

M5Stack を用いた音の強さの計測

瀬島 紀夫* 地主 弘幸** 足立 芳朗*** 筒本 和広****

Measurement of Sound Intensity Using M5Stack

Norio SESHIMA* Hiroyuki JINUSHI** Yoshiro ADACHI*** Kazuhiro TSUTSUMOTO****

ABSTRACT

As a teaching material for student experiments in physics lectures, we have prepared a homemade system measuring sound intensity using a microcomputer M5Stack with a MEMS microphone breakout board as a sound sensor. The M5Stack processed and analyzed the sound signal captured by the sound sensor, and our system measured the sound intensity and displayed the obtained data as the sound level at a rough estimate on the M5Stack screen.

キーワード：物理教育、Arduino、M5Stack、音の強さ、サウンドレベルメータ

1. はじめに

本学では、工学部・生命工学部向けの専門教育科目として「物理学実験」を開講している。著者らは以前、「物理学実験」の受講学生にコンピュータを用いた物理計測、科学実験における計測装置のハードウェア・ソフトウェアの両面を同時に学修できる教材を提供することを主目的とし、物理学の講義における演示実験でも教材として利用することを視野に入れて、Arduino互換のマイクロコンピュータM5Stackを用いた音の振動数計測システムを作製した。そして、その成果をまとめて論考として報告した¹⁾。

本研究では、その研究成果をベースとし、上記計測システムのハードウェアを用いて、音センサからM5Stackに取り込んだ音声信号の強度を計測するシステムの作製を試みた。このシステムでは、音センサから取り込んだ音声信号をM5Stackで解析・処理し、音の強さのデータとして記録するとともに、時々刻々変化する音の強さをリアルタイムでM5Stackの小型液晶画面上にグラフィカルなサウンドレベルメータ(オーディオ機器に搭載されている音の強さを点灯するLEDの個数で表示するような簡易なサウンドレベルインジケータ)として表示させることを目指した。

2. 音波の計測装置のシステム構成

図1に、音波の計測装置本体の写真画像を示す。図1に示すとおり、計測装置はArduino互換のマイクロコンピュータM5StackとMEMS (Micro Electronics Mechanical System)マイクモジュールの音センサで構成され、この2つを3本のジャンパーワイヤで接続したシンプルな構成である。



図1 音波の計測装置本体

*大学教育センター兼任教員・共同利用センター講師 **大学教育センター教授

広島県立高等学校非常勤講師 *人間文化学部メディア・映像学科教授

3. 計測プログラムについて

音センサは取り込んだ音声信号を電気信号に変換して出力する。M5Stack はこの電気信号を内蔵の ADC (Analog to Digital Converter) を介してデジタル信号として取り込む。音声信号の強度の計測用として、次の 2 本のプログラムを作成した。まず、2 本のプログラム共通の要点を述べる。音声信号の処理を行う上で設定が必要となるサンプリング振動数であるが、音センサの信号読出し時間から 10,000Hz (サンプリング時間間隔 100 マイクロ秒) でサンプリングを行うことにした^{2,3}。2 本目のプログラムの音楽等の音声信号を連続的に処理するサウンドレベルメータとして 10,000Hz は不十分なサンプリング振動数となるが、音センサの読出し時間から 10,000Hz を超える振動数でのサンプリングは困難なため、10,000Hz で統一した。1 回の計測サンプル数は 500 個で、その中で音声信号の強度の最大値を求めて音の強さの計測値とした。以下に、各プログラム作成の要点について述べる。

(1) 音の強さの計測(音源から音センサまでの距離による音声強度減衰確認用)プログラムについて

M5Stack の前面下部にあるボタン 3 つの内左端の A ボタンを押すことで計測を開始し、10 回計測するように作成した。しかし実際に計測してみると、1 回目は必ず大きな値が出力されるため、この計測値は破棄し、2 回～11 回の 10 回分を計測結果としてシリアルポートに出力するようにした。計測 1 回目で大きな値が出力される理由は、おそらくボタンを押した時に発生するノイズが M5Stack 内蔵の ADC に影響して、計測値が大きくなったものと考えられる。M5Stack は小さな筐体に様々な機能を搭載しているため僅かな刺激でも ADC に影響を与えるため注意が必要である。

(2) サウンドレベルメータ(簡易なサウンドレベルインジケータ)表示用プログラムについて

本研究ではシステムの簡素化のため、音センサから取り込んだ音声信号に関して、無音時の計測値と最大強度の音声の計測値を比較して、その差を元に 10 段階の簡易なサウンドレベル(音声強度レベル)を設定し、音声信号の強度変化がサウンドレベルメータとして M5Stack の小型液晶画面上に表示されるようにした。なお、画面上でサウンドレベルの段階を示す目盛りには「*」記号を使い、サウンドレベルの変化に合わせて「*」記号の数が 0～10 個の範囲で増減して表示されるようにした。

4. 音の強さの計測結果と考察

試作した音の強さの計測システムの動作の検証と確認のため、以下のような計測を行った。

(1) 本計測システムを作動させ、音源から音センサまでの距離と音の強さの相関を確認する。

音源として iPod (iPod touch 7Gen) のトーンジェネレータアプリ (Audio Tone Generator Lite 6.1) を使用し、1,000Hz の音を発生させた。音源から音センサまでの距離を 0.01 m、0.50 m、1.00 m、1.50 m と変化させ、音の強さを計測した。各距離で繰り返し 10 回の計測を行い、その平均値をもって最終的な計測値とした。

図 2 に、音源から音センサまでの距離と計測した音の強さの相関を示す。音センサと音源までの距離が離れるにしたがって音の強さの計測値が単調に減衰していくことが確認できた。

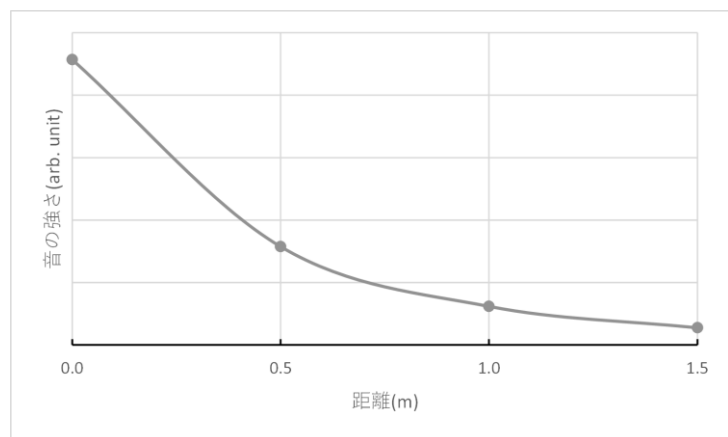


図 2 音源から音センサまでの距離と音の強さの相関

(2) 再生した音楽を本計測システムに取り込み、音声の変化をサウンドレベルメータに表示させる。

音源としては YouTube の「TANK! Virtual Session 2020 by Yoko Kanno & SEATBELTS」⁴を用い、パソコンのスピーカで再生した。再生した音楽を音声信号として本計測システムに取り込み、サウンドレベルメータ(簡易なサウンドレベルインジケータ)表示用プログラムを動作させた。図 3 に、動作中のサウンドレベルメータの写真画像を示す。レベルメータの目盛り「*」が(a)は 4 個、(b)は 6 個、(c)は 1 個というように、音楽の強弱に応じて目盛りが変動表示され、本計測システムがサウンドレベルメータ(簡易なサウンドレベルインジケータ)として動作することを目視で確認した。



(a)レベルメータ 4

(b)レベルメータ 6

(c)レベルメータ 1

図 3 取り込んだ音楽のサウンドレベルメータ表示例

この 2 つの検証実験の結果から、定性的には本計測システムが想定どおりに動作することを確認できた。今後は引き続いて、音の強さの定量的測定を行うために必要となる検証実験を行い、計測システム本体の調整および計測プログラムの修正を継続していく予定である。

5. 結言

物理学の学生実験および講義時の演示実験で利用できる教材作りを目的として、Arduino互換のマイコンコンピュータM5Stackを用いた音の強さの計測システムを試作した。この計測システムは、取り込んだ音声信号を解析・処理して音の強さのデータとして記録するとともに、時々刻々変化する音の強さをリアルタイムでM5Stackの小型液晶画面上にサウンドレベルメータとして表示させることを意図して作成したものである。これまでの実験結果から、定性的には本計測システムが想定どおりに動作することを確認できた。

今後、本計測システムについては、音の強さの計測装置としての実験データの定量的再現性の検証を行い、さらに改良を加えて、気柱共鳴等の「物理学実験」で使用できるようにブラッシュアップしていく予定である。

参考文献

- 1) 瀬島紀夫、地主弘幸、筒本和広：「M5Stackを用いた音波の振動数計測」、福山大学大学教育センター大学教育論叢第9号、pp.139-148 (2023)
- 2) 下島健彦 (2019)『みんなのM5Stack入門』リックテレコム.
- 3) M5Stackで音を測る『M5Stackで音を測る - Ambient』URL: <https://ambidata.io/samples/m5stack/sound/>
- 4) 菅野よう子/Yoko Kanno OFFICIAL CH『TANK! Virtual Session 2020 by Yoko Kanno & SEATBELTS』URL: <https://www.youtube.com/watch?v=2VsgkIE-RHg>