

Observational Study of Particle Acceleration in Solar Flares

フレアにおける電波放射のセンター-リム変動は、加速された電子の非等方性を表す。これは電波放射が加速された電子のジャイロシンクロトロン放射で明るくなっている事による。ジャイロシンクロトロン放射は指向性が高く、放射方向は電子の進行方向に集中する。従ってもし加速された電子のピッチ角が等方であったら、ループ全体で明るくなり、センターリム変動は起こらない。またピッチ角が大きい、つまり電子が磁場に垂直に捕捉されている場合も、ループトップが明るくなり、センターリム変動は起こらない。センターリム変動が起こる描像というのは、ピッチ角が小さく、電子が磁場に平行に捕捉されている状態であり、この場合電波放射はフレアループのフットポイントからの放射になる。

本研究では熱的輻射の強いフレア、熱的輻射の弱いフレアを区別し、またフレアの継続時間毎にフレアの電波放射のセンター-リム変動を調査した。その結果熱的放射が強く、継続時間の短いフレアにのみ、太陽中心からの距離と電波の放射強度が17GHzで0.45、34GHzで0.63という明らかな相関が見られた。また17GHz、34GHzの2周波数から求めた電波放射のべき指数でも、熱的放射が強く継続時間の短いフレアにのみ0.45という相関が得られた。これにより熱的放射が強く、継続時間の短いフレアにのみ電波放射のセンターリム変動が見られたことがいえる。つまりこのようなフレアはフットポイントから電波放射し、電子のピッチ角が小さいと考えられる。このようなフレアは初期注入後の電子のピッチ角が小さいため、彩層蒸発を効率よくおこすためと考察できる。

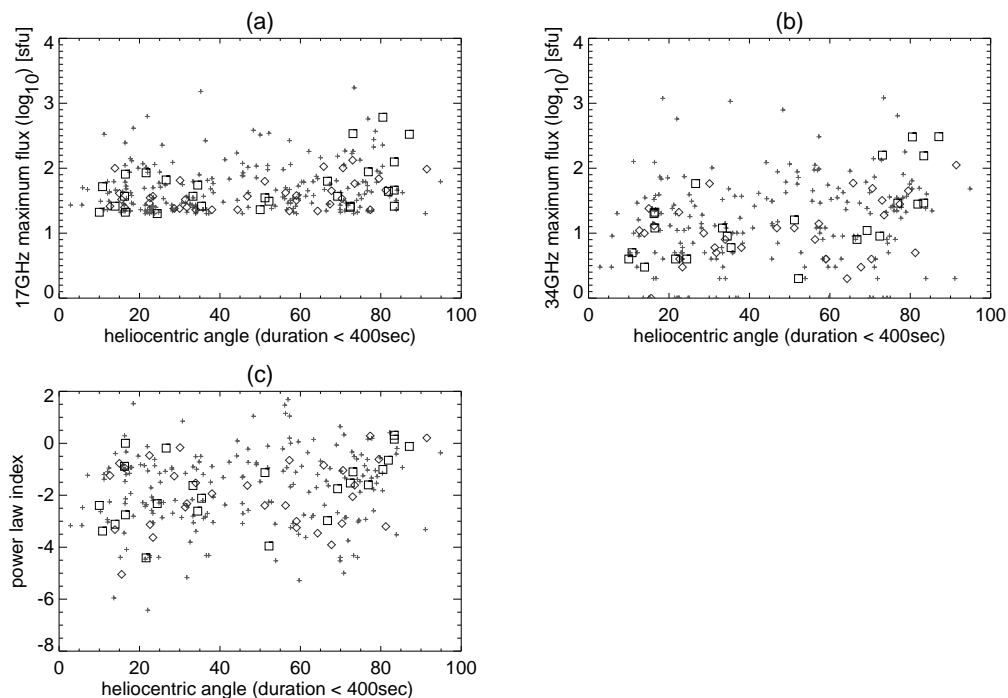


図1: 継続時間が400秒以下のフレアにおける太陽中心からの距離と(a)17GHz、(b)34GHz、(c)べき指数の散布図。□は熱放射の強いフレア、◇は普通のフレア、+は非熱放射の強いフレアを表す。

フレアにおいて硬 X 線と電波放射は共に加速された電子から放射されていると考えられているが、両者のピーク時刻において硬 X 線から求めた電子のエネルギースペクトルのべき指数と、電波から求めた電子のエネルギースペクトルのべき指数は異なる値を示す。このことから電波を放射している電子と、硬 X 線を放射している電子は別のものであると考えられてきた。本研究では野辺山電波偏波計及び RHESSI 衛星を用いて、加速が起こっているオンセット相のべき指数と、その後の硬 X 線、電波のべき指数を trap and precipitation model を用いることで説明し、10 イベント中 8 イベントで両者が同じ電子から放射していることを証明した。

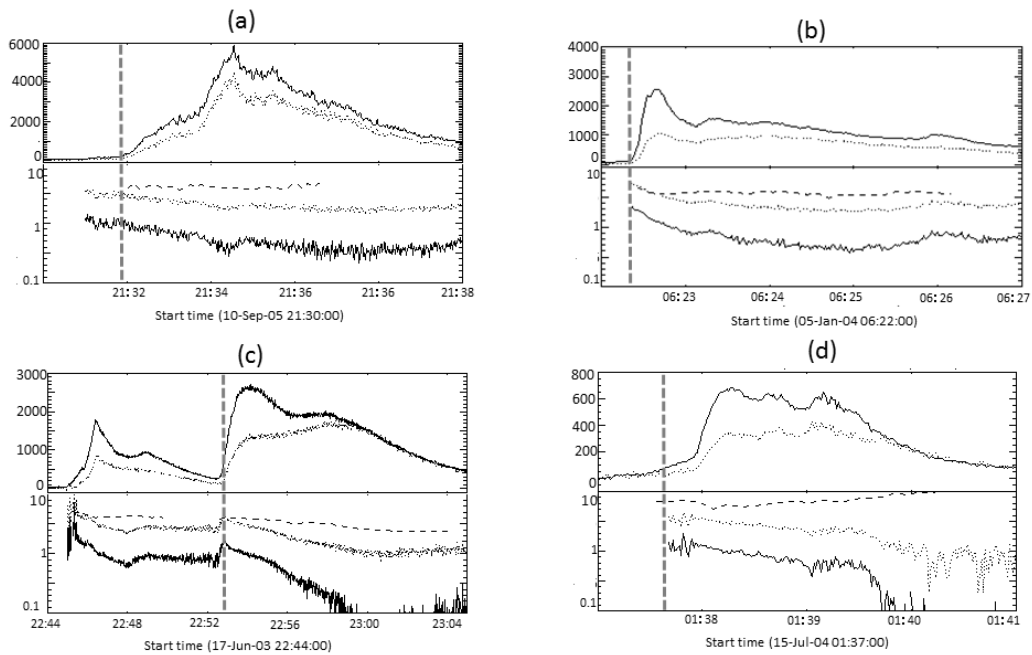


図 2: イベント毎のべき指数の変動。各上の図は野辺山電波偏波計で得られた 17GHz(実線)、35GHz(点線)の放射を表し、各下の図は点線は電波から求めた電子のべき指数、破線は硬 X 線から求めた電子のべき指数、実線は電波のべき指数を表す。縦の灰色の破線はオンセット相を表し、イベント (d) 以外のフレアで硬 X 線と電波両者から求めた電子のべき指数が一致していることが分かる。

(川手朋子 記)