

高圧下における鉄合金系の融点測定

In situ measurement of the melting temperature in iron-alloy at high pressures

小坂 雄一[1], 近藤 忠[2], 境 毅[2], 大谷 栄治[3]

Yuichi Kosaka[1], Tadashi Kondo[2], Takeshi Sakai[2], Eiji Ohtani[3]

[1] 東北大・理・地学・地球物質, [2] 東北大・理, [3] 東北大、理、地球物質科学

[1] Geology Sci., Tohoku Univ, [2] Sci., Tohoku Univ., [3] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku University

<http://rance.ganko.tohoku.ac.jp/>

地球中心核は鉄を主成分とする合金から構成されていて、主に液体層の外核、固体層の内核の二層から構成されている(Birch 1952)。したがって、その境界である inner core boundary (ICB) の温度は ICB 圧力下での合金の融点に等しい。よって高圧での鉄合金の融点を測定することは、核を中心とした地球の熱構造を理解するのに重要である。また核の合金は純鉄より数%の密度欠損が見られる。これは核には鉄より軽い元素が含まれていることを示している(Jephcoat and Olson.,1987,; Sharman and David M,2001)。その中でも一番多いのはSであり(Poerier, 1994; Jeanloz, 1990)、融点に与える効果も大きいとされている。この系での核の熱構造を考えるにはまず端成分であるFe,FeSの融点を正確に測定できなくてはならない。しかし過去に測定された融解曲線には大きな差があり融解曲線は決定していない。そこで本研究では、過去のデータの有意な差の原因を検討し、正しい融点測定法を検証することを目的とする。

今回はその中で、ダイヤモンドアンビルセル(DAC)を用いて行う方法で過去に行われたX線その場観察とレーザー吸収効率の変化を用いた判定法で行った。

高圧発生にはレバー式DACを、サンプルにはFe,FeSの粉末を固めて直径150 μ m、厚さ5 μ mの箔状にしたもの、圧媒体兼断熱材にAl2O3の粉末を用いた。

温度測定は高温試料からの放射スペクトルをプランクの放射式にフィッティングして行った。放射率は波長に対して線形であると仮定した。この方法が妥当かを確かめるために、白金を常圧下でレーザー加熱し融点を測定した。表面の組織が変化した点を融点とした。その結果、常圧での白金の融点2049Kに対し、2060 $\pm$ 20Kの範囲で融点を求められた。よって、今回用いた測温システムでは測定誤差の範囲で融点が求められることがわかった。同時にレーザーの吸収効率の変化を測定すると、温度の不連続がみられ、不連続の最初の高圧側の温度が白金の融点に一致した。よってこの温度を融点とした。

レーザーの加熱効率の変化を見る方法は東北大学で行った。加熱はマルチモードYAGレーザーでの両面加熱で行った。融解はレーザー出力と温度の関係が変化した温度とした。

高温高圧でのX線その場観察はKEK PF BL-13Aで行った。加熱はマルチモードYAGレーザーの片面加熱で行った。融解の判定はサンプルの回折線の減衰で判定した。

東北大学での実験ではFeと、FeSの10GPaにおける実験でレーザー出力とサンプル表面の温度の関係は傾きが変化し、20GPaでの実験では不連続が見られた。

PFでのFe 4GPa下での測定では、2000K~2400Kで融解は見られなかった。その後1950~2150Kでの加熱を行った時に、回折線の消滅が見られた。36GPaのFeSの実験では、2100~2200Kの温度域で融解しサンプルに穴が空いたが、場所を変更して2200~2400Kで加熱しても回折線は消滅しなかった。これは箔が厚いか、加熱位置とX線の位置がずれたかで、低温部の回折線が見えたと考えられる。よってできるだけ広い部分を均一に加熱する必要がある。

得られた融点をP-T図にプロットしてみると、Feは二つの方法共にAnderson(1986),FeSはX線その場観察がWilliams and Jeanloz (1990)、レーザーの加熱効率の変化を用いた方法がBoehler(1992)の融解曲線に一致した。

以上より、融点の測定値はサンプル中の温度勾配、サンプルの移動等によって大きく左右されることが分かった。これを回避するためにはレーザーの集光を調整してレーザー集光径を大きくして、両面加熱を行い、サンプルの箔を薄くすることや、DACやサンプルを固定し、加熱位置を動かなくすることが必要となる。