

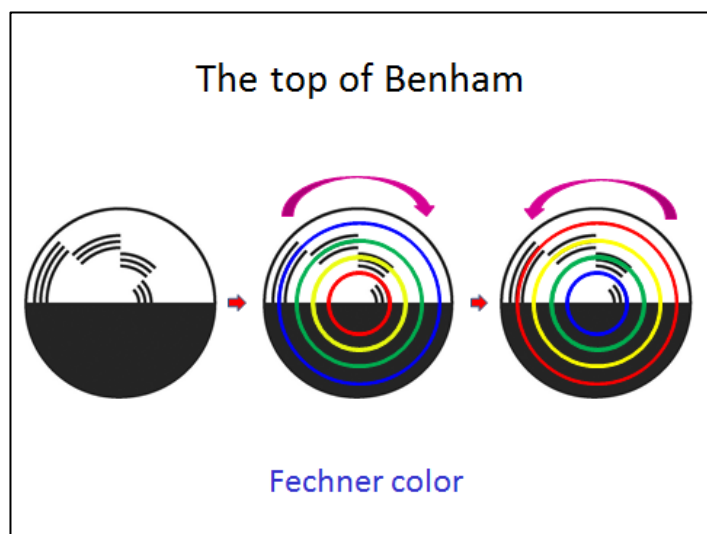
# Research into the Fechner color and the discovery of the “Takahashi-Hagimoto-Kuwaki-Kaminosono phenomenon”

Ikeda Senior High School Kagoshima City, Kagoshima Prefecture, Japan  
SSH Scientific Thought Research Team#1

Makoto Takahashi, Aya Hagimoto, Kiichiro Kuwaki, and Takuma Kaminosono  
November, 2013  
Kagoshima Prefecture, Japan

## 1 Abstract

In 1838 a German physicist, Gustav Fechner, discovered a phenomenon that a monochromatic disk is perceived to be in color when the disk is rotated; and he named it “subjective color”. Research on this phenomenon has been centered on the spinning top which was put on the market by Charles Benham in 1895. The factors that go to make up this perception of color have been studied for years.



This year the “Scientific Thought Research Team#1” in our school discovered a new phenomenon of subjective color streaks which appear to run radially when the spinning top is rotated, which might be different from the Fechner color. Here our team tentatively calls this new subjective color the “Takahashi-Hagimoto-Kuwaki-Kaminosono phenomenon”.

The Fechner color is the concentrically-observed subjective color which changes as a function of the revolution per time or the direction of the spinning top, whereas the “Takahashi-Hagimoto-Kuwaki-Kaminosono phenomenon” is radially-observed subjective color, which looks like transparent color, and is not much influenced by the revolution per time or the direction of the spinning top.

## 2 The purpose of the Research

The “Scientific Thought Research Team#1” has undertaken research on paradoxes. The purpose of this research was to investigate what causes the Fechner color to occur when the Benham spinning top is spun.

### 3 Hypothesis

We hypothesized that there were two main causes of the Fechner color:

<1>an optical illusion

<2>a co-opting of reflected light from the surrounding objects.

### 4 Experimental method

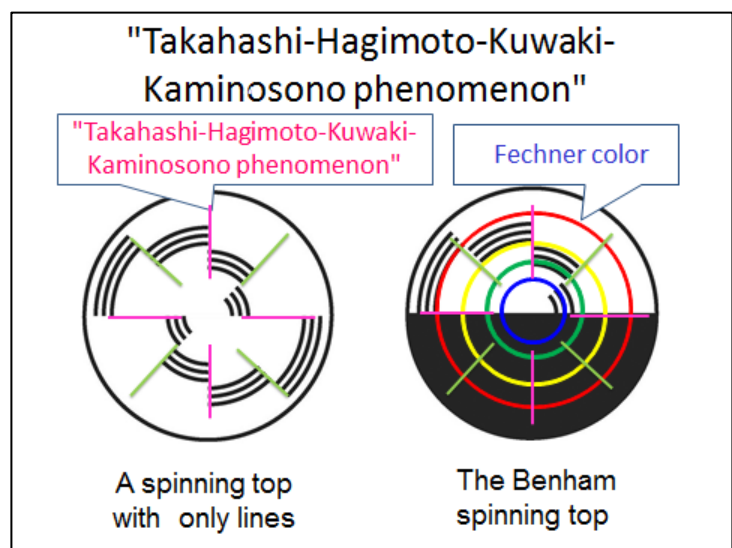
We changed the designs of the spinning top and made spinning tops from paper that was not shiny on the surface to compare the Fechner color.

We made a circuit with a motor and power-supply unit to maintain a stable number of revolutions of the spinning top.

### 5 An experiment to create a new spinning top devised from the pattern of the Benham spinning top.

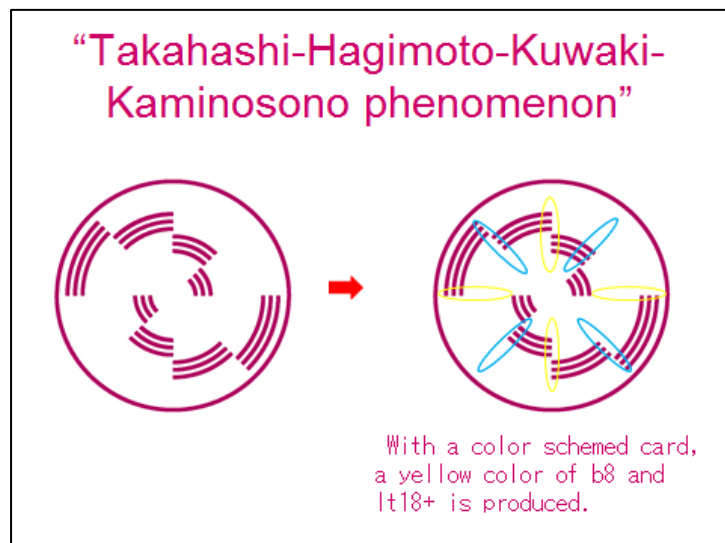
The Discovery of the “Takahashi-Hagimoto-Kuwaki-Kaminosono phenomenon” in this experiment, we did not see the Fechner color, but we found a light of countless red purple radials as shown in the picture on the right. This purple radial light was named after the members of the Scientific Thought Research Team#1: the “Takahashi-Hagimoto-Kuwaki-Kaminosono phenomenon”.

In addition, the light of this purple light was not visible in photographs; nor was it visible even when recorded by video. The Fechner color is a phenomenon where colors can be seen multi-layered in a circle, but in the phenomenon we discovered the light runs radially from the center of the spinning top. Therefore, this is quite a different understanding of the Fechner color to that which has been held up until now.



**6 An experiment to create the purple line of the spinning top discovered in the previous experiment.**

A myriad of radial light of yellow and light blue can be seen. In this experiment, almost no the Fechner color can be seen.










**7 An experiment to create the seven colors of the rainbow with the spinning top.**

As shown in the table, even if the color of the pattern of the spinning top was changed, yellow b8 color was visible with all the tops.

Although it was thought that nothing would be seen with the top with a yellow pattern, yellow b8, purple d22, green v12 and various colors could be seen.

Furthermore, an even greater variety of colors could be seen if a blue and indigo spinning top was used.

**The seven colors of the rainbow visible with the spinning top**

spinning top	Takahashi-Hagimoto-Kuwaki-Kaminosono phenomenon			
	b8	lt18+		
	b8	v22	v12	v24
	b8	d22	v12	v24
	b8	d22		
	b8	d22	v12	
	b8	lt18+		
	b8	lt18+		

**8 An experiment to test the hypothesis that there is the possibility that the Fechner color is incorporating the reflected light of the surroundings.**

We saw thin brown the Fechner color in an arc when the spinning top was in rotation. We took a picture, but the image did not appear clearly.



There was a small difference in the color scheme card depending on the individual who saw it, but it was difficult to identify.

However, by experimenting with cardboard plastic of a red, blue, white and black color the Fechner color could be confirmed. From this result, we think there is little possibility of incorporation of surrounding colors as a secondary light source.

### **9 A consideration of the “Takahashi-Hagimoto-Kuwaki-Kaminosono phenomenon”.**

The Fechner color seen with the Benham spinning top have the following features:

- (1) An arc-shaped color which is seen as the same color from different angles.
- (2) A subjective color which seems to have been applied by paint can be seen.
- (3) The number of rotations of the spinning top influences the Fechner color changes.

The number of rotations needed to confirm the phenomenon was in the range of 4.8 Hz ~ 31.5 Hz.

The following features were seen when we found the “Takahashi-Hagimoto-Kuwaki-Kaminosono phenomenon”:

- (1) A phenomenon of flashing radiated light coming from the center of the spinning top.
- (2) Various transparent color, such as red purple color v24 and green v12, can be seen.
- (3) The transparent color of the “Takahashi-Hagimoto-Kuwaki-Kaminosono phenomenon” does not change with the number of rotations of the spinning top.

The number of rotations needed to confirm the phenomenon was in the range of 4.67 Hz ~ 31.5 Hz.

The “Takahashi-Hagimoto-Kuwaki-Kaminosono phenomenon” is a very interesting phenomenon that is different to conventional the Fechner color.

The “Takahashi-Hagimoto-Kuwaki-Kaminosono phenomenon” cannot be depicted photographically. From the results of experiments 5-8 shown above, we suggest that it should be an optical illusion.

# 「フェヒナー色」と「高橋・萩元・桑木・神之菌現象」の研究

池田学園池田高等学校・鹿児島県鹿児島市西別府町 1680

SSH 科学思考班#1

高橋眞・萩元綾・桑木喜一郎・神之菌匠真

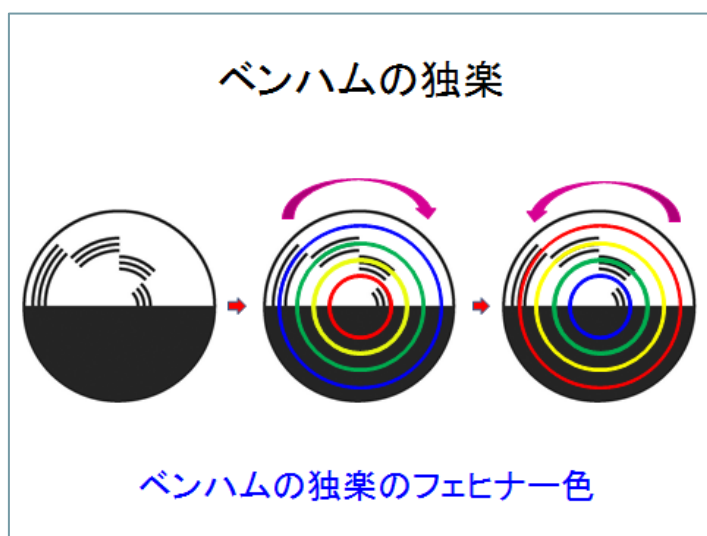
2013 年 11 月

## 1 摘要

1838 年、ドイツの物理学者であるグスタフ・フェヒナーにより、白黒の円盤を回転させると、色を知覚する現象が発見され、その色は「主観色」と名づけられた。この現象は、イギリスのチャールス・ベンハムが 1895 年に発売した独楽を中心に研究され、その「主観色」を知覚する要因はいまだに解明されていない。

今回、私たちはベンハムの独楽が回転する時に見える「フェヒナー色」とは異なる、無数の放射状の色を発見して、SSH 科学思

考班#1 のメンバーの頭文字を並べて「高橋・萩元・桑木・神之菌現象」と名づけた。「フェヒナー色」は独楽の回転数と回転方向で弧状の主観色に変化が見られるが「高橋・萩元・桑木・神之菌現象」は独楽の回転数や回転方向には影響されない放射状の透明色である。



## 2 研究の動機

SSH 科学思考班#1 はパラドックスの研究をしてきた。この研究をする中で「ベンハムの独楽」を知り「フェヒナー色」はなぜ生じるのかということ調べる目的で実験を始めた。

## 3 研究の仮説

ベンハムの独楽の回転でフェヒナー色が見えるのは、<1>錯視、<2>周囲の物の光の取り込み、主に 2 つの原因ではないかと仮説を立てた。

## 4 実験方法

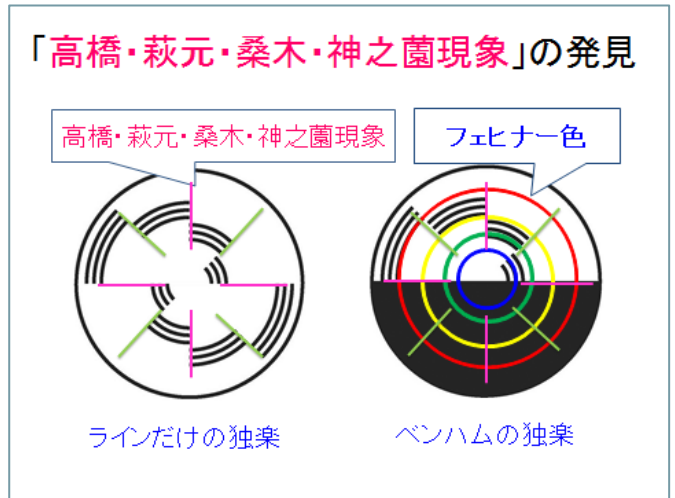
模様を変えて、表面に光沢がない紙で独楽を作り、その模様によるフェヒナー色の比較をする。独楽の回転数を一定に維持するためにモーターと電源装置で回路を作った。

**5 ベンハムの独楽の模様を工夫して新しい独楽を作り実験をした。**

この実験では、フェヒナー色は見えないが、右の図のように放射状に赤紫色の無数の光を見つけた。この赤紫色の放射状の光を SSH

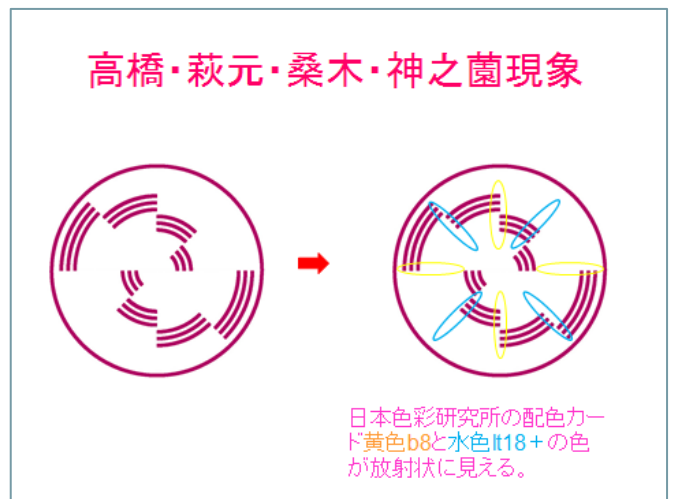
科  
学思考班#1 のメンバーの名前から「高橋・萩元・桑木・神之菌現象」と名づけた。また、この赤紫色の光は写真には写らず、動画で撮影をしても見えなかった。

フェヒナー色は、円環状の色が何層にも見える現象であるが、私たちが見つけた、現象は、独楽の中心から放射線状に光が走る現象である。よって、今までのフェヒナー色の理解と大きく異なる。



**6 前の実験で発見した赤紫色で独楽のラインをつくり実験した。**

水色と黄色の放射状の光が無数に見える。この実験では、フェヒナー色はほとんど見えない。



**7 虹の7色で独楽を作り実験した。**

表のように、模様の色が変化してもすべての独楽で黄色 b 8 は共通して見えました。

黄色の模様色の独楽では何も見えないと思いましたが、黄色 b 8、紫色 d22、緑色 v 12 と多様な色が見えます。さらに、青色・藍色ではもっと多様な色が見えました。

**分光スペクトルに従い 独楽の色を変える**

独楽	高橋・萩元・桑木・神之菌現象			
V	b8	lt18+		
B	b8	v22	v12	v24
G	b8	d22	v12	v24
Y	b8	d22		
O	b8	d22	v12	
R	b8	lt18+		
	b8	lt18+		

8 フェヒナー色は周囲の光の反射の取り込みでないかと仮説を立てて、その可能性を調べた。

実験のように弧状にフェヒナー色が薄い茶色に見えた。カメラで撮ったが写らなかった。

日本色彩研究所の配色カードでは見た人に少しずつ違いがあり、同定は困難であった。他に、白、黒と光の3原色である、青・赤のプラスチック段ボールでも実験をしたが、フェヒナー色は確認出来た。この結果から、二次光源として、周囲の色の取り込みの可能性は低いと考えた。



### 9 「高橋・萩元・桑木・神之菌現象」の考察

「高橋・萩元・桑木・神之菌現象」は従来の「フェヒナー色」とは異なる大変興味深い現象である。

ベンハムの独楽のフェヒナー色は、

- (1)弧状の色があちこちに面となって見える。
- (2)絵具で塗ったような主観色が見える。
- (3)独楽の回転数が影響してフェヒナー色は変化する。

現象を確認出来る回転数の範囲は  $4.8\text{Hz} \sim 31.5\text{Hz}$  であった。

私たちが見つけた、「高橋・萩元・桑木・神之菌現象」は、

- (1)独楽の中心から放射状に光が走る現象である。
- (2)赤紫色 v24 と緑色 v 12 など多様な透明色が見える。
- (3)「高橋・萩元・桑木・神之菌現象」の透明色は独楽の回転数で大きく変化はしない。現象を確認出来る回転数の範囲は  $4.67\text{Hz} \sim 31.5\text{Hz}$  であった。

「高橋・萩元・桑木・神之菌現象」は写真に写らない。そして、上記5～8の実験の結果から、現在のところ錯視ではないかと考えている。