7．千足古墳石室の三次元計測

⑴　三次元計測の方法と経過

千足古墳は、整った直弧文の装飾をもつ石障によって古くから著名であったが、石室内のかなりの高さまで水につかり、容易に装飾を見ることができないという点でも知られていた。千足古墳の石室の発掘が行われたのは明治末ないし大正初期のことである。官命によって1913年（大正２年）８月に現地に派遣された和田千吉は、千足古墳が榊山古墳とともに明治45年１月18日と23日に発掘されたことを記している（和田1919）が、地元に残された「古墳保護堂建設寄附勧募序」（大正３年２月）は大正元年晩秋の発掘としている。なお、明治45年（1012年）は７月30日に改元となっている。出土遺物は倉敷警察署の保管するところとなり、和田千吉が現地を訪れたときには遺物を実見できなかったとのことで、両古墳の遺物の混乱の危険性を強く指摘している。

和田が調査を行った大正２年８月にはすでに石室に雨水が充満しており、梅原末治も1917年および1923年に調査を試みたが溜水に妨げられ、ようやく1936年10月17日に排水のうえ調査を行ったという（梅原1938）。戦後は地元青年団が毎年石室の水を抜いていたというが、遺跡の保護の観点からしだいに水を抜く回数が減り、1980年の中村昭夫による写真撮影（高橋・中村1980）以後は、1987年５月を最後に石室が人々の目にふれることはなかった。

今回、梅原報告では実測図に欠落のあった横穴式石室の形状を正確に把握するとともに、装飾のある石障の形状を立体的に記録するため、レーザーを用いた三次元計測を行うことを計画した。そこで文化庁に「史跡現状変更許可申請書」を提出、2009年９月25日付の許可を受けて、９月29日から排水を開始し、10月１日に排水とヘドロの除去を完了させ、10月５日から西部技術コンサルタント株式会社に委託し、三次元計測を開始することにした。

当日午前７時ごろ、新納が石障の最終的な清掃を行おうとしたところ、装飾の下半の広い部分が剝落していることを発見し、岡山市を通じて岡山県および文化庁にその旨を通報した。その日の作業は中止し文化庁の見解を待つこととしたが、石室や装飾の保護のためにも三次元計測の結果を活用することができるということで、翌日から計測を開始することになった。５日の午前11時からは、三次元計測を開始する旨の報道発表を予定していたが、急遽、装飾の劣化を発表することとなり、新聞やテレビなどで大きく報じられるところとなった。

三次元計測の方法は、石室内においては非接触三次元デジタイザであるコニカミノルタ社製 Vivid9i を用い、石室内の座標を国土座標に変換するために墳丘上でニコントリンブル社製の地上型レーザースキャナ GX を用いた。遺構を保護する観点から、三脚などはすべて土のうなどの緩衝材を用いて設置することとし、作業を行う際にも緩衝材の上に足を置くなどの配慮を徹底した。非常に狭い空間であり、床面には水がしみ出してくるため、作業の環境はややきびしいものであった。

計測データをもとに、西部技術コンサルタント株式会社によって貼り合わせやノイズの除去が行われ、ニコントリンブル社製表示プログラムである RealWorks Viewer 用データや、座標の ASCII テキストデータが納品された。テキストデータは「－48714.473 －147403.823 18.243」というような形式であり、１㎜を単位とするものであった。装飾部分については0.1㎜程度のデータが必要であったかもしれない。

⑵　石室の三次元計測

横穴式石室の計測データは、国土座標によったもので、6,854,759点におよんだ。石障の文様部分はやや密に計測を行っている。図７．１はこのデータに基づいて測点を展開図風にプロットしたものである。計測点をすべてプロットしているので、石などの背後に隠れる部分もすべて表現されている。

石室の開口部は南南東の方向に向いており、主軸の方向は、国土座標の北から37度西にふれている。石室の床面の高さは、石障の背後で標高17.85mである。平面図は、標高18.70mで切って下を見た形で作図している。床面に模様のようなものが見えるのは、計測部分が重なったために測点が増えた部分が濃く表現されているからであり、とくに意味はない。奥壁は、石障の背後で天井石がかかる部分で切って奥を見たものである。前壁も天井石がかかる、できるだけ前の部分で切って前面を見ており、盗掘孔の範囲が上方に記録されている。左右の側壁は主軸部分で切って左右を見たものである。断面が左右で合わないように見えるのは、通常では背後に隠れて見えない部分もプロットされているからである。上面の図は、標高19.00mで切って上を見たところである。手作業による測量では、このように持ち送りが著しい石室の場合に正確な位置を記録することは至難であるが、三次元計測の図はきわめて精細である。この図は、現状ではすべての測点をプロットしているが、本書において作山古墳の計測データから地表面を選別した手法を利用すると、さらに見やすい３Ｄ表示が可能になると思われる。梅原の報告による図面は、奥壁を見る断面が石室中央付近で切られているために、この図ほどドーム状には表現されていない。側壁の図で奥壁の断面が梅原のものと異なるのは、手作業の作図に無理があったためであろうか。

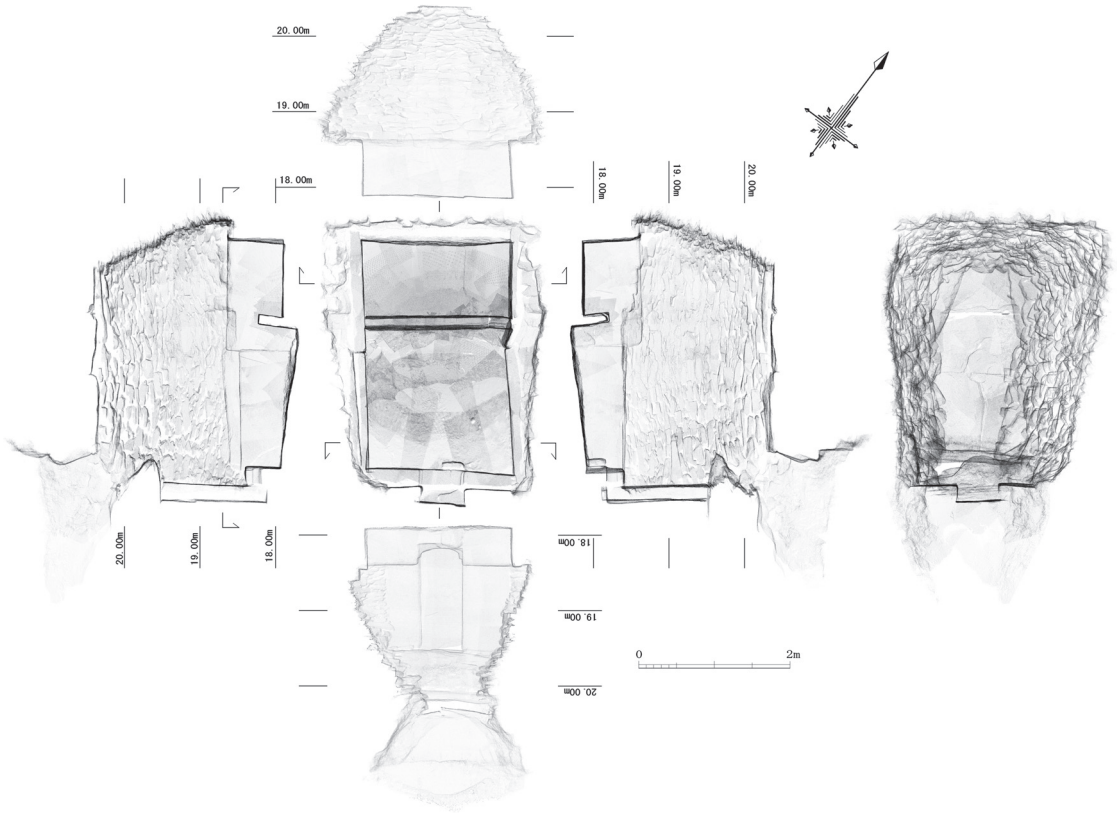

図７．１　千足古墳石室三次元計測測点プロット展開図

(3) 石室の設計単位

千足古墳の石室は、一定の尺度に従って構築されているようである。図７．２は50cmのメッシュをかぶせてみたものであり、玄室は床面で幅４単位、長さ６単位、高さは石障の背後で５単位となる。玄門の部分では、下方の板石の高さが１単位、玄門の幅はそれほど正確ではないが１単位に近い。

この50cmの単位は、25.0cmを単位とする尺度によっているものかもしれない。造山古墳の築造に際しては、23.1cmの尺度が使用されていた可能性が大きいことを示した（新納2011）が、千足古墳の場合はそれよりも若干長い。造山古墳の23.1cmという尺度は中国で漢代以来用いられてきた伝統的なものであるが、魏晋代には24.1cmとなり、しだいに伸びる傾向にあったという。そのように考えると、千足古墳の石室が九州系であって九州系の工人が築造したものとすると、中国の新しい尺度を独自に取り入れていたというようなことがあったかと推定される。今後、類似の石室の規模を詳細に検討することにより、当時採用されていた尺度の系譜のようなものを明らかにすることができるかもしれない。なお、作山古墳は23.1cmの尺度を使い続けている可能性が大きい。

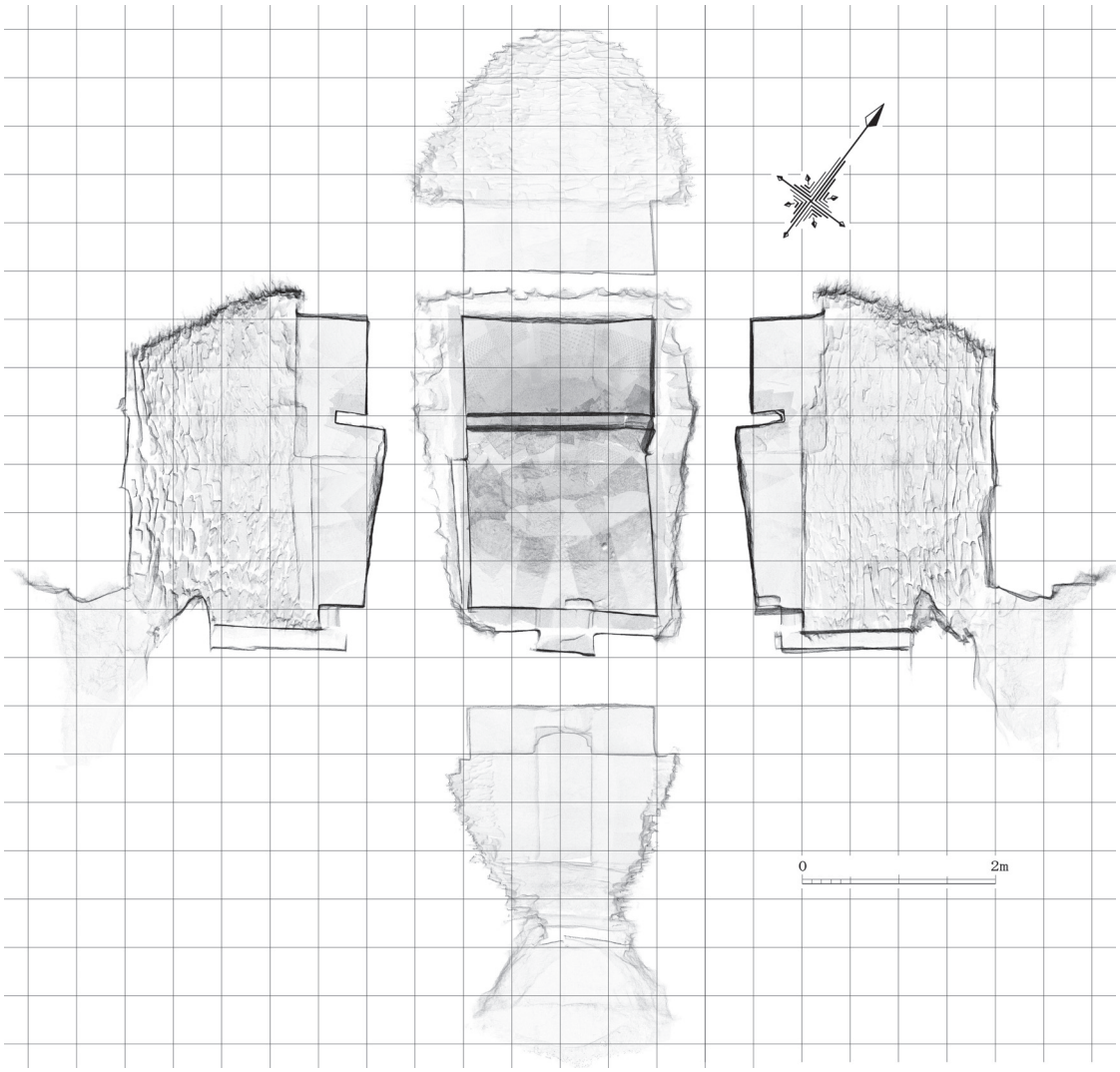

図７．２　千足古墳石室の設計単位

⑷　石障の現状と劣化の過程

千足古墳の石室、とりわけ石障を最も精細に記録しているのは、1938年に刊行された梅原末治の報告である（梅原1938）。1936年10月17日に、永山卯三郎の案内で、梅原ほか、小林行雄、羽舘易、小野勝年、藤岡謙二郎の５名が参加、梅原と小林が装飾の拓本をとり、羽舘が写真を撮影、小林が石室の実測、小野と藤岡が外形の実測を行ったという。発掘から四半世紀近くが過ぎていたが、装飾に劣化の兆しは認められず、文様部分の外側には工具痕もよく残り、コロタイプ印刷の写真は精細を極めている（図７．３、７．４）。

1976年４月に開館した旧県立吉備路郷土館には石障のレプリカが展示されていたが、複製にあたった業者はすでになく、当時の資料も残されていない。そこで岡山大学考古学研究室では、レプリカについても三次元計測を実施し、劣化後の三次元計測データと対比してできる限りもとの形状に近い３Ｄデータを作成しようと試みたのである（図７．５）。

しかし、レプリカにはさまざまな部分で実物との違いが大きく、当初意図したような形で作業を進めることは困難であった。なお、レプリカの作成は30年以上前のことであ

図７．３　梅原報告写真⑴

図７．４　梅原報告写真⑵

図７．５　千足古墳石障レプリカ三次元計測図

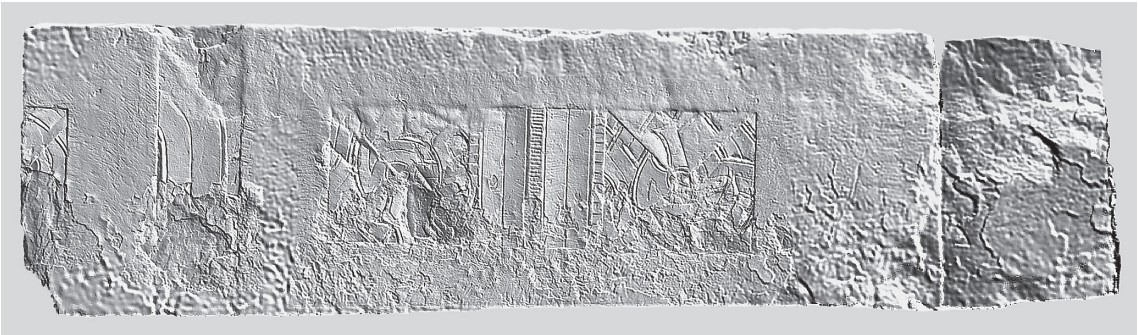

図７．６　千足古墳石障三次元計測図

るが、今日の目で見ると、この段階ですでに劣化が進行していることがわかる。図７．５は３Ｄを表示する市販のソフトウェアによって表示したものであり、やや斜めに見た図となっている。

図７．６は、2009年10月に現地で計測した石障の３Ｄ表示である。石室内には常時水がしみ出る状態であり、ヘドロの除去も必要最小限に抑えたため、下端部分は十分に表現できていない。現地での石障は、上がやや後方に傾く形で残存しているが、この図は石障の表面が可能な限り垂直となるよう回転させている。回転させた点群データから近隣の点を結んで三角形を作成し（TIN)、そこからメッシュデータを作成して立体形を表示させている。データの回転作業には Python によって記述したプログラムを用い、地理情報システムソフトウェアの IDRISI を用いて TIN からメッシュデータを作成し、岡山大学考古学研究室が作成した GISmap のプログラムで高さによって濃さを変えさらに陰影をつけている。したがって、図に歪み等はほとんど存在していない。なお、直弧文が施文された区画の上下の長さはほぼ25㎝で、主要な２つの直弧文の区画の左端から右端までの長さはおよそ75㎝であり、さきほどの石室の単位と共通している。また、石障上面の鍵手文の幅はおよそ76㎝、石障の厚みは0.5尺を意識している可能性がある。しかし、それ以上の細部を尺度とのかかわりで細かくレイアウトしているとは考えにくい。

三次元計測によって示された劣化の状況はきわめて厳しいものである。直弧文の中ほどにあたる部分から下は、大半が失われてしまっていると言ってもよいであろう。直弧文の上端付近から上にはあまり剝落の跡は認められないが、全体的に文様が甘くなっている。これは梅原報告写真にも認められるものであり、発掘されるよりもまえの長い年月の間、石室内で空気に触れていたためであったかもしれない。石障の上面は、この部分に足をかけられたことが多かったと推定されるが、それほど劣化は著しくない。

図７．７　直弧文の劣化過程
1936年、1980年、
1987年、2009年
（上から）

最後に、石障に施された直弧文のうち右側のものを例に、劣化の進行を詳細に見ておくことにしよう。上から、1936年撮影の梅原報告写真、1980年刊行の中村昭夫撮影写真（高橋・中村1980）、1987年撮影写真（小野恭平提供・撮影川上）、および2009年新納撮影写真である。

1936年段階では、文様の上部が甘くなっていることを除くと、明瞭な剝落は一切認められない。

1980年段階になると、直弧文の中心部分に比較的大きい剝落が認められるほか、文様部分の下端から下で劣化が進行している。そのほかに、中央左寄りの部分でやや大きめの剝落が始まっている。

1987年段階の写真はそれほど鮮明ではないため細部が十分にはわからないが、下端部の剝落がさらに進行しているように見える。しかし、文様部分では1980年段階に比べてとくに顕著な剝落は認められないようである。

2009年の写真では、直弧文下半の剝落が著しく進行しているのはもちろんであるが、残存している部分においても全体に文様のシャープさがやや失われてきているように感じられる。とくに、Ｖ字状のシャープな掘り込みの場合、掘り込みの底の部分はシャープなままで残っているが、平坦面に移行する肩の部分のシャープさが失われてきているようである。

以上のように、石障の剝落は20年余りの間に大きく進行したが、その兆候はすでに1980年に現れており、さらにさかのぼると1976年の開館前に製作された旧県立吉備路郷土館所蔵レプリカの段階ですでに進行していたことがわかるのである。

梅原末治　1938「備中千足の装飾古墳」『近畿地方古墳墓の調査』３
高橋　護・中村昭夫　1980『吉備の巨墳』山陽カラーシリーズ10、山陽新聞社
新納　泉　2011「前方後円墳の設計原理試論」『考古学研究』第58巻第１号
和田千吉　1919「備中国都窪郡新庄下古墳」『考古学雑誌』第９巻第11号