

令和 6 年 6 月 23 日現在

機関番号：32617

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K12022

研究課題名（和文）身体的違和感の心理生理学的メカニズムの探索

研究課題名（英文）Exploratory study of psychophysiological mechanism for a feeling of strangeness

研究代表者

岩城 達也（Iwaki, Tatsuya）

駒澤大学・文学部・教授

研究者番号：70341229

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では身体的な違和感について、入力された身体の視覚及び触覚情報が内部モデルと矛盾した場合に生じる感として定義し検討した。実験1では、ラバーハンド錯覚に伴う違和感について脳波マイクロステート分析を実施した。実験2では、自分の手、他人の手、義手を刺激画像として、提示画像が自分のものかを判断する課題を実施した。刺激弁別に伴う事象関連電位を分析した。実験3では、喚起された感情状態と一致、または不一致な表情をつくる課題を実施し、表情の違和感の違和感を検討した。実験を通じて違和感は身体認知処理に右前頭部が関与すると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

違和感とは人が何かいつもと違うと感じる感覚である。身体的違和感とは、普段の身体感覚と異なる信号の検出を反映している。今回の一連の実験により、身体的違和感とは脳の右前頭部の活動を伴う身体認知過程において生じることが分かった。これらの結果は身体的違和感を評価するための基礎資料の蓄積に貢献できた。今後、違和感を客観評価できるようになると、自身に起こっている身体的異変の評価や、多くの人工物とのインターフェース部で生じる感覚を評価できるので、多方面への応用展開に結びつくと思われる。

研究成果の概要（英文）：In the present study, physical discomfort was defined and investigated as a feeling that occurs when the input visual and tactile information of the body is inconsistent with the internal model. In Experiment 1, EEG microstate analysis was conducted on the discomfort associated with the rubber hand illusion. In Experiment 2, participants were asked to judge whether the presented image was their own hand, someone else's hand or a prosthetic hand, using their own hand, someone else's hand or a prosthetic hand as the stimulus image. Event-related potentials associated with stimulus discrimination were analyzed. In Experiment 3, the task of making facial expressions that matched or mismatched the evoked emotional state was performed, and the discomfort of the facial expressions was examined. Throughout the experiment, discomfort was considered to involve the right frontal region in body-cognitive processing.

研究分野：生理心理学

キーワード：違和感 身体所有感 ラバーハンド錯覚 視覚的違和感 表情制御 脳波活動

1. 研究開始当初の背景

違和感とは、普通と様子が異なり、生理的、心理的にしっくりこない感覚である。なんとなく異変を感じるが、どこに原因があるのか分からない時に生じる感覚である。感覚と言っても心理学的な感覚知覚とは異なり、違和感の発生中枢等は特定されていない。一方で、身体に違和感があると思い、調べてみると病気が隠れていたりすることがある。違和感とは違和感を引き起こす原因を特定できないので、原因帰属ができない無意識的な処理による反応であると考えられる(図1)。

さて、幻肢痛を治療するための方法として知られているミラーセラピー法では、健常者が行っても大きな錯覚を伴う違和感が生じる。この錯覚は、手の動きの視覚情報と触覚フィードバック情報の統合処理が通常の処理状態と異なるために発生することが知られている。つまり、このような身体的違和感とは、脳内認知処理においてボディ・イメージや内部モデルにおける情報の統合過程に矛盾が生じた場合に発生すると仮定できる。当然、このような処理に意識的に関与することはできないので、原因帰属できない認知、無意識的な処理が働いた結果と考えられる。つまり、「違和感」と言った感覚は、入力された情報に基づくものと言うよりは、認知過程における処理システム自体の振る舞いによって生じる主観的体験である。

人間のもつ感覚-知覚-認知-感情-運動等の処理系の中で、それぞれの処理過程の情報の矛盾が違和感といった感覚を生み出し、さらには違和感に付随した不安や気持ち悪さのようなネガティブな感情も付随する。通常刺激入力からくる一連の情報処理の流れによって生じる主観的体験とは異なる処理、いわばシステムの異常アラート信号のような、情報の統合処理におけるミスマッチがもたらす主観的体験の実態を掘り下げるのが学術的な問いである。



図1 身体的違和感のモデル

2. 研究の目的

本研究では次の3つの実験から研究を構成した。実験(1)ラバーハンド錯覚を用いた違和感に対応した脳活動の検討、(2)視覚的に提示された自己身体弁別における違和感、及び(3)表情のフィードバックに伴う違和感について、これらの3つの実験について生理心理学的手法を用いて検討した。

まず、実験(1)では違和感が生じやすいラバーハンド錯覚を用いて視覚的な刺激と自己受容感覚(触覚)をミスマッチした刺激条件を設定した。視覚と触覚の組み合わせを変化させて錯覚の生じ方を広く調べた。実験(2)では、感覚モダリティを視覚に限定し、提示された身体画像についての自己と非自己の弁別課題により自己身体イメージとのミスマッチによる違和感を検討した。自己身体の脳内イメージと提示された画像との一致判断に伴う認知プロセスを一過的な脳電位である事象関連電位から調べた。最後に実験(3)では、表情刺激提示下さいに生じる感情を抑制して自身の表情を制御する課題を実施して、感情のミスマッチによる違和感を調べた。一連の実験を通じて、身体的な違和感について、対応する脳活動の探索を加えながら広く検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 実験1

参加者には偽物の手であるラバーハンドを手にとってもらい自身の手ではないことを十分に確認してもらった。その後、指先が机に触れないように置いてもらい、自身の手が見えないよう台を設置した。台の上には、下の手と同じになるようラバーハンドを設置した。触刺激には、市販の絵筆を用い1秒毎に60秒間右示指背側に刺激を与えた。

刺激条件は、①ラバーハンド錯覚条件として錯覚が生じると考えられるラバーハンドの刺激位置(右示指背側)と刺激のタイミングを同期させた。また錯覚が生じない比較条件として、刺激位置を変更し、②参加者の右示指掌側を刺激する条件、及び③参加者の左手を刺激する条件を設けた。さらに、同じく錯覚が生じない条件として④ラバーハンドが刺激される場面を見

ているだけで参加者には触覚刺激がない視覚条件と⑤実際に刺激されている自身の手は見えずなにもされてないラバーハンドを見つめ触覚刺激のみを受容する触覚条件を設けた。

各条件の刺激後にラバーハンドに対し、どのくらい自身の手のように感じたかを 10 段階で内観報告してもらった。実験中キャップ型電極を用いて、脳全体をカバーする典型的な 21 部位から脳波を記録した。脳波データは脳波マイクロステート分析を用い、特徴的な脳電位マップクラスタを抽出した。

(2) 実験 2

参加者は椅子に腰掛け、液晶ディスプレイに提示された手画像を注視するよう教示された。手画像は、刺激は事前に撮影した実験参加者自身の手、自身とは異なる手として他者の手、人工物である手の義手をそれぞれ掌背側の向きを用いた合計 6 画像を用いた。他者の手条件は、参加者内の手の形状と色が近似している画像を用いた。義手は、特別な着色のされていない装飾用義手を用いた。刺激は参加者の前方約 1.5m にある液晶ディスプレイに視角 8 度で提示された。刺激画像は 6 条件それぞれで 40 回ずつ提示されたので、合計 240 回の刺激画像が提示された。セッションの最後に実験で用いた 6 つの画像に対して提示画像が「自分の手と思うか」どうかを質問した。質問には、「まったくそう思わない」から、「どちらでもない」を挟んで「とてもそう思う」までの 9 件法で回答させた。実験 1 と同様に脳波を記録した。脳波データの分析は画像刺激呈示に伴う事象関連電位をもとめ、構成する電位成分を条件間で比較した。

(3) 実験 3

参加者は表情促進条件、表情抑制条件の両条件に参加し、実験前に、提示される刺激画像について、「表情を表出する」、あるいは「無表情を保つ」ように教示を受けた。まず刺激リセットのため市松模様の画像を 1 秒提示後、注視点を 1.5 秒表示し、その後、刺激画像を 6 秒間提示した。参加者は画像提示中に教示に合わせた表情制御を行った。その後、刺激画像についての主観評価を行った。90 枚の画像刺激についてこの試行を繰り返した。提示画像は、画像刺激セットである International Affective Picture System と Open Affective Standardized Image Set から感情価と覚醒度の得点をもとに選出した。試行後の主観評価は、画像の感情価、覚醒感、及び表情喚起をどの程度促進したかについて 9 件法で評価させた。脳波は実験 1、2 と同様に記録し、マクロステート分析及び前頭部 α 活動の左右差について分析した。また、表情変化を確認するために皺眉筋(CS)、大頬骨筋(ZM)領域の左右両側の筋電図を計測し、平均電位を求めた。

4. 研究成果

(1) 実験 I のラバーハンド錯覚を用いた実験では、偽物の手が自分の手のように感じられる感覚を違和感として評価した。ラバーハンド錯覚を通じた違和感は、自分の身体が自分のものであると感じる身体所有感の変化として捉えることができた。今回、身体所有感に変化が生じた際の脳活動を評価すると、先行研究を支持する右前頭が賦活する脳電位マップが得られた

(図 2 Map A)。このことは身体所有感において前運動野を中心とした神経ネットワークが重要であることを示した。一方で、主観評価と電位マップの出現量の相関関係性を重回帰分析によって検討したが、意味のある関係を検出することはできなかった。これは電位マップを取捨選択する際に従来の解釈通り、主要な電位マップに意味があると考え取り上げたが、身体所有感に伴い生じた違和感といった微細な心理現象には、出現量が顕著な電位マップには反映されない可能性があった。これを検証するためには、出現回数は乏しくとも、違和感に関与する電位マップを探索するための分析手法を用いる必要があると考えられた。

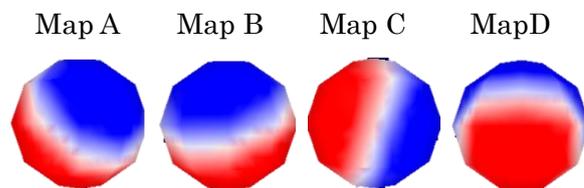


図 2 ラバーハンド錯覚に伴う脳電位マップ

(2) 実験 2 では、自己身体に対する視覚的違和感の認知について、自身/他者/義手の手画像の弁別に伴う事象関連電位から検討した。まず、提示された画像が自分の手であったかどうかについての主観評価では、自己、他者、義手の順に画像を自分の手であるとする評価が低下しており、参加者は提示された画像について自己、他者、そして人工物のカテゴリの違いを認識していた。自分の手の画像や義手の画像については自己身体か否かの認識が容易いが、他者の手の場合は判断の難易度が高いことが確認された。

事象間電位の結果をまとめると(図 3)、身体画像認知の初期段階(N120/P120)では前頭部の機能として自動的な注意として自己優位効果が働くが、後半の P300 においては、例えば他

者の掌側画像の手の弁別のように弁別の難易度に伴う身体の検出方略に依存した処理がなされていると考えられた。ただし、今回の研究では、刺激呈示の各試行に対して画像に対する認知判断を求めなかった。これは違和感が自然発生的に生じるものであり、あえて実験操作を加えずに結果を確認したいと考えたからである。しかし、画像の種類の効果に明瞭な違いは見られなかったことから、次は積極的に違和感の生成モデル等を考慮した操作が必要であると考えられる。

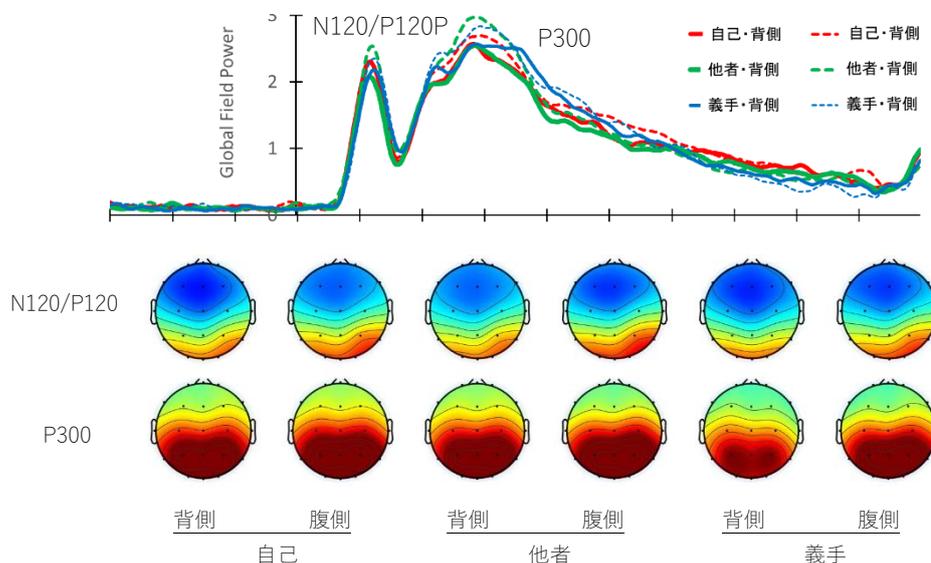


図3 自己手弁別に伴う事象関連電位の特徴電位マップ比較

(3) 実験3では、喚起された感情状態と一致、もしくは不一致な表情に自己制御することで生じる違和感について、前頭部脳波活動の賦活状態から検討した。表情制御時の α 帯域パワの左右差指数から、感情促進状態では左前頭賦活、感情抑制状態では右前頭賦活を示す左右差が認められた。一方で、ポジティブ、ネガティブの表情条件間においては差が認められなかったことから、この前頭部の賦活は感情に起因するのではなく、表情制御により前頭部活動の左右差が生じたと考えられた。さらに、脳波マイクロステート分析では、感情抑制状態において左前頭部位に極性をもつ電位マップの出現割合が増加していた。マップの変遷パターンの分析結果は、意味づけには議論が必要であるが、感情の抑制的制御を反映している可能性があった。本研究の結果から、前頭部左右差は感情状態に関わらず、促進的制御、抑制的制御の感情制御状態を反映することが示唆された。

(4) 全体のまとめ。本研究では、「違和感」といった自己身体に対する感性的な評価を探索した。違和感を積極的に扱った先行研究が乏しいことから、実験1~3を通じて、多角的な視点から身体的な違和感にアプローチした。それぞれの実験において生じる違和感の質は異なったが、違和感が喚起される背景には、一貫して脳の右前頭部の活動の関与が認められた。今回の研究は、端緒の研究として違和感を研究するための基礎資料の蓄積には大きく貢献できたと考える。応用的な面では、人工物を自分の身体の一部として役立てる義肢装具分野における活用を議論した。また、ラバーハンド錯覚を全身に応用した体外離脱感覚についても予備的検討を行った。これらの展開については、今後、さらに研究を深めることが必要であるが、病気のサインとなる違和感、スポーツパフォーマンスにおける違和感、人工現実感がもたらす違和感、人工物の身体化など、さまざまな分野にわたり重要なカギになると思われた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Takehara Hiromichi、Ishihara Shigekazu、Iwaki Tatsuya	4. 巻 14
2. 論文標題 Comparison Between Facilitating and Suppressing Facial Emotional Expressions Using Frontal EEG Asymmetry	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Behavioral Neuroscience	6. 最初と最後の頁 なし
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fnbeh.2020.554147	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 三谷麻莉子、岩城達也	4. 巻 22
2. 論文標題 脳波マイクロステート分析を用いたラバーハンド錯覚に起因した身体的違和感についての探索的研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 駒澤大学心理学論集	6. 最初と最後の頁 21-26
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 西村ほのか、岩城達也
2. 発表標題 デジタルファブリケーションを用いた装飾用義指の製作手法に関する研究
3. 学会等名 第37回日本義肢装具学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高原広宙、岩城達也
2. 発表標題 感情状態と表情表出の適合性に伴う事象関連電位の変化
3. 学会等名 日本心理学会第83回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高原広宙, 岩城達也
2. 発表標題 主観的感情に応じた表情制御と脳波活動の関係
3. 学会等名 第20回日本感性工学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三谷麻莉子, 岩城達也
2. 発表標題 自己身体の視覚的違和感の知覚メカニズムに関する研究
3. 学会等名 第34回日本義肢装具学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三谷麻莉子, 岩城達也
2. 発表標題 RHI を用いた身体所有感における脳波活動の検討
3. 学会等名 第23回日本基礎理学療法学会学術大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	大窪 伸太郎 (Okubo Shintaro) (00805682)	広島国際大学・総合リハビリテーション学部・講師 (35413)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------