

CMB と大規模構造の相互相関による 宇宙論パラメータへの制限

西澤 淳 (名古屋大)、松原 隆彦 (名古屋大)

1 Introduction

宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) は $z \simeq 1100$ 程度から我々に向かって伝播してくる。伝播課程においては宇宙大規模構造の中を通り抜けてくるため、その間に CMB 光子は様々な重力的、熱的相互作用を受ける。重力的相互作用としては、重力レンズ効果や積分ザックスヴォルフ効果 (Integrated Sachs Wolfe; ISW) などが考えられる。一方熱的な相互作用としては、スニャーエフゼルドビッチ効果 (Sunyaev Zel'dovich; SZ) などが考えられる。このような電子陽子再結合時以降に受ける CMB 光子の相互作用から生じる CMB 非等方性を総称して CMB 二次的非等方性 (CMB secondary anisotropies) と呼んでいる。今回我々が注目しているのは ISW である。これは $z \sim 1$ 付近から始まったと考えられている宇宙の加速膨張を引き起こしている成分、すなわちダークエネルギーに敏感な物理現象だからである。ISW 効果は CMB 光子が重力ポテンシャルを通過する間に宇宙膨張によりポテンシャルが崩壊していく課程で生じる非等方性である。

2 Calculation Method

我々は CMB と物質分布の相互相関を取り、Fisher Matrix 解析を行うことで将来行われる観測を想定した場合に、ダークエネルギーのパラメータに対してどれ程の制限が期待できるかを計算した。Fisher Matrix はパラメータ空間における、データが与えられた時の確率分布関数 (いわゆる条件付き確率) の最尤推定値の周りの曲率で定義されるもので、すなわちパラメータの分散を与えることになる。すなわち

$$F_{ij} = \left\langle \frac{\partial^2 \mathcal{L}}{\partial \theta_i \partial \theta_j} \right\rangle$$

で $\mathcal{L}$ は Likelihood 関数、 θ は宇宙論パラメータである。相互相関を取ることは銀河サーベイ、CMB 観測の両方の情報量に加え、cross term からの独立な情報量を引き出すことができる利点がある。今回想定した観測は、SDSS/WMAP と LSST/PLANCK の組み合わせである。

3 Results

SDSS/WMAP、LSST/PLANCK を想定した場合に期待できるダークエネルギーパラメータの制限を下図に示す。全てのプレートにおいて内側の二本のコントアは後者により期待される制限、外側の二本のコントアは前者によるものである。それぞれの観測において $1\sigma, 2\sigma$ のコントアを表示している。今回は、銀河サーベイのショットノイズ、サーベイ領域、CMB 観測の角度分解能の効果を考慮に入れた解析を行った。他の宇宙論パラメータ ($\Omega_b/\Omega_M, h, n_s, \tau, \sigma_8$) は全て marginalize している。次世代観測によりダークエネルギーパラメータへの制限が非常に良くなることが期待出来る。

