

保有する聴覚を活用したドップラー効果の実験

岩崎 泉

愛知県立名古屋聾学校

【要約】生徒が保有する聴覚を最大限に活用するために、裸耳聴力、補聴器装用閾値や周波数弁別能の調査を行い、この結果を基にドップラー効果実験用FM補聴システムを開発した。そして、生徒の聞きやすい音で、ドップラー効果の実験を行った。また、聴覚活用が難しい生徒用にドップラー効果がイメージできる教材を開発した。その結果、音の「高さの変化」と「大きさの変化」の違いについて理解を深めるとともに、ドップラー効果を理解することができた。

【キーワード】ドップラー効果 聴覚障害 FM補聴システム 聴覚活用

1 はじめに

聾学校の理科は中学校や高等学校の理科に準じて行っている。しかし、音に関する学習については今まで代替教材を用いてきた。生徒の聞こえの状態は、補聴器の改良や人工内耳の普及などにより変化してきている。そこで、この研究では、聴覚障害のある生徒の保有する聴覚を活用し、ドップラー効果を体験的に理解できるようにすることを目指した。

2 教材・教具の制作方法

(1) ドップラー効果実験用補聴システム

教師の声を生徒の補聴器へFM電波で伝えるFM補聴システムという機器を利用して、独自のシステムを作った。

FM補聴システムは、マイク付の送信機と補聴器へ音を伝える受信機からできている。図1のように送信機のマイクでとらえた声を受信機にFM電波で送り、受信機から補聴器に送られる。

図1



このシステムは人の声をなるべく鮮明に補聴器に届けることが目的で、マイクの集音距離は狭く短いので、離れた音をとらえることができない。ドップラー効果実験用に改良したものは、このシステムの送信機の部分に図2

のようにアンプと指向性マイクをつなげた。指向性マイクを使うことで、離れた音をとらえることができる。また、マイクと送信機の間にはアンプを入れることで、音量を大きくすることができる。これらの工夫によって、遠くの音でも補聴器に届けることができるようになり、ドップラー効果の実験を行うことが可能になった。



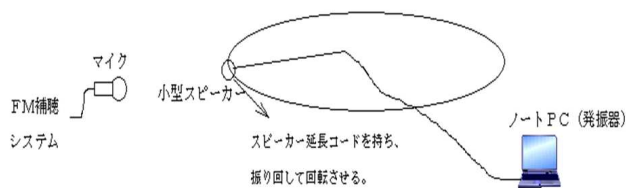
(2) ドップラー効果のモデル教材

生徒の中には、聴覚活用が難しい生徒もいる。その生徒にドップラー効果が理解できるようなモデル教材を考えた。自動かき混ぜ機スターラーを使って音の広がりを視覚でとらえる教材である。バットに足をつけてスターラーをバットの下に入れる。バットに牛乳を入れ、スターラーバーを入れる。

2 学習指導方法

ドップラー効果用にしたシステムを利用した2つの実験と聴覚活用が難しい生徒用に開発した教材の利用方法について次のような実践を行った。

(1) スピーカーを振り回す実験



小型のスピーカーと発振器をつなぎ、生徒が聞きやすい周波数の正弦波の音を出しながら回転させる。手元からスピーカーまでを1.6 mに調節し、1秒で1周するように回転させる。するとスピーカーの速さは約 10m/s になる。10m/s のとき、近づくときの音と離れるときの音の周波数の差は下のドップラー効果による周波数の変化を求める式を利用すると約 6 パーセントになる。



$$f' = f \times \frac{V - \nu}{V - \nu_s}$$

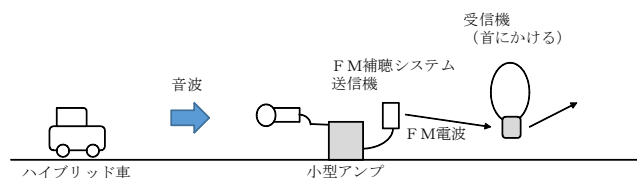
V : 音速

ν : 音源から遠ざかる観測者の速さ

ν_s : 観測者に近づく音源の速さ

つまり、今回実験を行う生徒たちが聞き分けることができる音の変化になる。回転している小型スピーカーにドップラー効果用にしたシステムのマイクを向けると、ドップラー効果による音の変化を補聴器でとらえることができる。

(2) ハイブリッドカーを利用した実験



二つめの実験は屋外でハイブリッドカーを使用した。車から正弦波や救急車のサイレンの音を出して走行した。

スピードは、タイヤによる騒音や安全性を考えて 36Km/h (10m/s) ぐらいにする。観測点ではモーターのみで走行する。この実験でも、車が近づくときと離れるとき

の音の変化は約 6 % になり生徒が聞き分けることができる。音を出している車にドップラー効果用にしたシステムのマイクを向けると、ドップラー効果による音の変化を補聴器でとらえることができる。



(3) モデル実験

バットに牛乳とスターラーバーを入れて、スターラーを作動させるとスターラーバーが回転して同心円に近い波が発生する。スターラーバーを音源に例えたとき、波は音の広がりを表す。スターラーを移動させることでドップラー効果のイメージを視覚でとらえることができる。



スターラーバーを音源に例えたとき、波は音の広がりを表す。スターラーを移動させることでドップラー効果のイメージを視覚でとらえることができる。

3 実践効果など

この授業を行う前に生徒に音の高さの変化と大きさの変化について経験をしてもらい、それを聞き分ける練習をし、その後、ドップラー効果の実験を行った。

車を使った実験のとき、多くの生徒が、「あっ」といって表情を変えた。音の「大きさの変化」だけでなく「高さの変化」を意識することで感じる事ができたのである。音の高さの変化を感じて、手のひらを上下させる生徒もいた。

この実験には中学部の 12 歳の生徒から専攻科の 20 歳の生徒まで幅広く参加してもらった。全体的に年齢の高い生徒の方が、音の高さの変化を感じることができた。これは、音に関わる生活経験の差が影響しているのではないかと考えている。今後、研究を続け「音に関わる生活経験の量と聞こえの関係」について明らかにしていきたい。

本研究は、JSPS 科研費 25909006 の助成を受けたものです。