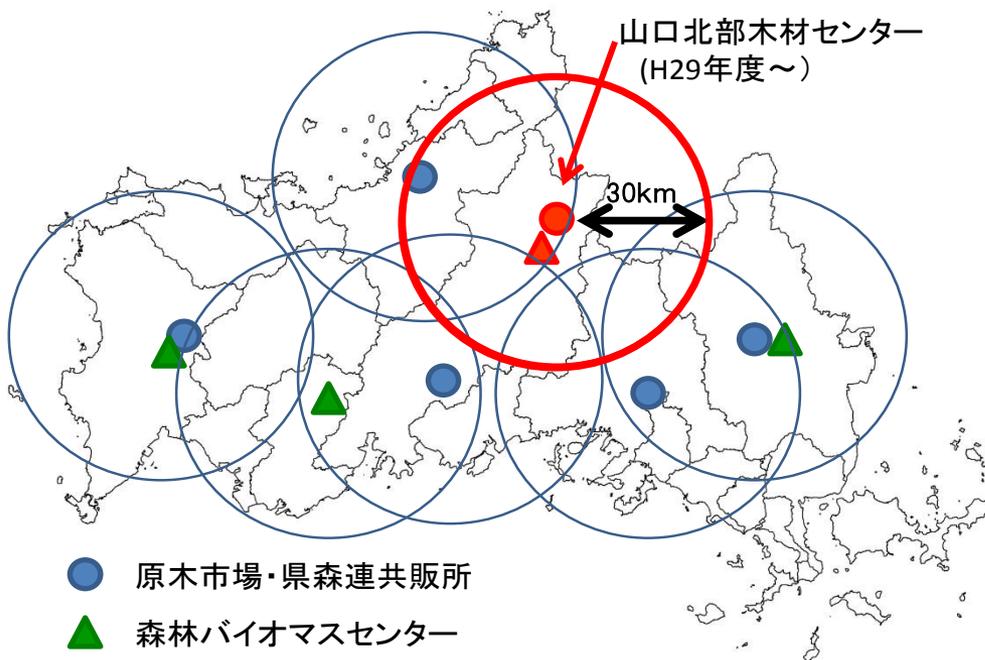


【山口地域協議会】

やまぐちスマート林業実践対策地域協議会

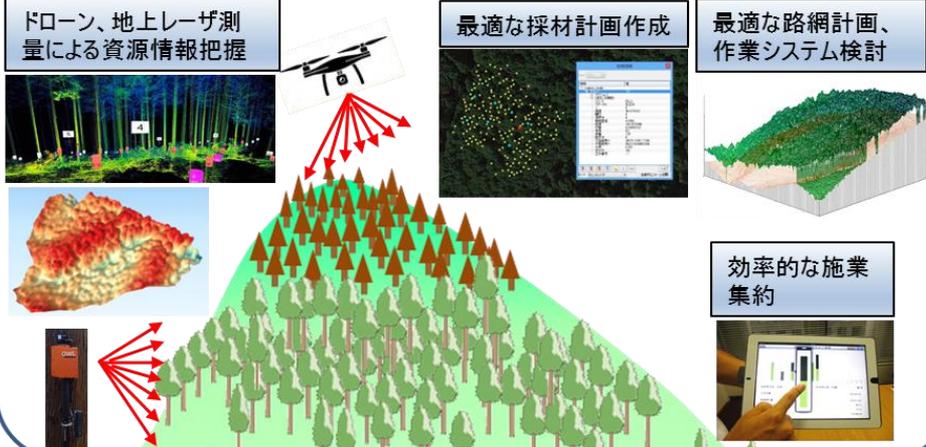
令和元年度スマート林業構築普及展開事業
報告会 （令和2(2020)年2月25日）

- 30年度及び令和元年度当初は、山口北部木材センターの集荷範囲の県北部地域を対象
- 3年目以降、成果を全県へ段階的に展開しつつ、メンバーを拡大

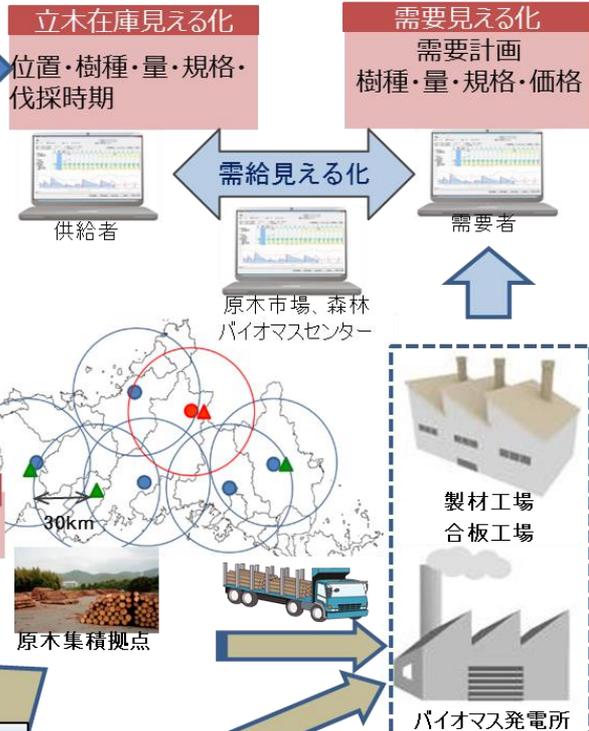


原木市場	山口県森林組合連合会
組合系統	山口県中央森林組合
	周南森林組合
	阿武萩森林組合
素材生産業者	大林産業(株)
	(有)吉岡土建
	(有)野原工業
市 町	山口市農林政策課
	周南市農林課
	萩市林政課
	阿武町農林水産課
山口県	森林企画課 (協議会事務局)
	森林整備課 農林水産事務所森林部
	農林総合技術センター林業研究室

【施業集約化の効率化・省力化】 立木在庫の見える化と施業集約化（H30～）



本事業の取組成果を活用し、
需給マッチングを円滑化！



【経営の効率性・採算性の向上】 生産現場の見える化による経営効率化（R元～） 原木在庫の見える化による配送効率化（R元～）



原木在庫見える化
場所・樹種・量・規格

【事業目標】
県産木材供給量：6.4万m3増

【1】
施 地上レーザ計測器OWLの継続
利用による資源把握

- 『年間貸与スケジュールに基づく利用』
- ◆人役削減効果の周知・実践
 - ◆会員施業地計測・解析と実出材量比較
→高精度情報の実感

【2】
施 ドローンレーザによる計測・解
析実施

- 『主伐団地におけるドローンレーザ利用』
- ◆主伐団地での利用可能性
(資源の位置情報を活用)
 - ◆路網設計支援ソフトFRDでの路線検討



【3】
経 日報管理システムや山土場検知
システムの導入

- 『森林経營業務管理システム（山口県対応型）の活用』
- ◆森林組合/日報電子化及び山土場管理の
試行導入

【4】
経 林業機械への採材・生産量検知
システム付与による作業量把握

- 『ハーベスタ採材システム（iLogger Value Bucking）の活用』
- ◆森林組合/最適採材プランによる機械造
材の実践

【5】
経 立木資源情報及び出材計画（山
土場生産情報）等の共有

- 『県原木SCMシステム構築』
- ◆県森連、事業アドバイザー、事務局に
よる作業部会の開催～システム構築

○総会・協議会による事業計画の策定



(平成30年度
キックオフミーティング)



(平成30年度
第2回協議会)



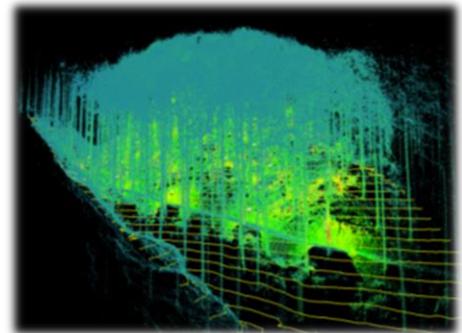
(令和元年度第1回総会)



○地上レーザ計測器による森林資源計測【導入研修会と貸与】



(地上レーザ計測器OWL導入研修会<平成30年8月30日~31日>)



(計測による森林の3次元化)

○ドローンレーザを用いた森林資源計測【計測見学会等】



（森林資源情報収集にかかるドローンレーザ計測見学会〈令和元年7月25日・周南市緑山地区〉）

○タブレットを用いた林地GIS情報の確認と日報管理



（左/日報管理システム等導入に係るデモ研修会及び意見交換会）
（右/森林経營業務管理システム（山口県対応型）導入に係る利用研修会）
〈上段：令和元年7月23日、下段：令和元年10月30日〉

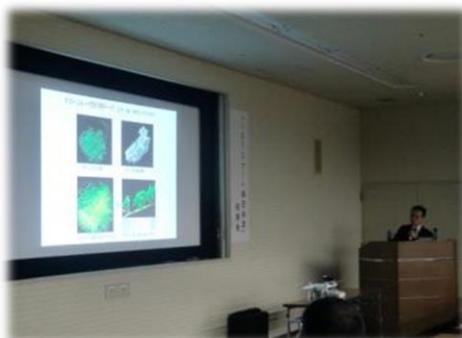
（タブレットによる林地GIS操作研修会
〈令和元年8月19日～21日〉）

○検知機能付きハーベスタを用いた造材【操作見学会等】



(ハーベスタ採材システム現地デモ研修会<令和元年9月24日・美祢市大田東山地区>)

○各種講演会の主催及び講師派遣



(ICT精密林業講演会 (講師/信州大学・加藤教授)
<平成30年12月19日>)



(日本林業経営者協会 中国・四国ブロック協議会/OWL実演
<令和元年10月8日>)

【取組②】ドローンレーザ計測地における主伐団地設定の動き

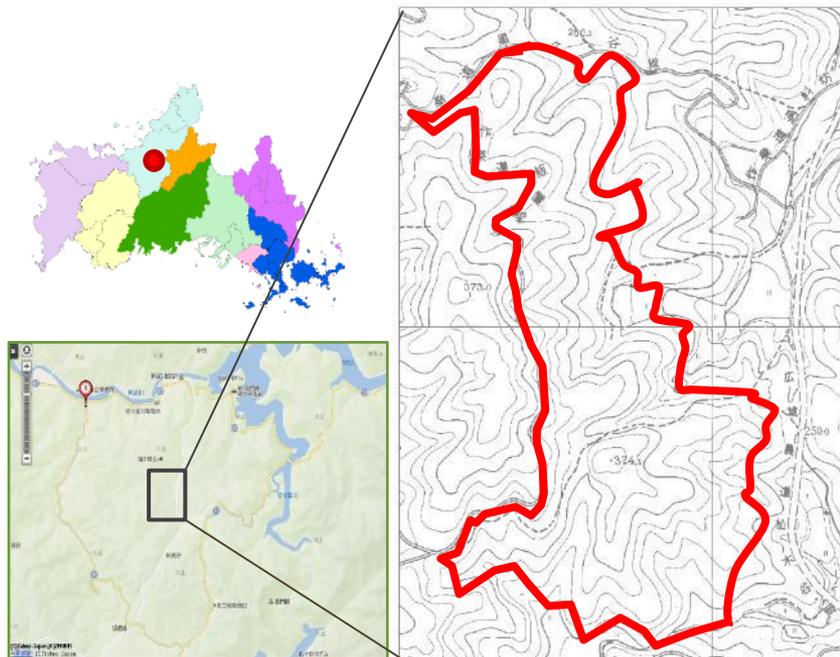
■ドローンレーザ計測の概要

実施日：令和元年6月11日（火）

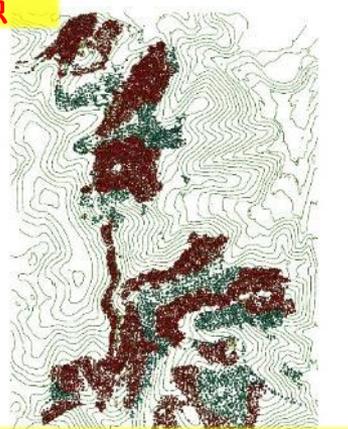
場所等：萩市川上檜皮16.12ha

◆主な取得データ

- ・写真（オルソ化）
- ・地形データ
- ・森林の状況（樹種、樹高、胸高直径、材積）

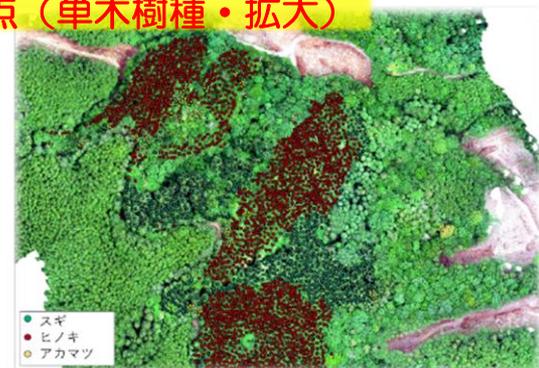


オルソ画像＋樹頂点



森林基本図＋樹頂点

オルソ画像＋樹頂点（単木樹種・拡大）



資源データ等を利用して...

◆ドローンレーザ解析結果（森林資源集計表）

樹種	平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	合計材積 (m3)
スギ	46.0	25.4	3,809.7
ヒノキ	26.6	18.0	3,546.2
アカマツ	38.6	18.7	291.6
計			7,647.5

↓【参考】森林簿データを基にした資源集計

樹種	平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	合計材積 (m3)
スギ	—	—	3,157
ヒノキ	—	—	3,306
アカマツ	—	—	417
計			6,880

◆解析結果の活用

施業計画の策定資料、現地踏査資料

◆利用者が感じた利点（メリット）

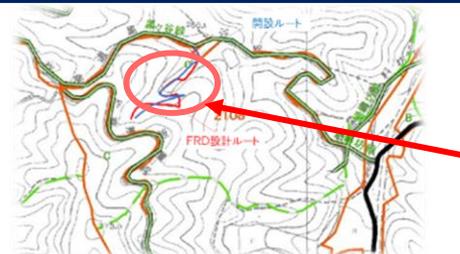
- どこに、どれぐらいの資源があるか。
- 施業場所が明確に選定できる。
- 机上で高精度情報があるため、現地踏査も効率的になる。

◆課題

○費用対効果、○活用できる人材の育成

◆ドローンレーザ解析結果（現地プロット比較）

樹種	D	胸高直径 cm					樹高					
		実測 (a)	レーザ (b)	差 (b-a)	差 (絶対値)	誤差率 1-b/a	実測 (a)	レーザ (b)	差 (b-a)	差 (絶対値)	誤差率 1-b/a	
1	ヒノキ	15054	18.3	21.9	3.6	3.6	-19.7%	15.6	14.9	-0.7	0.7	4.5%
2	ヒノキ	14896	20.5	22.1	1.6	1.6	-7.8%	15.8	15.1	-0.7	0.7	4.4%
3	ヒノキ	14858	18.8	22.3	3.5	3.5	-18.6%	15.8	15.1	-0.7	0.7	4.4%
4	ヒノキ	14921	23.4	23.7	0.3	0.3	-1.3%	16.5	16.1	-0.4	0.4	2.4%
5	ヒノキ	15082	15.2	20.4	5.2	5.2	-34.2%	13.9	13.9	0.0	0	0.0%
6	ヒノキ	15106	22.6	22.2	-0.4	0.4	1.8%	15.5	15.1	-0.4	0.4	2.6%
	平均		19.8	22.1	2.3	2.4	-13.3%	15.5	15.0	-0.5	0.5	3.1%
	最小値		15.2	20.4	-0.4	0.3	-34.2%	13.9	13.9	-0.7	0.0	0.0%
	最大値		23.4	23.7	0.3	0.3	1.8%	16.5	16.1	-0.4	0.4	2.4%



◆現場オペレータの所感

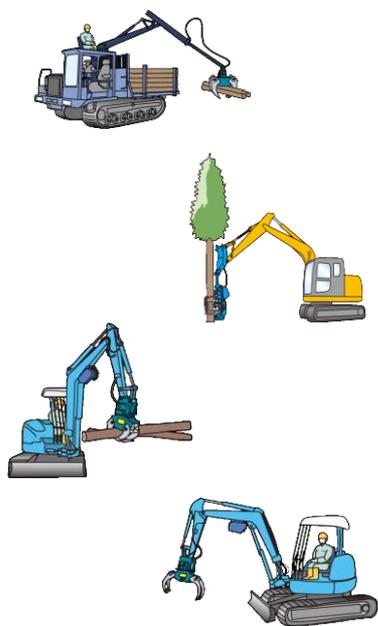
- FRD設計ルートは、概ね良い場所を通っている。
- 道が安価でできても、搬出しやすいルートでないと、木材生産のトータルコストは高くなる。

路網設計支援ソフトFRDと合わせて...

【取組⑤】 県原木SCMシステム構築に向けた動き

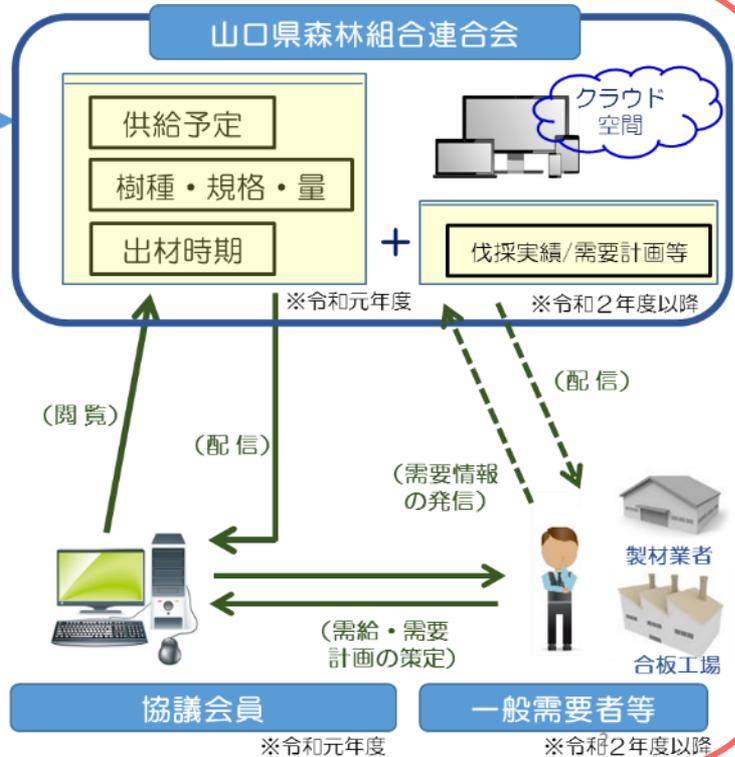
- 山口県森林組合連合会・藤田事業アドバイザー（山口大学経済学部）・事務局
 → **作業部会（令和元年12月末まで計5回）を開催**し、スマート林業機器等を活用しつつ構築する県原木SCMシステムの方向性を議論
- 令和2年3月上旬を目途に一定機能を有したシステムを協議会員に公開

当初の絵姿



- 〈長期的〉
- ◆ 地上レーザ計測器OWLによる出材予測樹種・量
 - ◆ ドローンレーザによる広範囲の出材予測樹種・量
- 〈短期的〉
- ◆ 機械等に付与した検知機能に基づく日毎の出材樹種・量

↑クラウド空間へデータ取込み↓



作業部会を通しての絵姿

県内外製材工場における「複数需要情報の取入」



【製材工場A】

特徴

県内外問わず住宅用材を供給
 <3ヶ月毎の平均需要>
 <突発的な必要需要>



【製材工場B】

特徴

直近の市場出荷情報による在庫管理
 <突発的な必要需要>



【製材工場C】

特徴

一部地域に40棟/年程度の受注
 <受注予測に基づく必要需要>
 <一部の地域的需要>

出材の目方を示す
 「共販所予測情報の取入」



出材の目方

県全体100に対し、県央30、東部20等
 柱材不足情報/スギよりヒノキ等
 <需要充足率形式⇔天気予報*形式>
 <毎月の主要指標（不足は赤表示）>

【共販所D】



県森連による集約



製材所需要及び
 共販予測

≪県原木SCMホームページ≫



県森連原木需給情報管理システムに
 登録した買方及び売方の一部にアクセス権

需要側のながれ

供給側のながれ

山を買う前の資源量把握に活用
 (プロット調査/全木調査)

地上レーザ
 計測器OWL



ドローンレーザ



スマート林業関係機器

◇随時変動する年間計画
 ではなく、確実な施業
 計画を開示
 ※スマート林業関係機器
 の「資源量+採材量」
 →林産活動の参考まで

①森林組合・認定林業
 事業者の林産情報

森林組合A
 ●場所：山口市阿東町〇〇地内
 ●樹種/面積：ヒノキ/3.23ha
 ●林齢：50年生
 ●伐採始期：令和2年9月
 終期：令和3年2月
 ●出材予定量：
 400m³ (令和2年10月まで)
 1,500m³ (令和3年2月まで)

【POINT】
 山をいつ伐るのか
 分かった段階で情報開示

県森連原木需給情報管理システムに
 登録した買方及び売方の一部にアクセス権



②公社・森林総研
 の事業情報

Ex. 公社の場合
 <主伐2箇所程度/年>
 <間伐20箇所程度/年>



県森連による集約

≪県原木SCMホームページ≫
 情報の掲載（リンク形式）



- スマート林業機器の位置づけを見直し
- イニシアチブをとる主体として、山口県森林組合連合会を中心とした情報収集・発信体制の明確化
- クラウド空間の創出ではなく、現行システムを生かした構成を選択

登録方法の一例

アップロードした供給情報は、会員名・担当者名を除き、
全ての者が閲覧可

■ 林産情報【登録画面】 ※打込画面/供給者が自由にアップロード可能 ※必須項目で絞込

会員名：〇〇製材 担当者：〇〇係長

出材時期（必須） 年 月 ~ 年 月

出材予定共販所（必須） ※岩国、周南、山口、福栄の選択肢

出材予定樹種（必須） ※スギ、ヒノキ、マツ、広葉樹、その他（記載可能欄を追加）

林齢（必須） 年生 ~ 年生 ※20年生から60年生までの1年刻み

伐採地域（必須） 市町 ※「字」まで記載する旨を注記

出材予定量（必須）	<用材>	スギ	<input type="text"/>	m3	<バイオ>	スギ等	<input type="text"/>	t
		ヒノキ	<input type="text"/>	m3		ヒノキ等	<input type="text"/>	t
		マツ	<input type="text"/>	m3		マツ等	<input type="text"/>	t
		広葉樹	<input type="text"/>	m3		広葉樹等	<input type="text"/>	t
		その他	<input type="text"/>	m3		その他	<input type="text"/>	t

※出材予定樹種により一部非表示とする

主要規格（任意） ※柱3m、合板4m等の選択肢

スマート林業機器情報（任意） ※pdf、excel（csv含む）、wordを貼付可能

掲載時期（必須） 年 月 日 ~ 年 月 日

<POINT> 「地上レーザ計測器OWL」及び「ドローンレーザ/写真計測」による立木在庫化

①地上レーザ計測器OWLの貸与による県下各地の計測

- 平成30年度：山口県森林組合連合会が協議会員施業地7箇所を計測
- 令和元年度：協議会員もしくは協議会員外で利用を希望する者に貸与し、計測

②ドローンレーザ・写真による県下各地の計測

- 平成30年度：レーザ/阿武町、写真/周南市で計測
- 令和元年度：レーザ/周南市・萩市で計測

R元年度
46.48haの立木在庫化済
※平成30年度/35.03ha

市
長門市俵山/油谷
8.40ha

森林組合
下関市豊田町浮石
0.99ha

森林組合・県
美祢市大田
1.20ha

市・県
周南市須々万
1.24ha

市・県
周南市須々万
13.43ha

森林組合・県
萩市川上相原
4.00ha

森林組合・県
萩市川上檜皮
16.12ha

民間素材生産業者
岩国市御庄
1.10ha



R元.12月末現在

<個別目標②> 現地調査、施業集約等にかかる人件費を30%削減

<POINT> 事務局が人役削減効果等を検証後、協議会などで報告

【地上レーザ計測器OWLの精度・効率・効果検証例その1】 ※県下複数箇所で実施

プロット内の番号設定



毎木調査（胸高直径）



プロット内の除伐作業



プロット内のOWL計測



- 調査プロット内で従来型の毎木調査を実施し、作業時間を計測
- 調査プロット内で、作業員が除伐作業とOWL計測を実施し、作業時間を計測
- 取得データから、「立木データ精度」、「作業効率/人件費削減効果」を検証

検証データ（一部抜粋）

↓ 条件「作業員2名/除伐なし」で比較

調査地	樹種	地上レーザ計測(a)									実測(b)					効率(a/b)				
		調査日	面積		実時間	OWL設置箇所	解析時間	haあたり	1本あたり	1箇所あたり	調査日	面積		実時間	haあたり	1本あたり	haあたり	1本あたり		
			ha	本				計測時間	計測時間	計測時間		ha	本		計測時間	計測時間			計測時間	
A	スギ	2019/5/13	1.08	1041	5:00	140				4:37	0:00:17	0:02:09	2019/8/8	0.13	122	2:30	19:13	0:01:14	24.1%	23.4%
B	ヒノキ	2019/11/15	0.09	98	0:33	25				6:06	0:00:20	0:01:19	2019/11/28	0.09	98	1:29	16:28	0:00:54	37.1%	37.1%
C	スギ	2019/12/4	0.10	147	1:10	32				11:40	0:00:29	0:02:11	2019/12/13	0.10	147	3:30	11:00	0:01:26	33.3%	33.3%
D	ヒノキ	2020/2/5	0.05	41	0:14	11	1:57			4:40	0:00:20	0:01:16	2020/2/6	0.05	41	0:48	16:00	0:01:10	29.2%	29.2%
E	ヒノキ	2020/2/5	0.07	43	0:21	15	2:27			5:00	0:00:29	0:01:24	2020/2/6	0.07	43	0:38	9:02	0:00:53	55.3%	55.3%
平均										6:24	0:00:23	0:01:53				19:09	0:01:07	35.8%	31.3%	

区分	地上レーザ(OWL)		毎木調査
	除伐なし	除伐あり	
人件費(円)	16,800	33,600	90,000
削減費(円)	73,200	56,400	-
削減率(%)	81	63	-

注) 人件費は、haあたり作業延人数に労務単価12千円を乗じて算出

区分	地上レーザ(OWL)		毎木調査
	除伐なし	除伐あり	
作業人数(人)	2	3	3
作業時間(分)	52	65	145
作業効率【時間】(%)	279	223	100
作業時間【時】	5.6	7.4	20.1
作業効率【時間】(%)	359	272	100
作業延人数(人)	1.4	2.8	7.5
作業効率【人役】(%)	538	272	100

OWL利用時、様々な地形条件等の箇所における人件費削減効果



平均約3~4割

↑ 条件「作業員3名/除伐あり」で比較

【地上レーザ計測器OWLの精度・効率・効果検証例その2】

約0.1haの同プロット内で、除伐の強度を変えて繁茂状況によるOWL精度評価を実施

① 除伐前



② 測点間のみ除伐



③ 除伐後



悪い ←

視認性

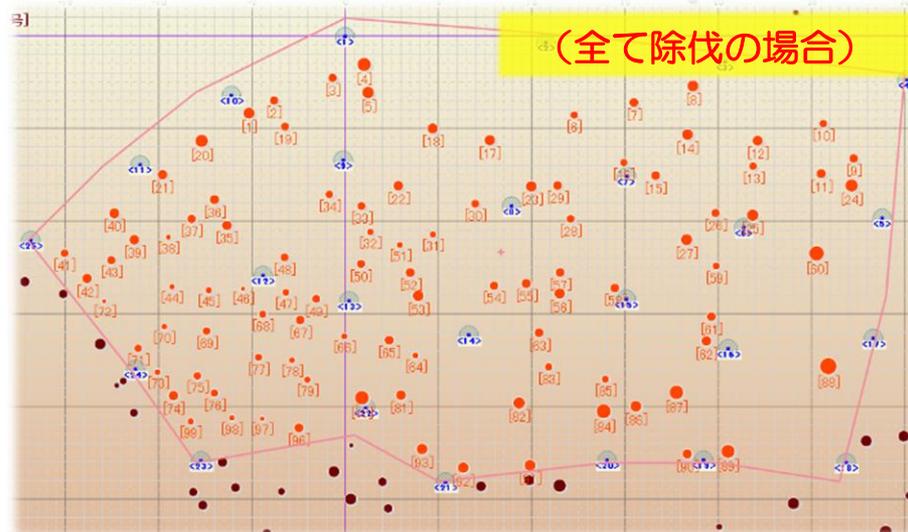
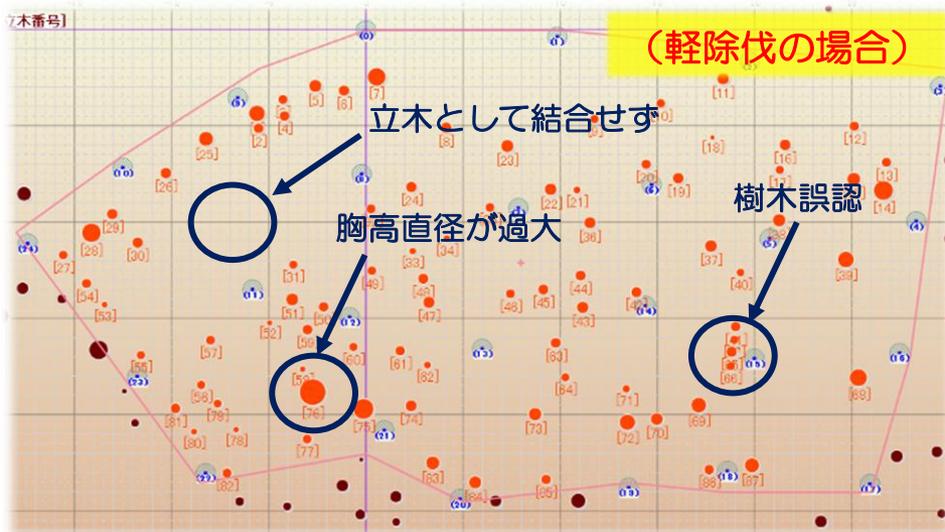
→ 良い

	軽除伐	除伐後
立木本数[本]	87	97
立木密度[本/ha]	934	1053
平均直径[cm]	29.6	26.2
平均樹高[m]	17.4	18.1
平均枝下高[m]	11.5	13.2
総材積[m3]	55.9	51.4

精度評価の結果

- ① 除伐前
 - 結合不可
- ② 測点間のみ除伐
 - データが結合・解析できたとしても、誤差が一定程度生じる（DBH/2cm程度）
- ③ 除伐後
 - 立木位置、胸高直径に大きな誤差なし

<OWL解析後の図上比較>



■ 個別目標との比較

人件費30%削減 <OWL利用時/約30~40%削減 (除伐状況が左右)

■ 協議会のスタンス

- 一般の素材生産業者等に普及するからこそ、

「自前で」削減効果等を調査・研究し、「段階的に」実践・周知する

- 事務協議会を通して、「より使いやすくする工夫」や調査・分析テーマを収集

■ 今後の動き

- **地上レーザ計測器OWLを1台から複数台 (例：県を3区分にして域内共有) へ**
- **ドローンレーザの削減効果等を積み重ね検証**



【普及展開に向けた研修の立案】

性質の異なる実証地でのOWL計測・解析実習

除伐あり



除伐なし



除伐あり

立木番号	胸高直径[cm]			
	OWL計測	実測	差分	差(絶対値)
1	37.5	35.3	2.2	2.2
2	33.9	32.4	1.5	1.5
3	22.9	22.5	0.4	0.4
4	27.2	26.6	0.6	0.6
5	32.4	30.5	1.9	1.9
6	26.0	25.3	0.7	0.7
7	20.9	25.3	-4.4	4.4
8	28.3	27.9	0.4	0.4
9	29.1	28.8	0.3	0.3
10	23.0	23.2	-0.2	0.2
11	32.3	32.9	-0.6	0.6
12	26.9	26.8	0.1	0.1
13	22.8	22.9	-0.1	0.1
14	31.1	31.3	-0.2	0.2
15	31.3	31.1	0.2	0.2
16	36.4	37.2	-0.8	0.8
17	33.4	34.5	-1.1	1.1
18	25.2	24.3	0.9	0.9
19	27.0	25.9	1.1	1.1
20	31.4	30.5	0.9	0.9
最小			-4.4	0.1
最大			2.2	4.4
平均				0.9

除伐なし

立木番号	胸高直径[cm]			
	OWL計測	実測	差分	差(絶対値)
1	31.1	27.9	3.2	3.2
2	36.2	31.9	4.3	4.3
3	27.0	26.2	0.8	0.8
4	39.9	25.6	14.3	14.3
5	49.7	39.2	10.5	10.5
6	23.9	24.3	-0.4	0.4
7	25.7	25.3	0.4	0.4
8	25.2	26.5	-1.3	1.3
9				
10	28.3	27.9	0.4	0.4
11	29.7	28.3	1.4	1.4
12	28.1	27.3	0.8	0.8
13				
14	36.3	35.8	0.5	0.5
15	41.6	35.6	6.0	6.0
16	29.7	29.2	0.5	0.5
最小			-1.3	0.4
最大			14.3	14.3
平均				3.2

演習シート

- 各実証地とも計測ポイントを指定済。
- 班分け関係なく、各自3測点ずつ計測体験。
- 計測ポイントは、各実証地とも「No.0」～「No.8」までの9測点。
- 実証地内の立木について、事前に胸高直径の毎木調査済。計測後、班ごとに解析し、<OWL解析結果>と<毎木調査結果>を比較。

「除伐あり」

⇒平均誤差 0.9cm

「除伐なし」

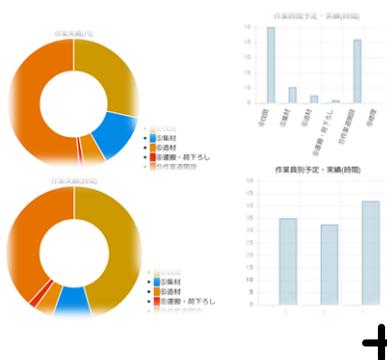
⇒平均誤差 3.2cm

<POINT> 事業体の業務管理システムと現場RTK情報の活用

【実証方法】

森林経営業務管理システム（山口県対応型）の活用による現場作業効率の改善

※日報管理/山土場管理システムを用いた現行作業システムの改善



作業別	木材販売	経費・補助金	消耗品	検索:									
作業工程	予定時間	実績時間	時間%	予定作業量	実績作業量	作業量%	予定金額	実績金額	金額差分	効率	コスト		
①伐倒	0	50	0.0%	0	0	0.0%	0	115,255	-115,255 円	0.00	0円/本 本時		
②集材	0	10.5	0.0%	0	0	0.0%	0	54,210	-54,210 円	0.00	0円/m3 m3時		
③造材	0	5	0.0%	0	0	0.0%	0	22,610	-22,610 円	0.00	0円/m3 m3時		
④運搬・荷下ろし	0	2	0.0%	0	0	0.0%	0	4,820	-4,820 円	0.00	0円/m3 m3時		
⑤作業道開設	0	42	0.0%	0	0	0.0%	0	208,548	-208,548 円	0.00	0円/m m時		
合計	0	109.5	0.0%	0	0	0.0%	0	405,443	-405,443 円				

現場IoT機器（GNSS主体）による造材木位置情報の管理



- 一部今年度から着手し、次年度に現場IoT機器を組合せて実践
- 主に<現場作業効率の改善>及び<配送実績の効率化>の2本柱

計画

境界管理	資源管理	施業計画・ 提案	その他 (情報基盤)
------	------	-------------	---------------

○タブレットを利用したアプリによる効率化

【森林簿等の閲覧アプリ搭載】

- ・施業区域の迅速な確定補助
- ・現地における所有者への区域提示補助

【森林経営業務管理システム】

- ・日報/稼働機械管理の電子化に伴うボトルネックの把握
- ・コスト意識の向上（各自のスマホ利用）

計画

境界管理	資源管理	施業計画・ 提案	その他 (情報基盤)
------	------	-------------	---------------

○地上レーザ計測器OWLやドローンレーザ等による立木在庫の見える化

【地上レーザ計測器OWL】

- ・人件費/約30～40%削減
- ・解析図を用いた所有者説明資料の作成補助

【ドローンレーザ】

- ・精密な林相区分図を用いた施業計画の策定
- ・路網設計DEMデータの取得/活用

素材生産・販売

伐採	造材	集材・ 運材	検知	路網整備	生産性 管理	機械全般	販売・ 流通	その他
----	----	-----------	----	------	-----------	------	-----------	-----

○最適採材システム搭載・林業機械の活用及びIOT機器を用いたRTK集材/運材

【最適採材システム】

- ・機械オペレータによる造材補助
- ・集材量把握による生産計画のリマスタ

【現場IOT機器】

- ・造材木位置情報のリアルタイム把握による
輸送効率の削減 ※3ヶ年目に実践

素材生産・販売

伐採	造材	集材・ 運材	検知	路網整備	生産性 管理	機械全般	販売・ 流通	その他
----	----	-----------	----	------	-----------	------	-----------	-----

○原木SCMシステムを介した需要・供給情報の共有

【原木SCMシステム】

- ・（スマート林業機器等の）資源量把握情報の共有による林産計画の策定補助
- ・原木在庫の円滑な流通に向けたマッチング効果

《スマート林業の関連機械》

- 万能/万全ではない（改良の途上）
- <使う主体>により、**利用しやすいモノ**の種類が異なる

◆利用可能性の視点

「何に使えるのか」、
「このような使い方なら良い」

◆課題解決の視点

「ここが改良されれば活用できる」
「組合せて使えば、自団体に適合する」