

○**背景**：作業道は、設計から施工、報告書や管理に至るまで手順や方法は従来と変化がないアナログ情報で、多大な熟練を要す

○**技術革新：デジタル技術の急速な進歩と自動化の進展**

①**航空レーザーデータ**の整備と普及など、急速な勢いで**森林のデジタル情報**が整備

②**レーザーや画像処理による点群技術**が安価に提供

③**建設ICT**が急速に普及し、マシンガイダンス装置も安価、かつ急速に普及

○**ニーズ：素材生産現場の安全性と生産性向上・路網整備の拡大**

①オペレータの技能レベルによらず**安全な作業と品質**を確保

②情報をアナログからデジタルに置き換えて、**客観性**やデータの**副次利用**の拡大

○**本事業の目的**

①施工時の安全性を向上、簡易かつ高精度な**作業道施工のガイダンスシステムの実証**

②工程毎のデータがシームレスにやり取りでき、**効率的な業務を可能にする統合ソフトウェアの実証**

現状

現地捜査  
図面検討・コンパス測量  
(アナログ情報：野帳と鉛筆)

経験と熟練  
(目印テープ頼み)

コンパスやポールで測量  
(アナログ情報：野帳と鉛筆)

路線計画

作業道施工

出来形測量・作図

実証するシステム

デジタルデータでシームレスに統合されたソフトウェア

地上レーザーデータ

3D GIS  
3D 路線設計  
(FRDなど)

3D スキャナ  
3D 点群

マシンガイダンス

動画撮影  
歩くだけ

作図自動化

信頼性向上・熟練不要・測量技術不要・安全施工  
情報の再利用・労働生産性20%向上

将来



- ・5Gで非乗車・無災害
- ・AR(拡張現実)で遠隔操作・施業無人化  
複数オペレータで長時間施業
- ・DXで知見を集約
- ・デジタルツインと森林情報アーカイブ



## 1. 基本方針

- ・ H30～R2までの「生産性革命に向けた革新的技術開発事業：作業道の情報化施工に関する実証研究（代表研究機関：森林総合研究所殿）の成果を基に開発する
- ・ ガイダンスシステムは、低価格な普及モデルを製作する。開発した4種のモードのうち、主体である掘削ガイダンス機能と締固め判定のうち沈下量計測を搭載する。路面支持力と振動加速度は、ハードウェアの開発が必要なため次年度以降の課題とする
- ・ ハードウェアは安価で実績のある市販品を用いて開発コストと販売価格を低減する
- ・ 施工前に地上レーザー測量を実施し、点群による森林計測の新たな手法を確立する

## 2. 実運用上の弱点を解消

- ・ 重機オペレータだけで完結でき、ミスを許容できる仕組みを作る
- ・ 特に「重機位置の把握（TS据替時のプリズム設置）」は、現状煩雑かつ慎重を要し、手順を間違えると時間と人手を要する。そのため新たに考案した2種類の手法を搭載する。
- ・ 必要な情報のみを表示し、操作が簡便なソフトウェアに改修する
- ・ 重機オペレータが現場合わせて施工した場合でも、路線の再計算が可能なソフトウェアとする



## 3. 高いコストパフォーマンスと安心できるメンテナンス体制を構築する

- ・ 市販のハードウェアを用い、すでに確立されているメンテナンス網を使う
- ・ ソフトウェアは容易に更新できる仕組みを作る
- ・ 通信可能なエリアの場合は、リモートメンテナンスを行う
- ・ 重機の操作を記録し、リバーエンジニアリングによる改善や操作傾向の把握する（将来）

## 4. 普及へのマイルストーン・拡張性の検討

- ・ 久万広域森林組合殿の施工現場での実証
- ・ 路線設計ソフトウェアは複数のユーザーからデータや知見を収集する
- ・ 「重機位置の把握」にSLAM技術を検討（R3年度は簡易な調査のみ）
- ・ 多視点画像による出来形測量の調査を行う（可能な範囲で）



# 先進的林業機械緊急実証・普及事業

## 【作業道情報化施工の現場実装】



### 1. ガイダンスハードウェアの構成

- ・昨年度までの「作業道の情報化施工に関する実証研究」と基本構成は同じ
- ・変更点はガイダンス装置、土木用で市販の二次元ガイダンス装置（アイ・ディグ）を持ちいTSとソフトウェアで三次元化を行う
- ・アイ・ディグの特徴
  - ✓ 複数台への載せかえ可能
  - ✓ 無線通信（ケーブルレス）
  - ✓ ソーラー電源
  - ✓ 簡単キャリブレーション
  - ✓ 安価で実績も豊富
  - ✓ 2軸補正、車両の傾きを自動補正（±40°）
- ・モニタは視界を遮ると指摘で小型かつ縦置きに（Surface 12.3インチ⇒Panasonic 10.1インチ）
- ・Andorid端末は大画面の新モデルに載せ替え

### 【制御とデータの流れ】



### 2. 地形等のデータに関して

- ・路線検討は航空レーザーによる地形データを用いる（公共座標）
- ・3D設計データは、地上レーザー測量で得たデータを使用（任意座標でも対応可能）
- ・設計データ（航空レーザー）と施工基準点（GNSS測量）のすり合わせが煩雑
- ・各社の地上レーザー機器の検証



# 連携する取組みとロードマップ

R 2 年度

R 3 年度

R 4 年度

R 5 年度

R 6 年度以降

研究開発ステージ

マシンガイダンスの  
実証

マシンガイダンスの市  
販を開始・2次開発

精密測位技術の完成  
自動化の進展

他の研究成果を  
導入と展開

H30～R2「生産性革命に向けた革新的技術開発事業」作業道の情報化施工に関する実証研究



1. 情報化施工のための高次元森林情報データベースの利用技術の開発
2. マシンガイダンス装置の開発
3. 作業道の情報化施工システムの開発
4. 作業道の情報化施工システムの検証と評価

R2「ICTを活用した施工の確立に向けた調査事業」(対象は林道で当社は下請で従事)



研究成果の活用

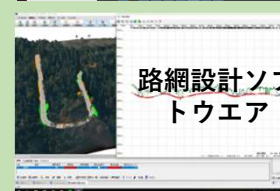
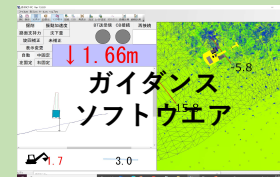
調査の活用

●マシンガイダンスの改良

- ・GNSSを使わない林内の精密測位
- ・市販のセンサーを採用(低価格化)
- ・既設重機への後付



●ソフトウェア改良



●統合されたソフトウェアの開発



全工程の統合・業務の役割分担と最適化

●作業道の情報化施工システムの確立



●労働災害の撲滅



●2次開発：SLAM技術の導入

測量機(TS)を用いず自己位置を特定。リアルタイムに周辺形状を取得

●林道、林業専用道へ利用拡大

3D点群と重機精密測位の活用

●SLAM技術の実装



・安全性向上

重機周りの状況を把握、人の近接やバックホー後部が路肩への衝突する等を防止

●森林内の精密測位技術の完成

- ・GNSSも測量機も無く重機の正確な位置をリアルタイムに取得
- ・出来形計測が不要に(施工時に完了)

▲多研究より無人フォワーダ、5G技術、重機の無人化技術

●情報化施工の拡大、無人化や遠隔操作  
フォワーダ無人走行



- ・ハーベスタで伐倒造材に流用、点群ARと5Gで非乗車でさらに安全施工



普及活動

- ・技術を公開し、広くハード・ソフトウェアメーカーの参入を図る
- ・支援業者(測量業や建設コンサルタント業)の参入を図る

知見の集積とDX

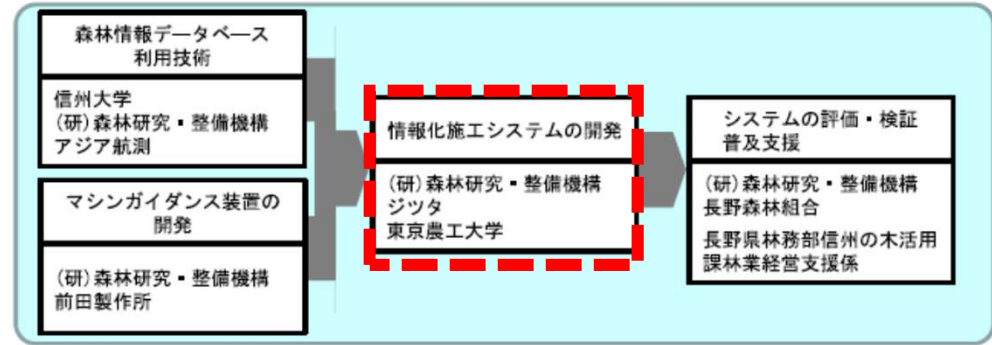
- ・ソフトウェアと森林DBの統合を行い、デジタル情報を集積し、業務変革を継続する



作業道の情報化施工に関する実証研究  
 情報化施工によって作業道作設にかかる労働生産性を向上する。

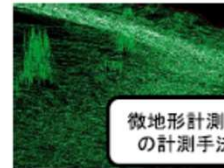
同種事業の経験・実績等（その1）

- ・事業の名称  
 作業道の情報化施工に関する実証研究
- ・実施年度  
 平成30年～令和2年
- ・研究代表者  
 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所



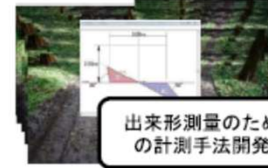
1. 情報化施工のための高次元森林情報データベースの利用技術の開発

(1) 地上レーザ計測による森林情報利用技術の開発



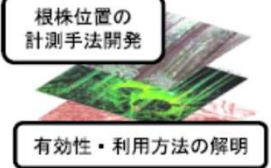
微地形計測のための計測手法開発

(2) 多視点画像による森林情報利用技術の開発



出来形測量のための計測手法開発

(3) 森林情報データベース利用技術の開発



根株位置の計測手法開発

有効性・利用方法の解明

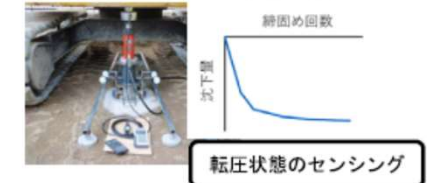
2. マシンガイダンス装置の開発

(1) 掘削用マシンガイダンス装置の開発



バケット先端の高精度取得

(2) 転圧用マシンガイダンス装置の開発



転圧状態のセンシング

3. 作業道の情報化施工システムの開発

(1) 効果的なガイダンス手法の開発



オペレータからのガイダンス手法提案

機械からのガイダンス手法提案

(2) 情報化施工のためのソフトウェアの開発



森林内での機械位置計測

専用ソフトウェア

4. 情報化施工のための高次元森林情報データベースの利用技術の開発

(1) 作業道作設過程調査

既存システムによる作設生産性

(2) システムの評価・検証

開発システムによる作設生産性

(3) 普及支援業務

現地検討会

# 同種事業の経験・実績等（その2）令和2年：株式会社森林テクニクス殿

## ICTを活用した施工の確立に向けた調査(新規)

- 建設現場の生産性の向上や労働環境の改善を図るため、ICTを活用した施工技術が進展。
- 一方、森林土木事業においては、山間部かつ狭隘地であるなど条件が厳しく、ICTの活用が進展していない状況。
- このため、森林土木分野におけるICTを活用した施工を実証的に実施・検証し、施工に必要な要領等の策定等を行い、ICTを活用した施工の普及を促進。

### 背景

#### □ 森林土木事業における従来の測量及び設計、施工

・森林土木分野では、山間部かつ狭隘地であり、地形が複雑で傾斜が急、電波環境が悪いなど、条件が厳しいことから、一般の土木分野において活用されているICT施工技術の導入が進んでいない。

・建設業従事者数の減少や高齢化が進行している中、生産性の向上や労働環境の改善を図る必要。



急傾斜地での測量



施工の目印となる丁張りの設置

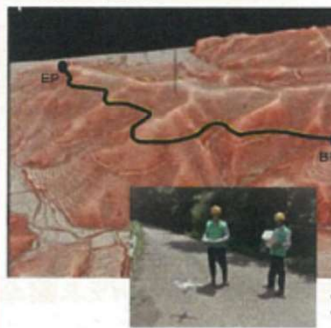
### 対応方向

#### □ ICTを活用した測量及び設計、施工

- ・ICTを活用した測量及び設計、施工を林道の現場で実証的に行い、山間部かつ狭隘地でのICT施工における課題の抽出及び対応策を検討
- ・上記の対応策を踏まえ、ICTを活用した施工を行う際の出来形管理要領等の策定・周知
- ・ICT施工の普及のための施工事例集の作成、現地検討会の開催

### 森林土木事業におけるICT施工を本格的に導入

#### ○ 測量・設計



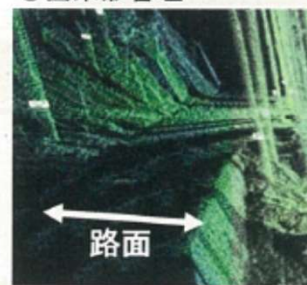
レーザ計測等を活用した3次元測量・設計

#### ○ ICT施工



ICT建設機械による施工

#### ○ 出来形管理



3次元測量を活用した出来形管理