

遺跡地図GISの3D化：課題と展望

野口 淳 (公立小松大学次世代考古学研究センター・産業技術総合研究所)

Planning and Development of Archaeological 3D-GIS: current status and perspective

Noguchi Atsushi (Komatsu University・National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

遺跡地図 / GIS / 3D / 埋蔵文化財 / 包蔵地 / webGIS

はじめに

「遺跡地図」(注1)の編集と刊行により国民への周知が図られてきた「周知の埋蔵文化財包蔵地」について、1990年代以降、デジタル化、続いてウェブ化とオンライン公開が進みつつある。一方で、2021年に公開が開始された国土交通省によるPLATEAU(内山2023)(注2)をはじめ、行政における3D地理空間情報の整備公開と活用が積極的に推進されている。文化財保護についても、行政の一分野として社会的な動向を無視することはできない。今後の3D化要請を予見した上で、遺跡地図の3D化に関する動向と課題を整理する。

なお本稿は2023年度奈良文化財研究所文化財専門研修「遺跡地図・GIS課程」における「遺跡地図と3Dデータ」(注3)の内容にもとづくものであるが、一部研修において取り扱わなかった内容を追加している。また本稿の基本となる構想は2023年2月17～18日に奈良文化財研究所で開催された「文化財3Dモデル公開に関する検討会議」で報告した(岩佐ほか2024)。

1. 遺跡地図GIS化の現状

文化財保護法は、95条1項で「周知の埋蔵文化財包蔵地(93条1項で規定)」の周知を、国、地方公共団体に要請している(注4)。この条文が1975年に加えられて以降、文化財保護委員会、各都道府県による遺跡地図の編集と刊行が進められてきた(高田・武内2021)。コンピューターの普及とともに研究開発レベルで試行されてきたデジタル化の端

緒は、2001年の東京都によるデジタル版の作成とCD-ROMでの刊行頒布である（東京都教育委員会2001）。その後2000年代にはウェブ化とオンライン公開が進む（藤谷2008, 2015）。2023年の段階では10都道府県がウェブ版をオンライン公開しており、うち4道県についてはオープンデータ化まで進んでいる(注5)。

また奈良文化財研究所では2021年に「文化財総覧webGIS」を整備公開した(注4)。独自に収集作成したデータだけでなく、地方自治体が公開するデータの搭載も行われている。「周知の埋蔵文化財包蔵地」の範囲だけでなく、平城宮跡については調査区範囲も示される。文化財関連データベースを参照した、埋蔵文化財以外の文化財位置情報も収録されている。また発掘調査報告書デジタルアーカイブ「全国遺跡報告総覧」とのリンクも特徴である。

2022年には奈良文化財研究所と産業技術総合研究所が、「全国文化財情報デジタルツインプラットフォーム」を公開した(注5)。産総研が開発運用する3DDB上に、位置情報を与えられた文化財に関する3D点群、メッシュを集積、これを3D地図表示プラットフォームであるCesiumをベースとした3DDBviewer上で閲覧するものである。「文化財総覧webGIS」に収録されている「周知の埋蔵文化財包蔵地の範囲」が、国土地理院DEMデータにもとづく立体地形の上に表示されるほか、古墳や城跡、発掘された遺構、文化財建造物などが公開されている。

以上、2023年12月時点では、デジタル化された「遺跡地図」関連データ、コンテンツとして、以下が利用可能である。

No.	種別	2D/3D	データ形式	注
1	周知の埋蔵文化財包蔵地範囲	2D	ポリゴン、点	*1
2	埋蔵文化財調査区等範囲	2D	ポリゴン	*2
3	その他の文化財所在地	2D	点、(ポリゴン)	*1
4	遺構・建造物等	3D	メッシュ、点群	

注1：「全国文化財情報デジタルツインプラットフォーム」では3D地図上に表示されるが地形データの表面にあわせて表示されるもので3Dデータではない

注2：「文化財総覧webGIS」上の平城宮跡のほか、埼玉県ふじみ野市が公開する「埼玉県ふじみ野市文化財情報」サイト(注6)では、立会、試掘、本発掘調査範囲が表示される。

2．遺跡地図と3Dデータ

「遺跡地図」のデジタル化については自治体間の格差が大きく、その解消が進まない段階で3Dデータを取り扱うことの是非を問う声も聞かれる。一方で、埋蔵文化財保護行政において、3Dデータは実務上必須である。

ここで言う3Dデータとは、3D点群やメッシュデータだけを指すものではない。平面で図化される地図上では車掌される高さ（深度）情報を含むデータ全てを指す。このうち点群、メッシュは地物の形状に沿った詳細な高さ情報が記録されており、再現することが可能である。一方、点データは、ある特定の地点における高さまたは深度だけが示される。一つの平面的なポリゴンに対して一つの高さ（深度）が与えられると、一様の高さまたは深度をもつ直方体（3Dポリゴン）が描画される。平面ポリゴンを分割しそれぞれに高さ（深度）を与えると、複数の直方体の組み合わせ＝多面体としての3Dポリゴンが描画できる。

それでは、なぜこのような3D化された「遺跡地図」関連データが埋蔵文化財保護行政に必要なのか。

埋蔵文化財保護において、開発工事等に伴う「周知の埋蔵文化財包蔵地」での掘削（発掘）行為が埋蔵文化財に与える影響への対処が最も重要である（文化財保護法93～96条）。文化庁(2022)によると、令和2年の周知の埋蔵文化財包蔵地における土木工事の届け出（法93、94条）は全国で70,498件と調査開始以降、ほぼ毎年増加している。

これに対して届け出を受けた自治体では、現状保存、記録保存のための発掘調査、工事立会等の対応を判断する。その際に、周知の埋蔵文化財包蔵地の範囲内であるかが地図上における平面的な範囲として検討されるだけでなく、工事による掘削深度による影響の有無とその度合いも考慮される。過去の調査成果などが参照可能な場合には、当然、それが考慮の対象となる。しかし過去の調査成果のデータ化、総合化の度合いは自治体により異なり、担当者が個別の報告、記録を都度検索し参照する場合も少なくない。

デジタル化・GIS化が進む「遺跡地図」に関して、既往の調査成果の深度情報を統合した3D化を行えば、そうした検討、評価と判断の助けになることは間違いない。都市部等、照会と届け出の件数が膨大な自治体においては、個別の発掘調査報告書や関連する記録を都度検索し参照する手間が省力化されることで、業務改善にもつながる。

これが「遺跡地図」関連データの3D化が必要な理由である。

3．関連分野における地図・地理情報3D化とその応用

埋蔵文化財の保護に関連する関連分野における状況を概観する。

冒頭取り上げた通り、都市開発に関連して、3D都市モデルPLATEAUの整備と公開が進んでいる。また建設分野では、国土交通省が推進するi-Construction（アイ・コンストラクション）において、「ICTの全面的な活用（ICT土工）」の一環として従来型の平面図+断面図から、3Dデータを活用した面的・立体的な計画・設計と施工への移行が取り組まれている(注7)。経済産業省では、地下埋設管路等ライフライン・インフラ情報のデジタルツイン化の検討を開始している(注8)。

静岡県では、「VIRTUAL SHIZUOKA（バーチャルしずおか）構想」として、県域の3D点群データの取得・蓄積とオープンデータ化が進められている(注9)。その具体的な活用事例として、2021年7月3日に発生した静岡県熱海市の土石流災害に際して、産学官有志による災害原因や被害規模の迅速な特定がある(注10)。

産業技術総合研究所では、東京都23区で蓄積されてきた約5万地点のボーリングデータにもとづき、地下数十メートルまでの地質構造を3D地図化、公表している（納谷ほか2021）(注11)。

これらは、埋蔵文化財保護行政において、保存や調査実施等の判断の起点となり、または評価の基準となるさまざまな行為や情報と密接にかかわるものである。また記録保存のための発掘調査が実施される場合、調査による掘削範囲と、終了時の出来形（掘り方）の3D情報は、現場を受け渡されることになる土木建設サイドでも必要なものとなるだろう。

4．「遺跡地図」3D-GIS化の展望

「遺跡地図」と関連する埋蔵文化財位置・地図情報は、一様ではない。そこには空間スケールや詳密度の異なる多様な情報がある。これについて、PLATEAUのデータ基盤であるCityGML(注12)を参照して整理する。

PLATEAU-CityGMLでは、3D都市モデルの構成要素のLOD（Level Of Detail：詳細さの段階）を4段階に区分し定義している。

レベル	概要	定義
LOD0	平面幾何モデル	DEM 等の 3D 地形モデルに投影することを前提とした平面の〈かたち〉
LOD1	直方体モデル	平面の〈かたち〉に一律の高さを与えた簡易立体モデル（箱モデル）
LOD2	複合立体モデル	異なる面（屋根・壁）で構成される立体モデル
LOD3	詳細複合立体モデル	窓などの詳細な付加的（装飾的）要素を持つ立体モデル

これを参照して、遺跡GMLを構想しLODを定義する。

レベル	概要	定義
LOD0	遺跡範囲モデル	遺跡地図に登録された平面範囲（ジオメトリ）
LOD1	遺跡深度簡易モデル	遺跡範囲内で調査区ごとに一律の高さ*を与えた簡易立体モデル
LOD2	遺跡深度詳細モデル	遺跡範囲内で調査区ごとに高さ*を与えた立体モデル
LOD3	遺跡構成詳細モデル	遺跡範囲内の遺構レベルの詳細立体形状を与えたモデル

ただしここでの「高さ」は、墳墓、土塁等地上に露出頭在している構造物等の一部を除き、ほとんどの場合、地表レベル（GL）以下の深度を指す。

LOD0：遺跡範囲モデル

既に「遺跡地図」に登録されている遺跡範囲のポリゴンに該当する。出典となる「遺跡地図」上では点（ポイント）として登録されている場合もある。原則として深度情報は持たないため、3D地図・GIS上では国土地理院のデジタル地形データ（DEM）などによる3D地形表示の上に投影されることになる。すなわち「接地面の外形線（footprint）」に相当する。

なお、遺跡地図に登録された遺跡範囲は、実在する範囲境界とは必ずしも一致しない。表面調査、発掘調査、地形の特徴などから推定された範囲を含む。また、試掘確認調査を含む発掘が行なわれない限り原則として高さ（深度）情報は与えられない。逆に高さ情報が与えられるケースは基本的に発掘が行われている範囲となるので、それらは遺跡GMLにおけるLOD1（遺跡深度簡易モデル）またはそれ以上の詳細レベルに該当することになる。

LOD1：遺跡深度簡易モデル

遺跡範囲内で、一つの調査事業として実際に発掘が行われた区域（＝調査区）の多角形（ポリゴン）に該当する。一連の調査区の中で位置が離れて設定されたものは下位区分として設定する。小規模トレンチ（おおむね2×2m以下）や立会調査の場合は点（ポイント）として設定される場合もあり得る。

実際の掘削状況の立体情報でなく、発掘調査にもとづく代表点の高さ（深度）情報を与えられた3Dポリゴンとして定義する。

なお、最終掘削深度によって高さ情報が定義される「全体深度モデル」に、時代・時期区分または調査面・段階ごとの深度範囲が与えられた、時代・時期・調査面深度モデルが内包される。これらはLOD2ではなく、LOD1モデルの構成要素として定義する（図1）。

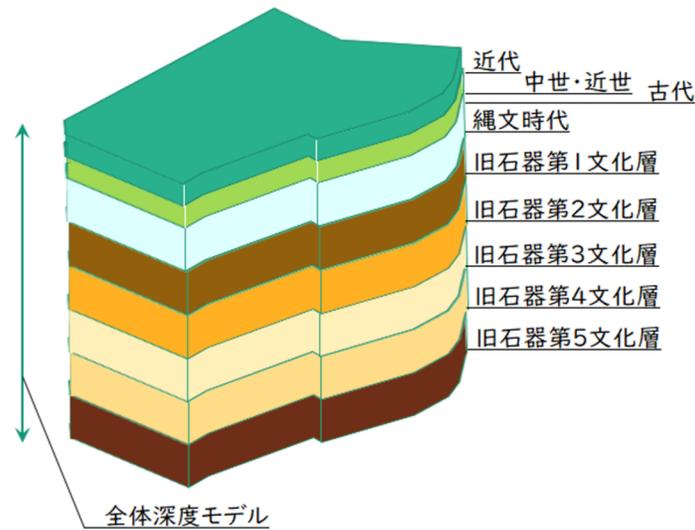


図1 遺跡GML-LOD1：遺跡深度簡易モデル

課題として、時代・時期・調査面の上面・下面の標高値が、遺跡・調査区内で一致するとは限らない場合の対応がある（図2）。後述のLOD2遺跡深度詳細モデルとして定義できない場合は、地表（GL）からの相対深度情報を与えた上で、地形データに追従して個別範囲の深度を再現表示する方法を検討すべきであろう。

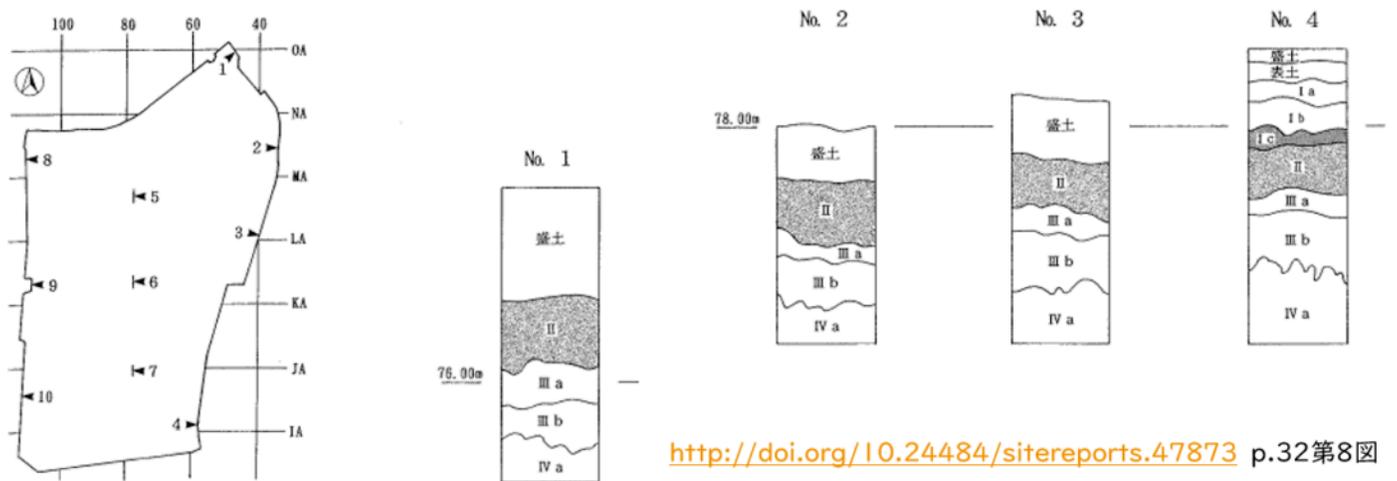


図2 調査区内における地層境界深度の変化

（東京都武蔵国分寺跡北方地区：西国分寺地区遺跡調査団1999第8図にもとづく）

LOD2：遺跡深度詳細モデル

遺跡範囲内で、一つの調査事業として実際に発掘が行われた区域（＝調査区）の多角形（ポリゴン）に、各地点・範囲ごとに、発掘調査にもとづく実際の深度情報が与えられたものである。LOD1遺跡深度簡易モデルでは、ひとつのポリゴンの上面・下面は一樣であるが、LOD2遺跡深度詳細モデルでは、上面・下面が一樣ではない、より多くの面で構成された3Dポリゴンとなる。

これは自然地形や堆積状況にもとづく調査区内での差異だけでなく、調査方法に起因して異なる掘削深度範囲も反映したものである。このため、平面範囲など基本データはLOD1遺跡深度簡易モデルと共通する部分が少なくなく、LOD2データとしての整備可能性は、詳細な深度情報の記録の有無、利用可能性に依存する。

LOD3：遺跡構成詳細モデル

遺跡範囲内の調査区で検出・発掘された遺構のポリゴンであり、原則として本発掘調査成果を原データとする。基本的に、調査区-遺構-遺構構成要素の階層構造としてオブジェクトを作成する。隣接する調査区にまたがって同一の遺構が検出・発掘された場合でも、それぞれ別個のオブジェクトとし、関係性（リレーション）を定義する。遺構構成要素、すなわち竪穴建物跡内の炉・柱穴など遺構内の部位・構造については、単一の遺構オブジェクトの下位オブジェクトとして作成できる。

このモデルの詳細仕様は、各々の調査記録の内容や詳密さに依存するが、暫定モデル案として次の通り定義する。

- 遺構上端・下端（細実線）を平面ポリゴン（上面・下面）とし、深度は断面図より取得した代表値とする。遺構内の柱穴等の構成要素も同様とする

LOD3遺跡構成詳細モデルは本発掘調査の実施による、考古学的な調査記録情報の利用可能性を前提とする。史跡整備等を含む、調査成果としての建物・構造物等の復元にも利用可能なものとして、CityCML建築物データや、HBIM（Heritage BIM）(注13)データとの連携、整合性を検討する必要がある。

以上のLOD0～2モデルは、埋蔵文化財保護行政において、照会、範囲確認、調査規模等の積算に至る基盤データとなる。LODレベルの高いデータが整備されることで事前の評価・判断の確度の向上が期待される。またLOD3は調査成果の評価と活用に関わる。この点について、各レベルのモデルの目的と役割を以下の通り整理する。

- LOD0 遺跡範囲モデル：周知の包蔵地範囲の明示・共有
- LOD1 遺跡深度簡易モデル：地点全体での深度モデルとして、概略での地下への影響評価の基準となる
- LOD2 遺跡深度詳細モデル：地点ごとの詳細深度モデルとして、地下への影響の詳細評価の基準となり、積算根拠の参照データとなる
- LOD3 遺跡構成詳細モデル：考古学的観点からの遺跡の構成復元、遺跡性格評価、史跡整備・復元の基礎データ

5．課題と展望

遺跡GML（仮称）による、遺跡3Dモデルと遺跡地図3D-GIS化は、第3節でみた関連分野の動向と密接な関連するものである。これからの埋蔵文化財保護が行政全体の中で有効に行われるためには、関連分野、および行政、社会全体におけるデジタル化、3Dデータ活用の動向から遊離することなく、自ら改善し、積極的にコミットする必要がある。

一方で、とくに「保護」の観点、あるいは文化財保護法にもとづく「指示・指導」が土地所有者、開発事業者の権利制限を伴うことへの配慮などから、詳細な情報をどこまで公開できるのかについて異なる見解が見られる場合がある。

しかしながら、埋蔵文化財が文化財保護法に定義される文化財の一類型である以上、それが「貴重な国民的財産」（法第4条）であることが前提である。したがって、遺跡・埋蔵文化財に関する情報のステークホルダーは、研修者・専門家や土地所有者、開発事業者だけでなく、国民全体ということになる。係争が発生し得る場合などの個別事案はさておき、原則論としては、ステークホルダーたる国民全体に、情報が利用可能な状態で公開されることが当然の前提となる。

なお本稿では、近年急速に進む、レーザー / LiDAR スキャナーや3D写真計測による高密度点群・メッシュベースの3D計測データについては取り上げていない。これらの精密3D計測データは3Dモデルのベースとなるものであり、多くのGISソフトウェア、開発プラットフォームでも扱うことができる。

PLATEAUでは地形LODとしてレーザー一点群の場合の点密度がによるLODが定義されている(注14)。本稿で定義したLOD2-3の、より詳細なモデルについて、今後は精密3D計測データの利用が進んでいくことになるだろう。これについては、別途検討することとしたい。

【注】

- 1) 「周知の埋蔵文化財包蔵地」と考古学研究における「遺跡」概念の齟齬を指摘する議論もあるが（五十嵐2004, 2006など）、本稿では慣例的に「遺跡地図」と呼ばれてきた「周知の埋蔵文化財包蔵地」を取り上げるものであり、「遺跡地図」における「遺跡」概念の議論は切り離すこととする。なおこの課題については別稿（野口2024）も参照。
- 2) 国土交通省PLATEAU <https://www.mlit.go.jp/plateau/>
- 3) 2023年7月25日実施。 <https://researchmap.jp/anoguchi/presentations/42891977>
- 4) <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=325AC0100000214>
- 5) 前掲の高田・武内(2021)にもとづき確認をしたところ、2021年時点で利用不可能であった滋賀県は引き続き利用不可能なままであった。熊本県はGISによる公開から、データ提供（ダウンロード）のみとなりオンラインで直接閲覧はできなくなっている。静岡県は再利用可能なデータ提供が行なわれている。
- 6) 「埼玉県ふじみ野市文化財情報～先人からのメッセージ～」 <http://www.fujiminobunkazai.jp/pages/index>
- 7) 国土交通省「i-Construction」 <https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/index.html>
- 8) 経済産業省「デジタルライフライン全国総合整備計画の検討方針について」 https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/digital_denen/dai12/shiryu2.pdf
- 9) 静岡県「VIRTUAL SHIZUOKA特設サイト」 <https://virtualshizuokaproject.my.canva.site/>、「静岡県が進めるVIRTUAL SHIZUOKA構想とは？」 <https://front.geospatial.jp/showcase/atami/>
- 10) G空間情報センター「静岡県における点群データのオープン化と熱海土石流災害における活用」 <https://front.geospatial.jp/showcase/atami/>
- 11) 産業技術総合研究所「都市域の地質地盤図」 <https://gbank.gsj.jp/urbangeol/>「ついに完成! 東京都心部の3次元地質地盤図」 https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2021/pr20210521/pr20210521.html
- 12) 国土交通省PLATEAU「City GML3.0 技術仕様調査レポート（2022年度）」 https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_tech_doc_0057_ver01.pdf

13) HBIMについて : ICCROM “Heritage Building Information Modeling : A tool for conservation, management and recovery” <https://www.iccrom.org/events/heritage-building-information-modeling-tool-conservation-management-and-recovery>

14) 国土交通省PLATEAU「3D都市モデル標準製品仕様書」表4-15 :
https://www.mlit.go.jp/plateaudocument/#toc4_01_06

【引用文献】

岩佐朋樹・岩 孝平・宮本利邦・橋口剛士・金澤舞・高田祐一・上村緑・神啓崇・水戸部秀樹・石井淳平・中村良介・仲林篤史・堀木真美子・野口淳・林正樹 2024「文化財3Dモデル公開に関する検討会議」『デジタル技術による文化財情報の記録と利活用6』奈良文化財研究所研究報告 (<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/online-library/report/8>)

五十嵐彰 2004「近現代考古学認識論—遺跡概念と他者表象—」『時空をこえた対話—三田の考古学—』慶応義塾大学文学部民族学考古学研究室、pp.339-347

五十嵐彰 2006「遺跡地図論」『史紋』3: 99-107

内山裕弥 2024「特集・都市のデジタルツイン：PLATEAUが実現する都市デジタルツイン」『情報処理』(<http://doi.org/10.20729/00231416>)65(1): e1-e8.

高田佑一・武内樹治 2021「刊行物およびGISによる遺跡地図の公開状況」『デジタル技術による文化財情報の記録と利活用』奈良文化財研究所研究報告第27冊 (<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/article/15019>)、pp.78-83

東京都教育委員会 2001『東京都遺跡地図情報システム』(<https://sitereports.nabunken.go.jp/85582>)

納谷友規・小松原純子・野々垣進・尾崎正紀・宮地良典・中澤 努・中里裕臣・鈴木毅彦・中山俊雄 2021『都市域の地質地盤図「東京都区部」(説明書)』産業技術総合研究所地質調査総合センター (https://gbank.gsj.jp/urbangeol/data/explanatory/Tokyo/GSJ_DBS_URG_Explanatory_Tokyo_20210521.pdf)、pp.1-82

西国分寺地区遺跡調査団 1999『武蔵国分寺跡北方地区 日影山遺跡・東山道武蔵路』(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/47873>)

野口 淳 2024「遺跡・埋蔵文化財包蔵地・遺跡地図—現状と課題—」『日本考古学』58(印刷中)

藤谷 誠 2008「公開型遺跡データベースについて」『福島県文化財センター白河館研究紀要2008』(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/86676>)、93-100頁

藤谷 誠 2015「公開型遺跡データベースその後」調査研究コラム#049 (<https://www.fcp.or.jp/iseki/column/363>) 福島県文化振興財団遺跡調査部(2023/2/29閲覧)

2024-03-27「表1」『文化財データリポジトリ 野口淳「遺跡地図GISの3D化：課題と展望」『デジタル技術による文化財情報の記録と利活用6』』奈良県 奈良文化財研究所 <https://sitereports.nabunken.go.jp/cultural-data-repository/41>

2024-03-27「表2」『文化財データリポジトリ 野口淳「遺跡地図GISの3D化：課題と展望」『デジタル技術による文化財情報の記録と利活用6』』奈良県 奈良文化財研究所 <https://sitereports.nabunken.go.jp/cultural-data-repository/41>

2024-03-27 「表3」 『文化財データリポジトリ 野口淳「遺跡地図GISの3D化：課題と展望」『デジタル技術による文化財情報の記録と利活用6』』 奈良県 奈良文化財研究所 <https://sitereports.nabunken.go.jp/cultural-data-repository/41>

2024-03-27 「図1」 『文化財データリポジトリ 野口淳「遺跡地図GISの3D化：課題と展望」『デジタル技術による文化財情報の記録と利活用6』』 奈良県 奈良文化財研究所 <https://sitereports.nabunken.go.jp/cultural-data-repository/41>

2024-03-27 「図2」 『文化財データリポジトリ 野口淳「遺跡地図GISの3D化：課題と展望」『デジタル技術による文化財情報の記録と利活用6』』 奈良県 奈良文化財研究所 <https://sitereports.nabunken.go.jp/cultural-data-repository/41>