

女性の化粧顔の認知に関わる神経機構と顔の部分的化粧の影響について —機能的磁気共鳴画像法を用いた検討—

¹東北福祉大学感性福祉研究所、²東北大学大学院医学系研究科高次機能障害学分野

藤井 俊勝¹、上野 彩²、川崎 伊織²、伊藤 文人²

We conducted two functional magnetic resonance imaging (fMRI) experiments to explore neural correlates of facial recognition with cosmetics. In the first experiment, 28 subjects were presented with 144 face photographs (48 with cosmetics, 48 without cosmetics, and 48 scrambled photographs), and were asked to rate each stimulus for attractiveness. The face photographs with cosmetics were rated more attractive than those without cosmetics. Imaging data showed that face photographs with cosmetics, compared with those without cosmetics, activated the orbitofrontal cortex and the hippocampus. In the second experiment, 30 subjects were presented with 180 face photographs (36 with eye, lip, and foundation, 36 with eye and foundation, 36 with lip and foundation, 36 with foundation only, and 36 without cosmetics) and 36 scrambled images, and were asked to rate each stimulus for attractiveness. Imaging data showed that face photographs with eye make-up compared with those without eye make-up activated the hippocampus. We speculate that orbitofrontal activation is associated with increased facial attractiveness and hippocampal activation with enhanced memory encoding.

1. 緒言

これまでの心理学的研究から、化粧という行為が魅力度を上げることが知られている。化粧の各段階について (1) ノーマイクの状態、(2) ファンデーションのみの状態、(3) ファンデーションとアイメイクのみの状態、(4) ファンデーションとリップメイクのみの状態、(5) フルメイクの状態の5段階に分類し、それらが魅力度をどのように変化させるかについて検討した報告は、フルメイクの顔が、同一人物のノーマイクの顔に比べ、より魅力的であると評価されることを明らかにした¹⁾。また、評価をする際、女性にとってアイメイクが最も重要であった一方で、男性ではアイメイクとファンデーションが最も影響を持っていることが明らかとなった。その後の心理学研究では、化粧をしている女性が化粧をしていない女性に比べ、より健康的で自信に満ち、高い収入を得る能力を持ち権威のある職業に就いていると判断される傾向があることも報告されている²⁾。これらの報告は、化粧が他者からの印象形成において重要な役割を担っていることを明らかにしている。

一方、近年の脳機能画像法を用いた研究は、魅力的な顔を見たときの脳活動や好みの顔に対する脳活動を計測している。それらの研究は、眼窩前頭皮質が顔の魅力度や、顔に対する好みの処理に関わっていることを明らかにした³⁻⁵⁾。

しかしながら、化粧による魅力度の変化がどのように脳内で処理されているかについて、その詳細は明らかにされ

ていない。本研究では、実験1において、化粧による魅力度の上昇がどのように脳内で処理されているか、実験2においては化粧の過程を細分化し、各段階における顔を見ている際の脳活動を、磁気共鳴画像 (fMRI: functional magnetic resonance imaging) を用いて検討した。

2. 実験

2.1 実験1

2.1.1 被験者

被験者は、精神疾患および神経疾患の既往がなく、Edinburgh利き手検査⁶⁾の結果、右利きであると確認された健常被験者28名 (男性14名・女性14名、平均年齢20.7歳、年齢範囲20-26歳) であった。全被験者に対し、ヘルシンキ宣言に基づいた本研究の主旨・内容・実験の安全性および被験者の権利に関する説明を行い、書面による参加の同意を得た。本研究は東北福祉大学感性福祉研究所倫理委員会の承認を得て実施した。

2.1.2 刺激

事前に48名の若年女性 (平均年齢21.5歳、年齢範囲18-25歳) について顔写真の撮影を行った。顔写真撮影の参加者全員に対し、事前に写真撮影の趣旨・内容・プライバシーの保護について説明を行った。その後、全員から書面による参加の同意を得た。写真撮影の参加者はfMRI実験には参加していない。顔写真の撮影は顔が正面を向いた状態で、DMC-FX7を使用し行った。また、撮影時にはフラッシュを使用し、解像度は1920×1080とした。参加者には表情が情動的にならないよう教示した。撮影条件はフルメイクをした状態 (48枚) とメイクをしていない状態 (48枚) の2条件である。メイクは各々の参加者に行ってもらった。撮影終了後、各々の顔写真は画像編集ソフト (Adobe Photoshop CS5.1) で色調・コントラストを補正した後、グラフィックソフト (Adobe Illustrator CS5.1) で顔の輪



*

Neural correlates of facial recognition with and without cosmetics: an fMRI study

* Toshikatsu Fujii¹, Aya Ueno², Iori Kawasaki², Ayahito Ito²

¹Life Science Research Center, Kansei Fukushi Research Institute, Tohoku Fukushi University, Sendai, Japan

²Department of Behavioral Neurology and Cognitive Neuroscience, Tohoku University Graduate School of Medicine, Sendai, Japan

郭に合わせて切り抜き、黒の背景の中心にその顔写真を配置した(図1)。また、それぞれのノーメイク画像を20×20ピクセルに切り分けた後、配置をランダム化し、輝度・コントラスト情報が全く同一のスクランブル刺激を作成した。このスクランブル刺激も、顔写真と同様に黒の背景の中心に配置した(図1)。すなわち、本研究の実験条件は、フルメイク画像条件(full make-up: FM)、ノーメイク画像条件(no make-up: NM)、スクランブル画像条件(scrambled: SC)であった。fMRI撮像時には、48枚のフルメイク画像(FM1-48)、48枚のノーメイク画像(NM1-48)、48枚のスクランブル画像(SC1-48)の、計144枚の刺激を使用した。実験刺激は、List AとList Bの2種類の呈示リストに基づいて呈示した。List AはFM1-24、NM25-48、SC25-48の72枚から構成された。List BはFM25-48、NM1-24、SC1-24の72枚から構成された。それぞれのリストにおいて、刺激呈示順序は完全にランダム化された。被験者の半数は最初のfMRI runでlist A、1回目のfMRI runでlist Bが呈示され、残り半数の被験者では最初のfMRI runでlist B、2回目のfMRI runでlist Aが呈示された。この手順により、被験者間でカウンターバランスを行った。

2.1.3 実験手続き

fMRI撮像は、1 runあたり約11分間のスキャンを2 runs実施した。刺激呈示と被験者の行動データ取得の記録はWindows XP上で動作する刺激呈示ソフトであるPresentation (Neurobehavioral Systems, Albany, CA)を用いて行った。fMRI撮像中、被験者にはプロジェクターからの刺激が鏡を介して呈示された。刺激呈示時間は2.5秒であり、各刺激間には固視点を呈示した(図1)。固視点の呈示時間については5秒、7.5秒、10秒を3:2:1の割合で振り分けた。刺激が呈示された際に、被験者は呈示された顔刺激の魅力度(1:非常に魅力的ではない~6:非常に魅力的だ)について、左右の手に持ったボタンを押すことにより6段階で評定するよう教示された。また、スクランブル画像に対しては、魅力度の評定に使用しない左右どちらかの小指のボタンを押すように教示された。このボタン押しについても被験者間でカウンターバランスを行った。なお、被験者はfMRI撮像前に、刺激に対するボタン押しについて説明を受け、事前練習を行った。

2.1.4 データ取得・解析

脳画像の取得には、静磁場強度3.0テスラのMRIスキャナー(MAGNETOM Verio, Siemens, Germany)を使用した。機能画像は、T2*-weighted echo planar imaging(EPI)法で撮像し、各パラメータはrepetition time (TR)=2500ms、echo time (TE)=30ms、flip angle=90°、matrix size=80×80、field of view=240 mm、slice number=43、slice thickness=3 mm、interslice gap=0.5 mmであった。また、脳底部付近の信号減少を改善するため、撮像は前交連と後

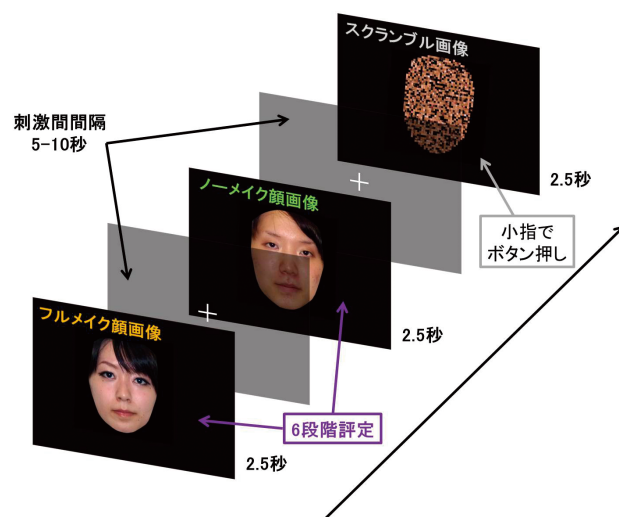


図1 実験1における実験刺激、及び課題説明図

実験刺激として、48枚のフルメイク画像、48枚のノーメイク画像、ノーメイク画像と同一の輝度・コントラスト情報を持つ48枚のスクランブル画像の3種類を使用した。fMRI撮像中、被験者にはこれらの画像をランダムに2.5秒間呈示した。被験者は、フルメイク画像とノーメイク画像に対してはボタン押しによる6段階の魅力度の評価を行い、スクランブル画像に対しては、小指を使った単純なボタン押しを行った。

交連を結ぶ直線から30°傾けて行った⁷⁾。構造画像は、magnetization prepared rapid acquisition gradient echo (MP-RAGE) 法で撮像し、各パラメータはTR=1900ms、TE=2.99ms、flip angle=9°、matrix size=256×256、field of view=256 mm、slice number=176、slice thickness=1 mmであった。撮像中は、頭部の動きを最小限に抑えるためクッションによって頭を固定した。脳機能画像の各2 runsの撮像の最初の4枚(10秒分)は縦磁化が定常状態でない可能性があるため、解析から除外した。

本実験におけるデータ解析には、Matlab7.11.0(R2010b) (MathWorks, Natic, MA, USA) ソフトウェア上で実行されるSPM8 (Statistical Parametric Mapping 8; Wellcome Department of Imaging Neuroscience, London, UK) を使用した。まず、機能画像と構造画像の初期位置のずれを補正した(Reorientation)。その後、頭部の動きの影響を除外するために、動きの検出とその補正を行った(Realignment)。次に、機能画像のスライス間の撮像時刻のずれを補正した(Slice timing correction)。続いて、同一被験者の動き補正後の機能画像と構造画像の頭部の位置合わせを行い(Coregistration)、構造画像の灰白質/白質/脳脊髄液の分離手続きを行った(Segmentation)。各被験者の機能画像データを標準座標系に変換するため、まずSegmentationがなされた構造画像の灰白質のMontreal Neurological Institute (MNI) templateへの解剖学的標準化(re-sampled voxel size=3 mm×3 mm×3 mm)を行い(Spatial Normalization)、この際の変換パラメータを用いて各被験者の全機能画像

データの標準化を行った。その後、半値幅 (FWHM) 8 mm の 3 次元ガウシアンフィルターを用いて、空間的に標準化された機能画像を平滑化した (Spatial Smoothing)。機能画像の統計解析は、FM 条件、NM 条件、SC 条件の 3 条件について行った。課題間の BOLD 信号の解析における有意水準は、多重比較補正を行わない $p < 0.001$ とし、クラスターサイズで 5 ボクセル以上の領域を有意な賦活領域として同定した。

2.2 実験2

2.2.1 被験者

被験者は、精神疾患および神経疾患の既往がなく、Edinburgh 利き手検査⁶⁾の結果、右利きであると確認された健常被験者 30 名 (男性 15 名・女性 15 名、平均年齢 20.9 歳、年齢範囲 20–25 歳) であった。全被験者に対し、ヘルシンキ宣言に基づいた本研究の主旨・内容・実験の安全性および被験者の権利に関する説明を行い、書面による参加の同意を得た。本研究は東北福祉大学感性福祉研究所倫理委員会の承認を得て実施した。

2.2.2 刺激

実験 1 で使用された顔写真の人物に対し、部分化粧 (ノーメイク、ファンデーションメイク、リップメイク、アイメイク、フルメイクの 5 条件) を施した場合の顔について撮影を行った。顔写真の撮影は顔が正面を向いた状態で、DMC-FX7 を使用し行った。また、撮影時にはフラッシュを使用し、解像度は 1920×1080 とした。参加者には表情が情動的にならないよう教示した。メイクは各々の参加者に行ってもらった。撮影終了後、各々の顔写真は画像編集ソフト (Adobe Photoshop CS5.1) で色調・コントラストを補正した後、グラフィックソフト (Adobe Illustrator CS5.1) で顔の輪郭に合わせて切り抜き、黒の背景の中心にその顔写真を配置した。また、それぞれのノーメイク画像を 20×20 ピクセルに切り分けた後、配置をランダム化し、輝度・コントラスト情報が全く同一のスクランブル刺激を作成した。このスクランブル刺激も、顔写真と同様に黒の背景の中心に配置した。すなわち、本研究の実験条件は、ノーメイク画像条件 (no make-up: No)、ファンデーションメイク画像条件 (foundation make-up: Foun)、リップメイク画像条件 (lip make-up: Lip)、アイメイク画像条件 (eye make-up: Eye)、フルメイク画像条件 (full make-up: Full)、スクランブル画像条件 (scrambled: SC) の 6 条件であった。fMRI 撮像時には、各条件 36 枚、計 216 枚の刺激を使用した。実験刺激は、被験者ごとに事前に作成された刺激呈示順序リストに基づいて呈示した。リスト作成においては、同じ顔が連続しないように留意した。

2.2.3 実験手続き

fMRI 撮像は、1 run あたり約 11 分間のスキャンを 3

runs 実施した。刺激呈示と被験者の行動データ取得の記録は Windows XP 上で動作する刺激呈示ソフトである Presentation (Neurobehavioral Systems, Albany, CA) を用いて行った。fMRI 撮像中、被験者にはプロジェクターからの刺激が鏡を介して呈示された。刺激呈示時間は 2.5 秒であり、各刺激間には固視点を呈示した。固視点の呈示時間については 5 秒、7.5 秒、10 秒を 3:2:1 の割合で振り分けた。刺激が呈示された際に、被験者は呈示された顔刺激の魅力度 (1:非常に魅力的ではない~6:非常に魅力的だ) について、左右の手に持ったボタンを押すことにより 6 段階で評定するよう教示された。また、スクランブル画像に対しては、魅力度の評定に使用しない左右どちらかの小指のボタンを押すように教示された。このボタン押しについても被験者間でカウンターバランスを行った。なお、被験者は fMRI 撮像前に、刺激に対するボタン押しについて説明を受け、事前練習を行った。

2.2.4 データ取得・解析

脳画像の取得とデータ解析は、基本的に実験 1 と同様の方法で行った。機能画像の統計解析は、No 条件、Foun 条件、Lip 条件、Eye 条件、Full 条件の 5 条件について行った。課題間の BOLD 信号の解析における有意水準は、多重比較補正を行わない $p < 0.001$ とし、クラスターサイズで 5 ボクセル以上の領域を有意な賦活領域として同定した。

3. 結果

3.1 実験1の結果

3.1.1 行動データ

fMRI 撮像中に得られた反応時間と顔の魅力度の評定値のデータを図 2 に示す。反応時間において、FM 条件と NM 条件の各平均値と SD は、FM 条件で 1711 ms (SD=488)、NM 条件で 1704 ms (SD=508) であった。次に、これら 2 条件間で t 検定を行ったが有意差は認められなかった ($t(54) = 0.05$, $p = 0.72$)。

顔の魅力度の評定値において、FM 条件と NM 条件の各平均値と SD は、FM 条件で 3.6 (SD=0.5)、NM 条件で 3.0 (SD=0.4) であった。次に、これら 2 条件間で t 検定を行った。その結果、NM 条件に比べ、FM 条件では評定値が有意に高いことが明らかになった ($t(54) = 4.72$, $p < 0.01$)。

3.1.2 脳機能画像データ

スクランブル画像を見ている場合と比べ、ノーメイク顔画像を見ている場合に、中脳、両側紡錘状回、両側側坐核の有意な賦活が認められた (図 3)。ノーメイク顔画像を見ている場合と比較して、フルメイク顔画像を見ている場合に、左眼窩前頭皮質、右海馬の有意な賦活が認められた (図 4)。

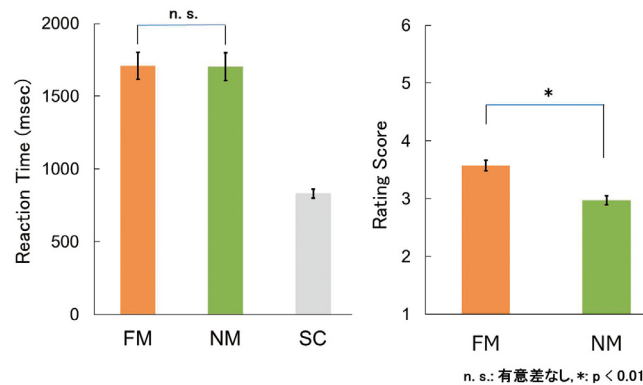


図2 実験1における行動データの結果
 左のグラフは各条件の反応時間の平均値を、右のグラフは各条件の魅力度評定値の平均値を示す。エラーバーは誤差範囲（標準誤差）を示す。
 FM, フルメイク画像条件；NM, ノーマイク画像条件；SC, スクランブル画像条件。

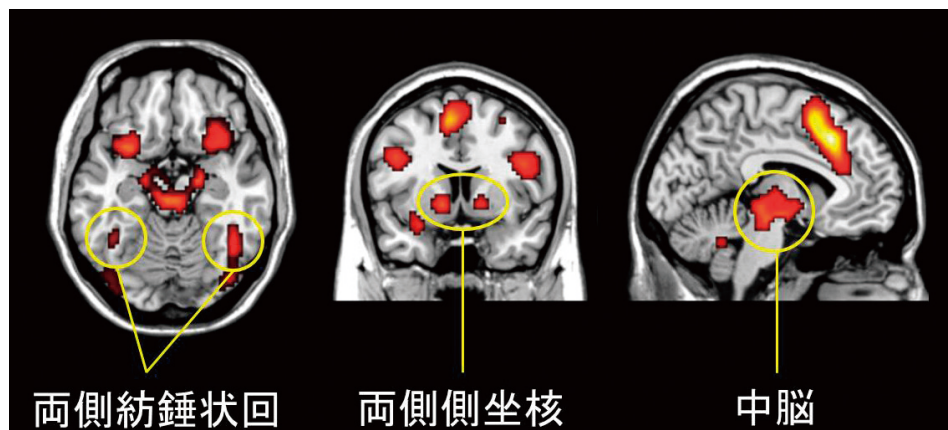


図3 実験1において、顔を見ている際に有意な賦活が認められた脳領域
 スクランブル画像を見ている場合と比較して、ノーマイク画像を見ている場合に、両側の紡錘状回、両側の側坐核、中脳の有意な賦活が認められた。

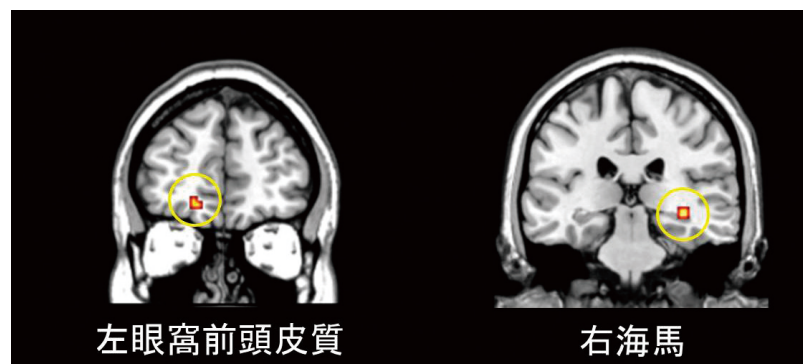


図4 実験1において、フルメイク顔画像を見ている際に有意な賦活が認められた脳領域
 化粧をしていない場合と比較して、化粧をしている場合に、左眼窩前頭皮質、右海馬の有意な賦活が認められた。

3.2 実験2の結果

3.2.1 行動データ

fMRI撮像中に得られた反応時間と顔の魅力度の評定値のデータは図5に示す。

反応時間において、No条件、Foun条件、Lip条件、Eye条件、Full条件の各平均値とSDは、No条件で1606ms (SD=265)、Foun条件で1620ms (SD=264)、Lip条件で1643ms (SD=286)、Eye条件で1681ms (SD=290)、Full条件で1674ms (SD=387)であった。次に、これらの条件間で一元配置分散分析を行った。Greenhouse-Geisserの自由度の補正を行った結果、 $F(2.99, 86.7) = 6.47, p < 0.001$ で、反応時間に有意差が認められた。多重比較を行った結果、No条件、Foun条件それぞれに比べEye条件では反応時間が有意に遅く、Foun条件に比べFull条件で反応時間が有意に遅いことが明らかとなった ($p < 0.05$)。

顔の魅力度の評定値において、各条件の平均値とSDは、No条件で2.5 (SD=0.5)、Foun条件で2.9 (SD=0.3)、Lip条件で3.0 (SD=0.3)、Eye条件で3.2 (SD=0.3)、Full条件で3.1 (SD=0.6)であった。次にこれらの条件間で一元配置分散分析を行った。Greenhouse-Geisserの自由度の修正を行った結果、 $F(2.88, 83.5) = 52.3, p < 0.001$ で、顔の魅力度の評定値に有意差が認められた。多重比較を行った結果、No条件に比べ、その他全ての条件で評定値が有意

に高いことが明らかとなった ($p < 0.001$)。Foun条件に比べEye条件、Full条件それぞれで評定値が有意に高いことが明らかとなった ($p < 0.01$)。またLip条件に比べEye条件で評定値が有意に高く ($p < 0.001$)、Full条件でも評定値が有意に高いことが明らかとなった ($p < 0.01$)。しかし、Foun条件とLip条件の間、Eye条件とFull条件の間には有意差は認められなかった ($p = 0.33, p = 0.48$)。

3.2.2 脳機能画像データ

目の化粧が施されていない顔を見ている場合に比べ、目の化粧が施された顔を見ている場合に、左海馬の有意な賦活が認められた (図6)。逆に、目の化粧が施された場合に比べ、口の化粧が施された顔を見ている場合には有意に賦活する脳領域は認められなかった。また、口の化粧が施された顔と、口の化粧が施されていない顔を見ている場合の脳活動の比較を行った結果、有意な賦活は認められなかった。

4. 考 察

実験1では、化粧をしている他者の顔と化粧を全くしていない他者の顔を見ている際の魅力度についての評定値と脳活動を比較して、その化粧がもたらす魅力度の変化について検討を行った。行動データの結果から、化粧をしている顔は化粧を全くしていない顔に比べ、魅力度が有意に高

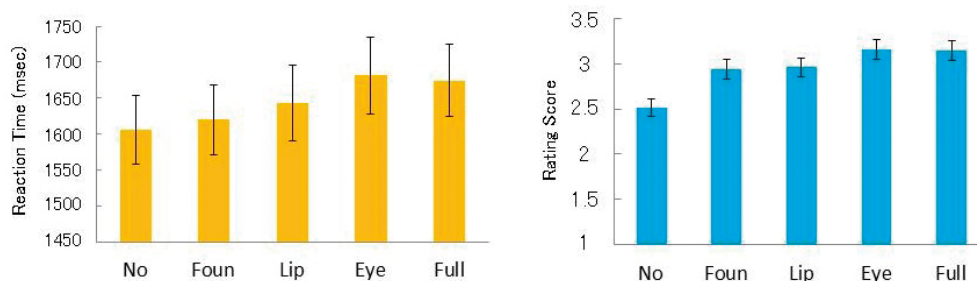


図5 実験2における行動データの結果

左のグラフは各条件の反応時間の平均値を、右のグラフは各条件の魅力度評定値の平均値を示す。エラーバーは標準誤差を示す。

No, ノーマイク画像条件；Foun, ファンデーションメイク画像条件；Lip, リップメイク画像条件；Eye, アイメイク画像条件；Full, フルメイク画像条件。

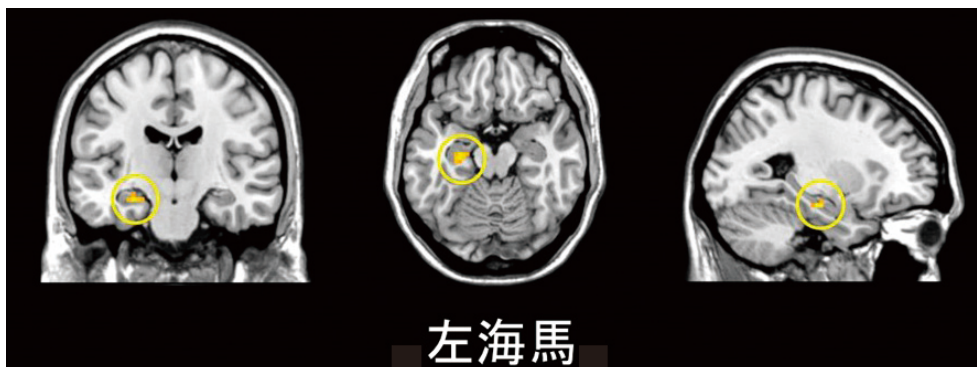


図6 実験2において、目の化粧が施された顔を見ている際に有意な賦活が認められた脳領域
目の化粧を施していない場合と比較して、目の化粧をしている場合に、左海馬の有意な賦活が認められた。

く評定されることが明らかとなった。この結果は先行研究とも一致しており、化粧がそれを施した人物の顔の魅力度を高めるといふ過去の知見を支持するものである。

脳機能画像データの結果から、スクランブル画像を見ている場合と比べ、ノーメイク顔画像を見ている場合に、中脳、両側紡錘状回、両側側坐核の有意な賦活が認められた。過去のfMRI実験では、顔を認知することに右の紡錘状回が関わっていることが明らかにされており⁸⁾、本研究において認められた紡錘状回の賦活は、先行研究の結果を支持するものであると考えられる。また、紡錘状回に加えて中脳と側坐核の活動も見られた。この二つの領域は「報酬系」と呼ばれるシステムの中核的な部位であることから、顔を見ること自体がヒトにとっての報酬となっている可能性を示唆するものであると考えられる。

また、ノーメイク顔画像を見ている場合と比較して、フルメイク顔画像を見ている場合に、左眼窩前頭皮質と右海馬の有意な賦活が認められた。化粧をしている顔は化粧を全くしていない顔に比べ、魅力度が有意に高く評定されたことを考慮に入れると、フルメイク画像を見ている場合に認められた眼窩前頭皮質の賦活は、顔の魅力度判断に関わっている可能性が高い。この眼窩前頭皮質の賦活は顔の魅力度判断に関わる神経基盤を検討した過去の研究結果と矛盾しないものであった。海馬は記憶に重要な役割を果たしている領域であることから⁹⁾、化粧により魅力度が上昇したことにより、化粧をしていない顔を見た時に比べ記憶が強く行われた可能性が想定される。

実験2では、ノーメイク画像、ファンデーションメイク画像、リップメイク画像、アイメイク画像、フルメイク画像を用いて、部分的な化粧が脳内でどのように処理されているか検討した。行動データの結果からフルメイク条件とアイメイク条件で最も魅力度が高まることが明らかとなった。また、ファンデーション条件とリップメイク条件では、ノーメイク条件よりも有意に魅力度が高まることが明らかとなった。しかしながら、フルメイク条件、アイメイク条件に比べると魅力度は有意に低いことが明らかとなった。これらの結果は過去の心理学研究を支持するものであると考えられる。

脳機能画像データの結果から、目の化粧が施されていない場合に比して、目の化粧が施されている場合に、海馬の有意な賦活が認められた。また、口の化粧の有無に対して、海馬の活動の変化は有意ではなかった。これらのことから、目の化粧が特に魅力度の上昇にとって重要であると考えられ、目の化粧により魅力度が上昇することで、その顔の記憶も高まっている可能性が想定される。

5. 総 括

本研究では、女性の化粧顔の認知に関わる神経機構と顔

の部分的化粧の影響について、磁気共鳴画像法を用いた検討を行った。化粧をしている他者の顔と化粧を全くしていない他者の顔とを比較して、その魅力度に変化があるかどうかを行動データと脳機能画像データから検討を行った結果、過去の心理実験と同様に、化粧が顔の魅力度を高めることが明らかとなった。脳機能画像データの結果から、化粧による魅力度の上昇に海馬と眼窩前頭皮質が関わっていることが明らかとなった。更に、部分的な化粧が魅力度に与える影響を検討した結果、口の化粧に比べて、目の化粧が特に魅力度の上昇に重要であることが示唆された。脳機能画像データから、目の化粧が施されていない場合に比べ、目の化粧が施されている場合に海馬の有意な賦活が認められた。これらの結果は、化粧により魅力度の上昇した顔が脳内で報酬として処理されていることと魅力度の上昇がその顔の記憶を高めることを示唆している。

(引用文献)

- 1) Mulhern, R., Fieldman, G., Hussey, T., Leveque, J.L. & Pineau, P. Do cosmetics enhance female Caucasian facial attractiveness? *Int J Cosmet Sci* **25**, 199-205 (2003).
- 2) Nash, R., Fieldman, G., Hussey, T., Leveque, J.L. & Pineau, P. Cosmetics: They influence more than Caucasian female facial attractiveness. *J Appl Soc Psychol* **36**, 493-504 (2006).
- 3) Ishai, A. Sex, beauty and the orbitofrontal cortex. *Int J Psychophysiol* **63**, 181-185 (2007).
- 4) Lebreton, M., Jorge, S., Michel, V., Thirion, B. & Pessiglione, M. An automatic valuation system in the human brain: evidence from functional neuroimaging. *Neuron* **64**, 431-439 (2009).
- 5) O'Doherty, J., et al. Beauty in a smile: the role of medial orbitofrontal cortex in facial attractiveness. *Neuropsychologia* **41**, 147-155 (2003).
- 6) Oldfield, R.C. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia* **9**, 97-113 (1971).
- 7) Deichmann, R., Gottfried, J.A., Hutton, C. & Turner, R. Optimized EPI for fMRI studies of the orbitofrontal cortex. *NeuroImage* **19**, 430-441 (2003).
- 8) Kanwisher, N., McDermott, J. & Chun, M.M. The fusiform face area: a module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *J Neurosci* **17**, 4302-4311 (1997).
- 9) Tsukiura, T. & Cabeza, R. Remembering beauty: roles of orbitofrontal and hippocampal regions in successful memory encoding of attractive faces. *NeuroImage* **54**, 653-660 (2011).