

23aGT-12 宇宙マイクロ波背景放射とループ統計

中大理工, 早大理工^A, 三重大教育^B, ASIAA (Taiwan)^C

小林奈央樹, 山崎義弘^A, 國仲寛人^B, 香取眞理,

松下貢, 松下聡樹^C, Lung-Yih Chiang^C

Cosmic Microwave Background Radiation and Loop Statistics

Chuo University, Waseda University^A, Mie University^B, ASIAA (Taiwan)^C,

Naoki Kobayashi, Yoshihiro Yamazaki^A, Hiroto Kuninaka^B, Makoto Katori,

Mitsugu Matsushita, Satoki Matsushita^C, Lung-Yih Chiang^C

探査機 COBE によって発見された CMB の温度揺らぎの存在は銀河など宇宙の大規模構造の成り立ちに関係すると考えられており, 現在詳細な研究が行われている [1]. 宇宙論における大問題の一つに宇宙初期の密度揺らぎの統計的性質はガウス性を持つか, 非ガウス性を持つかという問題がある. 我々が観測できる最も初期の密度揺らぎを表す CMB のガウス性を検証するため様々な手法で研究が行われているが, 大部分は CMB 揺らぎのガウス性を否定できないと結論付けている. その中で唯一 Yadov-Wandelt [2] は, CMB の揺らぎが非ガウス性を満たすという解析結果を与えている.

本講演では, 探査機 WMAP により得られた CMB 温度揺らぎ全天図を 2 次元上の荒れた界面とみなし, そこから得られる 5 つのフラクタル指数 (全体のフラクタル次元 D_e , 個々のループのフラクタル次元 D_c , ループの面積についてのべき指数 ζ , 断面のハースト指数 H_e , 個々のループに対してのハースト指数 H_c) を用いて CMB 平均温度の等温線ループ集団の統計性や構造の検証を行った [3]. このような等温線群は 2 次元上のランダムループ曲線とみなすことができる. ランダムループ曲線の統計 (ループ統計) は, Schramm による SLE 理論との関係により再び注目されている研究分野である.

我々の解析結果から, 実際の CMB から生成されたループ集団の揺らぎは, 反持続性 (すなわち, $H_e < 1/2$) を持つという意味で, 非ガウス的な性質を有することが確認された. ただしこの結果は CMB 揺らぎの空間構造に非ガウス性が見られることを示したもので, 宇宙初期の密度揺らぎの統計性を直接確認したものではないことに注意する必要がある.

最近非ガウス性を持つ典型的な例である複雑系において, 統計物理学の視点からその統計性が議論されている [4]. 上の結果は, 宇宙論においても統計物理学的な視点で再検討することで今まで知られている描像とは異なる構造や性質が明らかになる可能性を示唆するものである.

参考文献

[1] 「宇宙論 II」(二間瀬敏史, 池内了, 千葉柁司 編集, 日本評論社, 2007)

[2] A. P. S. Yadav and B. D. Wandelt: Phys. Rev. Lett. **100** (2008) 181301.

[3] N. Kobayashi, Y. Yamazaki, H. Kuninaka, M. Katori, M. Matsushita, S. Matsushita, L.-h. Chiang: J. Phys. Soc. Jpn. **80** (2011) 074003

[4] N. Kobayashi, H. Kuninaka, J. Wakita and M. Matsushita: J. Phys. Soc. Jpn. **80** (2011) 072001