

史跡石城山神籠石  
保存管理計画策定報告書（案）

付 編

付編は参考資料であり、意見募集の対象外です。

# 目 次

第1章	保存管理計画策定の沿革と目的	・ ・ ・ ・ ・	P 1
第1節	保存管理計画策定の目的	・ ・ ・ ・ ・	P 1
第2節	保存管理計画策定委員会の設置	・ ・ ・ ・ ・	P 2
第3節	保存管理計画策定の経過	・ ・ ・ ・ ・	P 3
第2章	史跡石城山神籠石の概要	・ ・ ・ ・ ・	P 5
第1節	史跡指定に至る経緯	・ ・ ・ ・ ・	P 5
第2節	指定地周辺の現状	・ ・ ・ ・ ・	P 7
	史跡石城山神籠石周辺の歴史的環境	・ ・ ・ ・ ・	P 7
	史跡石城山神籠石の概要	・ ・ ・ ・ ・	P 12
	地質調査	・ ・ ・ ・ ・	P 18
	植生・植物調査	・ ・ ・ ・ ・	P 25
	土地利用・所有調査	・ ・ ・ ・ ・	P 32
	その他の現況調査	・ ・ ・ ・ ・	P 34
第3章	保存管理	・ ・ ・ ・ ・	P 37
第1節	保存管理の基本方針	・ ・ ・ ・ ・	P 37
第2節	史跡等を構成する諸要素	・ ・ ・ ・ ・	P 37
第3節	保存管理の方法	・ ・ ・ ・ ・	P 39
第4節	現状変更の取扱基準	・ ・ ・ ・ ・	P 41
第4章	今後の活用と連携	・ ・ ・ ・ ・	P 43
第1節	今後の活用の基本方針	・ ・ ・ ・ ・	P 43
第2節	今後の活用の基本構想	・ ・ ・ ・ ・	P 43
第3節	保存管理と活用のための連携	・ ・ ・ ・ ・	P 46
付編	精密写真測量とLP測量を組み合わせた画像解析	・ ・ ・ ・ ・	P 49

## 精密写真測量とLP測量を組み合わせた画像解析

### 1 精密写真測量とLP測量

LP（レーザープロファイラー）測量は、細かい間隔で対象物の表面の3次元座標を取得（図22）しているが、ランダムに並べられた不連続な点の集合としてしか認識されない。一方、撮影された写真は、連続した面的な色（RGB）情報を取得しているが、個別の地点の座標は不明である。ここでは、両者の特徴を生かすために開



図22 LP測量結果

発したVGEシステム<sup>2)</sup>を用いて実施した面的計測の概要について説明する。現地の精密写真測量を実施したときに得られた内部評定要素（カメラ焦点距離、主点の位置のずれ、レンズのひずみ曲収差関係の係数）を用いれば、ゆがみのない写真画像を作成することができる。このため、以後、写真画像とは、ゆがみが補正された画像を示すこととする。図23に、精密写真測量と解析とLP測量を組み合わせた画像解析手法を用いた計測管理の流れを示す。

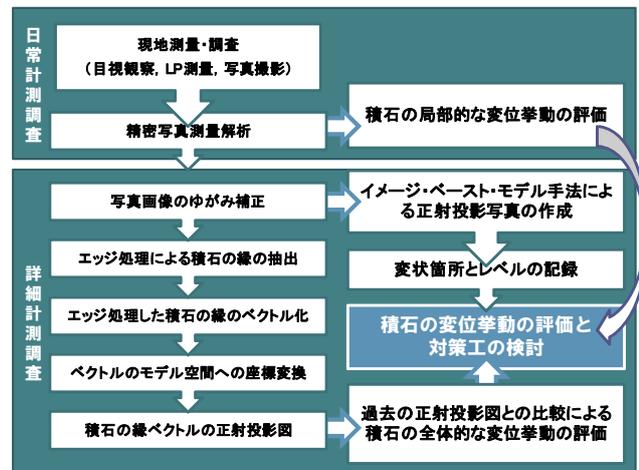


図23 精密写真測量解析とレーザープロファイラー測量を組み合わせた画像解析手法を用いた計測管理の流れ

### 2 正射投影写真画像の作成

LP測量結果からドロネー三角形分割<sup>3)</sup>によって不整三角形網（TIN; Triangulated Irregular Network）表現の数値標高モデル（DEM; Digital Elevation Model）を作成する。不整三角形網は、地表面の物理的形状を表現し、3次元の標高座標を持った点を結んだ線が、重複のない三角形の集まりとして配列されたものである。作成された不整三角形網を撮影した写真に重ねると図24のようになる。図中の橙色の標点は、LP計測データと写真画像を重ねるときに座標既知点として用いた基準点である。まず、LP測量データを用いて不整三角形網の正射投影図を



図24 レーザープロファイラー測量結果から作成した不整三角形網を撮影写真に重ね合わせた結果

作成する。この不整三角形網を利用して、違った位置から撮影された3枚の写真画像を貼り付けた結果を図25に示す。この写真が、対象とした神籠石北水門の正射投影写真となる。この手法によるとつぎのような利点を有することになる。

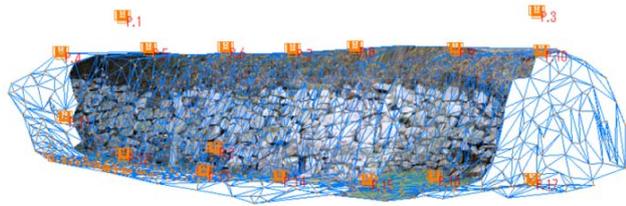


図25 イメージ・ベースト・モデル手法による正射投影写真

- ・ 撮影時に対象物を遮る樹木などを取り除いたイメージ・ベースト・モデルの正射投影写真を作成することができる。
- ・ 色々な位置から撮影された写真を貼り付けることが可能なため、不鮮明な画像をなくすることができる。
- ・ 正射投影写真であるため画像上で直接的な測距が可能になる。
- ・ 一方、LP 測量結果と画像が結びつけることができるため、パソコン上では、測距（面積、体積も含む）や方向（走向傾斜など）も容易に求めることができる。

### 3 積石の形状抽出

対象構造物は、不連続挙動を示す積石構造物であるため、個々の積石を抽出し、それぞれの積石の変位挙動を監視する必要があるが生じてくる。積石の抽出方法は、さまざまな研究がなされているが、ここでは、画像解析手法として良く用いられているエッジ処理を活用した例を紹介する。

まず、撮影された図24にエッジ処理<sup>4)</sup>を施して、積石の縁取りを行った結果を図26に示す。本図は、積石の縁に相当する画素の色 (RGB) 情報が、周辺に比べて小さな値となっており、黒色に近い色で表現されている。この写真画像から RGB 情報の小さな黒色部分を抽出した後、積石の縁部分を点と線分からなる折れ線列に変換する。この処理は、図面ベクトル化と呼ばれ、画像データを CAD (Computer Aided Design) システムや地理情報システム (GIS; Geographic Information System) のデータとして取り扱う場合に良く用いられている。ベクトル化を施した結果を図27と図28に示す。この段階では、積石の縁部



図26 エッジ処理を施した写真画像

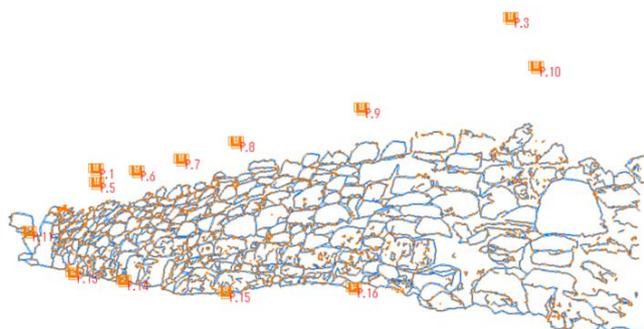


図27 ベクトル化処理して表した積石の縁 (ここでは、点と線分からなる折れ線で表示)

分を点と線からなる写真座標系の折れ線  
線で表現されていることになる。

#### 4 積石の位置出し

写真座標（撮影位置）は、写真毎に精密写真測量解析によって、算定されることになる。このため、ここでは、写真座標によって得られている積石の縁（ベクトル）を一般化するために、LP測量結果を内装する手法によってモデル空間に変換する。図29に、変換結果を正射投影図として表す。ここで得られたデータは、モデル空間での積石の縁取りベクトル（折れ線）であるため、このデータは、3次元CADデータとして一般的によく用

いられているDXF形式やMixed Reality手

法などによる現地の加工空間の構築のためのデータにも容易に変換できる。また、ここでのデータは、モデル座標系の座標であるために、平面図の作成や寸法や面積も容易に算定でき、個別の石の認識や積石の位置関係（石の積み重ね順序）を事前に調べることができることから、崩落後の積み直し時にも有用な情報を提供することになる。

#### 註

- 1) 来山尚義・近久博志・河原剛・横手了・岡本良徳・佐々木杏奈「史跡 石城山神籠石 保存に関するレーザープロファイラー測定の適用」 『第44回地盤工学研究発表会』 pp.125-126 2009
- 2) 近久博志「デジタル画像処理技術を用いた測量システム」 『第36回名古屋工業大学共同研究センター講演会』 pp.49-58 2001
- 3) Watson, D.F. “Computing n-dimensional Delaunay Tessellation with Application to Voronoi Polytopes” the Computer Journal Vol.24 pp.167-172 1981
- 4) Duda, R. O. and Hart, P. E. “Pattern Classification and Scene Analysis” New York, John Wiley & Sons, Inc. pp.267-272 1971
- 5) Tsutsui, M., Chikahisa, H., Kobayashi, K. and Abo, T. “Stereo Vision-based Mixed Reality System and Its Application to Construction Sites” the 3rd Asian Rock Mechanics Symposium pp.223-228 2004



図28 積石の縁のベクトル化処理の結果と写真画像の合成

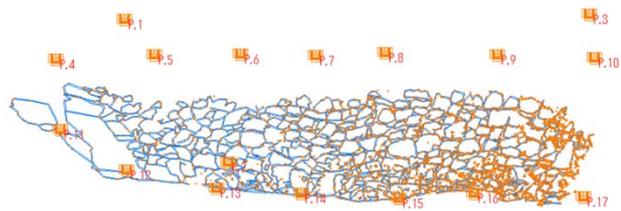


図29 組石の縁のベクトルから作成されたモデル座標で表された正射投影図