

(第6号様式)

学位論文審査の結果の要旨

氏名	有本 岳史
審査委員	主査 入舩 徹男 副査 井上 徹 副査 大藤 弘明

論文名 川井型マルチアンビル装置による焼結ダイヤモンドアンビルを用いた高温
高圧発生と 60GPa, 2300K 領域 **までの鉄に富んだブリッジマナイトの安定性**

審査結果の要旨 (2,000字以内 標準書式：日本工業規格 A4、11×17cm、1行38字、1頁40行 左右余白25mm)

本論文は、焼結ダイヤモンドアンビルを用いた川井型マルチアンビル装置における高温高圧発生技術の開発と、これを用いた地球の下部マントル領域における主要高圧相である、ペロブスカイト構造を有する鉄に富んだブリッジマナイトの固相相関係を明らかにしたものである。

我が国で開発された川井型マルチアンビル装置では、通常タングステンカーバイド超合金製のアンビルが圧力発生部に用いられるが、これにより通常発生できる圧力は30万気圧程度である。近年、超合金より硬い焼結ダイヤモンド製のアンビルが超高圧発生に導入され、最近では100万気圧領域の圧力発生も可能になりつつある。しかしながら、このような圧力領域での高温発生は極めて困難であり、地球の下部マントルに対応する2000℃領域の高温の安定的な発生は、40万気圧程度までに限られていた。

申請者は焼結ダイヤモンドアンビルを用いた高温高圧発生用の圧力媒体、ガスケット、断熱材、ヒーター材等の抜本的見直しを行い、急冷回収実験と放射光X線その場観察実験を併用することにより、下部マントル深部領域に対応する圧力下での高温発生技術の開発に取り組んだ。とりわけ圧力媒体と断熱材の材料およびサイズの最適化を行うことにより、60万気圧領域での従来に比べてはるかに高い2000℃程度の高温を安定的に発生する技術を確立した。また、このような条件下での放射光X線を用いたその場観察実験も可能にした。

一方、下部マントルの主要鉱物であるブリッジマナイトは $MgSiO_3$ - $FeSiO_3$ 系でその化学組成を近似でき、この系における相関係や鉱物物性を明らかにすることは、下部マントルの化学組成やダイナミクスを解明する上で重要である。しかしながらこの系に対するマルチアンビル装置を用いた精密な相関係の実験的研究は、40万気圧程度の圧力に限られており、より高圧下での相関係の研究は、温度圧力等の決定精度が低いダイヤモンドアンビル装置を用いた実験や、第一原理計算などの数値シミュレーションによるものに限られていた。これらの先行研究では互いに相容れない結果や、未確認の新高圧相の存在も報告されており、マルチアンビル装置を用いた高温高圧実験に基づく検証が必要である。

申請者は上記に述べたような技術開発に基づき、マルチアンビル装置を用いた急冷回収実験および放射光X線その場観察実験を併用し、 $MgSiO_3$ - $FeSiO_3$ 系の相関係を約60万気圧、2000℃の圧力温度領域まで拡張した。この結果、地球の下部マントル深部に対応する圧力温度条件のもとでの、ブリッジマナイトの安定領域とその化学組成、またこれらの温度依存性を精密に制約することに成功した。本研究の結果は $FeSiO_3$ ブリッジマナイト端成分が下部マントルに対応する2000℃領域では、少なくとも80万気圧程度までは存在しないことを明確に示し、近年のダイヤモンドアンビル装置を用いた実験に基づく結果に再考をせまるものである。

以上のように、本論文では高度な超高压実験技術の開発により、世界で初めて60万気圧2000℃領域での川井型マルチアンビル装置による精密実験を可能にするとともに、下部マントルの主要鉱物に対して、放射光X線その場観察及び急冷実験を併用することによる重要な実験データを報告している。このような実験技術は、下部マントル領域における化学組成やダイナミクスを制約する上で重要な情報をもたらし、関連分野に多大なインパクトを与えるものである。

本論文の公聴会は、平成29年2月14日に愛媛大学総合研究棟I・4階の共通会議室において開催され、論文発表と質疑応答が行われた。発表および質疑への応答は明快かつ的確であり、申請者が高い学識と専門的知識・技術を有することを確認した。公聴会後の学位論文審査委員会において更に審査及び合議を行った結果、本論文は理工学研究科の定める学位審査基準を満たしており、学位を授与するに相応しい内容であると判定された。