

de-Sitter 時空上の graviton loop の効果¹

中央大学 理工学部 物理学科 小山 陽次

E-mail: koyama@phys.chuo-u.ac.jp

私たちが取り組んでいる問題は宇宙項問題です。これは宇宙項が理論的にはその自然な値がカットオフの4乗であるのに対し、観測されている実際の宇宙項の値が理論値に比べ120桁以上も小さいことが原因です。この宇宙項の小ささを自然に説明する機構は現在のところ知られていません。

宇宙項が存在する宇宙はドジッター時空と呼ばれています。ドジッター時空上での場の理論、特に重力理論とその量子効果を研究することは宇宙項問題を考える上で非常に重要です。近年、ドジッター時空上の赤外量子効果による宇宙項への遮蔽の機構 [1] に注目が集まっています。これは赤外発散によりドジッター対称性が破れることによる帰結として考えられます。

ドジッター時空上の場の理論のもう一つの動機は初期宇宙のインフレーション中に生成され得る非線形揺らぎです。この揺らぎの理論の解析にもドジッター時空上の場の理論が不可欠になっていることから、その重要性は明らかです。

ドジッター時空上の重力、赤外効果への取り組みはこれまで幾つか行われてきました。ドジッター時空上のグラビトンの二点関数 [2] はよく調べられていますが、赤外発散の有無についてはいまだはっきりした結論が出ていない状況です。量子効果に関する研究では Woodard らによって一点関数が2ループまで計算されましたが、これは今では計算の正当性が疑問視されています。

今回の私たちの研究では、ドジッター時空上のアインシュタイン重力の量子効果の寄与を見積もるために、重力の有効作用を1ループ近似で計算しました。真空泡グラフは1ループ近似ではバーテックスを含まないので、物質場と同程度に効くことが予想されます。

計算は S^4 上で行いました。計算の結果有効作用を求めることは出来ましたが、一方で赤外発散が現れず、宇宙項への遮蔽の寄与という意味付けは現在のところ出来ていません。これは、宇宙項がグラビトンの実効的な質量として効いてしまうためと考えることが出来ます。また、现阶段では取り除いてある紫外発散がどのような役割を持つかということも理解する必要があります。宇宙項への寄与という意味ではこの有効作用から計算されるエネルギー運動量テンソルを評価することも必要であり、まだ課題が残っている状況です。

References

- [1] A. M. Polyakov, Nucl. Phys. B **797**, 199 (2008), I. Antoniadis, P. O. Mazur and E. Mottola, New J. Phys. **9**, 11 (2007).
- [2] B. Allen and M. Turyn, Nucl. Phys. B **292**, 813 (1987), S. P. Miao, N. C. Tsamis and R. P. Woodard, arXiv:1106.0925 [gr-qc].

¹この講演は、稲見武夫氏 (中央大) との共同研究に基づいています。