



中学校理科における音の性質を理解する拡張現実教材の開発と実践

青木悠樹¹⁾

1) 群馬大学 教育学部 (〒371-8510 群馬県前橋市荒牧町 4-2, y-aoki@gunma-u.ac.jp)

概要：音の性質を理解することを目的として開発した教材を、初学者である中学校 2 年生を対象とした教材へと改良を行い、授業実践を行なった。音波の伝搬、オシロスコープの描画過程を AR を用いて表現することが学習者の理解度向上に繋がることの検証を行なった。

キーワード：中学校理科、音、AR 教材

1. はじめに

文部科学省は 2020 年までに義務教育現場において一人一台のタブレットを導入し、学習文具の一環として児童・生徒が活用し学習する環境の定着を目指している。学校現場で教員がタブレットを用いて授業を行う機会は増えてきているものの、実際の授業ではデジタル教科書を表示する程度の活用法に留まっており、児童・生徒がタブレットを活用した学習機会は非常に少なくタブレットの有効活用が行われていない。

学校現場へのタブレットの導入が急がれている背景としては、第四次産業革命に伴って生じる産業の大転換が挙げられる。近い将来、これまで人間が行ってきた仕事の半数以上を IoT/BD/AI を活用した自立化ロボットが担うことになるため、子供たちの多くは現在存在しない仕事に就くことになることと予想されている。Society 5.0 を担うことができる人材育成を行うことが、義務教育現場でのタブレット導入の背景となっており、タブレットを単なる情報端末として授業に導入するのではなく、IoT/BD/AI を教育に活用し取り入れていくことが重要な課題となっている。このうち IoT に関しては、現行のタブレットに内蔵されているセンサーを活用することで、科学現象を測定することができる。

筆者はこれまで、科学教育におけるタブレットの IoT 活用として、電磁誘導[1-4]、力学教材[5]、天体観測教材[6]、音の学習教材[7, 8]を開発してきた。今回は音の学習教材に改良を加えたものを用い、初学者である中学校 2 年生を対象とした授業実践を行い、教材による学習効果の検証に関して報告する。

2. 教材仕様

本研究では、既に関した音の伝搬の様子、オシロスコープで測定された音の波形、を AR を用いて理解する補助教材に改良を行なった[8]。教材の概要は図 1 に示すようであり、スピーカー、マイク、の 2 つのマーカをタブレットのカメラが捉えることで、音の伝搬と受信の様子を AR で可視化させる教材である。

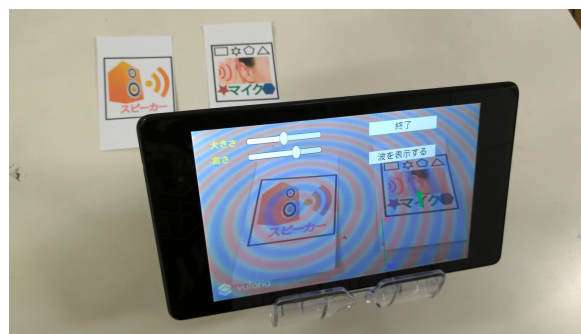


図 1: スピーカーとマイク、の 2 つの AR マーカーを用いた教材の様子

音の受信からオシロスコープの描画過程までを理解しやすくするよう、今回、以下に説明するよう 3 つのモードの切り替えを追加した(図 2)。

モード1: カメラが受信側マーカを認識すると図2上の画面が表示される。矢印位置における音波伝搬に伴う空気密度変化に応じて赤い点の位置が上下する。この観察を通して、生徒は音波に伴う空気密度の時間変化(振幅, 周期)を学習する。

モード2: ボタンを押すと、受信側ARマーカの表示は図2中のように切り替わる。矢印位置における赤い点は、横軸を時間、縦軸を空気密度の変化として移動する。赤い点は4 msまで達すると0 msに戻る仕様となって

Yuki AOKI

いる。この観察を通して、生徒は音波の時間変化に対するグラフ描画過程を学習する。

モード3: ボタンを再度押すと、受信側ARマーカの表示は図2下のように切り替わる。このモードでは、赤い点は表示されず、点の軌跡のみが表示される。0msにおける波形の位相は常にゼロとなる仕様となっている。

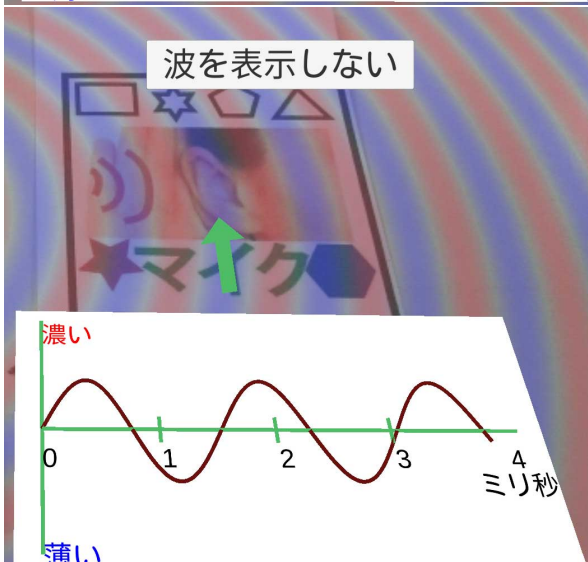
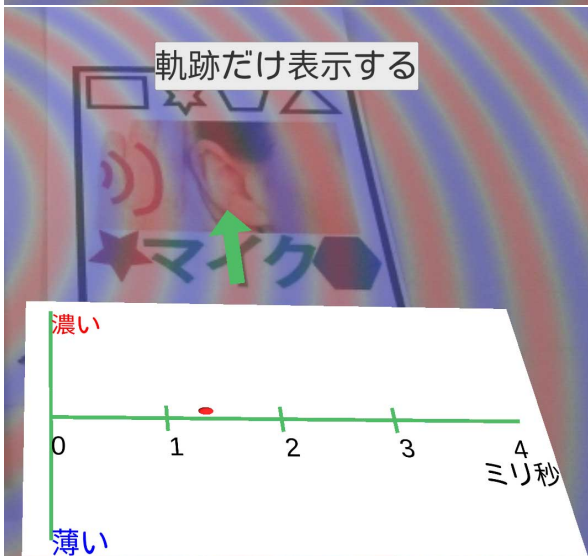
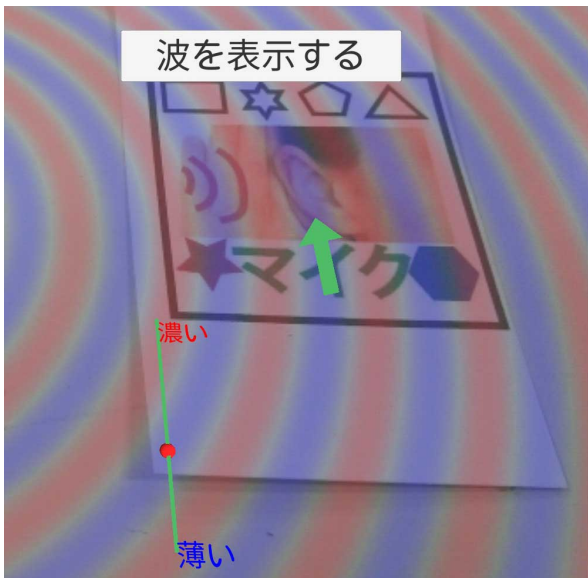


図 2: 受信側のマーカにおける3つのモードの切り替え

この観察を通して、生徒はオシロスコープ波形を学習する。ボタンを再度押すと、表示は図2上の表示に戻る。

3. 授業実践

中学校1年生 125名を対象した 50分授業を 2018年1月

問1 オシロスコープで音の波形を表示すると下の図1のようになった。以下の間に答えなさい。

- 1.オシロスコープに表示されるグラフの横軸、縦軸はそれぞれ何を意味しているか、図1の空らんには書きこみなさい
- 2.音を大きくしたとき、音を低くしたときオシロスコープに表示される音の波形はどのように変化するかを、音を大きくしたときを図1に、音を低くしたときを図2に書きこみなさい。

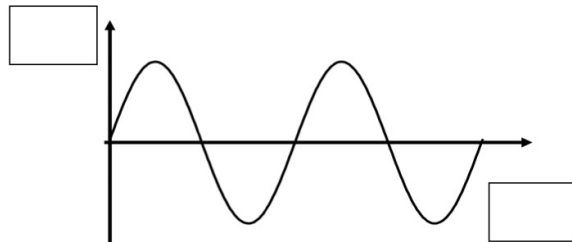


図1

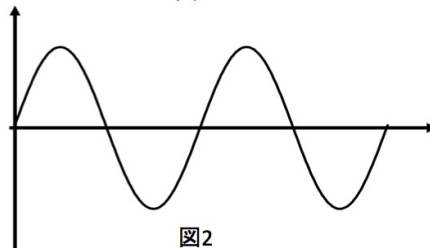


図2

問2 音は空気の振動によって伝わる。図2は音が伝わる様子で、空気の薄い部分と濃い部分を示している。以下の間に答えなさい。

1. ①の位置で音を測定する。左の図はオシロスコープに音が初めて届いた瞬間(0秒後)における音が伝わる様子である。3ミリ秒後のオシロスコープ波形を解答らんには書きこみなさい。

*3ミリ秒・・・0.003秒のこと

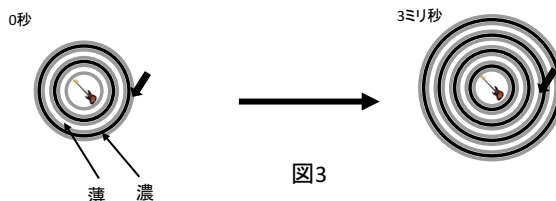


図3

- 2.次に音源の音を低くした。このとき、音の広がる様子はどのように変化するか、解答らんには示す音を低くする前の様子をもとに、空気の濃い部分がどうなるかを実線で書きこみなさい。破線は空気の濃い部分のみを表している。

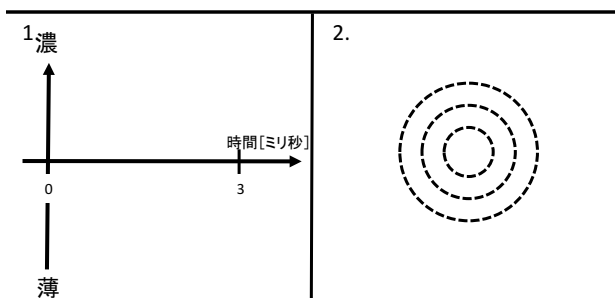


図 3: 調査問題

15 に全 4 クラスで実施した。各クラスの授業では 3-4 名を 1 グループとし、各グループに作成したタブレットのソフトがインストールされているタブレットを用いた。尚、学習者は 2017 年 12 月までに従来授業において音の性質を学習済みである。

図 3 に示す調査問題を事前、事後調査として実施し、学習前後における学習者の理解度の変容を調べた。

4. 調査結果

事前調査では音の振幅変化、周波数変化に関して、それぞれ 84%、58%が正答していたが(問 1-2)、軸の意味を問う問題の正答率は 30%と正答率が低かった(問 1-1)。また、問 2 に関しては、正答率は 1 割以下であった。

事前、事後調査の比較として $g = \frac{\text{事後}[\%] - \text{事前}[\%]}{100 - \text{事前}[\%]}$ で定義さ

れる規格化ゲインの比較を行ったところ、問 1、問 2 に関してどちらも $g=0.7$ という高いゲインが得られた。

5. まとめ

現象が目に見えないために学習者が理解しづらい空気中における音波の伝搬、また受信におけるオシロスコープ波形の形成過程を可視化させた AR 教材を開発し、学習済みである中学校 1 年生を対象とした授業実践を行った。その結果、AR 表現を行うことで、音の高低の変化に伴う密度波の波長変化、またオシロスコープ波形の理解、を向上させる上で有効であることが分かった。

参考文献

- [1] 青木悠樹：タブレットに内蔵されるセンサーを利用した電磁誘導を学習する教材開発と実践，応用物理教育，Vol. 41, No. 2, pp. 63-68, 2017.
- [2] 青木悠樹，栗原淳一，二宮一浩，木村貴洋：タブレット・オシロスコープを用いた中学校電磁誘導教材の開発と実践，物理教育，Vol. 64, No. 3, pp. 179-184, 2016.
- [3] 青木悠樹：非接触 IC カードの給電・情報通信原理を学ぶ教材，教材学研究，Vol. 27, pp. 61-68, 2016.
- [4] 青木悠樹，栗原淳一：「中学校理科電磁誘導における交流の理解を図る教材及び学習プログラムの開発」，物理教育，Vol. 64, No. 1, pp. 3-8, 2016.
- [5] 青木悠樹，井上湧登，岡田直之：タブレットを用いた生徒実験用力学教材の開発と実践，物理教育，Vol. 66, No. 2, pp. 93-98, 2018.
- [6] S. Ujihara and Y. Aoki, “The Development of a VR Teaching Aid for Use by Middle School Students Studying the Diurnal Motion of Stars”, International Conference on Technology and Social Science 2018.
- [7] 青木悠樹，山中薫：タブレットを用いた簡便な位相検波教材の開発と実践，教育システム情報学会誌，Vol. 35, No. 3, pp. 293-296, 2018.
- [8] 青木悠樹，井町翔：音波を可視化させたタブレットによる拡張現実教材の開発，教育システム情報学会誌，Vol. 35, No. 3, pp. 297-300, 2018.