

モーションアナライザ T P C - E x c e l 説明書

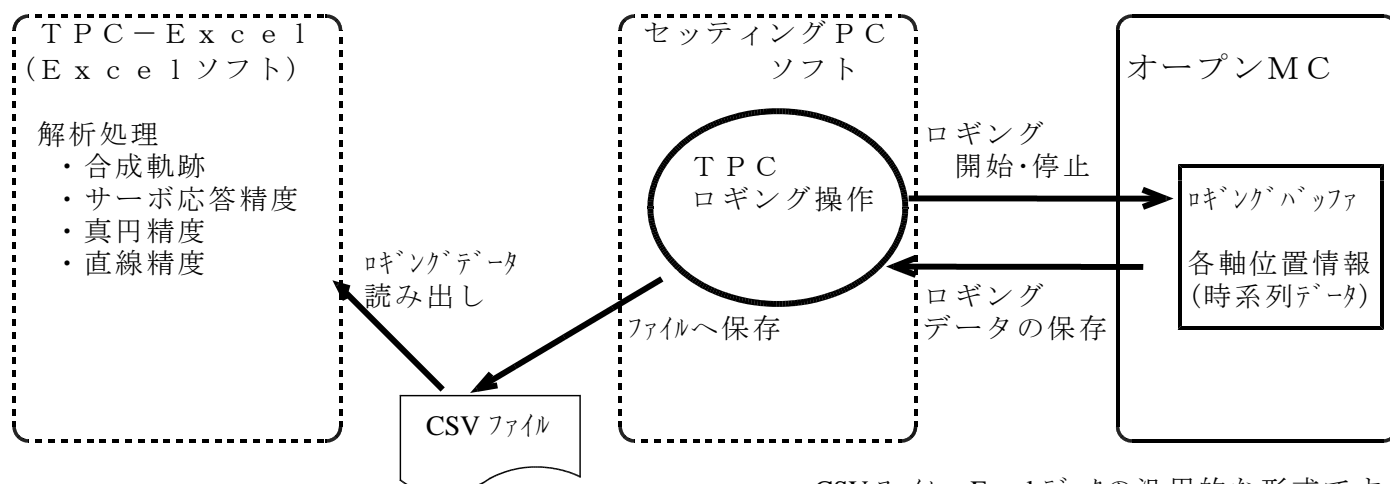
(株) テクノ
V e r 1 . 1
2011.9.29

1. はじめに

オープンMCの「TPC(ツールパスチェッカー)ロギング機能」と「TPC-Excel」(Excelソフト)によって、軸の挙動を定量的に確認することができます。
TPCロギング機能(以下、TPCロギング)は、フィードバックパルスや指令パルスをロギングする機能です。このロギングしたデータをTPC-Excelにて解析することにより、単軸だけでなく合成軌跡精度、サーボのダイナミクス、微少動作の解析などができます。
ここではTPCロギング機能とTPC-Excelの機能と操作を説明します。

2. TPCロギングとTPC-Excelの概要

2-1. システム構成



CSVファイル：Excelデータの汎用的な形式です。

2-2. 特徴

- **ポータビリティ**
特別なハードウェアなしに現場でも簡単に解析評価ができます。
- **汎用性**
汎用のPCやExcelで解析・評価が可能です。
さらに、結果のデータを有効利用することができます。
- **測定対象への負担ゼロ**
測定対象への影響はありません。

2-3. 応用

- ★ **サーボ調整** サーボ系の調整結果を簡単に定量的に判定できます。
- ★ **サーボ系の調査** メカのカタやロストモーション、スティックモーションなどを計測できます。
- ★ **開発支援** 新規マシンの制御や新しい制御方式の動作確認、パラメータの最適調整に対し定量的な判断ができます。
- ★ **不具合の解析** 機械の動作異常、精度不良に対し、定量的に解析することで、原因の調査及び対策が最短時間で最適に行えます。
- ★ **機械の出荷試験** 実動作(組立、加工)させることなく十分な精度確認が行えます。

3. 用語説明

- ・ 指令位置 : 各軸への指令値から算出した各軸座標です。
- ・ 機械位置 : 各軸へのエンコーダ F.B.(スケール F.B.)から算出した各軸座標です。
- ・ ロギングデータ : 制御周期毎の位置データ(各軸座標)が CSV 形式になっています。
グラフ化するだけで軌跡を見ることができます。
- ・ セッティング PC : テクノ標準運転ソフトです。詳細はユーザーズマニュアルを参照下さい。
(F.B.=フィードバック)

4. PC環境

対応パソコン : Windows X P / V i s t a / 7 が動作するパソコン
 CPU : 8 0 3 8 6 以降の X 8 6 プロセッサ
 画面解像度 : 1 0 2 4 × 7 6 8 以上
 要マウス

対応 OS : Windows X P / V i s t a / 7

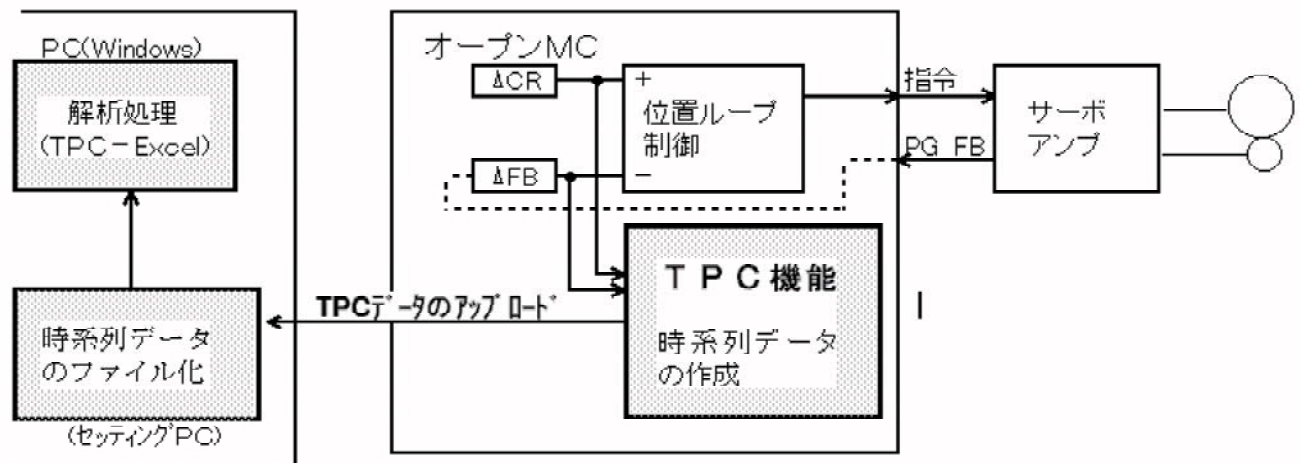
対応 E x c e l : Microsoft Excel2000/2003 for Windows

5. T P C ロギングの機能

5-1. T P C ロギングの原理

全軸の指令位置と機械位置から 2 つの位置データを選択し、制御クロックに完全に同期してサンプリングします。

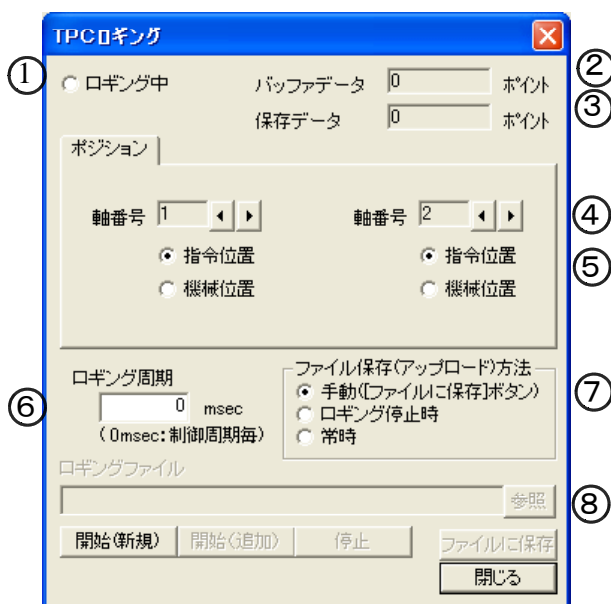
全ての解析はこの位置データを基に行います。



5-2. T P C ロギングの基本仕様

位置データの選択	全ての軸の指令位置と機械位置から 2 つの位置データを選択
ロギングバッファ数	4 0 9 5 ポイント。ファイル保存方法で「常時」を選択すると無制限 (P C での保存) になります。
サンプリング周期	オープン MC のサーボ制御周期の整数倍
ロギングの開始/終了	開始はセッティング P C 上のダイアログの「開始」で行います。停止はダイアログの「停止」またはバッファ満杯です。
ファイル保存方法	「手動」選択時はバッファが満杯になると自動的にロギングを停止し保存指示を待ちます。 「ロギング停止時」選択時はバッファが満杯になるとロギングを停止し選択させている保存ファイルに自動的に転送します。 「常時」選択時はバッファの満杯を待たずに次々に P C の保存ファイルに保管しますので、記録容量は無制限になります。
保存データ形式	*. csv 形式で保存します。

5-3. セッティング PC の T P C ロギングダイアログ



- ①：ロギング状態を示すラジオボタンです。ロギング中はON、停止するとOFFになります。
- ②：現在ロギングバッファに入力されたデータ数です。ロギング開始すると増加し、4095になると停止します。
- ③：PCの保存バッファに格納したデータ数です。
- ④：<> ボタンによりロギングしたい軸番号を選択できます。
- ⑤：選択した軸の指令位置、または機械位置の選択ができます。
- ⑥：TPCロギング周期を msec 単位で設定します。(1 ~ 32767) “0” またはロギング周期以下の設定のときは制御周期毎にロギングします。
- ⑦：「手動」「ロギング停止時」「常時」の選択ができます。(ファイル保存方法参照)
- ⑧：保存用ファイルを指定してください。

「開始(新規)」ボタン：ロギングバッファのデータをクリア後にロギングを開始します。

「開始(追加)」ボタン：ロギングバッファのデータをクリアしないでロギングを開始します。ロギングデータは現在のロギングバッファの終端へ付加されていきます。

「停止」ボタン：ロギングを停止します。
(ロギングポイントが 4095 ポイントになった場合もロギングは停止します。)

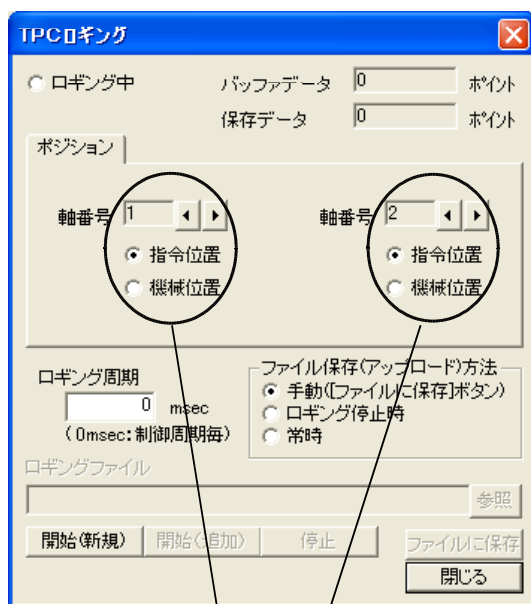
「ファイルに保存」ボタン：ロギングバッファ内のデータを PC 上にアップロードします。ファイルセーブダイアログが表示され任意のファイル名をつけて保存できます。保存ファイルは csv 形式です。

ファイル保存方法 (⑦) 詳細

- 手動： ファイルに保存 ボタンの操作でアップロードします。
- ロギング停止時：ロギング停止時 (停止ボタン又はバッファ満杯の時) に自動的にアップロードします。
- 常時：バッファにたまったデータを常時アップロードします。
但し、ロギング周期が短い場合、アップロードが間に合わず途中でロギングが停止してしまう可能性があります。必要に応じてロギング周期を長く (制御周期の整数倍) してください。(一般的な軌道精度の解析は 4 msec 程度でも充分です。)

※ SLM4000では、⑥ロギング周期の設定、⑦ファイル保存 (アップロード) 方法の選択はできません。
ロギング周期に “0” (制御周期毎)、ファイル保存方法に “手動” を選択したのと同じ動きになります。

5-4. CSVデータ形式



サンプリング No.	
1	0 , 14
2	0 , 14
3	0 , 14
4	0 , 14
5	533 , 14
6	1529 , 50
~~~~~	
4094	6712 , 1799
4095	17172 , 8276

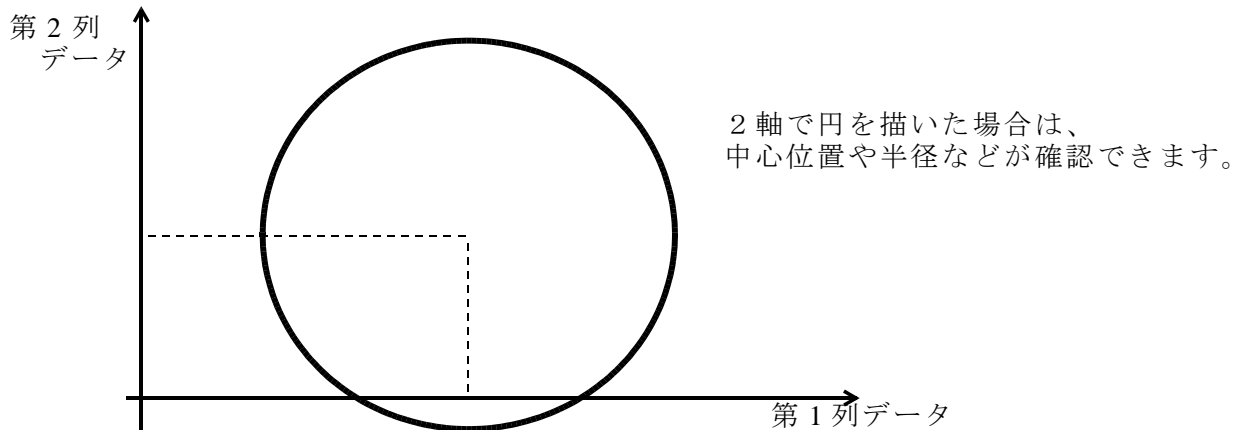
TPC Logging画面の左側で選択した項目がCSVの1列目に、右側の項目が2列目に時系列で並びます。

## 6. TPC-Excelの機能

※ TPCロギングの「常時」保存で収集できるデータポイント数は無限大ですが、データの解析機能TPC-Excelに取り込めるデータポイント数は最大32000ポイントです。

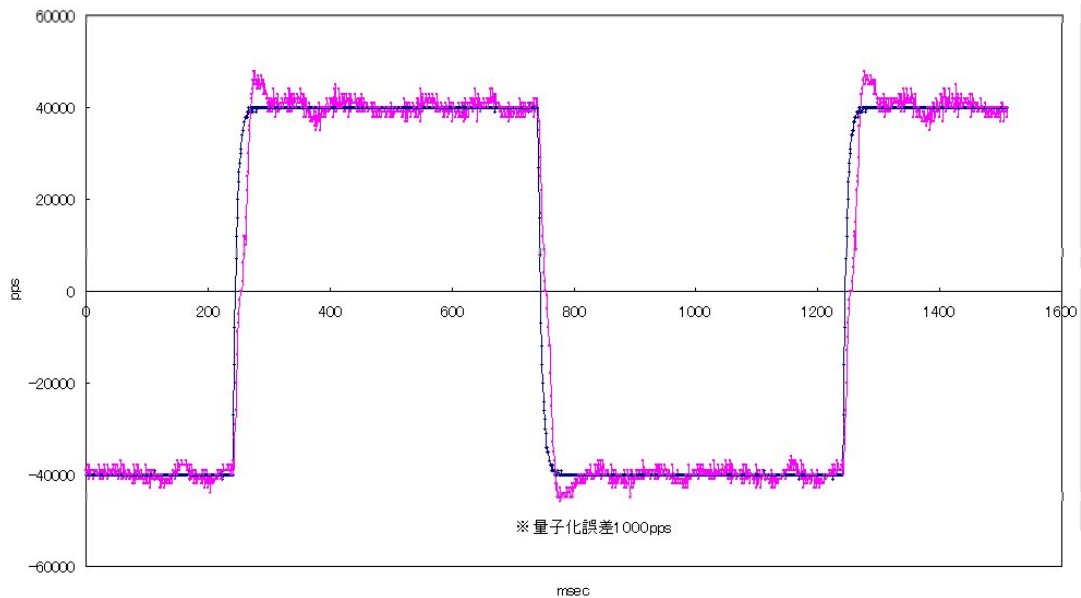
### 6-1. 合成軌跡

ロギングデータの第1列データを横軸、第2列データを縦軸として合成軌跡を表示します。評価するロギングデータの確認や、軌跡形状の評価を行えます。



### 6-2. サーボ応答精度解析

各軸の指令/FBから速度応答を評価します。追従性、オーバシュート、定常速度、速度リップルなどを定量的に確認できます。



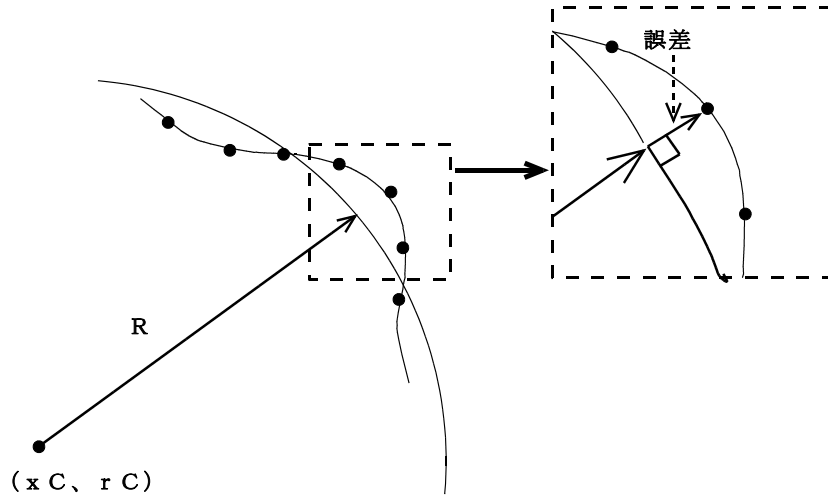
指令位置と機械位置をサンプリングした場合、完全同期でサンプリングしているので、サーボの挙動が一目で確認できます。

### 6-3. 真円精度解析

理想円を想定し、その円とのズレ分を誤差として解析します。

この解析により

- ・ 2軸のゲインバランス
  - ・ 象限切り替わり時の突起性の誤差
  - ・ 摩擦によるスティックモーション
  - ・ 低速送り時の速度ムラによる軌跡誤差
- を確認・評価できます。



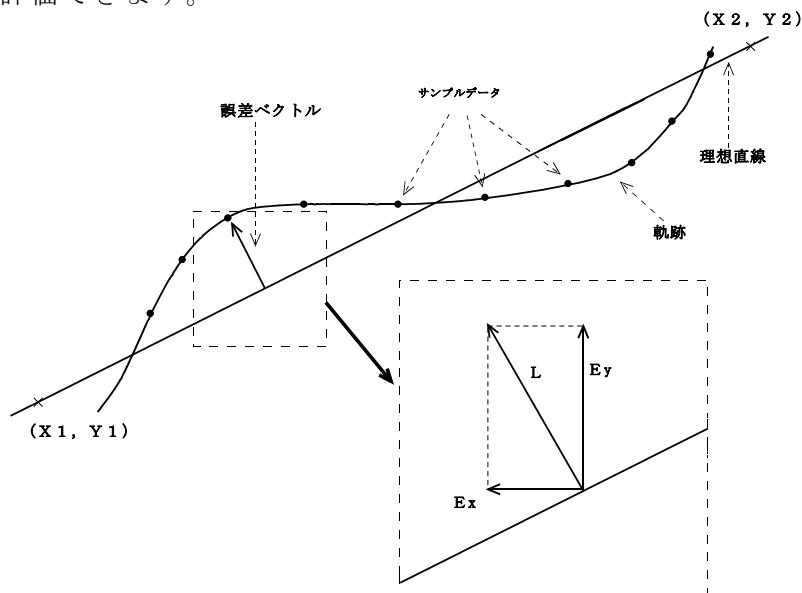
理想円に対して、半径との誤差を計算します。

### 6-4. 直線精度解析

理想直線を想定し、その直線とのズレ分を誤差として解析します。

この解析により

- ・ 2軸のゲインバランス
  - ・ 摩擦によるスティックモーション
  - ・ 低速送り時の速度ムラによる軌跡誤差
- を確認・評価できます。

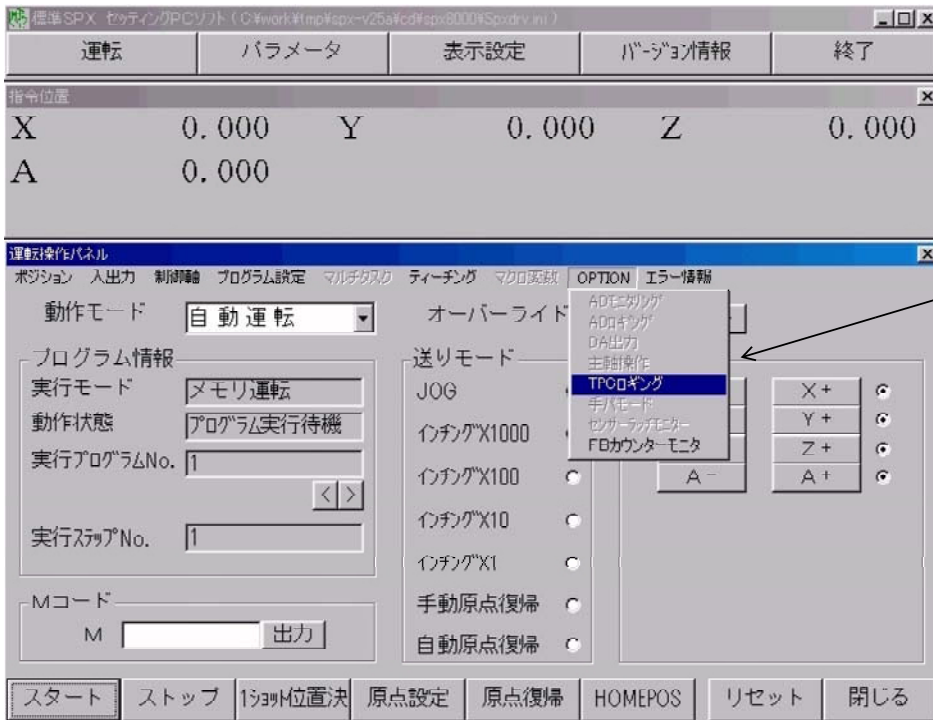


$(X1, Y1)$   $(X2, Y2)$   
 $Ex$     $L$     $Ey$

理想直線を指定する二点  
 誤差ベクトルの長さ  
 誤差ベクトルの X 方向、Y 方向の大きさ

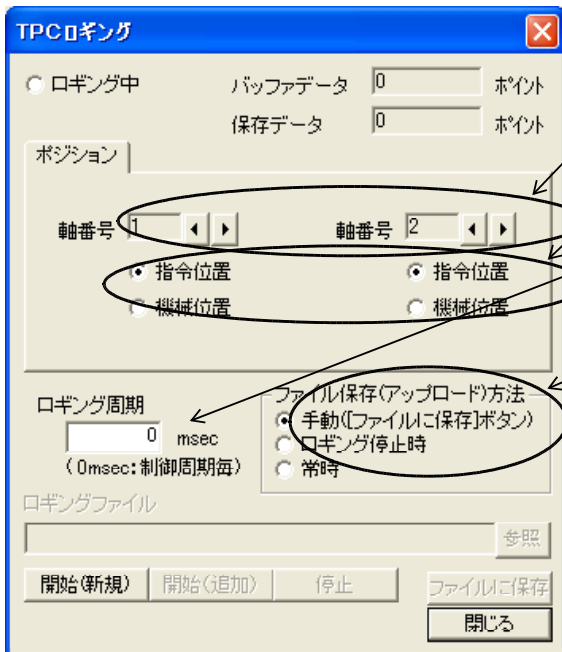
## 7. セッティングPCの操作(ロギングとロギングデータの保存)

### 7-1. ロギング機能選択



①メニューから  
OPTION - TPCロギング  
を選択

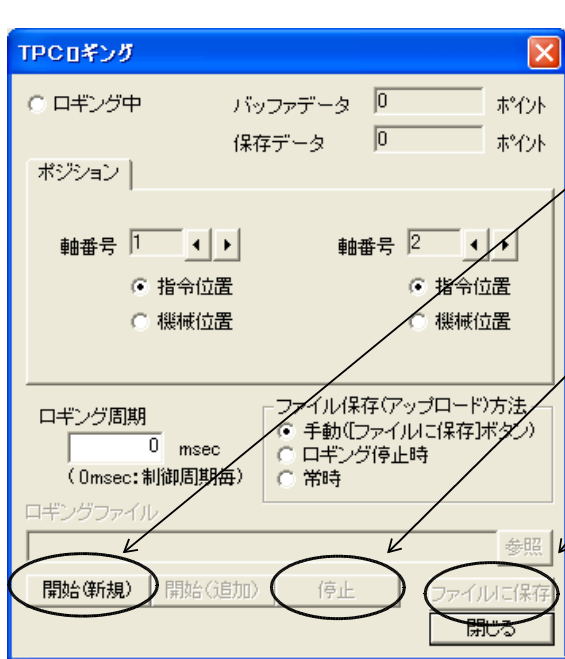
### 7-2. ロギング機能選択



- ① **<>** ボタンにより、ロギングしたい軸番号を選択してください。
- ② ロギングしたい項目に合わせて選択した軸の指令位置または機械位置を選択してください。
- ③ 確認したい状態とバッファ容量を考慮してロギング周期を設定してください。
- ④ 必要データの長さに応じてファイル保存方法を選択します。「5-3. セッティングPCのTPCロギングダイアログ」のファイル保存方法詳細を参照ください。
- ⑤ ④で「ロギング停止時」又は「常時」を選択したときは、保存ファイルを指定してください。「参照」を押すとファイルセーブダイアログが開きますので保存するファイルを設定してください。「7-4. ロギングデータをファイルに保存」を参照ください。

※以後の手順説明では、ファイル保存方法に「手動」を選択した場合の手順で説明しています。

### 7-3. ログ開始・停止・保存



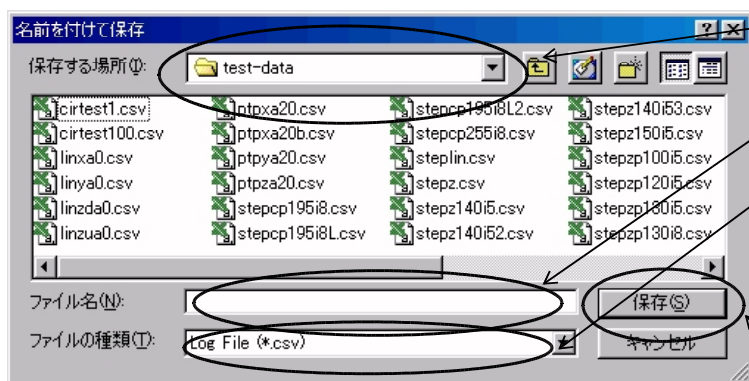
**開始(新規)**  
① を押してロギングを開始します。  
(ポイント数表示が増えます。)

**停止**  
② を押してロギングを停止します。

**ファイルに保存**  
③ ファイル保存方法で「手動」選択したときはロギング停止後、**ファイルに保存**を押します。ファイルセーブダイアログが開き、ファイル名を付けて保存してください。「7-4. ログデータをファイル保存」を参照ください。

※注1 ログ開始/停止はプログラムの動作等とは無関係です。開始/停止は各ボタンが押されたタイミングで行います。  
※注2 ログバッファが4095ポイントに達すると自動的にロギング停止します。

### 7-4. ログデータをファイル保存



① 保存先フォルダを選択します。  
② 適当なファイル名を入力します。  
③ ファイルの種類に Log File (*.csv) を選択します。  
(デフォルトでこの設定です。)  
④ **保存(S)** を押して、ロギングデータを保存します。

ここまでの手順でロギングデータを CSV 形式でファイル保存できました。  
ここからは T P C - E x c e l を使ってデータの解析を行います。



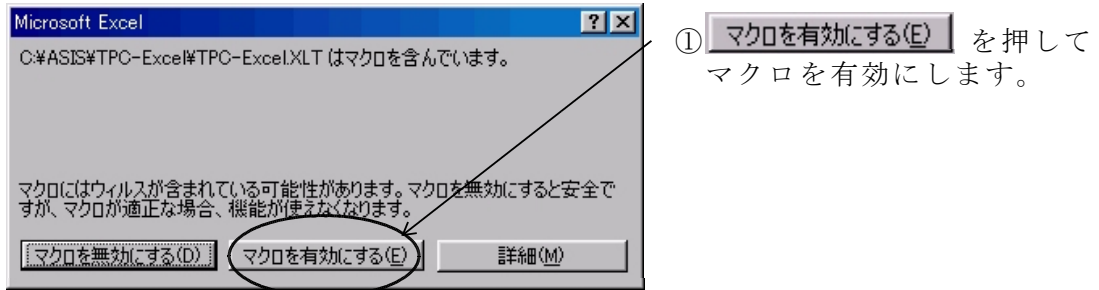
## 8. TPC-Excelの操作(解析前の準備)

### 8-1. TPC-Excelの起動

エクスプローラ等を使って TPC-Excel.XLT ファイルを起動します。

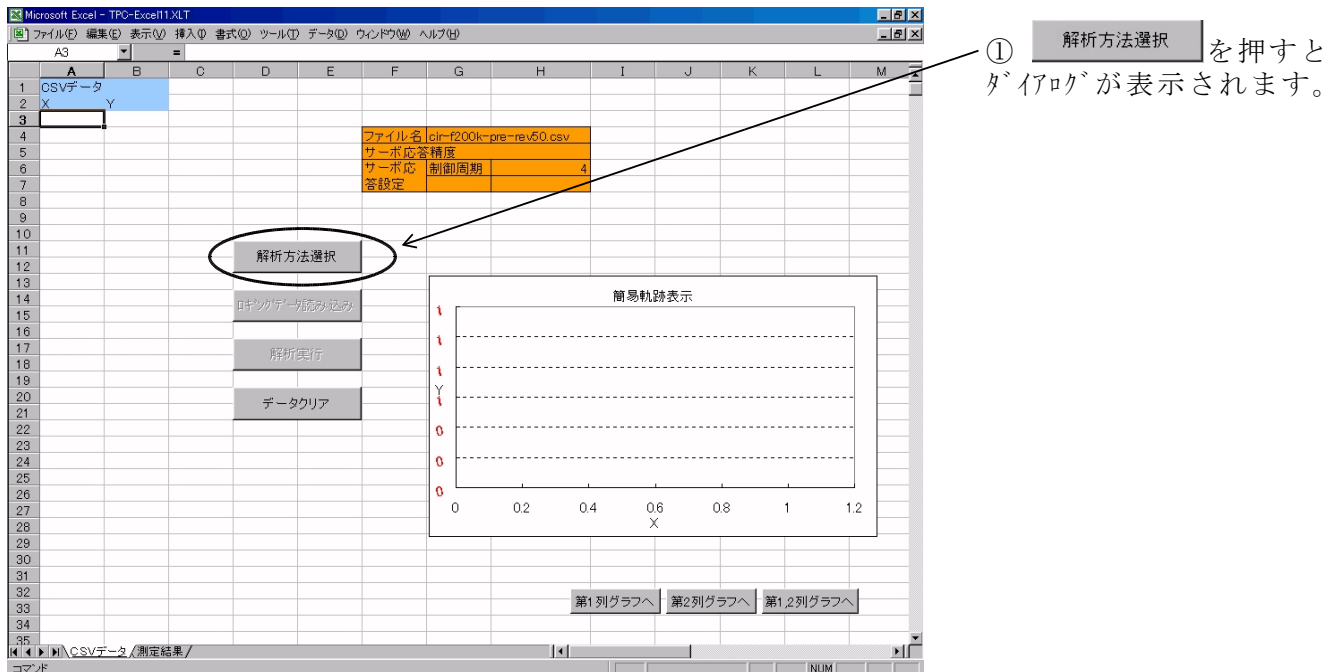
### 8-2. マクロの許可

起動時に以下の様なダイアログが表示されます。

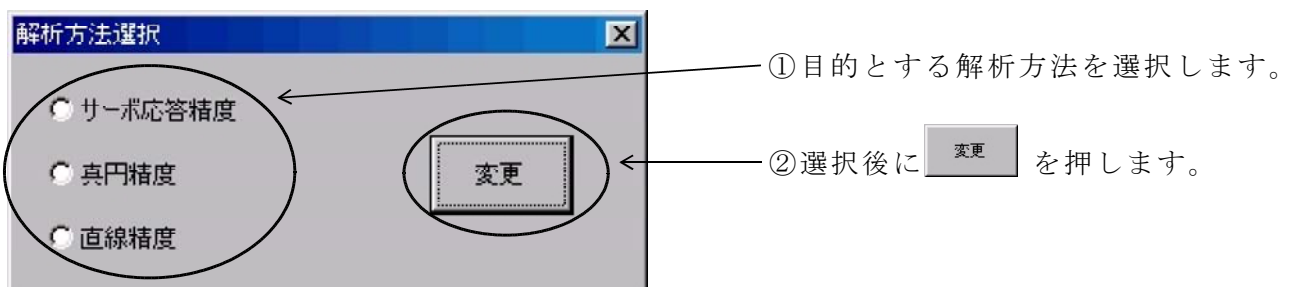


### 8-3. 解析方法の選択ダイアログの表示

マクロの許可が終わると以下のシートが表示されます。



### 8-4. 解析方法の選択



解析方法選択後、ロッキングデータを選択します。

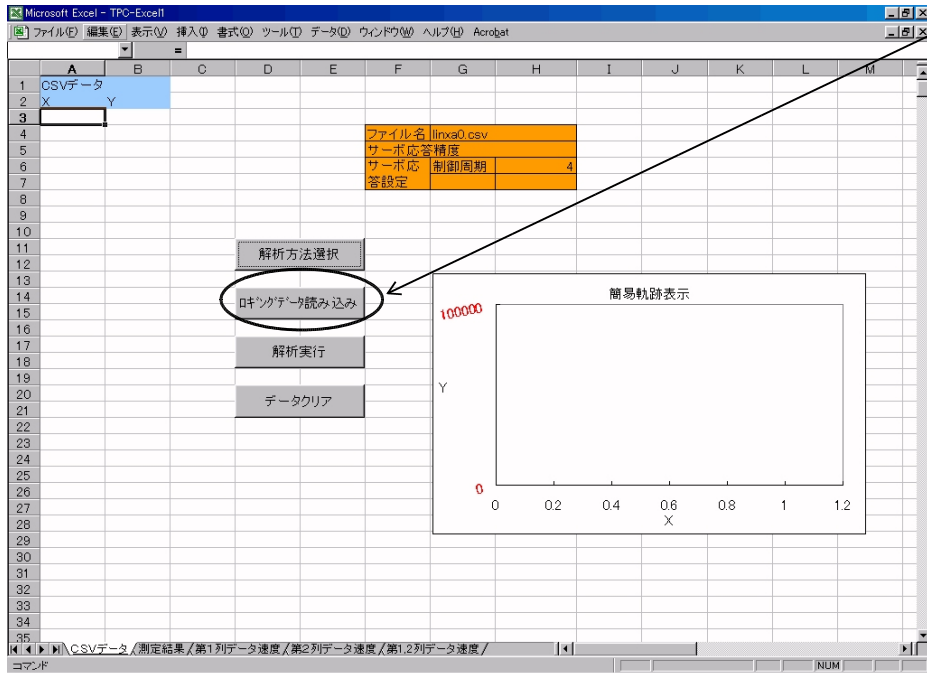
ここまでの作業は共通です。その後の手順については

サーボ応答精度解析は 9. **サーボ応答精度解析** の手順で解析を行います。

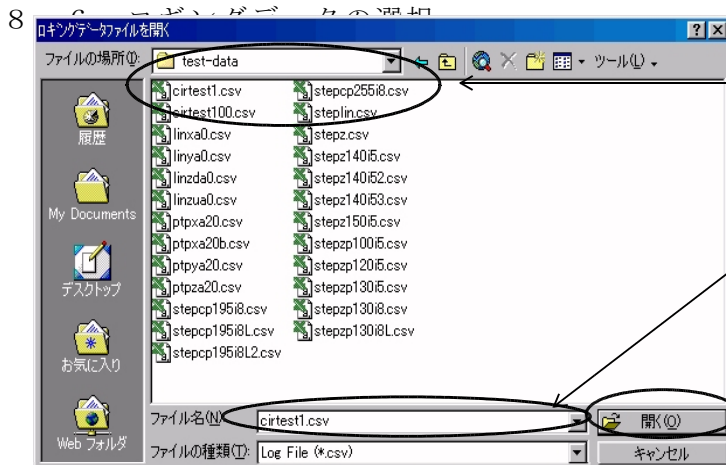
真円精度解析は 10. **真円精度解析** の手順で解析を行います。

直線誤差精度は 11. **直線精度解析** の手順で解析を行います。

## 8-5. ロギングデータファイルの読み込み



① **ロギングデータ読み込み** を押すと、ロギングデータ選択ダイアログが表示されます。(→ 8-6)



① 読み込み先フォルダを選択します。

② 目的のファイル名を入力します。サンプルデータの **servosmpl1.csv** を選択します。*

③ **開く(O)** を押して、ロギングデータを読み込みます。

この後の手順は、選択した解析方法により異なります。

サーボ応答精度解析 ➡ 9. サーボ応答精度解析

真円精度解析 ➡ 10. 真円精度解析

直線誤差精度 ➡ 11. 直線精度解析

※サーボ応答精度解析用サンプルデータ

servosmpl1.csv、servosmpl2.csv、servosmpl3.csv

真円精度解析用サンプルデータ

cirsmpl1.csv、cirsmpl2.csv

各データの簡単な説明は 12. サンプルデータの紹介にあります。

## 9. サーボ応答精度解析

### 9-1. 設定項目の入力と解析の実行

ロッキングデータを読み込むと A,B 列にデータが表示され簡易軌跡が表示されます。

① 設定項目を入力します。  
サーボ応答の場合は、  
制御周期を入力します。  
単位は msec です。  
(サンプルファイルでは  
4msec を設定します。)  
※制御周期は  
ROMSW 設定ソフトの  
セミオタム画面で確認できます。

各データ毎のシートへ移動  
する場合は  
第1列データへ 第2列データへ  
第1,2列グラフへ  
の各ボタンを押します。

② 設定項目の入力が完了したら、**解析実行** を押します。  
解析処理が実行されます。設定項目に不足がある場合は  
メッセージが表示されます。

### 9-2. 解析結果の表示

第1列データと第2列データの速度カーブを表示します。

見たい部分を拡大するには  
**グラフ表示設定変更** を押します。  
(→ 9-3)

設定項目を変更し  
再度解析するには  
**設定項目変更** を押します。

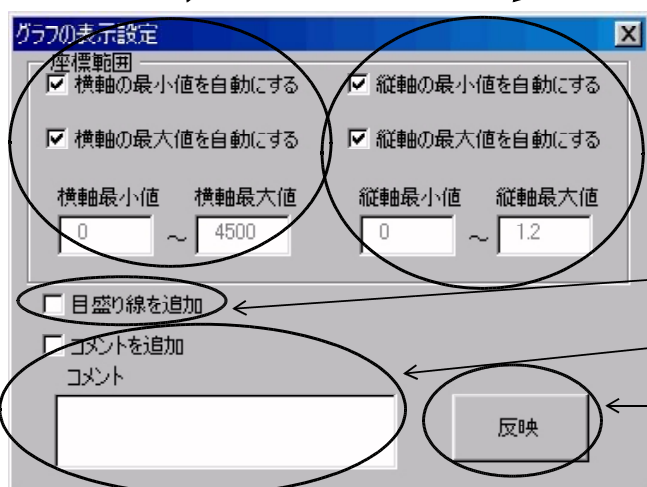
設定画面への移動は  
**設定画面へ** を、  
第1列データの速度カーブ  
グラフへは **第1列グラフへ**  
第2列データの速度カーブ  
グラフへは **第2列グラフへ**  
の各ボタンを押します。

**グラフ印刷** を押すと、表示中のグラフが印刷できます。

### 9-3. グラフ表示設定変更

グラフの横軸表示範囲を設定できます。

グラフの縦軸表示範囲を設定できます。

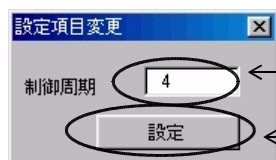


目盛り線を追加する場合はチェックします。

グラフへコメントを追加できます。

反映を押すと設定した変更を反映できます。

### 9-4. 設定項目変更(サーボ応答精度)



サーボ応答精度解析の場合は制御周期のみ変更可能です。

設定を押すと、変更した設定で再計算します。

### 9-5. 第1列データ速度

第1列データを押すと1列目データの速度カーブのみが表示されます。ボタンの操作等は9-2と同様です。

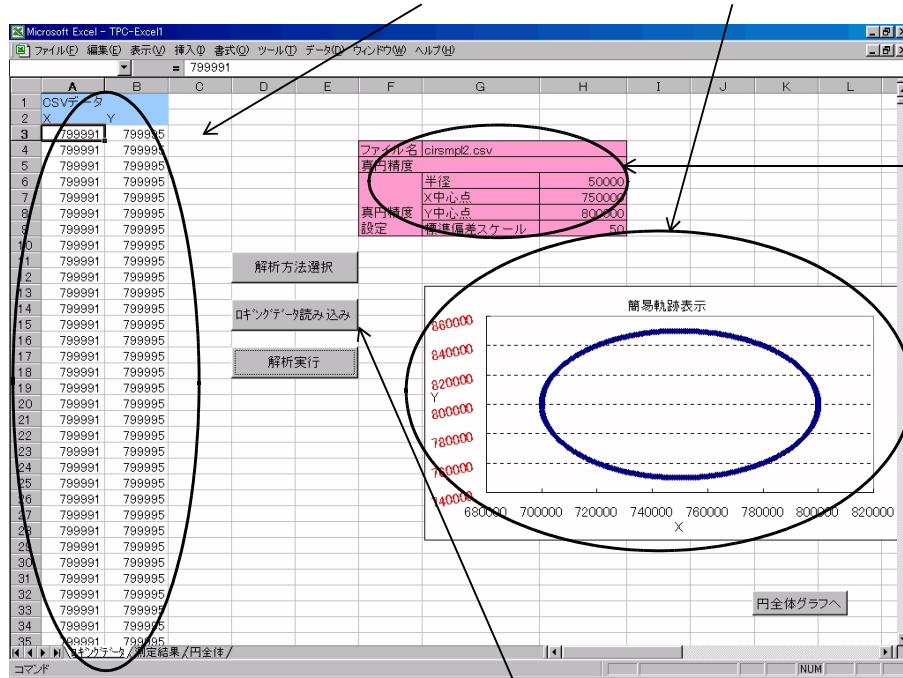
### 9-6. 第2列データ速度

第2列データを押すと2列目データの速度カーブのみが表示されます。ボタンの操作等は9-2と同様です。

# 10. 真円精度解析

## 10-1. 設定項目の入力と解析の実行

ロッキングデータを読み込むと A,B 列にデータが表示され簡易軌跡が表示されます。



① 設定項目を入力します。真円精度解析の場合は、半径、X 中心点、Y 中心点、標準偏差スケールの 4 項目を設定します。サンプルデータでは  
 半径 50000  
 X 中心点 750000  
 Y 中心点 800000  
 標準偏差スケール 50  
 を設定します。

※標準偏差スケールについては 10-3 を参照

② 設定項目の入力が完了したら、**解析実行** を押します。解析処理が実行されます。設定項目に不足がある場合はメッセージが表示されます。

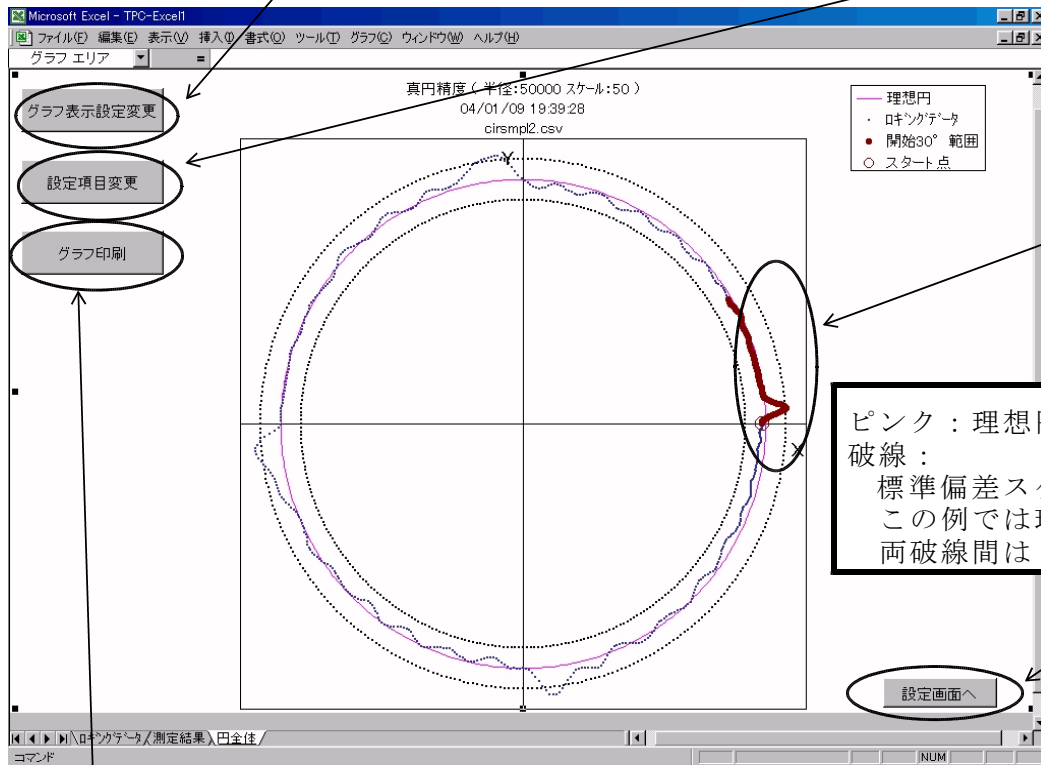
## 10-2. 解析結果の表示

見たい部分を拡大するには **グラフ表示設定変更** を押します。(→ 9-3)

設定項目を変更し再度解析するには **設定項目変更**

を押します。(→ 10-3)

スタート点は○で表示、開始点から 30° は太線で表示されます。

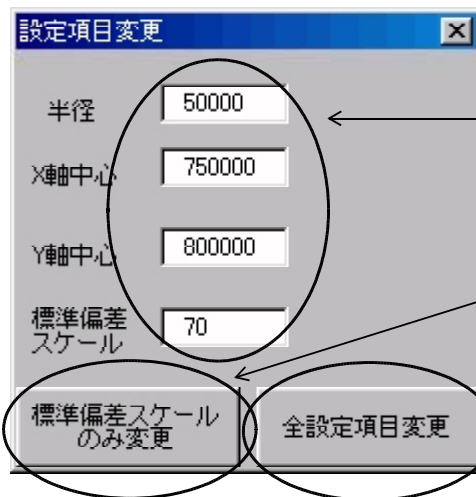


ピンク：理想円  
 破線：標準偏差スケールで設定した目盛り。この例では理想円と破線間は 50pls、両破線間は 100pls です。

設定画面へ移動する場合は **設定画面へ** を押します。

**グラフ印刷** を押すと、表示中のグラフが印刷できます。

### 1 0 - 3 . 設定項目変更(真円精度)



真円精度解析の場合は半径、X軸中心、Y軸中心、偏差スケールが変更可能です。

標準偏差スケールのみの変更であればこのボタンを押します。

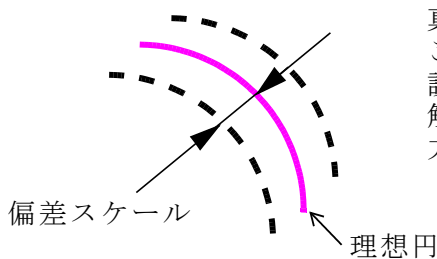
標準偏差スケール以外も変更する場合は、このボタンを押します。

※標準偏差スケール：真円精度の解析結果グラフの目盛りです。

真円精度では理想円から誤差を拡大表示しています。

この幅から大きく外れると正常な形に表示できません。

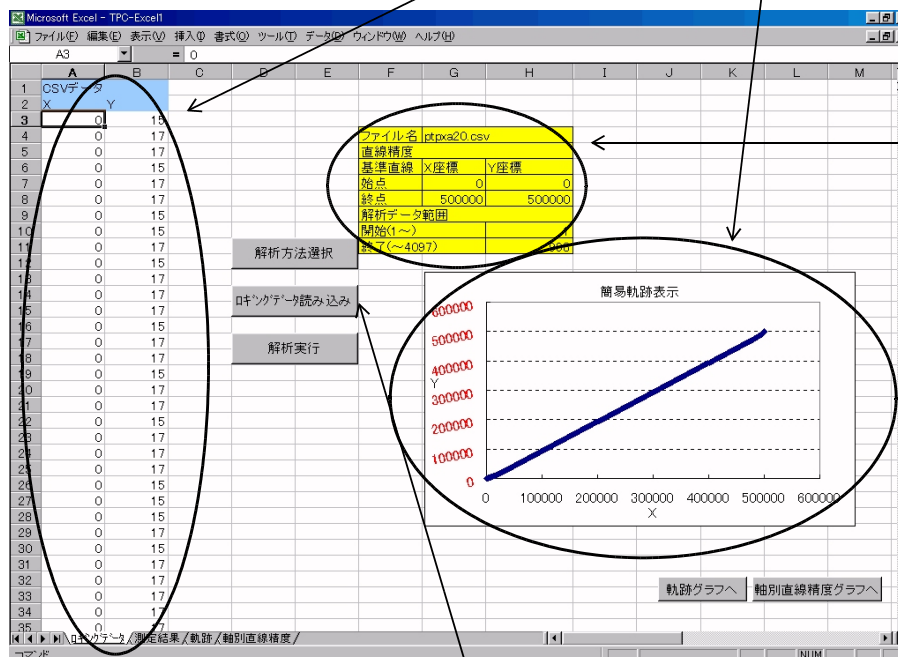
設定する値は最初大きめの値を設定し、解析結果を判断しながら標準偏差スケールを小さくしていく方法が使いやすいです。



## 1 1 . 直線精度解析

### 1 1 - 1 . 設定項目の入力と解析の実行

ロギングデータを読み込むと A,B列にデータが表示され簡易軌跡が表示されます。



①設定項目を入力します。直線精度解析の設定項目(→ 1 1 - 2)

②設定項目の入力が完了したら、「解析実行」を押します。解析処理が実行されます。設定項目に不足がある場合はメッセージが表示されます。



### 1 1 - 2 . 設定項目

ファイル名	ptpxa20.csv	
直線精度		
基準直線	X座標	Y座標
始点	0	0
終点	799997	800000
解析データ範囲		
開始(1~)	1	
終了(~4097)	1415	

基準直線 : 基準直線の始点と終点の座標です。  
 開始 : 何番目のデータから解析に使用するかを指定します。  
 終了 : 何番目のデータで解析を終了するかを指定します。

上の例では最初のデータから1415個目までのデータを解析します。  
 比較する基準直線は(0,0)-(799997,800000)を結んだ直線です。

### 1 1 - 3 . 解析結果の表示

見たい部分を拡大するには  
 を押します。(→ 1 1 - 5)

設定項目を変更し  
 再度解析するには  
 設定項目変更  
 を押します。  
 (→ 1 1 - 4)

理想直線との法線方向  
 の誤差です。  
 (→ 6 - 4)

誤差の X 軸成分  
 (→ 6 - 4)

誤差の Y 軸成分  
 (→ 6 - 4)

設定画面への移動は  
 設定画面へ  
 を  
 軌跡グラフへの移動は  
 軌跡グラフへ  
 の各ボタンを押します。

グラフ印刷  
 を押すと、表示中のグラフが印刷できます。

1 1 - 4 . 設定項目変更(直線精度)

1 1 - 2 で設定した値を変更できます。

設定 を押すと、変更した設定で再計算します。

1 1 - 5 . 「軸別直線誤差」グラフの表示設定

横軸の表示範囲を変更できます。  
変更すると3つのグラフすべてに反映されます。  
(横軸は共通です。)

合成・X軸・Y軸の各誤差グラフ毎に縦軸の最大、最小値目盛り線の有無を設定できます。最大値や最小値を自動にすると、データの最大/最小値が設定されます。

反映 を押すと設定した変更を反映できます。

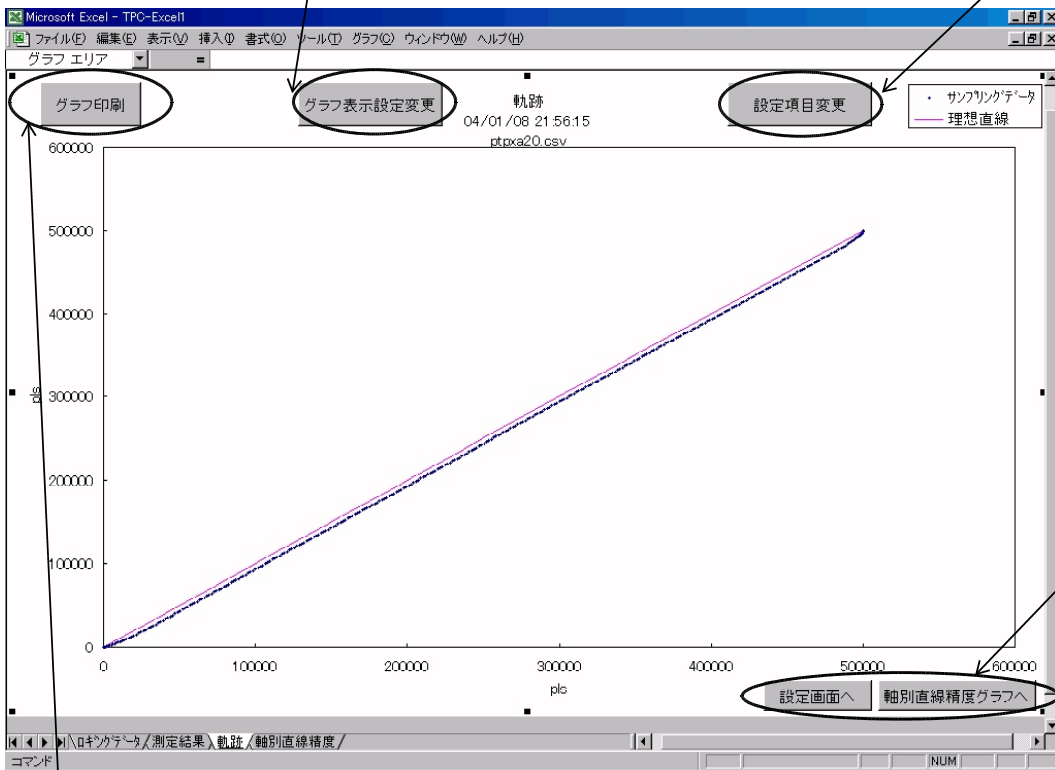


## 1 1 - 6. 「軌跡」グラフ

サンプリングしたデータと理想直線を表示します。

見たい部分を拡大するには  
を押します。(→ 9 - 3)

設定項目を変更し  
再度解析するには



を押します。  
(→ 1 1 - 4)

設定画面へは  
設定画面へ を、  
軸別直線精度グラフは  
軸別直線精度グラフへ

を押すと  
移動できます。

グラフ印刷 を押すと、表示中のグラフが印刷できます。

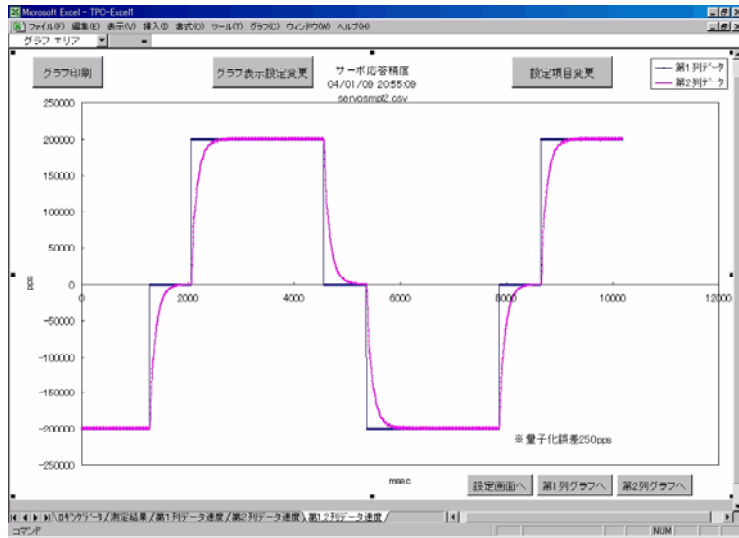
## 1 2. サンプルデータの紹介

### 1 2 - 1. サーボ応答精度解析用 servosmpl1.csv ファイル



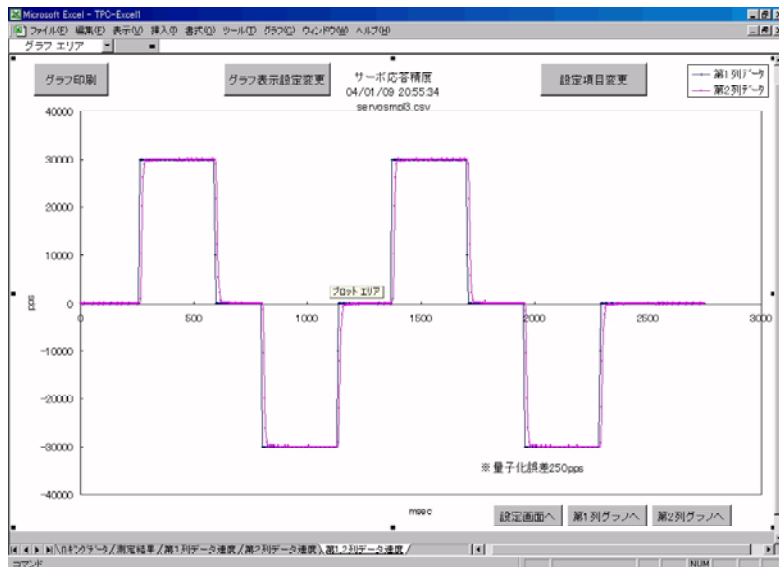
ゲインが高すぎてオーバーシュート  
アンダーシュートが発生しています。

### 1 2 - 2 . サーボ応答精度解析用 servosmpl2.csv ファイル



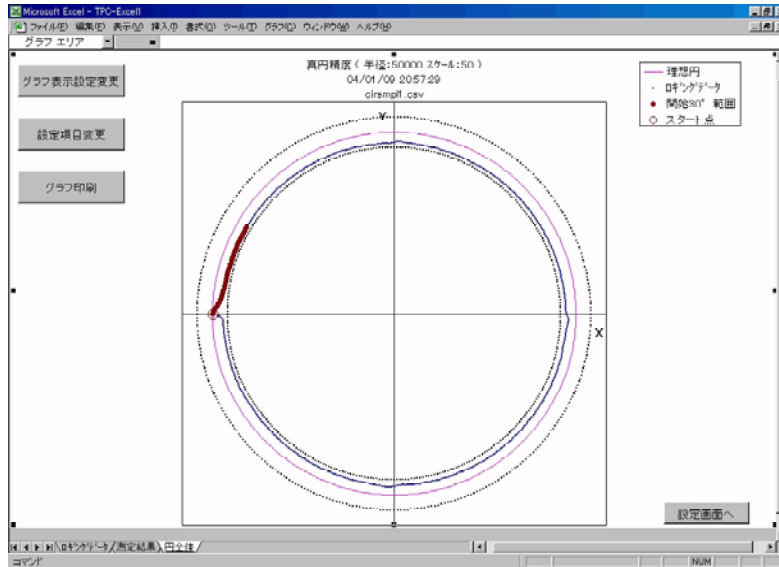
位置ループゲインが低いので  
サーボの応答がゆるやかです。

### 1 2 - 3 . サーボ応答精度解析用 servosmpl3.csv ファイル



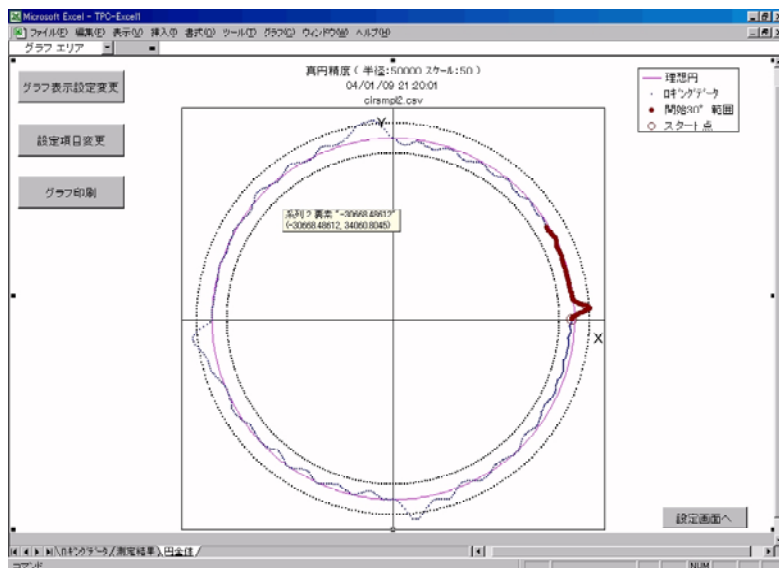
ゲインを最適に調整することで  
応答性を上げます。

### 1 2 - 4 . 真円精度解析用 cirsmpl1.csv ファイル



サーボの遅れによる円弧縮みは発生していますが、2軸のゲインバランスは良好です。

### 1 2 - 5 . 真円精度解析用 cirsmpl2.csv ファイル



- 2軸のゲインバランスは良好です。
- 象限切り換わり時に突起性の誤差(約50パルス=5 $\mu$ m)
- モータ回転周期に同期した周期性の軌跡誤差(1 $\mu$ m程度のうねり)が見られる。

※ 1 p = 0.1  $\mu$  m のシステムです。