

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：33302

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2016

課題番号：25560011

研究課題名（和文）「萌える」キャラクターの顔と声のデザインのための科学的設計指針の構築

研究課題名（英文）Construction of a scientific basis for designing a face and voice of a "moe" character

研究代表者

山田 真司（YAMADA, MASASHI）

金沢工業大学・情報フロンティア学部・教授

研究者番号：10200742

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、従来、制作者達のセンスや経験に基づいて制作されていた萌えキャラクター（萌えキャラ）の顔および声のデザインとその知覚印象との関係について知覚実験によって明らかにすることで、萌えキャラ制作のための科学的設計指針を得ることを目的としたものである。実験の結果、萌えキャラの顔は、美人キャラに比べて、丸顔で目が大きく開いていることが定量的に示された。また、萌えキャラの声は、基本周波数、スペクトル重心が高く、話速が速いことが明らかになった。これらは、未成熟な女性を示唆する特徴を示すものであった。

研究成果の概要（英文）：“Moe” characters used to be designed by designers and directors based on their feelings and experiences. In the present study, perceptual experiments revealed the relationship between facial and vocal designs and how they were perceived, and a scientific basis for designing a moe character was constructed. The results of the experiments showed that a moe character possessed a rounder face and more widely-opened eyes than a beautiful female characters. Moreover, a voice of a moe character showed a high fundamental frequency, a high spectrum centroid and a high speed of speech. These characteristics suggested an immature girl.

研究分野：エンタテインメント工学

キーワード：萌え アニメーション ゲーム キャラクタ デザイン SD法 印象評定

1. 研究開始当初の背景

アニメ、ゲーム、マンガなどは、従来、日本特有のサブカルチャと考えられていた。しかし現在、これらのコンテンツは「クール・ジャパン」と呼ばれ、2012年度には経済産業省による約170億円の補正予算を使った海外展開支援が行われるなど、新たな輸出産業として注目されている[1]。

クール・ジャパンにおける重要なキーワードの一つとして「萌え」という概念が挙げられる。この「萌え」という用語の意味は未だ明確に定義されておらず、人によって多少解釈が異なることから様々な議論を呼んでいる。しかし、この萌えという感情を喚起させる「萌えキャラクタ」がアニメ、ゲーム、マンガなどの至る所に登場していることから、消費者やコンテンツ制作者の間で萌えに関してある程度共通した意識が形成されていると考えられる。萌えの意味に関しては、研究者らによる議論も行われており、その代表として、國文學の特集「萌えの正体」に掲載された14本の論文が挙げられる[2]。彼らの意見をまとめると、萌えは、対象に近づきたいと思いつつも、それが現実的に不可能であることを理解しているというアンビバレントな感情であると言えよう。このような、哲学的観点や芸術的観点からの萌えに関する議論は、これまでに雑誌や書籍などで盛んに行われてきたが、科学的に萌えについて調べた実験研究はほとんど行われていない。

2. 研究の目的

本研究では、プロとして活躍するキャラクタデザイナーに典型的な「萌えキャラクタ」、美しいが萌えない「美人キャラクタ」の2つの顔の作成を依頼し、これらの顔のパラメータを様々に変化させることで、顔の構成要素と「萌え」、「美人」との関係性を明らかにし、萌えキャラクタの顔に関する感性工学的な設計指針の構築を図った。

一方、「萌える声(萌え声)」に関しては、多数の女性話者が、「おにいちゃん」という同一語を、100通りの異なる想定状況下で発話したアーカイブを用い、これらに関する印象評定実験を行うとともに、これらの発話の物理パラメータについての分析を行い、これらのパラメータに関して変形した発話音を用いた聴取実験を更に行うことで、萌え声に関する設計指針の構築を図った。

3. 研究の方法

(1) 萌え顔研究のための刺激の作成

実験に用いるキャラクタの顔の作成には、PCアプリケーション「PHANTASY STAR ONLINE 2 キャラクタークリエイティブ体験版 ver1.5」を用いた。このアプリケーションで

は、顔の構成要素(輪郭、目の大きさ、鼻の長さなど)を-100~100の201段階で操作することが可能である。ただし、ヘアスタイルや瞳の種類に関しては、予め用意されているものから特定の1つを選択する必要がある。このアプリケーションを用いて、典型的な「萌えキャラクタ(BMC: Basic Moe Character)」と美しいが萌えない「美人キャラクタ(BBC: Basic Beautiful Character)」の2種類のキャラクタの作成をプロのキャラクタデザイナーに依頼した。これらのキャラクタの顔を図1に示す。まず実験刺激として、これら2種類のキャラクタを基準とし、顔の各構成要素のパラメータを等間隔の8段階でモーフィングしたキャラクタ16種類を作成した。図2に、BMCを起点にBBCへとモーフィングした例を示す。起点からの8段階の変化を-2~6とすると、4段階目まではパラメータを内挿的に変化させ、4段階目でBBCと同じ顔パラメータになる。5~6段階目および-1~-2段階目は、パラメータをさらに外挿的に変化させたものである。これら8段階の全ての顔において、ヘアスタイルおよび瞳の種類は起点のBMCで用いられたものをそのまま用いた。同様に、BBCを起点としてBMCへのモーフィングを行ない刺激を作成した。また、それぞれの基準キャラクタの顔の構成要素のうち1つの要素をモーフィングしたキャラクタも作成した。このモーフィングでは、図2の-2、2、4、6段階目と同様のパラメータの変化をキャラクタに与えた。このように作成した32種類のキャラクタも含め、合計50種類のキャラクタの顔画像を実験刺激として用いた。



図1 基準として用いたキャラクタの顔

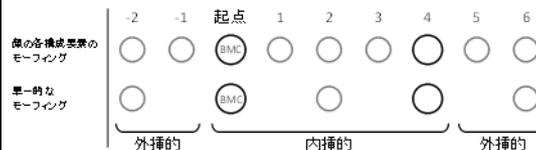


図2 モーフィングの例

(2) 萌え顔に関する知覚実験

実験参加者は20~24歳の大学生32名である。実験では、評定者に各キャラクタの顔画像をランダムな順序で提示し、各キャラクタの印象を19の両極7段階評定尺度で評定させた[3]。このとき用いた評定尺度を表1に示

す。また、参加者には各キャラクタの「萌え」、「美人」、「好み」の3尺度の度合いについても単極7段階評定尺度で評定させた。刺激の提示には24.1インチの液晶ディスプレイ(EIZO FlexScan SX2462W)を用い、参加者の目の位置とディスプレイの距離を70cmに固定した。

表1 顔の知覚実験に用いた評定尺度とその因子負荷量

評定尺度	因子		
	子供っぽさ	美しさ	力強さ
現実的な - 幻想的な	.97	.01	.04
子供っぽい - 大人びた	-.93	-.09	.28
地味な - 派手な	.93	.21	.26
平凡な - ユニークな	.92	-.20	.24
ごちゃごちゃした - すっきりした	-.88	.42	-.04
印象が薄い - 印象深い	.86	.08	.37
素朴な - 華やかな	.86	.39	.25
暗い - 明るい	.84	.44	.28
おとなしい - 活発な	.83	.10	.49
丸みのある - シヤープな	-.81	.20	.23
腹立たしい - 癒される	.06	.97	-.16
きたない - きれいな	-.29	.95	-.03
沈黙する - 興奮する	.33	.93	-.10
飽きさせる - 夢中にさせる	.35	.92	-.02
無骨な - スタイリッシュな	-.19	.92	.05
にくらしい - かわいらしい	.38	.90	-.18
軟弱な - 堂々とした	.21	.10	.94
弱々しい - 力強い	.25	-.15	.93
か弱い - たくましい	-.05	-.29	.89
累積寄与率(%)	44.31	75.86	93.61

(3) 萌え声に関する知覚実験

声優12名の100シチュエーションでの「おにいちゃん」というセリフを収録した「おにいちゃんCD」[4]に収録された発話音の中から、おにいちゃんCDに収録されている中から声優5名の各35シチュエーションを想定した計175の発話音を実験刺激として使用し、26対両極7段階評定尺度と「喜怒哀楽」に「恐れ」及び「萌え」の7段階単極評定尺度を用いた印象評定実験を行った。実験刺激はヘッドフォンを通じて約50~86dB SPLで呈示した。実験参加者は大学生10名である。

4. 研究成果

(1) 顔の知覚印象と萌えとの関係

各キャラクタに対する各評定尺度の評定値を参加者にわたり平均し、得られた平均評定値を用いて因子分析(主因子法、バリマックス回転)を行った。その結果、固有値が1以上の因子は3つで、そのときの累積寄与率が93%に達したため3因子解を採用した。このことから、キャラクタの顔の印象は3次元で十分説明できることが分かる。因子分析により得られた因子負荷量を表1に示す。各因子における各評定尺度の因子負荷量の大きさより、各因子をそれぞれ「子供っぽさ」、「美しさ」、「力強さ」と名付けた。「子供っぽさ-美しさ」と「子供っぽさ-力強さ」軸からなる

印象空間上に、因子得点を用いて各キャラクタの印象を布置したものを図3に示す。図3の白と黒のひし形のマークは、それぞれ基準としたキャラクタであるBMCとBBCの印象を示している。

次に、キャラクタの顔の印象空間と、萌え、美人、好みとの関係性を調べるために重回帰分析を行った。重回帰分析には、各キャラクタの各因子得点を独立変数、各キャラクタの萌え、美人、好みの参加者にわたる平均評定値をそれぞれ従属変数として用いた。その結果、萌え、美人、好みそれぞれと印象空間との間に有意($p < .01$)な関係があり、そのときの決定係数 R^2 がいずれも0.9以上と非常に高い値が得られた。得られた3尺度と印象空間との関係を、重回帰係数を基にベクトルとして図3に示す。図3に示されたベクトルの向きより、美しいキャラクタほど好まれ、萌えや美人と感じられる傾向にあることが分かる。このとき、萌えキャラクタと判断されるか、美人キャラクタと判断されるかという判断の違いはキャラクタの子供っぽさに関係していることが分かった。つまり、美しく、子供っぽいキャラクタには萌えを感じ、美しくても、大人っぽければ萌えない美人キャラクタになることが分かった。一方、力強さは、萌え、美人、好きのいずれともあまり関係ないことが分かった。

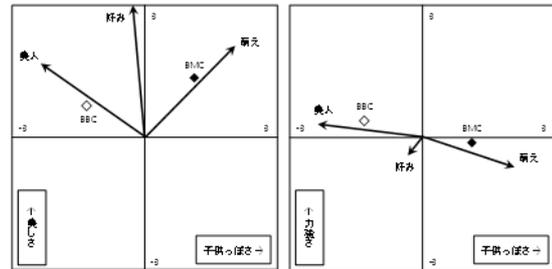


図3 印象空間と萌え、美人、好みとの関係

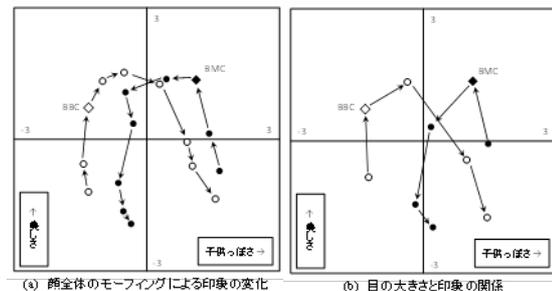


図4 顔の各構成要素と印象の関係

(4) 萌えキャラの顔の構成比率

因子分析の結果より、キャラクタの輪郭と目の大きさが、萌えや美人の知覚において特に重要な要素であることが明らかになった。顔のモーフィングによるキャラクタの輪郭と目の大きさの変化を調べてみると、輪郭は顔の縦幅と頬の横幅が、また、目の大きさは目の縦幅と横幅が最も顕著に変化していた。

これらの幅を指標として、キャラクタの顔の比率と、萌え、美人との関係について調査した。

各キャラクタの顔画像について 10 個の特徴点を目視で抽出し、それらの座標から 5 つの点間距離を算出した(図 5)[5,6]。抽出を行う際には、ヘアスタイルが特徴点を抽出する妨げとなることを避けるために、各キャラクタのヘアスタイルを「ベリーショート」に変更した顔画像を用いた。

各キャラクタの輪郭に注目して調査を行った。まず、キャラクタの顔の縦幅と萌え、美人の関係について調べるために、各キャラクタの萌え、美人の平均評定値をそれぞれ従属変数、各キャラクタの顔の縦幅を独立変数として曲線推定を行った。なお、分析の際には、因子分析の結果において印象が大きく変化していた顔の各構成要素をモーフィングして作成したキャラクタ群だけを対象とし、萌え度を従属変数とする場合は BMC を基準に作成したキャラクタを、美人度を従属変数とする場合は BBC を基準に作成したキャラクタを分析に用いた。その結果、二次モデルを適応した際の決定係数 R^2 がいずれも 0.8 以上と十分高い値を示したことから、顔の縦幅と萌え、美人との関係は二次曲線との適合度が高いことが分かった。得られた回帰曲線と、その曲線の頂点を図 6 に示す。図 6 より、顔の縦幅の変化によって、萌え度、美人度が大きく変化していることが分かる。また、顔の縦幅が大きくなるに伴い、萌え度や美人度が上昇し、ある一定の値を超えると低下する過程が見てとれる。この変化は、顔の縦幅が小さすぎる、または大きすぎる場合に、顔全体のバランスが崩れ、萌えや美人と感じられなくなったことが要因であると考えられる。二次曲線の頂点の座標を調べてみると、顔の縦幅が 293 pixel のとき最もキャラクタに萌えを感じられ、309 pixel のとき最も美人と感じられることが分かった。このことから、萌えキャラクタを制作する際には、美人キャラクタに比べ、顔の縦幅を短めに設定することが必要であることが分かる。

次に、顔の各要素の比率を用いて検討を行った。まず、顔の縦幅に対する頬の横幅の比率を用い、同様に萌え度と美人度の曲線推定を行った。その結果を表 2 に示す。表 2 より、顔の縦幅を 1 としたときに、頬の横幅が 0.80 となるような比率を持ったキャラクタが、最も萌えることが分かった。一方、最も美人と感じられるキャラクタの顔の縦幅と頬の横幅の比率は 1 : 0.72 であることが分かった。また、顔の横幅と目の横幅、目の横幅と目の縦幅についても同様に分析を行った。これらの結果も合わせて表 2 に示す。その結果、キャラクタの顔の各構成要素のパラメータと、顔から受ける印象の関係が定量的に示された。萌えるキャラクタの顔をデザインする際には、まず顔の縦幅を短めに設定し、輪郭が丸くなるよう顔の縦幅と頬の横幅の比率を

1 : 0.80 にする。そして、目が大きくなるよう顔の横幅と目の横幅の比率を 1 : 0.24、目の縦幅と横幅の比率を 1:0.66 にする。一方、美人なキャラクタは、まず顔の縦幅を長めに設定し、比較的輪郭が鋭くなるように顔の縦幅と頬の横幅の比率を 1 : 0.72、小さく鋭い目になるように顔の横幅と目の横幅の比率を 1 : 0.18、目の縦幅と横幅の比率を 1 : 0.53 にする。このような手順を踏むことで、萌えキャラクタ、美人キャラクタを科学的に制作できることが明らかになった。

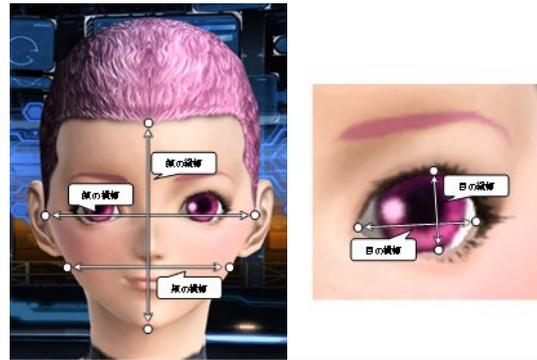


図 5 特徴点間の距離

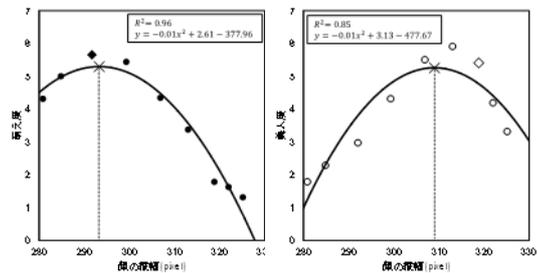


図 6 顔の縦幅と萌え、美人との関係

表 2 曲線推定の結果

カテゴリ	要素	決定係数	回帰式	頂点
萌え	頬の横幅の比率	0.93	$y = -169.59x^2 + 272.57x - 104.32$	0.80
	目の横幅の比率	0.81	$y = -1135.06x^2 + 543.05x - 58.08$	0.24
美人	目の縦幅の比率	0.98	$y = -65.99x^2 + 86.89x - 23.21$	0.66
	頬の横幅の比率	0.88	$y = -220.2x^2 + 318.70x - 1101.02$	0.72
美人	目の横幅の比率	0.91	$y = -10715.99x^2 + 3905.51x - 2501.10$	0.18
	目の縦幅の比率	0.82	$y = -66.60x^2 + 70.33x - 13.34$	0.53

(5) 声の知覚印象と萌えとの関係

聴取者にわたる平均評定値に対して因子分析を行った結果、2 因子で累積寄与率が 78% になったため 2 因子解を採用した。この時の因子負荷量から、2 因子をそれぞれ「快さ」因子、「興奮度」因子と名付けた。図 7 に、この 2 因子で構成される印象空間を示す。この空間上での声優ごとの布置から、声優の声質によって「快さ」が変動することが明らかになった。また、聴取者にわたるセリフに対する「萌え」の平均評定値を従属変数、因子分析で得られた 2 因子を独立変数とする重回帰分析を行った。その結果、「萌え」の度合いは「快さ」でほぼ決定される様子が明らかになった。

以上の結果から、「萌え」という感情は、「快さ」に大きくかかわっており、さらに声に対する「萌え」という感情は声優の声質によって大きく変化することが明らかになった。したがって、声優の起用に際して、声優の声質を考慮することが重要であると示唆される。

実験によって得られた計 175 の発話音「お兄ちゃん」の「萌え度」と、それぞれの発話音が持つ音響物理パラメータとの関係を重回帰分析によって調べた。調査対象とする音響物理パラメータには、音声の分野でよく用いられている「基本周波数の平均値」、「基本周波数の標準偏差」、「スペクトル重心」、「スペクトル重心の標準偏差」および「時間長」の計 5 種類を採用した。

分析の結果、決定係数が 0.23 と低い値であったものの、「基本周波数の平均値」、「基本周波数の標準偏差」および「時間長」の計 3 つの音響物理パラメータと、「萌え度」が有意な関係にあることが分かった ($p < .05$)。すなわち、基本周波数が高く、基本周波数の変動が大きく、周波数重心が高く、話速が速い声ほど萌えること明らかになった。

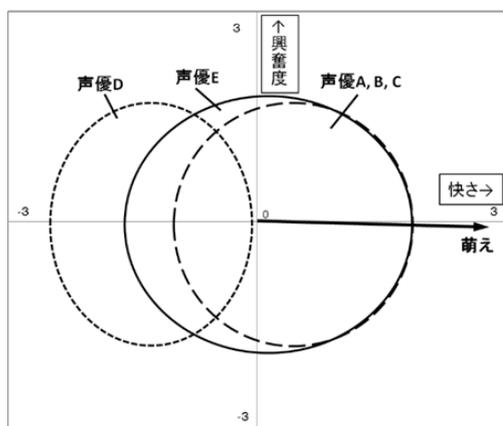


図 7 声優ごとの声の聴取印象と萌えの関係

(6) 研究成果のまとめ

本研究において、美人キャラに比べて、萌えキャラの方は顔の輪郭が丸く、目が大きく開いていることが示された。また、萌え声は、基本周波数が高く、基本周波数の変動が大きく、周波数重心が高く、話速が速いことが示された。以上の結果は、未成熟な女児の持つ、顔、声の特徴を示唆することが明らかになった。つまり、未成熟な女性を示唆する特徴を持つ顔や声に対して、「萌え」が感じられることが定量的に示されたのである。

また、本研究の結果、萌えキャラクタの顔や声を構成する際の具体的な設計方法についての科学的指針が得られた。これらの成果は、萌えとは何かという、美学的問題に対して実験データによる解答を示したのみならず、従来、制作者達のセンスや経験と勘で行われていたクール・ジャパン・コンテンツの制作現場においても、これらの定量的データ

が応用可能である点で、有用性があると考えられる。

以上のように本研究の成果は、クール・ジャパン・コンテンツにおいて世界への文化発信、輸出振興など社会に大きなインパクトを与えるものだと考えられる。

<引用文献>

- [1]平成 24 年度補正予算(クールジャパン関連予算) - 内閣官房. (2013 年 3 月 4 日). Retrieved 2015 年 1 月 23 日, <http://www.yano.co.jp/press/press.php/001283>
- [2]國文學, 53, 16, 5-129, 2008.
- [3]Osgood, C. E., Suci, G. J. and Tannenbaum, P. H., "The measurement of meaning", University of Illinois Press, Urbana, (1957).
- [4]白雪みるく, 葉月蜜柑, 若槻 riko 他 ASIN: B000G5S7ZO, JAN : 4580183994793 (Cffon, 2006)
- [5]山口真美, 顔の特徴情報を探る実験的研究 -表情・性・年齢情報を中心に- (風間書房, 東京, 2002).
- [6]越智啓太, 美人の正体 外見の魅力をめぐる心理学 (実務教育出版, 東京, 2013).

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 10 件)

Hayashi, N. and Yamada, M., "Impressions of robot design in Japanese anime series, Mobile Suit Gundam: A study using plastic models", International Journal of Affective Engineering, IJAE-D-16-00041(2017) 1-7. 査読あり, DOI: IJAE-D-16-00041.

Yoneda, R. and Yamada, M., "A multi-dimensional study of the emotion in current Japanese popular music", Acoustical Science and Technology, 34 (2013), 166-175. 査読有り, DOI: 10.1250/asj.34.166

[学会発表](計 25 件)

高野佐代子, 山田真司, "萌える声とアニメ声", 日本音響学会 2016 年春季研究発表会 (中央大学, 東京都, 中央区).

高野佐代子, 山田真司, "声によるツンデレ表現", 日本音響学会 2014 年秋季研究発表会, 2014.9.5. (北海学園大学豊平キャンパス, 北海道, 札幌).

Takano, S., and Yamada, M., "Moe

voice: Analysis of the speech sound and perception of the synthesized voice”, Int’l Symp. On Affective Science and Engineering, 2015.3.23. (工学院大学, 東京都, 新宿区).

Wada, Y., Yoneda, R., Kanamori, S., and Yamada, M., “A percetual study of face design of MOE charactoers”, 6th Int’l Workshop on Image Media Quality and its Applications,2014. (東海大学高輪キャンパス, 東京都, 港区).

〔その他〕

ホームページ等

Yamada’s Lab.

<http://www2.kanazawa-it.ac.jp/elma/>

山田真司研究室

<http://kitnet.jp/laboratories/lab0084/index.html>

6 . 研究組織

(1)研究代表者

山田 真司 (YAMADA MASASHI)
金沢工業大学・情報フロンティア学部・
教授

研究者番号：. 1 0 2 0 0 7 4 2

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし

(4)研究協力者

なし