

特定波長の抽出

長野県伊那北高校二年理数科
研究員 東隆明 竹内一平 野中勇介 村山大地
指導教諭 三澤信也

研究動機

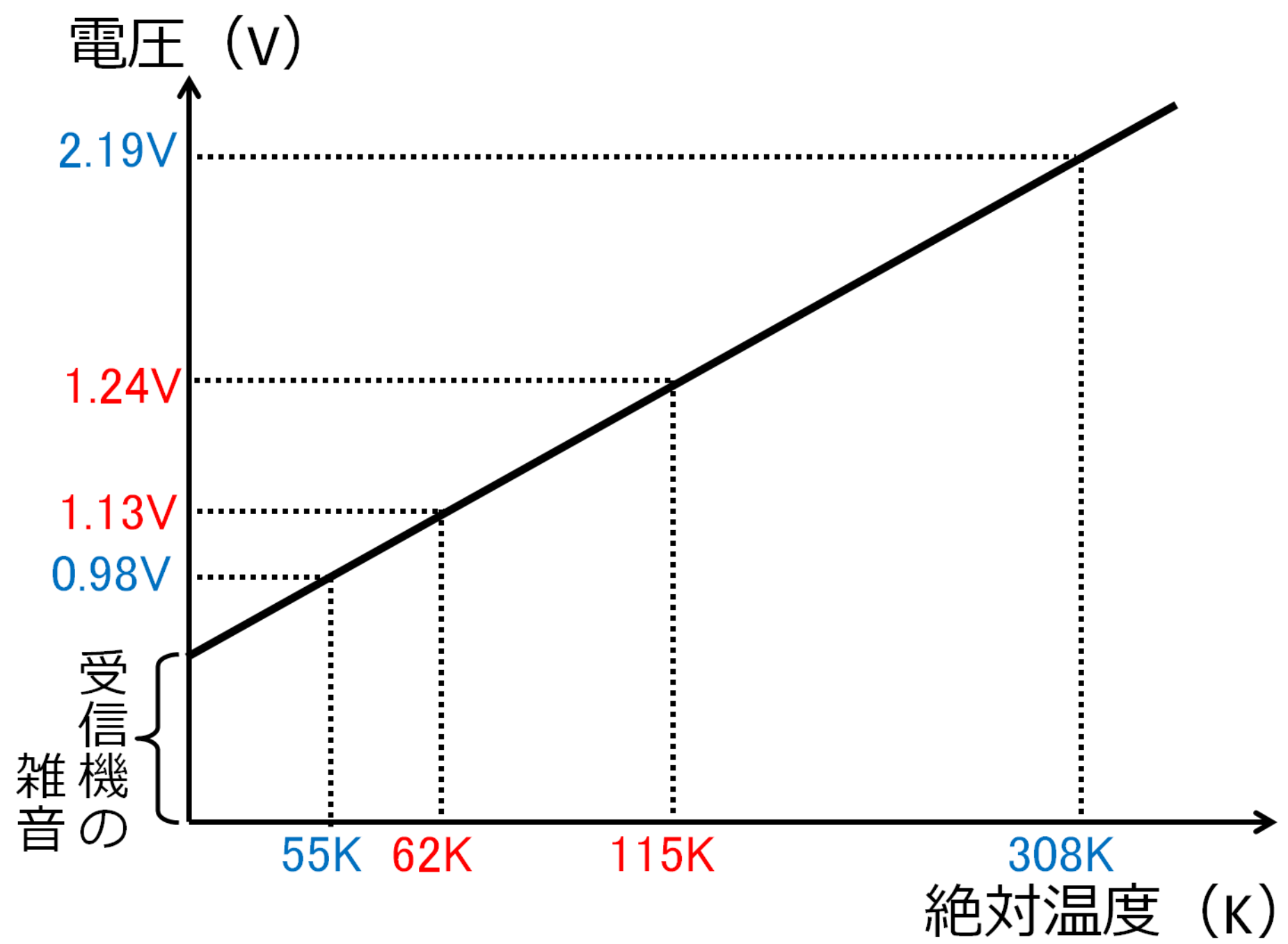
私たちは先生から電波天文学という分野があることを聞き興味を持った。そしてJAXAに訪問する機会があり、そこで電波の観測についてなど学んだ。そこで、電波を観測する際には、特定の周波数の電波を抽出する必要があることを聞いた。私たちはこのことに興味を持った。しかし、電波を用いた実験は高校内のできるものが少ない。そこで私たちは電波と波の性質という点で似ている音波について研究することにした。

研究目的

音波を解析することなく、複数の周波数の音波の中から特定の音波を観測することはできるのか、調べる。

JAXAでの実験

JAXAでは、太陽の表面温度を求める実験をした。電波に対する基礎知識を学んだ後に、自分たちで観測するためのパラボラアンテナを作った。外に出て実際に専門の機械を使って、自分たちで計測をした。その結果をまとめたのが下のグラフである。



ここでは、大気からの電波や、太陽からの電波など、6つの電波を観測した。その値を元に、計算式に先ほど計測した値を代入して計算すると、5530Kという結果になった。実際の太陽の表面温度は、6000Kなので、期待された値とは、誤差が出てしまった。誤差の原因として次の三つが考えられる。

- 液体窒素で冷やしたときに、十分に冷やしきれていなかったこと。
- 周囲にある建物から電波が漏れて、それも一緒に観測してしまったこと。
- 周りの建物から反射される電波も一緒に計測してしまったこと。

この実験で学んだことを今後の実験に生かしていきたい。

学校での単一音波での干渉実験

目的

この実験の目的は音波をボウルで反射させボウルとオシロスコープの距離を測り、最も音が干渉し強めあう位置を見つけることである。

この実験の理想値は

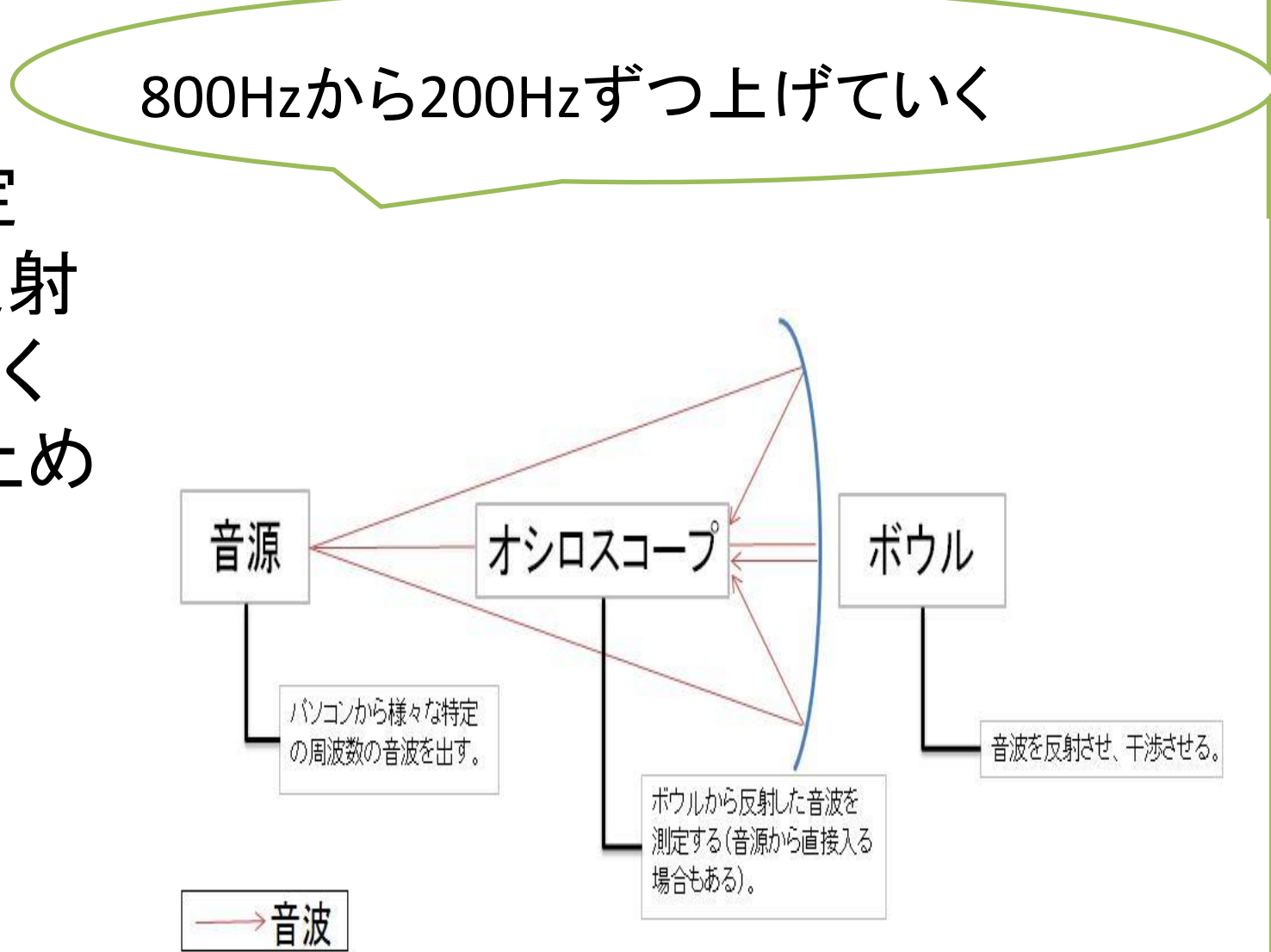
V ; 空気中での音速(m/s) λ ; 波長 (m) f ; 周波数(Hz)

$$V=f\lambda$$

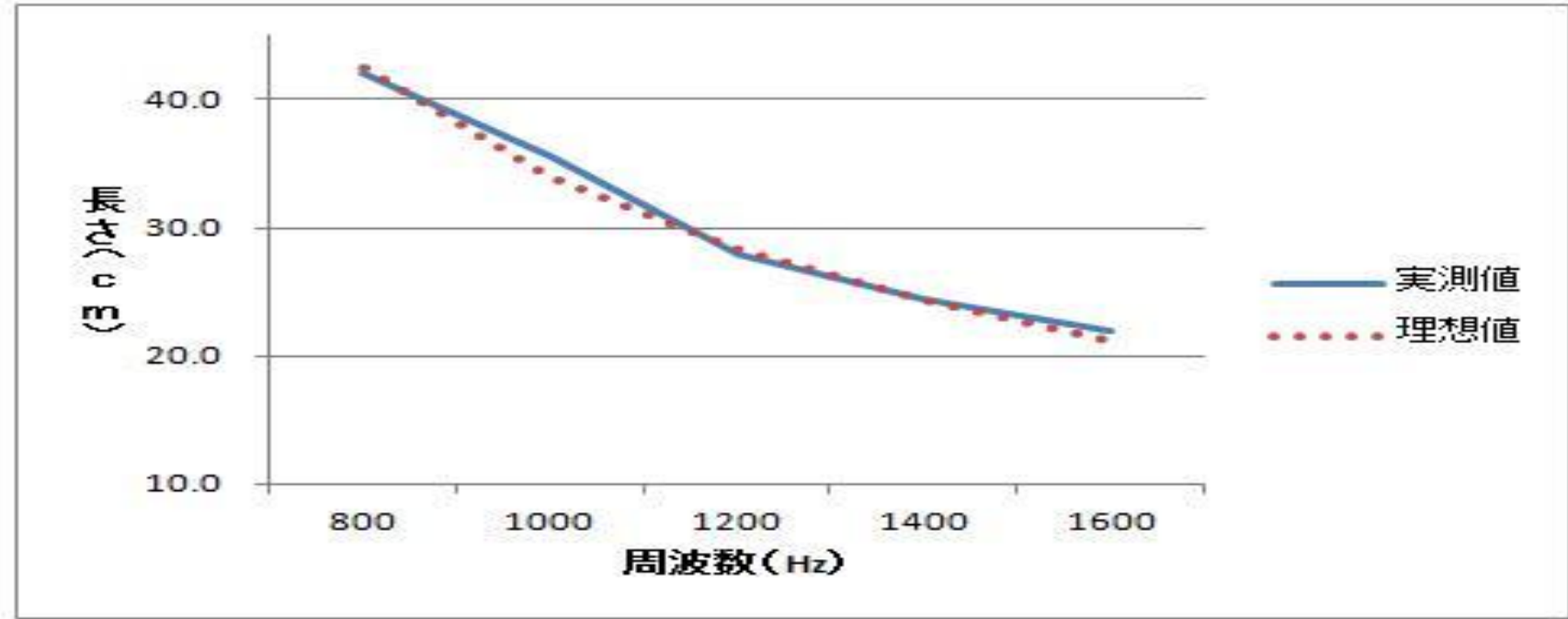
この式で求められる波長から、反射して受信する音波と直接受信する音波の波長の山と谷が合わさる位置がもっとも音が強くなる位置なのでこの式の波長を1/2とすると求められる距離を理想値とする。

実験方法

音源、オシロスコープを一直線上に固定
マイクの裏側にボウルを固定し、音を反射
音源から800Hzから200Hzずつ上げていく
始めに音が大きくなる位置でボウルを止め
その距離を記録する。



結果



考察

計算式で求められる理想値とかなり値が近づきかなり精度のいい実験を行えた。周波数の比較的高い音波を使用することで、音の振幅の変化が分かりやすくなる見ることができた。周波数の大きい音波を使用したことで変化が見やすくなった理由としては、周波数の小さい音波と比べて、ボウルを動かしたとき干渉する位置が少しの動きで確認できるためだと思われる。

干渉による特定電波の抽出の実験

目的

二つの互いに異なる周波数の音波を同時に照射し一方の音波を強める、また弱めることで一方の音波の波形を観測すること。

方法

音源(パソコン)・オシロスコープ・ステンレス製のボウル・ものさし
音源、マイク、ボウルを一直線上に固定する。
二種類の周波数の異なる音波を同時に照射する。
すでに得られた各周波数において一方が弱めあう距離にボウルを移動。
オシロスコープを用いて音波を観測する。

仮説

周波数が異なれば同じ距離で同時に干渉することはない。よって一方の音波のみが弱められ、観測される波形はもう一方の物がはっきりと確認される。

実験結果

○は片方の音波が打ち消され、1000Hz, 1400Hz
1600Hzの波形の実が観測されたことを示す。
×は一方の波がはっきりと打ち消されなかったことを示す。

周波数(Hz)	800	1000	1200	1400	1600
1000	×	○	×	○	×
1400	×	×	×	○	×
1600	×	×	×	×	○

実際に片方の波形がはっきりと観測できたのは1000Hzと1400Hzを組み合わせただけだった。その他のものについては一方の波形に近づいたものははっきりと打ち消されることはなかった。

考察

一方の波形が観測できなかった理由として、実験では音源、マイク、ボウルの順で設置したため、音源からの音波をいったんマイクが集音し、その振幅が反射波の振幅を上回っていたためと考えられる。実際に、一方の音波が打ち消される点においては観測される音波の振幅が小さくなっていたため、干渉による打消し自体は存在していたものと推測される。

まとめ

電波も音波も同じ波の性質を持つことに着目して実験を行い、学校では音波を使い干渉の実験をした。電波は音波と違い波長が長いので実際には今回のような短い距離ではなく、反射させる位置をもっと離す必要がある。干渉させること自体は成功したが、電波を観測するには電波を解析する必要がある、私たちのもつパソコンと技術だけでは厳しいものがあると思われる。今回のこの実験から観測したい天体の距離からその天体から発生する電波をもっとも強めあう位置に受信機を置くことができれば詳しく解析できるが、地上では距離を変えることは難しいので、宇宙空間の衛星ならば距離を調整することができるのではないだろうか。

参考文献

電波天文学入門 国立天文台野辺山
<http://www.nro.nao.ac.jp/entry/>