

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

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">・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・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・研修後の継続サポート希望者が 8 割みられた・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
	解決法	<ul style="list-style-type: none">・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・振り返り研修等を実施し、自身で運用できる体制を作る・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

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	
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 被害防止機種の確認 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。

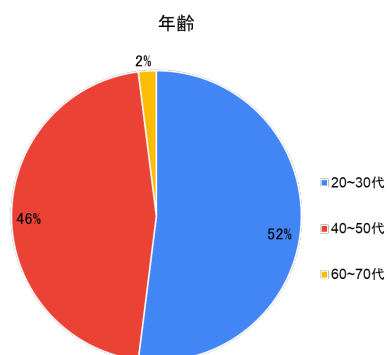


図 5.1-1 受講者の年齢（対面）

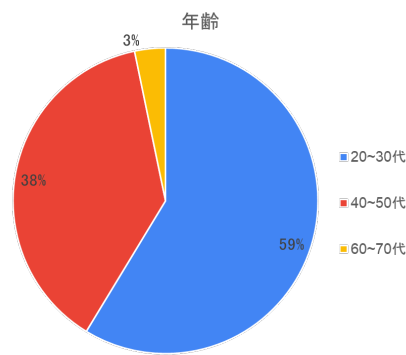


図 5.1-2 受講者の年齢（オンライン）

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）

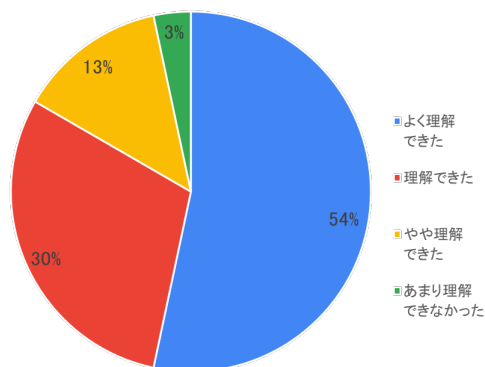


図5.1-3 航空法理解度（対面）

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）

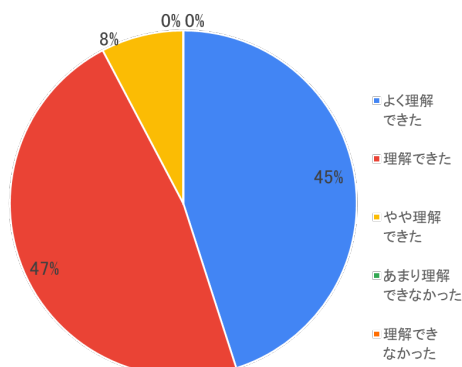


図5.1-4 航空法理解度（オンライン）

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）

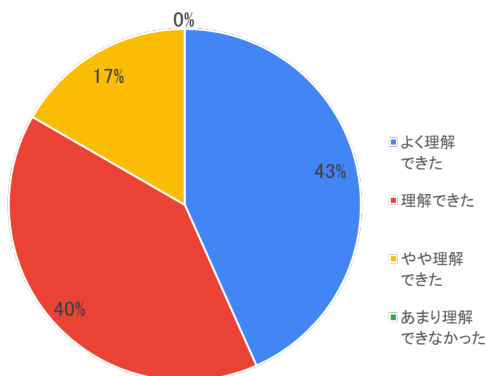


図5.1-5 飛行申請理解度（対面）

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）

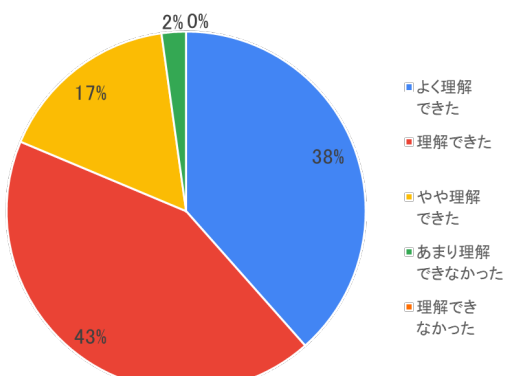


図5.1-6 飛行申請理解度（オンライン）

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)

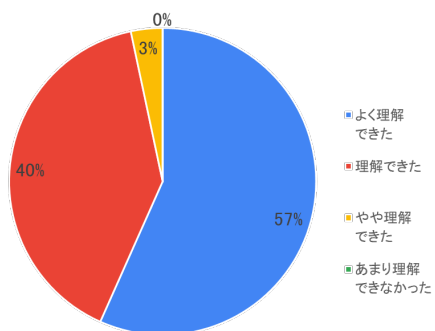


図 5.1-7 安全の理解度 (対面)

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)

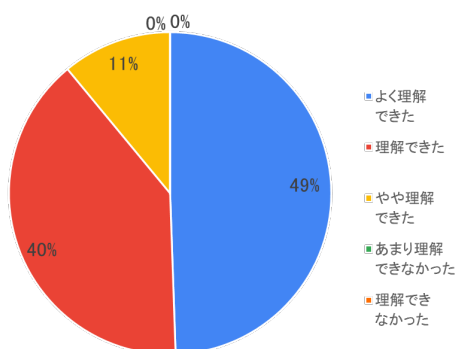


図 5.1-8 安全の理解度 (オンライン)

座学の講師の教え方はいかがでしたか。(回答者数29人)

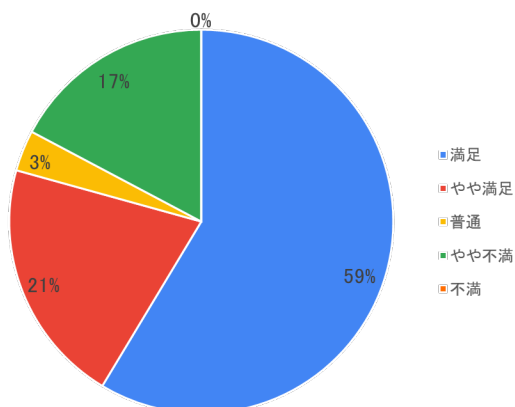


図 5.1-9 講師評価 (対面)

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)

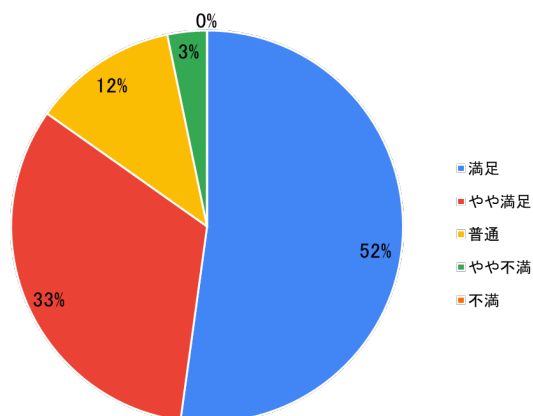


図 5.1-10 講師評価 (オンライン)

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)

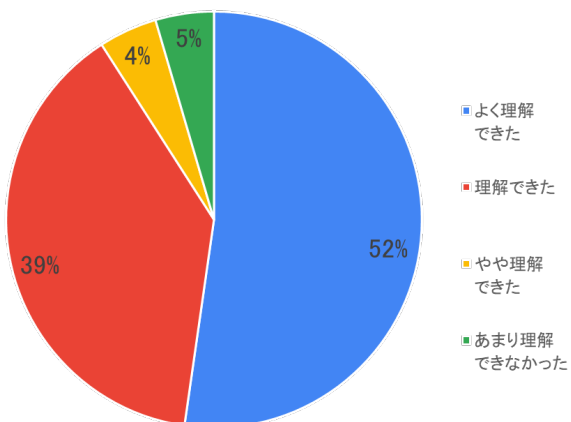


図 5.1-11 航空測量理解度 (対面)

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)

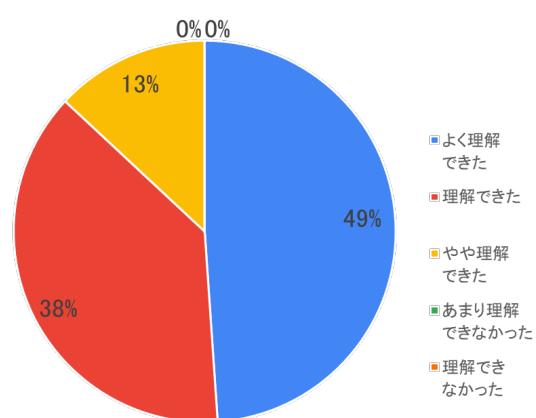


図 5.1-12 航空測量理解度 (オンライン)

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)

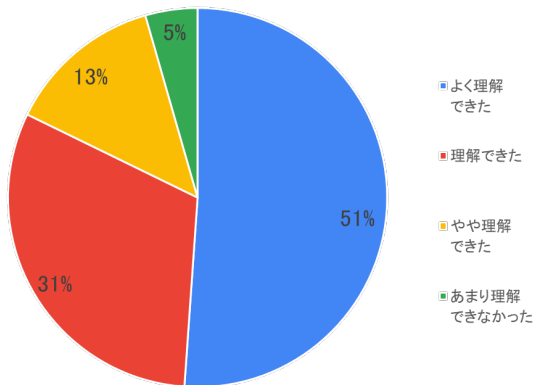


図 5.1-13 自動飛行理解度 (対面)

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)

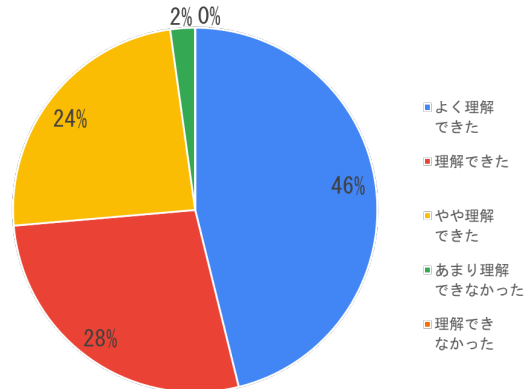


図 5.1-14 自動飛行理解度 (オンライン)

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)

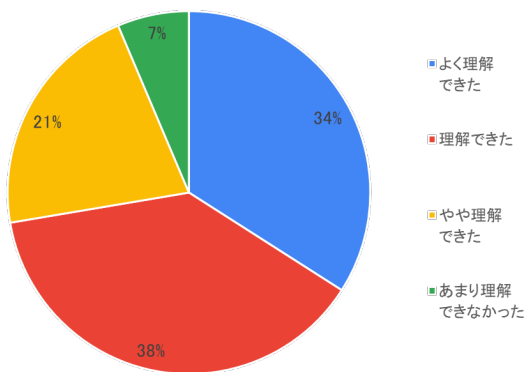


図 5.1-15 写真解析理解度 (対面)

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)

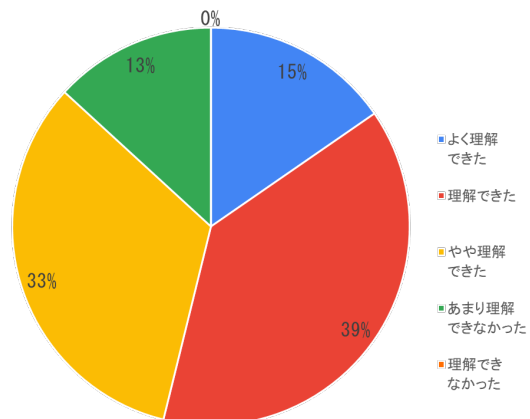


図 5.1-16 写真解析理解度 (オンライン)

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)

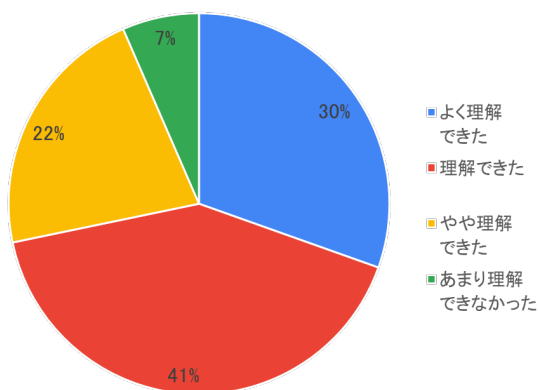


図 5.1-17 造林申請書類理解度 (対面)

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)

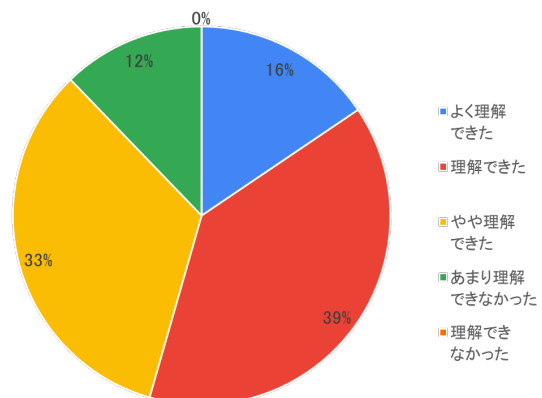


図 5.1-18 造林申請書類理解度 (オンライン)

オンラインでの受講はいかがでしたか。
(回答者数92人)

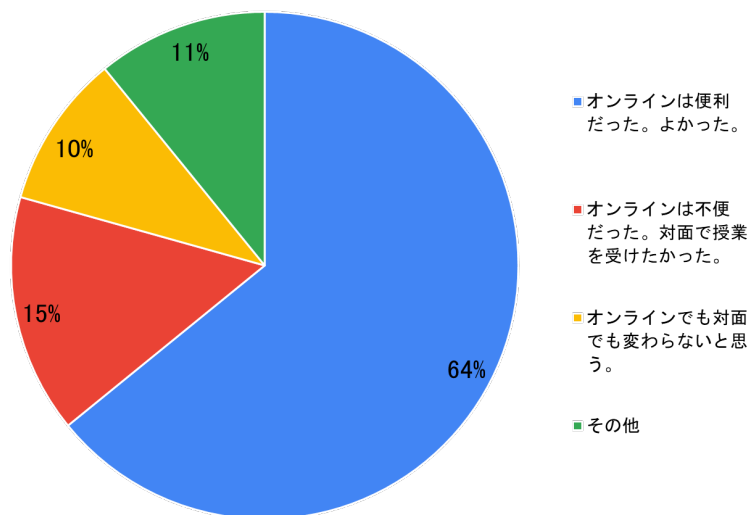


図 5.1-19 オンライン（動画配信）座学満足度（オンライン）

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）

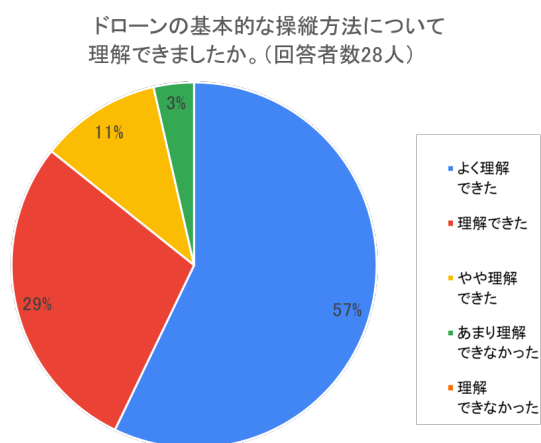


図 5.1-20 基本操縦理解度（対面）

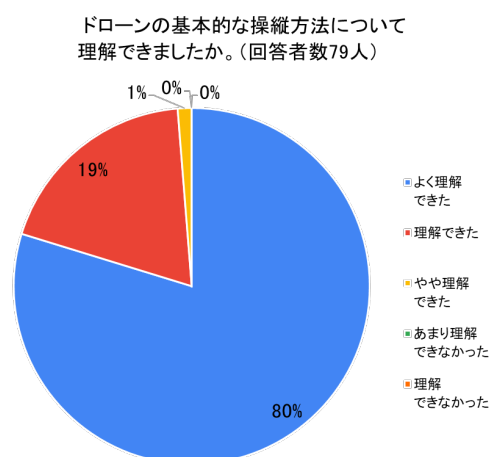


図 5.1-21 基本操縦理解度（オンライン）

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)

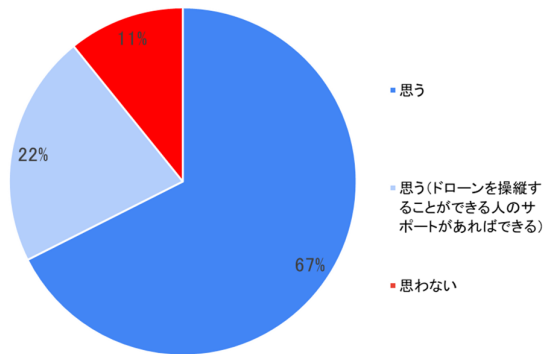


図 5.1-22 自動飛行習熟度 (対面)

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)

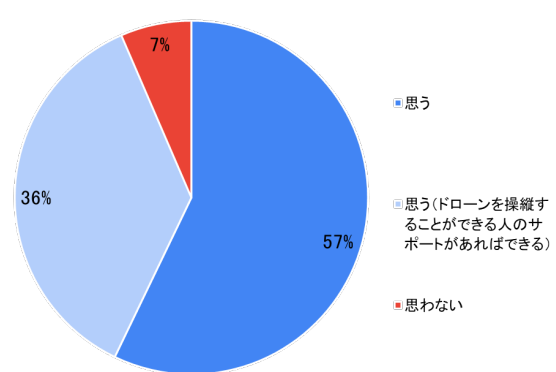


図 5.1-23 自動飛行習熟度 (オンライン)

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)

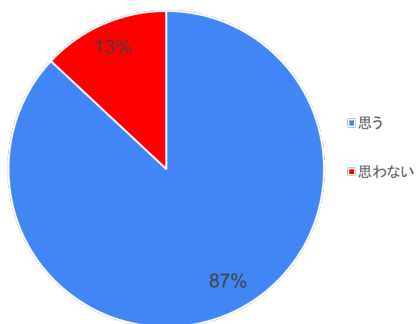


図 5.1-24 ドローン活用への期待度 (対面)

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)

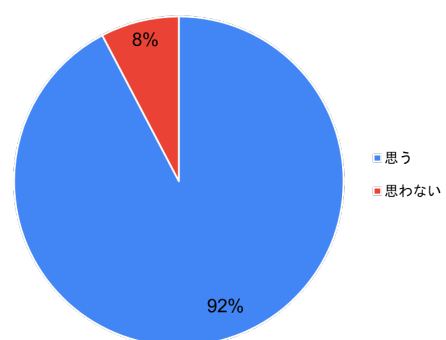


図 5.1-25 ドローン活用への期待度 (オンライン)

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)

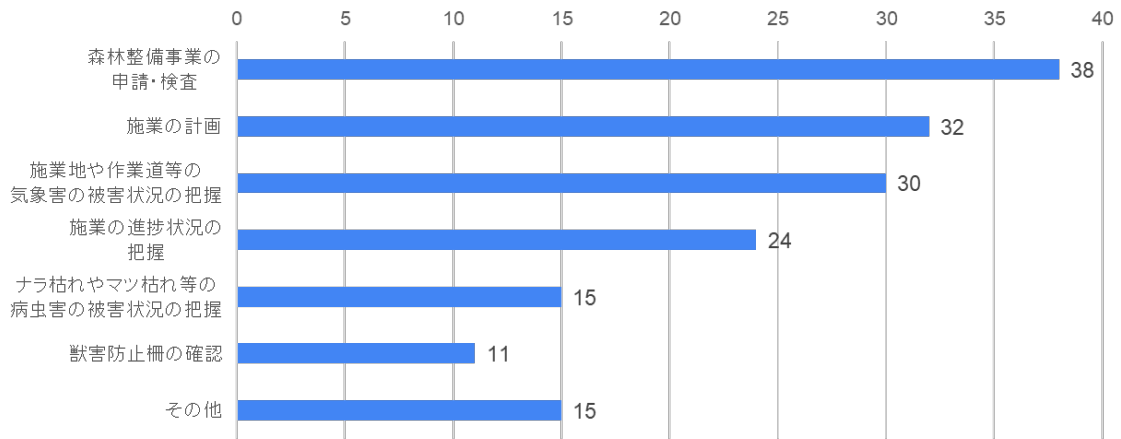


図 5.1-26 ドローン活用現場 (対面)

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)

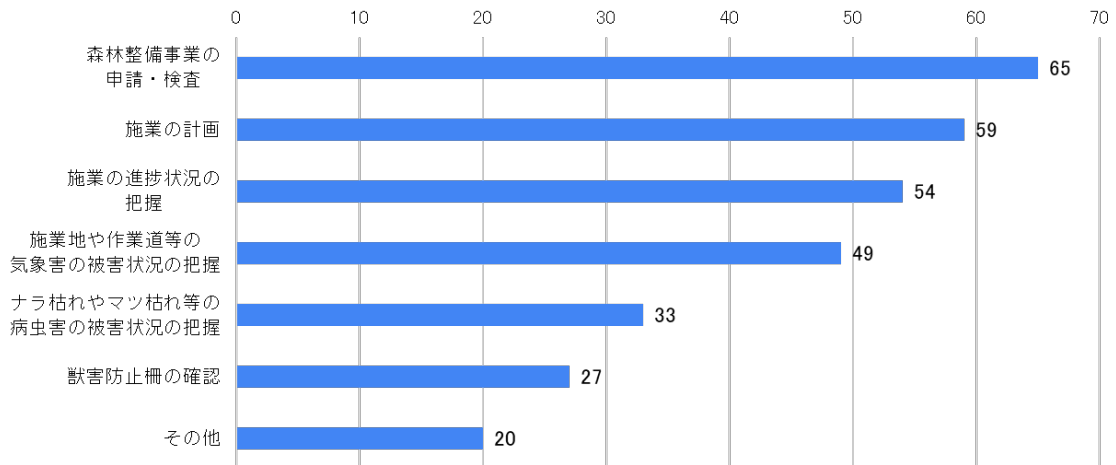


図 5.1-27 ドローン活用現場 (オンライン)

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)

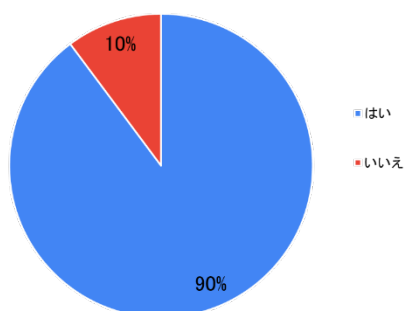


図 5.1-28 サポート希望者 (対面)

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)

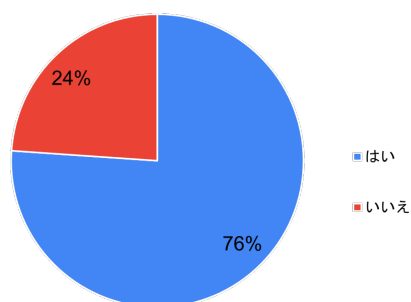


図 5.1-29 サポート希望者 (オンライン)

「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)

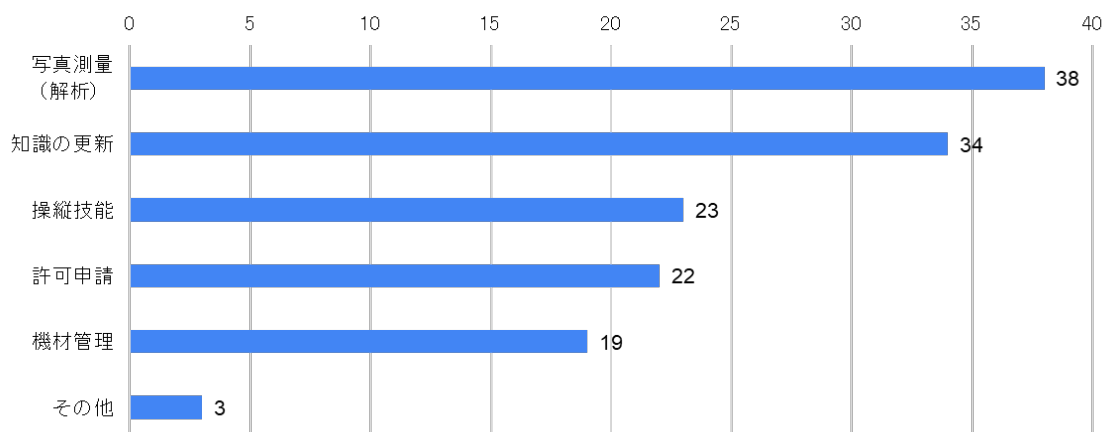


図 5.1-30 サポート希望分野 (対面)

「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)

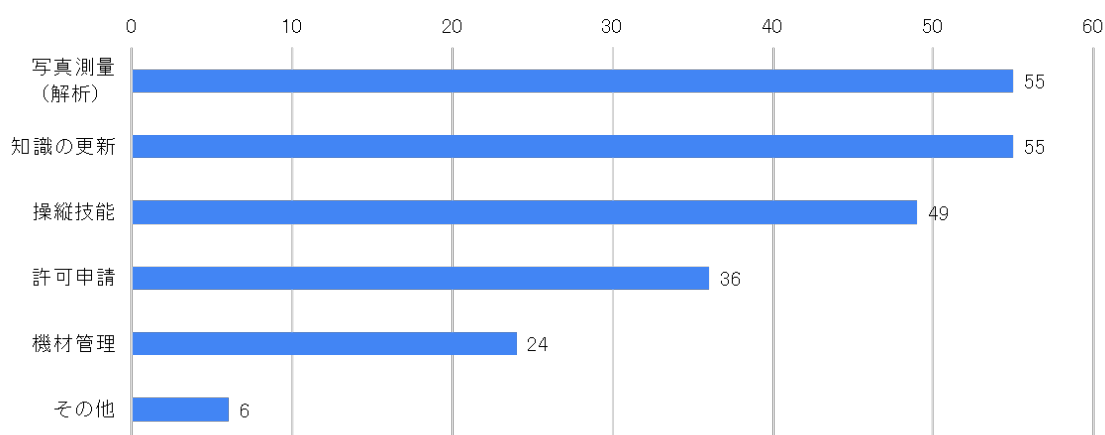


図 5.1-31 サポート希望分野 (オンライン)

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)

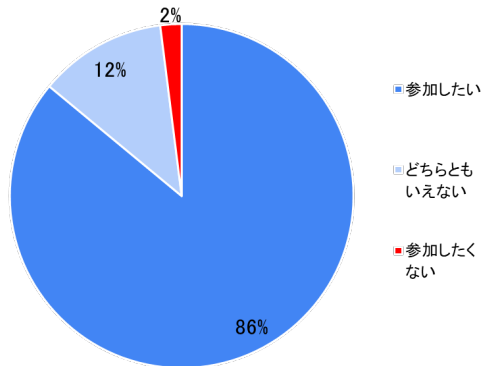


図 5.1-32 サポート研修希望者（対面）

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)

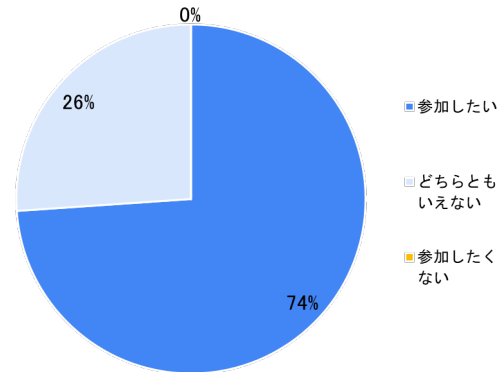


図 5.1-33 サポート研修希望者（オンライン）

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)

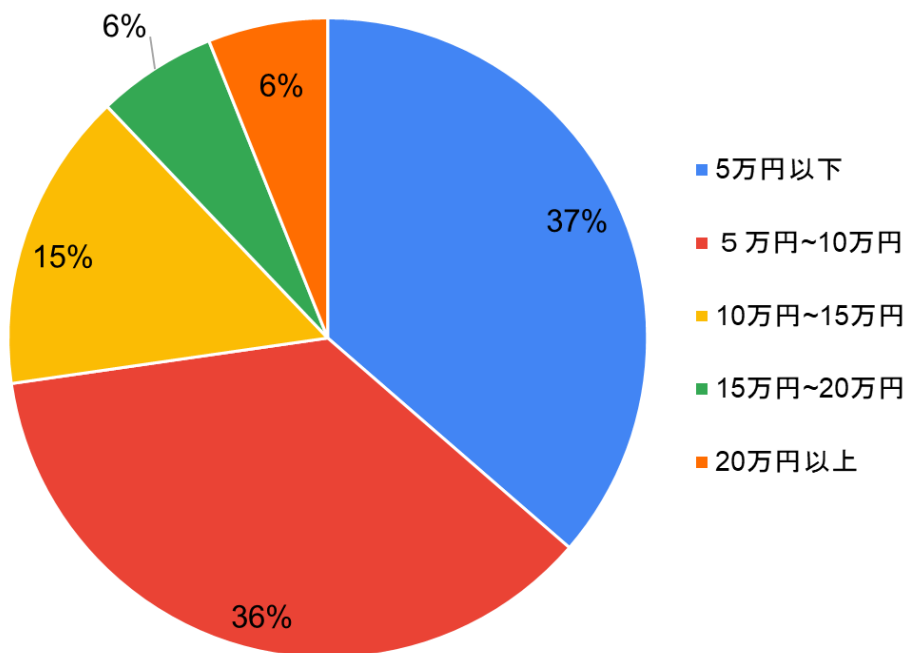


図 5.1-34 参加費に関するアンケート（対面）

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)

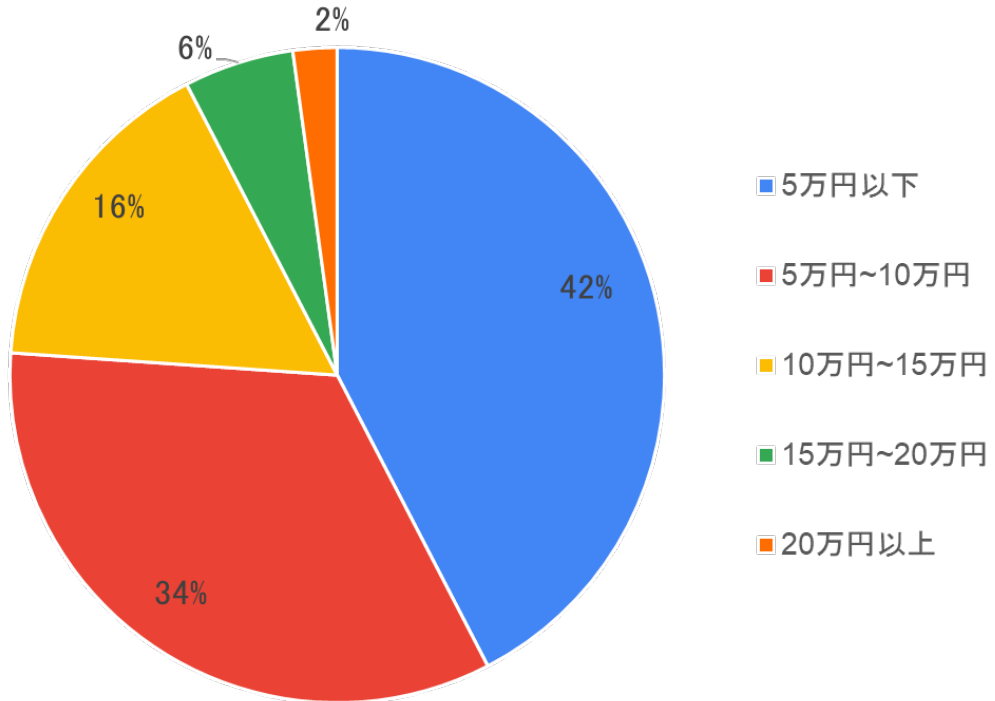


図 5. 1-35 参加費に関するアンケート (オンライン)

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)

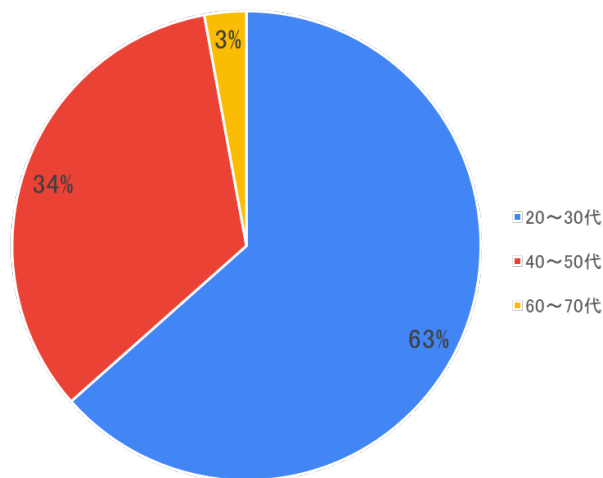


図 5.2-1 受講者の年齢

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)

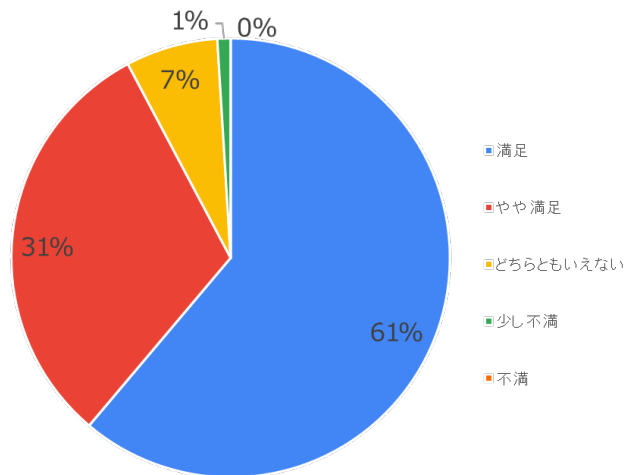


図 5.2-2 ヒアリング結果(1)

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)

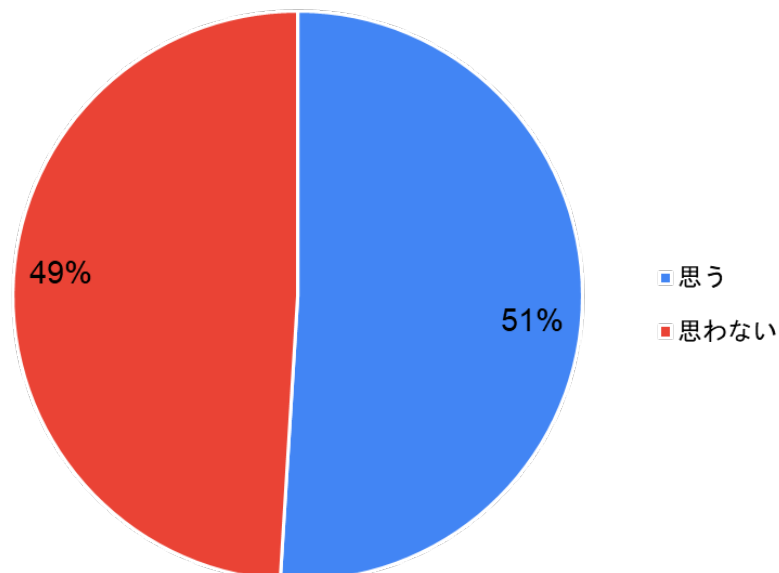
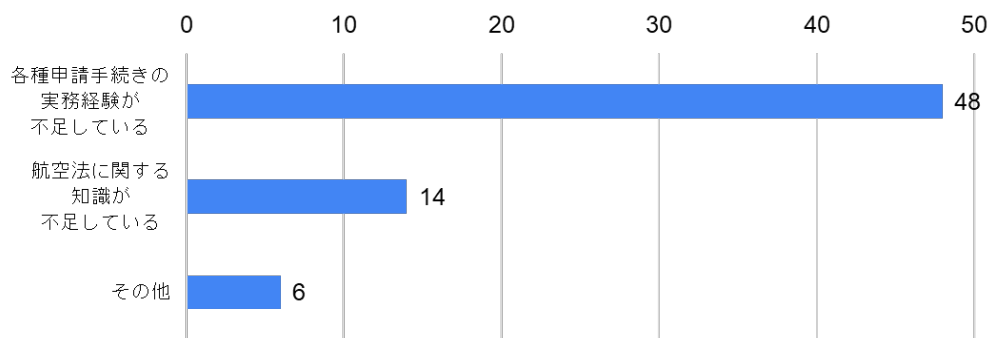


図 5.2-3 ヒアリング結果 (2)

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)

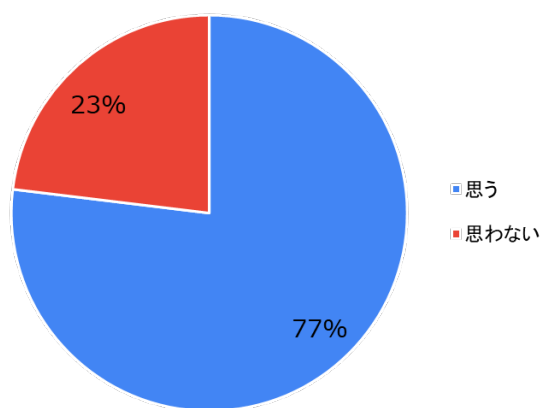


図 5.2-5 ヒアリング結果（4）

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)

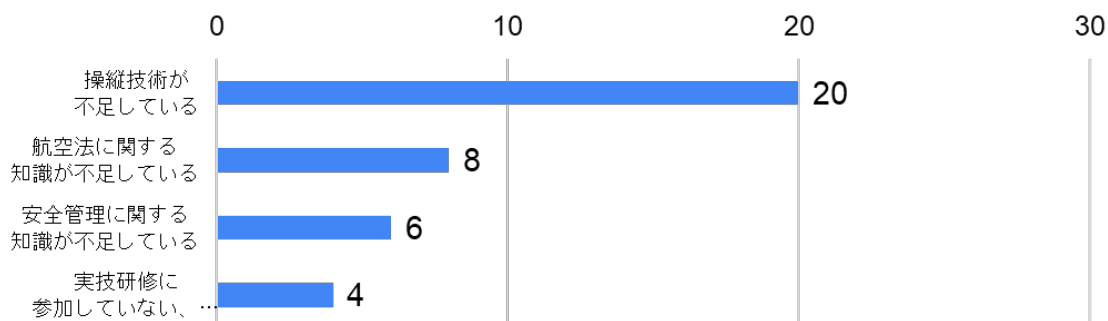


図 5.2-6 ヒアリング結果（4）

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)

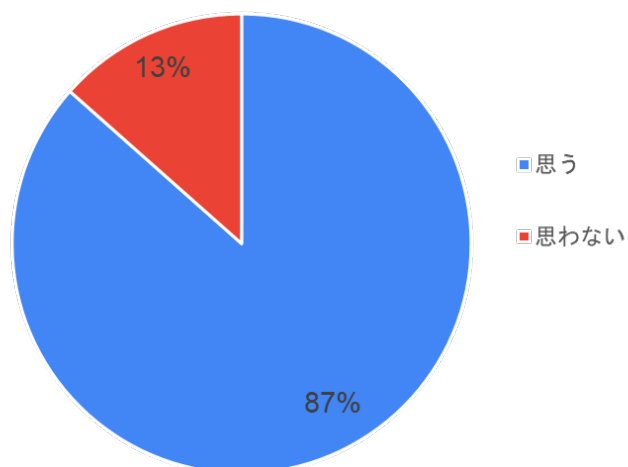


図 5.2-7 ヒアリング結果 (5)

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

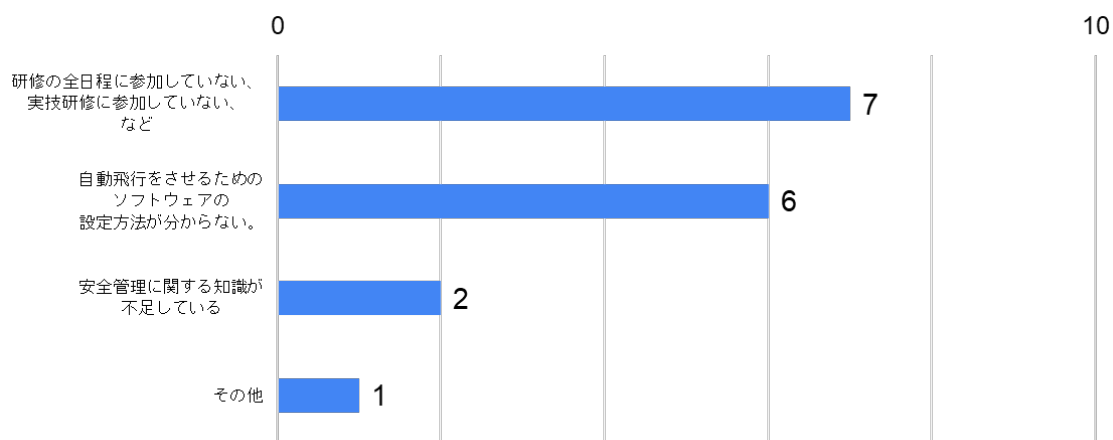


図 5.2-8

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)

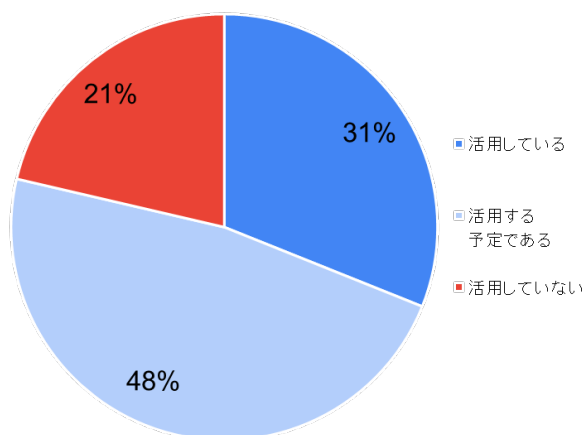


図 5.2-9 ヒアリング結果（7）

【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)

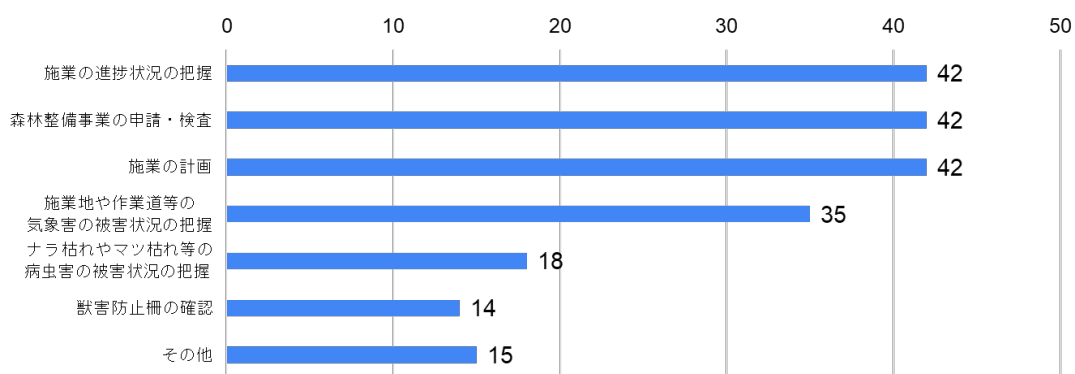


図 5.2-10 ヒアリング結果（8）

【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）

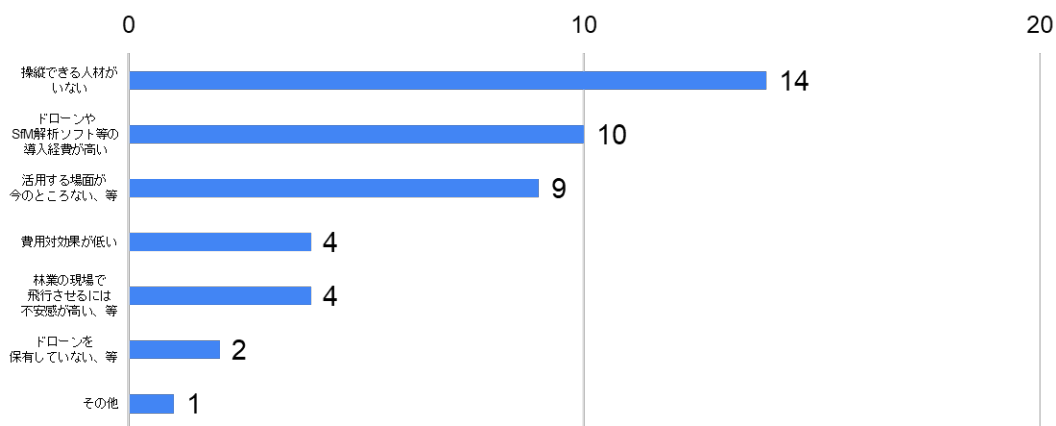


図 5.2-11 ヒアリング結果（9）

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）

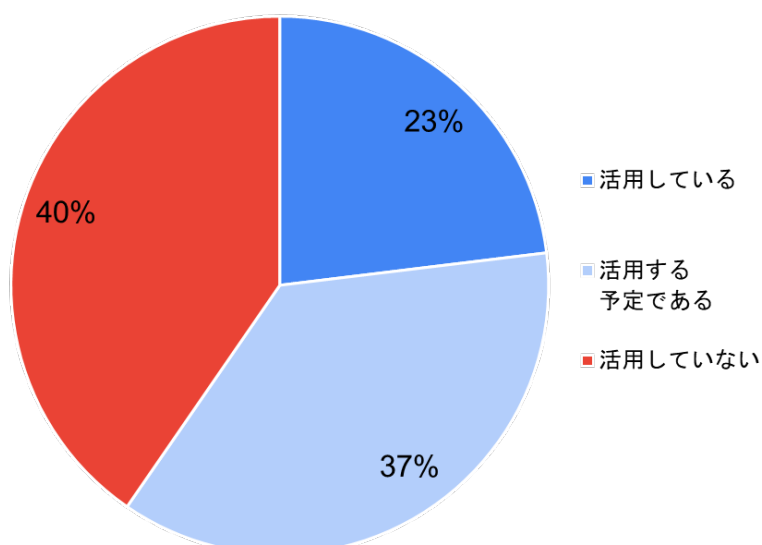


図 5.2-12 ヒアリング結果（10）

【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)

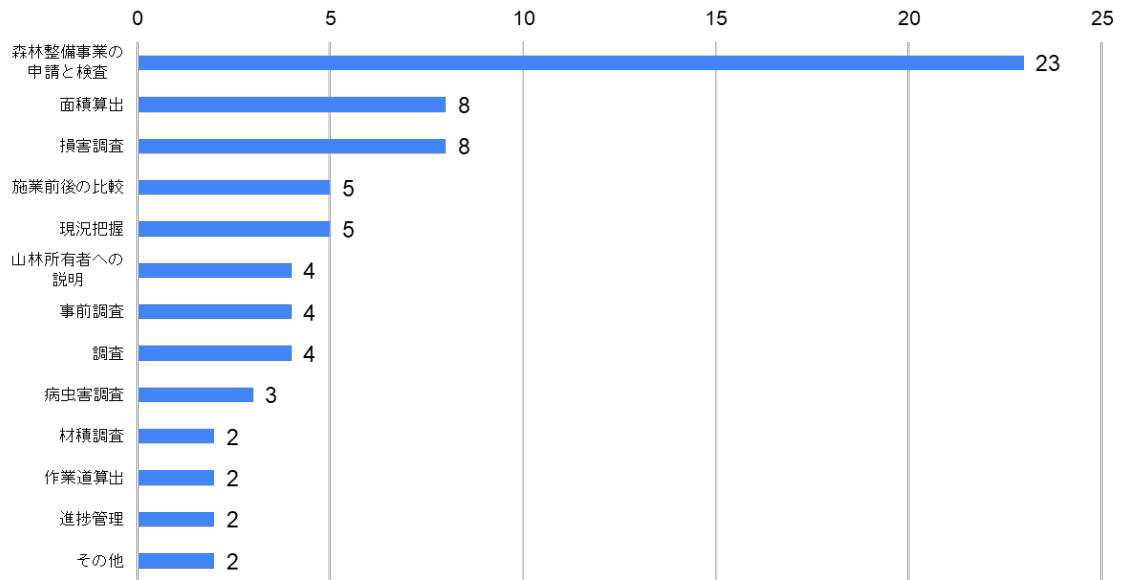


図 5.2-13 ヒアリング結果 (11)

【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)

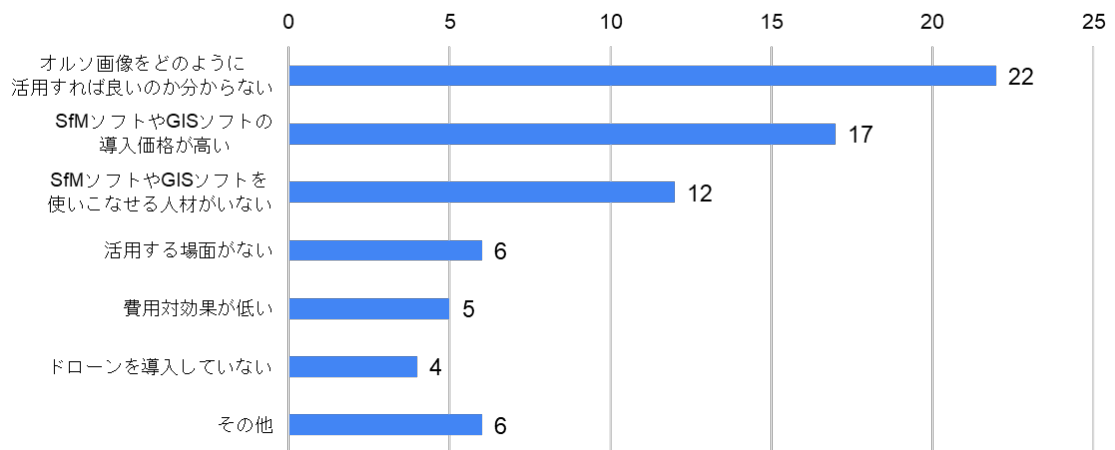


図 5.2-14 ヒアリング結果 (12)

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)

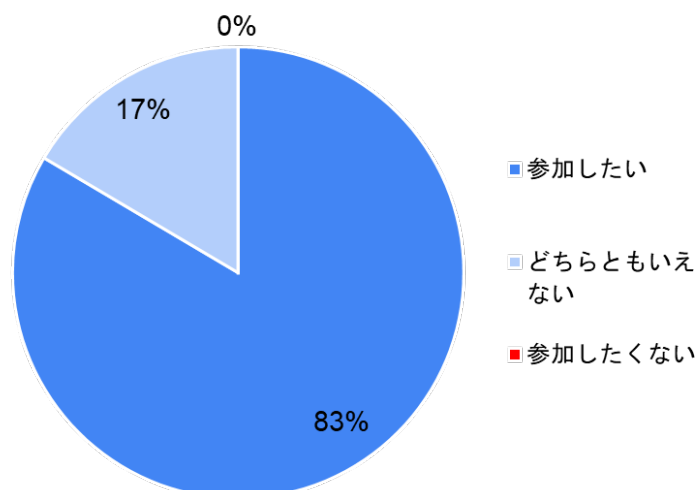


図 5.2-15 ヒアリング結果 (13)

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)

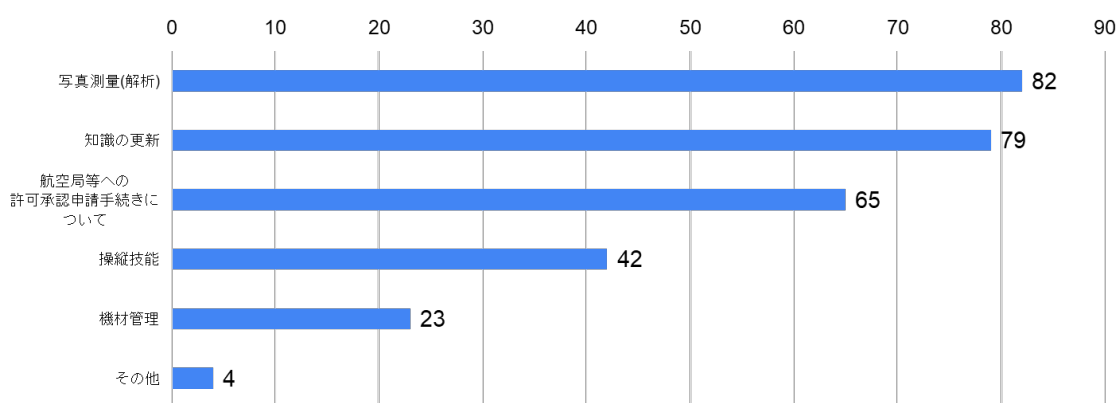


図 5.2-16 ヒアリング結果 (14)

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をとする。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)
1日 ※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			
	休憩・移動		※移動がない場合は休憩時間60分	90
	第10講 ドローン自動飛行 (実技)	13:30~14:00	1:周辺現場確認	30
			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)	14:00~16:00 ※適宜休憩	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)	目視外飛行	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		
		伝達事項		
第5講 安全管理について (座学)	16:00~16:30	撮影データの確認	30	
		SDカードの残量確認		
目視外飛行の説明・デモ				
目視外飛行の練習(Mavic mini使用または屋内)				
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				
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	