

低緯度電離層に降り込む高速中性粒子 (ENA) の高度分布のシミュレーション

Altitude profiles of ENA fluxes precipitating into the low-latitude ionosphere

浅村 和史 [1], 向井 利典 [1], 斎藤 義文 [1], 風間 洋一 [2], 町田 忍 [3]

Kazushi Asamura [1], Toshifumi Mukai [1], Yoshifumi Saito [1], Yoichi Kazama [1], Shinobu Machida [2]

[1] 宇宙研, [2] 宇宙研・太陽系プラズマ, [3] 京大・理・地球惑星

[1] ISAS, [2] Dept. of Geophys., Kyoto Univ.

磁気圏から電離圏に降り込んだ高速中性粒子 (ENA) が大気粒子と衝突すると、再電離したり、その後再中性化したりする。このことを考慮して Monte Carlo シミュレーションを行った。その結果をロケットによる赤道域での ENA の観測結果と比較し、ENA と大気粒子との衝突断面積が計算結果に与える影響を調べた。

我々は 1998 年 2 月 5 日 17:30(JST) に鹿児島県内之浦町から打ち上げられた観測ロケット (SS-520-1) に高速中性粒子 (ENA: Energetic Neutral Atom) 計測器を搭載し、磁気圏から赤道域電離圏に降り込んできた $\sim 10\text{keV}$ の ENA の高度分布を得ることに成功した。そこで現在、大気粒子との衝突の影響を考慮して Monte Carlo シミュレーションを行い、その結果と観測結果を比較することで、観測時の磁気圏イオンのピッチ角分布や空間分布などのパラメータを推定することを試みている。

ENA は ring current 領域の磁気圏イオンの一部が、周囲に存在する geocorona の中性水素と荷電交換をすることで生成する。そして、電磁場の影響を受けずに弾道飛行をするため、磁力線を横切って移動することができる。このため、生成した ENA の多くは磁気圏外 (惑星間空間) へと出て行くが、一部は地球方向へ飛行し、電離層へ降り込むことになる。

電離層高度には濃密な中性・電離大気が存在するため、降り込んできた ENA は大気粒子と衝突を繰り返す。 $\sim 10\text{keV}$ の ENA の場合、重要となる衝突は、

- 1) 荷電交換 (ENA の電離、及び電離した ENA の中性化)
- 2) stripping (ENA の電離)
- 3) ionization
- 4) excitation

などの非弾性衝突である。荷電交換や stripping が起こった場合には ENA は電離し、逆に、電離した ENA が荷電交換した場合には再度中性化し、ENA に戻るようになる。なお、再中性化の際には衝突時の gyrophase によって以前と異なった方向へ飛行する。(これは電離状態の ENA が磁場に捕捉されているためである。) このため、磁場の向きによって Larmor 運動が ENA の散乱に与える影響が異なることになり、ENA の降り込みを考える際には電離圏での磁場の向きと ENA が電離圏に降り込む方向が重要になる。

そこで、ENA が赤道域電離圏 (観測領域) にどの方向から入射するか調べるために、磁気圏内の磁場を双極子だと仮定し、geocorona の中性水素の密度と赤道での磁気圏イオンのピッチ角分布・エネルギー分布を与え、計算機シミュレーションを行った。なお、ロケット観測を行った時の地磁気活動度は長期間にわたって静穏であったため、ピッチ角分布は 90° 付近に集中した形であったと推定される。そして、次に電離層での ENA のふるまいを調べるために、衝突の影響と電離した場合の磁場の影響を考慮して、入射した ENA の軌道をトレースした。

ただし、この計算機シミュレーションから磁気圏のパラメータを得るためには、ENA と大気粒子との衝突の断面積やエネルギーロスなどが分かっている必要がある。特に、分子に対する衝突断面積にははっきりしていないものもある。そのため、まず、シミュレーションと観測結果の比較から、衝突断面積の不定性がどの程度結果に影響を与え、また衝突断面積の値がどれほどになるか推定を試みる。