

氏 名	こう づ ひろ みち 高 津 裕 通
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学位記番号	理 博 第 2997 号
学位授与の日付	平 成 18 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 物 理 学 ・ 宇 宙 物 理 学 専 攻
学位論文題目	Observational Studies of Convective Structure in Emerging Flux Regions (浮上磁場領域における対流構造の観測的研究)
論文調査委員	(主 査) 助教授 北井礼三郎 教授 黒河宏企 教授 長田哲也

論 文 内 容 の 要 旨

太陽は人類にとって一番身近な恒星であり、その活動が地球に与える影響は非常に大きい。また、高温・高圧の太陽内部で起こる現象を理解することにより、地上では実現不可能な環境における物質の振る舞いを調べることもできるため、太陽の研究は大変重要なものとなっている。しかしながら、未だ太陽活動の仕組みには謎が多く、基本的な課題を解明するためにもさらなる研究が必要である。

太陽面上に観測される黒点やプロミネンス、コロナなどの構造は、太陽内部で作られた磁場が太陽表面まで浮上し、さらに太陽外部へと放出されることにより形成されている。また、太陽大気中の磁場は、磁力線の繋ぎ変えによりそのエネルギーを大量に放出し、爆発現象であるフレアを起すことが知られている。こうした静的・動的な磁場構造は、太陽対流層の底付近で作られた磁場が、太陽表面に浮上してきた時の構造に大きく依存していると考えられている。

本研究における申請者の目的は、太陽内部から浮上してくる磁場と対流層におけるガスの流れの相互作用が、磁場の構造形成に与える影響を解明することである。申請者は、本研究に必要とされる観測計画を立案し、その実行に必要な観測装置を開発した。さらに、複数の太陽活動領域を2通りの独立した方法で観測・解析し、浮上磁場領域に特徴的な対流構造を発見した。以下にその詳細を述べる。

磁場とガスの相互作用を解明するためには、磁場が対流層内部から浮上してくる浮上磁場領域の対流構造を2次元的に調べる必要がある。対流層表層には、粒状斑と呼ばれる対流細胞が普遍的に存在している。粒状斑そのものは小さな対流構造であるが、その背景にさらに大きな対流構造が存在しており、粒状斑はその背景流に乗って、水平方向に流されていく。その動きを長時間追跡することによって、画像としては直接観測できない背景流を明らかにすることができる。

太陽面上で1000km程度という小さな構造である粒状斑を精度良く観測するためには、高空間分解能観測が可能な望遠鏡と、さらに高精度の画像を取得する撮像装置が必要となる。申請者が開発した改良型即時画像選択撮像装置は、高速カメラにより撮像した画像の質を即座に計算して、より良い画像を選択することにより、長時間連続した高精度観測を実現した。

京都大学理学研究科付属飛驒天文台ドームレス太陽望遠鏡に取り付けた本装置により観測した浮上磁場領域の画像を、局所相関追跡法により解析した結果、浮上磁場領域には1時間以上連続した安定上昇流が存在することが分かった。また、スペインのラ・パルマ天文台の太陽望遠鏡を用いた浮上磁場領域の観測データを解析した結果、同様の安定上昇流が見つかった。さらに検証のため、飛驒天文台ドームレス太陽望遠鏡にて分光観測を行い、異なる方法で視線方向の速度成分を解析した結果、同様の構造の存在が認められた。これらの結果により、安定上昇流は浮上磁場領域に特徴的な対流構造であることが明らかになった。

浮上磁場領域における安定した上昇流の起源は2通り考えられる。(1)パーカー不安定により浮上した磁場が周囲のガスを動かした。(2)安定した上昇流が磁場の浮上を促した。この両者を観測的に区別するのは非常に困難であるが、浮上磁場の出現を事前に予測できる可能性を含んでおり、本研究は将来のフレア予報の実現に向けた基礎的研究として重要な意味を持つ

ている。

論文審査の結果の要旨

太陽は人類にとって一番身近な恒星であり、その活動が地球に与える影響は非常に大きい。また、地上では実現不可能な環境における物質の振る舞いを調べることもできるため、太陽の研究は大変重要なものとなっている。しかしながら、未だ太陽活動の仕組みには謎が多く、基本的な課題を解明するためにもさらなる研究が必要である。

太陽面上に観測される黒点やプロミネンス、コロナなどの構造は、太陽内部で作られた磁場が太陽表面まで浮上し、さらに太陽外部へと放出されることにより形成されている。また、太陽大気中の磁場は、磁力線の繋ぎ変えによりそのエネルギーを大量に放出し、爆発現象であるフレアを起すことが知られている。こうした静的・動的な磁場構造は、太陽対流層の底付近で作られた磁場が、太陽表面に浮上してきた時の構造に大きく依存していると考えられている。

本研究における申請者の目的は、太陽内部から浮上してくる磁場と対流層におけるガスの流れの相互作用が、磁場の構造形成に与える影響を解明することである。申請者は、本研究に必要な観測計画を立案し、その実行に必要な観測装置を開発した。さらに、複数の太陽活動領域を2通りの独立した方法で観測・解析し、浮上磁場領域に特徴的な対流構造を発見した。

観測データの解析に主として用いられた方法は局所相関追跡法である。対流層表層には、粒状斑と呼ばれる対流細胞が普遍的に存在している。粒状斑そのものは小さな対流構造であるが、その背景にさらに大きな対流構造が存在しており、粒状斑はその背景流に乗って、水平方向に流されていく。その動きを長時間追跡することによって、画像としては直接観測できない背景流を明らかにすることができるという手法である。申請者はこの方法の精度を種々のテストによって確認することにより、これまでにない精度で水平速度を検出することに成功した。

太陽面上で1000km程度という小さな構造である粒状斑を精度良く観測するためには、高空間分解能観測が可能な望遠鏡と、さらに高精度の画像を取得する撮像装置が必要となる。申請者が開発した改良型即時画像選択撮像装置は、高速カメラにより撮像した画像の質を即座に計算して、より良い画像を選択することにより、長時間連続した高精度観測を実現した。

京都大学理学研究科附属飛驒天文台ドームレス太陽望遠鏡に取り付けた本装置により観測した浮上磁場領域の画像の局所相関追跡法による解析から、浮上磁場領域には1時間以上連続した安定上昇流が存在することを見出した。また、スペインのラ・パルマ天文台の太陽望遠鏡を用いた別の浮上磁場領域の観測データを解析した結果、同様の安定上昇流が見つかった。さらに検証のため、飛驒天文台ドームレス太陽望遠鏡にて分光観測を行い、視線方向の速度成分の詳細解析から、同様の構造の存在を確認した。これらの結果により、安定上昇流は浮上磁場領域に特徴的な対流構造であることが明らかになった。申請者が得た結果は、浮上磁場領域での対流構造の存在を確定的にしたものであり、重要な結論であると認められる。

申請者は浮上磁場領域における安定した上昇流の起源を考察することにより、浮上磁場の出現を事前に予測できる可能性を提案しており、本研究は将来のフレア予報の実現に向けた基礎的研究として重要な意味を持っていると考えられる。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。