

音力発電

～発電効率を高めるためのパラボラ反射板の工夫～

宮城県仙台第三高等学校

化石燃料の枯渇問題や地球温暖化の進行に伴い注目され初めているのが、太陽光発電、風力発電、水力発電などの再生可能エネルギーによる発電である。音も再生可能エネルギーでありそのエネルギーを利用し発電するのが音力発電だ。その音力発電の大きな課題としてあげられるのが発電効率の低さである。本研究はその発電効率の上昇を目的としている。また本研究では実用化する際、工事現場や道路沿いなどの身近な場所で用いることを目標とした。先行研究からパラボラ反射板を用いることで音のエネルギーを効率的に集めることができることが分かっている。そこで私達はパラボラ反射板の素材を固くすることで発電効率が上昇するという仮説を立て実験を行った。結果は仮説通りに硬い素材を用いると発電効率が上昇した。

1 背景

現在、日本の発電は火力発電や原子力発電といった枯渇エネルギーによる発電に依存している。しかし、枯渇エネルギーとして使われている石油、石炭、ウランなどには限りがある。そこで注目されているのが、太陽光発電、風力発電、水力発電などの再生可能エネルギーによる発電である。その発電の中でまだあまり注目されていない音力発電というものがある。音はエネルギーを持っている。例えば、水に音を当てることで波を作ることができたり、ガラスを割ることができる。その音の持つエネルギーを使って発電する方法が音力発電である。

音力発電の課題としてあげられるのが発電効率の低さである。そのため音力発電は実用化が難しいという現状がある。本研究では音力発電の発電効率の上昇を目的としている。先行研究から、パラボラ反射板を用いることで効率的に音のエネルギーを集めることができ電圧が上昇することが分かっている。本研究では、パラボラ反射板の素材に着目し、より硬い素材にした場合発電効率がより上昇するのではないかとという仮説を立てた。

2 材料と方法

初めに実験で使う圧電素子とパラボラ反射板について説明する。

・圧電素子(図1左)

加えられた力を電圧に変換する、圧電効果を利用した装置。

・パラボラ反射板(図1右)

音や光を一点に集める事ができる装置。

圧電素子はあまり馴染みのない装置だが身近な道具にも使われている。例としては電子ライターがある。電子ライターは図2のような構造をしていてボタンを押すことで圧電素子が変形し、電気を生み出しその電気でガスに着火している。

図1



図2



図3

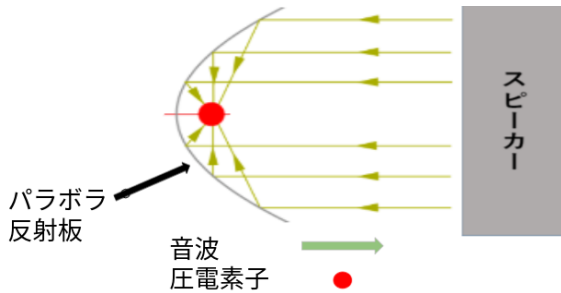


図3のように、スピーカー、パラボラ反射板、圧電素子を配置し、圧電素子にオシロスコープを取り付け、で電圧を測定した。違う素材のパラボラ反射板を用意し、それぞれの電圧を測定した。

図4



図4は実際の写真である。この写真では見やすいように圧電素子をパラボラ反射板の外に設置しているが実際に実験を行う際はパラボラ反射板の中の焦点に設置して行った。

図5

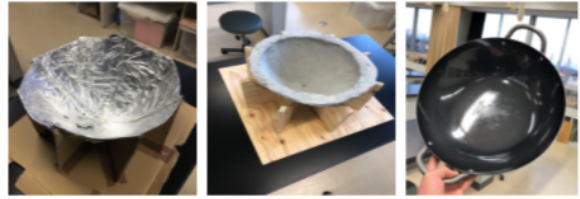


図5は実際のパラボラ反射板である。左から段ボールの外側にアルミ箔を貼ったパラボラ反射板、モルタル製のパラボラ反射板、中華鍋(鉄製)である。中華鍋は、形状がパラボラ反射板の形に類似していることから今回の実験で使用した。ここにそれぞれのパラボラ反射板の関数を示す。なお、中華鍋には二つの関数が存在している。

アルミ・ダンボール製: $y=x^2/16$

モルタル製: $y=x^2/16$

中華鍋(鉄製):外周 $y=x^2/20-2.25$

中心部 $y=x^2/90$

この3種類のパラボラ反射板を用いて実験を行い、電圧量を比べることで、パラボラ反射板の硬さを変えることで電圧量がどのように変化するかを調べた。

3 結果

図6

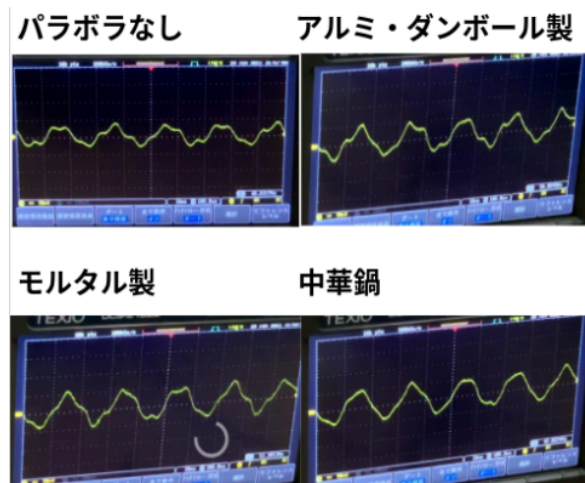


図6はオシロスコープに表示された実際の波形である。左上からパラボラなし、アルミ製のパラボラ反射板、中華鍋、モルタル製のパラボラ反射板である。写真からも僅かだがそれぞれの波形に変化があることが読み取れる。

図7

	パラボラなし	アルミ・ダンボール製	モルタル製	中華鍋
1回目	35mV	53mV	55mV	54mV
2回目	45mV	52mV	53mV	60mV
3回目	40mV	48mV	50mV	50mV
4回目	34mV	50mV	63mV	52mV
5回目	48mV	54mV	54mV	68mV
平均値	40.4mV	51.4mV	55.0mV	56.8mV

図7はそれぞれの波形の最大値を数値化した表である。パラボラ反射板なしとそれぞれのパラボラ反射板を用いた場合での実験を5回ずつ行った。それぞれの平均値を比べると、パラボラ反射板を用いた方が電圧が高いことがわかる。さらに、アルミ→モルタル→鉄、とパラボラ反射板の素材が固くなるにつれて電圧が上昇した。

4 考察

実験からより固いパラボラ反射板を用いると電圧が上昇することが分かった。しかし、パラボラによる電圧の上昇率が小さいことからどうしたら電圧の上昇率を上げることができるかを考えた。

私たちはパラボラ反射板に反射した音が圧電素子に集まる時に逆方向の音どうし(図8の同じ色の矢印同士)が打ち消しあっているのではないかと考えた。

図8

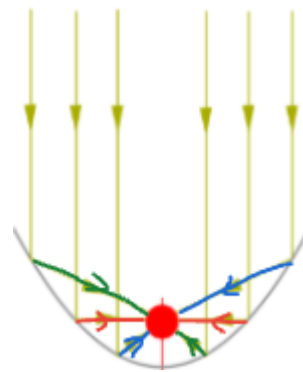
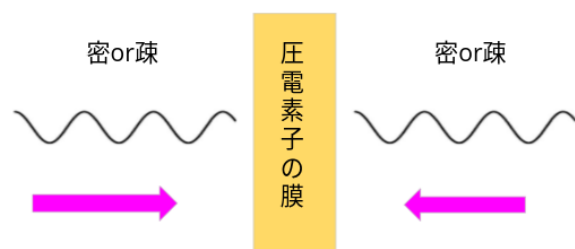


図9



通常、同位相の音は同じ位置に集まると強め合う。しかし、図9のように圧電素子のような膜を挟んでいるときは、同じ力で正面からぶつかり合い、この時同位相の音どうしが密と密、疎と疎という同じ力で拮抗することになるので打ち消し合ってしまう。この音の打ち消し合いにより音のもつエネルギーが減少し圧電素子があまり変形しなくなり電圧量が低くなっていると考えられる。

5 展望

図10

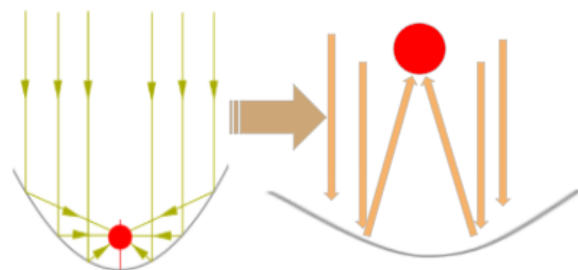


図10のようにパラボラ反射板をより平らにすることで焦点位置をパラボラから遠ざけ、パラ

ボラ反射板に反射した音が同一方向から圧電素子に当たるようにすることで音の打ち消しあい
をなくすことができると考えた。

しかし、これはあくまでも、音が減衰・散乱
しない場合の話である。実際にパラボラ反
射板及び音力発電を運用していく上では、これ
らのことを考慮しなければならないので、パラ
ボラ反射板が平らであればあるほど良いとい
うわけではないため、焦点の最適な位置を探る
べく研究を進め、データの収集を行なっていく
というのが本研究の今後の研究目標である。

前述の通り、音力発電は発電効率が他の再生
可能エネルギーに比べて著しく低いことも改
めて確認された。これが、再生可能エネルギ
ーの中でも音力発電が実用化されない、大き
な原因の一つであろうことは間違いない。音
力発電の発電効率が低いことの原因として、
本研究ではパラボラ反射板の素材に着目し
て実験を行ってきたが、それだけが原因であ
るというわけではない。例えば、圧電素子は
JR東日本が実証実験を進めている発電床(人
が歩くときの振動を利用して発電する床)に
使用されており、一日に合計で500kW/sの
発電量を目標に日々改良が進んでいる。ま
た、東北大学大学院の成田史生教授と東北
特殊鋼株式会社は2018年、圧電素子を
超える振動発電機能を持つとされるクラッド
鋼板を共同開発し、現存する電源やエネルギ
ーハーベスティングへの応用を進めている。
また本研究では実用化する際、工事現場や
道路沿いなどの身近な場所で用いることを
目標としたため、軽量かつ安価である圧電
素子を用いた。別の環境で音力発電を行な
う場合は別の素材や器具を用いて、より発
電効率が良くなるよう改良を行なうことが
可能である。このように、現在音力発電に
用いられている器具は日々改良され、実用
化に向けての後押しをしている。音力発電
の研究がさらに加速することで、より再生
可能エネルギーの発展・普及に役立つだ
ろう。

6 参考文献

圧電素子を用いた発電

仙台第三高校

電気や磁気とファインセラミックスー圧電性

<https://www.kyocera.co.jp/fcworld/character/elect/piezo.html>

圧電素子の画像

<https://eleshop.jp/shop/g/gE3S367/>

パラボラ反射板の画像

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%91%E3%83%A9%E3%83%9C%E3%83%A9%E3%82%A2%E3%83%B3%E3%83%86%E3%83%8A>