

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 29 日現在

機関番号：11101
 研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2010～2012
 課題番号：22530786
 研究課題名（和文） 霊長類のバイオリジカルモーション知覚に関わる神経繊維連絡と神経活動の相関
 研究課題名（英文） Neuronal activity and connections in relation to biological motion perception in primate
 研究代表者
 谷 利樹（TOSHIKI TANI）
 弘前大学・医学（系）研究科（研究院）・助教
 研究者番号：60392031

研究成果の概要（和文）：動物やヒトの関節及び主要体部位をドットで表し、そのドットの動きから、運動を想起させるバイオリジカル・モーション刺激の知覚は他個体の認知にかかわっていると考えられる。我々は小型の霊長類マーモセットにおいてバイオリジカル・モーション刺激反応領域を上側頭溝尾側部に見出し、その領域が形態視に関わる下側頭部視覚野と運動視に関わる側頭部運動知覚系領域から入力を受けていることを明らかにした。以上のことからこの領域にバイオリジカル・モーションの形の情報と動きの情報が集まっていることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：Biological motion is consist of dots which represent articulation of human and animals. Biological motion is involved in cognition of others. We found the region in response to biological motion stimuli in caudal part of superior temporal sulcus. This region mainly receives the input from visual area which related to form vision and motion-related area which related to motion vision in temporal lobe. These results suggest that form and motion information from biological motion converge on caudal part of superior temporal sulcus.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	900,000	270,000	1,170,000
2011 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2012 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：バイオリジカル・モーション、多細胞電気記録、蛍光イメージング、
上側頭溝周辺領域

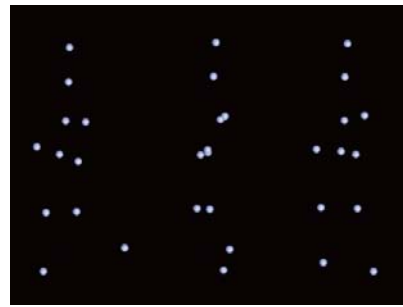
1. 研究開始当初の背景

動作によるコミュニケーションの重要な因子のひとつとして、視覚的にとらえた身体の動きの意味づけが考えられる。たとえば、

他者の身体の動きから、その人が何をしているのかあるいは、何をしようとしているのかを推測することがあげられる。この身体の動

きを単純化したものに、光点で表した動物またはヒトの関節及び主要体部位の動きから、運動を想起させる**バイオロジカル・モーシオン**と呼ばれる現象がある(図1)。このバイオロジカル・モーシオン刺激は必要最小限の点の動きから、生理的な運動を連想させるものであり、身体の動きの意味づけに深くかかわっていると思われる。これまでの研究において、このバイオロジカル・モーシオン刺激に応答する大脳皮質の領域は上側頭溝(STS)周辺領域であることが報告されてきたが、単純な光点の動きから動物またはヒトの運動が想起される神経メカニズムについては不明な点が多い。

バイオロジカル・モーシオン刺激には形と動きの情報が含まれている。霊長類ではこの形と動きの情報が2つの経路に分かれて処理されている。ひとつは第一次視覚野(V1野)からMT野に向かう運動視に関わる背側経路で、もうひとつはV1から下側頭葉のIT野に向かう形態視に関わる腹側経路である。バイオロジカル・モーシオン刺激に反応するSTS周辺領域はこれらの情報が統合する場所であることが推測される。このSTS周辺領域はヒトやマカクザルでは深い溝の中に入りこんでおり、大脳皮質の表面から神経活動及び、その神経線維連絡を調べることは極めて困難であった。小型の霊長類であるマーモセットは大脳皮質に溝がほとんどなく、STS周辺領域とその神経線維連絡がある領域からバイオロジカル・モーシオン知覚に関わる神経活動を脳表から詳細に調べることが可能である。そこでマーモセットを用いたバイオロジカル・モーシオン知覚にかかわる神経メカニズムの研究を行った。



フレーム1 フレーム2 フレーム3

図1 バイオロジカル・モーシオン刺激。

2. 研究の目的

他者の意図を理解するためには言語だけでなく、表情や動作の情報が重要である。動物またはヒトの関節及び主要体部位の動きを光点で表し、それらの光点の協調的な動きから、動物またはヒトの運動を想起させるバイオロジカル・モーシオンは動作を表現する基本的な情報を有していると考えられる。そこで本研究では、社会性に富み、バイオロジカル・モーシオン知覚に関わる大脳皮質の領域が、脳表面に露出した小型の霊長類、マーモセットをモデル動物としてバイオロジカル・モーシオン刺激に対する視覚情報がどのように処理、統合されて生理的な運動の知覚の生成に関与しているのか、その詳細な神経メカニズムの解明を目指す。

3. 研究の方法

最初にヒトやマカクザルでバイオロジカル・モーシオン刺激に反応することが知られているSTS周辺領域がマーモセットにおいても同様の刺激に反応することを麻酔下の動物にバイオロジカル・モーシオン関連刺激を提示し、それらの刺激に対する神経応答から確かめる。バイオロジカル・モーシオン刺激に反応する領域が確認されたら、その領域に逆行性の蛍光トレーサーを注入しその入力領域

を明らかにする。さらにバイオロジカル・モーション刺激に対する視覚情報処理過程を明らかにするため、バイオロジカル・モーション刺激の形の情報と動きの状に対するSTS周辺領域の反応特性を詳細に調べる。

(1) 視覚刺激

①ヒトの歩行を側面からビデオカメラで撮影する。背景からヒトの動きだけを抜き出したもの、その黒塗り、それらの空間配置を崩したものと及び、主要体部位と関節部分を光点で表したバイオロジカル・モーション刺激、バイオロジカル・モーション刺激の光点の空間配置を崩したものを作成する。

②マーモセットを透明なケースに入れエサをとる動作を側面及び正面からビデオカメラで撮影する。撮影した映像からマーモセットの動きだけを抜き出したもの、その黒塗り、バイオロジカル・モーション刺激、バイオロジカル・モーション刺激の光点の空間配置を崩したものを作製する。

(2) 神経活動の記録

麻酔下のマーモセットの眼前に設置した刺激提示用モニターに上記の視覚刺激を写す。この時のSTS周辺領域の神経活動を皮質の深さ方向に多数の記録点を持つ多点電極を用いて計測し、各視覚刺激に対する反応を取得する。

(3) 逆行性蛍光トレーサーの注入

バイオロジカル・モーション刺激に対する反応性が高い領域に逆行性の蛍光トレーサー(CTB Alexa fluor 555 conjugate)を注入し、バイオロジカル・モーション反応領域と神経線維連絡を持つ領域を同定する。

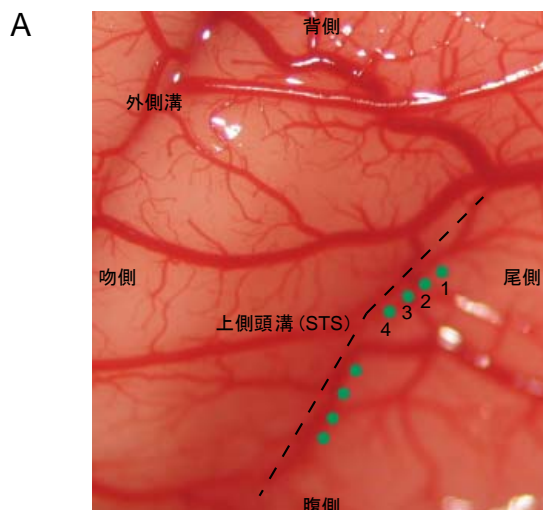
4. 研究成果

(1) バイオロジカル・モーション刺激反応領域とその入力領域の同定

ヒトやマカクザルではSTS周辺領域がバイオロジカル・モーション刺激に対して反応することが確認されている。マーモセットのSTS周辺領域が同様にバイオロジカル・モーション刺激に反応するかどうかを確かめるためにバイオロジカル・モーション関連刺激を麻酔下の動物に提示し、各刺激に対する神経細胞の活動を調べた。

STSの腹側領域からリアルなヒト、その黒塗り、バイオロジカル・モーション刺激及び、それらの刺激の空間配置を崩した刺激に対する神経活動を記録したところ、図2Aの1~4の電極刺入位置においてリアルなヒト、その黒塗り、バイオロジカル・モーション刺激及びバイオロジカル・モーションの光点の空間配置を崩した刺激に反応が見られた。

(図2B)特に電極刺入位置1、2、3ではバイオロジカル・モーション刺激に対する反応性が高く、これらの近傍にトレーサーを注入し、その入力領域を調べた。標識された神経細胞をフラットマップ上にプロットすると上側頭溝尾側の腹側領域は主に下側頭部視覚野及び、側頭部運動知覚系領域から入力を受けていた。(図3)



刺激 (BM)、BM のドットの空間配置をランダムにした刺激 Position Scramble Dot (PS-Dot) に対する反応を調べた。その結果、図 4 の電極刺入位置 7, 11, 15 の浅層及び、15 の深層においてこれらの刺激に強い反応が見られた。(図 5)

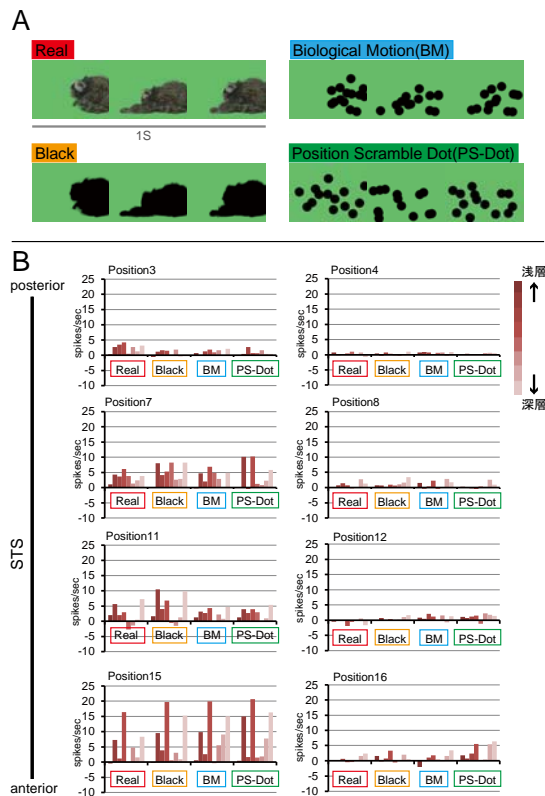


図 5 マーモセットがエサをとる動作の動画に対する反応。

A: 提示した視覚刺激. 実際の動画 (Real), その黒塗りの動画(Black), そのバイオロジカル・モーシヨン刺激(BM), BM のドットの空間配置をランダムにした刺激 Position Scramble Dot (PS-Dot).

B: 各電極刺入位置における Real, Black, BM, PS-Dot に対する平均発火頻度. 各刺激種につき 5 パターンの刺激に対する発火頻度を平均した. バーの色濃さは記録された皮質の深さを表す.

次に Real、Black、BM の動画から一定時間間隔で抜き出した静止画 Static Real (S-Real), Static Black (S-Black), Static Biological Motion (S-BM) に対する反応を調べた。その結果、図 4 の電極刺入位置 7, 11 の浅層において各静止画に強い反応が見られた。(図 6)

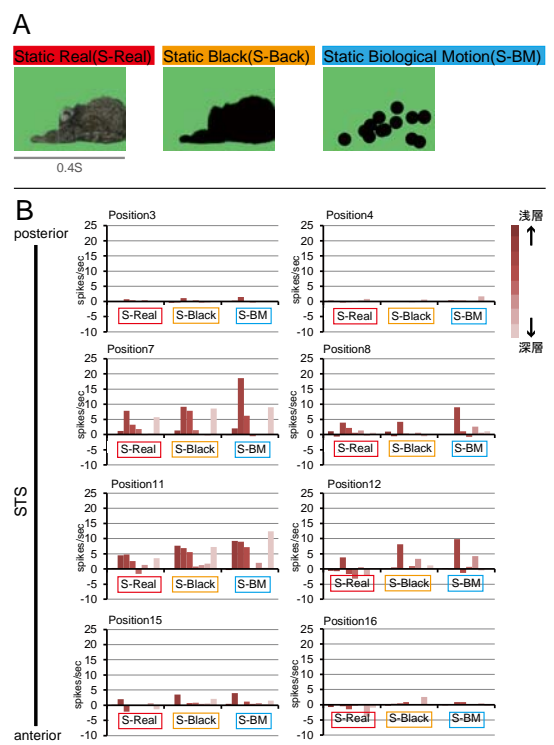


図 6 マーモセットがエサをとる動作の静止画に対する反応

A: 提示した視覚刺激. Real, Black, BM の動画から一定時間間隔で抜き出した静止画 Static Real (S-Real), Static Black (S-Black), Static Biological Motion (S-BM).

B: 各電極刺入位置における S-Real, S-Black, S-BM に対する平均発火頻度. 各刺激種につき 5 パターンの刺激に対する発火頻度を平均した. バーの色濃さは記録された皮質の深さを表す.

最後にランダムドットの8方向の運動に対する反応を調べた。その結果、図4の電極刺入位置7, 8, 11, 12, 15, 16の浅層及び、12, 15の深層においてランダムドットの運動に強い反応が見られた。(図7)

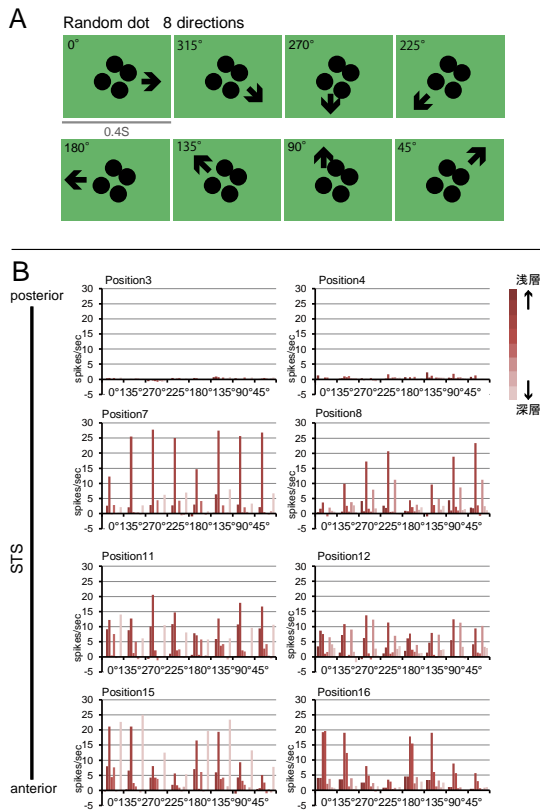


図7 ランダムドットの運動に対する反応
 A: 提示した視覚刺激 ランダムドットの8方向の運動。
 B: 各電極刺入位置における各運動方向に対する発火頻度の平均値。バーの色の濃さは記録された皮質の深さを表す。

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)

1. 谷利樹、境和久、鈴木航、坂野拓、宮川尚久、外崎敬和、下田浩、一戸紀孝
 マーモセット上側頭溝周辺部における
 バイオロジカル・モーション刺激反応領域と
 その入力領域
 第118回日本解剖学会総会・全国学術集会
 2013年3月30日 サンポートホール高松
 かがわ国際会議場 (香川県)

2. 谷利樹、境和久、鈴木航、坂野拓、宮川尚久、外崎敬和、下田浩、一戸紀孝
 マーモセット上側頭溝周辺領域における
 バイオロジカル・モーション刺激反応部位の
 同定と神経線維連絡の検索
 日本解剖学会第58回東北・北海道連合支部
 学術集会 2012年9月23日山形大学医学部
 (山形県)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

谷利樹 (TANI TOSHIKI)
 弘前大学・医学(系)研究科(研究院)・
 助教
 研究者番号: 60392031

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

一戸紀孝 (NORITAKA ICHINOHE)
 国立精神・神経医療研究センター
 神経研究所・微細構造研究部・部長
 研究者番号: 00250598