

高温高压非弾性中性子散乱の地球科学への応用

Geophysical application of inelastic neutron scattering at high pressures and high temperatures

桂 智男 [1]

Tomoo Katsura[1]

[1] 岡大・地球研

[1] ISEI, Okayama Univ.

J-PARC の物質・生命科学実験施設では、超高压高温物質科学ステーションの設置提案が採択され、高強度パルス中性子線をプローブとした超高压高温下での物性研究が可能となろうとしている。現在計画されているのは、主に回折（弾性散乱）実験である。しかし、中性子線の集光技術の進歩を生かすことにより、非弾性散乱実験も可能であることが期待される。非弾性中性子散乱は、フォノンの分散関係・状態密度を調べる最も有力な手法である。ここでは、超高压高温非弾性中性子散乱の地球科学への応用について考えてみたい。

非弾性中性子散乱の最も直接的応用は、弾性波速度の決定である。その中でも、ここでは特に液体の音速測定について強調したい。何故なら、最も一般的な弾性波速度測定法である超音波法では、試料の形状を正確に知らなくてはならないが、超高压高温下の液体の場合、それは極めて困難であるからである。また、液体中では音波の減衰が大きいいため、良好な S/N 比のシグナルを得ることが困難であることも理由の一つである。

地球内部において重要であると考えられる液体相は、外核を形成する溶融鉄合金・化成活動の主役である珪酸塩融体・地殻に多量に存在する水流体の三つである。これらの液体相の弾性波速度を決定すれば、以下に説明する地球科学における重要問題を解決することが出来る。

第一の問題は、外核の組成に関する問題である。地球化学的議論と地震学的観測から、外核は溶融鉄を主体とする物質であると考えられている。しかし、その密度は純粋な溶融鉄より 10% 程度小さく、地球の外核には何らかの軽元素が多量に含まれていると考えられている。しかし、地球内部の密度分布の推定には多くの仮定が必要であり、上記の議論の根拠はそれほど確かではない。それに対して、外核の地震波伝播速度は極めて正確に見積もることが出来る。従って、高温高压下で溶融鉄や軽元素を含有した溶融鉄合金の弾性波速度を測定できれば、地球の外核の組成について重要な知見を得ることが出来る。

第二に、地球マントル最上部の低速度層の問題である。地球のマントルでは地震波の伝播速度は深さとともに増大するのであるが、最上部だけは地震波の伝播速度が低い事が知られている。その理由としては、マントル最上部域では岩石が部分溶融しているという考えがあるが、決着がついていない。高温高压下での溶融珪酸塩（マグマ）の弾性波速度のデータがあれば、この問題に決着をつけることが出来る。

第三に、沈み込み帯での内陸性地震の原因に関する問題である。日本など沈み込み帯では、沈み込む海洋地殻より遥かに浅い下部地殻に地震が頻発する。これは、沈み込む海洋地殻から放出された水流体が下部地殻に局部的に付加するためであるという説がある。この根拠となっているのは、下部地殻には局部的に低速度が存在し、震源は低速度域周辺に多数分布しているという観測である。高温高压下での水流体の弾性波速度のデータがあれば、下部地殻の低速度域の原因を明らかにすることが出来る。

以上のような地球科学における重要問題を解決するために、高温高压下での非弾性中性子散乱実験の実現が望まれる。