

日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 **5** 回 助成期間：平成 **20** 年11月1日～平成 **21** 年10月31日（期間 **1** 年間）
 テーマ： 高速動画を活用した理科実験教室の実施と持続的な活動体制の構築
 氏名： **長谷川 誠** 所属： **千歳科学技術大学** 登録番号： **08229**

1. 課題の主旨

2006年度のOECDによる生徒の学習到達度評価(PISA2006)の調査結果から明らかになった我が国の学力状況の問題点の一つとして、「科学への興味・関心の低さ」が挙げられる。興味・関心が低ければ、その教科に対する学習意欲の自発的な喚起を望むことは難しいと言わざるを得ない。しかし、その一方で、少なくとも小学生段階では、理科の実験に興味を持つ児童の割合は高いと言われる。したがって、小学生時代に理科・科学に対する興味・関心を十分に喚起し、自発的な学習意欲の発現につなげる努力が必要である。

上記に関して、理科実験を通じた実体験が重要であることは言うまでも無いが、単なる実験ではなく、参加者の印象に残るようなインパクトのある映像を活用すれば、より大きな効果が期待できる。

そこで本実践活動では、理科実験授業や科学教室、あるいは実験デモンストレーションの中で、高速動画(最高 1200 コマ/秒)を撮影可能なデジタルカメラで撮影した動画映像の活用を試みた。理科実験授業・科学教室は、地域の児童館やPTAなどと連携して実施した他、地域の小学校と連携して総合的な学習の時間を利用して実施した。いずれの場合でも、一連の授業・演示の流れの中に動画映像の再生・観察を効果的に取り入れることを試み、そのために必要になる撮影時の課題も検討した。

また、科学教室などは単発のイベントで終わらせることなく継続的・反復的に実施することが重要であり、また撮影した動画映像の公開も望ましい。そこで、そのための活動・協力体制の構築も進めた。

2. 準備

理科実験授業・科学教室や実験デモンストレーションとしては、以下の3つの形態を想定した。

- 1) 小中学校の理科室や大学の実験室などで、総合的な学習の時間などを活用して、通常の授業の一環として実施する場合
- 2) 体育館やホールなどで科学教室の形態で実施する場合
- 3) 「青少年のための科学の祭典」などのイベントで、実験ブース形式で実施する場合

第1の形態では、実験・観察を通じて、授業のテーマ・内容に関連する物理・化学現象の知識を確実に習得させることを目的とすることが多い。一方、第2、第3の形態では、まず現象に興味・関心を抱かせて、今後の探求の動機付けの機会とすることを目的とする場合が多い。

当初に想定していたのは第2、第3の形態であり、参加者・来場者の興味・関心を引き付けるために、その場で演示することが難しいか、演示できても多人数で観察することが難しい内容・現象の動画映像を事前に撮影し、活用することとした。このような映像は、第1の形態の実験授業でも活用した。

第1の形態ではさらに、実験内容をより確実に理解させることをねらって、実験中の変化を動画として撮影し、その場でスロー再生して観察させることも試みた。

3. 指導方法

事前準備としての動画撮影に際して、効果的な映像を撮影するためには照明条件など撮影環境の設定が非常に重要であることが確認された。そこで、スタジオライトなどの照明器具、バックペーパーやスタンドなどの背景セットなどを導入した上で、実際の動画撮影を行った。主な動画の内容は、以下の通りである。

- ・ 水風船の破裂(力学分野=慣性や自由落下の観察、水の表面張力の作用の観察)
- ・ 空気の断熱圧縮による発火
- ・ 大気圧によりアルミ缶がつぶれる過程
- ・ クリップモータの回転(整流子の作用の確認)
- ・ 過冷却状態の水の固化が進行する様子
- ・ パルス駆動する LED や音声信号で振幅変調された LED の発光状態
- ・ ミルククラウンの形成過程
- ・ 空気砲から煙の輪が形成される過程

理科実験授業・科学教室や実験デモンストレーションの具体的な実施内容に合わせて、適切な動画映像をプログラムの中に取り込んだ。

4. 実践内容

I. 小中学校の授業の一環として実施した理科実験授業

(1) 2009年2月19日 千歳市立緑小学校5年生(49名) 理科実験授業「光で音を飛ばす」

(2) 2009年3月3日 千歳市立千歳小学校5年生(46名) 理科実験授業「光で音を飛ばす」

上記(1)及び(2)はいずれも総合的な学習の時間を利用した理科実験授業であり、模擬的な光通信実験を通じて光を介した情報伝送を体験させた。500Hzでパルス駆動(on/off)させているLEDの発光状況をハイスピードカメラで撮影(1200フレーム/秒)し、動画をその場でスクリーン上に投影して、目視では点灯し続けているように見えるLEDが実際には点滅している様子を観察させた。さらに、アナログ変調による発光強度の変化もハイスピードカメラによる動画で観察して、デジタルとアナログとの相違を体感させた。

(3)2009年8月19～24日 千歳市立千歳中学校1年生(153名) サイenspार्टナシッププロジェクト(SPP)事業
参加中学生は班毎に実験に取り組んだが、最終日の全体発表会で、各実験に関連する現象の動画映像(音声信号によるLED発光強度の変調、クリップモータの回転など)を紹介した。クリップモータに関しては、回路にLEDを組み込み、モータ1回転のうち半回転のみで通電している様子(整流子の作用)を紹介した。

II. 科学教室

(4)2009年8月29日 千歳市いずみさわ児童館「科学実験教室」(小学生24名)

(5)2009年9月2日 恵庭市立恵み野旭小学校3年2組 PTA 親子レクリエーション活動「科学教室」

(6)2009年9月26日 千歳科学技術大学 理科工房 科学・工作教室

上記(3)～(5)では、プログラムの中に取り込んだ空気圧に関するテーマの中で、ペットボトルつぶしの実験を実際に演示した上で、会場設営の関係で実施が難しいアルミ缶つぶしの様子をハイスピードカメラによる動画映像をスクリーンに投影するかたちで紹介した。

III. ブースでの実験デモンストレーション

(7)2009年10月4日 応用物理学会・応用物理教育分科会主催

「第20回記念物理教育に関するシンポジウム」(第2日)理科実験実践交流会

「ハイスピードカメラの世界」というテーマでブースを出展し、ハイスピードカメラ映像を交えた実験の演説・解説を行った。簡単なサイエンスショー形式での演説として、ペットボトルつぶしの実験を実際に演示した上で、

アルミ缶つぶしの様子をハイスピードカメラによる動画映像をスクリーンに投影するかたちで紹介した。さらにこれに加えて、スモークマシンの煙を入れた空気砲を使った空気(煙)の塊の発射・生成の様子、ペットボトルロケット(水ロケット)の発射・上昇の様子などの映像を紹介した。

この他に、LED 発光強度変調による模擬光通信を体験させる「光で音を飛ばす」、手回し発電機を使った発電体験をさせる「電気を作ろう」というブースも出展したが、そこでの演示と並行して、実際に LED 発光強度が変調されている動画や、クリップモータ回転時の整流子の作用を説明する動画などを、あわせて紹介した。

5. 成果・効果

クリップモータや LED の発光強度変調の動画映像を理科実験授業の中に取り込むことにより、現象を口頭で説明した後に実際に映像で確認させることができ、教科書などの記載を確認させる上で効果的であった。授業実践としては実施していないが、電磁誘導現象による起電力の発生を LED の発光で確認できる実験装置で、磁石の動きに同期した LED の発光も確認できた(発表論文の欄を参照)。

また、科学教室やブースにおけるサイエンスショー形式での演示において、実際の演示実験とハイスピードカメラ映像の観察とを組み合わせることで、小学生を含む観客の興味・関心を喚起することができた。

6. 所感

今回の実践を通して、動画の活用による効果は確認できたと考えている。さらに、一連の活動は千歳市内の児童館やPTA団体との連携を深める機会となり、今後も持続的に活動を継続することが可能になった。また、千歳市内の社会教育施設「サケのふるさと館」と連携した科学教室も実施(2009年12月)することになり、さらに活動を発展させていきたい。

7. 今後の課題や発展性について

今後の課題は、以下の2点である。

(1) 撮影した動画映像集のアーカイブ化ならびにその外部公開

当初は千歳科学技術大学の学生団体・理工工場のホームページを利用した公開を想定していたが、サーバ容量の関係などから実現できていない。これに関して現在、千歳・恵庭市内で発行されている情報誌「ちゃん」と編集部と、当該情報誌のホームページ上に専用コーナーを開設して公開することを検討している。単なる動画紹介だけではなく、内容の簡単な紹介も添付した実験教材化することも想定し、さらに検討を進める。

(2) 高速動画を取り入れることによる効果の評価

現状では、理科実験授業・科学教室に参加した児童・生徒から、口頭での反応を得ているにすぎない。高速動画を取り入れることによる効果の(可能であれば定量的な)評価は、今後の課題になっている。

8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

1. 須藤あすか・川原宗貴・高橋祐介・長谷川誠:電磁誘導現象の視覚的観察装置の試作と高速動画カメラによる観察、電子情報通信学会機構デバイス研究会、信学技報 EMD2008-145、2009年3月
2. 須藤あすか・川原宗貴・高橋祐介・長谷川誠:“電磁誘導現象を視覚的に観察する実験器具の試作と高速動画カメラによる観察、2009年春季第56回応用物理学関係連合講演会予稿集第1分冊、No.31a-P9-5、2009年3月
3. 長谷川誠:ハイスピードカメラの世界、第20回記念物理教育に関するシンポジウム講演予稿集・実験解説書、p.62、2009年10月