

量子重力理論の数値シミュレーション

名古屋大学 CG研 M2 引地 貴之

1 量子重力理論の必要性

宇宙誕生の瞬間やブラックホールの中心には、時空の特異点が現れると考えられている。この特異点においては、時空の曲がり具合を表す曲率などの量が発散し、一般相対性理論は破綻してしまう。一方で、特異点近傍における Planck スケールの領域においては、時空の量子効果が重要になる。そのため重力を量子論的に扱う事で、この特異点による発散の問題を回避できると期待されている。

2 Causal dynamical triangulation

場の理論では、計算に出てくる発散を除去するため、正則化と呼ばれる手続きを行う。場の理論でよく用いられる正則化の方法は、時空を離散化することである。重力の経路積分においても、時空を下記の図 1 の simplex と呼ばれる格子に区切ることによって正則化を行う。Causal dynamical triangulation(CDT) には、simplex の辺を時間的な辺と空間的な辺に区別し、下記の図 2 のように葉層構造を持つように時空を構成し、数値計算により経路積分を行う。

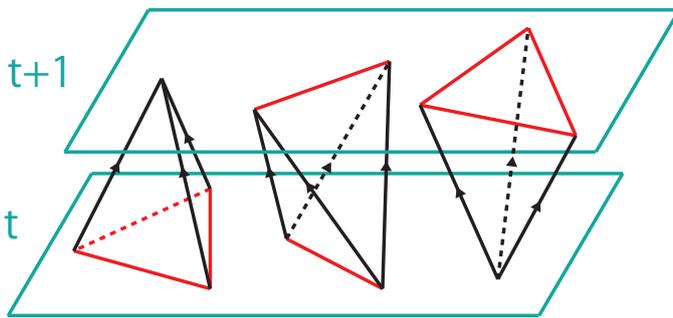


図 1

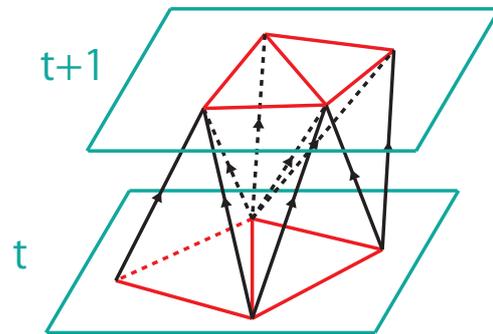


図 2

3 数値計算の結果

[1] によれば、CDT の計算の結果で出てくる量子論的な時空には、マクロスケールで古典的時空の Euclidean de Sitter 時空に対応するものが存在することが分かった。実際に各時刻の 3 次元体積の期待値をプロットすると Euclidean de Sitter 時空と同様の振る舞いをする事が分かる (図 3, [1] より)。

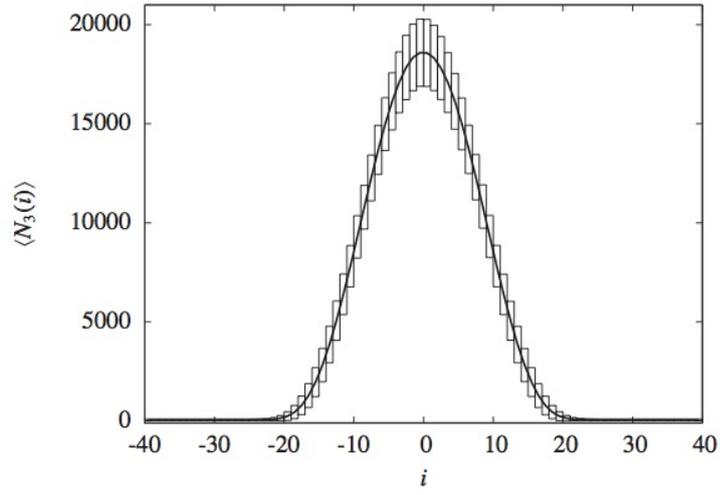


图 3

参考文献

- [1] J. Ambjørn, A. Görlich, J. Jurkiewicz and R. Loll, The nonperturbative quantum de Sitter universe, Phys. Rev. D 78 (2008) 063544 [0807.4481, hep-th].