

# 数量化形状パラメータの階層化順位による 仏教彫像横顔造形の階層分析

Hierarchical analysis of Buddhist sculpture's facial profiles in accordance with a hierarchical order of the numerical shape parameters

小林茂樹<sup>1)</sup>、土屋晋<sup>2)</sup>、藤澤隆史<sup>2)</sup>、長田典子<sup>2)</sup>

Shigeki KOBAYASHI<sup>1)</sup>, Shin TSUCHIYA<sup>2)</sup>,  
Takashi X. FUJISAWA<sup>2)</sup>, Noriko NAGATA<sup>2)</sup>

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ているが、今回は数量化形状パラメータに階層順位をつけた階層分析法を提案し、鼻下側面観造形の形状分析に適用した。tr\_aよりgn\_aに引いた直線を基準線とし、gn\_aよりpn\_aに引いた直線となすgn鼻尖角と、gn\_aよりsn\_aに引いた直線となすgn鼻元角、gn\_aよりsto\_aに引いた直線となすgn口唇中心角、およびgn\_aよりpg\_aに引いた直線となすgn頤前端角との各角度比を対数変換して形状パラメータとした。これらのパラメータに関して、中国石窟寺院仏頭25例、平安期近江期観音像28例、法隆寺彫像47例、および学生群40例（東洋系30例と欧米系10例）の鼻下側面観データについて、上記階層分析を行った。その結果、異なる造形が近縁結合されるという欠点をもつクラスタ分析とは異なり、造形秩序に沿った分類結果が得られた。分析の結果、大多数の仏教彫像標本の鼻下領域側面観造形は、東洋系標本との近似度が低く、ストミオンの後退と鼻深において、欧米系標本に近似していた。ポゴニオン位置においては、東洋系標本にも欧米系標本にも近似しない独特の造形が比較的多数であった。このことから、古い仏教彫像の横顔鼻下領域の造形は、欧米人を直接モデルとしたものではなく、造仏最初期から伝承された理想化モデルに準じて造形されたものと考えられる。

キーワード：仏教彫像、横顔造形、数量化形状パラメータ、階層分析

Keywords : Buddhist sculpture, Facial profile form, Numerical shape parameter, Hierarchical analysis

## 1. はじめに

仏教彫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。仏陀は、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、また菩薩は修行中の姿を表象するようにそれぞれ造形されてきた。私たちは、仏教彫像の鼻側面観造形表現の分類を目的として、主としてクラスタ分析の利用を試み[1][2]、

中国石窟寺院の仏頭や日本の平安期以前の仏教彫像側面観造形が、数量的に欧米人に近いことを報告した[2]。

しかしながらクラスタ分析によって分類されたクラスタの標本を見ると、標本の造形構成が無視されることがある。ここで造形構成の語は、例えば眉間の隆起と鼻の高さなど、複数の造形要素の組合せの意味として用いている。その造形構成が無視されるとは、眉間隆起かつ鼻が高い標本と、眉間隆起かつ鼻が低い標本とが近隣結合されることを意味している。とくにある変量の値が小

<sup>1)</sup> 形相研究所、Keiso Research Laboratories

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

さいと、その変量に対応する造形表現が無視される確率が高い。異なる造形の標本を同一クラスターに配属する分析方法は、形状分析の趣旨から見て利用できない。この問題は、標本間距離演算における変量差分の平方和演算に起因する。異なる変量の加算は合成であって分析ではない。それは、変量の次元によって標本の特徴を区別しようとする分析の意図に反する。

そこで私たちは、造形分析に利用できる新たな方法を提案する必要に迫られた。

## 2. 目的

ここで私たちは、造形の数量化分析法の提案を目的とし、仏教彫像とヒトの鼻尖から頤にいたる鼻下横顔形状に関して、その分析法の有効性を検討する。なお、本研究の分析資料は仏像以外に、仏教上の人物像をも含むため、用語として仏像ではなく仏教彫像を用いる。

## 3. 方法

### 3.1. 対象画像の選定

本研究では、仏教彫像として中国石窟寺院の仏頭、平安期近江地方の観音像、および法隆寺彫像の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。画像解像度は 800 ~ 1,100dpi、また角度分解能は 0.1°である。

対象画像に選定した資料は、中国石窟寺院の仏頭と平安期近江の観音像については既に文献 [1] に、また法隆寺彫像と学生群については既に文献 [2] に掲載しているので、再掲載を省略する。

標本群の内容は、下記のとおりである。

- 1) 第1 標本群：中国石窟寺院の仏頭 25 例(中国群)
- 2) 第2 標本群：平安期近江の観音像 28 例(近江群)
- 3) 第3 標本群：法隆寺彫像 47 例(法隆寺群)
- 4) 第4 標本群：ヒト(学生) 40 例(学生群)

第4 標本群には、関西学院大学学生 47 名の左側横顔写真を撮影し、国籍、性別、年齢、および整形外科・形成外科・歯科矯正等の施術履歴がないことを確認した。さらに開口や笑い等の動的表

情のない 40 例を標本として採用した。この 40 例中、日本人 15 例、韓国人 10 例、中国人 5 例から成る 30 例を東洋(モンゴロイド)系とした。その他の 10 例は、米国人 6 例と、英国人、インド人、ニュージーランド人、バングラデシュ人各 1 例であり、本人が知る限りの祖先の出自、混血状況を確認の上、欧米(コーカソイド)系とした。

### 3.2. 鼻下領域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。

#### 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：髪際のトリキオン trichion (tr\_a) から頤最下部のグナチオン 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) 鼻尖のプロナサーレ pronasale (prn\_a) : 鼻輪郭の前方最突出点を prn\_a とした。
- (2) 左鼻翼基部のスブナサーレ subnasale (sn\_a) : 左横顔の鼻翼立上がり点を sn\_a とした。
- (3) 口唇 midpoint のストミオン stomion (so\_a) : 横顔であるため、上唇と下唇の出会い線の最先端を so\_a とした。
- (4) 頤前端のポゴニオン pogonion (pg\_a) : 頤最先端を pg\_a とした。

#### 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、彫像の鼻下領域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) gn 鼻尖角 (PnA) : gn\_a から prn\_a に引いた直線が基準線と成す角度。
- (2) gn 鼻元角 (SnA) : gn\_a から sn\_a に引いた直線が基準線と成す角度。
- (3) gn 口裂中心角 (SoA) : gn\_a から so\_a に引いた直線が基準線と成す角度。
- (4) gn 頤前端角 (PgA) : gn\_a から pg\_a に引いた直線が基準線と成す角度。

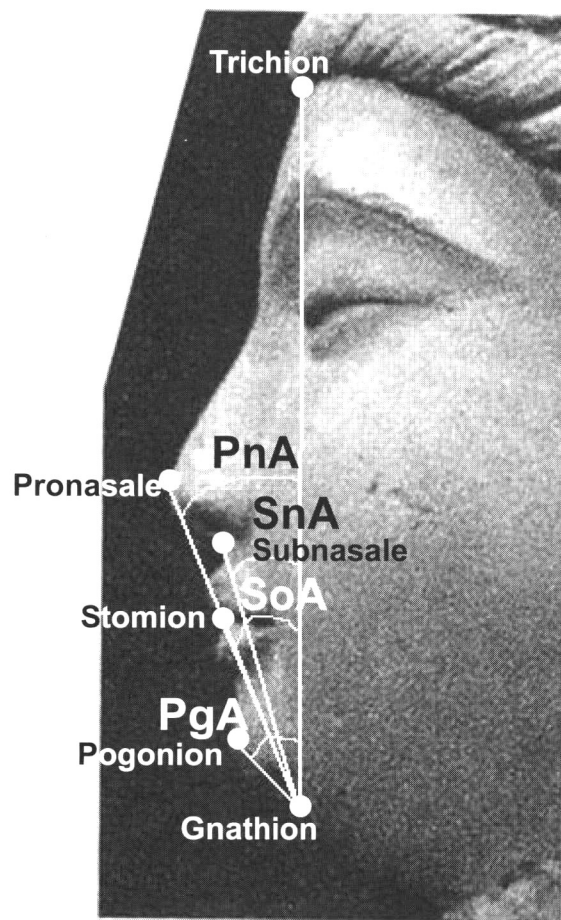


図 1. 鼻梁側面観の計測点と計測角

gn 鼻尖角  $PnA = \angle prn\_a \cdot gn\_a \cdot tr\_a$   
gn 鼻元角  $SnA = \angle sn\_a \cdot gn\_a \cdot tr\_a$   
gn 口裂中心角  $SoA = \angle so\_a \cdot gn\_a \cdot tr\_a$   
gn 頤前端角  $PgA = \angle pg\_a \cdot gn\_a \cdot tr\_a$

### 3.3. 統計的方法

一部において特徴パラメータについて主成分分析データを参考にした。主成分分析には EXCEL 多変量解析 ver.5.0 を利用した。

### 4. 鼻下領域側面観諸角度の算出

角度は、gn\_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。算出した全標本の角度を

表 1、表 2、表 3、および表 4 に示す。

### 5. 鼻下領域側面観の造形分析に適用する特徴パラメータの設定

鼻下領域造形の特徴を、計測点の前進あるいは後退の程度に対応させるため、gn 鼻尖角 (PnA) に対するその他の角度の比を対数変換し、以下に掲げる形状パラメータとした。

- (1) gn 鼻尖角 (PnA) に対する gn 鼻元角 (SnA) 比の対数変換値 :  $LRSnA (= \log(SnA/PnA))$ 。  
鼻深に対応するパラメータであり、すべて負値をとる。

表 1. 鼻下領域側面観諸角度 (学生群)

表記の単位 : 度

NO.		gn 鼻尖角	gn 鼻元角	gn 口裂中心角	gn 頤前端角
1	日 1m	23.7	14.3	17.6	47.5
2	日 2f	24	18.2	24.7	32.6
3	日 3f	22	14.8	20	41.9
4	日 4m	25.9	21.4	25.2	40.2
5	日 5m	27.8	21	26.8	45
6	日 6m	27.9	22.3	27.2	46.1
7	日 7m	24.4	20.9	27.3	46
8	日 8m	26.1	19.4	27.2	35.3
9	日 10m	29.5	20.6	28.5	43.5
10	日 11f	27.7	22.3	32.6	48.3
11	日 12f	23.7	20	30.1	47.8
12	日 14m	30.7	25.6	30.3	43.8
13	日 15m	27.5	20.5	25.2	43.8
14	日 16m	21.5	15.9	23.5	38.3
15	日 17m	21.5	17	23.9	47.4
16	韓 3m	26.8	19.8	27.9	43.8
17	韓 4m	23.1	15.5	24.1	40.9
18	韓 5m	24.9	16.6	21.9	48.8
19	韓 6m	28.2	23.8	30.4	48.1
20	韓 7m	23.3	18.3	27.7	46.9
21	韓 9m	24.1	21.4	25.5	47.6
22	韓 10m	21.4	14.9	21.6	47.6
23	韓 11f	24.7	21.5	32.5	47.3
24	韓 12f	26.1	22.2	30.8	47.3
25	韓 13f	24.7	20.9	31.1	48.8
26	中 1f	18.5	12.4	19.3	41.8
27	中 2m	21.2	14.5	22.2	44.2
28	中 3m	28.5	23.3	31	44.3
29	中 4m	27.2	21.4	29.3	40
30	中 5f	24.3	20.9	27.5	43.5
31	米 1m	24.2	16.7	18.1	45.8
32	米 2m	29	21.3	21.3	39.6
33	米 3f	24.6	16.2	17.6	44
34	米 4m	25.5	18.6	20.2	53.3
35	米 5m	25.9	17.7	19.9	53.4
36	米 6m	28.3	21.8	25.3	47.7
37	印 1m	28.6	22.8	26.8	43.7
38	ニュ 1f	25.3	18.1	23.5	44.9
39	バン 1m	24.9	18.1	20.9	45
40	英 1m	24.1	16.2	19.4	39.7

表 2. 鼻下領域側面観諸角度 (中国群)

表記の単位：度

NO.	対象	gn 鼻尖角	gn 鼻元角	gn 口裂中心角	gn 頤前 端角
1	中 2 雲 2 北魏	27.6	18.7	21.4	41.9
2	中 4 雲北魏	25.7	16.4	20.1	45
3	中 6 雲北魏	20.2	9.5	12	52.5
4	中 8 鞏北魏	22.8	8.5	8.9	29.1
5	中 10 天 3 東魏	21	9.9	21.3	54.9
6	中 12 天 1 北齊	26.7	17.2	20.4	35.2
7	中 14 天 1 北齊	22.7	12.6	15.8	33.1
8	中 16 天 16 北齊	26.9	17	16.6	38.8
9	中 18 天 16 北齊	29.8	18	22.4	35.1
10	中 20 天 16 北齊	22.1	18.4	22.6	36.1
11	中 22 天 8 隋	27.2	14.8	19.7	41.3
12	中 24 天 8 補修隋	23.9	12.8	11.9	40.2
13	中 26 北響南北齊	26.4	15	19.4	39.5
14	中 28 北響中北齊	19.4	8.9	10.2	35.5
15	中 30 龍敬善唐	20.8	13.7	15.8	36.3
16	中 32 龍則天唐	21.2	15.4	21.7	42.3
17	中 34 龍則天唐	25.2	15.1	22.7	42.4
18	中 36 龍唐	24.2	14.9	22.3	42.8
19	中 40 龍奉先唐	26.1	11.6	17	34.7
20	中 42 龍奉先唐	26.8	13.2	20.5	37.3
21	中 44 龍奉先唐	27.6	14.3	20.1	37.9
22	中 46 天 18 唐	23.7	12	18	36.7
23	中 48 天 21 唐	23.3	13.3	20.2	38.5
24	中 50 天 17 唐	25	15.5	19.6	34
25	中 52 天 17 唐	22.5	15.4	19.9	33

表 3. 鼻下領域側面観諸角度 (近江群)

表記の単位：度

No.	対象	gn 鼻尖角	gn 鼻元角	gn 口裂中心角	gn 頤前 端角
1	近 2 延暦寺前	30.2	19.9	25	45.9
2	近 4 園城寺前	23.1	15.1	21.1	39.1
3	近 6 来迎寺前	24.8	15	23	39.2
4	近 8 来現寺前	27.2	19.3	26	38
5	近 10 金剛定寺前	23.9	13.3	19.1	34.4
6	近 12 蓮長寺前	23.7	14.4	24.3	37.5
7	近 14 川原堂	20.6	10.4	19.9	37.3
8	近 16 西教寺中	20.6	12.5	16.2	36.1
9	近 20 集町堂中	17.9	12	19	35.4
10	近 22 石山寺中	24.1	18	23.6	40.3
11	近 24 盛安寺中	26	13.7	19.2	33.3
12	近 26 北門前堂中	23.9	13.2	16.1	33.6
13	近 28 日野熊野中	21.2	13.2	18.1	42
14	近 30 石道寺中	21	15.3	17.9	31
15	近 32 妙音寺後	23	14.6	18.3	35
16	近 34 東方寺後	22.3	11.9	17.2	34.4
17	近 36 江龍寺後	19.8	10.1	18	36.3
18	近 38 敬恩寺後	16.8	11.9	18.8	36.4
19	近 44 金剛輪寺後	25.2	15	20.1	49.2
20	近 46 志那神社後	20.4	14.8	19.7	34.3
21	近 48 円満寺後	19	8.7	13.7	34.6
22	近 50 常楽寺後	23.7	17.6	22.7	40.2
23	近 52 金剛輪寺後	19.8	15.4	23	43.5
24	近 54 総持寺後	18.8	10.7	17.7	38.3
25	近 56 明王院後	23.4	16.3	19.5	38.6
26	近 62 熊野神社後	22.5	17	21.4	42.3
27	近 64 田中神社後	23.1	14.4	22.4	42.7
28	近 68 誓光寺後	21.4	12.8	18.9	38.9

表 4. 鼻下領域側面観諸角度 (法隆寺群)

表記の単位：度

No.	略称	gn 鼻尖角	gn 鼻元角	gn 口裂中心角	gn 頤前 端角
1	隆 1 金堂釈迦	21.9	13.8	15.8	33.7
2	隆 2 金堂薬師	22	12.5	15.2	34
3	隆 3 金堂阿弥陀	22.6	16.5	18	35.8
4	隆 4 菩薩	23.1	12.5	17	32
5	隆 5 釈迦	24.3	19.5	21.1	38.4
6	隆 6 観音	20.3	10.9	16.4	35.7
7	隆 7 観音	20.6	10.3	16.4	34.3
8	隆 8 夢違	21.5	14.4	17.2	31.2
9	隆 10 観音	22	12.7	14.5	31.3
10	隆 11 観音	20.4	13	15.7	32.8
11	隆 14 橋阿弥陀	22.4	13.7	13.1	34.1
12	隆 15 橋左脇	19.5	12.8	13.5	31.8
13	隆 16 橋右脇	20	14.2	14.7	31.3
14	隆 17 金堂持国	19	8.9	12.3	34.1
15	隆 18 金堂増長	21	11.1	12	31.6
16	隆 19 金堂広目	20	9.8	13.7	37.2
17	隆 20 金堂毘沙	20.4	11.3	18.6	32.3
18	隆 21 金堂吉祥	21.8	13.9	19.5	39.4
19	隆 22 地藏	28.4	22.7	26.5	40.2
20	隆 23 講堂薬師左脇	21	14.3	20.1	34.4
21	隆 26 観勒僧正	26	13.6	21.5	41.7
22	隆 27 五重文殊	19.7	13.8	16.3	27.6
23	隆 29 五重菩薩	18.6	13.6	16.4	29.6
24	隆 30 侍者	16.9	11.5	15.3	27.8
25	隆 34 食堂梵天	16.5	15	15.4	24.8
26	隆 35 食堂帝釈	16.3	12.6	17.2	25.8
27	隆 38 食堂広目	19.9	14.3	22.9	30.1
28	隆 40 金堂吉祥	17.4	12.4	15.7	29.7
29	隆 41 夢殿道詮	26.1	17.4	26	41.6
30	隆 42 西門薬師	22	12.4	18.6	32.5
31	隆 43 伝法中阿弥陀	24.7	16.4	21.9	38.1
32	隆 44 伝法中阿弥左脇	24	15.1	20.8	34.1
33	隆 45 伝法中阿弥右脇	22.4	14.7	19.4	37.3
34	隆 46 伝法西阿弥陀	26.4	18.1	23.4	39.5
35	隆 47 伝法西阿弥左脇	23.6	13.9	18.6	35.8
36	隆 48 伝法西阿弥右脇	24.2	16.1	19.7	32.1
37	隆 49 伝法東阿弥陀	24.6	18.6	18.1	33.7
38	隆 52 綱封弥勒	23.9	13.6	19.9	37.6
39	隆 53 夢殿行信	31.2	22.6	28.4	45.7
40	隆 56 救世観音	22.9	14.5	18.7	38.5
41	隆 58 百済観音	22.9	13	18	35.8
42	隆 60 観音	20.3	14.4	18.6	30.6
43	隆 66 勢至	25.5	18.4	22.2	37.3
44	隆 68 太子壮年	17.6	9.8	11.8	40.8
45	隆 72 太子少年	24.8	15.3	19	34.4
46	隆 80 薬師中尊	24.7	16.2	23.4	34.5
47	隆 90 九面	20.9	11.7	16.2	31.3

(2) gn鼻尖角(PnA)に対するgn口裂中心角(SoA)比の対数変換値：LRSoA (=log(SoA/PnA))。口唇の前突・後退に対応するパラメータであり、正值は前突に、また負値は後退にそれぞれ対応する。

(3) gn鼻尖角(PnA)に対するgn頤前端角(PgA)比の対数変換値：LRPgA (=log(PgA/PnA))。



頤の前突・後退に対応するパラメータであり、すべて正值をとる。

## 6. 形状パラメータの階層順位による階層分析の方法

### 6.1. 形状パラメータ階層順位のお考え方

小さな起伏でも造形表現上の特徴として区別する観点に立ち、生物分類学の手順に準拠した階層分析を試みた。その手順は、以下の考え方に基づいている。

- (1) 形状パラメータに、階層順位を設定する。
- (2) 階層順位に従って、階層分析を行う。
- (3) 階層順位は、変量間の相関係数などの統計的関係を優先して設定するが、分析の目的によっては造形表現を優先する。

### 6.2. 鼻下領域形状パラメータの階層順位づけ手順

以下の3手順を経て、対象群をそれぞれ3階層、8クラスに分類した。

- (1) 階層1：LRSoAの分岐値を0とし、正負によって2グループに分岐した。

3変量のうち、LRSoAとLRSnAの相関係数が大きく、これに比してLRPgAと他の2変量との相関係数はいずれもより小であるため、まずLRSoAとLRSnAのいずれかを第1ステップ指標の候補として選択した。次に、LRSoAはストミオンの前突あるいは後退を反映し、横顔印象に大きく関与するのに対して、LRSnAはすべて負値をとり、横顔印象としてはLRSoAよりも影響度が相対的に小であるとの観点から、LRSoAを第1階層の指標とした。

すなわち、すべての標本を

- (I) LRSoA  $\geq 0$  のグループ、あるいは
- (II) LRSoA  $< 0$  のグループ

に2大別した。正值のグループはストミオンの相対的前突形状に対応し、また負値のグループはその相対的な後退形状に対応する。

- (2) 階層2:次に、上述の各グループをそれぞれ、

- (1) LRSnA  $< -0.1$  のグループ、あるいは
- (2) LRSnA  $\geq -0.1$  のグループ

に分岐した。LRSnAはすべて負値をとり、その値は鼻深（一般的にいわれる鼻の高さ）に対応する。分岐値 $-0.1$ は、学生群のLRSnA平均値である $-0.12$ に近い値として設定した。ヒトの値を基準とした理由は、仏教彫像造形表現とヒト形状の比較研究を目的とする本研究が、ヒト形状を基準とする基本的考え方に立脚するためである。

(3) 階層3：第1および第2ステップにおいて分岐された4グループについて、それぞれを

- ( $\alpha$ ) LRPgA  $\geq 0.24$  のグループ、あるいは
- ( $\beta$ ) LRPgA  $< 0.24$  のグループ

に分岐した。LRPgAはすべて正值をとり、その値はポゴニオンの前突度合いに対応する。分岐値 $0.24$ は、学生群のLRPgA平均値である $0.247$ に近い値として設定した。ヒトの値を基準とした理由は、上述のとおりである。

以上の手順と、分類された8クラスの各形状パラメータのモデル値グラフとを、図2に示す。

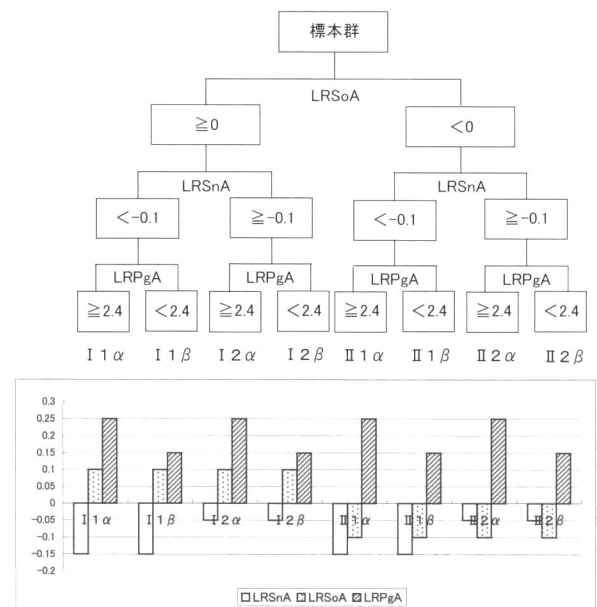


図2. 本研究の階層分析における各形状パラメータ分岐値の一覧と分類された8クラスの特徴パラメータ・モデル値グラフ

形状パラメータのグラフは、造形特徴パターンに対応している。

## 7. 結果

### 7.1. 分類した各クラスの鼻下側面観形状

分類した8クラスの鼻下側面観形状に対応す

る、各標本群の代表的な標本を図3に示す。図3において、階層1についてはストミオンの前突(I)と後退(II)に、階層2については鼻深が大きい(1)と小さい(2)に、また階層3についてはポゴニオンの前突( $\alpha$ )と後退( $\beta$ )に、それぞれ対応することが見て取れる。なお、II 2  $\alpha$  グループは、いずれの群にも該当する標本の存在がなかった。

### 7.2. 分類クラスに属する各標本群の標本

各標本群について、分類クラスに属する標本の一覧を、表5～表8に示した。鼻下側面観造形において、仏教彫像標本には、ヒトの側面観形状ほどのバリエーションがなく、特に法隆寺群の大多数が1分類クラスに属することは、著しい特徴である。


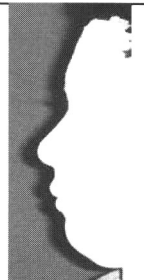


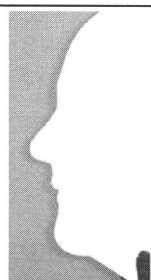
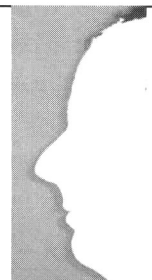













I 1 $\alpha$	I 1 $\beta$	I 2 $\alpha$	I 2 $\beta$	II 1 $\alpha$	II 1 $\beta$	II 2 $\beta$
						
韓10m	日2f	日11f	韓6m	米4m	米2m	印1m
						
中10天3東魏			中20天16北齊	中28北響中北齊	中8鞏北魏	
						
近52金剛輪寺後	近12蓮長寺前			近48円満寺後	近2延曆寺前	
						
	隆38食堂広目			隆6観音	隆1金堂釈迦	隆5釈迦

図3. 分類8クラスに属する各標本群代表例の鼻下側面観画像  
空欄は、標本の不在を示す

表5. 各分類クラスに属する学生群標本

I 1 α	I 1 β	I 2 α	I 2 β	II 1 α	II 1 β	II 2 α	II 2 β
7	4	8	2	9	6	0	4
韓 10m	日 2f	韓 9m	韓 6m	米 3f	米 2m		印 1m
中 1f	韓 3m	日 7m	中 3m	日 1m	英 1m		日 4m
韓 4m	日 8m	中 5f		米 1m	米 6m		日 6m
中 2m	中 4m	日 11f		米 5m	日 15m		日 14m
日 16m		韓 12f		米 4m	日 5m		
日 17m		韓 13f		バン 1m	日 10m		
韓 7m		日 12f		韓 5m			
		韓 11f		日 3f			
				ニュ 1f			

表6. 各分類クラスに属する中国群標本

I 1 α	I 1 β	I 2 α	I 2 β	II 1 α	II 1 β	II 2 α	II 2 β
2	0	0	1	2	20	0	0
中 10 天 3 東魏			中 20 天 16 北齊	中 28 北響中北齊	中 8 鞏北魏		
中 32 龍則天唐				中 36 龍唐	中 24 天 8 補修隋		
					中 6 雲北魏		
					中 16 天 16 北齊		
					中 40 龍奉先唐		
					中 14 天 1 北齊		
					中 22 天 8 隋		
					中 44 龍奉先唐		
					中 26 北響南北齊		
					中 18 天 16 北齊		
					中 46 天 18 唐		
					中 30 龍敬善唐		
					中 12 天 1 北齊		
					中 42 龍奉先唐		
					中 2 雲 2 北魏		
					中 4 雲北魏		
					中 50 天 17 唐		
					中 48 天 21 唐		
					中 52 天 17 唐		
					中 34 龍則天唐		

表7. 各分類クラスに属する近江群標本

I 1 α	I 1 β	I 2 α	I 2 β	II 1 α	II 1 β	II 2 α	II 2 β
3	1	0	0	10	14	0	0
近 20 集町堂中	近 12 蓮長寺前			近 48 円満寺後	近 26 北門前堂中		
近 38 敬恩寺後				近 16 西教寺中	近 24 盛安寺中		
近 52 金剛輪寺後				近 44 金剛輪寺後	近 34 東方寺後		
				近 28 日野熊野中	近 32 妙音寺後		
				近 68 誓光寺後	近 10 金剛定寺前		
				近 36 江龍寺後	近 2 延曆寺前		
				近 54 総持寺後	近 56 明王院後		
				近 62 熊野神社後	近 30 石道寺中		
				近 14 川原堂	近 4 園城寺前		
				近 64 田中神社後	近 6 来迎寺前		
					近 8 来現寺前		
					近 50 常樂寺後		
					近 46 志那神社後		
					近 22 石山寺中		

表 8. 各分類クラスに属する法隆寺群標本

I 1 $\alpha$	I 1 $\beta$	I 2 $\alpha$	I 2 $\beta$	II 1 $\alpha$	II 1 $\beta$	II 2 $\alpha$	II 2 $\beta$
0	2	0	0	5	37	0	3
	隆 35 食堂帝釈 隆 38 食堂広目			隆 6 観音 隆 17 金堂持国 隆 19 金堂広目 隆 21 金堂吉祥 隆 68 太子壮年	隆 18 金堂増長 隆 14 橋阿弥陀 隆 10 観音 隆 2 金堂薬師 隆 15 橋左脇 隆 1 金堂釈迦 隆 16 橋右脇 隆 49 伝法東 阿弥陀 隆 4 菩薩 隆 72 太子少年 隆 11 観音 隆 90 九面 隆 58 百済観音 隆 47 伝法西 阿弥左脇 隆 7 観音 隆 3 金堂阿 弥陀 隆 8 夢違 隆 48 伝法西 阿弥右脇 隆 56 救世観音	隆 26 観勒僧正 隆 27 五重文殊 隆 52 綱封弥勒 隆 42 西円薬師 隆 45 伝法中 阿弥右脇 隆 44 伝法中 阿弥左脇 隆 66 勢至 隆 29 五重菩薩 隆 46 伝法西 阿弥陀 隆 43 伝法中 阿弥陀 隆 40 金堂吉祥 隆 30 侍者 隆 53 夢殿行信 隆 20 金堂毘沙 阿弥左脇 隆 60 観音 隆 80 薬師中尊 隆 23 講堂薬 師左脇 隆 41 夢殿道詮	隆 5 釈迦 隆 22 地藏 隆 34 食堂梵天

### 7.3. 各標本群の分類クラス構成

図 4 は、分類したクラスに属する各標本群の標本数をグラフ表示したものである。学生群は、II 2  $\alpha$  クラスのみ該当例がなかったが、仏教彫像群は一部の形状に集中していることがわかる。

### 7.4. 各標本群における分類クラス標本の構成比

図 5 は、各標本群の分類クラスに属する標本数の群内構成比を表している。仏教彫像群が、II 1  $\beta$  クラスに集中していることがわかる。このクラスは、鼻が高く、ストミオンが後退し、かつポゴニオンの前突が控え目なクラスである。

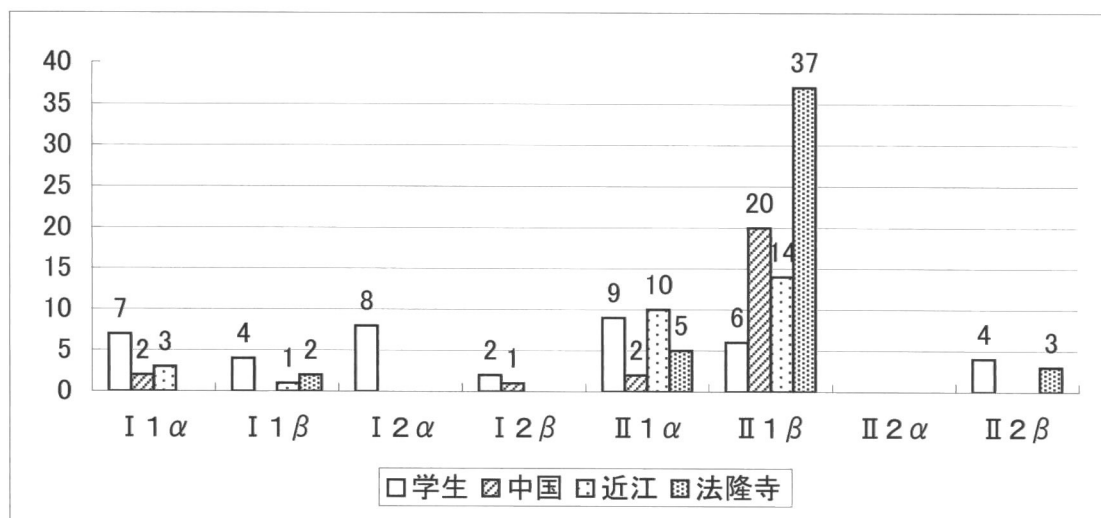


図 4. 各標本群の分類クラス構成  
グラフ上の数値は、標本数を表す

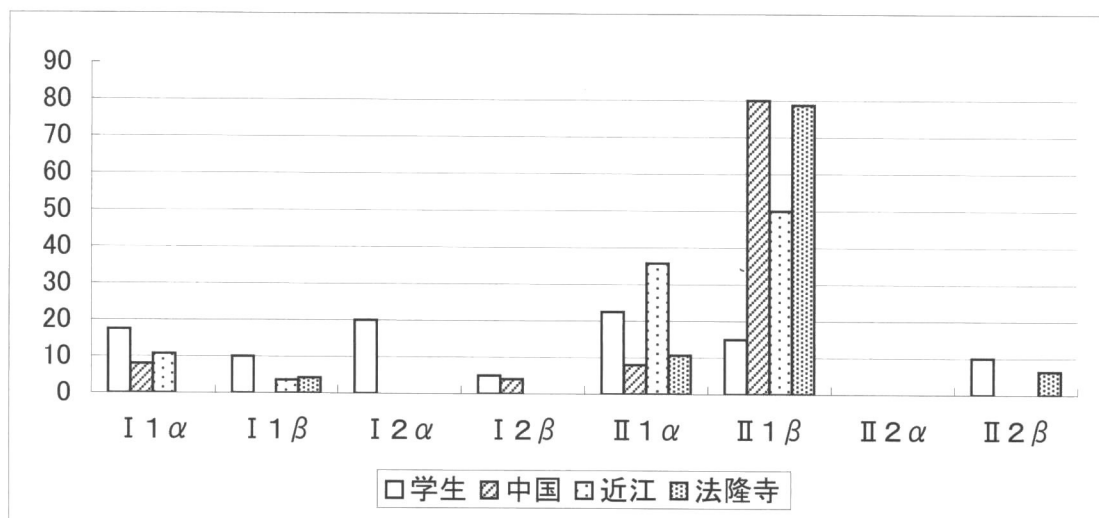


図5. 各標本群における分類クラス標本の構成比

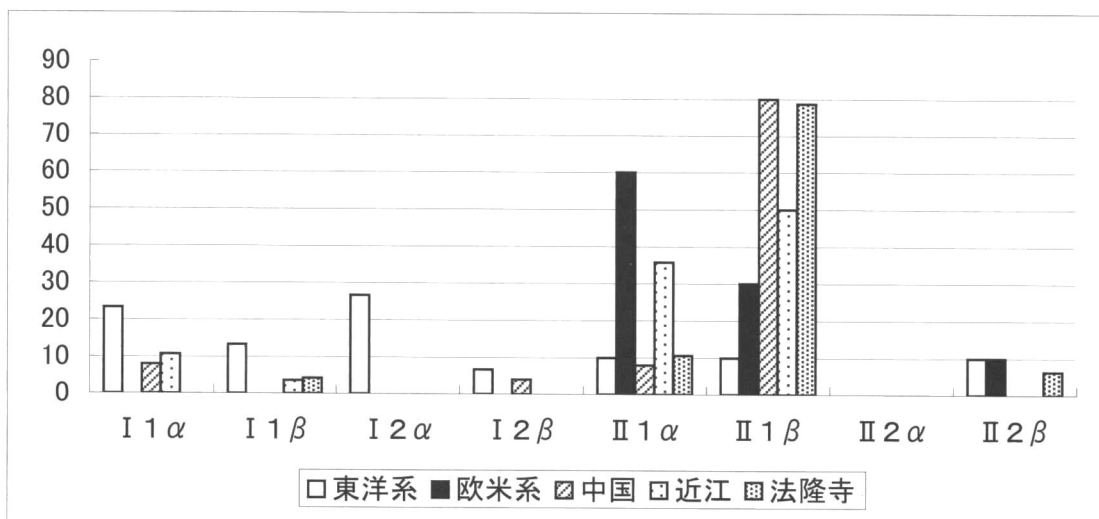


図6. 学生群を東洋系と欧米系とに分けた場合の分類クラス標本の構成比

### 7.5. 学生群を東洋系と欧米系とに分けた場合の分類クラス標本の構成比

図6は、図5の学生群を東洋系30標本と欧米系10標本とに分けたものである。欧米系10例中の60%がII 1 αクラスに属し、40%がII 1 βクラスに属していることがわかる。II 1 αクラスは、鼻が高く、ストミオンが後退し、かつII 1 βグループよりもポゴニオンの前突が明瞭なクラスである。

## 8. 考察

### 8.1. 造形に関する数量化分析の方法について

数量化形状パラメータを用いて造形を分析するためには第一に、造形の個別要素との対応性が良い形状パラメータを变量として設定しなければならない。そして第二に、それらの变量が、それぞ

れの値の大小あるいは正負の組合せによって、造形秩序との対応を表現できることが必要である。ここで言う造形秩序とは、变量はそれぞれ独立変数ではあるが、それらの値の組合せと造形様式とが固く結びついていることを意味する。

造形秩序に関しては、A標本との3変量差分値が(1,2,3)のB標本と(3,1,2)のC標本とを例にとると、これら2標本は互いに異なる造形を持つ。しかしながら、これらはA標本とのユークリッド距離が等しいため、標本間距離をベースとするクラスター分析では区別がつかない。クラスター分析においては、距離演算によって異なる次元の値が混交されるので、往々にして造形特徴に対応しない分類結果が得られる。

本研究で用いたストミオン位置の形状パラメータは、前突で正値を、後退で負値をとるように設



定されている。しかしその絶対値が小さい標本では、演算によってより大きい他変量の差分に埋没し、正值の標本と負値の標本とが同類として分類されることがある。このように、クラスター分析手法における合成のたらしきは、変量値の組合せによって造形との対応づけを行おうとする造形分析には適さないと考えられる。

そこで本報は、変量の組合せ秩序の保存に重点をおき、変量ごとに設定した分岐値によって標本を分岐し、さらに変量に階層順位をつけることにより、造形表現にとって重要とされる変量によって大分類を行い、順次中分類、小分類のステップをとる、変量階層順位による階層分析の方法を検討した。

ここで、変量の分岐値は、正負に亘る変量では0値を、また符合に違いのない変量では平均値近辺の値を設定した。また変量の階層順位は、主成分分析の結果あるいは相関係数を参考に設定した。

その結果、クラスター分析のような合成弊害の入る余地がないため、造形との対応が良好な分析結果が得られた。

## 8.2. 仏教彫像標本とヒト標本の近縁性について

1) ストミオン位置について：形状パラメータLRSoAは、ストミオン位置の前突度合いと後退度合いを表す変量である。表9は、各標本群について、ストミオン位置分類のI（前突）あるいはII（後退）に属する標本数を表している。学生群は、前突型が21例、後退型が19例とほぼ2分されていたが、仏教彫像群は、100例中の91例がストミオン後退型であった。ストミオン後退型は、仏教彫像群の著しい特徴であることがわかった。

さらに学生群を東洋系（モンゴロイド系）と欧米系（コーカソイド系）とに分けてみると、欧米

表9. 各標本群と学生群の人種系統におけるストミオン位置の例数分布

標本群	前突	後退	計
中国	3	22	25
近江	4	24	28
法隆寺	2	45	47
仏教彫像計	9	91	100
学生（東洋人系）	21	9	30
学生（欧米人系）	0	10	10
学生計	21	19	40

系10例の全例が後退型であった。すなわち本研究で対象とした大多数の仏教彫像標本は、ストミオン位置に関して、欧米系標本全例と近似の造形であった。

2) 鼻深（鼻の高さ）について：形状パラメータLRSoAは、鼻深を表す変量である。表10は、各標本群について、相対的に鼻が高い部類の1あるいは相対的に鼻が低い部類の2に属する標本数を表している。仏教彫像は高鼻が96例で、低鼻はわずか4例であった。これに対して、学生群は東洋系では高鼻の例数が低鼻よりもやや多い程度であったが、欧米系では10例中9例が高鼻であった。

このように、仏教彫像標本の圧倒的多数が、鼻の高さにおいて欧米系標本に近い造形であった。

仏教彫像標本の中には、データは示していないが、ヒトよりもさらに誇張された鼻深を有する例が多く見られた。これらは一種の宗教的な誇張表現であると考えられる。

3) ポゴニオン位置について：形状パラメータLRPgAは、ポゴニオンの前突度合いと後退度合いを表す変量である。表11は、各標本群について、ポゴニオン前突部類の $\alpha$ あるいは後退部類の $\beta$ に属する標本数を表している。仏教彫像標本は前突例数が34、後退例数が76で、後退の傾向が優位であった。中でも法隆寺群はこの傾向が顕著であり、47例中42例が後退例であった。いっぽう学生群は前突例の方が多い傾向にあった。

表10. 各標本群と学生群の人種系統における鼻深（鼻の高さ）の例数分布

標本群	高鼻	低鼻	計
中国	24	1	25
近江	28	0	28
法隆寺	44	3	47
仏教彫像	96	4	100
学生（東洋人系）	17	13	30
学生（欧米人系）	9	1	10
学生計	26	14	40

表11. 各標本群と学生群の人種系統におけるポゴニオン位置の例数分布

標本群	前突	後退	計
中国	7	18	25
近江	12	16	28
法隆寺	5	42	47
仏教彫像計	34	76	100
学生（東洋人系）	18	12	30
学生（欧米人系）	6	4	10
学生計	24	16	40

この傾向は東洋系標本と欧米系標本に共通である。

したがって、ポゴニオン位置に関しては、仏教彫像標本と欧米系標本とが近似であるという、他の2変量に見られる顕著な傾向は認められなかった。

4) 仏教彫像とヒト鼻下側面観形状のまとめ：仏教彫像標本の鼻下側面観造形表現は、東洋系標本の鼻下側面観形状とは相当に近似度が低いことが判明した。

いっぽう欧米系標本の鼻下側面観形状に関しては、ストミオン位置と鼻深（鼻の高さ）については、近似であることが判明した。また仏教彫像標本には、鼻の高さをヒト以上に誇張した例も見られた。

ポゴニオンに関しては、仏教彫像標本は東洋系標本とも欧米系標本とも異なり、後退例が多数派であった。

このように、仏教彫像標本の鼻下側面観造形表現には、欧米系標本の鼻下側面観形状に近い要素と、そうでない要素とが並立的に含まれているので、仏教彫像標本の造形表現は、欧米人の鼻下側面観形状をモデルとして直接的に写し取ったものではないものと推定される。

造仏はその最初期に、ギリシア彫像文明の影響を受けて開始された。本報で対象とした中国石窟寺院仏頭、平安期近江地方観音像、および法隆寺仏教彫像の標本の鼻下側面観造形は、造仏最初期からの造形様式を色濃く伝承しているものと考えられる。

## 9. 結語

1) 仏教彫像造形の数量化分析の方法として、階層順位による階層分析法を提案した。

2) この方法は、造形表現に対応するように設定した形状パラメータについて、造形表現上の重要度による階層の順位づけを行い、順位に従って標本を階層的に分類する方法である。

3) この分析法を、仏教彫像群とヒト群の鼻下領域側面観形状の数量化データに適用したところ、クラスター分析に見られる造形秩序の混乱を惹起することがなく、造形構成に良好な対応性のある分析結果が得られた。

4) 仏教彫像標本の鼻下横顔造形は、ヒト群のうちの東洋系標本の鼻下横顔形状とは近似度が低く、欧米系標本に近似であった。

5) 仏教彫像標本と欧米系標本の鼻下横顔形状の近似性を詳細に見ると、ストミオン位置と鼻の高さにおいては、欧米系標本に近似度が高かったが、ポゴニオン位置においては、両者にそれほどの近似性が見られなかった。

6) このことから、古い仏教彫像には、その横顔が一見して欧米人のそれに近い表現のものが多く見られるものの、それらは欧米人を直接のモデルとして造形されたものではなく、造仏最初期の造形様式が理想形とし時空的に伝えられた結果によるものと考えられる。

## 参考文献

- [1] 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).
- [2] 小林茂樹, 土屋晋, 藤澤隆史, 長田典子: 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, 日本顔学会誌, Vol.8, No.1, pp.43-56 (2008.10).

## 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 present paper, we presented a method of hierarchical analysis in accordance with a hierarchical order of the numerical shape parameters and examined its effectiveness on the numerical analysis of the sub-nasal region in the Buddhist facial profiles. Here, we adopted the shape parameters such as logarithm of the ratio of the subnasale angle to the pronasale angle, logarithm of the ratio of the stomion angle to the pronasale angle, and logarithm of the ratio of the pogonion angle to the pronasale angle. Data were obtained from facial profile pictures of 25 Buddha heads from ancient Chinese stone-cave temples, of 28

kannon pictures in Heian period, of 47 Horyuji temple statues, and of 40 university students including 30 Mongoloids and 10 Caucasoids. As the result, it was found that most samples from the Buddhist sculptures resemble rather with the Caucasoids than with the Mongoloids in the receding stomion and in the more deep nose, but not in the position of the pogonion. The present findings therefore suggest that the ancient Buddhist sculptre's facial profiles especially in the sub-nasal region were possibly made following the temporally and spatially succeeded forms from the earliest stages of making Buddhist statues rather than simply mimicing the Caucasian profiles.

## 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、血液細胞のパタン分類、カラー段差照明によるはんだ形状検査などの研究・開発。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：生体計測、造形解析、自動ヴァイオリン音響解析。

### 著者 2

氏 名：土屋晋

学 歴：2007年3月関西学院大学工学部情報科学科卒業。2007年4月より同大学院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。