

平成 26 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：大気分子制動放射マイクロ波の検出と検出器開発
英文：Research and development of detectors for MBR microwave radiations

研究代表者 山本常夏（甲南大学理工学部）
参加研究者 荻尾彰一（大阪市立大学）、佐川宏行（東京大学宇宙線研究所）
大田泉（甲南大学理工学部）

研究成果概要

次世代最高エネルギー宇宙線観測方法の開発を目指し、空気シャワーのマイクロ波放射の研究を行っている。特に等方的なマイクロ波放射の検出を目指している。そのために市販の衛星放送用 1.2m 口径パラボラアンテナを改良し 12.5GHz の受信システムを開発した。そのシステムを京都大学生存圏研究所の電波暗室に持ち込みテストを行ったあと、米国ユタ州にある Telescope Array 観測所に検出器を設置し、観測所にある線形電子加速から放出される電子ビームからの放射を調べた。2013 年 3 月に続いて 2 回目の測定になる。1 回目の測定では電子ビームから 88m 離れたところで測定を行っている。加速器から離れたところでパラボラを使って測定することにより加速器から出るノイズや電子ビーム自身から前方に放射される電波に起因するノイズを避け、ビームからの等方的な放射を検出することを目指した。その測定では等方的に放射されるマイクロ波は検出できなかった。今回の測定では検出を改良するとともに、ビームの射出口にマイクロ波発信機を設置し、パラボラアンテナの方向を正確に調節した。その結果マイクロ波は検出されず、等方的なマイクロ波の放射は期待された値より 1 桁以上低いことが確認された。



図 1、TA サイトにある線形電子加速器にパラボラアンテナを向け測定を行っているところ。2014 年 11 月に測定した。電子ビームからの等方的な放射は検出されなかった。



図 2、ビーム射出口をパラボラアンテナは使わずに受信機のみで測定した。加速器を使ったマイクロ波測定実験はいくつかあるが、いずれも電波暗箱の中にビームを打ち込んで測定している。そのためマイクロ波前方放射によるノイズが多くて明確な結果が得られていなかった。本実験では電子ビームを大気中に測定することによりこの問題が会費されている。

また、ビーム射出口から 1m 離れた場所にパラボラアンテナはなしで、受信機のみを設置して測定を行った。その結果加速器からのノイズが確認されたが、同時に射出口から広がった放射があることを確認した。この放射はビームが射出口から出る時、電場の急激な変化に伴って起こると推測される。他の波長帯域での測定でも検出されており、詳細な解析を進めている。実際の空気シャワーではこの放射は起きないが、空気シャワーが地面にあたるときに電荷が急に消失するときに似た現象が起こることが考えられる。この放射が最高エネルギー宇宙線の観測に使えるか検討が行われている。

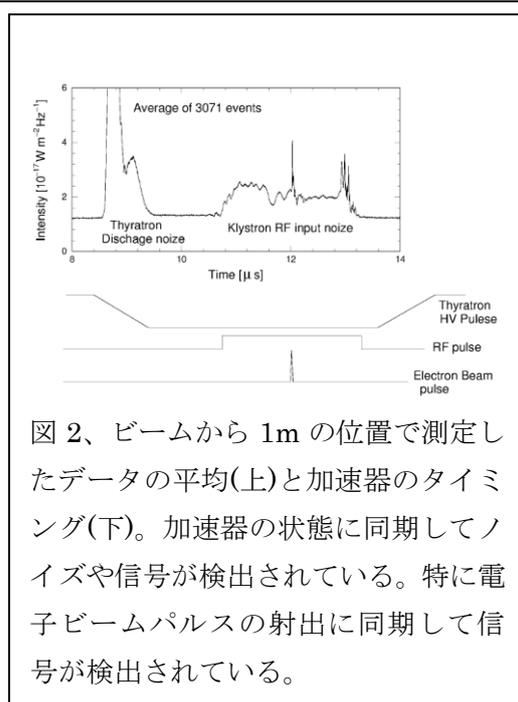


図 2、ビームから 1m の位置で測定したデータの平均(上)と加速器のタイミング(下)。加速器の状態に同期してノイズや信号が検出されている。特に電子ビームパルスの射出に同期して信号が検出されている。