

福井工業大学における“あけぼの(EXOS-D)”衛星受信・データ収集とPWS データ解析の現状

武村 輝 [1]; 大家 寛 [2]

[1] 福井工大・大学院; [2] 福井工大・宇宙通信

Data Acquisition of the Akebono(EXOS-D) satellite through the Space Communication System at Awara, Fukui University of Technology.

Akira Takemura[1]; Hiroshi Oya[2]

[1] Electrical Engineering,FUT; [2] Space Commu. Fukui Univ. Tech.

1. Introduction

At Awara space communication facility of Fukui University of technology, telemetry signals from the Akebono (EXOS-D) satellite have been received and the transmitted codes are recovered so as to be original observation data. The present research has been carried out to treat this acquisition processes mainly being focused on the PWS (Plasma Wave and Sounder) data. For achieving the data acquisition and archiving the data, to add the information of the satellite positions where the transmitted data are observed is the essential subject. The data analyses of the PWS data based on decided satellite positions have also been carried out. We are planning the future studies on AKR by utilizing achieved data acquisition system and obtained data together with data of lunar orbiting satellite, Kaguya.

2. Adoption of Biased Dipole Model.

To describe the observation points of the satellite, it is essential to use the coordinate of dipole magnetic field. In the first step we have, then, decided the satellite position in the vernal equinox and equator plane coordinate (VEEC) system starting with 6-orbital element provided by “Celes-track”. In the determination program of the satellite orbit, the long term perturbation effects have also been included. After decision of the satellite position in VEEC coordinate, the position has been transformed into the biased dipole magnetic field coordinate which is selected to fit the actual earth’s magnetic field so as to be closest approximation. The center of axis of biased dipole magnetic field is selected to shift towards south by 120km from the center of the earth in the plane coinciding with the dipole axis; and the coinciding plane is shifted in the direction of the west longitude of 90 deg by 415.8km. Being based on the characteristic phenomena in PWS dynamic spectra, the accuracy of determination of the biased dipole coordinate system has been investigated. That is, occurrence of the position of EPWAT and the coincidence of the observed electron cyclotron frequency with calculated values depending up on the biased dipole model are significant clues. The result of investigation indicates that the biased dipole coordinate system is sufficient in so far as we discuss the plasma physics, providing accuracy with error of about 1% in average for deciding electron cyclotron frequency.

3. The situation of data acquisition

The acquisition of the EXOS-D data has been started since May 2004 collaborating with ISAS-JAXA. In the first step that was carried out during May 2004 to March 2005, the decision of the satellite position of observations was relied on ISAS calculation that was transferred through PWS research group because the own method was not established. During September 2005 to July 2007, it was clarified that there was mismatching of timing due to malfunction of GPS system at Awara center. In all other periods, the successful data acquisition has been achieved.

4. Status of Data Analyses

There are changing in the starting frequency of the spectrum analyses of PWS; but that can be compensated with correction of the display program. Though such changes have been taking place, the essential function of PWS is still complete after 19 years passage from the launching. Many evidences discovered by studies on EXOS-D data are also able to be confirmed: These are 1) EPWAT, 2) Active Variation of UHR emission, indicating donkey ear phenomena, 3) Conversion processes from UHR waves to electromagnetic waves, 4) Whistler mode radiation due to precipitation of energetic particles from the radiation belt called BRIFLE (Broad Band Rising and Falling Tone Low Frequency Emissions), etc. New subject of studies have also been detected. The coinciding observation of AKR at the lunar orbit by Kaguya, together with Akebono in the earth circulating orbit may provide important evidence for the studies on radiation characteristic and mechanism of AKR.

1. 序

1989年2月遠地点10500km、近地点278kmの準極軌道に投入された宇宙空間観測衛星あけぼの(EXOS-D)は以来19年を経たなお基本機能は健全で、データ取得を続けている。この間、第一の目的であるオーロラ粒子加速域の究明に加え、新たにプラズマ圏の激しい活動的様相を発見解明する他、極域ポーラーウィンドの解明等多くの貢献をしてきた。さらに特筆されるのはその長い観測生命で19年間のデータ収集は程なく太陽活動2周期に至る。

宇宙科学研究所との共同研究として福井工業大学では、2004年6月よりあけぼのからのテレメータ電波を受信し、観測データの取得とデータ保存に着手している。本研究はこのEXOS-D衛星のテレメータ電波受信に関連し、特にプラズ

マ波動 PWS データを中心に取扱いつつ、受信コードからのデータ再現、そして宇宙空間でのデータ取得位置の決定を行ってきた。

2. データ取得位置の決定

本研究では、Celes Track から公表される軌道 6 要素を用い、春分点赤道座標系で EXOS-D 衛星の位置を決定。それを地球偏心ダイポール磁気座標系に変換している。この地球偏心ダイポールは実際に地球磁場に最も近い近似で表現できるように設定したもので、モデルダイポール軸の中心を地心よりダイポールを含む面内で南に 120km 移動、またダイポール軸を含む面は西経 90 度方向に 415.8km 移動している。このモデル及び変換の妥当性を検証するため、2004 年 6 月から、EXOS-D に搭載された PWS データを 12 軌道分について解析し対比した。この対比は、1) 赤道域 ± 5 度以内で最も多く発生する EPWAT が設定したダイポール磁気座標系でいかに出現するか、及び 2) 観測される電子サイクロトロン周波数とモデル磁場強度より算出される電子サイクロトロン周波数との一致性の検証、という二つの視点で行われた。なおこの検証にかかわり Appleton Hartree の式にもとづいた Dispersion Curves をもって、PWS でのダイナミックスペクトルの特性周波数の関係も精査し、その結果、高域ハイブリッド波ブランチの上限が高域ハイブリッド周波数そのものであり、その下限が Z - モード波の cut off 周波数であることが確認されている。

検証の結果は決定した偏心ダイポール磁気座標モデルの計算値がダイナミックスペクトルから観測値として得られる値と平均 1% の誤差で示され、物理的検討には全く問題がない精度が実証されている。

3. データ取得と整理

2004 年 5 月より 2008 年 5 月現在の 4 年間の観測期間において当初 1 年間は、東北大学経由で宇宙科学研究所の決定した衛星位置を用いて実施された。2005 年 3 月より 9 月の間および 2007 年 7 月以降現在まで完全なデータ取得と観測位置決定およびデータ整理が実施されている。2005 年 9 月より 2007 年 7 月に至る長期欠測は施設の時間標準となる GPS の微妙な異常が発生していたことを、位置決定法が確立していなかった時期と交差したためその検出が遅れたためである。

4. PWS データ解析

打ち上げ後 18 年を経過した EXOS-D からの観測データは、PWS の観測周波数掃引の開始周波数が大幅にずれている点、ダイナミックスペクトルになぞの 2.5 分周期のモジュレーションが現れる点など初期観測で経験しない事態があるが、PWS の基本機能は継続作動している。観測結果からは)UHR 放射

とその変動状況から得られるプラズマ圏の活動状況、)EPWAT の出現、)AKR の出現、)放射線帯粒子降下にとともなう特異ホイッスラーモード波放射現象 (BRIFLE) 等初期に発見された現象が継続観測されている他、今後解析すべき現象が新たに見いだされている。

5. 月周回衛星かぐやとの同時観測

現在月軌道にあるかぐや (SELENE) 衛星とあけぼの (EXOS-D) 衛星の両機において受信することができる AKR (Auroral Kilometric Radiation) 電波の地球周辺と月軌道上での観測を対比させることが可能になった。本研究の中間結果として、SELENE と EXOS-D の AKR ダイナミックスペクトルは大局的には類似性がみられる事を示している。厳密には、EXOS-D と SELENE の観測位置における赤経の差が、15 度から 182 度に分布していて、スペクトルの詳細は一致する場合と大幅に異なる場合が示されている。赤経が近接している場合は、AKR の強弱変化が SELENE、及び EXOS-D で明確に一致し、赤経が AKR 電波源に対しほとんど反対方向に近い場合には、強度変化の相関が失われたり逆相関を示す等、AKR 電波源での放射機構の様相が方位角方向に大きく依存している事が確認され、今後この研究を続行することの重要性を示している。