

令和 2 年 6 月 18 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K04490

研究課題名（和文）脳磁図による運動知覚における視覚刺激と聴覚刺激の相互作用に関する研究

研究課題名（英文）Effects of visual and auditory stimuli on motion perception: A magnetencephalogram study

研究代表者

今井 章 (Imai, Akira)

信州大学・学術研究院人文科学系・教授

研究者番号：80211754

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、運動している物体を人が「見る」仕組み（運動知覚）の解明に焦点をあて、運動知覚に関わる脳活動について脳磁図（MEG）を測定して検討した。その際、視覚刺激として平面的な（2D）刺激と立体的な（3D）刺激を提示、さらに視聴覚複合刺激を提示する条件で調べた。その結果、運動に関わる脳の活性化は、1次視覚野の後頭部から側頭部、前頭部へと伝えられる一方、立体視情報は視覚野に留まること示唆された。さらに、視聴覚複合刺激の場合、脳活動が視覚刺激と聴覚刺激との空間的位置のずれの影響を受けることが示された。以上のことから、脳内では必要な情報のみが必要な領域へと伝達されていくことが示されたといえる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

運動知覚の仕組みを支える脳内基盤の解明は、未だに明らかになっていない。本研究では、脳磁図（MEG）を取得して、運動に関わる脳内ネットワークの解明を目指した。その結果、運動感に関わる脳活動は他領域に伝えられる一方、立体感に関わる情報は視覚領域に留まること示唆された。このことは、脳内ネットワークにおいては、運動などの情報の「重要性」が処理の促進と抑制を決めていることを示唆しており、脳機能解明の新たな手がかりとなる知見を得た点で、本研究結果は学術的のみならず社会的な意義も大きい成果といえる。

研究成果の概要（英文）：We examined neural basis of motion perception by magnetoencephalographic (MEG) study. We applied visual, auditory, and audiovisual multi-modal stimulations. In the visual stimulation, we presented a 2-dimensional (2D) stimulus and compared its effects to that of a 3-dimensional (3D) stimulus. In the audiovisual stimulation, there were two conditions that the spatial location of visual stimulation was set to the same as that of auditory one (same condition), and set to the different (different condition). The brain activation in connection with motion perception was transferred from the primary visual area to temporal and frontal areas, but the effects of 2D and 3D presentation was only found at posterior area. Furthermore, in the audiovisual stimulation, it was shown that the brain was activated differently between the same and the different conditions. These results suggest that the information in the brain would be transferred to the area where that information is instantly needed.

研究分野：実験心理学

キーワード：運動知覚 脳磁図 仮現運動 視覚刺激 聴覚刺激 視聴覚複合刺激

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

心理学的・精神物理学的手法を用いた運動知覚に関する研究では、視覚刺激が中心的に用いられ、輝度や速度などの情報が空間視経路によって処理されて運動視が成立すると説明されてきた。しかし、この手法による検討のみでは、運動知覚成立に関わる脳の神経基盤的発生源の特定には限界がある。そこで、まず視覚刺激による運動視成立時の人の脳を非侵襲的に探る脳機能イメージング法 (MEG) を用いて、運動視に関わる神経基盤の特定を試みる必要があると考えられた。次に視覚系に限定されない運動知覚に関する脳内ネットワークの解明を試みるため、聴覚刺激による「運動感」の生起と、それに対応する MEG 活性化を検討する必要があると考えられた。さらに、視覚聴覚複合刺激を提示し、モダリティに特異的ではない運動知覚に関わる脳内基盤の特定を試みようとした。

2. 研究の目的

本研究の目的は、時間・空間分解能に優れる脳磁図 (MEG) を取得し、運動知覚の神経基盤を特定することであった。運動知覚は何らかの刺激によって「運動感」が生ずることであり、視覚刺激による現象がよく調べられている。しかし、聴覚刺激によっても音の移動感が生じ音の運動知覚が成立する。本研究では、まず、(1) 視覚刺激による運動知覚の神経基盤の特定を試みるため、平面的な提示(2D)と立体的な提示(3D)とによる視覚刺激への運動感が MEG の活性化に及ぼす影響を調べた。次に(2) 聴覚刺激による運動知覚の神経基盤の特定を試みるため、視覚刺激と同様な提示条件を整え、聴覚刺激に対する運動感が MEG の活性化に及ぼす影響を調べた。最終的に、(3) 視聴覚複合刺激による運動知覚の神経基盤の特定を目指し、視覚刺激と聴覚刺激とを組み合わせ、視聴覚複合刺激に対する運動感が MEG の活性化に及ぼす影響を調べた。

3. 研究の方法

(1) 3D 刺激と 2D 刺激を用い、両刺激によるベータ運動観察場面を設定して MEG を計測し、視覚刺激における運動知覚の神経基盤について検討した。ベータ運動は視野角が広がっても、また刺激の形や色を変化させても、明瞭な運動印象が得られるという特徴を持つ。したがって、ベータ運動は刺激提示の時間的変動・空間的配置などを様々に工夫した条件を設定して観察させることが可能である。

刺激は球体画像とし、この画像を 3D 条件と 2D 条件とで提示した。両条件下で、運動感が最適に知覚できる最適試行 1、最適に知覚できるが持続時間が最適試行 1 より長い最適試行 2、および 2 刺激が同時に提示され、運動感が生起しない同時試行の 3 種類の試行を用意した。モニター中央に凝視点を配置し、刺激を凝視点から左右 5.09 度離れたどちらかの周辺部から中央の凝視点直下に提示する場合と、中央部から周辺部に提示する場合とを設定した。周辺部に提示する場合は 0.76 度の大きさで、中心部に提示する場合は 2.3 度で提示した (図 1)。

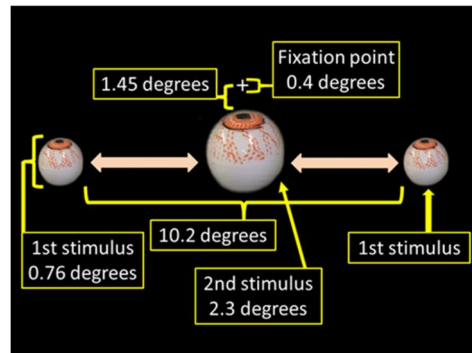


図 1 刺激提示画面

(2) 視覚刺激に対する運動感、聴覚刺激に対する運動感、さらに視聴覚複合刺激に対する運動感が生起する 3 条件において MEG を取得した。視覚条件では、黒色背景に持続時間 66.8 ms の白色円刺激を、中央凝視点から左右水平 5° 離れた位置に TV モニター上に提示した。聴覚条件では、視覚刺激とほぼ同位置に置かれたスピーカーから、白色ノイズ (77.4 dB) を、視覚刺激と同様な持続時間で提示した。これまでと同様、空間的に異なる 2 つの位置に継時的に刺激を提示すると最適な運動感が得られる最適条件と、2 刺激が同時に提示される同時条件とを設定した。さらに、視聴覚複合条件では、視覚、聴覚刺激が同じ空間的位置で提示される一致条件と、異なる位置で提示される不一致条件とを設定した。

(3) 上記、(1)と(2)のいずれの提示条件においても、全頭型 306 チャンネルの MEG 装置 (岡崎生理学研究所) により MEG を取得し、最低 80 回の加算平均による事象関連脳電場 (ERF) を得て、条件ごとに解析を行った。

4. 研究成果

(1) 健常成人の実験協力者 23 名に対して、立体感 (3D 条件 / 2D 条件) × 知覚的見え (最適 1 / 最適 2 / 同時) を組み合わせた 6 条件をランダムに提示した。この 6 種類の提示条件に対する ERF から活動源推定を行い、下・中・上後頭回、下・上頭頂小葉、中心後回、中心前回、下・中・上側頭回、下前頭葉眼窩部、下前頭葉弁蓋部、中前頭回、上前頭回背側部などの領野の脳活動を分析した。その結果、運動感が生ずる最適条件 1、2 と運動感が生じない同時条件とが、上後頭回などの後頭部視覚領野における活性化の差異を示し、この部位においてすでに運動感の処理が行われていることが示唆された。さらに、この活性化の違いは、中心後回、中心前回、中側頭回、下前頭葉弁蓋部、中前頭回、上前頭回背側部などへ伝えられていくことが示唆された。

一方、3D や 2D という立体視の違いによる活性化の差異は、視覚領野のみに認められ、側頭部や前頭部では明瞭に見られなかった（図 2）。

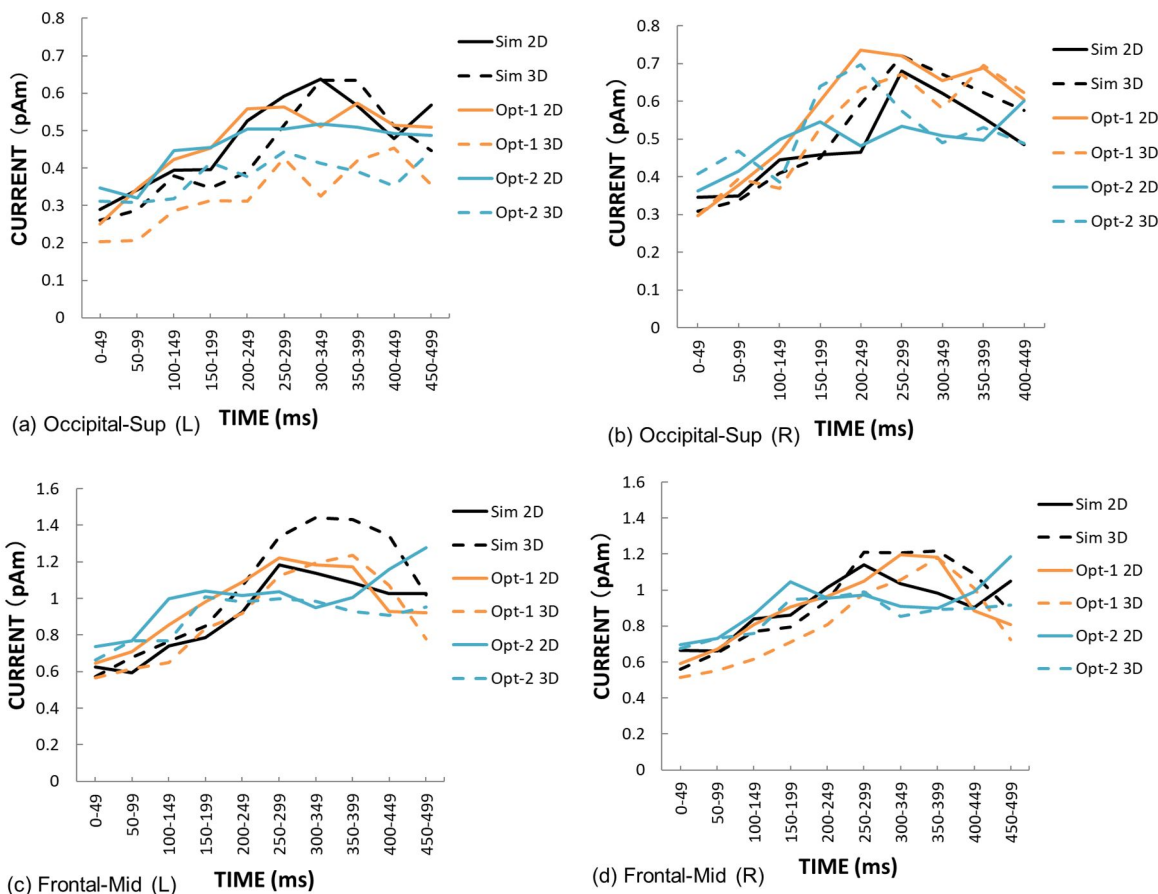


図 2 両半球(L/R)における上後頭回 (a, b) と中前頭回 (c, d) における平均電流量

(2) 健常成人の実験協力者 11 名に対して、視覚刺激に対する運動感、聴覚刺激に対する運動感、さらに視聴覚複合刺激に対する運動感が生起する 3 条件を設定し、MEG を取得して検討した。その際、音刺激との比較のため、視覚刺激は単純な平面的な刺激とした。その結果、視覚条件の場合は、最適条件 1, 2 での活性化量が上・下後頭回において約 220-300 ms の潜時帯で増大しており、運動関連情報の処理が、この領野、この時間帯で行われていることが示唆された。しかし、側頭部や前頭部での活性化は明瞭ではなかった。一方、聴覚刺激条件では、最適条件と同時条件との活性化の差異が明確には示されなかった。さらに、視聴覚複合事態では、下側頭回、中側頭回右側、上側頭回右側といった側頭部における、運動感依存というよりも視聴覚刺激の「不一致感」による増大した活性化が、60-120 ms, 290-370 ms, 300-430 ms などの潜時帯で認められた。

(3) 以上のことをまとめると、脳内における情報伝達のネットワークでは、重要、または必要と考えられる情報が必要な領野へと伝えられる一方、必要でない情報は特定の領野内に留まり、それ以降の領野には伝えられない可能性があると考えられる。本研究では、「他領野へ伝達する」必要のあった情報とは運動知覚に伴う「運動感」であり、視聴覚複合刺激事態における「不一致感」であることが示唆される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Revol, P., Collette, S., Boulot, Z., Foncelle, A., Niki, C., Thura, D., Imai, A., Jacquin-Courtois, S., Cabanac, M., Osiurak, F., and Rossetti, Y.	4. 巻 -
2. 論文標題 Thirst for intention? Grasping a glass is a thirst-controlled action.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Psychology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fpsyg.2019.01248	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 該当する

1. 著者名 今井章・新堂光太郎・大橋俊夫	4. 巻 7
2. 論文標題 換気カプセル式デジタル発汗計を用いた定位反応の検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 信州大学人文科学論集	6. 最初と最後の頁 125-133
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 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 今井章・高瀬弘樹・田中慶太・内川義則・岡本秀彦	4. 巻 39
2. 論文標題 脳磁図による運動視知覚の神経基盤の解明	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 生理学研究所年報	6. 最初と最後の頁 228 - 228
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 今井章・高瀬弘樹・田中慶太・内川義則・岡本秀彦	4. 巻 40
2. 論文標題 脳磁図による運動視知覚の神経基盤の解明	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 生理学研究所年報	6. 最初と最後の頁 242 - 242
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 今井章・高瀬弘樹・田中慶太・内川義則・岡本秀彦	4. 巻 38
2. 論文標題 脳磁図による運動視知覚の神経基盤の解明	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 生理学研究所年報	6. 最初と最後の頁 248 - 248
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 今井章・Y.ロッセティ・P. レヴォル	4. 巻 5
2. 論文標題 ディスクの回転による触覚の錯覚現象について(2) 回転手の効果についての検討	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 信州大学人文科学論集	6. 最初と最後の頁 41 - 49
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 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 今井章・Y.ロッセティ・P. レヴォル	4. 巻 6
2. 論文標題 ディスクの回転による触覚の錯覚現象について(3) 回転手と支持手の効果の分離	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 信州大学人文科学論集	6. 最初と最後の頁 59 - 69
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 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 -

〔学会発表〕 計10件(うち招待講演 0件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Imai, A., Takase, H., Tanaka, K., Okamoto, H., & Uchikawa, Y.
2. 発表標題 A magnetoencephalographic study of apparent motion illusion in relation to the two-dimensional and three-dimensional stimulations.
3. 学会等名 The 42nd European Conference on Visual Perception (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 今井章・荒木春乃
2. 発表標題 隠蔽期間の長さが虚偽検出時のP300に及ぼす影響について
3. 学会等名 日本生理心理学会第37回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 今井章・新堂光太郎・大橋俊夫
2. 発表標題 定位反応の指標としての精神性発汗 換気カプセル式デジタル発汗計を用いた検討
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 今井章・高瀬弘樹・田中慶太・内川義則・岡本秀彦
2. 発表標題 ベータ運動観察時の脳磁界誘発反応 2次元刺激と3次元刺激の比較による検討
3. 学会等名 日本心理学会第82回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Imai, A., Rossetti, Y., & Revol, P.
2. 発表標題 The apparent elongation of a disk by its rotation as haptic phenomenon.
3. 学会等名 The 41st European Conference on Visual Perception (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 今井章・小澤綾子
2. 発表標題 大学生の強迫傾向における認知処理と事象関連電位の関係
3. 学会等名 日本認知心理学会第15回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田中綾子・今井章
2. 発表標題 表情認知に及ぼす表情操作の影響
3. 学会等名 日本心理学会第81回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 今井章・Y. ロセッテイ・P. レヴォル
2. 発表標題 ディスクの回転による触覚の錯覚 Cormackのコイン回転による触錯再考
3. 学会等名 日本心理学会第81回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 今井章・井上和之
2. 発表標題 情動刺激による時間知覚と生理反応との関係
3. 学会等名 日本基礎心理学会第36回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 今井章・高岡翼
2. 発表標題 物体認知におけるカテゴリーと色が眼球活動に及ぼす影響
3. 学会等名 日本基礎心理学会第37回大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

心理学分野 信州大学 人文学部 http://www.shinshu-u.ac.jp/faculty/arts/course/ex-psychology/
--

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	田中 慶太 (Tanaka Keita) (10366403)	東京電機大学・理工学部・准教授 (32657)	
連携研究者	岡本 秀彦 (Okamoto Hidehiko) (30588512)	国際医療福祉大学・医学部・教授 (32206)	
連携研究者	高瀬 弘樹 (Takase Hiroki) (60345725)	信州大学・人文学部・准教授 (13601)	

