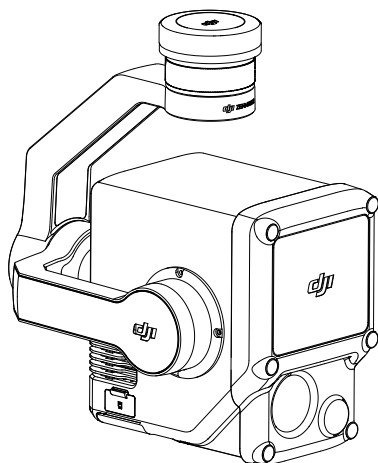


ZENMUSE L1

ユーザーマニュアル v1.2

2021年9月



キーワードの検索

「バッテリー」や「取り付け」などのキーワードを検索して、トピックを探します。Adobe Acrobat Readerを使用して本書をお読みの場合、WindowsではCtrl+F、MacではCommand+Fを押して検索を開始できます。

トピックへの移動

目次のトピック一覧をご覧ください。トピックをクリックすると、そのセクションに移動します。

本書の印刷

本書は高解像度印刷に対応しています。

本マニュアルの使用方法

凡例

⚠ 重要

💡 ヒントとコツ

📖 参考

注意

1. L1は精密機器です。L1を落下させないよう取り扱いに注意してください。
2. 高精度の点群データが必要な場合、霧や雨天などの視界が悪い状況でL1を使用しないでください。そのような状況で使用した場合、検知範囲が狭くなり、点群ノイズが発生する場合があります。
3. L1の光学ウィンドウには触れないでください。光学ウィンドウのほこりや汚れは性能に悪影響を及ぼす可能性があります。光学ウィンドウを適切にお手入れするには、圧縮空気または湿らせたレンズクロスを使用してください。光学ウィンドウのお手入れ方法の詳細については、[保管、移動、および保守](#)セクションを参照してください。
4. レンズの表面を手で触れないようにしてください。鋭利な物でレンズの表面を引っかくことのないよう注意してください。画質に影響を及ぼす恐れがあります。柔らかく乾燥した、清潔な布でカメラレンズの表面をきれいにします。RGBマッピングカメラまたは補助測位ビジョンセンサーのお手入れや保守に、アルコール／ベンゼン／シンナー、その他の可燃性物質やアルカリ性洗剤を含むものを使用しないでください。
5. 使用していないときには、L1を収納ケースに保管し、周囲の過度な湿度が原因でレンズに曇りが生じるのを防ぐため必要に応じて乾燥剤を交換します。レンズが曇ったときには、機器の電源を入れてしばらく待つと、通常水蒸気となって消えます。L1は、相対湿度が40%未満で、気温が20±5°Cの環境で保管することをお勧めします。
6. 本製品を直射日光の当たる場所、換気の悪い場所、ヒーターなどの熱源のそばに置かないでください。
7. 本製品の電源オン／オフを繰り返さないでください。電源をオフしたときには、次に電源オンするまで少なくとも30秒間待ってください。製品寿命に影響を及ぼす恐れがあります。
8. 安定したラボ環境下で、L1はIEC 60529規格のIP54保護等級を達成しています。この保護等級は、永久的に有効というわけではなく、時間の経過とともに劣化する場合があります。
9. ジンバルの表面またはポートに液体がないことを確認します。
10. ジンバルが機体にしっかり取り付けられ、microSDカードスロットのカバーが適切に閉じられていることを確認します。
11. microSDカードスロットのカバーを開ける前にジンバルの表面が乾いていることを確認します。
12. 写真撮影または動画録画中にmicroSDカードの抜き差しを行わないでください。

目次

本マニュアルの使用方法	3
凡例	3
注意	3
目次	4
製品の特徴	5
はじめに	5
概要	5
取り付け	5
対応機体	5
機体への取り付け	5
送信機の操作	7
DJI Pilotアプリの操作	8
基本機能	8
点群記録ビュー	9
点群モデル プレビュー	10
フィールドデータの収集	11
準備	11
カメラパラメーター設定	11
マッピングミッション	11
飛行帯ミッション	12
地形フォロー	13
マニュアルフライト	14
点群データファイルの説明	15
基地局衛星データの取得	15
オフィスデータ処理	17
DJI Terraのダウンロード	17
再構築の手順	17
LiDAR点群の説明	18
非反復スキャン方式	18
反復スキャンパターン	19
メンテナンス	20
ログのエクスポート	20
ファームウェア更新	20
Zenmuse L1のキャリブレーション	21
保管、移動、および保守	22
仕様	23

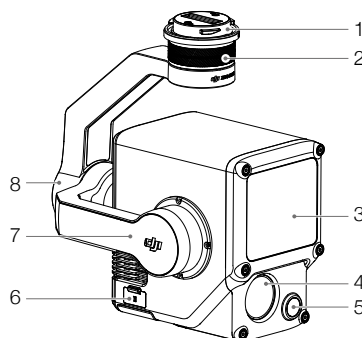
製品の特徴

はじめに

ZENMUSE™ L1は、LIVOX™製のLiDARモジュール、高精度IMU、およびRGBマッピングカメラを3軸ジンバルスタビライザーに統合しています。L1は、互換性のあるDJI製の対応機体およびDJI TERRA™と併用すると、1日中リアルタイムの3Dデータを提供し、複雑な構造でも効率的に詳細までキャプチャーして、高精度の再構築モデルを生成する完璧なソリューションを実現します。

概要

1. ジンバルコネクター
2. パン軸モーター
3. LiDARセンサー
4. RGBマッピングカメラ
5. 補助測位ビジョンセンサー
6. microSDカードスロット
7. チルト軸モーター
8. ロール軸モーター



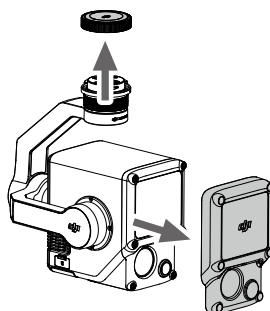
取り付け

対応機体

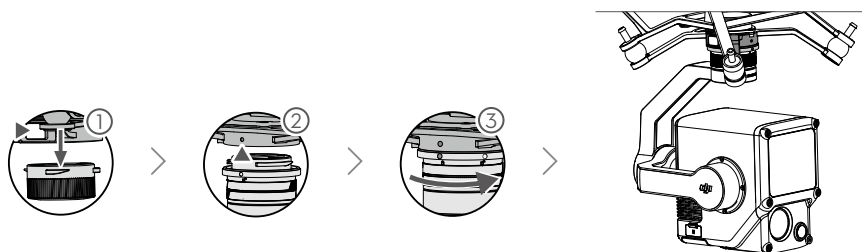
MATRICE™ 300 RTK

機体への取り付け

1. ジンバルキャップとレンズ プロテクターを取り外します。



2. 機体のボタンを押して、ジンバル&カメラを取り外します。機体のジンバルキャップを回して取り外します。
3. ジンバル上の白い点と機体上の赤い点を合わせて、ジンバルを挿入します。
4. 赤い点の位置が合うように、ジンバルロックをロック位置まで回します。

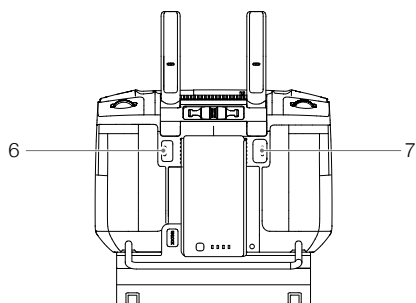
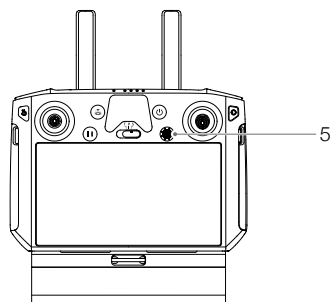
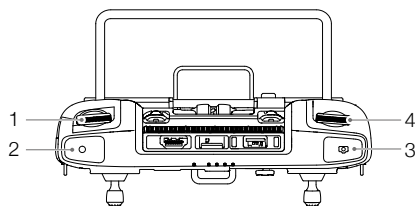


- ⚠
- 取り付けるときは、機体のジンバルコネクターが正しく配置されていることを確認してください。そうでない場合、L1を取り付けることができません。
 - 必ず機体の電源を切った後に、L1を取り外してください。
 - 機体側でジンバル&カメラを取り外すボタンを押して、L1を取り外してください。
 - 使用中または移動中にほこりや湿気が入らないように、microSDカードスロットのカバーがしっかりと取り付けられていることを確認してください。microSDカードのスロットカバーを閉め忘れた場合、使用中にジンバルモーターが過負荷になることがあります。
 - 火傷を防ぐため、電源を入れるときはカメラケースに直接触れないでください。
 - 輸送時または収納時はジンバルを機体から取り外しておいてください。ジンバルダンパーの寿命が短くなったり、破損したりするおそれがあります。

送信機の実操作

以下の例では、Matrice 300 RTK 送信機を使用しています。左ダイヤルでジンバルのチルトを調整し、右ダイヤルでパンを調整します。シャッターボタンを押すと写真を撮影し、録画ボタンを押すと動画撮影を開始します。5D ボタンを切り替えて、EV 値を調整します。カスタムボタン C1 を使用してジンバルを再センタリングし、カスタムボタン C2 を使用してメイン画面と補助画面を切り替えることができます。

1. 左ダイヤル
回して、ジンバルのチルトを調整します。
2. 録画ボタン
押すと、録画が開始/停止されます。
3. シャッターボタン
押すと、写真を撮影します。写真モードは、DJI Pilotでシングルまたはインターバルに設定できます。シングル写真は、動画録画中でも撮影できます。
4. 右ダイヤル
回して、ジンバルのパンを調整します。
5. 5D ボタン
デフォルトでの設定は以下のとおりです。
設定はDJI Pilotで変更できます。
左：EV値を減らす
右：EV値を増やす
6. カスタムボタンC2
デフォルト時の機能では、メイン画面と補助画面を切り替えます。このボタンの機能は、DJI Pilotでカスタマイズできます。
7. カスタムボタンC1
デフォルト時の機能では、ジンバルを再センタリングします。このボタンの機能は、DJI Pilotでカスタマイズできます。

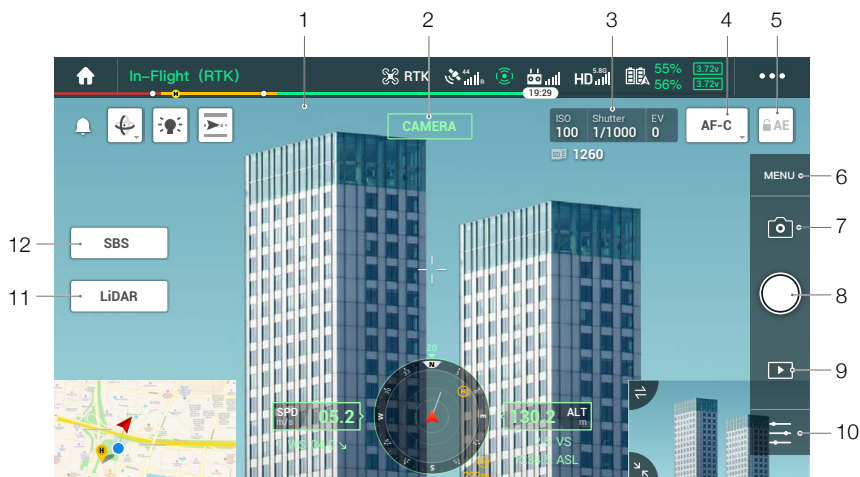


DJI Pilotアプリの操作

タッチ画面で、写真撮影、動画撮影、再生の確認ができます。DJI Pilotアプリで飛行ミッションを作成して、点群データを記録できます。

基本機能

タッチ画面では、HDライブビューを表示でき、カメラパラメーターを設定したりできます。



インターフェースの更新が必要な場合があります。必ず最新のファームウェアに更新してください。

1. ライブHD動画
現在のカメラビューを表示します。
2. カメラタイプ
カメラビュー、点群ビュー、Side-by-side（SBS：2画面並列）ビューなどの現在のカメラタイプを表示します。
3. カメラパラメーター
現在のカメラパラメーターを表示します。
4. フォーカスモード
タップして、MF、AF-C、AF-Sのフォーカスモードを切り替えます。
5. オート露出（AE）ロック
タップして露出値をロックします。
6. カメラ設定
タップすると、写真や動画の設定に入ります。📷をタップすると、写真設定で写真モードや画像形式などを設定できます。🎬をタップすると、動画設定で動画のサイズや形式などを設定できます。📍をタップすると、点群設定で設定を行えます。🔊をタップすると、動画の字幕、グリッド、スマートLEDを設定できます。設定は、カメラのモデルによって異なる場合があります。
7. 録画モード（シャッター／動画撮影／点群記録）
タップすると、写真モード、動画モード、点群記録モードを切り替えます。

8. 撮影ボタン（シャッター／動画撮影／点群記録）

タップして写真を撮影したり、動画撮影や点群データの記録を開始／停止したりします。送信機のシャッターボタンや録画ボタンで、写真を撮影したり、動画を撮影したりすることもできます。

9. 再生

タップすると、再生画面に入り、撮影した写真や動画をすぐにプレビューできます。

10. パラメーター設定

タップすると、ISO／シャッター／露出値／その他のパラメーターを設定します。

11. カメラ／点群の切り替え

タップすると、メイン画面をカメラビューまたは点群ビューに切り替えます。

12. シングル／デュアル表示切替ボタン

タップして、メイン画面をシングル（1画面）表示またはデュアル表示（2画面）に切り替えます。

点群記録ビュー



13. IMUキャリブレーションボタン

タップすると、IMUキャリブレーションを実行し、LiDARの慣性航法システムをキャリブレーションして再構築の精度を高めます。[停止]をタップすると、IMUキャリブレーションが停止します。IMUキャリブレーションは、飛行開始時と終了時の両方で実行する必要があります。開始点と終了点の半径30 m以内に障害物がないことを確認してください。

14. カラーパレット

タップすると、反射率、高さ、距離、RGBなどのレンダリングモードを選択します。

15. モデルプレビューボタン

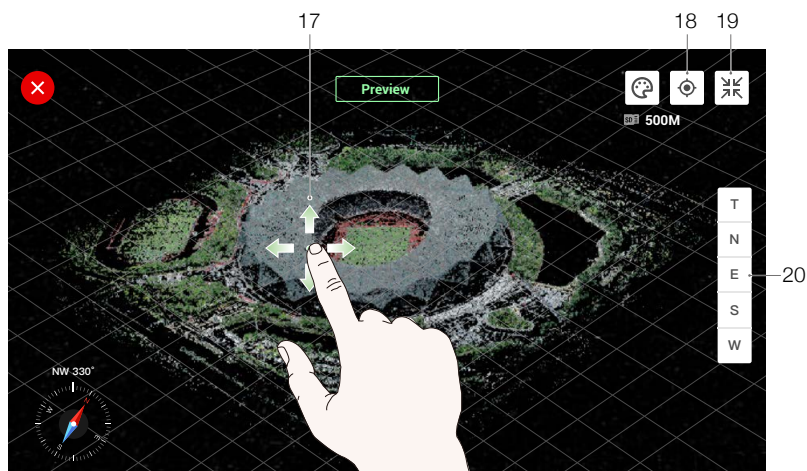
詳細については、[点群モデル プレビュー](#)のセクションを参照してください。

16. 一時停止ボタン

タップすると、点群記録を一時停止し、もう一度タップすると再開します。

点群モデル プレビュー

タップすると、現在の点群モデルを様々な視点から表示できます。



17. 1本の指で点群モデルをドラッグします。また、2本の指で点群モデルを回転したり、ズームイン/ズームアウトしたりします。

18. [X]をタップすると、機体の下方の点群モデルを表示します。

19. [500M]をタップすると、点群モデルが中央に再配置され、ズームイン/ズームアウトするとモデル全体が表示されます。

20. 各ボタンをタップすると、その方向から点群モデルを表示します。（T：上、N：北、E：東、S：南、W：西）

フィールドデータの収集

DJI Pilotで点群データを記録する飛行ミッションを作成し、記録したデータをDJI Terraにインポートし、高精度モデルを再構築することができます。

準備

1. 機体にL1が正しく取り付けられ、電源を入れた後に機体と送信機がリンク済みであることを確認してください。
2. DJI Pilotのカメラビューを開き、●●●を選択し、RTKを選択して、RTKサービスタイプを選びます。RTKの測位と向きの両方のステータスが「FIX」と表示されていることを確認してください。ネットワークまたは送信機の動画伝送信号が弱い場合のデータ処理の詳細については、[基地局衛星データの取得](#)のセクションを参照してください。
3. データ記録を開始する前に、電源を入れて3～5分間ほどL1をウォーミングアップすることをおすすめします。ペイロードINS IMUがウォームアップされたことを示すプロンプトがアプリに表示されるまでお待ちください。

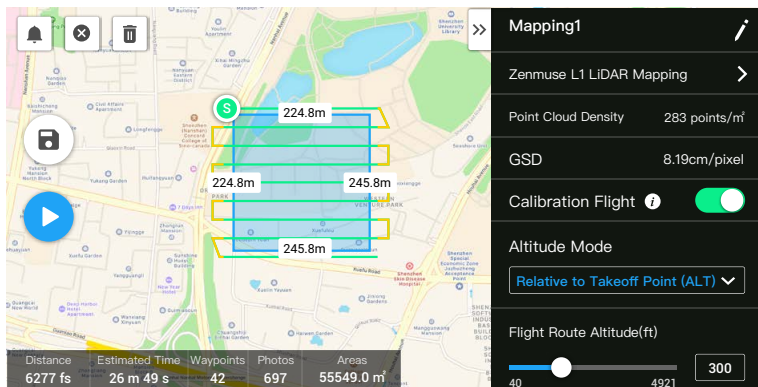
カメラパラメーター設定

1. DJI Pilotのカメラビューを開き、CAMERAを選択します。
2. 三を選択し、周囲環境に合わせて、カメラパラメーターを調整します。撮影する写真の露出が十分であることを確認してください。

マッピングミッション

DJI Pilotのミッション飛行画面を開き、[ルートを作成]を選択し、Sを選び、マッピングミッションを選択します。

1. マップ上をタップ&ドラッグして、スキャンするエリアを調整します。



2. LiDARマッピングミッションまたは写真測量ミッションのパラメータを編集します。
 - a. LiDARマッピングミッション：
 - a. [Zenmuse L1]を選択し、[LiDARマッピング]を選択します。
 - b. 詳細設定、ペイロード設定、およびその他のパラメーターを設定します。サイドラップ（側方オーバーラップ）（LiDAR）を50%以上に、スキャンモードを反復に、高度を

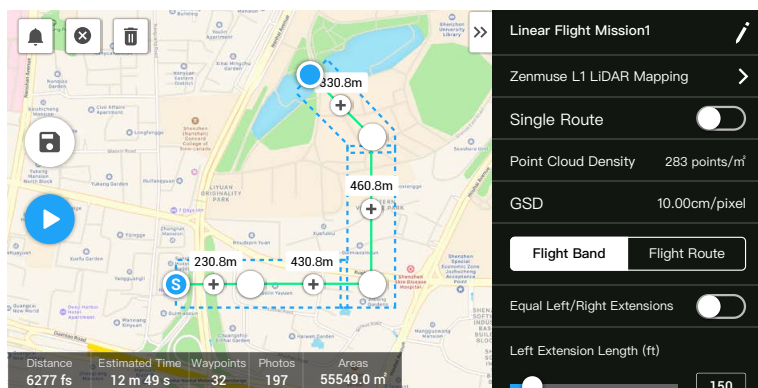
50~100 mに、飛行速度を8~12 m/sに設定し、IMUキャリブレーションを有効にすることをお勧めします。

B. 写真測量ミッション：

- a. [Zenmuse L1]を選択し、[写真測量]を選択します。
 - b. 詳細設定、ペイロード設定、およびその他のパラメーターを設定します。[歪み補正]を無効にし、[前方オーバーラップ（可視）]と[サイドラップ（可視）]をデフォルトのパラメーターに設定しておくことをお勧めします。
3. を選択して飛行ミッションを保存し、を選択して飛行ミッションをアップロードして、実行します。
 4. ミッション完了後、機体の電源をオフにし、L1からmicroSDカードを取り出します。そのカードをパソコンに挿入し、DCIMフォルダ内の点群データ、写真などのファイルを確認します。

飛行帯ミッション

1. DJI Pilotのミッション飛行画面を開き、[ルートを作成]を選択し、を選び、飛行帯ミッションを選択します。
2. マップ上をタップ&ドラッグして、スキャンするエリアを調整します。



3. LiDARマッピングミッションまたは写真測量ミッションのパラメータを編集します。
- #### A. LiDARマッピングミッション：
- a. [Zenmuse L1]を選択し、[LiDARマッピング]を選択します。
 - b. 詳細設定、ペイロード、飛行帯域、飛行ルート、およびその他のパラメーターを設定します。高度を50~100 m、飛行速度を8~12 m/sに設定し、延長の長さを調整してスキャンする領域をカバーするようにしてください。
- #### B. 写真測量ミッション：
- a. [Zenmuse L1]を選択し、[写真測量]を選択します。
 - b. 詳細設定、ペイロード設定、およびその他のパラメーターを設定します。[歪み補正]を無効にし、前方オーバーラップ（可視）とサイドラップ（可視）をデフォルトのパラメーターに設定しておくことをお勧めします。
4. を選択して飛行ミッションを保存し、を選択して飛行ミッションをアップロードして、実行します。

- ミッション完了後、機体の電源をオフにし、L1からmicroSDカードを取り出します。そのカードをパソコンに挿入し、DCIMフォルダ内の点群データ、写真などのファイルを確認します。

地形フォロー

正確な地形フォロー飛行を実行するには、マッピングミッションで地形フォローを有効化し、高度情報の入ったDSMファイルをインポートします。

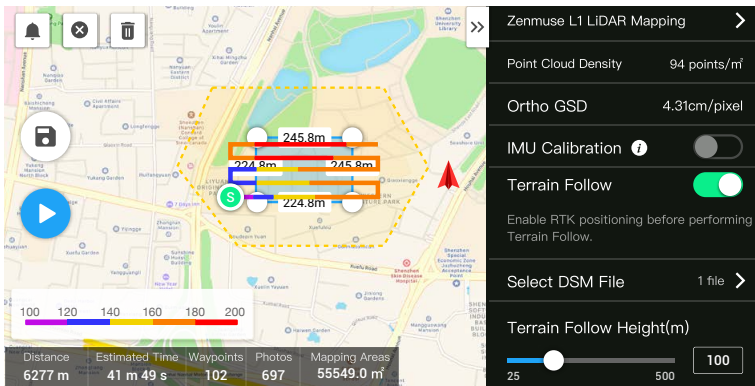
ファイルの準備

測定エリアのDSMファイルは、以下の2つの方法を通じて取得できます：

- マッピングエリアの2Dデータを収集し、[果樹]を選択することによりDJI Terraを通じて2Dモデル再構築を実行します。tifファイルが生成され、送信機のmicroSDカードにインポートできます。
- ジオブラウザから地形マッピングデータをダウンロードし、送信機のmicroSDカードにインポートします。

⚠ DSMファイルが地理座標系ファイルであり、投影座標系ファイルではないことを確認します。正しいファイルでない場合、インポートされたファイルを認識できない場合があります。インポートされたファイルの解像度が10 m以下であることをお勧めします。

ファイルのインポート



- マッピングミッションで地形フォローを有効化します。
- [DSMファイルを選択]をタップします。[+]をタップし、送信機のmicroSDカードからファイルをインポートします。ファイルがインポートされるまで待ちます。
- インポートされたファイルはリストに表示されます。

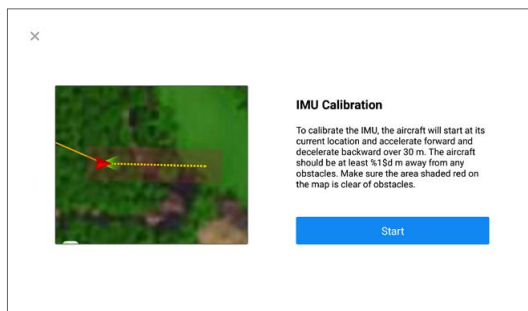
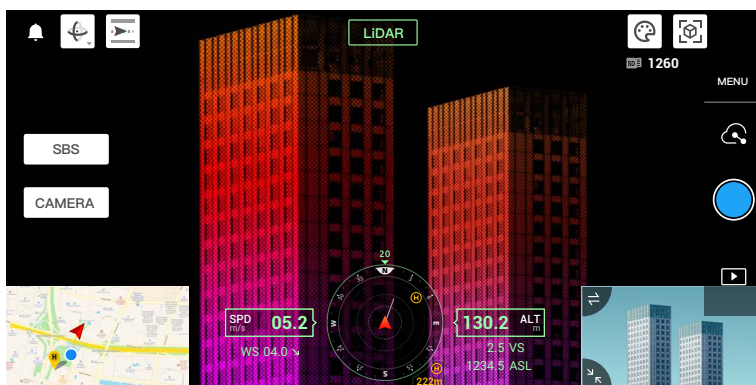
飛行ルート計画

- マッピングミッションで地形フォローを有効化し[DSMファイルを選択]画面でファイルを選択します。
- マッピングミッションでパラメーターを編集します：

- A. 地形フォローの高度を設定します。
 - B. 離陸速度、ルート速度、完了時の動作を設定します。
 - C. 詳細設定で、サイドラップ (LiDAR)、コース角度、マージン、写真モードを設定します。
 - D. ペイロード設定では、リターンモード、サンプリングレート、スキャンモード、RGBカラーリングを設定します。
3. を選択してミッションを保存し、を選択して飛行ミッションをアップロードして、実行します。
 4. ミッション完了後、機体の電源をオフにし、L1からmicroSDカードを取り出します。そのmicroSDカードをパソコンに挿入し、DCIMフォルダ内の点群データ、写真などのファイルを確認します。

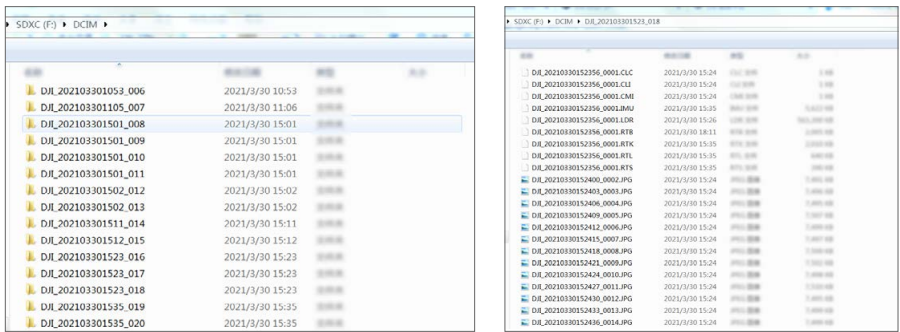
マニュアルフライト

1. 機体を、適切な高度まで飛行させます。L1から5 m~100 m離れたところに目的物があるようにして、IMUキャリブレーションを実行することをお勧めします。、の順でタップして、プロンプトに従ってキャリブレーションを終了します。安全飛行のために、障害物検知を有効にし、地図上の赤く塗りつぶされた領域に障害物がないことを確認してください。
2. 機体を記録したい目的の位置に飛行させ、カメラビューを使用してジンバルを点群データを記録するのに適した角度に調整します。をタップして、点群ビューに入ります。をタップして、点群記録を開始します。



- 飛行ミッションを実行して、点群データを記録します。をタップすると、飛行中にリアルタイムで記録した点群モデルが表示されます。
- 点群ビューに戻り、をタップして記録を終了します。
- 点群データを記録した後に、再度IMUキャリブレーションを実行することをお勧めします。
- ミッション完了後、機体の電源をオフにし、L1からmicroSDカードを取り出します。そのカードをパソコンに挿入し、DCIMフォルダ内の点群データ、写真などのファイルを確認します。

点群データファイルの説明



- 記録された点群データはmicroSDカードに保存されます。microSDのストレージディレクトリ：DCIM/DJI_YYYYMMDDHHMM_NO_XXX (XXXは編集可)。
- フォルダには、飛行中に撮影された写真ファイルだけでなく、拡張子CLC、CLI、CMI、IMU、LDR、RTB、RTK、RTL、RTSのファイルも含まれます。

 ファイル名の変更に、漢字ひらがなカタカナなどの全角文字は使用しないでください。

基地局衛星データの取得

モバイルネットワークまたは送信機の動画伝送信号が弱い場合は、D-RTK 2モバイルステーションまたはサードパーティ製のRTK基地局のRTCMデータを使用して、L1のデータ後処理を行えます。下記手順に従ってください。

- microSDカードに保存されている点群データファイルディレクトリからローカル動作時間を確認してください。
- D-RTK 2モバイルステーションまたはサードパーティ製のRTK基地局の保存ファイルと同じタイムスタンプの.DAT RTCMファイルを検索し、以下の手順に従います。
 - D-RTK 2モバイルステーションを使用している場合は、rtcmrawフォルダ内の同じタイムスタンプの.DATファイルを点群データファイルディレクトリのフォルダにコピーします。
 - サードパーティ製のRTK基地局を使用している場合は、拡張子が.oem/.ubx/.obs/.rtcmのファイルに対応しています。以下の表のファイル名形式に従って、点群データファイルディレクトリ内の.RTBファイルと同じようにファイル名を変更し、名称変更したファイルを点群デー

タファイルディレクトリのフォルダにコピーします。DJI Terraは、次の順序でファイルを優先します：.oem > .ubx > .obs > .rtcm。

プロトコルの種類	プロトコルのバージョン	メッセージタイプ	名前の形式
OEM	OEM4、OEM6	RANGE	DJI_YYYYMMDDHHMM_XXX.oem
UBX	--	RAWX	DJI_YYYYMMDDHHMM_XXX.ubx
RINEX	v2.1x、v3.0x	--	DJI_YYYYMMDDHHMM_XXX.obs
RTCM	v3.0	1003、1004、1012、1014	DJI_YYYYMMDDHHMM_XXX.rtcn
	v3.20	MSM4、MSM5、MSM6、MSM7	



- D-RTK2モバイルステーションに保存されているRTCMファイルの時刻は 協定世界時 (UTC) 形式で記録されます。ご注意ください。
- D-RTK 2モバイルステーションを使用している場合は、その日のすべての基地局データファイルを直接コピーすることもできます。DJI Terraはそのファイルを自動的にマージします。
- サードパーティ製のRTK基地局を設定するときは、RTK基地局の原点の座標を設定するには以下の手順に従ってください。（例として、Renix形式を使用）
 1. RTK基地局を既知の座標を持つポイントに構築し、XYZ座標をECEF形式で記録します。（必要に応じて、形式変換にサードパーティ製ソフトウェアを使用してください）
 2. メモ帳を使用して.Oファイルと一緒にRenixファイルを開き、.Oファイルの「APPROX POSITION XYZ」座標を、手順1で記録した座標に変更します。
- 詳細については、D-RTK 2 モバイルステーションユーザーガイドをお読みください。

オフィスデータ処理

記録した点群データをDJI Terraにインポートし、高精度モデルを再構築することができます。詳細については、DJI Terraユーザーマニュアルをご覧ください。

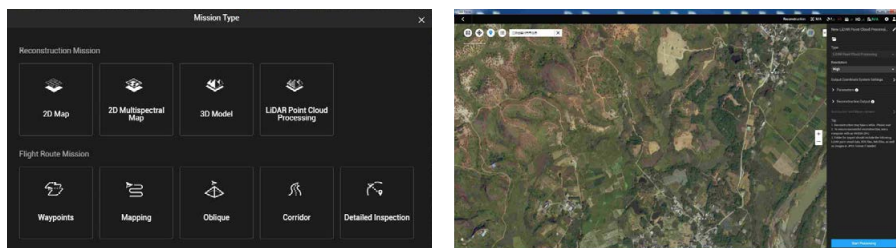
DJI Terraのダウンロード

データ処理にはDJI Terraを使用する必要があります。DJI Terraの設定方法や再構築の使用方法に関する詳細情報は、DJI Terraユーザーマニュアルを参照してください。

<https://www.dji.com/dji-terra/downloads>にアクセスし、DJI Terraをダウンロードしてインストールします。

再構築の手順

以下の手順にしたがって、DJI Terraで点群データを再構築します。

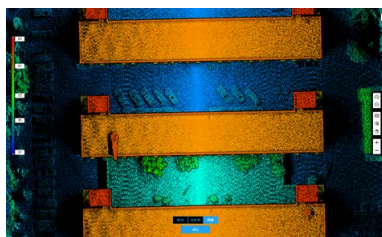


1. DJI Terraを起動し、[新規ミッション]を選択し、点群処理ミッションを作成し、保存します。
2. ミッション編集ページで📁を選択し、microSDカードから該当のフォルダをインポートします。そのフォルダ名は、点群データが記録された時間に従って、名前が付与されます。フォルダには、拡張子がCLC、CLI、CMI、IMU、LDR、RTB、RTK、RTL、RTSのファイルが入っています。
3. 点群密度と出力座標系の設定を行います。
4. [処理開始]をクリックし、完了するまでお待ちください。
5. 再構築ページで、キーボードショートカット「Ctrl+Alt+F」を使用して、現在のミッションフォルダを開き、ファイルを見つけて、再構築結果を確認することができます。
6. 点群データ精度の最適化など、データ処理方法の詳細については、DJI Terraユーザーマニュアルをお読みください。

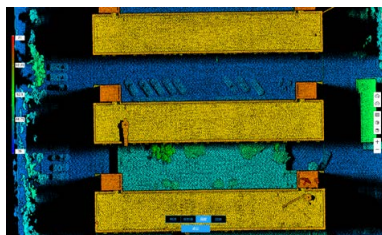
LiDAR 点群の説明

L1 には、2つの点群スキャン方式があります。ユーザーは、非反復スキャン方式と反復スキャン方式から選択できます。

- A. 非反復スキャン方式は、L1 独自の LiDAR テクノロジーです。これは、周辺領域と比較して FOV の中心でより高密度なスキャンを実行することで、ほぼ円形の FOV を提供し、より包括的な点群モデルを実現します。



- B. 反復スキャン方式は、従来の機械的スキャン方式と同様のフラット FOV を提供します。従来の機械的スキャン方式と比較して、より均一で正確なスキャン結果を得ることができます。

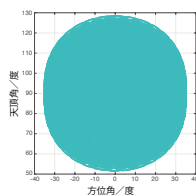
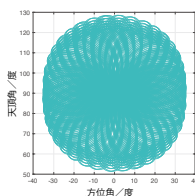
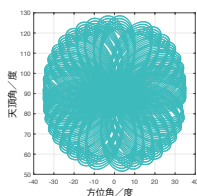
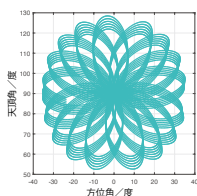


非反復スキャン方式

典型的な点群パターン

非反復スキャン方式の場合、L1の垂直FOVは77.2°、水平FOVは70.4°です。下記の図は、0.1秒、0.2秒、0.5秒、1秒後のL1の典型的な点群パターンを示しています。

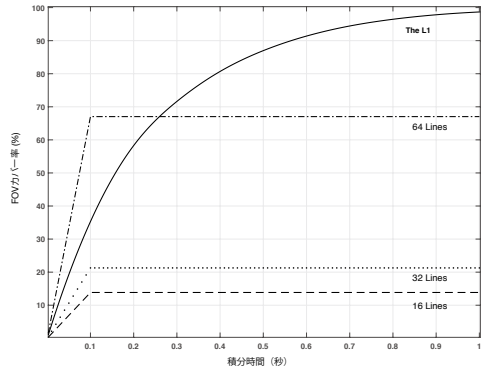
- A. FOVの中心から半径10°以内の場合、点群密度は0.1秒以内に従来のレーザー線数32本のLiDARセンサーに匹敵します。
- B. FOVの中心から半径10°以内の場合、点群密度は0.2秒以内に従来のレーザー線数64本のLiDARセンサーに匹敵します。残りの箇所のFOVの点群密度は、同じ時間内で従来のレーザー線数32本のLiDARセンサーに匹敵します。
- C. 時間経過とともに、FOV内の点群密度とカバー率が大幅に向上し、周囲の状況がより鮮明に把握できます。



FOVカバー率

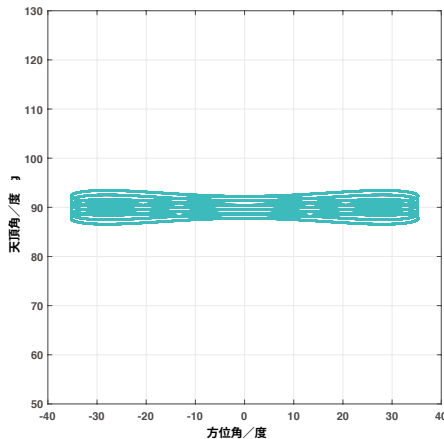
下記の図は、従来の機械的スキャン方式を使用するL1 LiDAR以外のセンサーと比較したL1のFOVカバー率を示しています。

- A. 積分時間が0.3秒未満の場合、L1の70% FOVカバー率はレーザー線数64本のLiDARセンサーよりも若干優れている程度です。
- B. ただし、積分時間が長くなると、L1のFOVカバー率は大幅に向上します。0.8秒後、FOVカバー率が100%に近づき、ほぼすべての領域にレーザー光線が照射されます。



反復スキャンパターン

L1の反復スキャン方式の場合、スキャンは約0.1秒ごとに繰り返され、水平FOVは70.4°、垂直FOVは4.5°、垂直角度分解能は従来のレーザー線数32本のLiDARセンサーよりも若干優れています。



- ⚠️ • 近接ブラインドゾーン：L1 LiDARセンサーは、1 m以内にある対象物を正確に検出できません。対象物が1～3 mの範囲内にある場合、点群データは様々な度合いで歪む可能性があります。
- L1 LiDARの測距精度は2 cmです。これは、L1から20 m離れた、反射率80%の対象物を使用して、25°Cの温度環境で試験した測定値です。実際の環境は試験環境と異なることがあります。上記の数値はあくまでも参考値です。

メンテナンス

ログのエクスポート

DJI Pilotでカメラビューに移動し、***を選択し、[Zenmuse L1ログのエクスポート]でカメラログをL1のmicroSDカードにエクスポートします。

ファームウェア更新

DJI Pilotの使用

1. L1が機体にしっかりと取り付けられ、機体と送信機、および機体で使用する他のDJIデバイスとの接続が良好であり、すべてのデバイスの電源がオンになっていることを確認します。
2. DJI Pilotで[HMS]（状態管理システム）に移動し、[ファームウェア更新]を選択し、次に[Zenmuse L1]を選択、画面の指示に従ってファームウェアを更新します。使用可能なすべてのデバイスを同時に更新するには、[すべて更新]を選択します。

microSDカードの使用

1. L1が機体にしっかりと装着され、機体の電源がオフであることを確認します。microSDカードに十分な空き容量があり、インテリジェント フライトバッテリーが完全充電されていることを確認します。
2. DJI公式サイトで、Zenmuse L1製品ページに移動し、ダウンロードに移動します。
3. 最新版のファームウェアファイルをダウンロードします。
4. ダウンロードしたら、ファームウェアファイルをmicroSDカードのルートディレクトリにコピーします。
5. microSDカードをL1のmicroSDカードスロットに挿入します。
6. 機体の電源を入れます。ジンバル&カメラはオートチェックを実行し、更新が自動的に開始されます。ファームウェア更新のステータスを示すため、ジンバルからビープ音が鳴ります。
7. ファームウェア更新の完了後、デバイスを再起動します。

更新ステータス アラーム

アラーム	説明
1回の短いビープ音	ファームウェアの更新を検出。更新準備中。
4回の短いビープ音	ファームウェアを更新中。更新を中断しないでください。
1回の長いビープ音の後に2回の短いビープ音	ファームウェア更新に成功。
長いビープ音が鳴り続ける	ファームウェア更新に失敗。再試行しても問題が解決しない場合は、DJIサポートにご連絡ください



- microSDカードには、ファームウェア更新ファイルが1ファイルのみであることを確認してください。
- ファームウェア更新中は、機体の電源を落としたり、ジンバル&カメラを取り外したりしないでください。ファームウェア更新が終わったら、microSDカードのファームウェア更新ファイルは削除することをお勧めします。

Zenmuse L1のキャリブレーション

重大なキャリブレーションエラーによって、点群の層状化や不正確なカラーレンダリングなどの問題を引き起こすことがあります。Zenmuse L1のキャリブレーションを行ってください。L1ファームウェアはv03.00.01.00以降である必要があります。

L1の内部および外部パラメーターの再キャリブレーション

1. キャリブレーションデータの収集

測定エリアに形状がはっきりわかる建物があることを確認してください。マッピング機能を使用して約5分のルートを作成し、IMUキャリブレーション、標高の最適化、RGBカラーリング、シングルリターン、反復スキャンを有効にして、サイドラップを50%に設定します。次に、飛行を実行してデータを収集します。

2. DJI Terra でキャリブレーションファイルをエクスポート

DJI Terra (v3.1.0以降) でLiDAR点群処理タスクを作成して、手順1で収集したキャリブレーションデータをインポートし、シナリオを「Zenmuse L1キャリブレーション」として選択します。処理タスクが完了したら、「キャリブレーションファイルのエクスポート」をクリックします。生成されたキャリブレーションファイルは、プロジェクトフォルダ lidars/terra_L1_calib のtar ファイルです。

層状になった点群や不正確なカラーレンダリングなどの問題がないか確認してください。問題がない場合は、手順3に進みます。問題がある場合は、手順1と2を再度実行します。

3. L1のキャリブレーション

キャリブレーションファイルをmicroSDカードのルートディレクトリにコピーし、キャリブレーションが必要なL1にmicroSDカードを挿入します。L1をM300 RTKに取り付け機体の電源を入れると、キャリブレーションが開始します。キャリブレーションは約5分で完了するのでお待ちください。

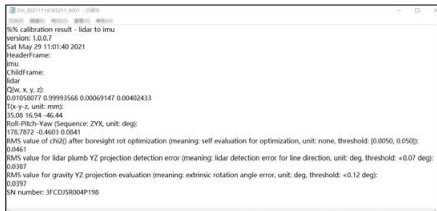
4. 結果の確認

キャリブレーションが完了したら、microSDカードをL1から取り外します。そのカードをパソコンに挿入し、拡張子が.txtのログファイルを確認します。「all succeeded」（すべて成功）と表示された場合、キャリブレーションは成功です。点群データを記録して、.CLIファイルの時間パラメーターが更新されているかどうかを確認することもできます。

L1の内部および外部パラメーターをデフォルト設定に復元する

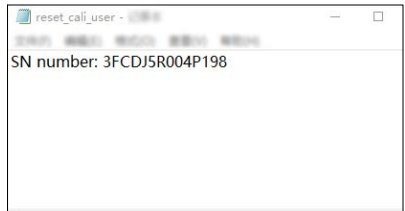
Zenmuse L1のキャリブレーション結果に満足できない場合、以下の手順に従って、L1の内部および外部パラメーターをデフォルト設定に復元することもできます。

1. .txtテキストファイルを新規作成し、ファイル名を「reset_calib_user」とします。ファイルを開き、リセットが必要なL1のSNシリアル番号を「SN番号: XXXXXXXXXXXXXXX」の形式で書き込みます（SNシリアル番号は、.CLIファイルで見つけるか、アプリのデバイスバージョン情報で表示できます）。



```

DJI Terra v3.1.0 (2023-08-10)
File: reset_calib_user.txt
File path: /Users/zenmuse/Desktop/
File size: 1.0 KB
File type: Text
File content:
Headerframe:
imu:
  Childframe:
    lidar:
      Zbw, x, y, z:
        0.00000000 0.00000000 0.00000000 0.00000000
      Rpy x, unit: deg:
        0.00 0.00 0.00
      RollPitchYaw Sequence: ZYX, unit: deg:
        178.7872 -0.4601 0.0041
      IMU value of (0.00) after overnight not optimization (meaning: self evaluation for optimization, unit: none, threshold: [0.0050, 0.0050])
      IMU value for lidar plumb YZ projection detection error (meaning: lidar detection error for line direction, unit: deg, threshold: <0.07 deg)
        0.0382
      IMU value for gravity YZ projection evaluation (meaning: extrinsic rotation angle error, unit: deg, threshold: <0.12 deg)
        0.0377
      SN number: 3FCDJ5R004P198
  
```



```

reset_calib_user - 2023-08-10
SN number: 3FCDJ5R004P198
  
```

2. .txt テキストファイルを microSD カードのルートディレクトリにコピーし、キャリブレーションが必要な L1 に microSD カードを挿入します。L1 を M300 RTK に取り付けて機体の電源を入れ、

約 5 分待つとキャリブレーションが完了します。

3. 点群データを記録し、microSD カードを L1 から取り外します。そのカードをパソコンに挿入し、拡張子が .txt のログファイルを確認します。「all succeeded」（すべて成功）と表示された場合、リセットは成功です。また、.CLI ファイルの時間パラメーターが工場出荷時の時間に復元されているかどうかを確認することもできます。

保管、移動、および保守

ストレージ

L1 LiDAR センサーの保管環境温度は、-40°C ~ 85°C です。乾燥したほこりのない環境に L1 LiDAR センサーを保管してください。

1. L1 LiDAR センサーが、有毒または腐食性のガスや物質を含む環境に晒されていないことを確認します。
2. L1 LiDAR センサーを落下させないでください。また、保管場所から出し入れする際には注意してください。

輸送

1. 輸送する前に、L1 を適切な箱に入れ、しっかりと固定され安全であることを確認してください。箱が清潔で乾燥していることを確認し、輸送用の箱の中に発泡スチロールなどの緩衝材を入れてください。
2. 輸送時は、慎重に取り扱い、L1 を落下させないでください。

メンテナンス

1. 通常環境では、L1 に必要なメンテナンスは、LiDAR センサーの光学ウィンドウを清掃するだけです。光学ウィンドウのほこりや汚れは、LiDAR センサーの性能に悪影響を及ぼす可能性があります。これを防ぐため、定期的に光学ウィンドウのお手入れを行ってください。
2. まず、光学ウィンドウの表面をチェックし、清掃が必要かどうかを確認します。清掃が必要な場合は、以下の手順に従ってください。
 - A. 圧縮空気またはエアダスター缶を使用する：損傷の原因となる恐れがあるため、光学ウィンドウの埃を拭き取らないでください。埃がある場合は、圧縮空気またはエアースプレー缶を使用して、光学ウィンドウの埃を取り除いてください。それでも、光学ウィンドウ上に目に見える汚れがある場合は、下記に従って拭いてください。
 - B. 汚れを拭き取る：湿ったレンズ用ティッシュを使用して汚れを拭き取ります。乾いたレンズ用ティッシュを使用して拭き取らないでください。光学ウィンドウの表面に傷が付く恐れがあります。光学ウィンドウの表面の汚れを広げるように拭くのではなく、ゆっくりと拭いて汚れを取り除きます。それでも光学ウィンドウが汚れている場合は、刺激の少ないせっけん水を使って優しく光学ウィンドウを綺麗にしてください。手順 B を繰り返して、せっけん水の残留物をすべて取り除いてください。

仕様

一般	
製品名	ZENMUSE L1
寸法	152×110×169 mm
重量	930±10 g
電力	標準：30 W、最大：60 W
IP等級	IP54
対応機体	Matrice 300 RTK
動作環境温度	-20°C ~ 50°C RGBマッピングカメラ使用時：0°C ~ 50°C
保管環境温度	-20°C ~ 60°C
システム性能	
検知範囲	450 m @反射率80%、0 klx 190 m @反射率10%、100 klx
ポイントレート	シングルリターン：最大240,000点/秒 マルチリターン：最大480,000点/秒
システム精度 (RMS 1σ)*	水平：10 cm @50 m 垂直：5 cm @50 m
リアルタイム点群カラーリングモード	反射率着色; 高低差着色; 距離着色、RGB
LiDAR	
レーザー波長	905 nm
ビーム発散角	0.03°(水平) × 0.28°(垂直)
測距精度 (RMS 1σ)**	3 cm @100 m
対応最大リターン	3
スキャンモード	非反復スキャンパターン、反復スキャンパターン
FOV	非反復スキャンパターン：70.4°（水平）× 77.2°（垂直） 反復スキャンパターン：70.4°（水平）× 4.5°（垂直）
レーザー安全性	クラス1（IEC 60825-1：2014）（眼に対する安全基準）
IMU（慣性航法システム）	
IMU更新頻度	200 Hz
加速度計の範囲	±8 g
角速度計の範囲	±2000 dps
ヨー精度 (RMS 1σ)*	リアルタイム：0.3°、後処理：0.15°
ピッチ／ロール精度 (RMS 1σ)*	リアルタイム：0.05°、後処理：0.025°
補助測位ビジョンセンサー	
解像度	1280×960
FOV	95°
RGBマッピングカメラ	
センサーサイズ	1インチ
有効画素	20 MP

画像サイズ	5472×3078 (16:9)、4864×3648 (4:3)、5472×3648 (3:2)
焦点距離	8.8 mm/24 mm (35mm判換算)
シャッター速度	メカニカルシャッター速度：1/2000～8秒 電子シャッター速度：1/8000～8秒
ISO	動画：100～3200（自動）、100～6400（手動） 写真：100～3200（自動）、100～12800（手動）
絞り範囲	F2.8 - F11
対応ファイルシステム	FAT (≤32 GB)、exFAT (>32 GB)
静止画フォーマット	JPEG
動画フォーマット	MOV、MP4
動画解像度	H.264、4K：3840×2160 30p
ジンバル	
安定化システム	3軸（チルト、ロール、パン）
角度ぶれ範囲	±0.01°
マウント	取り外し可能なDJI SKYPORT
操作可能範囲	チルト：-120°～+30°、パン：±320°
オペレーションモード	フォロー／フリー／再センタリング
データストレージ	
Rawデータストレージ	写真／IMU／点群／GNSS／キャリブレーションファイル
対応microSDカード	microSD：連続書込速度50 MB/s以上かつUHS-I スピードクラス3以上、最大容量：256 GB
推奨microSDカード***	SanDisk Extreme 128GB UHS-I スピードクラス3 SanDisk Extreme 64GB UHS-I スピードクラス3 SanDisk Extreme 32GB UHS-I スピードクラス3 SanDisk Extreme 16GB UHS-I スピードクラス3 Lexar 1066x 128GB U3 Samsung EVO Plus 128GB
後処理ソフトウェア	
対応ソフトウェア	DJI Terra
データフォーマット	DJI Terraは、標準フォーマットの点群モデルのエクスポートに対応。点群フォーマット：PNTS/LAS/PLY/PCD/S3MB

* この精度は、DJIラボ環境にて、以下の条件が全て揃っている状態で測定：5分間のウォームアップ後、DJI PilotでIMUキャリブレーション飛行を有効にした状態でマッピングミッション中、RTKステータスがFIXの状態。相対高度50 m、飛行速度10 m/s、ジンバルピッチ-90°、飛行ルートの各直線部が1000 m以下に設定。DJI Terraを後処理で使用。

** 100 m離れた反射率80%の対象物を使用して、25°Cの環境温度での測定値です。テスト条件により結果は異なる場合があります。

*** 推奨microSDカード情報は、今後更新される可能性があります。最新の情報については、DJIの公式サイトをご確認ください。



WE ARE HERE FOR YOU



Contact **DJI SUPPORT**
via Facebook Messenger

本内容は変更されることがあります。



最新版は下記よりダウンロードしてください

<https://www.dji.com/zenmuse-l1>

本書についてご質問がある場合は、以下にメッセージを送信してDJIまでお問い合わせください。DocSupport@dji.com

ZENMUSEは、DJIの商標です。

Copyright © 2021 DJI All Rights Reserved.