

## Magnetic reconnection with multiple X-lines in an open system: Two fluid simulations with finite electron inertial effects

# Hirotaka Sekiya[1]; Takuma Nakamura[2]; Masaki Fujimoto[3]

[1] Dept. Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. Tech.; [2] ISAS, JAXA; [3] ISAS, JAXA

To understand large-scale development of magnetic reconnection, it is necessary to consider reconnection triggered at multiple X-points in long current sheet and associated coalescence of magnetic islands. While a number of numerical simulations have been performed for magnetic reconnection at multiple X-points, most of these simulations are done in periodic systems, in which the large development of magnetic reconnection tends to be disturbed at the boundary. Thus, in this study, we perform two-fluid simulations for magnetic reconnection at multiple X-points using open boundary condition. Here each X-point is imposed initially by adding magnetic perturbations. First, when same amplitude of initial perturbations is added at all X-points, the two X-lines at the ends preferentially survive and other X-lines between them are terminated by a pair of converging flows from the both ends. Then the two X-lines at the ends retreat from each other. Even when the amplitude of initial perturbations at both ends is unbalanced, the both end X-lines can co-exist for sufficiently long time unless the ratio of amplitude of initial perturbation between both ends is more than 2. Moreover, when the amplitude of initial perturbation only at the middle X-point is enhanced, the two end X-lines or three X-lines, that is, two end X-lines and the strong middle X-line, can co-exist. These results suggest that more than one X-line can co-exist even in the final stage of the development of reconnection driven in the long current sheet. The detailed nature of these results will be shown in our presentation. In addition, the mechanism of co-existence of multiple X-lines is deeply associated characteristic convection of electrons in a magnetic island. We will also present detailed analyses that reveal the mechanism of co-existence of multiple X-lines in long current sheet.

大規模な磁気リコネクションの発展過程を理解するには、長い電流層において磁気リコネクションが複数の X-point で起こり、それらが磁気島の融合を伴いながら発展するモデルを検証する必要がある。これまでも複数の X-point で起こる磁気リコネクションに対して多くの数値シミュレーションが行われてきたが、それらの多くは周期境界を用いていたために、境界によって磁気リコネクションの大規模な発展が妨げられるという問題があった。そこで我々は、開放端条件を用いて二流体シミュレーションを行った。ここで X-point は磁場の初期擾乱を加えることで発生させる。まず電流層の全ての X-point に同じ強度の初期擾乱を加えると、必ず両端の X-line が選択的に生き残り、これらに挟まれたそれ以外の X-line は両端からの強い流れによって消えてしまう。このとき両端の X-line はお互い遠ざかるように後退する。また、両端の X-point に加える初期擾乱の強度をアンバランスにした場合でも、その強度の比が 2 以上にならない限り両端の X-line が十分に長い時間共存できることがわかった。さらに、中心の X-point にだけ強い初期擾乱を加えた場合でも、両端の二つの X-line だけ、もしくは両端と中心の強い X-line の計 3 個の X-line が共存できることがわかった。これらの結果は、長い電流層の中で磁気リコネクションが起こり発展する場合、その発展の最終段階においても複数の X-line が同時に存在しうることを示唆している。また、このように複数の X-line が残るメカニズムには磁気島内に特徴的に見られる電子の流れが大きく寄与していることが分かっている。本講演では、複数の X-line が残る結果と複数の X-line が残るメカニズムについての詳細な解析結果を紹介する。