

仏教図像の3次元モデル化に関する検討と実践

鈴木政宏¹

概要：仏教を伝える重要な手段である仏教図像を、3次元モデルを用いて制作、公開するために、先行事例における課題を指摘しつつ、適切な方法を考察した。次にインド密教の主要な菩薩である金剛薩埵を選定し、テキスト上の記述に基づきながら、インド・チベットの作例と比較して、実際に3次元モデルを制作し、インターネット上に公開した。その結果、仏教図像において、3次元モデルの持つ幅広い表現の可能性を示すことができ、加えて、仏画と仏像の間の細部の差異や、それぞれの媒体の特性に起因する表現上の制約を垣間見ることができた。

キーワード：仏教、仏像、3DCG、3次元モデル、金剛薩埵

The Study and Practice of Three-dimensional Modeling of Buddhist Iconography

MASAHIRO SUZUKI¹

Keywords: Buddhism, Buddhist statue, 3DCG, three-dimensional model, Vajrasattva

1. はじめに

仏陀の姿を目の当たりに見たい——これは釈迦牟尼仏入滅以来、仏教徒の切なる願望であった。初期の大乗経典のうち、2世紀に漢訳された『般舟三昧経』は仏像が文献上、早期に登場する事例の一つとして知られる[1]。1-2世紀以来、膨大な数の粘土、木材、石材、金属等による仏像が制作され、現在まで続いている。それは単に仏画より、仏像の方が長持ちするケースが多いから——インドに残る仏画は極めて少ないが、石造の仏像はある程度残存している——ではなく、その物質としての存在が、仏陀が現前しているという感じを強く与えるからであったと思われる。

2019年に東京国立博物館で開催された「特別展「国宝東寺-空海と仏像曼荼羅」^{*1}」は、入場者数が46万人余りと、その年の大型博覧会の中で第6位となっており[2]、現代でも仏教図像は一般に関心が高いことがわかる。

本稿では、そのような、仏教の専門家にとり、また一般の人々にとり、仏教を理解する重要な手段であり続けてきた仏教図像を、現代の3次元コンピュータグラフィックス（以下3DCG）によって制作する方法を検討し、その結果を踏まえて3次元モデルを制作し、公開する。そして、そこで得た知見をもとに、より良い公開のあり方の検討や、立体曼荼羅・仏教の観想法など、複数の尊格が入り混じる複雑な過程の3次元モデルによる表現の足掛かりとすることを目指す。

2. 先行研究と課題

3DCGは現在、広く知られる通り、個人が容易に扱える水準に達しており、さまざまな分野の研究において活用されている。人文学の中では、考古学分野において、以前から、対象物の写真を多方向から撮影し、多数の画像を編集することで、その3次元モデルを作成する、フォトグラメトリーという手法による考古学資料の3次元モデル化が行われている[3]。仏教学の関連分野においても、近年は3DCG技術の活用が進んで来ており、同様の手法を用いた取り組みとしては、摩訶耶寺の、部材に分かれた状態の仁王像を3D計測し、コンピュータ上で制作時の姿に復元し、その3次元モデルを、アプリケーションによりデジタル「御守り」として配信している事例がある[4]。また、東京藝術大学の「クローン文化財」のプロジェクトは、仏像・仏画等をデジタル化した上で、アナログ的な手法をも併用しつつ、本物と見分けがつかないような「クローン」を制作したことに特徴がある[5]。他にもオンラインで参拝できるように東大寺の、境内を含めた堂宇を3次元化した「東大寺3Dバーチャル参拝」^{*2}、や、ジャワ島の仏教遺跡ボロブドゥールを、フォトグラメトリーによって3次元モデル化した事例がある[6]。

以上に述べた事例は、主として実際の対象物に基づいて3次元モデルを構築するものであり、一つしかない確かな「実物」を複製して、研究者を含め、多くの人が共有する

¹ 東京大学
The University of Tokyo

^{*1} https://www.tnm.jp/modules/r_free_page/index.php?id=1938

^{*2} <http://www.todaiji.or.jp/virtual/3dpvr/todaiji.html>

ことを可能にする点で非常に有益であるといえる。しかし、この手法を仏教図像に応用するためには問題もある。

まず、実際の3次元モデルを作成するにあたっては、対象物の所有者の許諾を得なければモデルを作成することはできない上、その公開に関しても、ある程度制約がかかることが予想される。例えば仏教図像の写真の掲載には、写真の撮影者や、被写体の所有者の許諾を得る必要があり、相当の費用がかかる。フォトグラメトリーによって作成する3次元モデルにおいても、写真をもとに作成する以上は同じ問題が発生すると思われる。

また、未だ現存が確認されていない、あるいはテキスト上の記述しか残っていない、失われた図像を制作することはこの手法の延長では困難である。

そこで、筆者は以上の問題を解決するため、実際の対象物を記録することによって3次元モデルを生成する、上述の手法によらずに、一般に公開可能な仏教図像の3次元モデルを制作する方法を検討することとした。類似の手法をとる先行研究として、チベットに伝わった曼荼羅の図像集に基づき、2次元CGによって100種以上の曼荼羅の画像データを制作した研究が挙げられる[7]。

ただし、この手法を取るにあたって、権利上の問題は解決できるとしても、失われた図像の制作に関しては有効性を疑うむきもあるだろう。Moro 2018は寺院の3次元モデル制作などの事例を挙げつつ、3次元モデルの制作・公開において注意されるべき点を論じている。その中で、西寺や安土城といった失われた建造物の3次元モデル制作事例を例に、失われた歴史的建造物の3次元モデルとしての復元は、不完全な情報(史料、図など)に基づくものであり、詳細な構造や外見を知りえない場合があることを指摘している[8]。この論点は筆者が提起した、失われた図像の問題と重なる部分がある。確かに、3次元モデルによる失われた仏教図像の制作は、過去にあった図像のそのものの復元とはなりえない。しかし、限られた資料からにもせよ、図像学的に検討し、資料によった部分と、他の尊格からの類推による部分との内訳を示した上であれば、その時点での、その図像への理解を示したものとして、行う意味はあるといえる。

仏教図像への3次元モデルの応用は、上述の問題への対応策となること以外にも利点がある。すなわち、3次元モデルは無限に複製が可能であり、ある尊格(仏・菩薩・神等を指し示すために、以降この語を用いる)の持ち物や顔、四肢を。部分的に他の尊格の3次元モデル制作に転用することが可能である。そうすることで、一つのモデルを制作するために必要な時間の削減が期待できる。また、物理的な制約がないため、自由な造形や彩色が可能になり、アニメーションなど、他の媒体へ移行しての活用も期待できる。

3. 3次元モデル制作の経過

3.1 3次元モデル制作の方針

3次元モデルの制作自体は決して新しい技術ではなく、素人でも容易に扱うことができるようなユーザインタフェースを持ち、比較的安価な(無料~20万円程度)ソフトウェアが多数存在する。それゆえ、仏像の3次元モデルも、多数インターネット上の、3次元モデル等の素材を販売するウェブサイトへアップロードされている。しかしそれらのモデルの多くは、利用目的を考えれば当然ではあるが、仏教に関してはあまり詳しくない人物が制作していると思われる。図像的に正確ではなかったり、モデルのデータサイズを抑えるために(ゲーム制作等では重要な要素となる)、細かい造形は省略されたりしている場合が多い。これに対して、筆者は図像学的な正確さを追求するとともに、細かい造形についても、実際の作例に則して検討を重ね、学術的に破綻のないモデルを制作することとする。

3.2 使用する3DCGソフトウェア

実際に仏教図像の3次元モデルを作成するために、筆者は3DCGソフトウェアとして、ZBrush (Pixologic社製)を使用した。ZBrushは3次元モデルのスカulpting(造形)において力を発揮するソフトウェアとして知られ、繊細な部分や生物の造形に定評があり、キャラクターフィギュアの制作の場面で多く用いられる。

3.3 尊格の選定

制作する尊格の選定にあたっては、参照可能な作例が多くあり、かつ適度に装飾が複雑なものが望ましい。3次元モデルは、ある尊格の持ち物や顔、四肢を、部分的に他の尊格の3次元モデル制作に流用することで、一つのモデルを制作するために必要な時間の大幅な削減が期待できるが、今回は初めての試みであるため、全て作らなくてはならなかった。従って、第一に制作する尊格は、比較対象を多く用意するためにも、多くの作例が残っている必要がある。加えて、試作段階である都合上、あまり制作に困難をきたすような複雑な尊格(多面多臂像など)は避けたいが、如来のように装飾が簡素にすぎないものでは、3次元モデルによる表現の可能性を十分に示すことができないという懸念がある。

そこで、条件を満たす尊格として選定したのが、密教において重要な菩薩である金剛薩埵(Vajrasattva)である。金剛薩埵は、古くは仏教を守護する夜叉神の一種であったが、金剛手菩薩、金剛薩埵、持金剛(Vajradhara)と名前を変えていくに従って、出世魚のように仏教内の地位が上がっていき、最終的には密教の本初仏として、最高の地位を占めるに至った[9]。経典や儀軌には、『ニシュパンナヨーガヴァリー』、アーナンダガルバの『金剛頂経』の註釈の他、多くの箇所金剛薩埵の図像が規定されており[10]、Bhattacharyya 1958は、その典型的な例として、11-12世紀

頃のインド密教の学匠、アドヴァヤヴァジュラの著作である、*Advayavajrasaṅgraha* における以下のような記述を挙げている。

「一方、金剛薩埵は、Hūm 字から生じ、(身体が) 白で、二臂であり、一面であり、金剛杵と金剛鈴を持つ。」
(Bhattacharyya 1958, p. 75. 英訳を一部改変.)

加えて Bhattacharyya は、金剛薩埵の図像の特徴として、単独の像と父母像 (Yab-yum, 妃を抱擁する姿) があり、足を交差させ、胸の位置に、掌を上に向けて右手に金剛杵を持ち、左腿に凭せた左手に金剛鈴を持つと述べる[11]. 尊格の姿は基本的に、何らかのテキストに規定された図像に基づいて、仏像・仏画として表現される。しかし、上述のように、テキスト上の図像の記述は概して簡略であるので、実際の作例において、姿勢・装飾等の細部は、制作者が師匠から受け継いでいる伝承や、本人の創意によることになる。

金剛薩埵の作例は極めて多く、今回参照した、*Himalayan Art Resources*^{*3} においても、仏画・仏像として、100 点以上もの作例が掲載されている。*Himalayan Art Resources* は高精細な (作例によって画質にはばらつきがある) 仏教やヒンドゥー教の尊格画像を数千点掲載している。ただし、作品の権利は所有者や所蔵する博物館・美術館に帰属するため、画像の利用には作品の所有者・所蔵館の許可を得る必要があり、残念ながら本稿では参照した画像を提示することはかなわなかった。

3.4 作例参照の方針

制作の方針として、*Himalayan Art Resources* 所載の作例のうち、主にチベットの近代に作られたものを参照した。これはインド・ネパールの作例に限定すると、現存するものが少ない上、細部の様子がわからないものも多く、かつ記載されている年代・地域情報が必ずしも正しいとは限らないからである。これに対しチベット近代の作例は比較的品质が一定しており、細部があまり毀損されていないことが多く、細部まで作り込む今回の場合には非常に参考となる。

参照に当たっては、仏像のみならず、仏画 (タンカ) をも含めた。チベット仏教の仏像は、当地に彫刻に適当な木材が乏しいため、金属製・粘土製のものが多く、とりわけ金属は鑄造技術の難しさから、衣類の表現には適しておらず、造形上の制約を受けているからである。また彩色についても仏像は概して簡略である場合が多いため、仏画が重要な資料となる。

3.5 各部分の設計

3 次元モデルの各部分は、多数の作例を参照しつつ、以下のように制作した (各部位の名称と位置の対応に関して

は図 2 を参照)。

(1) 身体

結跏趺坐し、胴体が右傾しており、右手に金剛杵を支え、左手に金剛鈴を持つ。日本の作例では金剛鈴の開口部が下を向くが、チベット・ネパールの作例では上を向き、金剛杵の持ち方も異なる[12]. 今回日本の作例を参照しなかったのは、このように図像的にチベットとは異なる伝統を承けており、統合させることが難しいからである。他の菩薩・如来と同じく、顎の下に三本の線を引く (三道相)。

(2) 頭部

頭部は若干左に傾いており、寂靜相であり、耳璫 (耳飾り) をつける。菩薩形であるため、如来が通常着けない宝冠を着用し、もとどりがあがる。後頭部の髪は左右に分かれて、両肩にかかっている。仏像ではこの髪が三つ編みにされている作例が見られたが、仏画では確認できなかった。強度に違いはあるものの、ほとんどの作例で髪にはウェーブがかかっている。白毫相 (眉間に生えた毛が渦を巻いたもの、仏陀が備える 32 の大きな特徴の一つ) は、仏像では眉間に宝石が象嵌されることで表現されることが多く、仏画では点や丸として表現されている。表現されない作例もないわけではないが、表現される場合がより多いため、制作した。本来は仏陀の特徴である白毫相であるが、菩薩は修行が進んでおり、仏陀に近い場合がある。

(3) 金剛杵・金剛鈴

金剛杵・金剛鈴は密教法具として重要なものであり、実際の密教儀礼において使用されるため、単独の作例も多い。仏画・仏像では細部の造形がわからないので、単独の作例をも参考にした。金剛杵は金剛薩埵の作例において、仏像の場合、5 股に分かれた五鈷杵が圧倒的に多い (金剛杵が欠損している作例も多く、その場合は確認できない) ため、これを採用した。ただし、仏画では三鈷杵として表現されている。三鈷杵は、五鈷杵の中心の刃と、その左右の刃のみを残す、フォーク状のものである。仏画において五鈷杵を採用すると、正面からの図では 3 本の刃が一直線に並び、1 本に見えてしまう。そこで仏画においては、平面で表現しにくい、2 本の刃を省略し、三鈷杵として描く伝統が固定したものと思われる。

金剛杵とは、本来インドの武器であったが、密教では刃の先端が内側に湾曲することで、他者を殺傷しない法具に転じたものである。また、五股の刃と握りの間の台座部分は八角形になっており、八葉蓮華を表す[13].

(4) 衣

仏像の作例では、身体にべったりまとわりつくような形状であり、衣の皺やひだは十分に表現できていない。そこで、3 次元モデルでは仏画に近い形状とし、皺などを含め

*3 <https://www.himalayanart.org>

て造形した。条帛、天衣（てんね）についても同様である。肩布（図1）のある仏画の作例はいくつかあったが、仏像では造像された例は見つからなかった。肩布と、条帛・天衣とを合わせて造形すると、尊格の肩のあたりがかなり込み入ってしまう。田中1996によれば、条帛・肩布を表さないのがネパール・インドの菩薩像の標準形であり、条帛・

肩布を表すのは中国・チベット式であるという[14]。これらの理由から、肩布はあえて付さなかった。条帛については、仏像で表現される作例が複数あったので制作した。もっとも、3次元モデルの特徴として、条帛を除いたモデルに変更することは容易である。



図1 肩布を着けた例

(5) 宝冠

仏画では比較的形状が安定しているが、仏像の場合は造形が細かく、掲載画像のみからは正確な形状が追いきくい。また宝冠の裏側は、正面から見えないため、形状が極めて大雑把に作られており、あまり参考にする事ができなかった。裏側は基本的に仏画でも描かれることがないので、完全を期することができなかったが、概ね作例と矛盾しないように制作することができた。

その他、尊格の腕釧、臂釧、瓔珞、蓮華座等も実際の作例に依拠して制作した。これらは個々の作例により形状が大きく異なっていたが、今回は一般に簡素な造形を選択した。

3.6 3次元モデルの公開

図2は今回作成した金剛薩埵である。この3次元モデルを実際にインターネット上に公開するため、3次元モデルを配信する大手のウェブサイトである、Sketchfabにアップロードした⁴。類似のウェブサイトは複数存在するが、それらの中でこのウェブサイトを選択したのは、3次元モデルのプレビュー機能が優れていたからである。アクセスすることで、ダウンロードせずとも、3次元モデルを拡大・縮小・回転でき、あらゆる角度から閲覧可能である。ただし、アップロードできるモデルのデータ量が制限されているため、ウェブサイトで見ることができるのは図2のモデルを軽量化したものである。

3.7 彩色

尊格の彩色は、テキストに規定されている身体の色以外は、作例によって大きく相違があり、宝冠に嵌め込まれた宝珠の色や、衣の色もかなりバラバラであった。したがって尊格の各部分において行ったような、多数の作例から妥当な形状を選択する手続きによっては定めることが困難で

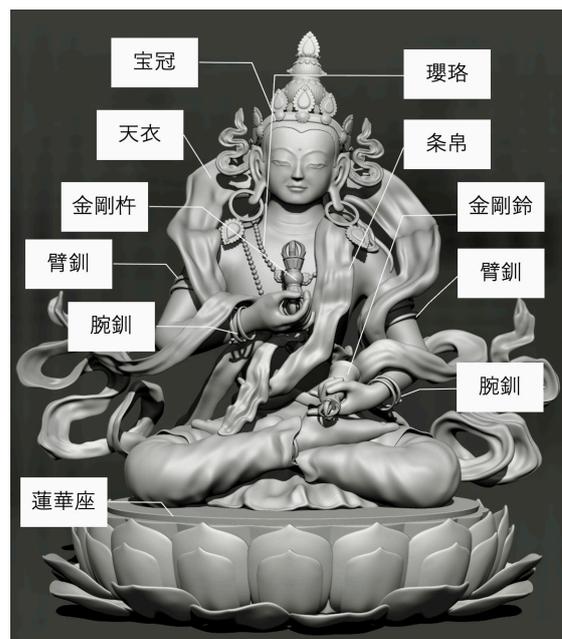


図2 無彩色の金剛薩埵

あるため、特定の作例（チベットで1800—1899年に制作されたとの記載がある）⁵を主として参照して行った。金属製の仏像はあまり彩色されないため、仏画の作例に基づいて、彩色をおこなったモデルを制作した（図3）。金属製の仏像では、身体は金色（金色相：仏陀の身体が金色に輝くことを表す）であり、髪は紺か黒である他は、地の金属のままで、彩色されない場合がほとんどである。

個々の作例の配色は異なるが、共通する部分として、一見して原色に近い鮮やかな色使いで、補色対比が多く使用されていることがある。筆者の彩色モデルでも、実際の作例に依拠して、随所に橙と青、緑と赤の補色を使用している。そのため、明るい光のもとでは非常にどぎつい印象を与えるが、本来仏像や仏画は暗い寺院の堂宇や、家庭の祭壇に飾られ、か細い燈火や間接的な自然光によって見られるものであったことを考慮すると、暗さによって色彩が和らぎ、補色対比は注目を引くための効果を果たしたと思われる。また、色使いの理由をチベット人の心性に求めることもできるだろう。明治から大正にかけてチベットに留学した多田等観は「チベットは砂漠の高原地帯が多いせいで外界に刺激を求められないことからか、濃い色を塗るのが普通である。」[15]とチベット人が強い色彩を好むことを指摘しており、山口瑞鳳はその見解を踏襲しつつ、日本のように自然環境に色彩が豊かな国では淡白な装飾が好まれると述べている[16]。

図4は、彩色に際して参考にした作例（脚注⁵）の光背（尊格の背後の楕円形の物体）とその周囲の蓮華の装飾を合わせて表現したものである。3次元モデルの持つ、尊格以外の要素を含めた、幅広い表現の可能性を示すために掲

⁴ <https://sketchfab.com/advayavajra>

⁵ <https://www.himalayanart.org/items/15131>



図3 彩色モデルの背面・正面・側面

載した。光背は本来、仏陀の身体的な32の特徴のうち、丈光相（身体の四方に一丈の光を放つ）を図像的に表現するために導入されたものであるから、あるいは3次元モデルで制作するのは当をえていないかもしれない。しかし、作例では蓮華が光背にまわりついているように見えることから、制作者は、光というよりは実在のものとして光背を捉えていたとも考えられるので、あえて造像することとした。また、光背においても緑と赤、紺と橙の補色対比が使用されていることに注意を喚起しておきたい。



図4 光背・装飾を含めたモデル

3次元モデルの表面の質感を規定する要素の一つである

マテリアルは、布、身体、装飾品など、実際の素材に沿って変えることにより、より適切な表現を目指した。なお、今回はZBrushのペイント機能を用いた彩色にとどまり、3次元モデルをUV展開（平面展開）して、テクスチャ(主としてモデルに模様をつけるために使用される)を貼り付ける工程は行っていない。

4. おわりに

今回、多くの作例を対照しつつ、一つの3次元モデルを作り上げるという作業を通し、単に尊格の特徴を把握するだけでなく、仏画と仏像との微妙な細部の差異や、それぞれの媒体の特性に起因する、造形上の種々の制約、並びに制作者の創意の痕跡を垣間見ることができた。

時間の都合で金剛薩埵のみの制作となったが、細部にわたる比較と検討により、3次元モデルによって仏教図像を表現する方法の可能性が示された。3次元モデルであればこそ、仏像では困難な衣文の表現を容易に実現でき、仏画では不可能な側面・背面の表現が可能となり、さらに、表面の質感を実際の身体・装飾品・衣に近づけることができる。いいかえれば、3次元モデルという新しい媒体を用いることにより、制作者の抱くイメージを、仏像・仏画という旧来の媒体よりも正確に再現する可能性が開けるのである。

今後は同様の手法により、いくつか他の尊格の制作を試み、経験を積んでから、失われた尊格の制作、立体曼荼羅等のより高度なモデルの制作を実行したい。

また、3次元モデルを公開するために外部のビューワーを使用した。モデルの各部位のアノテーションや、より高度な制御を行い、高い利便性を実現するためには、独自のビューワーとして、アプリケーションやウェブサイトの開発によって対応する必要があると考えられる。データを一般に公開できることは、今回の手法によって制作される

3次元モデルの重要な利点であり、これも課題として取り組んで行きたい。

謝辞 本稿の執筆にあたって貴重な意見を寄せて頂いた、下田正弘先生（東京大学大学院人文社会系研究科）、大向一輝先生（同）、永崎研宣先生（一般財団法人人文情報学研究所）に深く感謝する。

参考文献

- [1] 平川彰. 初期大乘仏教の研究 I. 春秋社, 1989, 210p.
- [2] “2019年展覧会入場者数 BEST30 トップは「恐竜博 2019」68万人”.
<http://www.art-annual.jp/news-exhibition/news/74458/>, (参照 2021-04-20).
- [3] 野口淳. 三次元データの可能性 -活用と課題-, 奈良文化財研究所研究報告, 第24冊. 独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所, 2020, pp. 59-70.
- [4] 山田修. 携帯型端末機に対応した本物に魅せる3Dデータの制作・表現手法の研究, 2013-2016 科学研究費助成事業研究成果報告書. 2017.
<https://kaken.nii.ac.jp/report/KAKENHI-PROJECT-25704004/25704004seika/>, (参照 2021-04-20).
- [5] 宮廻正明. 「芸術のDNA」を模写する復元技術: 高精度「クローン文化財」制作. 情報管理. 2018, vol. 60, no. 12, pp. 845-854.
- [6] Suwardhi, D., Menna, F., Remondino, F., Hanke, K., Akmalia, R.. Digital 3d Borobudur: Integration of 3d surveying and modeling techniques. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-5/W7,2015 25th International CIPA Symposium 2015,31 August-04 September 2015,Taipei, Taiwan.
- [7] 田中公明. 曼荼羅グラフィクス. 山川出版社, 2007.
- [8] Moro, S.. Remarks on the 3DCG Visualization of Lost Buddhist Temples. International Journal of Buddhist Thought & Culture. 2018, vol. 28, no.2, pp. 87-112.
- [9] 森雅秀. チベット密教仏図典. 春秋社, 2019, 93p.
- [10] 田中公明. チベットの仏たち. 方丈堂出版, 2009, pp. 111-112.
- [11] Bhattacharyya, B.. Indian Buddhist Iconography. 2nd. Ed., Firma K.L. Mukhopadhyay, 1958, 75p..
- [12] 田中公明. チベットの仏たち. 方丈堂出版, 2009, 111p.
- [13] 今井幹雄. 密教法具に学ぶ. 東方出版, 2005, pp. 154-159.
- [14] 田中公明. インド・チベット曼荼羅の研究. 法蔵館, 1996, 121p.
- [15] 多田等観. チベット滞在記. 牧野文子編, 白水社, 1984, 154p.
- [16] 山口瑞鳳. チベット 上. 東京大学出版会, 1987, 329p.