

外核最上部の密度成層した層に存在する軸対称 MAC 波の境界モード The boundary mode of axially symmetric MAC waves can exist in the stratified layer at the top of the Earth's outer core

中島 涼輔^{1*}; 吉田 茂生²
NAKASHIMA, Ryosuke^{1*}; YOSHIDA, Shigeo²

¹九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻, ²九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門

¹Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University, ²Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University

外核最上部には、地震学的な観測(例えば、Helfrich & Kaneshima(2010)、Kaneshima & Helfrich(2013))や理論的な推測により、軽い物質によって密度成層した層がありそうだ、ということが分かってきた。その原因としては、Helfrich(2014)では、初期地球にあった密度成層の名残とする考えが有力だとされている。この密度成層した層には、磁力(Magnetic force)・浮力(Archimedes force)・コリオリ力(Coriolis force)のバランスによって生じる MAC 波が存在する。Braginsky(1993)では、地磁気の60年変動を説明するために、その MAC 波を軸対称に限った場合の近似解が理論的に示されている。ここでの層のモデルは、外核内部との境界において密度の不連続があり、層内では浮力振動数が一定であるようなものが用いられている。(しかし、最近の地震学の観測では、このような密度の不連続はなさそうだとされている。)その解の南北方向の位相速度はアルヴェーン波速度と浮力パラメータの積となり ($c_{lat} = V_A \cdot B_u = V_A \cdot N / f$, ここで c_{lat} は南北位相速度、 V_A はアルヴェーン波速度、 B_u は浮力パラメータ、 N は層の浮力振動数、 f はコリオリパラメーター)、鉛直構造はサイン波の重ねあわせで表される。また、減衰率は磁気拡散率に比例する。南北位相速度は浮力振動数に比例するので、観測から南北位相速度が分かれば、浮力振動数が推定できる。南北波数 $l=2$ の基本モード周波数を地磁気の60年変動と合わせるようにすると、浮力振動数は地球の自転角速度の2倍ほどになる。

私たちは、Braginsky(1993)で想定されたモデルと方程式系に、密度不連続のある層境界に局在した解(ここでは境界モードと呼ぶことにする)も存在することを見出した。この解は、Braginsky(1993)の解に比べて時間スケールが小さく、もっぱら拡散によって伝播する。また、位相は層境界から離れる方向に進む。周波数はBraginsky(1993)の解のように層内の浮力振動数には依存しない。周波数と鉛直波数は層境界における密度不連続の大きさ、南北波数などに依存している。鉛直構造は境界から離れるにつれて振幅が小さくなるような波形である。密度不連続や南北波数が大きいと、波は時間的にも空間的にも減衰が大きくなる。そのため観測で見つかるには、密度不連続と層の厚さが小さいことが必要であり、南北波数が小さい波が見つかりやすいであろう。仮に、南北波数 $l=2$ の境界モードの振動数を地磁気の60年変動と合わせるようにすると、密度のとびの割合は 10^{-4} 程度になる。なお、この波は、磁気拡散率が小さいほど、時間的にも空間的にも減衰するという層内伝播する波とは逆の性質を持っている。境界モードであるので、境界面を振動させれば、励起されるかもしれない。

キーワード: MAC 波, 外核最上部, H 層

Keywords: MAC waves, the top of the Earth's outer core, H layer