

宇宙物理学教室

1 インフレーションにおける揺らぎの生成

佐藤 希

電磁波で知ることのできる最古の宇宙の姿を示す宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) では $\delta T/T \sim 10^{-5}$ の温度揺らぎが観測されている。この揺らぎは初期宇宙に起こったインフレーションを駆動するインフラトン場 ϕ の量子揺らぎにより生成されたと考えられており、初期宇宙の情報を有する。そこで、本研究ではゆらぎから初期宇宙のふるまいを知ることが目的としてインフレーション宇宙における揺らぎの生成機構について調べ、そのパワースペクトルを理論的に導出した。その結果、パワースペクトルはインフラトンのポテンシャル $V(\phi)$ に依存し、 $V(\phi) = \frac{1}{2}m^2\phi^2$ モデルが観測と誤差の範囲で整合することがわかった。

2 Schwarzschild ブラックホールの準固有振動

北 啓矢

既存の重力理論である一般相対論は弱重力場では正しいが、強重力場ではその正しさについて検証が必要である。ブラックホール (BH) が作り出す強重力場の物理の解析は、一般相対論の検証や新たな重力理論の構築にとって有益なものである。その検証方法の一つに、BH の準固有振動に伴って放射されるリングダウン重力波の観測がある。そこで本研究では、リングダウン重力波の理論解析の第一歩として、Schwarzschild BH からのリングダウン重力波を 1 次の摂動で扱い、リングダウン重力波のマスター方程式を導いた。さらに、級数展開法に加えて連分数法 (Leaver の方法) を用いることでマスター方程式を解き、準固有振動数を求めた。

3 重力マイクロレンズ効果の数値的解法

石名坂 力基

重力マイクロレンズ効果は、背景天体と観測者の間を惑星などの別の天体が通過するとき、背景天体が急激に増光する現象をいい、太陽系外惑星探査などの強力な手段として用いられている。しかし、レンズ天体が複数ある場合、重力レンズ方程式から像の位置や増光率を求めることは一般には難しい。そこで本研究では、観測者からソース面までの光の経路を逆に辿り、像に対する光源の座標を数値的に求めた。そのデータテーブルから、臨界曲線やコースティクス、増光率などを得ることができる。この方法によって、任意の数のレンズ天体による増光曲線を予測できると期待される。

4 重力レンズ効果を用いたハッブル定数の推定

菅原 啓孝

ハッブル定数は宇宙の膨張に関する重要なパラメータである。代表的なハッブル定数の測定法には距離はしごや宇宙マイクロ波背景放射を用いる方法があるが、近年の精度の向上により、これらの方法で求められたパラメータの間にはそれぞれの測定誤差を超える大きな差が生じていることが報告されている。そこで本研究では、それらの方法と独立した重力レンズを利用した測定法を用いる。レンズモデルとして特異等温球を選び、推定を行った。結果は前述の2つの方法に近い値が得られたが、誤差が大きくなった。さらに精度を向上させるには、個々のデータに合わせたレンズモデルの選択が必要であると考えられる。

5 銀河団衝突の解析に向けた重力多体計算コードの検証

段木 勇樹

銀河団衝突に関する大規模数値シミュレーションの準備として、本研究では重力多体計算コードの検証を行った。まず、2体問題を数値的に解いた結果、粒子の軌道が精度良く計算されることが分かった。次に、初期状態として力学平衡にある粒子群を与えたところ、ビリアル定理は満たされるが、密度分布が時間変化してしまうので、原因を調査中である。さらに、初期に力学平衡にある粒子群を2つ用意して衝突させたところ、束縛状態にある粒子がビリアル定理を満たしつつ、ほぼ定常な密度分布に近づくことが分かった。