

機関番号： 3 2 6 7 5

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2010

課題番号：2 0 5 3 0 6 6 9

研究課題名 (和文) 逆さめがね実験で捉える感覚様相間の空間関係の解明

研究課題名 (英文) Making clear the spatial relationships among sensory modalities through the investigation of visual transposition.

研究代表者

吉村 浩一 (YOSHIMURA HIROKAZU)

法政大学・文学部・教授

研究者番号：7 0 1 3 5 4 9 0

研究成果の概要 (和文)：左右逆さめがねを 2 週間着用した女性が、正常視のときの生活と同じようなスタイルを獲得するという、きわめて知覚順応の進んだ状態を示した。これにより、逆さめがねの世界に順応することがどのような変化を引き起こすかを捉えることができた。この研究成果を踏まえ、子どもたちに人間の知覚の不思議さを体験してもらい、逆さめがねを通してものを見たり行動したりする際に起こることを予想し実際に体験することにより、その予想がどのように間違っているかを論理的に考えてもらうための科学イベントを構築した。

研究成果の概要 (英文)：A participant who wore the left-right reversing goggles for two weeks considerably adapted to the left-right reversed world. She performed daily works almost normally and naturally perceived the world in front of her at the end of the wearing period. Through this experiment, I acquired valuable data to make clear the mechanism of the perceptual adaptation to the visually transposed world. Using such visual transposition method, I and my colleague conducted several science events for children which could facilitate children's scientific and logical thinking abilities.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2 0 0 8 年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2 0 0 9 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2 0 1 0 年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

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：感覚・知覚、知覚順応、科学教育、左右反転、変換視研究

1. 研究開始当初の背景

逆さめがねを長時間着用すると、当初はぎこちなかった諸動作が徐々に円滑に行えるようになるとともに、めがねを通して逆さまに見えていた目の前の世界がこのような見え方でおかしくないと感じるように変化してゆく。ただ、2 週間程度の着用期間では、どのような変化が逆さめがねの世界への

完全順応にとって必要かを実証的につかむまでには至らない状況であった。本研究者がこれまで積み重ねてきた実験実績から、2 週間の上下逆さめがね着用でその世界にかなり進んだ順応を示した人を確保していた。その人に、今度は順応的变化をより明確に捉えやすい左右逆さめがねを 2 週間着用してもらい、完全順応に向かって生じる変化を実証的

に捉えるチャンスを狙っていた。

2. 研究の目的

逆さめがねの世界へ完全順応するためにはどこにどのような変化が生じるかを実証的に明らかにすることを、本研究の第一義的目標に掲げた。さらに、その成果を踏まえ、子どもたち（小学生）が逆さめがねの世界をどのようなものだと予想するか、そして実際に逆さめがねを体験した後、予測誤りを論理的に修正できるかを、子どもを対象とする科学イベントにおいて検討することを目的とした。

3. 研究の方法

以前に上下反転めがねを2週間着用したAさんから、左右反転めがねも2週間着用してみたいとの申し出を受けた。そこでAさん自身が自作した直角プリズム式左右反転めがねを用いて、長期着用実験を行った。左右反転めがねの着用時間は14日間で総計206時間30分であった。就眠時を中心に逆さめがねを外しているあいだは安眠マスクを着用し、外界を見ないように過ごした。

実験に用いた自作左右逆さめがねの視野は両眼視野を合わせると、水平方向に108度の広がりがあり、中央部で両眼視野は約18度重複した。また垂直視野は、約40度であった。この左右方向の視野の広さは、2つの直角プリズムを用いて制作したものとしてはかなり広い。自作することにより、プリズムを目に近づけて設置できたことや、近距離の視野像が二重になることを避けるため2つの直角プリズムをやや内転させたことで、広視野を確保できた（その代償として、遠方を見るときは両眼視野像が二重

像になった）。逆さめがねの総重量は約200gで、製品版（竹井機器製）の左右反転めがねの重量（約350g）に比べるとかなり軽量であった。重量の主要部分を占める直角プリズムに、ガラスではなくアクリルを用いたことで軽量化が実現できた。

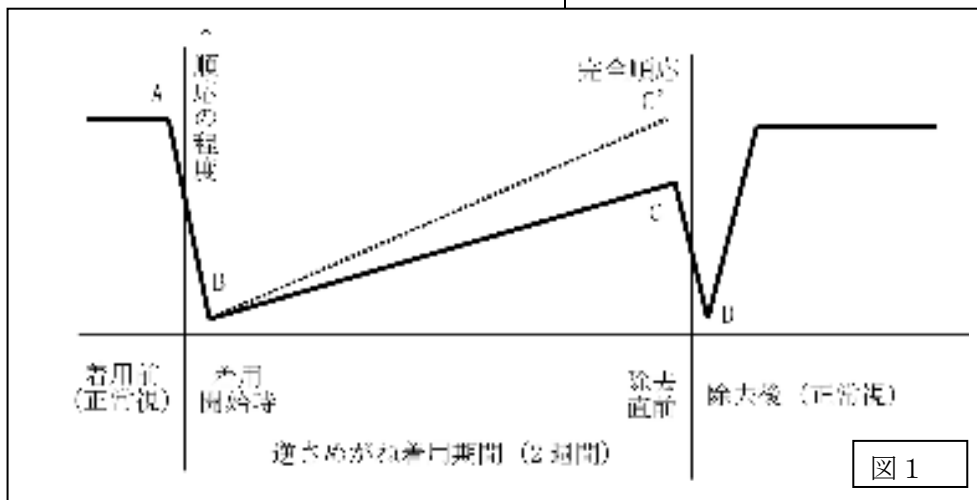
左右反転めがね着用中、Aさんに対して実験室での測定や動作・知覚に関する系統的テストは行わなかった。「逆さめがね生活を楽しむ」とのスタンスで着用し、屋内に閉じこもらず筆者が付き添ってさまざまなところに外出した。トリックアート美術館、切り絵博物館、牧場、レジャーランド、スーパーマーケットやショッピングモール、さらに着用期間後半には、JRや地下鉄を乗り継ぎ、原宿の繁華街へも出かけた。これらの体験時や日常生活の中で起こったエピソードをできるだけビデオカメラに記録するように心がけた。

4. 研究成果

(1) 今回の左右反転めがね着用生活で得られた重要な知覚的事実

逆さめがね着用による知覚順応の程度は、図1に示すように、一般に正常視から逆さめがねを着け始めた最初の混乱が極めて強く（AからBの変化に伴う混乱）、着用時間の進行とともに新しい視覚世界への順応が進み、完全順応（C）には達しないものの、ある程度順応が進んだ状態（C）で逆さめがねを外すことになる。そのため、順応の進み具合は正常視の世界に戻ったときの“残効”（D）として鮮明に現れる。ただしその持続は短く、速やかに正常視の世界に再順応する。

Aさんの場合は、(B)の落ち込みが目立



たなかった。ところが、おそらく (C) が (C) に近づくとところまで進行したため、(D) での落ち込みが顕著であった。

まず、(C) の順応進行の強さを示すエピソードを、行動面の記録から紹介しよう。

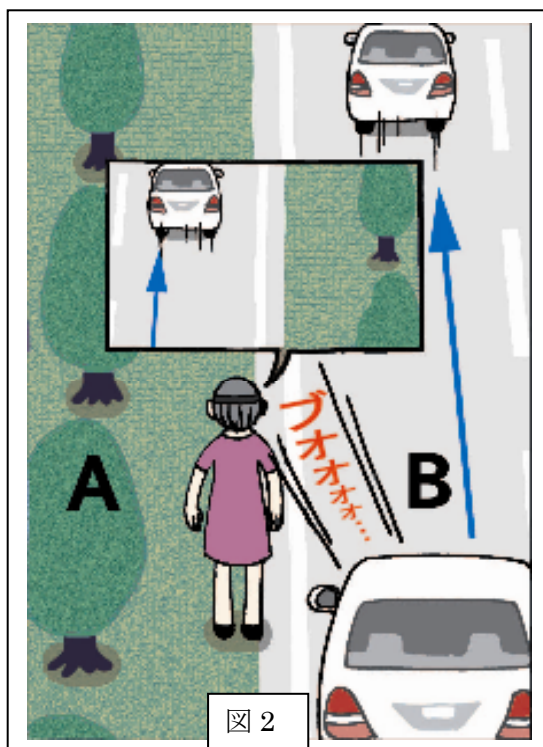
①台所仕事など両手協応動作を中心とする動作は問題なくできるようになった。

②公園で自転車乗りができるなど、身体全体を使った動作もかなりできるようになった。

しかし何よりも、完全順応の姿を推察させるに足るエピソードが、着用 11 日目以降の知覚面の変化に現れたことを特筆すべきである。

③後ろから近づいてくる車のエンジン音が右後ろ側から聞こえ、車が追い越して視野に入っても、左側に飛び移ったように感じない。すなわち、自然な連続感が得られた。この事態を A さん本人は、「右側から聞こえていて、右側から視野に現れた」と報告した。

④右肩を後ろから触られ、触った人物が自分を追い越して前にも見えても、視野の反対側から現れたように感じない。ここでも自然な連続感が得られた。「触れられたのは右肩、見えたのも右側」と報告した。



③の状況を図で表すと、図 2 のようになる。③や④の知覚的印象の強さは、左右反転めがねを外した直後の次の“残効”により決定づけられた。

⑤左右反転めがねを外し、からめがねに変えて正常視に戻った直後、右肩に後ろから触れた人物が右側から前方に進んで視野に現れたとき、「あれっ反対だ」と、期待したのは左右反対側からの出現に驚きを示した。

要するに、視覚と聴覚、視覚と触覚の整合性が左右反転めがね着用中に再獲得されたことを、これらのエピソードは示している。逆さめがね長期着用実験は、百年以上前、Stratton (1896,1897) により開始されたが、それ以来、この実験は、正立視の再獲得問題以外に、“感覚様相間関係”や“知覚—運動協応”のメカニズムを捉えることを目指して行われてきた。今回、A さんの左右反転めがね着用実験は、感覚様相間関係の再構築が逆さめがねの世界への順応にとって本質的プロセスであることを明らかにしてくれた。

(2) 子どもたちに対する逆さめがね着用イベントへの展開

研究期間中、数度の体験会を実施したが、ここでは 2008 年 9 月 15 日、東京学芸大学小金井キャンパスで行われた「青少年のための科学の祭典 in 小金井」での逆さめがね体験イベントを紹介する。この祭典の参加者の多くは、父母に連れられた小学生と、それよりもさらに幼い子どもたちであった。そこで、小学生を主な対象に、逆さの見えるを使って科学的思考を促す新たな展示法を開発した。体験をスムーズに行うため、このたびは逆さめがねではなく、箱を覗くと中の様子が上下または左右逆さに見える“逆さ箱”を用いた。体験手順を、左右逆さ箱を例に説明しよう。

図 3 が、今回用いた左右逆さ箱に向かって参加者が課題を行っている様子である。箱の上面にプリズムがはめ込まれており、これを通して見る箱の中は、すべてのものが左右反転して見える。箱の底面(縦 40cm × 横 30cm)には、図 4 の用紙が置かれている。この用紙には、上下・左右に走る幅 5mm、長さ 10cm の溝が直交した形式で印刷されており、この溝からはみ出さないよ



図 3

うに、上下・左右の溝をなぞることが課題である。その際、用紙のすべての文字は左右反転印刷されているため、覗き穴を通して見る参加者には、あたかも正しい字で書かれているように見え、簡単に読むことができる。体験者自身に、「この箱の中は〜」（図 4）の文章を読んでもらい、これから体験する課題についての予測を求める。紙面には「上下の直線路と左右の直線路のうち、どちらの方が難しいと思いますか？」と書かれている。この質問に対し、たとえば「左右の直線路」という選択肢に丸を付

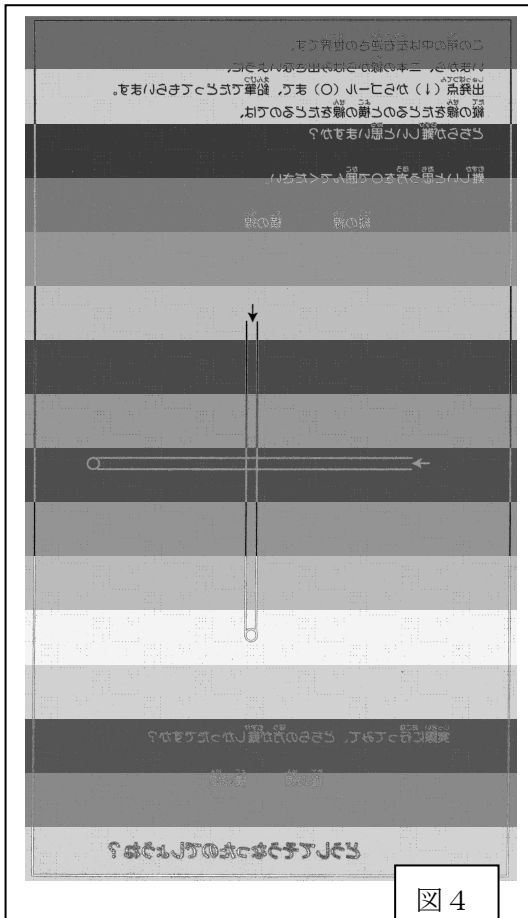


図 4

けようと思ったとしよう。ところが、鉛筆をもつ手はまったく思うように動かず、丸を付けるのに実験者の援助を必要とするこゝもしばしばである。参加者にとって、驚きと感動の体験である。このように事前予想を行った後、いよいよ左右と上下の直線路を、走路からはみ出さないようにできるだけ速くトレースしてもらおう（どちらを先に行うかはランダム順とした）。実験者はその様子を監視するとともに、スタート地点からゴール地点までのトレースに要した時間をストップウォッチで計時する。所要時間は課題遂行者にもフィードバックされ、それを受けて、両走路の作業終了後、どちらの方向の作業が難しかったかを、再び丸づけによって回答してもらう。

小学生を含む一般の人たちの“素朴な予想”は、「左右逆さ箱では左右の直線路の方が難しい」というものである。ところが、実際の体験では一般的に、左右逆さ箱では上下直線路の方が難しく、左右直線路は易しい。その理由は、上下方向に進むには左右にはみ出さないよう微調整しなければならないからである。進む方向(上下)よりも微細な調整を要する方向(左右)が変換されている方が、作業は断然、難しくなる。

本研究では、このような一般的予想と実際の作業後に知る事実とのずれを利用し、科学的推論への気づきを促そうと企てた。まず、一方の逆さ箱でこのずれを体験する。そして、もう一方の逆さ箱での体験に先立ち、子どもたちはどのような予想を行うかを主なデータとした。考えられる予測パターンは、左右逆さ箱→上下逆さ箱の順で体験した場合を例にとると、以下のように類型化できる。

〈予測パターン A〉：左右逆さ箱での体験結果を踏まえ、上下逆さ箱での予測では“素朴な予想”を捨て、「左右の直線路の方が難しい」と予測する。

〈予測パターン B〉：左右逆さ箱での予測と同様、上下逆さ箱でも“素朴な予想”に従い、「上下の直線路の方が難しい」と予測する。

もし、〈予測パターン B〉に比して〈予測パターン A〉の出現率が十分に高ければ、本研究で用いた課題設定法により、失敗経験を次の推論に生かすという科学的思考が促されたことになる。そして当然のことながら、「どうしてそうなるのだろうか？」との疑問を意識することになる。

当初は小学生を対象としていたが、小学生

を連れて来場した大人や友人同士で訪れた中学生にもこの課題に参加してもらった。その結果、全参加者は99名となった。学年ではなく年齢を尋ねたため、12歳以下と13歳以上に分けて集計することにした。両年齢別に、予測パターンによる集計を行った。あらゆる場合を視野に入れた予測パターンは、次の4つになる。なお、それぞれの予測パターンについて、左右逆さ箱→上下逆さ箱の順に体験した場合を例に説明する。

a. ともに正しい予測:先に行った左右逆さ箱ですでに上下方向路が難しいと正しく予測し、続いて行った上下逆さ箱でも左右方向路を難しいと予測。

b. 一貫して同じ方向を予測:2つの逆さ箱ともに上下方向路が難しいと予測、もしくは両箱ともに左右方向路が難しいと予測。

c. 失敗を生かした予測:先に行った左右逆さ箱では左右方向が難しいと予測したが、次の上下逆さ箱ではその失敗から推論し、左右方向を難しいと予測。

d. 失敗を繰り返す予測:左右逆さ箱では左右方向が難しいと予測し、その素朴な予測がはずれたにもかかわらず、上下逆さ箱では上下方向が難しいと予測。

両条件で正しく予測した参加者(a群)が、失敗を生かして予測する参加者(c群)と同程度に多かった。焦点となるc群に関しては、12歳以下と13歳以上の両年齢群間に出現割合の違いが認められなかった。失敗を教訓に、素朴な推論から脱し、科学的・論理的推論を行う力は、小学生でも大人に劣らず備えているということが出来る。

(3) 新たな逆さめがねの開発

本研究を通して、子どもたちが簡単に着用してイベントに参加できるよう、視野はあまり広がらないが、軽量で安価な上下逆さめがねを開発した。今後続けるイベントにおいて活用していきたい。

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7件)

- ① 吉村浩二、小高佐友里、逆さめがね着用実験の心理学基礎実験への導入、法政大学文学部紀要、査読無、61号、2010、125-136
- ② 吉村浩二、関口洋美、視覚障がいを理解するための模擬体験としての逆さめがね着用、法政大学文学部紀要、査読

無、61号、2010、121-131

- ③ 関口洋美、吉村浩二、心理学を応用した思考を促すイベントの取り組み、展示学、査読有、48号、2010、82-85
- ④ 吉村浩二、直交3軸のうち1軸反転が生み出す形・動き知覚の歪み、アニメーション研究、査読有、10A、27-36
- ⑤ 吉村浩二、関口洋美、小学生左右反転めがねを体験する、法政大学文学部紀要、査読無、58号、2009、65-73
- ⑥ 吉村浩二、逆さめがね実験の古典解説:19世紀のStrattonの2つの論文、法政大学文学部紀要、査読無、57号、2009、69-82
- ⑦ 吉村浩二、[解説] 逆さめがねの世界への完全順応、Vision、査読無、20号、2008、1-7

[学会発表] (計1件)

- ① 吉村浩二、左右反転視の世界への完全順応、日本心理学会第72回大会、2008年9月20日、北海道大学

[その他]

ホームページ等

<http://www.i.hosei.ac.jp/~yosimura/main.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉村 浩一 (YOSHIMURA HIROKAZU)
法政大学・文学部・教授
研究者番号: 70135490

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者

関口 洋美 (SEKIGUCHI HIROMI)
大分県立芸術文化短期大学・情報コミュニケーション学科・准教授
研究者番号: 70435379