

## Q46a エネルギー損失の効果を考慮した因果律を保つ高エネルギー宇宙線の伝搬の定式化とその応用

川中 宣太（東京都立大学）、高橋 勇太（国立高専機構苫小牧高専）

宇宙線粒子は星間空間ないしは銀河間空間中の乱れた磁場による散乱を受けながら伝搬し、その分布関数の時間発展はしばしば拡散方程式によって記述される。しかし、一般に拡散近似は情報の伝搬速度が光速を超えるという点で、因果律を満たす定式化ではない。この事実は特に宇宙線粒子のエネルギーが高く平均自由行程が長い場合に問題となり、近年の高エネルギーガンマ線観測の進展により注目を集めている PeV 宇宙線の起源 (PeVatron) 探査においては、矛盾なく宇宙線の伝搬を記述できる理論が求められている。

2024 年秋季年会では我々が構築した、因果律を保つ高エネルギー宇宙線の伝搬を記述する解析的な分布関数の表式を紹介し、従来の拡散近似を用いたときとどのような違いが現れるかを示した。本講演ではこの理論をさらに改良し、宇宙線が伝搬中に放射や物質との衝突によりエネルギーを失いながら伝搬する様子も記述できる分布関数を導出したので、その結果を紹介する。さらに、その応用例として高エネルギー宇宙線電子の伝搬とその観測的徴候についても紹介する予定である。