

サイエンスショー「ふしぎな形」実施報告

上羽 貴大*, 長谷川 能三*

概要

2020年9月2日から11月29日まで、目の錯覚とトリックアートをテーマとしたサイエンスショー「ふしぎな形」を実施した。さまざまな種類の目の錯覚があることを紹介しながら、自分の感覚があてにならないことを体験してもらう内容である。2016年の「ふしぎな形にだまされるな」¹をもとにし、いくつかの実験を入れ替えて構成した。

1. はじめに

2020年秋の大阪市立科学館のサイエンスショー演目として、目の錯覚とトリックアートをテーマとした「ふしぎな形」の上演を行った。さまざまな種類の目の錯覚があることを紹介しながら、自分の感覚があてにならない、ということが錯覚をテーマにしたサイエンスショーは2016年「ふしぎな形にだまされるな」¹をもとにし、いくつかの実験を追加し、再構成した。タイトルは「ふしぎな形」としているが、2016年のショー同様、形だけでなく、色の錯視も含まれている。

2020年は、新型コロナウイルス感染拡大により、その対策のために大阪市立科学館は時期により臨時休館や展示場等の一時閉鎖、サイエンスショーの休止などをせざるを得なかった。サイエンスショーは2020年8月より再開したため、この演目は当初の予定通り9月2日から11月29日までの期間で行った。ショー再開当初は約100人収容の定員を大幅に減らし、定員5グループのみ(1グループ最大6名)としたが、10月以降は定員54名で運営した。また、この演目では観客をステージに上げて参加してもらう種の実験がもともと予定されていなかったため、感染リスクを下げるための対策などで実演内容を変更する必要はなかった。

2. メインビジュアル

このサイエンスショーの広報のために作成したメインビジュアルを図1に示す。デザインにも錯視を取り入れた。「うずまきがみえるあなた、それは目の錯覚です！」

というコピーで、ポスターをなんとなく眺めた人に対し、さらに注視してもらえないのではないかと考えた。疑似渦巻き模様の中には筆者(上羽)の顔を配置したのは、顔が入った方がアイキャッチになりやすいという考えからである。またこのメインビジュアルには、疑似渦巻き模様だけでなく、タイトルロゴにも錯視を利用している。錯視の効果が高かったため、実演でもこの錯視を紹介することにした。この錯視の詳細は4-1で説明する。

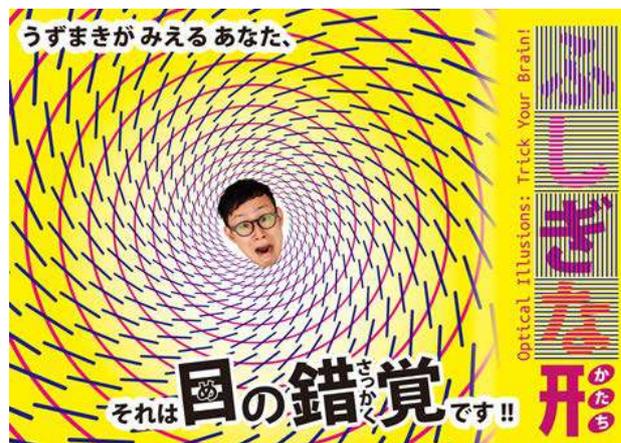


図1. 「ふしぎな形」メインビジュアル。
非日本語使用者のため英題を添えた

3. ショーの流れ

今回のサイエンスショーで行った実験の流れは以下のとおりである。それぞれは太字で書かれたようなテーマごとに分類され、同じテーマは連続して紹介するようにした。それぞれ実験は独立しているため、各実演者の判断で、実験の順序や取捨選択を行った。★をつけたものが当該ショーで初登場した実験である。

*大阪市立科学館
上羽: ueba@sci-museum.jp,
長谷川: hasegawa@sci-museum.jp

大きさを比べるのはむずかしい

1. どちらの●が大きい？(エビングハウス錯視)
2. どちらのバームクーヘンが大きい？
(ジャストロー錯視)

かたむきを見るのはむずかしい

3. 赤い線は平行？(ツェルナー錯視)
4. うずまき？

色を見るのはむずかしい

5. タイトル文字の色(色の同化)★
6. どちら側が黒っぽい？(色の対比)

残像

7. パンダ？

家でできる錯視

8. 曲がるえんぴつ(ラバーペンシル錯視)★
9. ちぢむえんぴつ★

錯視は脳が”賢い”から起こる

10. 隠された数字(隠された部分の補完)★

トリックアート

11. リンゴとミカン
12. 空飛ぶじゅうたん
13. ペンローズの階段
14. ペンローズの三角形
15. 街なみの奥行(1階の展示紹介)

館内プレビューでは「サイエンスショーなのだから『なぜそうなるのか』を紹介しなければいけない」という意見があった(特にラバーペンシル錯視)。それぞれもっとも有力な説を紹介している。

新たな実験を加えた一方、2016年の「ふしぎな形にだまされるな」で行なった実験の内、いくつかについては今回行なわなかった。「どちら側が黒っぽい？」と「白と黒」はともに基本的な錯視であるが、サイエンスショー全体の実験量のバランスを考慮し、後者は割愛した。また「ゆれる写真」と「あべこべお面」については、サイエンスショー会場内の席によっては効果がやや低いこともあり、今回は割愛した。

15.のトリックアートは、故ノーマン D. クック博士の作品で、大阪市立科学館入口前に展示されているものと同等のものである。街並みを描いた絵を左右から見ると景観が動いて見える。ショーの内容に関連した常設展示に誘導するため、最後に紹介した。

4. 新たに取り入れた実験

2章でまとめた実験のうち、今回新たに取り入れたものの詳細を以下に記す。2016年サイエンスショーで扱った実験の詳細は文献[1]に譲る。

4-1. タイトル文字の色(色の同化)

タイトルロゴは大判出力し、ステージ正面のホワイトボードに貼っておいた。「実はこの会場の、みなさんの目に見えるところにも、最初から目の錯覚が隠されています。それはこのタイトルです」と言って、タイトルロゴを指し示す。「しましまでちょっと隠れていますが、ひらがなはそれぞれ何色でしょうか」と問いかけると、観客は順に、うすいむらさき、ピンク、(濃い)むらさき、オレンジ、といった色を答える。それを確認したのち、「そんなように少しずつちがった色に見えるかもしれませんが、実は全部同じ色なんです」と言い、ひらがなを覆う縞模様を取り外すと、たしかにすべて「形」と同じことがわかる。ほとんどの実演で客席から意外そうな声が上がります。縞模様の裏に配置された4つのひらがな「ふ」「し」「ぎ」「な」の色はそれぞれ異なるように見えるが、実際はすべて「形」と同色である(図2)。

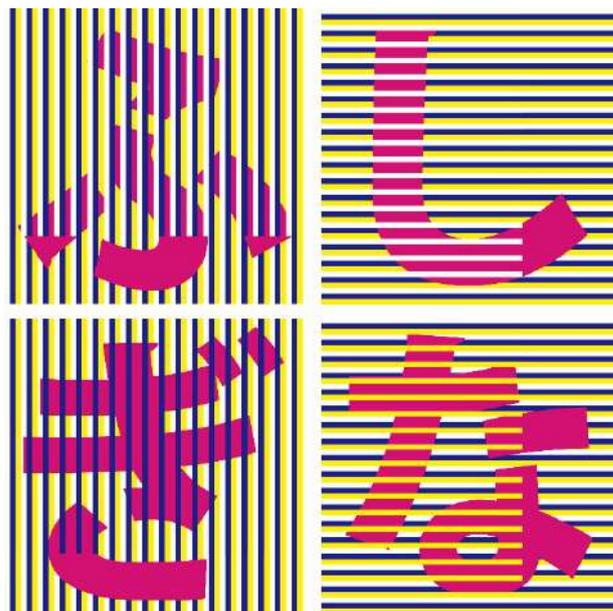


図2. 「ふしぎな形」の文字色の比較

それぞれ文字上の縞模様を一部取り除き、色の比較ができるようにしてある。(電子版はカラー)

タイトルロゴをよく観察すると、白、青、黄の3色からなる縞模様のうち、その一部が紫色のひらがなの上に重なっている。異なる色が縞模様で接触すると、それぞれの色を互いに近い色と誤認してしまうことを利用している。例えば、「な」の文字は黄の縞が重なっているため、紫はより黄色味がかって見える、ということらしい。ただし、遠目で見ても縞模様であることは明確に認識

できるため、色が「混ざって」見えているわけではないことを強調した。これは、文献²などを参考に制作した。この錯視は、これに続いて演じた「どっちが黒っぽい」（白に囲まれた灰色がより黒っぽく、黒に囲まれた灰色はより白っぽく認識される）とは相反する結果に感じられる。その起こる錯視の違いは、それぞれの色の面積によるものと考えられている²。

この実験は写真 1 のようなボードで紹介した。縞が物理的に着脱できるようにしており、縞の間から見える文字の色が確かに同じ色であると公明正大に示せる。

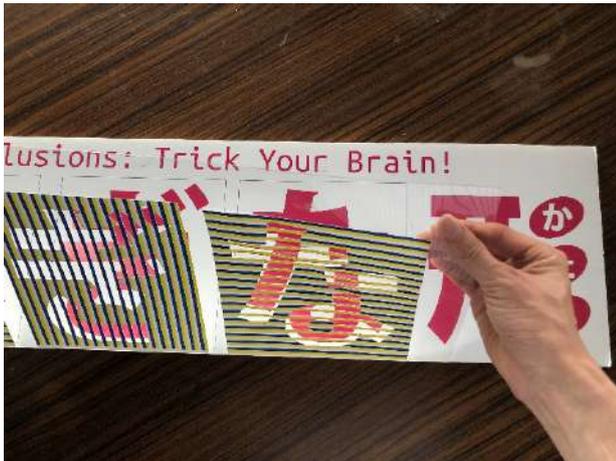


写真 1. (上下)仕掛けのあるタイトルロゴのボード
タイトル文字のみを単色で印刷し、文字の周囲やその上を覆う細い縞は、文字の部分をしていねいに切り取り、透明ビニールシートに貼り付けた。シートはめくれるようになっており、解説に合わせて着脱する。

4-2. 曲がるえんぴつ(ラバーペンシル錯視)

指先で軽く持った鉛筆を軽くふるわせると、曲がったように見えるという、言わずと知れた錯視である。観客が自分でも簡単にできる実験を取り入れたいと考え組み込んだ実験である。これは筆者(上羽)がバランスの実験の改案を制作した経験から、観客が自分でもできる実験を紹介することの効果を感じたためである。

実験自体は非常によく知られた(ただし、上演期間中、数人はこの錯視を「見たことがない」ということであつた)ものだが、その原因は知られていない。ここでは図 3 を見せながら、一連のペンの動きを重ねると、上下の両側に曲線がたどれる。この部分が目に残り、曲がって見える、と簡潔に説明した。ただしさらに複雑な未解明の機構がはたらいっていることがわかっている^{3,4}。

「これまで見ていただいた目の錯覚はただ見るだけでしたが、みなさんも自分で実験して楽しめる目の錯覚をご紹介します」と言って、鉛筆を取り出す。「この鉛筆を、目の錯覚でグニャグニャに見せます」というと、ラバーペンシル錯視を知っている観客はこの時点で「ああ、あれね」という反応がある。指先に持ってゆさぶり、曲がって見えることを見せた後、「本当に曲がるんですけどね」と言って、実は本当に曲がるゴム製の鉛筆を使っていることがわかり、笑いが起こる。「こんな風にやわらかくないペンでも、目の錯覚でやわらかく見えるようになります」と言って、仕掛けのないペンを取り出し、ラバーペンシル錯視を行ったのち、上記の説明を行った。

「この現象にはラバーペンシルイリュージョンという立派な名前がついていて、実験で研究されていたりもします。それは、人間の脳がどうやってものを見ているかを調べることであるのです」と紹介した。

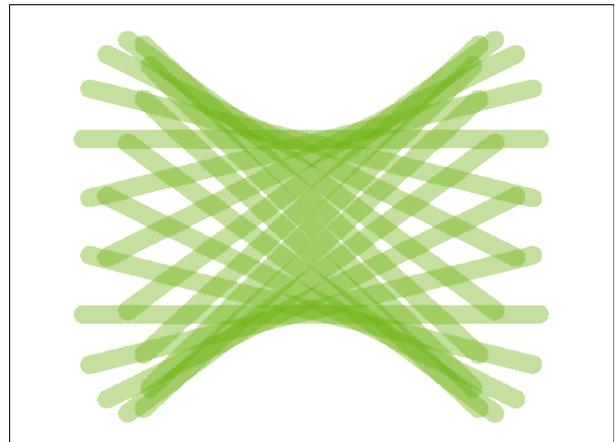


図 3. ラバーペンシル錯視の解説図

ラバーペンシル錯視の見える理由を説明する際の図。一連のペンの動きを重ねると、上下の両側に曲線がたどれる。この部分が目に残り、曲がって見える、と説明した。図は文献[4]を元に作成。

4-3. 縮む鉛筆(ラバーペンシル錯視)

上記の曲がるえんぴつの流れで、「もうひとつペンを使った目の錯覚をご紹介します」と言って、写真2のように鉛筆の半分の長さを片方の指全体で隠しながら持ち、両手を離す。再び両手を近づけていき、鉛筆のもう半分ももう片方の指で隠れたところで、鉛筆を持ち替え、両手を離していく。これをテンポよく滑らかに行くと、まるでペンが縮んだように見える。

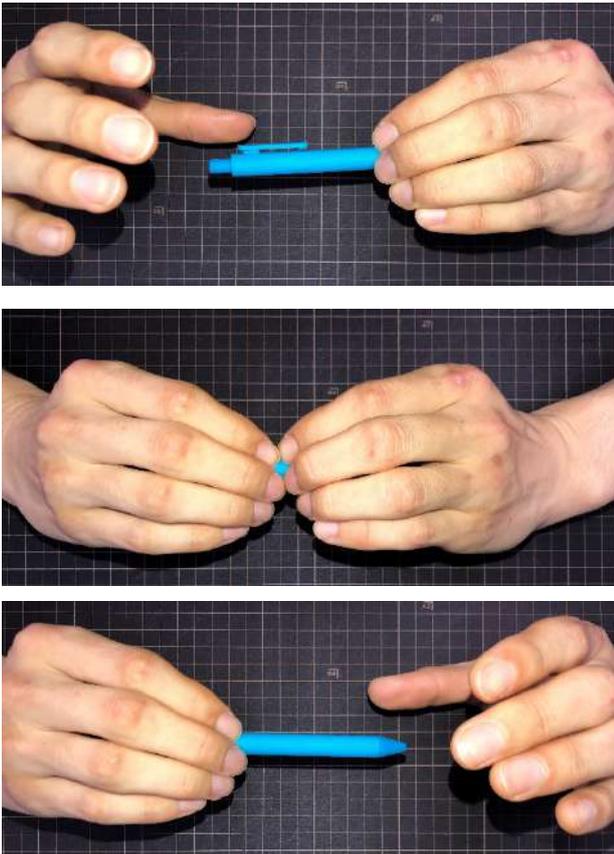


写真 2. 縮む鉛筆

鉛筆の半分の長さを片方の指全体で隠しながら持ち、両手を離す。再び両手を近づけていき、鉛筆のもう半分ももう片方の指で隠れたところで、鉛筆を持ち替え、両手を離していく。これをテンポよく滑らかに行くと、まるでペンが縮んだように見える。

筆者(上羽)はこの一発芸のような錯視をかつて幼い頃テレビ番組か手品の解説書かで知ったが、残念ながら文献は見つけられなかった。目の錯覚として研究された例も、筆者(上羽)の知る限りない。しかし、目の錯覚を利用した現象であり、残像が原因のひとつとなっているのは明らかであること、錯視効果も高く、面白いこと、そして同時に練習すればだれでもできるようになる手ごころな難易度であることを踏まえ、実験に取り入れた。実演は、「動かしながらペンを半分ずつ見せているので、それらが目に焼き

付く残像で、短くなっていると思われます。しかし、これは研究されてはいないようです。ぜひみなさんも自分で実験しながら、どうして短く見えるのか、考えてみてください」と結んだ。

4-4. 隠された数字

ショーの前半で様々な種類の目の錯覚を紹介したが、そもそもなぜ錯覚というものが起こるのかを簡潔に説明する必要があると考えた。それを端的に示すものとして、次のような実験を取り入れた。この実験は文献[5]を参考に作成した。

「なぜ、錯覚というものが起こるのでしょうか。それは、ものを見ている人間の脳がとてもよくできているからです。それを感じていただける実験をしましょう」といって、図4(上)が描かれたパネルを示す。青いパズルのピースのようなものが散らばっている図が何に見えるか観客に尋ねるが、だれもわからない。

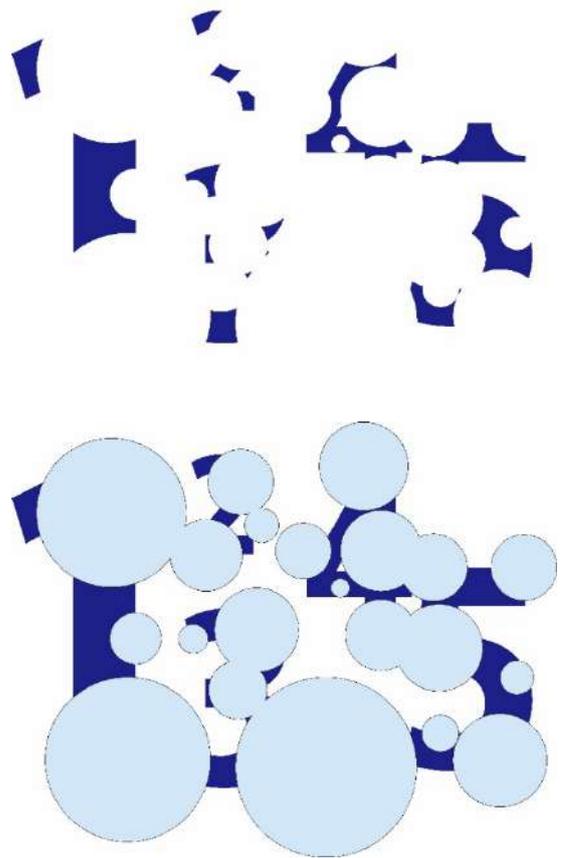


図 4. 隠された数字

(上)はじめに観客に示す図。青い断片が何を示すのか、これだけではわからない。

(下)複数の丸が描かれた透明シートをかぶせた様子。丸が見えるようになると、青の一部分が丸の裏に隠れているように認識できるようになり、数字が浮かび上がる。

次に、水色の丸が貼り付けられた透明シートをこの図の上にかぶせる(図4下)。見えている青いパーツは先に見ていたものとまったく同じであるのにも関わらず、数字が描かれていることが突然わかるようになり、観客から驚きの声が上がります。ここで、次のように説明して、このショーの前半、目の錯覚の部を終えた。「人間は、このように途切れて見えたものを見ると、みなさんの脳みそは『後ろになにか隠されている』とみなさんの気付かないうちに勝手に考えてくれているのです。こんなこと、脳みそが賢くてできていないとできませんよね。このような脳みそのはたらきが、錯覚を引き起こしているのです。」

4. 扱わなかった実験

新ネタを多く用意しようと調査したが、多くはボツにした。たとえば、錯視すなわち視覚の錯覚以外にも錯覚が起こる例として、聴覚の錯覚を紹介しようと検討した。たとえば「無限音階」として知られる、電子音の上昇音階(ドレミファソラシド)の連続を聴くが、確実に先ほどの音よりも音高の高い音に上がっているように聞こえるのにも関わらず、いつの間にかループしており、高音に到達しないという、ペンローズの階段の「聴覚版」ともいえる現象。あるいは、あるアナウンスが断続的なミュートでとぎれとぎれに聞こえ、何を言っているのか判別できないが、ミュート部分にノイズをのせることで逆に言っていることが分かるようになる、という「欠けた部分が見える」の「聴覚版」ともいえる現象を紹介しようと、実験の調整を進めたが、効果が高いと思える音源をつくることができず、今回は導入を見送った。

5. 関連ミニブックの販売

2016年のサイエンスショーをもとに製作されたミニブック「だまされる目」(税込100円)を、普段は科学館展示場出口(1階)のミュージアムショップでのみ販売している。このミニブックを、ショーの終了後に実演者が会

場で直接販売するようにした。これは、ショーの中でミニブックの宣伝をし、終了直後に購入できるという利便性や宣伝効果、そして観客にとっては「実演者から直接買う」ということ自体が価値のある体験となるだろう、という考えによる。

この取り組みの効果は高く、ショーの実演期間で計388冊売り上げた。ショーを見てもらって終わりではなく、科学館を後にしても科学的な楽しみを体験してもらい、という狙いとして、おみやげは有効な手段と考える。ショーを楽しんでもらえたときの方がミニブックの売り上げはよいと期待できるので、売り上げをショーの出来栄への判断材料となるだろう。

6. おわりに

タイトルロゴの縞模様を着脱できる機構(写真1)の考案とその制作は、大阪市立科学館親善大使および科学デモンストレーター吉岡亜紀子氏による。タイトルロゴの錯視がより効果的になり、このサイエンスショーのひとつの山場となる実験となったのは、この機構の開発によるところが大きい。この場を借りてお礼申し上げます。

参考文献

- [1] 長谷川能三、大阪市立科学館研究報告、27、111(2017).
- [2] 北岡 明佳「錯視のカタログ」、
<http://www.psy.ritsume.ac.jp/~akitaoka/catalog.html>
- [3] J. R. Pomerantz, *Perception & Psychophysics*, 1983, 33 (4), 365-368.
- [4] L. Thaler et al., *Journal of Vision*, (2007) 7(6):9, 1-13.
- [5] NTTコミュニケーション科学基礎研究所「イリュージョンフォーラム」
<https://illusion-forum.ilab.ntt.co.jp/>