特別セッション

Special Session

会場：WEB 開催特設ホームページ

日時：9 月 5 日（土）9：00 ～ 9 月 13 日（日）17：00

文化財の 3D 計測とその活用

3D measurement of cultural assets and its utilization

玉川剛司(別府大学文化財研究所)
Tsuyoshi TAMAGAWA(Beppu University Research Institute for Cultural Properties)

はじめに

平成 28 年 4 月に発生した熊本・大分地震では、多くの文化財が被災した。また最近では、「ゲリラ豪雨」と呼ばれる豪雨災害、台風による風水害など、文化財を取り巻く状況は、過去に類を見ない頻度で自然災害と直面している。これらの災害に対し各地方公共団体では、文化財の復旧に取り組んでいるものの、基礎資料となる図面等の記録がないため、苦慮しながら対処しているところもある。

そこで別府大学では、文化財の保存、保護への技術的研究、技術の再教育事業等を進め、地域の災害等の緊急時、恒常的文化財保存力の向上を図る体制基盤を確立することを目的とした「九州における文化遺産保護研究の拠点形成のための基盤整備事業」を立案し、文部科学省が実施する私立大学研究ブランディング事業に採択された。この事業では、各地方公共団体が直面している災害を起因とする遺構などの大型の文化財の記録・保存等の問題や、既に出土した脆弱遺物の記録や活用方法などの問題に対し、先端機器を活用した研究方法を模索することを目的としている。また、各地方公共団体と合同で、それらの問題を解決するための研究方法や、研究体制の構築を目指すため、「九州文化財保存推進連絡会議」を組織し、情報共有ネットワークを構築し、文化財保護のための防災等に取組んでいる。

この研究事業の一環で、石垣、石橋、磨崖仏、青銅製品鋳型、青銅器(銅剣、銅矛、銅戈、銅鐸、鏡、巴形銅器等)などの文化財に対し 3D 計測を実施した。調査にあたっては、私立大学研究ブランディング事業で導入した、スキャニングレーザー(GLS-2000:TOPCON 社製)、ハンディレーザースキャナー(Freestyle3D:FARO 社製)、小型 3D スキャナー(Capture Mini:3D SYSTEMS 社製)、SfM-MVS(Metashape Rro:Agisoft 社製)等を併用して実施した。

1. 文化財の 3D 計測

スキャニングレーザー導入以前の本学では、自然災害により古墳の墳丘が崩壊する可能性を考慮し、本来の墳丘形態・規模等を確認するための考古学研究とともに、保存整備にも耐えうる古墳の記録保存の研究を実施してきた。その方法は、トータルステーションと電子平板を用いて、等高線に捕らわれず墳丘斜面を記録するという方法(変化点測量(下村・吉田・玉川 2003、玉川 2004・2012・2013・2014・2015・2016))である。この変化点測量による墳丘測量調査を 2001 年からこれまで、前方後円墳 15 基、円墳 15 基、方墳 1 基の計 31 基で実施し、こられの方法で得られた座標データを基に GIS を用いて墳丘の 3D モデル(TIN データ)、測量図の作製、測量時の古墳の記録保存を行うことで成果を上げてきた。

①遺構の 3D 計測

これらの研究を下地として墳丘のみならず、あらゆる文化財の記録保存を目的として、補助金で導入したスキャニングレーザーを使用した研究を実施している。その方法は以下のとおりである。

表 1　文化財(遺構)のスキャニングレーザー計測一覧

No.	遺構・遺物	遺跡	所在地	計測方法
1	石垣	熊本城	熊本県熊本市	スキャニングレーザー・ハンディレーザースキャナー・SfM
2	石垣	日出城	大分県日出町	スキャニングレーザー・SfM
3	石垣	富貴寺境内	大分県豊後高田市	スキャニングレーザー・SfM
4	磨崖仏	福真磨崖仏	大分県豊後高田市	スキャニングレーザー・SfM
5	磨崖仏	元宮磨崖仏	大分県豊後高田市	スキャニングレーザー・SfM
6	磨崖仏	熊野磨崖仏	大分県豊後高田市	スキャニングレーザー・SfM
7	磨崖仏	菅尾磨崖仏	大分県豊後大野市	スキャニングレーザー・SfM
8	石造物	富貴寺境内	大分県豊後高田市	スキャニングレーザー・ハンディレーザースキャナー・SfM
9	地蔵石仏	羅漢寺千体地蔵石仏	大分県中津市	スキャニングレーザー
10	石橋	原尻橋	大分県豊後大野市	スキャニングレーザー・SfM
11	石橋	長瀬橋	大分県豊後大野市	スキャニングレーザー・SfM
12	石橋	上年野橋	大分県豊後大野市	スキャニングレーザー・SfM
13	地下式横穴墓	九塚古墳	宮崎県小林市	スキャニングレーザー、ハンディレーザースキャナー、SfM
14	近世墓	入山公園(岡藩三代藩主中川久清の墓所)	大分県竹田市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ

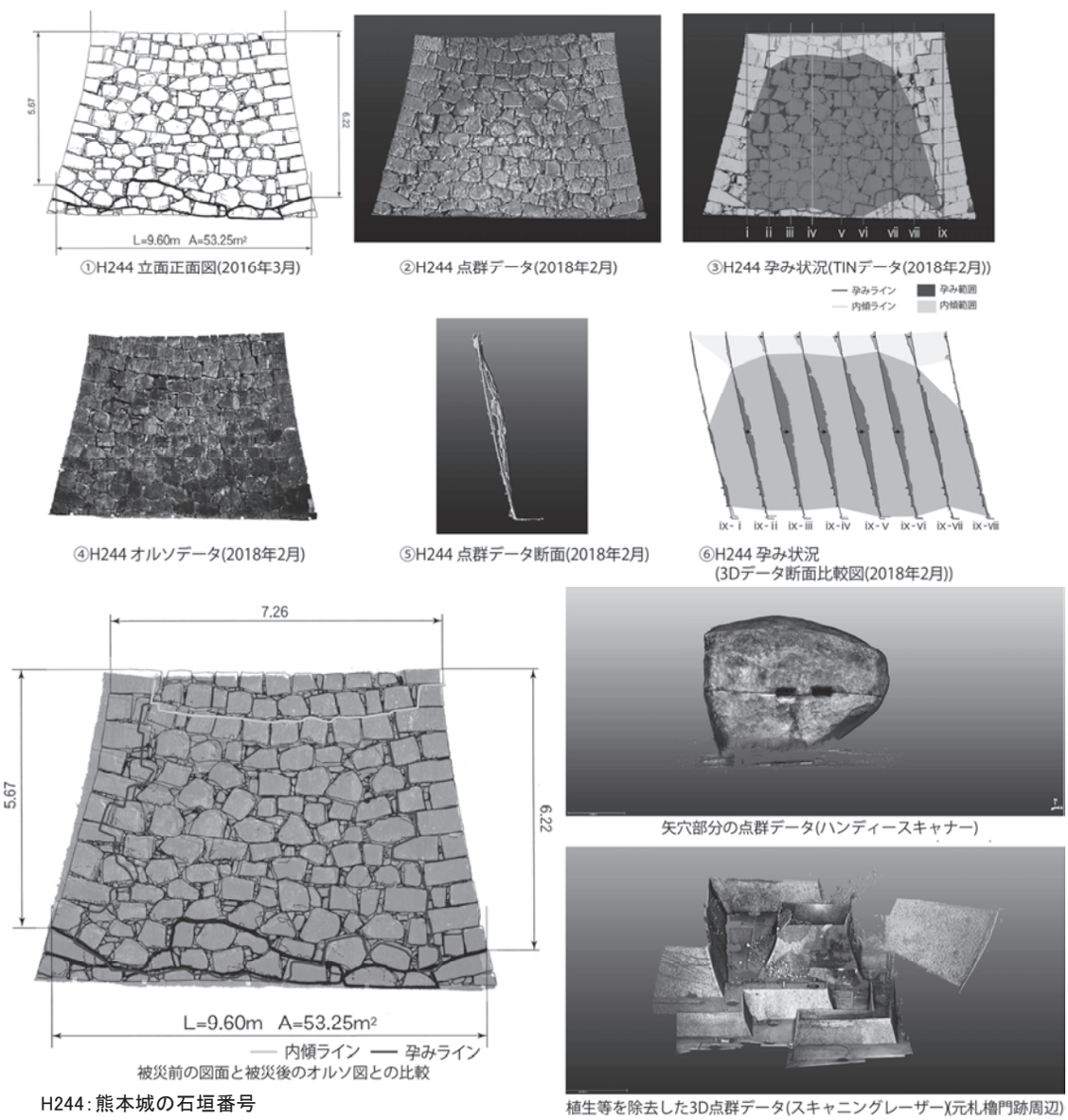


図 1　熊本城での 3D 計測と大型文化財のスキャニングレーザー計測例

遺構の計測には、スキャニングレーザー、ハンディレーザースキャナー、SfM-MVSを併用して計測を行った。まず、計測対象の遺構周辺にトータルステーションで任意座標系(世界測地系がある場合は利用)を組み、スキャニングレーザーで対象遺構全体を計測する。次に、スキャニングレーザーで見通せなかった箇所がある場合は、ハンディレーザースキャナーで追加計測する。これら計測した同範囲をデジタルカメラで撮影し、SfM-MVS で同座標系での点群処理、TIN データ、オルソ画像を作製するという方法である。この一連の方法で計測した文化財は、表 1 のとおりである。

なお、熊本城では、各地方公共団体と合同でできる調査・研究方法の確立を目的とした調査を実施するため、熊本城調査研究センター(熊本市)と合同で、復旧事業にかからない未実測の箇所を選定し計測を進めている(図 1)。これまでの計測した石垣は、元札櫓門周辺、竹ノ丸五階櫓、飯田丸一部、古城石垣、奉行丸の石垣・申未櫓石垣である。なお、熊本城以外の取り組みは、大分県を中心に実施している(表 1)。

②遺物の 3D 計測

小型 3D スキャニングレーザーを用いた研究では、主に脆弱遺物の記録保存という目的のために計測を実施している。また、もう一つの研究として、弥生時代前期末から中期の鋳型の 3D データから鋳造製品の 3D データ作製、3D データを基にした同笵製品の同定も行っている(表 2)。この鋳型の研究では、Capture Mini と Geomagic Wrap(3D SYSTEMS 社)のソフトを使用してスキャンを行い、同ソフトでメッシュ、サーフェース化を行い 3D データを作製する。次に同社の Geomagic Freeform ソフトを利用して 3D データの反転復元及び鋳型から鋳造製品の 3D モデルの作製を行う。この 3D モデルを 3D プリンターで出力し、同笵関係の検討をするという流れである(図 2)。

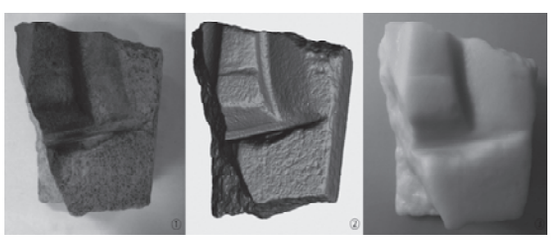
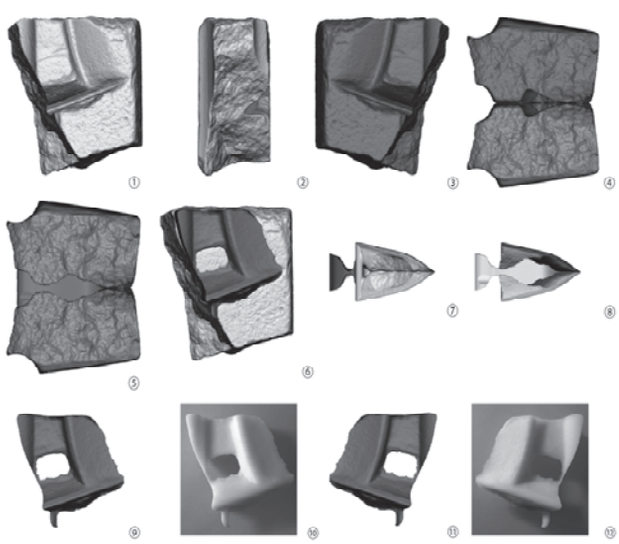


図 2 鋳型写真(左)と 3D データ(中)と 3D モデル(右)

これらの遺構・遺物の 3D 計測から得られたデータは、災害等で被災した場合に、十分に復旧させることができる記録データあることが確認できた。また、記録保存だけではなく、研究や教育普及活動、レプリカ製作などの 2 次利用も期待できるものである。そこで、2 次利用としての例を紹介したい。



①原版 3D データ(鋳型面)、②原版 3D データ(背方向から)、③原版から作成した複製 3D データ(鋳型面)、④原版と複製モデルの鋳型面同士を合わせた 3D データ(切先方向から)、⑤鋳型面同士を合わせた空間に別の 3D データを押し当てた状況(切先方向から)、⑥原版 3D データと製品 3D データ、⑦製品 3D データ(内方向から)、⑧製品 3D データ(切先方向から)、⑨製品 3D データ(複製鋳型面)、⑩3D プリンターで打出した 3D モデル(複製鋳型面)、⑪製品 3D データ(原版鋳型面)、⑫3D プリンターで打出した 3D モデル(原版鋳型面)

図 3 製品 3D モデル作成までの流れ

表 2　文化財(遺物)のスキャニングレーザー計測一覧

No.	遺構・遺物	遺跡	所在地	計測方法
1	鋳型	八ノ坪遺跡	熊本県熊本市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
2	鋳型	白藤遺跡	熊本県熊本市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
3	小型仿製鏡	五丁中原遺跡	熊本県熊本市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
4	巴形銅器	五丁中原遺跡	熊本県熊本市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
5	銅釦	神水遺跡	熊本県熊本市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
6	青銅器	方保田東原遺跡	熊本県山鹿市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
7	巴形銅器	方保田東原遺跡	熊本県山鹿市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
8	鋳型	井尻B遺跡	福岡県福岡市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
9	鋳型	那珂遺跡	福岡県福岡市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
10	鋳型	飯倉D遺跡	福岡県福岡市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
11	鋳型	八田遺跡	福岡県福岡市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
12	銅鐸	今宿五郎江遺跡	福岡県福岡市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
13	鋳型	那珂遺跡125次(1)	福岡県福岡市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
14	鋳型	井尻B遺跡出土	福岡県福岡市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
15	鋳型	赤穂ヶ浦遺跡	福岡県福岡市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
16	鋳型	那珂遺跡125次(2)	福岡県福岡市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
17	鋳型	志賀海神社所蔵	福岡県福岡市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
18	鋳型	明治大学所蔵(伝福岡市出土)	東京都	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
19	鋳型	タカウタ遺跡	福岡県春日市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
20	鋳型	須久永田A遺跡(1次)	福岡県春日市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
21	鋳型	須久岡本遺跡坂本地区(1次)	福岡県春日市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
22	鋳型	須久岡本遺跡坂本地区(3次)	福岡県春日市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
23	鋳型	須久永田A遺跡(4次)	福岡県春日市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
24	鋳型	須久岡本遺跡坂本地区(3次)	福岡県春日市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
25	鋳型	須久岡本B遺跡	福岡県春日市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
26	鋳型	大谷遺跡	福岡県春日市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
27	鋳型	ヒルハタ遺跡	福岡県筑前町	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
28	鋳型	岡本4丁目	福岡県春日市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
29	鋳型	益生田寺徳遺跡	福岡県久留米市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
30	鋳型	新府遺跡	福岡県久留米市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
31	鋳型	片島遺跡	福岡県飯塚市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
32	鋳型	下ノ方遺跡	福岡県飯塚市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
33	鋳型	焼正遺跡	福岡県飯塚市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
34	鋳型	松本遺跡	福岡県北九州市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
35	銅戈	国作八田遺跡	福岡県みやこ町	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
36	塼仏	正道遺跡	福岡県みやこ町	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
37	経筒鋳型	山鹿宮田遺跡	福岡県みやこ町	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
38	鋳型	本行遺跡	佐賀県鳥栖市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
39	鋳型	藤木遺跡	佐賀県鳥栖市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
40	鋳型	大久保遺跡7区	佐賀県鳥栖市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
41	鋳型	柚比平原遺跡	佐賀県鳥栖市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
42	鋳型	柚比前田遺跡	佐賀県鳥栖市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
43	鋳型	柚比本村遺跡2区	佐賀県鳥栖市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
44	鋳型	安永田遺跡	佐賀県鳥栖市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
45	鋳型	姉遺跡	佐賀県神埼市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
46	鋳型	吉野ケ里遺跡	佐賀県吉野ケ里町	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
47	銅剣	吉野ケ里遺跡	佐賀県吉野ケ里町	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
48	巴形銅器	吉野ケ里遺跡	佐賀県吉野ケ里町	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
49	鏡	二塚山遺跡	佐賀県吉野ケ里町	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
50	鋳型	鍋島本村南遺跡	佐賀県佐賀市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
51	多鈕細文鏡	増田遺跡	佐賀県佐賀市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
52	鋳型	惣座遺跡	佐賀県佐賀市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
53	鋳型	仁俣遺跡	佐賀県小城市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
54	鋳型	土生遺跡	佐賀県小城市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
55	鋳型	久蘇遺跡	佐賀県小城市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
56	銅鐸片	多武尾遺跡	大分県大分市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
57	銅戈片	多武尾遺跡	大分県大分市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
58	銅戈	岩屋遺跡出土	大分県大分市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
59	銅戈	住吉神社(大在)所蔵	大分県大分市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
60	銅鐸	別府遺跡	大分県宇佐市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
61	銅剣	九州国立博物館所蔵(伝大分県出土)	福岡県太宰府市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
62	塼仏	虚空蔵寺跡	大分県宇佐市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
63	貝輪	吹上遺跡	大分県日田市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
64	銅剣	吹上遺跡	大分県日田市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
65	銅戈	吹上遺跡	大分県日田市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
66	鹿角製刀装具	長湯横穴墓群	大分県竹田市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
67	朝鮮系小銅鏡	石田遺跡	大分県竹田市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
68	仿製鏡	石井入口遺跡	大分県竹田市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ
69	朝鮮系小銅鏡	石井入口遺跡	大分県竹田市	小型3Dスキャナー・3Dプリンタ

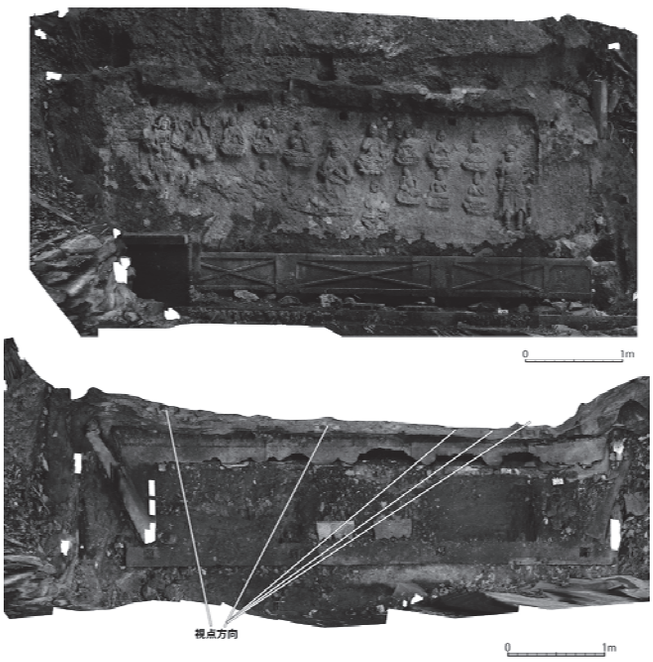


図 5 福真磨崖仏オルソ図（視点場確認）

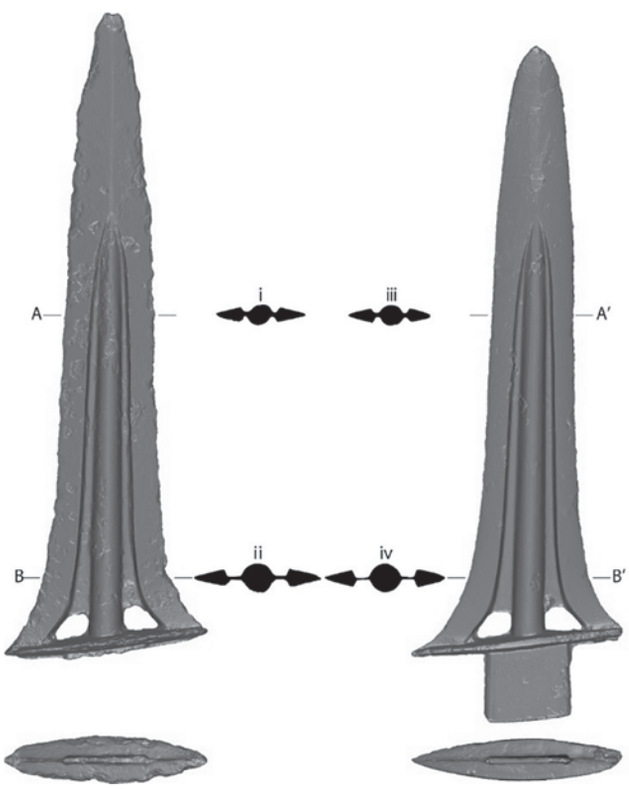


図 6 岩屋遺跡出土(左)と住吉神社所蔵(右)銅戈の同笵比較

2. 計測データの活用

遺構の 3D データの活用については、磨崖仏の 3D データの活用を進めている。豊後大野市の福真磨崖仏の 3D 計測では、大日如来を主軸として、大日如来、左右の如来坐像及び観音坐像、外側の毘沙門天、不動明王が、向かって左側の 1 点に向けて彫刻されていることが確認できた(図 5)。つまり、仏を彫る際に、仏を拝んでもらいたい特定の位置として視点場を設け、彫るための構図を考えているものと想定し、その位置（図 5)についても報告した（玉川 2018)。この視点場については、これまでの報告や研究で指摘されているが、科学的に検証した例は少ない。そこで、3D データで計測した空間上にその視点場の想定は有効で、現在大分県内の磨崖仏の 3D 計測し、研究を行っている。

また、遺物の 3D 計測では、同笵関係の研究を進めている。鋳造後砥ぎ等の改変を受けない箇所を比較検討し、同笵関係を検討する研究を進めている。図 6 は、大分市に所在する岩屋遺跡出土と同市の住吉神社所蔵の細形銅戈で、同笵関係を確認できた例である。鋳造後改変を受けていない、脊の長さ（住吉神社所蔵銅戈は研磨が進みやや短い）と幅および断面の形状、樋の形状と幅および深さ、穿の形状、内の幅を比較すると一致し、細部の異なる点としては、例えば全長、援の幅、刃部の幅と断面の厚さなどである。これらは鋳造後の研磨加工などによって個々に改変が生ずる部位であるため、同笵関係を検討する上で省いてもよい箇所である。

以上のことから、住吉神社所蔵の銅戈はかなり研磨が進んでいるものの、詳細な観察、実測図及び 3D データの比較から、この両銅戈は同じ鋳型で鋳造された同笵銅戈である可能性が極

めて高いと判断できるものであった。現在、本例を初例として、類例研究を進めている。

3. 今後の展開まとめ

これまで計測してきた 3D データは、本学のサーバーで保存している。今後、これらのデータを自然災害からのリスクマネジメントとして、文化財を管理する自治体と連携し、デジタルデータの保存・共有システムの構築を進め、文化財保存・保護に寄与していきたいと考えている。

また、3D データの 2 次利用として、計測データを基に 3D プリンターで出力した 3D モデルの博物館での活用を進めている。質感や重量は異なるものの、出力した 3D モデルを触れることができる文化財として展示し、小学生や視覚障者等への教育普及活動への利用として、本学の附属博物館や他機関との連携も含め検討しているところである。

参考・引用文献

下村智・吉田和彦・玉川剛司 2003「古墳におけるデジタル測量の研究-大分県下の古墳を事例として-デジタル測量」『九州考古学第』78 号九州考古学会

玉川剛司 2004「小熊山古墳測量調査」『文化財研究所年報』2 別府大学文化財研究所

金田明大ほか 2010『文化財のための三次元計測』岩田書院

城倉正祥・平原信崇・渡邊玲編 2016『3D考古学の挑戦―考古遺物・遺構の三次元計測における研究の現状と課題―』早稲田大学総合人文科学研究センター

玉川剛司 2012「小坂大塚古墳測量調査について」『豊後大野市内遺跡発掘調査概報 3-平成 22 年度調査-』豊後大野市教育委員会

玉川剛司 2013「小熊山古墳の調査」『御塔山古墳発掘調査報告書』杵築市教育委員会

玉川剛司 2014「漆生古墳群測量調査について」『豊後大野市内遺跡発掘調査概報 4-平成 23-24 年度調査-』豊後大野市教育委員会

玉川剛司 2015「秋葉鬼塚古墳測量調査について」『豊後大野市内遺跡発掘調査概報 5-平成 25 年度調査-』豊後大野市教育委員会

玉川剛司 2016「坊ノ原古墳測量調査について」『豊後大野市内遺跡発掘調査概報 6-平成 26 年度調査-』豊後大野市教育委員会

下村智・玉川剛司 2018「熊本市八ノ坪遺跡出土の銅戈鋳型について」別府大学大学院紀要 20 別府大学会

下村智・玉川剛司・林田和人 2018「熊本市八ノ坪遺跡から採集した石製鋳型の検討」史学論叢 48 別府大学史学研究会

玉川剛司 2018「福真磨崖仏の 3D 計測」『大分県指定史跡 福真磨崖仏石造覆屋保存修理業報告書』中畑区山園会 豊後高田市教育委員会

下村智・玉川剛司・塩地潤一 2019「大分市岩屋遺跡出土の細形銅戈と住吉神社所蔵細形銅戈の同笵関係について：3D 計測と3D モデル製作による細部の検討」史学論叢 49 別府大学史学研究会

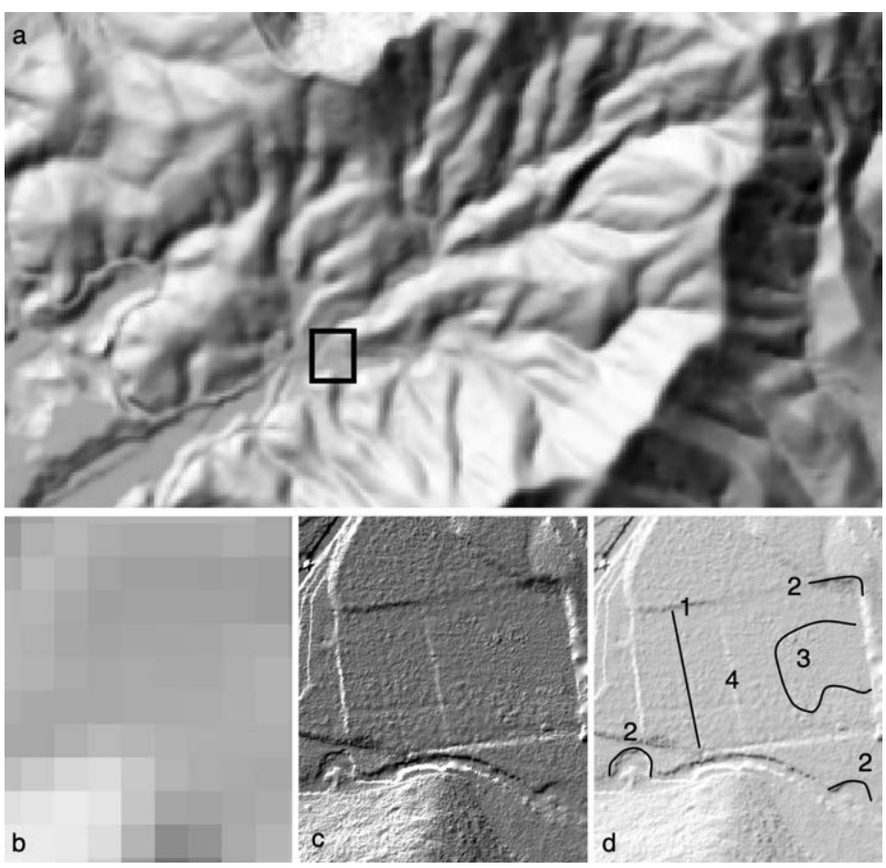
玉川剛司編 2019『文部科学省 私立大学研究ブランディング事業 平成 28 年度採択「九州における文化遺産保護研究の拠点形成のための基盤整備事業」成果報告書』別府大学

地形の3D化
ー 航空レーザー測量による文化財保護・考古学研究の可能性 ー

Topography in 3D: Possibilities for archaeological research and monitoring of cultural heritage based on LiDAR data

篠藤マリア、ハイデルベルク大学（M. SHINOTO, Universität Heidelberg）

文化財の管理や考古学にとって、地図は中心的な役割を果たす。遺物・遺構・遺跡の分布地図、探査や発掘の準備・作業・結果発表の時に、地図は不可欠な道具である。従来の地図は2次元で、等高線、山頂の記号を使いながら、斜面の標高を一定程度表現できた。測量の過程を歴史的にみれば、現場に直接入って測量点をひとつずつ測る段階（1）とリモート・センシングによって、現場から離れた場所からデータを獲得できるようになった段階（2）であり、両方は今でも並行的に使用されている。（2）は航空写真や衛星写真で始まった技術であり専門技術であることから、考古学者は（1）に比べて不慣れであると思われる。



鹿児島県南さつま市中岳山麓窯跡群の地形図の応用例。（a）地理院が提供する5mメッシュの地形図における窯跡群の中心部、四角はb〜dの切り抜き範囲を示す。（b）5mメッシュ、（c）7cmメッシュ、（d）7cmメッシュにおける分析、解釈の例。1-落ち葉の下に隠れた小道、2-土砂崩れ、3-湿地帯のため植物が異なる区域、4-水田の跡に均一に植えた杉の地区。ー　7cmメッシュはデータが重く、集中的な分析に向いているが、5mメッシュはデータ量が比較的に小さく、広い範囲の分析に向いている。将来的に1mメッシュ以上の具体的なDEMの公開を期待する。

5mメッシュ地形図データは地理院(https://gsi.go.jp; 2020年3月2日）からダウンロード。7cmメッシュ地形図は、2018年5月に中日本航空株式会社が測量を行い、提供したデータによる（文献を参照）。

日本のリーモート・センシング技術は世界的に進んだ位置を占めているが、考古学研究や文化財保護の面ではヨーロッパなどより若干遅れている。日本に多い水田、森林、都市の環境が伝統的な航空写真による探査には適していないからである。しかし、1990年代以来開発が活発になった航空レーザー測量は、森林の中の文化財遺構や考古学遺構の探査にも適し、多くのところで2000年代以来積極的に探査と文化財管理に利用されてきた。発表者の母国ドイツは、州によって文化財管理は異なっているが、道路建設、災害対策、森林管理、発掘調査などを所管する行政機関は、同じ地理的データを基に動向を調整することを原則としている。地理的データは、基本地図、航空写真、地質・水文地図、歴史的資料、関係者のインタービュー・データ、航空レーザー測量による地形図など性質の異なった情報を持ち、最終的にGIS（地理管理システム）に統合される。特に航空レーザー測量から得られる地形図はこれらの他の情報がなければ解釈できない。

航空レーザー測量は他のリモート・センシングと違い、レーザービームが森林の樹冠を通過でき、地形を測ることができるのが特徴である。また、以前は数10m毎の地点を測量したのに対して、最先端技術では１m^2に数十や百点を超えるほどのレベルの高い精度で測ることができる。これに基づく高精度の地形図は、遺構が地表に特徴的な凹凸を残したら、そのパターンの確認を可能にするため、探査の可能性を大きく拡げた。考古学においては、地表に突出する遺構（段々畑、水田の畔、墳丘の跡、山城の土塁などの割と確認しやすいもの）や落ち込んで窪みを残す遺構（埋もれた溝、縦穴住居址、粘土採掘所、穴窯など）を険しい地形でも合理的に追求できるようになった。

リモート・センシングの探査を考古学に応用する場合、もちろん現場での確認は必要であるが、例えば須恵器の窯跡群を考えれば、1日の測量で、普通数十年繰り返して行う踏査より遥かに早く、窯跡群の仮説的な全体を把握できる。考古学的探査の場合は、興味のある場所の集中的な調査が可能であり、文化財の管理でも同様に考えられる。つまり、一旦仮説的に確認できた文化財遺構を発掘しないで「遺構候補」として地図に写し、後日現場で再確認することもできる。同じように、険しい地域における災害の文化財への影響を集中的に確認できる。つまり、定期的な測量の結果をGIS内で自動的に比較し、土砂崩れなどのダメージを現場を訪れなくて発見できる（例：図d）。このように地表の3Dデータによる地形図は、主に以下の３つの分野をカバーし、今後の研究と文化財管理に大きく貢献できると考える。

1　探査
2　景観考古学
3　文化財の管理・モニタリング

現在、以上の3分野を中岳山麓の須恵器窯跡群で挑戦している。中岳山麓の調査は、2013年以来、鹿児島大学を中心に行われている国際的研究（2015年以降：JSPS科研費基盤研究(A)課題番号 15H01902、代表：中村直子）である。航空レーザー探査の応用も導入し、昨年本学会で須恵器窯の探査について報告し、総合的景観考古学への応用と本遺跡の文化財担当者との協力をプロジェクト終了後も進めている。

本発表は、以上の3分野においての3Dの可能性と役割について、中岳山麓の研究を例にして紹介する。地理院が提供する資料と特別に測量してきた資料の相違点、これから期待できることについて論じ、と同時に、3Dの解釈などに関する様々な技術的な例を提示したい。

文献　篠藤マリア他 (2019a, b)「航空レーザー探査による須恵器窯跡分布の探求」&「地下の遺構を地形から発見する」『発表要旨集』日本文化財科学会大36大会、pp. 96f, 290f；Doneus, M.他 (2019).「UAV-based Airborne Laser Scanning in densely vegetated areas: Detecting Sue pottery kilns in Nakadake Sanroku, Japan」 pp. 220-223 in J. Bonsall (ed.) New Global Perspectives on Archaeological Prospection, Archaeopress, Oxford；Herzog, I. 他 (accepted for printing)「Testing ALS Visualisation Methods for Detecting Kiln Remains in a Densely Vegetated Area in Japan」(International Conference on Cultural Heritage and New Technologies, Vienna, 2019)。