

Evolution of the UV luminosity function with a novel noise-based detection technique

著者	AKHLAGHI Mohammad
号	71
学位授与機関	Tohoku University
URL	http://hdl.handle.net/10097/64257

論文内容要旨

氏名	AKHLAGHI Mohammad	提出年	平成28年
学位論文の 題目	Evolution of the UV luminosity function with a novel noise-based detection technique (ノイズ評価に基づく新天体検出手法を用いた紫外光度関数の進化)		

論文目次

1 Introduction
2 Data and Methods
2.1 Data “depth”
2.2 Detection and photometry
2.2.1 Completeness and Purity
2.2.2 NoiseChisel completeness and purity
2.2.3 Magnitude Limit
2.2.4 SExtractor completeness and purity
2.2.5 Magnitude dispersion
2.2.6 PSF-matching
Chapter 3: Finding dropouts
3.1 Matched Catalogs
3.2 Color-color selection
3.3 Comparison with B15 dropouts
Chapter 4: Dropout Luminosity function derivation
Chapter 5: Results
5.1 Non-parametric Luminosity function
5.2 Parametric luminosity function
Chapter 6: Discussion
6.1 Dropout redshifts
6.2 Lyman continuum escape fraction
6.3 Intergalactic medium
6.4 The normalization factor and its evolution
6.5 The faint end, its evolution and reionization
6.6 Caveats and future
Chapter 7: Summary

Appendix A Detection on a χ^2 image

Appendix B Reproduction pipeline

Appendix C Configuration files

C.1 NoiseChisel parameters

C.2 SExtractor parameters

The highly star-forming galaxy population of galaxies when the age of the universe was less than 1.5 billion years old are some of the most distant objects we can directly observe with our optical and infra-red instruments. Therefore they provide exceptional ability in understanding cosmic structure and galaxy formation and studying the change in their properties as a function of distance/time helps in constraining galaxy evolutionary scenarios. They are also expected to be a major contributing factor to cosmic reionization, further signifying the importance of this population in our current astronomical understanding. The dropout approach is the most successful method to select these galaxies from the deep survey images conducted by telescopes. The dropout method exploits the strong breaks in the expected spectral energy distribution of these objects.

The images of these dropout galaxies are strongly blended with the larger/brighter galaxies that lie on similar lines of sight but with smaller distances. The detection method thus plays an instrumental role in their study. All the research on this population until now has been done with a single detection paradigm, mostly implemented by a single software.

Therefore for the first time, we are independently verifying those results with the new noise-based detection methodology. The Hubble Space Telescope (HST) eXtreme Deep Field (XDF) is used along with the CANDELS-Deep GOODS-South which encompasses it. The former is currently the deepest field observed with the HST.

The color selection which defines the dropout method is used as a reference to define the effective volume over which we can detect these objects for the first time without the need to use Monte Carlo simulations which can have strong a-priori bias and require heavy parametrization. This method proves to be very accurate and comparable with the effective volumes measured before. The luminosity function is then plotted for each sample of dropout galaxies, which represent different epochs of early cosmic history.

We find that the increased ability of detecting very low surface brightness signal has detected signal in filters blue-wards of the dropout and thus significantly decreased our sample of dropouts compared to previous studies. Such that the two higher redshift samples do not give enough dropouts to parametrically fit the luminosity function. We also observe a decreasing faint-end slope which is contrary to previous studies on this dataset and we attribute it to our different volume estimation method. Current reionization models need a strong positive faint end slope, therefore our current results suggest that star forming galaxies were not the primary engine behind reionization, further study is needed to quantify and further assess this result.

論文審査の結果の要旨

宇宙誕生後15億年より若い非常に遠方の銀河は激しい星生成活動を示しており、可視光と赤外線撮像カメラで直接観測することができる。それ故、そのような銀河は銀河分布の階層構造や銀河の生成及びそれらが時間とともにどのように進化するかということの研究する上で重要である。また激しい星生成活動を示す銀河は宇宙の再電離にどの程度の寄与をしているかを知ることができる。ドップアウトと呼ばれる方法は分光的エネルギー分布に、ある波長より短波長側で際立った減光を示すことを利用し、観測画像データの中から効率よく選び出すことができる。一方でこのようなドロップアウト銀河は近傍の大きく明るい銀河と重なり合って抽出が困難である。そのため、検出方法は結果に大きく影響を及ぼす。これまでの研究では一般に普及した方法のみが用いられており、その方法に欠陥があれば、これまでの研究結果に大きな変更を迫ることになる。本論文ではこれまでとは全く異なるアルゴリズムに基づく天体の検出方法を開発し、独自の方法によって過去の研究の再解析を行った。ハッブル望遠鏡はXDFとCANDELSと呼ばれる深宇宙探査データを提供している。前者はこれまで人類が得た、最も遠い銀河の観測であり、世界中の研究者によって銀河進化等に使われている。本論文ではこのデータを独自の方法で再解析を行い、紫外光での銀河の光度関数を再評価したものである。これまでの研究では人工的に生成した疑似銀河によって、その解析方法の正当性を主張しているが、本論文では疑似銀河によらない評価方法を採用しているのも優れた点である。そしてこの新しい銀河の検出方法を用いて得られた紫外光で強い銀河の光度関数を赤方偏移4から8の遠方において求めた。これは従来の方法よりも10倍も深い観測である。その結果、紫外光での銀河光度関数は、特に、低光度銀河において従来に比べて顕著に少ないことを明らかにした。

以上の論文の内容は、著者が自立して研究活動を行うに必要な高度の研究能力と学識を有することを示している。したがって、モハマド アクラギ氏提出の博士論文は、博士(理学)の学位論文として合格と認める。