

マントル物質の高圧下の比熱容量測定

Measurement of heat capacity of mantle materials under high pressure

大迫 正弘[1]; 米田 明[2]; 伊藤 英司[3]

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

[1] 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, Okayama Univ.; [3] ISEI

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

熱伝導のデータと並んで、マントルを構成する物質の比熱のデータは地球の熱史やマントル対流の研究に必須であるばかりでなく、地球内部の状態方程式をつくる上で必要なものである。マントル物質の高圧下での比熱の直接測定した例はなく、このような測定は鉱物物性分野の研究にとって新しい展開となろう。鉱物の熱的性質のうちで熱伝導などの輸送係数とはちがひ、比熱の値はおおよそその値の範囲が押さえられるものである。しかし NaCl のような単純な物質においてもデバイの比熱式の結果は実測値と 10% もの違いがあり、それゆえ比熱も実測する必要がある物理量である。さらに、比熱の圧力微分は、熱力学恒等式を介して熱膨張率と結びつく。したがって高圧で比熱の値を精密に測りその圧力微係数の値を求めることができれば、高圧下での熱膨張係数を測定した結果と互いに比較をすることにより地球内部の鉱物の状態方程式に対する大きな拘束条件をおくことができる。

高圧のもとでの熱の測定では、試料が圧力媒体に囲まれて熱的絶縁がとりにくいという不都合があり、試料に加えた熱量に対する温度上昇をみるという方法で比熱を測ることは難しい。もし他の熱測定から間接的に比熱を求めることができれば、それが望みうる方法の一つとなる。著者らはパルス加熱法を用いて高圧においてマントル鉱物の熱伝導率と熱拡散率の同時測定を行ってきた。比熱は熱伝導率と熱拡散率と密度から計算できる。測定したオリビンとガーネットについて比熱を求め、これを 1 気圧に外挿した値の文献値との違いは 5% 以内に収まっていた。さらに、高圧下 8.3 GPa でのオリビンの比熱の温度変化を求めてみた。高温側にはかなり外れたデータ点が見られるものの、3 つの軸方向でそれぞれ求めた値（これらは本来は一致すべきもの）を平均すると、これは常圧の値にくらべて小さくなる傾向がみられた。このことは高圧下で比熱が減少するという熱力学恒等式の示すところと矛盾しない。

熱膨張率の実測値との比較を通して状態方程式の検討に使えるような比熱の測定値を望むとなれば、格段の精度の向上が必要となる。これまでの実験では熱伝導測定を目的にしている、おもに測定回路の工夫により熱電対でとらえた温度変化の出力に悪影響を及ぼすノイズやドリフトへの対策を施し、また、取得したデータの解析の方法を見直し、測定精度の向上をはかってきた。しかし、現状では求めた比熱の圧力微分の値は熱膨張率の実測値から熱力学の式で示されるものとの違いがかなり大きい。また、比熱の圧力微分は測定ごとのばらつきが大きい。この原因には試料アセンブリーを組み立てるさいの試料まわりのわずかな大きさや位置の違いということが考えられる。さらに、加圧初期における試料アセンブリーの予期しない変型、とくに測定のためのパルス加熱ヒーターと試料と温度変化をとらえるための熱伝対との相互の微妙な位置関係のずれもまたその要因になると思われる。そこで、試料アセンブリーの工作精度を上げ、測定ごとの系統誤差の減少に努める必要がある。なお、測定法は試料が無限に広い平板であるとしている。この点について熱流解析した予備的考察によれば、これまで測定に用いてきた試料アセンブリーのもとでの試料の厚さ/面積比では、その条件を近似して満たしていることがわかった。測定値の確度を上げるためにこのような熱流解析を進めて最適な試料アセンブリーを決めていく必要がある。