



東京都立墨田川高等学校 田中 真央 藤井 涼太 片山 わかな 杉浦 暢 (2年)
 足立 維月 井上 和哉 布引 謙生 関口 妃菜 伊藤 桐 西川 湊 萩原 颯 小島 侑大 (1年)

1. 研究動機

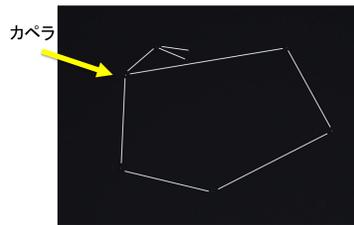
虹星とは、望遠鏡で観察したときに、星が虹色に見える現象です。なかでも、ぎょしゃ座の一等星であるカペラは、虹色に見えることが多いため、虹星カペラと呼ばれています。夕日の再現実験は良く知られているが、虹星を再現する実験はないため、カペラと地球の位置関係を電球とカメラで再現し、虹星の再現を目指しました。



屋上からの観測の様子



撮影した虹星カペラ



ぎょしゃ座

カペラとは

北極星に最も近いぎょしゃ座の一等星で、高度は一等の中では低い位置を移動します。地球からは1つに見えるカペラは、4つの恒星であり、カペラA星、カペラB星の二つの恒星を主星とし、二つの連星が二組ある、四重連星の星です。

カペラA、カペラB、カペラH、カペラLのデータ

	カペラA	カペラB	カペラH	カペラL
仮符号・別名	ぎょしゃ座α星Aa	ぎょしゃ座α星Ab	なし	なし
みかけの等級(mv)	0.881	0.752	10.16	13.7
分類	黄色巨星	黄色巨星	赤色矮星	赤色矮星
半径	11.98 ± 0.57 R _☉	8.83 ± 0.33 R _☉	0.54 ± 0.03 R _☉	データなし
質量	2.5687 ± 0.0074 M _☉	2.4828 ± 0.0067 M _☉	0.53 M _☉	0.19 M _☉
スペクトル分類	G8III	G0III	M2.5V	M4
光度	78.7 ± 4.2 L _☉	72.7 ± 3.6 L _☉	0.05 L _☉	データなし

2. 方法・結果

実験1. 室内での実験

MDFパネル2枚の間にハンドスピナーを挟み回転台を作成した。LED電球を2枚のMDFパネルにそれぞれ固定し、上部のMDFパネルを回転させ電球を動かしカペラ再現装置とした。

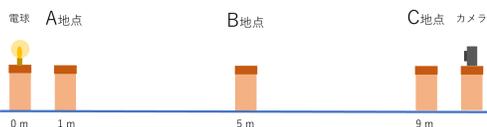
大気の揺らぎを再現する方法として、ドライアイス、スモークマシン、水蒸気の3つの条件を変えてデータを測定した。揺らぎを再現する場所は、電球のすぐそば1 mをA地点、電球とカメラの中間5 mをB地点、電球から9 mをC地点と3カ所場所を変え、それぞれの地点で揺らぎを再現し、カメラで撮影を行った。



カペラ再現装置



LED電球



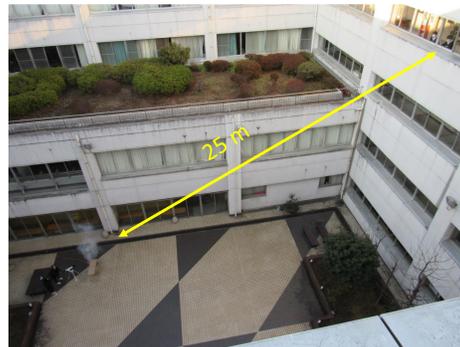
室内での実験の様子

実験2. 野外での実験

校舎の4階(高さ15 m)に電球を設置し、電球から直線距離で25 m離れた地点に望遠鏡を設置した。望遠鏡の前で、霧吹き、スモークマシン、ウォーターバス3種類で、大気の揺らぎをそれぞれ再現して、影響を調べた。光源には、実験1のLED電球に加えて、後藤光学研究所のEX電球を点光源として実験を行った。



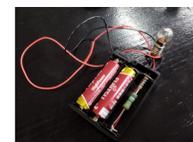
野外での様子



野外での実験の全体図



室内 4階側



EX電球

①ドライアイスによる揺らぎ

方法:ドライアイスを熱湯で溶かし、発生した煙で大気の揺らぎを再現した。

結果:煙が下に落ち、A地点では揺らぎは再現できなかった。B・C地点では煙が見えなかった。



ドライアイスの揺らぎ (A地点)

②スモークマシンによる揺らぎ

方法:スモークマシンで煙を発生させ、データを測定した。

結果:C地点でレンズ前の煙が多いと、LED電球がオレンジ色に見えた。A・B地点でも電球が少し赤くなって見えた。



スモークマシンでの揺らぎ (C地点)

③水蒸気を用いた実験

方法:ウォーターバスを沸騰させた湯気で、湯気による水蒸気で大気の揺らぎを再現した。

結果:C地点で、蒸気の変化に合わせて電球のまわりが少し虹色に変わって見えた。A・B地点では変化が見られなかった。



水蒸気での揺らぎ (C地点)

結果

LED電球では、スモークマシンを通したときに電球が赤く光った。そのほかでは変化は見られなかった。EX電球では、霧吹きがかかると赤いオレンジ色に変化した。ウォーターバスの水蒸気では太陽を見るように揺らいで赤く見えた。スモークマシンでは、特に赤に見えた。距離をのぼしたただけでは、虹色には見えなかった。



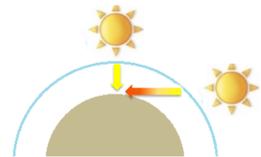
3. 考察・今後の展望

考察

実験1では、水蒸気の揺らぎでLED電球の周りが少し虹色に見えた。実験2では、距離を伸ばし光源を小さくしたが、虹色は見えなかった。かわりに、揺らぎが大きい条件で、電球の色が赤色に見えた。これは、夕日の再現実験になったためと考えられる。夕日は太陽が地平線近くにあるため、光が大気を通る距離が長くなり、波長の短い青色の光は散乱し、残った赤色の光により赤く見える。今回の実験では、スモークマシンや水蒸気が大気による散乱の役割をし、青系の光を散乱させたため、夕日と同様に色が赤くなったと考えられる。



屋上からの夕日



夕日の原理

太陽が地平線近くになると、大気のレイヤー散乱により青い光が散乱されて、赤い光のみが地表に届く。

今後の展望

星の瞬きは、成層圏付近の大気の屈折率の違いによって出現する現象だと考えていた。そのため、スモークマシンや水蒸気で大気による屈折率の違いを再現すれば、虹星が見られると思ったが、青い光が散乱して赤く見えるのみであった。改めて何が大気の揺らぎの原因なのか考え、水を通して屈折率の影響を強く出す実験や、空気の温度差を作る、より粒の細かい水蒸気を使うなどの方法を検討し、どうにか揺らぎを再現し、虹星カペラの再現を行いたい。

大気の揺らぎの原因や、実験方法へのアドバイスをいただけますようよろしくお願いいたします。

参考文献

沼沢茂美 脇屋奈々代(2017)「星座の図鑑」株式会社誠文堂新光社