

第7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：地上での比較実験が可能なビデオクリップ教材の開発

実験チーム：東京学芸大学 TGU E2

（代表者：鈴木麗、共同提案者：長谷川拓海、野口卓也、柚木倫代、渡辺理文）

1. 目的

同一の実験装置を用いた実験を、無重力場と地上の両方で行い、それらを直接比較させることで、「重力」の存在を子どもたちが認識し、またその特性（たとえば位置エネルギーとの関係）を理解することができるビデオ教材の開発を目的とした。

2. 実験方法・装置

A. 位置エネルギーと運動エネルギーの関係

A-1.円錐振り子

ユニットスタンド上に回転軸のついた太陽電池用モーターを固定した。回転軸の先端に、シャープペンシルの芯繰り出し部分を取り付け、そこから鉛球のおもりをナイロン糸(70mm,φ0.3mm)で釣り下げた。

予め、乾電池 1 個を用いてモーターを始動させ、振り子の回転運動を始めておく。微小重力突入 10 秒前にモーターの回転を止めた後、振り子の運動の様子を撮影した。

A-2.位相の異なる単振り子

写真 2 の装置を用いて実験を行った。振り子の振り出しは、まず、棒で 3 つの振り子を振り出しの位置まで持ち上げておき、その後、ユニットスタンド側面から棒を引き抜き、順番に振り子を振り出させることで行った。

振り子の振り出しのタイミングは、微小重力突入 10 秒前とした。

A-3.ビー玉の円運動

本実験は、A-1.円錐振り子の実験の発展として行った。本実験では、次ページの写真 3 のアクリル球にビー玉の入った実験装置を用い、微小重力場でのビー玉の円運動の様子を撮影した。

A-4.アメリカンクラッカー

本実験は、A-2 の単振り子実験の発展として行う。写真 4 のように玩具として販売されているアメリカンクラッカーを用い、微小重力場での 2 つの小球の運動の様子を撮影した。

B. 質量と重量の違い

B-1.ばねの伸び方の観察

微小重力場での質量と重量の違いを示す実験の様子を撮影した。2種類の質量の異なるおもりを同種のばねに取り付けた。一方の袋（黄色）には鉄球を約 1000g 入れ、もう一方の袋（青色）には砂鉄を約 200g 入れた。

微小重力になると同時に、ばねを勢いよく持ち上げ、引き上げた際の加速度の違いによるばねの伸びの様子を観察した。

B-2.ゴムの縮み方の観察

2種類の質量の異なるおもりを航空機の天井から輪ゴムを繋げたもので吊り下げ、両手で同じ高さに支持した。微小重力になると同時に、両手を離し、おもりが輪ゴムに引き上げられ、上昇する様子を観察した。

C. 自然対流伝熱の可視化実験

本実験では液晶シートを用いた装置を用いて無重力場での水の伝熱の様子を可視化する。

装置は気密かつ単純な構造であり、2枚の亚克力板の間に液晶シートとニクロム線とシリコンゴムのパッキングをはさんで実験装置とした。水を入れ、電流を流して液体を温め、液晶シートの色の変化をビデオに記録した。ニクロム線は 10 回巻きを 1cm に伸ばし、3 本を並列に接続した。

3. 実験結果

A. 位置エネルギーと運動エネルギーの関係

A-1.円錐振り子

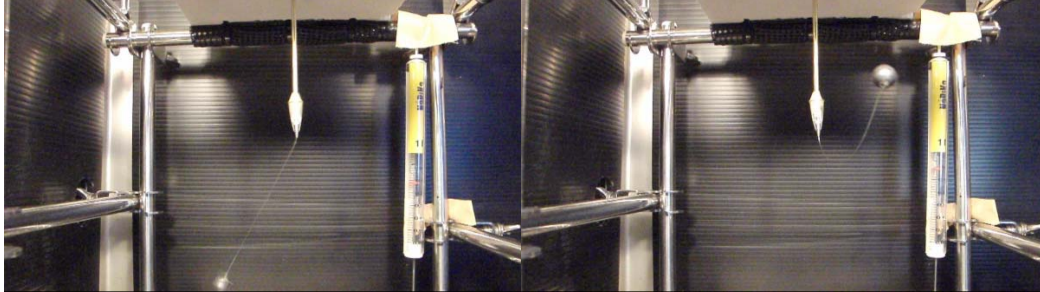


写真5 1G

写真6 μG

μG に突入すると、おもりが支点より上方まで上昇する様子が観察できた。

A-2.位相の異なる単振り子

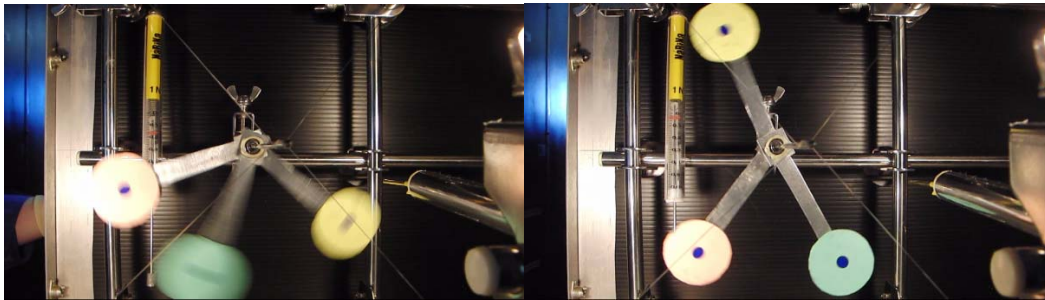


写真7 2G

写真8 μG

μG に突入すると、振り子が一回転したり、静止したりさまざまな運動をする様子を観察できた。

A-3.ビー玉の円運動



写真9 2G

写真10 μG

μG に突入すると、ゆっくり回転しながらビー玉が上半球側まで上昇する様子を観察できた。

A-4.アメリカンクラッカー



写真 11 2G

写真 12 μ G

μ G に突入後に、小球同士が衝突すると、そのまま空中を漂ってしまい、通常重力下のように運動することはなかった。

B. 質量と重量の違い

B-1.ばねの伸び方の観察

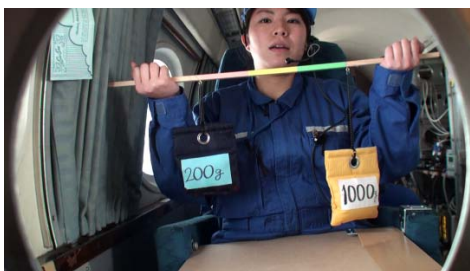


写真 13 1G



写真 14 2G

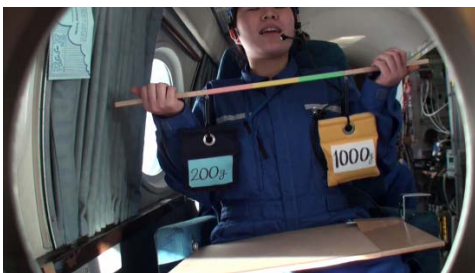


写真 15 μ G

2G の時点で棒を引き上げると、200g、1000g のおもりのどちらも 1G のときと比べてばねの伸びが大きくなっていることがわかる。

μ G になると、ばねはほぼ自然長のまま保たれる様子が観察できた。

B-2. ゴムの縮み方の観察



写真 16 手を離す前 (μG)

写真 17 手を離した直後 (μG)

200gのおもりと1000gのおもりの両方をほぼ同じ高さ（ゴムの伸びはほぼ同じ）まで引き下げ、微小重力中に手を離した。すると、微小重力中では、重量はほぼゼロになるが、質量は存在するため、質量の小さな200gのおもりの方がすばやく上に引き上げられる様子を撮影できた。

C. 自然対流の可視化実験

暗所での撮影であったため、黒い液晶シートの色の変化をとらえることができなかった。撮影場所や照明の設置などの工夫が必要であった。

4. まとめ

2回のフライトを通じて、教材となりうる、地上と異なった実験映像を撮影することができた。今後教材研究を行い、授業実践を行う予定である。今回の実験映像を活かす魅力的な理科授業の提案をしていく。

5. 謝辞

航空機による微小重力実験という大変貴重な機会を与えて下さり、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。