

星の瞬きと高層気象

～星と気象を結びつける～

東京都立戸山高等学校 綿引蒼太郎(高3)

1. はじめに

小学生の時、天体観測のイベントで星の瞬きは日によって異なることに気づいた。そこで、瞬きを定量化し、その原因となる気象要素と比較することで、因果関係を発見することを目的とした。

2. 観測・分析の手順

- ① 気象庁の高層気象台で高層気象観測が行われる21:10-21:40の間に荒川土手下で行う。一眼レフカメラ(4K撮影)と天体望遠鏡(口径80mm, 焦点距離900mm)を接続し、星を30秒間、動画として撮影する。
- ② 撮影した動画は、ソフト(プログラミング作業はKTEさんをお願いした)で分析する。ソフトでは、1) 動画をフレーム画像に分解 2) 星が写っているピクセルの平均輝度を抽出 という作業を行う。
- ③ フレーム画像(計720枚)の輝度データから変動係数を取り、瞬きの指標とする。(以降、これを瞬き偏差と呼ぶ。) ※変動係数…標準偏差を平均値で割ったもの。

3. 結果・考察

昨年夏に実施した予備観測では、瞬き3変数「星の明るさ・高度・気象要素」を発見した。

今回は、2023年10月29日～2024年1月15日までの計23日分の観測データを用いた。

○ 2変数「明るさ・高度」の消去

別に行った観測から、「①カメラの設定を調節することで、明るさが異なる星でも瞬き偏差の値が一致する」「②高度65°以上ならば瞬き偏差の値は変わらない」ということが分かった。これらを考慮して観測を行うことで、星の明るさ・高度の2変数を無視することが可能となり、瞬き偏差と気象要素の対照的な比較が可能となった。

○ “主観的データ”と瞬き偏差

主観的データとは、機械を用いずに自身の目で判断したデータのことである。瞬き度合いは6段階評価となっており、正の相関を示した(図2)。このことから、カメラと人間の目、それぞれが捉える瞬きの相対評価はおおよそ一致すると考えられる。

○ “風”と瞬き偏差

空気密度の影響力も加味した補正風速を定義し、850hPa～250hPaにある指定気圧面の補正風速の和(総和風速)を求めた。総和風速と天頂偏差は強く正に相関した。

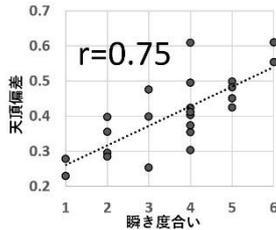


図1 瞬き偏差と瞬き度合いの関係

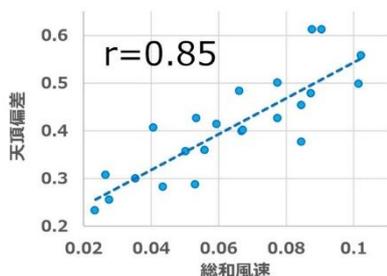


図2 瞬き偏差と総和風速の関係

○なぜ“風”は瞬きと強く相関したか

空気屈折率の異なる気団が風によって動かされることで、光路が変化することが瞬きの原因と考えられる。

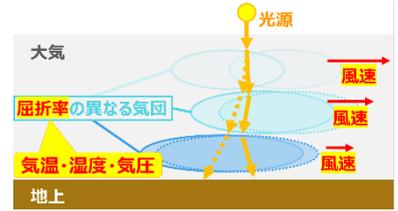


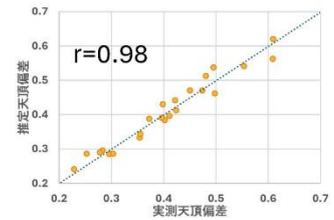
図3 瞬きが生じる仕組み

では、空気屈折率に関わる気温、湿度、気圧などの他の気象要素は瞬きにどう影響するのだろうか。重回帰分析を用いて調べてみた。

○ “重回帰分析”と瞬き偏差

	係数	標準誤差	T値	P値
切片	17521	2444	7.17	0.000002
総和風速	3.6789	0.4064	9.05	0.000000
空気密度平均偏差	585.44	115.5	5.07	0.000114
絶対湿度平均	-0.02562	0.008458	-3.03	0.007984
地上屈折率	-17517	2444	-7.17	0.000002
20-21時屈折率差	73201	10912	6.71	0.000005
地上風速	-0.01443	0.004392	-3.29	0.004654

重相関 R	0.976
重決定 R ²	0.952
補正 R ²	0.935
標準誤差	0.027
観測数	23
有意 F	1.1 × 10 ⁻⁹



P値・有意Fがともに0.01よりも小さいため、有意な結果が得られたといえる。補正決定係数も0.935と大きく、良いモデルが得られた。

◎高層

風が強いほど、上空で空気密度のばらつきが大きいほど、水蒸気が少ないほどよく瞬くことが分かった。

◎地上

空気屈折率が小さいほど、20時屈折率が21時屈折率よりも大きいほど、風が弱いほどよく瞬くことが分かった。

4. おわりに (まとめなど)

星の瞬きの最も大きな要因は「風」であることが分かった。また、重回帰分析の結果から、空気屈折率に関わる他の気象要素の影響力も調べられた。この結果と天気予報を用いて、現在瞬きの予測に取り組んでいる。

5. 謝辞

本研究の遂行にあたり、ソフトを作成していただいたKTE様、助言をくださった国立研究開発法人防災科学研究所の出世様に、この場を借りて感謝を申し上げます。

6. 参考文献

夜空のキラキラ-大阪大学

https://www.sci.osaka-u.ac.jp/ja/wp-content/themes/rigaku_r/qa-pdf/qa10.pdf