

令和元年6月25日現在

機関番号：82636

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H05916

研究課題名(和文) 運動システムを介した他者表情の認知機構の解明

研究課題名(英文) Cognitive mechanism of facial expression through the motor system

研究代表者

池上 剛 (Tsuyoshi, Ikegami)

国立研究開発法人情報通信研究機構・脳情報通信融合研究センター脳情報通信融合研究室・研究員

研究者番号：20588660

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,300,000円

研究成果の概要(和文)：本課題は、他者動作理解能力の一つである表情認知に焦点を当て、その認知機構の解明を目指した研究である。「顔の運動システムが他者表情の認知に関与する」という仮説を検証するために、術前・術後の顎変形症患者と健常者を対象に、表情認知能力を調べた。顔の運動システムに異常を有する術前患者は、手術とリハビリによって運動システムが改善した術後患者や健常者に比べて、表情認知能力が劣る傾向を示した。さらに、本課題の研究枠組をより一般化させ、「自分の運動システムが他者の運動認知に関与する」ことを示す成果を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果は、運動システムが他者表情の認知に関与する因果的証拠を与え、認知・社会神経科学分野に大きな学術的な意義をもたらす。また、術前から術後3年に及ぶ顎変形症患者の認知能力の調査データは、歯科学的観点から非常に有益である。さらに、本研究成果は、歯科矯正手術はただの美容整形ではなく、認知機能の変容を導くことを示唆するという点において、社会的意義を有する。

研究成果の概要(英文)：This study focused on facial expression cognition, one of the human abilities to understand others and investigated the cognitive mechanism through a behavioral experiment. To test a hypothesis that the face motor system is involved in cognition of other's facial expression, we compared the cognitive ability between jaw deformity patients (before or after surgical operation) and normal participants. Our results showed that the before-operation patients who have a problem in their orofacial motor system were worse in the ability to accurately recognize other's facial expression than the after-operation patients and the normal participants. Furthermore, we extended the study to obtain further behavioral evidence suggesting more general perspective that the motor system is involved in cognition of other's action/motion.

研究分野：神経科学

キーワード：表情認知 運動システム 他者動作認知

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我々は、社会生活において、他者の表情や行為から、その人の感情や行為の意図を理解したうえで、行為を選択する。このような他者理解の能力が不十分であると、社会適応に困難を抱える。他者理解の神経機構の解明は、このような社会性障害を改善する治療法や環境の開発に必須であるが、その神経基盤は未だ良く分かっていない。本研究課題は、他者理解能力の中でも最も重要な能力の一つである表情認知に焦点を当て、その神経基盤の解明を目指した。

2. 研究の目的

具体的には、「顔の運動システムが他者表情の認知に関与する」という身体化認知仮説 (Niedenthal, 2008) を検証するために、顎変形症患者を対象にして、顎骨切除術という外科的矯正治療の前後における表情認知機能の変化を調べた。顎変形症患者は、頭蓋および顎顔面口腔の骨格、顔貌などに高度の異常を持つため、円滑で精緻な表情表出ができない。つまり顎変形症患者は、筋骨格系の異常に起因した顎顔面(上下の歯と口を含む顎全体)運動システムに不全をもつ。ただし、顎骨切除術によって、顔の審美面だけでなく、表情表出能力も改善される(Yashiro, 2013)。つまり、顎骨切除術は、患者の顎顔面運動システムの変化(改善)を誘導する。これまで、術後の顎変形症患者の認知機能に関する報告はないが、仮説は、手術による顎顔面運動システムの変化が、因果的に他者の表情認知能力を変化させることを予測する。この研究枠組みの下、本研究では、顎顔面運動システムが因果的に他者の表情理解に関与しているかどうかを調べた。

3. 研究の方法

顎骨切除術を必要とする顎変形症患者の術前患者と術後患者、合わせて約200名と健常者約80名を対象として、他者表情認知に関する行動実験を行った。

被験者は、怒り、嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚きの6つのうちのいずれかの表情をした他者の顔写真をみて、どの表情に分類されるかを答える。正答率と答えるまでにかかった時間を患者の表情認知能力の指標とした。仮説に従うと、顎顔面部の運動不全をもつ患者群は、他者の顎顔面部の表情認知を苦手とするはずである。よって、術前の患者は、術後1年以上経過した患者や健常者に比べて目の周りの表情を手掛かりにして表情を識別しているかもしれない。この可能性を検証するために、課題中の患者の視線軌跡を眼球運動計測装置(X2-60, Tobii Technology AB)によって計測した。

4. 研究成果

(1) 本課題の主な成果

実験の結果、予想に反して、術前患者、術後患者、健常者の間で、表情認知課題の成績には実質的な差は観察されなかった。しかし、回答時間に着目すると、術前患者は健常者に比べてかなり長い時間をかけて回答していることが分かった。そこで、他者表情の視覚刺激の呈示時間を変化させて同様の実験を行った。すると、呈示時間が1秒以下になると、術前患者の正答率が低下した。一方、健常者や術後患者(術後1年以上経過)では正答率の低下は見られなかった。さらに、術前患者の視線を計測すると、健常者に比べて、他者の目の周りをよく見ていることが分かった。つまり、顔の運動システム(特に顎)に異常をもつ患者は、健常者とは異なる方略を用いて他者の表情を認知していることが分かった。

(2) 発展研究1 (雑誌論文①: Ikegami et al., 2019; 雑誌論文②: Ikegami et al., 2018; 雑誌論文③: Ikegami et al., 2017; 学会発表①: Ikegami et al., 2017)

本課題の主題に関する成果の他に、その研究枠組みを発展させた研究を行い、以下の成果を得た。それらの発展研究では、「自分の運動システムが他者の運動認知に関与する」という、より一般的な身体化認知仮説を検証することを目的に、実験を行った。

実験では、他者動作を観察する際の予測誤差(実際に観察した他者動作と、観察者が予測した他者動作の間の誤差)の有無が、観察者の動作にどのような影響を与えるかを調べた。野球の熟練者(大学野球部員)である被験者に、他者であるピッチャーが的の右上方向にばかりボールを投げる映像を繰り返し観察してもらった。ただし、被験者が映像を見る前に、予測誤差有りのグループには、ピッチャーは的の中心を狙って投げているという教示を与えた。この教示によって、被験者はピッチャーのボールが的の真ん中付近に当たることを予測した。しかし、実際には、ピッチャーは右上方向にボールを投げるため、このグループの被験者は他者動作の観察中に予測誤差(右上方向)を経験する。一方、予測誤差無しグループには、ピッチャーは毎回異なる的の場所を狙っているという教示を与えた。この条件では、ピッチャーの動作目標に関する事前知識がないため、予測ができない。よって、予測誤差が抑制されると予想された。また、被験者には、他者動作の観察の前後に、被験者自身が的の中心を狙ってボールを投げる課題をおこってもらった。そして、他者動作の観察中の予測誤差の有無が、その後の被験者自身の動作にどのような影響を与えるかを調べた。

結果、同じ他者動作を観察したにもかかわらず、予測誤差の有無に応じて、被験者の動作は異なる変化を示した。予測誤差が無い条件では、被験者が投げたボールは、観察したピッチャーが投げたボールと同じ(右上)方向に、被験者の無意識のうちに変化していった。一方、予測誤差が有る条件では、被験者が投げたボールは、観察中に生じた右上方向の予測誤差を打ち

消す方向、つまり左下方向に無意識的に変化していった。

他者動作の観察によって自己動作が無意識的な影響を受ける現象は運動伝染と呼ばれ、多くの研究で報告されてきた (Blakemore & Frith, 2004)。しかし、過去の運動伝染研究では、予測誤差がない条件において、他者動作を観察した被験者の動作が、他者動作を模倣するように変化する現象が報告されてきた。一方、我々の研究は、過去の運動伝染とは異なる、予測誤差によって生じる新しい運動伝染の存在を初めて報告した (雑誌論文②: Ikegami et al., 2018; 雑誌論文③: Ikegami et al., 2017; 学会発表①: Ikegami et al., 2017)。そして、予測誤差が無い場合の過去の運動伝染を action-imitative contagion と、予測誤差が有る場合の新しい運動伝染を prediction-error induced contagion と名付けた (雑誌論文①: Ikegami et al., 2019)。

(3) 発展研究 2 (雑誌論文④: Ikegami & Ganesh, 2017; 学会発表②: Ikegami & Ganesh, 2016)

身体化認知仮説に基づき、自己の運動システムが他者動作の予測にどのように関与するのかを調べた。発展研究 1 と類似した手法を用いて、予測誤差が有る条件で他者動作を観察した被験者の自己動作の変化を調べた。その際、被験者の動作だけでなく、その動作の結果を予測・推定する能力 (動作結果推定能力) を評価した。具体的には、被験者が運動課題を行う際に、動作結果に関するフィードバックを一切与えずに、その動作結果を推定してもらった。行動実験の結果、他者動作を繰り返し観察することによって、被験者は、他者の動作結果を正確に予測できるようになった。そして、他者動作の予測能力が向上するにつれて、被験者自身の動作が変化する (予測運動伝染) だけでなく、動作結果推定能力が変化することが明らかになった。さらに、数理モデル解析を行ったところ、自己動作の結果を推定するためのフォワードモデルを利用して他者動作を予測していることが分かった (雑誌論文④: Ikegami & Ganesh, 2017; 学会発表②: Ikegami & Ganesh, 2016)。自己動作を予測・推定するためのフォワードモデルは腕到達運動などの動作を正確に制御する能力に不可欠である。よって、この結果は、自分の身体を制御する能力と、他者の動作を予測する能力は表裏一体の関係をもつことを示唆している。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

- ① [Tsuyoshi Ikegami](#), Hiroki Nakamoto, Gowrishankar Ganesh, Action imitative and prediction error-induced contagions in human actions, The MIT Press Handbook of Embodied Cognition and Sport Psychology, 査読有, Vol.1, 2019, 381-412
- ② [Tsuyoshi Ikegami](#), Gowrishankar Ganesh, Tatsuya Takeuchi, Hiroki Nakamoto, Prediction error induced contagions in human behaviors, eLife, 査読有, Vol.7, 2018, e33392
DOI: 10.7554/eLife.33392
- ③ [Tsuyoshi Ikegami](#), Gowrishankar Ganesh, Tatsuya Takeuchi, Hiroki Nakamoto, Prediction error induced contagions in human behaviors, bioRxiv, 査読無, Vol.7, 2017, 214056
DOI: <https://doi.org/10.1101/214056>
- ④ [Tsuyoshi Ikegami](#), Gowrishankar Ganesh, Shared mechanisms in the estimation of self-generated actions and the prediction of other 's actions by humans, eNeuro, 査読有, Vol.4(6), 2017,0341-17
<https://doi.org/10.1523/ENEURO.0341-17.2017>

〔学会発表〕(計 2 件)

- ① [Tsuyoshi Ikegami](#), Gowrishankar Ganesh, Hiroki Nakamoto, Presence and absence of prediction errors during action observation induce distinct motor contagions, Society for Neuroscience. Washington D. C., 2017
- ② [Tsuyoshi Ikegami](#), Gowrishankar Ganesh, Shared mechanism in the production of actions and the prediction of observed actions, The 39th Annual Meeting of the Japanese Neuroscience Society, パシフィコ横浜, 2016

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等: なし

6 . 研究組織

(1)研究分担者：なし

(2)研究協力者

研究協力者氏名：社 浩太郎

ローマ字氏名：Yashiro Kotaro

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。