

現図曼荼羅の図像比較

— デジタル画像処理による図像比較と修復技術おいて —

野口 博司

高野山大学大学院密教学専攻博士後期課程

本論文は9世紀初頭に日本に請来された現図曼荼羅の系譜についてを、デジタル画像処理により比較検討していく為の手法についてを論じる。およそ1200年の時代を経て、現図曼荼羅は幾度かの転写を繰り返し現在に伝えられている。曼荼羅の系統追究は従来まで視覚的、文献学的な判断に委ねられていた。しかしデジタル画像処理による図像比較を行うことで、系統追求を客観的に論証していくことが可能になる。ここで提案する手法は多くの文化財に応用し得るものと考えており、図像学、修復技術における新たな領域の可能性を提起する。

An Iconographic Comparison of The Genzu Maṇḍala

— An Iconographic Comparison and Restoration Technology using Digital Image Processing —

Graduate School of Esoteric Buddhism, Koyasan University

Hiroshi Noguchi

This paper discusses methods for an iconographic comparison using digital image processing of the lineage of the Genzu Maṇḍala first imported from Tang China by the Japanese monk Kūkai. The Genzu Maṇḍala has been transmitted through the past 1200 years through several copies. Though the original Genzu Maṇḍala by Kūkai does not exist, this paper objectively compares the several Genzu Maṇḍalas that exist by using digital image processor. Such comparisons have traditionally been done visually and philologically. Through this methodology which can be applied to many types of cultural properties, I presented the possibility of a new field of iconographic comparison and restoration technology.

1. はじめに

本論文は9世紀初頭に空海により請来された現図曼荼羅の系譜についてを、デジタル画像処理により比較検討していく為の手法についてを論じる。現図曼荼羅とは密教の根本道場である東寺に空海請来の曼荼羅以後、その系譜として相承されてきた代々の曼荼羅のことを意味する。空海請来の曼荼羅は現存しないが、およそ1200年の時代を経て、現図曼荼羅は幾度かの転写を繰り返し現代に伝えられてきた。従来より曼荼羅の系統追求は視覚的、文献的[1]な判断に大きく委ねられていた。その中で取り分け「高雄曼荼羅」、「血曼荼羅」、「甲本」（以下、三種）の互いの尊容は著しく類似しており、このことは請来本の系譜から摸写されたことを図像的に裏付けるものとされている。[2]

本論文はデジタル画像処理による比較を行い、客観的に曼荼羅の相承における摸写の問題を論証していく為の手法についてを論じていく。また三種の尊容の類似についてを客観的に論証する方法を導くことで、現存しない請来本が如何様なものあったかを追求していく端緒となるものと考えている。また本論文では剥落損傷・歪みの著しい尊容

に対してデジタル修復を試みている。それは数世紀を経て歪んだ尊容を制作時に近い状態に補正することで、比較精度を高める方法を追究したものである。従って本論文はデジタル画像処理を用いた、図像学、修復技術における新たな領域の可能性を提起する。ここで提案する手法は仏画のみならず、多くの文化財への応用し得るものとする。

2. 現図曼荼羅の概要

2.1 現図曼荼羅の系統と比較指針について

現図曼荼羅とは唐の恵果（746-805）より空海（774-835）が相伝した請来本（806）から、代々転写されてきた東寺に伝わる曼荼羅を言う。そして請来本を忠実に摸写したとされる系譜を正系現図曼荼羅と呼ぶ。（以下、正系）また東寺では異なる系譜も伝わっており、それを別系現図曼荼羅と呼んでいる。（以下、別系）その他の別系とは子島寺に伝わる子島曼荼羅である。そして「高雄曼荼羅」を摸写したとされる墨線だけの白描図の系譜「御室版」を含めている。図1は文献に即したそれぞれの現図曼荼羅の成立年代、系統区分を表したものである。そしてA-Hは比較対象とした8本の曼荼羅である。

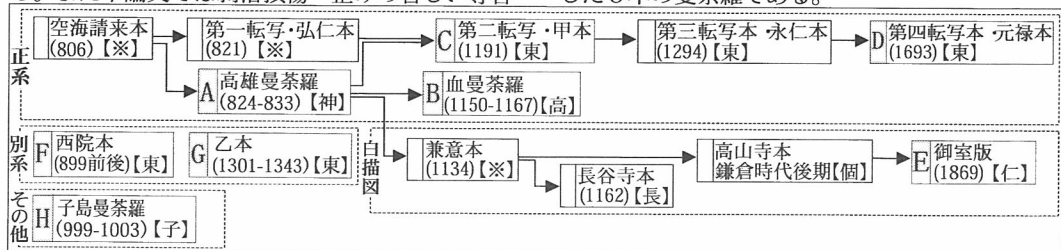


図1: 現図曼荼羅系統図

【※】 現前せず, 【東】 東寺, 【神】 神護寺, 【仁】 仁和寺, 【長】 長谷寺, 【子】 子島寺

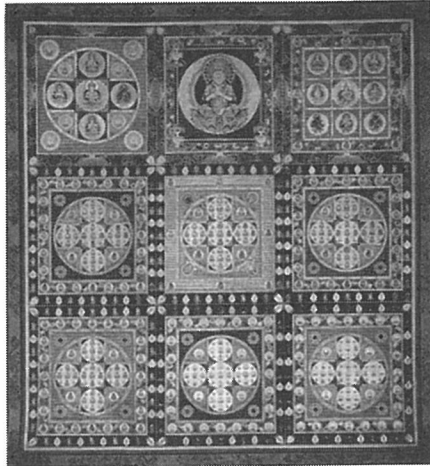


図 2A：「元禄本」金剛界曼荼羅

上述した三種 (A、B、C) は請来本の系譜から摸写されたと思われる正系に位置している。従って三種の曼荼羅を客観的に比較する為の手法を成立させることは、相承における摸写の問題の解明、また現存しない請来本を推定していく際の論拠を導くものになると考える。三種の比較の関係性を現図曼荼羅の全体の系譜から考察していくため、正系だけでなく、別系、その他の別系も比較範囲に含めている。

2.2 金剛界曼荼羅 一印会

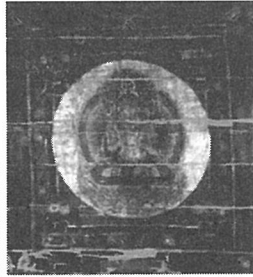
現図曼荼羅は「胎蔵曼荼羅」と「金剛界曼荼羅」という二つの異なる世界を現した曼荼羅があり、これを合わせて両界曼荼羅と呼ぶ。本論文では「金剛界曼荼羅」の「一印会」についてを比較の対象としている。図 2A、B のように金剛界は 9 つの方形の曼荼羅により構成され、9 会の構造になっている。本論文では 9 会の一つである「一印会」の尊容「大日如来」の比較を試みている。表 1 のように金剛界全体法量はそれぞれ異なり、およそ



A：高雄曼荼羅 <正系>



B：血曼荼羅 <正系>



C：甲本 <正系>

図 3：現図曼荼羅 金剛界一印会

四印会	一印会	理趣会
供養会	成身会	降三世 羯磨会
微細会	三摩耶会	降三世 三摩耶会

図 2B：一印会位置

表 1：金剛界法量

金剛界全体法量	縦 (mm)	横 (mm)
高尾曼荼羅	4110	3665
血曼荼羅	4272	3940
甲本 (修復後)	4288	3958
元禄本	4109	3784
西院本	1830	1540
乙本	3560	4190
子島曼荼羅	3520	2970

縦 4400mm、横 4100mm に及ぶ巨幅のものから、縦 1830mm、横 1540mm の小幅のものもある。それぞれの金剛界曼荼羅の法量は異なる為、一印会の尊容の大きさに違いが生じることになる。特筆すべきことは、三種の一印会の尊容を囲む円相は 801.9mm (唐尺 2 尺 7 寸 : 1 尺 29.7cm) で共通しており、円相外の構成幅の違いが全体法量の違いとなっている。(図 7 の右図を参照)

3. デジタル画像処理による図像比較の目的と方法

3.1 デジタル画像処理による図像比較の概要

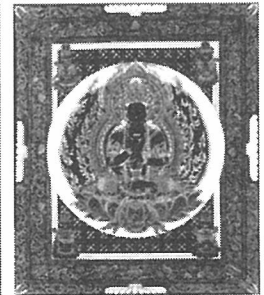
本論文ではデジタル画像処理による図像比較を数値により行うことで、現図曼荼羅の系譜を客観的に論証するための手法を考察することにある。ここでは 8 本の現図曼荼羅の一印会の尊容を比較の対象としている。そして「高雄曼荼羅」、「甲本」、「乙本」については剥落損傷・歪みが著しく、デジタル修復を行うことにより、修前後の尊容も比較の対象としている。従って修復前の 8 本の尊容に修復後の 3 本の尊容を添えており、合計 11 の尊容についてを比較対象とした。比較は 2 尊ずつ対で行い、55 の組み合わせを検討した。(本論文では比較検討の概要を述べるに留める。比較検討の詳細については『密教学会報』48 号に掲載する。) 尚、「高雄曼荼羅」、「甲本」、「乙本」のデジタル修復の方法については後章で説明する。

3.2 デジタル画像取得とトレース

デジタル画像の取得の為、一印会尊容の図版資料 [3] のスキャニングを 600dpi の解像度で行う。(スキャナの読み取り誤差は長辺 0.05%) 図 3 は

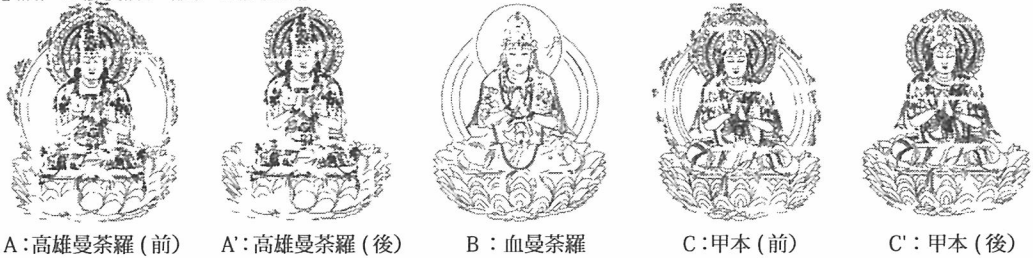


F：西院本 <別系>



H：子島曼荼羅 <その他>

【(前)は修復前、(後)は修復後】



F: 西院本 H: 子島曼荼羅
 図4: 現図曼荼羅 金剛界一印会トレース画像
 各一印会の取得した画像である。(取得画像は8本であるが、掲載は5本に省略する。図中の記号は図1に対応する。)

次に取得されたデジタル画像の尊容の線描のトレースを行う。トレースは絵師が描いた線描を忠実に再現するため、線描の幅の中心と思われる部分に対してベクトルデータで抽出する。例えば線幅0.07mmでトレースした時の三種の尊容の線描の実寸値はおよそ0.46mmとなり、実物大の線描より細いトレースラインを得ることができる考えた。図4は各一印会のトレース画像である。8本の尊容と修復後の2尊を合わせて、計11本

の尊容のトレース処理を行った。(取得画像は11本であるが、掲載は7本に省略する。図中の記号は図1に対応する。)トレース後、各トレースしたデータをコンピュータ上の共通の座標に配列していく。

3.3 正規化と測定点の抽出

トレースした一印会の尊容データはそれぞれの大きさが異なる為、同一の条件での各尊容の比較を可能にするため、尊容の高さを100として正規化を行った。尊容の高さは図5の宝髻部(1)から蓮肉部(30)までを100としている。次に正規化したデジタル画像をコンピュータ上の同座標軸に配列して比較するための測定点を定義していく。測定点は次のような5つ原則で定めた。

- (1) 尊容における普遍的な部分を対象とする。例えば目・鼻・口・指・足と言った、各尊容に共通する部分を対象とする。
- (2) 測定点が、一箇所に集中せず、全体的に分

表2: 大日如来測定

座標	座標名称	座標定義
1	宝髻の頂	宝冠上部の束ねた髻の頂
2	宝冠右	宝冠右部と中央化仏上部を結ぶ交点
3	宝冠左	宝冠左部と中央化仏上部を結ぶ交点
4	髻際 中央	髻の生え際
5	白毫 中心	眉間の間の巻き毛
6	右目尻	右目の端
7	左目尻	左目の端
8	顔右	下脛位置と右顔の面輪の交点
9	顔左	下脛位置と左顔の面輪の交点
10	上唇中央	唇上部中央
11	面輪中央下部	顔輪中央下部
12	右垂髻部	面輪中央下部位置と右垂髻の交点
13	左垂髻部	面輪中央下部位置と左垂髻の交点
14	三道外側中央	三道線の外側中央
15	智拳印 親指部	右手親指部
16	肩右	智拳印 親指部から右肩を結ぶ交点
17	肩左	智拳印 親指部から左肩を結ぶ交点
18	智拳印 小指部	左手小指部
19	右腕	左手小指部と右腕の交点
20	左腕	左手小指部と左腕の交点
21	宝輪中心	八角法輪
22	肘右	右肘底部
23	肘左	左肘底部
24	脚右親指	右足親指先端
25	脚右親指	左足親指先端
26	膝右	膝頭右
27	膝左	膝頭左
28	右膝下	右肩(16)と膝下の交点
29	左膝下	左肩(17)と膝下の交点
30	蓮肉中央上部	二重台座の第一重中央



図5: 大日如来測定点

散するようにする。

- (3) 測定点が尊容の左右対象になるように定める。
- (4) 水平・垂直線により測定点を定めていく。
- (5) 測定点の数は30点を基準とするが、尊容によっては剥落・欠損があり取得が困難な尊容がある為、26～29点を範囲とした。

以上、5つの原則で座標を定義した。30の測定点は図5に、対応する測定点定義は表2に表す。

3.4 最小二乗平均誤差

各一印会の尊容の測定点の座標を抽出後、異なる二つの尊容の比較を55通りの組み合わせで行う。比較には二乗平均差違を求める式1を用いた。

$$\bar{d}^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (X_k - X'_k - p)^2 + (Y_k - Y'_k - q)^2 \quad (1)$$

最小二乗平均誤差はp、qを変化させて最小となる \bar{d}_{\min}^2 を求めた。ここでは平行移動のみを行い、回転、変形、拡大縮小の処理は行っていない。各組み合わせの最小二乗平均差違の結果は表3に記した。(結果は最小平均誤差 \bar{d}_{\min} で表記し、比較結果を分かり易くするため、修復前の比較結果を省略している。修復前後を含む全ての比較結果は末頁の表5で提示する。)

4. 比較結果の検討と手法の成果

4.1 比較結果の検討概要

現図曼茶羅の系統追求は従来まで視覚的、文献学的な判断に委ねられていた訳であるが、デジタル画像処理による画像比較の手法が成立することにより、客観的な尊容比較が可能になる。表3は各尊容の比較結果で、それぞれの系統を対応させて表記している。全体として三つの特徴的な範囲に最小平均誤差が分類される。正系同士の比較結果は表3の分類A(0.42~1.31)に、正系・別系、及び別系同士の比較結果は分類B,C(1.40~1.92)に、その他の別系を対象とした比較結果が分類D(2.05~2.60)に分布する。これらの分布の傾向を概括すると正系同士の比較より、別系と正系の比較が大きい値を示し、さらにその他の別系を対象とした比較においては、より大きな値を示している。このことは数値結果が図1の系統別分類に即していることが理解される。

4.2 正系同士の比較検証 (三種の比較)

三種(「高雄曼茶羅」、「血曼茶羅」、「甲本」)の尊容の比較結果はA1(0.42~0.80)の範囲に分布している。これは各尊容の高さを100として比較しているので、数値上から三種の尊容の線描が極めて類似していることが理解される。高さ100に対して誤差が0.42~0.80ということは、三種共に共通する円相を基に実寸値換算すると、およそ尊容の高さ554mmに対して、実寸換算した誤差は2.33mm~4.43mmという誤差範囲となる。このことは三種の比較において導き出された

最小平均誤差は先行研究等で指摘されてきた、相承における摸写の問題を客観的な数値で証明していると考えられる。つまり一印会の尊容の限定的な比較であるが、三種は請来本に依拠した共通の底本を摸写することにより正統な相承を維持してきた論拠を提示するものであると言える。

4.3 正系と別系の比較において(「西院本」)

分類Bは範囲(1.40~1.79)にまとまって分布している。別系の尊容の特徴は正系に比べ、顔容は円形に近い丸顔で、眉は蓮眉になっており、鼻は細く口が小さく、体軀は太く厚みがある。このような特徴からして、分類Bが分類Aより大きい範囲を示すことは予測された結果であると言える。

4.4 その他の別系の比較において(「子島曼茶羅」)

その他の別系である「子島曼茶羅」を対象とした比較結果は分類D(2.05~2.60)の範囲に分布する。「子島曼茶羅」は平安中期に制作され小島寺に伝来する曼茶羅であり、東寺の系統とは異なることは視覚的に判断できる。「子島曼茶羅」が正系・別系に係わらず現図曼茶羅とは異なる系統であることが数値により理解される。

4.5 手法の成果について

本論文で得られた最小平均誤差による比較結果は、従来より言われてきた現図曼茶羅の系統関係に即した結果となった。正系同士の比較より、別

表3 最小平均誤差の結果【(後)は修復後】

	系統		尊容	最小平均差違	分類
1	正系	正系	高雄(後) 甲本(後)	0.42	A
2	正系	正系	高雄(後) 血曼茶羅	0.72	
3	正系	正系	御室版 高雄(後)	0.74	
4	正系	正系	甲本(後) 血曼茶羅	0.80	
5	正系	正系	御室版 甲本(後)	0.92	
6	正系	正系	元禄本 甲本(後)	0.95	
7	正系	正系	御室版 血曼茶羅	0.98	
8	正系	正系	元禄本 高雄(後)	1.02	
9	正系	正系	元禄本 血曼茶羅	1.25	
10	正系	正系	御室版 元禄本	1.31	
11	正系	別系	御室版 乙本(後)	1.40	B
12	正系	別系	甲本(後) 西院本	1.41	
13	正系	別系	高雄(後) 乙本(後)	1.48	
14	正系	別系	血曼茶羅 西院本	1.52	
15	正系	別系	御室版 西院本	1.57	
16	正系	別系	高雄(後) 西院本	1.61	
17	正系	別系	血曼茶羅 乙本(後)	1.72	
18	正系	別系	元禄本 西院本	1.73	
19	正系	別系	甲本(後) 乙本(後)	1.78	
20	正系	別系	元禄本 乙本(後)	1.79	
21	別系	別系	西院本 乙本(後)	1.92	
22	別系	その他	西院本 子島	2.05	D
23	正系	その他	元禄本 子島	2.15	
24	別系	その他	乙本(後) 子島	2.29	
25	正系	その他	甲本(後) 子島	2.38	
26	正系	その他	血曼茶羅 子島	2.41	
27	正系	その他	高雄(後) 子島	2.48	
28	正系	その他	御室版 子島	2.60	

系と正系の比較が大きい値を示し、さらにその他の別系を対象とした比較においては、より大きな値を示した。そして特に三種の比較における誤差が100に対して0.42～0.80であるということは、相承における摸写の問題を考える上での客観的数値として述べる事が出来る。本論文のデジタル画像による画像比較手法は文献及び視覚的な判断に依らない、系統追求を論証していく為の、一つの方法論として成立できるものとする。(4章では修復前を含んだ比較結果を除外して検討してきたが、末頁の表5にあるように、修復後を含めた比較結果は傾向として同じと言える。)

5. デジタル画像処理による画像比較のまとめ

正系現図曼荼羅の相承が論じられてから半世紀経つことになるが、正統な相承系譜ということが重要視される密教において、視覚的、文献学的な判断に依らない方法により系統追求していくことは、図像学上の重要問題の解決またはそれに導く示唆が得られるものとする。本論文で提起した画像比較の方法により、相承における摸写の問題を客観的に判別することができると考える。今後比較対象を拡大し検討していくことで明らかにされることが多いだろう。

6. デジタル画像処理における修復手法

6.1 デジタル修復の概要

本論文の画像比較では一部の剥落損傷・歪みの激しい尊容に対してデジタル修復を試みている。修復対象としたのは「高雄曼荼羅」、「甲本」、「乙本」である。それぞれの尊容の描かれている絹地は不規則な剥落損傷・歪みがあり、修復前の尊容の最小平均差違の比較値にはそれらが反映されることが予測された。従ってそれらを制作当時に近い状態で精度の高い比較を行うため、デジタル修復が必要とされた。ここでは「高雄曼荼羅」、「甲本」の一印会の修復の方法について論じていく。「乙本」の一印会の修復方法もそれに准ずる。

6.2 デジタル修復の基準原則

「高雄曼荼羅」、「甲本」の一印会は剥落損傷(以下断片化)、歪みが著しく、尊容の対象性は崩れ、

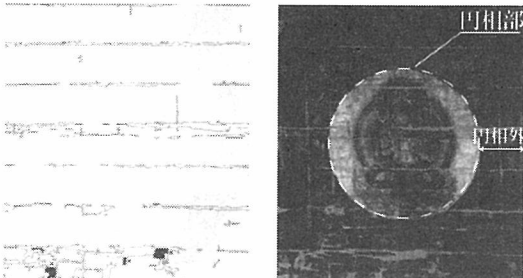


図6：(左) 甲本一印会の断片位置(右) 甲本一印会と円相部

それを囲む円相は歪んでいる。図6の左図は甲本一印会の断片化の位置を示し、右図に対応している。断片化が横方向に亀裂を作り、円相は正円ではなく著しく歪んでいる。「甲本」は昭和29年の高田氏の調査時の報告では薄板を軸にして巻いてあり、古さと重みのために、巻き目のところとで殆ど切れ損じていたとされている。[4]

本論文では詳細な計測結果を省略するが、その結果から尊容を描いた絹地は制作当時の状態を留めていないことを確認している。同じように図3Aの「高雄曼荼羅」にも激しい断片化と歪みを確認する。(計測結果詳細については拙稿「現図曼荼羅の図像研究『高野山大学紀要』第11号に記載。)しかし三種の中で「血曼荼羅」は退色こそあるが、断片化が小さく、円相の歪みは小さく、左右の対象性が比較的保持されており、正系現図曼荼羅の基準的な図様を留めていることも確認している。従って血曼荼羅のアウトライン情報を尊容修復上の基準として考えた。「血曼荼羅」の絹地に即し対象性を維持した歪みの小さい状態へ二種の尊容の補正を行うことで、最小平均誤差を用いた画像比較の精度を高める追求を試みた。

6.3 アウトライン化と断片情報の取得(処理A)

図7はデジタル修復の方法の過程を表したものである。縦列のI、II、IIIはそれぞれ「高雄曼荼羅」、「血曼荼羅」、「甲本」を表し、横行のA、B、Cは修復の処理過程を表す。処理Aでは三種の尊容のアウトライン化を行うと同時に、「高雄曼荼羅」(A I)、「甲本」(A III)の尊容の断片箇所の情報取得している。これにより断片化した箇所の詳細な位置を確認することができる。「高雄曼荼羅」、「甲本」に表れる横に走る帯状の亀裂は吊板に巻き付けられていた際に発生した亀裂で、また縦に走る亀裂は裂幅の肌裏打ちの継ぎ目である。長時間放置されていた際に断片化した部分は幾つも尊容の線描を分断していることが理解される。

6.4 アウトラインのグループ化(処理B)

処理Bでは断片箇所にて「高雄曼荼羅」(B I)、「甲本」(B III)の尊容のトレースデータ(以下、アウトライン情報)の分割を行っている。そして分割したものをグループとしてまとめ記号番号を付した。(以下グループ化)[5]。例えて言えば、断片箇所にてした一印会のパズルのピースが生成したことになる。「高雄曼荼羅」(B I)の尊容は、35のグループに分割され、そして「甲本」(B III)の尊容は23のグループに分割されている。

次にグループ群を「血曼荼羅」(B II)のアウトラインへ集約移動[6]していく。グループ群の集約移動はX,Y軸の移動のみで、グループの拡大縮小、変形回転は行っていない。それぞれのグループはX,Y軸の座標情報を持ち、元の座標から移動した距離を捕捉することができる。つまり「血曼荼羅」(B II)に則して集約移動したとしても、移動したシフト量を元に戻すことが可能である。こ

のようにして「高雄曼荼羅」(B I)と「甲本」(B III)の一印会を「血曼荼羅」(B II)という基準値に集約移動する方法で尊容の線描のデジタル修復を行った。

6.5 集約後のアウトライン (処理 C)

処理 C は集約移動後の「高雄曼荼羅」(C I)、「甲本」(C III)の一印会の尊容である。三種の尊容はそれぞれ異なる断片箇所と歪みがある為、尊容をそのまま比較すると、それらが二乗最小平均誤差に反映されることになる。図 8A、B は修復前の三種のアウトライン情報をコンピュータ上の同座標軸に重層的に重ねた場合の一例である。図

8A は三種の尊容を顔で合わすと印相が大ききずれ、図 8B は印相で合わすと尊容の顔を大ききずれていく。このように修復前の比較ではある部分では三種は一致するが、ある部分ではずれが生じている。表 4 は同じ尊容の修復前後の比較結果であり、補正された最小平均誤差の値を示している。

しかし三種の尊容の集約 (C II) により「高雄曼荼羅」、「甲本」の尊容の絹地の歪みは補正されることとなる。三種の曼荼羅の中で最も正常な図様を保持し歪みの少ない血曼荼羅の絹地に近づくことになる。従って三種の尊容は不規則な歪みを同じ基準に即したものに補正されることになる。少なくともよ

A : アウトライン化と断片情報の取得 B : アウトラインのグループ化と移動 C : 集約後のアウトライン
 <断片化に即した 35 分割> <高雄曼荼羅 修復後>

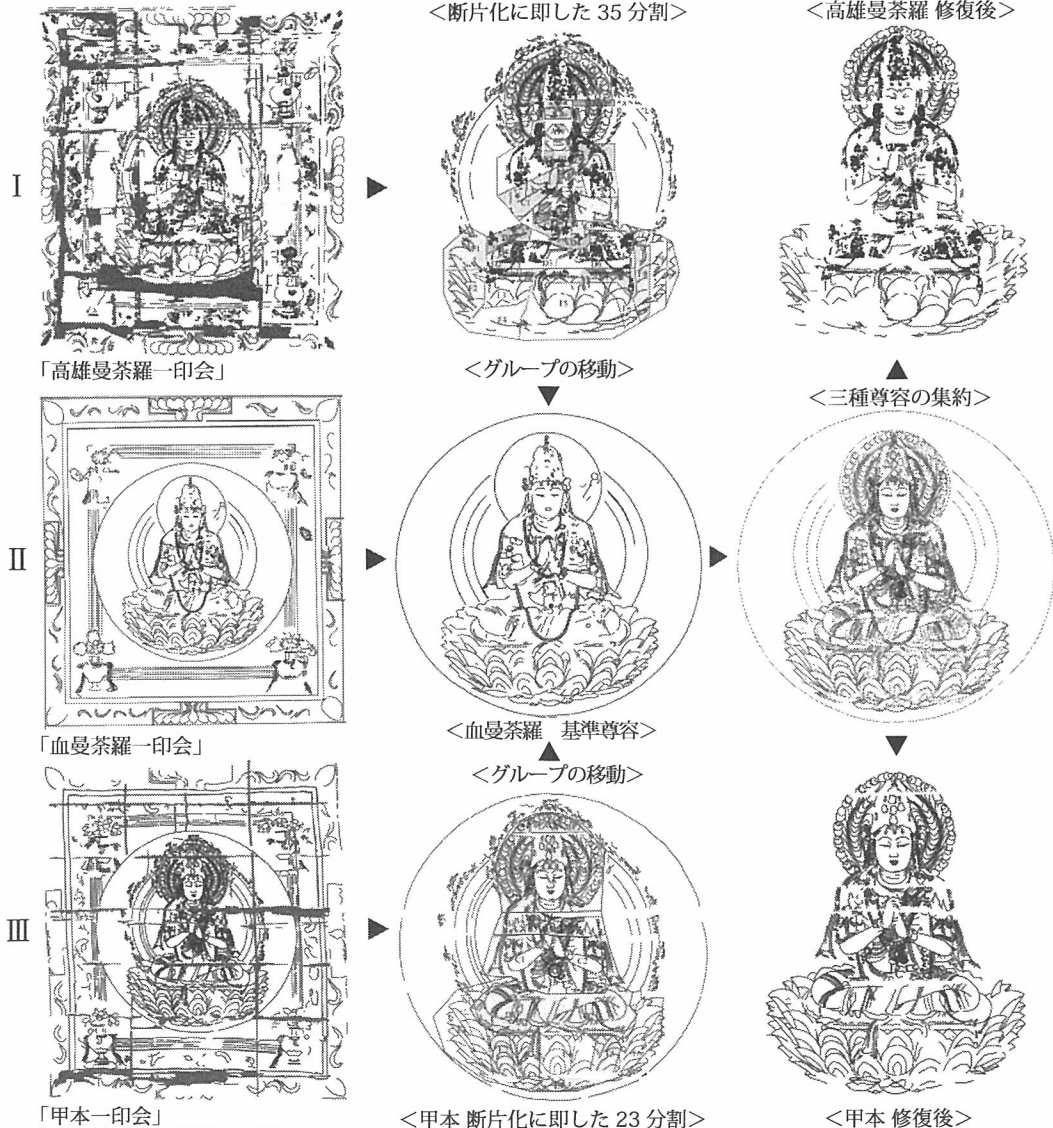


図7: デジタル修復の方法について

り制作当時の状態の尊容に近い状態に再現され、精度の高い比較が可能となる。以上のような本論文におけるデジタル修復の処理過程を図像的集約方法と呼ぶ。[7]

図9はCⅡの拡大図であり、一連の図像的集約の方法により修復された「高雄曼荼羅」(CⅠ)、「甲本」(CⅢ)の線描は「血曼荼羅」の尊容の線描に精緻に一致している。線描の形状という観点から見れば、三種共に類似していることが理解される。図8A、Bでは歪んだ線描が部分々々の大幅なずれを生じていたが、ここではそのずれが補正されていることが理解される。

6.6 最小平均誤差における修復後の尊容の評価

表3の比較結果から修復後の「高雄曼荼羅」と「甲本」が最も小さい最小平均誤差0.42であったことは、修復の方法が適切であったことを示すものと考えられる。表5から修復前の両者の最小平均誤差は1.37を示しており、図8で示した部分々々の多くのずれがこの高い比較結果をもたらしたものと考えられる。表4は同じ尊容の修復前後の比較結果である。表4で示している修復前後の最小平均誤差の値は補正された誤差を示しており、図像的集約による方法がいかに剥落損傷・歪みを補正し、最小平均誤差の小さい値を導きだしているかが理解される。

6.7 デジタル修復のまとめ

本論文は一つのデジタル修復の方法論として図像的集約方法を展開してきた。三種の曼荼羅の制作年

表4: 修復前後の最小平均誤差【(前)は修復前 (後)は修復後】

系統		尊容		最小平均誤差
正系	正系	甲本(前)	甲本(後)	0.66
正系	正系	高雄(前)	高雄(後)	0.78
別系	別系	乙本(前)	乙本(後)	0.97



図8: 修復前の比較 (図像上のずれについて)

代にはおよそ350年の隔たりがあり、およそ1000年以上の時を経ている。この修復の方法論は時代の遷移により劣化した仏画等の線描の形状を、同じ基準に補正して、全体として比較していくことを可能にするものとする。従って本論文における最小平均誤差による比較の精度を高める一つの方法と言える。修復後の三種のアウトライン情報の一部の線描の座標位置に微細なずれが生じている部分が確認される。これは一連の方法で捕捉できない絹地の歪みによるものと思われる。厳密に言えば、赤外線写真等を使い図様の絹地の歪みの状態を考察して行く必要があるが、今後の研究課題としたい。

7. おわりに

本論文では現図曼荼羅の尊容をデジタル画像処理により比較し、最小平均誤差を求めることにより、現図曼荼羅の系統追求の為、尊容同士を客観的に比較する方法を展開した。或いは剥落損傷・歪みの激しい尊容に対してデジタル修復を行うことで比較精度を高める方法を追究してきた。コンピュータを使った図像比較は、従来の複数の図版を目視により判断していくといった図像比較では判別できない、事柄を顕在化していく方法として提起される。仏画のみならず、多くの文化財への応用の可能性を持つ手法として提案した。



図9: 三種一印会の集約移動図

表5: 最小平均誤差の結果

	系統		尊容		最小平均誤差
1	正系	正系	高雄(後)	甲本(後)	0.42
2	正系	正系	甲本(前)	甲本(後)	0.66
3	正系	正系	御室版	高雄(前)	0.70
4	正系	正系	高雄(後)	血曼荼羅	0.72
5	正系	正系	御室版	高雄(後)	0.74
6	正系	正系	高雄(前)	高雄(後)	0.78
7	正系	正系	甲本(後)	血曼荼羅	0.80
8	正系	正系	甲本(前)	高雄(後)	0.86
9	正系	正系	甲本(前)	血曼荼羅	0.88
10	正系	正系	御室版	甲本(後)	0.92
11	正系	正系	元禄本	甲本(後)	0.95
12	正系	正系	乙本(前)	乙本(後)	0.97
13	正系	正系	御室版	血曼荼羅	0.98
14	正系	正系	元禄本	高雄(後)	1.02
15	正系	正系	高雄(前)	血曼荼羅	1.03
16	正系	正系	高雄(前)	甲本(後)	1.07
17	正系	正系	元禄本	高雄(前)	1.21
18	正系	正系	元禄本	血曼荼羅	1.25
19	正系	正系	御室版	元禄本	1.31
20	正系	正系	御室版	甲本(前)	1.34
21	正系	正系	元禄本	甲本(前)	1.36
22	正系	正系	高雄(前)	甲本(前)	1.37
23	正系	別系	御室版	乙本(後)	1.40
24	正系	別系	甲本(後)	西院本	1.41
25	正系	別系	高雄(前)	乙本(後)	1.47
26	正系	別系	高雄(後)	乙本(後)	1.48
27	正系	別系	血曼荼羅	西院本	1.52
28	正系	別系	高雄(後)	乙本(前)	1.56
29	正系	別系	元禄本	乙本(前)	1.56
30	正系	別系	御室版	西院本	1.57
31	正系	別系	甲本(前)	西院本	1.57
32	正系	別系	高雄(後)	西院本	1.61
33	正系	別系	血曼荼羅	乙本(後)	1.72
34	正系	別系	元禄本	西院本	1.73
35	正系	別系	高雄(前)	乙本(前)	1.76
36	正系	別系	甲本(後)	乙本(前)	1.77
37	正系	別系	甲本(後)	乙本(後)	1.78
38	正系	別系	元禄本	乙本(後)	1.79
39	正系	別系	御室版	乙本(前)	1.83
40	正系	別系	血曼荼羅	乙本(前)	1.84
41	別系	別系	西院本	乙本(後)	1.92
42	正系	別系	高雄(前)	西院本	1.92
43	正系	別系	甲本(前)	乙(前)	1.93
44	正系	別系	甲本(前)	乙(後)	1.98
45	別系	別系	乙本(前)	西院本	2.04
46	別系	その他	西院本	子島	2.05
47	別系	その他	乙本(前)	子島	2.10
48	正系	その他	元禄本	子島	2.15
49	別系	その他	乙本(後)	子島	2.29
50	正系	その他	甲本(後)	子島	2.38
51	正系	その他	血曼荼羅	子島	2.41
52	正系	その他	高雄(後)	子島	2.48
53	正系	その他	甲本(前)	子島	2.49
54	正系	その他	高雄(前)	子島	2.55
55	正系	その他	御室版	子島	2.60

【(前)は修復前(後)は修復後】

謝辞

本研究は国立歴史民族博物館の共同利用研究に負う所が大きい。始終理解深い高配を賜った安達文夫氏と情報資料研究系の諸氏の方々に衷心より感謝を申し上げます。並びに高野山大学の越智淳仁氏の種々示教に厚くお礼申し上げます。

挿図の出席

図2 A『密教美術大観』(朝日新聞社,第一巻,1983,p.24)。図6左図『絹本著色両界曼荼羅図残闕(甲本)二幅修理報告書』(教王護国寺,2004年,図面15)。図1、4、5、7、8、9筆者に制作による。

参考文献

[1] 文献出典については以下の通りである。

請来本	『御請来目録』(『定本弘法大師全集』第一巻, p.30、p.36)
弘仁本	『性霊集』巻七(『定本弘法大師全集』第八巻, p.109)
高雄曼荼羅	『神護寺略記』(『校刊美術史料』寺院篇中巻, p.265)
甲本	『東寺長者補任』第二(『続々群書類従』第二, p.562) 『東實記』第二(『続々群書類従』第十二, p.29)
血曼荼羅	『平家物語』「巻三大塔建立」 『又統宝簡集』高野山霊宝館,CD-ROM版No.6, 文章番号1742,1752
永仁本	『東實記』第二(『続々群書類従』第十二, p.29) 『東實記』第二(『続々群書類従』第十二, p.49)
元禄本	木南卓一「宗覺律師傳」(『帝塚山大学紀要』1982年,19,p.15)
西院本	高田修「東寺の両界マンダラ図」(『仏教美術』1961年,11,p.49)
乙本	『東實記』第二(『続々群書類従』第十二, p.49)
子島曼荼羅	『子島山観音寺縁起』(『大日本仏教全書』寺誌叢書第三, p.42)
御室版	大村西崖『三本両部曼荼羅集』国書刊行会,1973年, p.5

[2]「高尾曼荼羅」、「血曼荼羅」、「甲本」の図像的類似性について述べている主な先行研究は以下の通りである。高田修「東寺と正系現図曼荼羅の相承」(『仏教美術』1955年,24,p.9)、高田修「東寺と正系現 図曼荼羅の相承」(『仏教美術』1955年24,p.17)、秋山光和・柳澤孝「高雄曼荼羅の様式と技法」(『高雄曼荼羅の研究』吉川弘文館,1967年, p.55)、林温「東寺蔵両界曼荼羅甲本について」(『百合文章と東寺の重宝』,根津美術館,1997年, p.103)

[3] 画像資料出典

高尾曼荼羅	『高雄曼荼羅』(東京国立文化財研究所,1967年, 図版13)
血曼荼羅	『密教美術大観』(朝日新聞社,第一巻,1983年, p.15)
甲本	『絹本著色両界曼荼羅図残闕(甲本)二幅修理報告書』(教王護国寺,2004年, p.37)
元禄本	大村西崖『三本両部曼荼羅集』(国書刊行会,1973年、東寺曼荼羅 金剛界 其六)
御室版	『御室版両部曼荼羅』(法蔵館,1974年, p.159)
西院本	『教王護国寺蔵 伝真言院両界曼荼羅第2巻』(平凡社,1977年, 2-13)
乙本	『密教美術大観』社,第一巻,1983年, p.57)
子島曼荼羅	『国宝 子島曼荼羅』(奈良国立博物館,2006年, p.44)

[4]高田修「東寺と正系現図曼荼羅の相承」(『仏教美術』1955年,24,p.7)

[5]本論におけるグループ化とは高雄曼荼羅、甲本、乙本の一印会のアウトライン情報を剥落欠損に即して分割し、分割された個々のアウトライン情報を一つの図像の断片集合として扱うことを言う。その断片集合に対して記号番号を付した。

[6] 本論におけるグループ化とは、類似しているそれぞれの尊容を比較するためグループ化した断片集合を、基準となる尊容に移動することを言う。移動はX、Y軸の平行移動のみで、拡大縮小、回転、変形の処理を行わず、それらの移動の結果を集約とする。

[7] 以下の6つの過程を図像的集約方法とする。①線描のアウトライン情報の抽出②断片化箇所のトレース。③断片化に即したアウトラインのグループ化④基準線描にグループ断片を移動する。⑤異なるアウトラインの集約⑥補正したグループの抽出