

SYMPOSIUM

シンポジウム

鎌倉大仏の保存と調査・研究の“曼荼羅”

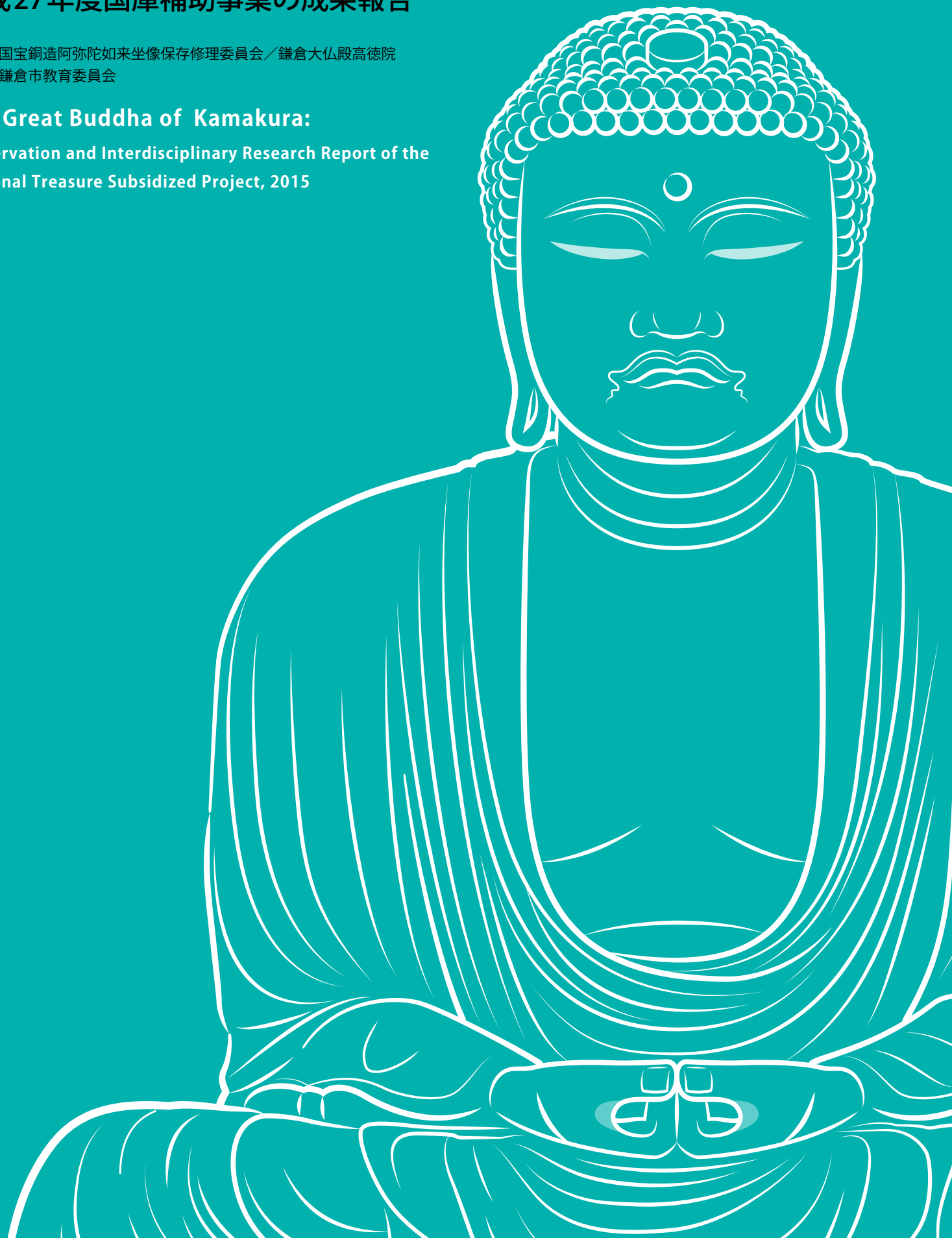
平成27年度国庫補助事業の成果報告——

主催：国宝銅造阿弥陀如来坐像保存修理委員会／鎌倉大仏殿高德院

共催：鎌倉市教育委員会

The Great Buddha of Kamakura:

Preservation and Interdisciplinary Research Report of the
National Treasure Subsidized Project, 2015



ごあいさつ

聖号十念

高德院の本尊、国宝銅造阿弥陀如来坐像。「鎌倉大仏」として親しまれる尊像は露仏であるため、ことのほか保存に注意を要します。当院では文化庁を始め関係各機関のご指導・ご協力も仰ぎつつ、過去四半世紀に亘り大仏像の状態を多角的に調査し、尊容を永く後世に伝える上で適正な保存・管理法も検討して参りました。そして、「昭和の大修理」より55年を経た一昨年には、国・県・市からの補助金も得て、大掛かりな足場も設え、大仏像の状態調査とクリーニング作業も奉修させていただきました。本シンポジウムでは、尊像の「健康診断」とも位置付けた同事業の成果概要をご報告いたします。

合掌和南

鎌倉大仏殿高德院住職 佐藤孝雄

開催日：平成30年4月22日(日)

会場：鎌倉生涯学習センター(2階ホール)

〒248-0006 鎌倉市小町1-10-5 Tel. 0467-25-2030

次第

13:00 開場・受付

13:30 開会あいさつ

13:35 【講演】 鎌倉大仏と調査・研究の“曼荼羅” 佐藤孝雄(高德院/慶應義塾大学)

14:05 【平成27年度調査・修理報告1】

損傷記録・クリーニングでわかったこと 邊牟木尚美(国立西洋美術館)

金属分析でわかったこと—科学的状態調査— 藤澤明(帝京大学)

14:45 休憩

14:55 【平成27年度調査・修理報告2】

保存修理の成果—地震対策に関して— 森井順之(文化庁)

記録を後世に残すために 小宮広嗣(凸版印刷株式会社/フォトグラファー)

デジタル画像の長期保存に必要なリファレンスについて 寺師太郎(凸版印刷株式会社)

鎌倉大仏の保存管理に向けて 森井順之(文化庁)

16:05 休憩

16:15 【委員コメント・質疑応答】

清水眞澄(三井記念美術館 館長/成城大学 名誉教授)

青木繁夫(東京藝術大学 客員教授/東京文化財研究所 名誉研究員)

五味文彦(東京大学 名誉教授)

鈴木良明(鎌倉国宝館 館長)

16:45 閉会あいさつ

16:50 終了予定

鎌倉大仏と調査・研究の“曼荼羅”

◎ 佐藤孝雄（高徳院／慶應義塾大学）

高徳院の本尊、国宝銅造阿弥陀如来坐像。世界的にも著名なこの鑄造仏の来歴は意外なまでに分かっていない。それでも、尊像の来歴をいくばくかでも解明し、また存容を長く後世に伝えんと、高徳院では過去四半世紀に亘り、多角的かつ領域横断的な調査・研究を進めてきた。

大仏像の鑄造法と大仏殿の規模を明らかにした発掘調査。先史から現代に至る境内と周辺域の環境変遷を窺わせくれた花粉および珪藻分析。近世の寺史を伝える史料の探索。風俗史・植生変遷史双方の観点から興味深い明治・大正期古写真の精査。さらには、尊像の現状を把握し、その保存管理法を検討すべく実施した、様々な理化学的調査・分析。それらへの取り組みは、大仏像から得られる情報が如何に多様で、また示唆に富むかを気づかせてもくれた。

実際、大仏像の調査・研究は多領域に亘り、凡そ今日の学問領域の中、これと関わらない研究分野を探す方が難しい。仮に大仏像を交点に、過去と未来、自然と文化という二軸を設け、関連分野を配置してみるなら、多様な学問が尊像を取り巻くその様があたかも“曼荼羅”のようにも見えてくる（図1）。本発表では、過去の調査成果の一端も紹介する中、研究対象としての尊像の魅力伝えたい。



保存修理後（平成28年3月16日撮影） 撮影：井上久美子

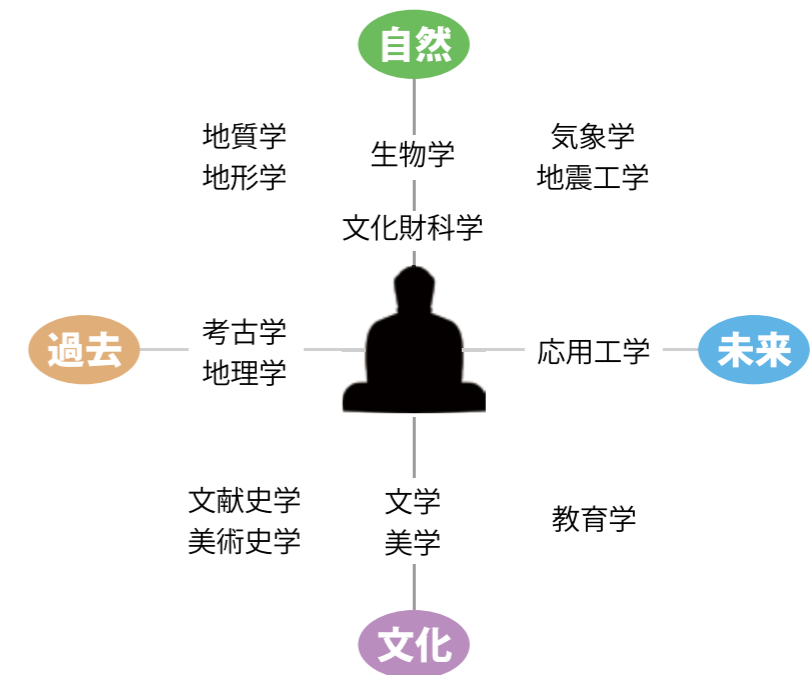


図1 鎌倉大仏と調査・研究の“曼荼羅”

損傷記録・クリーニングでわかったこと

◎ 邊牟木尚美（国立西洋美術館）

【作業内容・作業者】 損傷記録・クリーニング班は、今後の保存の検討材料としての基礎データを蓄積する目的で、坐像の入念な損傷状態・技法調査と記録を行った。また、劣化要因となりうる表面付着物を極力除去する目的で、表面クリーニングを実施した。具体的には、①坐像表面（外部・内部両方）の目視による損傷状態調査、および、制作技術が垣間見られる箇所を目視調査、詳細情報の記録、②脱落していた左膝下嵌め金の嵌め直し、③劣化を誘引する物質を除去する表面クリーニング、④上記作業終了時の状態記録の4つである。作業は、保存修復専門家と鑄造専門家で構成された6人のワーキンググループメンバーが主に行い、一部で高德院職員との共同作業を通じて、今後の日常的な維持管理を実施してゆくための技術移転も行った。

【作業詳細①】 損傷状態・技法調査は、①損傷状態調査票を使用した文字記録、②カラー写真上に損傷状態・制作技法の痕跡箇所を描き込むマッピング、③デジタル一眼レフカメラによる画像記録の3つの方法で行った。現場で使用した損傷状態調査票とマッピング画像は、それぞれ366枚におよんだ。

【損傷状態調査でわかったこと】 特に深刻な劣化は確認されず、概ね状態は良好であった。外部は、塵芥の蓄積や鳥の糞の付着が多く見られ、造形上雨水が溜りやすい箇所には水の輪染みと長年放置されたお賽銭により硬貨型の腐食生成物が発生していた。進行性と思われる腐食生成物（いわゆるブロンズ病）は殆ど見受けられないが、部位により異なる腐食生成物が発生し、色味が異なっていた。内部は全体的に塵芥の蓄積が顕著であり、落書きやチューインガムの付着など故意による汚損も多く見受けられた。制作時の継ぎ目を通し、外部から水の浸入があり、その影響で部分的にブロンズ病が認められた。

【作業詳細②】 クリーニング作業では、劣化要因となる表面付着物を極力除去するため、内部は乾式クリーニングのみを、外部は乾式と湿式両方のクリーニングを行った。内部と外部の表面付着物には、化学薬品を使用した局所的な除去作業を行った。

【クリーニングでわかったこと】 汚れと思われていた表面の流痕は、実際には汚れではなく腐食生成物であったため、水と界面活性剤を使用した湿式クリーニングで除去できるものではなく、クリーニング後に基本的に色味は変わらなかった。しかし、表面全体に付着していた鳥の糞や塵芥を除去したことで、曇りが取れ、明るくなった。湿式クリーニングの排水の塩分濃度を測定したところ、多くの塩類が含まれており、湿式クリーニングにより着実に表面の塩類が除去されたことが証明された。



図1 損傷状態・技法調査



図2 クリーニング

金属分析でわかったこと—科学的状態調査—

◎ 藤澤明（帝京大学）

【目的】 高德院の国宝銅造阿弥陀如来坐像に代表される屋外の金属製文化財は、常に風雨や飛来物質などの影響を受けている。これらを後世に残していくためには、文化財の状態を定期的に把握し、必要に応じて対策を講じる必要がある。一方で、最後の科学的調査から約20年が経過しており、保存状態が変化している可能性がある。そこで本調査は、現状を科学的に評価し、使用材料や劣化の進行度を検討するための基礎資料を得ることを目的とする。

【方法】 科学的状態調査は非破壊で実施され、可搬型デジタル顕微鏡により腐食生成物の色や形態を記録し、含有元素の定性分析には、可搬型蛍光X線分析装置を使用した。腐食生成物の結晶相の同定には、可搬型X線回折装置を使用した。

【材質】 本像の材質は、鉛を含む青銅製であり、一部に金の付着が認められる。また、1735年に新調された銀製の白毫および真鍮製の肉髻珠が取り付けられている。埋め金に使用された材料は、不純物として含まれる亜鉛とアンチモンに着目すると、4種に分類でき図1のような分布を示す。製作時や修理時に異なった素材から加工された埋め金を使用されたと考えられる。

【付着元素】 塩分の付着は、海に向いた顔部や前頸部といった像の前面上部に多く認められる。鳥類の排出物に含まれるリンが、雨水などに溶解し流れ、その流路に当たる部分に多く存在している。硫黄は、大気汚染物質であるSO_x由来であると考えられ、本像の北側に位置する市街地の影響により特に頭部背面（髻髪部）に多く付着している。

【腐食状態】 本像内部の腐食状態については、全体的に安定なCuprite (Cu₂O) で覆われているが、局所的にAtacamite (CuCl₂(Cu(OH)₂)₃) が検出されブロンズ病が見られる。しかし屋外に約700年間置かれていた状況を鑑みると、比較的良好な状態であるといえる。本像外部については、色の分布と検出された化合物から図2のように腐食機構を推定することができた。まず、鉛を多く含む地金が腐食し、CupriteとMurdochite (Cu₈PbO₈) を主とする黒色層を形成する（構造A）。風を受けやすい部位では、エロージョンと海水の影響により新たに白緑色のAtacamiteが生成する（構造B）。鳥類の排泄物成分が付着した部位では黄緑色のPyromorphite (2Pb₅(PO₄)₃Cl) が形成し、さらにその上部にAtacamiteが形成する（構造C）。すなわち、一旦安定な黒色層が形成されるが、エロージョンと海水の影響によりAtacamiteが新たに形成し、部位により大きく色が異なる。

本像の腐食は、エロージョンと大きく関係している。近年、温暖化の影響により、暴風雨や大型台風が発生が増加している。海に近い場所に位置する本像は、これらの影響を受けやすく、腐食速度がこれまでより大きくなる可能性がある。定期的に状態調査を実施し、変化を明らかにしていくことが重要である。

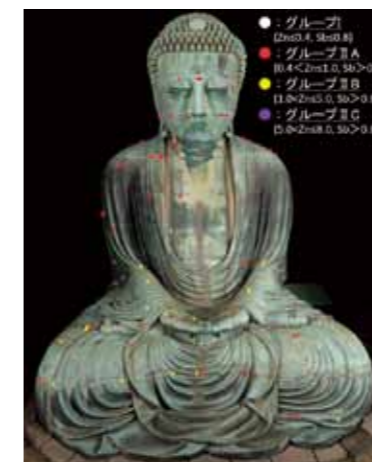


図1 4種に分類した埋め金の分布

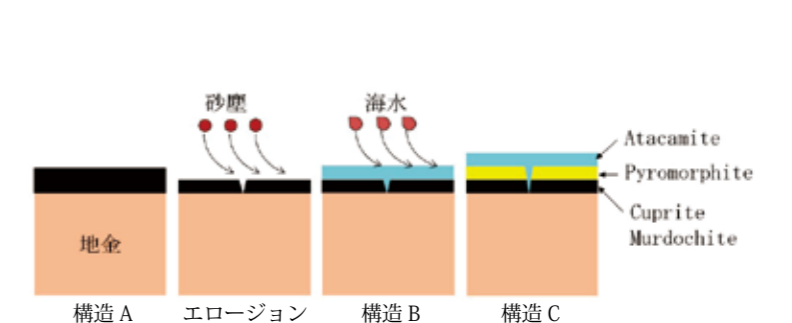


図2 外部表面層の模式図

保存修理の成果—地震対策に関して—

◎ ————— 森井順之（文化庁）

国宝 銅造阿弥陀如来坐像は関東大震災による被害を教訓に、昭和の大修理において、鉄筋コンクリート製台座への置き換えとステンレス板・花崗岩タイルを用いた「すべり免震装置」により地震対策を行った。その後、東日本大震災のような大きな地震においても鎌倉市内は震度4であったなど、今までこれらの地震対策が試されるような環境になったことはなかった。

特にすべり免震装置は今まで一度もメンテナンスが行われたことはないが、現在ビルなどの免震は、定期的なメンテナンス及び部品交換が当たり前に行われているなど、昭和の大修理当時から考え方が大きく変化している。そこで、この保存修理事業において外側・内側共に足場が架かっているこの機会に、速度計を使用し尊像の平常時の挙動について把握を行った。

地震対策に関する調査としては

- 1) 事前調査（地盤調査および尊像の常時微動に関する調査）^{1, 2}
 - 2) 免震装置に使用されているステンレス板の状態観察³
 - 3) 尊像の常時微動に関するより詳細な調査⁴
- を実施した。

事前調査では、尊像が安置されている地盤の不均一性が確認されるとともに、内側顎部にあった投げ銭除去前後での挙動の変化などが明らかとなった。

今回の調査では、尊像下部と台座における速度応答スペクトルの一致が見られたとともに、1～10 Hzの振動数帯域における振幅比が1、位相差が0であったことが把握された。結果、すべり免震装置を挟んでいる台座と本体は、常時微動レベルでは同じ動きであると言える。また、尊像本体の動きは前後より左右のほうが大きく楕円運動、頭部については本体より少し高い振動数で前後および上下運動が生じていたなどの結果を得た。

- 1) 中村ら：鎌倉大仏およびその周辺地盤の常時微動調査、第13回日本地震工学シンポジウム論文集 (PDF)
- 2) 齋田ら：常時微動を用いた鎌倉大仏の地震応答特製の調査、日本地震工学会論文集、15-7、261-274
- 3) 森井ら：国宝銅造阿弥陀如来坐像の地震対策評価 その1、日本建築学会2016年度大会、705-706
- 4) 安井ら：国宝銅造阿弥陀如来坐像の地震対策評価 その2、日本建築学会2016年度大会、707-708

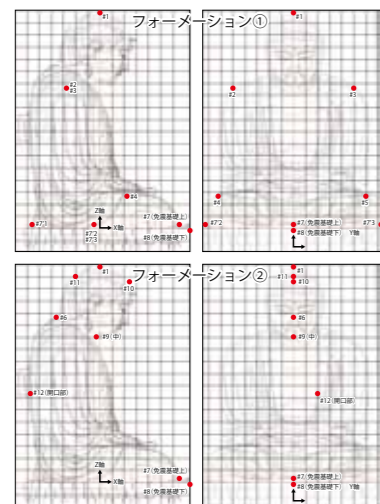


図1 常時微動測定機器の配置

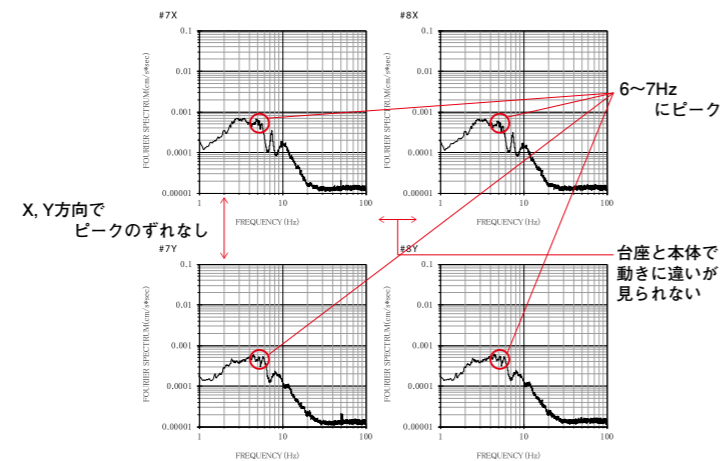


図2 本体下部（#7）と台座（#8）の速度応答スペクトル

記録を後世に残すために

◎ ————— 小宮広嗣（凸版印刷株式会社／フォトグラファー）

平成27年12月より4ヶ月ほどの期間をかけて行われた鎌倉大仏こと国宝銅造阿弥陀如来坐像の修復事業であるが、我々はご本尊の記録撮影を担当させていただいた。

全長11.3mあるご本尊であるが、本事業で行われた技法の調査や修復前後の状態の変化を数センチ単位まで可視化できるように撮影設計を行った。

これらを実現する為の下記の仕様で撮影を実行した。

- ・修復前後で違いがわかるようアングルを統一し、ご本尊サイズ原寸200dpiの高解像度データを取得
- ・ご本尊外部では周り6方向と高所作業車を使用した上下3つの高さでの18アングルから撮影。内部では足場などを使用し、頭部から脚部まで各部位ごとに撮影。
- ・天候、環境光の影響がないよう、ストロボ光を使用し夜間に撮影。

修復前後の各4日間閉門後から開門前までの夜間を利用して撮影敢行。現状のデジタルカメラでは1ショットでの撮影では解像度が不足するため1アングルで最大224枚の分割撮影を行い、後に合成作業をおこなった。これは20億画素のデジタルカメラで撮影したことと同等な撮影データとなる。

本事業の記録撮影ではこれまで培われてきたデジタルアーカイブのノウハウを応用したもので、初めて試みた撮影である。本事業での撮影データの取得は後世に伝える記録として、また利活用においても有効活用可能な価値ある写真データの取得が行えた。



図1 高所作業車を3台使用した外部の撮影



図2 内部撮影風景



図3 分割撮影され合成された外部写真



図4 分割撮影され合成された外部写真



図5 分割撮影され合成された内部写真

デジタル画像の長期保存に必要なリファレンスについて

◎ 寺師太郎（凸版印刷株式会社）

1. はじめに

今日、写真と言えば誰もがモニターに映るデジタル画像を思い浮かべる。その色の評価に関してデジタル時代に相応しい手法があるかと問われると、一言で答えることは難しい。何故ならデジタル画像は保存された状態では眼に見えないからである。

2. アナログイメージの標準化

デジタル以前、アナログ時代の色の管理（標準化）は、フィルム特性をメーカーが決定、現像工程は厳しく管理されたプロラボネットワークが担っていた。また利用者に対しては、テストチャートフィルムを現像、濃度を計測し特性曲線として可視化提供していた。利用者は撮影対象に応じて特性曲線を参考にフィルム選択を行い、文化財撮影など忠実性を重視する必要があるものは、明暗比が中庸で彩度のあまり高くないフィルムが使用された。

3. デジタル画像の問題

フィルムの説明書には特性曲線の表記があったが、デジタルカメラの特性曲線は公開されていない。つまり、今日のデジタルカメラの特性をユーザは知ることはできず、将来デジタル画像を解析し正しく再現する必要が生じたときの手掛かりはない。

デジタルカメラの特長は撮影直後に画像を確認できることにあるが、未現像のフィルムに相当する状態も存在する。これらはRAWファイルとよばれ、その形式はカメラメーカーによって異なる。この「未現像」の状態を「現像」する手法は複数存在し、現像設定にも複数のパラメータが存在、組み合わせは多岐にわたる。フォルムはプロラボによって常に同じ調子に仕上がるように管理されていたが、デジタル画像の管理はユーザの手にゆだねられており、フィルムの特性曲線に類するものは無限に存在するといえる。

4. 色の観察

人が色を認識するには網膜上の錐体を通してしかできない。つまり眼で見た評価をいかに統一させるかが重要で、必然的にポジ像でなければならず、ポジフィルムかプリント、印刷の校正紙が評価の対象だ。今では校正されたモニターも含まれるだろう。ここで必須となるのが、色を観察する環境の違いを無くしておくことである。印刷であればD50の光源下での観察が求められる。

5. 今後残しておくべきリファレンスは何か

凸版印刷株式会社が行っているトッパン日本画家アートアーカイブでは、評価環境の整った校正室で作家が校正した色調を、独自に開発した永年保存紙に出力し保存。再び同じ色調に印刷するときのリファレンスとして活用している。つまり、今の仕組みでは入力側の意思は眼に見える形で残さないと、将来にわたって色調を担保することは出来ないということである。

しかし、眼に見えるリファレンスが失われてしまいデータのみが残った時どうすれば良いのだろうか。独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所と行った鎌倉大仏の保存修理記録では、記録に使用した機器名に加えて特性も記録しておくのが重要であると考え、光源の分光分布、実際に撮影したカメラとレンズの組み合わせで取得した分光特性をリファレンスとして新たに記録した。分光データを取得したことにより50年後100年後の次回修理時に、表示デバイスや表示ソフトの更新による画像再生環境の変化が起こっても、不測の事態で可視化されたデータや出力物が失われてしまっても、未現像のデータとカメラの分光特性を参考に色再現できる可能性があるからである。であるから、現在のデジタル画像のメタデータExifに記述されているカメラの機種、露出値、レンズなどに加え分光特性を記述しておくことが、アーカイブを長期保存し、後世に正しく情報を伝えるためのリファレンスとして有用であると考えられる。

（平成29年11月アートドキュメンテーション学会『第10回秋季研究会予稿集』を要約したものです。）

鎌倉大仏の保存管理に向けて

◎ 森井順之（文化庁）

国宝 銅造阿弥陀如来坐像は今回の保存修理を経て、およそ60年ぶりに美しい姿を取り戻すとともに、現在の表面状態や昭和の大修理で導入したすべり免震装置の状態など、足場をかけたこのタイミングで多くの情報を収集することができた。

保存管理については、国指定史跡 鎌倉大仏殿跡の保存管理計画書が作成されており¹、そのなかで国宝および史跡の保存管理について検討が行われた。計画書では、尊像の価値について現状の把握を行うとともに、保存管理の方向性を図1のとおり定めた。さらに、尊像の保存管理をおこなううえで、

- ・覆屋設置による保護については慎重な検討が求められる
- ・昭和の大修理から長期間経過したことによる補強箇所の劣化が確認されている

この2点に関する理解を共有したうえで、

- ・劣化状況に即した対応ができるよう、定期的な保守、点検作業を実施する。
- ・経年変化の状況に応じて、協議機関の設置を行うものとする。
- ・劣化等により補修が必要な場合は、国庫補助事業として行うものとする。

以上のことが基本方針として確認され、詳細な保存管理計画が策定された。

今回の修理は、基本方針にもある通り国庫補助事業による修理を行うとともに、定期的な保守、点検においてより効率的な作業が行えるよう、専門家から鎌倉大仏殿高徳院の職員への技術移転も目指した。これまでに発表されたとおり、損傷状態調査、クリーニング、金属分析調査、地震対策に関する調査などで多くの成果が得られた。しかしながら、修理中もしくはその後に確認された課題もあった。

- ①データの公開、整理、活用、保管
- ②保存管理における三次元形状計測結果の活用
- ③10年または20年ごとの定期的な状態調査（表面の損傷や金属分析）
- ④尊像における地震観測
- ⑤日常的なメンテナンス—どこまで触れてよいか？
- ⑥故意による破壊行為の抑止策

将来の保存管理については、予め作成された保存管理計画書に従って進めることが重要であるが、今回の修理で得られた知見とあわせて、「維持管理」「注意喚起」「監視」の3点から、保存上のリスク除去および低減を目指したい。

参考文献 (1) 鎌倉市教育委員会：『史跡鎌倉大仏殿跡における保存管理計画』、160p

史跡 鎌倉大仏殿跡 保存管理計画案

- ・本尊である銅造阿弥陀如来坐像は国宝に指定され、『露座の大仏』として親しまれている。
- ・周辺の酸性雨等の調査が行われ、大仏に大気汚染の影響があることが認められた。
- ・鳩の糞による被害が認められる。
- ・正徳年間に高徳院として復興した境内域が引き継がれ、整備が進められている。
- ・大仏は鎌倉を代表する歴史的遺産であり、信仰の対象として国内外からの参詣者も多く、民間外交の拠点及び日本文化体験の場となっている。
- ・仏教文化講座や茶道等仏教文化活動が盛んに行われている。 【史跡および国宝の価値】

- ・『露座の大仏』として親しまれてきたことを尊重しつつ、国宝及び史跡の厳密な保護に努める。
- ・文化財を保護し、かつ適切な維持管理を図る。
- ・『露座の大仏』と一体となった景観を構成する周囲の山並みを保全する。
- ・宗教活動の場として尊重する。 【保存管理の方向性】

委員会では、覆屋設置による保護について慎重な検討が求められる。大仏の保存修理が実施されてから長期間経過していることによる補強箇所の劣化が確認されている。

- ・劣化状況に即した対応ができるよう、定期的な保守、点検作業を実施する。
- ・経年変化の状況に応じて、協議機関の設置を行うものとする。
- ・劣化等により補修が必要な場合は、国庫補助事業として行うものとする。 【基本方針】

図1 史跡鎌倉大仏殿跡における保存管理計画



鎌倉大仏殿高德院

〒 248-0016

神奈川県鎌倉市長谷 4 丁目 2 番 28 号

TEL : 0467-22-0703

URL : <http://www.kotoku-in.jp>