

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 河合 敏輝

論 文 題 目 Study of the mechanism of coronal heating based on the statistical analysis of occurrence frequency distributions of solar flares.

(太陽フレア発生頻度分布の統計解析によるコロナ加熱機構に関する研究)

論文審査担当者

主 査

名古屋大学宇宙地球環境研究所 教授 理学博士 草野 完也

委 員

名古屋大学宇宙地球環境研究所 教授 理学博士 徳丸 宗利

名古屋大学宇宙地球環境研究所 教授 博士(理学) 三好 由純

東京大学大学院理学系研究科 教授 博士(理学) 今田 晋亮

名古屋大学宇宙地球環境研究所 准教授 博士(理学) 増田 智

論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

太陽を取り巻く太陽コロナ（太陽大気）は約 100 万度の高温プラズマであるが、何故、コロナが太陽の表面温度（約 6000 度）より遥かに高温に加熱されているのかは未だに十分理解されていない。太陽コロナの加熱メカニズムを説明する一つの仮説としてナノフレアと呼ばれる微小な突発的エネルギー解放の集積によるモデルが提案されている。微小フレアのエネルギー毎の発生頻度分布が冪乗則に従う場合、この仮説を実証するためにはその冪指数を明らかにする必要があり、様々な観測データに基づく研究が行われてきた。しかし、従来の研究では観測装置で識別できないナノフレアの寄与が十分に考慮されていないと共に、フレアの解放エネルギー量を見積もる際に熱以外のエネルギーが考慮されていない等の問題があった。申請者はこれらの問題点を克服することを目的として、ひので衛星と Solar Dynamics Observatory (SDO) 衛星の観測データと数値シミュレーションを融合させた新たな解析手法を自ら開発し、以下の 3 つの研究を実施した。

第一の研究は、1 次元流体シミュレーションを行い多様な加熱イベント（ナノフレア）の数値データベースを作ったうえで、遺伝的アルゴリズムを利用して観測結果を再現する最適なナノフレアの組み合わせを求めたものである。この手法は第一原理計算を利用して直接観測できない微小フレアの寄与を考慮すると共に様々な波長の観測結果を同時に再現する加熱イベントを定量的に評価できることから、これまでにない優れた方法であるといえる。その結果、ナノフレアの発生頻度分布が複数の冪乗則に従う可能性を指摘した。また、第二の研究では、活動領域で観測される増光現象における熱的エネルギー、非熱的エネルギー、運動エネルギーへの分配率を、分光撮像観測データを用いて導出した。その結果として、非熱的エネルギーと運動エネルギーへの分配がそれぞれ熱エネルギーの 10-100%と 0.1-1%程度となることを見出した。さらに、第三の研究では SDO 衛星の観測データを利用し、ナノフレアの冪指数の太陽活動度、コロナ領域の違い（活動領域、静穏領域など）、磁束量などのパラメータへの依存性を調査した。その結果、(1) 太陽の総放射量の時間変化から導出されるフレアの冪指数の経年変化は、太陽活動度に対して負の相関を示す、(2) 活動領域における冪指数は静穏領域やコロナホールのものよりも小さい、(3) 冪指数は 10^{24} - 10^{30} erg のエネルギー範囲においてほとんど変化しない、(4) 磁場の自由エネルギーや平均シア角が大きい活動領域ほど、冪指数が小さくなることをそれぞれ見出した。これらの結果は、活動領域におけるナノフレア仮説の妥当性を支持するものである。本論文において、申請者はコロナ加熱問題を解明するための新たな研究手法を開発すると共に、コロナ加熱の重要な性質を拘束する優れた成果を与えた。

以上の理由により、申請者は博士（理学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。