

提出日：2024年5月29日

共同利用研究の種類：国際共同研究 一般共同研究 設備共同利用 ワークショップ課題名：地球深部構成物質の高圧下の熱物性測定共同研究員氏名：大迫 正弘所属・職名：国立科学博物館・名誉研究員分担者氏名：芳野 極分担者所属・職名：岡山大学惑星物質研究所・教授分担者氏名：張 友悦分担者所属・職名：岡山大学惑星物質研究所・PD 研究員

研究報告・ワークショップ実施報告：

マントル物質の熱拡散率と熱伝導率の同時測定を高圧力下で行っている。測定方法はこれまでと同じく短い円柱状試料の内部をパルス加熱するもので、試料の大きさは直径が2.6mm、高さは0.6mmである。これを1辺14mmのマグネシア圧力媒体に仕込み、先端切り落とし8mmのアンビルでUSSA-5000により加圧した。

熱伝導率が比較的大きい試料の場合、低温（室温）ではパルス加熱応答のピークが時間原点に近くなるのに伴いパルス加熱時間幅を短くするのであるが、これまではピークに先立って余計な突起が現れ、測定が難しくなっていた。ところが直近の何回かの測定では、理由はわからないが、突起がほとんど見えなくなり（図1）、今回も室温のデータを取ることができた（図2）。しかしながらエンスタタイトの一連の測定では比熱容量の値が大きく出ている（図3）。本方法による熱拡散率・熱伝導率の同時測定においては、そこから求められる比熱容量が既存の値と合うことが妥当性の検証の一つになっていて、これまで三朝での実験

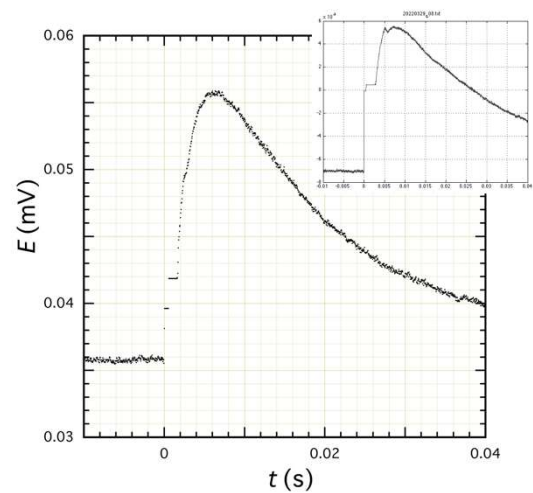


図1. パルス加熱による試料の温度変化。以前はピークに先立ち突起が現れていた（右上）のが、ほとんど消えている。加熱パルス時間は両方とも0.56ms。

(Osako et al., 2004, Wang et al., 2014, Zhang et al. のブリジマナイト測定、投稿中、など)の中でそのことは確かめられている。なぜエンスタタイトの測定では比熱容量

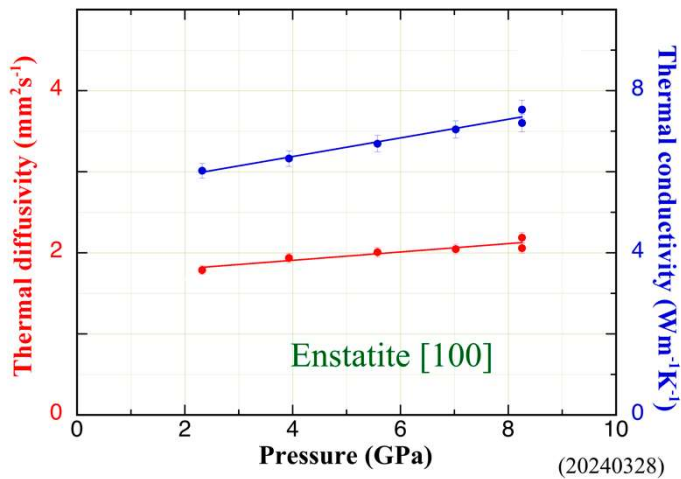


図2. 熱拡散率と熱伝導率の圧力変化 (100 方向、常温 20~23 °C)

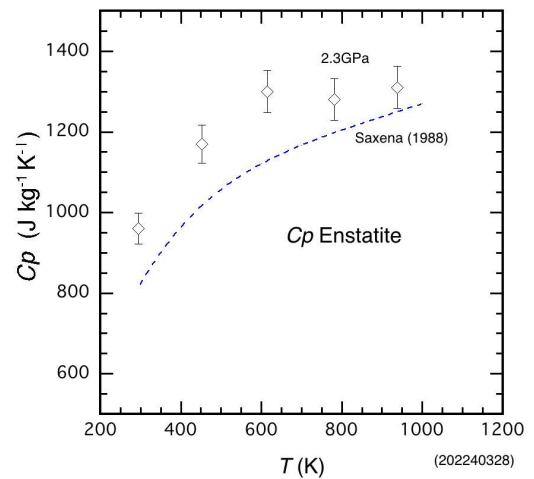


図3. 比熱容量の温度変化 (2.3 GPa)。既存の値に比べて過大である。

の値が過大 (おそらく熱伝導率が過大) になるのかはいまのところ不明であるが、測定上の何らかの瑕疵またはパルス加熱電力の過大な見積もりなどが無いのか、検証していく必要がある。

試料の高さ (厚み) を設定よりやや薄くした場合、しばしば熱電対と加熱ヒーターの接触という故障が起きていたところを、加熱ヒーターの導入線を工夫することによりそれは起こらなくなっていた (図4)。今回比較的薄い試料 (高さ 0.54 mm) を用いたのであるが、接触の故障はなかった。

試料のパルス加熱は通常 0.5 s 間隔で行い、雑音の様子を見て 64 回か 128 回または 256 回重ね合わせる。しばしばスパイク状の雑音が消せないこともあるし、静穏なこともあり、また、交流電源からくる脈動障害が残ることもある (図5)。それら障害の大小は測定試料ごとに異なりまた同じ 1 回の測定の中でも違うことも多い、その様子は事前に予測ができないし制御もできない。あまり気持ちの良いものではないが、温度変化の式に当てはめ結果を求める際にはこの程度の障害の影響はほとんど無視できる。

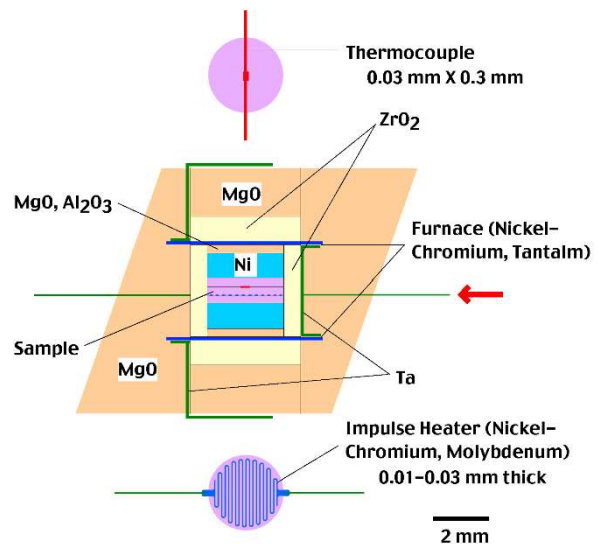


図4. 試料を薄くすると、熱電対とパルス加熱ヒーターとの電氣的接触が起こりやすくなる。しかし、どの箇所どのようにして起こるのかがはっきりしない。一応パルス加熱ヒーターの導入線 (赤矢印) を扁平にすることで避けられるようになった。

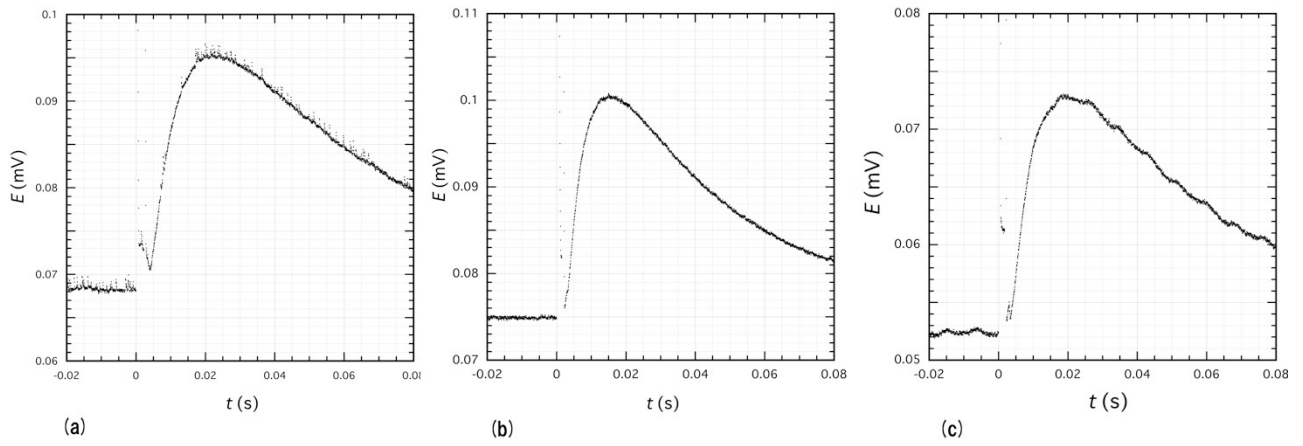


図5. パルス加熱による試料の温度変化の例。(a) スパイク雑音が大きく重ね合わせても残っている。(b) 雑音が少なく静穏。(c) 交流電源から来るとされる脈動が残る。しかし、その周波数は60 Hzではなく2倍の120 Hzである。いずれの場合も温度変化の式に当てはめる際に影響はほとんどない。

参考文献

Saxena, Phys. Chem. Solids, 49, 1233–1235, 1988.

Osako et al., Phys. Earth Planet. Inter., 143–144, 311–320, 2004.

Wang et al., J. Geophys. Res. Solid Earth, 119, 6277–6287, 2014.