

林業成長産業化総合対策  
林業ドローン活用実証業務

業務報告書

令和4年2月

東光鉄工株式会社

# 目次

第1章	業務概要	1
1.1	業務の目的	1
1.2	実施概要	1
第2章	コンテナ苗運搬の省力化実証	3
2.1	実施目的	3
2.2	ドローンの機体改造試験	3
2.3	コンテナ苗運搬の省力化実証試験	4
2.4	試験結果	8
2.5	導入に向けての課題・対策について	9

# 第1章 業務概要

---

## 1. 1 業務の目的

スマート林業<sup>1</sup>の実現に向け、ICT<sup>2</sup>等の先端技術を活用した施業の効率化・省力化等の実践的取組への支援を行うことを目的とする。

## 1. 2 実施概要

本業務の実施概要は次のとおりである。

### (1) 業務計画準備

受注者は、本業務の内容について作業方法や工程計画を詳細に検討し、発注者との合意を形成する。

### (2) ドローン運搬の省力化実証

「主伐・再造林一貫作業システム<sup>3</sup>」等の施業の低コスト化を図ることを目的に、ドローンによる苗木等の運搬の実証を行うものとする。

- ①ドローン運搬の省力化実証試験
- ②成果報告書作成

### (3) 打合せ協議

- ①業務の円滑な遂行にあたり、打ち合わせを行う。
- ②必要に応じて電話やメールでの協議も有効とし、意思の疎通と作業進捗の共有に留意する。
- ③業務終了後は、貸与されたデータを受注者所有の資機材に記録・保存の無いようにすること。

---

<sup>1</sup> 林業の人材不足・担い手不足解消のため、情報通信技術やレーザー測量技術などの先端技術を活用して、生産性や安全性の向上、コスト削減や効率的な森林管理を目指すもの。

<sup>2</sup> 「Information and Communication Technology」の略称。情報技術（IT）を拡張した用語で、インターネットによる通信技術によって、様々な人やモノがつながる技術のこと。

<sup>3</sup> 立木の伐採、苗木の植栽を別々に実施していたものを、伐採から植栽までを一連の作業として実施する方法のこと。

## 第2章 コンテナ苗運搬の省力化実証

### 2.1 実施目的


今後増加する「主伐・再造林一貫作業システム」による施業の低コスト化を図ることを目的に、ドローンによる苗木運搬の実証および人力運搬との比較検討を行うものとする。

### 2.2 ドローンの機体改造

コンテナ苗運搬の実証試験用として、ドローン機体改造を行い、荷下の正確性について改良を行った。

#### (1) 使用機体（表-1）について

表-1 使用機体

<p>型式名：TSV-AH2（図-1） ※東光鉄工(株)製 分類：農薬散布用ドローン 寸法：1450（W）×1200（L）×750（H） 単位mm 重量：14kg（積載無しの場合） 最大積載重量：10kg 最大飛行時間：約15分（積載無しの場合） ローター数：6</p>	 <p>図-1 TSV-AH2</p>
---	--

#### (2) 機体改造について

##### ① 機体改造の目的

令和2年度実証事業では吊り下げ式の簡易リリースフックを使用し、苗木運搬を行ったが、フック動作の安定性に欠け、成功回数が10回中2回という結果になった。

また、機体から約5m吊り下げる方式であったため、運搬の際に風等の影響を受けやすく、吊荷が振り子のように揺れ、飛行安定性も欠く状況であったことから、正確性と安全性に課題が残っていた。

##### ② 機体改造の内容

ドローンでの吊荷の投下を行うために開発されたウィンチ（図-2、図-3）を搭載。



図-2 ウィンチ（株ニックス製）



図-3 ウィンチ搭載

### ③ 飛行試験（デモフライト）

東光鉄工(株)UAV事業部／雪沢教習施設（秋田県大館市雪沢字積ヶ岱地内）にて事前検証を行った。検証結果は次のとおり。

- ・ウィンチ操作はリリースポイントにいる作業者がプロポ（送信機）にて行うことでより正確にリリースすることができることを確認した。
- ・リリースは10回中10回成功という結果で正確性が確認された。
- ・吊荷と機体との距離も短くなった（図-4、図-5）ことで重心バランスも安定し、飛行安定性も向上することが確認された。



図-4 改善前（令和2年度）



図-5 改善後

### 2. 3 ドローン運搬の省力化実証試験

2. 2で改造したドローンを用いて運搬実証試験を行った。また、ドローン運搬との比較のため、人力運搬による計測を行った。実施場所を図-6、図-7に示す。



図-6 実施場所（出典：地図・空中写真閲覧サービス（国土地理院））



図一七 実施場所（出典：地図・空中写真閲覧サービス（国土地理院））

(1) 実証試験概要

令和3年9月8日の午前に人力運搬の計測、9月15日の午後にドローン運搬の計測を実施した。

① 人力運搬

時 間：9：30～11：30

場 所：大館市 雪沢国有林114林班内

実施内容：コンテナ苗1袋（50本入り）を想定した約8kgの土嚢袋を運搬  
4名でラップ計測を行い、平均時間（往復）を算出

運搬距離：約800m（片道）

運搬経路：図-8に示す



図-8 人力運搬ルート

（出典：地図・空中写真閲覧サービス（国土地理院））

② ドローン運搬

時 間：13：30～15：45

場 所：大館市 雪沢国有林114林班内

実施内容：ウィンチの重量分、ドローンの積載重量が少なくなったため、積載重量約6kg及び  
約4kgの土嚢袋を運搬し計測

運搬距離：約470m（片道）

運搬経路：図-9、図-10に示す



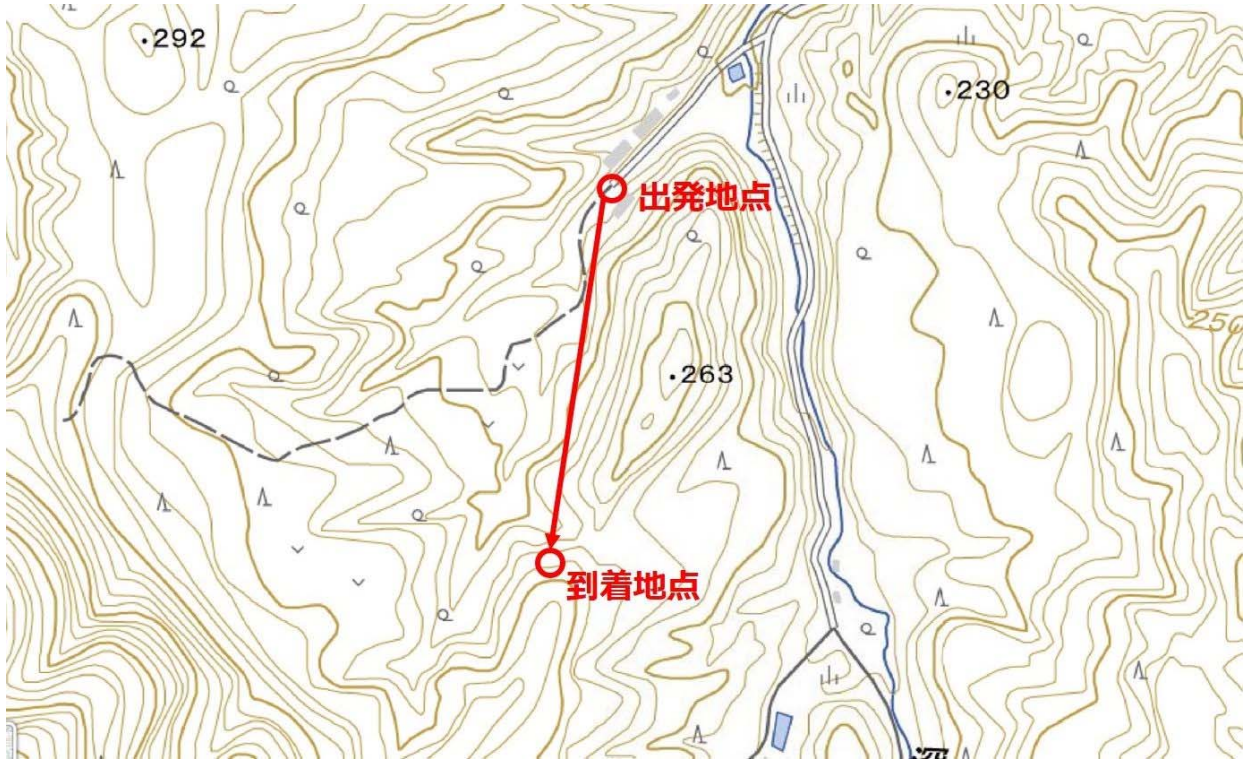


図-9 ドローン運搬ルート  
 (出典：地図・空中写真閲覧サービス(国土地理院))



図-10 ドローン運搬ルート



図-11 土嚢袋10袋（約6kg×5袋、約4kg×5袋）



図-10 吊荷の運搬

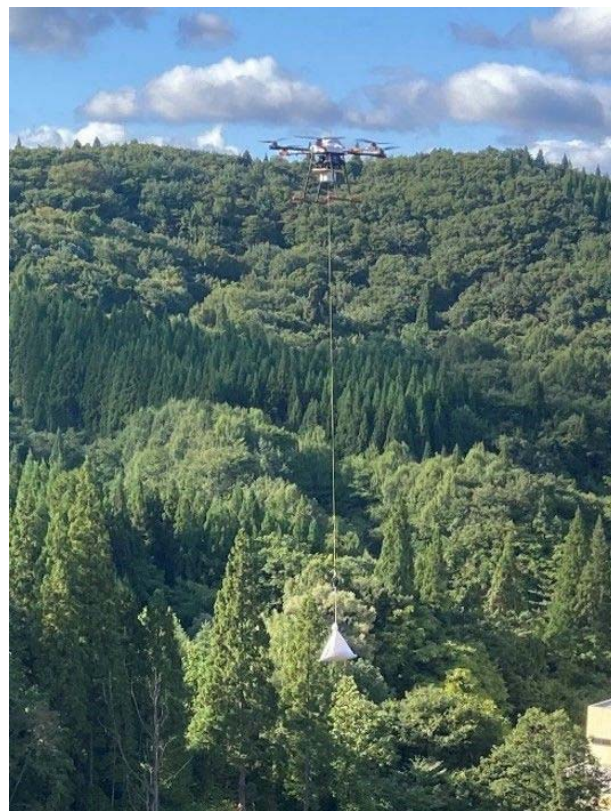


図-11 吊荷の投下

## 2. 4 車両による苗木運搬計測調査

車両による苗木運搬の運搬時間計測や苗木運搬作業に関するヒアリングのため、米代東部森林管理署及び造林事業請負業者（鹿角森林組合）に協力いただき、調査を実施した。実施場所を図-12、図-13に示す。



図-12 (出典：地図・空中写真閲覧サービス (国土地理院))



図-13 (出典：地図・空中写真閲覧サービス (国土地理院))

(1) 調査概要

令和3年10月11日の午前に苗木の車両運搬時間の計測及び造林事業請負事業者（鹿角森林組合）へのヒアリングを行った。

① 車両運搬

時 間：9：30～10：30

場 所：大館市 矢立国有林148林班内

実施内容：林内作業車（4 tクラス）でスギコンテナ苗55袋（2,750本）を運搬

運搬距離：約530m（片道）

運搬経路：図-14に示す



図-14 車両運搬ルート

(出典：地図・空中写真閲覧サービス (国土地理院))



図-15 車両運搬ルート



図-16 林内作業車（4 tクラス）、スギコンテナ苗55袋（2,750本）積込



図－１７ 林内作業車による苗木運搬



図－１８ 林内作業車による苗木運搬

## 2. 5 実施結果

### (1) 計測結果（人力運搬・ドローン運搬）

人力運搬及びドローン運搬の計測結果については次のとおり。

#### ① 人力運搬計測結果（表－2）

表－2 人力運搬計測結果

運搬者No.	重量(kg)	往路所要時間	復路所要時間	往復時間
①	8.03	0時08分53秒	0時08分29秒	0時17分22秒
②	7.96	0時08分01秒	0時08分21秒	0時16分22秒
③	7.92	0時07分54秒	0時07分29秒	0時15分23秒
④	7.90	0時06分58秒	0時07分25秒	0時14分23秒
平均		<b>0時07分57秒</b>	<b>0時07分56秒</b>	<b>0時15分53秒</b>

#### ② ドローン運搬計測結果（表－3）

表－3 ドローン運搬計測結果

運搬回数	土嚢袋No.	重量(kg)	往路所要時間	復路所要時間	往復時間	備考
1回目	①	6.03	0時03分22秒	0時01分11秒	0時04分33秒	
2回目	②	6.01	0時02分18秒	0時00分53秒	0時03分11秒	
-	-		-	-	0時02分35秒	バッテリー交換
3回目	⑨	4.01	0時02分11秒	0時01分00秒	0時03分11秒	
4回目	③	6.05	0時01分34秒	0時01分01秒	0時02分35秒	
5回目	⑩	4.04	0時01分19秒	0時01分09秒	0時02分28秒	
-	-		-	-	0時01分42秒	バッテリー交換
6回目	④	6.00	0時01分32秒	0時01分02秒	0時02分34秒	
7回目	⑥	4.02	0時01分51秒	0時01分05秒	0時02分56秒	
-	-		-	-	0時01分02秒	バッテリー交換
8回目	⑤	6.02	0時02分01秒	0時01分08秒	0時03分09秒	
9回目	⑦	4.00	0時01分37秒	0時01分01秒	0時02分38秒	
10回目	⑧	4.00	0時01分41秒	0時01分03秒	0時02分44秒	
平均			<b>0時01分57秒</b>	<b>0時01分03秒</b>	<b>0時03分00秒</b>	バッテリー交換時間除く



(2) 調査結果（車両運搬）

車両運搬の運搬時間計測結果及びヒアリング結果については次のとおり。

① 車両運搬計測結果

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>・運搬距離 約 530 m</li><li>・運搬時間 5分55秒（約 1.5 m/秒）</li></ul> |
|--|

② ヒアリング結果（鹿角森林組合）

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>・効率性を考慮するとドローン運搬より林内作業車での運搬のほうが効率性は高いが、今回の現場は雪解け等の影響で作業道が崩落していたため、植栽前に機械による補修作業を行っておりコストが多くかかっている。</li><li>・補修しても幅員をしっかりと確保できない箇所もあり、結果的に作業車が走行できない場合もある。作業車が走行できない箇所については人力で運搬するしかなく、1回あたりの運搬量は1～2袋が限界で、結構な重労働となる。</li><li>・ドローンを活用する方が補修作業も省略でき、また、人力での重労働を省力化できるなど、コスト削減や作業省力化につながる可能性があるのではないか。</li></ul> |
|---|

## 2. 5 導入に向けての課題・対策について

人力による運搬時間は「平均15分53秒（往復）」、ドローンによる運搬時間は「平均3分00秒（往復）」となり、運搬時間は約81.1%短縮された。

今回の実証地は、森林作業道が開設された林地であり、林内作業車での苗畑運搬も想定されるが、林地が全体的に急傾斜地であり、森林作業道の歩行による人力運搬と直線的に飛行するドローンとでは大きく差が開く結果となった。なお、天候等の関係で林内作業車との比較は行えなかったが、前項にもある通り雨等により作業道の崩壊に伴う補修作業にかかる時間や費用を考えるとドローンによる運搬は有効的な手段であると言える。実証試験の結果を踏まえ、次のとおり導入に向けての課題・対策（表－4）について示す。

表－4 導入に向けての課題・対策について

ポイント	課題・対策の内容
ウィンチの軽量化	<p>実証試験の段階ではウィンチの重量が約4kgで、ドローンが運搬可能な最大重量が10kgのため苗木の運搬可能重量は6kg迄となり、運搬可能な積載量が限られてしまった。ウィンチの固定方法やバッテリーの供給源等の改善により、ウィンチの重量の軽量化を図り、運搬可能な苗木積載量を確保することが必要。</p>
運用体制・人材育成	<p>今回ウィンチを使用し、ウィンチ操作者1名、ドローン運用者2名、合計3名の現場運用が想定される。ウィンチ操作とドローン操作を同じ装置から行えるようにすることで運用人数を減らすことができ、省力化に繋がる。自動操縦を用いることでさらなる省力化に繋がるが、苗木運搬は高度な技術と周囲の状況変化への柔軟な対応を必要とするため、自動操縦による苗木運搬の実現にはクリアすべき課題が多い。そのため、当面は手動飛行での運用が想定され、オペレーターの人材育成が必要。</p>
ドローン性能向上	<p>使用しているドローンは本来農薬散布用であり強風に耐えられる仕様ではない。実施日は非常に風が強く、上空から荷下をする際に機体や運搬物が風に煽られ、狙った場所への荷下が難しい場面もあった。機体の耐風性や操作性の向上の他、防水性能が高いドローンであれば天候に左右されずに作業が実施でき、現場のニーズに応えられる。</p>



林業成長産業化総合対策 林業ドローン活用実証業務

業務報告書

令和4年2月

業務受託：東光鉄工株式会社

〒017-0012 秋田県大館市釈迦内字稻荷山下 19-1

TEL：0186-48-3234