

研究班 WG「静電浮遊炉 WG」の活動報告 2011

石川 毅彦, 岡田 純平, 七尾 進, 余野 建定 (JAXA), 渡辺 康裕, 増野 敦信 (東大), 栗林 一彦, 正木 匡彦 (芝浦工大), 福山 博之, 横山 嘉彦, 小島 秀和 (東北大), 渡辺 匡人, 水野 章敏 (学習院大), 乾 雅祝 (広島大), 高田 哲也 (IA), 米村 光治 (住友金属)

Activities of the electrostatic levitator working group in 2011

T. Ishikawa, J.-T. Okada, S. Nanao, K. Yono (JAXA), Y. Watanabe, N. Masuno (Tokyo Univ.), K. Kuribayashi, T. Masaki (Shibaura Institute of Technology), H. Fukuyama, Y. Yokoayama, H. Kobatake (Tohoku Univ.), M. Watanabe, A. Mizuno (Gakushuin Univ.), M. Inui (Hiroshima Univ.) T. Takada (IHI Aerospace Co Ltd.), K. Yonemura (Sumitomo Kinzoku Co. Ltd.)*

*ISAS/JAXA, Tsukuba, Ibaraki 305-8505 E-Mail: ishikawa.takehiko@jaxa.jp

Abstract: This working group has been established to get fruitful results using an electrostatic levitation furnace (ELF) in the International Space Station. The targets of our group are: (1) expand research area which utilizes ESL, (2) improve techniques of levitation and diagnostics, and (3) identify the necessity of microgravity. Activities of this fiscal year are briefly described in this report.

Key words; Electrostatic levitation, containerless processing

1. はじめに

静電浮遊炉は、国際宇宙ステーション (ISS) に搭載される第 2 世代の共通実験装置として技術開発が進められてきた。本ワーキンググループは、2004 年度から活動を開始し、

- (1) 国際宇宙ステーションへむけた静電浮遊炉の基礎技術の確立
- (2) 静電浮遊炉利用による科学的成果の創出を行ってきた。

その結果、昨年度 2 月に ISS 搭載用静電浮遊炉の開発が開始された。2014 年度末には静電浮遊炉が ISS に搭載される見込みである。

これを踏まえて本 WG はこれまでの地上研究活動を継続するとともに、ISS で主なターゲットとなる酸化物融体についての知見を深めるべく、研究者の拡大を図った。

2. 今年度の活動

2.1 放射光設備+静電浮遊炉

11 月に放射光施設(SPring-8)と静電浮遊炉を組み合わせた実験を実施した。日本原子力研究開発機構のビームライン(BL22XU)に静電浮遊炉を設置し、高速 2 次元ピクセル検出器 (PILATUS) を用いた鉄カーボン融体の凝固過程の高速時分割 X 線回折測定を行った(Fig. 1)。更に同様の観察を準結晶を創製する BRu 合金系融体についても実施した。

2.2 地上用静電浮遊炉の拡充

静電浮遊炉利用研究者 (ユーザー) の拡大を目指して、地上用静電浮遊炉の稼働台数を増やす活動を進めている。今年度は昨年度設置した学習院大学の静電浮遊炉について、回転磁場による試料回転機構

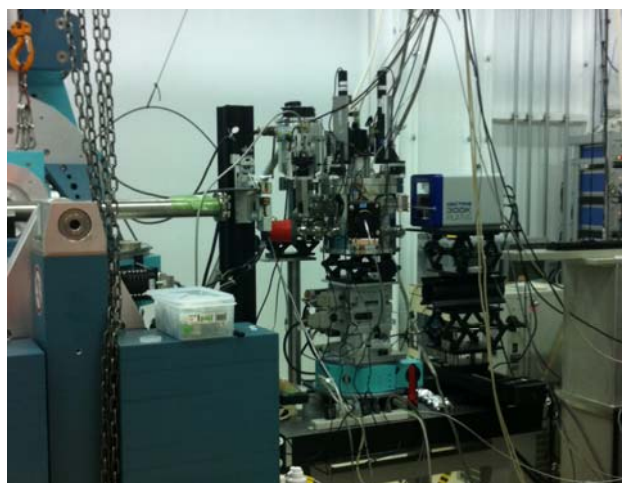


Fig.1 An electrostatic levitator settled in the BL22XU beamline.

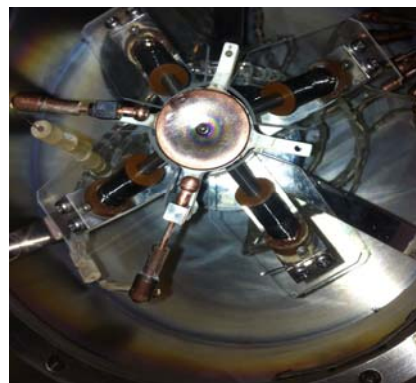


Fig.2 Sample rotation control system: 4 coils are placed beneath the bottom electrode.

を付加した(Fig. 2)。これにより浮遊試料の回転軸を安定させることが可能となり、高精度の密度測定が可能となる。

2.3 JAXA 地上用静電浮遊炉を用いた研究

筑波宇宙センターの静電浮遊炉を用いて以下の研究を実施している。

a) 輻射率測定法の開発

浮遊試料からの発光について、その発光強度を分光器によって測定し、黒体炉の発光強度と比較から分光放射率を求めるシステムの確立を進めている。今年度は、蒸発の少ないジルコニウムを対象として固体及び液体の放射率測定を進めながら、計測系の確立を行った。得られた固体 Zr の放射率は、文献値と良い一致を示している。本システムは、ISS で実験する試料について、放射率（吸収率）の温度依存性及び波長依存性を測定して、放射温度計のセッティングや加熱レーザーの吸収特性を事前に把握するためにも利用する予定である。

b) 高圧雰囲気対応静電浮遊炉の開発

高温酸化物試料を地上で浮遊させるため、加圧雰囲気の静電浮遊炉（地上用）の確立を進めている。今年度は、装置を完成させて、 Al_2O_3 や ZrO_2 等の浮遊溶解を試みた。残念ながらこれらの試料の浮遊溶解には成功していないが、ISS 搭載用装置の開発や運用に有用な知見が得られた。以下に例を示す。

- ・ 加熱用半導体レーザーの波長 (970nm) の吸収率が良くないため、試料表面を修飾しておくなどの工夫が必要
- ・ 試料の帯電特性（温度依存性）は真空中とは著しく異なるため、事前の取得が必要
- ・ 加熱レーザーによる光子圧は大きく、加圧ガスの粘性抵抗だけでは不十分

c) 熱物性計測

改良した液滴振動法により、高融点金属融体の粘性係数データの再取得を進めている。今年度は、震災の影響（故障及び電力節約）により高出力 YAG レーザーが使用出来なかったため、これを必要としない融点が 2500°C 以下の元素について、粘性係数を取得した。Fig.3,4 にロジウム及びニオブの再測定結果（過去のデータとの比較）を示す。

2.4 ユーザーの拡大

6月に旧革新的機能材料創製 RT の研究者と研究会合を開き、酸化物試料融体の研究の進め方について議論した。また、中心メンバーを本 WG に加えた。1月末に第2回会合を開いて、年度末に発出される（と想定される）国内 AO への対応を議論する予定である。

3. 今後の計画

今後も本 WG は地上研究や研究会等の活動を通じて、ISS 搭載装置用静電浮遊炉開発への貢献及び同装置を利用した研究の提案を継続していく予定である。

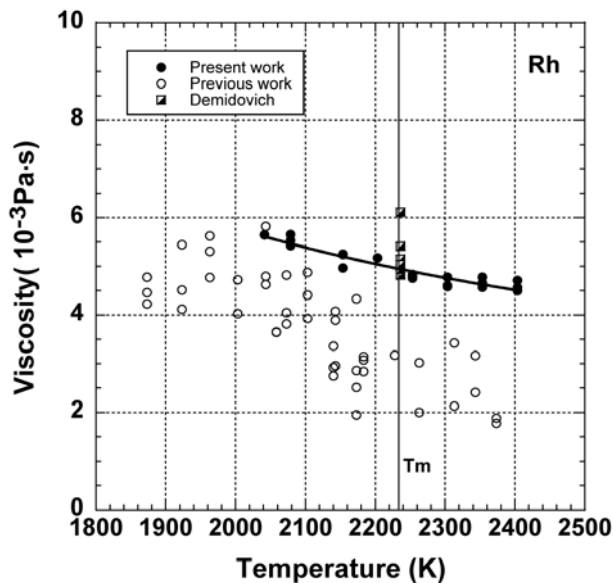


Fig.3 Measured viscosity of molten rhodium as a function of temperature.

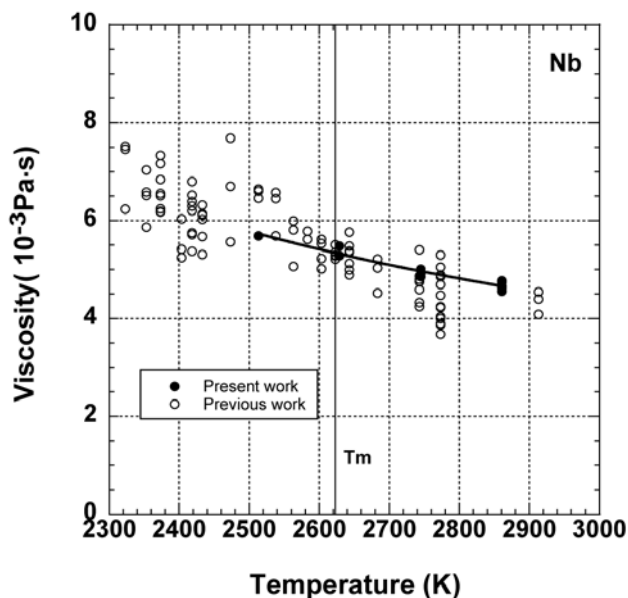


Fig.4 Measured viscosity of molten niobium as a function of temperature

4. 謝辞

本 WG は宇宙環境利用科学委員会の他、以下の研究助成の下で進められており、ここに感謝の意を表します。

- ・ 科学研究費補助金基盤研究(B)(21360104)
- ・ 住友金属工業（株）受託研究「鉄鋼材料の凝固・固相変態素過程の組織定量化に関する研究」