

置を作成する。また、扇風機の時と同様に模様を付けたコマを用意し、モーターに取り付ける。

ウ 2種類のモーターを同時に回転させそのときに発色する模様、時間、色について調べる。

この実験を扇風機の時と同様に2種類の蛍光灯のもとで行う。

(5) 今まで作成してきたコマの模様では白と黒の面積比は常に1:1であったが、白と黒の面積が発色する色や模様に関係するのではないかと考え、面積比を変えたコマを作成する。

ア 作成したコマの種類(写真 2)

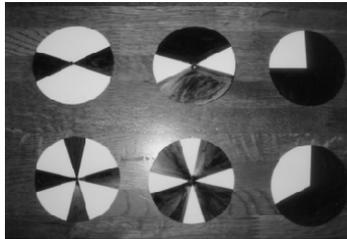
白:黒=3:1 白:黒=1:3

(コマの模様:4分の1タイプ)

白:黒=2:1 白:黒=1:2

(コマの模様:8分の1タイプ)

回転させ
今までのコマとの違いを模様・発色する色等で比較していく。



(6) 2分の1の模様は、本当に色や模様の発色がでないのか。

そこで、白と黒の面積比を変えることによってできるのではないかと考え、実験してみることとした(写真 2)。

4 結果

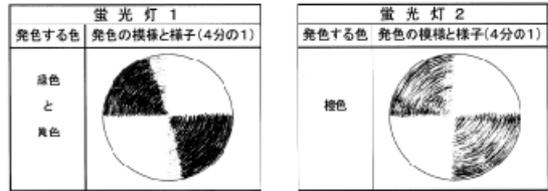
(1) 扇風機 1 及び 2 を用いて、数種類のコマの模様を回転させた。

扇風機 1 及び 2 とも、観察される模様とモーターの回転数がほぼ同じと思われる結果がみられた。

(2) 蛍光灯 1 では緑と黄色の発色がみられた。また、蛍光灯 2 からは橙色の発色が見られた。その様子の例を図 2 として描いた。

蛍光灯 1、2 とも深緑色の蛍光体を採用し青紫・緑・赤の2波長タイプの蛍光灯であった。ただ、蛍光灯 1 はウォーム色であり少し赤っぽく感じ、蛍光灯 2 はナチュラル色と白っぽい感じのするものであった。

図-2 蛍光灯1及び蛍光灯2での発色の色について



(3) 目で感じる色をビデオを通して観察したとき、同様に色を感じるかを調べた。色と模様は確実に観察されたが、器械を通すことでその感じ方は実際に感じるものとは異なり、テレビで色がにじむような感じを受けるもので明瞭なものではなかった。

この実験では、できるだけ白と黒の画像を作ることで発色を確認したかったが、完全にモノトーンにすることができなかったことは残念なことであった。しかし、ビデオを通して色・模様とも感じられたことは確実に白と黒の模様から何らかの色刺激を目が感じ取り、それを脳で判断していることが分かった。

(4) 発色する色・模様と回転数を調べる。

ア 発色する色と模様を調べる

扇風機 1 と 2 種類のモーターを用い、発色する色、模様とその時間を計測した。

その結果(蛍光灯 1 のみ)を表 1 にまとめた。

観察時間と模様の関係について(表-1)
蛍光灯 1 (発色の色: 緑と黄色)

表 1-1 モーター130タイプについて

| コマの模様 | 観察模様の種類(1/4) | 観察模様の種類(1/2) | | 観察模様の種類(3/4) | |
|-------|--------------|--------------|------|--------------|------|
| | | 発色時間 | 観察回数 | 発色時間 | 観察回数 |
| 2分の1 | — | — | — | — | — |
| 4分の1 | 1/4 | 0:08 | 0:01 | 0:02 | 1:02 |
| 4分の1 | 1/2 | 0:07 | 1:02 | 0:08 | 0:01 |
| 4分の1 | 3/4 | 1:02 | 0:02 | 1:01 | 0:01 |
| 8分の1 | 1/8 | 0:08 | 0:01 | 0:08 | 0:01 |
| 8分の1 | 1/4 | 0:08 | 0:01 | 0:08 | 0:01 |
| 8分の1 | 1/2 | 0:08 | 0:01 | 0:08 | 0:01 |
| 8分の1 | 3/4 | 0:08 | 0:01 | 0:08 | 0:01 |

表 1-2 モーター200タイプについて

| コマの模様 | 観察模様の種類(1/4) | 観察模様の種類(1/2) | | 観察模様の種類(3/4) | |
|-------|--------------|--------------|------|--------------|------|
| | | 発色時間 | 観察回数 | 発色時間 | 観察回数 |
| 2分の1 | — | — | — | — | — |
| 4分の1 | 1/4 | 1:00 | 0:01 | 1:02 | 1:08 |
| 4分の1 | 1/2 | 1:07 | 1:02 | 1:08 | 1:01 |
| 4分の1 | 3/4 | 1:08 | 1:02 | 1:08 | 1:01 |
| 8分の1 | 1/8 | 1:08 | 1:01 | 1:08 | 1:01 |
| 8分の1 | 1/4 | 1:08 | 1:01 | 1:08 | 1:01 |
| 8分の1 | 1/2 | 1:08 | 1:01 | 1:08 | 1:01 |
| 8分の1 | 3/4 | 1:08 | 1:01 | 1:08 | 1:01 |

表 1-3 扇風機 1 について

| コマの模様 | 観察模様の種類(1/4) | 観察模様の種類(1/2) | | 観察模様の種類(3/4) | |
|-------|--------------|--------------|------|--------------|------|
| | | 発色時間 | 観察回数 | 発色時間 | 観察回数 |
| 2分の1 | 1/2 | — | 0:01 | — | 0:01 |
| 4分の1 | 1/4 | — | 0:01 | 0:06 | 1:02 |
| 4分の1 | 1/2 | 0:06 | 0:01 | — | 0:01 |
| 4分の1 | 3/4 | 1:10 | 0:01 | 0:01 | 0:08 |
| 8分の1 | 1/8 | — | 0:01 | — | 0:01 |
| 8分の1 | 1/4 | — | 0:01 | — | 0:01 |
| 8分の1 | 1/2 | — | 0:01 | — | 0:01 |
| 8分の1 | 3/4 | — | 0:01 | — | 0:01 |

このとき、モーターでは3回の発色と模様が観察され、扇風機のときとは異なるものであった。その違いは、4分の1と6分の1の模様も観察されたこと。また、2分の1の模様を除き、コマの模様を含め2倍の模様と3倍の模様と思われるものが観察されたことであった。

イ 発色時の回転数を調べる

時間は、ストップウォッチを用い3回の計測のもと平均値を採用した。

蛍光灯 1、2 とも模様とその計測時間を表(表 1: 蛍光灯 1)に値を入れた。このとき、計測時間から回転数を計算してみ

た。扇風機、モーターともに一定の負荷がかかると考え、止まるまでの時間を直線的に回転数が変化すると仮定した。

この仮定のもと次のような式(表2の下に明記)をたて、その回転数をそれぞれ表2として計算した。

無負荷時の回転数は、製造元に確認した。このとき、紙のような軽いものではほぼ無負荷の状態と同じと考えてよいとのことであり、停止時間を含めた結果を表3に表した。

動力性能と停止時間の関係について(表-3)

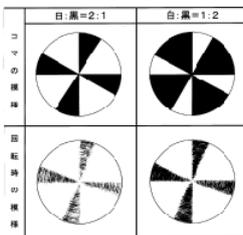
| | 無負荷時の回転数(r/min) | 適正電圧 | 停止するまでの時間(s) |
|---------|-----------------|------------|--------------|
| モーター130 | 8500 | 1.5V | 1.20 |
| モーター260 | 11600 | 3.0V | 1.49 |
| 扇風機1 | 1150 | 100V(80Hz) | 9.25 |

扇風機1や2種類のモーターともある程度幅はあるものの観察される模様と回転数には一定の関係があるように感じられた。

(5) 白と黒の面積比を変えたときの变化

白と黒の面積比を変えたコマと観察される模様の1つを図3、4に表した。

白と黒の面積比と発色する模様の関係について(図-3)



ア 色について

発色した色は蛍光灯1で緑と黄色、蛍光灯2では橙色であった。

白が光を反射し黒が吸収するという考えから、面積比を変えることで発色する色に変化が見られるのではないかという予想は外れることとなった。

イ 模様について

白と黒の面積比で明らかに黒の割合が多

観察された模様と発色時の回転数(r/min)の関係について 表-2(蛍光灯1)

表2-1 モーター130タイプについて

| コマの模様 | 観察される模様と回転数の関係について | | | | | | | | |
|-------|--------------------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|
| 2分 | 1883 | 1483 | 961 | | | | | | |
| 4分 | 2281 | | 592 | 719 | 877 | 2281 | | | |
| 6分 | | 1523 | | | | | 2281 | | |
| 8分 | | | 1159 | | | | | 2281 | |
| 10分 | | | | 961 | | | | | 2281 |

表2-2 モーター260タイプについて

| コマの模様 | 観察される模様と回転数の関係について | | | | | | | | |
|-------|--------------------|------|------|-----|--|--|------|------|------|
| 2分 | 1791 | 856 | | | | | | | |
| 4分 | 2229 | 1812 | 763 | | | | | | |
| 6分 | | 1713 | | | | | 2229 | | |
| 8分 | | | 1148 | | | | | 2229 | |
| 10分 | | | | 961 | | | | | 2229 |

表2-3 扇風機1について

| コマの模様 | 観察される模様と回転数の関係について | | | | | | | | |
|-------|--------------------|------|-----|-----|--|--|------|------|------|
| 2分 | 1252 | 951 | | | | | | | |
| 4分 | 1688 | 873 | 808 | | | | | | |
| 6分 | | 1102 | | | | | 1688 | | |
| 8分 | | | 961 | | | | | 1688 | |
| 10分 | | | | 961 | | | | | 1688 |

* 回転数の求め方: 観察される模様の面積比(%) × 無負荷時の回転数(%)
 回転数 = (1 - 停止するまでの時間(a)) × 無負荷時の回転数(%)
 として算出した。

い方が色・模様とも明瞭であった。

以上のことから、白と黒が相互作用で色を感じさせていることは間違いないが、黒の部分が色・模様ともに目に刺激を与える大きな要因になっていることが分かった。

(6) 白と黒の面積比を変化させることで観察される模様の变化について

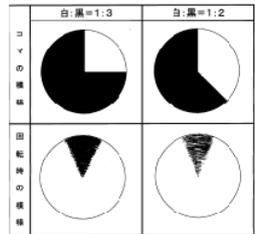
模様として2分

の1の基本形を用い、(5)イから黒の面積を多くしたものを2種類作成(図5)した。

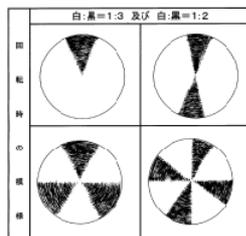
面積比にして白:黒=1:3と

したものと白:黒=1:2としたもので比べてみると、やはり黒の割合の多い1:3の方が少しではあるが明瞭な模様を確認で

白と黒の面積比と発色する模様の関係について(図-5)



白と黒の面積比と発色する模様の関係について(図-6)



きた。しかし、ここで驚いたことは1つに見える像が捉えられたことばかりではなく2つ、3つ、4つと変化していく模様(図6)が発せられたことである。

このことからコマの模様の倍数模様が目に捉えられていることは間違いないことだと考えられる。

5 考察

実験し、結果が出るごとに“なぜだろう”と疑問が生じ、難しさを実感した。

そこで、得られたデータから読みとられる事実とよく分からないなりに実験結果から得られたデータを分析し、自分なりに仮説を立ててみることの2つの面から考察してみることにした。

(1) 実験結果から読みとられる事実

ア 色について

白と黒のコマから確実に人間は色を感じ取っていること。それは、白と黒を混ぜると灰色になるという単純なものではなく、人間の目の視細胞がコマから発せられる光の波長を刺激として感じ、脳の中でその刺激をどのように判断し、合成しているかということだと思う。僕がそれを感じたこと

は、一つにはビデオを通して明瞭ではないが色を感じる。

二つめには白と黒の面積比を今まで 1 : 1 で行い実験してきたが、面積比を変えて行っても同じ蛍光灯のもとでは、同じ色の発色が見られるということであった。

濃い灰色と薄い灰色で同じ刺激を感じ取っているということは、蛍光灯から出てくる光の波長がコマの白黒とシンクロして色が決められ、黒い部分が多いほど明瞭に観察されることは、黒の部分が刺激に大きく関係しているということであった。

イ 模様について

2分の1や4分の1とコマの分割の低いものほど高回転でないとその模様は発色しないということ。

また、発色する模様はコマに描いた模様から、倍数的に観察されるということも事実であると考え。

今までは、奇数倍の模様しか観察されないと考えてきたが、白と黒の面積比を変えて簡単に1倍、2倍、3倍と観察されたことからである。

ただ、模様については目の模様はしっかりと観察されるが、低い回転になると目の捉えられるコマ数から残像として刺激を受けてしまい、本来は2倍、3倍と観察されているはずであるが模様の多いほど刺激として感じ、時間間隔も短いため3倍の模様がより強く目に映っているのだと考えた。

今回の実験から、模様も発する色と同様に白い部分が多いときには確認しにくく、黒の部分が多いほど明瞭に観察されることから黒色の部分が模様決定に関わっていると考察した。

また、発色する模様と回転数には一定の関係があることも事実であると思う。

(2) 実験結果から得た仮説

発色する色は必ずしも蛍光灯から強く受ける波長ではない。それは、青紫色が強く出されている蛍光灯1では緑と黄色というように、12色相環でみると補色に近い関係が強いのではないかと感じている。

このことは、国旗による補色の関係にもよく似ているように、黒の部分は光を吸収し易く、黒の面積が多いほど強く色・模様

が観察されることから逆の発想をし、強い光の波長がより黒い吸収されてしまう。

そのために、目の刺激としてマイナスの刺激を考え、発色については補色仮説を自分として1つの結論としたいと思う。

回転数と模様の関係には、1つの計算式をたて考察してみることにした。この計算式は、人間の目が捉えることのできるコマ数は、一秒間に8コマを下まわると不連続な模様として捉えるという事実（インターネット：フレームより）と扇風機1の回転数で明瞭な8分の1の模様が観察されたことからコマの模様を考慮して自分なりに考えたものである。

この計算式を用いて実験データから観察された模様と回転数を算出して考察1として表にまとめてみた。

観察される模様とコマの回転数について(考察-1)

| 観察される模様 コマの模様 | 2分の1 | 4分の1 | 6分の1 | 8分の1 | 10分の1 | 12分の1 | 16分の1 | 18分の1 | 20分の1 | 24分の1 | 30分の1 | 36分の1 |
|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| 2分Q1 | — | — | — | | | | | | | | | |
| 4分Q1 | | 4991 ~ 2400 | | 1991 ~ 1120 | | 940 ~ 850 | | | | | | |
| 6分Q1 | | | 2400 ~ 1600 | | 940 ~ 850 | | 500 ~ 330 | | | | | |
| 8分Q1 | | | | 1600 ~ 1120 | | 850 ~ 600 | | | | | | |
| 10分Q1 | | | | | 1120 ~ 850 | | | 530 ~ 400 | | 400 ~ 320 | | |
| 12分Q1 | | | | | | 850 ~ 600 | | | 480 ~ 420 | | 320 ~ 280 | |

予想回転数の求め方 $\frac{\text{人間の目が捉えられるコマ数}}{\text{扇風機の回転数}} \times \text{扇風機の回転数} \div \text{コマの模様の1/2}$ で算出した。

この表と表 1、2を比較してみるとある程度の回転数と模様との関係が推定される。

そこで、発色する模様は考察1で回転数の中で起こり、この回転数の中で蛍光灯の点滅とのシンクロで観察されると推論し、自分としての考察としたい。

光の不思議について興味を感じ、調べてみたいと考えて始めた実験であったが調べれば調べるほど不思議さが増し、疑問が深まるばかりであった。

しかし、この実験から自分なりの考察をし、その考えが正しいかどうかはまだ分からない。でも1つの考えを出せたことは、自分として満足できるものであったと思っている。

自分はまだ知識量も少なく理解も低い。しかし今後さらに自然科学を学んでいく中で、自分の考えたことが正しいかどうかを判断していくことができたらと考えている。

今後は少しでも考えを深められるよう、様々なことに興味を持っていきたいと思っている。