

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 15 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23530965

研究課題名(和文) 身体的姿勢によって変容する視空間の特性：斟酌理論に照らして

研究課題名(英文) Depth perception depending on body orientation: Validity of the compensation model

研究代表者

東山 篤規 (Higashiyama, Atsuki)

立命館大学・文学部・教授

研究者番号：00118001

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、触覚を含む自己受容覚の変化によって奥行き知覚が影響されるようすを両眼網膜像差、きめの勾配、陰影の手がかりごとに記述することであった。3実験の結果、1)両眼網膜像差は姿勢の効果(上方視、前方視、下方視)の効果がまったく認められなかった。2)きめの勾配については、姿勢の効果は認められなかったが、床パターンは天井パターンに比べて、前額平行面に近づいて見えた。3)陰影には姿勢の効果が認められた。陰影刺激を上方視で観察したときは、他の条件(前方視、下方視)と比べて、凸に見える頻度が高まる傾向があった。

研究成果の概要(英文)：The present study investigated the effects of head orientation on apparent depth that was elicited by binocular retinal disparity, texture density, or shading. The head orientation was compared among the upper, straight-ahead, and lower viewings. For binocular retinal disparity, there was no head orientation effect. For the texture density, there was not an effect of head orientation but were effects of pattern orientation: The patterns appearing like a ceiling were judged to be larger in depth than the pattern appearing like the ground. For shading, both of the head and pattern orientations were effective. The patterns appearing convex dominantly were likely to lose the convexity when they were rotated to 180 deg. The shading patterns were likely to judge to be convex in the upper viewing condition.

研究分野：心理学

キーワード：奥行き 姿勢 両眼網膜像差 きめの勾配 陰影

1. 研究開始当初の背景

胴体や頭部を傾けたままにして外界を観察すると、ふつうに正立して見ていたときに比べて、視覚的世界が変容することがある。これは、視覚が、他の感覚器官から独立したのではなく、内耳に発する前庭系、筋肉や腱などに発する筋腱系、皮膚の張力や捻じれに発する触覚系(この3系を総称して自己受容感覚系)の影響を受けることを示唆している。

2. 研究の目的

本研究の目的は、このような触覚を含む自己受容覚の変化によって視覚が影響されるようすを視覚的手がかりの個別の特性ごとに記述し、その機構に関する諸説の検討をおして、自己受容感覚と視覚の間に普遍的に成り立つ一般的規則を明らかにすることである。

とくに、触覚を含む自己受容感覚の変化によって視覚的距離の手がかりが見かけの奥行きに及ぼす影響について明らかにした。具体的にいえば、次の3実験を行った。最初の実験は、身体姿勢が、距離の手がかり(両眼網膜像差、運動視差、きめの勾配、陰影、反転図形など)が与える奥行き感に影響を与えるのかどうかを明らかにすることを目的とし、つぎの実験2では、とくにきめの勾配に絞って、身体姿勢と刺激図形の変化にともなって生じる奥行きの変化について考察した。実験3では、さらに陰影を取り上げて、同様に身体姿勢と刺激図形の変化にともなって生じる奥行きの変化について考察した。

3. 研究の方法

実験1

この実験では、視覚的奥行きの手がかりと自己受容感覚の関係を明らかにした。検討する視覚的距離の手がかりとして、両眼網膜像差、運動視差、きめの勾配、陰影を用いた。距離の手がかりには、刺激図形の正立・逆転にほとんど関係なくはたらく両眼網膜像差や運動視差と、刺激図形の正立・逆転に依存して奥行きの関係が変わる陰影や奥行き反転図形と、その中間に位置するきめの勾配とがあるが、自己受容覚の変化は、どの種類の奥行きの手がかりに影響するのかを明らかにした。

実験では、被験者にヘッド・マウンティッド・ディスプレイHMDを装着させることによって、身体が屈曲しても目に与えられる網膜像を一定にした。両眼網膜像差を網膜に与える実験では、像差が7段階にわたって変化するステレオグラムを作成し、それをHMDの中に提示して、観察者には、正立した条件、天井を見上げた条件、足元を見おろした条件のもとでステレオグラムを融合させ、そのときに知覚された奥行きを判断させた。運動視差を与える刺激として、画面上部から下部にかけてドットの移動速度が線形的に高速に変化する条件と、画面上で運動するドットの速度がランダムに変わる条件を設けた。どち

らの条件でも運動視差は7段階に設定された。これらの刺激をHMDの中に提示して、観察者には、上述の3姿勢のもとで、そのときに知覚された奥行きを判断させた。きめの勾配を用いる実験では、きめの勾配が強く作用している10図形を選抜し、観察者には、上で述べた同じ3姿勢条件のもとで、各図形の正立画と倒立画を継時観察させて、奥行き量の判断を求めた。陰影を用いる実験では、刺激図形を180°回転させると奥行きの関係が逆転するような10図形(クレータの写真など)を単眼提示した。観察者には、上で述べた同じ姿勢条件のもとで各図形を観察し、その見え姿の報告を求めた。また反転図形ではネッカーの立方体やシュレーダーの階段を用いた。

実験の結果、両眼網膜像差を網膜に与える実験では、姿勢の効果はまったく認められなかった。運動視差を与える条件では、姿勢の効果はまったく認められなかった。きめの勾配刺激に対しては、姿勢の効果はまったく認められなかったが、各図形の正立画と倒立画を比較すると、倒立画の傾きが大きくなった。陰影図形に対しては、姿勢の効果と図形方向(正立と倒立)が認められたが、反転図形ではそのような効果が認められなかった。

実験2

実験1の結果を受けて、きめの勾配がある刺激(幾何学的なドットパターンと建造物の壁パターン)を、正立提示した場合(床のように見える。図1参照)と倒立提示した場合(天井のように見える)の奥行きの差異を検討した。頭の位置は正立、前方視とした。

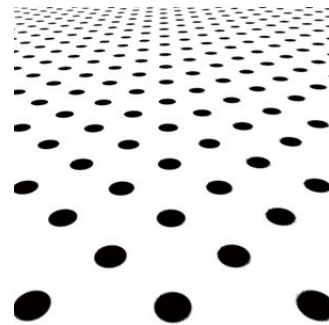


図1. 実験1と2で用いたドット刺激の一部。

実験の結果は、きめの勾配がつくる面の傾きは、頭の位置の変化にともなって有意に変化しなかった。頭を上げたときよりも下げたときに、面が数度ほど大きく傾いたに過ぎなかった。これに対して、一貫して、視覚パターンの方向の効果が認められた。すなわち、天井として知覚されるきめは、床として知覚されるきめに比べて、いっそう大きく面を傾ける効果があった。この結果は、ドットパターンに対しても壁パターンに対しても成り立った。

実験3

実験1の結果を受けて、陰影をもつ刺激を、

さまざまに姿勢を変えて観察すると同時に、図形の方角をも変えて、奥行きの変化を観察した。3次元の鑄型（マトリックス）を写真撮影したもの（図2参照）とコンピューターで作成した図版を刺激に用いた。陰が図版の下に分布するように提示する正準条件と、その図版を180度回転した180度条件を設定した。各観察者は、HMDを装着したのち、頭を正面に向けたり、天井を見上げたり、足元を見おろしたりして、その図版が隆起（凸）しているか陥没（凹）しているかを判断した。

実験の結果、正準条件では、ほぼ完全に凸に見えていたのが、180度条件では、凸に見える頻度が、全体に減少し、しかも頭の方角とともに変化することが示された。すなわち頭を上に向けたときに、もっとも凸に見え、頭を下に向けたときは、もっとも凸に見えにくかった。

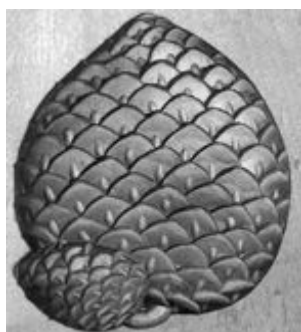


図2．実験3で用いた刺激の一部．

4．研究成果

(1) 両眼網膜像差や運動視差では姿勢の効果（上方視，前方視，下方視）の効果がまったく認められなかった。これらの手がかりは、姿勢とは独立してはたらいっていることを示唆している。

(2) 姿勢の効果は認められなかったが、床パターンは天井パターンに比べて、前額平行面に近づいて見え、奥行きを引き起こしにくい刺激であった。この結果は、従来の文献報告に見出されない新事実と考えられる。

(3) 陰影には姿勢の効果が認められた。陰影刺激を上方視で観察したときは、他の条件（前方視，下方視）と比べて、凸に見える頻度が高まる傾向があった。これは、観察者が重力の方角を勘案して奥行きを判断を行った可能性を示唆しているのかもしれない。また、図形の方角の効果も認められ、正準条件に比べて180度条件では凸に見える頻度が低下した。

(4) 以上の結果より、距離の手がかりの中には、姿勢の方角の影響を受けやすいものと、そうでないものがあり、明瞭に姿勢の方角の影響を受ける手がかりは陰影に限られ、その意味において、この手がかりは、数多くある手がかりの中で特異な位置を占めると考えられた。

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7件)

Higashiyama, Atsuki; Murakami, Takashi: The effects of luminance, size, and duration of a visual line on apparent vertical while the head is being inclined in roll. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 査読有, 2015, 77(2), 681-691.

DOI:[10.3758/s13414-014-0774-4](https://doi.org/10.3758/s13414-014-0774-4)
東山篤規・村上嵩至・佐藤敬子 文章要約課題遂行間に提示された生活音の妨害感について 環境心理学研究2, 査読有, 2014, 2, 1-9.

<https://drive.google.com/file/d/0B5-k0eDhOo5tRkI5V1oybVRaVWM/edit?usp=sharing>

東山篤規．書評：H．R．ロス・C．プラグ（著）『月の錯視のなぞ---大きさ知覚の探求』，立命館文学（尾田政臣教授退職記念論集），636,2014,査読有,3-23.

<http://www.ritsumei.ac.jp/acd/cg/lt/rb/636/636PDF/higasiya.pdf>

Higashiyama, Atsuki; Shimono, Koichi: Apparent depth of pictures reflected by a mirror: The plastic effect. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 査読有, 2012, 74(7), 1522-1532.

DOI:[10.3758/s13414-012-0346-4](https://doi.org/10.3758/s13414-012-0346-4)
Shimono, Koichi; Higashiyama, Atsuki: Editorial: Three dimensional visual space: Phenomena, theories, and applications. *Japanese Psychological Research*, 査読有, 2012, 54, 1-3.

DOI:[10.1111/j.1468-5884.2011.00508.x](https://doi.org/10.1111/j.1468-5884.2011.00508.x)
Shimono, Koichi; Higashiyama, Atsuki: Dual egocenter hypothesis on angular errors in visually directed pointing. *Perception*, 査読有, 2011, 40(7), 805-821. DOI:[10.1068/p6604](https://doi.org/10.1068/p6604)

Higashiyama, Atsuki; Toga, Miyuki. Brightness and image definition of pictures viewed from between the legs. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 査読有, 2011, 73(1), 144-159.

DOI:[10.3758/s13414-010-0023-4](https://doi.org/10.3758/s13414-010-0023-4)

〔学会発表〕(計11件)

東山篤規．奥行き方向における平行線：視空間のユークリッド性の検討．関西心理学会第126回大会．2014/11/09．大阪市立大学（大阪府大阪市）。

Higashiyama, Atsuki, Yamazaki, Tadashi. The effects of head and retinal-image orientations on apparent depth of light-and-shade pictures. *The 37th Annual Meeting of European*

Conference on Visual Perception,
Belgrade, Serbia, 2014/08/24-08/28.

山崎校・東山篤規．視覚的速度に及ぼす頭の位置と歩行の効果．関西心理学会第125回大会．2013/11/03．和歌山大学(和歌山県和歌山市)．

Higashiyama, Atsuki, Yamazaki, Tadashi; Anisotropy of texture gradient as depth cue. *The 36th Annual Meeting of European Conference on Visual Perception*, Bremen, Germany, 2013/08/25-08/29.

東山篤規．奥行き知覚に及ぼす頭の位置の効果：きめの勾配と線遠近 関西心理学会第124回大会．2012/10/28．滋賀県立大学(滋賀県彦根市)．

東山篤規・村上嵩至・佐藤敬子．知的作業を妨害する騒音の特徴---雑踏，音楽，会話の比較---．日本心理学会76回大会．

2012/9/13．専修大学(東京都千代田区)．
下野孝一・江草浩幸・東山篤規．上体の位置と触定位錯誤．日本心理学会第76回大会．2012/09/11．専修大学(東京都千代田区)．

Higashiyama, Atsuki; The effects of size, duration, and luminance of visual line on apparent vertical while the head was tilted. *The 35th Annual Meeting of European Conference on Visual Perception*, Alghero, Italy. 2012/09/02-06.

東山篤規・村上嵩至．ミュラー効果に及ぼす視覚刺激の明るさの効果．関西心理学会123回大会．2011/11/6．京都学園大学(京都府亀岡市)．

東山篤規・山崎校．自己誘導運動(ベクション)と身体姿勢の関係 - ヘッド・マウンティッド・ディスプレイを用いて．日本心理学会75回大会．2011/9/16．日本大学(東京都世田谷区)．

Higashiyama, Atsuki; Relaxation of bodily muscles facilitates roll vection. *The 34th Annual Meeting of European Conference on Visual Perception*, Toulouse, France, 2011/08/28-09/01.

[図書](計2件)

東山篤規(訳)．『月の錯視 なぜ大きく見えるのか』2014．勁草書房．359．

東山篤規．『体と手がつくる知覚世界』2012．勁草書房．241．

[その他](計2件)

東山篤規．自著を語る：月の錯視—なぜ大きく見えるのか—．心理学ワールド，69号，2015/05/01．

東山篤規．自著を語る：視覚ワールドの知覚．心理学ワールド，56号，2012/01/01．

<http://www.psych.or.jp/publication/wo>

rld_pdf/56/56-40.pdf

[産業財産権]なし

6．研究組織

(1)研究代表者

東山 篤規 (Higashiyama Atsuki)
立命館大学・文学部・教授
研究者番号：00118001

(2)研究分担者

下野 孝一 (Shimono Koichi)
東京海洋大学・海洋工学部・教授
研究者番号：70202116

(3)連携研究者 なし