

# 天文観測と統計的手法

統計数理研究所 池田 思朗

## 概要

天文学は点のような遠方の天体を観測し、宇宙の様々な知見を得ようという学問である。その観測には、望遠鏡の発明以降、それぞれの時代で最先端の計測機器が用いられてきた。近年は自動的に大量のデータが得られるためにまさに天文ビッグデータの時代となっており、これまで以上に統計学や機械学習的な手法が必要とされている。

観測するのは天体から届く電磁波が主である。対象となる波長は  $\gamma$  線や  $X$  線のような短い波長から可視光、赤外、そして電波のような長い波長まで様々である。電磁波の性質は波長によって異なるため、それぞれの波長に特有の困難が存在する。また、データから得ようとする知見も多岐に渡るため、天文観測は限られた情報から知識を得ようとする不良設定問題が数多く存在する。本発表では、こうした天文データに対する統計的手法の中から、特にスパースモデリングに関する方法をいくつか紹介する [1]。スパースモデリングとは、LASSO[2] や圧縮センシング [3] などに代表される疎性に基づく情報処理の方法である。

天文データの処理において、LASSO が有効な例は多岐に渡る。複数のアンテナを用いて電波を記録し、干渉させた結果から画像を得る電波干渉計の計算方法では LASSO を用いることによって鮮明な像が得られている [4]。天候によって観測の間隔が不均一になることが避けられない天文観測では、明るさが変動する天体の周期を知るためには不等間隔の観測からの周期の推定が重要な課題である。こうした問題においても LASSO は有効である [5]。

この他にも統計的モデル選択として、超新星のスペクトラムからの超新星分類のための変数選択 [6]、そして隠れ変数を持つ多項分布の推定法を用いたコンプトンカメラのイメージングの方法 [7]、など統計的方法を用いたいくつかの例を紹介する。

## 参考文献

- [1] 池田, 本間, 植村. スパースモデリングと天文学. 応用数理, 25(1):15–19, March 2015. 岩波書店.
- [2] R. Tibshirani. Regression shrinkage and selection via the lasso. *J. R. Stat. Soc., Ser. B*, 58(1):267–288, 1996.
- [3] D. Donoho. Compressed sensing. *IEEE trans. Inform. Theory*, 52(4):1289–1306, April 2006.
- [4] M. Honma, K. Akiyama, M. Uemura, and S. Ikeda. Super-resolution imaging with radio interferometry using sparse modeling. *Publ. Astron. Soc. Jpn*, 66(5):95, 2014.
- [5] T. Kato and M. Uemura. Period analysis using the least absolute shrinkage and selection operator (lasso). *Publ. Astron. Soc. Jpn*, 64(6):122, 2012.
- [6] M. Uemura, S. Kawabata, S. Ikeda, K. Maeda, et al. Variable selection for modeling the absolute magnitude at maximum of type Ia supernovae. *Publ. Astron. Soc. Jpn*, in press, 2015.
- [7] S. Ikeda, H. Odaka, M. Uemura, T. Takahashi, S. Watanabe, and S. Takeda. Bin mode estimation methods for Compton camera imaging. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*, 760:46–56, October 2014.