

TEMA
Lens Calibration Tutorial Manual

Revision 1.01

Photron

- ・本書の著作権は、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。

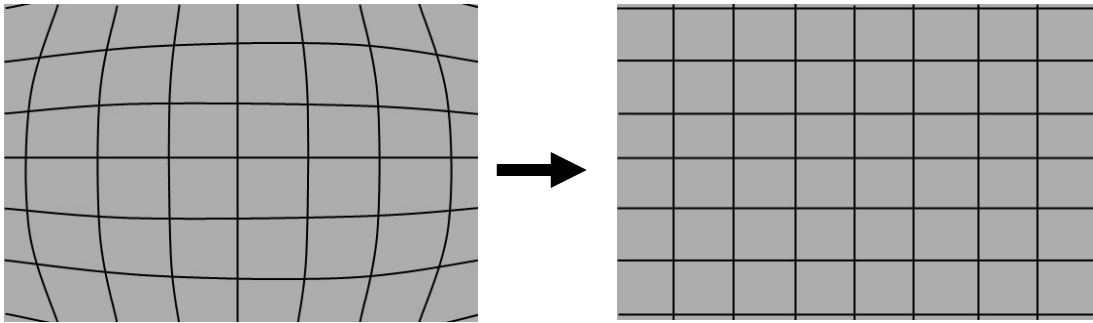
Table of Contents

1. レンズ補正の概要	1
2. 標準チャートを利用したレンズ校正	2
2. 1. レンズ補正用画像の準備	2
2. 2. レンズ補正用画像の撮影	3
2. 3. 動画像の読み込み	5
2. 4. レンズ補正を算出する	8
3. 校正器を用いた補正	12
3. 1. レンズ補正用校正器の準備	12
3. 2. レンズ校正器の撮影	13
3. 3. 校正用画像の読み込み	14
3. 4. 計測点の読み込みと指定	17
3. 5. レンズ補正を算出する	20
4. レンズ補正データを使用する	22

1. レンズ補正の概要

レンズには、基本的に中心部に対して、外周部に歪みが見られます。
これは焦点距離の短い、魚眼のレンズに顕著に表れる現象です。

この歪みを補正し、解析を行う機能が、TEMA の『Lens Calibration』機能です。



イメージとしては、上図のように、主に外周部の歪みが補正されます。

●補正方法には 2 通りあります。

2～5までは CD に入っているデータを印刷して補正する方法を記載しています。

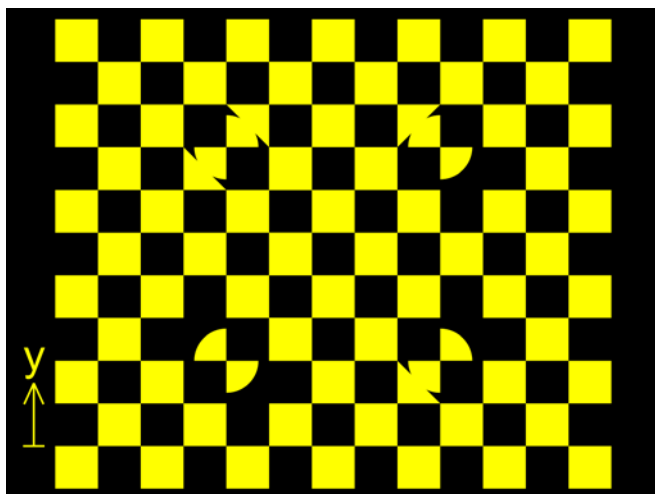
6～10までは別途キャリブレーション用の校正器を利用して補正する方法を記載しています。

11の項目は共通で、補正データの利用方法について記載しています。

2. 標準チャートを利用したレンズ校正

2. 1. レンズ補正用画像の準備

- レンズ補正を行うには、まずレンズ補正用の画像を撮影する必要があります。
- 事前準備として、TEMA CD 内の『calibboard.png』ファイルを任意のサイズで印刷しておく必要があります。



補足

- 板などに張り付けることで、紙の歪みが抑えられ、精度の向上が望めます。

流れとしてはこちらの画像を、角度を変えて撮影し、TEMA で読み込み、半自動的にレンズの補正値を算出していきます。

- 印刷後、四角の一辺が何 mm かを測定してください。

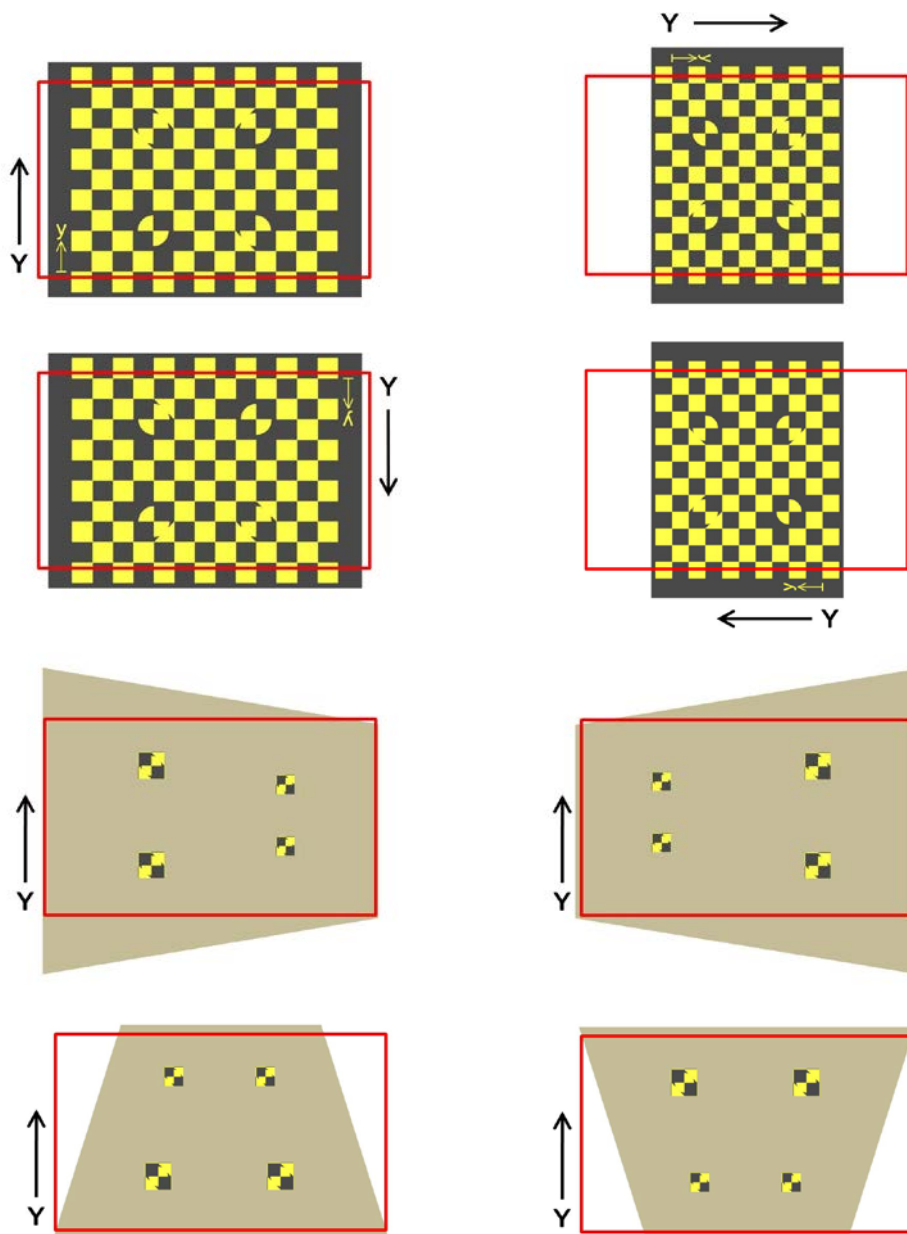


補正値算出時に、一辺の長さを入力する必要があります。

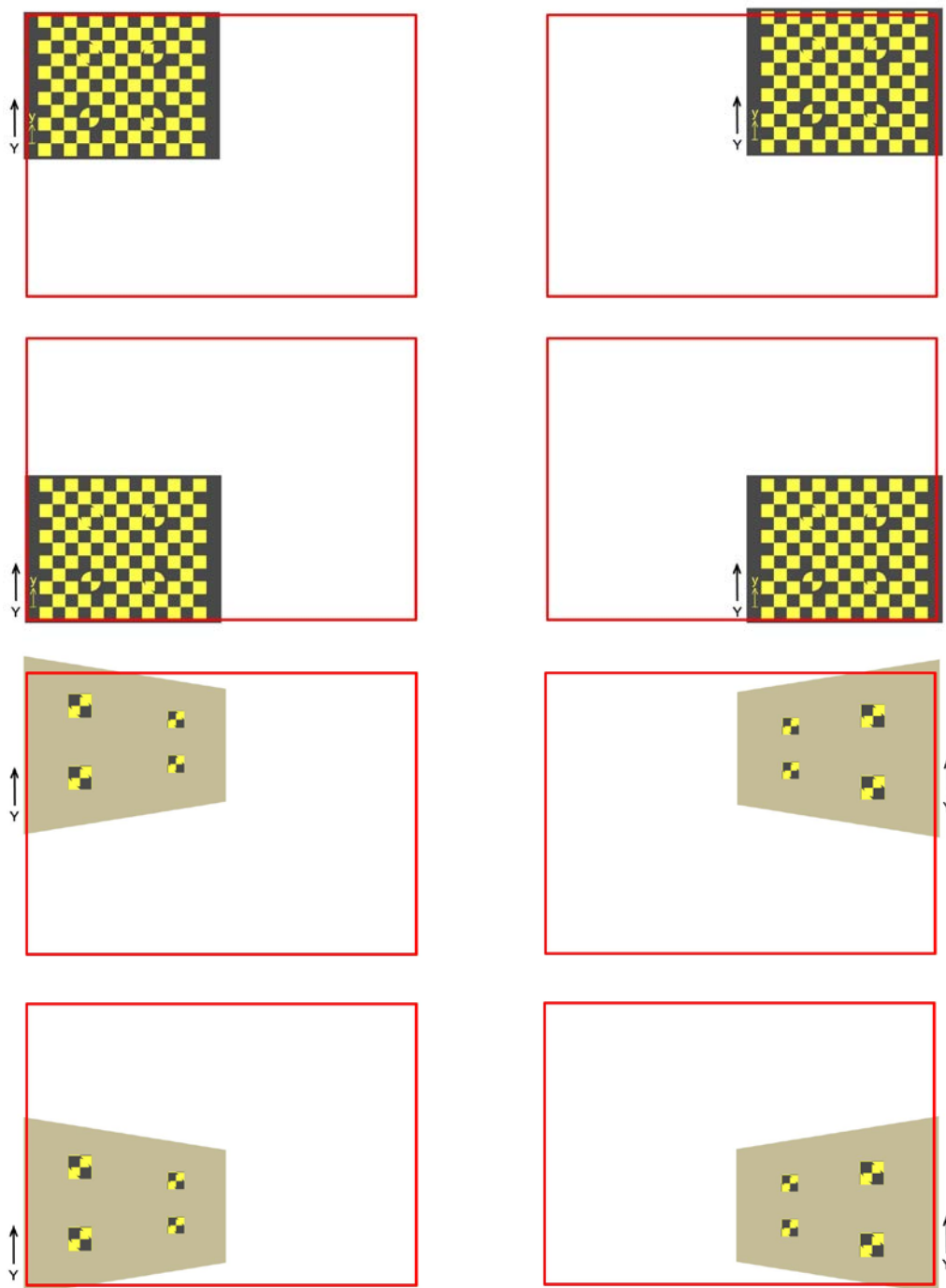
2. 2. レンズ補正用画像の撮影

前段で用意したレンズ補正用のツールを、補正したいレンズを使用して撮影していきます。
TEMA のレンズ半自動補正を行う為に、下記のような画像を撮影してください。

- 撮影する画角に対して、レンズ補正用ツールが同程度の大きさの場合
下図のように、12 枚ほど撮影します。



- 撮影する画角に対して、レンズ補正用ツールが小さい場合(1/4 程度を想定しています)
下図のように、赤枠を画角として、12 枚ほど撮影します。

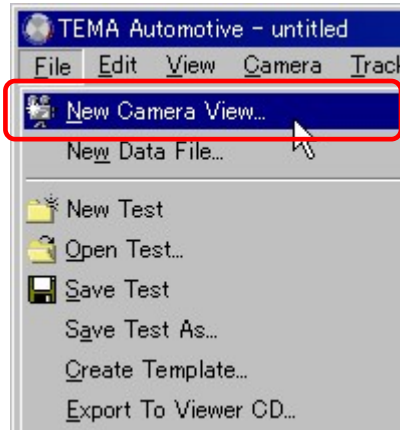


- 以上のように撮影した画像を、連番画像データまたは動画データにて保存します。
これを TEMA で読み込み、半自動解析してレンズ補正値を検出します。

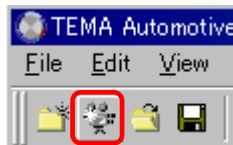
2. 3. 動画像の読み込み

次に、動画像ファイルを TEMA に読み込みます。

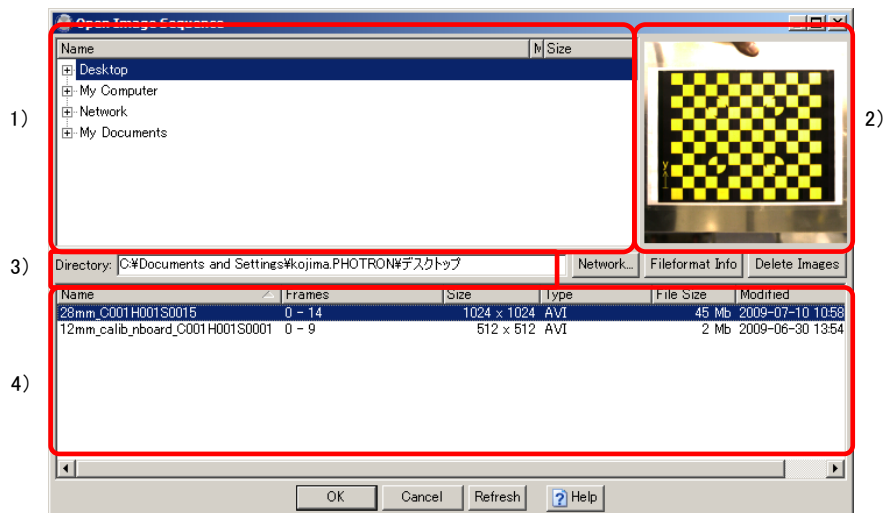
- ① [File]メニューから、[New Camera View]を選択します。



* 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。



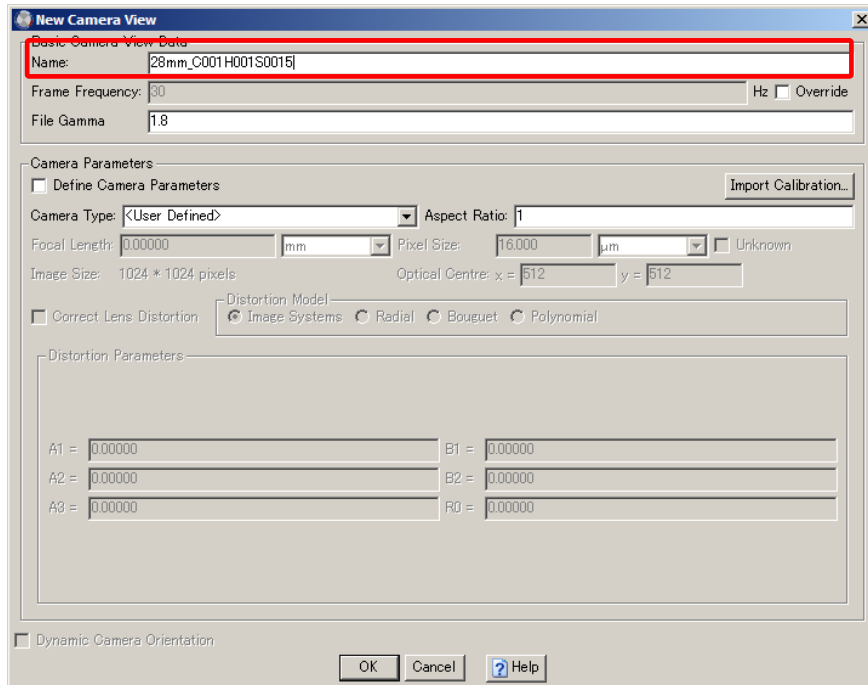
動画像の読み込み画面が表示されます。



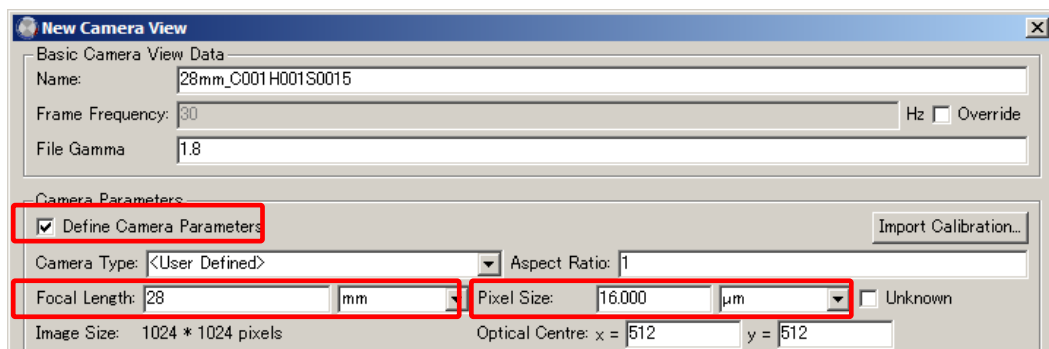
- ・1)のエリア:フォルダ階層を表示します。
- ・2)のエリア:4のエリアで選択されている画像ファイルのプレビュー画像を表示します。
- ・3)のエリア:フォルダのパスを表示します。直接ここに入力することもできます。
- ・4)のエリア:1のエリアのフォルダに格納されている動画像ファイルを表示します。

- 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。

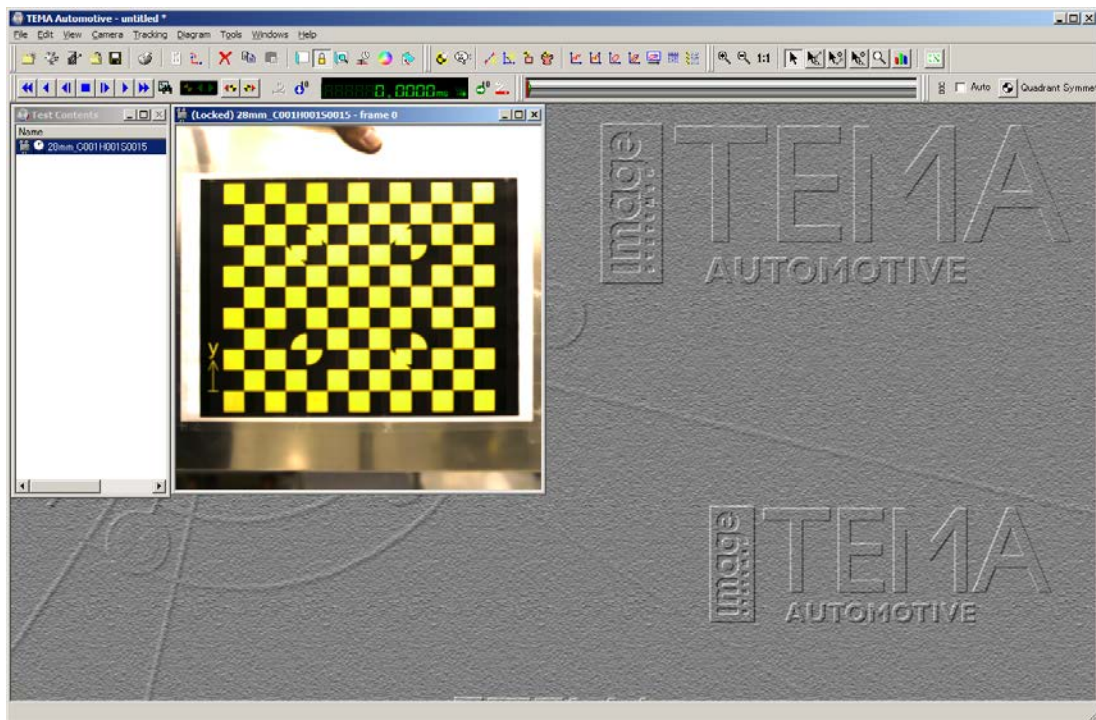
動画ファイルを読み込むと、次のダイアログボックスが表示されます。ここでは、読み込んだ動画画像に対して自由に実験名を設定したり、撮影された際のフレームレートを設定したりすることができます。本書では、レンズの補正のみ取り扱いますので、フレームレートは変更しません。



- 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。



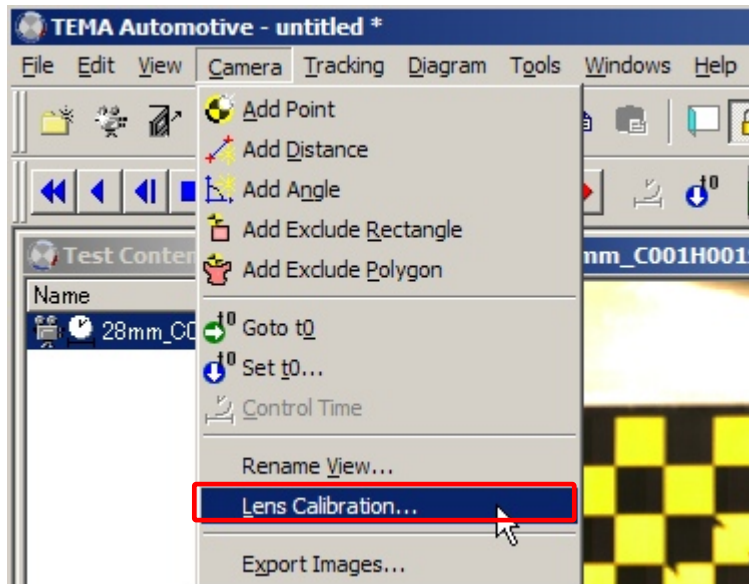
動画像が正常に読み込まれると、次のような画面となります。



2. 4. レンズ補正を算出する

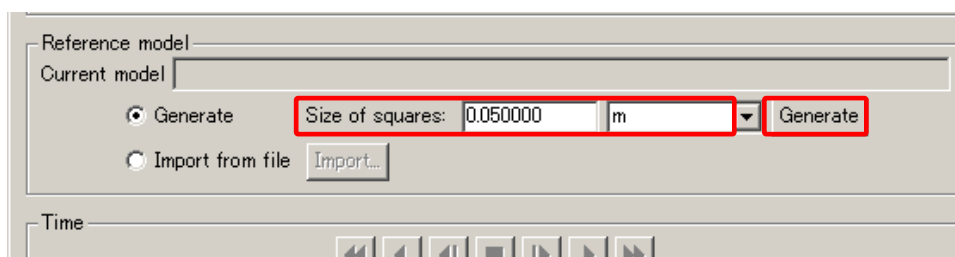
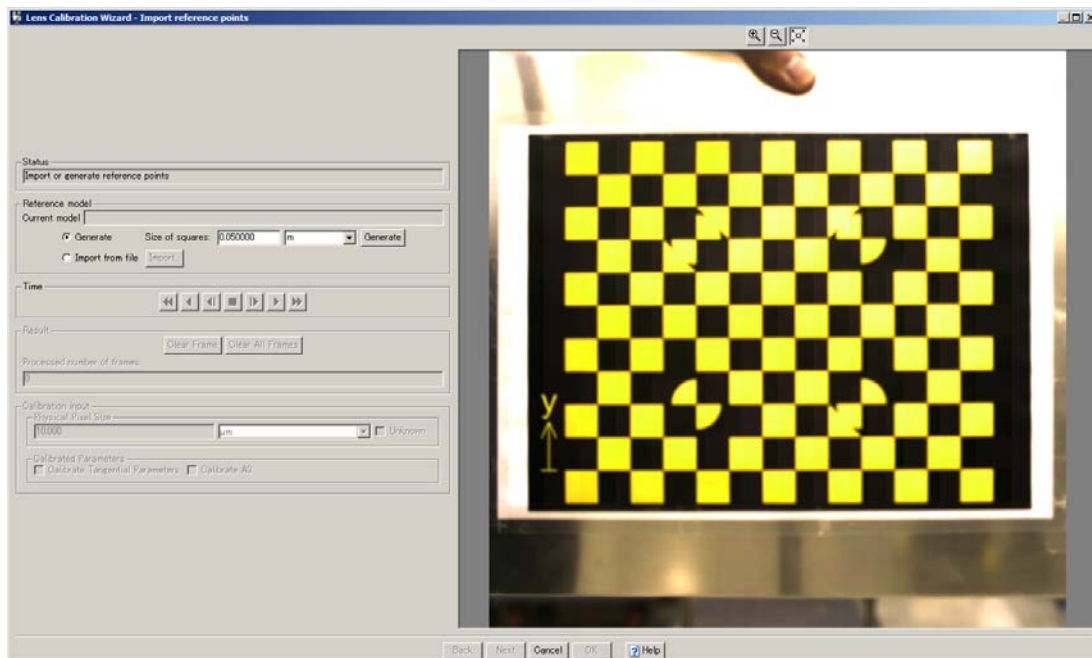
では、実際に補正データの算出をして行きましょう。
まずは、算出用項目を表示させるオプションを設定します。

- ① [Camera]メニューから[Lens Calibration...]を選択してください。

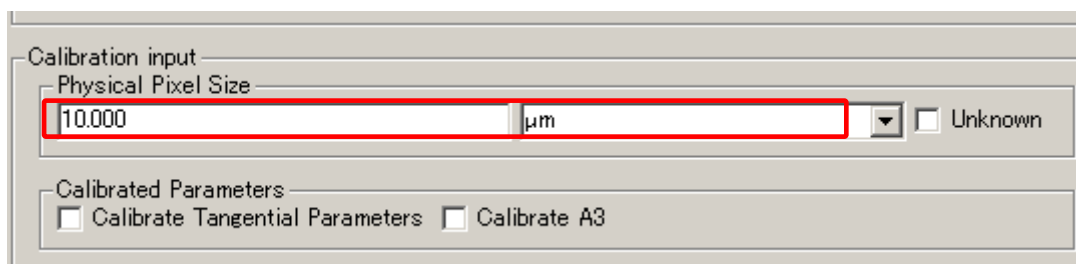


② 下図のようなウィンドウが開きます。

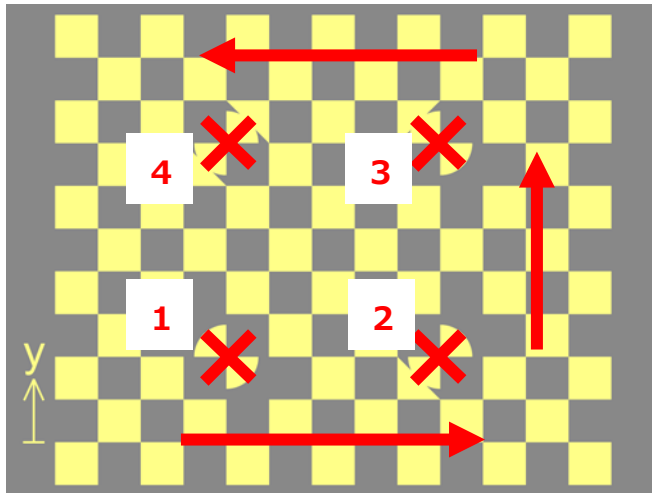
赤枠の部分に、『2.レンズ補正用画像の準備』で測定した、四角の一辺の長さを入力し、「Generate」ボタンをクリックします。



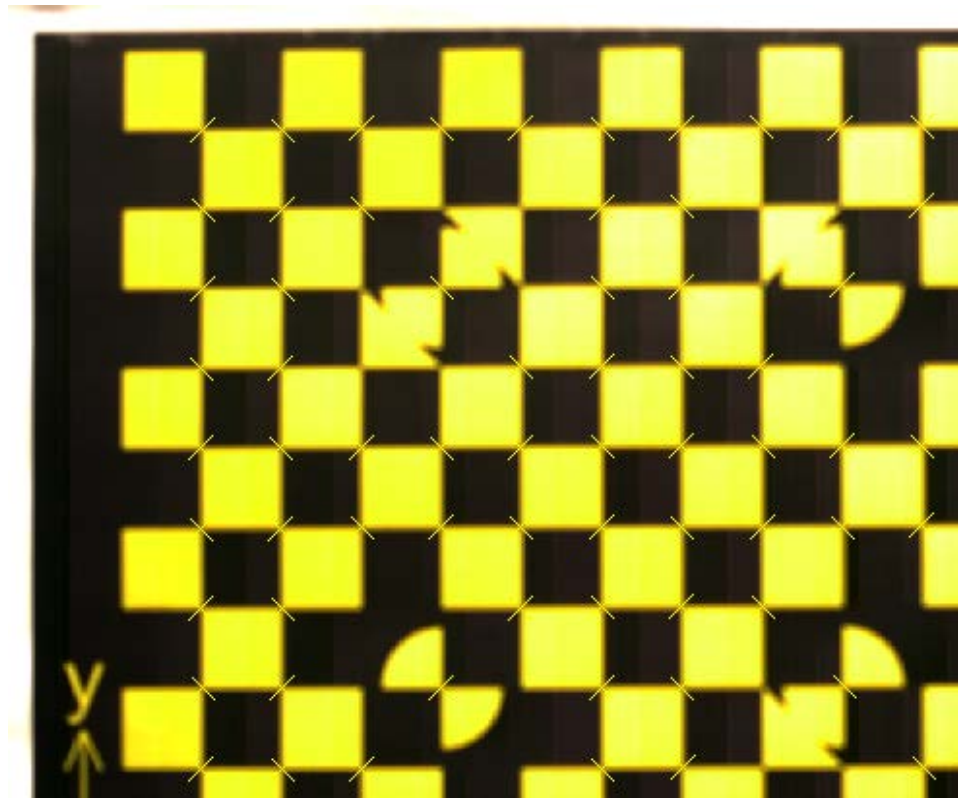
③ 次に、下の方にある[Physical Pixel Size]が入力出来るようになりますので、センサのピクセルサイズを入力します。



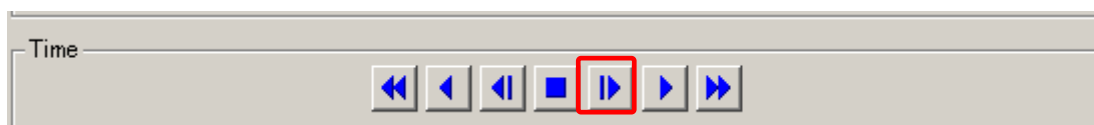
- ④ 「Generate」ボタンをクリックした事により、右の画像ウィンドウ部分にポイントが置けるようになります。置く場所は「4点あるマーカー」部分です。
置く順番は「補正用ボードに対して、左下 → 右下 → 右上 → 左上」の順番です。
間違えた場合は、ドラッグ & ドロップすることで、移動することが出来ます。
また、ポイントはある程度大雑把に置いて、自動で認識されます。



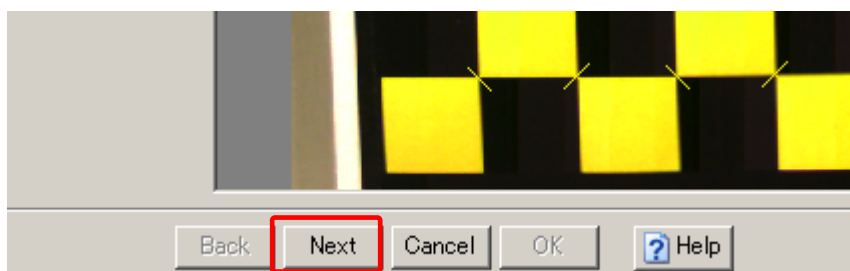
- ⑤ 4ポイント置き終わると、自動で計算が始まります。(左上の Status 部分で確認できます)
計算が終わると、全ての交点にポイントが割り当てられます。
(分かりにくいので、右部分の一部だけ拡大した画像です)



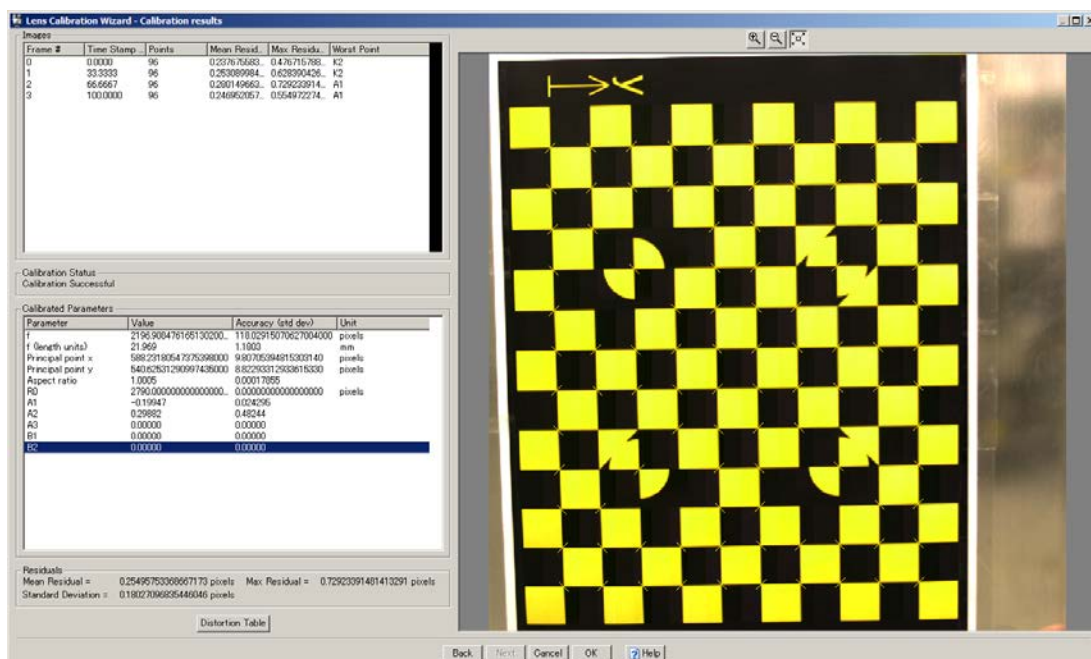
- ⑥ 続けて、次の画像にポイントを置いていきます。
次の画像に進むには、[Time]コントロールのコマ送りボタンを使用してください。



- ⑦ 4枚以上解析することで、下部の「Next」が押せるようになります。
(正確に補正するには、8枚ほど解析する必要があります)



- ⑧ 補正値が計算され、表示されます。レンズの焦点距離や、歪み値などが計算されます。
「OK」ボタンをクリックすることで、この結果を「.xml」ファイルに保存することが出来ます。



3. 校正器を用いた補正

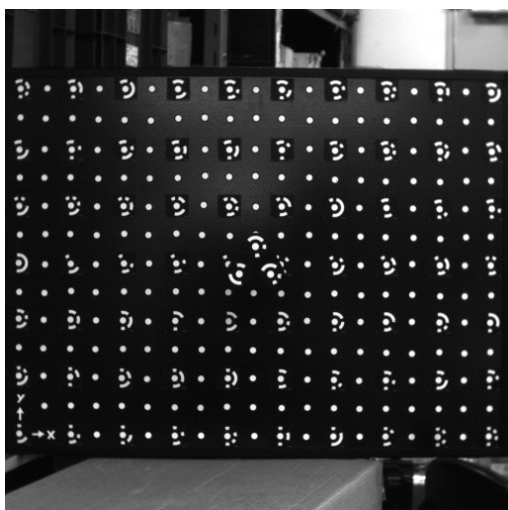
3. 1. レンズ補正用校正器の準備

- レンズ補正を行うには、まずレンズ補正用の校正器を撮影する必要があります。
- 校正器の作成条件については、弊社技術担当までご相談ください。
- 事前準備として、校正器に準備された各計測点の三次元座標を計測し、それをテキストデータに記述したファイルを用意する必要があります。

補足

- Z 軸(前後)方向に 3 点以上、画角に対して 30%ほど隆起したポイントが必要となります。

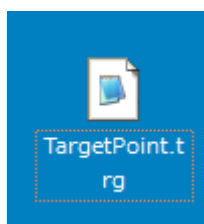
例として、弊社製の校正器と、添付テキストデータの内容(一部)を下記に記載します。



ref	0	0	0
3	82.374	0.325	-0.028
4	164.514	0.63	0.023
5	246.228	0.489	0.087
6	328.447	0.429	0.087
7	410.998	0.927	0.078
8	494.041	0.676	0.074
9	576.118	0.569	0.054
10	658.772	-0.358	0.013
11	740.198	0	0
12	-0.096	91.618	0.015
13	81.71	91.179	0.01
14	162.977	90.217	0.066
15	245.783	90.729	0.089
16	328.662	91.393	0.058
17	411.111	90.974	0.062
18	493.995	89.575	0.054
19	575.485	89.023	0.048
20	658.489	89.337	0.03

データは左から、「ポイント名」「X 座標」「Y 座標」「Z 座標」となります。
また、各データの区切りは **タブ区切り** または **半角スペース区切り** となります。

作成したデータを、「〇〇.trg」または「〇〇.txt」の名前で保存してください。

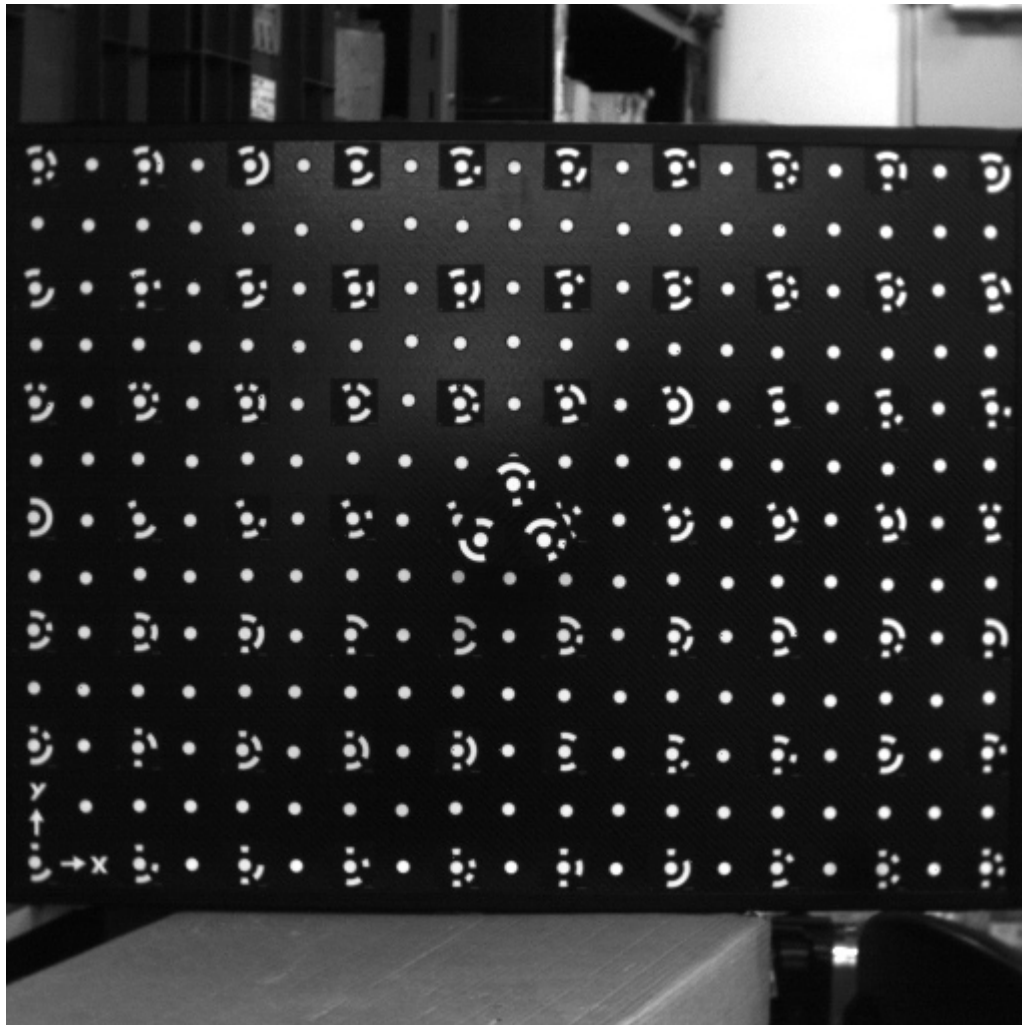


3. 2. レンズ校正器の撮影

前段で用意したレンズ補正用校正器を、補正したいレンズを使用して撮影していきます。
レンズ補正を行う為に、校正器を画角に合わせて撮影してください。

- 基本的には、板状の校正器の場合は、カメラに対して傾きが無いように撮影する必要があります。

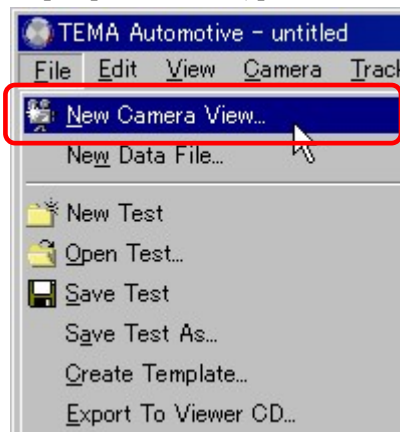
撮影した画像を、「TIFF」または「BMP」形式で保存してください。



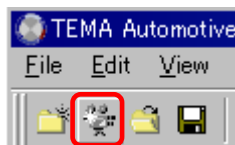
3. 3. 校正用画像の読み込み

次に、校正用画像ファイルを TEMA に読み込みます。

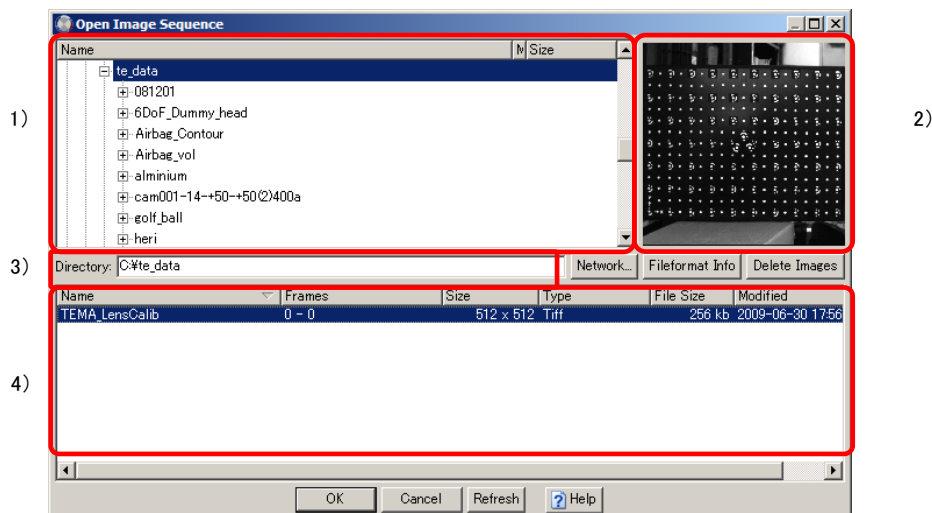
- ① [File]メニューから、[New Camera View]を選択します。



* 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。



動画像の読み込み画面が表示されます。



- ・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: 1 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。本書では、レンズの補正のみ取り扱いますので、フレームレートは変更しません。

New Camera View

Basic Camera View Data

Name: TEMA_LensCalib

Frame Frequency: 0 Hz ☐ Override

File Gamma: 1.8

Camera Parameters

☐ Define Camera Parameters Import Calibration...

Camera Type: <User Defined> Aspect Ratio: 1

Focal Length: 0.00000 mm Pixel Size: 16.0000 μm ☐ Unknown

Image Size: 384 * 384 pixels Optical Centre: x = 192 y = 192

Distortion Model

☐ Correct Lens Distortion ☒ Image Systems ☐ Radial ☐ Bouquet ☐ Polynomial

Distortion Parameters

A1 = 0.00000 B1 = 0.00000

A2 = 0.00000 B2 = 0.00000

A3 = 0.00000 R0 = 0.00000

☐ Dynamic Camera Orientation

OK Cancel Help

- 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。

New Camera View

Basic Camera View Data

Name: TEMA_LensCalib

Frame Frequency: 0 Hz ☐ Override

File Gamma: 1.8

Camera Parameters

☒ Define Camera Parameters Import Calibration...

Camera Type: <User Defined> Aspect Ratio: 1

Focal Length: 28 mm Pixel Size: 16 μm ☐ Unknown

Image Size: 384 * 384 pixels Optical Centre: x = 192 y = 192

Distortion Model

☐ Correct Lens Distortion ☒ Image Systems ☐ Radial ☐ Bouquet ☐ Polynomial

Distortion Parameters

A1 = 0.00000 B1 = 0.00000

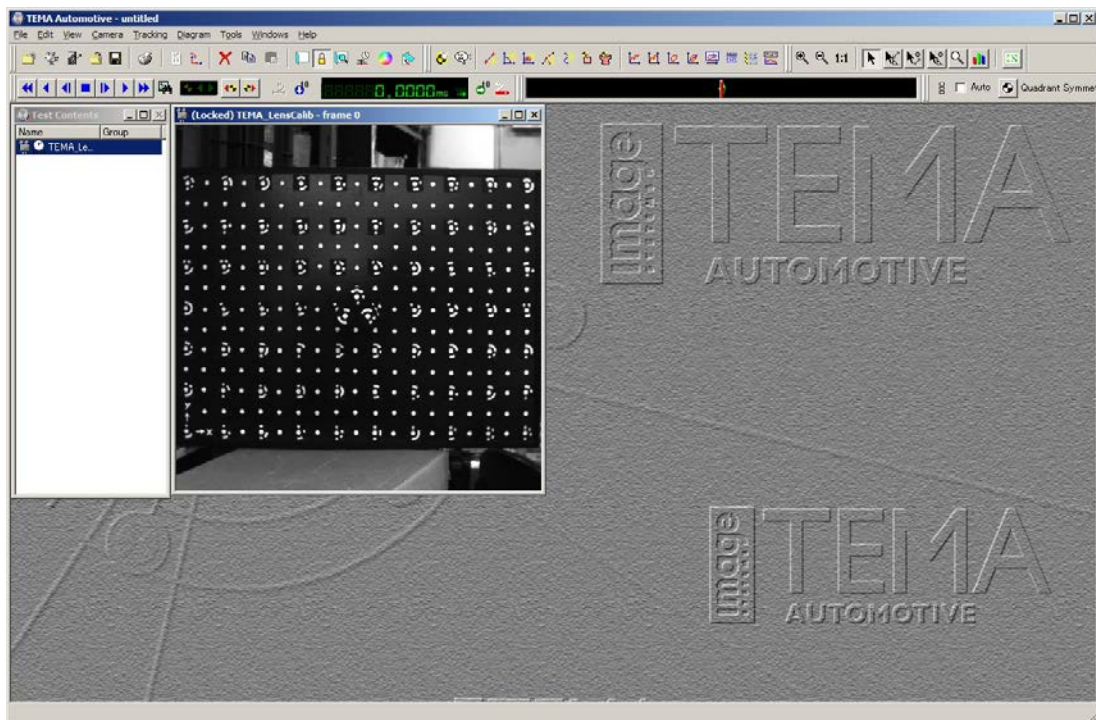
A2 = 0.00000 B2 = 0.00000

A3 = 0.00000 R0 = 0.00000

☐ Dynamic Camera Orientation

OK Cancel Help

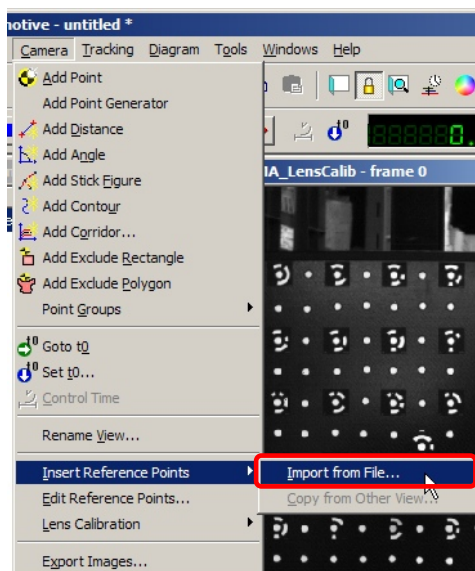
動画像が正常に読み込まれると、次のような画面となります。



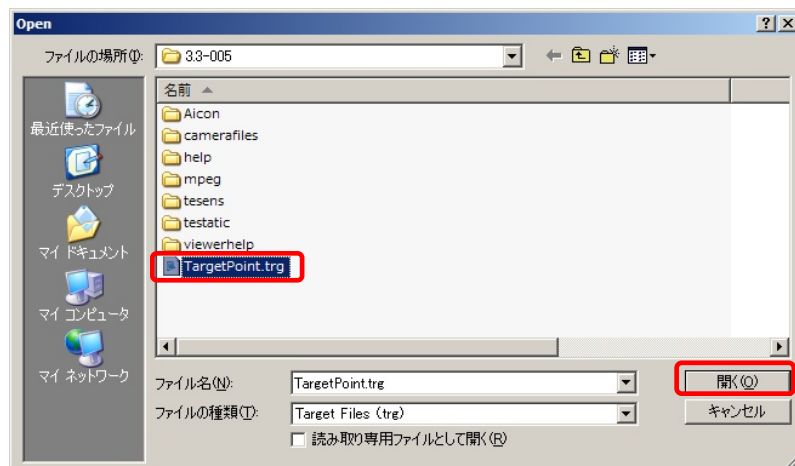
3. 4. 計測点の読み込みと指定

校正を行うために、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 上部メニューの [Camera]メニューから、[Insert Reference Points]-[Import from Files...] を選択してください。



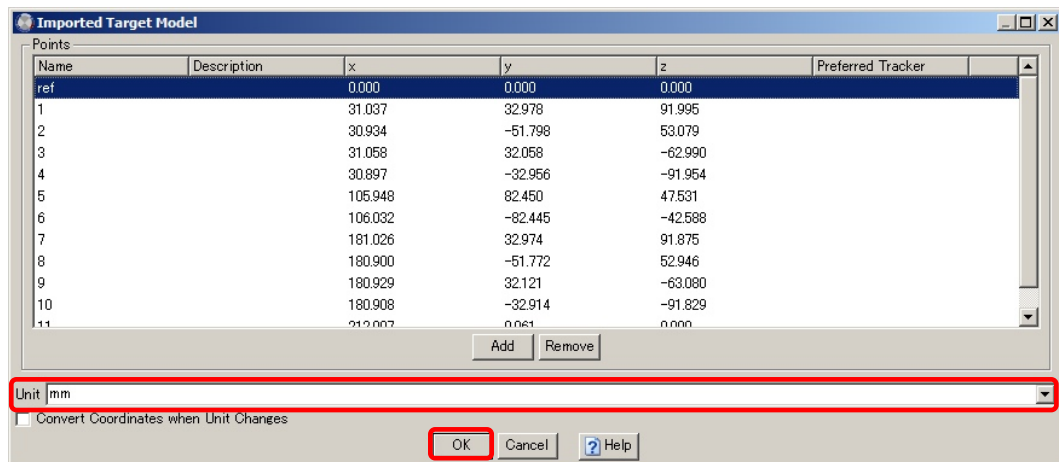
- ② ファイルオープンダイアログが開きますので、「3.1. レンズ補正用校正器の準備」で作成したターゲットファイル(座標データ)を指定してください。



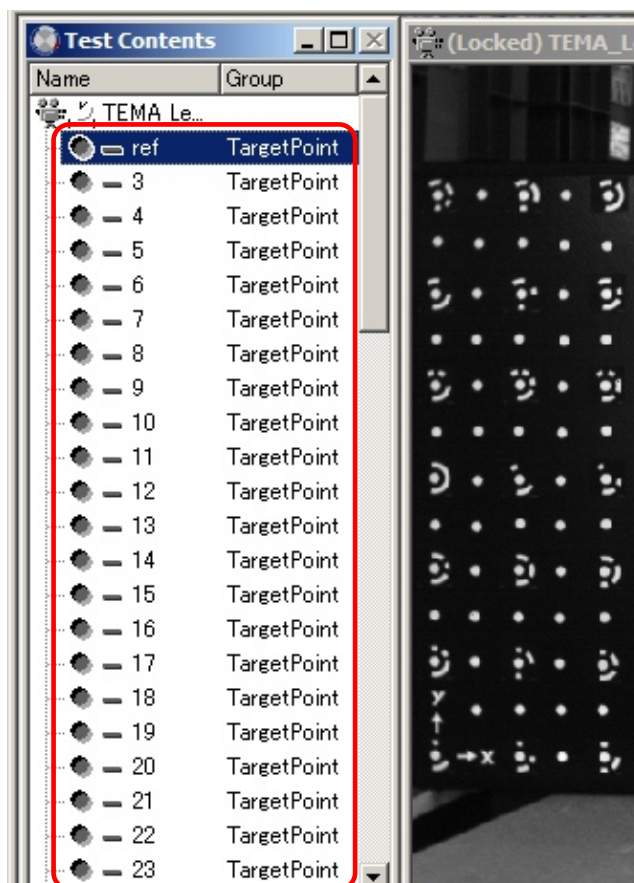
！ 注意

- 「.trg」で作成したファイルのみ表示されます。
- 「.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。

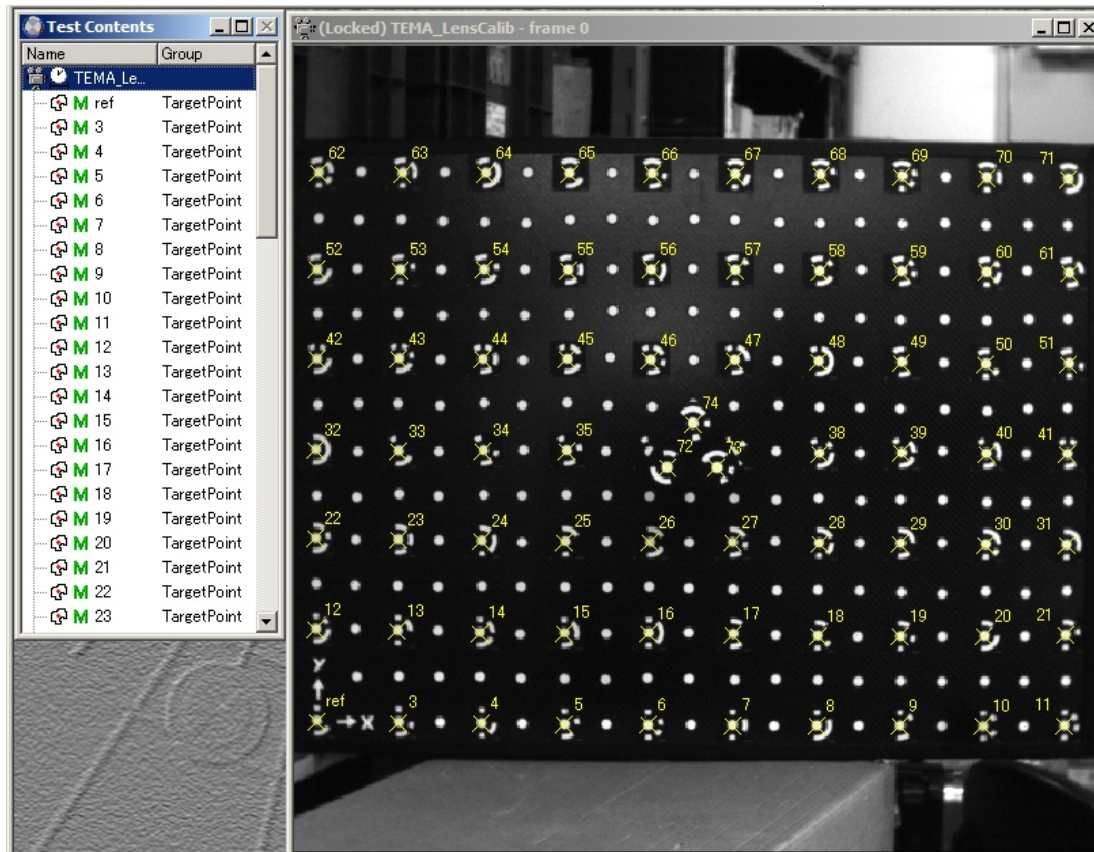
- ③ [Imported Target Model]ウィンドウが開きます。下部の[Unit]で座標データの単位を選択し、「OK」ボタンをクリックしてください。



- ④ 左の[Test Contents]ウィンドウに、計測点を読み込まれます。[Group]部分が開いたターゲットファイル名になっているか、ご確認ください。



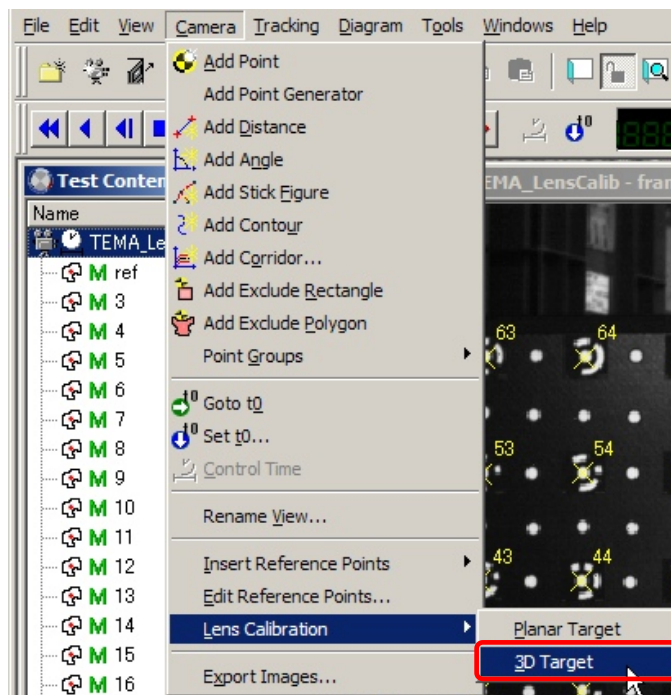
- ⑤ 対応する計測点に、各点を指定してください。
 指定する場合の追跡方法は、指定しやすいものをご利用ください。
 (画像では、Center of Gravity を使用しています)



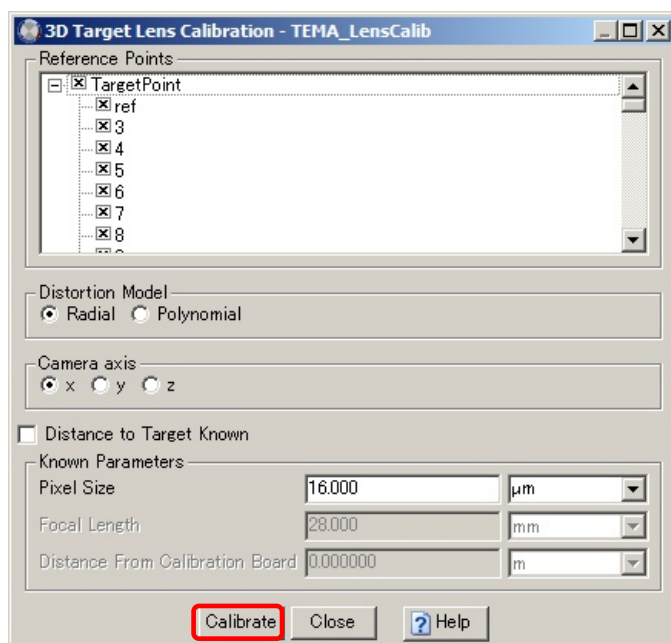
3. 5. レンズ補正を算出する

計測点の指定が出来ましたら、レンズ補正値の算出をします。
あらかじめ計測してあった実三次元データと、画像上の見え方から、レンズの歪み補正値を TEMA が算出します。

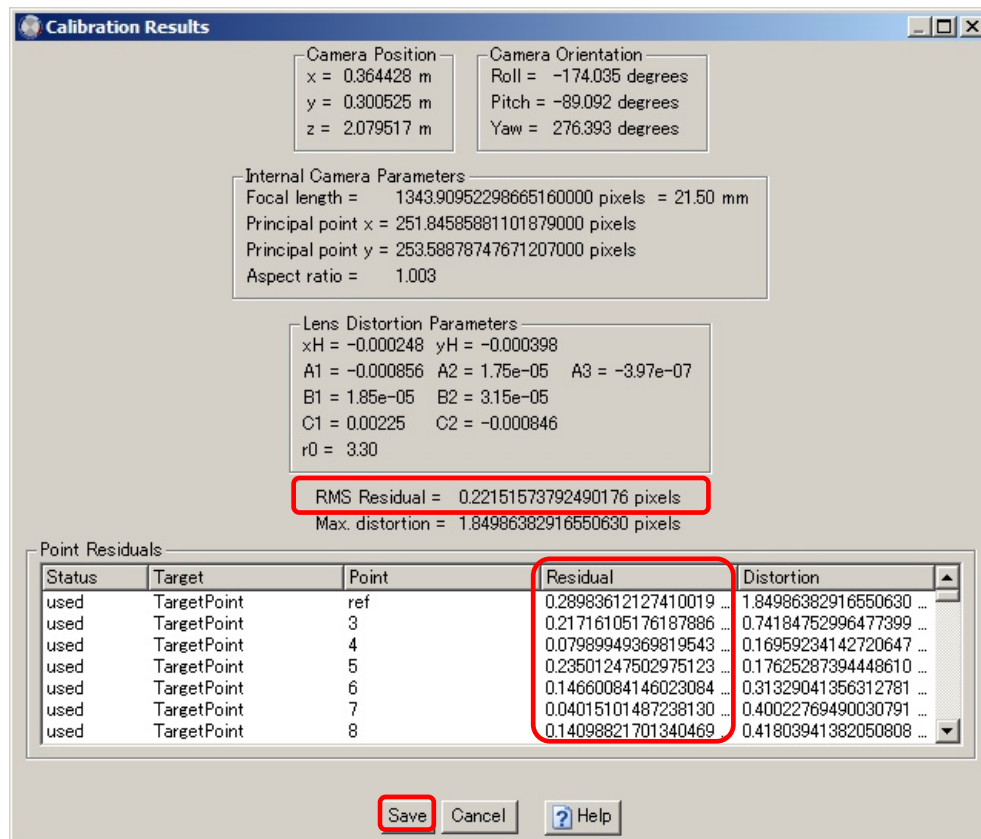
- ① 上部メニューより、[Camera]-[Lens Calibration]-[3D Target]を選択します。



- ② [3D Target Lens Calibration]ウィンドウが開きますので、「Calibrate」ボタンをクリックしてください。



- ③ 補正値の算出結果が表示されます。
「Save」ボタンをクリックする事で、この結果を「.xml」ファイルとして保存することができます。



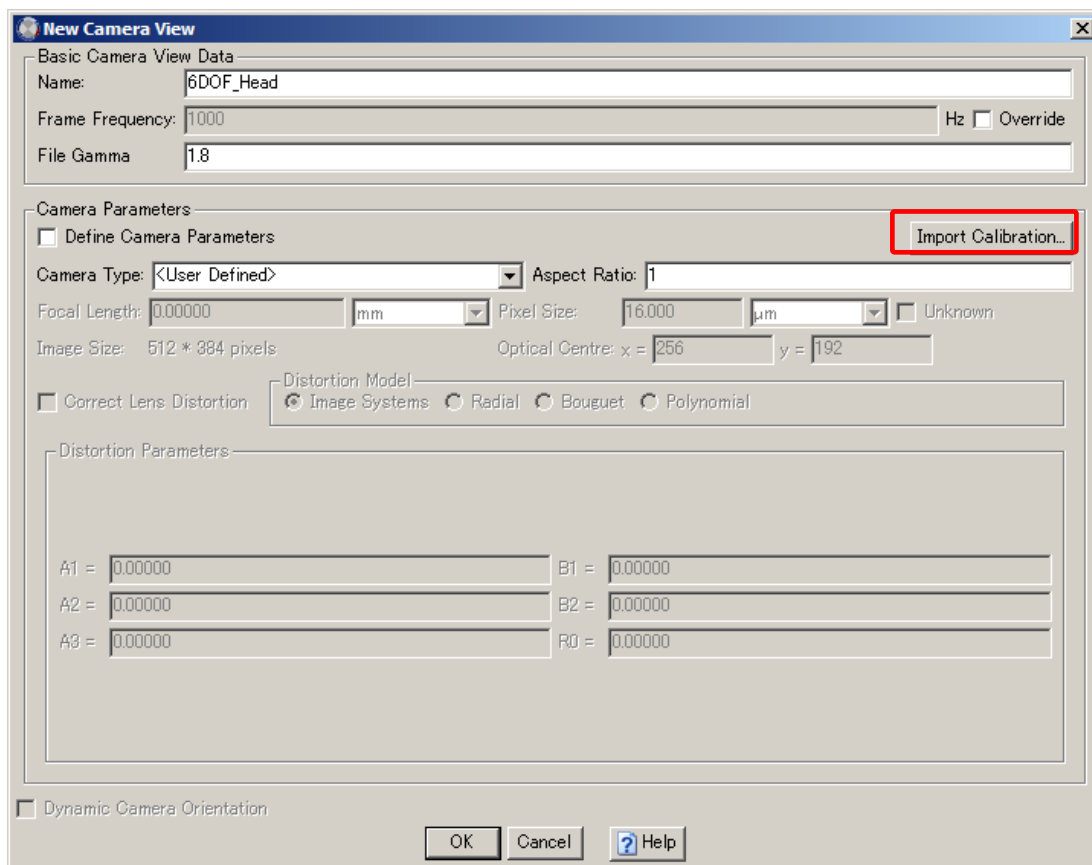
! 注意

- 「RMS Residual」の値が、下部の「Residual」値に対して極端に大きい場合、一部の計測点の指定場所が間違っている可能性がありますので、ご確認ください。
- 設定により、表示される桁数が異なる場合があります。

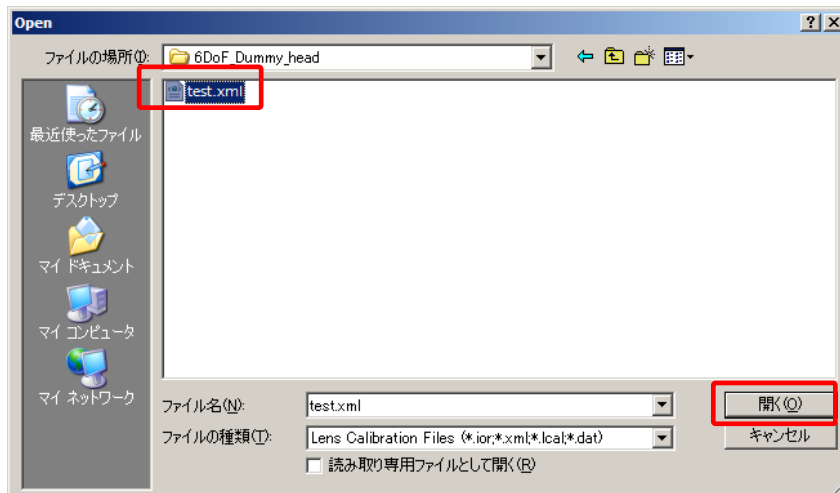
4. レンズ補正データを使用する

算出した補正データ(.xml ファイル)を使用するには、カメラ画像読み込み時にファイルを読み込む事で可能です。

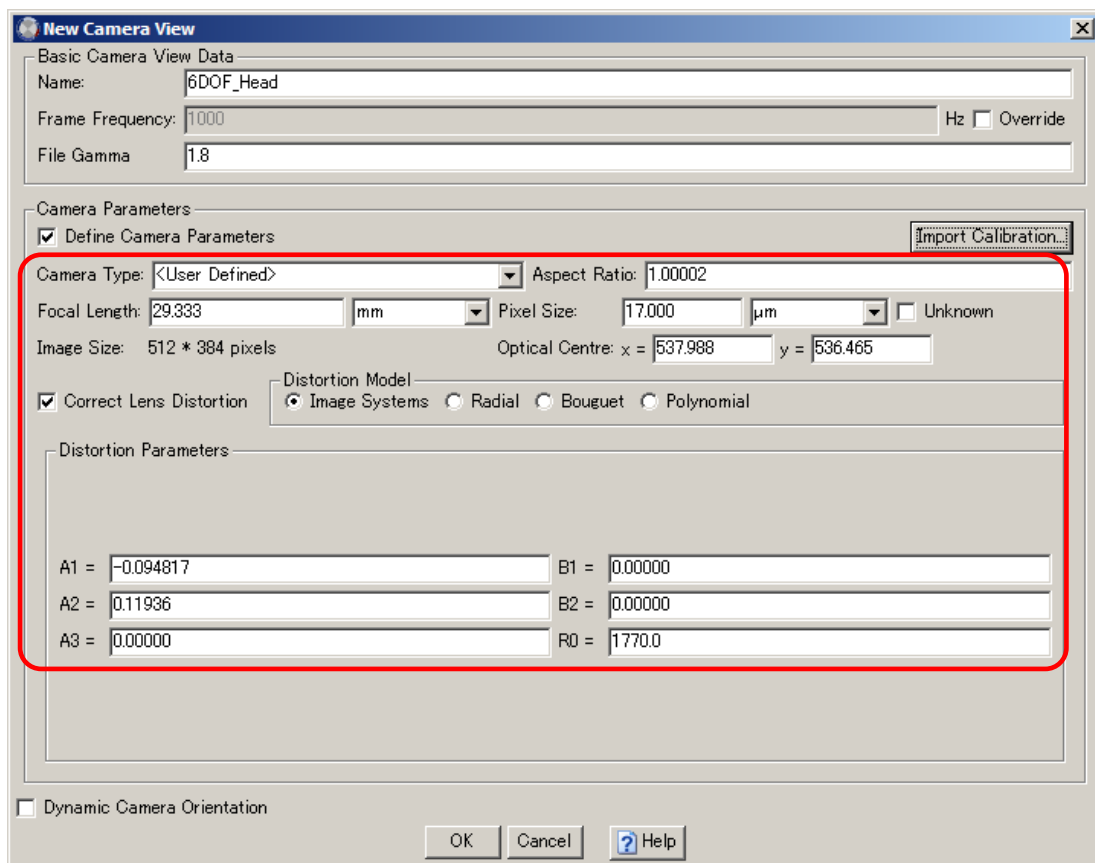
- ① カメラ画像読み込み時、「Import Calibration」ボタンをクリックしてください。



- ② ファイルオープンウィンドウが開きますので、『5.レンズ補正を算出する』で作成した .xml ファイルを指定してください。



③ すると、自動で先ほどの[Focal Length]、[Pixel Size]の他、下の部分のレンズ補正値が入力され、レンズの補正が適用されます。



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
Lens Calibration 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