

(第6号様式)

学位論文審査の結果の要旨

氏名	周 佑黙
審査委員	主査 入船 徹男 副査 井上 徹 副査 大藤 弘明

論文名 High-pressure subsolidus and melting phase relations of Na-rich plagioclase: implications for the shock metamorphism of plagioclase in shocked meteorites

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

本論文は、タングステンカーバイドアンビルを用いた川井型マルチアンビル装置による高温高压発生技術の開発と、これを用いた地球のマントル遷移層～下部マントル上部領域における圧力下での Na に富んだ長石組成を有する高压相 lingunite、及び関連する高压相の相関係と融解関係を実験的に明らかにするとともに、衝撃変成を受けた隕石中の長石の起源について重要な制約を与えたものである。

地球深部の物質科学的研究によく使われる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硬合金製のアンビルが圧力発生部に用いられるが、これにより発生できる圧力は 30 万気圧・2000℃程度である。特に 20 万気圧以上の領域で、鉱物の融解実験を想定した 2500℃領域での安定的な温度発生は非常に困難である。申請者はマルチアンビル装置における試料部周辺の断熱材、ヒーター材等の改良を行い、20~25 万気圧領域において 2500℃程度の温度条件を長時間に渡り安定的に発生することを可能にした。本論文ではこのような技術開発の成果と、これに基づく以下のような地球科学的応用についての詳細を記述している。

申請者が研究対象としたのは、隕石中で発見されている Na に富んだ長石の化学組成を持ち、ホーランドイト構造を有する鉱物 (lingunite) の生成条件の解明である。lingunite は約 80 モル%に達する Na 成分 ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) を持つとともに、結晶構造は K を主成分とした長石 (KAlSi_3O_8) の高压相であるホーランドイト構造を有するが、その合成は誰も成功しておらず、相関係の詳細を明らかにすることは重要な課題であった。

申請者は上記技術を用いて KAlSi_3O_8 - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ 系に対する高温高压実験、特に圧力 20~23 万気圧付近の相平衡実験を集中的に行い、2000℃領域において隕石中に発見されたものと同様に 80 モル%に達する Na 成分を有し、ホーランドイト構造を持つ lingunite の合成に初めて成功した。この結果は、従来困難であった 2000℃以上の高温領域で、相平衡に必要な長時間の安定加熱実験を可能にした申請者の技術開発に基づくものであり、この分野に新たな知見をもたらす重要な成果である。この内容は、鉱物科学分野の国際誌 *Physics and Chemistry of Minerals* に筆頭著

者として発表されている。

一方で申請者はこの系、及びより天然の lingunite に近い Ca を含む化学組成を用いた、2500℃ に至る更に高温条件下での融解実験を行った。この結果に基づき、lingunite が固相の相転移により生成したとする従来の仮説と異なり、部分熔融により生成した可能性を明らかにした。これは lingunite を含む隕石の衝突に伴う温度上昇や、それに伴う衝撃変成の過程に重要な変更を迫るものであり、高温高压実験に基づく新しい考えとして注目される。

申請者は更に、上記実験をすすめる過程で Al_2SiO_5 組成を持つ未知の高压相を 2 つ見出した。1 つは従来報告されている V_3O_5 構造に近いがわずかに異なる構造を持ち、またもう一つは全く新しい高压相であった。申請者は X 線回折及び TEM 観察に基づき、これらの基本的な構造や密度の詳細を明らかにした。 Al_2SiO_5 の高压相としては地球上の変成岩中に産出する kyanite が良く知られているが、この鉱物は 12 万気圧程度以上の圧力下で単純酸化物に分解することが知られている。申請者の実験によるこのような圧力下での新たな高压相の発見は、隕石学や地球深部科学において極めて重要であり、現在ハイインパクトジャーナルへの投稿準備をすすめている。

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 20 万気圧程度の圧力下で、2500℃ に至る高温下での安定的加熱実験を川井型マルチアンビル装置により可能にした。また、この技術を用いて得られた lingunite の生成条件やその起源の解明、及び Al_2SiO_5 の 2 つの新しい高压相の発見は、隕石学及び地球深部科学、及び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。