



地球深部における灼熱の溶鉱炉“外核”に軽い元素に富んだ層を発見

概要

九州大学大学院理学研究院金嶋聰教授らは、地球深部の外核を伝わる地震波の新解析により、外核の最上部およそ 300km の領域には、外核本体中央部とは異なった化学組成を持つ層が存在する事を発見しました。この層の中では外核本体の様な激しい流動が起きていない可能性があります。

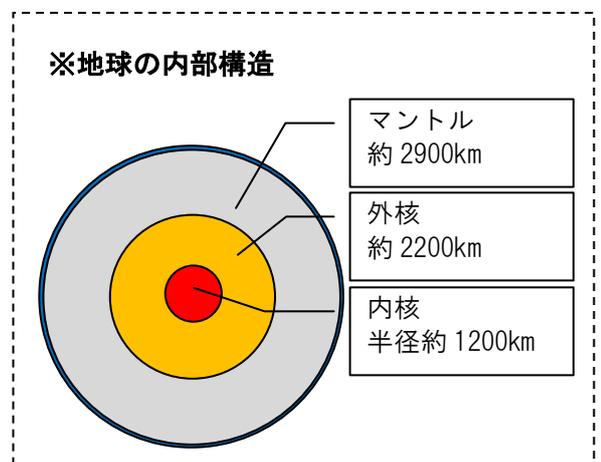
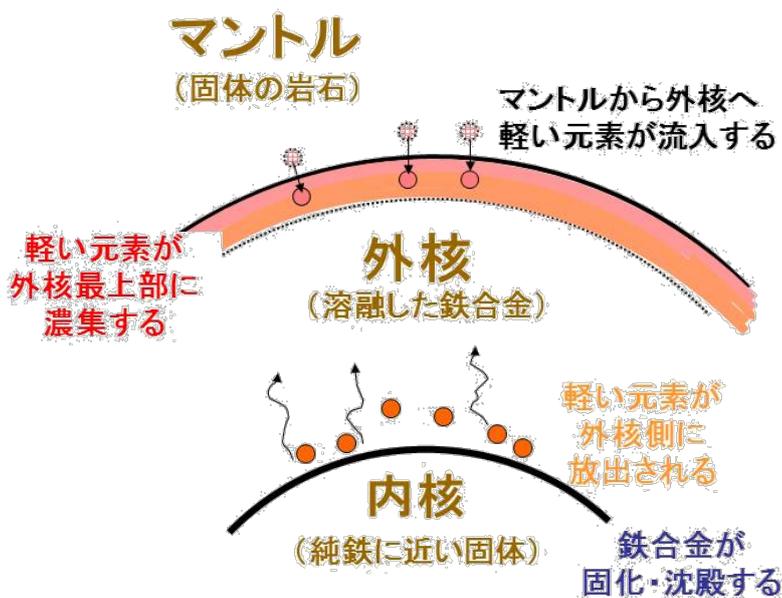
この発見により、地球深部構造の変遷や、地球の磁場を作るメカニズムの解明に向けて、新たな光が投げかけられました。

本研究成果は 2010 年 12 月 8 日（英国時間）に英国科学雑誌である「Nature」印刷版、電子版にて公開されます。

背景

地球の外核が主に溶融した鉄（及び少量のニッケル）から成り立っていると考えられるようになって半世紀以上が過ぎました。地球深部はしばしば、溶融した鉄が固体の岩石（マントル）に覆われている溶鉱炉に喩えられます。溶融鉄が外核中で激しく運動する事により地球の磁場が作られ、それが地球表層の環境に無視できない効果を及ぼしてきました。この意味で、地球深部の核は意外に身近な存在と言えます。近年の研究の進展によって、外核には鉄（ニッケル）だけでなく、より軽い元素（例えば、酸素、硫黄、珪素、炭素、水素など）も質量にして数%含まれている事が分かってきました。これら軽い元素は、地球が徐々に冷却するにつれて固体の鉄が析出し、内核を形成する際に外核に濃集するか、または外核とマントルとの境界で起こる化学反応を通じて、マントルから外核に流入した可能性があります。外核にはどの元素がどれだけ含まれているか、そしてそれらの元素分布には空間的な偏りがあるのかどうかという問題は、以下に挙げる様な大きな謎を解くための鍵を握ります。:

- ①およそ 4 5 億年前の地球集積初期に核がどの様に形成されたのか。
- ②核の姿はその後 4 5 億年間どの様に変遷してきたのか。
- ③外核の中ではどんな運動や物質の分離が起きているのか。
- ④どの様に地球の磁場が作られているのか。



■内 容

金嶋教授らは、南米アルゼンチンで発生し日本で観測された地震、および南西太平洋フィジーで発生しヨーロッパで観測された地震の地盤振動記録を調べました。具体的にはマントルの中を横波（S波）として伝わり、外核の中を縦波（P波）として伝わる波を調べたわけです。これらの波はマントルと核の境界で1回から4回反射し、外核の最上部を長い距離伝わります。これは“ささやきの回廊”という音響現象（円形の大きなホールの壁近くに立ち小声でしゃべった言葉がホールの反対側まではっきりと伝わる現象。ロンドンのセント・ポール寺院などが有名）と似ています。金嶋教授らはこの調査により、外核の最上部およそ600kmの縦波（P波）の伝播速度をかつて無い精度で推定する事ができました。そして外核最上部およそ300kmの領域におけるP波速度の分布が、均質な物質を単純に圧縮しただけでは説明できない事を突きとめました。金嶋教授らはさらに、外核が鉄・硫黄・酸素の三つの元素で成り立っていると仮定した上で、外核の温度（およそ4300℃）と圧力（およそ140万気圧）におけるこの液体鉄合金のP波速度を計算し、観測された速度と比較しました。その結果、外核最上部では、核本体に比べて、最大で5%程度鉄が少なくなっている、言い換えるとより軽い酸素と硫黄の比率が核の最上部ではより高くなっている事が分かりました。この結果は、**地球の外核は全体が流動しているのではなく、その最上部では上下方向の運動が弱い可能性が高い**、という事を意味します。

■今後の展開

色々な化学組成を持つ鉄合金の液体が非常に高温と高圧の下で示す物理的性質、具体的には密度と縦波（P波）速度などを決定する研究は、現時点では容易ではありません。しかし、近年の実験技術や物性理論の著しい進展を考えると、近い将来この様な研究が充分可能になると予想されます。そうなれば、今回観測された外核最上部のP波の速度に基づいて、そこでの化学組成が精密に推定できるようになります。そして、45億年前に地球及びその内部の核が形成された時に地球表層全体を覆っていたとされる、どろどろに融けた岩石の海（“マグマ・オーシャン”）の中で起きていた化学反応の詳細が判明するかもしれません。また、外核最上部に存在する半径にして核全体の1割に達する厚い層が、核本体内部での流動から隔絶されているという事実は、外核内の運動により地球磁場ができるメカニズムを解明する上で極めて重要な制約条件となります。

【掲載論文】

Outer-core compositional stratification from observed core wave speed profiles
George Helffrich & Satoshi Kaneshima

【お問い合わせ】

九州大学大学院理学研究院教授 金嶋 聡

電話：092-642-2678

FAX：092-642-2684

Mail：kane@geo.kyushu-u.ac.jp

九州大学は2011年に100周年を迎えます



KYUSHU UNIVERSITY 100th 2011
知の世紀を拓く