

岩屋山古墳の三次元計測から

－作業の概要と課題－

金田 明大・高橋 幸治

I. はじめに

石舞台式石室とならび、横穴式石室による古墳時代社会構造の究明に資する石室として、あるいは「切石積み」石室の指標となる典型例として岩屋山式石室は取り扱われてきた。いずれの古墳も奈良県高市郡明日香村に所在する。そこは6世紀末から8世紀初頭に政治的中枢が宮都とした地に他ならない。多くの研究者が想定するように、両者とも当時の政治的中枢にあって活躍していた人物の墓であることは、ほぼ疑う余地がなく、したがって、これらの古墳を研究することは、当時の重層的な政治的社会的構造を究明することに繋がる。

ところで岩屋山式石室は、白石太一郎氏が型式設定を行い（白石1967）、この論考が長年にわたる研究の嚆矢となっている。しかしながら白石氏の岩屋山式石室に対する時期的な位置付けは、増田一裕氏が端的に指摘するように（増田1996）、研究の前半と後半では異なることから、この問題に関して、乗り越えなければならない、いくつかの課題が横たわっているように思える。

この問題は、岩屋山式石室が「切石積み」石室であると同時に、規格性の高い一群であることとも密接にかかわっており、さらにこの「切石積み」石室における構築技術論は、石材加工技術の問題を内包している。本稿では、岩屋山式石室を取り上げた近年の先行研究に導かれながら、岩屋山式石室がもつ問題点を再度整理しておきたい。

石室の基本構造は、玄室と羨道からなる。奥壁は上1石下1石による2段積み。玄室側壁は上2石、下3石からなる2段積みである。羨道側壁は玄門側が1石、羨門側が2石。羨道は玄門付近の幅が狭く、羨門付近が広い。このことによって、羨門付近からの視覚は、羨道をより長く見せるための視覚的効果を狙ったともいわれている。

構築技術に関しては、石材の加工技術にその特徴が最も端的にあらわれている。すなわち「切石積み」の技術である。その指標は、多くの研究者が「石材表面を平滑にする」こととされるが、太田宏明氏は、ここからさらに踏み込んで、「垂直もしくは水平な目地が隙間なく一直線に通るもののみを切石積みとして定義することによって、明確な指標を設定できる」とする（太田・森下・森本2007）。石材において多くの面を加工すれば、その分だけ加工の手間がかかり、多くの労力を要することになる。同時に、熟練した加工技術も必要とされることから、こういった点に加工技術論を展開させる可能性を見出せよう。ただし、石舞台式石室などにも、平滑にしている面が複数存在することは注意を要する。この点は岩屋山式石室の時期的位置をどこにおくのかといった問題に還ってくる。

石室の系統をどう捉えるのかの議論は、現在も繰り返されており、畿内型石室の中で変遷をたどりつつ、単系統の中で多様性を認める立場に立つのか、多系統が存在する中において共通性を認めていくというスタンスをとるのかによって意見が分かれることになる。太田氏が評価するように、二つの立場は、「共通性と多様性が共存する資料のなかからどの要素を捨象して、その要素から当時の社会のどのような社会的紐帯関係を導き出すのかという研究視点の違いにより生じている」とされる（太田・森下・森本2007）。具体的には、石舞台式石室から岩屋山

式石室へ変遷すると捉えるのか、石舞台式石室と岩屋山式石室との少なからぬ時期的な並行関係を考え、系統の違いを主張するのかという立場の違いが考えられる。この点に関しては岩屋山式石室の類例として、近年新たな資料も提出されており（陵墓調査室2009a）、岩屋山式石室の時期的な問題を考える上で重要な材料となる（小栗2010）。しかし土器型式でいえば1型式分の差といった繊細な問題である。

同様に、岩屋山式から岩屋山亜式への変遷過程も、系統の違いからくる問題を内包する。岩屋山式石室の玄室にみられる奥壁、側壁における石材使用数の基本原則がくずれ、1石化の方向へ進む現象は、単系統における時期差か、多系統におけるバラエティーの1要素と捉えるかによって、その評価が分かれよう。

いずれにしても、石室の「切石積み」は、横口式石槨にみられる切石使用の影響を多少なりとも受けており、この系統の埋葬施設との関連性を抜きには語れない。例えば近年の調査を鑑みれば、横口式石槨の初現形態とされる大阪府南河内郡河南町シシヨツカ古墳の羨道部において6世紀末頃の年代観が与えられているTK209型式の須恵器が出土をみたことは、この問題に少なからぬ影響を及ぼしそうである（太田・森下・森本2007）。

横口式石槨との関連性でいま一つ考えられる問題は、尺度論への展開である。この問題も「切石積み」石室を取り扱ううえで欠かせない属性の一つであり、詳細な検討が行われている（和田1992）。和田氏が指摘するように、石室の設計に1尺単位での秩序が推測されるとするならば、計測値は重要な指標となり得るだろう。

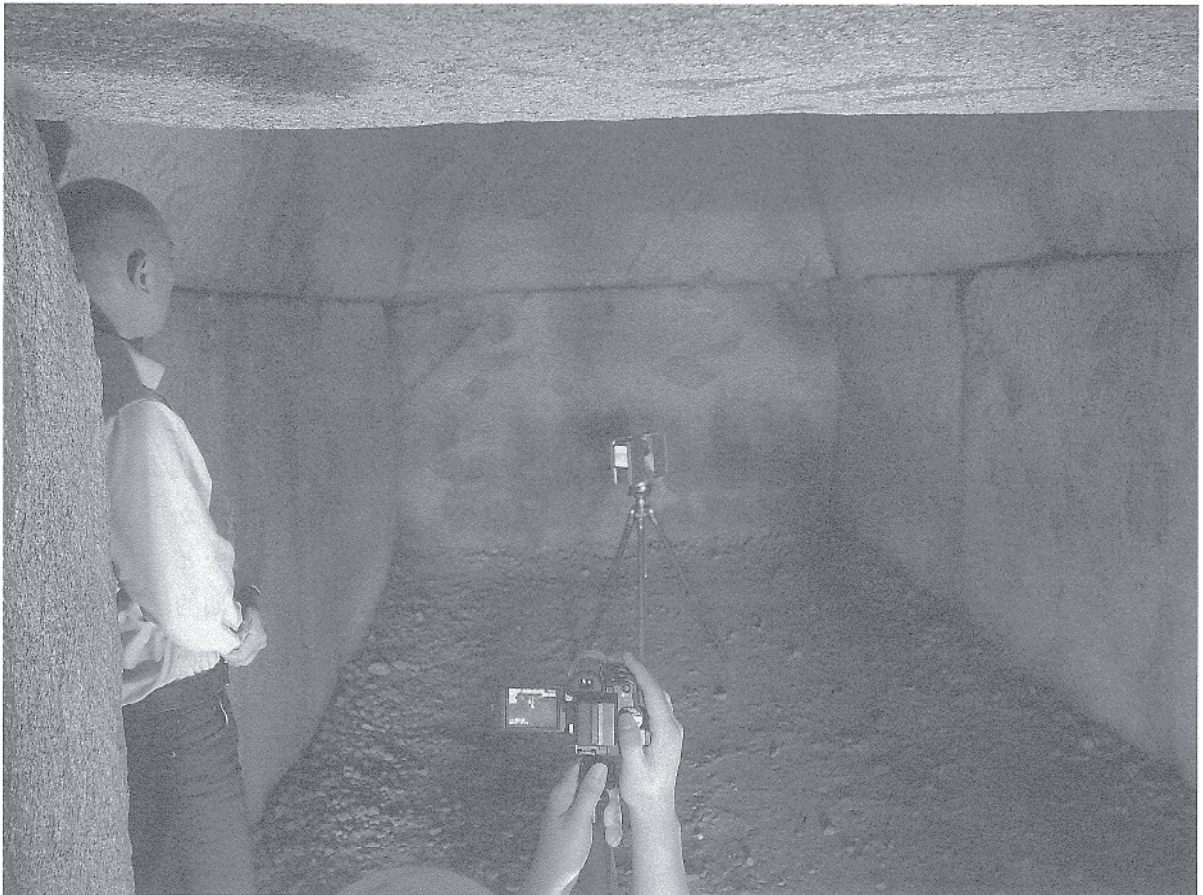


図1 レーザースキャナー計測風景

岩屋山式石室のもつ問題点を再度整理した。浮かび上がった課題のいくつかに貢献できる表現方法の模索や計測技術の可能性を探ることが、今回の三次元計測の目的のうちの一つでもある。このような問題意識のもと、計測に関する計画と現地での作業を進めた。

Ⅱ. 計測の経緯と経過

ほとんどが三次元の形状を有する文化財の形状情報を表現する上では、三次元データによる記録がのぞましいことはいうまでもない。

近年、三次元計測は多様な方法が開発、提案されており、文化財の記録を目的としたときに有効な手段も増加しつつある。

奈良文化財研究所（奈文研）では1954年より写真測量による文化財の三次元計測を研究・実践してきた（飛鳥資料館1997）。近年は三次元レーザースキャナーおよびデジタル写真計測による計測の研究を進めている。

この分野について連携して研究を実践しているNICT（情報通信機構）の門林理恵子氏から、ナレッジキャピタルトライアル2011において、考古資料の三次元データをコンテンツのひとつとして利用できないかとの提案を受け、そのひとつとして横穴式石室を魅力的な対象と考えた。横穴式石室は日本列島の広域に存在し、技術的な側面など多様な考古学的情報を有する対象であるが、比較的大型かつ複雑な遺構であり、記録には労力と時間が必要であった。三次元計測手法の活用はこの課題に適切に応えることを可能にすると考えている。このため、この機を利用して、これらの実践的な検討を実施することが今後の学術的な研究と、成果の社会還元



図2 SfM計測風景



図3 レーザースキャナーによる計測成果

すると考えた。このイベントはうめだ北ヤード跡地の再開発によって2013年に誕生したグランフロント大阪の一施設であるナレッジキャピタル設立の事前イベントであり、国内外における社会的な注目度が高いことから、関西地域の観光や文化財への関心の向上にも大きく寄与すると考え、計測対象として明日香村の古墳で計測を実施するのが効果的であると判断し、明日香村教育委員会に計測の許可を依頼した。この結果、村教委、NICT、奈文研の三者の共同研究として実施することとした。

複数の候補の中から、計測対象として岩屋山古墳を選定した。これは、当該期を代表する指標的な石室であること、切石積みの石室であり、限りある時間内での複数手法の試験をおこなう上で計測がしやすいと考えること、石室内部まで広く開口しており、機材などの特殊な工夫が不要なこと、成果に興味を得た人々の見学がしやすいことなどがある。

Ⅲ. 計測方法と作業の概要

1) レーザースキャナーによる計測

レーザースキャナーによる計測はレーザースキャナーによる計測の実用性と成果の検討を主な目的として実施した。使用した機材はScanstation2 (Leica Geosystems社) および FOCUS3D (FARO社) である。Scanstation2は奈文研が使用しているものと、日文研宇野隆夫教授(当時)・山口欧志氏の協力を得て2台体制で計測を実施した。FOCUS3Dは、機器評価用のデモを兼ねてFARO社の岸部慎太郎氏に計測をお願いした。

現地での計測は2011年7月14日に実施した(図1)。付加作業として、測量に利用されたと

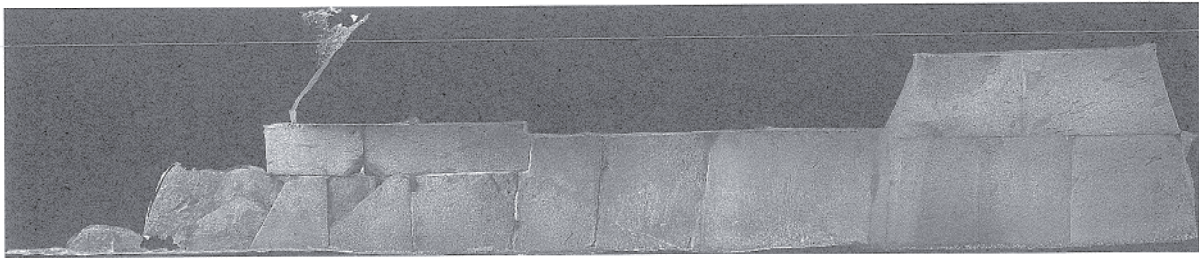


図4 SfMによる計測成果

考える既設の測量杭をRTK-GPSにより計測をおこなった。測定座標は測地成果2000に基づく平面直角座標（VI系）で記録している。

計測後の解析の結果、ほぼ欠損なく石室の図化が可能な三次元データを得ることができた。

2) SfMによる計測

Computer Vision (CV) 技術の進展により、Structure from Motion (SfM) 技術による三次元計測が注目されている。従来の方法に比べより簡便に低コストで利用ができることから横穴式石室の計測においても有効な手段である（金田2014a）。

この利用においては、特徴点間の直接計測による計測との比較をおこない、伝統的な手作業による計測に代わる手段としての有効性を示すことができている（金田2014b）。

これらのことから、幅広く共有が可能な新たな計測手法として、より精度の高いレーザースキャナーとの計測成果の差異の検討を主な目的とし、本報告に先立ち、岩屋山古墳においても計測をおこなった。

現地での計測は2014年2月12日に実施した（図2）。

IV. 成果と今後の展望

レーザースキャナーによる三次元モデルは、高速なFOCUS3Dでは、現地作業を30分程度で終了することができた。成果は、ナレッジキャピタルトライアル2011にてタイルドディスプレイによる三次元表示の基礎データとして使用された。

SfMについても、現地での作業時間は写真撮影が1時間以内、簡易なモデル形成によるデータのチェックを含めて2時間半程度であり、現地での作業時間を短縮できた。ここでは、それぞれの計測成果の三次元モデルを示す（図3・4）

今後、取得したデータの更なる活用と学術面での貢献を目的として、データの解析と公表を進めたいが、今回はなしえなかった。今回は速報的な報告にとどめ、詳細な計測データについては後日報告をおこないたい。

本稿はIを明日香村教育委員会文化財課主任技師 高橋幸治が、IIからIVを奈良文化財研究所埋蔵文化財センター主任研究員 金田明大が執筆した。

引用・参考文献

飛鳥資料館1977『遺跡を測る 飛鳥資料館図録第30冊』

石井智大 2007「横穴式石室に関する用語 - 研究集会の開催にあたって近畿地方を中心に -」『研究集会 近畿

の横穴式石室』横穴式石室研究会事務局

太田宏明 2007「横穴式石室における伝播論 ～横穴式石室伝播過程比較検討方法論の提唱～」

『研究集会 近畿の横穴式石室』横穴式石室研究会事務局

太田宏明・森下章司・森本徹 2007「近畿の横穴式石室をめぐる諸問題」『研究集会 近畿の横穴式石室』横穴式石室研究会事務局

小栗 梓 2010「<付論>岩屋山式石室をめぐる」『大阪府立近つ飛鳥博物館図録50 大阪府立近つ飛鳥博物館平成21年度冬季特別展 ふたつの飛鳥の終末期古墳 河内飛鳥と大和飛鳥』大阪府立近つ飛鳥博物館

金田明大 2014a「SfMによる近接写真計測の遺跡への応用」『日本文化財科学会第31回大会研究発表要旨集』pp.368-369.

金田明大 2014b「Structure from Motionによる遺構計測の試行」

『奈良文化財研究所紀要 2014』独立行政法人国立文化財機構 奈良文化財研究所 pp.44-45.

白石太一郎 1967「岩屋山式の横穴式石室について」『ヒストリア』第49号

白石太一郎 2005「1 前方後円墳の終焉」『古代を考える 終末期古墳』吉川弘文館

新納 泉 1995「巨石墳と終末型古墳の編年」『考古学研究会40周年記念論集 展望考古学』考古学研究会

土生田純之 2005「5 終末期の横穴式石室と横口式石槨」『古代を考える 終末期古墳』吉川弘文館

増田一裕 1996「畿内大型横穴式石室の技術的展開と歴史的動向」『日本考古学』第3号 日本考古学協会

宮本香織 2007「“畿内型”横穴式石室の諸問題 -西日本における“畿内系”石室の抽出をとおして-」

『研究集会 近畿の横穴式石室』横穴式石室研究会事務局

陵墓調査室 2009a「聖徳太子 磯長墓の墳丘・結界石および御霊屋内調査報告」『書陵部紀要』第60号

陵墓調査室 2009b「来米皇子 埴生岡上墓の墳丘外形調査報告」『書陵部紀要』第60号

和田晴吾 1992「14 群集墳と終末期古墳」『新版[古代の日本] 第5巻 近畿I』角川書店