

## あらせ衛星で観測されたコーラス波動の自動検出手法の検討

# 黒瀬 渉太 [1]; 笠原 禎也 [1]; 松田 昇也 [2]; 後藤 由貴 [1]  
[1] 金沢大; [2] ISAS/JAXA

## Development on auto detection of chorus elements observed by the Arase satellite

# Shota Kurose[1]; Yoshiya Kasahara[1]; Shoya Matsuda[2]; Yoshitaka Goto[1]  
[1] Kanazawa Univ.; [2] ISAS/JAXA

Wave-particle interaction plays an important role in affecting the environment in geospace. Particularly chorus waves are closely correlated with the physics in the Van-Allen belt. Chorus consists of independent elements with their duration less than 0.5s, and is classified into several types such as rising tone and falling tone according to its frequency pattern. The frequency range of chorus measured by the Arase satellite is nominally around a few kHz. In the present study, we introduce an image processing algorithm in order to detect the elements of chorus and distinguish their spectrum patterns in a systematic way.

We processed the images of spectra transformed by FFT from continuous waveform data observed by the PWE (PWE; Plasma Wave Experiment) on board the Arase satellite. Regarding the image processing, we adopt image masking, smoothing, second derivative, erosion and dilation, labeling, and aspect map. The second derivative filter is designed optimizing the image data. Aspect map is used to identify the frequency pattern of the chorus element whether it is a rising tone chorus or a falling tone chorus. The others are used to identify the time and frequency of the chorus elements. The followings are the sequence for our automatic detection algorithm. (1) smoothing and masking the original spectrogram, (2) calculating the second derivative, (3) performing erosion and dilation to the binary data, and (4) masking the original data according to the result from the process (3). As a next step, we process the following sequence to determine the frequency pattern: (5) masking the smoothed data according to the result from the process (3), (6) labeling each chorus element, (7) applying the aspect map algorithm to each element. In the process (7), we make an aspect map calculating the gradient  $H_x$  along the x-axis (time) and  $H_y$  along the y-axis (frequency), respectively in the spectra image. Next we calculate  $T = H_x * H_y$ . In case  $T$  is positive, the tilt direction is upper left or lower right. While  $T$  is negative, the tilt direction is lower left or upper right. Finally we identify the chorus element as rising tone when the number of cell with positive  $T$  is larger than the negative one, and vice versa.

In the present paper, we demonstrated that we could successfully detect the chorus elements with sufficiently large intensity against the background noise level, and distinguish rising tone and falling tone.

地球周辺のプラズマ波動や粒子は、宇宙環境を左右する大きな因子であり、そのうちの一つであるコーラスは、放射線帯の物理に深く関与する重要な波動である。コーラスは、時間とともに周波数変化する特徴的なスペクトルを持ち、周波数が上昇するライジングトーン、下降するフォーリングトーン等に分類される。個々のエレメントは孤立しており、各エレメントの継続時間が0.5秒以下で、あらせの飛翔高度では数kHz帯に多く観測される。本研究では、コーラスのエレメントの特徴を画像処理のアルゴリズムを応用して同定し、エレメントの分離と周波数変動の傾きを自動判定することを試みる。

本研究では、あらせ衛星PWEで観測した連続波形観測データを周波数解析したスペクトル画像を用いてコーラスエレメントの抽出を試みた。具体的には、スペクトル画像に、マスク処理・平滑化・二次微分・膨張と収縮・ラベリング・斜面方位図の6つの画像処理のアルゴリズムを適用した。斜面方位図はコーラスの周波数変動の方向の判別に使用し、他のアルゴリズムはコーラスの検出に使用する。なお、二次微分は使用データに合わせた独自のフィルタを使用する。コーラスの時刻・周波数を特定するために、(1)平滑化とマスク処理、(2)二次微分、(3)二値化したデータの膨張・収縮処理、(4)手順(3)で作成したデータを用いて元データのマスク処理、という一連の処理を順次行った。また、周波数変動の方向を同定する処理として、(5)手順(3)で作成したデータを用いて、平滑化後のデータをマスク、(6)ラベリング処理によって、エレメントを一つずつ分離、(7)斜面方位図のアルゴリズムを適用、という手順を行った。斜面方位図では、スペクトル画像におけるx軸(時刻)方向の傾き $H_x$ とy軸(周波数)方向の傾き $H_y$ を求めた。 $H_x * H_y$ の値が正であれば左上から右下方向斜面、負であれば左下から右上方向の斜面であることを利用して、正のセルの数が多いエレメントはライジングトーン、逆に負のセルの数が多いエレメントはフォーリングトーンと判定した。

コーラスのエレメント抽出については、背景の雑音レベルより十分に強いコーラスについては良好な結果が得られた。また、斜面方位図を利用することで、ライジングトーンとフォーリングトーンの判別が可能であることを確認した。