

縄文原体再生試論

—— SfM による土器圧痕の反転観察とその応用 ——

Attempt to reconstruct the twist cord marker from knots in the rope
—— Inverted observation of pottery impressions using SfM and its applications ——

宮原俊一

MIYAHARA Shunichi

Abstract

The twist cord marker discussed in this paper is rod-shaped or columnar tools used to create a cord mark patterns on pottery. This tool creates a cord mark pattern by rolling. Various cord marked patterns were found on pottery from different periods and regions. Therefore, the twist cord marker has played an important role in the study of the prehistoric pottery. However, the twist cord marker has not yet been discovered among the excavated artifacts. Until now, the focus of research has been on the cord impressions remaining on the surface of pottery, and the original twist cord marker is theoretical constructs, all of which have been reconstructed from the patterns of cord marks left on the pottery.

If we can visualize the twist cord marker in 3-D model, we can confirm the variability of the impressions that a single twist cord marker.

This paper attempts to create a 3-D model of the original twist cord marker by SfM.

はじめに

本論で取り上げる縄文原体とは、日本先史土器の製作時に用いられた施文具であり、土器表面に縄目模様（縄文）を施す際に用いられた撚り縄または組紐を指す。この撚り縄を粘土面に回転押圧することによって、縄文を残す施文原理を山内清男が発見したのは昭和初期のことである（山内：1927）^{（註1）}。時期や地域を異にする土器に各種縄文が認められることから、縄文原体の究明は、先史土器の編年研究を進めていく上で重要な役割を果たしてきた。山内が縄文原体の集成を公表して以降も、土器の型式論または系統論の観点から、実に多くの研究者によって種々の縄文原体が解明・分析されてきたのである（戸田1983、黒坂1984、加藤1997、峰村1999など）。

しかし、縄文原体と呼ばれる撚り縄は、現在まで出土遺物としては確認されていない。植物繊維を撚り上げた縄は鳥浜貝塚をはじめ、各地の遺跡でいくつか報告されているが、土器の施

文を目的とした原体として特定することは難しく、事実上、縄文原体そのものの出土は確認されていないようである。ただ、土器の内外面に圧痕として残る原体はいくつか紹介されており、レプリカ法（樹脂による型取り）による再現は試みられてはいるものの（佐々木ほか2025）、これが縄文原体であるという保証はない^(註2)。つまり、これまでに研究の対象となっていたのは、あくまでも土器表面に残る縄文（圧痕）であり、原体の全容を再現した事例は皆無に等しい。縄文原体と呼ばれるものは、そのすべてが土器表面に残る縄目のパターンから復元された理論上の産物にすぎないのである。

縄文原体の構造は、山内が製作した原体模型（山内1979）が公表されたのち、後出の研究者が実践的に追認することによってその研究の重要性も確定的となっていった。だからこそ、次世代の研究は、縄文原体と呼ばれる失われた土器施文具そのものを忠実に再現し、太さ・長さ・燃りの強弱・押圧の強弱・素材の特徴などを具体的に説明することが必要なのである。

以上のことから、本論では学術的な問いとして、‘縄文原体の実態はいかなるものであるのか？’という命題を掲げ、実際の出土遺物から縄文原体の再現を試みる。縄文原体を立体的に可視化再現することができれば、一つの縄文原体がもつ圧痕の可変性を確認することができるとともに、筆者が取り組んできた同時期製作土器の特定研究や原体の素材究明を、限られた資料に依ることなく進めることができると思うからである。

本論の目的は、いまだ解明されていない縄文原体の復元ではなく、山内清男が示した縄文原体の模型をトレースすることでもない。かつて存在していた土器の施文具、すなわち土器装飾を目的としてつくられた縄文原体の再生である。

1. 土器の同時期製作を保証するもの

かつて筆者は、南関東弥生時代の方形周溝墓から出土した壺形土器に、大きさや形だけではなく、文様や器面調整、土器の胎土にいたるまで非常に似通った複数の個体に着目した（宮原2009）。方形周溝墓の周溝から出土した同伴関係にある土器は、使用時（または廃棄時）の同時性は指摘できても、製作時の同時性については何の保証も有していない。しかし、仮に複数個体の土器に、同一の施文具による痕跡が認められた場合、これらの土器には製作時での時間と空間の近接性が指摘できると考えた。文様として施された縄文が同一原体によるものであれば、この仮定を裏付ける証左にもなり得るのである。また、縄文原体は植物由来の材料でつくられたと考えられることから、耐久性に乏しく、一定の期間しか使用できないということも時間と空間の近接性を明確にする。

そこで土器に施された縄文の接写画像を拡大し、写真用紙と OHP フィルムのそれぞれに印刷し、絵合わせの要領で縄文を個体間で比較した。拡大画像における比較では、縄文の大きさや形状はもとより、節（せつ：縄目）内部の植物繊維配列や特徴的な痕跡などを根拠に、縄文の比較・同定を試みた。比較・同定作業については、①「縄文原体の構造による分類」、②「特徴点の同定」、③「隆線縁の同定」、④「重合同定」、以上の4要素が完全に一致するものについて、同一原体による縄文と判定した。

比較・同定の結果、有効資料191個体中^(註3)、24個体（2個体間9組、3個体間2組）の土器について、同一原体による縄文が認められた（宮原2014）。これら同一原体が使用された各組の土器は、いずれも胎土や器面調整についても近似した要素が多く指摘でき、さらには各組が同一遺構からの出土となることから、それぞれが同時期に製作がなされたものと判断したのである。

また、分析対象を方形周溝墓出土資料の他、住居址出土資料にも求めることで、日常什器として使用されていたであろう土器にも、同時期製作の土器を確認することができたのである。しかし、同一原体によって施文された複数の土器は、製作時における同時性は指摘できても、使用時または廃棄時における同時性を保証するものではない。これを保証するのが、調査時における遺物の共伴性をはじめとする出土状況であり、この両者を明らかにすることで、土器の誕生から終焉までを見極めることができるのである。

上記の研究目的は、ほぼ同時につくられた複数の土器を特定しようとするものであったが、この研究でもっとも重視したのが回転押圧にともない、器面に規則的に反復して圧痕を残す縄文原体の特質であった。

2. 無限圧痕を残す棒状施文原体

(1) 回転スタンプとしての棒状施文原体

先史土器にみる縄文（縄目）について、山内清男は次のような説明をしている。「2本或は3、4本の条がラセン状に巻合って」縄を構成し、「それが回転して押捺されるにつれて展開し、条の痕が斜行し、次ぎ次ぎ続いて現われ、斜行する条が面をなして広がるのである」（山内1979）。縄文は‘節（せつ）’とよばれる粒状の縄目と、‘条（じょう）’によって構成される文様である。撚り縄自体がラセン構造を持つことから、‘条’は斜めに現われ、斜行する‘条’の内部に‘節’が整然と並んでいる。そのため、縄の回転押圧にともない、条と節が反復して現われるのである。山内が面的に広がる縄文を「無限圧痕」（回転圧痕と同義）と呼んだ所以でもある。

縄、すなわち縄文原体は回転しながらその全面が圧痕となって現われることから、佐原真は「同一部分がほぼ一直線上に等間隔で反復してあらわれる」という現象を、「棒状施文原体の回転施文」による特質とした（佐原1981）。撚糸文の原体となる絡条体（単軸・多軸）と、押型文の原体もこの棒状施文原体の範疇にある。絡条体は棒状の軸が回転することで、軸に巻きかけた縄が規則的に反復したパターンとなり、土器表面に縄文を表出していくのであり（石岡1983、魚水2020）、押型文の原体もこれに同じく、彫刻を施した円棒を回転施文の原体とするのである（可見2008・矢野2008）。

棒状施文原体が回転するスタンプであり、規則的に反復する圧痕を無限に残す以上、別個体の土器器面においても同じ圧痕を残すはずである。条または節は圧痕としてひとつの施文単位となることから、回転施文時にはこれが残す痕跡もまた、規則的な単位となる。しかも撚りを持つ縄文原体であれば、素材となる植物繊維がねじれ、しわとなって繊維痕跡が残り、原体が

変形または磨耗しない限り、圧痕として同じ痕跡を規則的な場所に残していく。

このように一個体の器面上に規則的に反復して現われる特徴的な痕跡を、他の個体においても認めることができれば、同一原体によって施文された土器であると認定できる。縄文原体による施文には、このような前提があるからこそ、先に見た土器の同時期製作を保証する最大の根拠としたのである。

(2) 回転施文にみられる同巡点

そこで、棒状施文原体の回転施文による特徴—規則的に反復する痕跡—を、原体モデルで確認してみたい〔写真1〕。モデルは2段の縄と1段の縄で、その素材には草本植物イラクサ科カラムシの韌皮を利用した。以降、カラムシ麻とする^(註4)。カラムシ麻は原体研究に着手した当初から使用していた素材だが、これを使う理由は以下の通りである。1. 圧痕として現れる縄文が、出土土器の縄文に似ている(藤井2000、小薬2005)。2. 秋田県中山遺跡出土の編布例をはじめ、繊維素材として縄文時代にも利用されていたことが知られており(布目1992)、細やかな繊維をもつ麻植物として現在でも入手しやすい。3. 圧痕として残る縄文の条または節の内部に、不規則に並ぶ繊維のしわを観察することが容易である。4. 繊維束の量を加減することによって、原体の太さを自由に調整することができる。その他にも、柔軟性や強靱で切れにくいといった利点もあるが、何よりも身近な場所で容易に採取できる植物であることが最大の利点である。

さて、原体モデルである。写真1左は2段の縄による単節斜縄文である。原体となる撚り縄に特徴的な繊維のしわAを見ることができる。繊維を撚る際に生じた撚りムラと言ってもよい。この原体の回転押圧にしたがってできる単節斜縄文に、しわAの痕跡を条1本おきに特定していくことができる(写真中の□)。原体にあるしわAが残した痕跡をa1、a2、a3とすれば、この並びが原体を回転させながら進行した方位を表し、a1 → a3 もしくは、a3 → a1 という原体が回転進行した方向が明らかとなる。このことは1段の縄による無節斜縄文でも同様であり〔写真1右〕、節(縄の目)こそ生成されないが、条の内部にみられる繊維の撚りムラとなるしわCの特徴的な痕跡を目印として、c1、c2、c3を特定することができる。c1 → c3またはc3 → c1のどちらかが原体の進行方向を表す^(註5)。

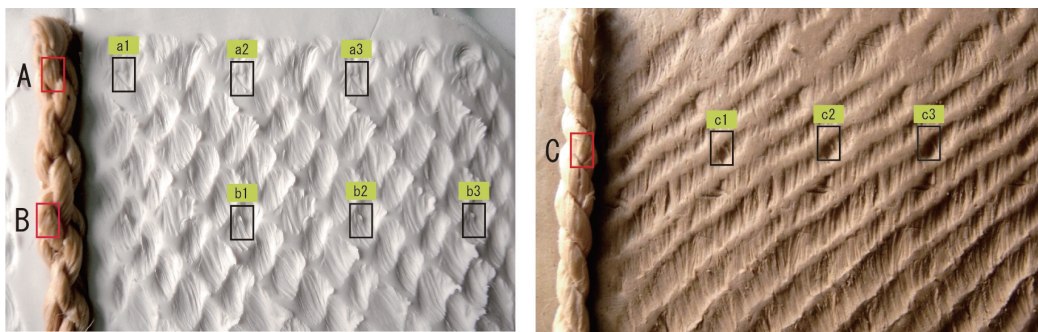


写真1 回転押圧による同巡点 (左：単節斜縄文・右：無節斜縄文)

この観察では原体の回転進行の方向が横か縦か、もしくは斜めという方位性がわかるだけだが、施文する粘土が柔軟であれば、縄文原体は回転方向に粘土を動かし、縄文の条の左右どちらかに畝状の隆起を残す。仮にこの隆起を条の右側に認めることができれば、原体は左から右へと移動したことになる。佐原真氏が「絶対的な施文方向」とした回転原体の進行方向を、畝状に残る隆起を見極めることで明らかにすることもできるのである（佐原1981）^(註6)。

いずれにしろ、棒状施文原体の回転施文により規則的に反復する痕跡が残るのは事実であり、特徴的な反復痕跡を佐原は「特徴ある点」としたことから（佐原1981）、筆者もこれに準じて「特徴点」という呼称を使用してきた。しかし、原体研究の最前線にあつて、これを「同巡点」とする呼称が植田真より提案されている（植田2025）。単に特徴的な点という意味での「特徴点」とは異なり、「同巡点」は回転施文による特質を現象から説明している適切な用語であると判断し、以降、本論でも同巡点を使用することとする。

3. 縄文原体の実際

(1) 縄文原体の長さとおさ

土器に圧痕として残る「縄文原体」が、シリコンを用いたレプリカ法によって4点紹介されている（佐々木ほか2025）。残存長となるが、岩手県北上市横欠遺跡例（2段）が68.0mm、茨城県石岡市白久台遺跡例（2段）50.0mm、千葉県千葉市加曾利貝塚例（2段）61.5mm、茨城県日立市泉原例（1段）18.0mmとなる。いずれも短い。

縄文原体の長さについて、山内清男は次のように考えていた。「回転押圧に用いられた縄その他の原体は普通極めて短い。10cm以下、時には一本指で回転できるほどの長さである。この原体が短いということは数奇を極めた、時には無理とさえ思われる縄その他の原体を可能ならしめ、豊富な縄文の変化を生じた一方の理由と考えられる」（山内1961）。短いがゆえに、その形状も千変万化自在に変化させることができ、様々な縄文（縄目模様）を生み出すことができる理由としている。そして、一般羽状縄文に関しては、1指幅：2cm、2指幅：4cm、3指幅：6cm、4指幅：8cm、5指幅（掌幅）：10cmのものが多いとし、縄文原体が実用的な縄と異なっていたことも指摘している。

確かに縄文原体による施文は、指頭による押圧を前提にすることから、縄文の幅については指幅によって判断することができる。また、縄文原体の両極をなす「閉じた端」から「開いた端」までの長さがわかれば、縄文原体の長さを明らかにすることもできる。実際に縄文原体が重ならない状態で押圧されている資料からは、原体の長さを知ることができる。しかし、どちらか一端を見出すことができなければ、原体の長さは不明となる。さらに、短いとはいえ一定程度の長さをもつ縄文原体のどれほどの部位が指頭で押圧されたのか、という疑問も生じる。かつて、端末結節（結び目）をもつ縄文原体の観察にあたって、あえて結節部に指頭を当てることなく、撚り縄本体のみに1指を当てて縄文を施す例を報告した（宮原2017）。こうした事例を考慮すれば、縄文原体として短い縄を用意はしたが、土器製作者が縄文原体のどの部分を意識して押圧したかについても見極めなければならぬと考えている。これは原体の長さのみ

ならず、太さを論じる上でも留意すべき点と思われる。

縄文原体の太さ（直径）については、ある程度計測が可能である。縄文の中に反復して現れる同巡点の間隔は棒状施文原体、すなわち縄文原体の円周長に相当するからである。当然、粘土の乾燥や焼成によって素地が収縮することも考慮しなければならないが、同巡点からおおよその太さを推定することは可能である。

同一原体による同時期製作の土器を探し求める際、弥生時代後期の壺形土器にみられた縄文について、原体の太さを計測した（宮原2013）。その対象は237点となり、1段の縄31点、2段の縄206点の縄文である。2段の縄については単節斜縄文 L[Ⓡ]121点、単節斜縄文 R[Ⓛ]が85点となり、単節斜縄文 L[Ⓡ]が優位となる結果が得られた（註7）。

撚りの方向については、1段[Ⓡ]が優勢な時期と地域、1段[Ⓛ]が優勢な時期と地域があることが知られているが、縄文時代の土器においては、総じて1段[Ⓡ]が優勢となることが示されており（山内1930・1979、早坂2008）、南関東弥生時代後期の縄文原体についてもこれと同じ傾向が指摘できるようである。この現象が土器製作における伝習・慣習などの社会的要因、あるいは原体製作上のつくりやすさ（身体技法）に起因するものか否かは定かではない。しかし、L[Ⓡ]と R[Ⓛ]の両者を揃えて実現する羽状縄文の構成を意識する（意識できる）技術的な環境下にあっても、L[Ⓡ]が主体となることに何らかの要因を考慮せねばならない。

さて、分析対象とした237点の縄文については、同巡点間の長さを測定した。当然、施文時における原体のすべりやゆがみ、原体そのものの各部位での太さの違いから生じる同巡点間の変異が考えられる。さらには、製作時における粘土の乾燥・焼成時の収縮などによって、回転圧痕としての正確な同巡点間の長さには誤差が生じたが、これについては計測長の最小値で集計した。

その結果、単節斜縄文の同巡点間の計測長については、3mm 後半から5mm 前半が主となり、4mm 中ほどにそのピークが見られた〔図1〕。この傾向はL[Ⓡ]、R[Ⓛ]ともに共通しており、回転体としての直径は概ね1.2mm～1.7mmほどのごく細身の2段の縄が想定できる。あくまでも南関東弥生時代後期の壺形土器に見られた傾向であるが、縄文原体の太さについては同巡点を見極めることで算出することができる。

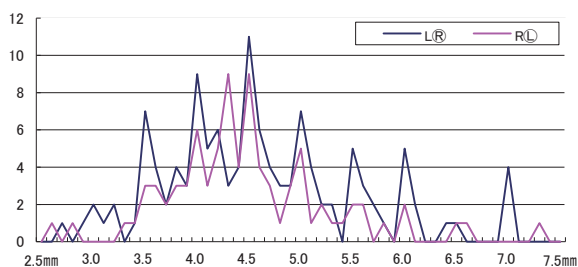


図1 「同巡点」間の最小計測長（宮原2013）

(2) カラムシ麻を素材した縄文原体

先に見たシリコンを用いたレプリカ法によって再現された「縄文原体」は、原生植物で製作した縄との比較から、横欠遺跡出土例をはじめとする2段の縄については、リョウメンシダと

いうシダ類植物が素材の候補として可能性が高いという（佐々木ほか2025）。今後、原体の比較研究を進める上でリョウメンシダをはじめ、縄文原体の素材植物の候補としてあげられる木本植物の樹皮についても、自身がその特性を知るべきかと思うが、リョウメンシダがもつ特性や民生技術としての用途を知らない筆者は、先述したようにカラムシ麻を利用し、原体模型を製作してきた。

さて、レプリカ法によって再現された「縄文原体」の内、2段の縄となる3例は、縄圧痕の幅が3.5mm～4.5mmの範囲にある。圧痕からの計測値となることから、即「縄文原体」の太さを示すものではないが、原体の太さを考える上での参考にはなる。

より高段の縄文原体を製作する中で、長い条材が必要となることが土屋健作の実験によって明らかにされているが（土屋2008）、太さについての情報は示されていない。そこで、縄を撚る過程で、その構造の変化にともなって縄文原体の太さがどのように推移していくのか、カラムシ麻による試作原体で観察を行った。

まず、0段の条（撚り紐）に還元した場合を想定し、断面径の異なる8種のカラムシ条材を用意した。次に、1段の縄、2段の縄を試作し各段での同巡点間を計測した。半折^{（註8）}を前提とした縄文原体は、撚りの段数が増えれば当然直前の段数と比較し太くなる。原体の断面径が増加するということだが、直径ではより正確な数値を得ることができないことから、原体については同巡点間の最短計測長を求めた。観察結果を表1に示す^{（註9）}。

きつく撚る、ゆるく撚ることで条・節の傾斜角に影響が及ぶことは検証がなされており（植田2011）、撚りの強弱や素材の硬軟は当然、原体の太さにみる増加率にも深く関与する。今回の試作原体も「強撚」を意識して製作した点は多分に感覚的などところもあるが、カラムシ麻による原体の太さについて一定の指標にはなるであろう。

表1 カラムシ麻による縄の太さの変化

条材	1段の縄	2段の縄
断面径 (mm)	「同巡点」の計測値 (mm)	
0.3	1.4	2.3
0.5	3.0	4.4
0.8	3.7	5.5
1.0	4.7	6.8
1.3	5.2	8.0
1.5	6.1	9.5
1.8	8.8	12.8
2.0	10.5	17.4

素材は異なるかもしれないが、レプリカ法によって示された2段の「縄文原体」の幅から推定すれば、同巡点間の計測長は約11.0～14.0mmとなる。表1のカラムシ麻を指標とすれば、断面径1.5mm以上の始原条材、すなわち0段の条を用いていたことが前提となる。また、先に示した通り、南関東弥生時代の壺形土器では、単節斜縄文に現れる同巡

点間の計測長は4mm中ほどにそのピークがあった。このことは、0.5mmほどの始原条材を利用した直径約1.4mmのごく細い2段の縄の使用が想定できるのである。

あくまでもカラムシ麻を用いた試作原体との比較事例となるが、土器面に残る縄文から推定できる縄文原体の太さは一様ではない。筆者がカラムシ麻を原体の試作に利用する理由の一つは、製作する縄の太さを自在に変えることができるからである^{（註10）}。仮に土器製作者が施文に必要とする縄文原体をつくる際に、目的とする原体の太さを考慮した上で用意したとするな

らば、素材（繊維束）の量を加減することが容易な素材を選択していたとも考えられる。縄文時代後期に蔓性植物の蔓を利用して、直径1 cmを上回る極太の附加条原体をつくり出し、一定の広がりて採用されていた事実も、土器製作者が原体の素材とその撚り方にこだわりをもっていたことの裏付けになると考えている（宮原2018）。

以上、圧痕としての残る「縄文原体」とカラムシ麻による試作原体から、縄文原体の実際に少しでも近づこうと試みた。だが、わずかな出土資料と試験的な考察では、実際の縄文原体に近づくには検証が不十分である。そこで次に、別の視点から縄文原体の実態に迫ってみたいと思う。本論の目的である、SfMによる縄文原体の再現である。

4. 両面を有する繊維製品の3Dモデル化と反転観察

SfM（Structure From Motion）あるいはMVS（Multi-View Stereo）は、異なる視点から撮影した複数の写真から、被写体の三次元形状とカメラの相対位置を復元する技術である。

単眼カメラで視点を変えて撮影し、撮影範囲が重なる重合画像に共通する点を照合させ、点のまとまり（点群）として三次元座標に配列する（SfM）。より高密度の点群データを得る場合には、多眼レンズ搭載のステレオカメラを用いる場合もある（MVS）。この点群データを元に、線と面で多角形の集合体（ポリゴンモデル）を作成し、被写体の色情報や明暗情報（テクスチャー）を付加することにより、三次元形状（3Dモデル）を復元することができる。決して特別な手法ではなく、あらゆるシーンで3Dモデルの作成に多用されており、文化財の調査および修復などでも一般化されている。土器や石器の三次元計測については、3DスキャナーやPEAKIT（株式会社ラング）を用いた方法が多く報告されるようになったが（平原・大綱2016など）、魚水環はカメラによる接写画像からSfMを利用することにより、土器に残る縄文圧痕（網目撚糸文）の3Dモデル化に成功している（魚水2020）。

実体（構造体）としての原体再現には、重合画像の3Dモデル化と画像の反転が要となる。縄文原体の再現過程をわかりやすく紹介するため、まずは「両面を有する繊維製品」（山内1964）の3Dモデル化と反転観察について見ていきたい。

（1）3Dモデルの作成方法

両面を有する繊維製品の3Dモデル化は次の通りに行った。

1) 使用機材と撮影方法

カメラ／レンズは、RICOH GXR/RICOH LENS S10を使用した。被写体（撮影対象である土器）との距離を常に一定に保つことを目的に、レンズに自作の透光性フードを装着した〔写真2〕。

透光性フードの先端には撮影対象を保護するため、ウレタン製クッションを取り付け、土器表面に密着させ撮



写真2 透光性フードの装着

影を行った。必要に応じて、LED 照明を用いた。フードを透光性にしたことにより、入射光を自由に調整することができた。また、フードを直接撮影対象に密着させることで、一定の撮影距離を保つ正確な重合撮影、そして何よりも手ぶれのない安定した接写が実現できた。当初は定方向移動のできるオートスライダーを使用したのが、重合撮影だけでも膨大な時間を要したことから、さまざまな試行を経て、手持ちカメラによるこの撮影方法にたどり着いた。

撮影画質は RWA（アスペクト比 4 : 3）とし、撮影距離は撮影対象によって適宜変更したが、光学ズームを使用したマクロ撮影では、2～4 cm の範囲で撮影した（画像サイズ 3648×2736px）。実質倍率は約 3 倍となった。レンズの性能から高い絞りを実現できなかったが、常時 F 値は 4.4 に設定した。

撮影対象の面積によって撮影カット数も異なるが、おおむね 1 資料（約 4 cm 四方）50～60 枚の撮影に抑えた。先行カットの撮影範囲約 80% がオーバーラップするように、目測でカメラを移動し、セルフタイマーモードで撮影した。

2) 画像処理と使用機器

重合撮影で得られた画像を TIFF 形式に変換し、重合写真の合成と 3D モデル化を行った。

点群処理には Agisoft 社 Metashape を使用した。画像の点群データ整列化（アライメント処理）は [最高値] とし、モデル構築は深度マップを優先した。3D モデルと実体（被写体）との比較観察を考慮し、テクスチャー（メッシュ）構築の際は色情報の収集も点群処理と同時にを行った。色情報はテクスチャー処理 [高] の結果を採用し、jpg 形式により出力、保存した。

生成された 3D モデルはテクスチャー情報とともに、三次元データとして汎用性のある obj 形式で出力、保存した。

点群によって生成された 3D モデル (obj) については、オープンソースのソフトウェア CloudCompare (v2.13) を利用し、モデルの計測・補正・編集を行った。これにより、図像の反転観察も容易となった。

上記の画像処理に使用した機器（パソコンのスペック）は、PC:DELL XPS, OS:Windows 11Pro,13Gen IntelCorei7-1360P, RAM:32GB, GPU:IntelIris XeGraphics, HD:1T である。補助マウスとして SpaceMouse 3D Connexion を使用した。

(2) 網代圧痕の反転観察

土器表面にみられるさまざまな圧痕は、焼成前の粘土（素地）に押圧・圧着した物質が何であれ、転写された状態で粘土面に残される。レプリカ法はこの圧痕にシリコンを充填し、圧痕として残る微細な凹凸をシリコン（印象剤）に反映させる。ここに山内清男が、圧痕を鏡中に写した縄の裏面に例えたり^(註11)、佐原真がいう《原体と圧痕の逆転》が現れている。SfM による立体像の反転観察も全く同じ原理であるが、非接触によって対象資料から情報を得るため、シリコン充填を前提としたレプリカ法にともなう局所的な破壊・汚損を免れるメリットがある。

例えば、縄文時代後期土器の底面には、しばしば網代の圧痕が見られる。網代とは規則的に編み組まれた一定の広がりをもつ敷物であり、土器製作時に底部成形からはじまる粘土塊をこ

の敷物の上に置き、土器成形時に粘土を扱いやすくする工夫であったとされている。網代痕の研究は、坪井正五郎による分類研究以降（坪井1899）、荒木ヨシの型式分類と型式別にみた分布の偏在研究（荒木1968ほか）を経て、近年ではレプリカ法による植物素材の究明にまで進展をみせている。しかし、縄文原体同様に網代そのものの出土例は知られていない（註12）。

この網代痕の観察を目的として、先の方法により土器底部の接写撮影を行い、撮影画像から3Dモデルを作成した。

モデル裏面は実像、すなわちかつて粘土塊下に敷かれていた網代の表面（土器底面との接触面）を表すことになる〔図2〕。本資料は3本越え、2本潜り、左1本送りとして紹介した網代痕であるが（宮原2007）、網代面として作成した3Dモデルを表裏反転することで、網代の実像を観察することが可能となる。通常の写真では、網代のタテ材とヨコ材の編み組み構造までは表現できるが、厚みまでの情報を読み取ることはできない〔図2-A〕。しかし、重合撮影による3Dモデルでは、タテ材とヨコ材が交差する部位に厚みの情報を読み取ることができ〔図2-C〕、本資料の場合はタテ・ヨコの素材に現れた繊維筋まで観察が可能である〔図2-D〕。

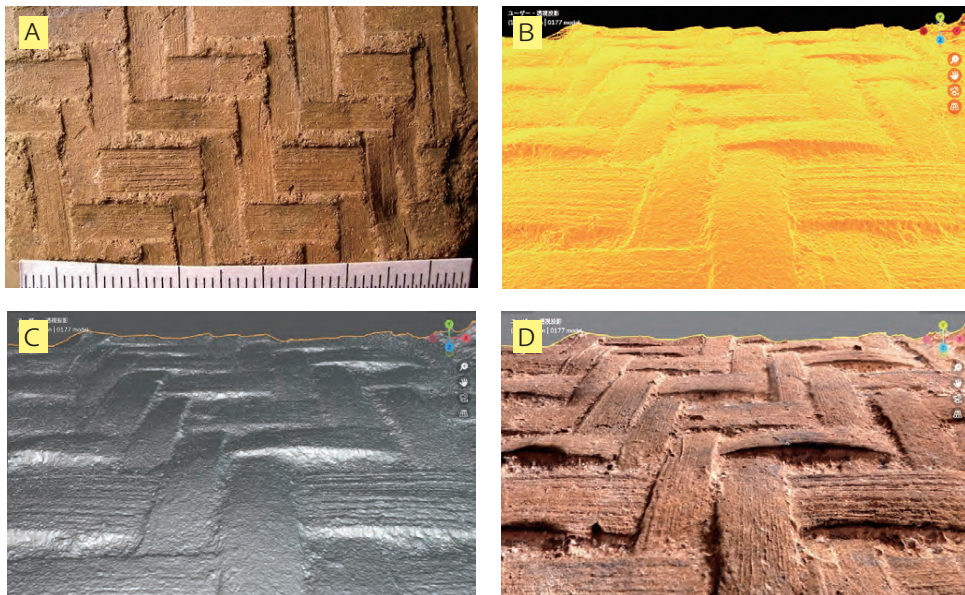


図2 縄文土器の網代圧痕：縄文時代後期
（A：平面接写、B：3Dメッシュ、C：頂点強調、D：色情報付加）

（3）布圧痕の反転観察

さらに柔軟な繊維製品についても、その圧痕の3Dモデル化と反転観察は可能である。一枚の布圧痕を例示する。

普通、古代の布の素材は植物繊維から績み紡いだ糸、または絹糸であり、網代よりも柔軟だったと考えられる。図3で示す資料は、平安時代の瓦にみられる布の圧痕である（田尾1999）。瓦製作の際に粘土を型に押し当て成形し、製品を型から取り外しやすくするために布

が差し挟まれたと考えられている（佐原1972）。そのため、布目瓦とも呼ばれているが、瓦製作に利用された布は通常、経糸・緯糸ともに間隔が空き、ガーゼのように目の粗い布目となる〔図3-A〕。網代圧痕同様に、布目のマクロ重合撮影で得た画像から3Dモデルを作成した〔図3-B〕。モデルを表裏反転することで、経糸・緯糸がポジティブな像となり、規則的に交差する平織布の経・緯や、糸の撚り（繊維のしわ）も観察することができる〔図3-D〕。

また、布の圧痕は土器底部にも見つけることができる〔図4-A〕。弥生時代中期の壺形土器

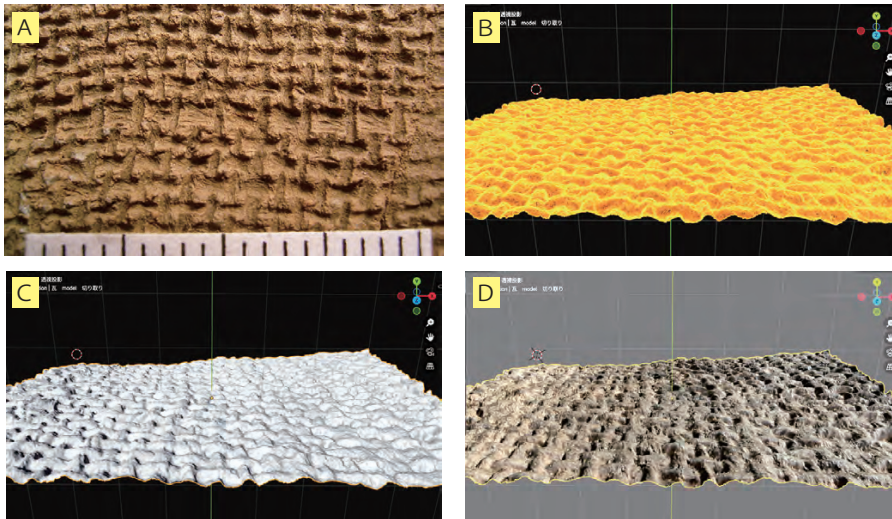


図3 瓦の布圧痕：平安時代（10世紀前半）
 (A：平面接写、B：3Dメッシュ、C：頂点強調、D：色情報付加)

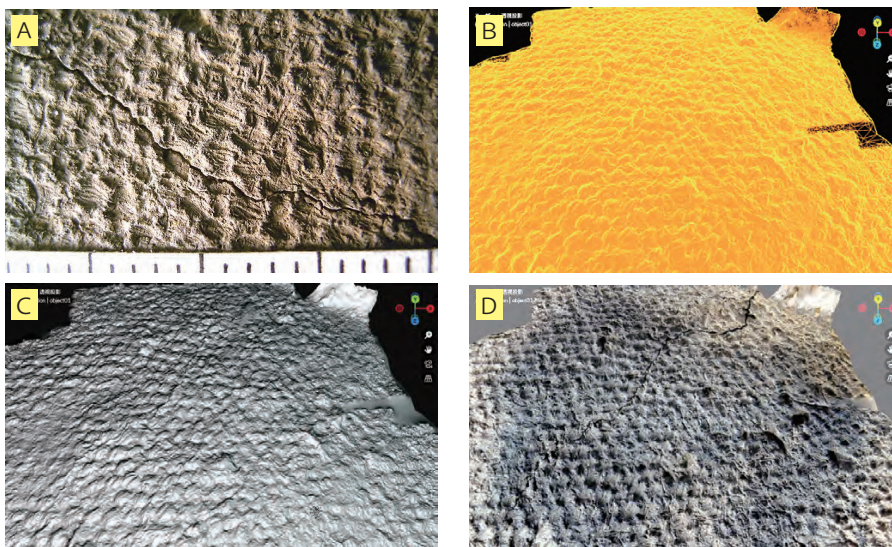


図4 土器の布圧痕：弥生時代中期
 (A：平面接写、B：3Dメッシュ、C：頂点強調、D：色情報付加)

の底面に残る布圧痕の3Dモデルである〔図4-D〕。経糸・緯糸ともに細い単糸（約0.2mm）からなり、緯糸の一部には撚りの方向までも観察することができる。ただ、弥生時代の布圧痕の中には経糸・緯糸とも非常に細やかな糸を利用した例もあり（大島1996）、先の布目瓦と同じ撮影環境では経糸・緯糸の判別はともかく、撚り糸の構造にまで迫ることができなかった（註13）。

以上のように、両面を有する繊維製品の圧痕について反転観察が有効な手段であれば、棒状施文原体による圧痕、すなわち縄文の原体再現による観察も有効となるはずである。

では、棒状施文原体についてはどのように再現すべきか。これについても図像の反転が前提となる。原体そのものは棒状（柱状）となるが、面として広がりをもつ縄文面を表裏反転し、これを柱状にしたらどうだろうか。面を柱状化することにより、縄文原体を3Dモデルとして再現するのである。

5. 棒状施文原体の再現

(1) 縄文面の柱状化

両面を有する繊維製品は、土器に残る圧痕の裏面を見ればその実像に迫ることができる。ならば、縄文原体についても同じである。多くの研究者が石器時代人によって裏をかかれていたのであれば、その裏をかけばよいのであって（註14）、縄文原体の再現はさほど難しいことではないと思う。縄文原体を、その回転圧痕である縄文そのものから再現するのである。縄文に残る同巡点2点間の長さは、原体が回転する円周に相当することは先に具体的に説明した。この考え方を応用し、縄文面を柱状化することで、回転体である縄文原体を再現してみたい。

まず、縄文面に同巡点を2点求める（ a_1, a_2 ）〔写真1〕。次に、同じ条にみられる別の同巡点をさらに2点求める（ b_1, b_2 ）。縄文原体が撚り縄であることを前提とすれば、この4点（ a_1, a_2, b_1, b_2 ）は平行四辺形の頂点となり、縄文原体の1回転分の押圧範囲を示すこととなる。撚り縄は、これを構成する条がラセン構造を持つため、平面（粘土面）に転写された複数の同巡点は、平行四辺形を呈するのである〔図5〕。ここで示される撮影面の縄文は、先に見た両面を有する繊維製品の圧痕同様、反転することにより原体の表面像を表すことから、この段階で図像を反転する。

さらに、この平行四辺形の2本の対角線が交わる交点をCとする。この交点Cを通り、平行四辺形の短辺に直交する線を短辺直交線とする。短辺直交線を定める理由は、ラセン構造を

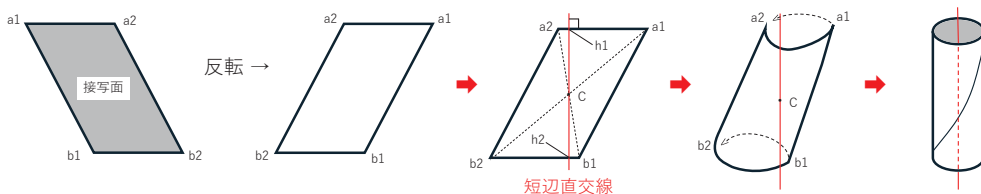


図5 縄文面の柱状化

もつ縄文原体に棒状施文原体として真直な中軸を与えるためである。

そして、平面体で示される平行四辺形の4つの頂点をそれぞれ、立体図像の中で短辺直交線を軸として円柱状に結合する。つまり、点 a1 と点 a2 を結合し、点 b1 と点 b2 を結合するのである。表裏ある平面図像の柱状化となるため、実像は円筒状となる。反転処理を経ている、ネガティブな縄文面が筒の内面に、ポジティブな印象面（裏面）が外面となるように結合処理することとなる。

その結果、上下の端部が整った円柱ができあがる。縄文面を柱状にするため、生成されるモデルは短辺直行線が、a1-a2 と b1-b2 と交わる点 h1 と h2 を結んだ直線を長さとする円筒といってもよい。このような考え方から面として広がる縄文を、1本の立体的な柱状体、すなわち棒状施文原体として再現できるはずである。

(2) 縄文原体の再現方法

実体としての縄文原体と、再現した3Dモデルとが比較できるよう、まずは試作縄文原体によって粘土面に縄文を施し、この縄文から3Dモデルの再現を試みた。

試作原体の製作に使用した素材はカラムシ麻である。各種縄文原体のモデルをつくったが、ここでは2段の縄と直前段多条の縄の2種を示す。

回転押圧によって粘土面に現れた縄文を重合撮影し、3Dモデル化した〔図6〕。撮影方法は両面を有する繊維製品と同じだが、縄文内部の細やかな情報（繊維のしわなど）まで読み取ることを念頭に置いたことから、当初は160~200カットで撮影を行った。しかし、Metashapeによる3Dモデルの構築とテクスチャー付加処理に際し、大容量データ（1資料あたり1.2~1.5G）を生成する結果となった。これほどの大容量データを処理できるパソコン環境を有しないことから、縄文の同巡点範囲を集中的に撮影することで、最低カット数を40枚程度（約400M）に抑えることができた。対象資料の撮影面積に応じて撮影枚数も加減したが、40枚を目安にこれをやや上回るカット数を心がけた。

縄文面の図像に現れる繊維束の乱れや撚りムラなど、特徴ある点を同巡点として2点を定め、さらに同条内にも2点の同巡点を求めた〔図6中の橙●と青●〕。

次に各頂点で切り出し処理を施した。切り出し処理は、obj形式の3DモデルをCloudCompareの〔segment〕で行った。その際、図像の正面観（土器表面）を座標Y（反転で-Y）とし、合計4つの頂点で領域指定した後に切り出し、同じobj形式で出力、保存した。この切り出し処理により画像の容量もかなり低減し（約50M）、モデルの補正がスムーズに行えるようになった。ここでいう補正とは、モデルの平面補正を指す。

通常、土器の表面は曲面となっているため、同巡点が構成する正確な平行四辺形を抽出することができない場合がある。この場合は同巡点結合を施す前に、3Dモデルの曲面を平面に補正することで、より正確な平行四辺形が抽出できるようにした〔図7〕^(註15)。

平面補正については、オープンソースのBlender（v4.5 LTS）を利用した。座標観XとZに現れる3Dモデルの湾曲を補正し、限りなく平面に近づけた。

Blenderの編集モードでモデル（点群とメッシュ）を全選択し、メッシュデータ加工用のP

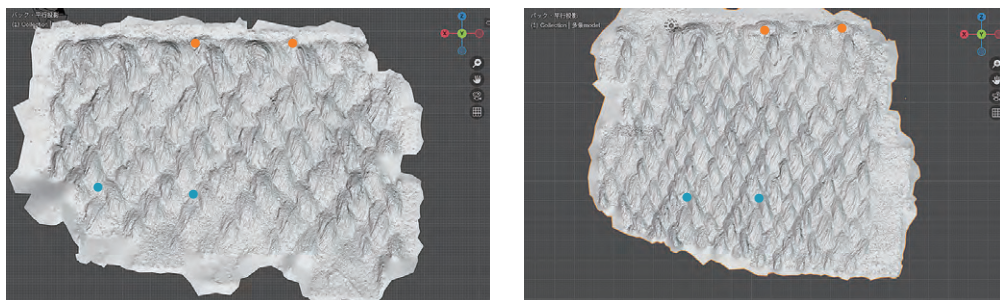


図6 縄文（裏面）の3Dモデル（左：2段の縄、右：直前段多条 ●●は同巡点）

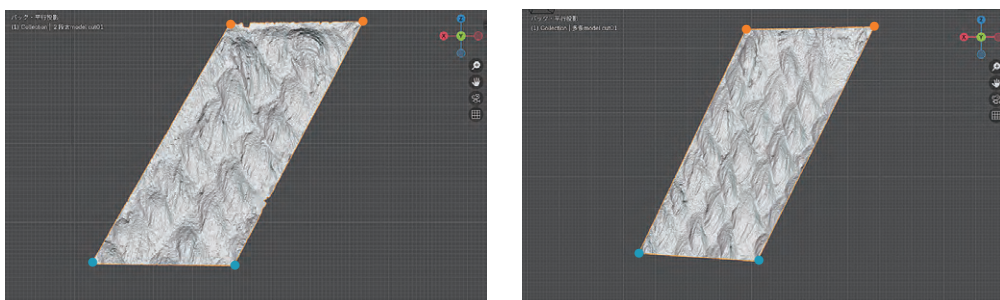


図7 同巡点から抽出した縄文原体の回転範囲

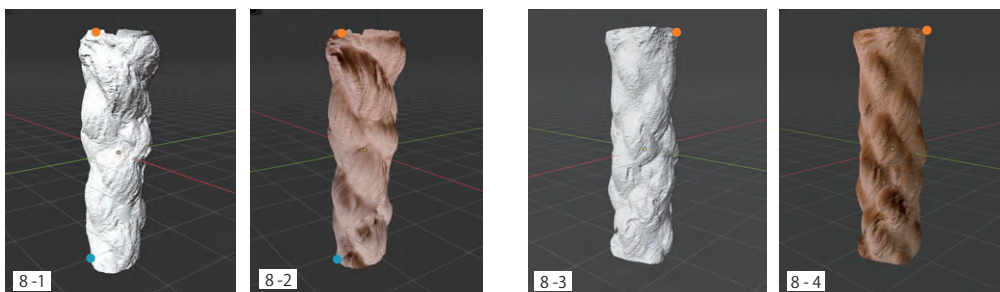


図8 3D 原体（左：2段の縄、右：直前段多条）
[8-1、8-3：3D 頂点強調、8-2、8-4：3D 色情報付加]

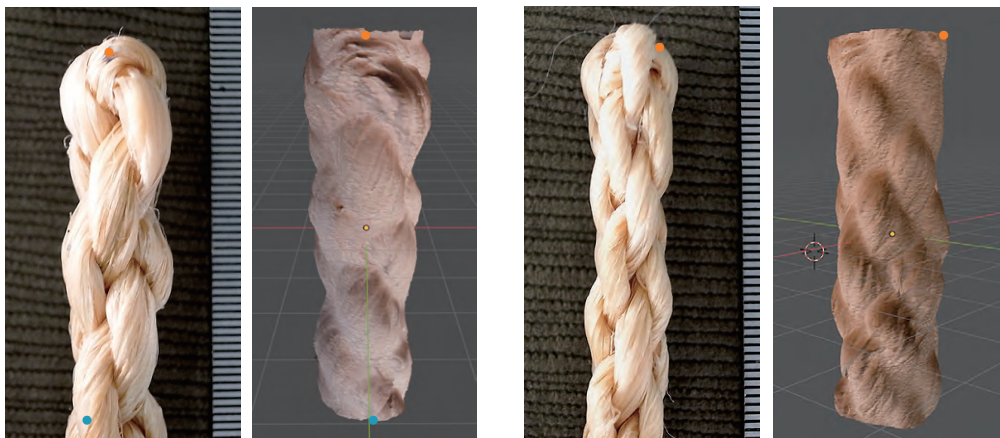


図9 カラムシ麻による試作原体と3D 原体色情報付加（左：2段の縄、右：直前段多条）

プログラム [transform] の [bend] 処理により、座標観 X と座標観 Z に現れる湾曲を平面に補正した。

Blender の [bend] 処理は、3D モデルのモデリングにも応用でき、次の工程となる同巡点の結合についてもこの [bend] 処理で行った。すなわち、同巡点 a1 と a2、同巡点 b1 と b2 をそれぞれ結合することにより、柱状の3D モデルを作成した〔図8〕。当然ながら同巡点結合においては、縄文面（土器表面）を反転させることから、座標観 -Y が外面となる柱状モデルができあがる。

このように、土器に残る縄文を原体 1 回転分の面に限定し、柱状化することで再現したモデルを、以降、3D 原体と呼ぶこととする。同巡点を結合することで、この3D 原体には縄文原体の太さ（直径）も反映されているが、これとは別に同巡点間の計測長から導き出した原体の直径を、Blender のデジタルスケールでも確認することとした。

以上の工程で再現した3D 原体を、試作原体と比較することで観察対象としての有効性について吟味することにした。

6. 結果と考察

(1) 3D 原体の観察所見

再現した3D 原体には、縄の段数や撚りの方向といった縄文原体の構造に加え、条および節の傾きやばらつき具合を確認することができた〔図9〕。また、条については、原体を粘土面に押圧する力（強弱）にも関わることだが、その重なり具合から条そのものの幅までも読み取ることができた。さらに、同巡点として認定しやすい繊維の乱れや撚りムラといった原体表面の微細な凹凸も確認できる。ここまでの観察は、原体研究の途上で製作する原体模型においては観察可能な範囲にあり、これを縄文から再現した3D 原体でも観察が可能であった。

しかし、この3D 原体の再現では、カラムシ麻の細やかな繊維すべてを明瞭に再現することはできなかった。繊維束の乱れや撚りムラまでは確認できるが、微細な繊維一本一本の配列までは読み取ることが難しい。また、粘土面に対し縄を押圧する力の差によって、条の読み取りが不鮮明となる部位があった。例えば、器面に浅く縄が接した部位は、条の外側面のみが粘土に圧痕を残すのみとなってしまう、条全体を把握しきれないのである。同巡点結合により原体そのものの太さまでは再現できるが、縄を構成する一本一本の条を明らかにするには、より深みのある圧痕からのモデル化が必須であることも明らかとなった。

さらに、まったく再現することができない情報もあった。それは縄文原体の末端である。この試みが2点の同巡点で柱状に原体を再現することから、原体先端部についてはどうしても再現することができない。縄側面の回転部位は同巡点という指標をもって柱状としたが、末端、特に「閉じた端」ではその頂部に近い部位ほど同巡点間の長さが短くなり、側面の回転部位に見られる同巡点間計測長と齟齬が生じてしまう。つまり末端近くでは、4点の同巡点が描く形は歪んだ矩形となり、末端の再現ができないのである。この点は次なる原体再現への大きな課題となった。

(2) 再現された縄文原体

以上、試作縄文原体から3D 原体を再現するまでの過程と結果を見てきたが、これに先行しすでに実際の出土土器に施された縄文のモデル化を進めている。その目的は、同一時期製作の土器の特定を、この3D 原体を用いて明らかにすることにある。対象としたのは、同一原体によって施文された複数の同時製作土器に施された縄文である。弥生時代後期の壺形土器に付された縄文であり、図像の拡大観察で4 個体分に同一原体の縄文が認められた（宮原2009・2017）。図10がその3D 原体である。

同巡点の計測長が2.9mm（条幅約1.0mm）となる極細2段の縄になることから、縄の構造は読み取ることができるものの、細やかな繊維や撚りムラまでを鮮明に再現することはできていない。本資料の場合、その実態に迫るには今しばらく時間がかかりそうである。では、どのような理由で試作3D 原体のように再現できなかったのか。いくつかの原因と今後の課題について以下にまとめる。

まず第一に、実際の土器では同巡点を複数特定できたとしても、その間の情報が欠落している場合がある。試作原体から再現した3D 原体でも押圧の弱い部位については再現できないことは指摘したが、実際の土器についても製作時に縄文原体が粘土面にごく浅く押圧された場合や、使用時における土器表面の摩滅・摩耗、経年劣化により、再現ができない部位があった。縄文面で同一原体の比較をする際、情報が欠落している部位に関しては、明瞭に縄文が観察できる隣接部位を比較の対象とすることにより、観察限界の課題を解決できた。しかし、3D 原体は特定の同巡点で切り出し、柱状化するため、失われた（あるいは残されていない）情報を一つの原体の中に再現することができない。

次に、土器製作時における縄文施文の歪みである。比較的柔軟であろう縄文原体は、曲面上では歪みをもって回転し、条の歪んだ縄文を残す。平面補正をした上で、正確に同巡点を特定できたとしても、同巡点間にある条の歪みが大きくなればなるほど、柱状化の際に条が他の条と結合してしまうこともあった。その結果、縄文原体の構造をも見誤る恐れがある。

そして最後に、土器胎土中の混和砂に由来する問題である。3D 原体の再現では微細観察に耐えうるマクロ接写を行うことから、器表に現れた砂粒の形状までを再現してしまい、原体が

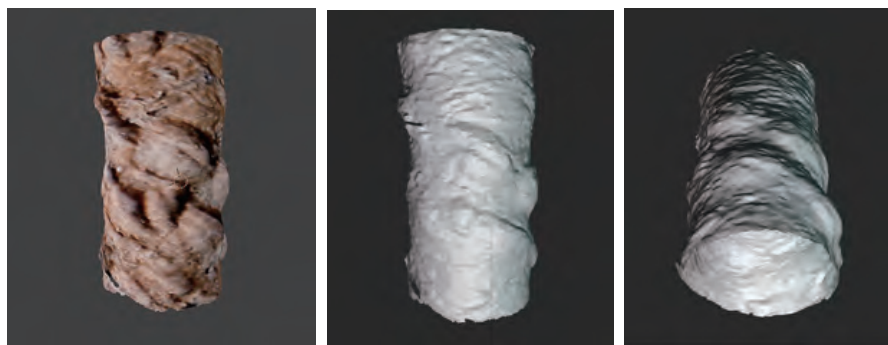


図10 出土土器の縄文から再現した3D 原体（2段の縄：色情報付加および頂点強調）

押圧された極小部位についての情報が欠落してしまう。個体によっては砂粒が器表に突出し、節の形状を大きく変えてしまう場合もあった。砂粒上では細やかな繊維の再現はできないということである。第一に挙げた原因にも通じる課題であるが、胎土中の混和砂が多ければ、3D 原体の再現は不可能となる。

試作縄文原体から再現した3D 原体と、出土資料のそれを比較し、3D 原体がもつ課題を再確認してみた。ここで取り上げた課題の他にも、縄文の細部にまで焦点が当てられる撮影方法、大容量の画像データの処理といった課題も残された。

以上のように、再現した3D 原体では可視化できる情報とできない情報があり、完全な再現にまでは至っていない。しかし、縄文原体の実態に迫る一手段として、その有効性のある程度示すことができたと考えている。今後も資料の撮影方法および画像の処理方法に工夫を重ね、完全なる縄文原体の再生を目指していきたい。

おわりに

このたび試作原体から3D モデルを製作した理由は、出土土器に見る縄文と比較した場合において、3D 原体をどこまで再現し得るのかを知るべきかと考えたからである。正直申せば、はじめて3D 原体を目にした時は感動した。モニターに映し出された画像であっても、遺物として長く地中に眠っていた土器の縄目一つ一つが再現され、蘇ったからである。縄文から再現した原体は、紛れもなくすでに失われた施文具—縄文原体—である。完全な再現までには方法と技術面についてさらなる改良を重ねるしかないが、縄文原体が出土遺物として確認されていない以上、しばらくは3D 原体を通じてその実態に迫っていききたいと思う。

ただ、3D 原体の再現はあくまでも一手段であり、その完成が目的ではない。はじめに触れた通り、3D 原体再生の究極の目的は、真の縄文原体の形状や撚りの強弱、土器面へ押圧する際の変異、素材の究明などについて具体的に説明することである。

かつては縄文の比較を写真用紙と OHP フィルムを利用し、相当の時間と労力を要しながら同定研究を進めたが、今は画像比較・照合ソフトも充実しており、比較・同定を効率よく進めることができるようになった。人工知能を応用した観察・研究もこれを助長し、土器観察者が縄文原体の構造を理解しなくとも、原体の種類や同一原体による圧痕の特定を瞬時に判断できる日もそう遠くはないであろう。こうした現状にあって、3D 原体の再生によって縄文原体の実態を捉えることも、これからの原体研究には必要なことだと考えている。

*

本研究の一部は、科学研究補助金（研究種目：基盤研究一般（C）・課題番号：23K00946・研究代表者：宮原俊一）による研究成果にもとづくものである。

註

(1) その発見については、山内自身が「偶然の発見」としており（山内1964）、その経緯については中村五郎がまとめている（中村1996）。

- (2) 圧痕として残る「縄文原体」のレプリカが表す縄文と、相伴する出土土器に残された縄文との同定研究が進められているかは筆者には不明である。
- (3) 土器表面の磨耗等による観察限界、さらには1個体の土器として資料の有効性に保証がないものなどは除外し、有効資料を選定した。
- (4) イラクサ科多年草のカラムシ(苧)は、国内では本州以南に分布し、川辺や田のあぜなどに群生する。7～9月ごろにかけて黄白色の小さな花が多数密生する。葉は広卵形を呈し、一見シソの葉に似ている。葉の下面には細かい綿毛が密生しており、上面にくらべ白っぽい(林1993)。茎皮からは強靱な繊維を取ることができる。
- (5) さらに、単節斜縄文であれば条の角度に対する節の角度、無節斜縄文であれば条の角度に対する繊維の向きによっても、この方位性を見極めることができる。
- (6) しかし、「絶対的な施文方向」については施文する粘土表面のコンディションにも大きく左右される。すなわち、より乾燥が進んだ状態での回転押圧では、この畝状隆起が弱く、さらに風化によってこの畝状隆起がすでに磨滅している場合も少なくない。こうしたことから「絶対的な施文方向」については、全ての観察対象に適応することはできない。
- (7) 原体の記号化については山内清男の研究以降、さまざまな表記法が提案されてきたが(可児2008・植田2011など)、ここでは○付きのR、Lは、1段の縄に還元した場合の表記とする。1段Ⓡを捩り合わせ、2段にした場合、LⓇと標記している。
- (8) 半折とは一本の条(縄)を折返し、複数本の条を揃えることを指す(山内1979)。
- (9) 表中の数値は8種×5試作で得られた数値の平均値を表している。断面径および同巡点間の計測にはデジタルノギスを使用した。
- (10) 縄文原体の素材候補として指摘されているリョウメンシダが、カラムシの韌皮繊維のように細やかに裂けやすい性格のものであるかは筆者には不明である。
- (11) 「現物の縄の側面観察と側面圧痕との間には注意すべき差がある。側面圧痕は縄の裏面である。観察される表面とは違う。鏡中に写した裏面と、我々が見る表面とを比較してみるのがよい。側面圧痕では全面と違って、条は斜に短線として現れ、それが連続して見える。」(山内1979)
- (12) 編組製品とされる平面的な敷物の報告例はいくつか知られているが、土器製作に使用された網代として特定することは難しい。
- (13) 10～20倍接写が可能なマイクロ스코プでの撮影も試みたが、被写界深度が浅くなり、必然的に相当数の重合写真を用意しなければならなかった。さらに、3Dモデル化についてはより処理能力の高いパソコンの使用が求められたこともあり、試作を断念した。
- (14) 「従来は幾多の学者が、平面または立体いずれにせよ、両面を有する繊維製品を考えていたところであった。正にわが石器時代人によって裏をかかれていた次第である。一旦回転という意外な技法が判明してから縄文の秘密は急速に解明された。縄文の原体の各種が判明し、原体の分類が可能になった。またそれに伴って回転して押捺する手法の詳細を知ることもできたのである。」(山内1964)
- (15) 無論、原体そのものの太さが一律ではない場合や回転施文の過程で施文具の進行方向が

変わったりすることも想定できる。施文具が粘土表面でずれてしまい圧痕が擦れて間延び、または不揃いになったりする場合もあるため、同巡点の抽出にあたっては、より正確な平行四辺形を構成する4点を優先的に選定した。

引用・参考文献

- 荒木ヨシ1968「縄文式時代の網代編み」『物質文化』12 pp.20-26 物質文化研究会
- 荒木ヨシ1971「縄文式時代の網代編み（第3報・完結）」『物質文化』17 pp.29-40 物質文化研究会
- 植田 真2011「回転縄文研究方法序説」『文化財の壺』Vol.2 No.1 pp.25-31 文化財方法論研究会
- 植田 真2013「縄文土器と縄文原体」『林町遺跡 第3地点』文京区教育員会 pp.36-37
- 植田 真2025「縄紋の情報と観察ポイント」『月刊 考古学ジャーナル10』No815 pp.17-22
ニューサイエンス社
- 魚水 環2020「マクロ写真と SfM を用いた土器施文具同定の試み」『金沢大学考古学紀要』41 pp.59-64
- 大島慎一1996「王子ノ台遺跡の布目痕土器」『東海大学校地内遺跡調査団報告6』pp.75-86 東海大学校地内遺跡調査団
- 加藤修司1997「結節文の構造についての一考察—房総地域の後期弥生土器から—」『奈和』第35号 pp.157-165 奈和同人会
- 可児通宏2008「押型文土器の施文原体と文様」『総覧 縄文土器』pp.985-994 『総覧 縄文土器』刊行委員会
- 黒坂貞二1984「第Ⅱ群土器について」『深作東部遺跡群発掘調査報告書』大宮市遺跡調査会報告第10集
- 小葉一夫2005「素材からの照射」『貝塚』60 pp.1-16 物質文化研究会
- 佐々木由香・大綱信良2025「土器圧痕からみた縄文原体の形態と植物素材」『月刊 考古学ジャーナル10』No815 pp.9-16 ニューサイエンス社
- 佐原 真1972「平瓦桶巻作り」『考古学雑誌』第58巻第2号 日本考古学会
- 佐原 真1981「特論—縄文施文法入門」『縄文土器大成』3 後期 pp.162-167 講談社
- 田尾誠敏1999「R48号住居址」『王子ノ台遺跡Ⅱ—古代編—』pp.147-150 東海大学校地内遺跡調査団
- 土屋健作2008「縄文原体の製作」『総覧 縄文土器』pp.981-984 『総覧 縄文土器』刊行委員会
- 坪井正五郎1899「日本石器時代の網代編み物」『東京人類学会雑誌』第14巻第161号 東京人類学会
- 戸田哲也1983「縄文」『縄文文化の研究』5 縄文土器Ⅲ pp.170-190 雄山閣
- 中村五郎1996「第1章 わが国先史考古学の体系確立に捧げた一生」『画竜点睛—山内清男先生没後25年記念論集—』pp.7-17 山内先生没後25年記念論集刊行会

宮原俊一

- 名久井文明1998「縄紋時代から継続する編組技術—網代組みと縄目編み—」『縄文式生活構造—土俗考古学からのアプローチ—』同成社
- 布目順郎1992「中山遺跡出土のアンギン様編物」『目で見える繊維の考古学 繊維遺物資料集成』p.140,p.209 染織と生活社
- 早坂廣人2008『縄紋多種彩々—土器を飾るパターン—』富士見市立水子貝塚資料館平成19年度企画展図録 富士見市立水子貝塚資料館
- 林 弥栄編1993「イラクサ科カラムシ属」『山溪カラー名鑑 日本の野草』 pp.552-554 山と溪谷社
- 平原信崇・大綱信良2016「土器施文痕跡の3D マッチング—縄文土器のケーススタディ—」『3D考古学の挑戦—考古遺物・遺構の三次元計測における研究の現状と課題—』pp.47-52 早稲田大学総合人文科学研究センター
- 藤井義範2000「縄文原体の素材に関する実験考古学的考察」『筑波大学先史学・考古学研究』第11号 pp.65-81 筑波大学歴史・人類学系
- 峰村 篤1999「第3節 稔台Ⅰ群土器について」『稔台遺跡 第2地点発掘調査報告書』pp.80-94 松戸市遺跡調査会
- 宮原俊一2007「編み組む」『編みと織りの考古学』第15回足もとに眠る歴史展解説書 東海大学校地内遺跡調査団
- 宮原俊一2009「回転施文の特質から導く縄紋の比較・同定」『日々の考古学』2 pp.173-188 東海大学考古学研究室編 発行
- 宮原俊一2013「回転施文の特質から導く縄紋の同定研究—同時期製作の土器を特定するための基礎研究—」挑戦的萌芽研究（研究代表者）：課題番号24652157
- 宮原俊一2014「同一原体による縄文」『月刊考古学ジャーナル』No.660 pp.5-9 ニューサイエンス社 発行
- 宮原俊一2017「結節文再考—王子ノ台遺跡出土の弥生後期壺形土器の観察より—」『東海史学』第51号 pp.85-95 東海大学史学会 発行
- 宮原俊一2018「島の附加条縄文—縄文時代後期粗製土器の施文原体—」『海と考古学』第11号 pp.53-72 海交史研究会発行
- 矢野健一2008「押型文手法」『縄文時代の考古学7 土器を読み取る—縄文土器の情報—』pp.85-98 同成社
- 山内清男1930「斜行縄紋に関する二三の観察」『史前学雑誌』第2巻第3号 pp.187-199
- 山内清男1958「縄紋土器の技法」『世界陶磁全集』第1巻 pp.278-282 河出書房
- 山内清男1964「縄紋式土器・総論」『日本原始美術Ⅰ』pp.148-158 講談社
- 山内清男1979「2. 縄の部分の変化及び附加物」『日本先史土器の縄紋』pp.17-22 先史考古学会