

認知と身体性に関する一人称的視点～左右反転視実験による考察～

伊東 真紀子 橋本 敬

北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科

抄録 人間の認知過程の解明に迫るため、ヴァレラは一人称的視点による生き生きとした経験の記述を重視し、これと従来の科学的手法の統合を提案した。本研究では、左右反転視実験に内観法を適用し、身体的経験を通じた諸知覚の統合過程を調べた。この統合過程で中心的に機能するのが、自己身体の姿勢・位置・動きについての内的表象であるボディイメージである。実験では、このボディイメージの獲得・変容過程を、視覚と聴覚または自己受容感覚の統合過程や、知覚 - 運動協応の変化を見る課題から探るとともに、一人称的手法の有効性について検討した。実験結果から、新たなボディイメージの形成過程において諸知覚が視覚的に統合されることが示された。

First-person accounts on cognitive embodiment through left-right reversed vision

Makiko Ito Takashi Hashimoto

School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology

Abstract First-person accounts (FPA) was suggested by Varela as a method to describe subjective perspective of lived experiences. Varela proposed to combine FPA with modern cognitive sciences. We conduct an experiment of left-right reversed vision to examine the effectiveness of FPA for considering the subjective perception of embodied cognition. Embodied cognition means the cognition through self body image, which is acquired by perceptual organization. A subject wearing the left-right reversed glasses is assigned several tasks about coordination of vision, auditory perception and proprioception and is requested introspections. By discussing the results of objective observation of the tasks and the introspective reports, we conclude that body image is reconstructed through conversion of auditory perception into visualized space and relocation of proprioception onto visual representation.

1 はじめに

われわれの日々の身体活動により受ける感覚刺激は、まず感覚器で受容された後、中枢神経系で処理されて初めて一人称の「私」が日常的に経験する認知現象となる。この時われわれの意識にのぼるのは、バラバラな一つ一つの刺激ではなく、それらがきれいに統合されたコヒーレントな知覚である。それは独特で直接的な質感をもち、いまの瞬間を中心に時間的・空間的に広がりを持ったものとして感じられる。

ヴァレラは、日常生活におけるこのような一人称の出来事 (First-person events) は認知や精神に関わる生きた経験であり、「私」という一人称的視点からの記述 (First-person accounts, FPA) をもたらずとしている [1]。さらに、この一人称の記述を認知過程を解明するための有効な手段であるとし、

それに正面から迫る体系として現象学、禅、内観法を挙げた。

上記の「私」の一人称的経験にまとまりを持たせることを可能にしている基盤の一つにボディイメージが挙げられる。ボディイメージとは、自己身体の配置構成に関する内的な表象のことである [2]。これは、視覚、聴覚、自己受容感覚等の入力によって生じる知覚が、日々の経験の中で相互作用を経て統合されることで形成される。また、一度形成された後も絶えず更新されていく。ここで、自己受容感覚とは、自己身体の姿勢・位置・動きに関する感覚情報であり、関節、骨格筋、腱、前庭器官に存在する感覚受容器からの情報によって生じる。

本研究では、このボディイメージという身体性を基盤とした認知過程に一人称的手法を適用し、その手法の有効性を検討する。具体的には知覚心理学実験の一つである左右反転視実験に内観法を適用

する。内観法とは、自己の内的過程を被験者に意図的・組織的に観察させ、その言語報告を記録する心理学の実験方法である。以下では、実験から得られた客観的データと内観報告を比較検討し、認知と身体性の関連について考察する。

2 左右反転視実験

本章では左右反転眼鏡を一定期間着用し、さまざまな実験課題を行った際の結果について述べる。左右反転眼鏡とは、直角プリズムにより視野中央の垂直線を対称軸に左右の見えを光学的に反転させた眼鏡である。

2.1 実験目的

本実験の目的は、強制的に視知覚のみを左右反転し、平常の知覚体性を崩壊させた状態から、どのように異種感覚情報が統合され、知覚-運動協応が進行し、自己-外界体制が再構造化されていくのかを調べることである。さらに順応過程に内観法を適用し、知覚の主観的側面とボディイメージの変容・獲得過程を見る。

2.2 実験概要

本実験では、被験者1名に左右反転眼鏡を着用させ、日常生活を行わせる。着用は午前中3時間、午後8時間の1日11時間の非連続着用で計12日間に渡って行った。データは実行課題の客観的結果と被験者の内観報告を取った。

2.3 実験

2.3.1 図形の形状描写課題

背景 実験の初期段階で、単一の身体部位(片手、片足等)の自己受容感覚の左右交替現象が見られた。そこで、複数の身体部位を視野の内外をまたいで同時に動かした場合の運動感覚や方向知覚はどのようなものかという疑問が生じた。

目的 身体部位の中で外界に対する働きかけの機能を強く担う手は、視覚的にその運動を確認される頻度が非常に高い[3]。よってこの手の動きに注目し、視野の内外で両手を同時に平行運動させた場合の視覚と自己受容感覚の関係について調べる。

手順

1. 握ったパズルのピース(手のひらサイズ)の外周を左手でなぞり、その形状を右手で握ったペンで描写する。
2. 課題は以下の5通りの条件で実施
 - (a) 開眼条件：両手がともに視野内
 - (b) 開眼条件：右手が視野内、左手は視野外
 - (c) 開眼条件：右手が視野外、左手は視野内
 - (d) 開眼条件：両手が共に視野外
 - (e) 閉眼条件

なお、この課題は7日目の内観報告をもとに実験条件を設定し、12日目に行った。

結果 結果の一覧を表1に示し、得られた内観報告について順にみていく。

表 1: 両手の運動方向についての内観報告

	手の動きについての内観報告		
	視覚的映像	視覚	自己受容感覚
(a)		中心から外側方向へ(矢印方向) 各手の運動方向は不明	正常視状態と比べ不明瞭
(b)		同方向へ(矢印方向) 運動方向(左or右)は不明	正常視状態と比べ不明瞭
(c)		同方向へ(矢印方向) 運動方向(左or右)は不明	正常視状態と比べ不明瞭
(d)	両手共 視野外	——	左手:真ん中から左へ 右手:真ん中から右へ 感覚明瞭
(e)	閉眼	——	左手:真ん中から左へ 右手:真ん中から右へ 感覚明瞭

- (a) 両手がそれぞれ中心から外側に向かって動いている感覚は明瞭。ただし、各々の手の運動方向(右または左)を知覚できない。また、それぞれの手は別々に知覚可能。
- (b) 両手が同方向に動いている明瞭な感覚あり。ただし、その運動方向の左右を知覚できない。え、両手の知覚をきちんと弁別できない。

- (c) 両手が同方向に動いている明瞭な感覚あり。ただし、その運動方向の左右を知覚できないうえ、両手の知覚をきちんと弁別できない。
- (d) 自己受容感覚に基づき、両手それぞれの運動方向（右または左）を同時に個別に知覚可能。また、両手の相対的位置関係も知覚可能。
- (e) 自己受容感覚に基づき、両手それぞれの運動方向（右または左）を同時に個別に知覚可能。また、両手の相対的位置関係も知覚可能。

考察 両手が共に視野内にある条件 (a) では、自己受容感覚が抑制され、視覚的映像にしたがった運動方向（横方向の平行移動）が知覚された。また、一方の手だけが視野内にある条件 (b),(c) では、視野内に見えている手の自己受容感覚が抑制され、視覚的映像にしたがった運動方向（横方向の平行移動）が知覚された。したがって視覚が優位であると言える。

また両手が共に視野内にある場合 (a) は、視覚的に両手を別々なものとして知覚できた。両手が共に視覚的に確認できない場合 (d),(e) は、自己受容感覚から各々の手の運動方向を右または左というラベリングまで含めて、個別に知覚できた。しかし、(b),(c) のように一方の手のみ視覚情報がある場合、視野内の手の視覚的運動方向が視野外の手の自己受容感覚と一致するため、視野内の手の視覚的運動方向の知覚が補強され、その自己受容感覚が強く抑制されたと考えられる。すなわち、視野内の手の視覚的運動と視野外の手の自己受容感覚が対応づけられたのである。この時、学習により新しく獲得されつつあった左右反転した視覚と自己受容感覚間の対応関係に混乱が生じ、両手の弁別が困難になると考えられる。

なぜ視覚情報がある場合に左右性の知覚ができなくなるのであろうか。これについては以下のように考えられる。まず自己受容感覚のみの場合には、元のボディイメージが回復し、その体軸方向を基準に左右の判断が可能である。一方、少なくとも一方の手の視覚情報がある場合には、視覚的情報と相反した自己受容感覚が存在する。そのため、両者の統合された自己のボディイメージという参照すべき基準系が確立しておらず、左右の知覚ができなかったものと考えられる。

以上から、手や腕の運動状態まで含めたボディイメージを構成する際に、自己受容感覚が視空間的に配置され視覚的表象を補強していることが確認された。

2.3.2 音源定位テスト

背景 内観報告に、音源方向に首を回転したはずが逆に音源を見失ってしまうというものがあつた。そこで被験者が音源方向をどのように判断しているのかを検討するためのテストを行った。

目的 空間内で音源方向を同定する際の、視覚およびそれに連動した首の回転方向と聴覚がどのような関係にあるかについて調べる。

手順

1. 被験者の斜め後方（約 2 m）の左右一方の位置で音を鳴らす。このとき音はコップを金属製のスプーンで叩いて鳴らした。実験状況を図 1 に示す。
2. 被験者は鳴らされた音がどちらの方向から聞こえたか（左右のどちらに音源があると判断したか）を、首の回転運動と口頭報告の 2 通りで回答。
3. 実験は閉眼条件、開眼条件の 2 通りで行った。

なお、テストは実験 11, 12 日に行った。

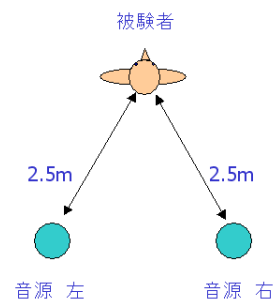


図 1: 音源（視野外）定位課題の配置図

結果 口頭報告と首の回転方向が客観的音源方向と同じであったか逆であったかを表 2 に示す。開眼条件の口頭報告では客観的音源方向が正しく認識されているが、首の回転方向は客観的音源方向と逆で

あった。一方、閉眼条件では口頭報告と首の回転方向がともに客観的音源方向と一致した。

表 2: 音源定位の結果

	開眼	閉眼
口頭報告	同	同
首の回転	逆	同

考察 閉眼条件では正しく音源方向に首を回転できる一方、開眼条件で音源方向を誤るということは、視覚的情報による誘導が働いたものと考えられる。これは以下のように説明できる。音源が図 2 の領域 B にある場合を例に考えてみる。音が発生すると、被験者はまず聴覚的に音源方向を領域 B 方向だと定位する。次に、胴体部分の自己受容感覚から音源方向を領域 B 方向として空間的に捉えなおす。さらに領域 A' に見えている映像を領域 B の隣接領域と知覚する。そして領域 A' の先(視野外の延長上)に領域 B があると考えるとそちらに首を回転させる。しかし、結果的に首は逆方向に回転し、領域 A 方向を向いてしまうのである。なぜなら、視野内の映像は左右反転しているため、実際に領域 B に隣接しているのは領域 B' だからである。音源が領域 A にある場合も同様である。

これは首の回転運動とそれに伴う視覚的映像の流動方向について、左右反転した新しい対応関係が学習された結果と考えられる。また、開眼時に聴覚的情報が抑制され、視覚的情報が優先されたことから、視覚が優位であったと考えられる。

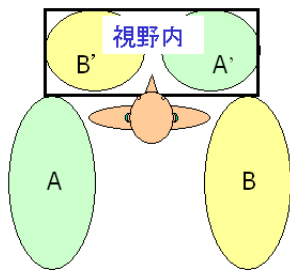


図 2: 音源(視野外)定位課題の考察図

2.3.3 頭部一身体協調時の姿勢表象テスト

背景 身体のなかで、四肢についてはその動きを視覚的に確認することができる。また頭部の動きは視覚的には確認できないが、左右反転していても視野と連動していることは正常視状態から変化しない。一方、胴体の動きについては本実験で用いた眼鏡の構造上、視覚的に確認することが不可能であった。

目的 視覚的に確認できず、また視覚と連動しない胴体部位の位置感覚、運動感覚は順応によってどのように変容していくのか、またその場合にも何らかの形で視覚の影響があるのかどうか調べる。テストは、被験者が閉眼したままで行われた吉村のテスト[4]に開眼条件を追加して行った。

手順

1. 被験者はまず、実験室内で頭と胴体を正面(正面方向は固定)に向け直立姿勢を取る。ただし、被験者は開眼条件の場合は眼を開け、閉眼条件の場合は眼を閉じている。
2. 実験者は被験者に頭が正面方向で胴体が左または右斜めに向いている姿勢(図 3 A, B)と、胴体が正面で頭が左または右斜めに向いている姿勢(図 3 C, D)の 4 つのいずれかの姿勢を取らせる。その際、実験者は姿勢 A, B の場合は胴体を斜めに動かしたのち、頭を正面方向に戻す。他方、姿勢 C, D の場合は頭部のみを左右いずれか斜め方向に動かす。また、被験者に取らせる姿勢 A ~ D の順番は実験者が任意に決定する。
3. 被験者は、自身の取っていると感じられる姿勢を頭部方向と胴体方向、それぞれ分けて口頭で報告する。

なお、テストは実験 2 日目、5 日目、8 日目、10 日目、11 日目、12 日目の計 6 回行った。



図 3: 被験者に取らせた姿勢 A ~ D

客観的姿勢	閉眼条件 (内観報告)	開眼条件(内観報告)					
		2日目	5日目	8日目	10日目	11日目	12日目
A							
B							
C							
D							

図 4: 頭部 - 身体協調時の姿勢表象テストにおける、内観報告による姿勢表象。 は「自己受容感覚から」、 は「視覚的に」と、姿勢判断の根拠について内観報告中にコメントがあるもの。

結果 内観報告により得られた姿勢表象の結果をまとめたものを図 4 に示す。

考察 以下では、得られた内観報告を順に考察したのち、それらをまとめる。

1. 閉眼条件・姿勢 A, B, C, D の 2 日目、5 日目、8 日目、10 日目、11 日目、12 日目
 全ての日時の結果が客観的姿勢と一致した。閉眼時には視覚情報はないので、判断の根拠となったのは身体の自己受容感覚である。ただし、10 日目と 11 日目の姿勢 A, B の内観報告では、曖昧さが感じられたことが報告されている。これは、首の回転運動とそれに伴う視覚的映像の流動方向についての新しい対応関係が学習され、正常視状態と左右反転した頭部と胴体の対応関係を持つボディイメージが獲得され(以降これを「新しい対応関係」と呼ぶ)、これが閉眼時にも波及し始めたことが原因と考えられる。
2. 開眼条件・姿勢 A, B, D の 2 日目
 新しい対応関係に基づいたボディイメージによる姿勢判断と、元の自己受容感覚に基づいたボディイメージが競合し、2 つが同程度の確からしさ(強度)を持って分離しているため 2 通りの姿勢が感じられた。

3. 開眼条件・姿勢 A, B, C の 5 日目と姿勢 A の 8 日目
 新しい対応関係が抑制され、元の自己受容感覚が再度優位になっている。
4. 開眼条件・姿勢 C の 2 日目、および 8 日目(左)
 新しい対応関係に基づいたボディイメージによる姿勢判断が行われた。
5. 開眼条件・姿勢 D の 5 日目
 頭部の方向は新しい対応関係に基づいている。他方、胴体方向は自己受容感覚に基づいたボディイメージと、新しい対応関係での頭部方向を基準にした姿勢判断が拮抗し、両者の中間方向と判断された。これは過渡的な順応段階にあることを示している。
6. 開眼条件・姿勢 A の 10,11,12 日目、および姿勢 B の 8,10,11 日目
 元の自己受容感覚は抑制され、新しい対応関係に基づいたボディイメージが定着し、それに基づいた姿勢判断が行われた。
7. 開眼条件・姿勢 C の 10,11,12 日目、および姿勢 D の 8,10,11,12 日目
 新しい対応関係に基づいたボディイメージによる姿勢判断が行われている。ここで特徴的なのは、胴体方向が頭部方向を基準に割り出されたと考えられることである。

8. 開眼条件・姿勢Bの12日目、および姿勢Cの8日目(右)

姿勢Cの8日目は、報告されたもう一つの姿勢と頭部方向が共通している。したがって、頭部方向を基準に胴体方向が判断されていると考えられる。その際、首と胴体の回転角が過剰に知覚されたようである。

実験後半で確認された新しい頭部方向の姿勢表象は、反転した視覚的映像流動と首の回転運動の連動が経験により学習された結果である。そしてこの頭部方向が、徐々に姿勢判断の基準系となっていく様子が確認された。このように元の自己受容感覚が抑制され、経験と学習に基づき、視覚的な映像流動と首の回転方向の新しい対応関係を基準系としたボディイメージが定着していった。よって、このテストからも視覚の優位性が示された。

3 議論

本研究では、視覚の優位性を示す数多くの内観報告がある。実験初期には視野内の対象の位置確認の動作として、対象に手を添えて、視覚的に位置を確認する動作が見られた。また、胴体部分を運動の起点とした動作への順応が最後まで遅れていた。例えば、椅子に座る際に胴体を逆方向に回転して結果的に椅子と正対して座れない、車にうまく乗車できない、ドアの開閉時にドアを開ける腕の動きと協調的に胴体を動かすことができない等である。本実験で着用した反転眼鏡はその構造上、胴体部分の位置や運動を視覚的に確認することが不可能であった。ゆえに、胴体部位の自己受容感覚は視覚的なボディイメージに統合されることはなかったと考えられる。このように、空間内で視覚的に位置や動きを定位されることが順応にとって重要であると考えられる。

この視覚の優位性は、視覚誘導自己運動感覚 [5] を誘発するため、§2.3.3の開眼条件・姿勢Aの10,11,12日目、および姿勢Bの8,10,11日目で示したような、姿勢を変化していないにもかかわらず、姿勢変化しなければ取ることができない姿勢表象が生じた。視覚誘導性自己運動感覚とは、一般に錯覚とも言われ、視覚的な映像流動の情報のみで自己運動感覚が生じる現象を指す。正常視状態では胴体の自己受容感覚が視覚的に定位され、視覚と緊密な対応関係を

持っているためこのようなことは起きないが、実験状況では視覚のみに依存して自己運動感覚が生じた結果、このような姿勢表象が生じたと考えられる。

4 結論

図形の形状描写における左右性の知覚、音源定位テストでの音源方向の視覚化、および頭部 - 身体協調時の姿勢表象テストにおける視覚誘導的姿勢と自己受容感覚的姿勢の分離・統合に関する知覚的变化などの内観報告から、以下のことが明らかになった。すなわち、客観的に同じ姿勢や運動であっても、知覚体制やその強度は変化する。さらに、聴覚情報は視空間的に把握され、首の自己受容感覚は視覚的映像流動と対応づけられ、全身の自己受容感覚は視覚的な身体表象の上に再配置されることがわかった。このようにして獲得される視覚的ボディイメージは、学習を通じて可塑的に変化的に変化することが確認された。

一人称的方法の有効性を考えた際、このような内的に感じられる知覚の強弱は、内観報告によってしか得られないデータとして貴重である。その一方で非常に捉えにくく、刻々と変化して再現性が乏しいため定量的な測定は困難である。そこで、このような知覚の強弱を言語化する過程を経ずに、そのまま比較可能な形式で扱える方法を考案する必要がある。

参考文献

- [1] Varela, F., and Shear, J. (1999), First-person Methodologies: What, Why, How?, *Journal of Consciousness Studies*, 6, 1-14
- [2] 村田哲, ミラーニューロンとボディイメージ, *数理科学*, 9, 69-77, 2001
- [3] 積山薫 (1997), 身体表象と空間認知, ナカニシヤ出版
- [4] 吉村浩一 (2002), 3つの逆さめがね [改訂版]: 変換された見えの世界への冒険, ナカニシヤ出版
- [5] 朝倉暢彦、近江政雄 (2001), 視覚と運動の統合, 「認知科学の新展開 4 イメージと認知」, 岩波書店, pp.91-125