

# グリロボ AS-1 オプション

## カム生成プログラム

### 説明書

本ソフトウェアは立体グリグリでカムを製作するためのものです。  
ソフトウェアでカム加工用のデータを作成することで滑らかに動くカム曲線を実現できます。

また、このデータを立体グリグリで読み込んで加工部分を追加することも可能です。

他にもプログラミングすることで実現できる形状があると思います。  
立体グリグリとグリロボの展開としてご提案があれば是非お聞かせください。

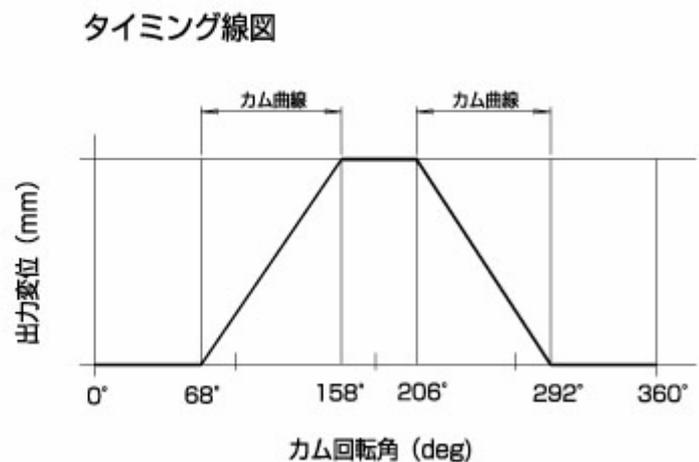
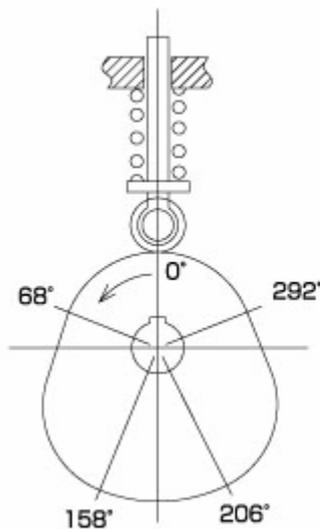
## <カム生成プログラムとは>

このプログラムはグリロボで加工するためのカムデータを生成します。

カムは円板の回転にともなって半径を変化させて対象物を移動させる機構です。

このカムの半径の変化は、1回転0～360°までの角度と、出力変位をXYにとったタイミング線図(タイミングチャート)であらわされます。

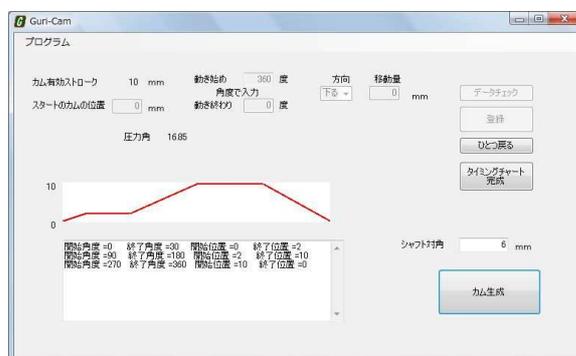
タイミング線図の例



実際のカムの場合、タイミング線図上のカム曲線の部分は、出力端の変位が滑らかな加減速となるよう計算された「カム曲線」が使われています。

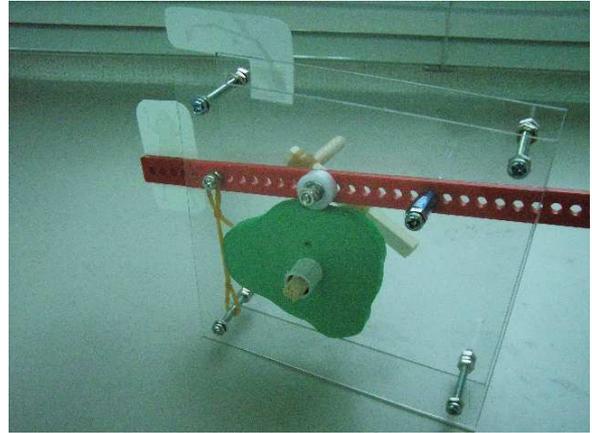
カム生成プログラムはタイミング線図を作るだけで「カム曲線」を使用したグリロボ用のカムデータを出力します。

カム生成プログラム画面



実際の機械装置ではカムを製作するのに、機械加工～焼き入れ焼き戻しまで、多くの工程が必要なためカムを変更することは簡単ではありませんが、グリロボでは簡単にタイミングや変位量を変えたカムが製作できるので、実際に動かしながらカムの仕組みを理解することが可能です。

<実際に製作したカム機構の例>



木の枝に飛びつこうとするカエル  
(1回目、2回目と、だんだんジャンプが高くなり3回目は木に届く)



バレーボール選手  
(2枚のカムを使用して左右の腕を別々に動作させ、ボールを放り上げてサーブする動き)

カム機構の作り方は後半で紹介しています。

## <インストール>

CD-ROM 中の Gur-Cam ホルダをホルダごとパソコン内の適当なところに移動させてください。  
プログラムの動作には Microsoft .NETFramework2.0 以上が必要ですが WINDOWS にあらかじめ含まれている場合がほとんどです。もしインストールを要求された場合は、グリロボ CD 内の Microsoft .NET Framework 3.5 ホルダ内の dotnetfx35.exe をインストールしてください。

## <起動>

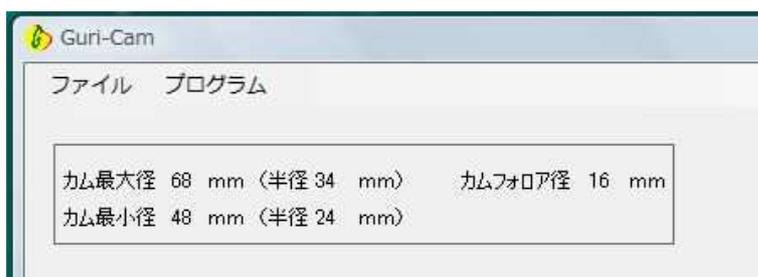
1. カム生成 Guri-Cam を起動します。



2. 起動画面です。

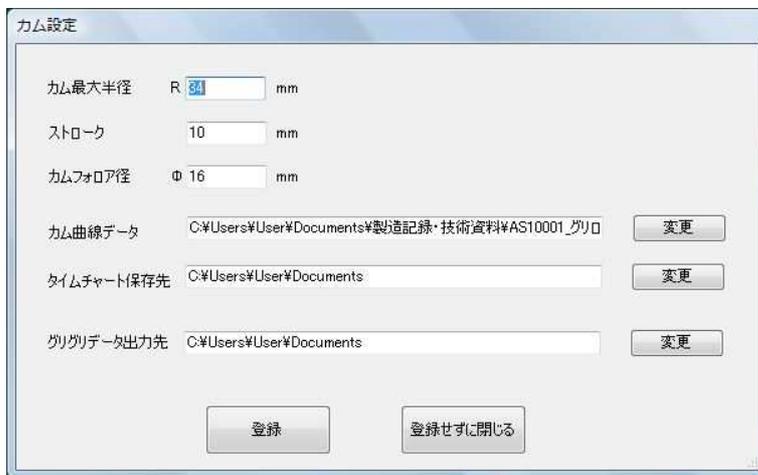
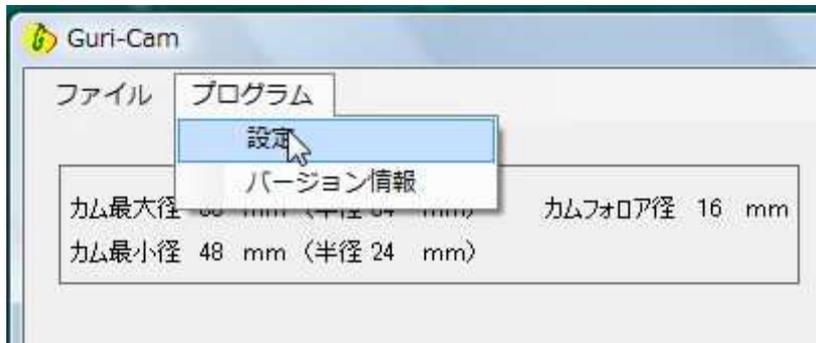


3. 作成前に上部枠内の設定を確認します。前回終了時の設定が保存されています。



## <設定>

設定画面を呼び出すには上部メニューの「プログラム」を選択し、次に「設定」をクリックします。



### ・カム最大半径

外径が大きいカムほど山の傾斜が緩くなり、滑らかに動かすことができるので、できる限り大きな径でカムを作るようにします。今回はグリロボの最大移動寸法 70mm×80mmから最大外径 68mm のカムを製作することにします。カム最大半径は  $68\text{mm} \div 2$  で 34 を入力します。

### ・カムストローク

必要なカムのストロークを入力します。

### ・カムフォロア径

カムフォロア(カムに沿って回転するローラー)の外径を入力します。カム面に大きな力がかからず滑らかに動くかを圧力角という値で判定する際に使用します。

### ・カム曲線データ

カムの山の滑らかさを決める曲線データです。このプログラムは変形正弦曲線(modified sine curve)というもっとも一般的なカム曲線を採用しています。標準で付属しているのは1種類なので指定はそのままにしておきます。

・タイムチャート保存先

作成したタイムチャートの保存先ホルダを指定します。

・グリグリデータ出力先

カム形状の立体グリグリ加工データの出力先ホルダを指定します。

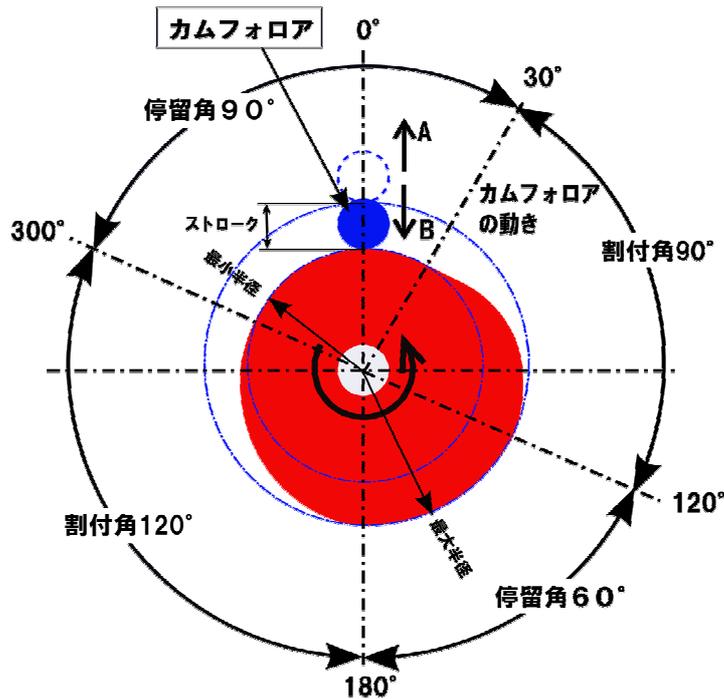
設定が決まったら「登録」をクリックして変更内容を保存します。



## <データ作成>

例として1ヶ所が凸になったカムのデータを作ってみます。  
カムの回転にともなってカムフォロアが往復する機構です。

今回製作するカムの動きを考えてみます。1回転で1往復、行きと帰りでカムフォロアの速度が変わるカムです。



カムが矢印の方向に一定速度で回転するとき、カムフォロアは起点から 30° の位置からA方向へ動きだします。そして 120° で動き終わり、180° までその状態を維持します。180° から今度はB方向へ動き出し、300° まで回転した時に最初の位置に戻ります。

カムフォロアだけを見ると、最初止まっていたカムフォロアが A 方向へ動きだし、端まで行くとしばらく止まってから元に戻ってくるという動きになります。速度は行きが速く、帰りはゆっくりしたものになります。

カムの用語で、カムが傾斜で動き出してから止まるまでの角度を割付角(わりつけかく)、カムの外径が一定でカムフォロアが動かない間を停留角(ていりゅうかく)と言います。このカムの場合、

$$120^\circ - 30^\circ = 90^\circ \text{ (割付角)}$$

$$180^\circ - 120^\circ = 60^\circ \text{ (停留角)}$$

$$300^\circ - 180^\circ = 120^\circ \text{ (割付角)}$$

$$(360^\circ - 300^\circ) + (30^\circ - 0^\circ) = 90^\circ \text{ (停留角) となります。}$$

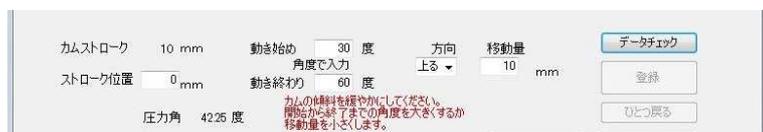
タイムチャートでは、割付、停留の切り替わる角度とストロークを指定します。

実際のタイムチャート作成を見ていきます。

1. ストローク位置というのは現在のカムフォロアのストローク方向の位置をあらわします。中央に近い側を0とします。このカムは半径のもっとも小さいところから始まるのでカム開始位置は0とします。動き始めは 30° を入力します。動き終わりは 120° を入力します。方向は上りを選択します。ストロークは設定値いっぱいの 10mmとします。



2. 各欄の入力が終わったらデータのチェックを行います。この部分では、カムの傾斜がきつすぎないか、指定されたストローク範囲内に入っているかを判定します。データチェックボタンを押すと圧力角が計算され、判定が表示されます。圧力角が 40° を超えると入力を見直すようメッセージが表示されます。

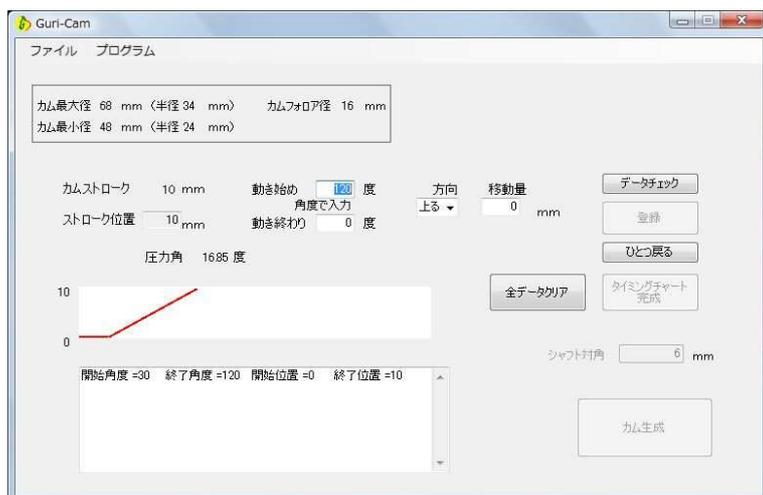


圧力角が大きすぎてエラーが出た例

3. データチェックで問題が無ければ「登録」ボタンをクリックします。



下の窓にタイミングチャートと内容が表示されます。

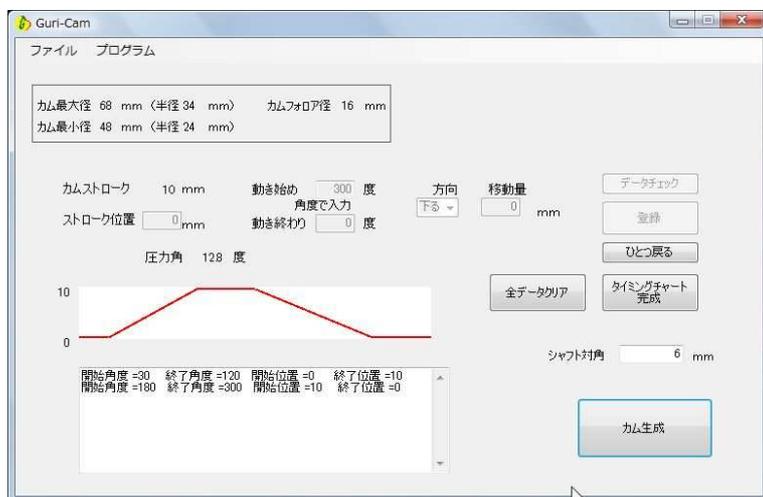


4. 登録が完了したら次のデータを入力します。登録内容を訂正したいときは「ひとつ戻る」ボタンか「全データクリア」ボタンを使って内容を訂正します。

5. 次は 180° から 300° の割り付け部分を入力します。動き始めに 180°、動き終わりに 300°、方向を下りに、移動量を 10mm と入力して、「データチェック」「登録」をします。最後に一周して 0° に戻るために「タイミングチャート完成」ボタンをクリックします。



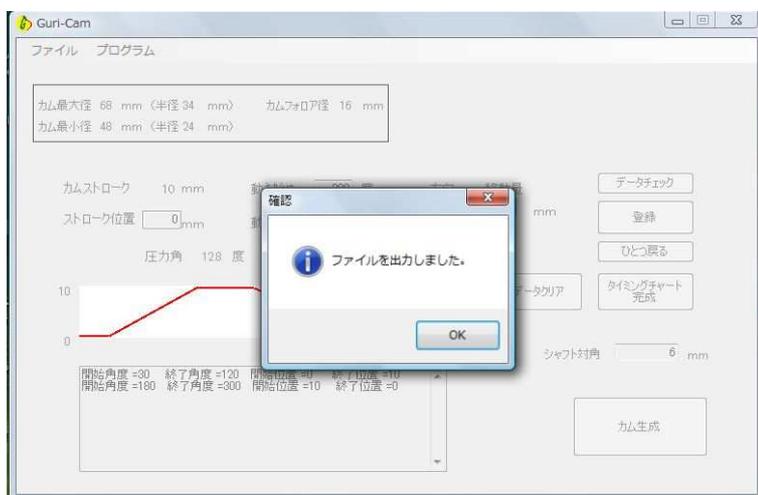
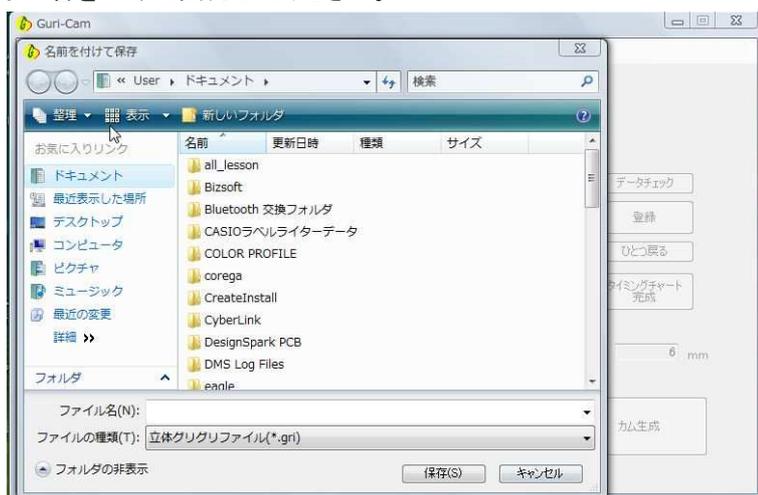
始点と終点のカム半径が一致しないときは「タイミングチャート完成」ボタンが有効になりません。データを見直してください。



6. タイムチャートが完成したら、シャフトのサイズを確認します。標準は 6mm の四角棒を使うように設定されています。

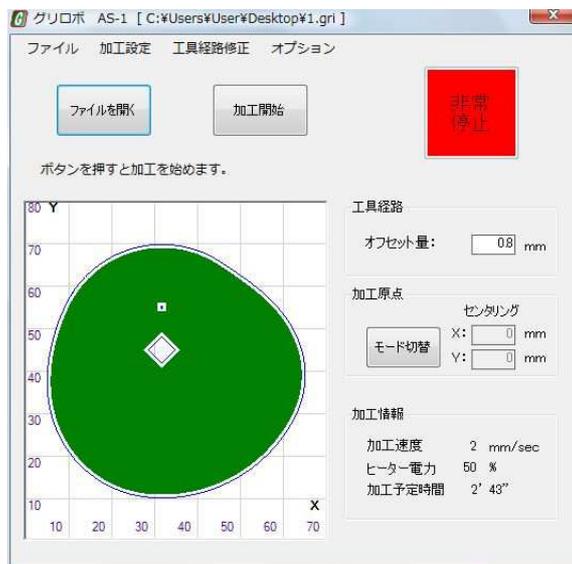


7. すべての設定が終わったら立体グリグリ用のデータを出します。ファイル名をつけて出力してください。

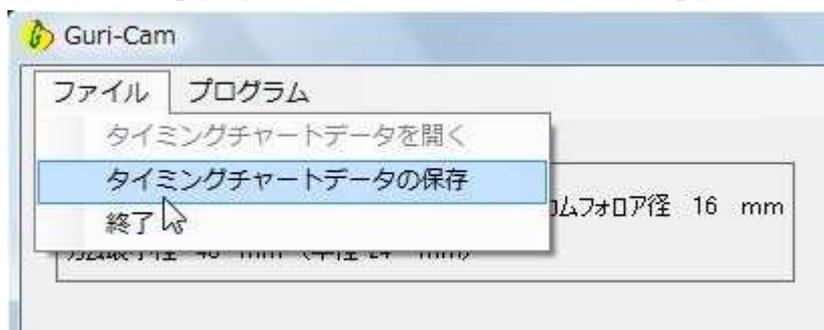


以上でカムデータの作成は完了です。  
立体グリグリやグリロボで作成したデータを確認してください。

8. グリロボでファイルを開いたところでは、シャフトのすぐ上に四角穴がありますが、これが  $0^\circ$  の方向を表します。



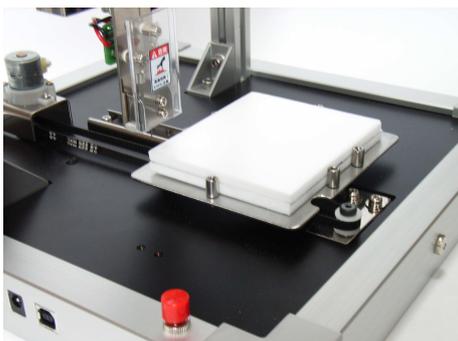
9. 作成したタイムチャートは保存することが可能です。上部の「ファイル」を選択して、「タイムチャートデータの保存」をクリックしてデータを保存します。



ファイルを開くときは「全データクリア」をしてからファイルを呼び出してください。

## <カムの製作>

従来の方でグリロボを使ってカムを製作します。

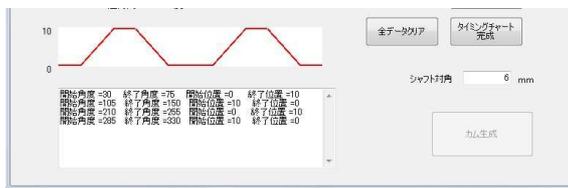


## <いろいろなカムの例>

カム機構は入力軸が等速連続回転でもカムの設計でいろいろな出力端の動きを実現できます。以下にカムの山の数を増やしたり、ストロークを調整したりしたカムの例を示します。

### 1. 1回転で2回の動き

カムが1回転する間に2回運動するカムです。



### 2. ストロークを変えた動き

動作回数は1と同じですが1回目と2回目でストロークが異なります。



### 3. 2段モーション

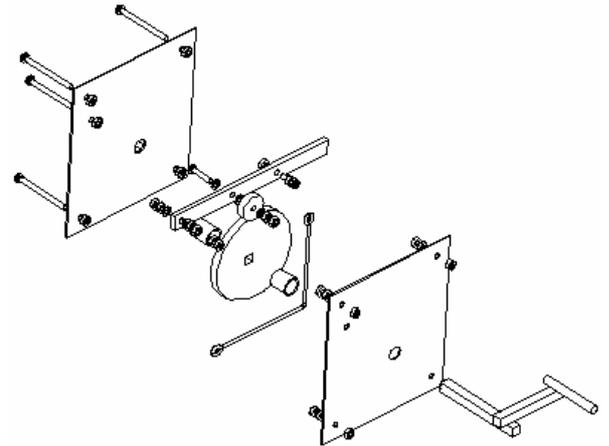
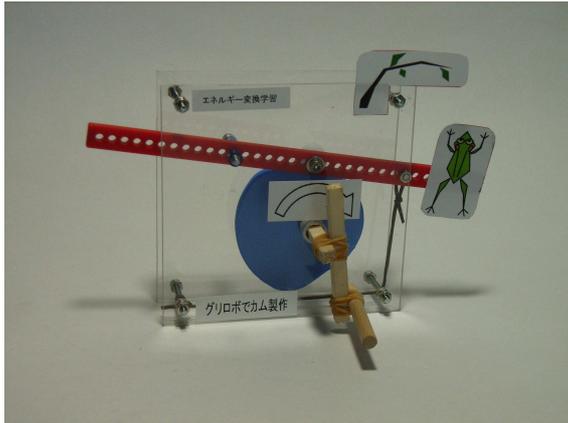
半分ストロークしたところで一旦停止した後、最後までストロークするカムです。



## ＜カム機構の製作＞

カム機構の製作例を紹介します。

カム機構は、1ページのイラストにあるようにカムフォロアを直線的に動かす直動カムもありますが、写真で紹介したレバーを使った揺動カムもあります。工作するならば機構に無理が掛かりにくく、レバー比でストロークを拡大できる揺動カムの方をおすすめします。



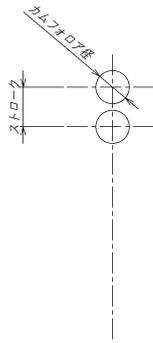
◎材料（参考です。身近でも見えそうなもの探してみてください。）

- 樹脂透明板（厚み 1mm）・・・側板用。透明の方がケガキにも、機構の確認にも便利です。
- 対辺6mmのひのき角棒、同じぐらいの丸棒・・・シャフト、ハンドル用。輪ゴムで留めて使用します。
- ロボコンなどに使うユニバーサルアーム・・・カムレバーにします。
- カムフォロアは、プラモデルの部品や木製丸棒を輪切りにしたものなど 12～18mm程度の適当なものを用意します。
- ゴムひも・・・カムフォロアがカムから離れないようにカムフォロアを軽くカムに押し付けるために使用します。
- 内径9～10mmぐらいのパイプや紙管・・・カムが軸方向に移動しないようにカラーとして使います。
- 3mmビスナット・・・各部品の組み立てに使用します。側板とレバー支点用は長めのものがが必要です。それ以外はカムフォロア軸、ゴム掛けに使用します。回転部分はダブルナットを多用するのでナットは多めに用意します。
- 輪ゴム・・・ハンドル組立に使用します。

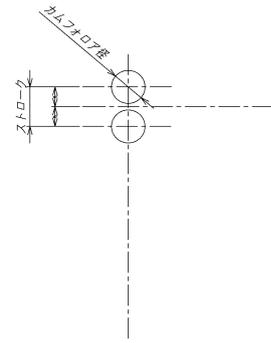
その他、動きを表現するための厚紙、ペン、両面テープなどの材料

◎ レバーの設計

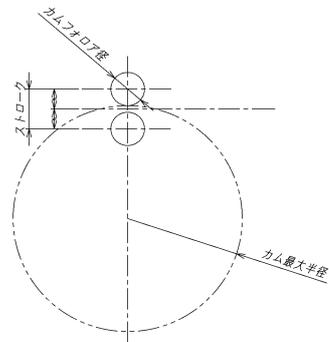
レバー設計の手順を次ページに示します。



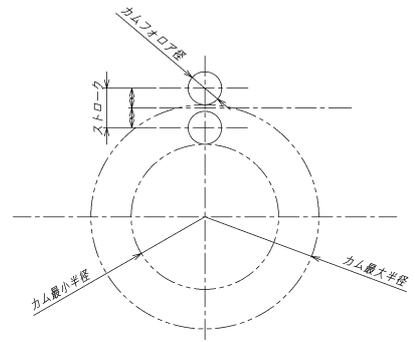
1. カムフォロアがストロークした絵を書きます。



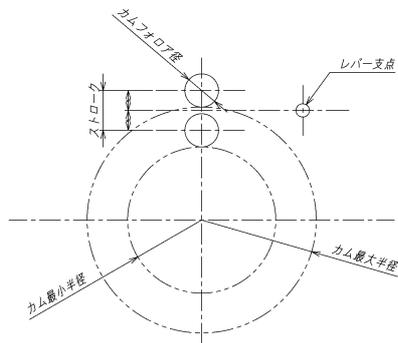
2. ストロークを 2 等分した位置に中心線を引きます。これが支点の高さになります。



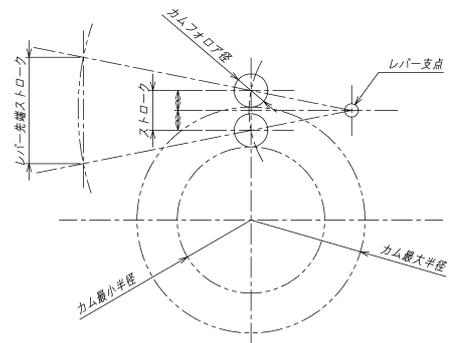
3. 外側のカムフォロアに接するように最大半径の円を書きます。



4. 先程の円と同心で内側のカムフォロアに接する円を書きます。

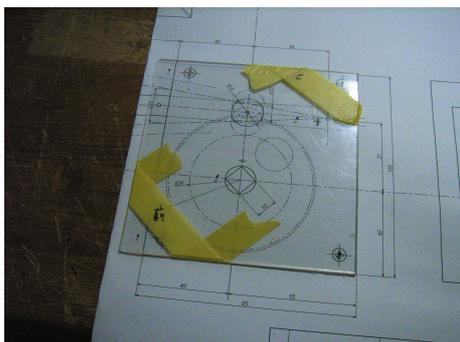


5. ストロークの 2 等分線の上にレバー支点を決めます。支点がカム最大半径の中に入らないように注意します。



6. レバーの比を調整して先端のストロークを決めます。レバー比は 2.5:1 以内にしないと機構に無理が掛かりやすくなります。

前ページでカム軸とレバー支点を原寸大で作図すれば、側板を製作する時に重ねて罫書くことが出来るので便利です。



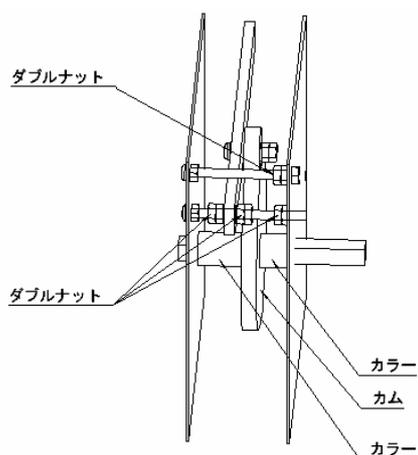
罫書きがすんだら穴あけを行います。

### ◎ 組立

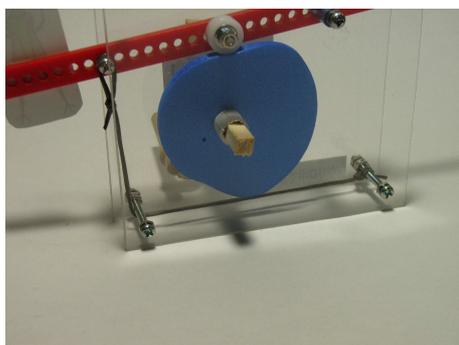
レバー軸はビスを利用します。スムーズに回転するようにダブルナットで調整します。

カムは軸方向にずれないようにカラーを入れます。

左右の側板もビスとナットを使用して連結します。



◎ゴムひもは回転中カムフォロアが浮き上がらないための最低限の張力で十分です。短めのゴムをストロークが大きいカムに使用すると、ゴムが伸びたときにカムフォロアを押さえすぎるので、長めのゴムを、いったん側板固定ネジに掛け、レバーの動きに対して張力の変化が小さくなるようにします。



棒を組み合わせて輪ゴムでとめ、ハンドルを作ります。

## <完成>

以上でベースとなる機構は完成です。

作動端に目的に合わせたものを取り付けてください。

カムは容易に交換することができるので、タイミングやストロークの異なるカムを作って違いも確認してみてください。

負荷の荷重が大きくてカムの面の強度が問題になるような時は、同じカムを2枚張り合わせたり、外周に紙を巻いて補強したりする方法があります。カムフォロアのあたる部分の荷重を分散させるための措置です。

