

平成29年度日本鉱物科学会賞第19回受賞者

受賞者氏名： 梶谷 浩 会員（学習院大学）

受賞題目：「熱測定と分光学的手法によるマントル鉱物の熱力学的性質及び結晶構造に関する研究」



受賞理由

梶谷浩博士は、熱測定、分光測定、X線回折法を主な研究手段とし、常圧および高压安定鉱物の熱力学的パラメーターの測定と結晶構造解析の両面にわたって優れた研究を進めている。結晶構造と熱力学的性質を結びつけることで、マントル鉱物の理解の高精度化に大きな成果を上げている。

研究歴の初期には、単純系にモデル化した玄武岩とマントルペリドタイトの融解熱を直接測定した。岩石の融解熱を1500℃までの高温で測定した実験は他にほとんど例がないため、中央海嶺玄武岩生成の熱収支やマントルのポテンシャル温度の見積りのために不可欠のデータとして広く引用されている。

カリフォルニア大学デイビス校でAlexandra Navrotsky教授のポスドクを勤めた後、学習院大学の助手（現在は助教）になってから、主としてマントル深部に存在する鉱物について、結晶構造を決定し、これらの熱力学的性質（エンタルピー、エントロピー、熱容量など）を熱測定で実測するとともに、格子振動を分光学で調べることにより、深部マントル鉱物の物性値を高精度に推定している。主要な成果を以下に概説する。

1) 高压で安定なケイ酸塩、アルミニウム含有相などの結晶構造解析

下部マントルの最重要鉱物であるアルミニウム含有 MgSiO_3 ペロブスカイト（ブリジマナイト）の精密構造解析を行い、圧力の増加によって、Alの置換様式が酸素欠陥を伴う置換から $\text{Mg}^{2+}+\text{Si}^{4+}\rightarrow 2\text{Al}^{3+}$ 置換に変化することを明らかにした。この研究は、酸素欠陥によりブリジマナイトの物性が大きく変化することや、酸素欠陥を介してOH基が構造中に導入される可能性に関係し、下部マントル最上部の物質構成に束縛条件を与える。また、下部マントルへ沈み込んだ玄武岩質地殻の主要鉱物であるカルシウムフェライト型 MgAl_2O_4 - Mg_2SiO_4 系固溶体や、KやNaを豊富に含むNAL相（六方晶アルミニウム含有相）の精密構造解析を行なうほか、ポストペロブスカイト型ケイ酸塩鉱物のモデル物質として、 CaRuO_3 ポストペロブスカイト相を初めて高压合成し構造解析した。ポストペロブスカイト相の研究は、物性科学分野でも注目を集めている。

2) 高压鉱物の熱容量、熱膨張率の測定と、ラマン分光測定に基づく格子振動解析と熱力学的諸量の理論計算

マントル遷移層で重要な Mg_2SiO_4 リングウッドイトや $\text{Mg}_{14}\text{Si}_5\text{O}_{24}$ 無水B相、下部マントルで重要なカルシウムフェライト型 MgAl_2O_4 などの熱容量と熱膨張率を測定した。さらにラマン分光測定を行い、格子振動モデル計算によって熱容量を計算し、それを実測された熱容量、エントロピーと比較し、これら高压鉱物の信頼性の高い熱力学データを確立した。また、カルシウムフェライト型 MgAl_2O_4 と CaAl_2O_4 では、ダイヤモンドアンビルセルを用いた高压ラマン分光測定と詳細な格子振動解析を行い、格子振動モデル計算により熱容量、エントロピー、Grüneisenパラメータを求め、自らの実測値と比較し、詳細な熱力学的性質を解明した。これら一連の研究によって、高压鉱物のミクロな構造とマクロな熱力学的性質を格子振動解析で結びつけることに成功した。

3) 主要マントルケイ酸塩鉱物の高精度エンタルピー測定と相平衡関係の熱力学計算

Mg_2SiO_4 リングウッドイト、 MgSiO_3 ブリジマナイト、アキモトイトなど、重要な高压ケイ酸塩鉱物について、高精度エンタルピー測定を行った。その結果、ポストスピネル転移の相平衡境界線は、従来の研究よりも低压側に位置し、緩い勾配を持つため、マントルの660 km震学的不連続面は無水条件下の相転移では説明できず、含水条件下のポストスピネル転移によると示唆されることを、高压実験とは独立に熱力学によって明示することに成功した。また、上記の熱測定データに基づいて、 MgO-SiO_2 系のフォルステライト、ワズレイト、リングウッドイト、ブリジマナイト、 $\text{Mg}_{14}\text{Si}_5\text{O}_{24}$ 無水B相などの熱力学的諸量（エンタルピー、エントロピー、熱容量、熱膨張率、体積弾性率など）に関する内部整合性のあるデータセットを作り上げた。

梶谷氏は2014年から現在まで、American Mineralogistのassociate editor(AE)を務めている。この雑誌には世界中の約40~80名の研究者がAEとして採用されているが、過去10年間において、日本から選ばれたAEは梶谷氏ただ一人である。熱測定に熟達した研究者は日本の鉱物科学分野では極めて少数であり、今

後とも糀谷氏の活躍が期待される。

以上に述べた理由により、糀谷浩博士が日本鉱物科学会賞受賞候補者に相応しいと考えて、ここに強く推薦する。

主要論文

1. H. Kojitani and M. Akaogi, Melting enthalpies of mantle peridotite: calorimetric determinations in the system CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂ and application to magma generation, *Earth and Planetary Science Letters*, 153: 209-222, 1997.
2. A. Navrotsky, M. Schoenitz, H. Kojitani, H. Xu, J. Zhang, D.J. Weidner, R. Jeanloz, Aluminum in magnesium silicate perovskite: Formation, structure, and energetics of magnesium-rich defect solid solutions, *Journal of Geophysical Research*: 108, ECV2-1-11, 2003.
3. H. Kojitani, R. Hisatomi, M. Akaogi, High-pressure phase relations and crystal chemistry of calcium ferrite-type solid solutions in the system MgAl₂O₄-Mg₂SiO₄, *American Mineralogist*, 92: 1112-1118, 2007.
4. H. Kojitani, T. Katsura, M. Akaogi, Aluminum substitution mechanisms in perovskite-type MgSiO₃: an investigation by Rietveld analysis, *Physics and Chemistry of Minerals*, 34: 257-267, 2007.
5. H. Kojitani, Y. Shirako, M. Akaogi, Post-perovskite phase transition in CaRuO₃, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 165: 127-134, 2007.
6. H. Kojitani, T. Iwabuchi, M. Kobayashi, H. Miura, M. Akaogi, Structure refinement of high-pressure hexagonal aluminous phases K_{1.00}Mg_{2.00}Al_{4.80}Si_{1.15}O₁₂ and Na_{1.04}Mg_{1.88}Al_{4.64}Si_{1.32}O₁₂, *American Mineralogist*, 96: 1248-1253, 2011.
7. H. Kojitani, M. Oohata, T. Inoue, M. Akaogi, Redetermination of high-temperature heat capacity of Mg₂SiO₄ ringwoodite: Measurement and lattice vibrational model calculation, *American Mineralogist*, 97: 1314-1319, 2012.
8. H. Kojitani, D.M. Többs, M. Akaogi, High-pressure Raman spectroscopy, vibrational mode calculation and heat capacity calculation of calcium ferrite-type MgAl₂O₄ and CaAl₂O₄, *American Mineralogist*, 98: 197-206, 2013.
9. H. Kojitani, T. Inoue, M. Akaogi, Precise measurements of enthalpy of postspinel transition in Mg₂SiO₄ and application to the phase boundary calculation, *Journal of Geophysical Research*, 121: 729-742, 2016.
10. H. Kojitani, S. Terata, M. Ohsawa, D. Mori, Y. Inaguma, M. Akaogi, Experimental and thermodynamic investigations on the stability of Mg₁₄Si₅O₂₄ anhydrous phase B with relevance to Mg₂SiO₄ forsterite, wadsleyite and ringwoodite, *American Mineralogist*, 102: 2032-2044, 2017.

略歴

1990年 3月 金沢大学理学部卒業
1993年 3月 学習院大学大学院自然科学研究科 博士前期課程修了
1996年 3月 学習院大学大学院自然科学研究科 博士後期課程修了
1996年10月 九州大学大学院比較社会文化研究科 助手
1999年 1月 カリフォルニア大学デイビス校ポスドク
2001年10月 学習院大学理学部 助手
2007年 4月 学習院大学理学部 助教 (名称変更)
現在に至る