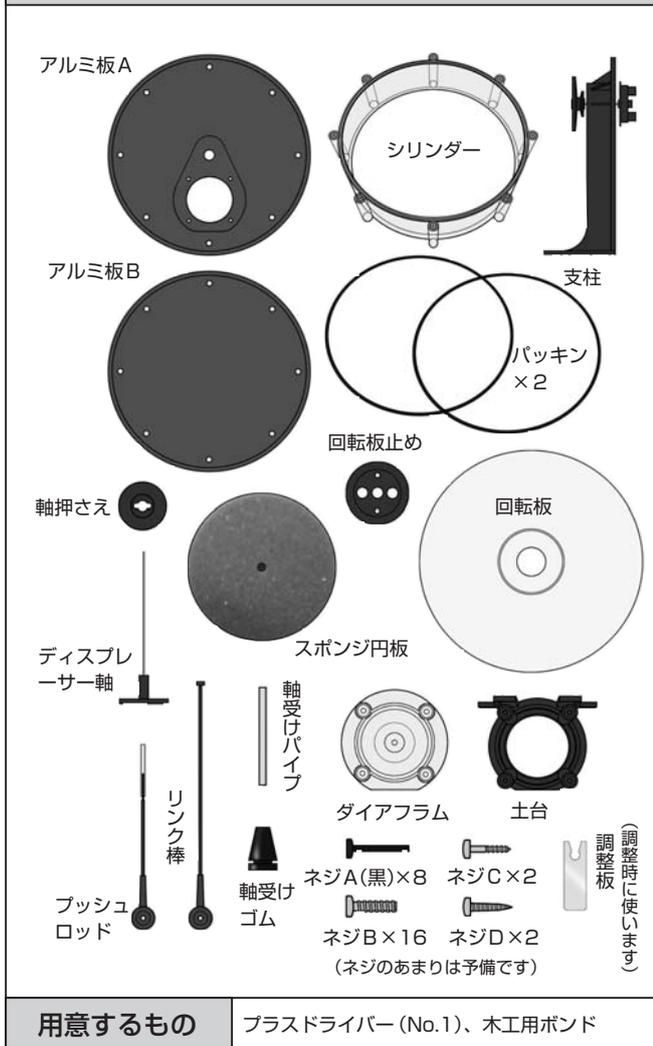


# スターリングエンジン

## の組み立て方と使い方

### 入っているもの



用意するもの プラスドライバー (No.1)、木工用ボンド

### 注意 ふろくを組み立てる前に必ずお読みください。

- 目的以外の使用はしないでください。
- 金具類の取り扱いには十分注意してください。ケガをするおそれがあります。
- ねじなど、小さな部品があります。誤って飲み込まないように注意してください。窒息などの危険があります。
- 金属の棒などがった部品で目を突いたりしないよう注意してください。
- お湯を使う実験では、やけどに十分注意してください。

★この説明書にある組み立て方と使い方・注意をよく読んでから、組み立ててください。また、使用中に破損・変形してしまった材料は使用しないでください。  
★小さな子の手の届かない場所にしまってください。

### このふろくに使われているプラスチックの材質

回転板・シリンダー (透明) : PS 支柱・土台・リンク棒・ブッシュロッド (黒) : PC  
回転板止め・軸押さえ・ディスプレイサー軸の根元 (黒) : PP  
ダイアフラム・ブッシュロッドのパイプ (透明) パッキン・軸受けゴム (黒) : シリコン

### このふろくに使われている金属の材質

アルミ板A・B : アルミ ネジB・ディスプレイサー軸 : ステンレス  
軸受けパイプ : 真ちゅう ネジA, C, D : 鉄

★不用になった時は、各自治体の決まりに従って処分してください。

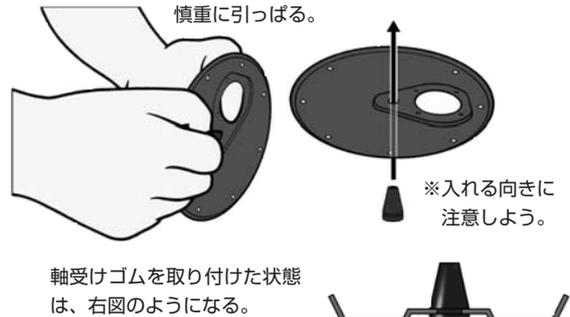


ふろくのスターリングエンジンは、空気の膨張と収縮を利用して作動する。火も燃料も使わない不思議なエンジンだが、ちょっとした空気もれやまさつによって、性能が大きく違ってくる。このページを順番によく読んで組み立てよう。

## ダイアフラムを組み立てよう

### 1 アルミ板Aに、軸受けゴムを取り付ける。

アルミ板Aの穴に軸受けゴムの先端を通し、引っぱって伸ばしながら入れる。ゴムが切れないよう慎重に引っぱる。



軸受けゴムを取り付けた状態は、右図のようになる。

### 2 軸受けゴムに、軸受けパイプを通す。

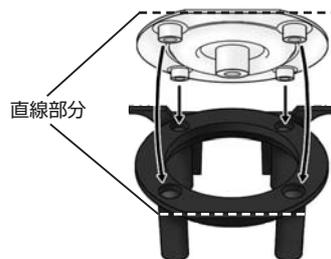
布などをあてがって、まっすぐに押す。



軸受けゴムの下部に指をあて、軸受けパイプがしっかりと指に触れるまで押し込む。軸受けゴムの底面と軸受けパイプの先がそろそろようにする。

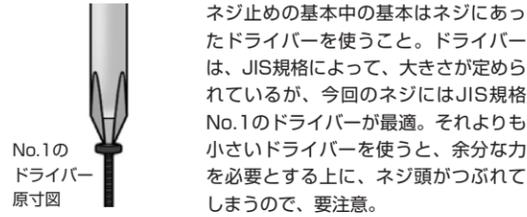
裏から見て、軸受けパイプの断面がすべて見えるように。

### 3 ダイアフラムを土台に取り付ける。

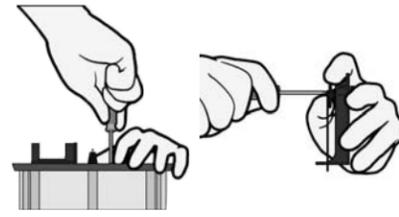


ダイアフラムと土台の直線部分を合わせて、ダイアフラムの凸部分を、土台の穴に押し込む。

今回の組み立ての最大のポイントは、ネジの止め方。ネジにはタッピングネジという、自らがプラスチックにみぞを刻んでいくタイプのものを使用しており、より正しいネジ止めをする必要がある。そこで、ここから先を組み立てる前に、しっかりとネジ止めの基本をおさえておこう。

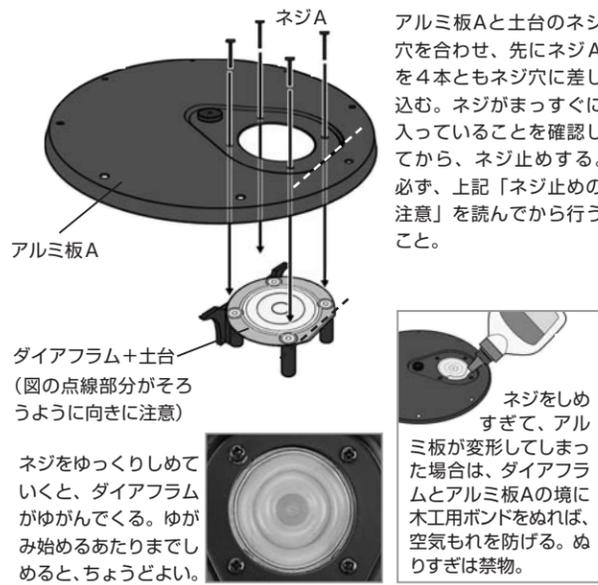


ネジ止めの基本中の基本はネジにあったドライバーを使うこと。ドライバーは、JIS規格によって、大きさが定められているが、今回のネジにはJIS規格No.1のドライバーが最適。それよりも小さいドライバーを使うと、余分な力が必要とする上に、ネジ頭がつぶれてしまうので、要注意。



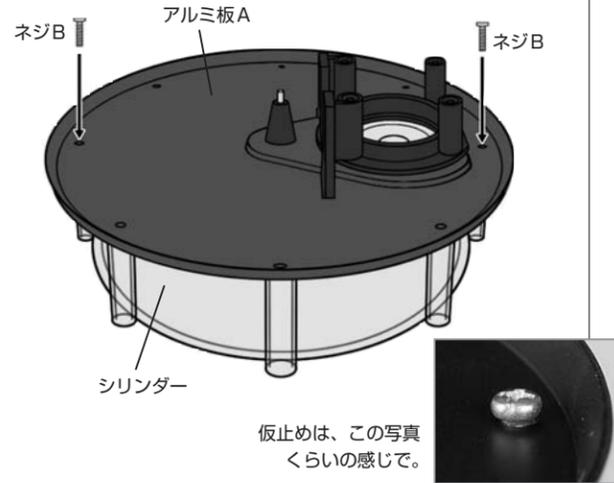
ネジを止めるときは、ドライバーをネジにしっかりと垂直に押し付けながら回す。基本は押す力が7、回す力が3といわれる。ネジ止めがあまりと空気もれの原因になる。ただ、しめすぎるとアルミ板が変形してしまうので、ほどほどにしめる。

4 アルミ板Aに5で作ったダイヤフラム+土台をネジAで取り付ける。

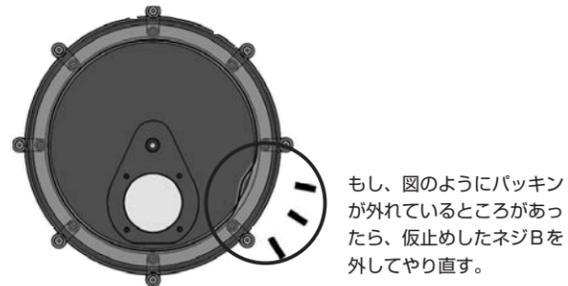


アルミ板Aと土台のネジ穴を合わせ、先にネジAを4本ともネジ穴に差し込む。ネジがまっすぐに入っていることを確認してから、ネジ止めする。必ず、上記「ネジ止めの注意」を読んでから行うこと。

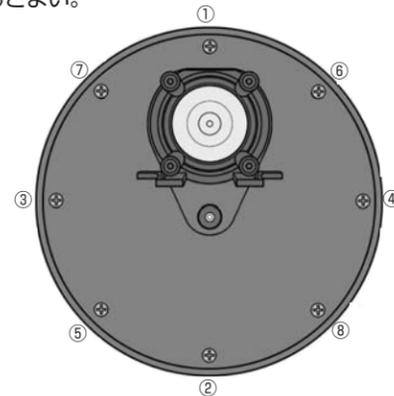
7 まず、対角の位置2か所をネジBで仮止めする。



8 パッキンが外れていないか、裏から確認。

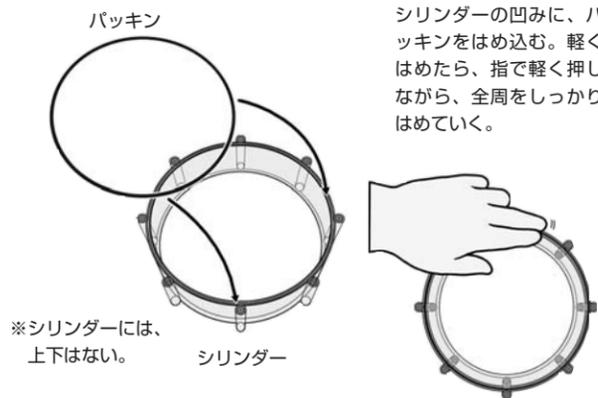


9 残りのネジを仮止めする。均等に止めるために図の順に止めるとよい。



※仮止め中、1か所でも強くしめすぎると、穴が合わなくなり、ネジがななめに入ってしまう場合があるので注意。

5 シリンダーにパッキンを取り付ける。



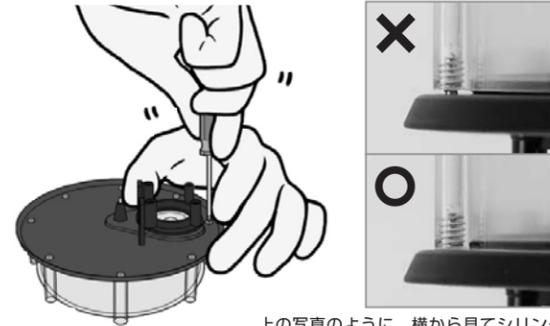
シリンダーの凹みに、パッキンをはめ込む。軽くはめたら、指で軽く押しながら、全周をしっかりとめていく。

6 5に4をのせる。



8個の穴の位置を、しっかりと合わせて、アルミ板をパッキンの上ののせる。アルミ板を横にするとパッキンが外れるおそれがあるので、なるべく上からそっと置くこと。

10 すべてのネジを増し締めする。



※ネジ止め部分の塗装がはがれることがあります。機能には問題ありません。上の写真のように、横から見てシリンダーとアルミ板の間にすき間がなくなるまでしめる。これ以上強くしめつけると、アルミ板がゆがむ場合があるので、注意。

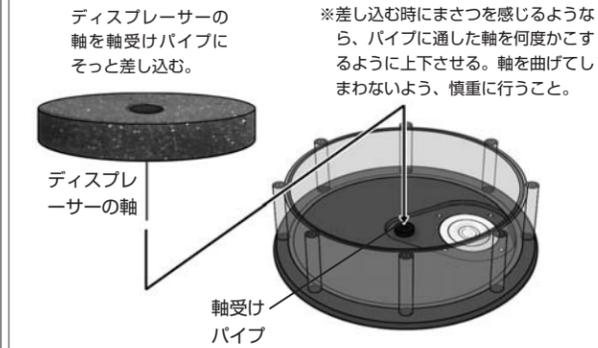
## ディスプレイサーを作る

11 スポンジ円板の穴に軸押さえをはめ、ディスプレイサー軸を反対側から通す。



ディスプレイサー軸と軸押さえで、はさむようにして強く押し込む。あらかじめ、軸押さえの穴をドライバーの先などで広げておくと、取り付けやすい。

12 ディスプレッサーを確認する。

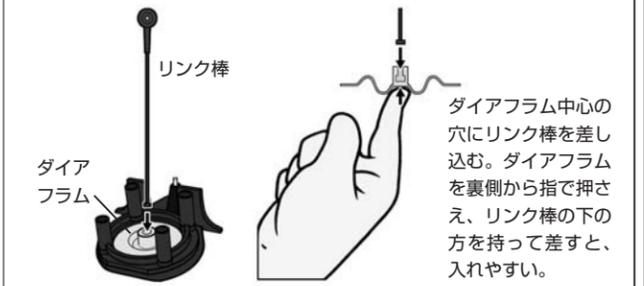


ディスプレイサーの軸に、下から指をあてがって、ディスプレイサーを回しながら上下に動かし、シリンダーに触れていないか確認する。確認できたら、ディスプレイサーを外しておく。

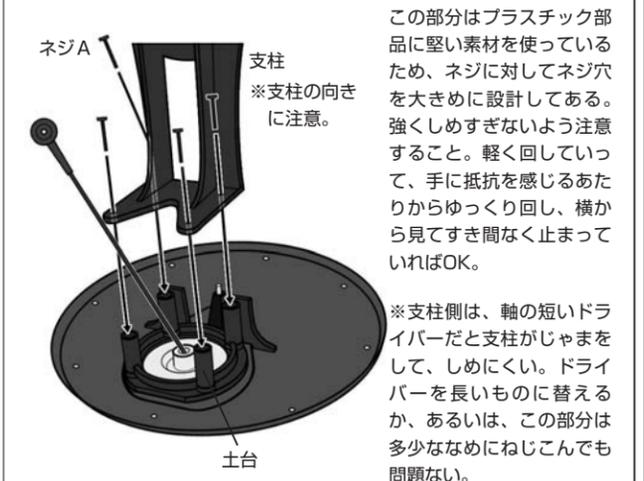
※ディスプレイサーがシリンダーの内側に少しでも触れている場合は、スポンジ円板の真ん中付近を指ですらして調整する。

## 支柱を取り付ける

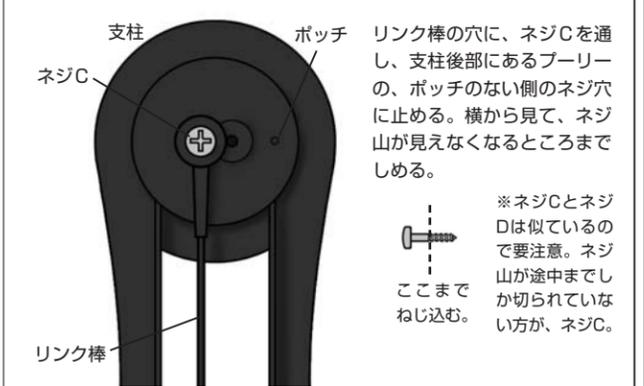
13 リンク棒をダイヤフラムに取り付ける。



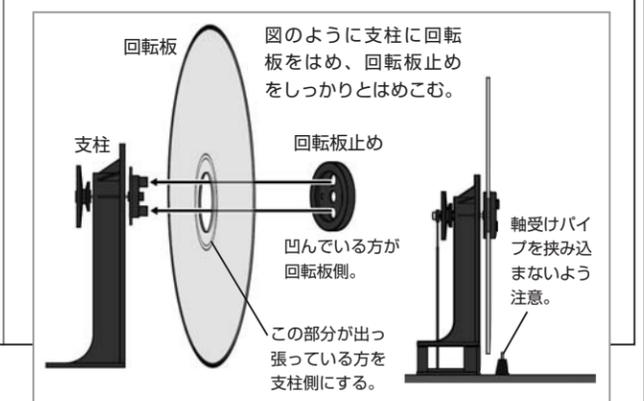
14 支柱を土台に4本のネジAで取り付ける。



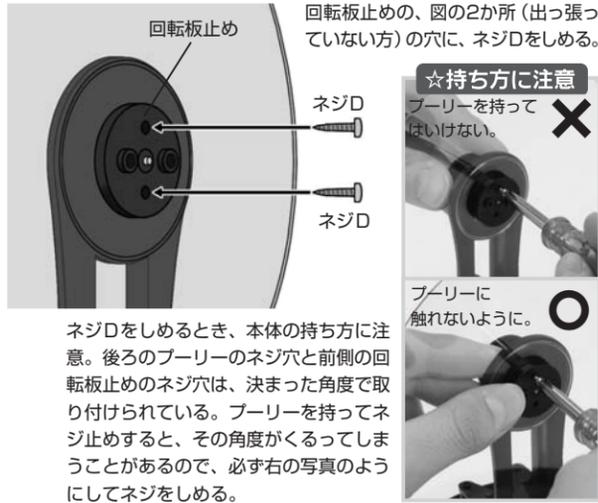
15 リンク棒を支柱後部のプーリーに止める。



16 回転板を回転板止めで押さえる。



17 回転板止めをネジ止める。



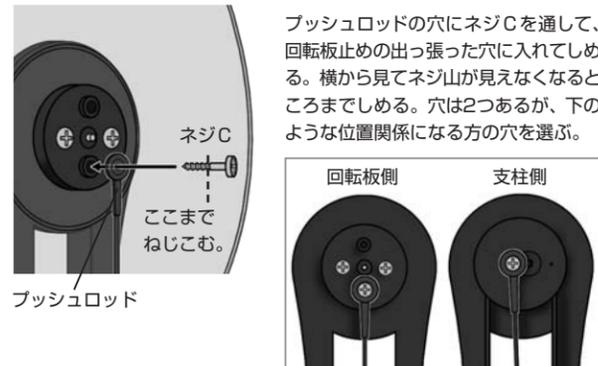
回転板止めの、図の2か所（出っ張っていない方）の穴に、ネジDをしめる。

☆持ち方に注意  
プーリーを持ってはいけません。

プーリーに触れないように。

ネジDをしめるとき、本体の持ち方に注意。後ろのプーリーのネジ穴と前側の回転板止めのネジ穴は、決まった角度で取り付けられている。プーリーを持ってネジ止めすると、その角度がくるってしまうことがあるので、必ず右の写真のようにしてネジをしめる。

18 プッシュロッドを取り付ける。



プッシュロッドの穴にネジCを通して、回転板止めの出っ張った穴に入れてしめる。横から見てネジ山が見えなくなるところまでしめる。穴は2つあるが、下ののような位置関係になる方の穴を選ぶ。

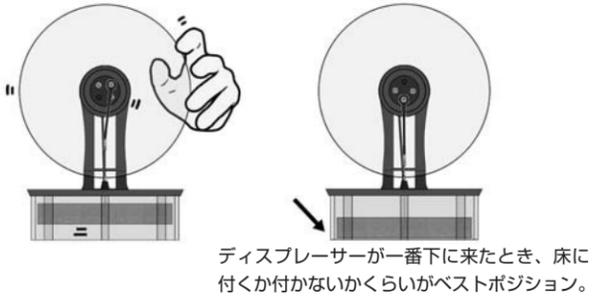


19 14で作ったディスプレイサーを軸受けパイプに通し、ディスプレイサーの軸とプッシュロッドをパイプでつなぐ。



プッシュロッドのゴムパイプにディスプレイサーの軸を差し込んでつなぐ。下の確認をして、つなぎの長さを調整する。

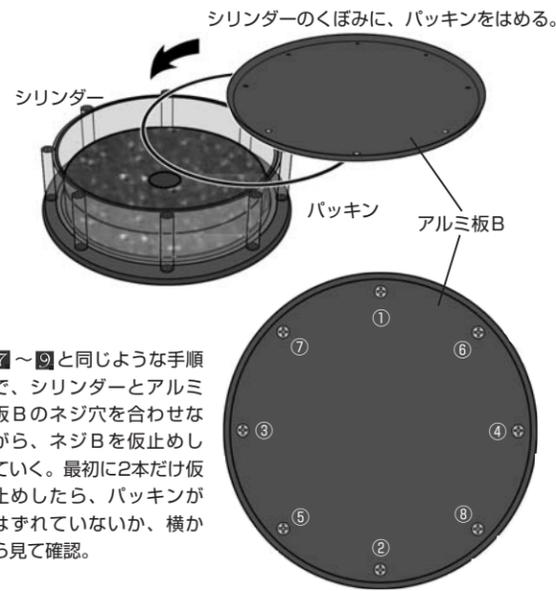
☆回して確認  
ディスプレイサーを取り付けて、回転板を手で回してみる。横から見て、ディスプレイサーが斜めにかたむいていないか、下から見てシリンダーの内壁にあたっていないかをチェックしよう。あたっていれば、12を参考に調整する。



ディスプレイサーが一番下に来たとき、床に付くか付かないくらいがベストポジション。

仕上げ

20 シリンダーの底に、アルミ板Bを付ける。



7~9と同じような手順で、シリンダーとアルミ板Bのネジ穴を合わせながら、ネジBを仮止めしていく。最初に2本だけ仮止めしたら、パッキンがはずれていないか、横から見て確認。

☆ネジをしめにくいときは…

逆さにしてネジ止めしたいところだが、支柱や回転板がじゃまになってしまう。そこで、右の図のように机やテーブルのへりなどを利用すると、しめやすい。



うまく仮止めできたら、すべてのネジを増し締めし、10の要領で、横から見てすき間のないことを確認する。

完成



これでスターリングエンジンの完成。早速動かしてみよう、と言いたいところだが、動かす前に、組み立ての具合を見るために、各部をチェックしよう。

動きの確認と調整

回転板を手で回してみても、うまく動く準備ができているかどうかを確認する。問題があれば調整しておく。

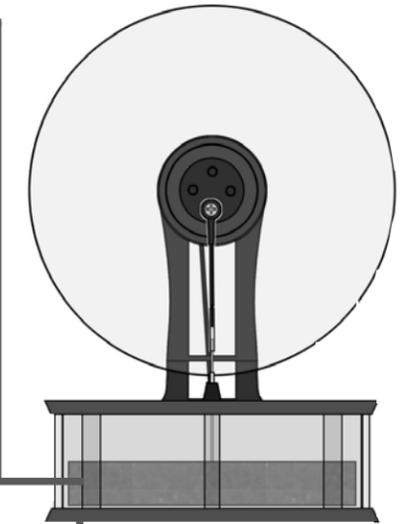
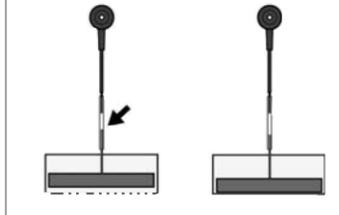
ディスプレイサーを確認

回転が止まった時に、ディスプレイサーが下がり切った状態で止まれば問題ない。仮に止まっても、ちょっとゆずればプッシュロッドが下りようならOKだ。ディスプレイサーが上で止まるようなら、シリンダーの内壁やアルミ板に触れている可能性が高い。念のため、アルミ板Bははずして確認しよう。



☆調整のしかた

プッシュロッドのゴムパイプが、上上がりすぎている可能性がある。その場合は、ゴムパイプを少し下げよう。



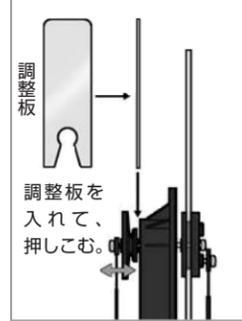
ネジ止めを確認

このエンジンでは、空気もれは致命傷となってしまう。もう一度、アルミ板のまわりのネジがしっかりとまっていることを確認しよう。

プーリーを確認

プーリーと回転板の距離は、あらかじめ決まっているが、他の部品の組み立て具合によって、多少せまくしたり広げたりした方が、うまく動く場合がある。広げる場合は、プーリーを慎重に引っ張ればよい。せまくする場合は、図の部分に調整板をはさんで、押しこむとよい。

☆調整のしかた



回転板止めのネジを確認

回転板止めのネジDの頭がプッシュロッドに触れていないか確認する。もし、触れているようなら、ネジ止めがあまりいので、触れないところまで、ねじこむ。

位相差を確認

プッシュロッドを取り付けたネジと、後ろ側のリンク棒を取り付けたネジが、94ページの図のようになっているか再度確認する。もし角度がくるっているようなら、プーリーを静かに回して調整する。

ゴムパイプを確認

プッシュロッドのゴムパイプが右の図のように曲がっていないだろうか。正面と横から見て、曲がっているようなら、指で軽くつまんで直す。

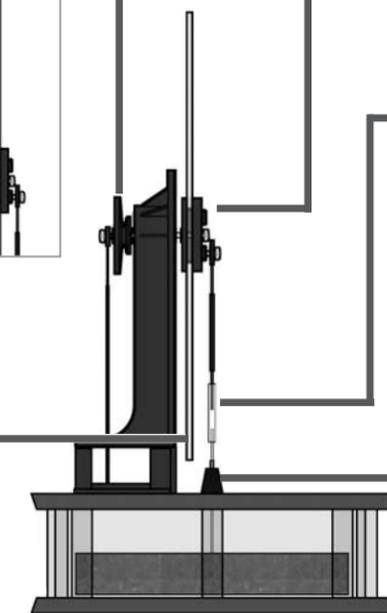


回転板を確認

回転板が支柱に触れていないか確認する。回転板止めを止めたネジDをゆるめ、回転板だけを回して、支柱に触れない位置を探す。あるいは、2本のネジDの締め加減をかえてやることでも防げる場合がある。

軸受けパイプを確認

軸受けパイプとディスプレイサーの軸の部分にまさつがある場合がある。軸受けパイプを軸受けゴムごと回して、まさつがもっとも少ないところを探してみよう。

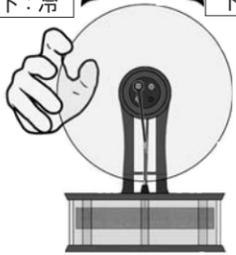


## 動かしてみよう

調整を終えたスターリングエンジンを実際に動かしてみよう。ここでは、お湯・氷・手のひらの熱・気温の4つの温度によって温度差を作ってみる。調整がうまくできていれば、約20℃以上の温度差があれば動く。

### 回転の向きを覚える

上：温  
下：冷



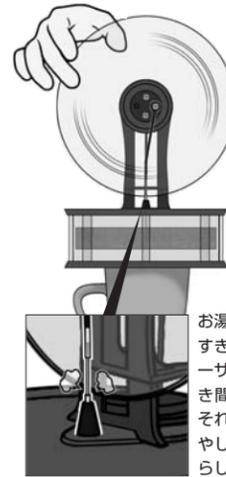
エンジンは、自動では動き出さないで、手で始動する必要があります。このエンジンは、温度差の作り方によって、回転する向きが決まっていますので、覚えておこう。ネジを止める位置がちがっていると逆になっている場合があるので、要注意。

### まずは、お湯で動かしてみよう

マグカップなどにお湯を入れ、その上にスターリングエンジンをのせる。温度が伝わるまで、しばらく待つ。



お湯はなるべく、熱湯をいっぱいまで入れるのがよい。やけどに注意すること。



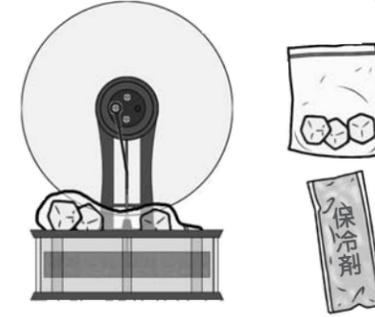
1~2分したら、回転板を軽く回してみる。うまくエンジンが始動すると、クルクルと回転板が回り続ける。うまくいかない場合も、手で回し続けて、慣らし運転をすれば回り始める。

お湯で温められた直後は、空気が膨張しすぎている。その分の空気はディスプレイサーの軸と軸受けパイプのわずかなすき間から逃げて、次第に中立がとれる。それまでの間は、慣らし運転が必要。冷やした場合は、空気を取り込むための慣らし運転が必要。

うまく動かない場合は、95ページを見て再調整しよう。

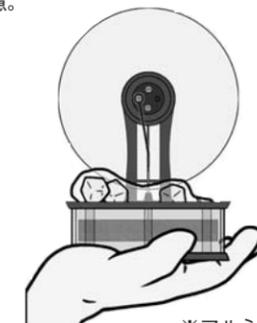
### 氷で動かす

氷と気温の温度差を利用してエンジンを動かす。冷凍庫から出したばかりの氷ならマイナス10度くらいなので、よほど気温が低くなければ、動く。氷は、アルミ板にそのままのせてもよいが、チャック付きのポリ袋などに入れると便利。氷のかわりに保冷剤を使ってもよい。



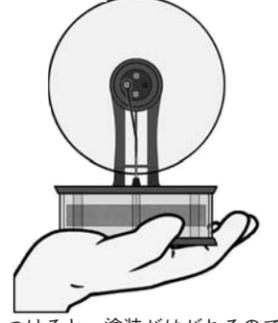
### 手のひらと氷で動かす

エンジンの上のアルミ板に氷をのせ、それを手のひらの上にのせる。氷と体温で温度差ができる。手のひらにのせて動かす場合は、アルミ板がなるべく手のひらに密着することが大事。空いている方の手で手のひらにくっつき押し付けるのも有効。この時、上のアルミ板に触らないよう注意。



### 手のひらで動かす

手のひらの体温と気温との温度差でエンジンを動かす。気温によっては、手のひらの熱が伝わるのに、けっこう時間がかかる。左の場合と同じく、手のひらをアルミ板になるべく密着させること。エンジン本体を傾けたりしないこと、なるべく手のひらを動かさないことがポイント。

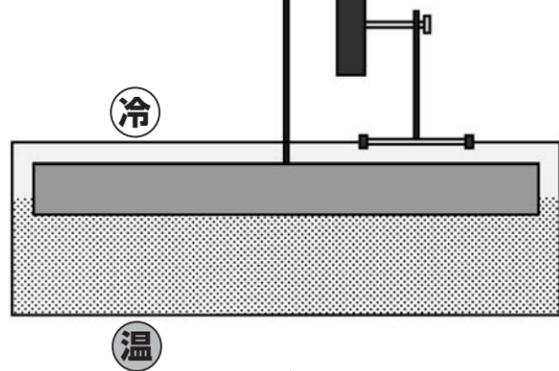


※アルミ板に粘着テープ等をつけると、塗装がはがれるので注意。

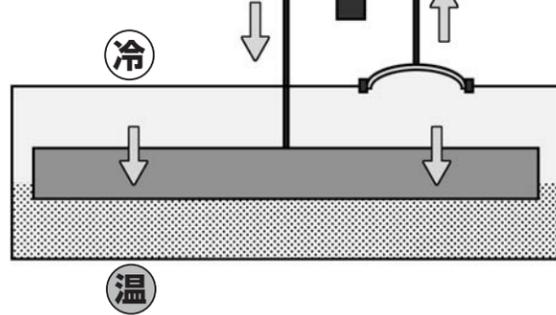
## スターリングエンジンのしくみ

ふるくのスターリングエンジンは、どのようなしくみで動くのだろう。実際に回転板を手で回しながら、各部の動きに注意して、以下の解説を読んでみよう。ここでは、下が温かく上が冷たい場合の解説を行う。

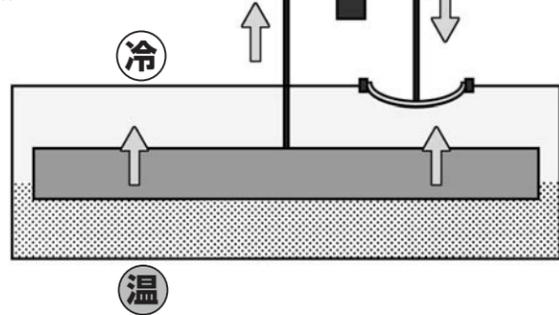
ディスプレイサーの下側の空気が温められ、膨張する。



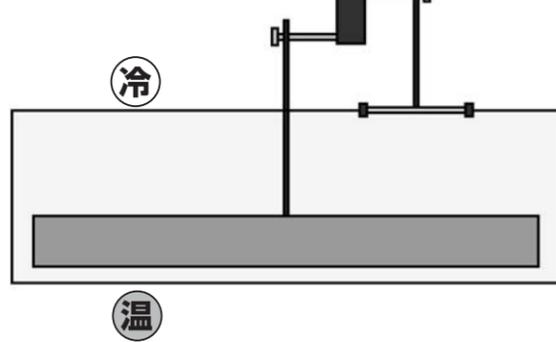
膨張した空気によってダイヤフラムが持ち上がり、ディスプレイサーは下がり始める。



空気の収縮によって、ダイヤフラムが下側に引かれ、ディスプレイサーが上がりはじめ。



ディスプレイサーの上側に移動した空気が冷やされ、収縮する。



## 性能を上げる工夫

より性能を上げるために、ひと工夫を加えてみよう。これだけでも、ずいぶん動きがスムーズになる。

### ☆油をさす



楽器店で売っている、管楽器用の油をディスプレイサーの軸にさすと、金属同士のまさを軽減できる。普通の油では、逆に動きが悪くなるので絶対にささないこと。

### ☆回転板を重くする



回転板のなるべく外側、中心をはさんで対称の位置に1円玉などのおもりを両面テープなどで貼れば、フライホイール効果が高まり、回転が安定する。

### ☆バランサーをつける



おもりを貼った後、回転板を回して、どこでも自由に止まるようになれば、バランスがとれている。バランスがとれていないと、重い方が下がって止まる。

## スターリングエンジンでさらに楽しむため

小さな温度差で、しかも空気の膨張と収縮だけしか利用していないエンジンを動かすだけでも十分楽しめるが、もっと違った楽しみにも挑戦してみよう。

### ●回転板をかえてみる

本誌32ページ『ふるくで遊びました。』でもいろいろな遊び方を紹介しているが、回転板のディスプレイをかえるのは、なかなか楽しい。パソコンで作ったオリジナルの絵や写真をCDやDVD用のラベルシートに印刷してはるのもおもしろい。また、円板以外のものを回してみてもよい。

### ●エンジンを動力源に

56ページからも紹介しているように、このエンジンを使った乗り物の工作にチャレンジしてみるのもおもしろい。本誌では車を工作したが、お風呂のお湯を利用して船の動力に使うのは、けっこう簡単にできるかも。

