

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2013

課題番号：22530792

研究課題名(和文) 脳磁図による運動視知覚に関わる物体視経路と空間視経路の機能評価

研究課題名(英文) A magnetoencephalographic study of motion perception in relation to the function of spatial and object vision pathways

研究代表者

今井 章 (IMAI, Akira)

信州大学・人文学部・教授

研究者番号：80211754

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円、(間接経費) 930,000円

研究成果の概要(和文)：物体移動を認知する運動視知覚の神経基盤について、脳活動による磁気変化(脳磁図)を捉えて検討した。実際には移動していない刺激を、空間的に異なる位置に交替提示することで運動視が成立する仮現運動(ベータ運動)を観察させて実験を行った結果、運動と関連する脳活動は刺激提示後、約100ミリ秒以内から頭頂部で立ち上がり、その活動の中心が約300ミリ秒後からは側頭部や前頭部へと伝播されることが示された。このことから、運動に関わる脳活動は、空間視に関わる経路と物体視に関わる経路との両経路に関与することが示唆された。

研究成果の概要(英文)： We explored apparent motion illusion of beta movement by recording neuromagnetic responses of event-related fields (ERFs). A simple setting for visual stimulation of two stimuli was used, and the first stimulus (S1) was followed by the second (S2) with three conditions of stimulus-onset asynchrony, by which three different percepts of "seen-simultaneous", "optimal motion illusion," and "isolation" were obtained. Results were as follows; (a) The motion-related components showed large activation at around 100 msec after the S2 at the area of parietal. (b) That activation was transmitted for the temporal and frontal areas 300 msec later. Collectively, the percept of motion may be interpreted by both the object vision pathway and the spatial vision pathway.

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：仮現運動 脳磁図 ベータ運動 運動知覚 空間視経路 物体視経路

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 運動視知覚に関する研究は、現在までに心理学的・精神物理学的手法を用いて数多くなされてきており、さらにその神経基盤として、ヒトの脳を非侵襲的に探る脳機能イメージング法により、空間視経路の関与が指摘されている。本研究では、運動刺激観察時の脳磁図(MEG)データを取得し、この空間視経路に加えて物体視経路が運動視知覚の成立に果たす機能的意義を探った。

(2) 運動視知覚には、物理的に空間内を移動する物体による“実際運動”と、物理的には移動していない物体があたかも運動してみえる“仮現運動”とが区別される。本研究では、物理的な刺激の移動がなく、それゆえ刺激の元の形態や色が運動の最中に他の刺激へと変化しても、運動感が生ずる特異な現象である仮現運動に注目した。

(3) 仮現運動観察時のMEGを手がかりとした運動視知覚の研究は多くはないが、これまで研究(e.g., Kaneoke et al., 2009; Muckli et al., 2005; Tanaka et al., 2007; Zhou et al., 2003)によれば、運動視知覚の発生源として1次視覚野(V1)から高次視覚皮質野(V5/MT)が推定されているが、現段階ではまだ確定されていない。

(4) そこで本研究では、MEGによる運動視知覚の神経基盤の特定を試みることにした。本研究では、運動する対象はあくまでも“一群(体)の物体”とみなされなければ、“その対象が運動している”とは知覚されないはずであるという仮説を立てた。したがって、一群の物体として認知されるためには、対象が何かという物体認知に関する情報も処理されて(物体視経路が賦活して)いなければならない。もし運動視知覚の成立に物体視経路も関わっているという神経基盤的データが得られれば、両経路に分かれて処理された情報は“運動”という知覚成立のために統合される必要があることが新規に示される。この知見は、一度は脳内で分離されて処理された刺激が、どこかで再度統合されるはずであるという“バインディング問題”解決についての新たな手がかりにもなると考えられる。

## 2. 研究の目的

研究の背景で指摘したように、本研究ではMEGを取得して運動視知覚の神経基盤を探ることを目的とした。その際、実際には移動していない刺激を、空間的に異なる位置に交替提示することで運動視が成立する仮現運動(ベータ運動)を利用することとした。ベータ運動とは、空間的に異なる2点間で刺激を交替提示すると、1刺激のなめらかな往復運動が観察される現象である。しかも、ベータ運動は、刺激の交替提示時に形や色が変化し

ても同一物体としての運動印象が保たれる特異な現象である。このことから、物体視経路をより強く賦活させ、その関与の程度を探る刺激条件を設定させやすいという利点がある。さらに、より強力に物体視経路が賦活すると考えられる奥行き感を伴う刺激を3次元的に提示する条件設定も可能であり、物体視経路の機能評価がMEG計測により可能になる。

以上の諸点を検討することを本研究の目的とした。

## 3. 研究の方法

(1) 本研究は、信州大学人文学部の2名、すなわち高瀬弘樹と当該研究の代表者である今井章、および東京電機大学理工学部の2名の教員である、内川義則と田中慶太の4名による共同研究として行った。東京電機大学の先端工学研究所には、MEG計測用SQUID磁束計を備えたシールドルームが備わっており、本研究はこの装置を利用して行った。特にベータ運動に焦点をあてて、仮現運動と実際運動との比較をしながら、様々な刺激条件下におけるMEGを計測し、運動視知覚における物体視経路と空間視経路の機能的な関与について評価しようとした。

(2) 研究初年度では、最も基本的な刺激設定条件でベータ運動を観察させ、実際運動との比較を行った。

(3) 研究2年度、3年度では、交替提示する刺激の色や形といった2次元的な刺激条件を変化させてベータ運動を観察させた。

(4) 最終年度では、2次元平面上に提示された3次元形状体を刺激とした仮現運動の観察場面を設定した。その際、両眼視差情報を利用した立体視(stereoscopic vision)が成立する刺激を作成し、現実場面のような奥行き感の得られる観察対象を提示してMEG計測を試みた。

(5) MEGデータの解析手法には様々な方法が考案されているが、本研究では、全頭部からのデータをいくつかの部位に区分けして(図1)、それぞれの部位ごとに活動源を想定して最小電流法(MCE)を適用し、それぞれの部位ごとの電源活動を計測するという方法を採用した。その理由としては、知覚印象に伴うMEG活動が特定の一領域において生じているのか、あるいは、複数の領域の活動が関係しているのか、この点についてはいまだに明確になっていないからである。本研究では、特定の領域における活動源を定めるのではなく、脳のすべての領域が運動視知覚に関わっているとの作業仮説の下に、脳の全領域に活動源を仮定して、それらの領域において得られた活動量について分析した。



図1 頭部 MEG チャンネルの部位区分  
左右前頭(LF/RF), 左右側頭(LT/RT), 左右中心(LC/RC), 左右頭頂(LP/RP), 左右後頭(LO/RO)の各部位

#### 4. 研究成果

(1) これまでに行った研究から主な成果として以下のことが明らかにされた。

単純なベータ運動観察下では、運動印象が最も明瞭に得られる最適条件で、頭頂部から中心部にかけて増大した MEG 応答が惹起され、この活動が運動知覚に関連する活動と推定される(図2)。

最適な運動が知覚される条件では、“運動”に関する成分が刺激提示後 100 ms から立ち上がる(図2)。

この MEG 信号の応答は、刺激の形を変化させた場合、基本的には大きな影響は受けませんが大脳半球間に活動差が生ずる可能性がある。

形の変化を伴う条件では、側頭部領域においても最適条件での増大する MEG 信号が認められる。

色の変化を伴う条件では、基本的に形を変化させた条件と同様な MEG 活動が認められたものの、“運動”に関する成分の立ち上がり刺激提示後 100 ms よりも速いことが示され、形の変化に伴う運動知覚よりも色の变化に伴う運動知覚の成立がより速いことが示唆された。

(2) これまでに行われた成果は、国内外の学会や論文として、その結果の一部をその都度、報告してきたが、いずれも関連領域の研究家の関心を得ている。また、様々な研究上の情報交換から、本研究の成果がさらに積み重ねられていくことが期待されている。特に、運動視経路と物体視経路との機能については、まだ不明な点が多く、さらに、2つの経路に分かれて処理された情報がどこで統合されるのかという、いわゆるバインディング問題を解明する手がかりの一つになり得る、

との感触を得ている。

(3) 今後の展望として、現在も検討中である両眼立体視刺激によるベータ運動観察時の脳磁界活動の特徴について、より詳細に明らかにする必要がある。予備的な検討では、立体視が成立する刺激を観察させた条件下において、運動に関わる脳活動が刺激提示後約 50 ミリ秒から後頭部で惹起され、その活動が頭頂部、さらには側頭部や前頭部へと伝えられている可能性が示された。このことは、運動視が成立する場合、刺激の特徴も物体視経路を通じて処理される一方、運動の知覚については空間視経路が賦活され、それらの情報統合がなされる場所を特定することができることを予想させる。したがって、この方法でより複雑な刺激を用いることで、空間視経路と物体視経路の相互作用と、両経路の情報統合についての画期的な知見が得られるものと期待される。

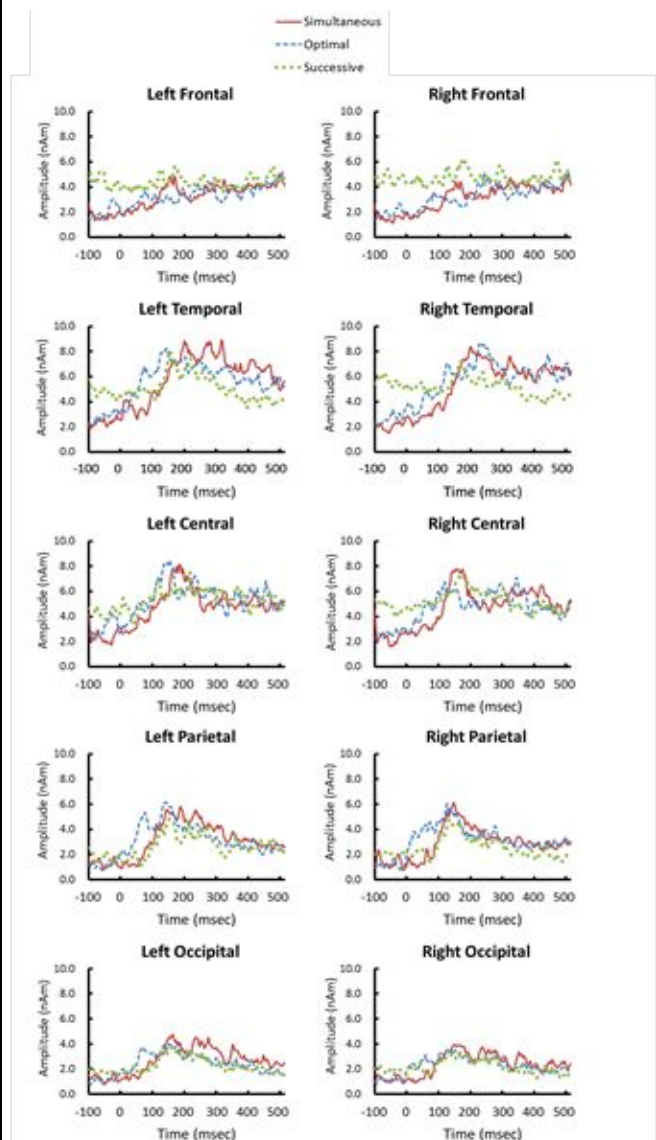


図2 仮現運動観察事態における MEG 応答

## 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)

[雑誌論文](計1件)

今井章, 高瀬弘樹, 田中慶太, 内川義則,  
脳磁図を用いた仮現運動に対応する脳活動,  
電気学会誌 C, 134 巻, 856-863, 2014, 査読有

DOI: 10.1541/ieejieiss.134.856

[学会発表](計8件)

星野郁実, 今井章, 田中慶太, 高瀬弘樹,  
内川義則, 仮現運動による脳磁界誘発反応,  
第29回日本生体磁気学会大会, 2014.5.30,  
大阪

今井章, 星野郁実, 田中慶太, 高瀬弘樹,  
内川義則, 両眼立体視刺激によるベータ運動  
観察時の脳磁界活動, 日本視覚学会 2014 年  
冬季大会, 2014.1.23, 東京

Imai, A., Takase, H., Tanaka, K., & Uchikawa.  
A magnetoencephalographic study on the  
components of event-related fields in an apparent  
motion illusion with changing stimulus shape and  
color, The 36th European Conference on Visual  
Perception (ECVP2013), 2013.8.28, Bremen.

今井章, 高瀬弘樹, 田中慶太, 内川義則,  
色変化によるベータ運動観察時の脳磁界活動,  
第28回日本生体磁気学会大会, 2013.6.8,  
新潟

今井章, 高瀬弘樹, 田中慶太, 内川義則,  
脳磁図によるベータ運動の検討—形の変化による  
電源活動—, 日本視覚学会 2013 年冬季大会,  
2013.1.23, 東京

今井章, 高瀬弘樹, 田中慶太, 内川義則,  
脳磁図によるベータ運動の検討(2)—実際運動との  
比較—, 日本基礎心理学会第30回大会,  
2011.12.4, 東京

Imai, A., Takase, H., Tanaka, K., & Uchikawa.  
A magnetoencephalographic study on the  
components of event-related fields in apparent  
motion illusion, The 34th European Conference  
on Visual Perception (ECVP2011), 2011.8.30,  
Toulouse.

今井章, 高瀬弘樹, 田中慶太, 内川義則,  
脳磁図によるベータ運動の検討—信号推定値の時  
系列的分析—, 日本基礎心理学会第29回大会,  
2010.11.27, 神戸

[その他]

ホームページ等

<http://soar-rd.shinshu-u.ac.jp/profile/ja.uhAhgUAU.html>

<http://fan.shinshu-u.ac.jp/~psychology/stuff/imai/GYOSEKI.htm>

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

今井章 (IMAI, Akira)  
信州大学・人文学部・教授  
研究者番号: 80211754

### (2)研究分担者

内川義則 (UCHIKAWA, Yoshinori)  
東京電機大学・理工学部・教授  
研究者番号: 90147455

### (3)連携研究者

高瀬弘樹 (TAKASE, Hiroki)  
信州大学・人文学部・准教授  
研究者番号: 60345725

田中慶太 (TANAKA, Keita)  
東京電機大学・理工学部・准教授  
研究者番号: 10366403

### (4)研究協力者

星野郁実 (HOSHINO, Ikumi)  
東京電機大学・大学院理工学研究科・大学院  
院生  
研究者番号: なし