

研究課題名: 大規模銀河サーベイに向けた銀河擬似カタログの作成

ーバリオン音響振動を用いたダークエネルギーへの制限ー

利用者氏名(所属機関): 高橋龍一

利用カテゴリ XT4A

申請した研究課題は「大規模銀河サーベイに向けた銀河擬似カタログの作成」ですが、昨年度、天文台の計算機を使って主に計算したのは、重力レンズのレイトレーシングシミュレーションなので、こちらの成果を以下に記述します。

研究の概要と成果

宇宙の大規模構造中を伝播する光の重力レンズシミュレーションを行い、高赤方変移 ($1 < z < 20$) の光源 (銀河、クエーサーなど) に対する重力レンズ効果を調べた。具体的な成果は以下の通りである。①遠方天体に対する重力レンズの増光率 (magnification)、収束率 (convergence)、歪み (shear) の確率分布関数を計算し、それら確率分布関数のフィッティング公式を導いた。②増光率と収束率の分布関数を結びつける簡単な関係式を導いた。③収束率の平均値が (通常の弱い重力レンズで仮定される) ゼロではなく、負になることを示した。④増光率の分布関数から、遠方銀河やQSOsの光度関数への影響を調べた。

研究の目的

ハワイのすばる望遠鏡を用いた大規模銀河サーベイ HSC (Hyper Suprime-Cam) 計画が今年秋にも始まろうとしている。探査計画は、広域サーベイ (Wide Field Survey) と深宇宙サーベイ (Deep/Ultra Deep Survey) に分かれており、日本、プリンストン大、台湾の研究者を巻き込んだ一大プロジェクトである。深宇宙サーベイでは、高赤方偏移での銀河やクエーサーの形成史、重力レンズを受けた多重像のレンズ確率などを調べる。このような高赤方偏移探査では、重力レンズを受けた天体が選択的に受かり易くなる。実際これまでに見つかっている最遠方銀河 ($z=7-10$) のいくつかは、手前の銀河団により重力レンズを受けたものである (Bouwens et al. 2009)。将来的には次世代大型望遠鏡計画 (TMT(Thirty Meter Telescope), JWST(James Webb Space Telescope) など) により赤方偏移 10 以上の天体も見つかることが予想され、重力レンズ効果はさらに顕著に現れ、重要になると思われる。そこで本研究では、宇宙の大規模構造を数値シミュレーションで再現し、その中を伝播する光の経路を重力レンズシミュレーションで調べた。特に銀河の増光を調べるため、シミュレーションの分解能を銀河スケール (10kpc) 以下にした。

研究計画・方法

まず宇宙の大規模構造の質量分布を数値シミュレーションを用いて再現した。ダークマターの非線形重力進化を専用の計算コード **Gadget2** (Springel 2005) を用いて計算した。ボックスサイズは50Mpc/hと100Mpc/h、ダークマターの粒子数は 256^3 , 512^3 , 1024^3 とした。粒子数を変えることにより、シミュレーションの計算結果の収束性を調べることが出来る。また粒子数を増やことにより、小スケールまで扱うことが出来るだけでなく、ショットノイズを消すことも出来る。例えば、ボックスサイズ50Mpc/h、粒子数 1024^3 、重力ソフトニング長を平均粒子間隔の4%にすると、分解能は2kpc/hとなり、銀河スケールまで分解できる。将来的にはバリオン成分の影響も考慮したいと考えている。

次に大規模構造内を伝播する光の経路を計算する (レイトレーシングシミュレーション)。これも専用コード **RayTrix** (Hamana 2001) を用いた。計算コードではまず、3次元のダークマター分布を2次元のレンズ面に射影し、重力ポテンシャルを計算する。次に観測者から光源まで複数のレンズ面を置き、観測者から光を飛ばし、光はレンズ面で散乱されて光源面まで到達する。

現在すでに、計算や解析は終了し、論文を投稿中である (Takahashi, et al. 2011, submitted to ApJ, arXiv:1106.3823)。下に主な計算結果を紹介する。左図は赤方変移 $z=20$ までの光源の増光率の分布関数、右図はシェヒター光度関数への重力レンズの影響である。左図では横軸が増光率、縦軸が確率分布である。右図では横軸が銀河の光度、縦軸が数密度、実線 (破線) が重力レンズ効果を考慮した (考慮しない) 場合である。

