

## 視野変換 3 事態における移動方略とその変換過程 - 上下反転, 左右反転, 上下反転 + 90degree 左回転 -

佐々木正晴\*  
弘前学院大学

八木 文雄  
歿

鳥居 修晃  
東京大学

佐藤 佑介  
日本大学

## The acquisition processes of cognitive locomotion strategies in the reversed vision - Up Down, Left Right, Up Down + 90 degree Left Rotation -

Masaharu SASAKI  
Hirosaki Gakuin University

Fumio YAGI

Shuko TORII  
University of Tokyo

Yusuke SATO  
Nihon University

The acquisition processes of the locomotion activities were investigated in 3 situations of reversed vision. A subject wore goggles reversing the visual field (up-down, left-right, up-down + left 90 degree rotation). All of the behaviors were recorded by means of VTR. The results obtained were as follows: (1) According to three kinds of goggles, the relative difficulties in the locomotion tasks were differed, (2) as the locomotion strategies were exchanged, the locomotion performance improved, (3) in the left-right reversal goggle, the active right-left head movements appeared in order to control the swinging of the scene, (4) in the up-down + 90 degree rotation goggles, the double image of the body occurred, the strategies were not exchanged on the contrary of other two goggles.

Key words : displaced vision, locomotion, acquisition processes, perceptual strategy

視野を変換する逆さめがねの実験は, Stratton (1896, 1897) が視野変換後における“正立視 up-right vision”の問題を提起し, 視覚系活動の可塑性を問いかけて以来, Kohler (1951, 1953), 牧野 (1963), Dolezal (1982), 吉村 (1999), 太城 (2001) らに引き継がれ, 数多くの知見が積み重ねられている。Kohler は逆さめがね着用後における行動適応の過程は幼児の発達過程に対応すると述べ, 変換視実験の適用範囲を広げている。他方, 苧坂 (1982) は, 宇宙空間, 水中空間, 動物空間に言及しつつ変換視の実験に触れ, “行動空間の成り立ち”に想いを馳せている。苧坂の構想に従うと, 逆さめがねの実験は如何なる展開を示すのであろう。外界の空間なるもの, 外界と矛盾しない空間図式の造成はいかなる段階を進むのであろう。

本稿では, 上下反転, 左右反転, 上下反転 + 90deg 左回転という視野変換の 3 事態を設定し, 同一場面での歩行実験を繰り返し, 移動方略とその方略を変換していく経緯を軸に, 行動空間の拡大化を図る最初期過程について探索する。この過程は, 身体 - 外界をつなげていく過程ということもできる。移動場面としたのは“日常場面での知覚 Ground Theory” (Gibson, 1950) に近づきたいと考えたからである。

他方, 上下反転, 左右反転の実験は数多く繰り返されてきた一方で, 上下反転に 90deg 左回転を加えた事態での移動実験はこれまでに報告されていない。この新しい空間の中で動き始めるといかなる行動が起こるのであろう。この様相を組み込み, 変換視における移動空間の成立機序について総合的に論考を加えてみたいと考えた。変換視 3 事態での移動方略あるいはその変換過程 (たとえば Figure 1 中, Exp.  $\alpha$ , Exp.  $\beta$ , Exp.  $\gamma$ ) にはそれぞれ難易度に違いがある (たとえば,  $\alpha <$

本論文作成において乳幼児行動研究会の佐々木恭子氏の多大な協力を得た。記して感謝の意を表します。

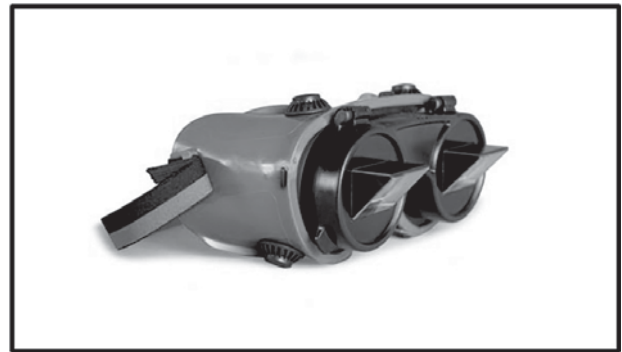
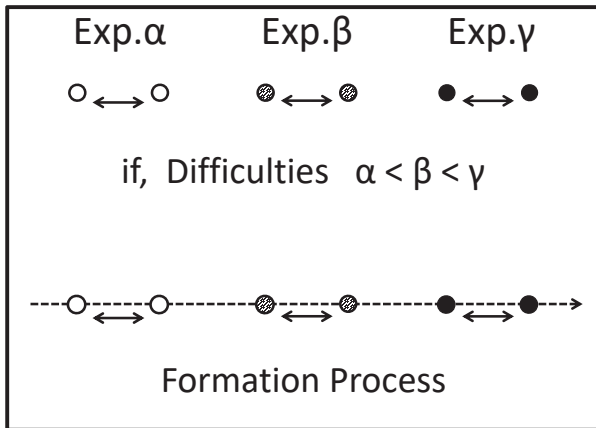


Photo. 1 The goggle of reversed vision.

Figure 1 The different kinds of difficulties in 3 situations, and each positioning on the axis of the development of locomotion behaviors.

$\beta < \gamma$ ). それらを難易度の高い順に発生の軸上に位置づけ (図中, Formation Processes), 各々の事態で現れる特徴的な行動を論考に加え, 移動空間の成り立ちの一端を明らかにしたい.

装置, 見えの様相

**装置** 上下反転, 左右反転, あるいは上下反転 + 90deg 左回転 (以後, 上下反転 + 90deg と略記) の3事態を設定できるプリズム式めがね (Nihon 3B Scientific. Inverting Spectacles U8476730: Photo. 1). 内蔵プリズムを回転して多様な変換事態をつくり出すことができる. 水平視野 80deg, 垂直視野 45deg, 重さ 175g.

**見えの様相** たとえば, 上下のみ反転 (以後, Up-Down) するめがねを着用し, 体・足を動かさず頭部を上下に動かして地面にあるカップを見ると, その見えは重力方向に反転するのではなく, 視線が向けられた視野内で視線を軸 (プリズム光軸) に上下に反転する (Figure 2: 佐々木・八木・鳥居・佐藤, 2016, 再掲). 天地逆転は視点 (顔) を正面に向けた場合に起こり, 足下を見ると視野の向こう側 (視野上部) から足が現れ [手前・向こう] (牧野, 1963) という反転が起こる.

前額並行面にある静止対象 (Mona-Liza) の見え方について, 裸眼事態を加え, 視野変換3事態で図示したのが Figure 3 である. 図中左端から, 裸眼 (図中, Naked), 上下反転 (Up-Down),

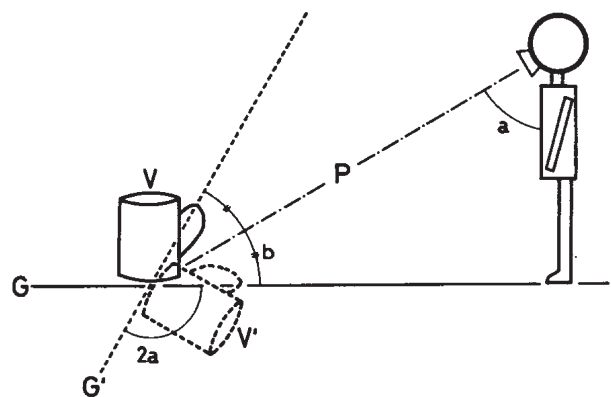


Figure 2 The nature of the transformation in perception caused by the up-down reversal spectacles. While the spectacles are on, the actual ground (G) and object (V) are perceived to turn upside down in the visual field (G', V'), and they rotate through an angle of  $2a$  [ $\angle 2a = 180^\circ - \angle 2b = 2(90^\circ - \angle 90)$ ], twice an angle of head inclination ( $a$ ) [ $\angle a = 90^\circ - \angle b$ ]. Then he rotates his head along its vertical axis, the visual field sweeps in the opposite direction to the head movement at twice speed.

左右反転 (Left-Right), 上下反転 + 90deg (Up-Down + 90deg) の順で示した.

移動場面では, 足元の見え方が行動を規定する. 真下を見おろし足下を見た場合, 裸眼事態を加えてその見え方 (視野) を図示すると Figure 4 のようになる. 図中, 丸印 (○) が付いているのが右足を示し, 上下反転 (図中, Up-Down) では, 両足が向こう側から現れ, 左右の足の位置は変わらない. 左右反転では, 両足は裸眼と同じように手前から現れるが, 左右の足の位置が逆になる

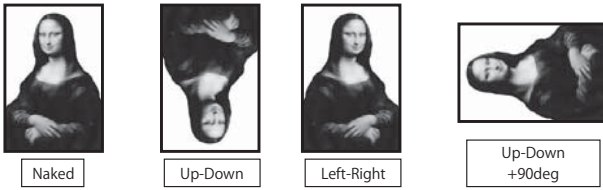


Figure 3 The seeing in 3 situations, forehead at the parallel surface, not moving [Mona Liza].

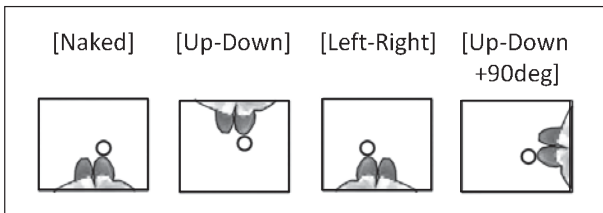


Figure 4 The seeing in 3 situations, looking at the foot directly bellow, not moving.

(Left-Right). 上下反転 + 90deg では足が真横から現れ, 図中左足に見える足が右足である (Up-Down + 90deg).

### 方法

**着用者** Sasaki (第1著者).

**方針** 実験場面での行動のつまずきを乗り越えるよう心がける.

**手続** 各事態 25-35 試行. 予備実験の結果, 上下反転, 左右反転, 上下反転 + 90deg 回転の順で難易度が高くなるのがわかり, その順で実験を行うことにした. その2カ月後, 上下反転 + 90deg のみ2回目を実施した.

**観察** Torii, Sato (第3, 4著者).

**記録・分析** 実験全場面をVTRに録画・録音(記録者 Kyoko)し, 実験終了後, 着用者・観察者・記録者がVTRの記録を見て移動方略, すなわち視野内対象と特徴的動作, 及び着用者の言語報告を取り出し, 分析する.

**課題** 室内に設けられた歩行コース (Figure 5, 図左上, 矢印が歩行コース: 図中下 Photo. ホテルの部屋) を歩く. 出発点 (図中下段充実円) に戻る. 直進歩行とテーブルと椅子を回る8字歩行の2種の事態からなる. 歩行距離約40m, 裸眼では歩行時間21 sec.

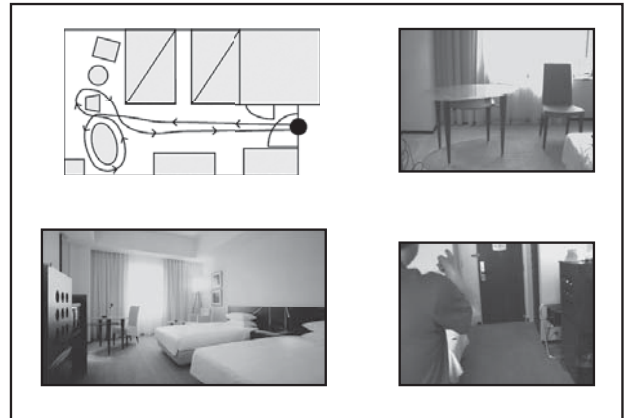


Figure 5 The locomotion course in the room [outline circle: the point of departure, filled circle: the point of arrival], and the Photo, inside of a hotel room.

### 結果

3事態における歩行時間の推移を Figure 6 に示した. 上下反転 + 90deg (1回目), 左右反転, 上下反転 + 90deg (2回目), 上下反転という順で歩行時間が短くなる. 最短の上下反転では最終的に29秒になり, 裸眼での21秒に近づく.

Figure 6における上下反転, 左右反転, 上下反転 + 90deg 2回目の結果について, 上下反転 + 90deg 1回目の歩行時間の縦軸の高さが見かけ上同じくなるように目盛りを変え, その高さを

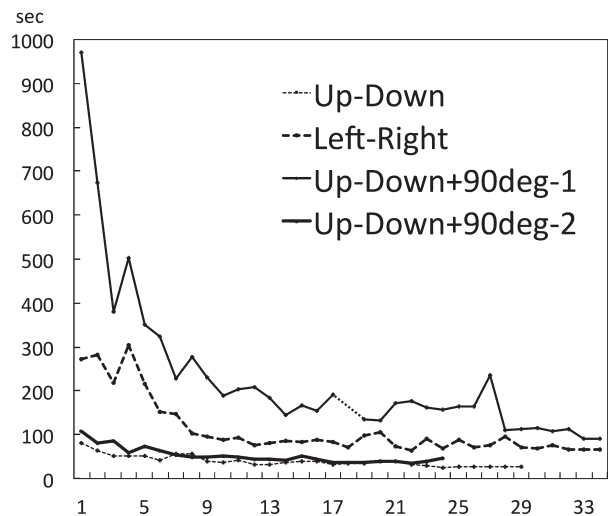


Figure 6 The required time for locomotion in 3 reversed situations.

揃えると（上下反転，左右反転の事態における縦軸の上端時間数値が小さくなる），Figure 7 のようになる．4 つの実験事態において歩行時間が減少する推移に一定の傾向が見られることがわかる．（図中，下部記号については後述．）

Figure 8 に，3 事態における実験最初期と最後期の試行を取り出し，その歩行軌跡，所要時間を

示した．図中丸印は立ち止まる動作を示している．全ての事態で所要時間が短くなり，立ち止まる動作が減少し，動作が滑らかになることがわかる．

他方，歩行の際，視野内に収める対象が変化する．それは 3 種類あり，Table 1 に示した．表中，その第 1 は視野内に両足のつま先を収める方略である．表中下欄に，[足・つま先]（The toe of

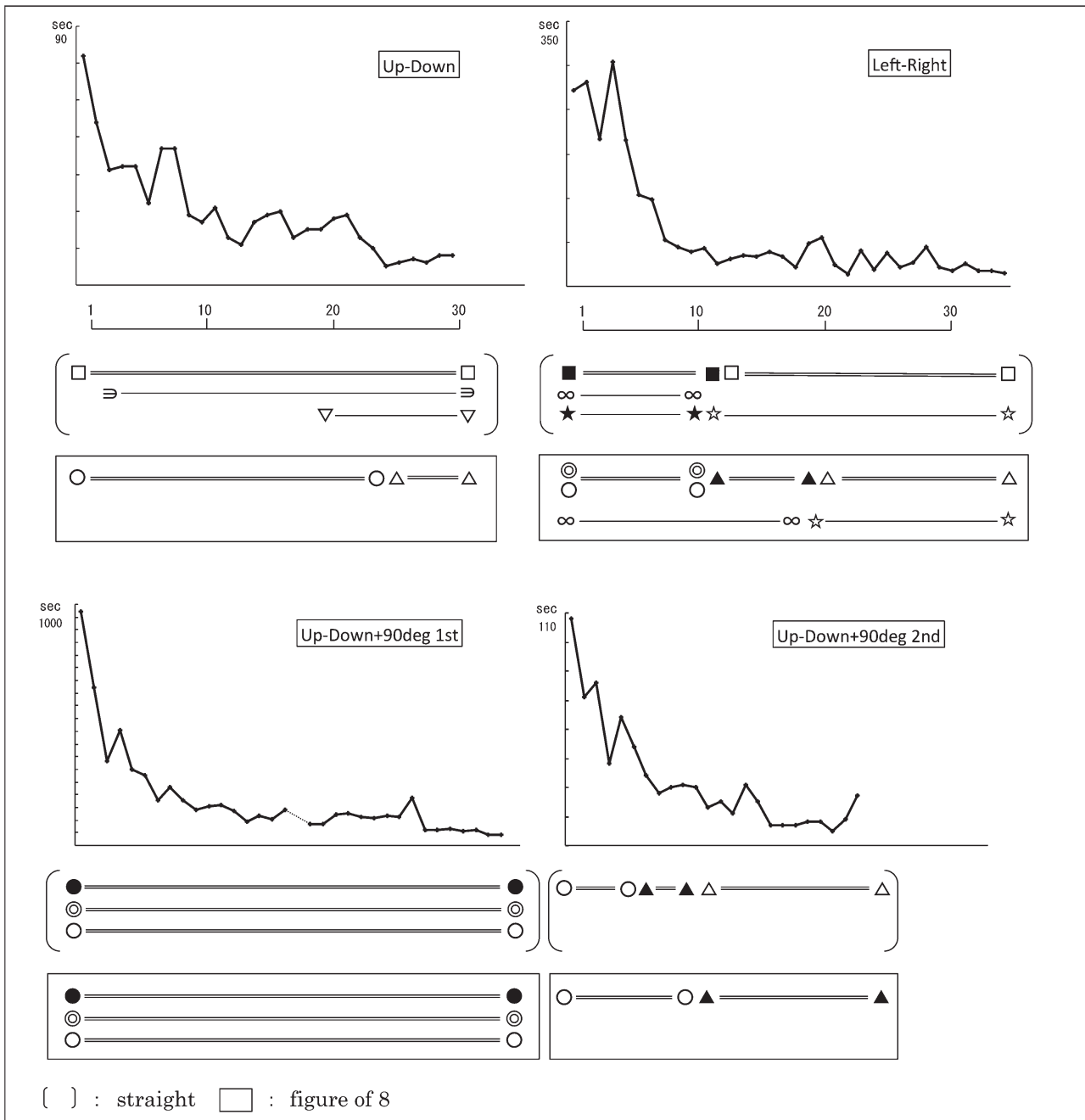


Figure 7 The required time for locomotion in 3 reversed situations, changed the length of vertical axis of time.

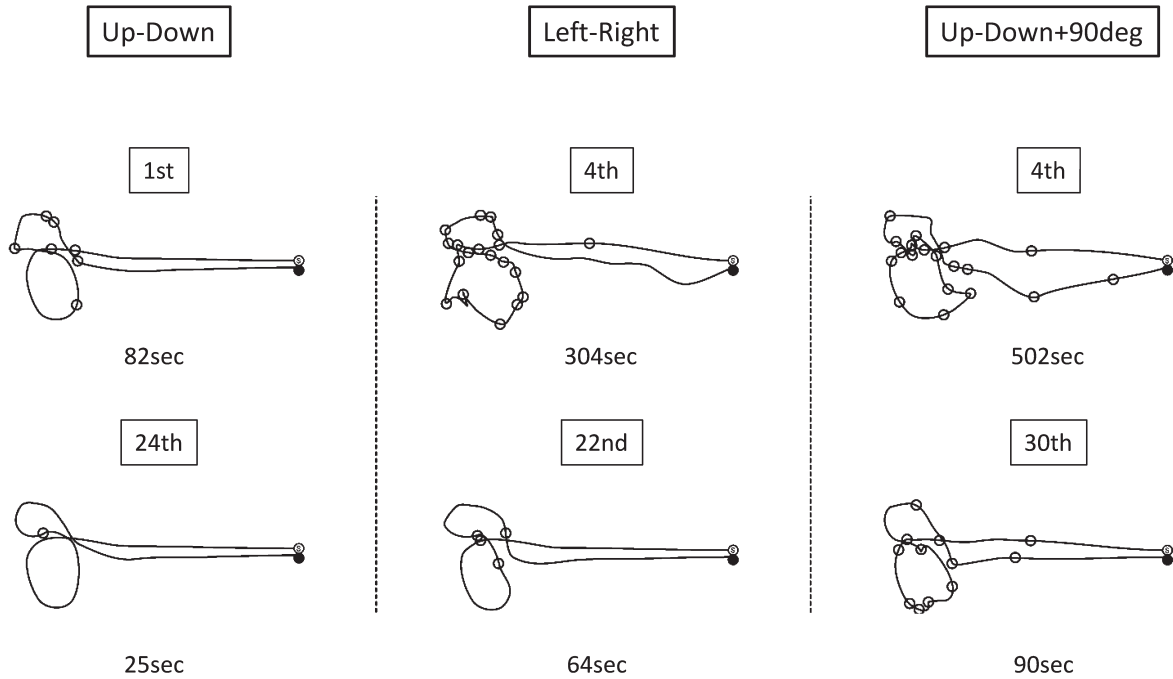


Figure 8 The required time for locomotion, walking orbit, and stopping behavior in 3 reversed situations.

the foot) と示し, 次いで, 視野内から両足が消え, 見る箇所が [足先・前方] になる第 2 の方略が現れる. そこでは“面” (表中, 略記号 ▲), “点” (△) として見る二つの場合がある. そして第 3 が遠方正面を捉える方略であり, この方略では, 移動の目標になる事物全体を見る場合 (■) とその事物の一点を見る場合 (□) の二つに分かれる. 視野内 [足・つま先] の当初の見え方は Figure 4

に示した通りである.

ところで, 第 1 の方略である視野内に足・つま先を収めるとき, 足を視野の中心に持ち込み (表中, 略記号 ●), 動きたい足 (◎) と, その足が動きたい方向 (○) に動かすという 3 つの動作を実現しなければならない. まず, 真下で見る足・つま先を視野の中心に持ち込む方略の形成は移動場面では急務であり, その方略が確立されなけれ

Table 1 Locomotion strategies, the object in the visual field and its converted processes.

The target in the visual field					
The toe of the foot		forward of the toe of the foot		front distant target	
bringing into the center in the visual field	●	1-plane	▲	1-object	■
the foot wanting to move	◎	2-point	△	2-point	□
the direction wanting	○				



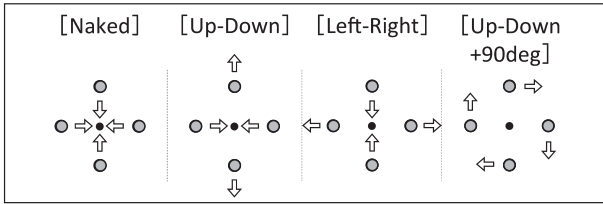


Figure 9 The seeing in the 3 conditions, the direction bringing the foot into the center of the visual field.

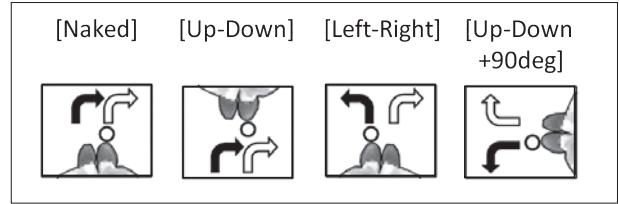


Figure 10 The seeing in 3 situations, looking directly below, the direction desiring for moving the right foot.

Table 2 The characteristic behaviors in 3 situations.

Characteristic behaviors			
holding the goggle with both hands ∞	moving of the left-right by body ★	looking a side walking on the way ⊃ ( on walking )	shaking the both hands walking on the way ▽ ( on walking )

ば動作が続かず、立ち往生になる（佐々木・八木・鳥居・佐藤，2016）。視野内で周辺にある両足・つま先を視野の中心に持ち込む方向を、裸眼事態を加えて示したのが Figure 9 である。図中、中央部（灰色円）を視野中心とすると、充実矢印が視野中心に持ち込む方向である。上下反転、左右反転では、足の動く方向が視野の中心に対して同一方向あるいは反対方向であるのに対し、上下反転 + 90deg では常に直交し、右回りになる。（着用者は、実験中、この原理に気づかず、実験当初試行錯誤を繰り返した。）

足を視野中心に持ち込むことができ初めて足を動かすことができる。その動かしたい方向について足元を見た場合で図示すると Figure 10 のようになる。ここでは、Figure 4 に動かす方向を矢印で加えた。図中、たとえば上下反転 + 90deg では、輪郭矢印を動かしたい方向とすると、充実矢印が動かす方向になり、左右の足の位置と進行方向が同時に変動する。この点においても上下反転 + 90deg の事態は上下反転、左右反転と比べて困難を極める。

このように、視野内足元での左右の足や進行方向の逆転は、視野内中心に足を持ち込んだり（表中、略記号●）、視野内で動かしたい足を動かしたり（◎）、動かしたい方向に足を動かしたり（○）、

このような 3 つの基礎方略が、実験最初期には即座に機能しない。

Table 1 に戻ると、第 2 の視野内 [足先・前方] forward of the toe of the foot は、視野から両足つま先が消え、足の前方（進行方向）に視点が向かう方略である。前方の [面]（表中、略記号▲）から、足が到着する [点]（△）になると、一歩の踏み出しが正確になり、歩幅が大きくなる。第 3 の [遠方目標] では、遠方の目標物（椅子やテーブル、■）あるいは目標点（床面上の到着点、□）を視野内中心に収めて進む方略である。

Figure 7 での所要時間の 4 つの結果の下欄に、直進歩行と 8 字歩行に分け、各移動方略の出現時期を Table 1 の記号で試行順に記入した。上下反転 + 90deg 1 回目を除くと、移動方略が変換されるに従い、歩行時間が短くなるのがわかる。その短縮化の経緯は特定の移動方略が繰り返されるときにも起こることがある。特定の方略が安定してくると新しい方略が瞬間的に現れる場合がある。

このような、全体の経緯を見ると、上下反転では、視野内遠方目標点（表中、略記号□）方略が当初から可能で、8 字歩行では第 26 試行で視野内足つま先方略が視野足先方略に切り替わり、歩行時間も 4 実験中もっとも短くなる。歩きな

から顔を左右に向ける行動も現れてくる。

一方、左右反転では、見ようとする逆方向に顔を向けねばならず、当初困惑し、視野内足つま先方略が続く。足先目標点に顔を向けると視野内から足つま先が消えるという経緯は上下反転の場合と同じであるが、1). 足先の目標点が小刻みであり、2). 視点が目標点に向いても上体をいったん顔と揃える、という点で上下反転の段階には到達していない。上下反転 + 90deg での1回目では、視野内足つま先方略が延々と続き、視野内から足が消えない。1). 足を視野の中心に持ち込む、2). 視野内で動きたい足が動く、3). 足が動きたい方向に動く、という基盤機能の形成に苦心している。歩行時間の減少の推移がなだらかであるのは移動方略が変わらないからと考えられる。

次いで、3事態における特徴的動作を Table 2 に示した。逆さめがねの両側面をそれぞれ左右の手で押える「めがね押え」(表中∞, Figure 11 左上 Photo 参照), その「めがね押え」のまま上体を左右に動かす (★), あるいは首を左右に動かす (☆), 歩きながら顔を横に向ける (≡), 歩きながら腕を振る (▽), という4つの方略を記

した。

Table 1 の場合と同様、Figure 7 での4つの結果の下欄に、直進歩行と8字歩行に分け、各移動方略の出現時期を Table 2 の記号を試行順に枠を付けて記入した。

左右反転では、歩くときに自動的に生じる体の左右の動きのために目標点が視野内で浮動したり消えたり、体が不随意的に揺れ出し、嘔吐感に襲われる。すなわち、左右反転に起こる特徴は、この嘔吐感を打開する方略にある。それは、「めがね押さえ・両足開き／ドスコイ方略」(Figure 11) である。Table 2 中「めがね押え」のまま上体を左右に振る行動 (★) に対応する。「ドスコイ方略」は、両手でめがねを押さえて上体を一本棒にし、上体を左右に動かし、その視野の動きの中の中心部位に目標点を確保しようとする。両足を開いて体の安定性を図ろうとする。体の不随意的な揺れを消す active な大きな動きを起こし、その結果、遠方目標方略が安定し、不随意的な体の揺れは治まり、嘔吐感は一切消失し、状況は一変する。断片的に現れては消えた目標点は左右に連続する視点の動きでつながり、目標点を一定の

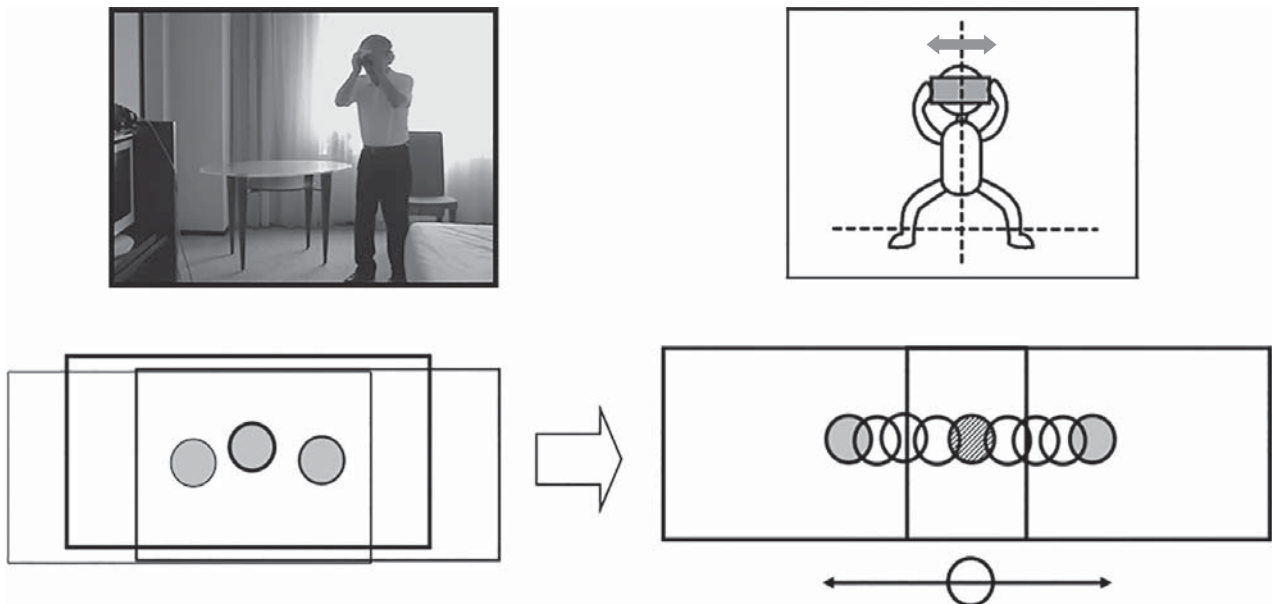


Figure 11 Method of DOSUKOI: to try to maintain the target and vertical and horizontal body axis in walking by means of his body moving, consistency, and to link up scattered target points by means of his body moving and make up the fixed target point in the movements width moving body left-right = shoulder length = measure.

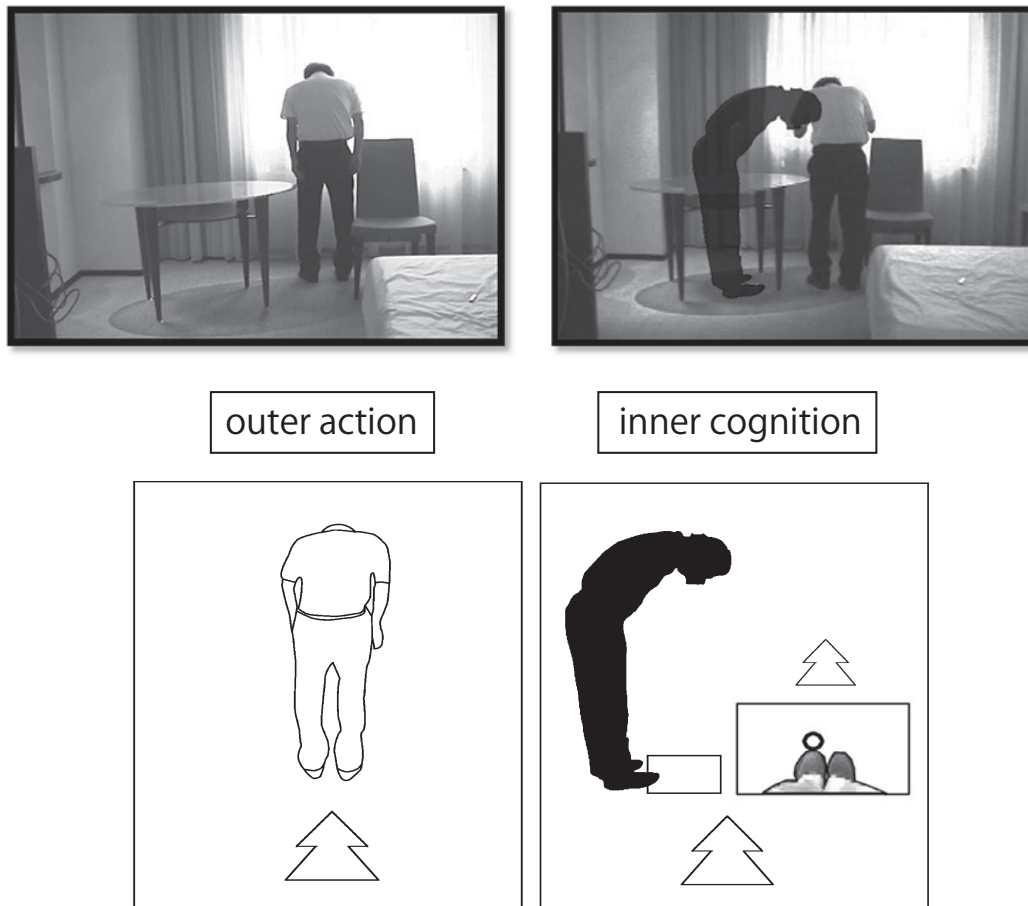


Figure 12 The double orientation of the body, real action and cognitive action.

位置に保つことが可能になる。このような視点の動きは徐々に顔の左右の動きにとって替わり（表中☆），両手もめがねから離れていく。

一方、上下反転 + 90deg では、深刻な身体の“二重定位”が起こる（Figure 12）。事実、体は前に進んでいる（図左、矢印が進行方向）が、足が視野の右真横から現れ、90deg 左方向に回転した体はその足を真上から目標点に向けて動かしている（図右）。視野内の足はロボットの足で、左に90deg 回転した体がそれを操作している。身体軸が壊れ、身体位置感覚は消失する。

とはいえ、上下反転 + 90deg 回転の 2 回目になると、状況は一変する。刻々新しい方略が起こり、歩行時間も激減する。前回実験 1 回目での 3 つの基盤機能の形成段階がほぼ維持されている。とはいえ、身体の“二重定位”（Figure 12）は 2 回目の最終段階まで依然として続いた。

### 論議

3 事態に共通して、視野内足つま先が移動方向を決める当初の方略は、移動目標点／事物に視点を向ける方略に切り替わり、足つま先が視野から離れ、身体外空間に向かう兆しが見られる。前方空間の拡大化が起こり、次いで顔を左右に向ける方略が現れると左右空間が拡大する。その経緯を図示すると Figure 13 のようになる。図中、Ⅰ、Ⅱ段階は人を真横、正面から見た全体図で、Ⅲ段階は人を真上から見て左端が頭部を示している。このように、前方空間、左右空間が拡がり、それらが関係づけられていく経緯を窺い知ることができる。

ここで、新たな二つの問題が浮上した。その第一は、身体外空間の構造把握である。上下反転 + 90deg 2 回目、足つま先が視野から離れて視点が体から離れた瞬間、外界の事物配置・配列を把握することが全くできないという状況に直面した。



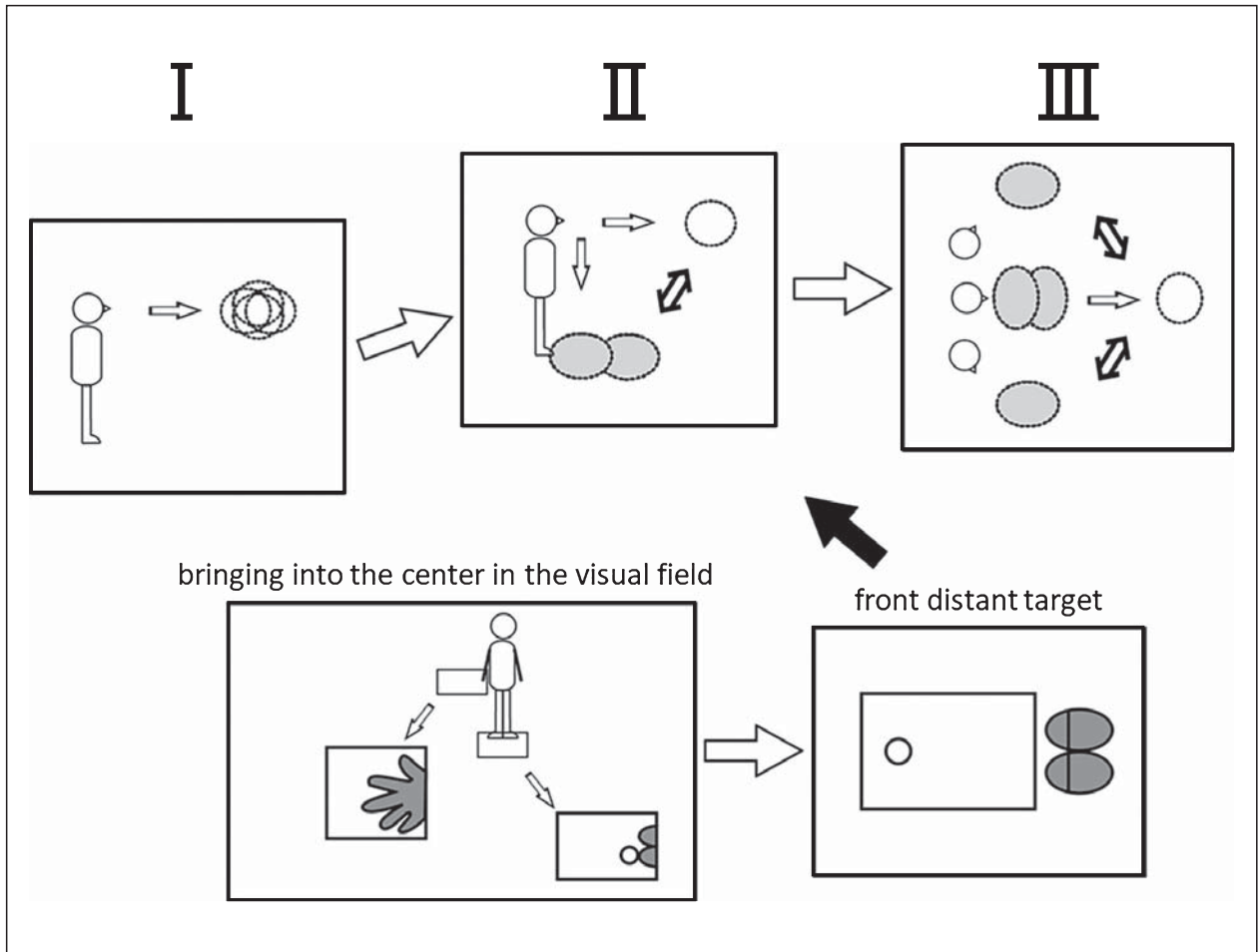


Figure 13 The enlargement of locomotion space.

移動課題だけでは外界の構造把握には辿り着くことができない。身体外空間も身体内空間も、上下左右・座標軸の形成が基礎過程であろう。両者の過程にどのような共通性があるのか、今後の課題の一つである。

その第二は、移動正面と円滑な動作との関連性である。視空間の拡大化の初期過程は移動正面を決める基準項の変換過程ともいえる。その基準項が視野内足つま先から外界対象に移ると足は移動の道具項になり、滑らかな動作が生まれる。前方／左右に顔を向ける行動がその契機となるであろう。開眼者、先天盲児、中途失明者では外界対象に顔を向けることが難しく、体全体、上体、顔の身体座標軸の変換過程と、歩行動作の円滑性との関連性を明らかにしなければならない。

#### 引用文献

- Dolezal, H. 1982 Living in a world transformed: Perceptual and performatory adaptation to visual distortion. New York: Academic Press.
- Gibson, J.J. 1950 The perception of the visual world. Houghton, Mifflin.
- Kohler, I. 1964 The formation and transformation of the perceptual world. Psychological Issues, 3. 1-173. (original articles: Koler. I. 1951 Über Aufbau und Wandlungen der Wahrnehmungswelt. Insbesondere über 'bedingte Empfindungen.' Österreichische Academie der Wissenschaften, Philosophisch-historisch-historische Klasse; Sitzungsberichte, 227. Band, I. Abhandlung. Wien: Rohrer.
- Kohler, I. 1953 Umgewohnung im wahrnehmungsbereich. Die Pyramide. 3, 92-96, 109-113, 132-133.)
- 牧野達郎 1963 逆転視野の知覚 人文研究 (大阪市立大学) 14, 157-171.
- 苧坂良二 1982 空間の認知 鳥居修晃 (編) 知覚Ⅱ (現代基礎心理学 3. 東大出版会 . 183-231.

- 佐々木正晴・八木文雄・鳥居修晃・佐藤佑介 2016 視野の変換／遮蔽事態における移動行動, その認知方略の形成 弘前学院大学文学部紀要, 53, 1-9.
- Stratton, G. M. 1896 Some preliminary experiments on vision without inversion of the retinal image. *Psychological Review*, 3, 611-617.
- Stratton, G. M. 1897 Vision without inversion of the retinal image. *Psychological Review*, 4, 341-360, 463-481.
- 太城敬良 2001 逆さめがねの心理学 河出書房.
- 吉村浩一 1999 逆さめがねが街をゆく—上下逆さの不思議生活 ナカニシヤ出版.