

電子的コミュニケーションに用いる顔の抽象性と脳反応

Brain Activity by Abstract Faces used in Communication over Computer Networks

湯浅 将英*¹ 斎藤 恵一*² 武川 直樹*¹
Masahide Yuasa Keiichi Saito Naoki Mukawa

*¹東京電機大学 情報環境学部

School of Information Environment, Tokyo Denki University

*²東京電機大学 先端工学研究所

Research Center for Advanced Technologies, Tokyo Denki University

In this paper, we describe that brain activities associated with emoticons as abstract face by using fMRI. In previous research, some researchers proposed methods to produce facial expressions of personified agents. The methods are based on various effects of facial expressions. However, we could not know what elements influenced on the mental state of receiver, and how the elements made the effects. In this research, we considered the relationship between abstractness and effects of faces and we conducted an experiment using fMRI in order to investigate the effects. The results show that right inferior frontal gyrus, which associated with nonverbal communication, is activated by emoticons and emoticons have an important role, which enriches communication between users.

1. はじめに

コンピュータに不慣れな人がやさしく扱えるように、人間を模した CG キャラクタに表情や身ぶりによる表現や音声などで対話させることで利用者の負担を軽減する擬人化エージェントが開発されている。これは人間を代理し自律的に動作すること [湯浅 03a, Yuasa 03b] や、擬人化エージェントの顔の表情や視線などノンバーバル情報を積極的に利用することで人とコンピュータとのコミュニケーションを円滑にすることを目指しており [押川 06, 川崎 05], 人間により近い容姿や動作をすることが求められている。よって、多くの擬人化エージェントは人間の見た目により近く、精緻な CG で作成されている。

しかし、たとえ精巧にできた CG であっても、実際の人間とのわずかな差異によって、不気味に感じてしまうことがあることが指摘されている [石黒 05, Thompson 05]。一方、抽象的な顔を持つエージェントには、親しみやすいことや感情表現が豊かであること等の利点があると考えられる [McCloud 93, 香山 01]。Koda らは、人の顔画像、CG 合成顔、漫画的な動物顔など、様々な顔の擬人化エージェントを作成し、漫画的な動物顔のエージェントが親しみやすいと評価されたことを述べている [Koda 96]。また、近年ではコンピュータ上で似顔絵を作成する研究がなされている。たとえば、鈴木らは似顔絵は一般的に顔写真よりも情報量が少ないにも関わらず、モデルとなる人物の特徴を大げさに強調しており、面白さが生まれていることを述べている [鈴木 06]。このように、漫画的な顔や現実とは異なる強調された顔など、抽象的な顔には優位性が考えられるにも関わらず、その詳細な分析と評価はなされてこなかった。

そこで本稿では、電子的コミュニケーションと抽象的な顔の関係と、抽象的な顔の利点を考察し、さらに、顔の抽象性のレベルごとに脳反応への影響が観察できると予想し、最も抽象的である顔文字について、fMRI を用いた実験を実施した。

以降では、2 章で顔の抽象性と電子的コミュニケーションツールとの関係について述べ、3 章で従来までの顔、表情の脳研究について述べる。4 章で顔画像と顔文字を用いた実験につ

いて述べ、5 章で考察する。最後に 6 章でまとめを述べる。

2. 顔の抽象性と電子的コミュニケーション

図 1 は電子的コミュニケーションに用いられる様々な顔を、抽象度の違いに基づき並べたものである。図の左は抽象度が低く、人間の顔画像、似顔絵風の顔、CG 合成顔、線画の顔、顔文字、と右へいくほど抽象度の高いものになっている [McCloud 93]。電子的コミュニケーションとの対応を考えると、人間の顔画像 (動画) は TV 会議システム、CG 合成顔は擬人化エージェントやゲーム、線画の顔や顔文字はメールやチャットで主に用いられている。

一般的に抽象度が低いほどコミュニケーションで利用される非言語情報の量が多くなり、抽象度が高いほど量が少なくなる。たとえば、カメラを用いた TV 会議システムでは、多くのノンバーバル情報のやり取りができ、利用者間のコミュニケーションをより豊かにできる。一方、抽象度の高い顔文字は表現が文字列に限られており、ノンバーバル情報が制限されている。

しかし、前章で述べたように、抽象的な似顔絵やデフォルメされた顔などは、顔画像よりも表情も豊かで親しみやすい、生き生きとしているなどの多くの利点を持っている。また、漫画に代表されるように、人相を強調し工夫することで、絵を見ただけでキャラクターの性格や人間関係、役割が素早く理解できたり、大げさな表情や仕草、視線を使い分けることで、キャラクターの気持ちがよく伝わったりする可能性もある。

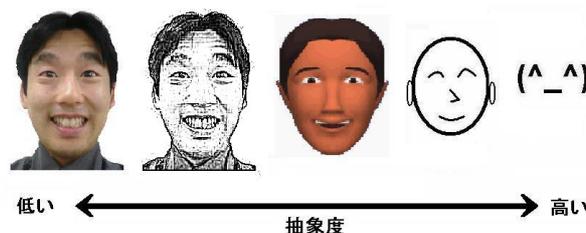


図 1: 抽象度の異なる顔の例 [Hasegawa 97, McCloud 93]

連絡先: 東京電機大学 情報環境学部, 〒 270-1382 千葉県印西市武西学園台 2-1200, E-mail:yuasa@sie.dendai.ac.jp

このように、抽象顔の分析をさらに進めることで、その利点を活かした新しいコミュニケーションツールが作成できることが考えられる。そこで本稿では、最も抽象度の高い顔文字と最も低い顔画像を見たときの脳活動を fMRI で計測した実験を述べ、抽象顔のコミュニケーションについて考察する。

3. 関連研究

従来までの脳イメージング研究や神経心理学の研究等により、人が顔を見たときに顔であると認識する際には下後頭回、右の紡錘状回が関連していること、さらに、その顔が嬉しい表情なのか悲しい表情なのかといった表情の弁別には、右の下前頭回が関連していることが報告されている。

Kanwisher らは fMRI を用い、被験者に顔を呈示することで右の紡錘状回が活性化されることを述べている [Kanwisher 97, Tong 00]。また、人物の顔を認知できなくなる相貌失認の患者は、右半球の紡錘状回、舌状回等に病変があることが報告されている [川島 02]。Haxby らや Adolphs らによる研究では、顔認知に関わる脳領域として下後頭回が関連することを述べている [Haxby 00, Adolphs 02]。これらの研究では、下後頭回で顔の輪郭や形状の情報が統合され、その情報が紡錘状回に送られると考えられている。

一方、表情の弁別については、大脳右半球の前頭葉側面から下前頭回の損傷により、顔の表情の理解に障害が起こることが知られている [川島 02]。川島らによるポジトロン CT を用いた表情弁別実験では、大脳右半球の中前頭回、下前頭回、両側半球の外側後頭葉、右半球の側頭葉下面（紡錘状回）が活性化したと報告している [川島 02]。さらに、川島らは表情の情動弁別と声による情動弁別の課題を被験者に実施し、共通して右の下前頭回の領域が有意な変化を示したと述べており、また、中村らも非言語コミュニケーション情報を処理している可能性を述べている [中村 99]。

また、Maddock らは fMRI の被験者に感情的な名詞や形容詞を提示し、それらから感情を判断するときの脳活動を調べ、後帯状回が関連している可能性を述べている [Maddock 03]。

本研究では、これらの従来研究と比較し、以降で述べる実験において下後頭回や右の紡錘状回、右の下前頭回、後帯状回の賦活が有意になるかを検討する。

4. fMRI を用いた脳計測

4.1 実験の方法

fMRI 装置内で横になった被験者にプリズム眼鏡を装着してもらい、足元方向にあるスクリーンに映し出される視覚刺激を見てもらった。刺激の呈示には図 2 のようにブロックデザインに基づき、50 秒ずつで刺激の種類（レストとタスク）を入れ替えた。1 つの実験での入れ替えは 3 回とした。刺激は複数作成し、レスト、タスクのそれぞれの時間内においてランダ

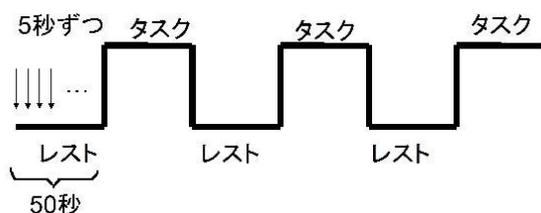


図 2: 本研究におけるブロックデザイン

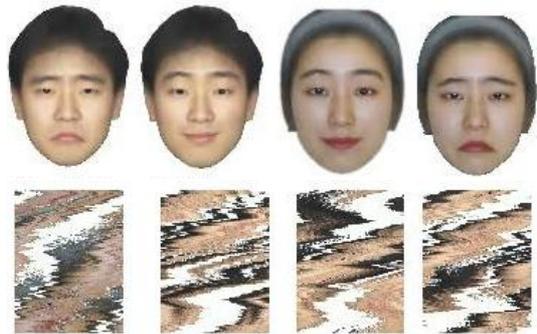


図 3: 実験 1 におけるタスク（顔画像，上）とレスト（スクランブル画像，下）

顔文字

(^o^)(*_^*)(^u^)(^_^)(^ε^)(^◇^)(^^)
 (≥▽≤)(^V^)(●^o^●)
 (T_T)(+o+)(ToT)(;_;)(>_<)(;o;)(X_X)
 (,o)(¥_¥)(t_t)

記号

&O%x ;\$& ∇&o\$ }%,≤
 %\$O@ ~#&\$,D● }>●~
 …など

図 4: 実験 2 におけるタスク（顔文字，上）とレスト（ランダムな記号，下）

ムな順番で 5 秒ずつ 10 回表示した。また、川島らの実験同様に、被験者に呈示された顔が喜んでるか悲しんでいるか判断させる感情弁別課題を実施した [川島 02]。

本研究では、顔文字の脳活動を検討するため、三種類の比較実験を実施した。以降でそれらを述べる。

● 実験 1 顔画像とスクランブル画像の比較

人間の顔写真を見たときの脳活動を調べるため、被験者に顔画像（タスク）とスクランブル画像（レスト）を見せ、このときの脳の賦活を比較する。

スクランブル画像とは、顔画像を基にしてランダムに顔画像を変形させたもので、顔画像と用いている色は同じであるが顔の形に見えない画像である。本実験では、顔画像には東京大学の原島研究室 [原島研究室] による東大男子学生の平均顔、および女性研究者の平均顔を用いた。さらに Galatea Toolkit [嵯峨山 03] を用いて喜びの表情と悲しみの表情を作成し用いた。図 3 上にそれらを示す。図 3 下は、顔画像を基に作成したスクランブル画像である。また、被験者には顔画像が悲しい表情であるときにボタンを押すように指示した。

● 実験 2 顔文字と記号の比較

顔文字を見たときの脳活動を調べるため、被験者に顔文字（タスク）と記号（レスト）を見せ、このときの脳の賦活を比較する。

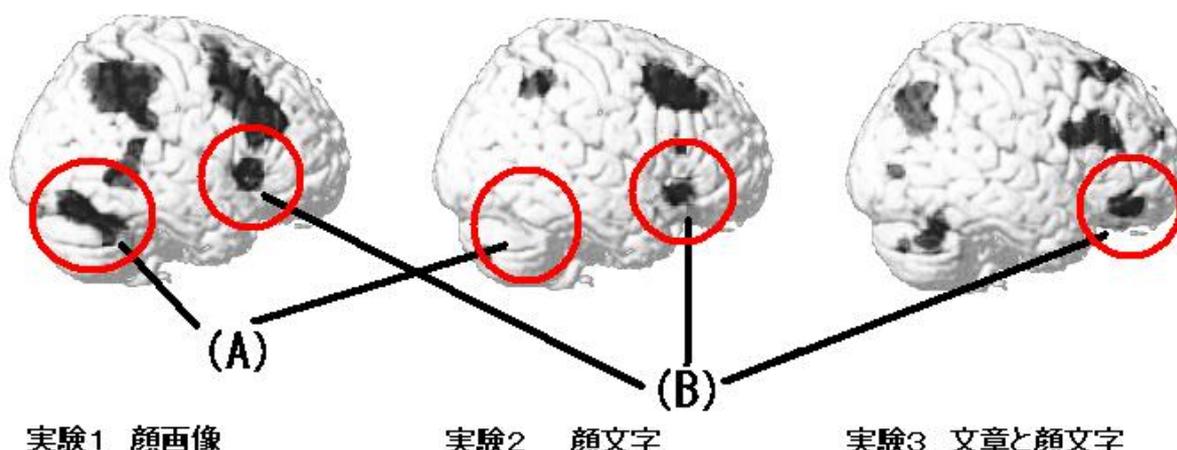


図 5: 実験 1 ~ 3 の有意な賦活部分 (黒が賦活部分) (A) 右の紡錘状回 (B) 右の下前頭回

(T1) 歌を歌って楽しかった(^◇^)
 (T2) 大切な時計を失くした(T_T)
 ...
 (R1) 歌を歌って楽しかった
 (R2) 大切な時計を失くした
 ...

図 6: 実験 3 におけるタスク (文章と顔文字) とレスト (文章)

顔文字は竹原らの論文 [竹原 04, 竹原 05] にあるものから、喜びまたは悲しみを表す顔文字をそれぞれ 10 個用いた。図 4 上にそれらを示す。図中にある顔文字は、タスク時間のときにひとつずつをランダムな順番でスクリーン中央に映した。一方、記号をランダムに並べ替えた文字列を作成した。図 4 下に用いた記号の例を示す。図中の記号の文字列は、レスト時間のときにひとつずつをランダムな順番でスクリーン中央に映した。なお、事前の調査により、ランダムに作成した文字列であっても顔文字に近い場合、被験者によっては、簡単に顔文字として捉えてしまうことがわかった。それらの顔文字に近いもの(顔文字に見えてしまうもの)は削除し、それらは実験には用いなかった。また、被験者には顔文字が悲しい表情であるときにボタンを押すように指示した。

● 実験 3 顔文字を付加した文章と文章のみの比較

顔文字が付加された文章を見たときの脳活動を調べるため、被験者に顔文字付き文章(タスク)と文章(レスト)を見せ、このときの脳の賦活を比較する。

顔文字は実験 2 と同様のものを用いた。文章は竹原らの論文 [竹原 04, 竹原 05] にあるものを利用した。図 6 にそれらを示す。顔文字付き文章は、タスク時間のときに一行ずつをランダムな順番でスクリーン中央に映した。顔文字付き文章は、顔文字の感情表現と文章内容から読み取れる感情が異なるもの(「歌を歌って楽しかった(T_T)」など)も用意した。文章は、レスト時間のときに一行ずつをランダムな順番でスクリーン中央に映した。

また、被験者には顔文字の感情表現と文章内容から読み取れる感情が一致するとき、顔文字の無い文章を読ん

だときにボタンを押すように指示した。

4.2 実験結果

被験者は理系大学生で男性 5 名、女性 2 名であった。図 5 に実験において有意に賦活した部分を示す。図では、(A) は右の紡錘状回付近であり、(B) は右の下前頭回付近である。これらから 3 章で述べた顔の認知、表情の弁別の両方に関連する部位が有意に賦活していることがわかる。顔画像と顔文字の実験結果を比較すると、顔画像の場合は、顔の認知に深く関連する右の紡錘状回の有意な賦活が見られたが、顔文字の場合は有意な賦活が見られなかった。一方、表情の弁別に深く関連する部分である右の下前頭回は実験 1 ~ 3 のいずれの場合でも有意な賦活が見られた。なお、感情的な名詞や形容詞を見て感情を判断するときに有意に賦活するとされる後帯状回には有意な賦活が見られなかった。

5. 考察

実験 1 ~ 3 において有意に賦活した右の下前頭回は、非言語コミュニケーションに主に関連することが示唆されている部分である。文章に顔文字を加えて相手に伝えることは、音声に強弱や韻律情報を加えて、より感情を豊かに伝えることに似ており、非言語情報に関連する部位が賦活している結果からも、脳内では顔文字を見たときには、声を聞いたとき等と同様の感情の判断処理がされている可能性が考えられる。また、後帯状回に有意な賦活が見られなかったことから、顔文字を単語として読んで理解し感情を判断することとは、別の処理がされている可能性が考えられる。このため、顔文字を利用したコミュニケーションは、顔文字が単純な文字としての意味解釈がされることだけでなく、非言語コミュニケーションに共通の感情の判断処理により、相手の感情を理解し合う相互のコミュニケーションであると考えられることでもある。

6. まとめ

本稿では、顔の抽象性と電子的コミュニケーションの関係に着目し、抽象度の違いによって人への影響が異なる可能性を述べた。抽象度ごとの影響の差異は脳反応で観察できると予想し、抽象度が最も高い顔文字と最も低い顔画像を用いた fMRI 実験を実施した。実験結果では、顔を認知する部位の有意な賦

活が顔文字では見られなかったが、非言語コミュニケーションに関連する部位が有意に賦活した。人が顔文字を見た際には非言語コミュニケーションに共通の感情を判断する処理がされている可能性がある。

今後は被験者を増やし、結果の追試と顔文字が感情を伝える仕組みを詳しい分析を目指す。本稿では顔画像と顔文字のみを測定したが、今後はスケッチ画像や線画、似顔絵などの抽象度を変えた顔について測定し、今回の実験結果と比較していく予定である。

謝辞

顔文字の研究について有益な意見を頂いた北星学園大学 竹原卓真先生に感謝申し上げます。さらに、平均顔画像を提供して頂いた東京大学 原島研究室に感謝いたします。fMRIの実験に協力いただいた東京電機大学 川澄研究室 星裕之君に感謝をいたします。本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金 (B)16300032, および東京電機大学先端工学研究所重点課題による。

参考文献

- [Adolphs 02] Adolphs, R.: Neural systems for recognizing emotion, *Current Opinion in Neurobiology*, Vol. 12, No. 2, pp. 169–177 (2002)
- [Hasegawa 97] Hasegawa, O. and Sakaue, K.: CG Tool for Constructing Anthropomorphic Interface Agents, in *Proceedings of IJCAI-97 WS (W5), ANIMATED INTER-FACE AGENTS*, pp. 23–26 (1997)
- [Haxby 00] Haxby, J. V., Hoffman, E. A., and Gobbini, M. I.: The distributed human neural system for face perception, *Trend in Cognitive Sciences*, Vol. 4, No. 6, pp. 223–233 (2000)
- [石黒 05] 石黒 浩, 宮下 敬宏, 神田 崇行: コミュニケーションロボット, オーム社 (2005)
- [Kanwisher 97] Kanwisher, N., McDermott, J., and Chun, M. M.: The Fusiform Face Area: A Module in Human Extrastriate Cortex Specialized for Face Perception, *The Journal of Neuroscience*, Vol. 17, No. 11, pp. 4302–4311 (1997)
- [中村 99] 中村 克樹: 表情の判断と前頭葉の活動, *神経研究の進歩*, Vol. 43, No. 4, pp. 519–527 (1999)
- [鈴木 06] 鈴木 健一郎, 武川 直樹, 湯浅 将英: 顔部品の形状・配置に基づく似顔絵画家の個性と印象の分析, 第 12 回画像センシングシンポジウム SSII06(発表予定) (2006)
- [Koda 96] Koda, T. and Maes, P.: Agents with Faces: The Effects of Personification of Agents (1996)
- [Maddock 03] Maddock, R. J., Garrett, A. S., and Buonocore, M. H.: Posterior cingulate cortex activation by emotional words: fMRI evidence from a valence decision task, *Human Brain Mapping*, Vol. 18, No. 1, pp. 30–41 (2003)
- [McCloud 93] McCloud, S.: *Understanding Comics*, HarperPerennial (1993)
- [押川 06] 押川 絢美, 武川 直樹, 川崎 由加里, 湯浅 将英: 擬人化エージェントの空間配置とプレッシャー, 電子通信情報学会全国大会 (2006)
- [香山 01] 香山 リカ: 87 %の日本人がキャラクターを好きな理由, 学習研究社 (2001)
- [川島 02] 川島 隆太: 高次機能のブレインイメージング, 医学書院 (2002)
- [嵯峨山 03] 嵯峨山 茂樹他: 擬人化音声対話エージェントツールキット Galatea, 情報処理学会研究報告, 2002-SLP-45-10, pp. 57–64 (2003)
- [竹原 04] 竹原 卓真, 佐藤 直樹: 喜びの顔文字による感情伝達の促進効果, *日本顔学会誌*, Vol. 4, No. 1, pp. 9–17 (2004)
- [竹原 05] 竹原 卓真, 栗林 克匡, 武川 直樹, 水原 郁美, 瀧波 恵美子: メッセージの感情と矛盾した顔文字の付加効果, *日本顔学会誌*, Vol. 5, No. 1, pp. 75–89 (2005)
- [Thompson 05] Thompson, C.: Monsters of Photorealism, <http://www.wired.com/news/culture/0,1284,69739,00.html> (2005)
- [Tong 00] Tong, F., Nakayama, K., Moscovitch, M., Weinrib, O., and Kanwisher, N.: RESPONSE PROPERTIES OF THE HUMAN FUSIFORM FACE AREA, *COGNITIVE NEUROPSYCHOLOGY*, Vol. 17, No. 1, pp. 257–279 (2000)
- [湯浅 03a] 湯浅 将英, 安村 禎明, 新田 克己: ベイジアンネットワークを用いた交渉エージェントの表情表出, *情報処理学会論文誌*, Vol. 44, No. 11, pp. 2710–2717 (2003)
- [Yuasa 03b] Yuasa, M., Yasumura, Y., and Nitta, K.: A Tool for Animated Agents in Network-Based Negotiation, in *Proceedings of RO-MAN 2003 Conference*, pp. 259–264 (2003)
- [川崎 05] 川崎 由加里, 武川 直樹, 押川 絢美, 白石 祥子, 黒木 裕己, 湯浅 将英, 深山 篤: 流し目の魅力 擬人化エージェントによる視線パラメータと印象分析, *日本顔学会誌*, Vol. 5, No. 1, p. 169 (2005)
- [原島研究室] 原島研究室 東京大学: <http://www.hc.ic.i.u-tokyo.ac.jp/>