

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：12614

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23330215

研究課題名(和文) 方向空間定位に関する心理物理学的研究：視方向原理はどこまで拡張可能か

研究課題名(英文) Psychophysiological studies on visual direction

研究代表者

下野 孝一 (SHIMONO, koichi)

東京海洋大学・海洋科学技術研究科・教授

研究者番号：70202116

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、背景面の傾きが、両眼刺激と単眼刺激の視方向に影響することを示した。この現象は従来の視方向原理で考慮されてこなかった要因が視方向に影響することを示している。また本研究は、被験者が「実験者が指差した方向」を判断するとき、その判断された方向は、実際の方向より実験者が指差しに使った腕の方向にずれることを示した。この時、被験者が「暗黙のうちに仮定したであろう」実験者の方向判断の原点位置は、実験者の視方向原点位置とほぼ一致した。本研究ではまた最近30年ほどの視方向研究の成果をまとめ文献的研究を行うとともに、両眼立体透明視刺激を使い、見かけの奥行量と3次元数量知覚に関する研究を行った。

研究成果の概要(英文)：In this study, we found that visual direction of either a binocular or monocular stimulus is affected by a slant of a background or front surface. The phenomenon indicates that there can be stimulus variables that affect visual direction, other than those listed in the laws of visual direction. We also found that when an observer judges the direction of an object which is pointed to by an experimenter using his right or left index finger, the judged direction is deviated to the direction of the hand used a few cm. Irrespective of this fact, the location of the “implicit” egocenter is nearly the same as that of the experimenter’s egocenter, suggesting that observers may take into account the experimenter’s egocenter to judge the direction. In this study, we also reviewed historical studies on visual direction in recent 30 years and conducted the experiments in which the magnitude of perceived depth and the perceived number of elements using a stereo-transparency stimulus.

研究分野：実験心理学

キーワード：両眼立体視 視方向原理 ポインティング 背景面 3次元空間定位 3次元認知

1. 研究開始当初の背景

人間の視機能は空間定位とパターン認知に大別される。両者ともその研究の起源はギリシャ時代まで遡ることができ、長い間視覚研究の対象となってきた。視機能のうち空間定位機能は、さらに方向定位(対象が自分からどの方向に見えるか)と距離定位(対象が自分からどの程度離れているか)に区別することができる。本研究は方向定位に関するものである。

方向定位研究では、現在のところ、従来の観察結果にもとづいて、人間の視覚的方向判断を視方向原理として記述することが主流である(たとえば、Howard & Rogers, 2012)。この原理は多くの現象を説明できるが、従来の観察が、たとえば暗室で光点を使うような、比較的単純な条件で行われることから、様々な刺激が混在するような条件での、原理の妥当性、拡張可能性についてはあまり調べられていなかった。

2. 研究の目的

以上のような研究状況の中で、本研究の目的は、(1)単眼刺激と両眼刺激が同時に存在するような条件での視方向原理の妥当性を調べること、(2)ポインティング時の方向判断と視方向原理の関係を調べることであった。(1)に関しては面の傾きと視方向の関係を、(2)に関しては他者が指差した方向をどの程度正確に判断できるか、その時、被験者が仮定した他者の“方向判断の原点”はどこであったかをそれぞれ検討した。

本研究ではまた最近30年ほどの視方向研究の成果をまとめ、今後の研究の方向性を示すことを目標にした、文献的研究(3)も行った。

さらに本研究では方向知覚に加え、立体視空間の中での(4)奥行定位、数量知覚の研究も行った。

本研究では、それぞれの研究目的に沿っていくつか実験を行ったが、以下にそれぞれの研究方法と代表的な研究成果を示す。

3. 研究の方法

(1)の研究においてわれわれは、テレビモニターを使ったWheatstone式実体鏡を使い、刺激を提示した。刺激は、両眼性、あるいは単眼性の一組(2本)の垂直、あるいは水平線分である。両眼性の場合、一本はモニターと同じ水平視差(ゼロ視差)を、もう一本は交差性、あるいは非交差性の水平視差を持っていた。単眼刺激の場合は、2本の線分とも、いずれか一方の眼(右眼か左眼)に提示された。線分刺激の背景、あるいは前景にはランダムドットパターンからなる面刺激がおかれ、面刺激は視差勾配を使って、垂直方向、あるいは水平方向に傾斜を導入した。

被験者の課題は、両眼刺激の場合、ゼロ視差線分刺激の視方向と視差線分刺激の視方

向が同じになるようにゼロ視差刺激の水平、あるいは垂直位置を調整することであった。水平方向に傾斜のある刺激の場合、(両眼、あるいは単眼)水平線分が、垂直方向に傾斜のある刺激の場合、(両眼、あるいは単眼)垂直線分が使われた。

(2)の研究においてわれわれは、7色の帯を水平方向に並べたものを3グループ(被験者から見て左、中央、右に)配置した。実験者は3つのグループのどれかの中央(オレンジ)の帯(標的)を指差した。その折、3次元位置センサ(Patriot, Polhemus社)で実験者の指先と頭部位置を記録した。一方、観察者は、実験者がどこを指さしているように見えるか(標的の色とそのグループ:たとえば、左の赤)を回答用紙に記入した。

われわれは、実験者の指差した標的と、回答した帯との位置のずれを観察者の判断の正確さの指標とした。また、実験者の方向原点を彼の指先の平均位置と標的(オレンジ)の位置とを通る直線の交点の平均から計算した。さらに観察者が“判断した”実験者の方向原点として、実験者の指先の平均位置と被験者が回答した標的の平均位置から推定した。

(3)の研究においてわれわれは、最近の視方向に関する文献を収集し、視方向研究の今後の方向について検討した。

(4)の研究において、われわれは立体透明視刺激を使って、見かけの奥行量と刺激を構成する要素の見かけの数を測定した。立体透明視刺激とは、両眼視差見かけの奥行を作り出す刺激変数 - を操作することによって、あたかも透明な面が重なったように見える刺激である。奥行量に関する実験での被験者の課題は、見かけの奥行量を再生するか、同時提示された刺激のいずれがより奥行が深いかを判断することであった。見かけの要素数に関連する実験では、被験者は同時提示された刺激のいずれがより多くの構成要素を含んでいるかを判断した。

4. 研究成果

(1)の研究

本研究においてわれわれは、両眼刺激と単眼刺激の視方向のいずれにおいても、周囲にある両眼性の面刺激の傾きに影響されることを見出した。図1に両眼刺激の場合の結果を示す。

図の横軸は両眼視差を、縦軸はゼロ視差刺激と両眼視差刺激が一直線に見えたときの、両者のずれである。図のパラメータは面刺激の傾きである。傾きがないとき(no-slant条件)、一直線に見えたとき、両者にはほぼ一定のずれがある。しかしながら、面が傾いているとき(right-far, left-far条件)では、両眼視差が増えるとそのずれが大きくなっている。この結果は、面の傾きが視方向に影響することを示すものであり、従来の視方向原理の予測と矛盾するものである。

両眼視方向に関するこの研究は Vision Research 誌に投稿され、現在改稿中である。この論文の特徴は、両眼視差刺激は背景面が傾いているときあたかもその面に近づくように、その視方向を変える、つまり the same-depth-direction rule に従うことを示したことである。この研究結果は従来の原理の限界を示すと同時に、より複雑な条件における視方向に関する研究の必要性を示唆するものであった。

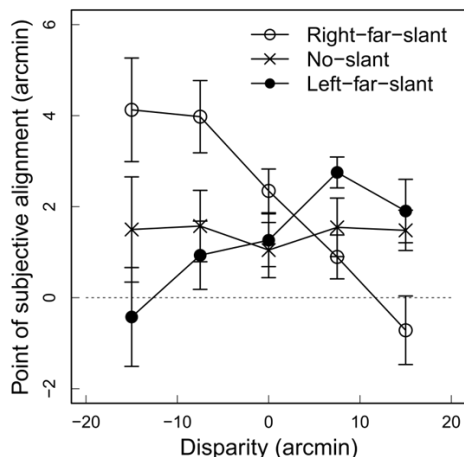


図1 . 両眼視差刺激の視方向と背景面の傾き

単眼刺激に関する実験は、両眼視差刺激に関する実験と同様の結果を示した。単眼刺激の実験結果は、現在、論文へ向けてまとめている段階である。

(2)の研究

本研究結果の代表的な例は、図2に示されている。図の横軸は対象の位置であり、縦軸は被験者の判断が実際の対象からどれほどずれているかを示している。パラメータは実験者の使った手と座った椅子の組み合わせである。図からわかるように、実験者が対象（眼前の前額面におかれた）を右手あるいは左手の人さし指で指示したとき、観察者の判断した方向は、実際の対象の方向に比べ、実験者の使った手の方向に数センチずれることを示した

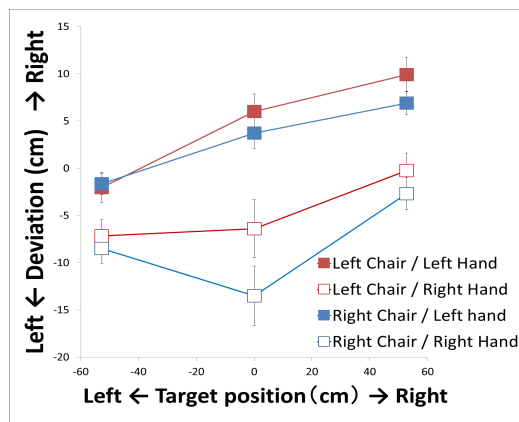


図2 . 被験者の判断と実験者が指示したターゲットの位置の違い

しかしながら、実験者の頭部位置、使った人差し指の位置、観察者の報告した位置（方向）から、観察者が方向判断の原点としたと考えられる点は、実験者の両眼の中央付近、顔の前面であった。この点の位置に関しては使用した手による差は見られなかった。このことからただちに、“人は他者が指差した対象の方向を判断するとき、他者の視方向判断原点の位置を斟酌する”とは言えないが、その可能性を示唆する興味深い実験結果である。

(3)の研究

本研究では、最近の研究を3つのカテゴリーに分類し、レビューを行った。最初のカテゴリーは、視方向原点の位置に関する論争に関連した研究である。論争は、両眼視でも単眼視でも“視方向原点は両眼の中心にあり、その位置は固定している”という主張(たとえば, Ono, et al., 2002)と、“視方向原点は固定しておらず、刺激特性、あるいは観察条件によって移動する”という主張(たとえば, Erkelens & van Ee, 2002) の間の論争である。

2番目のカテゴリーは、従来の視方向原理による予測から逸脱する現象に関するものである。近年、両眼に提示される刺激(以下、両眼刺激とする)の近傍に、単眼のみに提示される刺激(以下、単眼刺激とする)が存在する場合に、単眼刺激の視方向が従来の視方向の法則による予測から逸脱することを示す研究が数多く示されている(たとえば, Domini & Braunstein, 2001; Shimono et al., 2007)。また、最近われわれは両眼刺激の視方向は、傾きを持った背景面と同時に提示されたとき、従来の原理の予測と矛盾することを示した。これらの知見は、従来の視方向原理がいまだ不十分であることを示しており、視方向原理の拡張の可能性を示している。

3番目のカテゴリーは視方向原理をより日常的な観察条件や行動に適用しようというものである。われわれが日常、対象の位置を指さしたり(pointing)、対象に手を伸ばしたり(reaching)、あるいは対象に照準を合わせたり(aiming)するなどの、さまざまな行動をとる視方向の判断をおこなうとき、その対象の視方向は従来の視方向の法則である程度説明できる。

以上のような方針でレビューした論文は心理学評論に投稿され、2013年に出版された。

(4)の研究

本研究結果の代表的なものを図3と4に示す。図3は見かけの奥行量に関する、図4は見かけの構成要素数に関する結果である。図3の横軸は両眼視差を、縦軸は見かけの奥行量を示している。パラメータは面の数である。図が示すように、両眼視差が同じでも従来の常識では両眼視差が同じ場合、見かけの奥行量は同じになる 立体透明視刺激の

場合、重なった面が2つの刺激(2面刺激)より3面の刺激(3面刺激)の見かけの奥行量が少ないことを示している。この結果は、*Attention, Perception, & Psychophysics* に投稿され、2014年に掲載された。

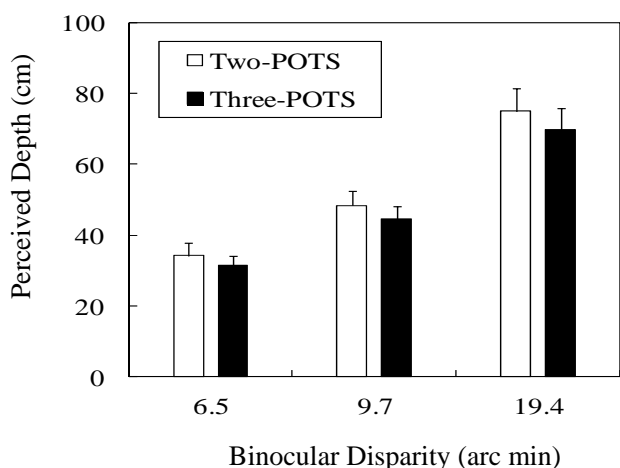


図3. 両眼視差の関数としての見かけの奥行量(2面刺激と3面刺激)

図4の横軸は立体透明視刺激(3次元刺激)を構成する構成要素の数である。縦軸は、平面(2次元刺激)に比べて、どの程度構成要素数が過大評価されたかを示す指標である。図が示すように、3次元刺激の構成要素が増えると、次第に過大評価量が増えていくことがわかる。この結果は、*Journal of Vision* に投稿され、受理された。

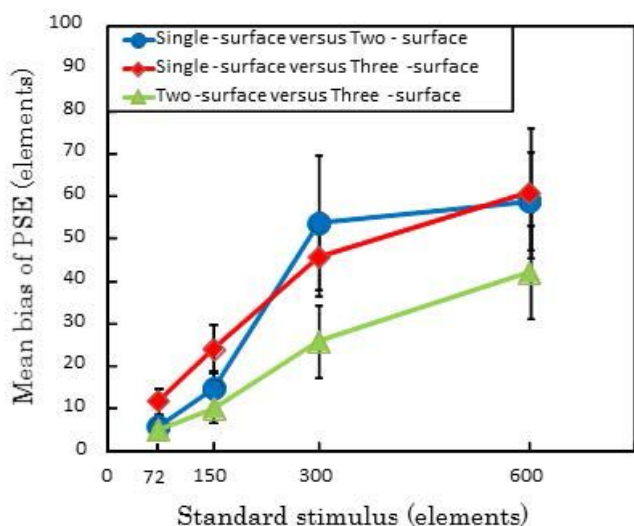


図4. 3次元刺激の構成要素数の関数としての過大評価量

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11件)

1) Aida, S., Kusano, B., Shimono, K., & W. J. Tam: Overestimation of the number of

elements in a three-dimensional stimulus, 2015, *Journal of Vision*. (accepted) (査読あり)

2) Aida, S., Shimono, K., & Tam, W. J.: Magnitude of perceived depth of multiple stereo transparent surfaces, 2014, *Attention, Perception, & Psychophysics*, **77**, 190-206 (査読あり)

3) 草野勉・下野孝一: 視方向研究の最近の動向, 2013, *心理学評論*, **56**, 392-413. (査読あり)

4) 相田紗織・下野孝一: 立体視アノマリー研究小史: 立体視の下位機構, 両眼性課題の成績, 立体視アノマリーの分布, 2012, *心理学評論*, **55**, 264-283. (査読あり)

5) Higashiyama, H. & Shimono, K.: Apparent depth of pictures reflected by a mirror: The plastic effect, 2012, *Attention, Perception, & Psychophysics*, **74**, 1522-1532. (査読あり)

6) Aida, S., Shimono, K., & Tam, W. J.: Perceived depth of multi parallel, overlapping, transparent, stereoscopic surfaces, 2012 *Proc. SPIE 8291, Human Vision and Electronic Imaging, XVII 8291*, 829100-009. (査読あり)

7) 相田紗織・下野孝一: 多重立体透明面(multi parallel-overlapping-transparent-stereoscopic-surfaces)の見かけの奥行き量, 2012, *日本バーチャルリアリティ学会VR心理学研究会 & 聴覚研究会*, **42**, 121-125. (査読なし)

8) Shimono, K., & Higashiyama, A.: Editorial: Three-dimensional visual space: Phenomena, theories, and applications, 2012, *Japanese Psychological Research*, **54**, 1-3 (査読なし)

9) Tam, W. J., Speranza, F., Yano, S., Shimono, K., and Ono, H.: Stereoscopic 3D-TV: Visual Comfort, 2011, *IEEE Transactions on Broadcast*, **57**, 335-346. (査読あり)

10) 古谷雅理・有村裕紀・下野孝一: “見張り”行動に船体動揺が及ぼす影響について - 小型船より撮影した画像観察時の視覚的注意, 2011, *日本航海学会論文集*, **125**, 227-232. (査読あり)

11) K. Shimono, & A. Higashiyama: Dual egocenter hypothesis on angular errors in visually directed pointing, 2011, *Perception*,

40, 805-821. (査読あり)

[学会発表](計22件)

1) 草野勉・相田紗織・下野孝一：指差しによる標的位置の伝達：方向原点の分析, 2015, 3月7日、第48回知覚コロキウム、日田(福岡)

2) 下野孝一・相田紗織・草野勉：3次元空間での数の弁別判断, 2014, 9月11日、日本心理学会第78回大会、京都

3) 草野勉・相田紗織・下野孝一：傾斜面による両眼視方向への影響, 2014, 9月12日、日本心理学会第78回大会、京都

4) Kusano, T., Aida, S., & Shimon, K.: Binocular directional capture of monocular stimuli without allotropia, 2014, July 20, Asia-Pacific Conference on Vision, Takamatsu (Japan) (査読あり)

5) Shimono, K., Aida, S., & Tam, W. J.: Effect of number of surfaces on perceived depth between two outermost surfaces of a stereo-transparency stimulus, 2014, July 21, Asia-Pacific Conference on Vision, Takamatsu (Japan) (査読あり)

6) Aida, S., Kusano, T., & Shimono K.: Effect of distribution of elements between front and back surfaces on perceived numerosity for a stereo-transparency stimulus, 2014, July 21, Asia-Pacific Conference on Vision, Takamatsu (Japan) (査読あり)

7) 草野勉・相田紗織・下野孝一：背景面の傾きによる両眼視方向の偏位効果, 2013, 7月25日、日本視覚学会2013年夏季大会、札幌

8) 相田紗織・草野勉・下野孝一：3次元における数の過大推定現象：前面と後面の構成要素数の効果, 2013, 7月25日、日本視覚学会2013年夏季大会、札幌

9) Kusano, T., Shimono, K., Aida, S.: Binocular visual direction is displaced by the slant of surrounding surfaces, 2013, May 14, Vision Science Society Annual meeting, Naples (Florida, USA) (査読あり)

10) Aida, S., Kusano, T., & Shimono, K.: Overestimation of the numbers of elements in a three-dimensional stimulus compared with a two-dimensional stimulus, 2013, May 14, Vision Science Society Annual meeting, Naples (Florida, USA) (査読あり)

[図書](計1件)

1) 「<認定心理士資格準拠> 実験・実習で学ぶ心理学の基礎」金子書房、公益社団法人日本心理学会 認定心理士資格認定委員会 教科書作成小委員会編 下野孝一, 相田紗織, 2015 (出版予定)

[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：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等
<http://olcr.kaiyodai.ac.jp/db/profile.php?yomi=SHIMONO,Koichi>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

下野孝一 (SHIMONO, koichi)

東京海洋大学・海洋技術研究科・教授

研究者番号：70202116

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：