

S001-11

A 会場 : 11/4 PM2 (15:45-18:15)

16:50~17:15

## 太陽フレアにおける磁気リコネクションと粒子加速の観測的研究

#成影 典之<sup>1)</sup>, 岡 光夫<sup>2)</sup>, 坂尾 太郎<sup>3)</sup>, 下条 圭美<sup>1)</sup>, 高棹 真介<sup>4)</sup>, 増田 智<sup>5)</sup>, 阿南 徹<sup>6)</sup>, 銭谷 誠司<sup>7)</sup>

(<sup>1)</sup> 国立天文台, (<sup>2)</sup> カリフォルニア大学バークレー校・宇宙科学研究所, (<sup>3)</sup> 宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所, (<sup>4)</sup> 大阪大学, (<sup>5)</sup> 名大 STE 研, (<sup>6)</sup> National Solar Observatory, (<sup>7)</sup> 神戸大学

## Observational studies on magnetic reconnection and particle acceleration in solar flares

#Noriyuki Narukage<sup>1)</sup>, Mitsuo Oka<sup>2)</sup>, Taro Sakao<sup>3)</sup>, Masumi Shimojo<sup>1)</sup>, Shinsuke Takasao<sup>4)</sup>, Satoshi Masuda<sup>5)</sup>, Tetsu Anan<sup>6)</sup>, Seiji Zenitani<sup>7)</sup>

(<sup>1)</sup> NAOJ, (<sup>2)</sup> SSL, UC Berkeley, (<sup>3)</sup> ISAS/JAXA, (<sup>4)</sup> Osaka Univ., (<sup>5)</sup> STEL, Nagoya Univ., (<sup>6)</sup> National Solar Observatory, (<sup>7)</sup> Kobe Univ.

A solar flare is one of the explosive phenomena driven by magnetic reconnection. Magnetic reconnection is a plasma process that releases energy stored in the magnetic field through the reconnection of magnetic field lines and converts it into kinetic energy, thermal energy, and particle acceleration energy. In solar flares, these converted energy forms have been observed as ejections of plasma blobs, super-hot plasma, accelerated particles, and so on. Of strong interest to us is the acceleration of particles. In a large-scale flare, particles accelerated somewhere in the corona enter the lower atmosphere called the chromosphere, are forced thermalized by the ultra-dense plasma there, and evaporate the plasma in the chromosphere. This evaporated plasma fills magnetic loops in the corona, and such loops are visualized in ultraviolet and X-rays, resulting in the well-known beautiful and dynamic appearance of solar flares. In other words, the generation and propagation of accelerating particles form solar flares, and they are an essential part of a complete understanding of flares. In addition, particle acceleration in solar flares is interesting from the perspective of plasma physics. The solar corona is an environment where initial acceleration is difficult because of its large density and the many obstacles for newly accelerated particles. Despite this, it is known from observations that particles are accelerated to several hundred keV or more in the order of seconds. This means that a very efficient acceleration mechanism exists. Perhaps the various plasma structures (shock waves, turbulence, plasmoids, etc.) produced by magnetic reconnection must hold the key to the acceleration. In addition to such interesting research subjects, solar flares also have an advantage as an observational target. Since they are magnetic reconnection phenomena that occur in the nearest stars from the Earth, it is possible to observe the various plasma structures produced by magnetic reconnection by spatially separating them. This has led to the discovery of locations where accelerated particles exist. However, at this point, due to observational limitations (mainly limitations of observation techniques), it is not fully understood where, when, and how particle acceleration is taking place.

In this talk, we will review observational studies of solar flares (magnetic reconnection) and the particle acceleration caused by them, and also introduce the next generation solar flare observations that will enable us to investigate accelerated particles in more detail than ever before.

太陽フレアは、磁気リコネクションが駆動する爆発現象のひとつである。磁気リコネクションは、磁力線のつながりによって磁場中に蓄えられたエネルギーを解放し、運動エネルギー、熱エネルギー、粒子の加速エネルギーなどに変換するプラズマプロセスである。太陽フレアでは、これら変換後のエネルギー形態に対応するものとして、プラズマの塊の噴出、超高温プラズマ、加速された粒子などが観測されている。このなかで我々が強い関心を持っているのが、粒子の加速である。大規模なフレアにおいては、コロナのどこかで加速された粒子が太陽表面付近（厳密には彩層と呼ばれる低層大気）に突入し、そこにある超高密度なプラズマによって強制熱化され、彩層のプラズマを蒸発させる。この蒸発したプラズマがコロナ中の磁気ループを満たすことで、紫外線・X線によって可視化され、一般によく知られる美しくダイナミックな太陽フレアの姿を見せる。つまり、加速粒子の生成と伝搬が太陽フレアを形成していると言え、フレアの完全な理解に不可欠なパーツである。また、太陽における粒子加速は、プラズマ物理の観点でも興味深い。太陽コロナは、密度が大きく、加速したての粒子にとっては障害物が多くある環境であり、初期の加速が難しい。にもかかわらず、秒のオーダーで数百 keV 以上にまで粒子が加速されていることが観測から知られている。すなわち、非常に効率のよい加速機構が存在することを意味する。おそらく磁気リコネクションが生成する様々なプラズマ構造（衝撃波、乱流、プラズモイドなど）が、加速の鍵を握っているに違いない。太陽フレアには、このような研究対象としての面白さに加え、観測対象としての利点もある。それは、地球から最も近い恒星で起きる磁気リコネクション現象であり、磁気リコネクションが生み出す多様なプラズマ構造を、空間分離して観測することが可能な点である。これにより、加速粒子が存在する箇所が見つかってきている。しかし、現時点では観測上の制限（主に観測技術の制約）もあり、粒子の加速が、どこで、いつ、どのように行われているかは完全に解明されていない。

本講演では、太陽フレア（磁気リコネクション）とそれによって生じる粒子加速の観測的研究をレビューするとともに、加速粒子の精査も可能な次世代の太陽フレア観測も紹介する。