

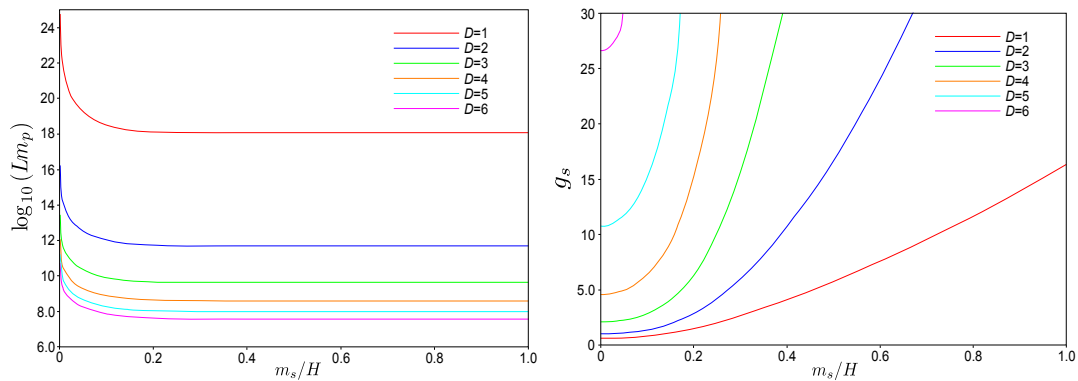
# CMB Fluctuations and String Compactification Scales

岡山光量子科学研究所 羽原由修

E-mail: habara@yukawa.kyoto-u.ac.jp

本講演は二宮正夫氏(OIQP)、川合光氏(京大理)、関野恭弘氏(KEK)との共同研究 [arXiv:1103.0299] に基づくものである。

宇宙背景輻射 (CMB) の温度ゆらぎは、超高エネルギー状態にある宇宙初期に生成されたものであることから、超弦理論などの fundamental な理論を検証する上で非常に有効な研究対象となる。我々は、de Sitter 膨張する背景時空上にある  $N$  種の scalar 場が古典値なしの純粋な量子論的效果を持つことでエネルギー密度のゆらぎを生じ、そのゆらぎが Einstein 方程式を通じて metric のゆらぎ (所謂 scalar potential) を作って、Sachs-Wolfe 効果から温度ゆらぎが生成されたとする、新たなゆらぎ生成のメカニズムを提唱した。また同様のメカニズムによって tensor ゆらぎ (CMB の B-mode polarization) も生成されるとした。すると、温度ゆらぎの観測値  $\frac{\delta T}{T} \simeq 10^{-5}$  を適用して  $N \simeq 10^{15}$  であり、tensor ゆらぎが現在の観測限界以下の大きさ (scalar/tensor ratio が  $r_{t/s} \lesssim 0.22$ ) であるから Hubble constant  $H$  が Planck scale  $m_{pl}$  に対して上限  $H \lesssim 10^{-4} m_{pl}$  を持つことが分かった。さてここで、 $N \simeq 10^{15}$  もの非常に多種類の粒子は如何なる理論を背景としているのかが問題となるが、我々は本研究において超弦理論を考え、その 10 次元時空のうち 6 次元 compact 時空が string scale  $m_s$  と compact 化半径  $L$  を用いて  $L^D \times (m_s^{-1})^{6-D}$  なる体積を持っていると仮定し、Kaluza-Klein mode と超弦の励起状態がゆらぎを生み出す粒子であるとした。inflation 終了時の宇宙の「大きさ」を  $10^{67} H^{-1}$  とすると、 $L$  と string coupling  $g_s$  は  $m_s$  の関数として記述される (下図)。ここで  $g_s$  は 4 次元 Newton constant を compact 化により 10 次元から導く式  $(Lm_s)^D = 8\pi^6 g_s^2 \frac{m_{pl}^2}{m_s^2}$  で決めている。その結果、 $g_s \lesssim O(1)$  であろうことから、string



scale  $m_s$ 、large extra dimension  $L$  の大きさと数  $D$  に制限が課されることが明らかになった。さらに我々は理論的予言として non-Gaussianity parameter  $f_{NL}$  を評価し  $f_{NL} \lesssim 10^{-4}$  を得た。