

天文学とデータ科学

Astronomy and Data Science

数理・推論研究系 池田 思朗 (Shiro Ikeda)

要 旨

深層学習の成功をきっかけとして、データ科学分野へ大きな注目が集まっている。新たなデータ処理の方法は産業を通じた社会への貢献だけでなく、自然科学の分野にも影響を及ぼすはずである。生物学ではこうした流れからバイオインフォマティクスが生まれた。天文学ではまだそうした大きな流れは生まれていないが、今後はデータ科学によって大きく変わっていくはずである。

キーワード：天文学, データ科学, Event Horizon Telescope, すばる望遠鏡。

1. はじめに

天文学では、観測結果がデジタルデータとして保存されるようになって以来、計算機上で統計的な解析が行われてきた。しかし、これからの天文観測では爆発的にデータが増えていくため、新たなデータ解析手法の導入は必要不可欠である。今後の天文学は、データ科学との有機的な共同研究が必要となる。

この数年、天文学者と議論を重ねてきた経験から、データ科学から天文学への貢献の可能性には大きくふたつの方向性があると考えている。ひとつは新たな方法による解析精度の向上だろう。限られたデータからデータ科学の方法によってより多くの情報を得ようという方向性である。もうひとつはビッグデータへの対応である。今後、観測機器の高性能化によって高精度なデータが非常に多く得られるようになると、これまで天文学者が解析に用いてきた方法では対応しきれない。ここにも新しいデータ科学の方法が求められている。

2. 電波干渉計とスパース推定

電波干渉計は天体から発せられる電波を複数のアンテナで受信し、相関処理をしたのちに天体のイメージを得ようというものである。離れた位置にあるアンテナの信号に相関処理を行えば、光の干渉と同じように画像のフーリエ変換に対応する情報を得られる。したがって、この逆問題は理想的には逆フーリエ変換によってイメージングできるはずである。しかし、アンテナ数は限られており、一般にフーリエ空間上の観測点の数はイメージのピクセル数に比べて少ない。このため、電波干渉計のイメージングの問題は不良設定問題である。

条件が足りない不良設定問題に対して、データ科学ではこの 20 年、LASSO や圧縮センシングといったスパース推定の手法が開発された。例えば画像上で局所的に光源が分布しているコンパクトな天体の場合、こうした方法は有効である。我々はブラックホールシャドウの撮像のためのプロジェクト Event Horizon Telescope (EHT) に参加していて (Honma et al., 2014;

Ikeda et al., 2016; Akiyama et al., 2017), スパース推定は EHT に欠かせない方法のひとつになっている。こうした貢献はまさに、新たな方法による解析精度の向上であろう。

3. すばる望遠鏡の観測データからの超新星の選別

もうひとつ、現在共同研究を行っているのは、すばる望遠鏡の超広視野主焦点カメラ (HSC: Hyper Suprime-Cam) を用いたサーベイ観測「すばる戦略枠プログラム」に関するプロジェクトである。このプログラムは 2014 年に開始され、5 年間で 300 晩の観測を行う。最終的に観測データはペタバイトのオーダーになると見積られている。そこで期待されている成果のひとつは、遠方で発生する Ia 型超新星を数多く検出することである。これにより、宇宙論パラメータの推定精度が向上すると考えられる。

突然現れる超新星探索の発見は、ある日の画像から以前に撮った画像を差し引き、差分イメージに引き残された超新星を見つけ出すことになる。これまでは差分から超新星の候補となる画像パッチを自動的に取り出し、それを人間が本物か偽物か判定を行っていた。しかし、HSC の差分画像では、一晩に観測される超新星候補の数は数万以上に登り、その中にある目的の超新星は高々数十個しかないと見積もられている。このため、人間の目に頼るのではなく、本物・偽物の判定結果を返す関数を機械学習の方法によって作成し、実際の観測に用いている (Morii et al., 2016)。この研究は、これまでの天文学の方法をビッグデータでも引き続き行うための対応である。

4. まとめ

天文学は、歴史の初期から存在する最も古い学問のひとつである。歴史的にみれば、常に最先端の技術が投入されてきた。現在大きく発展しているデータ科学の方法が取り入れられるのも当然の流れである。

ここに挙げたように、天文学からデータ科学への期待は、より多くの情報を引き出し、来たるビッグデータに対応するという 2 点になるだろう。その先、データ科学が主導して天文学へ新たな提案をすることができれば、天文データ科学と呼べる分野が確立するだろう。

これまで天文学に関するさまざまなデータ解析の相談を受けてきた。今後 10 年の間に起きる天文学の変化の力になりたいと考えている。

参 考 文 献

- Akiyama, K., Ikeda, S., Pleau, M., Fish, V. L., Tazaki, F., Kuramochi, K., Broderick, A. E., Dexter, J., Mościbrodzka, M., Gowanlock, M., Honma, M. and Doeleman, S. S. (2017). Superresolution Full-polarimetric Imaging for Radio Interferometry with Sparse Modeling, *The Astronomical Journal*, **153** (4), 159(12pages).
- Honma, M., Akiyama, K., Uemura, M. and Ikeda, S. (2014). Super-resolution imaging with radio interferometry using sparse modeling, *Publications of Astronomical Society of Japan*, **66** (5), 95(14pages).
- Ikeda, S., Tazaki, F., Akiyama, K., Hada, K. and Honma, M. (2016). PRECL: A new method for interferometry imaging from closure phase, *Publications of Astronomical Society of Japan*, **68** (3), 45(9pages).
- Morii, M., Ikeda, S., Tominaga, N., Tanaka, M., Morokuma, T., Ishiguro, K., Yamato, J., Ueda, N., Suzuki, N., Yasuda, N. and Yoshida, N. (2016). Machine-learning Selection of Optical Transients in Subaru/Hyper Suprime-Cam Survey, *Publications of Astronomical Society of Japan*, **68** (6), p. 104(8pages).