

簡易発電機を発展途上国へ

襲田元直 吉永弥生 丸山瞳 岩井優佳

指導者：須田貴之教諭 臼井健司教諭

要旨

現在、多くの発展途上国では急速な人口増加に伴い電気需要量が増加している一方、依然として供給量は低いままだ。また、急速な開発によるごみ問題もいたるところで発生している。そこで私たちは、この二つの問題を同時に解決するために、ごみを材料の一部として利用して利用した簡易発電機の政策を思いついた。ごみ以外の材料も、容易に手に入れられるものにすることにした。風力を利用したこの発電機は、発電の仕組みも作り方もとてもシンプルで、だれでも簡単に作ることが可能である。開発は非常に困難だったが、数多くの実験、専門家からのアドバイスにより、最終的に少量ながらも電気を生み出し、LEDを光らせることに成功した。しかしまだ実用化に向けては、多くの課題が残されている。これからさらなる研究を重ね、これらの課題を解決することができれば、私たちの発電機は二つの問題を同時に解決することになるだろう。

キーワード：簡易発電機、風力発電、ごみの削減、電気不足、発展途上国、電気供給

Send simple generators to developing countries

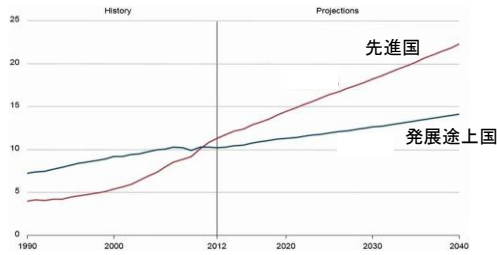
Abstract

These days, population and demand for electricity are rapidly increasing in a lot of developing countries, while supply energy remains low. In addition, there is an increase in trash in many places because of their rapid development. In order to solve these problems, we began researching simple generators made of trash such as plastic bottles. We tried to make a wind generator. It was difficult, so we experimented many times, and asked experts for advice. By this effort, we could finally make several types of generators. Their mechanisms and constructions are very easy and simple, so anyone can make them. As a result, we could light a LED with only our generator. We still have challenges to use this practically, such as how to make those generators last as long as possible. If we continue to study and solve these challenges, our generator will be able to help developing countries.

Key words: Simple generator, wind power, reduce trash, shortage of electricity, developing countries, supply for electricity

はじめに

現在、発展途上国を中心に電力不足が急速に進んでいる。発展途上国の電力使用量は先進国の約5分の1となっていて、夜に電気が使えなかったり、計画停電が行われていたりしている。このような現状にも関わらず、将来は電力需要量で発展途上国が先進国を大きく上回ると予想されている。 ↓ 図1



さらに、発展途上国ではごみ問題も深刻になっており、川岸にごみが大量にたまってしまっている場所も少なくない。このようなことから、ごみから作った簡易発電機を作れば2つの問題を同時に解決できると考えた。しかし化石燃料などの枯渇エネルギーでは地球温暖化を促進してしまうため、再生可能エネルギーに着目した。以下は電力需要や発電に関する調査の結果である。

マレーシアでの調査

マレーシアの首都クアラルンプールにあるマレーシア工科大学講内とその周辺にあったショッピングモール付近で計50人に再生可能エネルギーに関するアンケートを取った。アンケートの質問及び結果は以下の通りである。

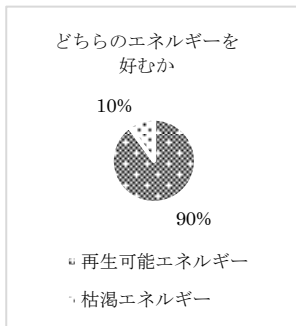


図2

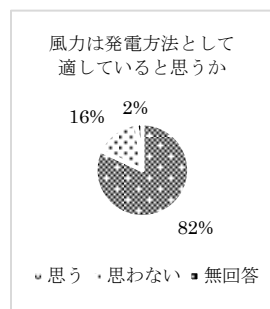


図3

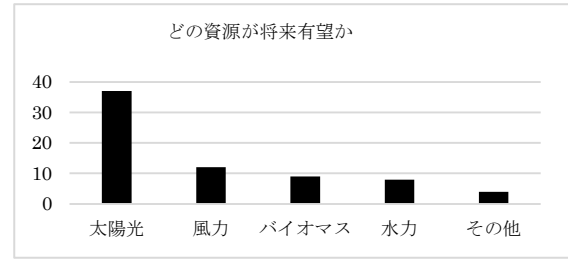


図4

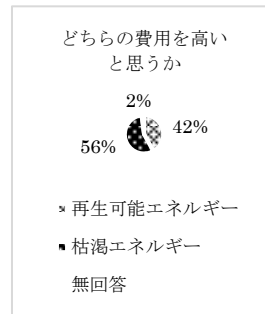


図5

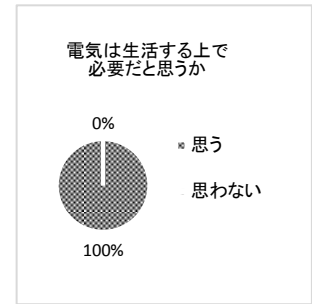


図6

オーストラリアでの調査

オーストラリアでは、UTAS、サラマンカ通り、シドニーで計60人に再生可能エネルギーについてアンケートを取った。質問及び結果は以下の通りである。

- 1 電気は生活する上で必要不可欠か。
→全員が必要と答えた。
- 2 一番必要だと思う電化製品は何か。



図7

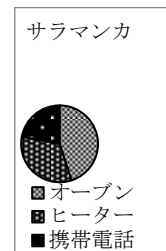


図8

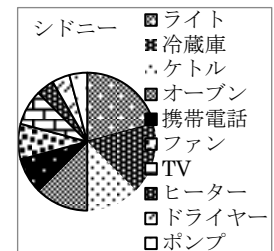


図9

- 3 もし災害時に使えるような簡易発電機を買おうとしたらいくらまでなら出せるか。

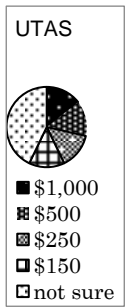


図 10



図 11

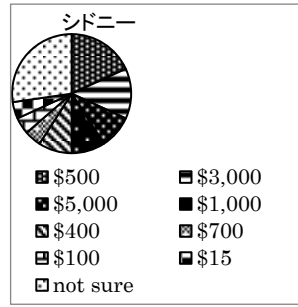


図 12

調査の考察

これらの結果より、電気は世界中どこであっても必要不可欠だということが考えられ、再生可能エネルギーに興味を持っている人が多いことがわかった。図 4 の結果よりマレーシアで太陽光という回答が多かったのは、マレーシアでは晴れの日が多く、雨もスコールの様な一時的なものばかりで、日光を身近に感じるからではないかと思う。図 7,8,9 と筑波で行ったフィールドワークを比較すると、筑波では夏に調査を行い冷蔵庫やエアコンと回答する人が多かったが、オーストラリアではヒーターやオープンと回答する人が多い。このことから、季節によって人の思考が変化するのはないかと考えられる。図 10,11,12 より実際に所得を聞いたわけではないが UTAS 校内の大学生と街中の市民とでは所得差があると思うことから、その人の所得が高ければ高いほど発電機に払える額が大きくなると考えられ、所得がそれほど多くない発展途上国では価格が低いことが求められると思った。

調査の結果、やはり再生可能エネルギーが求められていることがわかり、中でも特に風力発電に目を付けた。その理由は2つある。1つ目は、風は世界中どこでも吹いているものであるからだ。水力発電と比較すると、水力は川や海の近く等の水を簡単かつ大量に確保できなければ十分な発電をすることはできないが、風力であれば砂漠でも、内陸部でも簡単に確保することができる。2つ目は、発電機を使える時間の制限がないからだ。太陽光発電と比較すると、太陽光は夜間に使用することはできないが、風力であれば1日中発電することができる。上記の2つの理由から風力発電を作ることに決めた。

また、私たちは電球を光らせることを最低目標に決めた。これは、日本、オーストラリア、シンガポールでフィールドワークを行った結果、最も需要が大きかったのが照明であったからだ。目標達成に向け、実験を行った。

実験内容

私たちは風力で動く簡易発電機を作成し、どれくらい発電するかを実験した。実験Ⅰは7月26日から8月10日まで、実験Ⅱは10月17日から2月1日まで、実験Ⅲは2月6日から現在までの間に実施した。なお実験Ⅱについては研究期間の途中で行われた「高校生ビジネスアイデアグランプリ」、「筑波銀行ビジネス商談会」でアドバイスを頂いた。上記については資料に記した。

<実験Ⅰ>

材料(発電機一つあたり)及び使用用具

500ml ペットボトル×2 (固い材質のペットボトル)・エナメル線・磁石(強いものを推奨)×4・釘×3・細い棒(例、竹ひご)・紙・輪ゴム・テスター・はさみ・セロハンテープ・扇風機(風速3.5m/s)

作成方法

i 羽の作り方

① ペットボトルを写真1のように羽が8枚になるよう切り開く。② ペットボトルのキャップに釘などの細い棒がぎりぎり通るくらいの穴を開ける。

ii コイルの作り方

① 釘に紙を巻きそれと竹ひごを十字架のようにクロスさせて、それを輪ゴムで固定しエナメル線を200回巻く。② エナメル線の両端をやすりで磨いて塗装をはがし、加工して竹ひごに密着させ、セロハンテープで一部を固定させる。③ iとは別のペットボトルを半分に切断して棒がまっすぐ通るように側面に穴を開ける。④ ②で作ったものを③の穴に通す。⑤ 整流子にぴったり当たるところに側面から釘を刺す。この時釘同士が触れ合わないようにする。⑥ 刺した細い棒の整流子とは反対のほうに i のペットボトルのキャップをはめる。⑦ 磁石をペットボトルの側面につけて電磁誘導が起こるようにする。



写真 1



写真 2

＜実験Ⅱ＞

材料及び使用用具

実験Ⅰと同じもの・1.5L ペットボトル・柔らかい材質のペットボトル・炭酸飲料が入っていたペットボトル・ストロー・アルミホイル・はんだ・はんだごて・瞬間接着剤・発光ダイオード(使用電流 10mA)・両面テープ・分度器

作成方法



写真3



写真4

・大きい羽根 (写真3)

1.5Lのペットボトルを8枚に展開する。

・ストローで剛性をあげたペットボトル (写真4)

① 1.5Lのペットボトルを8枚に展開した後、ストローが通るほどの穴をあける。② ストローをその穴に通し、セロハンテープで固定する。③ 竹ひごで向かい合っているストロー同士を固定する。

・500mlの羽根①

500mlのペットボトル(固い材質のものと同様に柔らかい材質のもの)を6枚、8枚、10枚に展開する。(固い方に限っては16枚も作成する)

・500mlの羽根②

① 500mlのペットボトル(同上)を8枚、10枚に展開する。② それぞれ羽根の角度を分度器を用いて30度にする。



写真5



写真6

・400回巻きコイル (写真5)

実験Ⅰで作成したコイルと作成方法は同じで、回数を400回に増やす。



写真7

・4極コイル (写真6)

① 竹ひごに実験Ⅰ IIコイルの作り方①で作ったものを二つ交差させて輪ゴムで固定する。② それぞれにエナメル線を200回ずつ巻き付ける。

・磁石回転型発電機 (写真7)

① 竹ひごに磁石をセロハンテープで固定する。
② トイレットペーパーの芯にコイルを100回巻く。
③ ペットボトルを半分に切った容器に穴をあける。
④ ①で作ったものを②で作ったものの中に入れ、両面テープで容器の底に固定する。

・アルミホイル利用型整流子 (写真8)



写真8



写真9→

① アルミホイルを小さく折り、瞬間接着剤で固定する。
② それぞれの整流子に巻き付ける。(また、テスターを用いて抵抗を測った。)

・はんだ利用型整流子 (写真9)

はんだで整流子の間を埋め、表面を滑らかにする。

＜実験Ⅲ＞

材料及び使用用具

実験Ⅱと同じもの・発光ダイオード

- ① 20mA,10000MCD,12V
- ② 20mA,8400MCD,3.4V
- ③ 65mA,25000MCD,0.8V~1.8V

作成方法

実験Ⅱで作成した発電機10枚30度に発光ダイオードをそれぞれ接続して実験を行った。

実験結果Ⅰ

(図13)

磁石1つ	0,3mA
磁石2つ	2,5mA

実験結果Ⅱ (図 14)

日付	実験の条件	磁石1個	磁石2個
12月6日	実験の条件(はんだ利用型)	0.18mA	
2極	200回巻き 固いペットボトル6枚羽	0.8mA	1.2mA
	# 8枚羽	0.9mA	1.5mA
	# 10枚羽	0.6mA	1.3mA
12月9日	実験の条件(アルミホイル利用型)	0.05mA	
2極	200回巻き 固いペットボトル6枚羽	0.8mA	0.8mA
#	# 8枚羽	0.4mA	1.0mA
#	# 10枚羽	0.3mA	1.4mA
	# 16枚羽	0.4mA	0.7mA
	炭酸のペットボトル	1.0mA	1.2mA
	# 1.5L	0.7mA	1.4mA
	# (ストロー加工)	0.2mA	0.4mA
1月4日	実験の条件	1.1mA	1.2mA
2極	200回巻き 柔らかいペットボトル6枚羽	1.2mA	1.4mA
#	# 8枚羽	1.24mA	1.4mA
#	# 10枚羽	1.1mA	1.2mA
#	固いペットボトル6枚羽	1.1mA	1.3mA
#	# 8枚羽	1.0mA	1.3mA
#	# 10枚羽	0.4mA	0.8mA
#	# 16枚羽	1.1mA	0.9mA
	炭酸のペットボトル	0.6mA	1.0mA
	# 1.5L	0.3mA	1.0mA
	# (ストロー加工)	0.4mA	0.4mA
	固いペットボトル8枚羽45度	0.8mA	1.3mA
	# 10枚羽45度	1.2mA	1.3mA
	固いペットボトル8枚羽30度	1.2mA	1.3mA
	# 10枚羽30度	1.3mA	1.3mA
	実験の条件	抵抗値	
	エナメル線	1Ω	
	アルミホイル	2Ω	

実験結果Ⅲ (図 15)

日付	接続前の電流	種類	光の状態
2月6日	5mA	①	弱い光で点滅する
2月25日	6.7mA	②	強い光で点滅する
		③	かろうじて肉眼視できる

考察

実験Ⅰの結果より磁石の数に応じて発電量が変化すると考えられる。また、発電時における振動の発生により羽根の回転エネルギーが十分に電気エネルギーに変換できていないということが考えられる。

実験Ⅱの結果より羽根の枚数は10枚かつ、30度が最もよく回るとことが考えられる。また、4極200回巻きで磁石が2個のときに発電量が最も大きくなると考えられる。

実験Ⅲの結果より発光ダイオードの中でも、電流が20mAで、電圧が3.4V、明るさが8400mcdのものがより強く光り、実用化に最も近いと考えられる。

結論

私たちはフィールドワークから得た考察を基にして試行錯誤を重ねた結果、ニーズに合う、低コストでゴミから作られた簡易発電機によって少量ながらも電力を作り出すことに成功した。照明を光らすという初期の目標を、発光ダイオードを光らせることによって達成することができた。まだ光度は高くはないが、いずれ照明として利用することができるようになるだろう。さらに改良を重ね、私たちの簡易発電機を発展途上国に送り、普及することができれば、ゴミ問題と電気不足の二つの問題を解決できることになるだろう。

参考文献

District Heating and Cooling 「Country by Country 2013 Survey, Euroheat & Power」 (1/24)
 米国エネルギー情報局 (1/25)

資料

以下に実験のアドバイスについて付記する。なお、高校生ビジネスグランプリ及び筑波銀行ビジネス商談会で実験のヒントを得た。

＜高校生ビジネスプラングランプリ＞

私たちは10月12日に開催された、日本政策金融公庫主催の高校生を対象にしたビジネスプランのコンテスト「第四回高校生ビジネスプラングランプリ」に参加した。10月7日には主催者側の方がいらっしゃり、販売方法についての言及や、顧客の設定についてなど有意義なアドバイスを頂戴した。結果、「高校生ビジネスプラン・ベスト100」に選出された。

＜筑波銀行ビジネス商談会＞

実験を重ねても発電量が伸び悩んでいたため、10月19日に行われた筑波銀行でのビジネス商談会に参加させて頂いた。以下がその時に頂いたアドバイスである。また矢印の先は頂いたアドバイスを基に私たちがどのように改良したかである。

- 巻き数を増やす。→200回から400回。
- 釘の抵抗を減らすため、より抵抗の少ない銅の廃棄物を利用する。→手軽に手に入らないため断念した。
- 羽根の剛性を大きくする。→ストローを用いて剛性を上げた。
- コイルと磁石の間を狭くする。→違う容器を用いる。
- エナメル線を太くして抵抗を小さくする。→コイル自体が重くなってしまったため断念した。
- コイルを4極にする。→2極から4極。
- 大きな羽根にしてトルクを上げる。→1.5Lペットボトルを使って作成した。
- 風が強ければ羽根の枚数を多くし、簡単に回るようにして風が強ければ羽根の枚数を少なくし、トルクを上げて発電量を上げる。→様々な枚数の羽根を作成。
- ストローで竹ひごとペットボトルの間の摩擦を減らす。→ストローを組み合わせた。
- 木枠を使って容器がゆがまないようにする。→簡単に手に入りやすいために断念した。
- ハードディスクに含まれる強力な磁石を使う。→簡単に手に入りやすいために断念した。
- 羽根の形を変える→角度を変えた。
- 風の向きが変化するのにあわせて様々な方向に対応できるようにする。→過去にパーティカル風力タービンを作成したが、実用的ではなく使用には困難であるため断念した。
- 屋外で使えるようにする。→容器全体を覆うようにする。
- 他社の製品を模倣する。
- 自転車の発電機の仕組みを応用する。→磁石自体が回るようにする。