

# 実証4

## 飯伊森林組合

### ドローン架線架設リードロープ引き回し



## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し

実施事業体 : 飯伊森林組合

事業名 : ドローンによる架線リードロープの引き回し作業効率実証事業

先端技術 : 貨物運搬用ドローン架線架設リードロープ引き回し

使用機械 : DJI Fly Cart 30 DJI社 <https://www.dji.com/jp/flycart-30>

飛行実施 : 株式会社ワイズ・パーソン 下伊那郡松川町上片桐 4278-20

実施地 : 飯田市南信濃木沢 682-1 他



物流ドローンDJI Fly Cart 30

※DJI カタログ抜粋  
<https://www.dji.com/jp/flycart-30>

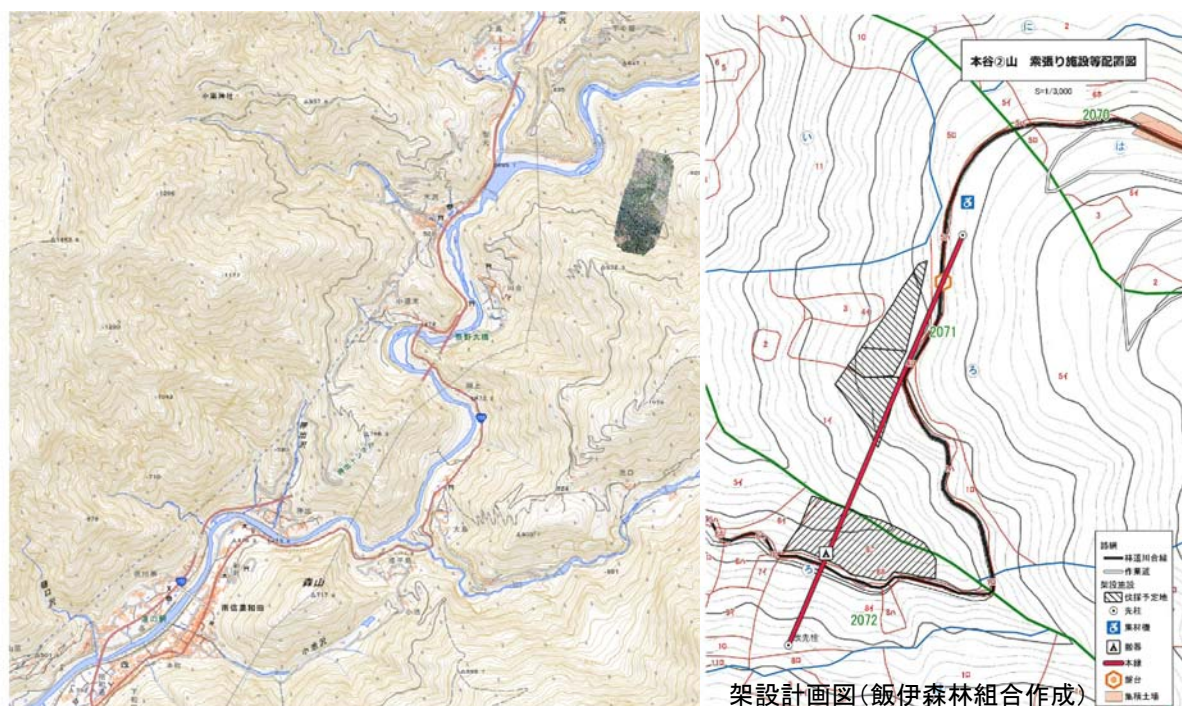
重量	42.5 kg (バッテリー非搭載時) ・ 65 kg (DB2000 バッテリー2 個搭載時)
最大離陸重量	95 kg (貨物含む、海拔高度)
サイズ	1590×1900×947 mm (長さ×幅×高さ) (アーム展開、プロペラ折りたたみ時) 2800×3085×947 mm (長さ×幅×高さ) (アーム&プロペラ展開時) 1115×760×1027 mm (長さ×幅×高さ) (アーム&プロペラ折りたたみ時)
バッテリー数	2
最大航続距離	最大重量、バッテリー容量最大時 16 km (重量負荷 30 kg、デュアルバッテリー モード) 8 km (重量負荷 40 kg、シングルバッテリー モード)
最大飛行時間	最大重量、バッテリー容量最大時 18 分 (重量負荷 30 kg、デュアルバッテリー モード) 9 分 (重量負荷 40 kg、シングルバッテリー モード)
動作環境温度	-20℃～45℃
最大飛行高度	6000 m (ペイロードなし)
最大風圧抵抗	12 m/s
最大水平速度	20 m/s

## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し

調査実施日	: 令和7年(2025年)11月21日(金)
作業	: 運搬距離250m(先柱方面林道 → 元柱方面林道)
経緯	: 林道から林道の区間の谷越え ※ 谷渡し以外の元柱及び先柱までは人力でリードロープ架設
作業量	: ナイロンロープ4mm、500m(色グリーン)運搬・引き回し → 引張破断強度(強度:破断荷重) 0.37トン : ナイロンリードロープ運搬、2飛行2本引き回し : 同一飛行(離陸地点→着陸地点) : 着陸地点から自動車による運搬(着陸地点からの飛行戻りなし)
植生	: スギ林・線下伐採済
作業員	: 操縦者2名(マスター側操縦とスレーブ側操縦) 外部委託株式会社ワイズ・パーソン(無人航空機操縦士) : 作業員4名(離陸2名、着陸2名)
記録時間	: 8時48分～12時19分(3:31:18)

## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し

飯田市南信濃支所から北東に3.9km、飯田市南信濃木沢682-1他に位置  
標高710～887m、林道川合線沿いで、架設線下平均傾斜19度、最大傾斜36度のスギ皆伐計画地  
架設計画は元柱から先柱までの550mの谷渡し架線計画





## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 実施

### ◆ 架設空域と離着陸地点

- 幅10～15m程度の架設線下伐採済
- 離陸地点は、林道川合線の先柱側の林道アスファルト路面、着陸地点は元柱側の林道アスファルト路面



## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 実施

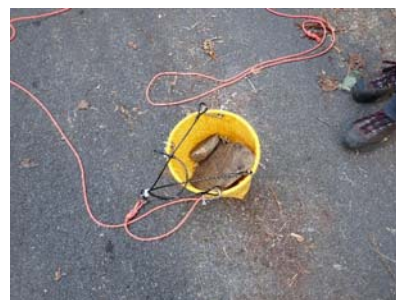




## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 実施



DJI Fly Cart 30投下フック



引き渡し用バケツ

### ◆ オペレータ

- ✧ Fly Cart 30を所有している会社の職員
- ✧ 離陸地点マスター及び着陸地点スレーブの2名が操縦(2オペ)
- ✧ 補助者がそれぞれ1名、計4名



離陸側



着陸側

## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 実施

### ◆ 飛行 (1回目)



牽引飛行 秒速2.17m/s



## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 実施

### ◆ 飛行（2回目）



離陸



着陸ポイント



牽引飛行 秒速1.56m/s



着陸状況スレーブ操縦士

## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 実施

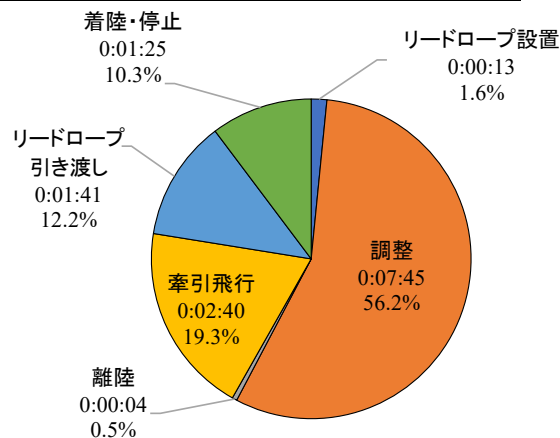
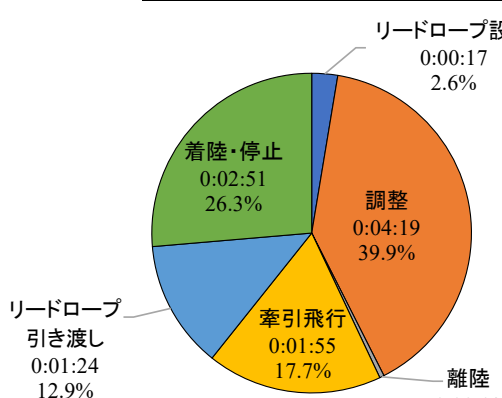
### ◆ リードロープ

- ✧ 緑色のφ4mm、巻延長500m、引張破断強度（強度：破断荷重）0.37トンナイロンロープ
- ✧ リードロープは牽引バケットに装着し、Fly Cart 30飛行と同時にロープのねじれや絡み合わないよう2～4名で引き出し作業
- ✧ 受取側は、上空にFly Cart 30が到着した段階で着陸地点スレーブに操縦交代
- ✧ ホバリング状態として投下フックで牽引バケットを降下させ、牽引バケットに装着されたガイドロープを引き寄せて、着陸して停止した段階でリードロープを確保
- ✧ 受け取り側はスレーブ操縦士1名、補助1名の2名で作業



## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 結果

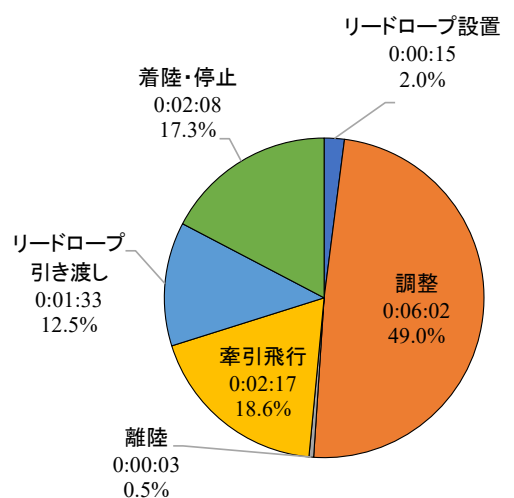
作業種	作業種細分
リードロープ設置	リードロープ牽引バケット設置
調整	牽引ロープ調整、バッテリー交換
離陸	プロペラ始動・離陸
牽引飛行	飛行
リードロープ引き渡し	ホバリング・バケット着地
着陸停止	着地台に着陸・機体停止



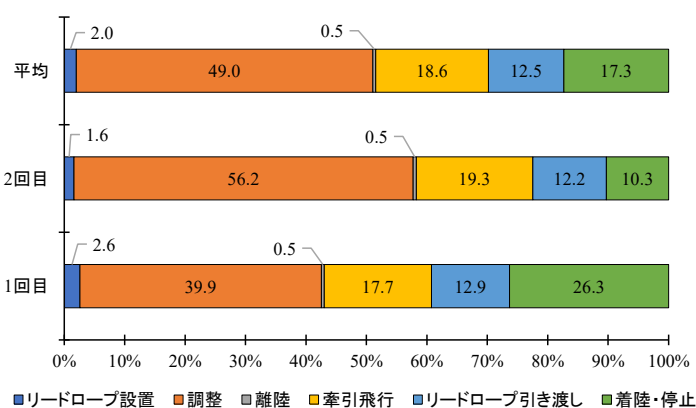
第1回飛行の作業区分別時間と割合

第2回飛行の作業区分別時間と割合

## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 結果

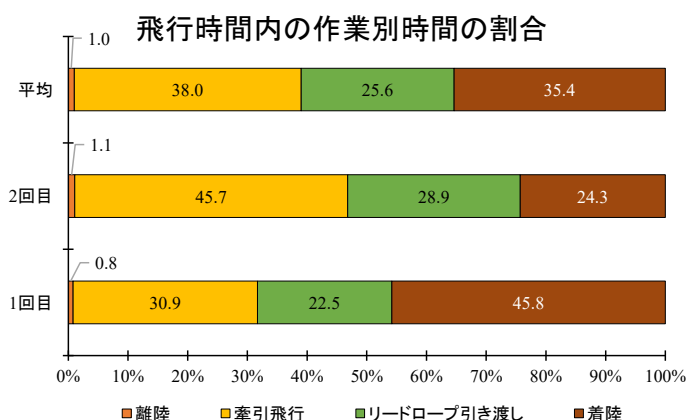
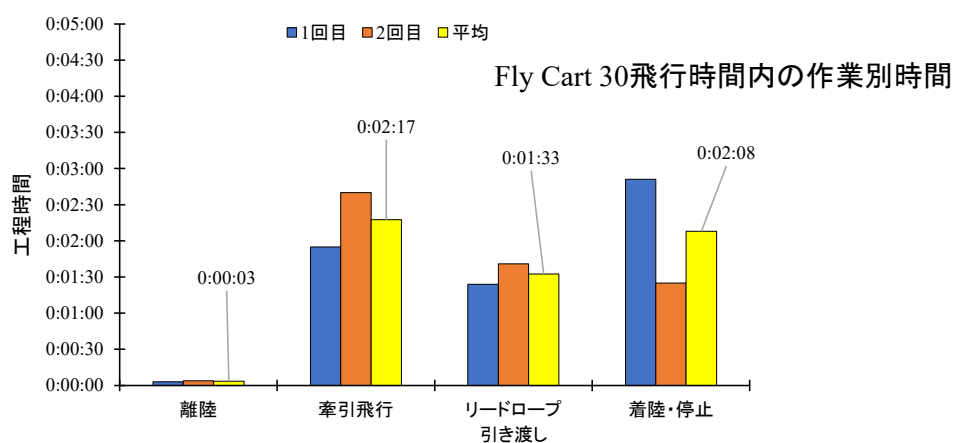


2飛行の平均作業区分別時間と割合

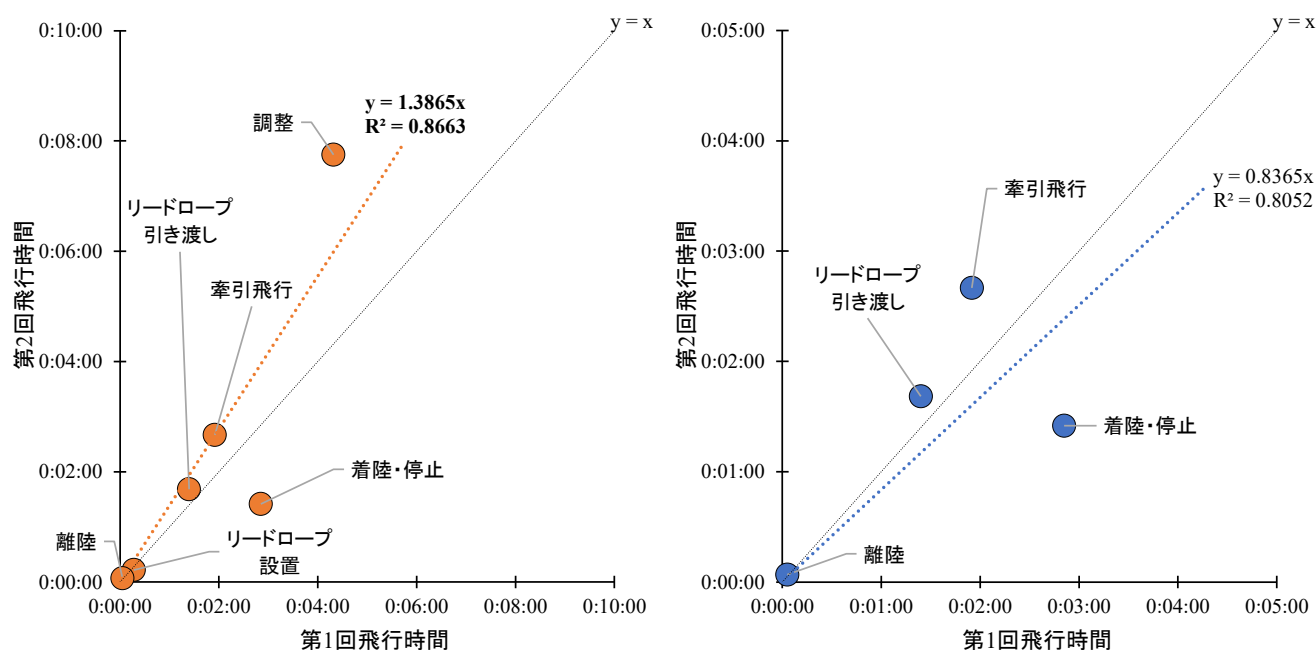


第1回飛行と第2回飛行及び平均の作業工程割合

## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 結果



## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 結果



## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 検証

### ◆ 作業工程

作業工程(順序立てて細かく区切った作業の段階やプロセス)の検討事項

項目	内容	要因・検討事項
リードロープ 設置後の時間 ロ ス	プロポーショナル(操縦送信機)の飛行モードにしてからのバッテリー交換	気温・作業工程の認識不足
	牽引バケット設置とバケットガイドロープ調整	作業手順の不調性
離 陸	大型産業用ドローンで機体が大いため、離陸時に極めて慎重に上昇	架線下の伐採幅が狭い
牽 引 飛 行	ロープのねじれや絡み合わないよう2～4名での引き出し作業	作業員の増加
	気温が低くバッテリーに対する不安が強く、250mの飛行で往復(引き渡し用のバケット10kgの復路飛行)を断念	気温・作業工程の認識不足
	着陸地点でドローンを回収し軽トラックで運搬した。往復飛行はしていない	ドローン使用効果の低減
着 陸	ホバリングして投下ロープを降下させバケット着地してから着陸する工程が長い	マスターとスレーブ側の操作切り替え

- ⊙ 作業プロセスに事前調整及び打合せ不足が影響
- ⊙ 特に数回の現地検討、事前打合わせを行ったとのことであるが、午前9時の打合せから飛行まで2時間を要した

**実施する前の事前調整、準備及び飛行時の判断が非常に重要**

## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 検証

### ◆ 施工性

本実証事例の施工性(作業のしやすさ)の課題・検討事項

項目	内容	要因・検討事項
リードロープ	ナイロンロープ 4mm、500m (色グリーン) 運搬・引き回し → 引張破断強度 (強度: 破断荷重) 0.37 トン	リードロープとして使用したナイロンロープが適切か
	ロープの引き出しに4名	ロープの性質から引き出し時に絡みの発生
ドローン飛行	着陸ポイント(着陸台)の設置	往復飛行
ドローン選択	ドローンの機種	機種の選択

- ✖ リードロープの選択については素材の変更等も含め検討が必要
- ✖ 通常ドローンは往復飛行することで施工性・効率性が高まる
- ✖ 片道(往路)飛行が重要な課題であることが浮き彫りになった
- ✖ 短距離の牽引飛行であるならば航空法に抵触しない範囲で今回使用したドローンよりも小型の産業用ドローンを検討することも必要

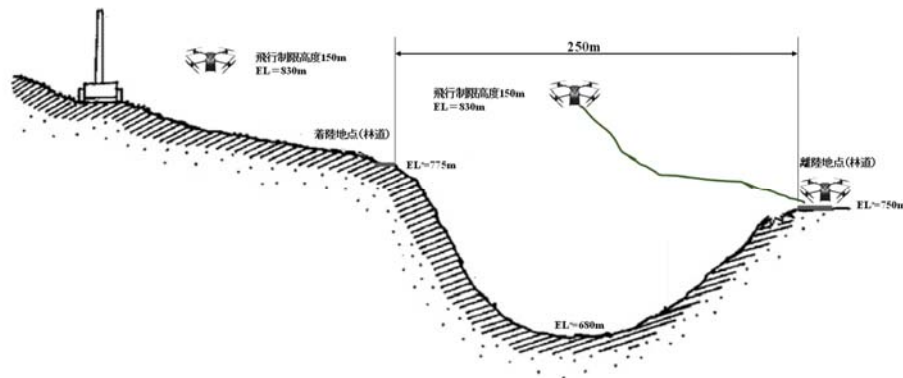


## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 検証

### ◆ 安全性

#### ➤ ドローン飛行の安全性

- ・ 航空法抵触なし
- ・ 牽引飛行時もマスター側操縦とスレーブ側操縦がトランシーバ無線機により常に連絡
- ・ ドローンの安全性については、安全（危険が許容できるレベル）



#### ➤ ドローン使用と従来リードロープ運搬の安全性比較

- ・ 従来型の技能職員によるリード線運搬を行う場合、急傾斜の斜面を歩行して運搬することになり、転倒したりする危険性が存在
- ・ ドローンの活用は労働災害防止、技能職員の安全性の向上に有効

## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 検証

### ◆ 労働生産性(人工数)と経済性

- ・ 飯伊森林組合実績報告による値を基に労働力(人工数)について比較



従来作業と実証作業を比較すると、労働力縮減が図られる

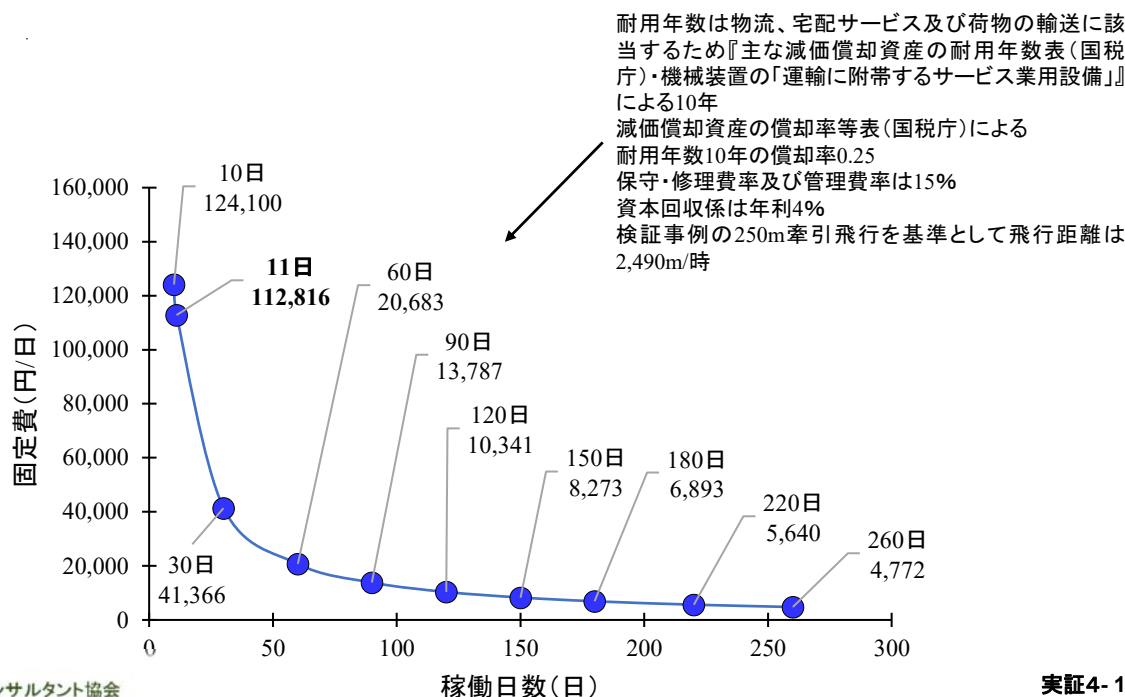
比較区分		従来作業 (A)	実証 (B)	差 (A-B)	備考
作業 規模	下線伐開 (m <sup>2</sup> )	4,800	3,500	1,300	従来 8m 幅、実証 6m 幅
	架設延長 (m)	610	610	0	ドローン牽引 250m
人員	伐開作業 (人)	8.5	6.0	2.5	
	引き回し (人)	12.0	3.4	8.6	実質 360m
	技術者計 (人)	20.5	9.4	11.1	
費用	労務費 (円)	526,850	241,580	285,270	
	ドローン委託費 (円)		253,000	△253,000	消費税抜き
	費用計 (円)	526,850	494,580	32,270	

- 従来型との比較……労務費で285,270円の縮小

## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 検証

### □ 購入した場合の費用

- DJI Fly Cart 30セット(バッテリー6基)の購入価格500万円
- コスト計算の固定費について年間稼働日数を10~260日(法定労働制限日数)で変動させて試算

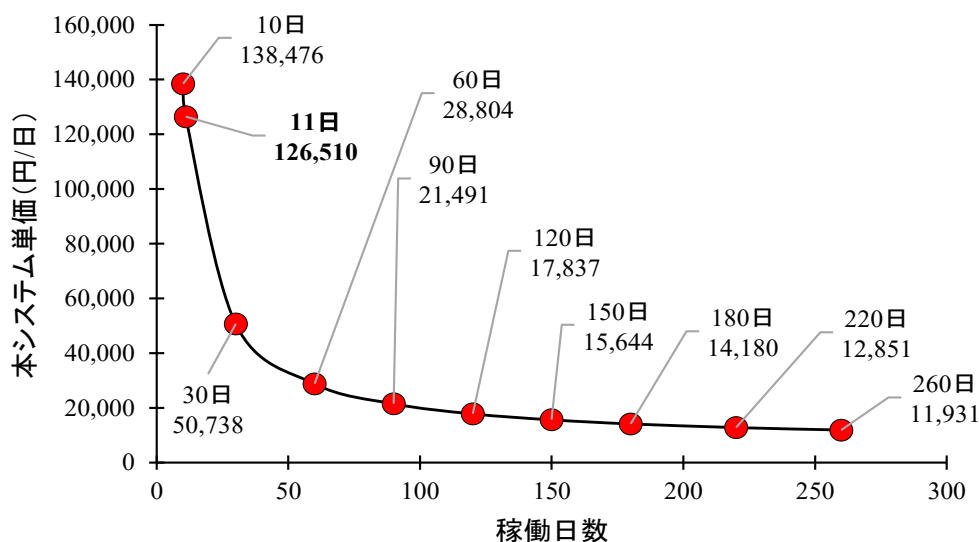


実証4- 19

## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 検証

### □ 購入した場合の費用

- 年間10日間の固定費 136,600円/日
- システム費用 173,478円/日
- 年間11日稼働のシステム費用は125,874円となり、250mの引き回しの労務費126,393円と近似



システム試算結果(オペレータ2名人件費含む)

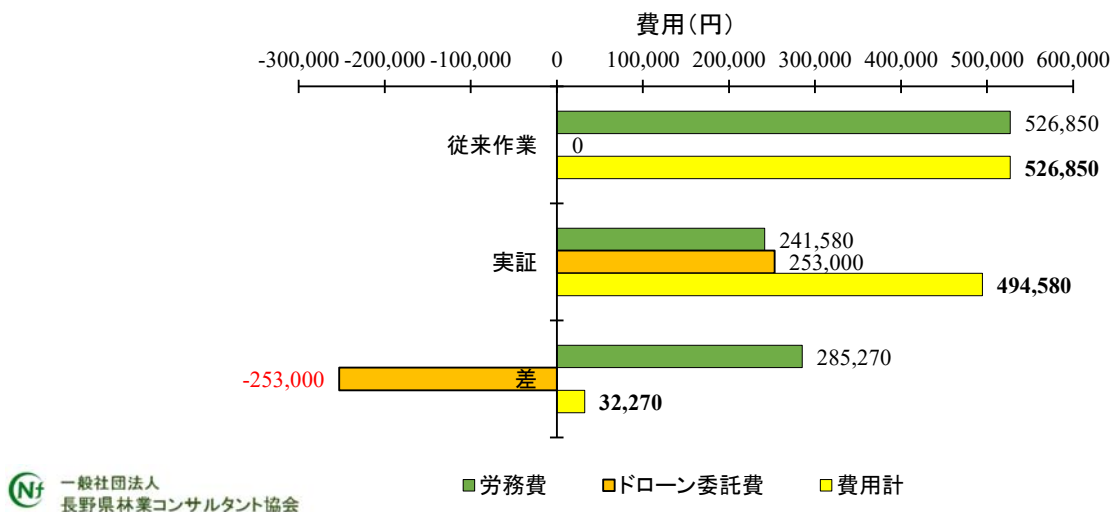
実証4- 20



## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 検証

### ◆ 労働生産性(人工数)と経済性の評価

- 労働力(人工数)と作業実施費用は共に縮小し、経済的に有効であったと評価
- 本実証事例のリードロープ架設だけでは、同規模のドローンを購入しても償却できない可能性が高い
- 荷物輸送用ドローンの購入を検討する場合は、**架設だけでなく苗木運び等併用利用も含め検討**



実証4- 21

## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 評価

- ◆総合評価: 安全性、労働生産性、経済性に効果があったが、作業工程、施工性が低調で要検討事項が多かったことから「総合評価:△」

評価項目	評価	課題・検討内容
作業工程	△	リードロープ設置後の時間ロス 離陸:機体と架線下の伐採幅 牽引飛行:往復飛行なし 着陸:マスターとスレーブ側の操作切り替え
施工性	△	リードロープの選択 ドローン飛行:往復飛行なし 機種選択
安全性	◎	ドローン飛行安全 作業安全 心理的安全性 技能職員の労働災害軽減 → 安全
労働生産性	◎	労務人員は11.1人の縮小
経済性	○	労務費にドローン飛行委託費を加算しても32,270円の縮小 購入の場合は年間11日(11施業地)以上の同規模作業が必要(減価償却が難しい)
総合評価	△	安全性、労働生産性、コスト縮減に効果があったが、作業工程、施工性が低調 ドローンの往復飛行なし

評価 「✖:不可」、「△:要検討」、「○:有効」及び「◎:有効技術推進」の4段階

## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 展望

### ◆ ドローンの導入

- ✧ 導入方法別の特長と課題・検討事項をよく考慮して検討

- ✧ 導入にあたっては多くの事例・情報を収集して検討

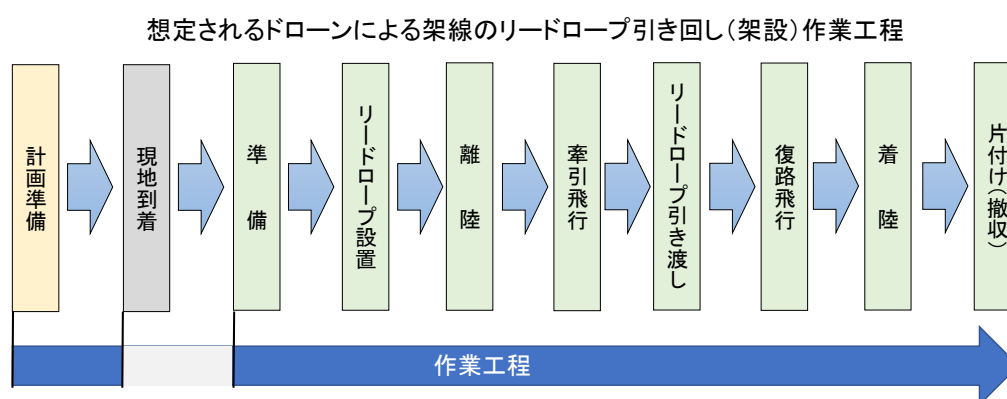
- ✧ 購入する場合は、適正な運搬用ドローンの機種選定

- ✧ 事業地にあった機種を選定することと、ドローン操縦技術者が使いやすい機種を選定

方 法	特長	課題・検討事項
独自購入	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ 自由に使える</li> <li>✧ ドローンを活用する索張り現場が多い場合は、委託するよりもトータルコストを抑制できる</li> <li>✧ 架設以外に苗木運搬や資材運搬する複合型運用が可能な場合は有利</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊗ 適正な機種選定</li> <li>⊗ 機体本体やバッテリーなどの導入経費のほかに、保険料等の管理費、消耗部品費、維持修理費等がかかる</li> <li>⊗ 機材の保守点検（安全管理等）が必要</li> <li>⊗ オペレータ（ドローン操縦技術者）の育成が必要（二等無人航空機操縦士は必須）</li> <li>⊗ 架設だけでなく苗木運搬等の複合型運用が必要</li> </ul>
共同購入	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ 複数または地域事業体による共同購入で、必要な時に使える</li> <li>✧ 導入コスト・維持管理コストを抑制できる</li> <li>✧ 架設以外に苗木運搬や資材運搬する複合型運用が可能な場合は有利</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊗ 固定資産・減価償却負担者の明確化</li> <li>⊗ 導入経費、保険料等の管理費、消耗部品費、維持修理費等の分担</li> <li>⊗ 保管先・機材の保守点検（安全管理等）の役割分担</li> <li>⊗ オペレータ（ドローン操縦技術者）の育成が必要（二等無人航空機操縦士は必須）</li> <li>⊗ 架設だけでなく苗木運搬等の複合型運用が必要</li> </ul>
委託	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ 導入コストや維持管理コストが抑制できる</li> <li>✧ オペレータ（ドローン操縦技術者）の育成が必要ない</li> <li>✧ ドローンを活用する索張り現場が少ない場合や単発的な事業の場合はコストを抑制できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊗ 地域に委託できる会社があるか</li> <li>⊗ 委託業者との事前調整や現地での事前説明が必要</li> <li>⊗ 業者の繁忙期にあたりと日程調整が難しくなる</li> <li>⊗ 作業当日の天候が悪い場合、実施が延期となり委託費が追加になる可能性がある</li> </ul>
レンタル	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ 初期コストや維持管理コストが抑制できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊗ 地域にレンタル機があるか</li> <li>⊗ 適正な機種選定</li> <li>⊗ オペレータ（ドローン操縦技術者）の育成が必要</li> </ul>

## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 展望

### ◆ 作業工程



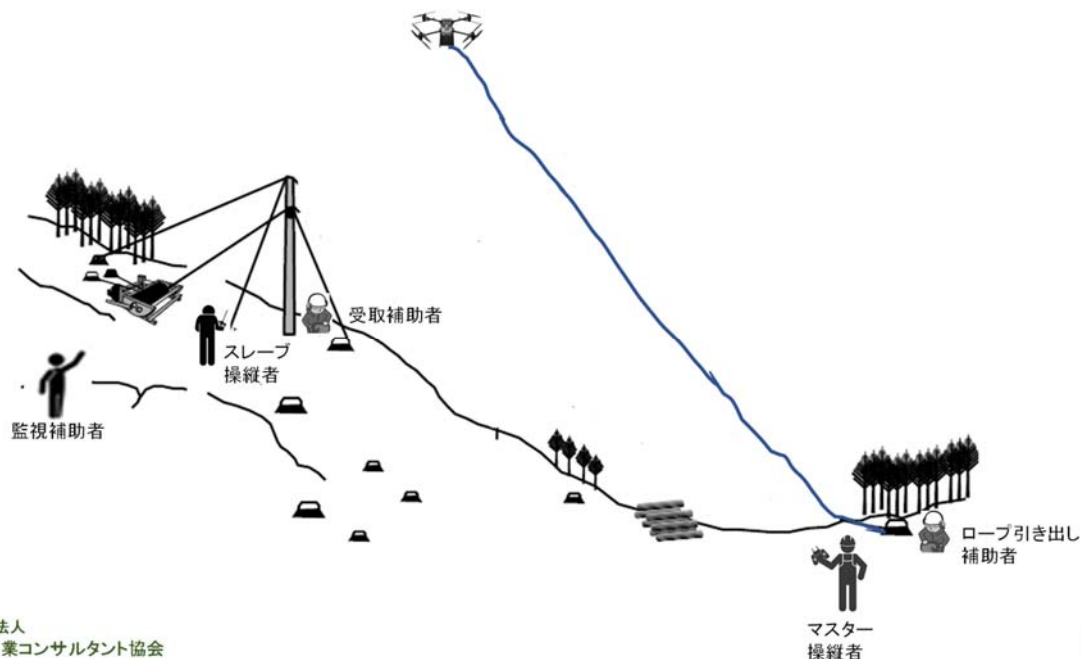
- ✧ 「実施する前の事前調整、準備及び飛行時の判断が非常に重要である」

- ✧ 地形情報取得、飛行経路の特定等の計画準備の時間と費用を想定して実施することが必要



## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 展望

- ◆ 飛行時の人員編成     マスターとスレーブ操縦者2名（2オペ）  
                                 監視者1名  
                                 リードロープ引き出し補助の1名  
                                 リードロープ受取者1名・・・・・・計5人編成



## 実証4 飯伊森林組合:リードロープ引き回し 展望

- ◆ 本実証事例のドローンによる架線のリードロープ引き回し(架設)には課題や検討すべき事項が多いが.....
- ◆ 初めての挑戦であり、回数を重ねることで、効率的な索張りに寄与する手法となることを期待
- ◎ 架線における架設にドローンは必要不可欠な機材(技術)となる！

## おわりに

- ◆ 実証4事例は、それぞれ事業体の皆さんが、創意工夫により果敢に挑戦していただいた内容です。
- ◆ 本報告の評価等を参考にいただき、**さらなる創意工夫、効率的な作業を目指して**いただきたいと思います。
- ◆ 調査にあたっては、実施事業体をはじめ、関連企業の皆さんに大変お世話になりました。
- ◆ 本報告が、多くの事業体の皆さんや森林・林業に携わる皆さんに、少しでも参考になることを願い、スマート林業実証報告を終わりとします。



令和7年度スマート林業構築普及事業(先端林業技術公募・実証事業)

## スマート林業実証 ～4事例～

リモコン式地拵え機  
LV-800PRO



リモコン式草刈り機  
RJ703神刈



マシンガイダンス機マルチャー地拵え  
PC138US-11 マルチャーDML/HY-100VT



ドローンリードロープ引き回し  
DJI Fly Cart 30



令和7年度 スマート林業構築普及事業(先端林業技術公募・実証事業)業務委託  
長野県一円  
令和8年(2026年)2月

企画・施行： 長野県 林務部 信州の木活用課  
〒380-8570  
長野県長野市大字南長野字幅下692-2  
TEL 026-235-7274(平日9時00分～16時30分) FAX 026-235-7364  
URL: <https://www.pref.nagano.lg.jp>  
林業経営支援係(担当)  
TEL 026-235-7267 FAX 026-235-7364

実施・作成： 一般社団法人 長野県林業コンサルタント協会  
〒380-8567  
長野県長野市中御所字岡田30-16(林業センター2F)  
TEL 026-228-7221 FAX 026-228-7222  
E-mail: [honbu@rincon.or.jp](mailto:honbu@rincon.or.jp)  
URL: <https://rincon.or.jp>

