

2018年度日本鉱物科学会賞第21回受賞者

受賞者氏名：山崎 大輔 会員（岡山大学）

受賞題目：「構成物質のレオロジーに基づく核・マンツルのダイナミクスの研究とそのため
の高圧実験技術開発」



受賞理由

山崎大輔会員は、超高圧発生装置を用いた実験的研究に基づき、主に高温高圧下における鉱物の塑性変形機構を明らかにし、マンツルの流動特性の理解に大きく貢献する優れた研究成果を挙げてきた。これら一連の研究成果は、地球深部における物質の状態やダイナミクスを論じる上で重要な知見を与えるとして、国際的に高く評価されている。以下に受賞対象となった研究の概要を記す。

1) 超高圧発生技術開発

大きな地震波速度異常と異方性が観測されるマンツル最下部の構成物質の流動則の解明は、全マンツルダイナミクスを理解する上でも重要である。山崎会員は焼結ダイヤモンドを用いたマルチアンビル高圧発生実験の技術開発に長年尽力し、近年、マンツル最下部に相当する120 GPaの高圧発生に世界で初めて成功した。この技術によって、マンツル最下部に存在すると予想されるポストペロブスカイト (pPv) の実験的研究の幅が大きく広がる可能性が出てきた。また、下部マンツル条件下で差応力を発生させる高圧装置の開発にも成功し、下部マンツル条件下での変形実験を可能にした。

2) 二相構成物の流動則

マンツル遷移層の主要構成鉱物であるリングウッドイト (Rw) は、下部マンツル条件においてはブリッジマナイト (Brg) とフェロペリクレス (fPc) に分解相転移する。これら二相構成物における各結晶相の粒成長速度を測定し、地質学的時間スケールでは、Brg-fPc界面での拡散クリープによって下部マンツルが流動することを明らかにした。さらに、沈み込む低温のスラブにおいては、少量存在するfPcが岩石全体の流動を支配する可能性が高いことも指摘した。

3) 鉄高圧相のレオロジー

地球の内核は六方晶鉄で構成されると考えられているが、東西半球で六方晶鉄の結晶粒径に大きな差があることが地震学的研究から示唆されている。山崎会員は自ら技術開発を重ねた焼結ダイヤモンドを用いたマルチアンビル高圧実験によって六方晶鉄の粒成長速度を測定し、内核東西での結晶粒径差が西から東への流動モデルでは説明できないことを明らかにし、内核の進化を議論する上での重要な知見を与えた。

4) その他の下部マンツルに関する研究

下部マンツルの主要構成相であるBrg中のSi拡散係数を測定し、流動則とその温度・圧力・含水量依存性を決定した。また、Brgの変形実験を行い、沈み込んだスラブの流動特性が地震学的観測から予想されるモデルに矛盾しないことを突き止めた。さらに、RwとBrgの転位回復実験によって、マンツル遷移層が水に飽和していることも明らかにしている。一方、マンツル最下部に存在すると予想されるpPvにおいても、アナログ物質を使った変形実験を実施し、D''層の地震波異方性のメカニズムについて詳しく説明している。

このように、山崎会員は独自の創意工夫と粘り強い努力によって高圧実験技術を格段に進歩・発展させ、その技術開発を通してマルチアンビル実験では未踏であった圧力領域へのアクセスを可能とした。そして特に下部マンツルのレオロジー研究において他の研究者が得たくても得られなかった多くの優れた実験結果を出版し、地球内部の構造と進化、ダイナミクスの理解に多大な貢献を果たしている。よって山崎会員は日本鉱物科学会賞の候補者として相応しいと判断され、ここに推薦する。

主要論文

1. Yamazaki, D., Ito, E., Yoshino, T., Tsujino, N., Yoneda, A., Gomi, H., Vazhakuttiyakam, V., Sakurai, M., Zhang, Y., Higo, Y., Tange, T. (2019 in press) High-pressure generation in the Kawai-type multianvil apparatus equipped with tungsten-carbide anvils and sintered-diamond anvils, and X-ray observation on CaSnO_3 and $(\text{Mg,Fe})\text{SiO}_3$. *Comptes Rendus Geoscience*.
2. Fei, H., Yamazaki, D., Sakurai, M., Miyajima, N., Ohfuji, H., Katsura, T., Yamamoto, T. (2017) A nearly water-saturated mantle transition zone inferred from mineral viscosity. *Science Advances*, 3, e1603024.
3. Yamazaki, D., Tsujino, N., Yoenda, A., Ito, E., Yoshino, T., Tange, Y., Higo, Y. (2017) Grain growth of ϵ -iron: Implications to grain size and its evolution in the Earth's inner core. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 459, 238-243.
4. Tsujino, N., Nishihara, Y., Yamazaki, D., Seto, Y., Higo, Y., Takahashi, E. (2016) Mantle dynamics inferred from the crystallographic orientation of bridgmanite. *Nature*, 539, 81-84.
5. Yamazaki, D., Yoshino, T., Nakakuki, T. (2014) Interconnection of ferro-periclase controls subducted slab morphology at the top of the lower mantle. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 403, 352–357.
6. Yamazaki, D., Ito, E., Yoshino, T., Tsujino, N., Yoneda, A., Guo, X., Xu, F., Higo, Y., Funakoshi, K. (2014) Over 1 Mbar generation in the Kawai-type multianvil apparatus and its application to compression of $(\text{Mg}_{0.92}\text{Fe}_{0.08})\text{SiO}_3$ perovskite and stishovite. *Phys. Earth Planet. Inter.*, 228, 262–267.
7. Yamazaki, D., Yoshino, T., Ohfuji, H., Ando, J., Yoneda, A. (2006) Origin of seismic anisotropy in the D" layer inferred from shear deformation experiments on post-perovskite phase. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 252, 372-378.
8. Yamazaki, D., Karato, S. (2001) Some mineral physics constraints on the rheology and geothermal structure of Earth's lower mantle. *Am. Mineral.*, 86, 385-391.
9. Yamazaki, D., Kato, T., Yurimoto, H., Ohtani, E., Toriumi, M. (2000) Silicon self-diffusion in MgSiO_3 perovskite at 25 GPa. *Phys. Earth Planet. Inter.*, 119, 299-309.
10. Yamazaki, D., Kato, T., Ohtani, E., Toriumi, M. (1996) Grain growth rates of MgSiO_3 perovskite and periclase under lower mantle conditions. *Science*, 274, 2052-2054.

略歴

1993年 北海道大学理学部地質学鉱物学学科卒業
1995年 東北大学大学院理学研究科地学専攻修士課程修了
1998年 東京大学大学院理学系研究科地質学専攻博士課程修了
博士(理学)取得
1997年 東京大学大学院理学系研究科日本学術振興会特別研究員
1998年 東京大学新領域創成科学科日本学術振興会特別研究員
1999年 米国ミネソタ大学地質学地球物理学科日本学術振興会
海外特別研究員
2001年 東京大学物性研究所日本学術振興会特別研究員
2002年 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター助手
2005年 岡山大学 地球物質科学研究センター助教授
2016年 岡山大学惑星物質研究所准教授
2019年9月 現在に至る