

「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

2019 年
別 府 大 学

「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

私立大学研究ブランディング事業を終えて

文学部研究ブランディング実行委員会委員長 飯沼 賢司

平成 28 年 11 月に採択された研究ブランディング事業「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」は、今年 3 月をもって終了する。

事業は採択年度の 28 年は実質 12 月からはじまり、3 月 31 日までに基盤整備のための自治体との協議会（九州文化財保存推進連絡会議の予定）の立ち上げ、申請した研究機器（3D スキャニングレーザーシステム、3D プリンター、ハンドヘルド型蛍光 X 線装置、デジタル X 線透過装置等）の納入を完了した。事業期間は平成 28 年度～30 年度の事業で、補助金を含めて、研究設備費に 64,335,000 円、事業実施費 11,000,000 円と計 75,000,000 円以上の資金が投入された。自治体とのネットワークを作り上げ、別府大学の九州における文化財研究の拠点としての地位をさらに確固たるものにすることをめざした。

初年度 28 年度は、実質 4 か月という短い期間であり、研究設備を揃え、調査への準備を行った。また、関係教員で手分けして、文化庁の関係部署や九州管内の主な自治体や博物館（九州国立博物館、九州歴史資料館）に本事業の説明に回り、研究ネットワークづくりの前提作業を行った。

29 年度の 6 月には九州内の自治体の文化財保存力を連携して向上させるための連絡組織として九州文化財保存推進連絡会議と研究を推進する九州文化財保存学研究会を正式に発足させた。その後、研究会で公開講演、研究成果発表を行った。事業では、熊本市と連携を取りつつ、熊本地震で直接被害を受けた熊本城の再建修復事業に協力し、石垣等の 3D 測量を行い、現場で技術の公開のリカレント講座も実施した。10 月には、国立民族博物館との共同で国際フォーラム「地域文化の再発見—大学・地域文化の視点から」を本学で開催した。主たるテーマが「災害と文化遺産」、「地域文化の再発見・継承」、「大学・博物館の果たす役割」などであった。この中でも本学のブランディング事業の取組についても紹介し、国立民族博物館も連携を組むことができ、本事業を全国的な取り組みに位置付けることができた。

最終年度の 30 年度は 6 月 17 日に 22 自治体が参加し、九州文化財保存推進連絡会議と九州文化財保存学研究会を開催した。研究会では「災害と文化遺産」をテーマに岩手県立博物館の赤沼英男氏の講演「東日本大震災における被災文化財の救出と再生のあゆみ—地域連携と広域連携を通して—」があり、その後、九州各地の災害への取り組み事例が報告された。

この間、本事業期間は、実質 2 年 4 か月と短い期間であったが、九州内の自治体や研究機関、博物館等と連携し、本学で備えた最先端の機器等を有効に活用しながら、文化遺産の保存、保護への技術的研究、技術の再教育事業を展開してきた。10 月 27 日・28 日には、最も中心的に取り組んだ城郭の石垣修復・保存を中心において、事業のまとめとなる公開シンポジウムを開催した。基調講演には、長年、アンコールワットの修復に尽力さ

れ、「ラモン・マグサイサイ賞」を受賞した上智大学の石澤良昭教授の文化財保存と人材養成についての講演「アジアへ出かけて人材養成」を皮切りに、「城郭石垣の構造的特徴と整備」（宮武正登佐賀大学教授）や「近世城郭の普請と修理」（白峰 旬別府大学教授）という講演、九州内の調査・保存に関わる自治体、企業側 8 人の城郭の石垣保存・修復、災害への対処の取り組みへの報告があった。

この事業の目的は、災害の緊急時および恒常的文化財保存力の向上を図る体制基盤の確立にあった。事業を通じて、学内の体制（文学部研究ブランディング実行委員会）、学外の体制（九州文化財保存推進連絡会議、九州文化財保存学研究会）が整備され、九州における文化財保存体制の基盤は確立し、当初の目標・目的は一応達成できたものと考えられる。また、大学の研究力の面においても、この事業を推進する最先端の機器を導入し、それを使った文化財保存への有効な研究方法の確立への道筋がつけられたと考えている。

この 3 年間の事業は、大学の研究ブランド力を大いに向上させ、大学としては、文化財保存への基盤体制は、整備できたものと考え、成功した事業と評価している。しかし、あくまでも基盤整備事業であるため、補助事業の終了後も本事業を大学独自のブランディング事業として継続させ、地域に貢献できる確固たる体制を確立することが重要である。来年度以降も、大学独自予算を計上し、この事業は、大学の重要事業として継続することが確定している。

なお、これまでの研究事業の一環で開催した九州文化財保存推進連絡会議及び九州文化財保存学研究会、関連のシンポジウムにおいて講演、発表いただいた皆様には多大なご協力を賜りました。また、九州文化財保存推進連絡会議にご出席、ご賛同いただいた各自治体の文化財担当の皆様、同窓生にも本学の取組についてご理解、ご協力を賜りました。心より感謝申し上げます。

例 言

1. 本書は、文部科学省 平成 28 年度私立大学研究ブランディング事業に採択された「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」の成果報告書である。
2. 事業及び事業にかかわる調査は、各研究テーマ担当者が実施した。
 - ・ 3D スキャニングレーザー大型文化財の 3D 計測調査 玉川剛司
 - ・ 新領域研究のための調査 下村 智・玉川剛司
 - ・ ハンドヘルド蛍光 X 線分析計を用いた古墳時代の顔料分析調査 上野淳也・玉川剛司
 - ・ 文化財カルテ作成に向けた工業用 X 線透過装置を用いた文化財の資料調査 渡辺智恵美
3. 本書の執筆については、I－i、ii－1 は飯沼賢司が執筆し、ii－2～4 は玉川剛司が執筆した。その他の文章は、冒頭に記載しているとおりである。
4. 本書の編集は、玉川剛司が行った。

目 次

私立大学研究ブランディング事業を終えて

例 言

目 次

| | |
|--|-------|
| I . 本学のブランディング事業の取り組み | 1～18 |
| i . 事業の目標・目的とその背景・進め方・推進体制 | 1 |
| 1. 取組の目標・目的 | 1 |
| 2. 建学の精神や教育理念との関係 | 2 |
| 3. 本事業の取り組み | 2 |
| 4. 事業の推進体制 | 3 |
| ii . 「別府大学研究ブランディング事業」の経緯と課題 | 4～18 |
| 1. 九州文化財保存推進連絡会議、九州文化財保存学研究会の創設への取組とその運営 | 4 |
| 2. 各セミナーの報告(リカレント教育) | 12 |
| 3. 各テーマ研究の調査について | 13 |
| 4. 事業で導入した研究設備について | 16 |
| II . テーマ研究の各成果報告 | 19～66 |
| i . 大型文化財の 3D 計測及び記録保存の試み | 19 |
| ii . 新領域研究としての遺物の 3D 計測とその方法 | 27 |
| iii . 古墳時代の赤色顔料の蛍光 X 線分析とその結果 | 49 |
| iv . X 線透過装置を利用した出土金属製品の診断システムの確立 －複合的な文化財情報の構築をめざして－ | 57 |
| v . 災害に備えた文化財情報のデジタル化と共有に関する考察 | 63 |
| vi . 別府大学附属博物館に寄贈された法隆寺金堂外陣壁画模写下図の今後の活用 | 65 |
| III . 今後のブランディング事業展開 | 67～68 |
| 巻末資料 | 69 |

I . 本学のブランディング事業の取り組み

i . 事業の目標・目的とその背景・進め方・推進体制

1. 取組の目標・目的

本事業の目標・目的の概要は以下のとおりである。

熊本・大分地震を契機に、文化財の修復、再建のための保存対策研究、および地域の連携の確立が急務となっている。一方、本学は文学部の史学・文化財学科を中心に文化財関係の専門人材を数多く輩出してきた。本事業では、これらを背景に、九州地方を中心に、自治体等と連携しつつ、文化遺産の保存、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。

本学の文学部は、史学・文化財学科を中心に国際言語・文化学科等の他学科を含め、歴史学、考古学、文化財科学、文化財修復学、美術史学、民俗学、環境歴史学等の文化財関係の分野を有している。また、大学院文学研究科には、文化財分野を総合化した文化財学専攻があり、さらに日本史・世界史分野を有す歴史学専攻が置かれている。その上、文化財研究所、博物館等の附属機関を有し、地域との関係も長期にわたって地道に積み重ねており、毎年多くの地方公共団体等と連携して調査研究活動を実施し、地域の歴史遺産や文化財の保存や活用などの業務にかかわり、後進の育成にも努め、日本有数の教育研究拠点としての位置を占めてきた。

すでに、本学では史学・文化財学科を中心に、蛍光 X 線分析装置、走査型電子顕微鏡、X 線透過装置、質量分析計などの高度な分析機器を有し、総合的な視点から分析研究を進めてきたが、機器の高度化、研究の進展、地域課題解決への対応のため、研究の新展開が急務となっている。今日、多くの学問分野でのデジタル技術の導入が加速され、考古学(埋蔵文化財)や環境歴史学においても同様の状況がうかがえる。本学の史学・文化財学科では、このような状況を予測し、いち早く、2001 年度よりデジタル技術を駆使した古墳の調査方法の試案と確立を目指し、成果を重ねてきた。一方、文化財科学分野では、出土遺物の分析、保存処理までを一貫して実施できる施設や機器を有し、これまで大分県内のみならず九州各県より多くの遺物の分析や保存処理を実施してきた。別府大学はこの面で実績がある九州唯一の教育・研究機関で、他にはないユニークな教育・研究活動を行ってきた。特に文化財保存という面では、昨今地震や洪水等の災害による文化財被害に対し、どのように対処すべきかという問題が重要課題となっている。九州管内でも城郭の石垣や古墳の一部や遺物などに被害が及んでいることから、自治体等からの要望がより高度化している。これらの要望に対し、文化財を記録するために、先端的なデジタル技術による高度なシステムの導入や保存処理の方法を研究する必要が生じてきた。

そこで、本事業の目的として、高度測量システム、分析調査システムを導入し、研究の高度化を図るとともに、本学の幅広い文化財研究の人的資源を活用し、地域の自治体、研究機関と連携し、①地域連携の共同研究・受託研究をさらに推進すること、②九州の自治体や地域の文化財の調査能力の向上を図るため、インターンシップやリカレント教育の九州における拠点形成を推進すること、③文化財研究の拠点大学として高度の技術や知識を備えた人材育成を図ること、以上 3 つの柱を本事業の目的とする。

2. 建学の精神や教育理念との関係

学校法人別府本学は、学校法人別府大学寄付行為3条において、その目的を「教育基本法及び学校教育法に従い、建学の精神「真理はわれらを自由にする」を基に、人間教育を中心とした教育を行い、地域社会並びに国際社会発展に貢献できる有為な人材を育成することを目的とする」と明記している。また、平成24年度からの5カ年計画では、本学の使命について次のように述べている「(1)【教育】別府大学の使命は、真理を探求し自由を愛する姿勢を持ち、高い専門能力と深い教養を身につけ、豊かな人間愛・地域愛を備え、進んで社会に貢献しようとする人間を育て社会に送り出すこと。(2)【研究】別府大学の使命は、研究や思索を活発に行い、教育に活かすとともに、科学や文化の発展に寄与すること。(3)【地域貢献】別府大学の使命は、地域に立脚した特色ある教育・研究を展開し、その結果をもって地域に貢献すること。これらの教育理念に基づいて、「研究」「教育」「地域貢献」に特化した目標や目的を掲げている。

別府大学では、これまで地域に根差した研究を実施し、文化財を介した地域貢献を実施してきた。平成26年度以前までは、質量分析計を中心とした調査研究を大学のブランドとして活用してきた。しかし、この研究に代わる新しい研究の確立による別府大学のブランド化を模索していたところ、以前から実施してきたデジタル測量的方法の確立し、大分県内の多くの古墳の測量調査を実施してきた実績があることに着目した。そこで、これまでのノウハウを活かし、文化財の3D計測(文化財の記録・保存)の研究事業化を平成26年度以降協議してきた。

この事業は、調査時点での文化財の記録化とその方法の確立、研究活用面での試みなどを目的として進め、文化財が何かしらの影響で崩壊した際にそのデータを基に復元できるような記録化を実施し、それが地域の文化財の保護につながり、地域に貢献していくことを目的としている。

3. 本事業の取り組み

本学は、九州で最も多くの文化財専門職員や学芸員を輩出してきた高等教育機関である。その実績は50年以上の歴史を持ち、徹底した現場主義による教育・研究活動を実施してきた。また、考古学や環境歴史学、民俗学のみならず、文化財科学の分野を有する大学としては、九州では唯一の大学である。

本学の特色を活かし、本事業では、現在、各地方公共団体が直面している地震などの災害を起因とする文化財をとりまく記録、保存等の問題や、既に出土した遺物の調査や活用の用途について、導入した先端機器システムを活用し、地域との合同で、それを解決する研究方法、研究体制の構築を目指す。一方、この研究をもとに教育面での人材育成や専門職員を対象としたインターンシッププログラムを実施し、研究と教育をより強固に一体化したプログラムの構築を目指す。このことが、地域の歴史を現在の最高水準の技術で記録・保存し、活用の用途を模索することになり、「文化財」研究と「人材」教育の両面から、地域に貢献できる九州唯一の拠点大学づくり、文化遺産保護研究の拠点化を進めることができる。

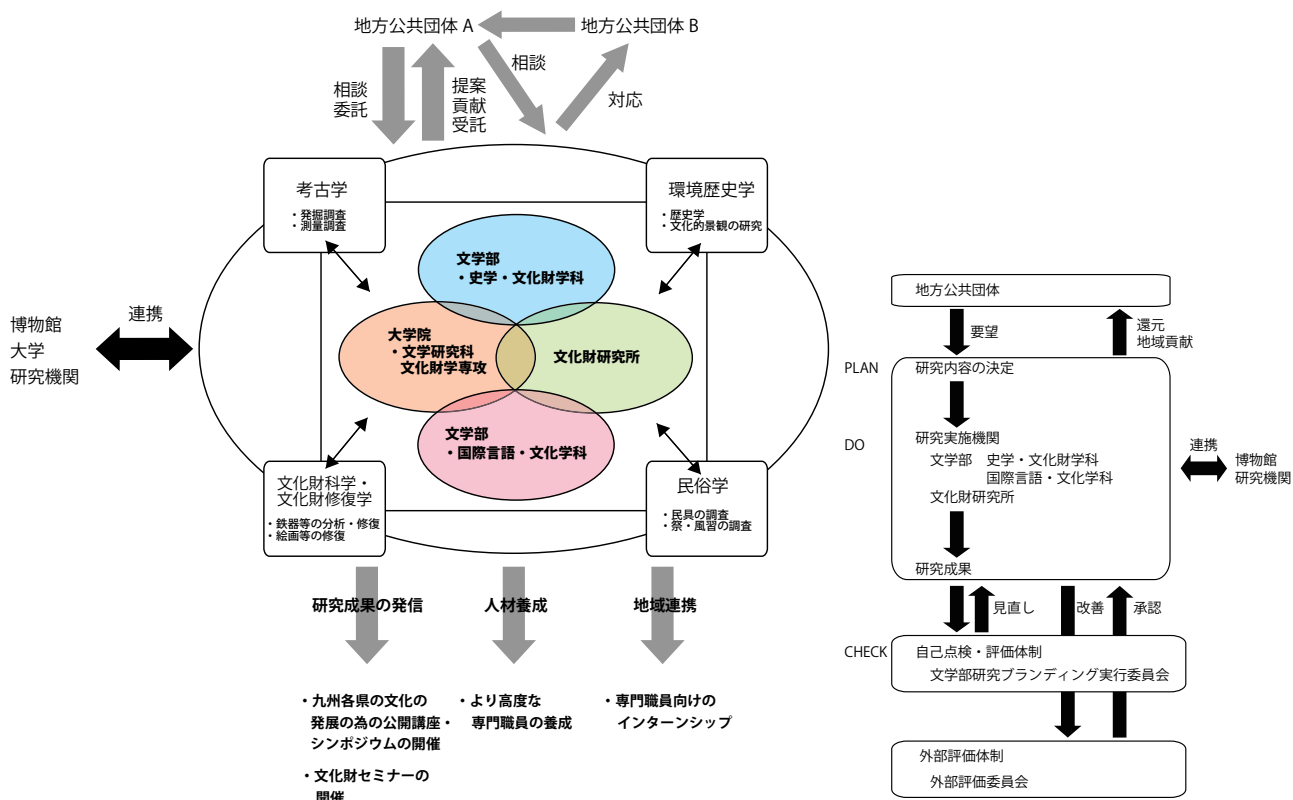
このような喫緊の災害を意識した文化遺産保護に対する研究の取り組みは、九州においては本学しか取り組めない課題であり、大いに地域に貢献できる独自の研究である。研究

の社会的意義については、各自治体との地道な取り組みとなるが、得られた成果は、本学のホームページや連携した自治体のホームページ、広報誌を使い成果を定期的に公表する。年度末には、史学・文化財学科、文化財研究所を中心に研究成果を公表するシンポジウムを開催し、3年目には、成果を教育プログラム化し、九州内の文化財担当者を対象としたセミナーを開催する。また、本学では、別府大学のブランディング化を進める「九州学」事業とも連携しながら、その講義「九州学」にも成果を反映するようにする。単なる研究ではなく、ここで形成される文化遺産保存ネットワーク形成、地域との連携の成果が文化財の雄としての地位をさらに確実にし、このブランディング化の展開が大学の募集戦略にも貢献できるようにする。

4. 事業の推進体制

本ブランディング事業における研究の実施については、文学部史学・文化財学科、国際言語・文化学科、文化財研究所が実施する。その研究で得られた成果等については、文学部長を実行委員長とする文学部研究ブランディング実行委員会により、各年度の半期ごとに成果の測定や自己点検・評価を実施し、必要に応じて改善する。この実行委員会で評価を受け、改善された成果は、年度末ごとに学長を議長とした学外の有識者で構成される委員会にかけ、地域の要望と研究成果がブレていないかをチェックする体制を構築している。

なお、各ブランディング事業の研究については、地方公共団体からの要望を基に実施するため、研究にあたり強力な協力体制で連携を取って行う。なお、必要に応じて大学等の研究機関に協力を要請する。



別府大学のブランディング事業イメージ図

ブランディング事業 PDCA イメージ図

別府大学文学部研究ブランディング事業実行委員会

| 役 職 | 氏名 | 学内所属等 |
|-----------------------|--------|--|
| 文学部研究ブランディング事業 実行委員長 | 飯沼 賢司 | 文学部長 文学部史学・文化財学科教授(日本古代・中世史、環境歴史学) |
| 文学部研究ブランディング事業 副実行委員長 | 下村 智 | 学長補佐(就職) 文学部史学・文化財学科教授(日本考古学) |
| 文学部研究ブランディング事業 実行委員 | 段上 達雄 | 附属博物館長 文学部史学・文化財学科教授(日本民俗学、民具学) |
| 文学部研究ブランディング事業 実行委員 | 渡辺 智恵美 | 文学部史学・文化財学科教授(保存科学、保存修復) |
| 文学部研究ブランディング事業 実行委員 | 田中 裕介 | 文化財研究所長 文学部史学・文化財学科教授(日本考古学) |
| 文学部研究ブランディング事業 実行委員 | 白峰 旬 | 文学部史学・文化財学科教授(日本近世史) |
| 文学部研究ブランディング事業 実行委員 | 上野 淳也 | 文学部史学・文化財学科准教授(歴史考古学) |
| 文学部研究ブランディング事業 実行委員 | 篠崎 悠美子 | 文学部国際言語・文化学科(日本画、模写、修復) |
| 文学部研究ブランディング事業 実行委員 | 西村 靖史 | 文学部人間関係学科(神経生理学、情報教育) |
| 文学部研究ブランディング事業 事務 | 玉川 剛司 | 大学事務局 総務・研究推進課(課長補佐) 文化財研究所研究員(日本考古学) |

別府大学文学部研究ブランディング事業外部評価委員会

| 所属・役職 | 28年度委嘱者 | 29年度委嘱者 |
|---------------|---------|---------|
| 大分県教育庁文化課長 | 佐藤 晃洋 氏 | 阿部 辰也 氏 |
| 大分県立歴史博物館長 | 小柳 和宏 氏 | 小柳 和宏 氏 |
| 別府市企画部長 | 俣田 浩治 氏 | 本田 明彦 氏 |
| 中津市教育委員会文化財室長 | 高崎 章子 氏 | 高崎 章子 氏 |

ii. 「別府大学研究ブランディング事業」の経緯と課題

平成28年11月に採択された研究ブランディング事業「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」は、今年3月をもって終了する。ここでは、この3年間に行われた事業について1.九州文化財保存推進連絡会議、九州文化財保存学研究会の創設への取り組みとその運営、2.各セミナーの報告(リカレント教育)、3.各テーマ研究の調査について(調査一覧)の3つに分けて記載する。

1.九州文化財保存推進連絡会議、九州文化財保存学研究会の創設への取組とその運営

(1)28年度事業の経緯

11月22日に文部科学省高等教育局私学部私学助成課より事業採択の連絡があった。私立大学ブランディング事業の開始の年で、本学が申請したAタイプは、129件の申請中、選定校数は17件で、九州では3件が採択された。同日、「私立大学研究ブランディング事業に係る情報公開について」という通知が出され、(1)事業計画の公表(期限平成28年11月28日17:00)、(2)各大学の本事業のホームページ作成(期限29年1月13日(メール報告))、(3)各年度の進捗管理(進捗状況報告を年度の5月末までに)等が求められた。

本学では、上記のことに対応することや交付申請を行うために、12月1日に事業関係者を招集し、研究ブランディング事業会議を開催し、事業の採択、今後のスケジュール、

機器購入のタイミングについて、事業実施に必要な経費についての報告があった。さらに、事業概要に沿った今後の活動、文化財保存連絡協議会（仮称）の構成等について検討された。

12月21日の文学部教授会において、「別府大学文学部研究ブランディング実行委員会」の設置が承認され、翌年1月30日には第1回目の委員会を開催した。

採択年度の28年度の事業は、11月に採択されたが、12月に交付申請となったため、事業の予算が実質的に動き始めたのは1月からであった。実質4ヶ月という短い期間であり、研究設備を揃え、調査への準備を行うと同時に、まず、1月後半に関係教員で手分けして、文化庁の関係部署、東京文化財研究所や九州管内の主な自治体（福岡県文化財保護課、熊本県文化課、大分県文化課、佐賀県教育委員会、長崎県教育庁学芸文化課、宮崎県教育委員会文化財課、福岡県、熊本県、大分県、佐賀県、長崎県、宮崎県、鹿児島県などの本学出身の文化財担当者がある自治体の文化財関係機関）や博物館（九州国立博物館、九州歴史資料館）に本事業の説明に回り、研究ネットワークづくりの準備作業を行った。

それを受けて、九州管内の自治体や博物館に呼びかけ、2月4日、本学メディアホールにおいて、第1回九州文化財保存連絡会（九州文化財保存学研究会）を開催した（参加者71名、55団体）。まず、事業の説明を行い、1月の各関係機関への趣旨説明、協力依頼の内容やそれに対する反応を紹介し、参加自治体から意見を伺った。次に、本組織の趣旨説明を行った。本組織は、九州の文化財保存、文化財保護の力を大きく向上させることを目指すもので、以下の目的を掲げることを確認した。

- ①九州各地の自治体や研究機関等と文化財・文化遺産保護研究に関する共同研究を行う。
- ②本学の教員や他の研究機関の方々と協力・連携し、最先端の機器等を駆使し、研修や再教育の機会を提供する。
- ③災害等に対処する文化財情報の調査のあり方、管理のあり方などの研究を行う。
- ④九州の文化財・文化遺産情報の情報交流を進め、さらに共有化を図る。

なお、研究会の名称は、当初「九州文化財保存連絡協議会」としていたが、協議会は強制力のある組織名称と感じられるとの意見が多くあり、今後は「九州文化財保存推進連絡会議」という名称を使用する提案をした。協議会的組織と研究会（「九州文化財保存学研究会」）の併存も考慮することにした。

その後、以下のような事例報告を行った。

- ①「熊本地震にともなう被害状況について」三重野 誠（大分県教育庁文化課）
- ②「平成28年（2016）熊本地震 福岡県柳川市における指定文化財の被害」橋本清美（柳川市教育委員会）
- ③「熊本城地震被害と復旧への取り組み」嘉村哲也（熊本市熊本城調査研究センター）

最後に、今後の活動計画として、会則の作成、連絡用のメーリングリストの作成、共同研究の予定などの説明を行い終了した。

申請した研究機器（3Dスキャニングレーザーシステム、3Dプリンター、ハンドヘルド型蛍光X線装置、デジタルX線透過装置等）については、12月から購入の準備を始め、3月末日までに納入を完了した。機器は、3月の段階で試運用を行い、次年度の本格的な事業始動に備えた。事業期間は平成28年度～30年度の事業で、補助金を含めて研究設備費に64,335,000円、事業実施費11,000,000円と計75,000,000円以上の資金が投入された。



H28「九州文化財保存連絡協議会」の様子
(後の「九州文化財保存推進連絡会議」)

自治体とのネットワークを作り上げ、別府大学の九州における文化財研究の拠点としての地位をさらに確固たるものにすることを目指した。

3月31日には、第2回文学部研究ブランディング実行委員会を開催し、28年度の事業の自己評価を行い、来年度の事業計画について検討した。

(2)29年度事業の経緯

4月21日に別府大学文学部研究ブランディング事業外部評価委員会を開催した。委員は、佐藤晃洋大分県教育委員会文化課長、小柳和宏大分県立歴史博物館長、悴田浩治別府市企画課長、高崎章子中津市文化財室長である。平成28年度の事業報告を行い、その評価を受け、本年度事業の計画にも意見をいただいた。

5月8日には、第3回文学部ブランディング実行委員会を開催した。4月の外部評価委員会の結果(28年度は申し分ない)を報告し、「九州文化財保存連絡会議」および「九州文化財保存学研究会」に関する検討事項(①規則案②名称③組織④役員)を議論し、今年度の調査研究計画を検討した。

5月30日には、第4回文学部研究ブランディング実行委員会を開催し、第2回九州文化財保存推進連絡会議及び、九州文化財保存学研究会開催等について、地方公共団体からの要望(アンケート)を反映した規則案や会議名称、組織、役員について最終協議を行った。

6月4日には、九州文化財保存連絡会議と九州文化財保存会議を本学で開催した。九州内の自治体と連携して文化財の保存力を向上させるための連絡組織として「九州文化財保存推進連絡会議」と、研究を推進する「九州文化財保存学研究会」とを正式に発足させた。会則の承認と会長・副会長の選任を行い、連絡会議の会長に飯沼賢司(本学文学部長・教授)、副会長に下村智(本学教授)、三重野 誠(大分県文化課参事)が選任された。また、研究会の会長には同じく飯沼賢司、副会長には下村智が選任された。その後、研究会で公開講演、研究成果発表を行った。講演は、独立行政法人国立文化財機構文化財防災ネットワーク推進室長の岡田健氏の「防災から考える文化遺産保護研究—その課題と可能性—」である。また以下の事例発表を行った。

- ①「3Dスキャニングレーザーを用いた調査と研究」玉川剛司(文化財研究所研究員)
- ②「3Dプリンターを用いた研究とその活用」下村 智(本学教授)
- ③「ハンドヘルド蛍光X線分析計を用いた分析の調査一例」上野淳也(本学准教授)
- ④「情報の共有とその活用について」渡辺智恵美(本学教授)

本研究会は新聞の取材があり、朝日新聞は「文化財保存へ連携 別府大 災害に備え39自治体と」という見出しで6月5日に記事が掲載された。

7月5・6日には、九州北部豪雨で福岡県朝倉地区、大分県日田地区で大きな被害が発

生した。7月14日に文化財の災害対策の一環として大分県の要請を受け、学生とともに国指定史跡廣瀬家の別邸（日田市）の床下及び周辺の土砂除去作業を行った。また、7月25日には、重要文化的景観小鹿田焼の里の唐臼水路の土砂除去を行った。

10月21・22日に国立民族博物館との共同で国際フォーラム「地域文化の再発見—大学・地域文化の視点から」を本学で開催した。国立民族博物館は以前から、本学の地域との連携、文化遺産の保存活動に注目しており、28年度から国立民族博物館と本学は連携を模索し、29年2月に研究会を本学で開催していた。折しも研究ブランディング事業の採択を受け、それを基礎に本学との共催事業としてフォーラムを開催する運びとなった。主たるテーマは「災害と文化遺産」、「地域文化の再発見・継承」、「大学・博物館の果たす役割」などで、九州の文化財・文化遺産保護の大学拠点をめざす本学にふさわしいものとなった。



H29「九州文化財保存推進連絡会議」導入設備紹介の様子（午前中）



H29「九州文化財保存推進連絡会議」様子（午後）

国際フォーラム
 地域文化の再発見
 大学・博物館の視点から

開催日
 2017年10月21日・22日
 会場
 別府大学メディア教育・研究センター4階
 メディアホール（大分県別府市北石782）

<プログラム>
 10月21日（土）10:00～11:15
 主催者挨拶 佐伯 隆司（別府大学）
 司会者挨拶 飯沼賢司（別府大学）
 開会式挨拶 佐藤 誠司（別府大学）
 開会式挨拶 飯沼 賢司
 開会式挨拶 佐藤 誠司
 開会式挨拶 佐藤 誠司

10月22日（日）10:00～16:30
 第1部「南無阿彌陀仏に専念する地域文化」
 第2部「南無阿彌陀仏に専念する地域文化」
 第3部「南無阿彌陀仏に専念する地域文化」
 第4部「南無阿彌陀仏に専念する地域文化」
 第5部「南無阿彌陀仏に専念する地域文化」
 第6部「南無阿彌陀仏に専念する地域文化」

※入場無料

お問い合わせ先
 別府大学文化財研究所
 〒874-0915 別府市桜ヶ丘 5-2
 TEL：0977-27-6116 FAX：0977-27-6117
 【共催】別府大学文学部史学・文化財学科
 別府大学アジア歴史文化研究センター
 【後援】大分県考古学会、大分県地方史研究会

五冊て学ぶ
 九州学
 第21回別府大学文化財セミナー
 災害史研究の最新動向
 —気候変動と火山噴火—

9:30- 受付開始
 10:10-11:10 「樹木の年輪から考える日本列島の気候災害史」
 中塚 武（総合地球環境学研究所）
 11:10-12:10 「別府湾堆積物に記録された完新世火山活動史」
 竹村憲二（京大地球惑星学研究所）

（休憩）
 13:10-14:10 「気候変動復元と日本中世史」
 田村憲美（別府大学）
 14:10-15:10 「群馬県渋川市榛名山麓金井遺跡群と災害考古学」
 小島敦子（群馬県埋蔵文化財調査事業団）

（休憩）
 15:30-16:30 シンポジウム「災害史研究の最新動向」
 コーディネーター 飯沼賢司（別府大学）

入場無料

2017年11月12日（日）
 10:00～16:30（受付9:30～）
 別府大学37号館メディアホール
 （メディア教育研究センター4F）
 〒874-8501 大分県別府市北石782（別府大学駅から徒歩15分）
 駐車場あり
 【主催・問い合わせ先】別府大学文化財研究所
 〒874-0915 別府市桜ヶ丘 5-2
 TEL：0977-27-6116 FAX：0977-27-6117
 【共催】別府大学文学部史学・文化財学科
 別府大学アジア歴史文化研究センター
 【後援】大分県考古学会、大分県地方史研究会

今回のブランディング事業では、先端機器の導入と自治体との連携によって、災害時の復興のための基礎調査や文化財保存へのデータ蓄積が進み始めたが、このフォーラムでも、本学の渡辺智恵美教授が「文化財保存における大学の役割」という報告で、この面からの大学の取り組みを紹介した。一方、同飯沼賢司教授が「国東半島における世界農業遺産の取り組みと大学」という基調講演を行い、同段上達雄教授が「竹田市宮城地区・城原地区における民俗調査と祭礼参加」という報告を行った。さらに、この調査と祭礼に参加した学生の報告があった。これまで別府大学の環境歴史学・民俗学部門が進めてきた国東半島の田染荘の調査、竹田市等で進めてきた伝統的景観の保存や民俗文化財の保存をこの事業との関連でどのように、今後展開させてゆくかが課題となった。本国際フォーラムでは、災害と文化財の観点から地域のアイデンティティの再生をどう考えるかをテーマにしたので、別府大学の環境歴史学と民俗学の成果も報告し、国際的比較の中で、今後の展開を考える絶好の機会となると同時に国立民族博物館としても連携を組むことができ、本事業を全国的な取り組みに位置付けることができた。

本事業の調査に実質的主体となっている別府大学文化財研究所は、11月12日(日)に別府大学文化財セミナー「災害史研究の最新動向—気候変動と火山噴火—」を開催した。本学文化財研究所では、市民公開型のセミナーを九州各地で毎年実施してきた。今年は、4年ぶりの本学開催となった。昨年4月には、別府・由布両市に大きな被害をもたらした熊本・大分地震が発生し、本学でも開学以来の被害を受け、さらに本年7月には、九州北部豪雨による朝倉・日田の水害、9月の台風18号豪雨による臼杵・津久見・佐伯の水害の発生等があった。また本学の立地する別府市は温泉地として有名であるが、それは同時に足下に火山地帯が控えていることの証でもあり、常に火山災害の恐れと背中合わせである。そこで、今回のテーマは「災害史研究の最新動向—気候変動と火山噴火—」とし、古気候学と火山学の最新の研究動向を各分野の専門家にうかがい、それに伴う災害などの日本に及ぼした影響と対応の歴史について、また歴史学と考古学研究における具体的な影響を、中世史の荘園研究の分野と群馬県の高崎市の遺跡調査の分野からの報告していただいた。なお、本セミナーは、私立大学研究ブランディング事業の一環としても開催し、その取組や活動についても併せて報告した。

11月25日、日本考古学協会埋蔵文化財保護対策委員会 第3回九州・沖縄連絡会(兼:第4回九州・沖縄協会埋文委員、九州考古学会埋文委員合同情報交換会)において、下村智本学教授が「熊本地震で多くの遺跡が破壊した。復旧しようにも図面がない実態がある。たとえば震災とその後の豪雨で宇城市の石橋などが流され、図面がなかったため復旧できず、指定解除にならざるを得ない。別府大学では補助金をもらい、事前データを残している」という取り組みを行っている。具体的には城などの石垣、古墳の石室、脆弱な遺物の3種についてそれぞれに応じたレーザースキャナの運用を開始しデータ取得を実験的に行っている。県内の自治体とも連携して未図化資料のデータ化を検討していく。壊れれば復旧ということになるが、その前段階の資料をどう残していくか、いかに保存力を高めるかが課題になるだろう。」という発言をした。

11月30日には、大分市で行われた全国博物館大会の第3分科会「文化財の防災及び災害復旧対策」で本学の飯沼賢司教授が「別府大学の文化財保存研究への取り組み」というテーマで報告を行い、本学の研究ブランディング事業の取り組みを紹介した。

12月20日、第5回文学部研究ブランディング実行委員会の会議が開催される。これまでの事業の経過及び、今後の事業の進め方について以下のような協議をした。①九州文化財保存推進連絡会議・九州文化財保存学研究会について、②リカレント教育について、③各研究分野でのこれまでの進捗状況・今後の計画について。

3月12日 第6回文学部研究ブランディング実行委員会会議、平成29年度別府大学文学部研究ブランディング自己点検評価委員会を開催した。

平成29年度の活動について自己点検を実施した。

(H29年度活動の自己評価)

1. 当初予定していた目標及び計画は、十分に達成できた。
2. 地域連携としての各縣市町村との文化遺産ネットワークの構築について、承認された会を今後継続するためにもさらに各県及び市町村と連携し、会の運営をしていく必要がある。
3. 当初の事業計画で調査対象として挙げていた文化財については、災害復旧事業と重なることから一部変更したが、調査研究内容的には目標を達成できた。

次に平成30年度事業の計画について、①学内の設備を利用した文化財の修復・3D計測等のセミナー、②第3回九州文化財保存推進連絡会議等の開催の時期や内容を協議・検討した。

なお、調査事業では、熊本市と連携を取りつつ、熊本地震で直接被害を受けた熊本城の再建修復事業に協力し、石垣等の3D測量を行い、現場で技術の公開のリカレント講座をも実施した。これについては、別の項目で詳しく記載する。

(3)30年度事業経緯

4月16日には、第2回別府大学文学部研究ブランディング事業外部評価委員会を開催し、29年度事業の評価を受ける。

(H29年度の外部評価)

本事業は、これまで別府大学が実施してきた文化財の教育・研究活動を基に生かされたもので、自己評価の内容で申し分ないと判断できるとの評価を受けた。なお、委員からの意見として以下の2点があった。

- ① 30年度の計画では、数値目標を設定した方が良い。



H30「九州文化財保存推進連絡会議」の様子



H30「九州文化財保存学研究会」の様子

②連携の見える化を進めるためにも、連携先へのホームページ掲載依頼を進める方が良い。

4月21日には、学内の設備を利用した文化財の自然科学的調査・3D計測等のセミナーを開催する。

4月27日に第7回文学部研究ブランディング実行委員会を開催する。第2回別府大学文学部研究ブランディング事業外部評価委員会の評価報告、第3回九州文化財保存推進連絡会議、九州文化財保存学研究会の会議及び研究会の内容、開催日時と場所、平成30年度の活動、計画と課題について検討した。

6月13日、第8回文学部研究ブランディング実行委員会会議を開催する。第3回九州文化財保存連絡推進会議の審議事項についての協議、第3回九州文化財保存学研究会「災害と文化遺産」についての協議、秋に計画している別府大学文学部研究ブランディング事業シンポジウム(第22回別府大学文化財セミナー)「災害に対処するための近世城郭の記録化ー3Dと災害の考古学ー」の開催日時と内容について協議を行う。

6月17日に別府大学において22自治体が参加し、九州文化財保存推進連絡会議と九州文化財保存学研究会を開催した。連絡会議では、平成29年度の活動報告、今後の九州文化財保存推進連絡会議の運営方法や活用方法等について協議した。研究会では「災害と文化遺産」をテーマに、岩手県立博物館の赤沼英男氏の講演「東日本大震災における被災文化財の救出と再生のあゆみー地域連携と広域連携を通してー」があり、その後、

- ①「災害時における福岡県の対応」赤司善彦氏(大野城心のふるさと館館長)
- ②「阿蘇神社の災害復旧をいかに考えるべきかー阿蘇神社災害復旧事業の性質ー」池浦秀隆氏(阿蘇神社権禰宜)
- ③「震災と水害における大分県の対応」手嶋義文氏(大分県教育庁文化課)

など九州各地の災害への取り組み事例が報告された。

10月17日、別府大学文学部研究ブランディング事業シンポジウムの準備のため第9回文学部研究ブランディング実行委員会会議を開催した。

10月27日・28日には、学校法人別府大学創立110周年記念事業として、私立大学研究ブランディング事業シンポジウム「災害に対処するための近世城郭の記録化ー3Dと災害の考古学ー」を開催し、200名を越える参加者があった。本事業で最も中心的に取り組んだ城郭の石垣修復・保存を軸にした、事業のまとめとなる公開セミナーである。初日の基調講演は、長年アンコールワットの修復に尽力され、「ラモン・マグサイサイ賞」を受賞された上智大学の石澤良昭教授をお招きし、文化財保存と人材養成について、「アジアへ出かけて人材養成」と題した記念講演をお願いした。これを皮切りに、「城郭石垣の構造的特徴と整備」(宮武正登佐賀大学教授)や「近世城郭の普請と修理」(白峰 旬別府大学教授)という講演が行われた。

2日目は、九州内の調査・保存に関わる自治体や企業をあわせた8人に城郭の石垣保存・修復、災害への対処の取り組みを以下のとおり発表してもらい、その後シンポジウムを実施した。

事例発表1:「文化財の3D計測の方法と理論」 田原隼人氏(榑明大工業)

事例発表2:「熊本城の3D測量調査の研究成果」 玉川剛司(別府大学文化財研究所)

事例発表3:「熊本城の災害復旧と課題」 嘉村哲也氏(熊本市熊本城調査研究センター)

事例発表4:「石垣の記録とその方法」 田中健一郎氏(榑とっぺん)

事例発表 5:「島原城の石垣調査」 宇土靖之氏 (島原市教育委員会)

事例発表 6:「佐伯城石垣の現状と調査」 福田 聡氏 (佐伯市教育委員会)

事例発表 7:「永山城の被災状況と復旧事業の課題」 若杉竜太氏 (日田市教育委員会)

事例発表 8:「岡城の石垣の被災状況と石垣調査」 佐伯 治氏 (竹田市教育委員会)



シンポジウム会場内の様子



石澤良昭教授 (上智大学) の基調講演の様子

文化財の修復と文化財科学の世界

期 間: 2019.1.26(土) - 2019.2.15(金)

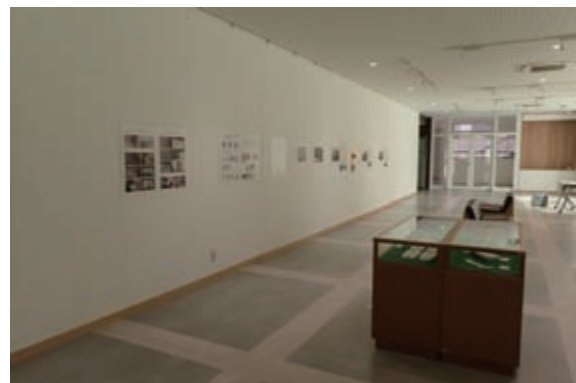
場 所: 別府大学 18号館 2F ギャラリー

別府大学文学部・文化財学科には、考古学とともに文化財の保存修復や自然科学的な手法を応用した調査(損傷状態や構造、材質の調査など)を学べる文化財科学コースがあります。今回は、その一環を写真や実物資料で紹介するとともに、福岡市元岡G古墳群6号墳出土『庚寅銘金象嵌大刀』の複製品および復元模造品*、福岡市上月隈遺跡出土銅剣の製作技法や材質を忠実に再現した復元模造品を展示いたします

*『庚寅銘金象嵌大刀』複製品の製作技法と活用については、1月26日(土)の講演会にて、講演があります



写真左下: クリーニング 右上: 撮影 (広島県文化財研究所提供) 左下: X線分析装置 右下: 3次元計測



展示会場の様子



講演会 会場内の様子

シンポジウム「近世城郭の記録—3D と災害の考古学—」

コーディネーター／飯沼賢司、田中裕介、 パネラー／各発表者

1月26日～2月15日 学校法人別府大学創立110周年記念・別府大学文学部研究ブランディング事業として「文化財の修復と文化財科学の世界」展示・講演会を開催した。

展示会では、研究の一環を写真や実物資料で紹介するとともに、福岡市元岡G古墳群6号墳出土『庚寅銘金象嵌大刀』の複製品および復元模造品、福岡市上月隈遺跡出土銅剣の製作技法や材質を忠実に再現した復元模造品の展示を行った。また、この企画展に合わせ、1月26日に文化財保存科学分野の最新の動向について、東北芸術工科大学教授の沢田正昭氏の講演を実施した。

3月末にブランディング事業最終年度の自己点検を実施する予定である。

本事業期間は、実質2年4ヶ月と短い期間であったが、九州内の自治体や研究機関、博物館等と連携し、本学で備えた最先端の機器等を有効に活用しながら、文化遺産の保存、保護への技術的研究、技術のリカレント教育事業を展開してきた。これについては、次項で記載したい。

2. 各セミナーの報告(リカレント教育)

本学が有する機材を現地もしくは大学で実際に使用し、計測方法や計測データの確認方法などを学ぶ場として、各自治体の文化財専門職員を対象としたセミナーを開催した。各セミナーの内容は以下のとおりである。

(1) 現地セミナー

平成29年2月20～26日まで、熊本城の石垣の3D計測を実施した。その際の2月24日に、熊本城古城地区の石垣(古城堀端公園)において現地セミナーを実施した。本セミナーには、各自治体の文化財専門職員を含め16人の参加があった。セミナーでは、私立大学研究ブランディング事業に導入したスキャニングレーザー(GLS-2000)で石垣の大枠を計測し、SfMで作成した3D図を嵌め込む方法の説明、ハンディタイプのスキャニングレーザー(FARO Scanner Freestyle^{3D})使用方法の説明を行った。説明後には、実際に参加者に機器の操作をしてもらい、どのようなデータが成果として取得できるかを一緒に確認した。

(2) 学内の設備を利用したセミナー

4月21日(土)、別府大学歴史文化総合研究センターにおいて、「学内の設備を利用した文化財の自然科学的調査・3D計測等のセミナー」を開催した。本セミナーは、自治体等の専門職員を対象に、私立大学研究ブランディング事業で導入した機器と既設の機器を利用し、操作等をしてもらう目的で実施した。

当日は、3団体の参加(熊本市博物館1名、熊本城調査研究センター1名、(株)九州文化財研究所2名)があり、それぞれの要望に応じて工業用X線透過装置、ハンドヘルド蛍光X線分析装置、3Dスキャニングレーザーを使用し、遺物の試験や計測を一緒に行った。具体的には、熊本城石垣の石材を対象としたデジタルマイクロウォッチャーによる観察及び、ハンドヘルド蛍光X線分析装置による計測、銅銭と土器のX線透過試験、スキャニングレーザーを用いた化石の3D計測及び3Dデータ作成を行った。



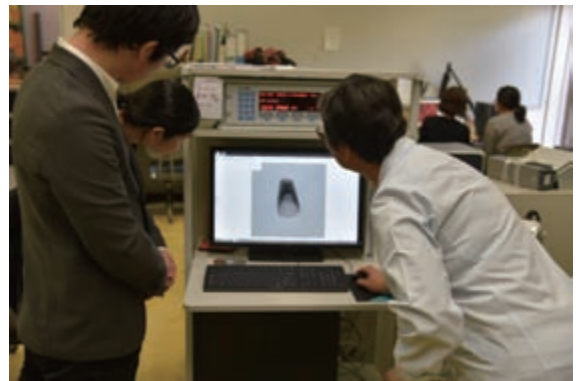
現地セミナーの様子



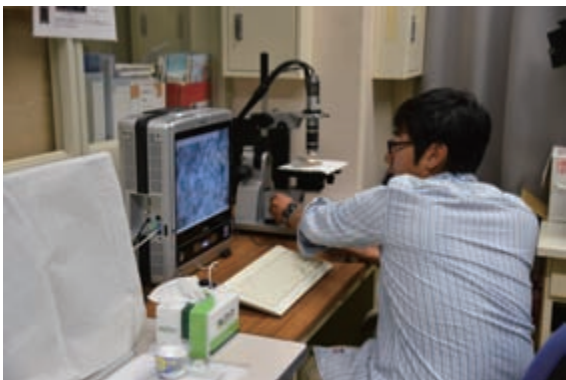
現地セミナーの様子



学内セミナー（設備説明）の様子



学内セミナー（工業用 X 線透過装置）の様子



学内セミナー（デジタルマイクロウォッチャー）
使用の様子



学内セミナー（スキャニングレーザー）使用の様子

3. 各テーマ研究の調査について

別府大学文学部研究ブランディング事業は、「文化財の保存・保護への技術的研究を進める」ことを目的の一つとしている。そこで、この目的を達成させるため、平成 28 年から 30 年度までの間に現地調査や資料調査等を実施し、計測方法や調査研究方法の確立を図った。なお、調査については、事業計画の現地調査に一部変更や見直しがあったものの、事業計画に沿って行った。事業に伴う調査として、以下 4 つの大きなテーマ研究のもとで実施している。

【テーマ研究】

- ・大型文化財の 3D 計測調査

- ・新領域研究の資料調査
- ・ハンドヘルド蛍光 X 線分析計を用いた古墳時代の顔料調査
- ・工業用 X 線透過装置を用いた学内所蔵金属器の調査

調査の内容等については、表 1～3 のとおりである。また、テーマ研究の成果報告については、次項で記載する。

表 1 ブランディング事業調査一覧

| 年度 | 区分 | 時期 | 調査 | 内容 |
|----------|----------|-------------|---|--|
| 平成 28 年度 | 単独研究 | 3 月 3 日 | 研究ブランディング事業に係る予備調査及び市町村の震災後の動向などの情報収集 | 宗像市、みやこ町（福岡県）の震災後の動向や情報収集を行い、その文化財について見学を行う |
| | 単独研究 | 3 月 13～15 日 | 導入機器を用いた調査 | 導入した GLS-2000 を用いて、実際に文化財の記録を実施 鬼ノ岩屋古墳群の横穴式石室の 3D 計測 |
| | 単独研究 | 3 月 16・17 日 | 導入機器を用いた調査及び、各市町村から依頼された文化財について導入機器を用いた調査が可能な予備調査 | ハンディースキャナー（Geomagic Capture MINI）を用いて、熊本市内出土の石製鋳型の計測（熊本市） 新領域研究として鋳型から製品を 3D プリンターで作製し、出土している製品との比較検討。 八代城の石垣、大鼠蔵古墳群（装飾古墳）の計測が可能な確認（八代市） 大坊古墳（装飾古墳）、高瀬船着場跡、干拓堤防の計測が可能な確認（玉名市） |
| | 単独研究 | 3 月 23 日 | 導入機器を用いた調査 | 導入したハンドヘルド蛍光 X 線分析計を用いて、装飾古墳の赤色顔料の分析を実施 鬼塚古墳（玖珠町）、上御蔵古墳 1 号墳（阿蘇市） |
| | 単独研究 | 3 月 29・30 日 | 導入機器を用いた調査 | 導入した GLS-2000 を用いて、実際に文化財の記録を実施 鬼ノ岩屋古墳群（別府市）の横穴式石室の 3D 計測 |
| | 単独研究 | 3 月 20～31 日 | X 線スキャン装置による学内所蔵金属器の調査 | 工業用 X 線スキャン装置を用いた附属博物館所蔵の金属製品の調査 修理等に必要基礎データの収集 |
| | 平成 29 年度 | 単独研究 | 4 月 20～3 月 31 日 | X 線スキャン装置による学内所蔵金属器の調査 |
| 単独研究 | | 6 月 30 日 | ブランディング事業に係る調査（青銅製品、青銅製品鋳型の 3D 計測） | 新領域研究として鋳型から製品を 3D プリンターで作製し、出土している製品との比較検討 山鹿市所蔵の方保田東原遺跡出土巴形銅器 1 点、不明青銅器鋒 1 点、細形銅劍鋒 1 点、銅戈鋒 1 点の青銅製品の 3D 計測を実施 |
| 単独研究 | | 7 月 19 日 | ブランディング事業に係る調査（青銅製品、青銅製品鋳型の 3D 計測） | 新領域研究として鋳型から製品を 3D プリンターで作製し、出土している製品との比較検討 鳥栖市所蔵の本行遺跡出土鋳型 10 点、藤木遺跡出土鋳型 4 点の計 4 点の石製鋳型の 3D 計測を実施 |
| 単独研究 | | 7 月 21・22 日 | ブランディング事業に係る調査（青銅製品、青銅製品鋳型の 3D 計測） | 新領域研究として鋳型から製品を 3D プリンターで作製し、出土している製品との比較検討 福岡市埋蔵文化財センター（福岡市）所蔵の井尻 B 遺跡出土鋳型 2 点、那珂遺跡出土鋳型 2 点、飯倉 D 遺跡出土鋳型 2 点 飯塚市歴史資料館（飯塚市）所蔵の片島遺跡出土鋳型 2 点、下ノ方遺跡出土鋳型 2 点、焼ノ正遺跡出土鋳型 1 点 北九州市立いのちのたび博物館（北九州市）所蔵の松本遺跡出土鋳型 1 点の計 12 点の石製鋳型の 3D 計測を実施 |
| 単独研究 | | 7 月 28・29 日 | ブランディング事業に係る調査（青銅製品、青銅製品鋳型の 3D 計測） | 新領域研究として鋳型から製品を 3D プリンターで作製し、出土している製品との比較検討 神崎市所蔵の姉遺跡出土鋳型 2 点 佐賀市所蔵の鍋島本村南遺跡 1 点、益田遺跡出土多鈕細文鏡 1 点、惣座遺跡出土鋳型 3 点 小城市所蔵の仁俣遺跡出土鋳型 1 点、土生遺跡出土鋳型 7 点、久蘇遺跡出土鋳型 1 点の計 16 点（石製鋳型 15 点、青銅鏡 1 点）の 3D 計測を実施 |

表2 ブランディング事業調査一覧

| 年度 | 区分 | 時期 | 調査 | 内容 |
|----------|------|---------------|--|---|
| 平成 29 年度 | 共同研究 | 8月3日 | 羅漢寺(中津市)千体地藏石仏のスキヤニングレーザー測量 | 羅漢寺(中津市)の千体地藏石仏が震災等で倒れた際に復旧に使用するための3D記録化を依頼をされ、GLS-2000を用いて測量調査を実施 |
| | 単独研究 | 8月29日 | 綾塚古墳、橘塚古墳、甲塚方墳(福岡県みやこ町)の装飾部への蛍光X線分析調査 | 九州を代表する横穴式石室で、石室内または石棺内の赤色顔料について、蛍光X線分析計による分析を実施 |
| | 単独研究 | 8月30日 | 穴瀬横穴墓群(豊後高田市)、四日市横穴墓群(宇佐市)の装飾部への蛍光X線分析調査 | 穴瀬横穴墓群4・16号墓、四日市横穴墓群加賀山40号墓の装飾に用いられている赤色顔料について蛍光X線分析計による分析を実施 |
| | 単独研究 | 10月10日 | ブランディング事業に係る調査(青銅製品、青銅製品鑄型の3D計測) | 福岡市博物館所蔵の八田遺跡出土石製鑄型7点(銅戈・銅剣)、今宿五郎江遺跡出土銅鐸1点(製品)、那珂遺跡125次出土石製鑄型1点(巴形銅器)、井尻B遺跡出土石製鑄型1点(鏡・銅鏃)、赤穂ヶ浦遺跡出土石製鑄型1点(銅鐸)の計11点の製品及び石製鑄型の3D計測を実施 |
| | 共同研究 | 10月13日・11月16日 | 福岡摩崖仏(豊後高田市)のスキヤニングレーザー測量、写真測量 | 福岡摩崖仏に設置されている覆屋の補修作業に際し、覆屋解体後の状況について計測を依頼され、GLS-2000及び写真測量を実施した |
| | 共同研究 | 10月14日 | 日出藩御茶屋襟江亭保存調査に伴う分析調査(蛍光X線分析) | 日出藩御茶屋襟江亭保存調査に伴う分析調査として、建物の釘隠しの飾金具の蛍光X線分析を実施 |
| | 単独研究 | 10月31日・11月1日 | ブランディング事業に係る調査(青銅製品、青銅製品鑄型の3D計測) | 奴国の丘資料館(春日市)所蔵のタカウタ遺跡出土土製鑄型16点(銅剣・銅矛・銅戈)、石製鑄型7点(銅剣・銅矛)の計23点の鑄型の3D計測を実施 |
| | 単独研究 | 1月7・8日 | 重政古墳の墳丘斜面葺石出土状況の写真測量 | 豊後大野市重政古墳の調査区で検出した、葺石の出土状況の写真測量を実施 |
| | 単独研究 | 1月14日 | ブランディング事業に係る調査(青銅製品、青銅製品鑄型の3D計測) | 奴国の丘資料館(春日市)所蔵の国の重要文化財指定である、須玖永田A遺跡(1次)出土の仿製鏡鑄型2点、須玖岡本遺跡坂本地区(1次)出土の仿製鏡、銅鐸鑄型の2点、須玖岡本遺跡坂本地区(3次)出土の鏃+小銅鐸鑄型1点、須玖永田A遺跡(4次)出土の小銅鐸、仿製鏡鑄型の2点、須玖岡本遺跡坂本地区(3次)出土の剣+劍鑄型1点、須玖岡本B遺跡出土の鏡鑄型1点、大谷遺跡出土の小銅鐸鑄型、中細形銅剣2点の合計13点の石製鑄型の3D計測を実施 |
| | 単独研究 | 1月26日 | ブランディング事業に係る調査(青銅製品、青銅製品鑄型の3D計測) | 九州国立博物館(太宰府市)所蔵の国指定重要文化財である、ヒルハタ遺跡出土鑄型1点、岡本4丁目出土小銅鐸鑄型1点の計2点の石製鑄型の3D計測を実施 |
| | 単独研究 | 2月6日 | 阿久根市 | 3D計測では今回初めて、大型の金属製の文化財を対象にハンディタイプのスキヤングレーザーを用いて計測が可能かの検証を阿久根市で発見された、仏朗機砲(阿久根砲)を対象として3D計測及び、蛍光X線の金属組成調査を実施 |
| | 共同研究 | 2月20～26日 | ランディング事業に係る合同研究の実施(熊本城3D計測) | 調査対象：元札櫓門周辺、竹ノ丸五階櫓、飯田丸一部、古城一部 調査方法：スキヤニングレーザー(GLS-2000)での計測、写真測量 今後、調査データを整理するとともに、石垣の復旧にどのようなデータが必要であるか、どのようなデータがあれば復旧に役立つかを熊本市と協議し、作成していきたい。 |
| | 単独研究 | 3月6日 | ブランディング事業に係る調査(青銅製品、青銅製品鑄型の3D計測) | 久留米市所蔵の益生田寺徳遺跡出土小形仿製鏡鑄型1点、新府遺跡出土小銅鐸鑄型1点の計2点の石製鑄型の3D計測を実施 姉遺跡出土鑄型との比較のため九州歴史資料館所蔵の伝大分県出土の細形銅剣鑄型の確認 |

表3 ブランディング事業調査一覧

| 年度 | 区分 | 時期 | 調査 | 内容 |
|--------|------|----------|------------------------------------|---|
| 平成30年度 | 単独研究 | 4月16~ | X線スキャン装置による学内所蔵、学外所蔵金属器の調査 | 工業用X線スキャン装置を用いた附属博物館所蔵の金属製品の調査、学外依頼の金属製品の調査修理等に必要な基礎データの収集 |
| | 単独研究 | 5月17~24日 | ランディング事業に係る合同研究の実施(熊本城3D計測)第II期調査 | 昨年度実施した調査に引き続き調査を実施 調査対象:熊本城内二様の石垣・東竹の丸周辺石垣 調査方法:スキャニングレーザー(GLS-2000)での計測、写真測量、空撮・個別撮影(ドローン)、個別3D計測(ハンディースキャナー) |
| | 共同研究 | 5月25日 | 隼鷹神社所蔵の絵馬の顔料分析調査 | 阿蘇市からの要請で、的石地区にある隼鷹神社所蔵の絵馬の調査(赤外線撮影・ハンドヘルド蛍光X線分析計による顔料分析)を実施した。 |
| | 単独研究 | 8月29~31日 | ブランディング事業に係る装飾古墳の顔料分析調査について | 装飾古墳の顔料分析調査の一環で、顔料素材の調査 硫黄島火口部の硫黄の採集、周辺の自然噴出の酸化鉄の分析 |
| | 単独研究 | 9月3・4日 | ブランディング事業に係る調査(青銅製品、青銅製品鑄型の3D計測) | 大分市歴史資料館所蔵の岩屋遺跡出土銅戈1点、住吉神社(大在)所蔵の銅戈1点の計2点の青銅製品の3D計測を実施 |
| | 単独研究 | 1月9~11日 | 重政古墳の墳丘斜面葺石出土状況の写真測量 | 豊後大野市重政古墳の調査区で検出した、葺石の出土状況の写真測量を実施 |
| | 共同研究 | 1月28日 | 杵築城石垣の矢穴計測 | 杵築城の石垣の矢穴について、3D計測(ハンディースキャナー)及び写真測量を実施 |
| | 共同研究 | 2月1日~8日 | ランディング事業に係る合同研究の実施(熊本城3D計測)第III期調査 | 昨年度に引き続き調査を実施 調査対象:奉行丸の石垣・未申櫓石垣 調査方法:スキャニングレーザー(GLS-2000)での計測、写真測量、空撮・個別撮影(ドローン)、個別3D計測(ハンディースキャナー) |
| | 単独研究 | 2月26~28日 | 入山公廟の写真測量 | 竹田市大船山の中腹に所在する岡藩三代藩主中川久清の墓所を空撮・個別撮影(ドローン)し写真測量を実施 |
| | 単独研究 | 3月6・7日 | ブランディング事業に係る調査(石製鑄型の3D計測) | 明治大学所蔵の中細型銅戈(福岡市伝八田遺跡出土)の石製鑄型3D計測を実施 以前計測の八田遺跡出土鑄型との合範の可能性 |

4. 事業で整備した研究設備について

本事業で導入した設備は、以下のとおりである。

○3D スキャニングレーザーシステム一式

古墳・磨崖仏・石造物等の大型の文化遺産や遺物などの小型文化遺産を対象とした高度な計測・記録データを作製するため。

○3D プリンター

計測した3Dモデルを打出し、文化遺産の縮図を作製し、文化遺産の保存・保護、教育・研究活動に活用する。

○ハンドヘルド蛍光X線分析計

現地から動かせない文化財に描かれた絵画や壁画の顔料分析をするため。

○工業用X線透過装置

文化財の劣化状態の診断に利用。

○ 3D スキャニングレーザーシステム一式 (補助対象)



導入設備 3次元レーザーสキャナー (GLS-2000)



導入設備3D ハンディレーザー (Scanner FreeStyle³⁰)

○ 3D スキャニングレーザーシステム一式 (補助対象)



導入設備 ハンディスキャナー (Capture MINI)



3次元レーザーสキャナー (GLS-2000) 運用風景

○ 3D スキャニングレーザーシステム一式 (補助対象外)



導入設備 ドローン (補助対象外)



導入設備 現場用ノートパソコン (補助対象外)

○ 3D プリンター (補助対象)



導入設備 3D プリンター (Project MJ2500)

3D プリンター (補助対象外)



導入設備 クリーナー (左)・超音波洗浄器 (右)

○ハンドヘルド蛍光 X 線分析計 (補助対象)



導入設備 ハンドヘルド蛍光 X 線分析計



ハンドヘルド蛍光 X 線分析計運用風景

○工業用 X 線透過装置 (補助対象)



導入設備 工業用 X 線スキャン装置 (1)



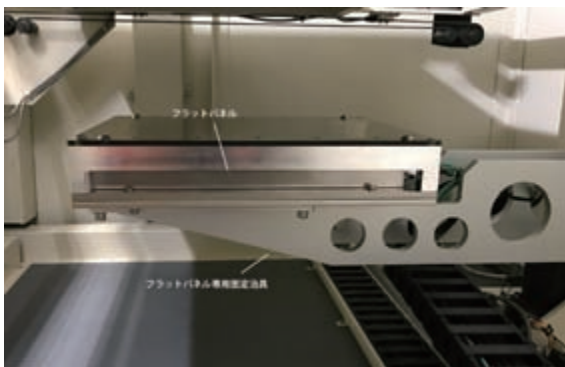
導入設備 工業用 X 線スキャン装置 (2)



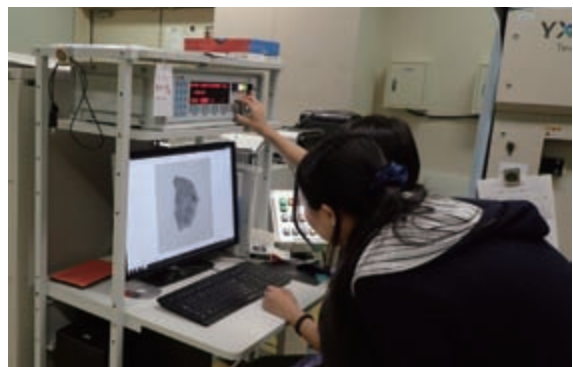
導入設備 工業用 X 線スキャン装置 (3)



導入設備 工業用 X 線スキャン装置 (4)



導入設備 工業用 X 線スキャン装置 (5)



工業用 X 線スキャン装置運用風景

II. テーマ研究の各成果報告

i. 大型文化財の 3D 計測及び記録保存の試み

玉川 剛司 (文化財研究所研究員)

1. 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や台風による風水害が多数発生し、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に直面している。被災した文化財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、対応に苦慮しているところも多い。

そこで別府大学では、これら災害を起因とする遺構などの大型文化財の記録・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た事業を展開した。そのなかでも大型文化財に対する取組について紹介したい。

2. 福真磨崖仏の 3D 計測と記録

(1) 計測内容

福真磨崖仏は、豊後高田市下黒土に所在し、鎌倉時代後期作の県指定の磨崖仏である。今回、石造覆屋の保存修理工事に伴い、覆屋を解体したことで、磨崖仏面が障害物無く見渡せることとなった。そこで、別府大学では、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」として採択された「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」の一環で、本磨崖仏の三次元実測を実施した。なお本事業は、震災等の災害による文化財の被災状況の記録、被災前の記録をすることを目的としており、本計測にあたっては、被災前の文化財の記録保存をするため、豊後高田市教育委員会の協力のもと行った。計測は、3D スキャニングレーザー⁽¹⁾と SfM(Structure form Motion)⁽²⁾による 3D 図の作製を行った。計測期間は、平成 29 年 10 月 13 日の 1 日である。

(2) 計測方法

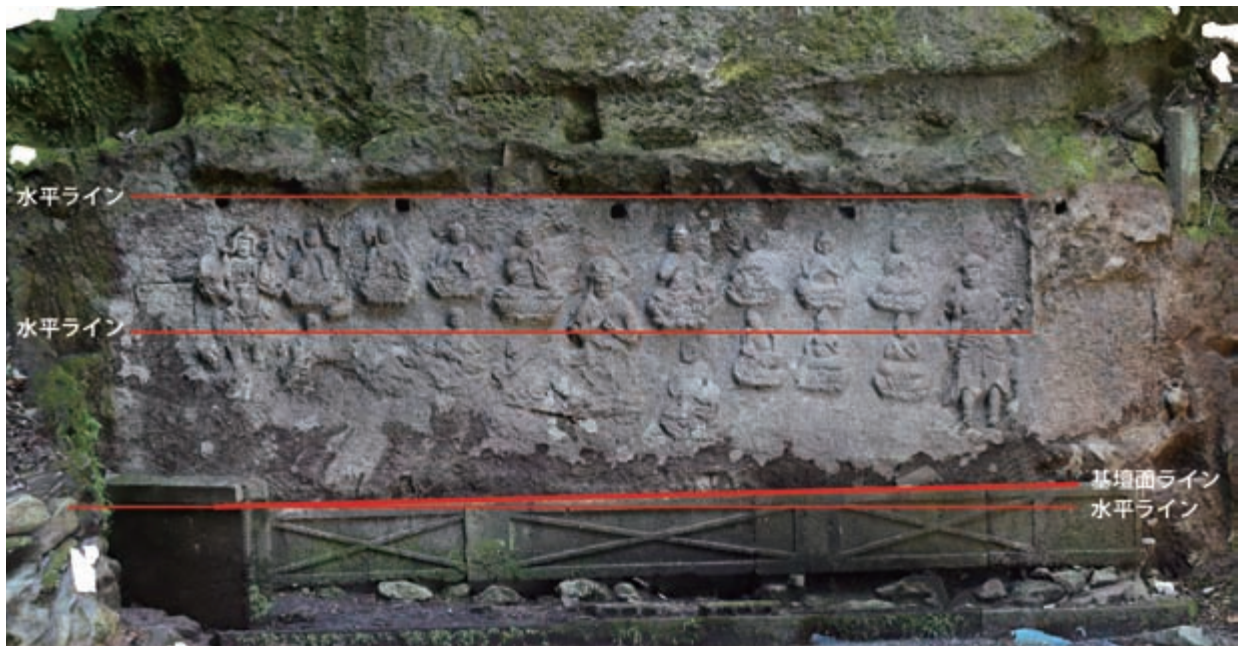
計測の方法は、まず任意座標⁽³⁾による座標系を磨崖仏前面のテラスに設置した。次に、この座標を用いて磨崖仏面の概略図作製ため、3D スキャニングレーザーによる磨崖仏面の計測を実施した。さらに、磨崖仏の彫刻面が浅く、彩色もみられることから、詳細な 3D 図を作製するために、デジタルカメラ⁽⁴⁾を用いた SfM による 3D 計測も併せて行った。

(3) 計測結果 (第 1 ~ 4 図)

その結果、中央の大日如来と周りの 4 体の如来坐像及び 12 体の観音坐像、毘沙門天立像と不動明王立像の主軸に対する平行線がほぼ水平であるのに対し、磨崖仏面の下部に設置された基壇面の平行線は 1.06 度程左側に傾斜していることがわかる (第 2 図)。これは、彫刻後の侵食等によりテラス面の水平がとれず、一番左側の基壇面をテラス面に合わせ右側の基壇面をなるべく水平にするためにした結果であろう。それを示すように、磨崖仏彫

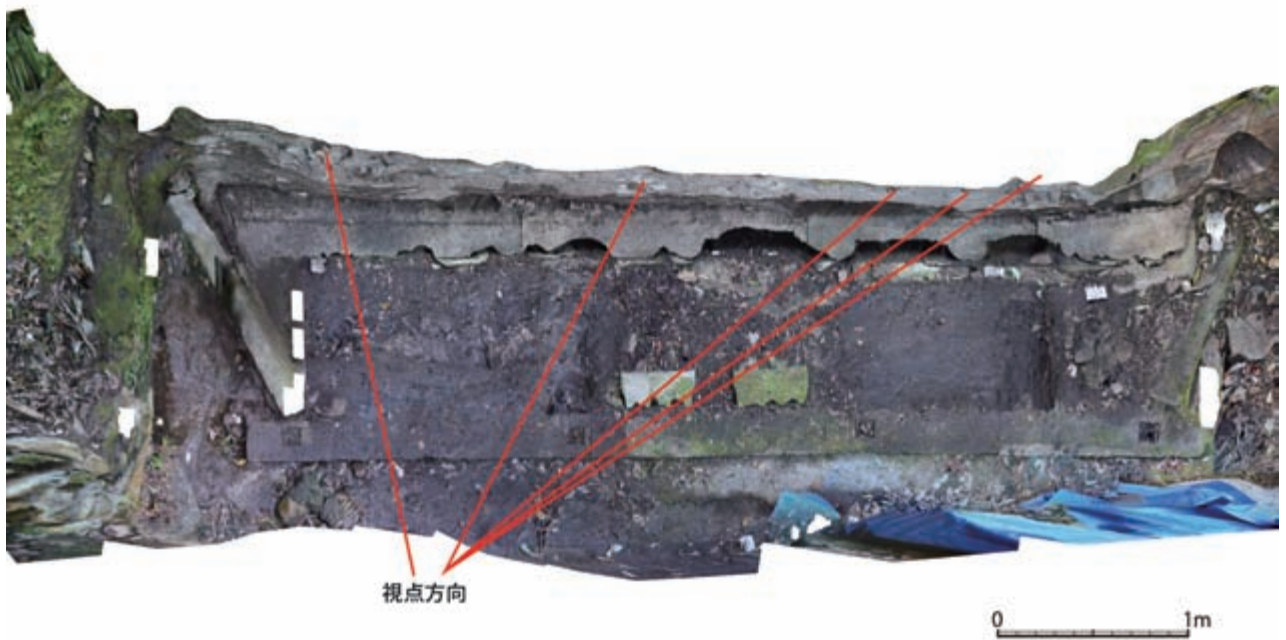


第1図 福真磨崖仏3D図(オルソ画像)(彫刻面と平行)



第2図 福真磨崖仏3D図(オルソ画像)(水平確認)

刻面上部にある庇のラインと磨崖仏主軸に対する水平ラインが平行している。また、磨崖仏の顔の傾きについては、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、不動明王については、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(第3・4図)。



第3図 福真磨崖仏3D図(オルソ画像)(視点場確認)



第4図 福真磨崖仏3D図(オルソ画像)(視点場から)

(4) おわりに

文化財の図化(実測図)までを成果とした場合、図化までに多くの時間を要するため、記録できる文化財の数には限度がある。そこで、今回のような3D計測を行ってれば、必要に応じその個所の図化をすることにより、多くの文化財の記録も可能となる。今後、文化財の記録方法やその図化までの在り方について、検討していく必要があると考えられる。今回3D計測した福真磨崖仏についても、本3D図(オルソ画像)を基に、実測図を作

製していきたいと考えている。今後、文化財の保存・修復に向けた研究を進めるために、災害等による被災前の文化財に対する記録保存を目的とした3D計測を行い、データベース化を図っていきたい。

なお、本内容については、2018年発行『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 で掲載したものを一部編集したものである。

3. 熊本城の3D測量調査の成果

(1) はじめに

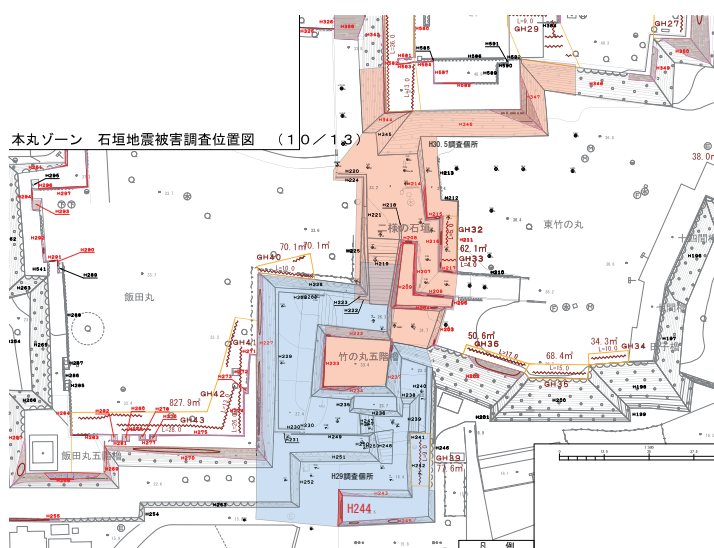
事業の一環で、熊本城調査研究センター(熊本市)との合同で、熊本城の石垣の3D計測を行った。調査では、私立大学研究ブランディング事業で導入した、3Dスキャニングレーザー⁽¹⁾とデジタルカメラ⁽⁴⁾で撮影した画像を使用したSfM(Structure from Motion)⁽²⁾により石垣の計測を行った。その方法は、以下のとおりである。

(2) 調査方法

調査箇所については、熊本城調査研究センターと協議し、未実測の箇所を選定した。Ⅰ期調査では、竹の丸の元札櫓門跡から竹之丸五階櫓跡北側までと飯田丸の一部の石垣(第5図)、古城地区の熊本県立第一高等学校正門から古城堀端公園までの石垣(第6図)の2地点を対象とした。Ⅱ期調査では、東竹の丸から二様の石垣までの石垣(第5図)を対象とした。Ⅲ期調査では、熊本城奉行丸石垣(第7図)を対象として調査を実施した。

計測にあたっては、スキャニングレーザーで石垣の大枠を計測(写真①、④～⑦)し、SfMで作成した3D図を嵌め込むという方法を取った。なお、スキャニングレーザーで使用した座標系については、任意座標系である。また、石垣の石材に残る石を割る際に割りぬく矢穴の3D計測も行った。なお、使用した機材は、ハンディータイプのスキャニングレーザー⁽⁵⁾である。

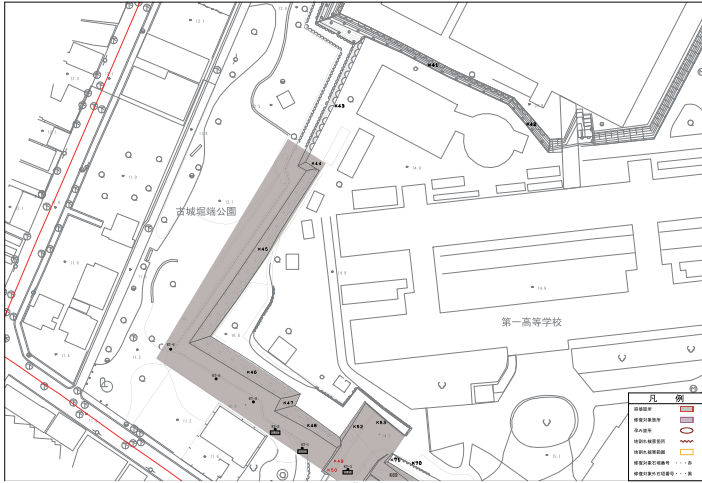
調査期間は、平成30年2月20日～26日までの計7日をⅠ期調査、平成30年5月17日～24日までの計8日をⅡ期調査、平成31年2月1日～8日の8日間をⅢ期調査である。



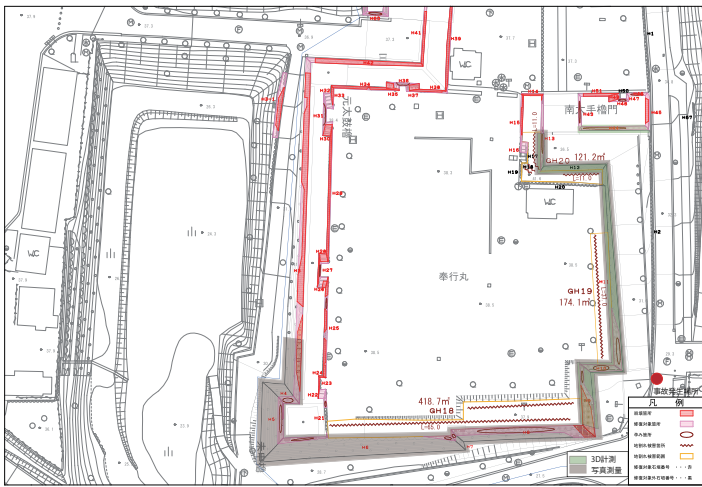
第5図 I・Ⅱ期調査範囲(元札櫓門から東竹の丸、飯田丸)

(3) 測量調査の成果

第8図は、Ⅰ期調査で実施した元札櫓門跡のH244石垣(第5図)の被災前の図面と、今回計測した図面とを比較したものである。このH244石垣は、平成15年に石垣



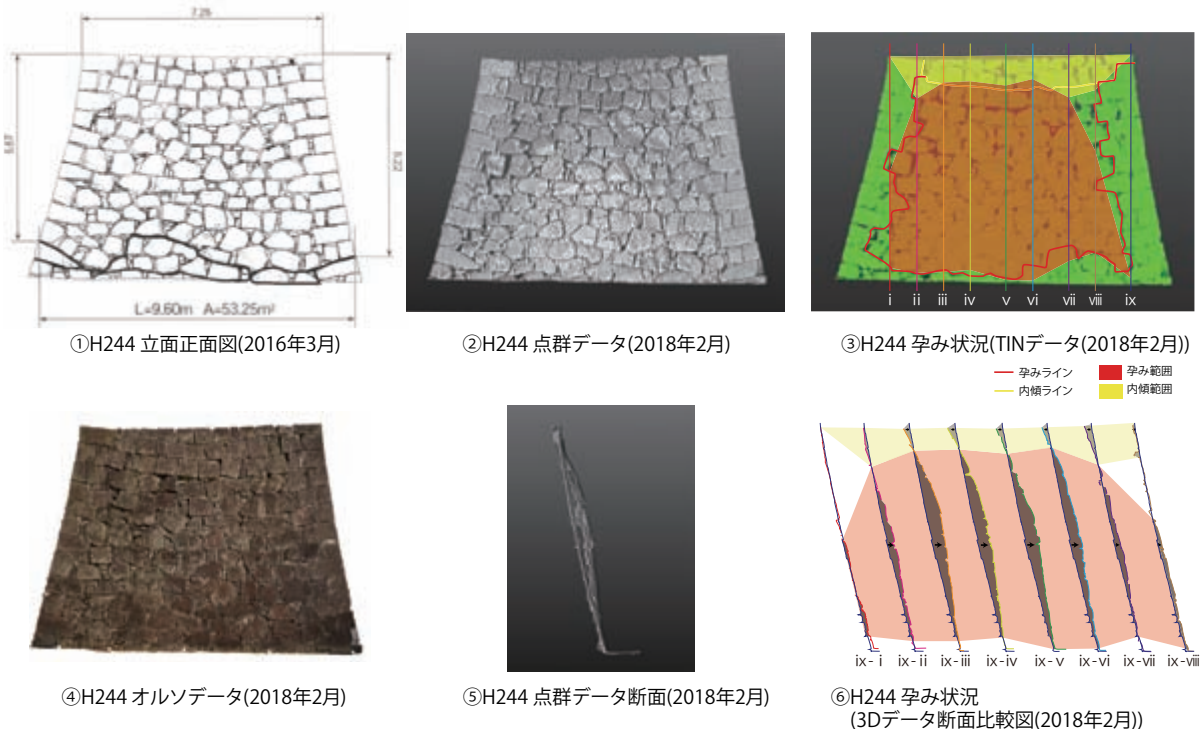
第6図 I期調査範囲(古城地区)



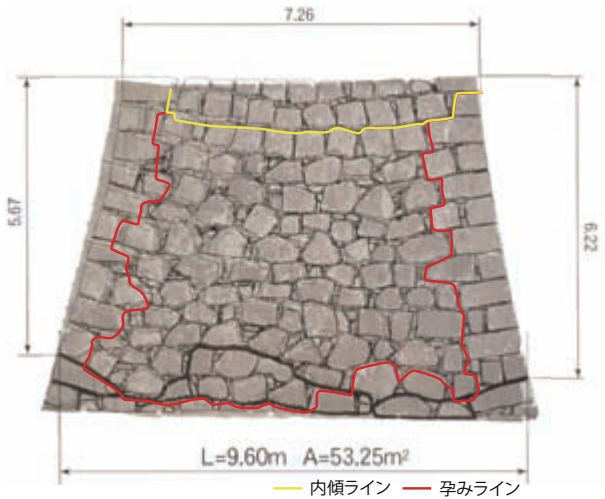
第7図 III期調査範囲(奉行丸)

の保存修理事業が実施され、その際に図化されたものが①である。②・⑤は今回計測したSfMの点群データで、③・⑥は点群データを基にTIN(Triangulated Irregular Network)データ⁶⁾に変換した3D図である。④はSfMで作製したオルソ画像(写真を正射投影)である。

H244石垣の調査時の状況は、震災による影響で裏栗石が沈んだことにより天端が窪み、天端石から2段目の築石までは内傾し、それより下部は大きく孕んでいた。そこで、孕みの状況を確認するために、3D図から9か所の断面図を作製した(第8図③・⑥)。ラインixについては、断面ラインに不自然な凹凸が見られないことから、震災の影響をほとんど受けていないと判断し、このラインを基準の勾配ラインとした。次にixとi~viiiの断面ラインと比較し、ix



第8図 元札櫓門跡 H244 石垣の震災前実測図及び今回計測した図の比較図



第9図 被災前の図面と被災後のオルソデータ比較図



写真1 現地石垣測量調査風景 (GLS-2000)



写真2 現地矢穴測量調査風景 (FARO)



写真3 矢穴部分の計測 3D データ (FARO)



写真4 I期調査(熊本城内)の石垣計測 3D データ (GLS-2000)

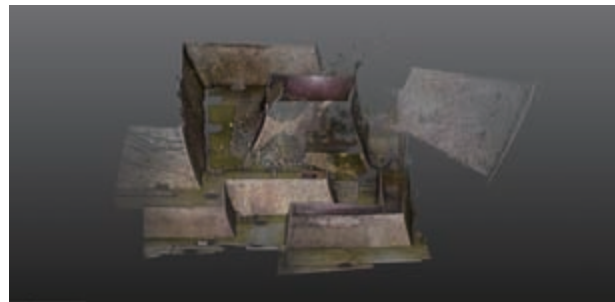


写真5 I期調査(熊本場内)の石垣計測 3D データから植生等を除去した 3D 点群データ (GLS-2000)



写真6 I期調査(古城地区)の石垣計測モノクロ 3D 点群データ (GLS-2000)

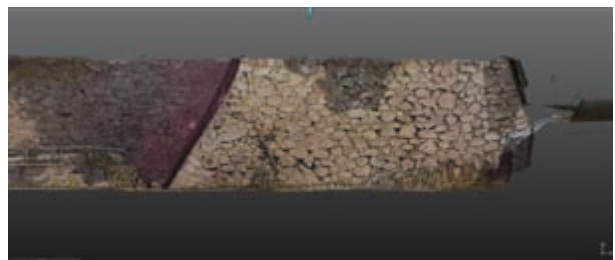


写真7 I期調査(古城地区)の石垣計測カラー 3D 点群データ (GLS-2000)

よりも外側に突出している範囲と内側に内傾している範囲を色分けした(第8図⑥)。その範囲を第8図③に合わせると、図面上で確認できる石垣の歪み(孕み、内傾)のラインとほぼ重なることが確認できる。この歪みのラインを第8図④のオルソ画像に合わせ、さらに既存図面である第8図①とを比較したものが第9図である。

第9図をみると、右側の隅角部の角石、天端と隅脇石がほぼ重なるが、その左側はほぼ落ち込んでいることがわかる。また、反対の左側の隅角部では、根石から3段目の角石から天端石にかけて、外側に押し出されていることが分かった。つまり、裏栗石が沈んだことにより右側の隅脇石から中央の築石は正面方向に孕み、左側隅角部は根石より3段目以上の角石と隅脇石は外側に押し出されていることが確認できた。これは、平成15年の修復事業の報告書でも指摘されいるとおり、築石の控えの長さが短く、築石同士の接地面が狭いことが要因である可能性が高いと考えられる。

以上のように、震災の力がどのように作用したかある程度分析することができたと思う。H244石垣については、今後風水害により崩壊する可能性が高いため、定期的に計測し、築石の変動の経年変化を記録していきたい。また、熊本城調査研究センターと協議し、石垣の崩落の可能性が高い他の地点についても同様の調査を実施し、石垣修復の基礎データを蓄積していきたいと思う。

(4) おわりに

現地調査において、実際の作業としてはかなりの面積を計測できた。しかし、計測箇所の3D図化及び図化については、多くの時間を要するという課題が生じた。現在、文化財の災害被害は年々多くなってきている状況から、まず可能な限り素早く、多くの文化財の計測・記録することを優先し、必要に応じて該当箇所の図化をしていくというスタイルも今後考えていく必要があると思われる。そのためにも、現地調査においてデータの不足がない調査が実施できるよう、技術的研究についても進めていきたい。

本内容については、2018年10月27・28日に実施した別府大学110周年記念事業・別府大学文学部研究ブランディング事業シンポジウム・第22回別府大学文化財セミナー「災害に対処するための近世城郭の記録化—3Dと災害の考古学—」の発表資料集で掲載したものを一部編集したものである。

4. まとめ

これらの調査において、方法論の確立という点では、達成できたと思われる。今後、計測する大型の文化財の種類を増やしていき、あらゆる文化財についての計測を実施することで3つの目標をさらに進めていきたい。

- ・石橋や磨崖仏、古墳の石室にも対応できるよう調査方法や体制を築いていきたい。
- ・これまでの調査に大学院生や学部生を調査に同行させ、調査方法や計測の仕組みについて現地で経験させることで、これからの行政の専門職員となろうとする人材の育成にも努めている。これらの経験で得られたノウハウを行政の調査担当者とも共有し、九州における文化財保存力の向上に一役を担っていきたい。
- ・計測したデータ保存の方法や仕組みを考え、あらゆる事象に対処できるようなシステ

ム作りを早急に構築したい。

これらの目標掲げ、今後も文化財保存のため調査を継続していきたいと考えている。

- (1) 株式会社トプコン GLS-2000 を使用した。
- (2) Agisoft 社 PhotoScan を使用した。
- (3) FT-1 : X=0, Y = 0, Z=0 FT-2 : X=3.948, Y = 0, Z=0.264
- (4) ニコン D750
- (5) ファロージャパン株式会社 FARO Scanner Freestyle^{3D} を使用した。
- (6) TIN データとは、不規則三角形網 (Triangulation Irregular Network の略) というデータで、地形表現に優れているという特徴がある。点群からそれぞれにもっとも近い三点とつなげ、三角形の集合体で立体物を表現するデータ形式である。

引用・参考文献

- | | | |
|----------|------|---|
| 熊本市教育委員会 | 1999 | 『特別史跡熊本城跡石垣保存修理工事・発掘調査報告書 西出丸(奉行所跡)・二の丸御門跡・南大手門跡・南坂』 熊本市教育委員会 |
| 熊本市教育委員会 | 2005 | 『特別史跡熊本城跡西出丸一帯復元整備事業報告書 未申櫓台石垣保存修理 南大手門及び堀 戌亥櫓及び西出丸堀 未申櫓 元太鼓櫓及び奉行丸堀 奉行丸南東側堀 西大手門石垣修理 西大手門』 熊本市教育委員会 |
| 熊本市教育委員会 | 2005 | 『特別史跡熊本城跡飯田丸一帯復元整備事業報告書 発掘調査、石垣保存修理・復元、飯田丸五階櫓復元』 熊本市教育委員会 |
| 金田明大ほか | 2010 | 『文化財のための3次元計測』 岩田書院 |
| 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 |
| 玉川剛司 | 2018 | 「熊本城の3D測量調査の研究成果」『災害に対処するための近世城郭の記録化—3Dと災害の考古学—』 発表資料集 別府大学文化財研究所 |

ii . 新領域研究としての遺物の 3D 計測とその方法

下村 智 (文学部史学・文化財学科教授)

玉川 剛司 (文化財研究所研究員)

1. はじめに

ブランディング事業のテーマ研究のひとつとして「高度な技術により得られたデータからの新領域研究の開発」を担当した。2018 (平成 28) 年 4 月の熊本・大分地震では熊本市塚原歴史民俗資料館展示の青銅鏡が展示台から落ちて破損し、別府大学附属博物館では展示中の骨角器や土器などが展示ケース天井に設置されたルーバーが落下して大きな被害を受けた。今回は経験しなかったが、鹿角製の刀装具や南海産貝輪など脆弱な遺物が破損した場合は、中には粉碎して元に戻すことができない場合もある。

近年、地震や風水害などの自然災害が頻発し文化財の被害も増大してきた。室内に保管されている遺物についても被害が及ぶ場合があり、資料の記録化は急務である。ここでは、遺物の 3D 計測を行い、3D データをいかに保存するか、さらに取得したデータをいかに活用、研究に生かすかというのが最も重要な課題として登場してきた。

本研究では、貴重な遺物や脆弱な遺物を対象とした。貴重な遺物としては青銅器およびそれらを鋳造した石製鋳型、土製鋳型や鉄器、ガラス製品 (土製鋳型を含む)、ヒスイ・玉製品などが対象としてあげられ、脆弱な遺物としては骨角牙製品、鹿角製刀装具、保存処理後の木製品、漆塗り製品や漆器などがある。これらの遺物は、国の重要文化財や県および市町村の指定物件になっている場合が多く、もし毀損した場合、早急に復元できるようにデジタルデータを残しておく必要がある。あわせて、可搬型の 3D モデルを 3D プリンターで打ち出し、移動困難な貴重な遺物や脆弱遺物についての比較検討などの研究も可能となる。

現状では、貴重な遺物、脆弱遺物の 3D データは一部しか取得できていないが、ここでは、これまで取り組んできた事例について報告しておきたい。なお、これまでの取り組みの一覧については「ブランディング事業調査一覧」(表 1 ~ 3, P.14 ~ 16) をご参照願いたい。

2. 3D データの計測方法と機材

(1) 計測方法 (写真 1・2)

ここでは、まず 3D データの計測方法と使用した機材、および 3D データの作製方法について述べておきたい。

本研究で使用した機器は 3D SYSTEMS 社の Geomagic Capture®Mini⁽¹⁾で、ソフトは同社の Geomagic Capture® Wrap® である。この機器は、0.034mm という精度でスキャンできるため詳細な計測が可能で、ソフトは機器の操作及びデータ合成をするためのものである。本機器とソフトを使用した計測方法及び遺物の 3D データ作製までの過程は以下のとおりである。

遺物を回転台の中心にくるように乗せ⁽²⁾、遺物から 20cm 程度離し、対象物に対し斜め 45°程度になるように機材を設置する (写真 1)。計測は、PC で操作する。1 回の計測で測れる範囲が限られるため、計測終了ごとに回転台に乗せた遺物を 30°程度回転させ、計測

を行い 360°が計測できるまで繰り返すという作業である (写真 2)。上記作業を繰り返すことにより、計測データが複数になるため、1 スキャン毎のデータを合成する必要がある。そのため、遺物を設置する際に、遺物の周りに硬貨またはマーカとなるものを置き、データの合成が容易となるように工夫をした。計測面が終了した後は、遺物の裏面も同じように計測する。



写真 1 機材の設置

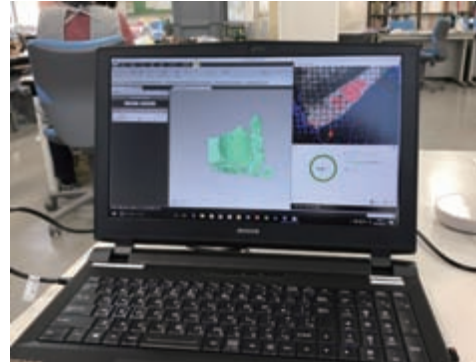
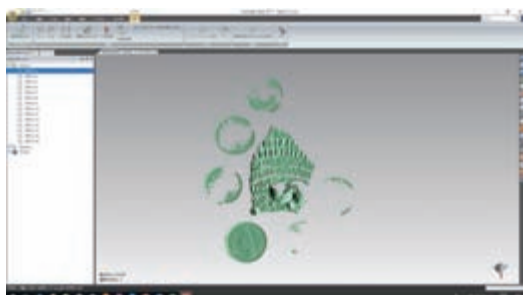


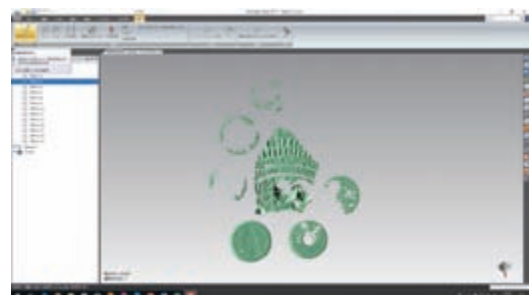
写真 2 計測画面

(2) 3D データの編集と作製 (第 1 図)

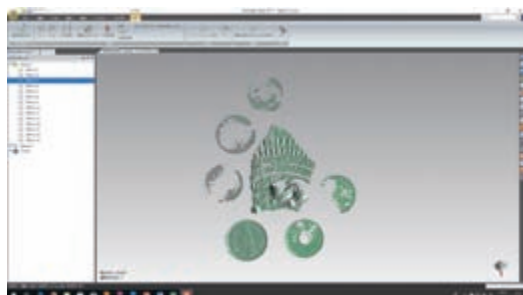
計測した複数のスキャンデータを合成するため、ソフト上で遺物の周りに置いた硬貨の刻印や遺物の特徴点 (文様、尖り、傷) をマーカとして各スキャンデータを合成し、一つのデータとして作製する。なお、作製した表裏面の 3D データをさらに整合し、遺物の全方位の 3D データを作製していくという手順である。



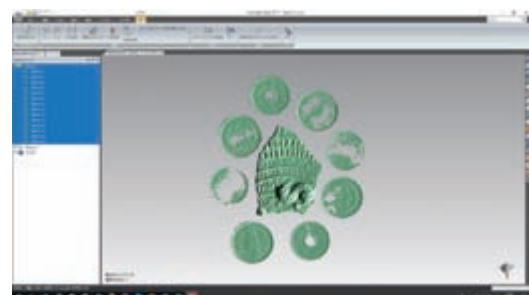
① 1 回目スキャン時取得データ



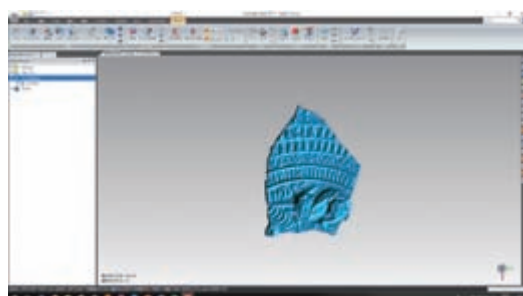
② 2 回目スキャン時取得データ



③ 1・2 回目のスキャン取得データの整合



④ 全スキャン取得データの整合



⑤ 全スキャン取得データからの作製した 3D データ

- ①～④の作業を繰り返し、反対面のデータも同じ様に整合する。
- 整合後両面のデータを合わせ、各面のマーカを消去し、⑤の 3D データを作製する。

第 1 図 ソフト上での 3D データ編集・作製状況

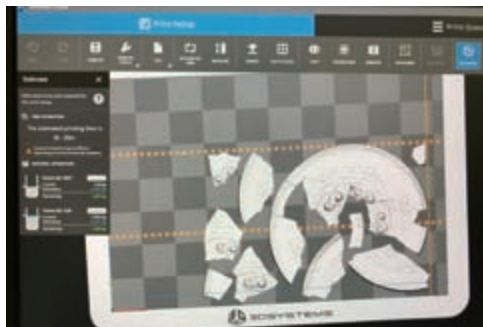
3. 3Dモデル製作の方法と機材

(1) 3Dデータの編集（第1図（左下））

遺物の全方位からの計測データ基に作製した3Dデータから、3Dデータとしての欠損箇所の確認をソフトで行い、改めて目視による画面チェックを実施する。3Dデータに異常がないことをチェックした後に、3Dプリンターにデータを送信する。

(2) 3Dプリンターによる3Dモデルの作製（第2図）

計測データを基に完成させた3Dデータを、3DプリンターであるProJet® MJP 2500⁽³⁾に送信し、3Dモデルを作製していく。



① 3Dデータを3Dプリンターに出力



② 出力された3Dモデル



③ 3Dモデルの出力後処理



④ 遺物・3Dデータ・3Dモデル

第2図 3Dモデルの出力と比較

本手順で出力した3Dモデルと3Dデータとの比較を試みた。その結果、遺物にみられる傷及び工具痕についても、3Dデータ及び3Dモデルともに表現できていることを確認でき、一連の研究について有用性を確認した。

4. これまでの取り組み事例

(1) 青銅器鋳型（表採資料含む）と鋳造された製品の検討【熊本市八ノ坪遺跡】

①熊本市西区八ノ坪遺跡から出土した鋳型（林田 2005・2006）

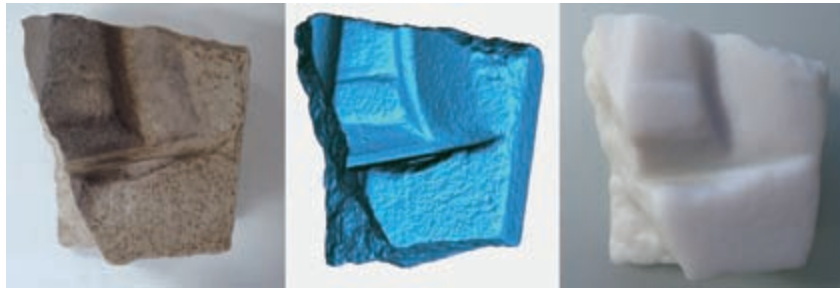
熊本市八ノ坪遺跡は、熊本平野で初めて青銅器鋳造関連遺物がまとまって発見された遺跡である。2004（平成16）年度の東西屋敷地区経営体育成基盤整備事業に伴う熊本市教育委員会の事前発掘調査で、小銅鐸の鋳型、銅戈の鋳型2種類、送風管、青銅片、銅滓などがまとまって発見された。熊本平野では白藤遺跡（林田他 1998）に次いで青銅器鋳造関連遺物が発見された遺跡で、弥生時代中期初頭から中期前半に属するものであった。その後、別府大学の巡検チームも新たに青銅器鋳型を採集した。ここでは採集遺物も含めて、取り組み状況について報告しておきたい。

② 鑄型の 3D データおよび 3D モデル作製

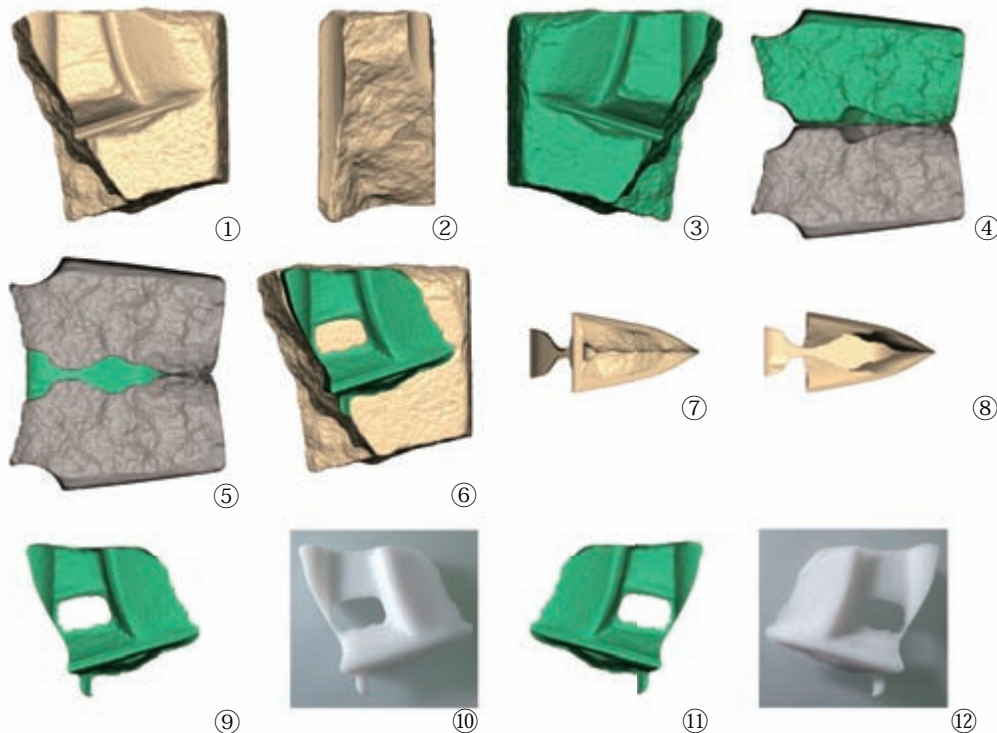
○ 大型細形銅戈 (第 3・4 図)

3D プリンター (註 3) で 3D モデルを打出し、実際の銅戈の鑄型片と比較した。その結果、穿及び胡の形状、穿の上部にある傷や形状、胡の下部にある剥離面の形状、石材の粒子や擦痕まで表現できていることがわかった (第 3 図)。

また、鑄型から製品の作製も試みた。まず、鑄型面 (原版 3D データ) から反転した鑄型 (複製) 3D データをソフト⁽⁴⁾上で作製する。次に、原版 3D データと複製 3D データの鑄型面同士を合わせる。この鑄型面同士を合わせた間の空間に、別の 3D データを押し当て、製品を作製した (第 4 図)。その比較した図が第 4 図の⑨と⑩、⑪と⑫である。原版からの複製鑄型であるため、両面が同じ形状となるものの、穿及び胡の形状、穿の形状、胡の下部にある剥離面の形状、石材の表面の状態まで表現できていることを確認することができた。また、製品の 3D モデルをみると、鑄あがった状態で刃が付いていることが確認さ



第 3 図 八ノ坪遺跡出土銅戈石製鑄型 鑄型写真 (左) と 3D データ (中) と 3D モデル (右) の比較図



① 原版 3D データ (鑄型面)、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 (鑄型面)、④ 原版と複製モデルの鑄型面同士を合わせた 3D データ (切先方向から)、⑤ 鑄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 (複製鑄型面)、⑩ 3D プリンターで打出した 3D モデル (複製鑄型面)、⑪ 製品 3D データ (原版鑄型面)、⑫ 3D プリンターで打出した 3D モデル (原版鑄型面)

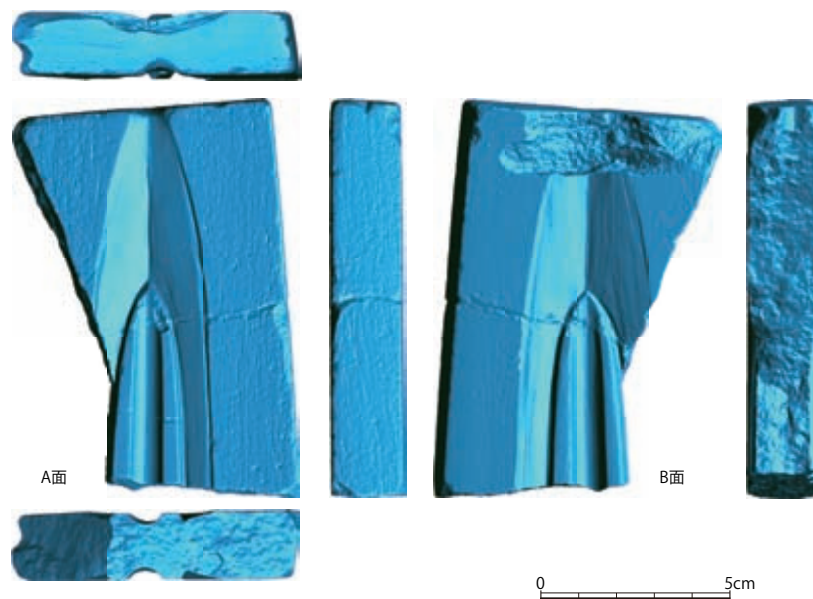
第 4 図 八ノ坪遺跡出土銅戈石製鑄型と製品 3D モデル作製までの流れ

れた。以上の検証から、本研究での青銅器の石製鋳型から製品作製までの方法論については、十分有用性があるものであると判断できる。

○Ⅱ式b類細形銅戈（第5・6図）

H5A 小区採集遺物である銅戈の石製鋳型で、両面に鋳型面がみられる。A面については、鋒小口に湯口の痕跡があることから、先端から湯を注ぎこんだものと考えられる。B面については、欠損しており不明であるが、同じ状態であつともものと推測される（林田2005）。

本遺物の全方位の計測を行い、計測データより作製した3Dデータが、第5図である。この3Dデータを基に、A・B面の鋳型から製品の作製を行った（第6図）。まず、原版3Dデー

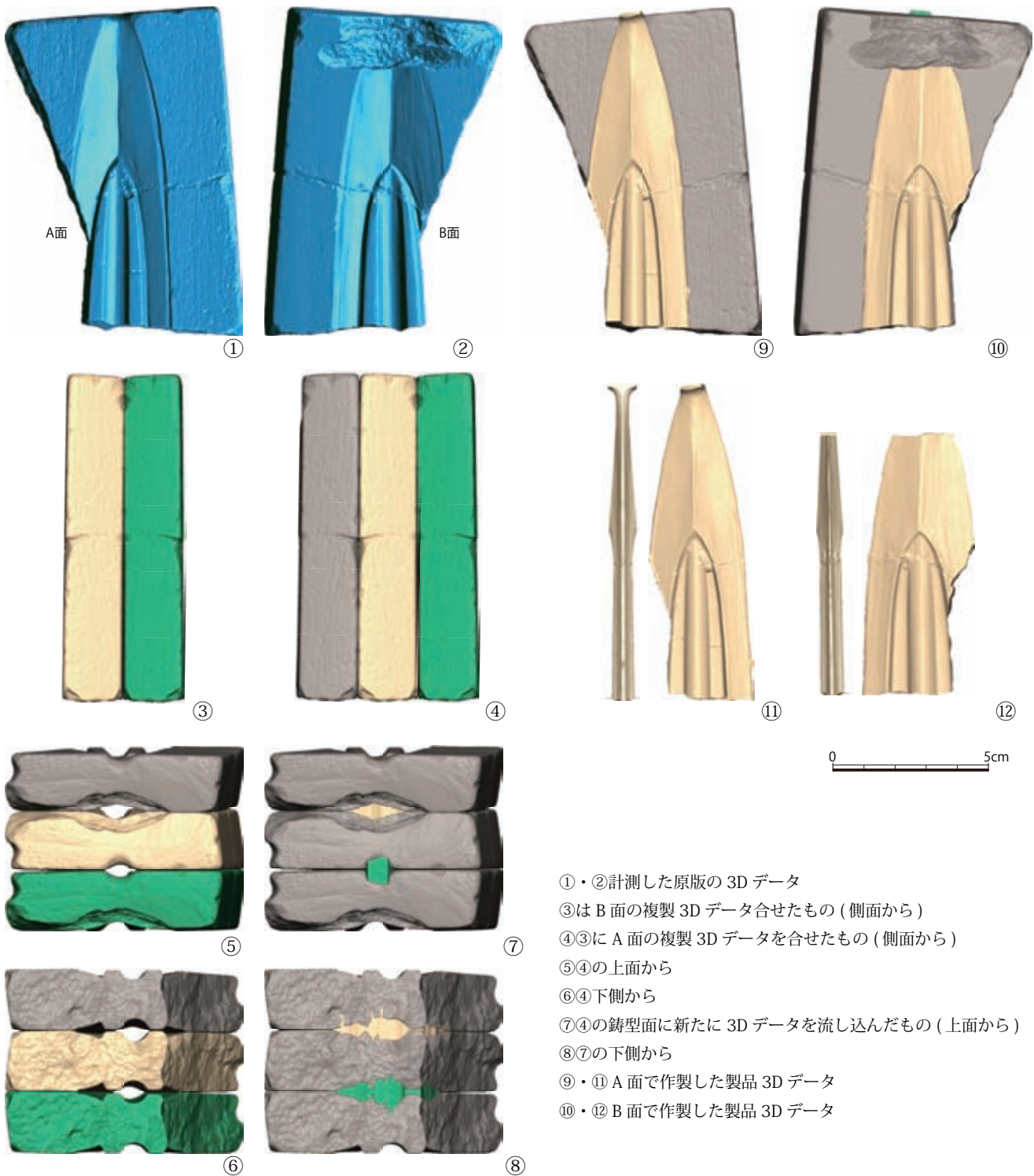


第5図 八ノ坪遺跡出土石製鋳型の3Dデータ図(S=1/2)

タB面の鋳型を反転させた複製3Dデータ（第6図③）と、原版3DデータA面の鋳型を反転した複製3Dデータをそれぞれ作製した。次に原版3Dデータと複製3Dデータの空間に別の3Dデータを押し当て、製品の3Dデータを作製した（第6図⑪・⑫）。

A面で作製した製品3Dデータ（第6図⑪）とB面で作製した製品3Dデータ（第6図⑫）とを比較すると、援の形状はほぼ同形態を示している。しかし、援の幅、樋や背の大きさが異なり、援の幅4mm、樋の幅1mm、背の幅1mmほどB面の方が大きいことがわかる。

本鋳型は、湯口が同一方向で、鋳型面の使用痕の状況から、両面を同一時期に鋳造していた可能性がある。つまり、同一時期の鋳造でも若干の形態差が生じることを示すものである。今後、両面が同時期に使用されていたか等を含め検討していきたい。



- ①・②計測した原版の3Dデータ
- ③はB面の複製3Dデータ合せたもの(側面から)
- ④③にA面の複製3Dデータを合せたもの(側面から)
- ⑤④の上面から
- ⑥④の下側から
- ⑦④の鋳型面に新たに3Dデータを流し込んだもの(上面から)
- ⑧⑦の下側から
- ⑨・⑪A面で作製した製品3Dデータ
- ⑩・⑫B面で作製した製品3Dデータ

第6図 八ノ坪遺跡出土銅戈石製鋳型と製品3Dデータ作製図(S=1/2)

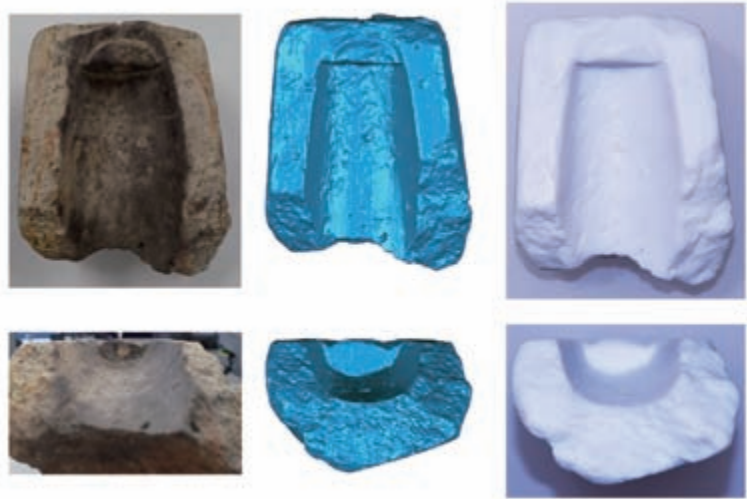
○小銅鐸(第7・8図)

SK171から出土した小銅鐸の石製鋳型について、3D計測を実施し製品の3Dモデルの作製を実施した。その結果(第7図)、計測した出土鋳型の3Dデータと3Dプリンターで打出した3Dモデルを比較すると、鈕の傷、舞の形状、鋳型面の凹凸、割れ面の形状とも十分に表現できていることが確認できた。

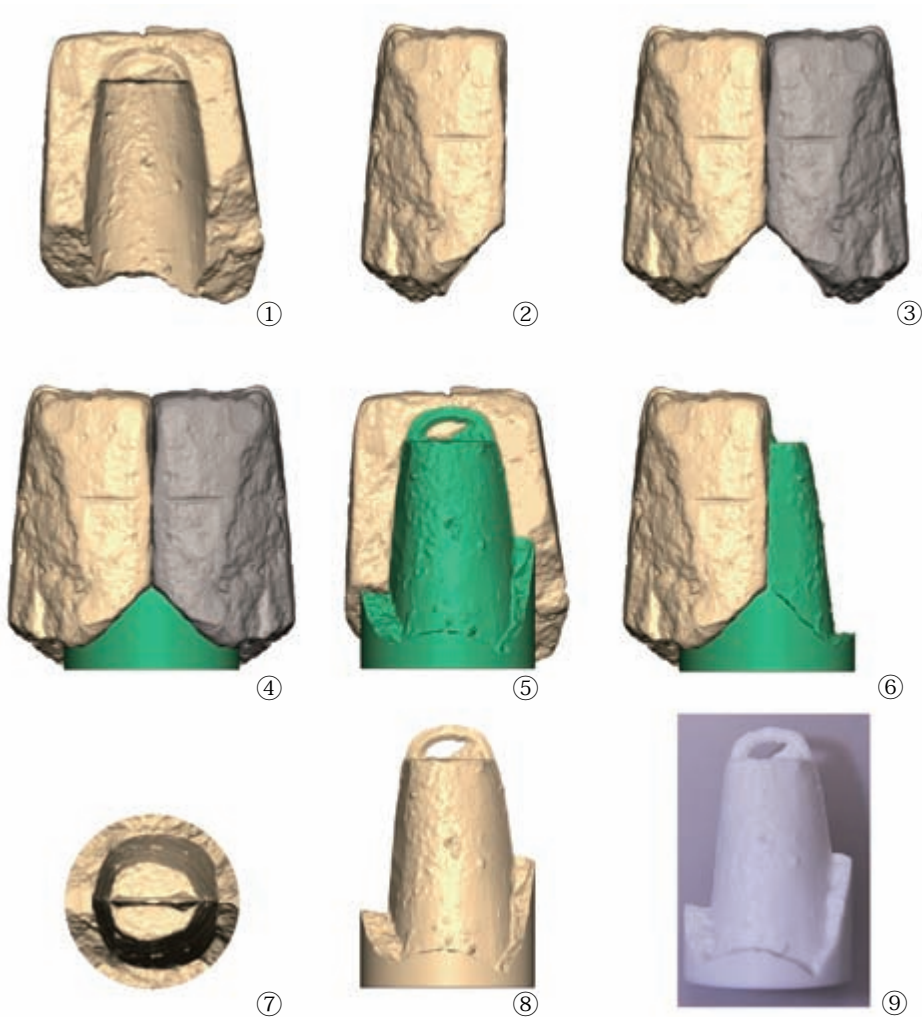
次に3Dデータから製品3Dデータの作製、3Dプリンターによる3Dモデルの作製を試みた。まず、3D計測した3Dデータ(原版3Dデータ)から、反転複製した鋳型データ

を作製する(複製 3D データ)。次に、原版の 3D データと複製の鑄型 3D データを側面の合印を参考に合わせる。さらに、原版 3D データと複製 3D データとの間に生じた空間に別の 3D データを押しあて、製品 3D データを作製した。

作製した製品 3D モデルについてみると、鈕については、最大幅 0.8cm を測り、報告(林田 2005)でもあったとおり断面形が菱形を呈している。鈕孔の左



第 7 図 八ノ坪遺跡出土小銅鐸鑄型・3D データ・3D モデルの比較 (左: 鑄型写真、中: 3D データ、右: 3D モデル)



①原版 3D データ(鑄型面)、②原版 3D データ(横方向から)、③原版と複製の鑄型面同士を合わせた 3D データ(鑄型面)、④③で作成した 3D データの空間に別の 3D データを押し当てた状況、⑤原版 3D データと製品 3D データ(鑄型面)、⑥⑤と同じ(側面から)、⑦製品 3D データ(鈕方向から)、⑧製品 3D データ(正面:複製鑄型面から)、⑨ 3D プリンターで打出した 3D モデル(複製鑄型面から)

第 8 図 八ノ坪遺跡出土小銅鐸石製鑄型と製品 3D モデル作製過程

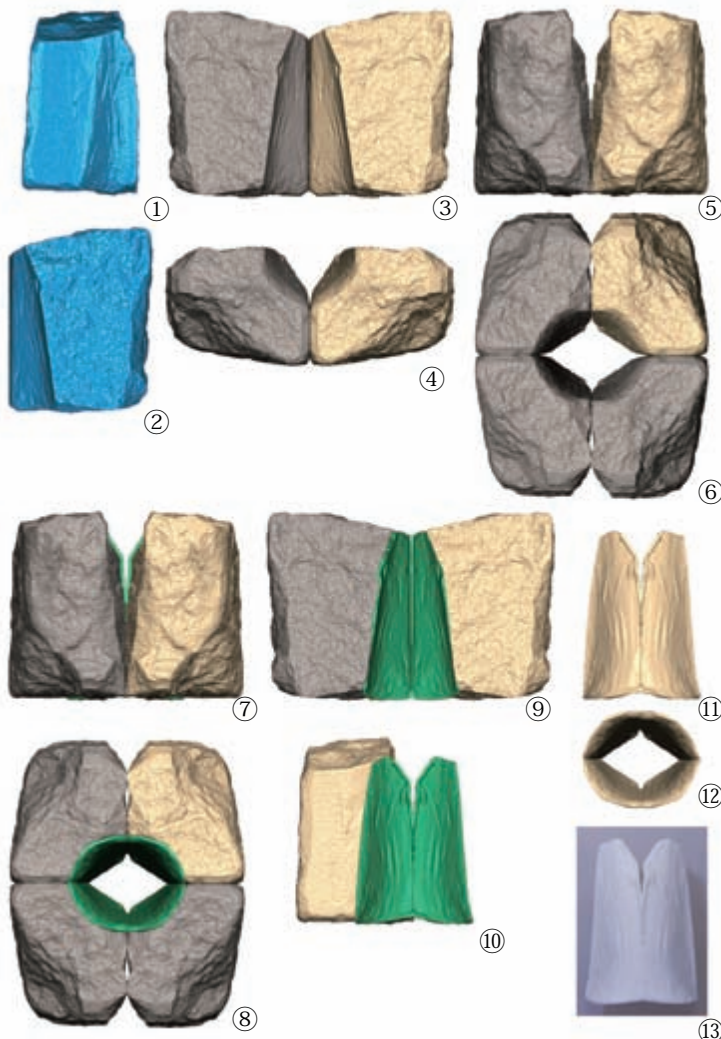


第9図 採集鋳型・3Dデータ・3Dモデルの比較
(上段:鋳型写真、中段:3Dデータ、下段:3Dモデル)

側は鋳型が欠損していたため不整形であるが、本来きれいな半円形であったものと考えられる。舞部は、横幅3.8cm、縦最大幅3.25cmで楕円形を呈し、報告であった舞孔と同じ位置に若干の方形のくぼみが確認できるが舞孔であるかは不明である。また、身の部分については、ほぼ円形で残存部分の最大径は5.6cm、最大残存高9cmを測る。

・採集鋳型（第9・10図）

採集した鋳型未成品の特徴をみると、鋳型面の外側では鋳型の合わせ面が形成されている。また、鋳型下部については、粗彫りではあるが面取りが施され、楕円形を呈することから、およそ1/4が残存しているものと考えられる。これらの特徴を考慮して製品モデルを作製した。まず鋳型（原版3Dデータ）から反転復元した鋳型（複製3Dデータ）をソフト（註4）上で作製する。次に、原版データと複製データの合わせ面同士を接するように配置する。さらに、この合わせた鋳型面同士をさらに複製し、原版3Dデータと合わせ計4つの3Dデータを合わせ、一つの3Dデータを作製する。作製した4つの3Dデータ間の空間に別の3Dデータを押し当て、製品を作製した。



①原版3Dデータ（鋳型面）、②原版3Dデータ（横方向から）、③原版と複製の鋳型面同士を合わせた3Dデータ（鋳型面）、④原版と複製の鋳型面同士を合わせた3Dデータ（下側から）、⑤③で作成した鋳型面データを複製し欠損部分を合わせた3Dデータ（正位置）、⑥⑤と同じ（下側から）、⑦⑤で作製した3Dデータの空間に別の3Dデータを押し当てた状況、⑧⑦と同じ（下側から）、⑨③と製品3Dデータ、⑩原版と製品3Dデータ、⑪製品3Dデータ（複製鋳型面から）、⑫製品3Dデータ（下側から）、⑬3Dプリンターで打出した3Dモデル（複製鋳型面側から）

第10図 八ノ坪遺跡採集未成品鋳型と製品3Dモデル作製過程

③ 鑄造された大型細形銅戈とⅡ式b類細形銅戈、小銅鐸および未成品（下村・玉川、2018a・2018b）の3D計測の成果について

以上、3D計測とそのデータを3Dプリンターで打ち出した3Dモデルで検討した結果、これまでに分かっていたいなかった新たな事実が判明した。

細形銅戈のひとつは、もともと大振りの銅戈が鑄造されたと見られていた鑄型で、実際に鑄造された製品を3Dプリンターで打ち出したところ、大型で細形タイプの銅戈が復元できた。これまで製品では類例を見ないものであり、今後の発見が待たれるものである。もうひとつの銅戈鑄型は両面鑄型で、背中合わせにした複数の鑄型を接続して、同時に多くの製品を生産するタイプである。樋がやや幅広く、表面（a面）と裏面（b面）で製作された銅戈（Ⅱ式b類）は身の幅や脊の幅にやや違いが見られた。同時にやや形式の異なった銅戈が鑄造されていたことが明らかになった。

小銅鐸の鑄型はさらに注目される場所である。製作された製品は高さ11cmを超え、わが国で発見されている朝鮮系小銅鐸とは違って、いわゆる朝鮮小銅鐸そのものであった。その後、採集した鑄型未成品も検討の結果、11cm程度になる朝鮮小銅鐸の鑄型未成品と判明した。少なくとも、朝鮮小銅鐸がわが国で中期初頭から前半代にかけて作られているということは、わが国の青銅器鑄造史において新たな発見であった。わが国唯一の舶載された朝鮮小銅鐸とされる大分県宇佐市別府遺跡の小銅鐸は、わが国で鑄造された可能性も否定できなくなり、新たな検討課題が生じる結果となった。

(2) 脆弱遺物（土製鑄型）の記録と鑄造された製品の検討【福岡県春日市タカウタ遺跡】

① タカウタ遺跡出土の青銅器鑄型（森井 2017）

平成26年5月から9月にかけて実施された福岡県春日市タカウタ遺跡5次調査で、1号竪穴建物及びその屋内土坑から石製鑄型、土製鑄型がまとまって出土した。石製鑄型は多鈕鏡、銅鐸、銅剣、銅矛を含み、計8点が検出された。土製鑄型は筑前町のヒルハタ遺跡に次いでまとまって発見されたもので、時期的には中期前半代に属し、わが国では最古型式の土製鑄型である。器種は脊に鎬を持つ細形銅剣、内の大きな細形銅戈、十字型把頭飾を含む計26点が検出された。出土時点でかなり脆弱化しており、取り上げ後保存処理が行なわれている。

出土した石製鑄型と土製鑄型の主要なものについては、すべて3Dスキャナーで計測し、3Dデータを取得している。ここでは、その中でも脆弱な土製鑄型のうち残りが良かった細形銅戈について検討しておきたい。

② 鑄型の3Dデータおよび3Dモデル作製（第11図）

7号鑄型1・2と8号鑄型1・2は、それぞれの銅戈の土製鑄型片で、同一の合わせ面とされている。計測する際には、それぞれ1点ずつ全方位の計測を行い、3Dデータの作製を行った（第11図①～④）。各計測した3Dデータを基に、それぞれの鑄型片をパソコン上で接合し、7号鑄型1・2（第11図⑤）と8号鑄型1・2（第11図⑥）の3Dデータを作製した。その上で、7号鑄型1・2と8号鑄型1・2を合わせ、実際に作製した製品の3Dデータの作製を試みた（第11図⑦～⑨）。両鑄型の原板3Dデータから作製した製品



① 7号鋳型 1、② 7号鋳型 2、③ 8号鋳型 1、④ 8号鋳型 2、⑤ 7号鋳型接合 3Dデータ、⑥ 8号鋳型接合 3Dデータ、⑦⑤と⑥を合わせた 3Dデータ (8号鋳型上)、⑧⑦と一緒に (鋒側から)、⑨⑦と一緒に (内側から)、⑩⑦と一緒に (横から)、⑪⑦～⑩に別の 3Dデータを押してあてた状況 (鋒側から)、⑫⑪と一緒に (内側から) ⑬ 8号鋳型と 7号鋳型面の製品 3Dデータ、⑭ 7号鋳型と 8号鋳型面の製品 3Dデータ、⑮製品の 3Dデータ (側面から)、⑯⑮と一緒に (7号鋳型面側)、⑰⑮と一緒に (8号鋳型面側)

第 11 図 タカウタ遺跡出土土製鋳型と製品 3D データ作成過程

の 3D データ (第 11 図⑬～⑰) をみると、刃部、樋、背、胡の部分など明瞭に表現されている。今後、今回作製した製品の 3D データを 3D プリンターで 3D モデルを出力し、土製鋳型による製品の研究を進めていきたい。

③ 鑄造された細形銅戈

今回の取り組みの主眼は、保存処理をおこなっても脆弱な土製鑄型をいかに3Dデータ化して後世に残し、活用化を図るかということであった。計測した3Dデータは春日市教育委員会にも渡し、大学と共有化を図っている。また、大学では、取得した3Dデータから3Dプリンターで鑄型そのものおよび鑄造された製品の3Dモデルを打ち出して検討を行なった。鑄型そのものの3Dモデルや製品の3Dモデルは研究資料や展示資料、教育資料にも活用でき、今後の利用価値はきわめて高いということが明らかになった。

今回製作した製品の3Dモデルは、大きな内を有する大振りの大振りの細形銅戈で、中期前半にも製作されていたことが判明した。今のところ、この鑄型で製作された細形銅戈は発見されていないが、今後、中期前半の墳墓に副葬された事例が明らかになるかもしれない。吉武大石遺跡から発見された1号木棺墓の副葬された細形銅戈が近い形態を有している。

(3) 武器形青銅器鑄型から鑄造された製品の検討【福岡市勝馬遺跡・佐賀県姉遺跡】

① 勝馬遺跡から出土したのは銅剣の鑄型 (森他 1960)

1947(昭和22)年4月、志賀島の勝馬遺跡(前田遺跡)で井戸を掘削したとき、地下2mのところから鑄型が出土した。残存長18.1cmで、先端部と基部を欠く。以前は中細形銅剣の鑄型と見られたときもあったが、現在では細形銅剣の鑄型として研究者の共通した認識になっている。

② 姉遺跡出土の武器形青銅器の鑄型 (神崎市教育委員会 1985)

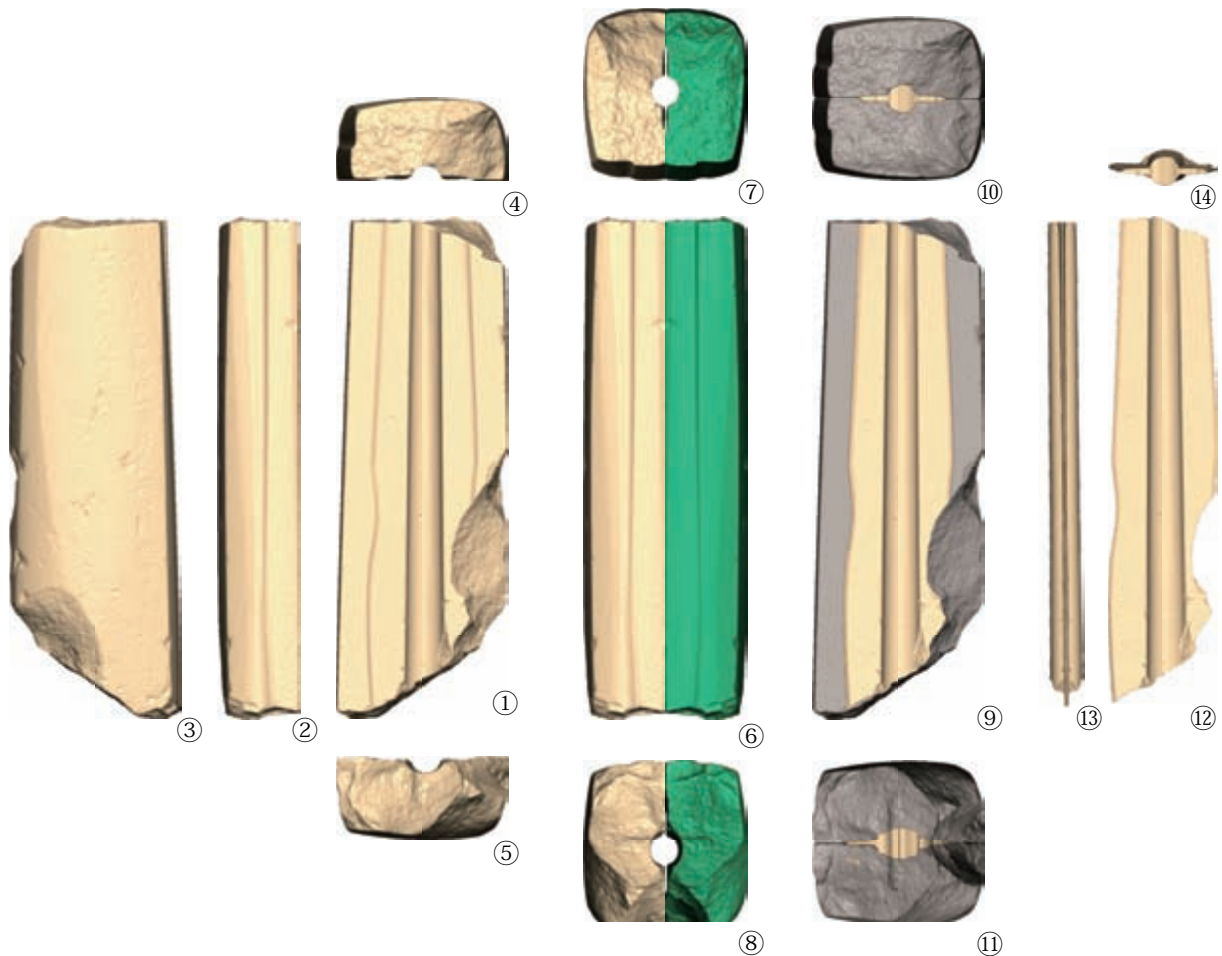
姉遺跡は、1983(昭和58)年、圃場整備事業に伴い千代田町教育委員会が調査した遺跡である。袋状貯蔵穴の底面から中細形銅剣の鑄型、土坑の底面から銅矛の鑄型が出土し、共に弥生中期初頭から中頃の土器が伴っていた。これらについて3Dモデルを製作し検討を行なった。

③ 鑄型の3Dデータおよび製品3Dデータの作製 (第12～14図)

勝馬遺跡から出土したとされる細形銅剣の鑄型について3D計測を実施し、鑄型で作製されたであろう製品の3Dデータの作製を行った(第12図①～⑤)。手順については、これまで述べてきたとおりである。作製した製品の3Dデータ(第12図⑫・⑬)をみると、鑄型で鑄上がった時点で刃部がすでに形成されており、想像以上に研ぎをする必要がないことが今回確認できた。

姉遺跡出土の中細形銅剣の刳方から茎部分(第13図)と銅矛の鋒部分(第14図)の石製鑄型について3D計測を行い、得られたデータを整合した上で鑄型の3Dデータを作製した(第13・14図)。その上で、作製した鑄型の3Dデータから、鑄型の複製(反転したもの)を作製し、原版と複製の3Dデータを整合し製品を作製した。作製した製品3Dデータについては、中細形銅剣は茎がほぼ円形に近い楕円形を呈しているのが特徴であることが分かった。また、銅矛については、鑄型面が摩耗していることもあり不明瞭であるが、鎬と樋であろう考えられる窪みを確認することができた。

これらの製品の3Dデータを基に、同範であろうと考えられる製品について検証していきたい。



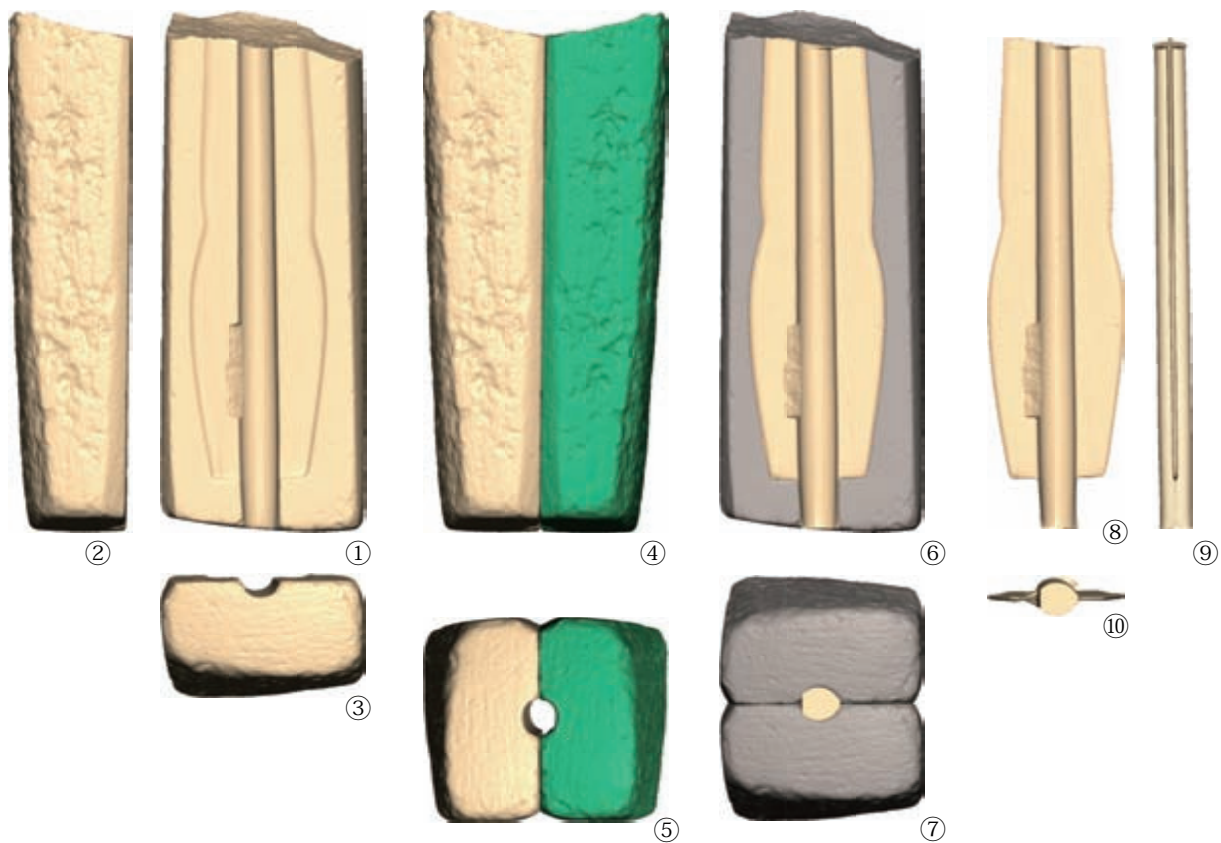
① 鑄型面の 3D データ、② 鑄型 3D データ (側面から)、③ 鑄型 3D データ (裏側から)、④ 鑄型 3D データ (先端側から)、⑤ 鑄型 3D データ (基部側から)、⑥ 鑄型 3D データ (原版) と複製 3D データとの整合 (側面から)、⑦ ⑥ と一緒 (先端側から)、⑧ ⑥ と一緒 (基部側から)、⑨ 鑄型 (原版) と製品 3D データ、⑩ ⑥～⑧ の間に別の 3D データを押しあてた状況 (先端側から)、⑪ ⑩ と一緒 (基部側から)、⑫ 製品の 3D データ (複製鑄型側から)、⑬ ⑫ と一緒 (側面から)、⑭ ⑫ と一緒 (先端側から)

第 12 図 勝馬遺跡出土銅剣石製鑄型と製品 3D データ作成過程

④ 鑄造された製品の検討 (勝馬遺跡・姉遺跡)

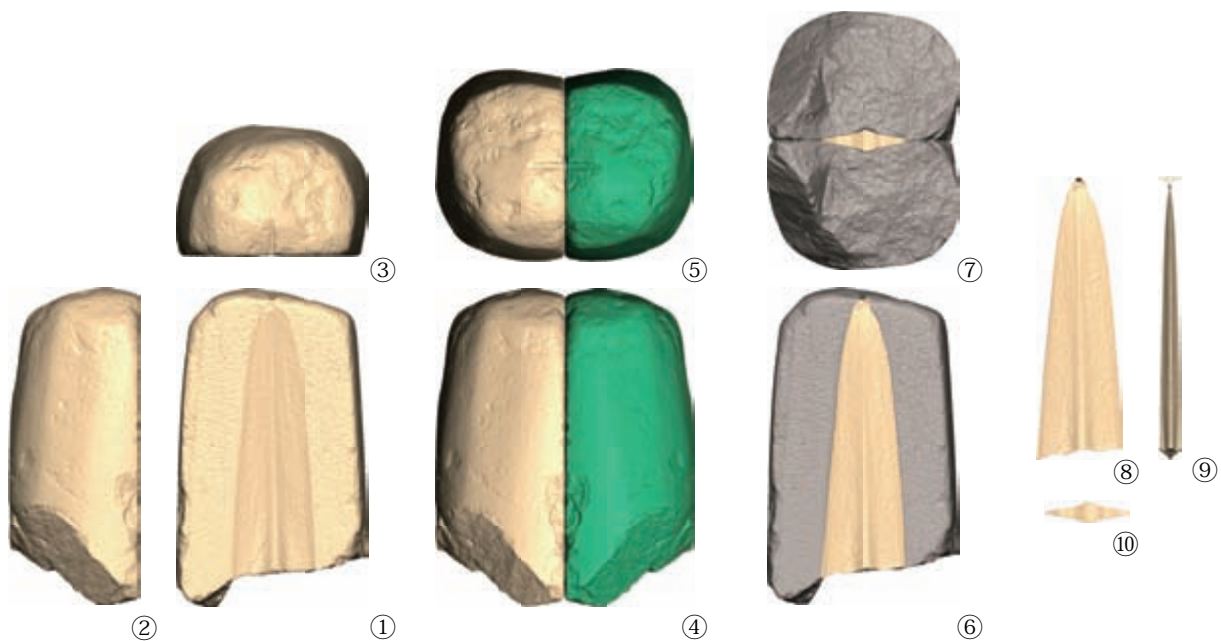
まず、勝馬遺跡の 3D モデルから本来製作されたであろう銅剣を製作してみた。脊の断面は丸く細身の銅剣が復元できた。鑄型にはすでに刃も付され、軽い研ぎで製品を完成させることができる細部加工が施されていた。製品との比較検討はこれからであるが、吉野ヶ里遺跡墳丘墓出土の一鑄式銅剣の剣身に良く似ている。

姉遺跡出土の銅剣鑄型から作られた銅剣は中細形の銅剣で、大分市大在浜遺跡出土の中細形銅剣に良く似ている。その中でも、特に 1 本は刃方の位置や茎の長さが類似しており、最も近縁性があると見られる。また、淡路島の古津路遺跡から出土した複数の中細形銅戈にも良く似ている。ここでは、佐賀平野で作られた中細形銅剣が大分平野や瀬戸内を通過して淡路島まで伝播している可能性がある。銅戈の先端部とされる鑄型から作った 3D モデルは、脊がやや細く幅広な感じを受ける。今のところ比較検討できていないので今後の検討にゆだねたい。



① 鑄型面の 3D データ、② 鑄型 3D データ (側面から)、③ 鑄型 3D データ (基部側から)、④ 鑄型 3D データ (原版) と複製 3D データとの整合 (側面から)、⑤⑥ と一緒 (基部側から)、⑥ 鑄型 (原版) と製品 3D データ (複製鑄型面)、⑦④・⑤の間に別の 3D データを押しあてた状況 (基部側から)、⑧ 製品の 3D データ (複製鑄型側から)、⑨⑧ と一緒 (側面から)、⑩① と一緒 (基部側から)

第 13 図 姉遺跡出土銅劍石製鑄型と製品 3D データ作成過程



① 鑄型面の 3D データ、② 鑄型 3D データ (側面から)、③ 鑄型 3D データ (切先側から)、④ 鑄型 3D データ (原版) と複製 3D データとの整合 (側面から)、⑤⑥ と一緒 (切先側から)、⑥ 鑄型 (原版) と製品 3D データ (複製鑄型面)、⑦④・⑤の間に別の 3D データを押しあてた状況 (基部側から)、⑧ 製品の 3D データ (複製鑄型側から)、⑨⑧ と一緒 (側面から)、⑩① と一緒 (基部側から)

第 14 図 姉遺跡出土銅矛石製鑄型と製品 3D データ作成過程

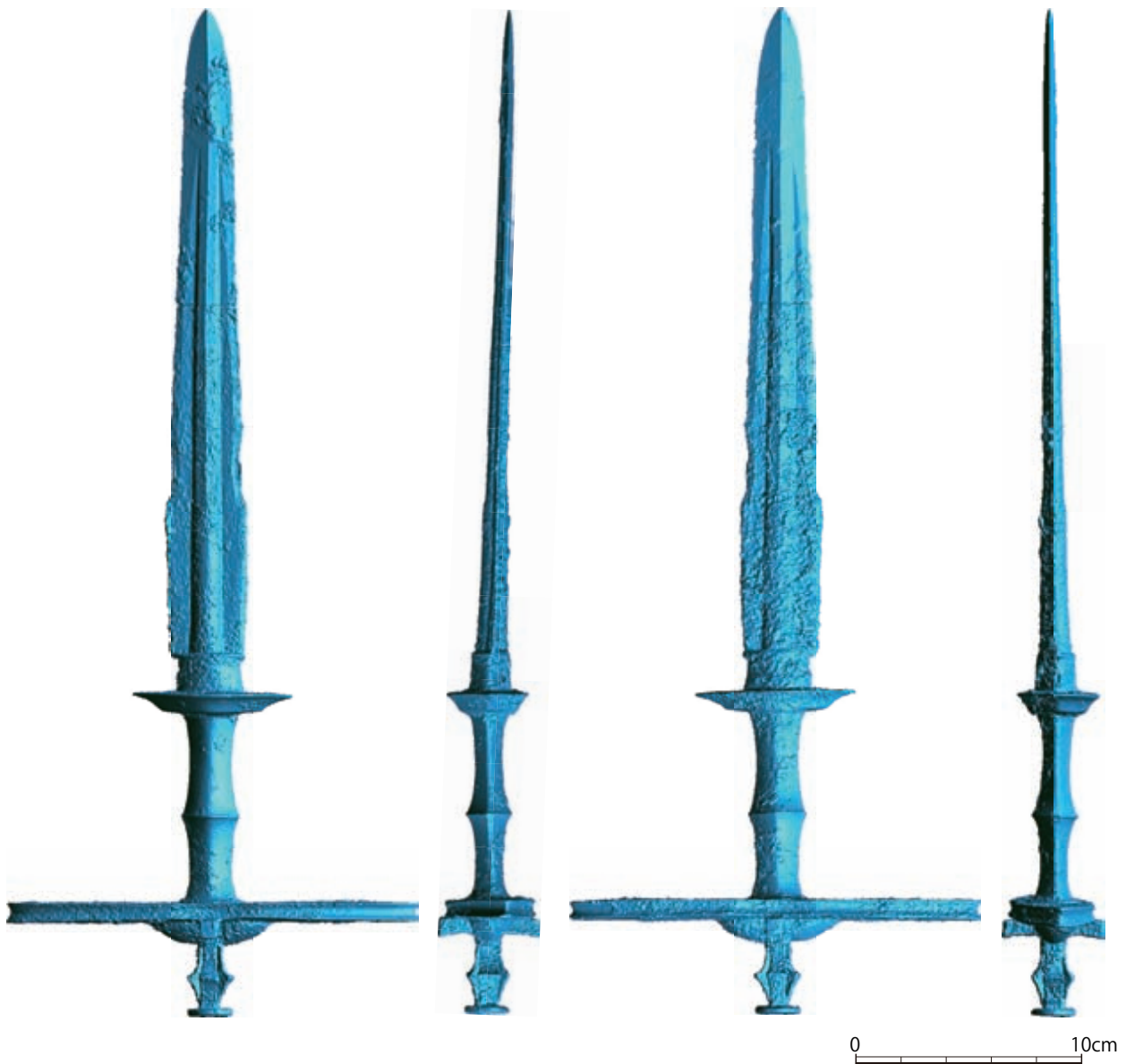
(4) 佐賀県吉野ヶ里遺跡出土の一鑄式銅剣の構造に関する検討

①吉野ヶ里遺跡出土の一鑄式銅剣（長崎 2003）（重要文化財）

吉野ヶ里遺跡の墳丘墓に埋葬された SJ1002 甕棺からガラス管玉 79 個とともに一鑄式とされる把頭飾付き有柄細形銅剣が出土した。同様の一鑄式細形銅剣とされるものがすでに山口県向津具遺跡から発見されている。この吉野ヶ里遺跡から出土した細形銅剣が果たして一鑄式であるかどうかを検討するために 3D モデルを作製し検討した。

②鑄型の 3D データおよび 3D モデル作製（第 15 図）

一鑄式細形銅剣の 3D 計測を実施するにあたり、計測漏れがないようにするため、1 計測範囲を絞込み回数を重ねて全方位の計測を行った。計測した 3D データについては、編集段階でデータの精度を検証しながら 3D データの作製を行った。その結果（第 15 図）、これまで指摘されてきた銅剣と把頭部分との軸のズレが明確に確認でき、把頭の盤部と柄の



第 15 図 吉野ヶ里遺跡出土一鑄式細形銅剣の 3D データ

部分に2mm程度の盛り上りを確認した。この盛り上りについては、鑄型の段階で彫り込まれたことになるが、本来なら、盤部から直接柄につながるため鑄型の段階でフラットになっていてもおかしくない部分で、報告書でも指摘している通り一鑄ではないことを示すものかも知れない。今後、木製品等の把頭部分の構造も踏まえ、一鑄式のものなのかを検証する必要がある。

③鑄造された銅剣の検討

一鑄式銅剣は、韓半島の楽浪地域でも明らかになっており、わが国の山口県向津具遺跡から出土した銅剣も一鑄式銅剣とされている。重要文化財に指定されている本銅剣を初めて3D計測し、3Dプリンターで3Dモデルを作製(ここでは3Dモデルは掲載していない)し検討を行なった。この銅剣については佐賀県教育委員会で、すでに一鑄式か接合式か検討するためX線撮影を試みられたが、青銅製品であるためX線が透過せず判断は先送りされた。今回作製した3Dモデルの観察では、①柄と身の軸線がズレていること、②柄と身の接合がズレていること、③柄と盤部とが刳込みを持って接合していることなどから一鑄式ではありえないような現象が確認できた。しかし、今のところ明確に接合式とは断言できる決定的な確証がない。再度、強力なX線で撮影して構造を確認するか、弥生時代に青銅器の部品同士を鑄継ぎできる技術があったかどうかを検証することが必要であろう。

(5) 出土小形仿製鏡と小形仿製鏡の鑄型から作成した3Dモデルとの比較検討【佐賀県二塚山遺跡・福岡県ヒルハタ遺跡】

①佐賀県二塚山遺跡出土の小形仿製鏡(石隈他1979)(重要文化財)

本鏡は「二塚山I鏡」として報告されているもので、幅広の平縁で目の粗い斜行櫛歯文帯を有し、抽象化された銘帯、内行花文帯、鈕からなる。背文構成は後漢鏡の内行花文日光鏡に似るが鏡縁が前漢鏡と同じ平縁で、他に例を見ない形態をとっている。面径は8.4cmを測る。

②ヒルハタ遺跡の青銅器鑄型(重要文化財)

福岡県筑前町のヒルハタ遺跡から出土したもので、国内では最も残りの良い小形仿製鏡の型を掘りこんだ5面鑄型である。完形で方形を呈し、鏡の鑄型面以外には側面に銅鏃、勾玉、飾り金具?などの型を掘りこんでいる。鏡の鑄型は幅広の平縁を有し、面径は9.47cmである。上部には明確な湯口が掘りこまれ、目の粗い斜行櫛歯文帯を有し、抽象化された銘帯、内行花文帯、鈕からなる。背文構成は後漢鏡の内行花文日光鏡に似ており、二塚山遺跡出土の小形仿製鏡を鑄造したのではないかという指摘もある。ここでは、この鑄型から鑄造されたであろう小形仿製鏡の3Dデータを作成し、比較検討を行なった。

③鑄型の3Dデータおよび3Dモデル作成(第16・17図)

二塚山遺跡出土の小型仿製鏡について、3D計測で取得したデータを編集・整合し、鏡の3Dデータの作製を実施した。3Dデータの作製方法は、前回記述した通りである。作製した鏡の3Dデータをみると、第16図の図面上側が櫛歯文帯と内区の縁が不明瞭になり、



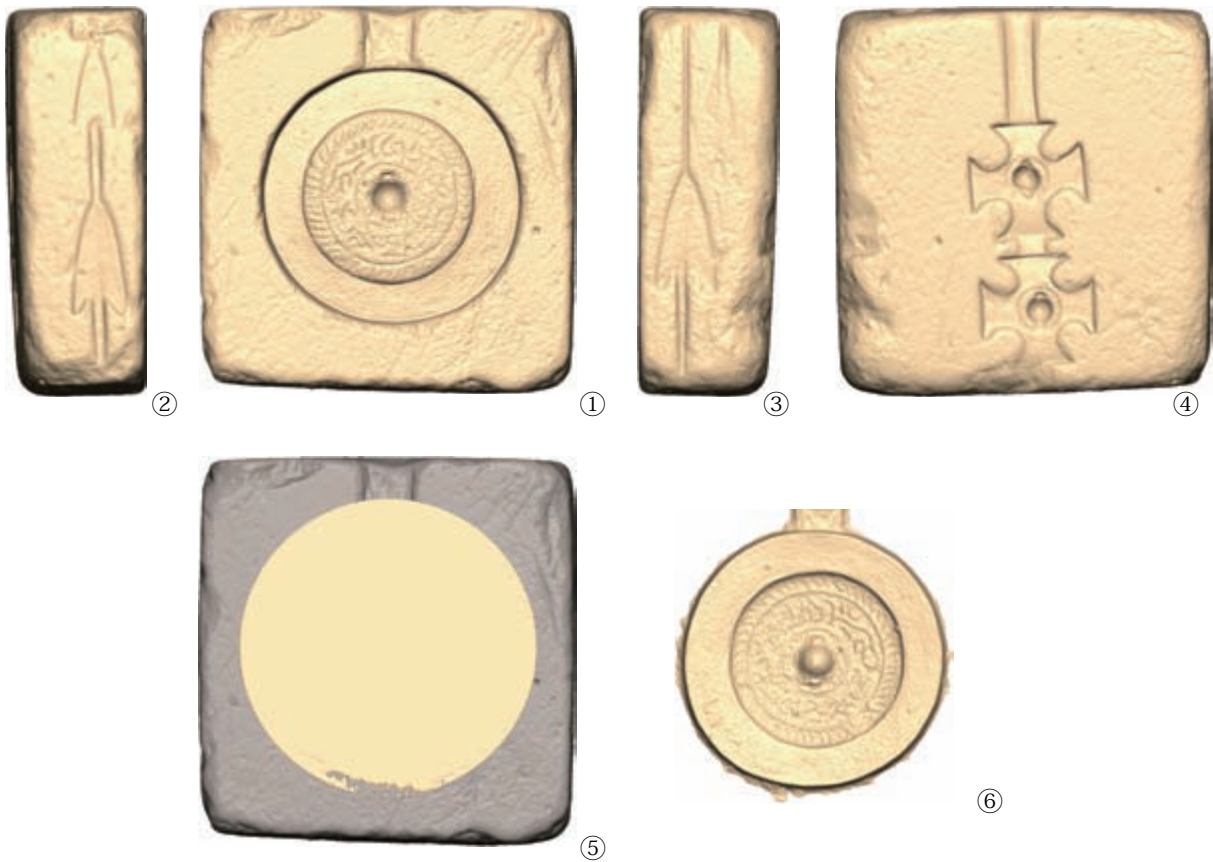
第 16 図 二塚山遺跡出土小形仿製鏡の 3D データ

若干凸凹していることから、図面上部が湯口である可能性が高いと考えられる。

ヒルハタ遺跡出土の小型仿製鏡石製鋳型についても、3D 計測を実施した。鋳型の 3D データの鋳型面に、別の 3D データを入れて押しあて、本鋳型で作製したであろう鏡の 3D データを作製した。この 3D データをみると、鏡背面については、一部鋳型面の摩耗により一部不明瞭な部分もあるが、櫛歯文帯は斜め左方向を向いている。内区はほぼ正円となっているが、鏡縁については、平縁で若干楕円形を呈していることがわかる。この楕円形の鏡縁については、正円になるように、鋳上がり後に研磨・整形している可能性がある。今後、両鏡について検証を進めていきたい。

④ 鋳造された製品の検討

鋳造された小形仿製鏡は、面径約 9.4cm で、幅広の平縁で目の粗い斜行櫛歯文帯を有し、抽象化された銘帯、



①鋳型面の 3D データ、②鋳型 3D データ (左側面から)、③鋳型 3D データ (右側面から)、④鋳型の 3D データ (裏側から)、⑤鋳型 3D データ (原版) に別の 3D データを押しあてた状況、⑥鋳型 3D データから作製した製品 3D データ

第 17 図 ヒルハタ遺跡出土青銅器鋳型の 3D データ

内行花文帯、鈕を復元できた。背文構成は後漢鏡の内行花文日光鏡に似ており、出土した小形仿製鏡の背文と同一であると判断された。ただ、異なるところは鏡縁の幅である。出土鏡は径 8.4cm で、鋳型から製作した鏡は面径 9.4cm であった。面径に 1 cm ほどの誤差があり、大きさからいえば同じ鋳型で鋳造したとはいえないことになる。ところが、鏡縁以外で比較したところ、内区の文様パターンと径はぴったりと合致した。ヒルハタ遺跡出土の鋳型は複数回鋳造を重ねたことによって鏡縁の破損が生じ、縁を掘り広げて幅広くなるとみたほうがよさそうである。したがって、「二塚山 I 鏡」はヒルハタ遺跡出土鋳型で鋳造された初期の小形仿製鏡であろう。鋳型と製品との比較は、鋳造後加工が施されない部分で比較しなければならない。今回、3D 計測で得たデータをもとに 3D プリンターで 3D モデルを打ち出し比較検討することは有意義な方法論であると確信できた。

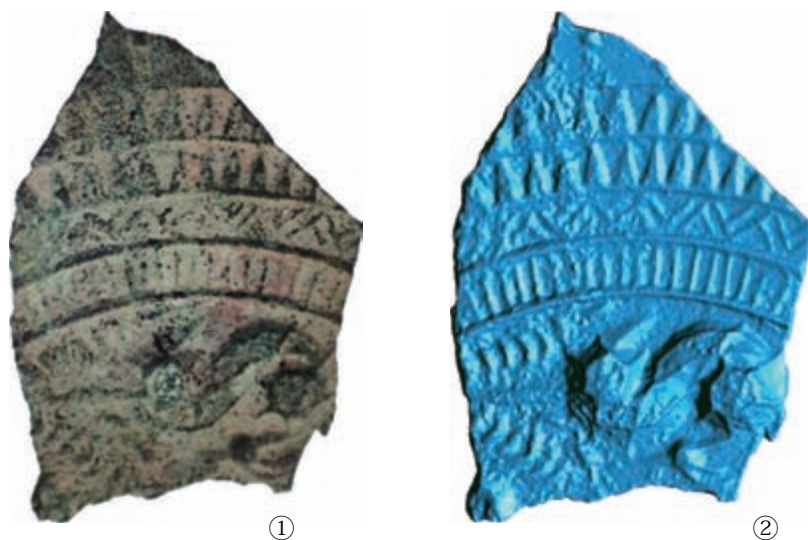
(6) 出土破片鏡の復元と資料化の検討【大分県日田市朝日天神山古墳】

①朝日天神山古墳出土の五獣鏡（若杉 2005）

朝日天神山古墳 1 号墳は昭和 30 年代、天神社建設によって横穴式石室が壊され、装飾付大刀、馬具、変形五獣鏡など夥しい遺物が出土した。ここでは破片になった変形五獣鏡について資料化の方策を探るための検討を行なった。

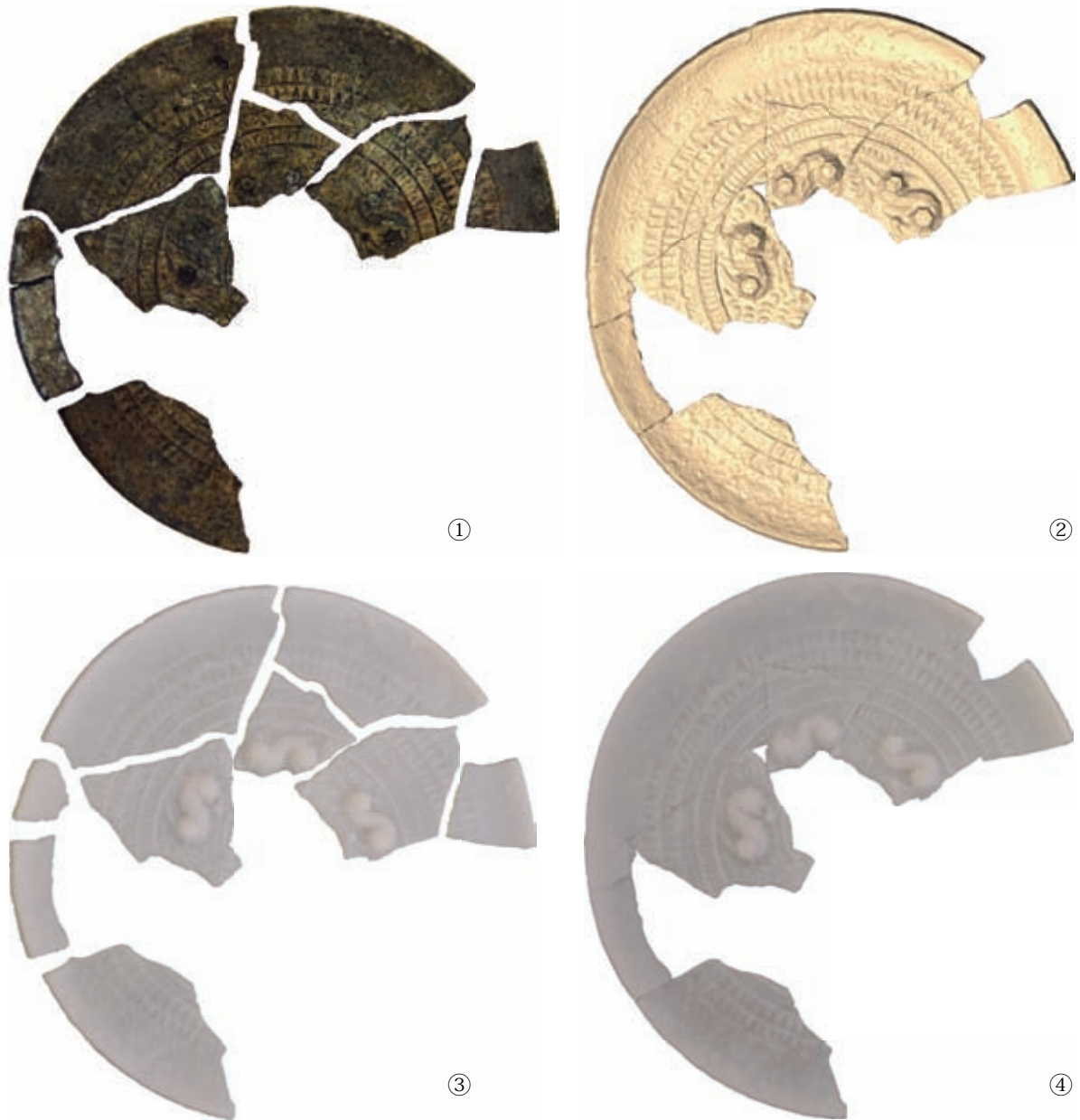
②鋳型の 3D データおよび 3D モデル作製（第 18・19 図）

大学で所蔵している、朝日天神山古墳 1 号墳出土五獣鏡の 3D 計測を行った。鏡は計 9 点に割れており、それぞれ一点ずつを全方位で計測し、3D データの作製した（第 18・19-①図）。次に 9 点の鏡片の 3D データをソフトで接合し、1 枚の鏡の 3D データとして作製した（第 19 図②）。この作製した 1 枚の鏡の 3D データを 3D プリンターで出力し、3D モデルを作製した（第 19 図③）。なお、同時に計 9 点の鏡片を接合した 3D データについても、3D モデルを作製した（第 19 図④）。



①鏡背面の写真、②鏡背面 3D データ

第 18 図 朝日天神山古墳 1 号墳出土五獣鏡の 3D データ



①鏡片の写真、②鏡片をソフト上で接合した鏡の3Dデータ、③鏡片の3Dデータを3Dプリンターで出力した3Dモデル、④接合した3Dデータを3Dプリンターで出力した3Dモデル

第19図 朝日天神山古墳1号墳出土青銅器鑄型の3Dデータ

これら作製した3Dデータ及び3Dモデルと、実際の鏡片とを比較すると、鋸歯文や櫛歯文、獣など精緻に表現できており、3Dデータ及び3Dモデルのほうが錆による色むらがないため、容易に文様帯及び文様について確認することができる。またこの手法で作製した3Dモデルは、展示などで文様等の説明や本来の形状を示すために有効であることが分かった。

③破片接合による資料化

今回、多数の破片になった鏡片を、上記第19図のように破片どうしのデータを編集し、場合によっては完形の鏡に復元し、3Dモデルの作製によって資料化（実測・拓本など）を図るという方法論の確立に取り組んだ。今回は朝日天神山古墳1号墳出土の変形五獣鏡を対象にしたが、その他にも熊本県の新御堂遺跡から出土した鏡片の検討も行なってい

る。新御堂遺跡出土の破碎した鏡の断面は1mmにも満たないものできわめて脆弱であり、多数に割れているため、通常の実測や拓本は難しい。資料化するためには3D計測を行い3Dプリンターで3Dモデルを打ち出して、検討せざるを得ないであろう。今のところ、新御堂遺跡出土の小形仿製鏡は「素文鏡」「鏡式不明」とされてきたが、韓国漁隱洞遺跡出土の韓鏡と同じ文様を有しており、文様の朦朧さから最終段階に鑄造された製品ではなからうか。

(7) 大分市内出土の同範銅戈の検討

①大分市伝岩屋遺跡出土の細形銅戈と住吉神社所蔵の細形銅戈

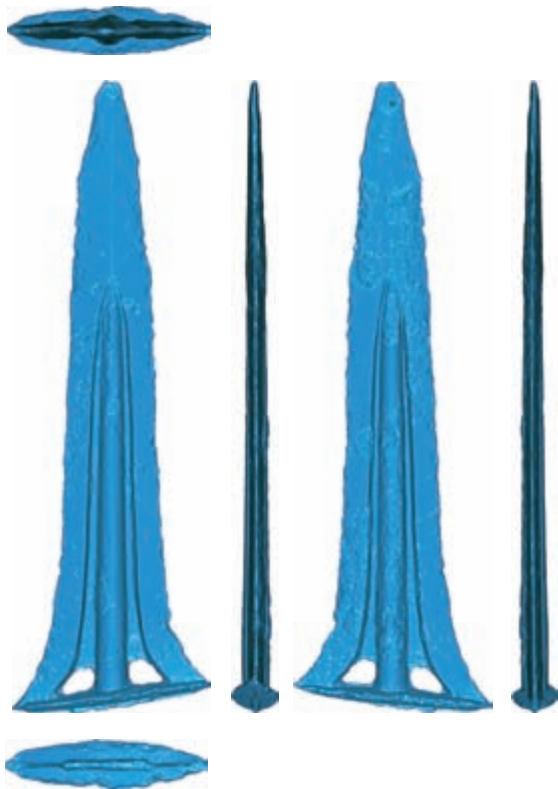
伝岩屋遺跡出土の細形銅戈は、昭和5(1930)年10月頃に発見されたといい、現在は大分市歴史資料館に保管されている。法量は残存長24.5cm、最大幅(残存関幅)7.8cm、重量280gである。一方、住吉神社所蔵の細形銅戈は平成28年6月に神社総代によって神像の入った箱の中から発見されたもので、全長(完形)25.8cm、最大幅(残存関幅)8.1cm、重量276gである。

伝岩屋遺跡の銅戈は、脊に鑄が通らないタイプの細形銅戈で、片面には半分くらいの広さにサビが塊状に浮き出るブロンズ病が発生しているが、現状では安定している。鋒(切先)の一部と内(茎)を欠失しており、両側縁の刃部には後世の刃こぼれが認められる。長鋒で、鋒の長さは身の約3分の1近くになり、胡の屈曲は強い。関の幅は一部破損しているが、長さ7.8cm、厚さは1.82cmを測る。内には3ヶ所ほどの加撃痕のような窪みが観察され、当時、人為的に折り取られた可能性を示している。破断面を計測すると幅3.3cm、厚さ0.3cmとなり、幅広で大きな内であったことが分かる。脊は長さ16cm前後で、下端部は幅、厚さ共に1cmを超える太さである。樋は細くて深く、無文で、やや丸みをもった大きな穿に続く。全体的に断面が厚く重厚な作りである。鋒部には後世についたとみられる粗い擦痕が観察される。

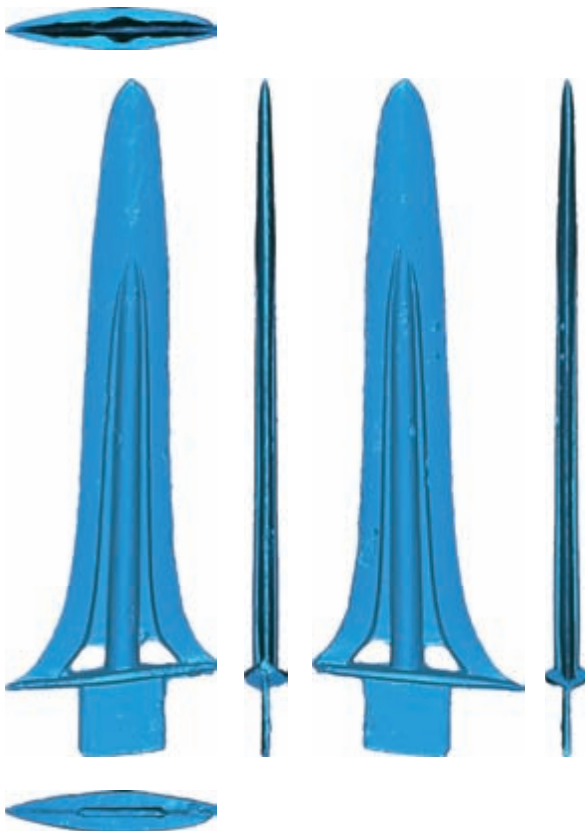


写真3 伝岩屋遺跡(左)と住吉神社所蔵(右)細形銅戈

住吉神社所蔵銅戈は、脊に鑄が通らないタイプの細形銅戈で、極めて保存状態が良く、細部まで観察することができる。全長25.8cm、残存関幅8.1cmを測る。鋒先端は丸みを持ち、研ぎ直しによって鑄がまっすぐ通っていない。長鋒であるが、樋の長さに比べればやや短い。脊は16cm前後の長さで、下端部は幅、厚さともに1cmを超えて太い。本来は、このタイプの銅戈は脊に鑄を持たないが、本例は刃部の研磨によって脊に幅0.2~0.3cmの研磨痕が、先端部から14cm程度まで残っており、鑄状になっている。樋は細くて深く、無文で、やや丸みを持った大きな穿へと続く。胡の張りは強く、関の一部は破損している。関の幅は8.1cmであるが、厚さは1.65cmを測り、上下端は磨かれて、幅0.2~0.3cmの平坦面が形成されている。内は幅3.4cm、



第20図 伝岩屋遺跡出土細形銅戈の3Dデータ



第21図 住吉神社所蔵細形銅戈の3Dデータ

長さ 2.9cm、厚さ 0.3cmを測り、幅広で大きい。両側には甲張が残り、下端は研磨されている。関の裏側と内の付根には赤色顔料が残り、さらに黒っぽいタール状の物質が、赤色顔料と明確な線をなして上にかぶさるように塗られている。これらについては今後の分析が必要であろう。なお、片面の刃部と反対面の鋒部には鍬などをついたガジリ痕が観察される。

この2口の細形銅戈は、鑄造後の研磨加工によって形状が異なる部分を除けば、細部にわたって類似性が認められ、同じ鑄型で鑄造された可能性が高いと判断された。

②製品の3Dデータおよび3Dモデルの作製（写真3、第20・21図）

伝岩屋遺跡出土と住吉神社所蔵の細形銅戈の2口について、3D計測を実施した。計測については、未計測部分が無いよう計測回数を増やし3Dデータの作製を行った（第20・21図）。また、これら2口の3Dデータを基に3Dプリンターで出力した3Dモデルの作製（ここでは3Dモデルは掲載していない）も実施した。その結果、伝岩屋遺跡出土の銅戈に見られたブロンズ病の錆膨れの状況など忠実に計測できている。また、住吉神社所蔵の銅戈の鑄から刃にかけてみられる後世の傷についても計測できているのが確認できた。

③両銅戈の検討（大分市歴、2019）

この2口の細形銅戈は、大分県のみならず国内でも出土例の少ない貴重な資料であり、北部九州において、近年細形銅戈の鑄型が出土していることから、これらはわが国における初期鑄造品としての可能性を示すものである。

特筆すべきは、この2口の銅戈の類似性である。これらの銅戈を、脊、樋、穿、

内など研磨加工が及ばない部分について、目視で観察したところ、きわめて類似性が高いと思われた。

さらに、細かく観察・検討するために手実測に加えて、3D計測と3Dプリンターで打ち出し比較検討を行った。その結果、この2口の細形銅戈は、脊、樋、穿、内などにおいて、偶然では有り得ない細部の類似性を持っていることが明らかになり、最終的な結果として、同範銅戈であると判断した。今のところ細形銅戈では、わが国で初めてのことであり貴重な発見といえよう。

5. おわりに

以上、これまで取り組んできた各検討事例について述べてきた。研究方法については現段階では、完全に確立されるまでには至っていないが、ある一定程度の見通しは立ってきた。これまで取得したデータをもとに、さらに取り組みを進めていけば新しい研究の確立に近づけるのではないかという確信を持った。

今回は、貴重な青銅器関係の遺物を事例として取り上げた。青銅器鋳型や青銅器本体は重要文化財に指定されているものが多くあり、容易にそれらを持ち出して比較検討することは事実上不可能である。そこで、レーザースキャナーを用いてこれらの遺物を非接触で3D計測し、取得したデータから3Dプリンターを利用して3Dモデルを製作（実物と3Dモデルとの誤差は0.002mm前後）した。これによって、3Dデータの保存（複数の媒体）、3Dモデルの作製が行なえるようになり、青銅器本体や鋳型の微細な部分の検討、および他資料との比較研究が容易に行なえるようになった。また、3Dモデルは博物館資料として、あるいは手で触れる教育資料としても活用の範囲を広げることができる。

以上のことから、貴重な遺物や脆弱な遺物については、いかに事前のデータを残しておくかということが重要な課題になってきた。また、これまでは、指定物件等が壊れた場合修復するというのが一般的であったが、事前にデータがないものもある。実測図や拓本、写真等のデータは参考にはなるかもしれないが元の形に戻すのにはきわめて限界がある。現在の3D技術を応用して、災害多発の時代、あらかじめデータを残していくということがいかに大事かということが分かった。そういう意味では、今回の取り組みはまさに新しい研究領域に足を踏み入れたことになる。さらなる取り組みを続けていきたい。

- (1) (カウグスツク) スキャン速度:985,000点/スキャン(0.3秒/スキャン)、解像度:0.080mm(近距離)、0.100 mm(遠距離)、精度:0.034mm、スキャン範囲:87×68mm(近距離)、88×87mm(遠距離)
- (2) 遺物の材質やその現状に合わせて、計測できるように支持材で安全に回転できるように遺物を設置した。
- (3) ProJet® MJP 2500(カウグスツク) 造形:UV硬化プラスチック、積層ピッチ:32ミクロン、解像度:800×900×790dpi、精度:±0.004インチあたり(±0.1016mm/24.5mm)
- (4) Geomagic®Freeform®

引用・参考文献

- 石隈喜佐雄・七田忠昭 1979 『二塚山』佐賀東部中核工業団地建設に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書 佐賀県教育委員会
- 大分市歴史資料館 2019 『大分市歴史資料館ニュース』Vol. 120
- 神崎市教育委員会 1985 『姉遺跡 1』佐賀県神埼郡千代田町大字姉所在遺跡の調査 千代田町教育委員会
- 下村智・玉川剛司 2018a 「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』第20号 別府大学
- 下村智・玉川剛司 2018b 「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』第48号 別府大学史学研究会
- 長崎 浩編 2003 『弥生時代の吉野ヶ里—集落の誕生から終焉まで—』佐賀県教育委員会
- 林田和人・原田範昭 1998 「白藤遺跡群の矛形銅製品・鋳型について」『肥後考古』第11号 肥後考古学会
- 林田和人編 2005 『八ノ坪遺跡 I』本文編 熊本市教育委員会
- 林田和人編 2006 『八ノ坪遺跡 I』分析・考察・図版編 熊本市教育委員会
- 森井千賀子編 2017『須玖タカウタ遺跡 3—5次調査—』春日市文化財調査報告書 第77集 春日市教育委員会
- 森貞次郎・乙益重隆・渡辺正気 1960 「福岡県志賀島の弥生遺跡」『考古学雑誌』第46巻第2号
- 若杉竜太編 2005 『朝日天神山古墳群』日田市埋蔵文化財調査報告書第60集 日田市教育委員会

iii . 古墳時代の赤色顔料の蛍光 X 線分析とその結果

上野 淳也 (文学部史学・文化財学科准教授)

1. はじめに

当調査は、大分県速見郡別府市に所在する鷹塚古墳の石室壁面の彩色に用いられていた赤色顔料の化学組成を調査したことを嚆矢とする。古来、赤色の顔料としては、“朱 (HgS)” と “ベンガラ (FeO₂)” が主なものである。古墳時代終末期の方墳である鷹塚古墳に用いられた赤色顔料は、ベンガラであるが、その化学組成には特徴的に“砒素 (As)” が含まれる。別府市内では、同時期の墳墓である鬼の岩屋古墳群 (第 2・8 図参照)・天神畑 2 号墳及び浜脇横穴墓群内においても砒素が検出されている。

しかし、これら別府市内の古墳時代後期～終末期 (6 世紀後半～7 世紀初頭) の遺跡においては通常のことでも、同じく市内の古墳時代中期 (5 世紀中頃) の春木芳本遺跡出土の石棺の彩色に用いられた赤色顔料からは砒素が検出されない。

同市内に所在する国の名勝「別府地獄」の中の“血の池地獄”に沈殿する赤色の泥からは砒素が検出される事がわかっている。8 世紀初頭に成立したとされる『豊後国風土記』の速見郡の条には、この赤色顔料に転用されるものと想定される「溼 (泥)」に関する記載がある。

「赤湯の泉 郡の西北のかたにあり。この湯の泉の穴は、郡の西北のかたの竈門山にあり。その周りは十五丈ばかりなり。湯の色は赤くして溼あり。用いて屋の柱を塗るに足る。溼、流れて外に出づれば、變りて清水と為り、東を指して下り流る。因りて赤湯の泉といふ。」
(『豊後国風土記』)

風土記本文にあるように、赤泥を木造建造物に塗布することによって、劣化を防ぐことに利用する事例は世界的にも確認され、鉄 (及び銅と硫黄) の産地であるスウェーデンのファールン等で知られるところであり、国内においても、古来、神社仏閣に赤色顔料を塗布する事例がある。この“赤湯の泉”から湧き出る“赤泥”は、資源として活用されていたと理解することも可能であろう。この赤泥は、江戸時代に至っても用いられていたようで、近世に奉納された別府大学近郊の中須賀稲荷の石灯籠や近世墓及び六地藏に塗布されている赤色顔料からは、砒素が検出される (第 3 図参照)。別府市の明治時代の地籍図を参照すると、大字亀川の北側の大字野田に“赤湯”という字名があり、これが現在の“血の池地獄”である。

現時点で、別府市内で考古学的に砒素が検出される赤色顔料の開始時期は、古墳の帰属年代から、6 世紀後半まで遡ることができる。これは、“血の池地獄”の起源を示す年代となる可能性もある。

2. 古墳における赤色顔料の調査

“砒素”を鍵となる元素として、赤色顔料の流通圏に関しての研究の可能性を見出し、この流通圏に関する研究にとりかかった。古代律令制下において旧豊後国日田郡にあたる



第1図 別府市の地籍図

日田市の法恩寺山古墳群の赤色顔料からは、砒素が検出されていることが分かっている。この結果を得て、同じ旧豊後国玖珠郡にあたる玖珠町の鬼塚古墳（第4・5・9・12図参照）及び同直入郡にあたる竹田市市用横穴墓群、また、南に隣接する旧肥後国阿蘇郡に当たる上御倉古墳において、ハンドヘルド蛍光X線分析計 OLYMPUS Innov-X Systems.Inc DELTA 50KV (2017) Soil(土壌) + Precious mode モードを使用して赤色顔料の調査をおこなった。

結果的にいうと、旧豊後国玖珠郡の鬼塚古墳からは顕著に砒素を含む赤色顔料が検出された。また、旧直入郡の竹田市市用横穴墓群（第6図）からは微量の砒素が検出された。旧速見郡の浜脇横穴墓群からも微量の検出であったので横穴墓における依存状況の悪さである可能性も考えられるが、旧阿蘇郡の上御蔵古墳（第6図）からも明瞭には検出されていない。また、旧豊前国の宇佐郡にあたる四日市横穴群及び京都郡甲塚方墳・綾塚古墳・橘塚古墳、旧豊後国国東郡穴瀬横穴古墳群においても、砒素が明瞭には検出されなかった（第1・2表参照）。



第2図 別府市鬼ノ岩屋古墳群 1号墳



第3図 別府市中須賀稲荷石灯籠



第4図 玖珠町鬼塚古墳



第5図 玖珠町鬼塚古墳



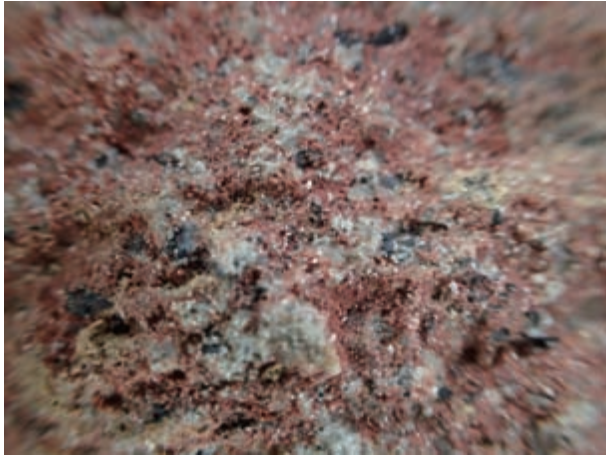
第6図 竹田市市用横穴墓群



第7図 阿蘇市上御蔵古墳

現状で、顕著に砒素の入った赤色顔料が明瞭に検出されるのは、旧速見郡の別府市及び旧玖珠郡の玖珠町と旧日田郡の日田市となり、速見郡—玖珠郡—日田郡のラインである。今後、大分郡に分布が広がらないか調査する必要がある。

化学組成的には、明瞭に砒素が検出される鬼の岩屋 1号墳及び鬼塚古墳では、リン及



第 8 図 鬼ノ岩屋古墳群 1 号墳赤色顔料



第 9 図 鬼塚古墳赤色顔料



第 10 図 上御蔵古墳赤色顔料



第 11 図 上御蔵古墳赤色顔料

び硫黄も明瞭に検出されている点が指摘される。また、旧豊後国内においては、塩素の検出も顕著である。

これらの元素は、火山ガスや温泉に代表される火山性の噴出物に共通するものであると考えられ、今後、火山性噴出物との比較が必要となって来よう。

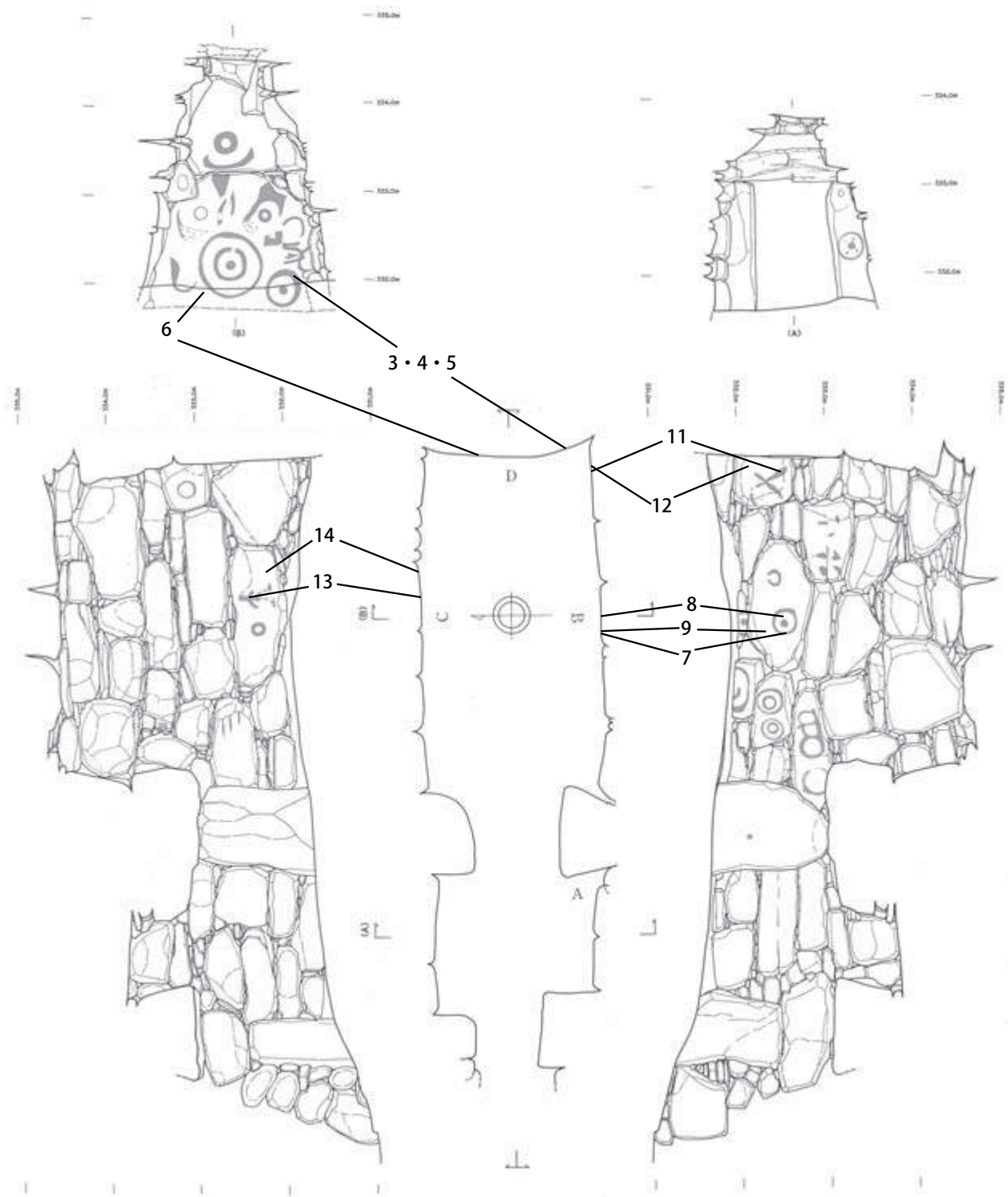
また、砒素に関しては、宮崎県西臼杵郡高千穂町の土呂久砒素公害でも知られるように、九州では特に大分県と宮崎県の県境に多く、別府市域においても比較的多いことが分かっている（第 13 図参照）。

3. 火山性土壌と砒素の関係について

砒素を含む土壌は、どのような条件において生成されるのであろうか。温泉地の別府市に所在する“地の池地獄”に代表される砒素を含む土壌は、火山性の噴出物である。

火山性噴出物の内、火山ガスには二酸化硫黄 (SO_2) や硫化水素 (H_2S)、塩化水素 (HCl)、水銀蒸気 (Hg) 等が含まれるが、温泉成分としては、メタ亜硫酸 (HAsO_2)、総硫黄 (S)、ヒ酸水素イオン (HAsO_4) や第一マンガンイオン (Mn) 等が挙げられる。

しかし、前述のとおり、阿蘇山の外輪山内にある上御蔵古墳の赤色顔料からは、砒素が明確には検出されていない。



鬼塚古墳蛍光 X 線分析測定地点一覧 (『大分の装飾古墳』より 一部加筆修正)

- | | | | |
|---------------|-------------|---------------|---------------|
| 3・4・5: 奥壁右下円文 | 6: 奥壁無し | 7: 右壁白と赤の円文の赤 | 8: 右壁白と赤の円文の白 |
| 9: 右壁無し① | 11: 右壁不明図柄 | 12: 右壁無し② | 13: 左壁人物 |
| 14: 左壁無し | ※1・2・10 は欠番 | | |

第 12 図 鬼塚古墳蛍光 X 線分析測定点分布図

第1表 旧豊後国内における赤色顔料の化学組成一覧

| 遺跡名 | 測定番号 | P | S | Cl | Mn | Fe | As | 旧国名 | 旧郡名 | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-----|-----|-----|
| 鬼の岩屋 1号墳 | #27C | ND | 34946 | 2351 | 343 | 34229 | 547 | 豊後国 | 速見郡 | |
| | #28C | ND | 2600 | ND | 206 | 32124 | 246 | | | |
| | #29C | ND | 28034 | 6764 | 670 | 47088 | 384 | | | |
| | #33C | 39463 | 4464 | 3146 | 278 | 17365 | 125 | | | |
| | #34C | ND | 4584 | 1066 | 208 | 17895 | 155 | | | |
| | #13 | 3597 | 1155 | ND | 113 | 26941 | 246 | | | |
| | #14 | 13575 | 2341 | ND | 602 | 46656 | 136 | | | |
| | #15 | 13193 | 4257 | ND | 407 | 53120 | 334 | | | |
| | #16 | 19180 | 2446 | ND | 298 | 39192 | 213 | | | |
| | #17 | 9786 | 2223 | 304 | 254 | 26968 | 201 | | | |
| | #18 | 8973 | 2451 | 443 | 286 | 20265 | 106 | | | |
| | #19 | 33902 | 8242 | 1230 | 327 | 22268 | 200 | | | |
| | #20 | 14222 | 6474 | ND | 437 | 56362 | 228 | | | |
| | #21 | ND | 14178 | 3662 | 290 | 15784 | 104 | | | |
| | #22 | ND | 12590 | 3211 | 289 | 19946 | 126 | | | |
| | #25 | ND | 5248 | 1659 | 164 | 13395 | 133 | | | |
| #26 | 46002 | 5541 | 3032 | 322 | 17649 | 132 | | | | |
| #28 | 13687 | 2021 | 388 | 280 | 20698 | 115 | | | | |
| 鬼塚古墳 | #3 | 11584 | 3237 | ND | 656 | 64174 | 108 | 玖珠郡 | | |
| | #4 | 11605 | 2718 | ND | 670 | 62635 | 105 | | | |
| | #5 | 13527 | 2906 | ND | 687 | 61370 | 100.6 | | | |
| | #6 | 8018 | 1876 | ND | 531 | 29233 | ND | | | |
| | #7 | 13219 | 5172 | ND | 491 | 40780 | 331 | | | |
| | #8 | 10025 | 3684 | ND | 765 | 31468 | 5.8 | | | |
| | #9 | 11401 | 6679 | 1859 | 769 | 41466 | 3.7 | | | |
| | #11 | 6309 | 2070 | ND | 640 | 48237 | 480 | | | |
| | #12 | ND | 2266 | 238 | 502 | 24848 | ND | | | |
| | #13 | ND | 3551 | ND | 418 | 34102 | 202 | | | |
| | #14 | 9639 | 4570 | 367 | 1354 | 31658 | 5.3 | | | |
| | 市用横穴墓 | #29C | ND | ND | ND | 390 | 12993 | | ND | 直入郡 |
| | | #30C | ND | 3165 | ND | 642 | 29710 | | 54 | |
| | | #32 | ND | 3598 | 1057 | 534 | 21203 | | 15 | |
| #33 | | ND | ND | ND | 561 | 17930 | ND | | | |
| #34 | | ND | 4498 | ND | 1310 | 38682 | 14 | | | |
| 穴瀬横穴群 | #13 | ND | 9485 | 5949 | 524 | 11407 | ND | 国東郡 | | |
| | #14 | ND | ND | 19527 | 311 | 10418 | ND | | | |
| | #15C | ND | ND | 12909 | 343 | 9978 | ND | | | |
| | #16 | ND | 1728 | 4830 | 1353 | 13253 | ND | | | |
| | #17C | ND | ND | 3054 | 3567 | 16150 | ND | | | |
| | #18 | ND | 3896 | 3726 | 327 | 13393 | ND | | | |
| | #19C | ND | 3509 | 3292 | 364 | 13845 | ND | | | |
| | #20 | ND | 2591 | 4360 | 285 | 10466 | ND | | | |
| 上御倉古墳 | #15C | ND | ND | ND | 1408 | 32159 | ND | 肥後国 | 阿蘇郡 | |
| | #16 | ND | 4007 | ND | 707 | 21286 | ND | | | |
| | #17 | 4453 | 1398 | 185 | 408 | 24397 | 7.7 | | | |
| | #18C | ND | ND | ND | 714 | 47461 | ND | | | |
| | #19 | ND | ND | ND | 780 | 35005 | ND | | | |
| | #20 | 15769 | 4220 | ND | 1298 | 50813 | 11.6 | | | |
| | #21C | ND | ND | ND | 413 | 29310 | ND | | | |
| | #22C | ND | ND | ND | 419 | 27488 | ND | | | |
| | #23C | ND | ND | ND | 473 | 29867 | ND | | | |
| | #24 | ND | ND | ND | 390 | 33479 | ND | | | |
| | #25 | ND | ND | ND | 648 | 38985 | ND | | | |
| #26 | 36440 | 5662 | ND | 628 | 195414 | 111 | | | | |

第2表 旧豊前国・肥後国内における赤色顔料の化学組成一覧

| 遺跡名 | 測定番号 | P | S | Cl | Mn | Fe | As | 旧国名 | 旧郡名 |
|-------------------|------|-------|------|------|-----|-------|------|-----|-----|
| 四日市横穴群 (加賀山支群) | #2 | ND | ND | ND | 408 | 18784 | ND | 豊前国 | 宇佐郡 |
| | #3 | ND | ND | ND | 735 | 16050 | ND | | |
| | #4 | ND | 2869 | ND | 232 | 13973 | ND | | |
| | #5 | ND | 2639 | ND | 292 | 21785 | ND | | |
| | #6 | ND | ND | ND | 219 | 12294 | ND | | |
| | #7C | ND | ND | ND | 192 | 8022 | ND | | |
| | #8C | ND | ND | ND | 865 | 11232 | ND | | |
| | #9C | ND | 3925 | ND | 331 | 18419 | ND | | |
| | #10 | ND | 3297 | ND | 383 | 17543 | ND | | |
| | #11C | ND | ND | ND | 401 | 36567 | ND | | |
| | #12 | ND | 2278 | ND | 380 | 25515 | ND | | |
| | 甲塚古墳 | #4 | ND | ND | ND | 72 | 5740 | | |
| #5 | | 4386 | ND | ND | 200 | 31540 | 8.6 | | |
| #6 | | ND | ND | ND | 115 | 21404 | ND | | |
| #7 | | ND | ND | ND | 201 | 23863 | 12 | | |
| 綾塚古墳 | #8 | 17640 | 821 | 1618 | 633 | 18792 | ND | | |
| | #9 | ND | ND | ND | 325 | 16393 | ND | | |
| | #10 | 8571 | 1218 | ND | 376 | 19815 | ND | | |
| | #11 | 30800 | 2205 | 399 | 512 | 27395 | 4 | | |
| | #12 | 21635 | 1882 | 330 | 475 | 23449 | 4.5 | | |
| 橘塚古墳 | #13 | ND | ND | ND | 263 | 12600 | ND | | |
| | #14 | ND | ND | ND | 505 | 23976 | ND | | |
| | #15 | ND | ND | ND | 118 | 7092 | ND | | |
| | #16 | | | | ND | 8128 | ND | | |
| | #17 | ND | ND | ND | 303 | 18698 | ND | | |
| | #18 | ND | 726 | ND | 291 | 10732 | ND | | |

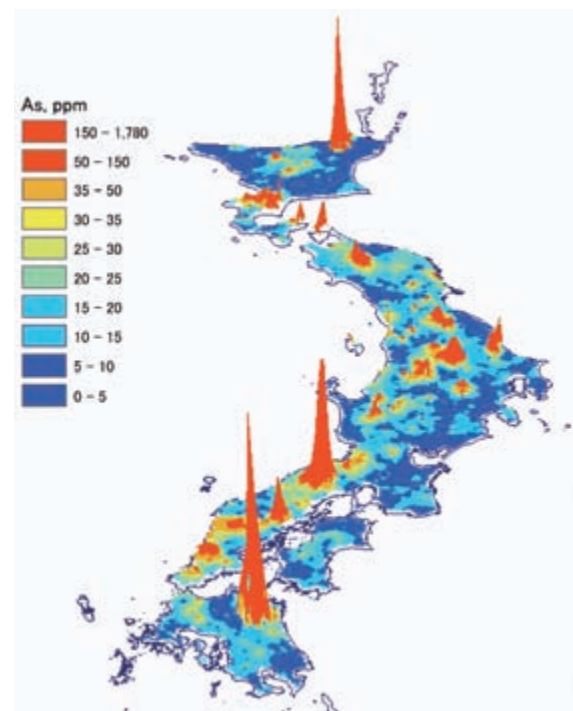
そこで、現在、火山活動を活発に続け、海水に赤い噴出物を流出している鹿児島県三島村の硫黄島へ調査に赴いた(第14図参照)。

結果的には、硫黄島の長浜浦における赤色の火山性噴出物の沈殿物からは、明瞭に砒素が検出された。一方、それを用いて彩色した近世の石塔(第15・16図参照)からは、微量ではあるが、確実に砒素を検出することができた(第3表参照)。海浜部の赤色沈殿物からは、やはり、リンや硫黄等も検出され、火山性噴出物に、これらの元素が含まれることが再確認された。

まとめ

以上、古墳の石室内で、砒素が明瞭に検出される。赤色顔料で彩色されているのは、旧豊後国の日田郡・速見郡・玖珠郡の古墳群に限定される。隣国である豊前国・肥後国では皆無であった。

今後は、引き続き砒素を含む赤色顔料を用いた石室の分布を調査する必要がある。また、不思議と長浜浦の防波堤には、カキ等の貝類が生息しないそうであるが、原因は砒素である可能性がある。その分布と赤色顔料に含まれる砒素と火山性堆積物と、鉱床・鉱脈との関係を明らかにしてゆかなければならない。



第13図 日本全国の砒素の濃度分布図⁽²⁾

第3表 薩摩硫黄島における火山性噴出物及び石塔彩色赤色顔料の化学組成一覧

| 資料採取場所 | 測定番号 | P | S | Cl | Mn | Fe | As | 計測対象 |
|--------|------|-------|------|------|-----|-------|------|-----------|
| 硫黄島 | #2 | 7432 | 1501 | 1822 | 492 | 6% | 284 | 海浜部赤砂 |
| | #3 | 1.57% | 6492 | 6605 | 67 | 5.98% | 375 | 海浜部赤色付着石 |
| | #4 | 4053 | 6407 | 1008 | 308 | 2.39% | 33.1 | 石塔赤色顔料付着部 |
| | #5 | ND | 7394 | 706 | 306 | 1.11% | 19.1 | 石塔赤色顔料付着部 |
| | #6 | ND | ND | ND | 202 | 5.07% | 38 | 石塔赤色顔料付着部 |
| | #7 | 7377 | 5196 | 531 | 194 | 5.42% | 43.1 | 石塔赤色顔料付着部 |
| | #8 | ND | 4548 | 739 | 178 | 8521 | 12.4 | 石塔赤色顔料付着部 |



第14図 硫黄島港（長浜浦）



第16図 硫黄島墓地石塔（寛政年間）



第15図 硫黄墓地

- (1) 朽津信明氏（東京文化財研究所）より御教示
- (2) 国立研究開発法人産業技術総合研究所「日本の地球化学図」

iv . X線透過装置を利用した出土金属製品の診断システムの確立 — 複合的な文化財情報の構築をめざして —

渡辺 智恵美 (史学・文化財学科教授)

1. はじめに

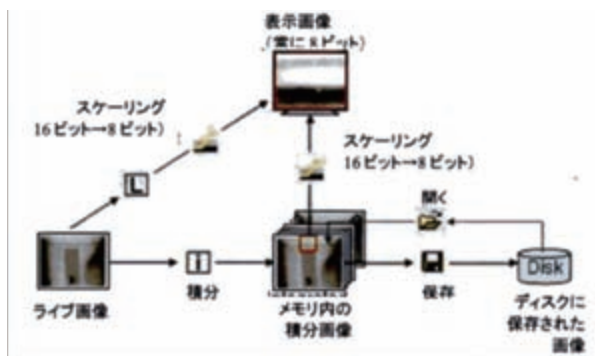
別府大学では、平成 28 年度に文部科学省私立大学ブランディング事業 (『九州における文化遺産保護研究の拠点形成のための基盤整備事業』) の採択を受けて、3 D 計測装置、ハンドヘルド型蛍光 X 線分析装置および X 線透過装置を導入した。新たに導入した X 線透過装置は、フラットパネルを搭載したデジタルタイプの装置 (IMG165/2.25 フラットパネルディスプレイ X 線透視システム エクスロンインターナショナル株式会社製) で、既存のアナログタイプとの交換となる (写真 1・図 1)。本稿では、新しく導入した X 線透過装置を利用した金属製文化財の診断システムについて紹介するとともに、すでに別府大学保存科学室 (以下、保存科学室と略す) に設置されている分析機器調査 (蛍光 X 線分析装置・X 線回折装置・走査型電子顕微鏡等) を併用することで得られる複合的な文化財情報の構築と活用について述べる。

X 線は物理学的には電磁波の一種であるが、波長が短いため「物体を透過する」という特性を持つ。この特性を利用して表面観察では見えない物体の内部構造や損傷状況を把握するのが X 線透過試験である。1845 年にドイツの物理学者 W.C. レントゲンにより発見されて以来、医療や科学分野、産業分野で広く利用されてきた。非破壊で調査できるため、文化財分野においても広く利用されている。国内での文化財への応用は、高槻市に所在する阿武山古墳から出土した夾紵棺内部の X 線透過調査が最初である (1934 年)。以降、金属製文化財に対する調査が行われるようになり、1972 年に埼玉県稲荷山古墳から出土した 115 文字の金象嵌が刻まれた『辛亥銘鉄剣』が発見されて以降、X 線透過試験は概ね標準化されてきたといえる。

保存科学室では、新しい X 線透過装置が導入されて以降、順次、大学所蔵の出土金属製品を中心に調査を実施している。この調査により遺存状況や本来の形状や内部構造、象嵌の有無等を把握し、文化財の健康診断に利用している。また、X 線透過試験データと 3 D 計測データを従来の記録情報に加え、複合的な文化財情報の取得と蓄

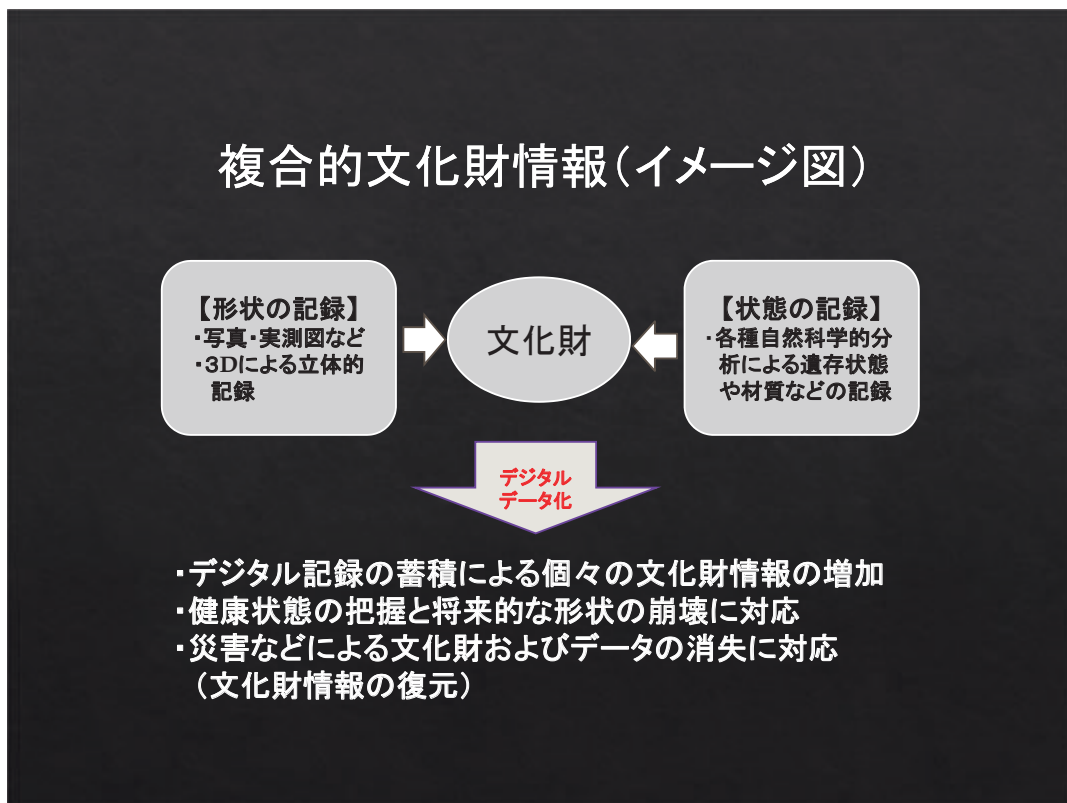


写真 1 導入された X 線透過装置

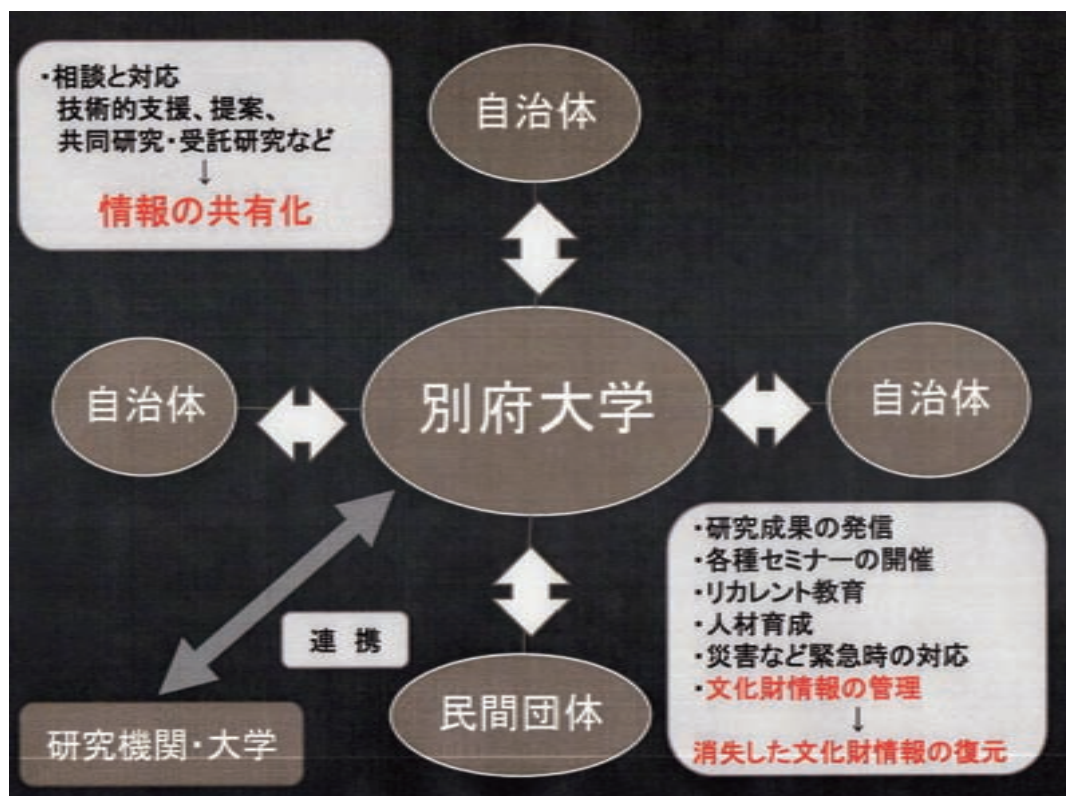


第 1 図 画像取得・処理概念図
(YXRON ユーザーガイドより転載)

積を目指している（図2）。これは、別府大学が推進している大学と地方自治体、その他の研究機関との連携および文化財情報の共有という点においても重要となる（図3）。



第2図 複合的文化財情報の構築方法



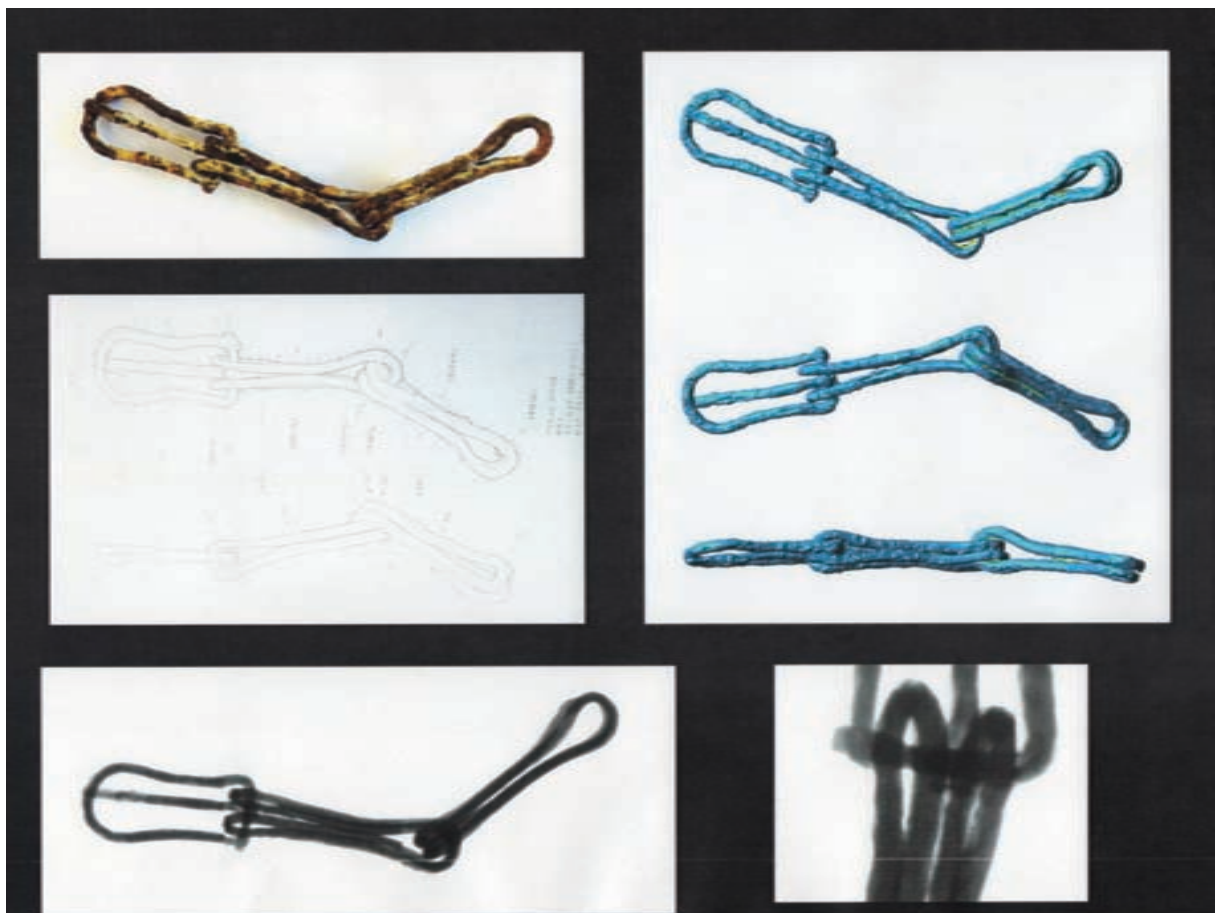
第3図 大学と他機関との連携概念図

2. 複合的な文化財情報の取得と蓄積

別府大学では自然科学的分野として、今回導入したX線透過装置（内部構造と損傷状況の把握）の他に、蛍光X線分析装置（材質の調査）、デジタル実体顕微鏡および走査型電子顕微鏡（表面の微視的調査）、X線回折装置（材質の結晶構造・組成の調査）が設置されている。また、考古学分野では今回3D計測装置および立体プリンタ（立体的な形状把握）を導入している。これらを利用して文化財の健康診断、発掘調査や保存修復時に得られた情報を記録している。

3D計測装置を利用した文化財や遺跡の立体的な形状記録は、災害や経年劣化などにより崩壊のおそれのある文化財の消失を補完することができる。つまり、消失あるいは崩壊してしまった文化財や遺跡の形状を復元することが可能となる。文化財の有する形状以外の情報については文字情報となるが、形状記録と自然科学的な情報があれば文化財の復元製作が可能となる。また、X線透過装置を利用した文化財の健康診断を行うことで健康状態（遺存状況）が把握でき、定期的な診断をすることで損傷の予測と迅速な対応が可能となる。定点的な計測や観察は、文化財をより良い状態で永く保存するための有効な手段といえる。

以上のように、写真や実測図、文字による報告等の従来の情報に、3D計測や自然科学的な情報を加えることで、材質や遺存状況、製作技法等の文化財情報を取得でき、文化財を多角的・複合的に扱うことができるようになる（図4）。



第4図 複合的な文化財情報のイメージ図(写真・実測図・3D・X線写真)


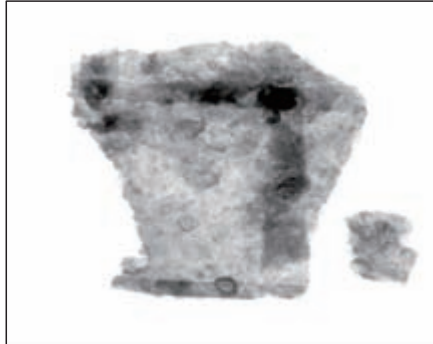
3. X線透過試験を利用した診断カルテの作成

文化財は、形状や色調、質感や材質、構造や遺存状況などさまざまな情報を有している。これらの情報は、対象とする文化財の遺存状況や内部構造の把握のみならず、製作技法などの背景にある時代性や社会構造、経済活動などを探る貴重な情報となる。X線透過試験はおもに出土金属製品を対象としており、肉眼では認知できない内部構造や遺存状況に関する情報を取得することができる。得られた情報は、文化財の保管環境の条件設定や保存修復の際に重要なものとなる。

文化財を永く後世に継承するためには、現在の文化財の状況を的確に把握し、適切な処置を施すことが必要なことは先述したが、診断は、いわば文化財の延命のための医療的措置である。診断カルテは、保存修復を行う際には常に手元に置き、遺存状況や形状を確認しながら作業を進めることになる。作業の途中で再度X線透過試験を行うこともあり、形状や構造についてその都度把握しておくことも重要である。

今回導入したX線透過装置の画像はデジタルデータであり、部分的な拡大縮小やコントラスト調整などが可能なため、作業中はタブレットやPC上に入力した画像を利用している。診断カルテには現状の写真およびX線写真を対比して確認できるように配置し、遺物番号や撮影条件、所見等を記入できるようにした（図5）。

大学所蔵金属製品診断カルテ

| 個体番号 | 出土地（遺跡名） | 遺物名 | 法量 | その他（破片数など） |
|---|----------|--|------|------------|
| 自然科学的調査項目（下欄：実施日）※分析データ等は裏面へ記入 | | | | |
| X線透過試験 | 顕微鏡観察 | 蛍光X線分析 | X線回折 | その他 |
| 写真（画像） | | 観察所見 | | |
|  | | ●●●●●●●●●●…… ●●●●●●●●●●…… ●●●●●●●●●●…… | | |
|  | | ●●●●●●●●●●…… ●●●●●●●●●●…… ●●●●●●●●●●…… | | |

第5図 診断カルテの一例

4. 各年度の活動報告

【2016年度】

研究ブランディング事業の採択が11月であったため、12月～翌年3月にかけては、機器の設置、試運転や画像調整など本格的なX線透過試験に向けての調整が主な作業となった。あわせて、診断カルテの作成あたり、盛り込む要素や将来的にはほかの文化財情報をどのように関連させるか等について検討した。

【2017年度】

2017年度より大学所蔵の出土金属製品のX線透過試験を本格的に開始した。大学および大学院での実習系授業や卒論・修論研究のほか、文化財科学研究室（史学・文化財学科の教員および学生で組織されている史学研究会のうち、学生部会14研究室の一つ）の活動として、大学所蔵の出土金属製品をX線撮影し、遺存状況や内部構造の把握、器種の同定や破片の接合検討等を行い、診断カルテを作成した（図5参照）。大学所蔵の鉄片X線写真を検討した結果、これらの破片は、三角板鋳留短甲や鉄鏃片であることが判明した。これらの作業は、保存修復作業の処理前調査の一環として行うもので、2018年度も同様に継続した。

また、地域連携の一環としてX線透過試験講習を実施した（P12～13参照）。

【2018年度】

2018年度も引き続き大学および大学院授業、研究室活動でX線透過装置を利用した。また、外部協力として臼杵市からの依頼で神下山古墳出土の武具片（鋳片）の撮影を行い、破片の分類を行った（鹿児島大学総合博物館橋本達也教授の協力による）。武具片は、鋳、肩甲および短甲の一部と判明し、接着検討をして、再度それぞれの器種ごとに写真撮影およびX線透過試験を実施し、診断カルテを作成した。

5. おわりに

今後も大学所蔵遺物を中心にX線透過試験による出土金属製品の健康診断を行い、外部からの依頼にも対応していく予定である。とくに外部からの依頼は、別府大学と依頼元の双方でデータを共有することが重要となる。大学を核として各地の自治体とデータを共有することで、災害などによりデータが消失しても回復できるというメリットがある。さらに大学が核となることで、さまざまな情報を発信することができる。無論、情報管理には最新の注意を払う必要があるが、各自治体の協力の下、情報交換が可能となる。

X線透過撮影は地道な作業であり、撮影から診断カルテ作成まで多くの時間を要する。また、複合的な文化財情報を構築するためには、3D計測や既設の機器による自然科学的調査データを付加する必要があり、さらに多くの時間を必要とすることになるため、人材の育成と専任配置が課題となる。

『文化財の保存修復と文化財科学の世界』（展覧会・講演会）開催報告

渡辺 智恵美（史学・文化財学科教授）

平成 31 年 1 月 26 日午後、『文化財の保存修復と文化財科学の世界』と題した講演会を別府大学メディアホールにて開催した。これは別府大学 110 周年記念と研究ブランディング事業をかねたもので、澤田正昭先生（東北芸術工科大学文化財保存修復研究センター長）に『文化時の活用と保存科学』と題した基調講演をいただき、九州歴史資料館の加藤和歳氏に『X線CTスキャナを利用した発掘調査・公開活用の新技術』、福岡市埋蔵文化財センターの比佐陽一郎氏に『文化財の保存修復における二次資料の活用』と題して、文化財の保存修復や活用の現状、文化財をめぐる新しい調査方法等についてお話いただいた。

澤田先生のご講演は、文化財修理の歴史や平成 31 年 4 月に改正される文化財保護法、とりわけ観光を意識した文化財の活用のあり方、海外協力の一環としての文化財の保存修復や現地の人々への研修活動（技術移転や寺子屋運動）や劣化の問題など、多岐にわたる内容であった。

加藤氏には、X線CTスキャナを活用した発掘調査の一例として、福岡県古賀市に所在する船原古墳の調査の概要と遺物の取り上げについてご講演いただいた。これまでの発掘調査法と全く異なる 3D 計測による遺構の記録と土塊状態での遺物の取り上げ、さらに X線CT画像による 3次元情報の可視化と情報の活用（3DプリントやCG）など、まさに文化財科学の最先端のお話であった。

比佐氏には、文化財情報としてのアナログ的二次資料の役割と製作技法についてご講演いただいた。昨今のデジタル技術の発展にはめざましいものがあり、博物館での二次資料製作の際に活用する割合は年々増加している。しかし、十分な位置づけと認識がなされているとは言えず、認識の共有が今後の課題であること、また立体的二次資料の定義（複製・模造・模型）についてわかりやすくお話しいただいた。3件とも、非常に興味深い内容であった（写真1）。



写真1 講演会風景



写真2 展示会風景

講演会に合わせて1月26日～2月15日まで、別府大学18号館ギャラリーホールで展覧会を開催した。展覧会では、出土金属製品の保存修復と自然科学的調査についてパネルによる展示を行い、比佐氏の講演でお話しいただいた福岡市元岡G古墳群6号噴出土「庚寅銘金象嵌大刀」の現状複製（レプリカ）および模造復元品、レプリカ作製のための型取り用品一式、上月隈遺跡出土銅剣の復元模造品、あわせて別府大学文化財研究所が取り組んでいる3D計測による青銅製品の鋳型から製品本体の復元方法と立体プリントを展示し、保存修復と最先端技術の可能性を広報した（写真2）。

v . 災害に備えた文化財情報のデジタル化と共有に関する考察

西村 靖史 (文学部人間関係学科教授)

玉川 剛司 (文化財研究所研究員)

1. はじめに

近年、地震や水害などの大規模災害が人々の生活に大きな被害をもたらすだけでなく、地域に存在する文化財にも多大な被害を及ぼすことが理解されてきた。平成 28 (2016) 年 4 月 14 日、16 日未明の震度 6 強の熊本地震により熊本城では、修復間もない長塀の倒壊、築城当初から残っていた東十八間櫓、北十八間櫓が石垣とともに倒壊・崩落した。また阿蘇神社では、楼門と拝殿が全壊するなど、国の重要文化財にも甚大な被害が出た。

別府大学では、文学部史学・文化財学科を中心に平成 28 (2016) 年に文部科学省の私立大学研究ブランディング事業に「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」(以下、本事業とする)を申請し、九州地方を中心に自治体等と連携しつつ、文化遺産の保存、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とした。

本事業では、文化財の記録として先端的なデジタル技術による高度なシステムの導入を図り、保存処理の方法研究過程、システムの運用やデータの収集・蓄積(保全)・利活用に関する検討も含めた技術者の育成と、現場に対するリカレント教育の実施のための拠点作りが九州内の地方自治体をはじめとする文化財保護に関わるネットワークの構築目指したものである。

2. 文化財のデジタル化

文化財保護法第 2 条第 1 項に定める「文化財」の定義でも理解できるように、文化財は有形・無形を含む非常に多様な存在である。したがって、これら进行处理するためのデジタル化の技術も、非常に多様な技術を用いていく必要がある。

一方、近年のデジタル化の技術は目覚ましいものがあり、これらの活用無しに従来の方法に従っていくことは困難な情勢となっている。単純に写真一つを取り上げても、従来の方法論の継承はすでに技術的にも経済的にも不可能と考えられる情勢にある。文化庁においてもこの変化を捉え、文化財保護におけるデジタル化の活用についての情報を示しており、様々な問題とともに数多くの利便性を有することにおいて、技術の導入は避けることができない現状と考えられる。

本事業においては、近年発展が著しい 3 次元の立体物のデジタル化も積極的に、導入し活用を試みた。

3. 文化財デジタル情報の保存と活用

デジタル化の技術は、安価で簡便なように感じられるが、後世にも活用可能な情報としての検討を考えると多くの課題が存在している。その基本は、アナログという連続的な情報から、離散型の情報へと置き換えられる点にある。端的には解像度という課題である。

デジタル写真はもとより、測量データなどにおいてもこの解像度の課題は常に併存する課題であり、時代の最先端の技術と経済的な側面という相反する課題もここから生じている。さらにその後の活用面では、インターネットにおける情報の共有ではある程度の情報の圧縮技術など、データ量の低用量化が求められるが、研究などにおいてはかなりの精度を持つことが望まれ、その基準は爆発的なデジタル化技術と普及の速度に依存するために容易ではない。その時々最善は、常に時間経過により評価を受け、一度行ったデジタル化は補間などの技術の進歩はあっても、完璧ではない。

測量をはじめ、様々な場面におけるデジタル化の技術は計測時間の短縮をはじめ、これまで表現できなかった様々な情報を我々に提供している。

3年間の事業において調査、測量・測定した様々な文化財の対象に関する情報量は、非常に多くのものを含むもので、3D技術を含めて、これまでにない展開を提供するものと考えている。またこれらの手法を除いては、時間的な制約の中では得ることができなかったであろう情報でもある。一次情報としての文化財はそれ自体が価値あるものであり、決してデジタル化はそのものを保全するものではない技術であることには違いない。しかしデジタル化の手法を用いて、少しでも多くの情報を獲得しておくことは、災害などの復旧などを考慮すると、喫緊の課題となっている。

4. 文化財情報のデジタル化について

文化財関連情報は近年の技術を用いて、有形・無形にかかわらずデジタル化が進んでいる。写真や測量により遺構や史跡、遺物など対象の大小に限らず様々な3次元情報も計測されてきた。得られた情報は本事業の実施期間と人的費用を考えると、デジタル化技術の発展無しでは考えられない。

一方で、地域における文化財デジタル情報の保存や利活用における今後の課題も示している。文化財のデジタル化においては、写真や3次元情報などの実測値があるが、これらの情報はデジタル化されたことで、複製や再現の容易さを生み出す。これは一次情報の保全に役立つと同時に、その活用における不適切な使用にもつながりかねない要素を持つ。埋蔵文化財などの調査において報告される調査報告書自体は1次情報として、共有化されることが望ましいが、この情報に付帯する様々な情報がデジタル化されたまま、場合によっては再利用不能な状態へと変化する可能性を含んでいる。これは保管場所におけるメンテナンスの問題に加えて、デジタル技術の進展によるところを検討しておく必要がある。データの形式や利用する機器の発達に起因する課題についても理解が必要となる。また、得られた情報へのアクセスを考えると、各作業の段階より利用可能な検索システムを活用できることも必要と考えられる。

本事業においてデジタル技術は、地域における文化財情報の収集から管理に至るまで、多くの知見を提供している。本事業は、これらを踏まえた文化財におけるデジタル化の更なる活用と、技術を理解する専門職の育成、継続的教育支援など多くの課題と可能性を提供するものであった。今後、デジタルデータの保存・共有システムの構築進め、文化財保存・保護に寄与していきたいと考えている。

vi. 別府大学附属博物館に寄贈された法隆寺金堂外陣壁画模写下図の今後の活用

篠崎 悠美子 (別府大学文学部国際言語・文化学科教授)

1. はじめに

7世紀末～8世紀初頃に制作されたとみられる法隆寺金堂外陣壁画の模写（第2号壁と第10号壁）の下図の寄贈を、荒井寛方氏の弟子であった座間素賢氏のご遺族から別府大学附属博物館で受けたことにより、今後の活用についての検討を行った。

2. 法隆寺金堂壁画の概要

法隆寺金堂壁画は内陣と外陣にあり、内陣小壁には羅漢図、外陣壁画大壁は12面あり、そのうちの大壁4面に三尊仏を中心とした浄土図が、その他の壁には菩薩が描かれ、外陣小壁には飛天が描かれている。構成は、第1号壁：釈迦浄土変／第6号壁：阿弥陀浄土変／第9号壁：弥勒浄土変／第10号壁：薬師浄土変である（諸説あり）。尚、第2号壁は菩薩半跏像である。

壁画は土壁の上に白土下地を施し、原寸大の下図をあて窠状のもので刻線をなぞって壁に写して彩色し、弁柄や墨で輪郭を鉄線描（肥瘦の無い線）で描起こし、肉身には暈取りが施されており、表現は中国初唐期の様式に通じる。

1935年に京都の便利堂が壁画の原寸大写真を撮影しており、1940年からの壁画の精密な現状模写はこの写真を元に制作が始まったが、1949年1月26日の金堂の火事により中断した。内陣小壁の羅漢図は焼失、外陣小壁の飛天図は取り外されており難を逃れたが、外陣大壁の壁画は焼損した。この火事をきっかけに文化財保護法が制定されている。

※参考文献 山根有三 監修『日本絵画史図典』ベネッセコーポレーション、1987年、26-27頁

中村 元、久野 健 監修『仏教美術事典』東京書籍、2002年、836頁（百橋明穂）

秋山光和 編纂『新潮世界美術史辞典』新潮社、1985年、1354-1355頁

3. 金堂外陣壁画模写について

○1940年（昭和15年）の模写事業は、4名の画家が助手を率いて制作した。担当は、
荒井班 - 荒井寛方（1878 - 1945）2、10号壁

入江班 - 入江波光（1887 - 1948）6、8号壁

中村班 - 中村岳陵（1890 - 1969）1号壁（未完成）、5号壁

橋本班 - 橋本明治（1904 - 1991）9号壁（未完成）、11号壁（未完成）

輪郭は上げ写し技法を取り入れた入江班以外は、便利堂が撮影した原寸大写真を和紙にコロタイプ印刷したのを使い、その上に彩色された。

○1967年（昭和42年）に再度模写されて再建した金堂の壁にはめ込まれた。担当は、
安田班 - 安田鞞彦（1884 - 1978）、羽石光志、岩橋英遠、吉田善彦 2、4、6号壁

前田班 - 前田青邨（1885 - 1977）、近藤千尋、守屋多々志、平山郁夫 3、10、12号壁

橋本班 - 橋本明治（1904 - 1991）、野島青茲、大山忠作 8、9、11号壁

吉岡班 - 吉岡堅二（1906 - 1990）、稗田一穂、麻田鷹司 1、5、7号壁

※参考 『法隆寺金堂壁画』Wikipedia、最終更新 2019年3月2日

4. 寄贈された模写下图

荒井寛方氏が1945年没後に弟子の座間素賢氏が中心となって第10号壁は完成している。模写制作については1967年に模写に従事した安田班の吉田善彦氏が、座間氏の手になるものと添え状を書いている。(写真1) この壁画模写の下图は1949年の法隆寺金堂壁画焼損前の1940年からの模写の折の荒井班による第2号壁の菩薩半跏像(267×93cm)(写真2)と、第10号壁の薬師浄土変図で3枚(左332×93cm、中央290×93cm、右229×93cm)(写真3)からなる本制作前の下图である。

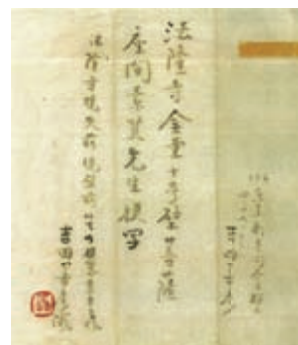


写真1 吉田善彦氏の添え状

下图はコロタイプ印刷の上に描かれたものではなく、上げ写しとみられる技法で描かれている。金堂で原本を見ながら模写制作の方針を検討したとみられ、貴重な資料である。

5. 下图の現状と今後の活用について

下图は第2号壁の菩薩半跏像は弁柄と墨の骨描き、第10号壁は左右と中央の3つに分かれており、左右の菩薩群は彩色されており、中央の薬師如来は頭部のみの骨描きである。いずれも薄い竹紙のような和紙で、長期間自宅で巻いた状態であったとのことであるが、紙端はヤケや裂けがあるもののシミはほとんど無く、破れも少なく保存状態は良好であった。

今後の展示と保存の為に下图は裏打ちし掛け軸に仕立てることとした。その際、上部は揃えて裁ち、下部には紙を足して壁に掛けた時に第10号壁の図様の通りになるよう仕立てて展示できるようにし、一般公開と今後の研究に活かすことを検討していく。



写真2 第2号壁菩薩半跏像下图



(青枠線は上下位置を合わせた構図を示す)

写真3 第10号壁 薬師浄土変(3枚組)下图

Ⅲ．今後のブランディング事業展開

田中 裕介(文学部史学・文化財学科教授)

2016(平成28)年度から2018(平成30)年度の三カ年にわたって別府大学が取り組んできた研究ブランディング事業「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」の主要な成果とそのときどきで生まれた課題、さらにこれからこの事業の延長に目指すことを簡単に記しておきたい。

この事業の目的に照らして何ができたのか。事業の目標は次のとおりである。「九州を中心に自治体の連携しつつ文化遺産の保存・保護への技術研究、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はかる体制基盤の確立」を目的として、本事業を進めてきた。この以下の4項目にわけて記してみよう。

- ①九州の自治体と連携する目的をもって、九州文化財保存推進連絡会議をたちあげ、そこに九州の各自治体の文化財保護部局の参加をよびかけた。同時に研究成果の共有と情報交換を目的に九州文化財保存学研究会を開催し、そこで行われる研究会やセミナーには自治体職員のみでなく文化財保護に関わる民間企業、大学等の機関や個人が参加できる形態にして広く門戸を開放した。
- ②文化遺産の保存・保護への技術研究、技術の再教育事業等を進める点では3Dレーザースキャナーによる大型文化遺産の計測を重点的におこなった。大分県内の中世の磨崖仏と近世城郭として熊本城の石垣計測にとくに人手をかけた。遺物として弥生時代の青銅器鋳型の計測と、そのデータを基にした3Dプリンターを用いた製品復元をおこなっている。X線スキャン装置を用いた金属器調査に着手し、ハンドヘルド蛍光X線分析計をもちいた大分県内各地の横穴式石室の赤色顔料分析をおこなった。一部をのぞきまとまった成果を公表できる段階ではないが、以上のようにブランディング事業によって新たに導入した機器を用いて新たな視点から取り組むことのできる研究に着手し、一定の成果と今後の可能性をしめすことができた。
- ③技術の再教育事業として九州文化財保存学研究会を毎年別府大学で開催するとともに、熊本城石垣3D計測現地セミナーなどの現地セミナーも開催した。連携事業として別府大学文化財セミナー「災害史研究の最新動向」「災害に対処するための近世城郭の記録化」を同じく別府大学でおこなっている。またこれとは別個に成果の還元として学内で行われている「九州学」講義のなかで講義やシンポジウムをおこなっている。

しかし当初目標としたが、進捗が期待に届かなかった事柄や、諸事情から事業の実施過程でとりくめなかった事柄も多い。

- ①九州文化財保存推進連絡会議は発足当初加入に際して会費制を考えていたため、自治体など組織団体としての参加のハードルが高く、参加団体が限られていた。そのため協議事やアンケートをもとに協議した結果、会費の規定をなくすことにした。そのご本事業に賛同する団体が増えてきたところであるが九州の市町村との連携強化はこれからの課題である。

- ②新技術と新機器をもちいた調査研究としては、熊本大分地震による被害のめだつた緊急性の高い近世城郭の石垣と中世の磨崖仏が優先され、当初予定していた横穴式石室の測定は着手したのみで、それほど進捗していない。ハンディスキャナーを使った鋳型と製品の復元比較研究、X線スキャン装置、ハンドヘルド蛍光X線分析計も有望な成果が生まれているが、それらの成果を大きく伸ばすには、まだ多くの計測を必要としている。
- ③参加者の人数や掘り方、参加者の継続性など、まだ多くの問題がある。参加しやすく有益かつ、実用的に求められる研究会やセミナーの開催もこれから継続し情報発信の拡大と、リカレント教育の充実が必要である。

上記の事柄を達成・充実することが必要なことはいままでもないが、九州各地の県市町村との連携を強化し、各分野の専門家と協働するために、九州文化財保存推進連絡協議会の会員を増加させ、各地の文化財保護部局と連携強化するとともに情報共有の取り組みとして九州文化財保存学研究会の定例的な開催と内容の充実が必要であり、とくに今後の文化財の被災に対応する研究成果の積極的発信が必要である。調査研究においては、3D測定の調査にあたっては、横穴式石室の計測例の充実、さらに古墳の墳丘計測への応用などを手掛けていきたい。

さらにこれにくわえて将来をみとおして、これから何をめざすのか。新機器や新技術によって蓄えられた情報はほとんどデジタルデータとして取得され、蓄積されていることはいまや常識であるが、これらのデータを公表するにあたってはアナログ化して印刷された形で利用したり、編集されたデジタルデータとして利用されるケースもある。しかしこれらのデータは将来起こりうる災害等における改変や損壊を復元するための基準データとなることは言うまでもなく、デジタルデータそのものを安全に分散保存するシステムの構築と運用もまた大学の責務となる。研究成果としてのアナログとデジタル双方の資料を保管し有効に公開する機能が求められており、実物や紙資料を保管する博物館とともに、蓄積されたデジタルデータを保存し活用するための施設やシステムの構築と、それらを結ぶネットワークを構想する必要がある。

研究ブランディング事業は鋭意継続する必要がある。そこでえられた研究資源を如何に確実に保存し、利用しやすい環境を構築するか。研究が進捗すればするほど、このような構想が必要になるだろう。

巻末資料

文学部研究ブランディング事業の活動についての報道紹介

平成 28 年 12 月 21 日 大分合同新聞 (朝刊)

1 第42301号

文化財研究の拠点化

別府大「私大ブランディング事業」に

文化財研究の拠点化を推進する「私大ブランディング事業」に別府大学が参加し、九州各地の自治体と連携して文化財研究の拠点化を進めている。別府大学文化財研究センターは、九州各地の自治体と連携して文化財研究の拠点化を進めている。別府大学文化財研究センターは、九州各地の自治体と連携して文化財研究の拠点化を進めている。



九州の自治体と連携



別府大学文化財研究センターは、九州各地の自治体と連携して文化財研究の拠点化を進めている。別府大学文化財研究センターは、九州各地の自治体と連携して文化財研究の拠点化を進めている。

平成 29 年 1 月 8 日 大分合同新聞 (朝刊)

3

ひと

わくわく遺跡との出会い



九州の文化財研究の拠点化を目指す
別府大学文化財研究センター

五川 剛司さん

九州の文化財研究の拠点化を目指す。別府大学文化財研究センターの五川剛司さん。彼は、九州各地の自治体と連携して文化財研究の拠点化を進めている。

平成 29 年 2 月 25 日 大分合同新聞 (朝刊)

2017年(平成29年)2月5日

九州の文化財を守る

別府大が拠点、研究会発足



九州の文化財を守る。別府大学文化財研究センターが拠点となり、九州の文化財を守る研究会が発足した。

震災を意識、技術向上図る



研究会の目的などについて説明する別府大学の副学長。研究会は、九州各地の自治体と連携して文化財研究の拠点化を進めている。

震災に備え 文化財を測量

別府大、復元に役立つデータ収集



別府大学が、被災した文化財の復元を支援するため、3次元データ収集を行っています。写真は、別府大の五川剛明研究員が、別府市北石町の先人の墓石の測量をする様子です。

別府大学は、被災した文化財の復元を支援するため、3次元データ収集を行っています。これは、九州大学が、被災した文化財の復元を支援するため、3次元データ収集を行っています。これは、九州大学が、被災した文化財の復元を支援するため、3次元データ収集を行っています。

「新たな保存活動の一つ」

別府大学は、被災した文化財の復元を支援するため、3次元データ収集を行っています。これは、九州大学が、被災した文化財の復元を支援するため、3次元データ収集を行っています。

3次元計測 修復に活用

文化財保存へ連携

別府大 災害に備え39自治体と



別府大学が、被災した文化財の復元を支援するため、3次元データ収集を行っています。これは、九州大学が、被災した文化財の復元を支援するため、3次元データ収集を行っています。

別府大学は、被災した文化財の復元を支援するため、3次元データ収集を行っています。これは、九州大学が、被災した文化財の復元を支援するため、3次元データ収集を行っています。

別府大学は、被災した文化財の復元を支援するため、3次元データ収集を行っています。これは、九州大学が、被災した文化財の復元を支援するため、3次元データ収集を行っています。

別府大が高度な測量・分析機器導入

文化財のデータ把握



別府大学は、被災した文化財の復元を支援するため、3次元データ収集を行っています。これは、九州大学が、被災した文化財の復元を支援するため、3次元データ収集を行っています。

別府大学は、被災した文化財の復元を支援するため、3次元データ収集を行っています。これは、九州大学が、被災した文化財の復元を支援するため、3次元データ収集を行っています。

別府大学は、被災した文化財の復元を支援するため、3次元データ収集を行っています。これは、九州大学が、被災した文化財の復元を支援するため、3次元データ収集を行っています。

修復、再建に活用

別府大学は、被災した文化財の復元を支援するため、3次元データ収集を行っています。これは、九州大学が、被災した文化財の復元を支援するため、3次元データ収集を行っています。

九州文化財保存推進連絡会議が発足

別府大を拠点に連携



九州文化財保存推進連絡会議が発足しました。別府大学を拠点に、九州各地の文化財保存機関と連携して、被災した文化財の復元を支援します。

九州文化財保存推進連絡会議が発足しました。別府大学を拠点に、九州各地の文化財保存機関と連携して、被災した文化財の復元を支援します。

九州文化財保存推進連絡会議が発足しました。別府大学を拠点に、九州各地の文化財保存機関と連携して、被災した文化財の復元を支援します。

文部科学省 平成 28 年度採択私立大学研究ブランディング事業
「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

平成 31 年 3 月 19 日

編集・発行 別府大学文学部研究ブランディング事業
印刷 株式会社 クリエイツ.