

デジタルアーカイブ in 岐阜 デジタルアーキビスト講座
【デジタルアーカイブにおける新たな価値創造】

考古学調査における 3次元デジタルアーカイブ

岐阜女子大学文化創造学部
文化創造学科デジタルアーカイブ専攻

江添 誠

えぞえ まこと
江添 誠

専門： 文化遺産学
ローマ考古学
キリスト教考古学

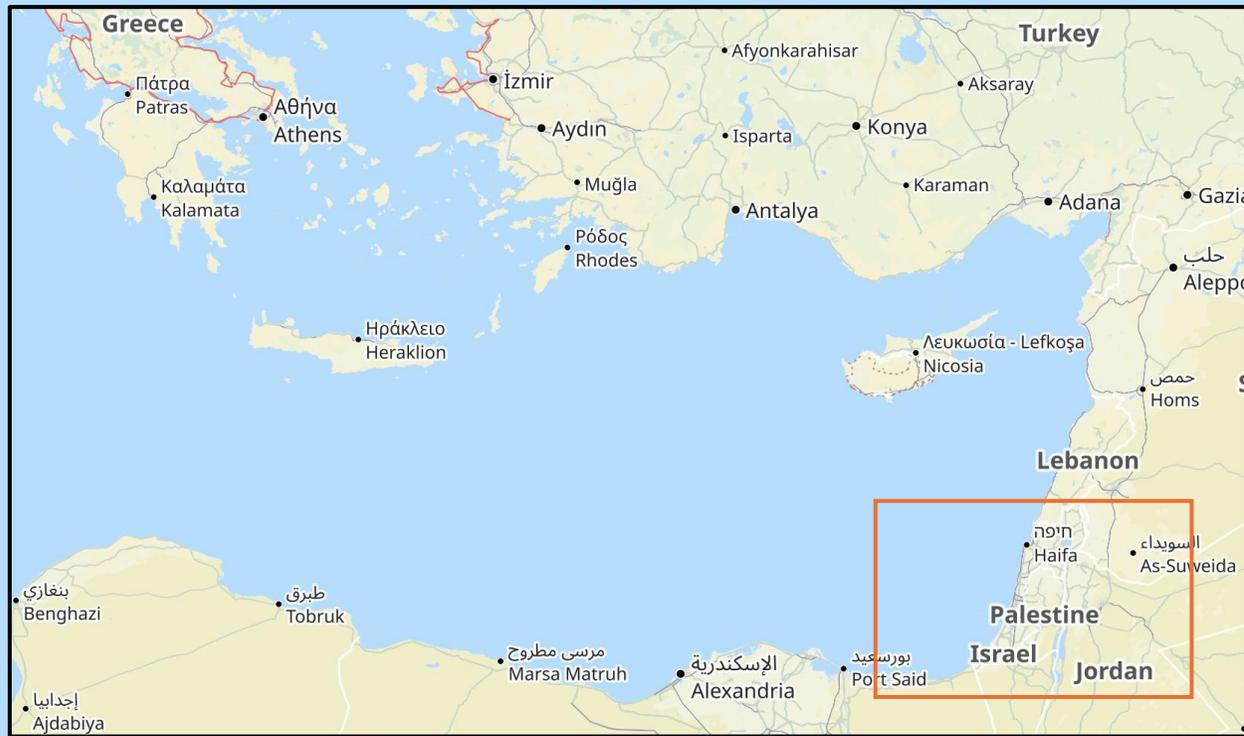
調査歴：

イスラエル国： エン・ゲヴ遺跡、ヒッポス遺跡

ヨルダン・ハシミテ王国： ウム・カイス遺跡

イタリア共和国： オスティア・アンティカ遺跡

その他、トルコ・シリア・エジプト・パレスチナでの踏査



イスラエルおよびヨルダンでの発掘調査

文化遺産学・ローマ考古学・キリスト教考古学・



©聖書考古学発掘調査団



● 'En-Gev
(1998-2004)



©Michael Eisenberg

● Hippos - Sussita
(2005-現在)



©Michael Eisenberg



©聖書考古学発掘調査団



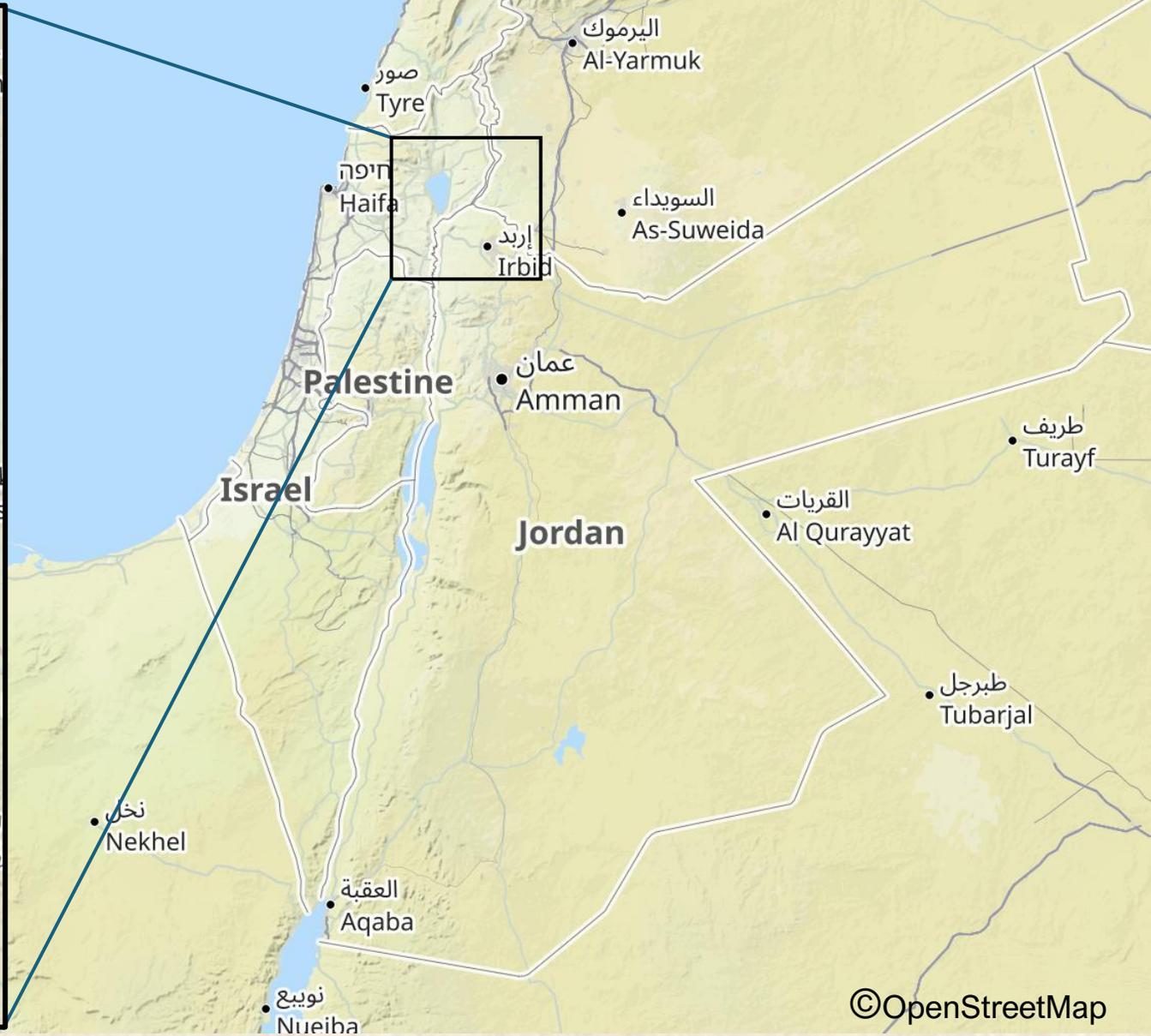
● Gadara – Umm Qais
(2006-現在)



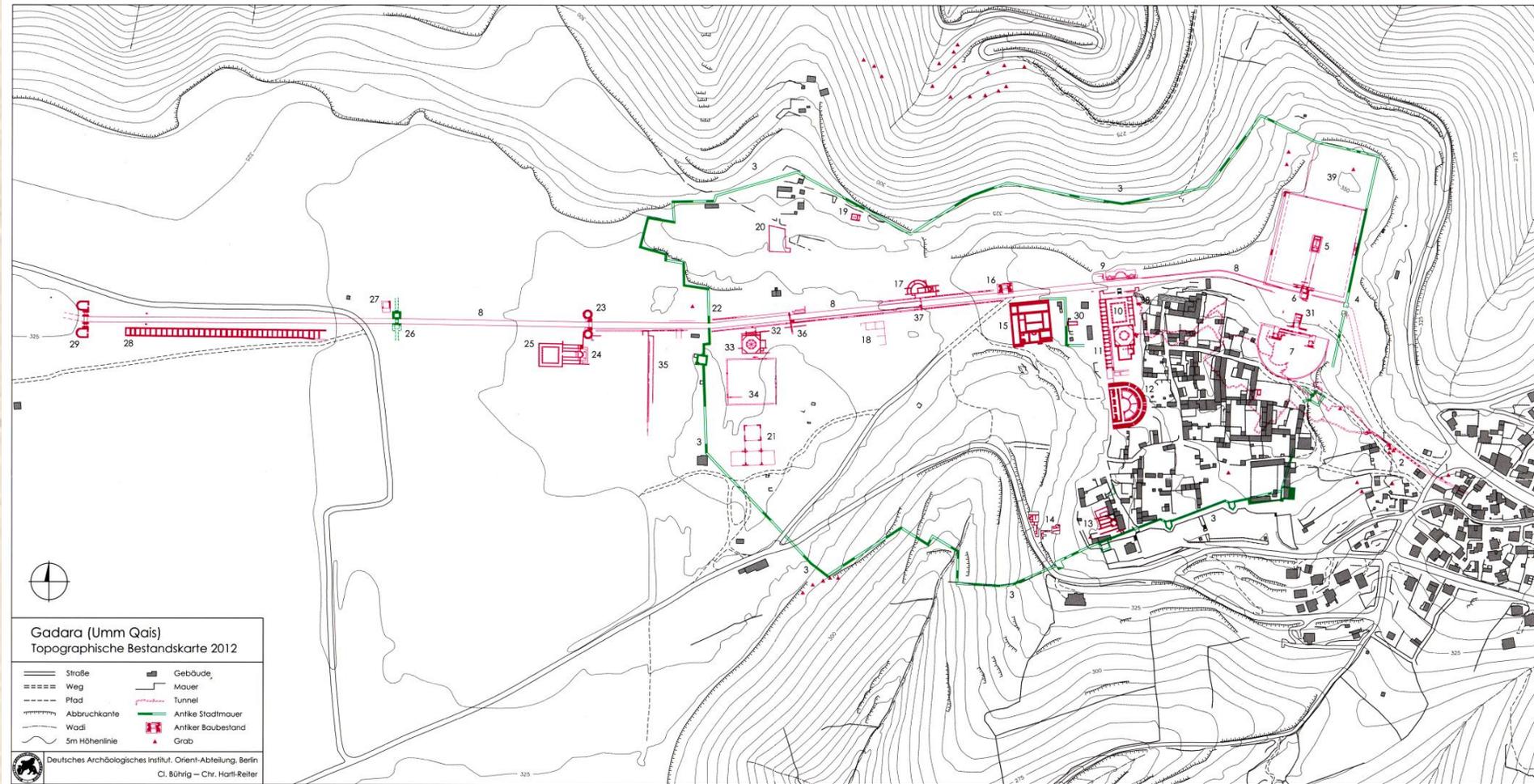
ヨルダン・ハシミテ王国



ヨルダン・ハシミテ王国



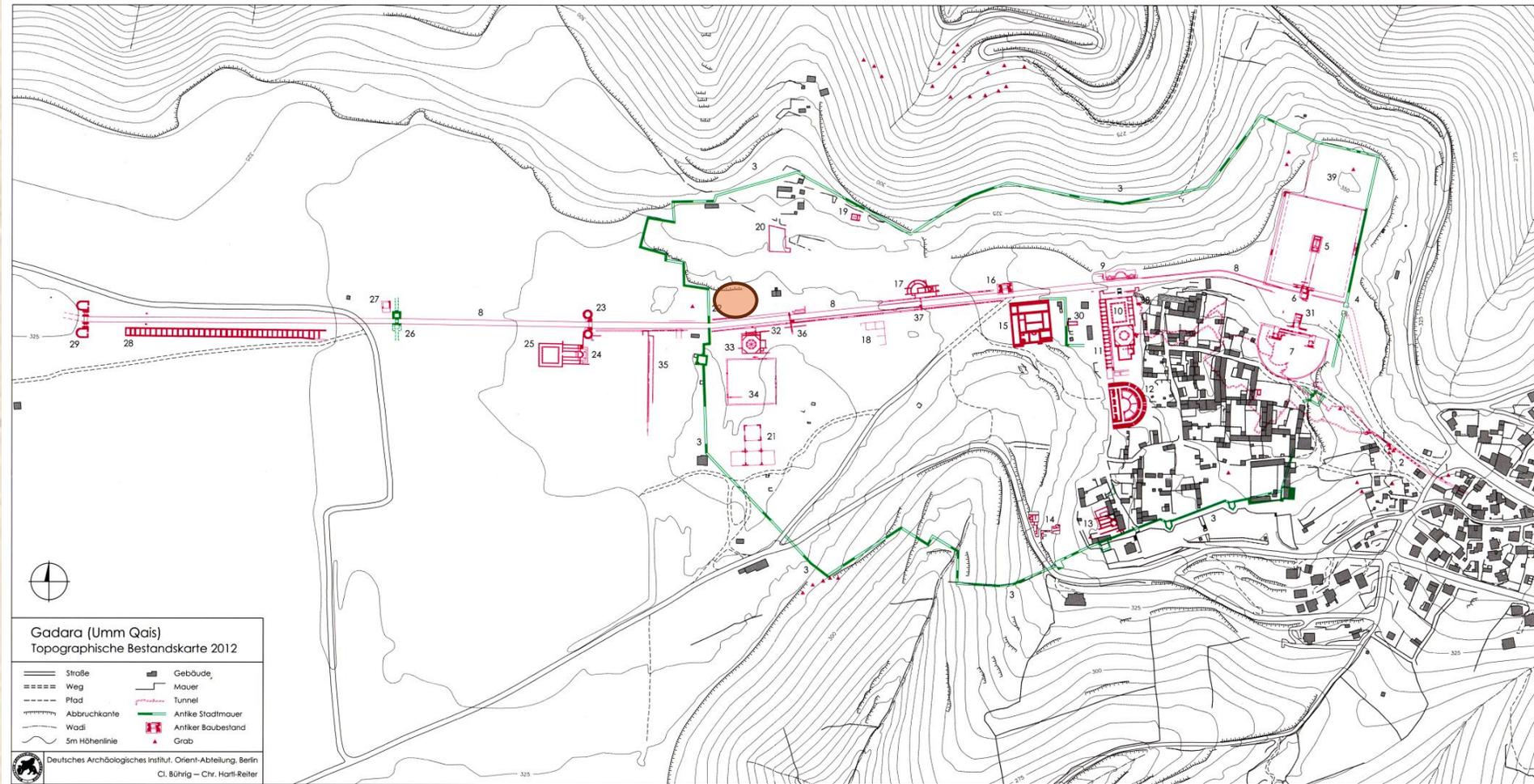
ヨルダン・ハシミテ王国ウム・カイス遺跡 (古代名ガダラ)



- | | | | | | | | |
|---|--|---|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1 Ostnekropole | 6 Spät-hellenistisches Propylon und frühkaiserzeitliche Tabernae | 10 Kirchenerrasse und Marktbasilika | 15 Byzantinische Thermenanlage | 20 Herakleides Thermenanlage | 25 Fünfschiffige Basilika | 30 Tempel (I) | 35 QuerstraÙe |
| 2 Aquädukt und Tunnel | 7 Nordtheater und Arena | 11 LadenstraÙe (Nord-Süd-Achse) | 16 Podienmonument | 21 Thermenanlage ('Al Qasr') | 26 Spät-kaiserzeitliches Westtor | 31 Podientempel II | 36 Westliches StraÙentor |
| 3 Hellenistische und frühkaiserzeitliche Stadtmauer | 8 Ost-West-Achse | 12 Westtheater | 17 Exedra- und Kirche | 22 Frühkaiserzeitliches Westtor | 27 Westnekropole mit Stufenbau | 32 Propylon | 37 Östliches StraÙentor |
| 4 Osttor, sogenanntes Ablator | 9 Brunnenhaus und Nymphäum | 13 Peristylhaus mit Trikonchos und Basilika | 18 Propylon und Heiligtum (I) | 23 Tiberiastor | 28 Hippodrom | 33 Marcellum und Kirche | 38 Wasserverteiler |
| 5 Spät-hellenistischer Podientempel I | | 14 Wohnquartier | 19 Nordmausoleum | 24 Unterirdisches Mausoleum | 29 Bogenmonument extra muros | 34 Peristylanlage, Palästra | 39 High Place |

Beilage 1 Topographische Bestandskarte 2012 Gadara/Umm Qays.

ヨルダン・ハシミテ王国ウム・カイス遺跡 (古代名ガダラ)



- | | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1 Ostnekropole | 6 Spätantikes Propylon und frühkaiserzeitliche Tabernae | 10 Kirchenterrasse und Marktbasilika | 15 Byzantinische Thermenanlage | 20 Herakleides Thermenanlage | 25 Fünfschiffige Basilika | 30 Tempel (R) | 35 QuerstraÙe |
| 2 Aquädukt und Tunnel | 7 Nordtheater und Arena | 11 LadenstraÙe (Nord-Süd-Achse) | 16 Podienmonument | 21 Thermenanlage ('Al Qasr') | 26 Spätantikes Westtor | 31 Podientempel II | 36 Westliches StraÙentor |
| 3 Hellenistische und frühkaiserzeitliche Stadtmauer | 8 Ost-West-Achse | 12 Westtheater | 17 Exedra und Kirche | 22 Frühkaiserzeitliches Westtor | 27 Westnekropole mit Stufenbau | 32 Propylon | 37 Östliches StraÙentor |
| 4 Osttor, sogenanntes Ablator | 9 Brunnenhaus und Nymphäum | 13 Peristylhaus mit Trikonchos und Basilika | 18 Propylon und Heiligtum (R) | 23 Tiberiastor | 28 Hippodrom | 33 Marcellum und Kirche | 38 Wasserverteiler |
| 5 Spätantikes Podientempel I | | 14 Wohnquartier | 19 Nordmausoleum | 24 Unterirdisches Mausoleum | 29 Bogenmonument extra muros | 34 Peristylanlage, Palästra | 39 High Place |

Beilage 1 Topographische Bestandskarte 2012 Gadara/Umm Qays.

ウム・カイス遺跡（古代名ガダラ） 2001年世界遺産暫定リスト登録





Gadara (Modern Um Qeis or Qays)

Description

The ancient classical period city of Gadara, and a member city of the Decapolis (Greek Ten Cities), is one of Jordan's most dramatic antiquities sites—both for the many substantial ruins of black basalt and white lime stone, and for the city's impressive setting overlooking the north Jordan Valley, the Sea of Galilee. The extensive site has scores of standing and still buried monuments covering an area of several hectares. These include rock-cut tombs with architectural ornaments, facades and Greek inscriptions; two theatres, one of which is built of black basalt and has a marble sculpture of a goddess seated in the orchestra; a basilica and atrium-shaped courtyard on a semi-artificial terrace, partly restored by the Department of Antiquities and the German Protestant Institute; a street lined on one side with barrel-vaulted shops; the foundations of the north mausoleum with adjacent traces of the ancient city fortifications; a well-preserved underground Roman era mausoleum with an apsidal entrance hall and a crypto-portico; two excavated Byzantine baths complexes; the partly excavated monumental entrance gate to the city; traces of a possible stadium; and various other built structures that have not been excavated. The late Ottoman village, built from re-used ancient cut stones, is virtually intact on the summit of the site, and some of its houses are being restored and preserved for future use.

History The name Gadara derives from a Semitic term meaning "fortification", and it is likely that a pre-Hellenistic stronghold secured this stretch of the land route between southern Syria and the north Palestine coastal ports. The change in the name Gadar/Gadara to Umm Qeis in the Middle Ages (from mkes, early Arabic "frontier station") probably reflects the settlement's ancient role as a border post. Gadara first appears in historical record shortly after the conquest of the region by the forces of Alexander the Great in 333 BC. Alexander's successors in Egypt, the Ptolemies, refounded Gadara as a military colony along the Yarmouk Valley frontier with their perennial rivals the Seleucids, Alexander's successors who were based in Antioch, north Syria. The Roman general Pompey conquered the region of south Syria in 63 BC, and liberated Gadara and other Hellenistic towns in north Jordan from the grip of the Hasmonaeans. Josephus mentions that due to the damage the city suffered from the siege, Pompey rebuilt it to please Demetrius the Gadarene, one of his favorite freedmen and quite a notable personality in the annals of the late Roman Republic. It was rumored in Rome that Demetrius the Gadarene initiated and financed the monumental theatre that was built in Pompey's honor on the Campus Martius in Rome in 61–54 BC. After 63 BC, an autonomous Gadara minted its own coins and adopted a new calendar based on the Pompeian era. It was one of the leading cities of the Decapolis (the "ten cities" in Greek), a loose association of at least ten Greco-Roman cities in north Jordan and south Syria, including Gerasa (modern Jerash), Pella (Tabaqat Fah), Scythopolis (Beisan), Abila (Qweilbeh) and Philadelphia (Amman). The Decapolis was a fountainhead of Hellenistic culture in the land of south Syria and north Jordan, and a loyal ally of Rome. The cities shared common political, cultural, commercial and security interests and, for about 150 years, formed an effective check to expansion by the Nabataeans or the Hasmonaeans of Judaea. The security which came with the Pax Romana (Roman peace) reinvigorated international trade and boosted the commercial and tax income which the Decapolis cities derived from it. With regional stability completely assured as of the late 1st Century AD, Gadara and the Decapolis entered into their Golden Age of municipal expansion, architectural splendor, economic growth and artistic and cultural vitality.

 [Jordan](#)**Date of Submission:** 18/06/2001**Criteria:** (i) (iii) (iv)**Category:** Cultural**Submitted by:**

Ministry of Tourism and Antiquities, Department of Antiquities.

Coordinates: Utm East:757200 - Utm North:3616500 UTM Zone:36**Ref.:** 1558

Export

Word File .doc

Disclaimer

The Tentative Lists of States Parties are published by the World Heritage Centre at its website and/or in working documents in order to ensure transparency, access to information and to facilitate harmonization of Tentative Lists at regional and thematic levels.

The sole responsibility for the content of each Tentative List lies with the State Party concerned. The publication of the Tentative Lists does not imply the expression of any opinion whatsoever of the World Heritage Committee or of the World Heritage Centre or of the Secretariat of UNESCO concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its boundaries.

ウム・カイス遺跡（古代名ガダラ）



ウム・カイス遺跡（古代名ガダラ）



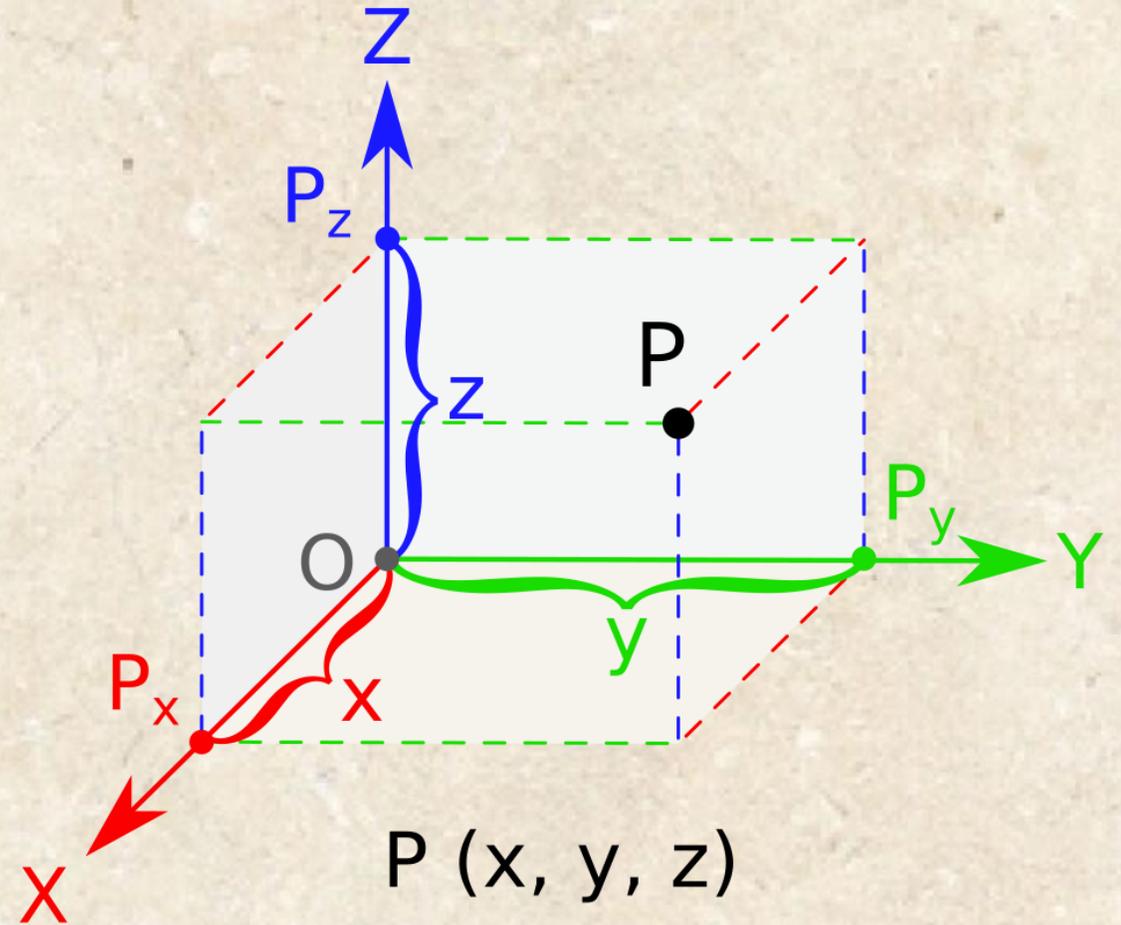
文化遺産学研究 プロジェクト発掘地区



そもそも3次元とは何でしょう？

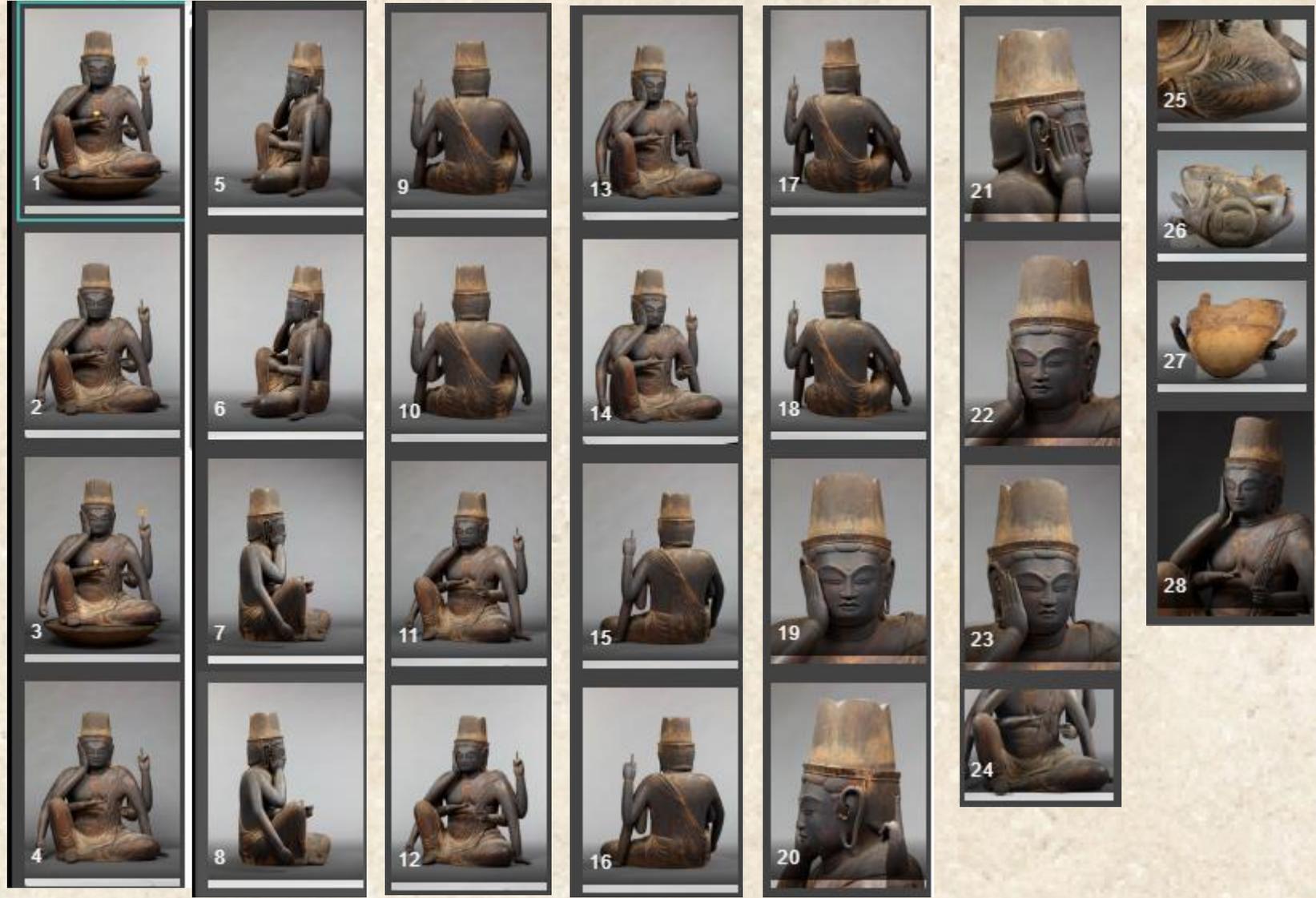
3次元とは、縦、横、高さの
3つの要素で表される空間
(通常は x軸、y軸、z軸)
のことです。

私たちの周りの世界は3次元
空間であり、あらゆる物体や
場所がこの3次元で存在して
います。



奈良国立博物館蔵

如意輪観音坐像



https://emuseum.nich.go.jp/detail?langId=ja&webView=0&content_base_id=100063&content_part_id=0&content_pict_id=0

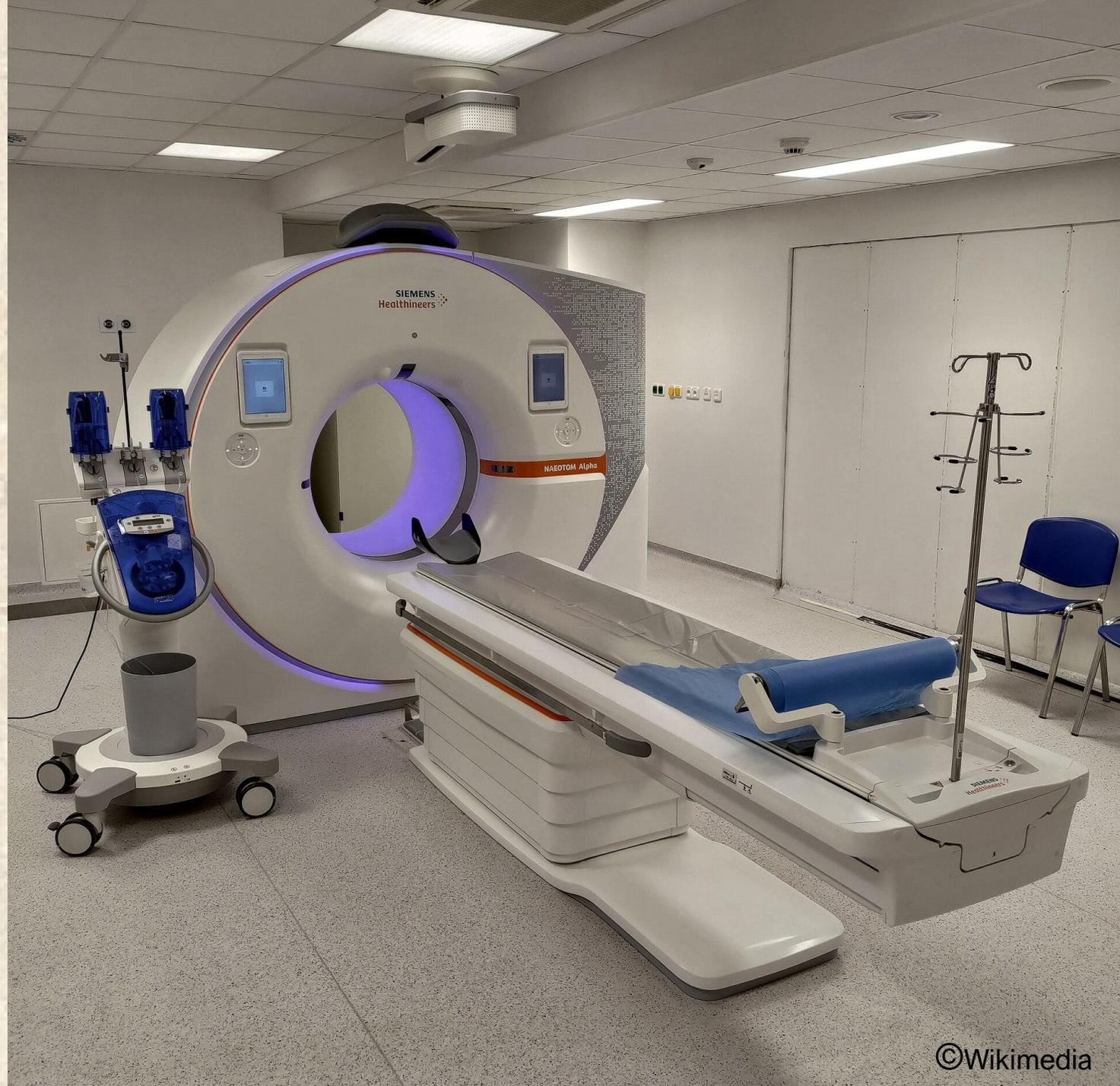
CTスキャンニング

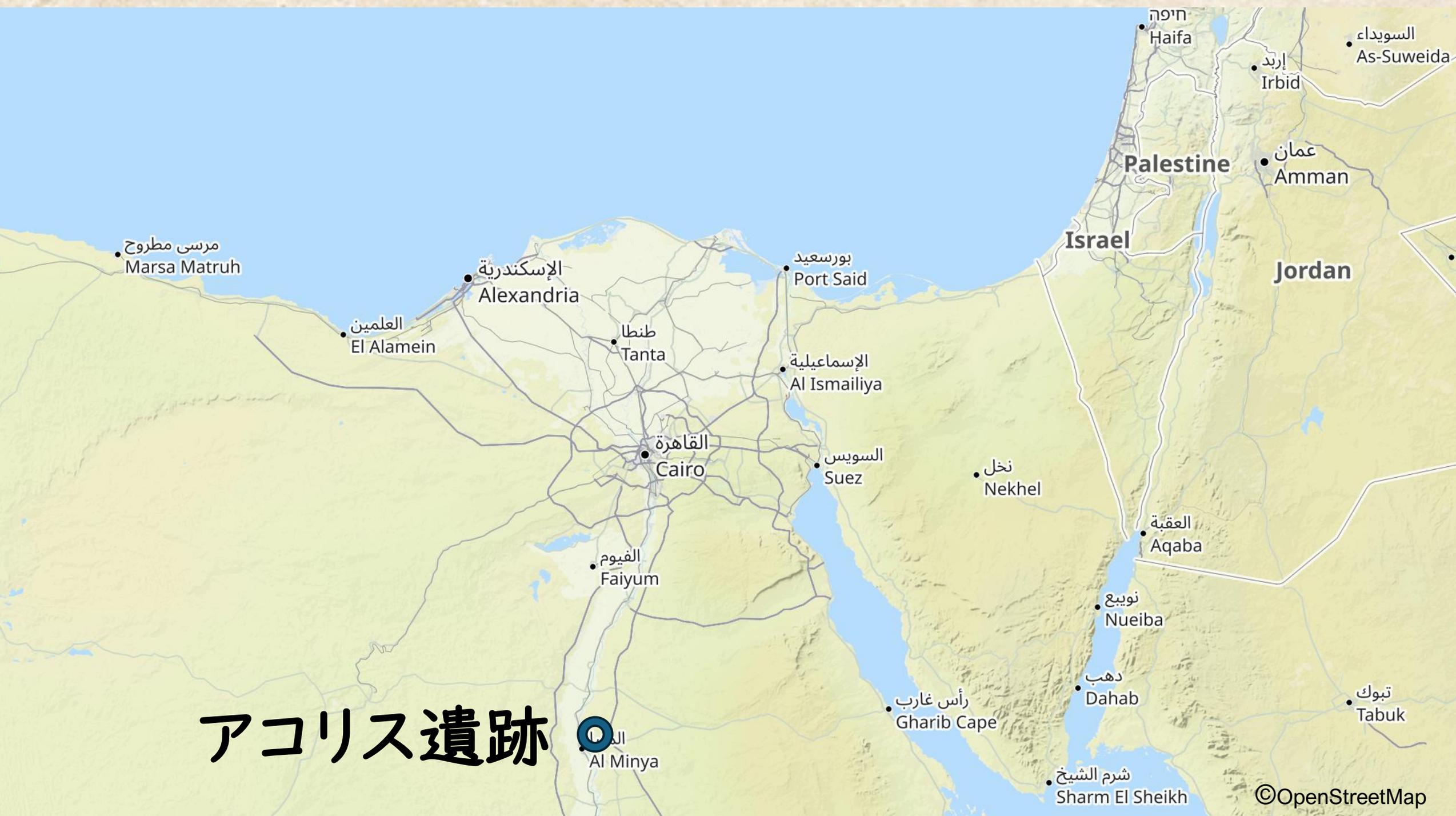
3次元データ

(X軸、Y軸、Z軸を含むデータ)

なので

3次元レンダリング
で立体視が可能





アコリス遺跡



المنيا
Al Minya

مرسى مطروح
Marsa Matruh

العلمين
El Alamein

الإسكندرية
Alexandria

طنطا
Tanta

القاهرة
Cairo

الفيوم
Faiyum

بورسعيد
Port Said

الإسماعيلية
Al Ismailiya

السويس
Suez

نخل
Nekhel

العقبة
Aqaba

نويبع
Nueiba

دهب
Dahab

رأس غارب
Gharib Cape

شرم الشيخ
Sharm El Sheikh

חיפה
Haifa

إربد
Irbid

السويداء
As-Suweida

Palestine

عمان
Amman

Israel

Jordan

古代
オリエント
博物館
(東京・池袋)

クローズ
アップ展

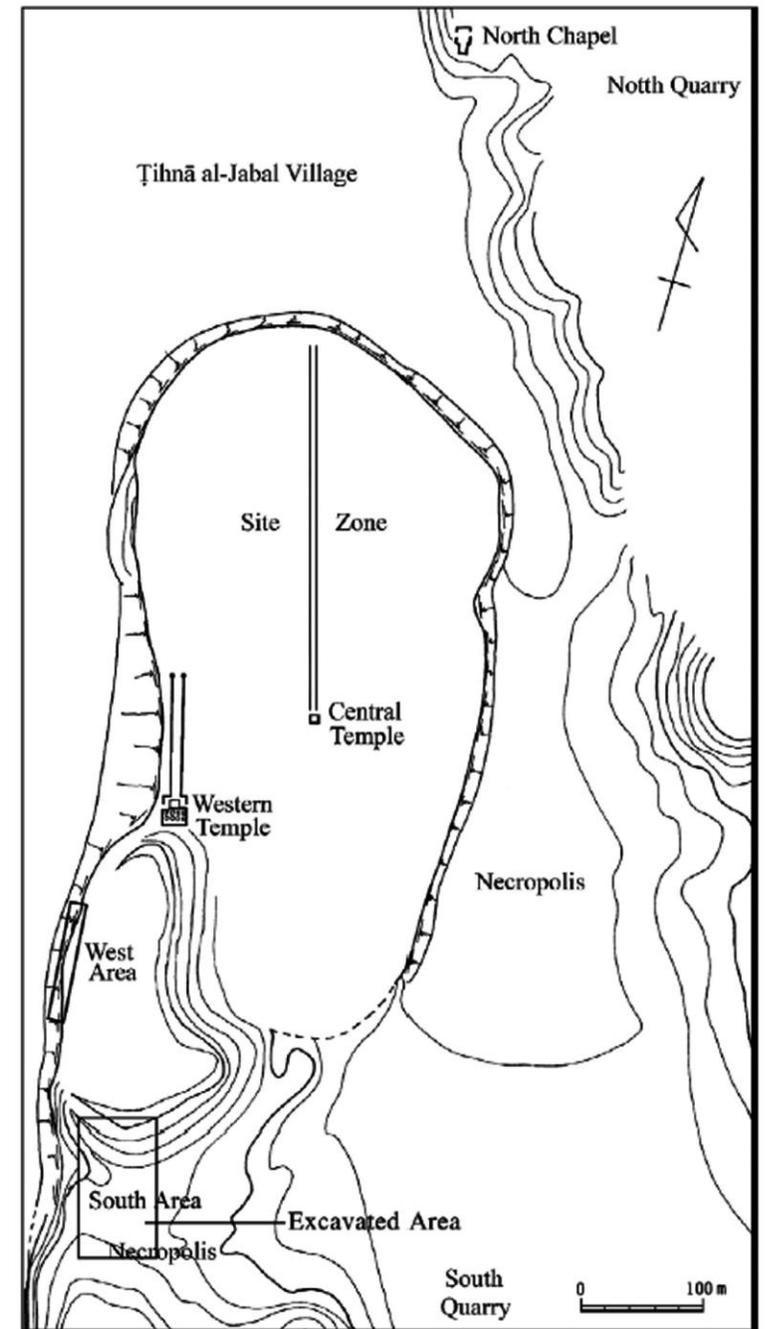
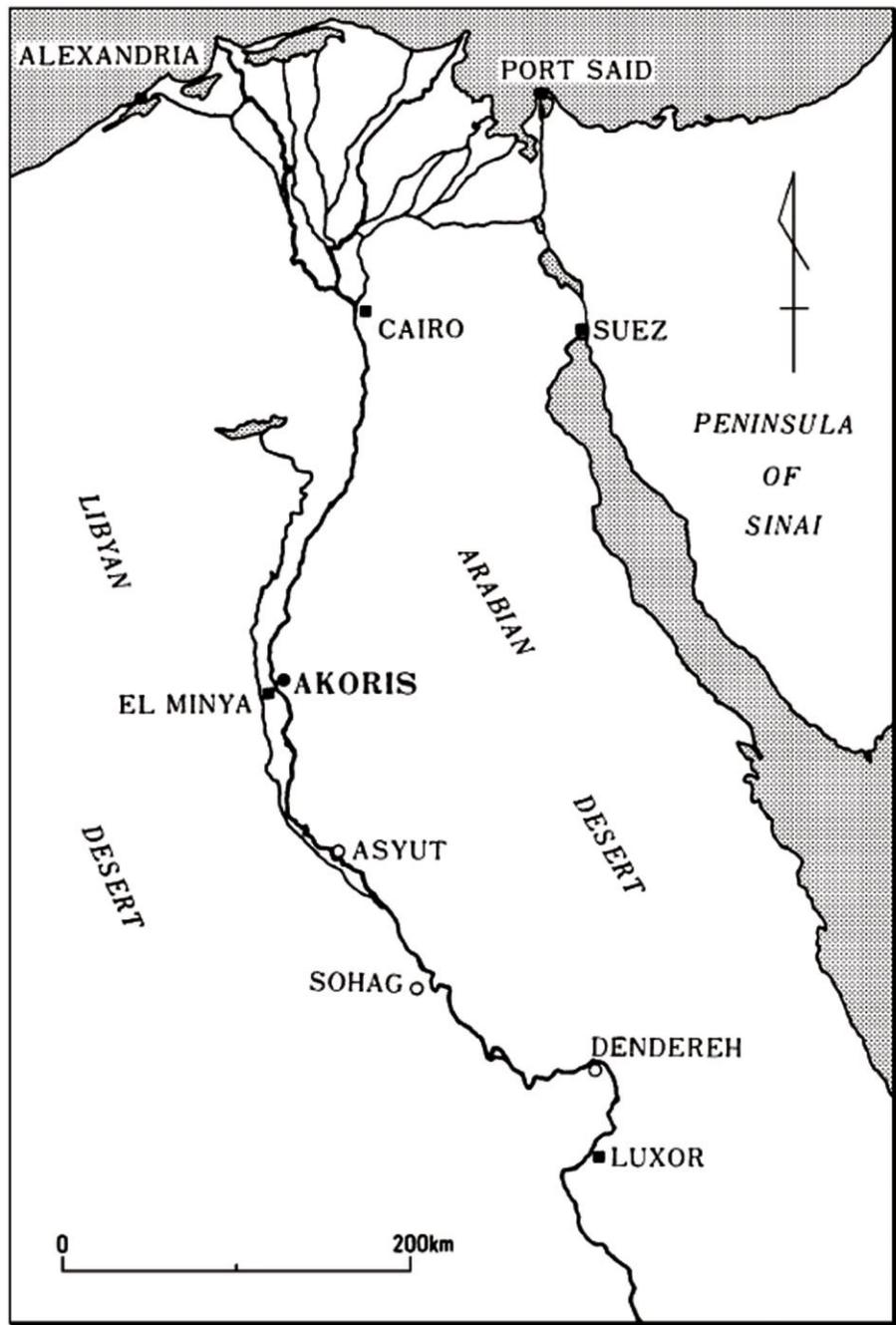
エジプト・
アコリス
出土のミイラ

©アコリス調査団

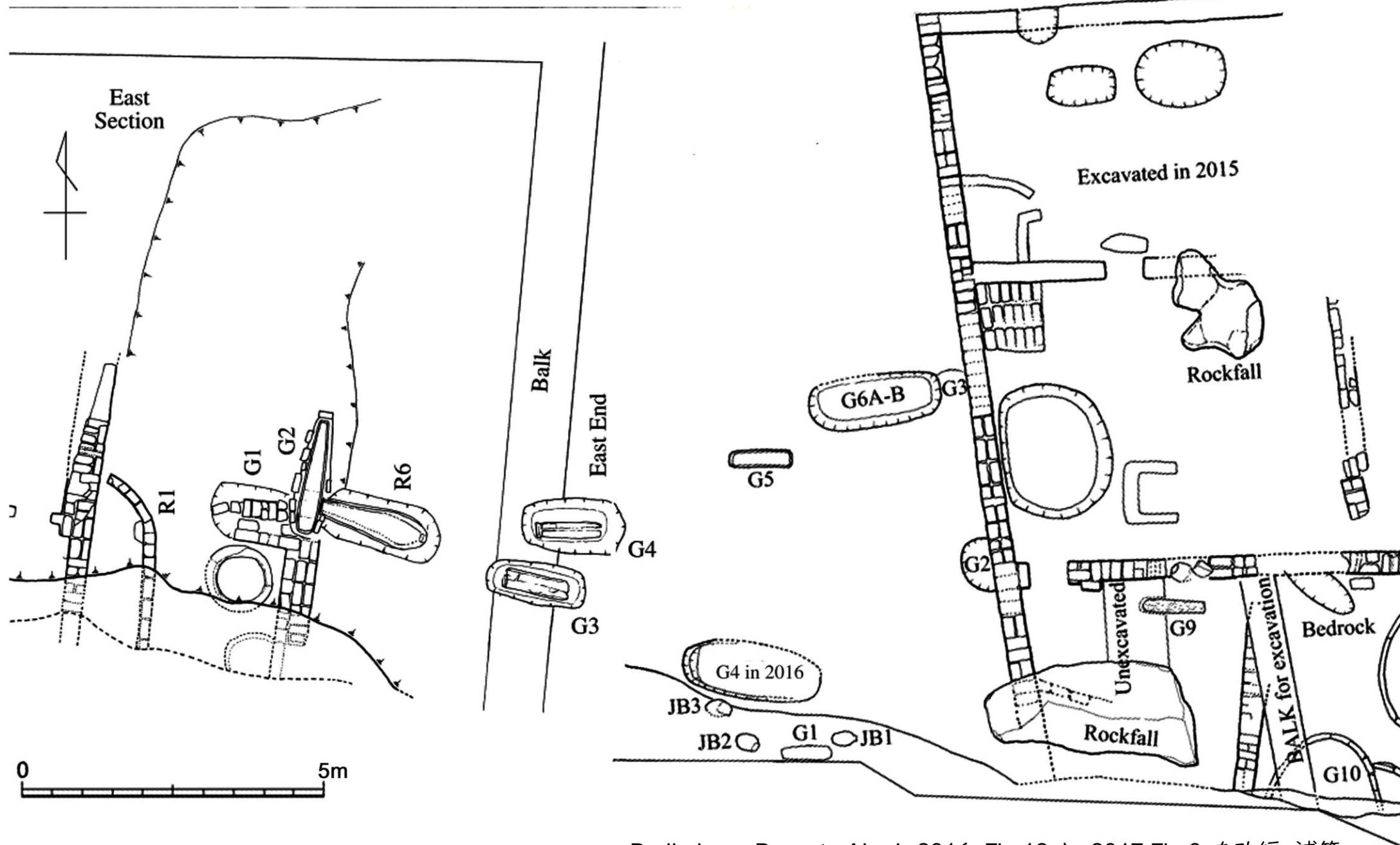


2022年12月10日 (土) ~2023年1月30日 (月)

※ただし12月26日 (月) ~2023年1月3日 (火) は休館



Preliminary Reports Akoris 2017 Fig.1-3 より



Preliminary Reports Akoris 2016 Fig.13 と 2017 Fig.6 を改編、補筆



成人女性のミイラの出土状況(16-G4墓)

©アコリス調査団



**子供のミイラ2体の出土状況
17-G4墓（左）、17-G3墓（右）**

©アコリス調査団



写真測量
(フォトグラランメトリー)
のしくみ

SfM Structure from Motion

複数写真から3Dモデルを作成する、カメラ位置を推定する。
カメラ・画像さえあればいい、スケールフリー！

古墳周辺 7km幅ほど(空中写真)



柱頭 60cmほど(デジカメ)



テル(遺丘)直径80mほど(UAV)

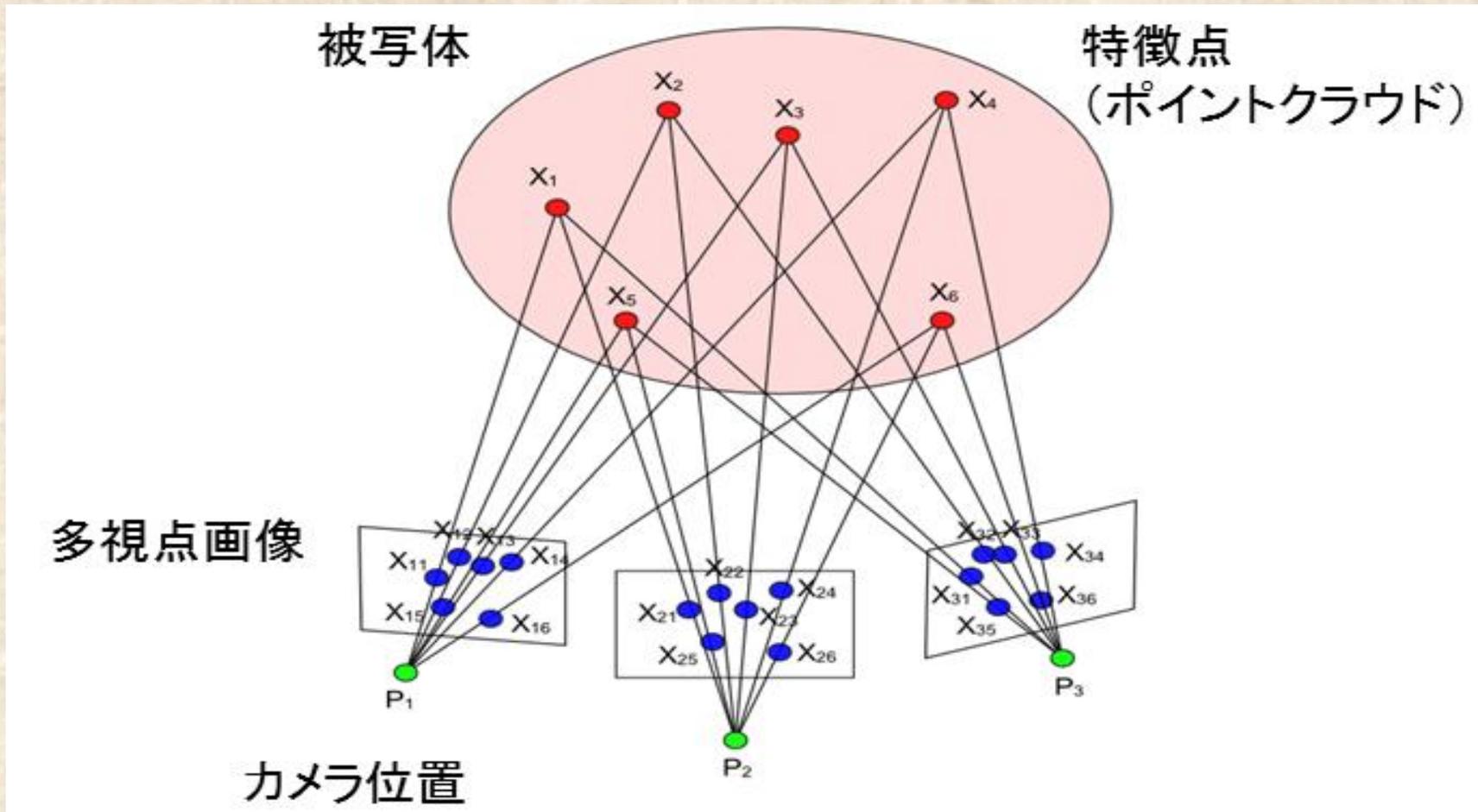


石器 3cmほど(デジカメマクロ)

3D計測におけるSfMの特徴

		精度 (精度は対象との距離によって変化)	計測対象 スケール	現場に おける利点	現場における 欠点	価格 (いずれも PC必須)	習得	可搬性や 取り回し	データ利点	データ欠点
パターン投影		サブミリ~mm	遺物から建造物	<ul style="list-style-type: none"> 計測と同時に3Dモデルが確認できる(取りこぼし確認)。 	<ul style="list-style-type: none"> パターンが投影できる大きさ、距離にある対象である必要。 投影パターンがセンサーで判読できる環境である必要。 バッテリー作動では外での使用に制限があるシステムもある。 	150万~	<ul style="list-style-type: none"> 少人数 装置の基本操作の習得 	<ul style="list-style-type: none"> 海外での使用には装置によって書類の準備や保険等 	<ul style="list-style-type: none"> 写真測量に比べノイズは少ない。 計測結果が安定している 	特になし
写真測量	従来型	サブミリから数cm ・使用するカメラによっても変化	遺物から大地形	<ul style="list-style-type: none"> 基本機材はカメラだけで良い。 	<ul style="list-style-type: none"> その場で結果の確認が出来ない。 範囲にもよるが、他3D計測に比べ撮影時間がかかる。 屋外で撮影時間が長いと光加減が変化してしまう。 暗い場所では投光器がいる。 3Dを得るまでに1時間から数時間処理が必要。写真の枚数によっては、数日かかる事がある。 	カメラ + 数十万	<ul style="list-style-type: none"> 少人数 カメラや撮影ノウハウ理解 後処理ソフト操作(専門性が高い) 	<ul style="list-style-type: none"> 特殊な機材が不要。 UAVは事前調整が必要なことが多い。 	<ul style="list-style-type: none"> 様々な角度からの写真記録が残る。 過去の歴史的写真、あるいはネット上の写真からも3Dを生成できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 画像マッチングのエラーによるノイズが生じる。その分、後処理が他より困難。
	SfM				<ul style="list-style-type: none"> 画像マッチングのエラーによるノイズが生じる。その分、後処理が他より困難。 マッチングの成否によって結果に歪みが生じる事がある。 					
レーザースキャナ		サブミリ~mm	遺物から中地形	<ul style="list-style-type: none"> 計測と同時に3Dモデルが確認できる(取りこぼし確認)。 	他手法と比較して、特に大きな欠点はない。	400万~ + 定期的なメンテナンス費用	<ul style="list-style-type: none"> 少人数 装置の基本操作の習得 	<ul style="list-style-type: none"> 海外での使用には装置によって書類の準備や保険等 	<ul style="list-style-type: none"> 写真測量に比べノイズは少ない。 計測結果が安定している 	特になし

- ▶ SfM (Structure from Motion) による多視点画像を用いた3次元計測から生成する3次元モデル
- ◎ 多視点画像からカメラ位置と特徴点の3次元位置 (ポイントクラウド) を算出



写真測量
(フォトグラマンメトリー)
の手順

(1) 必要なもの

- ・カメラ: 高価なプロ仕様である必要はない。スマートフォンでも可能。広角の短焦点レンズがあると便利
- ・パソコン: 高速なグラフィックボードと大容量のメモリを搭載したPCが必要。処理速度はPC性能に依拠
- ・フォトグラメトリ用ソフトウェア: CloudCompare (無料)、RealityCapture、Metashape など

(2) 測量の手順

◎ステップ1: 写真撮影

①被写体の準備: 測量する
立体物を固定し、その周辺
にスペースを設ける。



(2) 測定の手順

◎ステップ1: 写真撮影

②様々な角度から撮影: 被写体をあらゆる角度から、重複する部分を持たせながら撮影

※被写体の周りを一定の距離と高さで回りながら撮影し、さらに高さや角度を変えて撮影するなど、全体を網羅するように意識する。撮影していない部分は穴が開いたり、歪んだデータになる。

※撮影枚数が多いほど精度が向上(例: 8枚程度の少ない写真から始める方法もあります)。

※ピントによって被写体との距離を測るので、ピントが合っているかを確認

(2) 測定の手順

◎ステップ1: 写真撮影

③環境光の調整: 明るさは均一で、影ができにくい場所が理想。強い光源を使うと色調が正しく生成されないなのでLEDライトなど調光可能な光源を使用することが重要。

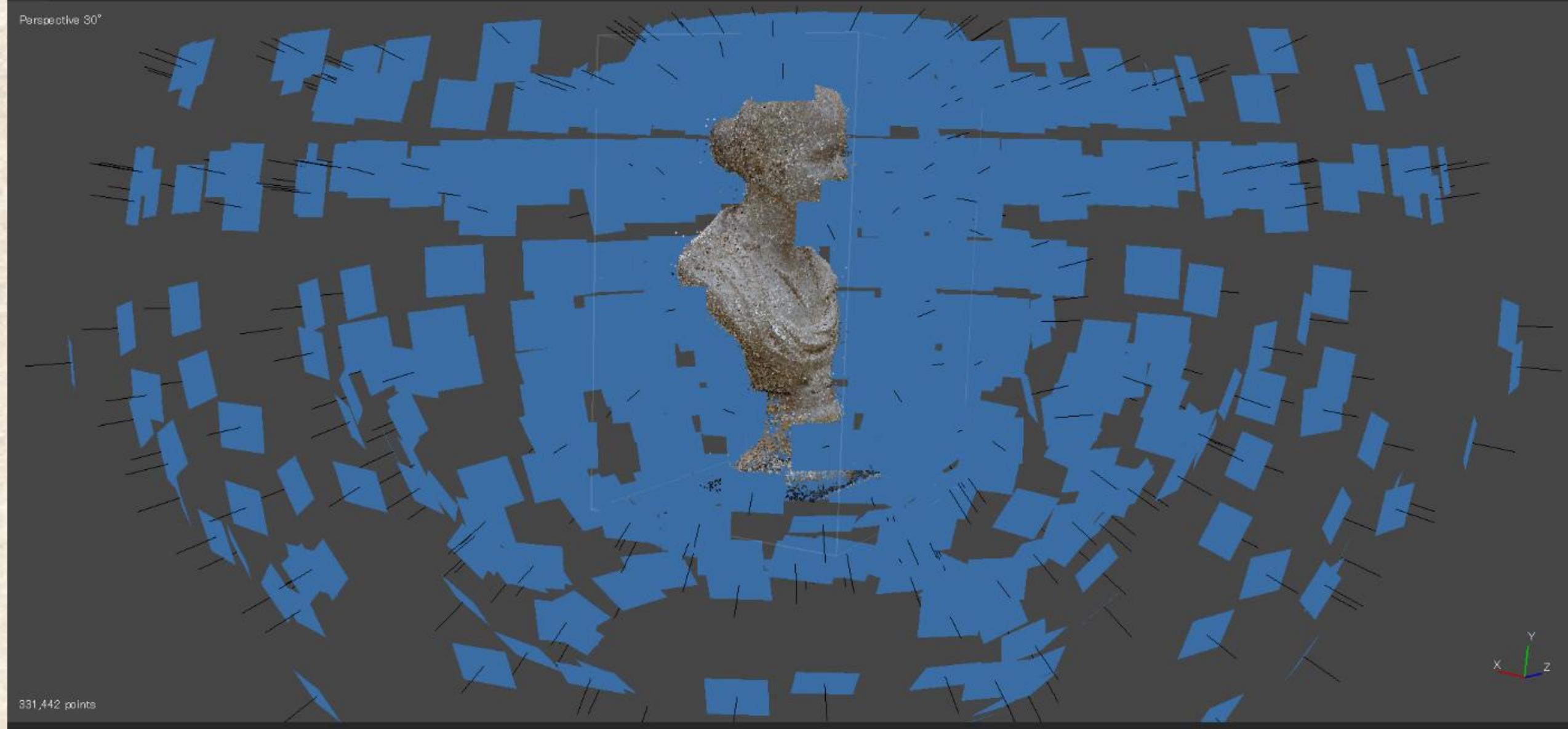
(2) 測量の手順

◎ステップ2: ソフトウェアでの処理

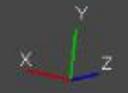
- ①写真の読み込み: 撮影したすべての写真をソフトウェアに読み込む。
- ②位置合わせ(アライメント): ソフトウェアが写真に写っている特徴点を分析し、それぞれの写真の位置関係やカメラの向きを計算する。これにより、被写体の点群データ(無数の点の集まり)が作成される。
- ③メッシュ生成: 点群データをつなぎ合わせて、立体的なポリゴン(メッシュ)モデルを生成。

モデル

Perspective 30°

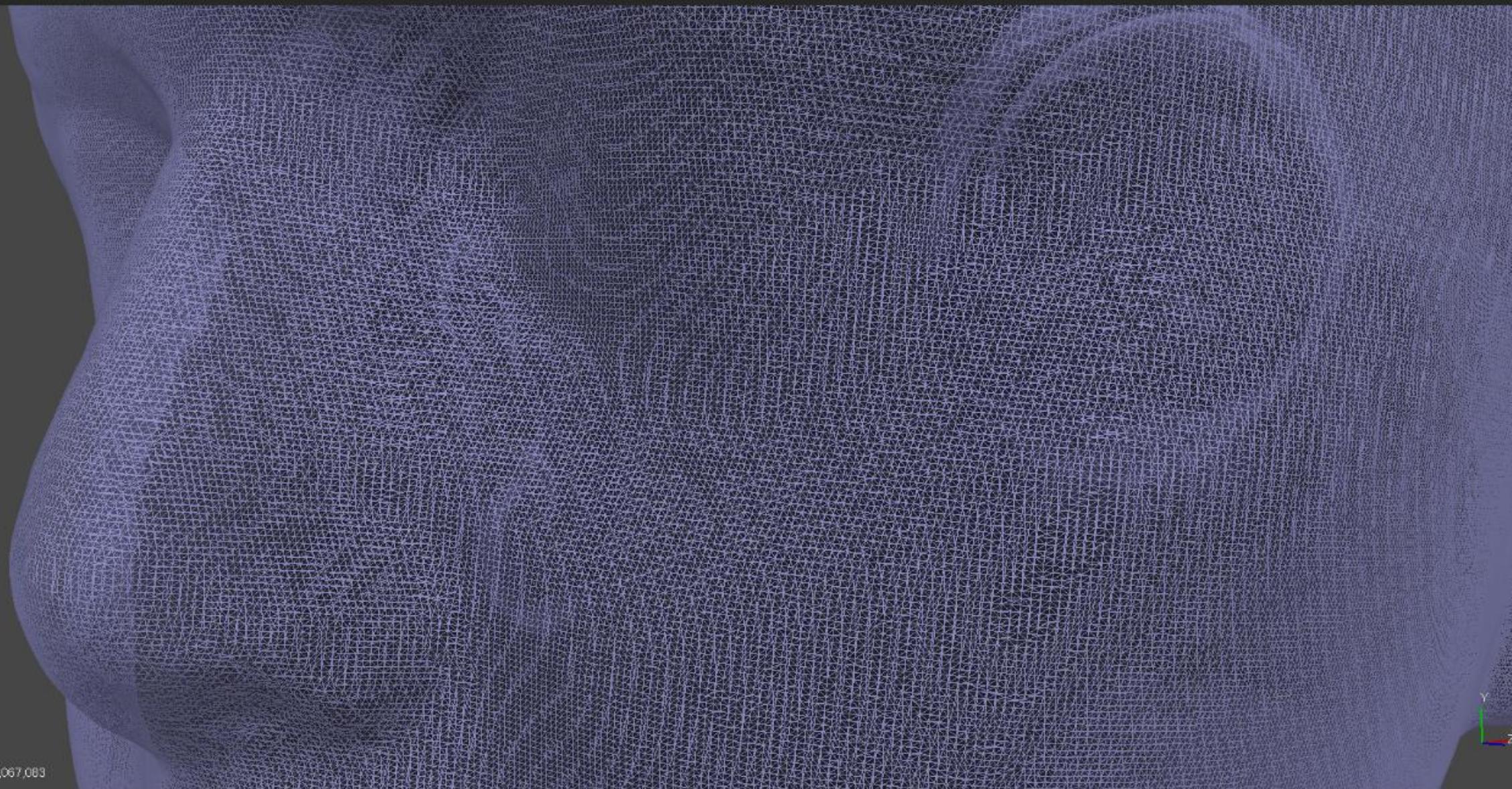


331,442 points

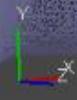


モデル

Perspective 30°



faces: 8,130,600 vertices: 4,067,083



(2) 測定の手順

◎ステップ2: ソフトウェアでの処理

④テクスチャ生成: 元の写真から色や質感を抽出し、生成された3Dモデルに貼り付ける。これにより、リアルな質感のモデルが完成する。

⑤データのエクスポート: 完成した3DモデルをOBJやFBXなど、他の3Dソフトウェアで利用できる形式で保存する。

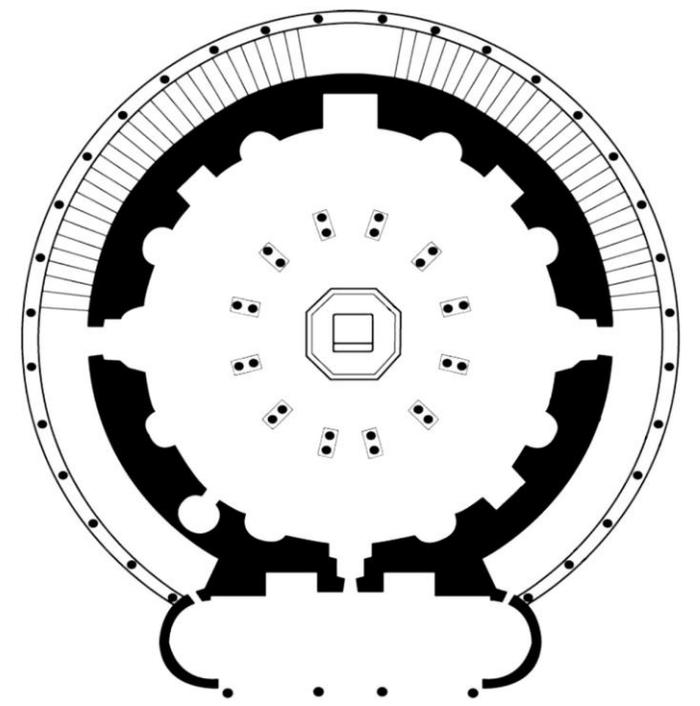
モデル



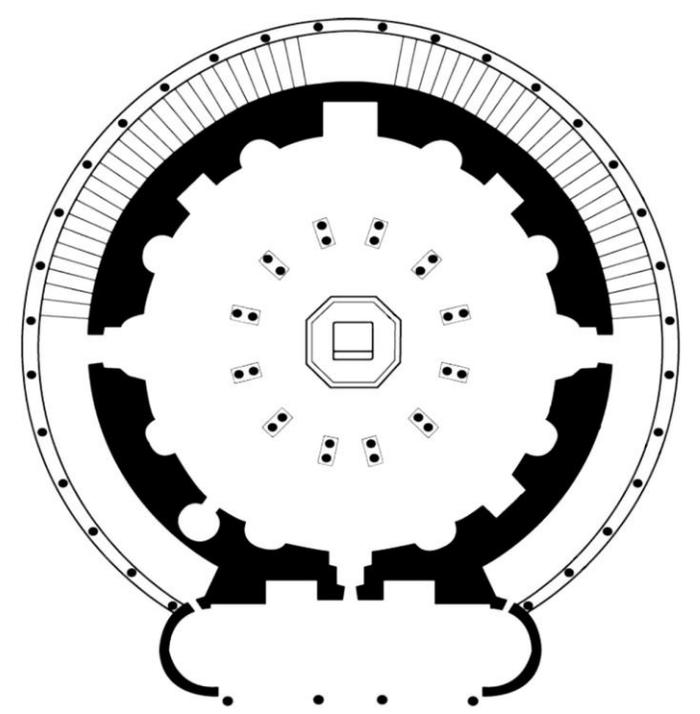
Perspective 30°



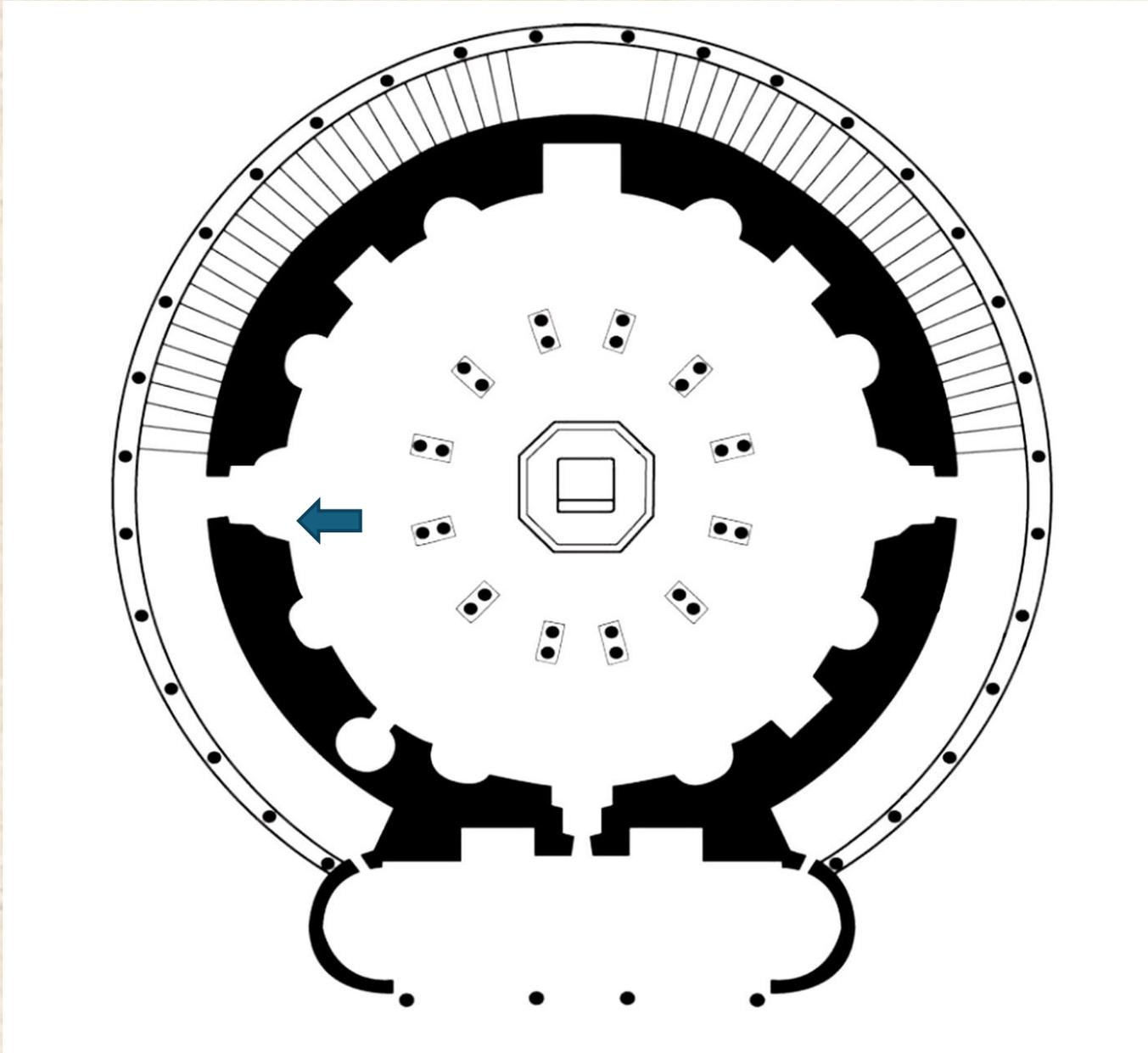
サンタ・コスタンツァ聖堂



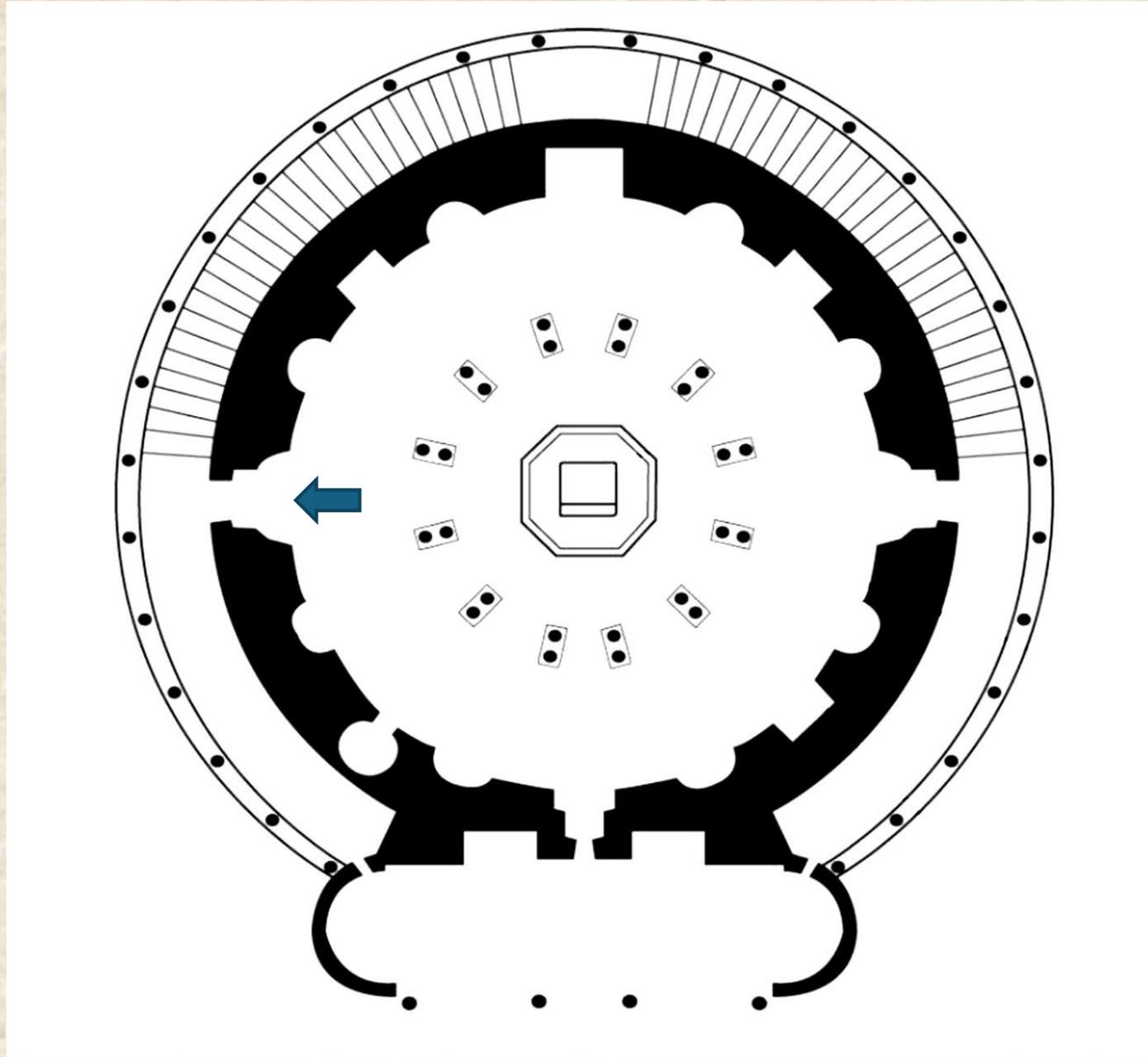
サンタ・コスタンツァ聖堂



サンタ・コスタンツァ聖堂



サンタ・コスタンツァ聖堂



イタリア ローマ サンタ・コスタンツァ聖堂のапシス

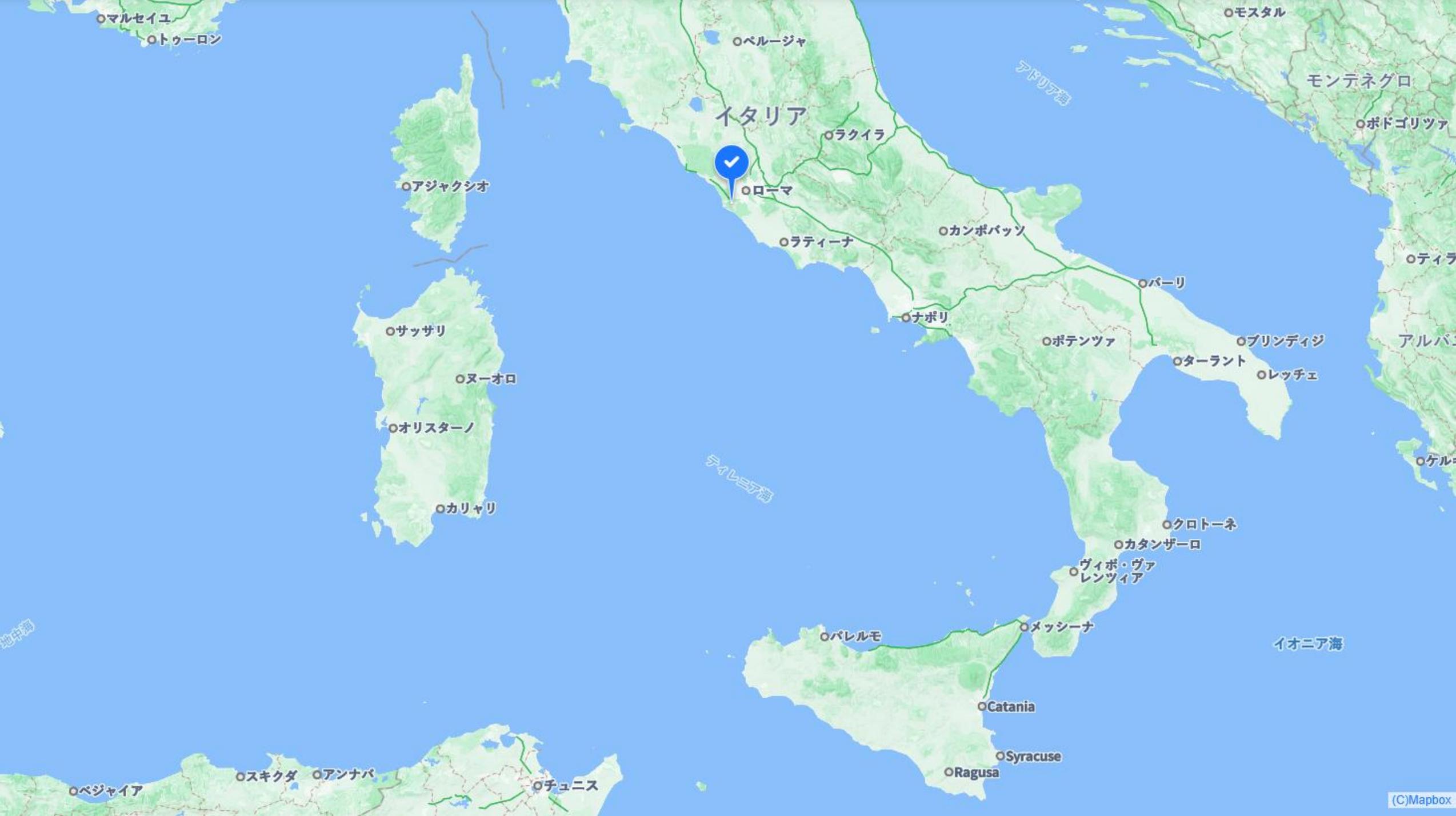
→3次元データ化することで通常では可視しにくい部分が観察可能になる



イタリア ローマ サンタ・コスタンツァ聖堂のアップシス

→3次元データ化することで通常では可視しにくい部分が観察可能になる





○マルセイユ
○トゥーロン

イタリア



○ローマ

○アジャクシオ

○サッサリ

○ヌーオーロ

○オリスターノ

○カリャリ

○ペルージャ

○ラクイラ

○ラティーナ

○カンポバッソ

○ナポリ

○ポテンツァ

○バーリ

○ターラント

○プリンディジ

○レッツェ

○クロトーネ

○カタンザーロ

○ヴィボ・ヴァ
レンツィア

○メッシーナ

○パレルモ

○Catania

○Syracuse

○Ragusa

○ベジャイア

○スキクダ

○アンナバ

○チュニス

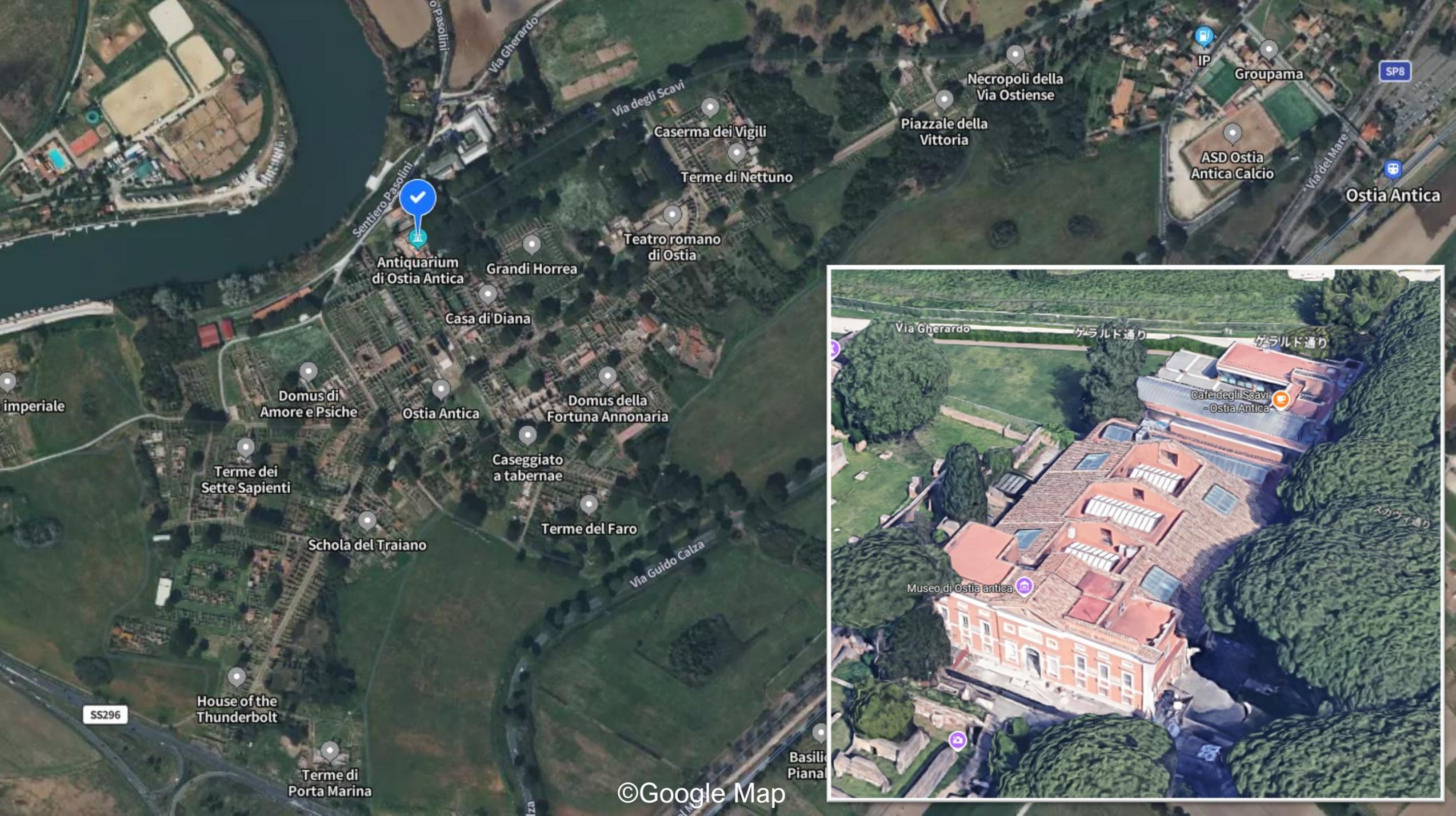
アドリア海

ティレニア海

イオニア海



オスティア・アンティーカ遺跡



イタリア オステティア遺跡博物館 アウグストゥスの頭像

一般の写真データは撮影者の必要なデータしか写り込まない

(撮影者の恣意的な情報の削減が起こる)

→3次元データであれば実物と同様の観察が可能

→実物を見なければ得られない情報を可視化できる

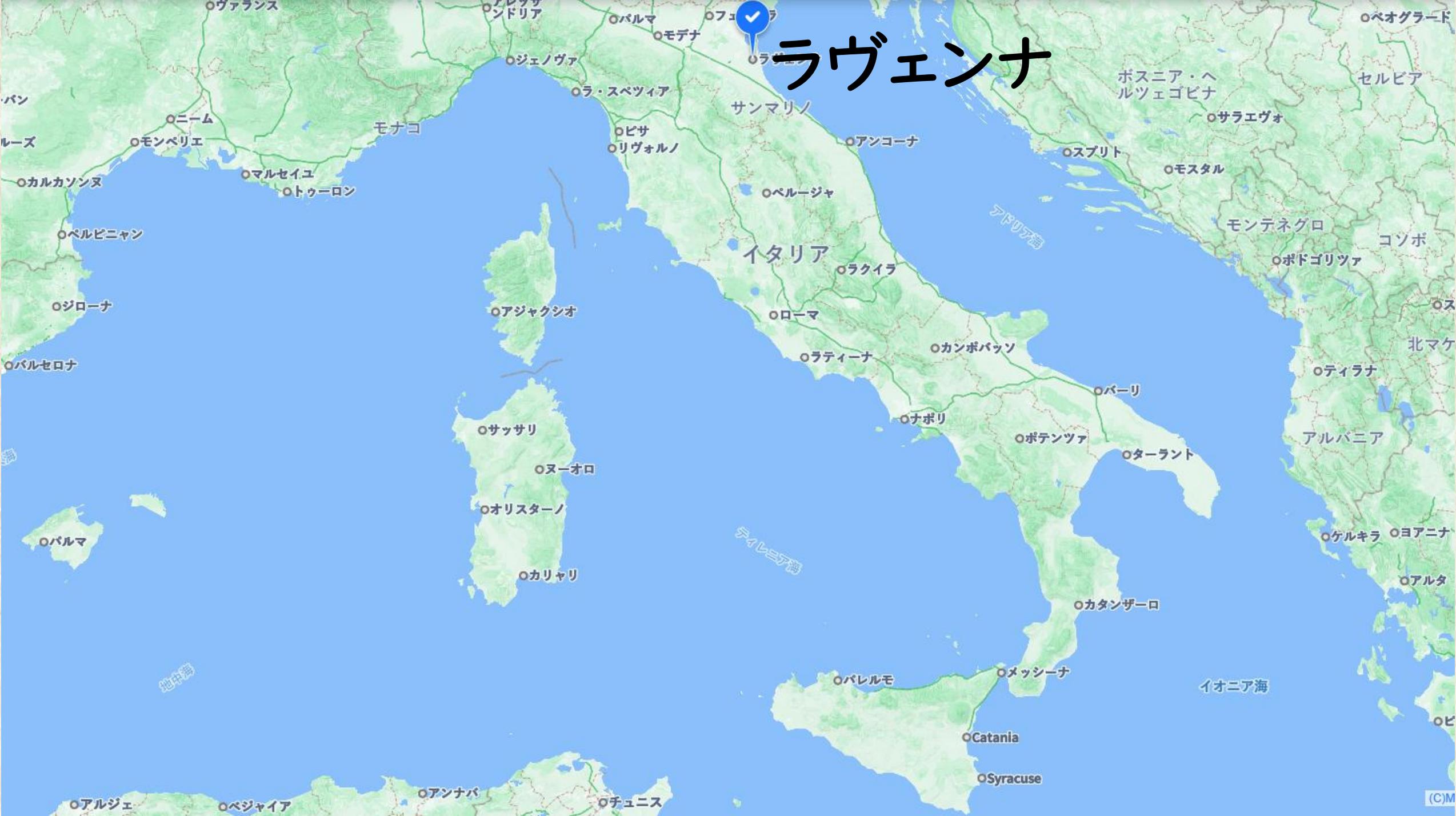


イタリア オステティア遺跡博物館 彫像

→実物と同様の観察が可能→博物館での展示に活用



ラヴェンナ



ガッラ・プラキディーア聖堂



ガッラ・プラキディーア (ガッラ・プラキディーア) 廟堂
サン・ヴィターレ聖堂

Chiesa di Santa Maria Maddalena

イスラエル エン・ゲヴ遺跡 M18地区 (2009年)

→ 図面・写真から「脳内」3次元化していたものを可視化



写真 3.3-7 M18 出土遺構 (南から撮影)

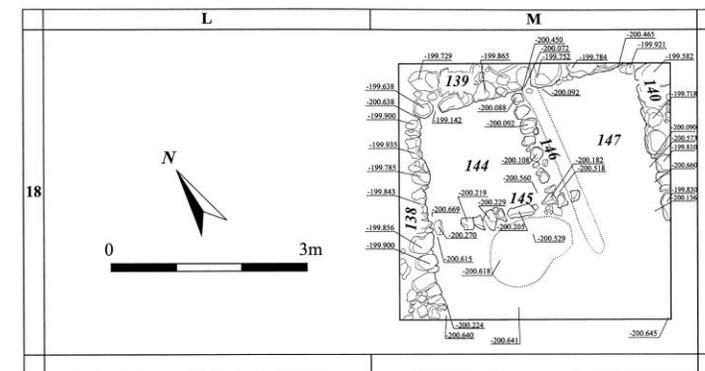


図 3.3-3 M18 出土遺構

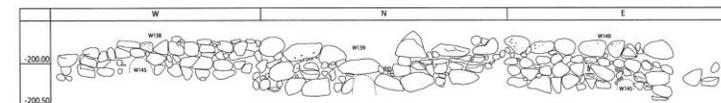


図 3.3-4 M18 W138、W139、W140 側面展開図

イスラエル エン・ゲヴ遺跡 M18地区 (2009年)

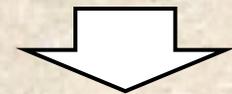
→ 図面・写真から「脳内」3次元化していたものを可視化



もしも日々の記録として
3次元データを
作成していたら



発掘の進展状況を
3次元で
可視化できる



発掘を他者が
再検証できる

イスラエル エン・ゲヴ遺跡 M18地区 (2009年)

→ 図面・写真から「脳内」3次元化していたものを可視化



この8方向から全体が入るように高さ1mと3mから撮影(計16枚)
これぐらいの作業ならば日々の記録作業に導入可能

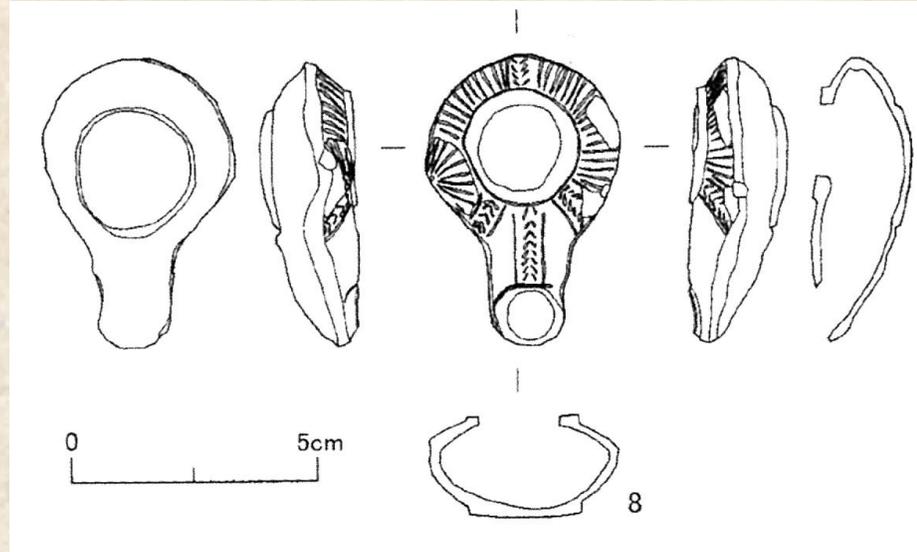
ヨルダン ウム・カイス遺跡 M13/M14地区 (2012年)

→ 図化しにくい状況をありのままに記録



イスラエル ヒッポス遺跡 出土ランプ

→実物と同様の観察が可能→博物館での展示に活用



類例となるウム・カイス遺跡出土ランプ

Sketchfab (スケッチファブ)

Sketchfab - The best 3D viewer

sketchfab.com

Sketchfab EXPLORE BUY 3D MODELS FOR BUSINESS Search 3D models LOGIN SIGN UP UPLOAD

The leading platform for 3D & AR on the web

Manage your 3D assets. Distribute 3D & AR experiences. Collaborate with others. Showcase your work.

JOIN FOR FREE SEE PLANS

click & hold to rotate

AR



The British Museum

PREMIUM

London, UK

A museum of the world, for the world.

FOLLOW



26.4k Followers

74 Following



SUMMARY

261 MODELS

COLLECTIONS

58 LIKES

POPULAR 3D MODELS

[View all \(261\)](#)



Granite head of Amenem... 238.7k views 67 comments 1.1k likes



The Rosetta Stone 607.1k views 29 comments 680 likes



ABOUT

The British Museum was founded in 1753, the first national public museum in the world. From the beginning it granted free admission to all 'studious and curious persons'.

CATEGORY

Organization / Museum

WEBSITE

<https://www.britishmuseum.org/>

MEMBER SINCE

October 8th 2014

STATS

725.6k views

19.2k likes

262.9M triangles

3次元データが生成できるスマートフォン・アプリ

アプリ	Scaniverse	Polycam	RealtyScan	KIRI Engine
価格	無料	一部機能有料	無料	ほぼ有料
スキャンモード	LiDARスキャン フォトグラメトリ 3D Gaussian Splatting	LiDARスキャン フォトグラメトリ 3D Gaussian Splatting	フォトグラメトリ	LiDARスキャン フォトグラメトリ 3D Gaussian Splatting
iOS対応機種	LiDAR+フォトグラ+3DGS iPhone12~16Pro/MAX iPad Pro(2020年モデル↑) フォトグラ+3DGS iPhone12~16無印/Plus/mini 最新のiPadシリーズ フォトグラメトリ iPhoneXR/XS/XS Max	LiDAR+フォトグラ+3DGS iPhone12~16Pro/MAX iPad Pro(2020年モデル↑) フォトグラ+3DGS iOS16以降を搭載している iPhone およびiPads	iOS16以降を搭載している iPhone およびiPads	LiDAR+フォトグラ+3DGS iPhone12~16Pro/MAX iPad Pro(2020年モデル↑) フォトグラ+3DGS iOS16以降を搭載している iPhone およびiPads

iPhone Pro 「LiDARスキャナ」

LiDAR Scanner

3Dスキャナー アプリ 「スキャニバース」



Scaniverse - 3D Scanner

Scan & share your world in 3D



開く

1.3万件の評価

4.8



年齢

4+

歳

ランキング

#70

写真/ビデオ

デベロッパ



Toolbox AI

言語

JA

その他9言語

サイズ

131.4

MB



ルドヴィシの玉座

名前変更

Sun, Mar 16, 2025 • 1:18 PM



アルテンプス宮殿, ローマ, ラツィオ, イタリア

41.90108, 12.47259

ジオメトリ

171K 頂点 • 322K 三角形

サイズ

21.8 MB

処理方法

詳細モード • 8K テクスチャ

様々なものを
3次元で記録することで
どのようなデジタルアーカイブ
が作成できて
人の役に立つものになるか



これからの記憶の記録

◎写真撮影

◎ビデオ撮影

◎3次元データ

