

平成 29 年度共同利用研究・研究成果報告書

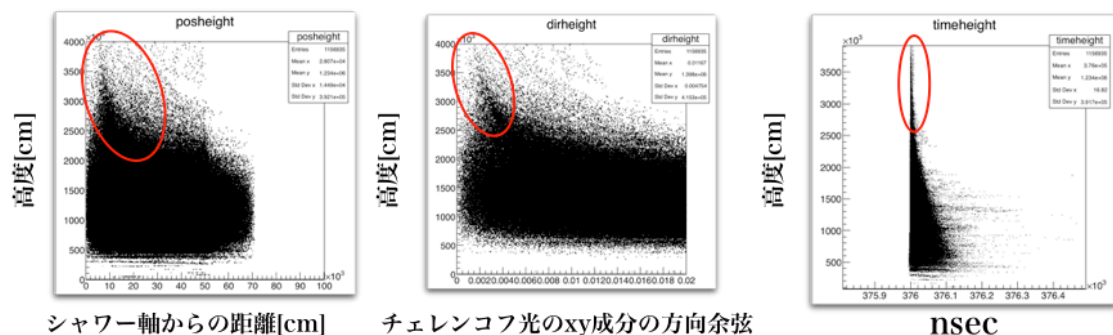
研究課題名 和文：CTA と LEAP によるガンマ線バーストの同時観測可能性に関する研究
英文：The study on simultaneous observations of gamma ray bursts by CTA and LEAP

研究代表者 山形大学・理学部 教授 郡司修一
参加研究者 山形大学・理学部 准教授 中森健之
東京大学宇宙線研究所 准教授 吉越貴紀
東京大学宇宙線研究所 助教 大石理子

研究成果概要

本研究はガンマ線バーストからのガンマ線を広いエネルギー範囲で観測し、そのガンマ線の偏光方向の差から量子重力理論に制限を付ける事を目的とした研究である。すでに数 100keV のガンマ線の偏光観測は実現できているが、未だ数 10GeV で偏光観測は実現されていない。そこで、チェレンコフ望遠鏡を使ってガンマ線の偏光を測定できないかをシミュレーションによって調べる研究を行っている。平成 29 年度は、以下に述べる 3 つの事が分かった。1) 高エネルギーガンマ線が大気中で最初にペアークリエーションを起こす際に、電子と陽電子の射出方向がガンマ線の偏光方向に依存するのかを調べた。その結果、モジュレーションファクターとして 30% 程度の依存性を持つことが分かった。2) 最初にできた電子陽電子の射出方向のみが偏光情報を持っているため、最初にできた電子と陽電子によって生成されるチェレンコフ光だけを地上で選別する必要がある。その様な事がどの程度行えるかを調べるために、20GeV のガンマ線を垂直に入射し、最初にできるチェレンコフ光がどんな性質を持っているか調べた。その結果が以下の図に示されている。3 つの図の横軸はそれぞれシャワー軸からの距離、チェレンコフ光の xy 成分の方向余弦、地上に到達した相対時刻である。そして縦軸は全てチェレンコフ光の発生高度をしめしている。この図で赤丸を付けた部分があるが、この部分が最初に発生した電子陽電子によるチェレンコフ光に相当する。そのため、この部分を抜き出して、偏光解析を行えばよい事が分かった。3) ガンマ線のエネルギーが上がると、最初に生じる電子陽電子の射出方向は超前方に向き、ガンマ線の方向と 0.1 度程度で一致してしまう。そのため最初に発生したチェレンコフ光の分布からどの方向に電子陽電子が射出したのかを判断するのは難しい。また電子陽電子は地磁気によりローレンツ力で曲げられるが、それも電子陽電子の射出方向の情報を打ち消す方向に働く。まだ明確では無いが、電子陽電子ができてから、数 10m の間に射出

されたチェレンコフ光だけを選び出して、電子陽電子の射出方向を決定する必要が少なくともある。



当初は Corsika というエアershowerのシミュレーションソフトを使用しており、このシミュレーションソフトで研究を進める予定であった。しかし、Corsika ではガンマ線の偏光がサポートされていないこと、Corsika の開発者に連絡を取ったところ、偏光をサポートする予定は現在無いという事から、Corsika でのシミュレーションを諦めた。その代わり、日本で開発された COSMOS というシミュレーションソフトを利用して、詳細なシミュレーションを現在行い始めている。このソフトウエアは、早稲田大学の笠原教授によって開発され、現在は宇宙線研究所のさこ准教授によって引き継がれている。さこ准教授によるサポートによってすでに地磁気によって曲げられる前の電子と陽電子の射出方向を調べることができるようになっており、今後詳細な解析を行うこととなる。