

静電浮遊炉研究チーム活動報告 (2 0 1 5)

石川 毅彦 (JAXA), 岡田 純平 (東北大), 増野 敦信, 渡辺 康裕 (東大), 正木 匡彦 (芝浦工大), 福山 博之 (東北大), 鈴木 進補 (早稲田大), 渡邊 匡人 (学習院大), 水野 章敏 (函館高専), 小原 真司 (物材機構), 乾 雅祝 (広島大), 栗林 一彦, 小澤 俊平 (千葉工大), 田丸 晴香, 中村 裕広 (JAXA)

Activities of electrostatic levitation research team in 2015

Takehiko Ishikawa*, Junpei T. Okada, Atsunobu Masuno, Yasuhiro Watanabe, Tadahiko Masaki, Hiroyuki Fukuyama, Shinsuke Suzuki, Masahito Watanabe, Akitoshi Mizuno, Shinji Kohara, Masanori Inui, Kazuhiko Kuribayashi, Shunpei Ozawa, Haruka Tamaru, Yasuhiro Nakamura

*ISAS/JAXA, Tsukuba, Ibaraki 305-8505

E-Mail: ishikawa.takehiko@jaxa.jp

Abstract: The electrostatic levitation research team has worked for more than eight years to clarify the necessity of microgravity environment for containerless processing experiments, to expand research areas which utilize electrostatic levitators, and to develop fundamental techniques for the facility on board the International Space Station (ISS). As a result, the electrostatic levitation furnace (ELF) has been developed and brought to the ISS. This paper briefly describes the activities of this research team in 2015.

Key words; Space experiment, International space station

1. はじめに

本研究チームの目的は、2015年に打ち上げられたISS 静電浮遊炉を利用して科学的成果をあげることであり、内容としては、近々の公募 (AO) に向けた実験テーマの構築および将来的な研究テーマの育成、さらには宇宙実験を補完する地上研究の実施等である。

ISS に搭載される静電浮遊炉は主に酸化物融体の熱物性計測を研究ターゲットとしているため、これに向けた研究テーマの育成を進めてきている。

Fig.1 に本研究会メンバーの研究分担および全体の流れを示す。本研究会では、

- 1 ISS を含めた静電浮遊炉による高温融体の熱物性計測
- 1 SPring-8 における融体・準安定相の構造計測

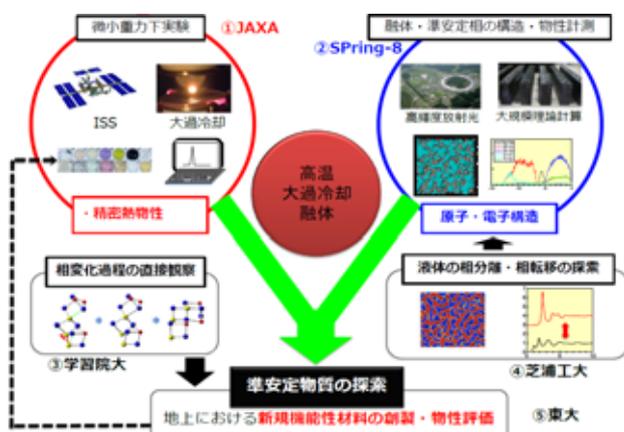


Fig.1 Strategy of the electrostatic levitation research team.

を柱として、これに計算機シミュレーションを絡めて総合的に研究を進めていく構想である。

Fig.1 の研究を推進していくため、SPring-8 への静電浮遊炉の設置 (常駐化)、ISS 実験に向けた地上準備作業のためのインフラ整備を進めるとともに、米国での浮遊炉放射光実験の経験を有する韓国の研究者との情報交換を進めている。

2. 2015 年度の活動

残念ながら、今年度 JAXA より発出された公募において静電浮遊炉利用は募集の対象外となり、提案ができなかった。また、RT/WG の公募が行われなかったため、非公認の活動となったが、以下の活動を継続して行っている。

2.1 SPring-8 での静電浮遊炉実験

4 月にコンプトン散乱のビームラインで実験を行った。Zr の浮遊熔融実験を行い、同試料のコンプトンプロファイルの取得を行った。

SPring-8 でのコンプトン散乱実験においては 2008 年に実施したホウ素の解析から大きな成果が得られた。Fig.2 に、コンプトン散乱実験で計測したデータを用いて得られた、シリコン及びホウ素における伝導電子の動き回る範囲 (遍歴分布) を示す。シリコンは、固体では半導体であるが溶融すると導電体となることが知られている。図のとおり、液体では電子が動く範囲が固体に比べてかなり広がっている。一方、ホウ素では固体と液体では遍歴分布に大きな差が見られない。融けたホウ素が金属的かどうかはこれまで明らかではなかったが、コンプトン散乱実

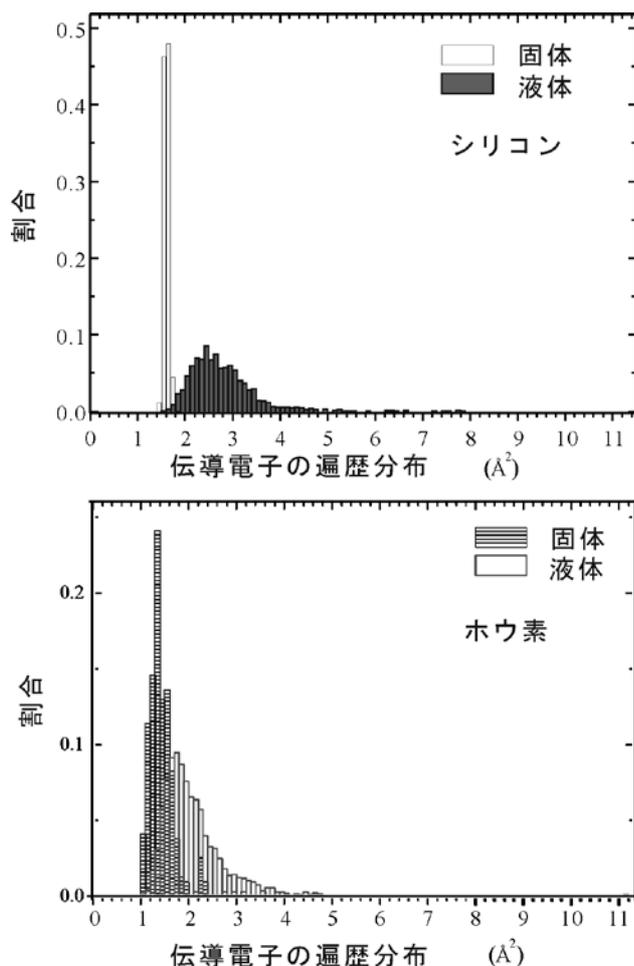


Fig.2 Wannier spread distributions for solid and liquid phases of silicon.(top) and boron (bottom).

験の結果からシリコンとは異なってホウ素は液体でも金属的にはならないと考えられる。この結果は Physical Review Letters に掲載された¹⁾。

2.2 表面張力測定に関するラウンドロビン実験

浮遊法では、液滴振動法を用いて表面張力を測定することができるが、静電浮遊法及び電磁浮遊法では対象とする試料の大きさが異なるうえ、測定方法も異なる。過去の文献値においては測定結果に大きな差がみられる。現在の両者の測定法の差異を確認するため、チタン試料を用いて、電磁浮遊炉（千葉工業大学）及び静電浮遊炉（JAXA）における表面張力測定を実施した。結果を Fig.3 に示す。両者はよく一致した。これは、電磁浮遊・静電浮遊法ともこの数年で計測および解析手法が発展して、実験上の誤差要因が取り除かれたことを示している。

2.3 ISS 実験に向けた試料準備

ISS 搭載用静電浮遊炉は、3 月に開発が完了し、8 月に種子島宇宙センターから打ち上げられた。なお、装置の一部については、12 月にアメリカから打ち上げられた。

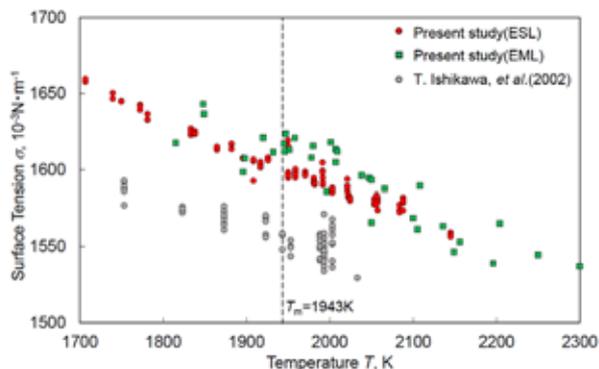


Fig. 3 Surface tension data of molten Ti measured by EML and ESL.

ISS 実験に向けて、JAXA 技術実証テーマの酸化物試料及び Interfacial Energy テーマ（学習院大）の試料の作製を行った。これらの試料は 9 月に試料ホルダーに搭載され、12 月に国際宇宙ステーションに運ばれた。2016 年 1 月から ISS での静電浮遊炉組み立て作業、装置のチェックアウトを経て、これらの試料の浮遊溶融実験が実施される予定である。

2.4 学会発表、研究交流

以下の学会等において、発表を行うとともに、チームメンバー間の研究交流を行った。但し、今年度は、チーム独自の研究会の開催は予定していない。

- 1) 日本鉄鋼協会秋季、春季講演大会
- 2) 第 36 回日本熱物性シンポジウム
- 3) ISPS-6 (International Symposium on Physical Science in Space)
- 4) 高温融体熱物性フォーラム

3. まとめ

静電浮遊炉が ISS に搭載され、いよいよ実験が開始される。来年度以降も、ISS での成果の拡充を目指して、地上研究及び研究交流を進めていきたい。AO が発出された場合、積極的に提案する予定である。

静電浮遊炉は本研究会の活動の地道な活動がフライト装置に結びついたもので、推進に多大な支援をいただいた旧宇宙環境利用研究委員会に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) J. T. Okada, P. H.-L. Sit, Y. Watanabe, B. Barbiellini, T. Ishikawa, Y.J. Wang, M. Itou, Y. Sakurai, A. Bansil, R. Ishikawa, M. Hamaishi, P.-F. Paradis, K. Kimura, T. Ishikawa, S.Nanao: Phys. Rev. Lett. **114** (2015), 177401.