

電波掩蔽観測による太陽コロナの準周期変動と太陽活動度依存性の研究

千葉翔太 [1]; 今村剛 [2]; 安藤紘基 [3]; 徳丸宗利 [4]; 浅井歩 [5]; 松本琢磨 [6]

[1] 東大・新領域・複雑理工; [2] 東京大学; [3] 京産大; [4] 名大 ISEE; [5] 京大・宇宙ユニット; [6] 名大・ISEE

Quasi-periodic density fluctuation of the solar corona and its solar activity dependence studied by radio occultation

Shota Chiba[1]; Takeshi Imamura[2]; Hiroki Ando[3]; Munetoshi Tokumaru[4]; Ayumi Asai[5]; Takuma Matsumoto[6]

[1] Complexity Science, Tokyo Univ.; [2] The University of Tokyo; [3] Kyoto Sangyo University; [4] ISEE, Nagoya Univ.; [5] USSS, Kyoto Univ.; [6] ISEE, Nagoya University

For solar wind generation, the pressure gradient caused by the high temperature of the corona reaching 1 million K is important. Coronal heating is one of the unresolved problems of space plasma physics. Though various heating mechanisms such as wave heating and nano-flares have been proposed, confirmation by observational data is insufficient. We can divide this corona heating problem into two problems. One is the mechanism that heats plasma rapidly to a high temperature within several thousand km from the photosphere to the bottom of the corona, and the other is the mechanism that maintains the high temperature upto a distance of 10 to 20 solar radii. In recent years, information on the physical processes in the lower corona is being obtained by optical remote sensing by solar observation satellites. On the other hand, for the solar wind to be accelerated up to several hundred km/s as observed, the plasma needs to be continuously heated to somewhat far distances from several to tens solar radii. This region is too dark to investigate by optical observation, and the temperature is too high for in-situ measurements, and thus the observational data is limited. Radio occultation observation is one of the limited means that can approach this region.

The previous research using the Japanese Venus explorer Akatsuki in 2011 detected quasi-periodic density fluctuations that are considered to be acoustic waves using radio waves transmitted from the spacecraft and received at the ground station during the superior conjunction period, and derived the radial dependence of the energy flux. The quasi-periodic density fluctuations were considered to have been generated from the nonlinearity of Alfvén waves that originate from the photosphere. At the same time, from the comparison with the solar wind velocity obtained by radio occultation, it was estimated that the dissipation of the acoustic waves heated the corona and accelerated the solar wind. However, the result was limited to a certain period of the 11-year solar activity cycle.

In this research, observations were carried out using radio waves transmitted from the spacecraft and received at the ground station during the superior conjunction period from 30 May 2016 to 15 June 2016 and the period from 29 December 2017 to 20 January 2018. Solar offset distances of about 2 to 10 solar radii were probed intermittently 11 times in the former period and 10 times in the latter period. We used data set of the frequency fluctuation of radio waves received from Akatsuki, which is derived from waveform data recorded at the ground station. We applied wavelet analysis to these data set, and then we aim to detect quasi-periodic density fluctuations (acoustic waves) and clarify the predominant period, amplitude, and the radial dependence of the energy flux. We also aim to clarify the dependence on the solar activity by analyzing all observational data from 2011 to 2018. In this presentation, we will report the current results of these analyses.

太陽風の生成には 100 万 K を超える太陽コロナの高温がもたらす圧力勾配が重要である。コロナ加熱問題は宇宙プラズマ物理の未解決問題の一つであり、波動加熱説やナノフレア説などの様々な加熱機構が提案されているが、観測データによる検証が不十分である。このコロナの加熱問題は 2 つの問題に分けて考えることができる。一つは太陽表面 (光球) からコロナ底部に至る数千 km の間に急激に高温に加熱するメカニズムであり、もう一つは 10~20 太陽半径という遠方まで高温を維持するメカニズムである。近年、太陽観測衛星などによる光学リモートセンシングによってコロナ底部の加熱機構についての情報は得られつつある。しかし観測されているような数百~1000km/s という太陽速度を達成するには 10~20 太陽半径という遠方まで持続的な加熱が必要である。この空間領域は光学観測で調べるには暗く、探査機が近づいて観測するには温度が高すぎるため、観測データが乏しい。ここにアプローチできる限られた手段の一つとして電波掩蔽観測がある。

金星探査機「あかつき」を用いた先行研究では、2011 年に「あかつき」が地球から見て太陽の反対側を通過する機会に探査機と地上局を結ぶ電波を用いて音波と考えられる準周期的な密度変動を検出し、エネルギー流束の距離依存性を導出して、この波が Alfvén 波の非線形性から生じたと推定した。また同時に電波掩蔽で得た太陽風速度との比較から、音波の散逸がコロナを加熱し太陽風を加速していると推定した。しかし 11 年周期で変動する太陽活動度のある一時期の結果しか得られていない。

今回は 2016 年 5 月 30 日から 6 月 15 日、および 2017 年 12 月 29 日から 2018 年 1 月 20 日にかけて「あかつき」が地球から見て太陽の反対側を通過する機会をとらえて電波掩蔽観測を行った。前者の期間には 11 回、後者の期間には 10 回にわたって、太陽中心からおおよそ 2-10 太陽半径の範囲を断続的に観測した。地上局で記録した波形データから導出した「あかつき」からの電波の受信周波数の変動について wavelet 解析を行い、準周期密度変動 (音波) を検出し、卓越周期と振幅、エネルギー流束の距離依存性を明らかにすることを目指している。また、2011 年〜2018 年の全ての観測データについて解析を行うことにより太陽活動度への依存性を明らかにすることも目指している。本発表ではこれらの解析についての現段階での結果を報告する。