

学 位 審 査 報 告 書

(ふ り が な) 氏 名	ますだ(わたなべ) ひろこ 増田(渡邊) 皓子
学位 (専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 号
学位授与の日付	平成 年 月 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 Study of Umbral Dots. Manifestation of Magnetoconvection in a Solar Sunspot (Umbral Dot に関する観測的研究 太陽黒点における磁気対流現象)	
論 文 調 査 委 員	(主査) 北井礼三郎 准教授 一本 潔 教授 柴田 一成 教授

理 学 研 究 科

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	増田 (渡邊) 皓子			
論文題目	Observational Study of Umbral Dots. Manifestation of Magnetoconvection in a Solar Sunspot					
(論文内容の要旨)						
本論文は太陽黒点内部に存在するアンブラルドット (Umbral Dot) と呼ばれる明るい輝点に関する観測的性質について述べたものである。アンブラルドットとは、強い磁場を持つ黒点内で起きている対流 (磁気対流) によって、深層の高温ガスが表層に現れた構造と考えられている。非線形物理である磁気対流を観測から探ることができ、また黒点の深さ方向の情報を反映することから黒点の三次元構造を知る手がかりともなる貴重な対象として注目を浴びている。アンブラルドットの研究は、その空間・時間スケールを分解するのが最新の観測技術でも限界に近いため未だ黎明期にあり、その形成・進化過程やその詳細な構造には明らかにされていない部分が多い。 2006 年に打ち上げられた太陽観測衛星「ひので」は、安定した高分解能画像と、非常に精度の高い偏光磁場測定が同時に取得可能であり、アンブラルドットの研究にはうってつけである。申請者は「ひので」のデータを用い、アンブラルドットの出現場所ではローカルに弱い上昇流と磁場強度の減少があることを統計的に導いた。この特徴は磁気対流のモデルと一致しており、そのことを初めて大気擾乱に邪魔されない信頼性の高い衛星データを用いて示すことに成功した。 申請者は、アンブラルドットの駆動メカニズムの解明に向けて、「ひので」の偏光分光データも併用して解析を深化させた。短い時間間隔で撮影された連続光画像ムービーに対してアンブラルドットを自動的に検出するアルゴリズムを開発し、約 2 時間の観測時間の中に 2268 個のサンプルを検出した。それらのサンプルにおいて計算された寿命、サイズ、発生場所の磁場強度や傾き角の間の相関関係を求めた。その結果、アンブラルドットの平均寿命は磁場強度に依存せず一定であることや、サイズは磁場強度の強い所で小さくなる傾向があることを発見した。また、アンブラルドットの水平運動速度は磁場の傾き角に正の相関を持っていることが示された。 次に、アメリカ National Solar Observatory での鉄 709.0nm ラインの 2 次元ラインスキャンデータを用いて、アンブラルドットの速度場の時間変化を求める解析研究を行なった。その結果、運動速度が他に比べて 2 倍ほど速いアンブラルドットにのみ、0.1km/s 程度の強い上昇流が検出された。この特殊な上昇流の引き起こしている原因を調べた所、ライトブリッジの生成に伴う磁場構造のローカルな変化との関連性が示唆された。 上記のような研究結果を基に集大成として、アンブラルドットの速度場・磁場の時間変化を世界最高径の太陽望遠鏡 (Swedish 1-m Solar Telescope) による高空間・時間分解能偏光分光観測データを用いて解析を行った。その結果、アンブラルドットの寿命前半には磁場の減少と磁力線の傾斜が見られるが、寿命後半にはその反対に磁場は増加し、磁力線は垂直方向に傾くということや、固有運動をするアンブラルドットの移動方向先端には、まるで運動を妨げるかのように強い磁場の領域が存在することなどを発見した。						

(論文審査の結果の要旨)

本学位論文は、アンブラルドットという現象を隈無く詳細に調べた、観測論文として非常に完成度の高いものである。研究対象としてアンブラルドットを選んだことは、“謎であった黒点深部の構造を解く鍵になる”、“非線形物理である磁気対流を実際に観察できる”という点で物理的に重要な意義がある。さらに“最先端の観測技術で初めて研究可能になった”という時宜を得た研究でもある。申請者の研究は、(1) 信頼性の高い衛星「ひので」のデータを用いて、アンブラルドットにおいては、弱い上昇流と磁場強度の現象があることを見出し、アンブラルドットは磁気対流であるということの観測的な裏付けを得たこと、(2) 磁気対流現象として着目することで、その性質を詳細な磁場観測と比較するという独自の視点での研究を行ない、アンブラルドットの平均寿命は磁場強度に依存せず一定であり、サイズは磁場強度の強い所で小さくなる傾向があり、更には、アンブラルドットの水平運動速度は磁場の傾き角に正の相関を持っていることを初めて示したこと、(3) アンブラルドット周辺の速度場・磁場の時間変化を初めて統計的に調べ、アンブラルドットの寿命前半には磁場の減少と磁力線の傾斜が見られるが、寿命後半にはその反対に磁場は増加し、磁力線は垂直方向に傾くということや、固有運動をするアンブラルドットの移動方向先端には、まるで運動を妨げるかのように強い磁場の領域が存在することを発見したこと、等々それぞれのテーマにおいて新しい発見や視点を開拓している。これらの成果は、アンブラルドットという現象について理解を深めただけでなく、磁気対流のコンピューターシミュレーションを通じた黒点そのものの三次元構造解明に向けて重要な手掛かりを与えるものである。

よって、本論文は理学博士理学の学位論文として価値あるものと認める。また、平成24年1月20日に論文内容とそれに関連した口頭試問を行った。その結果、合格と認めた。

要旨公開可能日： 年 月 日以降