

Be星 ASAS J193447+4226.1
(St H α 166) の
lasso法による周期解析

京都大学 修士2年 新島 啓友

introduction

- Be星とは、輝線が観測される(された)B型主系列星のことで、周囲には円盤が形成されている。
- 円盤の形成には星の脈動が関わっていると考えられている。
- lassoと呼ばれる手法を用いて周期解析を行い、脈動の周期や時間変動を求める。

Be星研究の利点

- 様々な恒星物理の理解に貢献できる可能性
 - viscous disk
 - astroseismology
 - asymmetric mass-loss processes
 - stellar angular momentum distribution evolution
 - magnetic field evolution

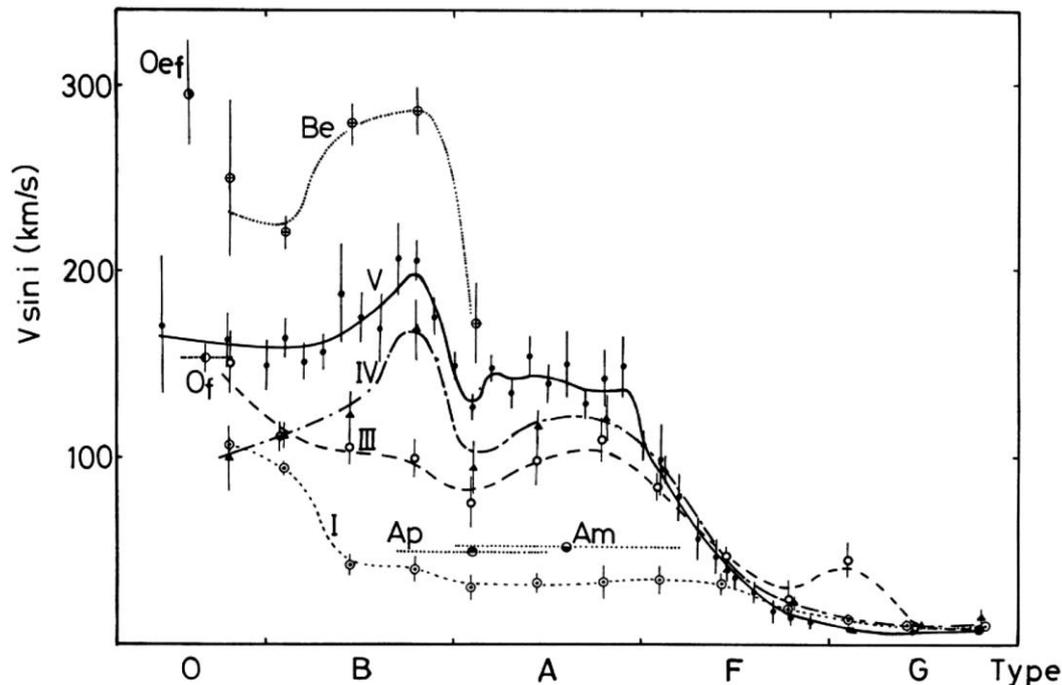
Be星とは

- Be星の定義

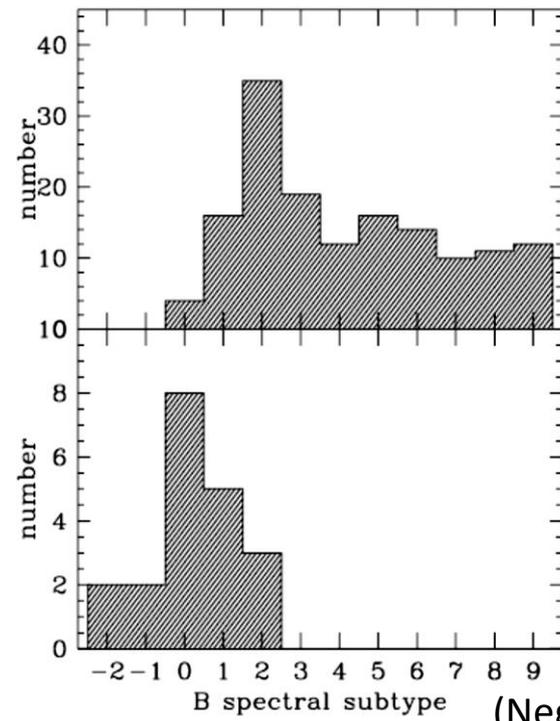
“A non-supergiant B-type stars whose spectra have, or had at one time, one or more Balmer lines in emission”
by Collins (1987)

- これは超巨星や特異な輝線星も含まれているので、それらを省いて光度階級V~IIIの星を**古典的Be星** (classical Be star)と呼ぶ

- 1866年、Secchiによって発見
- 最初の天体はカシオペア座ガンマ星 (γ Cas)
- 星の周りに円盤(星周圏)が存在する
- 円盤は単独星でも確認されている
- B型星の約20%がBe星と考えられている
- 高速自転している(赤道部で200~300km/s)



(Fukuda 1982)



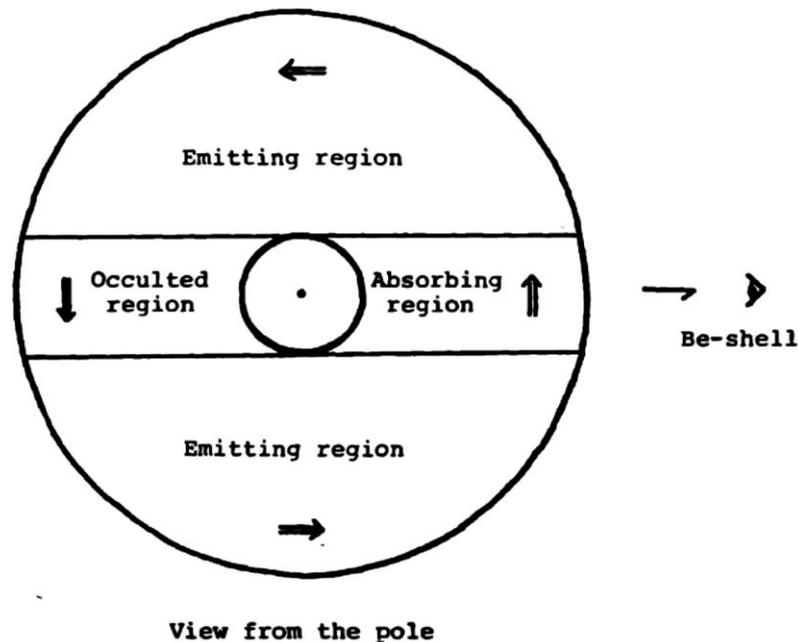
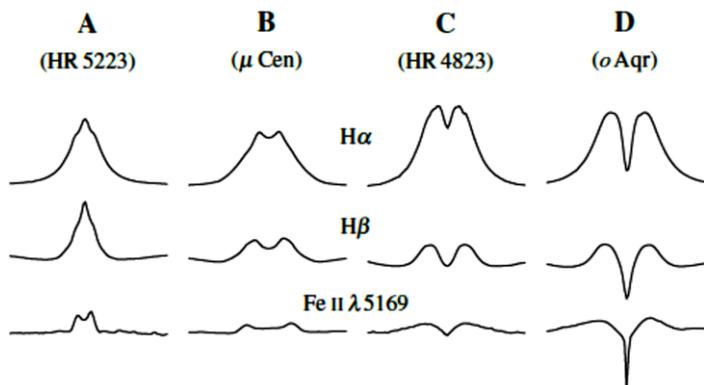
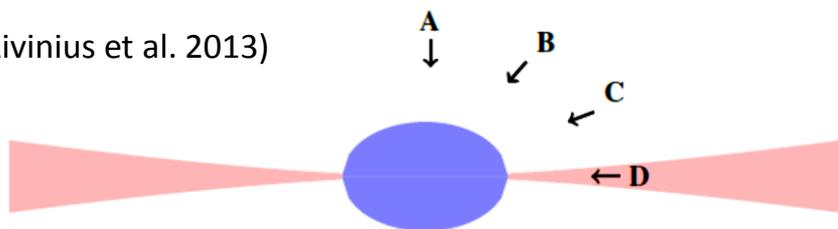
(Negueruela 1998)

Be星の円盤

- Be星の周りには円盤状またはリング状星周圏が存在し、それによって輝線が形成されると考えられている。

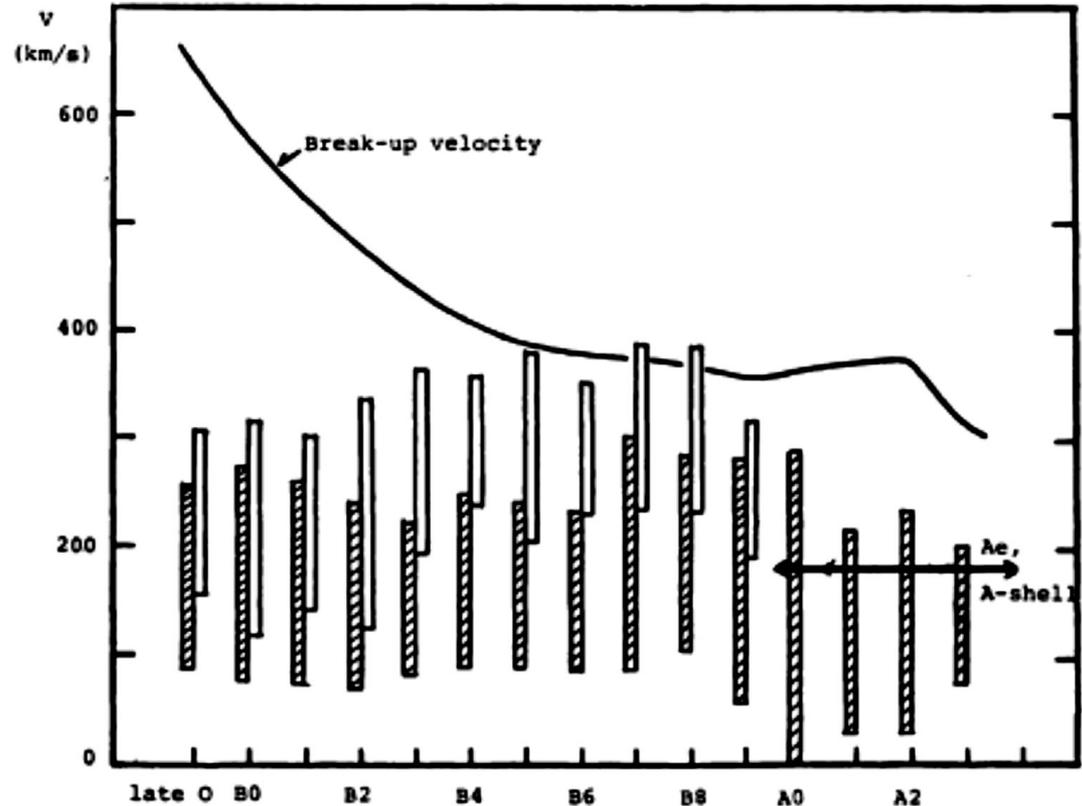
(Kogure & Hirata 1982)

(Rivinius et al. 2013)



円盤形成の要因

(Kogure & Hirata 1982)



- Be星の円盤は単独星でも確認されている。そのため、降着円盤とは異なる形成過程をたどっている可能性がある。

- 単独星の場合、星の高速自転と **non-radial pulsation (NRP)** によって星の赤道付近からガスが噴出し、円盤を形成していると考えられている。これを **decretion disk** という。

主な変動現象

- Be星は、様々なタイムスケールで多様なスペクトル変動を見せる。
数日以下の短期変動と、数日以上 of 長期変動に分けられる。

1. 短期変動

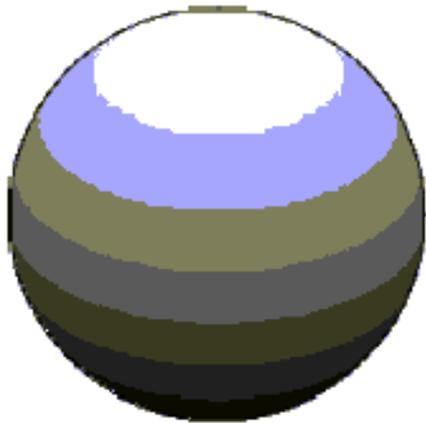
自転、**NRP (非動径振動)**、連星系相互作用、星周圏不安定など

2. 長期変動

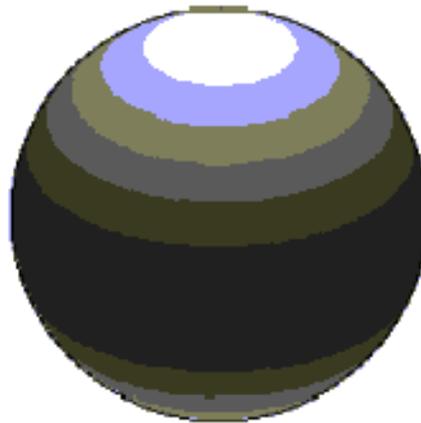
- 位相変化
- E/C 変動
- V/R 変動

• 星表面の非動径振動パターン

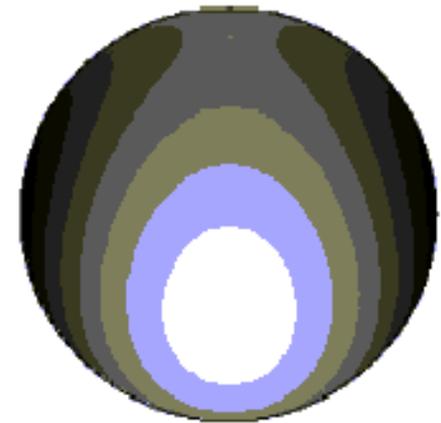
(関井さんのスライドより)



$l = 1, m = 0$



$l = 2, m = 0$



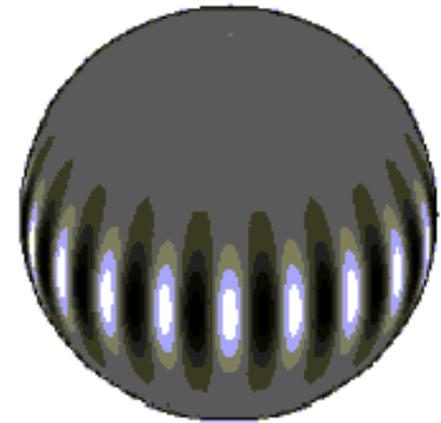
$l = 2, m = 2$



$l = 20, m = 0$

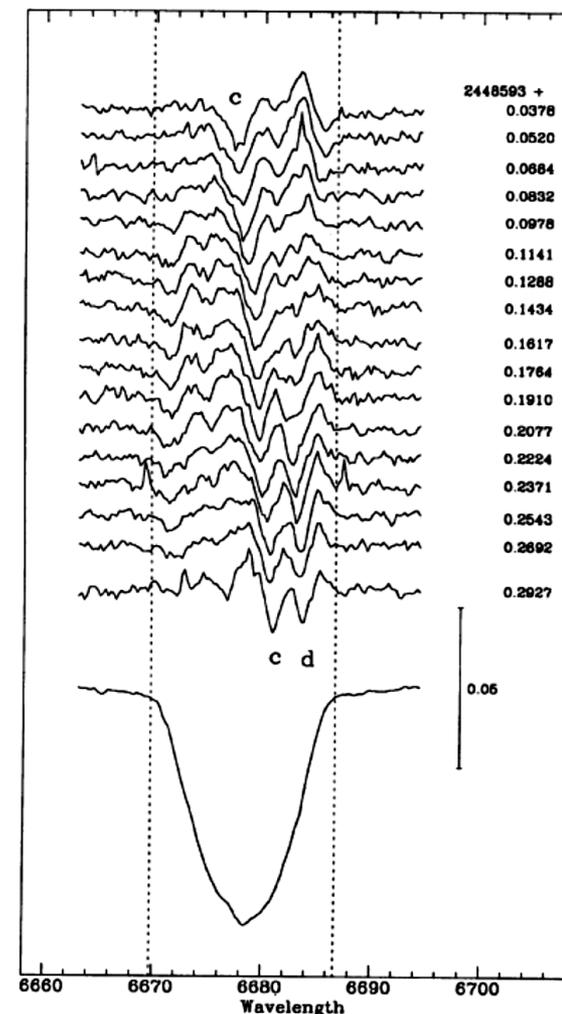
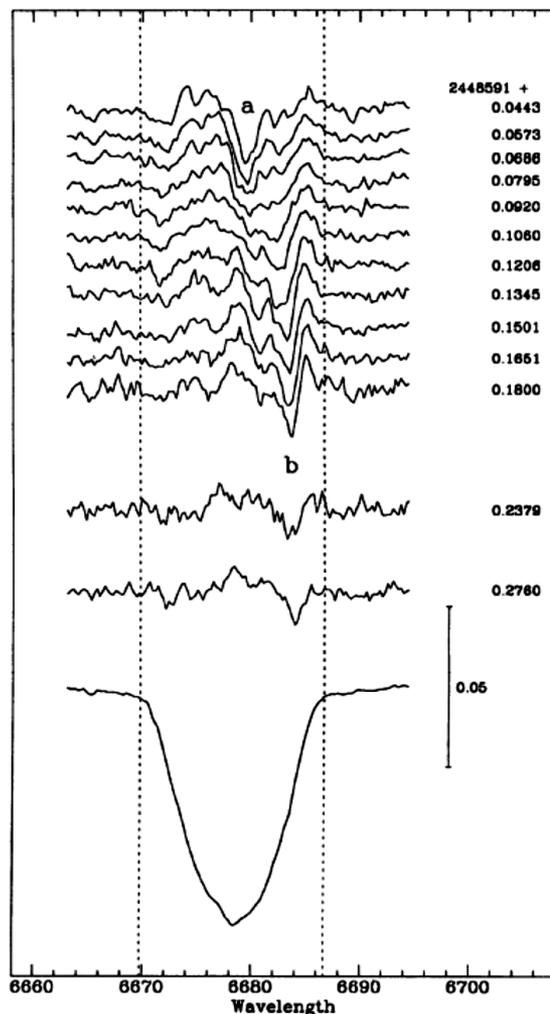


$l = 20, m = 17$



$l = 20, m = 20$

λ Eri



(Kambe et al. 1993)

- ほとんどのBe星でNRPが観測されている。

- 特徴

- ・周期: 0.1~3日

- ・振動の速度幅: 3~20km/s

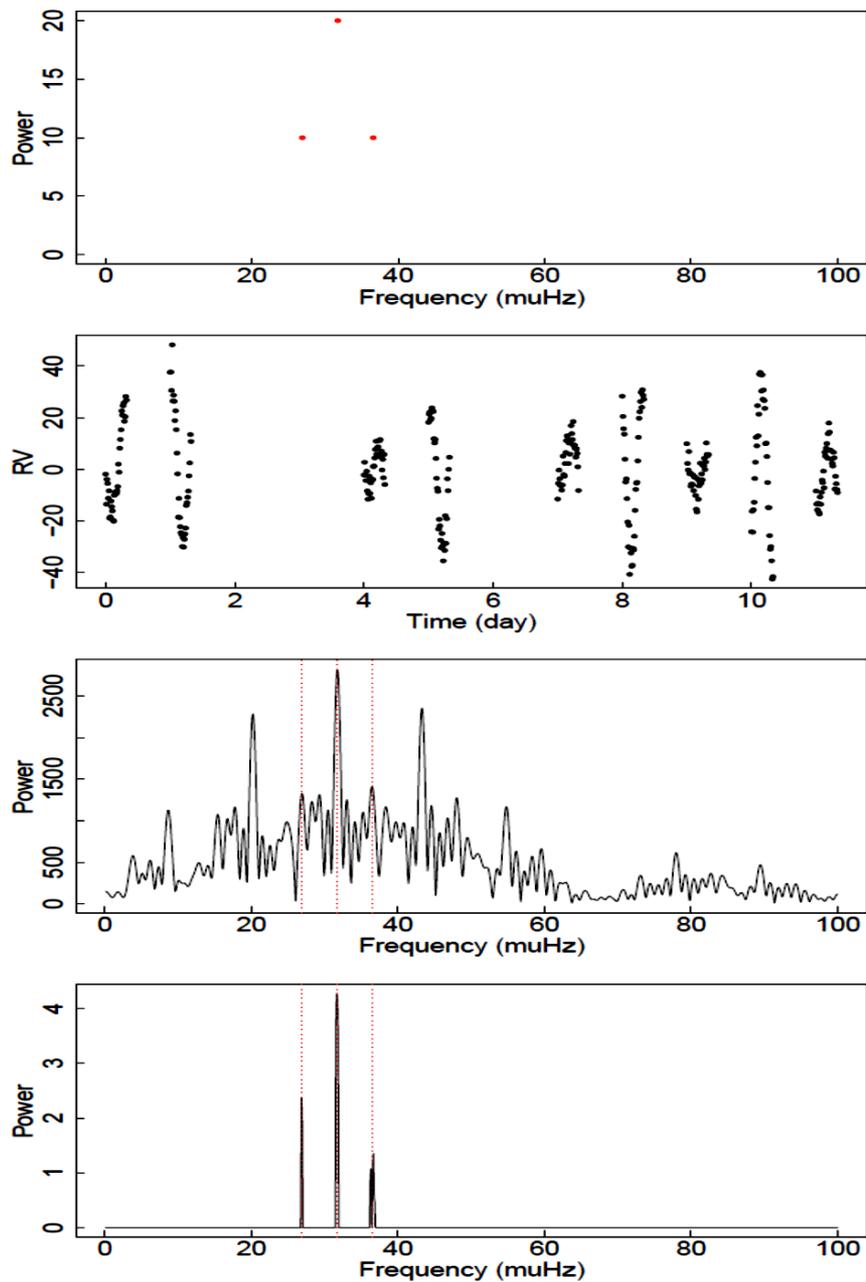
- ・動径の移動幅: 星半径の±0.02
以内

- ・表面の温度変化: 2000~3000K

Least Absolute Shrinkage and Selection Operator (LASSO)

- 変光星の周期は、光度曲線をフーリエ変換することで求めることが多い。
- しかし、天体のデータには欠測があるため非等間隔となり、偽の信号(エイリアス)が生じる。
- エイリアスに強い手法にLASSOがある。

- LASSOとはパワースペクトルのスパース性を利用した解析手法。
- データに対して多すぎる変数を用いることで、モデルの予測性能が低くなる「過学習」を防ぐため、罰則項を導入する。
- 特に、複数の周期の重ね合わせであることは分かっているが、その周期や数が不明でエイリアスも邪魔になるような時に非常に有効。

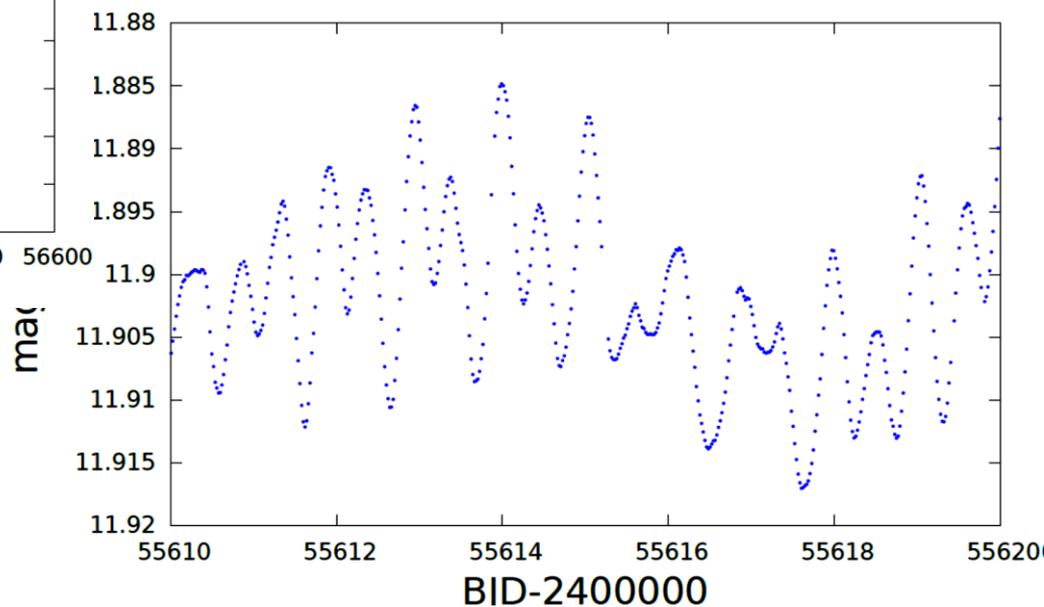
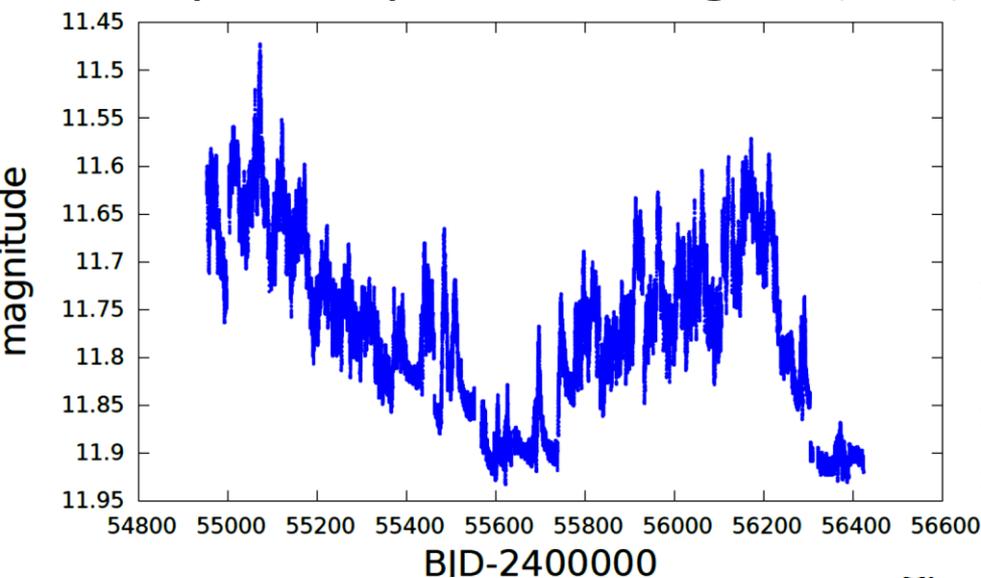


(提供:植村 誠さん)

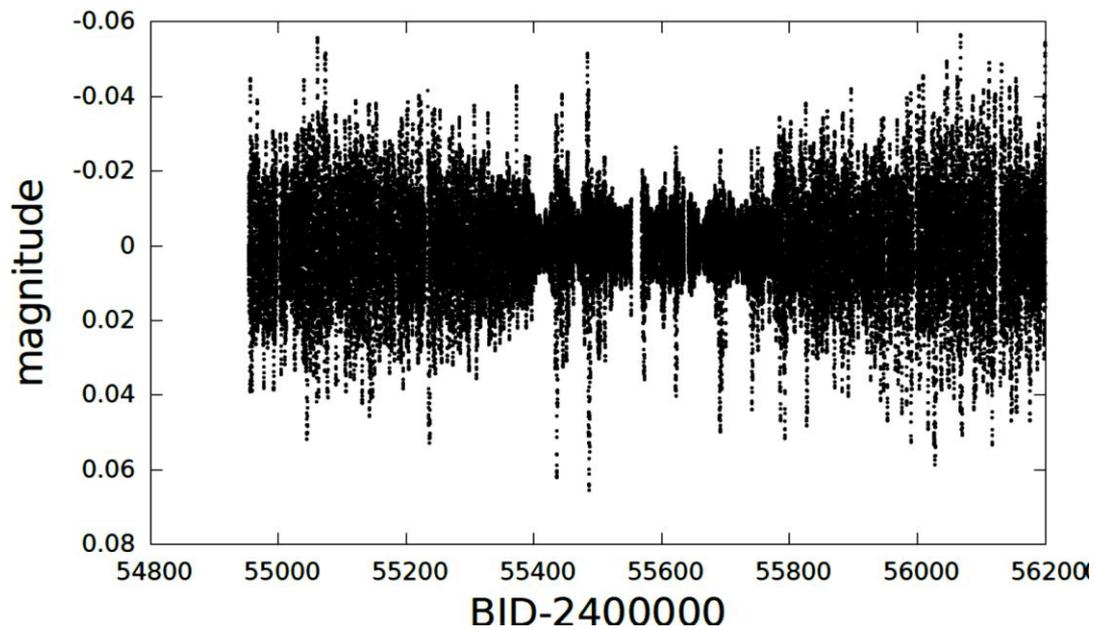
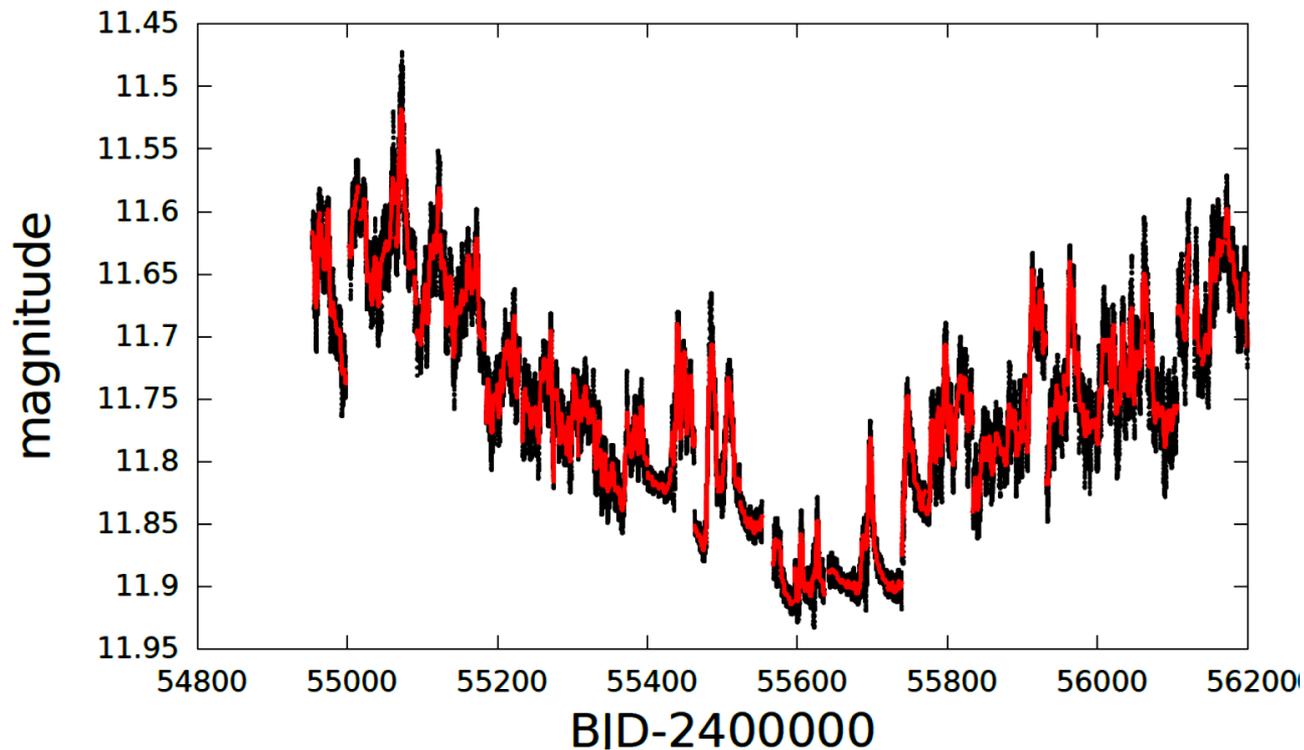
図 1: 光度曲線のフーリエ変換の実験。上から、仮定したパワー、光度曲線、通常の計算で得られたパワースペクトル、1次ノルム最小化 (LASSO) で推定されたパワースペクトル。

St H α 166

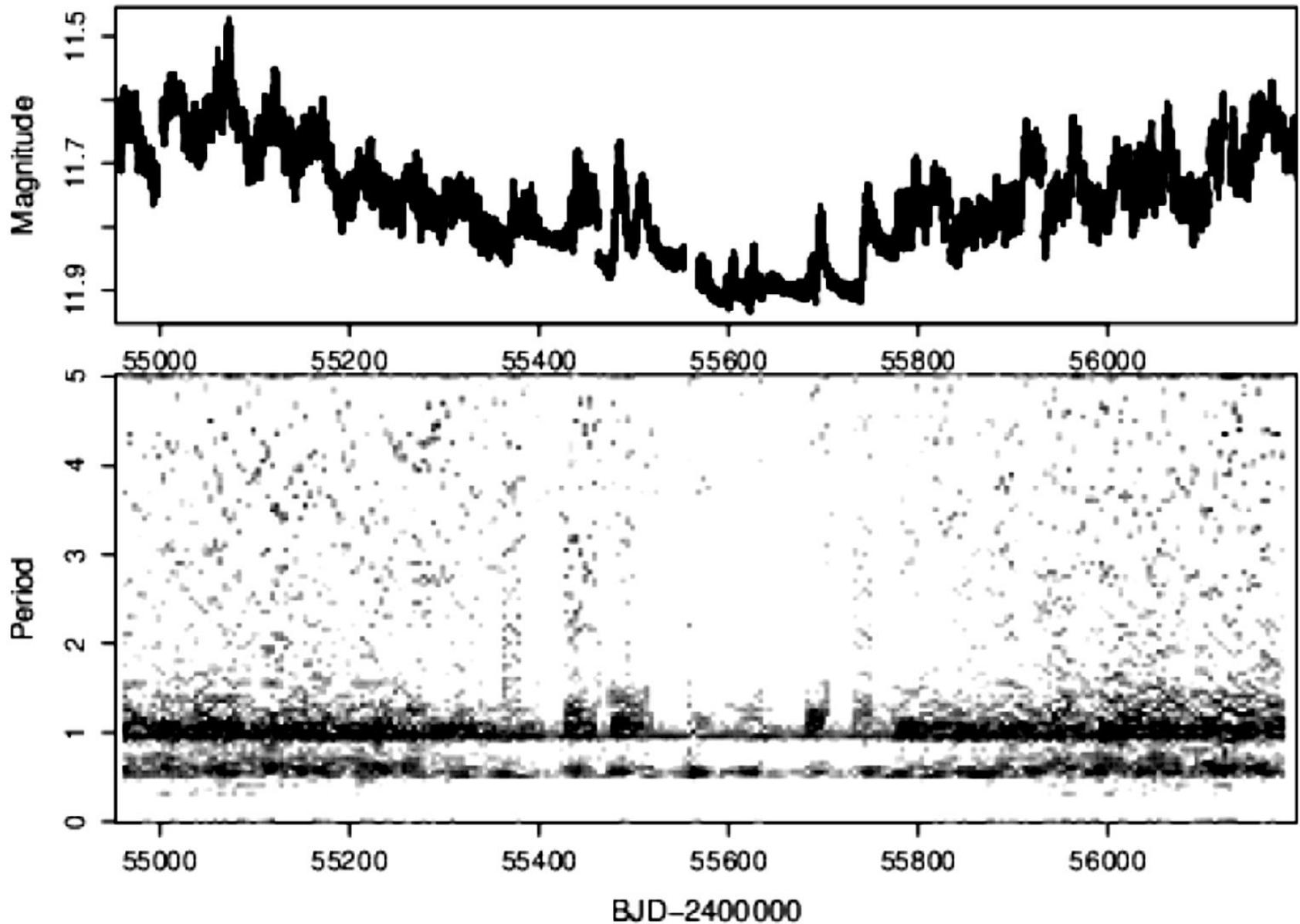
- 1986年、輝線が記録される
- 1988年、Be星であると確認
- Kepler Input Catalogue (KIC)では、有効温度17000K



lowess



LASSOの結果



静穏期

- 信号の強い
周期(日)

0.97588329

0.54998149

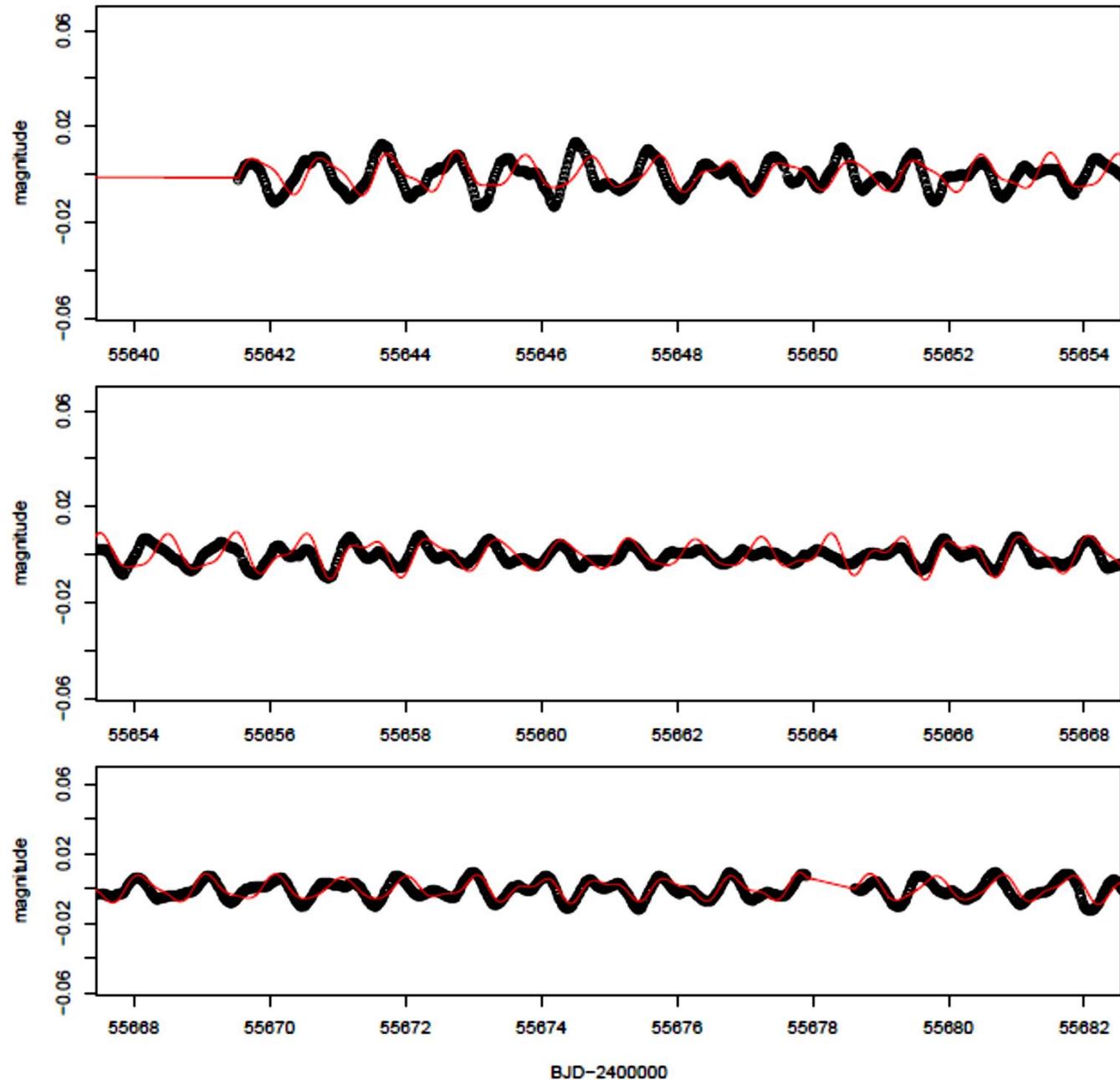
1.05585607

0.97319000

0.51682399

0.54168492

0.58932392



まとめ

- Be星に対してもLASSOは有効
- Fourier(先行研究)との比較が必要
- 今回は数日程度の周期を探したが、他の周期帯にも適用
- 欠測の多い天体にも使用
- 物理的解釈