

平成10年度共同利用研究報告書

研究題目：地球深部物質の高圧高温での熱伝導

Thermal conductivity of deep Earth materials under high pressure and high temperature

大迫正弘
Masahiro Ohsako

国立科学博物館
National Science Museum, Tokyo

受け入れ教官：伊藤 英司

地球深部を構成する物質の熱伝導を高温高圧下で測定し、地球内部での値を推定することは、そこで起こる変化(ダイナミクス)を解き明かす一手段である。しかしこのような研究に適用できる熱的性質のデータはまだ不十分である。熱伝導測定は巨視的に行うために、試料にある程度の大きさが必要で実験の圧力の上限が低くなり、また、圧力媒体に囲まれて熱流の絶縁ができず測定の幾何学形状が限られることによる困難がある。本研究では、熱伝導測定に一次元のパルス加熱法を採用した。この方法は試料が小さくできるので地球深部の物質を対象とする場合に有利であり、しかも熱伝導の異方性も測定できるという利点がある。

試料は直径が4mm高さが1mmの短い円柱で、これを3等分して一つの合わせ面にヒーターを置き、もう一方には熱電対を入れる。ヒーターは厚さが0.03mmのニクロム製で、面内で一様に発熱するように多数の平行な切り込みを入れてある。直径は試料よりやや小さく3.8mmとしている。熱電対はK型で、0.1mm径の素線を溶接してから厚さ0.03mm位に圧延した。パルス加熱の電力10W内外、加熱時間2ms~10msで、熱電対の熱起電力の最大値は0.05~0.2mV程度となり、1回の試行は1秒以内に終る。温度変化(熱起電力)の時間経過を増幅後ストレージスコープに取り込んでから読みとり、パソコンの表計算ソフトを利用して熱伝導率と熱拡散率の値を求めた。その際、加圧による試料の縮みを補正した。加圧は固体地球研究センターの6-8分割球高圧装置USSA-1000で行った。切り落とし長さが11mmのアンビルに一边が18mmの八面体圧力媒体を用いた。

常温においては、透明溶融石英およびザクロ石(アルマンディン)、カンラン石について圧力6.6GPaないし8.2GPaまでの実験で良い結果を得ている。圧力0に外挿した値は既存のデータと一致する。ザクロ石の熱拡散率および熱伝導率は圧力の上昇とともに増加し、その割合は1GPaにつき熱拡散率で2.5%、熱伝導率で3%である。カンラン石では熱伝導率(熱拡散率)の最も小さいb軸方向を測定し、圧力効果はともに正でその値は1GPaにつき熱拡散率で5.9%、熱伝導率で5.3%(5GPa)で、ザクロ石と比較すると圧力の高いところでは圧力効果は2倍以上大きい。

マントル物質のほとんどは結晶質絶縁体であり、これらの熱伝導率は絶対温度の逆数に比例するというように温度依存性が大きいので、実験温度範囲を広げ高温側に伸ばす必要がある。本年度は高温高圧下の測定に手をつけた。

高温での実験には、測定時に試料をパルス加熱するヒーターの他に試料全体を昇温する発熱体が必要。試料が寸胴なためとパルス加熱用ヒーターの電極および熱電対の電極を取り出し易くするようにと昇温用発熱体の形は薄板状とし、試料部分をこれで上下から挟む格好にする。温度の上限をひとまず1000°Cとし、ヒーターの材質にニクロムを使用する。

試料の昇温を60Hzの交流で行ったために、測定の際に必要なパルス加熱による熱起電力の変化分比べて遥かに大きい波高値をもつ(800°Cの昇温時で100倍以上)障害誘導起電力が熱電対の出力端子に現われる。これを避けるために昇温を直流電源によって行うのがよいであろう。さもなければ、誘導の交流分をアナログ的に相殺するか、ストレージした後デジタル処理して除くかして、熱起電力の変化分だけを取り出す必要がある。

現時点ではまだ測定結果を得るまでになっていないが、圧力10GPa温度1000°Cまでの測定を目標に引き続き実験を行う。