

I C Tを活用した多目的造林機械による 地拵え・植栽・下刈り工程の無人化 ～植栽デザインによる造林地づくり～

農林業産学公連携プラットフォーム・デジタル部会
令和5年7月20日（木）

山口県農林総合技術センター
農林業技術部林業技術研究室 川元 裕

共同研究の概要

共同事業体



山口県農林
総合技術センター

ドローン空撮



(株)筑水キャニコム
(福岡県)

多目的造林機械



(株)NTTドコモ
(東京都)

スマートグラス



(株)コア中四国
カンパニー
(広島県)

GNSS測量

植栽デザインの作成

実証試験

【R4年度】
地拵え・植え穴掘
りの機械化・ICT
活用

【R5年度】
下刈りの機械化・
ICT活用

【R6年度】
下刈りの自動化・
無人化

➤ 取組の背景

- 山口県の木材生産の現場では、伐出工程の一部で機械化が進んでいるが、造林・下刈り及び伐木工程を未だに人力に頼っており、林業の3K（危険・きつい・高コスト）、新規就業の敬遠・短期離職の一因。
- 今後の林業労働力確保のため、人力作業の機械化により、林業生産現場の労働強度の軽減、労働災害の発生防止及び作業の効率化を図る必要。
- 山口県農林総合技術センターでは、本年度から自動化・無人化技術を活用した林業技術体系を構築することを目的とした研究課題を立ち上げ。
- この度の取り組みは、その一環として、(株)筑水キャニコムが開発した多目的造林機械の地拵え・造林・下刈り工程における効率的な運用方法の確立を目的として実施。

➤ 取組の経緯


①多目的造林機械

- 下刈り機械化の核となる多目的造林機械（商品名：山もっとモット）は、アタッチメントの取り換えにより、根株・枝条処理、苗木運搬、植え穴掘り、下刈り等1台で多工程を処理できる機械として開発。



多目的造林機械利用の課題

～林地走行の障害物の処理・回避～

障害物	対応策	機械の対応
根株（伐根）	粉碎	機能装備済み
倒木・枝条	粉碎	//
	前生樹伐採時に除去	造材機械等で整理
露岩		
植栽木	回避	
残存木		

② 植栽デザイン

- 多目的造林機械の現場普及を進めるためには、機械が効率的に林地を走行することを前提とした造林地づくり（⇒「植栽デザイン」）から始めることが必要だという考えに至りました。
- 主伐施工地において試験区を設定し、令和4年9月から令和5年6月にかけて、根株処理、植栽及び下刈りを効率的に行う方法を実証するための試験を実施しました。
- この間、植栽デザインの作成について試行錯誤を重ね、バージョンアップしていきました。

➤ 取組の手順

植栽デザインを実行するまでの手順

作業実施
【山もつとモット】

キャニコム

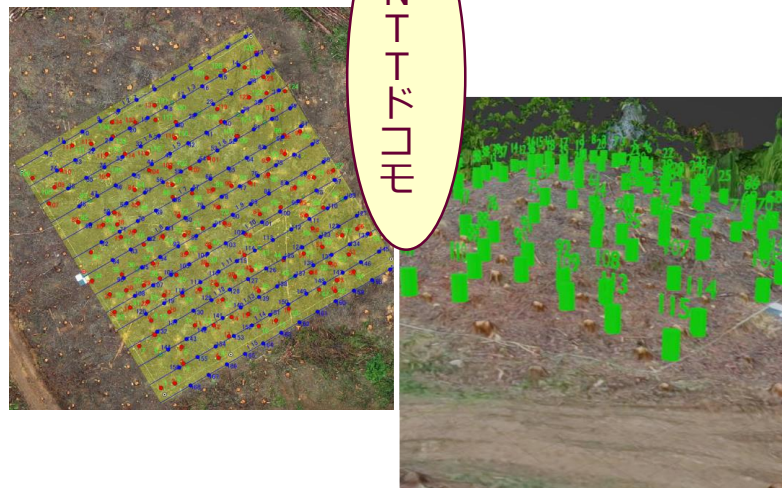


スマートグラス表示

【Hololens 2・AR匠】

NTTドコモ

植栽デザイン（仮称）
描画 【OGIS】



【GNSS測量】

コア

施業区域・障害物等の位置情報取得

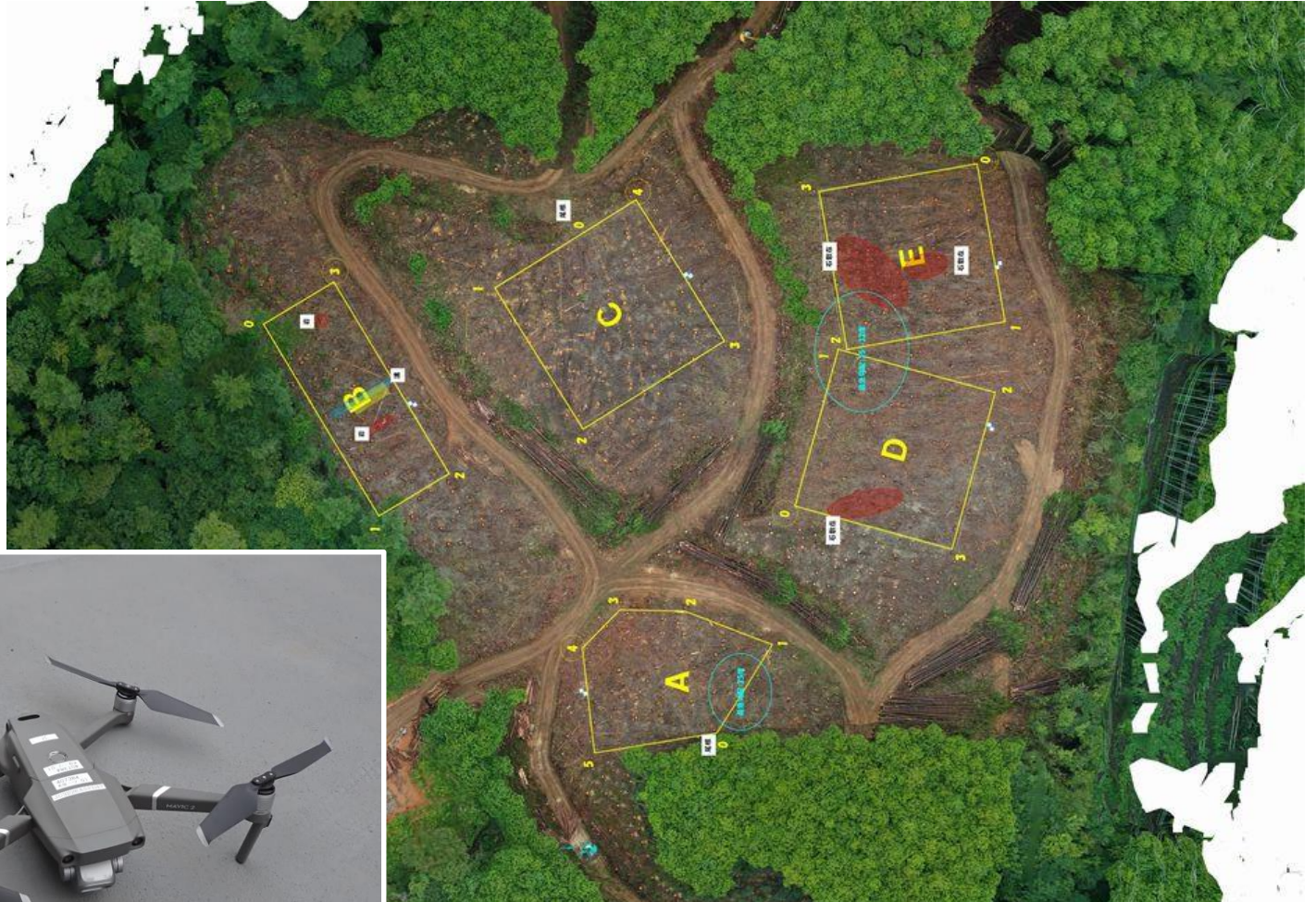
現地オルソ画像作成

【ドローン空撮】

山口県



ドローン空撮とオルソ画像



DJI社製MAVIC2と現地オルソ画像

GNSS測量 (CLAS測位)



受信機

データは随時
タブレットに
自動記録

植栽デザインの作成

- ◆ 植栽間隔をha当たり**植栽本数**と**機械の刈幅**等からミリ単位で決定し，機械で**処理する根株**と植栽列を決定。
- ◆ 根株は機械の走行ルート上にかかるもののみを処理。
- ◆ 下刈り等の機械操作を容易にし、かつ誰でも描画できることを意図して、基本的には**直線的**とすること。



スマートグラス

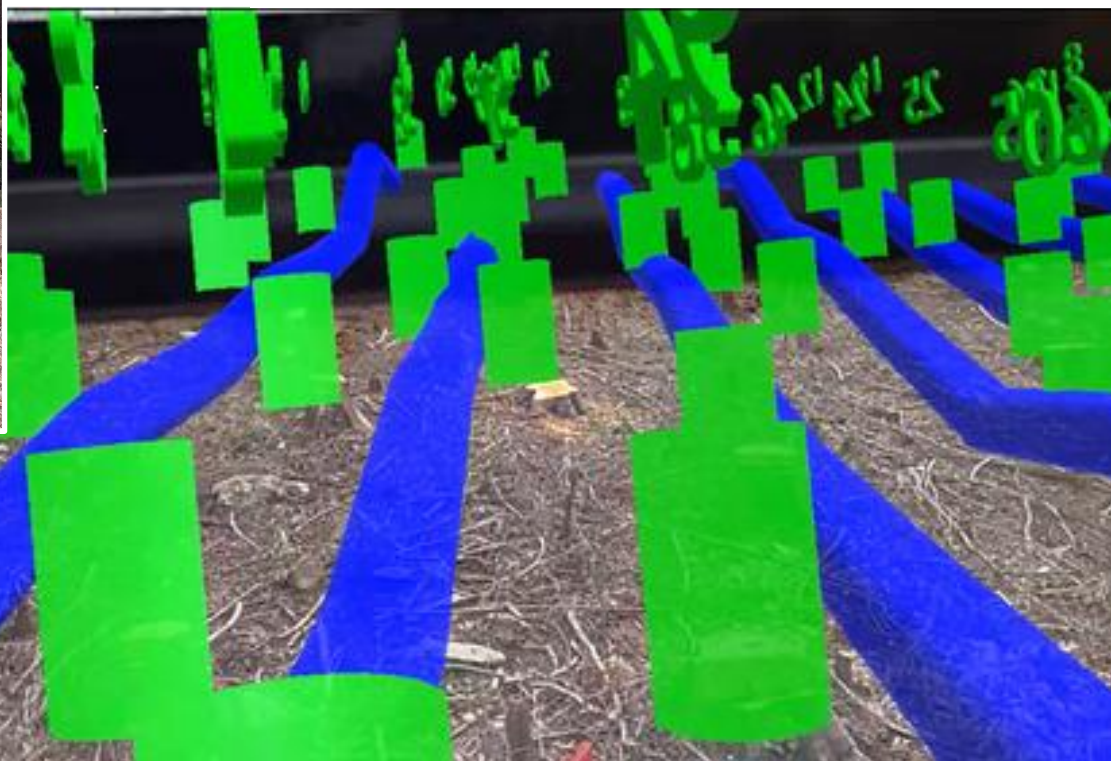
Microsoft社製
HoloLens2



多目的造林機械による根株処理

✓オペレータ（スマートグラス装着）

↓スマートグラスの視界



青：植栽列
緑：根株

下刈り（障害物回避）の実証

✓オペレータ（スマートグラス装着）



↑ラジコン式
草刈り機

↓スマートグラスの視界



青：植栽木
緑：走行ルート
橙：〃

➤ 結果まとめ

- ◆作業効率の向上及びオペの作業負担の軽減に、植栽デザインとスマートグラスの組み合わせについて一定の有効性が認められた。
- ◆スマートグラスの装着はオペに負担。モニター画面と遠隔操作に植栽デザインを被せるというのが今後の方向。
- ◆植栽デザインはミリ単位で作成したが、有人操作や遠隔操作の場合、現場でオペは細かい機械操作はできないので、ミリ単位での植栽デザインは過剰。（10センチ単位で十分。）

➤ 判明した問題点

- ◆ ドローン空撮の問題点
- ◆ GNSS測量の問題点
- ◆ 植栽デザイン作成の問題点
- ◆ 使用したスマートグラスの問題点

1 ドローン空撮の問題点

- ◆GNSS測量成果とオルソ画像の位置が厳密には一致しない。
- ◆原因としては、オルソ画像の精度の低さ、オルソ画像作成時のゆがみ、GNSS測定の誤差等が考えられる。
- ◆植栽デザインは理論上ミリメートル単位で作成するため、検証が必要。

⇒RTKの利用などによるオルソ画像の精度向上

2 GNSS測量の問題点

◆ 実用化を見据えたとき、測位数が増えるほど現実的でなくなる。

⇒GNSS測量は要所のみを使用し、根株や植栽木の位置情報は高精度なオルソ画像からのAI判定を目指す。

◆ CLAS測位の精度は高い（数センチメートル）とされるが、明らかに現場と一致しない場所があった。（例：R4年8月に測量した根株位置とR5年5月に測量した植栽木の位置関係が現場と合わなかった。）

⇒過信は禁物。

◆ X Y 方向に比べ、Z 方向は精度が下がる。

⇒可能であればRTK測位の検討。

3 植栽デザイン作成の問題点①

- ◆ QGISは多機能で便利なソフトだが、それ故に描画のための操作の習得には一定の時間が必要となる。
- ◆ 日常の森林施業現場は、地形や形状が複雑で、平行な直線群で植栽デザインを作成することができない場合も多いことが予想される。

⇒植栽デザインの描画を容易にするため、植栽列及び植栽点を計算するアルゴリズムの検討。

3 植栽デザイン作成の問題点②

◆ 機械との接触を避けるために、バッファゾーンとして植栽木から半径0.3mを設定したが、現場目線ではギリギリであった。

⇒0.4~0.5mは必要だと感じた。

◆ 機械の旋回部とするため、無植栽ゾーンとして幅2.8mを確保したが、現場目線ではギリギリであった。

⇒旋回による過度な表土かく乱を抑制するためには、3~5mは必要と感じたが、現実的な幅については、造林補助事業の採択も見据え、もう少し検討・検証が必要。

4 使用したスマートグラスの問題点

- ◆使用中に画像がズレやすい。特にオペレータのクイックな動きについていけない。斜面で対象物位置情報（主として上下方向）が大きくズレたので、GNSS測定の誤差（Z方向）の影響も考えられる。
- ◆雨や高温に弱いなど屋外での使用にあまり適していない。
- ◆リアルタイムに現地情報の変化を反映することができない。

ご清聴

ありがとうございました