

サイエンスショー「ふしぎな形にだまされるな！」実施報告

長谷川 能三*

概要

2016年8月30日～11月27日のサイエンスショーでは、錯視等をテーマにした「ふしぎな形にだまされるな！」を実施した。サイエンスショーでこのような内容をメインで扱ったのは初めてである。そこで、このサイエンスショーの内容等について報告する。

1. はじめに

近年、錯視やトリックアートと呼ばれるものをテーマにした展覧会やイベント等が多く開催されている。しかし、会場では何をどう見ること、どこが不思議なのか観覧者が戸惑っている場合がある。また、一部を動かしたり、ある場所から写真撮影するなどの操作を、あまりわかっていない方を見かけることもある。

そこで、無人対応となることがある展示ではなく、来館者とコミュニケーションを取りながら進められるサイエンスショーの形式で、錯視などを扱えないかと考えた。

ただ、錯視やトリックアートといってもそのバリエーションは豊富で、幾何学的なものや視覚の物理的な要素が大きいものから、認知科学や心理学の要素がかなり大きいもの、さらになぜそう見えるのか十分解明されていないものまである。今回のサイエンスショーでは、概ね科学的な説明ができるものに限って扱った。

尚、これまでのサイエンスショーでこのような実験は、「光のヒミツ」等の中で「補色残像」(写真のネガ画像を見た後で白黒画像を見ると、一瞬カラー画像に見える)の実験を行なった程度である。

今回、事前に、サイエンスショー研究会、実験道場(エキストラ実験ショーの枠で実施)、友の会・光のふしぎサークル、ジュニア科学クラブにおいて、いくつかの実験を見てもらった。すると、基本的な錯視だけでも、かなり楽しみながら学習できる内容となることがわかった。また、個人差や席の位置により、現象のわかりにくいものもあった。そのため、同じような錯視を続けると、一部の人には延々わからない実験が続くことになる。

そこで、同じパターンの錯視をいくつも続けることは避け、なるべくいろいろなパターンのもので見ってもらうようにした。こうすることにより、ある錯視については何がどうなっているのかがわからないということがあっても、次の実験ではわかってもらえるような流れとした。

尚、タイトルを「ふしぎな形にだまされるな！」としたが、違うタイトルにした方がよかったかもしれない。というのも、例えば「違う大きさ見えるけれども実際には同じ大きさである」という錯視の場合、このサイエンスショーでは、「本当は同じ大きさであること」を見抜いて欲しいのではなく、「なぜ同じ大きさのものが違う大きさに見えるか」を考えていただきたいからである。

また、近年外国人来館者が増えているため、サイエンスショーに使用したパネルには、なるべく英語、韓国語、中国語の表記も加えた。

2. 実験内容

今回のサイエンスショーで行なった実験は以下のとおりである。ただし、演示担当者や観覧者層によって、一部の実験を割愛したり、順序が異なることがある。

2-1. どちらの●が大きい？

最初は、今回のサイエンスショーでどのようなことをしていくのかをわかってもらうために、非常に基本的な錯視のひとつ、「エビングハウス錯視」を用いた。

これは、同じ大きさの●でも、大きな○に囲まれた●は小さく見え、小さな○に囲まれた●は大きく見えるというものである。

図はイラストレーターで作成し、大型プリンタでA1サイズに印刷したものを、簡易パネルに入れて使用した。使用した簡易パネルには透明カバーが付いていたが、

*大阪市立科学館 学芸員
hasegawa@sci-museum.jp

入り口付近に立っている観覧者には光が反射して見づらいため、外して使用した。ただ、一部のパネルについては、外した透明カバーを利用した。例えばこの「どちらの●が大きい？」では、周囲の○は切り文字機で作成し、透明カバーに貼り付け、その透明カバーをパネルのフレームの上側にテープで貼り付けた。これにより、透明カバーを上を開くことで、●が同じ大きさであることが明らかになる。

実際にサイエンスショーでこのパネルを見てもらうと、「同じ大きさである」ということを知っている観覧者が多かった。しかし、ここでは同じ大きさであることを当てるのが目的ではないので、「本当は同じ大きさだけれども、同じ大きさに見えていますか？」「なぜ違う大きさに見えるのでしょうか？」といった問いかけをした。これにより、周囲の○の大きさと比較して見てしまうために●の大きさが違って見えるということに導いた。

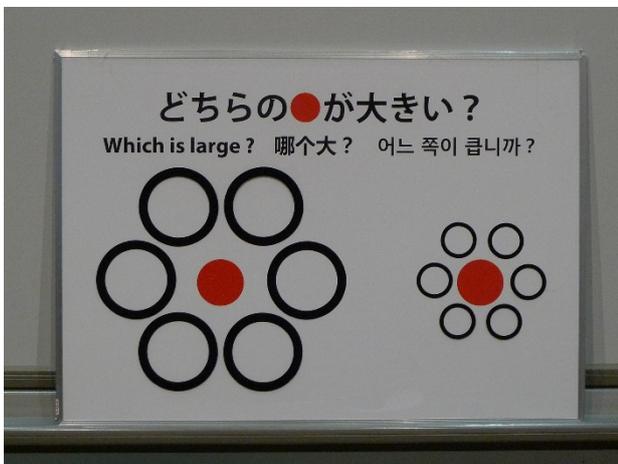


写真1.「どちらの●が大きい？」

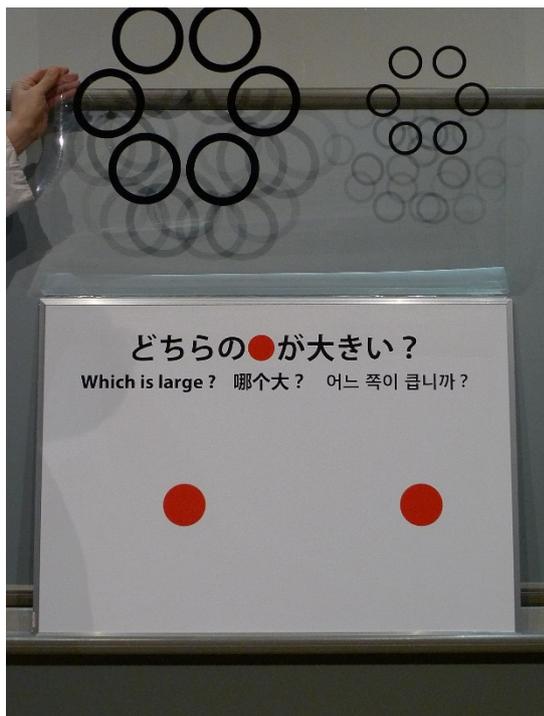


写真2. 透明カバーを上げた状態

2-2. どちらのバームクーヘンが大きい？

次に、2枚のバームクーヘンの絵を上下に並べ、どちらのバームクーヘンが大きいかを選んでもらった。写真3(上)では2つのバームクーヘンの絵はほぼ同じ大きさに見えるが、上下を入れ替えただけの写真3(下)では明らかに大きさが違って見える。これは「ジャストロー錯視」と呼ばれるもので、台形や扇形の図形を並べたときに、隣り合う辺(弧)が長い方の図形が大きく見えるというものである。隣り合う辺(弧)の長さを比較して見てしまうこと等によって起こる錯視である。

最初の「どちらの●が大きい？」については、多くの観覧者が同じ大きさであることを知っていたが、この「どちらのバームクーヘンが大きい？」については、大きさの違いに驚く観覧者が多かった。

尚、2枚のバームクーヘンの絵は同じ大きさに作り、下側のバームクーヘンの絵を少しずつカットして、上下に並べたときにほぼ同じ大きさに見えるようにした。今回の場合、中心角が90度と約85度であった。また、大きい方のバームクーヘンの絵は2枚用意しておいたので、同じ大きさのバームクーヘンでは必ず下の方が大きく見えるのを確認してもらう場合もあった。

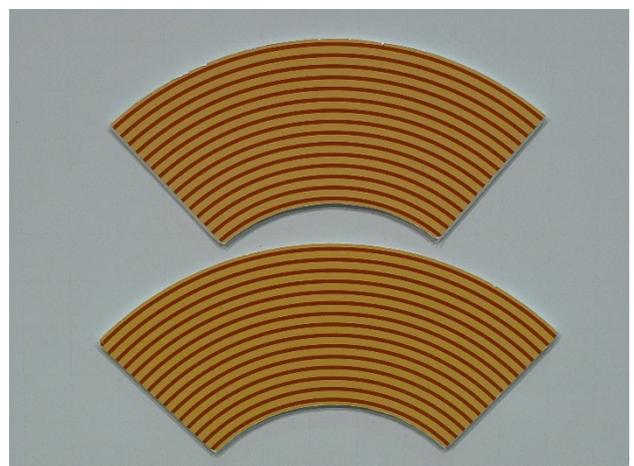
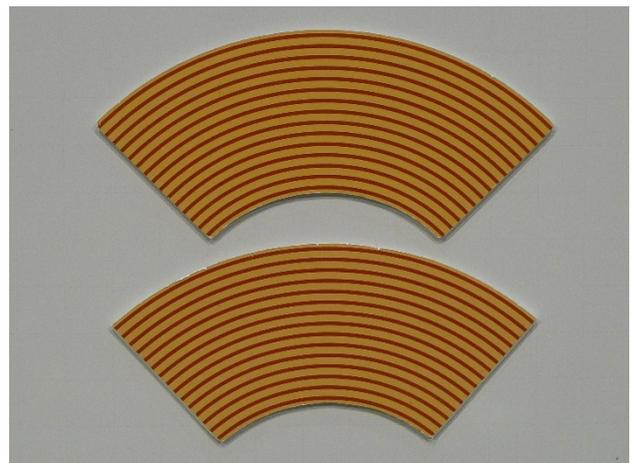


写真3.「どちらのバームクーヘンが大きい？」

上下を入れ替えると、バームクーヘンの大きさが違って見える(下)

2-3. どちら側が黒っぽい？

今度は、左が白、右が黒のグラデーションを背景にグレーの板を見てもらった。すると、グレーの板の濃さは一様であるにもかかわらず、「明るさの対比による錯視」により、左側はやや黒く、右側がやや白く見える。

グレーの板を回転させて左右を入れ替えても、左側がやや黒く、右側がやや白く見える。しかし、グラデーションのかかった背景から外すことにより、このグレーの板が一様な濃さであることが確認できる。

「どちらのパームクーヘンが大きい？」ほどではないが、ここでも驚きの様子が見られた。また、だんだん見え方の法則がわかってきた様子もうかがえた。

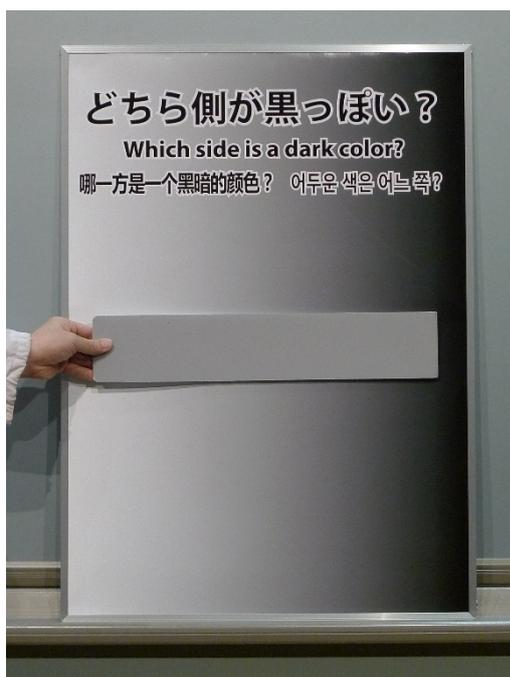


写真4.「どちら側が黒っぽい？」

2-4. 赤い線は平行？

これも非常に基本的な錯視のひとつであるが、平行な線に斜めの線を加えることにより、平行でないように見える「ツェルナー錯視」を見てもらった。

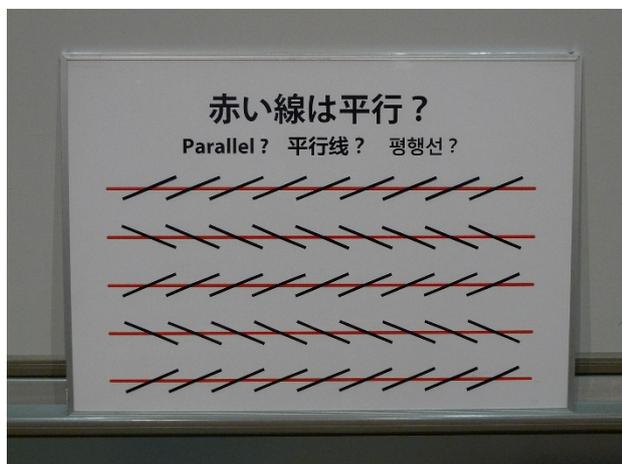


写真5.「赤い線は平行？」

この「赤い線は平行？」でも簡易パネルの透明カバーを利用し、透明カバーの方に斜め線を貼り付けた。しかしこの錯視は知っている方が多く、そのまま見てもらうと、「(平行には見えないけれど)平行だ」という声が多く聞かれ、その後で斜め線のついた透明カバーを外しても驚きは少なかった。しかし、逆に平行線だけを先に見てもらい、後から斜め線のついたカバーをかけると、観覧者の驚きが大きかった。

ここで、これまで見てきたものでは、大きい○に囲まれると●は小さく見え、周囲が黒いとグレーがやや白く見えるなど、周囲と比べることで周囲とは少し逆の状態に見えることを振り返った。その上で、ここでは黒い斜め線と比べてしまうことにより、長い線が斜めの線と逆向きに少し傾いて見えることを説明した。

2-5. 渦巻き？

「ツェルナー錯視」の応用編として、「ツェルナー錯視による渦巻き錯視」も用意した。これは、同心円の各円の上に斜め線を加えることにより、同心円が渦巻き状に見えるというものである。ここでは、観覧者に前に出てきてもらって指で線をなぞっていくことで、渦巻きではなく、同心円であることを確認してもらった。

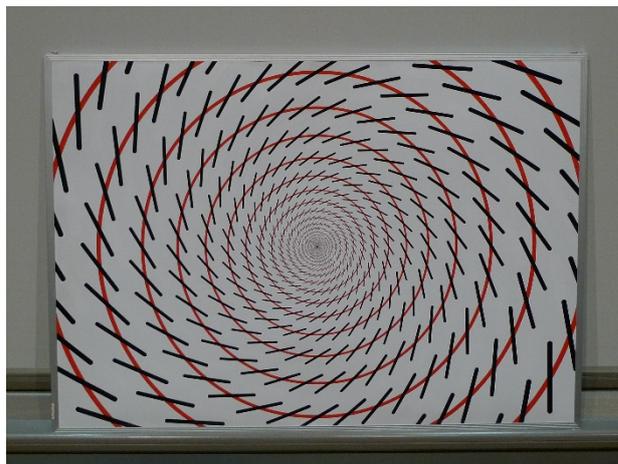


写真6.「渦巻き？」

2-6. パンダ？

ここまでは、周囲との比較により、周囲とは逆の状態に見える錯視を見てもらったが、次は過去に見ていたものに影響されるものを見てもらった。

ここでは、白黒の模様のない全体が淡いグレーのパンダの絵(コアラか白熊のように見える)と、パンダの白黒の模様だけを白黒を反転した絵を用意した。そして、白黒の模様だけを反転した絵を10秒間見てもらった後、模様のないパンダの絵を見てもらうと、うっすら白黒の模様がついたパンダの絵に見えるというものである。これは一般に残像現象と呼ばれるものであるが、これまで見てきた周囲とは少し逆の状態に見えるものと似

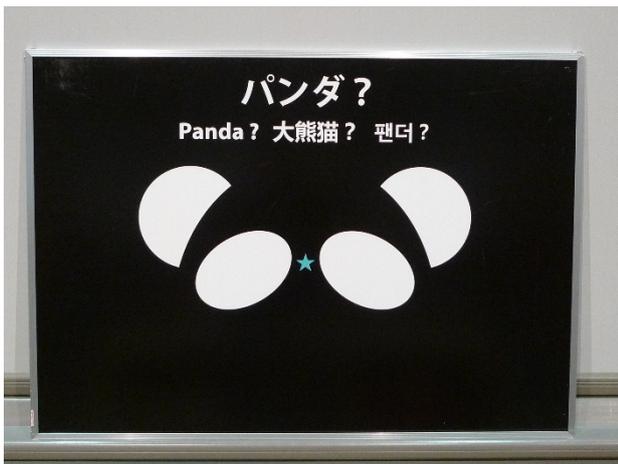


写真7.「パンダ？」に用いた2種類の絵

ているのは、過去に見ていたものとは少し逆の状態に見えることである。

尚、パンダは目の周りの黒い模様が特徴的であり、その特徴が顔の中心にないため、視線が安定しにくく、実は残像現象を見るにはあまり適切ではない。しかし、テスト用に作成したこの絵が好評であり、他に適切な（誰もが知っていて、コントラストが高く、中心を注目しやすい）素材を思いつかなかったため、そのままパンダの絵を使用した。

2-7. ゆれる写真

もうひとつ過去に見ていたものに影響されるものとして、動くものを見た後に静止画を見ると、静止画が動いているように見える「運動残効」も体験してもらった。

写真8(上)のように、直径50cmの電動回転台上に渦巻き状の模様を貼り付け、これを回転させて10秒間見た後、静止画(写真)を見てもらった。渦巻き状の模様は、中心からの距離によって螺旋の向きを変えているが、視線が安定するよう、中心部分は回転させた時に渦が小さくなるように見える向きにした。この渦巻き状の模様を回転させると、小さくなる動きをする部分と、大きく広がる動きをする部分がある。この動きを見続

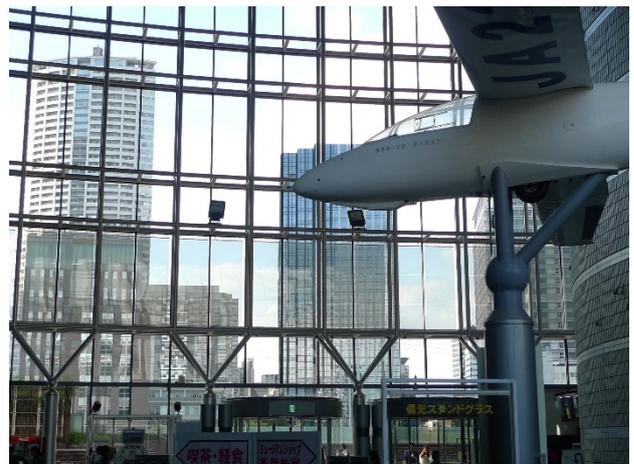


写真8.「揺れる写真」に用いた電動回転台と科学館入り口付近の写真

け、慣れたところで動きをなくすと、やや逆向きの動きをしているように感じる。しかし実際には動いていないため、写真がぐにやぐにや動くように感じるのである。

ただ、後から見る静止画(写真)によって、この効果が大きいものと小さいものがあつた。渦巻き状の模様の回転を止めるだけでもある程度効果はあつたが、科学館入り口付近の写真を用いると、効果が大きかつた。これは、ガラス面の大きなフレームの格子が、形のゆがみを認識しやすいためのようである。ただ、それでもこの「運動残効」については、個人差や席の位置により、残念ながら効果がわかりにくい人が多いようであつた。

2-8. 白と黒？

ここからは大きくパターンを変えて影などを取り扱うこととし、まずは「チェッカーシャドウ錯視」を見てもらった。これは淡いグレーと濃いグレーの市松模様の上に影が落ちている絵であるが、光があたっている部分の濃いグレーと影が落ちている部分の淡いグレーを同じ濃さのグレーで描いたものである。しかし、影が落ちている部分は本来もっと明るいグレーであると無意識にイメージするため、同じ濃さには見えない。

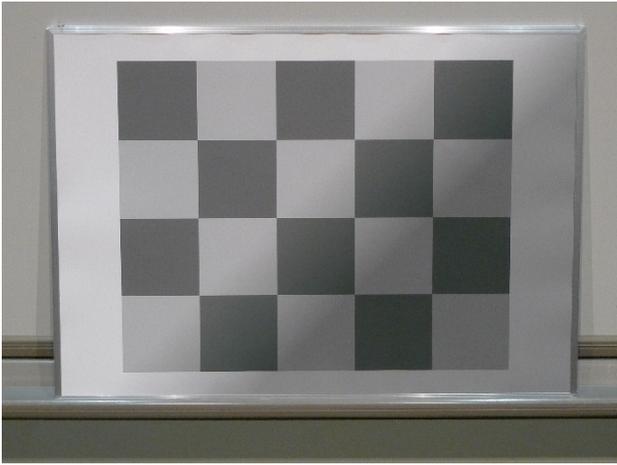


写真9.「白と黒？」

この「白と黒？」で使用した絵は、右下の方に影がかかっているように描いたもので、左上角の濃いグレーと右下角の淡いグレーを同じ濃さのグレーで描いている。これを確かめるために、この濃さ・大きさの四角いパネルを用意し、この絵に重ねて確かめた。

2-9. リンゴとみかん

次の実験は、演示台の周囲にガードを立てて観覧者の席からは直接見えないようにし、天井に設置されたカメラの映像をモニター画面で見てもらった。モニター画面に映したのは、演示台の上にリンゴとみかんが置いてある様子であるが、みかんが模型であるのに対し、リンゴは下に敷いたボードに印刷したものである。リンゴにも影や光沢があり立体的に見えるが、リンゴを手で押さえたり、周囲のガードを外すと、驚きの声だけでなく、「ピタゴラスイッチで見た」という声も多かった。

ボードの画像の作成方法は以下とおりである。まず演示台の上に紙を敷き、その上にリンゴの模型を置いて天井のカメラの位置から撮影する。この写真を、下に敷いた紙が元の紙の縦横比の長方形になるように変形させ、明るさを調整し、元の紙の大きさに印刷する。

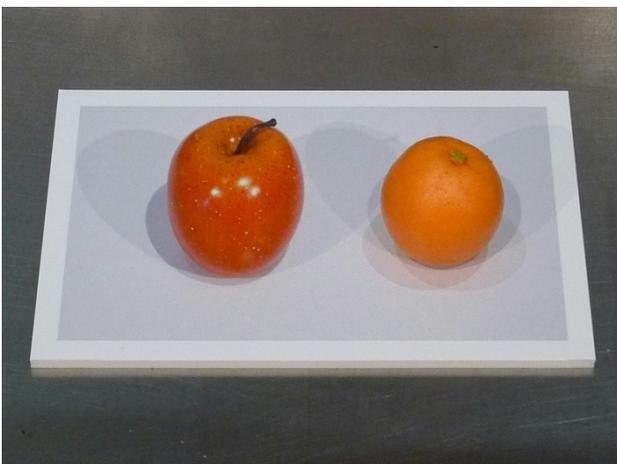


写真10. 天井のカメラ位置から見た「リンゴとみかん」

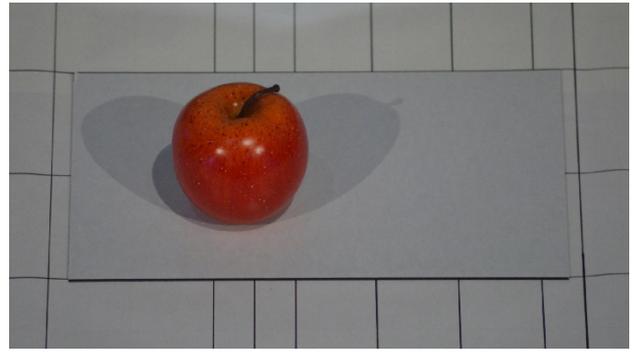


写真11. 天井のカメラの位置からリンゴの模型を撮影した写真(上)と、これを変形・明るさを調整してサイエンスショーで使用した画像(下)

2-10. 空飛びじゅうたん？

ここでは、空飛びじゅうたんに乗っているかのような写真を見もらった。使用した写真は、地面に敷いたじゅうたん(実際には、ござを使用)の上に座っているだけである。ただ、この写真に影を加えることで、宙に浮いているように見えるのである。影は、インクジェット用OHPシートに印刷し、簡易パネルの透明カバーに貼り付けた。非常に単純なトリックであるが、なかなかかわからない人も多かった。

このように、立体であるものを写真や画面などの平面上で見る場合には注意が必要である。



写真12.「空飛びじゅうたん」

2-11. 無限階段

立体物を平面上で見ることによるトリックとして、無限階段を作った。演示台の周囲にガードは立てず、観覧者から手元が直接見える状態で作成し、モニター画面では天井のカメラの映像も見られるようにした。

尚、この無限階段の画像は、広報等でも使用した。

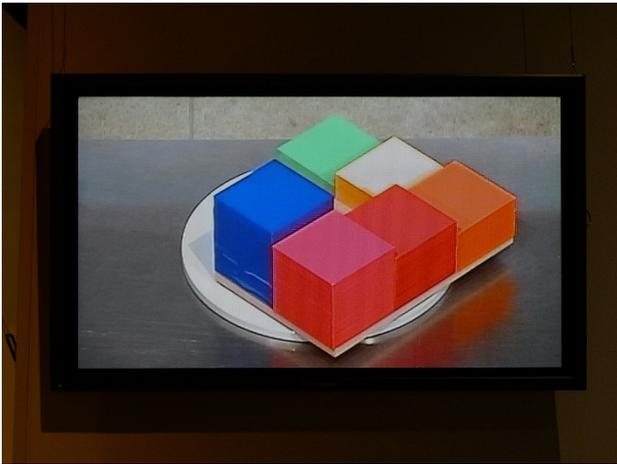
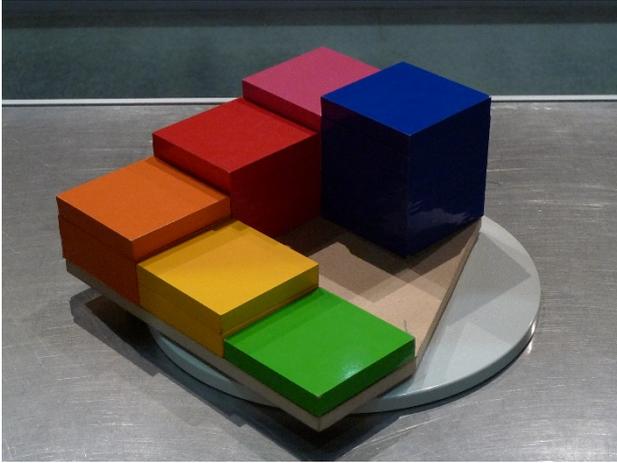


写真13. 作成した「無限階段」
下はモニター画面で見た様子

2-12. ペンローズの三角形

「ペンローズの三角形」では、先にイラストを見てもらい、イラストには描くことができるが、実際には作ることのできない立体物であることを確認した。その上で、斜めにカットした部材を用いて、実際には作ることができないはずのペンローズの三角形を作って見てもらった。モニター画面で見ればペンローズの三角形になっているが、もちろん実際には一部が繋がっていない。

[参考]

北岡 明佳 「錯視のカタログ」 <http://www.psy.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/catalog.html>

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」 <http://www.kecl.ntt.co.jp/IllusionForum/>

菊池 聡 「錯覚の科学」放送大学(2014) <http://www.ouj.ac.jp/kamoku/detail/1528939/>

石川 将也 「どっちが本物？」ピタゴラスイッチ(NHK教育テレビ)

小野 昌弘 「サイエンスショー「光のヒミツ」実施報告」大阪市立科学館研究報告23号, p65(2013)

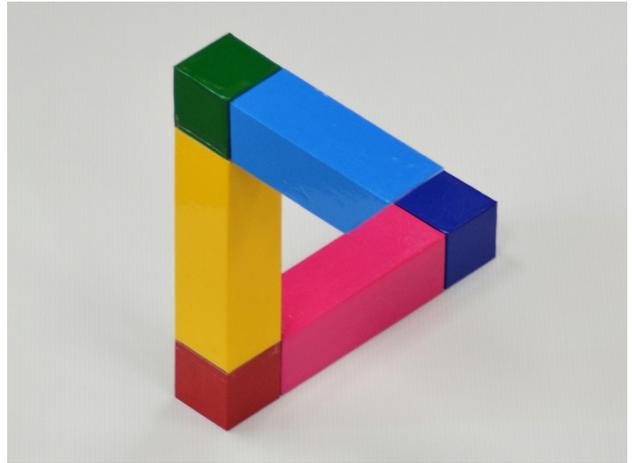


写真14. 作成した「ペンローズの三角形」

2-13. あべこべお面

最後に、お祭り等で売られているお面を使った実験を紹介した。お面の裏側にも色を塗ったが、これだけでは裏側は凹んで見える。ところが、下側から照明をあてると、表側のように出っばって見える。これは、我々が上から光があたる場合の陰影に慣れており、凹凸が逆でも下からの照明で同じ陰影になるためである。



写真15. 「あべこべお面」
裏面に色を塗っただけのお面(左)と、
それに下から照明をあてた様子(右)

3. 最後に

ほぼ基本的な錯視だけで構成したが、それでも観覧者にはかなり楽しんでいただけ、また、なぜそう見えるのか考えていただけるサイエンスショーとなった。

また、このサイエンスショーを帰ってからでも楽しめるように、ミニブック「だまされる目」を製作した。サイエンスショーとは一部内容を差し替え、10月から販売した。