

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 7 月 10 日現在

機関番号：34517

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K18276

研究課題名（和文）3次元GISを用いた河内・大和における終末期古墳の景観の可視化と類型化

研究課題名（英文）Visualization and classification of landscapes of tombs of the final kofun period in Kawachi and Yamato area using 3D GIS

研究代表者

天畠 秀秋 (Tembata, Hideaki)

武庫川女子大学・生活環境学部・准教授

研究者番号：20441222

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題では、3次元GISを用いて河内・大和における終末期古墳の立地に関わる景観を可視化して各古墳の景観の特徴を明らかにした上で、それらを類型化することにより、終末期古墳の立地原則を、古代の思想(死生観)と自然景観との関係から解明することを目的とした。研究成果は以下の通りである。UAV写真測量と3次元GISによる終末期古墳の景観の可視化方法を提案した。河内・大和の計23基の終末期古墳から見た景観を可視化した。景観の類型化を通して、終末期古墳の立地原則として、古代の死生観と深く関係すると考えられる遠景の山並みの眺望景観が重視された可能性が高いことを景観的な観点から明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

UAV写真測量と3次元GISを用いて終末期古墳の立地研究を行ったことに学術的意義がある。本研究課題で提案した終末期古墳の景観の可視化方法は、景観的な視点からの日本全国にある古墳の立地研究に応用可能である。本研究課題で作成した終末期古墳の高精細な3次元モデルは、自然景観との関係だけでなく、古墳と関連が深いと考えられる周辺の古代寺院・官衙遺跡との眺望関係の分析にも活用できる。本研究課題で得られた知見は、地域特性を高める古墳周辺の自然景観保存のための都市計画規制(用途規制・眺望規制)や古墳周辺の自然景観を活かした公園化等の積極利用をするための基礎的知見として活用できる点で社会的意義がある。

研究成果の概要（英文）：I visualized the landscape of tombs of the Final Kofun period in the Kawachi and Yamato areas with 3D GIS, clarified the characteristics of the tombs' views, and classified them to decipher the location principle of these tombs from the relationship between ancient thought (views of life and death) and the natural landscape. In this work, I: 1) proposed a method of visualizing landscapes from tombs with a high-definition 3D model by structure from motion (SfM) multi-view stereo photogrammetry based on photographs taken from an unmanned aerial vehicle (UAV) and 3D GIS; 2) visualized landscapes from 23 tombs of the Final Kofun period; and 3) by classifying the landscapes and analyzing the relationship of the axial directions of the tombs and their views, established from a landscape viewpoint that distant mountain views, which are thought to be closely related to ancient views of life and death, were emphasized as a location principle of tombs in the Final Kofun period.

研究分野：建築計画・都市計画・景観地理学

キーワード：終末期古墳 3次元GIS 景観シミュレーション UAV写真測量 景観 立地

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1)前方後円墳が終焉する時代から律令国家が成立するまでの6世紀後半から7世紀後半に築造された終末期古墳には、大規模な古墳が中心である古墳時代前期から後期までの古墳に比べて、より小規模になり自然景観と一体に見えるものが多数ある。終末期古墳は、南向きに開口する横穴式石室や横口式石槨を持つものが多いことから、当時の古墳職人が一定の原則に基づいて築造したものであるように想定された。古代の政治の中心であった河内(現在の柏原市・羽曳野市・富田林市・太子町)・大和(現在の奈良市・大和郡山市・香芝市・大和高田市・葛城市・橿原市・御所市・天理市・桜井市・明日香村)における終末期古墳の立地原則を景観的視点から解明することにより、当時の皇族や有力豪族関係者の根底にあった自然と人工物の調和の思想(自然観)と古墳の景観との関係が解明できると考えた。

(2)古墳の立地に関する研究の大部分は2次元の地図上での分析に留まっており、3次元空間的な景観の分析が十分ではなかった。一方、3次元GISを用いた古墳の立地研究であっても、3次元地形モデルの範囲が古墳のごく周辺に限定されているか、範囲が広域な場合でも傾斜角や標高等を2次元表示した地図での分析に留まっていた。本研究課題では、近年の技術革新により、従来の航空レーザー測量に比べてより短期間で安価に詳細な地形モデル作成が可能なUAV写真測量と3次元GISを用いることによって古墳の景観の可視化を効率的に行い、景観的な視点から古墳の立地の分析を行うことを計画した。

2. 研究の目的

本研究課題では、3次元GISを用いて河内・大和における終末期古墳の立地に関わる景観を可視化して各古墳の景観の特徴を明らかにした上で、それらを類型化することにより、終末期古墳の立地原則を、古代の思想(死生観)と自然景観との関係から解明することを目的とする。

本研究課題において、景観的な視点から終末期古墳の立地原則を解明することにより、当時の自然観の一端をあぶり出すことが可能であると考えた。

3. 研究の方法

河内・大和における終末期古墳を対象として以下の方法で研究を行った。

(1)河内・大和における終末期古墳の基礎情報および古代の思想(死生観)把握のための文献調査：終末期古墳の基礎情報(地形図、推定築造年代、古墳の形態、横穴式石室・横口式石槨の開口方位等)の文献調査、古墳造営に関わる古代の思想(死生観)の文献調査。

(2)終末期古墳の現況把握と分類および微地形の測量のための現地調査：終末期古墳の現況を以下の3つに分類。a)見晴らしが良いもの、b)見晴らしの一部が遮られているもの、c)見晴らしが悪いもの。古墳周辺の微地形のUAV(ドローン)を用いたSfM多視点ステレオ写真測量(UAV写真測量)：UAV空撮写真の撮影と基準点のGNSS測量を実施。

(3)3次元GISによる河内・大和における終末期古墳の立地に関わる景観の可視化

3次元GISによる古墳および可視範囲の地形モデルの作成：古墳および周辺の微地形の3次元地形モデルは、UAV空撮写真を用いてSfMソフトMetashape(旧PhotoScan)によって作成。広域な可視範囲の地形は国土地理院配布の5m・10mメッシュ等により作成。両者を3次元GISソフトArcGIS Proで統合する。

終末期古墳の立地に関わる景観の可視化に基づく各古墳の景観の分析：ArcGIS Proで古墳から見た自然景観のシミュレーション画像、カシミール3Dで古墳の可視範囲地図を作成し、古墳から見える自然景観や古墳の軸線(石室・石槨の開口方位)との関係に着目して景観の分析を行い、各古墳の景観の特徴を明らかにする。

(4)河内・大和における終末期古墳の立地に関わる景観の類型化と立地原則の解明

終末期古墳の立地に関わる景観の特徴を類型化し、古代の思想と関連付け河内・大和の終末期古墳の立地原則を考察する。

4. 研究成果

(1)文献調査：河内・大和における86基の終末期古墳の基礎情報(地形図、推定築造年代、古墳の形態、横穴式石室・横口式石槨の開口方位等)を整理した。

(2)終末期古墳の現況把握と分類および微地形の測量のための現地調査：71基の現地調査を行い、a)見晴らしが良いもの26基、b)見晴らしの一部が遮られているもの20基、c)見晴らしが悪いもの25基(移設・破壊されたものも含む)の3つに現況を分類した。河内の4基(観音塚古墳、鉢伏山西峰古墳、お亀石古墳、小口山古墳)、大和の19基(神明神社古墳、鳥谷口古墳、文殊院西古墳、文殊院東古墳、小谷古墳、牧野古墳、ツボリ山古墳、水北古墳、水南古墳、石のカラト古墳、西宮古墳、仏塚古墳、平野塚穴山古墳、高松塚古墳、中尾山古墳、キトラ古墳、与楽カンジョ古墳、マルコ山古墳、岩屋山古墳)の計23基について古墳および周辺の微地形のUAV写真測量を実施した。下記の理由により、UAV写真測量は詳細な地形図が入手できない全ての古墳を対象に行うことが困難であったため、研究の方法(3)、(4)は上記23基を対象を限定した。理由1:古墳の土地所有者または管理者にUAV飛行の了解を得るための調整に想定以上に時間と手間を要した。理由2:特に民有地にある古墳は土地所有者または管理者の特定が困難である場合が多かった。理由3:特定できてもUAV飛行の了解を得られなかった場合もあった。

(3)3次元GISによる終末期古墳の景観の可視化： SfMソフトにより UAV 空撮写真から 23 基の古墳および周辺の微地形の 3 次元モデルを作成した。得られた高精細なオルソ画像を GNSS 測量による cm 精度の位置情報によってジオリファレンスすることにより、高精度で横穴式石室・横口式石槨の開口方位や墳丘位置の地理座標の測定が可能になった。

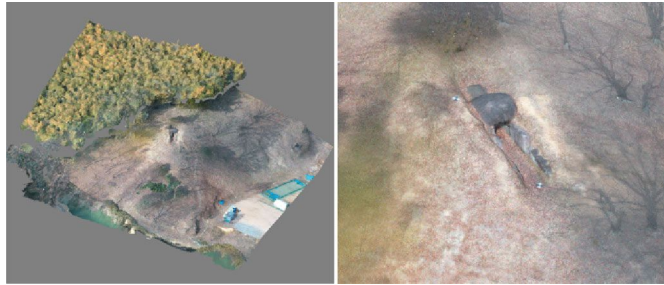


図 1 UAV 写真測量により作成したお亀石古墳の 3 次元モデル

2017 年度に UAV 写真測量を実施した 4 基(観音塚古墳、鉢伏山西峰古墳、お亀石古墳、小口山古墳)を対象に、古墳から見た景観の可視化方法を検討した。3次元GISを用いて、UAV 写真測量による 3 次元モデル(図 1)から作成した高精細な DSM(最高で約 1cm 解像度)とオルソ画像(最高で約 0.5cm 解像度、図 2)を広域の 3 次元地形モデルに重ねて表示することにより、古墳の石室・石槨や墳丘の形態および開口方位と自然景観の関係を可視化した景観シミュレーション画像(図 3)の作成が可能になった。

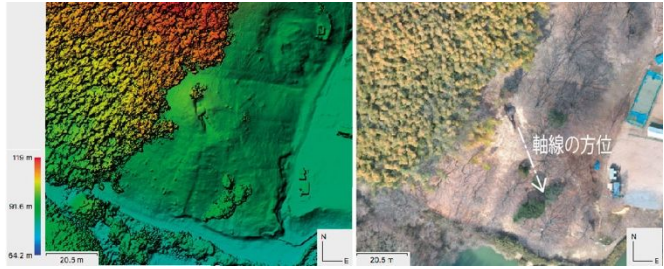


図 2 お亀石古墳の DSM とオルソ画像

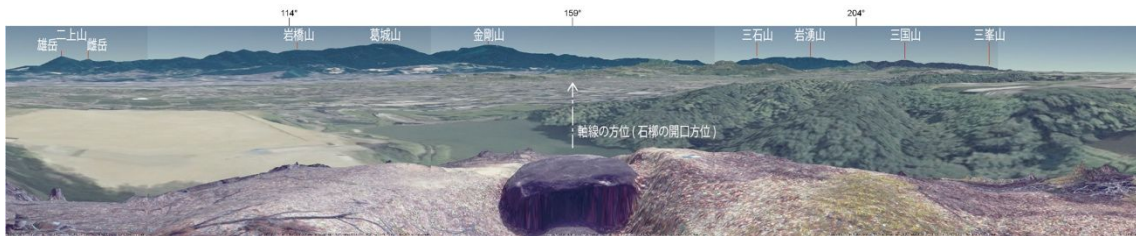


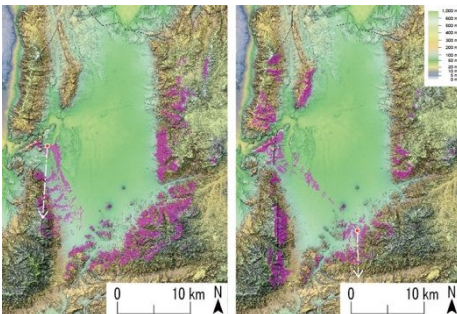
図 3 お亀石古墳から見たパノラマ景観シミュレーション画像: 高精細な DSM・オルソ画像を 5m DEM・オルソ画像に重ねて表示

上記の方法により、23 基の古墳について 3 次元 GIS を用いて、UAV 写真測量による高精細な古墳および周辺の微地形の 3 次元モデルと広域の 3 次元地形モデルを統合することにより、古墳から見た景観シミュレーション画像を作成した。各古墳の可視範囲地図も作成し、古墳から見える自然景観や古墳の軸線(石室・石槨の開口方位)との関係に着目して景観の分析を行い、各古墳の景観の特徴を明らかにした。

(4)終末期古墳の景観の類型化

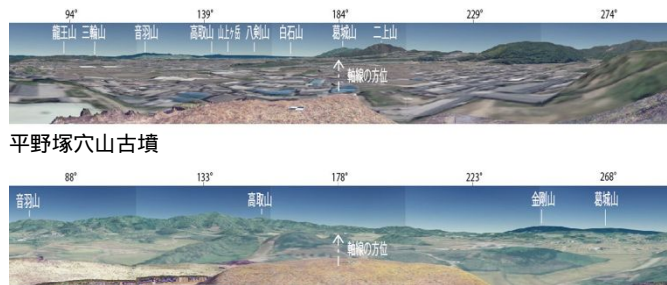
河内・大和の計 23 基の終末期古墳から見た景観を以下 3 つに類型化した。

類型 1: 見晴らしの良い丘陵上に立地しパノラマで遠景の山並みが見えるもの(12 基)。平野塚穴山古墳は遠景に大和盆地の東部から南西部の山並みを望み、軸線は葛城山(金剛山地)を向く。高松塚古墳は、大和盆地を囲む山並みをほぼ四周に望み、軸線は高取山の西側の中腹を向く(図 4,5)。その他、観音塚古墳、鉢伏山西峰古墳、お亀石古墳、小口山古墳、神明神社古墳、牧野古墳、石のカラト古墳、中尾山古墳、キトラ古墳、岩屋山古墳が該当。類型 1 は全ての古墳の軸線の方位が遠景の山並みを望む方向と一致した。



平野塚穴山古墳 高松塚古墳

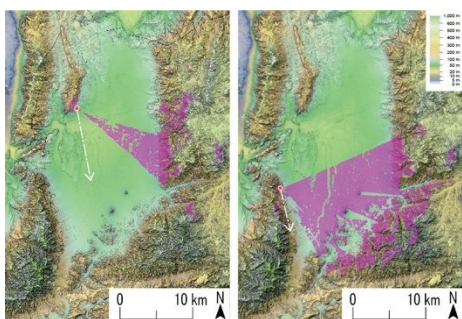
図 4 類型 1 の古墳の可視範囲地図



高松塚古墳 図 5 類型 1 の古墳から見た景観シミュレーション画像

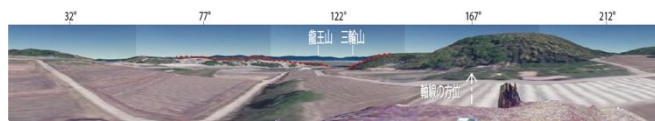
類型 2: 山麓付近にある小規模な谷や盆地内の丘陵上に立地し中景の丘陵の間から遠景の山並みが見えるもの(9 基)。仏塚古墳は、小規模な谷を囲む中景の丘陵の間から、およそ南東の方位に遠景の山並み(龍王山、三輪山)を望み、軸線は付近の丘陵の山腹を向く。鳥谷口古墳は、小規模な谷を囲む中景の丘陵の間から、およそ東の方位に遠景の山並み(龍王山、三輪山、音羽山、

高取山、山上ヶ岳)を望み、軸線は付近の丘陵の山腹を向く(図6,7)。その他、文殊院西古墳、文殊院東古墳、小谷古墳、ツボリ山古墳、西宮古墳、与楽カンジョ古墳、マルコ山古墳が該当。古墳の軸線の方位は付近の丘陵の山腹を向き、遠景の山並みを望む方向と一致しないものが8基と大半を占めた。西宮古墳のみ、古墳の軸線の方位が遠景の山並みを望む方向と一致した。

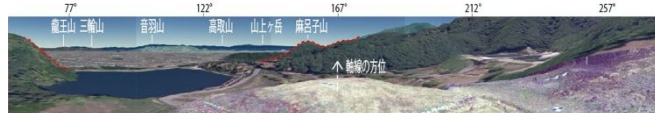


仏塚古墳 鳥谷口古墳

図6 類型2の古墳の可視範囲地図



仏塚古墳



鳥谷口古墳

図7 類型2の古墳から見た景観シミュレーション画像

類型3: 付近の丘陵が景観の中心であり遠景の山並みがほとんど見えないもの(2基)。水泥南古墳は付近の丘陵が景観の中心であり、遠景の山並みは付近の丘陵に遮られ、三輪山が部分的に見えるのみである(図8)。軸線は付近の丘陵の中腹を向く(図9)。その他、水泥北古墳が該当。

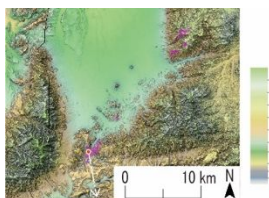


図8 類型3の水泥南古墳の可視範囲地図

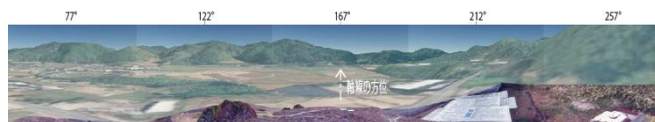


図9 類型3の水泥南古墳から見た景観シミュレーション画像

(5)終末期古墳の立地原則の考察: 23基の内21基(類型1、類型2)が遠景の山並みを望む景観であったことから、終末期古墳の立地原則として、古代の死生観と深く関係すると考えられる遠景の山並みの眺望景観が重視された可能性が高いと考えられる。類型1では広範囲の遠景の山並みへの眺望景観、類型2では小規模な谷や盆地を囲む中景の丘陵の間から望む遠景の山並みへの眺望景観が特徴として挙げられた。また、古墳の軸線の方位が、遠景の山並みが見える眺望の良い方向と一致するものは13基(類型1の12基と類型2の西宮古墳)、一致しないものは10基(類型2の8基と類型3の2基)であった。13基については古墳の軸線の方位が、遠景の山並みへの眺望景観との関係で決定された可能性が高いと考えられる。

(6)今後の展望: 本研究課題で提案した終末期古墳の景観の可視化方法は、景観的な視点からの日本全国にある古墳の立地研究に応用可能である。本研究課題で作成した終末期古墳の高精細な3次元モデルのデータは、自然景観との関係だけでなく、古墳と関連が深いと考えられる周辺の古代寺院・官衙遺跡との眺望関係の分析にも活用できる。本研究課題で得られた知見は、地域特性を高める古墳周辺の自然景観保存のための都市計画規制(用途規制・眺望規制)や古墳周辺の自然景観を活かした公園化等の積極利用をするための基礎的知見として活用できる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Hideaki Tembata, Shigeyuki Okazaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Method of Visualizing Landscapes from Tombs of the Final Kofun Period in the Woods with a High-Definition Three-Dimensional Model by SfM and Three-Dimensional GIS: A Case Study of Koguchiyama Tomb in the Kawachi Area	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 iaSU 2019 5th International Conference on "Archi-Cultural Interactions through the Silkroad" Selected Papers Book	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hideaki Tembata, Shigeyuki Okazaki	4. 巻 8
2. 論文標題 Method of visualizing landscapes from tombs of the Final Kofun period with a high-definition three-dimensional model by SfM and three-dimensional GIS: A case study of three tombs in the Kawachi area	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Institute of Turkish Culture Studies, Intercultural Understanding	6. 最初と最後の頁 pp.7-16
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 天島秀秋, 岡崎甚幸
2. 発表標題 大和の終末期古墳から見た景観の類型化 - SfMと3次元GISによる景観シミュレーションを通して -
3. 学会等名 2020年度 日本建築学会大会(関東) 学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 天島秀秋, 岡崎甚幸
2. 発表標題 SfMによる高精細な3次元モデルと3次元GISを用いた終末期古墳から見た景観の可視化方法 - お亀石古墳を対象として -
3. 学会等名 2019年度 日本建築学会大会(北陸) 学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hideaki Tembata, Shigeyuki Okazaki
2. 発表標題 Method of Visualizing Landscapes from Tombs of the Final Kofun Period in the Woods with a High-Definition Three-Dimensional Model by SfM and Three-Dimensional GIS: A Case Study of Koguchiyama Tomb in the Kawachi Area
3. 学会等名 iaSU 2019 5th International Conference on “Archi-Cultural Interactions through the Silkroad”
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考