

「あかつき」の電波掩蔽観測による太陽コロナの電子密度変動のスペクトル解析 Spectral Analysis of the Electron Density Fluctuation in the Solar Corona obtained by Radio Occultation Experiments

宮本 麻由^{1*}, 今村 剛², 徳丸 宗利³, 安藤 紘基¹, 磯部 洋明⁴, 浅井 歩⁴, 塩田 大幸⁵, 矢治 健太郎⁶

mayu miyamoto^{1*}, Takeshi Imamura², Munetoshi Tokumaru³, Hiroki Ando¹, Hiroaki Isobe⁴, Ayumi Asai⁴, Daikou Shiota⁵, Kentaro Yaji⁶

¹ 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻, ² 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部, ³ 名古屋大学太陽地球環境研究所, ⁴ 京都大学宇宙総合学研究所, ⁵ 理化学研究所, ⁶ 立教大学理学部

¹Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, ²Japan Aerospace Exploration Agency, Institute of Space and Astronautical Science, ³Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, ⁴Unit of Synergetic Studies for Space, Kyoto University, ⁵RIKEN, ⁶College of Science, Rikkyo University

コロナ加熱のメカニズムとして波動の寄与が考えられている。エネルギー輸送の点で Alfvén 波が注目されており、音波は光球や彩層などの太陽表面を出るとすぐに衝撃波を作り散逸してしまうためコロナに伝搬しにくいと考えられている。しかしコロナ中で音波は観測されており、これは Alfvén 波がその減衰過程で生成する音波ではないかと考えられている。したがって、コロナ中の音波の観測は Alfvén 波がエネルギーを散逸する過程を捉えている可能性がある。

現在太陽周回軌道を航行中の金星探査機「あかつき」は2011年に太陽コロナの電波掩蔽観測を行った。これは地上局から見て探査機が太陽の背後へ入出する際、探査機から送信された電波が太陽コロナを通過し地上局に届くことを利用した観測で、電波の受信周波数変動や強度の時間変化を得る。受信周波数変動からはコロナ中の電子密度変動の電波経路上の積分値が求まる。今回「あかつき」は太陽中心から1.5-20.5 Rs(太陽半径)という太陽近傍の観測を行った。本研究では、この受信周波数変動データのスペクトル解析を行い、コロナ中の音波の周期をはじめ、今まで算出されていなかった密度、エネルギーフラックスの太陽からの距離依存性とコロナ加熱への寄与を考察した。

フーリエ解析の結果から、太陽から遠いところ(3.5-20.5 Rs)では密度変動スペクトルが乱流のべき乗則に従う傾向が、太陽近傍(1.5-2.4 Rs)ではそれと異なる背景スペクトルから突き出るふくらみが見られるという全体的な特徴を捉えた。またウェーブレット解析の結果、3.5-10.5 Rs で周期100-3000 sの準周期的な密度変動が、1.5-2.4 Rs では周期100-3000 sと共に周期3000 sを超える準周期的な密度変動も見つかった。また、そのそれぞれの密度変動における周期とその継続時間が同等ということもわかった。密度変動の空間スケールが音波の波長程度と仮定し電波経路上の積分値から見積もった密度変動の振幅の背景密度に対する割合は太陽からの距離と共に大きくなる傾向を示し、0.2-40%であった。この傾向は Alfvén 波から二次的に生成される音波のエネルギーフラックスの1次元数値モデルによる推定と定性的に似ているが、振幅は小さい。観測された変動が音波によると仮定し見積もったエネルギーフラックスは最大でおよそ $10 \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ であった。この値もモデルの予想より小さかった。

キーワード: コロナ, 電波掩蔽, 音波, ウェーブレット, あかつき

Keywords: corona, radio occultation, sound wave, wavelet, Akatsuki