や遺物という埋蔵文化財の性格上、発掘調査によって予想外の成果が見つかることは多々あり、その意味では「掘らなければわからない」ことがあることも事実である。しかし、「掘らなければわからない」ことを前提とすることで、「掘らなくともわかる」ことの検討や作業を疎かにしてはいないだろうか。埋蔵文化財担当職員（発掘調査員）である前に、我々は埋蔵文化財の保護を行う文化財専門職員であることを自覚しなければならないし、発掘調査によって記録保存ができたことに安住するのではなく、発掘を伴わない、より良い保護の方法を考えることが求められる（松下 1976）。

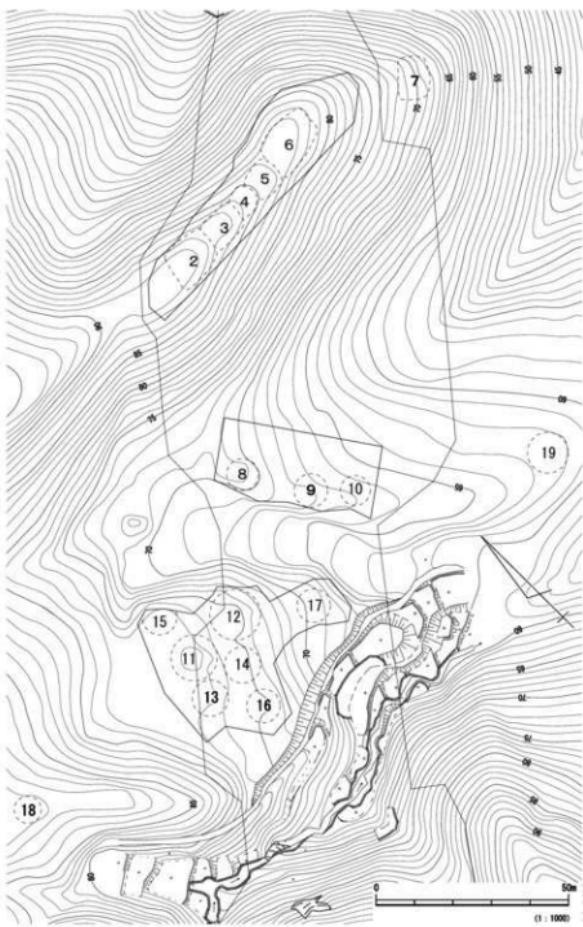
（2）分布調査データの整備

現行制度上の埋蔵文化財保護行政では、役割分担として、①域内の文化財の詳細な把握については基礎自治体である市町村が担い、市町村ごとに差異を生まないために、②調査の基準作りや調査内容の標準化、埋蔵文化財包蔵地の決定は広域自治体である都道府県が担っている（文化庁 2014）。この役割分担に基づき、民間事業については市町村が、都道府県・国事業については都道府県が埋蔵文化財の保護の実務を担っている。

図2～3で実務にあたっての、分布調査での埋蔵文化財包蔵地の記録手法の一例を示す。図2では、事業計画に伴って作成された等高線図に踏査結果を塗りで表記している。等高線図内に示すことで、地形と遺構の大まかな規模や位置を記録することができる一方で、埋蔵文化財を理解するための細かな等高線ではないため、個々の平坦面群の縁辺部や平坦面間の斜面の様子は明瞭に表現できていない（兵教委 2019a）。図3では、等高線では現れていない古墳群の位置と大まかな形状を等高線図上にプロットしている。いずれの古墳でも大まかに現況を把握することができるが、個別の墳丘の規模や墳頂部や墳裾部は表現できておらず、尾根上に連続している古墳間の状況も表現できていない（兵教委 2019b）。



（図2）分布調査結果の記録手法の例1



(図3) 分布調査結果の記録手法の例2

筆者は、図2～3のような、埋蔵文化財調査では比較的一般的な記録方法を、現実的な手法として否定はしない。ただ、こういった図が分布調査結果の記録として唯一無二の方法ではないし、(3)で述べるように、地表面の詳細な起伏を把握することができる高精度DEMが各都道府県で整備・公開され始めている昨今にあっては、自らの手で文化財保護のための図面を作成し、記録方法を更新することが必要であると考えている。

(3) 高精度 DEM のオープンデータ化 (図 4)

平成 24 年（2012）から全国土を対象として、国土地理院が 10m メッシュ DEM と 5 m メッシュ DEM を整備公開している。これらの公開によって、GIS 等のソフトで用いることができる地形データが無償で手に入ることとなった（国土地理院 2012）。

兵庫県では、農林治山部局が治山目的で整備してきた DEM データを利用して、令和元年（2019）に全国で初めて全県土の 1 m メッシュ DEM を、令和 5 年（2023）には山間部の 50cm メッシュ DEM を公開した（兵庫県 2019・同 2023）。これによって

Map of Japan showing the distribution of data collection points for the 'National Survey of Residential Areas' (国勢調査) across different prefectures. The map uses color coding to represent the number of survey households per 100,000 people.

Color	Number of Survey Households per 100,000 People
Red	100-120
Orange	120-140
Yellow	140-160
Light Blue	160-180
Dark Blue	180-200

兵庫県内では、県土全域で、国土地理院の公開する DEM よりも遙かに高精度の DEM を利用することが可能となった。今回の報告は、これらの成果を元にしている。

(4) 本報告の目標

本報告では、下記の2点について、具体的な方法の提示とその利点について詳述する。

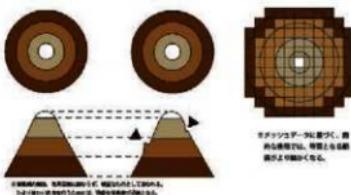
- ①高精度 DEM を利用した遺跡立体図の紹介と作成手法の公開
 - ②現地踏査時の記録手法としての「繩張図」の再評価

3. 高精度 DEM を利用した遺跡立体図

(1) 高精度 DEM の良し悪し (図 5)

DEM は Digital Elevation Model の頭文字を取ったもので、日本語では「数値標高モデル」と呼ばれる。地表面を等間隔の正方形に区切り、それぞれの正方形の中心点に標高地をもたらせたデジタルデータである。ちょうど正方形が網模様に見えることから、「メッシュ」と呼ばれ、1つの正方形の幅を取って「 Om メッシュ DEM」と呼ばれる。

本節では、国土地理院の5 m メッシュ DEM と兵庫県が公開する高精度 DEM を用いた地形解析・表現の違いについて検討する。詳細は拙稿（永恵 2020）によるが、ここでは行論の都合上、概要のみを記す。



(図5) 等高線(ベクタ)とDEM(ラスタ)の違い

①ラスター画像（立体図）は地形に関わらず、高精度 DEM でより質が高い成果が得られる。

図 6～7 は、兵庫県明石市に所在する国指定史跡明石城跡の遺跡立体図を 5 m メッシュ DEM と 1 m メッシュ DEM で作成したものである。前者では、城域内部の区画や土壘状の高まりを捉えることができるが、メッシュが大きいため、それぞれの遺構の縁辺部が判然としない。後者では、石垣で囲まれた城郭内部の曲輪（平坦面）の形状や、石垣を作わない堀や土塁（北側の凹地や東西の土塁）が明瞭に表現されている。

②ベクター画像（等高線図）は、必ずしも高精度 DEM が「表現したい」図になるとは限らない。

図 8～9 は、兵庫県加古川市所在の神木構居跡の等高線図である。神木構居跡は、河岸段丘の縁辺部に空堀を囲繞し、城域内外を区画している。前者では、河岸段丘が北から南へと緩やかに傾斜していること、空堀と考えられる凹みがあること、が表現できている。後者では、より細かなメッシュデータに基づいて等高線を作成した結果、田畠（長方形に巡る等高線）や屋敷地の区画を捉えてしまっており、前者に比して、微地形を表現しきれていないことがわかる。

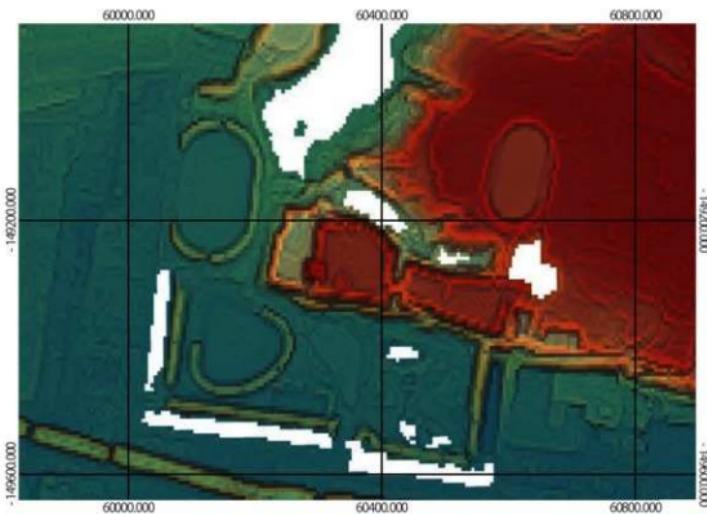
以上のことから、表現したい図がラスター画像かベクター画像かによって、データ精度の高低を使い分ける必要はあるものの、高精度 DEM の利用が、地表面に顕在している遺構を捉える=可視化するための基礎データとして有効性が高いことがわかる。

（2）赤色立体地図と CS 立体地図

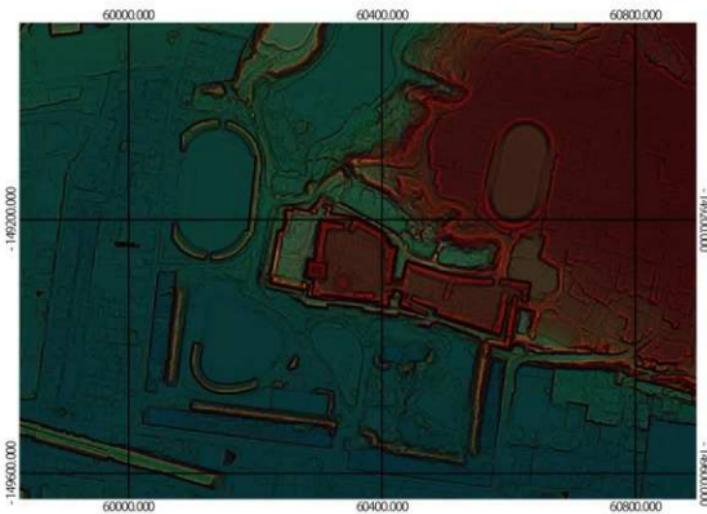
現今の高精度 DEM を用いたラスター画像表現では、赤色立体図と CS 立体図が一般的である。

赤色立体地図は、株式会社アジア航測に所属する千葉達郎氏が開発し、特許を取得した地形のラスター画像による表現である。特許を取得したため、赤色立体地図の製法は公表されているが、実際の使用にあたっては、許諾が必要となる。奈良県立橿原考古学研究所と共同発表した、箸墓・西殿塚古墳の測量成果が赤色立体地図の文化財分野での嚆矢であり、等高線図よりも明瞭に地形を表現できるものとして認知され、文化財分野での利用が著しい（橿原考古学研究所 2012）。

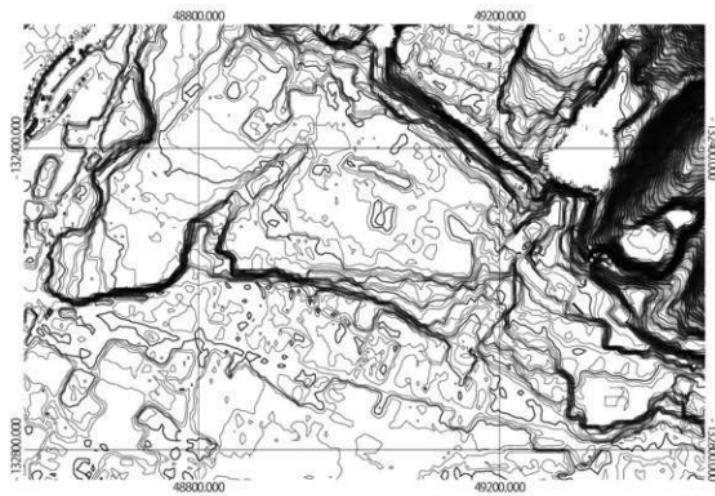
CS 立体地図は、長野県林業総合センターの戸田堅一郎氏が開発した、治山分野での使用を目的としたラスター画像による表現手法である（戸田 2014）。赤色立体地図と異なり、ライセンスフリーで使用ができるため、高精度 DEM を取得し公開している自治体等でのラスター画像表現手法として一般的になりつつある。また、作成方法も公表されているため、QGIS でもプラグインが開発されている。地形を立体的に描画することに加え、尾根部は赤色、谷部は青色に着色するため、地形の認知がし易いように調製されている。



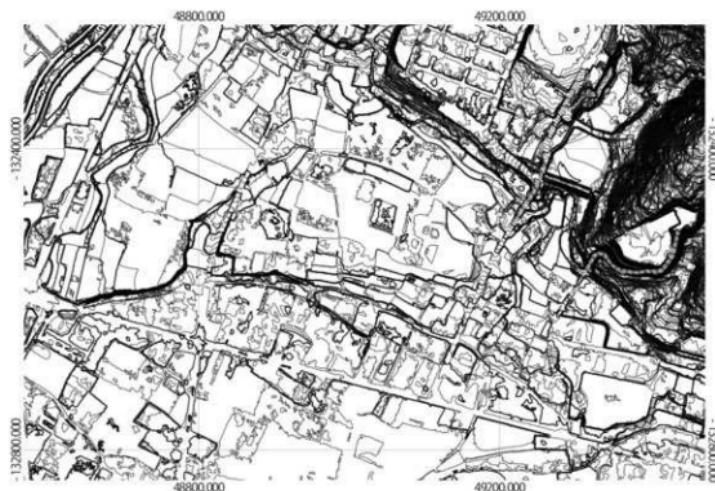
(図6) 明石城跡（国土地理院 DEM5A）



(図7) 明石城跡（兵庫県 1mメッシュ DEM）



(図8) 神木城跡等高線図（国土地理院5m メッシュ DEM）



(図9) 神木城跡等高線図（兵庫県1m メッシュ DEM）

赤色立体地図とCS立体地図の比較のために、図10に朝来市所在の国指定史跡竹田城跡を事例に、双方の図を掲示する。どちらの図でも（使用した高精度DEMに違いはあっても）竹田城跡の曲輪や虎口の形状をよく捉えることができている。また石垣とそうでない部分の表現も明瞭に表現されている。

では、双方の図は、文化財の、特に地表面に顕在する遺構を持つ遺跡の表現手法として最適解ということができるのでしょうか。ここで注目したいのは、竹田城跡の東側（図10右側）に所在する観音寺山城跡である。発掘調査が実施されていないため、地表面観察のみの検討になるが、研究史上では現竹田城跡に先行して築かれていた城館遺跡と評価されている（城郭談話会2016）。双方の図で確認したいのは、竹田城跡と観音寺山城跡の比高である。石垣を持たない土作りの観音寺山城跡の平面構造は把握することができる一方で、この城跡が竹田城跡より標高が高いのか低いのかについては、一見しただけでは把握できない。もちろん、立体的な表現から「なんとなる」竹田城跡のほうが標高が高いことを理解できるが、厳密には当該地点ごとの標高値を取得するか、補助的に等高線を挿入することによってしか、図上で確認することはできない。

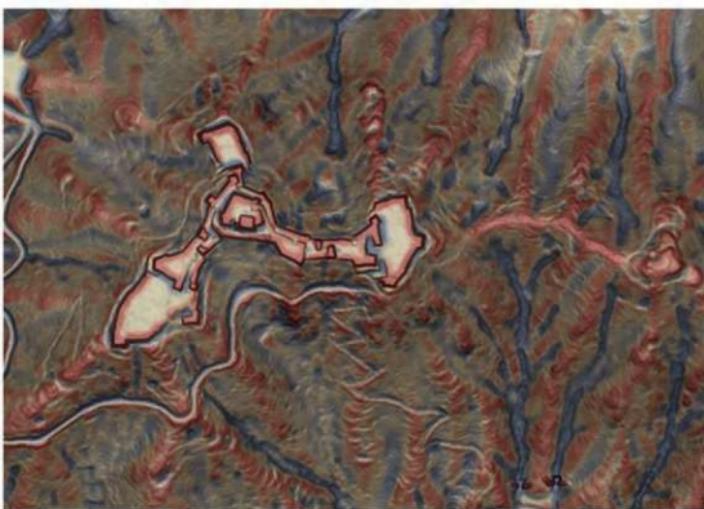
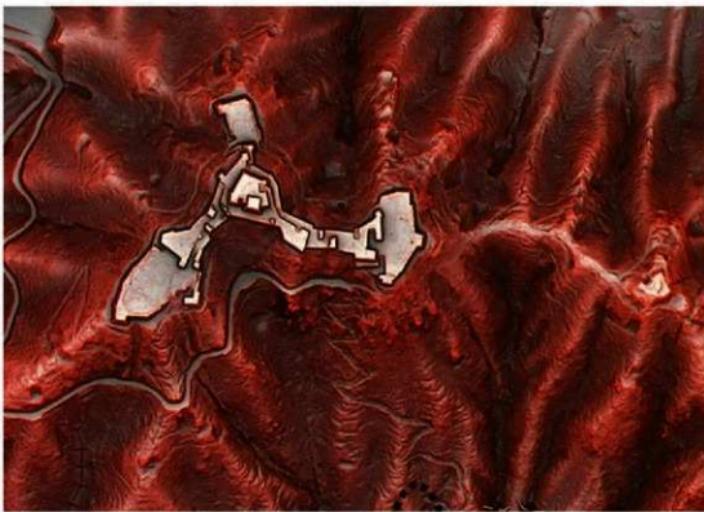
つまり、既往の、そして通常になりつつある赤色立体地図やCS立体地図では、広域に展開する複数の遺跡群や遺構群の高低差は、当該物件の空間的な近接性によってはじめて知覚することができていているに過ぎず、近接性がない場合には、双方のラスター画像による表現では、図の「読み解き」や標高値の明示・等高線の挿入といった補助がなければ、知覚できない（しにくい）という課題がある。

（3）遺跡立体図の紹介

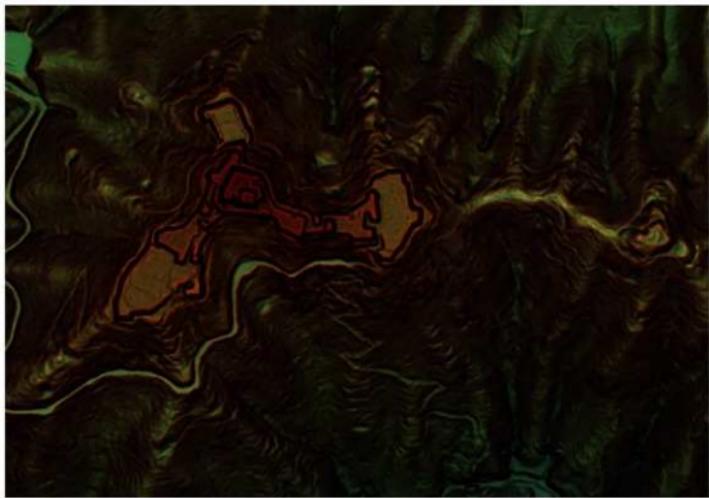
そこで、筆者が今回作成した手法が、文化財の表現に特化した遺跡立体図である。表現手法としては、赤色立体地図やCS立体地図の亞種に位置づけられるものと考えている。この手法の特徴は、標高による高低差をスペクトル色で強調した図であることだ。

図11に竹田城跡の遺跡立体図を掲示する。赤色立体地図やCS立体図と同じく、曲輪や虎口の形状を捉えることができている。件の竹田城跡と観音寺山城跡では、観音寺山城跡のほうが、標高が低いことも表現できており、かつまた、竹田城跡の曲輪群においても、中心である本丸が高く階段状に曲輪が配置されていることも表現できている。赤色立体地図とCS立体図での課題であった近接性のない遺構の表現についても、標高レイヤーをスペクトル色で配色することで、明瞭に表現することが可能となっている。

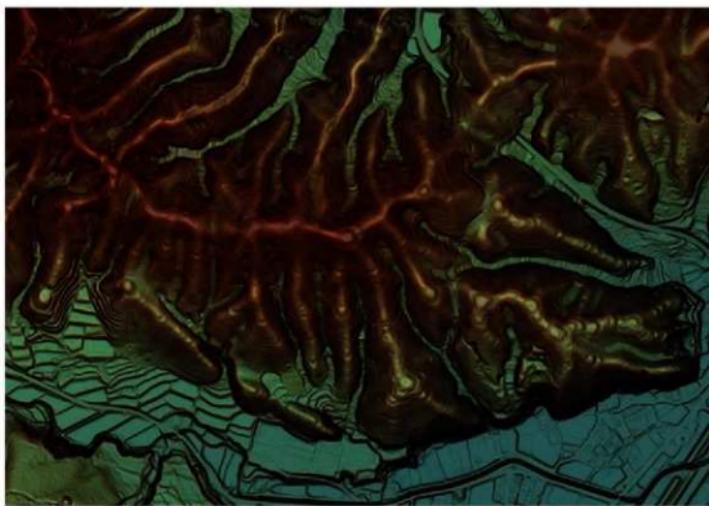
遺跡立体図では城跡だけではなく、尾根上に位置する墳墓についても、同様に表現が可能となる。図12には、朝来市内で墳墓が密集する地点について作成した遺跡立体図を掲載する。西から東へと伸びる主尾根と、そこから南・東に派生する支尾根の標高差や、個々の墳墓の形状も明瞭に表現できている。そして、標高を明瞭に示すことができることで、東西方向に伸びる主尾根の南側で支尾根の基部に当たる部分で、概ね揃った標高に半円形の墳墓と推測できる平坦面群が並ぶことも図上から判断できる。



(図 10) 赤色立体地図（上：朝来市 2016 より転記）と CS 立体図（下）での表現の比較



(図11) 遺跡立体図でみる竹田城跡（兵庫県 50cm メッシュ DEM）



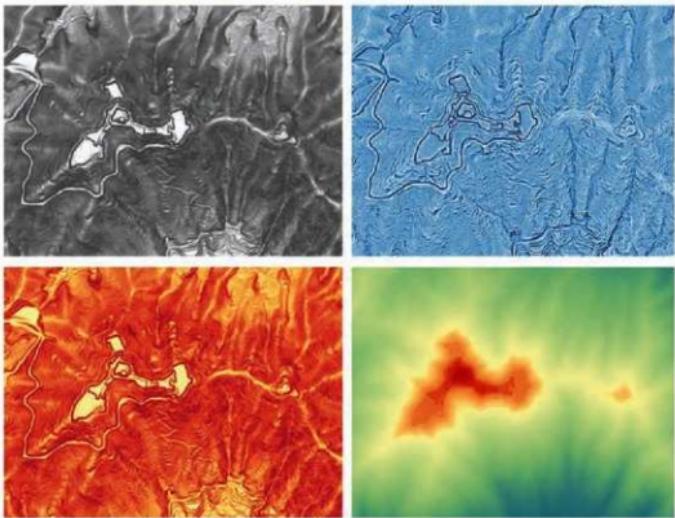
(図12) 遺跡立体図でみる群集墳（兵庫県 50cm メッシュ DEM）

以上のように、今回紹介する遺跡立体図では、地表面に顕在する遺跡や遺跡の遺構群の形状だけではなく、標高での上下関係も明瞭に捉えることができており、既往のラスター画像表現である赤色立体地図やCS立体図よりも、鋭敏に文化財分野において文化財専門職員が「表現したいものやこと」を表現することができる。

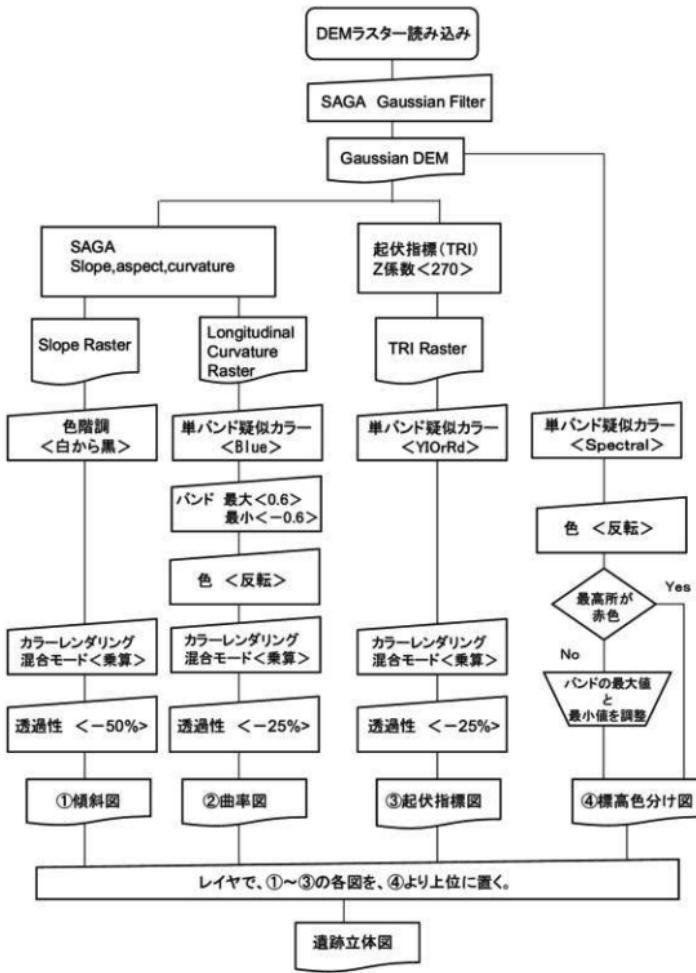
(4) 遺跡立体図の作り方(図13)

この遺跡立体図の作成は、QGISと実装されているSAGA-GISを用いて、以下の①～⑥の手法で作成する。

- ① 使用するDEMを、元DEMからSAGA-GISの「Gaussian Filter」で、それぞれのグリッド縁辺部を「丸めた」DEMを作成する。
- ② 「丸めたDEM」を用いて、同じくSAGA-GISの「Terrain Analysis-Morphometry」「Slope, aspect, curvature」を選択し、A) 傾斜図(slope)とB) 曲率図(Longitudinal Curvature)を作成する。
- ③ B) 曲率図のバンドの最小値を「-0.6」、最大値を「0.6」にする。
- ④ QGISの標準メニューの「ラスター」→「地形解析」→「起伏指標」(もしくは、プロセッシングツールから「起伏指標(TRI)」からC) 起伏指標図を作成する。
- ⑤ 「丸めたDEMを」をスペクトル色で表現し、低地が青色で高地が赤色になるよう、配色を反転させる。
- ⑥ A～Cを乗算にし、AとBをそれぞれ75%、Cを50%の透過率にする。



(図13) 遺跡立体図の構成要素(左上:傾斜図、左下:起伏指標図、右上:曲率図、右下:標高ラスター図)



(図 14) 「遺跡立体図」作成のフローチャート

(5) 分布調査前の予測

1～4節で、既に評価の定まっている（明瞭に遺跡の内容を把握できる）遺跡を対象として、文化財分野での高精度 DEM を用いた遺跡立体図を示してきた。

本節では、遺跡立体図と高精度 DEM を用いた地形解析によって、分布調査前の予測をも行うことができる例を示す。事例として、兵庫県宍粟市所在の奥天児屋たら（仮称）を扱う。なお、本稿では、解析事例を示すこととし、奥天児屋たら（仮称）の詳細な内容については、令和5年度末刊行予定の『ひょうご歴史研究室研究紀要』第9号に掲載予定であるので、そちらを参照されたい。

たら遺跡とは、①製鉄を行う高殿、②砂鉄を採取する切羽、③高殿と切羽を繋ぐ鉄穴流しや井手（水路）の3要素からなる遺跡である。図15には、奥天児屋たら（仮称）を中心とした周辺部を遺跡立体図で表現している。このうち、白色一点鎖線で示した囲んだ範囲において、尾根頂部に不自然な凹凸があることが看取できる。平面形が円形を呈する地形や尾根頂部を削り込んだような地形が多数見られることから、これらの地点が砂鉄を採取した切羽の可能性が高い。

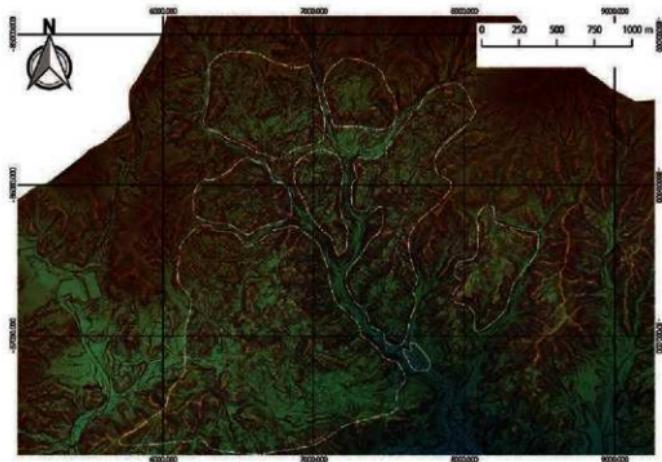
この可能性を検討するために、水文解析による、鉄穴流しや井手の流路や密度を推定する。解析手法としては、QGIS に実装されている SAGA-GIS をプロセッシングツールで呼び出し、「TerrainAnalysis」→「Hydrology」→「channel network and drainage basins」で高精度 DEM の起伏から流路を推定し、その位置やそれぞれの流路の合流点（junction）を可視化する。

図16に、水文解析結果を示す。谷部に比較的大きな流路があること以外にも、図15で示した切羽の可能性が高い尾根頂部にも小規模な流路があることから、当該地点が切羽である可能性がより高くなったということができる。次に、流路の合流点（junction）を、流路の密集と読み替え、その密集具合をヒートマップで示したもののが図17である。スペクトル色で配色しているので、赤色が高密度、青色が低密度となる。切羽の可能性が高い箇所は軒並みオレンジ色となり、密集率が高いことが看取できる。これらのことから、一点鎖線で囲まれた地点が、切羽である蓋然性が高くなつたと判断できる。

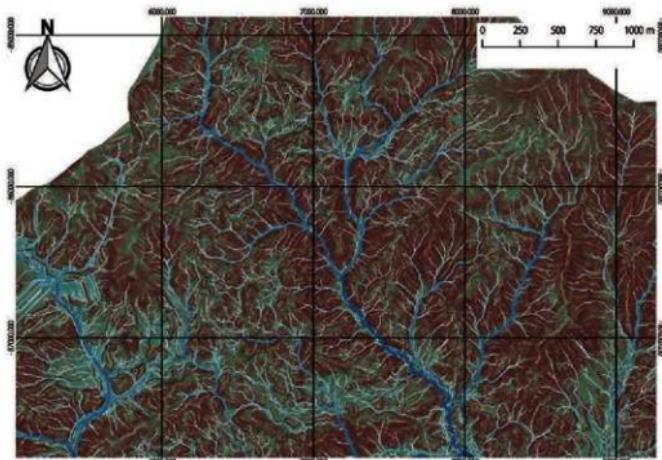
以上までで、遺跡立体図と高精度 DEM を用いた地形解析から、たら遺跡を事例として、分布調査に先立つ遺跡の存在範囲の予測を行った。この予測の蓋然性をさらに高めるため、読図・地形解析に加えて、環境省が整備公開している 1/25,000 植生図 GIS データを用いた現在の植生に基づく分析も参考までに掲示する。

図18は、植生データを、流路合流点（junction）のヒートマップと切羽と考えられる範囲（黒斜線部）に重ねて表示したものである。切羽と考えられる範囲の植生をみると、二次林（アカマツ群落やクリ・ミズナラ群落）が目立つことが看取できる。中国山地の本来の山林の植生は、標高 800m 前後以上の高標高地帯では、ブナ林が多い（宮脇ほか 1980）。近代以後の植林ではスギ・ヒノキが主流を占めることを考えれば、アカマツやクリ・ミズナラが敢えて山間地に植林されるとは考え難く、これらの二次林植生は、砂鉄採取によって掘り起こさ

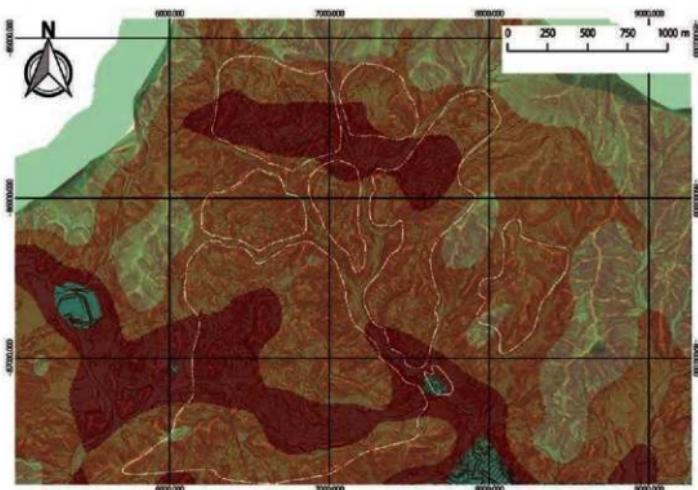
れ、幕末まで荒地や裸地となっていた切羽が、たら製鉄が下火になるとともに管理されなくなった後に成立したものと考えられる。このことからも、当該地点が切羽である可能性が高いことを示していると考えられる。



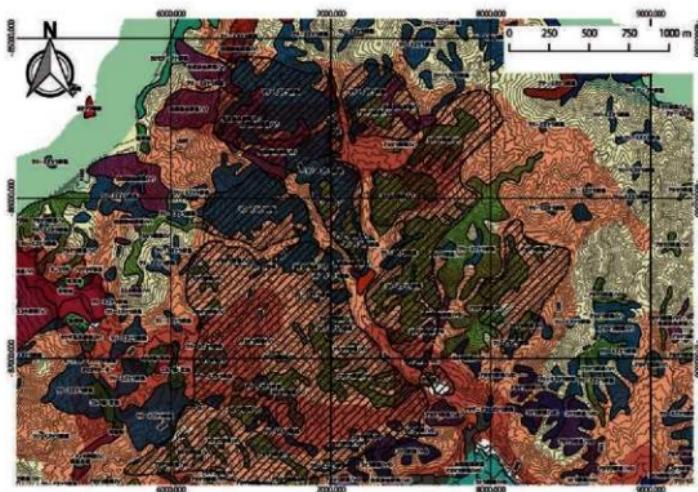
(図 15) 奥天児屋たら（仮称）の遺跡立体図



(図 16) 奥天児屋たら（仮称）水文解析結果



(図17) 奥天児屋たら（仮称）の遺跡立体図と水文解析結果の密度



(図18) 奥天児屋たら（仮称）の遺跡立体図と水文解析結果の密度と植生

4. 現地踏査時の記録手法としての「縄張図」

(1) 縄張図とは

縄張図とは、遺跡のうち、城館遺跡や山岳寺院等の地表面に顕在する遺構があるものを、①S=1/1,000程度の縮尺で、②コンパス（方位磁石）により方位角を、③エスロンテープやレーザー距離計により距離を測量して作成する、④遺構の形態を描画した平面図（主題図）の1種である。

縄張図という名称が示すとおり、城館遺跡の平面構造を記録するための手法として用いられることが多い（奈文研2013）。コンパス（方位磁石）やレーザー距離計などの入手も使用も簡便な機材を用いて、作図者1人で作業を行うことができるところからも、分布調査向きの手法ということができる（図19）。

また、縄張図の特徴として、地貌表現にケバ（ハッチング）を用いることが挙げられる。このケバによる描画は、等高線に直角にくさび形の「ケバ」を描き、地形の傾斜や起伏を表現するものである。

ケバを用いた地貌表現自体は、縄張図の専売特許ではなく、量測式地形図と呼ばれるものであり、等高線による地貌表現が普及する以前のヨーロッパでの地図表現で用いられていた手法で、日本には明治時代に導入されたものである。

標高は測量・算出できないものの、高さをケバの段数を用いて表すことから、地形の起伏や高低を直感的に表現することができること、また、レベル等の測量機材がなくとも、地表面観察の結果を図化出来るという点で簡便な作図手法である。

方位角と距離を用いて簡易な測量を行うため、メンタルマップとしてのメモ図よりも、分布調査という限られた時間の中で、地表面に顕在する遺跡や遺構群を作図するのに適している。以下（2）～（4）で、作図方法を、方位角測定・測量方法・地貌表現の3つに分けて、詳述する。

(2) 縄張図作成の方法 1-方位測定—（図20）

縄張図の作図では、作図者が概ね1人でトラバース測量を行う作業イメージである。まず、コンパスと方眼紙を固定したクリップボードを用意し、自らの身体を用いて、磁北から測点が何度なのかを測定する。測定方法は以下の①～⑦である。

- ①方眼紙（計測用紙）の大きさと作図する遺跡の大きさを勘案し、方眼を元に方位（磁北方向）を記入する。
- ②方眼紙（計測用紙）を挟んだクリップボードを胸から腹の位置でしっかりと水平にバインドする
- ③方眼紙（計測用紙）の北とコンパスの北をあわせる



（図19）縄張図作成で使用する機材

- ④対象物へ体の向きを合わせる（図 20 の場合は、 -40° ）
- ⑤コンパスのリングを回して、リング上の北と穂先（ -40° ）を合わせる
- ⑥コンパス自体を回して、穂先を -40° に合わせる。
- ⑦レーザー距離計やエスロンテープで距離を計り、図上の既知点を基準に新たな基点をプロットする。

（3）縄張図作成の方法 2—測量方法編—（図 21）

作図前の踏査で、遺跡内の樹木等の繁茂状況を観察し、遺構間の測点の見通しを見極め、

A) 平板測量のように、1箇所から複数測点を測量して作図するか、B) 遺構の傾斜変換点の縁辺部に測点を取りながら、周回するかを決定する。図 21 のように見通しが良く、立木もある場合には、平板測量のような図化を行うと誤差が少ない。以下の①～④で測定を行う。

- ①概ね全域が見渡せる地点を基準点 1 とし、平坦面縁辺部の角部分の立木を目当てに方位、距離を計測する
- ②測点 2～3 のように立木が無い地点では、縁辺部から基準点の角度と距離を計測する
- ③基準点 4 がある下段に降りる場合は、上段の平坦面から見通せる高さの立木を利用する
- ④以下、基準点 5～6 は、上段の基準点 1～3 と同じ。

（4）縄張図の作成方法 3—地貌表現—（図 22）

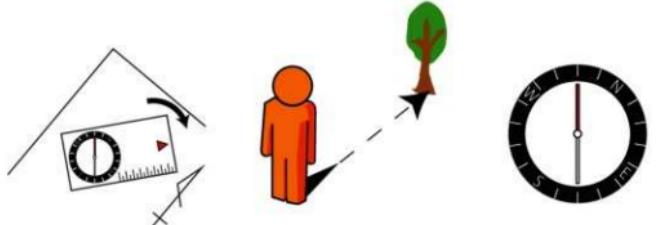
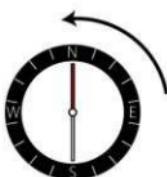
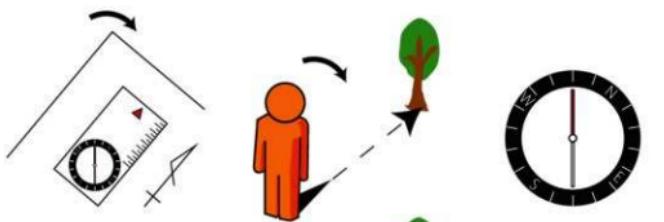
縄張図も、いわゆる遺構平面図と同じく、線からなる平面図かつ主題図であるため、現実の地形の起伏を遺構と認識し、傾斜変換点を線として捉えている。繰り返しとなるが、その際に斜面をケバで表現することが縄張図の大きな特徴である。そのため、ケバには一定の表記ルールがある。

縄張図でのケバによる地貌表現では、傾斜変換点の角度によって縁辺部の表記が 3 つに区分される。

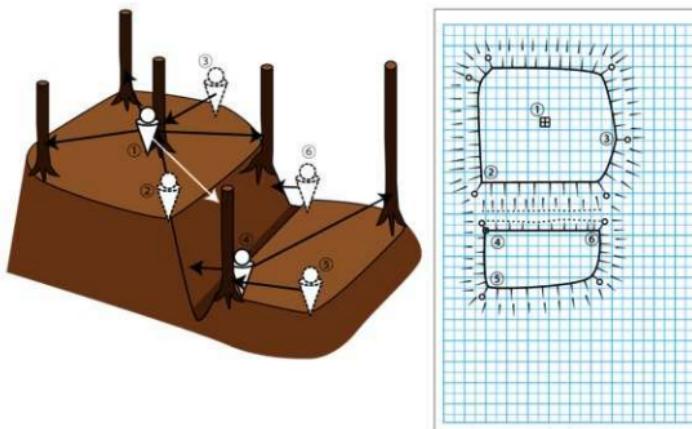
- ①明瞭な傾斜変換点がある場合には、縁辺部が実線で表記する。
 - ②縁辺部が不明瞭であるが平坦面が確認出来る場合には、縁辺部を実線では表記せず、ケバの頂点部のみで表記する。
 - ③縁辺部の傾斜変換点が①よりも不明瞭だが、②よりは明瞭の場合には、破線で表現する。
- なお、斜面部については、傾斜の緩急を密度によって区分し、緩やかな傾斜の場合には比較的疎らなケバで表記し、急な傾斜の場合には、比較的密なケバで表現する。また、縄張図の作成では、標高を測ることができないので、ケバの段数によって、平坦面や遺構の高低差（比高）を表現することが肝要である。



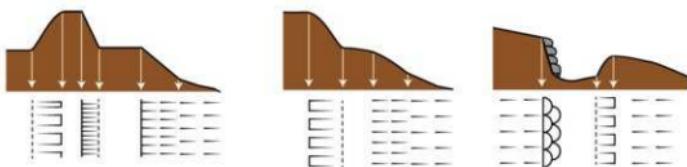
■クリップボードのバインド方法



(図 20) 繩張図作成の方法 1 方位測定



(図 21) 繩張図作成の方法2 測量方法



(図 22) 繩張図作成の方法3 地貌表現方法

(5) 繩張図の精度

本節では、縩張図の作図精度の検証を行う。縩張図の作成にあたっては、これまででも、地形の起伏を遺構と「評価・解釈」して図化することから、等高線図に比べて「主観的である」あるいは「正確ではない」、または考古学や埋蔵文化財調査における各種測量図に比べ、縮尺が1/1,000と大きいことから、表現内容が「不正確である」といった心温まる批判があった。これらの批判に対し、縩張図を主たる資料とする城館研究者からは、縩張図は「略測図」であり、詳細な等高線図の作成によって代えることが可能である、あるいは測量図面には精度として劣るが、遺構把握には重要であるといった反論が行われていた。

端的に言って、この批判と反論はどちらも間違っている。縩張図は主題図の1つであり、あくまで地形の起伏を遺構として表現することに特化した図である。確かに「どの起伏を遺構とするか」には作図者の「評価・解釈」は存在するが、それと、発掘調査によって検出された遺構の平面図を作成する際には、「検出した起伏のどこを遺構の肩とするか」といっ

た掘削結果と作図の狭間には、作図者の「評価・解釈」が必ず介在する。また、大縮尺だから不正確と言う点については、考古学や埋蔵文化財分野で特有の、「細かい精度（縮尺）で國化すれば良い」といった、個々の図の調査報告書等の仕上がり寸法や観察対象の規模の違いを無視した、小縮尺至上主義といったものがあるように思われる。当たり前であるが、縮尺は遺跡の規模に応じて設定されるものであるし、対象物の観察結果を反映するために必要な縮尺を選択することが必要だ。縄張図が対象としているものは、遺跡の一部分ではなく、遺跡全体の平面構造であることを重視するならば、「大縮尺だから不正確だ」という批判が的外れなものであることは明白である。

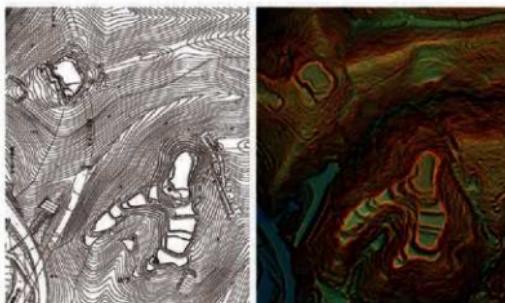
①山下城跡（図 23）

山下城跡は、兵庫県川西市に所在する城館遺跡である。東西方向に隣接して伸びる尾根の先端部最高所に 2 つの曲輪群が存在し、北側が矩形の墨線を持つ単郭で、南側が緩やかな墨線を持ち階段状に曲輪が設けられる連郭の平面構造を呈する。遺跡立体図と比較すると、曲輪数や形状を概ね捉えることができていることがわかる。また、傾斜の表現もケバの密度によって行い得ていることが看取できる。

②奥天児屋たたら（図 24）

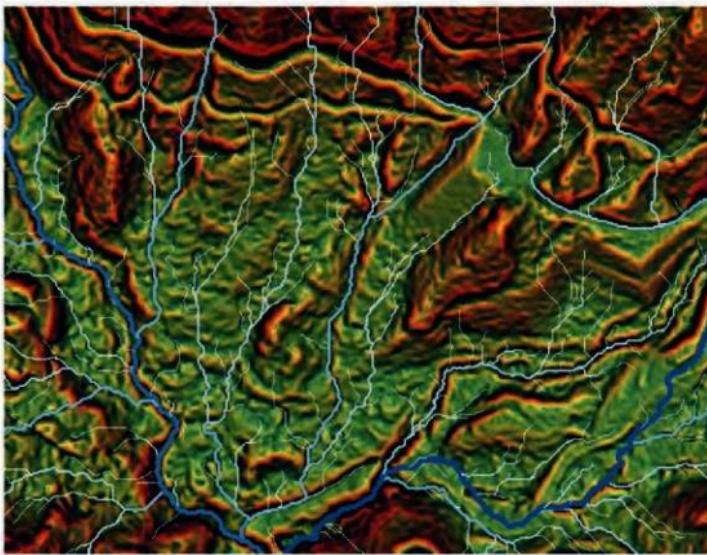
兵庫県宍粟市に所在するたたら遺跡である。遺跡全体は、斜面地と平坦地からなる逆三角形の土地であり、南端部が高殿と考えられる地点である。現地踏査の結果、北から南に 2 本流れる水路跡が確認でき、それらは水文解析でも流路として明瞭に検出できている。また、地形の起伏だけではなく、平坦面の数や形状についても、遺跡立体図と大きな齟齬はなく、平面構造を捉えることに成功している。

筆者が踏査・作図した事例からの検証であるが、高精度 DEM による遺跡立体図と、縄張図による平面構造の把握に大きな矛盾や齟齬は見られず、縮尺に基づく表記の限界や、「評価・解釈」による遺構の読み込みの齟齬はあるものの、遺跡全体の平面構造を把握するための主題図として、縄張図が有効であることを示してえたのではないかと考えている。



(図 23) 縄張図の精度

(左:縄張図（兵教委 2016）、右:遺跡立体図、川西市所在 山下城跡)



(図 24) 繩張図の精度（上：奥天児屋たら（仮称）の遺跡立体図と小文解析、下：繩張り図）

5. おわりに

今回の報告によって第2章4節に掲げた目標について、述べてきたこと以下にをまとめ る。

(1) 高精度 DEM による、等高線に依拠しない地形表現の効果

従来、主たる地形表現として用いられてきた等高線図も表現方法の1つでしかなく、必ずしも「等高線でなければならない」理由は無い。高精度 DEM の整備公開により、赤色立体地図や CS 立体地図の使用に限られていたラスターによる表現に、今回報告する遺跡立体図という文化財に特化した新たな表現で、地形の凹凸を直感的に理解することができることがわかった。

この遺跡立体図を用いることで、①予備調査前の調査範囲の絞り込みと、②現地踏査時の遺跡（埋蔵文化財包蔵地と考えられるもの）の効率的な踏査、が期待できる。

(2) 認識した結果としての主題図の有効性

遺跡立体図を始めとする高精度 DEM によるラスター表現は、あくまで「地貌の表現」に過ぎない。どんな遺構があるのか、どんな形状をしているか、は調査者の評価と解釈が必要となる。この評価と解釈を表すための、予備調査として最も重要な調査成果が遺跡の広がりや遺構の形状を記録した主題図であり、ここに本稿で詳述した縄張図の作成が当てはまる。

分布調査で平板測量やトータルステーションによる測量が行えるに越したことはないが、調査期間や費用の観点から総ての踏査で利用することは実質的には不可能である。この点において、縄張図作成は、簡易な道具によって作成可能であり、地貌表現としても平面構造の把握を行いやすい。

ただし、これらの調査においては、現地での真正性（Ground Truth）を担保することが必要である。高精度 DEM の整備とオープンデータ化によって、誰でも無料で自由に地形データを入手可能となったことに加え、PC 性能向上とフリーソフトの機能拡充によって個人でも仕事でも GIS を使うことが可能となった。国民だれもが、地理データを簡単に扱うことができるようになった一方で、画面上だけで判断するのではなく、踏査での現地確認が必ず必要ということを敢えて提起して、擱筆する。

【参考文献】

- 松下勝 1976 「兵庫県における発掘調査の推移」兵庫県教育委員会編『兵庫県埋蔵文化財調査集報』第3集
- 宮脇昭、鈴木邦雄、藤原一絵、奥田重俊 1980 「中国地方の潜在自然植生」『横浜国立大学環境科学研究所・アジア航測 2012「箸墓・西殿塚古墳赤色立体地図の作成」(報道資料)
- 国土地理院 2012 「高精度な数値標高データの公開について」(記者発表資料)
- 戸田堅一郎 2014 「曲率と傾斜による立体図法(CS立体図)を用いた地形判読」『森林立地』56-2, 森林立地学会
- 文化庁 2014 「適正な埋蔵文化財行政を担う体制等の構築について」
- 朝来市 2016 『国指定史跡竹田城跡 保存活用計画』
- 城郭談話会 2016 『但馬竹田城』戎光祥出版
- 兵庫県 2019 「全国初「全県土分の高精度3次元データの公開について」(記者発表資料)
- 兵庫県教育委員会 2019a 『兵庫県文化財調査報告第504冊 宮前鉱山跡』
- 兵庫県教育委員会 2019b 『兵庫県文化財調査報告第501冊 尼ヶ宮古墳群』
- 和田勝彦 2019 『遺跡保護の制度と行政』同成社
- 永恵裕和 2020 「国土地理院5mメッシュDEMと兵庫県1mメッシュDEMの比較」『ひょうご考古』第17号
- 兵庫県 2023 「「山間部の50cmメッシュ3次元データ」の公開について」(記者発表資料)
- 奈良文化財研究所 2013 『発掘調査のてびき 各種遺跡調査編』

CS 立体図を活用した埋蔵文化財分布調査

岸本 道昭（たつの市立埋蔵文化財センター）

1. はじめに

埋蔵文化財包蔵地は一般的に地下にあるため、地上では視認できないが、その性質によつては地上に痕跡を残すものがある。竪穴建物の窪みや盛り土を有する古墳の隆起、城跡や居館などの堀や石垣、土塁など構造物は現存する地形に当時の姿をとどめている。

埋蔵文化財包蔵地を示す遺跡地図は、完備が求められて久しい。しかし、遺跡地図における包蔵地の範囲は、試掘や発掘調査歴をもとにした遺構分布や地形の判読に限られていた。田畠で拾える遺物の分布調査によって遺跡の存在を想定することも多かった。したがって、遺跡の把握は、発掘調査以外の手法として考古学的な見識を有する者が、悉皆的網羅的に現地を歩く分布調査しかなかった。その多くは視認しやすい古墳を対象とする。ちなみに兵庫県たつの市の埋蔵文化財包蔵地は約 1700 か所であるが、そのうち古墳は約 1400 基を数えており、包蔵地の 80% を超えている。

小稿では特に古墳に焦点をあて、表題に関する実践例と展望を記述する。古墳は丘陵に造られることが多いため、偶然の発見か、尾根や山裾で分布調査を目的として意識的に発見するか、既存文献の記載や地域住民からの情報による確認に限られる。尾根や山裾以外、道のない山の斜面をくまなく歩くことは無理がある。そもそも地域全体、全山を悉皆的に歩くことなど不可能である。視認の容易な古墳であっても、遺跡地図に未登載の古墳が多く、まだまだ遺跡地図は精度を高める余地が残されている。

2. CS 立体図による古墳の推定と確認

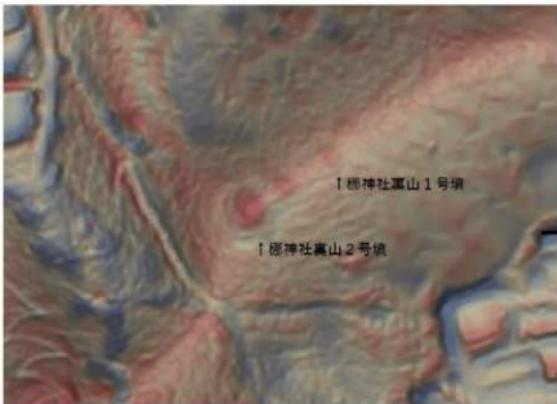
CS とは「Curvature」と「Slope」つまり曲率と傾斜である。地形の「標高」「傾斜」「曲率」の状態を異なる色調で彩色することで隆起や窪みを視覚化する図である。兵庫県が 2020 年 1 月から公開している高精度 3 次元データとともに公開された CS 立体図（以下、CS 図）は、地表面のかなり細かい起伏まで判別できる精度を有し、すでに文化財調査での応用も聞かれる。特に周囲を整形して墳丘盛り土によって成形した古墳は、すべてとは言わないがかなり明瞭に認識することができる。

地形の隆起は赤色、窪みは青色、平坦地は白く、急傾斜は濃く表現される。したがって、掘り割りを伴う古墳は、窪みを青色、墳丘は赤色、墳丘周囲の整形と墳頂部は白く表現され、立体感をもって視認できる。しかも、データの精度によっては 1 m 程度の高低差、径 5 m 程度の墳丘も識別できる場合があり、古墳の分布調査に適用できる効果は大きい。これらを実践した事例と課題については、すでに山中良平が赤穂市の取り組みで分析し、報告しているとおりである。^①

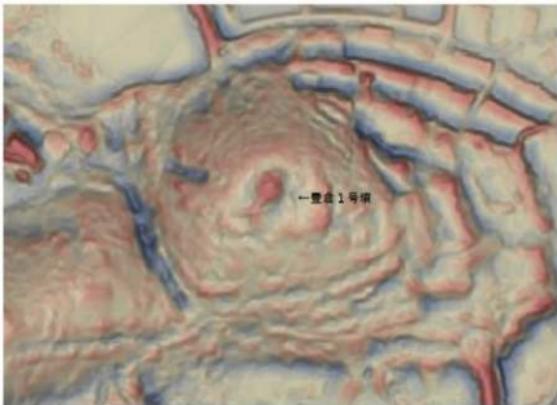
こうしたことから、考古学的な動機もあって CS 図を眺めることが多くなり、兵庫県下では遺跡地図に登載されていない多数の古墳状隆起を認めることとなった。勤務地のたつの市

でも、すでに 30 数基の遺跡地図未登載古墳を推定できている。とりわけ前方後円墳は地域史を考えるうえで重要な古墳であるが、2022 年 2 月までに、たつの市の櫛神社裏山 2 号墳は墳長約 30 m の前方後円墳（もとは円墳として登載）であることが判明した（図 1、本書に所見）。起伏の緩やかな前方部であったが、鍵穴形の形状まで判別できる例である。

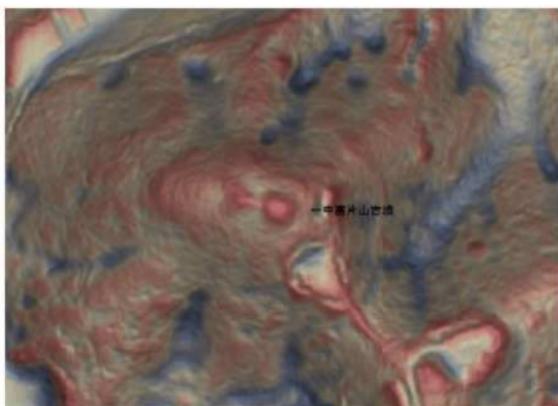
また、加西市の豊倉 1 号墳も円墳ではなく、墳長約 30 m の前方後円墳（図 2）であること、同じ加西市の中富片山古墳^⑨が新規発見の前方後円墳または前方後方墳（図 3）であることなど、考古学的にも意義ある発見が相次いだ。



(図 1) 櫛神社裏山 1～2 号墳



(図 2) 豊倉 1 号墳



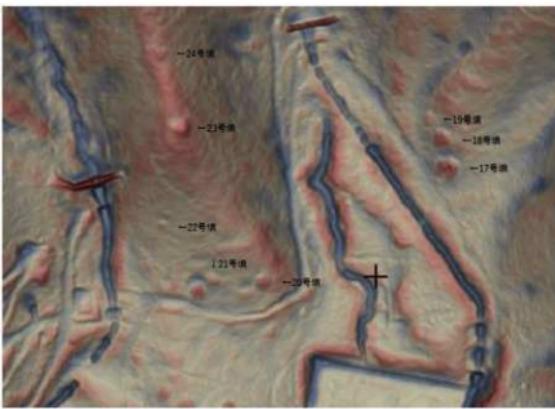
(図3) 中富片山古墳

そのほか、古墳の疑いのある地形は県内各地で無数に視認しており、実際に現地を確認し、古墳と認めた場合は地元自治体へ知らせているところである。本書に記載したたつの市の古墳についても、こうした経緯のうえに調査の機会が得られたものである。

3. 宮内古墳群における活用事例

たつの市において、CS図によってすでに数多く未知の古墳を視認しているが、最終的には現認が不可欠である。すべての現地確認は途上であるが、いくつかの古墳や古墳群は現地確認を済ませている^⑨。本節では現地調査との突合せによって得られている知見の一部を報告する。

たつの市新宮町宮内の宮内古墳群は、横穴式石室を内蔵する後期古墳群で、いわゆる群集墳である。遺跡地図には現在、兵庫県立西播磨文化会館の西側に14基（1～14号墳）、北東部に1基（16号墳）、南東部に1基（15号墳）が登載され、現在のところ計16基の古墳が知られている。ところがCS図によれば、群集墳の北部および北東部において、さらなる古墳状隆起が複数認められ、探索と確認のため、2022年11月に現認をおこなった。古墳番号は新規発見として、17号墳から命名した（図4）。



(図4) 宮内古墳群

まず、文化会館北東部の南西へ傾斜する谷地形において、17～19号墳を確認した。CS図では3基の地形隆起が南北方向に串団子のように並んでいる。最も南の17号墳は径約15mの円墳で横穴式石室の玄室が露出している。北に接する18号墳も横穴式石室で、径約10mであった。19号墳は径10m未満で小さく、CS図では視認できていなかった古墳である。19号墳は現認してからCS図を改めて観察したところ、不明瞭な彩色隆起がわずかに認められることがわかった、微妙な彩色変化も古墳の可能性を示す事例である。

1～14号墳が分布する南向き傾斜面北部において、CS図では隆起や彩色の変化が数か所認められる。11号墳の北側斜面には明らかな円形隆起が見られ、現認して20号墳と名付けた。これは径約15mの円墳、横穴式石室内蔵である。その西側、馬蹄形掘り割りを有する10号墳の北東に接して円形の隆起が見られる。現認すると径約10mの円墳で、21号墳と名付けた。21号墳の北西、山の傾斜面にわずかな陥没と隆起の彩色が認められ、現地を見たところ馬蹄形掘り割りを有する小古墳を認めた。径約5m程度のごく小さな古墳で、22号墳と名付けた。終末期の方墳かもしれない。この程度の小古墳がCS図で視認され、現認できたことは驚きであった。

さらに北へ山を登ると南に延びる尾根に至る。ここにも2か所の隆起が認められた。現認すると尾根の南端に横穴式石室内蔵と思われる径約15mの円墳が認められ、23号墳と名付けた。尾根を北に向かうと尾根の傾斜が登りに転じる付け根にわずかな隆起が認められる。現認では径約10m程度の円墳または方墳とみられる、24号墳と名付けた。

以上、この踏査ではわずか一日で8基の新規発見古墳が確認できたのである。

4. CS 立体図の効用

CS 図は、経験知にもとづくあてずっぽうな古墳探し、「あの山にはありそうだ」という「勘 = カン」に頼る探索、偶然に古墳を探すような非効率的な分布調査の精度を大幅に改善する。古墳の存在をあらかじめ推定し、ピンポイントで現地に分け入る画期的な分布調査を可能にした点で、実に有効と確信する。

宮内古墳群の踏査では下草がほとんどなく、踏査と観察がしやすかったことも大きいが、やみくもに歩くより圧倒的に効率が良かった。その理由は、古墳が「ありそうだ」ではなく、初めから「何かある」と「アタリ」がつけられたことである。彩色変化を古墳状隆起ととらえ、山の裾、斜面、尾根筋を問わずあらかじめ焦点を合わせて視認し、それを確認する手法は、画期的といえる。

さらに、従来の分布調査では古墳の位置を感覚的に地図に落としていたため、山頂以外では位置が不正確な場合が多い。CS 図で視認した古墳の位置は、既存地図との重ね合わせによって正しい位置がわかる。新規発見のみならずすべての古墳について、位置を修正することも課題となろう。

終わりに CS 図を使用する短所も記しておきたい。効用として「アタリ」がついたということは、裏を返せば「アタリ」が見えないところ、あるいは見落とした場合はその付近への目配り、関心が低下する。「アタリ」しか見に行かないことが起きると、CS 図に現れていない古墳を見落とす可能性が高くなるだろう。事実、宮内 19 号墳は CS 図では認識しておらず、たまたま 18 号墳に接していたために確認できた例である。下草が繁茂し、CS 図の精度が落ちている場合はそもそも「アタリ」はつけられない。明らかな古墳や古墳群が、CS 図で明瞭に視認できない事例も多いのである。

CS 図を活用した古墳の分布調査成果の一部を記してきた。短所もあるが、あらかじめ「アタリ」がつけられる効用ははるかに大きい。今後、古墳の分布調査には CS 図を常に参照し、比較検討しながら新たな古墳との出会いを期待することになる。

- (1) 山中良平 2021 「CS 立体図の埋蔵文化財分布調査への導入事例」『有年考古』第 8 号 赤穂市教育委員会
- (2) C S 立体図によって加西市の中富片山古墳は前方後円（方）墳であることが確実となった。兵庫県遺跡地図に登載されていなかった名無しの古墳であったため、古墳の重要性に鑑み、加西市教育委員会へ連絡した。市教委によって 2022 年度に命名、周知の埋蔵文化財包蔵地となった。2023 年度現在、豊倉 1 号墳と合わせて測量調査による資料化を計画中である。
- (3) 新たに発見した古墳などは、2023 年度中に発見届をとりまとめ、遺跡地図に登載する予定である。

古墳密集地域である豊岡市への高精度地形図適用の可能性

仲田 周平（豊岡市文化財室）

兵庫県豊岡市では、周知の埋蔵文化財包蔵地として 6396 件の古墳および横穴墓を把握しており、その数は兵庫県全体の 33% に及ぶ。また、市の面積は県全体の 8% 程度であることから、面積に対する古墳の密度は県平均の 4 倍である。なお、これら古墳の多くは 10 m に満たない小形の円墳・方墳であり、平野部に近く標高の低い丘陵の尾根上に集中してみられる。場所によっては山全体が小規模な古墳で埋め尽くされているような様相を呈する。

一方、6396 件の古墳および横穴墓は、豊岡市（合併前の旧市町を含め）が実施した分布調査等によっての確認である。これらの調査は、開発行為が予測される場所や存在が想定された場所が中心である。さらに、調査期間および安全上の理由より調査が困難な個所が存在していることから、市域全体を網羅したものではない。また、発掘調査の蓄積により但馬地域における古墳時代中期以前の小規模古墳では、墳丘盛土を持たず平坦面および境界溝の造成を主目的としたもの的存在が一般的くなっている。こういった古墳は低墳丘であり、墳形も明瞭ではない。現地の植生によっては見分けが困難で、なおかつ過去と現在では古墳として判定するかの基準が異なる。既に分布調査がおこなわれた場所においても、新規の発見や古墳群の範囲・基數の変化が起こる可能性は比較的高いと考えられる。

このように、豊岡市はさらに多くの古墳が存在する可能性があり、分布調査等による確認の必要性は高い。しかしながら、当市は兵庫県で最も面積の大きい自治体であり、現地の確認には移動のみであっても長い時間を費やす。高精度地形図については市全体を網羅しており、大型の古墳や中期後半以降に現れる墳丘や墳形が明瞭な小規模古墳は明確に地形図に現れる。また、墳丘が不明瞭な古墳についても、地形を見ることで可能性があるかどうかの参考となる。最終的な判断は現地に行き確認することが前提ではあるものの、高精度地形図は事前に状況を知る上で重要な情報である。

文献史料からみた大光寺

高田 祐一（奈良文化財研究所）

大光寺は、当地にて継続しておらず、わずかに南北朝期の文書3通に登場するのみである。現在の地名としての字名は大光寺であるが、史料では大高寺あるいは大高山として登場する。南北朝期以降、大光寺は史料に登場しないため、中世で廃絶したと思われる。

史料1 伊達義綱軍忠状 建武4年（1337）9月10日『大日本古文書 家わけ第三』

伊達家文書之一 16

【史料の由来】但馬伊達氏の地頭職文書である。但馬伊達氏は、小佐郷の地頭職であったが、至徳3年（1386）12月に寺領として寄進した際、関係文書も南禪寺のものとなった。そして元禄11年（1698）に、南禪寺から仙台伊達氏の菩提寺に小佐郷の文書20通が譲渡された。¹⁾

【内容】建武4年8月16日に南朝方勢力が立てこもる「大高寺」へ攻め向かった際、北朝方である伊達義綱が「妙見之尾」を駆け、敵を追い落としたという。「妙見之尾」を時野谷勝は「妙見山」とするが、宿南保は大光寺の参詣道の尾根と比定している。²⁾

史料2 伊達義綱軍忠状 建武5年（1338）4月 東京大学史料編纂所

所蔵原本・古写本 但馬伊達文書（z0071001）

【史料の由来】南禪寺の所有となった文書のうち一部が幸田成友旧蔵文書となり、現在は東京大学史料編纂所所蔵となっている。³⁾

【内容】建武5年4月13日に「大高寺凶徒等」らが出石町方面に打ち出したとある。

史料3 関所注文 貞和4年（1348）2月22日

『日高町史 資料編』1980年

【内容】江田行義などの南朝方勢力の拠点が落ち、論功行賞が行われた。「但馬国大高山凶徒與同輩跡事」として「大高山」が登場する。

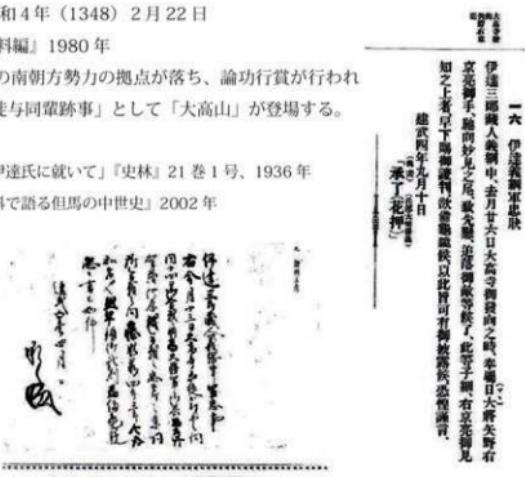
（1）時野谷勝「但馬の伊達氏に就いて」『史林』21卷1号、1936年

（2）宿南保『城跡と史料で語る但馬の中世史』2002年

（3）『解説』『兵庫県史

史料編 中世8』

兵庫県、1994年



史料2

大光寺跡の考古学的調査

永恵 裕和（兵庫県立考古博物館）

1. 立地

大光寺跡は、豊岡市但東町小坂に所在する。小坂は、出石川の最上流部付近に位置し、南側で小坂峠を経て、丹波国（現福知山市）へと至る。大光寺跡は、小坂峠へ向かう主要谷部から北に一つずれた東西方向の最西端に位置する谷へと向かう、北西から南東へ延びる尾根の南側斜面中腹の標高約490mの位置に平坦面群が築かれている。なお、現集落がある出石川沿いの豊岡市但東町小坂の平野部からは、水平距離で2.5km離れ、比高は約250mある。

2. 平坦面群の詳細

(1) 平坦面1～2

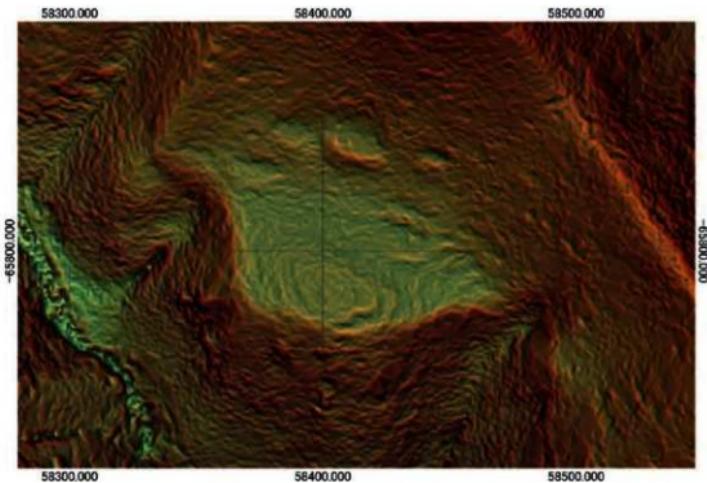
大光寺跡は、5つの平坦面群からなる。寺域内で最大の面積を持つのが、最下段に位置する平坦面1である。面積は約3,000m²で、平面形は南側に短辺を持つ逆台形を呈し、平坦面の周囲の傾斜は平均斜度45°となり非常に急峻である。平坦面1の内部は平坦ではなく、南側に不成形ながら東西方向に長軸を持つ高まりと、東側で緩やかに外部へ向かって下降する凹地、斜面に接する北辺部では、東西に分かれ、小さな平坦面が設けられている。南側の高まりは、東以外は明瞭な頂部と斜面の傾斜変換点を持たない。東側では、南東隅部で矩形の折れを持つほか、他の縁辺部に比して、明瞭な傾斜変換点を持つ。東側の凹地は長辺を外側に向ける台形を呈する。東辺より下部には明瞭な平坦面が認められず、緩やかに傾斜しながら、北東方向へ斜面に沿う形で規模を減じながら伸びる。この凹地の北側斜面（平坦面1北辺部の東西の小平坦面）は急傾斜を呈する。

平坦面2は平坦面1の北西隅部に位置し、面積約140m²で不整形な三角形を呈する。平坦面2北側の斜面は急峻な角度となっていることから、本来尾根で作った箇所を削り込んで平坦面を造成した可能性が高い。

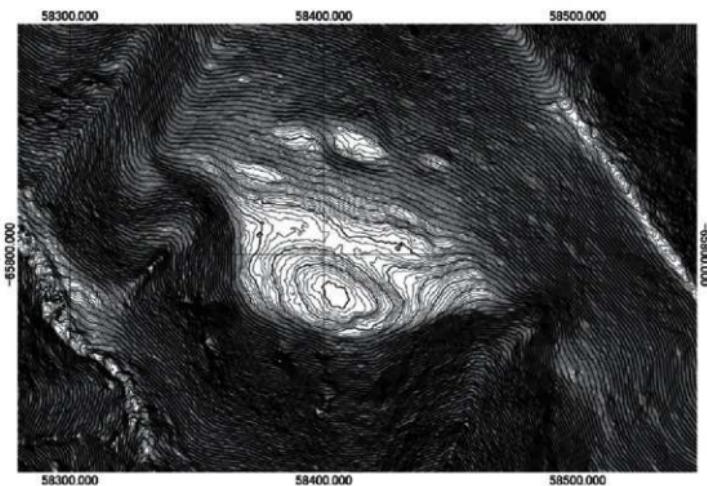
(2) 平坦面3～5

平坦面3～5は、平坦面1の中央北側に位置し、平坦面2よりも標高が高い位置に設けられている。いずれも平面形は不整形な半円形を呈し、平坦面3→4→5の順に標高が低くなる。

平坦面4は、面積約200m²で3つの平坦面の中央に位置する。南辺及び東辺の傾斜は急になるが、西側は比較的緩やかな傾斜となる。平坦面中央部分に井戸と考えられる円形の石組みを確認した。南辺では東西方向に並ぶ石列を確認した。北側へ展開する石列が見られないことから、地表面観察からは、礎石建物跡の痕跡ではなく、築地壠などの壠の礎石である可能性も推測できる。平坦面4では土器を1片採集した。平坦面5は、面積約100m²で平坦面4の西側に位置する。北側斜面部で2カ所の掘り込みがあったが、一部で石組みがあること、2基が隣り合って存在することから、近世以降の炭窯の可能性が高い。南東隅は、南



(図1) 大光寺跡立体図 (S=1/1,500)



(図2) 大光寺跡等高線図 (20cm 等高線 S=1/1,500)



(図3) 大光寺跡縄張図 (1/1,000、図中○囲み番号は平坦面番号)

側に方形に落ち込み、平坦面1へ向かう通路の可能性がある。平坦面4では土器を1片採集した。平坦面3は面積約90m²で平坦面4の東側に位置し、寺域内で最高所に占地する。平坦面4・5と異なり、石列や井戸と考えられる円形の石組は見られなかった。平坦面3～5のいずれにおいても、北側斜面が急峻になっていることから、これらの平坦面群が斜面を掘りこんで構築されたものと考えられる。

3. 大光寺跡の平面構造の分析

前章まで大光寺跡の遺構について報告した。本章では、これらの遺構から大光寺跡の平面構造について分析し、先行研究をもとに、位置づけを考えることにする。

(1) 大光寺の特徴

第1に指摘できることは、平坦面1にその他の平坦面群が從属する形であることだ。約3,000m²を超える平坦面1に比べ、その他の曲輪群は概ね200m²以下であり、面積比からは明確に平坦面1が主で平坦面2～5が從となる関係を看取できる。また、平坦面3～5は、いずれも平坦面1からしか進入できず、直接外部と接続しないことも、このことを示唆するものである。

第2に、平坦面内部での階層性である。平坦面3～5は、平坦面2と異なり、平坦面1の北側斜面で高所に位置することを重視すれば、それらが、平坦面1とその内部の平坦面2とは平坦面群の中で異なる性格を想定することができる。地表面観察では、平坦面4で、

南辺に平行する石列や井戸と考えられる円形石組みが見られたことから、小規模な仏堂とそれに対応する建屋があった可能性を推測できる。平坦面3や5についても、石列等を確認することはできなかったが、平坦面4同様に小規模な堂宇や建屋があった可能性が高い。

第3に、平坦面1東側の進入路と平坦面群の動線である。周囲を平均斜度45°で開けた大光寺跡では、周辺どこからでも平坦面内に進入することはできない。平坦面1東側の凹地が唯一外部に向かって開く斜路となっている。前述のとおりこの凹地の北側は非常に切り立った斜面となり、また平坦面1南側の高まりも、東側で矩形に折れを持つことから、この東側の凹地が、寺域の内外を繋ぐ進入路であった可能性が高い。なお、この凹地の西側が、ちょうど平坦面1の南側高まりが始まる東西方向の傾斜変換点にあたることから、域内の中心部分であると判断できる。寺域内の動線については、平坦面1東側凹地から入り、平坦面1の北西部の高まりを経由し、平坦面2へ入る。平坦面2からは北側斜面を登り、平坦面5南東部の凹地をから内部へ入る。平坦面5から4へは平坦面4の西側から斜面を登り、平坦面4から平坦面3へは緩やかな傾斜を持つ平坦面3西側をすすみ、平坦面3へ到る。

(2) 但馬国での大光寺の位置づけ

先行研究では、主要な山岳寺院として、但馬国内では19の事例が挙げられている（西尾2013・谷本2010）。但馬国の金山岳寺院が網羅されているわけではないが、同国内での傾向をうかがい知ることができる。それによると、但馬国での山岳寺院は、①平坦面群が上下ではなく左右に設けられる横軸であり、②平面構造から4類型に分類され、第1型以外はすべて寺域の一部が城砦化を志向すること、③城砦化しない第1型では、平坦面群は斜面に設けられ、尾根頂部には設けられない、という特徴があることが明らかにされている（谷本2010）。

大光寺跡の平坦面群は谷部に位置し、背後（北側）の尾根頂部に平坦面を設けない。また、平坦面群も連続と続かず、平坦面1にその他の平坦面群が從属する構造となる。一般的な山地に所在する城館遺跡では、尾根頂部に平坦面を設けることが多く、かつ城域内の最高部から階段状に平坦面群が連続と続く平面構造を呈する。大光寺跡は平面構造からは城館遺跡ではなく、寺院遺跡であると判断することができる。そして、この平面構造の特徴は、まさしく先行研究にある第1型の特徴（城砦化を志向しない山岳寺院）であると合致することから、大光寺跡は戦国期以前の形態を持つ山岳寺院であると位置づけることができる。

【参考文献】

- 谷本進 2010「但馬地方における山岳寺院の類型化」『図説養父市城郭事典』養父市教育委員会
西尾孝昌 2013「但馬の中世山林寺院」『豊岡市の城郭集成Ⅰ』 豊岡市教育委員会

報告書抄録

ふりがな	いせきとうさとでじたるぎじゅつ
書名	遺跡踏査とデジタル技術
副書名	遺跡地図・航空レーザー測量・3次元点群データ・機械学習・GIS・LiDAR
シリーズ名	奈良文化財研究所研究報告
シリーズ番号	40
編著者名	高田祐一・野口淳・永恵裕和・岸本道昭・仲田周平
編集機関	国立文化財機構奈良文化財研究所 文化財情報研究室
所在地	〒 630-8577 奈良市佐紀町 2-9-1

所取遺跡名	所在地	コード		北緯	東経
		市町村	遺跡番号		
井闇三神社裏山遺跡	たつの市揖西町中垣内	28229		34 度 52 分 40.382 秒	134 度 31 分 11.701 秒
中垣内平見古墳	たつの市揖西町中垣内	28229		34 度 52 分 28.081 秒	134 度 30 分 53.050 秒
台山 11 号墳	たつの市揖西町小神	28229		34 度 52 分 15.21 秒	134 度 31 分 31.53 秒
台山 12 号墳	たつの市揖西町垣内	28229		34 度 52 分 11.79 秒	134 度 31 分 25.82 秒
台山 13 号墳	たつの市揖西町中垣内	28229		34 度 52 分 10.247 秒	134 度 31 分 26.594 秒
台山 14 号墳	たつの市揖西町中垣内	28229		34 度 52 分 10.033 秒	134 度 31 分 26.110 秒
椰神社裏山 2 号墳	たつの市神岡町沢田	28229		34 度 53 分 2.46 秒	134 度 33 分 49.83 秒
沢田王子神社裏山 1 号墳	たつの市神岡町沢田	28229		34 度 53 分 02.458 秒	134 度 33 分 49.835 秒
沢田王子神社裏山 2 号墳	たつの市神岡町沢田	28229		34 度 52 分 49.206 秒	134 度 33 分 59.908 秒
沢田王子神社裏山遺跡	たつの市神岡町沢田	28229		34 度 52 分 43.961 秒	134 度 33 分 54.119 秒
大ナル 1 号墳	豊岡市日高町久斗	28209		35 度 27 分 33.138 秒	134 度 45 分 38.815 秒
大ナル 2 号墳	豊岡市日高町久斗	28209		35 度 27 分 32.832 秒	134 度 45 分 38.322 秒
大ナル 3 号墳	豊岡市日高町久斗	28209		35 度 27 分 32.170 秒	134 度 45 分 37.829 秒
蝶子谷 1 号墳	豊岡市日高町岩中	28209		35 度 27 分 29.552 秒	134 度 45 分 41.386 秒
蝶子谷 2 号墳	豊岡市日高町岩中	28209		35 度 27 分 29.804 秒	134 度 45 分 41.893 秒
蝶子谷 3 号墳	豊岡市日高町岩中	28209		35 度 27 分 30.625 秒	134 度 45 分 48.506 秒
蝶子谷 4 号墳	豊岡市日高町岩中	28209		35 度 27 分 30.982 秒	134 度 45 分 48.863 秒
蝶子谷 5 号墳	豊岡市日高町岩中	28209		35 度 27 分 31.363 秒	134 度 45 分 50.724 秒
蝶子谷 6 号墳	豊岡市日高町岩中	28209		35 度 27 分 31.450 秒	134 度 45 分 51.181 秒
蝶子谷 7 号墳	豊岡市日高町岩中	28209		35 度 27 分 31.338 秒	134 度 45 分 51.793 秒
蝶子谷 8 号墳	豊岡市日高町岩中	28209		35 度 27 分 30.946 秒	134 度 45 分 48.812 秒
蝶子谷 9 号墳	豊岡市日高町岩中	28209		35 度 27 分 32.249 秒	134 度 45 分 53.410 秒
蝶子谷 10 号墳	豊岡市日高町岩中	28209		35 度 27 分 32.447 秒	134 度 45 分 53.993 秒
蝶子谷 11 号墳	豊岡市日高町岩中	28209		35 度 27 分 32.792 秒	134 度 45 分 54.997 秒
蝶子谷 12 号墳	豊岡市日高町岩中	28209		35 度 27 分 32.965 秒	134 度 45 分 55.811 秒
蝶子谷 13 号墳	豊岡市日高町岩中	28209		35 度 27 分 35.143 秒	134 度 45 分 56.502 秒
蝶子谷 14 号墳	豊岡市日高町岩中	28209		35 度 27 分 35.579 秒	134 度 45 分 57.031 秒
蝶子谷 15 号墳	豊岡市日高町岩中	28209		35 度 27 分 35.881 秒	134 度 45 分 57.730 秒
蝶子谷 16 号墳	豊岡市日高町岩中	28209		35 度 27 分 36.227 秒	134 度 45 分 58.100 秒
蝶子谷 17 号墳	豊岡市日高町岩中	28209		35 度 27 分 36.688 秒	134 度 45 分 58.547 秒
蝶子谷 18 号墳	豊岡市日高町岩中	28209		35 度 27 分 38.095 秒	134 度 46 分 00.221 秒
蝶子谷 19 号墳	豊岡市日高町岩中	28209		35 度 27 分 38.495 秒	134 度 46 分 00.512 秒
大光寺散布地	豊岡市但東町小坂	28209		35 度 24 分 05.098 秒	134 度 58 分 43.759 秒
大光寺跡	豊岡市但東町小坂	28209		35 度 24 分 18.086 秒	134 度 58 分 34.961 秒

遺跡名	調査期間	調査面積	調査原因	種別	主な時代	主な遺構	主な遺物	特記事項
井関三神社裏山遺跡	20230214		学術調査	古墳	古墳			
中垣内平見古墳	20230214		学術調査	古墳	古墳	横穴式石室		
台山 11 号墳	20230214		学術調査	古墳	古墳		須恵器	
台山 12 号墳	20230214		学術調査	古墳	古墳			
台山 13 号墳	20230214		学術調査	古墳	古墳			
台山 14 号墳	20230214		学術調査	古墳	古墳			
柳神社裏山2号墳	20230323		学術調査	古墳	古墳		円墳→前方後円墳	
沢田王子神社裏山1号墳	20230323		学術調査	古墳	古墳			
沢田王子神社裏山2号墳	20230323		学術調査	古墳	古墳			
沢田王子神社裏山遺跡	20230323		学術調査	散布地	弥生		弥生土器	
大ナル 1 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
大ナル 2 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
大ナル 3 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
蝶子谷 1 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
蝶子谷 2 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
蝶子谷 3 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
蝶子谷 4 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
蝶子谷 5 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
蝶子谷 6 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
蝶子谷 7 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
蝶子谷 8 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
蝶子谷 9 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
蝶子谷 10 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
蝶子谷 11 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
蝶子谷 12 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
蝶子谷 13 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
蝶子谷 14 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
蝶子谷 15 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
蝶子谷 16 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
蝶子谷 17 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
蝶子谷 18 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
蝶子谷 19 号墳	20230306		学術調査	古墳	古墳			
大光寺散布地	20230307		学術調査	散布地	近世・近代		鐵津	
大光寺跡	20230307		学術調査	寺院跡	中世			

Archaeological Field Survey and Digital Technologies

Site Maps, Airborne Laser Scanning, 3D Point Cloud Data,
Machine Learning, GIS, LiDAR

Table of Contents

I. Digital Survey

[1] Research on Utilization of Digital Technologies to Discover New Archaeological Sites: Objectives and Methods	2
Takata Yuichi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)	
[2] Detection of Potential Archaeological Sites with AI: High-Quality Topographical Data and Machine Learning	5
Takata Yuichi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)	
Nishio Satoru (MIERUNE Inc.)	
[3] Preparation of GIS Data Basing on Maps of Ancient Roads and Settlements ...	13
Takeuchi Mikiharu (Ritsumeikan University, JSPS Research fellow (DC))	

II. Field Survey

[1] Overview of the Survey and the List of New-Found Sites	16
Takata Yuichi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)	
[2] Tatsuno City: Survey Results	
1. Records of the Survey in Tatsuno City, Hyogo Prefecture	20
Takata Yuichi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)	
Nagae Hirokazu (Hyogo Prefectural Museum of Archaeology)	
Noguchi Atsushi (Komatsu University Research Center for Next Generation Archaeological Studies; National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)	
2. Achievements of the Survey in Tatsuno City, Hyogo Prefecture	35
Kishimoto Michiaki (Tatsuno City Buried Cultural Properties Center)	
[3] Toyooka City: Survey Results	
1. Records of the Survey in Toyooka City, Hyogo Prefecture	39
Takata Yuichi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)	
Nagae Hirokazu (Hyogo Prefectural Museum of Archaeology)	
2. New-Found Sites in Toyooka City, Hyogo Prefecture	59
Nakata Shuhei (Office of Cultural Properties, Toyooka City Government)	

III. Discussion

[1] Digital Survey: How to Search for Archaeological Sites in the Digital Age	62
Takata Yuichi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)	
[2] Effectiveness of Survey Data from UAV-LiDAR in a Search for New Archeological Sites	70
Noguchi Atsushi (Komatsu University Research Center for Next Generation Archaeological Studies; National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)	

[3] Recording and Analysis of Archaeological Sites' Landscape: Creation of 3D Images and Hachure Maps	80
Nagae Hirokazu (Hyogo Prefectural Museum of Archaeology)	
[4] Surveying Distribution of Buried Artifacts Utilizing CS Topographic Maps ...	103
Kishimoto Michiaki (Tatsuno City Buried Cultural Properties Center)	
[5] Possibility of Applying High-Resolution Topographic Maps in Surveys of Toyooka City – an Area with a High Density of Burial Mounds	108
Nakata Shuhei (Office for Cultural Properties, Toyooka City Government)	
[6] Discovery of Ruins of Daikoji Temple	
1. Daikoji Temple in Historical Documents.....	109
Takata Yuichi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)	
2. Archaeological Survey of Ruins of Daikoji Temple	110
Nagae Hirokazu (Hyogo Prefectural Museum of Archaeology)	

Summary of the Report on Site Distribution Survey in Tatsuno City and Toyooka City, Hyogo Prefecture

Published 2023 by
Nara National Research Institute for Cultural Properties
2-9-1 Nijo-cho, Nara City, Japan

© 2023 Nara National Research Institute for Cultural Properties

Takata, Yuichi ed. *Archaeological Field Survey and Digital Technologies: Site Maps, Airborne Laser Scanning, 3D Point Cloud Data, Machine Learning, GIS, LiDAR*. Nara National Research Institute for Cultural Properties Research Report, No. 40. Nara: Nara National Research Institute for Cultural Properties, 2023.

ISBN: 978-4-911002-30-8
DOI: <http://doi.org/10.24484/sitereports.132481>

奈良文化財研究所研究報告 第40冊

遺跡踏査とデジタル技術

-遺跡地図・航空レーザー測量・3次元点群データ・機械学習・GIS・LiDAR-

発行日 2023年9月30日発行

著作権所有者 独立行政法人国立文化財機構

奈良文化財研究所

〒630-8577 奈良県奈良市二条町2-9-1

発行者 独立行政法人国立文化財機構 奈良文化財研究所

編集者 高田祐一(奈良文化財研究所企画調整部文化財情報研究室)

ISBN 978-4-911002-30-8

