

研究班WG「静電浮遊炉WG」の活動報告2008

宇宙航空研究開発機構 石川 毅彦, 栗林 一彦, 岡田 純平
東京大学 七尾 進, 渡辺 康裕, 長汐 晃輔
芝浦工大 正木 匡彦
東北大学 福山 博之, 横山 嘉彦
学習院大学 渡辺 匡人, 水野 章敏
(株) IHI エアロスペース 大西 三男
大阪大学 植田 千秋

Activities of the electrostatic levitator working group in 2008

Takehiko Ishikawa Junpei Okada
Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), 2-1-1 Sengen, Tsukuba, Ibaraki 305-8505
E-Mail: Ishikawa.takehiko@jaxa.jp

Kazuhiko kuribayashi
ISAS/JAXA, 3-1-1 Yoshinodai, Sagami-hara, kanagawa 229-8510
Susumu Nanao, Yasuhiro Watanabe, Kosuke Nagashio

Tokyo University
Tadahiko Masaki
Shibaura Institute of Technology
Hiroyuki Fukuyama, Yoshihiko Yokoyama

Tohoku University
Masahito Watanabe, Akitoshi Mizuno
Kagushuin University

Mitsuo Ohnishi
IHI Aerospace Co. Ltd.
Chiaki Uyeda
Osaka University

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. ワーキンググループの目的

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が、ISS のスケジュール遅延や経済的事情等によりフライトハードウェアの開発は足踏み状態が続いている。また、地上における浮遊技術の急速な進展¹⁻¹⁰⁾により、微小重力環境の必要性を再確認する必要が生じてきている。こうした状況を踏まえて、本ワーキンググループは

- (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いる。

2. 活動項目

(1) 放射光設備+静電浮遊炉

昨年度に引き続き、SPring-8 用静電浮遊炉の開発と実験による液体構造の取得を実施した。

(2) ISS 搭載用静電浮遊炉

これまでに開発してきた航空機実験用静電浮遊炉を基に更なる小型化を進めて、JEMに搭載される多目的ラックに搭載可能な静電浮遊炉の技術検討を進めている。

(3) JAXA 地上用静電浮遊炉を利用した研究

静電浮遊炉利用拡大の一環として、JAXA 保有の地上用静電浮遊炉のマシントimeをWGメンバーに開放して共同研究を進めている。

3. 今年度の活動

3.1 放射光設備+静電浮遊炉¹¹⁾

5,6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。昨年度までにセットアップ及び実験方法を確立したX線回折ビームライン(BL04B02)、コンプトン散乱ビームライン(BL08W)を利用して、液体ボロンや準結晶試料の液体構造測定するとともに、非弾性散乱ビーム

ライン(BL12XU)へ静電浮遊炉を設置して熔融シリコンのデータ測定を実施した。

3. 2 ISS 搭載用静電浮遊炉の技術検討

航空機実験用静電浮遊炉を更に小型化し、多目的ラックの実験スペースに収納することを計画している。これにより、専用ラック製作のコストが削減できる。本年度は位置検出センサ、加熱レーザー及び高速高電圧アンプの小型化について検討した。

3. 3 JAXA 地上用静電浮遊炉を利用した研究

筑波宇宙センターの静電浮遊炉を用いて以下の実験を実施している。

- ・ ZrCuAl 系金属ガラス試料の熱物性測定
- ・ 希土類 (Ce,Gd,Lu) の熱物性測定
- ・ ホウ素の熱物性測定

Fig.1 に希土類の粘性係数測定結果を示す。

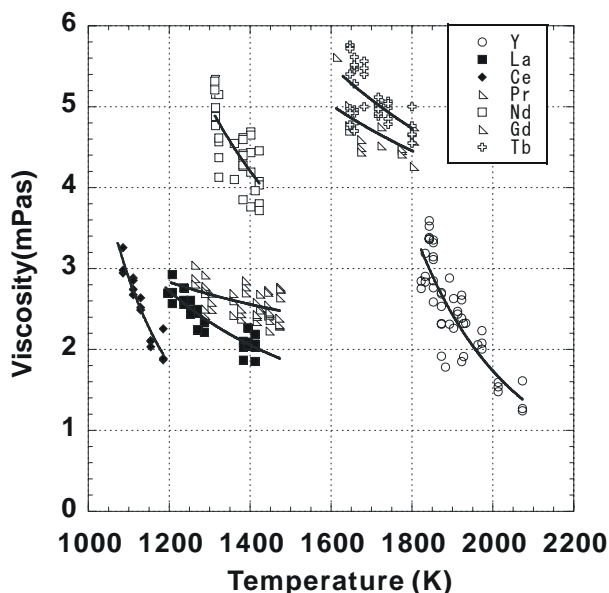


Fig.1 Viscosity data of liquid rare earths versus temperature measured by JAXA-ESL.

3. 4 その他

2007年11月に研究会を開催し、特に放射光を利用した静電浮遊炉実験について結果の報告及び今後の方針についての議論を行った。

4. 微小重力環境の必要性

静電浮遊炉を利用した実験における微小重力環境の必要性を明確にするための検討も並行して進

めている。地上での液滴振動法による粘性測定においては浮遊位置制御力が大きな誤差要因となりうることを実験及びシミュレーションにて確認し、測定精度向上には微小重力環境が最適であることを明らかにしている¹²⁾。

地上の静電浮遊では不活性ガス雰囲気での実験が困難であるため、合金系の実験は高真空環境で実施せざるを得ず、蒸発による組成のずれが大きな問題となっている。位置制御に必要な電場を極端に小さくできる微小重力環境ではガス環境を制御した状態で浮遊熔融実験が可能となる。

6. 謝辞

本WGは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) (18360108)
- ・ 科学研究費補助金萌芽研究 (17656260)

また、ISS 搭載用静電浮遊炉の検討作業は JAXA の重点研究に採択されて実施された。

参考文献

- 1) P. -F. Paradis, T. Ishikawa, S. Yoda, *Rev. Sci. Instrum.*, **72**, No.6(2001), 2811- 2815.
- 2) P. -F. Paradis, J. Yu, T. Ishikawa, T. Aoyama, S. Yoda, J.K.R. Weber, *J. Cryst. Growth*, **249** (2003), 523-530.
- 3) P. -F. Paradis, J. Yu, T. Ishikawa, T. Aoyama, and S. Yoda, *Appl. Phys. A*, **79** (2004), 1965-1969.
- 4) P. -F. Paradis, J. Yu, T. Aoyama, T. Ishikawa, S. Yoda, *J. Am. Ceram. Soc.* **86** (2003), 2234-2236.
- 5) P. -F. Paradis, T. Ishikawa, *Measurement Science and Technology*, **16** (2005), 452-456.
- 6) T. Ishikawa, P. -F. Paradis, T. Itami, and S. Yoda, *Measurement Science and Technology*, **16** (2005), 443-451.
- 7) P. -F. Paradis, T. Ishikawa, R. Fujii, and S. Yoda, *Appl. Phys. Lett* **86**(2005), 41901.
- 8) T. Ishikawa, P. -F. Paradis, and S. Yoda, *Appl. Phys. Lett*, **85** (2004), 5866-5868 .
- 9) P. -F. Paradis, T. Ishikawa, and S. Yoda, *J. Appl. Phys.*, **97** (2005), 106101.
- 10) P. -F. Paradis, T. Ishikawa, and S. Yoda, *Appl. Phys. Lett.*, **83**(2003), 4047-4049.
- 11) T. Masaki, T. Ishikawa, and S. Yoda, *J. Jpn. Microgr. Appl.* **23** (2006), 2
- 12) T. Ishikawa, P.-F. Paradis, N. Koike, and Y. Watanabe, in-press, *Rev. Sci. Instrum.* **80**(2).