

摩擦で電気をつくる

producing electricity from friction

淡路紗恵子 佐々木奏音 鈴木太一 日沼和子
指導教員 瀬々将吏

1.はじめに

わたしたちは摩擦によって発電し、電気を作るということを目標に研究を始めた。先行研究を調べていたとき、雪の摩擦による帯電で発電を行うという研究の論文¹⁾を知ったことがこの研究を始めるきっかけとなった。そこでわたしたちは、論文内で使われていた摩擦帯電型ナノ発電機 (Tribo Electric Nano Generator/TENG)²⁾と呼ばれる外界の力学的エネルギーを電氣的エネルギーに変換する装置の研究を始めることにした。

2.研究の目的

TENGではどうしても高度な加工が必要であり、簡単には手に入れることができない素材を利用しているため、身近な素材でより効率的に発電できる発電シートを開発することを目的とした。

3.実験で使用したもの

【発電シートについて】

5 cm平方の導体のシートと 5 cm平方の不導体の発電シートを組み合わせたシートを二枚用意し、骨組みにプラ版を使用している。絶縁をするために、叩き合わせない面（導体の発電シート）にセロハンテープを貼った。叩き合わせる面は叩き合わせる物質の組み合わせを研究するために絶縁をしていない。（図1：発電シート、図2：発電シートの仕組み 参考）

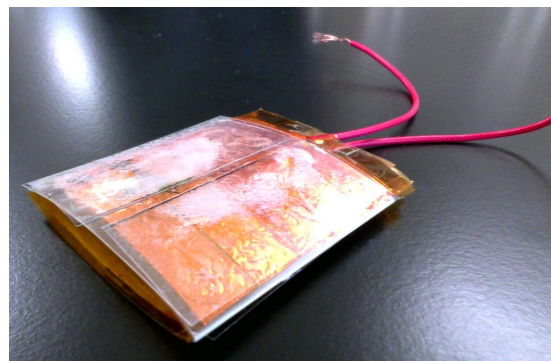


図1：発電シート

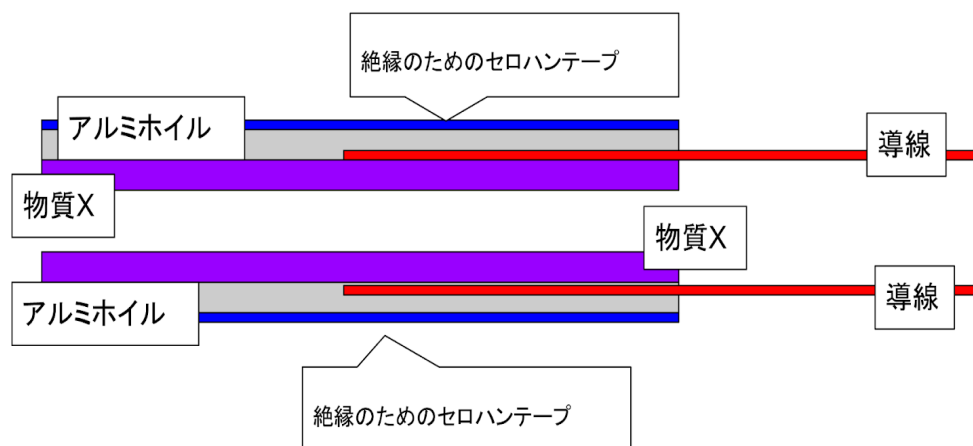


図2: 発電シートの仕組み

【叩くための装置】

叩く力の強さを一定にするために、シーソーのように動く装置を作った。棒の一端を押すと重りのほうが持ち上がる仕組みになっている（9.5cm持ち上がり、おもりは965g）。

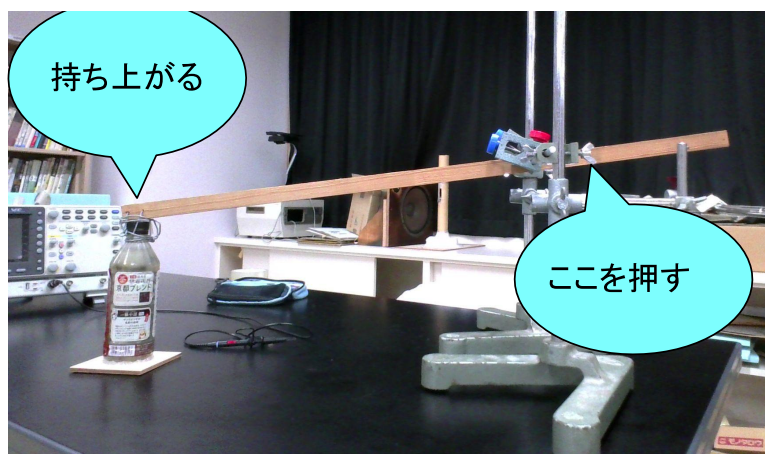


図3: 装置

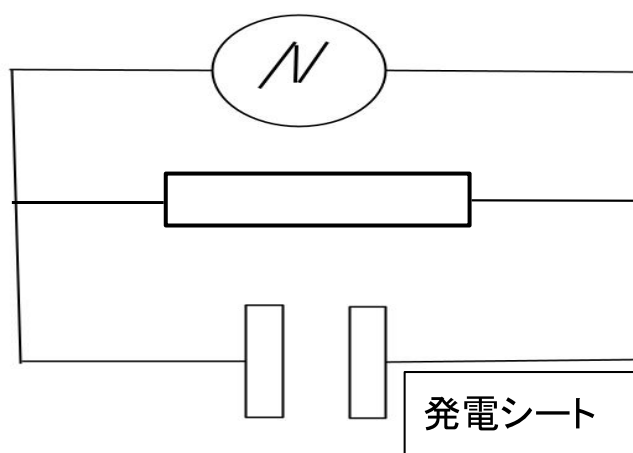


図4: 回路図

抵抗は1 MΩのものを使用している。電気が回路を流れているうちに消耗しないように、できるだけ回路が簡単になるようにしている。

4.実験方法

- ①発電シート（叩いたときに動かないようにテープで固定）と抵抗（1 MΩ）をオシロスコープに並列につなぐ
- ②装置を用いて発電シートを叩き、波形を保存する
- ③波形からオームの法則を用いて電力を求める
- ④平均を取る

摩擦帯電は温度や湿度によって発電量が変化するため、すべて同じ日に実験を行い、データを回収している。また、外界の影響によって発電シート内部に溜まってしまった電子の分を無視するため、5回叩いてから波形を回収する。叩くリズムは1.0Hzである。

【計算方法】

回路に用いた抵抗は1 MΩであるので、オシロスコープで得られた電圧から、オームの法則で1秒あたりに得られる電力を表計算ソフトを用いて計算した。

5.仮説1

組み合わせる2つの発電シートの帯電列での極性の差が大きいほど発電量が大きくなる。

※今回は銅との帯電列の差を考えた



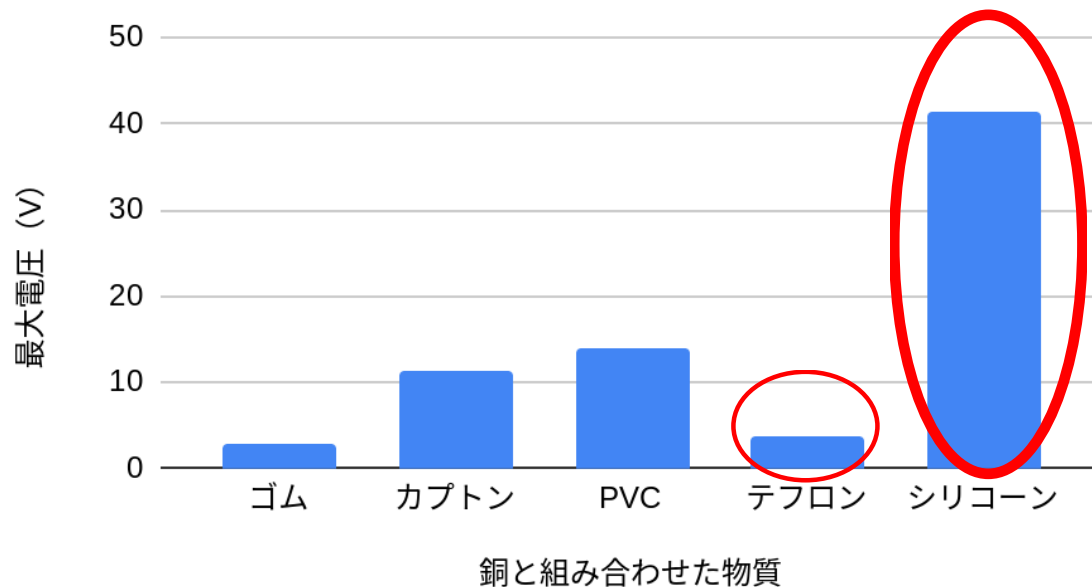
図5：今回使用した試料の帯電列

組み合わせの種類

- ・銅×ゴム ・銅×カプトン ・銅×PVC ・銅×テフロン ・銅×シリコーン
- 今回は上記の5種類を用意して実験を行った

6.結果

発電シートごとの最大電圧



試行回数(n)=5

図6：銅と組み合わせた物質と発電の関係

表1：最大電圧

	最大電圧 (V)
ゴム	2.928
カプトン	11.34
PVC	14.08
テフロン	3.864
シリコーン	41.36

7.考察

図6を見ると帯電列での差が大きくなるほど電圧が大きくなる。しかし、テフロンがかなり小さい電圧を示し、シリコーンが飛び抜けて大きい電圧を示していることがわかる。このことは、テフロンの表面がツルツルしていてシリコーンの表面がベタベタしていたことから、粘着度が発電量の大きさに作用しているのではないかと考えた。そこで、粘着力に影響を受ける剥離帯電という現象に注目した。

8.仮説 2

剥離帯電の働きを大きくするため、粘着力を上げると発電量が大きくなる

※粘着力は最大静止摩擦力として考えた

9.粘着力の測定方法

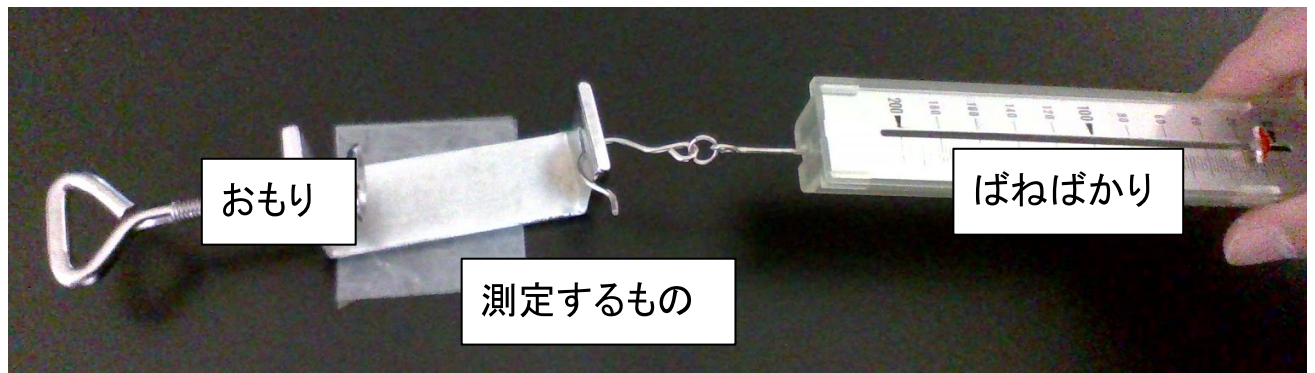


図7：最大静止摩擦力の測定

測定する物質におもりを取り付け、ばねばかりで引っ張り、おもりが動く直前の値を読みとることで測定した。

10.用意した試料

素材を統一するために、シリコンシーラントで20N、48N、50N、60N、70N、100N、110N、140Nの8つの試料を制作した。

11.結果 試行回数 (n) = 10

電力 と 粘着力

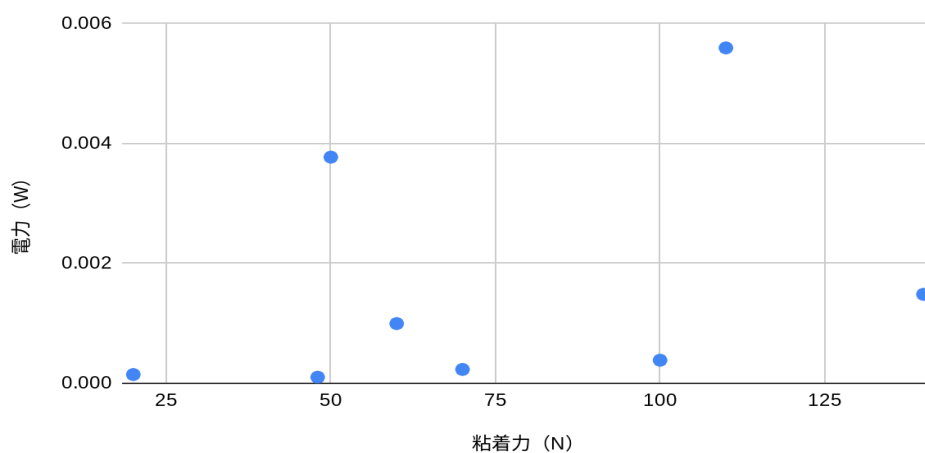


図8：各試料の粘着力と電力の関係

表 2 :最大摩擦力と電力

最大摩擦力(N)	電力 (mW)
20	0.1465
48	0.1016
50	3.7734
60	0.9963
70	0.2313
100	0.3856
110	5.596
140	1.485

12.考察

図 8 から電力と粘着力の関係は見られなかった。そこで、粘着力ではなくシート同士の接触面積が電力と関係しているのではないかと仮説を立て、この実験で使用した試料の接触面積を計測し再度実験をすることにした。

13.考察 2 接触面積と発電量について

13-1.接触面積の測定方法

表面を発電シートに黒インクをつけてはんこのように写し取った。imagejで黒い部分の面積を輝度として測定した。その部分を接触面積とみなした。

※輝度：黒の割合。輝度が高いほど黒の割合が多く、接触面積が大きい

13-2.写し取った画像



20N



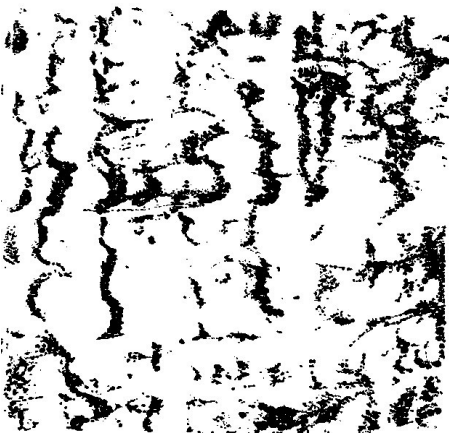
48N



50N



60N



70N



100N



110N



140N

電力と輝度

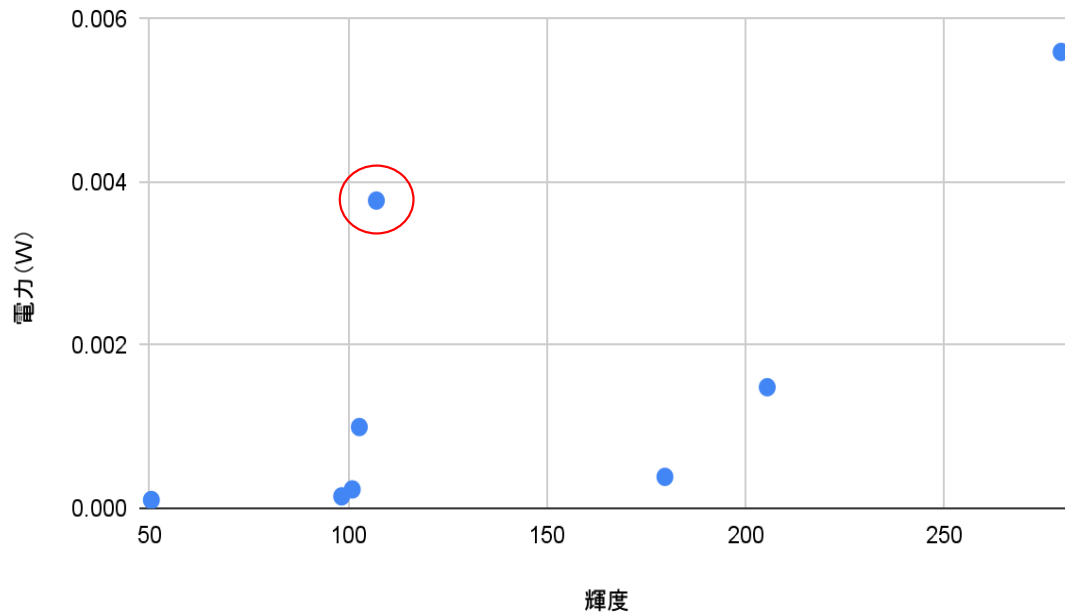


図9：各試料の輝度と電力の関係

図9より、接触面積を大きくすると（輝度を大きくすると）電力が大きくなるといえない。ただ、赤丸で囲んだ試料については、発電シートの凹凸が深く、発電シートが二枚で噛み合わさったときの接触面積よりも写し取った面積が小さく、飛び出ていると考える。

14.結論

組み合わせる2つの物質の発電シートの帯電列の極性の差が大きいほど発電量が大きくなると考えられる。また、粘着力と発電量、接触面積と発電量の関係は見られなかった。しかし、表面加工によって発電量が変化することがわかった。

15.今後の展望

今後は接触面積と発電量の関係についてより詳しく調べるために、発電シート制作を機械を使うなどして再現性のある模様を作る方法を調べたい。また、接触面積の測定方法についても探りたい。

16.参考文献

- 1) A. Ahmed et. al., All printable snow-based triboelectric nanogenerator
- 2) Z. Wang et.al., Triboelectric Nanogenerators
石塚株式会社, 静電気の豆知識 (Webサイト)