

## ジャイロセンサを用いた加速度運動実験支援ソフトウェアの応用機能の検討

Consideration of Function Enhancement Using Gyro Sensor  
of Accelerated Motion Experiment Support Software○都丸 滉平<sup>1</sup>, 浜松 芳夫<sup>2</sup>, 星野 貴弘<sup>2</sup>\*Kohei Tomaru<sup>1</sup>, Yoshio Hamamatsu<sup>2</sup>, Takahiro Hoshino<sup>2</sup>

Abstract: In previous research we have developed AES (Accelerated motion Experiments Support software) to expect the shortening of experimental time and make the experiment easier to understand. However, a smart device can only measure acceleration including gravitational acceleration because the acceleration sensor in smart device is an inertial sensor. In order to eliminate the influence of gravity, AES records the influence of gravity before measurement. Therefore, if the angle changes during measurement, AES doesn't measure correct acceleration. We improve AES by using a gyro sensor and compare with other measurement results.

## 1. はじめに

中学校・高等学校の物理教育における加速度運動実験では記録タイマ・テープを用いて加速度の測定を行う<sup>(1)</sup>。しかし、この実験方法では、記録テープの切り取りや貼り付けなどに時間がかかり、実験授業が長時間化するなどが問題点として挙げられる。この問題を解決するため、先行研究では、スマートデバイスを利用した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<sup>(2)</sup>。

近年、日本においても生徒自ら設定した課題、または与えられた課題を解決していく過程で様々な能力を育成する学習方法 (課題解決型学習) が定着しつつある。我々の研究でも評価実験を行う際に生徒自らが考えて行う実験を実施する予定である。そのため、このような実験に対応するためソフトウェアの機能拡張が必要だと考えられる。そこで、今まで単一斜面でしか測定出来なかった AES を複数斜面でも測定できるように改良を試みた。しかし、複数斜面で測定する場合以下のような問題点がある。スマートデバイスに内蔵された加速度センサは慣性センサであるため、斜面方向の重力加速度の影響が含まれる。そのため、従来の AES は測定開始前の斜面方向の重力加速度の影響を計測し、その値をセンサ値から取り除くことで観測者から見た加速度に変換している。そのため、運動途中で重力加速度が変化した場合、実際よりも多く見積もってしまう。この問題を解決するため、ジャイロセンサを用いてソフトウェアの改良を行った。

## 2. ジャイロセンサの検証と改良案

斜面角度が変化した場合のジャイロセンサの精度を確認するため、Fig.1 のような実験装置を構成し測定した。Fig.2 は第 1 斜面から第 2 斜面に移行する際のジャイロセンサの測定画面である。各軸のジャイロセンサ値は X 軸の一点を除いてほぼ 0 になっている。この結果から 2

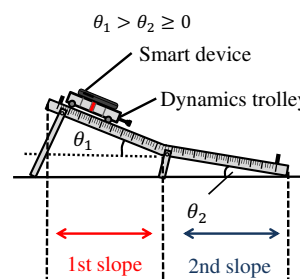


Fig. 1: Experimental device

つの改良案を提案する。

(改良案 1) 測定開始前に第 1 斜面、第 2 斜面の重力加速度を計測する。測定中にジャイロセンサの値が一定以上変化した場合、力学台車が第 1 斜面から第 2 斜面に移行したと考えられるため、重力加速度の影響を第 1 斜面から事前に測定した第 2 斜面に切り替える。

(改良案 2) 第 1 斜面を走行中は、従来通り測定開始前に斜面方向の重力加速度を自動計測し、加速度センサ値から取り除く。第 1 斜面から第 2 斜面に移行する際のジャイロセンサ値の積分量を計算することにより斜面角度の変化量を求める。第 2 斜面走行中は、求めた角度の変化量から第 2 斜面の重力加速度を計算し、加速度センサ値から取り除く。

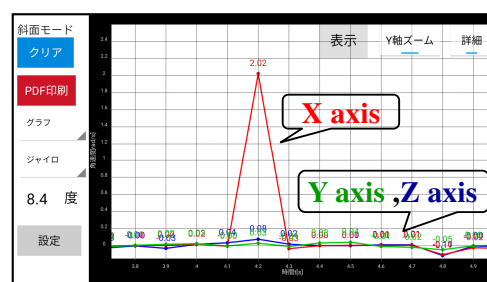


Fig. 2: Experimental device

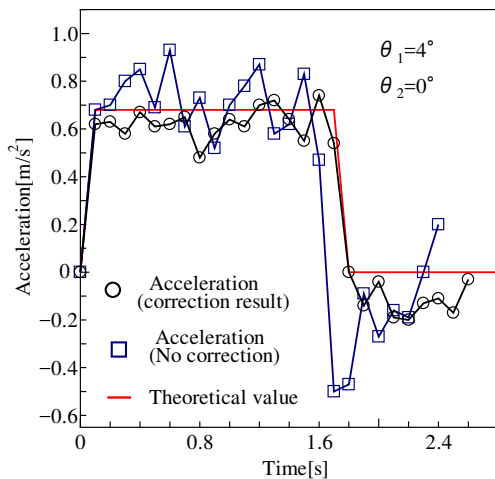


Fig. 3: Measurement results(Improved method 1)

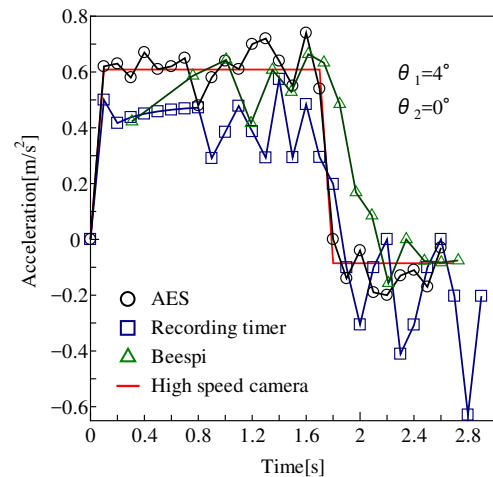


Fig. 5: Comparison result

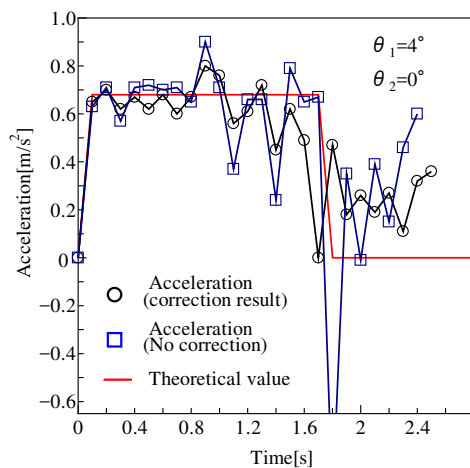


Fig. 4: Measurement results(Improved method 2)

### 3. 測定結果

〈3.1 改良したソフトウェアでの測定〉 2つの方法をソフトウェアに実装し Fig.1 の装置を用いて測定を行った。Fig.3が改良案1の測定結果, Fig.4が改良案2の測定結果である。センサ値をそのまま取得した場合, 台車の振動などによる加速度の理論値に対する誤差が大きくなってしまふ。また, 斜面が切り替わる際に理論値から大きくずれた値が出てしまふ。これらの問題を解決するため, ローパスフィルタ処理と閾値を設定し測定した。Fig.3, 4を見るとローパスフィルタや閾値を設定することで加速度のばらつきや斜面角度が変化する際の理論値に対するずれを改善することができた。

改良案1, 2を比較すると平面において改良案1の方は理論値よりも小さい値, 改良案2は理論値よりも大きい値になった。摩擦を考慮した場合, 測定値は理論値よりも小さくなるのが妥当であるが, 改良案2は大きくなった。これは角度の変化量を正確に測定できなかったため理論値よりも大きくなったと考えられる。この結果から

改良案1の方が測定に適していることがわかる。

〈3.2 その他の実験方法との比較〉 改良案1で測定した結果が他の測定方法と同様の結果が得られるのか確認するため比較実験を行った。Fig.5はAES, 記録タイマ・テープ, ハイスピードカメラ, 簡易速度計(ビースピ)を用いて測定した結果である。ハイスピードカメラのみフレームレートの関係上加速度の平均値を示した。測定結果を見るとすべての測定方法において斜面と平面それぞれの加速度の特性を得ることができた。しかし, 記録タイマ・テープのみ値のばらつきが大きかった。これは, テープと記録タイマの摩擦が原因だと考えられる。また, 運動物体と接触しないため摩擦を考慮した場合の加速度の値に近いと考えられるハイスピードカメラ・簡易速度計の結果とAESでの結果比較すると斜面, 平面ともに概ね同じ値になった。このことから, AESでも複数斜面での測定が可能であるとわかる。

### 4. まとめと今後の課題

本研究では先行研究で開発したソフトウェアに対し, 複数斜面での利用を想定した応用機能を検討した。加速度の値をそのままグラフに表示した場合ばらつきが大きかったが, フィルタ処理, 閾値の設定を行うことで理論値に対するばらつきを抑えられることを確認した。また, 他の測定方法と比較した場合, 概ね同様の特性を示した。今後は, 改良したソフトウェアを用いてどのように授業で活用していくか授業計画を検討する予定である。

#### 参考文献

- [1] 宮内・山口編者, 浅井・江崎・中村・兼・荘司・宮内・宮本・牧野・山口著「板書とワークシートで見る全単元・全時間の授業のすべて」, 東洋館出版社(2009), pp.26~31
- [2] 星野・小室・浜松・鈴木・三ツ堀:「教育利用を目的とした加速度運動支援ソフトウェアの開発とその評価実験」, 電気学会論文誌 A, vol.136,NO.8,pp.517-528(2016)