

平成 30 年 6 月 3 日現在

機関番号：12604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00964

研究課題名(和文) 航空機を用いた教員研修用プログラムの開発とその活用

研究課題名(英文) In-service teacher training programming using an airplane.

研究代表者

鎌田 正裕 (KAMATA, Masahiro)

東京学芸大学・教育学部・教授

研究者番号：20204604

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：H23年より小学校や中学校の理科の教員を対象に行ってきた航空機研修の成果をより多くの教員がより多くの場面で活用できるようにするために、既存のプログラムをたたき台に、新たに航空機を用いた教員研修プログラムと教材の開発を行い、その活用の拡大を目指した。具体的には、研修の課題実験の中心になる物理実験用の装置開発と動画教材の制作、微小重力下での実験のノウハウや教員研修での活用法についてまとめたマニュアル作りを行うとともに、児童生徒が使える無重力実験教材の開発を行い、中学校における授業実践でその有効性を確かめた。

研究成果の概要(英文)：Based on the results of in-service teacher training for elementary and junior high school teachers which had been conducted by TGU since 2011, the teaching program and experiments for the program were revised so that trained teachers could make more use of what they learned in many occasions. In this study, educational experiments in physics were developed and recorded as video clips. In addition, the microgravity experiments which can be conducted on earth were developed and the educational effect of the experiment was confirmed in a trial lesson for junior high school students.

研究分野：理科教育

キーワード：微小重力 教員研修 パラボリックフライト 航空機

1. 研究開始当初の背景

東京学芸大学では H23 年より、小学校や中学校の理科の教員を対象に、理科における直接体験の重要性を再認識してもらうことを主目的にして「航空機を用いた教員研修」(パラボリックフライト中の微小重力環境を利用した実験体験)を実施してきた。この研修は参加した教員に好評で、また機内で撮影した映像教材も実際の授業などで活用されていたが、研修に直接参加できる人数が限られており、また短時間のフライトでどのような実験をどのように取り上げるべきかについて、十分な設計がなされていたとは言えない状況にあった。

2. 研究の目的

航空機研修の成果をより多くの教員がより多くの場面で活用できるようにするために、既存のプログラムをたたき台に、新たに航空機を用いた教員研修プログラムと教材の開発を行い、その活用の拡大を目指す。

具体的には、

- ・課題実験のテーマを実際の理科の授業で利用できるものの中から選び、特に、児童生徒が地上で直接体験できる実験を無重力下で行い、その違いに学習者の目を向けさせることのできる教材を準備する。
- ・課題実験の実施時に質の高い映像が得られるよう、実験装置(特に課題実験の装置)の設置場所・設置方法・撮影方法について最適な条件を整える。
- ・研修プログラム全体を見直し、参加教員の負担を減らすために事前に配布可能な電子教材(マニュアル)を開発する。
- ・無重力以外の実験テーマ(宇宙線の測定、外気温の測定など)を実施できるようにする。
- ・搭乗しない人(教員または児童生徒)からもテーマを募集し、参加者と一緒に無重力実験に加わってもらえる方法を導入する。

なお、無重力の実験というとエンターテインメント性が着目されがちであるが、本研究では、実体験や実験映像から得られる学びの内容を重視する。また、児童生徒が無重力実験を身近に感じられるよう、児童生徒の目の前で行える無重力実験の開発も行う。

3. 研究の方法

(1) 研修の課題実験の中心になる力学実験(「重量と質量の違いを認識させる装置」や「振り子」と、自由実験で扱えるテーマを大きく広げることのできる(水を使用した実験を可能にすることのできる)可搬型実験環境の開発を行い、実際の研修時にこれらを機内で使用し、最適な撮影条件を選びながら動画教材を制作した。

(2) 微小重力下での実験のノウハウ、および教員研修での活用法については、上記の例を中心にマニュアル化した。なお、H29 年度より、本学(ASCeST)の教員研修では、予算の関係で航空機を使用した研修が中断されて

いるが、同研修の再開時にはすぐに活用できるようマニュアルは電子化され、配布の準備を整えた。

(3) 研修の中断に伴い実験フライト数が減ったため、宇宙線の測定などについては通常の旅客機を利用したものに切り替えた。

(4) 機内で撮影された動画を実際の授業で活用するために、通常の理科室の中で出来る無重力実験を開発・実践し、その有効性を確認した。

4. 研究成果

(1) 重量と質量の違いを認識させる装置と水を用いた実験

質量の異なるおもりを同じ大きさの力で引っ張った時の運動の違いを観察する。多くの児童生徒は同じ大きさの力が働いている、無重力だから重さがなくなるという理由から2つのおもりは同じように加速して上がっていくと考える。しかし、正しくは物質固有の質量は重力の有無に関わらず不変であり、それゆえ同じ大きさの力で引っ張った時のおもりの動きにくさには違いが生じる。質量の定義を学ぶための装置開発及び実験を行った。装置の構造図を図1に示す。また、本実験で得られた結果を図2に示す。おもりの加速の違いは明らかで、この動きの違いから無重力状態でも物質固有の質量の大きさは変わらないことを示すことができた。

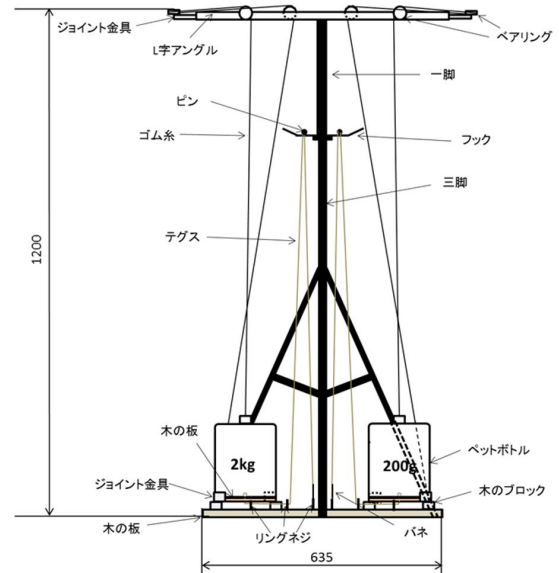


図1 質量と重量の違いを示す実験装置の構造

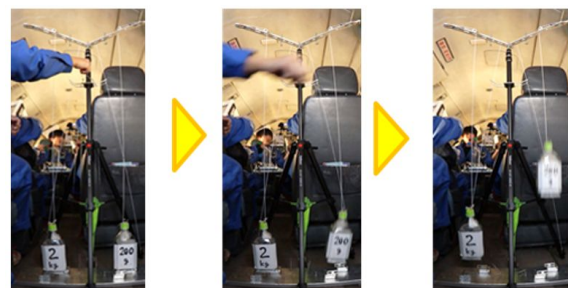


図2 結果(質量の異なる物体の動きの違い)

一方、水を使うための可搬型実験装置の外観と、それを実際に使用して撮影した微小重力下での水の塊の様子を図3、4に示す。

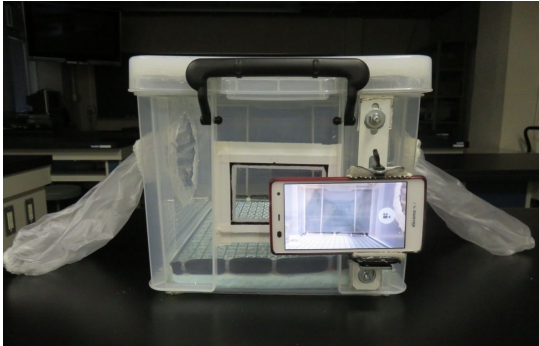


図3 液体等を扱うための可搬型実験装置

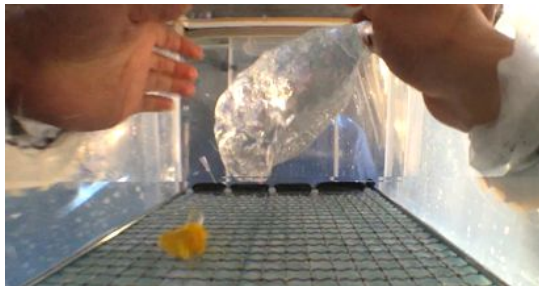


図4 微小重力下で水風船を破った直後の様子

(2) 研修用マニュアル

無重力実験を行う人に向けたマニュアルを作成した。初めて無重力実験に参加する人たちが有意義な実験を行えるよう、体験者が実際に体験して思ったこと気が付いたことを中心にまとめた。

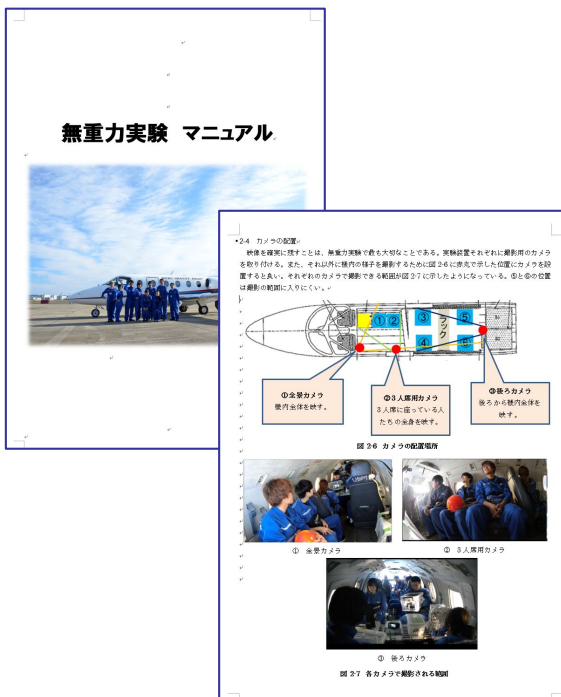


図5 研修用マニュアル

(3) 宇宙線の測定

通常の旅客機の中で測定し、高度と線量の関係については、簡単な計測器（HORIBA PA-1100 Radi）で傾向がはっきり見られることが分かった（図6）。

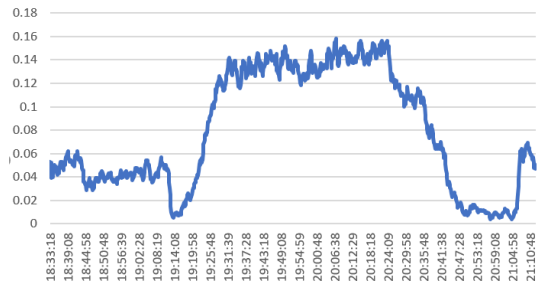


図6 旅客機内で測定した放射線（ $\mu\text{Sv/h}$ ）

(4) 地上実験

航空機内で行った振り子実験に合わせて地上で行える振り子実験装置を開発した。実験は落下容器を用いて行う。装置全体の構造と振り子の構造を図7に示す。振り子は工作紙と丸型磁石から成る。丸型磁石を用いているが、磁力はこの実験に用いられていない。実際に容器を落下させて実験を行うと図8のような結果となった。動いている最中に無重力になった振り子は等速で円運動し、一方で、端の位置で無重力になった振り子はその場で静止し続ける様子を観察することができた。

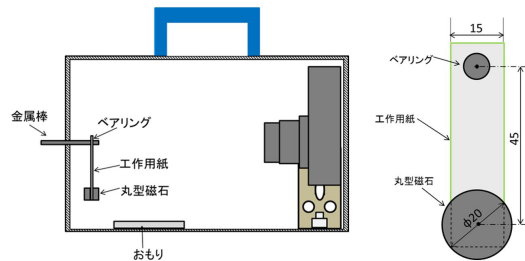


図7 地上実験用落下容器

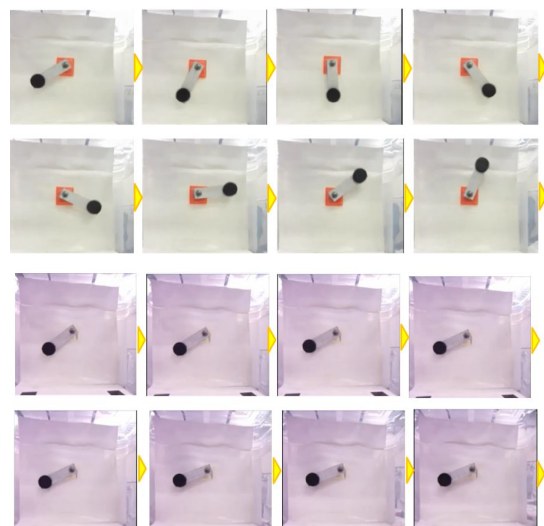


図8 振り子の運動（上：円運動 下：静止）

航空機を用いた無重力実験（動画）と地上で行う無重力実験を組み合わせる授業実践を行った。実践は東京学芸大学附属世田谷中学校で行った。実践の流れを表1に示す。

表1 実践時の授業の流れ

導入	<ul style="list-style-type: none"> ● 国際宇宙ステーションの話題から無重力環境の話につなげる。 ● 地上における無重力状態の作り方を解説する。
展開	<ul style="list-style-type: none"> ● 振り子実験 <ul style="list-style-type: none"> ・ 装置の仕組みや考え方のヒントを伝える。 ・ 予想をする。 ・ 実験(生徒の目の前で容器を落とす)を行う。 ・ 撮影した映像をみる。 ・ 結果と考察をまとめる。 ・ 航空機での映像をみる。 ● おもりとゴムの実験 (振り子実験と同様の流れ)
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ● 航空機での他の実験映像もみて、日常生活と重力を関連付ける。 ● 感想を記入する。

本時のねらいは、無重力実験教材を利用して、質量と重さの違いや慣性の法則を理解させることとした。振り子実験、おもりとゴムの実験（質量と重量の違い）をそれぞれ地上で行った後、航空機での映像を振り返りや応用として用いた。ワークシートにまとめられた授業実践における生徒の感想を見ると、本実践のねらいとした「質量と重さの違いや慣性の法則を理解することができた」といった学習内容に関する事と、「重力の事を理解することができた」と、重力そのものに関する事の2通りに分類できた。ねらいとした学習内容に関する事では、予想と結果の違いやそれぞれのねらいとしていた項目について述べている生徒がいた。教材の基になっている重力に関する事では、重力や無重力について述べている生徒、新たな謎が生まれたと述べている生徒がいた。

表2 授業後の生徒の反応

ねらいとした学習内容に関する事		教材の基になっている重力に関する事	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 予想との違いに驚いた。 ・ 全く違う結果が出て面白かった。 	5人	<ul style="list-style-type: none"> ・ 重力が日常生活からなくなってしまっは大変。 ・ 重力ってすごい。 	5人
<ul style="list-style-type: none"> ・ 質量と重さの違いを理解することができた。 	6人	<ul style="list-style-type: none"> ・ 無重力を身近に感じる事ができた。 ・ 無重力のことが分かった。 ・ 物を落とすだけで無重力をつくれることに驚いた。 	5人
<ul style="list-style-type: none"> ・ 慣性の法則を理解することができた。 	7人	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新たな謎が生まれた。 	1人

航空機を用いた無重力実験に対応する地上実験教材の開発を行い、授業実践でその有効性を確かめた。実践における生徒の反応から、無重力実験教材は物理現象を理解しやすくする、あるいは理解を深めることができることを確認できた。

<参考文献>

1) 文部科学省、「中学校学習指導要領解説理科編（平成20年7月）」、大日本図書(東京)、(2008)

- 2) 三浦登ほか、「物理」,東京書籍(東京), pp.96-98, (2007)
- 3) 塚田捷・大矢禎一・江口太郎・鈴木盛久ほか、「未来へひろがるサイエンス3」,啓林館(大阪), p.166, (2016)
- 4) ダイヤモンドエアサービス株式会社, <http://www.das.co.jp/new/html/campaign/003-1.html>, (2015年10月28日現在)

5. 主な発表論文等

(研究代表者, 研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計1件)

岩下詩乃・鎌田正裕, 授業で使える無重力実験教材の開発 航空機を用いた無重力実験, 日本科学教育学会研究会研究報告【ISSN:1882-4684】Vol.32, No.6, 2018 pp.47-52 査読無し
<http://www.jsse.jp/jsse/modules/note7/index.php?id=113#6>

[学会発表](計4件)

岩下詩乃, 岡本理沙, 鎌田正裕 「航空機を用いた無重力実験」日本理科教育学会第67回全国大会(福岡)2017年8月5,6日

Shino Iwashita, Masahiro Kamata "Microgravity Experiments Using an Airplane - Watertight Chamber for Chemical Experiments", The 7th International Conference for NICE (NICE2017) July 26-28, 2017, Seoul, Korea

岩下詩乃, 鎌田正裕 「航空機を利用した教員研修向け無重力実験装置の開発」日本理科教育学会第66回全国大会(長野)2016年8月6,7日

Masahiro Kamata, Masafumi Watanabe, Ayaka Yanase, Keita Chiba, Koyo Oka, Shino Iwashita, Menggenquimuge "Hands-on activities of Materials Based Science Education (Microgravity Experiment using a Parabolic Flight)" EASE2016TOKYO International Conference of East-Asian Association for Science Education, August 26-28, 2016, Tokyo, Japan

6. 研究組織

(1)研究代表者

鎌田正裕 (KAMATA, Masahiro)
東京学芸大学・教育学部・教授
研究者番号: 20204604