

宇宙の非一様構造の解明に 向けた超新星データの再解析

弘前大学大学院理工学研究科
外圏環境学講座葛西ゼミ所属

博士後期課程2年

安達 大

研究目的

- Ia型超新星の観測データをもとに、宇宙の大局的非一様性及び、局所的な非一様性を考慮することで、Dark EnergyなしでIa型超新星の観測データを再現できるか。

先行研究

- K. Tomita (2001, etc.)
- M. Kasai (2007)
- 他多数

研究内容

- M. Kasai (2007) と比較して次の点を改良した。
- 超新星データとして Ries et al. (2004) の gold set データを用いた。
→データの個数が増えた。 $z > 1.0$ のデータも含まれる。
- fitting には Luminosity distance の解析解を用いた。
また、Dyer & Roeder distance も用いた。
- error の重み付き fitting を行った。

Dyer & Roeder distanceとは？

- 銀河間の空間は銀河に比べて密度が小さい。光はそのような低密度の空間を通過してくると考えられるため、そのような空間の密度を考慮した式。
- $\alpha\rho$: 銀河間密度
- ρ : 宇宙全体の平均密度
- α : 銀河間密度がどの程度 ρ と比較して小さいかを表す比例定数。以下の値をとる。
clumpiness parameter。
 $0 \leq \alpha \leq 1$

Dyer & Roeder distance

($\Omega_m = 1, \Omega_\Lambda = 0$ の場合)

$$D_{DR}(\alpha, z) \equiv \frac{c}{H_0} d_{DR}(\alpha, z) = \frac{c}{H_0} (1+z)^2 \frac{2}{\beta} (1+z)^{\frac{\beta-5}{4}} \{1 - (1+z)^{-\frac{\beta}{2}}\}$$

$$\beta \equiv \sqrt{25 - 24\alpha}$$

α : clumpiness parameter

宇宙論パラメータが
より顕著に現れるのは
より遠方の領域。
それ以下では違いが
区別できない。

では、

遠方のデータのみを

使えば宇宙論パラメータが

決定できる？

加えて、
残りのデータから
何が言えるのかを
調べてみる。

- 近傍と遠方、それぞれでfitすることで、なしでfitできる。
- 各best fit parameterは以下の通り。

the best fit model	M	Ω_m	Ω_Λ
Riess et al	43.34	0.29	0.71
Our model (high- z)	43.59	0.38	0
Our model (low- z)	43.35	0.1	0

Dyer & Roeder distanceも
同様の方法でみてみる。

結果は次の通り。

th best fit model	M	Ω_m	Ω_Λ	α	χ^2
Riess et al.	43.34	0.29	0.71	-	176.27
our DR model (high+low)	43.68/43.36	1	0	0.19/0	175.81

結論 (1)

- 非一様宇宙の制限として、
 $z = 0.1$ の穏やかな非一様であること、
 H_0 が10%程度の違いであれば良い、
という結果が得られた。
- 大域的非一様性から、平均密度の違いが
重要ではなく、膨張率が異なることが
重要であるということが判った。

結論 (2)

- 局所的非一様性から、 α が定数ではなく、時間的に進化していることが判った。
- これは、構造形成の時間的進化も trace している。
- 大域的非一様性、局所的非一様性、現実的な構造形成を考慮することで Ω_{Λ} なしで超新星データを再現できるということが判った。