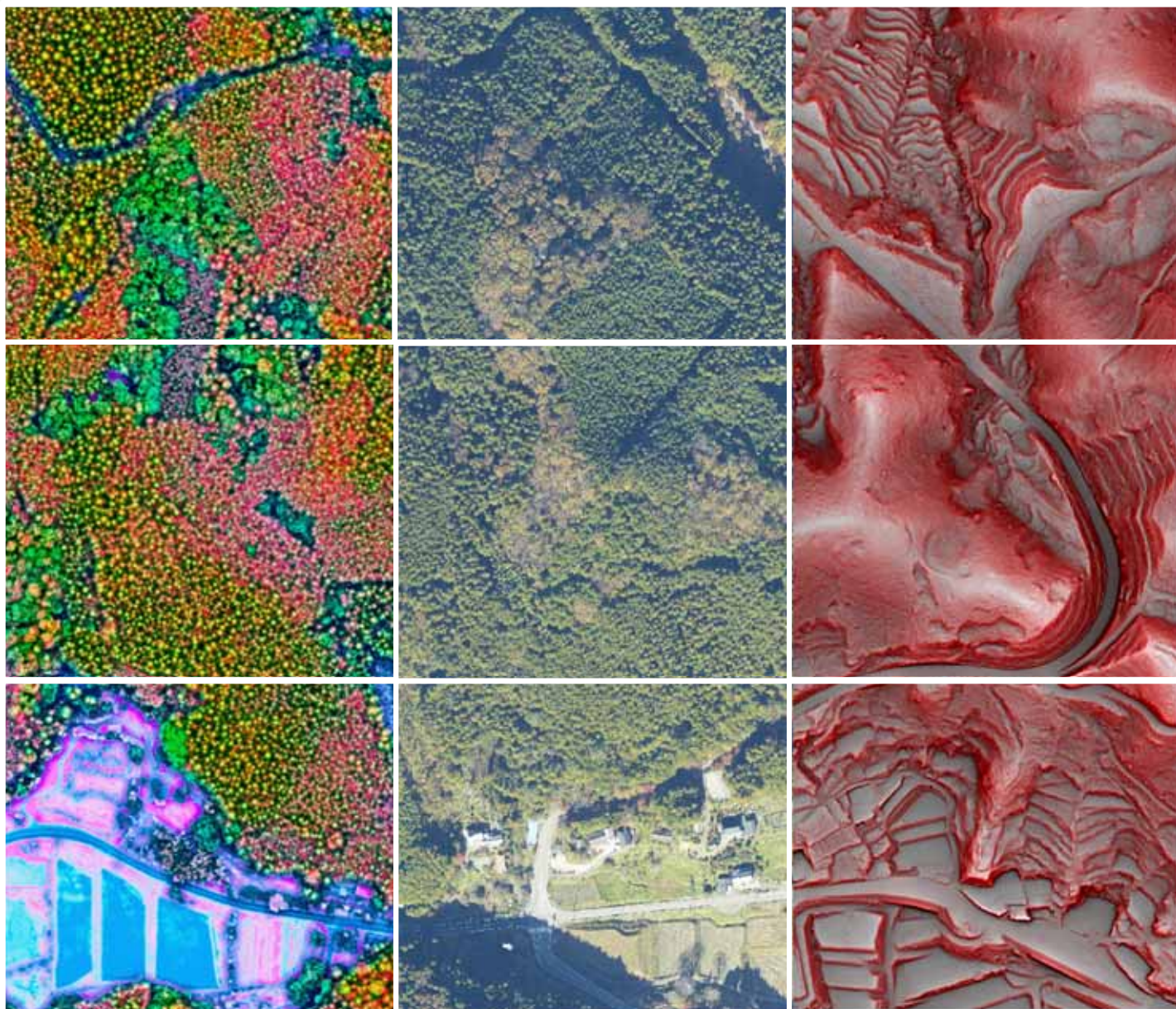


あいちのスマート林業 実践モデル



令和3年3月



もくじ

1. はじめに p. 1
2. スマート林業で何ができるか？ p. 2
3. モデル計画 東栄地区の事例 p. 4
 < Topics ① スマート林業の現場実装の具体イメージ～将来ビジョン～>
4. モデル計画 豊田地区の事例 p.12
 < Topics ② 路網設計支援ソフトの導入>
5. モデル計画 新城地区の事例 p.20
 < Topics ③ 緩傾斜地で効率的な作業システム
 ～ホイール式フォワーダの導入～>
6. 実証調査の結果 ホイール式フォワーダの取組 p.28
 < Topics ④ 現地研修会の開催>
7. 未来の森づくり p.38
8. 参考資料、問い合わせ窓口 p.40

1. はじめに

■スマート林業とは

近年、製造業やサービス業を始め、あらゆる業種においてICT（Information and Communication Technology（情報通信技術））の導入が行われ、生産、流通面で更なる効率化・省力化が進められている。

こうした情勢のもと、人口減少や少子高齢化が一層進む見通しがある中で、林業においても低い労働生産性や高い労働災害発生率といった特有の課題に対処していく必要がある。そのため、地理空間情報やICT等の最先端技術を導入し、従前のシステムでは成し得なかった、高度な木材生産・流通・加工体制等への変革を可能にし、また高い生産性や安全性を実現するスマート林業の取り組みが求められている。

■「あいちのスマート林業」の実現を目指して

愛知県では、平成28年3月に『あいちICT戦略プラン2020』を策定し、本県の情報通信技術の総合指針を定めている。同戦略プランには、重点的に展開する施策の一つとして、農林水産業の競争力の強化を位置付けている。また、平成31年3月には、スマート林業の導入に向け、航空レーザ計測で把握する高度な森林資源情報等を生かし、森林情報整備、木材生産流通体制、間伐事業地の選定、林内路網の設計・整備、治山事業における防災対策の5つの項目について本県が目指す5年後、10年後の目標と取組をとりまとめた『あいちのICT林業活性化構想』を作成した。

令和元年度以降はこの構想に基づき「あいちのスマート林業」の実現を目指し、現場での実証を進めている。具体的には、森林資源情報、地形情報を活用する路網設計支援ソフトを開発し路網設計の効率化を図るとともに、木材生産現場の生産工程管理システム・日報アプリの開発や木材需給マッチングシステムの開発により経営採算性の向上に取り組んでいる。

一方で、こうした先進技術の導入には投資や人的資源等の経営体力が必要であるため、現状では、取り組むことができる事業者は限られており、スマート林業を普及するにはより実践的かつ具体的な事例を示し、その効果について検証する必要がある。

■本モデルの目的

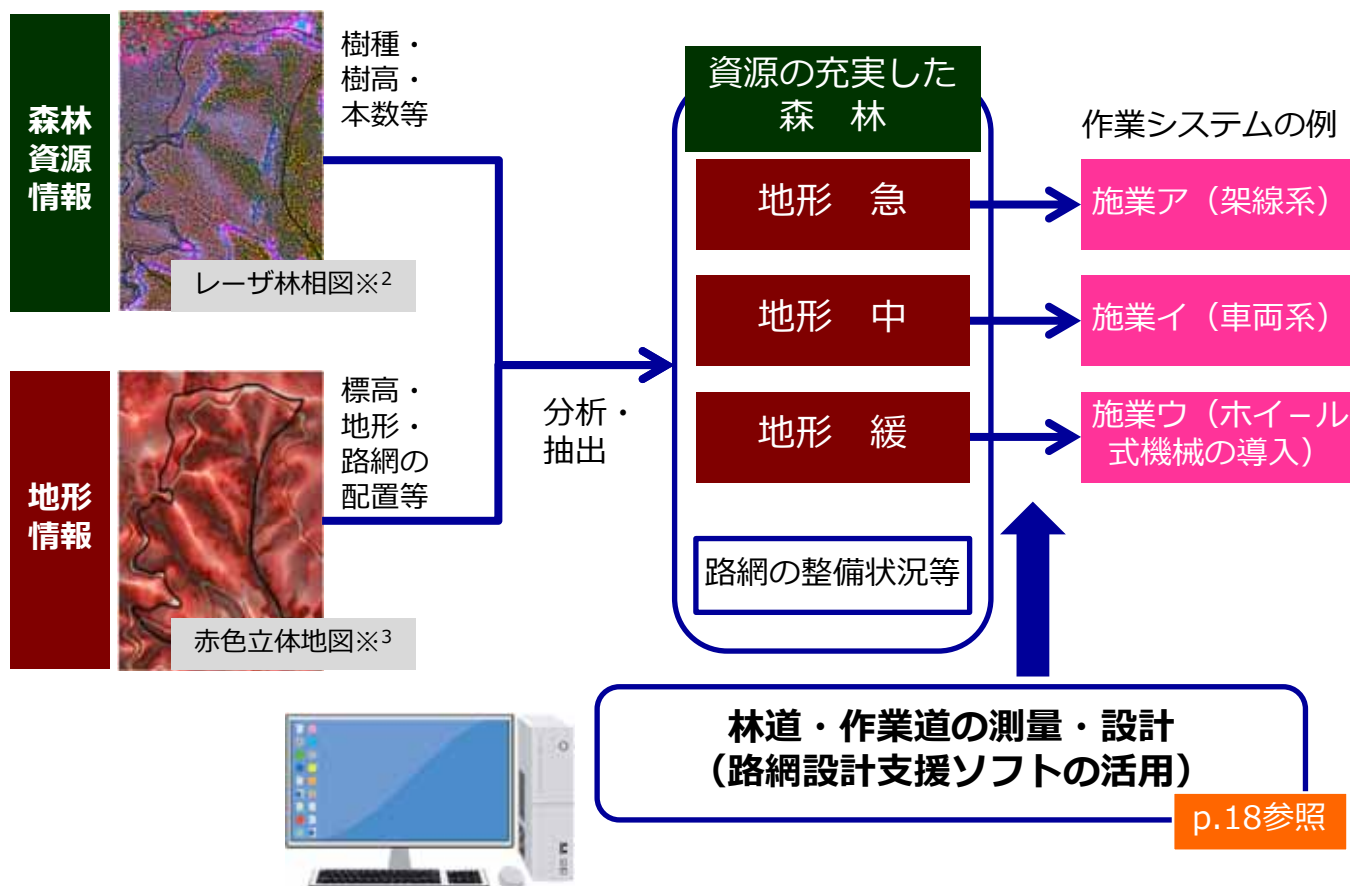
このような中で、本誌では航空レーザ計測データを活用して木材生産に適した森林を抽出し、合理的な作業システムを検討するとともに、木材生産コスト削減のためのヒントを盛り込んだ森づくりのモデル事例を『あいちのスマート林業実践モデル』として掲げた。本誌が「あいちのスマート林業」の普及に役立ち、本県林業の発展の一助となることを期待したい。

あいちのスマート林業研究会

2. スマート林業で何ができるか？

1. 木材生産に適した森林の抽出と合理的な作業システムの提案

航空レーザ計測※¹データ



2. 木材生産コストの削減

- ・ 森林資源、地形の現地調査費削減
- ・ 作業手順の簡略化
- ・ 地形に応じた新たな作業システムの実証

右A参照

右B参照

右C参照

※¹ 航空レーザ計測：航空機からレーザを照射し、反射地表物体の3次元座標を計測する技術

※² レーザ林相図：レーザの反射強度等に基づき樹種ごとに着色した図

※³ 赤色立体地図：標高データを基に赤色の彩度、明度により立体感を表現した地図

A 森林調査、作業道測量・設計コスト削減

○森林調査

➡ 現地調査手間不要

航空レーザ計測データによる森林資源情報

樹種	面積[ha]	立木本数	平均樹高[m]	平均胸高直径[cm]	総材積 [m ³]	haあたり材積[m ³ /ha]
スギ	4.86	2,673	26.5	36.0	3,605.5	741.3
ヒノキ	2.89	2,507	21.6	26.4	1,612.6	558.5

●コスト比較（労務費7.7haあたり）

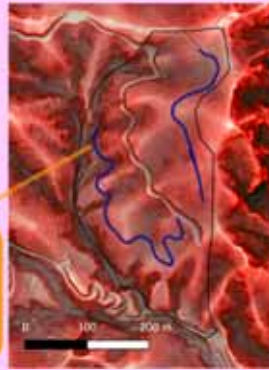
項目	従来	レーザデータ活用
森林調査		
現地調査	1.4 人工	0 人工
作業道測量・設計		
現地線形踏査	0.5 人工	0 人工
現地縦横断測量	1.5 人工	0 人工
机上事務作業	0.9 人工	0.5 人工
合計	4.3 人工	0.5 人工

従来：各種標準歩掛から試算

○作業道測量・設計

➡ 現地線形踏査および縦横断測量不要

路網設計支援ソフトにより、机上で作業道のシミュレーションと設計が可能



3.8人工の省力化

労務単価2万円とすると、**7.6万円**の低コスト化 (haあたり1万円)



B 木材の仕分け作業の省略によるコスト削減

○林業事業体の利用間伐事例（同一作業班）の比較

団地	所有者数	面積 (ha)	林齢 (年生)	立木密度 (本/ha)	平均傾斜 (°)	単位面積当たり搬出材積 (m ³ /ha)	搬出材積当たり労働投下日数 (人日/m ³)	労働生産性 (m ³ /人日)
A	12	9.4 (スギ3.2・ヒノキ6.2)	スギ 60 ヒノキ 50	980	29.5	97.7	0.22	4.59
B	1	7.1 (すべてヒノキ)	60	1,000	30.0	92.7	0.18	5.65

・所有者ごとの仕分けの不要なB団地の方が労働生産性が高く、労働投下日数が約0.04人日/m³少ない。

→ 仕分け作業の省略により、**約800円/m³のコスト削減効果** (※労務単価を2万円/日と仮定)



C 緩傾斜地における作業道作設を省略した施業によるコスト削減

p.28参照

○地形に応じた効果的な作業システムの選択

・緩傾斜地において作業道作設を省略し、ホイール式高性能林業機械を導入

3. モデル計画 東栄地区の事例

1. 地区概要

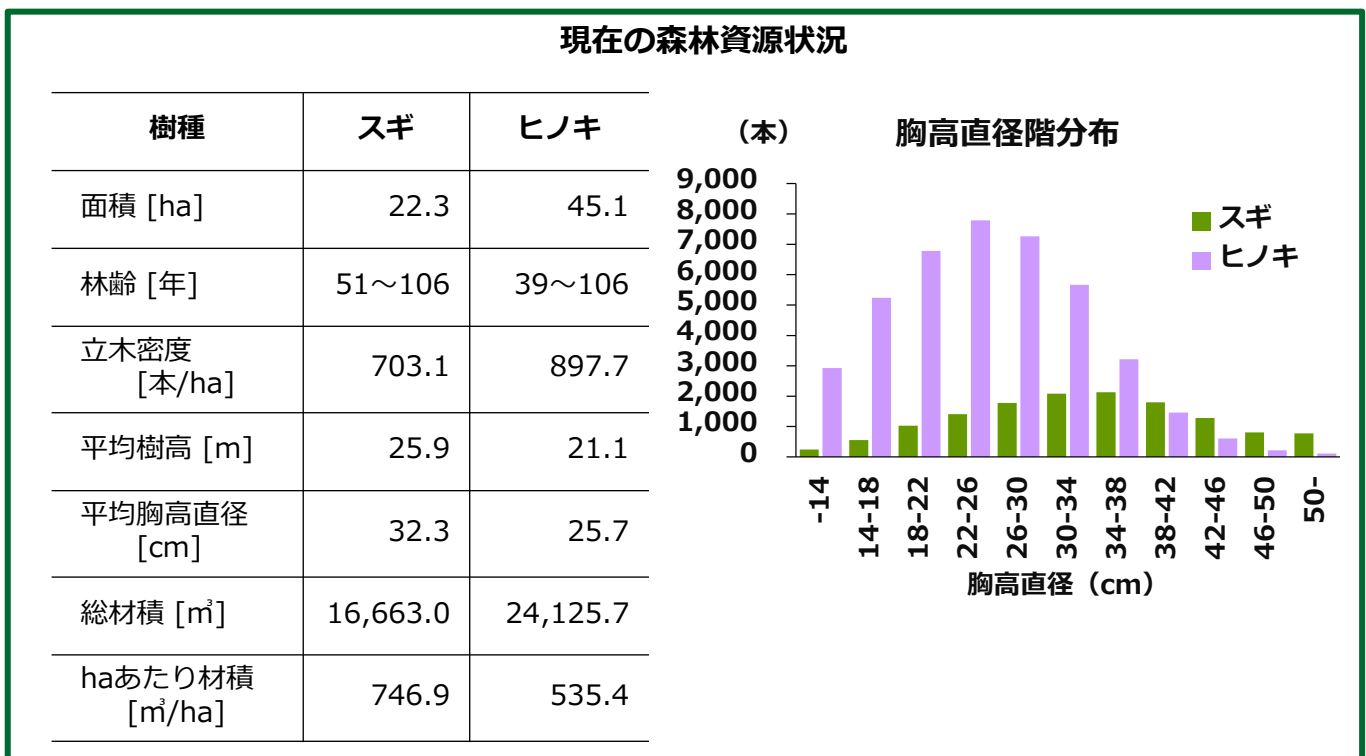
<地区の現況>

- 地区の面積は約70haで、傾斜30°以上の急傾斜地が多いが、地区中央を縦断する高規格作業道を基幹として、既設の作業道および狭小な搬出路が存在する。また、中間土場となる平場も存在する。

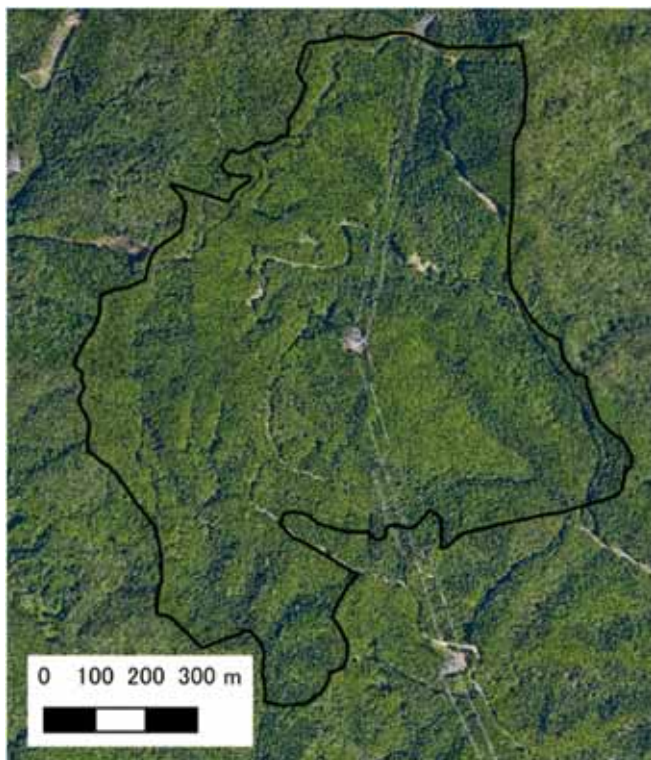
項目	現況
面積	約70ha
標高	約670~920m
既設路網密度 (狭小搬出路含む)	約190m/ha

<現在の森林資源状況（航空レーザ計測データによる推定）>

- 当地区の森林資源は、スギ・ヒノキの人工林であり、直近の間伐が平成13~26年度に実施されている。
- 木材生産に適した林分が多く、充実した資源量を有していることから（下図）、今後の木材生産を中心とした林業経営が期待される地区である。

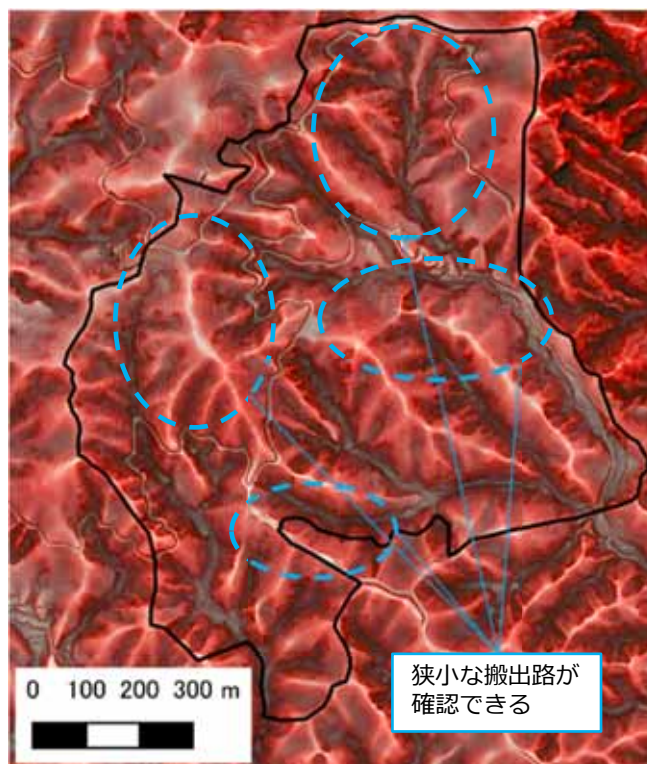


<地区の概況図>



航空写真

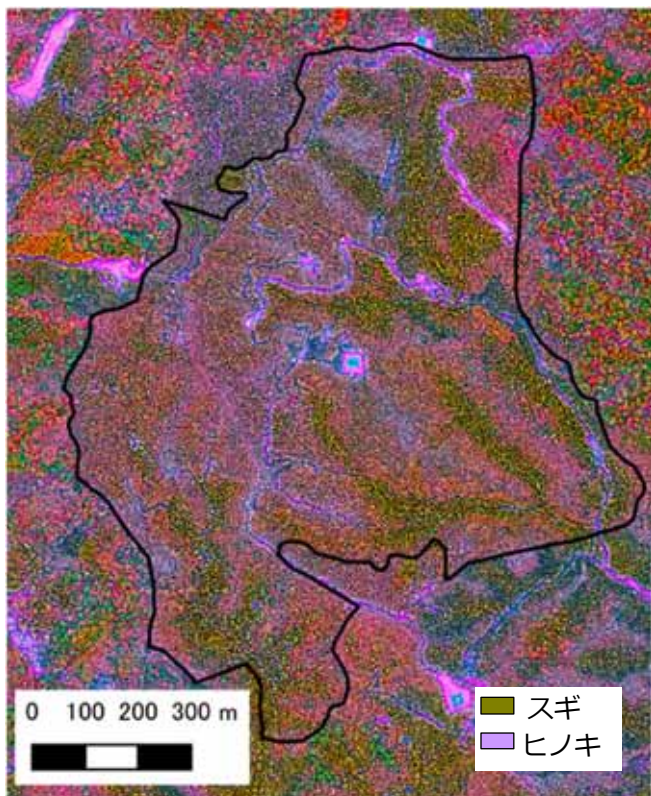
- ・ 地区全体において針葉樹が分布している。
- ・ 鉄塔および送電線が地区内を縦断している。



赤色立体地図

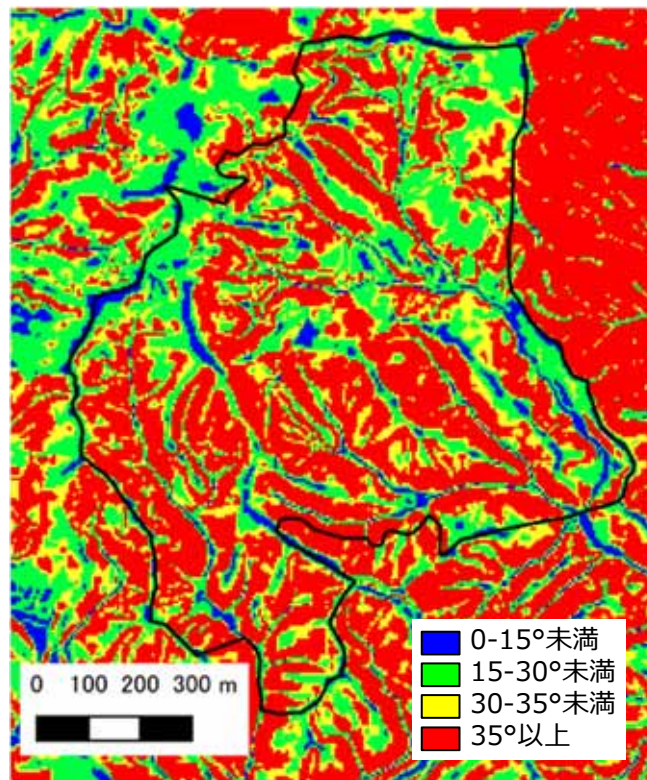
- ・ 基幹となる作業道とともに、狭小な搬出路が高密度に入っている。
- ・ 地区中央に中間土場となりうる平地が存在している。

狭小な搬出路が確認できる



レーザ林相図

- ・ 地区全体においてスギ・ヒノキが分布しており、赤色立体地図とあわせると、沢沿いにスギ、それ以外にはヒノキが分布している。



傾斜区分図

- ・ 地区全体として傾斜30°以上の急傾斜地が多い。各尾根から沢にかけて、急傾斜地となっている。

2. 中長期の森づくり計画 ～スマート林業の現場実装による木材生産～

<目指す森林像>

- 適切な施業が実施されており充実した森林資源を有する点、また既設高密度路網により作業道作設が低コストで行える利点を生かし、スマート林業（ICTによる資源管理およびICT施業）を取り入れた先進的な木材生産林を目指す。
- 将来的には、樹木1本ごとの資源情報を収集することにより、川中・川下から求められる材を適宜間伐、主伐により生産する。主伐地においては、短期収穫が期待されるエリートツリー※¹等を植栽し、短いサイクルでの資源の循環利用を図る。

<ICTの活用 ～ 当地区におけるスマート林業 将来ビジョン ～>

p.10～11参照

① リモートセンシング※²による森林資源・地形情報の 継続取得・一元管理

- ・ 今後さらなる技術開発が期待される上空・林内から得られるリモートセンシングデータにより、胸高直径を始めとした高精度な情報を定期的に取得

資源・
地形情報
の変化

② 立木在庫情報に基づくマーケットインによる 需給マッチングと径級管理施業

- ・ 上記のデータに基づいた立木在庫管理をおこないマーケットイン※³の考え方を取り入れ、ニーズに合わせた木材生産と径級管理施業を実施

データに
基づく
効率的施業

③ 高密度作業道を活用したICT遠隔操作による施業の導入

- ・ 当該地区の既設の狭小搬出路を生かして高密度作業道を作設し、車両系高性能林業機械の活用と併せて、ICT遠隔操作による高性能林業機械（高い安全性と生産性）の導入を検討

ここでの径級管理施業とは

従来の林齢による管理（例：間伐を16年生、22年生、29年生で実施）ではなく、リモートセンシングによる単木単位の胸高直径データに基づいた径級により、森林育成を計画的に実施するもの

p.10～11参照

◆リモートセンシングによる森林資源情報の一元管理

他にも、当地区においては、中間土場による細かな材の径級仕分けが可能、高密度路網により施業アクセスが良いことなど径級管理に好条件

これらを背景
として径級管理
施業を実施



◆ 森林育成として
植栽木を目標径級へ誘導

+ ◆ 需要にあわせた
木材生産で収益アップ



※¹ エリートツリー：特に成長が早く、木材の形質も優れたスギ、ヒノキなど

※² リモートセンシング：遠隔測量技術

※³ マーケットイン：需要に応じた生産、供給

<概要図>

定期的リモートセンシングを実施し、高精度な森林資源情報を取得

リモートセンシングによる樹木1本1本のデータの一元管理に基づいた、
①マーケットインによる需給マッチング
②林齢管理から径級管理への移行を実施

■ 計画
作業道

計画作業道作設後
路網密度 205m/ha

中間土場を利用し、直送による流通コスト削減

高密度作業道を作設し、車両系高性能林業機械による作業システムを導入。将来的には、路網沿いはICT高性能林業機械による遠隔操作での施業実施を検討していく。

川中、川下から求められる材を収穫。主伐後は、短期収穫が期待されるエリートツリー等を植栽し、循環利用を図る。

0 100 200 300 m

3. 当面の施業計画

<当面の森林整備方針>

- 森林所有者の意向、施業履歴および森林資源情報に基づき、施業計画を作成
- 将来的に効率的な木材搬出が可能なエリアにおいて当面利用間伐を実施（航空レーザー計測データによる森林資源情報から、樹高・胸高直径・haあたり材積で利用間伐の適期であると判断）。林況に応じて保育間伐も実施し、長伐期施業林へ誘導
- 赤色立体地図から判読できる既設の狭小搬出路を改築することにより作業道作設経費を削減し、高密度路網を作設
- 車両系高性能林業機械（プロセッサ、フォワーダ等）を中心とした効率的な木材生産を実施
- 利用間伐により生産された木材について、収益増を目指し、中間土場を活用して需給をマッチング

<5ヶ年の施業計画一覧>

施業 予定 年度	施業地 ID	樹種	面積 (ha)	平均樹高 (m)	平均胸高 直径(cm)	施業	推定搬出材積 (m ³)* ¹	新設作業道 延長(m)* ²
1年目	①	スギ	4.86	26.5	36.0	利用間伐	831.0	892
		ヒノキ	2.89	21.6	26.4	必要に応じて保育間伐	248.7	
2年目	②	スギ	3.80	25.0	33.7	利用間伐	555.9	1,607
		ヒノキ	8.30	19.1	25.3	必要に応じて保育間伐	566.2	
3年目	③	スギ	6.13	26.4	32.7	利用間伐	985.5	2,485
		ヒノキ	8.59	21.3	23.7	必要に応じて保育間伐	650.3	
4年目	④	スギ	2.50	28.1	33.1	利用間伐	444.8	1,225
		ヒノキ	3.30	22.6	25.8	必要に応じて保育間伐	316.9	
5年目	⑤	スギ	0.35	27.7	31.7	利用間伐	59.4	667
		ヒノキ	5.35	20.2	24.2	必要に応じて保育間伐	370.2	

*¹ 航空レーザー計測データによる採材シミュレーション（航空レーザー計測結果閲覧ソフトの機能により素材生産量を推定）から算出

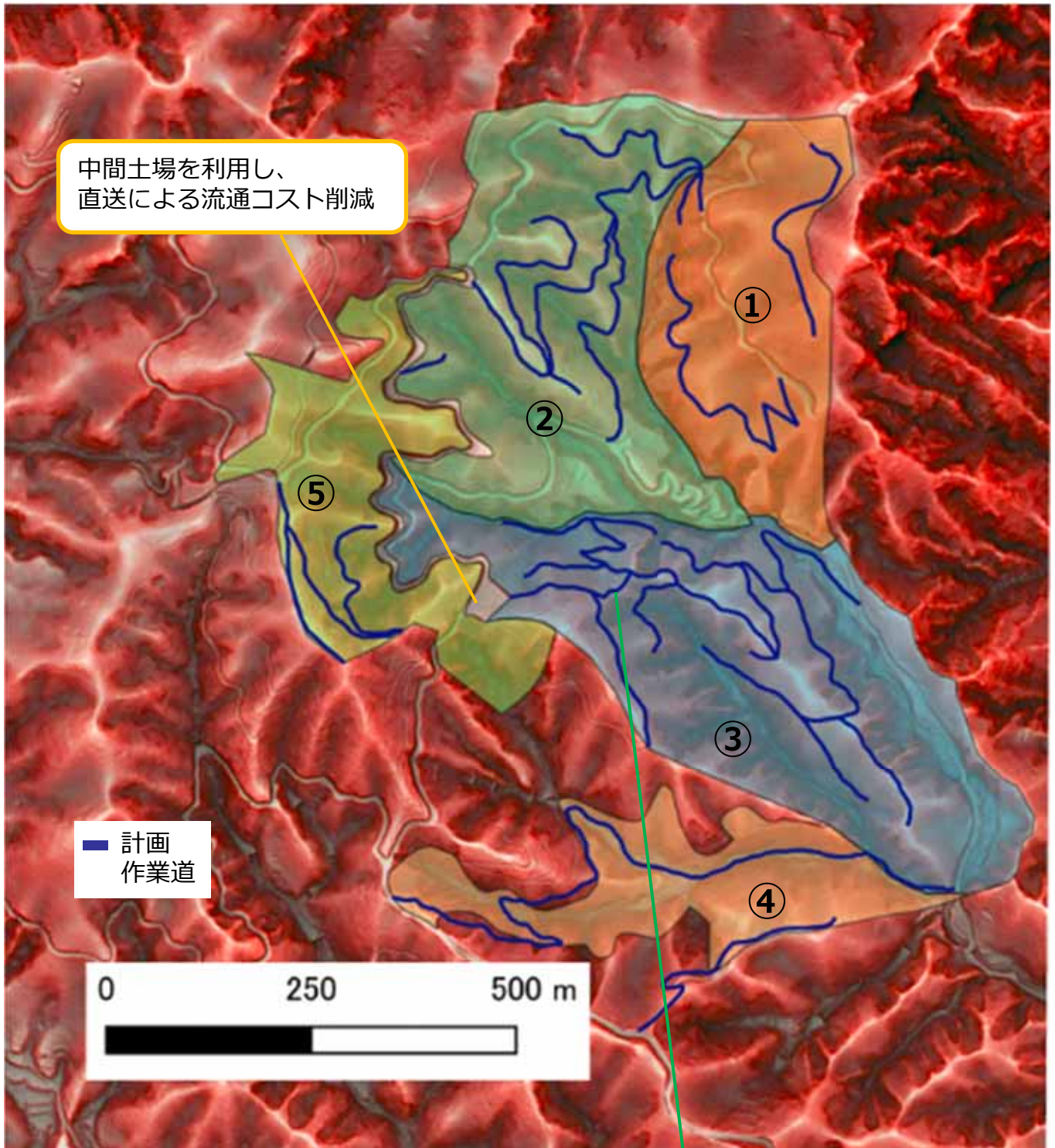
【設定条件：定性間伐（本数33%）、材長一律4m、最小径14cm】

*² 路網設計支援ソフトのシミュレーションによるもの

【設定条件：森林作業道 幅員2.5m、路肩幅員0m、
最小曲線半径6.0m、最急縦断勾配25%】



<概要図>



Topics

①

スマート林業の現場実装の 具体イメージ ~将来ビジョン~

① リモートセンシングによる
森林資源・地形情報の
継続取得・一元管理

② 立木在庫情報に基づく
マーケットインによる
需給マッチングと径級管理施業



上空・林内から
定期的な
モニタリング

需要情報
例) ヒノキ末口18~22cm
4m並材 150m³ 欲しい!



データによる
立木在庫管理

木材生産

- ・立木在庫情報から、需要情報にマッチした立木を抽出・分析、机上での収益計算から合理的な施業地および施業種（搬出間伐・皆伐・択伐）を選択
- ・中間土場を利用した直送による流通コスト削減
- ・主伐後は、短期収穫が期待できるエリートツリー等を植栽

単木情報の集積

ID	座標		樹種名	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	材積 (m ³)	備考
	x	y					
1	-97422.7262	52382.8718	ヒノキ	19.4	19.0	0.274	1.2mで小曲がり
2	-97422.7264	52382.8719	ヒノキ	19.4	24.1	0.454	
3	-97422.7266	52382.872	ヒノキ	19.6	16.3	0.208	
4	-97422.7268	52382.8721	ヒノキ	20.0	25.0	0.502	
5	-97422.727	52382.8722	ヒノキ	20.2	30.8	0.733	
6	-97422.7272	52382.8723	ヒノキ	16.3	18.8	0.223	
7	-97422.7274	52382.8724	ヒノキ	16.4	10.1	0.065	
8	-97422.7276	52382.8725	ヒノキ	16.6	14.9	0.145	3.4mで小曲がり
9	-97422.7278	52382.8726	ヒノキ	16.8	16.7	0.183	
10	-97422.728	52382.8727	ヒノキ	18.1	20.3	0.287	0.9mで曲がり
11	-97422.7282	52382.8728	ヒノキ	18.2	25.5	0.466	
12	-97422.7284	52382.8729	ヒノキ	18.4	28.1	0.563	

森林育成

- ・川中、川下のニーズを踏まえて径級管理により目標径級へ誘導する形で保育施業を実施
データに基づき林齢管理から径級管理への移行
- ・具体的には、10年程度のスパンで経営指針を策定・見直しし、目標林型に誘導する形で、保育間伐を兼ねて木材生産を行う

③ 高密度作業道を活用した ICT遠隔操作による施業の導入

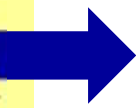
いわゆる注文材を納入
利益の最大化



製材工場等

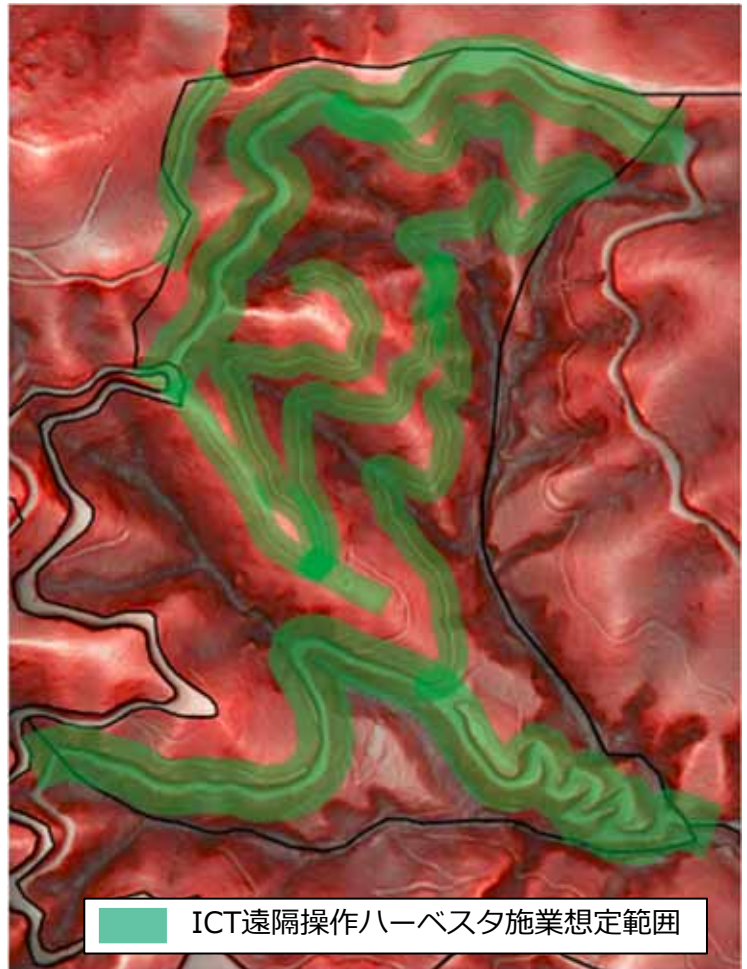
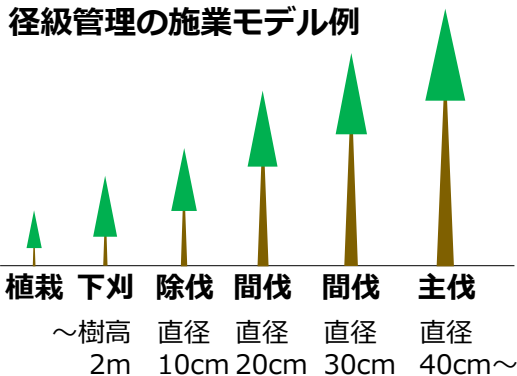


合理的な
施業プラン
の選択



経営指針に基づく
森林育成

径級管理の施業モデル例



ICT遠隔操作ハーベスタ施業想定範囲

高密度作業道を活用し、車両系高性能林業機械を中心とした作業システムと併せてICT遠隔操作ハーベスタ、フォワーダも活用し、高い安全性と生産性を確保し、効率的な施業を実施

①～③を循環させることで、
売上の増加や
経費の削減が期待でき、
収益の増加を実現

4. モデル計画 豊田地区の事例

1. 地区概要

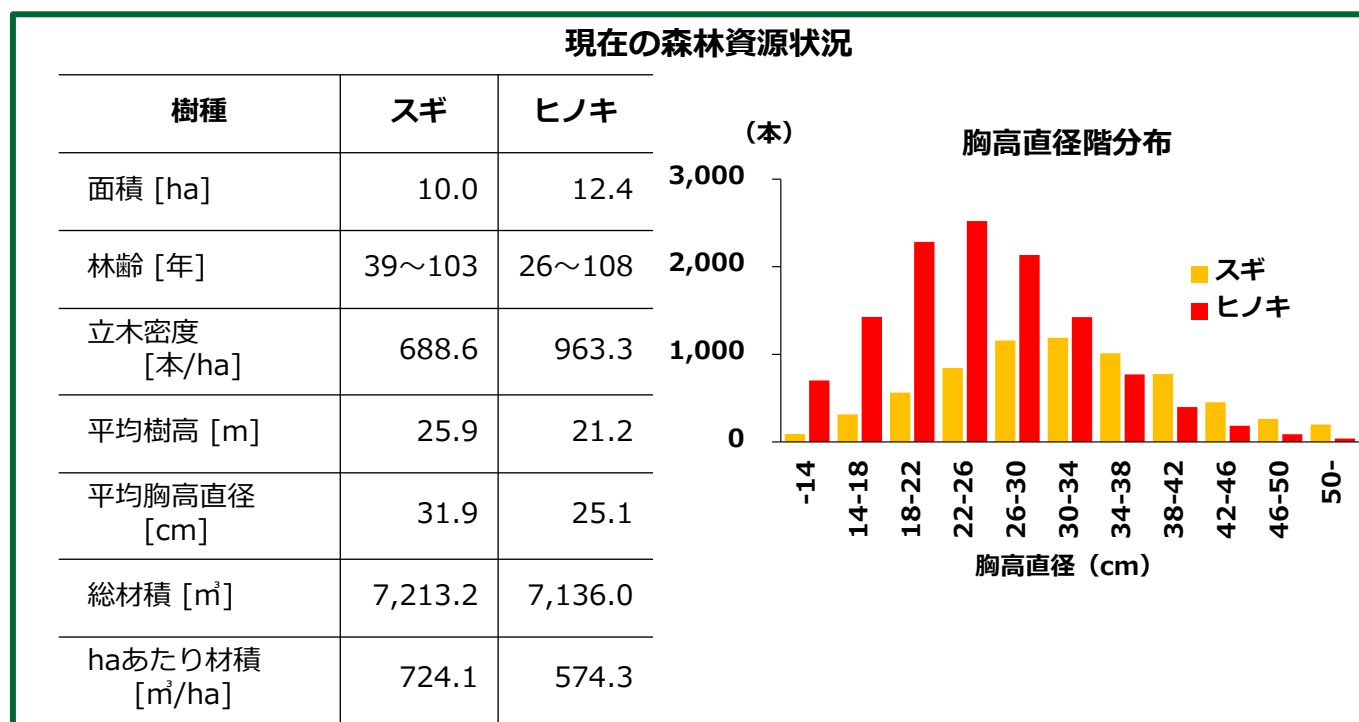
<地区の現況>

- 当地区は、傾斜15～30°の箇所が多い比較的緩やかな地形となっている。
- 地区内には、幹線となる林道が地区北部を横断する形で整備されており、北西部には林内路網が存在しているものの、中心部には作業道等の路網が無く、今後の森林施業を推進する上で十分な路網が整備されているとは言えない。

項目	現況
面積	約30ha
標高	約460～540m
既設路網密度	約30m/ha

<現在の森林資源状況（航空レーザ計測データによる推定）>

- 当地区は、豊田市森林整備計画において「木材生産機能の維持増進を図るための森林施業を推進すべき森林」として位置付けられており、施業の集約化、路網整備や機械化等を通じた効率的な森林整備を推進することとされている。
- 地区内には、部分的に広葉樹林分が存在しているが、全体としてスギ・ヒノキの林分となっており、これまで森林整備が進められ、森林資源が充実してきている。



<地区の概況図>



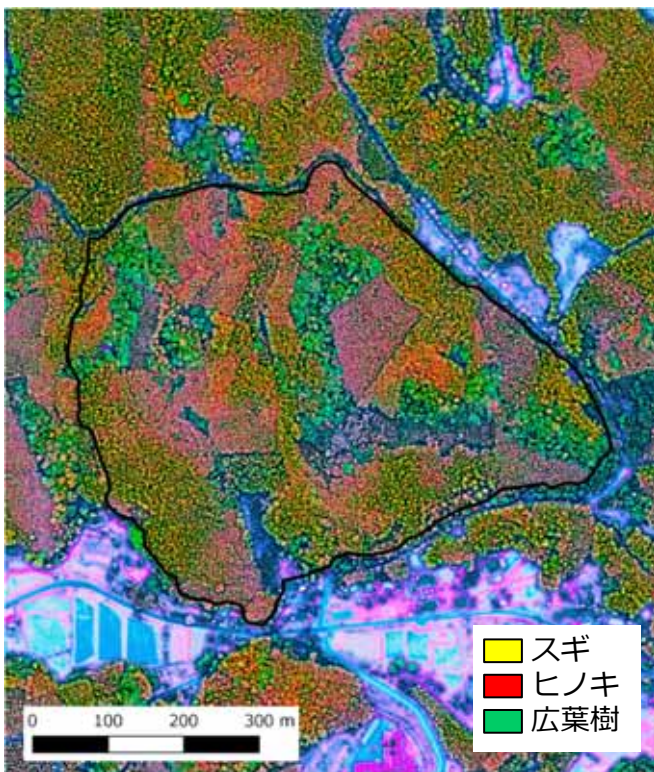
航空写真

- ・地区中央～北部にかけて、部分的に広葉樹林分が存在している。



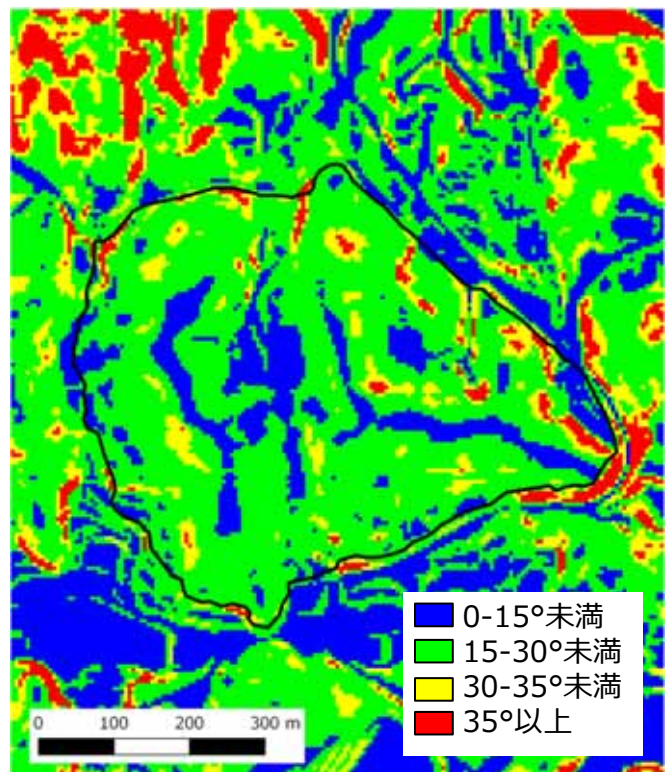
赤色立体地図

- ・地区全体として緩傾斜で、中央部にはっきりとした尾根筋がある。
- ・地区北西部に林内路網が整備されている。



レーザ林相図

- ・地区全体としてスギ・ヒノキの林分であるが、部分的に広葉樹林分が存在している。



傾斜区分図

- ・地区全体として傾斜15～30°の箇所が多い。

2. 中長期の森づくり計画 ～スマート林業による木材生産体制のイメージ～

<目指す森林像>

林業に適した森林

(例：道沿い・地形の良い箇所等)

多面的機能を維持しつつ
持続的な木材生産を行う

林業に適さない森林

(例：尾根筋・急傾斜地等)

針広混交林・天然林へ
誘導する

- 人工林の健全度を表す指標として、立木密度を用いた区分を設定し、人工林を健全な状態へ誘導する。

過密な状態の人工林

1,000本/ha以上
(目安：間伐2回未満実施*)

健全な状態の人工林

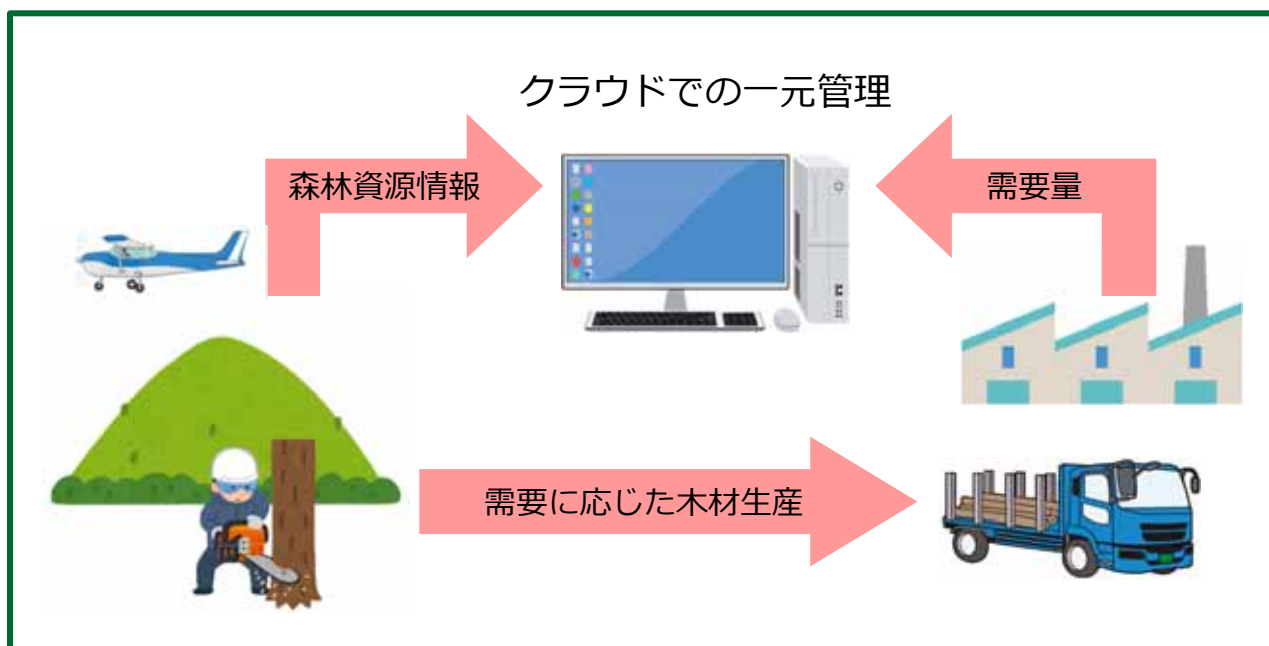
1,000本/ha未満
(目安：間伐2回以上実施*)

*約2,000本/ha 植栽の場合

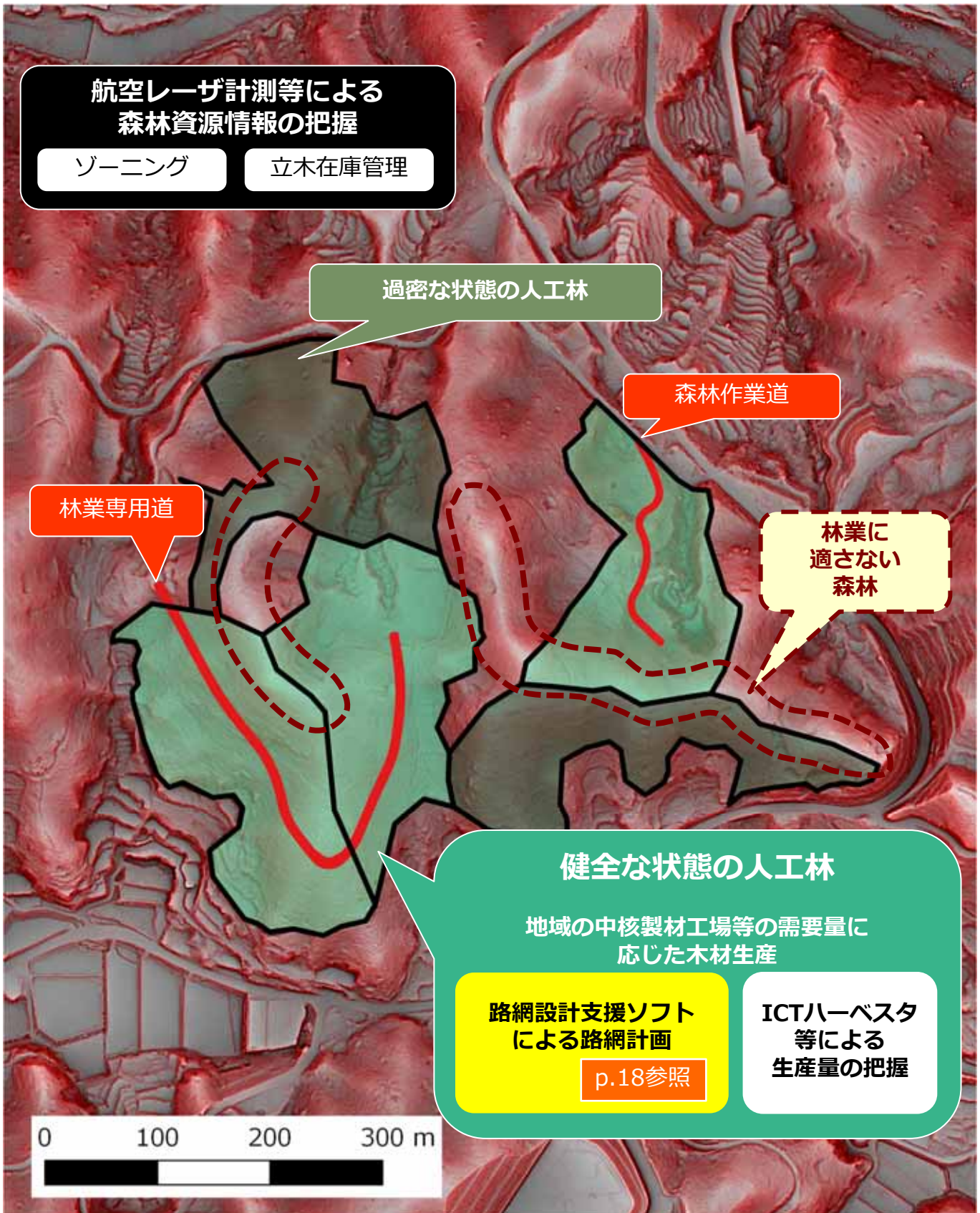
- 木材生産における主伐は長伐期施業を基本とし、当面の木材生産は間伐を主軸とする。
- 施業の団地化とともに林内路網の整備を適切に行う。なお、急傾斜地等への路網作設は控え、山地災害の防止に配慮する。

<ICTの活用>

- 豊田市が管理する境界情報・所有者情報と、航空レーザ計測等により取得される森林資源情報を組み合わせた情報の一元管理による立木在庫の管理体制を構築し、川下(製材工場等)の需要に応じたマーケットインによる木材の安定供給体制を目指す。



<概要図>



3. 当面の施業計画

<当面の森林整備方針>

- 施業履歴、航空レーザ計測データに基づく森林資源情報を基に、今後の施業プランを検討する。

過密な状態の人工林

保育間伐により、健全な状態へ移行し多面的機能の発揮を図るとともに、将来的に木材生産が可能な森林とする。

健全な状態の人工林

利用間伐により、長伐期施業における主伐に向けた整備を行うとともに、木材生産による地域への利益還元を図る。

- 木材生産については、県内で一般的な3点セット（スイングヤード、プロセッサ、フォワーダ）の作業システムによる施業、特にスイングヤードを用いた集材を想定し、その集材範囲で木材生産を行う箇所を網羅できるよう、新規路網の開設を計画する。

<5ヶ年の施業計画一覧>

施業 予定 年度	施業地 ID	樹種	面積 (ha)	立木密度 (本/ha)	平均樹高 (m)	平均胸高 直径 (cm)	施業	推定 搬出材積 (m ³) *1	開設路網延長 (m) *2
1年目	①	スギ	0.76	922.4	24.1	27.6	保育間伐	—	林業専用道 521.0
		ヒノキ	2.03	1,007.9	21.8	24.7			
2年目	②	スギ	0.20	774.9	23.6	29.6	保育間伐	—	—
		ヒノキ	2.31	1,003.7	18.5	23.3			
3年目	③	スギ	1.32	663.7	27.7	33.6	利用間伐	220.0	森林作業道 205.5
		ヒノキ	0.90	862.5	23.7	27.6			
4年目	④	スギ	1.80	660.0	26.1	32.8	利用間伐	267.3	—
		ヒノキ	1.08	944.9	23.0	26.3			
5年目	⑤	スギ	2.04	730.6	26.5	31.7	利用間伐	315.5	—
		ヒノキ	1.49	948.1	21.9	25.8			

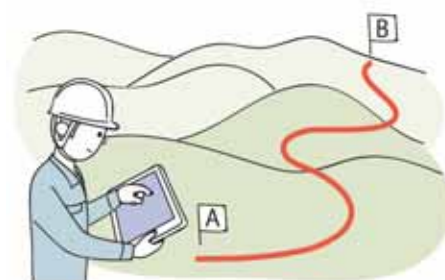
*1 航空レーザ計測データによる採材シミュレーション（航空レーザ計測結果閲覧ソフトの機能により素材生産量を推定）から算出

【設定条件：列状間伐（全層、2残1伐）、材長一律4m、最小径14cm】

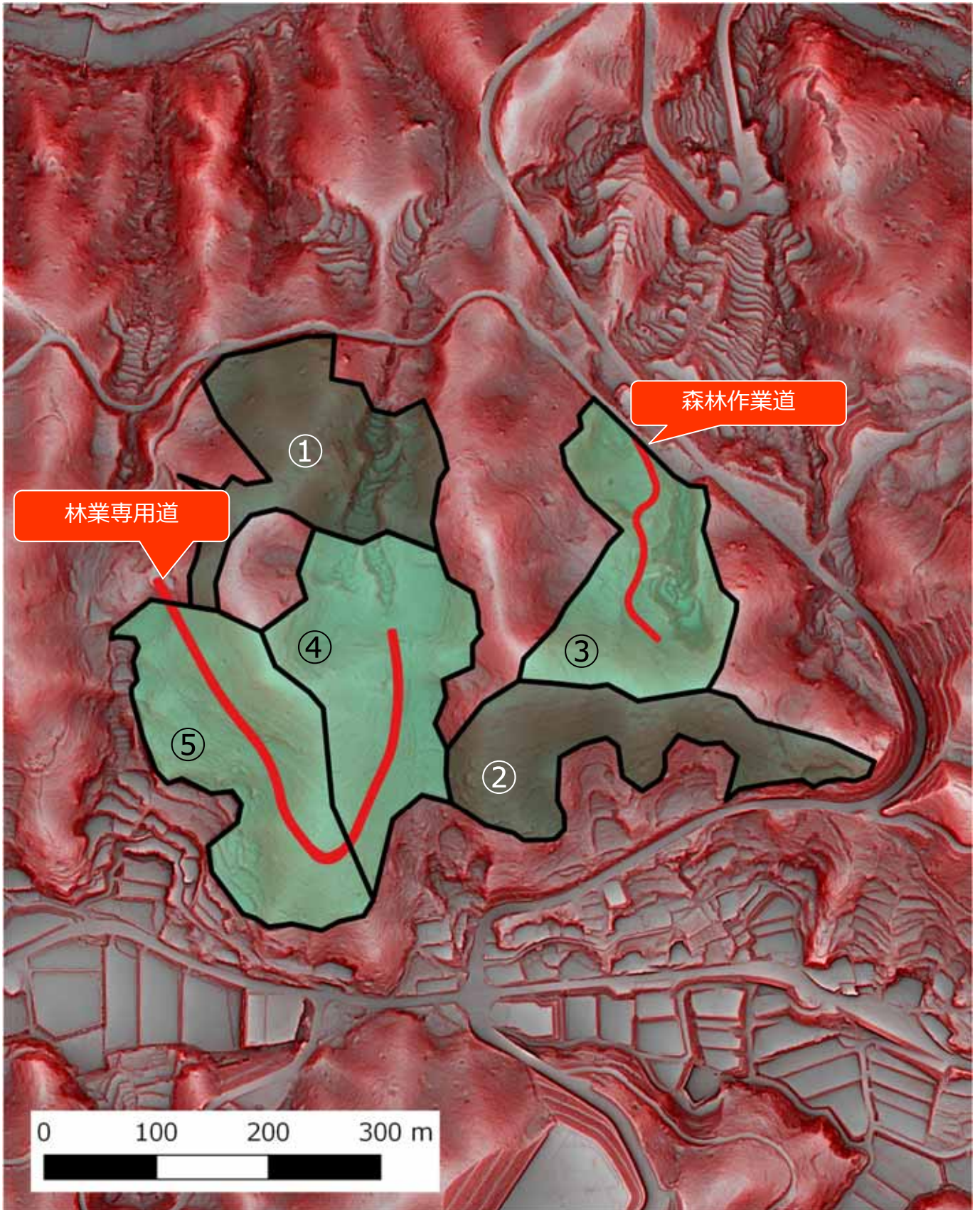
*2 路網設計支援ソフトのシミュレーションによるもの

【設定条件：林業専用道 幅員3.0m、路肩幅員0.5m、最小曲線半径12.0m、最急縦断勾配14%

森林作業道 幅員2.0m、路肩幅員0m、最小曲線半径6.0m、最急縦断勾配25%】



<概要図>

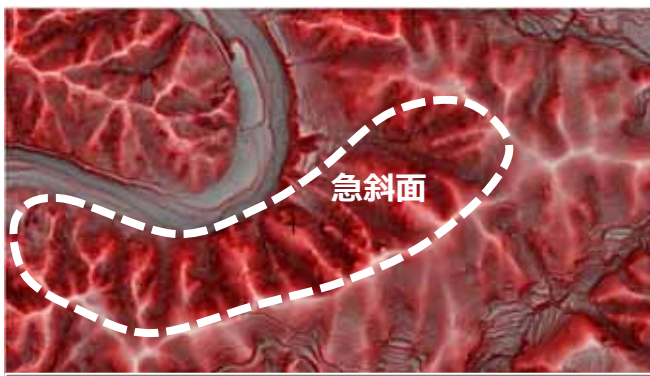


Topics

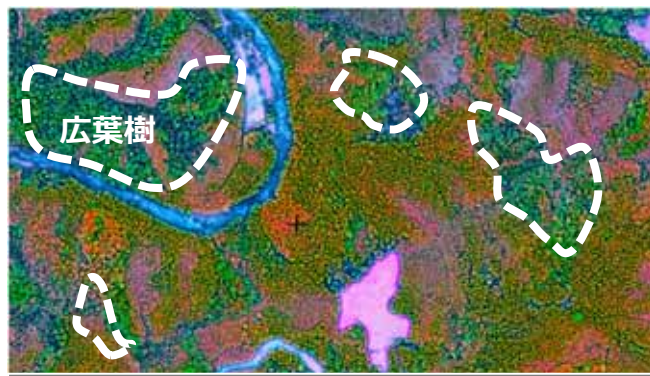
②

路網設計支援ソフトの導入

航空レーザ計測による詳細な地形・森林資源情報の取得
 ⇒ 合理的・効果的な路網設計 ⇒ **森林施業コストの削減**



(例) 急斜面を避けた線形選定



(例) スギ・ヒノキ林を狙った線形選定

設計条件（縦断勾配、最小曲線半径等）に応じた線形を自動選定し、縦断図・横断図を確認して線形を見直すなど、効率的なシミュレーションが可能

<設計手順例>

- ①設計条件の設定
- ②起点・通過点・終点位置の設定
- ③縦断図の確認
- ④横断図の確認
- ⑤縦断勾配・線形の変更

The screenshot displays the software's main interface. On the left, a 3D topographic map shows a path (purple line) with numbered points. On the right, a data table is visible:

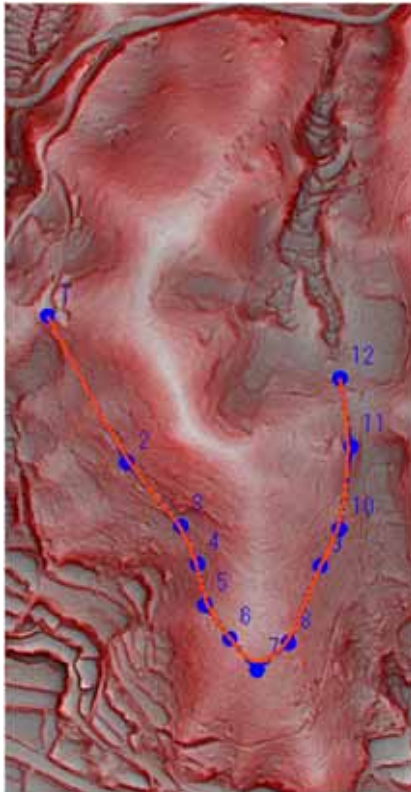
区間	距離 (m)	平均勾配 (%)	最大勾配 (%)	最小曲線半径 (m)	設計速度 (km/h)	通行時間 (分)
1	100	5.0	10.0	10	10.0	10.0
2	100	10.0	15.0	10	10.0	10.0
3	100	15.0	20.0	10	10.0	10.0
4	100	20.0	25.0	10	10.0	10.0
5	100	25.0	30.0	10	10.0	10.0
6	100	30.0	35.0	10	10.0	10.0
7	100	35.0	40.0	10	10.0	10.0
8	100	40.0	45.0	10	10.0	10.0
9	100	45.0	50.0	10	10.0	10.0
10	100	50.0	55.0	10	10.0	10.0

Below the map, a vertical cross-section graph (縦断図) shows the elevation profile of the path. On the right, a horizontal cross-section graph (横断図) shows the width and slope of the path at a specific point. The software interface includes various toolbars and menu options for path design and simulation.

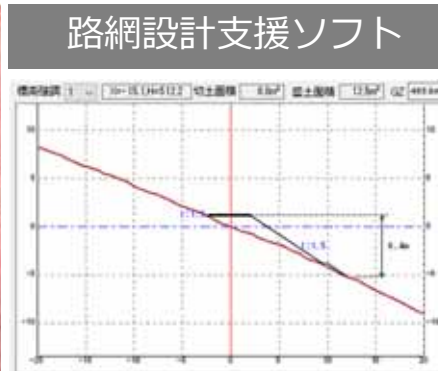
<現地検討>

令和2年11月27日（金）、あいちのスマート林業研究会において、路網設計支援ソフトを用いて作成した路線を現地に再現し、その活用の可能性について検討を行った。

▼検討路線



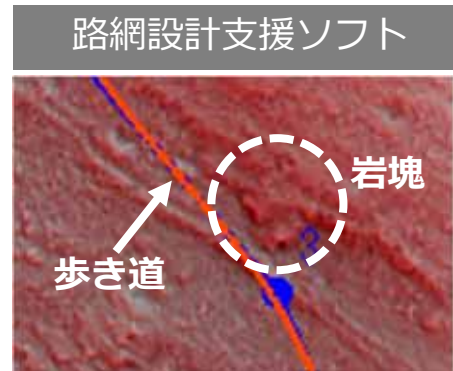
▼傾斜の確認



現地



▼特徴的な地形の確認



現地



<現地検討 参加者の意見>

- 経験者でなくとも、机上で簡単に路網設計を行うことができ、現地での踏査に役立つ。
- 地形の傾斜は比較的正確に表現される。
- 大きな岩塊や歩き道等は正確に表現されるが、小さな転石等は表現されないため、現地での確認が必要になる。
- 今回の設定（測点間距離30m）では、微地形に沿った線形とならない。
- ソフトで作成した路線を現地で再現する際に、測量を行う必要があるため、現地への再現をより簡単にする手法があるとよい。

⇒ 測点を細かく設定し、より現地に合った路網設計を行う必要がある。
 転石や湧水の有無など、細かな地形の確認には現地踏査が不可欠だが、線形の当たりを付けるレベルであれば、十分に活用できる。

**現場作業の効率化・省力化に関して
 路網設計支援ソフトの導入は有効だと考えられる
 （※ただし、現地踏査も必要となる）**

5. モデル計画 新城地区の事例

1. 地区概要

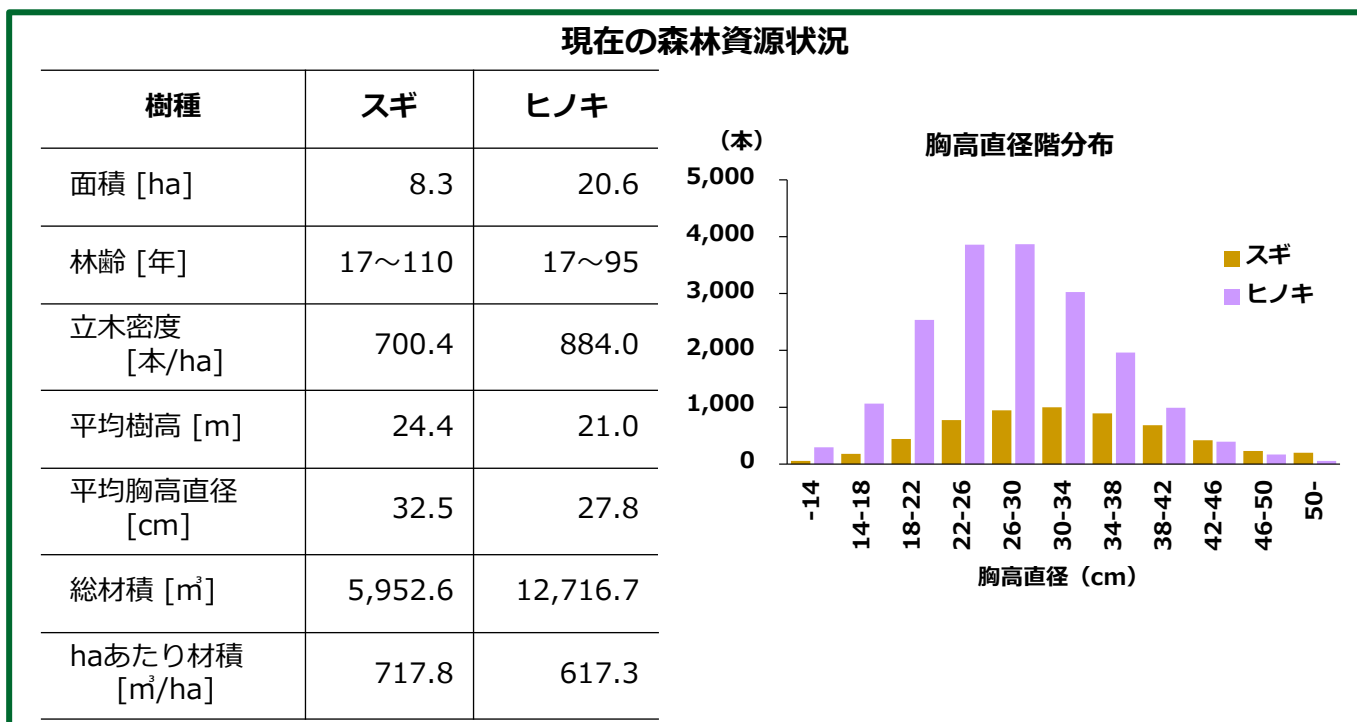
<地区の現況>

- 当地区は、30°未満の箇所が区域内の約9割を占める緩やかな地形となっている。
- 約30haの地区には、生活道としての市道が縦断している。過去に間伐された林分内には既設の作業道が存在している。

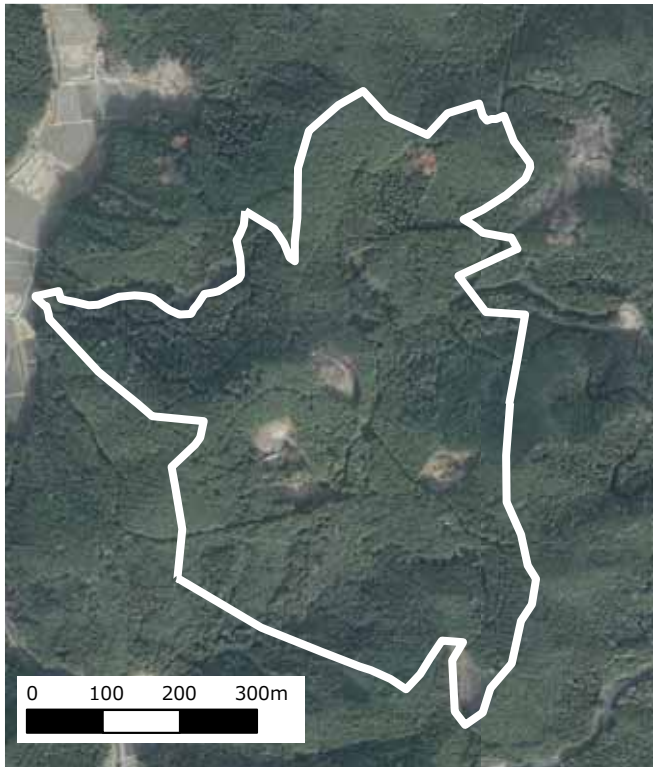
項目	現況
面積	約30ha
標高	約650～700m
既設路網密度	約130m/ha

<現在の森林資源状況（航空レーザ計測データによる推定）>

- 当地区は、新城市森林整備計画において「山地災害防止/土壌保全機能維持増進森林」、「水源涵養機能維持増進森林」に位置付けられている。
- 区域内には一部無立木地が存在するが、ヒノキを中心にスギが混在した林分となっている。また、全体で間伐が進められ、森林資源が充実している。

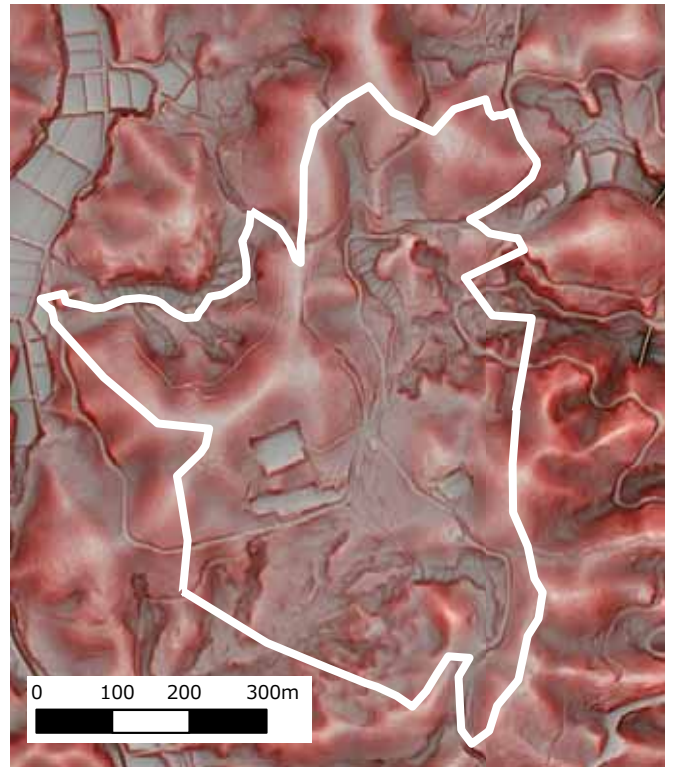


<地区の概況図>



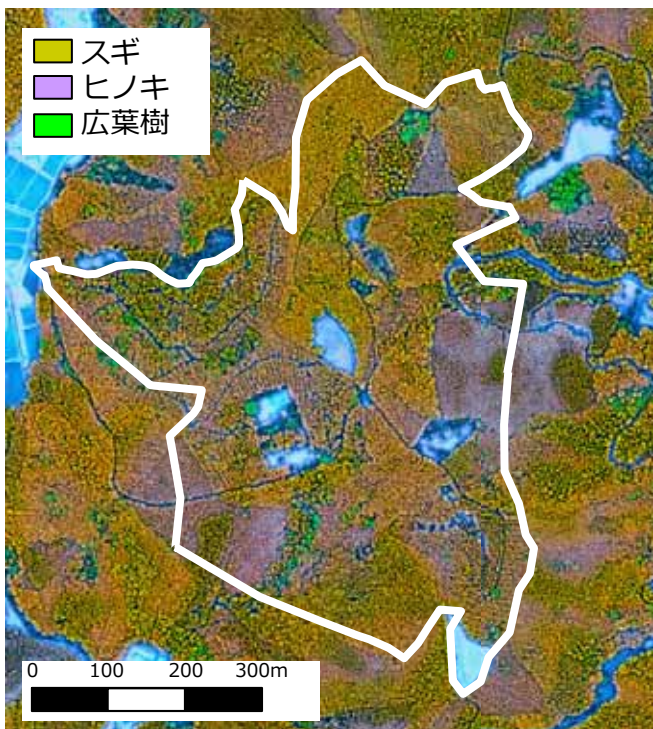
航空写真

- ・地区全体が立木に覆われているが、部分的に無立木地がある。
- ・地区周辺に田畑があり、そこに接続する様に、路網が整備されている。



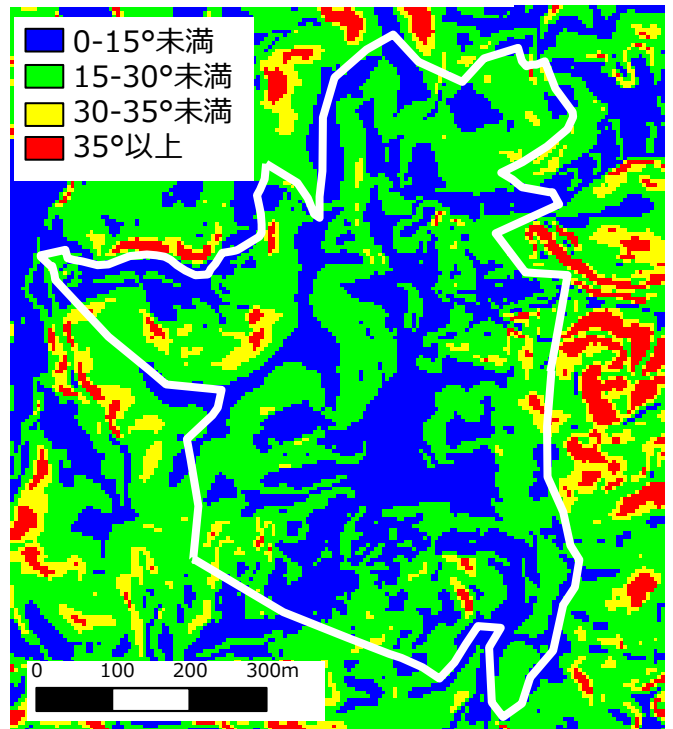
赤色立体地図

- ・全体的に白色掛った部分が多いため、平坦な地形と分かる。



レーザ林相図

- ・スギとヒノキの純林および混交林が存在している。路網や田畑などの無立木地は青色で鮮明に分かる。



傾斜区分図

- ・30°未満の緩やかな地形が地区内の約9割を占めている。

2. 中長期の森づくり計画 ～緩傾斜地における森林管理のスマート化～

<目指す森林像>

【生産林】
効率的に木材生産を
目指す森林

<木材生産に適した条件の良い区域>
例：既設路網が存在、まとまりのある
緩傾斜地等

【保育林】
防災減災機能の発揮を
目指す森林

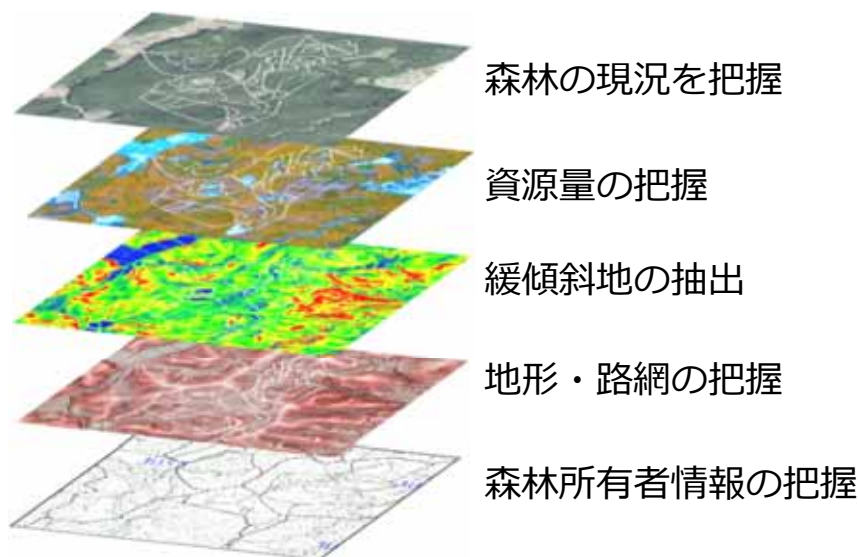
<木材生産には不利な区域>
例：急傾斜地等

- 木材生産は主伐に向けた長伐期施業を基本とし、当面「生産林」においては利用間伐を、「保育林」においては保育間伐を行い、森林の健全化と活用を図る。
- 生産林においては、収益が見込まれる効率的な木材生産を目指し、高性能林業機械の活用を基本として、生産条件の良い緩傾斜地では先進的な高性能林業機械（ホイール式機械等）の活用を試みる。

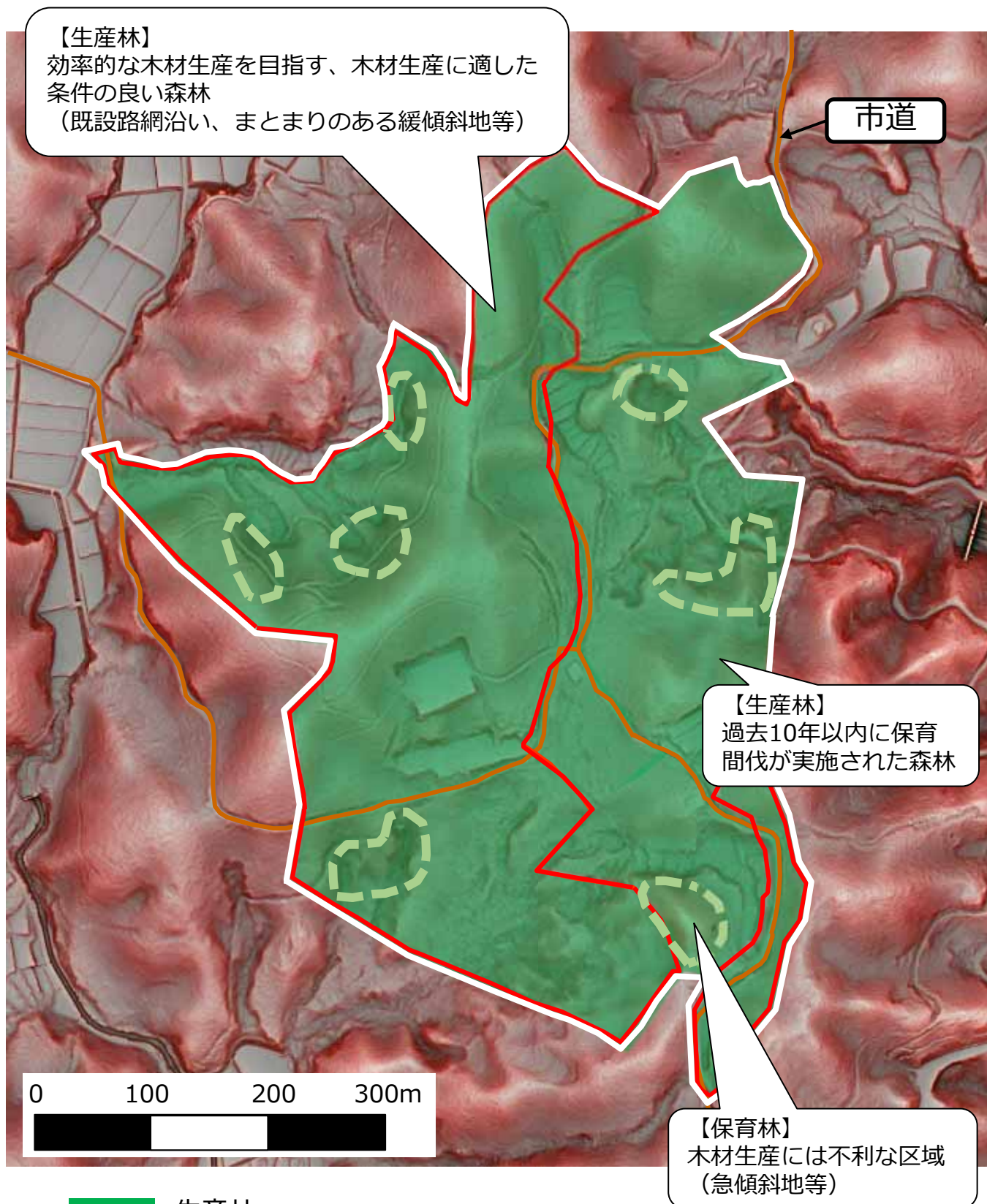
<ICTの活用>

- 航空写真、レーザ林相図から森林の現況および森林資源量を把握し、また、傾斜区分図、赤色立体地図から、地形・傾斜・路網の状況等を把握することで「生産林」、「保育林」に区分する。
- 木材生産計画を立て、施業に適した機械や路網の必要性を検討する。
- 最終的には、森林所有者情報を重ね合わせ、森林所有者と地域における森林整備と活用の将来像を共有し、施業を推進する。

【効率的木材生産を目指した 施業地抽出手順】



<概要図>



- 生産林
 - 保育林
 - 当面の施業対象地
- ※赤枠以外の部分については
近年、施業が実施されている

3. 当面の施業計画

<当面の森林整備方針>

【生産林】 効率的に木材生産を 目指す森林

収益が見込まれる効率的な利用間伐により、高い生産性を確保し、森林所有者への利益還元を図る。

【保育林】 防災減災機能の発揮を 目指す森林

保育間伐により、健全な森林育成を図る。

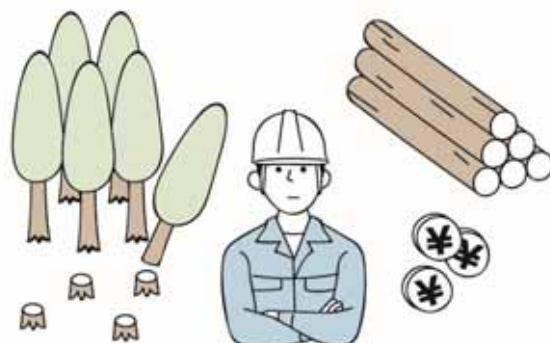
- 生産林においては、収益が見込まれる効率的な木材生産を目指して、生産条件のよい、まとまりのある緩傾斜地において生産性の改善が期待されるホイール式フォワードの活用を試みる。

<5ヶ年の施業計画一覧>

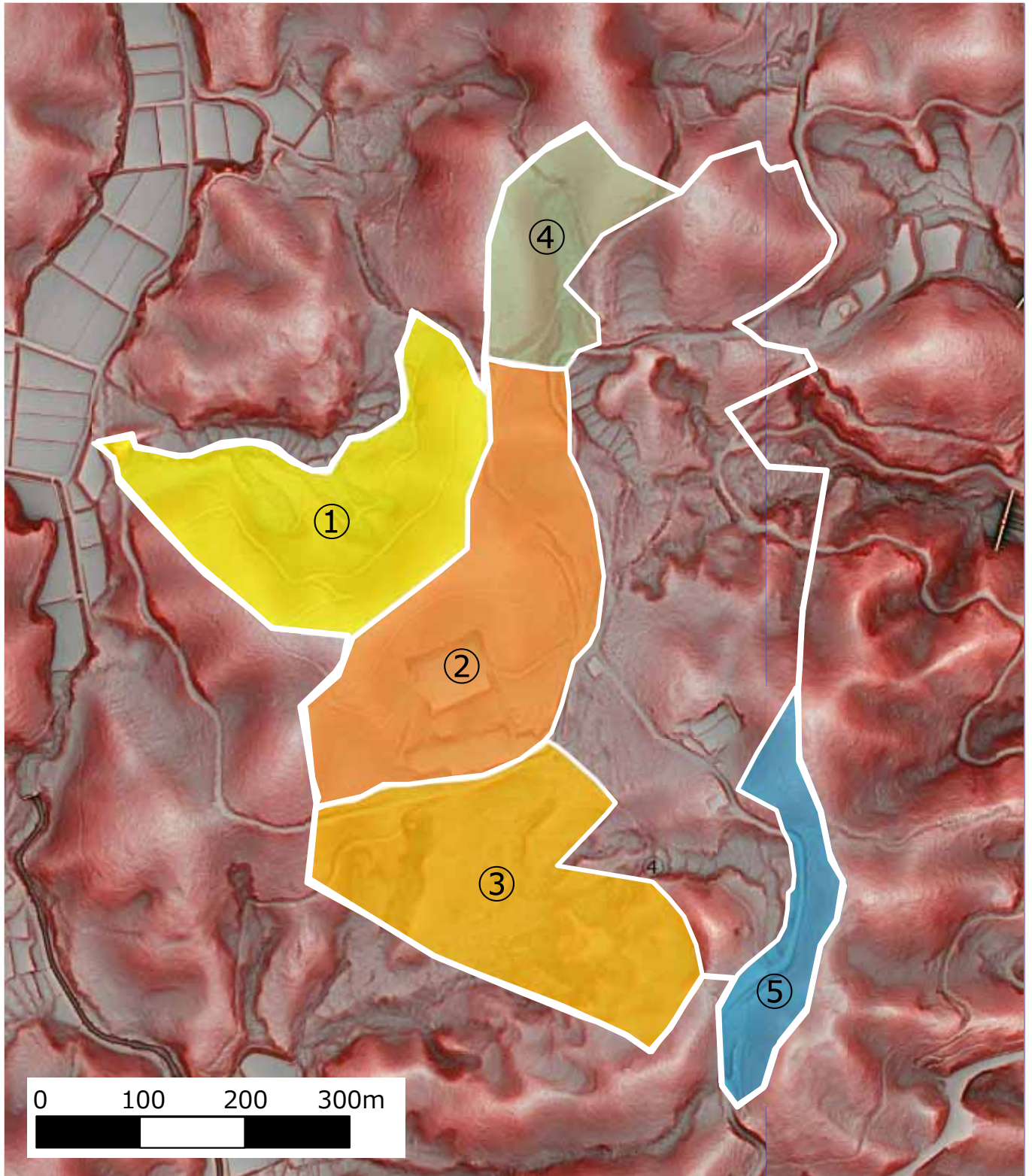
施業 予定 年度	施業地ID	樹種	面積 (ha)	平均樹高 (m)	平均胸高直径 (cm)	施業	推定搬出材積 (m ³)*
1年目	①	スギ	1.83	24.7	34.1	利用間伐	284.4
		ヒノキ	2.28	21.3	29.1	一部保育間伐	257.4
2年目	②	スギ	0.36	24.8	32.9	利用間伐	57.0
		ヒノキ	4.07	21.7	28.9		492.3
3年目	③	スギ	2.37	25.3	31.6	利用間伐	394.9
		ヒノキ	2.71	19.4	26.2	一部保育間伐	260.1
4年目	④	スギ	0.30	28.7	36.4	利用間伐	58.6
		ヒノキ	1.77	26.7	33.9		308.8
5年目	⑤	スギ	0.25	23.7	34.6	利用間伐	35.8
		ヒノキ	1.01	21.0	26.2		114.9

* 航空レーザ計測データによる採材シミュレーション（航空レーザ計測結果閲覧ソフトの機能により素材生産量を推定）から算出

【設定条件：列状間伐（全層、2残1伐）、材長一律4m、最小径8cm】



<概要図>



Topics

③

緩傾斜地で効率的な作業システム ～ホイール式フォワーダの導入～

現状

林業の集材作業で使用される高性能機械であるフォワーダは、クローラ式が主流である。クローラ式は履帯と地面との接地面が広いいため、軟弱地盤での走行が可能で急傾斜地の多い日本では作設した作業道上での集運材に広く使用されてきた。

しかし、走行速度が最高でも約10km/hと決して速くないことから、材の搬出距離が長くなると、走行に時間が掛かり、生産性が低くなることから施業の効率化を進めるうえでの課題の一つとなっている。

〈ホイール式フォワーダの特徴〉



強カライト



広いキャビン



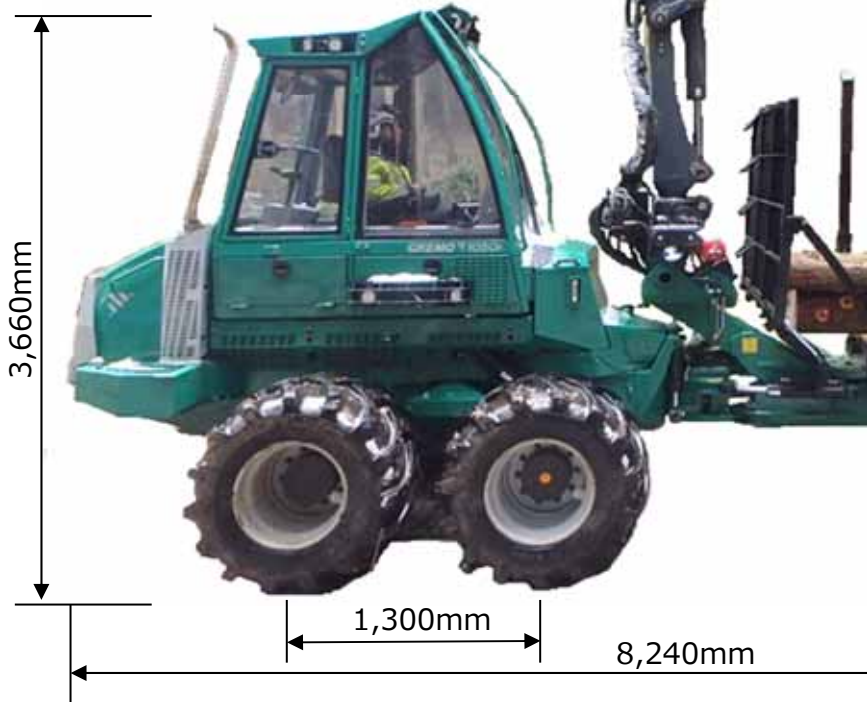
回転する座席



緩傾斜地(20°以下)では作業道なしで走行



前輪リフトアップ



ホイール式フォワーダによる効率化

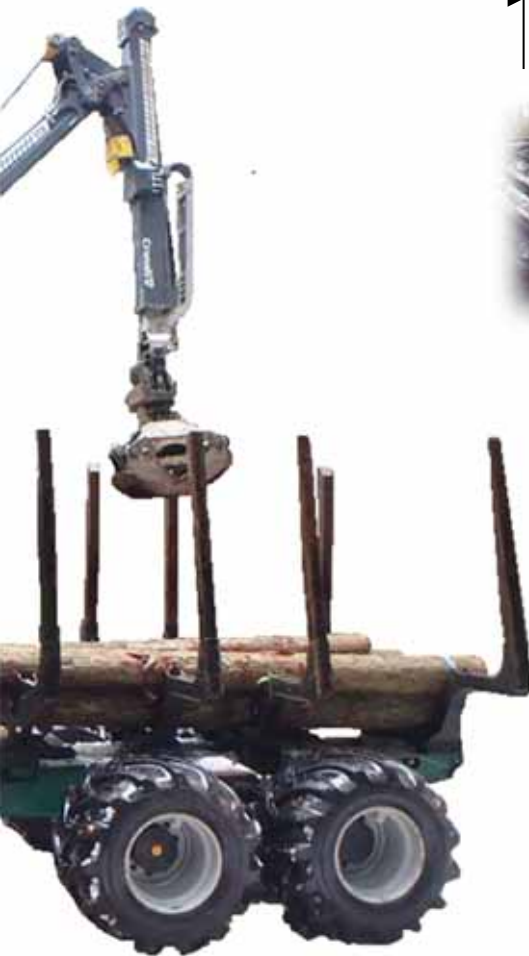
GREMO社(スウェーデン)の1050F4※はホイール式フォワーダであり、8輪駆動かつ低重心で安定性を保ちながら、23km/hの速度で走行が可能。また、前輪タイヤがリフトアップすることで、小回りがきき、加えて、積載量も多いことから、生産性の向上が期待される。また、操縦席は回転式で、キャビンを降りずに前・後方への走行と集材が可能である。強化ガラスで覆われたキャビン内は冷暖房が完備され、安全かつ快適に作業を行うことができる。

ホイール式フォワーダは不整地を走行できることから、直接林地に進入できるため、緩傾斜地が多い欧州では一般的に使用されている。急傾斜地の多い日本においても、作業道を走行すれば、走行速度を活かし、また、高い積載能力によって、より効率的な作業が期待できる。

〈オペレーターの声〉

- 走行中、アクセルを離すことでブレーキがきき、滑らずにすぐ止まるため安全である。
- 土質によるものの、路網があれば40°程度の急傾斜地でも使用できる。

3,820mm



バックモニター

GREMO 1050F4 ポイント！

速い！ (走行速度23km/h)
沢山積める！ (積載量10.5t)
安定性抜群！ (8輪駆動)
小回りがきく！ (最小旋回半径6.45m)
快適！ (キャビン内で作業が完結)

※このフォワーダの製造、販売はEco Log社に引き継がれている。
(令和3年3月末現在)

また、ホイール式フォワーダはPONSSE社、Komatsu Forest社等、多数の会社で製造・販売がされているが、本誌では実証事業で使用したGREMO社の機種を取り上げている。

6. 実証調査の結果

ホイール式フォワーダの取組

(1) 目的

●実証事業の目的

航空レーザ計測データを用いて条件に合った森林を抽出し、先進的・合理的な機械作業システムを導入することによる木材生産コストの削減効果を確認するため、緩傾斜地でのホイール式フォワーダを用いた短幹集材システムの実証調査を行った。

航空レーザ計測データから森林資源の充実した緩傾斜地を抽出し、事業地への進入、材の運び出しが容易に行えるか等を現地で確認したうえ、森林所有者との交渉を経て事業地を決定した。

●事業地の選定

ホイール式フォワーダは、急傾斜地においては作業道を作設したうえで使用する機械であるが、今回は、緩傾斜地であれば作業道がなくとも林内を走行可能な機種を選択し、路網の開設コストについても軽減を図ることでコスト削減効果を高めるため、新城市のモデル計画地区内から、20°未満の緩傾斜地の事業地を選定することとした。



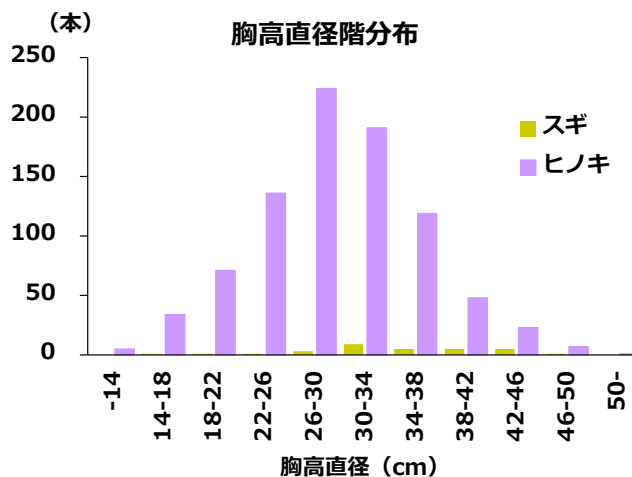
森林所有者との立会

(2) 事業地の概要

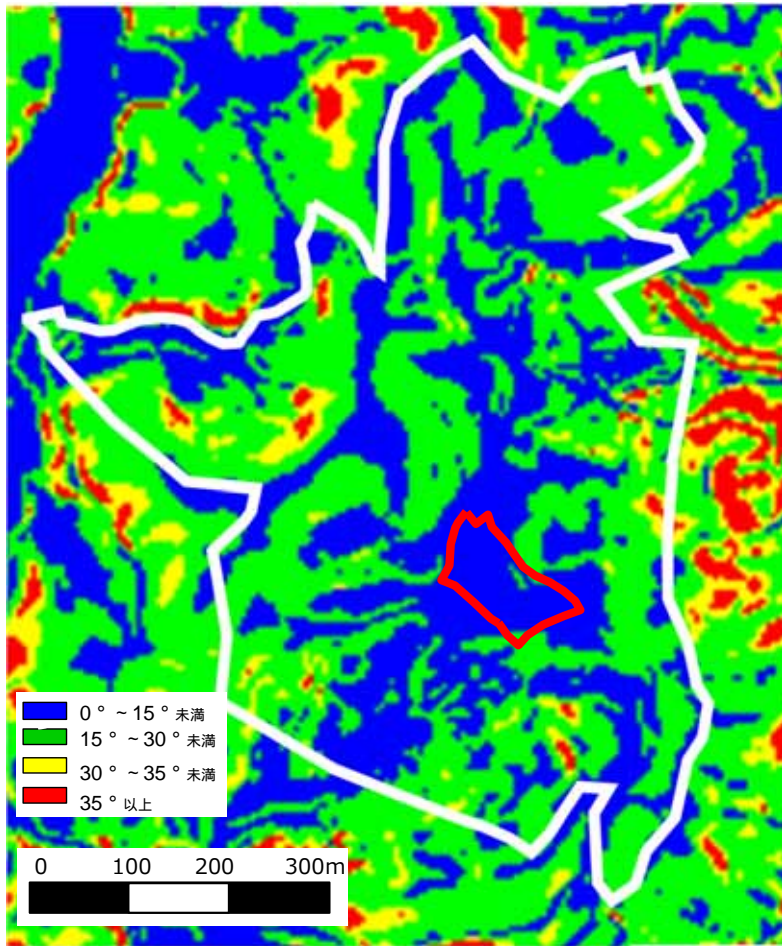
事業地は新城市北部の標高650m以上に位置し、事業地の北東・北西の2方向を県道35号線に接続した市道に接した場所である。

事業地の面積は約1.09haで、全体が傾斜約15°以下の緩傾斜地であった。立木の約9割をヒノキが占めており、曲がりがある立木と通直な立木が混在していた。

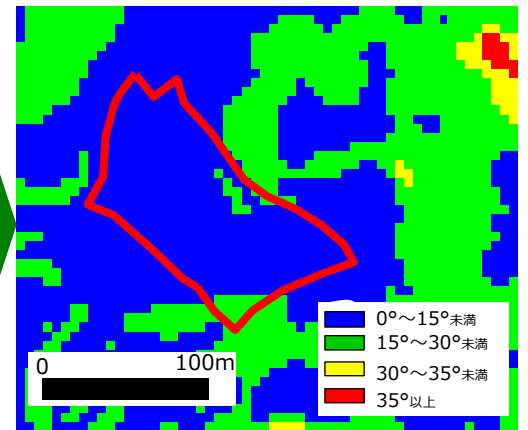
森林所有者からは、不良木を中心に伐採し、優良木を後世に引き継ぎたいとの意向があった。



樹種	面積 (ha)	林齢(年)	立木密度 (本/ha)	平均樹高 (m)	平均胸高直径 (cm)	総材積 (m ³)	haあたり材積 (m ³ /ha)
スギ	0.04	44~69	1525.0	22.9	37.7	31.9	797.5
ヒノキ	1.05	44~69	823.8	22.1	29.1	666.5	634.8



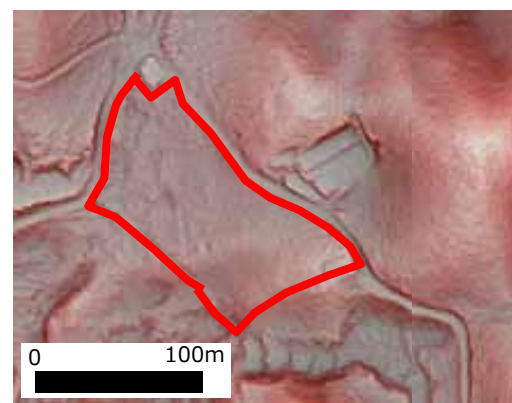
傾斜区分図 (地区全体)



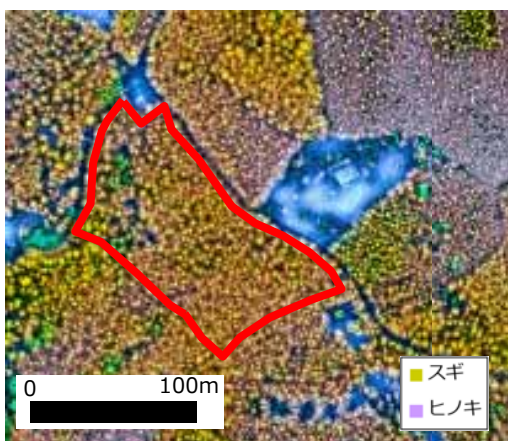
傾斜区分図 (実証地)



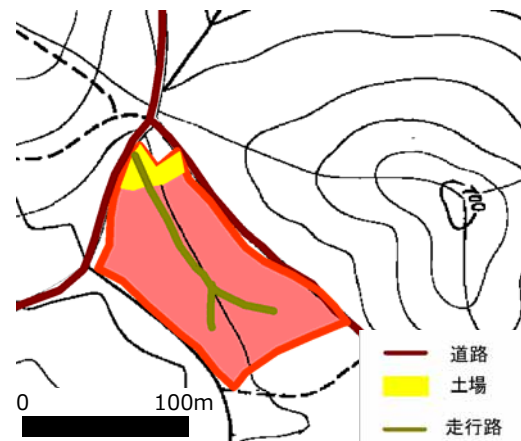
航空写真



赤色立体地図



レーザ林相図



森林計画図

6. 実証調査の結果

(3) 施業の実施経過

●作業の日程

令和3年1月中旬に、現場稼働合計12日間（データ取り半日、視察研修受入れ1日を含む）の日程で、作業を行った。所有者の意向により作業道は開設せず（機械の走行路は設定）、伐倒～集材・造材～搬出作業をほぼ同時に開始した。

●作業の方法

劣勢木を中心とした定性間伐（本数間伐率約30%）で作業を行った。伐採対象の木はあらかじめ選木・マーキングしておくことで作業者に指示した。林業機械の走行路は、伐採は行うが、基本的に土工は行わない方針で施業を行った。

●作業システム

作業者は3名体制で、ハーベスタ、ホイール式フォワーダ、フェラーバンチャ（ウィンチ付き）の3台の林業機械を現場に投入した。伐倒（チェーンソー・一部ハーベスタ）、造材（ハーベスタ・一部チェーンソー）、搬出（ホイール式フォワーダ）により作業を行った。フェラーバンチャは、機械走行路の補修に用いたほか、取り付けであるウィンチにより伐倒の補助と作業道から遠い位置の材の集材作業に使用した。

●材の販売

土場に搬出された材は、販売先が引き取り、原木市場で販売した。

【ホイール式フォワーダを採用した作業システム】



(4) 検証結果（ホイール式フォワーダを中心に）

●仕上がり状況（定性評価）

ホイール式フォワーダは、クローラ式よりも接地圧が大きくなるため、機械走行路への影響が懸念された。

今回の施業では、一般的な作業道のように土工・転圧により強固な走行道をつくることをせず、一方で機械の走行場所が固定されて同じ場所を何度も往復する作業方法となったため、地表面の泥濘化、深い轍の形成が一部の箇所で見られた。

このような森林土壌への影響を緩和するため、枝払い・造材の際に発生する伐倒木の枝条を機械走行路に敷く対策（養生）を行った。また、伐倒木の根株を乗り越える際に深い轍ができやすいことから、一部の大きな根株は除去する対策を行った。作業後の整地を行うことで、ホイール式フォワーダの走行による森林土壌への影響を最小限に抑えるよう工夫を行った。

【轍（上）と枝条による養生（下）】



● 作業の経過と作業量

作業日報の記録を元に作業の経過を整理すると、下の【作業の経過および作業量】表のとおりであった。全体で327本の立木が伐採され、原木市場の確定材積で177.9m³（日報記録で160m³）の材が搬出された。

作業日数は12日間・32人工で、延べ作業時間数は191.5時間であった。作業の前半は、機械走行路の付近にある立木が伐倒され、ハーベスタにより直接つかみ、造材された。造材した材はハーベスタにより長さ（2m、4m、6m）別に整理され、作業道沿いに集積された。この整理された材を、フォワーダ搭載のグラップルローダーにより積み込み、山土場で荷下ろしを行った。

177.9m³の材を搬出するために、ホイール式フォワーダは16往復の走行を行った。1回あたりの運搬量は、平均約11.1m³となった。

● 工程別の生産性

日報データの集計から各工程の生産性を求めると、伐倒15.73m³/人日、集材・造材19.24m³/人日、搬出52.73m³/人日、全工程の合計で7.43m³/人日となった。

後工程にいくほど工程の生産性が高い作業システムであり、途中工程で作業が滞留することなく、全体としてスムーズに作業が進められたと考えられた。

【ハーベスタによる材整理作業】



【フォワーダの積み込み作業】



【工程ごとの生産性】

工程	時間	実行量	生産性	生産性
	h	m ³	m ³ /h	m ³ /day
伐倒	90.5	177.949	1.97	15.73
集材・造材	74.0	177.949	2.40	19.24
搬出	27.0	177.949	6.59	52.73
合計	191.5	177.949	0.93	7.43

※1日あたりの作業時間は8時間で計算

【作業の経過および作業量】

日	作業人員	伐倒チェーンソー		伐倒ハーベスタ		伐倒フェラーバンチャ		集材フェラーバンチャ		造材チェーンソー		造材ハーベスタ		搬出フォワーダ			備考	
		作業時間	実行量	作業時間	実行量	作業時間	実行量	作業時間	実行量	作業時間	実行量	作業時間	実行量	作業時間	実行量	運搬回数		
		h	本	h	本	h	h	h	m ³	h	m ³	h	m ³	h	m ³	往復		
1	3	15	23														※ホイール式フォワーダは事前に回送	
2	3	16	30								2	4	12	4	10	1	ハーベスタ回送	
3	3	16	36		7							7	25				県・県森連 視察	
4	3	5	22		6							5	20	5			フェラーバンチャ回送、フォワーダチェーン装着	
5	3	8	34									5	16	6	40	4		
6																	(休日)	
7	3	5	23				5					6	22				道上の伐倒終了、視察（地元林業会社）	
8	3	8	36				8							5	20	2	現地調査 午前いっぱいデータ取り、材取り2台（4m、6m）	
9	3	8	47				8			2		6	15				材取り1台（4m）	
10	3	7	47		6		6					8	38	2	40	4	材取り1台（4m）	
11	3			1	10	0.5								1	20	2	材取り1台（4m）、視察・研修会（AM・PM）	
12	2				10	1						4	11	4	30	3	片付け	
合計	32	88	298	1	39	2			27		2	2	45	159	27	160	16	

※ 原木市場 確定材積：177.949m³

※ 作業日報のデータを整理集計

6. 実証調査の結果

●ホイール式フォワードの作業状況

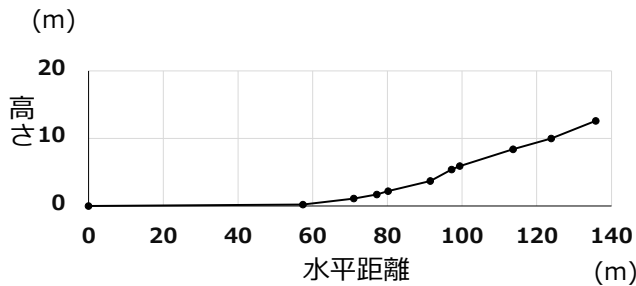
令和3年1月19日に、ホイール式フォワードの稼働状況に関するデータを得るための時間計測調査を実施した。フォワードの積込み～実走行～荷下し～空走行を1サイクルとし、4サイクル分のサイクルタイムデータを取得した。

フォワードが荷下ろしをした地点（山土場）を原点として、積込み作業は、山土場からの水平距離で57.4mから135.8m地点の間の10カ所で行われた。これら10カ所の積込みポイントと山土場の位置関係（斜距離・水平距離・高低差）は、下の表・グラフのとおりである。荷下し地点から最も遠い、「積込みポイント①」の地点は、山土場からの水平距離135.8m、高低差12.6mであった。この2地点間の平均の傾斜は5.3°（傾斜9.27%）であると求められた。

【フォワードの積込みポイント】
(m)

地点ID	荷下し点からの斜距離	荷下し点からの水平距離	荷下し点との高低差	
①	137.1	135.8	12.6	↑先山
②	124.8	123.9	10.0	
③	114.5	113.7	8.4	
④	100.0	99.4	5.9	
⑤	97.7	97.2	5.4	
⑥	91.7	91.5	3.7	
⑦	80.3	80.2	2.2	
⑧	77.3	77.2	1.7	
⑨	71.1	71.0	1.1	
⑩	57.4	57.4	0.2	
荷下し点	0.0	0.0	0.0	↓公道

【荷下し・積込み場所の距離と高低差】



※ 荷下し場所を原点（水平距離0m・高さ0m地点）として表示

●フォワードの積載量

調査地における作業全体では177.9m³の材が搬出された（原木市場での確定材積ベース）。この材を林内から搬出するために、ホイール式フォワードは先山～山土場の間を16往復走行した。ここから、1回あたりの運搬量は、平均約11.1m³と求められた。作業者も、フォワードに満載した場合の目安の材積を10m³として日報等で作業量を把握していた。

【フォワードの荷台に材を満載した状態】



●フォワードの走行速度

フォワードの走行距離と所要時間から、走行速度を求めた。積込みポイントの間をごく短距離走った場合は除外し、積込みポイント～山土場間を走行（実走行・空走行）した際の速度は、時速約2.6～5.1kmであった。

【フォワードの走行状況】

作業	走行距離 (m)	走行速度 (m/s)	走行速度 (m/m)	走行速度 (km/h)
空荷走行				
実走行	11.9	0.3	16.6	0.996
実走行	10.2	0.7	43.7	2.623
走行開始 3→土場				
実走行	113.7	1.2	69.6	4.177
走行開始 土場→3				
空荷走行	113.7	1.4	84.2	5.053
実走行	14.3	0.9	53.6	3.218
実走行	2.2	0.2	10.2	0.609
実走行	5.7	1.0	57.0	3.420
実走行	11.3	0.3	15.1	0.904
走行開始 7→土場				
実走行	80.2	0.7	43.4	2.601
走行開始 土場→7				
空荷走行	80.2	1.0	60.2	3.609
実走行	3.0	0.5	30.0	1.800
実走行	3.0	0.8	45.0	2.700
走行開始 7→土場				
実走行	80.2	1.2	70.8	4.246
走行開始 土場→9				
空荷走行	71.0	1.2	73.4	4.407
実走行	13.6	4.5	272.0	16.320
走行開始 10→土場				
実走行	57.4	1.3	80.1	4.806

6. 実証調査の結果

(5) コストの試算

実証調査で得られた情報を元に、航空レーザ測量により緩傾斜地を抽出し、そこでホイール式フォワーダを活用した場合の素材生産コストについて、検討した。

●条件の設定

コストの試算にあたって、次のような条件を設定した。

機械経費

林業では機械導入のために補助金を活用する例も少なくないが、ここでは補助金を考慮せず（全額自費導入と仮定）機械経費を設定した。

購入費をハーベスタ3千万円、フェラーバンチャ2千万円、ホール式フォワーダ6千万円とした。これらについて5年定額償却、維持費は償却費の50%、年間200日稼働として、日額の損料を計算した。

【林業機械 損料の設定】

項目	購入費	損料
ハーベスタ損料/日	30,000,000 円	45,000 円
フェラーバンチャ損料/日	20,000,000 円	30,000 円
フォワーダ損料/日	60,000,000 円	90,000 円

※機械購入補助は想定せず。5年定額償却、年間200日稼働、維持費は償却費の50%と設定

稼働日数

実証調査の現場では、機械回送や施業に以外の視察・調査の対応のため、3名の作業員が10日間（片付け1日・休日1日を除く）現場に張り付いた。しかし、これは現場作業の効率性を反映した稼働状況とはいえない。実証調査期間中の作業日報のデータを参考に、最大限効率的に稼働した場合として、次の稼働日数を設定した。

【稼働日数の設定（効率的作業を想定）】

機械・人員	日数	作業内容
ハーベスタ	4 日	伐倒、造材
フェラーバンチャ	4 日	主にウィンチ集材、道補修 一部の木を伐倒
フォワーダ	3 日	搬出
人件費	15 日	機械オペレータ、チェーンソー伐倒 3名×5日間

人件費

日額3万円と仮定した。

燃料費

実証調査の実績より、ハーベスタ、フェラーバンチャ、フォワーダの合計で714Lとした。燃料価格は、軽油81円/Lとした。

以上の仮定を置いて、コスト試算を行った。

素材生産量

実証調査の実績より、177.9m³とした。

●コスト試算① 10日稼働の場合

実証調査の実績と同様に、3人の作業員と3台の林業機械が10日間現場にはりついたらと仮定し、10日分のコストを試算したところ、下の表のとおりとなった。

【素材生産コスト（10日稼働の場合）】

費用項目	金額	積算
ハーベスタ	450,000 円	45,000 円/日 × 10 日
フェラーバンチャ	300,000 円	30,000 円/日 × 10 日
フォワーダ	900,000 円	90,000 円/日 × 10 日
人件費	900,000 円	30,000 円/日 × 30 人日
燃料費	57,834 円	81 円/L × 714 L
合計	2,607,834 円	

項目	素材生産量・コスト
素材生産量	177.9 m ³
素材生産コスト	14,659.0 円/m ³

10日間の稼働で177.9m³の素材生産を実施したとすると、総費用は2,607,834円と求められた。また、1m³あたりの素材生産コストは14,659.0円/m³と求められた。

●コスト試算② 最小限の日数稼働の場合

実証調査の実績を参考に、効率的な作業を実施できた場合のコストを試算した。最小限の日数で現場作業を行うことができ、また、林業機械も稼働日のみ現場に配置すると仮定してコストを試算した。

この場合、チェーンソーマンとハーベスタが先行して現場に入って伐倒・造材作業を行い、フォワーダは作業期間の後半に現場に搬入するような工程を想定することとなる。

【素材生産コスト (最小日数で稼働の場合)】

費用項目	金額	積算
ハーベスタ	180,000 円	45,000 円/日 × 4 日
フェラーパンチャ	120,000 円	30,000 円/日 × 4 日
フォワーダ	270,000 円	90,000 円/日 × 3 日
人件費	450,000 円	30,000 円/日 × 15 人日
燃料費	57,834 円	81 円/L × 714 L
合計	1,077,834 円	

項目	素材生産量・コスト
素材生産量	177.9 m ³
素材生産コスト	6,058.7 円/m ³

工期日数5日程度、のべ15人日の稼働で現場を仕上げられたと仮定すると、177.9 m³の素材生産を実施するための総コストは1,077,834円、1m³あたりの素材生産コストは6,058.7円/m³と求められた。

なお、参考まで、クローラ式フォワーダなど地域にある林業機械を用いた従来の作業システムでどの程度のコストがかかるか、見積りベースで試算をした。

10日間程度の工期での請負発注を想定した場合のコストを試算したところ、177.9 m³の素材生産をするための総コストは1,473,300円、1m³あたりの素材生産コストは、8,281.6円となった。

【素材生産コスト（工期約10日間・従来型作業システムで施業の場合）】

工程	費用項目	金額	積算
伐倒	人件費	340,000 円	
	燃料費	800 円	160 円 × 5 L
造材	人件費	200,000 円	
	機械利用料	105,000 円	
	トラック利用料 燃料代	15,000 円 10,500 円	81 円 × 129 L
集材	人件費	340,000 円	
	機械利用料	105,000 円	
	トラック利用料	15,000 円	
	燃料代	11,500 円	81 円 × 142 L
集積	人件費	200,000 円	
	機械利用料	105,000 円	
	トラック利用料	15,000 円	
	燃料代	10,500 円	81 円 × 129 L
合計		1,473,300 円	

項目	素材生産量・コスト
素材生産量	177.9 m ³
素材生産コスト	8,281.6 円/m ³

以上から、ホイール式フォワーダを活用した作業システムでは、機械の固定コスト（損料）は高いものの、効率的な現場作業を行うことができれば、素材生産コストを大きく下げられると考えられた。また、今回の試算は実証調査と同じ1.09haという小規模な現場で試算したが、より大規模な現場に当てはめることができれば、その低コスト化の効果が大きくなると考えられた。

(6) まとめ

航空レーザ計測により緩傾斜地を抽出し、ホイール式フォワーダを導入して間伐作業を実施した。大きな荷台（積載量）、走行速度や走破性、ローダー作業のパワーと安定性、キャビンで全ての作業ができる操作性などにより、効率的な作業が行えることが実証された。コスト試算からは、効率よく作業を行えば低コスト化につながると考えられた。

ホイール式フォワーダを活用していく上での課題は、効率的な作業を行うことができる高性能な機械を現場に投入し、遊休時間を最小限にしながら稼働させる工夫である。そのためには、十分な広さの事業地を確保すること（一つの事業地の面積が大きいこと、年間を通じて稼働させられる現場を確保すること）であると考えられる。

ホイール式フォワーダは、走破性、登坂性にも優れており、路網整備がなされていれば急傾斜地でも走行可能である。走行速度が速いことを考慮すると、山土場から先山までの作業道の延長が伸びたとしても、広い面積の現場を確保することができれば、採算性確保の可能性が高まると考えられる。つまり、従来型のクローラ式フォワーダでは採算が合わない奥地の事業地において、採算を確保できる可能性があるといえる。

現場の傾斜、路網の線形、資源の量などについて、スマート林業の技術により条件適地を抽出して、最適な作業システムを組むことにより、間伐の生産性向上・低コスト化が更に進められ、従来は不採算であった現場の採算確保ができるようになることが期待される。

Topics

④

現地研修会の開催

●研修会概要

令和3年1月22日（金）に、実証地においてホイール式フォワーダを見学・体感してもらう目的で、現地研修会を開催した。

研修会当日には、一般参加者（森林所有者、県内の林業事業体、市町村）のほか、県関係者の総勢68名（事前見学者7名）が参加した。

実演内容は次のとおり。

- ①フェラーバンチャによる伐倒
 - ②ハーベスタによる伐倒・造材
 - ③ホイール式フォワーダによる積込・走行・集積
- ※フェラーバンチャによる伐倒は現地研修会用のデモンストレーションであり、実証事業としては行われていない。

上記の実演の見学の後、操縦者への質問や試乗の時間を設けた。

●アンケート結果

見学会での感想を参加者から募るべく、アンケートを実施したところ、一般参加者22名から回答を得た。結果は以下のとおりである

【参加者の見学・意見交換】



- 1 年齢
20代4名、30代4名、40代4名、50代3名、60代7名と幅広い年代の方が参加していた。
- 2 居住地
新城市15名、その他県内7名（名古屋市、一宮市、豊田市、岡崎市、北設楽郡）と、主に新城市内からの参加者が多かった。
- 3 職業
公務員6名、林業関係者（森林組合、林業事業体、林業）10名、会社員3名、その他（財産区関係者・団体職員）3名と、主に林業関係の参加者が多かった。
- 4 研修会評価
研修会全体として参考になったかどうかを4段階評価してもらった結果、参考になった19名、少し参考になった1名、あまり参考にならなかった1名、参考にならなかった0名、無回答1名となり、概ね好評だった。
- 5 ホイール式フォワーダの評価
機械を7項目（無回答、その他含む）をもとに、良い点と悪い点について評価してもらった。（複数回答可）
 - (1) 良い点
費用1名、操作性6名、安全性5名、効率性15名、実用性4名、無回答2名、その他2名となり、効率の良さを評価した人が最も多く、積載量も多く、多機能で生産性の向上が見込まれるとの声があった。

(2) 悪い点

費用8名、実用性7名、無回答8名、その他1名となり、導入費用が高いこと、また、機械が大きく、実際に活用する山林が思い当たらないことが挙げられた。

6 導入意向

実際に導入したいかどうか回答してもらったところ、はい5名（リース等の条件を含む）、いいえ6名、無回答11名（林業関係者でない人含む）となり、費用の問題が解決できれば導入したい意向がある一方、大きさ等、課題があるため導入を希望しない意見もあった。

● 試乗感想

試乗した3名から次の感想が得られ、概ね好評だった。

- ・材をつかむ作業や荷下しの際の材の整理作業における作業性が良い。
- ・大型機であるためローダーを伸ばしても機体の安定性を確保できる。
- ・積載量が多くてよい。慣れたら一度に沢山積むより走行速度を活かして運材回数を増やすのもよいかも。
- ・最初は違和感を感じたが慣れれば快適。
- ・キャビンが広くて外が見やすい。
- ・オペレーターの操作はキャビンから全て行えるため、走行⇔ローダー操作の作業で乗り降りが発生しないのがよい。

【現地研修会 開催概要】

日時：令和3年1月22日（金）

会場：新城市作手守義地内（財産区有林）
スギ・ヒノキ人工林 1.09ha

協力：新城市作手財産区管理会

愛知県森林組合連合会（実証事業委託先）

株式会社サナース（林業機械説明）

SE Forest 株式会社（施業委託先）

【ハーベスタによる造材】



【ホイール式フォワーダによる集材】



【ホイール式フォワーダの操縦席】

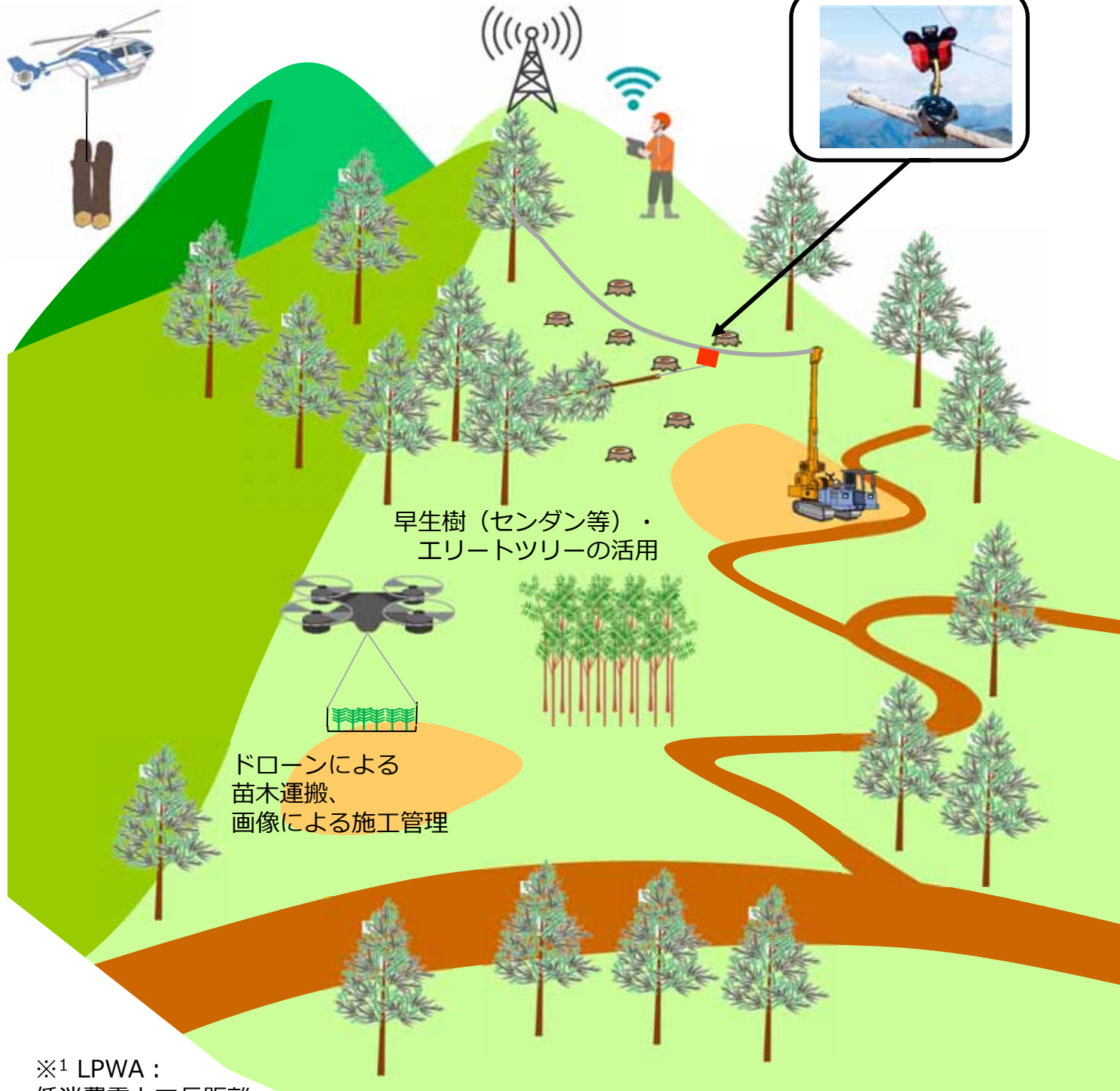


7. 未来の森づくり

機械の自動化・無人化
(集材機、伐倒作業車等)

奥地林でのヘリ集材

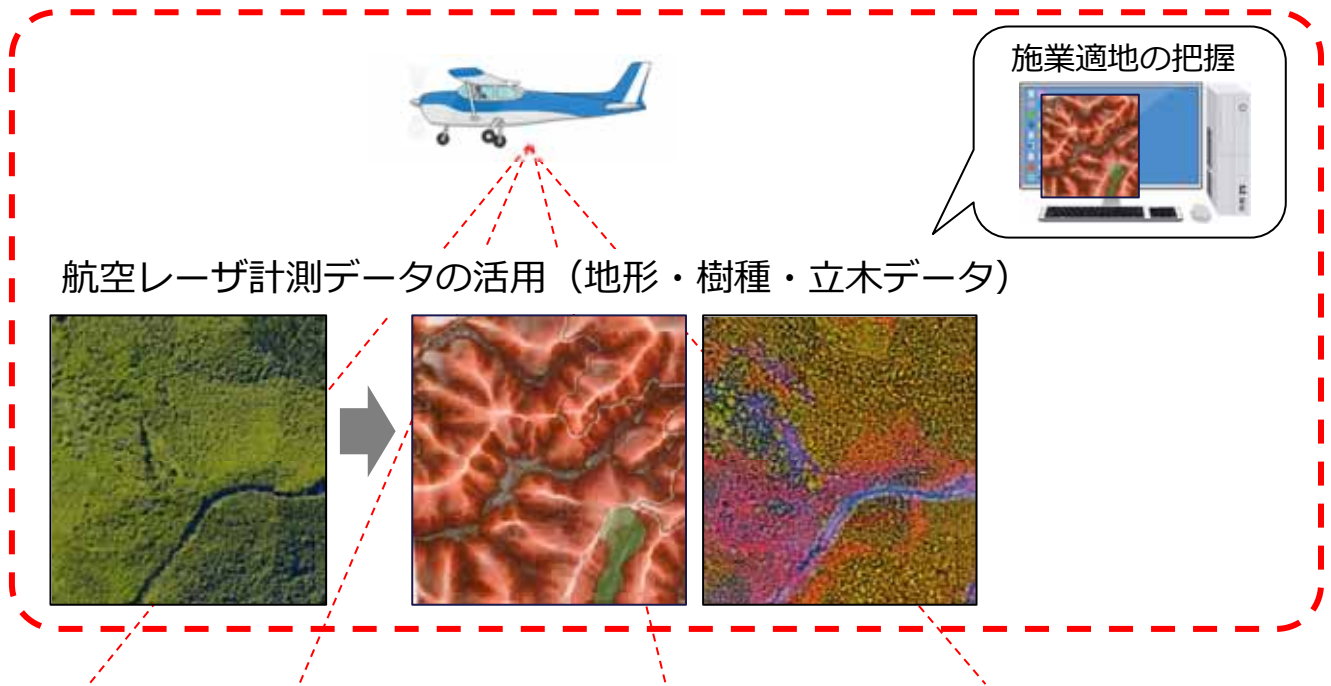
LPWA※¹による通信



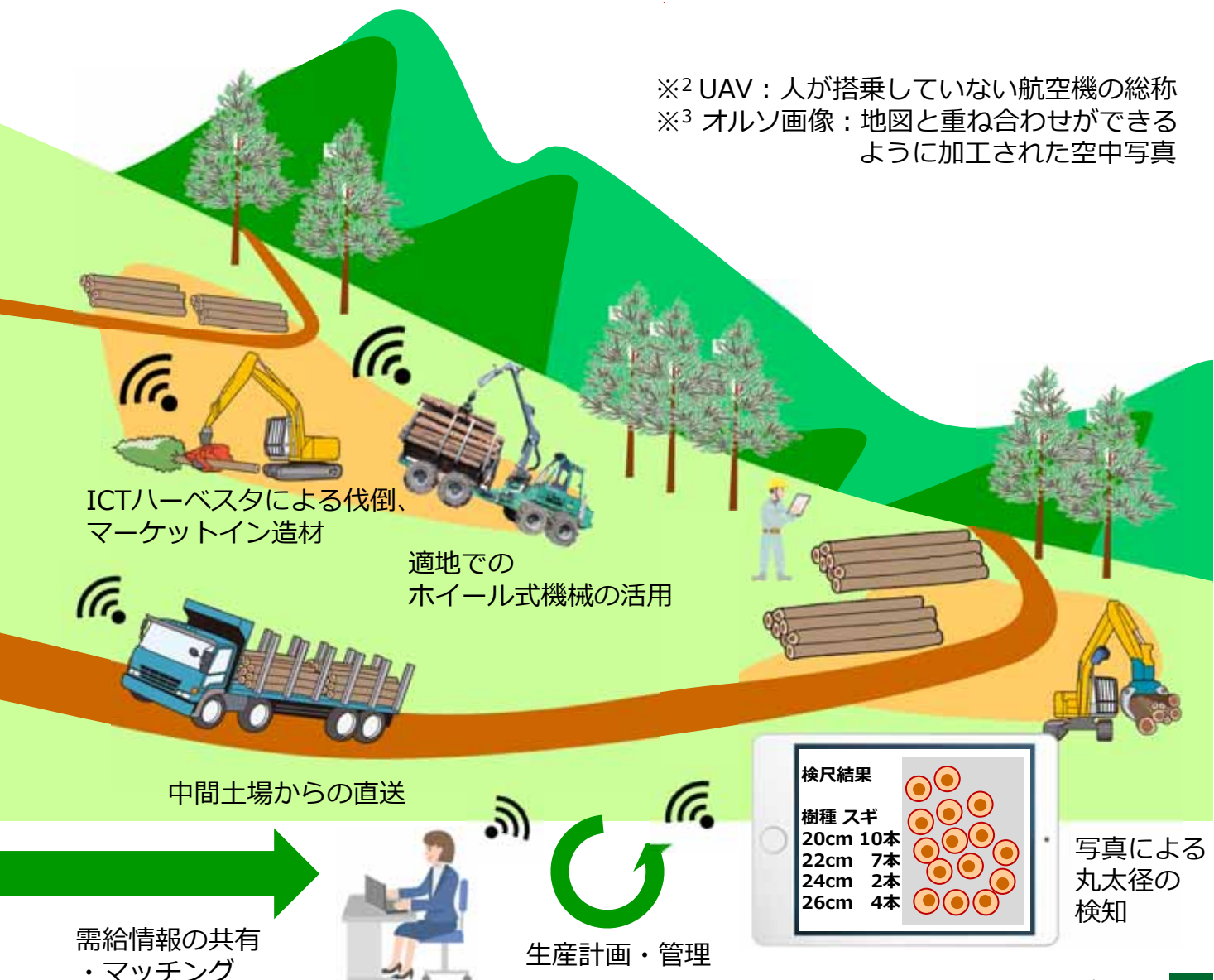
※¹ LPWA :
低消費電力で長距離
の通信ができる無線
通信技術



将来は、UAV※²による苗木・資材運搬、オルソ画像※³等による施工管理や林業機械の無人化・自動化等が進められ、人手と時間をかけることなく森林を経営、管理できるようになるとともに、労働災害を減少させ、林業を魅力ある産業にすることが期待される。



※² UAV：人が搭乗していない航空機の総称
 ※³ オルソ画像：地図と重ね合わせができるように加工された空中写真



8. 参考資料、問い合わせ窓口

参考となるインターネット資料

● 林野庁「スマート林業の推進」

林野庁が推進する「スマート林業」の実現に向けた予算や事業について掲載されています。

URL : https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/smartforest/smart_forestry.html



● 国土地理院「航空レーザ計測」

航空レーザ計測についての解説とともに、色の違いから直感的に地形の特徴がわかるデジタル標高地図の閲覧ができます。

URL : https://www.gsi.go.jp/kankyochiri/Laser_index.html



● マップあいち（愛知県統合型地理情報システム）

「森林情報マップ」など、愛知県の様々な地理情報を電子地図上で閲覧できます。

URL : <https://maps.pref.aichi.jp>



● 愛知県 農林基盤局 林務部 林務課

愛知県の森林・林業に関する施策について掲載しています。

URL : <https://www.pref.aichi.jp/soshiki/rinmu/>



● あいちのICT林業活性化構想

航空レーザ計測で把握する高度な森林資源情報や、森林・林業・木材産業におけるICT（情報通信技術）の活用方法について、愛知県が目指す中長期の目標と取組をとりまとめています。

URL : <https://www.pref.aichi.jp/soshiki/rinmu/ictringyou.html>



問い合わせ先（県機関）

県機関名	住所・電話番号	問い合わせを希望する森林のある市町村
尾張農林水産事務所 林務課	〒460-0001 名古屋市中区三の丸二丁目6-1 TEL 052-961-1689	瀬戸市、春日井市、犬山市、小牧市、尾張旭市、豊明市、日進市、長久手市、東郷町
知多農林水産事務所 林務課	〒475-0903 半田市出口町1-36 TEL 0569-21-8111	半田市、常滑市、東海市、大府市、知多市、阿久比町、東浦町、南知多町、美浜町、武豊町
西三河農林水産事務所 林務課	〒444-0860 岡崎市明大寺本町1-4 TEL 0564-27-2731	岡崎市、刈谷市、西尾市、幸田町
豊田加茂農林水産事務所 林務課	〒471-8566 豊田市元城町4-45 TEL 0565-32-7369	豊田市、みよし市
豊田加茂農林水産事務所 森林整備課 (豊田加茂建設事務所足助支所内)	〒444-2424 豊田市足助町岡田3-1 TEL 0565-62-0501	豊田市、みよし市
新城設楽農林水産事務所 林業振興課	〒441-2301 設楽町田口字小貝津6-2 TEL 0536-62-0547	設楽町、東栄町、豊根村
新城設楽農林水産事務所 新城林務課 (新城市役所東庁舎内)	〒441-1383 新城市字東入船115 TEL 0536-24-1006	新城市
東三河農林水産事務所 林務課	〒440-0806 豊橋市八町通5-4 TEL 0532-35-6175	豊橋市、豊川市、蒲郡市、田原市
農林基盤局 林務部 林務課	〒460-8501 名古屋市中区三の丸三丁目1-2 TEL 052-954-6444	名古屋市

あいちのスマート林業研究会

■ 構成員

西三河農林水産事務所 林務課	箕浦 哲明
豊田加茂農林水産事務所 林務課	佐藤 善美
豊田加茂農林水産事務所 森林整備課	五十君 友宏
新城設楽農林水産事務所 林業振興課	小山 善寛
新城設楽農林水産事務所 林業振興課	豊嶋 勲
新城設楽農林水産事務所 林業振興課	釜田 淳志
新城設楽農林水産事務所 新城林務課	原 良一
新城設楽農林水産事務所 新城林務課	高取 慧
東三河農林水産事務所 林務課	浅井 祐二
森林・林業技術センター 技術開発部	岩下 幸平
農林基盤局 林務部 林務課	鴨下 直史
農林基盤局 林務部 林務課	苅谷 敬寛

■ とりまとめ支援

株式会社フォルテ森林技術経営研究所	中尾 友一
株式会社サナーズ	副島 龍太



あいちのスマート林業実践モデル

令和3年3月

発行 愛知県森林協会

監修 愛知県 (農林基盤局 林務部 林務課)
〒460-8501 愛知県名古屋市中区三の丸三丁目1番2号
TEL 052-954-6444 FAX 052-954-6936

本書の内容を許可なく複製・転載することを禁じます。