

U09b 膜宇宙模型での背景重力波

市来 淨與 (東大理)、中村 康二 (総研大)

Randall-Sundrum 膜宇宙模型での難問として残されている宇宙線形揺らぎの成長理論の構築を目指し、インフレーション期に生成された背景重力波の伝播問題を考える。ここでの困難は、我々の宇宙の密度揺らぎをはじめとする様々な種類の揺らぎの時間発展を追うためには、その揺らぎと結びついた余剰空間 (バルク) の揺らぎも一緒に追わねばならないことに由来する。私たちは宇宙の密度揺らぎとは関係なく進化する宇宙背景重力波に着目する。その理由は、宇宙背景重力波の問題においても、バルク時空の揺らぎと一緒に追わねばならないという本質は同じであるが、我々の膜宇宙に存在する物質との結合が弱い分問題が幾分単純なものとなるからである。

具体的には、まず膜宇宙模型の因果構造を宇宙背景重力波の境界条件を明らかにするために考察した。先行研究でしばしば用いられているガウス法線座標系では、バルク時空の有限な距離で方程式が特異となり、これが問題の大きな困難の一つであった。私たちはこの特異点が先行研究により既に存在が示されていた膜宇宙模型の「縫い目特異点」に対応することを示し、ヌル座標を導入することによって、この特異性を回避しつつ発展方程式を解く数値計算法を開発した (市来&中村 2004)。さらに実際にこの手法に基づいて数値計算を実行した。ここで明らかになったことは、低エネルギーで我々の宇宙に閉じ込められているはずの重力波が、 ρ^2 の項が卓越する初期宇宙においては高次元の重力波モードと結合することにより、バルク時空へ逃げていくことである。結果として、数値計算のために仮定したバルクの曲率半径 ($\ell \approx 1$ [mm]) に対応した現在での振動数より高周波側 ($f \gtrsim 10^{-4}$ [Hz]) で、標準宇宙模型の予言するものと異なる可能性があることを明らかにした。