

第6回航空機による学生無重力実験コンテスト（速報）

実験テーマ：

無重力状態の水中でピンポン玉と鉄球の位置関係が変わったらどうなるか？

実験チーム：千葉大学 Green's

関根絵美子^{(1), (2)}、菅真吾⁽³⁾、栄田真吾⁽³⁾、鈴木浩平⁽⁴⁾、安西和紀^{(1), (2)}

⁽¹⁾ 千葉大学大学院、⁽²⁾ 放射線医学総合研究所、⁽³⁾ 早稲田大学大学院、⁽⁴⁾ 東京理科大学大学院

1. 目的

無重力状態では浮力と重力は消失する。水中に密封されたピンポン玉と鉄球を用いて、無重力状態での両球の挙動を観察する。本研究の最終目的は、無重力状態で実験を行い得られる映像から小中学生を対象とした宇宙への関心を高めるための教材を作製することである。そのため、シンプルな実験デザインを組んだ。

2. 実験方法・装置

[実験方法]

ピンポン玉と鉄球を水中に密封した装置（図1 A, B）のばねを巻いた状態にする。無重力状態にてプラグを引き容器を反転させ両球の挙動を観察する。

[実験装置]

厚さ2 cmのアクリル板を使用し衝撃耐久性が高い。モータを使用せず振動などの余分な力の要素を排除した。全体を分解可能な構造とし、不具合に対処しやすく、密封容器内のバリエーション実験が可能。簡単に繰り返し実験できる構造とした。（総機器重量22 kg）

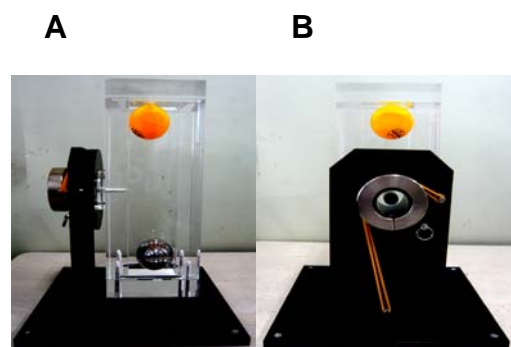


図1 A 密封反転装置（正面）

図1 B 密封反転装置（横）

3. 実験結果

(条件設定)

環境 & コール	重力 (G)	特記
エンジンスター	1 G	
離陸	1 G	
空域到着	1 G	
“2分前”	1 G	
“1分前”	0.5~1.2 G	
“30秒前”	2 G	
“NOW”	μ G	μ Gに入った瞬間
“はい”	μ G	安定した μ G
μ G終了	1.5 G	
通常飛行	1 G	

表 1 重力条件

パラボリック	回転強度 ゴム(cm)	回転強度 ゴム(本)	コール	実験開始からの時間 (分)	時間 (秒)
1	6	4	Hi	0	0
2	6	4	Now	7	35
3	6	4	Hi	16	40
4	6	4	Now	24	58
5	6	4	Hi	33	38
6	7	2	Now	40	23
7	7	2	Hi	46	47
8	7	2	Now	55	30
9	7	2	Hi	61	29

表 2 実験条件 (9パラボリック施行)

回転速度をゴムの長さ (短い方が回転が速い)、本数 (多い方が回転が速い) で調整し対照実験としたが、結果に装置の回転速度は特に反映していなかった。無重力状態に入った瞬間 (Now コール) と無重力状態が安定してから (Hi コール) にて装置を反転し対照実験とした。結果は以下の通りである (図 2, 3)。

(結果)

図 2 無重力状態に入った瞬間 (Now コール) 装置を反転

無重力状態に入った瞬間 (Now コール) (図 2 A)、装置を反転する (図 2 B)。鉄球が沈み、ピンポン球が浮いた後 (図 2 C, D)、鉄球が押さえるように両球とも沈む (図 2 E)。この際の両球の動きは、地上 (重力下) と比較して非常に遅い。

図 3 無重力状態が安定してから (Hi コール) 装置を反転

無重力状態に入るとピンポン球が沈み、鉄球が浮き A→B→C→A→B→C を 2 回繰り返す。無重力状態が安定してから (Hi コール) 装置を反転する (図 3 D)。鉄球が沈み、ピンポン球が浮いた後 (図 3 E)、鉄球が押さえるように両球とも沈む (図 3 F)。この際の両球の動きは、地上 (重力下) と比較して非常に遅い。その後 G→H→G→H を 2 回繰り返す。

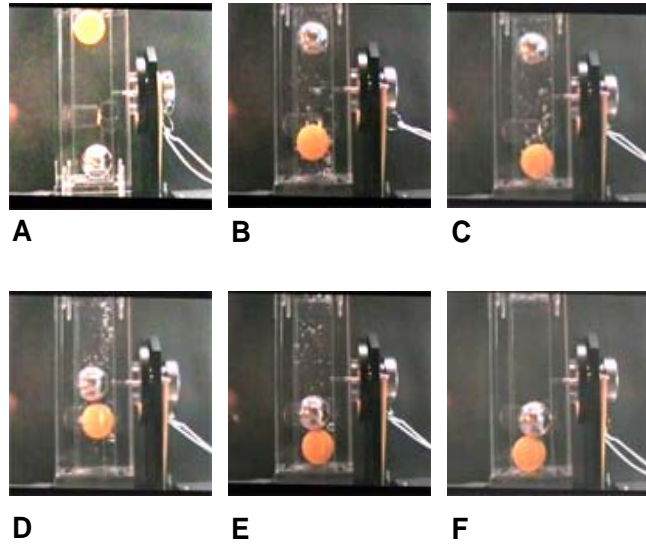


図 2 無重力状態に入った瞬間 (Now コール) 装置を反転

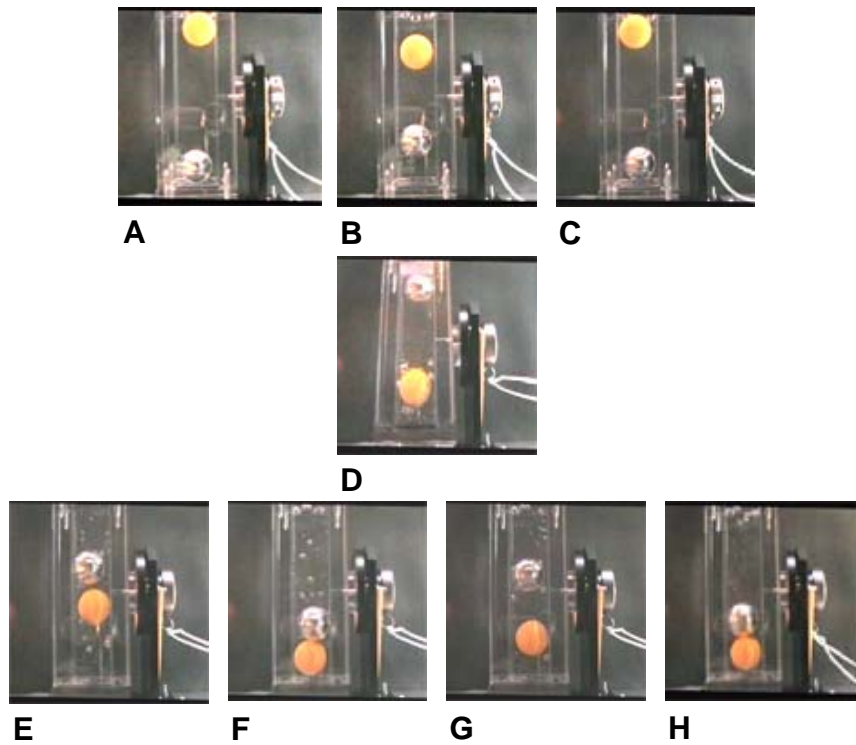


図 3 無重力状態が安定してから (Hi コール) 装置を反転

(考察)

無重力状態に入った瞬間に装置を反転した際には、地上で見られるのとほぼ同じ現象が見られた。しかし両球の動きは、重力下と比較して非常に遅かった。無重力状態が安定してから装置を反転した際には、重力下では決して見られない現象が観察された。その1つが、水中でピンポン球が沈み鉄球が浮く現象であり、これを比較的速いスピードで数回繰り返す。ここで、実験中に発生した密閉容器内の気泡に注目してみる（水中に溶け込んでいた酸素が減圧状態により発生した）。ピンポン球が沈み鉄球が浮く際には、この気泡も沈んでくる。そして、鉄球が沈みピンポン球が浮く際には、重力下と同様この気泡は浮いてくる。このように、本実験系は、微小な重力を検出する系（微小重力検出器：Micro-gravity-detector, Micro-gravity-sensor）としての側面を持っていたようである。

3. まとめ

今回の実験では、本研究の「微小重力フライトにおける重力と浮力の挙動」という目的に対して十分なデータを得ることができた。これらのデータを元に作製される教材が、未来の宇宙研究者を目指す子供たちに貢献されることを願う。また、本研究で作製、使用した密封反転装置（図1）を（財）日本宇宙フォーラムに寄与させていただいた。最後に実験中の機内の様子を示す（図4）。

図 4 A 無重力状態で浮くボールペン

図 4 B 無重力状態で浮くペットボトル

図 4 C 無重力状態で浮く眼鏡

図 4 D 無重力状態で浮くヒト



図 4 A

図 4 B

図 4 C

図 4 D

図 4 B, C では、ペットボトルの中の液体が壁に張り付きながら昇るという毛細管現象が観察された。

謝辞

航空機による無重力実験という大変貴重な機会を与えて下さり、また本実験を進めるにあたりお世話になりました（独）宇宙航空研究開発機構、（財）日本宇宙フォーラム、（株）ダイヤモンドエアサービス、その他航空機実験に携わった関係者の皆様方には深く感謝申し上げます。