

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 29 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23591689

研究課題名(和文) バイオロジカルモーションと背景視野は脳内で統合されるのか？臨床応用への基礎的検討

研究課題名(英文) Cerebral regions involved in the integration of visual information induced by a biological motion and background visual motion.

研究代表者

宮本 環 (Miyamoto, Tamaki)

北海道大学・医学(系)研究科(研究院)・客員研究員

研究者番号：20271679

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：機能的磁気共鳴画像法を用いて、バイオロジカルモーションと背景の動きの視覚情報の統合について研究し、バイオロジカルモーションと背景の動きの方向の揃い具合(コヒーレンス)の組み合わせにより一次視覚野で脳活動の変化を認めた。この結果より一次視覚野が背景の動きの方向に関する視覚情報とバイオロジカルモーションの視覚情報を統合する脳内ネットワーク一部であると考えられる。また、バイオロジカルモーションと背景の動きの速度の組み合わせにより上側頭溝で脳活動の変化を認めた。この結果より上側頭溝が背景の動きの速度に関する視覚情報とバイオロジカルモーションの視覚情報を統合する脳内ネットワークの一部であると考えられる。

研究成果の概要(英文)：We used functional magnetic resonance imaging (fMRI) to investigate integration of visual information of biological motion (BM) and background motion visual motion (BVM). We found that the left V1 showed changes in neural activity depending on the specific combination of direction coherence of BVMs and BMs. This finding provides evidence for cortical integration of visual information induced by a BM and visual information on direction coherence of BVM. We also found that the left anterior superior temporal sulcus showed changes in neural activity depending on the specific combination of velocity of BVMs and BMs. This finding provides evidence for cortical integration of visual motion information induced by a BM and visual information on velocity of BVM.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・精神神経科学

キーワード：バイオロジカルモーション 運動視 機能的磁気共鳴画像法

1. 研究開始当初の背景

バイオロジカルモーションは人や動物の動きを主要な関節に配置した光点の動きで表す、Johansson(1973)により考案された視覚刺激である。典型的には人の歩行が刺激として用いられる。主要な関節に配置された10個程度の光点の動きから歩行者の動作は容易に知覚されることが知られており、ランダムドットによるノイズを加えても歩行方向等が容易に知覚できる頑強な刺激である(Cutting et al. 1988)。歩行者が実際に並進しない場合(例えばトレッドミル上での歩行動作)でもバイオロジカルモーションからその歩行者の歩行方向、速度が知覚され、それが背景にバックスクロール錯視(静止した背景があたかも歩行方向と反対に流れるような錯視)を生じさせることが知られている(Fujimoto and Sato 2006)。これまでの多くの論文ではバイオロジカルモーションを単色背景に提示したが、研究代表者は我々が日常生活で人や動物を見るときはほとんどすべての場合に背景の視野も知覚していることから、背景の視野の動きの知覚とバイオロジカルモーションの視覚情報処理の関連に注目した。例えば歩行者を目で追う時には背景の流れる方向は歩行と逆方向で速さは歩行速度と一致するはずである。同時に歩行者の四肢等の動き(バイオロジカルモーション)からも歩行の速度、方向の情報は得られる。研究代表者は他者の動きの解析にこの2種類の視覚情報が全く無関係に処理されることはないのではないかと着想した。そして「バイオロジカルモーションから知覚される運動の方向や速度の情報と背景視野の動きの方向や速度の情報を統合する視覚情報処理を行う脳部位が存在する」という仮説を立て、そのような脳部位の存在と機能的特性を機能的磁気共鳴画像法(fMRI)により明らかにできないかと発想した。

2. 研究の目的

本研究では以下の2つの脳部位を見つけることを目的とした。

(1) バイオロジカルモーションとその背景視野に配置したランダムドットの運動方向の一致割合(コヒーレンス)の組み合わせに対応して活動が変化する脳部位

(2) バイオロジカルモーションとその背景視野に配置したランダムドットの速度の組み合わせに対応して活動が変化する脳部位

3. 研究の方法

(1) 実験1: バイオロジカルモーションと背景視野のランダムドットの運動方向のコヒーレンスの組み合わせによる脳活動解析

対象: 健康成人22名。右利きであり、正常または矯正して正常の視機能を有する者とした。被験者には文書による説明を行い同意を得た。

刺激: 視覚刺激野は4度×4度の正方形とした。11点の光点(白色ドット)からなる左右方向への人の歩行動作(トレッドミル上

の歩行)をバイオロジカルモーション刺激に用いた。バイオロジカルモーション刺激は米国テンプル大学が公開しているものを使用した(Shipley TF, Temple University, <http://astro.temple.edu/~7Etshipley/pt1tarchive.html>)。さらにバイオロジカルモーション刺激のドットの位置と呈示する位相をランダムに入れ替えたスクランブルドモーション刺激を作成した。背景刺激はランダムに配置した点(白色ドット)とする。ドットの動きはバイオロジカルモーション刺激の歩行方向と反対方向に移動する刺激とランダムに運動するドットとし、その割合を変化させた。すなわち歩行方向と反対方向に移動する刺激が全て(100%コヒーレンス)、半分(50%コヒーレンス)、4分の1(25%コヒーレンス)とした。

パラダイム: 上記のバイオロジカルモーション刺激とスクランブルドモーション刺激および背景刺激との組み合わせによりバイオロジカルモーション刺激+(100%コヒーレンス、50%コヒーレンス、25%コヒーレンス)、スクランブルドモーション刺激+(100%コヒーレンス、50%コヒーレンス、25%コヒーレンス)計6条件をランダムに呈示するEvent-relatedデザインとし、24試行で2セッションを行った。被験者にはバイオロジカルモーション刺激とスクランブルドモーション刺激に対して左右どちら向きに動いているかを強制2択でボタン押しするよう教示した。

撮像: GE社製 Signa Echo-Speed 1.5 T systemを用い、以下の撮像パラメータとした。構造画像: Spin echo T1 weighted anatomical images of the head (TR = 500 ms, TE = 14 ms, flip angle = 90°, field of view = 24 cm x 24 cm, matrix size = 256 x 256, slice thickness = 4 mm, interslice gap = 1 mm, 22 axial slices)、機能画像: gradient echo EPI T2* weighted images (TR = 3100 ms, TE = 40 ms, flip angle = 90°, field of view = 24 cm x 24 cm, matrix size = 64 x 64, slice thickness = 4 mm, interslice gap = 1 mm, 22 axial slices, 86 volumes per session)

解析: SPM8を用いて解析した。個人データからグループ解析による機能画像を行い、統計解析は2(バイオロジカルモーション or スクランブルドモーション) × 3(コヒーレンス)の分散分析を行った。さらに交互作用のあった部位でバイオロジカルモーションを含む条件でコヒーレンスの効果について分散分析を行い、各コヒーレンス間の差をt検定した(P < 0.001 uncorrected)。

(2) 実験2: バイオロジカルモーションと背景視野のランダムドットの運動速度の組み合わせによる脳活動解析

対象: 被験者は実験1と同一とした。

刺激: 視覚刺激野は4度×4度の正方形とした。バイオロジカルモーション刺激とスクランブルドモーション刺激は実験1と同一

とした。背景刺激は、ランダムに配置した白色ドット刺激が左右2方向に移動する刺激とした。移動するドットの色はバイオロジカルモーション歩行者の歩行速度と等速その4倍速、1/4倍速の速度とした。

パラダイム：上記のバイオロジカルモーション刺激とスクランブルドモーション刺激および背景刺激との組み合わせによりバイオロジカルモーション刺激+（等速、4倍速、1/4倍速）、スクランブルドモーション刺激+（等速、4倍速、1/4倍速）計6条件をランダムに呈示する Event-related デザインとし、24試行で2セッションを行った。被験者にはバイオロジカルモーション刺激とスクランブルドモーション刺激に対して左右どちら向きに動いているかを強制2択でボタン押しするよう教示した。

撮像：実験1と同様とした。

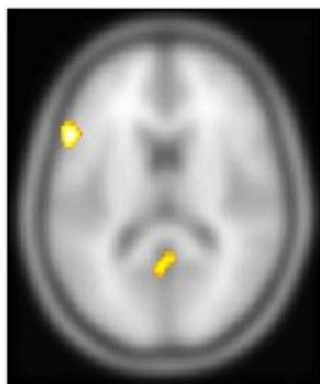
解析：SPM8を用いて解析した。個人データからグループ解析による機能画像を行い、統計解析は2（バイオロジカルモーション or スクランブルドモーション）×3（速度）の分散分析を行った。さらに交互作用のあった部位でバイオロジカルモーションを含む条件で速度の効果について分散分析を行い、各速度間の差をt検定した（ $P < 0.001$ uncorrected）。

4. 研究成果

(1) バイオロジカルモーションと背景視野のランダムドットの運動方向のコヒーレンスの組み合わせによる脳活動解析

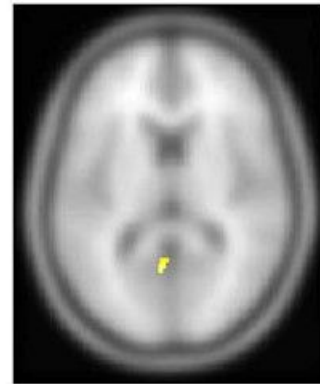
結果：グループ解析の2（バイオロジカルモーション or スクランブルドモーション）×3（コヒーレンス）の分散分析により、交互作用を左の一次視覚野と左の下前頭回に認めた（図1（1））。下位検定ではバイオロジカルモーションを提示した条件で左の一次視覚野でコヒーレンスの効果があり（図1（2））。さらに100%コヒーレンスでは25%コヒーレンスと50%コヒーレンスより活動が大きかった（図1（3）（4））。

図1



L R

(1) 分散分析で交互作用を認めた部位：左の一次視覚野と下前頭回



L R

(2) バイオロジカルモーション条件でコヒーレンスの効果を認めた部位：左の一次視覚野



L R

(3) バイオロジカルモーション条件で100%コヒーレンス>25%コヒーレンスの有意差を認めた部位：左の一次視覚野



L R

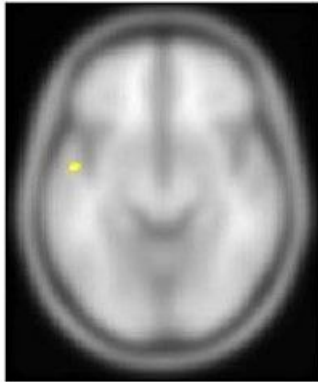
(4) バイオロジカルモーション条件で100%コヒーレンス>50%コヒーレンスの有意差を認めた部位：左の一次視覚野

考察：この結果は一次視覚野がバイオロジカルモーションの視覚情報と背景の動きの方向に関する視覚情報を統合する脳内ネットワーク部であり、トップダウン（フィードバック）の情報を受け取っていると考えられる。

(2) バイオロジカルモーションと背景視野のランダムドットの運動速度の組み合わせによる脳活動解析

結果：グループ解析の2 (バイオロジカルモーション or スクランブルドモーション) × 3 (速度) の分散分析により、交互作用を左の前部上側頭溝と下前頭回に認めた (図2 (1))。下位検定ではバイオロジカルモーションを提示した条件で左の前部上側頭溝で速度の効果があり (図2 (2))、さらに等速は1/4倍速より活動が大きかった (図2 (3))。

図2



L R

(1) 分散分析で交互作用を認めた部位：左の前部上側頭溝



L R

(2) バイオロジカルモーション条件で速度の効果をも認めた部位：左の前部上側頭溝



L R

(3) バイオロジカルモーション条件で等速>1/4速の有意差を認めた部位：左の前部上側頭溝

考察：この結果は前部上側頭溝がバイオロジカルモーションの視覚情報と背景の動きの速度に関する視覚情報を統合する脳内ネットワークの一部であると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計2件)

Tamaki Miyamoto

Cortical regions involved in integration of visual information of point-light walker and background motion velocity
17th World Congress of Psychophysiology (2014.9.23.-27.Hiroshima) 抄録採択済み

Tamaki Miyamoto

Integration of visual motion information of point-light walker and background motion coherence

19th Annual Meeting of the Organization for Human Brain Mapping

(2013.6.16.-20.Seattle, USA)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宮本 環 (MIYAMOTO, Tamaki)

北海道大学・大学院医学研究科・客員研究員

研究者番号：20271679