

## スマートデバイスを用いた理科実験支援システムの応用 Application of Support System for Science Experiments Using Smart Devices

○鈴木 聡太郎<sup>1</sup>, 長谷川 拓<sup>1</sup>, 星野 貴弘<sup>2</sup>, 浜松 芳夫<sup>2</sup>  
\*Sotaro Suzuki<sup>1</sup>, Taku Hasegawa<sup>1</sup>, Takahiro Hosino<sup>2</sup>, Yoshio Hamamatsu<sup>2</sup>

Abstract: The penetration rate of smartphones in Japan is increasing in recent years. Smartphones are equipped with touch panel and many type of sensor. People can develop various applications. ICT in field of education has advanced and the number of smart devices using school class is increasing. In this study, we propose system shortening time required experiment and enhancing intuitive understanding of physical phenomenon for students. In addition, we discuss lesson plan using proposed system in experiments at junior and senior high school.

### 1. はじめに

スマートフォンの国内普及率は年々増加しており、総務省の「通信利用動向調査」では 2013 年末時点での国内普及率は 62.6% で、半数を上回っている<sup>[1]</sup>。スマートフォンにはタッチパネルや多種のセンサなどの独自の機能やシステムが搭載されており、これらを利用することで様々なアプリケーションを作成することが可能である。近年では教育現場の ICT 化も進んでおり、授業にスマートデバイスを用いる学校も増加してきている。

中学・高等学校における力学分野の加速度の実験では力学台車の運動を記録タイマ・テープで計測する。具体的には、台車の移動距離を記録テープに打点し、その変位より速度、加速度を導出するという実験が行われている。しかし、この実験方法では記録テープの切り取りなどの作業に時間がかかることが問題点として挙げられる。また、実験と作成したグラフの読み取りには時間差があるため、結果と現象の対応関係の理解が難しく感じる生徒もいる。マイコンやビデオカメラを用いた速度計測の方法<sup>[2]</sup>、<sup>[3]</sup>も提案されている。これらによる計測方法は、パソコンにデータを取り込み、それをグラフ化する作業があるため、授業時間の長時間化という点で問題が生じる。本研究では、授業時間の短縮と物理現象の直感的理解を促進させるためのシステムを提案し、中学・高等学校の加速度運動実験への教材化に向けての検討を行う。

### 2. 等加速度運動の実験

現在、中学・高等学校の力学分野における加速度運動の実験は主に力学台車と記録タイマ・テープの組み合わせで行われている。一般的に、実験は 2 時間かけて行う。実験の流れは、台車に記録テープを取り付け走らせる。その際の運動を記録タイマ・テープの打点により記録する。打点したテープを 5 打点ごとに切り取り、時間 - 移動変位のグラフを作成する。ここまでの作業を 1 時間目に行う。2 時間目には、作成したグラフよりテープの長さを読み取り、速さを算出する。これらの作業により物体に力ははたらくと速さが変化していくことを理解し、ま

とめ、考察を行う。しかし、限られた授業時間の中で記録テープを切って張り付ける作業が時間を大きく割いてしまっている。

### 3. スマートデバイス理科実験支援システム

提案システムの構成を Fig.1 に示す。スマートデバイスで加速度を測定し、測定結果を表示する。測定結果はプロジェクターなどの装置によりモニタリングすることができる。また、Wi-Fi 対応プリンタにより印刷することも可能である。

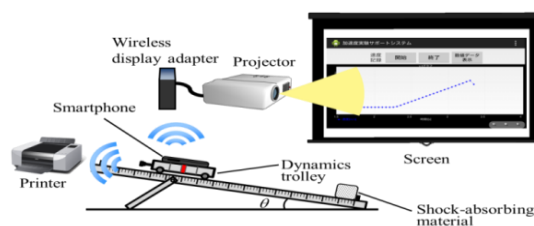


Fig. 1: Proposed system

加速度の測定には、スマートデバイスに搭載されている静電容量式加速度センサを用いる。デバイスの加速度センサは常に重力加速度が加えられた状態であるため、デバイスの実際の加速度を測定するためには、加速度センサ値から重力分を引かなければならない。そこで提案システムにキャリブレーション機能をつけることによつて重力分を除去している。

デバイスの姿勢固定には、プラスチック製のスマートデバイスカバーをネジとナットを用いて力学台車に取り付け、そこにデバイスをはめ込むことで姿勢を一定に保っている。力学台車をアルミ実験台上で走らせることで、斜面降下時の等加速度運動と、水平面上での等速直線運動の実験に利用する。

アプリケーションの操作画面を Fig.2 に示す。アプリケーションを起動し、測定したい値を選択するとグラフ画面に移る。速度、移動距離は加速度より変換して求める。

1: 日大理工・学部・電気 2: 日大理工・教員・電気



Fig.2 : Screen of application software

### 5. 実験授業

実験授業は大学生 20 名を対象に実施した。実験は 4 人 1 組の班編成で行ってもらった。実験授業の流れは、まず 4[°]の斜面において従来の記録タイマ・テープを用いた方法により、打点された記録テープを切り取り、時間 - 速さのグラフを作成してもらった。次に 8[°]の斜面において提案システムによる方法で台車の動きとグラフの変化を観測しつつ単位時間ごとの移動距離のグラフを表示させ、そこから時間 - 速さのグラフを作成してもらった。

### 6. アンケート調査

実験授業後に実験を行った 20 名を対象にアンケート調査を行った。アンケートの質問項目は以下についてそれぞれ 5 段階で評価している。

- Q.1) 記録タイマ・テープによる実験とスマートデバイスによる実験ではどちらの方が実験をスムーズに進められましたか。
- Q.2) 記録タイマ・テープによる実験とスマートデバイスによるではどちらの方が力と運動の関係について理解しやすかったですか。
- Q.3) 力学台車の動きとスクリーンに表示されたグラフの変化を同時に観測しましたが、これはグラフの意味を理解する上で効果的でしたか。

以上のアンケートの回答結果を Table1 に示す。表中の 1 行目は Q.1 と Q.2 の評価項目で、4 行目は Q.3 の評価項

Table1 : Questionnaire results

評価	提案システム	やや提案システム	どちらともいえない	やや記録タイマ・テープ	記録タイマ・テープ
Q.1	15	3	1	0	1
Q.2	7	1	4	7	1
評価 2	有効だと思う	やや有効だと思う	どちらともいえない	あまり有効だと思わない	有効だと思わない
Q.3	14	5	1	0	0

目である。

### 7. 評価

記録タイマ・テープを用いた方法と提案システムを用いた方法の実験の平均所要時間を比較すると、従来の方法は 18.4 分であるのに対し、提案システムによる方法は 8.2 分と半分以下の時間で実験を終えることができている。また、アンケート調査の結果より、Table1 の Q.1 に示すように記録タイマ・テープを用いた方法よりも提案システムを用いた方法の方が、実験をスムーズに行うことができたという回答した学生が大半を占めていた。これらのことから、提案システムによる実験は従来の方法と比較して授業時間の短縮につながると言える。

しかし、力と運動の関係を理解するにあたって記録タイマ・テープを用いた方法と提案システムを用いた方法を比較すると、Q.2 に示すように記録タイマ・テープを用いた方法と提案システムを選んだ学生は同数であった。記録テープ・タイマを用いた方法を選択した学生の理由としては、「実際に打点をカウントして打点間隔が広がっていくことを確認していくことで、時間によって速さが変化していることが実感できる」といった意見が多かった。

力学台車の動きをリアルタイムでグラフ化して同時に観測することについての有効性を問う質問では、Q.3 に示すように有効であるという意見が大半を占めている。このことから、提案システムを用いることでグラフの変化の意味を理解することの手助けになり、直感的理解を促すことができると言える。

### 8. まとめと今後の課題

本論文では、中学・高等学校の力学分野における加速度運動実験の支援システムを提案し、その実用性について検証した。実験授業とアンケート調査の結果より、提案システムを用いることで、授業時間の短縮と、加速度現象を理解する上での支援を図ることができることがわかった。

今回の実験授業、及びアンケート調査は大学生 20 名を対象として行った。そのため、今後の課題として実際の教育現場への導入に向けてさらに多人数の中学校・高等学校の生徒を対象に実験授業、アンケート調査を行うとともに、より良い学習効果を得られるように提案システムの検証と改善を重ねていきたい。

### 9. 参考文献

- [1] 総務省：「通信利用動向調査」,2013
- [2] 関口・湊・小澤：「ワンチップマイコンを用いた台車搭載型速度計の開発とこれを用いた運動量学習の導入」, 物理教育, Vol.53, No.3, pp.213-218, 2005
- [3] 塩森・竹内：「ビデオカメラで物体の運動を調べる」, 物理教育, Vol.56, No.2, pp.130-131, 2008