

大磁気嵐における放射線帯外帯電子の消失 - 2015年3月17日の磁気嵐を中心に -

小原 隆博 [1]

[1] 東北大・惑星プラズマセンター

Rapid loss of outer belt electrons during the March 17, 2015 large magnetic storm

Takahiro Obara[1]

[1] PPARC, Tohoku University

Although the loss mechanism of radiation belt electrons has been studied more than a few decades, many of processes are not fully understood. Right now, there are several candidate mechanisms such as 1) pitch angle scattering of radiation belt electrons and its precipitation into the atmosphere, 2) adiabatic deceleration of radiation belt electrons and 3) magnetopause shadowing of radiation belt electrons. However, they can not remove electrons near Earth region ($L=3\sim 4$).

In this paper, we like to consider betatron drift effect which is caused by the rapid decrease in the intensity of the magnetic field. During the main phase of the March 17, 2015 large magnetic storm, the intensity of the magnetic field decreased by 30 nT every hour, and the decrease lasted more than a half day. We have calculated azimuthal electric field, and the obtained intensity is about 0.1 mV/m at $L=4$. Assuming the background magnetic field intensity of 400 nT, the estimated outward drift speed is about 250m/sec. This means that the radiation belt electrons move outward by 1 Re within several hours.

Chiba et al. (2015) confirmed that electrons in regions where L is greater than 5 could be removed by the magnetopause shadowing mechanism. When we accommodate betatron drift effect for the loss mechanism, we may remove outer radiation belt electrons completely.

放射線帯外帯を構成する高エネルギー電子は、磁気嵐の主相にて消失することが知られているが、その完全な理解には、まだ至っていない。これまで、消失の機構として 1) ピッチ角散乱による大気への降下、2) 磁場強度減少による断熱冷却、そして 3) 磁場形状変形によるドリフト軌道の磁気圏境界面への到達（マグネトポーズシャドーイング）が提唱されているが、これらだけでは消失を完全には説明出来ない。特に、 $L=3\sim 4$ の領域の電子を取り除くのが、難題である。

本稿では、ベータトロンドリフト効果を外帯高エネルギー電子消失に適用した。大磁気嵐では、 $L=3\sim 4$ の領域を中心に磁場強度が短い時間（主相）で、大きく減少する。2015年3月17日の大磁気嵐では、1時間に 30nT も磁場強度が減少し、減少は数時間以上継続した。この時、磁場変化によって発生した角度方向を向く誘導電場は、 $L=4$ で 0.1mV/m のオーダーになり、無視できない大きさである。背景磁場強度を 400nT と仮定すると外向きのドリフト速度が 250m/sec となり、数時間で 1 Re ほど、高エネルギー電子は外向きに移動する事になる。（実際の磁場強度は、磁気嵐の影響で更に低下していることから、空間移動距離は、1 Re 以上である。）

従来、マグネトポーズシャドーイングでは、 $L=5$ 以下の外帯電子を取り出せなかった（千葉他 2015、JAXA 特別資料）。上記の誘導電場によって、 $L=4$ にあった電子を L が 5 以上の領域に外側方向に移動出来れば、移動された高エネルギー電子は、今度はマグネトポーズシャドーイングプロセスにて、完全に磁気圏境界面に運び去る事ができることになる。