

論文審査の結果の要旨

氏名 吉田晶樹

地球マントルで起こっている最も重要な地球科学的現象は対流（マントル対流）である。しかし、このマントル対流と地表面で見られる現象、すなわちプレートテクトニクスとの関係は、必ずしも明確ではない。本論文は、プレート運動が自然に生じる数値対流モデル（自己完結的対流モデル）を構築し、プレート運動を考慮する事によりマントル対流の性質が、どのように変化するかを調べた論文である。本論文は8章からなり、それぞれの内容は以下の通りである。

第一章では、問題の背景や、これまでの同種の研究に関して紹介されている。

第二章では、自己完結的なマントル対流モデルの構築や、その他、本論文において使用された手法について述べられている。本研究において用いられた自己完結的マントル対流を構築する手法は、*damage parameter* と呼ばれる、いわば、プレートが破壊した時の強度低下および、強度の回復過程をモデル化したパラメータを導入する手法である。

第三章では、第二章で述べられた自己完結的モデルを用いて、プレートの粘性、内部加熱源の大きさによって、どのような対流形態になるかについて述べられている。その結果、*weak plate regime*、*plate-like regime*、*stagnant lid regime* が存在する事が示され、それが存在する領域が明確にされている。*Weak late regime* では、表面プレートが弱いため、しばしば破壊される。また、*stagnant lid regime* では表面プレートは破壊されず、その下の対流部分と切り離され、ほとんど動かない。この中間領域の *plate-like regime* では、プレート運動のように、表面では剛体的に振る舞う。

第四章では、第三章の結果を踏まえ、各 *regime* で対流の下部熱境界層から生じる、プルームによって運ばれる熱流量の推定を行なっている。その結果、*plate-like regime* では、プルームが運ぶ熱流量は、表面から出る総熱流量の9～29%程度である事が示されている。この結果を用いて筆者は、観測から推定されているプルームが運ぶ熱流量との比較、核から放出されている熱流量についての議論を行ない、観測にはかからないプルーム熱流量の存在、マントル下

部の不均質の存在を示唆している。

第5章では、マントル内に存在すると考えられている相変化が自己完結的モデルに与える影響について述べられている。その主な結果の一つは、plate-like regime で、三種類のプルームを識別した事である。すなわち、下部マントルのプルームに密接に関係しているプルーム、プレートによって励起された大規模流れの反流に関係しているプルーム、そして、上部マントルに閉じた小規模対流に関連したプルームの三種類である。

第6章では、plate-like regime の流れがジオイドに与える影響について考察されている。従来の水平方向に粘性変化のないモデルでは、固い表面プレートの存在下で沈み込み帯付近のジオイド異常を説明すると下部マントルの粘性が高くなりすぎると言う問題があった。しかし、本研究の結果によれば、プレートの粘性が高いモデルであっても、沈み込み帯近傍の正のジオイド異常が、地球深部の粘性構造に関する他の推定と矛盾なく説明される。

第7章では、三次元の自己完結的モデルを用いて、上昇プルームと固いプレートの相互作用が調べられている。本モデルでは、プルームによるプレートの破壊がプレート運動を引き起こす重要な要因である。二次元問題では、プルームがシート状になる為に、プルームによってプレート境界が作られる。しかし、三次元においては、この事は明白ではない。この点を調べるために本章では、円柱状のプルームを発生させ、それがプレートを破壊しプレート境界が形成される事を確認した。

第8章は、上に述べた結果のまとめが述べられ、プレート運動を生じるメカニズムがマントルダイナミクスに重要な役割を果たす事が主張されている。

このように本論文は、プレート運動を自然に生じるマントル対流の数値モデルを構築し、プレート運動が生じる場合のマントル対流の性質を解明し、プルームを中心とした様々な地球科学的現象への応用を行ない、プレート運動を生じるメカニズムの重要性を明らかにした。審査員全員は、本論文は、地球内部のダイナミクスの理解へ、重要な寄与を与えたと言う点で意見が一致し、博士(理学)の学位にふさわしいものと判断する。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。