

宇宙線とは、宇宙空間を高速で飛び交う高エネルギーの粒子である。そのエネルギー領域は  $10^9\text{eV}$  から  $10^{20}\text{eV}$  という超高エネルギーまでわたって観測されており、スペクトルはおおよそエネルギーのべき乗  $E^{-\gamma}$  で表される。 $10^{16}\text{eV}$  付近までは  $\gamma \sim 2.7$ 、それ以上から  $10^{19}\text{eV}$  付近までは  $\gamma \sim 3.1$ 、 $10^{20}\text{eV}$  付近では  $\gamma \sim 2.5$  となる。しかし、 $10^{15}\text{eV}$  以上の超高エネルギー領域ではその起源やスペクトルのべき指数、絶対値も完全には解明されておらず未だ研究の余地が多く残されている。

宇宙線は高エネルギーになるほどその頻度は急激に減少するため、より大面積で長期間の観測が必要であり、宇宙空間での直接観測は不可能となる。そのため宇宙空間から大気に入射した一次宇宙線が生成する二次粒子群である拡大空気シャワー (Extensive Air Shower : EAS) により間接的に観測せざるを得ない。この二次粒子群は大気中の原子核と相互作用を繰り返しながら地上に到達するため、地上への到着時間が早いものもあれば遅いものもある。このようにして EAS 粒子は到着時間にばらつき (シャワーの厚み) を持って到来する。

一般的に、高エネルギー一次宇宙線のエネルギーを決定するためには大規模な観測装置が必要とされている。しかし、Linsley は『シャワーの厚みを用いる方法』を採用することで、比較的小規模な観測装置であっても一次宇宙線のエネルギーを推定できる可能性を示した。

本研究では LAAS グループ、OUS1 アレイで 2006/01/11~2007/01/28 に得られたデータに対して Linsley 法を適用し一次宇宙線のエネルギー推定を試みた。まず、観測された EAS 粒子の到来時間分布から空気シャワー

の厚みを推定するための適切な方法を検証した。また、スペクトルを得るためには観測装置のアクセプタンスなどを求めなければならない。それにはモンテカルロシミュレーションが必要であるが、通常空気シャワーシミュレーションでは膨大な時間がかかる。そのため、必要な情報のみを効率よく得られるようシャワー発達の揺らぎや横方向の広がりをパラメトライズした高速モンテカルロシミュレーションを開発した。

本研究では小規模観測装置により一次宇宙線のエネルギースペクトルを得た (図 1)。これは小規模観測装置の超高エネルギー宇宙線研究に対する有効性を示すものである。

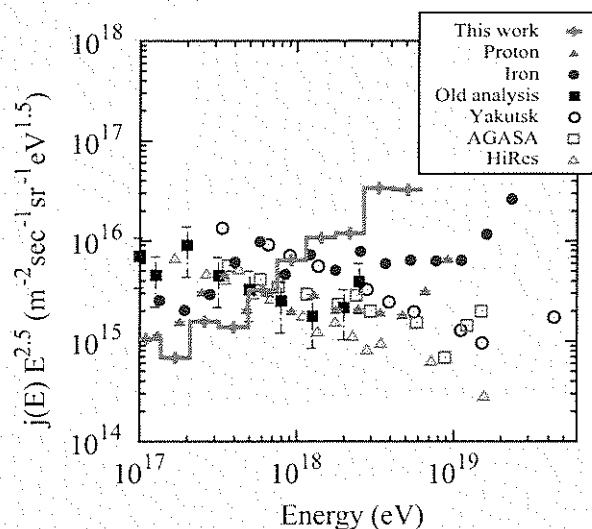


図 1 一次宇宙線のエネルギースペクトル  
U.D. Goswami, et al., *Proc. 29th ICRC, Pune*,  
7, (2005) 159. より抜粋 (Figure 3(b))