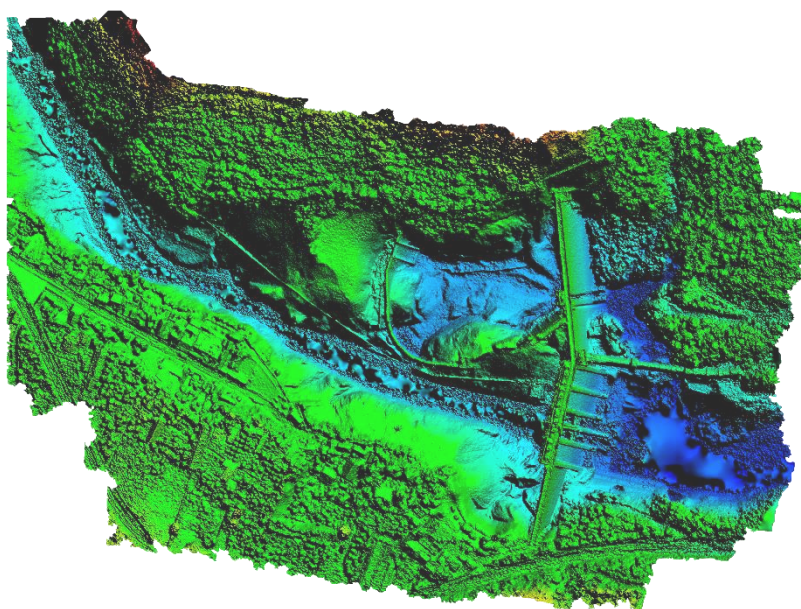


SfM ソフトウェア設定マニュアル



目次

1 はじめに	3
2 事前に用意していただくデータおよび検証済み SfM ソフトウェアについて	4
3 Pix4D Mapper での設定	5
3-1 座標系の設定	5
3-2 後処理後の座標値のインポート	8
3-3 カメラキャリブレーション情報の入力	9
3-4 水平精度と垂直精度値の変更	12
3-5 出力座標系の設定	13
3-6 処理オプションテンプレートの選択	13
3-7 カメラ撮影位置の確認	14
3-8 処理オプションの設定	15
3-9 STEP1 終了後の位置精度チェック	16
4 Metashape professional（旧 PhotoScan）での設定	20
4-1 後処理後の座標値のインポートと座標系の定義	20

4-2 KLAU PPK-J Desktop で Exif 情報を上書きした場合の計測精度の設定.....	22
4-3 カメラキャリブレーション情報のインポート	23
4-4 写真のアライメント処理	24
4-5 カメラアライメントの最適化.....	25
4-6 カメラアライメント終了後の位置精度チェック	26

1 はじめに

日頃より、弊社並び弊社取扱製品をご愛顧いただき誠にありがとうございます。また、この度は弊社取り扱い製品をご購入いただき重ねてお礼申し上げます。

KLAU PPK は、KLAU Geomatics 社(所在地：オーストラリア)が開発した UAV のための写真測量用後処理システムです。ほとんどの業務用 UAV に搭載可能で、写真データ収集後の後処理によって写真の位置情報を補正します。

本マニュアルでは、KLAU PPK-J Desktop を使った後処理後の CSV ファイルを使った SfM 処理について解説します。後処理後の情報を使うことで、UAV 画像単独の処理よりもスピーディーかつ位置精度の良い三次元データを作成することが可能です。

株式会社 GeoLink Japan

2 事前に用意していただくデータおよび検証済み SfM ソフトウェアについて

本マニュアルでは、KLAU PPK-J Desktop で後処理したファイルを既存の SfM ソフトウェアにインポートして処理する方法をお伝えします。したがって、事前に KLAU PPK-J Desktop を使って後処理を済ませておく必要があります。処理方法の詳細は、別紙「KLAU PPK-J Desktop 操作マニュアル」をご参照ください。また、高精度な位置情報を持った三次元データを作成するためには、お持ちのレンズ固有のキャリブレーション情報が欠かせません。このレンズキャリブレーション情報は、製品のお届け時に同封の USB メモリーもしくはメールにてお知らせいたします。万が一お手元に届いていない場合は、ご購入元の弊社正規代理店にお問い合わせください。

なお、弊社にて精度検証を実施している SfM ソフトウェアは、下記のとおりです。

【精度検証済み SfM ソフトウェア】

- ・ Pix4D mapper(Pix4D 社)
- ・ Matashape professional(旧 PhotoScan、Agisoft 社)

これ以外のソフトウェアでも三次元データの作成はできますが、精度保証はしておりませんのであらかじめご了承ください。また、本マニュアルでは KLAU PPK UNIT の処理に関する手順のみを記載しています。ソフトウェアに関する基本的な使用方法や作業手順につきましては、各ソフトウェアメーカーの説明書等を確認してください。

3 Pix4D Mapper での設定

事前に、新規プロジェクトの作成と画像の追加を行ってください。なお、シャッター信号の確認や調整点の取得のために撮影した地上画像は、追加する必要はありません。プロジェクトの作成と画像の追加については Pix4D の通常の手順となりますので、本マニュアルでは割愛します。また、本マニュアルでは Version 4.3.31 (Windows 64bit 版) を使って説明をしています。

3-1 座標系の設定

画像インポートが完了したら、画像プロパティの「画像ジオロケーション」の座標系を、KLAU PPK-J Desktop で出力した座標系と同じものに設定します。ここでは、KLAU PPK-J Desktop を使って JGD2011 で出力した場合について説明します。「画像ジオロケーション」を JGD2011 に変更し、撮影場所に該当する平面直角座標系の I ~ XIX を選択します。KLAU PPK-J Desktop で写真の Exif 情報を上書きした場合は既に後処理補正後の値が読み込まれているので、初期値のまま「3-3 カメラキャリブレーション情報の入力」へ進みます。

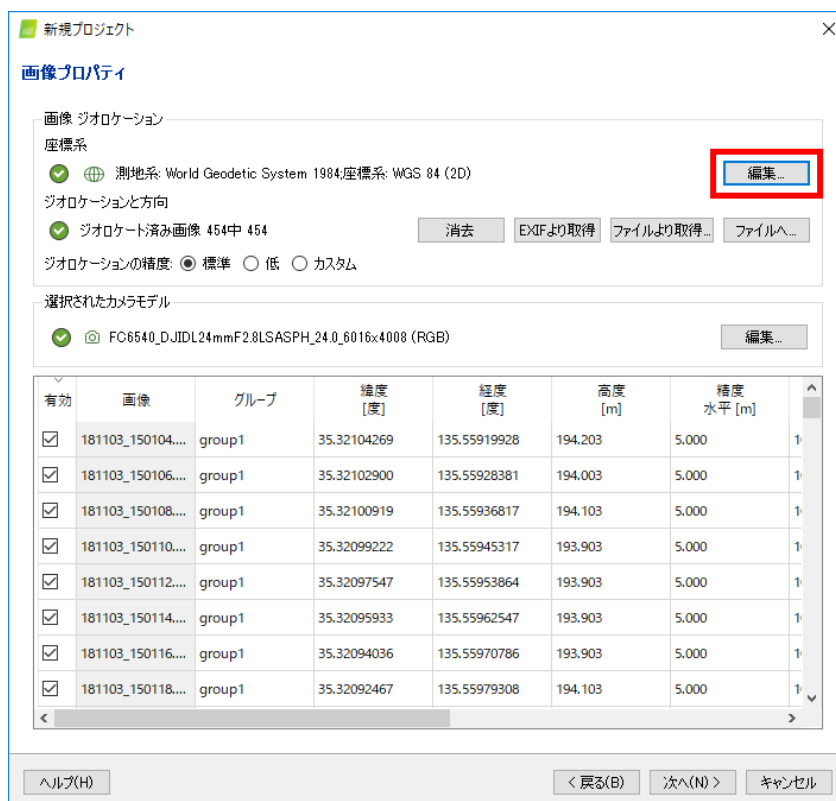


図 1 画像ジオロケーションで座標系を編集
(初期値は UAV で取得した座標系と座標値が表示されています。)

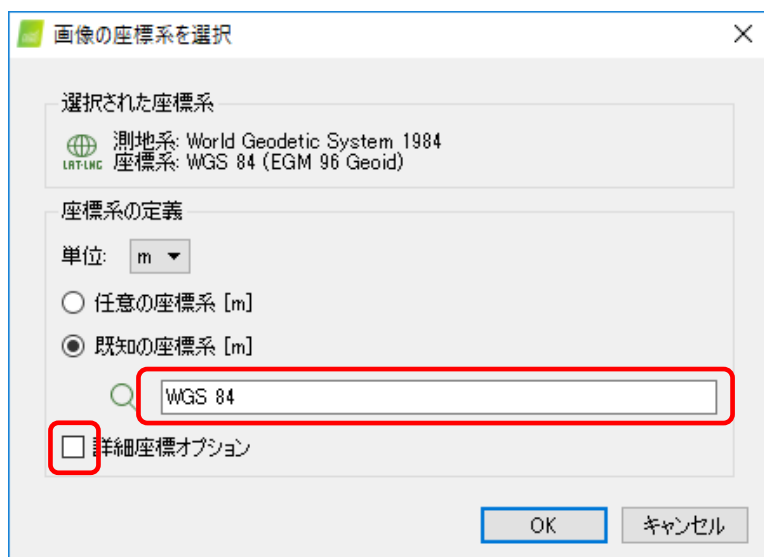


図 2 画像の座標系を選択

「詳細処理オプション」にチェックを入れると座標系の詳細が設定できます。

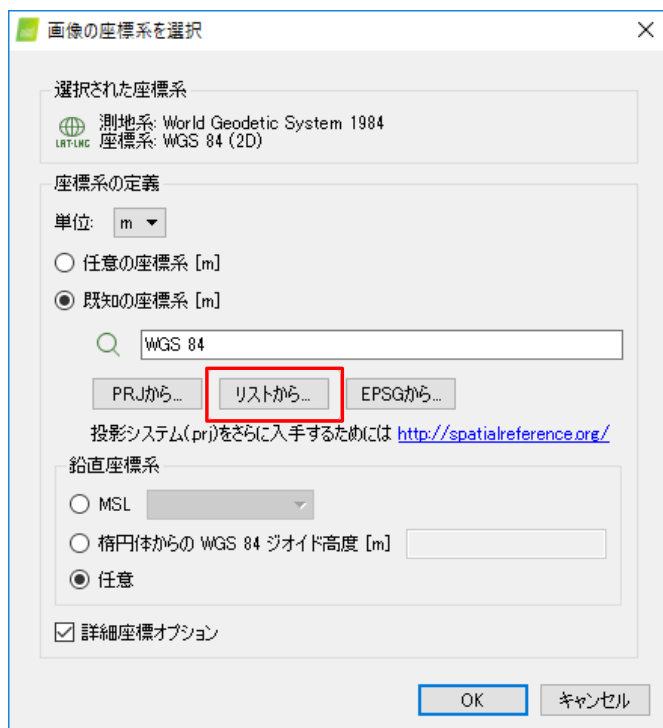


図 3 詳細処理オプション

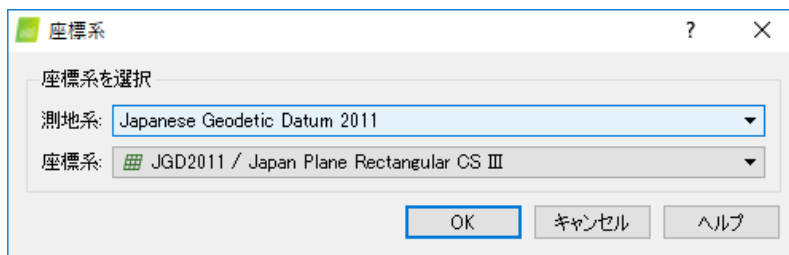


図 4 画像の座標系を選択

鉛直座標系は「任意」を選択します。これは、KLAU PPK-J Desktop の後処理補正の際に既に楕円体高を標高に変換しており、ここで改めて楕円体モデルを適用する必要が無いからです。

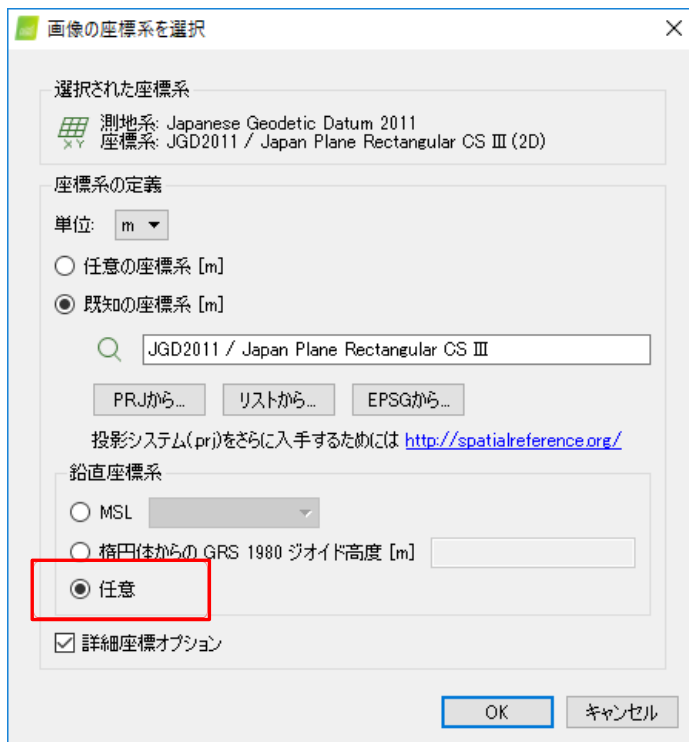


図 5 鉛直座標系の設定

画像プロパティの座標系の表示が緯度・経度・高度から X・Y・Z に変更されましたが、座標値自体はまだ緯度・経度のままになっていることを確認します。

有効	画像	グループ	X [m]	Y [m]	Z [m]
☒	181103_150104....	group1	35.321	135.559	194.203
☒	181103_150106....	group1	35.321	135.559	194.003
☒	181103_150108....	group1	35.321	135.559	194.103
☒	181103_150110....	group1	35.321	135.559	193.903
☒	181103_150112....	group1	35.321	135.560	193.903
☒	181103_150114....	group1	35.321	135.560	193.903

図 6 画像プロパティの座標系表示

3-2 後処理後の座標値のインポート

座標値を緯度・経度から X・Y に変更するために、KLAU PPK-J Desktop で出力した CSV ファイルをインポートします。「ジオロケーションと方向」から「ファイルより取得」をクリックします。

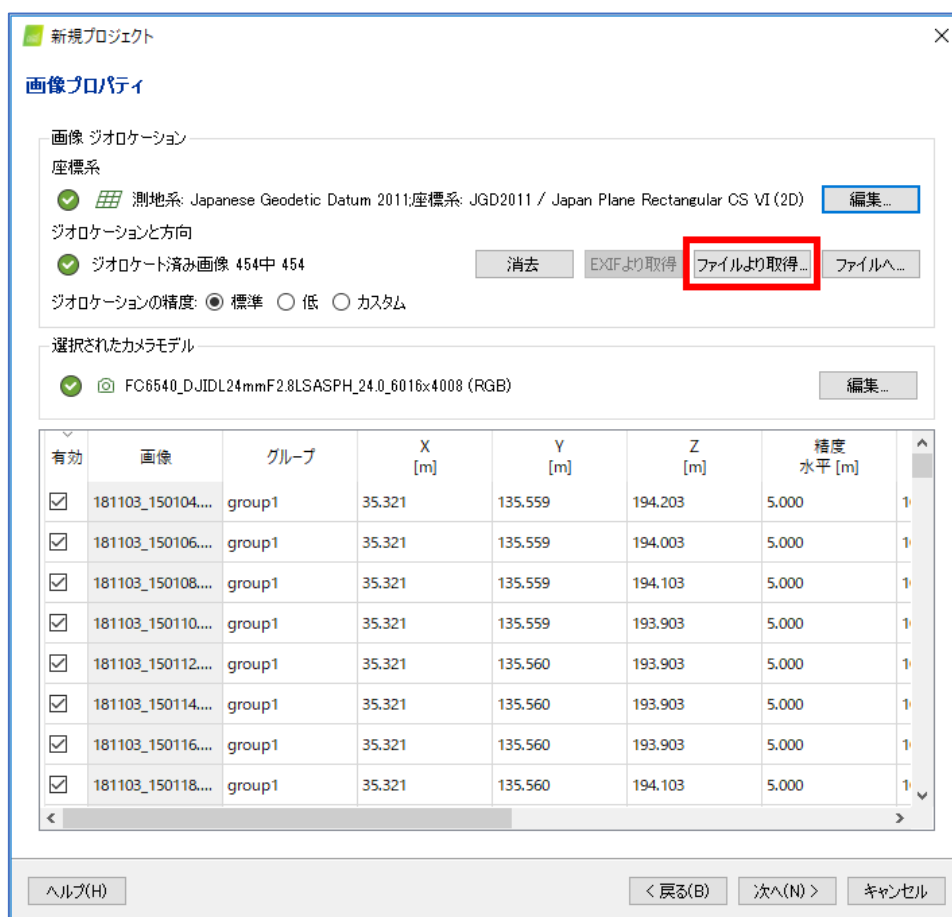


図 7 「ジオロケーションと方向」

JGD2011 に変換した CSV ファイルを使う場合は、ファイル形式の項目で「Y, X, Z」を選択します。これは、日本の公共座標系が使用している座標表記が数学座標系（南北方向が X、東西方向が Y）となっており、Pix4D が標準で使用している表記方法とは異なっているために起こる表記上の齟齬になります。

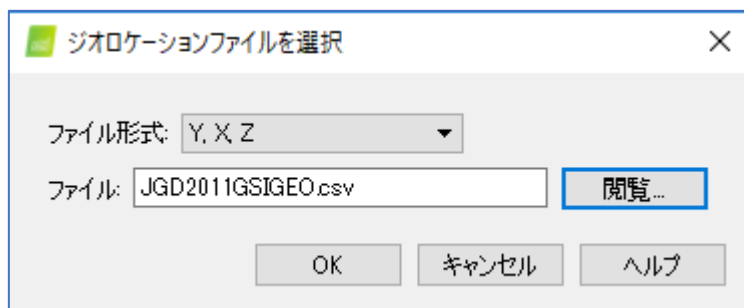


図 8 ジオロケーションを選択

これで、正しい座標値が入りました。ただし、この時点で X 方向が東西を指し、Y 方向が南北を指していることに注意する必要があります。

有効	画像	グループ	X [m]	Y [m]	Z [m]
☒	181103_150104....	group1	-40079.288	-75236.519	296.030
☒	181103_150106....	group1	-40071.599	-75238.137	296.080
☒	181103_150108....	group1	-40064.010	-75240.402	296.140
☒	181103_150110....	group1	-40056.156	-75242.344	296.040

図 9 座標値の確認

3-3 カメラキャリブレーション情報の入力

「選択されたカメラモデル」の「編集」を開き、弊社よりお送りしたレンズキャリブレーションの値を入力します。

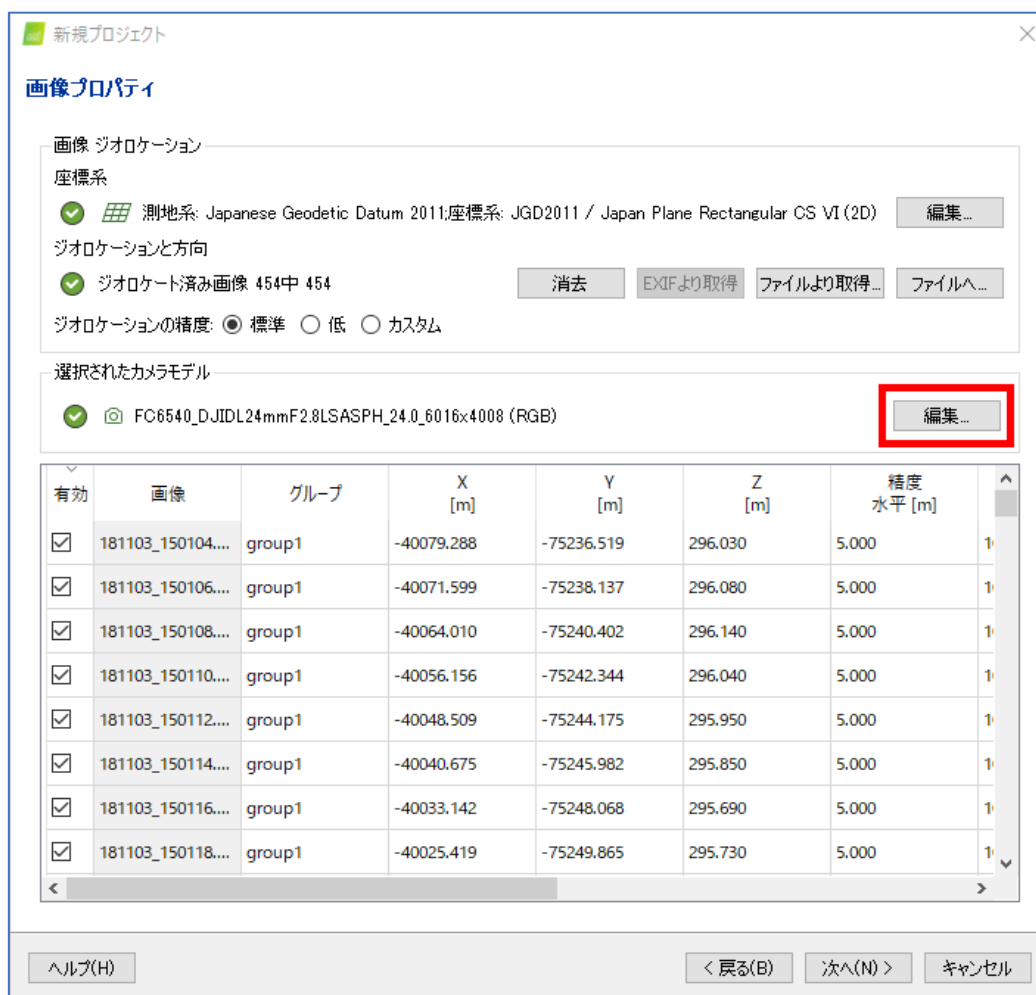


図 10 カメラモデルの編集

カメラ名の下の「新規」を押すと、下の設定項目がアクティブになります。



図 11 カメラモデルの新規作成

入力欄がアクティブになった状態で「画像の幅」を選択し、レンズキャリブレーション値が記されているエクセルファイルの「Pix4D」の項目を手入力してください。入力後、「カメラモデル名」に任意の名前を入れて「DB に保存」を押

すと、次回以降の処理でも再利用できるようになります。この値は、同じモデル・焦点距離のレンズでも個体差によって異なりますので、別のレンズの値を使わないようご注意ください。

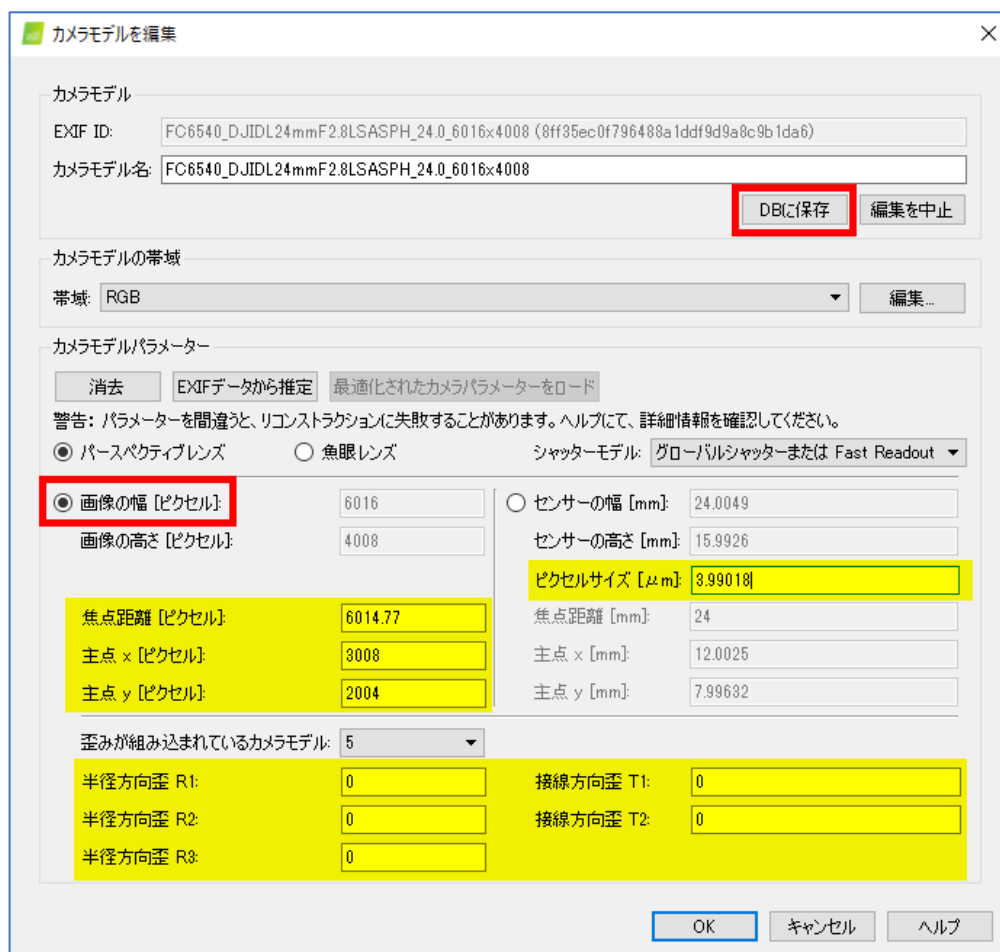


図 12 カメラモデルパラメータの入力

Klau Camera Calibration			
Serial Number:			
.XML		Pix4D	
projection	frame		
width	6016		
height	4008		
f	6345.904538	Pixel Size (μm)	3.99018
cx	-28.12827218	Focal Length (pixel)	6345.90453849966000000000
cy	34.74958587	Principal point x(pixel):	2979.87172781551000000000
k1	0.009098872	Principal point y(pixel):	2038.74958587309000000000
k2	-0.055104155	R1	0.0090988723585313700
k3	0.099038382	R2	-0.0551041554670256000
p1	-0.001587463	R3	0.0990383816469851000
p2	0.002060068	T1	-0.0015874626176014500
date	2019-04-04T04:54:37Z	T2	0.0020600679995345000

図 13 レンズキャリブレーション値の例（値は、各レンズによって全て異なります）

3-4 水平精度と垂直精度値の変更

KLAU PPK で測位された座標値は非常に高精度であるため、デフォルトの精度値を 0.03m に変更する必要があります。水平精度の値を右クリックし、「全て編集 水平。精度」を左クリックすると入力ができるようになります。「0.03」と入力し、エンターキーを押さずに「鉛直精度」の値の上で再度右クリックすると、全ての水平精度が 0.03m に変わります。同じ方法で垂直精度にも 0.03 を入力し、エンターキーを押すことで垂直精度の値も更新されます。

ただしこの場合は、計測精度が全て同じ値になってしまうことにご注意ください。もし、後処理の段階で計測精度にばらつきが生じその値を使って SfM 処理を実施する際には、特定の画像のみ手動で適切な精度値に変更する必要があります。精度の設定が終了したら、「次へ」をクリックし出力座標系の設定画面に移動します。

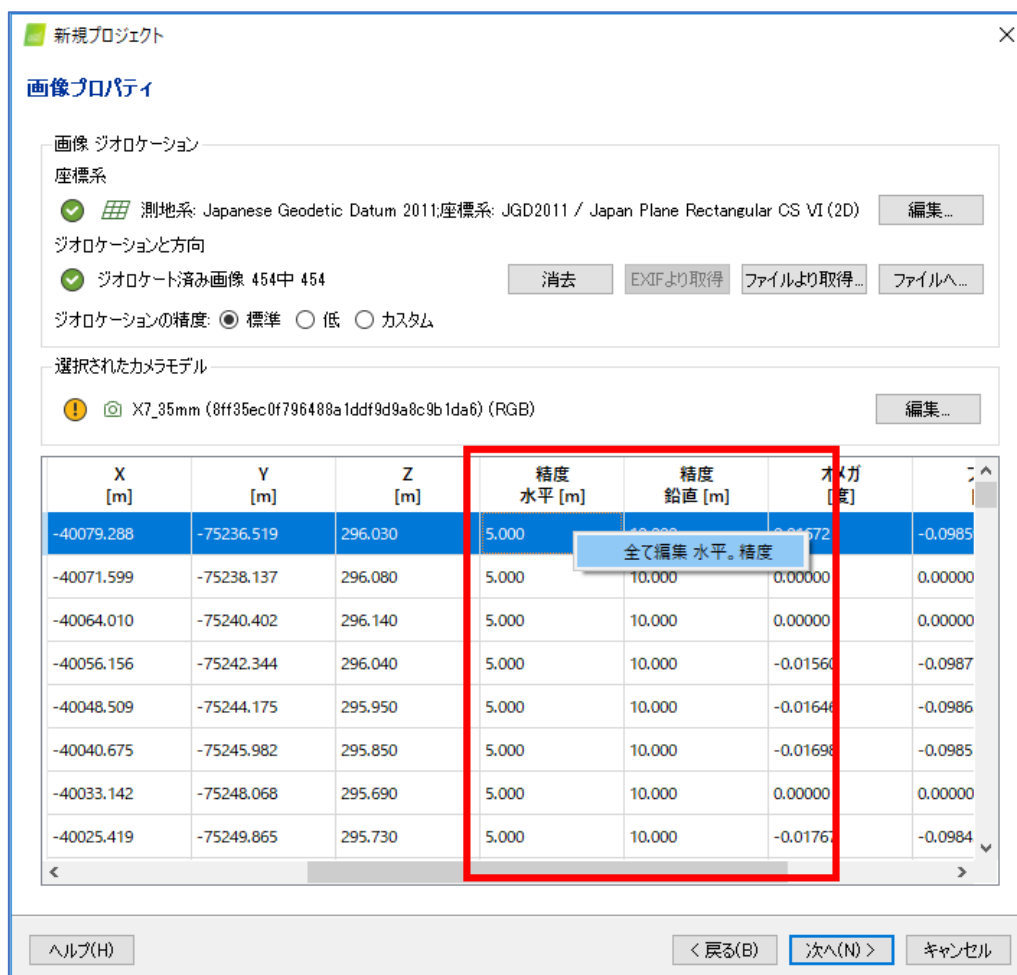
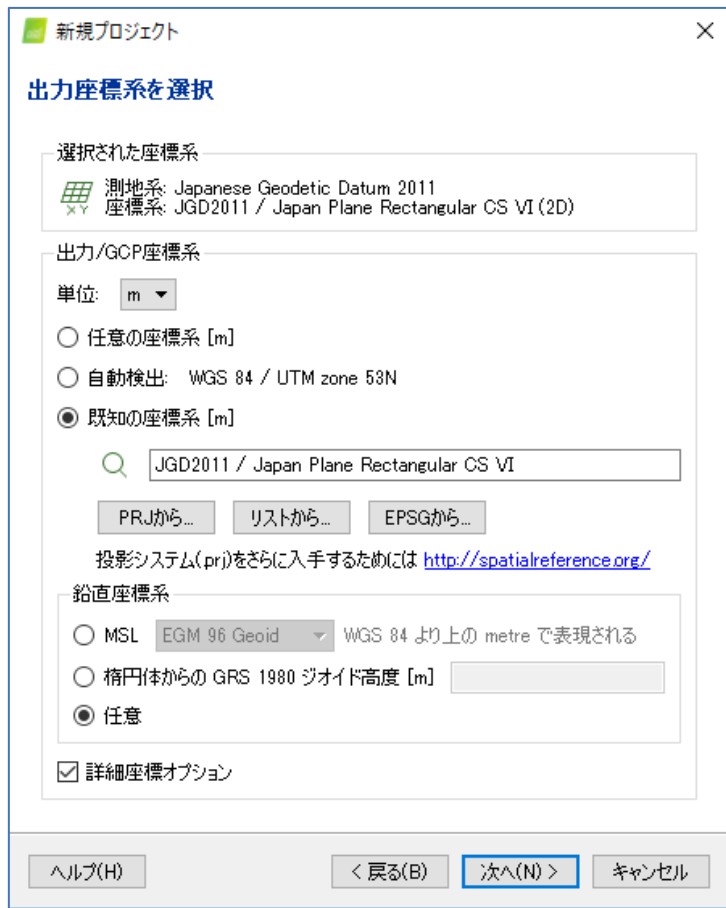


図 14 画像プロパティエディターから精度を変更

3-5 出力座標系の設定

KLAU PPK-J Desktop で Exif 座標を上書きした場合、この画面で UTM や JGD2011 などの任意の座標系に変換することができます。出力座標系の設定方法は、「3-1 座標系の設定」で説明したものと同じです。

「3-1」で設定したものと同一座標系を使う場合は、このステップの設定は不要です。デフォルトのまま「次へ」をクリックしてください。



新規プロジェクト

出力座標系を選択

選択された座標系

測地系: Japanese Geodetic Datum 2011
座標系: JGD2011 / Japan Plane Rectangular CS VI (2D)

出力/GCP座標系

単位: m

☐ 任意の座標系 [m]

☐ 自動検出: WGS 84 / UTM zone 53N

☒ 既知の座標系 [m]

🔍 JGD2011 / Japan Plane Rectangular CS VI

PRJから... リストから... EPSGから...

投影システム(prj)をさらに入手するためには <http://spatialreference.org/>

鉛直座標系

☐ MSL EGM 96 Geoid WGS 84 より上の metre で表現される

☐ 楕円体からの GRS 1980 ジオイド高度 [m]

☒ 任意

☒ 詳細座標オプション

ヘルプ(H) < 戻る(B) 次へ(N) > キャンセル

図 15 出力座標系の設定

3-6 処理オプションテンプレートの選択

処理オプションテンプレートでは「標準：3D Maps」を選択し、「今すぐ処理を開始する」のチェックを外して、「完了」をクリックしてください。

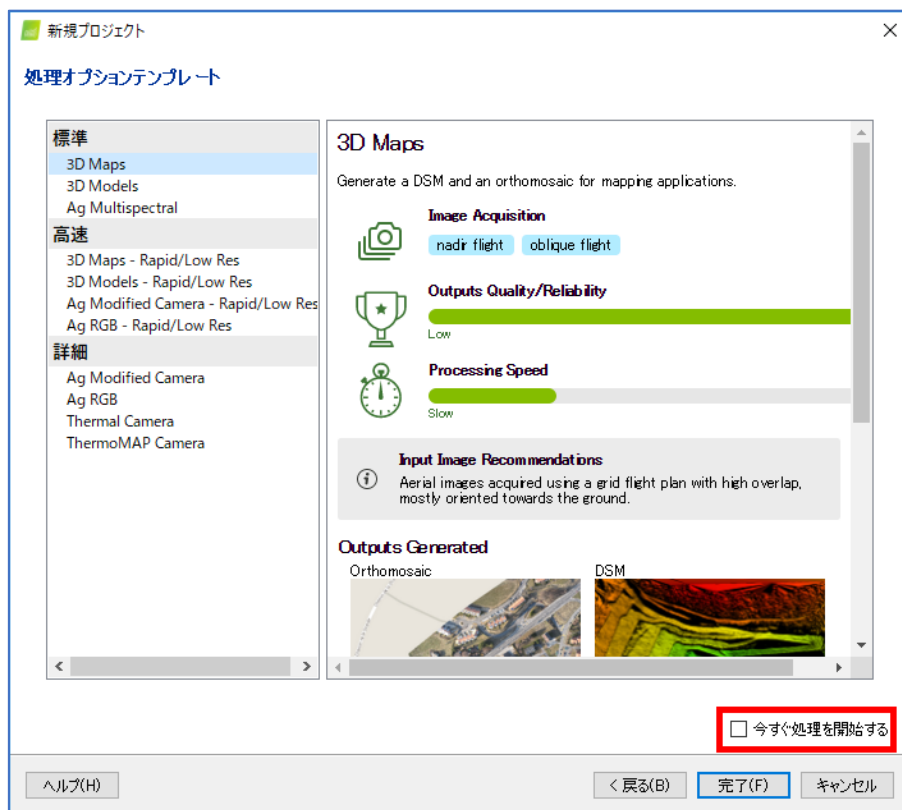


図 16 処理オプションテンプレートの選択

3-7 カメラ撮影位置の確認

Pix4D 上に、KLAU PPK-J Desktop によって補正された写真位置が赤いドットで表示されます。撮影範囲と実際の場所とのずれや座標系などが合っているかを確認してください。赤いドットが撮影場所と大きく異なる所に表示された場合は、「3-2 後処理後の座標値のインポート」で設定したジオロケーションファイルの形式が「X, Y, Z」になっている可能性があるので、メインメニューの「プロジェクト」→「画像プロパティエディター」から再度設定をやり直してください。また、衛星画像のイメージが表示されない場合は、インターネット接続を確認してください。



図 17 メイン画面上での最終確認

3-8 処理オプションの設定

「3-3」でレンズキャリブレーション値を予め入力しているので、内部標定についてはこの入力値を用いて処理を行います。この処理を行うためには、「1. 初期処理」から校正タブを開き、内部パラメータの最適化で「初期設定」を選択する必要があります。なお、校正タブが表示されていない場合は、画面左下の「詳細」にチェックが入っているかを確認してください。

以上で、処理前の設定は全て終了です。STEP1（初期処理）にのみチェックを入れて、処理を進めてください。

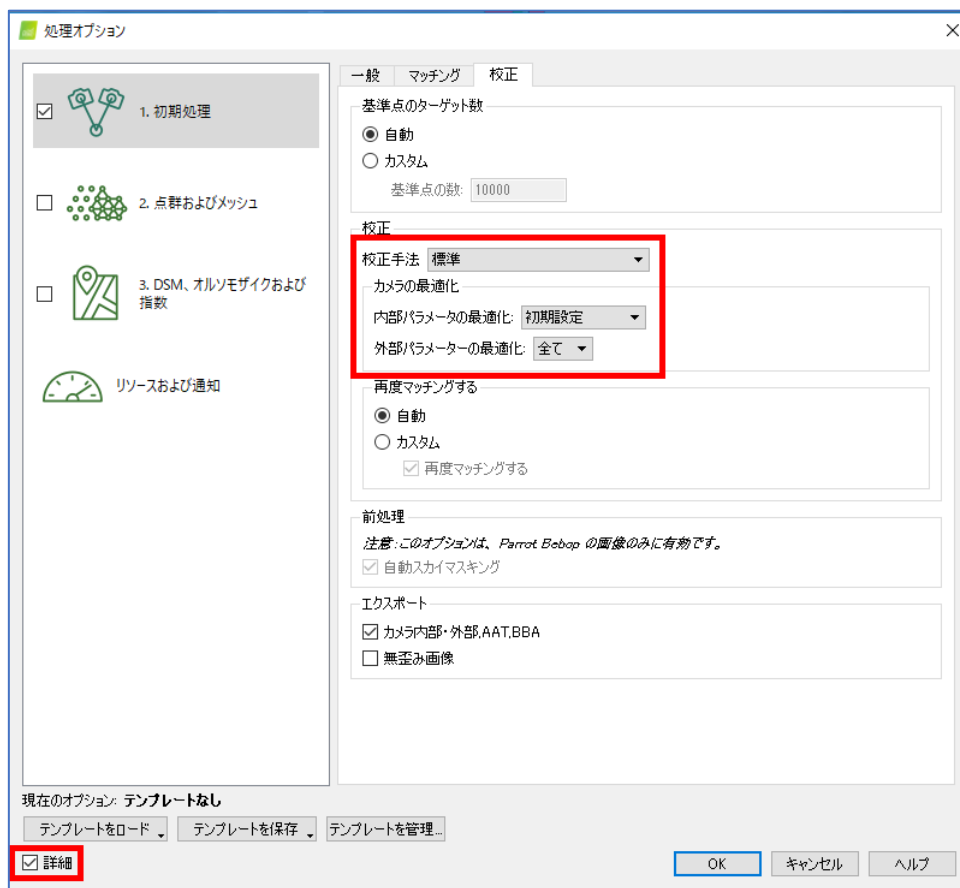


図 18 処理オプションから初期設定を選択

3-9 STEP1 終了後の位置精度チェック

作成されたモデルの位置精度を確認するために、メイン画面から「プロジェクト」→「GCP/MTP マネージャー」を開きます。この画面の「GCP をインポート」をクリックし、KLAU PPK を地上に静置して取得した検証点や TS で測定した GCP の値、もしくは既存の基準点の値などを入力し「種類」を「確認ポイント」に設定します。本マニュアルでは、KLAU を地上に静置して取得した検証点である「KLAU_checkpoint.txt」を利用しています。

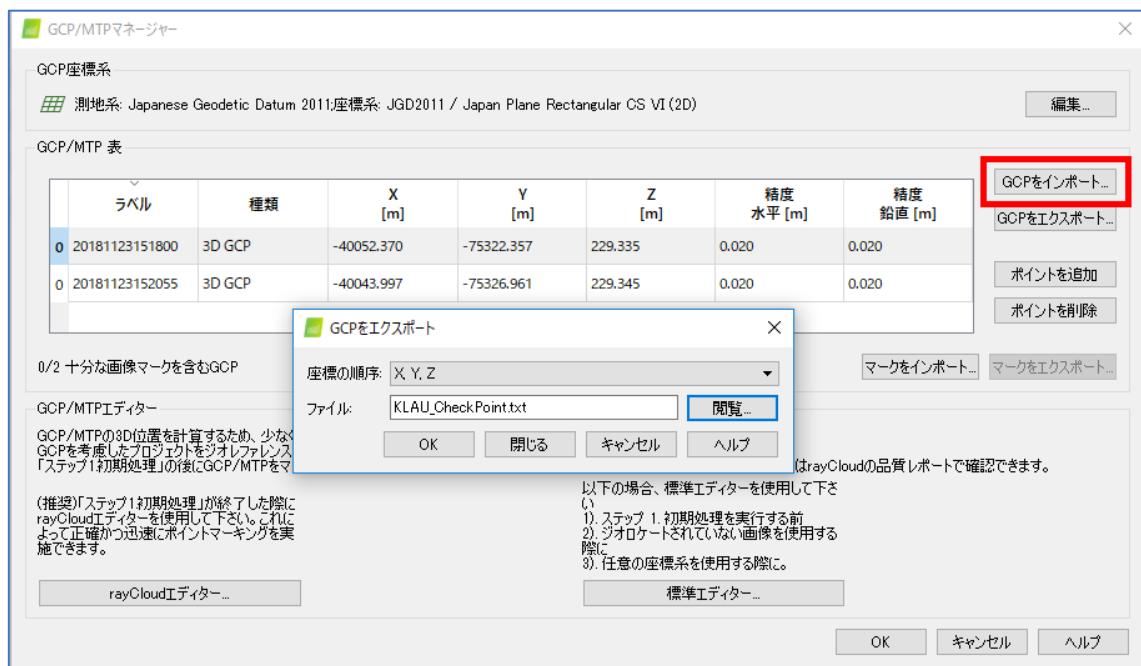


図 19 GCP/MTP マネージャーでの検証点のインポート

検証点をインポートしたら、「種類」の項目の「3D GCP」を右クリックして「全てを編集」から種類を「確認ポイント」に変更し GCP/MTP マネージャーを閉じてください。

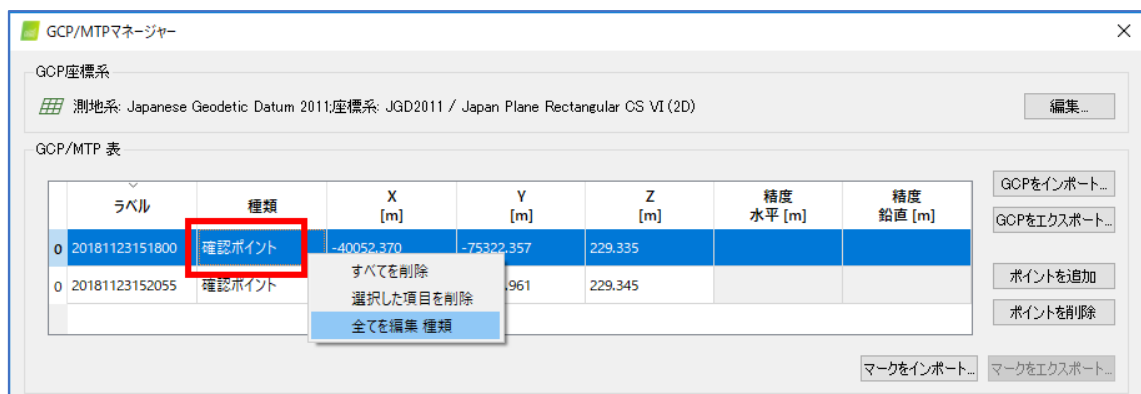


図 20 検証点のインポート

Pix4D の通常の手順で、GCP 上にマークを追加し、位置精度の誤差をチェックします。この例では、Z 方向の位置の誤差が最大で 0.049 m (4.9 cm) 発生しています。

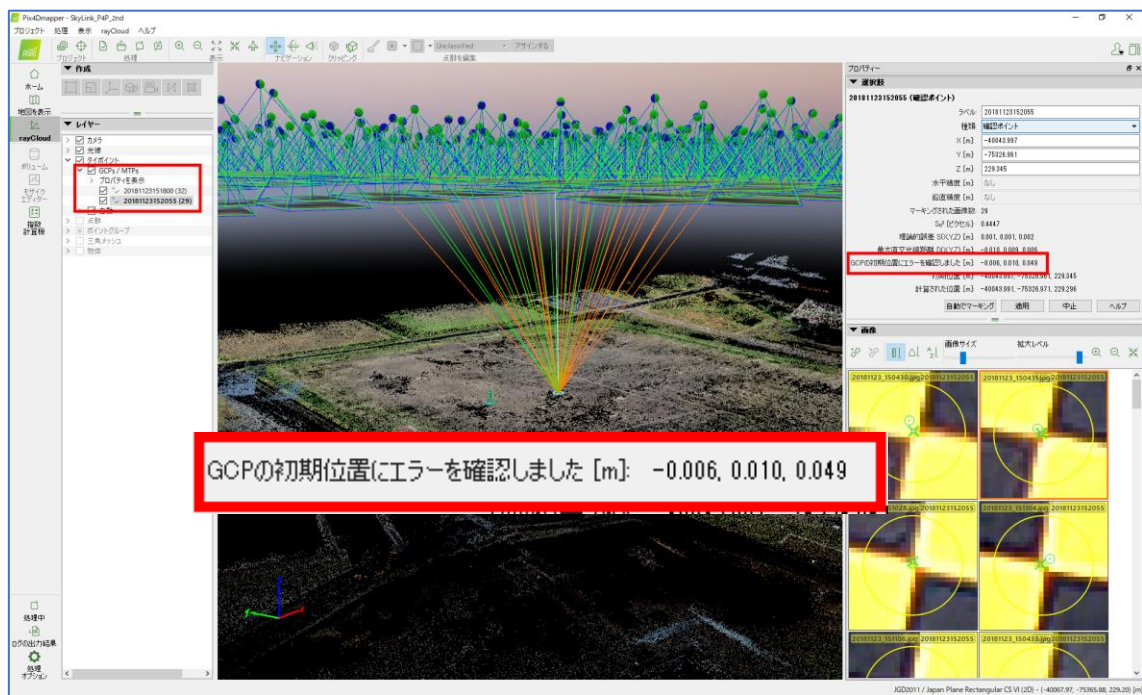


図 21 「確認ポイント」の設置

もし精度が不十分であれば、確認ポイントの 1 点を「3D GCP」に変更し、併せて処理オプションの「内部パラメータの最適化」を「全て」に変更してメイン画面の「処理」から「再最適化」を実施してください。再最適化の実行前に警告メッセージが表示されるので、OK を押して処理を開始します。



図 22 GCP の種類の変更

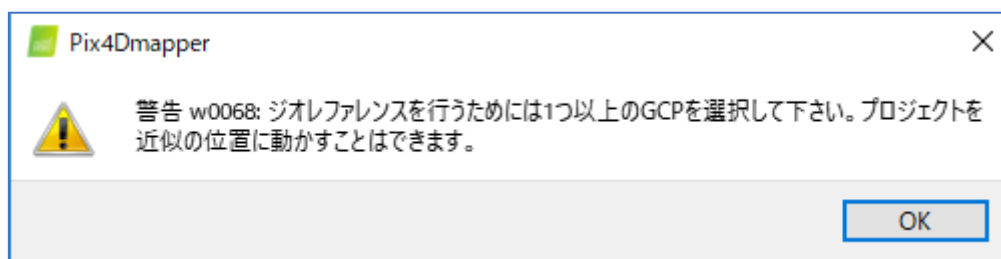


図 23 警告メッセージ

処理結果を表示し、十分な精度が確保できたことを確認してください。これは、検証点を「調整点」として活用する手法になります。

20181123152055 (3D GCP)	
ラベル:	20181123152055
種類:	3D GCP
X [m]:	-40043.997
Y [m]:	-75326.961
Z [m]:	229.345
水平精度 [m]:	0.020
鉛直精度 [m]:	0.020
マーキングされた画像数:	31
S_0^2 [ピクセル]:	0.1198
理論的誤差 S(X,Y,Z) [m]:	0.001, 0.001, 0.001
最大直交光線距離 D(X,Y,Z) [m]:	-0.006, 0.006, 0.003
GCPの初期位置にエラーを確認しました [m]:	-0.003, 0.009, 0.012

図 24 位置精度の確認

以上で、Pix4D を用いた設定は終了です。Pix4D の通常の手順で、3 次元モデルやオルソモザイク画像の作成を行ってください。

4 Metashape professional (旧 PhotoScan) での設定

事前に、新規ファイルの作成と画像の追加を行ってください。なお、シャッター信号の確認や調整点の取得のために撮影した地上画像は、追加する必要はありません。新規ファイルの作成と画像の追加については Metashape の通常の手順となりますので、本マニュアルでは割愛します。また、本マニュアルでは Version 1.5.2 build 7838 (Windows 64bit 版) を使って説明します。

4-1 後処理後の座標値のインポートと座標系の定義

写真を追加後「座標データ」タブをクリックすると、各写真の EXIF 情報が確認できます。KLAU PPK-J Desktop を使って EXIF 情報を上書きした場合には、補正後の緯度・経度・標高の値が表示されます。CSV で出力した場合は、画面左上の「ファイルから座標データをインポート」アイコンをクリックしてファイル選択画面を開きます。

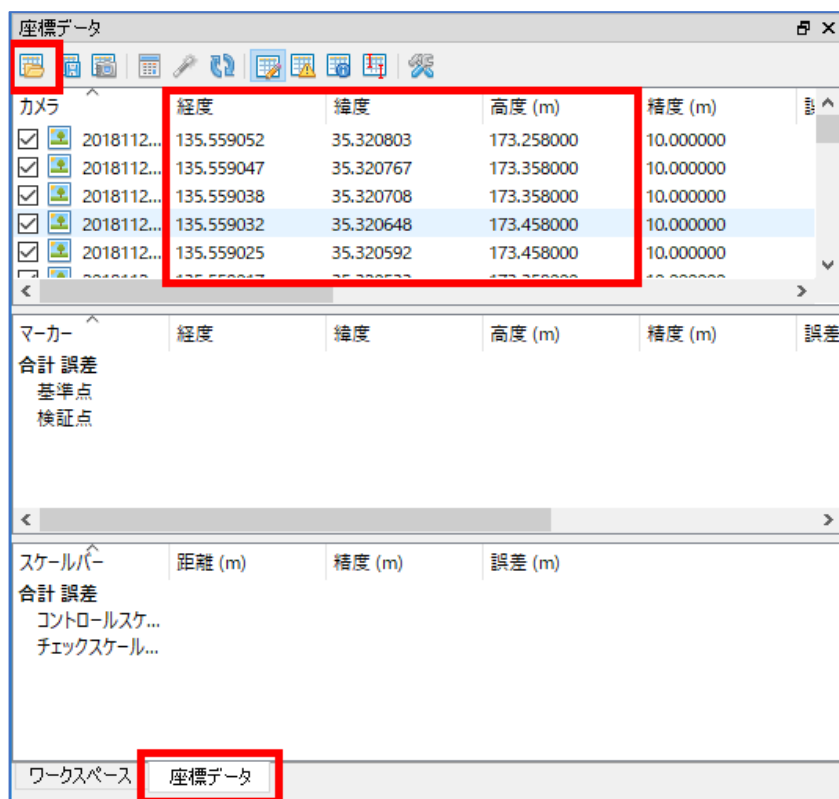


図 25 座標データタブでの座標値の確認

KLAU PPK-J Desktop では、写真毎の補正後の X・Y・Z 座標が記されている CSV ファイルに加えて、精度情報も記されている「_info.txt」ファイルが作成さ

れます。Metashape では、この.txt ファイルを使うことで各座標値の精度情報を自動的に入力することが出来ます。ここでは例として、JGD2011 に変換したファイルをインポートします。

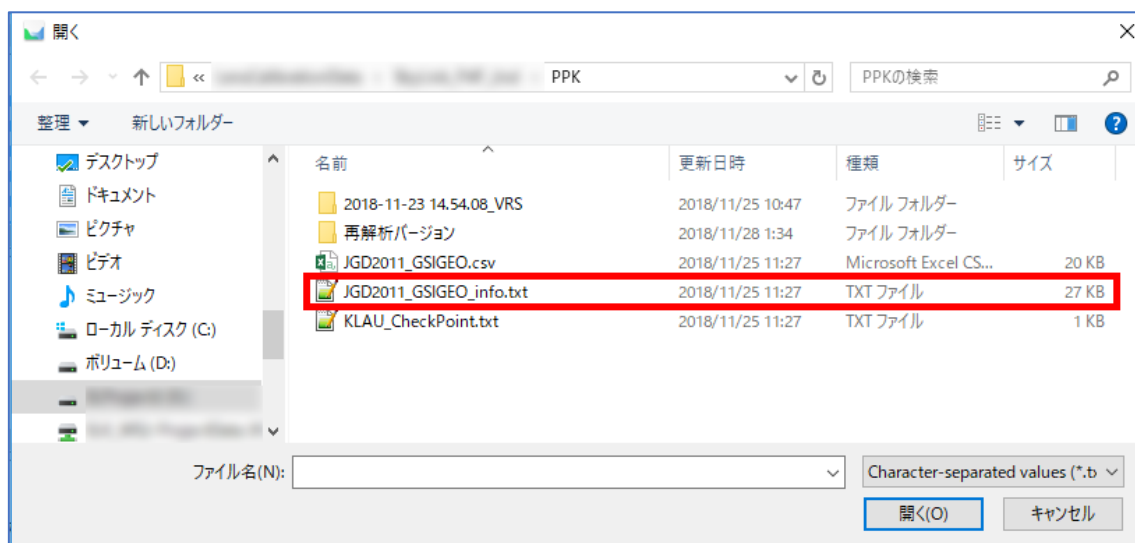


図 26 後処理後 CSV ファイルのインポート

適切な「_info.txt」ファイルを選択すると、「CSV をインポート」画面が表示されます。ここで、座標系を指定し（この例では JGD2011 の第 6 系を指定）、区切りのタイプを「コンマ」、列のインポートを 29 列目から開始するように設定します。また、「列」の項目では「精度」にチェックを入れ、ラベルを「1」、東経およびその精度を「3」と「6」に、北緯およびその精度を「2」と「5」に、高度およびその精度を「4」と「7」に設定します。「回転」にチェックが入っている場合は、チェックを外してください。

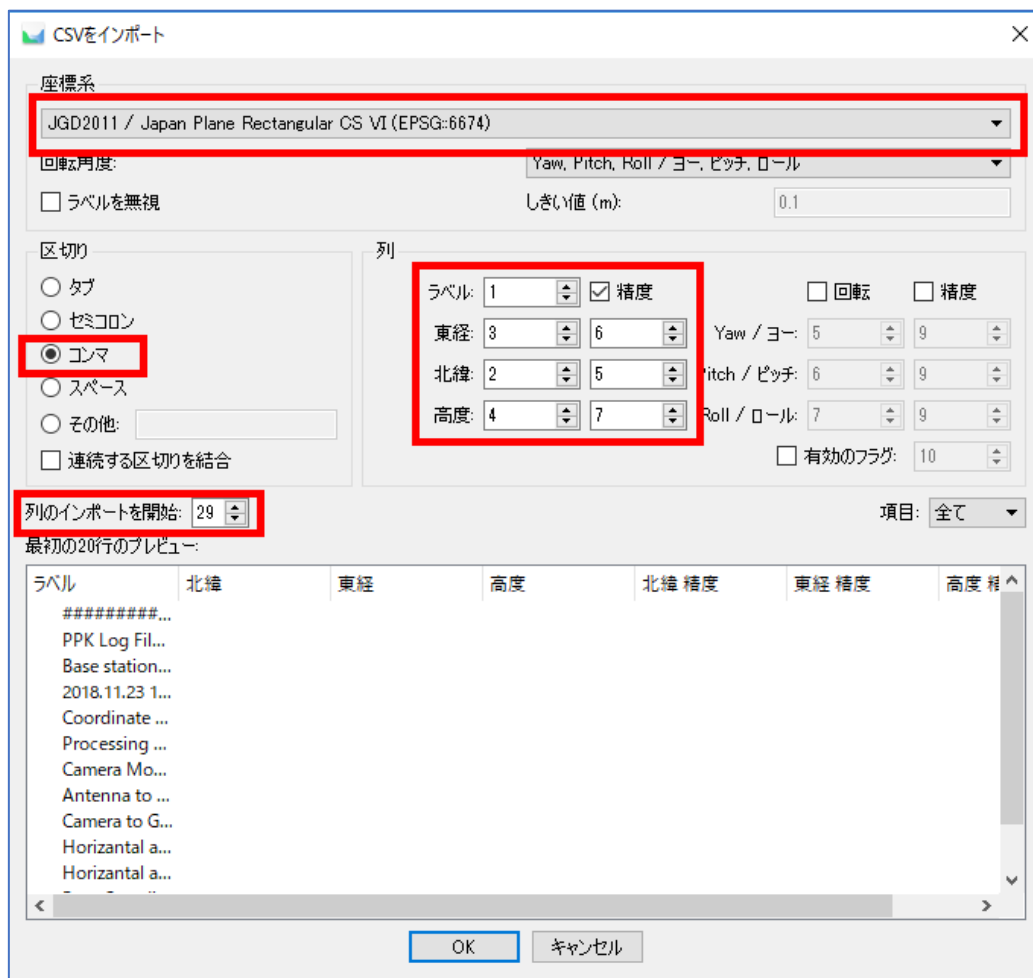


図 27 _info.txt ファイルの入力

インポートが成功すると、補正情報および精度情報が座標データ画面に反映されます。

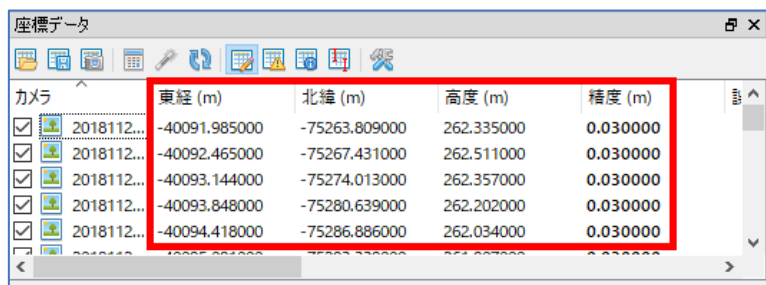


図 28 インポートされた座標の確認

4-2 KLAU PPK-J Desktop で Exif 情報を上書きした場合の計測精度の設定

KLAU PPK-J Desktop で Exif 情報を上書きした場合には、「座標設定を変更する」アイコンをクリックし、計測精度の項目の「カメラ精度」欄に「0.03」と入

力します。OK ボタンを押して、座標データの精度が反映されているかを確認してください。

ただしこの場合は、計測精度が全て同じ値になってしまうことにご注意ください。もし、後処理の段階で計測精度にばらつきが生じその値を使って SfM 処理を実施する際には、特定の画像のみ手動で適切な精度値に変更する必要があります。この手動設定が煩雑になるようであれば、KLAU PPK-J Desktop で CSV ファイルを作成し、「4-1 後処理後の座標値のインポートと座標系の定義」の方法で「_info.txt」から精度情報を読み込むことを推奨します。

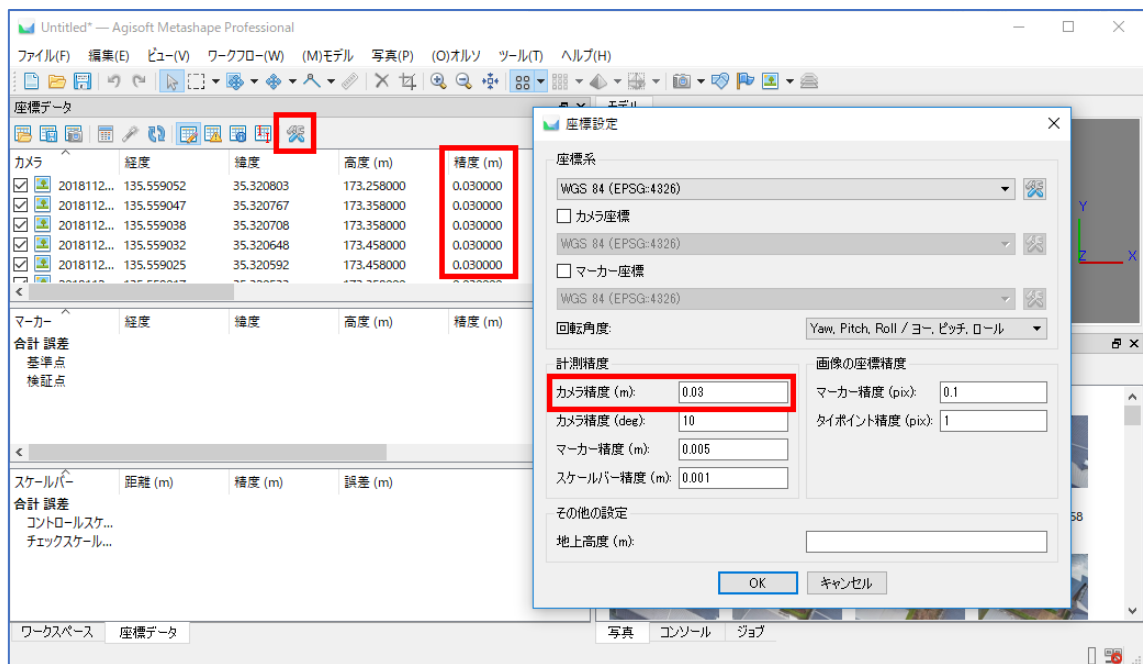


図 29 カメラ精度の設定

4-3 カメラキャリブレーション情報のインポート

メイン画面の「ツール」から「カメラキャリブレーション」を開き、弊社よりお送りしたレンズキャリブレーション情報が記載されている「.xml」ファイルを開きます。ファイルを読み込むと、タイプが「プリキャリブレーション済み」となり、f、cx、cy、K1、K2、K3、p1、p2 にそれぞれ固有の値が入ります。万が一、これらの値が 0 になっている場合は、弊社正規代理店にお問い合わせください。また、これらの値は同じモデル・焦点距離のレンズでも個体差によって異なりますので、別のレンズの値を使わないようご注意ください。

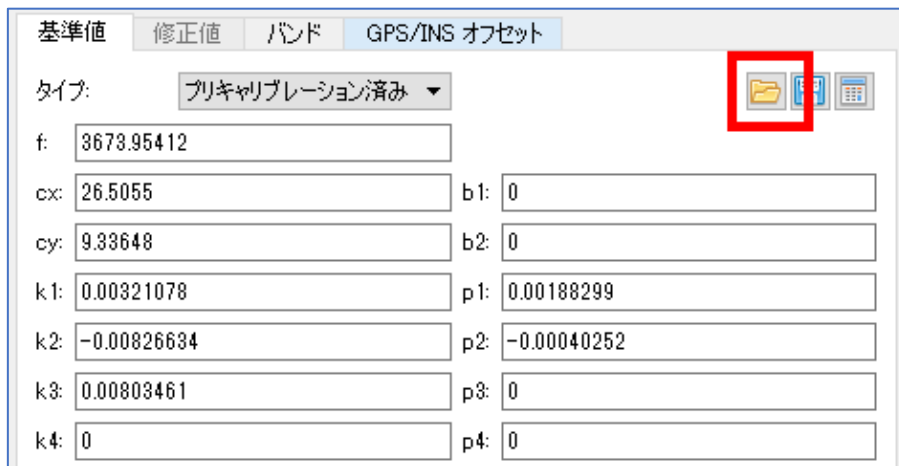


図 30 レンズキャリブレーション値のインポート

以上で、処理前の設定は全て終了です。

4-4 写真のアライメント処理

上記全ての設定が完了したら、メイン画面の「ワークフロー」→「写真のアライメント」から初期処理を行います。写真のアライメント画面で、精度を「高」にし、「座標事前選択」にのみチェックを入れてください。詳細設定では、キーポイント制限とタイポイント制限をデフォルトの「40,000」と「4,000」に設定してください。

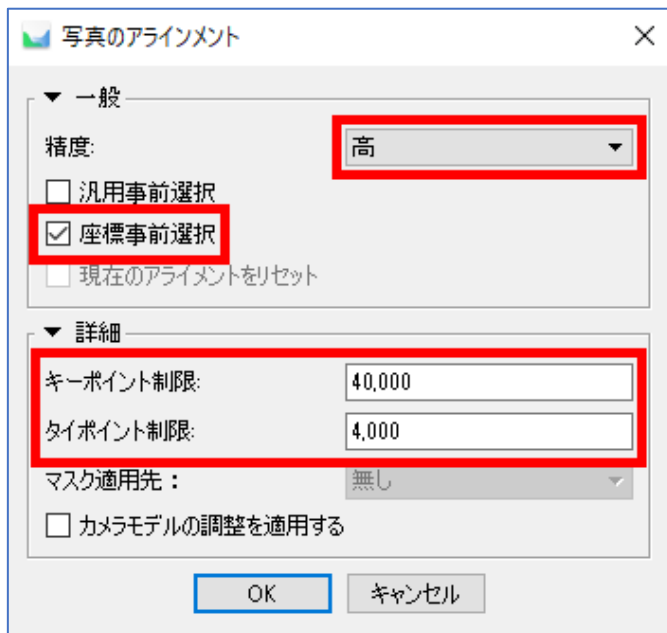


図 31 写真のアライメント

4-5 カメラアライメントの最適化

アライメント処理が終了したら、ノイズの除去とアライメントの最適化を行い、位置精度を向上させます。メイン画面から「モデル」→「段階的選択」をクリックし、段階的選択画面を表示させます。

「基準」から「プロジェクションエラー」を選択し、アライメント処理で生成された全ポイント数の1～2割程度が選択されるようにレベルバーを右に動かします。本マニュアルの事例では、アライメント処理で 165,791 ポイントが生成されたため、16,006 ポイントを選択しています。選択が完了したら OK をクリックしてウインドウを閉じ、Delete キーを押して選択されたポイントを削除します。

同様の方法で、「基準」から「再構築の不確実性」を選択し、先の処理で削除された残りのポイント数（既に 16,006 ポイントが削除されているので、残りのポイント数は 149,785 になっています）の1～2割程度が選択されるようにレベルバーを右に動かし、選択されたポイントを削除します。これを、「プロジェクションの精度」についても同様に実施してください。

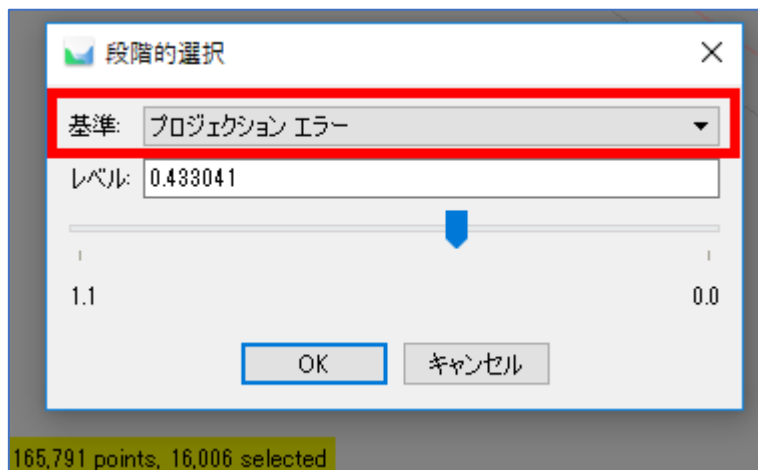


図 32 段階的選択（プロジェクションエラー）

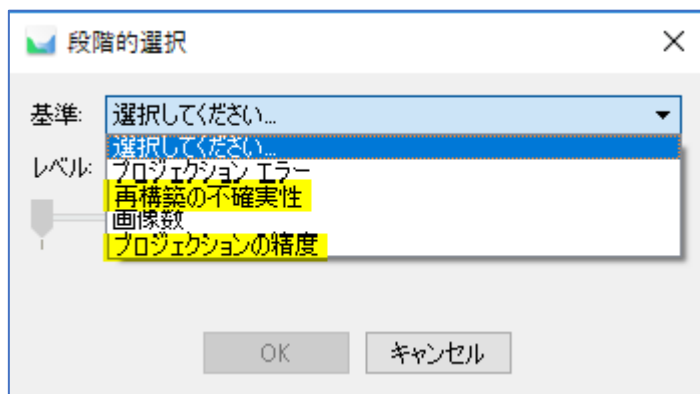


図 33 段階的選択（他の項目）

ポイントを削除した後は、メイン画面から「ツール」→「カメラアライメントを最適化」を表示し、cx cy、k1、k2、k3、p1、p2 にチェックをつけて OK をクリックします。

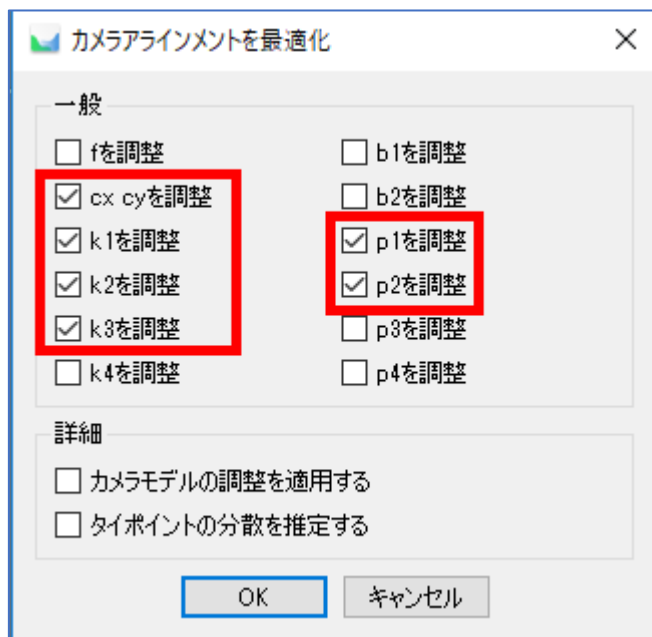


図 34 カメラアライメントを最適化

4-6 カメラアライメント終了後の位置精度チェック

作成されたモデルの位置精度を確認するために、座標データ画面から KLAU PPK を地上に静置して取得した検証点や TS で測定した GCP の値、もしくは既存の基準点のファイルなどを開きます。

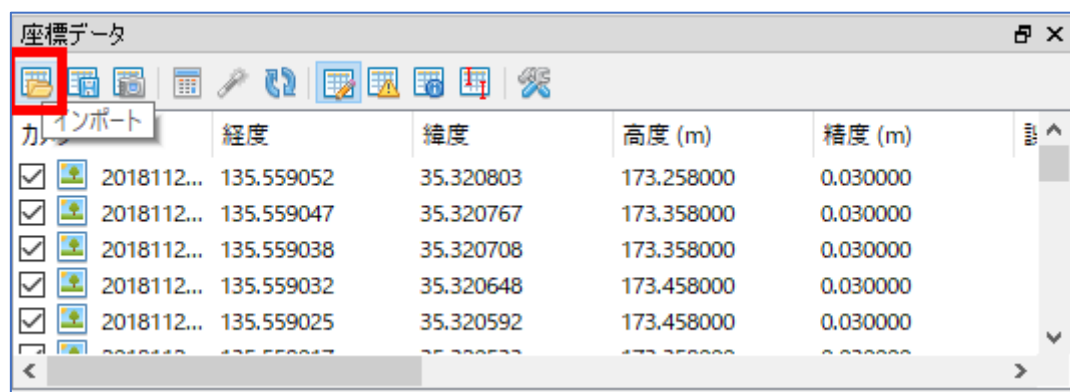


図 35 検証点のインポート

KLAU の検証点を利用する場合には、KLAU PPK-J Desktop で作成した検証点である「KLAU_Checkpoint.txt」をインポートします。

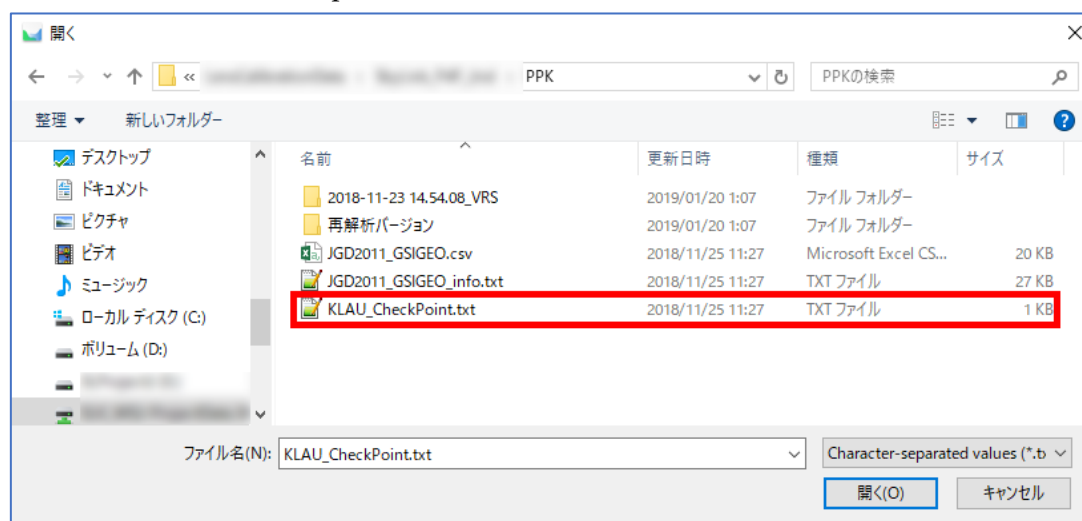


図 36 検証点ファイルの選択

「CSV をインポート」画面が表示されるので、座標系を設定し、区切りタイプで「コンマ」を選び、「列のインポートを開始」で「1」を入力してください。また、「列」の項目については、「ラベル」を「1」に、「東経」、「北緯」、「高度」をそれぞれ「3」、「2」、「4」に割り当てて OK をクリックしてください。それ以外の項目については、変更を加える必要はありません。

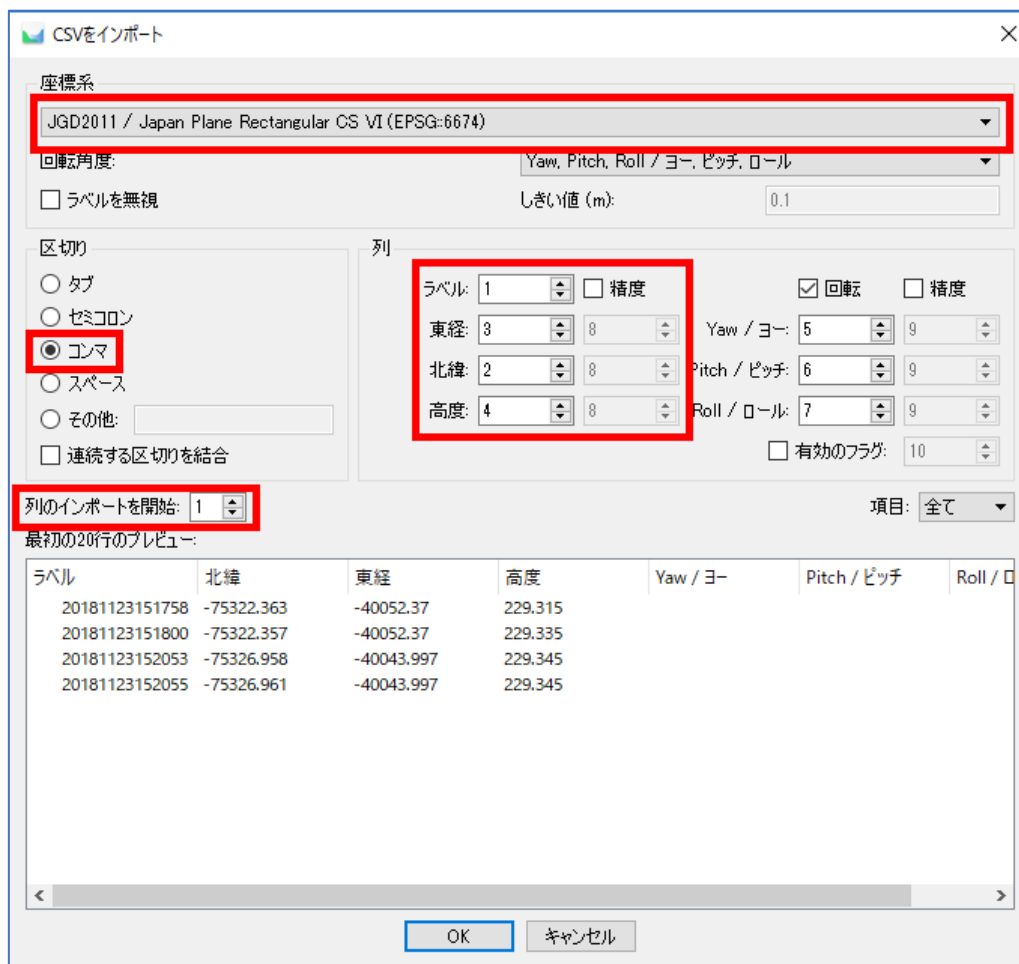


図 37 CSV をインポート

新しいマーカーを作成する問い合わせメッセージが表示されますので、「全てはい」をクリックして検証点を読み込んでください。

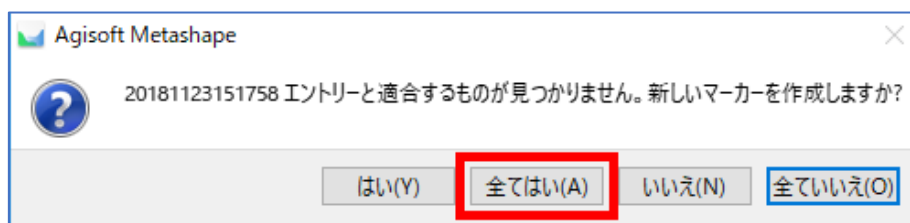


図 38 新しいマーカーを作成

通常の確認ポイントの設置手順で位置精度を検証し、目標とする精度が達成できているかを確認します。精度を確認するためには、マーカーを GCP 上に設置し、「エラー値を表示」アイコンをクリックします。この例では、Z 方向の位置の誤差が最大で 0.06 m (6 cm) 程度発生しています。

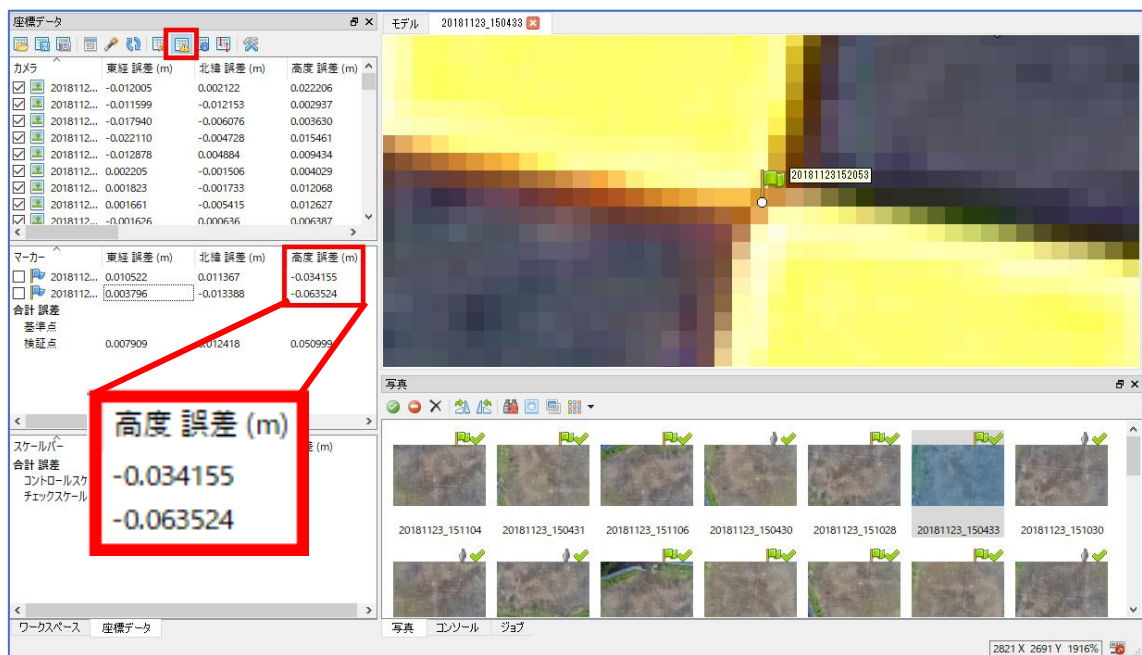


図 39 位置精度の確認

この値で精度が不十分であれば、確認ポイントの 1 つにチェックを入れ「カメラアライメントを最適化」画面を開きます。「4-5 カメラアライメントの最適化」でチェックした項目に加え、「f を調整」にもチェックを入れて OK ボタンをクリックします。カメラの焦点距離情報である f 値を調整することで、高さ情報の再調整を行います。

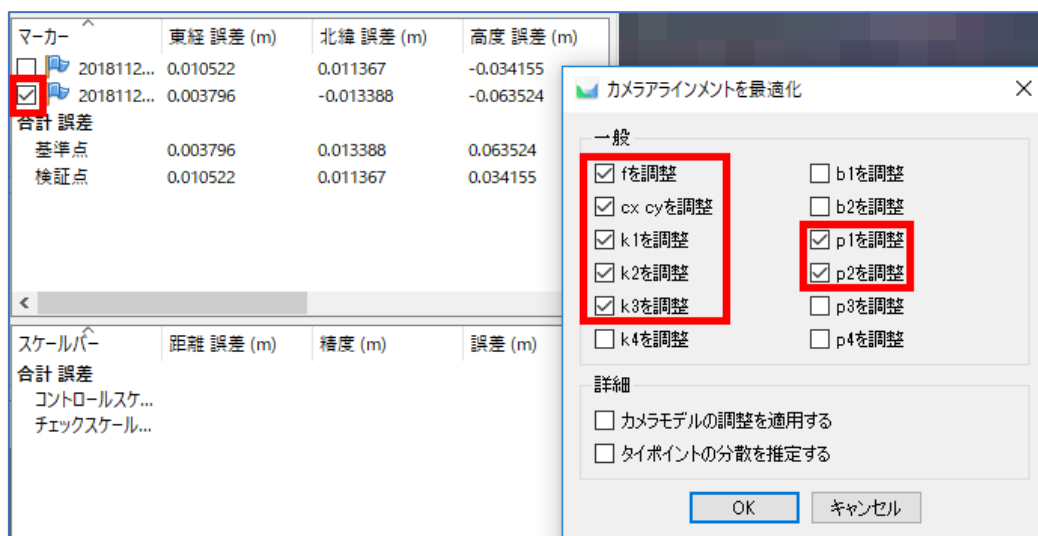


図 40 カメラ位置の再調整

処理結果を表示し、十分な精度が確保できたことを確認してください。これは、検証点を「調整点」として活用する手法になります。

マーカー	東経 誤差 (m)	北緯 誤差 (m)	高度 誤差 (m)
☐ 2018112...	0.009734	0.015112	0.030551
☒ 2018112...	0.002571	-0.008903	0.000387
合計 誤差			
基準点	0.002571	0.008903	0.000387
検証点	0.009734	0.015112	0.030551

図 41 位置精度の確認

以上で、Metashape を用いた設定は終了です。Metashape の通常の方法で、3 次元モデルやオルソモザイク画像の作成を行ってください。

発行：株式会社 GeoLink Japan

発行日：2019 年 5 月

住所：〒603-8053 京都市北区上賀茂岩ヶ垣内町 98-2-2F

この書類の著作権は株式会社 GeoLink Japan が保有しております。

当社の許可なしに転用転載改定を禁止いたします。

KLAU PPK, KLAU PPK-J Desktop は KLAU Geomatics の登録商標です。