

万華鏡の秘密

57期生

I テーマ設定の理由

最近、デパートなどでとてもしばしば万華鏡を売っているのをよく見かけます。今までは、子供のおもちゃやみやげ物用の簡単な物しか知りませんでした。最近、形や素材、大きさも様々で大変高価なものもあります。これらの万華鏡は、模様の見え方が大変複雑で、私の持っている物とは全く違っていました。私は、万華鏡をのぞいた時に、なぜあんなに美しい模様が見えるのか、また、万華鏡の種類によって模様の見え方が違うのはなぜか、その構造にはどのような工夫がされているのか、興味深く思ったので、調べてみることにしました。

II 研究方法

- (1) 万華鏡について、本やインターネットで調べる。
- (2) 万華鏡を実際につけてみて、見え方の仕組みを調べる。

III 研究内容

1. 万華鏡とは何か?

万華鏡は、英語でカレイドスコープ (Kaleidoscope) という。その語源は、ギリシャ語の [Kalos: 美しい] [eidon: 形] [skopeo: 見る] からきている。万華鏡には、様々な色・形・大きさがあるが、その中の構造はみな同じで、3枚又は2枚の長方形の鏡が筒状となって本体の中に仕込まれている。万華鏡の鏡は、ゆがみをなくするために表面が反射をおこすようガラスの層が普通とは逆になっている。

2. 万華鏡の歴史

- | | |
|--------|--|
| 1816年 | スコットランドのデイビット・ブリュースターという物理学者が万華鏡を発明し、"Kaleidoscope" という名前をつけた。 |
| ↓ | |
| 1819年 | 発明後、わずか3年で日本に伝わる。
「紅毛渡り更紗眼鏡流行 大阪にて贗物多く製す」という記述が「摂陽奇観」に見られる。 |
| ↓ | |
| 明治時代 | 「百色眼鏡」(ひやくいろめがね) という名前で知られる。 |
| ↓ | |
| 1980年代 | アメリカで "Kaleidoscope Renaissance" というブームが起こり、今では150人以上の万華鏡作家が万華鏡の芸術品を作り続けている。 |

3. 万華鏡の製作*(3ミラーシステム)

(1) 材料(写真1)

- ミラープレート3枚
- 紙筒(サランラップの芯)
- フィルムケース
- ビーズ(オブジェクト)
- のぞき穴用厚紙
- OHPシート
- スコッチテープ

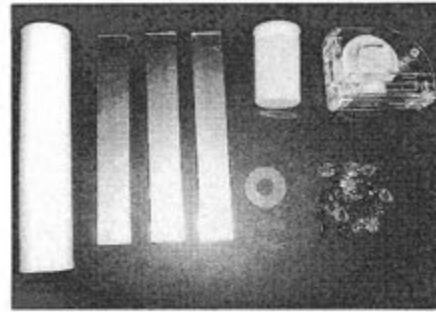


写真1

(2) 鏡の組み合わせ-1

ミラープレート3枚の裏面を「川」の字に並べて、それぞれの間が約2~3mmに開くようにする。そして、各々の間をスコッチテープで固定する。

(3) 鏡の組み合わせ-2

次に鏡になっている面を内側にして、互い違いに組み合わせて正三角形に鏡を組み合わせる。うまく組めたらスコッチテープで何箇所か固定する。

(4) 筒の組み立て

透明のOHPシートを筒のサイズに切り取り、紙筒にスコッチテープでとめる。フィルムケースの底を切り落とし、紙筒の先につなぐ。紙筒に三角形のミラーを入れる。鏡のまわりに綿をつめて鏡を固定する。のぞき穴の厚紙をはる。フィルムケースにビーズを入れて完成。(写真2)

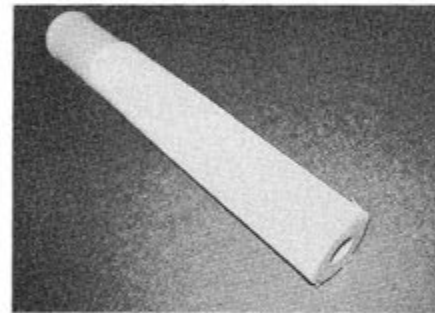


写真2

*ミラーシステムとは:万華鏡には、使用する鏡の枚数による2つの基本的なミラーシステムがある。ひとつの中心をもつ像を生み出す2ミラーシステム(鏡2枚)と、視界全体に反射され広がっていく像を生み出す3ミラーシステム(鏡3枚)がある。どちらも、三角形の筒状(三角柱)に鏡が組み合わされている。

4. 製作した万華鏡を用いた実験

(1) 2ミラーシステムによるミラー角度と映像との関係

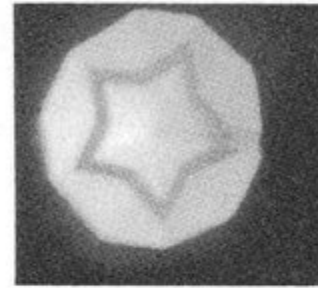
◦方法(図1)

2ミラーシステムの万華鏡を作り、2枚の鏡の角度が36度、30度、20度の時の映像を調べた。2ミラーシステムでは2枚の鏡と1枚の黒画用紙をはった厚紙で三角の筒を作った。この時、ビーズを入れた物と、映像を分かりやすくするために赤セロハンを棒状にして入れた物を作り、写真をとった。

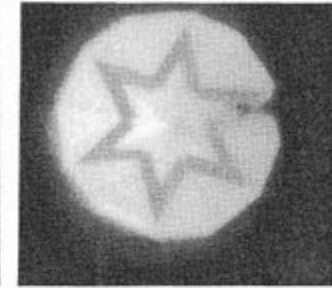


図1

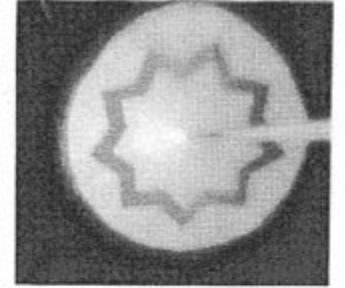
- 結果 ①36度:円が10等分され、5つの頂点を持つ星形の映像が見えた。(写真3・6)
- ②30度:円が12等分され、6つの頂点を持つ星形の映像が見えた。(写真4・7)
- ③20度:円が18等分され、9つの頂点を持つ星形の映像が見えた。(写真5・8)



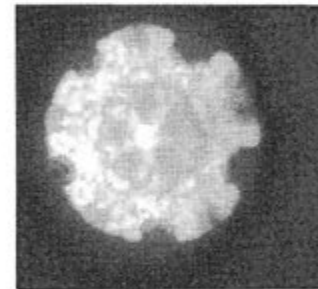
36度 写真3



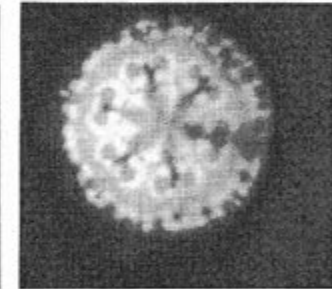
30度 写真4



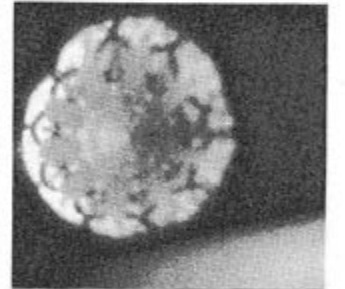
20度 写真5



36度 写真6



30度 写真7



20度 写真8

◦ミラー角度と映像のまとめ(表1)

2ミラーシステムでは、中心に1つ焦点を結び、放射状の映像を作った。頂点の角度が小さいほど模様は細かく分かれ、全体の形は円に近づいた。

表1

ミラーの角度	円が何等分されるか	映像星形
60°	6等分	3点
45°	8	4
36°	10	5
30°	12	6
22.5°	16	8
20°	18	9
18°	20	10
15°	24	12
10°	36	18
1°	360	180

(2) 3ミラーシステムによるミラー角度と映像の関係

◦方法 3枚の鏡の角度が、60度-60度-60度、45度-45度-90度、30度-60度-90度、40度-70度-70度の4種類の万華鏡を作り映像を調べた。この時、ビーズを入れた物と、反射の様子を分かりやすくするために赤セロハン紙の矢印を入れた物を作り、写真をとった。また、反射の様子を図に書いて調べた。

◦結果 ①60度-60度-60度

3枚の鏡を正三角形に組み合わせた物は、それぞれの角度から6つのバ

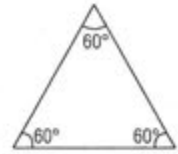


図2

ターンの繰り返しを作るので、全体としては連続する三角形のパターンを作り出した。映像は、対称形がはっきりして分かりやすく、大変きれいだった。この正三角形の組み合わせが最も一般的である。(図2・3 写真9・10)

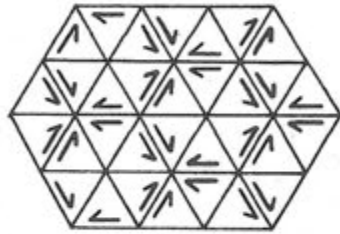


図3

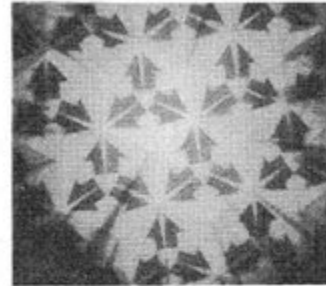


写真9

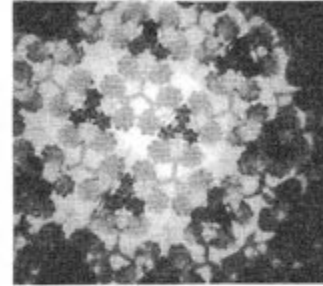


写真10

②45度-45度-90度

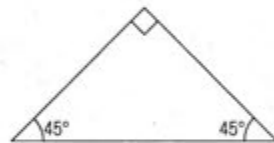


図4

直角二等辺三角形に組み合わせた物では、45度の角度からパターンは8回の繰り返し、90度の角度からパターンは4回の繰り返しとなって、全体としては連続する四角形のパターンを作り出した。(図4・5 写真11)

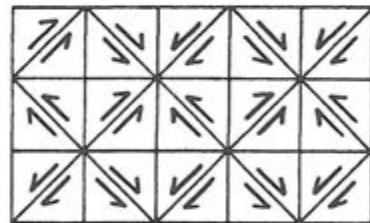


図5

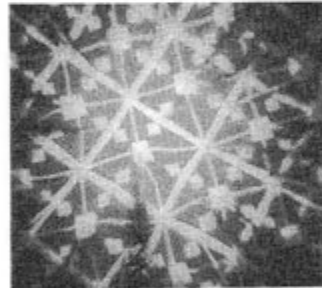


写真11

←鏡の組み合わせがうまくいかず、映像がゆがんでしまった。

③30度-60度-90度



図6

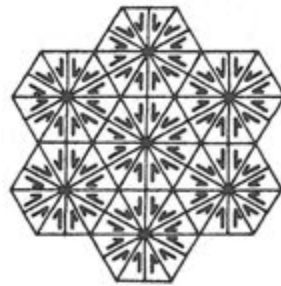


図7

30度-60度-90度の直角三角形に組み合わせた物では、3つの角度がそれぞれ違うので、3種類の異なる対称形を作り(30度は12回のパターンの繰り返し、60度は6回、90度は4回)それぞれが組み合わされて、(図7)のようなパターンを作った。(図6・7)

④40度-70度-70度



図8

これまでは、対称的なパターンを作るものについてのみ考えてきたが、他の角度ではどのような映像になるか調べてみた。結果は、ビーズを入れた物の映像(写真12)は見た目には大変きれいに見えたが、矢印を入れた物(写真13)では明らかに映像が重なっているのが分かり、対称的にはならなかった。これは、鏡の角度が円の360度を等分していなかったためである。

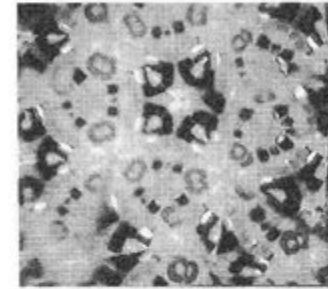


写真12

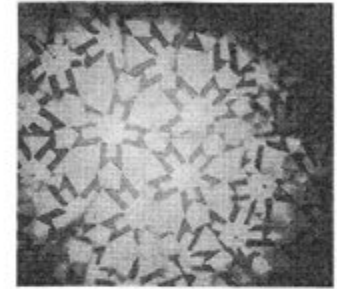


写真13

(3) 新しいミラーシステムによる鏡の枚数と映像の関係

。方法 今までは、一般的な3枚の鏡を使った万華鏡を調べてきたが、鏡の枚数を4枚、5枚、6枚と増やしていくと、今までとは違った新しい万華鏡ができるのではないかと考えたので調べてみた。

。結果 ①4ミラーシステム 4枚の鏡で正方形(写真14)を使って調べてみると、矢印の模様が平行に並ぶだけで単純な四角形のパターンしかならず、おもしろい映像にならなかった。

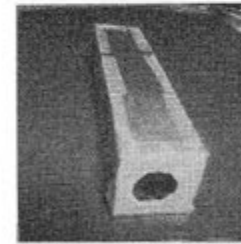


写真14

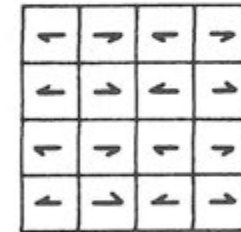


図9

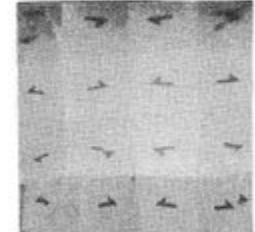


写真15

(図9)
(写真15)

②5ミラーシステム

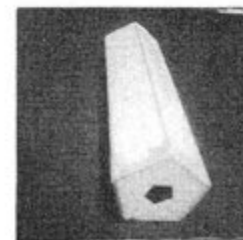


写真16

5枚の鏡で正五角形(写真16)を作って調べてみると、中心の正五角形の外側で映像が重なり合って大変複雑なパターンになった(図10)。中心の正五角形の外側で映像が重なり合っている所では、見る角度によって矢印が見えたり見えなかったりする所があった(写真17)。ビーズを入れた物の映像でも、対称的な模様ではないので、あまり美しくなかった(写真18)。

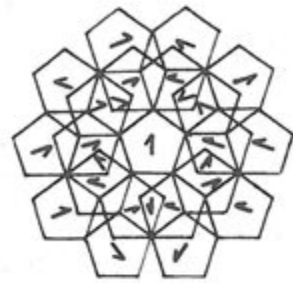


図10

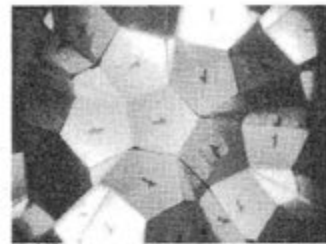


写真17

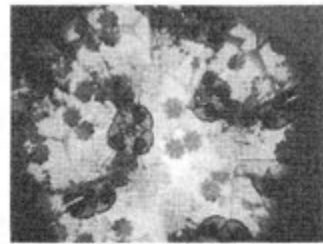


写真18

③ 6ミラーシステム

6枚の鏡で正六角形(写真19)を作ってみると、全体に連続した正六角形の対称的なパターンが続いているだけで、単純なパターンになった(図11)。しかし、中心から2周外側の正六角形の映像の中には見る角度によって矢印が見えない所があり、大変不思議だった(写真20)。

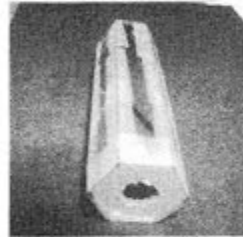


写真19

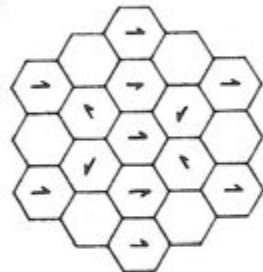


図11

矢印が消えている

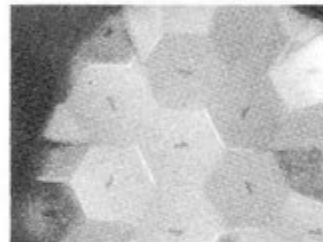


写真20

IV 結論

万華鏡の美しさの秘密は、鏡の枚数と組み合わせ方、そして対象物(オブジェクト)の組み合わせの違いで映像が複雑に変化しているためだと分かった。万華鏡の映像は、一つの実像が鏡に次々と反射することによってできるので、鏡やオブジェクトを工夫することによって無数の組み合わせがあり、独自の万華鏡を作ることができる。

V 反省と感想

万華鏡について色々調べた結果、その種類の多さと、こんなにも美しい世界があったのかと大変感動しました。また、万華鏡を自分で作ってみたところ、鏡の組み合わせやオブジェクトの選択など、思っていたよりも難しかったです。特に、鏡の組み合わせは角度の微妙な違いで、映像がずれたりゆがんだり、うまく対称形にならなかったりして苦労しました。また、携帯電話で写真を撮りましたが、なかなかピントが合わず実際に目で見たとような美しい映像にならなかったのが残念でした。

VI 参考文献

- 「作って楽しむ万華鏡の秘密」 照木公子編 文化出版局
- <http://www.kaleido-japan.com>