

パラボラによる集音

岩手県立一関第一高等学校理数科 3 年
小野寺響 魚住泰斗 小野寺咲英 佐藤茜

ONODERA Hibiki, UOZUMI Taito, ONODERA Sae and SATOU Akane

要約

私たちは、音発電に興味を持ち、放物面を用いた集音をセンサーに応用できないかと考えた。放物面を自作して音源の位置と集音量の関係を調べ、結果として、音源が焦点から離れるにつれて、生じる電圧が減少する傾向にあることが分かった。

〈キーワード〉 集音 放物面 センサー

ABSTRACT

We are interested in sound power generation, and think that we can apply to a sensor sound collection with a paraboloid. We made the paraboloids by ourselves, and investigated the relationship between positions of the sound source and the volume of sound at the focus. Consequently, it was clarified that the magnitude of voltage tends to decline as we separate the sound source from the focus.

Keywords: sound collection, paraboloid, sensor

1 はじめに

現在、日本では再生可能エネルギーによる発電量が少しずつ増加している。私たちは、発電について調べる中で、日常さまざまところで生じる音を用いた音発電に興味を持った。音発電で発電量を増加させるためには、「音を電気信号に変換する効率を上げること」、または「集音量を増やすこと」が考えられる。前者はマイクの性能に依存しており、市販の高性能のマイクを用いることで発電量を増加させることができる。そこで、私たちは、後者の集音量を増やすことを目的に、パラボラアンテナの仕組みに注目した。パラボラアンテナの形状は放物面で、電波が入射すると焦点に電波が集まるようになっており、これを用いることで発電の効率化を図ることができる。

また、音源の位置に応じて放物面の焦点での集音量を調べることで、音源の方向を調べる音センサーに用いることができる可能性がある。

本研究の目的は、アンテナの形状や音源の位置に応じた集音量の変化を調べることである。

2 放物面の作成

放物面で集音量を増やすことができるのか確認するために、放物面を作成する。はじめに、市販の工作用紙を 8 つのパーツに切り放物面(外側の端の直径 190mm ,高さ 40mm,頂点から焦点までの距離 56mm, Fig. 1)を作成した。さらに市販の放物面(Fig. 2)を用いて、作成した放物面がどの程度集音できるのか比較する。

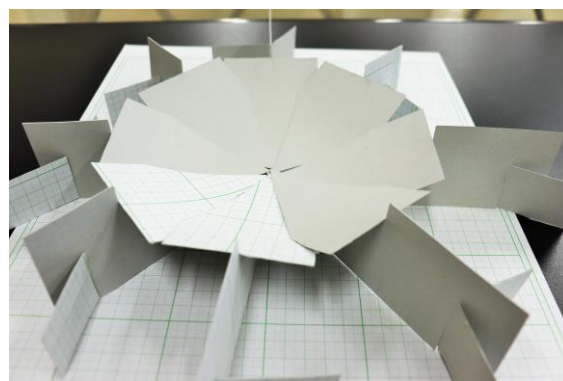


Fig.1 Self-made paraboloid

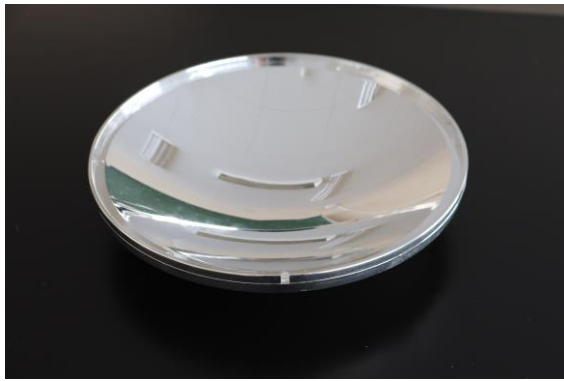


Fig.2 Commercially available paraboloid

<実験方法>

放物面を固定し、その頂点から 400mm の位置に音源を固定する。その後、1000Hz の音を発生させ、軸上に 5mm ごとに設けた地点でコンデンサマイクに生じる電圧を測定する (Fig. 3)。

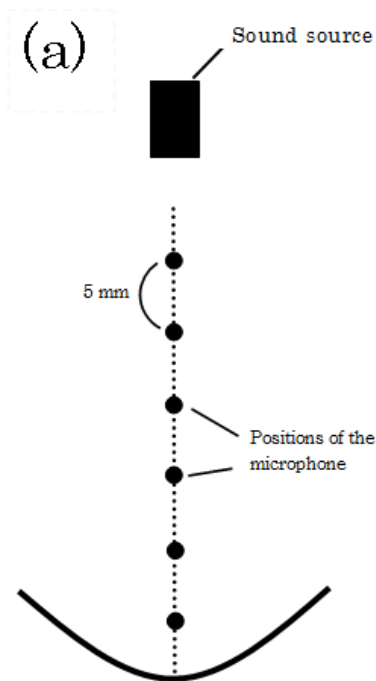


Fig.3 Position of sound source

結果を Fig. 4 に示す。市販の放物面の場合事前に予測した焦点の位置である 75mm 付近では、電圧の有意な増加が確認されたが、自作の放物面では焦点付近での電圧の有意な増加が確認できなかった。その理由として、自作の放物面は 8 つのパーツを用いて作成したため、実際の放物面に近い形状にならなかったからだと考えられる。

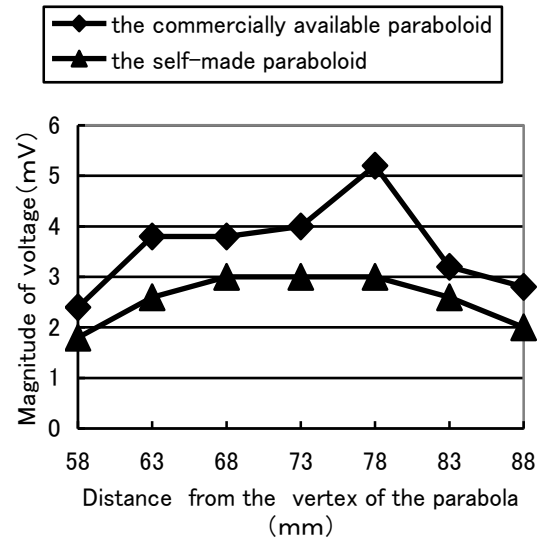


Fig.4 magnitude of voltage according to the distance

3 精度の高い放物面の作成

次に精度の高い放物面を製作した。厚紙で放物線状に切り抜いた 36 個のパーツを放射状に固定し、その上からアルミテープを貼り近似した放物面を作成した (外側の端の直径 330mm, 高さ 100mm, 頂点から焦点までの距離 54mm)。

そして 2 節と同様の実験を行った。結果を Fig.5 に示す。

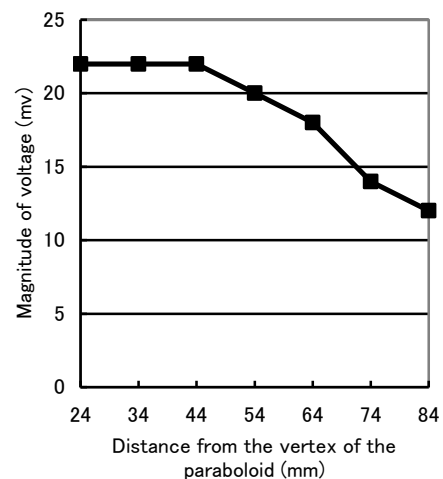


Fig.5 Magnitude of voltage according to the distance (the higher-performance paraboloid)

焦点では 20mV を測定したのに対し、24mm, 34mm, 44mm の点では 20mV を越えていた。焦点付近でピークが生じなかった要因として、作成した放物面の傾きと実際の傾きとの間でずれが生じたことが考えられる。しかし、頂点から焦点の間で電圧が大きくなっていったことから、集音効果のある放物面を作成できたと考えられる。そこで 4 節ではこの放物面を用いて実験を行う。

4 音源の位置と電圧, 音圧の関係

音源の位置と集音量の関係性を調べるためにマイク, 音圧計を焦点位置に固定し, 音源の位置を変化させて生じる電圧と音圧の大きさを測定する。

<実験方法>

音源の位置は軸上で焦点から 10cm の位置の点を基準として, 5cm 間隔で鉛直方向に A, B, C, D, 水平方向に 1, 2, 3, 4, の座標をふった (Fig. 6)。

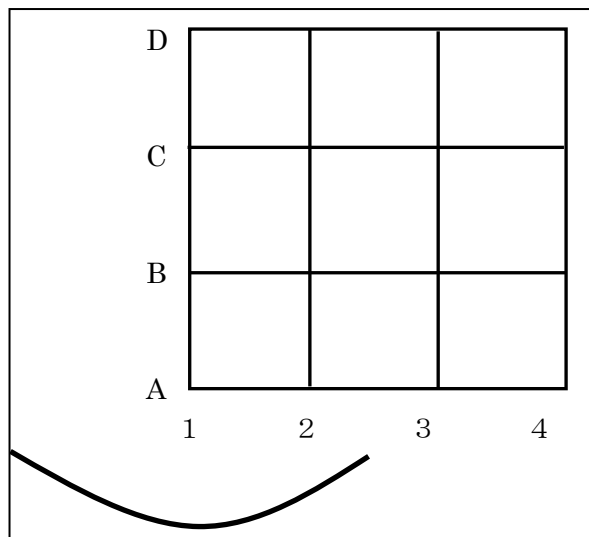


Fig.6 Pattern diagram of the experiment

マイク, 音圧計を放物面の焦点の位置に固定し, 焦点を含んだ鉛直平面内で音源を移動させ測定を行った。結果を Table1 と Table2 に示す。

Table1 Magnitude of voltage depending on positions of the sound source (mV)

	1	2	3	4
A	36.0	36.0	28.0	22.0
B	30.0	32.0	28.0	20.0
C	28.0	32.0	22.0	16.0
D	22.0	28.0	18.0	16.0

Table2 Magnitude of sound pressure depending on positions of the sound source (dB)

	1	2	3	4
A	74.5	76.5	76.5	74.0
B	75.0	77.0	76.5	74.5
C	74.0	73.0	74.2	73.0
D	72.2	73.5	72.0	70.0

基本的に, 鉛直方向, 水平方向ともに焦点から離れるにつれて, 電圧の減少傾向が見られた。一方で音圧には顕著な減少傾向が見られなかった。音圧の測定は, 雑音の影響により正確に行えなかったと考えられる。センサーへの応用のためには, 集音量に対応した音源位置の分布や, 放物面の形状と集音量との関係をより正確に調べる必要がある。

5 まとめ

厚紙とアルミテープを用いて実際に放物面を自作して, 音源の位置と焦点で生じる電圧, 音圧レベルとの関係を調べた。自作の放物面を用いた場合にも焦点付近に音が集まることを確認できた。また, 音源の焦点からの距離に応じて電圧が増減することが分かった。

謝辞

本研究を進めるにあたり, ご指導いただいた柿木康児先生には厚く御礼を申し上げます。本当にありがとうございました。