

# 赤道プラズマバブルの生成機構解明と発生予測に向けた研究

研究代表者：横山 竜宏（京都大学生存圏研究所）

## 研究目的:

地球電離圏において、局所的なプラズマ密度の不規則構造を伴う電離圏擾乱が発生した場合には、電波の振幅、位相の急激な変動(シンチレーション)が生じるため、GPS等による電子航法に障害を及ぼすことが知られている。このような電離圏擾乱の発生機構を解明し、発生を事前に予測することが、科学・実用の両面から求められている。本研究では、特に深刻な障害の原因となる赤道スプレッド F (プラズマバブル) の生成機構解明と発生予測を目指し、低緯度電離圏数値モデルを用いたプラズマバブル生成に関する研究を実施する。

## 研究成果:

全球大気圏電離圏結合モデル (GAIA モデル) との結合に向けた準備として、計算領域を全経度範囲として、プラズマ密度の日変化を考慮した自然な周期境界条件の下で電場の計算を行えるように改良を行った。また、従来は経度方向に人工的な変動を与えていたが、局所的な鉛直風を電離圏下部に与えることで、プラズマバブルのシーディング効果が得られるかどうかを確認した。

大気重力波による風速変動の鉛直風成分に着目し、単純化した条件の下で、鉛直風による電離圏 F 領域下部の変動生成、すなわちプラズマバブルのシーディングについて検討を行った。鉛直風変動の振幅、波長、変動を与える緯度範囲に応じて、プラズマバブルの成長速度に差が見られたが、概ね数 m/s の鉛直風変動であっても、プラズマバブルのシーディングとして十分に役割を果たせることが明らかとなった (Fig. 1)。大気重力波に伴う鉛直風成分が、プラズマバブル発生の日々変動において重要な役割を担っていると考えられる。

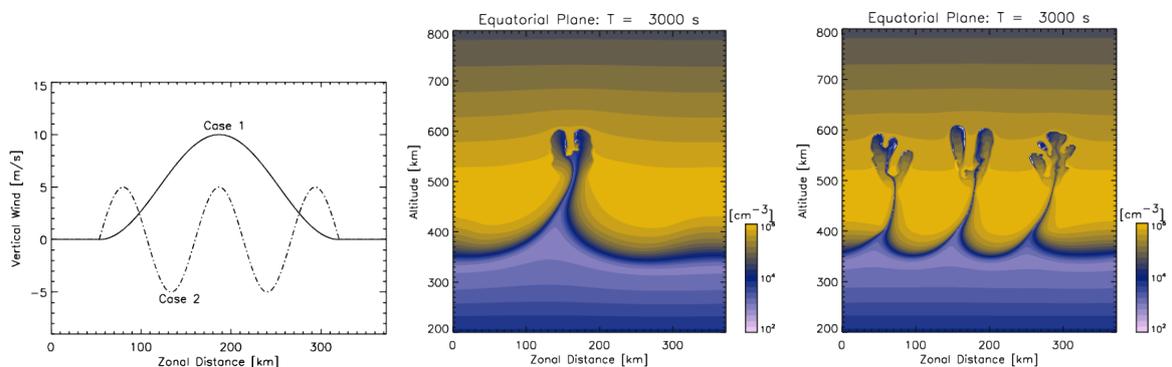


Fig.1 印加した鉛直風の東西構造と発生したプラズマバブルの構造

また、計算領域を全経度域に拡張したモデルでは、静電ポテンシャルの上端の境界条件を、日変化を考慮したものに修正する必要がある。将来的には、GAIA モデルから計算される結果を参照して境界条件に取り込むことを想定しているが、まずは正弦波的に日変化をする東西電場を仮定し、境界条件として与えることとした。日変化する初期プラズマ密度分布を与えたところ、もっともらしい電場分布が得られることを確認した。今後は、GAIA モデルとの結合に向けて、両モデルの改良を継続する予定である。

## 公表状況:

### (論文)

1. Yokoyama, T., H. Jin, H. Shinagawa, and H. Liu, Seeding of equatorial plasma bubbles by vertical neutral wind, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 7088-7095, doi:10.1029/2019GL083629, 2019.
2. Martinis, C., T. Yokoyama, and M. Nishioka, All-sky imaging observations and modelling of 630 nm bright airglow structures associated with MSTIDs, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 7332-7340, doi:10.1029/2019JA026935, 2019.

### (口頭)

1. Yokoyama, T., Toward forecasting equatorial plasma bubbles by numerical simulations, The 4th PSTEP International Symposium [Naogya: January 2020].
2. Yokoyama, T., H. Jin, H. Shinagawa, C. L. Rino, and C. S. Carrano, Seeding, structuring, and decaying of equatorial plasma bubbles simulated by high-resolution bubble (HIRB) model, 2019 AGU Fall Meeting [San Francisco, USA: December 2019] (Invited).
3. Yokoyama, T., Nighttime MSTIDs and coupling with sporadic-E layers, 2019 AGU Fall Meeting [San Francisco, USA: December 2019] (Invited).
4. Yokoyama, T., Equatorial ionospheric disturbances and its social impact, The 9th International Symposium for Sustainable Humanosphere [Bogor, Indonesia: October 2019] (Invited).
5. Yokoyama, T., Seeding, structuring, and decaying of equatorial plasma bubbles simulated by high-resolution bubble (HIRB) model, The 2nd EPB workshop: STERN Workshop on Scientific Challenges in Ionospheric Plasma Bubble Forecasting [Beijing, China: September 2019] (Invited).
6. Yokoyama, T., High-Resolution Simulation Studies of Equatorial Plasma Bubbles, 2019 URSI-Japan Radio Science Meeting [Chofu: September 2019].
7. 横山 竜宏 電離圏プラズマバブルモデルの今後の課題と展望, ISEE・PSTEP 研究集会「太陽地球圏環境予測のためのモデル研究の展望」第4回 [名古屋: 2019年12月].
8. 横山 竜宏, 陣 英克, 品川 裕之, Charles L. Rino, Charles S. Carrano, 高解像度シミュレーションによるプラズマバブル内部構造の発達と減衰過程, 第146回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会 [熊本: 2019年10月].
9. 横山 竜宏, 赤道プラズマバブル数値シミュレーションの発展と今後, 日本地球惑星科学連合2019年大会 [千葉: 2019年5月].
10. 横山 竜宏, Charles L. Rino, Charles S. Carrano, Dynamic Spectral Characteristics of Equatorial Plasma Bubbles, 日本地球惑星科学連合2019年大会 [千葉: 2019年5月] (Invited).