

林業機械化推進研修・研究協議会

# 協議会会報

第16号

2021年8月



## 目 次

(巻頭言)

### ◆ コロナとともに、1年半が経過して

林野庁 森林技術総合研修所長 大政康史 . . . . . 1

### ◆ 活動報告

令和2年度林業機械化推進研修・研究協議会役員会 . . . . . 3

### ◆ 研究成果

1. 試験・研究課題と成果 . . . . . 5

2. 試験・研究成果について

「路網作設における木質材料利用の高度化」 . . . . . 6

—構造用合板を用いた軟弱地盤の路体補強工法の開発—

「外部センサの活用による路面締固め判定手法の開発」 . . . 10

「データ取得目的に応じた UAV 等による画像取得手法の開発」 . . . 12

—固定翼型 UAV 及び回転翼型 UAV による空撮と動画からの作業道三次元復元—

### ◆ 研修内容

令和2年度林業機械化センターにおける研修実施の概要 . . . . . 18

### ◆ 協議会規約

林業機械化推進研修・研究協議会規約 . . . . . 22



## ◆ コロナとともに、1年半が経過して

林野庁 森林技術総合研修所長 大政康史

昨年夏、「コロナ時代における林業機械化の一層の推進」というタイトルで、本誌第15号の巻頭言を寄稿してから、はや1年以上が経過した。この間のコロナの“暴れ方”は、私が想像していたものより、やや暴君的であったのかな、と思っている。

昨年は、7月に研修を再開して以降、多少の波はあったものの感染者数はまあまあ落ち着いていたが、11月に入って増加傾向となり、12月には首都圏を中心に新規感染者数の記録更新が相次ぎ、医療提供体制のひっ迫が見受けられるようになった。

年が明け令和3年になっても、感染拡大の状況に改善は見られなかったことから、1月8日、政府は再度の「緊急事態宣言」を一都三県に発出した。これを受け、12月まで順調に実施していた集合研修も急きょ中止とすることとし、その後、宣言区域の拡大や延長もあったことから、年度末までの3か月間はオンライン研修のみ実施したうえで令和2年度を終了した。

令和3年度に入り順調な滑り出しかと思われたものの、コロナ第4波は直ぐに始まり、4月23日には3度目の緊急事態宣言発出となった。当初の宣言期間はGW明けの5月11日までであったが、終了間近となっても、コロナは一向に収まる気配は無く、その後、何度も何度も何度も宣言延長を重ね、東京オリンピック・パラリンピックも無観客のまま終了。9月初めに菅総理が退陣宣言して以降、急に感染者数が落ち着き始め、9月末の宣言解除以降は、人流が飛躍的に増えて経済活動が活発化してきているにも関わらず、感染者数はすっかり下火となったままである。研修についても、カリキュラムを少し見直して集合研修からオンライン研修に切り替えつつ、少しずつ進めてきている。

このように、丸一年延期したオリパラを無観客にまで追い込んだコロナウィルスであるが、我々人間側も、ワクチンなどの武器を迅速に開発しつつ感染拡大に備えてきた。イギリスでは昨年12月8日から、アメリカでは22日、EUでは28日、シンガポールでは30日からそれぞれワクチン接種を開始した。日本においても、約3ヶ月遅れの2月14日にファイザー製のワクチンを薬事承認し、3日後の17日から医療従事者を皮切りに接種を開始した。10月29日時点（NHK報道）では77%の人が1回目の接種を、71%の人が2回目の接種を終えており、接種開始は遅かったものの、現時点では世界でも屈指の接種率となっている。この接種率の高さによる集団免疫の獲得と、コロナ（デルタ株）自身の変異修復の失敗が、ここ最近の低感染者数（東京都では11月1日の新規感染者数9人）に繋がっているのではなかろうか？というのが、現在の見方である。

コロナの流行により、社会全体が様々なダメージを受けた一方、社会全体の在り方自体もコロナを契機に加速度的に変革してきているのも事実である。

特に我々の周囲で一番変わったのが「働く」という事に対する考え方であろう。これまでの当たり前だった「会社（職場）に出勤して、皆と一緒に仕事をする」から、「仕事場所は問わず、皆とは緩く繋がりながら仕事をする」にガラッと変わった。「上司の目の届かない所では満足な仕事は出来ない」と、あれ程思い込んでいたのが、「やってみれば以外と何とかなるのではないか？」に変わった。我が家においても、私は廊下、家内は居間、高校生の息子は自分の部屋で、それぞれ別の端末（パソコン）に向かって、テレ

ワークや勉強をオンラインですることが日常の一コマとなった。お陰様で、これまで全く考えられなかった平日夕食時での家族団らんの時間が、きちんと取れるようにもなった。

これらに併せて、会社の営業活動も急速に変化し、電話アポ後の対面商談ではなく、「先ずはオンラインで伺います」と、軽い感じの営業活動が増えた。これまでは躊躇していた異分野の民間の方々からの営業活動もオンラインで受けることが出来ており、情報収集活動の範囲拡大に大いに役立っている。

この様なDXの進化を踏まえた働き方の大変革により、例えば、NTTグループ（約18万人の社員）では、令和4年度以降、サテライトオフィスを約4倍の260箇所以上に増やす代わりに、転勤や単身赴任については廃止の方向で検討するとのことである。一年前では全く想像すら出来なかった日本社会の変革が、将に一足飛びに興っていると云っても過言では無かろう。

また、林野庁の定例行事に関しても、このDXは大きく影響している。例えば、10月上旬に開催された第44回全国育樹祭は、春の全国植樹祭に引き続き、式典への皇室の御出席は東京からのオンラインとなった。ただ、併設行事として行われた「森林・林業・環境機械展示実演会」は、機械の展示や実演も必要であることから、感染対策を施した上で、苫小牧東部の工業団地内の会場で約70社が出展して二年振りに行われ、二日間で約三千人を超える来場者を迎えた。

私も、三年前の東京あきるの市での開催以降久しぶりに参加した。北海道での開催であったためか、架線系の機械の展示は少なかったが、作業の安全対策に資する繊維ロープ、リードロープや資材を運ぶドローン、航空航測に用いる機材、リモコン操作出来る林業機械の充実、VR体験の機械操作への活用など、DXの波は林業の世界にも確実に訪れてきている事を実感した展示会であった。

そもそも、林業は、世界的に見ても大変危険な産業であり、アメリカの労働安全衛生に関する雑誌「EHS Today」（EHSとは、Environment, Health and Safety best management practices including workplace safetyのこと）においても、最も危険な仕事（2018年）のランキングにおいて、Logging workersは、2位のFishersや3位のPilotsを大きく引き離して、堂々の第1位となっている。また、大岡明さん（(株)ブロードリーフ）の研修資料によれば、湾岸戦争の多国籍軍では、従事者数54万5千人に対し死亡者数は240人（死亡率0.044%）となっている一方、日本の林業では、従業者数5万1千人に対し死亡者数は39人（死亡率0.076%）となっており、危ないと判って戦場に赴く兵士達よりも、死亡率で見れば、日本の林業の従事者の方が、2倍ほど危険であるという事実は、大変由々しき事態であると感じているところである。

コロナとなり、オフィスでも一層働き方の改革が進み、働きやすい環境が整いつつある。林業の世界でもDXや機械化を用いながら、安全で快適な作業環境と、その延長線上にある効率的な業務運営遂行に向けて、他産業に置いて行かれぬよう、力を入れて取り組むべき時期に来ていると感じている。折しもレンタルのニッケンは、山陽商事、加藤製作所、コベルコ建機、住友建機販売と共同で「林業に携わる全ての方に安全を。」というコンセプトのもと、PR誌「森生（しんせい）」の刊行に踏み切っている。

「安全は全てに優先する」という、他産業では当たり前の世界に林業が少しでも近づくよう、私達は歩みを止めてはならない。当協議会が少しでもお役に立てるよう頑張りたい。

## ◆ 活動報告

### ○令和2年度 林業機械化推進研修・研究協議会役員会

日 時 令和2年6月19日（金）13時30分～16時00分  
場 所 （国研）森林研究・整備機構 森林総合研究所 大会議室  
出席者 別紙「出席者名簿」のとおり

#### 次 第

##### 1 開会

- (1) 会長あいさつ
- (2) 森林総合研究所あいさつ
- (3) 関東森林管理局あいさつ

##### 2 議事

- (1) 令和元年度の活動について

###### ○試験・研究成果等

- ① 路網作設における木質材料利用の高度化  
ー土壤中に埋設したACQ処理合板からの銅溶脱ー
- ② 外部センサの活用による路面締固め判定手法の開発
- ③ データ取得目的に応じたUAV等による画像取得手法の開発  
ーGNSS測量によるGCP（Ground Control Point）の設置ー

- (2) 令和2年度の活動について

###### ○試験・研究計画等

- ① 路網作設における木質材料利用の高度化
- ② 外部センサの活用による路面締固め判定手法の開発
- ③ データ取得目的に応じたUAV等による画像取得手法の開発

- (3) 協議会報について

- (4) 情報交換

- (5) その他

##### 3 閉会

※ 閉会後は、自由解散（コロナ関係で時間外の打合せはなし）

別紙

令和2年度 林業機械化推進研修・研究協議会役員会出席者名簿

令和2年6月19日

所 属	役 職	氏 名
林野庁 関東森林管理局 森林整備部	部 長	(やまぐち てるふみ) 山口 輝文
林野庁 関東森林管理局 群馬森林管理署	署 長	(いのうえ やすゆき) 井上 康之
林野庁 関東森林管理局 利根沼田森林管理署	署 長	(おがわ やすし) 小川 靖志
林野庁 関東森林管理局 森林整備部 資源活用課	企画官 (間伐推進)	(かがみ まさかつ) 加賀美 昌克
(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 企画部研究管理科	科長	(はぼ としお) 馬場 敏郎
(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域	領域長	(もづな まさひろ) 毛綱 昌弘
(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域	チーム長 (伐採技術担当)	(うえむら たくみ) 上村 巧
(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 収穫システム研究室	主任研究員	(たき せいしろう) 瀧 誠志郎
(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 森林路網研究室	室長	(すずき ひでのり) 鈴木 秀典
(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 森林路網研究室	主任研究員	(やまぐち さとし) 山口 智
(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 森林路網研究室	研究員	(むねおか ひろこ) 宗岡 寛子
(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 省力化技術研究室	室長	(やまぐち ひろかず) 山口 浩和
(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 機械技術研究室	研究員	(うすい けんご) 有水 賢吾
林野庁 森林技術総合研修所	所 長	(おおまさ やすし) 大政 康史
林野庁 森林技術総合研修所 技術研修課	課 長	(いずみ しんたろう) 和泉 慎太郎
林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	所 長	(いりさわ かずひこ) 入澤 和彦
林野庁 森林技術総合研修所 (林業機械化センター駐在)	教務指導官	(くぼ たけのり) 久保 武典
林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	機械化指導官	(ながまち ひろみち) 永町 博満
林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	機械化指導官	(のだ しんいち) 野田 晋一
林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	機械化指導官	(ふじい あつし) 藤井 厚
林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	機械化指導官	(おおさわ ともや) 大澤 智也
林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	機械化指導官	(みねむら ゆういち) 峰村 裕一
●オブザーバー		
林野庁 森林整備部 研究指導課	森林・林業技術者育成対策官	(なかむら まさゆき) 中村 昌有吉
(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所	研究ディレクター (林業生産技術研究担当)	(うつぎ はじめ) 宇都木 玄
(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 企画部研究管理科 地域連携戦略室	室長	(しまだ けんいち) 島田 健一



## ◆ 研究成果

### 1. 試験・研究課題と成果

令和2年度は、継続課題3件について、林業機械化センターの実習フィールドで実施し、その成果を学会等に発表するなど技術の普及・啓蒙を図った。

研究課題と実施時期

No	課題名	H30	R1	R2	成果等
1	路網作設における木質材料利用の高度化 森林総研：山口（智）・加藤・伊藤（優）・大村・井道 センター：大澤・永町	←	→		H31.3.21 第130回日本森林学会大会 R1.5.9 協議会報告 R2.3.17 第70回日本木材学会大会 R2.6.19 協議会報告
2	外部センサの活用による路面締固め判定手法の開発 森林総研：鈴木・山口（浩）・有水 センター：野田・峰村		←	→	R2.3.28 第131回日本森林学会大会 R2.6.19 協議会報告
3	データ取得目的に応じた UAV 等による画像取得手法の開発 森林総研：瀧・中澤・吉田・鈴木 センター：久保・藤井		←	→	R2.5.27 森林利用学会誌 35 (3) R2.6.19 協議会報告 R2.9.25 森林利用学会誌 35 (4)

## 路網作設における木質材料利用の高度化

—構造用合板を用いた軟弱地盤の路体補強工法の開発—

加藤英雄・山口智・大村和香子・伊藤優子・井道裕史（森林総合研究所）  
大澤智也・永町博満（林業機械化センター）

### 1. はじめに

森林からの素材搬出にホイール系の車両を利用することで、単位時間あたりの搬送距離を長く設定できるため、低コストで、壊れにくく、耐久性を確保したホイール系の車両に適した路網作設方法の開発が必要となる。その際、軟弱地盤で重機やトラックを安全かつ効率的に走行させるのに有効な路体補強工法が重要である。

軟弱地盤対策としての路体補強工法には、従来は路網整備時に発生する伐倒木や市販の建設資材を活用してきたが、伐倒木の径大化に伴う施工精度の確保や伐倒木の数量不足に対する懸念があり、路体補強が不十分となる可能性がある。また、市販の建設資材として鋼製敷鉄板や生コンクリートを利用する場合があるが、費用、施工性、重量の課題があり、これらの利用は普及するには至っていない。一方、土木分野における木材の利用技術を開発するため、市販の建設資材を木材や木質材料で代替し環境負荷の低減や施工性の改善に関する検討が行われているが、森林の路網整備に関する事例は限定的であった。

そこで、本研究では、森林資源由来の材料として入手や取扱の容易さ、寸法精度の良さで実績のある構造用合板を対象とし、路網の種類と作設場所に応じた路体補強工法について検討した。

### 2. 試験方法

#### (1) 幅員 4m の林道における経時変化及び施工試験

林業機械化センターにおいて、2020年7月に前年度（2019年11月）に施工した掘削深さが異なる3箇所の施工区間で路床支持力比（California Bearing Ratio、以下 CBR）を簡易支持力測定器「キャスポル」で測定し、CBRの経時変化を検討した。CBRの測定は、施工区間の起点から、0.5、2.5、4.5、6.5m 付近の山側及び谷側でそれぞれ3回ずつ行った。また、2020年11月に掘削深さ 100mm の施工区間に埋設した合板を回収するとともに、厚さ 12mm のスギ構造用合板（幅 910mm、長さ 1820mm）を 12 枚敷設した（写真 1）。その際、半数は保存処理合板とした。施工後、クローラーの走行試験を油圧ショベル（SK55SR、コベルコ建機（株））で行った。



写真 1 構造用合板の敷設状況（埋戻し直前）  
（掘削深さ 100mm、2020 年 11 月施工）

#### (2) 幅員 2.5m の作業道における施工試験

林業機械化センターにおいて、2020年9月に幅員 2.5m の作業道でスギの構造用合板を用いて、施工試験及び油圧ショベル（SK50SR、コベルコ建機（株））によるクローラーの走行試験を行った。施工試験の概要を図 1 に示す。構造用合板の寸法は、幅 910mm、長さ 1820mm とした。厚さは 12mm 及び 24mm とした。施工試験では、構造用合板の厚さ、路面表層における採石の有無、構造用合板の敷設方向を検討した。施工区間は 3 箇所とし、林業機械化センター本部に対し奥側から区間 A、区間 B、区間 C を設定した。区間長は、区間 A 及び区間 C が 6m、区間 B が 4m とした。構造用合板の厚さは、区間

Aを12mm厚及び24mm厚、区間Bを12mm厚、区間Cを24mm厚とした。採石の有無は、区間B及び区間Cでそれぞれ敷設した合板2枚分の面積に採石を敷設した。碎石の敷設条件は、 $20\text{kg}/4\text{cm}/\text{m}^2$ とした。掘削深さは、全ての区間で $150\pm 50\text{mm}$ とした。構造用合板の敷設は、区間Aでは合板表層の繊維方向が車両の進行方向に対して平行、区間B及び区間Cでは合板表層の繊維方向が車両の進行方向に対して直交となるようにした。

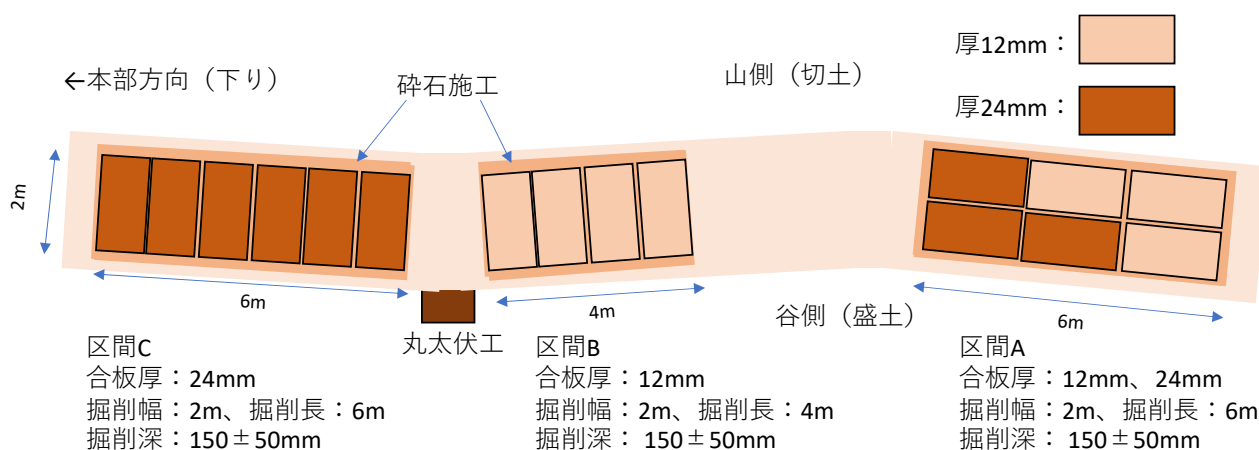


図1 幅員2.5m作業道における施工試験の概要

### 3. 結果と考察

#### (1) 幅員4mの林道における経時変化及び施工試験

掘削深さが異なる3箇所の施工区間における路床支持力比（CBR）の測定結果を表1に示す。施工直後の2019年11月では、掘削深さ200mmの谷側が5.4%で最も高かったがそれ以外は3%台で、全体の平均値も3.8%だったが、掘削深さとの関係は特に認められなかった。一方、標準偏差は掘削深さが深い方が標準偏差が小さい（2019）傾向だった。そのため、掘削深さはCBRのばらつきに影響する可能性があると考えられる。次に、2020年11月では、掘削深さ100mmの谷側が7.0%で最も高かったがそれ以外は4~5%台で、掘削深さごとの平均値は全体の平均値の5.5%にほぼ等しかった。一方、標準偏差は掘削深さが深い方が標準偏差が大きい（2020）傾向だった。そのため、CBRの平均値と標準偏差は施工後から増加する可能性があるが、掘削深さが深い方が、標準偏差は大きくなる可能性があり、測定にばらつきが生じやすくなると考えられる。この理由として、掘削深さが深い方が、表層から合板までの間で車両の荷重を負担する土の量が増えることでばらつきが生じやすく、施工後に時間の経過とともに標準偏差が大きくなると推察される。

2020年11月に実施した掘削深さ100mmの施工区間に埋設した合板の回収状態を写真2に示す。合板を掘り出した直後の合板表面には、木破は認められず健全だった（写真2左）。しかし、掘り出した合板裏側には、白色の子実体が確認されたため、合板の敷設場所は、木材に生物劣化が生じる環境だったといえる（写真2右）。ただし、施工後から合板を回収するまでの1年間で、この部分を通行する車両の走行に支障をきたすことはなかったこと、回収時に合板は元の形状を留めていたことを考えると、合板に生じた生物劣化の程度は限定的で、路盤補強に及ぼす影響は極めて小さかったと考えられる。

表1 掘削深さが異なる施工区間で実施した路床支持力比（CBR）の測定結果

測定実施 年月	掘削深さ (mm)	測定数	場所	平均値 (%)	標準偏差 (%)	平均値 (%)	標準偏差 (%)	平均値 (%)	標準偏差 (%)
2019年 11月	100	12	山側	3.4	3.00	3.6	3.05	3.8	2.38
		12	谷側	3.9	3.20				
	200	12	山側	3.9	1.95	4.6	2.26		
		12	谷側	5.4	2.38				
	300	12	山側	3.4	1.71	3.2	1.43		
		12	谷側	3.0	1.12				
2020年 7月	100	12	山側	4.1	2.91	5.5	2.76	5.5	3.24
		12	谷側	7.0	1.74				
	200	12	山側	5.5	4.22	5.4	3.27		
		12	谷側	5.3	2.14				
	300	12	山側	6.7	4.29	5.5	3.75		
		12	谷側	4.2	2.75				

2019年に敷設した合板を回収後、12mm厚のスギ構造用合板（幅910mm、長さ1820mm）を12枚（うち6枚は保存処理合板）を敷設し再び覆土と転圧をした。2019年に敷設した合板は12mm厚と24mm厚だったのに対し、2020年に敷設した合板は全て12mm厚としたが、施工後に実施した油圧ショベル（SK50SR、コベルコ建機（株））によるクローラーの走行試験では、特に問題はなかった。そのため、路盤補強に用いる構造用合板は、12mm厚でも対応可能と考えられるが、ホイール系の車両による走行を引き続き検討する必要がある。



写真2 施工1年後に回収した合板を掘り出した直後の状態（掘削深さ100mm）  
（左：表面の状態、右：裏側の状態）

## （2）幅員2.5mの作業道における施工試験

区間Cにおける施工試験の様子を写真3に示す。幅員2.5mのため、油圧ショベルの回転スペースを確保するのは困難なことから、掘削時に発生する排土の仮置き場を作業道上に設定する必要があった。また、排土の量を抑制するには、掘削と埋設を敷設する合板1枚ごとに繰り返すのが有効だった。施工性は、軽さにより12mm厚の方が24mm厚より良好だった。クローラーによる走行試験では、合板の

厚さの違いは特に認められなかった。碎石の敷設について、車両の接地部分における沈み込み量の抑制効果が確認できた。このほか、施工試験当日は天候が小雨で作業道のぬかるみが顕著だったため、クローラーによる転圧作業が難しかったが、24mm 合板を路盤表面に設置することで作業性が改善した。



写真3 幅員 2.5m の作業道における施工試験  
(区間 C、敷設した合板の埋戻し作業中)

## 外部センサの活用による路面締固め判定手法の開発

鈴木秀典・山口浩和・有水賢吾（森林総研）  
野田晋一・峰村裕一（林業機械化センター）

### 1. 研究目的

森林作業道などの路網作設にあたっては、最適な締固めを行うことで強固な路体を構築することが必要である。しかし、土質や使用機械の違いによって最適な締固め回数も異なるため、適切な締固め作業はオペレータの感覚や経験に頼らざるを得なかった。そのため、特に初心者などでは、不十分な締固めによる強度不良が見られることもあり、客観的な評価方法による路面締固め状態の判定手法が求められていた。そこで、土木分野で活用されている手法を応用し、外部センサなどを活用した路面締固め判定手法の開発を行う。

令和2年度は、機械走行による路面沈下量（わだち深さ）を活用して、路面締固め不良箇所を抽出するための手法について検討を行った。

### 2. 試験方法

履帯式の油圧ショベル（0.15m<sup>3</sup>クラス）を用いて作業道路面を繰り返し走行させ（図-1）、その時の路面沈下量を計測した。沈下量の計測箇所を一定間隔に設定し、走行前に路面高を計測しておくとともに、1回走行するごとに同一箇所における路面高を計測して沈下量を得た。路面高計測は、走行部分の両側に打設した杭に水系を張り、コンベックスを用いて行った（図-2）。

走行後、FK式と呼ばれる簡易貫入試験器を用いて、締固め程度を判定するための土壌硬度を計測した（図-3）。この貫入試験器は、5回の合計貫入量を用いた盛土締固め判定基準が作成されているため、貫入打撃量は1回貫入ごとに計測せず、5回打撃後の合計貫入量のみ計測した。

### 3. 試験結果

路面の沈下量は、1回目の走行後に最も大きな値をとり、走行回数の増加とともに減少していくのが一般的である。5回までの走行による沈下量はこのような一般的傾向を示したものもあったが（図-4左）、途中で最も大きな沈下量をとる例（図-4中・右）や、路面高が上昇する例などもみられた（図-4右）。走行の途中で大きな沈下が生じたのは、表面より深い部分に相対的に軟らかい層があることなどで、何回目かの走行でその影響を受けて大きく沈下したことが考えられる。また、路面高の上昇については、履帯に付着した土が落ちたり、深くなったわだち側壁から土が崩落したりすることによるものと考えられる（図-5）。

5回の合計貫入量と路面沈下量（5回合計）を比較すると、概ね右上がりの相関関係が認められた（図-6）。FK式貫入試験器では、5回打撃による合計貫入量が25cm以上になると締固め不良とされる判定基準が提示されている。今回の結果では、この締固め不良判定となるための条件は、外れ値もあるものの、沈下量が概ね10cm以上となった。しかし、沈下量が10cm以上であっても貫入量は必ずしも25cm以上となっていないなど、このままでは締固め不良箇所を抽出する新たな指標としては課題がある。また、全体的には両数値の相関関係はそれほど高くなく、一部には、貫入量が高いにもかかわらず沈下量が低い（あるいはこの逆の）箇所も見られた。路面沈下量は比較的面的な路面性状を反映した結果であるのに対し、貫入試験は点的な計測結果である。そのため、後者の計測結果にはレキや局所的な軟弱など点的な影響が反映されたことで両計測結果に差違が生じたことが考えられる。

なお、本研究は農研機構生研支援センター「生産性革命に向けた革新的技術開発事業」の補助を受けて実施した。



図-1 試験中の繰り返し走行



図-2 路面高の計測



図-3 貫入試験器による計測

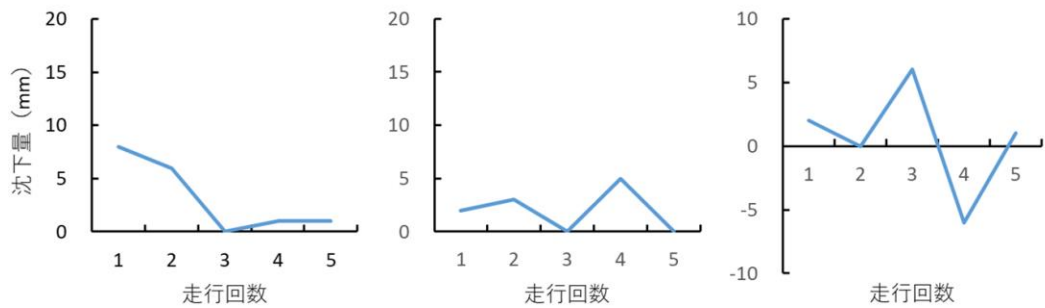


図-4 走行回数と路面沈下量の関係  
路面高が上昇したときは沈下量を負の数で表す



図-5 土が付着した試験中の履帯

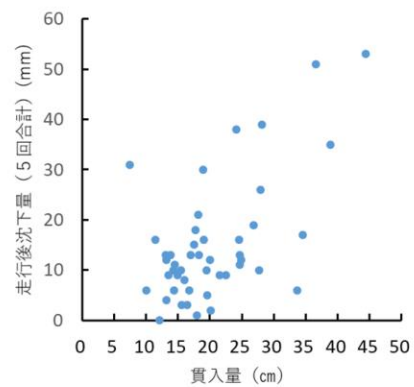


図-6 貫入試験結果と沈下量の関係

## データ取得目的に応じた UAV 等による画像取得手法の開発 ～固定翼型 UAV 及び回転翼型 UAV による空撮と動画からの作業道三次元復元～

瀧誠志郎・中澤昌彦・吉田智佳史・鈴木秀典（森林総合研究所）  
久保武典・藤井厚（林業機械化センター）

### 1. はじめに

UAV には大別すると回転翼型と固定翼型がある。近年、回転翼型 UAV はその手軽さから森林域での活用事例が多くみられるようになった。森林域において安全に UAV を飛行させる際には、いくつかの注意点がある。例えば、離発着場所が平坦でかつ林冠が開けており、離発着時と飛行中に GPS 信号を安定して受信できることが必要である。しかし森林域では必ずしもこのような条件を十分に満足させる場所を確保できるとは限らず、その場合は空撮対象地から離れた場所からの飛行が可能な固定翼型 UAV の代用が想定される。UAV にはそれぞれの特徴があり、データ取得目的に合わせた画像取得手法の開発が必要である。そこで本年度は、森林域の空撮画像から作業道の線形等の判読およびこれらの地理情報化を目的に、回転翼型と固定翼型の UAV による空撮を行なった。また、作業道の出来形測量的ための動画を使った簡便な手法を検討するために、ビデオカメラやスマートフォン等による作業道の動画データから、作業道の三次元構造（三次元点群）化を試みた。

### 2. 試験方法

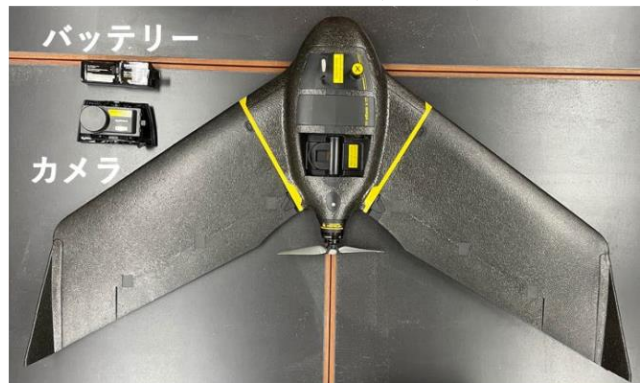
空撮では、固定翼型 UAV は Sensefly 社製（スイス）の eBeeX, 回転翼型 UAV は DJI 社製（中国）の Inspire2 を使用した（図-1）。空撮は林業機械化センター内国有林（利根沼田署管内）にて行なった。固定翼型 UAV の計画飛行高度は約 240m, 飛行時間は約 60～80 分となるようにフライトプランを作成した（図-2）。回転翼型 UAV の計画飛行高度は約 100m, 飛行時間は約 10 分となるようにフライトプランを作成した。なお撮影時期は、固定翼型 UAV : 2020 年 12 月 26 日, 回転翼型 UAV : 2020 年 9 月 3 日にそれぞれ空撮を実施した。空撮画像は Pix4Dmapper（Pix4D 社製）を用いて Structure from Motion（SfM）処理を行い、オルソモザイク画像を作成した。作成したオルソモザイク画像上で、作業道と判読できるところを ArcGIS（ESRI 社製）でデジタイジングすることで、作業道のポリラインを作成した（瀧ら 2016, 2020a, 長野森林組合 2018）。

○回転翼型 UAV（Inspire 2）



- ・ホバリング可能
- ・最大飛行時間：20分

○固定翼型 UAV（eBee X）



- ・大面積の飛行が可能
- ・最大飛行時間：90分

図-1 空撮に使用した UAV（左：回転翼型 UAV Inspire2, 右：固定翼型 UAV eBeeX）



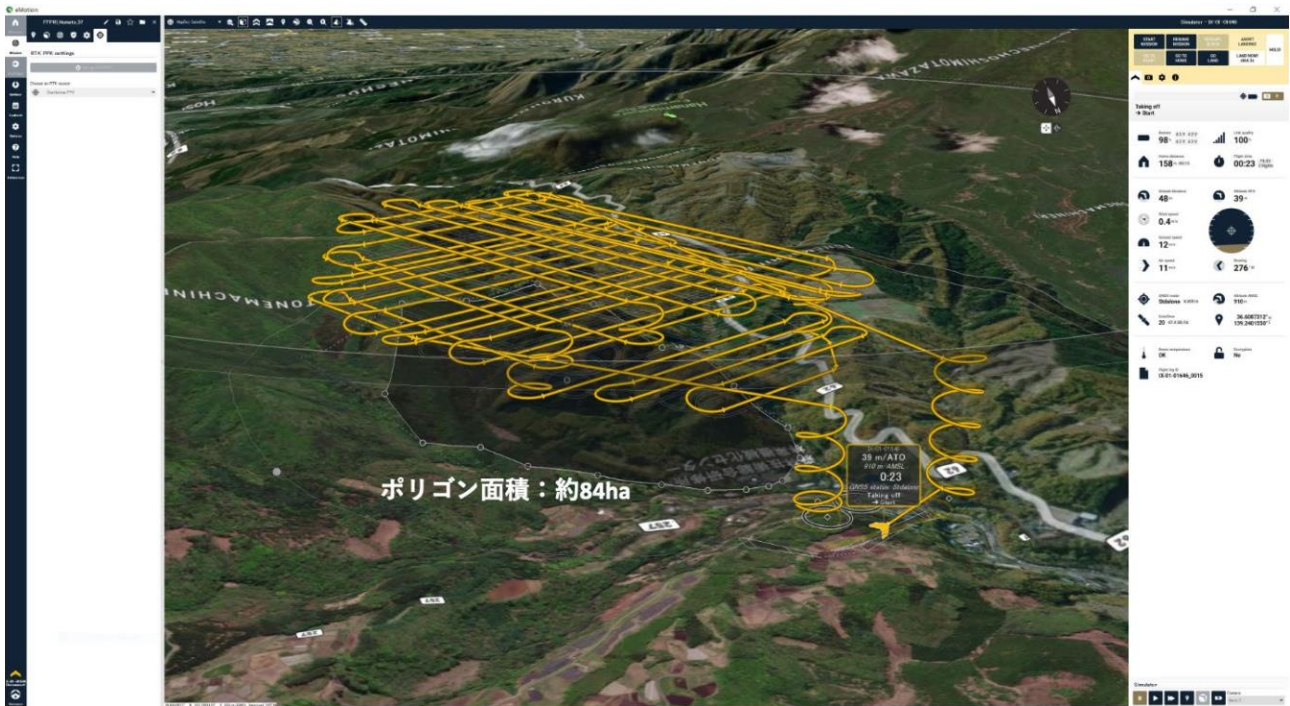


図-2 固定翼型 UAV のフライトプラン

作業道の動画撮影の対象は、林業機械化センター内国有林（利根沼田署管内）にある 2019 年度に作設された新しい作業道とした。撮影は Osmo pocket（DJI 社製）3 台を用いて 4K（60fps）画質に設定し、手持ちで歩きながらの流し撮り撮影を行なった（図-3）。撮影の際、作業道左側、真中、右側をそれぞれ三人で同時に撮影を行なった。また撮影方向はわずかに（約 15～30 度）カメラを下方に向けることで画角内に作業道が主として映るようにした。撮影した動画データは、Pix4Dmapper（Pix4D 社製）を用いて SfM 処理を行い作業道の三次元点群データを構築した。

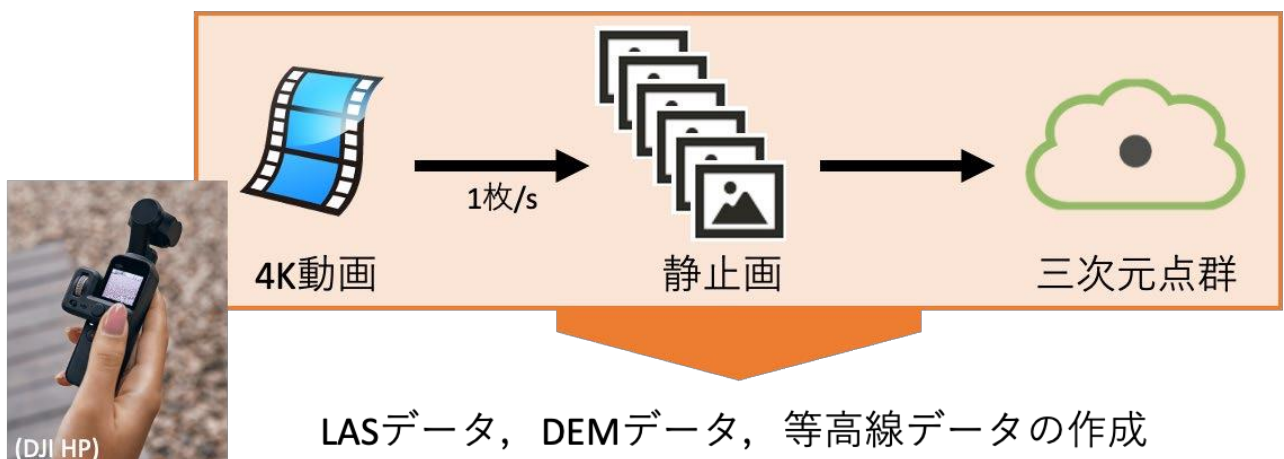


図-3 Osmo pocket を使った動画撮影と SfM 処理のフロー

### 3. 結果と考察

#### 3.1 空撮結果

固定翼型 UAV による空撮の結果、約 201ha の面積について地上解像度が 6.82cm のオルソモザイク画像を作成することができた (図-4 右, 表-1 右)。一方、回転翼型 UAV による空撮の結果、約 5.7ha の面積について地上解像度が 2.37cm のオルソモザイク画像を作成することができた (図-4 左, 表-1 左)。固定翼型 UAV と回転翼型 UAV のどちらの空撮画像からも作業道の線形を判読し地理情報化することができ、既存の森林 GIS 情報と一元的に管理できるデータを作成することができた (図-5)。回転翼型 UAV では一部のエリアしか作業道を判読することができなかったが、固定翼型 UAV による空撮画像では、非常に広域の面積について判読することができた。これらのことから、固定翼型 UAV では、回転翼型 UAV の様なホバリングによる定点撮影や近接撮影はできないが、本研究で示したような対地高度が 240 m で地上解像度が 6.82 cm の画像から、立木の個体把握や作業道判読は十分に可能であり、固定翼型 UAV は広域の画像を取得するのに適していることがわかった。特に、撮影対象とした林分からの離発着が困難 (上空視界が確保できない等) な場合には、遠方 (最大 3~4km) の林外からアプローチできる点が最大の利点といえる。また、固定翼型 UAV には近赤外線カメラやオブリークカメラ、サーマルカメラも搭載できるため、回転翼型 UAV よりも広域の多波長の画像の活用が期待できる (瀧ら 2020a)。ただし離発着時は風上に向かう必要があること、離発着場所は 60m 以上の直線確保が必要があるといった制約があることも明らかとなった。したがって、固定翼型 UAV を森林域で活用するためには、休耕田やグラウンド等を離発着場所として確保できることが望ましい。



図-4 回転翼型 UAV (左) と固定翼型 UAV (右) による空撮画像から作成したオルソモザイク画像

表-1 回転翼型 UAV (左) と固定翼型 UAV (右) の空撮結果

	回転翼型 UAV Inspire2	固定翼型 UAV eBeeX
撮影場所	林業機械化センター内国有林 (利根沼田署管内)	
飛行高度	約 100 m	約 240 m
オルソモザイク画像面積	約 5.7 ha	約 201 ha
飛行時間	約 10 分	約 60~80 分
地上解像度	約 2.37 cm	約 6.82 cm
撮影日	2020 年 9 月 3 日	2020 年 12 月 26 日

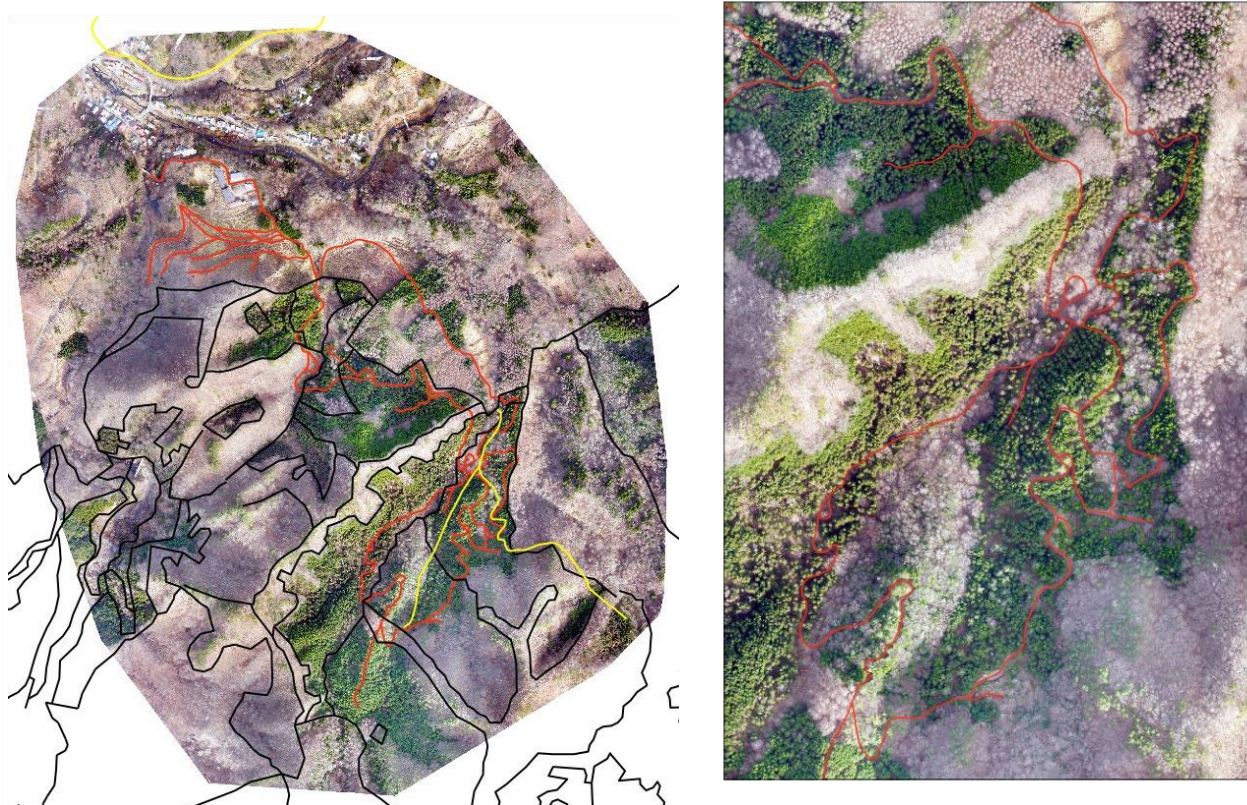


図-5 オルソモザイク画像上でデジタイジングした結果 (赤線)  
右図: 拡大図, 黒線: 小班界, 黄線: 既存の森林 GIS 道路データ

### 3. 2 作業道の動画撮影結果

作業道の動画撮影の結果, 4K 画質の動画から 1 枚/s の静止画像を抽出し SfM 解析を行うことで, 詳細な作業道の三次元点群データを構築することができた (図-6)。また地上型 3D レーザスキャナ (FOCUS S150, FARO 社, 以下 FARO) により計測した三次元点群データを真値として重ね合わせたところ, 完全に一致した (図-7)。このことから, 作業道を動画撮影する手法は作業道の幅員計測や縦横断面図の作成といった作業道の出来形測量のための簡便な手法として期待できる。

## SfMによる三次元点群

緑点が推定されたカメラ位置

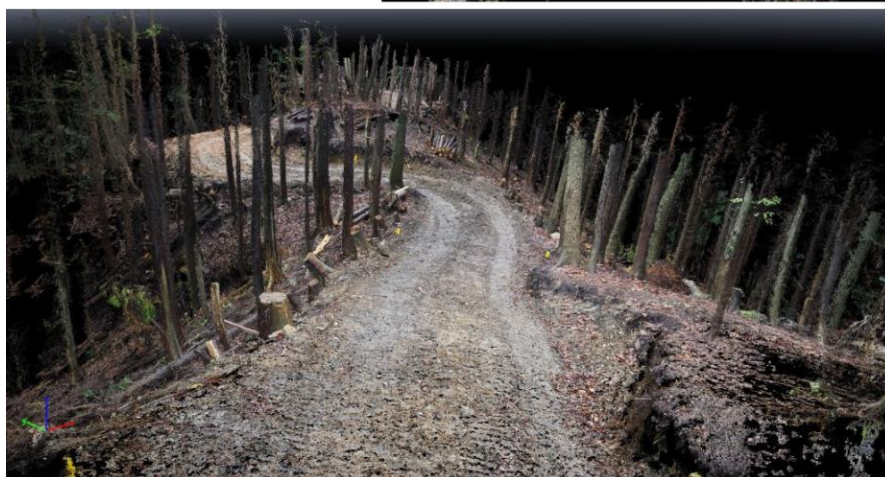
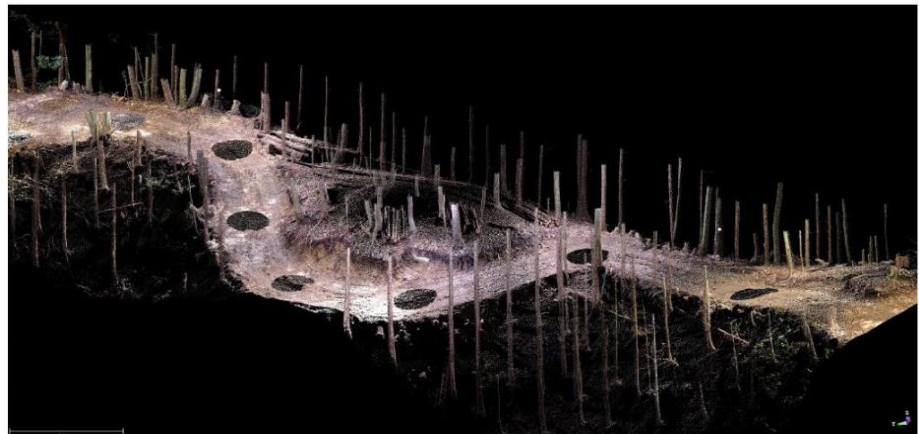


図-6 動画データを基として SfM により構築した作業道の三次元点群データ  
上図緑点：SfM 処理過程で推定された画像撮影位置

一般的に SfM 解析を行う際、緯度経度情報や何らかの位置合わせのための指標がない画像データを扱う際には、SfM による三次元点群合成処理が困難、あるいは合成不可となる場合が多い。このため、事前に画像間でマニュアルキーポイントを設定することが必要となることがある。しかし、本調査ではすべての画像をマニュアルキーポイントの設定をすることなく、自動で合成することができた。これは、動画データから1秒間に1枚の静止画像を抽出したことで、高 Over Lap (OL) 率・Side Lap (SL) 率を維持した静止画像群を作り出すことができ、この結果、緯度経度情報に頼ることなく SfM による三次元点群合成処理が可能であったと考えられる。動画データから抽出する静止画像の間隔はさらに伸ばす（例えば2秒間に1枚あるいは3秒間に1枚）ことができる可能性がある。しかし、撮影時の歩行速度も勘案する必要があるため、最適な静止画像の抽出間隔については今後の検討課題である。

作業道の動画撮影の手法であれば、OL 率や SL 率を特に意識することなく、撮影の度に立ち止まる必要もなく、画像データを取得することができる。また、カメラを車両の荷台等に搭載して動画撮影しながら走行するだけでも画像データが得られ、データ取得のための効率化が図れる。加えて、SfM 処理に不向きな画像（例えば、手ブレやフレア等）があったとしても、撮影のやり直しをせずに動画データから別の状態の良い画像を選び直すことができ、撮影のやり直しリスクを大幅に減らすことにもつながる。本手法で計測した精度誤差および作業道の出来形管理および今後の維持管理をしていく上での実用性については今後のさらなる検証が必要である（瀧ら 2020b）。

FARO (地上レーザ)



FARO (地上レーザ)  
+  
動画 (画像)

→ 完全に一致

図-7 地上型 3D レーザスキャナ FARO で計測した三次元点群データ (上図)  
と動画から作成した三次元点群データとを重ね合わせた図 (下図)

#### 引用文献

- 瀧誠志郎・高田克彦・稲川敬介 (2016) 小型無人マルチコプターを用いた森林作業道の判読, 森林計画誌 50 (1) 41~49.
- 瀧誠志郎・中澤昌彦・赤松玄人 (2020a) 固定翼型 UAV を用いた森林作業道の判読, 森林誌 35 (3) : 147~151.
- 瀧誠志郎・中澤昌彦・斎藤仁志・大野勝正・鈴木秀典・吉田智佳史・千原敬也・関子光太郎 (2020b) 動画データによる作業道の三次元点群データの構築, 森林誌 35 (4) : 203~208.
- 長野森林組合 (2018) 平成 28 年度 公益信託 農林中金森林再生基金 (農中森力基金) ~やまんば伝説の里~ 信州中条の森林再生事業.

## ◆ 研修内容

### 令和2年度林業機械化センターにおける研修実施の概要

地方公共団体職員や林野庁の職員等を対象に、高性能林業機械を中心とした新たな作業システムの確立及びその普及・定着のための研修を実施した。また、林業の現場において最も使用頻度が高いチェーンソーの研修においては、チェーンソー伐木造材技術について、研修期間を増やすなど、伐木造材作業における実習内容の充実を図った。

しかしながら、コロナ感染症の拡大のため、令和2年度に計画した研修は18コースの内、6コースが中止となり、実施した研修12コースの受講者数は84名で、各研修の内容は下表のとおり。

表 令和2年度 林業機械化センター実施研修

研修の名称	研修の必要性	主な内容	対象者	日数	受講者数	所属別受講者数		
						都道府県等	学校関係	国有林
チェーンソー伐木造材技術(初級)	林業における労働災害及び健康障害を減少させ、安全な搬出間伐等を推進するため、伐木造材作業に関する基礎的な知識及び技術、健康障害防止や安全作業等に必要知識等を習得させ、地域において安全な伐木等作業を指導することができる者を育成する。	伐木等の業務に係る安全衛生特別教育 林業労働災害の現状と特徴 ISO規格による振動管理	地方公共団体職員等	5	12	12		
チェーンソー伐木造材技術(上級)	林業における労働災害及び健康障害を減少させ、安全な搬出間伐等を推進するため、伐木造材作業に関する技術、健康障害防止や安全作業等に必要知識等のさらなる向上を図り、地域において安全な伐木等作業を指導することができる者を育成する。	振動障害の原因、症状、治療及び予防 健康障害を防止するための目立て 伐木等作業の特徴と作業の安全 チェーンソーを用いて行う伐木等の業務従事者安全衛生教育(平成4年4月23日付け基発第260号)を含む	地方公共団体職員(労働安全衛生規則第36条第8号の特別教育修了者)	5	6	4	2	
チェーンソー伐木造材技術(安全指導)	林業における労働災害を減少させ、安全な搬出間伐等を推進するため、伐木等作業に関する技術、安全作業等に必要知識等のさらなる向上を図り、加えてリスクアセスメントを実施する能力を養成することにより、地域においてリスクアセスメントを踏まえた的確な安全指導ができる者を育成する。	林業労働における安全指導及びリスクアセスメント 伐木等作業を通じた安全指導の方法等	地方公共団体職員、森林管理局・署等職員(森林官・係長級以上の者)等(労働安全衛生規則第36条の第8号の特別教育修了者)	4	5	5		
チェーンソー・刈払機1(中止)	チェーンソー及び刈払機による労働災害及び健康障害を防止するため、チェーンソー等に関する基礎的な知識及び技術、健康障害防止や安全作業等に必要知識等を習得させる。	伐木等の業務に係る安全衛生特別教育 刈払機取扱作業者に対する安全衛生教育	森林管理局・署等職員					

研修の名称	研修の必要性	主な内容	対象者	日数	受講者数	所属別受講者数		
						都道府県等	学校関係	国有林
チェーンソー・刈払機2	チェーンソー及び刈払機による労働災害及び健康障害を防止するため、チェーンソー等に関する基礎的な知識及び技術、健康障害防止や安全作業等に必要な知識等習得させる。	伐木等の業務に係る安全衛生特別教育 刈払機取扱作業者に対する安全衛生教育	森林管理局・署等職員	5	8		1	7
高性能林業機械 (女性担当者)	安全かつ効率的な高性能林業機械作業を推進するため、高性能林業機械の基本操作等を通じて、高性能林業機械の特性や安全な操作方法に関する基礎的な知識及び技術を習得させ、高性能林業機械に関する普及指導ができる者を育成する。	高性能林業機械の特性と操作 高性能林業機械の安全な作業方法 森林整備の現場で活躍する女性たち(事例紹介)	地方公共団体職員(初任担当職員及び高性能林業機械の操作経験のない又は少ない職員)、森林管理局・署等職員のうち女性職員	4	6	5		1
高性能林業機械 (基礎) 1	安全かつ効率的な高性能林業機械作業を推進するため、高性能林業機械の基本操作等を通じて、高性能林業機械の特性や安全な操作方法、作業システムに関する基礎的な知識及び技術を習得させ、地域において的確な普及指導ができる者を育成する。	高性能林業機械の特性と操作 高性能林業機械の安全な作業方法 高性能林業機械を使用した安全かつ効率的な作業方法	地方公共団体職員(初任担当職員及び高性能林業機械の操作経験のない又は少ない職員)、森林管理局・署等職員、森林総合監理士等	5	8	6		2
高性能林業機械 (基礎) 2	安全かつ効率的な高性能林業機械作業を推進するため、高性能林業機械の基本操作等を通じて、高性能林業機械の特性や安全な操作方法、作業システムに関する基礎的な知識及び技術を習得させ、地域において的確な普及指導ができる者を育成する。	高性能林業機械の特性と操作 高性能林業機械の安全な作業方法 高性能林業機械を使用した安全かつ効率的な作業方法	地方公共団体職員(初任担当職員及び高性能林業機械の操作経験のない又は少ない職員)、森林管理局・署等職員、森林総合監理士等	5	4	2		2
高性能林業機械 (林業大学校指導者)	安全かつ効率的な高性能林業機械作業を推進するため、高性能林業機械の基本操作等を通じて、高性能林業機械の特性や安全な操作方法に関する知識及び指導技術を習得させ、林業大学校等において高性能林業機械の普及指導ができる指導者を育成する。	高性能林業機械の安全かつ効率的な作業方法 高性能林業機械作業に係る指導のポイント 林業大学校等の取組事例紹介及び意見交換	林業大学校等指導者等	5	5		5	
高性能林業機械 (安全指導・前期) 1 (中止)	林業における労働災害を減少させ、安全かつ効率的な高性能林業機械作業を推進するため、労働安全衛生規則(昭和47年労働省令第32号)に基づき特別教育を必要とする車両系木材伐出機械等に関する知識及び操作技術を習得させ、地域において、的確な安全指導ができる者を育成する。	車両系木材伐出機械等の運転の業務に係る安全衛生特別教育(学科・実技) 高性能林業機械の作業におけるリスクアセスメント	地方公共団体職員(業務経験年数がおおむね3年以上であって、車両系木材伐出機械等の特別教育の講師等になり得る者)、林業大学校指導者及び森林管理局・署等職員(森林官・係長級以上の者)等 ※「高性能林業機械(安全指導・後期)研修」の受講予定者に限る。					

研修の名称	研修の必要性	主な内容	対象者	日数	受講者数	所属別受講者数		
						都道府県等	学校関係	国有林
高性能林業機械 (安全指導・前期) 2	林業における労働災害を減少させ、安全かつ効率的な高性能林業機械作業を推進するため、労働安全衛生規則(昭和47年労働省令第32号)に基づき特別教育を必要とする車両系木材伐出機械等に関する知識及び操作技術を習得させ、地域において、的確な安全指導ができる者を育成する。	車両系木材伐出機械等の運転の業務に係る安全衛生特別教育(学科・実技) 高性能林業機械の作業におけるリスクアセスメント	地方公共団体職員(業務経験年数がおおむね3年以上であって、車両系木材伐出機械等の特別教育の講師等になり得る者)、林業大学校指導者及び森林管理局・署等職員(森林官・係長級以上の者)等 ※「高性能林業機械(安全指導・後期)研修」の受講予定者に限る。	5	7	6		1
高性能林業機械 (安全指導・後期) (中止)	林業における労働災害を減少させ、安全かつ効率的な高性能林業機械作業を推進するため、労働安全衛生規則(昭和47年労働省令第32号)に基づき特別教育を必要とする車両系木材伐出機械等に関する知識及び理論を習得させ、地域において、的確な安全指導ができる者を育成する。	車両系木材伐出機械等の運転の業務に係る安全衛生特別教育(学科) 車両系木材伐出機械等の法整備の背景・経緯 車両系木材伐出機械等作業の普及と安全推進について	地方公共団体職員(業務担当経験年数がおおむね3年以上であって、車両系木材伐出機械等の特別教育の講師等になり得る者)、林業大学校指導者及び森林管理局・署等職員(森林官・係長級以上の者)等 ※「高性能林業機械(安全指導・前期)研修」の修了者に限る。					
高性能林業機械 作業システム (生産性)	安全かつ効率的な高性能林業機械作業システムの定着を図るため、スイングヤードを用いた集材作業の実践及びデータ収集・生産性算出を通して、効果的で効率的な高性能林業機械作業システムの選択に必要な基礎知識を習得し、生産性向上に向けた指導ができる者を育成する。	生産性の把握に関する基礎知識 生産性の把握、算出、評価	地方公共団体職員、森林管理局・署等職員(森林官、係長級の職員)等	5	5	4	1	
森林作業道 (基礎技術) (中止)	丈夫で簡易な、壊れにくい森林作業道の整備を促進するため、車両系建設機械(整地・運搬・積込み用及び掘削用)の運転技能講習を実施した上で、作設に当たっての基礎的な知識及び技術を習得させ、現場作設者への的確な普及指導ができる者を育成する。	車両系建設機械(整地・運搬・積込み用及び掘削用)運転技能講習(学科・実技修了試験含む) 森林作業道の作設に必要な基礎的な知識及び技術 森林作業道に関する試験研究成果	地方公共団体職員(初任者レベルの者。「車両系建設機械(整地・運搬・積込み用及び掘削用)運転技能講習」修了者を除く。)					



研修の名称	研修の必要性	主な内容	対象者	日数	受講者数	所属別受講者数		
						都道府県等	学校関係	国有林
森林作業道 (作設技術)	丈夫で簡易な、壊れにくい森林作業道の整備を促進するため、車両系建設機械（ドラグショベル）による森林作業道の作設をはじめ、地形・地質等に応じた森林作業道作設に必要な実践的技術を習得させ、現場作設者への確かな技術指導ができる者を育成する。	森林作業道の作設に必要な知識及び技術 森林作業道の作設指導に必要なポイント 森林作業道の作設箇所の検討・検証	地方公共団体職員（「車両系建設機械（整地・運搬・積込み用及び掘削用）技能講習」修了者相当レベル）、森林管理局・署等職員（森林官級以上の者）等	5	8	5	2	1
森林作業道（改修技術）（中止）	路網を活用した2巡目以降の搬出間伐の実施に当たり、森林作業道の継続的な利用を推進するため、高性能林業機械作業システムを踏まえた既設森林作業道の線形変更等、森林作業道改修の技術を習得させ、現場作設者への確かな普及指導ができる者を育成する。	森林作業道の改修事例と改修ポイント 森林作業道の改修方法の検討 森林作業道の改修実践 改修箇所の評価	地方公共団体職員（業務担当経験3年以上の者で「車両系建設機械（整地・運搬・積込み用及び掘削用）運転技能講習」修了者）、森林管理局・署等職員（森林官、係長級以上の者）、民間事業者職員等					
集材架線 (中止)	安全かつ効率的な林業架線作業を推進するため、索張りの実践を通じた安全な架設、撤去の作業手順、集材機の運転操作及び架線設計に関する知識及び技術を習得させ、架線技術の普及指導・監督ができる者を育成する。	機械集材装置の運転の業務に係る安全衛生特別教育 エンドレスタイラー式の架設・撤去作業の実践 ワイヤロープの取扱い 集材架線の設計	地方公共団体職員、森林管理局・署等職員（森林官、係長級以上の者）、森林総合監理士、林業大学校指導者等					
林業機械体験	森林・林業施策の動向等の知識を付与するとともにチェーンソーや高性能林業機械の操作体験を通じて、森林施策と林業機械に対する理解を醸成する。	チェーンソーの体験学習 高性能林業機械の体験学習 林野庁行政の役割と林業技術者への期待	大学生（林業関係学会会員）等	3	10		10	
計		18 コース		56	84	49	21	14

## ◆ 協議会規約

### 林業機械化推進研修・研究協議会規約

(名称)

第一条 本会は、「林業機械化推進研修・研究協議会」（以下「協議会」という。）と称する。

(組織)

第二条 協議会は、関東森林管理局（利根沼田森林管理署及び群馬森林管理署）、国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所（林業工学研究領域）及び森林技術総合研修所（林業機械化センター）をもって組織する。

(目的)

第三条 協議会は、林業機械化研究・普及推進共同事業の円滑な推進に寄与することを目的とする。

(協議内容)

第四条 協議会は、その目的を達成するため、次の事業を行う。

- 一 技術及び情報の交換
- 二 実習林を活用した試験・研究
- 三 試験・研究成果の研修利活用
- 四 研究発表会等への積極的参加

(各組織の役割)

第五条 関東森林管理局は、研修実習林、試験・研究フィールドの提供、基盤施設の整備等について協力し、試験・研究の成果を業務に利活用するものとする。

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所は、研修実習林において試験・研究を行い、会報の編集・発行等を通して、その成果を情報提供するものとする。

森林技術総合研修所（林業機械化センター）は、機械化研修業務を通じて、試験・研究に協力し、その成果を広く機械化研修に利活用するものとする。

(事務局)

第六条 協議会の事務局は、森林技術総合研修所技術研修課に置き、協議会に係る事務等を行うものとする。

(役員)

第七条 協議会に次の役員を置く。

会 長 森林技術総合研修所長

委 員 関東森林管理局森林整備部長

利根沼田森林管理署長

群馬森林管理署長

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所研究管理科長

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林業工学研究領域長

森林技術総合研修所首席教務指導官

森林技術総合研修所技術研修課長

森林技術総合研修所林業機械化センター所長

2 第1項の役員を構成員とする役員会を置き、協議会の意思決定機関とする。

(役員会開催)

第八条 役員会は年二回程度開催する。

役員会は、事務局が招集するものとする。但し、各委員の求めがあった場合、必要に応じて臨時会議を開催できるものとする。

(実務者会議)

第九条 協議会に実務者会議を置くことができる。

2 実務者会議は、活動方針案、協議会に係る課題の解決案等を検討し、役員会に提案する。

附 則 この規約は、平成17年4月1日から施行する。

附 則 第二条、第五条及び第七条の改正規定は、平成19年4月1日から施行する。

附 則 第六条の改正規定は、平成21年4月1日から施行する。

附 則 第五条から第九条の改正規定は、平成23年5月16日から施行する。

附 則 第二条、第五条及び第七条の改正規定は、平成29年4月1日から施行する。

附 則 第五条の改正規定は、平成31年4月1日から施行する。

林業機械化推進研修・研究協議会会報 第16号

2021年8月31日 印刷

2021年8月31日 発行

編集

森林総合研究所 林業工学研究領域内

〒305-8687 つくば市松の里1

TEL 029-829-8289 FAX 029-874-3720

林業機械化推進研修・研究協議会事務局

森林技術総合研修所 技術研修課内

〒193-8570 八王子市廿里町1833-94

TEL 042-661-3565 FAX 042-661-7314

発行

森林総合研究所 林業工学研究領域内

〒305-8687 つくば市松の里1

TEL 029-829-8289 FAX 029-874-3720

問い合わせ先

林業機械化推進研修・研究協議会事務局

森林技術総合研修所 技術研修課内

〒193-8570 八王子市廿里町1833-94

TEL 042-661-3565 FAX 042-661-7314