

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：32636

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K10896

研究課題名（和文）動作への錯視の影響から検討する視覚情報認識 - 動作生成の過程

研究課題名（英文）The process from visual information recognition to movement execution studied by the size illusion effect

研究代表者

勝又 宏 (Katsumata, Hiromu)

大東文化大学・スポーツ健康科学部・教授

研究者番号：40398350

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）：“大きさ錯視の課題動作遂行への影響”という観点からの動作分析研究は、視覚情報処理による認知・判断に基づいた動作遂行メカニズムについて理解を深めるうえで有効かつ興味深い。この課題に対して、大きさ錯視を誘発する標的への動作を分析した。実験動作として、動作遂行時に認知的情報処理の関与を操作する課題条件を設定した。その動作への錯視の影響を分析したところ、「課題遂行への注意を逸らす状況では錯視の影響が減少した」ことや、「意識においては錯視の影響を受けているはずでも動作遂行にその影響はなかった」という結果であった。視覚による動作生成の過程における認知的活動の関与について興味深い知見を得ることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

視覚に基づく動作生成に対する認知的情報処理の関与に関する研究領域において、本研究が用いた実験パラダイムの理論的背景には、脳内視覚情報処理経路として、動作形成のための背側経路と物体認識のための腹側経路という異なる機能をはたす経路の存在がある。関連する数々の研究において「認知機能は錯視の影響を受けるのに対して、動作はその影響を受けるのか？」という点で相反する結果が報告されているなか、本研究が得た実験結果は、認知機能の関与の仕方に応じて錯視の影響が異なることを示唆するものといえる。これは、上述の脳内情報処理の“並列的・複合的なはたらき”という点から、今後の研究にとって意義深い知見といえる。

研究成果の概要（英文）：The effect of size illusion on movement execution is an interesting question for understanding visuomotor processes based on cognitive processing. This study addressed this issue by analyzing a movement produced with respect to a target object that induced the size illusion.

The movement was performed while the cognitive process involved in performing the task was distracted by the experimental condition. The results showed that: (1) when attention to task performance was distracted by the simultaneous performance of the secondary task, the effect of the size illusion on the primary task was reduced; and (2) the movement of the task was not affected by the size illusion, whereas the perception of size was affected by the illusion. The results add valuable knowledge to the study of the involvement of cognitive processing in the mechanism of controlling a movement via visual information processing.

研究分野：運動制御学

キーワード：運動制御 視覚情報処理 認知的情報処理

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

様々なスポーツ・パフォーマンスは視覚情報を頼りに遂行されるが、我々の知覚は、視覚システムがとらえる外界の状況によって錯覚を生じることがある。対人競技における相手選手との間合い、接近してくるボールや相手選手に応じたタイミング動作などは、奥行情報を頼りにパフォーマンスが実行される。これらの状況に関する知覚が幻惑され、誤った情報認識がなされれば、動作のエラーが生じてしまう。例えば、野球の投手による速球が、打者の目からは“浮き上がって見える”という現象が生じる (McBeath, 1990)。このような情報処理を介した動作について、我々は直感的には自己の意識によって遂行しているものと認識するので、浮き上がって見えるボールの軌道に対して、打者は反応に窮することになる。一方、パフォーマンス遂行に瞬時の対応が要求される動作は、しばしば“反射的・無意識的”であり、「視覚情報の認識に基づいて判断して動く」という動作遂行過程からは説明しがたい、“飛来するボールへの反射的かつ正確なタイミング動作”が報告されている (Bootsma & van Wieringen, 1990)。これらの点から、パフォーマンスを遂行するための“視覚情報の認知により動作を生成する過程”における、意識や注意といった認知的活動の影響について検討することは、スポーツの実践領域におけるパフォーマンス向上のためのヒントや、認知機能と動作制御メカニズムの関係の解明を課題とする研究領域にとって有効な知見を得られるものと期待できる。

視覚情報による認知活動における錯覚として、例えば、Ebbinghaus 図形と呼ばれる「中心の円 (target) を取り囲むように配置された target よりも大きいもしくは小さい複数の周囲の円 (flanker)」から構成される図形では、target に対する flanker の構造は、target が実際のサイズより大きく (右図形) / 小さく (左図形) 見える錯視 (Ebbinghaus 効果) を生むことが知られている。このような“大きさ錯視”の現象を利用した大きさ知覚実験によって、視覚に基づいた認知情報処理が動作に及ぼす影響について、Aglioti, DeSouza, & Goodale (1995) による初期の研究以来、検討が重ねられてきている (例: Haffenden & Goodale, 1998; Haffenden, Schiff, & Goodale, 2001)。この実験パラダイムにおいて、以下の2つの動作課題が用いられている。

(1) Target に手を伸ばして掴まむ動作 (Grasping)

(2) Ebbinghaus 図形の target に対して、視覚により認識したその「大きさ」について、target を掴む場合と同様の指の動きで大きさを表す動作 (Matching)

Matching は、大きさの認識に基づいて動作が生成されることから、大きさ錯視の影響と一致するように、実際のサイズより大きく / 小さく見える場合は、指を大きく / 小さく開いてしまうことが一貫して報告されている。これに対して、Grasping 課題における target を掴まむための動作中の指の開き具合は錯視の影響を受けないことが、初期の数々の研究で報告されている (Haffenden & Goodale, 1998 ほか)。これは、認知的情報処理活動の影響を受けずに動作を生成するメカニズムが存在することを示す知見として興味をひくものであるが、その後の研究において、「Grasping 時の指の開き具合も大きさ錯視の影響を受けている」という研究結果も発表されており (Franz, 2001; Megan, et al, 2004 ほか) 議論となっている。これら相反する研究結果に対して、実験条件の設定方法 (例: Katsumata, 2014; Mon-Williams & Bull, 2000) や分析方法 (例: Franz et al, 2000; Franz, 2003; Hesse, Franz, & Schenk, 2016) あるいは動作制御における情報処理過程の関与の観点 (例: Ehresman, et al, 2008; Glover & Dixon, 2002; Heath et al, 2005; Heath) から数々の検討がなされている。

以上の点から、“大きさ錯視の課題動作遂行への影響”という観点からの動作分析研究は、視覚情報処理 - 動作制御の過程における認知的活動の関与について理解を深めるうえで有効かつ興味深いといえる。この課題に対して、本研究は、Ebbinghaus 効果によって錯視を誘発する target に対する Grasping および Matching 動作を分析することで取り組んだ。

2. 研究の目的

錯視を誘発する視覚刺激への反応課題を用いて、課題動作遂行に際して、認知的情報処理の関与を操作するような条件を設定することによって、その反応動作への錯視の影響の有無を検討した。課題条件と錯視効果の関連についての分析を通じて、視覚情報処理 - 動作生成の過程における認知的活動の関与についての知見を得ることを目的とした。

3. 研究の方法

大きさ錯視を誘発する Ebbinghaus 図形を用いた、Grasping および Matching 動作への影響について、以下の2つの動作実験により検討した。

【実験1】

Grasping 遂行と同時に選択反応課題を遂行させることで、Grasping 動作生成から注意を逸らせることを狙う。この二重課題条件による錯視効果の課題動作への影響を検討した。

【実験1のねらい】

“二重課題”によって、課題遂行に要する情報処理負荷を増す、あるいは主課題遂行への意識をもう一方の課題へ向けざるをえない状況を設定することで、「Grasping 遂行のプロセスが阻

害された場合の、「錯視認識の動作への影響」という観点から、視覚 - 反応過程における認知的活動の関与について検討することを試みた。

【実験 2】

極限法を用いて Ebbinghaus 図形に対して錯視効果が誘発される閾値を特定し、それを基に、実際には異なる大きさの 2 つの標的について、「錯視効果の影響により同じ大きさに見えてしまう」という target 条件を設定する。その target に対する Grasping 動作への錯視効果の有無および効果の度合を検討した。

【実験 2 のねらい】

従来の研究における Grasping 動作への大きさ錯視の影響の検証方法では、物理的には同じ大きさの target を用いて、それらが大きく / 小さく見える錯視効果条件に対して、条件間での「錯視効果に応じた動作の統計的有意差が無い」ことにより「動作に錯視の影響はない」ことの検証を試みている。これに対して本研究では、「物理的には異なる target の大きさではあるが錯視効果によって同じ大きさに見える」条件を設定し、これらの target に対する Grasping 動作について「錯視の影響がなければ有意差がある」ことを検証しようと試みた。これによって、先行研究による知見についてより詳細かつ信頼性のある検証結果を得ることを期待した。

【分析指標・分析方法】

錯視効果の指標として、手を伸ばして対象物を掴む動作をする際に生じる、「掴み動作の手指の開きの最大値（グリップ最大値）」は、対象物の大きさに応じたものとなるという知見から（Jeannerod, 1981, 1984）先行研究にならひこの最大値を大きさ知覚を示す動作指標とした。同じ大きさの target でも、錯視の効果により実際より大きく見える場合と、小さく見える場合のグリップ最大値が錯視の影響に対応するように異なれば、課題動作への「錯視の影響あり」と判断できる。また、実際には異なる大きさの標的が錯視により同じ大きさに見える場合、指標値に有意差が見られれば「錯視影響なし」と判定する。さらに、錯視効果を target の大きさに応じたグリップ最大値の変化率で標準化を行うことで（Franz, et al, 2000, 2001）異なる動作課題間での錯視効果の度合を検討した。

4. 研究成果

研究期間初年度から 2 年目（2018～19 年度）にかけて、「実験 1」（二重課題条件を課す知覚 - 反応動作実験）に取り組んだ。2019 年度には、その成果について運動制御科学に関する国際誌に発表した。

“意識を他の課題遂行へ向けざるをえない状況”における、錯視効果の減少および課題動作への影響の観点から、「標的知覚 - 動作生成」の情報処理過程への認知機能の関与について検討を試みた。いずれの動作課題に対しても錯視効果の度合は、二重課題条件によって減少することが確認された。この結果は、被験者の注意や意識が同時遂行された選択反応課題にも向けられたため、「標的の大きさ認識 - 掴み動作形成」に対する意識的な処理過程が妨げられながらも、異なる標的の大きさに応じた掴み動作の大きさが形成されたことを示している。これは、意識を課題遂行にとって妨げとなる情報から逸らしながら課題を遂行させることができることの可能性を示すものと考えられる。

2020 年度より「実験 2」着手した。まず、極限法を用いた Ebbinghaus 図形の target に対する被験者の大きさ知覚実験を行い、「大きさ錯視の効果が誘発される標的図形サイズの閾値」を特定した。これを基に「実際には大きさの異なる 2 つの標的が錯視効果の影響により同じ大きさに見えてしまう」条件を設定し、この target に対する Grasping 動作実験を行ない、錯視効果の動作への影響を分析した。

その結果、異なる target の大きさに対して、グリップ最大値による錯視効果の度合いを分析したところ、「Grasping 動作は錯視の影響を受けなかった」ということを示す結果となった。これは「見た目の大きさ」に依存しない物理的な大きさの違いに応じた動作遂行を示唆する。この結果は、本実験の課題設定によって、「意識に基づいて動作を遂行しようとするれば錯視に惑わされるはずなのだが、この動作は意識の影響を受けずに遂行された」という見解を支持するものであるが、関連研究における「Grasping 動作も大きさ錯視の影響を受ける」という近年発表されている知見に対して異なるものでもある。

Grasping および Matching 動作を用いた「視覚情報処理 - 動作遂行」過程のメカニズムに関する研究の理論的背景には、脳内視覚情報処理経路として、背側経路・腹側経路という 2 つの機能的に異なる役割をはたす経路の存在がある。腹側経路は対象を認識するため、背側経路は標的を掴むために上肢の動作形成に機能するための情報処理・伝達を担っているとされている（Kandel, et. al, 2000）。Grasping は錯視の影響を受けないと主張する研究は、背側経路の機能によるとの解釈を示している（Goddale & Milner, 1992）。しかし、これら 2 つの経路は機能解剖学的に明らかであるものの、動作を遂行する場合において、実際にどのようにそれらを駆使して動作が生成されているのかという点が明らかにされているわけではない。実際様々な状況下においては、視覚野から発するこれら 2 つの情報処理経路は、並列的・複合的に機能して、動作の目的を達成するために貢献するとすれば、動作課題状況に応じた機能の仕方があり得るのではないかと考えることが出来る。Grasping および Matching 動作を用いた実験パラダイムによる数々の研究において、Grasping への錯視の影響について相反する知見が報告されていることは、それを示唆しているとも考えられる。以上の点から、本研究の実験 1・2 におい

て得られた知見は、上述の機能性の一端をとらえるものであり、今後の関連研究に有効な情報といえる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Hiromu Katsumata	4. 巻 67
2. 論文標題 Attenuation of Size Illusion Effect in Dual-Task Condition	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Human Movement Science	6. 最初と最後の頁 102497
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.humov.2019.102497	査読の有無 有
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 該当する

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------