

## 太陽高度と空の色の関係

The relationship between solar altitude and sky color

千葉県立船橋高等学校理数科 3 年

宮本彩加 成瀬梨々香

### はじめに（研究背景）

空の色は地平線から天頂にかけて連続的に変化している。これまでの船橋高校の課題研究では、空の一点においての色についての研究はあったが、地平線から天頂にかけて連続的に色を調べる研究はされていなかった。私たちはこの色の変化に興味を持ち、その要因の一つが太陽にあるのではないかと考えた。そこで、太陽高度と空の色について研究することにした。

空の色が青く見えるのには、レイリー散乱が関係する。これは、光の波長の長さより小さな粒子（例：窒素や酸素の分子）にぶつかり、太陽光に含まれる青や赤、緑といった光が四方八方に散乱することだ。太陽高度が高いときは太陽光が空気中を通る距離が短いため、青い光は散乱がより強く起こり、また、その数も多いため空は青く見える。反対に夕方など太陽高度が低いときは、太陽光が空気中を通る距離が長いため、青い光は上空で散乱しきってしまい、空は赤く見える。なお、光の波長の長さと同じくらい、あるいはそれ以上の大きさの粒子（例：水蒸気）が太陽光にぶつくと、太陽光に含まれる光は均一に散乱する。これはミー散乱と呼ばれており、雲が白く見える理由といわれる。

この研究では、高度とは地平線を  $0^\circ$  としたときの仰角で表す。（図 1）

### 目的

太陽高度が空の色にどのような影響を及ぼすか調べる。

太陽高度が高いときの方が青い光が他の光より散乱するため、空は青くなると仮説を立てた。

### 方法

〈使用した道具〉

カメラ: Canon EOS kiss X7i (ISO: 1600 シャッター速度: 1/1600)

レンズ: Canon EF-S10-22 F3.5-4.5 (焦点距離: 10mm F=22)

PC ソフト: ステライメージ・すばる画像処理ソフトマカリ

〈観察 I〉

1. 以下の条件で三方向に向け空の写真を撮る。

場所: 船橋高校屋上 (北緯  $35^\circ$  東経  $140^\circ$ )

日付: 10 月 27 日・11 月 21 日 (快晴)

時間: 13 時

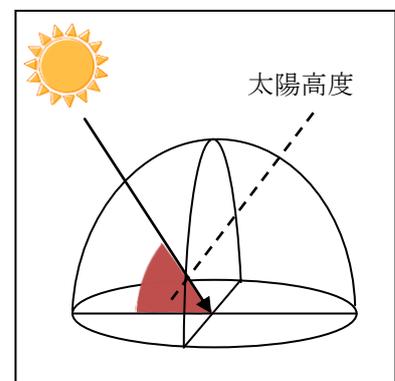


図 1

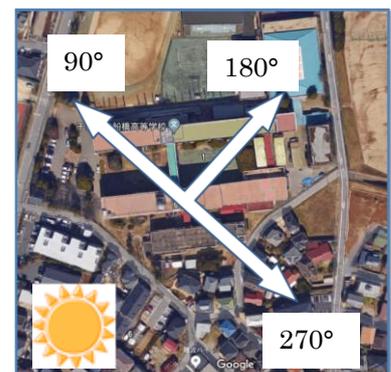


図 2

注：この研究では太陽方位による影響を減らすために、太陽方向を 0°として時計回りに 90°、180°、270°となる三方位に向けて写真を撮った。（図 2）

2. ステライメージを用い写真のファイル形式を RAW 形式から FITS 形式に変換する。
3. マカリを用い写真の輝度と RGB 値（Red, Green, Blue）を図 3 の実線のように連続的に測る。
4. 以下の公式に RGB 値を代入し、HSL（色相、彩度、輝度）を求める。

$$\text{色相} = B / (G + B) * 120 + 120$$

$$\text{彩度} = 1 - R / (R + G + B) * 3$$

5. HSL のグラフを作る。

#### 〈観察Ⅱ〉

観察Ⅰでは、塵などの大気の状態が観察日によって変わってしまう可能性があった。そこで、写真を撮る条件を以下のように変更し観察を行った。

1. 以下の条件で三方位に向け写真を撮る。  
 場所：船橋高校屋上（北緯 35 度 東経 140 度）  
 日付：12 月 6 日・2 月 7 日（快晴）  
 時間：13 時・16 時
2. 観察Ⅰと同様の手順でグラフを作る。

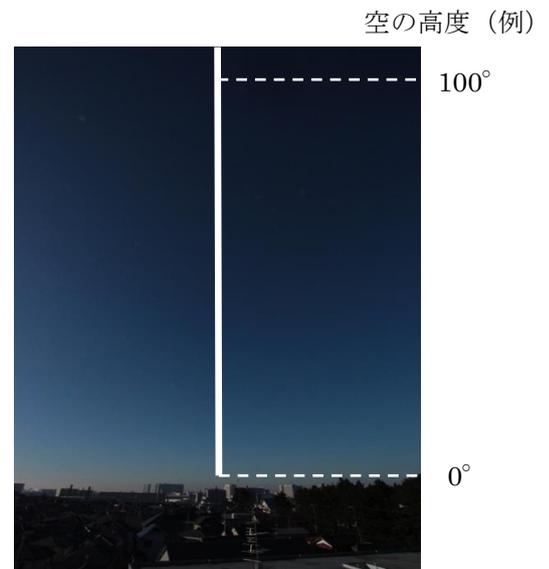
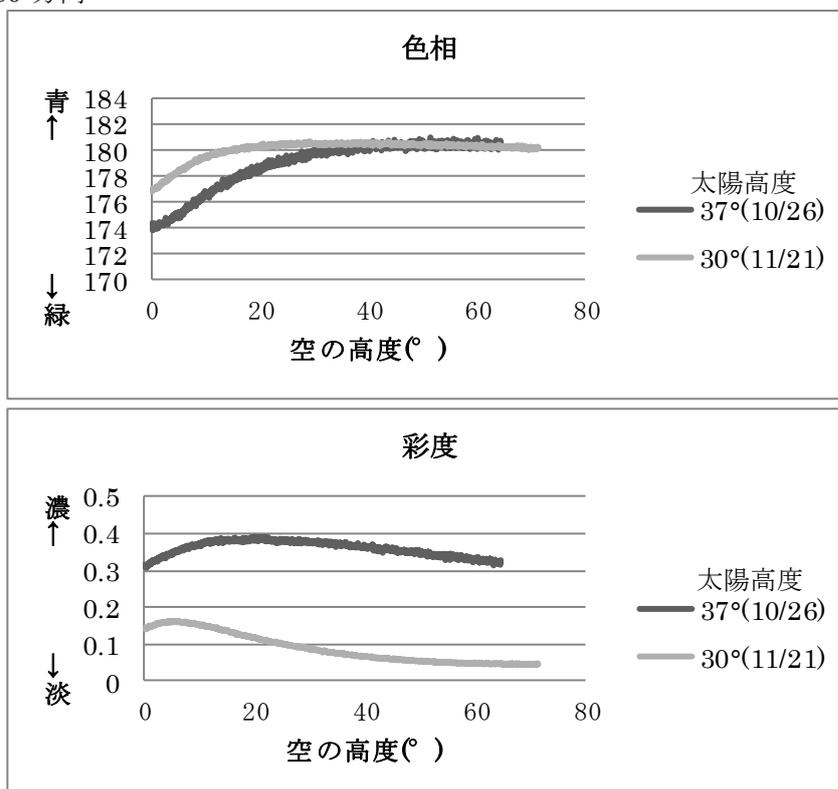


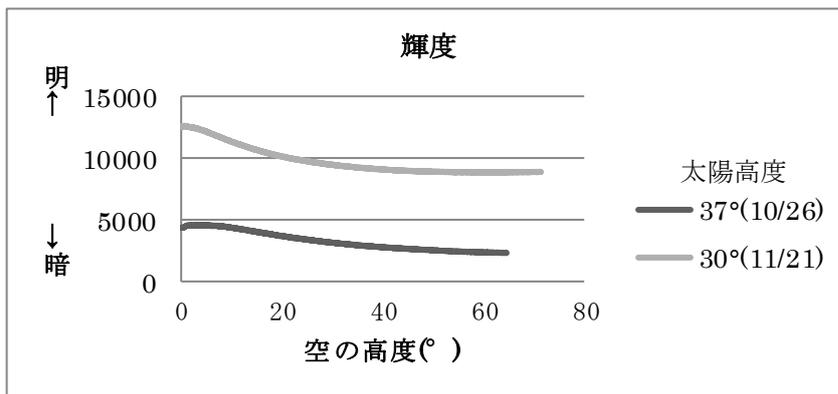
図 3

## 結果

#### 〈観察Ⅰ〉

180°方向





どの方角も似たような結果が現れた。よって、ここでは一番太陽の光の影響を受けないと考えられた 180°の方向の結果を示す。

太陽高度が低いときの方が色相、輝度は高いが、彩度は低くなっている。

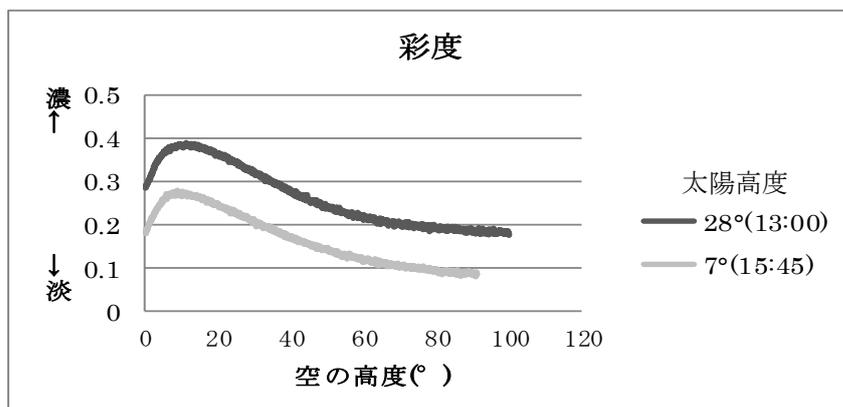
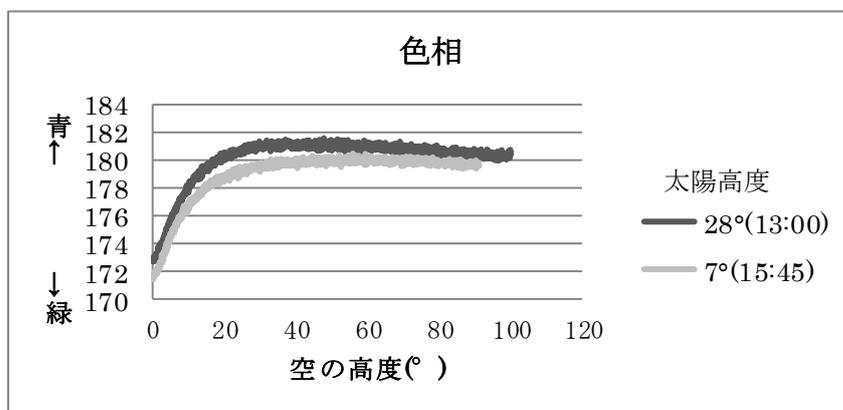
太陽高度が高い方が色相の変わり方が大きい。

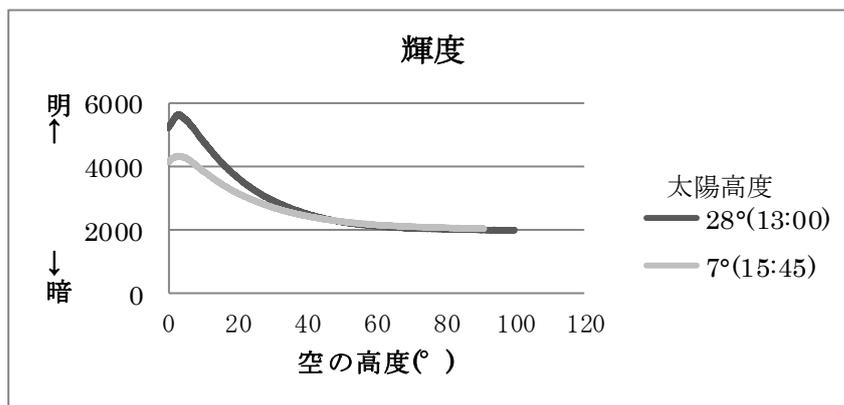
低空の方が色相の変わり方が大きい。

〈観察Ⅱ〉

12月6日と2月7日では似たような結果がみられた。よって、ここでは12月6日の結果を示す。

180°方向





太陽高度が低いとき、全てのグラフで太陽高度が高いときより値が低い。  
 太陽高度が高い方が色相、輝度の変わり方が大きい。  
 低空の方が色相、輝度の変わり方が大きい。

### 考察

観察Ⅱの彩度と輝度のグラフから、太陽高度が低い方が低空における空の色が鈍く暗い色になっている。

観察Ⅰ・Ⅱの色相のグラフから、太陽高度が高いとき低空において、仰角に対する空の色の変わり方は大きくなる。

観察Ⅰ・Ⅱにおいて輝度が大きく異なっている原因にはミー散乱が関わるのではないかと考えられる。

### 結論

太陽高度は空の色の変わり方や色自体に大きな影響を与えていることがわかった。また、太陽高度が高い方が空の色は青に近い。

### 研究の経過・反省・感想等

この研究を行う上で初めに苦労した点は、データの誤差をできるだけ小さくすることである。カメラで写真を撮る際に現れる周辺減光は、この研究のデータを不正確なものにしてしまう。そこで絞りを調節したりステライメージを使って補正したりと、工夫が必要だった。

次に苦労した点は、色の表し方である。初めは RGB 値を使っていたが、それだけだと色を断定することは難しかった。そこで、よりわかりやすくするために HSL を用いて色を表示することにした。しかし研究発表の場で、出来るだけ生のデータを表すために RGB 表記にした方がいいのではと指摘をいただいた。HSL で色を表すなら RGB のデータも用意しておくべきだったのかもしれないが、私たちはそこまですることができなかった。この点は反省点である。

全体の総括として、この研究はデータ量が少なく、不正確な点がまだ残っている点が反省点である。しかしその中で試行錯誤しながらも、研究をなるべく正確に、よりよくすることができて良かったと思う。