

デジタル画像による浮世絵研究の試行

山田 奨治, 早川 聞多

国際日本文化研究センター／総合研究大学院大学

本論文では、デジタル画像の利点を生かした浮世絵美人画研究について、(1) モルフィング技術によって作成された平均顔からの仮説設定、(2) 顔の人類学的計測特徴による難判別作者の判別、(3) 美人画の3次元CG化作業を通じた表現の考察について報告する。(1)では、代表的浮世絵作者の平均的な美人面貌表現像を作成し、さらには歌麿の前期と後期との表現上の変化についての仮説を導いた。(2)では、清長・歌麿・豊国、広重・国貞・英泉・国芳、歌麿前期・後期という、一見判別の難しい作者の判別についての、面貌表現上の判別指針を示した。(3)では、歌麿作「高島おひさ」の3次元CGモデルを作成し、従来実像からの誇張ばかりに着目されていた歌麿の面貌表現について、意外と写実的である可能性が示唆された。これらの結果は、デジタル画像を使用することによってはじめて得られた、浮世絵研究のあたらしい視点である。

A pilot study of Ukiyo-e using digitized image

YAMADA Shoji and HAYAKAWA Monta

International Research Center for Japanese Studies /
Graduate University for Advanced Studies

In this article, we discuss about an Ukiyo-e face research method using some merits of digitized image. Our study was conducted from three view points: (1) a hypothesis from averaged faces by morphing technology; (2) discriminations of very similar faces using anthropometric features; (3) a hypothesis through 3D CG model construction of a female's face. As for (1), some averaged faces of famous Ukiyo-e painters have been constructed. Regarding some expressional differences between Utamaro's early period and his latter period, we reduced a hypothesis that the difference would come from the view angle. As for (2), we suggested some discrimination criterias for very similar painters; Kiyonaga, Utamaro, and Toyokuni; Hiroshige, Kunisada, Eisen, and Kuniyoshi; Utamaro's early period and latter period. As for (3), we built a 3D CG model of "Takashima Ohisa" by Utamaro. Through the modeling, we have got a hypothesis that Utamaro could have been a realistic artist, in contrast to his image of exaggerated expression.

1 はじめに

近年、情報産業育成のための国家的な方針に沿って、美術画像のデジタルコンテンツ作成が盛んにおこなわれている。しかしながら、そ

れらのおおくは時流に乗っただけの長期展望をもたないデジタル・アーカイブであったり、ひどい場合には情報ネットワークに流通させて利潤を得るための、たんなる「持ち駒」であっ

たりする。

情報技術が進展し、デジタル画像というあらたな形式の資料を比較的容易に手にすることができるようになった今日、それを文化研究に利用してあらたな知見や仮説を導くための方法を模索することが、現代の研究者に課せられたひとつの役割であろう。

われわれは、デジタル画像の利点を生かした浮世絵美人画研究を継続している。本論文では、(1) モルフィング技術によって作成された平均顔からの仮説設定、(2) 顔の人類学的計測特徴による難判別作者の判別、(3) 美人画の3次元CG化作業を通じた表現の考察について報告し、デジタル画像を使用することによってはじめて得られた、浮世絵研究のあたらしい視点を示す。

2 平均顔の作成

浮世絵美人画作者の特徴について論じる場合、おおくは代表的な作品のいくつかをあげてそれらの共通点に注目したうえで、作者Aが描く美人画の特徴は～であるといった論述方法が一般的である。その場合、作者A的な顔というものは、具体的な作品にあらわれる数個の実例を指さざるをえず、作者Aの平均的な美人面貌表現を示すことはできない。作者Aの平均的な表現を示すためには、その作者の代表的な作品にあらわれた面貌をなんらかの方法で平均化する必要がある。

複数の顔を平均化することは、CG技術の一種であるモルフィングを使えば可能である。そこでわれわれは、代表的な11名の浮世絵作者による美人面貌表現の平均顔画像を作成することにした。選択した作者は、菱川師宣、西川祐信、鈴木春信、鳥居清長、喜多川歌麿（前期、後期）、葛飾北斎、歌川広重、歌川豊国、歌川国貞、溪斎英泉、歌川国芳の11名である。それぞれの作者の代表作から、代表的な美人面貌を2～4選択して平均顔の素材とした。対象顔が3個の場合の平均顔作成方法は、最初に2個の顔の平均をとり、それともうひとつの顔の平均をとるという方法をとった。対象顔が4個

の場合は、2個の顔の平均を2回とり、ふたつの平均顔の平均顔を作るという手法をとった。したがって、できあがった顔は厳密な意味での平均顔ではないが、実用上の問題はないと考える。平均顔の作成は、モルフィングソフトであるMorpher for Windows Ver. 3.00を用いた。Morpherで作成した平均顔を、レタッチソフトを使ってノイズやぼけを修正し、最終的な平均顔画像とした。

図1は、作成した平均顔の一部である。この方法は、平均をとる顔の1個に極端な誇張があると、その影響が最終的な出力に残ってしまうという欠点がある。しかしながら、できあがった平均顔は作者の特徴をよく残しており、この画像をもとにあらたな議論が展開できるものと、われわれは考える。

その一例として、歌麿の前期と後期における表現上の差異についての議論をとりあげよう。歌麿は前期と後期とで、その美人面貌表現が微妙に変わってくる。浮世絵研究者たちは、「美人の面貌表現は大きく変化し、額が小さく顎が伸びて、目や眉などの描写も趣を変えて、全体に柔和さや伸びやかさを失ってくる」[1]といった表現で歌麿の前期と後期の差異を説明している。その違いは明らかなのであるが、具体的に表現上の何が変化したからそのような差異が生じているのかは判然としない。面貌表現上の差異は、モルフィング動画像を作成することで観察が容易になるという知見を、われわれはすでに得ている[2]。そこで歌麿前期と後期の平均顔を使用して、前期の平均顔から後期の平均顔へと連続的にモルフィングさせる動画像を作成し、相違を観察することにした。

図2は歌麿前期の平均顔から後期の平均顔へと連続的に変化させた動画のなかから数コマを抽出したものである。これを動画像として観察すると、前期から後期へと変化するにつれて、顔の向きが正面向き方向から横向き方向へと、やや首を振ったようにみえる。ここから、歌麿

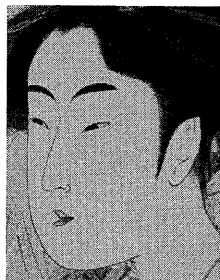


図 1: 代表的浮世絵作者による美人画平均顔 (4 作品の平均顔. 左から西川祐信, 鈴木春信, 喜多川歌麿 (前期), 溪斎英泉)

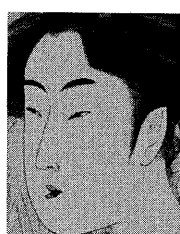
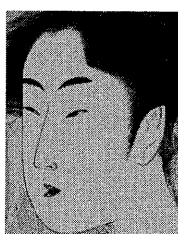
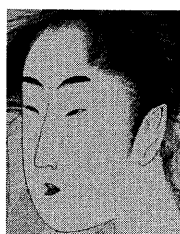
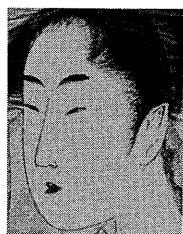


図 2: 歌麿前期平均顔 (右端) から後期平均顔 (左端) へのモルフィング

は後期におよんでその面貌表現を, それまでよりもやや横向きの角度から描くように変化させたのではないかという仮説が導かれる. 面貌がやや横向きになるから, 浮世絵研究者のいう「額が小さく顎が伸びて, 目や鼻などの描写も趣を変え」る変化が生じるのではないかと考えられる.

これはあくまで仮説であって実証にならないが, 浮世絵をデジタル化することがあらたな研究仮説の提示に結びつきうることがわかった.

3 難判別作者の判別

浮世絵美人画作者の自動判別について, われわれは顔部品の質的データによる識別方法をすでに研究している [3][4]. それによると浮世絵史上の前期・中期・後期に対応する作風の識別においては 93.9 %, 11 名の作者の識別においては 68.7 % の正識別率が得られている. 先行研究で困難だったのは, 清長・歌麿・豊国と広重・国貞・英泉・国芳の作者識別であった. こ

れらの作者の間では, 顔部品形状が酷似しており, 顔部品の質的データのみからの識別にはおのずと限界があった. そこで今回は, デジタル画像から顔部品の座標情報を取り出して分析することで, 難判別作者の判別を試みることにした.

顔部品座標抽出のためのポイントは, 人類学の頭部計測で用いられる計測点を参考にした [5]. 計測点として採用したのは, 眉間正中点 (グラベラ) 付近 (g), 前・後目裂内角 (エントカンチオン) (Fen, Ben), 前目裂外角 (エクトカンチオン) (Fex), 鼻根 (ナジオン) 付近 (n), 鼻頭 (プロナザーレ) 付近 (prn), 鼻翼 (アラール) 付近 (al), 口裂 (ストミオン) 付近 (sto), 口裂外角 (ケイリオン) (ch), 下顎下縁 (グナチオン) (gn) の 10 点である. ここでいう前・後は, 斜め横向き顔の手前側に来ている顔部品をさす. これらのうち眉間正中点は, 両方の眉内端を結んだ線の中点で近似した. 後目裂外角は描かれていない作品が多いので, 計測点からは除外した. 鼻根・鼻頭・鼻翼はそれぞ

れ、鼻の線の起点、鼻の頂点と思われる箇所、鼻翼のもっとも張り出して描かれている箇所と近似した。口裂は口の切れ込みの部分で、また口裂外角は絵画上の口の端で近似した。下顎下縁は、共同研究者である人類学者が絵画のうえで推定してポイントを決めた。

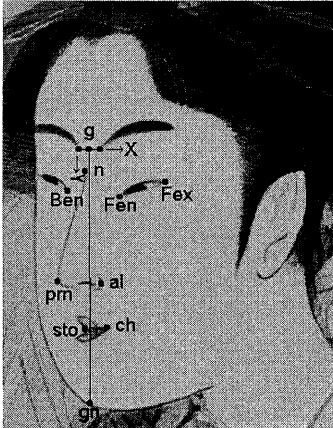


図 3: 顔の計測点

顔の傾きは、眉間正中点と下顎下縁を結ぶ線（顔高線）を一定にする方法でそろえ、顔高線を Y 座標、顔高線に直行する軸を X 座標とした。顔のおおきさは、顔高を 1024 ピクセルにそろえることで正規化した。また顔の向きも、座標変換することで一定にした。

まず最初に、清長・歌麿・豊国の判別を試みた（図 4）。これらの作者による美人面貌、合計 19 点から上記の計測点座標を算出し、機械学習ソフトウェア C5(ID3)[6] で判別させてみた。C5 が作成した決定木は、つぎのとおりである。

```
if alY <= 506.3542 then 豊国
else
  if alX > 24.41067 then 清長
```

```
else
  if stoX <= -81.89697 then 清長
  else 歌麿
endif
endif
endif
```

この決定木を解釈してみる。まず鼻翼のたかいたのが豊国である。そして清長は、歌麿よりも鼻翼が張り出し口裂が突き出ている。この決定木でもって、テストデータの 19 例はすべて正しく判別された。

つぎに広重・国貞・英泉・国芳の判別を試みた（図 5）。C5 が作成した決定木は、つぎのとおりである。

```
if FenY <= 185.8188 then
  if stoX <= -38.00425 then 国芳
  else 国貞
endif
else
  if FenX <= 103.602 then 広重
  else 英泉
endif
endif
```

この決定木でもって、テストデータの 39 例はすべて正しく判別された。この決定木を解釈するならば、国芳・国貞は広重・英泉よりも前目裂内角がたかい。国芳は国貞よりも口裂が突き出ている。広重は英泉よりも前目裂内角の位置が顔高線にちかい。これらの相違は画像の肉眼観察では明に判別しにくいだが、計測数値上ではたしかに違っている。

同様の方法で、歌麿の前期と後期を判別させてみた（図 6）。C5 による決定木は、つぎのとおりである。

```
if stoX <= -56.36886 then 歌麿後期
else 歌麿前期
endif
```

この決定木で 10 点のテストデータはすべて正しく判別できた。すなわち、歌麿後期は前期よりもより口裂が突き出ていることがわかる。



図 4: 難判別作者群 1 (左から清長・歌麿 (前期)・豊国の平均顔)

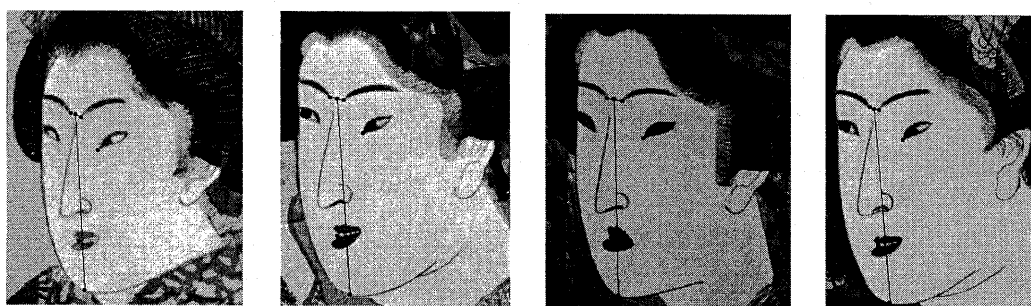


図 5: 難判別作者群 2 (左から広重・国貞・英泉・国芳の平均顔)

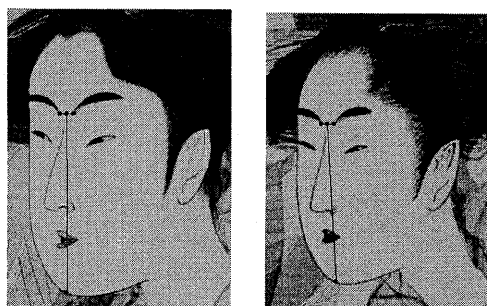


図 6: 歌麿前期 (左) と後期 (右) の相違点

以上の知見の正しさについては、浮世絵研究の立場からの検証がなされなければならないが、デジタル化された浮世絵画像によって判別のむずかしい浮世絵作者判別のための指針のいくつかを提示することができた。

この手法の弱点は、結果におおきな影響をおよぼす下顎下縁点の決定に恣意性が入り込む余地があることである。本研究では、下顎下縁点の決定に際し練達的人类学者の判断を拠り所とすることで、信頼性の確保をはかった。しかしながら、それは必ずしも再現性を保証されたものではないため、結論はあくまで仮説提示の域を出るものではない。

4 美人画の3次元CG化

浮世絵美人画に登場する人物の面貌は、ほとんどの場合において斜め横向きの角度から描かれている。斜め横向き顔で描かれているという点は、浮世絵美人画の表現上の特色をなすものである。しかしながら、おおくの顔が一定の角度からしか描かれていないため、モデルとなった女性をちがう角度からみた場合、どのような面貌にみえたのか推定することはむずかしい。さらに浮世絵美人画では、作者特有のデフォルメや誇張表現をとまなうとされていることが、モデルの実際の面貌の推測を困難なものにしている。

そこでわれわれは、最新のCG技術を用いて浮世絵美人画の顔を3次元モデル化し、さまざまな角度から面貌を観察することを目指した。2次元表現である浮世絵を3次元化することは可能なのか、浮世絵を3次元化するにあたって、どのような情報が欠落しているのか、どの部分を想像しなくてはならないのかを割り出し、浮世絵から3次元化した立体モデルがどのようにみえるのか検証することが研究目的である。同時に3次元CG化の作業をとおして、浮世絵作者の表現上の特徴を探ることもできるのではないかと考えた。また、前節のような人類学的計測方法をとる場合においても、正面向きや真横

向きの面貌が得られたほうが、より性格に計測点を決めることができる。

平面上に描かれている人物の顔の立体形状を正確に推定する方法は存在しない。浮世絵美人画の3次元CG化にあたって、われわれはたかい技術を持つCGデザイナーの感性に依拠し、指定した美人画をCG化する作業をおこなった。CGデザイナーには、

1. 斜め横向き顔がもとの絵画と似ていること
2. 他の角度に顔を回したときに、表現上の破綻をきたさないこと

の2点を留意してもらい、作品に関する考証資料を提供して、あとはデザイナーの自由な想像力にまかせてCG化の作業を進めてもらった。

最初はラフなモデルを作成し、それを研究グループにフィードバックして、人類学および歴史風俗的検討をした結果をデザイナーに返すというサイクルを繰り返して、モデルを精緻化させる手法をとった。

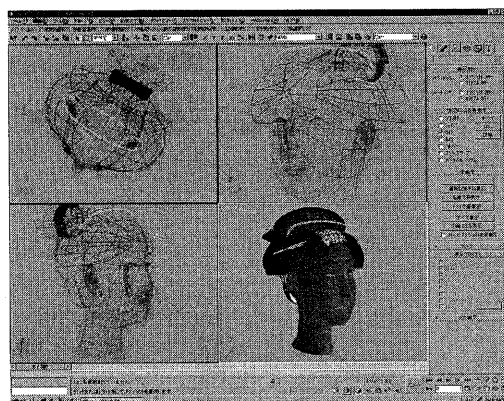


図 7: 「おひさ」のモデリング

3次元CG化の対象作品は、その知名度と傍証資料の豊富さの点から、歌麿作「寛政三美人」のうち「高島おひさ」を選択した。CGモデル化のコンセプトは、「歌麿が描いた「おひ



図 8: 「おひさ」のモデリング過程

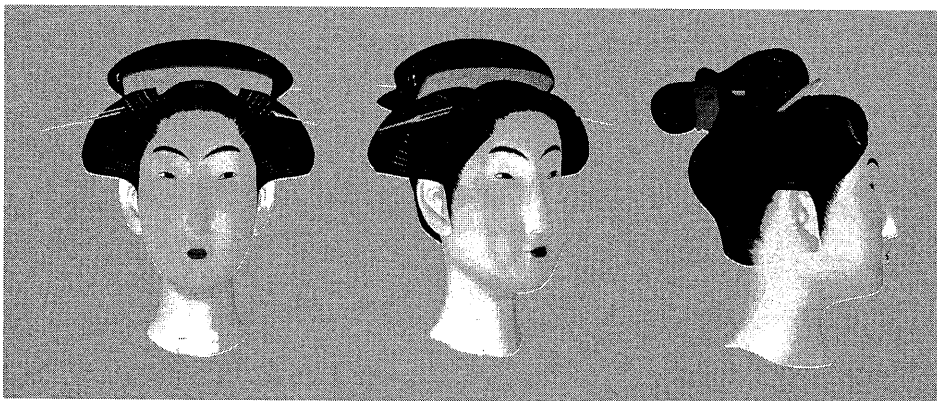


図 9: 3次元 CG 化された「おひさ」(CG 画像作成: 凸版印刷株式会社)

さ」を浮世絵のイメージで3次元化する」ことである。あくまでも歌麿の表現にこだわり、物理上成立しえないちいさな口、つりあがった目などもそのまま表現していくこととした。しかしさまざまな角度からみたときに破綻するような表現は採用しなかった。3次元CGの作成には、3DStudio MAXを使用した(図7)。

図8は、モデリングの過程である。完成した「おひさ」の3次元CGを、図9に示した。モデルは立体形状情報を持っているので、図9のように任意の角度から面貌を眺めることができる。完成モデルに対して人類学的な検証をした結果、(1)口唇部の突起具合、(2)頬骨のふくらみ、(3)耳と頭部の角度にやや難点を残すものの、それ以外については人類学的にみて良好なモデルであることがわかった。

「おひさ」の3次元CG化作業を通して発見できたことは、歌麿が意外と写実的な表現をしているという点であった。歌麿作品はデフォルメされているというのが先入観としてある。しかし、絵画になるべく忠実に3次元モデルを作成したところ、他の角度から面貌を眺めても表現上の破綻なくモデリングできることが確かめられた。これはわれわれの当初の予測を裏切る結果であった。歌麿の意外な写実性は、3次元CG化という作業をなくしては見いだせない知見だといえよう。

5 おわりに

以上のように、われわれはデジタル画像を使った浮世絵美人画研究の可能性について、(1)モルフィング技術によって作成された平均顔からの仮説設定、(2)顔の人類学的計測特徴による難判別作者の判別、(3)美人画の3次元CG化作業を通じた表現の考察をおこない、その結果について述べた。(1)では、代表的浮世絵作者の平均的な美人面貌表現像を作成し、さらには歌麿の前期と後期との表現上の変化について、モデルを描写するときに角度の差異とする仮説を導いた。(2)では、清長・歌麿・豊国、広重・国貞・英泉・国芳、歌麿前期・後期という、一見判別の難しい作者の判別についての、面貌

表現上の判別指針を示しえた。(3)では、歌麿作「高島おひさ」の3次元CGモデルを作成し、従来実像からの誇張ばかりに着目されていた歌麿の面貌表現について、意外と写実的である可能性が示唆された。

これらの結果は、何らかの結論を与える論証的なものではなく、手法上の欠点や限界もある。しかしこれらは、デジタル画像を使用することによってはじめて得られた、浮世絵研究のあたらしい視点である。

謝辞

本論文は、平成10～12年度総合研究大学院大学共同研究「絵画の情報科学的分析に関する研究」の補助を得て実施した研究の成果の一部である。本研究に対して日頃からご助言・ご協力をいただいている、国際日本文化研究センター・埴原和郎名誉教授、統計数理研究所・村上征勝教授、国立民族学博物館・杉田繁治副館長に感謝いたします。歌麿作「高島おひさ」の3次元CG化に関しては、CGデザイナーの内原恭彦氏と凸版印刷株式会社のご助力をいただきました。

参考文献

- [1] 小林忠監修: 浮世絵の歴史, 美術出版社, 1998.
- [2] 山田奨治: 浮世絵美人画のあいまいさを測る, 日本ファジィ学会誌, Vol.12, No.4, pp.469-476, 2000.
- [3] 山田奨治: 浮世絵における顔表現の分類と識別の一手法, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.3, pp. 877-885, 1999.
- [4] 山田奨治: 文化資料と画像処理, 勉誠出版, 2000.
- [5] 鈴木尚: 人体計測法, 中山書店, 1956.
- [6] Quinlan, J. R.: C4.5: Programs for Machine Learning, Morgan Kaufmann, 1993. (古川康一監訳: AIによるデータ解析, トッパン, 1995.)