

Quick Look Report of the Student PF Experiment

Title

微小重力下での砂時計と水時計

Members

野中杏菜 八木澤唯 関口輝世 (奥村剛 担当教員)

Objective

砂時計（ホッパー容器）に入った液体と粉粒体が、可変重力下においてどのようなふるまいをするかを調べることを目的とした。

Procedure and set-up

粉粒体は砂を、液体はグリセロール・シリコンオイル（空間なし2相）、水のみ、シリコンオイルのみを用いた。これらを過重力から微小重力までビデオカメラで撮影し、ふるまいを考察した。

Experimental instructions

- ・ 粉粒体、流体の種類による差異
- ・ ホッパー内での速度
- ・ 形や動きを見る
- ・ 粉粒体は本当に液体のようになっているかどうか

Method and Analysis

(離陸前)

試料：ガラスビーズ2種、油（ポリジメチルシロキサン、PDMS）、グリセロール

1. 各砂時計（試料が下部の半分ほど入っているもの）の上下底面を、両面テープでセルの上部・下部に固定した。
2. セルを装置にセットした。
3. ビデオカメラのセットをした。
4. 照明をつけた。

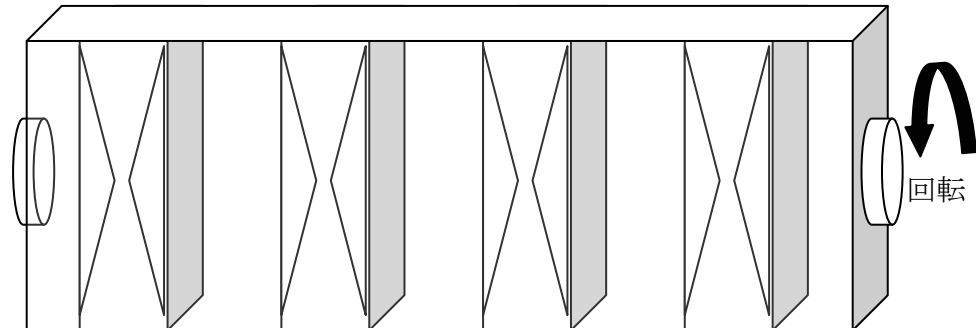
(離陸後、PF 前)

ビデオカメラのスイッチを入れた

(フライト中)

1. セルの横部のねじを緩めた
2. 1 PF ごとに大セルを回転させて上下を入れ替えた。

Experiment Setup



1 日目

左から 99w%グリセロール+500cSt シリコンオイル、3000cSt シリコンオイル、0.25~0.35mm ガラスビーズ、0.35~0.50mm ガラスビーズ

2 日目

左から 1000cSt シリコンオイル、99w%グリセロール+500cSt シリコンオイル、0.25~0.35mm ガラスビーズ、0.35~0.50mm ガラスビーズ

さらに一番左は 90° 回転、一番左はガラスビーズの量を減らした

Result and Discussion

ガラスビーズ（粒径による違いはあまり見られなかったため統一表記とする）

・ 0G に向かって落下量が減少し、0G になると流れは完全に止まった。無重力中は上下にたまったビーズがふわふわと藻のような動きをしていた。パーシャル G

(0.1G) を観測したところ、堆積した粒子はふわふわせず、磁石に吸いつけられた砂鉄のような形で止まっていた。

・ 落下線（バルクからの線状の流れのこと）が、重力減衰とともに太くなる。0G への移行速度を落としたところ、荒い粒子は 0.5G 程度で、細かい粒子は 0.3G 程度で粒子の落下が止まることが観察された。

液一気セル

- ・重力下では液体は落下し、気体は上昇するが、そのときにできる気泡の上昇速度が2Gでは速くなり、0Gになると完全に止まった。液面で半球状にとどまっていた気泡も、0Gになると液面内に入り、球形になった。液体の粘性を下げたところ、(3000cS→1000cS)ときどき0G下でもバブルの破裂が観察されたが、気泡同士の融合など明らかな違いは見られなかった。

液—液セル

- ・液滴部分は丸くなり、水柱部分は分裂し、場合によってはその一部がバルク部分に引き込まれる。

- ・0Gへの移行速度を落としたフライトやパーシャルGのフライトでは、2G~0G(or 0.1G)それぞれにおける液柱の形状の変化が見られた。

Conclusion

ガラスビーズ

0Gで粒子が水中の藻のような動きをすることから、粉粒体は無重力下で流体のような振る舞いをしているものと考えられる。また粒子の落下が止まる重力の大きさは、粒子径とスリットの大きさの比に関係があると考えられる。

液—液セル

水柱部分の破裂はプラトーレイリー不安定性か液柱の収縮のいずれかによるものだと考えられる。

Acknowledgement

本実験にご協力いただいた、(独)宇宙航空研究開発機構、(財)日本宇宙フォーラム、ダイヤモンドエアサービス(株)、直接の御指導を戴いたお茶の水女子大学大学院教授奥村剛先生、お茶の水女子大学大学院・日本学術振興会特別研究員(PD) 横田万里亜博士に感謝の意を表す。