

視覚的環境との関わり方が身体平衡に及ぼす影響： 自己運動知覚と眼球の飛越運動に関する2つの実験

北村，文昭

<https://doi.org/10.15017/2328462>

出版情報：哲學年報. 53, pp.43-53, 1994-03-25. 九州大学文学部
バージョン：
権利関係：

視覚的環境との関わり方が 身体平衡に及ぼす影響

——自己運動知覚と眼球の飛越運動に関する二つの実験——

北 村 文 昭

直立した身体においては、視覚系、前庭系および体性感覚入力系が、重要な役割を果たしていることは広く知られている。とりわけ、通常的环境では視覚からの入力に姿勢維持が大きく依存しているといわれている。閉眼状態や暗い部屋では身体が不安定になることは古くから知られている(例えば, Edwards, 1946; Wapner & Witkin, 1950)。

ところで、われわれの生活する視覚的環境に対してわれわれは、二通りの関わり方をしていると考えられる。すなわち、視覚的環境を自分の意志によって主体的に変化させる場合と、そうではなく視覚的環境の変化を受動的に受け入れる場合とである。この異なった視覚的環境への関わり方は、それぞれ身体平衡に固有の影響を与えるのではないだろうか。

本研究では、二つの実験を通してこの問題を考察した。実験 I では、自己運動知覚 (vection) を喚起する視覚的フローパターンの速度を被験者が操作して変化させる場合と、自分の操作によらない速度変化をもつフローパターンを見る場合、実験 II では、眼球の飛越運動 (saccadic eye movement) を被験者が任意に生起させる場合と、指示を受けて生起させる場合を設定しその間の重心動揺を測定した。

実 験 I

われわれが身体を移動すると視覚的フローパターンが生ずる。例えば、立った状態で運転するモーターボートがあるが、自らが運転するように主体的にフ

ローパターンを変化させる場合と、同乗してフローパターンをただ見ている場合に区別できるだろう。ところで、実際には自己が移動せず、見ている対象が動いている場合でも、自分が移動しているという錯覚を覚えることがある。例えば、橋の上において川の流れを見ていると、自分が動いているかのように感じることなどが例としてあげられるだろう。Fischer & Kornmüller (1930) は、これをvection (自己運動知覚) と名づけた。また、テレビゲームなどでの運転シミュレーションも、同様の自己運動知覚が生じている。実験 I では自己運動知覚を誘導するようなフローパターンに対する被験者の関わり方の相違を実験的に統制して重心動揺への影響を検討する。

方法

被験者 女子学部学生 7 名。

装置 重心動揺計は、日本電気三栄製 (IGO2) であった。重心動揺を左右 (X) と前後 (Y) の両方向についてコンピュータ (EPSON 286 UX) を用いて 50ms のサンプリングタイムで A-D 変換した。視覚刺激は、コンピュータ (SHARP X68000) で作成し、オンラインでビデオデッキ (PANASONIC NV-FS70) に録画し、プロジェクタ (SHARP XV1SZ) を使って、背面投射した。刺激は、正中面の消失点からの放射状のドットパターンで、被験者から見て、約 7 m/s の速度で移動するように設定し、さらにこのフローパターンの速度は、マウスのボタンを押すと約 20m/s に変化した。視角は上下約 90°、左右約 105°であった。フローパターンの消失点上に直径 2 cm の凝視点を設けた。被験者とスクリーンの距離は、約 40cm であった (図 1)。

手続き 被験者にスクリーン上のフローパターンの速度を制御できるマウスを片手に持ち、両足を閉じて手を両側に下ろして楽な姿勢 (ロンベルグ姿勢) で重心動揺計の台上に立つよう指示した。被験者に与えた課題は、120s の重心動揺測定時間の任意の時期に約 10s の間マウスのボタンを押して正中面に提示されたフローパターンを 5 回速めることであった。この課題を課した条件を操

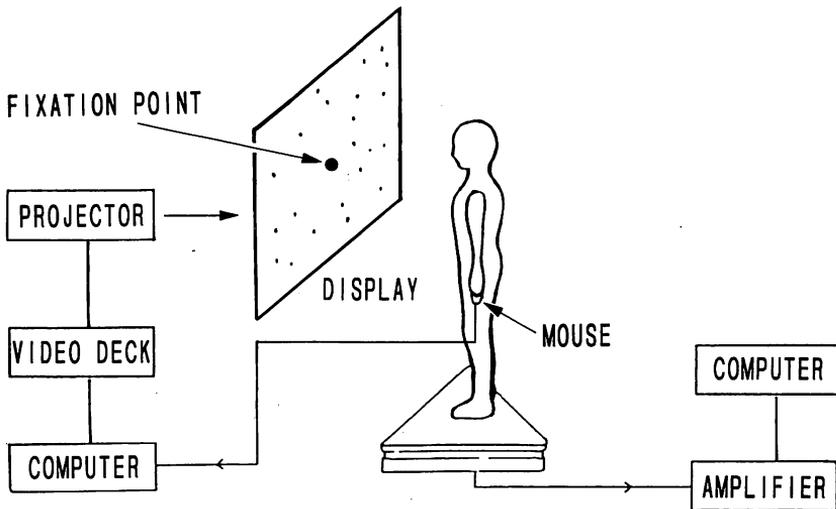


図1. 実験 I における配置図

作条件と呼ぶ。また、被験者の制御した映像を録画しておき、2回目の重心動揺の測定るとき記録した画像を再生して被験者に見せる条件を設けた。これを非操作条件と呼ぶ。なお、非操作条件の際も、速度が速まったと感じられたときにマウスボタンを押すよう教示した。また前方向への運動が知覚されるフローパターンが提示される条件を設けた。これを前方向条件と呼ぶ。フローパターンが後方向に知覚される場合もあり、これを後方向条件と呼ぶ。

上述の組合せにより以下の4条件を設定した。(1)中心から周辺方向に流れるフローパターンの速度を操作する(前方向-操作条件),(2)録画された(1)のフローパターンを見る(前方向-非操作条件),(3)周辺から中心方向に流れるフローパターンの速度を操作する(後方向-操作条件),(4)録画された(3)のフローパターンを見る(後方向-非操作条件)。また、統制条件として正面の目の高さに凝視点を設けこれを見せる条件を設定した(凝視条件)。

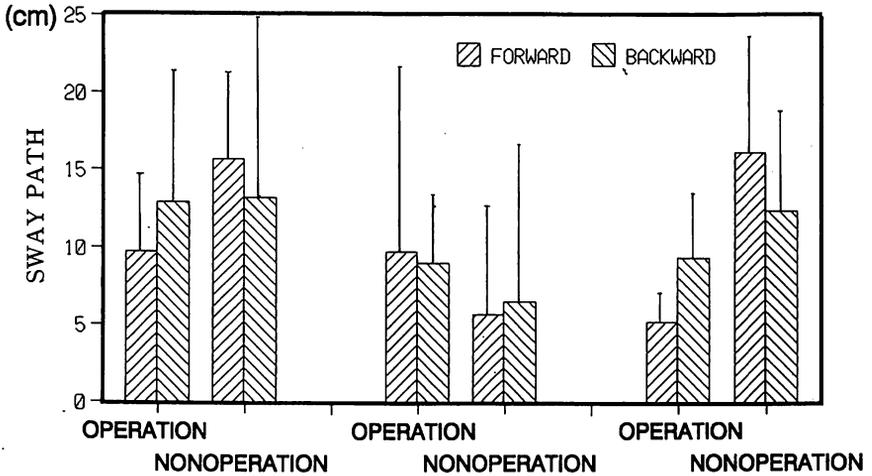


図2. X Y軸, X軸, Y軸方向ごとの条件別の効果動揺長

結果

統制条件の動揺長を基線とし、その値からの差を各条件の効果動揺長とした。各条件の効果動揺長を図2に示す。なお、被験者全員が今回の視覚刺激に対して自己運動知覚を報告した。

(操作・非操作) × (前方向・後方向) についての2要因の分散分析をX Y軸方向, X軸方向, Y軸方向の動揺長について行った結果, Y軸方向において操作条件の方が, 非操作条件よりも有意に重心動揺が減少した ($F_{(1,18)}=9.52$, $p < .01$)。また, Y軸方向において操作・非操作要因と前方向・後方向要因に関して交互作用がある可能性が示された ($F_{(1,18)}=3.01$, $p < .10$)。

考察

自分で視覚的環境を操作する場合, X Y軸方向の動揺長(総動揺長)においては, いずれの条件間でも有意な差がなかった。しかし, 動揺を方向別にみる

とY軸方向すなわち前後方向において、視覚的環境を操作する場合と操作をしない場合とでは差が見られた。方向別の分析でY軸方向だけに有意差が見られたことは、刺激として用いたフローパターンが、奥行き方向の運動として知覚されることと関係しているだろう。奥行き方向の運動として知覚される視覚刺激は、Y軸方向の動揺長の増大を誘発する（北村・松永・金坂・柳田, 1992; Lestienne, Soechting, & Berthoz, 1977）。

次にY軸方向で操作条件のほうが、非操作条件よりも動揺長のより大きな減少がみられたことを考察する。操作条件では視覚的環境の変化を自分自身で操作するため、自分で変化させた視覚環境を知覚しその変化に対して運動するという、一種の知覚—運動共応が生じると考えられる。一方、非操作条件ではこの知覚—運動共応のループが欠落している。この相違が動揺長を減少させたのかもしれない。

Y軸方向においてふたつの要因間で交互作用の可能性があったことは、前方向の刺激に対して操作条件と非操作条件とで著しい動揺長の相違がある一方、後方向では操作条件と非操作条件との間に動揺長の差が少なかったことを示唆している。前方向に知覚される刺激は、後方向のものよりも普段眼にする機会が多いので新奇性が小さいと思われる。一般に新奇性は大きな外乱となり、そのことは直立姿勢においても当てはまることが指摘されている（深見, 1991）。

実 験 II

眼球の飛越運動が自由に生起している状態では、重心動揺が減少することが知られている（例えば、鈴木, 1981）。しかし、周期的に提示した視標に対して眼球の飛越運動を生起させた場合は、重心動揺の減少がみられたという報告もある（例えば、Uchida, Hashimoto, Suzuki, Takegami, & Iwase, 1979）ものの、北村（1990）のように増加した例もあり、この件に関する結論はまだ得られていない。

今回の実験では、眼球運動指示条件下と自由視条件下の重心動揺とを比較検

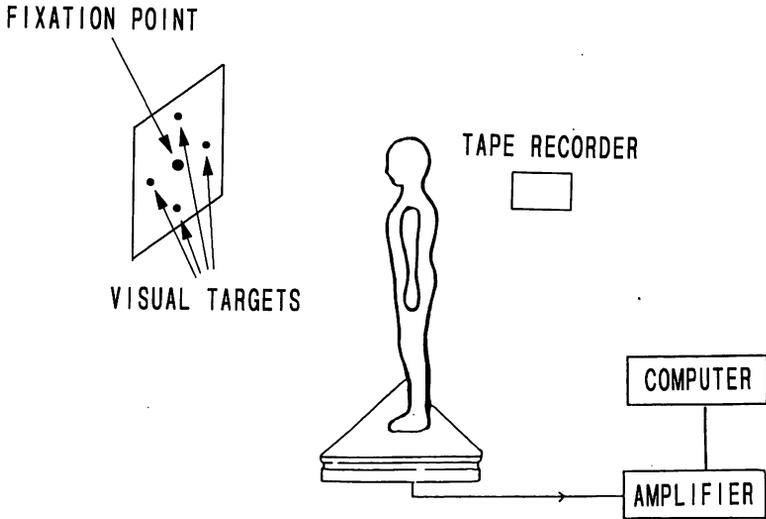


図3. 実験IIにおける配置図

討し、眼球飛越運動という点では類似した条件間の動揺長の差異を考察する。

方法

被験者 学部学生15名 (男2, 女13)。

装置 重心動揺計は、実験1と同じものであった。これをコンピュータ (CONPAQ DESKPRO286) に連絡させ、50msのサンプリングタイムでA-D変換した。視覚刺激は、2個のドットを視標として設定した。紙面に水平方向に45cmの間隔で描かれ、直径は1cmであった。被験者からの距離は130cmで、視角は左右にそれぞれ 10° であった。上下で視角 10° の視標も設けた (図3)。

手続き 被験者にロンベルグ姿勢で重心動揺計の台上に立つよう指示した。被験者に与えられた課題は、120sの重心動揺測定時間の間に任意の時間間隔で左右いずれかのドットをなるべく頭を動かさずに40回前後見ることであった。これを自由視条件と呼ぶ。被験者は、左右いずれかのドットに目を移すごとに、

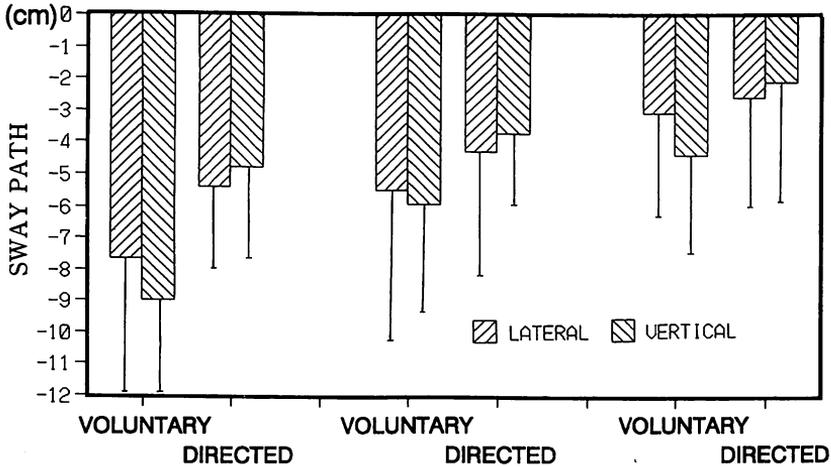


図4. X Y軸, X軸, Y軸方向ごとの条件別の効果動揺長

「左」か「右」と発声し、これをカセットテープデッキ (A&D TA-279W) で記録した。左右の視標を見る条件を左右方向条件と呼ぶ。次にテープを再生し記録された「左」、「右」に従って、同じ被験者が「左」、「右」と復唱しながら視標を見た。これを眼球運動指示条件と呼ぶ。また、上下の視標を見る条件を同様に設定した。これを上下方向条件と呼ぶ。

上述の組合せにより以下の4条件を設定した。(1)自発的に左右の指標を見る(左右方向-自由視条件),(2)(1)で録音された指示に従って左右の視標を見る(左

Note

実験Iは、その性質上操作条件が必ず非操作条件に先行する。これは実験IIでも同様である。すなわち順序の効果が生じている可能性がある。そこで順序の効果を実験IIについて検討した。被験者を5名使って、実験IIにおける4条件を2回繰り返し、同一の条件の1回目と2回目の値をt検定で分析した。最大の差がみられたのは、左右方向の自由視条件でのY軸方向においてであったが、有意差はなかった($t_4=2.6$, ns)。したがって、順序の効果はごく微弱であると思われる。

右方向-眼球運動指示条件), (3)自発的に上下の視標を見る(上下方向-自由視条件), (4)(3)で録音された指示に従って上下の視標を見る(上下方向-眼球運動指示条件)。また, 統制条件として正面の目の高さに凝視点を設けこれを見せる条件を設定した(凝視条件)。

結果

120sの測定時間のうち30s~90sの間を分析した。統制条件の動揺長を基線とし, その値からの差をそれぞれの条件の効果動揺長とした。各条件の効果動揺長を図4に示す。なお, 被験者の飛越運動の回数は, 左右方向条件で, 37回から49回, 上下方向条件で35回から56回であった。

(自由視・眼球運動指示) × (左右方向・上下方向) についての2要因の分散分析をX Y軸方向, X軸方向, Y軸方向の動揺長について行った結果, X Y軸方向とY軸方向で操作条件のほうが, 非操作条件よりも有意に大きな減少が見られた(X Y: $F_{(1,42)}=18.35$, $P<.01$; Y: $F_{(1,42)}=4.23$, $P<.05$)。

考察

今回の結果ではすべての条件下およびすべての動揺の方向軸において基線(凝視条件)よりも動揺が減少した。これは北村(1990)の重心動揺の増加という報告とは一致していない。北村(1990)においては, 場依存性という認知スタイルの尺度上で高得点者と低得点者を選抜したため特殊な結果を招いたのかもしれない。場依存性をロッド-フレーム検査で測定した高得点者と低得点者は, 視運動性眼振を生起させるような視覚刺激に対して前者は動揺が減少し, 後者は増大することが報告されている(Kitamura & Matsunaga, 1990)。

実験IIの主要な結果は, 自由視条件のほうが眼球運動指示条件よりも動揺長が小さいということであった。この結果は, 実験Iの結果と照合して考えると興味深い。すなわち, 実験IIにおいては知覚-運動共応のループが, 眼球運動指示条件においても成立していると考えられる。実験IIにおいては知覚-運動

共応ループの活性化が、自律的か他律的かという点を統制した。実験IIのデータは機構的な眼球運動がもたらす動揺の減少とは、別のさらに高次な心的状態が、身体の安定性に影響を及ぼす可能性が存在することを示している。

動揺の方向に関しては、左右方向の眼球運動時にはX軸方向に、上下方向の眼球運動時にはY軸方向にそれぞれ動揺長が大きく減少するのではないかと予測した。しかし、はっきりとした結果は得られなかった。上下の眼球運動が重心動揺に及ぼす影響を検討した研究は少なく、これからの課題であろう。

総合的考察

ここでは知覚と運動共応関係について従来の知見と比較して考察を深めたい。従来の知覚—運動共応の研究の代表的な例として Held (1965) をみると、被験者に特殊なプリズムを装着させて、環境内を自分で歩く場合と被験者が乗った車椅子を他者に押させて同一経路を移動した場合、前者では正中面の自己中心的定位において有意な順応が生じるが、後者では順応が生じないというものであった。

Held & Hein (1963) では、生後間もないネコを使った。一群のネコは環境に対して自律的な移動を体験し、もう一群のネコは、ゴンドラに入れられ他律的に移動する体験をただけであった。この体験を3時間×10日与えた後、着地姿勢反射、視覚的断崖の回避、および瞬目反応の3項目について両群を比較すると、移動を自律的に体験したネコは3項目のいずれも正常な活動性を獲得したのに対して、ゴンドラ内のネコにはどの項目の活動性も正常ではなかった。

実験Iは、このような従来の研究と流れをともにし、直立姿勢制御を主眼にして検討をすすめたものといえるだろう。ただし、健全な成人であればほとんど意識にのぼることさえない直立姿勢の維持を問題としており、プリズムを装着するような特殊な視覚環境も提供していない。また、ネコを使った実験のような発達の観点も含んでいない。しかし、直立姿勢も基本的には随意筋の総合的な制御を外界との連絡を保ちながら維持しているという点では、歩行など

を含む一般的な活動と質的な差異はないだろう。

実験IIでは、眼球の飛越運動を知覚一運動共応のループの中に含んだ場合、自律的もしくは他律的な心的状態の影響が、重心動揺としてあらわれるかどうかを検討した。この場合は知覚一運動共応のループの活性化が自律的であるほうが、他律的であるよりも重心動揺を減少させた。言い替えるとこのループの活性化には、心的な構え（もしくは準備状況）を必要としており、心的な構えが他律的である場合は、心的な構えを持続的に維持しなければならず、その負荷が、姿勢の安定性に影響を及ぼしているのであろう。

ただし、眼球の飛越運動を生じさせることよりもそのような課題を遂行することによる覚醒水準の上昇が、直接的に動揺長を減少させたのではないかという疑問が残るだろう。実験Iでは非操作条件でもマウスボタンを押させ、実験IIでは復唱させることによって課題を遂行する行動上のレベルでは同じことを遂行させた。従って、覚醒水準の問題は、課題に対する被験者の心的状態と直接かかわっており両者を分離することは難しいと予想される。鈴木（1985）は、重心動揺減少の原因として機構的な眼球の飛越運動によるものと覚醒水準の上昇によるものが起源を別にしていると考えている。本研究の実験IIでの眼球運動指示条件が、機構的な眼球の飛越運動を生起させるものであり、自由視条件が機構的な眼球の飛越運動を生起させたうえでさらに主体的に課題を遂行することにより覚醒水準が適正に上昇させたものであるとすれば、重心動揺の一層の減少が見られた今回の結果と論理的整合性が得られるかもしれない。

フローパターンによる自己運動知覚が自分自身の操作による場合も、他者による場合もどちらもごく日常的な事象である。また、眼球の飛越運動が自律的な場合も、他律の場合も同様にありふれた事柄である。このような日常的でそのために無意識的な事象が、さまざまな心的状態を伴って身体制御に微妙な影響を及ぼしている。しかし、この領域が活発に研究されてきたとはいえない。姿勢制御に関する心理学的展開が期待される。

引用文献

- Edwards A. S. (1946) Body sway and vision. *Journal of Experimental Psychology*, 36, 526-535.
- Fischer, M. H., & Kornmüller, A. E. (1930) Optkinetische ausgelöste Bewegungswahrnehmung und optkinetischer Nystagmus. *Journal für Psychologie & Neurologie*, 41, 273-308.
- 深見敦子 (1991) 立位姿勢制御に及ぼす情動的視覚刺激の影響に関する実験的研究 九州大学文学部卒業論文 (未公刊).
- Held, R. (1965) Plasticity in sensory-motor systems. *Scientific American*, 213, 84-94.
- Held, R., & Hein, A. (1963) Movement-produced stimulation in the development of visually guided behavior. *Journal of Comparative & Physiological Psychology*, 56, 872-876.
- Kitamura, F., & Matsunaga, K. (1990) Field dependence and body balance. *Perceptual and Motor Skills*, 71, 723-734.
- 北村文昭 (1990) 場依存性と身体平衡——異なった眼球運動下で——九州心理学会第53回大会発表論文集 39.
- 北村文昭・松永勝也・金坂弥起・柳田多聞 (1992) 身体平衡に及ぼす視覚情報——刺激提示方向と奥行き知覚の効果——九州大学哲学年報 51, 59-66.
- Lestienne, F., Soechting, J., & Berthoz, A. (1977) Postural readjustment induced by linear motion of visual scenes. *Experimental Brain Research*, 28, 363-384.
- 鈴木直人 (1981) 視覚探索時の眼球運動と体動揺 京都府立医科大学雑誌 90 (1), 1-11.
- 鈴木直人 (1985) 体動揺の減少がおよぼすサッケード眼球運動と覚醒度の効果 文化学年報 34, 37-52.
- Uchida, T., Hashimoto, M., Suzuki, N., Takegami, T., & Iwase Y. (1979) Effects of periodic saccades on the body sway in human subjects. *Neuroscience Letters*, 13, 253-258.
- Wapner, S., & Witkin, H. A. (1950) Role of visual factors in maintenance of body balance. *American Journal of Psychology*, 63, 385-408.