

令和2年度  
先進的造林技術推進事業  
(リモートセンシング研修)

実 施 報 告 書

2021年5月

ブルーイノベーション株式会社

## 目次

1. 事業の概要	4
1.1 事業の背景・目的	4
1.2 実施体制	7
2. リモートセンシング技術に関する研修の実施	9
2.1 研修の概要	9
2.1.1 全国研修	9
2.2 研修の実施状況	17
2.2.1 岐阜県	17
2.2.2 宮城県	18
2.2.3 岡山県	19
2.2.4 茨城県	20
2.2.5 岡山県	21
2.2.6 徳島県	22
2.2.7 宮城県	23
2.2.8 愛知県	24
2.2.9 福島県	25
2.2.10 大分県	26
2.2.11 茨城県	27
2.2.12 熊本県	28
2.2.13 埼玉県	29
2.2.14 長野県	30
2.2.15 埼玉県	31
2.2.16 福島県	32
2.2.17 愛知県	33
2.2.18 岐阜県	34
2.2.19 熊本県	35
2.2.20 大分県	36
3. 林業事業体等の個別要望に応じた研修の実施	37
3.1 概要	37
3.1.1 開催場所	37
3.2 林業事業体等の個別要望に応じて実施した研修の内容	38
3.2.1 富山県	38
3.2.2 千葉県	41
3.2.3 兵庫県	44
4. 林業事業体等へのサポート体制の整備	46
4.1 林業事業体等へのサポート体制の整備	46
4.2 研修受講者に対してサポート	54
4.2.1 アンケート・ヒアリングの実施内容	54
4.2.2 サポートの実施内容	54
4.2.3 サポートを実施した結果	55
4.2.4 技術の普及に関する課題及び解決法	55
5. 研修効果の検証	56
5.1 アンケートの実施内容	56
5.1.1 アンケート結果概要	58
5.1.2 アンケート（研修後）結果概要（第1講から第8講）	58
5.1.3 アンケート（研修後）結果概要（第9講から第10講）	62
5.1.4 アンケート結果概要（その他）	63

5.2	ヒアリングの実施内容	68
5.2.1	ヒアリング結果概要(第1講から第8講)	70
5.2.2	ヒアリング結果概要(第9講から第10講)	72
5.2.3	ヒアリング結果概要(実運用に向けてのヒアリング)	74
5.2.4	ヒアリング結果概要(今後のサポートに向けてのヒアリング)	76
5.3	受講者の意見(アンケート(研修後)及びヒアリングの集計結果より)	79
5.3.1	アンケート(研修後)	79
5.3.2	ヒアリングシート	80
5.4	省力化、低コスト化の効果	82
5.4.1	実施結果	82
5.4.2	考察	83
5.5	確定カリキュラム	84
6.	まとめ	88
6.1	総括	88
6.2	今後の課題及び解決策	89
6.3	今後の展開	90

#### 巻末資料

1.	間伐検証の再検証	92
1.1	目的	92
1.2	調査地	92
1.3	調査日程	93
1.4	調査内容	94
1.5	実施結果	97
1.6	考察	98
1.7	今後の展開	98

## 用語集

用語	説明
SfM ソフト	SfM ソフトは、複数枚の写真から対象物の形状を復元する技術である SfM (Structure from Motion) を原理とした航空写真解析ソフトウェア。ソフト上で対象物の三次元モデルを作成し、オルソ画像の作成や面積の算出を可能にする。
GNSS	GNSS(Global Navigation Satellite System / 全球測位衛星システム)は、GPS(アメリカ)、GLONASS(ロシア)、Galileo(欧州)、QZSS(日本)など世界各国が運用している人工衛星を活用して位置測位を行うシステムのこと
非 GNSS 操縦	ドローンの位置制御に GNSS を用いない操縦方法のことで、GNSS の測位環境が悪い場合に測位誤差などに起因する誤動作のリスクが減る一方で、機体の安定性が下がるデメリットがある。
ATTI モード	DJI 製ドローンにおいて、非 GNSS 操縦を行う際の飛行モードの名称。

## 1. 事業の概要

### 1.1 事業の背景・目的

#### ①事業の目的

林野庁では、2020年4月より、森林整備事業の申請の際に提出する図面や写真について、施行地の周囲をコンパスで測量して作成した図面や現場で撮影した写真ではなく、施行地の位置や形状を示すシェープファイルやドローンで撮影したオルソ画像を用いることも可能としている。

2020年3月～2020年9月にかけて実施した令和元年度森林づくりへの異分野技術事業導入・実証事業（リモートセンシング研修）（以下「2020年度上半期事業」という。）においては、ドローン機種やオルソ化ソフトの選定、飛行高度や自動飛行の手法、オルソ画像の精度の確認など林業現場でのリモートセンシング技術の検証を行った上で、林業現場向けドローン研修の試行・研修カリキュラム及び研修テキストの作成を行った。

先進的造林技術推進事業（リモートセンシング研修）（以下、「本事業」という。）は、2020年度上半期事業で作成した研修カリキュラム及び研修テキストを用いて、ドローン等を利用した森林整備事業の申請・検査の実現をするとともに、図1.1-1に示すように、リモートセンシング技術を利用した森林資源量情報（図1.1-2 目指すべき森林情報の管理体制）及びドローン等を利用した施業情報（申請・検査も含む）が森林クラウド上で更新・利活用される体制の実現も視野に置きつつ、ドローン等を用いたリモートセンシング技術を森林整備事業に普及させることを目的とし事業を実施した。

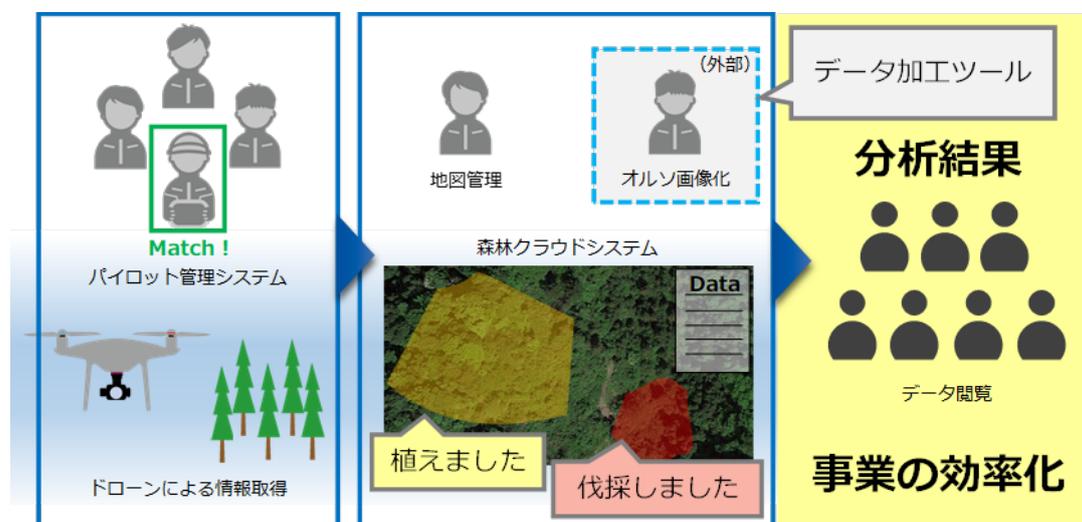
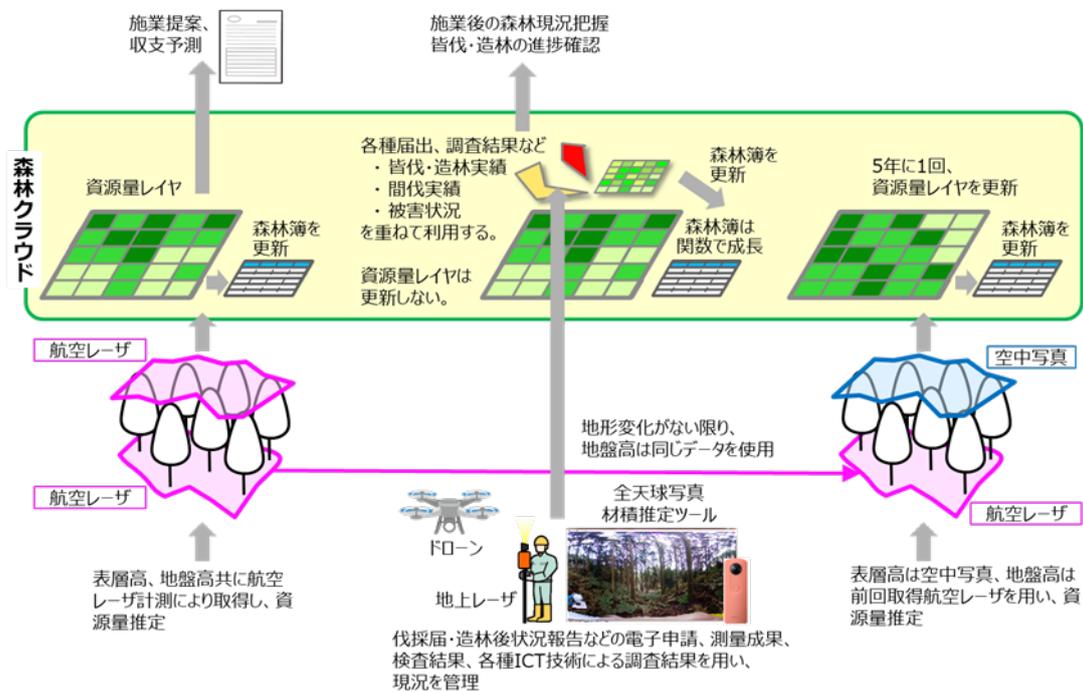


図 1.1-1 森林整備事業へのリモートセンシング技術導入のイメージ



「平成 29 (2017) 年度森林情報高度活用技術開発事業のうち森林クラウド実証システム開発事業報告書」  
(平成 30 (2018) 年 3 月 一般社団法人日本森林技術協会、パシフィックコンサルタンツ株式会社、株式会社パスコ)  
に加筆

図 1.1-2 目指すべき森林情報の管理体制

## ②事業の概要

### (1) 全国研修

2020 年度上半期事業※ 1により作成したカリキュラム及び研修テキストを用いて、各地域の研修機関が主体となって研修を実施できるような仕組み、教育体制の構築を視野に入れつつ、ドローン未体験者からすでに活用している林業従事者に至る幅広い対象を想定して、林業現場に特化した研修を全国 20 か所で実施した。

### (2) 林業事業体等の個別の要望に応じた研修

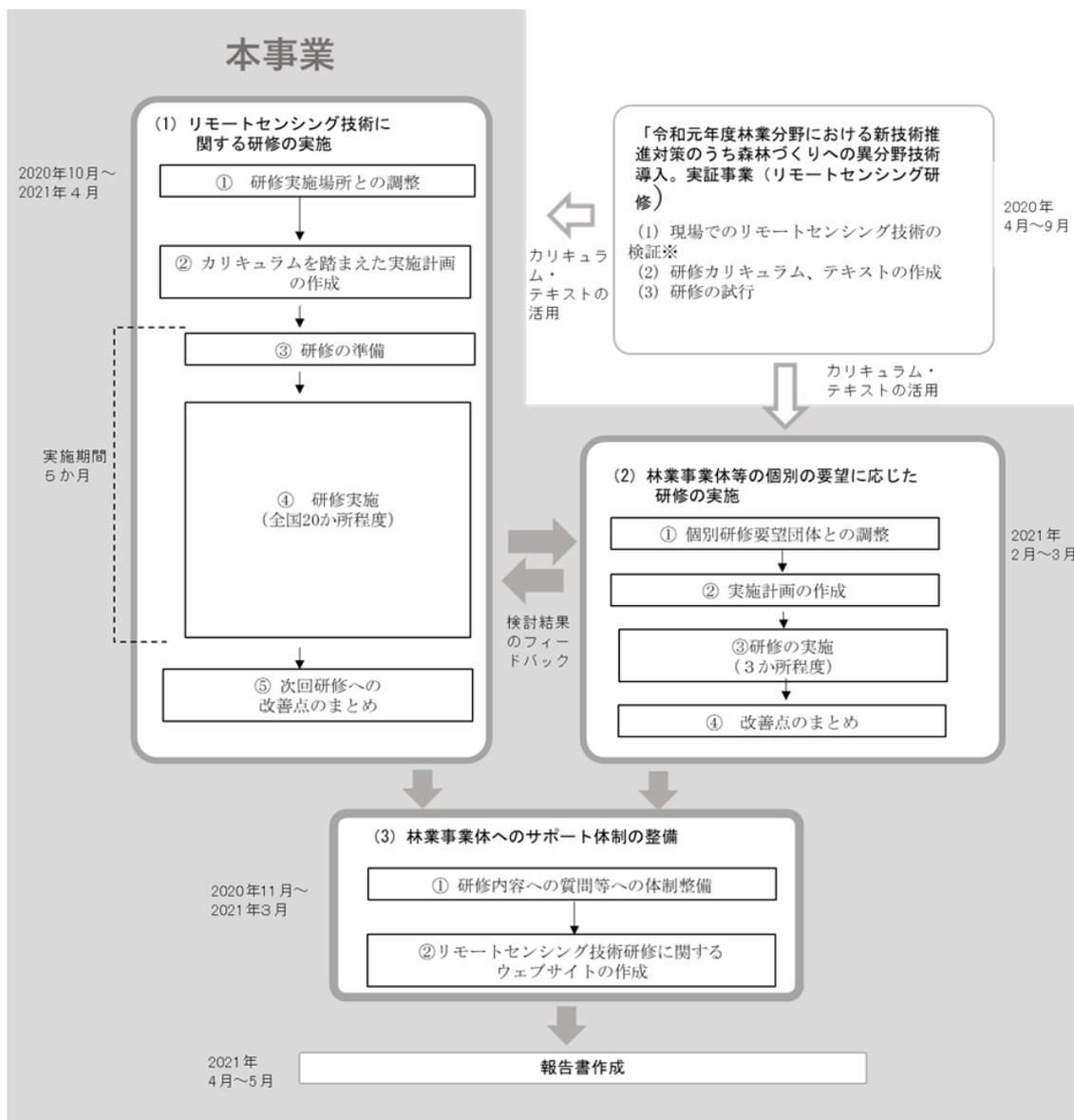
林業事業体等の個別の要望に応じ、研修カリキュラム外の先進的な内容 (DJI Phantom4 RTK、長距離自動飛行、写真解析) について、個別に研修を 3 か所で実施 (富山県、千葉県、兵庫県) した。

### (3) 林業事業体等へのサポート体制の整備

研修において出された質問に対する個別の対応 (サポート) を研修後に継続的に行った。また、林業事業体等向けに、全国研修等の内容や研修において寄せられた質問に対する回答等を取りまとめるウェブサイトを作成した。更に研修を受講した林業事業体等にアンケートとヒアリングを実施し、全国研修及び個別研修の改善点を収集した。

※1 「令和元年度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）

図 1.1-3 本事業と2020年度上半期事業の実施フロー



## 1.2 実施体制

本事業は、以下の体制で実施した。

### ①ブルーイノベーション株式会社

業務管理	那須 隆志	業務管理責任者
実施担当	酒井 和也 (JUIDA 認定講師 (ドローン講習))	研修の統括
	柴崎 誠 (JUIDA 認定講師 (ドローン講習))	(1) リモートセンシング技術に関する 研修の実施 (2) 林業事業体等の個別の要望に応じた 研修の実施 (3) 林業事業体等へのサポート体制の 整備
	前川 淳 (JUIDA 認定講師 (ドローン講習))	同上
	津田 真弓 (JUIDA 認定講師 (ドローン講習))	同上
	田上 周 (JUIDA 認定講師 (ドローン講習、測量士 補))	同上
	遠藤 将利	(3) 林業事業体等へのサポート体制の 整備
	伊藤 琢矢	同上
	奥 由美子	同上

### ②一般社団法人日本 UAS 産業振興協議会

業務管理	熊田 知之	責任者
実施担当	奥田 央	(1) リモートセンシング技術に関する 研修の実施 (2) 林業事業体等の個別の要望に応じた 研修の実施 (3) 林業事業体等へのサポート体制の 整備

③一般社団法人日本森林技術協会

業務管理	宗像 和規 (測量士、森林情報士 (森林 GIS1 級))	責任者
実施担当	大萱 直花 (技術士 (森林、総合技術監理)、測量士、森林情報士 (GIS1 級、航測 1 級))	(1) リモートセンシング技術に関する研修の実施
	篠原 正太 (森林情報士 (森林 GIS1 級))	同上
	塔筋 太郎 (無人航空従事者試験 (2 級)、測量士、森林情報士 (森林航測 1 級))	同上
	鏡内 康敬 (無人航空従事者試験 (マルチコプター) 1 級)	同上
	瀬戸 智大 (無人航空従事者試験 (マルチコプター) 1 級、森林情報士 (森林航測 2 級))	同上

## 2. リモートセンシング技術に関する研修の実施

### 2.1 研修の概要

#### 2.1.1 全国研修

##### (1) 研修実施場所との調整

実施場所の選定にあたっては、2020年度上半期事業の試行研修で得られた知見をもとに検討を行った。実施場所に必要な条件や研修場所に必要な物品・施設などの条件に鑑み、全国から11箇所を選定し20回の研修を開催した。

研修の具体的な実施場所の候補については、一般社団法人日本UAS産業振興協議会(JUIDA)の認定スクールから選定した。JUIDAのドローンの操縦技能・安全運航管理者の教育を実施する認定スクールは、日本全国で231校あり(2021年4月現在)、各スクールでは、ドローンの座学研修を行える教習場所や、基本的な操縦を行える屋内・屋外の練習場所を確保していると共に、ドローンの基本的な指導が可能な講師も多数在籍しており、実施場所の選定条件に適っていた。

また、実技研修に必要な造林現場の選定にあたっては、林業事業者等と調整し、実施場所を選定した。

##### (2) 研修の準備

研修会場(座学および現地での実技研修)、必要なドローン機材・パソコン等の手配、各種法令に準じて必要な申請、教材の印刷、研修に用いるソフトウェアのインストラクターおよびサンプルファイルの受講者への送付などの準備を行った。

##### (3) 開催日数の決定方法

2021年に開催した研修は、ドローン操縦初心者を対象とした場合は、開催日数を4日間とした。また、ドローン操縦経験者を対象とした場合は2日間(実技・実習メイン)とした。

2021年に開催した研修は、ドローンの操縦経験の有無を問わず、新型コロナウイルス感染症対策の一環としてオンライン(動画配信)による座学研修1日相当(動画視聴時間7時間)と実技研修2日間の合計3日間の研修を行った。

各研修のカリキュラムについては、表2.1-3から表2.1-6に示すとおり。

##### (4) 募集方法

研修への参加者募集方法は、ブルーイノベーションで作成した開催通知書と参加申込書を林野庁から各都道府県の森林整備事業担当課へ送り、管内の林業事業者等へ周知していただく流れで実施した。

研修の最低開催人数は、実技研修時に6名以上(2グループ以上)の参加が見込める場合を想定していたが、新型コロナウイルス感染症の理由により参加確定後の辞退や、その他業務都合による研修開催直前の急なキャンセル等により1グループ(最小受講者数3名)での開催となる場合があった。

参加申込書には、ドローンの操縦経験有無や所有機体に関する質問を設けて、実技研修時のグループ分けを行う際に参考とした。

表 2.1-1 受講者のスキル毎の区分の例

ドローンの操縦経験有無	あり（10 時間以上）：認定スクール等に通り 10 時間以上の操縦経験を有する
	あり（体験会程度）：半日や 1 時間程の研修会や体験会で操縦をしたことがある
	なし：ドローンを操縦したことがほとんどない
所有機体	Phantom シリーズ
	Mavic シリーズ
	その他

#### （5）次回研修の改善点のまとめ

研修後に受講者を対象にアンケートとヒアリングを行った。これらのアンケート及びヒアリング結果を集約し、次回研修への改善点としてまとめ、実施回ごとに研修内容を適宜修正した。

#### （6）全国研修実施状況

各地での実施状況は「2.2 研修の詳細」を参照。

表 2.1-2 開催概要一覧

No.	開催日程	開催期間	開催場所	受講人数	自治体	森林組合	民間企業
1	2020年11月10日（火）～13日（金）	4日間	岐阜県	7	0	5	2
2	2020年11月24日（火）～27日（金）	4日間	宮城県	18	6	9	3
3	2020年12月 1日（火）～ 4日（金）	4日間	岡山県	17	6	5	6
4	2020年12月15日（火）～18日（金）	4日間	茨城県	13	4	6	3
5	2020年12月23日（水）～24日（木）	2日間 （経験者向け）	岡山県	11	7	4	0
6	2021年 2月9日（火）～10日（水）	3日間	徳島県	3	2	1	0
7	2021年 2月15日（月）～16日（火）	3日間	宮城県	4	3	1	0
8	2021年 2月16日（火）～17日（水）	3日間	愛知県	8	5	2	1
9	2021年 2月18日（木）～19日（金）	3日間	福島県	7	0	6	1
10	2021年 3月9日（火）～10日（水）	3日間	大分県	6	3	2	1
11	2021年 3月9日（火）～10日（水）	3日間	茨城県	7	1	4	2
12	2021年 3月11日（木）～12日（金）	3日間	熊本県	6	3	1	2
13	2021年 3月11日（木）～12日（金）	3日間	埼玉県	8	3	1	4
14	2021年 4月5日（月）～6日（火）	3日間	長野県	7	1	4	2
15	2021年 4月8日（木）～9日（金）	3日間	埼玉県	6	1	1	4
16	2021年 4月12日（月）～13日（火）	3日間	福島県	4	0	2	2
17	2021年 4月13日（火）～14日（水）	3日間	愛知県	8	3	3	2
18	2021年 4月15日（木）～16日（金）	3日間	岐阜県	16	3	12	1
19	2021年 4月26日（月）～27日（火）	3日間	熊本県	4	0	3	1
20	2021年 4月27日（火）～28日（水）	3日間	大分県	4	3	0	1
				164	54	72	38

※座学のみ受講者は別途 42 名

## 2.1.2 カリキュラムの説明（1）4日間（座学2日・実技2日）

表 2.1-3 カリキュラム構成（1,2日目）

	大項目	推奨研修時間	授業項目	時間配分 (分)	
1日目	オリエンテーション	9:00~9:30	全体説明	5	
			会社紹介	5	
			本日の流れ	5	
			TELLO体験（新規）	10	
			講習の流れ	5	
	第1講 無人航空機概論（座学）	9:30~10:20	1: 無人航空機（UAV）とは？ 2: 飛行原理 3: ドローンの構造 ドローンビジネス紹介	30 20	
	休憩	10:20~10:30	-	10	
	第2講 航空法と許可申請 （座学）	10:30~12:00	1: 国内法 2: 航空法・同法施行規則 3: 小型無人機等飛行禁止法 4: その他国内法 5: 今後の動向 6: 山に特有の具体的な物件例 7: DIPS 8: FISS 9: 小テスト	60 5 5 5 15	
	昼休み	12:00~13:00	-	60	
	第2講 航空法と許可申請	13:00~13:40	10: 申請書記入練習 11: 飛行実績報告記入練習	30 10	
	第3講 運用 （座学）	13:40~13:55	1: マルチコプターの飛行方法 2: 安全確保 3: 禁止事項 4: ドローンの墜落	15	
	休憩	13:55~14:10	-	15	
	第4講 操縦編（座学）	14:10~15:15	1: 確認事項（フライト前） 2: 機体準備 3: 電源オン 4: 電源オフ 5: モーター起動 6: 操縦方法 7: アプリ操作（DJI G04） 8: ステータス確認 9: 確認事項（フライト中） 10: 確認事項（フライト後） 11: 基本操縦の体験 12: 組立、解体 13: 電源投入 14: アプリ起動 15: ステータス確認 16: チェックリスト確認	65	
	休憩	15:15~15:30	-	15	
	ドローン屋内飛行実習	15:30~16:10	屋内操縦実習（mavic mini）	40	
	休憩	16:10~16:20	-	10	
	第5講 安全管理について （座学）	16:20~16:50	1: 無人航空機とリスク 2: 操縦時の注意点 3: リスク&トラブル事例紹介 4: 安全対策 5: 事故対策	30	
翌日の説明	16:50~17:00	翌日のスケジュール、持ち物等の説明 安全な飛行体制か	10		
2日目	第9講 ドローン 手動操縦 （実技）	飛行前確認（周囲）	9:00~9:30	天候・気温・風速が飛行に適当か 飛行予定空域の状況確認 第三者・物件が周囲にないか確認	30
		飛行前確認（機体）	9:30~10:00	プロペラの状態確認 プロペラの取り付け方と確認 バッテリーの状態確認 ロボの状態確認と起動方法	30
		アプリ説明（DJI Go 4）	10:00~10:30	各数値や表示の確認 コンパスキャリブレーション 送信機モード バッテリーの状態確認 フェイルセーフの確認 ジオフェンスの確認 センサー類の設定確認	30
		GNSSあり	10:30~12:00 ※適宜休憩	テスト飛行（講師が一回実演する） 離陸-ホバリング-着陸 前後 ※推奨 1字[左右] 大小のスティック操作 ※推奨 スクエア（反時計） スクエア（時計） ※推奨 8の字 ※推奨	90
		昼休み	12:00~13:00	-	60
		GNSSあり	13:00~15:00 ※適宜休憩	機首変え1字（反時計） 機首変え1字（時計） ※推奨 機首変えスクエア（反時計） ※推奨 機首変えスクエア（時計） ※推奨 機種変え8の字 ※推奨	120
		GNSSなし	15:00~17:00 ※適宜休憩	テスト飛行（講師が一回実演する） ホバリング 1字[左右] スクエア（反時計）	120

表 2.1-4 カリキュラム構成 (3,4 日目)

大項目		推奨研修時間	授業項目	時間配分 (分)	
3日目	第9講 ドローン 手動操縦 (実技)	GPSなし	9:00~12:00	ホバリング(復習) I字[左右](復習) スクエア(反時計)(復習) 狭い隙間を抜ける手動操縦訓練 苗木撮影練習	180 ※適宜休憩
	休憩・移動		12:00~13:30	-	90
	第6講 航空写真測量 (座学)		13:30~14:45	1: 航空写真測量とは 2: ドローン測量 3: ドローン測量の必要機材 4: (1)カメラ概説 4: (2)ドローン測量における撮影設定 5: ドローン測量における飛行計画 6: 成果物(実例) 7: 対空標識 8: ドローン測量に適さない対象	75
	休憩		14:45~14:55	-	10
	第7講 自動飛行計画 (座学)		14:55~16:30	1: 自動飛行とは 2: 自動飛行用アプリの種類 3: 飛行計画作成(実習) 4: 事前調査、現地視察 5: 森林、山間地における飛行計画作成	95
4日目	第10講 ドローン自動飛行 (実技)		9:00~10:00	1: 周辺現場確認 2: 安全な離発着の確認 3: 着陸場所設置 4: 機体の組立 5: 監視員の配置確認 6: メンテナンス飛行	60
	休憩		10:00-10:10	-	10
	第10講 ドローン自動 飛行 (実技)	GSProの事前使用説明 経路転送 監視員の配置 データ確認	10:10-12:00	ジオフェンス機能について ミッション終了時の選択について ミッション飛行中の安全対策 作成した経路を呼び出す 設定内容に間違いがないか確認 安全を確認し、転送する 適切な監視員の配置 伝達事項 撮影データの確認 SDカードの残量確認	110
	休憩・移動		12:00~13:30	-	90 (60)
	第8講 解析研修 (座学+実習)		13:30~15:30	今日の話の流れ 申請・検査の変更点 Agisoft Metashape 概説 休憩 SFM、アライメント 対空標識、GCP 高密度点群の計算 TINメッシュ作成、テクスチャ貼り付け オルソモザイク画像の作成と出力 面積計算	120
			15:30~15:45	-	15
			15:45~16:40	QGISの操作と造林申請 実施実験結果からわかること スマート林業の推進について	55
第5講 安全管理について (座学)		16:40~16:50	安全(模擬リスク対策)	20	
4日間の振り返り		16:50~17:00	4日間の振り返り	10	

(2) 2日間(実技2日) ※操縦経験者向け

表 2.1-5 カリキュラム構成 (1,2日目)

	大項目	推奨研修時間	授業項目	時間配分(分)	
1日目	オリエンテーション	9:00~9:10	全体説明 講習の流れ	5 5	
	第9講 ドローン 手動操縦 (実技)	9:10~12:00	ホバリング(復習) I字[左右](復習) スクエア(反時計)(復習) 狭い隙間を抜ける手動操縦訓練 苗木撮影練習	170	
	休憩・移動	12:00~13:30	-	90	
	第6講 航空写真測量 (座学)	13:30~14:45	1: 航空写真測量とは 2: ドローン測量 3: ドローン測量の必要機材 4: (1)カメラ概説 4: (2)ドローン測量における撮影設定 5: ドローン測量における飛行計画 6: 成果物(実例) 7: 対空標識 8: ドローン測量に適さない対象	75	
	休憩	14:45~14:55	-	10	
	第7講 自動飛行計画 (座学)	14:55~16:30	1: 自動飛行とは 2: 自動飛行用アプリの種類 3: 飛行計画作成(実習) 4: 事前調査、現地視察 5: 森林、山間地における飛行計画作成	95	
	第10講 ドローン自動飛行 (実技)	9:00~10:00	1: 周辺現場確認 2: 安全な離発着の確認 3: 着陸場所設置 4: 機体の組立 5: 監視員の配置確認 6: メンテナンス飛行	60	
2日目	休憩	10:00~10:10	-	10	
	第10講 ドローン自動飛行 (実技)	GSProの事前使用説明	10:10~12:00	ジオフェンス機能について ミッション終了時の選択について ミッション飛行中の安全対策 作成した経路を呼び出す 設定内容に間違いがないか要確認 安全を確認し、転送する 適切な監視員の配置 伝達事項 撮影データの確認 SDカードの残量確認	110
		経路転送			
		監視員の配置			
		データ確認			
	休憩・移動	12:00~13:30	-	90 (60)	
	第8講 解析研修 (座学+実習)	13:30~15:30	今日の話の流れ 申請・検査の変更点 Agisoft Metashape 概説 休憩 SFM、アラインメント 対空標識、GCP 高密度点群の計算 TINメッシュ作成、テクスチャ貼り付け オルソモザイク画像の作成と出力 面積計算	120	
15:30~15:45			-	15	
15:45~16:40			QGISの操作と造林申請 実施実験結果からわかること スマート林業の推進について	55	
第5講 安全管理について (座学)	16:40~16:50	安全(模擬リスク対策)	20		
2日間の振り返り	16:50~17:00	2日間の振り返り	10		

(3) 3日間(座学(オンライン(動画配信))1日相当+実技2日間)

表 2.1-6 カリキュラム構成(座学(オンライン(動画配信))1日相当)

	大項目	授業項目	時間配分(分)
1日相当(オンライン)	第1講 無人航空機概論	1: 無人航空機(UAV)とは?	30
		2: 飛行原理	
		3: ドローンの構造	
		ドローンビジネス紹介	
	第2講 航空法と許可申請	1: 国内法	50
		2: 航空法・同法施行規則	
		3: 小型無人機等飛行禁止法	
		4: その他国内法	
		5: 今後の動向	
		6: 山に特有の具体的な物件例	
		7: DIPS	
		8: FISS	
		9: 申請書記入練習	
		10: 飛行実績報告記入練習	
	第3講 運用方法	1: マルチコプターの飛行方法	15
		2: 安全確保	
		3: 禁止事項	
		4: ドローンの墜落	
	第4講 操縦編	1: 確認事項(フライト前)、2: 機体準備、3: 電源オン、4: 電源オフ、5: モーター起動、6: 操縦方法、7: アプリ操作(DJI GO4)、8: ステータス確認、9: 確認事項(フライト中)、10: 確認事項(フライト後)、11: 基本操縦の体験、12: 組立、解体、13: 電源投入、14: アプリ起動、15: ステータス確認、16: チェックリスト確認)	30
	第5講 安全管理について	1: 無人航空機とリスク	10
		2: 操縦時の注意点	
		3: リスク&トラブル事例紹介	
		4: 安全対策	
		5: 事故対策	
	第6講 航空写真測量	1: 航空写真測量とは	75
		2: ドローン測量	
		3: ドローン測量の必要機材	
		4: (1)カメラ概説	
4: (2)ドローン測量における撮影設定			
5: ドローン測量における飛行計画			
6: 成果物(実例)			
7: 対空標識			
8: ドローン測量に適さない対象			
第7講 自動飛行計画	1: 自動飛行とは	60	
	2: 自動飛行用アプリの種類		
	3: 飛行計画作成(実習)		
	4: 事前調査、現地視察		
	5: 森林、山間地における飛行計画作成		
第8講 写真解析	今日の話の流れ	150	
	申請・検査の変更点		
	Agisoft Metashape概説		
	SFM、アライメント		
	対空標識、GCP		
	高密度点群の計算		
	TINメッシュ作成、テクスチャ貼り付け		
	オルソモザイク画像の作成と出力		
	面積計算		
	QGISの操作と造林申請		
	実証実験結果からわかること		
	スマート林業の推進について		

表 2.1-7 カリキュラム構成（実技 1, 2 日目）

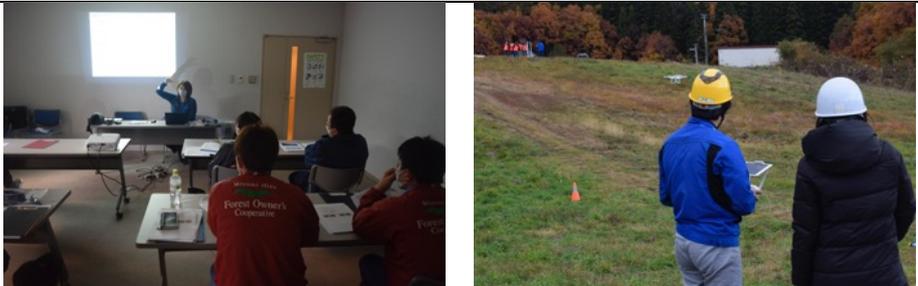
	大項目	推奨研修時間	授業項目	時間配分 (分)			
1 日目	オリエンテーション	9:00~9:10	全体説明 講習の流れ	5 5			
	第9講 ドローン 手動操縦 (実技)	9:10~12:00	ホバリング(復習) 「字」[左右](復習) スクエア(反時計)(復習) 狭い隙間を抜ける手動操縦訓練 苗木撮影練習	170			
	休憩・移動	12:00~13:30	-	90			
	第6講 航空写真測量 (座学)	13:30~14:45	1:航空写真測量とは 2:ドローン測量 3:ドローン測量の必要機材 4:(1)カメラ概説 4:(2)ドローン測量における撮影設定 5:ドローン測量における飛行計画 6:成果物(実例) 7:対空標識 8:ドローン測量に適さない対象	75			
	休憩	14:45~14:55	-	10			
	第7講 自動飛行計画 (座学)	14:55~16:30	1:自動飛行とは 2:自動飛行用アプリの種類 3:飛行計画作成(実習) 4:事前調査、現地視察 5:森林、山間地における飛行計画作成	95			
	第10講 ドローン自動飛行 (実技)	9:00~10:00	1:周辺現場確認 2:安全な離発着の確認 3:着陸場所設置 4:機体の組立 5:監視員の配置確認 6:メンテナンス飛行	60			
	休憩	10:00~10:10	-	10			
	第10講 ドローン自動飛行 (実技)	GSPProの事前使用説明	10:10~12:00	ジオフェンス機能について ミッション終了時の選択について ミッション飛行中の安全対策 作成した経路を呼び出す 設定内容に間違いがないか要確認 安全を確認し、転送する 適切な監視員の配置 伝達事項 撮影データの確認 SDカードの残量確認	110		
		経路転送					
監視員の配置							
データ確認							
休憩・移動	12:00~13:30	-	90 (60)				
2 日目	第8講 解析研修 (座学+実習)	13:30~15:30	今日の話の流れ 申請・検査の変更点 Agisoft Metashape 概説 休憩 SFM、アラインメント 対空標識、GCP 高密度点群の計算 TINメッシュ作成、テクスチャ貼り付け オルソモザイク画像の作成と出力 面積計算	120			
			15:30~15:45		-	15	
			15:45~16:40		QGISの操作と造林申請 実施実験結果からわかること スマート林業の推進について	55	
			第5講 安全管理について (座学)		16:40~16:50	安全(模擬リスク対策)	20
			2日間の振り返り		16:50~17:00	2日間の振り返り	10

## 2.2 研修の実施状況

全国研修は全国 11 箇所です。計 20 回を開催した。各地での実施状況を下記に記す。

### 2.2.1 岐阜県

表 2.2-1 岐阜県開催内容(4 日間研修)

①開催概要	<p>日時：2020 年 11 月 10 日（火）～13 日（金）9:00～17:00</p> <p>場所：          座学：流葉交流センターMプラザ（岐阜県飛騨市神岡町伏方 150）          実技：飛騨市ドローンパーク          受講者数：7 名          受講者の属性：              自治体：0 名              森林組合：5 名              民間企業：2 名</p>
②研修時の課題	A. テキストを持ち帰れないので復習ができない状態となっている。
③課題への対応	A. 2021 年よりテキストの持ち帰りができるように対応を行った。また、本研修受講者には後日テキストを送付した。
④受講生の意見・感想	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実証実験を基にした内容なので説得力があった。</li> <li>・ 飛行計画作成から、自分たちで実施したドローンでの撮影、自分たちで撮影した写真で写真解析まで一連の流れを実習したかった。</li> </ul>
開催状況	

## 2.2.2 宮城県

表 2.2-2 宮城県開催内容(4日間研修)

①開催概要	<p>日時：2020年11月24日(火)～27日(金) 9:00～17:00</p> <p>場所；</p> <p>座学：1日目、2日目 ホテルクレセント (宮城県仙台市太白区秋保町湯元行澤1-2)</p> <p>4日目 大和町総合体育館 研修室</p> <p>実技：2日目、3日目 秋保リゾート森林スポーツ公園 (宮城県仙台市太白区秋保町湯本字青木33-1)</p> <p>4日目 宮城県黒川郡大和町宮床赤坂 (松倉国有林 274林班る1・る2小班)</p> <p>受講者数：18名</p> <p>受講者の属性；</p> <p>自治体：6名 森林組合：9名 民間企業：3名</p>
②研修時の課題	<p>A. 授業中に受ける質問のレベルが高く、また特定の機体についての問い合わせを複数受けるなど、通常の内容のみでご満足いただけない受講者がみられた。テキストづくりについては、現時点では初心者に向けた内容のため、上級者向けやさらに業種特化させた内容も追加していく必要がある。</p>
③課題への対応	<p>A. 今後の課題とする</p>
④受講生の意見・感想	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ RTKに関してもっと詳しく知りたかった。</li> <li>・ 資料を持ち帰りたかった(2021年より資料配布が開始されるまで、こちらの意見は多く見られた。)</li> <li>・ 想定外の事態を想定した講義内容であり、有意義であった。</li> </ul>
開催・状況	

## 2.2.3 岡山県

表 2.2-3 岡山県開催内容(4日間研修)

①開催概要	<p>日時：2020年12月1日(火)～4日(金) 9:00～17:00          場所；          座学：岡山県農林水産総合センター森林研究所          (岡山県勝田郡勝央町植月中 1001)          実技：岡山県農林水産総合センター森林研究所          (岡山県勝田郡勝央町植月中 1001)          受講者数：17名          受講者の属性；              自治体    ：6名              森林組合：5名              民間企業：6名</p>
②研修時の課題	<p>A. 受講者の習熟度によっては、GSPro だけでは物足りない受講者がいる          B. 操縦しやすい平地での研修であったため、実際の現場に近い環境で研修を実施する機会が必要であるとの声があった。</p>
③課題への対応	<p>A. GSPro 以外の自動飛行アプリ (Litchi) の説明テキストを作成し配布予定。          B. 林内での実技研修を実施した。(福島県、岐阜県)</p>
④受講生の意見・感想	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実技研修について、習熟度別の班構成とした点について、時間も十分確保でき、他の研修よりも操縦について詳しく学べた。</li> <li>・ ドローンやソフトの導入後は操作に不安があるため個別で指導をして欲しい。</li> </ul>
開催・状況	

## 2.2.4 茨城県

表 2.2-4 茨城県開催内容(4日間研修)

①開催概要	<p>日時：2020年12月15日(火)～18日(金) 9:00～17:00          場所；          座学：石岡市つくばねオートキャンプ場（茨城県石岡市小幡 2132-14）          実技：石岡市つくばねオートキャンプ場（茨城県石岡市小幡 2132-14）          石岡市小幡皆伐地（茨城県石岡市小幡）          受講者数：13名          受講者の属性；              自治体    ：4名              森林組合：6名              民間企業：3名</p>
②研修時の課題	<p>A. 自動飛行の緊急対応練習が不十分であるとの声があった。          B. 動画視聴のみではイメージがつかめないとのことで、造林申請書類を作成する実習が必要という声があった。</p>
③課題への対応	<p>A. 自動飛行停止・再開などのデモ・練習の実施を開始した。          B. オンライン（リアルタイム）での授業を実施予定。</p>
④受講生の意見・感想	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 初心者向けの内容で良かった。</li> <li>・ ドローンの飛行場所によっては、移動時間や人工が必要となりコスト高になる印象を受けた。</li> </ul>
開催・状況	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>

## 2.2.5 岡山県

表 2.2-5 岡山県開催内容(2日間研修)

①開催概要	<p>日時：2020年12月23日(水)～24日(木) 9:00～17:00          場所；          座学：岡山県農林水産総合センター森林研究所          (岡山県勝田郡勝央町植月中 1001)          実技：岡山県農林水産総合センター森林研究所          (岡山県勝田郡勝央町植月中 1001)          受講者数：11名          受講者の属性；              自治体    ：7名              森林組合：4名              民間企業：0名</p>
②研修時の課題	<p>A. RTK 搭載ドローンでの研修(座学・実技)を望む声があった。          B. SfM ソフトや QGIS の実習に関する資料がないため、実習内容が復習できない。</p>
③課題への対応	<p>A. 個別研修にて対応済。(千葉県：第3章参照)          B. 2021年より該当テキストの持ち帰りができるように対応を行った。</p>
④受講生の意見・感想	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ATTI モードで操縦する際の変な癖がなくなった。</li> <li>・ 習熟度別の班構成となっており、時間も十分にあり分かりやすかった。</li> </ul>
開催・状況	

## 2.2.6 徳島県

表 2.2-6 徳島県開催内容(3日間研修)

①開催概要	<p>日時：2021年2月9日(火)～10日(木)9:00～17:00          場所；          座学：オンライン(動画配信)          実技：那賀町林業ビジネスセンター          (住所 徳島県那賀郡那賀町吉野)          受講者数：3名          受講者の属性；              自治体：2名              森林組合：1名              民間企業：0名</p>
②研修時の課題	<p>A. ドローンを利用している他事業体と情報共有の場が必要との声があった。          B. 実技研修において、実際の林業現場の状況を想定した飛行訓練を望む声があった(実習場所が見晴らしの良い平地であったため)。</p>
③課題への対応	<p>A. 研修時に各事業体のドローン利用状況等を共有し合う時間を作った          B. 林内での実技研修を実施した(福島県、岐阜県)</p>
④受講生の意見・感想	<ul style="list-style-type: none"> <li>・参加者数が少なかったこともあり、研修当日の自動飛行写真を講師が SfM ソフトで処理した成果品が見ることができ、一連の作業の流れを実体験することで研修の効果はより高まった。動画では省略していた SfM ソフト上での処理時間なども実際に業務で行う時の参考になると感じた。</li> <li>・(オンライン(動画配信)座学に関して) コロナ禍でも授業ができたことは良かった。</li> </ul>
開催・状況	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>

## 2.2.7 宮城県

表 2.2-7 宮城県開催内容(3日間研修)

①開催概要	<p>日時：2021年2月15日(月)～16日(火) 9:00～17:00          場所；          座学：オンライン(動画配信)          実技：秋保リゾートホテルクレセント 森林スポーツ公園          (住所 宮城県仙台市太白区秋保町湯元字青木 33-1)          受講者数：4名          受講者の属性；              自治体：3名              森林組合：1名              民間企業：0名</p>
②研修時の課題	<p>A. 天候悪化などにより自動飛行が十分に実行できなかった場合の対策を検討。          B. 中国産ドローンの国内での取り扱いの動向が決まらなると機体購入に至らないという声があった。</p>
③課題への対応	<p>A. 難易度の高い操縦練習や、または Metashape 以外の SfM ソフトのデモなどを行った。          B. HP 等を通じた最新情報の共有や継続したサポートを今後実施する。</p>
④受講生の意見・感想	<ul style="list-style-type: none"> <li>・受講期間を細切れにできるオンライン(動画配信)による座学の形式が良かった。(業務上、連日での受講が難しい)</li> <li>・施業の進捗状況の把握、施業の計画、ナラ枯れやマツ枯れ等の病虫害の被害状況の把握などにもドローンを用いてみたい。</li> </ul>
開催・状況	  

## 2.2.8 愛知県

表 2.2-8 愛知県開催内容(3日間研修)

①開催概要	<p>日時：2021年2月16日(火)～17日(水)9:00～17:00          場所；          座学：オンライン(動画配信)          実技：愛知県民の森          (住所 愛知県新城市門谷鳳来寺7-60)          受講者数：8名          受講者の属性；              自治体：5名              森林組合：2名              民間企業：1名</p>
②研修時の課題	A. iPad操作、PC操作等の不慣れから、自動飛行や写真解析の実習にハードルを高く感じる受講者がいる。
③課題への対応	A. 個別に対応できるオンライン(リアルタイム)での授業を実施予定。
④受講生の意見・感想	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動画だと「ここだけの話」が聞けないことが残念。</li> <li>・(講師のサポートがあったため)悪天候、強風など通常では飛行しないような状況下で練習ができてよかった。</li> </ul>
開催・状況	 <p>The photograph shows a group of approximately ten people standing in a forest clearing. They are wearing various safety gear, including hard hats and high-visibility vests. A white van is parked on the right side of the clearing. The background consists of tall, thin trees, likely pines, under an overcast sky.</p>

## 2.2.9 福島県

表 2.2-9 福島県開催内容(3日間研修)

①開催概要	<p>日時：2021年2月18日(木)～19日(金)9:00～17:00          場所；          座学：オンライン(動画配信)          実技：スカイパレスときわ          (住所 福島県田村市常葉町山根 殿上 160)          受講者数：7名          受講者の属性；              自治体：0名              森林組合：6名              民間企業：1名</p>
②研修時の課題	A. オンライン(動画配信)座学ではタイムリーな質問ができない。また、動画の視聴期間が短く復習ができない。
③課題への対応	A. オンライン(リアルタイム)での授業を実施予定。質問に関しては引き続きメールまたはHPから受付を実施予定。動画の視聴期間に関しては検討中。
④受講生の意見・感想	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実際にドローンを使用する際は、現場から電話などでサポートして欲しい。</li> <li>・強風や悪い環境下での練習をする必要性を感じた。</li> </ul>
開催・状況	

## 2.2.10 大分県

表 2.2-10 大分県開催内容(3日間研修)

①開催概要	<p>日時：2021年3月9日(火)～10日(水) 9:00～17:00          場所；          座学：オンライン(動画配信)          実技：大分県民の森          (住所 大分県大分市廻栖野 2007-1)          受講者数：6名          受講者の属性；              自治体    ：3名              森林組合：2名              民間企業：1名</p>
②研修時の課題	A. 現場での導入を前提とした具体的な質問(機体の値段や練習用に適した低価格のドローン、バッテリーなどの必要機材の個数等)に対する回答を求められる場合がある。
③課題への対応	A. 現地では講師が回答する。研修前後もHP等を通じた最新情報の共有や継続したサポートを実施する。
④受講生の意見・感想	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Phantom と Mavic の両方を操縦できてよかった。</li> <li>・ もっと練習がしたいので再度、研修を開催して欲しい。</li> </ul>
開催・状況	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>

## 2.2.11 茨城県

表 2.2-11 茨城県開催内容(3日間研修)

①開催概要	<p>日時：2021年3月9日(火)～10日(水) 9:00～17:00          場所；          座学：オンライン(動画配信)          実技：石岡市つくばねオートキャンプ場          (住所 茨城県石岡市小幡 2132-14)          受講者数：7名          受講者の属性；              自治体：1名              森林組合：4名              民間企業：2名</p>
②研修時の課題	A. 造林申請に関して他県での事例を知りたいとの声があった。
③課題への対応	A. 研修時に各事業者のドローン利用状況等を共有し合う時間を作った。
④受講生の意見・感想	<ul style="list-style-type: none"> <li>・座学の動画ファイルが多すぎてどこまで見たか分かりにくかった。</li> <li>・操縦技術を向上させるための練習方法や注意点が分かった。</li> </ul>
開催・状況	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>

## 2.2.12 熊本県

表 2.2-12 熊本県開催内容(3日間研修)

①開催概要	<p>日時：2021年3月11日(木)～12日(金)9:00～17:00          場所；          座学：オンライン(動画配信)          実技：九州ドローンスクール屋外飛行場          (住所：熊本県熊本市西区新港1丁目)          受講者数：6名          受講者の属性；              自治体：3名              森林組合：1名              民間企業：2名</p>
②研修時の課題	<p>A. 機種選定を正しく行える様なサポートが必要。          B. 飛行申請書類作成について、座学だけでなく実習の希望があった。</p>
③課題への対応	<p>A. HP等を通した最新情報の共有や継続したサポートを実施する。          B. 今後の課題とする。</p>
④受講生の意見・感想	<ul style="list-style-type: none"> <li>・測量以外に、森林管理、災害調査、施業予定箇所の調査、樹木本数調査などの幅広い点でドローンを活用したい。</li> <li>・(造林申請で使用する)膨大なデータの管理が困難。</li> </ul>
開催・状況	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>

## 2.2.13 埼玉県

表 2.2-13 埼玉県開催内容(3日間研修)

①開催概要	<p>日時：2021年3月11日(木)～12日(金) 9:00～17:00          場所；          座学：オンライン(動画配信)          実技：大宮けんぽグラウンド          (住所 埼玉県さいたま市西区二ツ宮 113-1)          受講者数：8名          受講者の属性；              自治体：3名              森林組合：1名              民間企業：4名</p>
②研修時の課題	A. より実践的な練習内容として目視外飛行の希望があった。
③課題への対応	A. 目視外飛行を実施済(熊本県)。今後の実技研修に取り入れる予定。
④受講生の意見・感想	<ul style="list-style-type: none"> <li>・受講者は座学の動画を何回も見られるようにして欲しい。</li> <li>・林業向けに訓練内容が工夫されていて良かった。</li> </ul>
開催・状況	

## 2.2.14 長野県

表 2.2-14 長野県開催内容(3日間研修)

①開催概要	<p>日時：2021年4月5日(月)～6日(火) 9:00～17:00          場所；          座学：オンライン(動画配信)          実技：長野県林業総合センター          (住所 長野県塩尻市片丘 5739)          受講者数：7名          受講者の属性；              自治体：1名              森林組合：4名              民間企業：2名</p>
②研修時の課題	<p>A. 同じ県内でもリモートセンシングに力を入れている事業者とそうでない事業者があり、知識や経験の差が大きい。研修中は高度な内容の質問が多かったが、初心者の受講者にとっては理解が難しかった様子であった。</p>
③課題への対応	<p>A. 研修時に各事業者のドローン利用状況等を共有し合う時間を作った。</p>
④受講生の意見・感想	<ul style="list-style-type: none"> <li>・研修を実施しても、現状では県の制度が追い付いていないのではないか。</li> <li>・もっと実技の練習がしたい。</li> </ul>
開催・状況	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>写真右：現地での苗木撮影(現物)</p>

## 2.2.15 埼玉県

表 2.2-15 埼玉県開催内容(3日間研修)

①開催概要	<p>日時：2021年4月8日(木)～9日(金) 9:00～17:00          場所；          座学：オンライン(動画配信)          実技：大宮けんぼグラウンド          (住所 埼玉県さいたま市西区二ツ宮 113-1)          受講者数：6名          受講者の属性；              自治体：1名              森林組合：1名              民間企業：4名</p>
②研修時の課題	<p>A. ドローンによる飛行訓練より写真解析の需要が高く、そのためオンライン(動画配信)座学ではタイムリーな質疑応答ができない点で不便という意見が見られた。</p>
③課題への対応	<p>A. オンライン(リアルタイム)での授業を実施予定</p>
④受講生の意見・感想	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 研修で使用している以外の自動飛行アプリやSfMソフトの使用を検討中なので使い方を教えて欲しい</li> <li>・ 実習は対面で実施したい</li> </ul>
開催・状況	

## 2.2.16 福島県

表 2.2-16 福島県開催内容(3日間研修)

①開催概要	<p>日時：2021年4月12日(月)～13日(火) 9:00～17:00          場所；          座学：オンライン(動画配信)          実技：阿武隈高原スカイパレスときわ          (住所 福島県田村市常葉町山根字殿上 160)          受講者数：4名          受講者の属性；              自治体：0名              森林組合：2名              民間企業：2名</p>
②研修時の課題	<p>A. 今後のリモートセンシング化にあたり機体、自動飛行アプリ、SfMソフト等、選定の部分からの助言を求める声があった          B. 林業におけるリモートセンシング化やドローンに関する最新ニュースの共有など、研修後にも継続的なサポートが必要</p>
③課題への対応	<p>A. B. HP等を通じた最新情報の共有や継続したサポートを実施する。より具体的な案件に関しては個別研修を検討する</p>
④受講生の意見・感想	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実運用への不安(例：DJI機を購入して良いのか等)があり、機材やソフトの購入に躊躇をしている</li> <li>・MetashapeとQGISに特化した研修を開催して欲しい</li> </ul>
開催・状況	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>

## 2.2.17 愛知県

表 2.2-17 愛知県開催内容(3日間研修)

①開催概要	<p>日時：2021年4月13日(火)～14日(水) 9:00～17:00          場所；          座学：オンライン(動画配信)          実技：モリトピア愛知(愛知県民の森)          (住所 愛知県新城市門谷字鳳来寺 7-60)          受講者数：8名          受講者の属性；              自治体：3名              森林組合：3名              民間企業：2名</p>
②研修時の課題	A. 運用にあたり、機体の細かい設定に関する質問や、当日現場で発生した不具合に対応して相談できる窓口が必要との声があった
③課題への対応	A. HP等を通じた最新情報の共有や継続したサポートを実施する。より具体的な案件に関しては個別研修を検討する
④受講生の意見・感想	<ul style="list-style-type: none"> <li>・風が強く、良い練習になった</li> <li>・開けた現場があれば、ドローンを活用できる可能性を感じられた</li> </ul>
開催・状況	

## 2.2.18 岐阜県

表 2.2-18 岐阜県開催内容(3日間研修)

①開催概要	<p>日時：2021年4月15日(木)～16日(金) 9:00～17:00          場所；          座学：オンライン(動画配信)          実技：岐阜県立森林文化アカデミー          (住所 岐阜県美濃市曾代 88)          受講者数：16名          受講者の属性；              自治体    ：3名              森林組合：12名              民間企業：1名</p>
②研修時の課題	<p>A. 既にドローンによる申請を試験的に行っている団体もあり、経験者向けの高度な内容の授業を求める意見が見られた          B. 普段から要望の多い、林業現場に近い環境での研修を実施したが、今回は人数が多かったこともあり危険との声もあった          C. マダニに刺された受講者がおり(刺された場所は不明)病院で治療を行った。ドローン関連以外での森林での怪我・事故への対応が課題</p>
③課題への対応	<p>A. 目視外飛行を実施済(熊本県)。今後の実技研修に取り入れる予定。GSPro以外の自動飛行アプリ(Litchi)の説明テキストを作成し配布予定          B. 今後も安全に配慮しながら、林業現場で実技研修を続けていき、知見を貯めてテキスト等に反映していく          C. 林業現場でのドローンに関わること以外での怪我・事故への対応を検討し、研修時に周知と注意喚起を行う</p>
④受講生の意見・感想	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 質問がしたいので対面授業が良かった</li> <li>・ 天気が悪い中での研修だったので、雨雲レーダーの活用を学べて良かった</li> <li>・ 県職員への質問時間があったので、補助金情報のやりとりなどができ、有意義であった</li> </ul>
開催・状況	

## 2.2.19 熊本県

表 2.2-19 熊本県開催内容(3日間研修)

①開催概要	<p>日時：2021年4月26日(月)～27日(火) 9:00～17:00          場所；          座学：オンライン(動画配信)          実技：九州ドローンスクール屋外飛行場          (住所 熊本県熊本市西区新港1丁目)          受講者数：4名          受講者の属性；              自治体：0名              森林組合：3名              民間企業：1名</p>
②研修時の課題	A. 研修時から、機体やSfMソフト購入までに期間が空くため、実践段階で改めて動画を確認したいという声があった
③課題への対応	A. 2021年よりテキストの配布を開始。質問に関してはHP等を通して継続したサポートを実施する。視聴期間に関しては今後の課題とする。
④受講生の意見・感想	<ul style="list-style-type: none"> <li>最後の目視外飛行の練習は有意義であった</li> </ul>
開催・状況	

## 2.2.20 大分県

表 2.2-20 大分県開催内容(3日間研修)

①開催概要	<p>日時：2021年4月27日(火)～28日(水) 9:00～17:00          場所；          座学：オンライン(動画配信)          実技：大分県民の森 香りの広場          (住所 大分県大分市廻栖野 2007-1)          受講者数：4名          受講者の属性；              自治体：3名              森林組合：0名              民間企業：1名</p>
②研修時の課題	A. オンライン(動画配信)座学で実運用時のコストに関する案内や記述が必要との意見があった
③課題への対応	A. 今後の課題とする
④受講生の意見・感想	<ul style="list-style-type: none"> <li>・林業分野の担い手不足をドローンの活用で補いたい</li> <li>・実習で教わった内容の造林申請を実施したい</li> </ul>
開催・状況	

### 3. 林業事業体等の個別要望に応じた研修の実施

#### 3.1 概要

林業事業体等の個別の要望に応じて、Phantom4 RTK の自動飛行や写真解析の研修を実施した。

##### 3.1.1 開催場所

個別の要望に応じた研修は、富山県、千葉県、兵庫県で実施をした。

また、開催場所は、リモートセンシング技術に関する研修に参加された方より個別にメールもしくは電話で相談を受け、現状の課題や実施されたい内容から選定をした。

##### ①富山県

岐阜県で開催されたりモートセンシング研修（2020年11月10日～13日）にご参加いただき、その後メールで問合せをいただいた。既に Mavic 2 Pro を用いた自動飛行と Metashape を用いた写真解析は検討しており、機材は揃っていたが正確な実施方法（飛行経路の作成方法や写真解析の手順）は分からず、使用するにも出来ない状況であった。

今回の研修を機会に造林申請時のドローンと Metashape の活用を進めていきたいという意向があり、研修を実施することを決めた。

##### ②千葉県

茨城県で開催されたりモートセンシング研修（2020年12月1日～4日）に千葉県庁の職員1名に参加いただき、研修日前から個別の研修を実施してほしい旨を電話で相談いただいた。

県庁では Phantom4 RTK と Metashape を既に所持しているが、運用できる人員が少ないことと、今後千葉県としても森林調査等で活用していきたい意向を聞き、研修を実施することを決めた。

また Phantom4 RTK はリモートセンシング研修の中で取り扱わないため、応用的な研修の立ち位置にもなった。

##### ③兵庫県

岡山県で開催されたりモートセンシング研修（2020年12月24日～25日）に株式会社西村の方に参加いただき、研修中に個別での研修を実施してほしい旨の相談をいただいた。その後、研修の目的が自社で購入した山の管理をするためドローンを導入して実施されたいという内容であったため、研修実施を決めた。

今回の研修では自動飛行の実施方法を反復して学び、自社でドローンを購入し、伐採面積の測量や作業道の計画に活かすことが目的となる。

## 3.2 林業事業体等の個別要望に応じて実施した研修の内容

### 3.2.1 富山県

表 3.2-1 富山県個別研修概要

① 開催概要	<p>日時：2021年1月27日 10時～17時          場所：富山県西部森林組合の事務所（オンライン（リアルタイム））          受講者数：3名</p>
② 実施内容	<p>目的；</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ SfM ソフト「Metashape」の習得（富山県西部森林組合が事前に撮影した画像を使用した写真解析）</li> <li>・ QGIS の習得</li> <li>・ オンライン（リアルタイム）による実習の有効性を検証</li> </ul> <p>カリキュラム；</p> <p><b>午前 写真解析の実務①</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 研修概要の説明</li> <li>・ ブルーイノベーションの会社紹介（自己紹介） 【SfM ソフト「Metashape」】</li> <li>・ 対空標識を使用した場合の写真解析方法</li> </ul> <p>休憩 1 時間</p> <p><b>午後 写真解析の実務②</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自社で撮影した写真を用いたオルソ画像の作成、写真解析にて点群データ等三次元解析、面積計測 【空間情報作成・編集ソフト「QGIS」】</li> <li>・ 上記加工画像の、地形図への重ね合わせ</li> <li>・ 質疑応答</li> </ul>
③ 実施成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事前に撮影した写真をしようした SfM 画像解析ソフト「Metashape」でのオルソ画像の並びに QGIS の重ね合わせは出来た（図 3.2-1）。</li> <li>・ オンライン（リアルタイム）を活用した座学研修を初めて実施したが、対面で実施するのと変わりなく、円滑に進められる印象を受けた。また、少数で実施することでレベルや理解力に合わせて研修が実施出来ると分かった。</li> <li>・ 受講者が普段使用しているデスクトップ PC を活用して実施出来るため、研修の成果を受講者の PC にも残せ、受講者にとって効果的な研修だと分かった。</li> </ul>

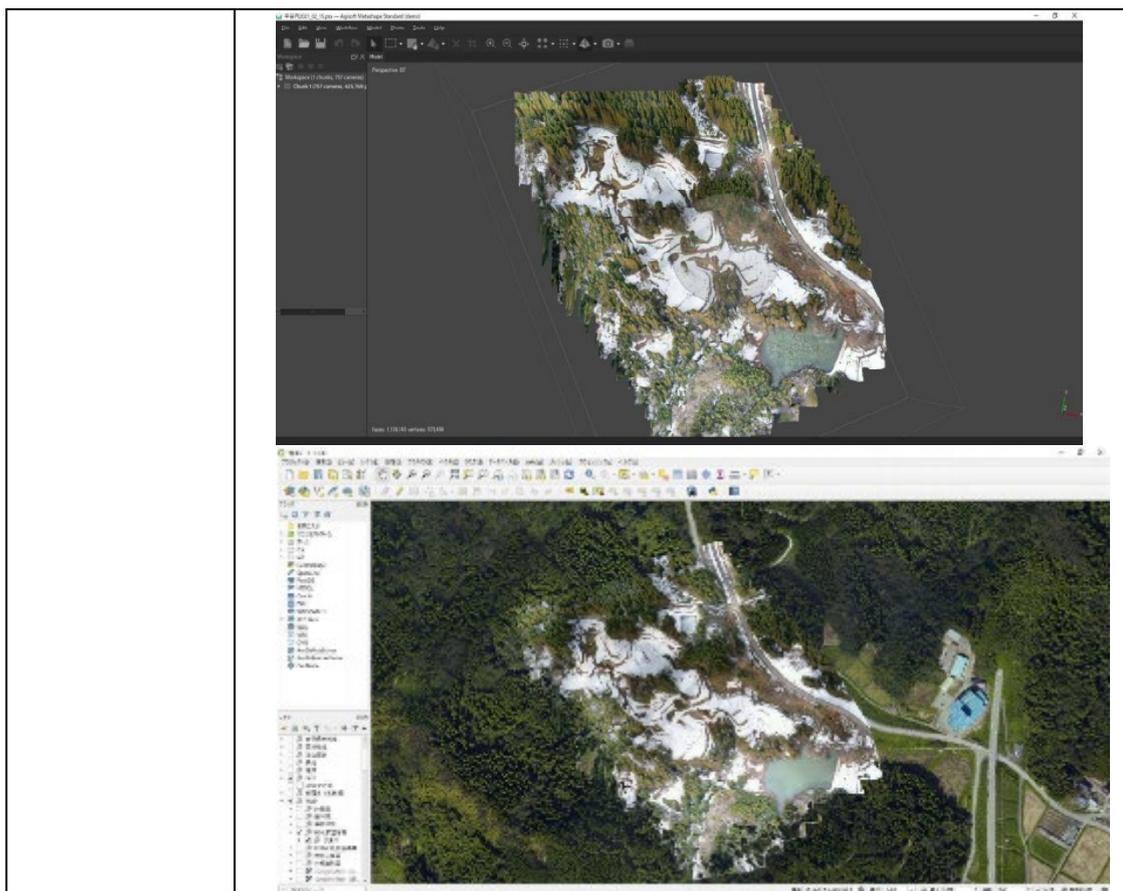
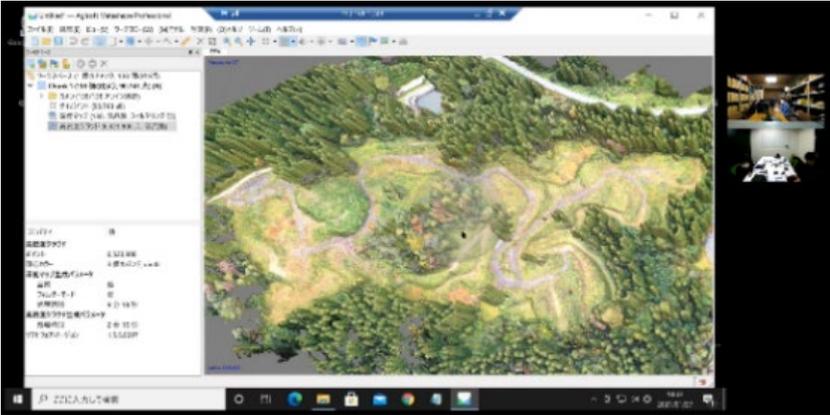


図 3.2-1 Metashape と QGIS の実施成果

<p>④ 技術の普及に向けた課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Metashape を購入してから半年間、活用が出来ていない状況であり、理由は使用方法が分からないという事であった。今回のような座学研修がないと独自で活用をしていくことは困難な印象を受けた。</li> <li>・ 受講者が講師の話を理解出来ているのか、それとも困ってオルソ作成の作業が止まっているのか、オンライン（動画配信）の研修では捉えることが困難だった。</li> <li>・ 講師の画面を共有して指導していたため、受講者側のオルソ作成作業の進捗状況が伺うことが難しい。</li> </ul>
<p>⑤ 今後の研修やサポート体制の構築に向けた改善点</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 講師側の PC 画面を共有するのではなく、受講者側の PC 画面を共有いただいた方が、進捗状況の確認や講師からの指示が的確に出せると分かった。</li> <li>・ 今回は問題なくオルソ画像の生成が出来たが、今後オルソ画像の生成が出来ないケースも考えられる。その際、どのような事（撮影方法なのか、SfM ソフトの設定が違うのか）が原因であるか特定をし、改善させることは重要であると分かった。</li> </ul>

<p>⑥ アンケート結果</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・オンライン（リアルタイム）での写真解析研修は有効的であると3名中3名が回答いただいた。</li> <li>・継続的な研修を3名中3名が希望された。特に写真測量（解析）には3名全員が希望をしていた。</li> <li>・オンライン（リアルタイム）であれば、場所問わず実施することが可能なため、今後の研修にオンライン（リアルタイム）での写真解析研修を導入することも検討する。</li> </ul>
<p>⑦ カリキュラムやテキストへのフィードバック</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・座学研修と実技研修とは別に、オンライン（リアルタイム）の SfM ソフトの活用研修を半日もしくは1日実施する方針に変更する。</li> <li>・各森林組合事務所より参加することで、複数人数の受け入れも可能と考える。</li> <li>・地域特性（豪雪地域や快晴の多い地域）に沿って、飛行の方法やカメラの設定等を伝えることでオルソ画像の生成に影響の少ない写真を撮影することができることが分かったのでテキストに記載した。</li> </ul>
<p>⑧ 開催状況</p>	 

### 3.2.2 千葉県

表 3.2-2 千葉県個別研修概要

① 開催概要	<p>日時：2021年2月12日（金） 10時～17時          場所：千葉県農林総合研究センター森林研究所（千葉県山武市埴谷1887-1）          受講者数：15名</p>
② 実施内容	<p>目的；</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Phantom4 RTK を使用した自動飛行（GS RTK）の習得</li> <li>・ 撮影した写真を活用した Metashape の習得</li> </ul> <p>カリキュラム；</p> <p><b>午前 航空写真測量撮影の実務</b>          使用機材：Phantom4 RTK 及び基地局（モバイルステーション）          撮影場所：森林整備事業 特殊地拵え施行地（山武市椎崎）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 研修概要の説明</li> <li>・ ブルーイノベーションの会社紹介（自己紹介）</li> <li>・ 県所有機 機能の解説</li> <li>・ 自動飛行アプリ GS RTK による自動飛行計画の作成</li> <li>・ 現地にて自動撮影（基本 Phantom4 RTK にて飛行）</li> </ul> <p>休憩 1 時間</p> <p><b>午後 写真解析</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 航空写真測量概論</li> <li>・ 撮影した写真の活用</li> </ul> <p>【SfM ソフト「Metashape」】          午前中に撮影した写真を用いて、オルソ画像の作成、写真解析にて点群データ等三次元解析を実施</p>

<p>③ 実施成果</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>GS RTK を利用した Phantom4 RTK の自動飛行を実施する事が出来た。</li> <li>撮影した写真を用いて Metashape を活用した、オルソ画像作成まで実施する事が出来た (図 3.2-2)。</li> </ul> <div data-bbox="635 421 1241 840" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">図 3.2-2 Metashape の実施成果</p>
---------------	--

<p>④ 技術の普及に向けた課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>受講者の持参したノート PC のスペックが低く、オルソ作成までの処理に時間を要したり、PC がフリーズを起こしたり、結局処理が終わらないという事態が起きた。これでは研修後に自身でオルソ作成をすることが難しい。</li> <li>GS RTK を活用した研修を行うには、タブレット画面を拡大する必要があると分かった。画面が解説をするのにやりづらく、受講者も文字が小さく見えないとの声があった。</li> </ul>
<p>⑤ 今後の研修やサポート体制の構築に向けた改善点</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>GS RTK を活用した自動飛行の研修を行う際は、外部モニターを持参し、大きく拡大した</li> <li>SfM ソフトでのオルソ作成に関しては基礎知識に個人差があるため、集合での研修ではなく、少人数で実施をした方がレベルに合わせた進行が出来るため、効果的であると考えます。</li> </ul>
<p>⑥ アンケート結果</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空写真測量についてと GS RTK を活用した自動飛行について参加者全員が「理解できた」と回答をした。</li> <li>ドローンで取得したデータを森林整備事業の申請・検査に活用出来ると思うかという問いには全員が「思う」と回答をした。活用していくためには、継続して研修を実施していき、活用領域を広げて行くことが重要だと分かった。</li> <li>継続した研修会やサポートを希望するかという問いには全員が「希望する」と回答し、特に写真測量 (解析) 分野への希望が最多であった。</li> </ul>
<p>⑦ カリキュラムやテキストへのフィードバック</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RTK に関する情報を研修テキストへ盛り込む必要がある。</li> <li>Phantom4 RTK は Mavic 2 Pro や Phantom4 Pro に比べて機体の金額高額なため導入している事業体は少ないが、RTK を利用した測量は林業分野では効果的なため、テキストや動画で内容の追加を実施し、また個別の要望に応じた研修としても対応をしていくことが良いと分かった。</li> </ul>

⑧ 開催状況



### 3.2.3 兵庫県

表 3.2-2 兵庫県個別研修概要

① 開催概要	<p>日時：2021年3月16日（火）9:00～16:30          場所；兵庫県神戸市北区淡河町（株式会社西村所有山林）          受講者数：5名</p>
② 実施内容	<p>目的；</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自社所有山林にて GS Pro を使用した長距離自動飛行の習得</li> <li>・ 補助者の役割を理解する</li> </ul> <p>カリキュラム；</p> <p><b>午前 航空写真測量撮影の実務①</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 研修概要の説明</li> <li>・ ブルーイノベーションの会社紹介（自己紹介）</li> <li>・ 手動操縦の復習</li> <li>・ 飛行経路の確認</li> <li>・ 自動飛行のデモフライト</li> <li>・ 自動飛行の実践</li> </ul> <p><b>休憩 1 時間</b></p> <p><b>午後 航空写真測量撮影の実務②</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動飛行の実践</li> <li>・ 長距離飛行時の補助者の役割</li> <li>・ Google earth から GS Pro へ飛行範囲のインポート方法</li> </ul>
③ 実施成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 今後は講師がいなくても自身で自動飛行の作成から実地での飛行まで行えるレベルまで到達することができた。</li> <li>・ 目視外飛行になる可能性を認知していただき、目視外飛行時の注意点も理解いただけた。</li> <li>・ Google earth から GS Pro へ飛行範囲のインポート方法を習得出来た。</li> </ul>
④ 技術の普及に向けた課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 反復で自動飛行練習をすることで、実務で実施する際の不安を払拭できることが分かった。</li> <li>・ 自動飛行の実施方法と同時に重要なことは補助者の立ち位置をどこにするかであると分かった。目視外飛行になる可能性が多いことから、目視外飛行の飛行申請手続きの記載方法についての研修を取り入れて実施することも受講者にとって効果的であると分かった。</li> </ul>
⑤ 今後の研修やサポート体制の構築に向けた改善点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動飛行の研修としても、手動操縦の重要性は伝える。緊急時（強風時、鳥が接近した時、飛行を取りやめたい時）は手動で機体を帰還させる必要があるため、手動操縦の練習も冒頭に実施する。</li> <li>・ 目視外飛行での手動操縦訓練を取り入れることで、手動操縦で離着陸地点まで戻せるようにする。</li> </ul>

<p>⑥ アンケート結果</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・航空写真測量についてと GS Pro を活用した自動飛行について参加者全員が「理解できた」と回答をした。</li> <li>・今後のドローンの活用の中で「森林の二酸化炭素吸収評価（ISO14065）の面でもキーとなる技術」という記載もあった。</li> <li>・スキルアップ研修会や写真解析研修があった場合参加を希望されますかという問に全員が「参加したい」と答えた。また「特に広範囲のドローン自動飛行撮影」という希望をいただいた。</li> </ul>
<p>⑦ カリキュラムやテキストへのフィードバック</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・目視外飛行の操縦練習を実技カリキュラムに反映させる。</li> <li>・林業現場では目視外飛行になる可能性が非常に高く、またその分リスクも伴うため研修の中に目視外飛行の操縦練習を導入し、目視外飛行時の安全対策や注意点を伝えていく。</li> </ul>
<p>⑧ 開催状況</p>	 

## 4. 林業事業体等へのサポート体制の整備

### 4.1 林業事業体等へのサポート体制の整備

#### 4.1.1 HP の開設

「森林整備事業におけるドローン活用に関する研修」の受講希望者に対して適切な情報の提供および受講申し込みの窓口としてホームページ（以下、本 HP）を開設する。なお、本 HP は、受講後のサポート窓口も兼ねる。対象者は、森林・林業関係者や自治体を想定している。また、本 HP は、以下の項目によって構成されている。

- ・本取り組みについて：本事業の概要、目的
- ・お知らせ：研修が可能な場所、日程
- ・研修概要：研修の概要、期待される効果
- ・研修内容：実技研修・座学研修の内容、開催場所
- ・よくある質問：受講前および受講後に問い合わせの多かった質問および回答
- ・飛行する前に確認すること：飛行申請、ドローン保険、機体のメンテナンス
- ・申し込みフォーム：受講希望者から事務局への受講申し込みフォーム

#### ・HP の掲載内容

よく見られる「研修のポイント」「研修内容」「よくある質問」にすばやくアクセスできるボタンを左下部分に配置し、「すでに受講された方へ 飛行する前に確認すること」を右下に配置した。また、それ以外の項目へのリンクを右上の MENU に配置した。トップページのキャプチャ画像を図 4.1-1、右上の MENU を開いた状態のキャプチャ画像を図 4.1-2 に示す。



図 4.1-1 トップページキャプチャ画像



図 4.1-2 ページ内リンクの MENU を開いた状態のキャプチャ画像

・林業向けリモートセンシング研修とは？  
 本研修の概要および研修で取得可能な技能について簡潔に記載した。記載内容は図 4.1-3 の通り。

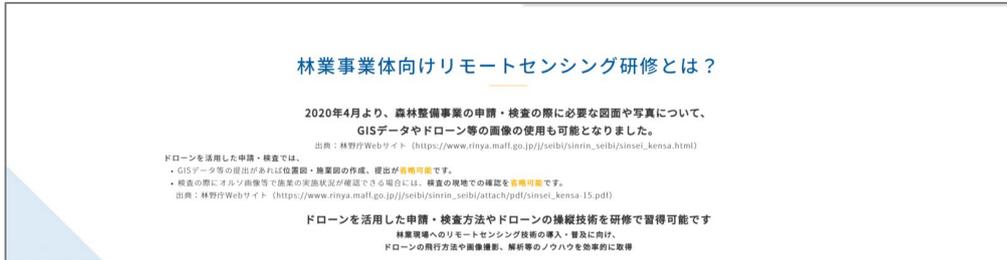


図 4.1-3 「林業事業体向けリモートセンシング研修とは？」のキャプチャ画像

・研修のポイント  
 研修のメリット、特徴を記載した。記載内容は図 4.1-4 の通り。

**研修のポイント**

**ドローンの機材**

最大飛行時間: 33分  
 最大速度: 72 km/h (98-F)  
 最大飛行距離: 18 km  
 最大飛行高度: 6 km

動作温度範囲: -10℃~40℃  
 防水・防塵性能なし  
 動作性能: 8~10m/s

**ドローンに関する基礎知識の習得**

ドローンの操縦方法、飛行に係る関係法令や航空法に基づく許可承認申請手続き、安全管理について、基本的な内容を学ぶことができます。

**林業現場でのドローンの飛行方法**

山間地における自動飛行アプリを用いた飛行計画の作成方法や、谷部や樹木に覆われることによりGNSSの受信ができず安定した飛行が難しい環境下での操縦技術について学ぶことができます。

**ドローンによる写真測量**

ドローンにより撮影した写真からオルソ画像を作成するために必要となるSIMソフト（本研修ではMetashapeを用います。）の操作方法や、GISソフト（本研修ではQGISを用います。）による写真測量（面積計算）について学ぶことができます。

**森林整備事業の補助金申請への活用**

オルソ画像やGISデータ（シェープファイル）により苗木の植付状況の確認や植栽本数、下刈り作業における樹木の確認等、業務の実施状況を把握することができます。これらのデータを森林整備事業の補助金申請に活用することにより、現場の確認作業を省略することができます。

**施業図**

**GISデータ  
(シェープファイル)**

図 4.1-4 「研修のポイント」のキャプチャ画像

・研修内容  
 具体的なカリキュラムの内容やカリキュラムの日程、開催場所について記載した。記載内容は図 4.1-5 の通り。



研修内容

### 座学研修

座学ではドローンに関する法規や安全知識の習得、業務で使える飛行方法・撮影方法や撮影した写真の解析方法についての習得いただける講座をご用意しております。

#### 輸出が必要となるデータ



申請書類を提出する際やクラウド上で代送する場合、届出が必要となるデータ形式、撮影結果のフォーマットや出力形式（解像度、画質）は撮影機種の仕様により異なります。

#### 航空法による定義



無人航空機（航空法）  
 航空法第101条の2第1項第1号に規定する無人航空機（航空法）とは、航空法第101条の2第1項第1号に規定する無人航空機（航空法）を指す。

事前配布されるテキストをベースに講師が詳しくお伝えします。

ソフトの使い方は実習しながら学べます。

複数の講師が各専門分野を担当します。  
 （※現在、新型コロナウイルス感染症対策のためオンライン動画形式で受講いただけます）

### 実技研修

ドローンの基本的な操縦方法から測量に必要な操縦方法まで、実機に近い環境で実技を学ぶことができます。



機体の取り扱い方など実地研修を行います。



実地研修を通して操縦方法を学びます。



ドローンが撮影した画像を確認。

### 研修日程

研修項目	実施方法	内容	時間
Web座学研修 （1日）	オンライン （動画配信）	第1講 無人航空機概論 第2講 航空法と許可申請 第3講 運用 第4講 撮影編 第5講 安全管理について 第6講 林業におけるドローンを活用した航空写真測量について	合計約6時間
実地研修 （2日）	対面	【1日目】 ドローンを安全に運用していくための、基礎的なマニュアル操縦や非GNSS環境下でも安全に操縦が出来るようになるための実技研修となる。	1日目 9:00-17:00 （休憩1時間）
		【2日目】 林業現場でドローンを活用する際の操縦方法を習得する。自動飛行の実践から林業現場特有の飛行方法を習得する。	2日目 9:00-17:00 （休憩1時間）
Web座学研修 （0.5日）	オンライン （リアルタイム）	• オルソ画像の作成と出力 • 高精度計測 • QGISの操作	合計4時間

### 全国で開催

下記の都道府県で受講可能です。



申込可能

北海道	岐阜県	徳島県	熊本県
-----	-----	-----	-----

準備中

秋田県	宮城県	新潟県	栃木県
茨城県	千葉県	山梨県	長野県
愛知県	岡山県	広島県	京都府
奈良県	高知県	大分県	沖縄県

図 4.1-5 「研修内容」のキャプチャ画像

48

・よくある質問

アンケートや口頭でいただいた質問からよくある質問集を作成し記載した。質問は「受講前にいただく内容」と「受講後にいただく内容」のカテゴリで分けられ表記している。また、本項目内で知りたい事が記載されていない場合の導線として問い合わせ連絡先を記載した。質問や回答の記載内容については表 4.1-1 の通り。



図 4.1-6 「よくある質問」のキャプチャ画像

表 4.1-1 よくある質問 一覧

質問	回答
<b>受講前のよくある質問</b>	
研修当日の持ち物	(1) ヘルメット (2) 昼食 (3) iPad (お持ちの方) (4) 動きやすい靴 (5) 服装 ※必要であればサングラス など ※新型コロナ対策としてマスク
研修時の機体について	機体はこちらで用意しますのでお持ちいただく必要はございません。Phantom4 Pro、Mavic2 proを使用いたします。
オンライン（動画配信またはリアルタイム）座学研修に必要なものは何ですか？	(1) 映像を見る事ができる PC や携帯端末 ※オンライン（動画配信）座学研修の際は、ビデオを視聴いただく形なのでカメラやマイクは不要 (2) 受講用のテキスト（郵送します）

	<p>(3) PC (写真解析実習用)  推奨スペック : CPU Intel Core i7 以降、メモリ 4GB 以上、ストレージ 20GB 以上の空き、OS Windows7/8/10  32bit/64bit Mac OS X Mountain Lion (10.8) 以降</p>
雨の場合はどうなりますか？	延期または屋内での操縦訓練も織り交ぜて実施いたします。事前にご連絡いたします。
座学研修はいつ受講できますか？	オンライン (動画配信) のためご案内メールをお送りした後は、視聴期限までいつでもどこでもご覧いただけます。 ※視聴期限は約 2 週間、24 時間視聴可
実技研修だけ受講できますか？	実技研修を受講するためには最低限のドローンや安全の知識が必要となるため、座学研修の受講とオンラインにて確認テストに合格された方のみ実技研修を受講いただけます。
同じ会社で受講希望者が複数名いますが一緒に受講できますか？	可能です。定員がございますのでお早めにお申し込みください。
座学を受講し終わったが、急用で実技研修に参加できない場合はどうしたらよいですか？	今後、近隣で開催される実技研修会にご参加ください。 (座学の終了後は、どこで実技を受けても構いません)
PC は Mac を使用してもよいですか？	使用可能です。
研修は見学できますか？	可能です。 ※全日見学いただいても資格取得はできません。
研修で使っている SfM ソフトは何でしょうか？	Agisoft の Metashape というソフトを使用しています (無料版)
オルソ画像と単写真で入手できる情報にどのような違いがありますか？	それぞれ、入手できる情報は下記の通りです。オルソ画像 : 実施面積 単写真で分かるものすべて + 面積 単写真 : 施業の状況、苗木の本数や枯損率
<b>受講後、よくある質問</b>	
森林や山間部でドローンを飛行させる際にはどのようなことに注意すればよいですか？	樹木に覆われている場合や谷地形の場所では GNSS の受信状態が悪いことから安定した飛行ができない状態で離着陸を行う必要があるため、操縦者には高い操縦技術が求められます。また、傾斜があることから真横に飛行させるだけで斜面に追突し墜落する恐れがあり、衝撃でバッテリーから発火した場合には林野火災も

	引き起こされることから、十分な安全管理を行うことが重要です。
ドローンを飛行させるためには資格等は必要ですか？	ドローンを飛行させるためには、必ずしも資格は必要ありません。
資格取得について	JUIDA の操縦技能証明を取得できます（有料） ※全日程参加の方に限ります
オルソ画像を作成する際にはラップ率をどの程度で設定すれば良いですか？	通常、平地であればラップ率は 60 から 80% とされており、撮影した単写真からオルソ画像を作成することができるが、森林のような起伏があり特徴点が少ないもの撮影する場合はオルソ画像の作成に失敗する可能性が高いことから 80~90% 以上の高いラップ率を推奨しています。
ドローンを紛失した場合はどうすればいいですか？	土地所有者に届け出て遺失物届を提出してください。
写真データはどのように保管すればいいですか？	NAS により独自に管理する方法もありますが、森林クラウドサービスを活用する方法もあります。

・本取り組みについて

研修の背景部分にあたる本取り組みについて記載した。記載内容は図 4.1-7 の通り。



図 4.1-7 「本取り組みについて」のキャプチャ画像

・飛行する前に確認すること  
 研修後にドローンを扱ううえで参考になるリンク集をカテゴリ別に記載した。記載内容は図 4.1-8 の通り。



図 4.1-8 「飛行する前に」のキャプチャ画像

・申込フォーム  
 右下に常時表示されているアイコン図 4.1-9 をクリックすると表示され、開催場所と開催日時を選択し、申し込みすることができる。記載内容は図 4.1-10 の通り。



図 4.1-9 アイコン（右下）

### お申し込み

開催場所	開催日	参加申込	申込締切
北海道	実技研修：7月29日（木）～30日（金） Web座学研修（リアルタイム）：8月3日（火）	<a href="#">参加を申し込む</a>	6月30日（水）18:00
岐阜県	実技研修：7月20日（火）～21日（水） Web座学研修（リアルタイム）：8月3日（火）	<a href="#">参加を申し込む</a>	6月30日（水）18:00
徳島県	実技研修：7月20日（火）～21日（水） Web座学研修（リアルタイム）：8月3日（火）	<a href="#">参加を申し込む</a>	6月30日（水）18:00
熊本県	実技研修：7月29日（木）～30日（金） Web座学研修（リアルタイム）：8月3日（火）	<a href="#">参加を申し込む</a>	6月30日（水）18:00

※Web座学研修（オンライン動画配信）については、参加申し込みをされた方に順次ご案内いたします。

図 4.1-10 申込みフォーム

## 4.2 研修受講者に対してサポート

### 4.2.1 アンケート・ヒアリングの実施内容

#### ①アンケート（事前）の実施内容

対象者：研修に参加した受講者

目的：受講者のスキルの把握

実施方法：参加の申し込みは、アンケート集計ソフト Google form または参加申込書（Excel）を提出する方法で受け付けていたため、申し込みをする際の記入事項として、ドローンの操縦経験有無と所有機体の種類を設けた。詳細は「2.1.1 全国研修（表 2.1-1）」を参照。

#### ②アンケート（研修後）の実施内容

対象者：座学と実技の両方に参加した受講者

目的：実運用に向けての懸念事項や、サポートの必要性の有無と研修に対する受講者からの評価の把握

実施方法：ブルーイノベーションがアンケート内容を検討・作成し、研修終了後の翌日に受講者に向けてメールにてアンケートへの回答を依頼した。回答方法はアンケート集計ソフト Google form またはアンケートシート（Excel）とした。回答期限は基本1週間以内とし、〆切2日前にリマインドを実施した。

#### ③ヒアリングの実施内容

対象者：座学と実技の両方に参加した受講者

目的：実運用に向けての懸念事項や、サポートの必要性の有無と研修後のドローン利用状況の把握。

実施方法：ブルーイノベーションがヒアリング内容を検討・作成し、研修終了から2～3週間後に受講者に向けてメールにてヒアリングシートへの回答を依頼した。回答方法はアンケート集計ソフト Google form またはアンケートシート（Excel）とした。回答期限は基本1週間以内とし、〆切2日前にリマインドを実施した。

### 4.2.2 サポートの実施内容

対象者：座学のみまたは座学と実技の両方に参加した受講者

実施方法：

- ①オンライン座学の案内メールや、確認テストに質問やサポート依頼用のメールアドレス・質問フォームを明記。希望者には個別に電話やメールでのコンタクトを取り、質問内容に回答した。受講前に回答が必要な内容に関しては、研修前に回答した。
- ②研修会場にて受講者に直接サポート依頼について聞き取り調査を行った。回答できる内容に関しては、その場でまたは後日電話やメールなどで個別に回答した。
- ③前述のアンケートやヒアリングの結果より、ブルーイノベーションへの質問やサポート依頼の内容を抽出。個別に電話やメールでのコンタクトを取り、質問内容に回答した。
- ④研修後の質問やサポート依頼も受け付けている旨はメール等で適宜周知

#### 4.2.3 サポートを実施した結果

比較的簡単に回答できる内容に関しては電話やメール等を利用して回答した。

- ・機体に関するサポート 例：Phantom4 pro+にDJI GSProをインストールしたい
- ・飛行アプリに関するサポート 例：連続での自動飛行ができるかどうか知りたい
- ・SfMソフトに関するサポート 例：Macbookを使用した場合の操作の違いについて
- ・その他 例：研修内容の詳細について問い合わせ、他県のドローンを使用した林業に関する資料を読みたいので紹介して欲しい

一方、実証実験や実習などのサポートが必要となる質問に関しては個別研修へ誘導を行った。個別研修実施県：千葉県、富山県、兵庫県（計3県）

※詳細は「3. 林業事業者等の個別要望に応じた研修の実施」参照

個別研修の開催には至らなかったものの、その他のサポートが必要となると考えられる要望のあった主な内容を次に記載する。

- ・単一林層での検査について
- ・害獣対策ネットの延長確認の飛行計画プランの作成
- ・材積や枯れ木の本数の計測
- ・座標の精度の検証
- ・私有林の施業地の進捗管理サポート
- ・森林作業道の縦断・横断測量

#### 4.2.4 技術の普及に関する課題及び解決法

運用時の課題として、機材の使用方法やトラブル発生時に利用できるサポートセンターが必要との意見があった。解決策として、引続きメールや、6月より開設予定のHPの問い合わせフォームによる対応を実施することを周知する。運用当日のサポートなどは個別で電話対応などを受け付ける。

林業事業者がドローン導入検討時の課題として、造林申請時のみの利用では高コストという印象を持たれる傾向がある。解決策として、造林申請以外の作業でもドローンの利用用途がある旨を周知し、各用途に関して新たなカリキュラムを作成し、教育・普及を図る。

申請に関しては各県の規定が定まっていたいなめ、申請側が導入に踏み出せないという課題がある。（例：機材やソフトの指定などがある場合を考え現段階で購入に至らない）解決策として、県職員を対象とした個別研修を実施するなどして、県の規約の策定をブルーインベーションがサポートする。

## 5. 研修効果の検証

研修受講後に、受講者を対象として研修内容について実施したアンケート（研修後）の内容を 5.1 に示す。また、研修開催から 2～3 週間を経て、受講者に対して、研修後のドローン利用状況に関するヒアリングの実施内容を 5.2 に示す。アンケートとヒアリングをもとに受講者の声をまとめ 5.3 に示す。

5.1～5.3 のアンケート・ヒアリングの結果の概要を表 5.1-1 に示す。

表 5.1-1 アンケート・ヒアリング概要

結果	課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・座学研修、実技研修での理解度は 7 割以上のため現状の実施方法・日数で問題ないと考えられる一方、座学研修についてはオンライン（動画配信）のみでの研修は対面での研修と比べ理解度が低い</li> <li>・経験不足により 1 人での運用は難しいとの意見が 5 割を占めた</li> <li>・研修後の継続サポート希望者が 8 割みられた</li> <li>・費用対効果に対する疑問や初期導入費の高さがネックとなって導入に踏み切れない</li> </ul>
	解決法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・座学研修の実習（写真解析や QGIS の操作等）についてはオンライン（リアルタイム）での授業を実施する</li> <li>・振り返り研修等を実施し、自身で運用できる体制を作る</li> <li>・HP 等で各県の成功事例を紹介していくなどして導入に対するハードルを下げていく</li> </ul>

### 5.1 アンケートの実施内容

研修の理解度と満足度を把握し今後のカリキュラムの検討や研修の運営に役立てることを目的に、全国研修の受講者全員を対象として、研修終了後 2～3 週間後に Google フォームまたはメールにより表 5.1-2 に示す項目について調査した

また、新型コロナウイルス感染症の影響により、対面による座学の開催が難しくなったことにより、座学研修を 2021 年 1 月以降に開催した研修はオンライン（動画配信）により実施したため、アンケートの調査項目も一部変更した。（表 5.1-3）

表 5.1-2 アンケート調査項目（座学を対面で実施した場合）

対象者	研修内容	質問内容	回答方式	選択肢
座学	第2講:航空法と申請許可	航空法をはじめとしたドローンを操縦する際に注意すべき各種法令等の規制内容について理解できましたか	選択式	よく理解できた 理解できた やや理解できた あまり理解できなかった よく理解できなかった
		目視外飛行や人口集中地区(DID区間)等で飛行させる際に必要な、航空法に基づき(許可承認申請及び実績報告の手続き)について、理解できましたか	選択式	よく理解できた 理解できた やや理解できた あまり理解できなかった
	第1講:無人航空機概論 第3講:運用 第4講:操縦編 第5講:安全管理について	ドローンを安全に操縦するために、機体の点検方法や安全対策を講じた飛行計画の作成方法等について理解できましたか	選択式	よく理解できた 理解できた やや理解できた あまり理解できなかった
		講師の教え方が良かったですか	選択式	満足 やや満足 普通 やや不満足 不満足
		研修内容についてご意見があればお聞かせください	自由記述	
	実技	第9講:ドローンの手動操縦	ドローンの基本的な操縦方法について理解できましたか	選択式
講師の教え方が良かったですか			選択式	満足 やや満足 普通 やや不満足 不満足
研修内容についてご意見があればお聞かせください		自由記述		
座学	第6講:航空写真測量 第7講:自動飛行計画	ドローンによる航空写真測量に必要な機材や、基本的な原理について理解できましたか	選択式	よく理解できた 理解できた やや理解できた あまり理解できなかった よく理解できなかった
		オルソ画像の作成に必要な画像データを取得するため、GoProを活用してドローンを自動飛行させる方法について理解できましたか	選択式	よく理解できた 理解できた やや理解できた あまり理解できなかった 満足 やや満足 普通 やや不満足 不満足
	講師の教え方が良かったですか	選択式	満足 やや満足 普通 やや不満足 不満足	
	研修内容についてご意見があればお聞かせください	自由記述		
実技	第10講:ドローンの自動飛行	実際に林業の現場でドローンの自動飛行をさせることができるようになったと思いますか	選択式	思う(ドローンを操縦することができる人のサポートがあればできる) 思わない
		「思わない」を選択された方にお伺いいたします。その理由について教えてください	自由記述	
	講師の教え方が良かったですか	選択式	満足 やや満足 普通 やや不満足 不満足	
	研修内容についてご意見があればお聞かせください	自由記述		
座学実習	第8講:写真解析	Agisoft Metashapeを利用してオルソ画像を作成する方法について理解できましたか	選択式	よく理解できた 理解できた やや理解できた あまり理解できなかった よく理解できなかった
		オルソ画像をGIS(QGIS)で活用する方法について理解できましたか	選択式	よく理解できた 理解できた やや理解できた あまり理解できなかった
		ドローンを利用して取得したデータを森林整備事業の申請・検査等に活用できると思いますか	選択式	思う 思わない
		「思わない」を選択された方にお伺いいたします。その理由について教えてください	自由記述	
		講師の教え方が良かったですか	選択式	満足 やや満足 普通 やや不満足 不満足
研修内容についてご意見があればお聞かせください	自由記述			
その他		今後、ドローンを林業の現場でどのように活用したいと思いましたが(複数回答可)	選択式	森林整備事業の申請・検査 林業の進捗状況の把握 林業の計画 被害防止機材の検証 作業機や作業道等の気象等の被害状況の把握 ナラ枯れやマン枯れ等の病虫害の被害状況の把握 その他
		ドローンの利活用に関して、今後も継続的な研修会や個別の運用サポートを希望されますか	選択式	はい いいえ 検討は控 森林整備 許可申請 知識の更新 写真測量(解析) その他
		「はい」を選択された方にお伺いいたします。希望する分野について教えてください(複数選択可)	選択式	許可申請 知識の更新 写真測量(解析) その他
		スキルアップ研修会や画像解析研修会があった場合、参加を希望されますか	選択式	参加したい どちらともいえない 参加したくない
		第6講～第10講を受講された方のみご回答ください。林業特化型研修が有償化された場合の妥当な参加費を教えてください※参考値:JU/DA認定スクール受講費が20万円～30万円(3～4日間)	選択式	5万円以下 5万円～10万円 10万円～15万円 15万円～20万円 20万円以上
		世代	選択式	20～30代 40～50代 60～70代

表 5.1-3 アンケート調査項目（座学をオンライン（動画配信）で実施した場合）

対象者	研修内容	質問内容	回答方式	選択肢
座学	第1講～第8講	座学(オンライン(動画配信))の講師の教え方はいかがでしたか	選択式	満足 やや満足 普通 やや不満 不満
		座学(オンライン(動画配信))の研修内容についてご意見があればお聞かせください	自由記述	
		オンラインでの受講はいかがでしたか	選択式	オンラインは便利だった。よかった オンラインは不便だった。対面で授業を受けたかった オンラインでも対面でも変わらないと思う その他
		「オンラインは便利だった。よかった」とお答の方、理由をお知らせください	自由記述	
		「オンラインは不便だった。対面で授業を受けたかった」とお答の方、理由をお知らせください	自由記述	

※表 5.1-2 に上記項目を追加

### 5.1.1 アンケート結果概要

- ・アンケートの回答率は 87%（受講者数 164 名、回答総数 142 名）

※研修の一部のみ出席した受講者がいるため、回答総数とアンケートの各項目の回答数とは異なる。

アンケート結果のグラフは、左が座学を対面で実施した場合を、右が座学をオンライン（動画配信）で実施した場合を表す。

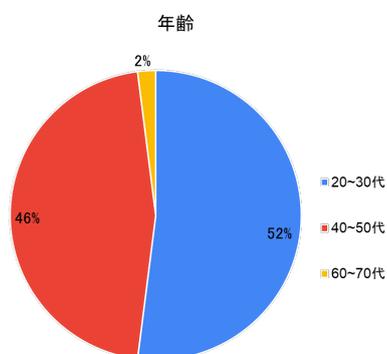


図 5.1-1 受講者の年齢（対面）

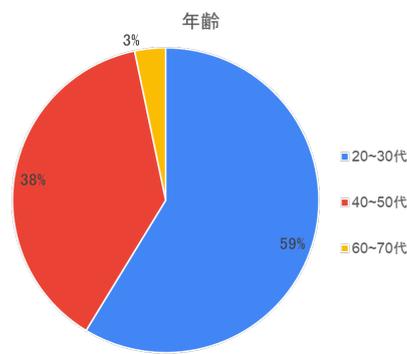


図 5.1-2 受講者の年齢（オンライン）

### 5.1.2 アンケート（研修後）結果概要（第1講から第8講）

第1講から第5講の講義内容は、ドローンに関する基礎的知識（航空法等の関係法令、機材の取扱い、安全管理方法等）の習得を目的としている。アンケートの結果、各種法令および許可承認や機体の点検、安全対策など基礎的な理解については、90%以上の方から理解したとの回答が得られた。（図.5.1-3,4）

研修の満足度については 80%以上から高い評価を得られたものの、資料を持ち帰って復習したいとの要望が多かった。

第6講「航空写真測量」航空写真測量の原理は、90%以上の方に理解いただいた。第7講「自動飛行計画」自動飛行は、80%以上の方に理解いただけたが、一部（2名）ご理解いただけなかった。（図5.1-11, 12, 13, 14）

第8講「写真解析」は約70%以上の方に理解いただけたが、まだご理解いただけなかった方もおり、継続的なサポートを90%ほどの方が希望される結果となった。また、森林整備事業へのドローン活用は、87%の方に理解いただけた。（図5.1-15, 16, 17, 18）

オンライン（動画配信）の座学に関しては、70%の方が対面形式と変わらないまたは良かったとの回答が得られた。第8講などの座学（実習）については対面形式に比べオンライン（動画配信）は理解度が低い傾向が見られた。（図5.1-19）

航空法をはじめとしたドローンを操縦する際に注意すべき各種法令等の規制内容について理解できましたか。（回答者数30人）

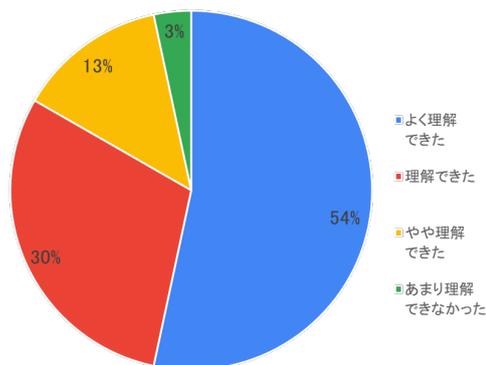


図5.1-3 航空法理解度（対面）

航空法をはじめとしたドローンを操縦する際に注意すべき各種法令等の規制内容について理解できましたか。（回答者数91人）

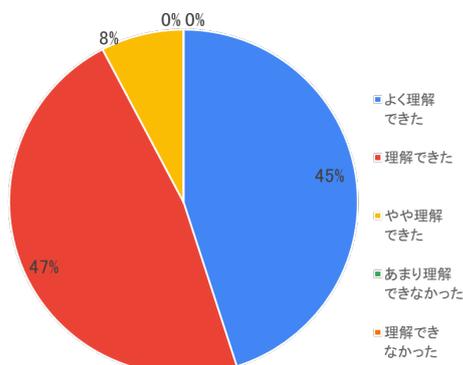


図5.1-4 航空法理解度（オンライン）

目視外飛行や人口集中地区（DID区間）等で飛行させる際に必要な、航空法に基づく許可承認申請及び実績報告の手続きについて、理解できましたか。（回答者数30人）

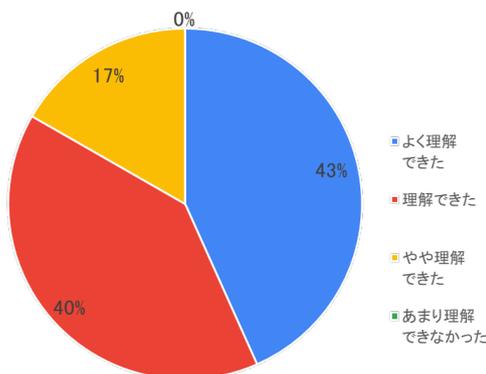


図5.1-5 飛行申請理解度（対面）

目視外飛行や人口集中地区（DID区間）等で飛行させる際に必要な、航空法に基づく許可承認申請及び実績報告の手続きについて、理解できましたか。（回答者数91人）

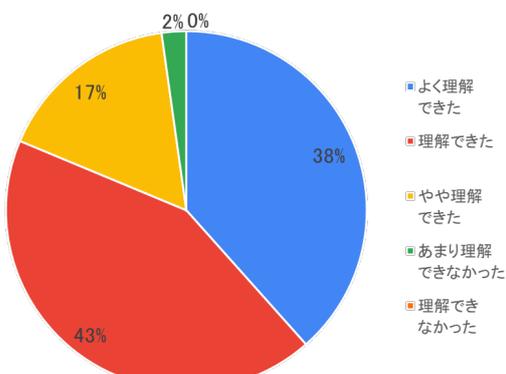


図5.1-6 飛行申請理解度（オンライン）

ドローンを安全に操縦するために、機体の点検方法や安全対策を講じた飛行計画の作成方法等について理解できましたか。(回答者数30人)

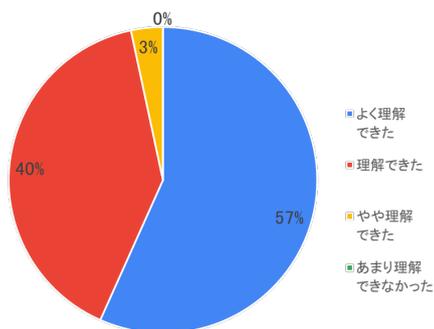


図 5.1-7 安全の理解度 (対面)

ドローンを安全に操縦するために、機体の点検方法や安全対策を講じた飛行計画の作成方法等について理解できましたか。(回答者数91人)

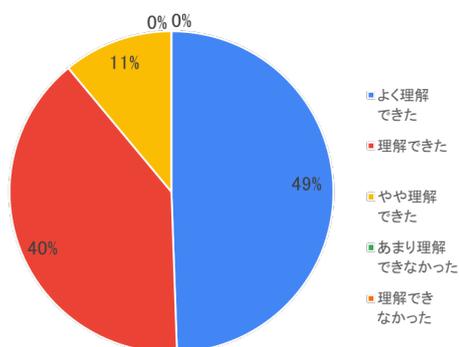


図 5.1-8 安全の理解度 (オンライン)

座学の講師の教え方はいかがでしたか。(回答者数29人)

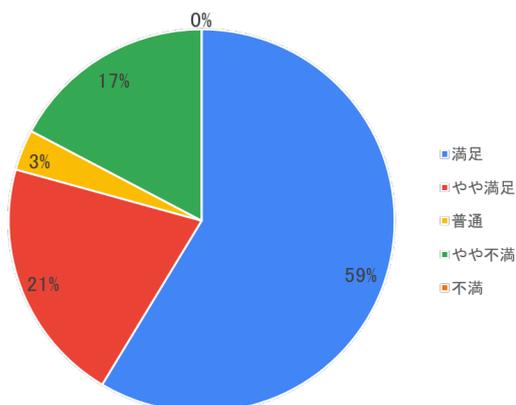


図 5.1-9 講師評価 (対面)

座学(オンライン受講)の講師の教え方はいかがでしたか。(回答者数92人)

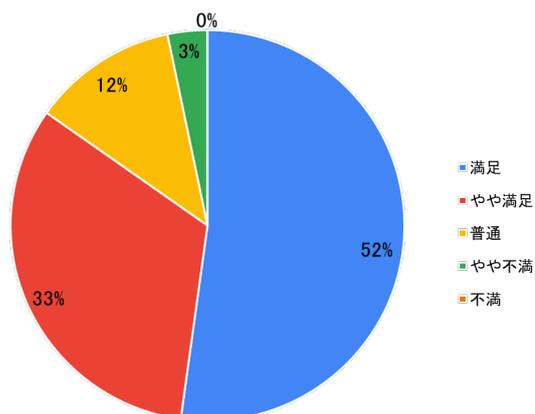


図 5.1-10 講師評価 (オンライン)

ドローンによる航空写真測量に必要な機材や、基本的な原理について理解できましたか。(回答者数44人)

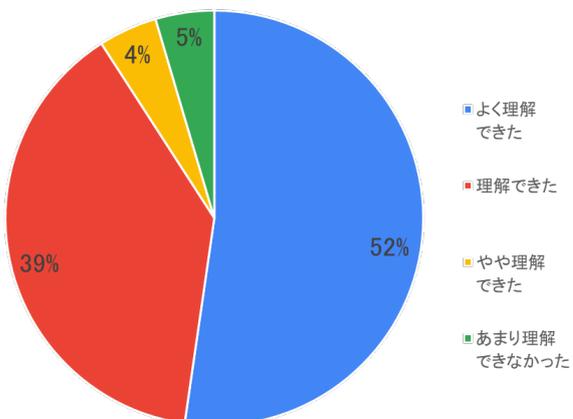


図 5.1-11 航空測量理解度 (対面)

ドローンによる航空写真測量に必要な機材や、基本的な原理について理解できましたか。(回答者数92人)

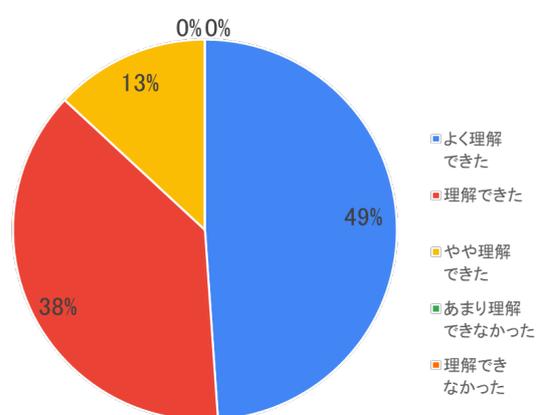


図 5.1-12 航空測量理解度 (オンライン)

オルソ画像の作成に必要な画像データを取得するため、GSPROを活用してドローンを自動飛行させる方法について理解できましたか。(回答者数45人)

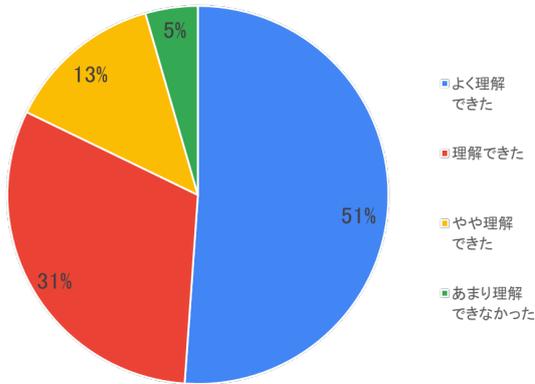


図 5.1-13 自動飛行理解度 (対面)

オルソ画像の作成に必要な画像データを取得するため、GSPROを活用してドローンを自動飛行させる方法について理解できましたか。(回答者数91人)

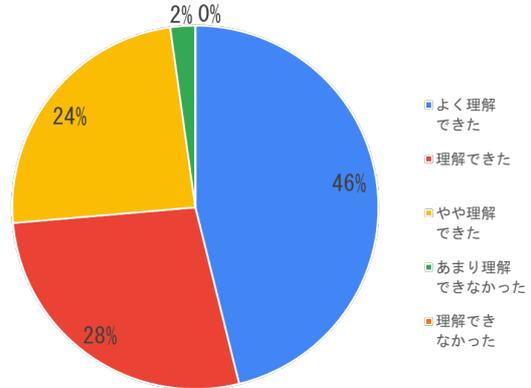


図 5.1-14 自動飛行理解度 (オンライン)

Agisoft Metashapeを利用してオルソ画像を作成する方法について理解できましたか。(回答者数47人)

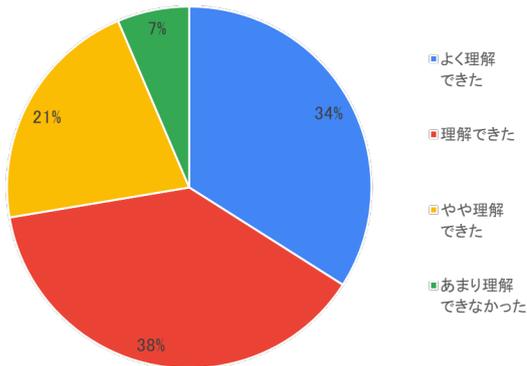


図 5.1-15 写真解析理解度 (対面)

Agisoft Metashapeを利用してオルソ画像を作成する方法について理解できましたか。(回答者数91人)

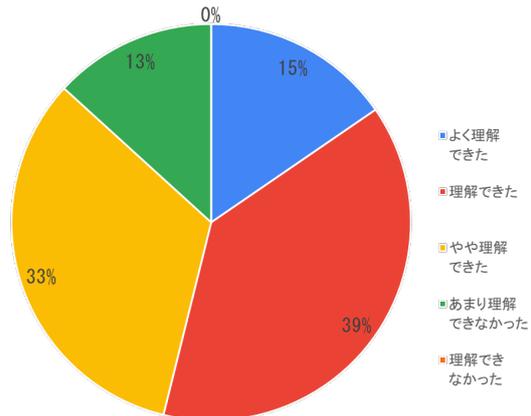


図 5.1-16 写真解析理解度 (オンライン)

オルソ画像をGIS(QGIS)で活用する方法について理解できましたか。(回答者数46人)

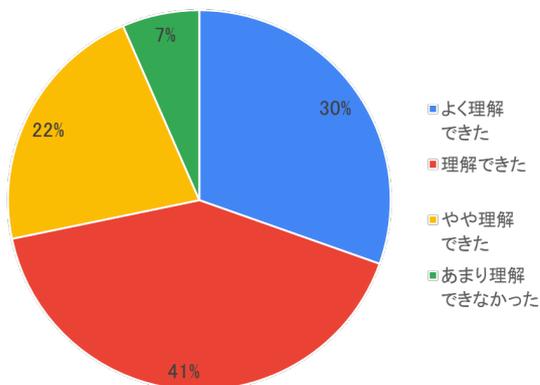


図 5.1-17 造林申請書類理解度 (対面)

オルソ画像をGIS(QGIS)で活用する方法について理解できましたか。(回答者数90人)

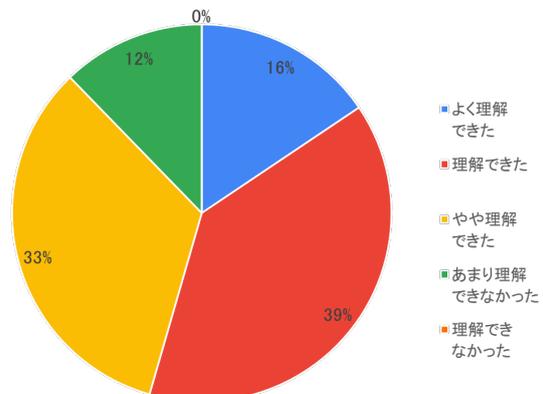


図 5.1-18 造林申請書類理解度 (オンライン)

オンラインでの受講はいかがでしたか。  
(回答者数92人)

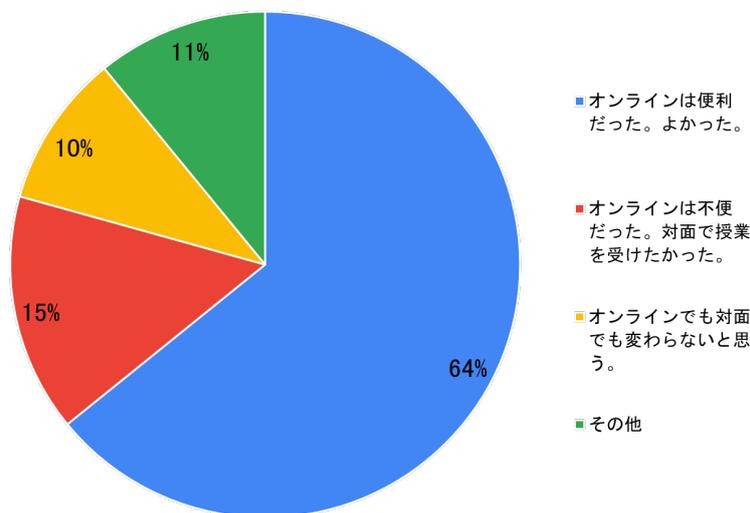


図 5.1-19 オンライン（動画配信）座学満足度（オンライン）

### 5.1.3 アンケート（研修後）結果概要（第9講から第10講）

第9講「ドローンの手動飛行」基本的な操縦方法については95%以上の方から理解したとの回答が得られた。（図 5.1-20, 21）

第10講「ドローンの自動飛行」自動飛行の実技は、90%以上の方から理解したとの回答が得られた。（図 5.1-22, 23）

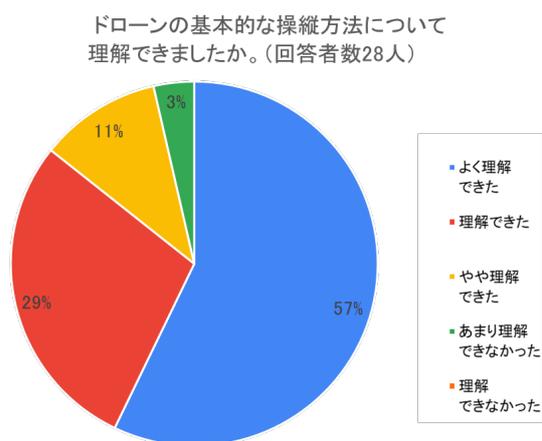


図 5.1-20 基本操縦理解度（対面）

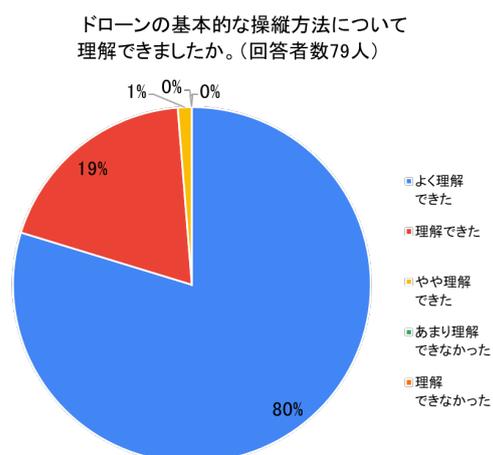


図 5.1-21 基本操縦理解度（オンライン）

実際に林業の現場でドローンの自動飛行をさせることができるようになったと思いますか。(回答者数37人)

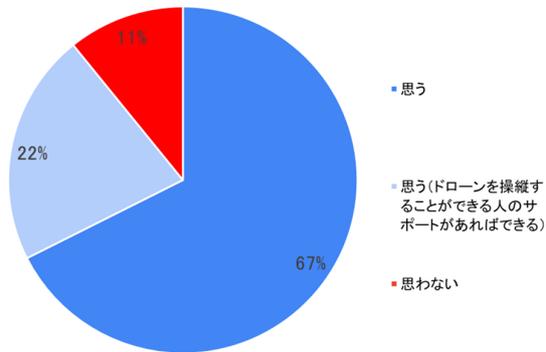


図 5.1-22 自動飛行習熟度 (対面)

実際に林業の現場でドローンの自動飛行をさせることができるようになったと思いますか。(回答者数77人)

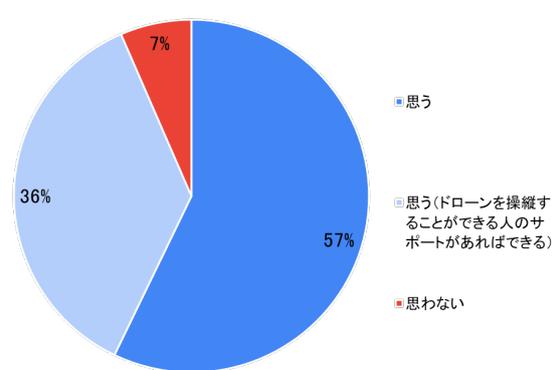


図 5.1-23 自動飛行習熟度 (オンライン)

#### 5.1.4 アンケート結果概要(その他)

ドローンを利用して取得したデータを森林整備事業の申請・検査等に活用できると思いますか。(回答者数46人)

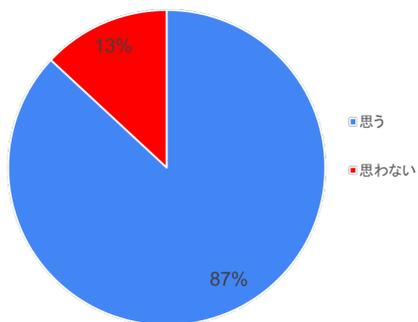


図 5.1-24 ドローン活用への期待度 (対面)

ドローンを利用して取得したデータを森林整備事業の申請・検査等に活用できると思いますか。(回答者数91人)

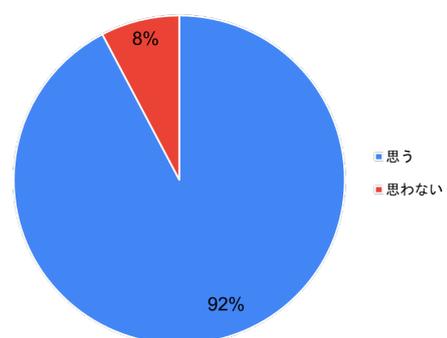


図 5.1-25 ドローン活用への期待度 (オンライン)

今後、ドローンを林業の現場でどのように活用したいと思われましたか。  
 (複数回答可)(回答者数50人)

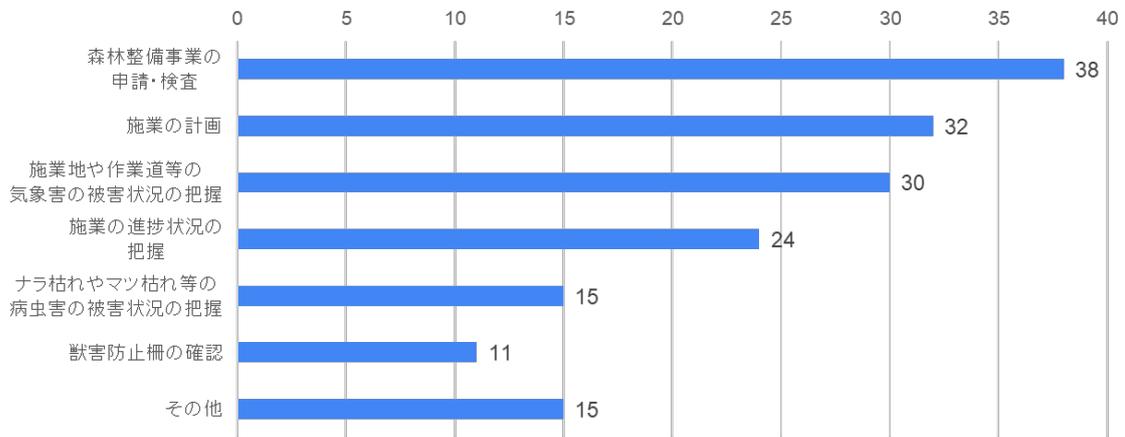


図 5.1-26 ドローン活用現場 (対面)

今後、ドローンを林業の現場でどのように活用したいと思われましたか。  
 (複数回答可)(回答者数90人)

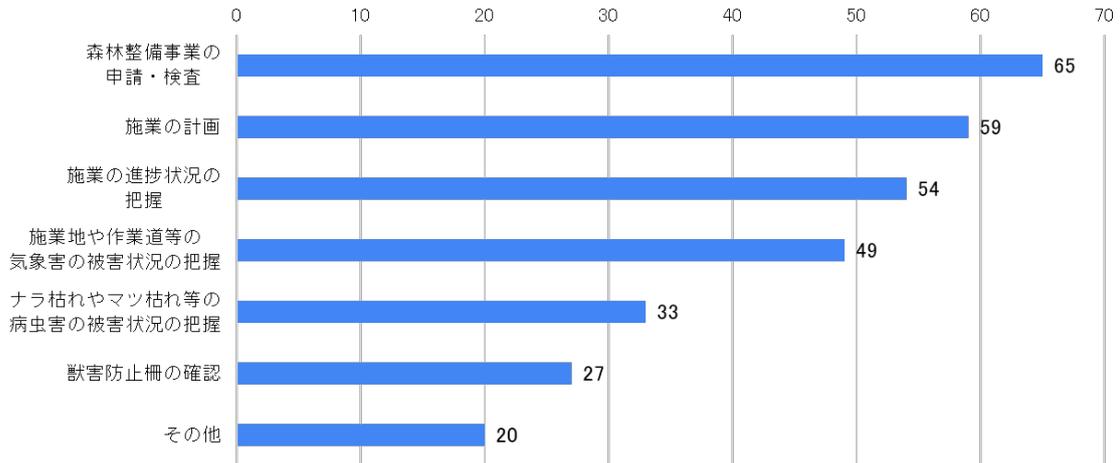


図 5.1-27 ドローン活用現場 (オンライン)

ドローンの利活用に関して、今後も継続的な研修会や個別の運用サポートを希望されますか。(回答者数49人)

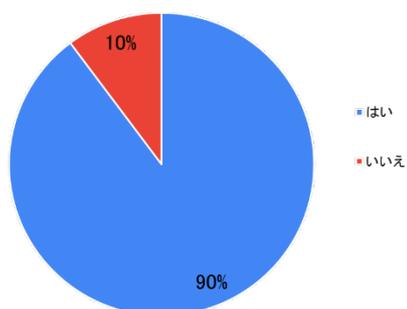


図 5.1-28 サポート希望者 (対面)

ドローンの利活用に関して、今後も継続的な研修会や個別の運用サポートを希望されますか。(回答者数92人)

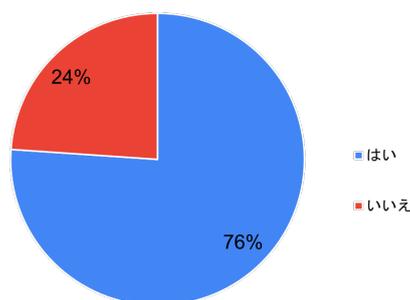


図 5.1-29 サポート希望者 (オンライン)

「はい」を選択された方にお伺いいたします。希望する分野について教えてください。(複数選択可)(回答者数44人)

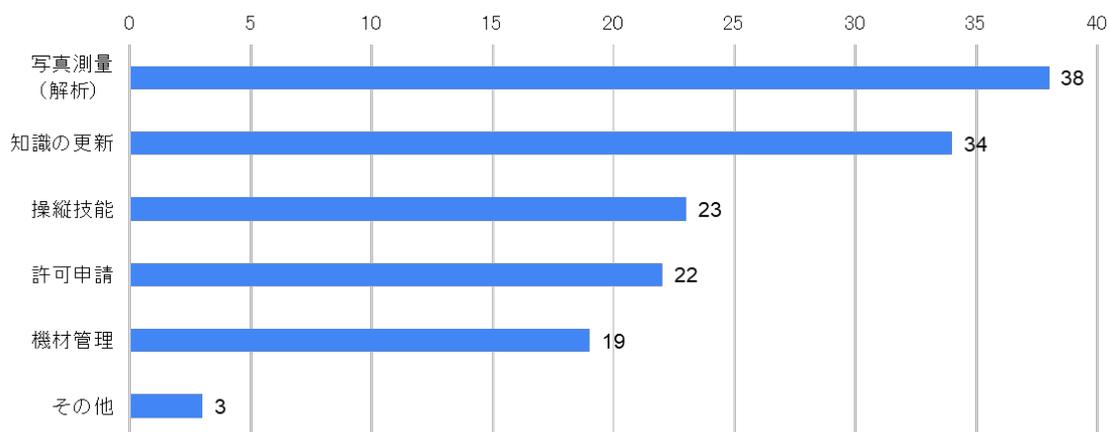


図 5.1-30 サポート希望分野 (対面)

「はい」を選択された方にお伺いいたします。希望する分野について教えてください。(複数選択可)(回答者数68人)

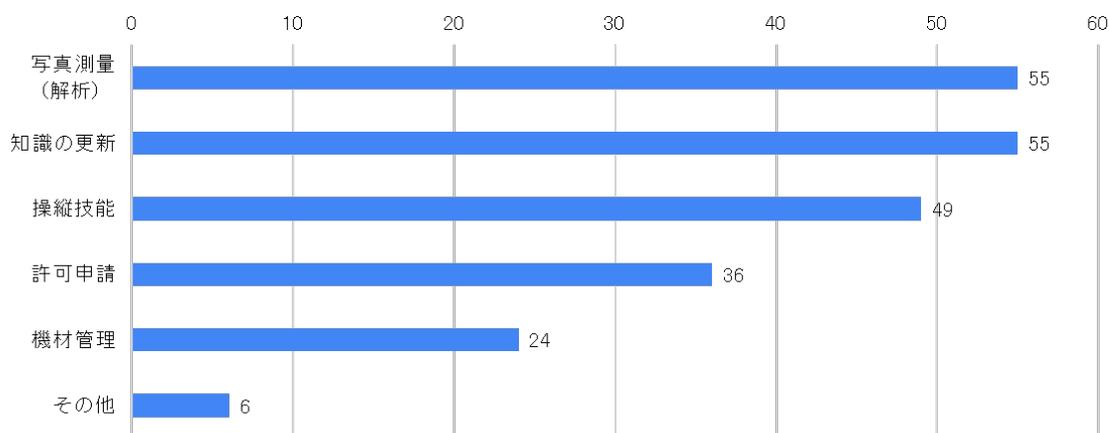


図 5.1-31 サポート希望分野 (オンライン)

スキルアップ研修会や画像解析研修会があった場合、参加を希望されますか。(回答者数50人)

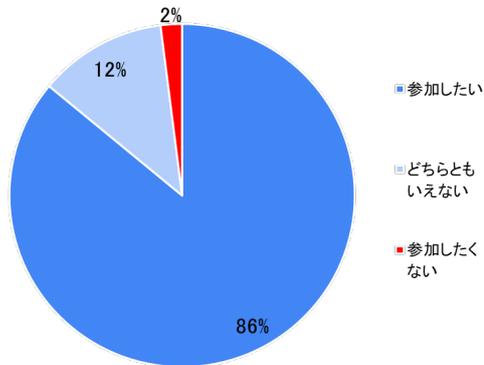


図 5.1-32 サポート研修希望者（対面）

スキルアップ研修会や画像解析研修会があった場合、参加を希望されますか。(回答者数92人)

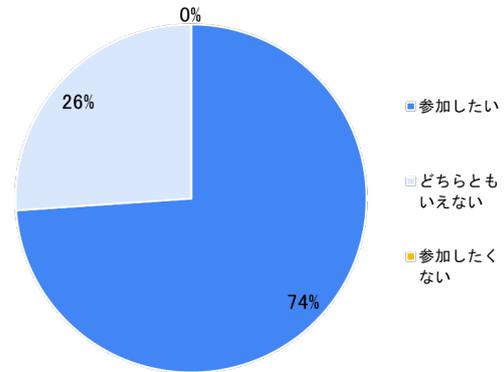


図 5.1-33 サポート研修希望者（オンライン）

林業特化型研修が有償化された場合の妥当な参加費を教えてください。(回答者数33人)

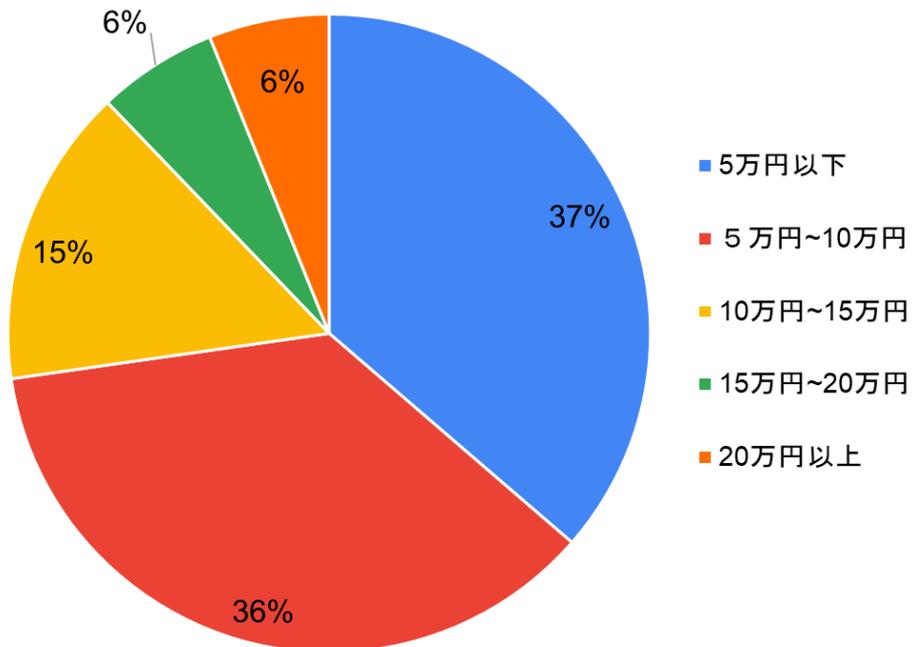


図 5.1-34 参加費に関するアンケート（対面）

林業特化型研修が有償化された場合の妥当な参加費を教えてください。(回答者数92人)

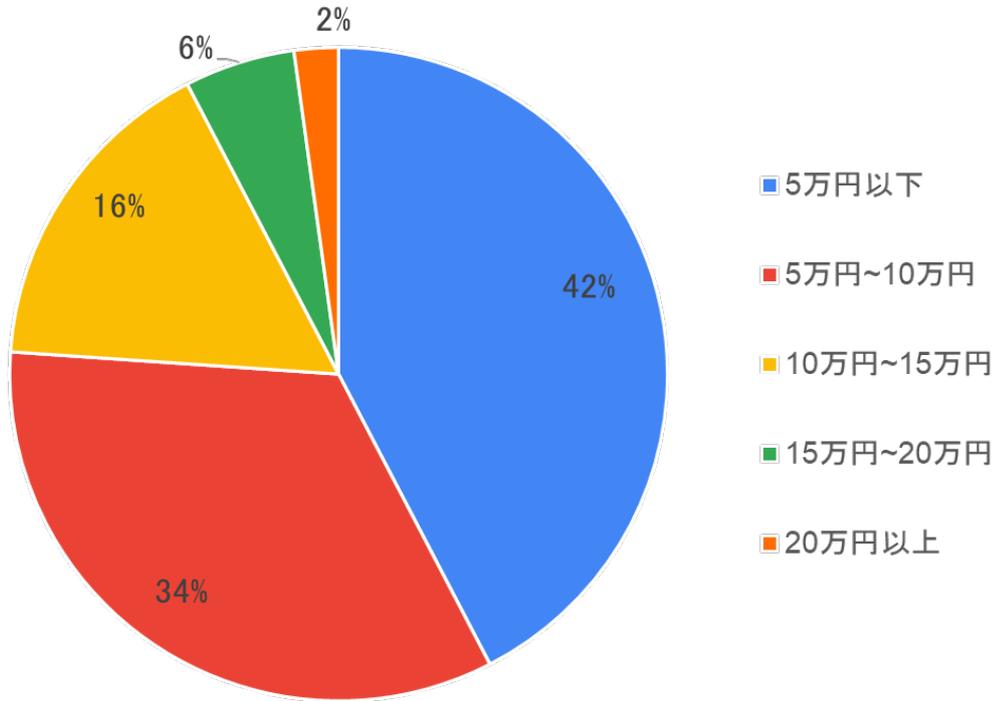


図 5. 1-35 参加費に関するアンケート (オンライン)

## 5.2 ヒアリングの実施内容

本研修では、研修後のドローンの利用状況、実運用に向けてのサポートの必要性を把握するために、オンラインにてヒアリングを実施した。実施したヒアリング内容を、表 5.2-1 に示す。

表 5.2-1 実施したヒアリングの内容 (2020 年～2021 年)

質問	選択肢
林業の現場でドローンを活用するうえで、研修に参加してどのように感じましたか。	満足
	やや満足
	どちらともいえない
	少し不満
	不満
ドローンを手動操縦により飛行させることができますか。	思う
	思わない
思わないとご回答された方にお伺いいたします。その理由を教えてください。(複数回答可)	操縦技術が不足している
	航空法に関する知識が不足している
	安全管理に関する知識が不足している
	その他(自由記述)
ドローンを自動操縦により飛行させることができますか。(複数回答可)	思う
	思わない
思わないとご回答された方にお伺いいたします。その理由を教えてください。(複数回答可)	自動飛行させるためのソフトウェアの設定方法が分からない
	安全管理に関する知識が不足している
	その他(自由記述)
航空局等への許可承認申請手続きを問題なく行うことができますか。	思う
	思わない
思わないとご回答された方にお伺いいたします。その理由を教えてください。(複数回答可)	航空法に関する知識が不足している
	各種申請手続きの実務経験が不足している
	授業の内容を覚えていない
	その他(自由記述)
業務でドローンを活用されていますか。	活用している
	活用する予定である
	活用していない
業務でドローンを「活用している」または「活用する予定である」とご回答された方にお伺いいたします。どのような場面で活用されていますか。(予定も含む)(複数回答可)	森林整備事業の申請・検査
	施業の進捗状況の把握
	施業の計画
	獣害防止柵の確認
	施業地や作業道等の気象害の被害状況の把握
	ナラ枯れやマツ枯れ等の病害虫の被害状況の把握
	その他(自由記述)

質問	選択肢
【業務でドローンを「活用していない」とご回答された方】にお伺いいたします。その理由を教えてください。（複数回答可）	ドローンやSfMソフト等の導入経費が高い 操縦できる人材が少ない どのような場面で活用すれば良いかわからない 林業現場で飛行させるには不安が高い 費用対効果が低い その他（自由記述）
ドローンを利用して取得したデータにより作成したオルソ画像を業務で活用されましたか。	活用している 活用する予定である 活用していない
【ドローンを利用して取得したデータにより作成したオルソ画像を業務で「活用している」または「活用する予定である」とご回答された方】にお伺いいたします。どのような場面で活用されているか具体的に教えてください。（予定も含む）	自由記述
【ドローンを利用して取得したデータにより作成したオルソ画像を業務で「活用していない」とご回答された方】にお伺いいたします。その理由を教えてください。（複数回答可）	SfMソフトやGISソフトの導入価格が高い SfMソフトやGISソフトを使いこなせる人材が少ない オルソ画像をどのように活用すれば良いのか分からない その他（自由記述）

### 5.2.1 ヒアリング結果概要(第1講から第8講)

研修全体に関しては 90%以上の方に満足いただいた(図 5.2-2)。一方、写真解析等のソフトを既に使用している、または写真解析の学習をメインで受講された方からはより高度な内容を希望する意味で満足感を得られない傾向があった。

第2講「航空法と許可申請」の座学研修受講者を対象にした、ヒアリングの結果(図 5.2-3、4)であるが、研修を受けたことで、実際に自身で申請ができると思う受講者は 50%程度であった一方、自身で申請ができないと考えた受講者の主な理由は「実務経験不足」であり、多くの受講者が飛行申請書の提出したことがなく、申請のイメージが湧いていないことが伺える。

年齢について教えてください。  
(回答者数104人)

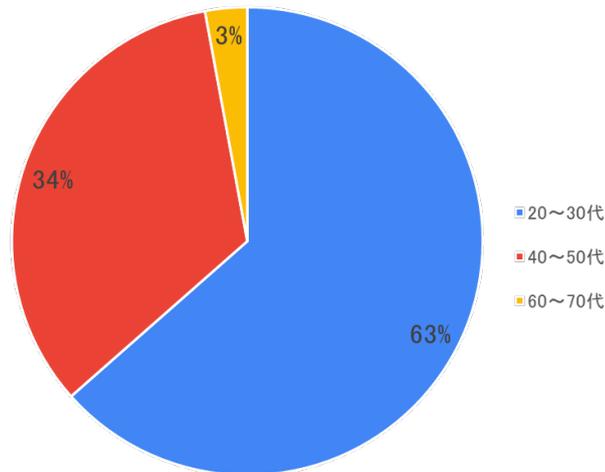


図 5.2-1 受講者の年齢

林業の現場でドローンを活用するうえで、  
研修に参加してどのように感じましたか。  
(回答者数103人)

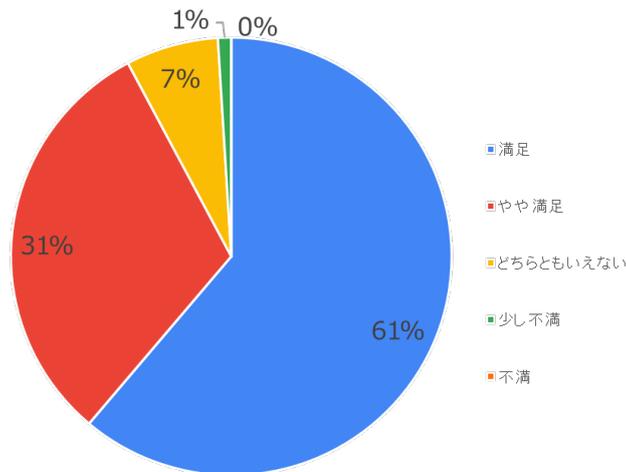


図 5.2-2 ヒアリング結果(1)

航空局等への許可承認申請手続きを問題なく  
行うことができますか。(回答者数102人)

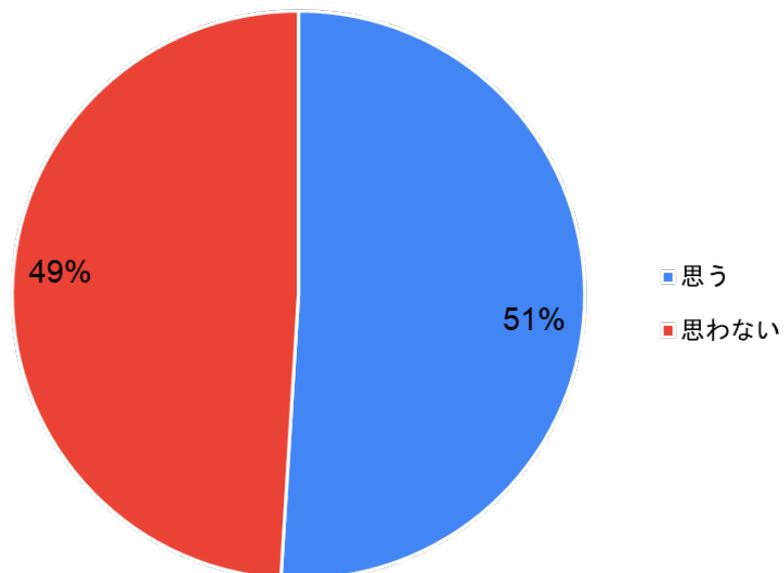
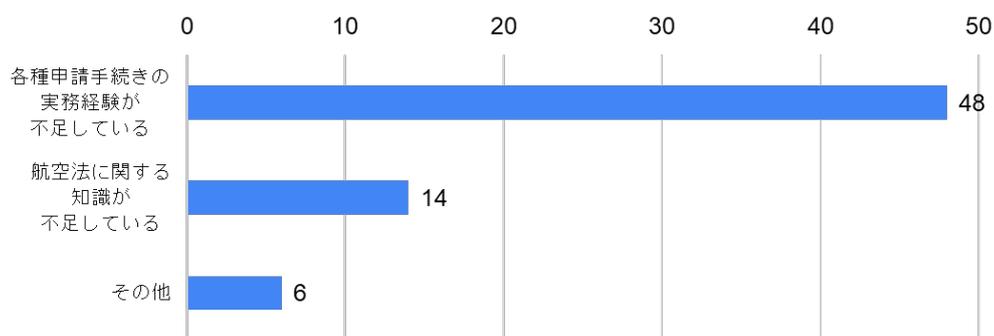


図 5.2-3 ヒアリング結果 (2)

思わないとご回答された方にお伺いいたします。その理由  
を教えてください。(複数回答可) (回答者数50人)



## 5.2.2 ヒアリング結果概要（第9講から第10講）

第9講「手動飛行」の実技研修受講者を対象にした、ヒアリングの結果では、研修を受けたことで、実際に自身で手動操縦ができると思う受講者は75%程度であった一方、自身で手動操縦を実施することが難しいと考えた受講者は25%程度おり、主な理由は「操縦経験の不足」となった。研修での操縦経験のみでは実運用に不安があることが推測できる。

第10講「自動飛行」の実技研修受講者を対象にした、ヒアリングの結果である。研修を受けたことで、実際に自身で自動操縦ができると思う受講者は90%程度であった一方、自動操縦を実施することが難しいと考えた受講者は10%程度おり、主な理由として「ソフトの設定方法に不安がある」ことが分かる。研修の形式としてテキストが無く、口頭での説明のみであったことが原因と考えられる。

ドローンを手動操縦により飛行させることができますか。(回答者数104人)

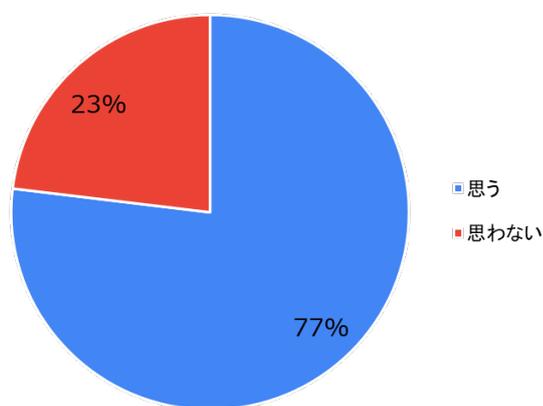


図 5.2-5 ヒアリング結果（4）

思わないとご回答された方にお伺いいたします。  
その理由を教えてください。(複数回答可) (回答者数24人)

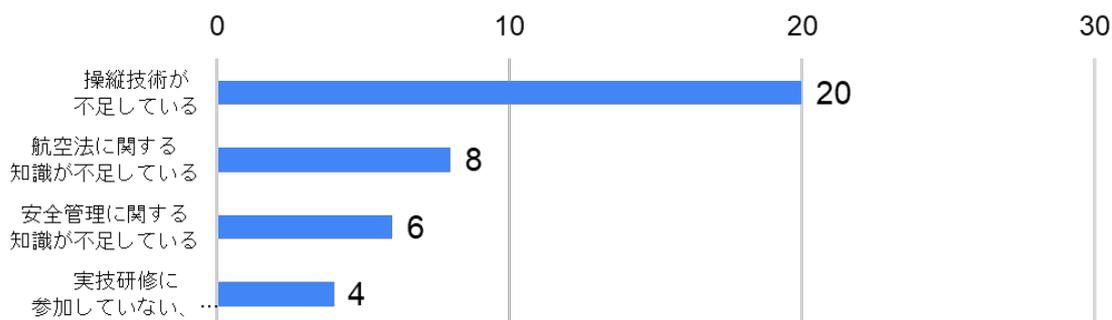


図 5.2-6 ヒアリング結果（4）

ドローンを自動操縦により飛行させることができると思いますか。(回答者数104人)

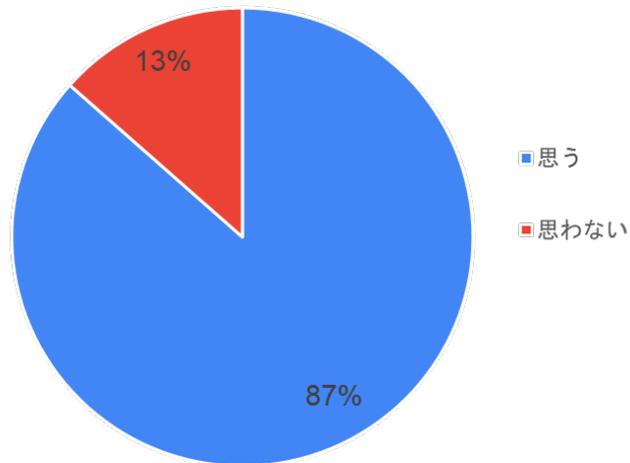


図 5.2-7 ヒアリング結果 (5)

思わないとご回答された方にお伺いいたします。  
その理由を教えてください。  
(複数回答可) 回答者数14人

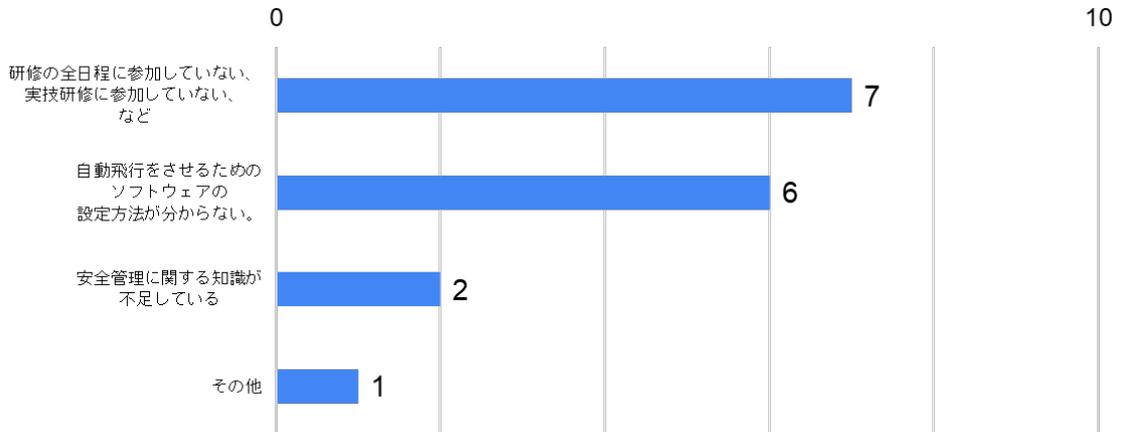


図 5.2-8

### 5.2.3 ヒアリング結果概要（実運用に向けてのヒアリング）

座学・実技研修全てを受講した方を対象にした、ヒアリングの結果である。研修後2週間の時点ですでにドローンを活用していた受講者は30%程度、活用予定と答えた受講者は50%程度との回答が得られた。

活用予定でない受講者の主な理由は「導入経費の高さ」であった。オルソ画像の利用予定に関しても、同じ理由で導入に踏み切れていない事業者が多いことが分かった。

業務でドローンを活用されていますか。  
(回答者数103人)

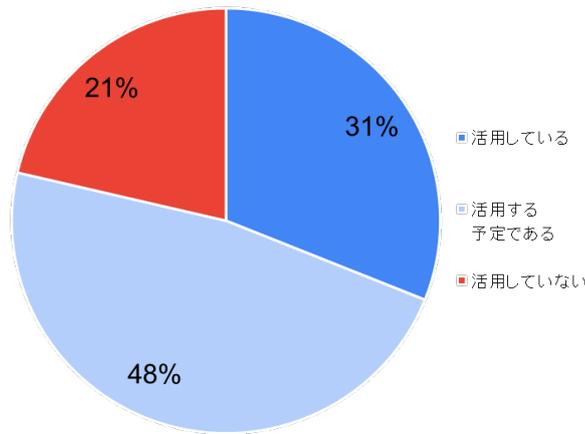


図 5.2-9 ヒアリング結果（7）

【業務でドローンを「活用している」または「活用する予定である」とご回答された方】にお伺いいたします。どのような場面で活用されていますか。  
(予定も含む)(複数回答可)(回答者数81人)

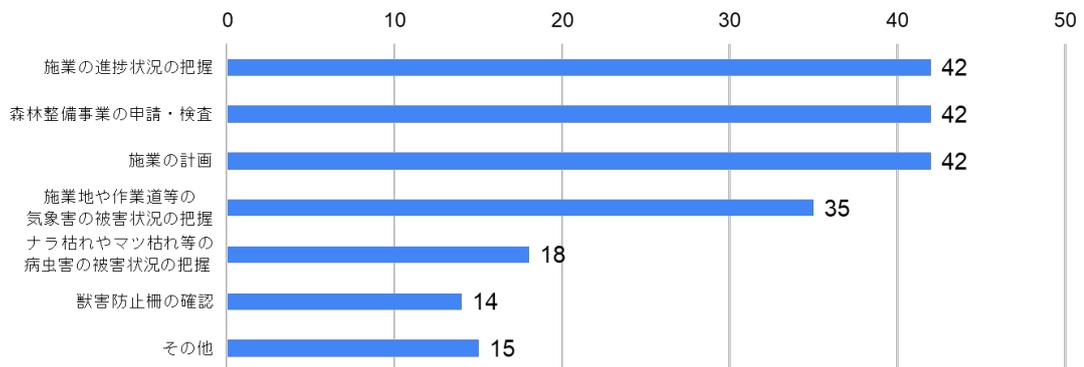


図 5.2-10 ヒアリング結果（8）

【業務でドローンを「活用していない」とご回答された方】にお伺いいたします。  
その理由を教えてください。（複数回答可）（回答者数22人）

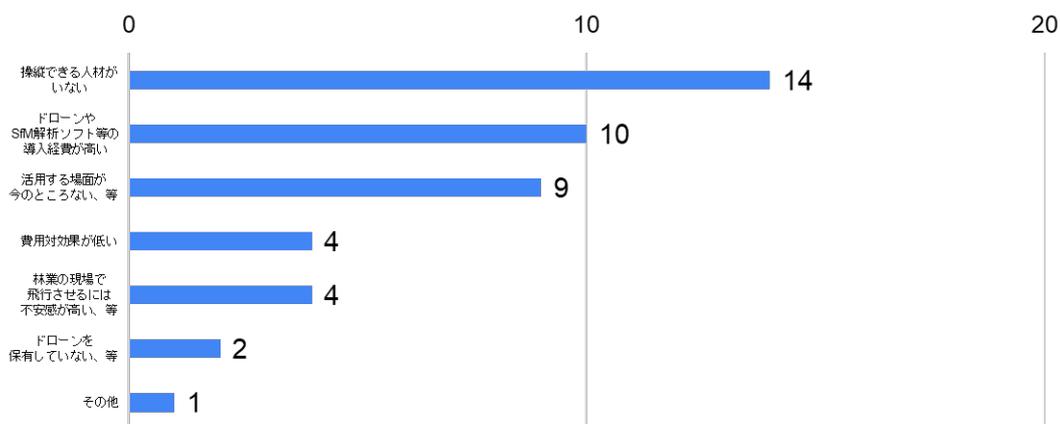


図 5.2-11 ヒアリング結果（9）

ドローンを利用して取得したデータにより作成したオルソ画像を業務で活用されましたか。（回答者数104人）

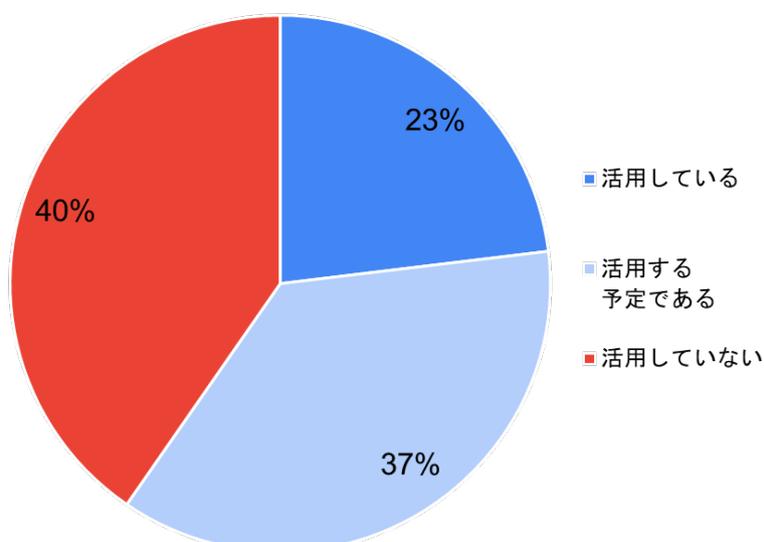


図 5.2-12 ヒアリング結果（10）

【ドローンを利用して取得したデータにより作成したオルソ画像を業務で「活用している」または「活用する予定である」とご回答された方】にお伺いいたします。どのような場面で活用されているか具体的に教えてください。(予定も含む)(回答者数58人)

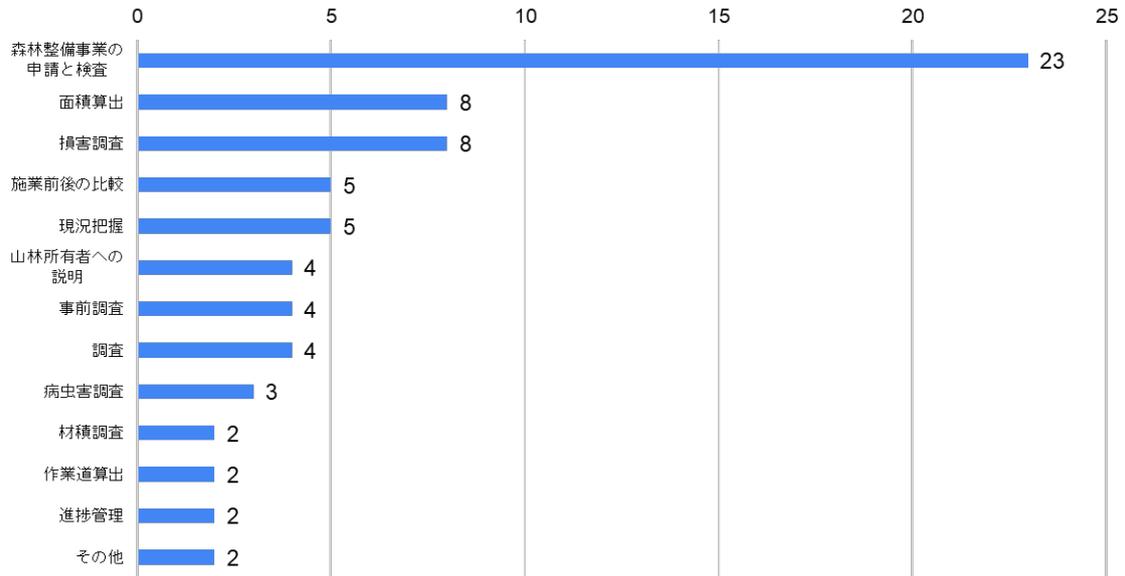


図 5.2-13 ヒアリング結果 (11)

【ドローンを利用して取得したデータにより作成したオルソ画像を業務で「活用していない」とご回答された方】にお伺いいたします。その理由を教えてください。(複数回答可)(回答者数40人)

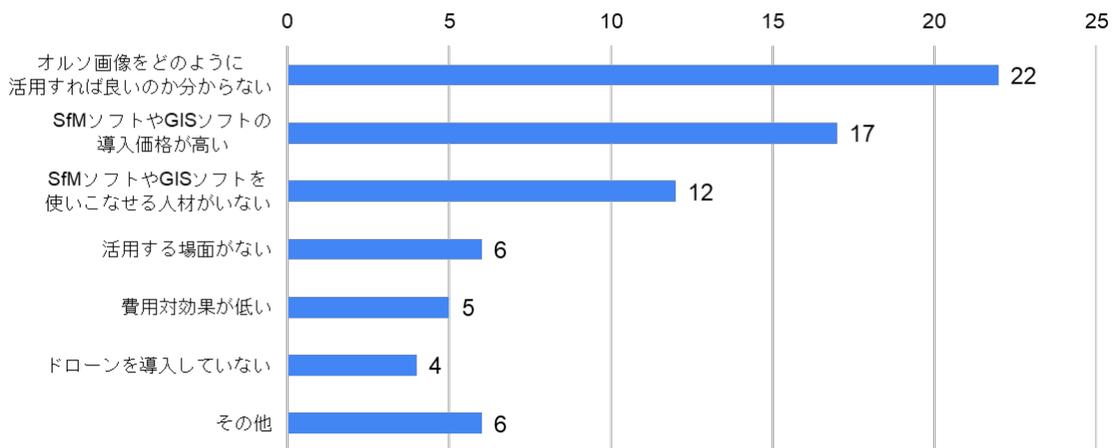


図 5.2-14 ヒアリング結果 (12)

#### 5.2.4 ヒアリング結果概要 (今後のサポートに向けてのヒアリング)

座学・実技研修全てを受講した方を対象にした、ヒアリングの結果で、今後、リモートセン

シング化に関してサポートが必要と回答した受講者は 80%程度にのぼり、必要なサポート内容は「写真解析」や「飛行許可申請手続き」の申請サポート等、研修時の実習を踏まえた上で、それらの内容に特化した研修会に参加したいという声が上がっている。また、国産機の状況やソフトのより高度な使用方法に関する内容など「知識の更新」に対するサポート意見も多く寄せられた。

スキルアップ研修会や写真解析研修会があった場合、参加を希望されますか。(回答者数103人)

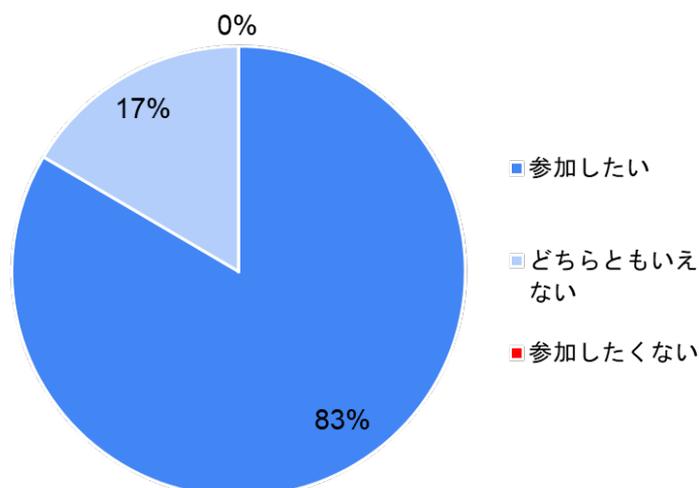


図 5.2-15 ヒアリング結果 (13)

ドローンの利活用を推進する上で、今後どのような継続的な研修会や運用サポートがあるとよいですか。(回答者数102人)

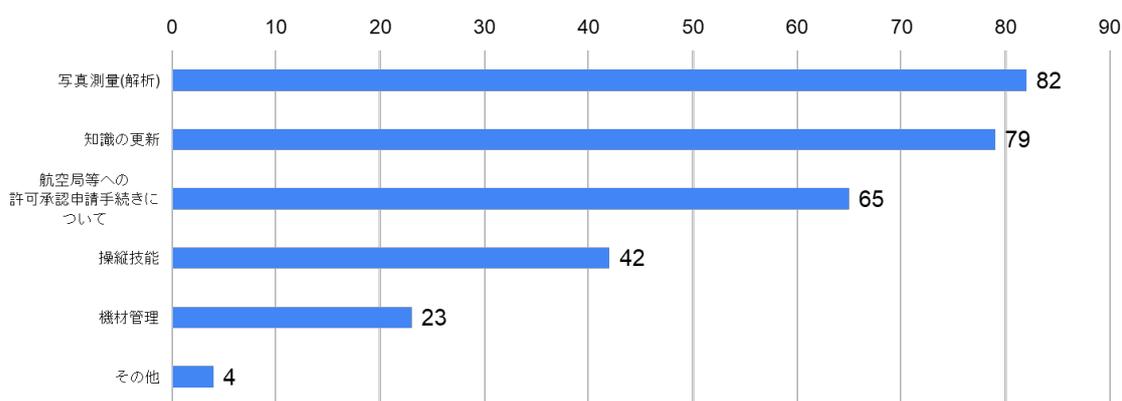


図 5.2-16 ヒアリング結果 (14)

ドローンや SfM ソフトを業務で活用されるにあたっての疑問点や機材の購入や活用するにあたって困っている点等がございましたら、ご自由にお問い合わせください。(自由記述)

- ・ 国産機種について教えてほしい。

- ・ソフトの選択基準
- ・導入後すぐは、解析ソフトの操作に不安がありますので、可能であれば研修とは別に個別に指導をいただければと思います。

## 5.3 受講者の意見（アンケート（研修後）及びヒアリングの集計結果より）

### 5.3.1 アンケート（研修後）

#### ①座学（対面・オンライン（動画配信））

ドローンに関する基礎的知識の習得・航空写真測量・自動飛行計画・写真解析（第1講から第8講）

<ドローンに関する基礎的知識の習得（第1講から第5講）>

- ・初心者向けの内容で良かった。
- ・（オンライン（動画配信）での座学に関して）コロナ禍でも授業ができたことは良かった。
- ・受講期間を細切れにできる座学の受講形式が良かった。（業務上、連日での受講が難しい）
- ・動画だと「ここだけの話」が聞けないことが残念。
- ・座学の動画ファイルが多すぎてどこまで見たか分かりにくかった。
- ・受講者は座学の動画を何回も見られるようにしてほしい。
- ・質問がしたいので対面授業がしたかった。
- ・ドローンの飛行場所によってはコスト高になる印象を受けた。
- ・天気が悪い中での研修だったので、雨雲レーダーの活用を学べて良かった。

<航空写真測量・自動飛行計画・写真解析（第6講から第8講）>

- ・開けた現場があれば、ドローンを活用できる可能性を感じられた。
- ・実証実験を基にした内容なので説得力があった。
- ・施業の進捗状況の把握、施業の計画、ナラ枯れやマツ枯れ等の病虫害の被害状況の把握などにもドローンを用いてみたい。
- ・飛行計画作成から、ドローンでの撮影、撮影した写真で写真解析まで一連の流れを実習したかった。
- ・ドローンやソフトの導入後は操作に不安があるため個別で指導をしてほしい。
- ・参加者数が少なかったこともあり、研修当日の自動飛行写真を講師が SfM ソフトで処理した成果品が見ることができ、一連の作業の流れを実体験することで研修の効果はより高まった。動画では省略していた SfM 上での処理時間なども実際に業務で行う時の参考になると感じた。
- ・測量以外に、森林管理、災害調査、施業予定箇所の調査、樹木本数調査などの幅広い点でドローンを活用したい。
- ・（造林申請で使用する）膨大なデータの管理が困難。
- ・研修を実施しても、現状では県の制度が追い付いていないのではないかな。
- ・実習は対面で実施したい。
- ・Metashape と QGIS に特化した研修を開催してほしい。
- ・実習で教わった内容の造林申請を実施したい。

#### ②実技

ドローンの手動操縦・ドローンの自動飛行（第9講から第10講）

<ドローンの手動操縦（第9講）>

- ・RTK に関してもっと詳しく知りたかった。
- ・想定外の事態を想定した講義内容であり、有意義であった。

実技研修について、習熟度別の班構成として点について、時間も十分確保でき、他の研修よりも操縦について詳しく学べた。

- ・ ATTI モードで操縦する際の変な癖がなくなった。
- ・ (講師のサポートがあったため) 悪天候、強風など通常では飛行しないような状況下で練習ができてよかった。
- ・ 強風や悪い環境下での練習をする必要性を感じた。
- ・ Phantom と Mavic の両方を操縦できてよかった。
- ・ 操縦技術を向上させるための練習方法や注意点が分かった。
- ・ 林業向けに練習内容が工夫されていて良かった。
- ・ もっと実技の練習がしたい。
- ・ 風が強く、良い練習になった。
- ・ 最後の目視外飛行の練習は有意義であった。

<ドローンの自動飛行(第10講)>

- ・ 実際にドローンを使用する際は、現場から電話などでサポートして欲しい。
- ・ 研修で使用している以外の自動飛行アプリや SfM ソフトの使用を検討中なので使い方を教えて欲しい。
- ・ 林業分野の担い手不足をドローンの活用で補いたい。

### ③運営・その他

- ・ 資料を持ち帰りたかった。
- ・ 習熟度別の班構成となっており、時間も十分にあり分かりやすかった。
- ・ もっと練習がしたいので再度、研修を開催して欲しい。
- ・ 実運用への不安(例: DJI 機を購入して良いのか等)があり、機材やソフトの購入に躊躇をしている。

## 5.3.2 ヒアリングシート

### ①. 座学(対面・オンライン(動画配信))

ドローンに関する基礎的知識の習得・航空写真測量・自動飛行計画・写真解析(第1講から第8講)

- ・ (テキストを持って帰っていないので) 授業の内容を忘れてしまったので、航空局への許可承認申請手続きの実施に自信が無い。

### ②実技

ドローンの手動操縦・ドローンの自動飛行(第9講から第10講)

- ・ 研修中、悪天候で自動操縦を行えなかったため自分だけで自動操縦をする自信がない。
- ・ 安全管理に関する知識が不足しているので自動飛行ができる自信がない。
- ・ まだ実技を受講していないので次の機会に自動飛行を練習したい。
- ・ 高低差のある場所での飛行計画の作成に不安がある。
- ・ まだドローンを保有していないので造林申請に活用できていない。

- ・ドローンや SfM ソフト等の導入経費が高い、費用対効果が低い。
- ・横断の測量がしてみたい。
- ・森林整備事業の計画や申請に使う予定がある。
- ・森林所有者への説明や作業者との打ち合わせにおいてドローンを活用する予定
- ・補助申請のためのオルソ画像作成について、管内林業事業体に普及するために活用したいと考えています。植栽の現場で実際にドローンを飛行させ、その場で写真を解析し、申請書に添付するオルソ画像を作成、模擬検査の実施を検討しています。
- ・やはり、時間がかかってもいいので、それぞれが自動測量した画像をオルソ化までできる研修がうれしい。
- ・Phantom4 RTK「地形認識モード」のマニュアルがあると良い。
- ・ソフトが正常な速度で動作できるパソコンのスペックが知りたいです。
- ・試験研究で樹高や本数密度などの計測値として算出するためにドローンを活用している。

### ③運営・その他

- ・今後 DJI の製品を国内で使用できなくなる見込みはあるか知りたい。
- ・DJI や航空法をめぐる政府の動向が不安。

## 5.4 省力化、低コスト化の効果

図 5.2-10 より「業務でドローンを活用している」もしくは「活用する予定がある」と回答した事業体のうち、「森林整備事業の申請・検査で活用している」や「施業の計画」と回答している事業体を対象に、電話でヒアリングを実施し、リモートセンシング技術を森林整備事業に導入することによる省力化、低コスト化の効果を検証した。

### 5.4.1 実施結果

#### ①結果

上述したヒアリング実施前は「作業員の手間が増え逆に負担になっている」や「結局従来の測量や作業方法の方が早い」というアンケートでのネガティブな声が多く、リモートセンシング技術の効果が薄いことを受講者が危惧する傾向にあったが、実際に活用を始めた受講者からは、ドローンを導入したことにより、その利便性が理解でき、省力化・低コスト化に繋がっていることを実感しているという声が多かった。

特に施業面積が大きい現場ほど省力化への効果は抜群であると分かった。具体的には、従来の測量の作業日数（約5日間）より平均して2日間ほどは作業時間が短くなり効果を非常に感じている事業体があった。また、通常3名で実施している作業を2名で実施する体制に変えることが出来たため、この点でもリモートセンシング技術の効果を実感しているという事業体もあった。（岐阜県の森林組合）

施業の計画や進捗確認をする目的でドローンを活用されている事業体もあり、従来では半日から1日はかかっていた作業が1時間～2時間で終了し、確認する施業地を1日で2箇所回れるようになった事業体もあった。（島根県の森林組合）

実際に造林申請後に立会い検査がなくなっているという声はなかったが、オルソ画像を提出することで、施業面積の確定するために杭を探して距離を測定するという従来の作業等がなくなり現場での検査時間を2時間程短縮することが出来ているという声もあった。

施業現場でドローンを活用し省力化しただけでなく、オルソ画像を活用し、従来より書類が少なくなったことにより事務作業時間の短縮による効果を感じている事業体があった。具体的には従来は実測図等を作成する必要があり、伐採箇所毎に書類の作成が必要であったが、オルソ画像を活用することにより、15枚必要であった書類が2枚で済むことになり、非常に作業効率があがっているという声もあった。また、面積根拠や森林状況を森林所有者に説明しやすくなったという声があった。（島根県の民間林業企業）

#### ①今後の課題

ヒアリングの中で今後の課題と考える点は2点あった。

まず1つ目は、検査員側の体制が整っていないため、立会いが必要になっている点である。積極的にリモートセンシング技術を導入し研修を受講し、習得した技術で造林申請・検査を行っても、検査員側の体制が間に合っておらず、立会い作業が発生しているため省力化に繋がられていない。

2つ目はドローンの性能面とコスト面にある。DJI製品の機体を導入している事業体がほとんどであり、平均的に1回あたりの連続飛行可能時間は15分～20分のため、飛行時間の長い機体がこの先世の中に出てくることを期待する。

また、コスト面に関しては機体の維持費が課題という声があった。バッテリーやプロペラだ

けでなく、機体の保険等が毎年発生するため、目に見えない部分で費用が発生していることが課題と考える事業者もあった。

#### 5.4.2 考察

リモートセンシング技術の活用方法は事業者によってそれぞれだが、リモートセンシング技術を導入している事業者ほどドローンや写真解析の有効性を実感していること、また、事業者の中でドローンや SfM ソフトを使用できる人材が少ないと感じている事業者が多かったこともあり、継続して研修を実施していくことが重要であることが確認できた。

更に、検査員側の体制が整っていない状況を改善するため、自治体を対象とした SfM ソフトの研修など、検査員側のサポートも今後必要になってくるのではないかと考える。

## 5.5 確定カリキュラム

### 確定した研修内容

本業務の実施結果等を踏まえ、今後の林業現場向けドローン研修を見直し、引続き3.5日間の研修とする。オンライン（動画配信）座学研修（1日）は継続し、実技研修を2日間、今後はさらにリアルタイム実習という形式で写真解析実習を0.5日追加した3.5日間にて実施することが理想的と考える。具体的な実施内容は以下を想定する。（表5.5-1）

#### 1日目：ドローンの基礎知識習得（オンライン（動画配信））

1日目の研修はドローンについての基礎的な概論、法律、申請、安全面の基礎知識の習得とドローンの組立、アプリの設定方法等や飛行前の安全確認に関する講義（第1講～5講）を実施する。さらに、林業におけるドローンを活用した航空写真測量について（第6講）加え、林業現場でドローンを活用し、自動飛行、写真解析を実施していくための概要を説明し、自動飛行時の安全や注意点について説明をする。

#### 2日目：応用操縦技術の習得（実技1日目）

2日目の研修は基礎的な手動操縦訓練を実施する。機体の事前点検、機体の組立、アプリ設定、離着陸等の基礎的な準備・操縦が講師なしでもできるようになることが目的となる。特に離着陸時の操縦については、事前の周辺の安全確認、離着陸面の安定性の確認を徹底させ、なぜ徹底した確認が必要なのか、その理由まで述べる。

林業現場でのドローンの活用では、非GNSS環境下での手動操縦技術の習得が重要である。

初心者が非GNSS環境下で手動操縦を実施することは容易ではないため、非GNSS環境下での機体の挙動、機体のホバリング方法、木々との接触の危険性など注意点について説明する。その上で、機体の向きがどの方向を向いていても冷静に判断・操縦できるようになるよう非GNSS環境下での手動操縦の実技の時間を増やす。

#### 3日目：林業特化型現場研修（実技2日目）

3日目の研修は林業現場でドローンを活用することを意識し、苗木の撮影、非GNSS環境下で木々を安全に抜けていく訓練を実施する。自動飛行の実践と目視外飛行の訓練を実施する。林業現場で自動飛行を実施する際、目視外飛行になるケースが多いと考え、目視外飛行の状態モニターだけを見ながら手動操縦で離着陸を実施する内容とする。200g以上の機体では航空法に触れるため、DJI Mavic mini（199g）を活用し目視外飛行の手動飛行訓練を実施する。※航空法改正の際は最新情報を入手し、法に従った内容で研修を実施する。

#### 4日目：オルソ画像作成と活用研修（オンライン（リアルタイム）1日相当）

4日目の研修は実技研修終了後の翌週に、複数事業者合同でオンライン（リアルタイム）での写真解析実習を実施する。

オルソ画像作成における注意点と実際のオルソ画像作成を行い、その技術を習得する。オルソ画像作成後に、造林申請方法等を習得し今後の申請時に活かす研修とする。特にQGISの活用に関する時間を増やし、地図へのはめ込みからオルソ画像の貼付け等を受講者に習得していただく。

表 5.5-1 確定カリキュラム構成（座学（オンライン（動画配信））1日相当）

	大項目	授業項目	時間配分 (分)
<b>1日</b> ※受講期間 目安 (WEB)	第1講 無人航空機概論	1: 無人航空機 (UAV) とは?	30
		2: 飛行原理	
		3: ドローンの構造	
		ドローンビジネス紹介	
	第2講 航空法と許可申請	1: 国内法	50
		2: 航空法・同法施行規則	
		3: 小型無人機等飛行禁止法	
		4: その他国内法	
		5: 今後の動向	
		6: 山に特有の具体的な物件例	
		7: DIPS	
		8: FISS	
		9: 申請書記入練習	
		10: 飛行実績報告記入練習	
	第3講 運用方法	1: マルチコプターの飛行方法	15
		2: 安全確保	
		3: 禁止事項	
		4: ドローンの墜落	
	第4講 操縦編	1: 確認事項（フライト前）、2: 機体準備、3: 電源オン、4: 電源オフ、5: モーター起動、6: 操縦方法、7: アプリ操作（DJI G04）、8: ステータス確認、9: 確認事項（フライト中）、10: 確認事項（フライト後）、11: 基本操縦の体験、12: 組立、解体、13: 電源投入、14: アプリ起動、15: ステータス確認、16: チェックリスト確認	30
	第5講 安全管理について	1: 無人航空機とリスク	10
		2: 操縦時の注意点	
		3: リスク&トラブル事例紹介	
		4: 安全対策	
		5: 事故対策	
第6講 航空写真測量	1: 森林でのドローン測量	100	
	2: ドローン測量の仕組と必要機材等		
	3: ドローン測量の必要機材		
	4: カメラ概説		
	4: SfMソフトの仕組み		
	5: ドローンによる写真撮影飛行計画		
	6: ドローンの自動飛行と自動撮影		
	7: 事前調査及び現地視察		
	8: ドローン測量に適さない対象		
	9: 森林・山間地における飛行計画作成		
10: 森林におけるドローンの安全な飛行			

表 5.5-2 確定カリキュラム構成（実技1,2日目）

大項目		推奨研修時間	授業項目	時間配分 (分)
1日目	オリエンテーション	9:00~9:15	全体説明	15
			会社説明	
			本日の流れ	
	飛行確認(周囲)	9:15~9:30	安全な飛行体制か	15
			天気・気温・風速が飛行に適切か	
	飛行確認(機体)	9:30~10:00	飛行予定空域の状況確認	30
			第三者・物件が周囲にないか確認	
			プロペラの状態確認	
	アプリ説明 (DJI GO 4)	10:00~10:30	プロペラガード・プロペラの取り付け方と確認	30
			バッテリーの状態確認	
			プロボの状態確認と起動方法	
			各数値や表示の確認	
			コンパスキャリブレーション	
	GPSあり	10:30~12:00 適宜休憩	送信機モード	90
バッテリーの状態確認				
フェイルセーフ機能				
ジオフェンスの確認				
センサー類の設定確認				
テスト飛行（講師が1回実演する）				
昼休み	12:00~13:00	離陸・ホバリング・着陸	60	
		前後※推奨 T字[左右]		
GPSあり	13:00~15:00 ※適宜休憩	機種替えT字（反時計）、機種替えT字（時計）※推奨、機種替えスクエア（反時計）※推奨、機種替えスクエア（時計）※推奨、機種替え8の字※推奨	120	
GPSなし	15:00~16:45 ※適宜休憩	テスト飛行（講師が1回実演する）	105	
		ホバリング		
		T字（左右）		
移動～翌日の案内		スクエア（反時計）	15	
翌日の案内		翌日の案内	15	
2日目	第9講 ドローン手動操縦 (実技)	GPSなし	ホバリング（復習）	180
			T字[左右]（復習）	
			スクエア（反時計）（復習）	
			狭い隙間を抜ける手動操縦訓練	
	苗木撮影練習		※移動がない場合は休憩時間60分	90
	休憩・移動		1:周辺現場確認	30
	第10講 ドローン自動飛行 (実技)		2:安全な離着陸の確認	
			3:着陸場所設置	
			4:機体の組立	
			5:監視員の配置確認	
			6:メンテナンス飛行	
	第10講 ドローン自動飛行 (実技)	GSProの使用法説明	ジオフェンス機能について	120
			ミッション終了時の選択について	
			ミッション飛行中の安全対策	
飛行経路作成				
特別講習(実技)	飛行経路作成	設定内容に間違いがないか要確認	30	
		安全を確認し、転送する		
		適切な監視員の配置		
特別講習(実技)	監視員の配置	伝達事項	30	
		撮影データの確認		
		SDカードの残量確認		
特別講習(実技)	データ確認	目視外飛行の説明・デモ	30	
		目視外飛行の練習(Mavic mini使用または屋内)		
第5講 安全管理について (座学)		安全(模擬リスク対策) ※新制度(機体認証制度等)について説明	30	
2日間の振り返り		2日間の振り返り	30	

表 5.5-3 確定カリキュラム構成（実習 0.5 日）

	大項目	授業項目	時間配分（分）
0.5日相当 オンライン (リアルタイム)	第8講 写真解析	今日の話の流れ	180
		申請・検査の変更点	
		Agisoft Metashape 概説	
		休憩	
		SFM、アラインメント	
		対空標識、GCP	
		高密度点群の計算	
		TINメッシュ作成、テクスチャ貼り付け	
		オルソモザイク画像の作成と出力	
		面積計算	
		休憩	
		QGISの操作と造林申請	
		実証実験結果からわかること	
		スマート林業の推進について	

## 6. まとめ

### 6.1 総括

#### 6.1.1 リモートセンシング技術に関する研修の実施

受講者アンケートの結果では、座学研修（オンライン（動画配信））や実技研修の内容に関しては「理解できた」という意見が多く、現状のカリキュラムを大きく変更する必要はないと考える。しかし、アンケートの結果座学研修（オンライン（動画配信））のみだと理解度が低い、また、「その場で質問ができない」や「受講者のレベルに合わせてほしい」という回答があった。また、対面での座学研修時に、オルソ解析についての質問が多くあることから、座学研修の内、オルソ解析については、対面での研修を行った方が良いと考えられる。

結果、現在のカリキュラムに半日の対面での座学研修を追加する方針とした。これによりオルソ解析の理解度を向上できると考える。

#### 6.1.2 林業事業者等の個別の要望に研修の実施

事業者によって、ドローン導入の意欲や SfM ソフトの活用頻度は様々であり、各事業者が抱える課題も様々である。そのため、それぞれの課題解決に合わせた研修を実施することにより、導入促進や活用頻度の向上が行えることは分かった。全国研修だけでは、ドローンを用いた森林測量の概要を知ることは出来ても、林業現場で活用していくためには、定期的な飛行や写真解析の練習を行う必要であり、講師同伴のもと実施することが必要であると分かった。

#### 6.1.3 林業事業者へのサポート体制の整備

受講希望者に対して適切な情報の提供および受講申し込みの窓口として以下のコンテンツを含めたホームページを開設した。

- ・本取り組みについて：本事業の概要、目的
- ・お知らせ：研修が可能な場所、日程
- ・研修概要：研修の概要、期待される効果
- ・研修内容：実技研修・座学研修の内容、開催場所
- ・よくある質問：受講前および受講後に問い合わせの多かった質問および回答
- ・飛行する前に確認すること：飛行申請、ドローン保険、機体のメンテナンス
- ・申し込みフォーム：受講希望者から事務局への受講申し込みフォーム

多くの事業者は、研修後にドローンの導入を検討する例が多い事が分かった。したがって、研修後に、それぞれの現場で特有の課題（気候や条例）や機体に関する問い合わせ（適切な機体や購入先）が多くなると予想される。事業者へ導入への意欲を高めていただくために、今後も Q&A は増やしていく。また、既に林業現場にドローンを導入している事業者の活用事例や導入効果を掲載し、未導入の事業者がドローン導入への意識を高められるように、事例追記を行う。

#### 6.1.4 研修効果の検証

アンケート集計結果では、研修内容に関しては満足をしており、ドローンや SfM ソフトを導入する意欲はある一方、受講者には初期導入費用が高く費用対効果が低く感じており、導入が難しいと感じている事が分かった。また、飛行申請や写真解析に関する実経験が不足しているため、受講者単独で実施する事に不安があり導入に踏み込めない事例もあるため、今後は個別の要望に応じた研修等や振り返り研修等でサポートを実施していく必要があると考えられる。

しかし、既にドローン導入済の事業者は、森林整備事業の申請や施業の進捗確認等で活用しており、業務効率の向上や省力化に繋がっていることを実感していることが分かった。

## 6.2 今後の課題及び解決策

### 6.2.1 課題

- ・ 初期導入費用が高いことや、導入効果が低い（または具体的な導入効果が把握できない）事から、導入に踏み込めない。林業全体が人手不足の中で、現在の作業にさらにドローンの飛行申請や機体のメンテナンス等の作業が増えることは、林業現場にとって負担なのではないかという印象がある。林業全体が人手不足の中で、現在の作業にさらにドローンの飛行申請や機体のメンテナンス等の作業が増えることは、林業現場にとって負担なのではないかという印象がある。
- ・ 研修受講後、実現場での運用経験が少ないため、飛行申請や自動飛行経路の作成、写真オルソ解析の実施に不安がある。
- ・ 申請側（事業者）がリモートセンシング技術を導入して造林申請を行う体制を整えても 検査側（自治体側）の体制が整っていない状態では、結局検査の立会を行っているなど、導入効果が出ない可能性があるため、検査側の体制を早急に整えて行くことも重要であると考えられる。

### 6.2.2 解決策

- ・ 導入費用や導入コスト、また現状の現場における活用法に関しては、他の事業者の導入事例や費用対効果がどれくらい出たかなど、今後もヒアリングを継続し、事例を専用ホームページに掲載することに事業者同士で導入して行く際の参考として活用していただく事で、導入が推進されると思われる。
- ・ 研修受講後にさらに振り返り研修を実施し、3ヶ月に1回振り返り研修という形で林業現場にて研修を行い、実現場で活用を進めるための自身と技術を身に付けていただき、自身で運用出来る体制を整えられるサポートを継続する。また、最新技術の紹介や法律の改正等についてのセミナーを実施し、導入を後押しする。
- ・ 検査側（自治体側）に関しては、個別の要望に応じた研修を実施し、申請後のフローや承認フローについての理解を高める一方で、他自治体での導入事例の共有等により推進されると考えられる。また後述のリモートセンシングによる申請と森林クラウドとの連携を進める事で、主に検査側の省力化・低コスト化を加速できると考えられる。

### 6.3 今後の展開

リモートセンシング研修の今後の実施にあたっては、「さらなる全国的な展開」および「最新の技術動向をとりいれた継続的な研修の提供」が重要と考える。

今後も継続して全国に普及させていくためには、JUJDA の認定校および講師・操縦者は、研修を提供する側として有効に活用し、さらなる全国展開をしていく。

また、既にリモートセンシング技術を導入している事業者に対しては、より高度な技術の習得によりこれまで以上に省力化や低コスト化につなげていきたい。そのために自動飛行経路アプリのGS RTKを使用したDJI Phantom4 RTKによる自動飛行やLitchiを使用した対地高度一定の自動飛行を実施し、その写真を用いたオルソ画像の作成を行い、森林整備事業の造林申請を増やして行くことが重要と考える。

さらなる展開として森林情報の高度化・共有化のためにドローンの自動飛行アプリとSfM ソフトとの連携、さらに森林クラウドが一体となったシステムの開発を進める必要があるのではないかと考える。森林情報のクラウド化を進めることにより省力化、低コスト化を推し進めることが出来ると考える。

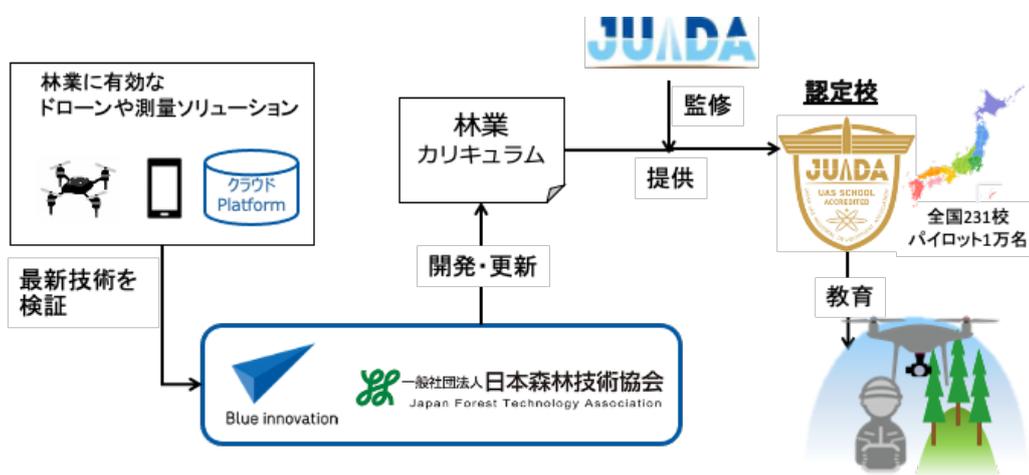


図 6.3-1 全国普及のイメージ

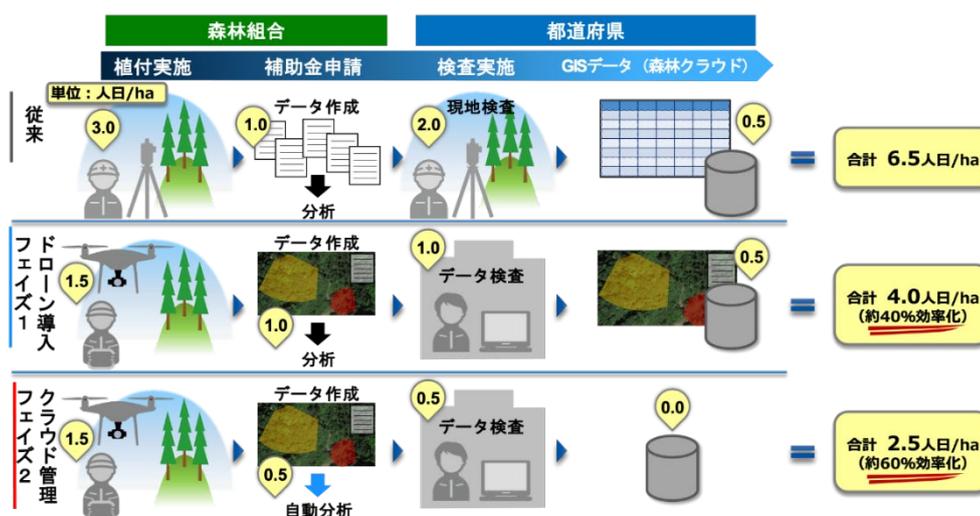


図 6.3-2 ドローンと森林クラウドが一体となった際の低コスト化イメージ

# 卷 末 資 料

## 1. 間伐検証の再検証

### 1.1 目的

令和2年度「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)」において、ドローンで撮影したオルソ画像による施業の実施状況の検証を実施した際に、定性間伐における間伐本数の把握状況が実態と大きく乖離する結果となった。また、リモートセンシング研修を実施するなかで間伐での活用を求める声が多かった事と列状間伐と間伐の区域はドローンから分かるものの、伐採率までは厳しい、しかし、事業者によっては間伐の事業量が多いという声があり、現場で活用していくには間伐率まで分かる必要があった。この点を改善するために検証する必要性が生じたことから、再検証が必要と考えられた。

本検証においては、この背景を踏まえ、新たに定性間伐を実施する林分において、間伐前後の立木本数をドローン撮影によるオルソ画像で判読し、間伐本数(間伐率)を求めるとともに、現地での実測で間伐本数(間伐率)を計測することにより、オルソ画像による判読と現地実測での間伐本数の差異について検証を行うこととする。さらに、間伐本数に差異が認められる場合は、その要因を明らかにすることを目的とする。

### 1.2 調査地

調査地は、東京都西多摩郡檜原村数馬 7125 番他の東京都森林組合が実施する間伐施業地において実施した(図 1.2-1、図 1.2-2)。



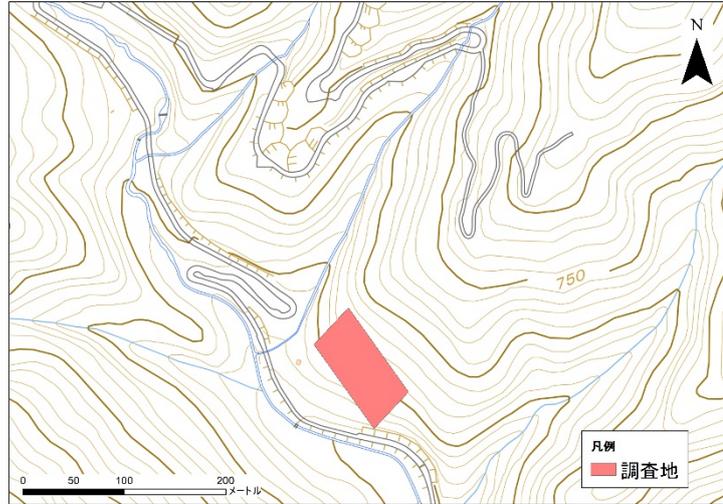


図 1.2-1 調査地位置図



図 1.2-2 現地の林況

### 1.3 調査日程

ドローンによる撮影は、施業前が2020年11月8日、施業後が2020年12月10日に実施した。

現地調査は、2021年3月3日、4日に実施し、間伐地に調査プロットを設定し立木及び伐採木（伐根）の本数計測を行った。

## 1.4 調査内容

調査内容は以下の手順で実施した。

- ① ドローンで伐採施業前後の現地を撮影し、Metashape を用いてオルソ画像を作成した（図 1.4-1 参照）。

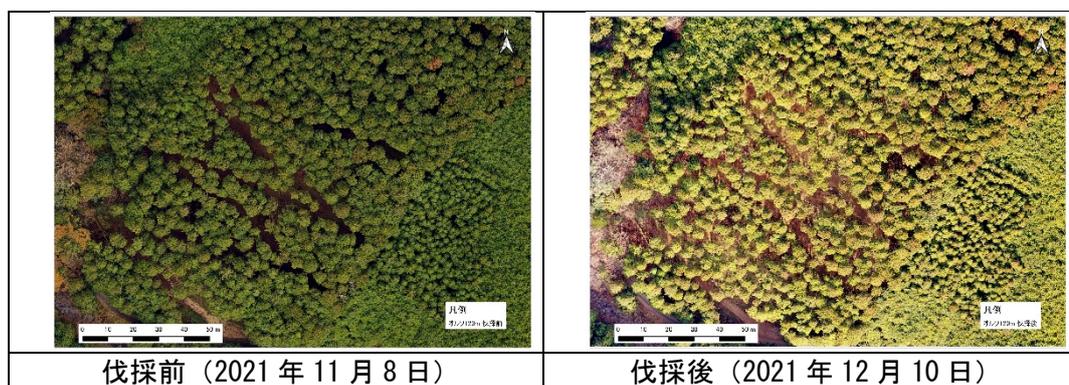


図 1.4-1 施業前後のオルソ画像

- ② GIS を用いて、オルソ画像上に 0.5ha と 0.1ha の 2 種類のプロットを作成した（図 1.4-2）。



図 1.4-2 プロットの設定

③それぞれのプロットについて、オルソ画像を背景とし、目視で間伐前後の立木本数の計測を行った（図 1.4-3、図 1.4-4）。

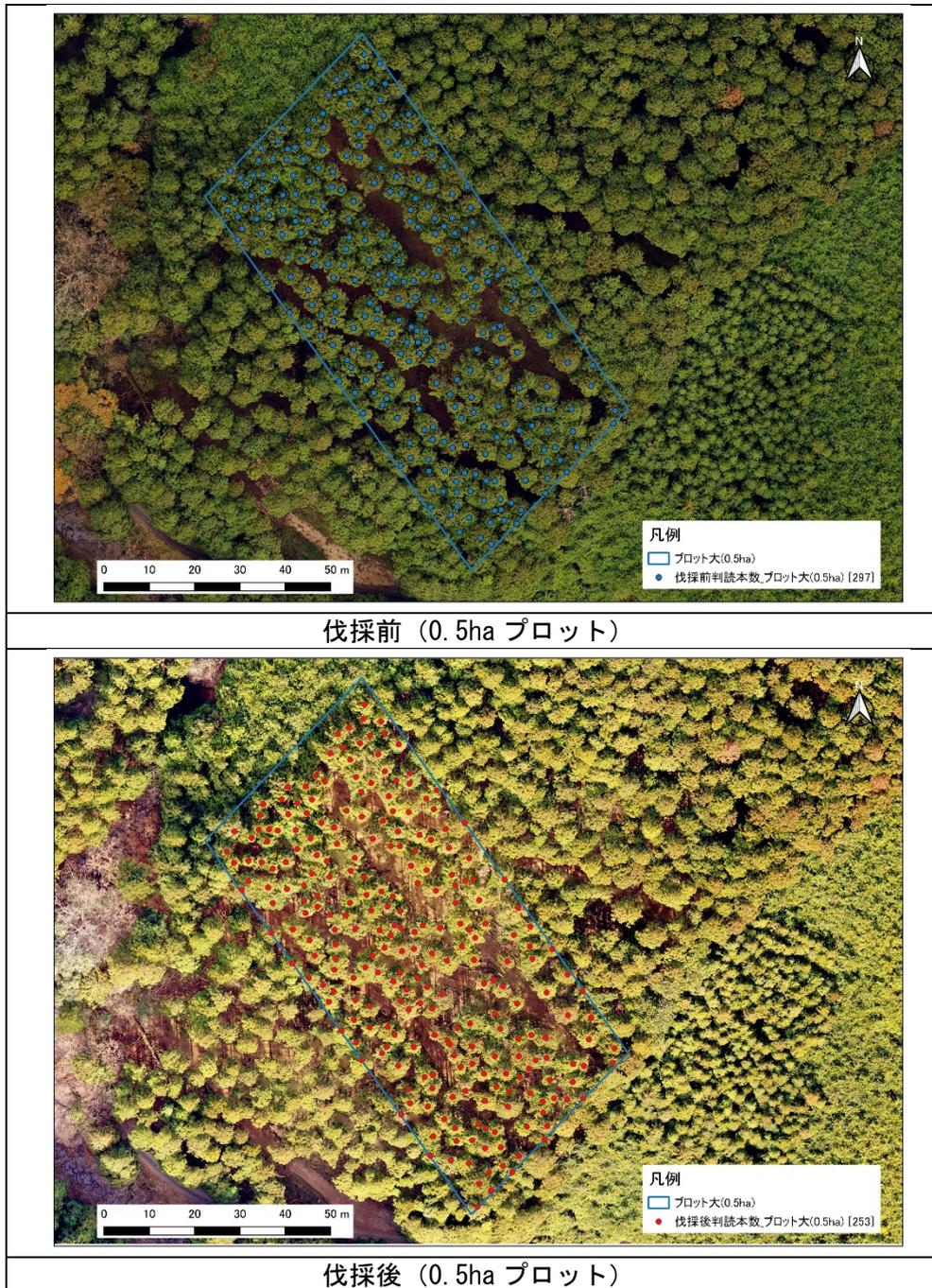
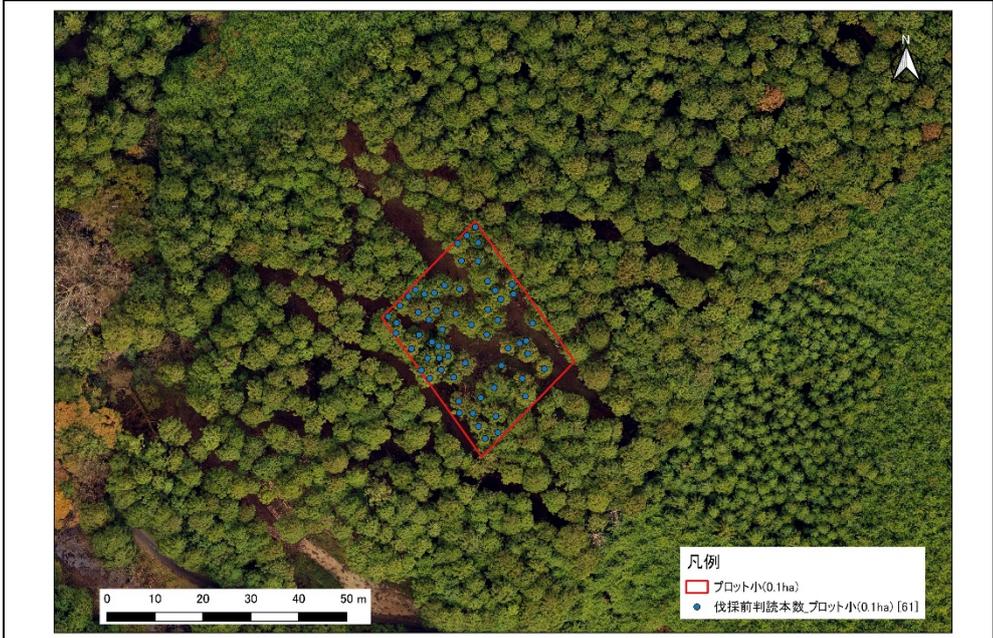
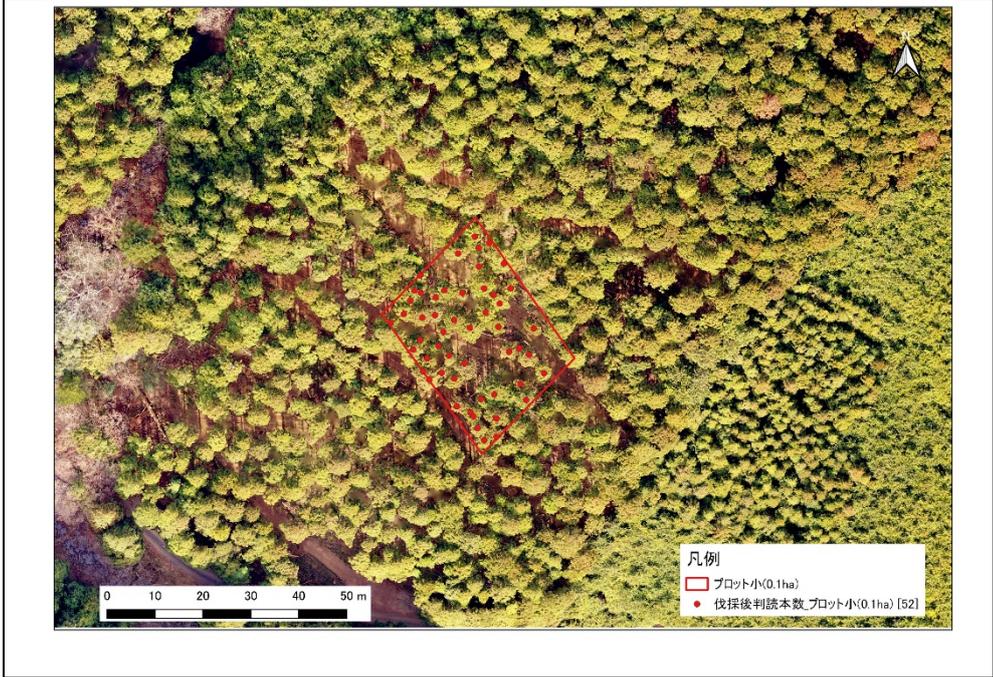


図 1.4-3 GIS 上での立木本数の計測状況 (0.5ha プロット)



伐採前 (0.1ha プロット)



伐採後 (0.1ha プロット)

図 1.4-4 GIS 上での立木本数の計測状況 (0.1ha プロット)

- ④ GISで作成した2種類のプロットの四隅の座標を基に、現地でプロットを再現し、それぞれのプロット内の立木本数と伐根数を数えた。(図1.4-5)



図1.4-5 現地作業風景(プロット作設)

- ⑤ GIS上で目視判読した伐採前後の立木本数と、現地調査で数えた立木本数と伐根数から、間伐率の確認の状況について検証を行った。

## 1.5 実施結果

表1.5-1に、調査地の林況を示した。現地は50年生のスギ林分であり、古い伐根等の状況から、過去に間伐が行われており、比較的疎な印象を受けた(現地調査では、間伐前で732本/ha)。なお、間伐を実施した東京都森林組合への間取りでは、本数間伐率は30%程度で実施しているとのことであった。

表1.5-2には、0.5haプロットにおける現地調査結果として、現地で立木本数と伐根から算出した間伐前後の立木本数と間伐率を、また、判読結果として、GIS上で目視計測した間伐前後の立木本数と間伐率を示した。

0.5haプロットにおいては、現地調査の結果、間伐前本数が366本、間伐後本数(残存本数と伐根から計測)が272本であり、間伐率は26%となった。

一方、0.5haプロットにおけるGIS上での判読結果では、間伐前本数が297本、間伐後本数は253本であり、間伐率は15%と判読された。

表1.5-3には、0.1haプロットにおける現地調査結果として、現地で立木本数と伐根から算出した間伐前後の立木本数と間伐率を、また、判読結果として、GIS上で目視計測した間伐前後の立木本数と間伐率を示した。

0.1haプロットにおいては、現地調査の結果、間伐前本数は59本、間伐後本数は45本であり、間伐率は24%となった。

一方、0.1haプロットにおけるGIS上での判読結果は、間伐前本数が61本、間伐後本数は52本であり、間伐率は15%と判読された。

表1.5-1 調査地の林況

樹種	スギ、ヒノキ
林齢	50年生
平均傾斜	35度
斜面方位	南西

表 1.5-2 検証結果 (0.5ha プロット)

区分	間伐前本数	間伐後本数	間伐率 (%)
現地調査結果	366 本	272 本	26%
判読結果	297 本	253 本	15%
誤差 (誤差率)	69 本 (19%)	19 本 (7%)	-

表 1.5-3 検証結果 (0.1ha プロット)

区分	間伐前本数	間伐後本数	間伐率 (%)
現地調査結果	59 本	45 本	24%
判読結果	61 本	52 本	15%
誤差 (誤差率)	2 本 (3%)	7 本 (13%)	-

## 1.6 考察

0.5ha プロットにおける判読について、間伐前の判読結果では、69 本 (19%) の見落とし木が確認された。見落としの主な要因として、上層木の樹冠に隠れ、劣勢木が確認できなかったことが考えられる。

また、その他の要因として、以下の点が考えられる。

- ・ 現地調査範囲とオルソ画像の位置ずれによるプロット内の立木本数の違い。
- ・ 急傾斜地であることから、根元位置と頂端位置の傾きにより、境界付近において現地確認とオルソ画像でプロット内外の確認位置の違いが起こることによる本数の違い。

一方、間伐後の判読結果では、見落とし木は 19 本 (7%) と、本数、割合ともに減少している。この結果より、上層木の樹冠下にあって確認できなかった劣勢木が間伐されたことにより、見落とし本数が減ったことが考えられる。

0.1ha プロットにおける判読結果では、間伐前で 2 本 (3%)、間伐後で 7 本 (13%) と過剰に計測する結果となった。

0.1ha プロットは、間伐対象地の中央部で作業道に囲まれ、比較的判読しやすい場所であったことから、見落とし木は少なかったことが推察されるが、前述した「その他の要因」より、間伐前後の画像のズレや、根元と樹頂の位置のズレ等により、判読本数が増える結果になったことが考えられる。

## 1.7 今後の展開

定性間伐における間伐対象木は主に劣勢木であり、これらの劣勢木は、上層木の樹冠下に位置するケースが多く、今回の検証でも 69 本 (17%) の見落とし木が確認されている。この多くが、樹冠下に位置する劣勢木であり、上空からの確認が困難なことが推察される。

令和元年度の検証より、一定の列幅で全ての立木を伐採する列状間伐においては、ドローンで撮影したオルソ画像から間伐率の確認ができることが分かった。一方で、定性間伐においては、主な間伐対象である劣勢木が確認できない場合が多いことから、ドローンに

よる撮影だけでは、間伐率や間伐本数など定量的な数量を十分に把握できないことが明らかとなった。

間伐木の把握手法としては、ドローンレーザなどが考えられる。レーザーパルスにより樹冠下の立木を直接把握する手法は有効であり、解析によって立木本数や材積などの把握が可能となっている。コスト的な折合いがつけば、検査業務等への利用が期待される。