

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 5 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24650130

研究課題名(和文) 陰影からの奥行き知覚における自己運動の貢献

研究課題名(英文) Contribution of self-motion in depth perception from shading.

研究代表者

佐藤 隆夫 (SATO, Takao)

東京大学・人文社会系研究科・教授

研究者番号：60272449

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：懐中電灯やレーザーポインターを持った手を動かし、立体物を照射すれば、陰影情報やポインターの光の運動軌跡がダイナミックに変化する。こうした、頭部運動以外、具体的には手の運動起因の刺激変化が奥行き知覚の有効な手がかりとなるかを検討した。その結果、手の運動は奥行き手がかりとしてはあまり役に立たないことが判った。しかし、1週間程度の学習を積みればある程度は有効な手がかりとして機能することも明らかになった。

研究成果の概要(英文)：This study examined the effectiveness of active movement of hand in depth perception in situations similar to that of motion parallax. The observer shone 3D spherical surface by either a flashlight or a laser pointer while moving his hand back and forth. The shading or motion trajectory of pointer changes according to the hand motion. It was found that such self-motion information which does not involve movement of observing position is not very useful to generate depth perception. However, it becomes marginally effective after a training of one-week period.

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：視覚 奥行き知覚 陰影 自己運動

1. 研究開始当初の背景

運動視差からの奥行き知覚は、網膜上の相対運動情報を対象物体そのものの実際の相対運動と観察者の運動に起因し、剛体としての対象物の奥行き構造に起因するものと切り分ける必要がある。この切り分けは、自己運動に関する情報が得られてはじめて曖昧性のないものとなる。つまり、既知な情報としての自己運動が、曖昧性の除去にとって決定的な重要性を持つ。通常の運動視差は観察者に頭部を運動させながら、すなわち観察位置を変化させながら刺激を観察させる。その時の奥行き知覚が成立する。こうした自己運動の貢献が頭部、すなわち観察位置の運動に限られるのかどうか本研究の主要な関心である。例えば懐中電灯のような照明を手を持ち、手を運動させれば陰影がダイナミックに変化する。この陰影の変化は手の運動と著説リンクする者であり、また手の運動は観察者にとって既知の情報となる。果たして、観察者はこうした手の運動に関する情報と網膜像の変化を結びつけ、それを奥行き知覚に反映させることができるのだろうか。こうした頭部以外の自己運動に起因する刺激の変化を視覚系が奥行き知覚の手がかりとして活用することは理論的には可能であるはずである。しかし、こうした観点から頭部以外の自己運動と奥行き知覚の関係を実験的に確認した研究はこれまで存在していない。また副次的な関心として、もし奥行き判断が成立したとして、それが、どの程度、ビビッドな「知覚体験」をもたらすかということもある。例えば、動的な陰影の変化にもとづいた意識的な推論の結果として奥行き判断が生じているのか、それとも直接的な知覚体験としての奥行き知覚が生じているのかという問題である。

2. 研究の目的

頭部以外、具体的には手の自己運動に起因する刺激の変化、つまり観察位置のダイナミックな変化以外の自己運動起因の刺激変化を視覚系が奥行き知覚の手がかりとして活用することが出来るかどうかを検討することを目的とする。情報のタイプとしては、以下の二つのものを用いた。

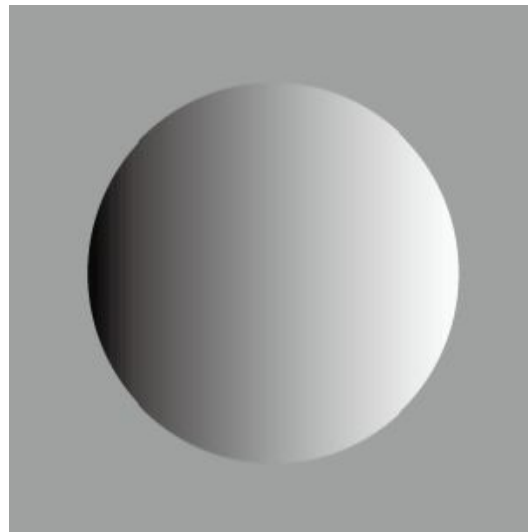
(1) 懐中電灯によって半球状の表面を手を動かしながら照射したときの陰影の変化。

(2) レーザーポインターで円柱状の表面を照射した時の、運動軌跡の変化。

3. 研究の方法

(1) 第一の実験は、手に懐中電灯を持って、対象物を照らした時、陰影からの奥行き知覚が一意となるか否かを問う実験である。この実験では、CRT上に二次元的な陰影画像を提示したが、手の動きに応じて、

手に持った懐中電灯からの照明による陰影の変化に応じた刺激変化がCRT上の刺激に与えられる。実験では、能動光源可視(自分で懐中電灯を持ち、それを自分で動かし、手に持った懐中電灯を見ることが出来る)、能動光源不可視(自分で懐中電灯を持ち、それを自分で動かすが、手に持った懐中電灯を見ることは出来ない)、受動光源可視(自分で懐中電灯を持つが、その手を自分で動かすのではなく、実験者が観察者の手を誘導する、その時手に持った懐中電灯を見ることが出来る)、受動光源不可視(自分で懐中電灯を持つが、その手を自分で動かすのではなく、実験者が観察者の手を誘導する、その時手に持った懐中電灯を見ることが出来ない)の4条件を設けた。つまり、能動条件では観察者が能動的に手を動かすが、受動条件では実験者が観察者の手を取って動かす。また可視条件では、手に実際に懐中電灯を持たせ、それを観察者は見ることが出来るが、不可視条件では懐中電灯を持たせない。



(2) 第2の実験は、レーザーポインターを模した点光源の軌跡が立体的な対象物上を動く際に、その視覚情報から奥行き形状を知覚することが可能か否かを問うものである。具体的な方法は、上記の懐中電灯を用いた陰影実験とほぼ同様であり、この場合も、能動、受動、光源可視、不可視の組み合わせで4条件を設けた。

4. 研究成果

(1) 懐中電灯・陰影実験

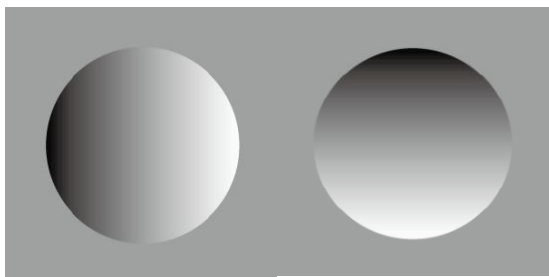
全体的な傾向としては、こうした動的な刺激では静的な刺激に比べ、優れたパフォーマンスが得られ、また、能動条件は受動条件よりも、可視条件は不可視条件よりも優れたパフォーマンスが得られた。しかし、

結果は非常に個人差が大きく、明確な結論を得るには至らなかった。

(2)レーザーポインター実験 この場合、能動、受動の似条件を設けた。こちらの場合には、能動、受動の間に大きな差は認められなかった。しかし、能動条件で、1週間ほど被験者の訓練を続けたところ、早い観察者で3日後から有意な成績の向上が認められた。

このように、手の運動起因の刺激変化は、奥行き知覚への貢献が全く無い訳では無いが、その貢献度は、頭部、つまり観察点の運動による通常の運動視差に比べてはるかに低いことが明らかになった。また、奥行きの判断はできるものの、両眼立体視や通常の運動視差による奥行き知覚のようなビッドさは無く、手を動かしながらよく考えて判断するという印象であり、手の運動はいわゆる「直接知覚」を惹起するようなものではないこともあきらかになった。

またこうした実験と並行して、完全に受動的な陰影の変化からの奥行き知覚の検討も行った。例えば、上に掲げた図では右端が明るく、左端が暗くなっている。こうした陰影図形の左右端の明るさの関係、つまり右端が明るい左端が明るいとの関係を周期的に交代させたらどうなるのだろうか。我々は光源は固定されていると考える傾向がある。もし、この光源が固定されているという仮定に我々が固執するなら、凹凸が周期的に変化するという知覚がえられるだろう。また、我々「凸面嗜好」と呼ばれる傾向、つまり、ものを凸面として見る強い傾向を持つ。もし、この凸面嗜好が光源固定の仮定よりも強ければ、陰影の変化に応じて、光源が動き回るといった知覚が成立するだろう。陰影変化の時間周波数を様々に変化させて、形態変化、光源移動の頻度を測定したところ、変化の時間周波数が低い間は(2 Hz以下)、形態変化が、また時間周波数が2 Hzを超えると光源移動が知覚されるという傾向が認められた。



つまり、「もの」は基本的には「硬い」ものである。形を変えることはできるが、ゆっくりとしか変えることができないわけである。これは凸面嗜好のひとつの特別ケースと考えることができるだろう。また、上掲のように、陰影の勾配を左右方向では無く、上下方向とした場合には、別の制約条件としての「上方光源仮説」つまり、光源は基本的に上方にあるものだという仮説が浮かび上が

り、より光源が固定されやすい。つまり、より、形態が変化しやすいという傾向が見いだされた。

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 2 件)

細川研知・佐藤隆夫 (2013)

陰影からの立体形状知覚?複数の制約条件の間の関係に関する検討?日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 18(1).査読有.

Hosokawa, K., Maruya, K., & Sato, T. (2013)Temporal characteristics of depth perception from motion parallax. Journal of Vision, 13(1):16, 1-8. 査読有.

[学会発表](計 1 件)

Sato, T. and Hosokawa, K. (2013) Shape-from-shading perception with temporally modulated shadings. European Conference on Visual Perception, Bremen, Germany. (2013.8.27)

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

佐藤 隆夫 (SATO, Takao)

東京大学・大学院人文社会系研究科・教授
研究者番号：60272449

(2)研究分担者
()

研究者番号：

(3)連携研究者
()

研究者番号：