

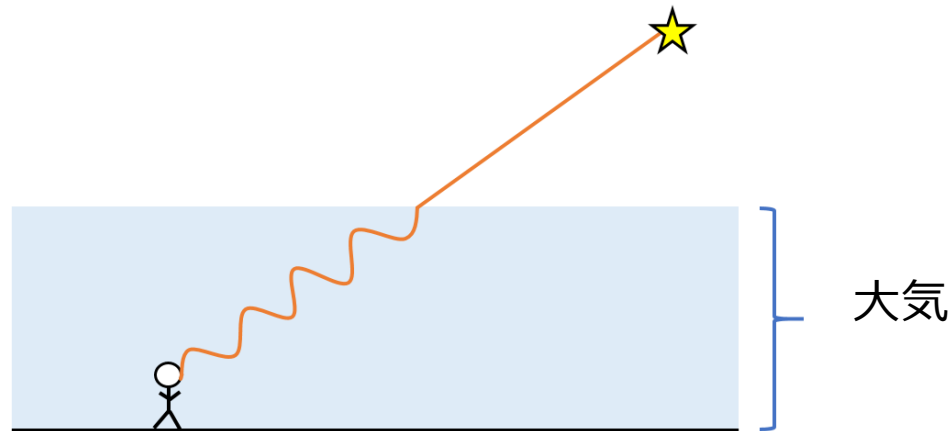
連続観測した星の明るさ の変動から 大気変動のシグナルを 抽出する試み

05426529 平井芳治

はじめに

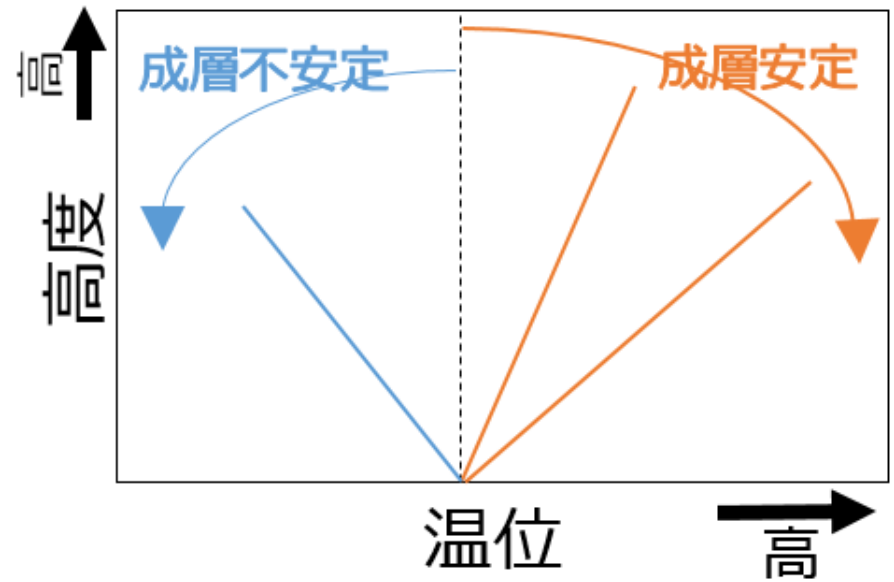
地上から見た星の明るさは一定ではない

- ・ 光は大気によって吸収、屈折、散乱される
- ・ その大きさは大気の変動によって変化する



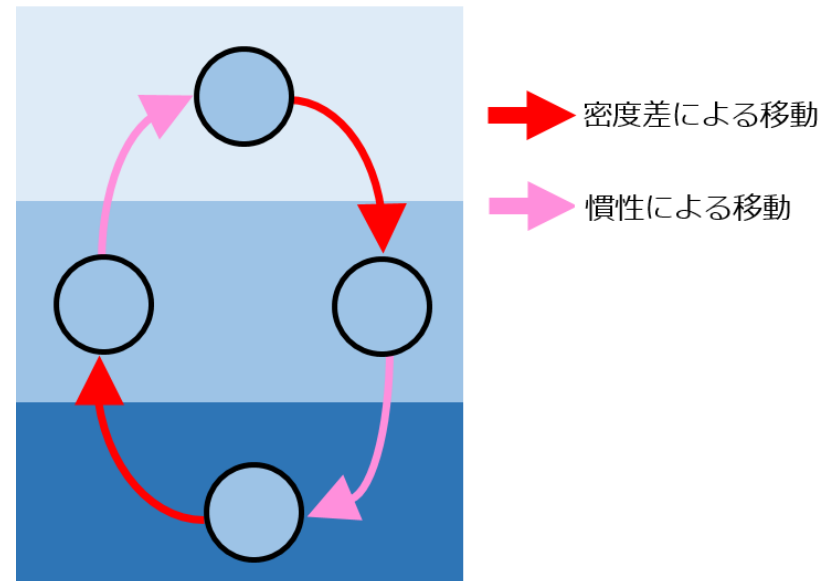
浮力振動

成層安定な時
密度差による浮力による
復元力で生じる振動



周期は温度勾配に依存

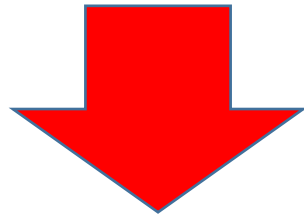
➡ 約10分周期



はじめに

地上から見た星の明るさは一定ではない

光は大気によって吸収、屈折、散乱される
その大きさは大気の変動によって変化する



本研究では、天体観測で得たデータから
大気の変動に関する情報の抽出を試みた

観測

使用機器

- ・ 岡山大学の356mm望遠鏡
(MEADE LX600-35F8ACF)
- ・ CCDカメラ(SBIG STL-1001E)
- ・ Vバンドフィルター

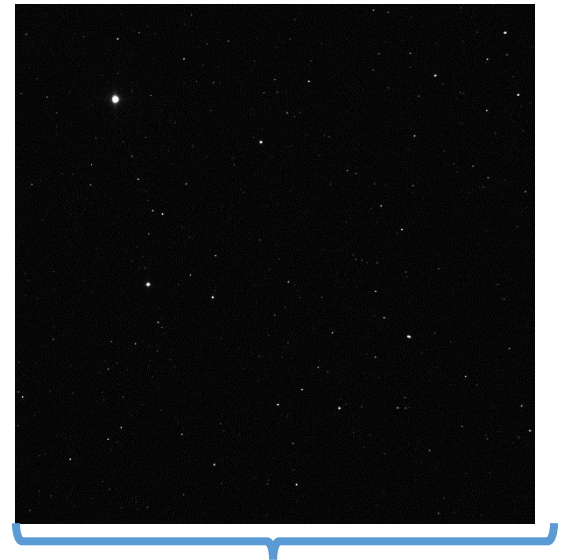
撮影

- ・ 撮影間隔…6.2秒
- ・ 露光時間…1.5秒
- ・ 1000枚×2回

撮影日時 : 2017年9月1日

1回目…午前1時～2時45分

2回目…午前2時45分～4時30分



視野角0.5度
(100m@高度10km)

解析対象

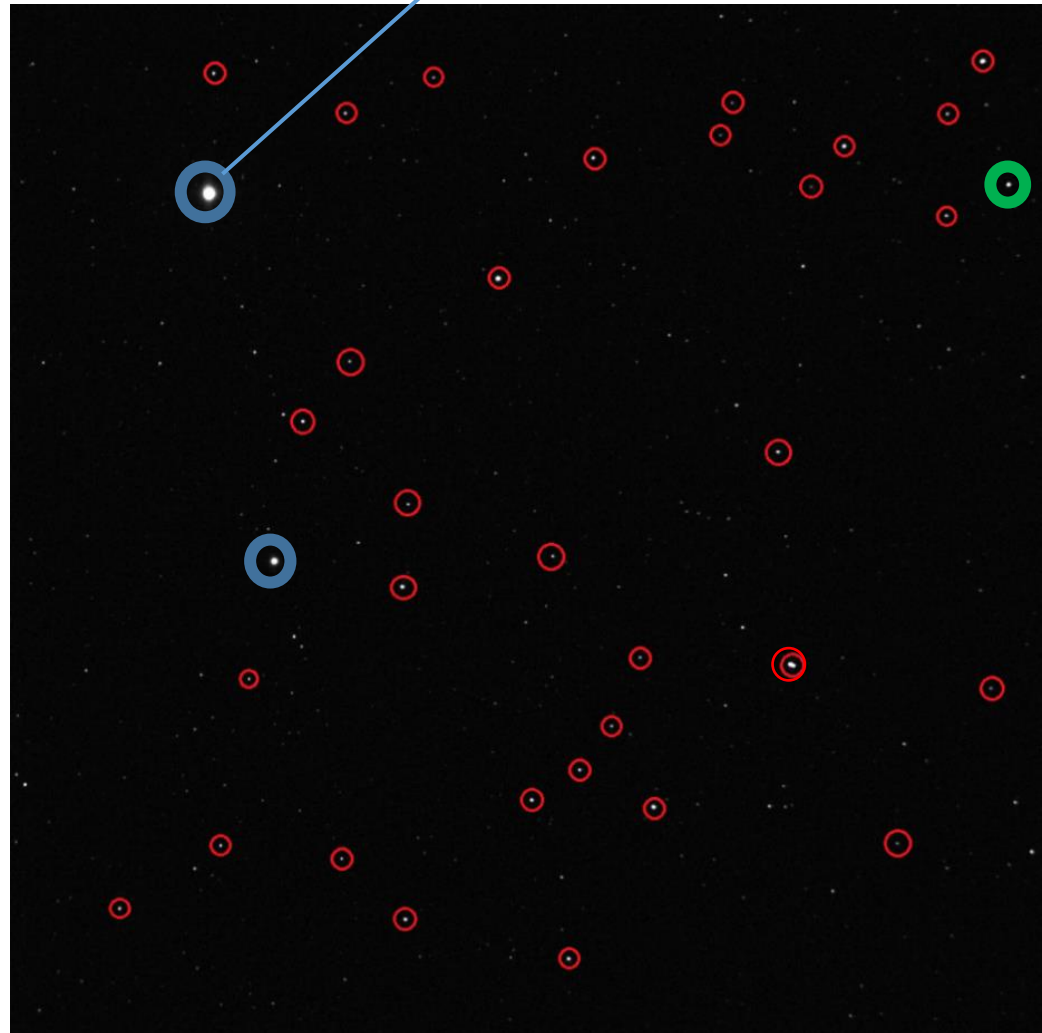
ティコ星表(ESA, 1997)
に含まれる星 (36点)

はくちょう座の一部
(TYC 3173-3151-1)

- ・ 明るすぎる星
・ 撮影範囲から
見切れる星
は除外
- ・重なっている星は
1つとみなす

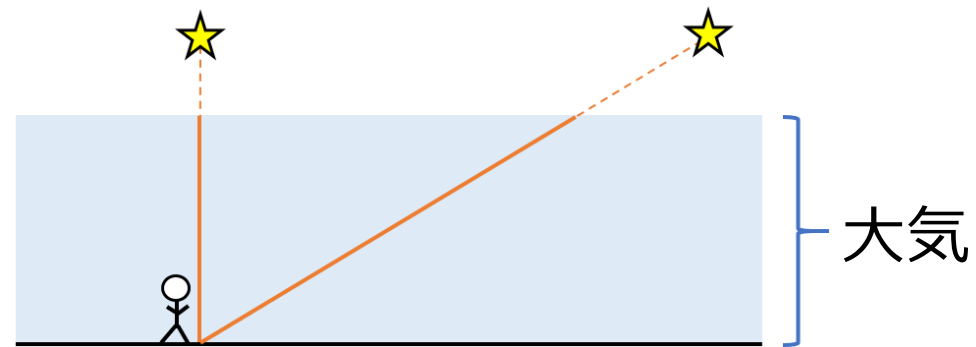


対象は32点に



データ処理の流れ


- 一次処理(ダーク引き・フラット割り)
- 測光(画像解析ソフトAstroImageJを使用)
- 雲の影響を受けた部分の除外
- 機械等級に変換
- 異常値の判別
- エアマスの補正

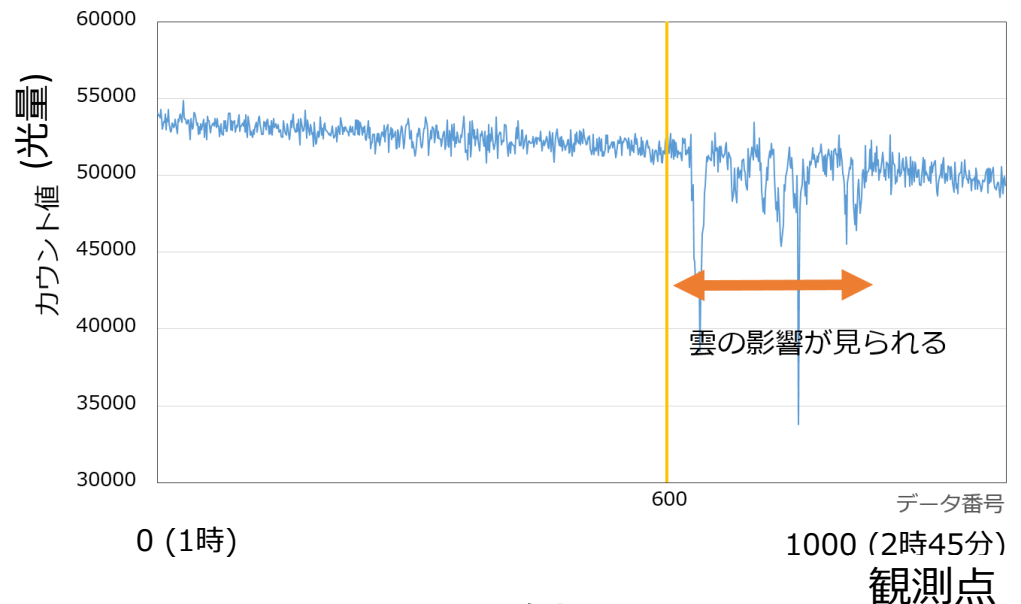


星の変動データ

雲の影響・機械等級

観測1回目では観測中に雲がかかっていた

 観測開始から600点分のデータのみ使用

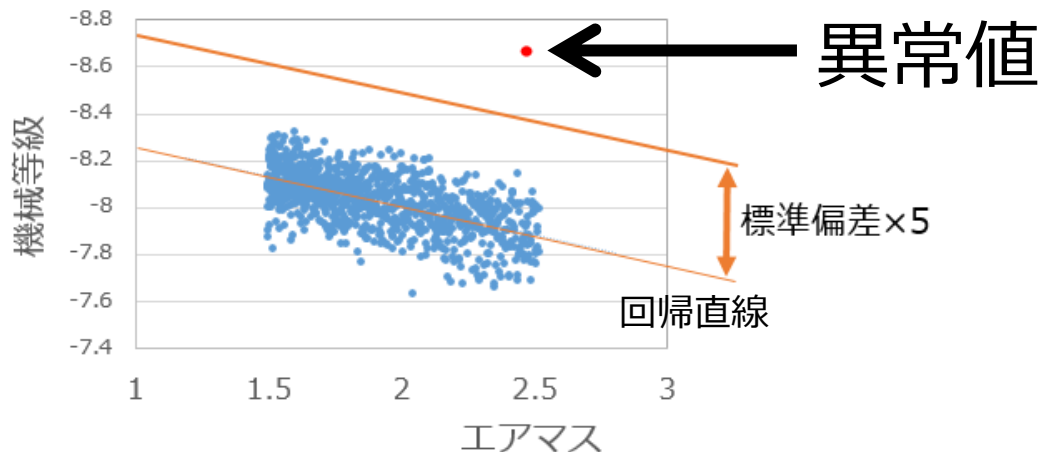


機械等級に変換

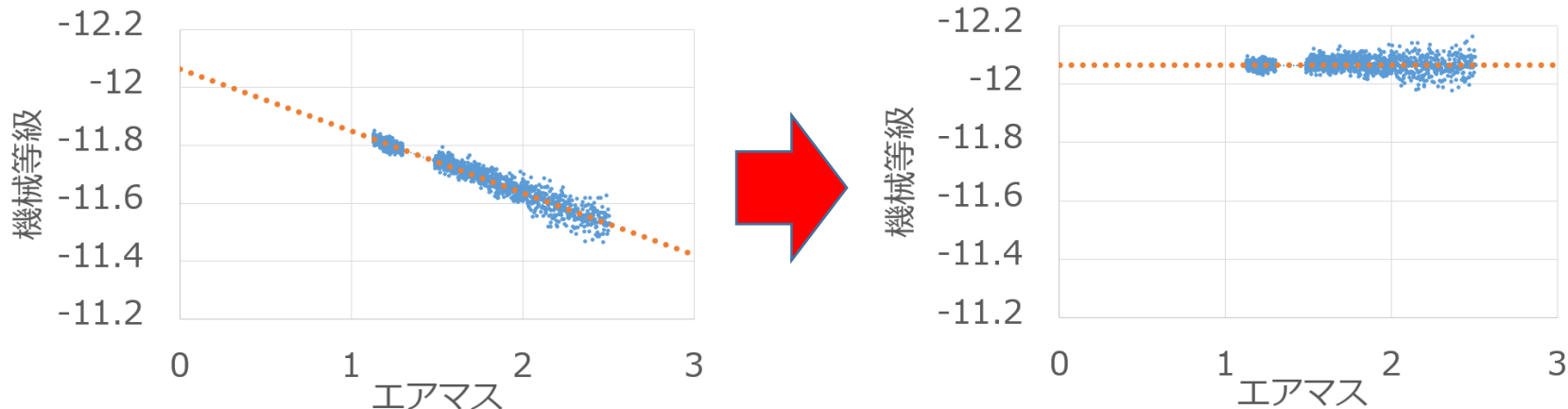
$$\text{機械等級} = -2.5 \times \log_{10}(\text{カウント値})$$

異常値判別・エアマス補正

異常値を判別



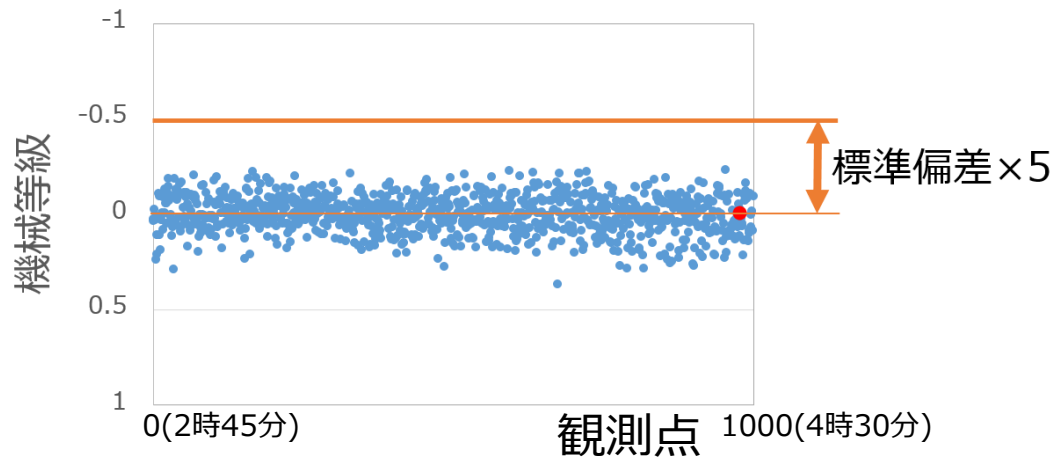
異常値を除いてエアマスの補正



変動データ

- 2回の観測それぞれで星ごとに機械等級の平均を引く
- 異常値とした点には変動0のデータを代入

➡ 32点×2回分の明るさの変動データを得る



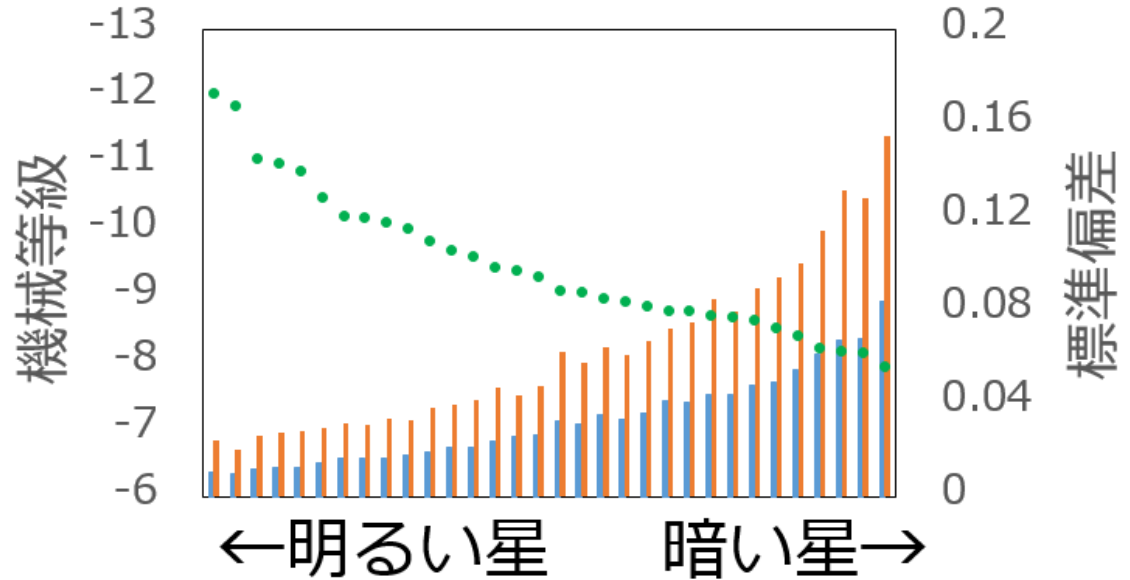
星の明るさと変動幅

2回目の方が
標準偏差が大きい



エアマスが大きく
大気の影響を受けやすい？

明るさと変動の標準偏差の関係



- 観測1回目 標準偏差
- 観測2回目 標準偏差
- 平均機械等級

スペクトル解析

- 32点×2回のデータにFFTを行う
- ISPACK(石岡、2015)を用いる
($2^a \times 3^b \times 5^c$ のデータ数にも対応)

フーリエ変換

$$X(f_k) = \frac{T}{N} \sum_{j=0}^{N-1} x(t_j) e^{-i\frac{2\pi}{N}kj}$$

$X(f_k)$: フーリエ係数
 $x(t_j)$: 変動の時系列
データ
T : 観測時間
N : データ数

パワースペクトル密度を求める

$$P(f_k) = \frac{|X(f_k)|^2}{T} \quad (\text{等級}^2/\text{s})$$

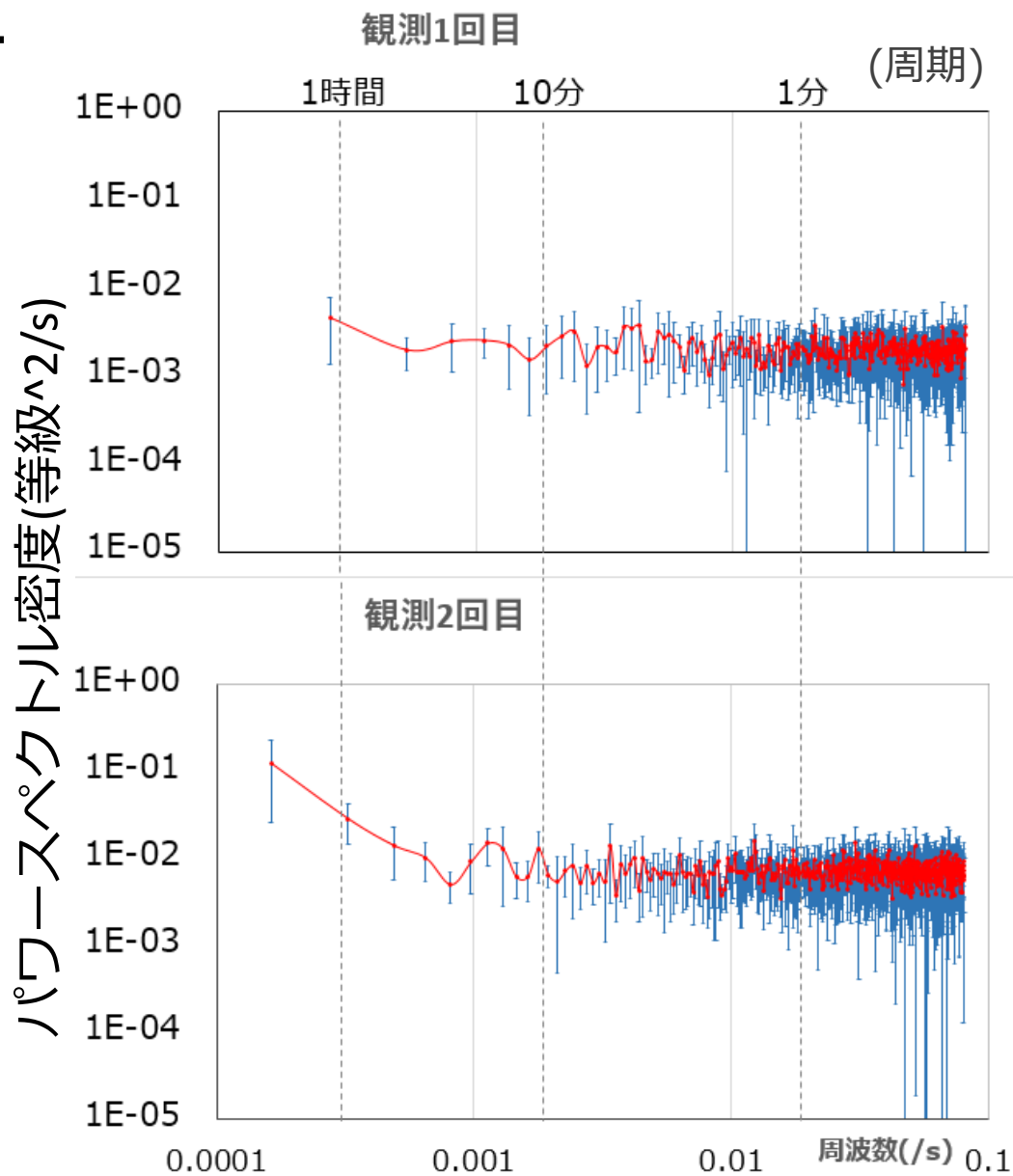
スペクトル分布

明るい順で取った
16個の星の
平均的なスペクトル分布
と95%信頼区間



- 10分前後の周期
- 長周期

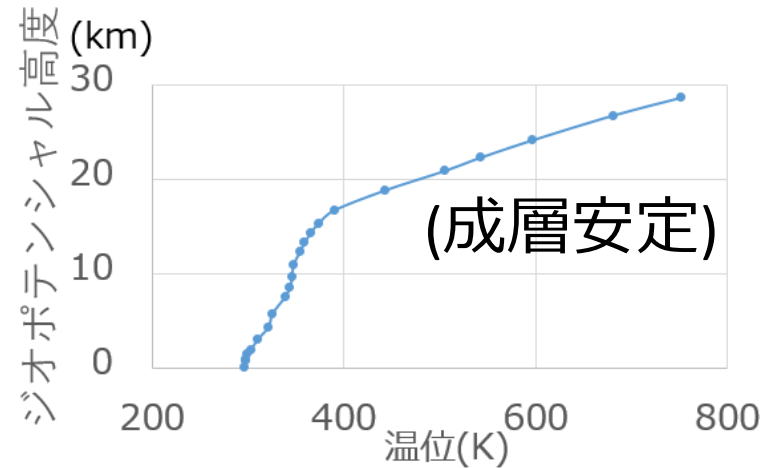
有意なシグナルは無い



考察

• 10分前後の周期

浮力振動は起こっても良い
統計的に有意なシグナルでは
無かった



観測前日21時、松江市での
温度の垂直プロファイル
(気象庁のデータより)

• 長周期のシグナル

- 夜明けが近づくにつれ長周期の変動
 - エアマスの処理が不完全
- などが考えられる

まとめ

- 2017年9月1日未明に星の長時間観測
- 1600枚の画像を元にスペクトル解析
- 大気変動の抽出を試みた

- 10分前後と長周期に気になるシグナル
- 有意なシグナルは見られない

参考

- ティコ星表(ESA, 1997, The Hipparcos and Tycho Catalogues, ESA SP-1200)
- AstroImageJ - v.3.2.0(Collins and Kielkopf, 2017)
- 気象庁
HP(<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)
- SKY-MAP (<http://www.sky-map.org/>)