

鏡映反転の原因を特定

— なぜ鏡の中では左右が反対に見えるのか？ —

1. 発表者： 高野 陽太郎（東京大学大学院人文社会系研究科基礎文化研究専攻 教授）

2. 発表のポイント：

- ◆ 「鏡に映ると左右が反対に見える」という現象の原因を心理学実験により、証明しました。
- ◆ 紀元前から続いてきた議論に決着をつけました。

3. 発表概要：

鏡の中では左右が反対に見えます。しかし、なぜ反対に見えるのでしょうか？

その理由については、紀元前のプラトンから現代にいたるまで、数多くの学者が説明を試みしてきました。ノーベル物理学賞の受賞者も議論に加わっています。にもかかわらず、意外なことに、この身近な現象の原因については、未だに定説が確立していません。

東京大学大学院人文社会系研究科の高野教授は、「鏡映反転は1つの現象ではなく、3つの異なった現象の集まりである」と考える独自の理論にもとづいて、鏡映反転にまつわるさまざまな事実を説明することに成功しました。今回の研究では、さまざまな鏡像を被験者に提示して、反転して見えるかどうかを答えてもらうという心理学実験を行いました。高野教授の説明は、すべての実験結果と一致しましたが、他の説明は、いずれも、多くの実験結果と矛盾することが明らかになりました。従って、紀元前から続いてきた議論には結論が出たこととなります。

本研究成果の詳細は、『鏡映反転 — 紀元前からの難問を解く』（2015年7月15日）として刊行されます。

4. 発表内容：

「鏡映反転」という現象

鏡映反転は、一般には、「鏡の中では、左右は反対に見えるが、上下は反対に見えない」という現象だと考えられています。しかし、実際には、鏡の前に置かれた対象の性質や、鏡と対象とのあいだの位置関係に応じて、左右は反対に見えずに上下だけが反対に見える場合、左右と上下の両方が反対に見える場合、どちらも反対に見えない場合、反対に見えるのかどうか判断がつかない場合など、さまざまな場合が存在します（写真1-4）。鏡映反転は、非常に複雑な現象なのです。

多重プロセス理論

そうした複雑な現象を統一的に説明するために、高野教授は「多重プロセス理論」を提案しました。本理論では、「鏡映反転は1つの現象ではなく、3つの異なった現象の集まりである」と説明しています。自分自身が鏡に映ったときの鏡映反転（視点反転：写真5）、文字が鏡に直面したときの鏡映反転（表象反転：写真6）、そして、鏡面と垂直な方向が反転して見える鏡映反転（光学反転：写真7）の3つです。

これら3つの鏡映反転は、それぞれ別の理由で生じます。自分自身の鏡映反転（視点反転）は、鏡像の左右を鏡像の視点から判断することから生じます。文字の鏡映反転（表象反転）は、

鏡像の左右（または上下）が、記憶している文字の左右（または上下）とは反対になっているときに生じます。鏡面と垂直な方向が反転して見える鏡映反転（光学反転）は、鏡の光学的な作用が原因で生じます。

心理学実験

この多重プロセス理論による説明を検証するために、高野教授は19才から27才の間の男女314名を被験者として、5つの心理学実験を行ないました。どの実験でも、さまざまな鏡像を提示し、被験者は、それぞれについて、上下・左右・前後が反転して見えるかどうかを答えました。場合によっては、腕に巻いた赤いリボンが左右どちらに見えるかといった質問にも答えました。

鏡に映した対象は、被験者自身とアルファベット文字のほか、モデルカー、地図、切り抜いた文字、鏡映文字（左右が逆になるように印刷した文字）などさまざま、鏡と対象との位置関係も、鏡が正面にある場合、横にある場合、下にある場合などさまざまでした。いずれも、特定の理論的予測の検証を目的としていました。

実験結果は、3つの鏡映反転が互いに異なった現象であることを明確に示しています。たとえば、どの実験でも、2割から4割の被験者が自分自身の鏡映反転（視点反転）を認知しませんでした（これは世界で初めて確認された事実です）、それらの被験者も皆、文字の鏡映反転（表象反転）は認知しました。

この実験結果は、多重プロセス理論の説明と一致しています。自分自身の鏡映反転（視点反転）は、「鏡像の視点から鏡像の左右を判断する」という任意の（してもしなくてもいい）心理的操作に依存しているので、この任意の心理的操作を行わない被験者は、自分自身の鏡映反転を認知しません。他方、文字の鏡映反転（表象反転）は、そのような任意の心理的操作には依存していないので、すべての被験者が認知します。

多重プロセス理論の予測は、ほとんどの実験結果と誤差の範囲内で一致していました。誤差の範囲をやや超える不一致が生じた少数の場合については、既知の心理プロセスが作用した結果として説明できることを明らかにしました。（たとえば、壁に貼った「F」の鏡像を股のぞきで見たとき、逆さになった上半身を基準にして鏡像の上下を判断する場合には、多重プロセス理論は「すべての被験者が上下の鏡映反転を認知する」と予測しますが、実験では19%の被験者が上下の鏡映反転を認知しませんでした。これは明らかに誤差の範囲を超えています。しかし、方向認知に関する過去の心理学的研究では、正立している下半身の方を基準にして上下を判断する場合もあることが知られており、そのような判断をした被験者が上下の鏡映反転を認知しなかったのだと仮定すれば、この実験結果は、多重プロセス理論とは矛盾していないこととなります。）

他の説明

一方、他の説明の場合は、予測とは正反対の実験結果が頻出しました。たとえば、物理学者のファインマン（Richard P. Feynman）は、自分自身の鏡映反転を説明するにあたって、「人体はほぼ左右対称な形をしている」という事実を利用しましたが、こうした左右の対称性に立脚した説明は、左右が明白に非対称な文字（たとえば「F」）の鏡像については、「左右の鏡映反転は生じない」と予測することになります。しかし、本実験では、すべての被験者がこうした文字の鏡映反転を認知したのです。

また、他の説明はいずれも、「すべての鏡映反転は同じ1つの現象である」と想定しています。従って、「自分自身の鏡映反転を認知しない2割から4割の被験者は、文字の鏡映反転も

認知しないはずだ」と予測することになります。しかし、本実験では、そうした被験者も皆、文字の鏡映反転は認知しました。この事実は、多重プロセス理論を除く他のすべての説明に対する明確な反証となります。

結論

多重プロセス理論がすべての実験結果を説明できたことと、他の説明がすべて明確に反証されたことを考え合わせると、鏡映反転の原因をめぐって紀元前から続いてきた議論には、ここで決着がついたと言えます。

5. 発表雑誌：

高野陽太郎（単著）

『鏡映反転 — 紀元前からの難問を解く』

岩波書店 2015年7月刊行

- ・鏡映反転は非常に複雑な現象です。多重プロセス理論が妥当であることと、他の説明が成り立たないことを立証するためには、数多くの実験データにもとづいた体系的な議論が必要になります。雑誌論文の限られたスペースには、そうした体系的な議論は収まりきらないので、本研究は書籍の形で公表されます（『鏡映反転 — 紀元前からの難問を解く』）。
- ・この本の中で初めて公表される実験は3つです。既に雑誌論文として公表された2つの実験（Takano & Tanaka, 2007）と、雑誌論文として公表された理論的分析（Takano, 1998, 2015）を併せ、新たな理論的分析も加えて、鏡映反転問題の最終的な決着を目指し、包括的な考究を行いました。

[参考]

- Takano, Y. (2015). Mirror reversal of slanted objects: A psycho-optic explanation. *Philosophical Psychology*, 28, 240-259.
- Takano, Y. & Tanaka, A. (2007). Mirror reversal: Empirical tests of competing accounts. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60, 1555-1584.
- Takano, Y. (1998). Why does a mirror image look left-right reversed?: A hypothesis of multiple processes. *Psychonomic Bulletin & Review*, 5, 37-55.

6. 添付資料：



写真1
上下だけが反転
した鏡像



写真2
上下と左右が反転
した鏡像



写真3
上下も左右も反転
していない鏡像



写真4
反転の有無が判断
できない鏡像



写真5 視点反転
鏡像の視点から見ると
「左」の手で敬礼



写真6 表象反転
記憶にある「F」とは
左右が逆



写真7 光学反転
鏡面と垂直な左右が
光学的に反転