解 説

触覚による社会的コミュニケーションの認知脳科学的メカニズム

Cognitive Brain Mechanisms Underlying Haptic Social Communication

北 田 亮* *生理学研究所

Ryo Kitada* *National Institute for Physiological Sciences

1. 触覚による社会的コミュニケーション

日常生活において、我々は様々な感覚を用いながら他者とコミュニケーションを行う。聴覚を用いて相手の言葉を聞き取り、視覚を用いて顔や身体が発する非言語コミュニケーションを理解する。視覚と聴覚が社会的コミュニケーションにおいて極めて重要であることは間違いないが、それでは他の感覚—例えば触覚—はどのような役割を果たしているのだろうか？

例えばくすぐりあそびのように、子供は親しい相手との触れ合いを好む。犬や猫の飼い主は触れ合いを通じてペットと交流を深める。握手やハグなど触覚を介したジェスチャーは円滑な対人コミュニケーションを可能にする。他者との接触の重要性は、過去の心理学的研究でいくつか報告されている。例えば Harlow と Zimmerman は心理学実験によって、サルの乳児は自分の生存に必要なミルクに比べ、手触りのよいタオルを選好することを実証した [1]。さらに Fisher らは、さりげない接触によって、接触した人に対する好感度が変化することを報告している [2]。

このような例からも他者とのふれあいは、意図の伝達から情動の惹起に至るまで、社会的コミュニケーションにおいて重要な役割を果たしていると考えられる。触覚の社会的な機能を理解することは、ヒトと交流するロボットを開発するうえで、有用なはずである。しかし世界的に触覚の研究は、他の感覚に比べあまり行われていないのが現状で、その機能の背景にあるメカニズムはいまだに不明である。本稿では認知脳科学的研究から明らかになった、触覚による社会的コミュニケーションに関する知見を概説する。

2. 物体の特徴の処理に関する仮説

他者に触れることは、外界の物体に触れることにほかならない。物体を認識するためには、その特徴を知る必要がある。Lederman と Klatzky は物体の特徴に応じて異なる

処理が行われることを提案している [3]。例えば形や方位といった空間的な特徴は空間座標系で表現され、視覚と触覚で共有することができる。それに対し粗さや温度のように素材の特徴は強度で表現できる。この素材と形体の区分は触覚による社会的コミュニケーションにも拡張することができる。例えば赤ん坊の肌や犬や猫との接触が心地よいのは、その素材が与える効果である。しかし触れた相手が恋人と他人では、接触による入力と同じでも惹起される感情はまったく別物である。このように他者との接触を正しく解釈するには、触れている対象を認識しなくてはならず、そのためには対象の形状を正確に知覚する必要がある。

3. 形体に基づく触覚コミュニケーション

3.1 顔や身体部位を触覚で認識する

我々は手探りでもカバンの中に入った財布や鍵が分かるように、触覚を用いて日常的な物体を認識することができる。これまでの心理物理学研究から、触覚を用いて他者の顔や身体部位が認識できることが明らかになっている。例えばある先行研究では1人の女性の顔に触れ、遅延時間後に再び触覚を用いて、3人の顔からその女性を当てる課題を実施した [4]。すると被験者は8割程度の正答率で女性の顔を当てることができた。それでは脳は顔のような形体に関する触覚入力をどのように処理をしているのだろうか？

視覚による物体の認識には、大脳の腹側経路が重要な役割を果たすことがよく知られているが、触覚による認識に関与する神経基盤はよく分かっていない。近年になり、ある脳損傷患者は視覚だけでなく触覚でも顔の弁別ができなことが報告され [4]、視覚でも触覚でも共通した神経基盤が物体の認識に関与する可能性が示されている。北田らは触覚でも腹側視覚経路が物体の認識に関与するかどうかについて機能的磁気共鳴法 (fMRI) を用いて検討した [5]。腹側視覚経路には、顔や身体部位の画像に対し選択的に反応するモジュール構造が存在する。そこで被験者がいろいろな模型を触覚で識別するときに生じる FFA と EBA の活動を計測した。その結果 FFA は視覚だけでなく触覚でも、他の物体よりも顔に対して最も高い活動を示し、EBA は瓶よりも手や足に対して高い反応を示した。またこれらの物体

原 2012 年 1 月 12 日

キーワード: Touch, Communication, Brain, fMRI, Emotion

*〒 444-8585 岡崎市明大寺町字西郷中 38

*Okazaki-shi, Aichi

を触らずに視覚イメージをした場合では、顔や身体に対する選択性は観察されなかった。これらの結果は、腹側視覚経路が触覚による顔や身体部位の認識自体に重要な役割を果たすことを示唆している。

3.2 顔が表出する感情を触覚で認識する

ヒトは触覚だけでも顔や身体部位が表出する感情を理解することができる[6][7]。他者の表情やジェスチャーを認識することは、他者の行動を理解することにほかならない。他者の行動理解には、上側頭溝周辺やヒトのミラーシステムが存在するとされる下前頭回・下頭頂小葉が関与することが知られている。先行研究ではこのネットワークが、視覚と聴覚による他者の行動理解で賦活することが明らかになっている。しかし触覚による他者理解にこのネットワークが関与するかどうかについては不明であった。北田らはこの可能性を検討するfMRI研究を実施した[8]。被験者は顔模型の表情と靴模型の種類を、触覚か視覚を用いて識別した。課題遂行中の脳活動を fMRI で撮像すると、靴の識別条件に比べて顔表情の識別条件では、上側頭溝周辺・下前頭回・下頭頂小葉が触覚でも視覚でも強く活動した。この結果は、晴眼者による顔表情の認識には、感覚に関係なく共通した神経基盤が関与することを示している。

これらの研究成果は、視覚と触覚で共通した脳内システムが他者の身体部位の認識やそれらが表出する感情の認識に関与していることを示している。日常生活で晴眼者が触覚で顔表情を認識することはまずないが、触覚による顔認識は、顔を見た記憶のない早期失明者が非言語コミュニケーションを理解する上で役立つ可能性がある。特に早期失明者は表情をうまく制御できないことが知られており、触覚による介入はこの症状を改善できる可能性がある。北田らはこの後の研究で、早期失明者でも顔が表出する感情を触覚で識別できることと、早期失明者と晴眼者で脳の賦活パターンが類似していることを発表している[9]。

4. 素材に基づくコミュニケーション

触覚は素材から粗さや温度といった特徴を知覚するのを得意とする。例えば空焚きしたヤカンの色が変わらないので、触らなくては温度は分からない。素材の特徴の抽出には体性感覚野やその周囲の神経基盤が関与することが知られている[10][11]。

その一方で素材との接触は快・不快といった情動を引き起こす。体性感覚野以外の様々な脳領域が触覚による情動処理に関与すると考えられている。例えばヒトの皮膚の有毛部では、軽いゆっくりとした機械的刺激にだけ反応する特殊な神経線維が存在するが、この神経線維は島部に情報を伝達する[12]。また大脳辺縁系や眼窩前頭皮質の関与も指摘されている[13]。

素材の情動処理は触る対象が何であるのかという情報に

よって影響を受ける。例えば他者との接触は何も接触しない場合に比べて、痛み刺激が与えられる前の活動を様々な脳領域で抑制させた[14]。川道らは親しい人との接触はゴム手との接触に比べて、報酬の処理に関与するとされる大脳基底核の活動を高めることを報告している[15]。しかし脳がどのように接触する相手の情報を用いて、情動にかかわる活動を変化させるのかについてはまだよく分かっていない。

以上のように少しずつではあるが、触覚による社会的コミュニケーションに関する認知科学的な研究が進展しつつある。なぜ他者の接触が心をいやしたり、または反対に不快感を引き起こしたりするのか？ という本質的な問題を解決するには、さらに多くの認知科学研究が必要である。紹介したこれらの基礎的な研究が、ロボット研究の一助になれば幸いである。

参考文献

- [1] H.F. Harlow and R.R. Zimmerman: "Affectional responses in the infant monkeys," *Science*, vol.120, pp.421-423, 1959.
- [2] J.D. Fisher, M. Rytting and R. Heslin: "Hands touching hands: affective and evaluative effects of an interpersonal touch," *Sociometry*, vol.39, pp.416-421, 1976.
- [3] S.J. Lederman and R.L. Klatzky: "Relative availability of surface and object properties during early haptic processing," *J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform.*, vol.23, pp.1-28, 1997.
- [4] S.J. Lederman, A. Kilgour, R. Kitada, R.L. Klatzky and C. Hamilton: "Haptic face processing," *Can. J. Exp. Psychol.*, vol.61, pp.230-241, 2007.
- [5] R. Kitada, I.S. Johnsrude, T. Kochiyama and S.J. Lederman: "Functional specialization and convergence in the occipito-temporal cortex supporting haptic and visual identification of human faces and body parts: an fMRI study," *J. Cogn. Neurosci.*, vol.21, pp.2027-2045, 2009.
- [6] M.J. Hertenstein, D. Keltner, B. App, B.A. Buleit and A.R. Jaskolka: "Touch communicates distinct emotions," *Emotion*, vol.6, pp.528-533, 2006.
- [7] S.J. Lederman, R.L. Klatzky, A. Abramowicz, K. Salsman, R. Kitada and C. Hamilton: "Haptic Recognition of Static and Dynamic Expressions of Emotion in the Live Face," *Psychol.Sci.*, vol.18, pp.158-164, 2007.
- [8] R. Kitada, I.S. Johnsrude, T. Kochiyama and S.J. Lederman: "Brain networks involved in haptic and visual identification of facial expressions of emotion: An fMRI study," *NeuroImage*, vol.49, pp.1677-1689, 2010.
- [9] R. Kitada, Y. Okamoto, A.T. Sasaki, T. Kochiyama, M. Miyahara, S.J. Lederman and N. Sadato: "Brain network involved in the recognition of facial expressions of emotion in the early blind," *i-Perception*, vol.2, p.956, 2011.
- [10] R. Kitada, T. Hashimoto, T. Kochiyama, T. Kito, T. Okada, M. Matsumura, S.J. Lederman and N. Sadato: "Tactile estimation of the roughness of gratings yields a graded response in the human brain: an fMRI study," *NeuroImage*, vol.25, pp.90-100, 2005.
- [11] A.D. Craig, K. Chen, D. Bardy and E.M. Reiman: "Thermosensory activation of insular cortex," *Nat. Neurosci.*, vol.3, pp.184-190, 2000.
- [12] H. Olsson, J. Wessberg, I. Morrison, F. McGlone and A. Vallbo: "The neurophysiology of unmyelinated tactile afferents," *Neurosci. Biobehav. Rev.* vol.34, pp.185-191, 2010.

- [13] E.T. Rolls: "The affective and cognitive processing of touch, oral texture, and temperature in the brain," *Neurosci. Biobehav. Rev.* vol.34, pp.237–245, 2010.
- [14] J.A. Coan, H.S. Schaefer and R.J. Davidson: "Lending a hand: social regulation of the neural response to threat," *Psychol. Sci.*, vol.17, pp.1032–1039, 2006.
- [15] H. Kawamichi, R. Kitada, K. Yoshihara, H.K. Takahashi and N. Sadato: "Activation of the reward system by joining hands with familiar person: an fMRI study," 8th IBRO World Congress of Neuroscience, 2011.

北田 亮 (Ryo Kitada)

2005 年京都大学大学院博士課程修了，人間・環境学博士。クイーンズ大学心理学部・神経科学センター博士研究員，日本学術振興会海外特別研究員を経て，2008 年自然科学研究機構生理学研究所心理生理学部門助教，現在に至る。触覚と視覚の関連性から社会認知に至るまで様々な認知脳科学研究に従事。日本神経科学会，日本心理学会，Society for Neuroscience などの会員。