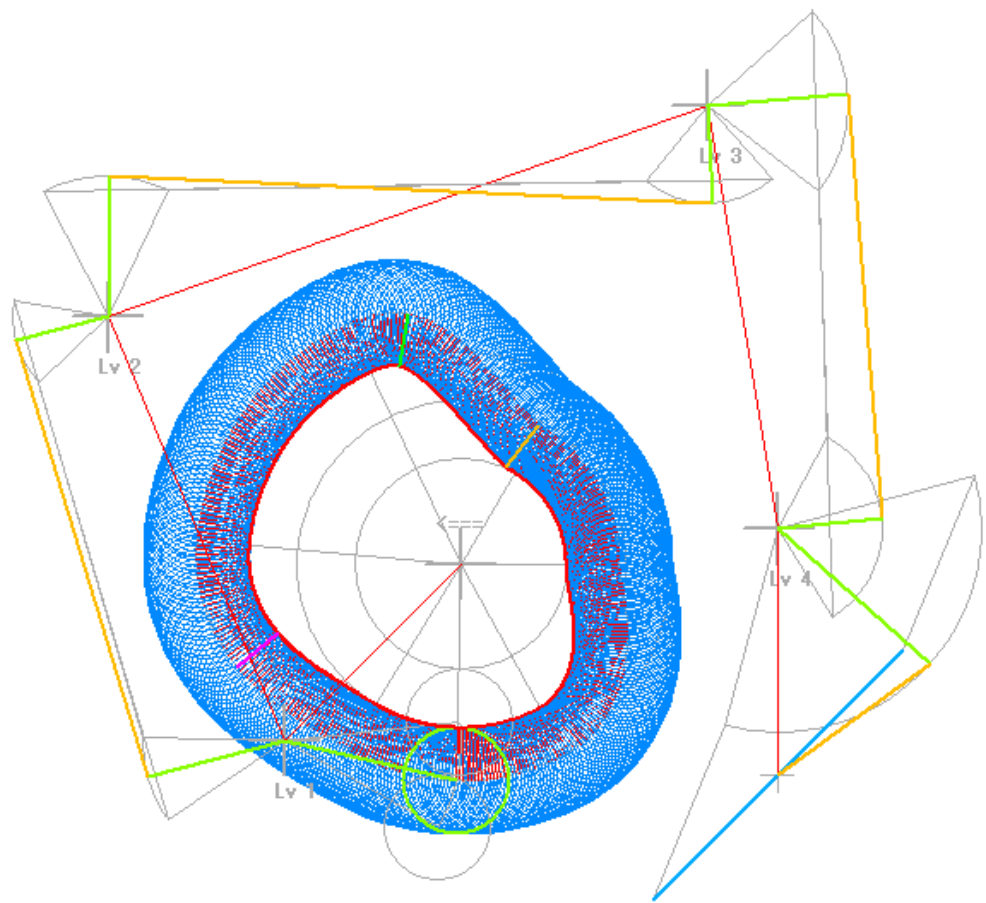


# *CamLev\_System* 説明書



技術計算ソフト開発内田

## はじめに

このたびはカム計算ソフトウェア「**CamLev\_System**」をご採用いただき、まことにありがとうございます。「**CamLev\_System**」は複雑なカム計算をビジュアルシミュレーションを見ながら、簡単に計算できるようにした技術計算ソフトウェアです。お客様のカム装置の改善、研究にお役に立てれば幸いです。

### カム計算の種類

- ・ 計算できるカムの種類は**直動**、**揺動**、リンクによる**スライド**計算の 3 種類です。
- ・ スライドはさらにリンク・レバー**U**（ラジアン）・スライド **U**（サイン）・ギヤーの 4 種類の連結方式が選択できます。
- ・ 揺動、スライドは 10 個のレバー軸・9 個のリンクまで計算できます。
- ・ いずれも動作端の動きがカム曲線になるように計算します。

### カム曲線

- ・ カム曲線は既存の曲線 14 種類（**等速度**・**等加速度**・**単弦（サイン）**・**5 次曲線**・**サイクロイド**・**合成正弦（F-3）**・**合成正弦（F-5）**・**変形台形**・**変形正弦**・**変形等速**・**両停留非対称**・**トラペクロイド**・**複弦**・**片停留変形正弦**）と自在曲線 3 種類（**ユニバーサル**・**楕円**・**自在加速度曲線**）などで、高度な要求に対応できます。

### 画面コントロール

- ・ 計算結果による全体図を表示し、拡大、縮小、位置あわせ、移動など多彩な表示機能により、問題箇所を詳細に把握できます。また、最大圧力角、最小曲率半径などの位置と値を表示し、カムの改善に役立てます。

### ファイル・タイミング表管理

- ・ 多段カムシステムに対応できるように 50 枚までのカムの**ファイル管理**と**タイミング表管理**をビジュアルに簡単に扱えるようにしました。

### 現状カム装置の把握

- ・ 現在お使いのカム装置のデータからカム曲線と比較しながら、**速度**、**加速度**を推測することが出来ます。

### カムデータの出力

- ・ カム計算結果データとして（**CSV テキストファイル**）を作成します。
- ・ CAD データとして（**DXF ファイル**）を作成できます。
- ・ **バランスカムの（DXF ファイル）**を作成できます。

### 印刷

- ・ **画面印刷**、**全体印刷**、**タイミング表**、**カム曲線**、**バランスカム**の印刷が出来ます。

1.	基本事項(注意事項) . . . . .	P4
2.	インストール・アンインストール . . . . .	P5
3.	まずサンプルを見てみましょう . . . . .	P6
4.	画面コントロール . . . . .	P7
5.	メイン入力 . . . . .	P7
6.	割付入力 . . . . .	P8
7.	レバー入力 . . . . .	P9
8.	スライド入力 . . . . .	P10
9.	カム曲線 . . . . .	P11
10.	カムの評価 . . . . .	P12
11.	カムデータの登録 . . . . .	P13
12.	カムタイミング表 . . . . .	P13
13.	バランスカムの計算 . . . . .	P14
14.	カムデータ出力 . . . . .	P15
15.	印刷 . . . . .	P15
16.	現状のカム装置のカム曲線の把握と改善 . . . . .	P15
17.	エラーの発生と対処方法 . . . . .	P16

## 1. 基本事項(注意事項)

- ・ **計算精度**は 15 桁倍精度演算とします。ただし数値表示を見やすくするため、桁数を少なく四捨五入表示しています。**自動計算**から**手動計算**に変えて計算した時、結果を再入力とする場合は再現性が失われます。**角度**は水平右方向を $0^\circ$ とし、反時計方向に $0^\circ \sim 180^\circ$ とします。また、時計方向に $0^\circ \sim (-180^\circ)$ とします。
- ・ **カムの回転方向**は**反時計方向**を1とし、**時計方向**を $(-1)$ とします。**カムレバーの方向**はカムの回転方向が反時計方向の時、カムの中心からレバーの中心を見て、左半分にカムホロワの中心があるとき、**順方向**とします。また、右半分にカムホロワの中心があるとき、**逆方向**とします。カムの回転方向が時計方向のときはその逆になります。**直動カム**の場合はカムホロワの動きは $90^\circ$ 方向を $(+)$ とします。**揺動カム**の場合は終端のレバーの動きが反時計方向を $(+)$ とします。**スライドカム**の場合はスライドの方向を $(+)$ とします。
- ・ **レバー軸**はカム軸に近いほうからLv1とし、最大Lv10とします。**レバー軸**はカム軸に近い方をLaとし、カム軸から遠い方をLbとします。**レバーの方向**はリンクのつながっているレバー軸のカムに近い方から遠い方のレバー軸の中心を見た時、これを共通線分とすれば、レバーbのリンクの中心が左側にあれば $(+)$ とします。右側にあれば $(-)$ とします。
- ・ **リンク**はLv1(La、Lb)―Lv2(La、Lb)・・・とつながっていきます。**リンクの方向**はレバーbから次のレバー軸を見た時、これを共通線分とすれば、次のレバー軸につながっているリンクの中心が共通線分とクロスすれば $(+)$ とし、平行なら $(-)$ とします。
- ・ カム形状は**動作端**の動きが**カム曲線**となるように計算されます。**崩落点**はカムホロワの中心点の前後の計算点を結ぶ挟み角を2分する線上とカムホロワ半径との交点とします。**最小曲率半径**は**凸側**はカムホロワ中心とし、**凹側**は崩落点とし、前後の点を含む**3点Rの半径**とします。カムの中心に向いた半径Rは $(+)$ の**曲率半径(凸側)**とし、外側からのRは $(-)$ の**曲率半径(凹側)**とします。
- ・ **圧力角**はレバーの方向が順方向の場合、レバーに引っ張りの分力がかかる方向を $(+)$ とし、圧縮の分力がかかる方向を $(-)$ とします。逆方向の場合はこの逆となります。これらの計算精度は**計算分解能**(カムの計算回転角度)に依存します。
- ・ **計算の許容範囲**はレバーの動きが $180^\circ$ 以内とします。ただし、カムレバーはカム軸とレバー軸の共通軸線を越えない範囲とします。また、リンク計算の場合はリンクとレバーが共通線分を超えない範囲とします。
- ・ **計算結果の適用範囲**はあくまでも理論的なシミュレーションであり、実際に動作できることを保障するものではありません。実際には材料の剛性、加工精度、重力加速度などの影響を考慮してお使いください。

## 2. インストール

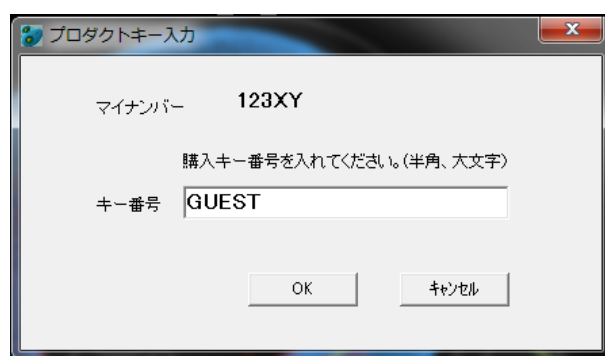
ダウンロードした **CamLev\_System.zip** をディスクなどにバックアップしてください。**CamLev\_System.zip** をクリックします。**CamLev\_System** ホルダーをクリックし、その中の **CamLev\_System.exe** をクリックし、ファイルをすべて展開してください。



### ショートカットの作成は

**CamLev\_System.exe** をマウスで右クリックし、**ショートカットの作成** をクリックしてショートカットを作成します。その作成したショートカットをデスクトップにドラッグして移動します。以上でインストールは完了です。

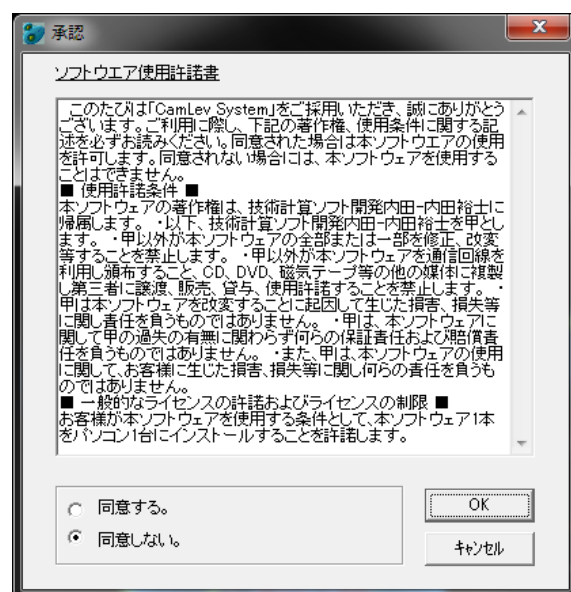
次に **CamLev\_System.exe** をダブルクリックし、プログラムを立ち上げます。



**プロダクトキー番号** (半角、大文字) を入れて **OK** ボタンを押します。

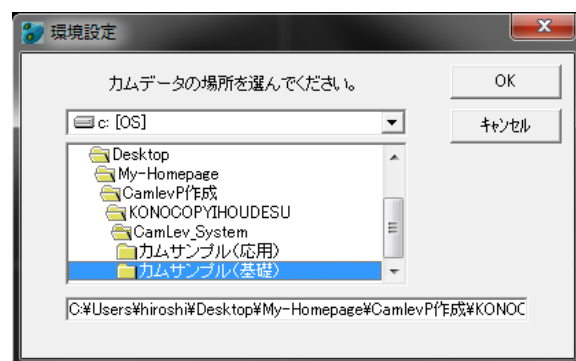
初めての方は「**GUEST**」と入力します。カムソフトを導入されてからプロダクトキーを購入された方はメイン画面の「ヘルプ (H)」の「マイナンバー」をクリックするとプロダクトキー入力画面が現れます。

次に**ソフトウェア使用許諾書**をチェックします。



**同意する** をチェックし、**OK** ボタンを押します。

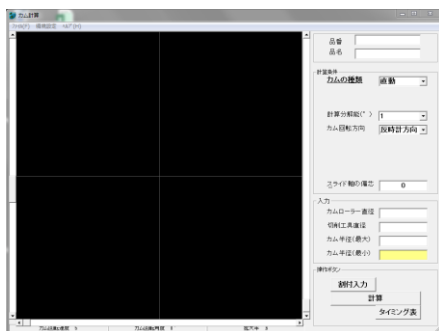
次に**メイン画面**と**環境設定**が立ち上がりますので環境設定でカムデータのホルダーを決めます。



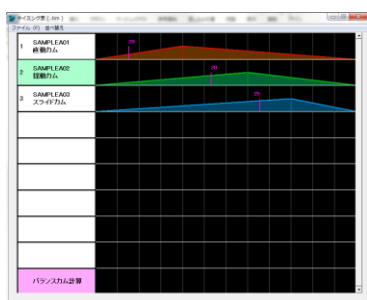
「CamLev\_System」のホルダーを開き、「カムサンプル(基礎)」ホルダーを選択して、**OK** ボタンを押します。カムの**テキストデータ(csv)**、**CAD データ(dxf)**、**タイミング表データ(tim)**などが環境設定したホルダーに入ります。これで次回からは直接プログラムが立ち上がります。

アンインストールは「CamLev\_System」のホルダーとショートカットを削除するだけです。アンインストールできない場合はパソコンを再起動させてから削除してください。

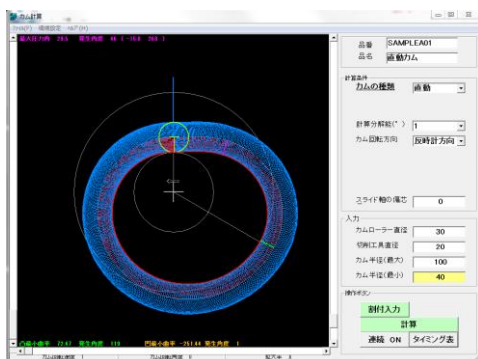
### 3. まずサンプルを見てみましょう メイン画面が現れます。



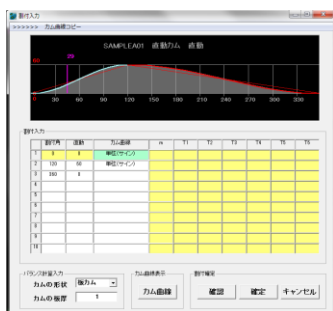
**タイミング表**ボタンを押します。



タイミング表の 1-SAMPLEA01 直動カムの  
右側の黒いところ、マウスの表示が (+)  
を示す部分をダブルクリックします。  
**直動カム**のデータが表示されます。

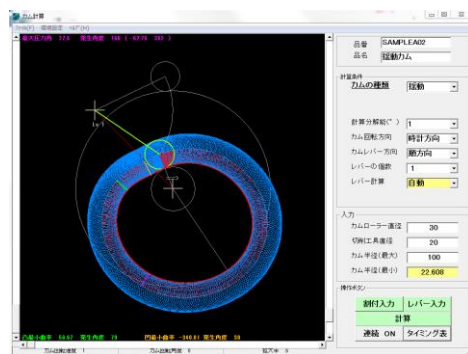


**割付入力**ボタンを押します。  
白枠が入力可能です。

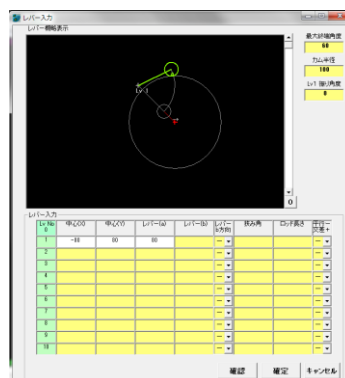


**確認**ボタンを押します。OK ならば、**確定**し

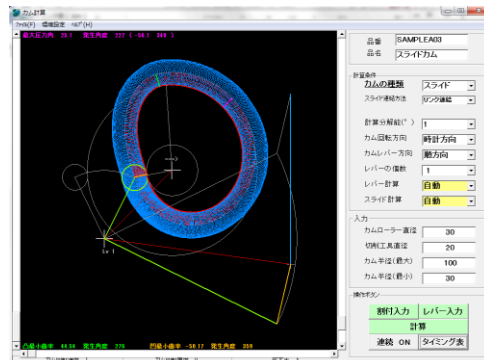
ます。メイン画面に戻って、最後に**計算**ボ  
タンを押します。今度は**連続 ON** ボタンを  
押します。カムが回転して連続シミュレーシ  
ョンを開始します。**計算**ボタンを押して、  
連続シミュレーションを初期状態に戻しま  
す。次に**タイミング表**の 2-SAMPLEA02 揺  
動カムを同様にダブルクリックします。



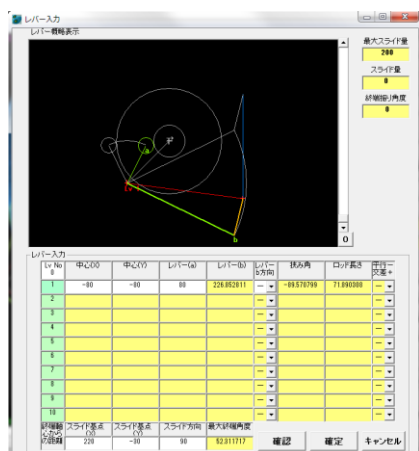
前回と同様に**割付入力**ボタンを押します。  
**割付入力**画面が出ますので同様に**確認**、  
**確定**ボタンを押します。次に**レバー入力**  
ボタンを押します。白枠が入力可能です。



**確認**ボタンを押します。OK ならば、**確定**し  
ます。最後に**計算**ボタンを押します。  
次に**タイミング表**の 3-SAMPLEA03 スライド  
カムを同様にダブルクリックします。



**割付入力** ボタンを押します。同様に**確認**、**確定** ボタンを押します。  
次に**レバー入力** ボタンを押します。



**確認**、**確定** ボタンを押します。最後にメイン画面の**計算** ボタンを押します。  
これでサンプル（基礎）ホルダーにあるカムデータファイルを見ることができました。同様に環境設定を変えれば他のホルダーのカムデータファイルを見ることができます。もちろんカムのシミュレーションやカムの修正も簡単にできます。また、タイミング表を使わなくても、**ファイル**→**開く**とクリックし、直接ファイルを開くこともできます。

#### 4. 画面コントロール

メイン画面をダブルクリックすると見たい部分が**画面の中心**にきます。右側のスライダーで**拡大縮小**ができます。  
メイン画面上でマウスの左側を押さえたままで、見たい方向にドラッグすると白い矢印が出て、矢印の長さの5倍の**距離移動**ができます。拡大したままカムのプロフィールの方向にマウスを動かしながら、追跡して問題点がないかどうか確認するのにとても便利です。また、カムのプロフィールの上をダブルクリックするとその部分が中心に来ると同時に**割付入力画面**のタイミング表に**割付位置**が薄青白色の線で表示されます。割付修正のときに便利です。

**連続 ON** ボタンを押すとカムが回転し、シミュレーションを開始します。**連続 OFF** のボタンを押すと回転が停止します。また、左側のスライダーで**回転速度**を変更できます。一番下が一番遅く、カムホロワの軌跡が青色で表示され、また、カムホロワ中心と崩落点が赤線で結ばれ、カムのプロフィールが赤色の**円弧補間接続**で表示されます。計算ボタンを押したときと同様です。他の速度の部分ではカムホロワの軌跡は消えます。下側のスライダーはカムの**回転角度**を変えることができます。圧力角の確認などに便利です。角度は最低1度毎、計算分解能により、5°、10° 毎となります。一番下の表示には**カム回転速度**、**カム回転角度**、画面の**拡大率**が表示されます。

画面の左上には赤紫色で**最大圧力角**（）内は（一の最大圧力角）が表示されます。また、同時に画面上に同色で**発生位置**が表示されます。**崩落点凹側最小曲率半径**、**カムホロワ中心凸側最小曲率半径**についても同様に表示されます。

#### 5. メイン入力

**新規作成**の場合は**品番**、**品名**を入れます。品番入力がない場合は**日付**が入ります。また、品名入力がない場合は“**TEST**”が入ります。**カムの種類**は**直動**、**揺動**、**スライド**の3種類があります。スライドはさらに**リンク・レバーU**（ラジアン）・**スライドU**（サイン）・**ギヤー**の4種類の連結方式が選択できます。

**計算分解能**は $0.1^{\circ}$ ～ $10^{\circ}$ の範囲の7種類があります。計算分解能は小さいほど加工精度は上がりますが、データ量が多くなり、加工時間が長くなりますので、対象物を考慮して選んでください。

**カムの回転方向**は**時計方向**と**反時計方向**があります。画面上ではカム軸の上の表示が“ $\Rightarrow$ ”が時計方向となります。

**カムレバーの方向**は**順方向**と**逆方向**があります。カムレバー軸中心からカム軸中心を見た時、回転方向が時計回りならば、カムローラーの中心が左側にあれば順方向とします。回転方向が反時計回りならば、右側を順方向とします。逆方向はその反対です。カムレバーは共通軸線を越えて動作できません。

**レバーの個数**は1～10個まで選択できます。**レバー自動**計算は初期レバー（Lv1a, Lv1b）と終端レバー（Lv<sub>x</sub>）の動作角度が決まれば全てのレバー長さおよび挟み角を自動計算します。レバーの方向とリンクの方向は後で簡単に変更できます。もちろんレバー長さ、挟み角も簡単に変更できます。**レバー手動**計算は全ての入力が可能です。既存の装置の改善に便利です。

**スライド自動**計算はスライドの位置と方向と移動量とレバー最大振り角度が決まればレバー長さとロッド長さ、終端レバーの挟み角を自動計算します。（ただし、レバー1個の時は振り角度はカムの最大半径と最小半径により自動的に決まります。）**スライド手動**計算はスライドレバー長さとスライドロッド

長さを入力できます。**入力**は背景が白色の時入力可能です。黄色の時は四捨五入された計算結果が表示され、入力はできません。

**カムローラー直径**はカムホロワ径です。

**切削工具直径**は入力がないか、または0の場合はカムローラー直径が入ります。切削工具直径がカムローラー直径より大きい時、凹側曲率半径を越えないように注意が必要です。（警告が出ます。）

**カム半径(最大)**は、カム計算では、まずカムの外径を決めます。直動、揺動計算ではカムの外径が基準となります。スライド計算では終端が基準となりますのでカム半径は自動で決まる場合があります。（レバー手動の時）

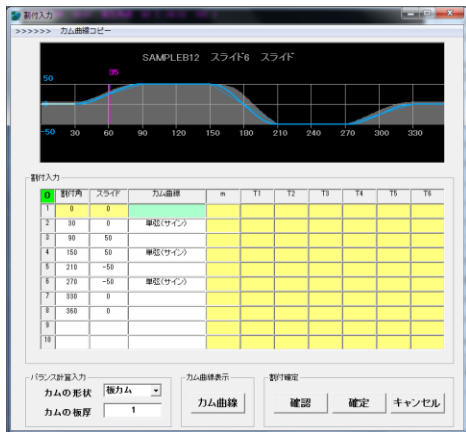
**カム半径(最小)**は直動の場合は割付のカムホロワの最大移動量で自動的に決まります。背景が黄色の時は結果が自動で表示されますので、入力の必要はありません。

**操作ボタン**は5個あります。**割付入力**、**レバー入力**の順に入力していきます。（カムの種類によって操作ボタンの表示が異なります。）全ての入力が確定できたら、最後に**計算**ボタンを押します。シミュレーションは**連続 ON**を押します。**タイミング表**は必要に応じて押します。

## 6. 割付入力

**割付入力**ボタンを押すとボタンが薄緑色に変わり、割付入力画面が現れます。タイミング表は動作タイミングをカム曲線で修飾した曲線で表し、実際のカムの山を灰色で示します。カムの山は前回計算したものが表示されます。





割付角は  $0^\circ$  から始まります。同様に直動、揺動、スライド量も初期位置 0 から始まります。割付角の最後は  $360^\circ$  で、直動、揺動、スライド量も 0 で終わります。変位は直動の場合は、 $90^\circ$  の方向を (+) とし、( $-90^\circ$ ) の方向を (-) とします。揺動の場合は、終端の動きが反時計方向を (+) とし、時計方向を (-) とします。スライドの場合はスライド方向を (+) とし、スライド方向と逆方向を (-) とします。割付角と変位量を入力して**確認**ボタンを押します。割り付け角は 30 個までデータを入力することができます。10 個以上の場合はまず、**確認**を押します。「割り付け角の順番を確認してください。」の警告が出ます。**OK**をクリックし、左上隅の **0** 枠をクリックして、次のブロックを切り替え、割り付け入力をしていきます。ブロック毎に**確認**を押してください。

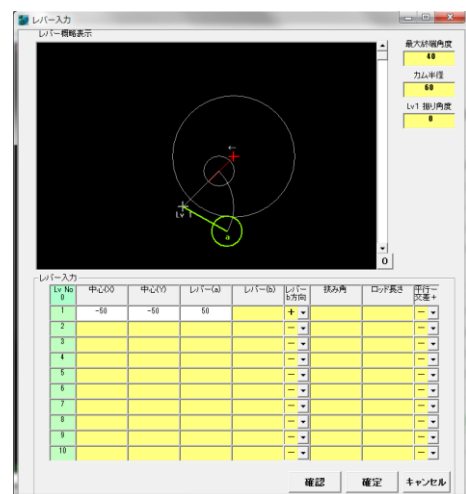
**割付表**は選択したカム曲線枠が薄緑色で示され、タイミング表では薄青色の線で示されます。**カム曲線**は指示しなければ**単弦(サイン)**が入ります。

ただし、カムの変位に差がある所のみカム曲線が入ります。カム曲線を変更する場合はマウスの指示形状が (✚) となるカム曲線枠をダブルクリックするか、薄緑色の選択位置で**カム曲線**ボタンを押します。カム曲線画面が現れます。**カム曲線**を選択し、**確定**ボタンを押すとカム曲線が変更できます。m、T1, T2・・・T6 は**自在曲線の係数**が入りま

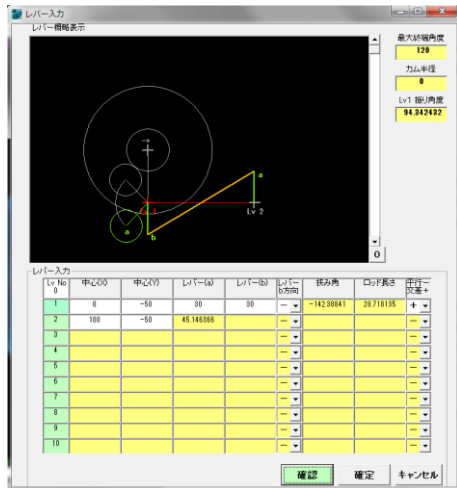
す。選択したカム曲線を直接カム曲線欄にコピーすることができます。コピーしたいカム曲線を選択し、**ツールボックス**の中の**コピー**を押します。貼り付ける場所を選択し、**ツールボックス**の中の**貼り付け**を押します。また、全て、同じカム曲線にする場合は**ツールボックス**の中の**全貼り付け**を押します。割付入力を入れ終わると**確認**ボタンを押します。OK ならば**確定**します。(確定ボタンを押さなかった場合は、入力したデータが計算に反映されませんので注意が必要です。**キャンセル**した場合は前のデータが残ります。) カム曲線については別項で説明します。

## 7. レバー入力

**レバー入力**ボタンを押すとボタンが薄緑色に変わり、レバー入力画面が現れます。



左枠の LvNo はレバー番号です。0 はカム軸 (0, 0) とレバー軸 Lv1 の表示です。レバーの中心位置はカム軸 (0, 0) からの位置 (X, Y) を入力します。カムレバーa は Lv1 のカムの作用腕の長さです。レバーの方向は画面上の共通軸線 (赤色) で分断された画面上をクリックすると変更できます。



左枠の LvNo1 は Lv1 の入力と Lv1 と Lv2 のリンク入力とその表示です。レバーが 2 個以上ある場合はレバー b も入力します。レバー b は次のリンク用の作用腕の長さです。レバー a とレバー b の**挟み角**はレバー a から見てレバー b が左側にあれば (+) とし、右側にあれば (-) とします。**レバーbの方向**はリンクのつながっている現軸 (Lv1) から次の軸 (Lv2) の中心を見た時、これを共通線分とすれば、レバーb のリンクの連結部が左側にあれば (+) とします。右側にあれば (-) とします。**リンク**は現軸 Lv1 (La、Lb) 一次の軸 Lv2 (La、Lb)・・・とつながっていきます。**リンクの方向**は現軸 (Lv1) レバーb のリンクの連結部から次のレバー軸 (Lv2) 中心を見た時、これを共通線分とすれば、リンクが共通線分とクロスすれば (+) とし、平行なら (-) とします。

**レバーの方向**は LvNo を選択し、現軸 (Lv1)、次の軸 (Lv2) の共通軸線 (赤色) で分断された画面上をクリックすると変更できます。(レバー b の方向、リンクの方向ともにコンボボックスの (+)、(-) を直接変更可能です。) クリックで Lv1, Lv2 の識別をするには、その軸に近いほうの軸が選択されます。現軸 (Lv1) はレバーの方向、次の軸 (Lv2) はリンクの方向になります。揺動カムの計算はカムの最大径が基準になり、カム最大半径から

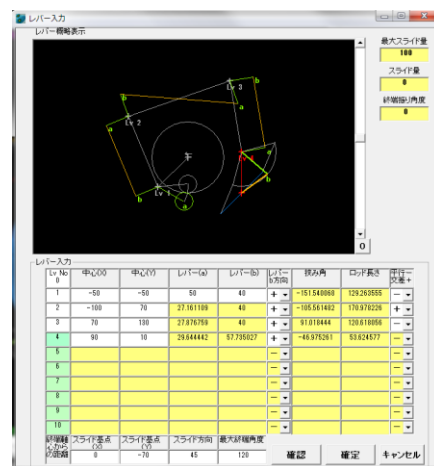
終端角度を算出し、その終端角度を基準に計算を展開していきます。

**自動計算**の場合はレバーの方向が模擬的に表示されます。またレバーが 2 個以上の場合には最大半径、最小半径が決まるとリンクと終端までの全ての軸のレバー長さ、挟み角、コンロッド長さが自動計算されます。レバー長さは Lv1 b の長さによる比例計算となりますので長すぎないように注意が必要です。(リンクの+連結の時エラーとなる可能性があります。)

**手動計算**の場合は全ての入力が可能です。手動計算の時は LvNo 0 カム最大半径から動作範囲を確認していくことができます。画面の右側の**スライダー**でカムの半径を変えながら、カムから順番にリンクを確認しながら終端角度を確認することができます。確認作業が終わったら、**確認**、**確定**します。

## 8. スライド入力

レバー画面の一番下側に**スライド入力**の場所があります。



基点 (X, Y) はスライドの初期位置です。**基点は終段のレバー軸からの距離**とします。スライドの方向は基点からの全方位 360° の範囲とします。スライドレバーの振り角度はスライド自動計算でレバー 2 個以上の時、指定することができます。

**スライドの自動計算** レバーが 1 個の時は最大半径、最小半径によってカムレバーの振り角度が自動的に決まり、リンクレバー b の長さ、コンロッドの長さ、レバー a、レバー b の挟み角が自動で決まります。スライドの自動計算はスライドの長さの 2 等辺三角形を作り、挟み角を振り角とし、レバー長さを求めます。それを終端のレバー軸まで平行移動してコンロッドの長さを計算します。

入力が終了したら**確認**ボタンを押します。エラーが出たら画面をクリックしてレバーの方向を変えて見ます。

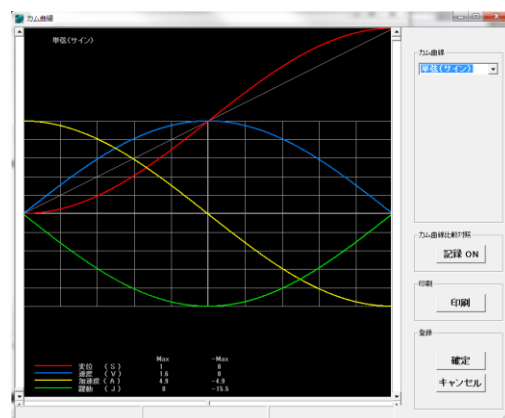
スライドの場所と角度によっては、スライドの自動計算ができない場合があります。その場合は、レバー自動計算、スライド手動計算とすればスライドレバー b の長さ、コンロッドの長さを変えることができます。挟み角は自動で決まります。

**スライドの手動計算** 全ての入力が可能です。計算は終端基準でスライド位置の最大、最小からスライドレバーの動作範囲を決めています。画面の右側のスライドバー（スライド量）を動かすことにより、それぞれのリンクとカムレバーの動きを確認していくことができます。レバーを入力し、LvNo の所をクリックすると表示画面に入力の結果が反映されます。スライドバーを動かしてレバーの動作範囲を確認しながらトライアンドエラーで確認作業をしていきます。確認が終わったら、**確認**ボタンを押します。OK ならば**確定**ボタンを押します。

そして最後にメイン画面の**計算**ボタンを押します。全てのボタンの色がねずみ色になってエラーがなければ、**連続 ON**ボタンを押してみます。この時、画面上でカムの回転とカムホロウ、レバーなどが正常に動いていることを確認します。

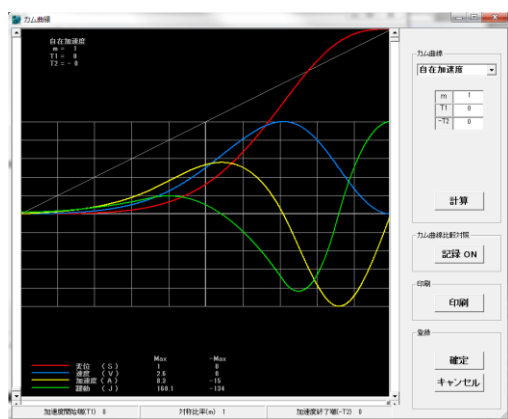
## 9. カム曲線

**割付入力**の所で**カム曲線**ボタンを押すか、またはカム曲線項目の**カム曲線**の名前が入った場所をダブルクリックするとその名前のカム曲線画面が立ち上がります。

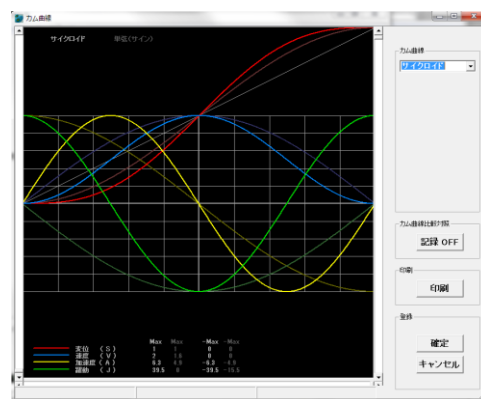


カム曲線は既存の曲線 14 種類（等速度・等加速度・単弦(サイン)・5次曲線・サイクロイド・合成正弦(F-3)・合成正弦(F-5)・変形台形・変形正弦・変形等速・両停留非対称・トラペクロイド・複弦・片停留変形正弦)と自在曲線 3 種類（ユニバーサル・楕円・自在加速度曲線）など自在曲線 3 種類があります。グラフは変位 (S) 赤色、速度 (V) 青色、加速度 (A) 黄色、躍動 (J) 緑色があり、表示は無次元化され、変位は Y 軸中心を 0 とし上半分を表示し、その他は中心から (+) (−) それぞれ 1/2 で表示しています。値は画面の下に (+) (−) 最大値が表示されているので参照してください。図の最大値は (+) (−) どちらか大きいほうが基準となります。OK ならば**確定**します。確定すると選択したカム曲線が割り付け表のカム曲線欄に入ります。自在曲線の**ユニバーサル曲線**は牧野洋氏の提唱されたものです。**楕円曲線**は縦横比の比率が 1 の時（表示では 0.5）サイン曲線となります。楕円曲線画面の右側のスライダーによってカム曲線として利用可能な範囲を 100 分割して、連続で変化させることができます。また画面の下のスライダーによって非対称性をカム曲線として利用可能な範囲

を 100 分割して、連続で変化させることができます。**自在加速度曲線**は**加速度曲線**を画面の左右のスライダーで**始端**、**終端**の開放度を設定し、また画面の下のスライダーで**非対称性**を連続的に設定して、多項式により、理想的な加速度曲線を作成します。これを積分して速度を計算し、さらに積分して変位を計算します。これにより滑らかなカム曲線を創出することができます。設定はスライダーを使わず、直接 $m$ 、 $T1$ 、 $(-)$   $T2$  の数値を入力して計算することもできます。(0～1 まで 100 分割) ちなみに $m=0.5$  の時  $T1=0$ 、 $(-)$   $T2=0$  はサイクロイド曲線に近い曲線となり、 $T1=1$ 、 $(-)$   $T2=1$  はサイン曲線に近い曲線となります。

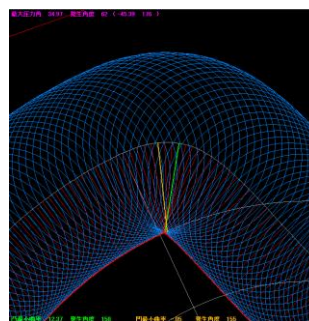


カム曲線を**比較対照**することができます。初めに比較対象のカム曲線を選択します。これを**記録 ON** ボタンで記録します。次に例えば自在加速度曲線を選択します。記録された曲線は暗い色で表示されているので自在加速度曲線の設定を変化させて記録した曲線と比較しながら、新しい曲線の創出が可能です。**記録 OFF** で新しい曲線のみが残ります。確定するとカム曲線として割付表に登録されます。比較対照する場合は曲線の形状だけでなく、曲線の最大値を確認してください。



## 10. カムの評価

カムの評価は使用場所や使用条件により様々なものがあると思います。ここではカム計算から読み取れる一般的な事柄について述べます。カムホロワ中心の**凸側最小曲率半径**がカムホロワ半径より小さい場合は**切り下げ**が発生します。(警告が出ます。) 画面上でカム表面からカムホロワが離れている箇所があります。これが切り下げです。カムの変位が大きすぎる場合やタイミングが急激に変化する場合に起こります。緑色の最小曲率半径の発生箇所を拡大して確認してください。



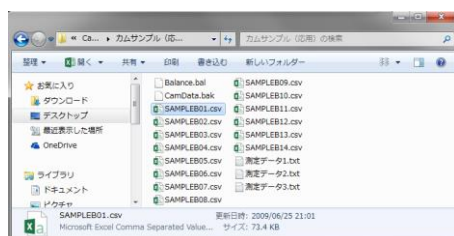
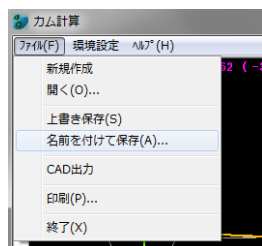
カム表面の崩落点の**凹側最小曲率半径**より**工具半径**が大きいと工具による切り下げが起こります。(警告が出ます。) 工具半径を小さくするか、曲率半径を大きくします。一般に**最大圧力角の限界値は直動カムで30°、揺動カムで45°**と言われていますが、使用条件などにより異なりますので限界値を超える場合は注意が必要です。ここでは問題となる上り側の最大圧力角を示していますが、



( ) 内は ( - ) 側最大圧力角と発生角度)  
 ( - ) 側の最大圧力角も大きくなると影響が出てきますので注意が必要です。**カム形状**は終端の動きが**カム曲線**となるように計算されます。カム曲線は**加速度曲線**が特に重要で、必要な加速度バランスを滑らかに実現することが振動のない高速運転を可能にします。また、リンクレバーの**振り角度**は**120°**以上にすると作動比率が大きくなって動きが不安定になりますので、注意が必要です。

## 11. カムデータの登録

カムの計算を終了してカム形状が確定したら、カムデータを登録します。**ファイル**→**名前をつけて保存**をクリックし、保存画面を立ち上げ、名前をつけて**保存**します。

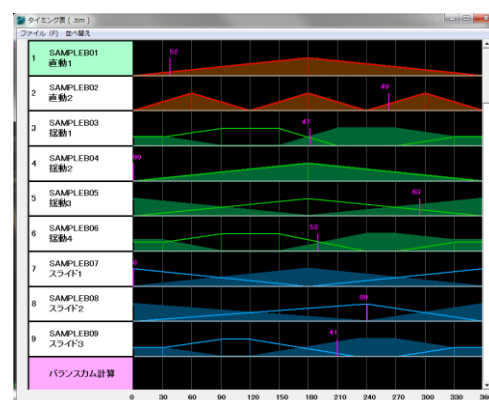


環境設定したホルダーに **csv** テキストファイルとして登録されます。このホルダーにはカムデータ以外の **csv** ファイルがあるとタイミング表を立ち上げた時、エラーとなりますのでご注意ください。また、保存しようとした同じ名前の **csv** ファイルが立ち上がっていると保存できませんので、一旦 **csv** ファイルを終了してから実行してください。カムデータ **csv** ファイルを立ち上げて見ます。

入力したデータと計算した結果が一覧表になっています。**工具のセンター位置(X,Y)やカムプロフィール(X,Y)**などがあります。カム製作の工作機械用の **CAM データ**として利用可能です。このファイルを修正して再登録した場合はエラーとなりますのでご注意ください。また、計算毎に **CamData.bak** ファイルが同ホルダーに作成されます。ファイルの bak 拡張子の部分を **csv** に変更するとカムデータとして使用できます。ファイルを削除する場合は直接ファイルを削除してください。タイミング表には自動的に反映されます。

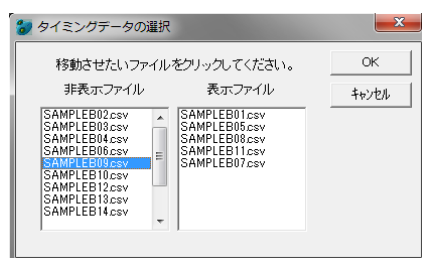
## 12. カムタイミング表

**タイミング表** ボタンを押すとタイミング表画面が現れます。



環境設定で指定したホルダーの中にあるカムデータ **csv** ファイルの全てのデータを読み込んで表示しています。赤色は**直動カム**、緑色は**揺動カム**、青色は**スライドカム**です。太い線はタイミングを表し、色塗りした部分はカムの形状を示しています。データは無次元化して表示し、また、( + ) の圧力角の値と

発生場所を示しています。タイミング表の右側のタイミングを表示している部分を**ダブルクリック**するとカムデータが表示されます。同一ホルダー内での新規のタイミング表の作成方法は**ファイル**→**新規作成**をクリックするとファイル選択表が現れます。左側の非表示ファイルをクリックすると右側の表示ファイルに選択したファイルが入ります。右側の表示用ファイルの中に不要なファイルがあればそのファイルを指定すると左側の非表示の方に退避します。



選択が終了したら **OK** ボタンを押します。ファイル登録用の画面が現れますのでファイル名を入力し、**保存** ボタンを押します。tim の拡張子のついたファイルが登録されます。**ファイル**→**ファイルを開く**で保存したファイルを開きます。タイミング表のファイルを追加削除したい時は**追加削除**をクリックします。**全表示**にした時は追加削除やファイルの並べ替えはできませんのでご注意ください。**並べ替え**は3種類あります。**昇順**、**切り取り・挿入**、**指定番号順**です。切り取り・挿入は移動したいファイルを左側の番号枠をクリックして指定し、**切り取り・挿入**をクリックします。枠の色が薄緑色から薄紫色に変わって準備中であることを示します。挿入したい場所の番号をクリックすると挿入されます。指定番号順は**指定番号順**をクリックし、入力画面を立ち上げ、枠番号を「番号, 番号, . . . . ., 番号」と入力していきます。最後に **OK** ボタンを押します。最大50個のデータを管理できます。それ以上はホルダーを新しく作ってご利用ください。

### 13. バランスカムの計算

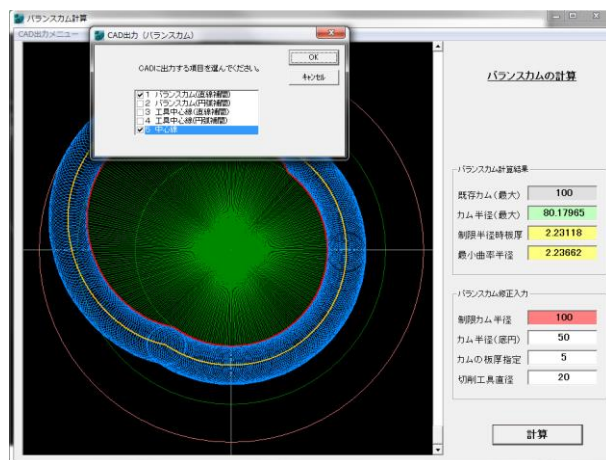
高速カムではカム軸の回転バランスが非常に重要になります。振動や磨耗、破損の原因となります。バランスカムを付けることにより回転バランスの是正を図ります。

バランスカム計算ではタイミング表に示された全てのカムについて板カム、溝カム、板厚、溝深さなどを考慮して、板カムのトータルバランスカムの形状を計算します。

板カム、溝カム、板厚、溝深さなどはカム計算のときに割付画面で入力しておきます。

メイン画面の**タイミング表**ボタンを押して、タイミング表示画面を立ち上げます。

**メニュー**の**バランスカム**または画面の下**のバランスカム計算**をクリックするか、右側をダブルクリックするとバランス計算画面が立ち上がり、自動計算された値が出てきます。



計算結果の板厚は制限カム半径及びカム半径（底円）で計算したときの板厚です。

この計算結果をふまえてバランスカム修正入力を入れて希望のカム形状を**計算**します。計算結果の印刷は **CAD メニュー**の**印刷**をクリックします。バランスカムの概観図とデータおよび計算した既存カムのファイル番号が印刷されます。

CAD への出力は**メニュー**の**CAD 出力**をクリックし、CAD に出力するデータを選択し、**OK**ボタンを押します。カムのデータの入

ているホルダーに BalanceCam.dxf というファイルが作成されます。

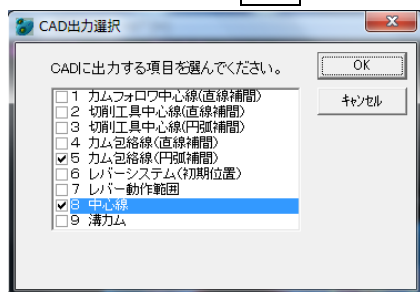
画面の拡大、縮小、移動方法はメイン画面と同じです。

## ご注意

- ・ バランスカム計算はメイン画面で環境設定したホルダーにカムの計算結果を保存してから計算してください。
- ・ 同一ホルダー内にあるすべてのファイルについて計算しますので単独の場合は新しいホルダーを作成してください。
- ・ 同一ホルダー内のカムのデータは計算分解能を統一してください。計算分解能が違いますとエラーとなります。

## 14. カムデータ出力

メイン画面で **ファイル** → **CAD 出力** をクリックすると CAD 出力選択画面が現れますので必要な項目を選んで **OK** ボタンを押します。



拡張子が dxf のついた CAD ファイルが作成されます。CAD ソフトでこのファイルを開いて、カムやレバー・ロッドの作図に展開できます。また、CAD ソフトから CAM データとすることができます。

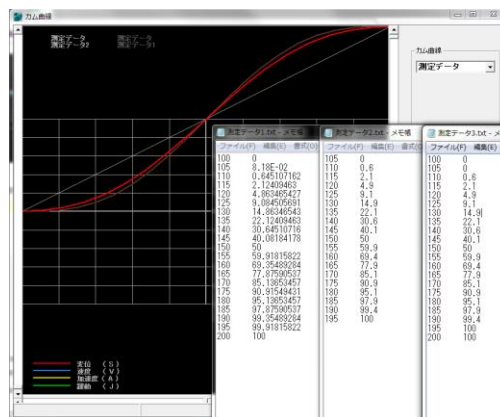
## 15. 印刷

**ファイル** → **印刷** をクリックすると印刷選択画面が現れます。印刷は **画面印刷**、**全体印刷**、**カム曲線**、**タイミング表** の 4 種類ありますが、カム曲線、タイミング表はそれぞれの表示画面で印刷画面を指定してからそれぞれの **印刷** から実行してください。画面印刷

は拡大した部分などそのまま印刷できますが画面の品質は少し悪くなります。全体印刷はシステム全体が入るように印刷され、画質はきれいになります。印刷の種類はカラーと白黒がありますがこれは印刷のカラーと白黒の指定ではなく、白黒（レーザー）印刷のために線の太さを調整しているものです。

## 16. 現状のカム装置のカム曲線の把握と改善

現在お使いのカム装置のカム曲線が知りたい場合があります。これからカム装置を改善するにしても現状のカム装置のカム曲線を把握しておく必要があります。方法は現状のカム装置のカム軸の回転角が分かるように角度目盛りを貼り付けます。精度は高いほうがよいが最低実測可能な  $5^\circ$  程度以上とします。カムを回転させながら、終端の動きを測定していきます。測定結果は図のようにノートパッドに動き始めから停止までの角度と動作量を対比して記入していきます。そして **txt ファイル** として記録します。終端の動きは全工程の  $1/1000$  程度以上の測定精度があるのが理想ですが、 $1/100$  程度の測定精度の場合はタイミングの前後に  $5\%$  程度の  $0$  と最大値のタイミングを付け加えると実際のカム曲線に近くなります。次の図は一例を示します。



**測定結果 1.txt** はサイクロイド曲線のデータです。**測定結果 2.txt** は実測を想定し、始端と終端を無視したデータです。カム曲線

グラフでの比較では大きな違いとなっています。**測定結果 3.txt** は測定結果 2.txt の始端と終端に 5 %のタイミングを追加したデータです。測定結果 1.txt と測定結果 3.txt の比較ではほとんど違いが分かりません。このようにカム曲線の始端と終端は重要な要素となります。作成したデータは、カム曲線を立ち上げ、**カム曲線**→**測定データ**を選択し、登録したテキストデータを開きます。そして比較対照**記録 ON**ボタンを押します。そしてカム曲線の自在加速度曲線を選択します。変位曲線が測定データと重なる条件を探します。(他の曲線で探してもよい) 一番近いものが見つかれば、そのカム曲線を仮にその装置のカム曲線とします。カム曲線を対照記録し、改善するカム曲線を決めていきます。せっかくカム曲線が決まってもカムの精度や軸のギャップがあつては十分な効果を発揮できませんので注意が必要です。ギャップ 0 にするには**共役カム**という方法があります。2 枚のカムを使い、カムレバーを共通にして、互いにカムをはさむ方向にカムホロワを取り付けたもので、カムレバーの挟み角を少し小さく製作して、カムに与圧をかけ、ギャップ 0 になるようにします。カム計算ではカムレバーの方向を変えて計算し、2 つのデータから、カムレバーの角度差を計算し、共役カムの挟み角とします。カムレバーの角度は登録したカムデータ csv の**カムレバー初期角度**の中にあります。

## 17. エラーの発生と対処方法

**入力エラー**は必要な入力が足りない場合や、異常な数値が入力された時、**メッセージボックス**に表示されます。**OK**ボタンを押し、入力を変更し、再計算をします。

**切り下げ発生エラー**は凸側最小曲率半径がカムホロワ半径や工具半径より小さい場合に

発生します。割付角を大きく取るか、カムの最大変位が小さくなるようにします。

**計算結果エラー**は自動計算できなかった場合などに**メッセージボックス**に表示されます。もう一度入力を見直し、場合によっては、手動計算に切り替えてみます。

**レバー手動計算エラー**は、レバー入力の時、手動計算でリンクがつかない場合やレバーの方向が矛盾する場合、また振り角度がオーバーした場合などにレバー画面の上の位置に**赤色でエラーメッセージ**が表示されます。メッセージは必ずしも適切な対処方法を示しているとは限りませんので、前後の状況を把握し、適切な入力変更をしてください。また、場合によっては自動計算にして全体の状況を把握してください。レバーのリンク計算がある場合、軸間距離に対してレバーが長い場合はリンクが (+) 結合した時、**レバーの干渉**やリンクの長さの問題が発生しますので、Lv1 のレバー b を短くしてください。スライド計算の時、自動計算するとスライド位置がスライドレバー軸に近すぎるとリンク駆動できないことがあります。この場合は**スライドの手動計算**にしてみます。それでもだめな場合はスライドの位置をずらします。また、計算した結果をシミュレーションで連続運転したとき、画像の跳びや異常がある場合はもう一度入力を確認してください。自動計算から手動計算に変えた時、結果が違う場合があります。これは手動計算にした時、自動計算の結果が四捨五入されて手動計算の入力となるからです。

その他ソフトウェアの動作が異常な場合は一旦終了して、再立ち上げをしてください。以上よろしく願いいたします。



【技術計算ソフト開発内田】

【代表者:内田裕士】

【住所:〒708-0804 津山市勝部 20-21】

【電話番号:0868-22-0900】

【メールアドレス:info\_camlev@cpost.plala.or.jp】

【ホームページアドレス:<http://www15.plala.or.jp/camlev/>】