

# 太陽と恒星のダイナモ

東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻  
堀田英之

## 1 イントロダクション

太陽に磁場の 11 年周期があるのと同様に、一般の恒星にも数年から数十年スケールの磁場の周期があることが知られている。これらの磁場は、ダイナモという発電機構で維持されていると考えられている。太陽や恒星は、電離したプラズマであり、これらのプラズマが磁場を引き伸ばすなどすることで運動エネルギーを磁場のエネルギーに変えることがダイナモである。このようなダイナモを考える上で最も重要なのは、 $\Omega$  効果と言われる機構である。 $\Omega$  効果とは自転が差動回転しているときに、その速度勾配によって磁場を引き伸ばすものである。太陽ダイナモではこの  $\Omega$  効果が、最も多くの運動エネルギーを磁場のエネルギーに変える機構である。このように、恒星の磁場を理解するためには、内部の差動回転を知ることが重要である。日震学の発展によって、太陽内部の差動回転の様子はかなり明らかになってきた。この知見を利用して、恒星内部の差動回転についても議論しようというのが我々の研究である。

## 2 太陽の内部差動回転

日震学によって、明らかになった太陽内部の差動回転とは、それまでの研究者の予想を覆すものであった。回転する流体は、回転軸方向に速度場が変化しなくなるテイラープラウドマン状態になることが知られており、太陽内部もそのような差動回転をしていると考えられていたが、実際は、回転軸から少し傾いた等値線を持つ差動回転をしていた。この観測事実を説明するための平均場モデルを Rempel(2005) が提案した。それは、対流層の底に対流安定な層があることで、そこに吹きこむ子午面環流がエントロピーの緯度勾配を作り、それがテイラープラウドマン状態を壊すというものだった。

## 3 結果

我々は Rempel(2005) のモデルを利用することで、恒星の内部差動回転を数値計算によって明らかにした。結果は、回転を速くすることで徐々にテイラープラウドマンに近づいていくということである。回転を速くすることで、子午面還流も速くなりエントロピー勾配も大きくなるので、テイラープラウドマン状態にはならないという予想に反するものである。これは、回転が速くなるとコリオリ力も大きくなり、緯度方向の子午面還流をすぐに曲げて動径方向の速度にしてしまう。

その結果、浮力によってエネルギーが失われやすくなって子午面環流が速くならないのである。その結果エントロピー勾配が大きくなれなくなり、テイラープラウドマン状態になるのである。