

# ドローンを利用した次世代測量技術 スタートアップ ガイド

2017年度 空間情報科学 野外実験



筑波大学  
University of Tsukuba



# ドローンを利用した空撮測量とは

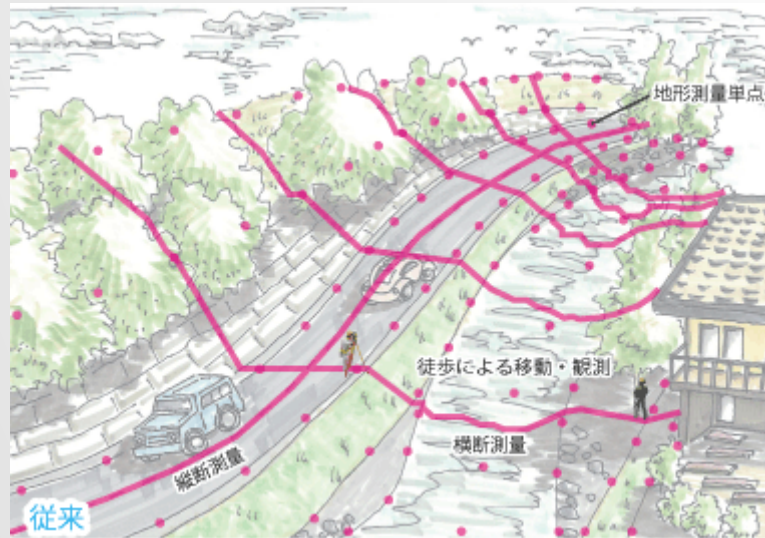
- ドローン空撮測量は、ドローンで低空飛行しながら連続撮影したデジカメ写真をもとに、画像解析を行い、三次元モデルを作成する技術です。

Click to play



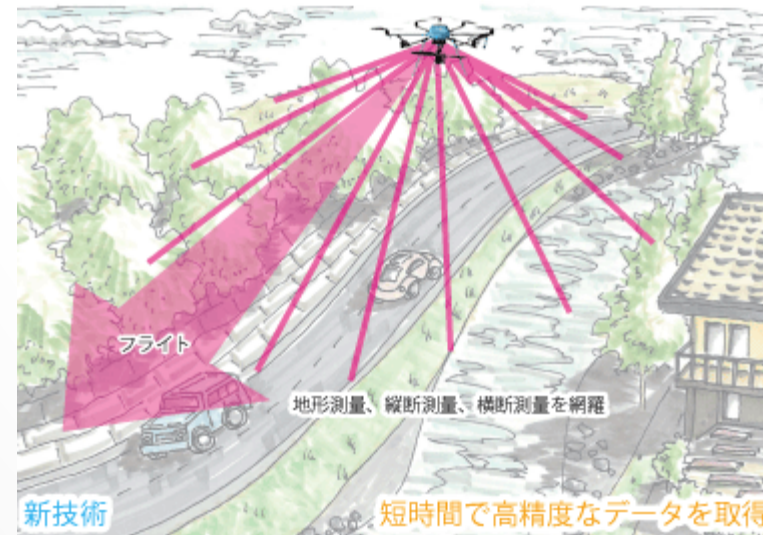
# 従来の測量との違い

## 従来の測量



- 道路進行方向の高さを一定間隔で観測する「縦断測量」、縦断測点の垂直方向に変化点の高さを観測する「横断測量」、調査対象地全域の単点を観測する「地形測量」を人力により実施。

## UAVによる測量技術



- ドローンは1度のフライトによる観測で、地形図、縦断図、横断図に必要な単点の位置及び標高の取得が可能。

# ドローンを利用した空撮測量のメリット

## 空中撮影の面

- 従来までの航空機や衛星画像を用いた航空写真測量と比べて、手軽に測量調査ができる。
- 斜面崩壊、地すべり現場、危険箇所など、立ち入り困難な箇所でも空撮ならスピーディな状況把握が可能。
- 地上からでは把握できない地形の全貌をその場で確認できる。人の目線では見落としがちな部分も、空からとらえることができる。

## 3次元データ化の面

- 3D地形モデルを作成することにより、机上であらゆる角度から地形の解析が行える。
- 任意の箇所の断面図を瞬時に出力することが可能。
- 現地GNSS測量と併用することにより、3D地形モデル全体に公共座標を持たせることができる。

# ドローンを利用した空撮測量の流れ

## 空撮の流れ

### Step1. 撮影計画

- 飛行禁止区域の確認
- ルート計画

### Step2. 現場準備

- GCPを平坦地で設置
- コンパス校正

### Step3. 飛行・撮影

- 自動飛行
- インターバル撮影

## 解析の流れ

### Step1. 解析準備

- 写真のアライメント
- 高密度（Dense）クラウド構築

### Step2. モデリング

- GCP基準点の設定
- テクスチャ構築

### Step3. 出力

- オルソフォト、DEM、DSM
- 点群データ、3Dモデル

# 実験で使用した解析設備

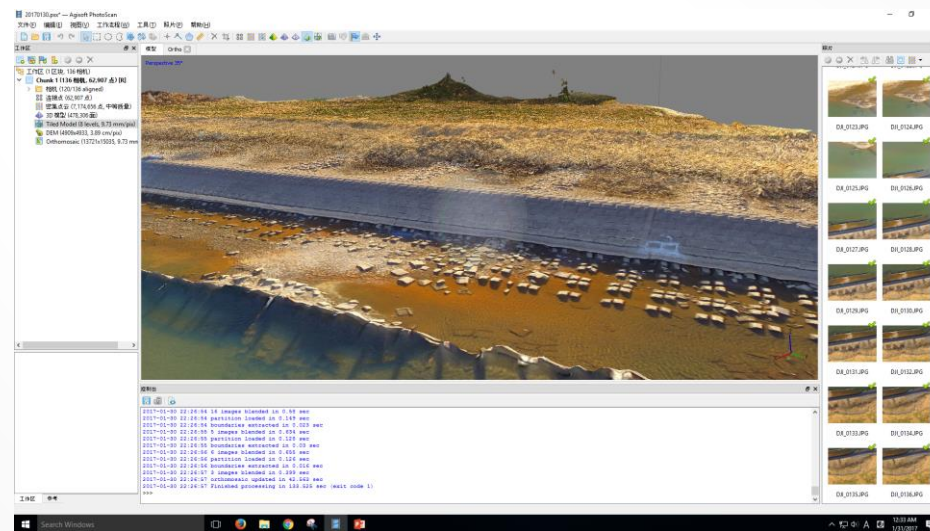
## PHANTOM3 PROFESSIONAL



- 4 Kカメラを持ち、世界中最もシェア率が高い無人航空機です。

詳しい紹介 : <https://www.dji.com/jp/phantom-3-pro>

## AGISOFT

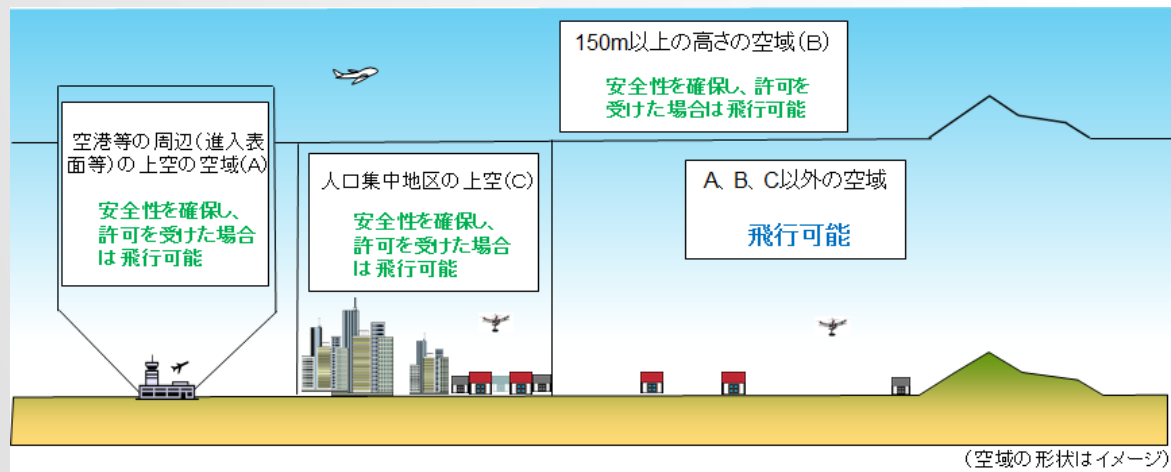


- Agisoftフォトスキャンは、複数枚の静止画からテクスチャポリゴンモデル、オルソフォトやDSMを自動生成する写真計測ソフトです。

詳しい紹介 : <http://www.agisoft.com/>

# 空撮STEP1：撮影計画

## 飛行禁止区域の確認



- 以下の (A) ~ (C) の空域のように、航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれのある空域や、落下した場合に地上の人などに危害を及ぼすおそれが高い空域において、無人航空機を飛行させる場合には、あらかじめ、国土交通大臣の許可を受ける必要がある。

資料出典：国土交通  
[http://www.mlit.go.jp/koku/koku\\_tk10\\_000003.html](http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html)

## ルート計画



- ドローンのフライトコントロールに対応した専用のソフトウェア (Litchi) を使い、撮影高度、写真撮影間隔、写真ラップ率等を考慮し、飛行ルートを地図上で計画する。

Soft Link : <https://flylitchi.com/hub>



# 空撮STEP2：現場準備

## GCPを平坦地で設置



- 作成される三次元モデルへ位置情報を付加するため、現地に地表基準点：GCPを設置する。GCPは、トータルステーションやGNSS測量器を用い、基準点測量を実施して座標（ $X, Y, Z$ ）を観測する。GCPは、複数の写真に写し込めるよう、配置する。

資料出典：  
<http://apeogiken.com/blog/?p=1577>  
<http://www.kajima.co.jp/news/press/201509/25c1-j.htm>

## コンパス校正

CLICK TO PLAY



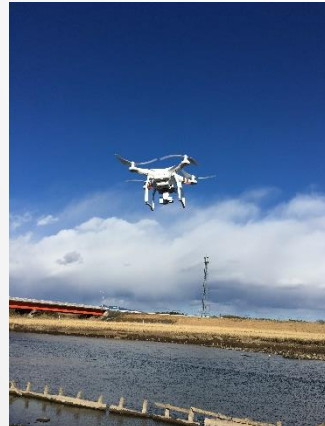
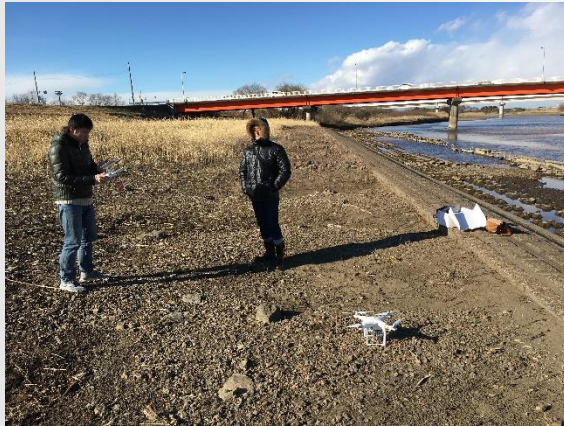
- コンパス校正もしくは、コンパスキャリブレーションと呼ばれている。コンパス校正をしないと各種センサーがうまく認識せず、動作が不安定になるので、コンパス校正は重要な準備作業です。

映像資料：<http://dration.com/phantom3-basick07> 8



# 空撮STEP3：飛行・撮影

## ・ 自動飛行



- ・ ドローンのフライトコントロールに対応した専用のソフトウェア（Litchi）を用い、地図上で計画した飛行ルートに従い、自動飛行を行い、写真を撮影する。

## ・ インターバル撮影



- ・ インターバル撮影とは、設定した一定の間隔で連続して写真を撮影する。例えば3秒ごとに30分間の飛行時間にシャッターを切ることです。（該当撮影モードはリモコンで設定する。）

# 飛行・撮影前の注意事項チェック①：

## コントローラーの準備

- 1. コントローラーのアンテナを立てる。
- 2. モバイル端末をコントローラーに固定（装着）する。
- 3. コントローラーとモバイル端末をUSBケーブルでつなぐ。

## 本体の準備

- 1. ジンバルの固定ホルダは外しておく。
- 2. マイクロSDカードがPHANTOM3本体に挿入されているか確認。
- 3. プロペラにヒビ（破損）が無いか、髪の毛等が絡まっていないか確認。

詳しいことはマニュアルを参照してください：

[http://download.dji-innovations.com/downloads/phantom\\_3/jp/Phantom\\_3\\_Professional\\_User\\_Manual\\_v1.0\\_jp.pdf](http://download.dji-innovations.com/downloads/phantom_3/jp/Phantom_3_Professional_User_Manual_v1.0_jp.pdf)

# 飛行・撮影前の注意事項チェック②：

## 電源を入れる

- 電源を入れる順番は「コントローラー⇒機体」の順で入れる。コントローラから先に入れることで、機体が誤動作することを防ぐ、大切なので必ず覚えておきましょう。
- 1. コントローラーの電源を入れる。
- 2. 機体の電源を入れる。

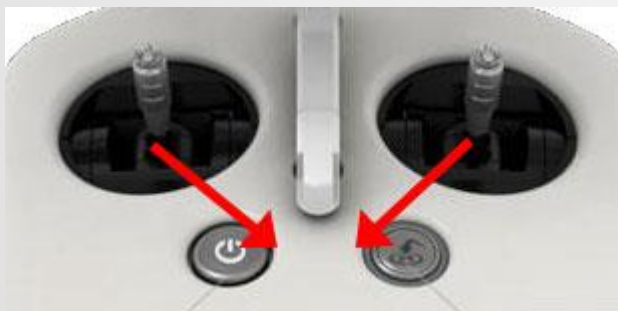
## コンパスキャリブレーションを行う

- 1. DJIアプリ内の中央上部のシステム状態をタップ、「CompassCalibration（コンパス更生）」をタップ。
- 2. 機体を水平に持ち上げて360度回転する、機体のインジケーターが緑色に点灯すると成功、赤色の場合には、再度トライしてください。
- 3. 次は機体を横向きに持って360度回転し、機体のインジケーターが緑色に点灯すると成功。（P7.の映像に参考）

# 飛行・撮影前の注意事項チェック③：

## 離陸の仕方： 手動離陸

- 1. 機体のインジケーターが緑色、アプリ画面の上部にGPS信号安定性が表示されていることを確認（GPSの確認）。
- 2. スティックを逆八の字に入れてモーターをオンにし、モーターが始動したらスティックを離して元に戻す（モーター始動）。
- 3. 左スティックを上方向に押して機体を上昇させ、スティックを離すとホバリング状態に入る。



## 離陸の仕方： 自動着陸

- 1. 機体のインジケーターが緑色に点灯、フライトモード「P」で使用できる。
- 2. アプリから「自動離陸ボタン」をタップする。



# 飛行・撮影前の注意事項チェック④：

## 着陸の仕方： 手動ランディング

- 1. 左スティックを下に入れ続ける、このとき出来るだけゆっくりと地面に着陸するように気をつけましょう。
- 2. 手の届く範囲で機体をホバリングさせる。最初は機体を動かして近づけるのは難しいので、ホバリングさせた機体に自分から近づくようにする。
- 3. 機体のスキッドを右手でつかんで、左手で左スティックを下に入れて、モーターをオフにします。



## 着陸の仕方： 自動着陸

- 1. 機体のインジケーターが緑色に点灯、フライトモード「P」のときに使用できる。
- 2. アプリから「自動着陸ボタン」をタップする。



# 飛行・撮影前の注意事項チェック⑤：

## モーターをオフにする

- エンジンを入れた方法と同じように逆八の字にスティックを入れるとモーターが停止する。

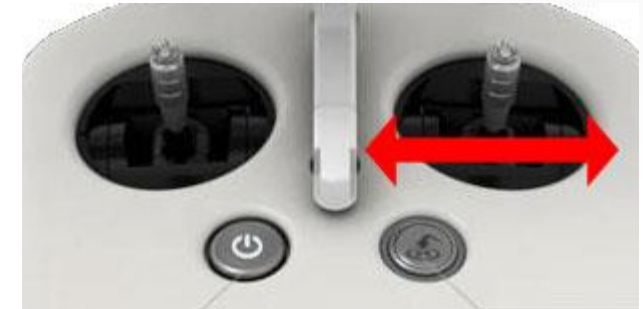


## 基本の飛行操作

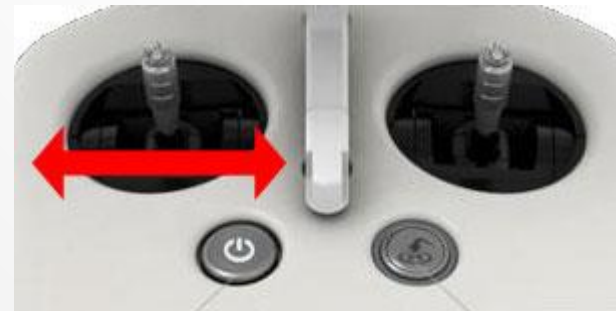
- 前進・後退（エレベーター）



- 左右移動（エルロン）



- 旋回（ラダー）

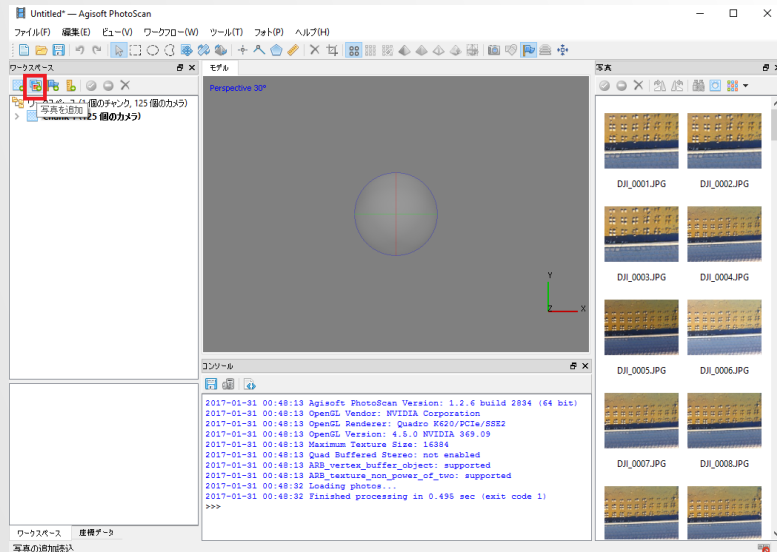


- 上昇・下降（スロットル）



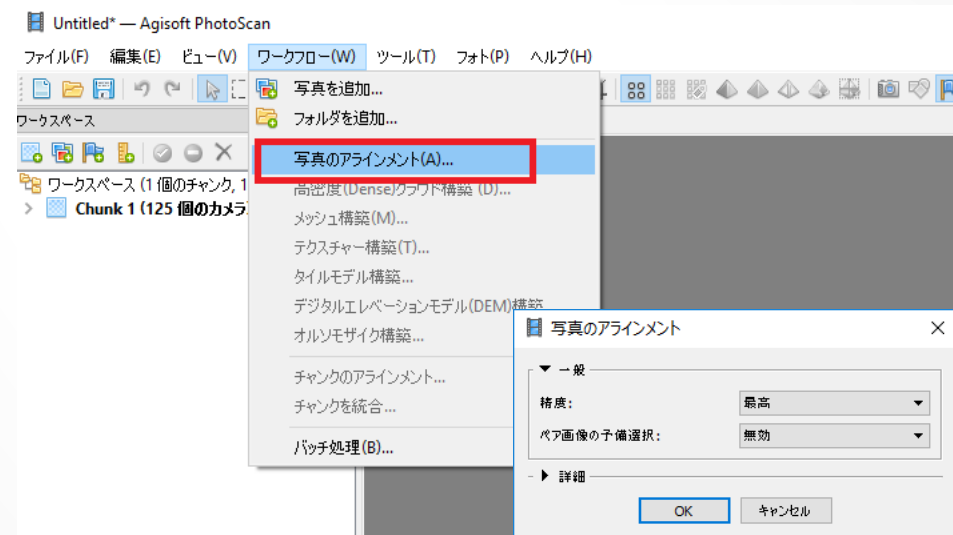
# 解析STEP 1：解析準備

## 1. 写真を追加



- ワークスペースの上に「写真の追加」をクリックすると、SDカードからコピーした写真を追加する。
- 俯瞰の視角で撮影する写真のみを追加してください。

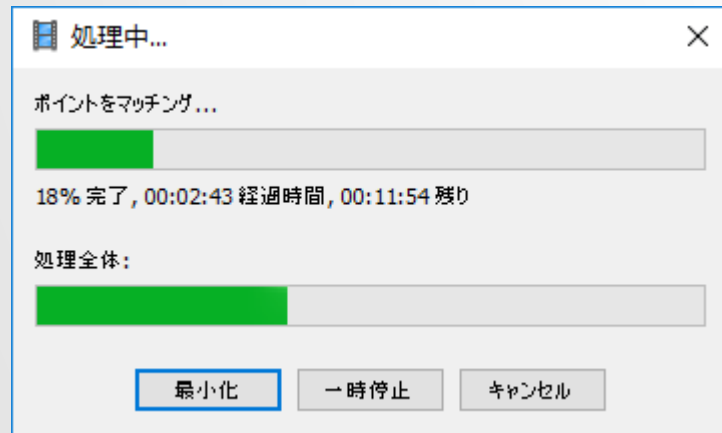
## 2. 写真のアライメント



- ワークフローを開き、「写真のアライメント」をクリックする。このステップでは、写真の位置と方向を決める。
- 精度の値を選択することができる。

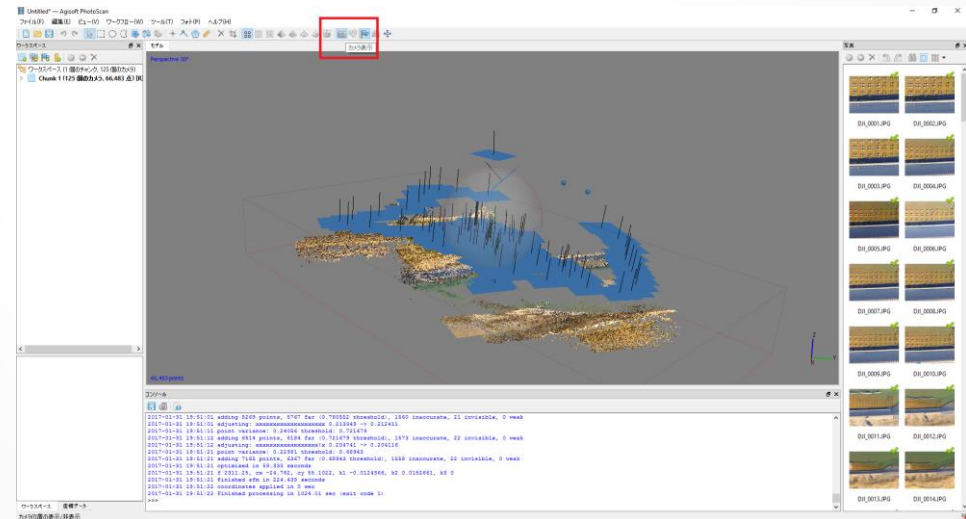
# 解析STEP 1 : 解析準備

## 2. 写真のアライメント



- 「OK」とすると読み込んだ写真のポイント（特徴点）を自動的に検出する。
- 各写真毎に検出したポイントを全ての写真のポイントとマッチングする。
- ポントのマッチングが完了するとカメラ位置の計算を行う。

## 3. 荒い点群の表示

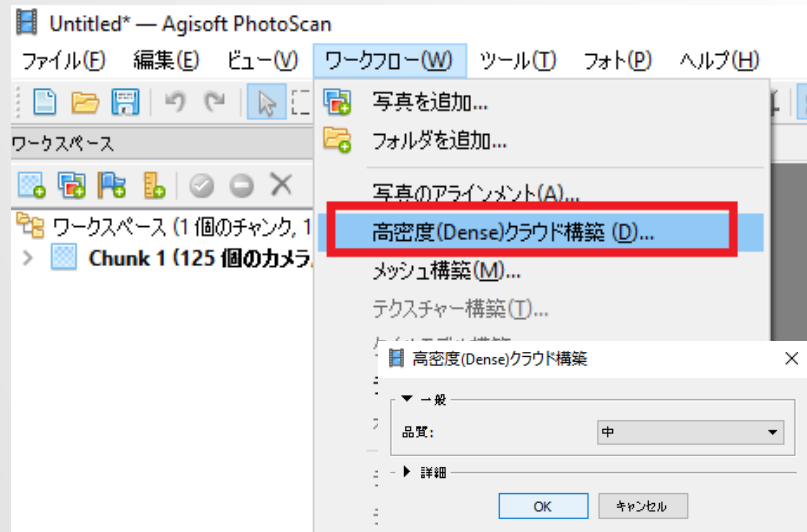


- カメラ位置の計算が完了するとモデルのエリアに荒い点群が表示される。
- 荒い点群はマウスで拡大縮小に回転できる。
- カメラ表示のアイコンで青い四角（カメラ位置）を表示させたり、非表示にすることができる。



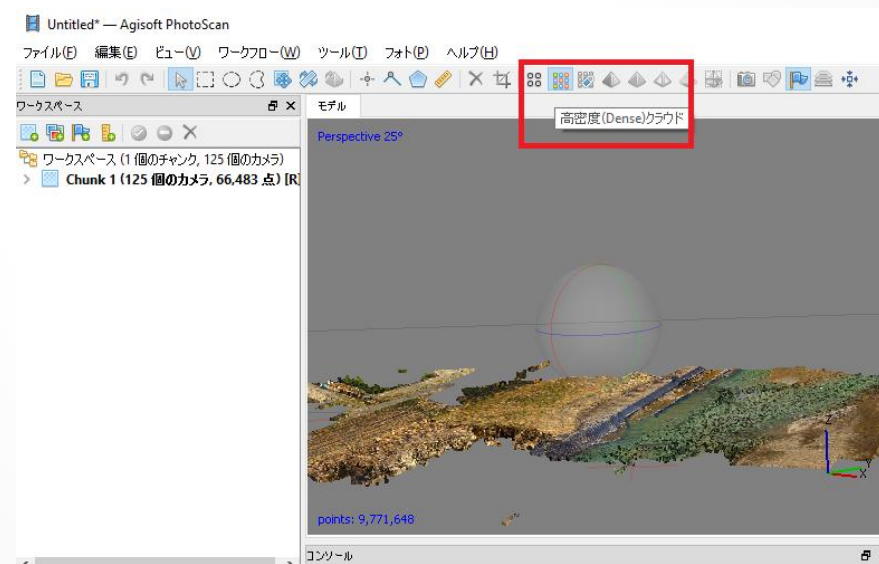
# 解析STEP 1：解析準備

## 4. 高密度（DENSE）クラウド構築



- 「高密度（Dense）クラウド構築」をクリックすると精度の選択が表示する。
- 「OK」をクリックすると写真を読み込んで、細かい点群データを算出する。

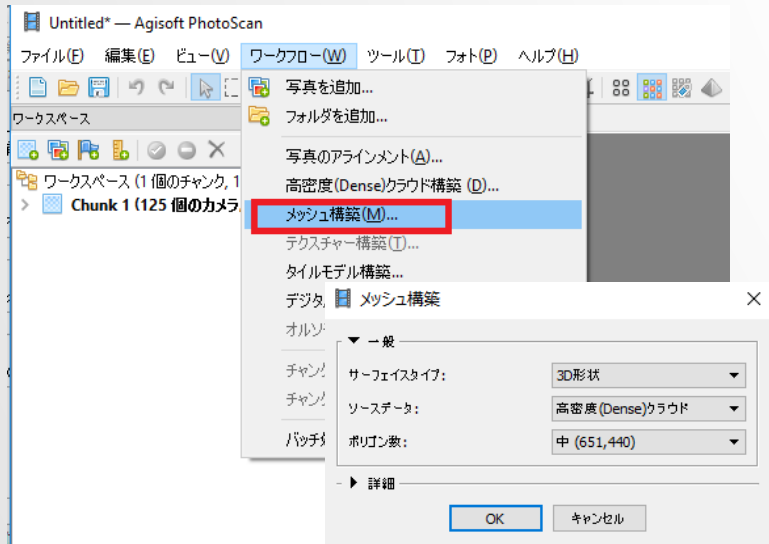
## 5. 高密度クラウドポイント点群の表示



- 終わると高密度（Dense）クラウドのアイコンがアクティブになる。
- クリックするとモデルのエリアに細かな点群データが表示される。

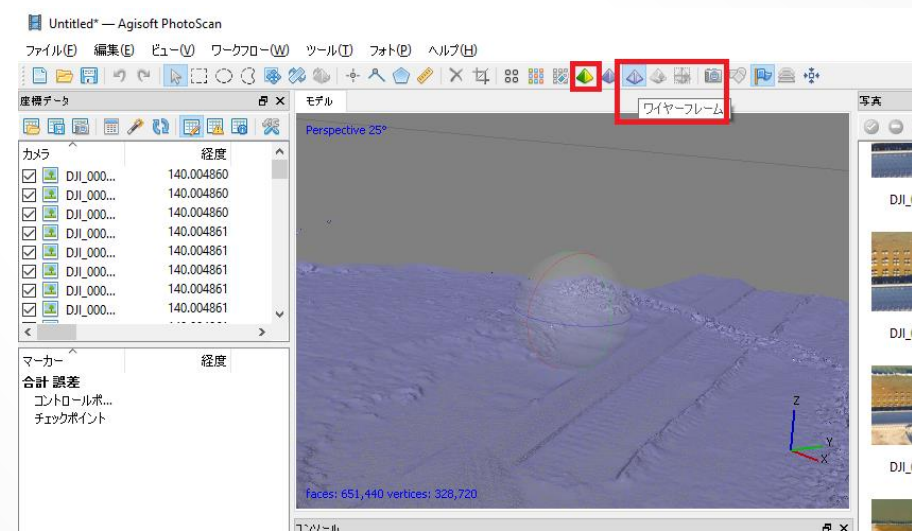
# 解析STEP 1 : 解析準備

## 6. メッシュ構築



- 「メッシュ構築」をクリックすると精度の選択が表示する。
- 「OK」をクリックすると写真を読み込んで、メッシュデータを算出する。

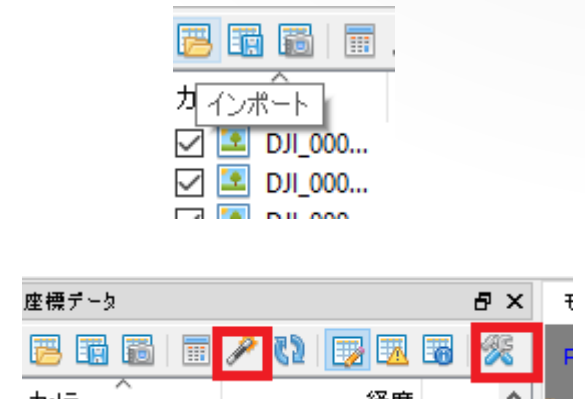
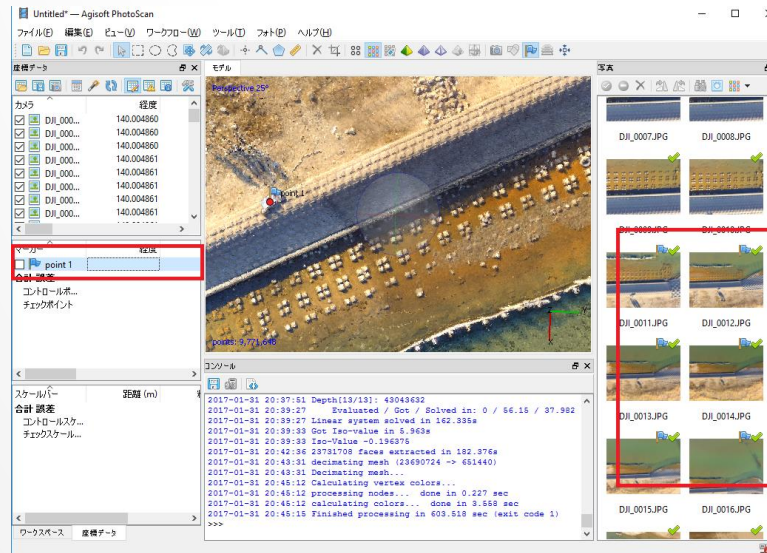
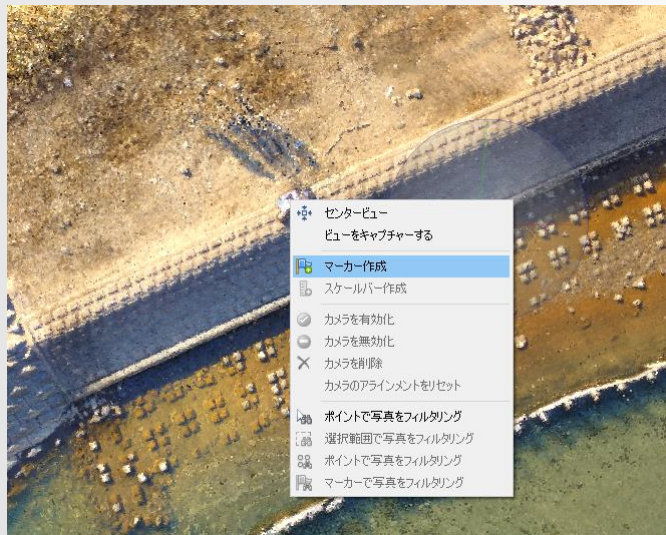
## 7. メッシュの表示



- 終わるとメッシュのアイコンがアクティブになる。
- クリックするとモデルのエリアにメッシュデータが表示される。

# 解析STEP 2 : モデリング

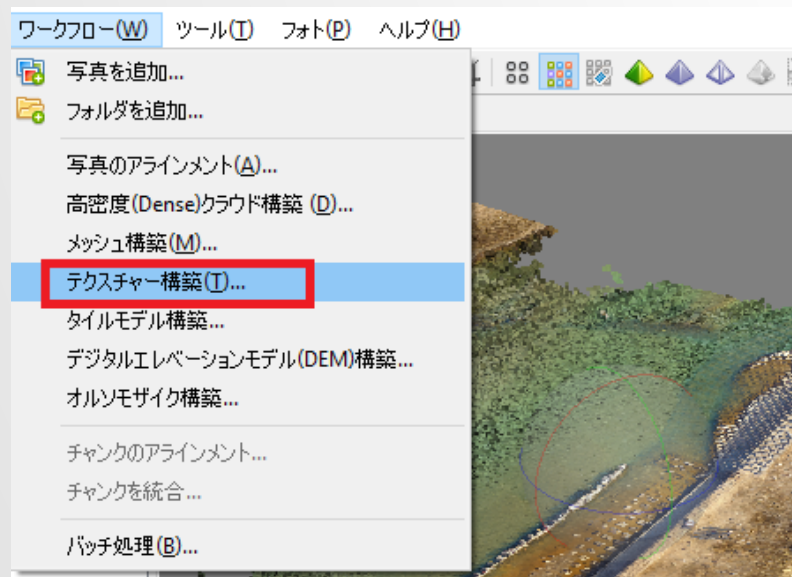
## 8. GCPの設置



- 「GCP基準点」のところを右クリックすると「マーカー作成」の選択が表示する。
- クリックすると基準点ポイントを追加する。
- GCP基準点を平均的に調査地域に設置することが良い。
- 右フラグ付きの写真をクリックすると基準マーカーを映る写真を表示する。
- 各写真を開き、マーカーの位置を調整する。
- インポートボタンで座標情報を入力する。
- 「座標設定」をクリックする座標情報を選択する。
- 「カメラの最適化」を実行する。

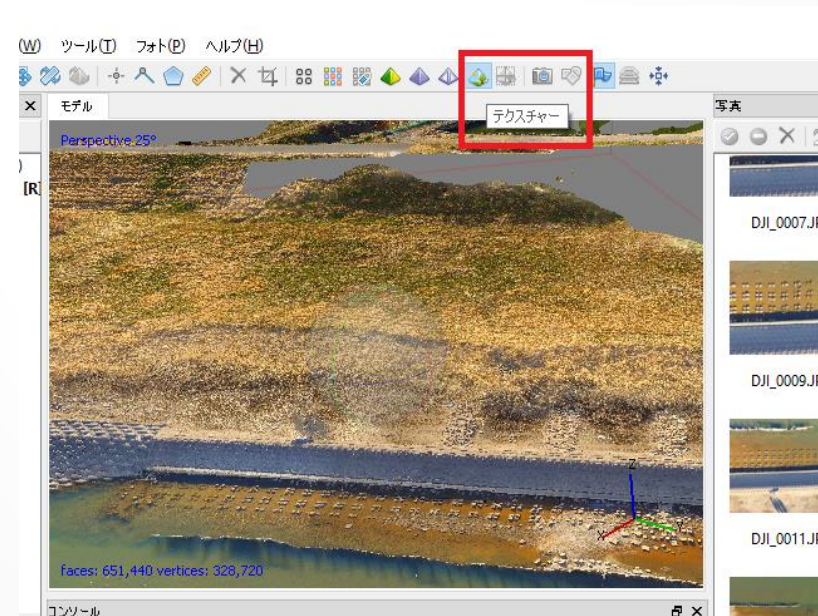
# 解析STEP 2 : モデリング

## 9. テクスチャー構築



- 「テクスチャー構築」をクリックするとモード情報の選択を表示する。
- 「OK」をクリックすると写真を読み込んで、写真をモデルに貼付。

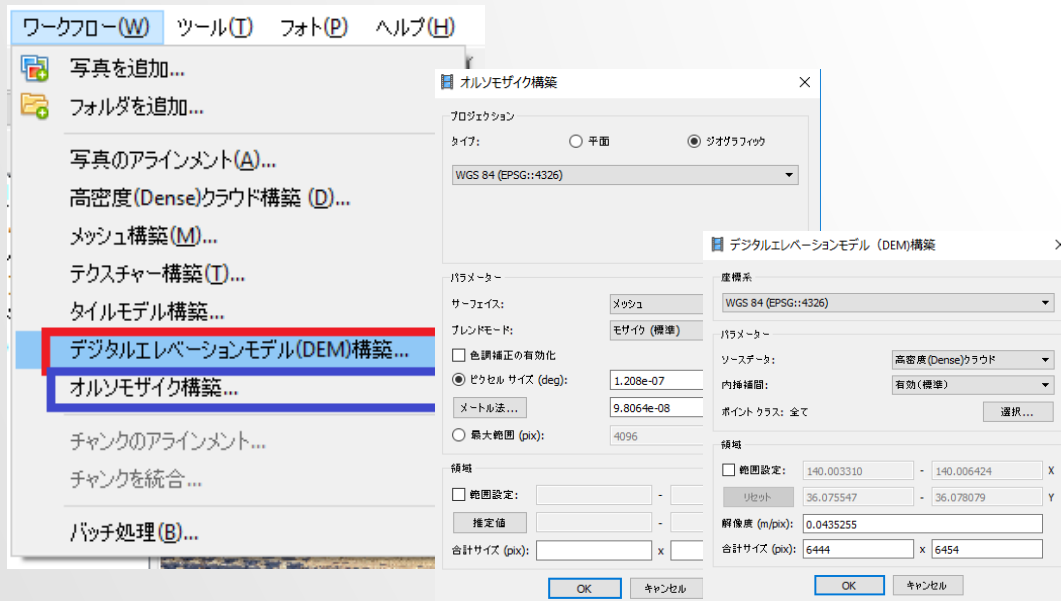
## 10. テクスチャーモデルの表示



- Texture Atlasをパラメーター化し、色調補正計算をする。
- 全てが終了するとテクスチャーのアイコンがアクティブになる。

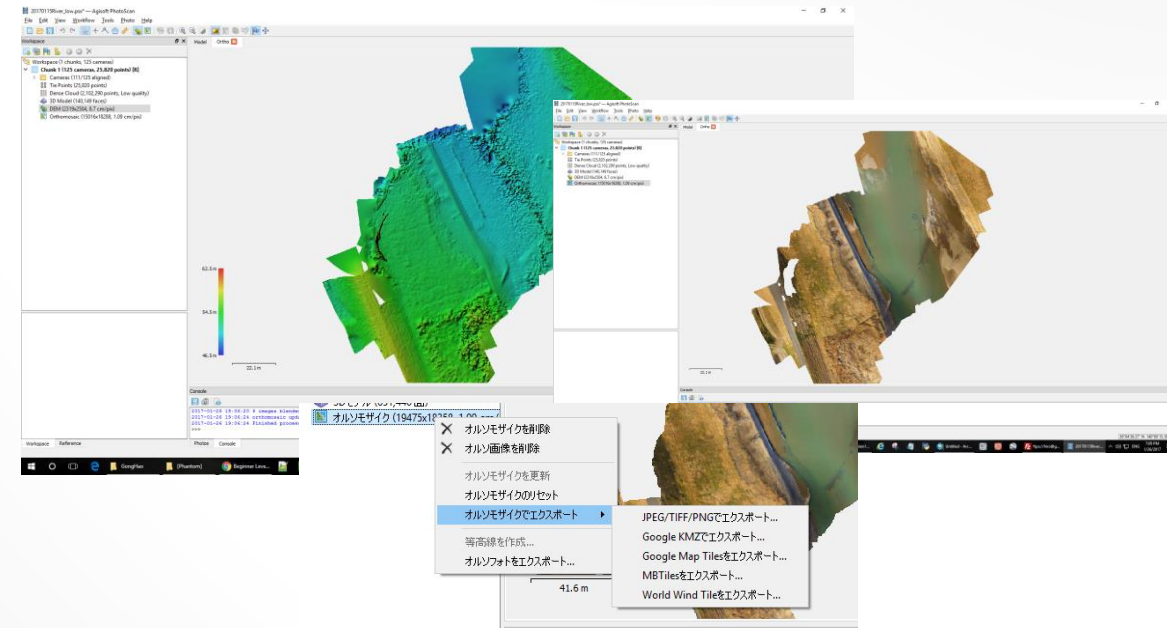
# 解析STEP 3 : 出力

## 1 1. オルソフォト、DEM、DSM



- 「デジタルエレベーションモデル構築」をクリックすると情報選択を表示し、必要な情報を入力するDEM、DEMが計算できる。
- 「オルソモザイク構築」をクリックするとオルソマップを計算できる。

## 1 2. オルソフォト、DEM、DSMの出力

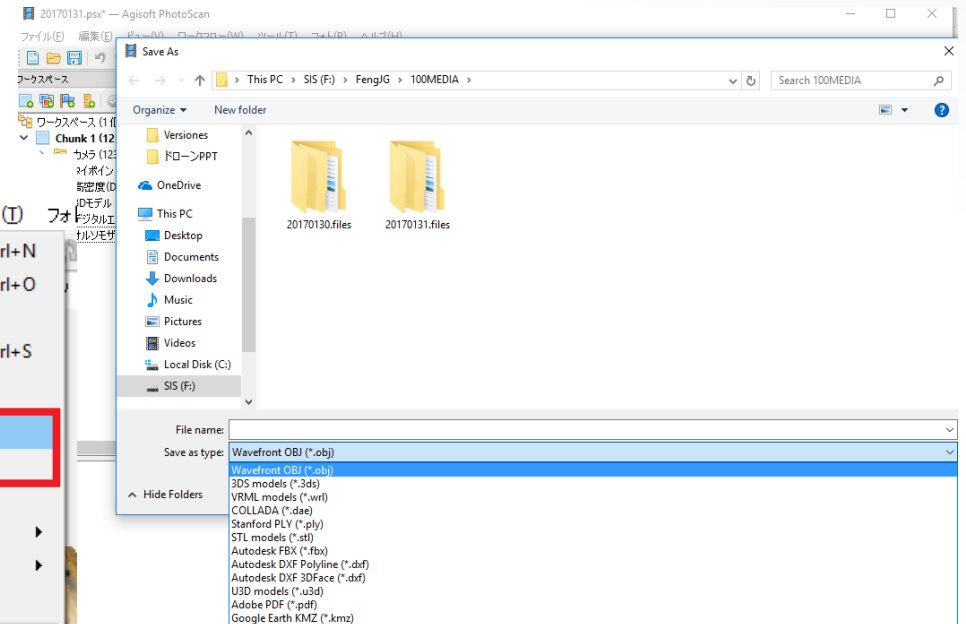
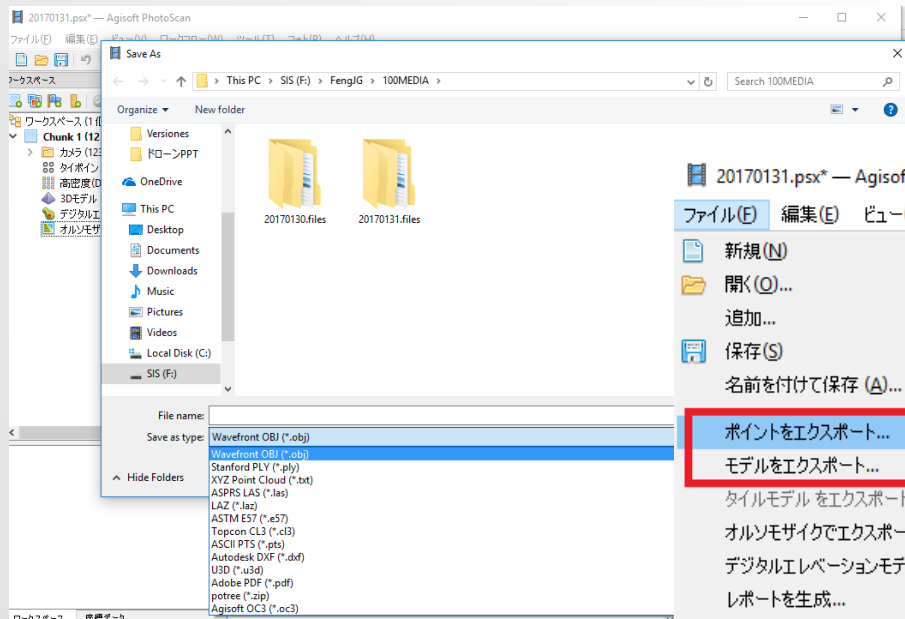


- 「Workspace」をクリックすると計算結果を表示する。
- 結果を右クリックすると計算結果をエクスポートできる。

# 解析STEP 3 : 出力

## 13. ポイントをエクスポート

## 14. モデルをエクスポート



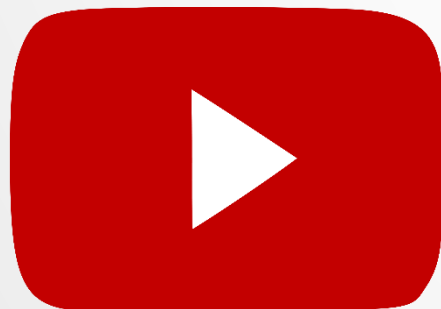
- 「ファイル」を開き、「ポイントをエクスポート」をクリックするとファイル形式を選択し、様々な形式でエクスポートできる。

- 「ファイル」を開き、「モデルをエクスポート」をクリックするとファイル形式を選択し、様々な形式でエクスポートできる。

# まとめ

ご興味がある方はご覧ください

CLICK TO PLAY



## 学習の参考資料

Agisoftホームページ :

<http://www.agisoft.com/>

Agisoftの使い方 :

<https://www.youtube.com/watch?v=1iYtjLlm8eI>

ドローンの飛ばし方 :

[https://www.youtube.com/watch?v=rcYkd\\_NN3HY](https://www.youtube.com/watch?v=rcYkd_NN3HY)

DJI Phantom 3 Professional ユーザーマニュアル :

[http://download.dji-innovations.com/downloads/phantom\\_3/jp/Phantom\\_3\\_Professional\\_User\\_Manual\\_v1.0\\_jp.pdf](http://download.dji-innovations.com/downloads/phantom_3/jp/Phantom_3_Professional_User_Manual_v1.0_jp.pdf)