

鳥取県環境学術研究等振興事業費補助金研究実績報告書

研究期間（ 1年目/2年間）

研究者 又は 研究代表者	氏名	(ふりがな) たかた けんいち 高田 健一
	所属研究機関 部局・職	鳥取大学地域学部地域学科・准教授 電話番号 (0857)-31-5099 電子メール takata@rs.tottori-u.ac.jp
研究課題名	鳥取県中部地震によって被災した石造文化財の保存対策調査	
研究結果	<p>県中部（倉吉市・湯梨浜町・三朝町・北栄町・琴浦町）の141社、417体の狛犬の被災状況を調べた。地震によって直接的な被害を受けた狛犬は38社で認められた。その分布は概ね震央分布と重なっていたが、三朝町山間部、北栄町海浜部など震央分布から大きく離れた場所でも被害が見られた。これは、同時並行で行なった経年的な劣化に関する調査を踏まえると、発災以前の保存状態に遠因があると考えられる。</p> <p>大宮古墳（市指定）、家ノ後口1号墳（市指定）、三明寺古墳（国指定）、福庭古墳（県指定）、今泉2号墳（未指定）の横穴式石室について、SfM/MVSの手法によって3次元画像合成を行なった。大宮古墳、家ノ後口1号墳において経年劣化によると考えられる壁体の孕みがあった。</p> <p>向山6号墳（未指定）については、石室内に長時間滞在できないことから、委託によって3次元レーザー測量を行なった。また、石室内に温湿度データロガーを設置し、今後もモニタリングを続ける準備を行なった。</p>	
研究成果	<p>県中部の広い範囲で狛犬を中心とした石造文化財の現状調査を行なったところ、地震による被害もさることながら、経年的な劣化が進行していることが窺われた。特に山間部の過疎地域、沿岸部の神社で危険な状態になっている狛犬が多い。地衣類などによる生物被害、塩害などの可能性が示唆された。</p> <p>横穴式石室について、最新の図面を更新できた。福庭古墳、今泉2号墳は地震の被害を確認できなかった。大宮古墳、家ノ後口1号墳は、経年劣化による壁体の孕みがあった。三明寺古墳は、被災した現状について3次元画像を作成した。</p> <p>向山6号墳について、精密な3次元測量図を作成した。今後経年的な変化をモニタリングするための基礎的データを用意した。</p>	
次年度研究計画	<p>向山6号墳の3次元レーザー測量を継続する。これは、石室石材が被災後も動いて崩壊の懸念があるのかどうかを調査するものである。また、石材の崩落によって石室内の温湿度が変化して保存に影響を与える可能性があるため、継続して記録をとる。</p> <p>震災以降に行なってきた様々な調査に関する報告書を作成する。</p>	
報告責任者	所属・職 氏名	研究推進部 研究推進課 課員 高田 志保 電話番号 0857-31-5494 電子メール ken-jyosei@adm.tottori-u.ac.jp

注1) 表題には、環境創造部門、地域振興部門、北東アジア学術交流部門のいずれかを記載すること。

2) 「研究期間（ 年目/ 年間）」及び「次年度研究計画」は、環境創造部門及び地域振興部門において記載すること。

3) 研究者の知的財産権などに関する内容等で、非公開としたい部分は、罫線で囲うなど明確にし、その理由を記すこと。

4) 研究実績のサマリー及び図表資料を併せて提出すること。

鳥取県中部地震による横穴式石室の被災状況調査

高田 健一 (鳥取大学)

はじめに

2016年10月21日に発生した鳥取県中部地震は、震央の倉吉市、三朝町を中心に、多数の文化財にも被害をもたらした。指定文化財は、国、県等の支援を受けて復旧が事業ベースに乗ったものもあるが、未指定の、とりわけ屋外の石造文化財は、被害実態が把握されていないものも多い。そこで、鳥取大学地域学部考古学研究室と保存科学研究室は、2年次生の必修科目である「地域調査実習」の時間枠を使って、被災地周辺（倉吉市、三朝町、湯梨浜町、北栄町、琴浦町）の石造文化財の被災調査をおこなってきた。本稿では、調査対象にした石造文化財のうち横穴式石室に絞って述べる。

1. 調査の方法

横穴式石室の被災状況を調査するにあたって、多視点から撮影したデジタル画像を元に3次元画像を合成する SfM/MVS (Structure from Motion / Multi Views Stereo) を活用した。その理由は、①地震の被害の有無を判定する際には、情報を選択しがちな考古学的視点を排して、あらゆる現状に関する情報を3次元的に収集することが有効と考えられること（杉井2017）、②測量経験のない学生を引率した調査であり、限られた期間で6基の横穴式石室の現地調査を終える必要があること、③修復計画を立案する必要が生じた場合に、土木工学などの分野でも利用できるデータが必要と考えられること、④②とも関連するが、多数の文化財が一挙に被災した場合に備えて、誰でも可能な簡便な調査方法を確立する必要があること、があげられる。

2. 調査結果

調査をおこなったのは、倉吉市内では、家ノ後口1号墳（市指定）、大宮古墳（同）、福庭古墳（県指定）、三朝寺古墳（国指定）、向山6号墳（未指定）、三朝町内では、今泉2号墳（未指定）の6基である。三朝町、横手5号墳（未指定）も調査対象に含めていたが、現在、針葉樹から広葉樹への樹林転換がおこなわれている途中で、積み上げられた伐木のために、5号墳の位置を確認できなかった。横手古墳群内の他の石室を観察する限り、被害はほとんどないと思われる。

地震による被害が大きかったのは、震央分布の延長線上に位置する向山6号墳で、石室全体が時計回りに捻れたために左（奥壁から見て）玄門立柱が前面に傾き、玄室、前室共に基底石よりうへの壁体が崩落した。玄門部の楣石は古くから亀裂が入っていたが、さらに割れ口が広がった。これの調査は、石室内に長時間滞在することに危険を感じたため、無人で対応可能な3次元レーザー測量を株式会社アイテックに委託して行なった。3次元レーザー測量は、高い測量精度によって石材の傾きや割れの経年変化を知ることができる。可能ならば、来年度も実施したい。

いっぽう、福庭古墳、今泉2号墳の2基は、地震による被害はほぼ認められなかった。今泉2号墳は震央にもっとも近い横穴式石室であるが、すでにドルメン状に巨石が残存するだけの構造のためか、過去の実測図（近藤1987）と比較しても変化した点はなかった。

三朝寺古墳は、すでに鳥取県教育委員会などによって被災部分の特定や調査がおこなわれ、文化庁への毀損届も提出されているが、この際、SfM/MVSによる記録作成をおこなった。ただし、震災後しばらくは石室内に安置された地蔵尊厨子が倒壊していたため、壁体の観察が容易だったが、私たちが現地調査をはじめた8月には厨子を支える台座が新調査され、観察できる範囲が少なくなった。玄門部楣石が中央で縦方向に割れている点は、向山6号墳と同じである。これも古くからあった亀裂だが、地震によって広がっている可能性がある。また石理に沿って剥離が進行し崩落の懸念も残る。

問題は、家ノ後口1号墳、大宮古墳である。これらは、比較的小形の石材を多用する持ち送りのきつい穹窿天井であることから、脆弱性が懸念された。家ノ後口1号墳は、石室に大きな毀損は認められなかったが、調査時と比較すると袖部の積み石の一部に脱落しかかった石材が認められた。また、大宮古

墳は右側壁の孕み出しが明らかに大きくなっている。発掘調査時にすでに認められていた孕みがさらに拡大したように見受けられ、石室内に入ると圧迫感がある(図1)。

ただし、これらが今回の中部地震によるものか、経年変化によるものか、検証する手立てがない。両石室とも、10年以上前は比較的自由に入れたが、その後進入路に設置された門扉が針金で固定され、中に入れなくなっていた。石材表面を観察する限り、

新しい破断面や移動痕跡はないので、地震によるよりも、経年変化による可能性が高いと思われる。しかし、劣化が進行しているなかで、大きな揺れを経験したことが石室の保存に影響を与えていない保証はない。いずれにせよ、今後もモニタリングが必要であろう。

おわりに

SfM/MVSを試みた感想として、現地調査がかなり単純化できる点がやはりメリットである。今回、デジタル一眼レフカメラ(4896*3264 pixel,6.72MB)とコンパクトカメラ(4000*3000 pixel,3.76MB)を併用したが、後者でも十分に対応可能で、現状記録を作成するのに特殊な技術や大きな労力は伴わない。写真撮影そのものは、ライティングの準備も含めて2時間で済む石室もあった。

いっぽう、問題は、写真記録の合成作業である。今回使用したソフト(agisoftのphotoscan pro)の扱いに習熟するのに一定の期間を要した他、3D合成に使用する画像の枚数や画質によっては、膨大な時間がかかる。PCの処理能力にも左右されようが、高画質、多数の画像処理をおこなった場合、1工程に数日かかることもある。画像調整などをおこなえばさらに長時間かかり、手作業による実測図の方が「早い」可能性は十分にある。結局のところ、3D画像をどんな目的で、何に使用するのか、が問われることになる。

なお調査にあたっては、土地所有者、石室を管理する地区公民館、倉吉市教育委員会のご協力をいただいた。また、鳥取県環境学術支援事業ならびに鳥取大学地域貢献支援事業などによる経費の補助を受けた。末筆ながら、お世話になった各位、関係機関に感謝申し上げる。

杉井 健 2017「平成28年(2016年)熊本地震からの提言」『考古学研究会第63回総会・研究集会 災害と考古学-持続と断絶』資料 pp.3-12

近藤哲雄 1987「東伯耆における横穴式石室の様相」『鳥根考古学会誌』第4集 鳥根考古学会 pp.39-68

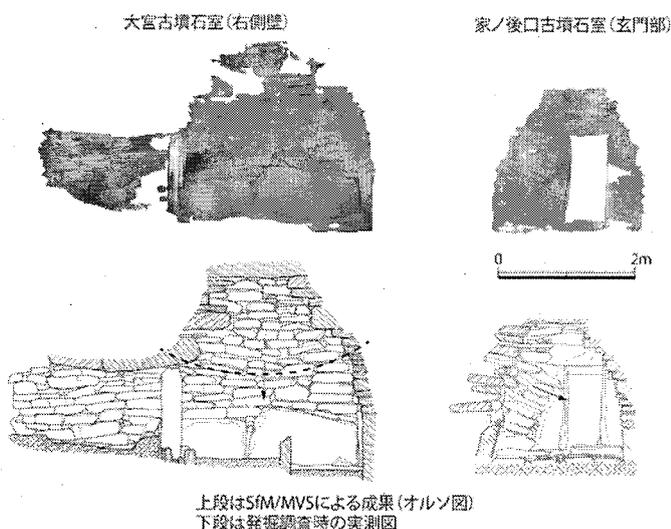


図1. 石室の現状

※図中の画像の抜け(空白)は、画像合成がうまくいかなかった部分。

鳥取県中部地震による石造文化財の被災状況調査

高田健一（鳥取大学 地域学部）

発表要旨

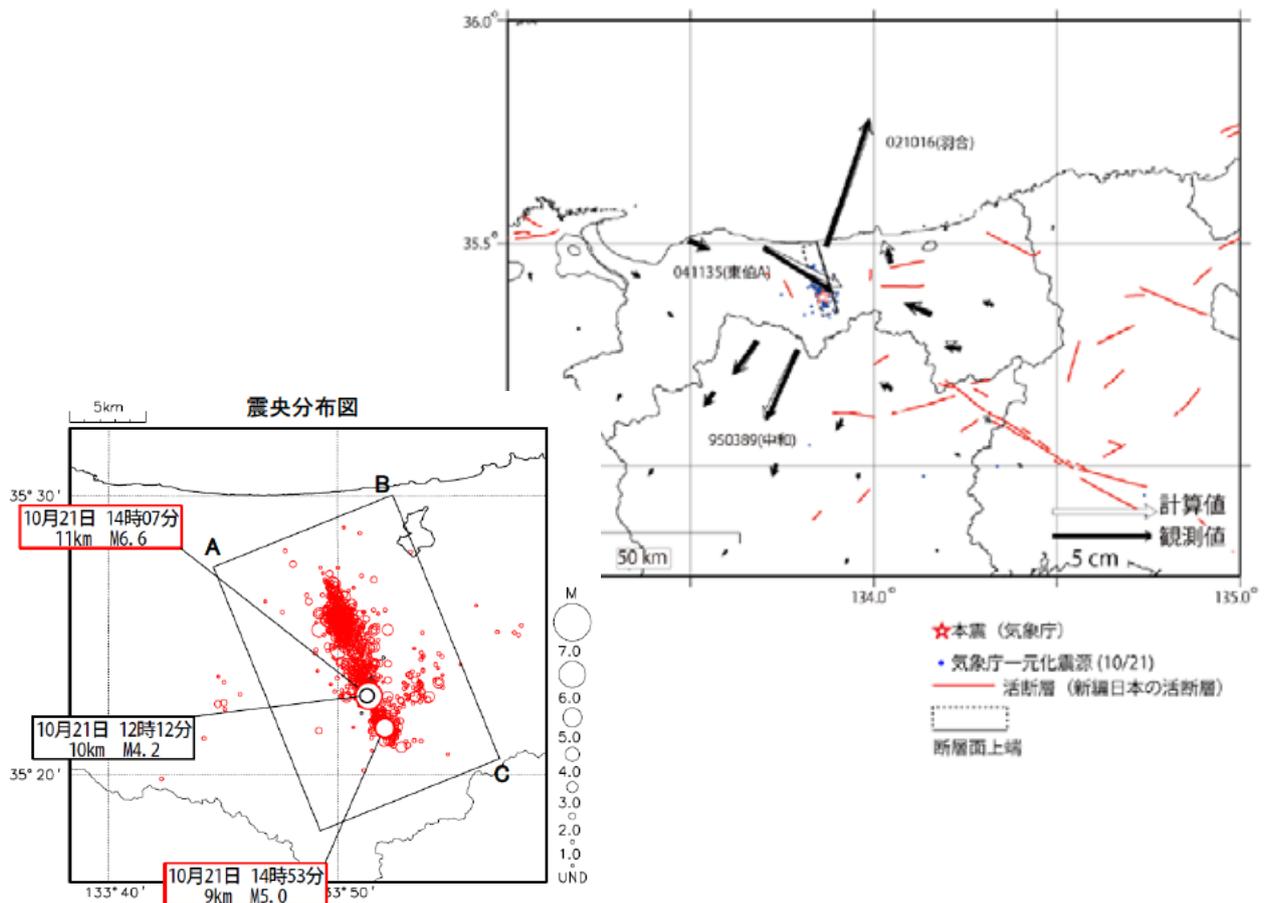
2016 年 10 月 21 日に発生した鳥取県中部地震は、震央の倉吉市・三朝町を中心に、多数の文化財にも被害をもたらした。国・県等の指定文化財は、復旧が制度的に始まったものもあるが、未指定の、とりわけ屋外の石造文化財は、まだ被害実態が把握されていないものも多い。そこで、鳥取大学地域学部考古学研究室と保存科学研究室は、県中部の石造文化財の被災調査を行なった。

調査にあたっては、多視点から撮影したデジタル画像を 3 次元画像に合成する SfM/MVS (Structure from Motion / Multi Views Stereo) を活用した。その理由は、①地震被害の有無を判定する際、これまでは調査者が「意味がある」情報を選択しがちだったが、近年では、あらゆる 3 次元情報を収集することが有効と考えられること、②修復計画を立案する必要が生じた場合、土木工学等の分野でも利用できるデータが必要と考えられること、③多数の文化財が一挙に被災した場合に備えて、誰でも可能な簡便な調査方法を確立する必要があること、などが挙げられる。

実際に調査すると、幸いなことに、地震で被災した石造文化財はそれほど多くなかった。しかし、経年劣化によって地震発生以前にすでに脆弱になっていたと考えられる事例は多く、「晩発的」な症状が出てくる可能性もある。また、狛犬のような石造物は、被災後新しいものに更新されがちであり、長く地域に存在してきた特色あるものが一掃されてしまう可能性もある。今後もモニタリングが必要である。

謝辞

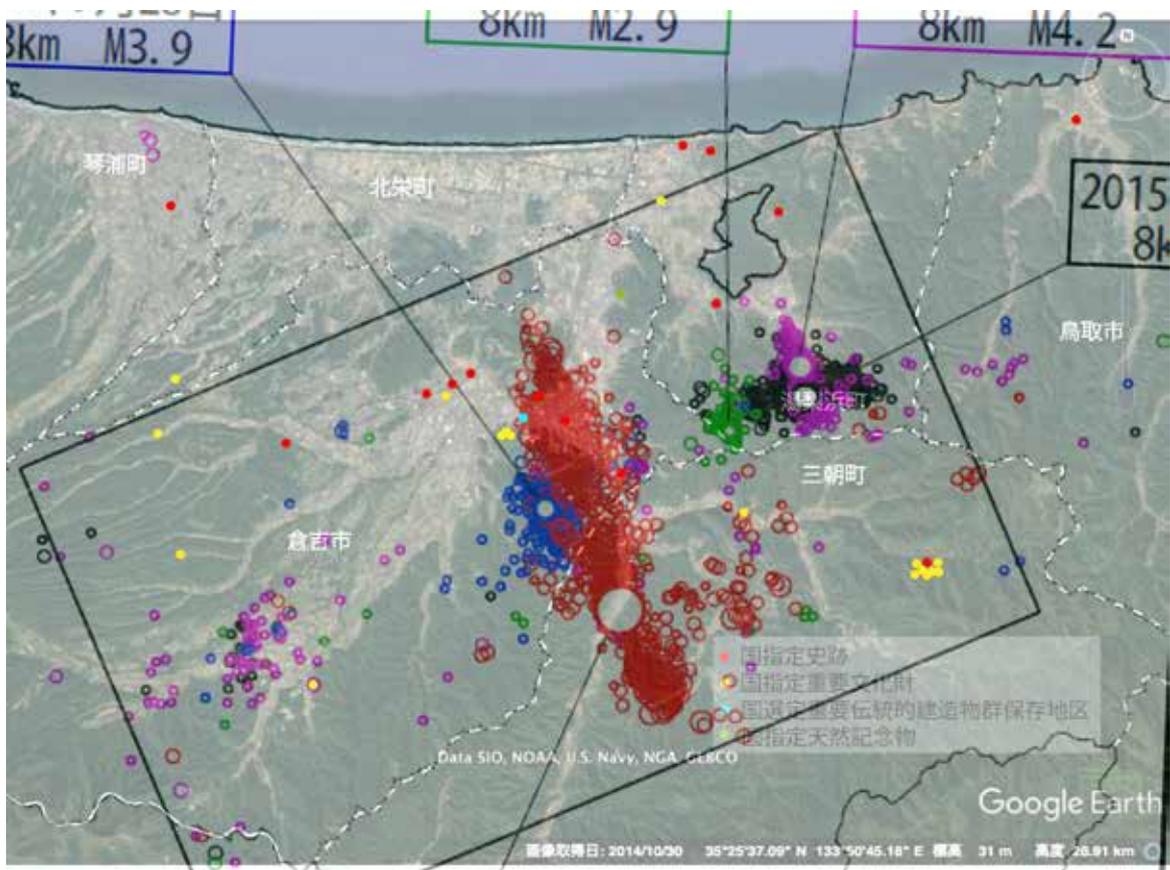
調査にあたっては、各遺跡の土地所有者、管理団体の他、永昌寺、倉吉市教育委員会、鳥取県教育委員会のご協力をいただいた。心から感謝申し上げます。また、平成 29 年度鳥取県環境学術研究等振興事業補助金（地域振興部門）の援助をいただいた。



平成 28 年鳥取県中部地震の概要



国指定指定文化財の分布



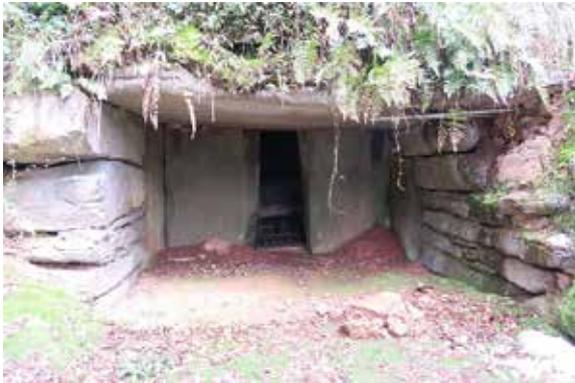
震央分布と文化財

指定文化財の被災（国史跡：三明寺古墳）



発災前

発災後（20170307）



発災前写真は、大和國古墳墓取調室管理人提供

指定文化財の被災（県保護文化財：永昌寺十三重石塔）



被災直後の状況（2016年10月31日）



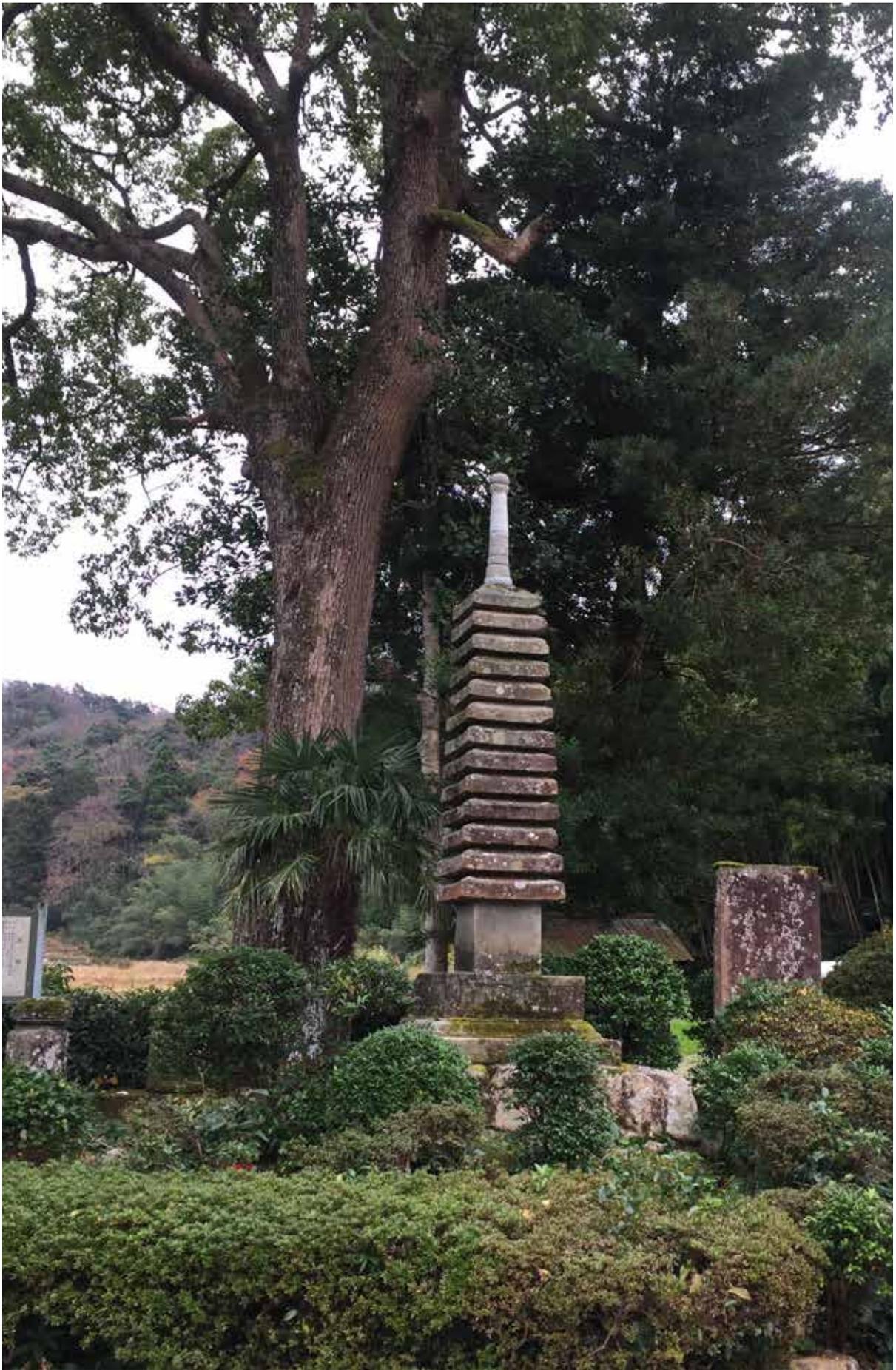
笠石の転落状況



笠石の破損状況



塔身と基壇の破損状況



修復後の姿 (2017年12月4日)

指定文化財の被災（市指定文化財：荒尾氏墓所（長谷寺））



第4代・勝就（かつなり）墓



初代・嵩就（たかなり）墓



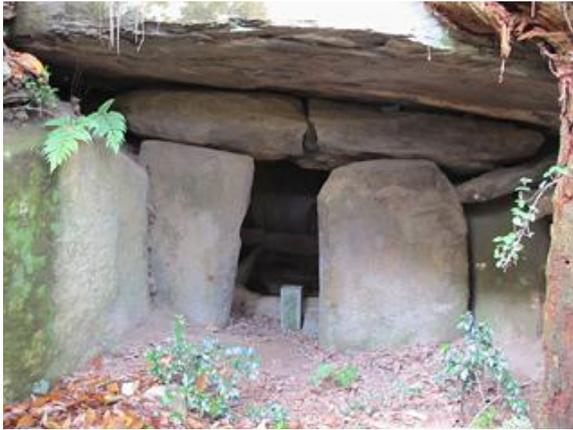
墓地北側の地割れ

指定文化財の被災（市指定文化財：不入岡の石仏）



転倒の状況

未指定文化財の被災（向山6号墳）



発災前

発災後（20170307）



発災前写真は、大和國古墳墓取調室管理人提供

未指定文化財の被災（各地の神社）



三朝町今泉神社・本殿玉垣



三朝町今泉神社・石灯籠



三朝町今泉神社・狛犬



三朝町今泉神社・狛犬



倉吉市八幡神社・狛犬



倉吉市波波伎神社・狛犬



← 湯梨浜町北野神社・狛犬

狛犬（神社石造物）の調査

狛犬の劣化診断シート

名称	文化財周辺の平面図				
神社内の位置など，見取り図					
劣化現象	頭	身	足	尾	台座
粉状化、剥離、剥落					
亀裂					
欠損					
変色					
生物					
摩耗					
その他					
診断基準	<粉状化、剥離、剥落> <亀裂> <欠損> <変色> <生物> A=50%以上、B:20~50%、C:20%未満 <摩耗> A=模様が消えている、B:模様の有無は確認可能、C:はっきりした模様				

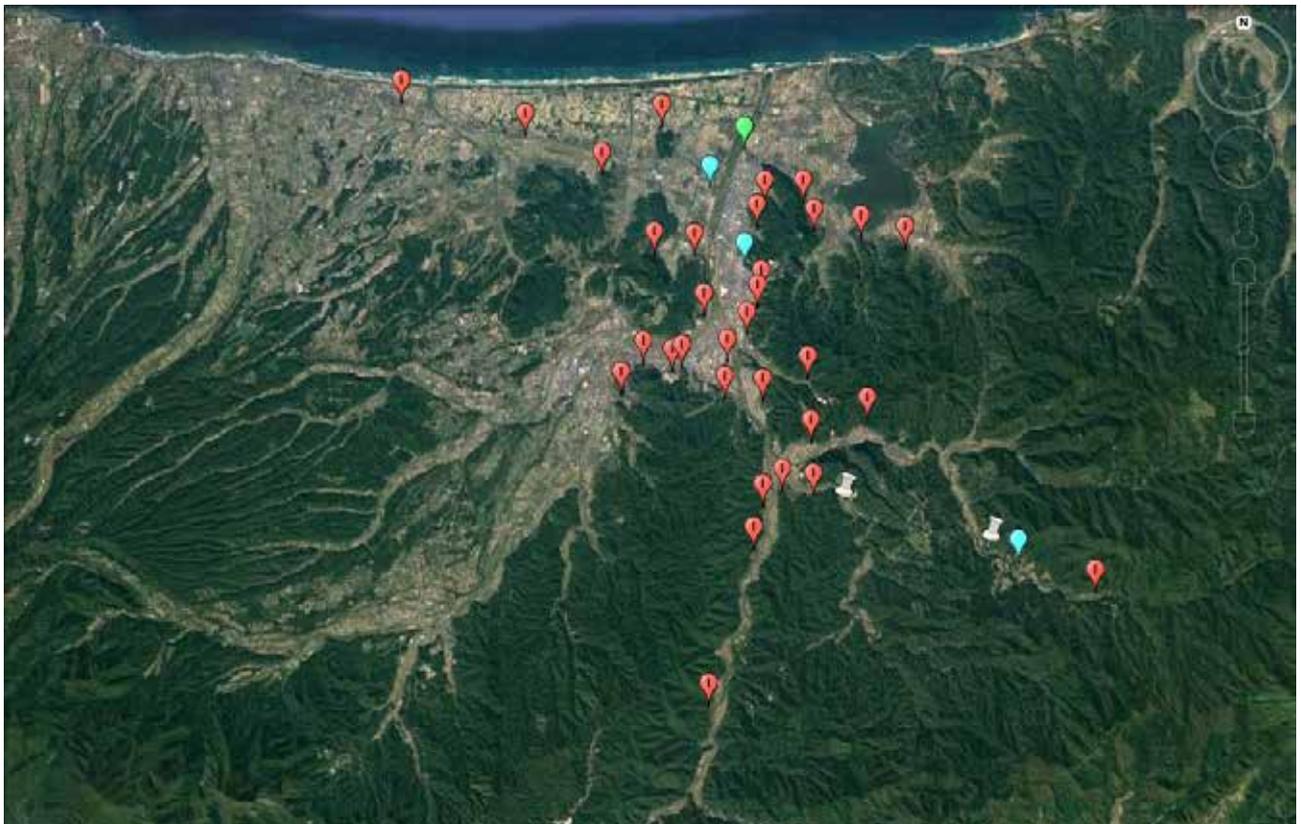
調査シート



調査シート記入の様子

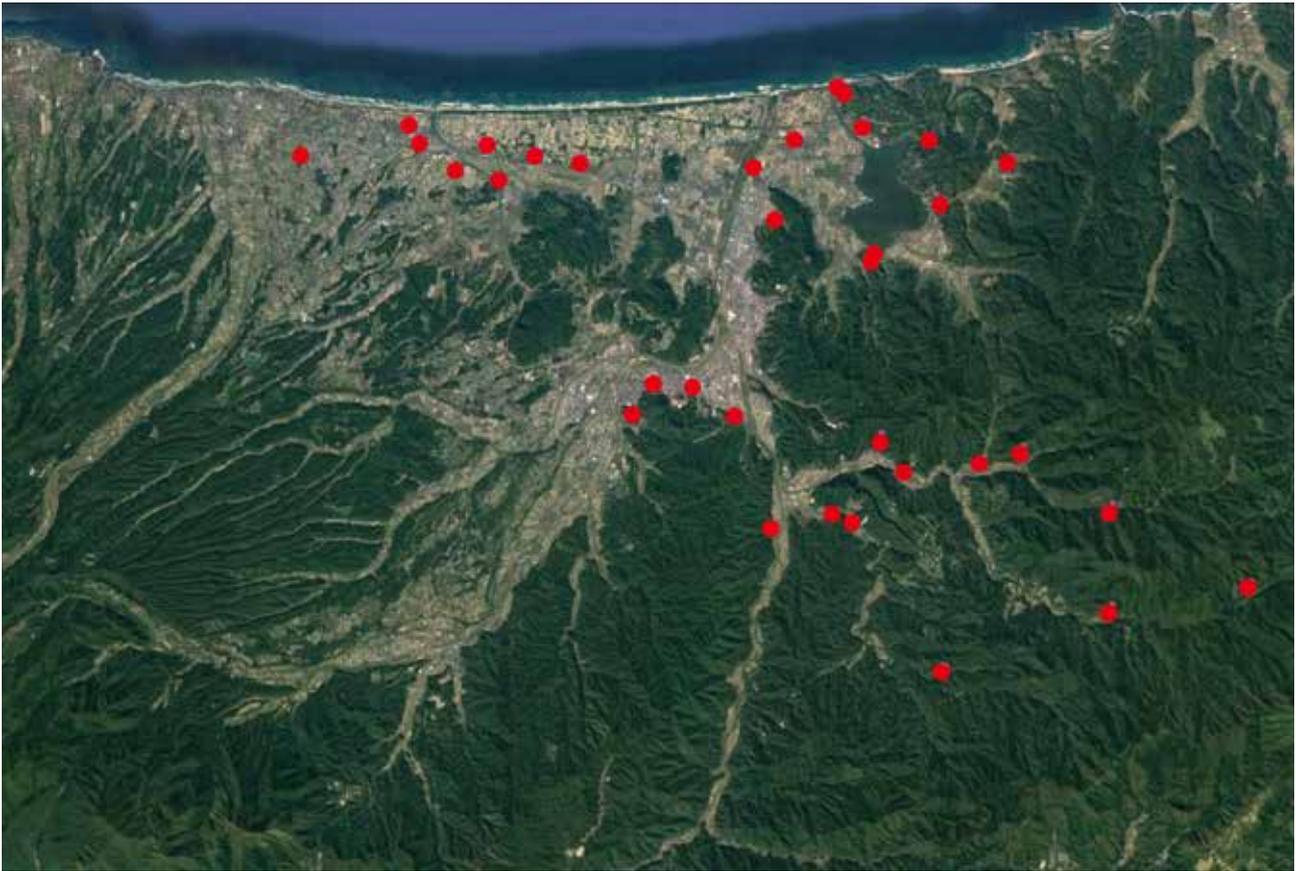
	頭	身	足	尻	台座
粉状化、剥離、剥落	a	a	a	a	a
亀裂	c	c	c	c	a
欠損	c	c	b	c	c
変色	a	a	a	a	a
生物	a	a	a	a	a
摩耗	a	a	a	a	a

調査シートの記入例

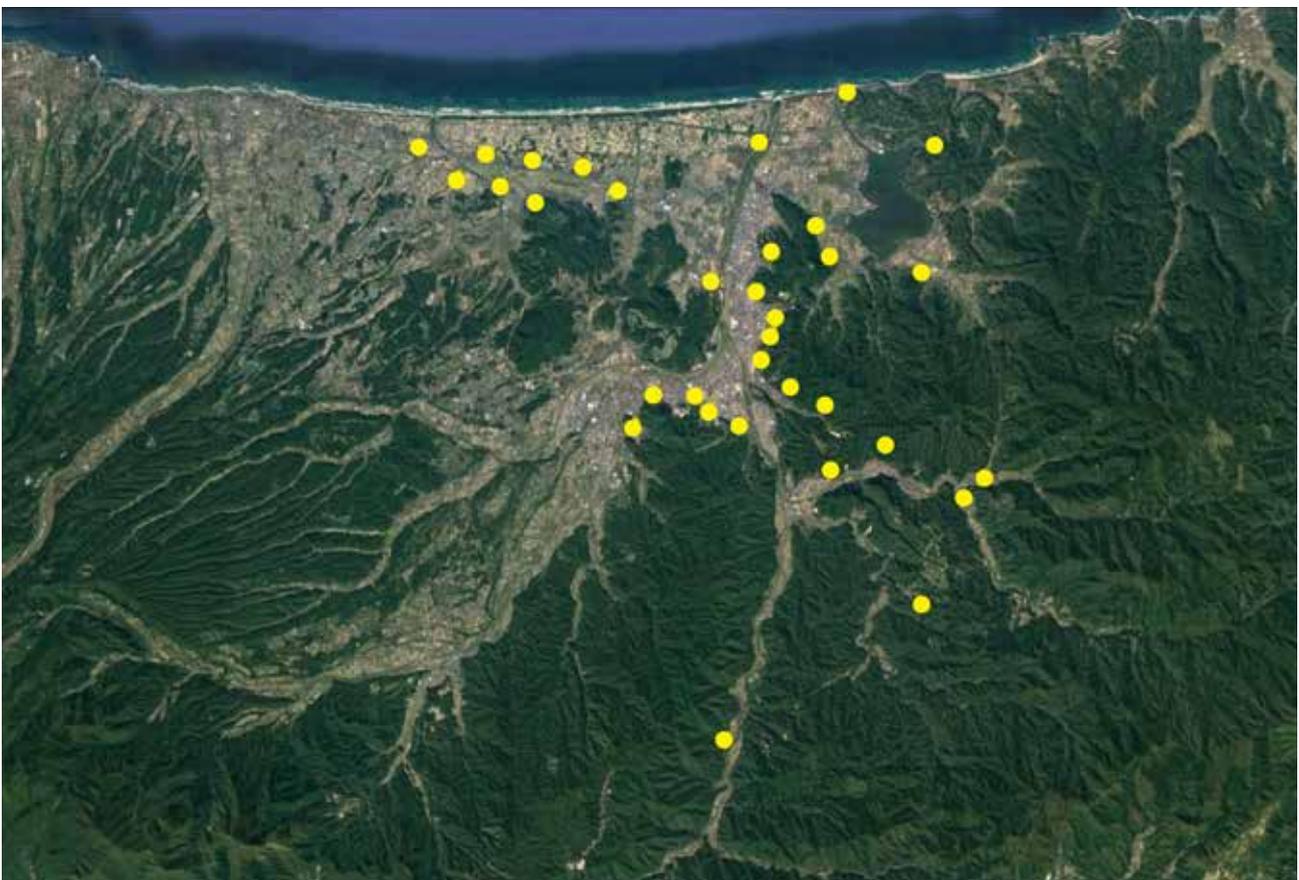


被災狛犬の分布

狛犬悉皆調査の成果

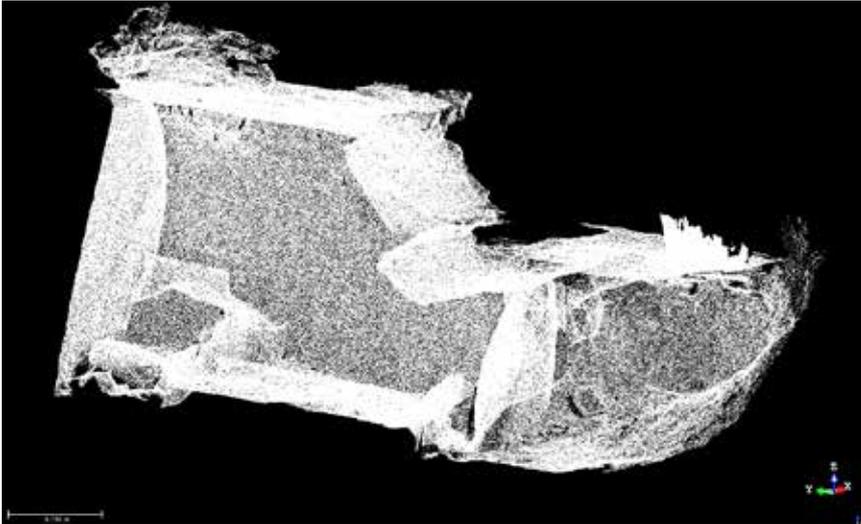


劣化度『危険』狛犬の分布

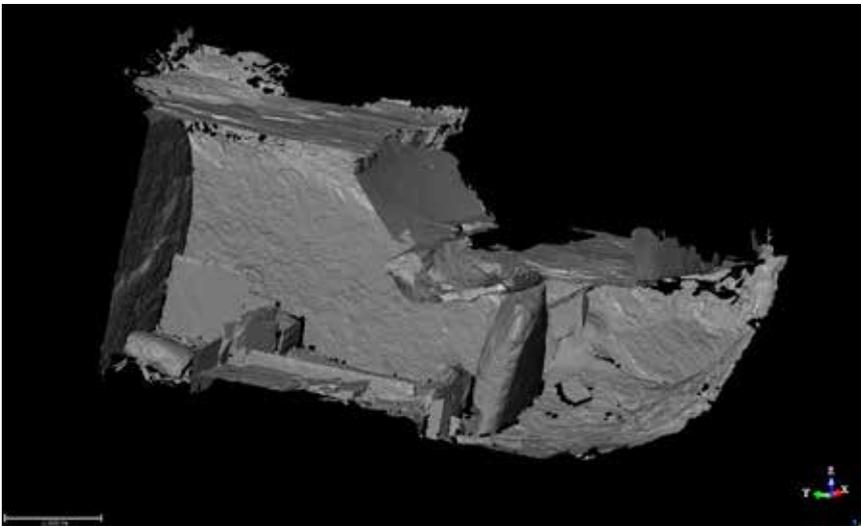


劣化度『注意』狛犬の分布

横穴式石室の調査（3次元レーザー測量：向山6号墳）



向山6号墳・点群データ

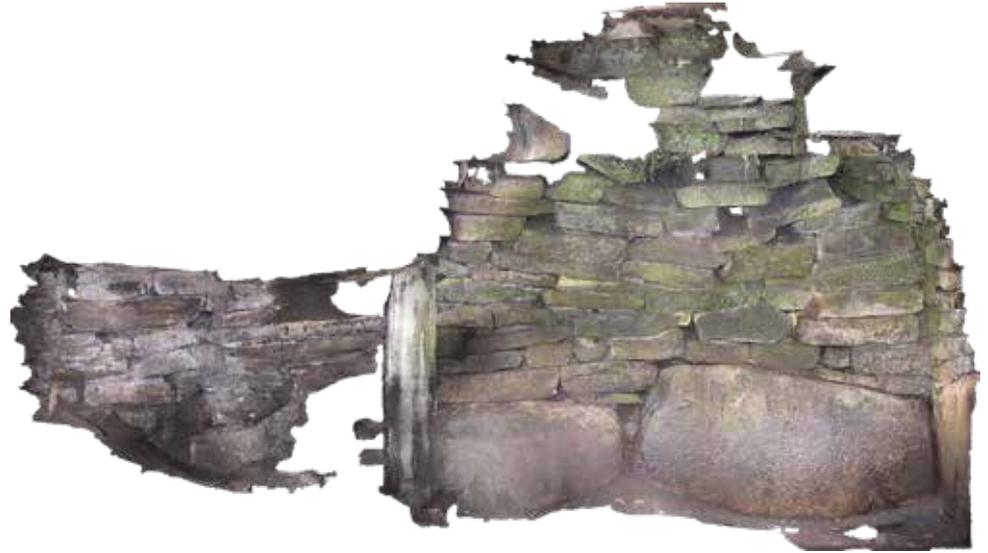


向山6号墳・ポリゴンモデル構築

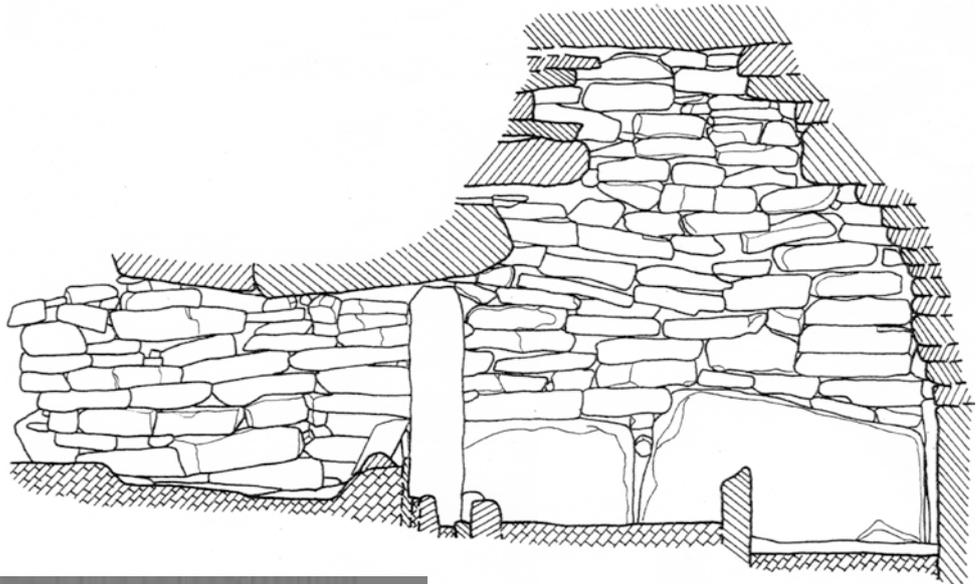


向山6号墳・テクスチャー処理3Dモデル

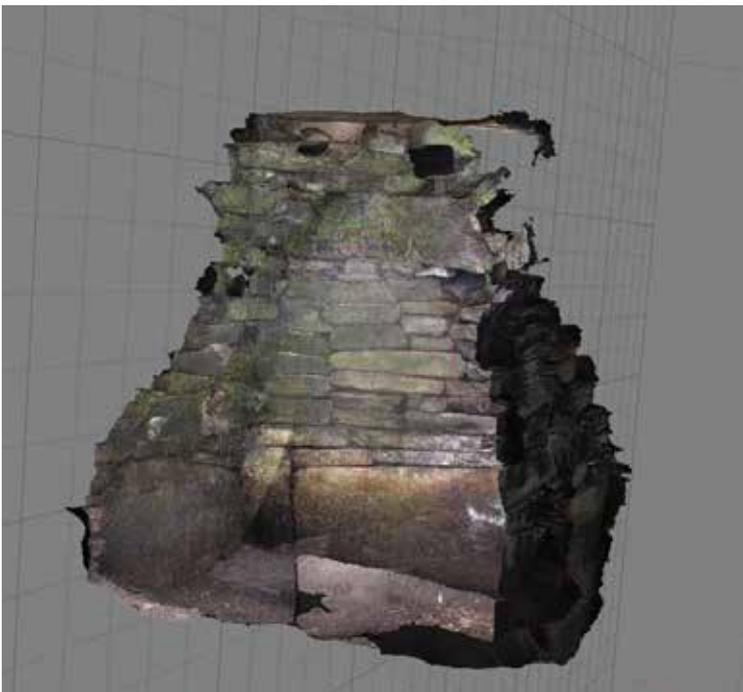
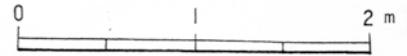
横穴式石室の調査 (SfM/MVS: 大宮古墳)



大宮古墳・右側壁のはらみ →



大宮古墳・発掘調査時の図面



← 大宮古墳・奥壁と右側壁の様子