

U16a 超高エネルギー宇宙線の宇宙論的影響とそのマルチメッセンジャー探査

井上進（千葉大 / 東大宇宙線研）、大平豊（東大理）

宇宙線 (CR) は、銀河のディスク内では星間物質に対して様々な影響を及ぼしていると考えられるが、近年は、銀河周辺物質や銀河間物質 (IGM) などのより大きなスケールでの宇宙大規模構造に対しても、CR による加圧・加熱・電離・磁場増幅などの効果が、その形成・進化に重要な影響を与えている可能性が注目されつつある。エネルギーが $\sim 10^{15}$ eV 以上の（広い意味での）超高エネルギー宇宙線 (UHECR) は、宇宙大規模構造フィラメント内の起源天体で加速された後、銀河間空間へ逃げてゆくと思われるが、それが周囲の IGM などに与える影響についてはほとんど議論されていない。

比較的低温の IGM は Lyman alpha forest (LAF) として観測されるが、これに対し UHECR は有意な圧力を及ぼしている可能性がある。特に $z \sim 1-3$ の時期は、宇宙のバリオンの大半が低温であるとともに、UHECR 源の活動も最盛期と予想されるため、UHECR による圧力が、形成中のフィラメントや銀河団などへのガス降着にまで無視できない影響を及ぼしているかもしれない。UHECR が引き起こすストリーミング不安定性に伴う IGM の加熱が、最近の LAF 観測から示唆される未知の加熱源となりうることはすでに報告した（2023 年度春季年会、U16b）。一方、UHECR 源の周囲では、 ~ 10 Mpc のスケールで、Bell 不安定性による磁場増幅と UHECR の高密度領域が生じることも予想されており、これが最近の LAF 観測から示唆される長距離フィードバックと関係していたり、コスミックシアー観測による宇宙論パラメーター S_8 の測定に影響を与えている可能性もある。上記と関係し、今後の $\sim 10^{15}-10^{18}$ eV 帯域宇宙線の直接観測で低エネルギーカットオフの有無や UHECR 源の z 依存性を抑えることの重要性や、TeV ガンマ線・UHE ニュートリノ観測による検証可能性についても触れる。