

## 熱電対起電力の圧力依存性：高温高圧その場観察実験による異種熱電対の比較

## Pressure dependence of the emf of thermocouples: Comparison of W-Re and Pt-Rh thermocouples with P-measurements by in situ X-ray

# 井口 智裕[1], 西原 遊[2], 高橋 栄一[2]

# Tomohiro Iguchi[1], Yu Nishihara[2], Eiichi Takahashi[3]

[1] 東工大・理・地惑, [2] 東工大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci, Tokyo Inst. Tech., [2] Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. Tech., [3] Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. of Tech.

高温高圧実験において、熱電対起電力の圧力依存性は重大な問題である。異なる2種類の熱電対を同一のセルに組み込み、同じ場所の温度を測ると、圧力の効果により二つの熱電対は異なる温度を示す。今回の実験では、その見かけ上の温度差を測定した。高エネ研のMAX-80およびMAX- 装置によりX線その場観察を行うことで、圧力を求めた。実験の温度・圧力の範囲は26 ~1000 と1.8GPa~10.6GPaである。1000 、10.6GPaで、W5%Re/W26%Re型熱電対はPt/Pt13%Rh型熱電対に比べ、約12 高い温度を示すことが分かった。

#### ・はじめに

高温高圧実験では、通常では温度計として熱電対が用いられる。熱電対は、金属線が熱せられることによって発生する熱起電力を温度に変換することで温度計として用いるものであるが、熱電対の熱起電力は温度だけでなく圧力にも依存することが知られている(Hanneman and Strong 1965, Getting and Kennedy 1970)。しかし、高圧での温度較正は未だ確立しておらず、高温高圧実験で熱電対を用いる場合でも、常圧の温度較正をそのまま用いている。ゆえに、高温高圧実験では熱電対の示す温度は、圧力の影響により真の温度からずれていることになる。また、高温高圧状態の試料をそのまま観察する手法として、放射光を用いたその場観察実験がある。この実験では、試料や圧力マーカーの格子定数を非常に精度よく測定することができる。しかし、圧力マーカーの状態方程式から圧力を計算する場合、状態方程式に格子定数から求めた体積と熱電対で測定された温度を代入することで求める。つまり、その場観察実験で求められた圧力にも、熱電対起電力の圧力依存性が影響している。現在、高温高圧実験において熱電対起電力の圧力依存性は解決しなければならない大きな問題なのである。

#### ・実験

今回の実験では熱電対の圧力依存性を相対的に評価した。異なる2種類の熱電対を同一のセルに組み込み、温度を測定する。同一の場所の温度を測定しているので常圧ならばふたつの熱電対は同じ温度を示すはずである。しかし、高温高圧状態にすると熱電対の種類によって圧力依存性が異なるため、二つの熱電対の示す温度に見かけ上の温度差が生じる。その見かけ上の温度差と圧力、温度を対応させるため、高温高圧その場観察実験を行った。

#### ・実験条件

本研究では一段式マルチアンビルを用いて高温高圧実験を行った。実験施設は、茨城県つくば市にある高エネルギー加速器研究機構である。アンビルは先端3mmもしくは4mmの焼結ダイヤモンドアンビルを用いた。圧力マーカーは金、圧力媒体はボロンをエポキシ樹脂で固めて立方体にしたもの、ヒーターは円筒状のグラファイトヒーター、熱電対はタングステン/レニウム5%-タングステン/レニウム26%熱電対(W型)と白金/白金/ロジウム13%熱電対(R型)を用いた。温度、圧力の範囲は約10GPa、1000 までである。

#### ・実験結果

見かけ上の温度差は、同じ温度で比較すると高圧になるほど大きくなるという結果になった。約10GPa、1000 でW型熱電対はR型熱電対に比べ、約12 高い温度を示すことが測定された。

#### ・考察

過去にも、東京工業大学において津崎靖憲が2段式マルチアンビルを用いて同様の実験を行っている。その実験では、約10GPa、900 においてW型熱電対はR型熱電対よりも26 高い温度を示すという結果になった。つまり、同じ温度・圧力において、津崎の実験は今回のその場観察実験よりも見かけ上の温度差が大きい。これは、熱電対の経路に沿った温度勾配、圧力勾配が違うことにより生じる違いであると考えられる。熱電対の熱起電力は積分値であるため、接点の温度圧力が同じであったとしても、熱電対に沿った温度・圧力経路が違っていると、測定される起電力は違ってくる。つまり、高圧状態のまま温度が下がるか、低圧状態まで高温のままであるかによって、熱起電力が変わってくると考えられる。本研究では、二つの実験結果の違いを熱電対に沿った温度勾配、圧力勾配の違い

いにより説明することを試みた。