顔再認における高確信度の新奇性判断に関わる神経活動

○橋本照男^{1,2}、梅田聡²

(¹理研脳センター象徴概念発達研究チーム、²慶應義塾大学 CARLS)

キーワード：反応時間、再認、fMRI

Neural correlates of confident novelty judgments in face recognition

Teruo HASHIMOTO^{1,2}, Satoshi UMEDA²

(¹Riken Brain Science Institute, ²CARLS Keio Univ.)

目的

知らない人だという判断が、初めてであること自体を検出することによって可能であるのかを、顔再認課題における確信度判断、反応時間、脳活動から検討した。知ってる顔のどれとも一致していない、または親近感が弱いという再認に基づく判断とは乖離する、新奇性検出の神経基盤を見出すことを目的とした。

方法

参加者 26名の日本人が参加した(平均年齢22.3歳、男性7名、女性19名)。2名の参加者のデータは、再認成績が6割に満たなかったために除外した。残りの24名を無作為に1:9群と5:5群の2群に分けた。実験はヘルシンキ宣言に従い、慶應義塾大学文学部倫理委員会に承認され、参加者の同意を得て行った。

刺激 96枚の外国人の顔写真を用いた。写真の毛髪を隠し、年齢、魅力度、弁別性を統制した。

手続き 偶発学習をMRIスキャナー内で行った。40枚の顔写真(男性20、女性20枚)がそれぞれ3回、各5秒間呈示された。顔写真の呈示直前に「年齢」、「魅力度」、「弁別性」と1秒間呈示された。参加者は4つのボタンを用いて、顔の年齢、魅力度、弁別性について、とても高いからとても低い4段階の判断を行った。試行間隔は1秒で、参加者は刺激呈示から試行間隔の6秒以内にできるだけ正確にかつ早く判断することを求められた。刺激制御と反応記録にはE-prime(Psychology Software Tools, Inc., Pittsburgh, PA)を用いた。

学習直後に再認テストを行い、同時にfMRI撮像を行った。40枚の顔写真が各1秒呈示され、試行間隔は8~10秒であった。1:9群では学習時に呈示された顔が4枚、新奇顔が3枚呈示され、5:5群では学習時に呈示された顔が2枚と新奇顔が2枚呈示された。参加者は顔に対して、確かにあった(SureOLD)、多分あった(old)、多分なかった(new)、確かなかった(SureNEW)の4択で再認判断を行った。

3TのMRI(Simens, Trio)をもちいて各被験者の脳構造画像とevent-relatedデザインで課題時の機能画像を撮像した。データ解析にはSPM8を用い、random effect解析をおこなった。

結果

確信度判断 1:9群の平均判断数は、SureNEW 11.58, new 14.50, old 9.08, SureOLD 4.67であった。5:5群では同様に、8.42, 12.67, 10.33, 8.42であった。群間に有意差はなかったが、newが最も多かった。

平均反応時間(ms)は、1:9群ではSureNEW 1116, new 1935, old 1887, SureOLD 1023であった。5:5群では同様に、1382, 1986, 1908, 1073であった。両群において高確信度判断(SureNEW, SureOLD)が低確信度(new, old)より有意に早かつ

た。

再認成績 平均反応率は、1:9群では、Hit 1.00, CR 0.72, FA 0.28, Miss 0.00であった。正答率は0.75であった。5:5群では、Hit 0.85, CR 0.80, FA 0.20, Miss 0.15で、正答率は0.81であった。群間の正答率に有意差はなかった。

平均反応時間(ms)は1:9群では、Hit 1135, CR 1601, FA 1735, Miss - であった。5:5群では、Hit 1335, CR 1738, FA 2115, Miss 1777であった。

脳画像データ 1:9群において、確かなかった(SureNEW)判断が多分なかった(new)判断よりも大きな脳活動を引き起こし、かつ反応時間が早い程脳活動が大きかった部位は、右扁桃体と中脳水道周囲灰白質(PAG)であった(Fig 1)。

Fig 1. Confident novelty effects in the right amygdala and periaqueductal gray (PAG). Faster reaction times modulated activity in the right amygdala (left) and PAG (right) for novel faces judged confidently as new than those judged unsurely new in the 1:9 group. The right amygdala showed significantly enhanced activity with small volume correction (FWE corrected, $P < 0.05$) however not in the PAG. Color bar shows the t -value.

5:5群において、確かにあった(SureOLD)が多分あった(old)より大きな脳活動を引き起こし、かつ反応時間が早い程脳活動が大きかった部位は左海馬であった。

1:9群における SureNEW>new の脳活動(右扁桃体と PAG)は5:5群よりも大きかった。また1:9群における SureNEWは5:5群の SureOLD と比べて、大きな PAG の活動と関わっていた。

考察

顔再認において、高確信度の新奇性判断と確信度が低い新奇性判断が、反応時間と脳活動をから分離できる可能性を示した。覚醒度や情動、さらに自律神経活動に関わる脳活動が新奇性判断の基盤になっていることを示唆している。