

令和 6 年 6 月 20 日現在

機関番号：34517

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K04449

研究課題名（和文）3次元GISを用いた景観分析による畿内における終末期古墳の立地原則の解明

研究課題名（英文）Elucidation of location principle for tombs of the Final Kofun period in the Kinai region through landscape analysis with three-dimensional GIS

研究代表者

天畠 秀秋（TEMBATA, Hideaki）

武庫川女子大学・建築学部・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、UAV写真測量による古墳の高精細な3次元モデルと3次元GISを用いて畿内の終末期古墳の景観を可視化し、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。畿内の28基を対象にUAV写真測量等による古墳の高精細な3次元モデルと3次元GISを用いて終末期古墳の景観を可視化した。景観の類型化を通して、終末期古墳の立地原則として、遠景の山並みと平野や盆地の俯瞰景観と山や丘陵を背負う景観が重視された可能性が高いことを明らかにした。

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を用いて地域横断的に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に関する研究に応用可能である。本研究で得られた知見は、地域特性を高める古墳周辺の自然景観を活かした都市計画（用途規制・眺望規制や公園化等の積極利用）の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 Kinai region with high-definition 3D models by SfM multi-view stereo photogrammetry based on photographs taken from a UAV, and 3D GIS, and clarified the characteristics of their views and classified them to clarify the location principle for tombs of the Final Kofun period. Findings are the followings: 1) I visualized landscapes of 28 tombs of the Final Kofun period in the Kinai region with high-definition 3D models by SfM multi-view stereo photogrammetry based on photographs taken from a UAV etc., and 3D GIS. 2) Classifying the landscapes of them, I clarified a strong possibility that distant mountain views and overlooking views of plains and/or basins, and landscape with mountains and hills in their back, were emphasized as a location principle for tombs of 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 SfM

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1)筆者による風水思想と東アジア(日本・朝鮮半島・中国)における都城の自然景観の研究では、3次元GISを用いて、具体的にどのような山並みに圍繞されているかを可視化し、風水思想の気概念に基づく解釈と都城の圍繞空間の関係を明らかにした。日本においては、古代都城の圍繞空間が、風水思想における吉地の特徴の一つである「視覚的に閉鎖空間と感じられる景観」であることは明らかにできたものの、古代都城の圍繞空間と当時の風水思想の関連を裏付ける文献が見出せなかった。そこで筆者は、6世紀後半から7世紀後半に築造された終末期古墳に、古墳時代の大型の古墳に比べてより小規模で自然と一体に見えるものが多数あることに着目した。風水思想は、元々は墓の立地を選定するための思想であったため、終末期古墳の立地は古代の日本が取り入れた風水思想に影響を受けている可能性があり、その立地原則を解明することで当時の風水思想をあぶり出すことができると考えた。

(2)古墳の立地選定は地図で行ったのではなく、景観的に判断したと考えられるが、従来の古墳の立地に関する研究では、2次元の地図を用いた分析が主であり、3次元GISを用いた研究でも2次元表示での利用に留まっていた。筆者による終末期古墳の景観の可視化と類型化に関する前研究課題では、終末期古墳の立地を景観的な視点から分析するために、UAV写真測量(ドローンによるSfM多視点ステレオ写真測量)による古墳の微地形の高精細な3次元モデルと3次元GISを用いて終末期古墳から見た景観を可視化する方法を提案した。河内・大和の23基の終末期古墳を対象に景観の可視化と類型化を行った結果、その特徴として、遠景の山並みの眺望景観、眺望の良い方向を向く古墳の軸線、視覚的に閉鎖空間と感じられる圍繞景観、を明らかにした。一方で、古墳と関係が深いと考えられる古代寺院・官衙遺跡等から古墳を見た景観の分析は十分にできていなかった。本研究課題では、河内・大和に加えて摂津・山城にも対象を拡げ、古代寺院・官衙遺跡等から終末期古墳を見た景観も可視化し、風水思想における気の流れを表す古墳背後の山並みの自然景観や古代寺院・官衙遺跡等との眺望関係の分析を通して、畿内の終末期古墳の立地原則を解明することを計画した。

2. 研究の目的

本研究課題では、UAV写真測量(ドローンによるSfM多視点ステレオ写真測量)による古墳の微地形の高精細な3次元モデルと3次元GISを用いて畿内における終末期古墳の立地に関わる景観を可視化し、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景観的視点から解明することを目的とする。

本研究課題において、終末期古墳の立地原則を解明することにより、景観的視点から当時の風水思想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

畿内における終末期古墳を対象として以下の方法で行った。

(1)終末期古墳と古代寺院・官衙遺跡の基礎情報の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、墳丘の形態、横穴式石室・横口式石槨の開口方位等)、古代寺院・官衙遺跡の基礎情報(位置、推定築造年代、伽藍配置・方位等)の把握。

(2)古墳の微地形を測量するための現地調査：UAV写真測量による終末期古墳の微地形の把握：UAV空撮写真の撮影と基準点のGNSS測量を実施。

(3)3次元GISによる終末期古墳の景観の可視化

古墳の微地形の3次元モデル作成と3次元GISによるデータの統合：UAV写真測量による古墳の微地形の3次元モデルからcm精度の高精細なDSMとオルソ画像を作成。広域の3次元地形モデルは国土地理院配布の5m・10mDEMにより作成。古墳の周辺地形に大規模な改変がある場合は、改変前の地形図に基づいて復元。以上を3次元GISで統合。

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：古墳から見た景観シミュレーション画像、古墳を見た景観シミュレーション画像、古墳の可視範囲地図を作成し、古墳の軸線の方位と近景・中景・遠景の自然景観や古代寺院・官衙遺跡等との眺望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)畿内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、畿内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：畿内の39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、石室・石槨の開口方位等)、畿内の58の古代寺院・官衙遺跡の基礎情報(位置、推定築造年代、伽藍配置・方位等)を整理した。

(2)古墳の微地形の測量のための現地調査：UAV飛行について土地所有者や管理者等の了解が得られた河内の5基(二子塚古墳、阿武山古墳、金山古墳、石宝殿古墳、寝屋古墳)、摂津の13基(中山荘園古墳、老松古墳、青石古墳、中山寺古墳、仁川旭ガ丘古墳群1・3号墳、中筋山手古墳群1号墳、仁川五ヶ山古墳群3・4号墳、関西学院構内古墳、中筋山手東古墳1・2・3号墳)、大和の6基(艸墓古墳、寺崎白壁塚古墳、巨勢山323号墳、赤坂天王山古墳、菖蒲池古墳、都塚古墳)、山城の2基(今里大塚古墳、雙ヶ岡1号墳)の計26基について古墳の微地形のUAV写真測量を実施した。UAV飛行なしでの調査の了解が得られた2基(山城の蛇塚古墳、大和の塚穴山古

墳)は、延長ポールを用いてデジタルカメラで撮影した写真により SfM 写真測量を実施した。UAV 飛行ができない場合の微地形の測量方法を検討するために、一部の古墳では携帯端末搭載の LiDAR による測量も実施した。当初は研究対象の候補としていたが調査の了解が得られなかった古墳は、対象から除外した。

(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(または延長ポールを用いてデジタルカメラで撮影した写真)から 28 基の古墳の墳丘とその周辺の微地形と石室・石槨の 3次元モデルを作成した(図 1 左)。3次元モデルから作成した高精細な DSM(図 2)とオルソ画像(図 3)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、高精度で石室・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。

前研究課題で提案した SfM による DSM・オルソ画像と 3次元 GIS を用いた古墳から見た景観の可視化方法では、遠景の山並みが簡略化して表示されてしまうこと、標高データである DSM では石室内部から開口で切り取られる眺望が表示できないこと、狭い石室・石槨内では SfM 写真測量のための写真撮影が困難な場合が多いこと、が問題であった。古墳を見た景観の可視化においては、DSM では石室・石槨の開口が表示できないこと、石室の開口も表示可能な高精細な 3次元メッシュモデルは GIS ソフトに読み込むと表示に時間がかかり作業性が悪いこと、古墳周辺の地形が大規模に造成されている場合は国土地理院 5m・10m DEM では古墳築造当時の景観の可視化が十分にできないこと、が問題であった。

本研究課題では、令和 3 年度に現地調査を実施した中山荘園古墳を対象に、SfM と LiDAR 測量による高精細な古墳の墳丘とその周辺の微地形と石室・石槨の 3次元モデルと 3次元 GIS を用いて、上記の問題に対応する古墳から見た景観および古墳を見た景観の可視化方法について検討した。

- ・墳丘背後から見た景観シミュレーション画像の作成: 同一視点、カメラの画角で書き出した SfM による古墳の墳丘の 3次元モデルの近景の画像と、カシミール 3D で作成した遠景の山並みと大阪平野の眺望画像を合成することにより、古墳から見た遠景の山並みも詳細に表示できる景観シミュレーション画像の作成が可能になった(図 3)。

- ・石室・石槨内部から見た景観シミュレーション画像の作成: 狭い石室・石槨内の測量が写真測量に比べて容易な LiDAR 測量による墳丘および石室の 3次元点群により、石室内部から見た景観シミュレーション画像(図 5)の作成が可能になった。

- ・古墳を見た景観シミュレーション画像の作成: 図 6 に LiDAR 測量による 3次元点群と造成前の標高データを用いて作成した中山荘園古墳を見た景観シミュレーション画像を示す。図 7 に中山荘園古墳の近景域の可視範囲図を示す。LiDAR 測量または UAV 写真測量による 3次元点群を用いることで GIS での石室・石槨の開口の表示が 3次元メッシュモデルに比べて効率的にできる。国土地理院 5m DEM は平成 20 年から提供されてきたものであり、データ整備前に大規模な造成がされた地形がある場合は古墳築造当時の景観の再現は十分にできない。造成前の地形図の等高線から 1m DEM を作成して標高データとして使用することにより、現状の墳丘の



図 1 左: SfM により作成した中山荘園古墳の 3次元モデル 右: LiDAR 測量により作成した同古墳の墳丘と横穴式石室の 3次元モデル(切断面表示)

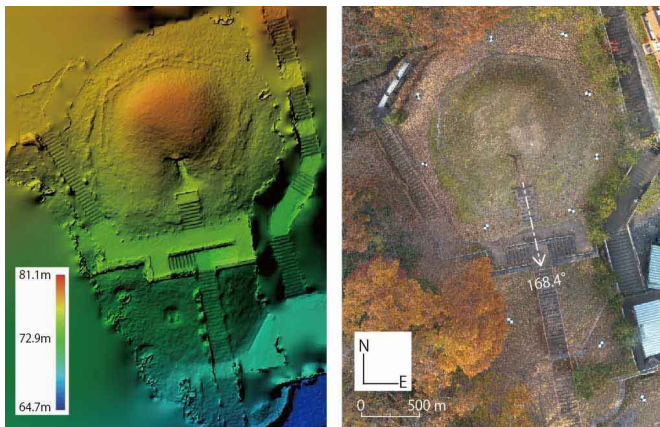


図 2 左: DSM(1.7cm/pix) 右: オルソ画像(1.14cm/pix)

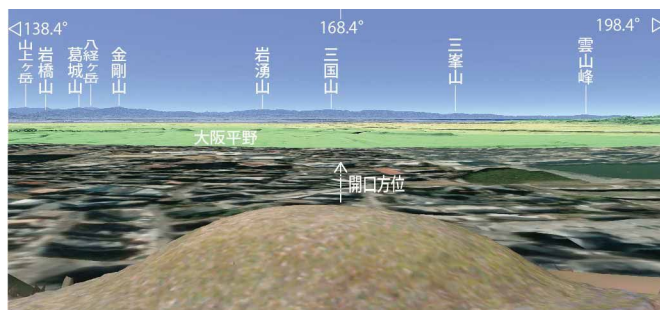


図 3 中山荘園古墳の墳丘背後から見た景観シミュレーション画像: 同一視点、カメラの画角で書き出した SfM による古墳の墳丘の 3次元モデルの近景の画像と、カシミール 3D で作成した遠景の山並みと大阪平野の眺望画像を合成して表示



図 4 石室内部から開口方位を見た現状写真(筆者撮影)



図 5 石室内部から見た景観シミュレーション画像: LiDAR 測量による点群と遠景の画像を合成

高精細な 3 次元モデルと造成前の古墳周辺の 3 次元地形モデルを統合して表示する古墳を見た景観シミュレーション画像の作成が可能になった。

上記の方法により、28 基の古墳を対象に 3 次元 GIS を用いて、UAV 写真測量等による高精細な古墳とその周辺の微地形の 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、古墳から見た景観および古墳を見た景観の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、古墳の軸線の方位と近景・中景・遠景の自然景観や古代寺院・官衙遺跡等との眺望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

畿内の 28 基の終末期古墳から見た景観を以下 2 つに類型化した。類型 a1: 見晴らしの良い山や丘陵の尾根や斜面上に立地し遠景の山並みと平野や盆地をパノラマで俯瞰するもの(20 基)。中山荘園古墳は、東から南西側にかけて遠景の生駒山地、金剛山地、和泉山地を背景に大阪平野を俯瞰して一望し、軸線は遠景の和泉山地(三國山の西側約 1°)を向く(図 3)。その他、老松古墳、阿武山古墳、青石古墳、中山寺古墳、仁川旭ガ丘古墳群 1・3 号墳、仁川五ヶ山古墳 3・4 号墳、金山古墳、石宝殿古墳、関西学院構内古墳、寝屋古墳、今里大塚古墳、雙ヶ岡 1 号墳、塚穴山古墳、艸墓古墳、蛇塚古墳、巨勢山 323 号墳、菖蒲池古墳が該当。古墳の軸線の方位は、遠景の山並みと平野や盆地を俯瞰して望む方向と一致するものが 20 基中 15 基と 75% を占め、眺望の良い方向ではなく付近の丘陵や中景の山の山腹を向くものが 5 基あった。類型 a2: 山麓付近にある小規模な谷や盆地内の丘陵上に立地し圍繞空間から遠景の山並みを望むもの(8 基)。寺崎白壁塚古墳は貝吹山から派生する丘陵上に立地し、小規模な盆地を盆地の圍繞空間から遠景の山並みを望み、軸線は盆地に面する付近の丘陵の山腹を向く。その他、二子塚古墳、中筋山手古墳群 1 号墳、中筋山手東古墳群 1・2・3 号墳、赤坂天王山古墳、都塚古墳が該当。古墳の軸線の方位は、遠景の山並みを望む方向と一致するものが 4 基、付近の丘陵の山腹を向くものが 4 基あった。

畿内の 28 基の終末期古墳を見た景観を以下 5 つに類型化した。類型 b1: 背後の山の尾根や斜面を背負うもの(17 基)。中山荘園古墳は南側の平地(距離約 287m)から見ると背後に中山の尾根を背負う景観である(図 6、図 7)。寺崎白壁塚古墳は、南側の盆地内の平地(距離約 625m)から見ると背後に貝吹山の尾根を背負う景観である。その他、中山寺古墳、老松古墳、仁川五ヶ山 3・4 号墳、仁川旭ガ丘古墳群 1・3 号墳、関西学院構内古墳、青石古墳、阿武山古墳、石宝殿古墳、金山古墳、今里大塚古墳、塚穴山古墳、巨勢山 323 号墳、蛇塚古墳が該当。類型 b2: 小規模な谷や盆地の丘陵を背負うもの(7 基)。都塚古墳は西側の坂田寺跡(距離約 215m)から見ると小規模な谷の丘陵を背負う景観である。その他、二子塚古墳、中筋山手古墳群 1 号墳、中筋山手東古墳群 1・2・3 号墳、赤坂天王山古墳が該当。類型 b3: 独立丘陵の斜面を背負うもの(2 基)。艸墓古墳と菖蒲池古墳が該当。類型 b4: 独立丘陵の頂上にあるもの(1 基)。双ヶ丘 1 号墳が該当。類型 b5: 台地の上にあるもの(1 基)。寝屋古墳が該当。

(5) 終末期古墳の立地原則の考察: 古墳から見た景観では 28 基の内 26 基(類型 a1、類型 a2 の 6 基)が遠景の山並みと平野や盆地を俯瞰する景観であったことから、終末期古墳の立地原則として、遠景の山並みと平野や盆地の俯瞰景観が重視された可能性が高いと考えられる。類型 a1 では遠景の山並みと平野や盆地をパノラマで望む俯瞰景観、類型 a2 では小規模な谷や盆地の圍繞空間から望む遠景の山並みと平野や盆地の俯瞰景観が特徴として挙げられる。また、古墳の軸線の方位が遠景の山並みを望む方向と一致するものが 28 基の内 19 基であり、これらの古墳は軸線の方位が遠景の山並み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。古墳を見た景観では、28 基の内 26 基(類型 b1、類型 b2、類型 b3)が古墳の背後の山の尾根や斜面、丘陵の斜面を背負う景観であったことが特徴として挙げられた。終末期古墳の立地原則として、山や丘陵を背負う景観が重視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。



図 6 中山荘園古墳を見た景観シミュレーション画像

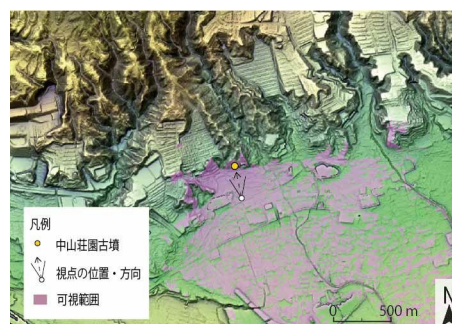


図 7 中山荘園古墳の近景域の可視範囲図

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 天皇秀秋、岡崎甚幸
2. 発表標題 SfMとLiDARによる3次元モデルと3次元GISを用いた終末期古墳の景観の可視化方法 - 中山荘園古墳を対象として -
3. 学会等名 2024年度日本建築学会大会学術講演会
4. 発表年 2024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
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------