

かぐや衛星で観測したオーロラキロメートル放射の伝搬モードの緯度分布の解析

澤田 佳大 [1]; 後藤 由貴 [1]; 笠原 禎也 [1]; 橋本 弘藏 [2]
[1] 金沢大; [2] 京都大学

Statistical analyses of AKR polarization in lunar orbits using KAGUYA wave data

Keita Sawada[1]; Yoshitaka Goto[1]; Yoshiya Kasahara[1]; Kozo Hashimoto[2]
[1] Kanazawa Univ.; [2] Kyoto Univ.

Auroral kilometric radiation (AKR) is one of the plasma waves that KAGUYA observed from lunar orbits. It is radiated from polar regions of the Earth in a frequency range from 50 kHz to 700 kHz. An important feature of AKR is its propagation mode; left-handed ordinary mode (L-O) and right-handed extraordinary mode (R-X). According to past satellite observations, L-O mode AKR propagates to both high and low latitudes while R-X mode does only to high latitudes [ex. Hashimoto et al., 1984, 1998, 2015]. AKR observations from KAGUYA make it possible to study latitudinal distribution of the propagation mode statistically.

Because the propagation mode of AKR is defined by wave polarization for external magnetic field directions at sources, it is necessary to find source hemisphere to determine the mode. For that purpose, we used occultation of the Moon. There are short periods when only one polar region can be seen from the satellite along its orbit. During those periods, intensity variations are based on diffraction theory. Since the diffraction effects are different depending on source locations, we determined the source hemisphere by comparing the observed intensity variation with theoretical ones.

From statistical analysis of the AKR mode observed by KAGUYA, it is found that there is a clear dependence of observation probability of each mode on Earth's magnetic latitude. The number of R-X mode waves decreases when the latitude gets lower. On the other hand, the number of L-O mode waves increases when the latitude gets higher in the opposite hemisphere to the source. Because intensity of R-X mode is much larger than that of L-O mode, R-X mode and L-O mode waves were dominantly observed in the same and opposite hemisphere, respectively

地球の極起源のオーロラキロメートル放射 (AKR) は強い強度をもつ電磁波で、地球から 60 Re 離れた月軌道上のかぐや衛星においても高頻度で観測されている。かぐや衛星に搭載された波形捕捉受信器 WFC は、2 本の直交ダイポールアンテナで観測した電界の位相差からアンテナ面内における偏波を測定することができる。AKR には波源において地球の磁力線に対して右回り偏波をもつ R-X モードと左回りの偏波をもつ L-O モードの 2 種類がある。過去の衛星観測および理論解析より、L-O モードは波源から高緯度および低緯度の両方向へ伝搬するが、R-X モードはプラズマ圏の密度勾配の影響で高緯度方向へのみ伝搬することが知られている [例 Hashimoto et al., 1984, 1998, 2015, Calvert, 1990]。本研究では、かぐやのデータを解析することで、各伝搬モードが観測される緯度分布とプラズマ圏の密度分布との関係を調べた。

伝搬モードを特定するには、観測された偏波に加え、その波が南北半球のどちらから伝搬してきたかを決める必要がある。本研究では、この波源半球の特定のために月の掩蔽を利用した。月の極軌道を周回するかぐや衛星において、地球の北または南半球の片方の波源が見え始める (隠れ始める) 時間が存在する。そうした時間において波の強度は回折の影響を大きく受ける。そこで、実際に観測された AKR の強度変化と、ある波源を仮定した回折に基づく強度変化を比較することから波源半球を推定した。

伝搬モードの統計解析の結果、高緯度側では、北及び南半球の両側において同半球へ伝搬する R-X モードの数が多く、低緯度へいくにつれて数が減少していくことが明らかになった。一方、L-O モードは波源と逆半球側で観測されるものが多く、逆半球の高緯度ほど数が多くなった。具体的には、R-X モードについて同半球に伝搬する割合は 99%、逆半球に伝搬する割合は 1%であった。L-O モードは同半球への伝搬が 4%、逆半球への伝搬が 96%となった。R-X モードは L-O モードよりも強度が非常に大きいため、R-X、L-O の両モードが存在した場合に R-X により L-O が見えなくなる。このため、本解析結果はレイトレイシングによる理論解析と大きな矛盾はないといえる。ただし、逆半球側へ達する R-X モードも少数であるが確認されており、R-X モードが高緯度方向にのみ伝搬する訳ではないことが分かった。