

ロケットストーブを利用して車を走らせよう!

山梨大学大学院 医学工学総合教育部 機械システム工学専攻

チーム名 特攻野郎 T チーム

## 1. 概要・目的

カルノーサイクルの定義から分かる通り、熱源からエネルギーを取り出す効率は温度差が大きいほど良くなる。そこで、小型化可能な高温燃焼を実現できるロケットストーブに注目する。ロケットストーブは鉛直に設置されたヒートライザー部とその下部に取り付けられた燃焼室で構成される。これらは金属の筒で作成されており両端は吸気口および排気口となる。ヒートライザー部は内部の温度を高くするため、周囲を断熱材で覆っている。燃焼時には、断熱材の効果によりヒートライザー部内の燃焼ガス温度が低下しにくいいため、自然対流が効果的に発生し、吸排気が連続的に行われる。その結果、燃焼部での燃焼が促進され、ヒートライザー部の温度も上昇し、完全燃焼が促進され燃焼効率が高くなる。なお、排気温度を  $500^{\circ}\text{C}$  程度に上げることも可能である。また、燃料は燃焼室で燃えればなんでもよい（廃油、紙類、間伐材、落ち葉等）という特徴がある。さらに、ロケットストーブは高温熱源のみならず、排気圧も比較的強いため、様々な形でエネルギーを取り出すことが可能である。本実験では、エネルギーの取り出し方法及び性能を評価するとともに、それを動力源とする人が乗ることのできる4輪車を作成することを目的とする。

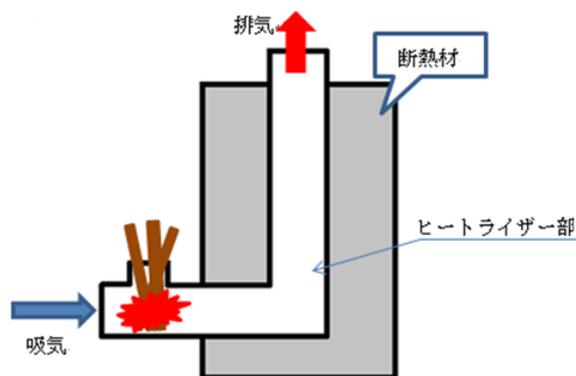


Fig.1 ロケットストーブの概略

## 2. 燃焼実験

### 2.1 実験方法

- (1) 燃料を豆炭、木材、油、木質ペレットと変え、燃焼実験を行う。
- (2) 熱電対を用い排気温度の計測を行う。



Fig2. 使用した燃料

## 2.2 実験結果

燃焼実験の結果、豆炭の場合では激しい燃焼が確認できず、排気温度も 100℃程度と低かった。豆単に油を染み込ませた場合の燃焼実験でも大きな変化は見られなかった。木材、油、木質ペレットのそれぞれの排気温度は 280℃、400℃、800℃と木質ペレットの場合が最も高い温度を得ることができる。この結果から燃料として木質ペレットを使用することとした。木質ペレットの場合で最も高い温度を得られた理由としては、表面積が大きく空気との接触面積が大きいため燃焼しやすいことや木材の燃焼時に発生する未燃焼ガスの発生量が多かったことが考えられる。次に、木材よりも油の場合で高い排気温度を得られた理由としては、木材の場合ではヒートライザー一部の温度が、未燃焼ガスの発火する温度にまで達していなかったため二次燃焼が十分に行われなかったことや、未燃焼ガスの発生量が少なかったことが考えられ、油の場合では、油が蒸発した蒸気がヒートライザー一部で空気と混合しながら燃焼しているため高温になったと考えられる。



木材の場合での排気口



油の場合での排気口

Fig3. 燃焼の様子

## 3. ヒートライザー長の変化による風量と排気温度への影響の調査

### 3.1 実験方法

- (1)排気温度が 800°C程度と高温であるため、吸気口側での測定を行う。
- (2)測定には、オリフィスとマンノメーターを使用する。
- (3)排気量の増減は圧力差から評価する。
- (4)熱電対を使用し、排気温度の計測を行う。



Fig.4 実験装置

### 3.2 実験結果

排気温度が 250°C程度と低く、そのためマンノメーターで圧力差を測定できなかった。この原因として、オリフィスとマンノメーターを設置するため燃焼室と吸気口との距離を延長したため吸気が不十分になり効率の良い燃焼が行われなかったと考えられる。そのため、熱式風速計を利用し風量計測を行うこととした。しかし、測定地点での温度がふく射熱の影響により熱式風速計の温度測定範囲の 50°Cを超えてしまったが、これは、燃焼室と吸気口との距離を延長し、吸気口内に耐熱スプレーで黒く塗装することで解決した。Fig.5~Fig.19に測定結果を示す。

### ヒートライザー長 0cm

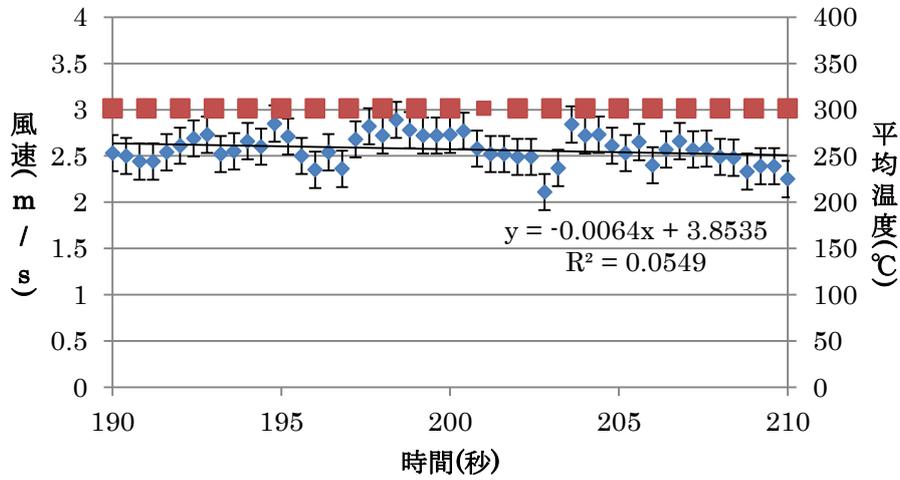


Fig.5 ヒートライザー長が 0cm の場合での風速と排気温度

### ヒートライザー長 0cm

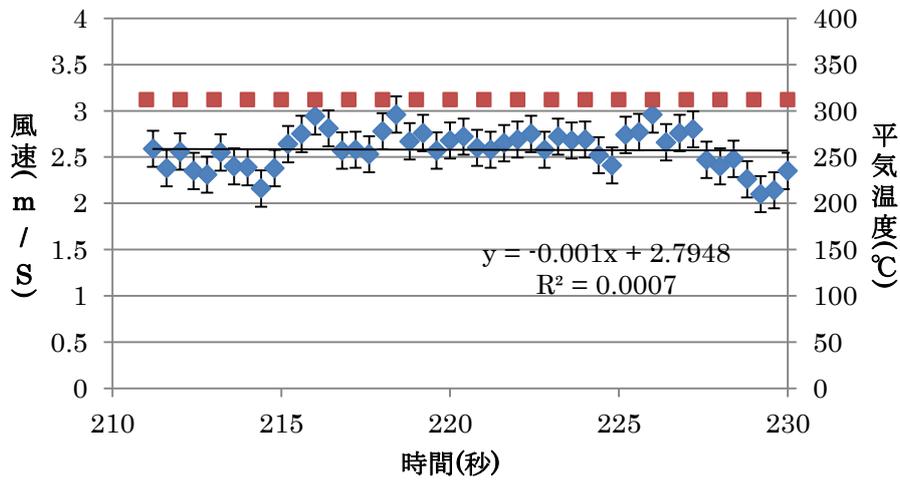


Fig.6 ヒートライザー長が 0cm の場合での風速と排気温度

## ヒートライザー長 0cm

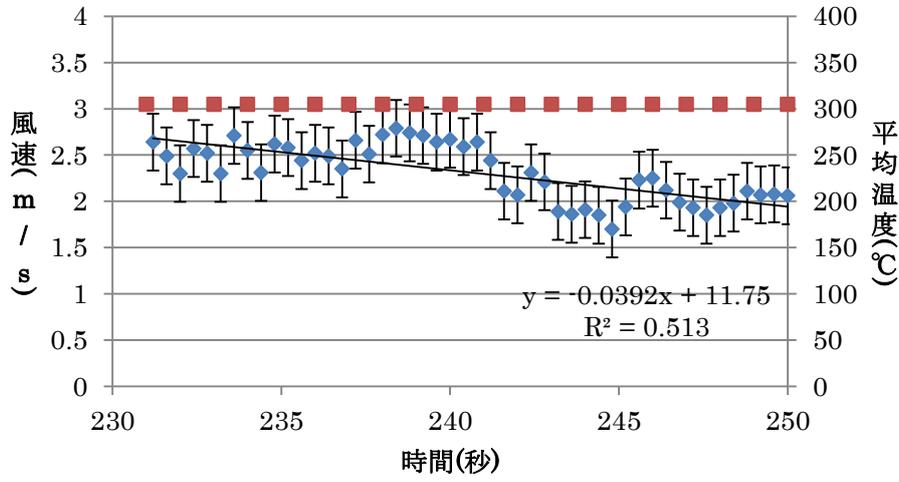


Fig.7 ヒートライザー長が 0cm の場合での風速と排気温度

## ヒートライザー長 25cm

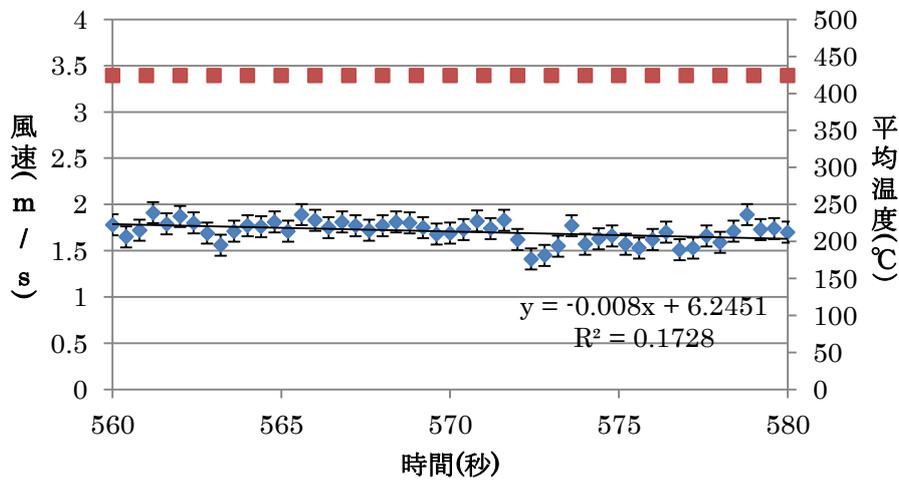


Fig.8 ヒートライザー長が 25cm の場合での風速と排気温度

## ヒートライザー長 25cm

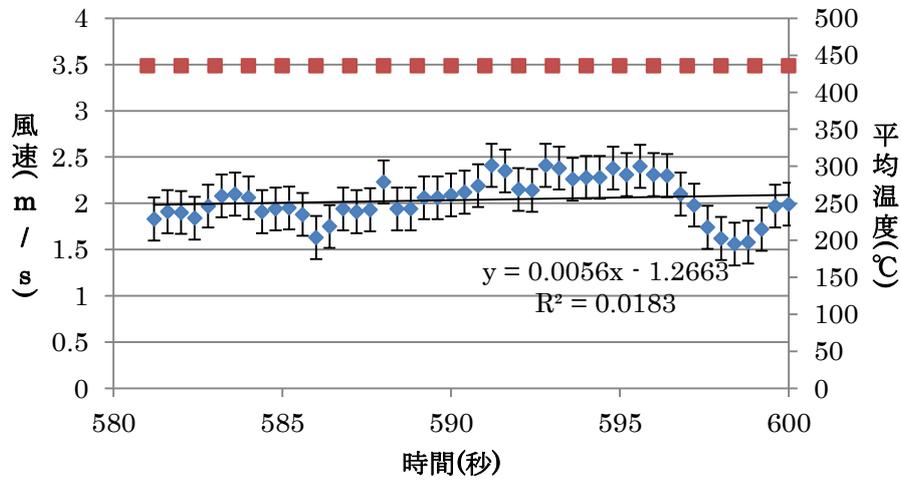


Fig.9 ヒートライザー長が 25cm の場合での風速と排気温度

## ヒートライザー長 25cm

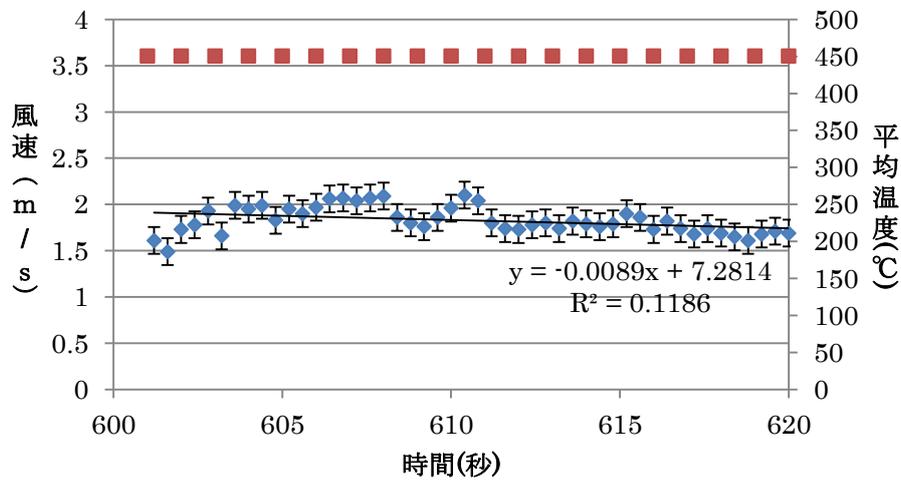


Fig.10 ヒートライザー長が 25cm の場合での風速と排気温度

### ヒートライザー長 50cm

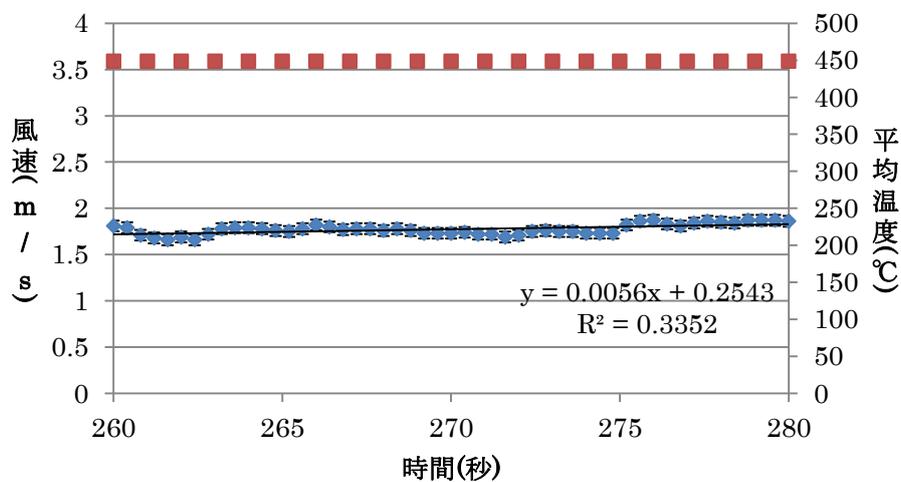


Fig.11 ヒートライザー長が 50cm の場合での風速と排気温度

### ヒートライザー長 50cm

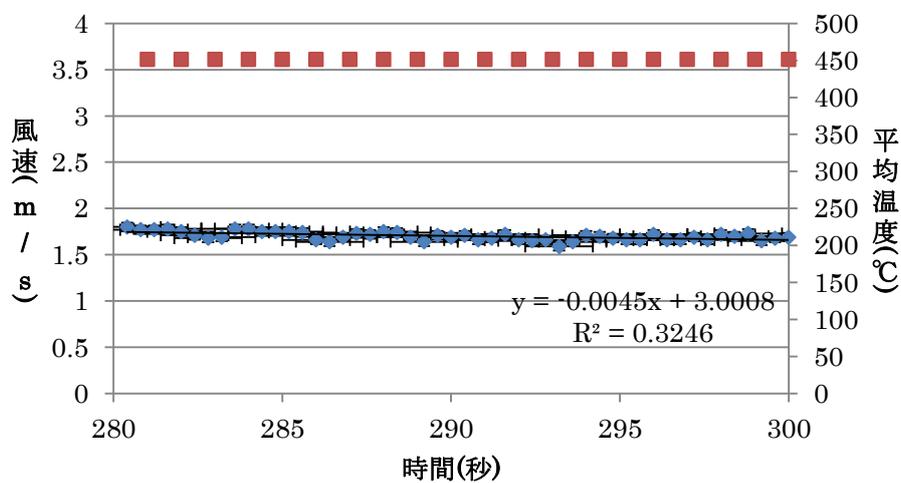


Fig.12 ヒートライザー長が 50cm の場合での風速と排気温度

### ヒートライザー長 50cm

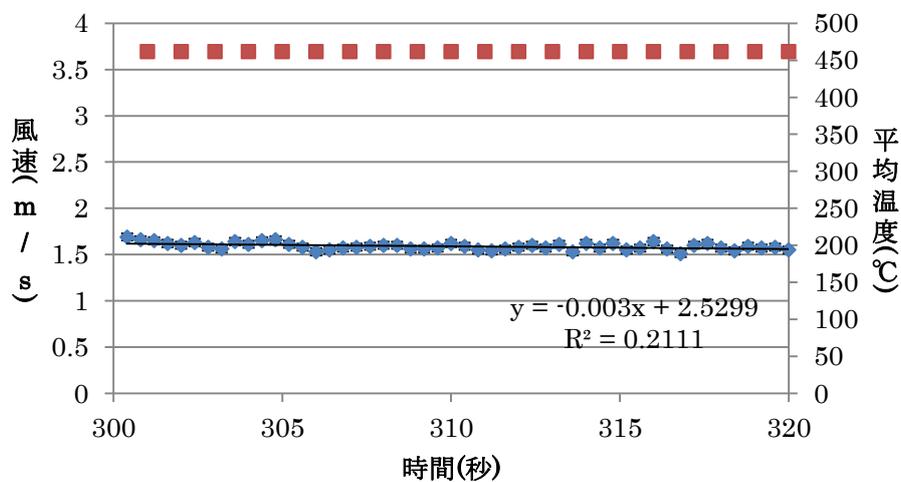


Fig.13 ヒートライザー長が 50cm の場合での風速と排気温度

### ヒートライザー長 75cm

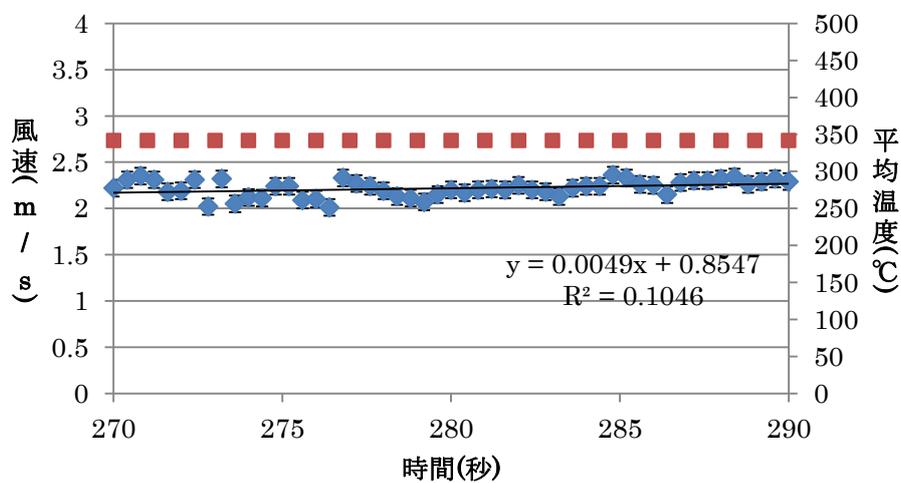


Fig.14 ヒートライザー長が 75cm の場合での風速と排気温度

### ヒートライザー長 75cm

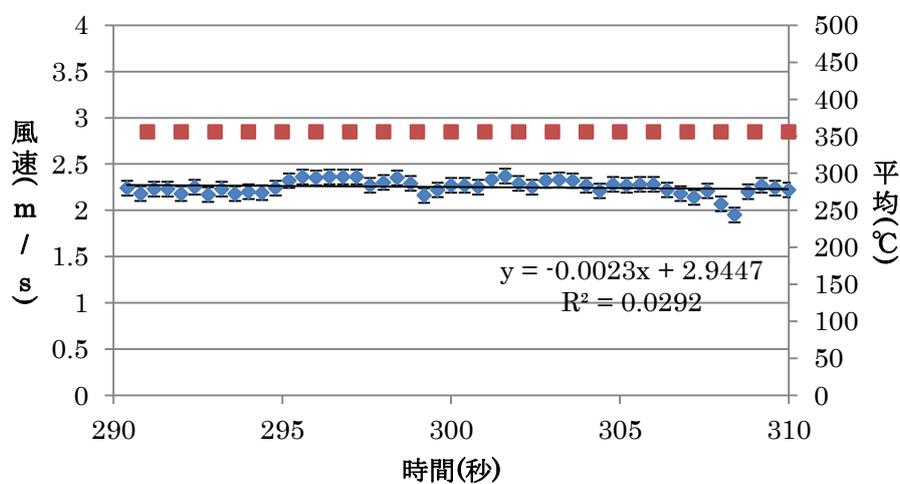


Fig.15 ヒートライザー長が 75cm の場合での風速と排気温度

### ヒートライザー長 75cm

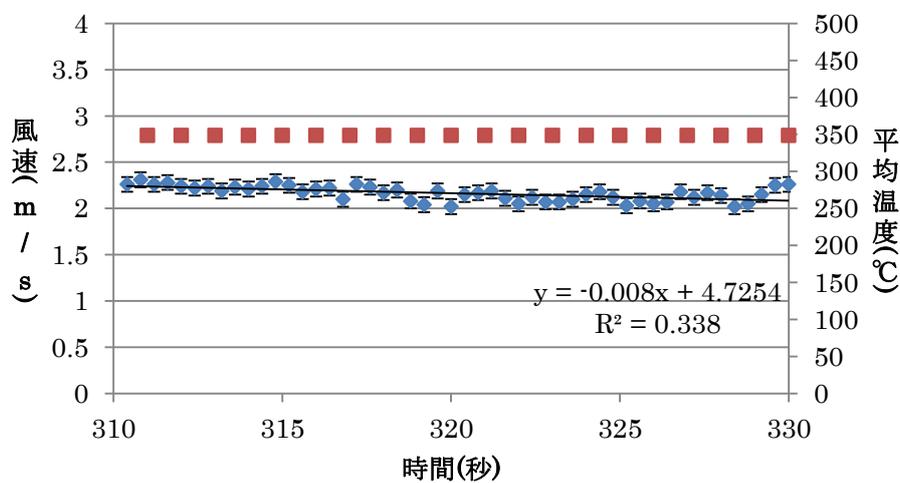


Fig.16 ヒートライザー長が 75cm の場合での風速と排気温度

### ヒートライザー長 100cm

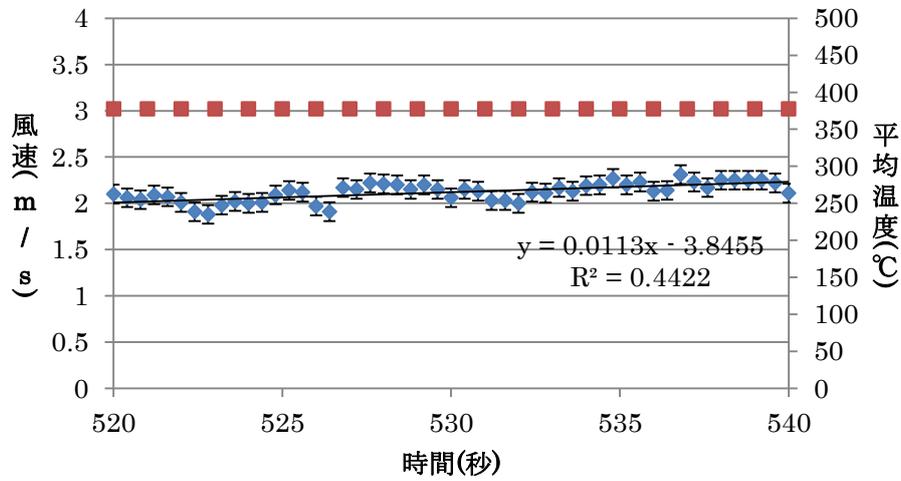


Fig.17 ヒートライザー長が 100cm の場合での風速と排気温度

### ヒートライザー長 100cm

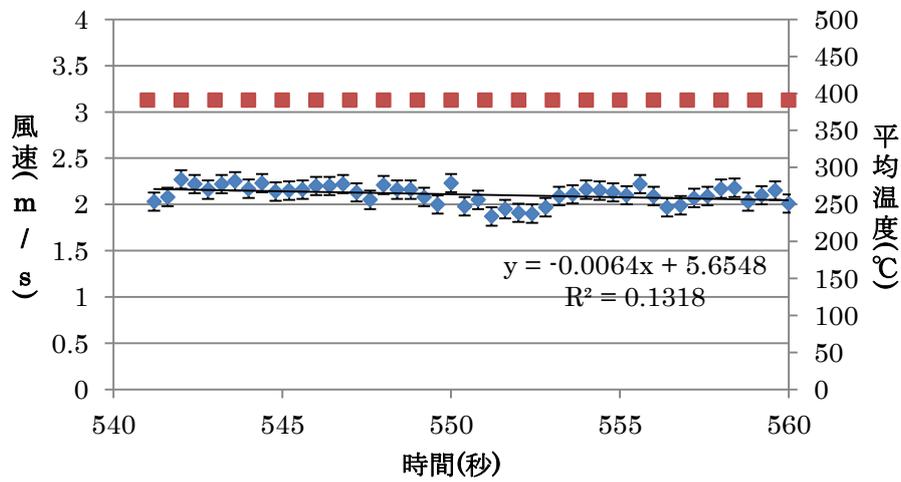


Fig.18 ヒートライザー長が 100cm の場合での風速と排気温度

## ヒートライザー長 100cm

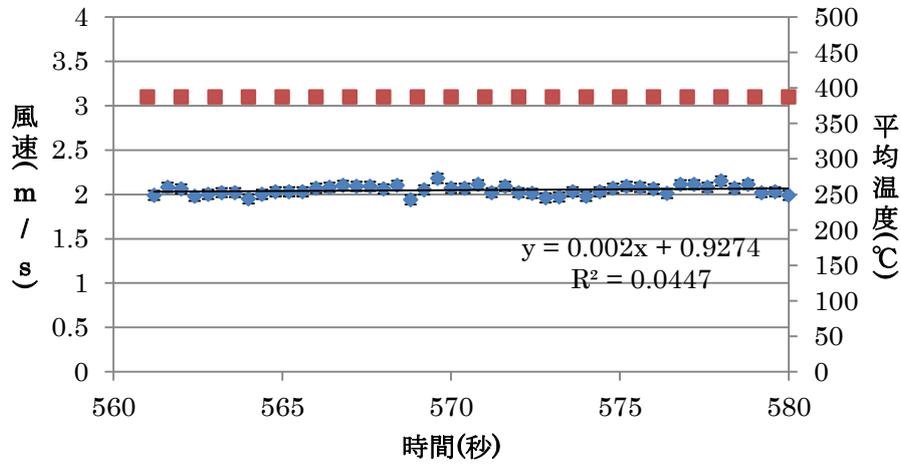


Fig.19 ヒートライザー長が 100cm の場合での風速と排気温度

### 4. 電気変換機器からの発電量の調査

#### 4.1 実験方法および実験装置

ロケットストーブからのエネルギーを電気として取り出すために継続的に放出される排気ガスにより風車を利用したハブダイナモを回して電気を得る手法と熱電発電素子をロケットストーブの排気口に取り付け、電気に変化する手法を検討している。



Fig20. 製作した風車

#### 4.2 実験結果

製作した風車を排気口に設置し実験を行った。しかし、風車の重量またはベアリングの影響からか風車の回転が重く回転しなかった。そのため、風車の小型化及び使用するベアリングの変更を検討している。また、ハブダイナモでも磁石による抵抗のコキングの影響が予想よりも強く回転が重いため、コキングの影響を軽減する設計を検討している。