

電波および硬X線でとらえるフレアの非熱的粒子加速：98年11月10日のフレアの多波長解析

Particle acceleration seen in microwave and hard X-ray: periodic oscillation of particle acceleration mechanism

浅井 歩[1], 磯部 洋明[1], 森本 太郎[2], 斎藤 尚生[3]

Ayumi Asai[1], Hiroaki Isobe[2], Tarou Morimoto[3], Takao Saito[4]

[1] 京大・理・宇宙物理, [2] 京大・花山天文台, [3] No

[1] Dep. Astron, Kyoto Univ., [2] Dept. of Astron., Kyoto Univ., [3] Kwasan Observatory, Kyoto Univ, [4] No

1998年11月10日に起きたC7フレアを、電波、硬・軟X線、磁場で解析し、フレアループの構造および物理量と粒子加速の関係について調べた。その強度変化を調べると、フレアのインパルス相で、硬X線源と17GHz電波源の強度が約7秒の周期で振動している現象が見られた。

さらに、軟X線と光球磁場分布のデータからフレアループ内のアルフベン速度を求めると、そのアルフベントイムスケールと先の振動周期が一致することがわかった。これにより、電磁流体的な周期で加速機構(加速効率)が影響を受けていると考えられる。

太陽フレアの発生機構は、最近の衛星観測および地上観測の発達により明らかにされつつあるが、フレアで発生する非熱的粒子の加速機構については未だ解明されていない点も多い。

我々は、1998年11月10日にNOAA 8375で起きたC7フレアを、電波(野辺山電波ヘリオグラフ・偏波計)、X線(ようこう/SXT・HXT)、磁場(SOHO/MDI)の多波長で解析し、フレアループの構造および物理量と粒子加速の関係について調べた。このフレアではインパルス相において、硬X線と17GHzで4つのピークが観測された。各放射源の空間分布を述べると、17GHzと34GHzの電波像ではどちらも南北に2つあり、軟X線像ではそれらをつなぐフェイントなループが見られた。一方硬X線では、南側の電波源に一致する放射源しか見られず、またほぼ同位置には、軟X線像で見られるフレアループがあった。これらの空間分布はピーク毎でそれほど変化しなかった。

2つめのピークに注目した結果、北側の17GHz電波源と南側の硬X線源の強度が約7秒の周期で振動している現象が見られた。また、電波の強度変化は硬X線のそれに比べ0.5秒から1秒程度の遅れていることがわかった。この位相のずれより、硬X線や電波を放射している非熱的電子が南側の電波源付近で加速され、北側の電波源や硬X線源に飛んで行ったと推測される。

さらに、硬X線源や南側の電波源の近くにあるフレアループについて、軟X線画像の解析により大きさ・温度および密度を導出し、光球磁場分布からポテンシャルフィールドを仮定してループ頂上の磁場強度を計算した。その結果、フレアループ内の音速やアルフベン速度を求めることができ、そのアルフベントイムスケールと先の振動周期(約7秒)が一致することがわかった。これにより、電磁流体的な周期で加速機構(加速効率)または加速粒子の伝搬が影響を受けていると考えられる。つまり、アルフベントイムスケールはループの振動に特徴的なタイムスケールであるから、加速効率の変化とループ振動が何らかの形で結び付いている可能性を示唆している。

地球磁気圏でもまた、ミニサブストームやPi2脈動現象と言った、電磁流体的な周期で磁場が振動する現象が見られる。この振動周期も、アルフベントイムスケールで説明でき、磁気ループの振動がその脈動の成因と関わっているであろうと考えられている点で、両者は大変似ている現象であると言える。今回、この類似性に付いても触れる。