

森林整備 ICT 活用マニュアル

神奈川県環境農政局緑政部森林再生課

令和4年12月作成

Ver.1

1 目次

2	はじめに	3
3	ドローン(uav)によるオルソ画像.....	3
3.1	施行地の位置・形状・面積の確認.....	3
3.2	施業の実施状況の確認(植栽本数・下刈の状況など)	4
3.3	ドローンの自動飛行計画(ミッションフライト)について	4
3.3.1	Mission Planner (フリーソフト)による飛行計画作成(PC).....	5
3.3.2	Litchi Mission Hub (Web サイト)での飛行計画インポート	7
3.3.3	Litchi (Android または iOS アプリ) の設定	8
3.4	オルソ画像の作成ソフトについて	10
4	高精度 GNSS による計測.....	11
4.1	受信機の性能について	11
4.1.1	使用機器の基準	11
4.1.2	受信精度の表記.....	11
4.2	精度の確保について	12
4.2.1	測位時の注意.....	12
4.2.2	精度劣化指数(DOP)	12
4.3	GNSS機器の使用	13
4.3.1	受信状況の確認について	13
4.3.2	計測について	14
4.4	計測データファイルの提出について.....	15
5	地上レーザースキャナによる三次元計測.....	16

5.1	三次元計測とIMU.....	16
5.1.1	作業道の例.....	17
5.1.2	標準地調査(間伐)の例.....	17
5.1.3	材積検知.....	19

2 はじめに

このマニュアルは森林整備においてICT技術の普及を図るため、県の森林関係部署を始め林業事業者など広く森林・林業関係者の参考となるよう作成しました。ドローン(UAV)、高精度GNSS、地上レーザースキャナ(TLS)等の用途について、主に造林補助事業を想定した事例により説明します。

ICT機器やソフトには様々な製品がありますが、本マニュアルではなるべく多くの方が体験できるよう、初期費用が比較的少ない方法を紹介しています。ただし、価格が高い製品の方が作業効率に優れる場合もあるので、使用頻度など総合的に考慮して業務に適した製品を選んでください。なお、ここでは使用方法の詳細は省きますので、使用にあたっては各製品の取扱説明書やホームページ等で最新の情報を入手してください。

本マニュアルは予告なく更新する場合があります。また、分かりやすさを優先しているため、技術的な正確さに若干欠ける場合があることをご了承ください。

3 ドローン(UAV)によるオルソ画像

3.1 施行地の位置・形状・面積の確認

(従来の方法)

一定の割合で抽出した箇所について、現地で実測により確認。



(ドローンによる方法)

オルソ画像・シェイプファイルをGISに読み込み、施行地の位置や形状・面積を確認。



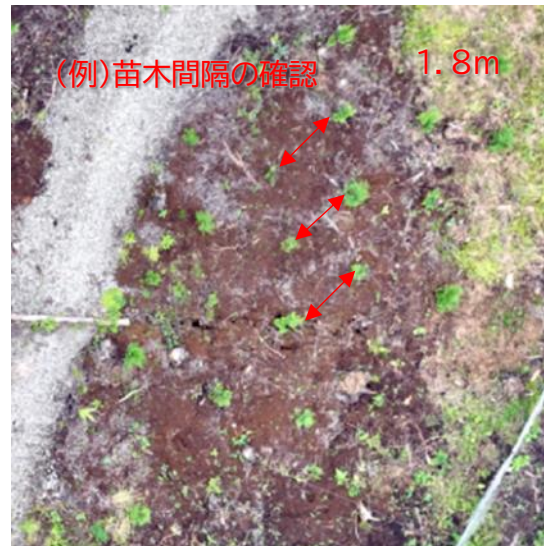
造林補助事業の場合、GIS上でオルソ画像と照らし合わせて位置・形状・面積を確認できれば、現地でコンパス等を用いての測量成果の確認が不要となります。

3.2 施業の実施状況の確認(植栽本数・下刈の状況など)

【撮影高度 70m】 地上解像度 3.3cm



【撮影高度 30m】 地上解像度 1.5cm



地上解像度(地上画素寸法)が小さい方(右)が鮮明ですが、低高度での撮影が必要となるため、撮影時間や写真枚数が増え、データ容量が大きくなります。

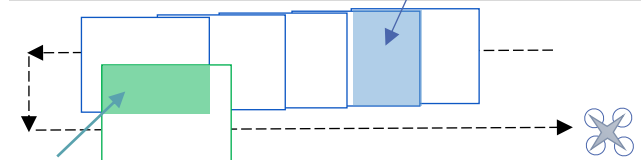
造林補助事業の場合、施業実施状況の確認用に提出するオルソ画像は、地上解像度がおおむね 3.0 cm/pix(ピクセル)以下となるよう努めてください。ただし、障害物の存在など現場の状況により安全が確保できない場合はこの限りではありません。また、オルソ画像で十分に確認できない場合は、従来と同様に現地で確認することになります。

3.3 ドローンの自動飛行計画(ミッションフライト)について

オルソ画像を作成するためには、撮影画像が重なり合うようオーバーラップ率とサイドラップ率を考慮して撮影する必要があります。これを手動操縦で行うのは難しいため、通常は自動飛行計画(ミッションフライト)により撮影を行います。

(DJI 社製ドローンの場合)
 自動飛行アプリ: DJI GS PRO / DJI PILOT
 手動飛行アプリ: DJI GO 4 / DJI Fly

オーバーラップ率(進行方向の重なり) 80~90%以上推奨



サイドラップ率(コース間の重なり) 80%以上推奨

DJI 社製ドローンの機種によっては自動飛行アプリに対応していない場合があります。その場合は飛行アプリ「Litchi」※で自動飛行が可能ですので、その方法の概要を紹介します。

※新しい機種(Mavic3、Mavic Mini3 等)はまだ対応していません(2022.11 月時点)。

3.3.1 Mission Planner (フリーソフト)による飛行計画作成(PC)

以下の URL からダウンロードし、PC にインストールします。

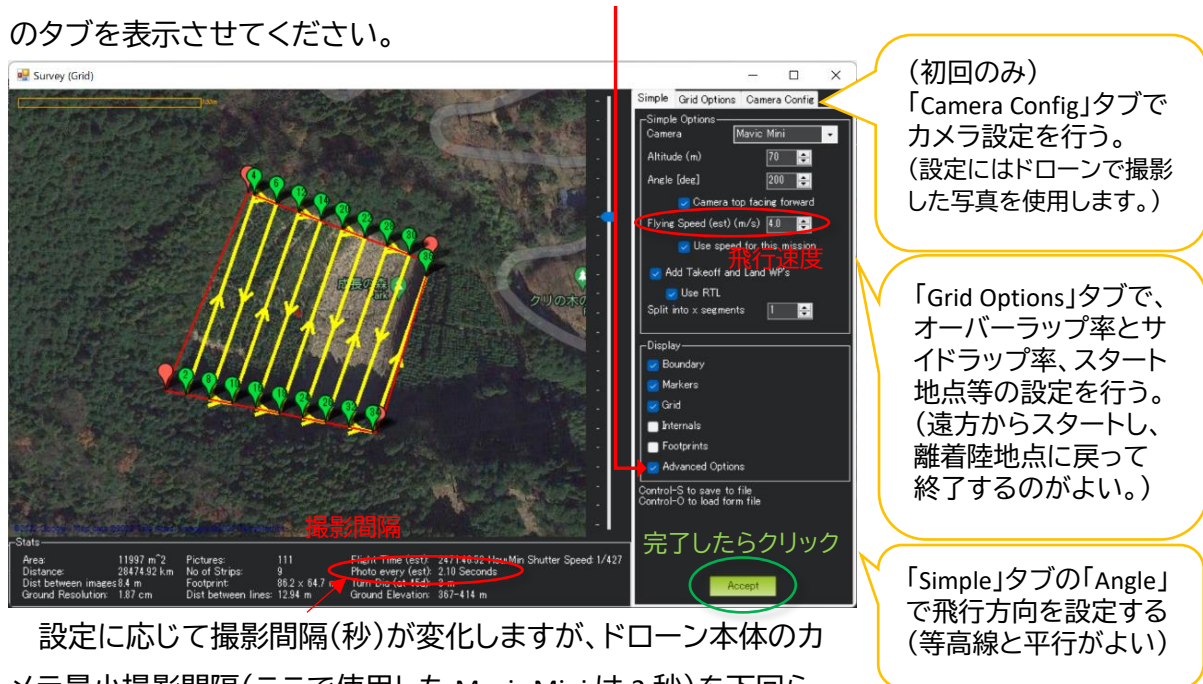
<https://firmware.ardupilot.org/Tools/MissionPlanner/>

①「フライト・プラン」タブから撮影範囲を作成



②「Survey(Grid)」画面で WAYPOINT を作成

※初回は「Simple」タブしか表示されないのので、「Advanced Option」にチェックを入れて、他のタブを表示させてください。



設定に応じて撮影間隔(秒)が変化しますが、ドローン本体のカメラ最小撮影間隔(ここで使用した Mavic Mini は 2 秒)を下回らないようにラップ率や飛行速度(4m/s 前後)を調整して、設定を完了してください。

③WAYPOINT 一覧の編集

「Survey(Grid)」の設定を完了(Accept)すると、下記のように WAYPOINT の一覧が表示されます。WAYPOINT 以外は不要なので削除(×)してから、「WP ファイルの保存」で保存してください。(csv ファイル)



④Excel で Waypoint(csv)を編集

Excel で Waypoint ファイルを開きます。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	QGC WPL 110														
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
3	1	0	3	16	0	0	0	0	35.33726	139.052	70	1			
4	2	0	3	16	0	0	0	0	35.33804	139.0523	70	1			
5	3	0	3	16	0	0	0	0	35.3382	139.0526	70	1			
6	4	0	3	16	0	0	0	0	35.33723	139.0522	70	1			
7	5	0	3	16	0	0	0	0	35.33721	139.0523	70	1			
8	6	0	3	16	0	0	0	0	35.33816	139.0527	70	1			
9	7	0	3	16	0	0	0	0	35.33812	139.0528	70	1			

「緯度・経度・飛行高度」以外のデータは削除し、その状態で csv に保存してください。



	A	B	C	D	E	F
1	35.33726	139.052	70			
2	35.33804	139.0523	70			
3	35.3382	139.0526	70			
4	35.33723	139.0522	70			
5	35.33721	139.0523	70			
6	35.33816	139.0527	70			
7	35.33812	139.0528	70			
8	35.33718	139.0525	70			
9	35.33716	139.0526	70			

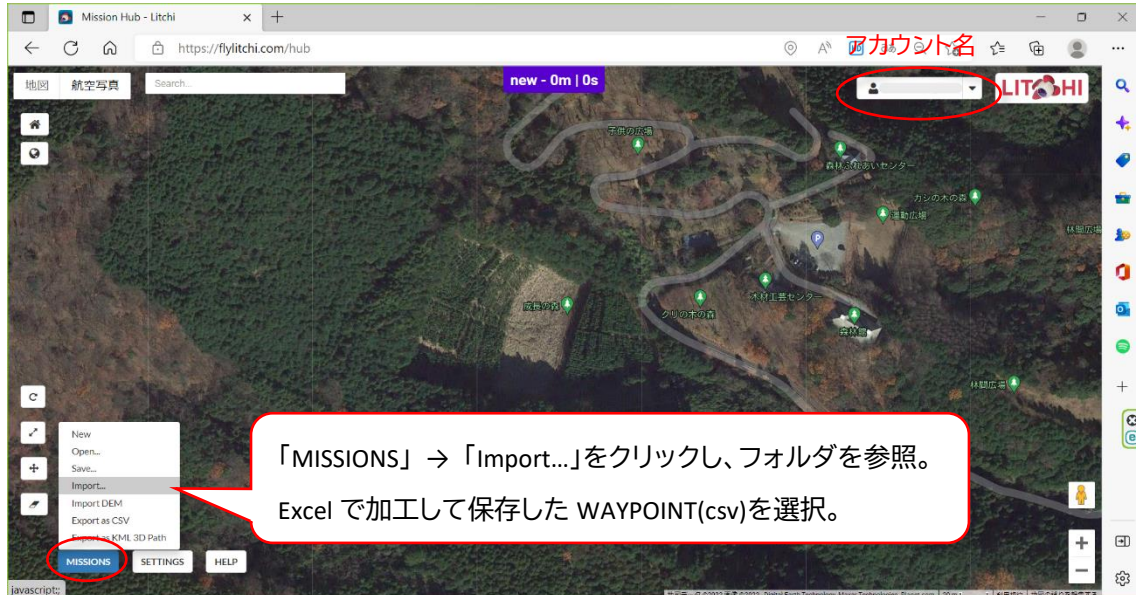
A列「緯度」・B列「経度」・C列「飛行高度」

※この段階では飛行高度が一定になっています。

(次の「Litchi」で対地高度一定の設定をします。)

3.3.2 Litchi Mission Hub (Web サイト)での飛行計画インポート

①インターネットで Litchi Mission Hub にアクセスし、飛行アプリの Litchi と同一のアカウントでログインします。(※アプリとデータを共有するためです。)



②インポートした Waypoint が表示されるので、設定を調整し、保存。



「SETTING」をクリックし、飛行計画全体の設定を行う。

- ・飛行速度 14.4km/h (←4m/s を換算)
- ・「Use Online Elevation」にチェックを入れる。(飛行高度に標高を加味する)

...etc

Waypoint(紫のバルーン)毎に右クリックし、セッティング画面を開く。

- ・「Above Ground」にチェック (各 Waypoint の標高+設定飛行高度で飛行することができる。)

...etc

3.3.3 Litchi (AndroidまたはiOSアプリ) の設定

※アプリは有償です(4,000円程度)

スマートフォンのアプリを起動し、Waypoint ファイルを読み込む。(※インターネット接続が必要です。アプリに読み込んだデータは、インターネットのない現場で使用できます。)

ここをクリックして表示されるアイコン一覧から、「ウェイポイント」モードを選択する。



フォルダをクリック、Litchi Mission Hub で作成した Waypoint ファイルを読み込む。



アプリに飛行計画が読み込まれました。

次に、ドローンと接続してから、ドローン本体のカメラの設定を行います。

カメラ設定のアイコンをクリック



● 撮影モードを「インターバル」とし、撮影間隔を最小間隔(この機種は 2 秒)とする。

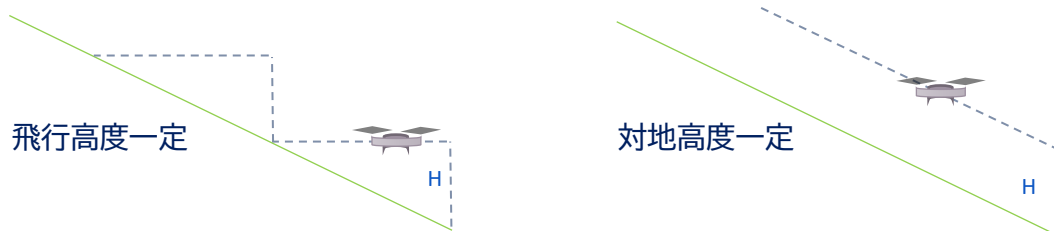
これで設定は完了です。

現地ではまず手で設定高度まで上昇し、障害物がないか現地の状況を確認します。問題がなければ、カメラを真下(地面)に向け、自動飛行の開始とともに撮影ボタンを押してインターバル撮影を開始します。

以上が、Mission Planner + Litchi による自動飛行計画の作成の大きなイメージです。実際に使用する場合は、「林業事業者向けリモートセンシング研修テキスト」に詳細な手順が掲載されていますので、そちらを参照してください。

(Webサイトからダウンロード可能です: <https://www.blue-i.co.jp/shinrin/>)

この手法のメリットは、対地高度一定(地表面から同じ高さ)で飛行ができる点です。飛行高度一定の場合、傾斜地では一回に撮影できず、何回か階段状に分けて撮影する場合があります。また、対地高度一定で撮影した写真の方が、オルソ画像を作成する際の画質も向上します。



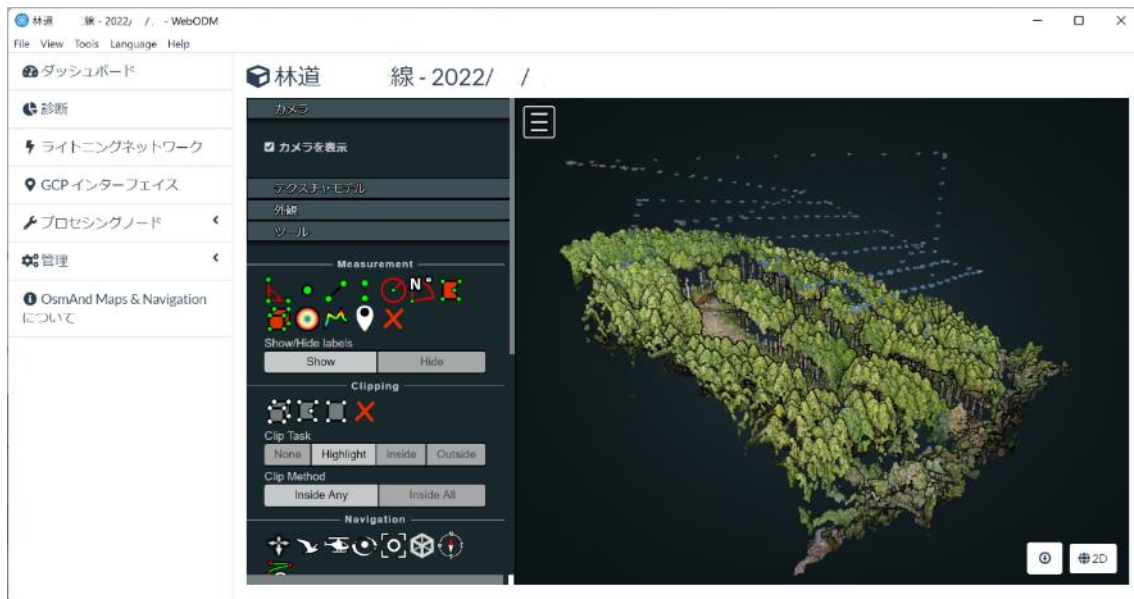
実際の飛行の際は、各種法令を遵守し、周辺環境に配慮して安全に飛行してください。

3.4 オルソ画像の作成ソフトについて

一般によく使用されている「Metashape」や「Pix4D」は高価であるため、本マニュアルでは操作の体験を目的として、フリーソフト※「OpenDroneMap」を紹介します。

※オープンフリーソフトですが、インストーラーのみ有償(約 6,000 円) です。プログラミングに詳しい方以外はインストーラーの使用をお勧めします。

OpenDroneMap <https://www.opendronemap.org/>



【重要】

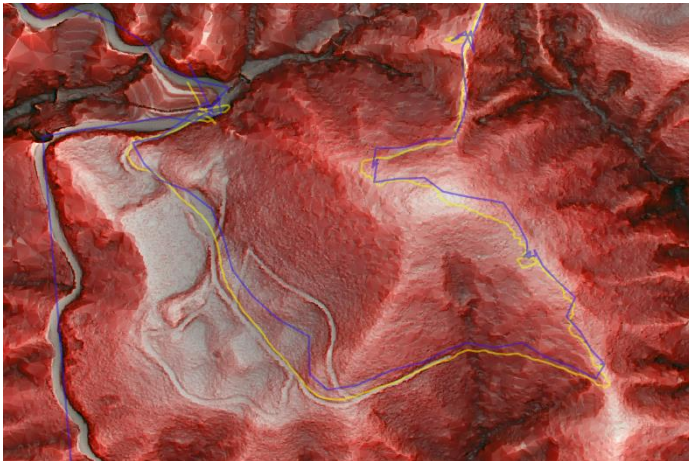
- ・16GB 以上のメモリ容量を推奨します。(オルソ画像を作成するソフトは非常に多くのメモリを要求します。メモリが多いほど処理時間が短縮されます。)
- ・Windows ログイン時のアカウント名が日本語の場合はエラーが発生するため、アカウント名は必ず英数字にしてください。

インストールや使用方法の詳細は、「WebODM で学ぶオルソ画像作成マニュアル Ver.1.0」(森林再生課林業振興グループ作成)で解説していますので、そちらを参考にしてください。

4 高精度 GNSS による計測

4.1 受信機の性能について

スマホ、タブレット等の一般的な GPS の場合、精度は数m～数十mの範囲です。造林補助事業では許容する精度を 3m 以内としているため、必ずサブメーター級以上の GNSS 機器を使用してください。



(微地形表現図上で比較する
GNSSトラックデータの差異)

・紫色は、一般的な GPS
(スマートフォン)

・黄色は高精度 GNSS
(ディファレンシャル補正)

→作業道に沿った軌跡となっており、普通の GPS よりも高精度であることが分かります。

4.1.1 使用機器の基準

次の機能を有するものを使用してください。(◎は必須、○は推奨)

◎マルチ GNSS 受信機能(GPS、QZSS、Galileo、GLONASS、BeiDou 等の複数衛星を受信)

◎ディファレンシャル補正機能(DGNSS/DGPS)

・SBAS(静止衛星型補強システム)受信による補正

・SLAS(サブメーター級測位補強サービス)受信による補正

○マルチバンド受信機能(L1、L2、L5、L6 等の二周波以上を受信)

○RTK-GNSS 測位機能

4.1.2 受信精度の表記

・CEP (Circular Error Probability)

平均誤差半径。平均位置を中心とした半径に全測位点の 50%が含まれる。

・DRMS (Distance Root Mean Square)

平均位置と各測位点までの距離の2乗値の平均値を求め、その平方根を取った数値。その数値を半径とした円に全測位点の 63%^{*}が入る。(※相関係数により異なります)

・2DRMS (Twice Distance Root Mean Square)

DRMS の 2 倍。その数値を半径とした円内に全測位点の 98%^{*}が入る。

4.2 精度の確保について

4.2.1 測位時の注意

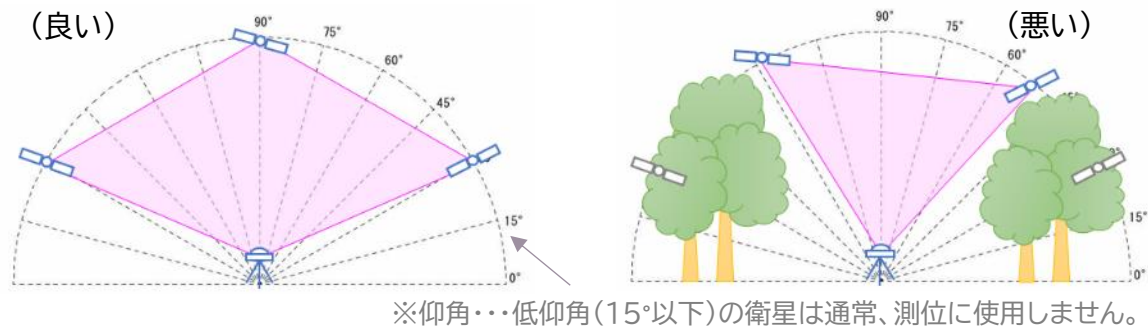
高精度 GNSS 受信機であっても、受信状態が悪ければ仕様上の精度は出ません。上空が開けた場所で受信機の電源を投入し、1分以上その場で待機してください。衛星の捕捉数と配置状況を確認し、座標値が安定してから計測を開始してください。

造林補助事業施工地では、測点をなるべく別の日(時間)に再測し、許容誤差の 3m 以内に入っていることを確認してください。

4.2.2 精度劣化指数(DOP)

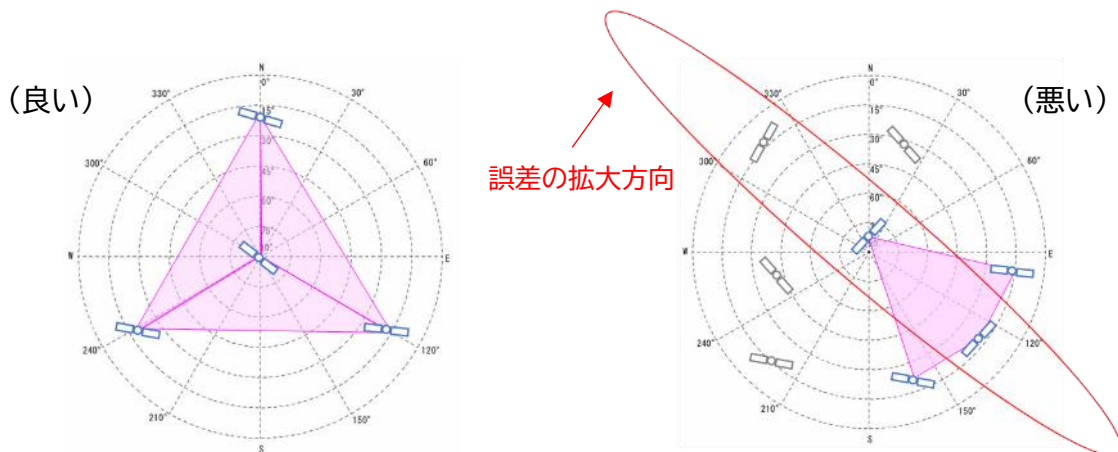
受信する衛星は数だけでなく配置も重要です。精度劣化指数 DOP(Dilution of Precision) 値が大きい場合は精度が悪くなります。

衛星同士を繋いだ多面体の体積が大きいほど、DOP 値が小さくなるイメージです。天頂部の衛星が無かったり、樹木やビルで衛星が遮蔽されたりすると DOP 値は増えます。



DOP には PDOP(三次元)、VDOP(垂直)などの種類がありますが、造林補助事業では HDOP(水平)が 2 以下となるよう努めてください。

衛星が均等に配置されている場合、測位誤差は平均値を中心に円形になります。使用できる衛星に水平方向で偏りがあると、その方向で誤差が拡大します。



4.3 GNSS機器の使用

4.3.1 受信状況の確認について

同じ場所の座標値が安定していること、推定水平精度(m)ができるだけ小さいことを確認してから、計測を開始してください。

※ここでは受信機の例として DG-PRO1RWS(ビズステーション(株))を使用しています。

「DGNSS」デファレンシャル補正中
※RTK の場合、「FIX」または「FLOAT」

平面直角座標系(9 系) X・Y 座標値

推定水平精度が 1m 以内になっていることを目安にする。

衛星の配置 「Azim」 方位角:北0°(時計周り)
「Elv」 仰角:水平0°・天頂90°

衛星

- G...GPS
- S...SBAS
- E...Galileo
- Q...QZSS
- R...GLONASS
- B...BeiDou

補正信号の種類

- R...RTCM(RTK)
- M...SLAS
- S...SBAS

(緑)測位計算に使用
(青)正常に受信しているが、計算には未使用
(黄)信号を確認したが、使用できない
(赤)信号を得たが、確認できない
※2周波受信している衛星はグラフが2段

SID	Azim	Elv	Signal	C/N (Line 30~step10)
G2S	219	34	1C	[Green bar]
G5S	129	44	1C 2L	[Green bar]
G13S	53	40	1C	[Green bar]
G14	50	13	1C 2L	[Green bar]
G15S	19	65	1C 2L	[Green bar]
G18S	269	43	1C 2L	[Green bar]
G20	137	11	1C	[Green bar]
G23S	316	32	1C 2L	[Green bar]
G24S	219	61	1C 2L	[Green bar]
S137	201	47	1C	[Green bar]
E2	160	19	1C 7Q	[Green bar]
E3	10	65	1C 7Q	[Green bar]
E5	72	27	1C 7Q	[Green bar]
E8	290	36	1C 7Q	[Green bar]
E13	301	29	1C 7Q	[Yellow bar]
E15	237	40	1C 7Q	[Green bar]
E24	50	18	1C 7Q	[Green bar]
E25	108	36	1C 7Q	[Green bar]
E34	187	14	1C 7Q	[Green bar]
B1	171	49	2I 7I	[Green bar]
B3	225	40	2I 7I	[Green bar]
B4	148	43	2I 7I	[Green bar]

4.3.2 計測について

造林補助事業では、1回の計測は1秒(1Hz)とし、10回以上(=10秒以上)測定することとしています。(10エポック以上)

測定レートが1Hzになっていることを確認

計測時間を10秒にする

「OK」で計測開始

↓ 計測結果はログから確認できます。

Lat(緯度)/Lon(経度)	35.421817269 139.625453232 58.2968
平面直角座標系(9系) X・Y座標値	35.447673013 139.647430649
地盤高に係る項目のため、説明は省略します。	JPN9 -61260.8225 -16876.0911 Ellipsoid Height: 40.6930 Ele: 4.4378 Geoid: GSIGEO 2011 V2.1 36.2552 AntennaHeight: 0.000
エポック数 / 衛星数 / 最低衛星仰角	Epochs/Sat/MinEle: 10 32 15.0
標準偏差 水平 / 垂直	Stddev Hor/Vert: 0.1849 0.1015 Last Acc Hor/Vert: 0.505 0.878

4.4 計測データファイルの提出について

造林補助事業では、施業範囲を表示するシェイプファイル(ポリゴン)と、測点を表示するシェイプファイル(ポイントデータ)の両方を提出します。また、計測時の記録について、ポイントデータの属性データとして保存するか、csv データで提出してください。

<csv の例>

※機種により標記は若干異なります。

time	name	sat	hdop	x	y	epochs	stddevDistanceMeter	fixMode
2022-09-14T11:28:57	No. 1	32	0.6	-72436.2492	-70896.4156	10	0.0172	3D DGNS
2022-09-14T13:19:48	No. 2	32	0.59	-72429.4564	-70852.4024	10	0.0326	3D DGNS
2022-09-14T13:20:24	No. 3	32	0.59	-72424.424	-70860.6863	10	0.1895	3D DGNS
2022-09-14T13:21:06	No. 4	32	0.64	-72433.1019	-70864.2642	10	0.141	3D DGNS
2022-09-14T13:26:23	No. 5	32	0.6	-72437.5739	-70856.7726	10	0.0325	3D DGNS
2022-09-14T13:32:31	No. 6	32	0.59	-72436.2958	-70854.6058	10	0.0187	3D DGNS
2022-09-14T14:47:41	No. 7	32	0.57	-72396.3701	-70872.4251	10	0.0538	3D DGNS
2022-09-14T14:48:47	No. 8	32	0.62	-72387.4108	-70865.7438	10	0.0086	3D DGNS
2022-09-14T14:49:55	No. 9	32	0.58	-72375.3703	-70851.4668	10	0.3457	3D DGNS
2022-09-14T14:54:02	No. 10	32	0.53	-72361.1521	-70837.09	10	0.0601	3D DGNS
2022-09-14T14:59:23	No. 11	31	0.56	-72358.6642	-70828.2843	10	0.0888	3D DGNS
2022-09-14T15:00:17	No. 12	32	0.54	-72366.1489	-70819.6276	10	0.3103	3D DGNS
2022-09-14T15:00:59	No. 13	31	0.58	-72366.0388	-70794.6887	10	0.4187	3D DGNS
2022-09-14T15:01:46	No. 14	32	0.56	-72394.9491	-70806.3187	10	0.1897	3D
2022-09-14T15:02:27	No. 15	32	0.56	-72418.3077	-70799.5558	10	0.8993	3D DGNS
2022-09-14T15:02:59	No. 16	31	0.58	-72429.927	-70788.8151	10	0.6071	3D DGNS
2022-09-14T15:03:47	No. 17	32	0.59	-72443.2277	-70779.9483	10	0.1633	3D DGNS
2022-09-14T15:04:18	No. 18	32	0.55	-72452.5173	-70791.3525	10	0.128	3D DGNS
2022-09-14T15:06:01	No. 19	32	0.63	-72457.6627	-70807.9449	10	0.0575	3D DGNS
2022-09-14T15:06:51	No. 20	31	0.63	-72460.9493	-70809.8162	10	0.3161	3D DGNS
2022-09-14T15:08:27	No. 21	32	0.6	-72472.3702	-70831.3853	10	0.5117	3D DGNS
2022-09-14T15:09:10	No. 22	31	0.64	-72479.0752	-70845.0786	10	1.2267	3D DGNS
2022-09-14T15:09:54	No. 23	32	0.62	-72477.0888	-70855.9943	10	0.277	3D DGNS
2022-09-14T15:10:34	No. 24	32	0.66	-72462.8179	-70869.0422	10	0.1784	3D DGNS
2022-09-14T15:11:16	No. 25	32	0.55	-72446.1373	-70883.6684	10	0.0592	3D DGNS
2022-09-14T15:12:25	No. 26	32	0.56	-72435.6916	-70891.15	10	0.0178	3D DGNS
2022-09-14T15:13:58	No. 27	32	0.54	-72410.4024	-70876.2875	10	0.174	3D DGNS
2022-09-14T15:17:11	No. 28	32	0.6	-72445.7857	-70894.4217	10	0.2296	3D DGNS

※谷地形など、現地の状況によりディファレンシャル補正ができない場合もあります。
(HDOPも同様に、部分的に2を超える場合もあります。)

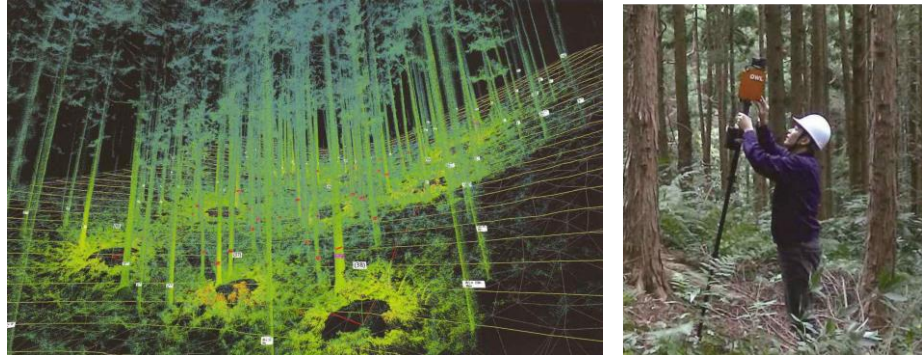
※標準偏差とRMS(Root Mean Square:二乗平均平方根)

どちらも計測値のばらつきを表すもので、若干違いはありますが、全計測値の概ね 63%程度がこの距離(±)以内に入ることを示します。

5 地上レーザースキャナによる三次元計測

レーザースキャナには航空、ドローン(UAV)、モバイルマッピング(車載型)等の種類がありますが、本マニュアルでは地上レーザースキャナ(TLS:Terrestrial Laser Scanner)を対象とします。

森林向けTLSの例
(OWL)
(株)アドイン研究所

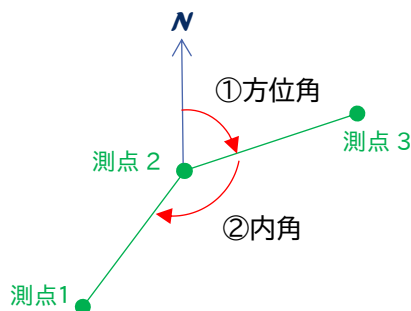


地上レーザースキャナは上空からでは計測が難しい、胸高直径を測定することが可能です。計測結果は X,Y,Z の三次元の座標値を持つ点の集合体である点群データで表されません。造林補助事業では点群データの提出が認められています。

最近ではスマートフォンに内蔵された LiDAR レーザーを用いた三次元計測システムが登場しています。ここでは森林向けアプリケーション「Mapry」による事例を紹介します。

5.1 三次元計測とIMU

周囲測量や作業道など全延長を三次元計測することも可能ですが、データ容量が大きくなります。スマートフォンを用いた三次元計測では、測点や変化点の位置情報を RTK-GNSS で取得するシステムが多いですが、衛星信号が弱くなる森林内では RTK-GNSS で全ての測点を取得するのは困難です。そこで Mapry では IMU(慣性計測装置)を使用します。IMU は直交3軸方向の回転と加速度を測ることで測点間の方向と距離を算出しているため、従来のポケットコンパスとは機構が異なります。造林補助事業では原則として、コンパス/GNSS/IMU による測量成果は、それぞれ同じ機構の機器で確認します。



(許容誤差)
方位角及び高低角各2度、距離 5/100

Mapry は①②どちらの計測も可能

5.1.1 作業道の例



造林補助事業では、作業道全線を三次元計測した場合、作業道の構造(延長、幅員、縦断勾配)を点群データから確認できるため、現地確認が不要です。

測点などの一部を三次元計測した場合は、測点間の延長・幅員等を現地で確認します。

5.1.2 標準地調査(間伐)の例

(1)計測

【伐採前】標準地 10×10m

立木本数 13本

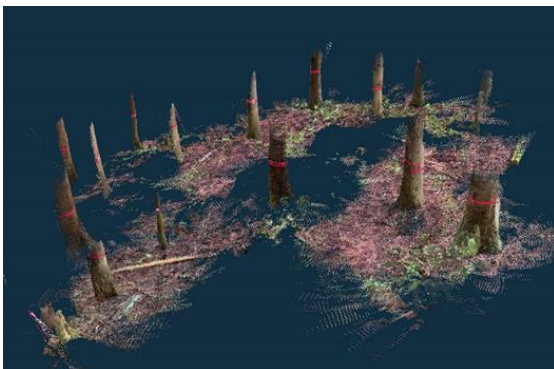


【伐採後】標準地 10×10m

残存木 9本 / 伐採木 4本



※標準地の設定枠(10m×10m)は、始点と次の点を現地に残すと、次回調査時に復元可

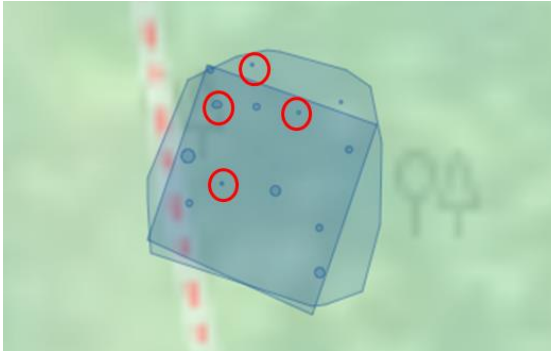


※Mapry 画面で画像を回転すると、伐採状況が確認できます。↑

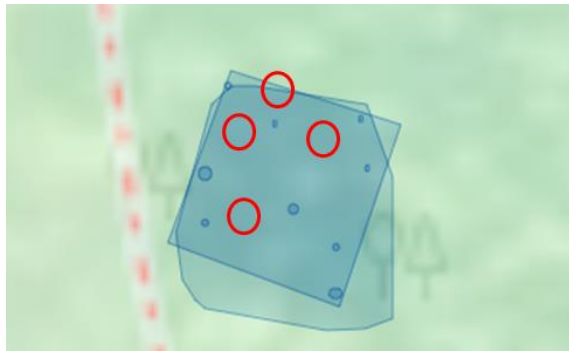
(2) 単木情報と標準地(10m×10m)の図形化

配置図の作成と標準地位置図の作成が自動化されます。

【伐採前】



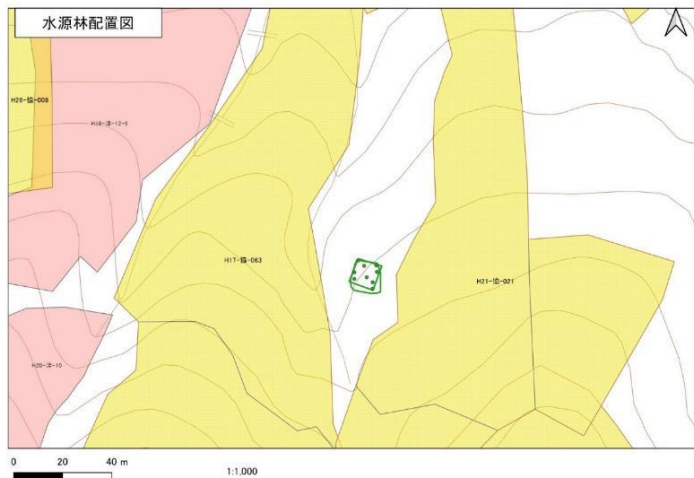
【伐採後】



(注1) 画像はイメージです。(本来は伐採木全部が標準地内に入ります。)

(注2) 四角形が標準地を、多角形は三次元計測範囲を示します。

(3) ポイントをシェイプファイルに変換



※単木情報と標準地は、シェイプファイルに変換可能です。
(Web版Mapryで操作)

(4) 単木情報

番号	x	y	標高	樹種	胸高直径	樹高(m)	材積(m3)
1	-52152.4	-64252.9	637.3	スギ	64.3	0	0
2	-52150	-64252.9	636.2	スギ	38.7	0	0
3	-52145.6	-64251.2	635.7	スギ	37.8	0	0
4	-52143	-64251.7	635.7	スギ	27.4	0	0
5	-52143.6	-64254.1	634.8	スギ	24.5	0	0
6	-52143.3	-64256.5	633.6	スギ	37	0	0
7	-52143.2	-64258.8	633.6	スギ	43.9	0	0
8	-52141	-64256.8	632.1	スギ	17.6	0	0
9	-52141.3	-64259.1	632.1	スギ	41.6	0	0
10	-52146	-64260.4	632.3	スギ	64.6	0	0
11	-52148.6	-64260.4	633.9	スギ	32	0	0
12	-52147.5	-64258.5	635.2	スギ	13.5	0	0
13	-52147.9	-64255.4	636.2	スギ	53.6	0	0

※CSVファイルでエクスポートが可能です。

5.1.3 材積検知

山土場のはい積丸太の末口径を三次元計測により取得するため、検知野帳が自動で作成されます。



番号	直径(cm)	径級(cm)	番地	樹種	長さ(m)	材積(m3)	備考
1	23.6	22-	-	-	1	0.0484	-
2	24.5	24-	-	-	1	0.0576	-
3	26.2	26-	-	-	1	0.0676	-
4	22.8	22-	-	-	1	0.0484	-
5	22.2	22-	-	-	1	0.0484	-
6	27.8	26-	-	-	1	0.0676	-
7	11.9	11-	-	-	1	0.0121	-
8	17.6	16-	-	-	1	0.0256	-
9	21	20-	-	-	1	0.04	-
10	29.1	28-	-	-	1	0.0784	-
11	29.7	28-	-	-	1	0.0784	-
12	24.3	24-	-	-	1	0.0576	-
13	21.2	20-	-	-	1	0.04	-
14	33.6	32-	-	-	1	0.1024	-

《参考文献》

- ・センチメートル GPS 測位 F9P RTK キット・マニュアル(CQ 出版(株))
- ・トランジスタ技術 2022 年 1 月号(CQ 出版(株))
- ・Interface 2022 年 4 月号(CQ 出版(株))
- ・林業事業体向けリモートセンシング研修テキスト
(ブルーイノベーション(株)、(一社)日本 UAS 産業振興協議会、(一社)日本森林技術協会)
- ・森林づくりへの異分野技術導入・実証事業(リモートセンシング研修)実施報告書
(2020 年 9 月 ブルーイノベーション(株))
- ・高精度な森林情報の整備・活用のためのリモートセンシング技術やその利用方法等に関する手引き
(平成 30 年 3 月 林野庁)

(注意)本マニュアルで紹介した方法を実際使用される場合は、必ず各製品・ソフトの取扱説明書をお読みになり、使用上の注意を守ってください。何らかの損害が生じた場合、当方は責任を負いかねます。

森林整備ICT活用マニュアル

令和4年12月発行

神奈川県環境農政局緑政部森林再生課 林業振興グループ

〒231-8588 横浜市中区日本大通1

電話: 045(210)4342

FAX 045(210)8849