

論文審査の結果の要旨

氏名 勝川 行雄

本論文は、太陽コロナの加熱機構における磁場の役割を詳細に追求した論文である。X線および極紫外線衛星観測による活動領域上空のコロナの温度分布と磁場構造を、光球の光学偏光観測による磁場測定結果と比較した。その結果、光球磁場を構成する微細磁束管のフィリングファクター (filling factor) の差が上空の加熱を左右していることを、初めて明らかにした。

第1章では、活動領域の上空の磁気ループは、100万度以下の「低温ループ」と、200万度以上の「高温ループ」の2種類からなり、異なる温度のループを作るには、コロナ加熱率が1桁以上異なっていることを指摘した上で、これらループの足下の磁場を調べることが、加熱メカニズム解明の鍵となるはずであることに着眼し、そのための観測を行った経緯を述べている。光球磁場測定にはアメリカ国立太陽観測所の偏光観測装置 (ASP) により Zeeman 効果によって生じる偏光吸収線輪郭を測定することで、光球面における精度の高い磁場ベクトルを得た。あわせて衛星望遠鏡を用いた軟X線と極紫外線観測の同時観測によってコロナの温度分布とループ磁力線構造を求めた。

第2章では、高温、低温ループの足下それぞれについて、光球の磁場構造をASPで調べた結果を述べており、本論文の最も重要な章である。その際、高温ループの足下の位置の同定を「ようこう」軟X線観測に加えて、TRACE衛星で観測される Moss 構造を用いることで確実にしている。その結果、高温ループと低温ループ足下の最も顕著な違いは、磁束管のフィリングファクターにあることが判明した。光球の磁場は微細な磁束管に分かれており、磁束管の磁場は高温、低温ループいずれの足下でも1.2 – 1.3kGであり、磁場の向きは光球にはほぼ垂直である。ところが、高温ループ足下ではフィリングファクターが小さく、磁束管がまばらに存在するのに、低温ループ足下ではフィリングファクターが大きく磁束管が密に分布する。この事実に基づいて、高温ループ足下では磁束管が比較的自由に運動することによってコロナ加熱が効率的に起きるというアイデアを提案している。逆に低温ループの足下では磁束管の運動が抑制され、加熱率は小さくなる。その最たる例が黒点上空であると考えられる。

第3章では、黒点から伸びるループの足下の磁場構造を詳細に調べ、低温ループの足下は黒点の暗部と半暗部の境界に主に存在することを示した。この領域は、暗部の太陽面に垂直な磁場と半暗部の寝た磁場が交互に入り組んだ構造を持っており、低温ループはこの入り組み構造が顕著な場所でより明るいことが明らかとなった。この観測結果から、暗部と半暗部の

境界に存在する入り組み構造が磁場の不連続面となり電流層を形成し、磁気リコネクションによってループを加熱するというモデルを提案している。

第4章では、本観測によって得られたデータからの付加的な事実として、ループに沿って流れる電流の存在を証明したことについて述べている。すなわち、TRACE衛星で観測されるコロナループの両足下では、電流の太陽面に垂直な成分が逆符号をとり、一方の足下からもう一方へコロナループに沿って電流が流れていることを示している。

第5章は論文全体のまとめである。

以上、本論文は、光球磁場のフィリングファクターが小さく磁束管が動きやすい場所では加熱効率が良く、高温ループが形成されるが、逆に磁束管が密な場所では動きが抑制され加熱効率が悪く低温ループしかできない、というモデルを、光学偏光観測、X線、極紫外線同時観測によって立証した論文であり、コロナ加熱メカニズムの解明に新しい重要な知見を与えた論文である。なお本研究は常田佐久氏と共同研究であるが、論文提出者が主体となって観測、解析、考察を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。