

論文審査の結果の要旨

氏名 佐藤 友子

本論文は6章からなり、第1章には「序論」、第2章には「c-BNガasketの開発」、第3章には「X線回折法による構造測定」、第4章には「X線吸収法による密度測定」、第5章には「考察」、第6章には「結論」が述べられている。

第1章は序論であり、本論文の学問的位置づけが述べられている。ケイ酸塩メルト中の配位数の変化を始めとする構造の変化と物性の関連、および、その地球惑星科学における意義が述べられている。また、先行研究をレビューすることで、ケイ酸塩メルトに対する直接的な超高压下その場測定が極めて困難なこと、したがって、そのアナログ物質としてガラスを対象とした研究の重要性が述べられている。

第2章では、ダイヤモンドアンビル超高压発生装置用のc-BNガasketの開発について述べられている。c-BNガasketの開発により、超高压実験における試料厚みを数倍に増加させることに成功した。これにより、X線との相互作用が小さく、微弱な信号しか期待できないシリカガラス試料に対して、第3章および第4章で述べられている構造と密度の測定を精度よく実施するための条件が整えられた。

第3章では、超高压条件下における非晶質物質に対するX線構造測定方法の開発について述べられている。また、新しく開発した方法がシリカガラス試料に対して適用され、構造測定の結果が報告されている。

第4章では、超高压条件下における非晶質物質に対するX線密度測定方法の開発について述べられている。また、新しく開発した方法がシリカガラス試料に対して適用され、密度測定の結果が報告されている。

第5章では、第3章および第4章で得られたシリカガラスに対する新しいデータを用いて、その密度と構造の圧力変化について詳細に考察されている。シリカガラスが、50 GPaまでの圧力領域において、4配位の構造から6配位の構造へ大きく構造を変化させること、また、少なくとも 100 GPa までの領域において、6配位の構造は準安定な「非晶質相」として振る舞うことなどが示唆されている。50 GPa における6配位非晶質相の密度、配位数、Si-O結合距離、体積弾性率は、それぞれ、3.88 g/cm³、6.3、1.71 Å、390 GPaと推定されている。さらに、シリカガラスに対して得られた知見に基づいて地球マントル深部におけるマグマの挙動につ

いて考察が行われている。Siの配位数変化が起こるマントル浅部においては、SiO₂成分に富むマグマの圧縮率が大きいのに対し、マントル深部では、配位数変化が完了しているために、SiO₂成分に富むマグマの圧縮率は、逆に小さくなることなどが指摘されている。従来、SiO₂成分に富む玄武岩質のマグマの密度は、地球マントル最下部において、橄欖岩質の下部マントル(固体)の密度よりも大きくなると予測されてきたが、本論文では、これが否定されている。

第6章では、研究の成果が簡潔にまとめられている。

論文提出者は、自ら新しい実験技術を開発し、地球惑星科学はもとより超高压物理学や材料科学においても極めて重要な研究対象であるシリカガラスに関して、基礎的かつ重要なデータを測定し、その超高压下における振る舞いに関して重要な知見を報告している。また、シリカガラスに対して得られたデータを基に、地球マントル深部におけるマグマの振る舞いが従来の予測と大きく異なる可能性を示唆している。したがって、論文提出者は、地球内部現象の解明に大いに貢献するとともに、凝縮系物理学の幅広い分野の研究の進展に大いに貢献していると判断する。

なお、本論文の第2章、第3章、第4章、第5章のそれぞれ一部は、N. Funamoriとの共同研究として出版されているが、論文提出者が主体となって実施したものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。