

論文審査の結果の要旨

氏名 丹羽 健

本論文は7章からなり、第1章には「はじめに」、第2章には「Perovskite型およびPost-perovskite型CaIrO₃の合成」、第3章には「静水圧的条件下における圧縮実験」、第4章には「一軸応力場における塑性変形実験」、第5章には「Perovskite-Post-perovskite相転移メカニズム」、第6章には「実験結果に基づく地球科学的考察」、そして、第7章には「まとめ」が述べられている。

第1章では、先行研究をレビューすることで、地球マントルの最下部領域においてケイ酸塩のPerovskite-Post-perovskite相転移が重要であること、および、マントル最下部に相当する100~130万気圧にも達する圧力条件下での弾性的・塑性的性質のその場測定が極めて困難であること、したがって、ケイ酸塩のアナログ物質としてのCaIrO₃の研究が必要であることを述べている。

第2章では、本論文の試料であるPerovskite型およびPost-perovskite型CaIrO₃の高圧合成法について述べ、さらに合成された試料についての詳細な記載を行っている。

第3章では、Perovskite型およびPost-perovskite型CaIrO₃の準静水圧条件下における30万気圧領域までの圧縮実験を行い、両構造の圧縮形態の差異についての考察を行っている。Post-perovskite型では、結晶構造から期待されるとおり、斜方晶のb軸のみが選択的に圧縮されることが確認された他、両構造ともに10万気圧以上の圧力領域で、Ir⁴⁺の電子構造に起因すると思われる特異な圧縮形態を見出した。この発見は、結晶化学的に非常に興味深い一方、ケイ酸塩のアナログ物質としてのCaIrO₃の限界を示すものでもある。

第4章では、Perovskite型およびPost-perovskite型CaIrO₃の一軸変形実験を行い、変形に伴う選択配向がPerovskite型で小さく、Post-perovskite型で大きいことを実証した。また、結晶構造から期待されるとおり、b軸が最大主応力方向に揃うことが確認された。これにより、100万気圧領域でケイ酸塩に対して実施された先行研究で報告されている別の選択配向の形態は、実験技術的な問題に起因している可能性が高いことが示された。

第5章では、Perovskite-Post-perovskite相転移のメカニズム、および相転移への非静水圧性の影響について実験結果をもとに考察している。

第6章では、第3章~第5章の実験結果とその結晶化学および鉱物物理学的

考察に基づき、地球マントル最下部領域について報告されている地震波速度異常を Post-perovskite 構造の選択配向によって説明できる可能性を示唆した。

第 7 章では、研究の成果が簡潔にまとめられている。

本研究は、Perovskite 構造および Post-perovskite 構造の弾性的・塑性的性質の違いを高圧実験データに基づき多角的に検討することで、先行研究の問題点を実証し、地球マントル最下部領域について報告されている地震波速度異常を Post-perovskite 構造の選択配向によって説明できる可能性を示唆している。Post-perovskite 構造の選択配向によって説明するというアイデア自体は新しいものではないが、Perovskite 構造および Post-perovskite 構造の弾性的・塑性的性質の違いを、本研究ほど、詳細かつ慎重に考察した研究はない。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していると判断する。また、Perovskite 型および Post-perovskite 型 CaIrO_3 について、10 万気圧以上の圧力領域で、 Ir^{4+} の電子構造に起因すると思われる特異な圧縮形態を見出したことは、結晶化学的な観点から極めて重要であると判断する。

なお、本論文第 4 章の一部は、T. Yagi、K. Ohgushi、S. Merkel、N. Miyajima、T. Kikegawa との共同研究であるが、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。