

論文審査の結果の要旨

氏名 王 怡康

本論文は6章からなる。

第1章は、イントロダクションであり、太陽外層大気である彩層、彩層における輻射損失、および彩層加熱の問題に関して観測的および理論的な最新描像をまとめ、観測される彩層大気をリアルに再現する数値シミュレーションを用いて主要な加熱機構の特定を目指した過去の研究での学術的な問題点を明確化し、本論文の目的を設定している。本論文の目的は、リアルに再現する数値シミュレーションを行うことで、彩層において波動の伝播や様々なモードの波動がどのように振る舞い、そして波動の衝撃波化による加熱が彩層加熱に如何に寄与しているかについて定量的に解き明かすことである。

第2章は手法について述べられている。リアルに再現する数値シミュレーションを行い、波動の伝播および波動の衝撃波化による加熱に着目した定量的解析を行うのだが、特に、衝撃波化した波動およびそのモード（速い磁気波か遅い磁気波か）の特定を行う新たな手法を開発して、波動モードごとの彩層加熱への寄与を調査することを初めて可能にしている。

第3章は2次元の数値シミュレーションから得られた結果について述べられている。低ベータ値をもつ磁気大気の彩層では、速い磁気波の衝撃波化による加熱率が彩層中間域での輻射冷却率と良い一致を示し、速い磁気波の衝撃波が加熱に重要な寄与することを発見している。その速い磁気波は、高ベータ値を持つ非磁氣的な彩層を起源とした音波が伝播しながらモード変換したものであり、モード変換は磁力線に対する波の入射角に依存することを突き止めている。また、速度場・磁場の将来実施される超高分解能観測によって、速い衝撃波がどのように検出されるのかについての予測を示している。さらに、数年前の先行研究によって重要性が指摘され注目されている両極性拡散による加熱についても評価を行い、この加熱機構は平均的な彩層構造を形成するために必要となる加熱には大きく効かないことも示している。

第4章では数値シミュレーションを3次元化し、第3章で得られた結果が変わらないことを検証している。3次元においても、速い磁気波の衝撃波による加熱が彩層の広い範囲で主要であることを確認しているが、遅い磁気波の加熱寄与が彩層上部では優勢になってくることを示している。

そして、第5章にて本論文で得られた結果の意義や限界を議論し、研究の将来展開を論じた上で、第6章で本論文の結論をまとめている。

本論文は、衝撃波化した波動およびそのモードの特定を行う新たな手法を開発して、彩層大気をリアルに再現する2次元および3次元の数値シミュレーションに適用している。これにより、太陽表面で励起された音波が彩層を伝播しながらモード変換を起こしてどのようなモードの衝撃波を形成し、そこで加熱に寄与しうるのかについて定量的に明らかにしている。特に、速い磁気波が彩層加熱において重要な寄与をすることを世界で初め

て指摘している。太陽彩層の加熱問題に関して理論的な新たな知見を与える成果であるとともに、太陽プラズマにおける波動の振る舞いを物理的に明らかにすることで、宇宙空間に存在するプラズマにおける波動の役割への示唆を与えることができ、太陽と地球・惑星系を包括する地球惑星科学において意義が大きいと考えられる。

なお、本論文第3章と第4章は、横山央明、飯島陽久との共同研究であるが、論文提出者が主体となって数値計算、解析及び検証を行ったもので、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。