

クレジット:

UTokyo Online Education 学術俯瞰講義 2018 芳賀京子

ライセンス:

利用者は、本講義資料を、教育的な目的に限ってページ単位で利用することができます。特に記載のない限り、本講義資料はページ単位でクリエイティブ・コモンズ 表示-非営利-改変禁止 ライセンスの下に提供されています。

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

本講義資料内には、東京大学が第三者より許諾を得て利用している画像等や、各種ライセンスによって提供されている画像等が含まれています。個々の画像等を本講義資料から切り離して利用することはできません。個々の画像等の利用については、それぞれの権利者の定めるところに従ってください。



古代ギリシア・ローマ彫刻 と先端技術

芳賀 京子（文学部）

古代彫刻の科学的分析

- 大理石の組成分析
 - ブロonzの組成分析
 - ブロonz像のX線撮影
 - 赤外線撮影、紫外線蛍光撮影
 - 斜光線撮影
 - ブロonz像中子の土の ^{14}C 分析 ... 年代
 - 3D測定 ... ?
-
- 制作地、年代
- 制作方法
- 彩色
- 年代
- ...

大理石の産地推定

- 記載的岩石学 (Petrography)
- 地球化学 (Geochemistry)
 - 安定同位体比分析 (Stable Isotope Ratio Analysis)
 - その他

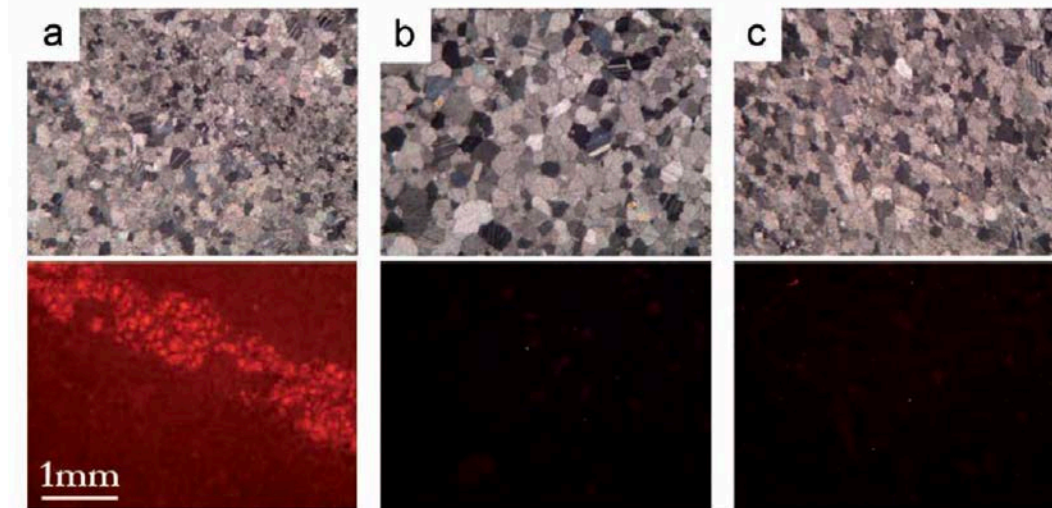


FIG 5. Representative photomicrographs in crossed-polarised light and CL microfacies: (a) Group C1, (b) Group C2, (c) Group G.

(P. Lapuente et al., “White Sculptural Materials from Villa Adriana: Study of Provenance,” in *Interdisciplinary Studies on Ancient Stone*, Tarragona 2012, pp. 364-375)

大理石の産地推定

- 記載的岩石学 (Petrography)
- 地球化学 (Geochemistry)
 - 安定同位体比分析 (Stable Isotope Ratio Analysis)
 - その他

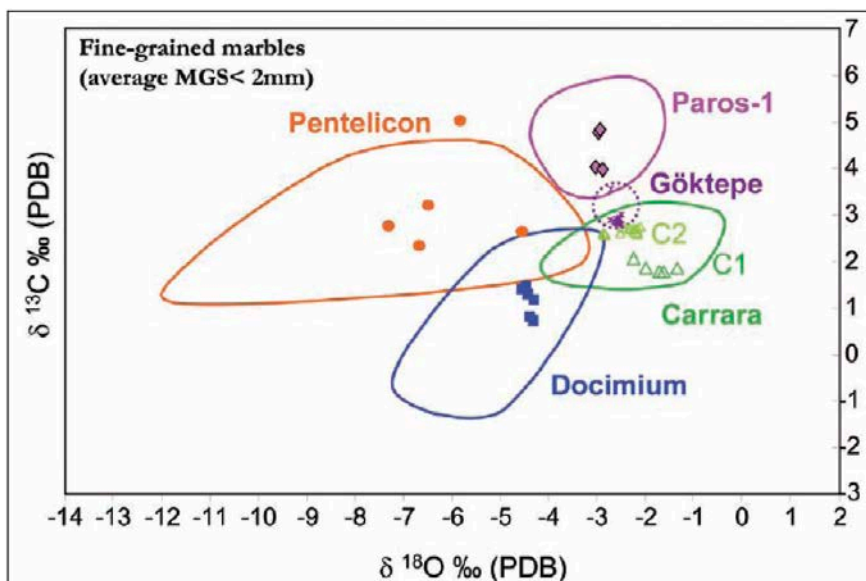


FIG 3. Isotopic signatures of TI-VA white marble petrographic groups in the general diagram after Gorgoni *et al.* (2002). 18 white Göktepe pieces are included and two different petrographic groups C1 and C2 are also differentiated inside the Carrara field. One sample of the Göktepe petrographic group is plotted in the Paros-1 isotopic field, however this sample is undoubtedly from the same petrographic group G.

(P. Lapuente et al., “White Sculptural Materials from Villa Adriana: Study of Provenance,” in *Interdisciplinary Studies on Ancient Stone*, Tarragona 2012, pp. 364-375)

ブロンズの組成分析

- 銅 70～90%
- 錫 5～10%
- 鉛 1～20%

- 亜鉛 1%以下
- 鉄 1%以下
- アンチモン 1%以下
- ヒ素 1%以下
- ニッケル 1%以下
- その他 1%以下



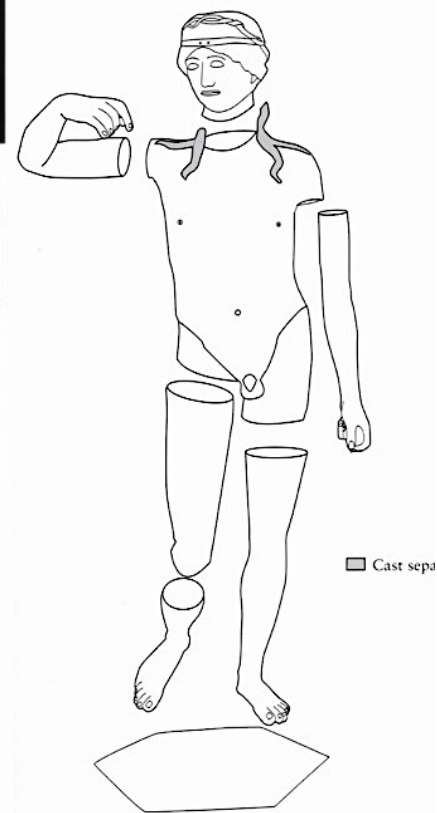
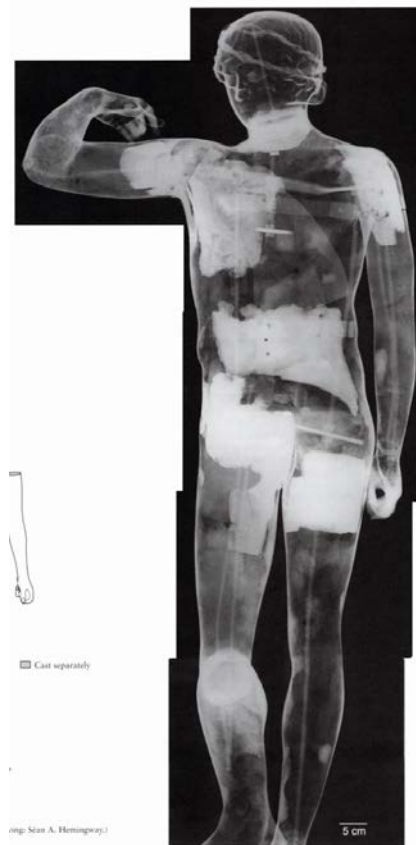
《祈禱する少年》
ベルリン国立美術館
Pb 1～3%

ブロンズ像のX線撮影

著作権等の都合により、
ここに挿入されていた画像を削除しました

Huffintonpost 2015.02.23
Munnified Monk Discovered Inside Bronze
Buddha

ブロンズ像のX線撮影



《ディオニュソス像》ワシントンDC、個人蔵

(C. C. Mattusch, *The Fire of Hephaistos. Large Classical Bronzes from North American Collections*, Cambridge (Mass.) 1996, no. 23, pl. 2, p. 229, fig. 23s-t)

大理石表面の 赤外線撮影／紫外線蛍光撮影



Photo by Gürkan Sengün, from Wikipedia
https://en.wikipedia.org/wiki/Alexander_Sarcophagus#/media/File:Istanbul_img_4994.jpg
CC BY-SA 3.0

通称《アレクサンドロスの石棺》
前321-310年頃
イスタンブール考古学博物館

大理石表面の紫外線蛍光撮影



1912年の記録

紫外線蛍光撮影

復元

(V. Brinckmann, “Die blauen Augen der Perser. Die farbige Skulpture der Alexanderzeit und des Hellenismus,” in *Bunte Götter. Die Farbigkeit antiker Skulptur*, Liebieghaus Skulpturensammlung, Frankfurt 2008, p. 192 figs. 198, pp. 196-7, figs. 205, 206)

St.P695

Cycladic figurine (Spedos group)

Colour reconstruction (Variant B, 2006)

Synthetic marble/Cast

©Liebieghaus Skulpturensammlung, Polychromy Research Project, Frankfurt am Main, acquired 2016 as gift from U. Koch-Brinckmann and V. Brinckmann

斜光線撮影



(V. Brinckmann, “Die Augen des Idols. Zur Farbigeit der Kykladischen Kunst,” in *Bunte Götter. Die Farbigeit antiker Skulptur*, Liebieghaus Skulpturensammlung, Frankfurt 2008, p. 44-45, figs. 15-16)

St.P695 Cycladic figurine (Spedos group)

Colour reconstruction (Variant B, 2006)

Synthetic marble/Cast

Liebieghaus Skulpturensammlung, Polychromy Research Project, Frankfurt am Main, acquired 2016 as gift from U. Koch-Brinckmann and V. Brinckmann

ブロンズ像中子の土の含有物分析

- ブロンズ像内部に中子の土はそのまま残される
- 特徴的な含有物 → 鑄造場所



《リアーチェの戦士》
前450年頃
レッジョ・カラブリア
マーニャ・グレーチャ国立博物館

ブロンズ像中子の土の ^{14}C 分析

- ブロンズ像内部に鋳造土はそのまま残される
- 炭化した有機物（木片・動物の死骸など）→鋳造年代



Photo by Rabax63 ,from Wikipedia
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kapitolinische_W%C3%B6lfin_Museum_Capitolini.jpg
CC BY-SA 4.0

《ローマの雌狼》ローマ、カピトリーニ博物館
「前5世紀（エトルリア）」
→2006年、内部に残る土の ^{14}C 分析結果は「12世紀」

美術品や文化遺産 と3Dデータ

デジタル 3D データの利用

1. 美術品や文化遺産を 3D モデルとして記録、再現
2. 石膏、プラスチックなどでコピーを制作、展示
3. VR 技術をもちいた再現、共有

1. 美術品や文化遺産を 3Dモデル化して記録、再現

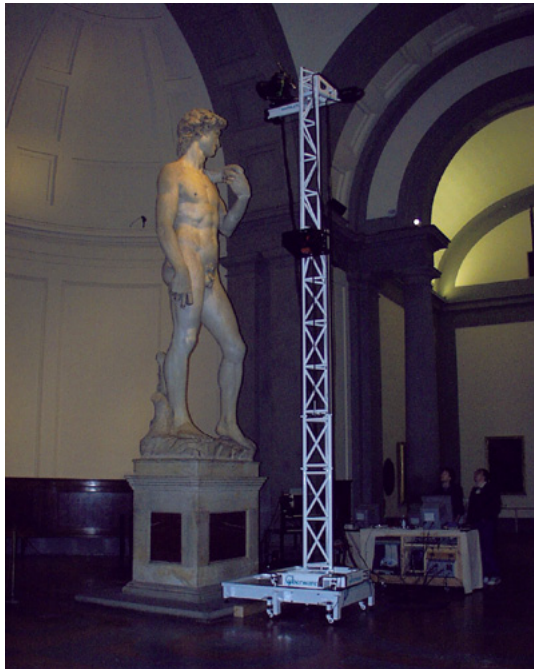
- 東京大学生産技術研究所 池内・大石岳史研究室



アンコール・トム、バイヨン寺院（カンボジア）

1. 美術品や文化遺産を 3Dモデル化して記録、再現

- スタンフォード大学コンピュータ・グラフィックス・ラボ
The Digital Michelangelo Project, 1997-2009
1/4mmの精度のダヴィデ像の3Dモデル

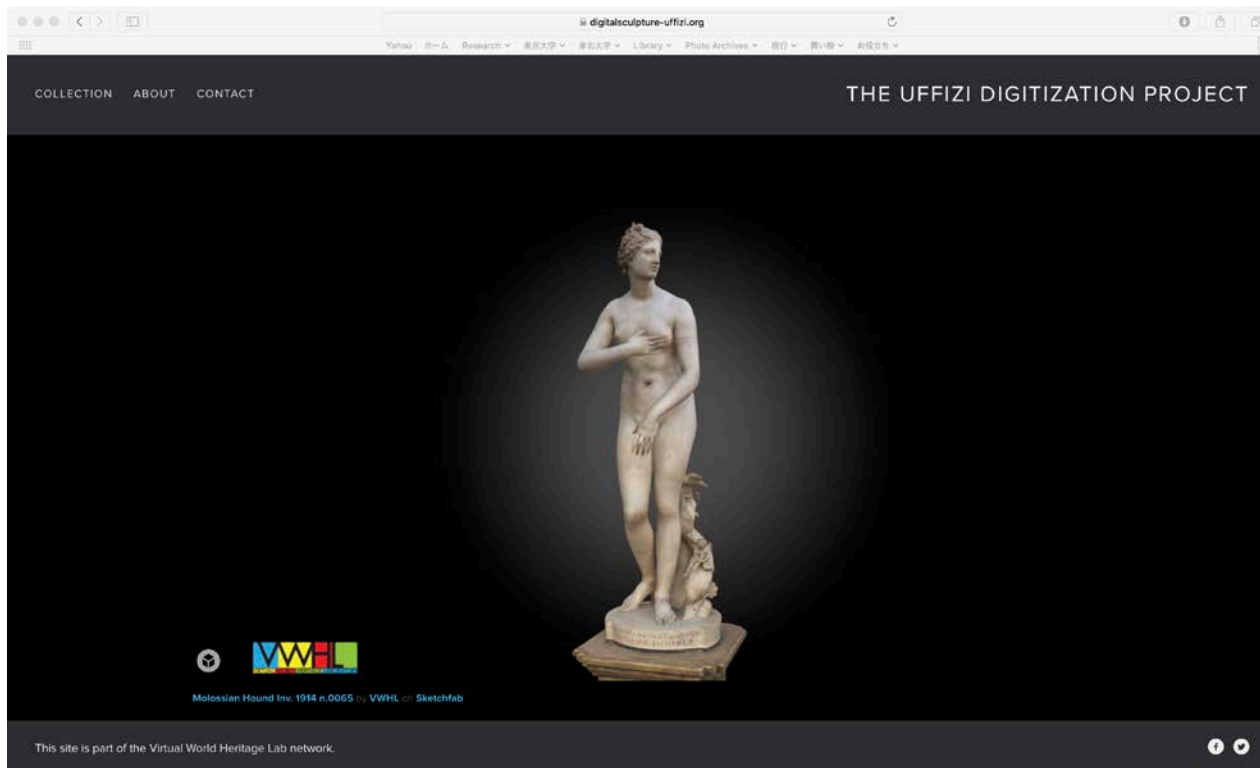


Marc Levoy and the Stanford University
Digital Michelangelo Project



1. 美術品や文化遺産を 3Dモデル化して記録、再現

- インディアナ大学ブルーミントン校
ヴァーチャル世界遺産ラボ
The Uffizi Digitization Project, 2017-



2. 石膏、プラスチックなどで コピーを制作、展示

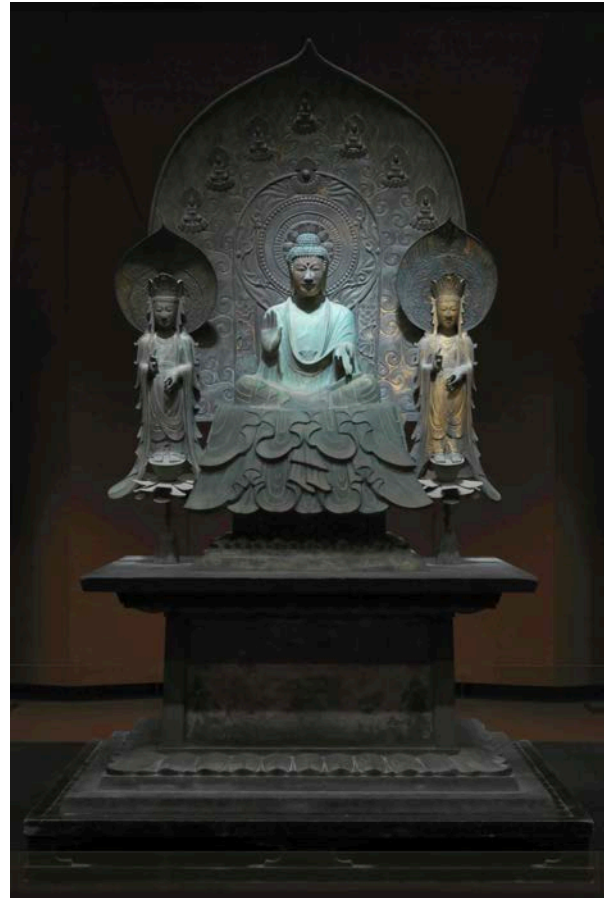
- 「極彩色の神々 (*Bunte Götter*) 」展
ミュンヘン、グリプトテーク他、2003年～



Photo by Marsyas ,from Wikipedia
https://de.wikipedia.org/wiki/Bunte_G%C3%B6tter_%E2%80%93_Die_Farbigkeit_antiker_Skulptur#/media/File:NAMABG-Aphaia_Trojan_Archer_1.JPG
CC BY-SA 2.5

2. 石膏、プラスチックなどで コピーを制作、展示

- 「素心伝心ーークローン
文化財 失われた刻の再生」
@東京芸術大学大学美術館
2017年9月23日～10月26日



素心伝心

<http://sosin-densin.com/index.html>

Copyright © Tokyo university of the Arts All rights reserved

2. 石膏、プラスチックなどで コピーを制作、展示

- 特別展「世界遺産 ラスコー展」
2016～2017年 東京国立科学博物館ほか



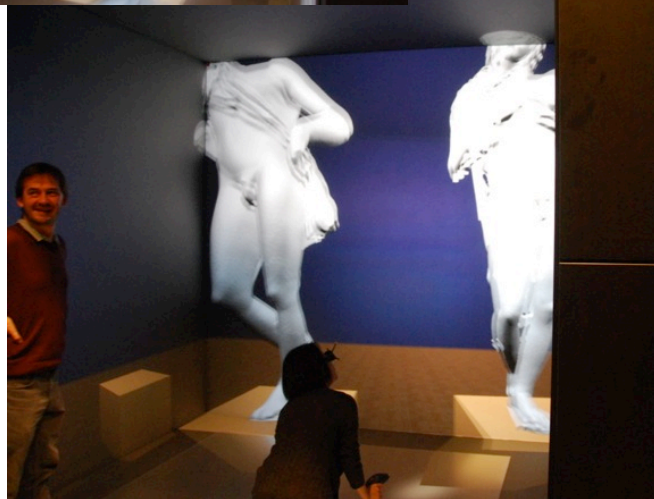
2. 石膏、プラスチックなどで コピーを制作、展示

- 「ラスコー4」（モンティニャック=ラスコー国際洞窟壁画芸術センター）2016年12月15日オープン

著作権等の都合により
ここに挿入されていた画像を削除しました

ラスコー4の画像

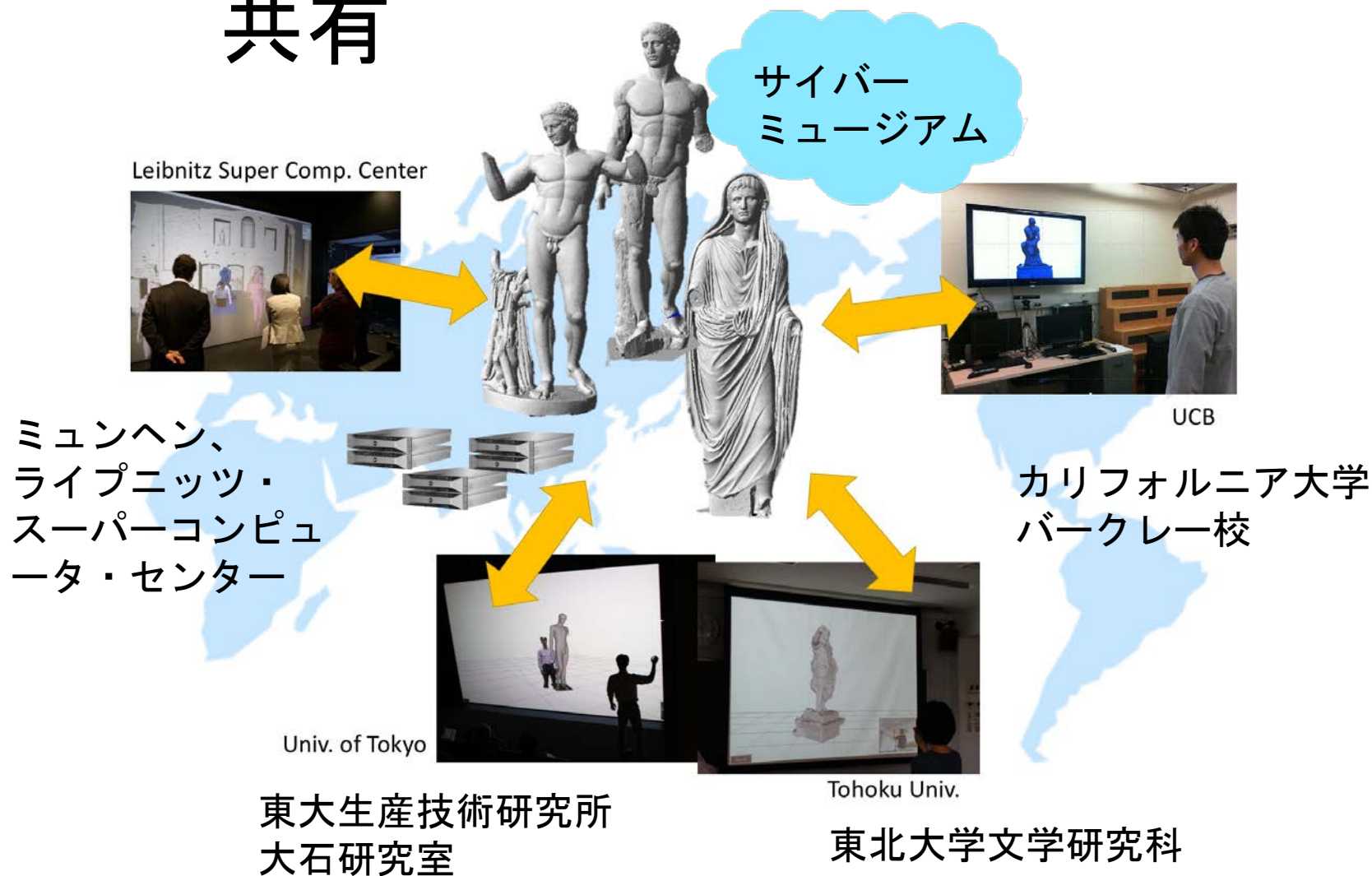
3. VR技術をもちいた再現、共有



東大生産技術研究所
大石研究室

CAVEシステム@Leibniz-
Rechenzentrum (LRZ),
Munich, 2012年10月

3. VR技術をもちいた再現、共有



3. VR技術をもちいた再現、共有



microsoft image gallery
https://news.microsoft.com/mshololens_hero1_rgb/

HMD

デジタル3Dデータの利用

1. 美術品や文化遺産を3Dモデルとして記録、再現
2. 石膏、プラスチックなどでコピーを制作、展示
3. VR技術をもちいた再現、共有

+

美術史研究の新データ獲得のための〈3D形状比較〉

* 特にギリシア・ローマの彫刻研究に有用

ギリシア彫刻と 技術革新

古代ギリシア人と「美術」

- 美術 = テクネー (τέχνη) = 技術
- 芸術家 = 最先端技術者
- 美術の発達 = 技術革新

古代ギリシア美術

前6世紀：アルカイック時代

前7世紀後半

大理石彫刻技術の導入

前480～前323年：クラシック時代

前323～前31年：ヘレニズム時代

前31年～：ローマ時代

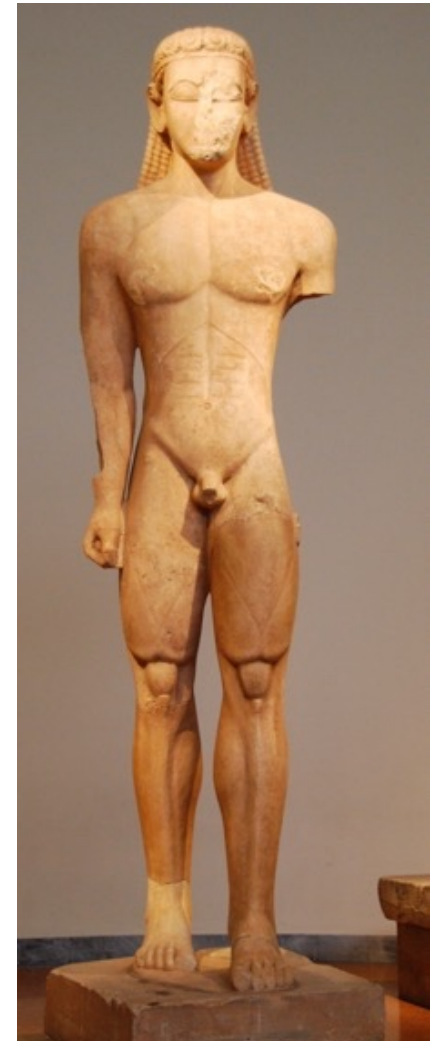
前6世紀

- 前7世紀後半にエジプトと接触
- 大理石彫刻技術の発達
(櫛歯の鑿の使用)
- 大規模な大理石像の制作
(設計図→大理石ブロック)



前7世紀初頭

A. Stewart, *Greek Sculpture. An Exploration*, New Haven/London 1990, II, fig. 37



前6世紀初頭

National Archaeological Museum

前6世紀

- 人体表現技術の向上

- 筋肉、関節

- ポーズ

- 表情



前600年頃



前530年頃

National Archaeological Museum







National Archaeological Museum

古代ギリシア美術

前6世紀：アルカイック時代

前480～323年：クラシック時代

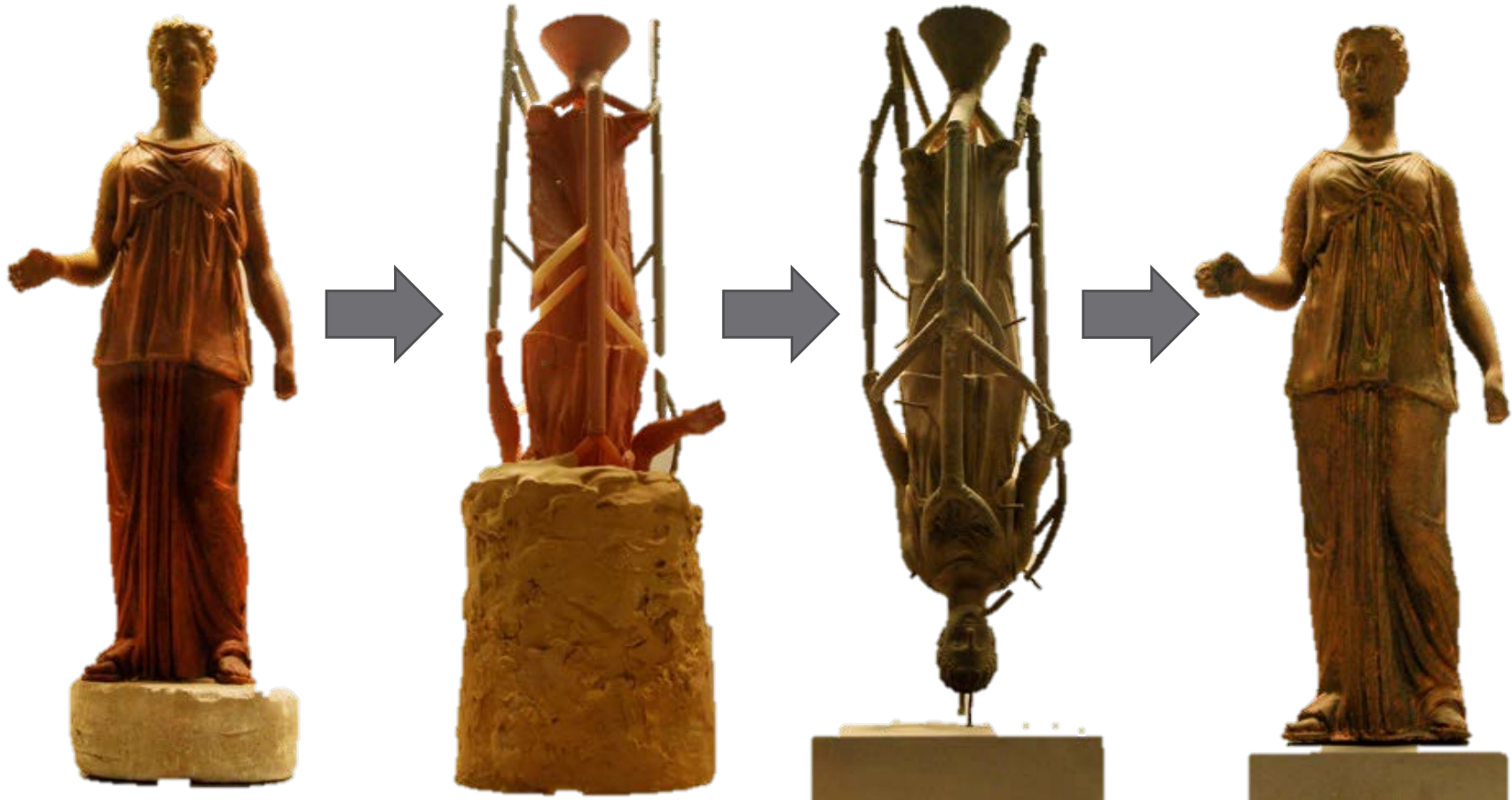
中空ブロンズ像の鑄造技術

前323～前31年：ヘレニズム時代

前31年～：ローマ時代



中空のブロンズ像鑄造技術 (直接失蠟法)



粘土の中子+蠟の原型

鑄型

蠟 → ブロンズ

仕上げ



《アルテミシオンのゼウス》
エウボイア島、
アルテミシオン岬沖出土
H. 2.09m 前460年頃
アテネ国立考古学博物館

National Archaeological Museum

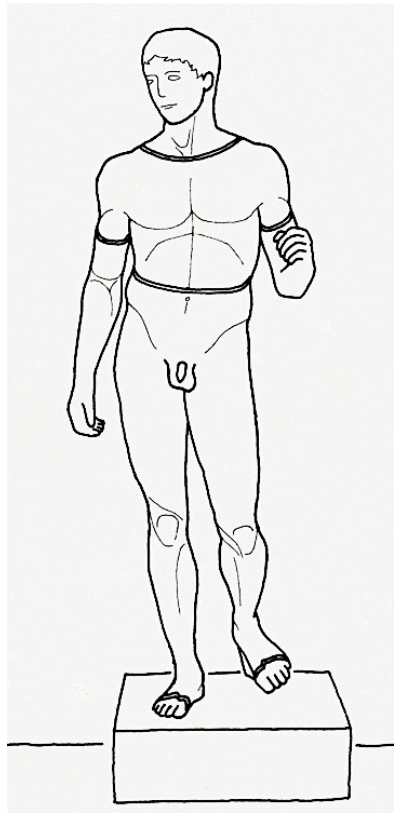
ポリュクレイトス 《槍を持つ人》

周辺彫刻家の 作品



ブロンズ像の鑄造技術 (間接失蠟法) ?

原型 → 鑄型 → 鑄造



(C. von Hees-Landwehr, *Griechische Meisterwerke in römischen Abgüssen. Der Fund von Baia*, Frankfurt 1982, p. 18, fig. 14)



(S. Hemingway, "Bronze sculpture," in: L. Lind ed. *Making Classical Art, Process & Practice*, Stroud, Gloucestershire 2000, p. 43, fig. 22)

古代ギリシア美術

前6世紀：アルカイック時代

前480～323年：クラシック時代

前323～前31年：ヘレニズム時代

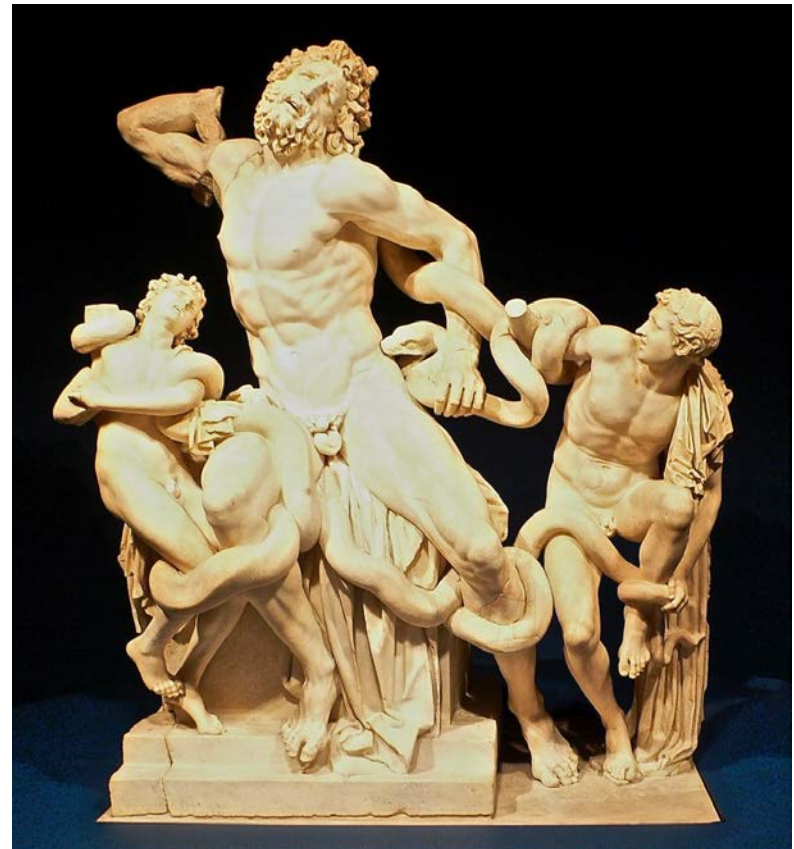
前31年～：ローマ時代



《ミロのヴィーナス》
前120年頃 ルーヴル美術館

共和政末期～帝政期のローマ

- 教養＝ギリシア文化
- ヘレニズム宮廷の影響下、私邸の装飾が流行
- 「ギリシャ彫刻」の需要が急増



《ラオコーン》ローマ出土
前40-20年 ヴァティカン博物館

同時代のヘレニズム美術の購入

ギリシア

前6世紀：アルカイク時代

前480～323年：クラシック時代

前323～前31年：ヘレニズム時代

(前1世紀末～：ヘレニズム末期)

前31年～：ローマ時代

ローマ

前7～6世紀：王政期

前5～1世紀：共和政期

(前1世紀：共和政末期)

前27年～：帝政期

前5～前4世紀の クラシック美術のコピーを購入

ギリシャ

前6世紀：アルカイック時代

前480～323年：クラシック時代

前323～前31年：ヘレニズム時代

前31年～：ローマ時代

ローマ

前7～前6世紀：王政期

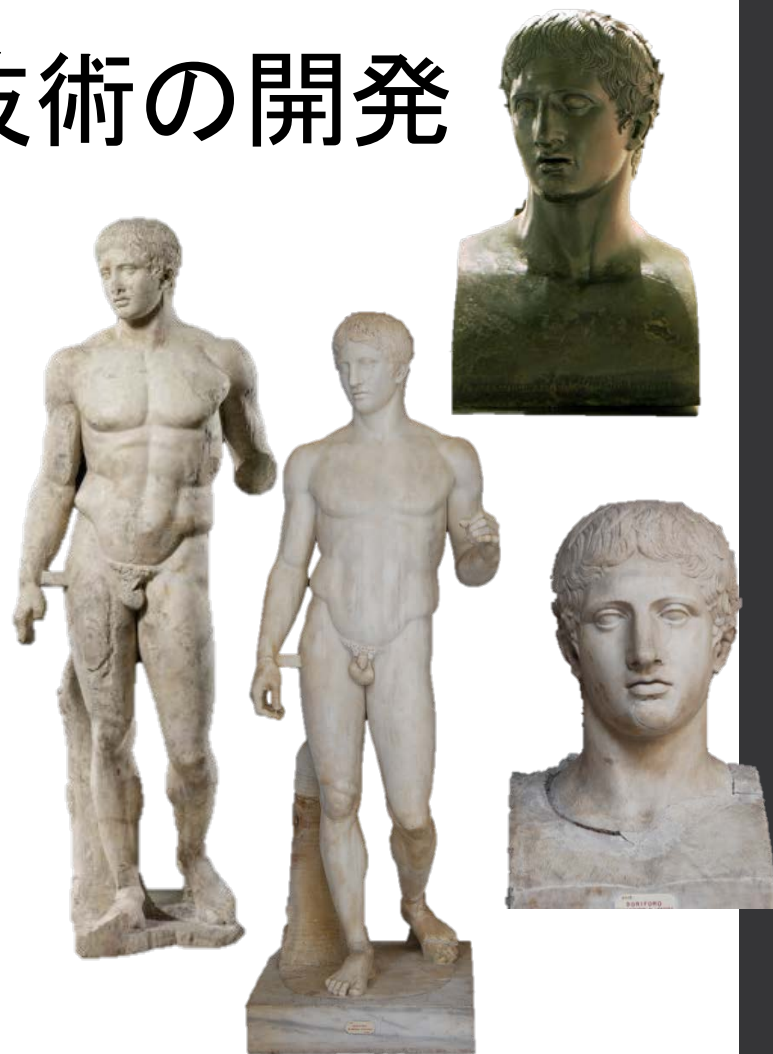
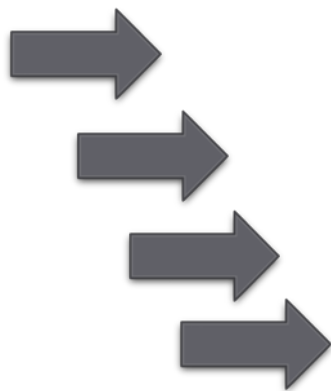
前5～前27世紀：共和政期

(前1世紀：共和政末期)

前27年～：帝政期

前100年頃 大理石像コピー技術の開発

ポリュクレイトス
《槍を持つ人》
前5世紀のオリジナル
(現存せず)



ローマ時代のコピー
(大理石、ブロンズ)

大理石像の精密コピー

石膏原型 → 大理石

石膏原型 → 大理石

著作権等の都合により
ここに挿入されていた画像を削除しました

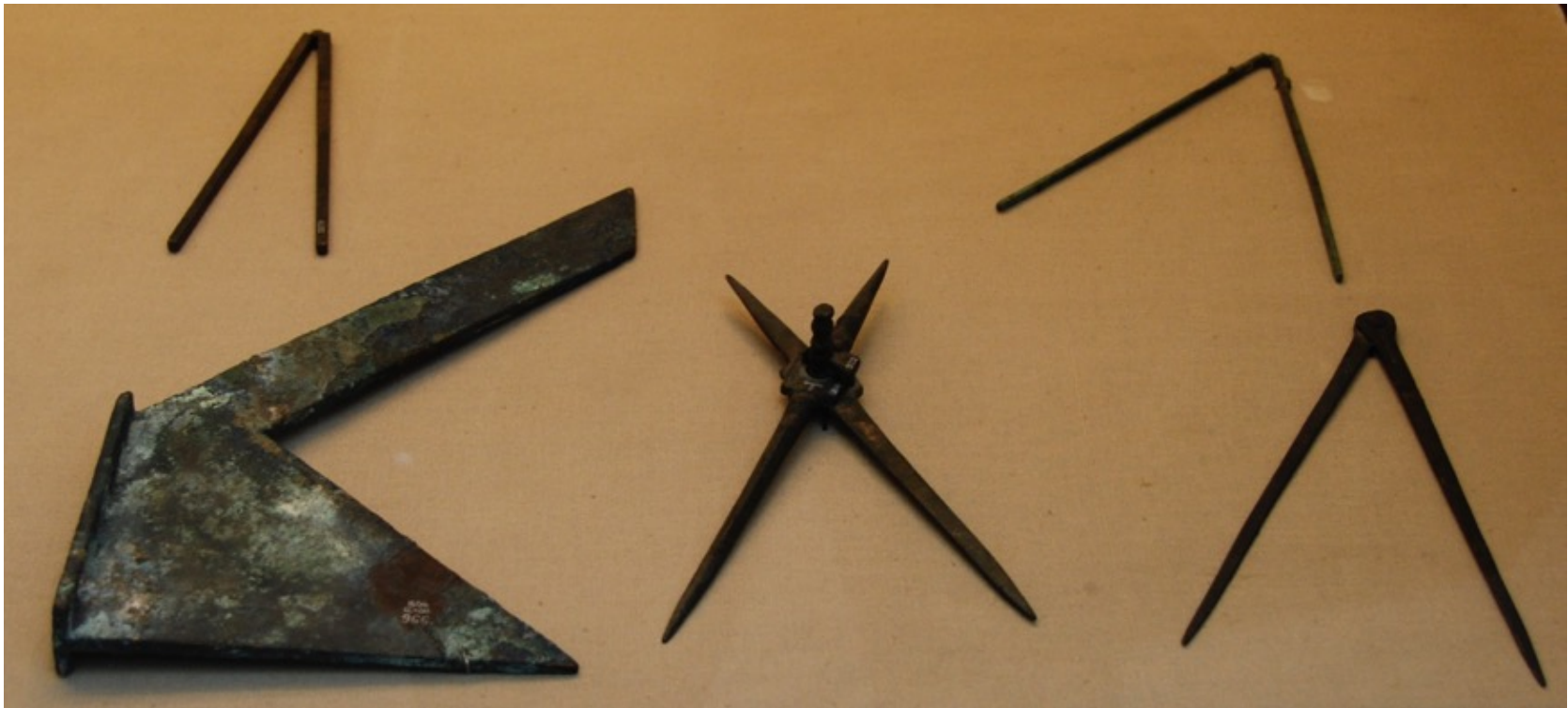
大理石像のコピー手順の画像
M. Pfanner, “Über das Herstellen von Porträts,”
*Jahrbuch des deutschen archäologischen
Instituts* 104, 1989, p. 81, fig. 10

(M. Pfanner, “Über das Herstellen von Porträts,” *Jahrbuch des deutschen archäologischen Instituts* 104, 1989, p. 81, fig. 10)

古代ローマの定規とコンパス

折りたたみ式定規（1ローマ尺、29.6cm）

コンパス



三角定規

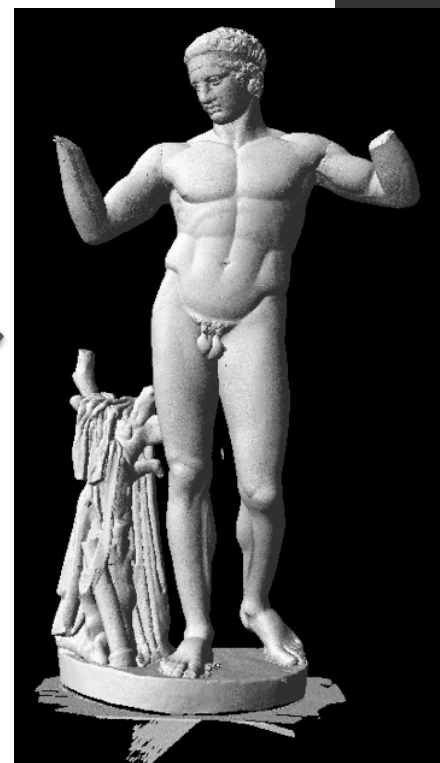
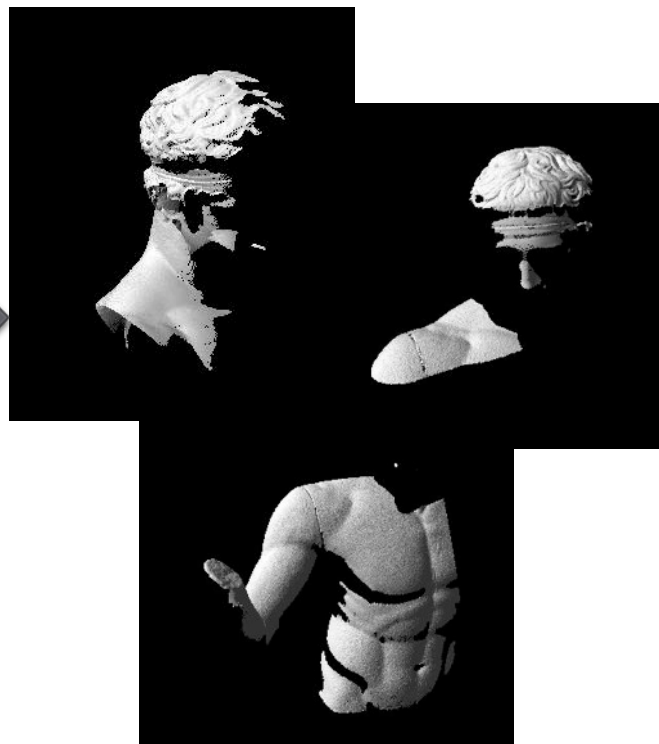
拡大・縮小コンパス
(1 : 3)

ディバイダー
(分割コンパス)

3 D 形状比較

① データの取得、3Dモデルの作成

- Konica-Minolta Vivid 910/9i scanner (精度 $\pm 50\mu\text{m}$)
- 全身像1体につき約 250 スキャン、約1GB
- 2007年からこれまでに約50作品

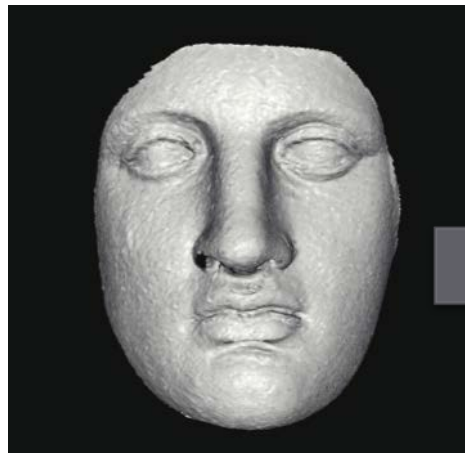


東京大学生産技術研究所
大石岳史研究室

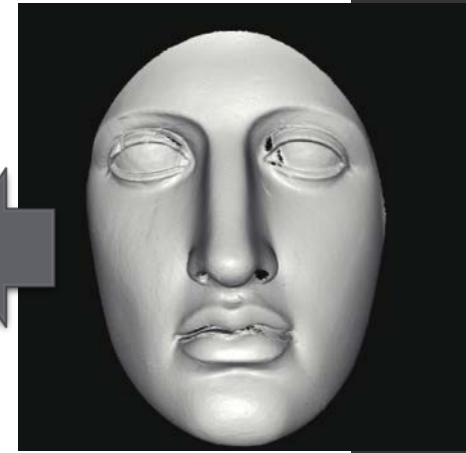
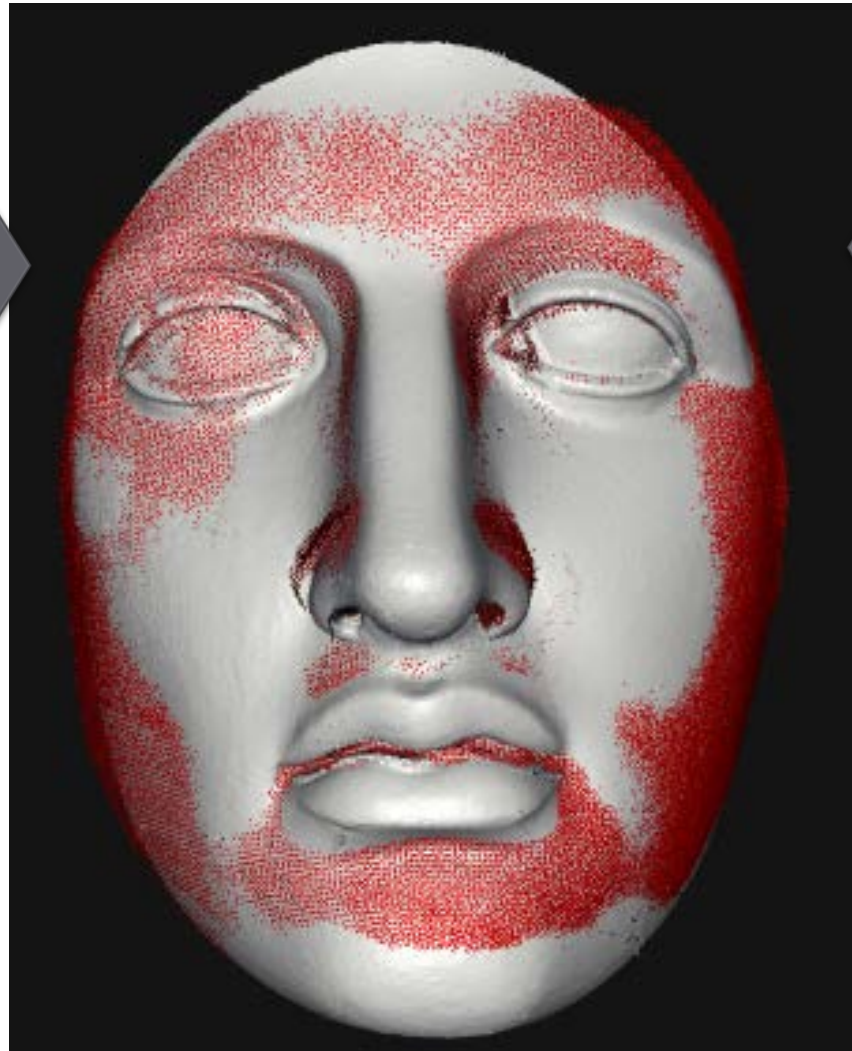


ミュンヘン、古代彫刻石膏博物館
石膏像 約1800体

② 比較部分を切取り、重ねる



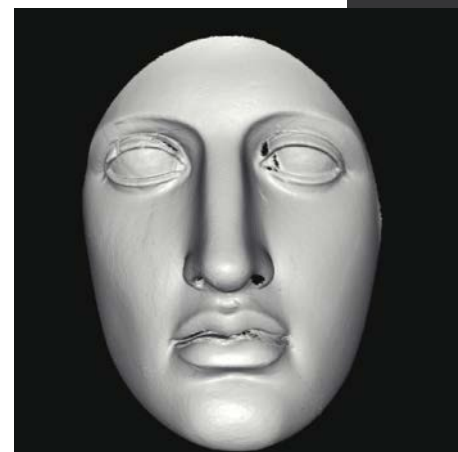
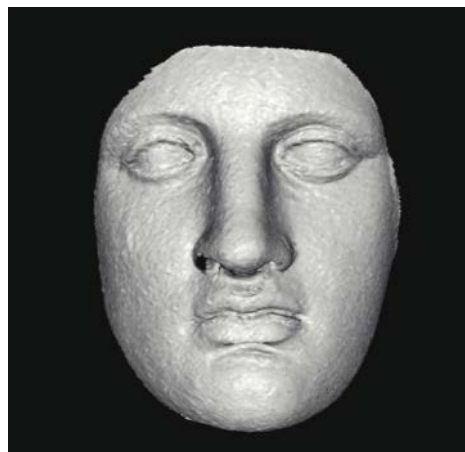
Red



White

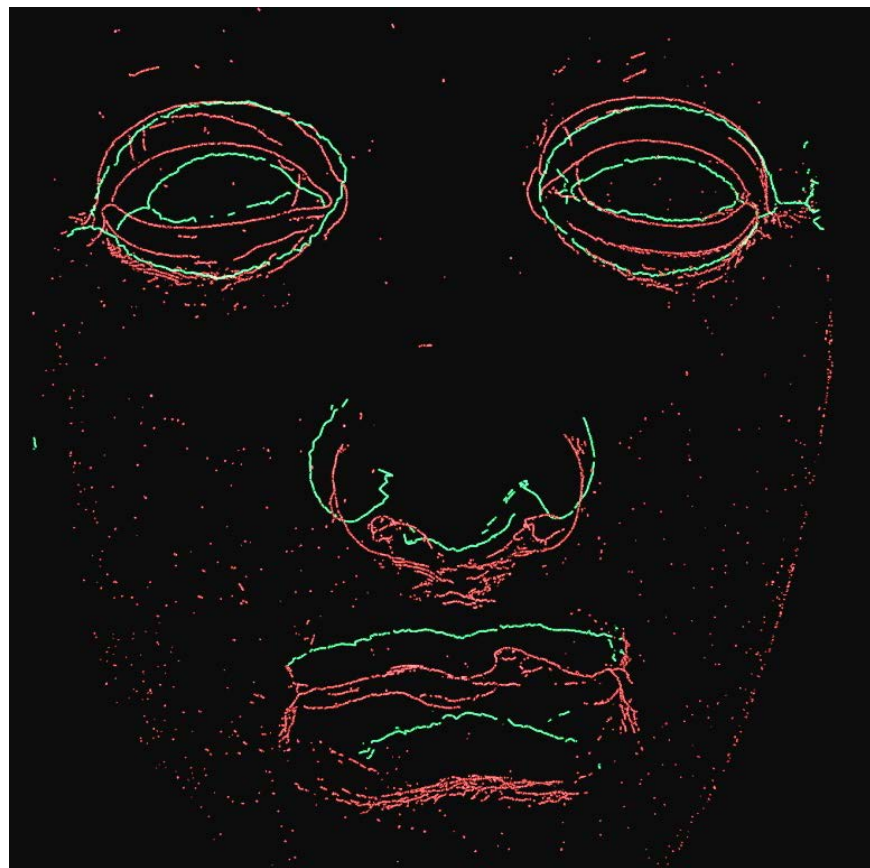


③ 着色による可視化



Threshold: 4mm

④ 谷線検出による可視化



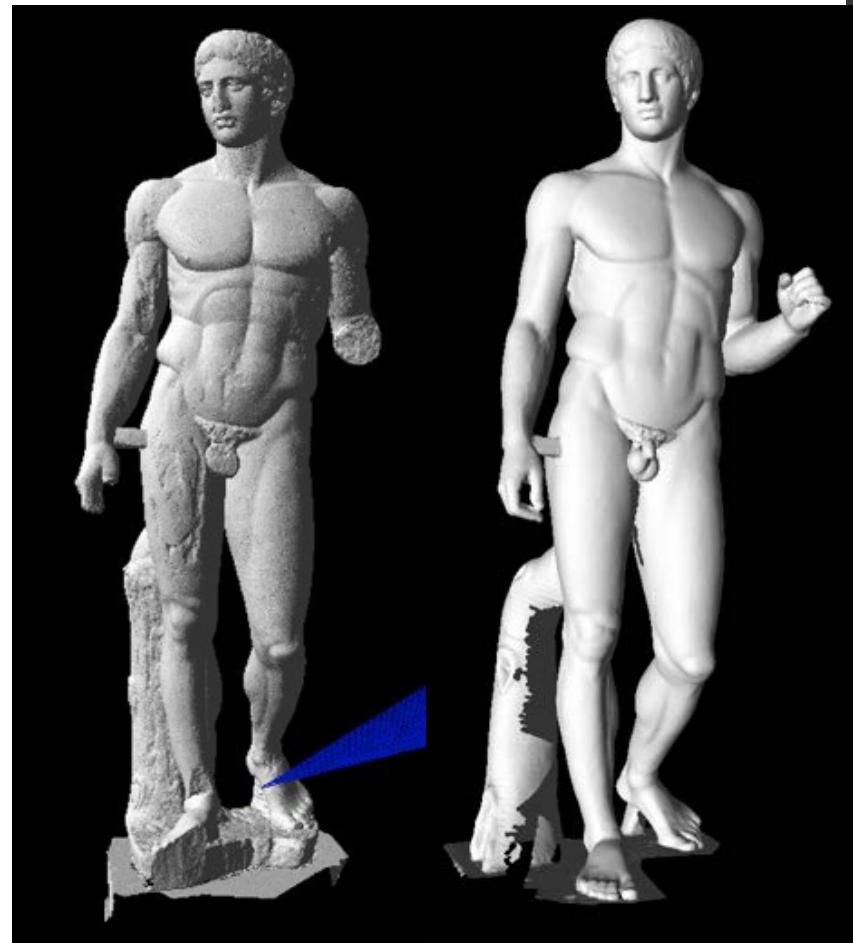
ポリュクレイトス 《槍を持つ人》 の場合



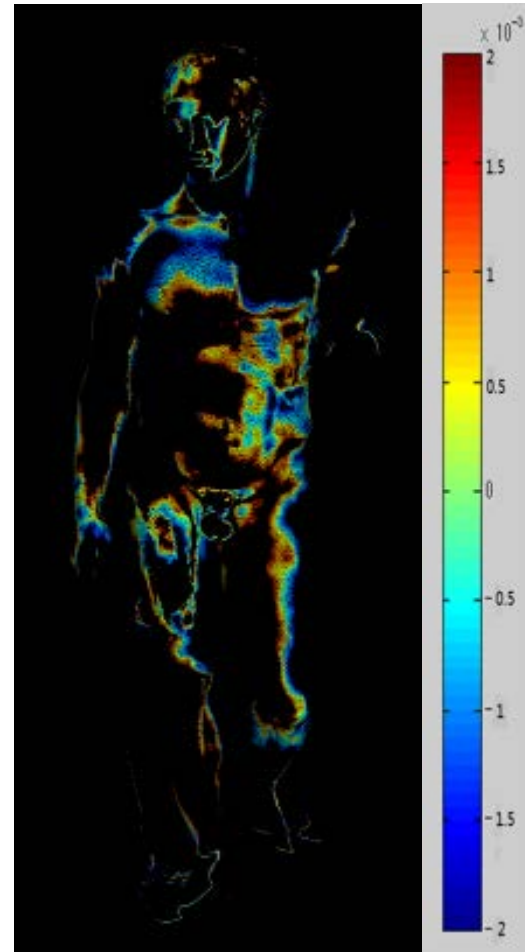
ミネアポリス



ナポリ



ポリュクレイトス 《槍を持つ人》 全身像の形状比較



閾値 : 2mm

ポリュクレイトス 《槍を持つ人》 頭部の形状比較

Marble Head
(Naples)



Statue
(Minneapolis)



Statue
(Napoli)



Bronze Head
(Naples)



Scale: 1.00

1.02

1.03

1.06

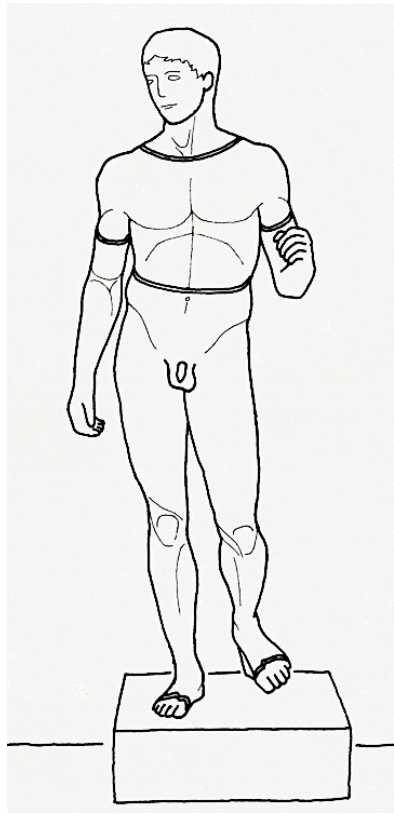


閾値 : 2mm

前5世紀の ブロンズ像制作法

間接失蠟鑄造法...前5世紀?

原型→鑄型→鑄造



(C. von Hees-Landwehr, *Griechische Meisterwerke in römischen Abgüssen. Der Fund von Baia*, Frankfurt 1982, p. 18, fig. 14)



(S. Hemingway, "Bronze sculpture," in: L. Lind ed. *Making Classical Art, Process & Practice*, Stroud, Gloucestershire 2000, p. 43, fig. 22)

前5世紀のブロンズ像工房



アッティカ赤像式キュリクス 前490-480年頃 ベルリン国立美術館

Perseus Digital Library

<http://www.perseus.tufts.edu/hopper/image?img=Perseus:image:1992.07.0285>

UTokyo Online Education 学術俯瞰講義 2018 芳賀京子 [CC BY-NC-ND](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

ポリュクレイトス 《槍を持つ人》と《鉢巻きする人》



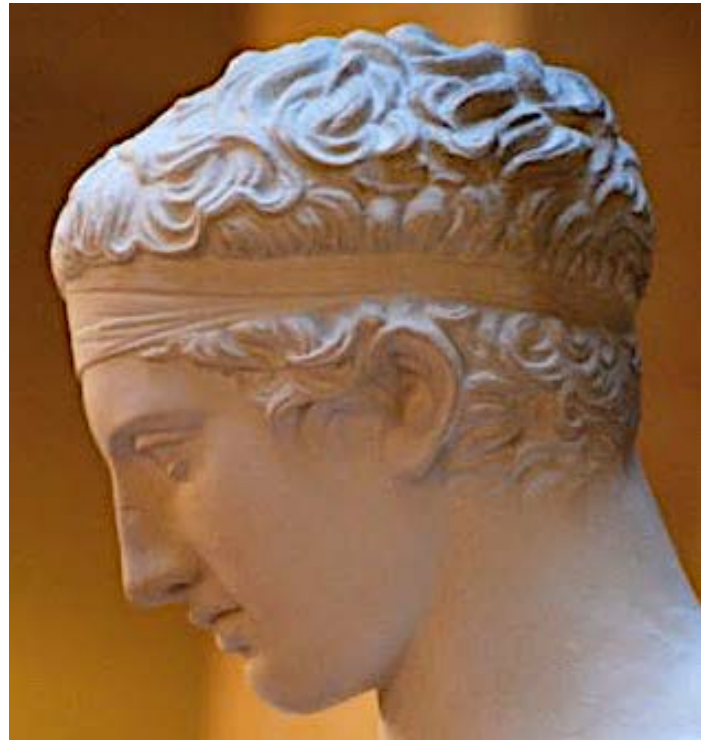
原作は前440年頃



原作は前420年頃

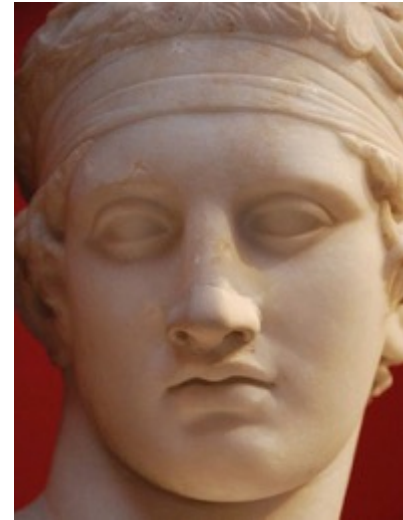


原作は前440年頃

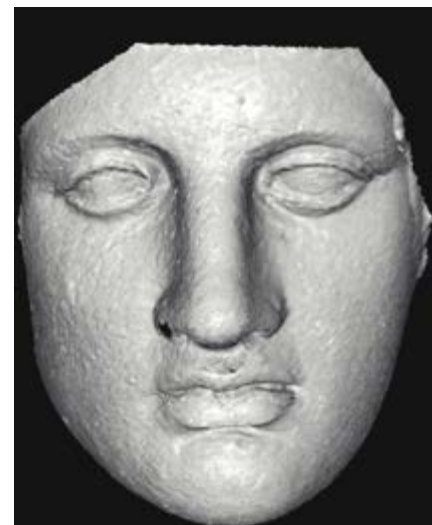
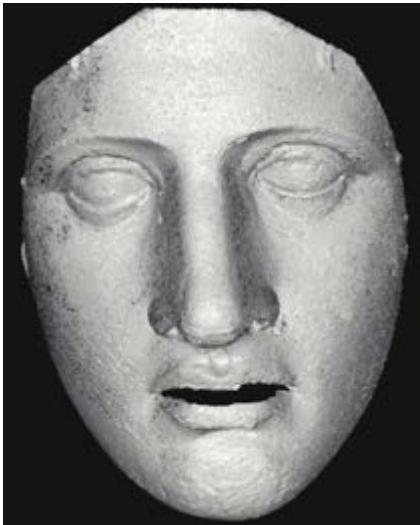


原作は前420年頃

顔の比較



スケール 1.00:0.99
閾値 4mm



彫刻家の 作品を見分ける

《傷ついたアマゾン》

（高名な彫刻家たちの手になる）これらのアマゾン像がエフェソスのアルテミス神殿に奉納された折、その場にいる芸術家たち自身の投票によって、最も優れた作品を選ぶことにしたのである。芸術家全員が自分の次に良いと思った作品が、最も優れているということで、意見が一致した。その結果、1位はポリュクレイトス、2位はフェイディアス、3位はクレシラス、4位はキュドン出身のフラドモンだった。

（プリニウス『博物誌』 34,53）

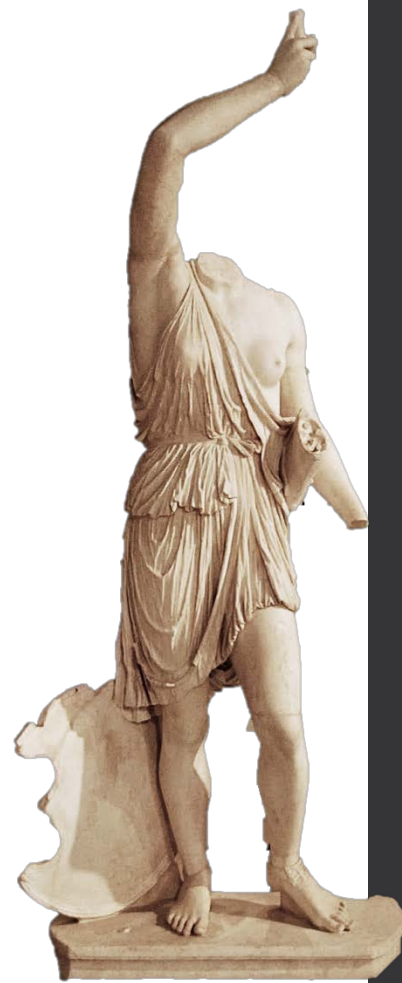
ポリュクレイトス、フェイディアス、クレシラスの 《傷ついたアマゾン》



ソシクレス・タイプ



シアッラ・タイプ



マッテイ・タイプ

ポリュクレイトスのアマゾンは

...

◎ソシクレス・タイプ

B. Graef, 1897
W. Klein, 1905
C. Picard, 1939
G. Lippold, 1950
D. von Bothmer, 1951
V. Poulsen, 1957
D. Arnold, 1969
T. Lorenz, 1972
H. von Steuben, 1973; 1990
M. Robertson, 1975
T. Dohrn, 1979
E. La Rocca, 1979
A. Stewart, 1990
W. Fuchs, 1993
C. Rolley, 1999



◎シアツラ・タイプ

A. Furtwängler, 1893
C. Anti, 1920
R. Bianchi Bandinelli, 1938
L. Curtius, 1938
G. Becatti, 1951
G. M. A. Richter, 1957
R. Carpenter, 1960
G. Hafner, 1961
M. Bieber, 1962
P. E. Arias, 1964
E. Berger, 1965
L. Beschi, 1965
M. Weber, 1976; 1978
R. Bol, 1990
A. Delivorrias, 1995



ポリュクレイトスのアマゾンは

...

ソシクレス・タイプ







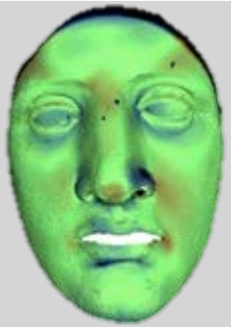






シアツラ・タイプ



マッテイ・タイプ



3体のアマゾン頭部の比較

	Sosikles Type	Sciarra Type	Mattei Type	鉢巻きする人
				
槍を持つ人 1.00	 0.99	 0.95	 1.01	 0.99
鉢巻きする人 1.00	 1.00	 0.96	 1.02	

ポリュクレイトスのアマゾンは

...

◎ソシクレス・タイプ

B. Graef, 1897
W. Klein, 1905
C. Picard, 1939
G. Lippold, 1950
D. von Bothmer, 1951
V. Poulsen, 1957
D. Arnold, 1969
T. Lorenz, 1972
H. von Steuben, 1973; 1990
M. Robertson, 1975
T. Dohrn, 1979
E. La Rocca, 1979
A. Stewart, 1990
W. Fuchs, 1993
C. Rolley, 1999
K. Haga et al. 2015



◎シアツラ・タイプ

A. Furtwängler, 1893
C. Anti, 1920
R. Bianchi Bandinelli, 1938
L. Curtius, 1938
G. Becatti, 1951
G. M. A. Richter, 1957
R. Carpenter, 1960
G. Hafner, 1961
M. Bieber, 1962
P. E. Arias, 1964
E. Berger, 1965
L. Beschi, 1965
M. Weber, 1976; 1978
R. Bol, 1990
A. Delivorrias, 1995



ソシクレス・タイプ
=ポリュクレイトス



シアツラ・タイプ
=クレシラス?



マッテイ・タイプ
=フェイディアス



クレシラスのアマゾン像？



http://www.britishmuseum.org/join_in/using_digital_images/using_digital_images.aspx?asset_id=221964001&objectId=461658&partId=1
CC BY-NC-SA 4.0

クレシラス 《ペリクレス肖像》
ローマ時代のコピー
大英博物館

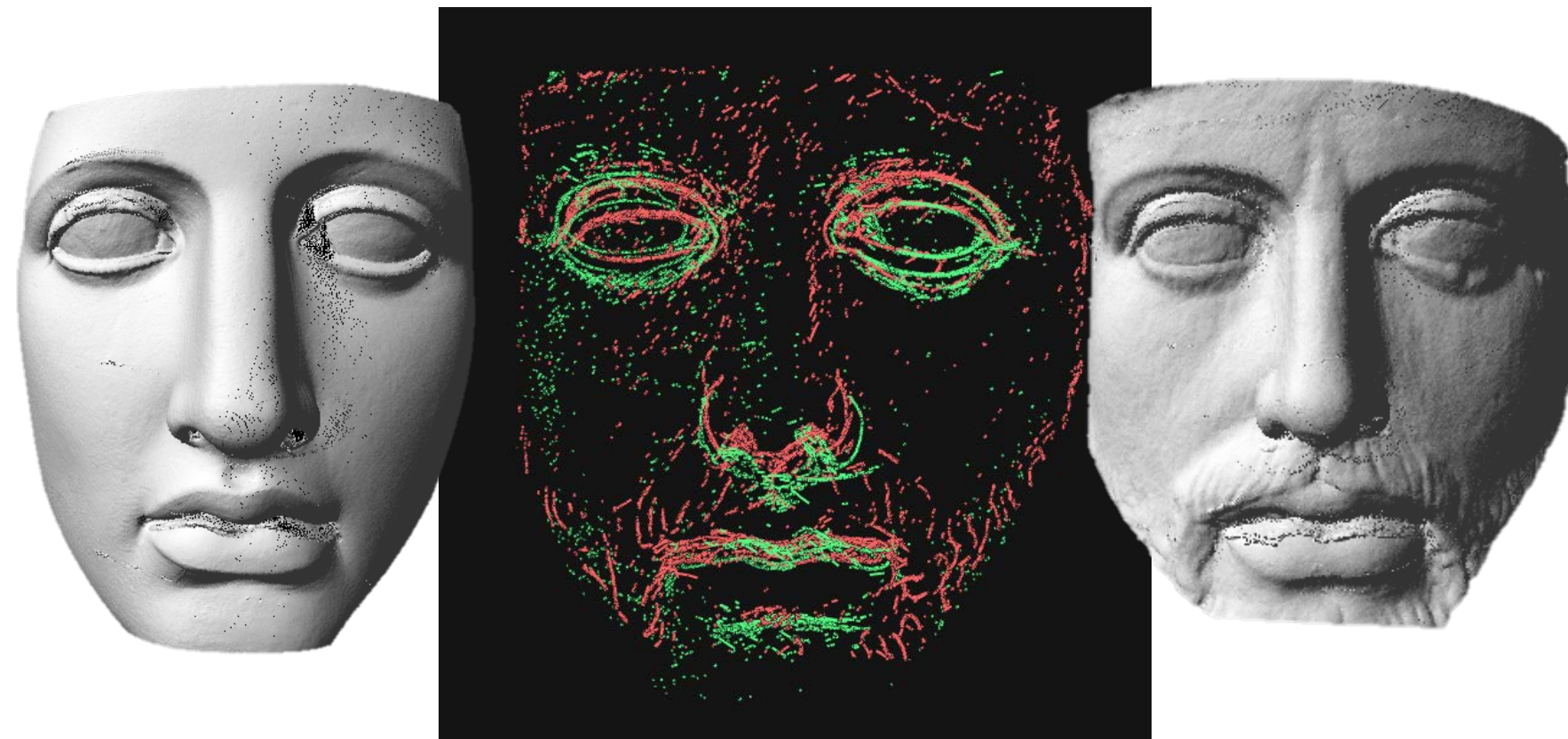


アマゾン

ペリクレス



Threshold: 4mm
Scale 1: 0.975



- K. Sengoku-Haga, Y. Zhang, M. Lu, S. Ono, T. Oishi, T. Masuda, K. Ikeuchi, “Polykleitos’ Works ‘From One Model’: New Evidence Obtained From the 3D Digital Shape Comparisons,” in: A. Patay-Horváth (ed.), *New Approaches to the Temple of Zeus at Olympia*, 2015, pp. 201-222.
- K. Sengoku-Haga, S. Buseki, M. Lu, S. Ono, T. Oishi, K. Ikeuchi, “Polykleitos and His Followers at Work: How the Doryphoros Was Used,” in: *Artistry in Bronze. XIXth International Congress on Ancient Bronzes*, 2017
(<http://www.getty.edu/publications/artistryinbronze/the-artist/10-haga-et-al/>)