

## 静電浮遊炉研究リサーチチーム活動報告 2014

石川 毅彦 (JAXA), 岡田 純平 (JAXA), 増野 敦信 (東大), 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 (学習院大), 乾 雅祝 (広島大), 小原 真司 (JASRI)

### Activities of electrostatic levitation research team in 2014

Takehiko Ishikawa\*, Junpei T. Okada, Atsunobu Masuno, Yasuhiro Watanabe, Tadahiko Masaki, Hiroyuki Fukuyama, Shinsuke Suzuki, Masahito Watanabe, Akitoshi Mizuno, Masanori Inui, Shinji Kohara

\*ISAS/JAXA, Tsukuba, Ibaraki 305-8505

E-Mail: ishikawa.takehiko@isas.jaxa.jp

Abstract: The electrostatic levitation research team has worked for more than seven years to clarify the necessity of microgravity environment for container-less experiments, to expand research areas which utilize electrostatic levitators, and to develop fundamental techniques for the ISS facility. As a result, the electrostatic levitation furnace (ELF) will be on-board the ISS around 2015. Then, this group is pursuing sufficient scientific results using the ISS-ELF. This paper briefly explains about the activities of this fiscal year.

Key words; Electrostatic Levitation Furnace, International Space Station

#### 1. はじめに

本研究チームの目的は、2015年に打ち上げが予定されている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を含んでいる。

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いる。

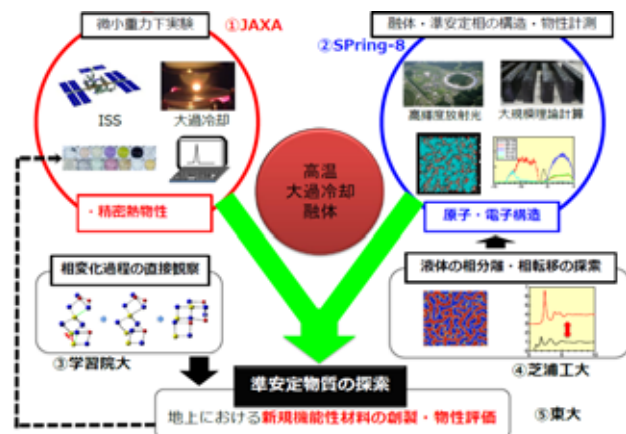


Fig.1 Strategy of the electrostatic levitation research team.

Fig.1に本RTメンバーの研究分担および全体の流れを示す。本研究では、

- ① ISSを含めた静電浮遊炉による高温融体の熱物性計測
- ② SPring-8における融体・準安定相の構造計測を柱として、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. 2014年度の成果

残念ながら、今年度前半に公募が発出されなかったが、来年度に向けて、以下の活動を行った。

##### 2.1 SPring-8への静電浮遊炉設置

多くの研究者にSPring-8静電浮遊炉を使用してもらうためおよび運搬コストの低減の観点から、昨年度から静電浮遊炉をSPring-8に常駐させる作業を行っている。今年度7月にBL04B2ビームラインで浮遊溶融実験を行い、設置したシステムが正常に稼働することを確認した。

##### 2.2 ISS静電浮遊炉実験に向けたインフラ整備

ISSに搭載する静電浮遊炉と、実験試料との適合性を確認する地上システムを整備し、これを用いてISS実験準備作業を行っている。今年度対象とした試料は、既に選定されている学習院大学渡邊テーマ(鉄スラグの界面張力測定)及びJAXAの初期検証実験(酸化物融体の密度・表面張力・粘性係数測定)のものである。システムをFig.2に示す。ISS静電浮遊炉に用いられる加熱レーザーの波長は約900nmで酸化物試料との適合性が良くない。また、放射温度計(測定波長1.5mm)における輻射率も酸化物は一般的に非常に低い。このため、初期検証テーマの試

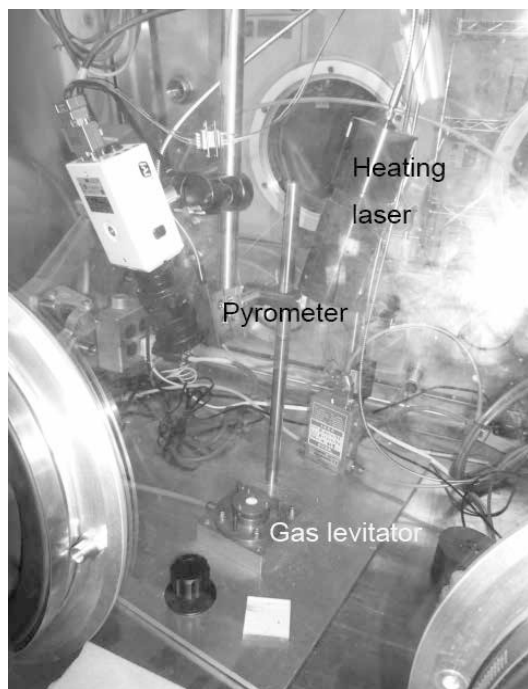


Fig.2 Test facility to check the compatibility between ISS- ELF and samples

料の浮遊溶融が達成できるかが、大きな課題であった。今年度の検討により、出発試料の表面をわずかに還元しておくことにより、問題なくこれらの試料を溶融出来ることが明らかとなった。

### 2.3 学会発表・研究交流

以下の学会において、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。

- 1) 日本鉄鋼協会第 168 回秋季講演大会
- 2) 第 35 回日本熱物性シンポジウム
- 3) 日本マイクログラビティ応用学会第 28 回学術講演会
- 4) 10<sup>th</sup> Asian Microgravity Symposium -2014

4) のシンポジウムにおいては、韓国及び米国の研究者と ISS 浮遊炉の利用について情報交換を行った。また、本 RT のメンバーを中心として科学研究費補助金（新学術領域）への提案を行った。また、3) の学会においては、水野らの論文<sup>2)</sup>が論文賞を受賞した

### 2.4 Nature Communications 誌への掲載

Fig.1 の研究体制で実施してきた、ZrO<sub>2</sub> 融体の密度計測及び構造解析の結果をまとめ論文が nature communications 誌に採択、掲載された<sup>1)</sup>。これは、ガラス化が困難な材料として知られる ZrO<sub>2</sub> を対象として、Fig.1 のスキームで

- ・浮遊法による密度計測
- ・浮遊法と SPring-8 を組み合わせた構造解析
- ・大規模コンピュータシミュレーション

によって融体の構造解析を進め、ZrO<sub>2</sub> 液体の回折パターンにはガラスになる液体に共通する特徴的なピークが現れないこと、ジルコニウムと酸素からなる構造ユニットの原子配列が乱れ電子が動きやすい状態にあること、その構造ユニットの寿命が 200 フェムト秒（1 フェムト秒は 10<sup>-15</sup> 秒）程度と非常に短いことをまとめたものである。

### 3. 今年度今後の予定

2 月に研究会を開催し、今年度のまとめと、今後の研究の進め方について議論を行う予定である。

### 4. まとめ

今年度は、Fig.1 の体制で進めてきた研究の成果が 2.4 に記載したとおり大きな成果として現れた。今後も地上研究を着実に進めていきたい。また、AO がいよいよ発出されるとの情報もあるため、微小重力実験にむけた提案の準備も進めていきたい。

なお、本研究活動の推進に多大な支援をいただいた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) S. Kohara, J. Akola, L. Patrikeev, M. Ropo, K. Ohara, M. Itou, A. Fujiwara, J. Yahiro, J. T. Okada, T. Ishikawa, A. Mizuno, A. Masuno, Y. Watanabe, and T. Usuki, *Nat. Commun.* **5** 5892 (2014)
- 2) A. Mizuno, H. Oka, T. Akimoto, Y. Yokoyama, M. Itou, S. Kohara, and M. Watanabe, “Time-Resolved X-ray Diffraction during Container less Solidification of Zr-Based Alloys”, *J Jpn. Soc. Microgravity Appl.* **27** (2010), 222.