

連続観測した星の明るさの変動から大気変動のシグナルを抽出する試み

05426529 平井芳治

はじめに

天体観測を行う時、星の明るさは一定ではない。これは星の光が大気を通過する際に起こる大気減光の大きさが、大気の変動によって変化するからである。本研究では、長時間の連続天体観測を実施し、得られたデータから大気の変動に関する情報の抽出を試みた。

観測

観測には岡山大学自然科学研究科棟屋上の356mm望遠鏡(MEADE LX600-35F8ACF)と、CCDカメラ(SBIG STL-1001E)を用いて、2017年9月1日の午前1時から午前4時半にかけて行った。当日の天気は、一時雲が出た以外は快晴だった。撮影間隔を約6.2秒、露光時間を1.5秒とし、1000枚の画像撮影を2回行った。撮影した画像の視野角は約0.5度で、天頂方向の高度10km(対流圏界面付近)では約100m四方の範囲に相当する。研究には、撮影画像内でティコ星表にある星を全て使用した。ただし、明るすぎて正確に明るさを測定できない星、時間経過とともに撮影範囲から見切れる星は対象外とした。また、見かけの星間距離が近い場合重なって見える星は1つの星とみなした。この結果、解析対象は32点になった。

データ解析

CCDカメラのノイズを除去するため、撮影画像に一次処理(ダーク引き・フラット割り)を行った。次に画像解析ソフトウェアAstroImageJ - v.3.2.0(Collins and Kielkopf, 2017)を用いて、観測回ごとに星の範囲・背景の範囲を決定し、各々の星の明るさを測定した。なお、雲の影響を受けた区間は解析対象外とした。観測中に星の高度が変化し、光が通過する大気の厚み(エアマス)が変わる影響を補正するとともに、異常値の除去を行った。こうして得られた星の明るさ(機械等級)の時系列データから平均値を差し引き、32個の星に対して等級の変動データを作成した。なお、異常値と判断した時刻には機械等級の平均値を代入している。変動の周期性を調べるため、FORTRANライブラリISPACK-1.0.4(石岡, 2015)を用いてスペクトル解析を行った。

結果

機械等級の変動を表す時系列データから、暗い星ほど等級の変動の標準偏差は大きくなることがわかった。個々の星に対してスペクトル解析を行った結果、個々のスペクトル分布には特徴的なシグナルは見られなかった。機械等級の変動の標準偏差が、最小値の2.5倍を超えないような範囲の16点を明るい順に選び、パワースペクトル密度の平均と標準偏差から平均的なスペクトル分布と95%信頼区間を求めた(図1)。この図では1時間以上の長周期にシグナルが確認できる。長周期のシグナルは観測1回目より2回目の方が大きかった。夜明けが近づくにつれ長周期の変動が表れたか、データ解析で用いた回帰直線がエアマスの増加による明るさの変化を完全に補正できていないことが原因と考えられる。機械等級の変動をもたらす得る大気変動として、周期が約10分の浮力振動が考えられる。図1のスペクトルにも、周期約10分の位置にピークが見られるものの、統計的に有意であるとは言えない。したがって、今回の解析では、星の明るさの変動から大気変動のシグナルを検出できたとはいえない。

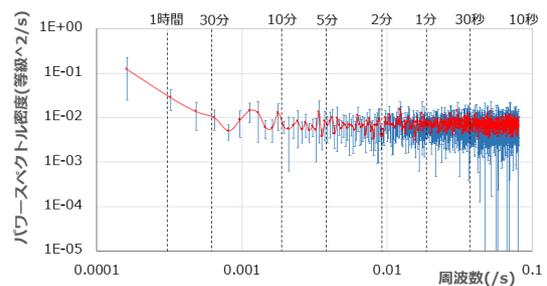


図1 星の明るさの変動の平均スペクトル分布。2回目に観測した32点中16点について平均している。青のエラーバーは95%信頼区間である。縦軸はパワースペクトル密度(等級²/s)を示している。横軸は下側に周波数(/s)、上側に周期を示している。