

平成 26 年度

学士学位論文

fMRI による脳情報デコーディングを用いた
快・不快画像の識別

Decoding of Human Emotion induced by Visual
Stimuli using fMRI Brain Signal

1150320 高橋宏和

指導教員 吉田真一

2015 年 2 月 27 日

高知工科大学 情報学群

要 旨

fMRIによる脳情報デコーディングを用いた快・不快画像の識別

高橋宏和

人間の感情を脳情報から推定する研究が行われており，BCI(Brain Computer Interface)への応用も期待されている．小林らは，感情に関する基本指標をもつ画像 IAPS を被験者に呈示し，その時の脳活動を fMRI(functional Magnetic Resonance Imaging) 装置で計測，出力される計測データと画像の持つ Valence(快の誘発度) および Arousal(覚醒度) の指標から回帰分析を用いて感情の推定を行った．得られた結果からは，賦活レベルの小さな計測データについては，ノイズ等の影響からか相関は見られなかったものの，賦活レベルの大きな計測データについては相関の可能性を示している．そこで本研究では，これら賦活レベルの大きな計測データに着目し，IAPS の Valence 値が極端な画像 (快・不快画像) を被験者に呈示し，賦活レベルの大きくなるであろう計測値から，これら 2 つの条件の画像について，識別が可能であるかを検証する．これまでの情動研究では，感情に重要な役割を果たす脳領域がいくつか示されている．しかしながら，BCI 等の技術においては高精度な識別ができれば良いという考え方もあり，本研究では全脳領域を学習データの対象とした機械学習を識別に用いる．実験では，快・不快画像 48 枚を被験者に対してランダムに呈示し，その時の脳活動を非侵襲的な fMRI 装置を用いて計測する．実験後には SD(Semantic Differential) 法によるアンケートにより各被験者の主観的な快・不快画像を選定し，以降の解析対象とする．解析では，SPM(Statistical Parametric Mapping) にて有意水準 $p < 0.001$ とした t 検定から，2 つの条件の画像の呈示時間単位で有意差のある賦活部位のボクセル値・位置を求める．それらを学習データとした線形カーネルによる SVM(Support Vector Machine) の学習と，クロスバリデーションの評価から識別率を算出する．結果として，被験者 5 名の主観的な快・不快画像の識別率は平均して 80 %であった．これより，視覚から誘起する快・不快の

感情は脳情報から識別が可能であると考え。今後、より高精度な識別が可能となれば、感情データを画像検索システムの表示等の処理に活用するといった BCI 技術への応用が期待できる。

キーワード 脳情報デコーディング, 感情, 快, 不快, fMRI(functional Magnetic Resonance Imaging), SVM(Support Vector Machine)

Abstract

Decoding of Human Emotion induced by Visual Stimuli using fMRI Brain Signal

Hirokazu Takahashi

Estimation of human emotion from brain activities has been studied. These studies aim at applications to BCI(Brain Computer Interface). A previous study shows that the relation between presented image of IAPS(International Affective Picture System) to human subjects and their emotion. The study uses fMRI(functional Magnetic Resonance Imaging) to measure brain activities. It uses the regression analysis to estimate the emotion from the measurement data output from the fMRI and indicators of valence and arousal of IAPS. The result shows that low scored value data of the brain activation level have no correlation to the emotion, however, high scored value data of the brain activation level have the possibility of correlation to the emotion. In this thesis, these high scored measurement value data are focused. In the experiment, human subjects are presented the IAPS image whose indicators of valence is high. The output brain activation data is expected as high. This study verifies comfort-discomfort images can be identifiable. Previous researches of human emotion show that some brain area plays an important role in human emotion. However, in the application to BCI, we do not need to care of the brain area of emotion because the only accurate classification is required. Therefore, in this research, the all brain area is used to perform machine learning. In the experiment, 48 comfort-discomfort images are presented at random to human subjects, we measure the subjects' brain activity by fMRI. After the experiment,

we do a questionnaire to the subjects using SD(Semantic Differential) method to select the subjective comfort-discomfort images of each subject to be used for analysis. The voxel values and their location in the brain are analyzed using t-test(significant level $p < 0.001$) to find the significant difference at the activation. The voxel values are learned by a machine learning, and are evaluated by cross-validation, and finally the accuracy of the recognition is calculated. The result shows that the subjective accuracy of comfort-discomfort images of 5 subjects has 80 % in average. From the result, the comfort-discomfort feelings that induced from the visual stimuli can be estimated from the brain information. The result of this paper shows the possibility of the BCI which translates the human emotion.

key words Brain information decoding, Comfort, Discomfort, Human emotion, functional-Magnetic-Resonance-Imaging, Support-Vector-Machine

目次

第 1 章	序論	1
第 2 章	情動研究および脳情報デコーディング	3
2.1	過去の情動研究	3
2.2	脳情報デコーディング	5
第 3 章	実験および解析・識別	6
3.1	fMRI による快・不快画像呈示実験	6
3.1.1	実験概要	6
3.1.2	被験者	6
3.1.3	実験装置	7
3.1.4	呈示画像	7
3.1.5	実験デザイン	9
3.1.6	事後アンケート	10
3.2	SPM による解析	11
3.2.1	画像変換	11
3.2.2	前処理	11
3.2.3	個人解析	11
3.2.4	集団解析	12
3.3	SVM による快・不快条件の識別	12
第 4 章	結果と考察	14
4.1	識別率および個人解析の結果	14
4.1.1	被験者 A	17
4.1.2	被験者 B	18

目次

4.1.3	被験者 C	19
4.1.4	被験者 D	20
4.1.5	被験者 E	21
4.2	集団解析結果	22
第 5 章	結論	24
	謝辞	25
	参考文献	28
付録 A	追加実験:想起による識別	30
付録 B	呈示画像詳細	32
付録 C	脳賦活の統計解析結果	40

目次

3.1	男性の呈示画像分布図	8
3.2	女性の呈示画像分布図	9
3.3	実験デザイン (1 ラン分)	9
3.4	アンケート内容	10
4.1	各被験者の識別率	15
4.2	被験者 A の快・不快画像呈示時脳賦活	17
4.3	被験者 B の快画像呈示時脳賦活	18
4.4	被験者 B の不快画像呈示時脳賦活	18
4.5	被験者 C の快画像呈示時脳賦活	19
4.6	被験者 C の不快画像呈示時脳賦活	19
4.7	被験者 D の快画像呈示時脳賦活	20
4.8	被験者 D の不快画像呈示時脳賦活	20
4.9	被験者 E の快画像呈示時脳賦活	21
4.10	被験者 E の不快画像呈示時脳賦活	21
4.11	快画像呈示時の尾状核の賦活	22
4.12	快画像呈示時の島皮質付近の賦活	22
4.13	不快画像呈示時の淡蒼球の賦活	23
4.14	不快画像呈示時の海馬傍回の賦活	23
A.1	各被験者の快・不快画像想起時の識別率	31
C.1	被験者 A の快・不快画像呈示時の脳情報詳細 p1	41
C.2	被験者 A の快・不快画像呈示時の脳情報詳細 p2	42
C.3	被験者 B の快画像呈示時の脳情報詳細	43

目次

C.4 被験者 B の不快画像呈示時の脳情報詳細	44
C.5 被験者 C の快画像呈示時の脳情報詳細 p1	45
C.6 被験者 C の快画像呈示時の脳情報詳細 p2	46
C.7 被験者 C の快画像呈示時の脳情報詳細 p3	47
C.8 被験者 C の不快画像呈示時の脳情報詳細 p1	48
C.9 被験者 C の不快画像呈示時の脳情報詳細 p2	49
C.10 被験者 C の不快画像呈示時の脳情報詳細 p3	50
C.11 被験者 C の不快画像呈示時の脳情報詳細 p4	51
C.12 被験者 D の快画像呈示時の脳情報詳細	52
C.13 被験者 D の不快画像呈示時の脳情報詳細 p1	53
C.14 被験者 D の不快画像呈示時の脳情報詳細 p2	54
C.15 被験者 D の不快画像呈示時の脳情報詳細 p3	55
C.16 被験者 E の快画像呈示時の脳情報詳細	56
C.17 被験者 E の不快画像呈示時の脳情報詳細 p1	57
C.18 被験者 E の不快画像呈示時の脳情報詳細 p2	58

表目次

4.1 アンケートを用いた場合の各被験者の識別率詳細	16
4.2 各被験者の識別率詳細	16
B.1 IAPS から選定した男性用の快・不快画像	33
B.2 IAPS から選定した女性用の快・不快画像	34
B.3 被験者 A のアンケートを用いて選定した快・不快画像	35
B.4 被験者 B のアンケートを用いて選定した快・不快画像	36
B.5 被験者 C のアンケートを用いて選定した快・不快画像	37
B.6 被験者 D のアンケートを用いて選定した快・不快画像	38
B.7 被験者 E のアンケートを用いて選定した快・不快画像	39

第 1 章

序論

人間が持つ、怒りや悲しみ、安堵といった「感情」は、外部からのさまざまな刺激によってもたらされる。これまでの情動研究では、人間の感情を外部から客観的に推定する手段として、感情に伴う心拍数 [1] や顔の表情 [2]、皮膚温度の変化 [3] といった人間の身体的特徴の変化や、感情が生じている時に表れる行動 [4] に基づいて推定が行われた。しかし近年、人間の脳情報を感情推定の要素として扱う研究 [1] が注目を浴びている。人間の脳を介してコンピュータを制御する BCI(Brain Computer Interface) 技術において、感情の種類や度合いを読み取ることは興味深い研究の一つであり、例えば画像検索システムに应用すると、個人が心地よい、または不快に思う画像をコンピュータが認識し、表示の処理等に活用することが可能となる。

脳情報から感情の推定を行った研究例として、非侵襲的かつ空間分解能が高い fMRI(functional Magnetic Resonance Imaging) 装置を用いて、画像から誘起する感情を推定した小林らの研究 [5] がある。この研究では、あらかじめ感情の指標が評定されたカラー画像セット IAPS[6] を被験者に呈示し、その時の脳活動を fMRI 装置によって計測、得られた計測データと画像の持つ Valence(快の誘発度) および Arousal(覚醒度) の値から回帰分析を用いて感情の推定を行った。結果として、計測データ全体での相関は見られなかったものの、脳賦活レベルの大きな計測値では相関の可能性を示している。そこで本研究では、この賦活レベルの大きな計測値に着目し、IAPS における Valence 値の極端に高い画像 (快画像) または Valence 値の極端に低い画像 (不快画像) を被験者にランダムに呈示することで大きな賦活レベルが得られるものと考え、研究を行う。Valence 値の大小 2 種類の画像の呈示から誘起される快・不快感情時の脳情報に基づき、線形カーネルによる SVM(Support

Vector Machine) の機械学習から識別器を生成，クロスバリデーション法で識別率を算出し，画像から誘起する快・不快感情の識別が可能であるか，検証する．最終的に，被験者 5 名の主観的な快・不快画像の識別率は平均して 80 %であることを示す．

第 2 章では，これまでの情動研究例，本研究で使用する脳情報デコーディング技術や SVM の機械学習アルゴリズムについて記す．第 3 章では，fMRI 装置を用いた快・不快画像呈示実験，SPM(Statistical Parametric Mapping) を用いた統計解析による賦活ボクセルの特定，SVM(線形カーネル) の機械学習による快・不快画像の識別率の算出について記す．第 4 章では，個人解析による各被験者の快・不快画像の識別率結果，統計解析で求めた各被験者の賦活ボクセルの詳細，集団解析による賦活ボクセルの詳細を記し，得られた結果から考察する．第 5 章では研究の総括としての結論を記す．

第 2 章

情動研究および脳情報デコーディング

2.1 過去の情動研究

過去の情動研究において、NIRS や PET, fMRI といった脳活動計測装置を用いて感情の推定を行った研究がある。以下では、それら装置の説明を含めて過去の研究例をまとめる。

NIRS は、近赤外線を頭皮上から脳へ向けて照射し、血液中の酸化ヘモグロビン (oxy-Hb) に敏感に吸収される近赤外線の性質を利用して、光の減衰度合いから酸化ヘモグロビンの濃度を測定する非侵襲的な脳活動計測装置である。NIRS を用いた情動研究として、快・不快情動を評価できる可能性を視覚刺激実験で検証した研究 [7] がある。この研究では、全被験者の快・不快条件ごとの加算平均およびそれぞれのタスク平均値からレスト平均値の差を算出し、脳機能画像を製作した。結果、快条件では前頭葉の広範囲で oxy-Hb の賦活がみられ、不快条件では前頭葉中央部で oxy-Hb の減少を確認した。また活動部位の差異評価では、前頭葉の中央部において有意な差が確認されたことから、前頭葉中央部に着目することで快・不快情動の評価が可能であると結論づけている。また、同じく NIRS 装置を用いた自己意識的な情動とモラル意識との関連性についての研究 [8] では、自己意識的な情動が喚起される状況、喚起されない状況における前頭前野の比較から、自己意識的な情動の喚起と前頭前野の活動には強い関連性があることを示した。しかしながら他部位の比較検討も必要であるとまとめている。

2.1 過去の情動研究

PET は、陽電子を体内に注入することで体内の陰電子と結合して消滅放射線である γ 線を発生させ、検出器で測定、コンピュータで処理して断層を画像化する脳活動計測装置である。PET を用いた音楽的情動に関する研究 [9] では、不快感を催すと想定された不協和音の聴取時に、被験者に予想された扁桃体の活動がみられなかったとの報告もあり、扁桃体の活性化の機能的意義がまだあきらかでないことがわかる。

fMRI は、強力な磁場から発生させた電磁波を人体にあて、体内に存在する水素原子核と共鳴させて、跳ね返る共鳴信号 (MR 信号) を受信し、計算することで脳の血流の流れを測定する非侵襲的な脳活動計測装置である。fMRI による表情動画を用いた感情研究 [10] では、喜びの表情時に中性表情時に比べて有意に扁桃体、前頭前野等の賦活がみられたと報告している。しかし、悲しみの表情に関しては扁桃体の賦活はみられず、扁桃体がすべての感情に共通した役割が存在するのかは不明確である。

これまでの情動研究では、脳科学や神経生理学的な立場から、感情に重要な役割を果たすと考えられている脳部位に解析領域を限定した研究が多く行われてきた。しかし現状、感情に関わる脳部位については明確に定義されておらず、BCI 等においては高精度に識別できればそれで良いという考え方もある。そこで本研究では、快・不快画像から誘起する感情を機械学習を用いて識別するうえで、識別精度の向上を第一に考慮し、全脳の領域から学習データを得る。また、本実験装置である fMRI は、NIRS や PET に比べて空間分解能に優れており、賦活領域やパターンを機械学習から識別する本実験に適した脳活動計測装置であると考えられる。

2.2 脳情報デコーディング

本研究に用いる脳情報デコーディング技術について記す。脳情報デコーディングとは、人の脳活動と、その人が知覚した内容や心の状態、体動等の関係を機械学習アルゴリズムで学習し、モデルを構築、脳活動から知覚内容等を推定する技術である。本研究に用いる機械学習アルゴリズムには、過去の研究 [11] で高い識別精度を算出した、線形カーネルによる SVM(Support Vector Machine) を採用する。SVM は、1995 年に AT&T の V.Vapnik によって提案された機械学習アルゴリズムであり、教師あり学習によって学習器を構成する、数あるパターン識別手法の一つである。SVM の大きな特徴として、未学習のデータに対しての高い識別率を実現する「マージン最大化」の原理がある。マージン最大化とは、2次元の特徴空間に存在する複数のベクトル全てが2クラスいずれかに属するとして、直線的に2クラスを分離超平面で分離する場合、そのマージンが最大となるような分離超平面を求めることである。結果、汎化性能を高めることで、未知のデータに対しても高い識別率を実現することができる。なお、SVM は基本的に2クラスを識別する学習アルゴリズムであり、快・不快の2条件で識別する本研究には適しているといえるが、文字の認識といった多クラスを識別する学習アルゴリズムでは複数の SVM を組み合わせる必要がある。

第 3 章

実験および解析・識別

3.1 fMRI による快・不快画像呈示実験

fMRI 装置を用いた実験概要，被験者，実験に使用した装置および呈示画像，実験デザイン，実験後の事後アンケートについて記す。

3.1.1 実験概要

本実験は高知工科大学の倫理審査委員会に承認を得た手順に従って行う。実験では，感情指標があらかじめ評定されたカラー画像セット IAPS[6] から選定した快画像 24 枚，不快画像 24 枚の計 48 枚を被験者にランダムに呈示し，その時の脳活動を fMRI 装置で撮像する。被験者には呈示画像を視覚させるほか，追加実験として画像間の黒背景時に直前の画像を想起させる。追加実験の詳細は付録 A に記載する。

3.1.2 被験者

本実験の被験者は，心身ともに健康である 22 歳の学生 5 名（うち男性 3 名，女性 2 名）とする。各被験者には，実験前に fMRI 装置，実験概要，安全性，個人情報保護についての説明を十分にし，同意を得る。また，視力の低い被験者には MRI 対応の視力矯正ゴーグルを着用させ，呈示画像について鮮明に視覚可能な状態で実験を行う。

3.1 fMRI による快・不快画像呈示実験

3.1.3 実験装置

本実験の装置は、高知工科大学の脳コミュニケーション研究センターに学内設備されている SIEMENS 製の fMRI 装置, MAGNETOM Verio3T を使用する。装置の仕様・性能は以下の通りである。

- 仕様・性能
 - 静磁場強度：3T
 - 傾斜磁場：1 軸 45mT/m
 - 最大スリューレート：1 軸 200mT/m/ms
 - 最大撮像領域 (FoV)：50cm

3.1.4 呈示画像

本実験の画像呈示には Neurobehavioral Systems 製の Presentation[13] を使用する。呈示画像は、感情を誘起させる国際感情画像システム (International Affective Picture System: IAPS)[6] である。IAPS は文化や言語に影響を受けない標準化された感情喚起画像として現在、世界中の情動研究で用いられており、700 例以上の人間の感情を刺激させる画像を含んでいる。各画像は、あらかじめ大規模な集団によって男女別に 1 から 9 までの値で表わされた感情指標に基づいた評定がなされており、本実験で呈示する快・不快画像はその指標をもとに選定する。感情指標としては、Valence と Arousal があり、それぞれ快の誘発度と覚醒度を意味する。本実験では、Arousal と Valence の指標に基づき、下記のように画像を選定する。

- 快画像: Valence 値 7.0 以上かつ Arousal 値 5.0 以上
- 不快画像: Valence 値 3.0 未満かつ Arousal 値 5.0 以上

3.1 fMRI による快・不快画像呈示実験

Valence 値については、1 から 9 の指標のうち上位の 7 から 9、下位の 1 から 3 の値域をとるものを選定し、Arousal 値は被験者に対して呈示画像をより注意深く視覚させるよう、中間値 5 以上のものとする。また、好みの個人差を考慮するため、呈示画像には上記の選定条件を満たし、かつ多様なジャンルを選定する。実際に、実験で呈示した画像の分布図を図 3.1 と図 3.2 に記載する。各分布図は、男性は女性と比較して快と覚醒に正の相関がみられ、女性は男性と比較して不快と覚醒に正の相関がみられるが、これには同様の研究報告 [14] があり、男女に対する適切な快・不快画像を選定できたと考える。具体的な画像例として、男性の快画像には、女性の裸等の性的画像、スカイダイビングやスキー等のアクティブな画像、肉やピザ等の炭水化物中心の食べ物の画像がある。男性の不快画には、やけどや傷を負った負傷者のグロテスクな画像、銃やナイフを突きつけられた画像がある。一方で女性の快画像例として、赤ん坊や犬、猫という愛くるしい画像、男女のカップルが見つめ合うロマンティックな画像がある。また、女性の不快画像例として、男性同様に負傷者等のグロテスクな画像、蛇や蜘蛛、ゴキブリ等の虫の画像、人が殴られている暴力的な画像がある。なお、呈示画像の詳細な画像番号や指標値は付録 B に記載する。

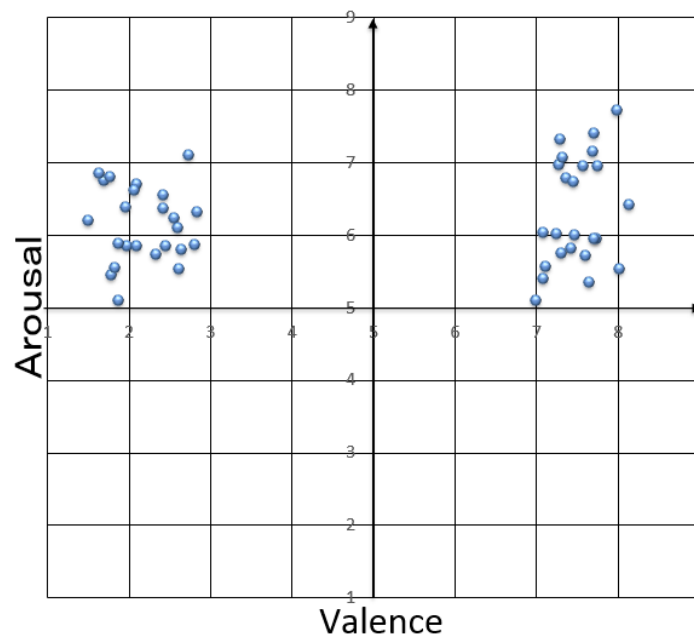


図 3.1 男性の呈示画像分布図

3.1 fMRIによる快・不快画像呈示実験

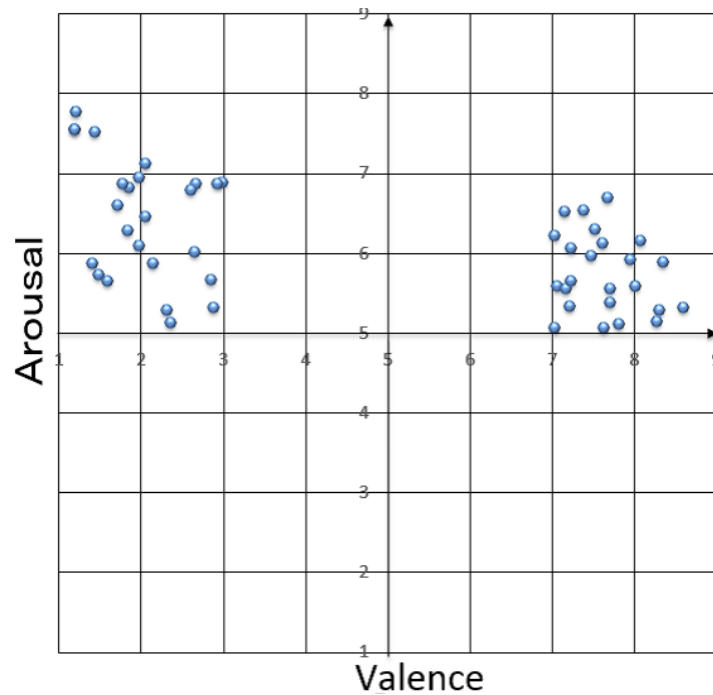


図 3.2 女性の呈示画像分布図

3.1.5 実験デザイン

実験デザインは、図 3.3 のブロックデザインとする。撮像開始直後にレストとして黒背景を 15 秒間 (5 スキャン) 呈示，その後ランダムに快・不快画像 6 枚を 15 秒間 (5 スキャン) 呈示し，画像間には注視点ありの黒背景を 9 秒間 (3 スキャン) はさんだものを 1 ランとして，各被験者について 8 ランずつ行う。刺激画像の呈示時間は，BOLD 信号の時間的変化の特徴をもとに設定した先行研究 [5] と同じ条件とし，被験者の集中力を考慮して 1 ランの長さは 165 秒とする。また，快・不快画像については，4 ランごとに 12 枚ずつ呈示されるように調整する。

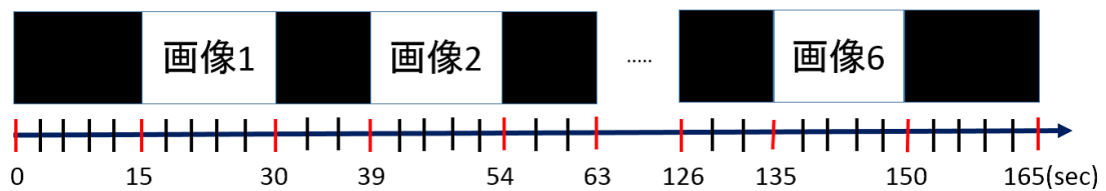


図 3.3 実験デザイン (1 ラン分)

3.1 fMRI による快・不快画像呈示実験

3.1.6 事後アンケート

IAPS の評定値には大きな個人差が存在することが報告 [14] されている．そこで，実験終了後に各被験者に対して呈示画像ごとの快の誘発度合いを SD(Semantic Differential) 法に基づいて 7 段階で評定させる事後アンケートを実施し，上位・下位に評定された画像を各被験者の主観的な快・不快画像とする．評定内容は，高いものから”非常に”，”かなり”，”やや”，”どちらともない”とし，評定させる画像の並びは実験時の感情の再現性を図るため，呈示画像順とする．図 3.4 に実際に使用したアンケートの評定内容を示す．

➤ 各呈示画像について，当時の快感情を以下の数値に従って評定してください．

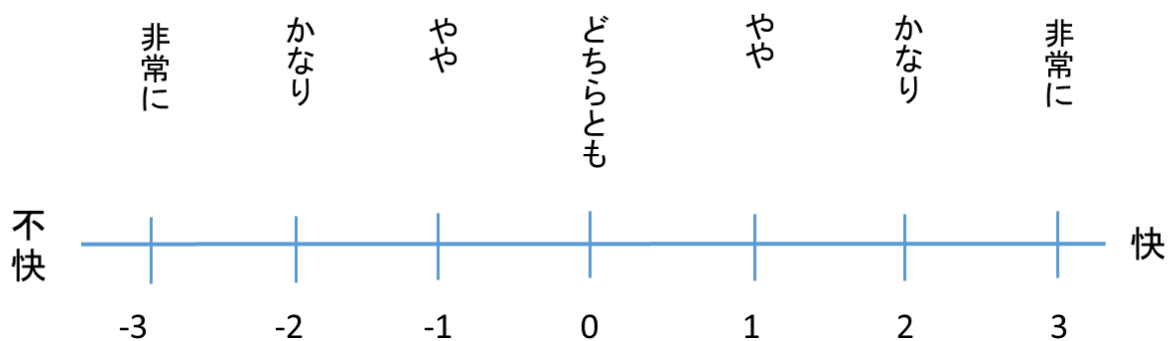


図 3.4 アンケート内容

以降，統計解析による賦活ボクセルの特定，機械学習による快・不快画像の識別は，アンケートを用いた場合，用いなかった場合の 2 条件で行う．

3.2 SPM による解析

解析では、快・不快画像呈示時の脳の賦活ボクセルの特定を目的とする。解析ツールとして、SPM(Statistical Parametric Mapping)[15] を使用し、前処理に SPM8、各被験者の個人解析および集団解析に SPM5 を用いる。

3.2.1 画像変換

fMRI 装置で得られる脳画像は DICOM 形式で保存されるため、SPM で解析処理を行うには Analyze 形式に画像変換する必要がある。画像変換にはフリーソフトウェアである MRIConvert[16] を用いる。

3.2.2 前処理

解析の前処理として、Analyze 形式に画像変換した脳画像に対し、SPM8 で Realignment, Normalisation, Smoothing の処理を順に行う。Realignment では実験中の体動や心拍から起こる頭部の動きを補正し、fMRI データの脳画像をスライスしなおす。この際、脳画像を加算して平均画像を生成する。Normalisation では Realignment で生成した平均画像をもとに脳画像を正規化する。Smoothing では最終的な脳賦活画像を得るためのフィルター処理を行う。なお、fMRI の特性上、撮像開始後の脳画像はノイズを多く含んでおり、各ラン先頭 6 秒分 (2 スキャン) の脳画像は前処理を行う前に除去する。

3.2.3 個人解析

個人解析として、各被験者について SPM5 より快・不快画像呈示時の賦活ボクセルの特定を行う。まず、前処理が完了した脳画像データを、快・不快の 2 条件を説明変数とした一般線形モデル (GLM:General Linear Model) に組み込む。GLM の説明変数の偏回帰係数を計算し、比較する 2 条件間のコントラスト (contrast) を設定、有意水準 $p < 0.001$ とした t 検定から統計的に有意な賦活ボクセルを特定する。コントラスト設定は以下の 2 条件と

3.3 SVM による快・不快条件の識別

する.

1. 「快画像呈示時の脳活動」 - 「不快画像呈示時の脳活動」
2. 「不快画像呈示時の脳活動」 - 「快画像呈示時の脳活動」

コントラスト設定 1 では, 不快画像呈示時の脳活動に対して, 快画像呈示時の脳活動で統計的に有意差のある賦活ボクセルを特定する. コントラスト設定 2 では, 快画像呈示時の脳活動に対して, 不快画像呈示時の脳活動で統計的に有意差のある賦活ボクセルを特定する. なお, 有意水準 $p < 0.001$ にて賦活ボクセルを特定できなかった場合は, 各ランの開始時のレストに対して, 快・不快画像呈示時の脳活動で統計的に有意差のある賦活ボクセルを特定する. また, 特定した賦活ボクセルの部位における機能を調査するため, MNI 座標からフリーソフトウェアの Talairach Daemon[17] を用いて部位の詳細を求める.

3.2.4 集団解析

集団解析として, 個人解析時に作成される被験者 5 人分のコントラストファイルを SPM5 でまとめることで, 被験者データの一般化を図る. 個人解析同様, 賦活ボクセルの特定には有意水準 $p < 0.001$ とした t 検定から統計的に有意な賦活ボクセルを求める. また, 特定した賦活ボクセルの部位における機能を調査するため, MNI 座標から Talairach Daemon を用いて部位の詳細を求める.

3.3 SVM による快・不快条件の識別

個人解析のコントラスト設定から得た 2 条件の統計的に有意差のある賦活ボクセルのボクセル値・座標より作成した統計量 ROI ファイルを学習データとし, SVM(線形カーネル) による機械学習から識別率を算出する. 学習デコーダには BDTB1.2.2(Brain Decoder Toolbox)[18] を用い, 学習アルゴリズムとして libsvm-3.16[19] の線形カーネルによる SVM(Support Vector Machine) を実装する. 学習データに対し, 外れ値の除去, 時間方向

3.3 SVM による快・不快条件の識別

でのトレンド除去，ブロック単位での平均化，時間方向のベースラインによる正規化を行ない，SVM(線形カーネル)の機械学習から識別器を生成，クロスバリデーション法による性能評価から識別率を算出する．

以下が，本実験で識別する対象である．

1. 各被験者の快・不快画像呈示時の有意差のある 2 条件の脳活動
2. 各被験者のアンケートを用いた快・不快画像呈示時の有意差のある 2 条件の脳活動

第 4 章

結果と考察

4.1 識別率および個人解析の結果

各被験者の快・不快画像呈示時の脳活動において、SVM(線形カーネル)による機械学習から、クロスバリデーション法によって算出した識別率を図 4.1, 表 4.1, 表 4.2 に示す。図 4.1 から、アンケートを用いずに IAPS の評定値から選定した快・不快画像の識別率、SD 法のアンケートを用いた各被験者の主観的な快・不快画像の識別率はそれぞれ平均して、65 %、80 %となり、画像から誘起する快・不快感情は、個人差はあるものの脳情報から識別することは可能であると考えられる。被験者ごとの結果では、被験者 B の識別率が低い。この要因として、被験者 B について作成した ROI ファイルが情動に関する機能を持った脳部位と考えられていないことがある。部位の詳細については 4.1.2 節に記す。また、識別率に関しては、被験者 C および被験者 D のアンケートの影響が乏しい。これは、この 2 名のみが女性であることから、女性は男性と比較して快・不快感情時の脳活動に個人差がない可能性がある。表 4.1 について、アンケートを用いた場合の快・不快画像ごとの識別率では、被験者 C を除いて他 4 名の被験者について快画像に比べて不快画像の識別率が高い傾向がみられた。これは、学習データである快画像数が不快画像と比較して十分でないことが影響していると考えられる。なお、表 4.2 に示す通り、アンケートを用いずに IAPS の評定値から選定した快・不快画像の識別率には偏りがみられなかった。ただし、表 4.1 にて被験者 C は快画像数が少ないにも関わらず識別率も高く、被験者 E は快画像数が多いにも関わらず識別率が低いことから、学習データのみが影響しているとは考えにくい。4.1.1 節以降に示す通り、不快画像呈示時に有意差のあるボクセルが多数得られたことも影響していると思われる。

4.1 識別率および個人解析の結果

今後、より精度の高い実験を行うために、リアルタイムな快・不快の評定が考えられる。本研究ではSD法によるアンケートの評定から各被験者の主観的な快・不快画像を選定した。しかし、被験者には実験時の感情を想起させるかたちで実験後に評定を行ったことで、その評定はあいまいである可能性がある。実験時にリアルタイムに快・不快の評定が可能であれば、より正確な快・不快画像を選定できると考える。次に、脳部位の機能に基づいたデコーディング領域の選択である。本研究の機械学習に用いたデコーディング領域は、統計的に有意差のある部位を選択しており、情動等、感情に関する脳部位の機能に基づいてデコーディング領域を選択すると識別率は向上する可能性はある。最後に、IAPSの有効性の検証である。IAPS画像については、その人間の文化や言語による影響を受けない感情を誘起させる画像セットとして世界中の情動研究で使用されているが、日本人を対象とした感情喚起の検証例は少なく、その効果の検証も必要であり、その結果から画像の選定ができれば、より正確な快・不快画像が特定できると考える。なお、本研究で呈示した快画像について、特に風景画像、スポーツ等のアクティブな画像について、被験者が事後アンケートで快と評定しない傾向が目立った。

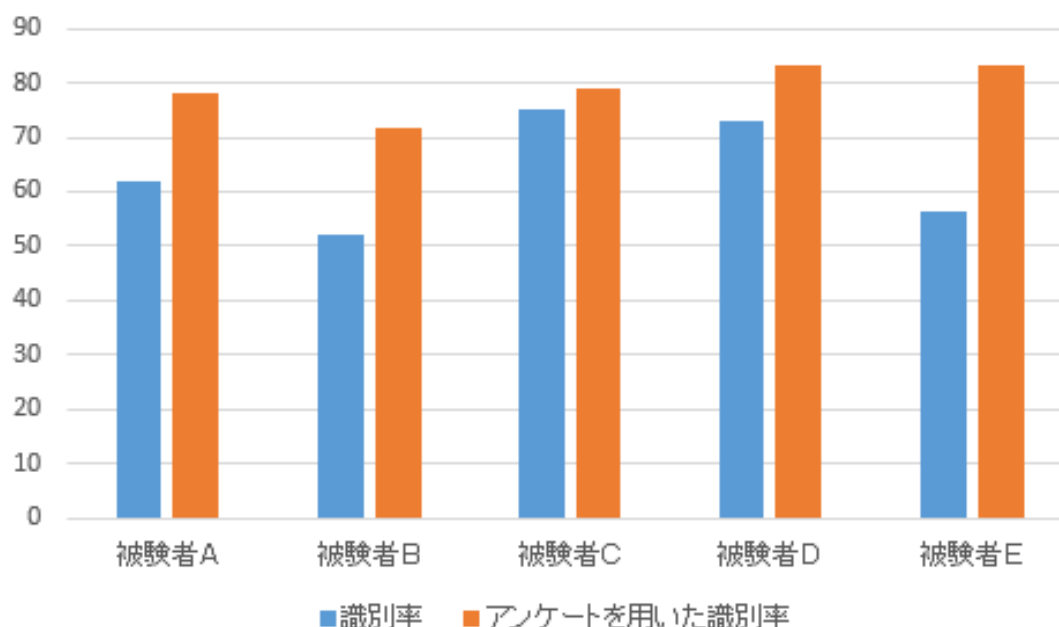


図 4.1 各被験者の識別率

4.1 識別率および個人解析の結果

表 4.1 アンケートを用いた場合の各被験者の識別率詳細

	快画像識別率 (%)	不快画像識別率 (%)	快・不快画像識別率 (%)
被験者 A	71(10/14)	83(15/18)	78(25/32)
被験者 B	50(6/12)	85(17/20)	71(23/32)
被験者 C	80(8/10)	78(11/14)	79(19/24)
被験者 D	70(7/10)	92(13/14)	83(20/24)
被験者 E	76(10/13)	90(10/11)	83(20/24)

表 4.2 各被験者の識別率詳細

	快画像識別率 (%)	不快画像識別率 (%)	快・不快画像識別率 (%)
被験者 A	62(15/24)	62(15/24)	62(30/48)
被験者 B	54(13/24)	50(12/24)	52(25/48)
被験者 C	75(18/24)	78(18/24)	75(36/48)
被験者 D	70(17/24)	75(18/24)	72(35/48)
被験者 E	58(14/24)	54(13/24)	56(27/48)

以下では、個人解析の結果として、識別率の高い結果が得られたアンケートを用いた場合の、各被験者について作成した統計量 ROI ファイルの詳細をまとめる。基本的に、識別率の高い結果が得られた被験者の ROI ファイルは、統計的に有意な度合いを示す t 値に高い傾向がみられた。

4.1 識別率および個人解析の結果

4.1.1 被験者 A

被験者 A では、有意水準 $p < 0.001$ における SPM の統計解析において、不快画像呈示時の脳活動に対する快画像呈示時の脳活動で有意差のある賦活ボクセルを見つけることができなかった。そこで、各ランの開始直後にあるレストに対して、快・不快画像 2 条件の画像呈示時に有意差のある賦活ボクセルから ROI ファイルを作成した。図 4.2 にその結果を示す。作成した ROI ファイルの賦活部位名は以下の 2 つである。

1. MNI 座標系 (-12, 52, -8), ボクセル数 : 200, t 値 : 4.29, 最寄りの灰白質 : 左脳前頭葉内側前頭回, ブロードマン 10 野
2. MNI 座標系 (-20, -66, -50), ボクセル数 : 29, t 値 : 3.48, 5mm 範囲に灰白質なし

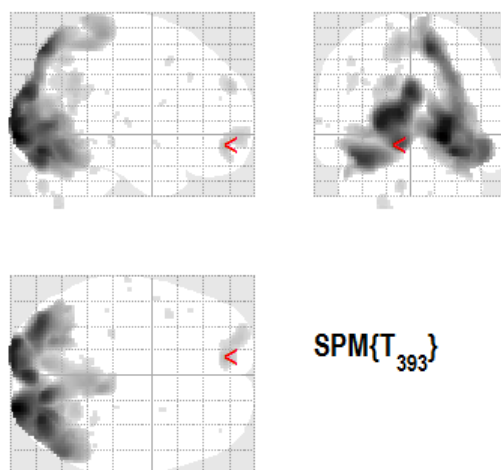


図 4.2 被験者 A の快・不快画像呈示時脳賦活

4.1 識別率および個人解析の結果

4.1.2 被験者 B

被験者 B では、有意水準 $p < 0.001$ における SPM の統計解析において、不快画像呈示時に対する快画像呈示時の有意差のある賦活ボクセル、快画像呈示時に対する不快画像呈示時の有意差のある賦活ボクセルがそれぞれ得られた。図 4.3 および図 4.4 にそれぞれ結果を示す。作成した ROI ファイルは以下の 3 つである。

- 快画像呈示時 ROI ファイル

- MNI 座標系 (-42, 22, 52), ボクセル数 : 22, t 値 : 3.50, 最寄りの灰白質 : 左脳前頭葉上前頭回, ブロードマン 8 野

- 不快画像呈示時 ROI ファイル

- MNI 座標系 (36, -58, 68), ボクセル数 : 48, t 値 : 3.80, 5mm 範囲に灰白質なし
- MNI 座標系 (-4, -70, -30), ボクセル数 : 13, t 値 : 3.44, 左脳後部葉口蓋垂 (灰白質)

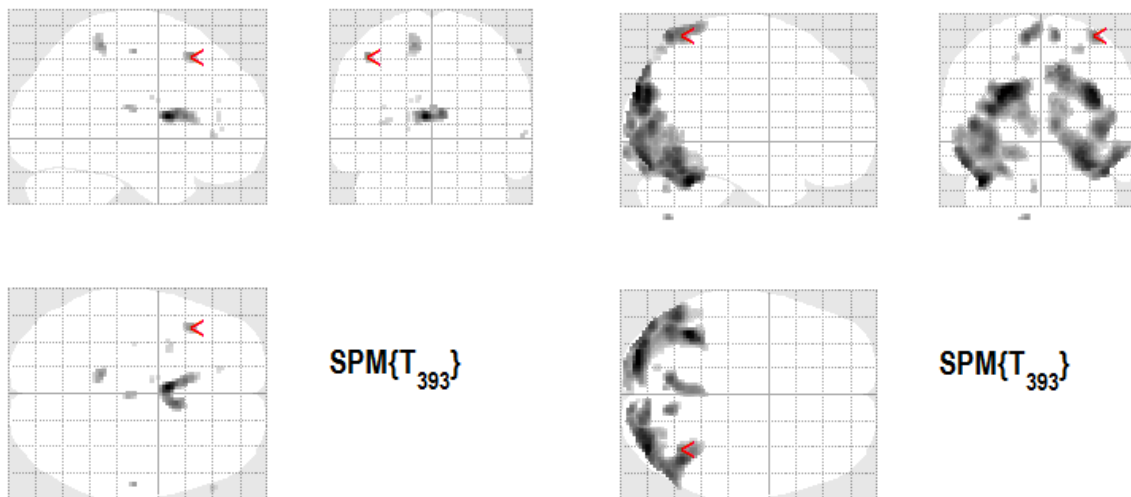


図 4.3 被験者 B の快画像呈示時脳賦活

図 4.4 被験者 B の不快画像呈示時脳賦活

4.1 識別率および個人解析の結果

4.1.3 被験者 C

被験者 C では、有意水準 $p < 0.001$ における SPM の統計解析において、不快画像呈示時に対する快画像呈示時の有意差のある賦活ボクセル、快画像呈示時に対する不快画像呈示時の有意差のある賦活ボクセルがそれぞれ得られた。図 4.5 および図 4.6 にそれぞれ結果を示す。作成した ROI ファイルは以下の 2 つである。

- 快画像呈示時 ROI ファイル

- MNI 座標系 (-18, -90, -44), ボクセル数: 200, t 値: 6.00, 5mm 範囲に灰白質なし

- 不快画像呈示時 ROI ファイル

- MNI 座標系 (38, 32, -22), ボクセル数: 96, t 値: 5.03, 最寄りの灰白質: 右脳前頭葉下前頭回, ブロードマン 47 野

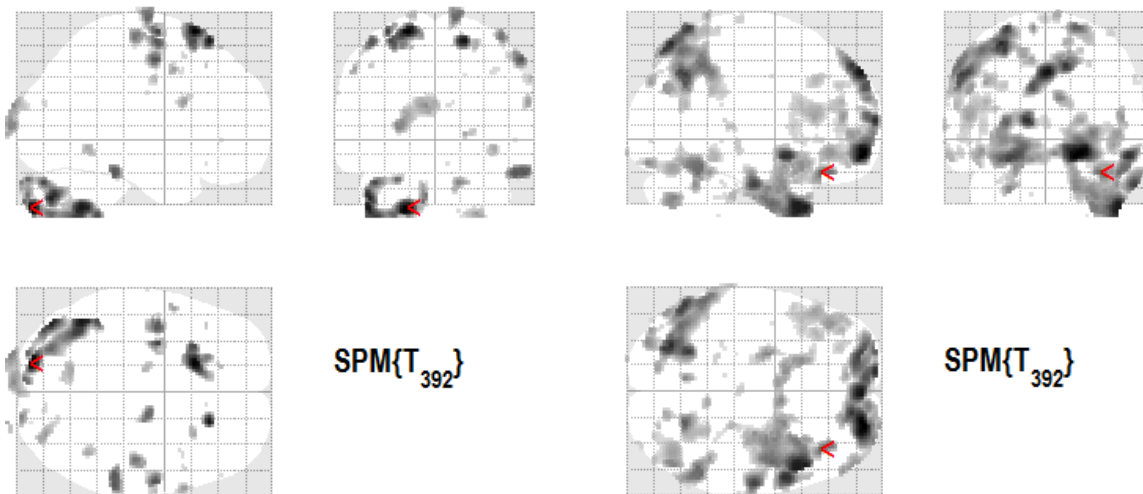


図 4.5 被験者 C の快画像呈示時脳賦活

図 4.6 被験者 C の不快画像呈示時脳賦活

4.1 識別率および個人解析の結果

4.1.4 被験者 D

被験者 D では、有意水準 $p < 0.001$ における SPM の統計解析において、不快画像呈示時に対する快画像呈示時の有意差のある賦活ボクセル、快画像呈示時に対する不快画像呈示時の有意差のある賦活ボクセルがそれぞれ得られた。図 4.7 および図 4.8 にそれぞれ結果を示す。作成した ROI ファイルは以下の 3 つである。

- 快画像呈示時 ROI ファイル

- MNI 座標系 (-18, -58, 20), ボクセル数 : 24, t 値 : 3.36, 最寄りの灰白質 : 左脳大脳辺縁葉後部帯状回, ブロードマン 31 野

- 不快画像呈示時 ROI ファイル

- MNI 座標系 (-46, -60, -14), ボクセル数 : 200, t 値 : 5.68, 最寄りの灰白質 : 左脳側頭葉紡錘状回, ブロードマン 37 野
- MNI 座標系 (48, 4, 56), ボクセル数 : 200, t 値 : 5.42, 最寄りの灰白質 : 右脳前頭葉中前頭回, ブロードマン 6 野

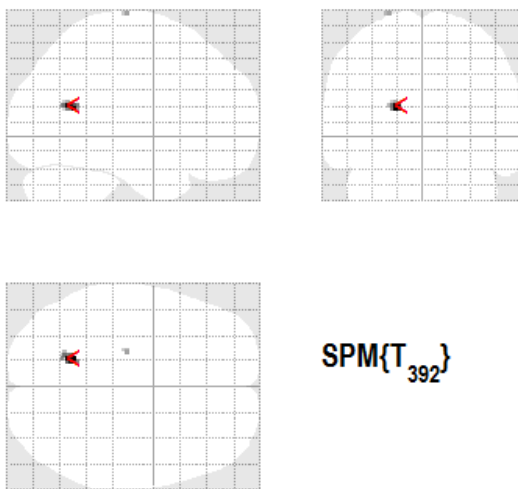


図 4.7 被験者 D の快画像呈示時脳賦活

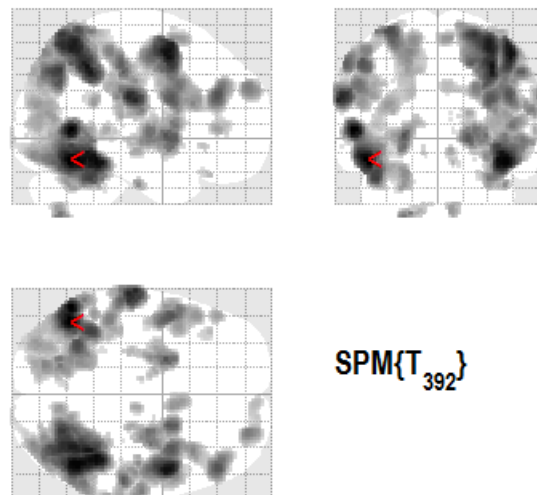


図 4.8 被験者 D の不快画像呈示時脳賦活

4.1 識別率および個人解析の結果

4.1.5 被験者 E

被験者 E では、有意水準 $p < 0.001$ における SPM の統計解析において、不快画像呈示時に対する快画像呈示時の有意差のある賦活ボクセル、快画像呈示時に対する不快画像呈示時の有意差のある賦活ボクセルがそれぞれ得られた。図 4.9 および図 4.10 にそれぞれ結果を示す。作成した ROI ファイルは以下の 4 つである。

- 快画像呈示時 ROI ファイル

- MNI 座標系 (46, -54, -40), ボクセル数 : 75, t 値 : 3.81, 右脳後部葉小脳扁桃 (灰白質)

- 不快画像呈示時 ROI ファイル

- MNI 座標系 (-56, -12, 42), ボクセル数 : 200, t 値 : 4.91, 最寄りの灰白質 : 左脳頭頂葉中心後回, ブロードマン 3 野
- MNI 座標系 (52, 18, 14), ボクセル数 : 200, t 値 : 4.85, 右脳前頭葉下前頭回 (灰白質), ブロードマン 45 野
- MNI 座標系 (52, -54, -8), ボクセル数 : 200, t 値 : 4.62, 最寄りの灰白質 : 右脳側頭葉中側頭回, ブロードマン 37 野

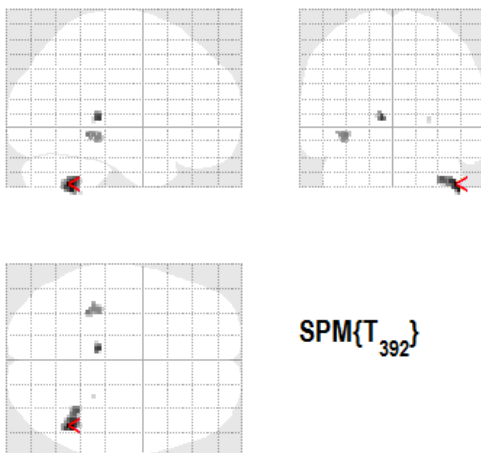


図 4.9 被験者 E の快画像呈示時脳賦活

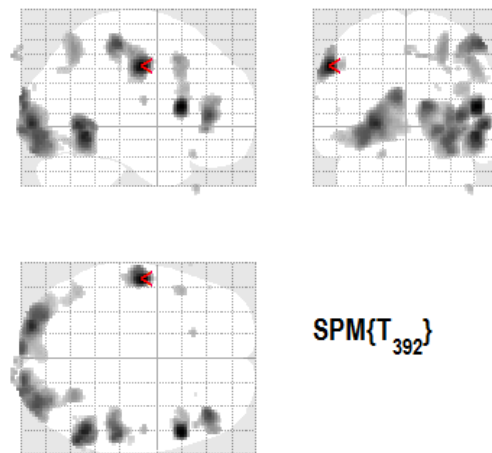


図 4.10 被験者 E の不快画像呈示時脳賦活

4.2 集団解析結果

集団解析では、個人解析で作成した被験者 5 名の 2 条件のコントラストファイルをまとめ、被験者の一般化を図った。有意水準 $p < 0.001$ とした SPM の統計解析において、2 条件で有意差のある賦活ボクセルを求めた結果を図 4.11 から図 4.14 に示す。

図 4.11 より、快画像呈示時に不快画像呈示時に対して最も有意差のある賦活ボクセルは MNI 座標系 (14, -34, 20)、最寄りの灰白質は右脳脳回尾状核である。尾状核は脳基底核に存在する神経核であり、線条体に属している。線条体は運動機能への関わりが一般的に知られているが、快・不快情動についての脳機能画像研究 [20] では、この線条体が情動反応の調整に深く関わっているとしている。図 4.12 より、次に快画像呈示時に有意差のある賦活ボクセルは、MNI 座標系 (30, -34, 14) で、最寄りの灰白質は右脳脳回の島皮質である。島皮質は、側頭葉と頭頂葉下部を分離する外側溝に位置した大脳皮質であり、近年の脳機能画像研究により、感情を経験するための主観的もしくは客観的に感じる異なる感覚を統合するための役割を果たす部位と示されている。なじみのないにおい提示時の脳活動計測による嗅覚脳内情報処理の研究 [21] では、体に良いという教示を受けたにおいに対して、被験者の島皮質に賦活がみられたと報告しており、本研究では快条件について同一部位が有意差のある部位として得られた。

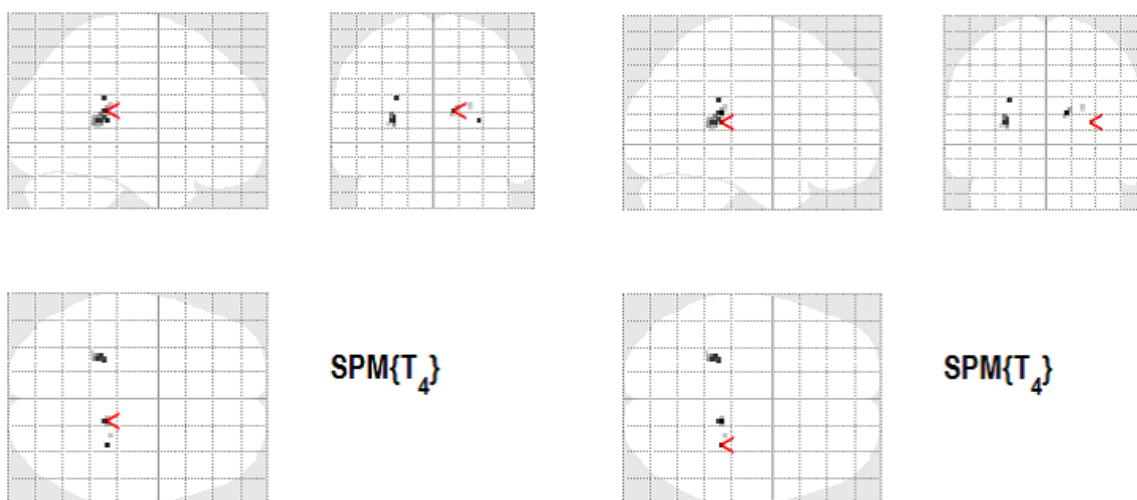


図 4.11 快画像呈示時の尾状核の賦活

図 4.12 快画像呈示時の島皮質付近の賦活

4.2 集団解析結果

図 4.12 より，不快画像呈示時に快画像呈示時に対して最も有意差のある賦活ボクセルは MNI 座標系 (24, -12, -6) の右脳脳回レンズ核の横淡蒼球 (灰白質) である．淡蒼球は，線条体と同様に大脳基底核に存在する神経核であり， γ -アミノ酸の作動や運動機能への関わりが最も知られている． γ -アミノ酸は，興奮やリラクソスの効能があり，不快画像から誘起した不快感を抑えるために作用したと考える．図 4.14 より，次に不快画像呈示時に有意差のある賦活ボクセルは，(24, 2, -18) の右脳辺縁葉の海馬傍回である．海馬傍回は，大脳辺縁系の一部として灰白質の大脳皮質領域に存在し，一般的に人間の記憶の符号化及び検索，また顔の認知，情動への影響が知られており，現在も多くの情動研究において活動の測定が行われている．

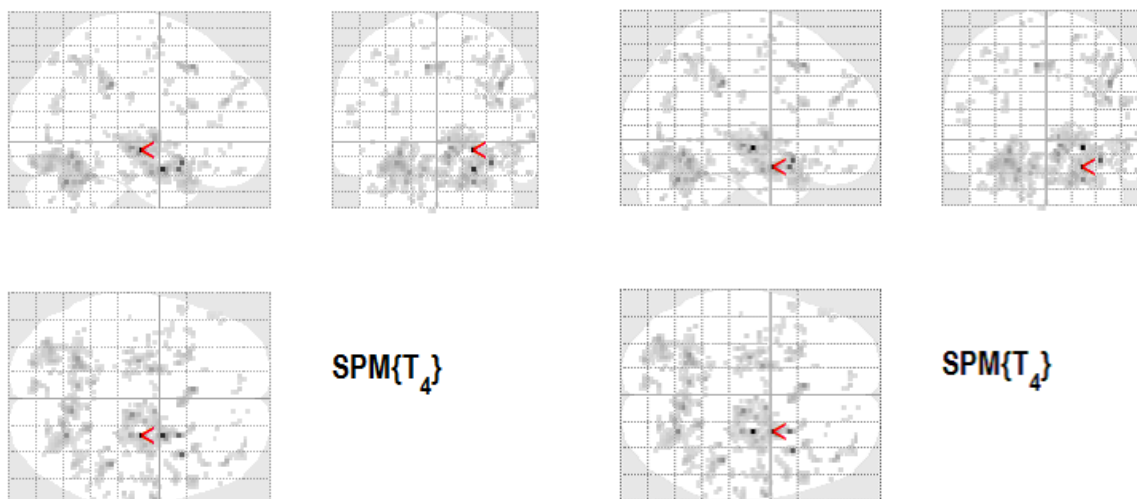


図 4.13 不快画像呈示時の淡蒼球の賦活

図 4.14 不快画像呈示時の海馬傍回の賦活

第 5 章

結論

本研究では、先行研究 [5] から得られた脳賦活レベルの大きな計測値で相関がみられた結果に着目した。実験では、快・不快画像のみを被験者に呈示し、賦活レベルが大きくなるであろう計測値から、快・不快感情時の脳活動に基づいて機械学習から識別が可能であるか検証した。また、各被験者の快・不快と感じる画像に差があることを考慮し、実験後に SD 法によるアンケートを実施し、改めて被験者ごとに快・不快画像を選定した。結果として、いずれの被験者についても IAPS 評定値から選定した快・不快画像の識別率と比較し、アンケートを用いた主観的な快・不快画像の識別率が高く、おおむね 80 %であった。これより、画像から誘起される快・不快感情は、個人差はあるものの、脳活動の計測によって識別可能であると考えられる。本研究結果は、感情の要素を取り入れた BCI 技術として、画像検索システムといった応用分野の基礎となりうると考える。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導いただいた高知工科大学情報学群 吉田真一准教授に心から感謝いたします。吉田先生には、研究室に配属される前からも講義やアドバイザとしてお世話になりました。実は吉田先生の講義科目に苦戦していた私ですが、お忙しい中でも生徒を最優先に考えてくださるお姿に惹かれ、吉田研究室を志望したことは間違いではなかったと思っております。配属後、特別目立った行動をすることもない私でしたが、時おり気にかけてくださることに嬉しさを感じておりました。ありがとうございました。

高知工科大学情報学群 繁榎博昭准教授ならびに門田宏准教授には本研究の副査をお引き受けいただきました。個人的な興味を絡めてのご指摘は、本研究をより良いものとすることができました。深く感謝いたします。

同研究室の方々にもお世話になりました。修士2年生の小池規伎氏には、本研究を初めとする脳情報デコーディングによる研究の大先輩として、fMRI装置による実験からSPMによる解析、BDTBの使用法等、研究に関するご指導をたくさんいただきました。また、お話されるとそのユニークな内容かつ的確なツッコミにはいつも笑わせていただきました。同じく修士2年生の藤森夏輝氏にもお世話になりました。高身長ゆえ、当初は怖いイメージもありましたが、4年時にはよく会話していただくようになり、飲み会では奢っていただいたこともありました。あの時はご馳走様でした。また私自身、ギャンブルはしませんが、藤森さんがパチンコに行かれる時の目はとても輝いており、結構好きでした。

修士1年生の松尾達郎氏には配属当時からお世話になりました。初対面にも関わらず、すぐに名前を覚えていただき、親切に対応していただいたことは今でもはっきり覚えております。また、ITNewsを初め、研究室の輪講等では的確なアドバイスを多々いただきました。まじめな姿のある一方で、ふざけた冗談も言われる振り幅の広い松尾さんは尊敬できる先輩の一人でした。

同期である4年生とは、研究室活動を通し、約2年間を共に過ごしてきました。江木史

謝辞

也氏が同研究室へ配属になったのは4年次からですが、その気さくな振る舞いからすぐに研究室に馴染み、私自身、他の4年生にも負けないほど密度の濃い1年を過ごせたと思っています。また、よくお菓子をいただき、糖分が必要な時期には大変助かりました。江木君にいただいたうまい棒の本数は数えきれません。奥村順哉氏とはピアノという共通の趣味がありました。将来はお互いピアノを弾きながら落ち着いて過ごしたいものですね。また、優秀でありながらも自らを謙遜している姿は人として本当に尊敬できるものでした。そんな中、飲み会等であなたの辛辣なジョークを聞いたときが、個人的に一番距離を近く感じる瞬間でした。たまにはそういう姿を見せてください。奥山晃平氏には、いつも研究室活動を率先して行っていただきました。特に卒業研究の中間発表の合宿では、研究室の枠を超えた幹事のお仕事をこなし、無事合宿を終えることができました。感謝しています。また飲み会では、お酒に弱い私をよく気遣っていただきました。迷惑をかけまいと、お酒を抑えられるようになったのも、あなたの存在が大きかったのだと思います。竹中浩貴氏とは席が隣同士であることから、研究が忙しい時もたわいもない話をしたり、アクセスに買い物に行くこともよくありました。今思えば、とても良い息抜きになっていたと感じております。要領の良いあなたなら就職しても難なくやっていけると思います。同じ愛媛の出身同士、地元に戻ったときには会いましょう。中路友梨氏は、いつも元気な笑い声で研究室を明るい雰囲気にしてくれました。また、常に回りへの気配りも忘れず、裏表の無い性格には感心する日々でした。あなたなら、社会人になっても自然と人が集まってくるように思います。私も見習いたい次第です。矢野修平氏とは、サッカーに関する話で二人だけで盛り上がるのがよくありました。また、特に意味のない私の言動にも笑いながらリアクションをしてくれるところには、その人柄の良さを感じました。4年生唯一の高知人であり、あなたには高知をもっと案内してほしいことが心残りです。今後機会があればぜひともお願いします。山本朋依氏とは研究内容が近いこともあり、4年次からよく関わるようになりました。勝手ながら、あなたの言動には危なっかしさを感じることもありましたが、やるべき時にはすぐに切り替えて集中できる姿は本当にかっこよかったです。仕事に対しても、あれこれ考えず、いつもの調子で打ち込んでいってください。

謝辞

3年生等の皆様にはお世話になりました。あまり先輩らしいことは出来なかった気がしますが、それだけ皆さんがしっかりしておられたということです。就職活動等、これから大事な時期かと思いますが、悔いの残らない学生生活を送ってください。

また、本研究の被験者を引き受けてくださった5名の皆様には感謝いたします。実験では刺激的な画像をたくさん見ることで、多大な疲労もあったかと思います。本当にありがとうございました。

最後になりますが、大学生活をいつも支えてくださった家族に感謝し、謝辞とさせていただきます。

参考文献

- [1] 吉澤 誠, 杉田 典大, 田中 明, 増田 達哉, 阿部 健一, 山家 智之, 仁田 新一, “Mayer 波帯域における脈波伝播時間-心拍数間の相互相関を用いた情動反応の定量化,” 循環制御, Vol.25 (2004) No.1 P41-49, 2004.
- [2] 鈴木 敦命, 星野 崇宏, 河村 満, “高齢者における表情認識,” 高次脳機能研究 (旧失語症研究), Vol.25 (2005) No.3 P233-241, 2007.
- [3] 善住 秀行, 野澤 昭雄, 田中 久弥, 井出 英人, “鼻部皮膚温度変化による快-不快状態の推定,” 電気学会論文誌C (電子・情報・システム部門誌), Vol.124 (2004) No.1 P213-214, 2004.
- [4] 木村 優, “協働学習授業における高校教師の感情経験と認知・行動・動機づけとの関連—グラウンデッド・セオリー・アプローチによる現象モデルの生成—,” 教育心理学研究, Vol.58 (2010) No.4 P464-479, 2012.
- [5] 小林礼佳, “fMRI による画像から誘起される感情の推定,” 平成 25 年度高知工科大学 学士学位論文, 2014.
- [6] Lang, Peter J., Margaret M. Bradley, Bruce N. Cuthbert, “International affective picture system (IAPS): Technical manual and affective ratings,” 1999.
- [7] 山本修一, “視覚刺激呈示時の快・不快情動と脳活動の関連性に関する研究,” 日本大学生産工学部第 46 回学術講演会, 2013.
- [8] 奈良原 光隆, 松井 三枝, 宮崎 淳, 小林 恒之, 西条 寿夫, “自己意識的情動の生起がモラル意識に与える影響—近赤外線分光法による検討—,” 2011.
- [9] 佐藤 正之, “音楽の脳内処理—音色認知と扁桃体—,” 高次脳機能研究 (旧 失語症研究) Vol.25 (2005) No.2 P139-144, 2006.
- [10] 森岡陽介他, 表情動画を用いた扁桃体賦活の検討—事象関連的 fMRI 研究—:—事象関連的 fMRI 研究—, 生理心理学と精神生理学 28(1), 17-27, 2010.

参考文献

- [11] 小池規伎, “fMRI を用いた脳情報デコーディングに適した機械学習,” 平成 24 年度高知工科大学学士学位論文, 2013.
- [12] 栗田多喜夫, サポートベクターマシン入門, <http://home.hiroshima-u.ac.jp/tkurita/lecture/svm.pdf>
- [13] Presentation, neurobehavioralsystems, <http://www.neurobs.com/>
- [14] 本多麻子, “快・不快感情の精神生理学,” 早稲田大学, 博士(人間科学) 学位論文, 2002.
- [15] Statistical Parametric Mapping, <http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/>
- [16] MRIConvert files — LCNI, <http://lcni.uoregon.edu/downloads/mriconvert>
- [17] Talairach Daemon, Research Imaging Institute of the University of Texas Health Science Center San Antonio, <http://www.talairach.org/index.html>
- [18] Brain Decoder Toolbox, ATR-DNi, <http://www.cns.atr.jp/dni/download/brain-decoder-toolbox/>, 2014.
- [19] Chih-Chung Chang and Chih-Jen Lin, LIBSVM : a library for support vector machines. ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology, 2:27:127:27,2011. Software available at <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm>
- [20] 高橋英彦, 大久保善朗, “快・不快情動の脳機能画像,” 脳の科学 第 25 卷 03 号, 特集「快と不快」, 2003.
- [21] 坂井 信之, 小早川 達, 戸田 英樹, 山内 康司, 齊藤 幸子, “においに対する教示はにおいの脳内情報処理に影響を与える,” におい・かおり環境学会誌, Vol.37 (2006) No.1 JANUARY P9-14, 2006.

付録 A

追加実験:想起による識別

付録 A として、快・不快画像呈示直後の注視点ありの黒背景時に直前の快・不快画像を被験者に想起させる追加実験を行った。SPM による統計解析では、有意水準 $p < 0.001$ とした快・不快画像 2 条件の想起時に有意差のある賦活ボクセルを求め、SVM(線形カーネル)の機械学習からクロスバリデーション法で識別率を算出した。各被験者の識別率を図 A.1 にまとめる。被験者 D のアンケートを用いた識別率は 80 % を超えたものの、各被験者の識別率は 50 % を下回る場合もみられ、全体的に精度の高い識別とはいえない結果となった。想起時に有意差のある賦活ボクセルは、画像呈示時の有意差のある賦活ボクセルと比較して顕著に得られず、被験者に要求したパフォーマンスの難易度が高いことから、視覚刺激のない黒背景の想起に集中できなかったと考える。今後、より精度の高い識別を行うためには、被験者の疲労も考慮し、完全なレスト状態を画像間に挟んだ後に想起させる等、より被験者の負担の少ない実験デザインを作成することが重要であると考えられる。

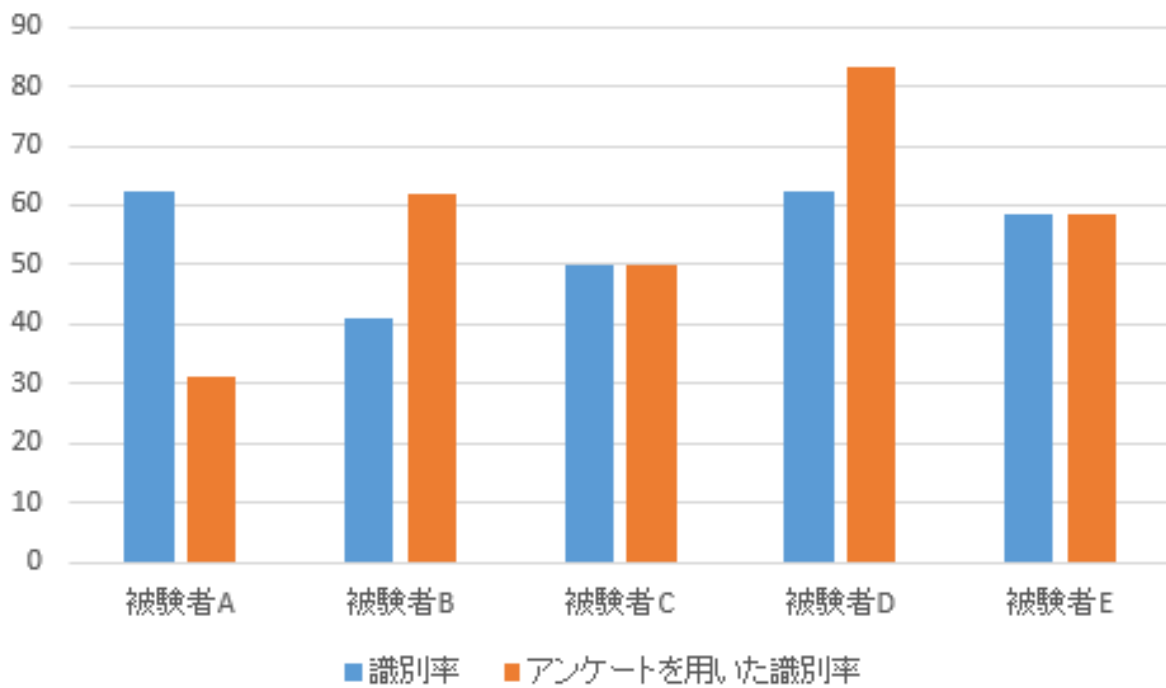


図 A.1 各被験者の快・不快画像想起時の識別率

付録 B

呈示画像詳細

付録 B として、本研究の実験時に呈示した IAPS の指標から選定した快・不快画像 48 枚およびアンケート結果から選定した各被験者の主観による快・不快画像について、IAPS のスライド番号、Valence 値、Arousal 値をまとめる。呈示画像について、男性の呈示画像を表 B.1 に、女性の呈示画像を表 B.2 に、各被験者の快・不快画像について、表 B.3 から B.7 にそれぞれ示す。

表 B.1 IAPS から選定した男性用の快・不快画像

快画像			不快画像		
Slide No.	Valence	Arousal	Slide No.	Valence	Arousal
1710	8.02	5.53	2703	2.33	5.73
2340	7.65	5.35	2811	2.84	6.31
4002	7.69	7.15	3000	1.69	6.74
4007	7.7	7.39	3001	2.1	5.85
4008	7.75	6.94	3015	1.83	5.54
4071	7.37	6.78	3053	1.5	6.2
4141	7.46	6.73	3064	1.78	5.44
4225	7.57	6.94	3069	2.1	6.7
4664	7.99	7.72	3071	2.06	6.61
4680	7.73	5.94	3080	1.63	6.84
5260	7.47	6	3100	1.88	5.88
5621	7.28	6.96	3170	1.77	6.79
5623	7.12	5.56	3195	2.56	6.23
5700	7.7	5.94	3266	1.98	5.85
7230	7.42	5.81	6230	2.73	7.1
7350	7.08	5.4	6313	2.43	6.54
7405	7.08	6.03	6415	2.81	5.86
7502	7.3	5.74	6520	2.45	5.85
7508	7	5.1	7380	2.61	5.53
8030	7.29	7.32	9040	1.88	5.1
8185	7.32	7.06	9322	2.64	5.8
8190	8.13	6.41	9410	1.96	6.38
8380	7.25	6.02	9414	2.43	6.36
8420	7.61	5.71	9921	2.6	6.09

表 B.2 IAPS から選定した女性用の快・不快画像

快画像			不快画像		
Slide No.	Valence	Arousal	Slide No.	Valence	Arousal
1463	7.81	5.11	1052	2.99	6.89
1710	8.59	5.31	1201	2.93	6.87
2150	8.31	5.29	1271	2.65	6.01
2155	7.17	5.56	1274	2.86	5.66
2209	7.95	5.91	1525	2.67	6.86
2224	7.63	5.06	2095	1.48	5.72
2347	8.35	5.88	2800	1.41	5.87
4525	7.67	6.7	3000	1.21	7.77
4535	7.06	5.58	3103	1.71	6.6
4572	7.52	6.3	3150	1.98	6.94
4575	7.61	6.12	3170	1.2	7.55
4597	7.23	6.06	3213	2.61	6.79
4599	7.23	5.64	3400	2.06	7.12
4614	7.71	5.38	6311	2.36	5.12
4641	7.21	5.33	6350	1.44	7.52
5629	7.15	6.52	6360	1.86	6.82
5825	8.02	5.58	6560	1.78	6.86
5833	8.27	5.14	6571	2.15	5.87
7508	7.03	5.06	9181	1.98	6.09
7650	7.03	6.21	9253	1.6	5.65
8041	7.48	5.97	9295	2.31	5.28
8163	7.38	6.53	9326	1.84	6.28
8190	8.08	6.16	9410	1.2	7.54
8499	7.7	5.56	9592	2.88	5.32

表 B.3 被験者 A のアンケートを用いて選定した快・不快画像

快画像			不快画像		
Slide No.	Valence	Arousal	Slide No.	Valence	Arousal
1740	8.02	5.53	2703	2.33	5.73
2340	7.65	5.35	3000	1.69	6.74
4002	7.69	7.15	3001	2.1	5.85
4007	7.7	7.39	3015	1.83	5.54
4008	7.75	6.94	3053	1.5	6.2
4141	7.46	6.73	3069	2.1	6.7
4225	7.57	6.94	3071	2.06	6.61
4664	7.99	7.72	3080	1.63	6.84
5700	7.7	5.94	3100	1.88	5.88
7230	7.42	5.81	3170	1.77	6.79
7350	7.08	5.4	3195	2.56	6.23
7405	7.08	6.03	3266	1.98	5.85
7508	7	5.1	6313	2.43	6.54
8380	7.25	6.02	6520	2.45	5.85
			7380	2.61	5.53
			9040	1.88	5.1
			9322	2.64	5.8
			9921	2.6	6.09

表 B.4 被験者 B のアンケートを用いて選定した快・不快画像

快画像			不快画像		
Slide No.	Valence	Arousal	Slide No.	Valence	Arousal
1710	8.02	5.53	2811	2.84	6.31
4008	7.75	6.94	3000	1.69	6.74
4071	7.37	6.78	3001	2.1	5.85
4141	7.46	6.73	3015	1.83	5.54
4664	7.99	7.72	3053	1.5	6.2
4680	7.73	5.94	3064	1.78	5.44
5260	7.47	6	3069	2.1	6.7
5621	7.28	6.96	3071	2.06	6.61
5700	7.7	5.94	3080	1.63	6.84
7405	7.08	6.03	3100	1.88	5.88
7502	7.3	5.74	3170	1.77	6.79
8420	7.61	5.71	3195	2.56	6.23
			3266	1.98	5.85
			6230	2.73	7.1
			6313	2.43	6.54
			6520	2.45	5.85
			7380	2.61	5.53
			9040	1.88	5.1
			9322	2.64	5.8
			9410	1.96	6.38

表 B.5 被験者 C のアンケートを用いて選定した快・不快画像

快画像			不快画像		
Slide No.	Valence	Arousal	Slide No.	Valence	Arousal
1710	8.02	5.31	1052	2.99	6.89
2155	7.17	5.56	1201	2.93	6.87
2209	7.95	5.91	1271	2.65	6.01
2224	7.63	5.06	1274	2.86	5.66
2347	8.35	5.88	3000	1.21	7.77
4614	7.71	5.38	3103	1.71	6.6
5825	8.02	5.58	3150	1.98	6.94
7508	7.03	5.06	3170	1.2	7.55
8190	8.08	6.16	3213	2.61	6.79
8499	7.7	5.56	6311	2.36	5.12
			6350	1.44	7.52
			6560	1.78	6.86
			9295	2.31	5.28
			9326	1.84	6.28

表 B.6 被験者 D のアンケートを用いて選定した快・不快画像

快画像			不快画像		
Slide No.	Valence	Arousal	Slide No.	Valence	Arousal
1463	7.81	5.11	1271	2.65	6.01
1710	8.59	5.31	1274	2.86	5.66
2155	7.17	5.56	2095	1.48	5.72
2347	8.35	5.88	2800	1.41	5.87
4575	7.61	6.12	3000	1.21	7.77
4641	7.21	5.33	3103	1.71	6.6
5629	7.15	6.52	3150	1.98	6.94
5825	8.02	5.58	3170	1.2	7.55
5833	8.27	5.14	3213	2.61	6.79
8190	8.08	6.16	3400	2.06	7.12
			6311	2.36	5.12
			9181	1.98	6.09
			9253	1.6	5.65
			9326	1.84	6.28

表 B.7 被験者 E のアンケートを用いて選定した快・不快画像

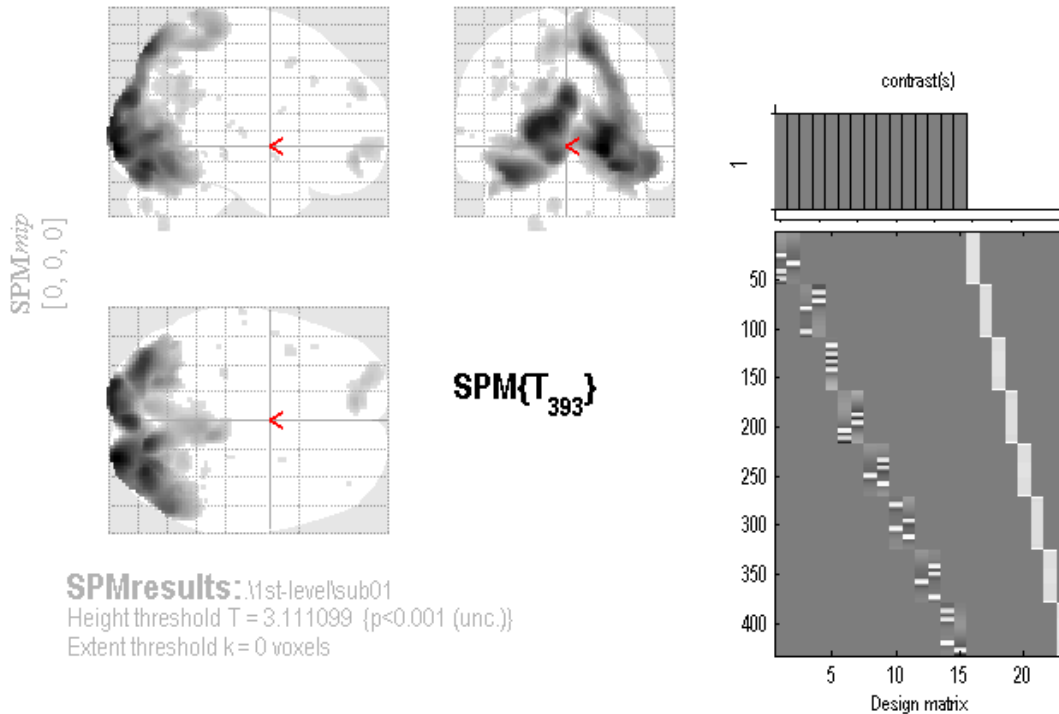
快画像			不快画像		
Slide No.	Valence	Arousal	Slide No.	Valence	Arousal
1710	8.02	5.53	3000	1.21	7.77
2340	7.65	5.35	3053	1.5	6.2
4002	7.69	7.15	3064	1.78	5.44
4008	7.75	6.94	3069	2.1	6.7
4141	7.46	6.73	3071	2.06	6.61
4664	7.99	7.72	3100	1.88	5.88
4680	7.73	5.94	3170	1.77	6.79
5700	7.7	5.94	3266	1.98	5.85
7502	7.3	5.74	6415	2.81	5.86
8030	7.29	7.32	7380	2.61	5.53
8190	8.13	6.41	9414	2.43	6.36
8380	7.25	6.02			
8420	7.61	5.71			

付録 C

脳賦活の統計解析結果

付録 C として，本論文の 4.1 節および 4.2 節で記した個人解析の詳細をまとめる．個人解析では，SPM5 にて有意水準 $p < 0.001$ の t 検定から各被験者の快・不快画像呈示時に有意差のある脳賦活情報をまとめる．Statistics では，最も有意差のあるボクセルが存在するクラスタの順に，上から表示される．

[valence]high and low



Statistics: *p-values adjusted for search volume*

set-level		cluster-level			voxel-level					mm mm mm		
<i>p</i>	<i>c</i>	<i>p</i> _{corrected}	<i>k</i> _E	<i>p</i> _{uncorrected}	<i>p</i> _{FWE-corr}	<i>p</i> _{FDR-corr}	<i>T</i>	(<i>Z</i> _≡)	<i>p</i> _{uncorrected}			
0.002	26	0.000	12081	0.000	0.000	0.000	10.01	Inf	0.000	22	-96	-2
					0.000	0.000	8.98	Inf	0.000	-20	-98	10
		0.003	333	0.000	0.000	0.000	8.96	Inf	0.000	-8	-98	14
					0.319	0.000	4.29	4.24	0.000	-12	52	-8
		0.257	101	0.021	0.723	0.001	3.95	3.91	0.000	-24	60	-2
					0.932	0.003	3.71	3.68	0.000	-12	56	32
		0.926	29	0.188	0.940	0.003	3.70	3.66	0.000	-8	-78	-34
					0.995	0.006	3.48	3.46	0.000	-20	-66	-50
		0.926	29	0.188	0.997	0.006	3.45	3.43	0.000	-42	-66	34
					0.714	0.090	3.44	3.41	0.000	-4	-48	24
		0.274	98	0.023	0.997	0.007	3.44	3.41	0.000	-4	-48	24
					0.999	0.008	3.40	3.37	0.000	-6	-56	34
		1.000	2	0.755	1.000	0.009	3.34	3.31	0.000	-8	-62	42
					0.999	0.008	3.39	3.37	0.000	-30	-30	-2
		0.991	15	0.340	1.000	0.009	3.32	3.30	0.000	-42	12	50
					0.998	0.010	3.32	3.29	0.000	32	-40	-24
1.000	5	0.595	1.000	0.011	3.28	3.25	0.001	-28	-30	-6		
			1.000	0.011	3.26	3.24	0.001	-32	-68	34		
1.000	4	0.640	1.000	0.012	3.24	3.22	0.001	-66	-18	10		
			1.000	0.012	3.22	3.20	0.001	48	-40	-6		

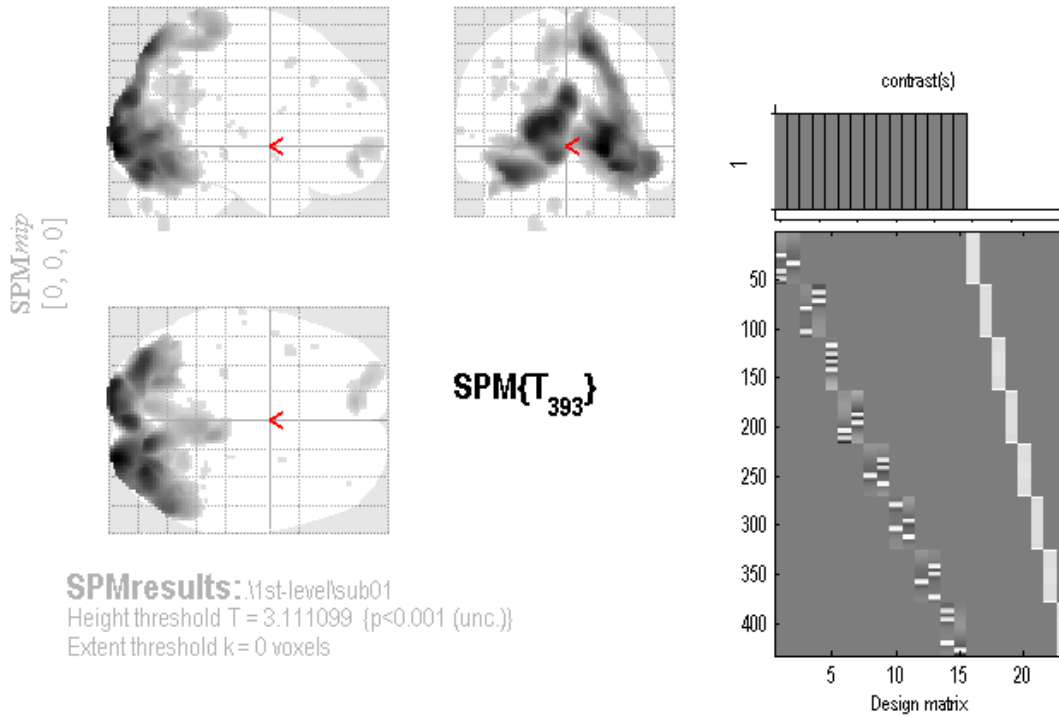
table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: $T = 3.11, p = 0.001$ (1.000) ($p < 0.001$ (unc.))
 Extent threshold: $k = 0$ voxels, $p = 1.000$ (1.000)
 Expected voxels per cluster, $<k> = 17.804$
 Expected number of clusters, $<c> = 13.88$
 Expected false discovery rate, $<= 0.02$

Degrees of freedom = [1.0, 393.0]
 FWHM = 10.4 11.1 10.6 mm mm mm; 5.2 5.6 5.3 (voxels);
 Volume: 1710800 = 213850 voxels = 1287.0 resels
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 153.01 voxels)
 Page 1

図 C.1 被験者 A の快・不快画像呈示時の脳情報詳細 p1

[valence]high and low



Statistics: *p-values adjusted for search volume*

set-level		cluster-level			voxel-level					mm mm mm		
<i>p</i>	<i>c</i>	<i>p</i> _{corrected}	<i>k</i> _E	<i>p</i> _{uncorrected}	<i>p</i> _{FWE-corr}	<i>p</i> _{FDR-corr}	<i>T</i>	(<i>Z</i> _≡)	<i>p</i> _{uncorrected}			
1.000		1.000	2	0.755	1.000	0.013	3.21	3.19	0.001	-34	-54	44
1.000		1.000	2	0.755	1.000	0.013	3.21	3.19	0.001	24	8	22
1.000		1.000	4	0.640	1.000	0.013	3.20	3.18	0.001	-14	-62	74
1.000		1.000	1	0.838	1.000	0.013	3.20	3.17	0.001	-44	-32	28
1.000		1.000	1	0.838	1.000	0.014	3.17	3.15	0.001	40	-42	-4
1.000		1.000	1	0.838	1.000	0.015	3.16	3.14	0.001	-12	-50	2
1.000		1.000	1	0.838	1.000	0.015	3.16	3.14	0.001	14	-70	-40
1.000		1.000	2	0.755	1.000	0.015	3.16	3.14	0.001	22	-24	14
1.000		1.000	4	0.640	1.000	0.015	3.15	3.12	0.001	-44	26	36
1.000		1.000	1	0.838	1.000	0.016	3.13	3.10	0.001	-58	-16	6
1.000		1.000	2	0.755	1.000	0.016	3.12	3.10	0.001	-52	2	-6
1.000		1.000	1	0.838	1.000	0.017	3.11	3.09	0.001	38	48	24

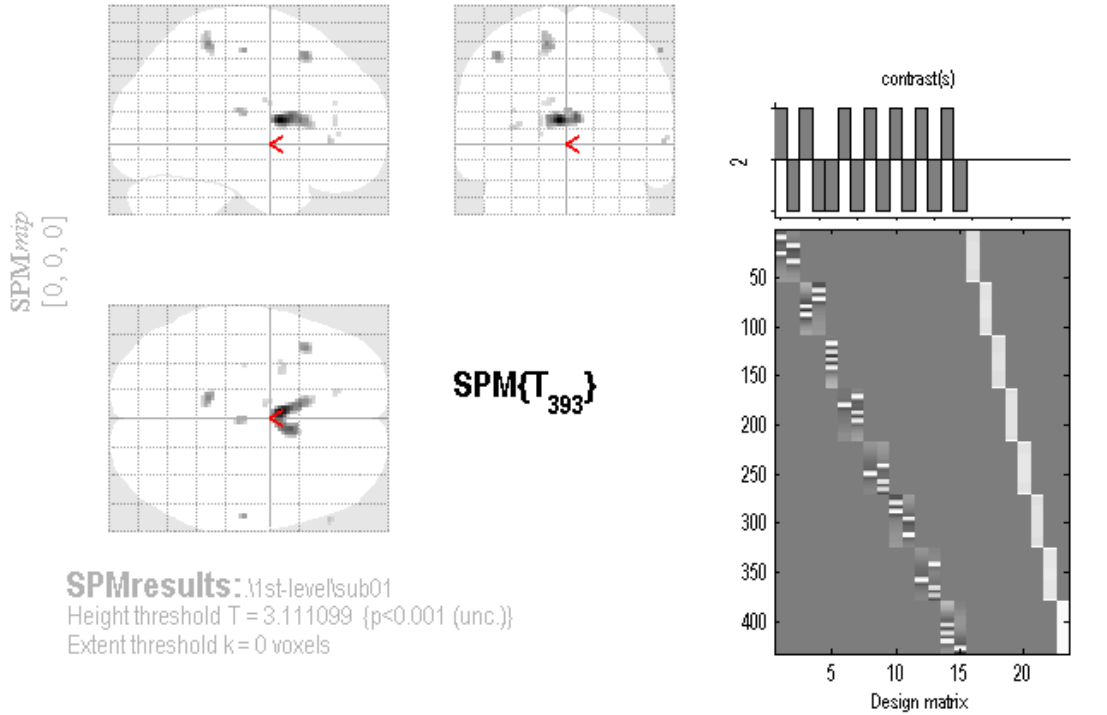
table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: $T = 3.11, p = 0.001$ (1.000) { $p < 0.001$ (unc.)}
 Extent threshold: $k = 0$ voxels, $p = 1.000$ (1.000)
 Expected voxels per cluster, $<k> = 17.804$
 Expected number of clusters, $<c> = 13.88$
 Expected false discovery rate, $<= 0.02$

Degrees of freedom = [1.0, 393.0]
 FWHM = 10.4 11.1 10.6 mm mm mm; 5.2 5.6 5.3 (voxels);
 Volume: 1710800 = 213850 voxels = 1287.0 resels
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 153.01 voxels)
 Page 2/2

図 C.2 被験者 A の快・不快画像呈示時の脳情報詳細 p2

[valence]high vs low



Statistics: *p-values adjusted for search volume*

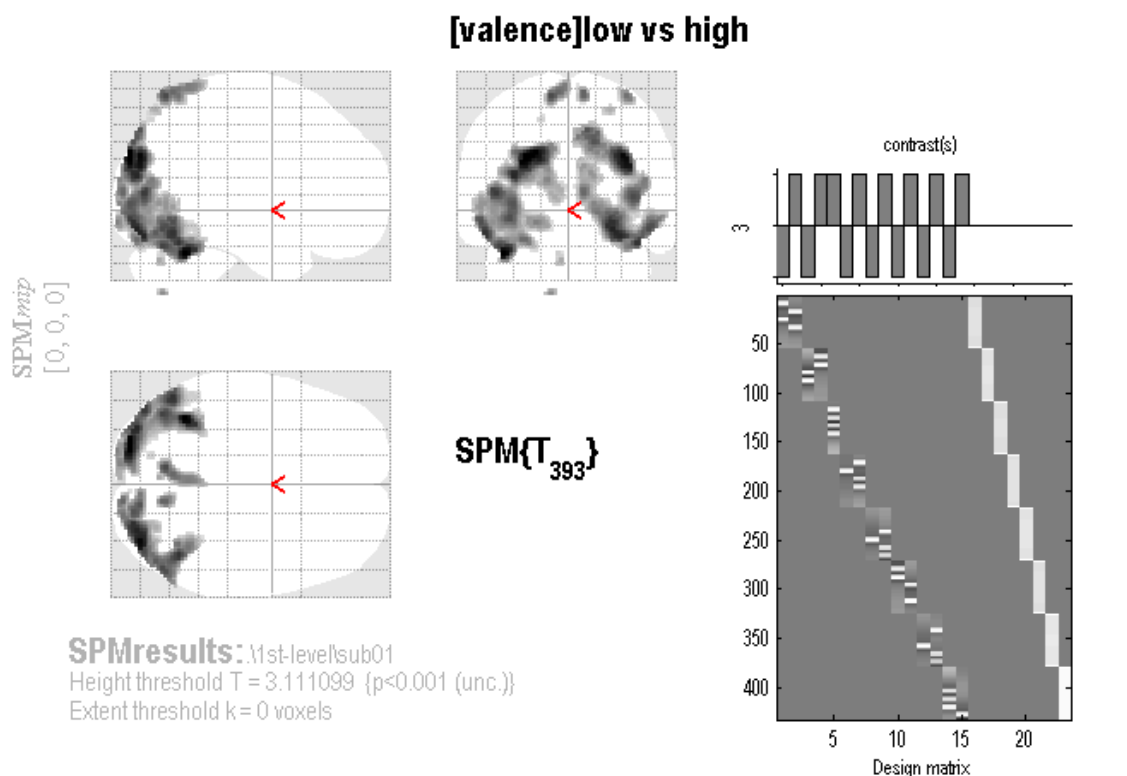
set-level		cluster-level			voxel-level					mm mm mm		
<i>p</i>	<i>c</i>	<i>p</i> _{corrected}	<i>k</i> _E	<i>p</i> _{uncorrected}	<i>p</i> _{FWE-corr}	<i>p</i> _{FDR-corr}	<i>T</i>	(<i>Z</i> _≡)	<i>p</i> _{uncorrected}			
0.453	13	0.063	174	0.005	0.376	0.417	4.20	4.15	0.000	-4	6	14
					0.877	0.417	3.75	3.72	0.000	6	12	16
					0.936	0.417	3.66	3.63	0.000	-8	18	14
		0.714	50	0.102	0.984	0.417	3.52	3.49	0.000	-12	-38	60
		0.962	22	0.267	0.987	0.417	3.50	3.48	0.000	-42	22	52
		1.000	2	0.766	0.996	0.417	3.42	3.39	0.000	58	-16	56
		0.996	10	0.458	0.998	0.417	3.37	3.34	0.000	2	-20	20
		1.000	3	0.705	1.000	0.417	3.26	3.24	0.001	60	36	2
		0.999	7	0.541	1.000	0.417	3.20	3.17	0.001	-32	8	10
		1.000	2	0.766	1.000	0.417	3.17	3.15	0.001	-8	-4	26
		1.000	3	0.705	1.000	0.417	3.17	3.15	0.001	-16	40	12
		1.000	1	0.845	1.000	0.417	3.15	3.12	0.001	-16	42	6
		1.000	1	0.845	1.000	0.417	3.13	3.11	0.001	-10	0	24
		1.000	1	0.845	1.000	0.417	3.13	3.10	0.001	-14	40	24
		1.000	1	0.845	1.000	0.417	3.12	3.10	0.001	-32	-16	20

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: $T = 3.11, p = 0.001$ (1.000) ($p < 0.001$ (unc.))
 Extent threshold: $k = 0$ voxels, $p = 1.000$ (1.000)
 Expected voxels per cluster, $\langle k \rangle = 19.284$
 Expected number of clusters, $\langle c \rangle = 12.26$
 Expected false discovery rate, ≤ 0.42

Degrees of freedom = [1.0, 393.0]
 FWHM = 11.0 11.3 10.7 mm mm mm; 5.5 5.6 5.4 (voxels);
 Volume: 1628464 = 203558 voxels = 1132.4 resels
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 165.73 voxels)

図 C.3 被験者 B の快画像呈示時の脳情報詳細



Statistics: p-values adjusted for search volume

set-level		cluster-level			voxel-level					mm mm mm		
p	c	p _{corrected}	k _E	p _{uncorrected}	p _{FWE-corr}	p _{FDR-corr}	T	(Z _≡)	p _{uncorrected}			
0.861	9	0.000	2046	0.000	0.120	0.030	4.55	4.49	0.000	-26	-68	30
					0.142	0.030	4.51	4.45	0.000	-40	-54	-26
					0.322	0.030	4.26	4.21	0.000	-34	-84	20
		0.000	1585	0.000	0.168	0.030	4.46	4.40	0.000	34	-82	32
					0.283	0.030	4.30	4.25	0.000	28	-84	-12
					0.398	0.030	4.18	4.13	0.000	42	-58	-20
		0.095	153	0.008	0.584	0.030	4.02	3.98	0.000	-10	-66	68
					0.892	0.030	3.73	3.70	0.000	-2	-52	72
					0.744	0.030	3.89	3.85	0.000	10	-68	70
		0.736	48	0.109	0.834	0.030	3.80	3.77	0.000	36	-58	68
					0.994	0.031	3.64	3.61	0.000	-10	-68	-50
					0.992	0.033	3.44	3.42	0.000	-4	-70	-30
		0.967	21	0.278	0.996	0.034	3.42	3.40	0.000	26	-72	60
					0.999	0.046	3.19	3.17	0.001	-16	-74	54

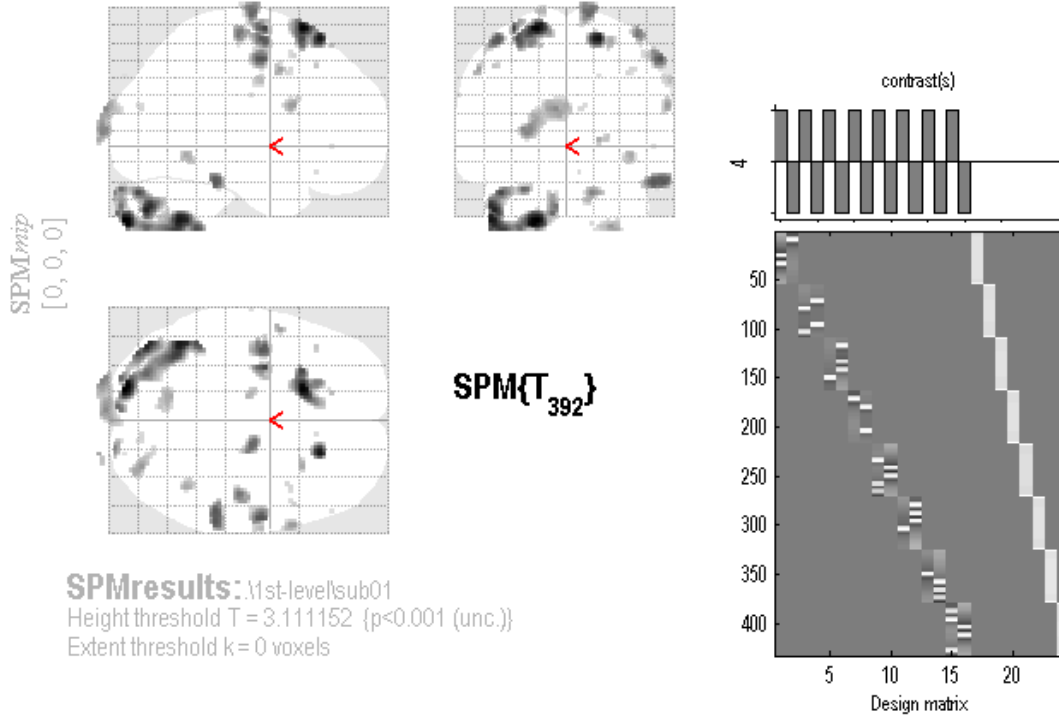
table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.11, p = 0.001 (1.000) (p<0.001 (unc.))
 Extent threshold: k = 0 voxels, p = 1.000 (1.000)
 Expected voxels per cluster, <k> = 19.284
 Expected number of clusters, <c> = 12.26
 Expected false discovery rate, <c> = 0.05

Degrees of freedom = [1.0, 393.0]
 FWHM = 11.0 11.3 10.7 mm mm mm; 5.5 5.6 5.4 (voxels);
 Volume: 1628464 = 203558 voxels = 1132.4 resels
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 165.73 voxels)

図 C.4 被験者 B の不快画像呈示時の脳情報詳細

[valence]high vs low



Statistics: p-values adjusted for search volume

set-level		cluster-level			voxel-level					mm mm mm							
p	c	p _{corrected}	k _E	p _{uncorrected}	p _{FWE-corr}	p _{FDR-corr}	T	(Z _≡)	p _{uncorrected}								
0.113	31	0.000	488	0.000	0.000	0.000	6.00	5.86	0.000	-18	-90	-44					
					0.002	0.000	5.63	5.52	0.000	-46	-56	-44					
					0.023	0.001	5.14	5.05	0.000	-40	-58	-50					
		0.001	245	0.000	0.001	0.000	5.86	5.74	0.000	-18	20	70					
					0.052	0.001	4.94	4.86	0.000	-30	20	64					
					0.411	0.006	4.37	4.31	0.000	-22	28	62					
		0.427	55	0.023	0.002	0.000	5.65	5.54	0.000	20	30	64					
					0.005	0.000	5.45	5.34	0.000	-44	-76	-38					
					0.050	0.001	4.95	4.87	0.000	-40	-82	-28					
		0.232	0.004	4.55	4.49	0.000	-26	-92	-26								
							0.792	34	0.064	0.042	0.001	4.99	4.91	0.000	-32	-4	70
							0.180	79	0.008	0.077	0.002	4.84	4.77	0.000	58	-6	52
		0.505	50	0.029	0.091	0.002	4.81	4.73	0.000	-42	-6	64					
					0.216	74	0.010	0.092	0.002	4.80	4.73	0.000	54	-34	-22		
					0.241	71	0.011	0.201	0.003	4.59	4.53	0.000	14	-12	78		
0.442	54	0.024	0.300	0.004	4.47	4.41	0.000	44	-20	66							
			0.004	191	0.000	0.539	0.008	4.26	4.21	0.000	-24	-104	8				
			0.662	0.010	4.17	4.12	0.000	-6	-102	22							
0.975	0.025	3.80	3.76	0.000	-20	-102	18										

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

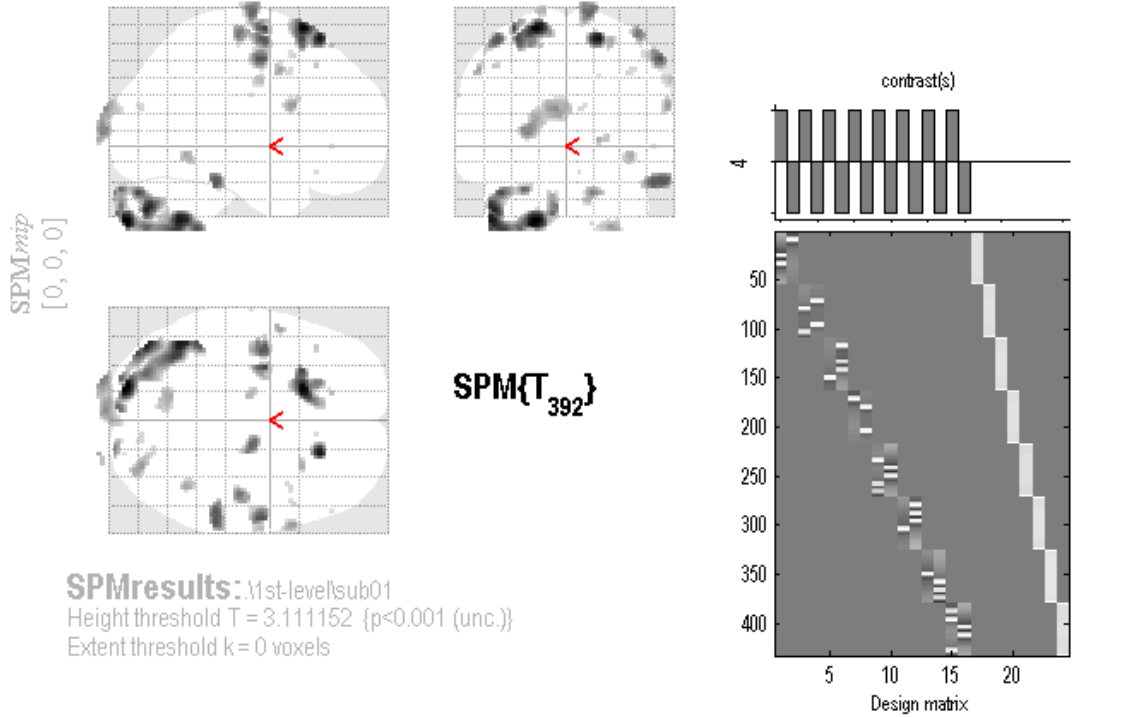
Height threshold: T = 3.11, p = 0.001 (1.000) (p<0.001 (unc.))
 Extent threshold: k = 0 voxels, p = 1.000 (1.000)
 Expected voxels per cluster, <k> = 9.944
 Expected number of clusters, <c> = 24.44
 Expected false discovery rate, <= 0.12

Degrees of freedom = [1.0, 392.0]
 FWHM = 8.7 8.9 8.8 mm mm mm; 4.3 4.5 4.4 {voxels};
 Volume: 1765184 = 220648 voxels = 2398.5 resels
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 85.46 voxels)

Page 1

図 C.5 被験者 C の快画像呈示時の脳情報詳細 p1

[valence]high vs low



Statistics: *p-values adjusted for search volume*

set-level		cluster-level			voxel-level					mm mm mm		
<i>p</i>	<i>c</i>	<i>p</i> _{corrected}	<i>k</i> _E	<i>p</i> _{uncorrected}	<i>p</i> _{FWE-corr}	<i>p</i> _{FDR-corr}	<i>T</i>	(<i>Z</i> _≡)	<i>p</i> _{uncorrected}			
		0.965	21	0.137	0.578	0.008	4.23	4.18	0.000	16	-96	-28
		0.359	60	0.018	0.877	0.016	3.97	3.93	0.000	28	-80	-48
		0.888	28	0.090	0.889	0.017	3.96	3.92	0.000	62	12	24
		1.000	9	0.323	0.939	0.020	3.88	3.84	0.000	-54	6	46
		0.385	58	0.020	0.975	0.025	3.80	3.76	0.000	-14	-64	-44
		1.000	7	0.384	0.975	0.025	3.80	3.76	0.000	20	-106	4
		0.983	18	0.166	0.977	0.026	3.79	3.75	0.000	28	20	62
		0.927	25	0.107	0.980	0.026	3.78	3.74	0.000	40	-52	-6
		0.997	13	0.236	0.998	0.038	3.64	3.60	0.000	-16	-12	80
		0.978	19	0.155	0.999	0.042	3.59	3.56	0.000	64	-6	38
		1.000	2	0.660	1.000	0.048	3.54	3.51	0.000	-16	38	60
		1.000	3	0.581	1.000	0.059	3.44	3.41	0.000	-44	28	48
		1.000	3	0.581	1.000	0.085	3.28	3.26	0.001	50	14	54
		1.000	4	0.517	1.000	0.094	3.24	3.21	0.001	40	12	46
		1.000	4	0.517	1.000	0.094	3.23	3.21	0.001	10	-80	22
		1.000	1	0.770	1.000	0.109	3.16	3.14	0.001	8	28	-16
		1.000	1	0.770	1.000	0.111	3.16	3.14	0.001	16	-72	-46
		1.000	1	0.770	1.000	0.120	3.12	3.10	0.001	-66	-12	30
		1.000	1	0.770	1.000	0.121	3.12	3.10	0.001	20	-90	42

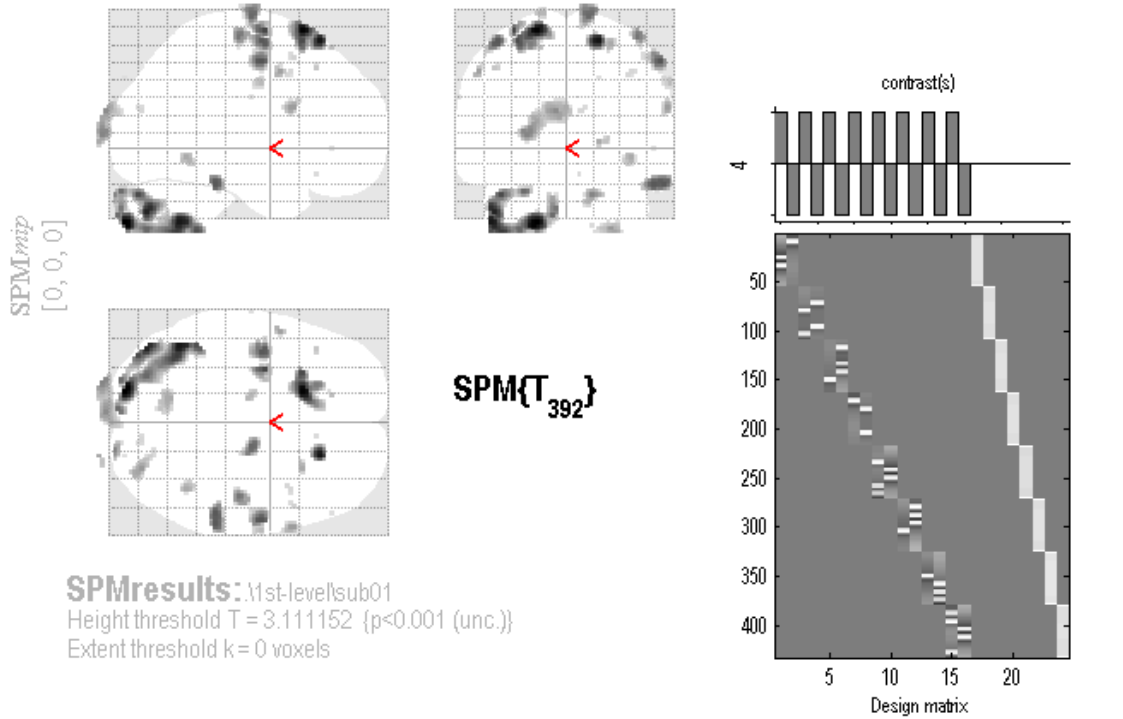
table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: $T = 3.11$, $p = 0.001$ (1.000) ($p < 0.001$ (unc.))
 Extent threshold: $k = 0$ voxels, $p = 1.000$ (1.000)
 Expected voxels per cluster, $\langle k \rangle = 9.944$
 Expected number of clusters, $\langle c \rangle = 24.44$
 Expected false discovery rate, ≤ 0.12

Degrees of freedom = [1.0, 392.0]
 FWHM = 8.7 8.9 8.8 mm mm mm; 4.3 4.5 4.4 {voxels};
 Volume: 1765184 = 220648 voxels = 2398.5 resels
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 85.46 voxels)
 Page 2

図 C.6 被験者 C の快画像呈示時の脳情報詳細 p2

[valence]high vs low



Statistics: p-values adjusted for search volume

set-level		cluster-level			voxel-level					mm mm mm		
p	c	p _{corrected}	k _E	p _{uncorrected}	p _{FWE-corr}	p _{FDR-corr}	T	(Z _≡)	p _{uncorrected}			
		1.000	1	0.770	1.000	0.122	3.11	3.09	0.001	54	38	0

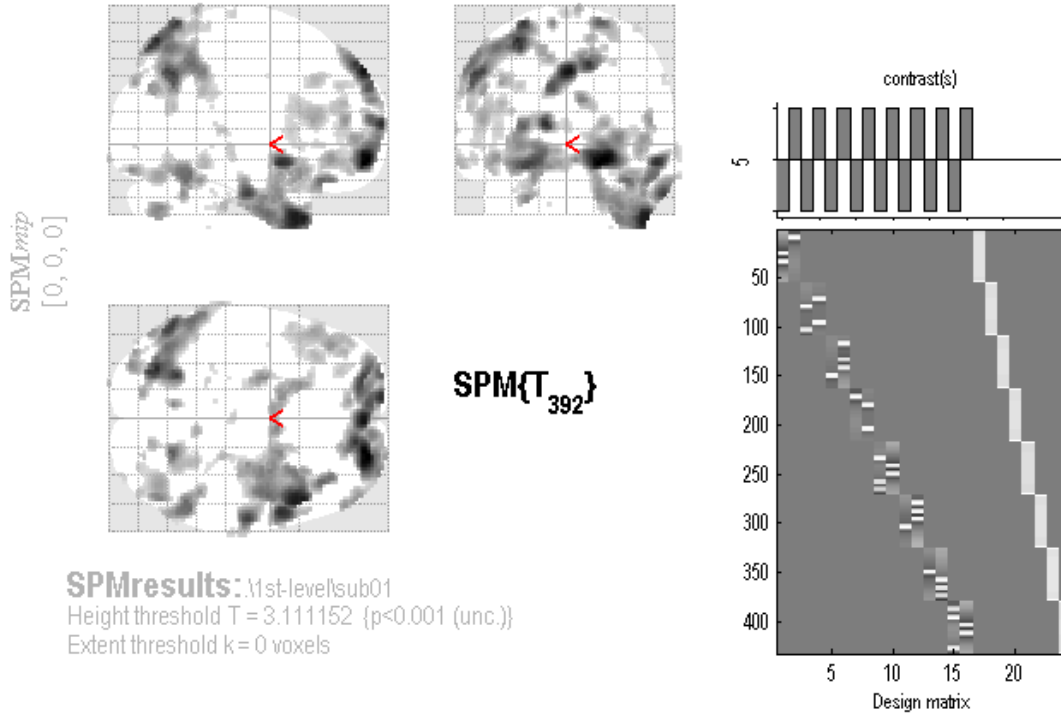
table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.11, p = 0.001 (1.000) (p<0.001 (unc.))
 Extent threshold: k = 0 voxels, p = 1.000 (1.000)
 Expected voxels per cluster, <k> = 9.944
 Expected number of clusters, <c> = 24.44
 Expected false discovery rate, <= 0.12

Degrees of freedom = [1.0, 392.0]
 FWHM = 8.7 8.9 8.8 mm mm mm; 4.3 4.5 4.4 {voxels};
 Volume: 1765184 = 220648 voxels = 2398.5 resels
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 85.46 voxels)
 Page 3/3

図 C.7 被験者 C の快画像呈示時の脳情報詳細 p3

[valence]low vs high



SPMresults: \1st-level\sub01
 Height threshold T = 3.111152 (p<0.001 (unc.))
 Extent threshold k = 0 voxels

Statistics: p-values adjusted for search volume

set-level		cluster-level			voxel-level					mm mm mm		
p	c	p _{corrected}	k _E	p _{uncorrected}	p _{FWE-corr}	p _{FDR-corr}	T	(Z _≡)	p _{uncorrected}			
0.000	47	0.000	1561	0.000	0.000	0.000	6.77	6.58	0.000	22	60	-10
					0.001	0.000	5.90	5.77	0.000	-12	68	12
					0.003	0.000	5.60	5.49	0.000	-22	56	-12
		0.000	402	0.000	0.000	0.000	6.34	6.19	0.000	2	58	44
					0.001	0.000	5.78	5.66	0.000	14	52	48
					0.009	0.000	5.34	5.24	0.000	-8	60	32
		0.000	1730	0.000	0.000	0.000	6.25	6.10	0.000	48	16	-46
					0.003	0.000	5.58	5.47	0.000	60	-14	-30
					0.040	0.000	5.01	4.93	0.000	46	-2	-42
		0.000	1145	0.000	0.001	0.000	5.94	5.81	0.000	-30	-70	62
					0.002	0.000	5.69	5.57	0.000	-26	-58	72
					0.002	0.000	5.62	5.51	0.000	-56	-60	42
		0.008	169	0.000	0.001	0.000	5.93	5.80	0.000	56	6	-12
					0.976	0.006	3.79	3.76	0.000	56	20	-12
		0.002	225	0.000	0.026	0.000	5.11	5.03	0.000	20	-62	72
					0.982	0.006	3.77	3.73	0.000	26	-46	70
		0.097	96	0.004	0.036	0.000	5.03	4.95	0.000	38	32	-22
		0.005	185	0.000	0.057	0.000	4.92	4.85	0.000	50	-52	-22
					0.420	0.001	4.36	4.30	0.000	48	-54	-30
					0.515	0.002	4.28	4.23	0.000	44	-44	-22

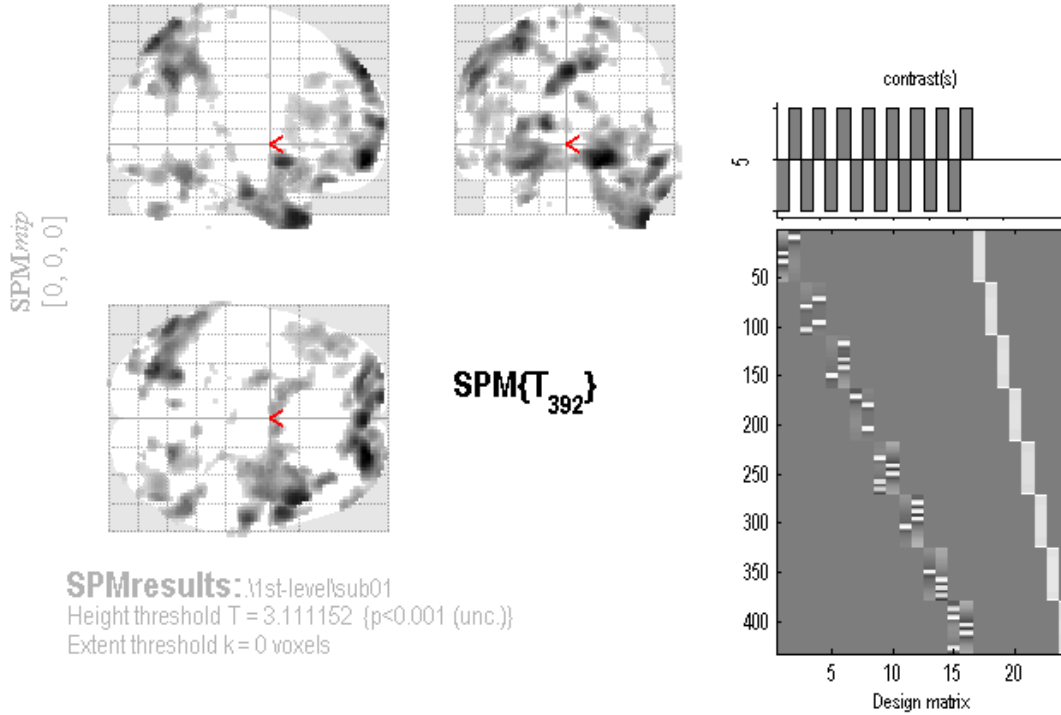
table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.11, p = 0.001 (1.000) {p<0.001 (unc.)}
 Extent threshold: k = 0 voxels, p = 1.000 (1.000)
 Expected voxels per cluster, <k> = 9.944
 Expected number of clusters, <c> = 24.44
 Expected false discovery rate, <= 0.03

Degrees of freedom = [1.0, 392.0]
 FWHM = 8.7 8.9 8.8 mm mm mm; 4.3 4.5 4.4 {voxels};
 Volume: 1765184 = 220648 voxels = 2398.5 resels
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 85.46 voxels)
 Page 1

図 C.8 被験者 C の不快画像呈示時の脳情報詳細 p1

[valence]low vs high



Statistics: *p-values adjusted for search volume*

set-level		cluster-level			voxel-level					mm mm mm		
<i>p</i>	<i>c</i>	<i>p</i> _{corrected}	<i>k</i> _E	<i>p</i> _{uncorrected}	<i>p</i> _{FWE-corr}	<i>p</i> _{FDR-corr}	<i>T</i>	(<i>Z</i> _≡)	<i>p</i> _{uncorrected}			
		0.108	93	0.005	0.188	0.001	4.61	4.55	0.000	10	62	26
		0.556	47	0.033	0.248	0.001	4.53	4.47	0.000	48	-68	-38
		0.323	63	0.016	0.253	0.001	4.52	4.46	0.000	-24	-4	-32
					1.000	0.020	3.30	3.27	0.001	-24	4	-28
		0.006	177	0.000	0.296	0.001	4.47	4.42	0.000	6	4	-10
					0.372	0.001	4.40	4.34	0.000	-20	18	-18
					0.432	0.001	4.35	4.29	0.000	-12	6	-12
		0.957	22	0.128	0.315	0.001	4.46	4.40	0.000	-8	-60	72
		0.457	53	0.025	0.367	0.001	4.40	4.35	0.000	-32	-86	-16
		0.000	687	0.000	0.489	0.002	4.30	4.25	0.000	-44	38	-10
					0.715	0.003	4.12	4.08	0.000	-52	26	14
					0.952	0.005	3.86	3.82	0.000	-40	44	24
		0.888	28	0.090	0.623	0.002	4.20	4.15	0.000	-40	-84	36
					1.000	0.023	3.24	3.22	0.001	-42	-76	44
		0.810	33	0.068	0.761	0.003	4.09	4.04	0.000	-10	48	52
		0.004	192	0.000	0.768	0.003	4.08	4.03	0.000	40	-68	-18
					0.999	0.010	3.61	3.58	0.000	44	-80	-18
					1.000	0.020	3.29	3.27	0.001	32	-78	-18
		0.987	17	0.178	0.880	0.004	3.97	3.93	0.000	8	-46	80

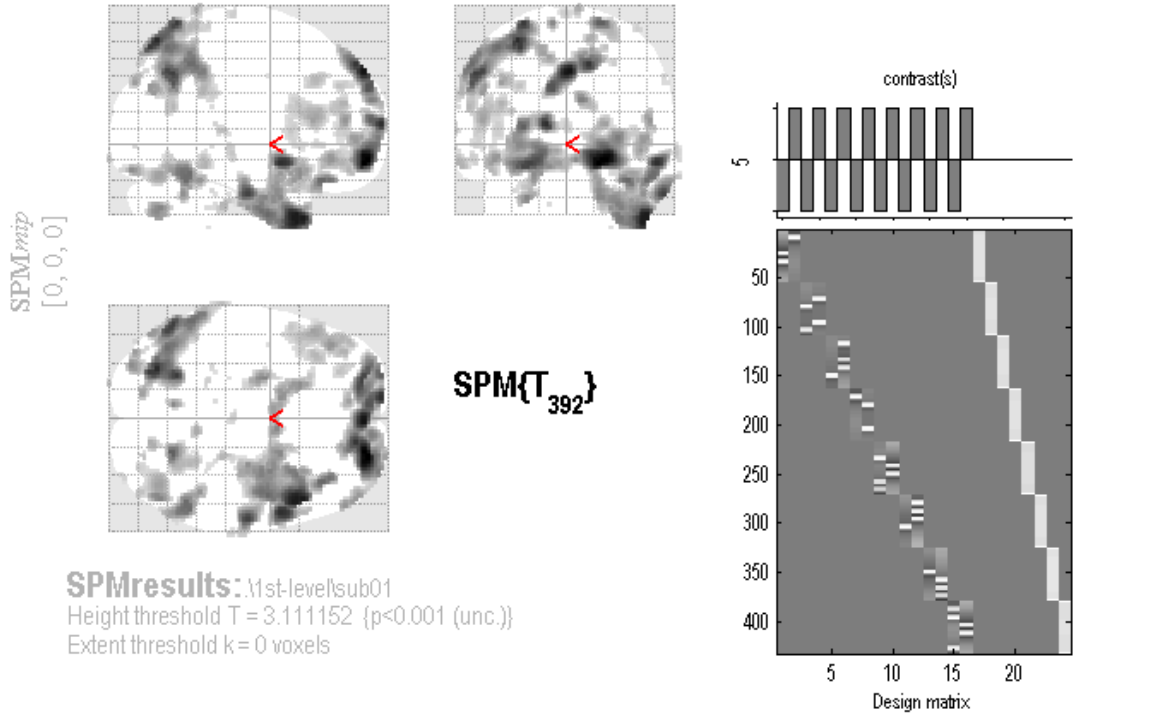
table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: $T = 3.11, p = 0.001$ (1.000) ($p < 0.001$ (unc.))
 Extent threshold: $k = 0$ voxels, $p = 1.000$ (1.000)
 Expected voxels per cluster, $\langle k \rangle = 9.944$
 Expected number of clusters, $\langle c \rangle = 24.44$
 Expected false discovery rate, ≤ 0.03

Degrees of freedom = [1.0, 392.0]
 FWHM = 8.7 8.9 8.8 mm mm mm; 4.3 4.5 4.4 {voxels};
 Volume: 1765184 = 220648 voxels = 2398.5 resels
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 85.46 voxels)
 Page 2

図 C.9 被験者 C の不快画像呈示時の脳情報詳細 p2

[valence]low vs high



SPMresults: .\1st-level\sub01
Height threshold T = 3.111152 (p<0.001 (unc.))
Extent threshold k = 0 voxels

Statistics: p-values adjusted for search volume

set-level		cluster-level			voxel-level					mm mm mm		
p	c	p _{corrected}	k _E	p _{uncorrected}	p _{FWE-corr}	p _{FDR-corr}	T	(Z _≡)	p _{uncorrected}			
		0.972	20	0.146	0.938	0.005	3.89	3.85	0.000	16	-72	64
		0.646	42	0.042	0.948	0.005	3.87	3.83	0.000	-64	-40	-14
					1.000	0.027	3.17	3.15	0.001	-66	-40	-4
		0.269	68	0.013	0.976	0.006	3.79	3.76	0.000	-38	28	38
		1.000	6	0.422	0.992	0.008	3.71	3.67	0.000	56	22	-18
		0.999	10	0.297	0.996	0.008	3.67	3.64	0.000	-68	-30	8
		1.000	2	0.660	0.999	0.010	3.59	3.56	0.000	-20	-100	-10
		1.000	6	0.422	0.999	0.010	3.59	3.56	0.000	24	-78	58
		0.810	33	0.068	0.999	0.010	3.57	3.54	0.000	-28	42	34
					1.000	0.019	3.32	3.29	0.000	-32	50	34
		0.987	17	0.178	1.000	0.012	3.53	3.50	0.000	68	-24	-6
		0.999	10	0.297	1.000	0.012	3.53	3.50	0.000	-34	58	20
		1.000	6	0.422	1.000	0.018	3.42	3.39	0.000	30	-82	48
		0.999	11	0.274	1.000	0.017	3.38	3.35	0.000	-58	-62	-10
		1.000	8	0.351	1.000	0.017	3.37	3.34	0.000	44	-44	68
		0.997	13	0.236	1.000	0.017	3.37	3.34	0.000	0	-24	76
		0.999	10	0.297	1.000	0.017	3.36	3.34	0.000	-22	-38	70
		1.000	3	0.581	1.000	0.018	3.35	3.32	0.000	36	-90	-16
		0.999	10	0.297	1.000	0.018	3.35	3.32	0.000	-56	32	-2

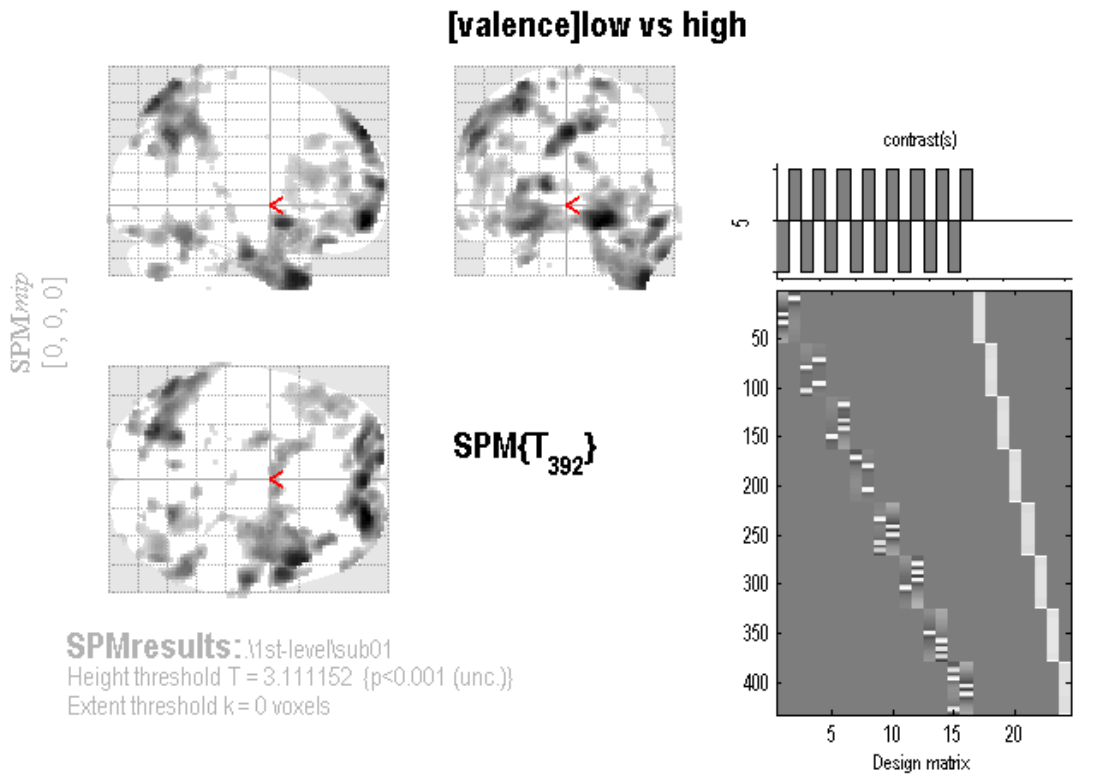
table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.11, p = 0.001 (1.000) (p<0.001 (unc.))
 Extent threshold: k = 0 voxels, p = 1.000 (1.000)
 Expected voxels per cluster, <k> = 9.944
 Expected number of clusters, <c> = 24.44
 Expected false discovery rate, <= 0.03

Degrees of freedom = [1.0, 392.0]
 FWHM = 8.7 8.9 8.8 mm mm mm; 4.3 4.5 4.4 {voxels};
 Volume: 1765184 = 220648 voxels = 2398.5 resels
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 85.46 voxels)

Page 3

図 C.10 被験者 C の不快画像呈示時の脳情報詳細 p3



Statistics: p -values adjusted for search volume

set-level		cluster-level			voxel-level					mm mm mm
p	c	$p_{corrected}$	k_E	$p_{uncorrected}$	$p_{FWE-corr}$	$p_{FDR-corr}$	T	(Z_{\equiv})	$p_{uncorrected}$	
1.000		1.000	2	0.660	1.000	0.021	3.28	3.26	0.001	-32 -36 -28
1.000		1.000	1	0.770	1.000	0.022	3.26	3.23	0.001	-46 -84 -2
1.000		1.000	4	0.517	1.000	0.023	3.23	3.21	0.001	60 -60 40
1.000		1.000	1	0.770	1.000	0.024	3.22	3.20	0.001	-68 -36 -2
1.000		1.000	1	0.770	1.000	0.025	3.20	3.18	0.001	-44 36 40
1.000		1.000	1	0.770	1.000	0.025	3.20	3.18	0.001	-10 -34 -36
1.000		1.000	1	0.770	1.000	0.026	3.19	3.16	0.001	-66 -36 22
1.000		1.000	1	0.770	1.000	0.028	3.16	3.13	0.001	-24 -26 -30
1.000		1.000	1	0.770	1.000	0.029	3.14	3.12	0.001	28 -38 -50
1.000		1.000	1	0.770	1.000	0.030	3.12	3.10	0.001	-28 -34 -30
1.000		1.000	1	0.770	1.000	0.030	3.12	3.09	0.001	-44 -2 40

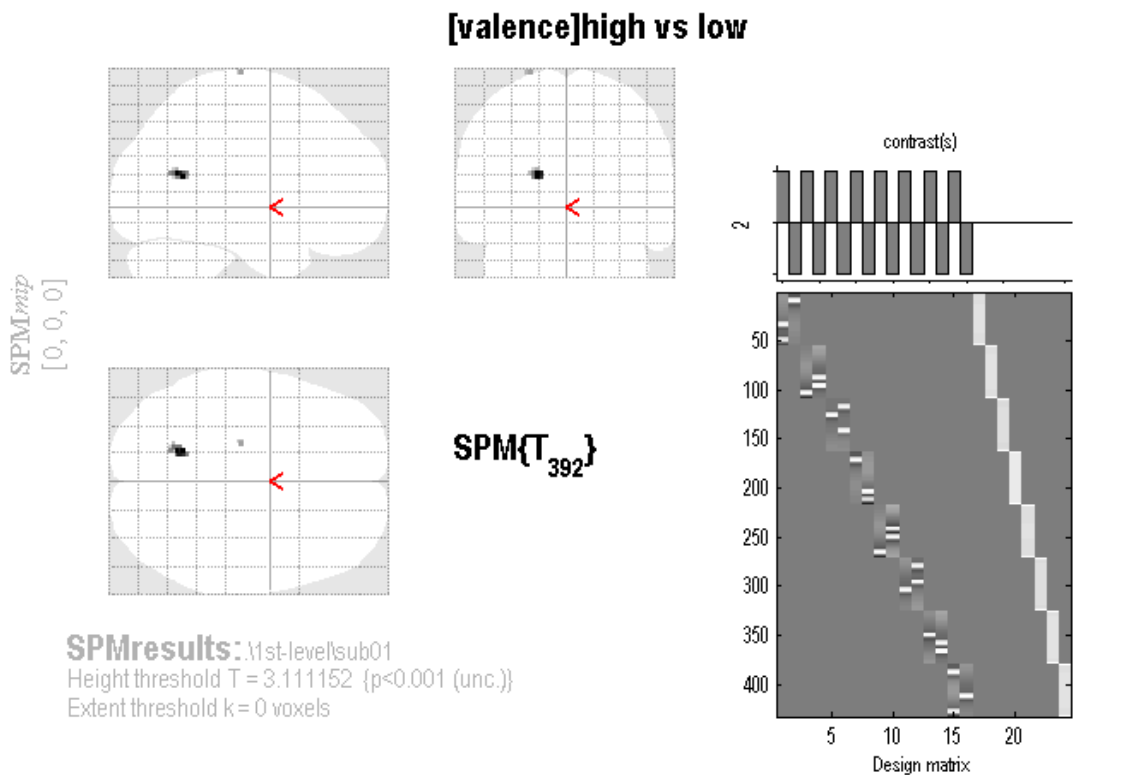
table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: $T = 3.11$, $p = 0.001$ (1.000) ($p < 0.001$ (unc.))
 Extent threshold: $k = 0$ voxels, $p = 1.000$ (1.000)
 Expected voxels per cluster, $\langle k \rangle = 9.944$
 Expected number of clusters, $\langle c \rangle = 24.44$
 Expected false discovery rate, ≤ 0.03

Degrees of freedom = [1.0, 392.0]
 FWHM = 8.7 8.9 8.8 mm mm mm; 4.3 4.5 4.4 {voxels};
 Volume: 1765184 = 220648 voxels = 2398.5 resels
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 85.46 voxels)

Page 4/4

図 C.11 被験者 C の不快画像呈示時の脳情報詳細 p4



Statistics: p -values adjusted for search volume

set-level		cluster-level			voxel-level					mm mm mm		
p	c	$p_{corrected}$	k_E	$p_{uncorrected}$	$p_{FWE-corr}$	$p_{FDR-corr}$	T	(Z_{\equiv})	$p_{uncorrected}$			
1.000	2	0.930	24	0.100	1.000	1.000	3.36	3.34	0.000	-18	-58	20
		1.000	3	0.562	1.000	1.000	3.19	3.16	0.001	-22	-18	80

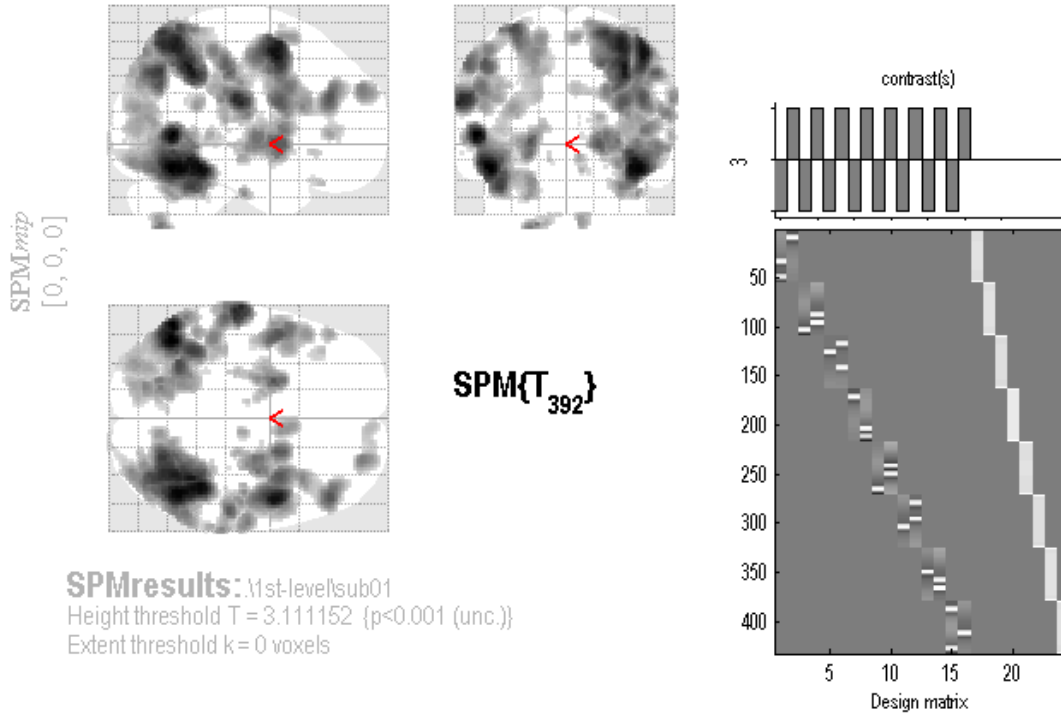
table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: $T = 3.11$, $p = 0.001$ (1.000) ($p < 0.001$ (unc.))
 Extent threshold: $k = 0$ voxels, $p = 1.000$ (1.000)
 Expected voxels per cluster, $\langle k \rangle = 9.128$
 Expected number of clusters, $\langle c \rangle = 26.60$
 Expected false discovery rate, ≤ 1.00

Degrees of freedom = [1.0, 392.0]
 FWHM = 8.4 8.7 8.6 mm mm mm; 4.2 4.3 4.3 {voxels};
 Volume: 1764720 = 220590 voxels = 2603.9 resels
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 78.45 voxels)

図 C.12 被験者 D の快画像呈示時の脳情報詳細

[valence]low vs high



SPMresults: \1st-level\sub01
 Height threshold T = 3.111152 (p<0.001 (unc.))
 Extent threshold k = 0 voxels

Statistics: p-values adjusted for search volume

set-level		cluster-level			voxel-level					mm mm mm		
p	c	p _{corrected}	k _E	p _{uncorrected}	p _{FWE-corr}	p _{FDR-corr}	T	(Z _≡)	p _{uncorrected}			
0.346	29	0.000	5190	0.000	0.002	0.000	5.68	5.57	0.000	-46	-60	-14
					0.003	0.000	5.59	5.48	0.000	-56	-60	6
					0.020	0.000	5.18	5.09	0.000	-66	-18	24
		0.000	5634	0.000	0.003	0.000	5.59	5.48	0.000	46	-56	-16
					0.005	0.000	5.51	5.40	0.000	42	-44	-16
					0.008	0.000	5.39	5.29	0.000	36	-50	46
		0.000	2910	0.000	0.007	0.000	5.42	5.31	0.000	48	4	56
					0.173	0.000	4.65	4.59	0.000	46	36	28
					0.188	0.000	4.63	4.57	0.000	36	6	26
		0.000	936	0.000	0.173	0.000	4.65	4.59	0.000	-50	6	48
					0.477	0.001	4.33	4.28	0.000	-52	10	34
					0.926	0.002	3.93	3.89	0.000	-50	22	24
		0.000	630	0.000	0.180	0.000	4.64	4.58	0.000	-22	2	2
					0.413	0.001	4.39	4.33	0.000	-22	6	-6
					0.789	0.002	4.09	4.04	0.000	-24	-8	-2
		0.000	889	0.000	0.198	0.000	4.62	4.55	0.000	20	4	0
					0.469	0.001	4.34	4.29	0.000	24	-10	4
					0.475	0.001	4.33	4.28	0.000	32	-8	2
0.047	109	0.002	0.563	0.001	4.27	4.21	0.000	-22	-68	-50		
			0.993	0.004	3.72	3.69	0.000	-14	-70	-48		

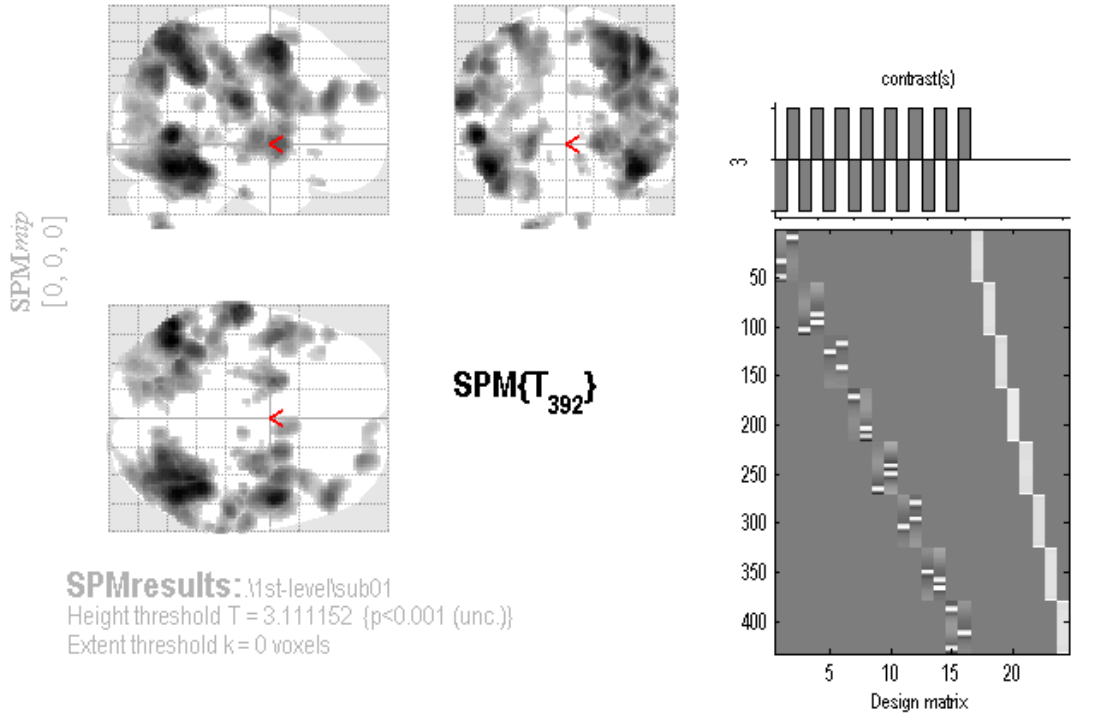
table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.11, p = 0.001 (1.000) (p=0.001 (unc.))
 Extent threshold: k = 0 voxels, p = 1.000 (1.000)
 Expected voxels per cluster, <k> = 9.128
 Expected number of clusters, <c> = 26.60
 Expected false discovery rate, <= 0.01

Degrees of freedom = [1.0, 392.0]
 FWHM = 8.4 8.7 8.6 mm mm mm; 4.2 4.3 4.3 {voxels};
 Volume: 1764720 = 220590 voxels = 2603.9 resels
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 78.45 voxels)

図 C.13 被験者 D の不快画像呈示時の脳情報詳細 p1

[valence]low vs high



Statistics: *p-values adjusted for search volume*

set-level		cluster-level			voxel-level					mm mm mm		
<i>p</i>	<i>c</i>	<i>p</i> _{corrected}	<i>k</i> _E	<i>p</i> _{uncorrected}	<i>p</i> _{FWE-corr}	<i>p</i> _{FDR-corr}	<i>T</i>	(<i>Z</i> _≡)	<i>p</i> _{uncorrected}			
		0.000	269	0.000	0.610	0.001	4.23	4.18	0.000	26	56	32
					1.000	0.005	3.55	3.52	0.000	6	60	32
					1.000	0.007	3.38	3.35	0.000	14	62	30
		0.805	32	0.061	0.856	0.002	4.02	3.98	0.000	44	-16	-30
		0.008	157	0.000	0.907	0.002	3.96	3.92	0.000	-56	4	4
					1.000	0.008	3.32	3.29	0.000	-48	12	-4
		0.022	130	0.001	0.924	0.002	3.94	3.90	0.000	6	10	64
					1.000	0.009	3.28	3.26	0.001	14	6	70
		0.242	67	0.010	0.938	0.002	3.91	3.87	0.000	-52	-46	22
					1.000	0.009	3.26	3.24	0.001	-60	-48	26
		0.232	68	0.010	0.954	0.003	3.88	3.84	0.000	8	-68	-46
		0.533	46	0.029	0.967	0.003	3.85	3.81	0.000	-50	36	6
		0.841	30	0.069	0.987	0.003	3.77	3.74	0.000	8	-16	-8
		0.941	23	0.107	0.999	0.005	3.62	3.59	0.000	10	-70	-16
		0.918	25	0.094	1.000	0.006	3.51	3.48	0.000	-40	32	-24
		0.969	20	0.130	1.000	0.006	3.45	3.42	0.000	38	26	-4
		1.000	5	0.445	1.000	0.007	3.38	3.36	0.000	-10	-14	-10
		1.000	1	0.758	1.000	0.011	3.20	3.18	0.001	28	-90	2
		1.000	3	0.562	1.000	0.011	3.18	3.16	0.001	-28	-40	-32

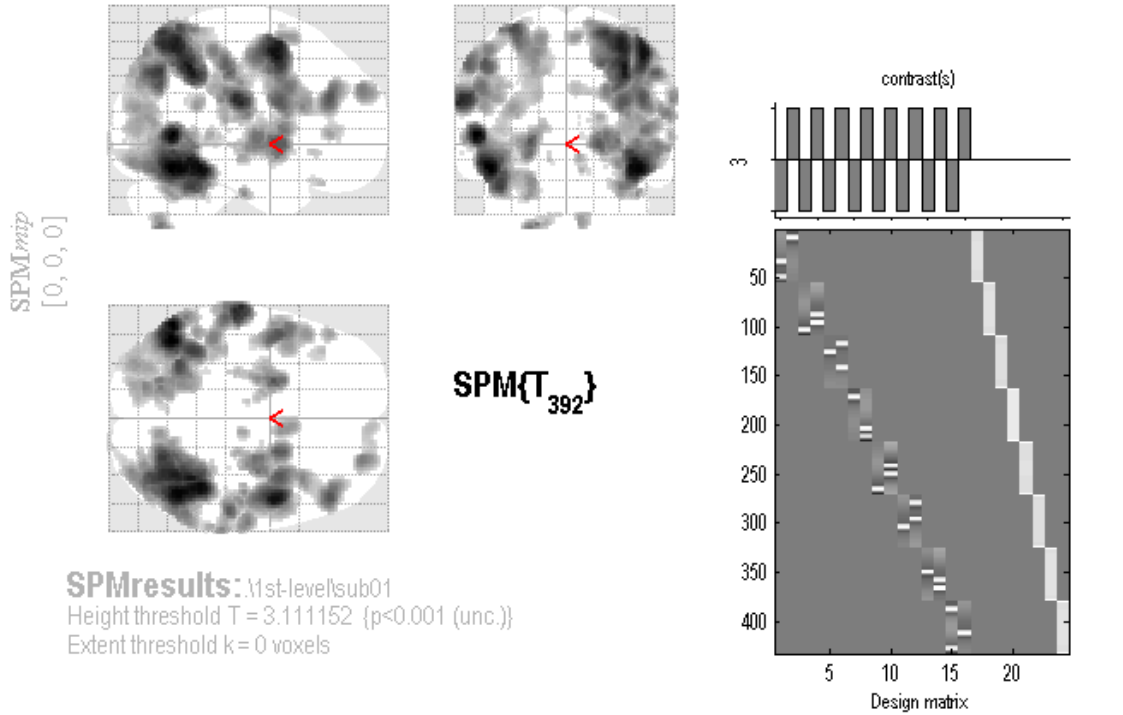
table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: $T = 3.11, p = 0.001$ (1.000) ($p < 0.001$ (unc.))
 Extent threshold: $k = 0$ voxels, $p = 1.000$ (1.000)
 Expected voxels per cluster, $\langle k \rangle = 9.128$
 Expected number of clusters, $\langle c \rangle = 26.60$
 Expected false discovery rate, ≤ 0.01

Degrees of freedom = [1.0, 392.0]
 FWHM = 8.4 8.7 8.6 mm mm mm; 4.2 4.3 4.3 {voxels};
 Volume: 1764720 = 220590 voxels = 2603.9 resels
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 78.45 voxels)
 Page 2

図 C.14 被験者 D の不快画像呈示時の脳情報詳細 p2

[valence]low vs high



SPMresults: .\st-level\sub01
Height threshold T = 3.111152 {p<0.001 (unc.)}
Extent threshold k = 0 voxels

Statistics: p-values adjusted for search volume

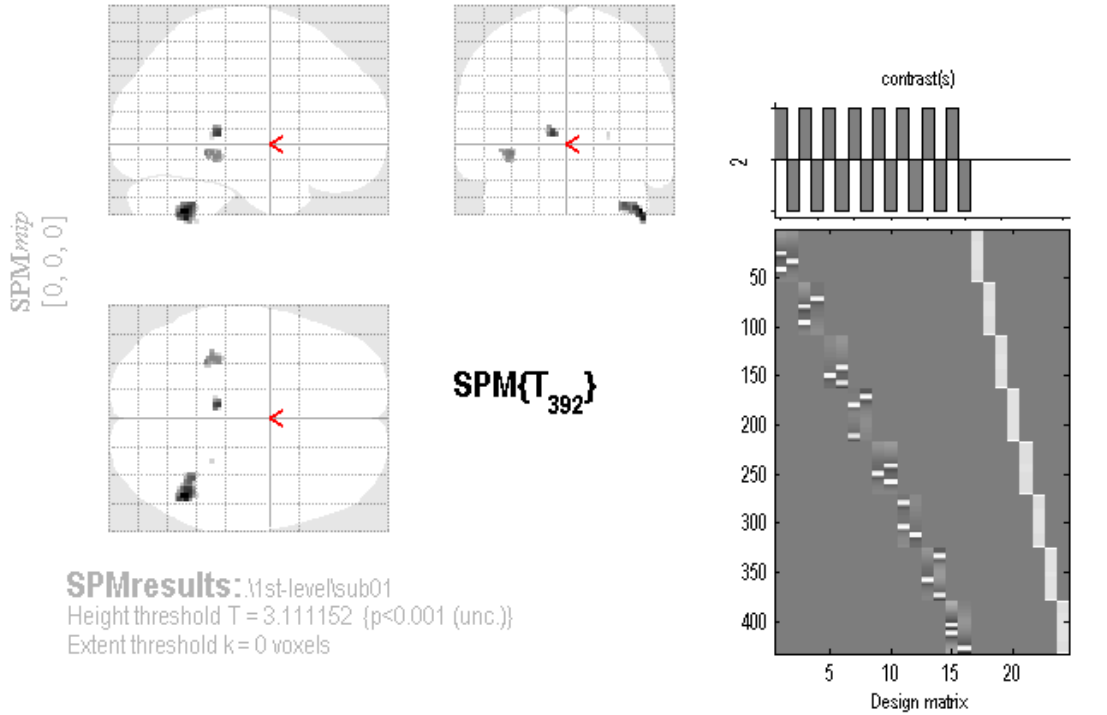
set-level		cluster-level			voxel-level					mm mm mm		
p	c	p _{corrected}	k _E	p _{uncorrected}	p _{FWE-corr}	p _{FDR-corr}	T	(Z _≡)	p _{uncorrected}			
1.000		1.000	1	0.758	1.000	0.011	3.17	3.15	0.001	24	2	-14
1.000		1.000	1	0.758	1.000	0.012	3.16	3.14	0.001	-30	-40	36
1.000		1.000	2	0.644	1.000	0.012	3.15	3.13	0.001	-28	-42	38
1.000		1.000	1	0.758	1.000	0.012	3.13	3.11	0.001	30	-26	8
1.000		1.000	1	0.758	1.000	0.013	3.12	3.10	0.001	-64	-46	-6
1.000		1.000	1	0.758	1.000	0.013	3.12	3.10	0.001	8	-98	16
1.000		1.000	1	0.758	1.000	0.013	3.12	3.10	0.001	8	-98	12
1.000		1.000	1	0.758	1.000	0.013	3.11	3.09	0.001	42	-28	44

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.11, p = 0.001 (1.000) {p<0.001 (unc.)} Degrees of freedom = [1.0, 392.0]
Extent threshold: k = 0 voxels, p = 1.000 (1.000) FWHM = 8.4 8.7 8.6 mm mm mm; 4.2 4.3 4.3 {voxels};
Expected voxels per cluster, <k> = 9.128 Volume: 1764720 = 220590 voxels = 2603.9 resels
Expected number of clusters, <c> = 26.60 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 78.45 voxels)
Expected false discovery rate, <= 0.01 Page 3/3

図 C.15 被験者 D の不快画像呈示時の脳情報詳細 p3

[valence]high vs low



Statistics: p-values adjusted for search volume

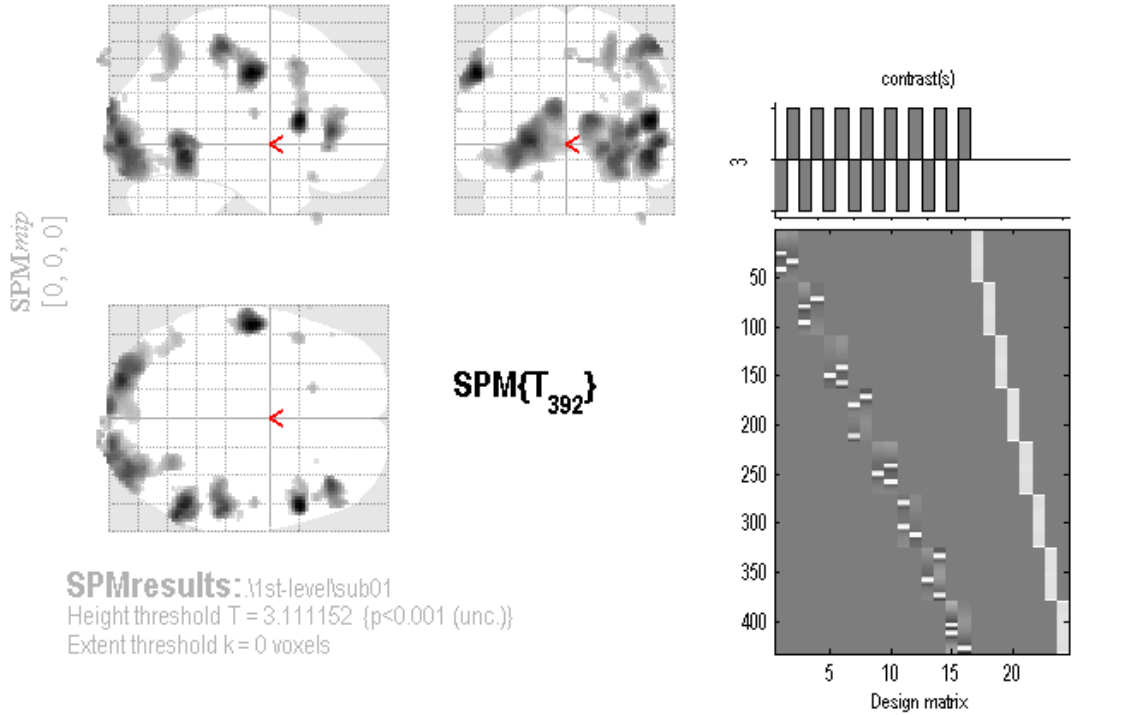
set-level		cluster-level			voxel-level					mm mm mm		
p	c	p _{corrected}	k _E	p _{uncorrected}	p _{FWE-corr}	p _{FDR-corr}	T	(Z _≡)	p _{uncorrected}			
1.000	4	0.278	75	0.015	0.956	1.000	3.81	3.77	0.000	46	-54	-40
		0.997	13	0.272	0.999	1.000	3.53	3.50	0.000	36	-48	-36
		0.877	31	0.098	0.996	1.000	3.61	3.58	0.000	-8	-32	6
		1.000	2	0.688	1.000	1.000	3.43	3.40	0.000	-34	-40	-6
							3.16	3.14	0.001	26	-36	6

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.11, p = 0.001 (1.000) {p<0.001 (unc.)} Degrees of freedom = [1.0, 392.0]
 Extent threshold: k = 0 voxels, p = 1.000 (1.000) FWHM = 9.1 9.4 9.4 mm mm mm; 4.5 4.7 4.7 {voxels};
 Expected voxels per cluster, <k> = 11.634 Volume: 1777608 = 222201 voxels = 2050.9 resels
 Expected number of clusters, <c> = 21.42 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 99.99 voxels)
 Expected false discovery rate, <= 1.00

図 C.16 被験者 E の快画像呈示時の脳情報詳細

[valence]low vs high



Statistics: *p-values adjusted for search volume*

set-level		cluster-level			voxel-level					mm mm mm			
<i>p</i>	<i>c</i>	<i>p</i> _{corrected}	<i>k</i> _E	<i>p</i> _{uncorrected}	<i>p</i> _{FWE-corr}	<i>p</i> _{FDR-corr}	<i>T</i>	(<i>Z</i> _≡)	<i>p</i> _{uncorrected}				
0.478	22	0.000	356	0.000	0.052	0.015	4.91	4.83	0.000	-56	-12	42	
						0.985	0.018	3.71	3.68	0.000	-56	-18	52
			0.000		444	0.067	0.015	4.85	4.77	0.000	52	18	14
				0.982	0.018	3.73	3.69	0.000	46	16	48		
				0.998	0.020	3.59	3.56	0.000	52	18	40		
		0.000	595	0.161	0.015	4.62	4.55	0.000	52	-54	-8		
				0.246	0.015	4.50	4.44	0.000	58	-58	2		
				0.809	0.015	4.00	3.96	0.000	52	-48	0		
		0.000	1655	0.205	0.015	4.55	4.49	0.000	-22	-92	2		
				0.565	0.015	4.20	4.15	0.000	-30	-88	-6		
				0.585	0.015	4.19	4.14	0.000	-6	-100	20		
		0.000	342	0.413	0.015	4.33	4.27	0.000	40	38	8		
				0.902	0.016	3.90	3.86	0.000	42	36	-2		
		0.000	344	0.440	0.015	4.30	4.25	0.000	54	-28	58		
				0.996	0.020	3.62	3.59	0.000	38	-30	50		
0.000	1505	0.491	0.015	4.26	4.21	0.000	14	-98	14				
		0.493	0.015	4.26	4.21	0.000	34	-88	-8				
		0.637	0.015	4.15	4.10	0.000	22	-98	-4				
0.002	242	0.981	0.017	3.73	3.70	0.000	28	-60	54				
		1.000	0.031	3.27	3.25	0.001	32	-68	38				

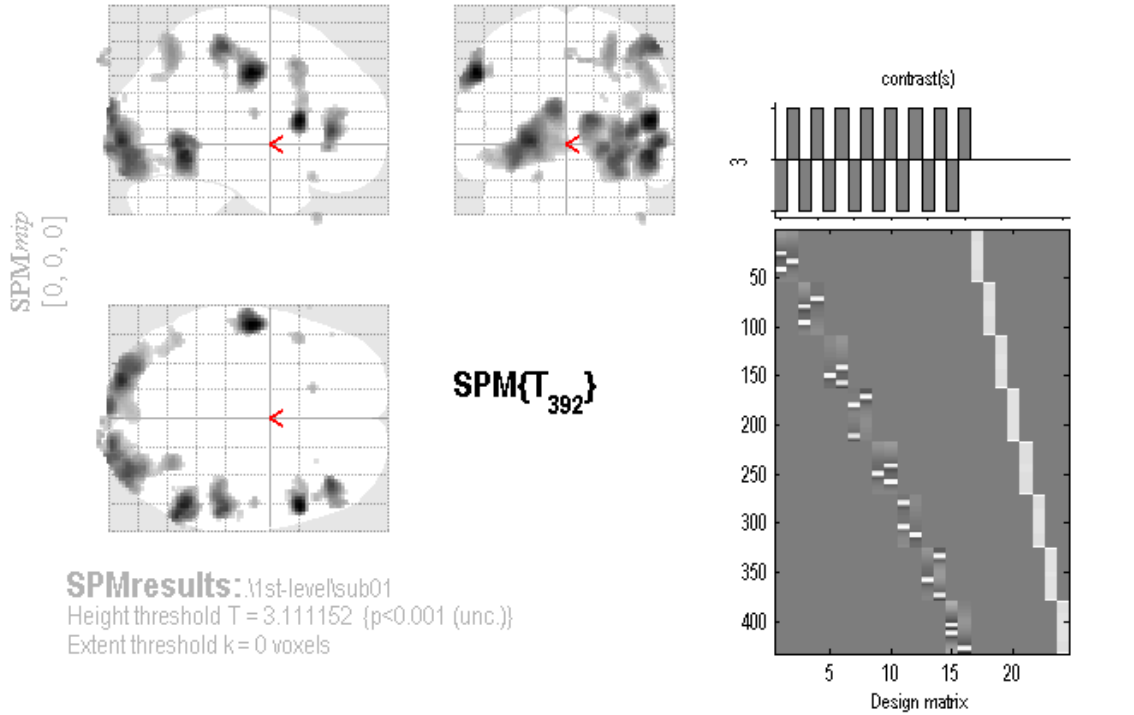
table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: $T = 3.11, p = 0.001$ (1.000) { $p < 0.001$ (unc.)}
 Extent threshold: $k = 0$ voxels, $p = 1.000$ (1.000)
 Expected voxels per cluster, $<k> = 11.634$
 Expected number of clusters, $<c> = 21.42$
 Expected false discovery rate, $<c> = 0.04$

Degrees of freedom = [1.0, 392.0]
 FWHM = 9.1 9.4 9.4 mm mm mm; 4.5 4.7 4.7 {voxels};
 Volume: 1777608 = 222201 voxels = 2050.9 resels
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 99.99 voxels)
 Page 1

図 C.17 被験者 E の不快画像呈示時の脳情報詳細 p1

[valence]low vs high



Statistics: p-values adjusted for search volume

set-level		cluster-level			voxel-level					mm mm mm		
p	c	p _{corrected}	k _E	p _{uncorrected}	p _{FWE-corr}	p _{FDR-corr}	T	(Z _≡)	p _{uncorrected}			
		0.994	15	0.239	0.999	0.022	3.54	3.51	0.000	14	-106	50
					1.000	0.027	3.38	3.35	0.000	22	-102	48
		0.877	31	0.098	1.000	0.023	3.51	3.48	0.000	-48	18	44
		0.999	11	0.312	1.000	0.023	3.48	3.45	0.000	2	-104	52
		0.998	12	0.291	1.000	0.024	3.47	3.44	0.000	50	-10	18
		0.999	10	0.335	1.000	0.024	3.45	3.43	0.000	-18	26	-20
		0.989	17	0.211	1.000	0.025	3.44	3.42	0.000	48	28	-44
		1.000	5	0.502	1.000	0.032	3.25	3.22	0.001	56	-20	32
		1.000	1	0.790	1.000	0.034	3.21	3.18	0.001	-66	24	20
		1.000	1	0.790	1.000	0.035	3.19	3.17	0.001	66	-48	2
		1.000	1	0.790	1.000	0.035	3.19	3.16	0.001	42	-60	-20
		1.000	2	0.688	1.000	0.036	3.17	3.15	0.001	22	-90	28
		1.000	2	0.688	1.000	0.037	3.16	3.14	0.001	38	-28	40
		1.000	1	0.790	1.000	0.039	3.12	3.10	0.001	26	28	-20
		1.000	1	0.790	1.000	0.039	3.12	3.10	0.001	-50	38	12

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.11, p = 0.001 (1.000) {p<0.001 (unc.)}
 Extent threshold: k = 0 voxels, p = 1.000 (1.000)
 Expected voxels per cluster, <k> = 11.634
 Expected number of clusters, <c> = 21.42
 Expected false discovery rate, <= 0.04

Degrees of freedom = [1.0, 392.0]
 FWHM = 9.1 9.4 9.4 mm mm mm; 4.5 4.7 4.7 {voxels};
 Volume: 1777608 = 222201 voxels = 2050.9 resels
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 99.99 voxels)
 Page 2/2



図 C.18 被験者 E の不快画像呈示時の脳情報詳細 p2