

機関番号：12614

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20530661

研究課題名（和文）

指差し行動（ポインティング）の初期過程の解明：2原点仮説の検討

研究課題名（英文）

Early process in visually directed pointing: the dual egocenter hypothesis

研究代表者

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

研究成果の概要（和文）：人は一般に、あたかも両眼の間にある *cyclopean eye* を原点として視方向の判断を行い、またその視方向原点よりポインティングしている手のほうへずれた原点から触運動方向の行うことが知られている。われわれは、視覚定位指差し（visually-directed pointing, 以下 VDP）の際に得られる角度誤差（対象の物理的方向とポインティングされた方向の差）は、これら視方向原点と触運動方向原点の位置差に依存するという2原点仮説（dual egocenter hypothesis）を検討した。VDPとは、最初に視覚刺激を観察した後、その方向を見えない手（あるいは指）などで指し示すことである。被験者は暗室下で視覚刺激及び触運動刺激の方向判断を行った。われわれは、視覚方向原点と触覚方向原点を計算し、仮説の予測を調べた。その結果、得られた結果は予測と比較的よく一致した。これらの結果は、VDPにおいて、視空間で表現された対象の自己中心方向は触運動空間へと“転送”されることを示唆している。

研究成果の概要（英文）： It is known that one perceives the direction of a visual target as if from the midpoint between the two eyes (or cyclopean eye) and that of a kinesthetic target as if from the point shifted from the cyclopean eye to the hand used to point to it. We examined a hypothesis that angular errors in visually directed pointing, in which an unseen target is pointed to after judging its direction visually, are attributable to the difference between the locations of the visual and the kinesthetic egocenters. Observers judged the direction of the visual or kinesthetic targets in a dark room. We estimated the location of the visual and kinesthetic egocenters and calculated the amount of the angular errors in visually directed pointing. We, then, compared the angular errors predicted by the hypothesis and that calculated, and found that the two angular errors were very well correlated to each other. The results are consistent with the predictions from the hypothesis, suggesting that in visually directed pointing the egocentric directions represented in the visual space are “transferred” to the kinesthetic space.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	2,700,000	810,000	3,510,000

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：指差し行動・他者・方向判断・多種感覚統合・視覚フィードバック

1. 研究開始当初の背景

研究代表者は、長年視空間定位に関する研究、特に方向と距離に関する研究を行ってきた。従来、視方向の原点は両眼の中央にある概念上の眼、サイクロプスの眼であるとされている (Howard & Rogers, 2002)。一方、われわれの触運動空間の研究 (Shimono, Higashiyama, Tam, 2001) によれば、触運動空間原点は指差しに使われた腕のほうへ寄ることが示された。これらの研究は視方向と触運動方向の原点の位置が異なることを示唆している。

この視空間原点と触運動空間原点の位置差は、視覚的なフィードバックのない指差し行動 (visually-directed pointing, 以下 VDP) でよく報告される恒常誤差—たとえば暗闇の中で点光源を示し、その位置を記憶したのち光源の方向を指差ししてもらったとき、光源の方向と指差しした方向には一定の角度誤差が生じる—を説明できる。本研究は、ポインティングという行動に視方向判断がどのように貢献しているかを調べるものであった。本研究の新しい点は、視方向に関する概念的枠組みをポインティングという、視覚と触運動感覚の交互作用という観点から捉えるという点である。

2. 研究の目的

VDP に関する 2 原点仮説は、1) 視空間原点の位置と触運動空間原点の位置が異なる、2) 視空間においては対象の方向は、視空間原点と対象を結ぶ線分と視空間原点を通る主観的基準 (視覚的正中面) のなす角度として内的に表現され、触運動空間へと“転移”される、3) 転移された角度は触運動空間原点と対象を結ぶ線分と触運動原点を通る主観的基準 (触運動的正中面) のなす角度と一致する、という仮定 (Howard, 1986) からなっている。本研究の目的は、2 原点仮説のいくつかの幾何学的予測と被験者の方向判断と比較することで、仮説の妥当性を評価することであった。

3. 研究の方法

実験は視覚刺激以外見えない暗室条件で行われた。被験者の課題は、標準刺激 (視覚刺激、あるいは触運動刺激) の自分からの方向 (egocentric direction) と、調整刺激 (視覚刺激、あるいは触運動刺激) の自分からの方向を一致させることであった。標準刺激と調整刺激は被験者の眼の高さにある横断面

に置かれた。被験者はいすに座り、課題を遂行した。頭部位置の効果を排除するために、彼らの頭部は固定された (図 1)。標準刺激は被験者の正中面の右、あるいは左にそれぞれ 1 つ置かれた。被験者は標準刺激の方向を確認したのち、右手あるいは左手で調整刺激の方向を調整した。調整刺激は、眼の高さ横断面と前額平行面の交線に沿ったレール上を動いた。

実験では、視方向原点、触運動原点、VDP における角度誤差が測定された。測定法は Howard & Templeton 法であった。VDP の角度誤差は視方向原点から計算された。

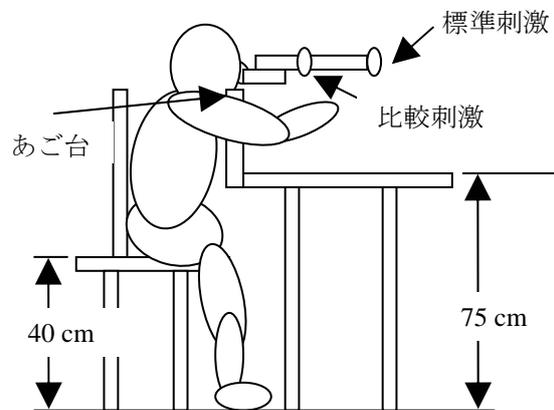


図 1. 実験装置の模式図 (側面図)

4. 研究成果

① 視方向原点と触運動原点の位置：図 2 に測定された視方向原点と触覚運動原点の位置を示す。横軸が正中面からの距離 (正の符号が観察者から見て正中面の右、負の符号は左側を表現している)、縦軸が角膜面からの距離をあらわしている (正の符号が観察者の角膜の前面を、負の符号は後面を表現している)。図に示されているように、視覚原点の位置は右手左手のいずれの手で調整刺激を触っても、ほぼ正中面と角膜面の交点 (図 2 で使われる座標系の原点) 付近に来ている。つまり、両眼間の中心 (cyclopean eye) に近い。この結果は従来の結果と一致する (Howard & Rogers, 2002)。一方、触運動原点は、調整刺激をどちらの手で触るかによって、その位置が異なっている。これらの結果も従来の研究と一致する (Shimono, et., 2001)。これらの位置は、VDP、KDP (②参照)、VDR (④参照) を計算する原点としてつかわれた。

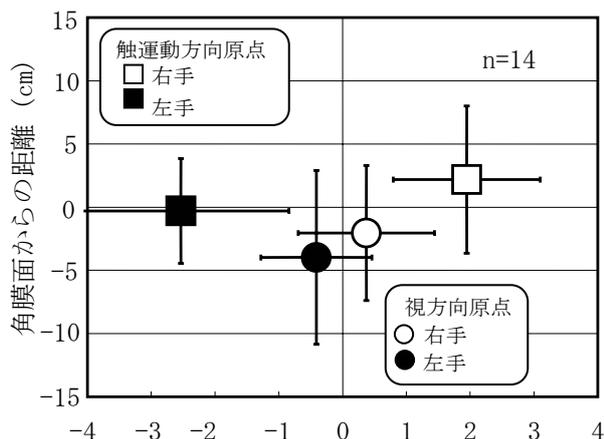


図2. 視方向原点と触運動原点の位置

②VDPとKDPにおける角度誤差：2重原点仮説は、Kinesthetically directed pointing (以下KDP、暗闇で対象を触った後、光点の位置をポインティングすること)とVDPの角度誤差は等しくなることを予測する。KDPの角度誤差は触方向原点から計算された。図3にKDPの誤差の関数として、KDPの関数をプロットしてある。図中三角形のシンボルは正中面の左に置かれた標準刺激に対するVDPとKDPを、矩形のシンボルは右に置かれた標準刺激に対するVDPとKDPをあらわしている。また実線は、2重原点仮説の予測値をあらわしている。図に示されているように、4つの条件のうち3つの条件で予測値と実測値は一致しているが、右手で左の標準刺激を調整したとき、KDPに比べVDPが大きくなっている。それぞれの被験者のデータに回帰直線を当てはめると傾きの平均は1.24 (SD=0.5) となり、その値はゼロよりは有意に大きく ($t_{13} = 9.30$, $p < 0.001$)、理論値 (傾き1.0) とは有意差はない。これらの結果は、2重原点仮説と一致するものである。

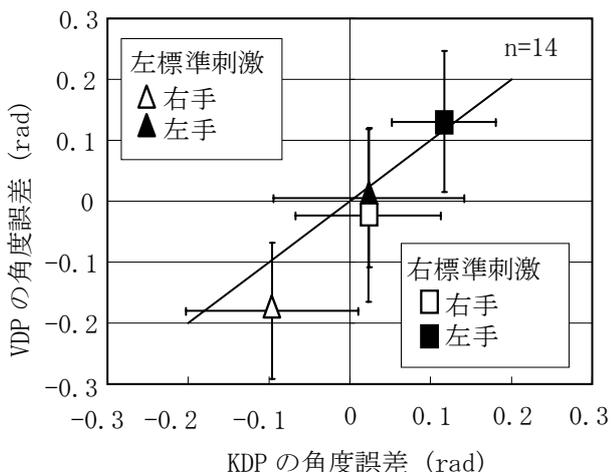


図3. KDPの関数としてのVDP

③近距離調整刺激と遠距離調整刺激からの

角度誤差：2重原点仮説によれば、VDPにおいて、調整刺激の角度誤差は、刺激の方向を近距離で調整しようが遠距離で調整しようが、その方向は同じなので、両距離条件において、実際の対象の方向とそれぞれの条件で調整された方向の差 (角度誤差) は一致するはずである。

この予測を調べた結果は図4に示してある。図には、遠距離調整刺激の角度誤差の関数として、近距離調整刺激の角度誤差がプロットしてある。図中、点線で示されているのは、2重原点仮説の予測値である。図から明らかかなように得られた結果は仮説の予測とよく一致している。

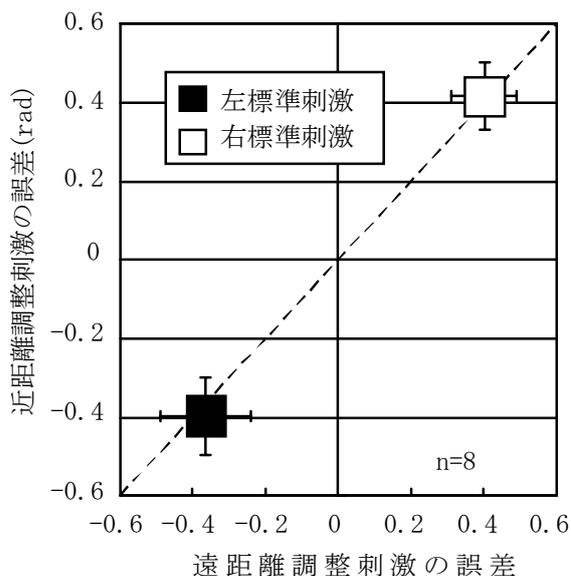


図4. 遠距離調整刺激の角度誤差の関数としての近距離調整刺激の角度誤差

④VDPとVDRにおける角度誤差：2重原点仮説は方向に関する理論であるが、Visually directed reaching (以下VDR、暗室内で光点を見たあと、それが提示された位置を再生すること)の角度誤差にも適用できる。VDRとVDPの機能的な違いはその課題を遂行するために必要な情報の差である。前者では対象の定位のためには、距離と方向の情報が必要であるが、後者では方向の情報のみが必要である。しかしながら、もしVDRでも距離情報が方向判断に多くの影響を与えないのであれば、両者の角度誤差はほぼ等しくなると考えられる。この予測を調べた結果は、図5に示されている。図5にはVDRの角度誤差の関数としてVDPの角度誤差がプロットしてある。図の実践は予測値である。図から明らかかなように、両者の誤差はほぼ一致した。

以上の結果、一定の条件、つまり眼の高さの平面に限ってVEP (あるいはVER)の角度誤差は触運動原点から記述することができ

た。今後は2重原点仮説が3次元にどの程度拡大できるかを探っていく予定である。

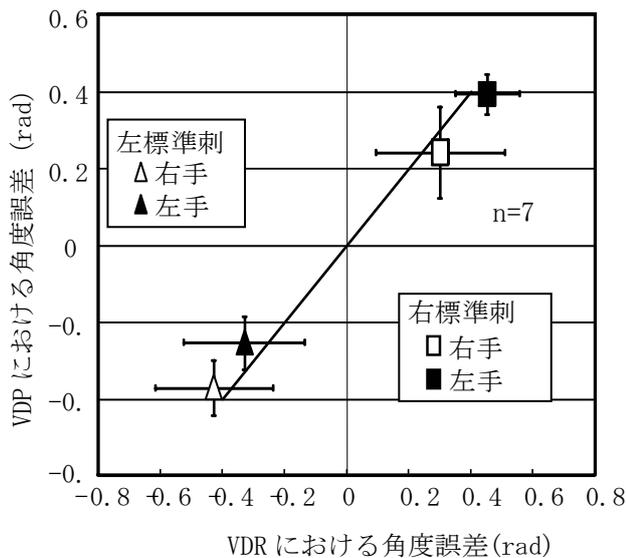


図5. VDRの角度誤差の関数としてのVDPの角度

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10件)

① W. J. Tam, F. Speranza, S. Yano, K. Shimono, & H. Ono. Stereoscopic 3D-TV: Visual Comfort, IEEE Trans. Broadcast 査読有, 印刷中, 2011

② A. Higashiyama, K. Shimono. Apparent depth of picture in mirror, Perception (Suppl.) 査読有, 39, 2010, 73

③ K. Shimono & A. Higashiyama. The dual egocenter hypothesis can explain directional discrimination between a visual target and a kinesthetic target, Vision (Suppl.). 査読有, 22, 2010 61

④ S. Aida & K. Shimono. Magnitude of perceived depth in two stereo-overlapping surfaces is larger than that in three stereo-overlapping surfaces Vision (Suppl.), 査読有, 22, 2010, 74

⑤ 相田紗織・下野孝一. 立体透明視における見かけの奥行き: 2面と3面の差, Vision, 査読有 22, 2010, 1-11

⑥ 下野孝一・高峯恭平. 小型船舶操縦時の視覚的注意に関する予備的研究: 2次元画像を使った“シミュレーション”実験, 日本航海学会誌, 査読有, 121, 2009, 111-116

⑦ K. Shimono, W. J. Tam, C. Vazquez, F. Speranza, & R. Renaud. Removing the cardboard effect in stereoscopic images using smoothed depth maps, Stereoscopic Displays & Applications XXI, 査読有, 7524, 2010, 75241C-1-75241C-8

⑧ K. Shimono, & A. Higashiyama. Dual egocenter hypothesis on angular errors in manual pointing. Perception (Suppl.), 査読有, 38, 2009, 68

⑨ 下野孝一. 両眼立体視空間内の単眼刺激の定位, 3D映像, 査読無, 23, 2009, 45-47

⑩ K. Shimono, S. Shioiri, & H. Yaguchi. Psychophysical evidence for a purely binocular color system, Vision Research, 査読有, 49, 2009, 202-210

[学会発表] (計6件)

① 下野孝一, W. J. Tam, C. Vazquez, F. Speranza, & R. Renaud. 立体画像の書割効果はSmoothed depth mapを使うと改善される, 映像情報メディア学会技術報告, 2010年10月, 仙台・東北大学

② 下野孝一・江草浩幸. 上体の位置が皮膚刺激の検出に及ぼす影響について, 日本基礎心理学会, 2009年12月, 東京・日本女子大学

③ 相田紗織・下野孝一. 立体透明視における見えの奥行き量は透明面の数に依存するか, 日本基礎心理学会, 2009年12月, 東京・日本女子大学

④ 相田紗織・下野孝一. 立体透明視における奥行き: 2面透明視と3面透明視における奥行き量の違い, 日本視覚学会, 2009年7月, 京都・京都工芸繊維大学

⑤ 下野孝一・宮岸晋久・東山篤規. バイオロジカルモーション映像における方向知覚の研究—精度と確度, 日本基礎心理学会, 2008年12月, 仙台・仙台国際センター

⑥ 下野孝一・近藤倫明. 他者が指した方向の判断, 日本心理学会, 2008年9月 札幌・北海道大学

[図書] (計1件)

下野孝一他多数 (映像情報メディア学会編), 映像メディア大辞典, オーム社, 2010, 2.

[その他]

ホームページ等

<http://svg.u.e.kaiyodai.ac.jp/>

[http://olcr.kaiyodai.ac.jp/kaiyokougaku
bu.html/](http://olcr.kaiyodai.ac.jp/kaiyokougaku
bu.html/)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

下野孝一 (SHIMONO KOICHI)

東京海洋大学・海洋工学部・教授

研究者番号：70202116