

R010-17

B会場：11/25 AM2 (11:05-12:35)

11:50~12:05:00

人工衛星の軌道変動から探る大規模宇宙天気現象が地球超高層大気に与える影響

#田中 颯^{1,6)}, 中川 貴雄^{2,6)}, 野澤 恵⁴⁾, 玉川 徹^{3,5)}, 大田 尚享³⁾, 武田 朋志⁸⁾, 榎戸 輝揚⁷⁾, 岩切 渉^{8,9)}, 北口 貴雄⁵⁾, 三原 建弘⁵⁾, 青山 有未来³⁾, 岩田 智子³⁾, 喜多 豊行⁹⁾, 高橋 拓也³⁾, 山崎 楓³⁾, 土屋 草馬³⁾, 中野 遥介³⁾, 一番ヶ瀬 麻由¹⁰⁾
(¹⁾ 東京科学大, (²⁾ 東京都市大, (³⁾ 東京理科大, (⁴⁾ 茨城大, (⁵⁾ 理化学研究所, (⁶⁾ JAXA 宇宙科学研究所, (⁷⁾ 京都大, (⁸⁾ 広島大, (⁹⁾ 千葉大, (¹⁰⁾ 立教大

Effects of Large-Scale Space Weather on the Earth's Upper Atmosphere from Satellite Orbital Changes

#Hayato Tanaka^{1,6)}, Takao Nakagawa^{2,6)}, Satoshi Nozawa⁴⁾, Toru Tamagawa^{3,5)}, Naoyuki Ota³⁾, Tomoshi Takeda⁸⁾, Teruaki Enoto⁷⁾, Wataru Iwakiri^{8,9)}, Takao Kitaguchi⁵⁾, Tatehiro Mihara⁵⁾, Amira Aoyama³⁾, Tomoko Iwata³⁾, Toyoyuki Kita⁹⁾, Takuya Takahashi³⁾, Kaede Yamazaki³⁾, Souma Tsuchiya³⁾, Yousuke Nakano³⁾, Mayu Ichibangase¹⁰⁾

(¹Institute of Science Tokyo, (²Tokyo City University, (³Tokyo University of Science, (⁴Ibaraki University, (⁵Institute of Physical and Chemical Research, (⁶Institute of Space and Astronautical Science, (⁷Kyoto University, (⁸Hiroshima University, (⁹Chiba University, (¹⁰Rikkyo University

In this study, we investigate the relationship between solar activity and thermospheric variations using GPS data from the low-Earth orbit CubeSat NinjaSat in 2024, a year of exceptionally high solar activity with some of the largest flares and CMEs in history. Orbital altitude changes derived from GPS data were compared with those propagated from NORAD Two-Line Elements (TLEs), allowing extraction of atmospheric drag effects with high time resolution.

Our statistical analysis reveals a delayed response of orbital altitude decay to solar EUV irradiance. Variations in shorter EUV wavelengths (25.6 – 30.4 nm) show a delay of 30 – 36 hours, while longer wavelengths (117.5 – 140.5 nm) exhibit a delay of 48 – 54 hours at ~500 km altitude. These results demonstrate that the thermosphere responds on distinct timescales depending on EUV spectral range.

Furthermore, by removing EUV-driven effects, we examined atmospheric responses to extreme geomagnetic storms triggered by major CMEs in May and October 2024. Correlation analysis with geomagnetic disturbance indices indicates contributions from auroral electrojet as well as Joule heating.

Overall, our results show that during quiet periods, solar EUV heating is the dominant driver of thermospheric density variations, whereas during extreme geomagnetic storms, Joule heating becomes significant, rapidly enhancing atmospheric density at higher altitudes.

本研究では、2024年の極めて高い太陽活動期に低軌道を周回したX線天文観測用キューブサット「NinjaSat」のGPSデータを用い、太陽活動と熱圏大気密度変動の関係を解析した。GPSから得られた軌道高度変化とNORAD提供のTLE(Two-Line Elements)伝搬結果を比較することで、大気抵抗の効果を高時間分解能で抽出した。

統計解析の結果、軌道高度の減衰は太陽EUV放射に対して遅れて応答することが明らかとなった。短波長域(25.6 – 30.4 nm)では30~36時間、長波長域(117.5 – 140.5 nm)では48~54時間の遅延が見られ、熱圏が波長帯ごとに異なる時間スケールで応答することを示した。

さらに、EUVの影響を除去した解析により、2024年5月および10月のCMEに起因する極端な磁気嵐への大気応答を評価した。その結果、オーロラ電流系によるジュール加熱の寄与が確認され、磁気嵐時には超高層大気における大気密度が急激に増加することが示された。

結論として、静穏時にはEUV加熱が支配的である一方、極端な磁気嵐下ではジュール加熱の効果が顕著となることが分かった。