

3D キャラクタの表情に対するカメラアングルが感情伝達に及ぼす影響

小池 倫弘* 大久保 雅史*

Effects of the camera angle for expression of 3D character on the emotion communication

Norihiro Koike* and Masashi Okubo*

Abstract - On the remote communication, the exchanges of the non-verbal information are restricted. Therefore, it is thought that the remote communication are not easier to take the communication smoothly than face-to-face communication. As a solution, some remote communication system provides additional option. For example, some system provides the characters such as avatars using 3DCG, decorated letters and stamps. Above all, because the expression of the character can convey one's emotions to a partner, it is an important item. In this study, we focus on expression of characters. On the remote communication using the character in virtual spaces, we investigated it about the influence of a camera angle gives to emotion communication for six basic emotions.

Keywords: 3D character, camera angle, expression and emotion communication

1. 結論

1.1 研究背景

近年インターネットの発展に伴い、非対面コミュニケーションの機会が増加している。対面コミュニケーションでは、バーバル情報だけでなく、表情や視線の向き、身振り、手振りといったノンバーバル情報が組み合わさり、円滑にコミュニケーションが行われている。とくにノンバーバル情報はバーバル情報より、相手に情報を伝える点で重要な役割を担っている。例えば、視線や表情には他者に自分の感性情報を伝達する機能や、逆に他者の意図などを理解される機能が備わっている。人間の顔には、そのようなノンバーバル情報を伝達する機能が多く含まれている。その中でも表情は、感情の伝達という点において重要な役割を持つ。

一方、非対面コミュニケーションでは、ノンバーバル情報のやりとりが限定的になり、対面と比較して、円滑にコミュニケーションをとることが容易ではない。この点に着目した非対面コミュニケーションでは、3DCGを用いたアバターなどのキャラクタや、絵文字ツール・スタンプといった付加情報を提供している。一部のキャラクタでは、表情や身振り、手振りをキャラクタに付加することで、円滑にコミュニケーションを行う手助けをしている。この中でも表情は、相手に感情を伝えることができるため、対面コミュニケーションと同様に重要な要素となると考えられる。

また、イラストや漫画では、キャラクタの表情を様々な角度から描画することで、そのキャラクタの感情をより豊かに表現する手法がある。このことから、感情伝達において角度も重要であると考えられる。

1.2 関連研究

これまでに、表情と表示角度について、水平方向での角度を操作した際、3次元の顔モデルの魅力度と感情強度の変化を検証した研究がされており^[1]、喜びと怒りの表情において、30度や45度といった適度な水平方向への角度を持たせたほうが感情強度が高まることを明らかにしている。しかし、驚きの表情に対する感情強度評価結果では有意な効果や交互作用は見られずと報告している。

1.3 研究目的

前節で述べた先行研究では、水平方向の角度でしか検証を行っておらず、垂直方向や斜めの方向ではされていない。そこで本研究では、バーチャル空間上でのキャラクタを用いた非対面コミュニケーションにおいて、6つの基本表情に対して、表情を呈示する際に9つのカメラアングルが感情伝達に及ぼす影響を検証する。

2. キャラクタの表情とカメラアングル

2.1 キャラクタの表情

Ekman は喜び、怒り、悲しみ、驚き、恐れ、嫌悪の6つの情動を人間がもつ普遍的な表情としている。さらに、Ekman は表情分類のために FACS (顔面動作符号化システム: Facial Action Coding System) を提唱した^[2]。FACS とは情動ごとに表情筋がどのような動きをするかを観察し、表情を判定する方法である。FACS で用いられる表情筋の動きをコード化したものを Action Unit (AU) と呼び、表情は複数の AU を組み合わせて構成される。例として喜びの表情は「AU6: 頬を上げる」と「AU12: 唇の端を引き上げる」で構成される。本研究で用いるキャラクタの表情は Ekman が提唱する6つの基本感情の表情と AU を用いて作成する。表 1 に表情と使用した AU を、図 1 に6つの基本感情を表すキャラクタを示す。

*: 同志社大学大学院 理工学研究科

*: Graduate School of Science and Engineering, Doshisha University

表 1 表情と Action Unit

Table1 Expression and Action Unit

表情	Action Unit(AU)
喜び	AU6(頬を上げる)+AU12(唇の端を上げる)
怒り	AU2(眉毛の外側を上げる)+AU4(眉毛を互いに寄せ下げる) +AU5(瞼を上げる)+AU26(あごを下げて口を開く)
悲しみ	AU1(眉毛の内側を上げる)+AU6(頬を上げる) +AU15(口角を下げる)+AU23(口を固く閉じる)+AU44(薄目)
驚き	AU1(眉毛の内側を上げる)+AU2(眉毛の外側を上げる) +AU5(瞼を上げる)+AU6(頬を上げる)+AU12(唇の端を上げる) +AU27(口を大きく開く)
恐れ	AU1(眉毛の内側を上げる)+AU5(瞼を上げる) +AU20(口を横に引っ張る)+AU26(あごを下げて口を開く)
嫌悪	AU2(眉毛の外側を上げる)+AU4(眉を下げる)+AU5(瞼を上げる) +AU7(瞼を緊張させる)+AU9(鼻に皺を寄せる) +AU23(口を固く閉じる)



(a) 喜び



(b) 怒り



(c) 悲しみ



(d) 驚き



(e) 恐れ



(f) 嫌悪

図 1 6つの基本感情の表情付きキャラクター

Fig1 Character with the expression of six basic emotions

2.2 カメラアングル

先行研究では 3 次元顔を水平方向から左右に 15 度刻みで変化させ実験を行っている。本研究では、キャラクターのカメラアングルは正面、正面上、正面下、左、右、左斜め上、右斜め上、左斜め下、右斜め下の 9 つの方向を用いる。図 2 にキャラクターに対するカメラの位置と、そのカメラからみたときの表情画像の例を示す。

3. 実験

3.1 実験目的

実験では、Ekman が提唱する 6 つの基本表情と 9 つのカメラアングルを使用して、各表情に対して、カメラアングルが感情伝達に及ぼす影響について検証する。

実験は、学生の男性 16 人、女性 14 人の計 30 人の実験協力者に対して行っている

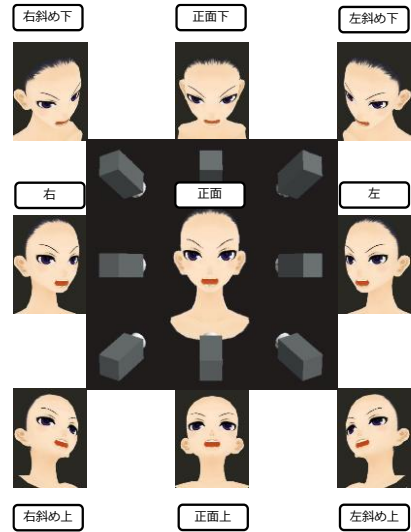


図 2 カメラアングルと 9 つのキャラクターの向き

Fig2 Camera angle and direction of the nine characters

3.2 実験方法

実験では一対比較法を用いる。一対比較法とは、判断の対象となる選択肢を 2 つ 1 組として、どちらが良いかなどの比較判断を行わせる方法である。画面に 2 枚の同じ表情で異なるカメラアングルのキャラクターの画像を提示し、被験者に表情が強いと感じたほうの画像を選ばせる。1 つの表情につき 36 通り、合計 216 通りの組み合わせで一対比較を行わせた。また、1 つの表情について一対比較が終わるごとに被験者にアンケートを行っている。アンケートは向きによって表情に強弱を感じたか回答させるとともに、9 つの向きの画像から強く感じたものを順に 1 位～3 位で順位をつけさせる。強弱を感じたかについてのアンケートは、「1: 感じなかった」「2: あまり感じなかった」「3: どちらでもない」「4: やや感じた」「5: 感じた」までの 5 段階評価で回答させている。

4. 実験結果

4.1 一対比較結果

実験協力者に対し、一対比較を行った結果を表 2 に示す。この表は表情ごとにある向きが、別の向きと比べてどれくらい選択されたかを示している。例えば、喜びの表情では、右斜め下のアングルと正面下のアングルの一対比較で、右斜め下のアングルが 13 回、正面下のアングルが 17 回選択されていることを表している。

表 2 一対比較結果

Table2 Result of paired comparison method

(a) 喜び									
勝利数	右斜め下	正面下	左斜め下	右	正面	左	右斜め上	正面上	左斜め上
右斜め下		13	11	3	8	2	4	9	6
正面下	17		15	4	4	4	4	4	3
左斜め下	19	15		2	8	3	9	9	4
右	27	26	28		15	17	13	18	16
正面	22	26	22	15		11	13	17	14
左	28	26	27	13	19		17	16	15
右斜め上	26	26	21	17	17	13		22	13
正面上	21	26	21	12	13	14	8		7
左斜め上	24	27	26	14	16	15	17	23	

(b) 怒り

勝利数	右斜め下	正面下	左斜め下	右	正面	左	右斜め上	正面上	左斜め上
右斜め下		15	9	24	23	22	27	26	28
正面下	15		18	26	25	28	28	28	29
左斜め下	21	12		24	26	25	29	29	27
右	6	4	6		18	17	26	29	28
正面	7	5	4	12		17	27	30	27
左	8	2	5	13	13		25	28	27
右斜め上	3	2	1	4	3	5		22	13
正面上	4	2	1	1	0	2	8		12
左斜め上	2	1	3	2	3	3	17	18	

(c) 悲しみ

勝利数	右斜め下	正面下	左斜め下	右	正面	左	右斜め上	正面上	左斜め上
右斜め下		19	11	23	26	25	26	27	26
正面下	11		10	25	28	26	25	26	25
左斜め下	19	20		26	26	25	24	26	28
右	7	5	4		20	10	25	25	20
正面	4	2	4	10		9	22	21	19
左	5	4	5	20	21		19	25	22
右斜め上	4	5	6	5	8	11		18	12
正面上	3	4	4	5	9	5	12		9
左斜め上	4	5	2	10	11	8	18	21	

(d) 驚き

勝利数	右斜め下	正面下	左斜め下	右	正面	左	右斜め上	正面上	左斜め上
右斜め下		19	10	9	8	5	7	5	5
正面下	11		12	2	6	4	2	6	1
左斜め下	20	18		7	11	8	6	8	5
右	21	28	23		20	17	11	18	11
正面	22	24	19	10		9	9	13	12
左	25	26	22	13	21		14	16	11
右斜め上	23	28	24	19	21	16		20	11
正面上	25	24	22	12	17	14	10		16
左斜め上	25	29	25	19	18	19	19	14	

(e) 恐れ

勝利数	右斜め下	正面下	左斜め下	右	正面	左	右斜め上	正面上	左斜め上
右斜め下		17	17	11	10	10	7	7	7
正面下	13		11	8	10	10	10	9	7
左斜め下	13	19		9	12	9	7	10	5
右	19	22	21		23	17	8	10	9
正面	20	20	18	7		10	6	9	6
左	20	20	21	13	20		10	13	8
右斜め上	23	20	23	22	24	20		14	14
正面上	23	21	20	20	21	17	16		11
左斜め上	23	23	25	21	24	22	16	19	

(f) 嫌悪

勝利数	右斜め下	正面下	左斜め下	右	正面	左	右斜め上	正面上	左斜め上
右斜め下		13	16	16	21	18	23	20	21
正面下	17		15	18	19	18	22	26	22
左斜め下	14	15		18	17	17	24	25	23
右	14	12	12		17	15	26	27	21
正面	9	11	13	13		12	21	24	26
左	12	12	13	15	18		21	27	26
右斜め上	7	8	6	4	9	9		21	15
正面上	10	4	5	3	6	3	9		11
左斜め上	9	8	7	9	4	4	15	19	

4.2 Bradley-Terry モデル

表 2 の結果を定量的に評価するため、Bradley-Terry モデルを適用する。Bradley-Terry モデルは、一対比較の評価データから対象物の相対的な強さの関係を比例尺度として逐次近似により推定する方法である^[3]。いま、ある要素*i*が要素*j*に勝つ確率を P_{ij} と表すと、 P_{ij} は以下の(1)の式で与えられる。ここで、 π_i と π_j はそれぞれの要素の強さを表す。今回の実験では、 P_{ij} はある向きの表情*i*が別の向きの表情*j*に勝利する確率を、 π_i と π_j はそれぞれの表情の向きによる強さを表している。 P_{ij} が大きな値の判定比を持つ対象物が一番優れていることになる。

$$P_{ij} = \frac{\pi_i}{\pi_i + \pi_j} \quad (1)$$

一対比較の結果に Bradley-Terry モデルを適用した結果を図 3 に示す。図 3 より、喜びは顔が左右と上向きの場合が、驚き、恐れは顔が上向きの場合が、怒り、悲しみ、嫌悪の表情では顔が下向きの場合が最も強く感じられることがわかる。

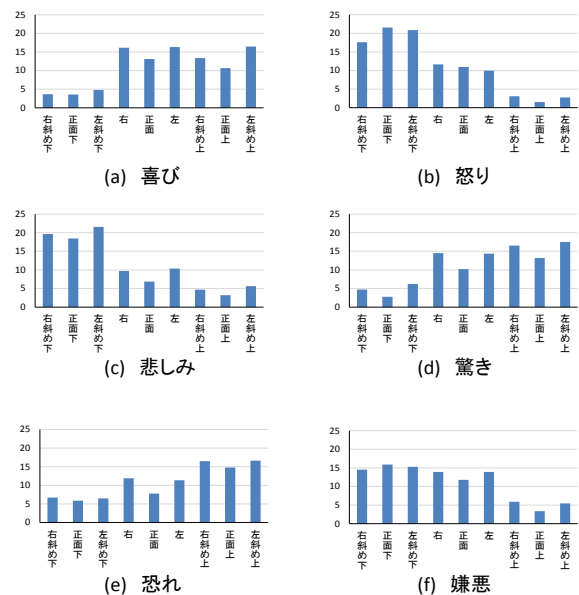


図3 Bradley-Terryモデル適応結果

Fig3 Result of Bradley-Terry model

4.3 アンケート結果

また、被験者に9つの表情の向きの画像から感情を強く感じるものを順に1位~3位で順位をつけさせた結果を、1位が3ポイント、2位が2ポイント、3位が1ポイントとして合算した結果を図4に示す。

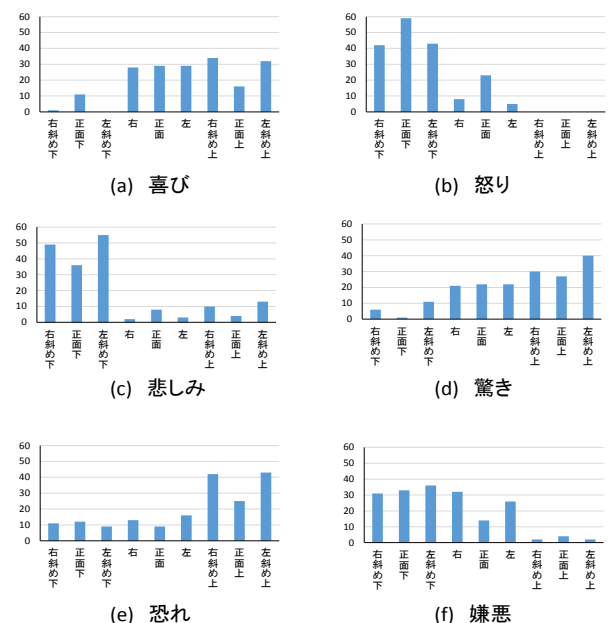


図4 アンケートの順位の結果

Fig4 Result of ranking on questionnaire

以上の結果より、Bradley-Terry モデル適応結果とアンケート結果では同じ傾向がみられた。喜び、驚き、恐れは顔が上向きの場合が、怒り、悲しみ、嫌悪の表情では顔が下向きの場合が最も強く感じられるという結果となった。

また、図 5 にカメラアングルの違いにより表情に強弱を感じたかについてのアンケート結果を示す。図 5 より、いずれの表情の場合でも、「感じた」「やや感じた」が最も高くなり、向きにより表情に強弱を感じる結果になった。とくに、怒りの表情はカメラアングルの影響を最も受けるという結果になった。

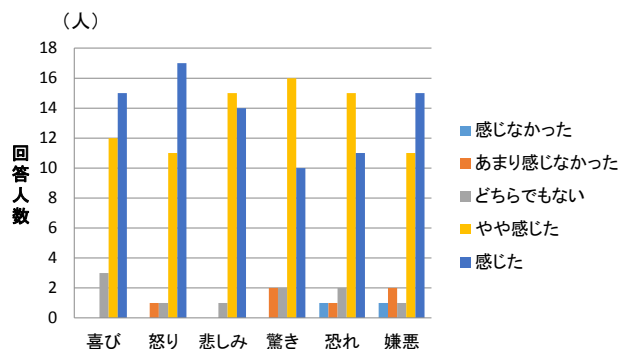


図 5 アンケート結果
Fig5 Results of questionnaire

5. 考察

実験結果からカメラアングルによって表情に強弱を感じることがわかった。また、最も表情が強くなる向きは感情によって異なり、喜び、驚き、恐れでは上向きの表情が、怒り、悲しみ、恐れでは下向きの表情がそれぞれ最も強くなる。これは強く感情を表出する場合に強調する顔の部位が異なることが要因であると考えられる。喜び、驚き、恐れでは顔の下部、怒り、悲しみ、恐れでは顔の上部を強調する向きの表情が強くなる。表 3 に、それぞれの表情を強く見せる際に重要と考えられる AU を顔の上部と下部に分け、顔の上部を青色で、顔の下部を赤色で表した表を示す。また、図 6 に図 3 と図 4 の結果をもとにそれぞれの表情で最も強く感じられた表情画像を示す。

表情	Action Unit(AU)
喜び	AU6(頬を上げる)+AU12(唇の端を上げる)
怒り	AU2(眉毛の外側を上げる)+AU4(眉毛を互いに寄せ下げる)+AU5(瞼を上げる)+AU26(あごを下げて口を開く)
悲しみ	AU1(眉毛の内側を上げる)+AU6(頬を上げる)+AU15(口角を下げる)+AU23(口を固く閉じる)+AU44(薄目)
驚き	AU1(眉毛の内側を上げる)+AU2(眉毛の外側を上げる)+AU5(瞼を上げる)+AU6(頬を上げる)+AU12(唇の端を上げる)+AU27(口を大きく開く)
恐れ	AU1(眉毛の内側を上げる)+AU5(瞼を上げる)+AU20(口を横に引っ張る)+AU26(あごを下げて口を開く)
嫌悪	AU2(眉毛の外側を上げる)+AU4(眉を下げる)+AU5(瞼を上げる)+AU7(瞼を緊張させる)+AU9(鼻に皺を寄せる)+AU23(口を固く閉じる)

表 3 表情と重要な Action Unit
Table3 Expression and important Action Unit



図 6 最も強く感じられたカメラアングル画像
Fig6 Best camera angle image

Ekman は、喜びの表情の強さはおもに唇の位置で決まるが、その唇の位置は、深く刻まれた鼻唇溝と、下瞼のはっきりした皺を伴うと述べている^[1]。このことから、喜びの表情を強く見せるのに重要なのは顔の下部であると考えられる。カメラアングルが上向きの場合、顔の下部を強調でき、そのため表情が最も強く感じられるのだと考えれば、実験結果と一致する。同様に、驚き、恐れでも実験結果と一致する。また、怒り、悲しみ、嫌悪の表情ではカメラアングルが下向きの場合、顔の上部を強調でき、そのため表情が最も強く感じられるのだと考えられ、実験結果と一致する。

6. おわりに

本研究では、6つの基本表情に対して、表情を呈示する際に 9つのカメラアングルによって感情伝達に影響を及ぼすのかについて検証した。その結果、カメラアングルの違いにより表情に強弱を感じる結果となった。

今後の課題として、実験に用いたキャラクタが女性の顔モデルを基本としたため、男性の顔モデルの表情では違いがあるか実験する必要がある。

謝辞

本研究は科研費(26560016)の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 竹原卓真,大坊郁夫,谷尻豊寿 “角度を操作した 3 次元顔の魅力度と感情強度の変化” 日本心理学会発表論文集 2008.0(2008):97-97
- [2] P.Ekman, W.V.Friesen : 表情分析入門-表情に隠された意味を探る, 誠信書房, 1987.
- [3] 天坂格郎・長沢伸也 : 官能評価の基礎と応用, 日本規格協会, 2000