

松下幸之助記念財団 研究助成
研究報告

【氏名】河江肖剩

【所属】(助成決定時)名古屋大学大学院 文学研究科

【研究題目】ギザのケントカウエス女王墓の 3D 形状計測データの考古的解析

【研究の目的】

本研究は、エジプトのギザ台地において第四のピラミッドと呼ばれるケントカウエス女王墓の 3D 形状計測データを、4500 年前当時の技術や建材を考慮した考古的知見に基づき解析することを目的とした。これは考古学という実証が困難だと思われていた領域における自然科学的アプローチを意味する。現在、3D 計測調査は世界的に増加しているが、記録方法そのものが研究として位置付けられ、データの有用性を考古学側から具体的に示した例はほとんどない。3D データは学術的に生データとして価値があるが、得られたデータの真価はデータ解析にある。

この研究の狭義の意義は、正確な石材量や建造方法のシミュレートによって、三大ピラミッド造営という国家プロジェクトの終焉後における建造の変化を明らかにすることができる点である。加えて、3D 計測から考古的解析までの流れを体系的に纏めて提示することは、文化財研究における調査方法の指針と成り得ると考えた。

【研究の内容・方法】

ケントカウエスは、古王国第 4 王朝初期から中期(紀元前 2550 年頃から 2470 年頃)の大規模なピラミッド建設活動の後に残された、極めて限定された場所に墓を建てさせている。そのため周辺地域の地質的・地理的制限はこの墓の建設を理解する上で重要な鍵となるため、建築だけでなく地質学的アプローチも必要となる。

伝統的なマニュアルによる線画では、地質的特徴を表すものは等高線に限られていたが、3D 形状計測データは、遺跡とその周辺の地層や部層などの地質考古学的解釈にも有益だと考えられる。筆者は 2006 年に取得したケントカウエス女王墓の 3D 形状計測データを用い、建築考古学的、地質考古学的解析をまず「室内」で行った。続いて、実際の現場である「室外」でデータと解析の検証を行い、その総括を考古的に統合することを試みた。以下はその手順である。

(1)3D 形状計測データから正確な正射画像(歪みのない画像)を生成。具体的には、点群に対して本来の遺跡が持っている「面」情報を補間し、遺跡の幾何学形状をコンピュータ上で再現。(2)実際の現場で、この正射画像とモデル化された 3D 形状計測データ、線画並びに写真データを比較検討。3D 形状計測データは 100 分の 1 サイズでプリントアウトした正射画像と、3D モデル化されたデータを小型のタブレット型コンピュータで閲覧。(3)3D 形状計測データからの石材のポリウム計算を実施。ケントカウエスの 3D 形状計測データにはデータ欠損領域が存在するため、3 次元モルフロジー処理を利用し、欠損箇所を補間し連続面とし、その後、ボクセル表現による構造化によって体積算出を行った。(4)これら上述の客観的なデータから、墓の建設方法をシミュレートし、ケントカウエス女王の建造プロジェクトの施工順序とその方法を明らかにする。(5)インターネット上で 3D 形状計測データと考古的解析結果を公開(4, 5ともに研究継続中)

【結論・考察】

3D 形状計測は考古学、特に巨石建造物の記録作業とその解析には非常に有益なツールであることが今回の研究によって明らかになった。特に現場の作業時間が限られた中で、オルソ画像を用いた線画生成は実用的且つ正確である。先行研究で生成された線画と比べるとその誤差は明らかに小さい。

体積計算として 3D データを用いることの有用性も証明された。特にボクセル表現による構造化からの算出は、石

切場から「切り出された」石材量も求めることができるため、極めて考古学的には重要である。

建造方法のシミュレートに関しては、ケントカウエス女王墓は2段階の建造段階と言われていたが、今回の調査によって、少なくとも7つのフェーズに分かれると考えられた。

3Dデータの公開を行うためにiPadビューアーの開発を大阪大学とデベロ・ソリューションズが産学合同で行い、筆者も考古的立場からメンバーの一人として参加した。近日中にビューアーは公開予定である。

今後の課題は、工学的な知見も含んだ調査方法のマニュアル化であり、これは「メンフィス・スタンダード」として作り上げていく予定である（*メンフィス・エリア:エジプトの世界遺産のひとつ。ケントカウエスを含めて、ピラミッドなど数多くの巨石建造物が建つ）。

