

高圧下でのマントル構成物質の熱定数測定

Measurement of thermophysical properties of mantle materials under pressure

大迫 正弘[1]; 伊藤 英司[2]; 米田 明[3]

Masahiro Osako[1]; Eiji Ito[2]; Akira Yoneda[3]

[1] 国立科博・理工; [2] 岡大・固地研; [3] 岡大・固地研

[1] Div.Astro.Geophys.,Natl.Sci.Mus.; [2] ISEI; [3] ISEI, Okayama Univ.

<http://research.kahaku.go.jp/department/>

地球内部における熱の移動と状態の研究に寄与するものとして、地球深部部室の熱定数（熱拡散率・熱伝導率）の測定を高圧高温のもとで行っている。これまでの測定について解析法を変えて精度の向上を見たのを受けて、高圧下での熱容量測定の見通しと、熱伝導率の圧力効果についての若干の考察についてのべる。

測定データは一方向の熱の流れを使うパルス加熱法によるものである。円盤形状試料を3枚重ねて試験片とし、一つの合わせ面をパルス加熱し、もう一方の合わせ面で温度変化を検出して、熱拡散率と熱伝導率を同時に求める。試料とパルス加熱用発熱体、熱電対、それに昇温用ヒーターを一辺が18mmのMgO圧媒体に仕込み、切り落とし11mmのアンビルを用いて固地研の川井型高圧発生装置により8.3GPaまで加圧し、また温度を1100 Kまで上げて測定した。今まではストレージオシロスコープの画面から試料の温度波形のピークの高さと時刻を読み熱拡散率と熱伝導率を求めていた。この場合、画面上の読み取りの分解能から精度の限界は両者とも4%であった。残っていたデジタルデータを使い、温度変化を表わす級数を15項までとって最小自乗法で再計算した。これにより測定精度は2%まで向上した。

これまでの結果をまとめると、主要なマントル物質の熱拡散率の圧力による増加率は1GPaにつき、カンラン石：3-4%、ザクロ石：3%、また熱伝導率について、カンラン石：~4%、ザクロ石：3%である。これらの値は、これまでのいくつかの高圧での熱伝導率または熱拡散率の測定結果や理論による推定値とも合い、マントル物質において熱伝導に対する圧力効果はほぼこの値に落ちつくと見ることができる。圧力効果だけを考えるなら上部マントルの最下部においても変化の大きいカンラン石で地表付近での値に比べて1.7倍になる。温度の上昇による減少が加わるので、マントル内での増加はこれより小さい。また、カンラン石の軸方向による熱伝導率の異方性は実験した圧力温度範囲でも保たれ、さらにカンラン石の安定圧力領域内でもそのままあると考えられる。

熱拡散率と熱伝導率を同時に測定しているので、高圧下のマントル物質の比熱の値とその圧力依存性を求めることができる。カンラン石については3つの軸方向の結果から独立に比熱の値が出る。その違いは6%以内に収まっている。これは熱拡散率と熱伝導率の測定の妥当性を保証するものである。また、カンラン石のこれら3つを平均した比熱の値とザクロ石の比熱の値とも既存の実測値とよい一致を見ている。次に比熱の圧力変化を見ると、カンラン石については3方向とも圧力微分は熱力学関係式の示す通りの負となり、また熱膨張の実測値をそこに入れて求めた比熱の圧力変化と数倍以内の違いにとどまっている。ザクロ石については圧力微分が正になったが、測定の試行どうしの系統誤差が大きいので、それによる狂いかもかもしれない。このようにパルス加熱法により、小さい試料で高圧下の熱拡散率と熱伝導率の同時測定から、高圧では測定が難しいと見られているマントル物質の比熱を求める見込みのあることがわかった。測定回路と解析法を工夫したので、精度の向上が見込める。これまでの測定では個々の試行の間には最大15%ほどの系統誤差が見られる。この最大の要因は加圧の初めのところで試料セル内での予期しない変形や変位による影響と考えられる。この点を克服すれば、地球内部の状態の議論に使える比熱のデータを出せるようになるであろう。