TEMA

6DOF Tutorial Manual

Revision 1.01

Photron

・本書の著作件は、株式会社フォトロンが所有しています。
本書の一部または全部を株式会社フォトロンの書面による許可なく複写・複製することは、その形態を問わず禁じます。

・本書の内容に関しては、将来予告なしに変更することがあります。

・本書の内容について万全を期して作製いたしましたが、万一、ご不審な点や誤り、記載もれなどお気づきに点がありましたら、本書巻末のお問い合わせ先までご連絡ください。

・本製品および本書を運用した結果の影響については、いかなる件にも責任を負いかねますので予めご了承ください。

・本製品の仕様および機能は、改良のため予告なく変更させていただく場合があります。

本書の表記

本書では説明する内容によって以下のアイコン、記号を使用しています。

アイコン	説明
重要	必ず読んでいただきたいことを記載しています。
注意	操作する上で守っていただきたいことや、注意していただきたいことを説明しています。
補足	操作するときに気をつけることや、説明の補足事項を記載しています。
参照	参照先を記載しています。
MEMO	メモ欄として自由にご使用ください。

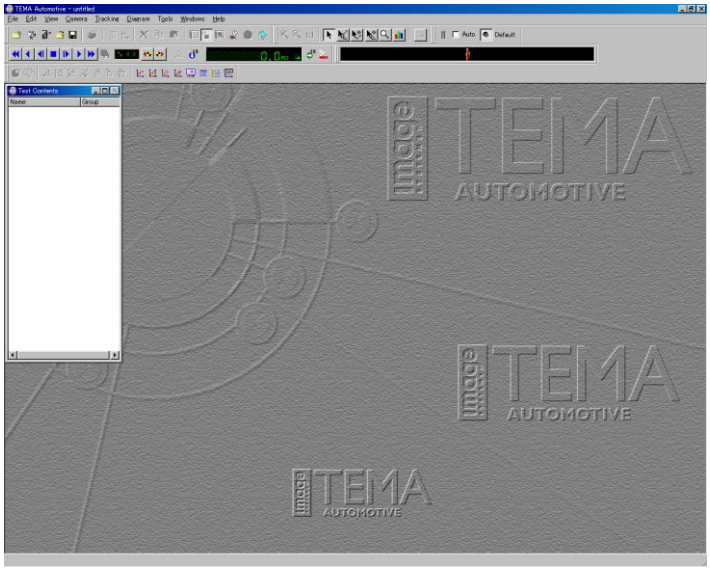
Table of Contents

１．TEMA の起動 1
２．単位と数精度（桁）の設定 2
３．動画像の読み込み 4
４．基本操作 7
５．6DOF 解析の準備 8
６．参照計測点の読み込み 10
７．計測点の配置 12
８．計測点の詳細設定 14
９．追跡を実行する 16
１０．結果をグラフに表示する 17
１１．6DOF データのグラフ表示 21
１２．3D 結果をグラフに表示する 24
１３．数値データの表示/出力 26
１４．グラフの出力 29
１５．解析結果の保存と終了 35
１６．付録 36

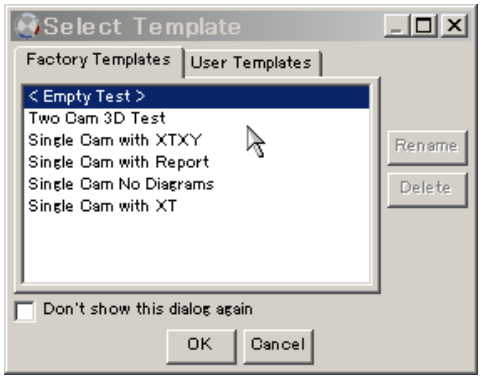
１． TEMA の起動

まず TEMA を起動してみましょう。TEMA をインストールすると、デスクトップ上に、次のようなアイコンが表示されます。一般的な Windows のソフトウェアと同じように、アイコンをダブルクリックすることで TEMA を起動します。

オープンニングのタイトルが表示された後に、TEMA が起動します。



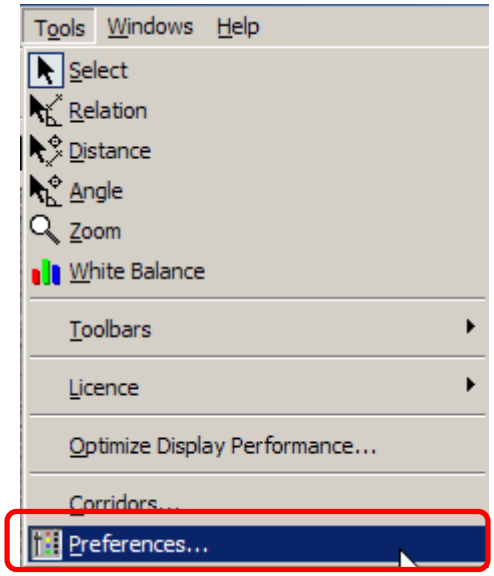
TEMA の起動後にテンプレートの選択画面（下記）が表示される事があります。
テンプレートとは、TEMA で行う処理をある程度自動化する機能で、追跡設定や
グラフ・表の表示設定をテンプレート内に保管し、作業のひな形として利用できます。
あらかじめ用意されたテンプレートの他に、自分でテンプレートを作成する事も可能です。
テンプレートの作成の仕方は TEMA リファレンスマニュアルを参照ください。

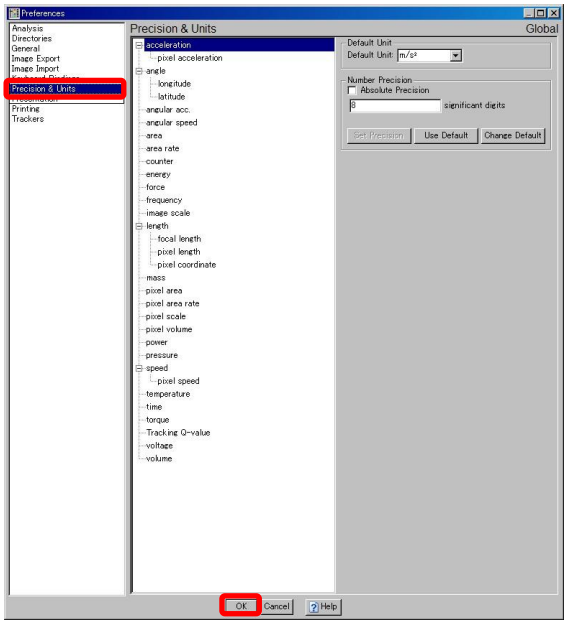


本書では、テンプレートを使用しない為、<Empty Test>を選択します。

２． 単位と数精度（桁）の設定

●[Tools]メニューから[Preferences]を選択します。Preferences ウィンドウが表示されます。





2-1 単位(Default Units) 設定

① 左部のメニューから、Precision & Units を選択します。

② 表示されたリストから、単位を指定したい単位系を選択します。

③ Default Unit のドロップダウンリストから適切な単位を選択します。

④ 「OK」ボタンをクリックします。

2-2 数精度(Number Precision)設定

① 同様のメニュー(Precision & Units)を選択します。

数精度は、絶対または相対表現で、データタイプ毎に設定できます。
絶対精度は、少数点精度レベルと測定単位に関連して指定されます。例えば、時間の精度が0.0001 秒と指定された場合には、全ての時間関連の単位について 1 秒の 10000 分の 1 の精度で表示することを意味します。
相対精度を指定した場合には、精度表示は少数点位置に関係なく有効桁数で決定されます。
TEMA では精度の管理を簡単に行うために、いくつかの単位についてはツリー構造でより上位レベルの単位における精度指定を下位レベルに受け継ぐしくみになっています。もちろんこれは必要に応じて解除することができます。

② 表示されたリストから、精度を指定したい単位系を選択します。

設定箇所は、Number Precision の枠内です。

②-1 解析精度を絶対値で指定するには Absolute Precision ボックスをチェックします。
精度値を記入します。
必要であれば、Default Unit ドロップダウンリストから、適切な単位系を選択します。

②-2 相対値で、精度を指定するには Absolute Precision ボックスのチェックを外します。
精度値を有効桁数で入力します。
必要であれば、Default Unit ドロップダウンリストから適切な単位を選択します。

③ 他の単位系に対しても同様の精度指定を繰り返します。

④ 「OK」ボタンをクリックします。

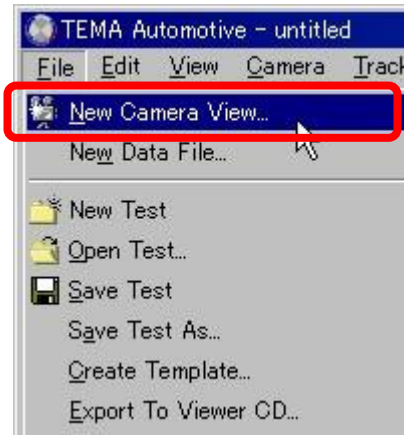
補足

- 上記設定は、TEMA 内に保持されます。最初の TEMA 起動時のみ、設定します。

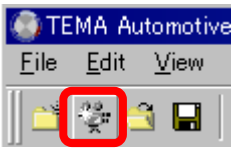
３． 動画像の読み込み

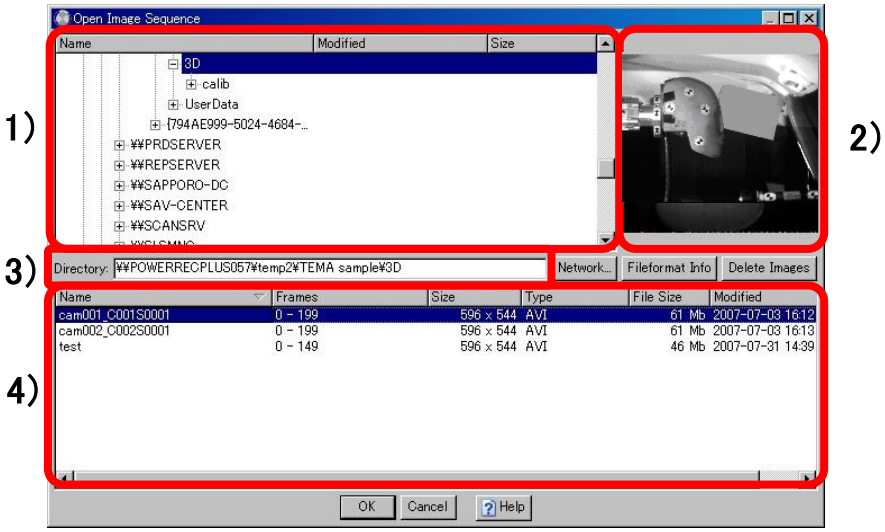
TEMA を起動して、はじめに行なうことは、これから解析しようとする動画像ファイルを TEMA に読み込むことです。ソフトウェアを起動から、解析する動画像ファイルを,ソフトウェアに読み込みます。

[File]メニューから、一番上の[New Camera View]を選択してください。
このコマンドで、動画像ファイルを TEMA に読み込むことができます。



このコマンドは、カメラマークのアイコンからでも実行できますので、慣れてきたらこちらを利用すると便利です。
[New Camera View]コマンドを実行すると、次のような動画像の読込み画面を表示します。

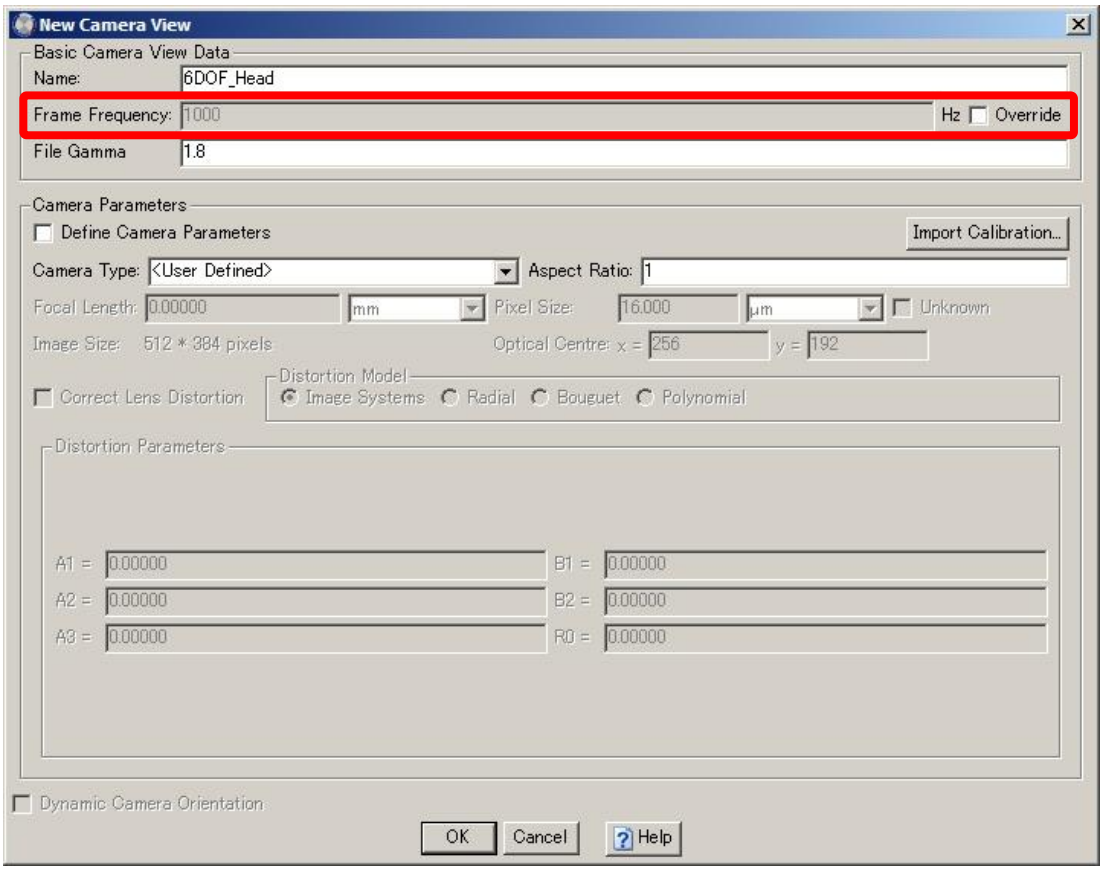




・1)のエリア　　フォルダ階層を表示します。
・2)のエリア　　4 のエリアで選択されている画像ファイルのプレビュー画像を表示します。
・3)のエリア　　フォルダのパスを表示します。直接ここに入力することもできます。
・4)のエリア　　2 のエリアのフォルダに格納されている動画像ファイルを表示します。

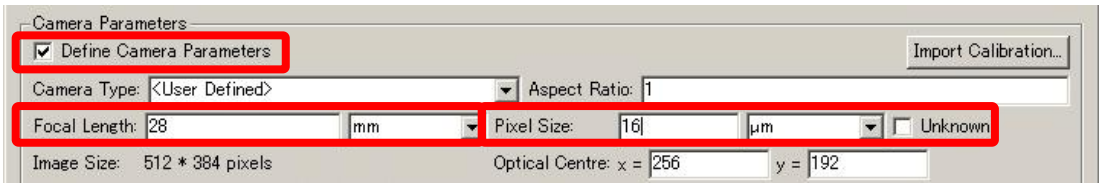
② ファイルを選択して、画像を確認したら、「OK」ボタンをクリックしてください。

動画像ファイルを読み込むと、次のダイアログボックスが表示されます。ここでは、読み込んだ動画像に対して自由に実験名を設定したり、撮影された際のフレームレートを設定したりすることができます。

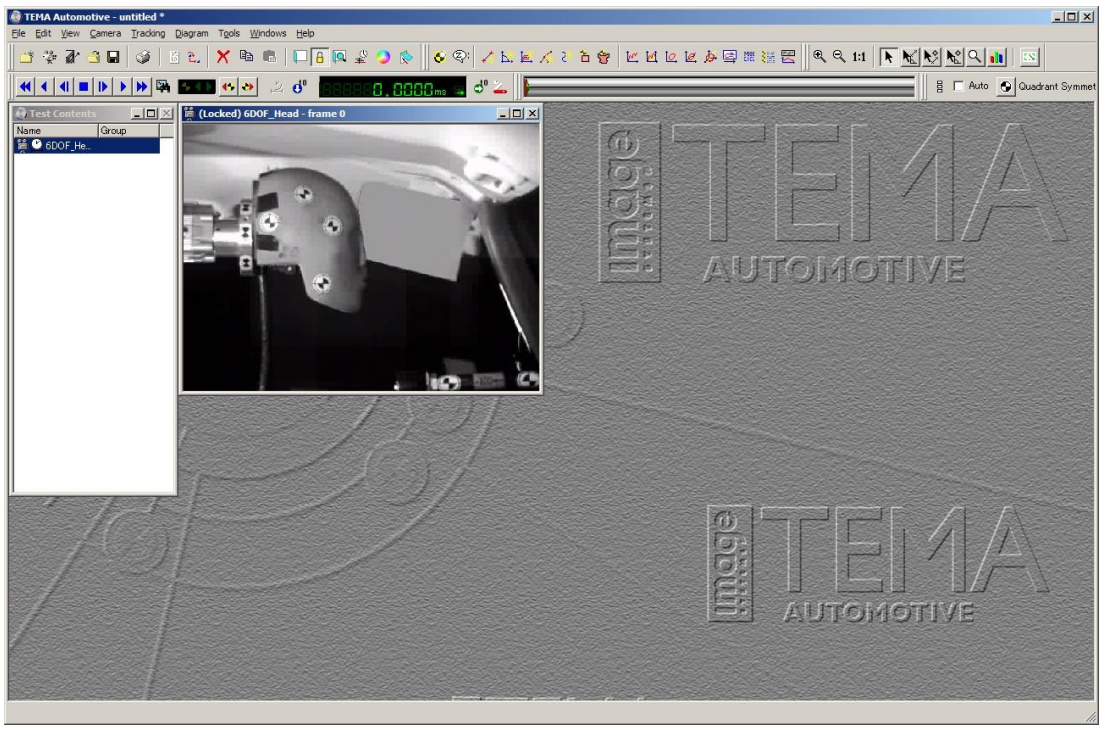


この画像は 1000 コマ/秒で撮影された動画像ですので、[Frame Frequency]の項に、「1000」と入力されています。
もし違う値が入っていた場合は、「Override」にチェックをして、正しい値を入力してください。

③ 「Define Camera Parameters」にチェックを入れます。
　すると、入力出来る箇所が増えますので、「Focal Length」に使用しているレンズ焦点距離を、「Pixel Size」にカメラのピクセルサイズを入力して、「OK」ボタンをクリックします。



動画像が正常に読み込まれると、次のような画面となります。



４． 基本操作

ツールバーの基本的な操作について、説明します。

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦　　⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰

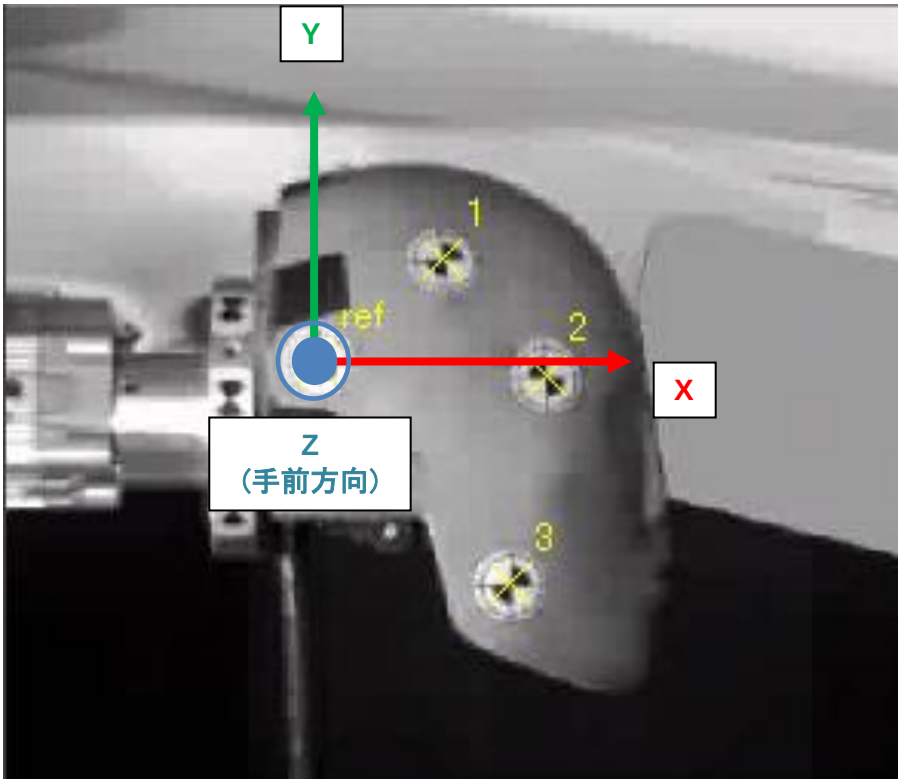
① 最初のフレームに移動
② 逆再生
③ 逆コマ送り再生
④ 停止
⑤ 順コマ送り再生
⑥ 再生
⑦ 最終フレームに移動

⑧ 拡大
⑨ 縮小
⑩ 原寸表示
⑪ 選択
⑫ 距離・角度計測点の選択
⑬ 距離測定
⑭ 角度測定
⑮ グラフ部分拡大
⑯ ホワイトバランス
⑰ エリア選択

５． 6DOF 解析の準備

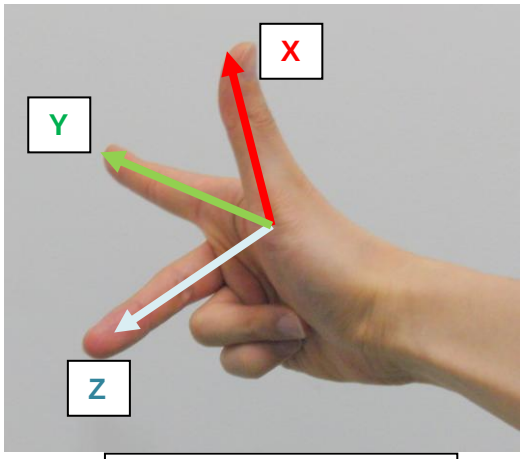
事前準備として、**解析対象に準備された各計測点の三次元座標**を測定し、
それらを**テキストデータとして記述したファイル**を用意する必要があります。
最低 4 点の座標が必要となり、**10 点前後**の測定を推奨いたします。

例として、チュートリアル用画像データと、その三次元座標の内容を下記に記載します。



三次元座標は右手系ならばどの方向でも
問題ありません。
(右手の親指を X、人差し指を Y、中指を
Z とする座標系)

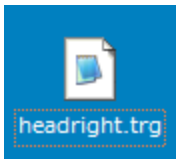
例えば、上図のような座標系で「ref」を
原点とした時の Point1 の座標は単位を m として
それぞれ
「X　0.0521、Y　0.0415、Z　−0.0098」
となります。



参考：右手系三次元座標

測定したそれらのデータをメモ帳などで下記のように、ポイント名・X・Y・Z の順で、**タブまたはスペース区切り**で **xxxxx.trg** として保存します。

ref	0	0	0
1	0.0521	0.0415	−0.0098
2	0.0922	−0.00745	−0.0121
3	0.0739	−0.0926	−0.0158



このファイルを「ターゲットファイル」と呼びます。

補足

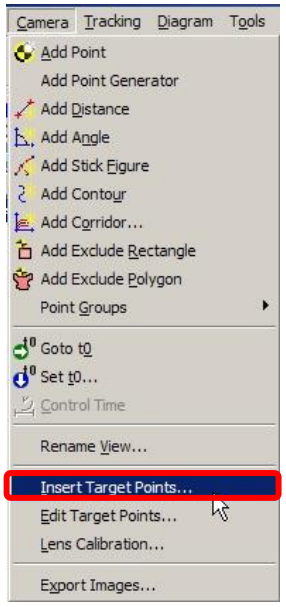
- 6DOF 解析を行うには、最低 4 点、理想としては 10 点が必要です。 10 点以上の校正ポイントを用意しても、精度に大きな変化はありません。
- 測定対象が「剛体であること」と、動画読み込み時に「レンズ焦点距離」および「センサピクセルサイズ」を入力する必要があります。

６． 参照計測点の読み込み

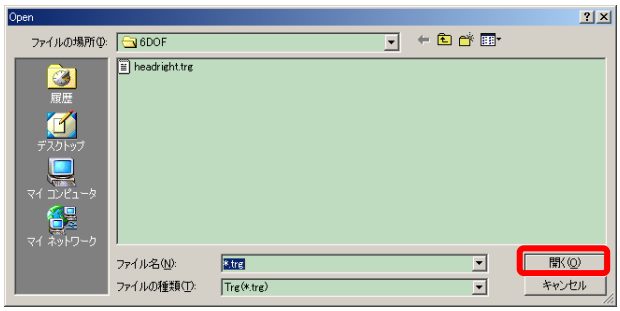
6 自由度解析を行うために、あらかじめ計測済みの三次元座標を、読み込んだ画像の各計測点に指定していきます。

① 対応する Camera View ウィンドウを選択します。

② 上部の[Camera]メニューから[Insert Target Points]を選択します。



③ ファイルオープンのダイアログが開きますので、「5. 6DOF 解析の準備」で作成したターゲットファイル（座標データ）を指定してください。

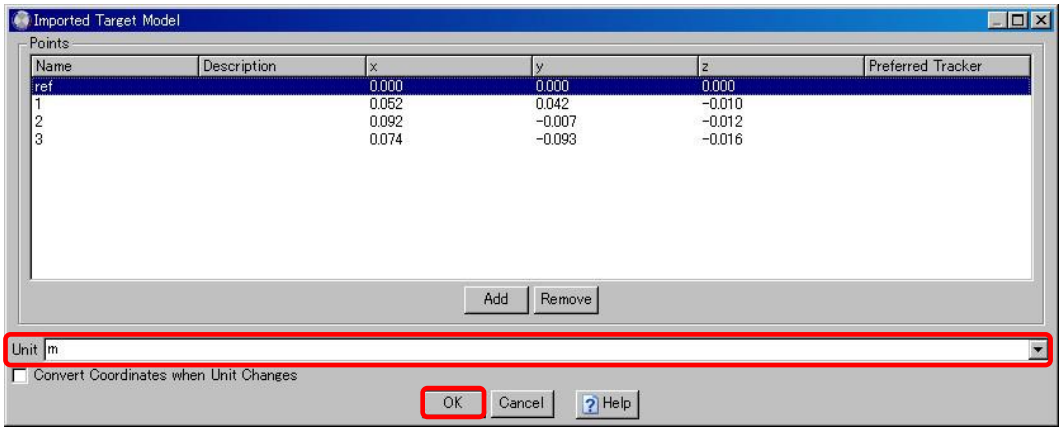


注意

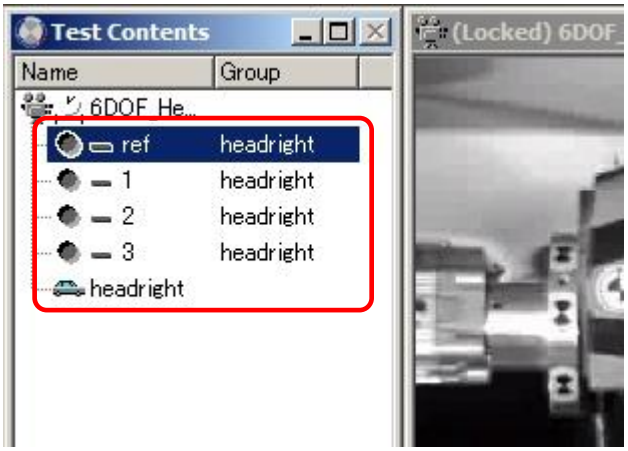
- 「.txt」で作成した場合、「ファイルの種類」を「すべてのファイル」としてください。

今回はチュートリアル用[6dof]画像ファイル群と同じフォルダにある、[headright.trg]を選択し、「開く」ボタンをクリックします。

④ [Imported Target Model]ウィンドウが開きます。 下部の[Unit]で座標データの単位を選択し、「OK」ボタンをクリックします。



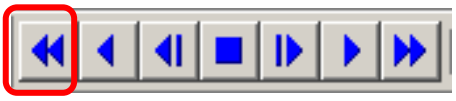
⑤ 左の[Test Contents]ウィンドウに、計測点が読み込まれます。 [Group]部分が開いたターゲットファイル名になっているか、また車のマークの項目が出来ているかをご確認ください。



７． 計測点の配置

画像上に計測点を配置します。
チュートリアル用画像の計測点位置は、[6dof]画像ファイル群の保存されているフォルダ[6dof]内の screenshot.gif に記されています。

① [Rewind]ボタンで、画像を開始フレームまで移動します。



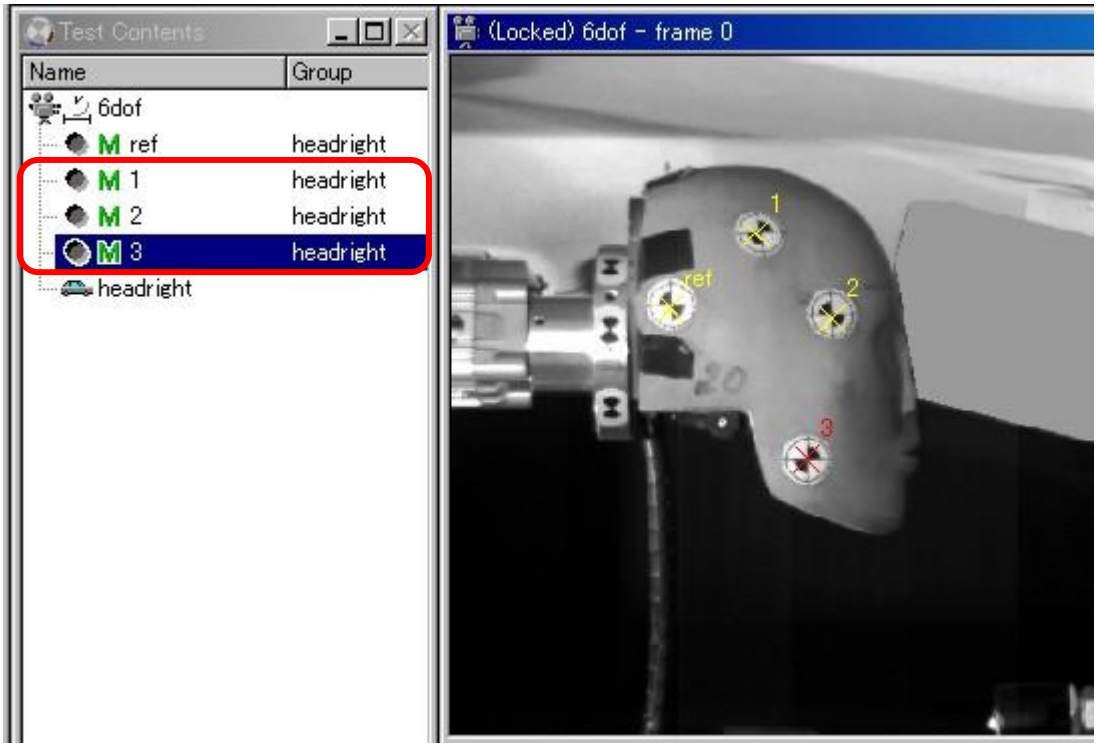
開始フレームを表示し、タイム表示が 0.00ms となります。

② Point List ウィンドウ内の[ref]を選択します。

Camera View ウィンドウ内で計測点が配置可能状態となります。
「Default Trackers」ツールバーが表示されている場合、「Auto」にチェックが入っていない事をご確認ください。

③ [ref]の位置に相当する場所を Camera View ウィンドウ内でマウスをクリックして選択します。

④ 同様に[1]、[2]、[3]の位置に相当する場所を Camera View ウィンドウ内でマウスをクリックして選択します。



Camera View 内で[1]、[2]、[3]にあたる計測点にチェックがつきます。

８． 計測点の詳細設定

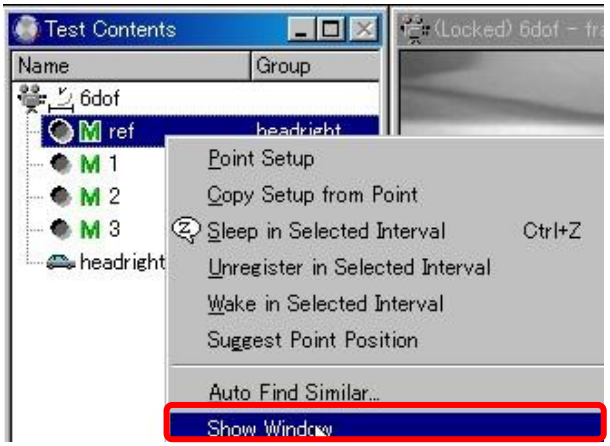
必要に応じて、計測点の詳細設定をします。

① 画像の最初のフレームに戻ります。

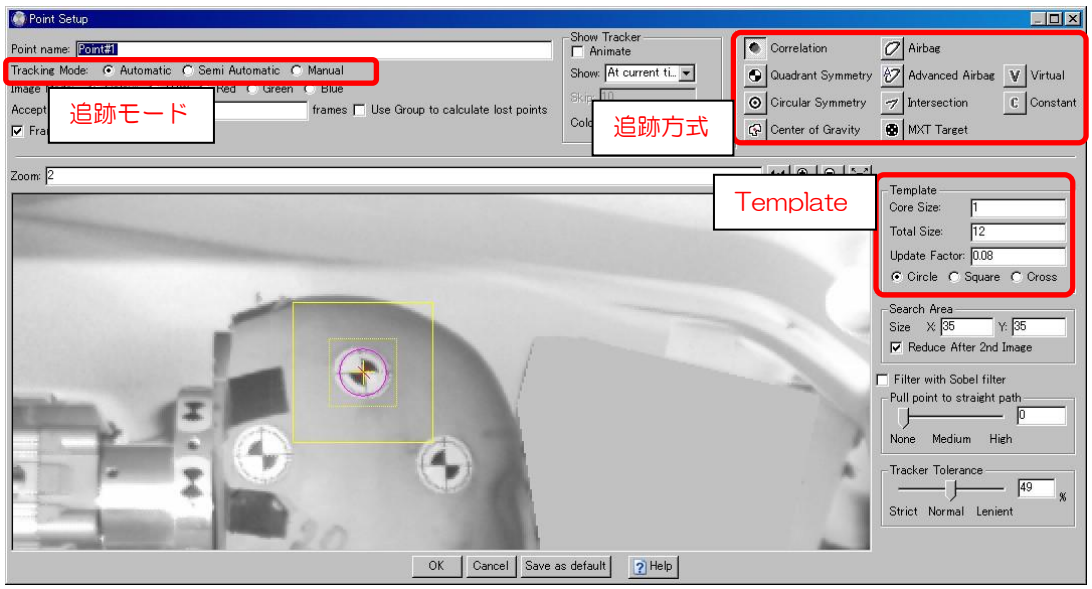
② 計測点を選択し、マウスで右クリックし、[Show Window]を選択します。
このウィンドウ内で計測点の位置を修正します。マウスで正しい位置をクリックすると、
計測点位置が移動しますので、マーカーの位置を正確に合わせます。

補足

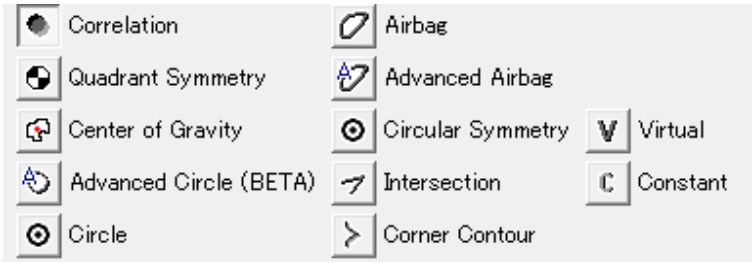
- このウィンドウで、追跡実行時にきちんと追跡しているかの確認が簡単に行えます。



③ 計測点の設定を行います。
計測点を選択し、マウスで右クリックし、[Point Setup]を選択します。
Point Setup ウィンドウが表示されます。



④ 追跡の方式を選択します。



補足

- 一部方式はオプションです。使用できない追跡方式はグレーアウトしボタンが無効になっています。

今回は、次のように設定します。

・追跡方式を ［**Correlation**］としてください。
・Template の Total Size の値を 「**9**」にし、**Cross** ラジオボタンにチェックしてください
・Tracker Tolerance の値を「**75%**」としてください。

他の計測点でも、同様に設定をします。

９． 追跡を実行する

例では、『Quadrant Symmetry』にて、追跡を行います。

補足

- Special Tracker オプションがない場合には、Correlation で行ってください。

では、実際に追跡を実行して行きましょう。

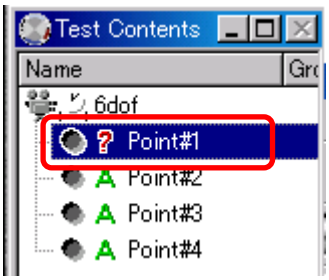
追跡を行うにはツールバー上の追跡ボタン を使用します。
追跡ボタン毎に追跡方法が異なり、左から順に
「時間逆方向の自動追跡」「時間逆方向のステップ追跡」
「時間順方向のステップ追跡」「時間順方向の自動追跡」
という追跡方法で追跡処理を行います。

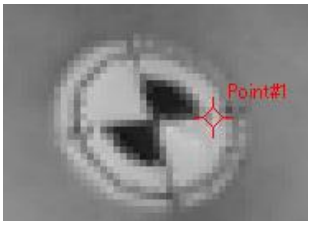
追跡は、画像の再生方向どちらでも行なうことができます。
今回は、画像の先頭から時間順方向に自動追跡を行います。

追跡を始めると、画像が順に再生され、それに伴って「Point Zoom」ウィンドウに追跡点周辺の拡大映像も随時更新されながら追跡を進めて行きます。

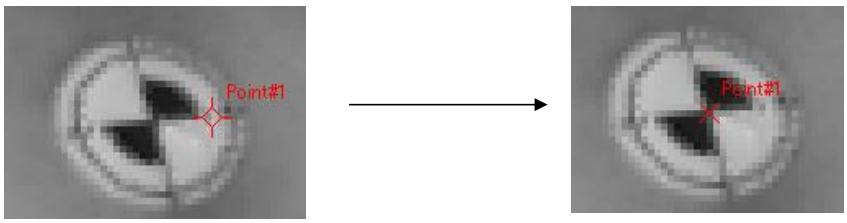
＊＊自動追跡に失敗した場合＊＊
TEMA では、自動追跡に失敗した場合、それを知らせるアラームが鳴り、自動追跡を一時停止します。また、画面上のマーカーが変化し、追跡点リストの該当追跡点に[？] マークが表示されます。

＊＊追跡に失敗した場合の表示＊＊





この場合には、Point Zoom ウィンドウで、マウスを使用しずれを調整して、マーカー中心に追跡点がくるように移動してください。



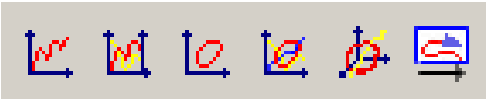
調整が済んだら、再び追跡アイコン をクリックして、追跡を実行してください。

１０．結果をグラフに表示する

追跡が終了したら、TEMA は自由にその追跡データからグラフ表示を行なうことができます。ここではグラフ表示の基本操作について説明します。

●グラフの種類
5種類のグラフから選択可能です。各アイコンをクリックする事によりグラフが選択されます。

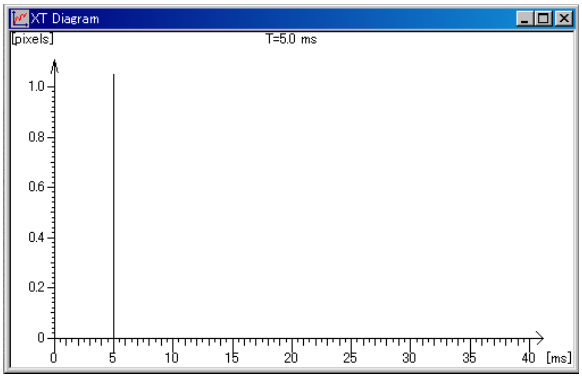
（1） XT Diagram
（2） Multi Axis Diagram
（3） XY Diagram
（4） Advanced Diagram
（5） 3D Diagram
（6） Image Diagram



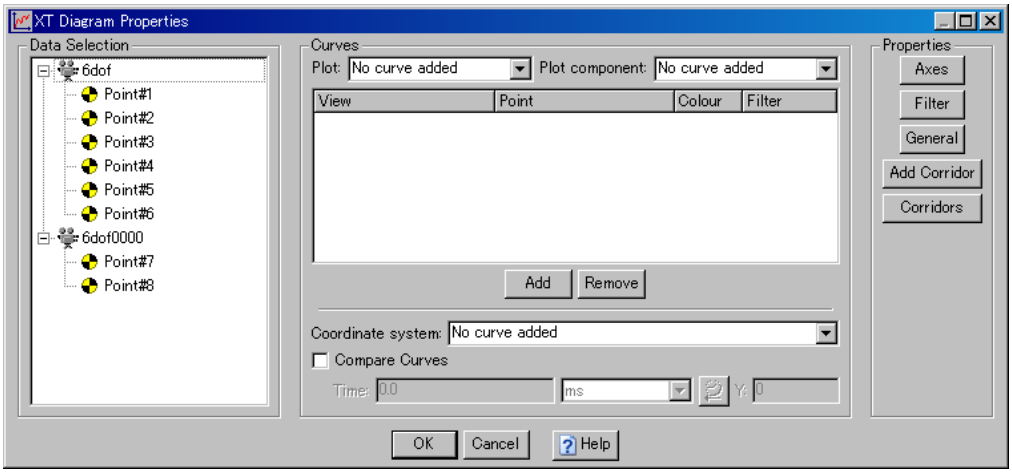
（1） （2） （3） （4） （5） （6）

●表示例
Point#1について、X 軸を時間、Y 軸を絶対速度としたグラフを表示します。

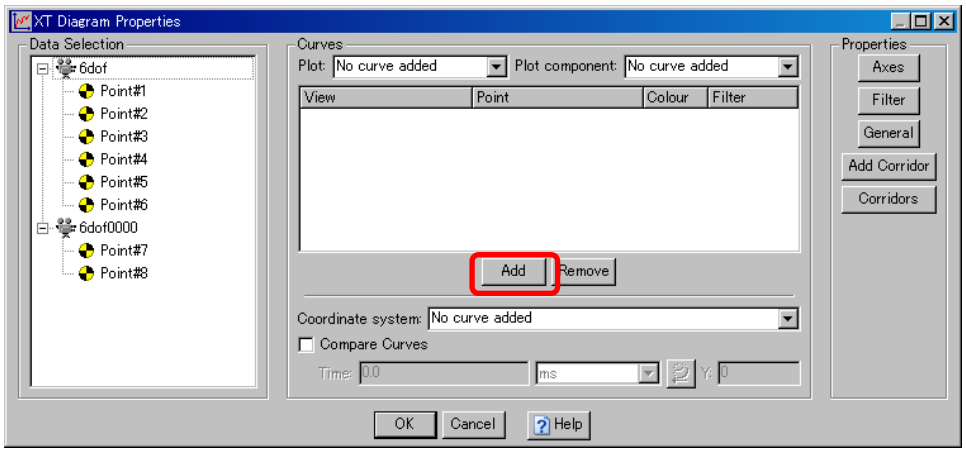
① XT Diagram アイコンを選択します。
グラフウインドウが一枚新たに開きます。



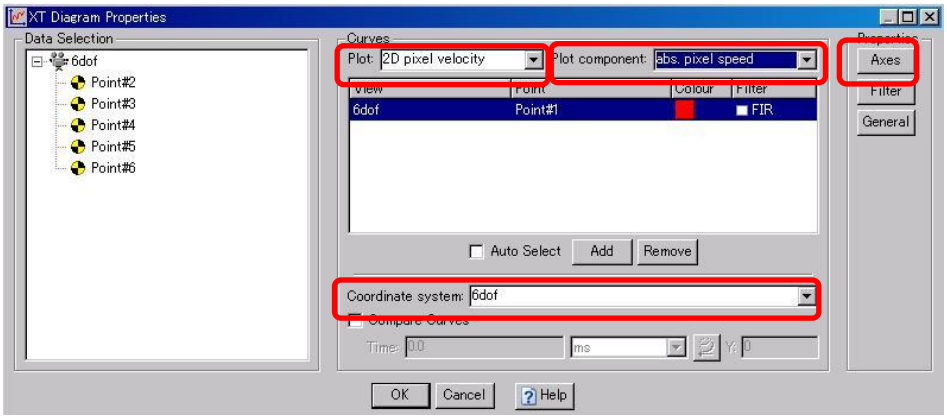
② XT Diagram ウィンドウをアクティブにして、マウスの右ボタンからメニューを表示させ、「Properties」を選択します。
プロパティ設定ウィンドウが表示されます。



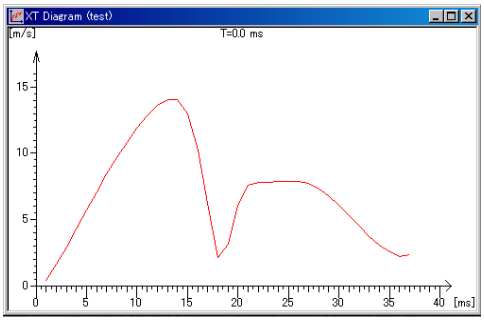
③ 左の[Data selection]欄から Point#1を選択(マウスでクリックしてハイライト:青色に表示)し、次にウィンドウ中央部の[Add]ボタンをクリックします。Point#1 が中央のウィンドウに追加されます。



④ Plot:2D pixel velocity(速度)
Plot Component:abs. speed(絶対速度)
Coordinate system:test を選択します。
Axes:XY 軸の表示単位を変更します。



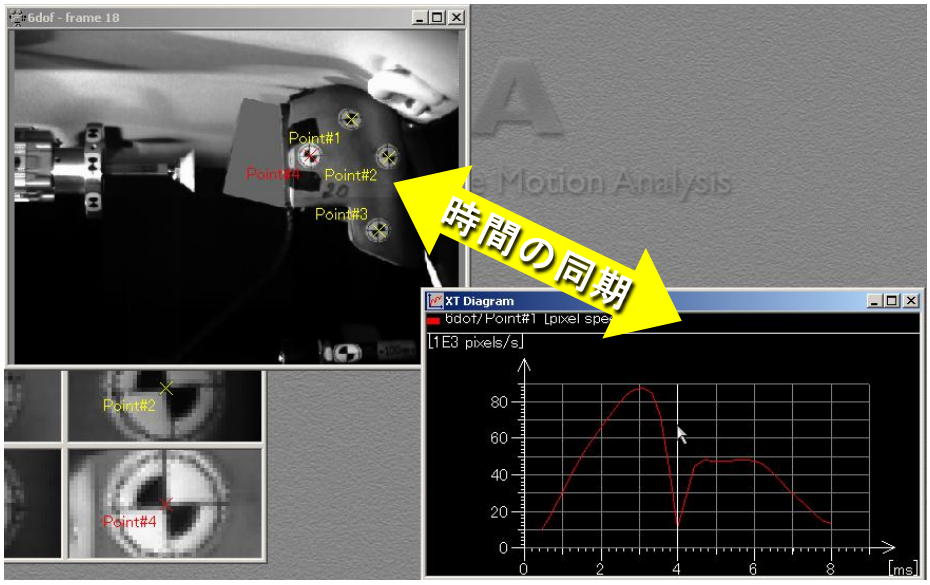
⑤ [OK] ボタンをクリックしてウィンドウを閉じ、グラフを確認します。



●グラフウインドウの便利な機能

① タイムバーの移動による、解析結果の評価

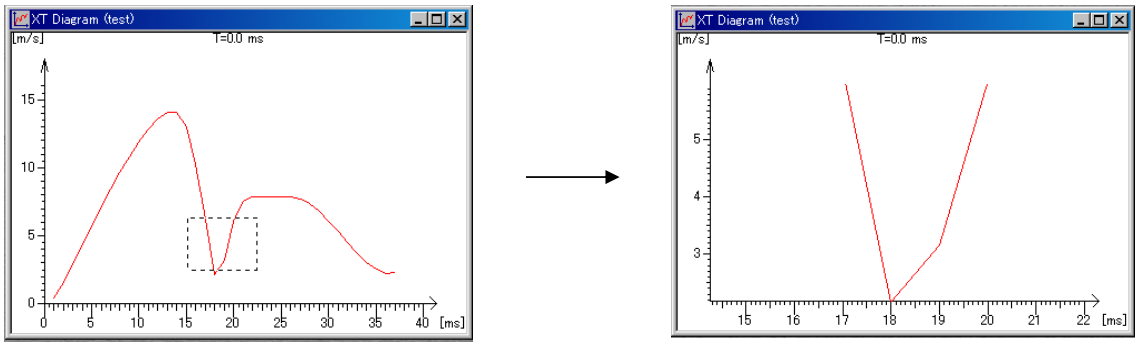
グラフウインドウ上に表示されているタイムラインバーは、マウスのドラッグで移動できます。
その際 TEMA ウィンドウ上の他グラフ、画像、時間表示などはすべて連動して同期表示します。
例えばグラフ上で速度が最大のときに、画像はどのような状態になっているかなどを容易に確認することができます。



② グラフの拡大表示

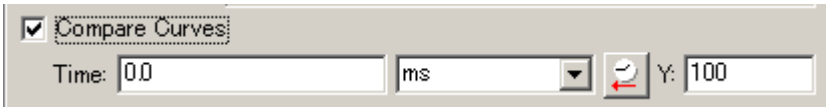
ツールバー上の虫眼鏡アイコン[Zoom Tool] をクリックします。

グラフウインドウ上で、詳細に見たい範囲をマウスのドラッグ&ドロップで矩形選択すると、拡大表示されます。



元に戻すときは、[1:1] アイコンをクリックしてください。

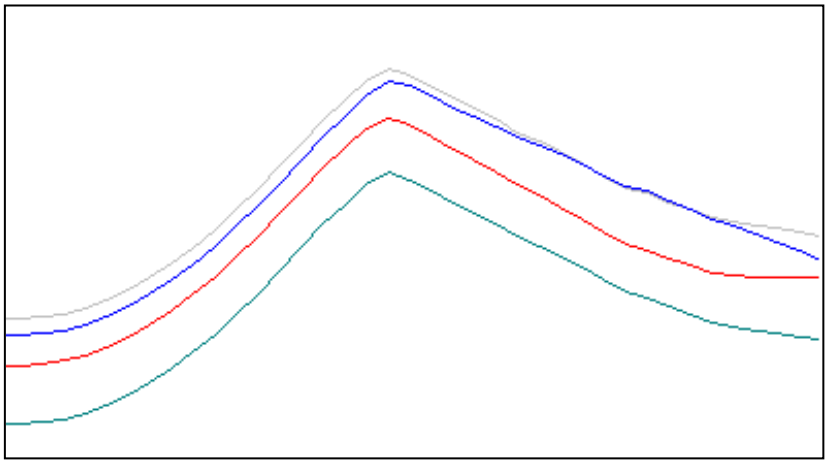
③ グラフの比較：CompareCurves 機能(XT Diagram)



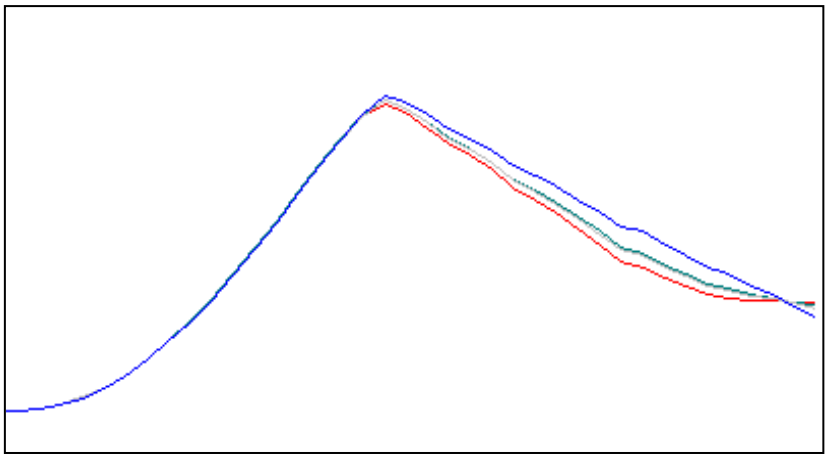
CompareCurves をチェックし、Time、Y を指定します。

＊全てのグラフの指定時間(Time)の全ての値(Y)を同じにして表示します。

・CompareCurves 前



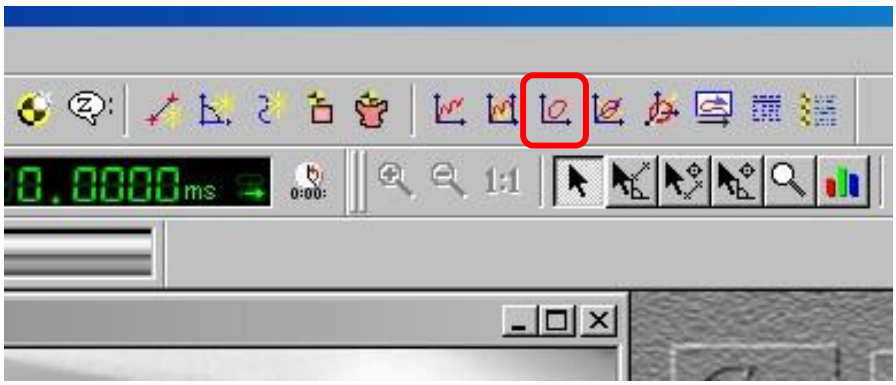
・CompareCurves 後



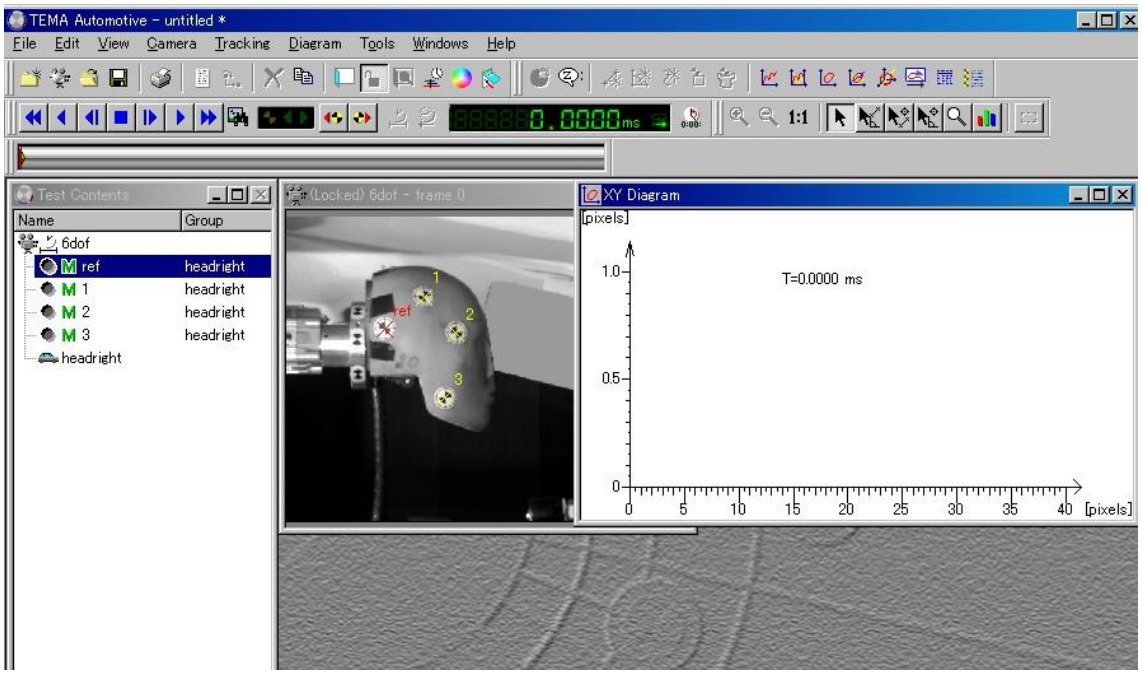
１１．6DOF データのグラフ表示

2D 解析のグラフ表示ができたので、その方法を元に、解析物体の 6DOF 結果のグラフ表示を行います。

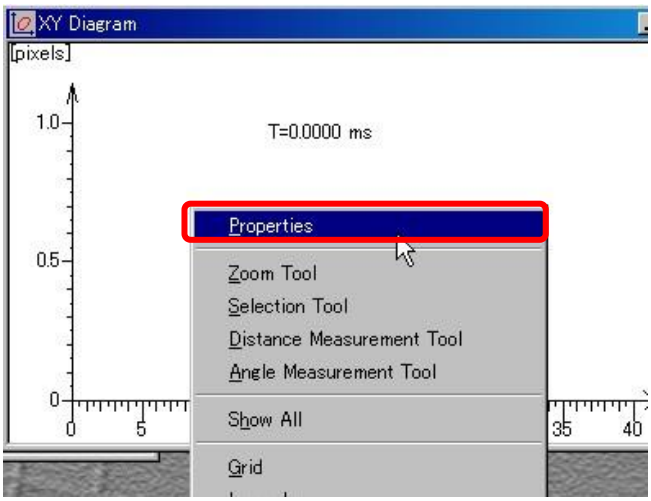
ツールバーの「XY Diagram」アイコン、もしくはプルダウンメニュー「Diagram」-[New]-[XY Diagram]を選択します。



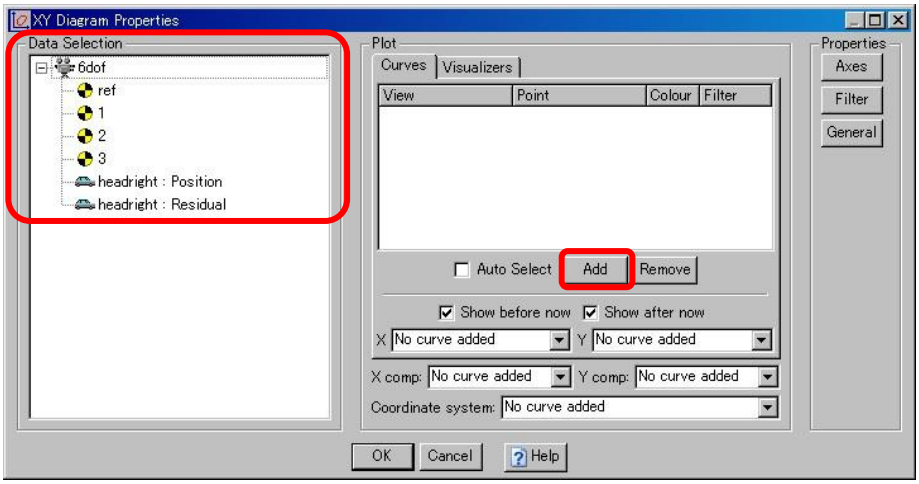
グラフウインドウが一枚新たに開きます。



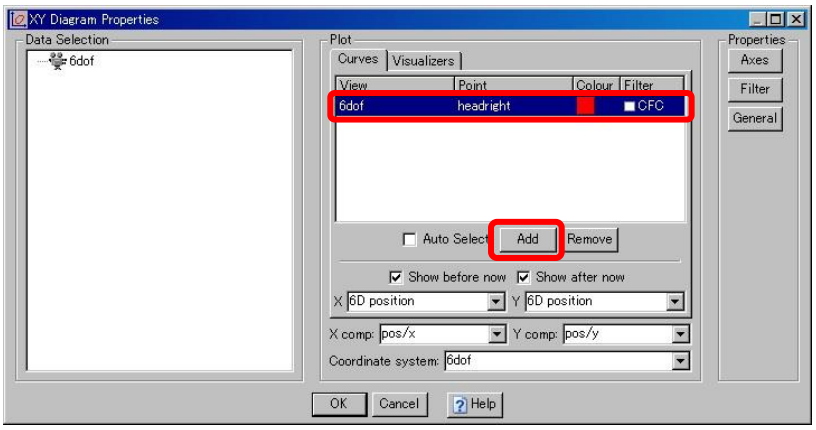
XY Diagram ウィンドウをアクティブにして、マウスの右ボタンからメニューを表示させます。
右ボタンメニューの一番上に[Properties]というコマンドがありますので、それを選択します。



選択するとグラフの設定を行う次のようなウィンドウが表示されます。

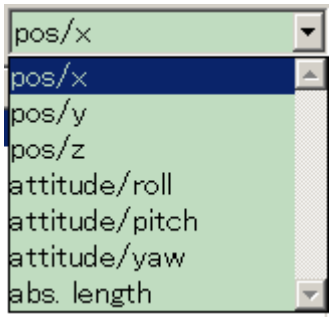


[Data Selection]グループボックスから設定した計測点グループを選択して「Add」ボタンをクリックします。（今回は[headright]）



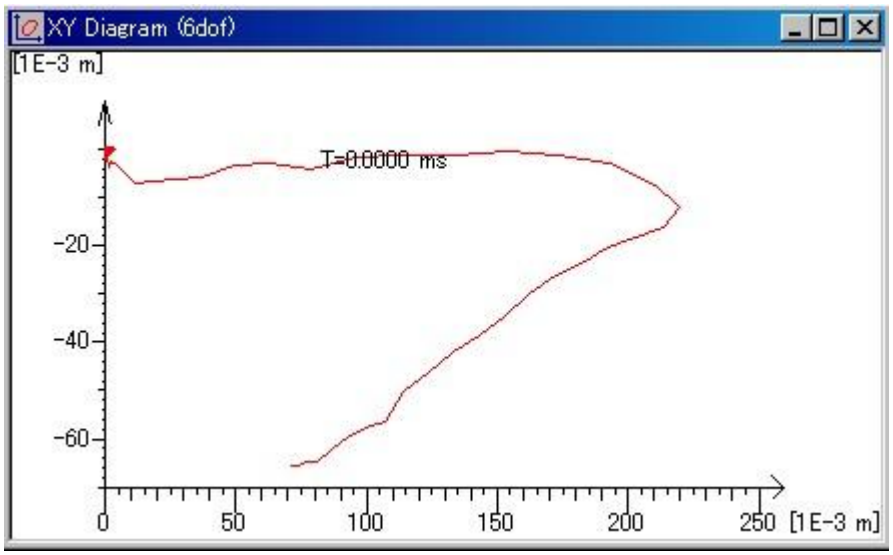
[Curves]グループボックス内の[Plot component]コンボボックス内で 6 自由度解析の項目が得られます。

[Plot]コンボボックス内で[6D Position]を選択したときの[Plot component]コンボボックス内の項目は次のとおりです。



pos/x --- x 座標値
pos/y --- y 座標値
pos/z --- z 座標値
attitude/roll --- roll 角
attitude/pitch --- pitch 角
attitude/yaw --- yaw 角
abs.length --- 原点からの距離

グラフ化したい項目を選択し、「OK」ボタンをクリックします。



6DOF 結果がグラフ表示されます。

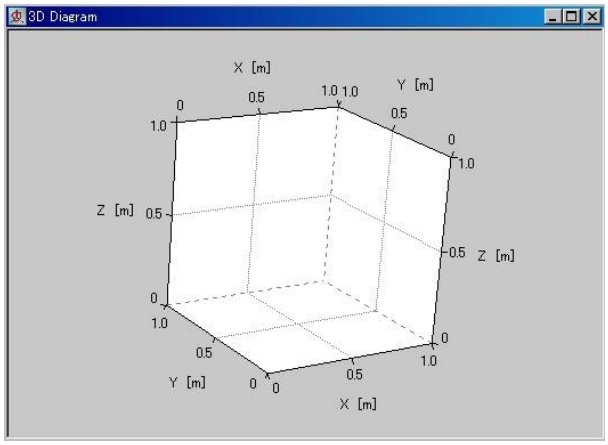
１２．3D 結果をグラフに表示する

6DOF では、**原点のみ**三次元グラフとして表示することができます。

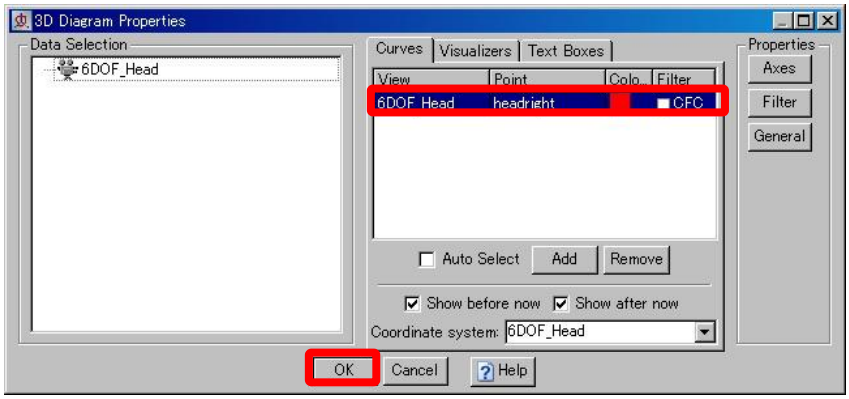
基本的なグラフの作成/表示法については 2D と同じです。
結果を表示するには、”headright : Position”の追跡点を使用します。

それでは、原点の 3D 上での座標をグラフにしてみましょう。

[Diagram]メニューから、[New]の中の[3D Diagram]オプションを選択します。
または、 ツールをクリックします。3D Diagram が表示されます。

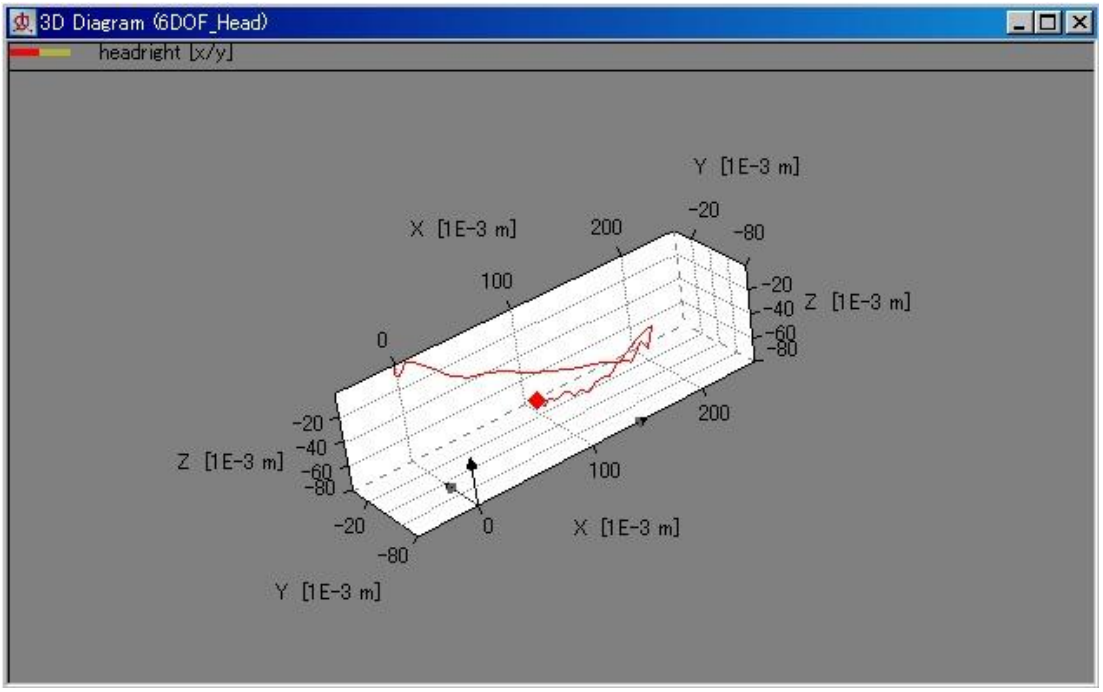


[Edit]メニューから、[Properties] オプションを選択します。
または、[3D Diagram]内で右クリックし、ポップアップ メニューから[Properties]オプションを選択します。3D Diagram Properties ダイアログが表示されます。



6DOF 原点のデータを表示するので、「headright : Position」の項目をダブルクリックします。

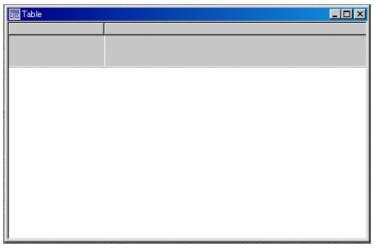
「OK」ボタンをクリックします。
データは、ウィンドウ内を右クリックし、ドラッグすることで、回転が可能です。


3D Diagram (6DOF_Head)
headright [x/y]
Y [1E-3 m]
-20
-80
X [1E-3 m]
200
100
0
-20
-40
Z [1E-3 m]
-60
-80
200
100
0
X [1E-3 m]
-20
-40
Z [1E-3 m]
-60
-80
-20
-80
Y [1E-3 m]

１３．数値データの表示/出力

解析結果を数値表示/出力します。

① Table アイコンを選択します。
テーブルウインドウが一枚新たに開きます。



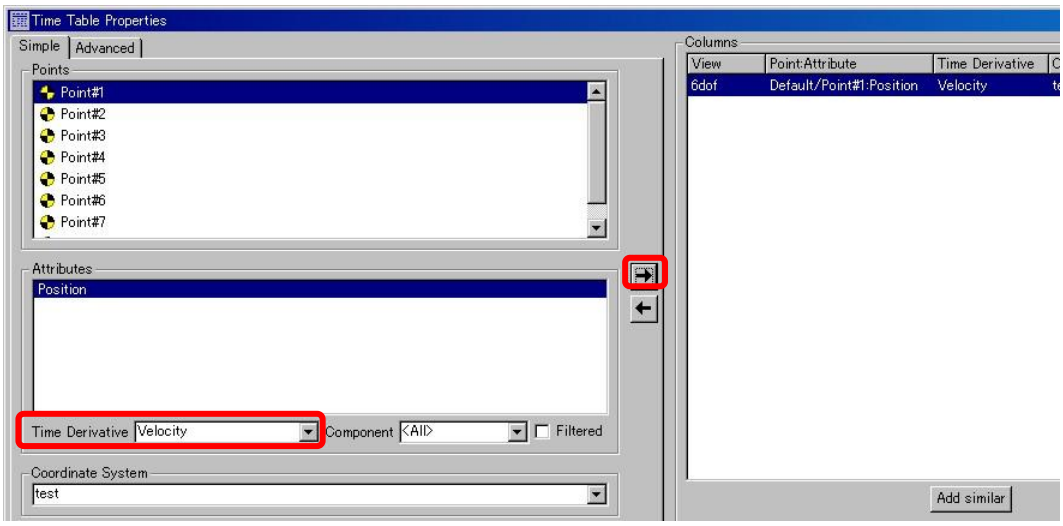
補足

- もう一つの Point Table は、時間/各成分ではなく、現在タイムバーで選択されている時間の各計測点の値を表示できます。

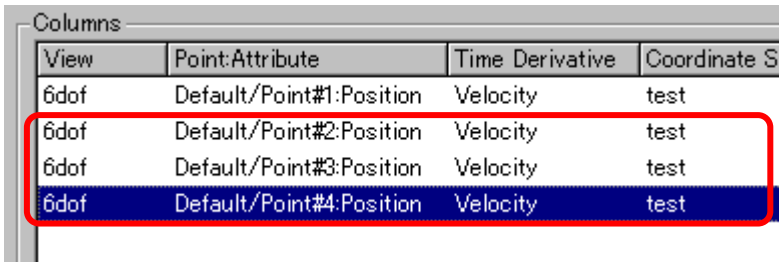
●表示例
Point#1～4について、2D Velocity(速度)数値データを表示します。

② Table ウィンドウをアクティブにして、マウスを右クリックすると、プロパティ設定ウィンドウが表示されます。

③ Coordinate system：test を選択し、Points 部分で Point#1 を選択します。
Time Derivative を Velocity に設定し、中央にある右矢印「→」ボタンをクリックします。



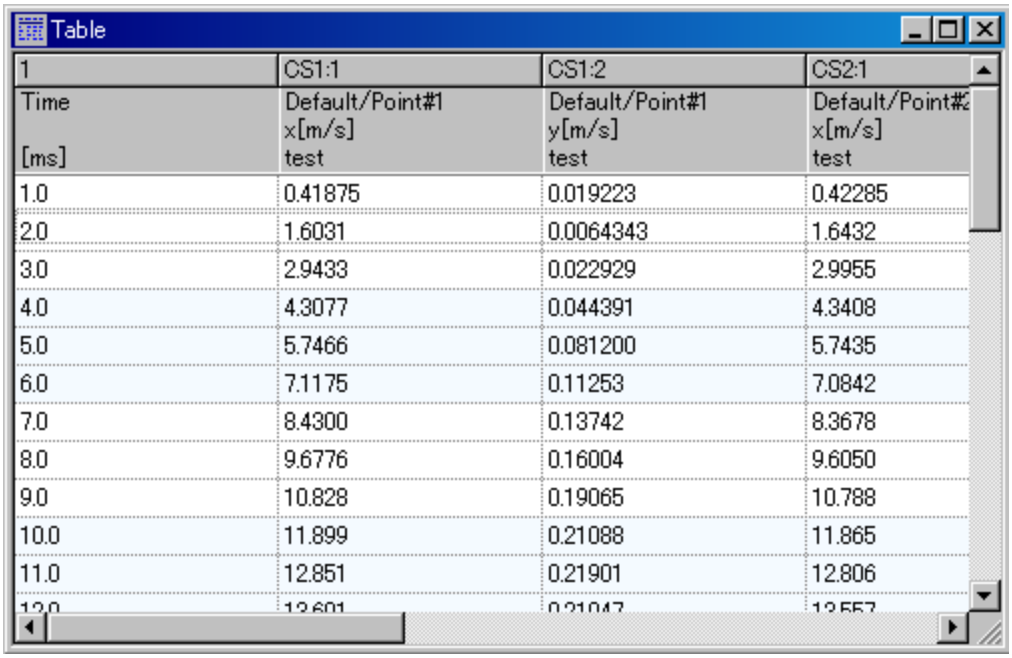
④ 同様にして、Point＃2～Point＃4 も追加します。



Columns

View	Point:Attribute	Time Derivative	Coordinate S
6dof	Default/Point#1:Position	Velocity	test
6dof	Default/Point#2:Position	Velocity	test
6dof	Default/Point#3:Position	Velocity	test
6dof	Default/Point#4:Position	Velocity	test

⑤ 「OK」ボタンをクリックしウィンドウを閉じ、テーブルを確認してください。

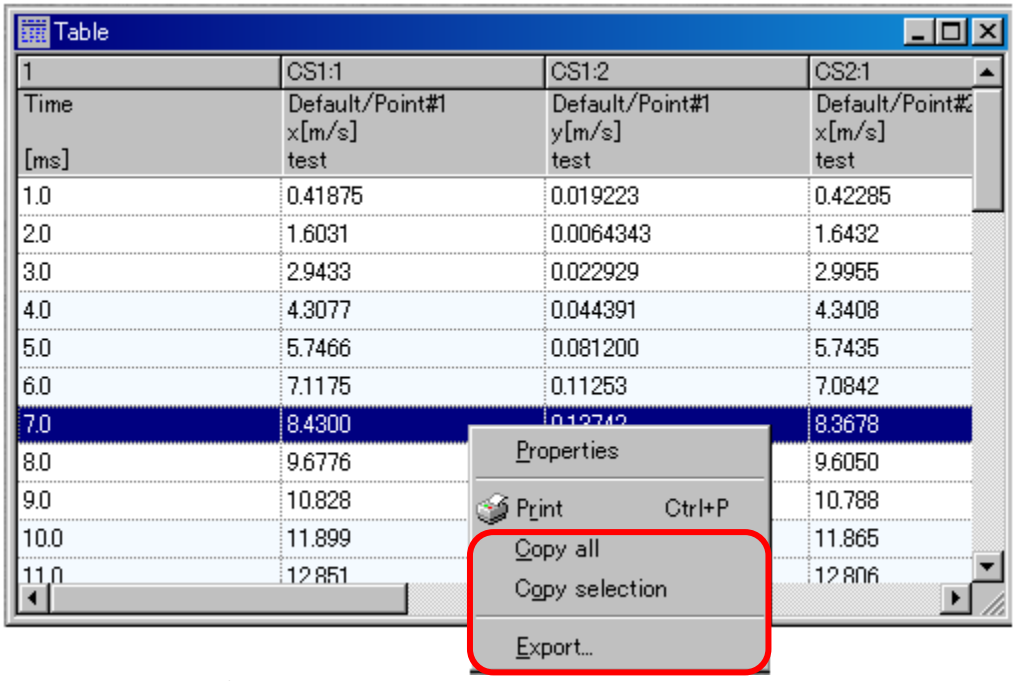


Table

1	CS1:1	CS1:2	CS2:1
Time [ms]	Default/Point#1 x[m/s] test	Default/Point#1 y[m/s] test	Default/Point#2 x[m/s] test
1.0	0.41875	0.019223	0.42285
2.0	1.6031	0.0064343	1.6432
3.0	2.9433	0.022929	2.9955
4.0	4.3077	0.044391	4.3408
5.0	5.7466	0.081200	5.7435
6.0	7.1175	0.11253	7.0842
7.0	8.4300	0.13742	8.3678
8.0	9.6776	0.16004	9.6050
9.0	10.828	0.19065	10.788
10.0	11.899	0.21088	11.865
11.0	12.851	0.21901	12.806
12.0	13.601	0.21047	13.557

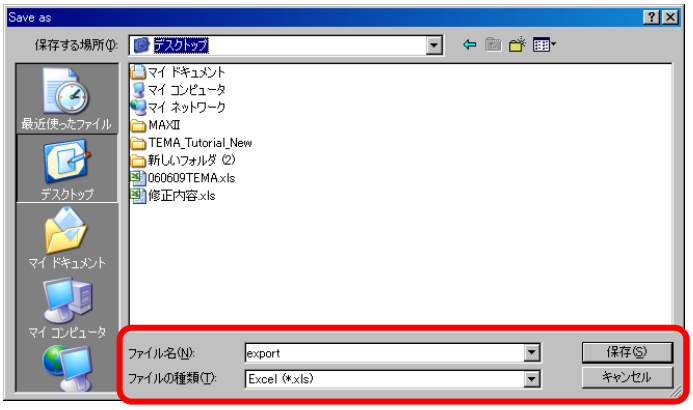
●出力例
表示された数値データを出力します。

⑥ 数値部分を選択(青色表示)し、マウスで右クリックします。



Copy all：全てをコピーします。
Copy selection：選択部分をコピーします。
＊エクセル等へ貼り付けが可能です。
Export：ファイル出力します。

⑦ Export：ファイル出力を選択します。



⑧ 保存先、ファイル名、ファイルの種類を指定/選択し、保存します。

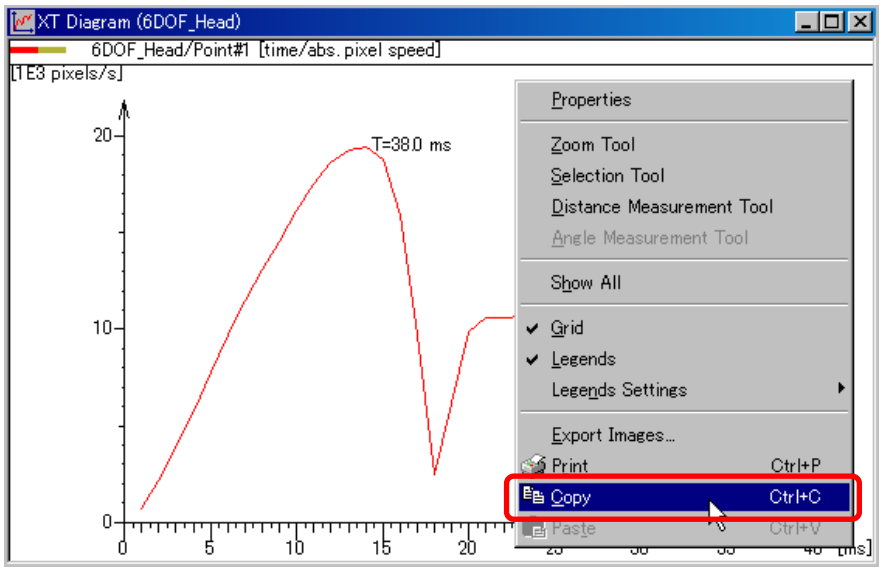
１４．グラフの出力

TEMA では、グラフを、表示されたままに、ウインドウズのクリップボード経由で他のアプリケーションソフトに貼り付け、または、イメージとして出力する事ができます。

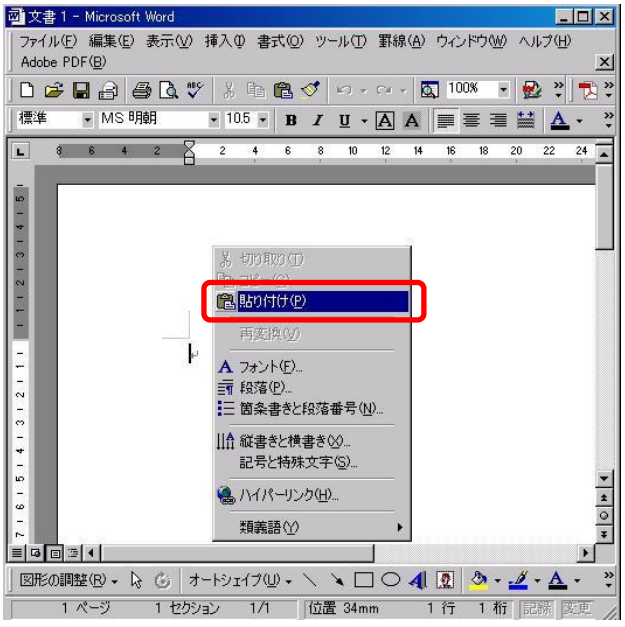
●アプリケーションへの貼り付け

例：Microsoft Word への貼り付け

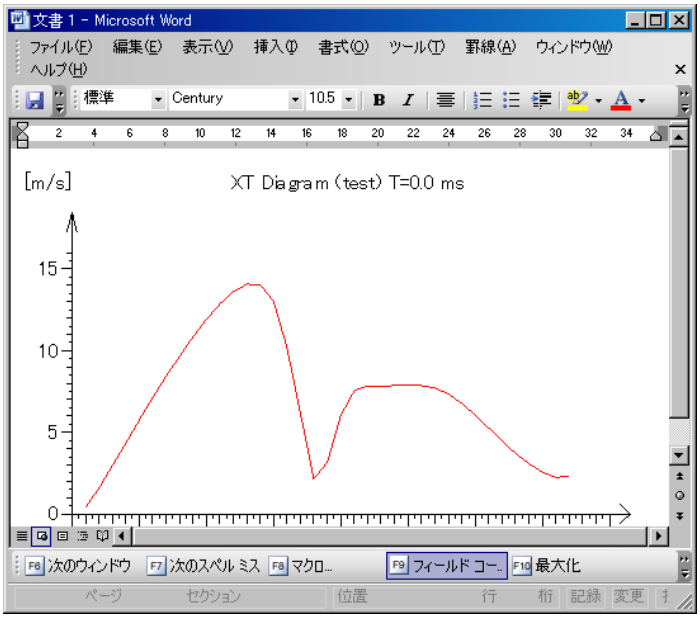
① Microsoft Word を立ち上げます。
② TEMA のグラフウインドウをアクティブにし、マウスの右ボタンから[Copy]コマンドを選択します。この時点で表示されているグラフ画像が、クリップボードにコピーされました。



③ Word に移動し、右ボタンから[貼り付け]を選択します。



④ Word 上に作成したグラフを貼り付けることができました。



●イメージの出力（単一ウィンドゥ）

例：動画形式(AVI)の出力

TEMA のグラフウインドウをアクティブにし、マウスの右ボタンから[Export Images]コマンドを選択します。

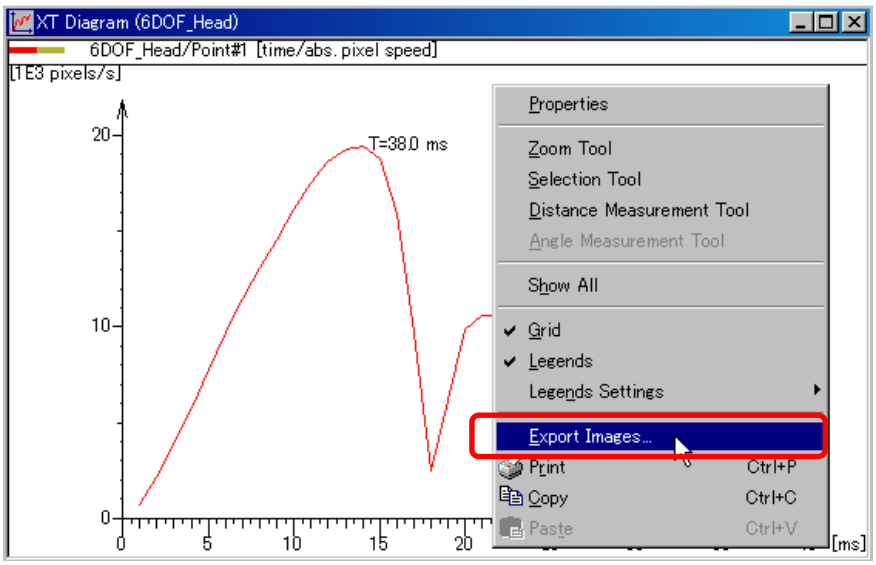
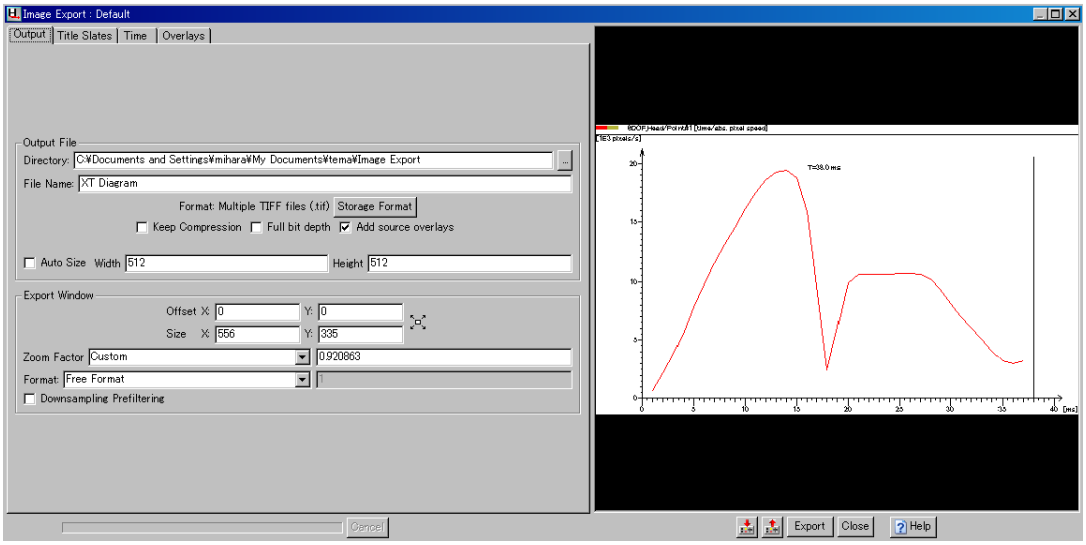
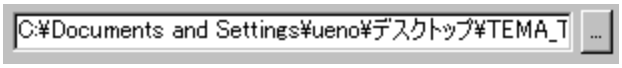


Image Export ウィンドウが開きます。



デフォルトの場合には、解析結果全範囲が、動画(AVI)ファイルとして保存されます。
以下にて、設定変更します。

保存形式を選択/設定できます。

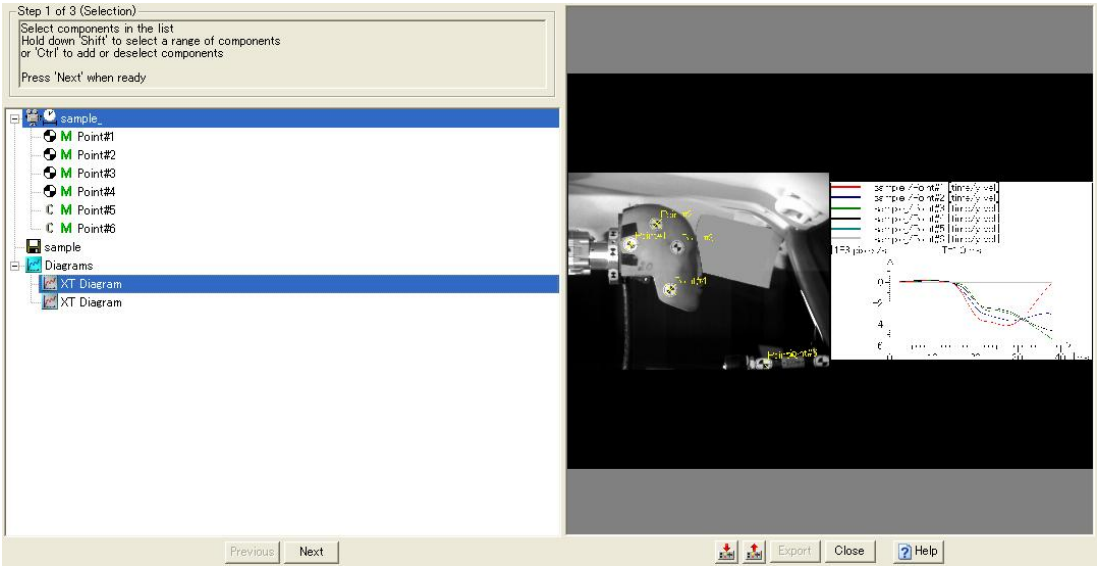


ファイル名/保存先を指定します。

[Export] ボタンをクリックすると、イメージが出力されます。

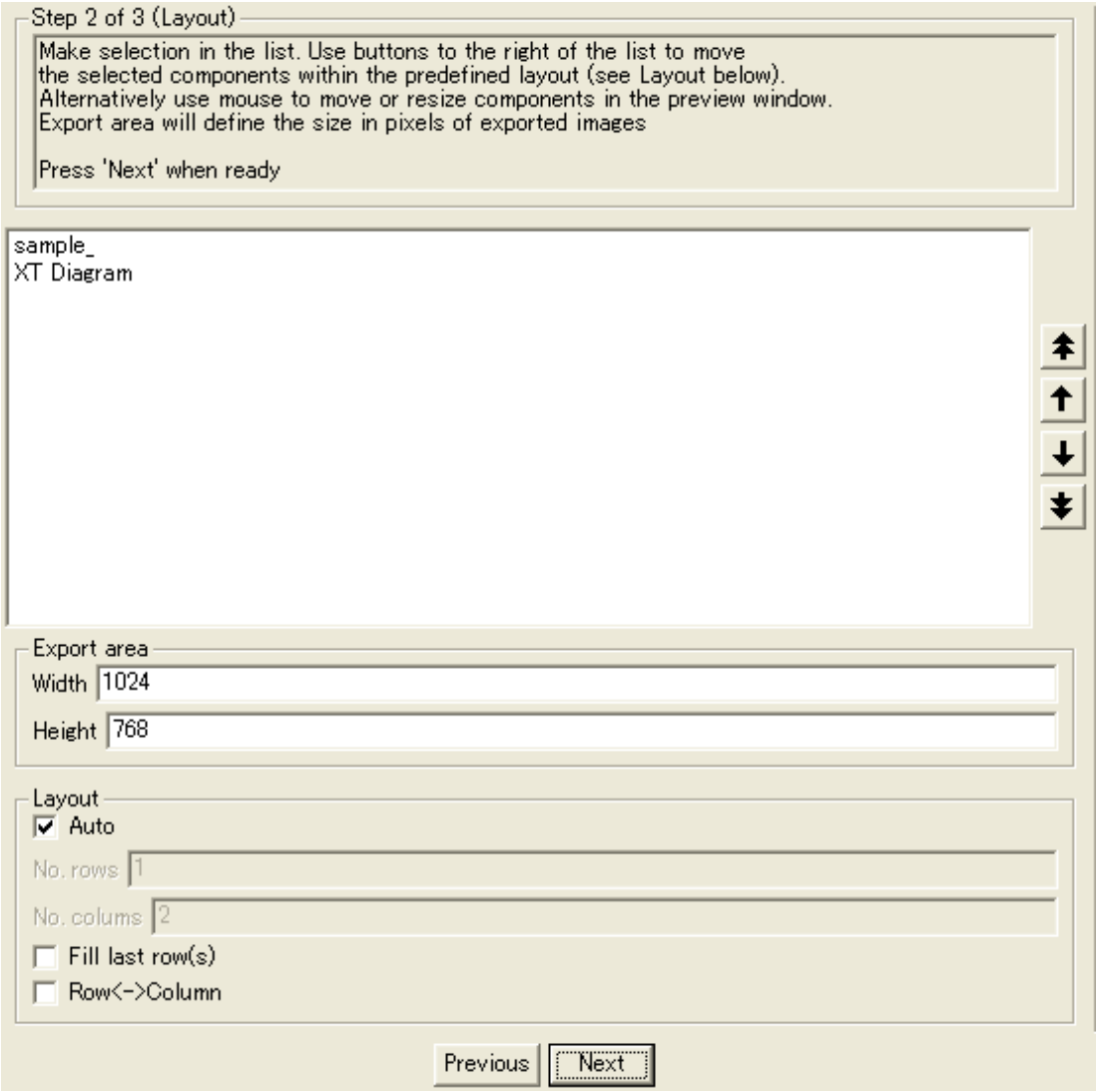
●イメージの出力（複数ウィンドウ）

TEMA のメニューから[Edit] → [Combined Image Export] コマンドを選択します。



最初のステップでは出力対象の画像を選択します。
左側のウィンドウには出力可能な画像の一覧が表示されています。
Ctrl キーを押しながら出力したいウィンドウを選択していきます。
選択がされる度に、右側のウィンドウにて合成画像のレイアウトが表示されます。

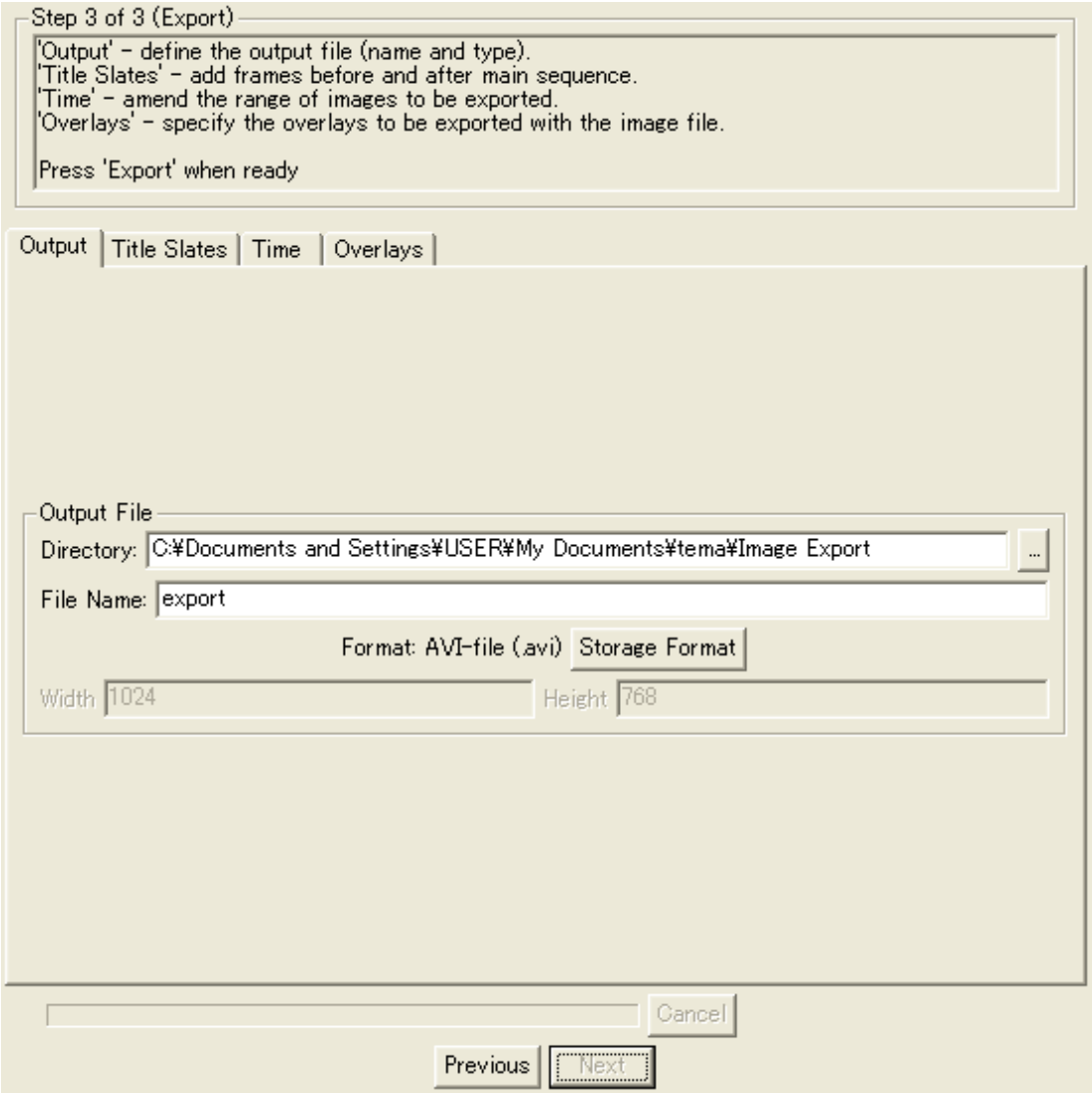
画像の選択が完了しましたら [Next] ボタンを押して下さい。



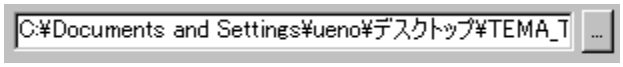
次のステップでは選択された画像のレイアウトを調整します。
左側のウィンドウでは各画像の順番を設定できます。
右側のウィンドウに表示された各項目は、マウス操作で位置やサイズを調整可能です。

Export area： 出力する画像のサイズを明示します
Auto： チェックが入っている場合にはレイアウト設定を自動で行います、
　　チェックを外した場合には行と列の数を指定します
Row<->Column： 行と列を入れ替えます

レイアウトの調整が完了しましたら［Next］ボタンを押して下さい。



最期のステップでは画像の出力先を選択します。
デフォルトの場合には、動画(AVI)ファイルとして保存されます。
以下にて、設定変更します。



ファイル名/保存先を指定します。

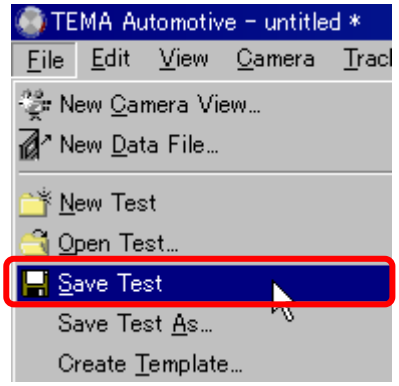
保存形式を選択/設定できます。

[Export] ボタンをクリックすると、イメージが出力されます。

１５．解析結果の保存と終了

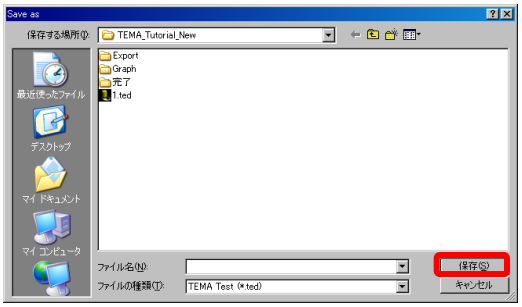
ここまで行なった解析作業を、ファイル保存します。

① [File] メニューから[Save Test]を選択します。



② 次のダイアログが表示されます。保存するフォルダ、ファイル名を記入して、「保存」ボタンをクリックします。

＊Ted 形式のファイルとして保存されます。



③ 保存が終了したら、TEMA を終了します。
[File]メニューから[Exit]を選択し、TEMA を終了します。

補足

- ted 形式のファイルを[Open Test]で読み込むことで、解析結果を再び開くことができます。

１６．付録

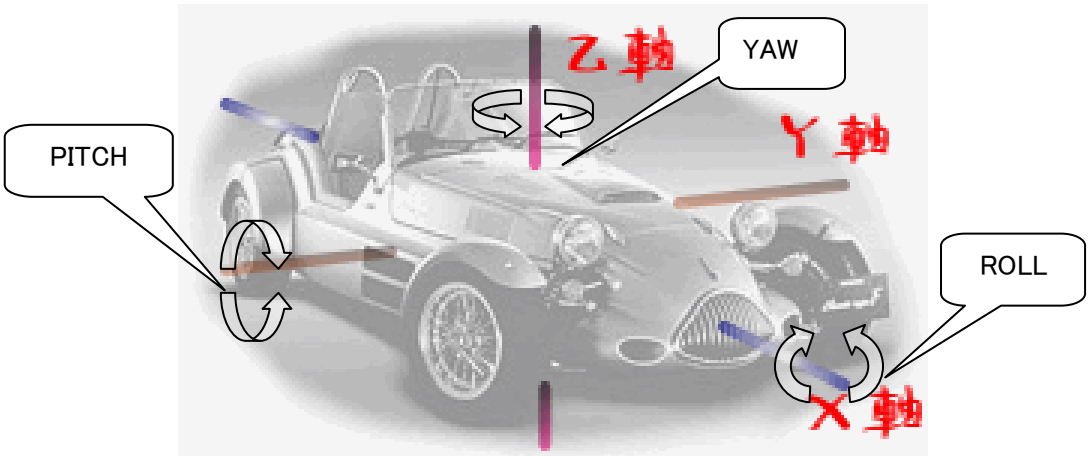
6DOF とは

物体の運動特性を表現する上で基本となる 3 軸(XYZ 座標)について

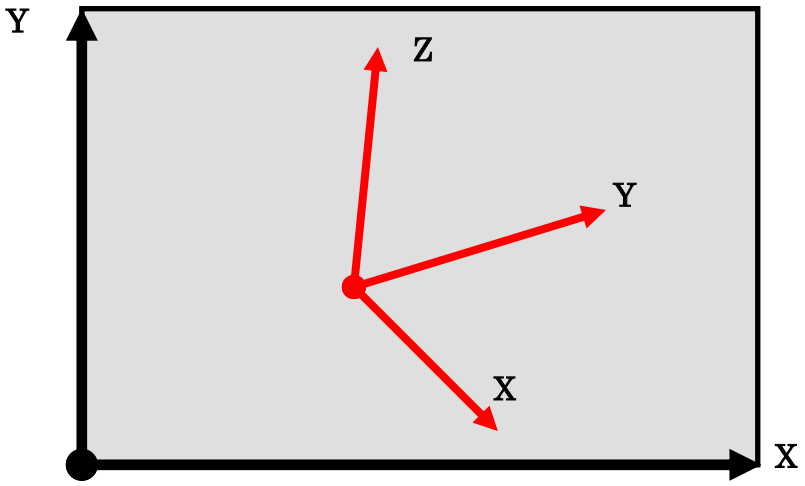
●X 軸を中心とした回転： ロール（ROLL）
●Y 軸を中心とした回転： ピッチ（PITCH）
●Z 軸を中心とした回転： ヨー　（YAW）

上記の回転成分と、座標成分 X･Y･Z をあわせて、“6 自由度”と呼びます。 英語では“Six Degrees Of Freedom”略して“6DOF”となります。

航空機や車の場合、一般的に、進行方向前後に対して X 軸を取り、同様に左右に対して Y 軸、上下に対して Z 軸を取るのが一般的です。したがって以下のようになります。

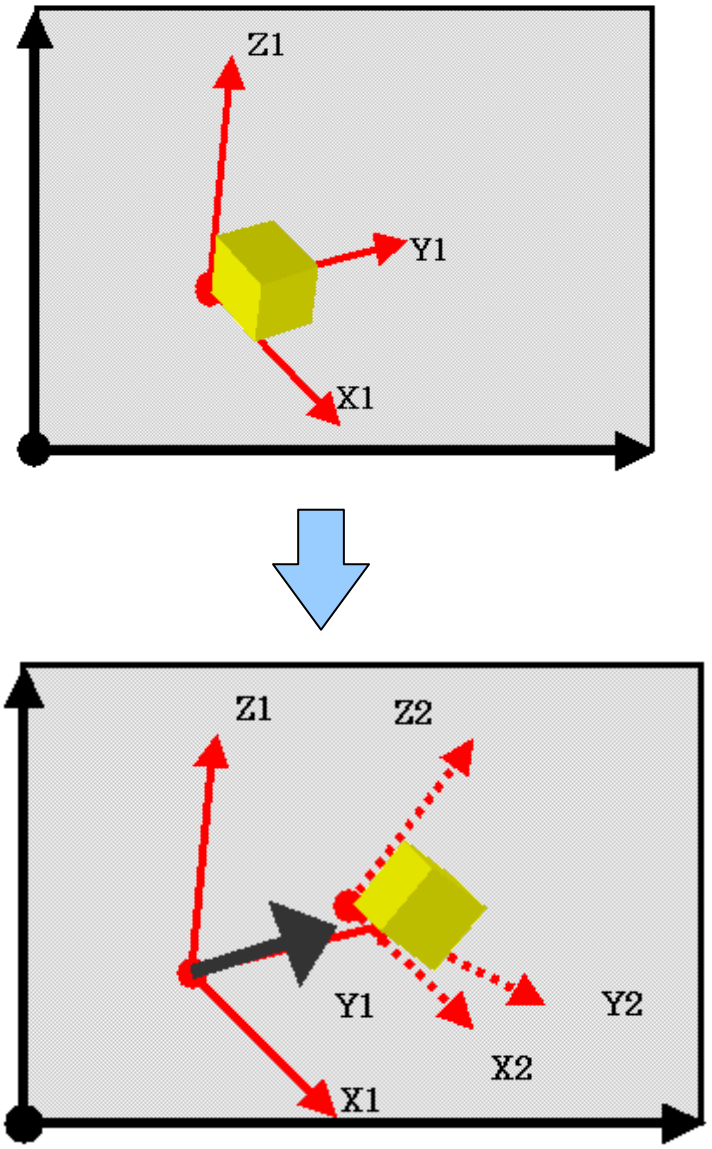


通常の 2D 解析では、画像の右に向かい X の値、上に向かい Y の値をとりますが、6DOF では、X、Y、Z の値を解析対象の実座標よりとるため、画面内での映り方とは別の座標が存在します。



6DOF のために決めた座標軸は、運動が起こるとこのように座標軸自体が動くことになります。

●DOF の各値は、追跡開始時刻のリファレンスポイントの 6DOF 値（全て 0）に対する差で 表現されます。
●6DOF のうち(X,Y,Z)の値は、リファレンスポイント（推奨は原点）の座標値です。3D 座標としての結果を得る事ができます。



MEMO

MEMO

本ソフトウェアに関する連絡先は以下のとおりです。

株式会社フォトロン
イメージング事業本部
技術統括部
〒101-0051　東京都千代田区神田神保町 1-105　神保町三井ビルディング 21F
TEL　03-3518-6271
FAX　03-3518-6279
http://www.photron.co.jp

TEMA

6DOF Tutorial Manual

発行年月　2015 年 11 月
発　　行　株式会社フォトロン
〒101-0051 東京都千代田区神田神保町 1-105
神保町三井ビルディング 21F

©2014.PHOTRON LIMITED,All rights reserved. Printed in Japan.

管理 No. J1511169161T