

静電浮遊溶解装置を用いた Rh 融体の X 線回折測定 X-ray Diffraction Measurements on Liquid Rh with Electrostatic Levitator

岡田 純平^a、渡辺 康裕^b、石川 毅彦^c
Junpei Okada^a, Yasuhiro Watanabe^b, Takehiko Ishikawa^c

^a東北大学、^b東京大学、^c宇宙航空研究開発機構
^aTohoku University, ^bThe University of Tokyo, ^cJapan Aerospace Exploration Agency

構造因子 $S(q)$ は物質の基本的な情報の一つである。近年、高輝度放射光を用いて様々な融体の $S(q)$ が求められているが、高温融体に関しては、液体と保持容器の反応の問題が障害となり、測定が行われていない物質が多い。本研究では、静電浮遊溶解装置を用いて Rh 融体 (融点 1966°C) の X 線散乱測定を行い $S(q)$ を測定した。

Keywords: 液体構造、X 線回折、ロジウム、静電浮遊法

背景と研究目的 :

構造因子 $S(q)$ は融体の基本的な物理量の一つである。構造因子は融体の構造を表すばかりでなく、等温圧縮率など、種々の物理量が構造因子と関連付けて議論される。さらに、最近では、計算によって融体の様々な性質を求めることが可能になっており、第一原理計算や MD 計算が広く行われているが、計算の妥当性をチェックするために $S(q)$ が用いられることが多い。

通常、融体の測定を行うためには試料保持容器が必要となるため、高温融体の測定を行う際には、融体と保持容器の反応を考慮する必要がある。近年、高輝度放射光と浮遊溶解技術を組み合わせた X 線回折測定が可能となり、高温融体や過冷却融体の構造因子が測定されている。一方で、2000°C 近辺の融点を持つ超高温融体に関しては、測定例のないものがあり、例えば Rh 融体の構造因子はこれまで報告されていない。本研究では、Rh 融体の構造因子測定について報告する。

実験 :

BL04B2 へ静電浮遊溶解装置を設置し、Rh 融体の X 線散乱実験を行った。静電浮遊法については文献[1,2]を参照されたい。静電浮遊溶解法の模式図を図 1 に、装置内において試料が浮遊している写真を図 2 に示す。直径 1.5 mm の金属試料が浮遊しており、試料の下側銅電極がグラウンド、上側銅電極に約 -10 ~ -15 kV の電圧が印可されている。試料を 1000°C 以上に加熱すると熱電子の放出によって試料表面が正に帯電するので、上側銅電極に負電圧を印加する事によって試料を浮遊できる。試料位置は CCD カメラによってモニターされており、PID 制御によって試料位置と電圧を制御し、試料位置を ±0.1 mm 程度の精度で保持する事ができる。試料加熱は半導体レーザー (100 W, 975 nm) によって行い、試料温度は放射温度計を用いて測定する。試料浮遊のために印可している電圧の放電を防ぐために、チャンバー内部は 10^{-4} Pa 程度の真空に保たれている。

試料は、純度 3N の粉末試料 (高純度科学) をアーク溶解によって直径 1.5 mm の球状に成形したものをを用いた。入射 X 線のエネルギーは 114 keV であり、Ge 半導体検出器を用いて 1810°C

の Rh 融体の測定を行った。

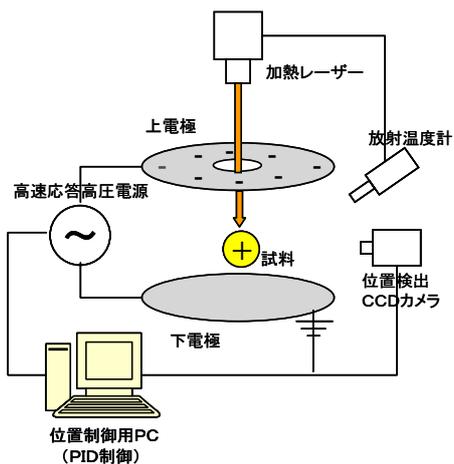


図 1 静電浮遊法の模式図

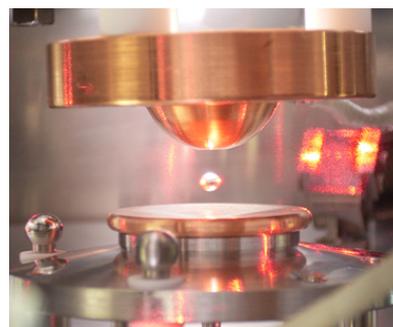


図 2 静電浮遊させた金属試料

結果：

得られた X 線回折強度に、吸収、偏光、バックグラウンドおよび非弾性散乱の補正を施す事により、1810°C の Rh 融体について取得した構造因子 $S(q)$ を図 3 に示す。

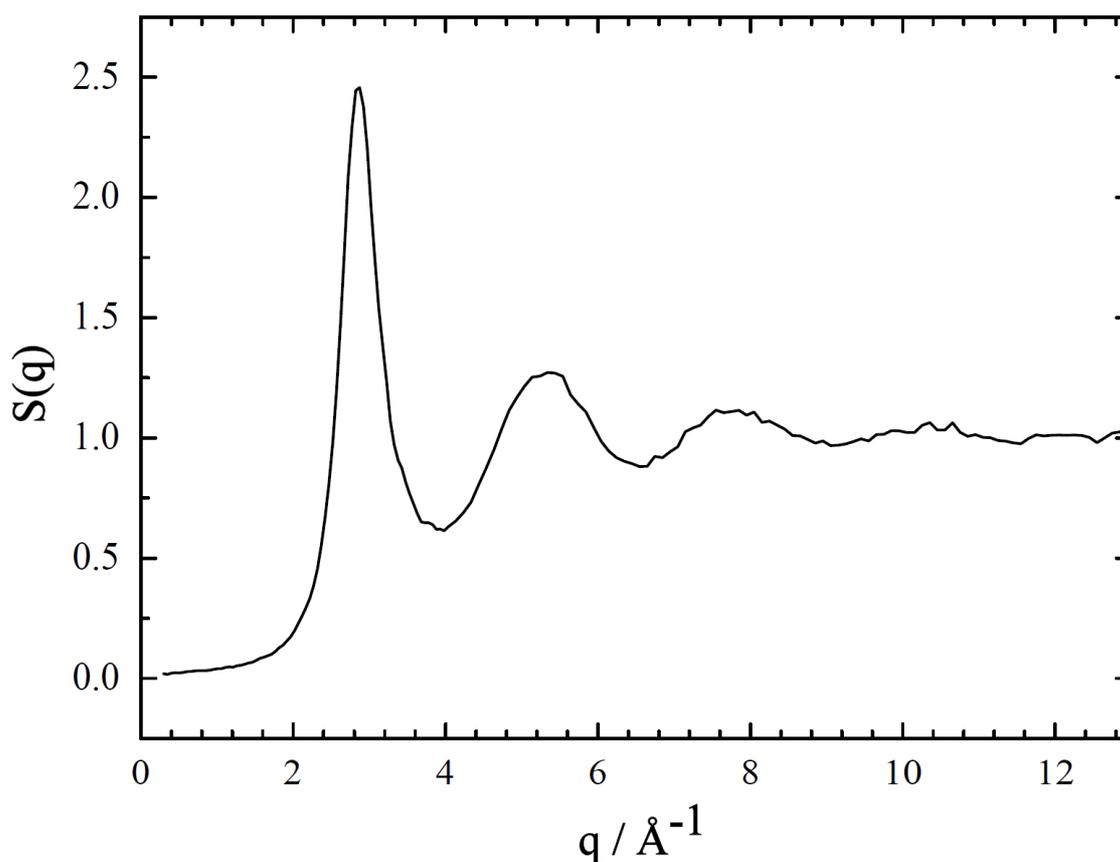


図 3 1810°Cにおける Rh 融体

まとめ：

静電浮遊溶解装置を BL04B2 へ設置し、Rh 融体の X 線回折測定を行った結果、1810°C の Rh 融体に関する $S(q)$ が得られた。今後、Rh 融体に関する計算機シミュレーションの参照データとして利用されることが期待される。

謝辞：

放射光実験に際し、小原真司博士(NIMS)および尾原幸治博士(JASRI)に、また実験データ解析に際し水野章敏博士(函館高専)に多大にご協力頂きました。ここに深謝いたします。

参考文献：

- [1]: W. K. Rhim et al., *Review of Scientific Instruments* **64**, 2961 (1993).
- [2]: P. F. Paradis et al., *Materials Science & Engineering R-Reports* **76**, 1 (2014).

(Received: September 28, 2019; Early edition: February 27, 2020

Accepted: July 6, 2020; Published: August 21)