

氏 名 高橋 陽香

学位(専攻分野) 博士(理学)

学位記番号 総研大甲第 1806 号

学位授与の日付 平成27年9月28日

学位授与の要件 生命科学研究科 生理科学専攻
学位規則第6条第1項該当

学位論文題目 Brain networks of affective mentalizing revealed by the tear
effect

論文審査委員 主 査 教授 柿木 隆介
教授 定藤 規弘
教授 伊佐 正
教授 板倉 昭二 京都大学大学院

論文内容の要旨
Summary of thesis contents

Social cognition includes psychological processes by which we can make inferences about other people. Affective mentalizing is defined as the process of inferring others' affective state (i.e., "I understand how you feel"). Previous neuroimaging and lesion studies have identified a distributed set of brain regions that are involved in affective mentalizing. Especially, the medial prefrontal cortex (mPFC), the precuneus/posterior cingulate cortex (PCC), and the temporo-parietal junction (TPJ) are considered the core network for mentalizing. However, the relative contributions of these nodes to affective mentalizing remain poorly understood.

One approach to clarifying the roles of these nodes is to examine which regions are involved in integrating multiple social signals (e.g., facial expressions and bodily gestures). The integration means a process where social signals are combined to infer the most likely affective state. In the field of multisensory research, if signals of two sensory modalities are integrated in a brain region, such region should not only be activated by each sensory modality, but also show a supra-additive effect, indicated by greater activation than the sum of the individual sensory signals. Likewise, I can expect that, if a region is involved in integrating social signals, such region should show a supra-additive effect of these social signals. The goal of this thesis is to investigate which nodes of the core network of affective mentalizing are involved in the integration of the two social signals: emotional tears and facial expressions. For this purpose, I conducted a functional magnetic resonance imaging (fMRI) experiment wherein brain activity of humans is non-invasively measured.

Sixty-one healthy female subjects participated in the experiment and rated the sadness of observed others during fMRI scanning. I adopted a two-factor within-subjects factorial design, with two levels of facial expressions (sad and neutral) and three levels of tears (faces with tears, with circles and without tears). Thus, the subject observed six different types of faces: those portraying sad facial expressions with tears, with tear-like circles, and without tears; and those portraying neutral facial expressions with tears, with tear-like circles, and without tears. After the standard preprocessing of fMRI data, I utilized the general linear model to estimate brain activity for each type of faces and evaluated the main effects and the interactions within each subject. The supra-additive effect was evaluated as one of the interaction effects. These results from the subjects were summarized to obtain population inferences.

The subjects rated sad facial expressions with tears as sadder than the other types of faces. In the fMRI analysis, the mPFC and PCC showed greater activation when viewing faces with tears than without tears (the main effect of tears), greater

(別紙様式 2)
(Separate Form 2)

activation when viewing sad face than neutral face (the main effect of facial expressions) and greater activation during the observation of sad facial expressions with tears than the sum of the effects from individual social signals (tears and sad facial expressions) (the super-additive effect). In contrast to the mPFC and PCC, neither the main effect of sad facial expressions nor the supra-additive effect was found in the TPJ; this region showed only the main effects of tears.

The behavioral results indicate that information on tears and sad facial expressions are combined to infer others' sadness, which is the indicator of the integration. The results of the fMRI analysis indicate that the mPFC and PCC are involved in integrating tears and sad facial expressions. In contrast to the mPFC and PCC, the TPJ was only sensitive to the presence of objects on a face such as tears. These results indicate that the TPJ is engaged in processing tears, but not in the integration of tears and facial expressions.

In conclusion, the mPFC and PCC showed the supra-additive effect of tears and facial expressions in an affective mentalizing task. This result indicates that these midline structures of the cerebral cortex are critical for integrating these social signals, highlighting different roles from the TPJ, the other core node of the mentalizing.

Summary of the results of the doctoral thesis screening

機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) を用い、ヒトの脳機能を解析した研究である。

他者の感情を推測する過程を感情的メンタライジング (Affective mentalizing) と称する。先行研究では、内側前頭前野・後部帯状回・側頭一頭頂接合部が、感情的メンタライジングに関わる神経ネットワークを構成するとされている。しかしこの3つの脳部位が、感情的メンタライジングに対してどのような役割を果たすのかについては、未だ明らかにされていない。これらの脳部位の役割分担を明らかにするために、高橋氏は「涙」に注目した。私達は、ただの泣き顔を見るよりも、涙を流している泣き顔を見たときの方が、感情を動かされることが多いからである。

感情的メンタライジングは女性の方が強い傾向があるため、女性健常被験者 61 名 (18-44 歳、平均 22.1 歳) を対象とし、心理実験と、fMRI を用いた脳機能解析実験を行った。被験者に他者の顔を観察させ、その人物の悲しみ度合いを評定させた。表情の影響も考慮して、悲しそうな表情と中性表情を用いた。また、涙に関しては、「涙なし」、「涙」、および、涙と同じ位置に「黒丸」を付ける、という 3 条件を用いた。「黒丸」条件を用いたのは、涙に対する反応なのか、その「位置」による影響なのかを確認するためである。したがって被験者は、①涙あり悲しみ表情、②黒丸悲しみ表情、③涙なし悲しみ表情、④涙あり中性表情、⑤黒丸中性表情、⑥涙なし中性表情、の 6 種類の顔を観察した。

心理実験では、被験者は 6 種類の顔のうち、「涙あり悲しみ表情」をそれ以外の顔よりも悲しいと評定した。この結果は、悲しみ評定時に涙と悲しみ表情の情報が統合されていることを示している。fMRI 実験では、内側前頭前野と後部帯状回は、涙なしよりも、涙のある顔表情を観察したときに強く活動し (涙の主効果)、中性表情よりも悲しみ表情の観察したときに強く活動した (顔表情の主効果)。さらに、涙と悲しみ表情の間で「相乗効果」があることが明らかとなった。これらの脳部位とは対照的に、側頭一頭頂接合部は涙の主効果を示したが、顔表情の主効果とは相乗効果を示さなかった。

これらの結果は、内側前頭前野と後部帯状回が、「涙と悲しみ表情の統合」に重要な役割を果たすことを示している。また、側頭一頭頂接合部は、涙と悲しみ表情の統合には関わらず、涙の信号処理にのみ関与することを示している。本研究は、これまで、明らかにされていなかった、感情的メンタライジングにおけるネットワークの役割を、初めて明らかにしたものであり、社会神経科学領域に新たな知見を付け加える重要な研究である。