

星形成銀河による最高エネルギー宇宙線到来方向異方性の解釈

○樋口 諒¹ (1.東京大学宇宙線研究所)

最高エネルギー宇宙線(ultrahigh-energy cosmic ray, UHECR)の起源天体種族は解明されていない。現在テレスコープアレイ実験(Telescope Array, TA)は、エネルギー閾値が $10^{19.7}$ eV以上と $10^{19.4}$ eV以上で、M82近傍(TA hotspot, TA collaboration 2014)とPPSC付近(PPSC excess, TA collaboration 2021)にそれぞれUHECR到来方向の集中(異方性)を主張している。

起源天体種族の新しい候補として、Bartos & Kowalski 2025では近傍銀河カタログの銀河分布と星質量・星形成率の情報から、突発天体によるUHECRフラックス分布を予想した。この研究において、最も近い銀河であるM31(アンドロメダ銀河)がPPSC excessに寄与しているシナリオを提示した。さらにBartos & Kowalski 2025では、磁場による時間遅延によってPPSC excessが高エネルギー側で減衰する理由を説明している。UHECRの起源がどの天体の観測量と結びついているかを理解することは、起源天体種族と加速機構を理解する上でも重要である。

これを受けて本研究では、静的な定常宇宙線源でもUHECR起源天体の星形成率が、TAで報告されているUHECR異方性の現れる異なるエネルギー閾値を説明でき、更にUHECR起源天体に要求される星形成率の下限を求められると考えた。まずBartos & Kowalski 2025で採用された近傍銀河カタログHECATEv1.1 (Kovlakas et al. 2021)を参照し、星形成率SFRで重みづけしたUHECRのフラックス分布の再現を試みた。星形成率の下限を $\log(\text{SFR})=-2, -1, 0$ と変えながらフラックス分布を計算し、最も寄与の強い天体を調べた。フラックス分布に対して、最も強い寄与を示したのでは $\log(\text{SFR})<0$ ではM31方向、 $\log(\text{SFR})>0$ ではM82方向であった。

この結果を受け、さらに本研究では星形成率の下限とUHECRのエネルギーの関係をモデル化を試み、擬似データセットの生成・擬似解析を行っている。本講演では擬似解析の現状についても報告する。