

多変量ユークリッド距離を用いた 仏像鼻梁側面観の造形分析

Analysis of Buddhist sculpture's nasoglabellar profiles based on
multivariate Euclidean distances

小林茂樹¹⁾、土屋晋²⁾、藤澤隆史²⁾、長田典子²⁾

Shigeki KOBAYASHI¹⁾, Shin TSUCHIYA²⁾,
Takashi X. FUJISAWA²⁾, Noriko NAGATA²⁾

E-mail : kobayashi@keisolabs.com

和文要旨

仏像の製作は、1世紀末に現在のインド・パキスタンで発祥した後アジア各地へ伝播し、各地・各時代で多様な造形を展開した。私たちは、この多様な造像様式の計測的かつ統計的な分析を追求し、鼻梁側面観造形の特徴分析を行っている。これまでは、tr_aよりgn_aに引いた直線を基準線とし、鼻尖角と、鼻角、眉間角、および鼻根角の比の対数値を特徴パラメータとし、クラスター分析を行った。ここでは、個々の仏像と個々の人の鼻梁側面観形状の近縁度合をしらべることを目的として、鼻尖角と、鼻角、眉間角、および鼻根角の比を特徴パラメータとし採用した。これらのパラメータに関して、法隆寺彫像47例と学生群40例のデータ間で、総当りユークリッド距離を算出した。その結果、ヒトとのユークリッド距離1軸上に、彫像全例を配列することができた。すなわち、仏像鼻梁の仏性表現としての超人的造形とヒト鼻梁との、近縁性あるいは遠縁性を数量的に把握することができた。この手法は今後、異なる時代や異なる地域の仏像造形分析に適用しうると考えられる。

キーワード：仏像、鼻梁側面観、特徴パラメータ、ユークリッド距離、クラスター分析

Keywords : Buddhist sculpture, Nasoglabellar profile, Feature parameter,
Euclidean distance, Cluster analysis

1. はじめに

仏像の製作は信仰の形而下表象として、釈迦滅後約500年を経た1世紀末に、現在のパキスタン（ガンダーラ）およびインド（マトゥラー）で発祥したとされる。その後アジア各地へ伝播し、各地・各時代で多様な造形を展開してきた。草創期造形方式の影響は、とくに中国の初期像に見られ、朝鮮半島や日本もその傾向を継承したが、いっぽう東南アジアでは民族性の強い様式が顕著になった[1]。

仏陀や菩薩は、人間が人間を超越する存在になったことを表象するように造形されてきた。私たちは、その造形表現について、多変量解析手法を

用いたアプローチを試みており、いくつかの超人的造形が意図的になされたであろうことを示すことができた[2]。

しかしながら、個々の像がどのように、またどの程度そのような超越性造形を有するかについて、明らかにすることは必ずしも容易ではなかった。

ここでは、個々の像が個々の人とどのような形態上の類似性を有するかについて、解析を試みている。

2. 目的

私たちは先に、仏像群と人間群の標本を併合し

¹⁾ 形相研究所、Keiso Research Laboratories

²⁾ 関西学院大学理工学部、School of Science and Technology, Kwansai Gakuin University

てクラスター分析や主成分分析を行い、仏像の鼻梁側面観造形として、4つの基本的な鼻梁造形様式が区分できることを報告した [2]。しかしその造形様式は、グループとしての造形特徴であって、個々の仏像について明確な超越性の度合を必ずしも示すものではなかった。

その困難性の第1は、人鼻梁の形状も、仏像鼻梁の造形も、それぞれ多岐にわたっていることにあり、またその第2は、とくに2群併合のクラスター分析にあると思われた。

そこで本研究は、仏像の仏性表現度合評価法の実現を目的として、ヒトの鼻梁側面観データと仏像の鼻梁側面観データの間のユークリッド距離の有効性を検討した。

3. 方法

3.1. 対象画像の選定

本研究では、既成の法隆寺彫像側面観写真をデジタル画像として取込み、Photoshop 画像上で計測を行った。これらの写真は、必ずしも正確な画像計測を目的とした条件のもとに撮影されたものではないので、まず一見して撮影位置や角度に問題があるものを除外した。また、宝冠や垂飾などによって計測点が遮蔽されているものや、開口によって顔全体が変形している像も除外した。画像密度は 800 ~ 1,100dpi、また角度分解能は 0.1° である。

法隆寺の彫像には、如来や菩薩などの慈悲型や天部などの忿怒型ばかりでなく、歴史的あるいは実在の人物像が含まれるので、超越的な表象から人間的な表象までの造形を研究することができる。

対象画像に選定した資料を、表 1 に示す。

1) 第1標本群：法隆寺彫像 [3][4][5]

飛鳥期から鎌倉期にいたる、法隆寺彫像群を第1グループとした。表 1 に示したように、この群は、長い時代間隔に亘り、多様な造像様式を示している。以下、「彫像群」とする。

2) 第2標本群：ヒト

関西学院大学学生の横顔を国籍、性別、年齢を問わず撮影した左側横顔写真から、眼瞼によって鼻根計測点が隠されたり、小鼻によって鼻元計測点が見えない例や、髪際の位置が確定できない横顔など、不具合のある例を除いて、第2グループとした。以下、「学生群」とする。学生群を表

2 に示す。

3.2. 鼻梁側面観計測点の設定と計測項目

仏像の顔は人間に似せて作られているので、ヒトの顔面頭部の多くの計測点を利用することが可能であるが、造形物であるから解剖学的な基盤はない。一方、人間にはない特異造形があり、ヒト計測点の単純な適用はできない。私たちは仏像のみならず造形物の計測点には“artificial x”の意として添字“_a”を付し、(x_a) と表示するようにしている [2]。

1) 基準線 (tr_a-gn_a)

画像の反転：資料写真は左右側面が混在しているので、右側面の場合は画像を左向きに反転したのち、以下の手順を行った。

基準線：彫像頭部では、耳眼面を設定できない。本研究では、髪際の trichion (tr_a) から頤最下部の gnathion (gn_a) にいたる直線 (tr_a-gn_a) を基準線とした。

2) 画像回転

上記の基準線が画面の縦軸 (Y 軸) に平行となるように、tr_a を点中心として画像を回転し、垂直姿勢としたのち以下の計測点を設定した。

3) 計測点の設定 (図 1)

(1) 鼻尖の Pronasale (prn_a)：鼻輪郭の前方最突出点を prn_a とした。

(2) 眉間の Glabella (g_a)：横顔の眉間点を g_a とした。彫像ではギリシア鼻様造形や鼻根から眉間にかけて平坦な造形があり、隆起点が明瞭ではない例がある。この場合は、眉上端に接する水平線と鼻梁輪郭との交点をもって g_a とした。

(3) 鼻根の Sellion (se_a)：鼻根から眉間にいたる輪郭の最凹点を se_a とした。彫像ではやはり、鼻根が必ずしも鮮明ではない例がある。その場合は、上瞼下縁最上部から引いた水平線と鼻梁輪郭との交点をもって se_a とした。

(4) 鼻梁延長点の Pronasale' (prn'_a)：prn_a から鼻梁に沿って延ばした直線と基準線との交点を prn'_a とした。鼻尖がラウンド状を呈する例においては、この直線は鼻梁輪郭線と一致しないことがある。

4) 計測項目

彫像では人類に適用される計測項目を必ずしも定義通りに適用できない。本研究では、彫像の鼻

表 1. 資料一覧表 (彫像)
隆は法隆寺の略記表示

No.	対象略称	像種類	素材	所在	時代	備考	出典
1	隆 1 金堂釈迦	釈迦如来坐像	銅、鍍金	金堂	飛鳥	止利?	[3]
2	隆 2 金堂薬師	薬師如来坐像	銅、鍍金	金堂	飛鳥		[3]
3	隆 3 金堂阿弥陀	阿弥陀如来坐像	銅、鍍金	金堂	鎌倉	貞永元 1232	[3]
4	隆 4 菩薩	菩薩像	銅、鍍金	大宝蔵院	飛鳥		[3]
5	隆 5 釈迦	釈迦如来坐像	銅、鍍金	大宝蔵院	飛鳥	戊子年銘 (628?)	[3]
6	隆 6 観音	観音菩薩立像	銅、鍍金	大宝蔵院	飛鳥白鳳	伝薬師脇侍	[3]
7	隆 7 観音	観音菩薩立像	銅、鍍金	大宝蔵院	飛鳥白鳳	伝薬師脇侍	[3]
8	隆 8 夢違	観音菩薩立像	銅、鍍金	大宝蔵院	白鳳	夢違観音	[3]
9	隆 10 観音	観音菩薩立像	銅、鍍金	大宝蔵院	鎌倉?	伝阿弥陀脇侍	[3]
10	隆 11 観音	観音菩薩立像	銅、鍍金	大宝蔵院	鎌倉?	伝阿弥陀脇侍	[3]
11	隆 14 橘阿弥陀	阿弥陀三尊像中尊	銅	大宝蔵院	白鳳	橘夫人所持	[3]
12	隆 15 橘左脇	阿弥陀三尊像左脇侍	銅	大宝蔵院	白鳳	橘夫人所持	[3]
13	隆 16 橘右脇	阿弥陀三尊像右脇侍	銅	大宝蔵院	白鳳	橘夫人所持	[3]
14	隆 17 金堂持国	持国天像	木、彩色	金堂	飛鳥	文皮臣光	[3]
15	隆 18 金堂増長	増長天像	木、彩色	金堂	飛鳥		[3]
16	隆 19 金堂広目	広目天像	木、彩色	金堂	飛鳥	山口大口費	[3]
17	隆 20 金堂毘沙	毘沙門天像	木、彩色	金堂	平安	1078	[3]
18	隆 21 金堂吉祥	吉祥天像	木、彩色	金堂	平安	1078	[3]
19	隆 22 地藏	地藏菩薩像	木、彩色	金堂	平安	9-10C	[3]
20	隆 23 講堂薬師左脇	薬師三尊像左脇侍	木、漆箔	講堂	平安	10C 後?	[3]
21	隆 26 観勒僧正	伝観勒僧正像	木、彩色	経蔵	平安	10C 中	[3]
22	隆 27 五重文殊	文殊菩薩像	塑土	五重塔	天平	711	[4]
23	隆 29 五重菩薩	菩薩像	塑土	五重塔	天平	711	[4]
24	隆 30 侍者	侍者像	塑土	五重塔	天平	711	[4]
25	隆 34 食堂梵天	梵天像	塑土	食堂			[4]
26	隆 35 食堂帝釈	帝釈天像	塑土	食堂			[4]
27	隆 38 食堂広目	広目天像	塑土	食堂			[4]
28	隆 40 金堂吉祥	吉祥天像	塑土	金堂			[4]
29	隆 41 夢殿道詮	道詮律師像	塑土	夢殿	平安	貞観?	[4]
30	隆 42 西門薬師	薬師如来坐像	脱活乾漆	西門堂			[4]
31	隆 43 伝法中阿弥陀	阿弥陀三尊像中尊	脱活乾漆	伝法堂	天平		[4]
32	隆 44 伝法中阿弥陀左脇	阿弥陀三尊像左脇侍	脱活乾漆	伝法堂	天平		[4]
33	隆 45 伝法中阿弥陀右脇	阿弥陀三尊像右脇侍	脱活乾漆	伝法堂	天平		[4]
34	隆 46 伝法西阿弥陀	阿弥陀三尊像中尊	脱活乾漆	伝法堂	天平		[4]
35	隆 47 伝法西阿弥陀左脇	阿弥陀三尊像左脇侍	脱活乾漆	伝法堂	天平		[4]
36	隆 48 伝法西阿弥陀右脇	阿弥陀三尊像右脇侍	脱活乾漆	伝法堂	天平		[4]
37	隆 49 伝法東阿弥陀	阿弥陀三尊像中尊	木心乾漆	伝法堂	天平		[4]
38	隆 52 綱封弥勒	弥勒菩薩像	木心乾漆	綱封蔵			[4]
39	隆 53 夢殿行信	行信僧都像	脱活乾漆	夢殿	天平		[4]
40	隆 56 救世観音	観音菩薩立像	木、彩色	夢殿	飛鳥	救世観音	[5]
41	隆 58 百濟観音	観音菩薩立像	木、彩色	百濟観音堂	飛鳥	百濟観音	[5]
42	隆 60 観音	観音菩薩立像	木、漆箔	大宝蔵院	白鳳		[5]
43	隆 66 勢至	勢至菩薩像	木、漆箔	大宝蔵院	白鳳		[5]
44	隆 68 太子壮年	聖徳太子坐像	木、彩色	聖霊院	平安	1121	[5]
45	隆 72 太子少年	聖徳太子坐像	木、彩色	大宝蔵院	平安	1069	[5]
46	隆 80 薬師中尊	薬師三尊像中尊	サクラ、漆箔	新堂	平安	11C 前半?	[5]
47	隆 90 九面	観音菩薩立像	白檀	大宝蔵院	唐	九面観音、請来	[5]

梁側面観造形に最も良く対応すると考えられる変数として、角度が倍率の影響を受けない利点を考慮し、下記の角度を選定した。

(1) 鼻尖角 (TA) : tr_a から prn_a に引いた直線が基準線と成す角度。本研究はギリシア鼻様造形を主テーマの一つとしているので、この角度を特に設定した。

(2) 鼻角 (PA) : prn'_a から prn_a に引いた直

線が基準線と成す角度。

(3) 眉間角 (GA) : tr_a から g_a に引いた直線が基準線と成す角度。

(4) 鼻根角 (SeA) : tr_a から se_a に引いた直線が基準線と成す角度。

表2. 資料一覧表 (ヒト)
性別の m は男性、f は女性

No.	表示記号	国籍	年齢	性別 (m/f)
1	日 1m	日本	46	m
2	日 2f	日本	23	f
3	日 3f	日本	24	f
4	日 4m	日本	23	m
5	日 5m	日本	23	m
6	日 6m	日本	22	m
7	日 7m	日本	22	m
8	日 8m	日本	22	m
9	日 10m	日本	23	m
10	日 11m	日本	23	m
11	日 12f	日本	22	f
12	日 14m	日本	22	m
13	日 15m	日本	23	m
14	日 16m	日本	24	m
15	日 17m	日本	23	m
16	韓 3m	韓国	31	m
17	韓 4m	韓国	27	m
18	韓 5m	韓国	23	m
19	韓 6m	韓国	23	m
20	韓 7m	韓国	25	m
21	韓 9m	韓国	25	m
22	韓 10m	韓国	29	m
23	韓 11f	韓国	24	f
24	韓 12f	韓国	26	f
25	韓 13f	韓国	27	f
26	中 1f	中国	24	f
27	中 2m	中国	28	m
28	中 3m	中国	24	m
29	中 4m	中国	27	m
30	中 5f	中国	28	f
31	米 1m	米国	56	m
32	米 2m	米国	36	m
33	米 3f	米国	25	f
34	米 4m	米国	32	m
35	米 5m	米国	31	m
36	米 6m	米国	38	m
37	印 1m	インド	24	m
38	ニュ 1f	ニュージーランド	34	f
39	バン 1m	バングラデシュ	37	m
40	英 1m	英国	29	m

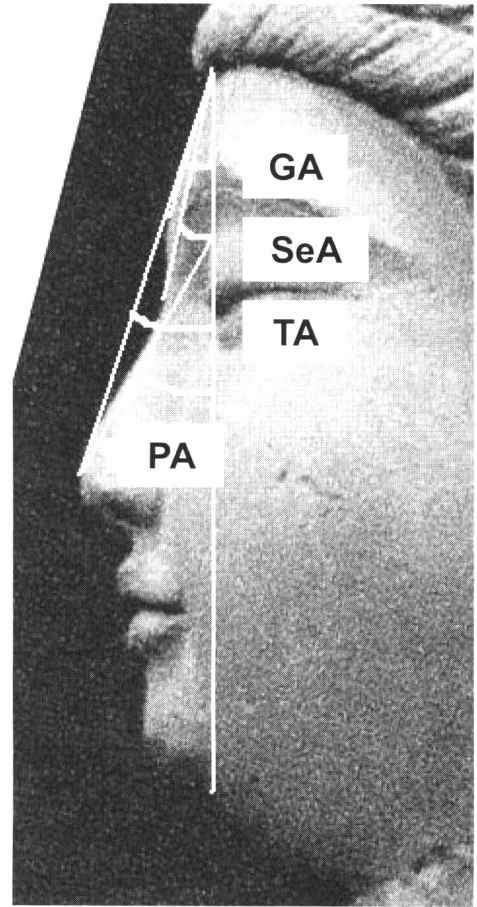


図1. 鼻梁側面観の計測点と計測角
 鼻尖角 TA= $\angle prn_a \cdot tr_a \cdot gn_a$
 鼻角 PA= $\angle prn_a \cdot prn'_a \cdot gn_a$
 眉間角 GA= $\angle g_a \cdot tr_a \cdot gn_a$
 鼻根角 SeA= $\angle se_a \cdot tr_a \cdot gn_a$

3.3. 統計的方法

設定した特徴パラメータについてクラスター分析を行った。クラスター分析には EXCEL 多変量解析 ver.5.0 を利用した。

クラスター分析については、最短距離法、最長距離法、群平均法、重心法、あるいはウォード法を検討し、造形様式との対応性が最も良好なウォード法を採用し、基準値データを用いた。

4. 鼻梁側面観諸角度の算出

鼻角以外の角度は、tr_a から他の計測点に引いた直線と、その計測点から基準線に下した垂線とがつくる直角三角形から算出した。鼻角は prn_a から prn'_a に引いた直線と、prn_a から基準線に

下した垂線とがつくる直角三角形から算出した。算出した全標本の角度を表3および表4に示す。

5. 造形分析に適用する特徴パラメータの検討

前報 [2] においては、鼻尖角 (TA) に対するその他の角度の大小が、鼻梁側面観の直線度合に対応することを考慮し、鼻尖角に対する角度比の対数を、特徴パラメータとして採用した。このパラメータは、角度比の対数変換値：LRPA (=log (PA/TA))、LRGA (=log (GA/TA))、LRSeA (=log (SeA/TA)) であり、これらの3変数を適用して2群 (仏像群とヒト群) 併合のクラスター分析を行っていた。

本研究は、2群の標本間近縁度に対応する標本

表 3. 鼻梁側面観諸角度 (彫像群)

表記の単位：度

No.	対象略称	鼻尖角	鼻角	眉間角	鼻根角
1	隆 1 金堂釈迦	18.4	29.4	11.7	11.9
2	隆 2 金堂薬師	17.6	25.7	15.3	12
3	隆 3 金堂阿弥陀	17.8	24.8	17.5	14.4
4	隆 4 菩薩	16.3	23.8	10.1	9.9
5	隆 5 釈迦	15.9	18.3	14.9	14.8
6	隆 6 観音	17.2	23	16.2	13.2
7	隆 7 観音	17.3	23.1	15.8	13.3
8	隆 8 夢違	16.7	18.7	15.5	12.8
9	隆 10 観音	17.8	22.8	20	14.2
10	隆 11 観音	16.9	25.3	13.8	12.9
11	隆 14 橋阿弥陀	14.7	21.6	14.2	12.1
12	隆 15 橋左脇	14	20.2	13.2	11.5
13	隆 16 橋右脇	13.7	15.8	14.9	12.8
14	隆 17 金堂持国	16.1	27.7	12.8	8
15	隆 18 金堂増長	16.5	28.2	14.6	10.2
16	隆 19 金堂広目	15.6	27.4	12.8	8.4
17	隆 20 金堂毘沙	17.3	27.3	14.7	13.3
18	隆 21 金堂吉祥	15.8	25	14.9	11.9
19	隆 22 地藏	16.1	21	15.6	14.4
20	隆 23 講堂薬師左脇	17.8	24.5	15.6	13.1
21	隆 26 観勒僧正	16.6	23.3	22.5	11.1
22	隆 27 五重文殊	16.2	27	15.3	10.1
23	隆 29 五重菩薩	15.3	24	17	11.1
24	隆 30 侍者	16.2	23.7	20	13.3
25	隆 34 食堂梵天	16.2	32.2	11.3	8.7
26	隆 35 食堂帝釈	15.9	30	13.2	8.9
27	隆 38 食堂広目	15.6	24.5	25.1	11.9
28	隆 40 金堂吉祥	12.9	17.6	12.8	10.9
29	隆 41 夢殿道詮	24.6	33	24.2	17.8
30	隆 42 西門薬師	15.4	26.7	10.5	10.1
31	隆 43 伝法中阿弥陀	18.9	28.3	13.2	13
32	隆 44 伝法中阿弥陀左脇	17.6	23.9	13.7	14.2
33	隆 45 伝法中阿弥陀右脇	16.8	23.3	14.6	13
34	隆 46 伝法西阿弥陀	19.3	29.5	11.8	13.6
35	隆 47 伝法西阿弥陀左脇	17.5	26.7	12.1	12.6
36	隆 48 伝法西阿弥陀右脇	17.2	29.4	13.5	11.4
37	隆 49 伝法東阿弥陀	18	24.1	15.5	14.2
38	隆 52 綱封弥勒	18.8	22.7	15.3	15.7
39	隆 53 夢殿行信	20.4	34.1	21.6	15.9
40	隆 56 救世観音	20.8	31.6	18.4	13.4
41	隆 58 百済観音	19.6	30.1	15.7	12.6
42	隆 60 観音	15.8	20.6	16.6	13.7
43	隆 66 勢至	18.7	22.5	21.2	16.5
44	隆 68 太子壮年	19	29.9	16.7	9.9
45	隆 72 太子少年	17.2	22	21.9	14.8
46	隆 80 薬師中尊	18.6	34.3	14	11.1
47	隆 90 九面	14.8	20.9	12.3	9.5

表 4. 鼻梁側面観諸角度 (学生群)

表記の単位：度

No.	表示記号	鼻尖角	鼻角	眉間角	鼻根角
1	日 1m	14.7	25.7	24.7	10.9
2	日 2f	19.3	37	20	11.3
3	日 3f	15.7	26.5	17.9	11.2
4	日 4m	21.3	31.6	24.8	14.6
5	日 5m	19.3	31.1	26.4	16.2
6	日 6m	18.5	34.2	23.7	13.8
7	日 7m	17.7	30.3	23	14
8	日 8m	19.1	33.7	23.6	13.6
9	日 10m	19.9	31.5	21.6	13.5
10	日 11m	21.3	37.2	22	15.7
11	日 12f	17.3	38.9	18.7	9.7
12	日 14m	22.1	28.3	30.1	19.9
13	日 15m	19.2	28.1	25.5	15.5
14	日 16m	18	30.9	23.5	14.1
15	日 17m	19.5	36.5	21.9	11.5
16	韓 3m	19.8	38	21.9	14
17	韓 4m	17.1	32.5	27.9	11.9
18	韓 5m	16.8	31.9	22.9	12.3
19	韓 6m	20.8	31.3	29.1	17
20	韓 7m	19.3	34.1	21.5	13.1
21	韓 9m	18.7	43.4	21.6	10.9
22	韓 10m	18.2	42.1	24.4	9
23	韓 11f	18.6	36.5	22.7	13.2
24	韓 12f	19.4	35	21.1	12.8
25	韓 13f	20.2	38.7	21.4	12.6
26	中 1f	16.1	38.3	15.2	7.1
27	中 2m	16	36.6	17.7	8.7
28	中 3m	21.2	31.2	31.9	18.1
29	中 4m	22.4	37.9	23.9	16
30	中 5f	19.2	38.6	21	11.9
31	米 1m	20.2	30.2	19.9	15.8
32	米 2m	24.4	44.3	21	16.5
33	米 3f	19	30.1	20.2	16.1
34	米 4m	22.8	33.2	22.5	17.5
35	米 5m	20.3	38.6	18.7	12
36	米 6m	19.5	21	24.2	14.9
37	印 1m	23	36.8	24	17.4
38	ニュ 1f	22.1	40.3	19.7	14.9
39	バン 1m	19.2	37.4	13.3	9.9
40	英 1m	20.7	46.3	22.4	9.4

間ユークリッド距離の演算にあたり、鼻尖角に対するその他の角度の比をパラメータとして使用した。

使用したパラメータ：

$$\begin{aligned} (\text{彫像}) \quad x_1 &= RPA_x = PA_x/TA_x, \quad x_2 = RGA_x \\ &= GA_x/TA_x, \quad x_3 = RSeA_x = SeA_x/TA_x \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\text{ヒト}) \quad y_1 &= RPA_y = PA_y/TA_y, \quad y_2 = RGA_y \\ &= GA_y/TA_y, \quad y_3 = RSeA_y = SeA_y/TA_y \end{aligned}$$

6. 彫像群对学生群の全標本間距離

6.1. 彫像群对学生群の全標本間距離の算出

下記の演算式により、彫像群 47 例と学生群 40 例の個別総当り標本間距離を、各変数ごとの標本間差分からユークリッド距離として算出した。

標本間ユークリッド距離：

$$D_{im} = \sqrt{(\sum (x_{in} - y_{im})^2)}$$

$$i = 1, 2, 3, n = 1 \sim 47, m = 1 \sim 40$$

彫像群各標本の、学生群 40 例との距離の平均値を、表 5 の第 3 列に昇順で示す。この値は、各彫像と学生群の鼻梁側面観形状の近縁性に対応するものと考えられる。第 4 列には、次節で述べるクラスター分析のクラスター番号を、また第

表 5. 学生群 40 例に対する彫像群各標本の鼻梁側面観特徴パラメータ・ユークリッド距離の平均値

昇順	略称	平均距離	クラスター No.	最短距離の学生群標本数
1	隆 53 夢殿行信	0.3567	6	14
2	隆 29 五重菩薩	0.3778	6	2
3	隆 27 五重文殊	0.4050	6	1
4	隆 18 金堂増長	0.4291	6	2
5	隆 21 金堂吉祥	0.4296	6	
6	隆 30 侍者	0.4567	7	3
7	隆 35 食堂帝釈	0.4737	3	9
8	隆 19 金堂広目	0.4855	3	
9	隆 20 金堂毘沙	0.4900	2	
10	隆 14 橋阿弥陀	0.4901	2	2
11	隆 48 伝法西阿弥右脇	0.4929	3	
12	隆 56 救世観音	0.4950	2	
13	隆 68 太子壮年	0.5064	2	
14	隆 15 橋左脇	0.5166	2	
15	隆 80 薬師中尊	0.5173	3	
16	隆 26 観勒僧正	0.5203	7	
17	隆 17 金堂持国	0.5236	3	
18	隆 3 金堂阿弥陀	0.5308	2	
19	隆 2 金堂薬師	0.5324	2	
20	隆 58 百済観音	0.5397	2	
21	隆 11 観音	0.5476	2	
22	隆 40 金堂吉祥	0.5577	1	
23	隆 41 夢殿道詮	0.5603	1	
24	隆 42 西田薬師	0.5724	3	
25	隆 23 講堂薬師左脇	0.5819	1	
26	隆 45 伝法中阿弥右脇	0.5819	1	
27	隆 6 観音	0.5820	1	
28	隆 38 食堂広目	0.5820	7	3
29	隆 10 観音	0.5857	1	
30	隆 90 九面	0.5877	1	
31	隆 60 観音	0.5942	1	
32	隆 7 観音	0.5959	1	
33	隆 34 食堂梵天	0.5975	3	2
34	隆 72 太子少年	0.6044	2	1
35	隆 47 伝法西阿弥左脇	0.6212	4	
36	隆 49 伝法東阿弥陀	0.6212	1	
37	隆 22 地藏	0.6252	1	
38	隆 43 伝法中阿弥陀	0.6279	4	
39	隆 1 金堂釈迦	0.6409	4	
40	隆 44 伝法中阿弥左脇	0.6583	1	
41	隆 66 勢至	0.6682	5	1
42	隆 46 伝法西阿弥陀	0.6832	4	
43	隆 4 菩薩	0.7112	4	
44	隆 16 橋右脇	0.7314	5	
45	隆 52 綱封弥勒	0.7493	5	
46	隆 8 夢違	0.7639	5	
47	隆 5 釈迦	0.7672	5	

5 列には、その彫像群標本を最短距離とする学生群の標本数を掲げている。

6.2. 彫像群と学生群の全標本間距離のクラスター分析 (彫像群)

彫像群 47 例を標本とし、学生群 40 例を変数として、総当り標本間ユークリッド距離によるクラスター分析を行った。その結果を図 2 に示す。

各クラスターの形状特徴を把握するためには前報 [2] で用いた対数変換値が、鼻尖角に対するその他の角度の大小を直感的に表現するには好都合であるので、各クラスターに含まれる個々の彫像標本の LRPA、LRGA、および LRSeA の 3 特徴パラメータ値を詳しくしらべた。

図 3 は、各クラスターに属する彫像標本の 3 特徴パラメータ平均値を示している。クラスター間における造形特徴の相違を明らかに見て取ることができる。

表 5 の第 4 列には、その彫像が属するクラスターの番号を掲げ、彫像クラスターの造形特徴と学生群標本との近縁度合を示す。また、同表第 5 列には、全彫像の中でその彫像を最短距離の標本とする学生群標本の数を掲げている。

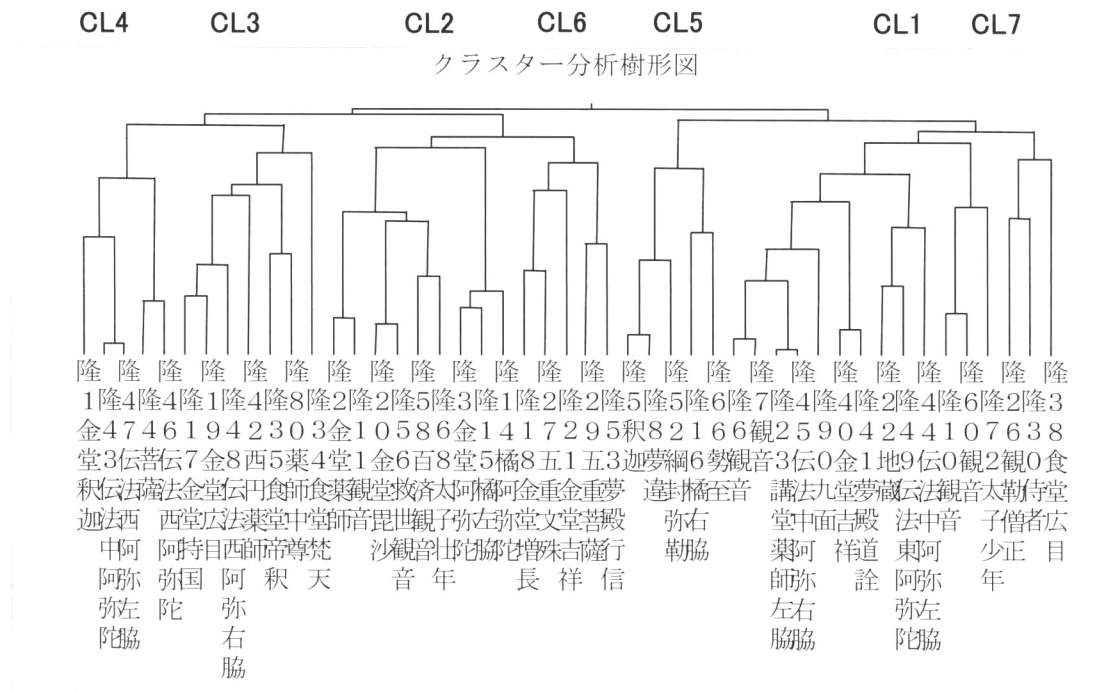
学生群標本は 30 例のモンゴロイド系 (日、韓、中) と 10 例の非モンゴロイド系から成る。クラスター 6 と 7 は、ヒトの鼻梁側面観形状に近い造形の彫像により構成され、それは図 3 からわかるように、眉間の隆起と鼻根の陥凹が比較的明瞭な起伏型表現を示している。このクラスター・メンバーには、人物像あるいは人物類似像が多く含まれている。

同じく図 3 から、クラスター 5 は鼻尖角に対する眉間の隆起や鼻根の陥凹が比較的少なく、鼻梁が直線に近いかたちを示す彫像であることがわかる。このクラスターは全体的にヒトの形状とは遠い造形である。

クラスター 1 ~ 4 は、前報 [2] で「単調型」とした、眉間・鼻根ともに平坦で鼻だけが突出する様式であり、眉間と鼻根の起伏の程度によってクラスター別けがなされている。

6.3. 学生群から見た彫像群標本とのユークリッド距離

彫像群 47 標本に対する学生群 40 例のユークリッド距離平均値を、昇順に配列して表 6 の第 3



A

CL1	CL2	CL3	CL4	CL5	CL6	CL7
13	9	7	5	5	5	3
隆6 観音 隆7 観音 隆10 観音 隆22 地藏 隆23 講堂薬師左脇 隆40 金堂吉祥 隆41 夢殿首詮 隆44 伝去中阿弥左脇 隆45 伝去中阿弥右脇 隆49 伝去東阿弥陀 隆60 観音 隆72 太子少年 隆90 九面	隆2 金堂薬師 隆3 金堂阿弥陀 隆11 観音 隆14 橋阿弥陀 隆15 橋左脇 隆20 金堂毘沙 隆56 救世観音 隆58 百濟観音 隆68 太子壮年	隆17 金堂持国 隆19 金堂広目 隆34 食堂梵天 隆35 食堂帝釈 隆42 西門薬師 隆48 伝去西阿弥右脇 隆80 薬師中尊	隆1 金堂釈迦 隆4 菩薩 隆43 伝去中阿弥陀 隆46 伝去西阿弥陀 隆47 伝去西阿弥左脇	隆5 釈迦 隆8 夢違 隆16 橋右脇 隆52 綱鞋弥勒 隆66 勢至	隆18 金堂増長 隆21 金堂吉祥 隆27 五重文殊 隆29 五重菩薩 隆53 夢殿行言	隆26 観音曾正 隆30 侍者 隆38 食堂広目

B

図2. 彫像群と学生群の全標本間ユークリッド距離によるクラスター分析 (彫像群)

- A 樹形図
- B 同上各クラスターのメンバー構成

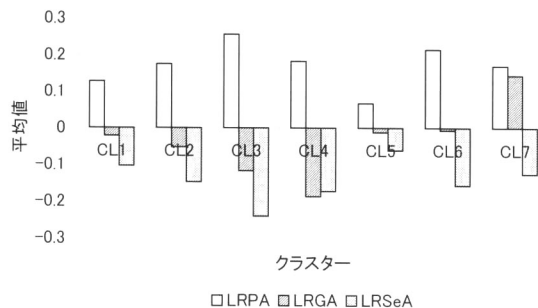


図3. 全標本間距離によるクラスター分析で得られた各クラスターの特徴パラメータ平均値 (彫像群)

列に示す。すなわち、法隆寺彫像に近い側面観を有するヒトを類似度順に配列したものである。またそのヒトを最短距離とする彫像群標本数を第4列に掲げている。

表6. 彫像群各標本に対する学生群40例の鼻梁側面観形状ユークリッド距離の平均値

昇順	略称	平均距離	最短距離の彫像群標本数
1	米 4m	0.2737	18
2	米 1m	0.2783	7
3	印 1m	0.3227	
4	日 10m	0.3397	2
5	米 3f	0.3455	
6	日 4m	0.3668	
7	中 4m	0.3736	2
8	日 11f	0.3933	
9	日 3f	0.4078	
10	米 2m	0.4148	8
11	ニュ 1f	0.4209	
12	韓 7m	0.4411	
13	韓 12f	0.4555	
14	日 15m	0.4845	2
15	米 5m	0.4965	1
16	日 8m	0.5052	
17	日 7m	0.5244	
18	日 16m	0.5301	
19	日 17m	0.5304	
20	韓 13f	0.5321	
21	日 2f	0.5337	
22	韓 3m	0.5440	
23	日 5m	0.5459	
24	韓 6m	0.5473	
25	日 14m	0.5589	1
26	米 6m	0.5600	3
27	日 6m	0.5835	
28	バン 1m	0.5869	1
29	中 5f	0.6204	
30	韓 11f	0.6276	
31	中 3m	0.6431	1
32	韓 5m	0.6668	
33	日 12f	0.8357	
34	日 1m	0.8444	
35	英 1m	0.8521	1
36	韓 4m	0.8676	
37	中 2m	0.8803	
38	韓 9m	0.9166	
39	中 1f	0.9664	
40	韓 10m	0.9941	

6.4. 彫像群標本と学生群標本から見た最短ユークリッド距離標本一覧

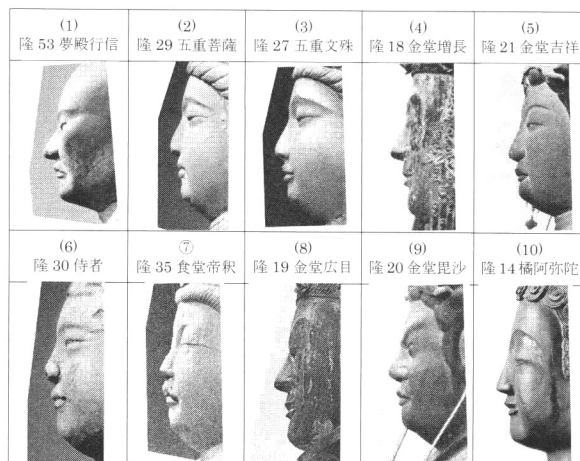
彫像群各標本にもっとも近い距離にある学生群標本と、学生群各標本にもっとも近い距離にある彫像群標本の一覧表を、表7に掲げた。この表を一見すれば、大半の仏像が米国人グループに最短距離を示し、いっぽうモンゴロイド系の人は多く人物像あるいは人物類似像に最短距離を示していることがわかる。

7. ユークリッド平均距離に基づく彫像とヒトの鼻梁側面観の対比

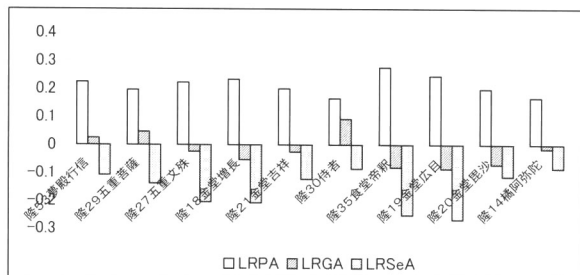
7.1. 彫像群

1) ユークリッド距離の平均値が小さいグループ

表5の距離平均値が上位10位までに入る標本の側面観画像を、図4Aに示す。また図4Bには、各標本の、鼻尖角に対する、鼻角、眉間角、鼻根角の比率の対数変換値を示す。これらは、1例(隆



A



B

図4. 学生群標本とのユークリッド距離平均値が小さい彫像群標本(表5)の側面観画像と特徴パラメータ・グラフ

A 側面観画像 カッコ内の数字は距離平均値の順位

B 同上標本の側面観特徴パラメータ・グラフ 特徴パラメータ: LRP (=log (PA/TA)), LRG (=log (GA/TA)), LRS (=log (SeA/TA))

14 橋阿弥陀)を除き、人物像と人物類似の造形になる菩薩像や天部像であり、鼻の突出と鼻根の陥凹が明瞭で、程度の差はあるが眉間が隆起した特徴を有している。

表5の第5列が示しているように、これら10標本を最短距離の標本とする学生群標本は33例あり、全数の80%以上を占める。

2) ユークリッド距離の平均値が大きいグループ

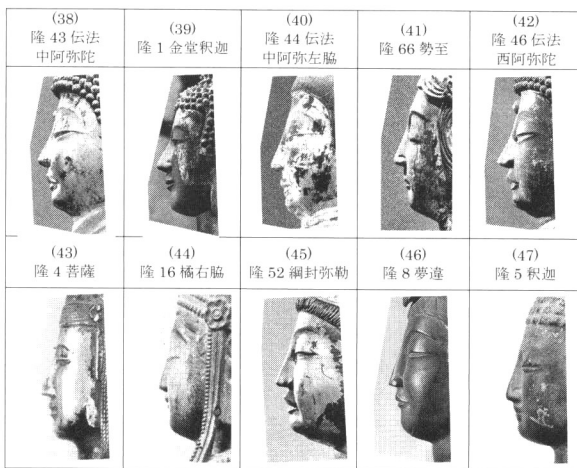
表5の距離平均値順位が下位の38位から47位までの10標本の側面観画像を、図5Aに示す。また図5Bには、各標本の、鼻尖角に対する、鼻角、眉間角、鼻根角の比率の対数変換値を示す。これらは、クラスター1に属する1例(隆44伝法中阿弥左脇)を除き、クラスター4あるいは5に属する。すなわち、鼻尖から直線状の鼻梁が伸びるリニア型(クラスター5)あるいは眉間の隆起と鼻根の陥凹がほとんど認められない単調型(ク

ラスター4)である。これらは、人間からかけ離れた造形特徴を有していて、学生群標本と最短距離にある像は1例のみであった。

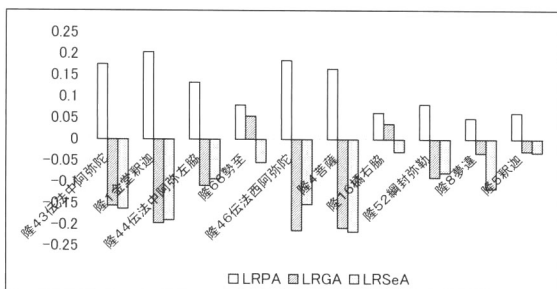
7.2. 学生群

1) ユークリッド距離の平均値が小さいグループ

表6の距離平均値が上位10位までに入る標本の側面観シルエット画像を、図6Aに示す。また図6Bには、各標本の、鼻尖角に対する、鼻角、眉間角、鼻根角の比率の対数変換値を示す。これらは、学生群の中では少数例であるが、彫像には多くの類似造形がある。とくに第1位の米4mは最短距離の彫像群標本が18を数えるが、図6Aに見られるとおり、眉間隆起が軽度であって、仏像造形に近い形状を示していることがわかる。これらの標本は、学生群の中では少数派に属する鼻梁形状を示すが、仏教彫像はこれに近縁のものが



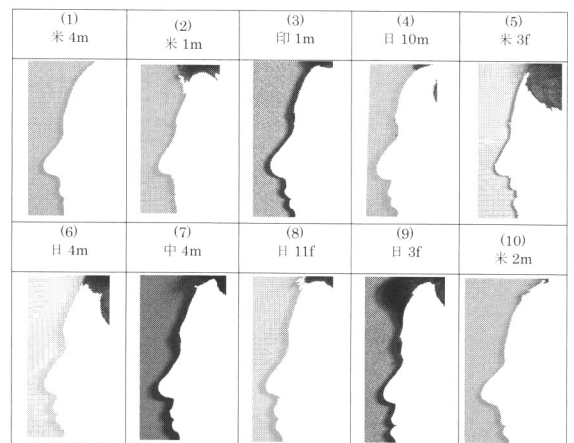
A



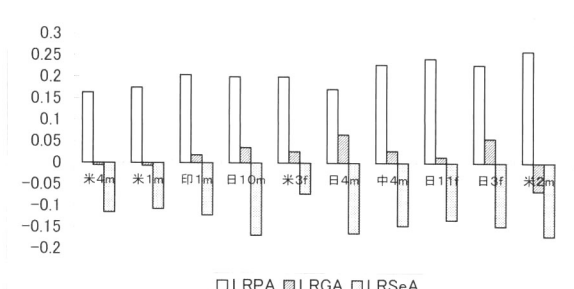
B

図5. 学生群標本とのユークリッド距離平均値が大きい彫像群標本(表5)の側面観画像と特徴パラメータ・グラフ

- A 側面観画像 カッコ内の数字は距離平均値の順位
 B 同上標本の側面観特徴パラメータ・グラフ 特徴パラメータ: LRPA (=log(PA/TA)), LRGA (=log(GA/TA)), LRSeA (=log(SeA/TA))



A



B

図6. 彫像群標本とのユークリッド距離平均値が小さい学生群標本(表6)の側面観シルエット画像と特徴パラメータ・グラフ

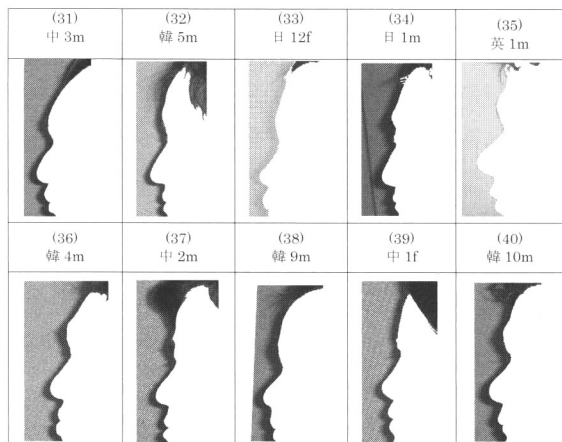
- A 側面観シルエット画像 カッコ内の数字は距離平均値の順位
 B 同上標本の側面観特徴パラメータ・グラフ 特徴パラメータ: LRPA (=log(PA/TA)), LRGA (=log(GA/TA)), LRSeA (=log(SeA/TA))

多い。

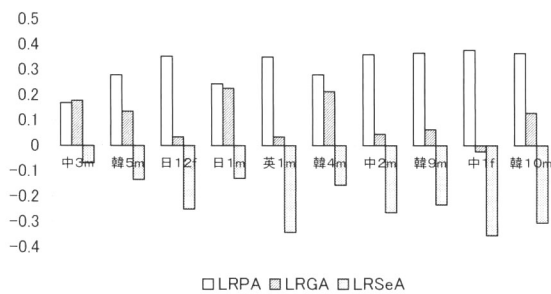
表6の第4列が示しているように、これら10標本を最短距離の標本とする彫像標本は37例あり、全数の78%以上を占める。

2) ユークリッド距離の平均値が大きいグループ

表6の距離平均値順位が下位の31位から40位までの10標本の側面観画像を、図7Aに示す。また図7Bには、各標本の、鼻尖角に対する、鼻角、眉間角、鼻根角の比率の対数変換値を示す。これらは、1例(英1m)を除きモンゴロイド系であり、短距離群とは対照的な標本構成を示している。鼻角が鮮明で、眉間隆起が顕著であるかあるいは鼻根の陥凹が顕著な起伏型である。これらは、大多数の仏像からかけ離れた造形特徴を有し、彫像群標本と最短距離にある標本は2例しかなかった。



A



B

図7. 彫像群標本とのユークリッド距離平均値が大きい学生群標本(表6)の側面観シルエット画像と特徴パラメータ・グラフ

- A 側面観シルエット画像 カッコ内の数字は距離平均値の順位
- B 同上標本の側面観特徴パラメータ・グラフ 特徴パラメータ: LRPA (=log (PA/TA)), LRGA (=log (GA/TA)), LRSa (=log (SeA/TA))

8. 考察

8.1. 彫像群と学生群の全データ間ユークリッド距離による形状特徴類似性の評価

前報[2]では、仏像群と学生群のデータを併合したクラスター分析を行い、それぞれ特徴的なクラスターに分類できることを報告したが、個々の仏像側面観造形がどの個人の形状に近いか、あるいは遠いかは論じることができなかった。

本研究では、仏像とヒトの鼻梁側面観形状の類似性を表現する尺度として、鼻尖角に対する鼻角、眉間角、鼻根角の比を特徴パラメータとして用い、彫像群と学生群全標本の総当たりユークリッド距離を算出した。

これにより、彫像とヒトの全標本を、ユークリッド距離という1軸上に配列することができ、さらに個々の仏像鼻梁側面観造形と個々の人の鼻梁側面観形状の近縁性あるいは遠縁性を知ることができた。

法隆寺彫像は、仏像のみならず人物像や天部などの人物類似像をも含むので、本研究手法を仏像以外の彫像一般へ適用できる可能性が示唆されたと考えている。

8.2. 法隆寺彫像群と学生群の近縁性

1) 学生群との平均距離が短い彫像について: 平均距離が短い彫像は、人間のプロフィールに近い印象を与える起伏型[2]である。夢殿の行信像(隆53)は天平期の人物像であり、学生群の類似標本数が最多であった。同じく天平期作品であることが確実な五重塔塑像については、侍者(隆30)も人物像であるが、菩薩像(隆29)と文殊菩薩像(隆27)も、人物像に近い造形であるため、学生群との平均距離が小さかった。いっぽう金堂飛鳥期の増長天(隆18)と広目天(隆19)、同平安期の吉祥天(隆21)と毘沙門天(隆20)、食堂帝釈天(隆35)は、人物に近い造形である。天部において、古くからヒトに近い側面観造形が行われていたことを示している。第10位には、上位10像の中で唯一の仏像として白鳳期の橘夫人阿弥陀三尊像本尊(隆14)がランクされたが、このものの鼻梁側面観起伏の程度は軽度である。

学生群を見ると、これら10標本を最短距離の標本とする学生群標本は33例あり、全数の80%以上を占めた。

2) 学生群との平均距離が長い彫像について: 距

離平均値順位が下位の 10 標本（第 38 位から第 47 位まで）には、クラスター 5 のリニア型が 5 例含まれていた。リニア型は、人間離れの直線的な鼻梁側面観造形である。これらは、大宝蔵院の釈迦如来像（隆 5、飛鳥期）、夢違観音像（隆 8、白鳳期）、勢至菩薩像（隆 66、白鳳期）、橘夫人阿弥陀三尊右脇侍像（隆 16、白鳳期）、綱封蔵の弥勒菩薩像（隆 52）である。その他の 5 例中 4 例が、クラスター 4 の単調型であった。単調型は、とくにわが国の仏像に広く適用された仏性表現の代表的な様式の一つであり、眉間と鼻根のシルエットが平坦に近く、さっぱりとした印象を与える。俗的なかたちから離れた、超越性表現の一つと考えられる。それらは伝法堂中の間の阿弥陀三尊像本尊（隆 43、天平期）、同西の間の阿弥陀三尊像本尊（隆 42、天平期）、金堂本尊の釈迦如来像（隆 1、飛鳥期）、大宝蔵院の菩薩像（隆 4、飛鳥期）である。

平均距離が第 11 位以下の彫像は 36 例あり、言わばヒトに似ていない彫像の比率は 76%と大半を占める。これらは“人間離れの鼻梁側面観造形”に属するものと考えられる。

第 13 位の聖霊院聖徳太子像（隆 68、平安期）と第 16 位の観勒僧正像（隆 26、平安期）は、ともに人物像であるにもかかわらず仏性表現に近く、さらに進んで第 23 位の夢殿道詮像（隆 41、平安期）や第 34 位の聖徳太子少年像（隆 72、平安期）になると、仏像と変わらない造形表現であることがわかった。

3) 彫像群との平均距離が短い学生群標本について：距離平均値が第 10 位までに入る学生群標本を最短距離の標本とする彫像群標本は 37 例あり、このうち米国人を最短距離とするものが 33 例であったことは、驚くべき結果と言えよう。米国人の出自は多様であるが、第 10 位までの 4 例はすべて、コーカソイド系と見られる。また、たったひとりの米国人（米 4m）を最短距離とする彫像が 18 例もあった。これらを列挙すると、金堂阿弥陀如来像（隆 3、鎌倉期）、大宝蔵院の菩薩像（隆 4、飛鳥期）、釈迦如来像（隆 5、同）、観音菩薩像（隆 7、飛鳥白鳳期）、橘夫人阿弥陀三尊左脇侍像（隆 15、白鳳期）、金堂地藏菩薩像（隆 22、平安期）、講堂薬師三尊左脇侍像（隆 23、平安期）、金堂吉祥天像（隆 40、平安期）、夢殿道詮像（隆 41、平安期）、伝法堂中の間の阿弥陀三尊左脇侍

像（隆 44、天平期）、同右脇侍像（隆 45、天平期）、伝法堂東の間の阿弥陀三尊中尊像（隆 49、天平期）、綱封蔵の弥勒菩薩像（隆 52）、夢殿救世観音菩薩像（隆 56、飛鳥期）、大宝蔵院の観音菩薩像（隆 60、白鳳期）、同九面観音菩薩像（隆 90、唐）であり、長期にわたるもっとも優れた像たちが含まれている。

前報 [2] で述べたように、直線的な側面観鼻梁を示すリニア型は、中国石仏にも確実に存在しているが、眉間と鼻根の変化が少ない単調型はむしろ日本の仏像に広く普及した形跡があり、その特徴は日本においてとくに強化されたのではないかと推定された。このシンプルな眉間・鼻根様式は、おそらく人間離れ表現の形式のひとつではないかと推定されるが、それがいわゆるコーカソイド系渡来人を参考にしたものか、日本人の好みによるものか、長年月にわたる表現形式の引継ぎの結果であるか、あるいはそれらの要因が複合したものかはわからない。

4) 彫像群との平均距離が長いヒト標本について：これらは既述のように 1 例（英 1m）を除きモンゴロイド系であり、自身がモンゴロイドである作家たちが製作した仏教彫像が、モンゴロイドに広く見られる形状とはかけ離れた表現になっていることが興味深い。これら標本の鼻梁シルエットは、図 6 に示した最短距離標本群とは対照的であり、特徴パラメータ・グラフを見ても両グループの形状差違は顕著である。

鼻梁側面観形状において、学生群中の欧米人が、彫像群の多数派である超越的造形の彫像標本に近縁であったことは、たいへん興味深いことと言えるであろう。

9. まとめ：

- 1) 前報 [2] に引続き、とくにヒト形状との対比において、仏教彫像鼻梁側面観造形の特徴分析を行った。
- 2) 鼻尖角に対する鼻角比、眉間角比、鼻根角比を、ユークリッド距離計算に適用するパラメータとした。
- 3) 法隆寺彫像とヒト（学生群）のデータ間ユークリッド距離を算出した。
- 4) 算出したユークリッド距離軸上に、彫像群と学生群の全標本間データが配列されたので、どのような鼻梁側面観を有するヒトに近い造形の彫像

がどれか、などの判別が可能になった。

5) このユークリッド距離は、仏像鼻梁の超越性表現と、ヒトの具体的な鼻梁形状との間の距離に対応するので、仏性表現の尺度と見なすことができる。と考えられる。

6) 今回標本とした法隆寺諸像は、唐請来が明確な九面観音菩薩像を除き、大陸からの渡来人あるいは日本人の作と考えられているが、そのうちの大半の仏像と最短のユークリッド距離にある人物が欧米人たちであったことは予想を超える結果であったといえることができる。

参考文献

- [1] 宮治昭：視覚的イメージとしての仏陀—その大いなる旅路、ブツ展図録、NHK、pp. 10-13 (1998.4).
- [2] 小林茂樹、土屋晋、藤澤隆史、長田典子：仏像頭部における鼻梁側面観造形の特徴分析、日本顔学会誌、Vol.7, No.1, pp. 47-63 (2007. 9).
- [3] 奈良六大寺大観刊行会：奈良六大寺大観第二巻 法隆寺二、岩波書店、第三刷(1990).
- [4] 奈良六大寺大観刊行会：奈良六大寺大観第三巻 法隆寺三、岩波書店 (1969).
- [5] 奈良六大寺大観刊行会：奈良六大寺大観第四巻 法隆寺四、岩波書店 (1971).

英文要旨

Making of Buddhist statues was originated at present-day Pakistan and India in the end of 1st century and thereafter spread to every region of Asia, producing a variety of artforms reflecting locality, ethos, and age. We are conducting investigation into statistical analysis of the artforms using data obtained from digitalized images of Buddhist figures. In the preceding paper, we used 3 logarithmic parameters in relation to the nasal angle, the glabellar angle, and the sellion angle. Here, to clarify the degree of resemblance between individual Buddhist sculptures and individual persons in the aspect of nasoglabellar profile, we adopted the feature parameters such as the ratio of the nasal angle, the ratio of the glabellar angle, and the ratio of the sellion angle, respectively, to the pronasale angle. We performed calculation of Euclidean distances between 47 nasoglabellar profile data from Horyuji temple statues and 40 nasoglabellar profile data from university students. As the result, all the Buddhist sculptures were aligned in one axis of the Euclidean distance. These distances reflect the degree of resemblance between the Buddhist figure's nasoglabellar profiles and the human profiles. We consider that the long Euclidean distance would correspond to an expression of the Buddhist transcendental character of enlightened super-humanity.

著者紹介



小林 茂樹



土屋 晋



藤澤 隆史



長田 典子

著者 1

氏 名：小林茂樹

学 歴：1962年東京大学理学部生物学科卒業。
1971年理学博士（東京大学）。

職 歴：1962年立石電機株式会社入社中央研究所勤務（現オムロン）。1974年立石ライフサイエンス研究所所長。血流臓器細胞内酸化還元動態の蛍光・分光計測、電磁界の生体効果、血液細胞のパターン分類、カラー照明によるはんだ形状 2.5次元計測などを開発・研究。1993年退職後、1995年形相研究所設立。所属学会：IEEE、日本生体医工学会、電子情報通信学会。

専 門：計測、かたちの研究、自動ヴァイオリンの解析。

著者 2

氏 名：土屋晋

学 歴：2007年3月関西学院大学理工学部情報科学科卒業。2007年4月より同大学院理工学研究科修士課程在学中。

専 門：芸術造形物の画像データからの感性情報抽出、および脳イメージング。

著者 3

氏 名：藤澤隆史

学 歴：2004年関西大学大学院総合情報学研究科博士課程修了。博士（情報学）。

職 歴：2004年関西大学総合情報学部総合情報学研究センター博士研究員。2006年関西学院大学理工学研究科・ヒューマンメディア研究センター博士研究員。

所属学会：日本心理学会、日本認知心理学会。

専 門：感性情報学、認知心理学、および脳イメージング。

著者 4

氏 名：長田典子

学 歴：1983年京都大学理学部数学系卒業。1996年大阪大学大学院基礎工学研究科博士課程修了。博士（工学）。

職 歴：1983年三菱電機（株）入社。産業システム研究所において色彩情報処理、感性情報処理の計測システムへの応用に関する研究開発に従事。2003年より関西学院大学理工学部情報科学科助教授、2007年教授。

所属学会：情報処理学会、電子情報通信学会、IEEEなど各会員。

専 門：感性情報学、メディア工学。