

## 回転パターンによる自己・対象運動感覚の知覚交代に伴う 脳活動の NIRS を用いた測定

目黒 考平\*・江本 正喜\*\*・鶴飼 一彦\*

\* 早稲田大学大学院 理工学研究科

〒 169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1

\*\* 日本放送協会 放送技術研究所

〒 157-8510 東京都世田谷区砧 1-10-11

### NIRS Study on Brain Activity Associated with Perceptual Rivalry between Self- and Object-Motion Stimulated by a Rotating Pattern

Kohei MEGURO\*, Masaki EMOTO\*\* and Kazuhiko UKAI\*

\* School of Science and Engineering, Waseda University

\*\* NHK Science and Technical Laboratories

#### 1. はじめに

観察者の視野の大部分を覆うような領域内で均一な方向に運動する刺激を見たとき、視覚誘導性自己運動感覚（ベクション）とオブジェクトモーションという2種類の知覚の交代・競合を引き起こすことが知られている<sup>1)</sup>。過去のfMRIによる脳活動の研究において、オブジェクトモーションを知覚しているときに比べて、ベクションを知覚しているときのほうがMTやV4, PIVC (vestibular cortex のうちの一つで、側頭葉のやや深い位置にある) といった部位において脳血流が減少していることが報告されている<sup>2)</sup>。本研究では Near Infrared Spectroscopy (NIRS) を用いて、視方向軸周りに回転する視覚刺激に対するベクション知覚時とオブジェクトモーション知覚時の、人間の側頭部における脳血流変化を調べた。

#### 2. 実験方法

##### 2.1 装置

実験装置の概略図を図1に示す。刺激にはプラズマディスプレイ (PDP-503CMX, Pioneer) を使用した。被験者の左右の側頭部に NIRS (ETG-100, Hitachi Medico) 端子をそれぞれ12チャンネルずつ(縦6cm, 横6cm) 装着し、中心のチャンネルが PIVC のほぼ上にくるようにセットした。この位置を、得られるべき血流分

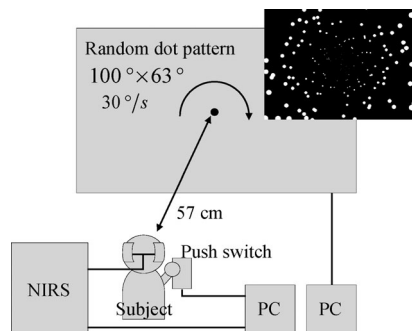


図1 実験環境概略図。

4<sup>th</sup> Asian Conference on Vision (Matsue, 29-31 July 2006)にて発表

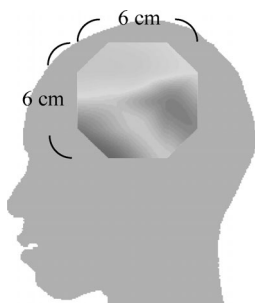


図2 測定部位.

布とともに図2に示した。被験者の応答は、コンピュータマウスのスイッチを用いNIRS装置によって記録した。

## 2.2 刺激

刺激パターンとして黒背景中の白のランダムドットを使用した。刺激パターンのサイズは視角 $100 \times 63$  degreeであった。パターンの中心には赤色の固視点を置いた。パターンは固視点を中心として $30$  degree/sの一定速度で時計回りに回転させた。刺激パターンはCogent Graphics toolbox<sup>3)</sup>を利用して作成した。

## 2.3 手続き

実験には正常な矯正視力を持つ7名の被験者(成人男性3人, 成人女性4人)が参加した。被験者は各々NIRS端子を装着した状態で、視距離57cmの位置から固視点を見続けるように指示された。被験者はベクションを知覚している間は右手でスイッチを押し、オブジェクトモーションを知覚している間はスイッチを離すという操作を行った。1回の実験は5分間とし、インターバルを15分間おいて5ないし6回の実験を行った。実験は準暗室条件下で行われた。

## 3. 結果

7人の被験者のうち1人は一貫してオブジェクトモーションを知覚し、ベクションを知覚しなかった。残りの6人は知覚交代を自覚することができた。

知覚交代を自覚した1人の被験者(KU)の血流の変化の様子を時間の経過を追ってマッピングした結果を図3に示す。これらの結果はベク

ションとオブジェクトモーションが切り替わる点を基準とした血流量の差分の結果であり、赤色が血流の増加を、青色が血流の減少を表している。この被験者は平均12.4秒で知覚交代が生じた。図3の結果は被験者の知覚が切り替わる前5秒、後10秒間の反応を5分 $\times$ 6回の実験中に生じた110回の知覚交代の回数分だけ加算平均したものである。ただし、前5秒、後10秒の間に知覚交代が生じた場合のデータは取り除いてある。Lが左側側頭部、Rが右側側頭部における結果である。それぞれの脳血流分布図において、左側が側頭部前部、右側が側頭部後部での血流分布を表している。この結果から脳の左半球の側頭葉においてベクション知覚時に血流の減少が、オブジェクトモーション知覚時に血流の増加が見られた。また、脳の右半球の側頭葉においてベクション知覚時に血流の増加が、オブジェクトモーション知覚時に血流の減少が見られた。

一方、ベクションを感じることはできなかった1人の被験者(YO)にランダムにスイッチを押してもらった。スイッチを押すという動作に伴う脳血流の変化を図3と比較するためである。その結果を図4に示す。スイッチを押している時と離している時の血流の変化は類似しており、この結果から被験者がスイッチを押すという行為自体がもたらす血流の変化は、図3における血流の変化に大きな影響を与えていないことが示唆される。

ベクションを知覚した被験者6人のうち4人に関して図3のような、ベクション知覚時の左側側頭部における血流の減少および右側側頭部における血流の増加、オブジェクトモーション知覚時の左側側頭部における血流の増加および右側側頭部における血流の減少がみられた。このようなベクション知覚時とオブジェクトモーション知覚時における側頭部での血流の増減の対称性は4人の被験者全員にみられたが、その部位は被験者全員に共通ではなかった。

6人の被験者の、左側側頭部および右側側頭部のチャンネル(12ch)の反応を平均した結果

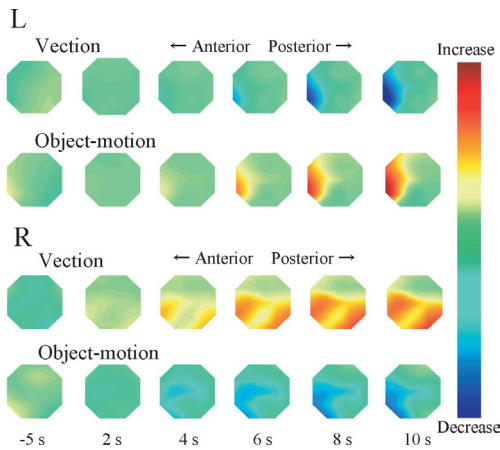


図3 ベクシオン・対象運動知覚の知覚交代にともなう脳血流変化のマッピング (被験者 KU).

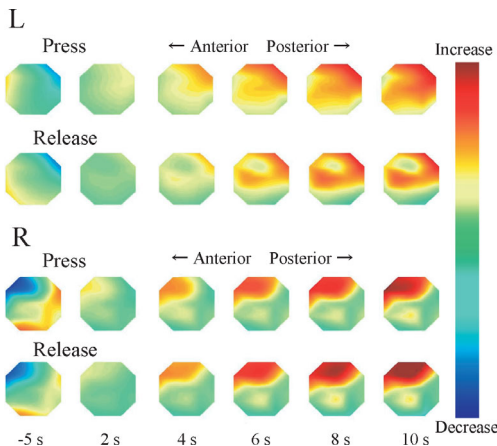


図4 スイッチを押す, 離すという動作による脳血流変化のマッピング (被験者 YO).

をそれぞれ図5, 図6に示す. グラフの横軸は時間(s)であり, 縦軸は脳血流量 (mmol·mm)を表している. 図中の赤色の線がオブジェクトモーションからベクシオンへの知覚の切り替わりが起きる前後のグラフであり, 青色の線がベクシオンからオブジェクトモーションへの知覚の切り替わりが起きる前後のグラフである. グラフ中の縦の線が知覚の切り替わりが被験者によって報告された点である. 6人中, 被験者MYの右側, 被験者YTの左側を除いて, ベクシオン知覚時とオブジェクトモーション知覚時の側頭部全体における血流の対称性がみられる.

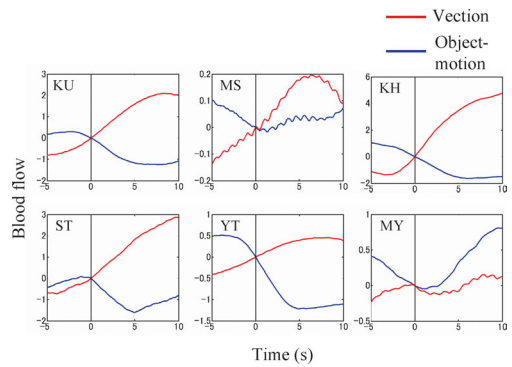


図5 6人の被験者におけるベクシオン・対象運動知覚の知覚交代にともなう脳血流の時間変化 (右側頭部 12 ch の平均).

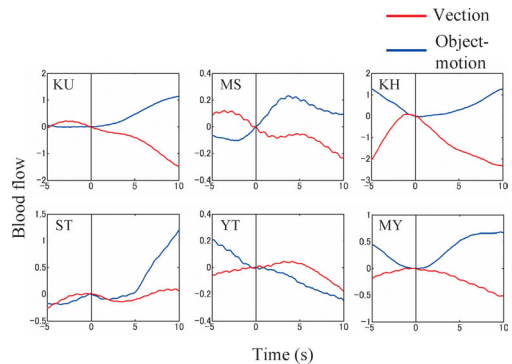


図6 6人の被験者におけるベクシオン・対象運動知覚の知覚交代にともなう脳血流の時間変化 (左側頭部 12 ch の平均).

#### 4. 考 察

図3および図5, 6から, ベクシオン知覚時とオブジェクトモーション知覚時, 左脳側頭葉と右脳側頭葉の間でそれぞれ対称的な反応がみられることが分かった. これらの結果から, 左脳側頭葉と右脳側頭葉ではベクシオンとオブジェクトモーションの知覚に関して異なった処理がなされている可能性が示唆される.

図5から, ベクシオン知覚時の血流の変化が, 被験者がベクシオンを知覚する2, 3秒前から増加し始めていることが分かる. 通常, 外部からの刺激の入力とそれに対する脳血流の反応の間には3, 4秒の差があり, 外部からの入力後に脳血流の反応がみられる. このことから今回の結果に関して, ベクシオンを知覚するより

も前にベクシヨンの知覚に対する準備のような脳活動があった可能性が考えられる。また、図6から左側側頭葉では上記のようなベクシヨンの知覚前の血流変化の開始が見られず、知覚の切り替わりから3, 4秒が経過してから血流が変化していることがわかる。この結果からも左側側頭葉と右側側頭葉での間の異なった処理の存在が示唆される。

過去のfMRIの研究<sup>2)</sup>において、ベクシヨンの知覚時に脳の右半球のPVCにおける血流の減少が報告されている。図3から、本研究の実験結果はこの結果と一致しておらず、血流の増加がみられたことが分かる。fMRIは高解像度の断層撮影法で記録されているのに対して、NIRSは皮下およそ20mmの部位までの血中ヘモグロビンの増減を測定していると考えられている<sup>4)</sup>。このことから、今回の実験結果はPVCにおける反応の信号を捕らえたものではないと考えられる。したがって、本研究で明らかになった脳活動は、fMRIで観察される活動よりも微小であっても広範囲に広がっていると考えざるをえない。なお、刺激が回転ではない場合にはベクシヨンの知覚時に側頭葉が活動しているという報告<sup>5)</sup>がMEG (magnetoencephalography) を用いてなされている。いずれにしてもNIRSのデータ解析については未だ定まった解析方法が確立されていなく、今後の発展が期待される。

本研究の結果から、ベクシヨンの知覚時とオブジェクトモーション知覚時における異なった脳活動が右および左側頭葉において異なった形で存在することが示唆された。

## 文 献

- 1) K. V. Thilo, T. Probst, A. M. Bronstein, Y. Ito and M. A. Gresty: Torsional eye movements are facilitated during perception of self-motion. *Experimental Brain Research*, **126**, 495–500, 1999.
- 2) A. Kleinschmidt, K. V. Thilo, C. Buchel, M. A. Gresty, A. M. Bronstein and R. S. J. Frackowiak: Neural correlates of visual-motion perception as object- or self-motion. *Neuroimage*, **16**, 873–882, 2002.
- 3) J. Romaya: Cogent. <http://www.vislab.ucl.ac.uk/Cogent/index.html>
- 4) P. W. McCormick, M. Stewart, G. Lewis, M. Dujovny, J. I. Ausman: Intracerebral penetration of infrared light. Technical note. *Journal of Neurosurgery*, **76**, 315–318, 1992.
- 5) S. Nishiike, S. Nakagawa, M. Tonoike, N. Takeda and T. Kubo: Information processing of visually-induced apparent self motion in the cortex of humans: analysis with magnetoencephalography. *Acta Otolaryngology Supplement*, **545**, 113–115, 2001.