

## de Sitter 時空での超対称性モデルにおける真空の揺らぎ

名古屋大学 CG 研 M1 引地 貴之 hikichi@gravity.phys.nagoya-u.ac.jp

現代物理が抱える困難の一つに、いわゆる宇宙定数問題と呼ばれるものがある。この問題の解決に向けた一つのアプローチを提案する論文 N. Bilić (2010)[1] をレビューする。現在観測されている宇宙の加速膨張は数学的には宇宙定数で説明される。宇宙定数を物質場の寄与と考えたときに、これを真空のエネルギーで説明しようとする試みがある。しかし、量子論の真空のエネルギーから宇宙定数の値を見積もると

$$\rho_{\text{vac}} = \int_0^{k_{\text{cut}}} \frac{1}{2} \sqrt{k^2 + m^2} \frac{d^3k}{(2\pi)^3} \approx \frac{k_{\text{cut}}^4}{16\pi^2} \approx 10^{74} \text{GeV}^4$$

であり、これは観測値  $\rho_{\Lambda,0} = 10^{-29} \text{g/cm}^3 = 10^{-47} \text{GeV}^4$  を 120 桁以上も上回ることになる。この理論と観測の不一致が宇宙定数問題と呼ばれるものである。[2] 一方で、exact な超対称性をもつ場の理論では、ボソンとフェルミオンによる寄与が打ち消し合い真空のエネルギーはゼロに等しくなる。宇宙定数を真空のエネルギーの寄与と考えるなら、これでは宇宙定数の値がゼロになり加速膨張を説明できない。そこで de Sitter 時空で以下のような超対称性を持つ N 種類の Wess-Zumino ラグランジアンを考える。

$$\mathcal{L} = \sum_{i=1}^N \partial_\mu \phi_i^\dagger \partial^\mu \phi_i - m_i^2 \phi_i^\dagger \phi_i + \frac{i}{2} \bar{\Psi}_i \gamma^\mu \partial_\mu \Psi_i - \frac{1}{2} m_i \bar{\Psi}_i \Psi_i$$

de Sitter 時空では超対称性の破れが生じ、真空のエネルギーはノンゼロとなる。この真空のエネルギー密度が de Sitter 時空における宇宙定数と同程度であれば、この理論と観測の不一致をこの超対称性の破れによる真空のエネルギーで説明できる可能性がある。実際に、この真空のエネルギー密度が de Sitter 時空の宇宙定数と一致するには、プランク長程度のカットオフ

$$\Lambda_{\text{cut}} \approx \sqrt{\frac{3\pi}{N}} m_{\text{pl}}$$

を満たせば良いことがわかる。

### 参考文献

- [1] N. Bilić hep-th/1004.4984 (2010).
- [2] S. Weinberg, Rev. Mod. Phys. 61, 1 (1989).