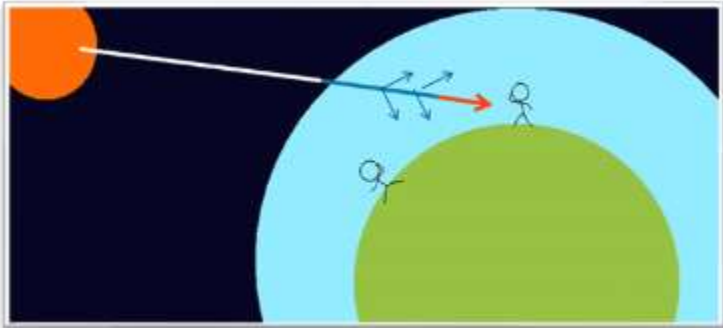


【はじめに】 空気を構成する分子は自由に振動していて、これが太陽光を受けると、いろいろな方向に光が放射される。これを光の散乱と言う。

空気中で、太陽光は波長成分に応じて散乱が起こる。波長は短いほど散乱しやすい。ほぼ垂直に光が届く昼間は、大気中を通過する距離が短いため、地表到達量も多く、青色の波長は短いのでたくさん散乱され、より多く目に入るため、空が青色に見える。さらに波長の短い紫色の光も多く散乱されるが、ヒトの目は紫を感じにくいので、青が強調されて感じられる。日の出日の入りの時は太陽が傾くので、昼間に比べて、太陽光線が人に届くまで大気層をより長く通過することになる。そのため、散乱しやすい青色光は人に届くまでに拡散しきってしまい、より波長が長く、直進性のある赤色光が多く目に入るため、夕焼けは赤く見える。



写真は、左から、アメリカのアトランタ(いわゆる大都)と、広島県廿日市市吉和(いわゆる田舎)で撮られた写真。田舎の夕焼けは橙色に近く、都会の夕焼けはより赤色なのが、見てとれる。そこで次のような仮説を設定した。

【仮説】大気の透明度は、空の色を比較することで定量的なモニターが可能である。

この仮説を検証するために、主に夕焼けについて、4つの実験を行った。

実験 1

容器の中に入れた水の濁りの度合と、光の進み方とその色について

- 濁度は、紫外可視分光光度計を使って測定した
- 【準備物】夕焼け再現実験器(アクリル板製簡易水槽)、懸濁物質、メスシリンダー、電子てんびん、光(懐中電灯と、レーザーポインター)
- 【手順】①夕焼け再現実験器に水を入れる
- ②水に懸濁物質を入れる[今回は研磨剤入りの洗剤と固形石鹼を使った]
- ③濁度を測定する
- ④光源をセットし、光の散乱の度合いを観察する

【結果】小規模な実験だったのではっきりした結果は出なかった

- 写真上から ()内は濁度
- 0.5%の洗剤 (61.58° JIS)
- 0.01%の洗剤 (濁度不明)
- 0.01%の固形石鹼 (107.6° JIS)



赤と緑のレーザーポインターを当てた結果、赤い光のほうが長く通ることが実際にわかった。

また、5%石鹼水を作ったが、ゲル化してしまい光を通すことができなかった。

【考察】溶質(粒子の大きさ)の違いによって光の進み方が異なる結果は、光の散乱の仕方の違いを反映している。濃度変化と光の色や薄れ方については、洗剤が白から橙色になり薄れていっているように見えたが、固形石鹼では白から黄色、さらに橙色になり、最後は少し赤みを帯びていた(肉眼)。これも懸濁物質粒子(コロイド粒子)の大きさの変化を反映しているといえる。

実験 4

大気の透明度を夕日と星野画像の比較分析によりモニターする試み



日没前 (レグルス周辺、光害防止フィルター装着、5分露出)

【手順】撮影機器、撮影条件を同じにして、日没 30 分前から太陽と周辺風景の撮影を行った。また、その夜 8 時の星景を固定カメラのシャッター開放で撮影。天候条件を選んで観測した。日没前の写真は、RGB (赤・緑・青)の三色分解をして、各色の特定波長の強度を比較した。星景写真は、各写真について獅子座レグルスの輝度を求めて比較した。

- ※ ①②の解析には国立天文台提供するフリーソフトである「マカリ」を用いた。
- ※ ①と②について、星像の輝度と夕景画像の輝度、湿度のデータ間の関連が考えられる。

実験 2

容器の中に入れた煙(エアロゾル)による光の進み方とその色について

- 【準備物】夕焼け再現実験器、線香、ライター、ラップ(線香の煙が漏れないように) 光(懐中電灯と、レーザーポインター)
- 【手順】①線香に火をつけ、夕焼け再現実験機の中に入れる
- ②ラップでふたをする [このとき酸素が通る穴をあけておく]
- ③線香が燃え尽きるのを待つ
- ④光源をセットし、光の散乱の度合いを観察する



【結果】レーザーポインターを当てた時に、煙(エアロゾル)にもとづくチンダル現象により、光の行路が認められた。右写真は煙を溜めながらレーザーポインターをあてたもので、赤色レーザー光(632.8 nm)より、緑色レーザー光(532 nm)の方が光の行路がより鮮明であった。

【考察】レーザー光は位相の揃った単一波長の光である。したがって、白色光とは異なり、エアロゾルによる連続的な光の色の変化は観察できない。しかし、波長の短い緑色レーザー光が強く散乱されて、さまざまな方向に進むことから光の行路がはっきりと認識されることが分かった。波長の長い赤色レーザー光は、散乱が小さく直進性が大いことから、側面からの観察がしにくいことも確認できた。

実験 3

容器の中に入れた硫黄コロイド溶液の光の進み方とその色について

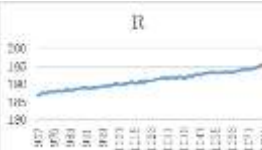
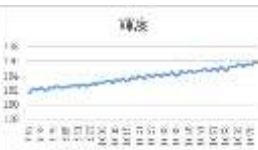
- 【準備物】夕焼け再現実験器、チオ硫酸ナトリウム、濃塩酸
- 【手順】①チオ硫酸ナトリウム水溶液に濃塩酸を滴下
- ②水が白濁する [このとき硫黄コロイドが生じている]

【結果】このように光はコロイド溶液の中を進むにつれて散乱し、徐々に赤味を増していき、夕焼けを模すことができた。

しかし、コロイドの成長を止めて濃度を一定に維持することには適さないことが分かった。



【結果】矢印が解析の方向で上から下に向けて明るいことがわかる。それに伴って赤色成分も強くなっていることがわかった。



←日没後

↑日没前

輝度の値は日没前とそれほど変わらないことがわかった

(2013年4月17日 日の入り18:33 気温:最高 21.6℃ 最低 18.2℃ 露点温度 9.8℃ 湿度 48% 曇り 1008.8hPa 西の風 4m/s)

【考察と課題研究としての展望】

夕景写真と星景写真の撮影には共通した撮影機材を用いて観測を重ね、精密な画像分析により、大気状態をモニター可能な基礎データとすることの可能性がある。また、濃度を段階的に変化した簡易水槽による光散乱の実験の写真について、同様に画像解析を行い、基礎データと比較することで、大気中の浮遊物の状況を実験室で視覚化することが可能ではないかと考える。

時間的制約と天候不順の影響で、継続的な観測ができなかったが、今後、発展的な研究継続につなきたい。