

特集

太陽活動の影響による宇宙物体の軌道変化

野澤恵(茨城大学理学部)

1. はじめに

我々の日常生活に人工衛星は深く関わっている。そして太陽活動が人工衛星に影響を与えることが知られるようになってきた。2024年5月に大規模な太陽フレア爆発による赤いオーロラが日本各地で観察できたときに、GPS信号を用いた農業機械が、エラーを受信したため正確な運行ができなかったなどの報告があった。今周期の太陽活動は2025年にピークを迎えると予測されているが、活動自体は2029年ごろまで続き、日常生活に影響があると考えられている。

2. 人工衛星の軌道解析

そこで、太陽活動による人工衛星の軌道の変化に注目し、解析を行なった。低軌道衛星と言われる高度400 kmから1000 km程度の宇宙物体は、ごくわずかな地球大気の大気抵抗により、減速を受け日々降下している。加えて太陽活動、特に太陽紫外線により、地球大気加熱膨張が発生し、同じ高度の大気密度が桁で変化する。このため急激な減速が起り、軌道変化や姿勢回転などの人工衛星の運用に影響を与える。

人工衛星など地球を周回する10 cm以上の物体を監視する機関により、軌道要素がTwo-Line Elements(TLE)[1]
<https://celestrak.org/columns/v04n03/>として公開されている。そこでこのTLEを用いて、太陽活動の紫外線強度に関係のあるF10.7と呼ばれる太陽電波強度との相関を調べた。

3. 結果

国際宇宙ステーション(ISS)の軌道である400kmでは、太陽活動の静穏期では滞在期間が2,3年程度であるが、活動期では1年程度と半分以下であることがわかった。また

2024年5月の大規模な太陽フレア爆発により、急激な降下の報告があり、ISSではその降下量が200 mになることがわかった。しかし、そのフレア爆発の前後の二週間程度にも緩やかであるが、通常の降下に比べて、降下速度が三倍程度増大することがあった。この前後二週間はフレア爆発を発生させた太陽黒点群以外にも複数の黒点群があり、F10.7の強度の増大が見られた。これは黒点周辺のプラージュ領域からの紫外線の増大が原因と考えられる。よって太陽フレア爆発以外にも、軌道低下となる紫外線の増大が重要であることがわかった。

4. おわりに

そこで、人工衛星の軌道変化を地上からの観測で捉えようと、小口径で視野が広い望遠鏡を用いて日々撮影している。手始めに天の北極星付近を通過する人工衛星を含め、宇宙物体を露出0.5秒で撮影し、線分の光跡として撮像される。この線分の始点と、その撮影時刻を使いTLEの軌道要素から軌道伝播の予測点との比較を行なう。この始点と予測点とのずれを統計的に解析し、大気密度の推定に繋げる。この大気密度と太陽活動との相関を見出し、軌道予測を試みたい。

参考文献

[1] <https://celestrak.org/columns/v04n03/>



野澤恵