

星の瞬きと高層気象～星と気象を結びつける～

綿引 蒼太郎 (高2) 【東京都立戸山高等学校】

1. 星の瞬きの要因

星光の屈折は、空気の密度変化によって起こる。そのため大気中で空気密度が不均一なとき、瞬きが生じる¹⁾。空気密度は、気温、湿度、気圧といった気象要素に影響される。そこで、瞬きを定量化し、気象要素と比較することで、因果関係を発見することができるのではないかと考え、この研究を始めた。

2. 観測・分析の手順

①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専門の方をお願いした)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²⁾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。(図1)

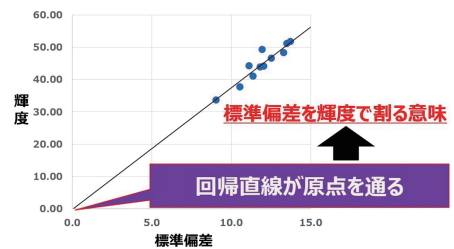


図1 輝度平均と標準偏差の関係
図1 輝度平均と標準偏差の関係、瞬き偏差と日毎の気象要素の

3. 結果・考察

昨年夏に実施した予備観測では、星の瞬きには3つの要因、

星の明るさ・高度・気象要素があることが分かった。

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、瞬き偏差と日毎の気象要素の対照的な比較が可能となった。

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。

※・天頂偏差…高度65°以上の10観測星あたりの瞬き偏差の平均値

・北極星偏差…北極星(高度低(35°))の瞬き偏差

○“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。そのためカメラで撮影した動画から抽出する瞬き偏差の値も信用してよいと考えられる。

○“気象要素”と瞬き偏差

高層大気各指定気圧面のデータ(横軸:気圧)と天頂/北極星偏差の相関係数(縦軸)を考えた(図3)。

→指定気圧面とは、気象庁が定めている上空の25の気圧面のこと。例えば、指定気圧面の1つである400hPaは高度約7300m地点にあたる。

※四角で囲まれた左端のプロットは地上で計測した値
気温:地上～500hpaで負の相関、300hpaより上空で弱い正の相関。→よく瞬くときは高層で気温が低く、低層で高いとき。低層で気温が高いときは水蒸気や塵の影響で放射冷却が緩和されるからと考えられる。

絶対湿度:地上付近で負の相関があるが、高層では相関無し。→上空に行くほど絶対湿度は小さくなっていくため、地上付近でしか相関はとらなかつたと考えられる。水蒸気が多いほど星像がぼやけ、明暗の変化が少なくなる
平均風速:常に正の相関→風は他の要素と違って刻々と時間変化するものだからと考えられる。

屈折率:地上付近で正の相関があるが、高層では相関無し。

→地上付近のほうが空気密度は高く、瞬きに与える影響が大きいからと考えられる。

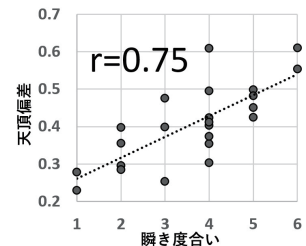


図2 実視による瞬き度合いと天頂偏差の相関

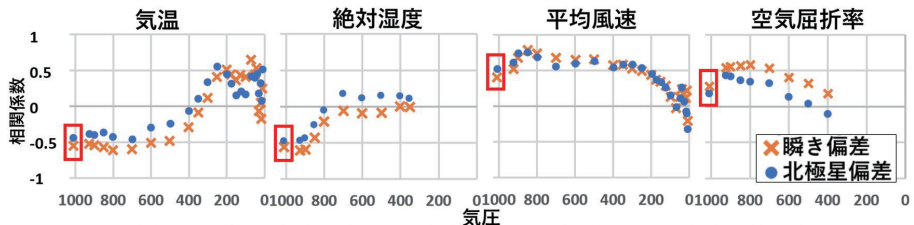


図3 各気圧面ごとの気象要素と瞬き偏差の相関係数(縦軸:相関係数、横軸:気圧)

4. 参考文献

1)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

2)日本天文学会 “恒星の瞬きの数値化と変動天体の光度測定”

<https://www.asj.or.jp/jsession/old/2014haru/yokou2014/05.pdf>