

3D レーザー測量による最先端古墳研究を通じた建設 DX 実習  
 ～西条古墳群のデジタルアーカイブ化とその点群データ活用による地域貢献～

プロジェクト指導教員 大歳 浩功

### プロジェクト概要

本プロジェクトは、加古川市文化財調査研究センターおよび地元建設会社と連携し、西条古墳群を対象に建設 DX 技術を活用して文化財のデジタルアーカイブ化を進める取り組みである。具体的には、以下の活動を実施した。

1. **3D レーザー測量技術の習得:** 地上レーザースキャナー、UAV、LiDAR 搭載タブレットを用いた多様な測量技術の実習。
2. **データ解析:** 点群データを用いた土量計算や等高線作成。
3. **MR 技術の活用:** デジタルアーカイブデータを基にした体験型展示の構築。

生徒は建設 DX 技術を活用し、文化財の記録・保存に貢献し、文化財継承の仕組みづくりに取り組む。また、地域の文化財を守る意識を育む。

#### 1. レーザー測量技術の習得

本校建築科ファブラボスタジオの3年生6名(3D レーザー測量技術活用班)は、加古川市文化財調査研究センター主催の『西条古墳群 国指定史跡登録50周年記念事業』の関連イベントで、西条古墳群・尼塚古墳(加古川市山手)にて3D レーザー測量実習を実施。地域の建設会社4社の協力を得て、最新の測量技術の指導を受けた(図1～4)。



図1: 公共基準点測量 協力: 神戸清光



図2: 3D レーザー測量 協力: SpaceGrab



図3: UAV 測量 協力: 播磨設計コンサルタント



図4: LiDAR 搭載タブレット測量 協力: 前川建設

## 2. データ解析

3D レーザー測量技術を活用して取得したデータ(図5~11)は、大手前大学史学研究所から考古学的に重要と評価された。また、赤色立体地図の作成法を提案したアジア航測株式会社の千葉達朗様のご厚意により、生徒が測量した尼塚古墳のDEMデータ(数値標高モデル)を基に、起伏が際立つ同地図を制作していただいた(図12)。

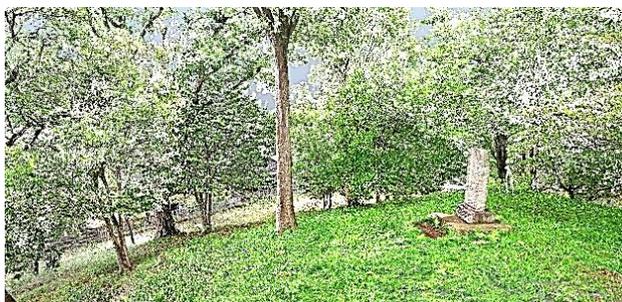


図5: 尼塚古墳 頂上部周辺のLSによる点群データ

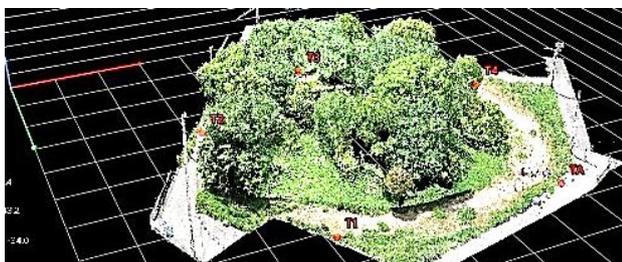


図6, 7: UAV 測量 提供: 播磨設計コンサルタント



図8: LiDAR 測量

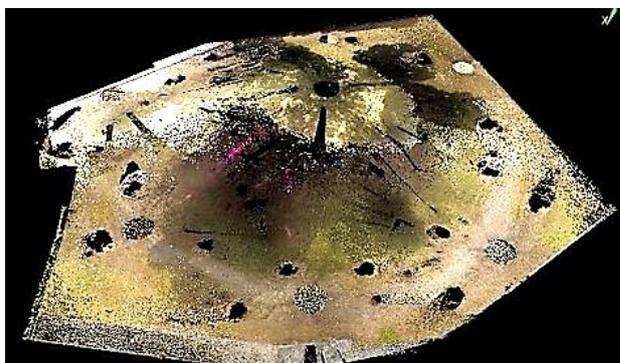


図9: 支所物除去後の地表面抽出



土量情報	
名称	計算結果1
総面積(m <sup>2</sup> )	1841.0000
基準データ	現況基面.xml [ 属性なし ]
基準データ設計面積(m <sup>2</sup> )	1892.5908
評価データ	点群密度変更:(0.10 m) (最頻値)
グリッド間隔(m)	0.50
切土量(m <sup>3</sup> )	13.6917
切土グリッド数	609
切土面積(m <sup>2</sup> )	152.2500
盛土量(m <sup>3</sup> )	3403.7985
盛土グリッド数	6755
盛土面積(m <sup>2</sup> )	1688.7500
<b>土量差(m<sup>3</sup>)</b>	<b>-3390.1068</b>
許容範囲(cm)	±0
計算方法	4点平均法

図10:推定地表面(Land-xml)作成と古墳の土量算出

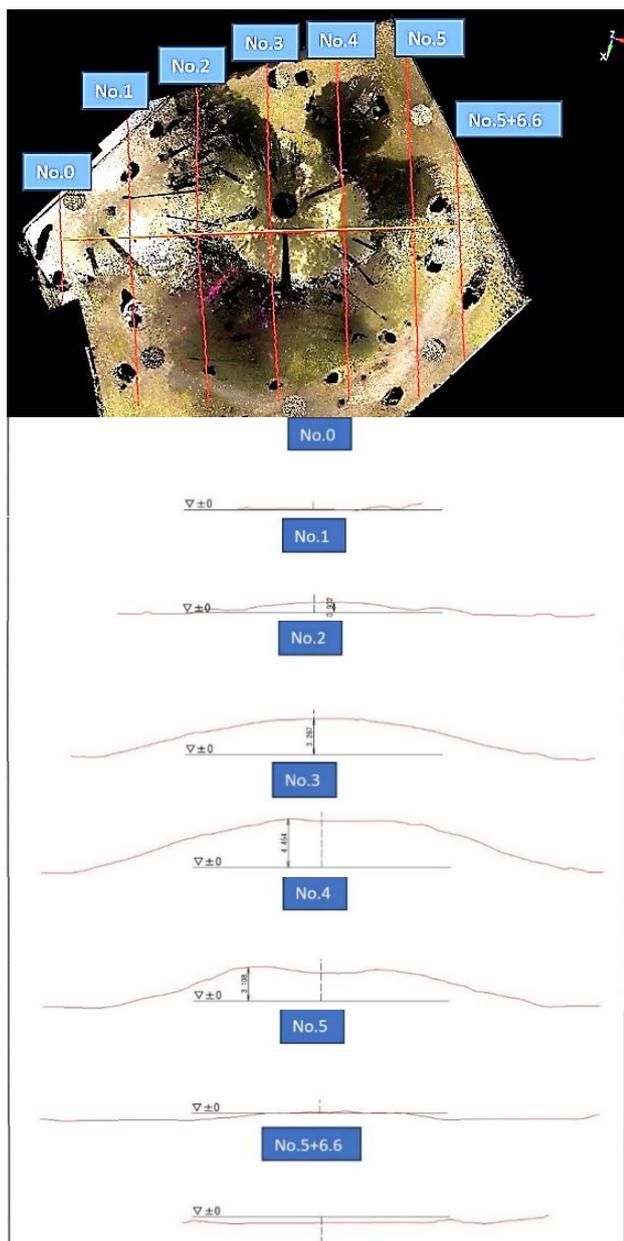


図 11: 任意線形の作成と横断面抽出 (測点間距離 10.0m) ※地表面: 赤線、図 8~11 提供: 前川建設

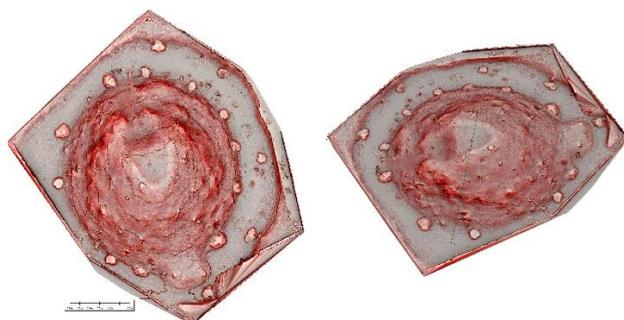


図 12: 赤色立体地図 提供: アジア航測

● 建設 ICT 施工現場見学

点群データの活用方法を学ぶため、建設 ICT 施工現場の見学会を実施した。見学では、マシンコントロール (MC) 建機を活用した先端技術による建設施工の実例について学ぶ機会を得た (図 13、14)。



図 13、14: ICT 施工現場見学 協力: 前川建設

● 埋蔵文化財発掘調査見学

また、日岡公園 (加古川市加古川町大野) の再整備事業に伴う南大塚古墳の埋蔵文化財発掘調査現場を見学し、考古学への興味をさらに深めた (図 15、16)。



図 15、16: 発掘調査見学 協力: 安西工業

- イベント参加とメディア発信の取り組み (1)  
オープンハイスクールでは、中学生と保護者を対象に、地元商業施設で開催された夏休み子ども工作教室 (図 17) および建築科作品展でパネル展示を行い、本プロジェクトを紹介した (図 18)。また、主要メディアにも取り上げられ (図 19~21)、地域における文化財保護活動や建設DX技術の重要性が広く認知された。特に、若い世代が先端技術を駆使して地域の歴史や文化財を守る取り組みは、地域住民や関係者から高く評価された。



図 17: 夏休み子供工作教室でのパネル展示



図 18: 建築科作品展でのパネル展示



図 19: BAN-BAN テレビ news meets 2024 年 6 月 14 日 (金) 放送

<https://www.kobe-np.co.jp/news/touban/202406/0017719153.shtml>

図 20: 神戸新聞 2024 年 6 月 1 日 (土) 23 面

図 21: 建設工業新聞 2024 年 6 月 13 日 (土) 8 面

● レーザー測量とデータ解析に関する学びの評価

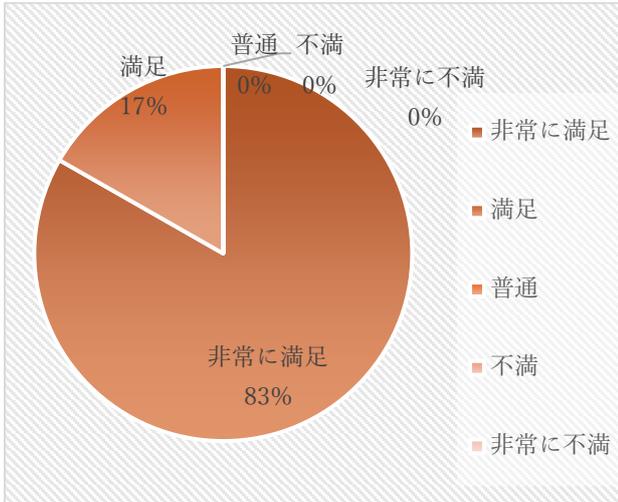


図 22: 3D レーザー測量実習の全体的な満足度

3D レーザー測量実習全体に対する満足度調査 (図 22) は非常に高く、参加した生徒のほとんどがプロジェクトを成功と感じている。これにより、計画や実行が適切で、生徒にとって有意義な学習体験となったことが示されている。

各活動に対する満足度調査 (図 23) も全体的に高く、特に 3D レーザー測量やドローン測量は高く評価されている。これらの技術は、生徒にとって新鮮で興味深かったことがわかる。また、ICT 施工現場見学や埋蔵文化財調査見学も高評価を得ており、実地体験が学びに与える影響の大きさがうかがえる。

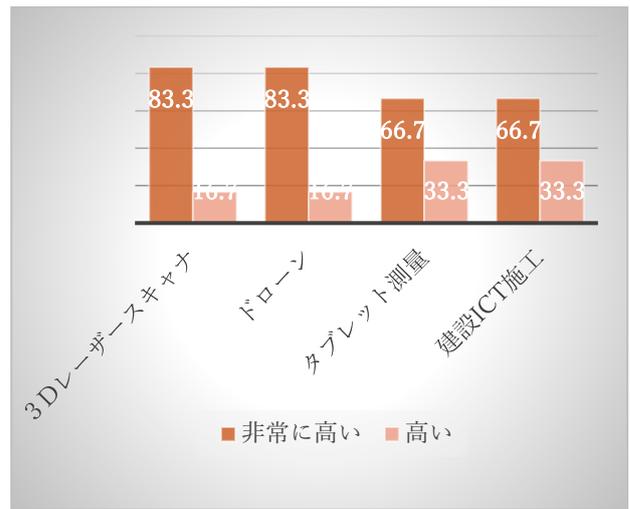


図 24: 先端技術習得度に関する自己評価結果

先端技術習得度に関する自己評価結果調査 (図 24) では、生徒が特に 3D レーザースキャナーとドローン技術の習得度を高く評価している。これらの技術はプロジェクトの中核であり、生徒が新しい技術への理解と技能を深めたことを示す。

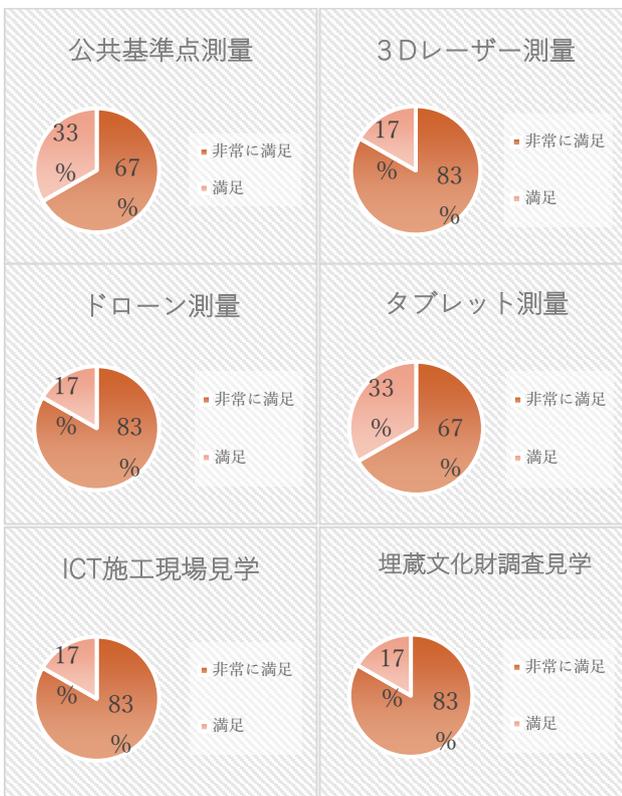


図 23: 各活動に対する満足度

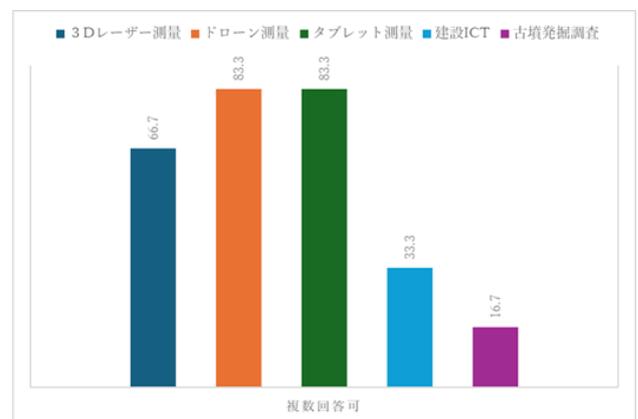


図 25: 興味を持った技術および作業内容

興味を持った技術および作業内容調査（図 25）として、ドローン測量やタブレット測量が挙げられるが、建設 ICT 施工や埋蔵文化財発掘調査への興味はやや低い結果となった。

● レーザー測量を通じて得た知識と経験：

**生徒 A：**「レーザー測量には様々な機器があり、地上レーザースキャナーやドローン、LiDAR スキャナー搭載タブレットなど、場所や用途に応じて使い分けることを学びました。」

**生徒 B：**「地元企業の協力により、尼塚古墳での多様な測量技術や ICT 建機を活用した施工現場の見学を通じて、最新の建設技術への理解を深めることができました。」

**生徒 C：**「私たちの地域に、西条古墳群や日岡山古墳群があることを知り驚きました。地元の文化財についてもっと学びたいと感じました。」

**生徒 D：**「現代の建設現場では、自動で動く建機が増え、人手不足の解消や業務効率化に繋がっていることを理解しました。」

**生徒 E：**「学校で使用したトータルステーション（TS）と現場で使用されている TS の違いに気づき、測量機器についての理解が深まりました。」

**生徒 F：**「レーザースキャナーやドローン測量で点群データの取得や処理を学び、地域の文化にも触れることができたのは貴重な経験でした。」

● レーザー測量実習に関するアンケート結果および自由記述分析

アンケート結果から、プロジェクトは非常に成功し、生徒にとって学びやすい環境が提供されたことがわかった。特に 3D レーザー測量やドローン測量が高く評価され、地域文化財への関心も深まった。今後は、生徒がより主体的に学べる場を

提供し、さらに高度な技術を習得できるような機会を増やすことが推奨される。また、建設 ICT 施工や埋蔵文化財発掘調査への興味を引き出すための工夫も必要である。

### 3. MR 技術の活用

建築科ファブラボスタジオに新たに 1 年生 5 名が参加し、プロジェクト前半で収集した尼塚古墳のデジタルデータを基に、後半では MR（複合現実）技術の習得に取り組んだ（MR 技術活用班）。彼らは MR 技術を活用して展示空間を構築し（図 26）、体験を通じてその効果を検証した。さらに、これらのデジタルデータを活用し、校内文化祭（図 27）、神戸市立御影公会堂での兵庫県高等学校探究活動研究会（図 28）、加古川総合文化センター博物館での体験会を実施した。この取り組みを通じて、デジタル技術による遺跡の記録と公開を推進し、地域の文化財の継承を目指した（図 29、30）。

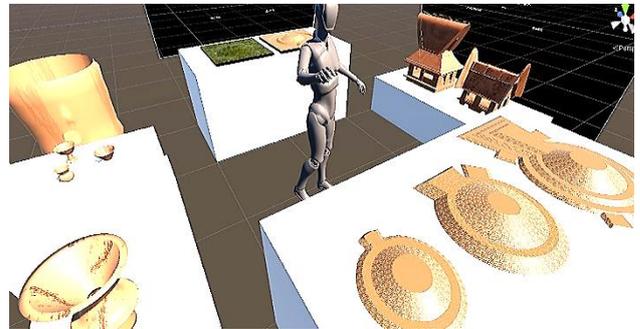


図 26: ゲームエンジンを活用した MR 空間構築



図 27: 校内文化祭での西条古墳群 MR 体験イベント



図 28: 兵庫県立東播工業高等学校探究活動研究会 MR 体験



図 29: 加古川総合文化センター博物館での MR 体験

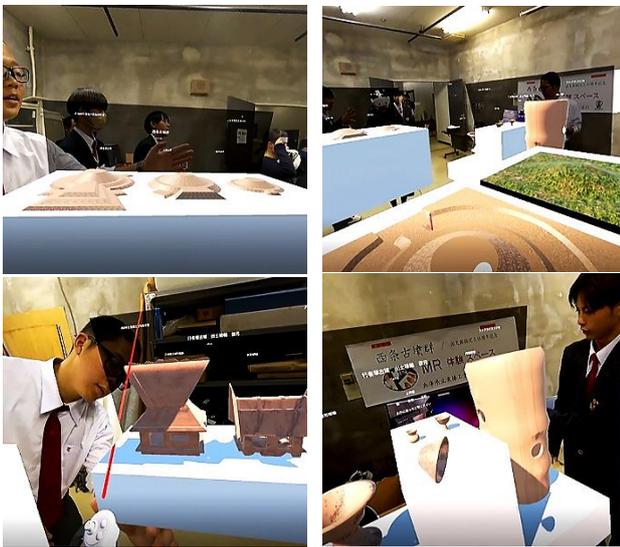


図 30: PC 画面にミラーリングされた MR 体験

● メディア発信の取り組み (2)

尼塚古墳の ICT 測量成果を基にデジタル模型を作成し、MR 技術を活用して仮想空間内で体験型展示空間を構築した。来場者は復元された墳丘や

埴輪に触れる体験を通じて、文化財の価値を直感的に理解できた。この取り組みは地元メディアに取り上げられ、先端技術を活用した文化財保護手法として注目されるとともに、地域住民や文化財関係者から高く評価された (図 31~33)。



図 31 神戸新聞 2024 年 12 月 17 日 (金) 21 面



建設工業新聞 2024 年 12 月 13 日 (金) 16 面



図 33 レンサルティングマガジン 2025 年 1 月 9 日 <https://magazine.aktio.co.jp/work-ability/20250109-1702.html>

● MR 技術の活用に関する調査結果

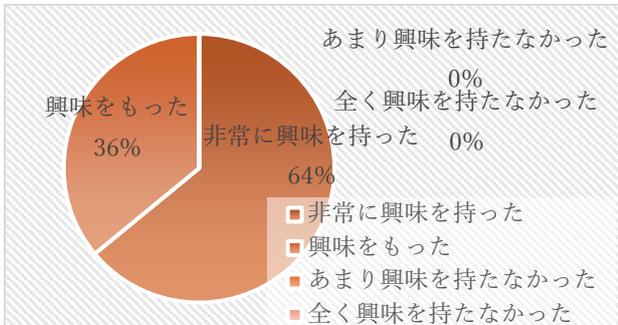


図 34: MR 技術を活用した展示への興味

MR 技術を活用した展示への興味調査 (図 34) では、1 年生 5 名を含む 11 名のアンケート結果から、生徒の関心が非常に高いことが明らかになった。視覚や触覚を活用した体験型展示は、学習意欲を高め、効果的な学びの機会を提供している。今後はインタラクティブ性をさらに強化し、生徒が主体的に参加できる仕組みを取り入れることが課題となる。

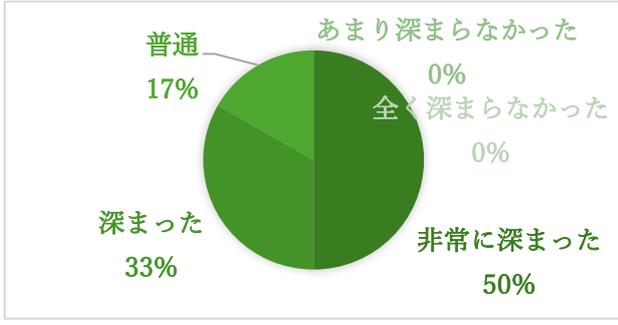


図 35: 地元の文化財への興味の深まり

地元文化財への興味の深まり調査 (図 35) では、「非常に深まった」「深まった」が全体の 83% を占め、地域貢献や文化遺産の保護・継承に対する意識の向上が明らかになった。

● MR 技術を活用した文化財の体験展示:

生徒 G: 「自分たちが制作し、MR で見ていた西条古墳群出土の古墳時代の埴輪が、加古川総合文化センター博物館で実物として目の前にあることに感動しました。さらに、同じ博物館でこれらを活用した MR 体験イベントを実施したことを、改めて誇りに思います。」

生徒 H: 「博物館の展示を実際に見て、MR とは異なるリアルな質感を感じました。デジタル技術では再現しきれない細かな質感や存在感を、実物を通じて改めて実感しました。今回のプロジェクトを通じて、MR による文化財の保存・活用の可能性を学ぶと同時に、実物を目の前にすることで得られる感動や理解の深さについても考えさせられました。デジタルとリアル、それぞれの良さを活かした展示のあり方を、今後も探求していきたいです。」

● デジタルアーカイブの学びと未来への活用:

生徒 C と生徒 D: 「建設ディレクター」という職種は、初め女性には難しい仕事だと思っていました。建設現場は体力や力仕事のイメージが強かったからです。しかし、デジタル技術の導入や職場環境の改善が進み、女性も働きやすい環境が整いつつあることを知り嬉しく思いました。建設ディレクターは調整や管理の役割を担い、性別に関係なく活躍できる職種だと感じ、将来この職に就きたいと思いました。専門知識やデジタル技術を磨き、柔軟に対応することで業界の発展に貢献したいです。」

生徒 E: 「習得した先端技術は、建設業界における作業効率の向上や人手不足の解消に貢献すると感じました。また、ドローン測量で得られる 3 次元地形データを活用することで、自然災害時の避難経路を事前に検討するなど、減災対策にも大きな効果を発揮すると考えています。」

● デジタル模型制作および MR 技術活用に関するアンケート結果と自由記述分析

アンケート結果によると、西条古墳群のデジタルアーカイブ化プロジェクトに対して、全員が「満足している」以上の評価を示し、その社会的意義と教育的効果が確認できた。特に、MR 技術を活用した復元形状の視覚化は、生徒の歴史的理解を深めるとともに、文化財保護への意識を高める成果を上げたと考えられる。また、このプロジェクトは ICT スキルの向上やキャリア形成への貢献といった側面もあり、生徒の学びに多方面で価値を提供していることがわかる。

今後は、実習時間の配分やサポート体制の強化に加え、インタラクティブ性を高めた展示内容を工夫することで、より多くの生徒が技術を高度に習得し、将来のキャリアに活かせる環境づくりが求められる。

● プロジェクトを通してのアンケートとその集計結果

ファブラボスタジオの 3 年生 6 名を対象に、建設業界における先端技術に関する理解度を測るアンケートを、プロジェクトの開始前と終了時に実施した。その結果を以下に示し、分析する。

Q1: 建設業界における先端技術の必要性を理解していますか？

- 開始前: YES が 4 名、NO が 2 名
  - プロジェクト初期では、約 3 分の 1 の生徒が先端技術の必要性を十分に理解していない状況だった。
- 終了時: YES が 6 名、NO が 0 名
  - プロジェクトを通じて全員が先端技術の必要性を認識するようになった。技術が業界課題の解決に直結することを学んだことが成果として挙げられる。

Q2: 建設業界において活用されている先端技術を理解していますか？

- 開始前: YES が 3 名、NO が 3 名
  - 生徒の半数は、具体的な技術や活用事例についての知識が不足していた。
- 終了時: YES が 6 名、NO が 0 名
  - 実習や現場見学を通じ、全員が技術の概要や活用事例を理解した。特にドローン測量や MC 建機の体験が理解度向上に寄与した。

Q3: 建設業界における先端技術の活用方法を理解していますか？

- 開始前: YES が 3 名、NO が 3 名
  - プロジェクト開始時点では、技術の活用方法について十分に理解していない生徒が半数を占めていた。
- 終了時: YES が 6 名、NO が 0 名
  - プロジェクト終了時には、全員が活用方法を理解した。点群データの取得・解析や現場での応用など、実践的な学びが大きな役割を果たした。

全体分析

① 理解の向上

プロジェクトを通じて全 3 項目で全員の回答が「YES」に変化。教育的効果の高さが示された。

② 理解度向上の要因

- ・ 現場見学: 建設 ICT 施工現場での具体的な学び。
- ・ 実践的な学び: 点群データや CNC ルーター、3D プリンター、MR 技術の操作・体験。
- ・ チームでの作業: 目標を共有するチーム活動が学習意欲を向上させた。

## 研究の成果と課題

本研究では、西条古墳群を対象に点群データの収集やデジタル工作機器を用いた模型制作、MR技術の活用を通じてデジタルアーカイブ化を推進した。この取り組みにより、以下の成果と課題が明らかとなった。

### 成果：

- ① 地域文化財のデジタルアーカイブ化推進  
点群データを活用した模型制作により、西条古墳群の文化的価値や保存の重要性を広める手段を拡充。地域住民や教育関係者への情報提供を強化した。
- ② 教育効果の向上  
生徒が主体的に技術に取り組むことで、ICT技術や地元文化に関する知識への興味を深めた。MR展示は若者世代の考古学への関心喚起に寄与した。
- ③ 地域連携の強化  
地元企業や文化財研究機関と連携し、産学官協力のモデルケースを構築。地域の文化財保護の基盤強化に貢献。

### 課題：

- ① ICT技術の導入拡充  
ドローン測量や最新機器を活用したワークショップの実施が求められる
- ② MR展示の改善  
操作の簡略化と体験内容の充実が必要。
- ③ 地域住民への波及効果の強化  
出張授業やワークショップを通じた地域への普及を促進することが課題。
- ④ 継続的な評価と改善  
定期的なアンケート調査とフィードバックの仕組みを確立し、成果の発信を強化する。また、メタバースなどの新技術を活

用し、より広範な情報共有を目指す。

### 結論：

本研究は、地域文化財の価値や記録の重要性を広めるとともに、生徒のICT技術への理解を深める教育的成果を上げた。今後は、ICT技術活用の機会拡大やMR展示の改善、発信手法の多様化により、さらなる波及効果を目指す必要がある。文化財保護とデジタル技術の融合を一層推進するため、持続的な取り組みを行っていききたい。



MR 技術活用班  
振り返り



3D レーザー測量技術活用班  
振り返り

### 謝辞

西条古墳群国史跡登録 50 周年記念の関連イベントとして、尼塚古墳での ICT 測量および加古川総合文化センター博物館での墳丘デジタル模型展示・MR 体験イベントの開催にあたり、多大なるご協力を賜りました関係者の皆様に心より感謝申し上げます。

加古川市文化財調査研究センターをはじめ、現地での ICT 測量にご協力いただいた株式会社神戸清光、株式会社播磨設計コンサルタント、前川建設株式会社、株式会社 SpaceGrab の皆様、アジア航測株式会社には、赤色立体地図制作にご協力いただき、深く感謝いたします。

また、墳丘模型制作にあたり、形状を監修いただいた大手前大学史跡研究所に厚く御礼申し上げます。

さらに、本プロジェクトを助成いただいた一般社団法人日本国土開発未来研究財団の皆様にも、心より感謝申し上げます。