B 2 0 2

理科教育におけるハニカムモアレの利用

村田 滋[○], 森田辰郎, 宮崎 眞 (京都工芸繊維大学)

Use of artistic honeycomb moiré in science education

Shigeru MURATA, Tatsuro MORITA and Makoto MIYAZAKI

ABSTRACT

This paper reports on honeycomb color moiré and its generating method. The honeycomb color moiré is generated by overlapping a pattern of RGB color honeycomb with that of monochrome honeycomb, and it consists of a lot of isolated, large-scaled and different colored clouds of tiny hexagons in honeycomb pattern. The size of each cloud of hexagons is dependent on the size of an elemental hexagon and the crossing angle between the axes on the color and monochrome honeycomb patterns. It is also shown that the color honeycomb moiré can be applied to hidden images or characters.

Keywords: Moiré, Honeycomb Pattern, Color Pattern, Science Education, Viewer

1. 活動の背景

近年全国各地で小中学生を対象とした理科・科学の啓発活動が盛んに催されるようになった。京都においても年に1回、文化の日前後に「青少年のための科学の祭典 京都大会」が開催され、教育関係者等が各ブースで様々なテーマを提供することで、青少年の理科・科学に対する興味をかき立てようと努力している。著者らは前報¹⁾において、このような小中学生を対象とした理科教育および理科啓発活動において、カラーモアレ縞を利用して波の基本現象を楽しく経験させる試みについて述べた。

本稿では、ストライプを基本パターンとする通常のモアレではなく、カラーハニカムパターンを用いてモアレ縞と同様のスケールの大きなパターンを生じさせる方法について述べ、その利用例について報告する。

2. カラーハニカムモアレ

類似した2つの縞模様を重ねると、そこに全く異なる一般に波長の長い縞模様が現れる。これがモアレまたモアレ縞と呼ばれるもので、古くから良く知られてきた現象である。ここでは元の縞模様がハニカムパターンである場合を考える。図1はそのパターンを拡大表示したものであり、(a)はRGBパターン、(b)はそのうち2色を黒(B)、他を白(W)、(c)は(b)の逆のパターンを示している。(b)、(c)の白色部を透明であるとする、このまま(a)に(b)を重ねると、赤色の小六角形のみが透け、全体として赤色に見える。しかし、(a)に(c)を重ねると、緑色部と青色部が透けるため、遠目には全体が水色のように見え

(a) RGB (b) BBW (c) BWW

Fig.1 Elemental honeycomb patterns.

る。この2つのハニカムパターンを重ねる角度を変えると、その交差角度に応じて大きな六角形形状の色パターンが発生する。これを本稿ではハニカムモアレと呼ぶ。

図2にハニカムモアレが発生する概念と、そのパターンサイズと交差角度との関係を図示する。左下端の赤色の小六角形の位置を回転中心として、白黒ハニカムパターンを反時計方向に回転させたとしよう。また、回転角は大きくなく、中心から水平方向に十分大きな距離を取った位置で考えると、右下の赤色の小六角形に重なっていた白黒ハニカムの白色(透明)小六角形が、その上の青色小六角形へと移り、青色が見えるようになる。ここで、小六角形の一边を Δx 、白色(透明)小六角形の垂直方向変位量を Δy 、小六角形の外接円半径を r とすると、幾何学的な関係式は

$$\Delta x = r, \quad (1)$$

$$\Delta y = L \tan \varphi \quad (2)$$

となる．その色の変化が起こる角度 φ と回転中心からの距離 L の関係は次のように評価できる．

$$L = n(\Delta x + 2r) = 3nr, \tag{3}$$

$$\tan \varphi = \frac{\Delta y}{L} = \frac{r \cos(\pi/6)}{3nr} = \frac{\sqrt{3}r/2}{3nr} = \frac{\sqrt{3}}{6n} \tag{4}$$

ただし，図 2 では説明の簡単のため，中心位置から 2 つ目の同色小六角形を示しているが，式では中心から n 個隣の同色小六角形位置で示している．これより，ハニカムモアレパターンの大きさは

$$2L = 6nr = \frac{\sqrt{3}r}{\tan \varphi} \tag{5}$$

となる．この色パターンは RGB 3 色の繰り返しとなるが，この繰り返しは水平方向だけではなく，小六角形の右上方，左上方のいずれの方向でも同様に生じるため，ある色のハニカムモアレは大きな六角形状に生じることになる．

Fig.2 Basic concept of honeycomb moiré generation.

3. ハニカムモアレ形成と利用

図 3 に科学の祭典で参加者に製作させたハニカムモアレビューアの作り方を示す．①厚紙に印刷した RGB ハニカムパターンに白黒ハニカムの OHP シートを重ね，②中心のパンチ穴位置でかしめ金具で綴じる．③OHP

Fig.3 How to make a honeycomb moiré viewer.

Fig.4 Correlation between rotating angle and generated honeycomb moiré pattern.

Fig.5 An example of hidden character.

シートは角に付けたインデックスを持ち回転させる．図 4 に発生するハニカムモアレを示す．重ねる交差角度を大きくするとパターンが細くなり，また，透明部面積比の異なるシート(BWW)を重ねると上述のように色が変わることがわかる．交差角度によりハニカムモアレの細かさが変化するので，この性質を利用すると隠し絵・隠し文字が楽しめる．ハニカムモアレパターンの大きさが無限大となる角度設定を背景部と対象像部でずらすだけでよい．図 5 は，下のカラーハニカムパターンに「科」の字を隠した例である．ハニカムモアレパターンの大きさは 60deg 毎に無限大となるので，その角度を文字部と背景部で 30deg だけ変化させている．15deg または 45deg ではどちらも同程度の細かさのハニカムモアレパターンになり，見分けがつかなくなる．

参 考 文 献

- 1) 村田，宮崎，森田，理科教育におけるカラーモアレ縞の利用，可視化情報，Vol. 25, Suppl. No. 2 (2005)，pp. 355-358.
- 2) 第 1 1 回青少年のための科学の祭典京都大会 2006 ガイドブック，(2006)．