

Q33c 大規模構造シミュレーションに基づく重元素最高エネルギー宇宙線起源の検討

樋口 謙、長瀧 重博、木戸 英治

現在の Telescope Array 実験・Pierre Auger 実験の結果からは、エネルギーが 10^{20} eV 以上の最高エネルギー宇宙線 (UHECR) の到来方向分布で明確な異方性は報告されていない。UHECR の到来方向分布が近傍天体と有意な相関を示していない場合、宇宙磁場の強さ・UHECR の質量組成の重さ・起源天体密度が従来の予想より大きい事が期待されるが、縮退を解くことは難しい。

近年 r 過程による重元素粒子 (例: ウラン) によって UHECR 起源を説明するアイデアが提唱されている (G. Farrar 2024, B.T. Zhang et al. 2024)。陽子や鉄よりも大きい磁場の偏向・より長い伝播距離によって、等方な UHECR 分布を再現する事が容易となる。

本研究ではエネルギー 10^{20} eV の UHECR の到来方向分布が等方分布であると仮定し、それを再現する磁場強度・原子核種・起源天体密度の制限を試みた。大規模構造シミュレーション Millenium Run (Springel et al. 2005) の銀河カタログと等方な宇宙磁場の仮定を元に、組成が陽子・鉄・ウランの場合における UHECR の到来方向分布を計算した。小角度スケールの異方性の評価を行い、等方分布を再現する磁場強度・起源天体密度のパラメータを制限した。

エネルギー 10^{20} eV の UHECR が全て陽子からなる場合は、等方分布を再現する事はできない。鉄を仮定した場合は、磁場強度が十分強い場合のみ等方分布を再現できる。ウランを仮定した場合も同様であるが、磁場強度が弱い場合でも起源天体密度が 10^{-3} Mpc^{-3} と高い場合は等方分布を再現した。

本講演ではこれまでの小角度スケール異方性探査との関連を踏まえて議論を行う。