

全球大気モデル GAIA による中低緯度熱圏・電離圏ダイナミクスへの主磁場強度の役割

埜千尋 [1]; 陣英克 [2]; 品川裕之 [2]; 藤原均 [3]; 三好勉信 [4]
[1] NICT; [2] 情報通信研究機構; [3] 成蹊大・理工; [4] 九大・理・地球惑星

Role of the intrinsic magnetic field on low-to-middle latitudinal ionosphere-thermosphere dynamics and phenomena simulated by GAIA

Chihiro Tao[1]; Hidekatsu Jin[2]; Hiroyuki Shinagawa[2]; Hitoshi Fujiwara[3]; Yasunobu Miyoshi[4]
[1] NICT; [2] NICT; [3] Faculty of Science and Technology, Seikei University; [4] Dept. Earth & Planetary Sci, Kyushu Univ.

Intrinsic magnetic field is one of the most important parameters which determine the planetary space environment. The Earth's intrinsic magnetic field has been fluctuated between 10^{22} - 10^{23} Am² in the past 0.8 million years and now under decreases at a rate of ~6% per century. In addition to the effect of the intrinsic field decrease on the ionosphere via electromagnetics, the atmosphere could be also modified by interactions through neutral-ion collision processes. Although CO₂ is another candidate which affects long-term variations of upper atmospheric temperature and wave structures, an evaluation of the effect of magnetic field on the upper atmosphere additionally provides an insight for the role of electromagnetics on the system. This study investigates the effect of intrinsic magnetic field on the coupled system using a numerical model, GAIA (Ground-to-Topside Model of Atmosphere and Ionosphere for Aeronomy), which solves physical and chemical dynamics of the whole atmosphere region from the troposphere to the exosphere under interactions with the ionosphere.

The model simulation is operated with a reduced (10%, 50%, and 75% of the current value) intrinsic magnetic field referring to February 2008 when the wave-4 structure was appeared and solar activity was quiet. In order to focus on the low-to-middle latitude profiles, this experiment excludes the cross-polar cap potential and auroral electron input.

The main results are summarized as follows: (i) Sensitivity of the neutral wind velocity, density, and temperature on the magnetic field is small, while dynamo electric field decreases and ionospheric conductance and current increase with decreasing intrinsic field. (ii) When magnetic field decreases, several waves are amplified in high altitudes. Plasma motion is less constrained by smaller magnetic field. The control of magnetic field also works on neutral dynamics and tide through the ion-neutral interaction. (iii) Diurnal variation of equatorial neutral wind jet is shifted to westward and super rotation velocity decreases to be ~55% when the magnetic field is reduced to be 10%. Since a larger amplitude of plasma motion due to less restriction by the smaller magnetic field brings more ion-drag effect, super-rotation feature would decelerate more effectively for the smaller magnetic field case.

惑星固有磁場は、惑星宇宙環境を特徴づける重要な一要素である。地球の主磁場は、過去 80 万年の間に 10^{22} - 10^{23} Am² の範囲で変動し、1840 年頃から約 6%/100 年で減少している。主磁場の大きさが変わると、それに依存する電離圏電気伝導度等の電磁場を通して、電離層および電離圏と相互作用下にある大気圏は影響を受ける。これまで二酸化炭素量の長期変化の影響が多く研究されているが、地球磁場による影響評価は、電磁場のシステムにおける役割調査としての意義もある。本研究は、特に赤道域～中緯度の超高層待機ダイナミクス及び現象が磁場によってどのように影響するかに着目し、GAIA モデルを用いて評価を行った。

GAIA は、大気下層に気象再解析データを入力し、対流圏から熱圏までの大気圏と電離圏の大気物理・化学過程を解くモデルである。本研究では、4 波構造が電離圏・熱圏パラメータに見られ太陽活動も静穏な 2008 年 2 月の一ヶ月間について、磁場強度を現在値の 10%、50%、および 75% に変えた計算を行った。中低緯度に着目するため、極冠電場ポテンシャルおよびオーロラ電子降り込みを含まない設定で計算を行った。

得られた結果は以下である。(i) 計算された 250 km 高度面の全球平均値を比較すると、中性大気速度や電子密度の主磁場依存性は小さいのに対し、主磁場が減少すると、ダイナモ電場は磁場減少率程度に小さく、電離圏水平電流は大きくなった。(ii) 高高度の中性・電離大気の大気潮汐波動は、磁場強度が弱いほど振幅が大きく、磁場による電離大気の運動の制約が小さくなったことによる。(iii) 赤道域の東向き中性大気ジェットは減速し、磁場強度が 10% のときのスーパーローテーション速度は ~55% であった。磁場強度が弱いほどイオンドラッグの効果が大きくなり、より効果的に減速されたためと考えられる。