

ドップラー効果で何を教えるか

鎌倉学園中学校・高等学校

市江 寛

(横浜物理サークル)

○発表の要旨：音源と観測者が動くときでは振動数が変化する原理が異なる。音源が動くときは、音速 V が一定のもとで音源の前後で波長が変化し、その結果観測者が聞く音波の振動数に変化が生じる。一方、観測者が動くときは、観測者にとっての音速が変化し、音源が動かなければ音波の波長は変化しない。つまり波長 λ が一定のもとで、観測者にとっての見かけの音速が変化し、その結果観測者が聞く音波の振動数が変化する。

音源、観測者の運動がちがっても物理法則($v = f \lambda$)は崩れないという視点に立って、生徒に伝えるべき大切な事柄とは何か、皆さんと一緒に考えてみたい。

○検討してほしいこと：ドップラー効果を $v = f \lambda$ の関係式を基軸にして、明示的に変化する量と変化しない量に分けて注目させ、実際に音波がどのように振る舞っているのかを生徒がイメージできるようになるには、かなり高度な思考が要求される。そのためには音源と観測者の動きだけでなく、それ以上に音波そのものの動きについて、次の事柄をしっかりと生徒に意識させる必要があると考える。「波面は音源や観測者の運動に関係なく、それが生じた位置を中心に同心円状に広がっていく。※」こうした視点にたったドップラー効果の教授法について、その妥当性、効果、配慮すべき点を検討していただきたい。

対象の生徒 高校2年理科コース物理選択者 2クラス C組43名 D組25名

週3時間

1時間目 No.1 導入 救急車のサイレン(動画) 問1

2時間目 No.1-2 波の基本式復習

3時間目 No.3 動画9 動画11(見せるだけ)

波源から出た波の波面は、それらができた瞬間のそれぞれの位置を中心に等方的に広がっていく。

※これは波源や観測者が動いても成り立つ。

4時間目 No.4 音源が動くときのドップラー効果

5時間目 No.5 公式の導出

6時間目 No.6 動画13と動画11の比較 No.7 観測者が動くときのドップラー効果

7時間目 No.8-9 問2-4 問5 宿題

8時間目 No.11 No.12 問2-4 清書宿題

9時間目 No.15-17

10時間目 音速をこえる鞭(動画14) No.18-19

科教協 2026 市江ドッブラー分科会資料

<https://drive.google.com/drive/folders/1N2hhajOW8xmcM6S6eHorJAVd9VNrSWQm?usp=sharing>

コロナ時のオンライン授業用につくった授業プリント 19 ページ

スマホ・PC で読み込んでください。→

かつて JST によって作成、公開されていた理科ネットワークの
動画やシミュレーションを多数利用（残念ながら現在は閉鎖）

【おまけ】理科ネットワークのシミュレーションを Gemini と一緒に
復活&カスタマイズしてみました。

※各シミュレーション(3つ)の `doppler.html` をそれブラウザで開くと動作します。HTML ファイル
そのものが表示される場合は、ローカルに保存してからブラウザで開いてみてください。

No. 6 動画 13 と動画 11 の比較（生徒の記述）



変わらない点
音源と観測者の距離が近くなると音の間隔が小さくなっている
観測者と音源が離れたとき音の間隔が変わった
近づいたときの音の高さが一定である
相違点
動画11では、 $V = f \lambda$ という式で λ が変化して f が変化し音が変化した。
動画13では、 $V = f \lambda$ の V が実数 f に大きくなったことは、 f が変化し音が変化した。
動画11では f の数値が変わらなかったが、動画13では観測者が近づくことで f が変わった。
音波が出る位置がバラバラ。

変わらない点、いくつかもよいです。）
相違点
音の波長が変化 観音の波長は変化した
音源が振動の
間隔が変わるため 観測者が波を
振動数が変わる 受け取る速さが
変わったため
振動数が変わる
変わらない点
どちらも近づくとき観測される
音の振動数は高くなる
どちらも遠ざかると観測される
音の振動数は低くなる。

相違点... 波源が動く場合は入が矢量になりより速いランボ
で音が鳴っていた。人が動く場合は一定間隔で音が鳴った。
共通点... どちらの動画も音の高さに違いが感じられる
かった。

相違点

・音源が動く場合は音が高く聞こえたり低く聞こえたりするが観測者が動く場合は変わらない

変わらない点

・もし観測者も音源の移動速度が一緒なら逆かいこく どの音の聞こえる間隔は同じだ。→ 音高

動画11では、救急車が動かし、観測者が止まってる状態で、波長が短くなる(救急車が近づく)とき、振動数が大きくなる。→ 音高

動画13では、救急車が止まってる、観測者が動かし、波長が短くなる(観測車が近づく)とき、振動数が大きくなるが、遠ざかるとき波長が長くなり、振動数が小さくなる。→ 音低

音速 V は変わらない

動画11では音源が移動しているため、観測者を過ぎる前後で波長の大きさが変化しているが、動画13では観測者のみが移動するため、波長の大きさは変化しない。一方でどちらの動画も、観測者に音が聞こえる間隔は音源と観測者の位置が逆転する前後においてはそれぞれ同じである。

①音が動く場合... 近づく時の音の間隔が一定で、遠ざかる時の間隔も一定。
音波は左右に広がる

②観測者が動く場合... 近づく時の音の間隔が一定で、遠ざかる時の間隔も一定。
音波が右向きになっている

2つの距離が近づくと、音の聞こえる間隔が短くなり、遠ざかると長くなる。

音源が動く場合と、入が変化しているから音が変化する。これは観測者が動く場合と音源は変わらないと抱えている。これは入が違っていないから見える。

観測者が動く場合と音の聞こえる間隔は一定の速さで、なかなか説明は難しいかもしれませんが、下図をひと目見ただけでもちがいに気づくはずです。