

<鈴木賞>

「3Dホログラムの研究」

1 研究の動機

ある日、父が「MIRAGE」INSTANT 3-D HOLOGRAM MAKERというおもちゃを買ってきました。父がMIRAGEをセットして、「イチゴをとってごらん。」というので、私はイチゴをつかもうとしました。すると、つかめないのです。指がイチゴを通り抜けてしまうのです。私はすぐに「立体映像」だと気づき、MIRAGEの底を見てみました。中にあるのは、イチゴのフィギュアと、ボウルのような鏡だけでした。私が前に見た立体映像では、かい中電灯のようなものがあつたけど、このMIRAGEには、そのような高性能なものは入っていませんでした。それなのに、いったいどうして本物とそっくりな像が見えるのか、興味をもち、調べてみたいと思いました。



2 研究の方法

(1) 見える範囲や条件について調べる。

<実験1> 見える範囲について調べる。

(方法)

① MIRAGEに分度器をあて、ペンの先と視線を合わせて、見える一番下の角度を測定する。

② ①と同じように実験し、見える一番上の角度を測定する。

(結果)

見える一番下の角度	45度
見える一番上の角度	60度

- ・45度より下に角度を下げていくと、頭の方から像が欠けていってしまう。
- ・60度より上に角度を上げていくと、足の方から像が欠けていってしまう。

上の結果から、見える範囲は45度から60度の間ということがわかりました。

(考察)

MIRAGEによってできるホログラムは、どこからでも見えるのではなく、45度から60度という限られた範囲でしか見えないということから、鏡で反射された光が何か関係しているのではないかと考えられます。というのも、目とMIRAGEの出口の窓の両端を線で結ぶとちょうど45度～60度になっているからです。



<実験2> 片目と両目の見え方の違いを調べる

(方法)

- ① 3Dホログラムを両目で見る。
- ② 3Dホログラムを右目だけで見る。
- ③ 3Dホログラムを左目だけで見る。
- ④ 比較してみる。

(結果)

両目	中に入れた物体の左右が逆になって見える。上下は変わらない。
右目だけ	両目で見たときの位置よりも、少しだけ左側によって見える。
左目だけ	両目で見たときの位置よりも、少しだけ右側によって見える。

位置が少しずれて見えるだけで、像の大きさも形も向きも両目で見たときと変わりませんでした。

(考察)

右目と左目による見え方の違いは、何もMIRAGEによるホログラムに限ったことではなく、全てのものを見ると、右目と左目ではずれて見えるので、MIRAGEによるホログラムは、目には何も関係していないことがわかります。

<実験3> カメラにも像が写るのか、フラッシュがあるときとないときで比較する。

(方法)

- ① 見ている位置にデジタルカメラを設置し、フラッシュをたかないで撮影する。
- ② 見ている位置にデジタルカメラを設置し、フラッシュをたいて撮影する。
- ③ フラッシュをたいたときとたかないときの違いを比較する。

(結果)

フラッシュをたいたとき	フラッシュをたかないとき
	

同じ位置で同じ条件で撮影したにもかかわらず、フラッシュをたくと像がぼやけてしまった。

(考察)

本来、フラッシュをたくと、実物は鮮明に映るはずなのに、MIRAGEによるホログラムはぼやけてしまったということは、＜実験1＞同様、鏡で反射してくる光をフラッシュをたくことによって、反対に弱めてしまったために、映りが悪くなってしまったのではないかと考えられる。

＜実験4＞ 動いている物体の見え方を調べる。

(方法)

- ① ティッシュを丸めたものを用意し、それを上からそっと落とし、そのときの像のでき方をデジタルビデオで撮影する。
- ② ビデオの映像をコマ送り再生しながら、物体が動いたとき（動いているとき）の様子を分析する。

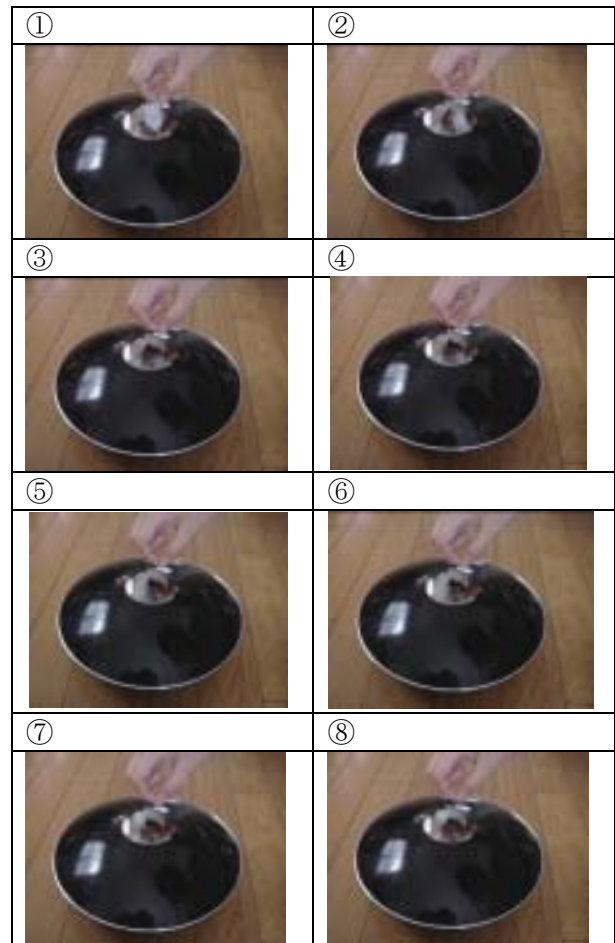
(結果)

ティッシュの像が、MIRAGEから飛び出るように上がってきた。そして、本物のティッシュを落とした場所より、少しずれて像ができた。

右の映像は、デジタルビデオで撮影したものをストリーミングビデオに変換し、1/30コマずつ静止画像に取り出したものです。よく映像を見ると、①でつかんでいたティッシュが②、③と下に落ちて見えなくなっているのに、⑤、⑥ではティッシュの像が浮かび上がってきて、⑦、⑧でははっきりとその像をとらえることができた。

(考察)

場所によって、ティッシュの像がしっかりとできていない所とできていない所がある。これは見ている目の位置が固定されているため、目に入ってくる光がしっかりと結像した光が入ってくる場合と結像していない光が入ってくる場合とがあるからだと思います。目の位置を変えるとティッシュの見え方（ぼやける位置が変わる）が変わるからです。



＜実験5＞ トレーシングペーパーを像に重ねたときの見え方を調べる。

(方法)

- ① トレーシングペーパーを用意し、それを3Dホログラムに少し浮かせぎみにかぶせる。
- ② そのときのトレーシングペーパーに写る像の様子を調べる。

(結果)

今まで立体像として見えていたが、トレーシングペーパーをかぶせると、3Dホログラムの横断面が映し出された。



(考察)

トレーシングペーパーに上下左右反対のぼやけた平面像ができたということは、やはり鏡で反射した光がトレーシングペーパーにぶつかったからできたと考えられます。ぼやけてしまったのは、トレーシングペーパーで光がさえぎられたことと、ブタのフィギュアの結像する位置が実際の場所とトレーシングペーパー上とでは少しずれているからだと考えられます。

<実験6> 暗闇で像がどのように見えるのか調べる。

(方法)

- ① 夜、電気を消して部屋を暗くする。
- ② 真っ暗闇の中で、MIRAGEを使って、像がどの位置にどのようにできるのかを観察する。

(結果)

暗闇の中では、MIRAGEそのものも、どこにあるのかわからず、像はどこにもできなかった。

(考察)

MIRAGEによってできるホログラムは、やはり光がないとできないことがわかりました。

(2) 像が見える仕組みについて調べる。(調べ学習) 青山学院大学のホームページより

<物の見える条件>

○3つの要素

どのようにして色が見えている(識別している)のかを理解するためにも、まずはどのようにして私たちが物を見ているのかを理解する必要があります。私たちが物を見るときには3つの条件がそろっていなければいけません。それは物を照らす光があること・見つめられる物体があること・物体を見つめる目があることです。

・物を照らす光

真っ暗な部屋の中で物を見つけることは不可能です。当たり前のことですが、物を見るために

は光が必要になってきます。光の種類については太陽光があれば、蛍光灯や白熱電球、またろうそくなど、数多くあります。

・見つめられる物体

もちろん見ようとする対象になる物体がなければものは見えません。

・物体を見つめる目

ここでは目の構造についてはほとんど触れませんが、目がないと物が見えないのはすぐわかると思います。

まとめると、光がなかったり、途中で邪魔するものがある、光が目には届かなかったりすると、物を見ることはできないということになります。

(3) 3-Dのホログラムがどのようにしてできるのか仮説を立てる。

まず、予想とはまったく違う仕組みだったことが、今までの実験でわかりました。カメラの実験と調べ学習から、MIRAGEは、光を利用しているのだと思います。私は、このMIRAGEが凸レンズの仕組みと似ていると思いました。凸レンズは、焦点で光を集めて、像を作ります。だから、MIRAGEも乱反射した光が鏡で反射され、上の空いたところで、一点に集められ、あのブタの像ができるのではないかと思います。

(仮説)

凸レンズの光の進み方と同じように、MIRAGEの底に置いた物体に光が当たると、いろいろな方向に乱反射する。この乱反射したそれぞれの光が、MIRAGEのボウル型をした鏡の壁面で反射を繰り返し、上の空いたところから出ていく。この出て行った光が焦点に集まり、その焦点の位置に像ができるのではないかと。

(4) 実験を行う。

仮説が正しいければ、光がMIRAGEのボウル型をした鏡の壁面で反射を繰り返し、上の空いたところから出ていき、この出て行った光が焦点に集まり像を結び、その像を作っている光が目について、ホログラムが見えているということになる。それならば、逆に、目の位置から赤外線ビームをホログラムに照射すると、MIRAGEのボウル型をした鏡の壁面で反射を繰り返し、底に置いた物体に赤外線ビームがぶつかるはずで。しかも、

ホログラムの耳の位置に赤外線ビームを照射したならば、同じように実物の耳にもぶつかるはずです。

<検証実験>

(準備物) レーザーポインター、MIRAGE、フィギュア (実物)、線香、マッチ

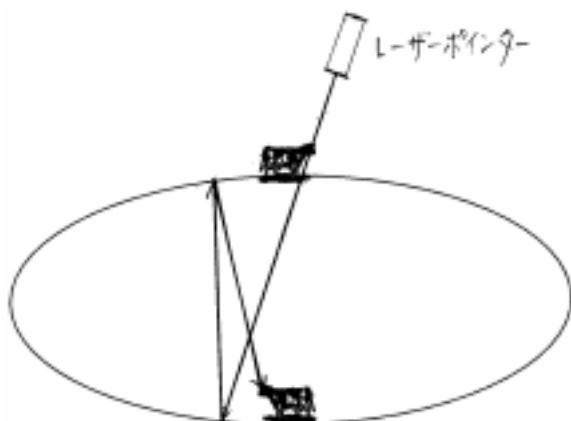
(方法)

- ① レーザーポインターを目の位置に合わせる。
- ② MIRAGEの中に線香の煙を入れる。(光の道すじを見やすくするため)
- ③ ホログラムの耳に視線と重なるようにレーザーポインターを照射する。
- ④ MIRAGEの中を赤外線ビームがどのように進んでいるかを観察する。
- ⑤ フィギュアの耳に赤外線ビームが当たっているか確認する。
- ⑥ 場所を変えて、①～⑤を繰り返して、どのように光が進むかを調べる。



(結果)

- ・予想したとおり、赤外線ビームがMIRAGEの中で反射を繰り返して、フィギュアの耳に当たった。(下の図参照)
- ・光が反射するとき、鏡の壁面で入射角と反射角は等しかった。
- ・レーザーポインターの照射位置を変えても赤外線ビームは、しっかりとフィギュアの耳に当たった。どの場所からでも同じように当たりました。

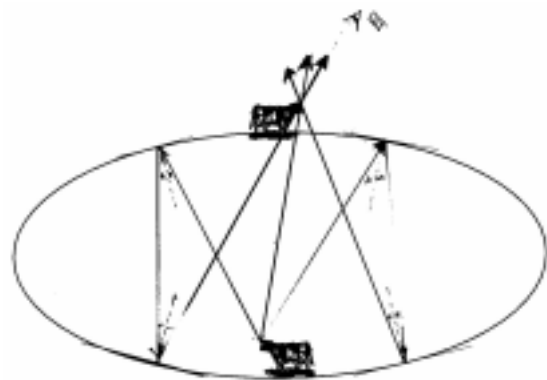


6 結論と考察

やはりMIRAGEの3Dホログラムは、MIRAGEの壁面で光が反射を繰り返し、光が集まってできた像でした。これは凸レンズを使ってで

きる像のしくみと似ていて、実物から乱反射された光の1つ1つが、MIRAGEの壁面についている鏡で反射しながら、やがて一点に集まって像を作るのです。だから、カメラでフラッシュをたくと、その光に反射光がかき消され、像がぼやけてしまったり、真っ暗で反射光そのものがなかったりすると、像ができないのだと思いました。また、角度によって見えるときと見えないときがあるのは、結像した光の一部が、眼に届かないからだだと思います。

MIRAGEは反射の法則に従って、底面に置いた物体で乱反射された光を出口部分で一点に集め、結像させるという大変精巧なおもちゃであることがわかりました。下半分の曲面も上半分の曲面もしっかりと計算され、少しでもずれていたら、違う場所に像を作ってしまうか、ぼやけた像になってしまう。局面鏡を重ねた単純なおもちゃなのですが、計算されつくしたすごいおもちゃなのだということがわかりました。



7 感想と反省

MIRAGE 3Dホログラムの実験をして、光っておもしろいなと思いました。ものを見えるようにしたり、見えなくしたり、そして、その仕組みが目に見えないから、最初はとても不思議だし、実験するのも大変でした。でも、1つの不思議をいろいろと追求して解き明かしていく楽しさも知ることができました。どんなことにも「仕組み」というものがあるのだということも、この実験をしていて思いました。

たとえ目に見にくくても、本当に単純でも、不思議を自分で見つけ出せるってすごくうれしいことだと思います。だから、次も興味をもったらいろんなことを調べてみたいと思います。