KL problem のノート

宮根 一樹

最終更新：2024 年 5 月 11 日

KL problem のノート

KL problem の簡単にまとめたい。

この話題自体がそんなに自分の研究に関係あるわけではないが、どうやら手法が使えそうということなので、軽く読んでみた。そのメモ。

本当はオリジナルを読むべきだが、調べてたら山田さんの文章があったので、そこのレビューの部分を読んだ。

KL problem とは

KKLT 模型では

$$\begin{cases} W = w_0 + Ae^{-aT} \\ K = -3\ln(T+\bar{T}) \end{cases}$$

と超ポテンシャルと Kähler ポテンシャルが与えられ、これらからなるスカラーポテンシャルは

$$V = e^K(K^{I\bar{J}}D_IWD_{\bar{J}}\bar{W} - 3|W|^2)$$

である。

KKLT 模型の VEV は、SUSY を保ってかつ $V_{\text{min}} < 0$ という性質がある。実際に実験との整合性云々から、SUSY を破る項を入れて $V_{\text{min}} = \mathcal{O}(120)$ くらいまで uplift しなければならない。

そう考えて、インフラトン場 ϕ を導入して、それを込みのポテンシャルを考えると V_{min} の値が大きくなりすぎて、障壁をこえて $\sigma \equiv \mathrm{Re}T$ が $\mathrm{Re}T \to \infty$ で $V_{\text{min}} \to 0$ とランウェイしてしまう。これを回避するためにはハッブルパラメターが $H < m_{3/2}$ を満たしていなければならず、これが **KL problem** らしい[*1]。

Kallosh と Linde の仕事

KL problem に対して、Kallosh と Linde は解決法を見出したという。それは次のような超ポテンシャル

$$W_{\text{KL}} = w_0 + Ae^{-aT} - Be^{-bT}$$
$$w_0 \equiv B\left(\frac{aA}{bB}\right)^{b/b-a} + A\left(\frac{aA}{bB}\right)^{a/b-a}$$

[*1] ハッブル定数の問題については、良く分からない。ゲージーノ mass よりも小さいのは良くないのだろうか。

を考えることにある。この超ポテンシャルを考えてもやはり最小となるのは KKLT と同じで $D_T W = 0$ で SUSY を破らないが、w_0 の値を調整しているおかげで、$W = 0$ となり、さらに Minkowski vacuum を実現している。

計算した Mathematica のコードはここ。値はオリジナルのを参考にしている。