

## 論文の内容の要旨

論文題目 : On the Heating of the Solar Corona  
and the Acceleration of the Solar Wind by Waves

(波による太陽コロナ加熱、  
及び、太陽風加速について)

氏名 : 鈴木 建

(東京大学大学院理学系研究科天文学専攻)

本学位論文において、波の減衰における太陽コロナ加熱、太陽風加速の過程を理論的に探求する。

まず最初に、遅い太陽風が吹き出していると考えられる中低緯度コロナの加熱に焦点を置き、光球付近ではなくコロナ内で励起された音波による太陽コロナ加熱過程を精査する。小さな磁気リコネクション現象のモデルの1つである「彩層磁気リコネクション」が最近 Sturrock(1999) により提案されたが、この現象により周期 100 秒程度の音波がコロナ内で発生する。この有限振幅の音波はやがて衝撃波を形成し、ノコギリ型の波 (N 波) として伝播するようになる。そして、波のエネルギーの減衰により、周囲のガスを直接加熱する。N 波の外方向への伝搬の取り扱いには、弱い衝撃波理論の定式化を用いる。この取り扱いにより、減衰長をその都度仮定することなく、加熱率がコロナプラズマ気体の物理量に基づき首尾一貫した方法で評価することが可能となった。この方法を用いて、音波のエネルギーフラックス  $F_{w,\parallel,0} = (1 - 20) \times 10^5 \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 、及び、周期、 $\tau = 60 - 300 \text{ s}$ 、の様々な波を注入した場合の、上部彩層から 1AU よりも外側の領域の大変広いコロナの構造を構築した。その結果、N 波の減衰による加熱は下部コロナで有効に働くことが判り、周期が 60s より長い波は  $F_{w,\parallel,0} = 2 \times 10^5 \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  以上のエネルギーフラックスを注入すれば、コロナの最高温度を 100 万度以上に加熱し得ることが判明した。さらに本モデル計算の結果は、観測されるストリーマー領域の密度分布を再現可能であった。しかしながら、減衰長の短さのため、コロナの最高温

度の場所は観測値よりも太陽表面に近くなり、太陽風速度分布も観測される遅い太陽風のものよりも遅くなってしまった。これは、実際の太陽コロナを再現するには、より長い減衰長を持つ加熱、加速源との協力が不可欠であることを示している。

次に、上記のN波過程との協力過程として、直線偏光したアルフベン波の減衰による太陽コロナ加熱、太陽風加速について論じる。直線偏光したアルフベン波は、非線形効果により波頭が突っ立ち、スイッチオン衝撃波を形成しコロナを加熱する。本論文では、この過程による加熱の見積りを、コロナ構造を与えた上で行なった。同じ周期と初期のエネルギーフラックスを持つN波と比較して、直線偏光したアルフベン波はよりゆっくりと減衰し、外部コロナにおいてはこの過程による加熱がN波の減衰によるものを上回った。さらに、直線偏光アルフベン波の減衰は、加熱源のみならず、外部コロナでの太陽風の加速源となることが期待され、下部コロナで有効なN波の減衰メカニズムとの有力な協力過程となり得ることが示唆される。またこの直線偏光アルフベン波に関し、小さな磁気リコネクション等によりコロナ内で励起された波だけでなく、表面对流層の乱流運動により光球付近で発生した波に関しても調査したが、両者は非常に似通った加熱分布を示した。これは、下部コロナにおいて衝撃波の振幅が小さく、衝撃波による波の減衰が無視できるほど小さいためである。