

宇宙大規模構造形成におけるニュートリノの力学的影響

Dynamical Effect of Cosmological Relic Neutrinos on the Formation of Large-Scale Structure in the Universe

吉川耕司

筑波大学 計算科学研究センター

1. 研究目的

本プロジェクトでは、宇宙大規模構造形成におけるニュートリノのダイナミクスを Vlasov 方程式の直接数値積分による数値シミュレーション(Vlasov シミュレーション)で行い、ニュートリノの力学的影響を詳細に解明することを目的とする。特に、CDM のダークマターハローとニュートリノの非線形なスケールでの相互作用に着目し、将来の銀河サーベイでのニュートリノ質量・質量階層の決定に手掛かりとなる理論予言を行う。

2. 研究成果の内容

様々なニュートリノ質量に対して宇宙大規模構造形成の数値シミュレーションを実施し、密度揺らぎのパワースペクトル、ダークマターハローの質量関数などの統計量にニュートリノが与える影響を定量的に求め、また更にダークマターとニュートリノの相対速度によってダークマターハローの背後に形成される neutrino wake の大きさもニュートリノ質量に依存することを見出した。

3. 学際共同利用として実施した意義

Oakforest-PACS の潤沢な計算資源を用いて、世界で初めて Vlasov シミュレーションを用いたニュートリノを考慮した宇宙大規模構造形成の数値シミュレーションを数多くのパラメータ領域をカバーする形で実施することができた。

4. 今後の展望

質量固有値の縮退が解けるより軽い質量をもつニュートリノについて、宇宙大規模構造形成に与える影響を調べ、ニュートリノの質量階層がどのように力学的な影響を与えるかを調査する。また、銀河団や銀河スケールといった非線形領域でのニュートリノ力学的影響について数値シミュレーションを用いて調査する。

5. 成果発表

- (1) 学術論文
なし

(2) 学会発表

吉川耕司「ニュートリノによる宇宙大規模構造への力学的影響」2018年9月19日、日本天文学会 2018年秋季年会、兵庫県立大学

Kohji Yoshikawa, "Vlasov-Poisson simulations of cosmic neutrinos in the large-scale structure formation", October 24, 2018, The 8th East-Asian Numerical Astrophysics Meeting, Tainan, Taiwan

Satoshi Tanaka, "Higher-order Vlasov-Poisson Simulation for Large-Scale Simulation with Massive Neutrino", XXX IUPAP Conference on Computational Physics, July 29, 2018, UC Davis

田中賢, "ブラソフ方程式の高精度数値解法", 平成30年度 名古屋大学宇宙地球環境研究所および国立極地研究所 共同研究集会 STE シミュレーション研究会, 2018年9月3日~5日, 成蹊大学

田中賢, "Vlasov シミュレーションによる宇宙大規模構造形成におけるニュートリノ影響", 国立天文台 天文シミュレーションプロジェクト 2018年度ユーザーミーティング, 2019年1月16日, 国立天文台

(3) その他

使用計算機	使用計算機 に○	配分リソース*	
		当初配分	追加配分
COMA	○	19320	
Oakforest-PACS	○	103000	20000
※配分リソースについてはノード時間積をご記入ください。			