

3次元数値モデルを用いた中緯度域スポラディック E 層の形成機構の解明

測地学および地殻変動論分科 修士 2 年 安藤慧

スポラディック E 層(Es 層)は電離圏 E 領域に発生するプラズマの高密度層である。Es 層は衛星測位の低下の原因となるため、その発生、発達、消滅の物理機構を解明することは非常に重要である。Es 層は大気潮汐波や大気重力波と密接に関連していることが知られているが、Es 層の水平構造が中性大気波動によってどのように形成されているのかについて、また、中性大気波動による Es 層の形成で Es 層の発生の散発性や密度変化の突発性を説明できるのかについては明らかにされていない[Haldoupis, 2011]。これは中性風場に関する情報が少ないため、その 3 次元分布が知られていないことに起因する。本研究では、全球大気モデルによる 3 次元中性風場を独自に開発した電離圏モデルに入力することで、従来の全球モデルに比べて高分解能の Es 層の 3 次元構造を再現し、Es 層の日変動を初めて再現することに成功した。そして、再現された Es 層を分析することで、その 3 次元的な形成機構と中性大気波動との関係性を調査した。

まず、数値モデルの検証としてライダーで観測された Es 層と数値計算結果の Es 層を比較した。その結果、潮汐波由来の Es 層の構造がよく再現されていた一方で、小規模な内部重力波の影響と思われる構造は再現されなかった。ゆえに、より小規模の内部重力波を含んだ中性風場を用いた数値計算を将来的に実施し、本モデルによる Es 層の再現精度が向上することで、本モデルを用いた Es 層の発生予報の実現が期待される。

それから、潮汐波よりも小規模な重力波によって生じる Es 層の構造と Es 層の発生の散発性との関係を調査した。その結果、低高度での Es 層の構造は 3 次元中性風場による輸送の影響を強く受けることを見出した。そのため、Es 層は小規模な重力波の影響を受けており、高度断面上で 100 km から 1000 km 程度の帯状や円状の比較的小規模な構造を示していた(図 1)。そして、Es 層のそれらの構造が水平移動してくることによって、イオノゾンデ観測などで確認されていた Es 層の密度の急な増加や Es 層の突発的な発生が説明できると結論づけた。

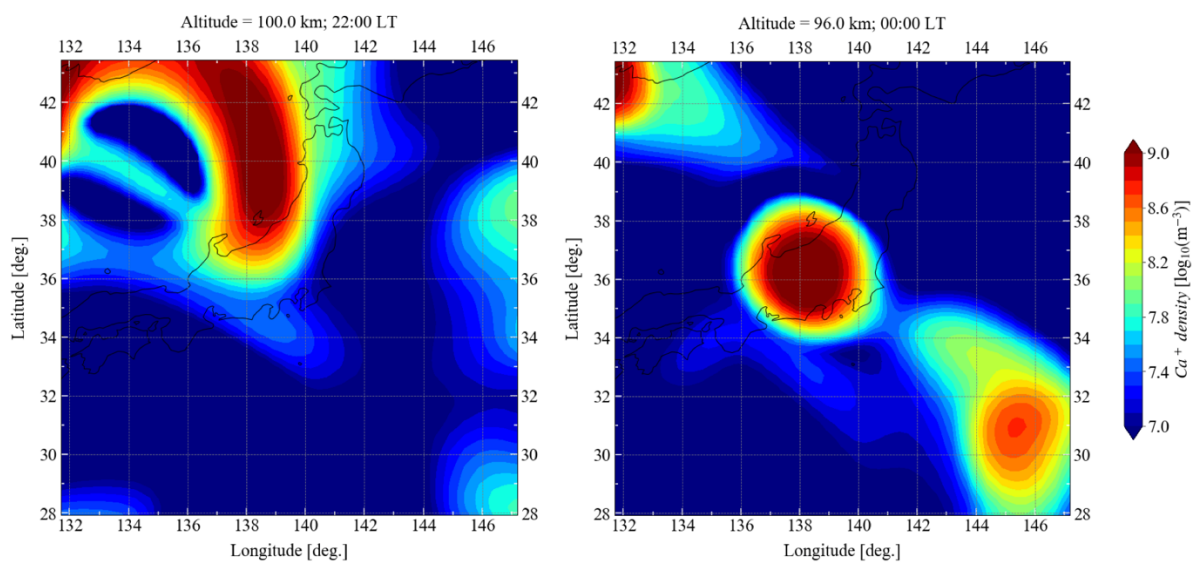


図1 数値計算により得られたカルシウムイオン数密度におけるEs層.

左図では図示した領域の北端の経度138度付近から南へ700 km程伸びる帯状構造がある. 右図では図示した領域の中心付近などに、直径300 kmほどのパッチ状構造がある.