

サポートベクトルマシンによる銀河形態の分類

予測発見戦略研究センター
特任研究員 齋藤 正也

1 背景および要旨

銀河はその形態によって楕円銀河と渦巻銀河とに大別される。形態は専門家の目視による画像診断に基づく。しかし、専門家間の見解の相違や近年のサーベイによる銀河サンプル数の増大等のために、形態分類の自動化が図られるようになった。分類のための指標として中心集中度がよく利用される。楕円銀河は中心集中度が高いのに対し、渦巻銀河では中心ほどではないが腕の部分がそれなりに明るいため、全体としての中心集中度は低い。しかし、Shimasaku et al. (2001) が行った人間の分類と中心集中度の閾値による分類とを比較した実験では 20% 程度の誤分類が生じている。

形態は銀河内部の物理を反映したものであると考えられている。楕円銀河には新たに星を形成するためのガスが乏しいのに対し、渦巻銀河ではガスに富み、いまなお若い星がつけられ続けているというのが、受け入れられているシナリオである。このガスの有無は、スペクトル・プロファイルの違いとして観測される。楕円銀河では、恒星起源の連続光スペクトルになるが、渦巻銀河の場合には、恒星からの紫外光による電離ガスの再結合から生ずる線スペクトルが含まれる。

本報告では、スペクトル上の特徴を利用した形態分類が可能かどうかを調べる。分類の手段として、サポートベクトルマシンを使った教師つき機械学習を行う。分類ができる場合は、画像的特徴と組み合わせることで、形態分類能力を高めることが期待できる。適切な分類ができない場合は、銀河内部の物理について上記とは別のシナリオの検討の余地が生まれる。

今回行った 93 銀河 (楕円 37、渦巻 56) を対象とした実験の結果は、後者の可能性を示唆している。楕円銀河を渦巻銀河と誤判別するケースが多く、これらのケースでは、楕円銀河でありながら、顕著な輝線が観察される。結論づけるにはサンプル数が少なすぎるが、形態上は楕円でも異なるの形成過程を経て現在へ至ったものの存在が予想される。

2 SDSS

今回使用したデータセットはスローン・デジタル・スカイサーベイ (SDSS = The Sloan Digital Sky Survey) から取得している。このプロジェクトは、アパッチポイント天文台 (ニューメキシコ州) に設置された専用 2.5m 望遠鏡によるサーベイプロジェクトで、1999 年の観測開始から 2005 年までに全天の約 1/4 をカバーした。有効波長範囲は 3800~9200 Å で可視光~赤外域に相当する。5 つのフィルタによる撮像が先行して行われ、その後の追跡観測で分光観測が行われる。分光観測でスペクトルが得られた天体の数は、最新の第 7 次リリース (SDSS DR7, 2009) の時点で、銀河 93 万、クエーサ 12 万、恒星 46 万にのぼっている。

3 実験と結果

93 の銀河サンプルを用いて、サポートベクトルマシンを用いた 2 値分類実験を行う。なお、このサンプルは、赤道座標原点から半径 60 度の範囲の内、赤方偏移が $0.02 \leq z \leq 0.03$ であるもの

表 1: クロスバリデーションの結果

	正解	不正解	合計
楕円	26	11	37
渦巻	52	4	56

から構成した。SDSS が提供する分光データの形式にはいくつかあるが、今回の実験では輝線/吸収線強度を入力ベクトルに用いた。

分類可能性を調べるために、クロスバリデーション試験を行った。結果は表 2 の通りである。明らかに、楕円銀河の分類の不正解率が高い。不正解サンプルの輝線強度を観察した結果、冒頭で述べたように、形態とスペクトル状の特徴との対応が、シナリオと逆になっていることがわかった。図 1 に代表例を示す。シナリオとの逆転は渦巻銀河の不正解例でも見られるが、表 2 の通り不正解の比率は小さい。

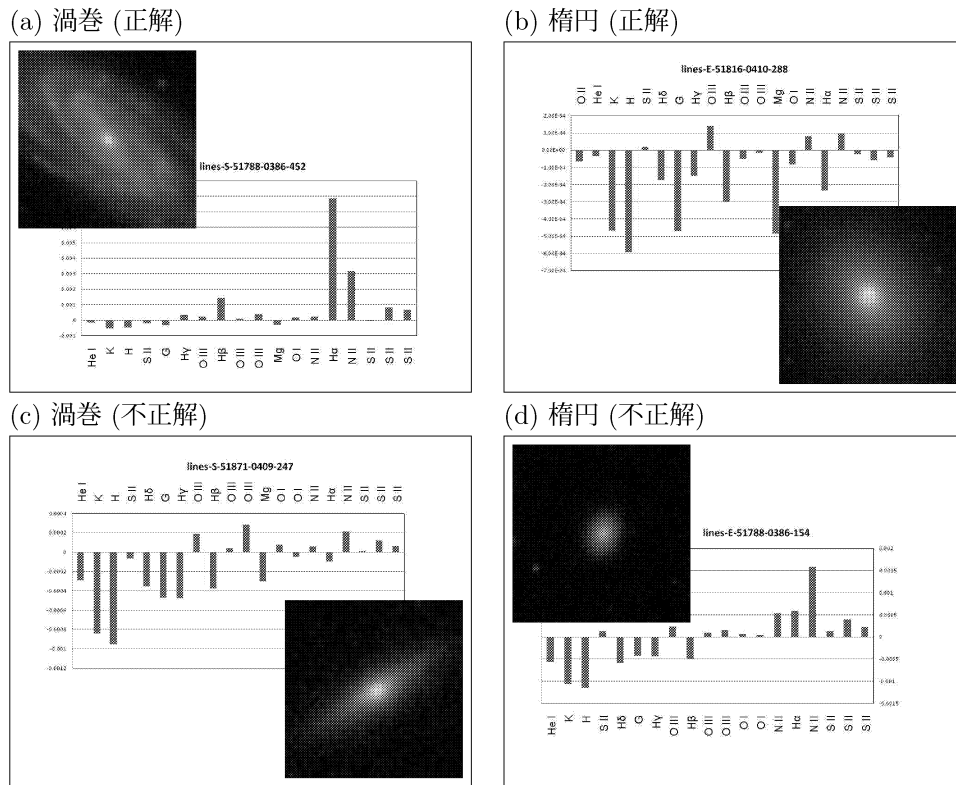


図 1: 形態およびクロスバリデーションの結果毎のスペクトルの例

参考文献

K. Shimasaku et al. (2001). Statistical properties of bright galaxies in the sloan digital sky survey photometric system, *Astronomical Journal*, **122**, 1238–1250.
 The slone digital sky survey (SDSS), <http://www.sdss.org/>.
 K. N. Abazajian et al. (2009). The Seventh Data Release of the Sloan Digital Sky Survey, *Astrophysical Journal Supplement*, **182**, 543–558.