L-36

教育利用を目的としたスマートデバイスを用いた加速度運動実験支援ソフトウェアの開発

Development of Accelerated Motion Experiments Support Software by Smart Devices for Educational Uses

○鈴木　聡太郎 [1]，星野　貴弘 [2]，浜松　芳夫 [2]
*Sotaro Suzuki[1], Takahiro Hoshino[2], Yoshio Hamamatsu[2]

Abstract: Junior and senior high school students learn a concept of velocity and acceleration. In this learning courses, students conduct a experiment with dynamic trolley and recording timer and tape. This experiment has problems. It takes long time to read the measuring values and make a graph. In addition, some of the student can not understand a correspondence relation between physical phenomenon and graph. In this study, we develop Accelerated motion Experiment Support software (AES) for smart devices. Using this software, we expect to improve above problems.

1. はじめに

中学 · 高等学校における力学の単元では，力学台車を用いた実験 · 観察を通して速度などの力学における重要な概念を学習する．従来の実験方法では，記録タイマと記録テープを利用して速度の計測を行う．しかし，この方法ではテープの切り貼りなどに時間がかかり，実験条件を変えて複数回行う場合，多くの授業時間を必要とする．その結果，物理現象の観察からグラフの読み取りまでに時間的な隔たりが生じ，現象と結果の対応関係を十分に理解できない生徒もいる．この改善策としては，現象と物理量の変化を同時に観察させ，これらの対応関係を直感的に理解させることが重要と考える．物体の動きを観測する実験方法としては，従来の方法の他に，マイコンやビデオカメラを用いた方法 [1][2] 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においては従来手法と同様の問題が挙げられる．

近年，スマートデバイスの普及に伴い企業や政府は教育情報化を推進しており，教育現場でも教育支援ツールとしてスマートデバイスが採用され始めている．スマートデバイスは，内蔵センサなどによって取得したデータを単独で記録 · 表示することが可能であり，周辺機器により表示画面を外部ディスプレイに表示させることも容易である．こうしたことから，我々はスマートデバイスは実験授業の支援ツールとして活用できると考えた．

そこで，本研究では，速度や加速度などを記録し，リアルタイムにグラフ化する Android 端末用アプリケーションである加速度運動実験支援ソフトウェア (Accelerated motion Experiments Support software, AES) を開発した．そして，中学 · 高等学校での加速度運動実験において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に，AES を用いた実験方法を提案する．

1:日大理工・院・電気　2:日大理工・教員・電気

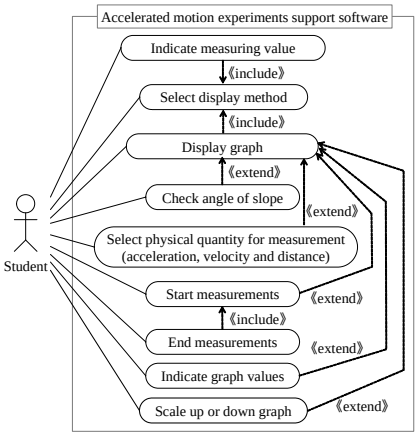

Fig. 1: Use case diagram

2. 加速度運動実験支援ソフトウェア (AES)

ここでは開発したアプリケーションソフトについて述べる．斜面上のスマートデバイスを斜面方向に加速度 a で降下させる時，斜面方向の加速度センサ値 a_d は，

$$a_d = -g\sin\theta - a \tag{1}$$

と表される．ここで，g は垂直方向の重力加速度で，θ は水平面に対する斜面の角度である．すなわち，加速度センサ値には重力加速度の影響が含まれる．そのため，開発したアプリケーションでは静止時の測定軸方向に対する重力加速度を常時記録しておき，測定開始時に以下の式に従いこの影響を取り除いている．

$$a = a_d - (-g\sin\theta) \tag{2}$$

ソフトウェアの開発にあたり，ユーザである生徒のユースケース図を Fig.1 に示す．生徒の主なユースケースは，測定する物理量を選択し，開始ボタンを押し，グラフを表示させることが挙げられる．また，傾斜角度の読み取

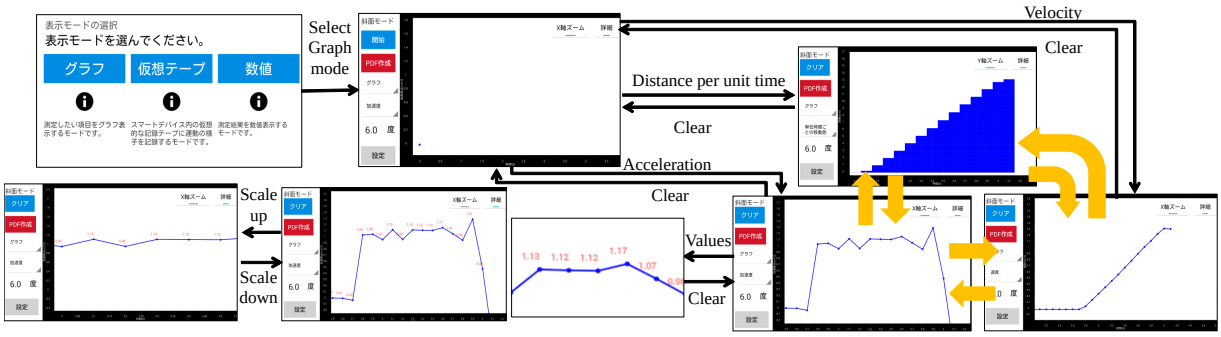

Fig. 2: Progress diagram of application software

りや，グラフの拡大，縮小，プロット上に値を表示し読み取りに役立てるなどの拡張機能を取り入れることで，実験装置としての使いやすさを向上させる．Fig.2 にアプリケーションの操作フローを示す．アプリケーションを起動し表示モードのグラフを選択すると，グラフ画面に移行する．測定量はセンサより取得した加速度だけでなく，加速度より算出した速度，移動距離，単位時間ごとの移動距離も測定することができる．測定量を選択後，開始ボタンを押すとリアルタイムにグラフを描写する．終了ボタンを押すか，スマートフォンの進行方向の逆向きに一定以上の加速度が加わると自動終了する．グラフ描写後に測定量を変更すると，それぞれのグラフに移行することができる．また，各プロット上に値を表示したり，グラフの拡大，縮小も可能である．

3. AES を用いた実験システム

実験システムの概略図を Fig.3 に示す．AES では，力学台車上に固定したスマートデバイスを，従来の記録タイマ · テープに代わる計測装置として使用する．そのため，空気抵抗や台車への固定のしやすさなどを考慮し，タブレットではなくスマートフォンを用いた．スマートフォンの表示画面は，ワイヤレスディスプレイアダプタを使用することで外部ディスプレイに出力することができる．外部出力装置を使用することで，生徒は力学台車

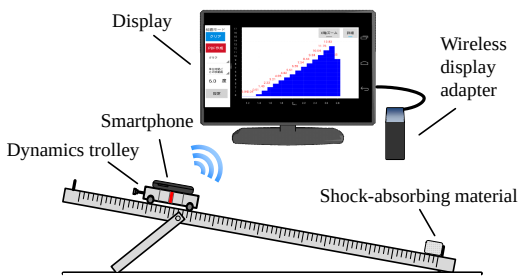

Fig. 3: Experiment system

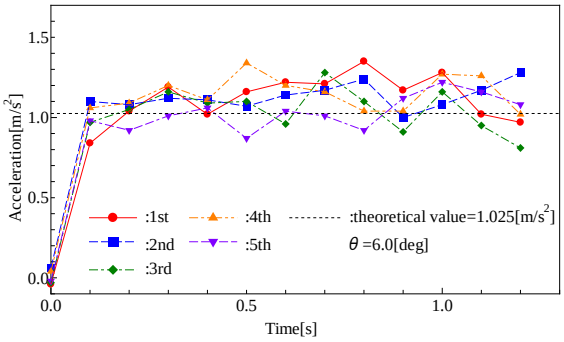

Fig. 4: Results of measurement

の運動の様子とその際の速度などの変化を同時に観測することができる．これにより，外部ディスプレイに表示されたリアルタイムの物理量の変化を観測することができ，グラフの理解を促す効果を期待する．AES を用いた方法の斜面角度 6[°] における測定結果を Fig.4 に示す．計測は 5 回行い，斜面角度 6[°] における加速度の理論値 1.025[m/s^2] と比較すると各回とも理論値に近い値となった．以上の結果から，測定精度において中学 · 高等学校における加速度運動実験に利用可能であるといえる．

4. まとめ

本研究では，中学 · 高等学校の加速度運動実験において，授業時間の短縮と直感的理解の促進を図るために加速度運動実験支援ソフトウェア (AES) を開発し，それを用いた実験システムを提案した．

今後の課題としては，AES の特性を活かした授業計画の考案や，有効性を検証するためのアンケート調査の方法について検討を行っていきたい．

参考文献

[1] 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)

[2] 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)