

## 惑星ダイナモシミュレーションによる天王星、海王星の磁場構造の解析

\*高橋 太 [1], 松島 政貴 [1], 本蔵 義守 [1]

東京工業大学[1]

### **Numerical analyses of the magnetic field structure of the Uranus and Neptune.**

\*Futoshi Takahashi[1], Masaki Matsushima [1], Yoshimori Honkura [1]

Tokyo Institute of Technology[1]

We have analyzed planetary dynamos driven by thermal convection in a rotating, electrically conducting spherical fluid shell, which has a larger inner core like Uranus and Neptune. We expand all variables in terms of spherical harmonics in order to perform numerical simulation. In this study, however, we must adopt higher degrees of spherical harmonics because of the thinness of the electrically conductive fluid region. So we use an approximation like  $2+1/2$  approximation to save computational time. Through this calculation we expect to be able to analyze the basic structure of magnetic field of Uranus and Neptune.

現在、地球を対象とした地球ダイナモシミュレーションが急速に発展しているが、それに伴い対象を地球だけに限らない惑星ダイナモシミュレーションの分野の発展も期待されている。今回の研究では天王星、海王星を視野に入れた基礎的な惑星ダイナモシミュレーションを行った。一般的に天王星、海王星の内部構造は中心に大きな岩石核を持ち、その外側に金属水素の層、金属性氷層を持っていると推定されている。以上のことから今回用いるモデルとして、中心から電気伝導性の無い核、電磁流体状のマントル、電気伝導性を無視した最外層の氷層を用いた。今回のシミュレーションで着目する事柄は天王星、海王星は地球の内核に比べて比較的大きな核を持っているだろうということ、つまり電磁流体として振舞う領域は非常に薄くなっているだろうということである。このような構造を持つ惑星で、ダイナモ作用がどのように起こっているのかを調べる。しかし薄い電磁流体層を考える際の困難の一つとして、スモールスケールの運動を考慮する必要があるために球面調和関数の展開次数を従来よりも大きく採らなければならないということがある。そこで球面調和関数の位数が  $l=5$  までは全てのモードを計算し、5以上の位数では次数が4の倍数となるモードのみを計算するという近似を用いることで計算時間の節約をした。計算に用いたパラメータはテイラー数を1000000で固定し、レイリー数を臨界値の1.1-2.0倍程度に設定した。

回転球殻内での流体運動は、一般的にコラム状の対流が対として現れる。ただし、対の数はテイラー数、レイリー数、球殻の厚さなどに依存する。その内部に磁場が閉じ込められ、磁力線の引き延ばしや移流などが行われることで磁場が成長していく。このことから今回シミュレーションで柱状対流が存在し得るのか否かということは磁場の構造にとっても非常に重要な要因である。更に注目すべき部分として "tangent cylinder" 内部での流体運動の構造が挙げられる。地球ダイナモのシミュレーションによると "tangent cylinder" 内部での流体運動はあまり活発ではなく、極地域でのポロイダル磁場は比較的弱いものとなる場合が多い。(Christensen and Olson, 1998)。それが今回の結果にも現れるかが重要である。以上の事柄が地球ダイナモと異なる結果になると、大きな核と薄い電磁流体層を考慮することが地球ダイナモとことなった結果を生み出し、非双極子磁場が成長し、安定するという結論が期待される。