

# 架線集材による効率的な燃料材収集システムについて ～林地残材を木質バイオマスとして利用しよう～



令和7年度 林野庁補助事業  
木質バイオマス利用環境整備事業  
林地残材等利用環境整備事業

日時:令和8年 3月18日(水)  
事務局:一般社団法人 日本木質バイオマスエネルギー協会  
場所:東京ビッグサイト

# 成果報告の流れ

1. 事業背景・目的と調査概要
2. 実証調査の内容
  - ✓ 高知県(有限会社 川井木材)
  - ✓ 宮崎県(株式会社 マルサン)
  - ✓ 山口県(山口県東部森林組合)
3. 実証調査結果概要と一般化したコスト試算
4. 枝条チップの生産量と運搬距離の関係
5. 架線集材により林地残材を利用していくためには

# 成果報告の流れ

## 1. 事業背景・目的と調査概要

## 2. 実証調査の内容

- ✓ 高知県(有限会社 川井木材)
- ✓ 宮崎県(株式会社 マルサン)
- ✓ 山口県(山口県東部森林組合)

### 事業概要



## 3. 実証調査結果概要と一般化したコスト試算

## 4. 枝条チップの生産量と運搬距離の関係

## 5. 架線集材により林地残材を利用していくためには

### ガイドブックの補足説明等

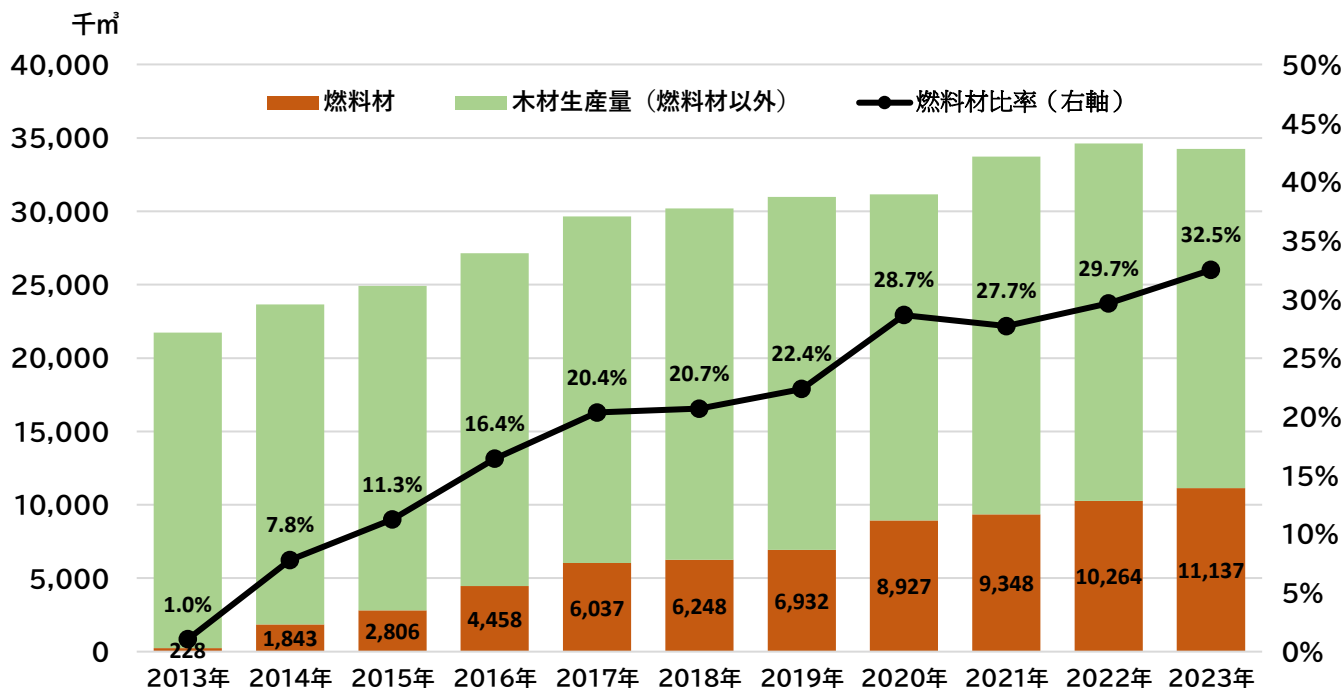


# 目次

1. 事業背景・目的と調査概要
2. 実証調査の内容
  - ✓ 高知県(有限会社 川井木材)
  - ✓ 宮崎県(株式会社 マルサン)
  - ✓ 山口県(山口県東部森林組合)
3. 実証調査結果概要と一般化したコスト試算
4. 枝条チップの生産量と運搬距離の関係
5. 架線集材により林地残材を利用していくためには

# 事業背景 ①(燃料材の比率推移)

✓ 木材生産に占める燃料材比率も年々増加しており、2023年時点では、国内木材生産量の30%を超えている。

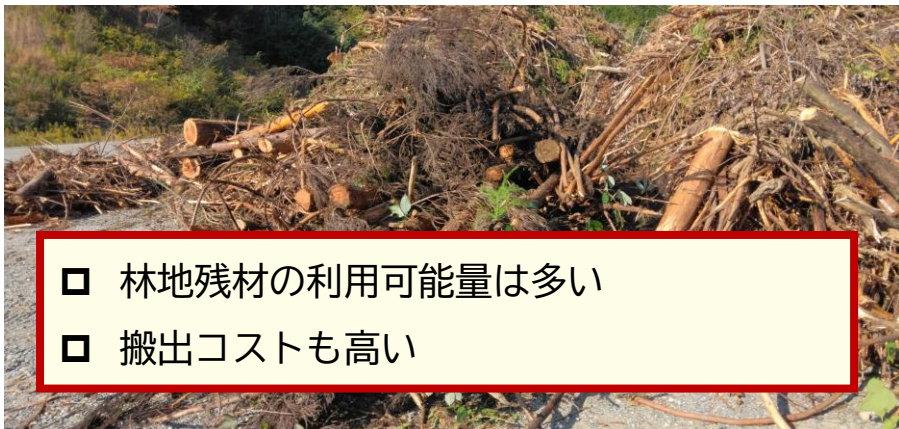


木材生産に占める燃料材比率

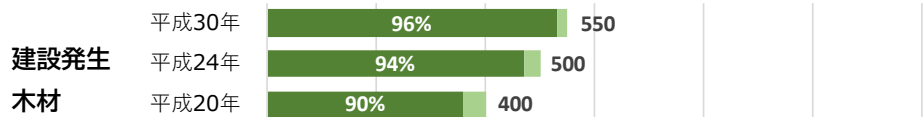
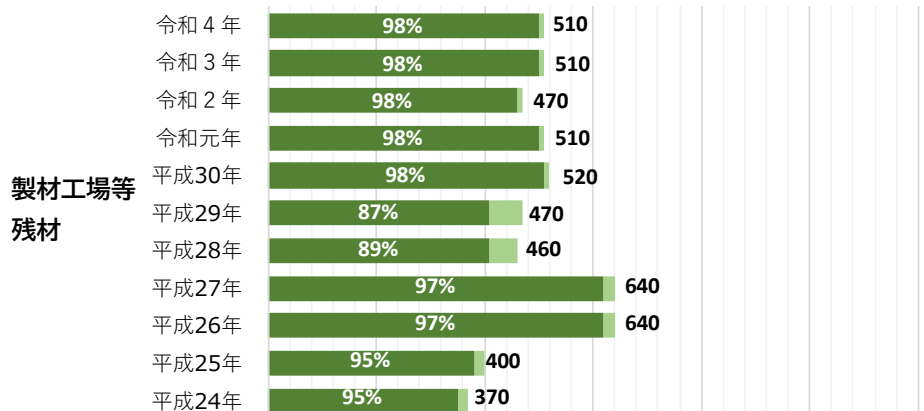
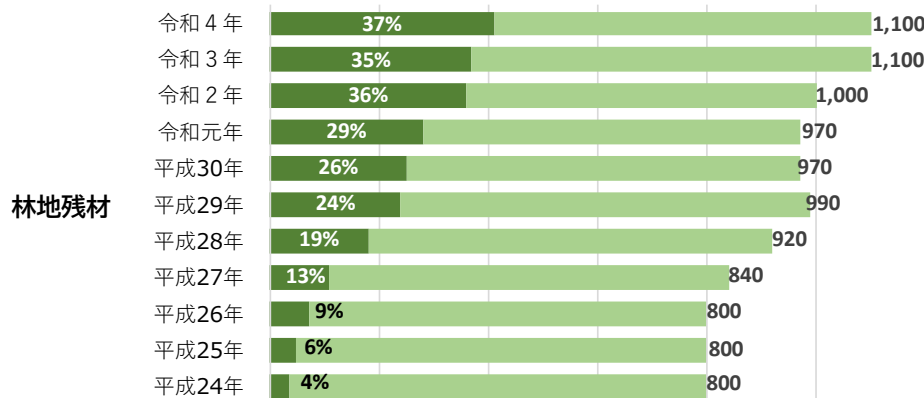
資料: 林野庁「木材需給表」

# 事業背景 ②(由来別の発生量と利用率の推移)

- ✓ 製材工場等残材や建設発生木材については、利用率は90%を超えており、ほぼ利用されている。
- ✓ 林地残材については、年々利用率が増加しているが、令和4年では40%弱となっている。



- 林地残材の利用可能量は多い
- 搬出コストも高い



由来別発生量及び利用率の推移 (万トン)

資料:農林水産省「バイオマス種類別の利用率等の推移」

# 事業目的



- 林地残材の利用率向上を目的とし、架線による全木集材を対象とした実証調査を実施して、用材生産も踏まえた林地残材収集における予想収支を試算した。



# 調査概要

- 現地調査は、宮崎県と高知県において、全木集材の功程調査を実施して映像解析
- 功程調査とヒアリングの結果により、林地残材収集における各種コストや生産性を整理
- 調査結果を一般化するために、文献調査により情報を補完しながら試算
- 主として林地残材をチップ化する工場(山口県岩国市錦町)のヒアリングを実施し、林地残材の運搬コスト等の情報を収集



# 目次

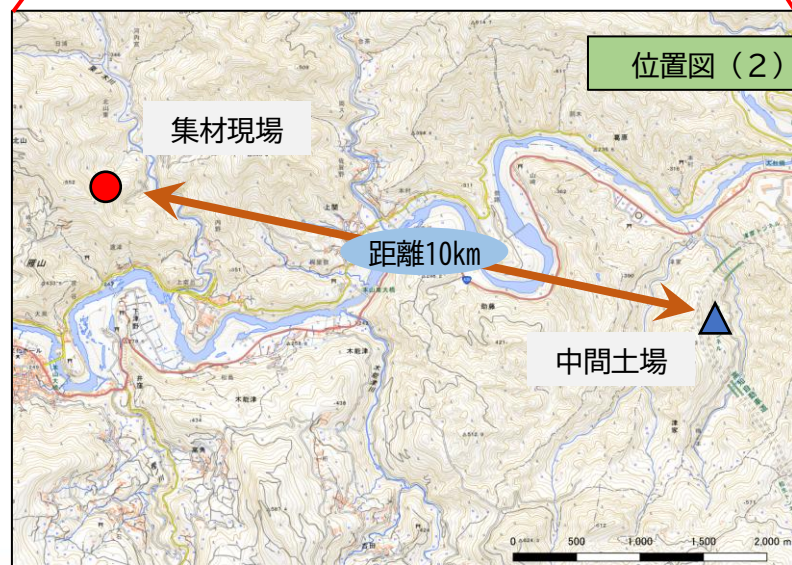
1. 事業背景・目的と調査概要
2. 実証調査の内容
  - ✓ 高知県(有限会社 川井木材)
  - ✓ 宮崎県(株式会社 マルサン)
  - ✓ 山口県(山口県東部森林組合)
3. 実証調査結果概要と一般化したコスト試算
4. 枝条チップの生産量と運搬距離の関係
5. 架線集材により林地残材を利用していくためには

# 現地調査先組織の概要

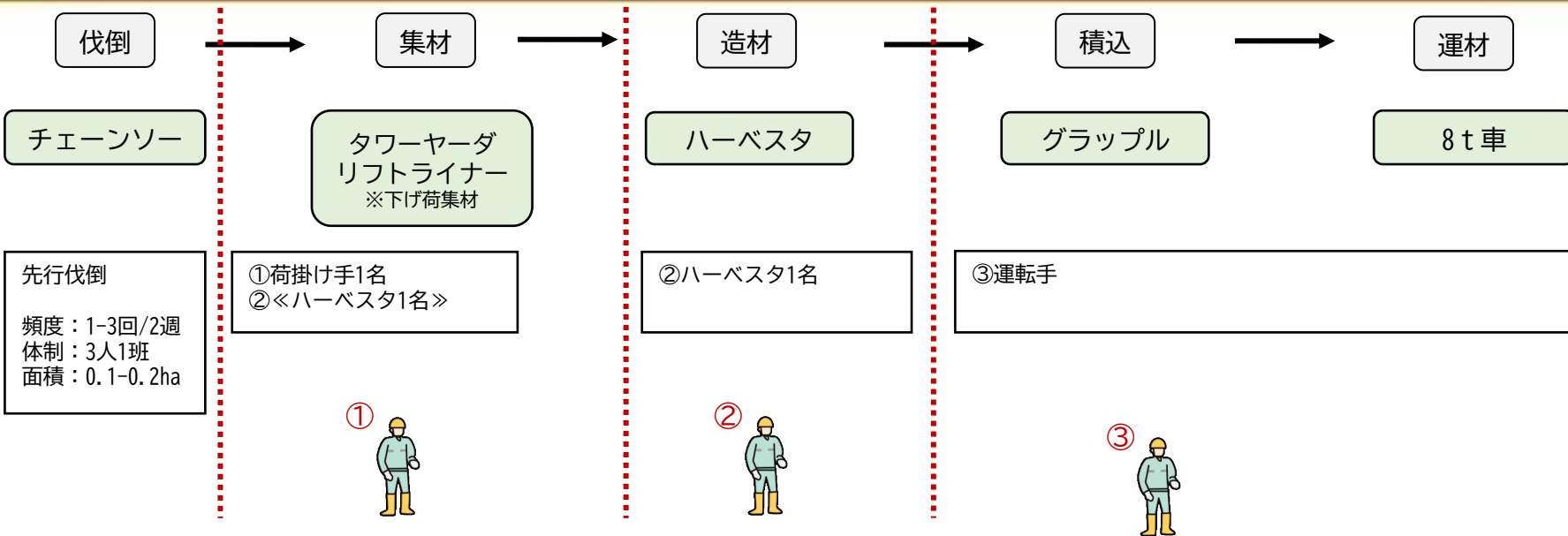
事業者名	有限会社 川井木材	株式会社 マルサン
組織所在地	<b>高知県</b> 長岡郡本山町	<b>宮崎県</b> 西臼杵郡高千穂町
従業員数	社員6名+役員2名の8名	22名
作業班体制	3名1班体制	3名1班体制
伐採種 集材方法	主伐、 <b>全木集材</b>	主伐、 <b>全木集材</b> (ダブルエンドレス方式)
作業システム	チェーンソー→ <b>タワーヤーダ</b> →ハーベスタ ※下げ荷集材	チェーンソー→ <b>定置式集材機</b> →プロセッサ ※上げ荷集材
調査箇所	高知県長岡郡本山町北山 (民有林)	宮崎県東臼杵郡諸塚村 (民有林)
林地残材 利用状況	①末木枝条は中間土場へ運び、自社でチップ ング(木材破砕機)して、本山町内の事業者へ 運搬 ②タンコロは、破砕せずに大豊町の事業者へ 運搬	端材(タンコロ)のみ収集利用 タンコロは、日之影町または高千穂町の事業 者へ燃料材として運搬 末木枝条は、利活用方法を協議中
林地残材 運搬方法	8t・10tコンテナダンプ タンコロ:2~4台/週 末木枝条:6~7回/日、枝条チップ:2台/週	4tコンテナダンプ 3台/週で運搬

# 高知県 (有限会社 川井木材)

調査日時	2025年①10月9日、②10月10日 ①9:30-14:40(約4時間) ②8:40-10:50(約1.5時間)
調査箇所	①高知県長岡郡本山町北山甲 ②高知県長岡郡大豊町津家
作業時間	8:00~16:30(7.5時間)
施業の総面積	21 ha
林齢	70-80年生
伐採予定材積	8,800 m <sup>3</sup> (推計蓄積量419m <sup>3</sup> /ha)
林地残材発生量(想定) ※松岡らの手法引用	63m <sup>3</sup> /ha ※蓄積量の15%
架設撤去	架設:3人×1.5日 撤去:3人×0.5日 (頻度:1~3週間に1回)
先行伐倒	頻度:2週間に1~3回 3人で0.1~0.2ha程度実施



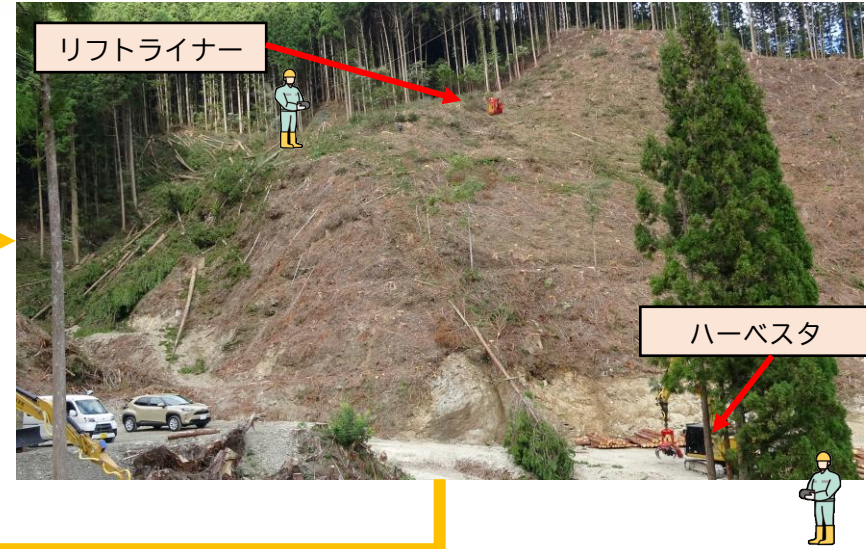
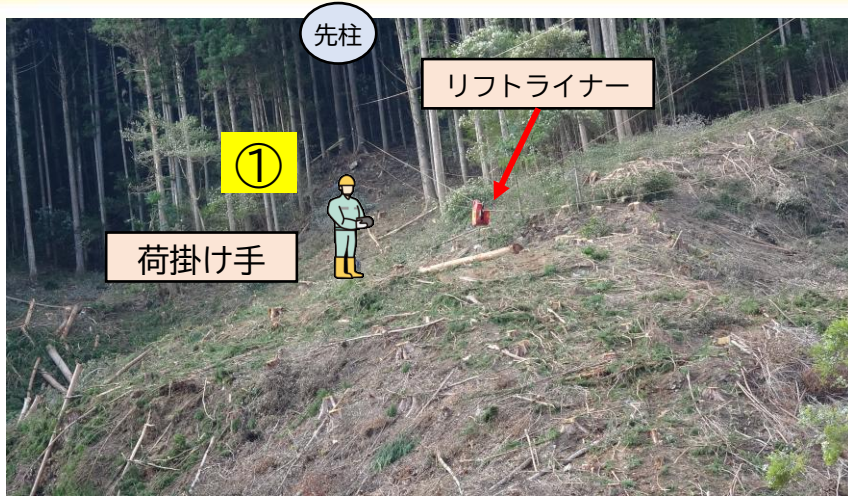
# 高知県（川井木材） 作業システム



本実証地では「集材」から「造材」、「林地残材の積み込み」から「荷下ろし」、「チップング」までを調査した。作業は3人1班体制で集材から運材を実施しているが、運材者は、用材の運材時以外は枝条を中間土場まで運搬している。そのため、集材から造材までの作業を2名で実施している。

- ✓ ①荷掛け手が1名
- ✓ リフトライナー、タワーヤーダのリモコン操作（①と②が兼務で操作）
- ✓ ②ハーベスタ作業（造材）が兼務で1名
- ✓ ③運材が1名
- ✓ 用材は、8tトラックで約8m<sup>3</sup>を20km先にある製材所へ納品（往復1時間程度で、6回/日納品）

# 配置イメージ

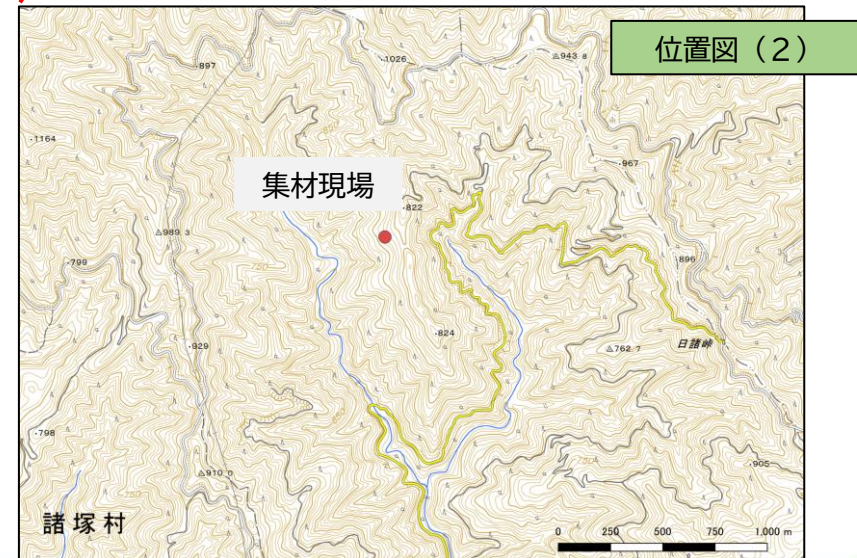
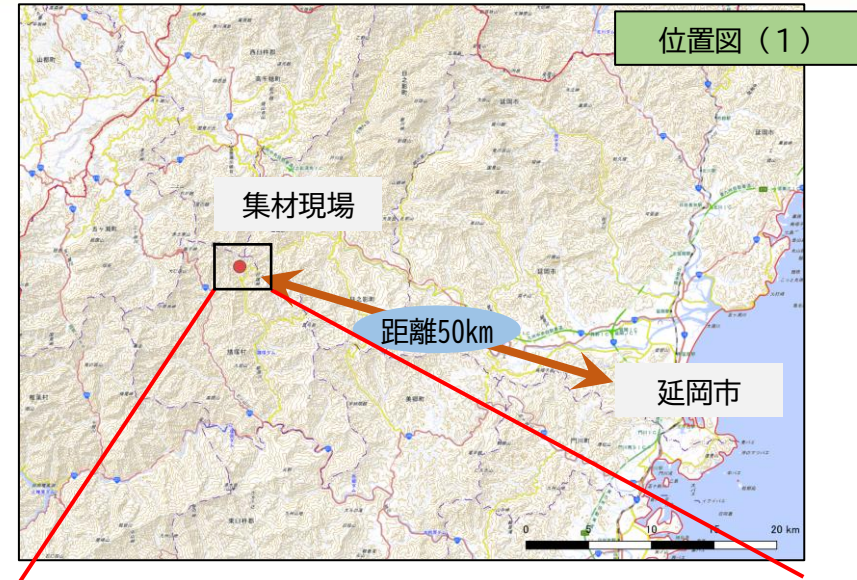


0.7クラス

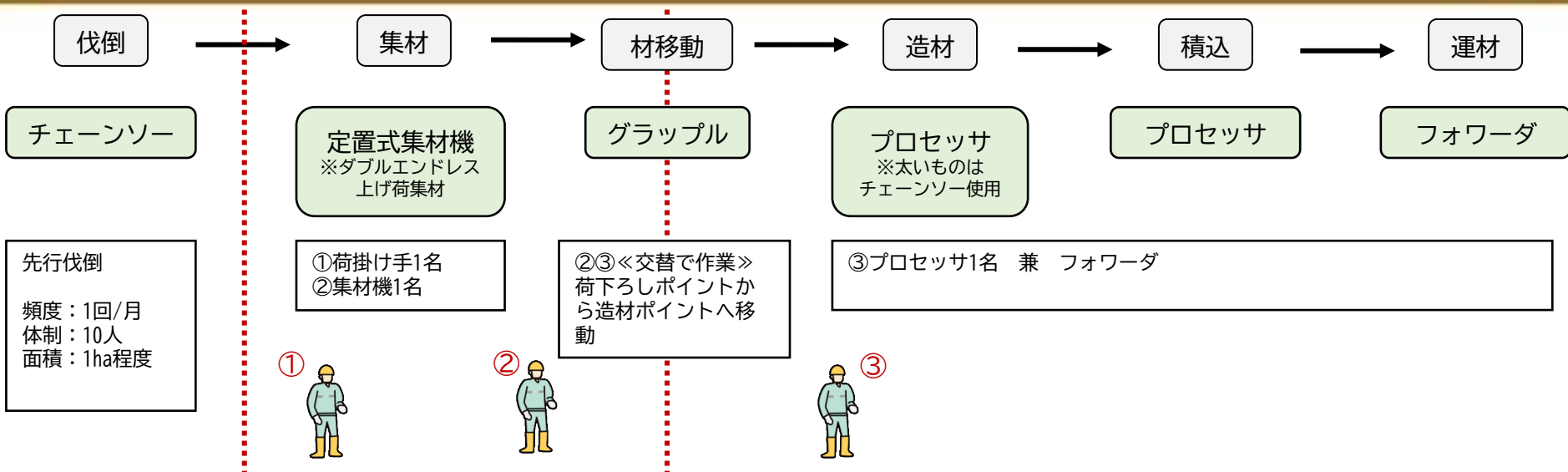


# 宮崎県 (株式会社 マルサン)

調査日時	2025年9月18日 9:00-15:20(約5時間)
調査箇所	宮崎県諸塚村
作業時間	8:00~16:30(7.5時間)
施業の総面積	18 ha
林齢	46-61年生
伐採予定材積	13,415 m <sup>3</sup> (推計蓄積量745m <sup>3</sup> /ha)
林地残材発生量(想定) ※松岡らの手法引用	112m <sup>3</sup> /ha ※蓄積量の15%
架設撤去	架設:5人×5日   ダブルエンドレス方式 撤去:5人×2日   (頻度:9カ月に1回程度)
先行伐倒	頻度:1か月に1回程度 10人で1ha程度実施



# 宮崎県（マルサン） 作業システム



本実証地では「集材」から「用材の運材・桟積み」までを調査した。

作業は3人1班体制で、集材から用材の運材・桟積みを実施している。それぞれの役割は以下のとおり。

- ✓ ①荷掛け手が1名
- ✓ ②集材機操作（集材）、②グラップル作業（盤台から造材箇所へ材移動）を兼務で1名
- ✓ ③グラップル作業（荷下ろしポイントから造材ポイントへ材移動、積込）、③プロセッサ（造材）、③フォワーダ（運材）を兼務で1名
- ✓ 桟積みされた用材は、25tトラックで約25m<sup>3</sup>を80km先の製材所へ納品（往復8時間程度）

# 宮崎県 配置イメージ

谷側

荷掛け手



①



積載量4t



②



集材機

荷下ろし  
ポイント

グラップル

プロセッサ

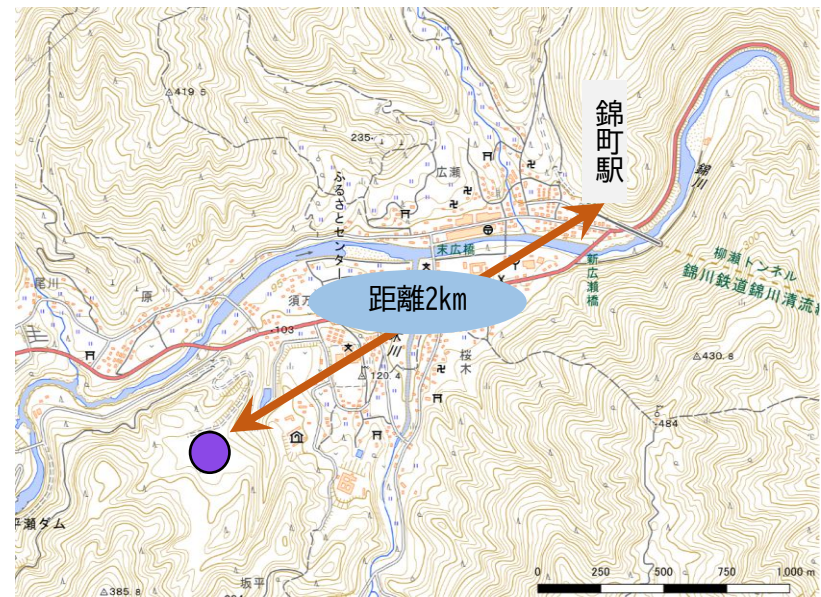
作業道

③



# 現地調査 錦バイオマスセンター(山口県岩国市)

- 山口県東部森林組合が運営するバイオマスセンター
- 令和7年7月3日から運用開始
- 林地残材等を主原料とする木質バイオマスチップ製造施設
- 総工費は約9.1億円(うち2.4億円は補助金活用)



# 現地調査 錦バイオマスセンター(山口県岩国市)

- 設置目的は、経済的判断のみでなく、林地残材除去による災害防止や地拵えコストの削減も期待
- (想定)林地残材受入れ量は28,000t/年
- チッパーは定置式で、ALLRECO社製(ドイツ、3.6億円)
- 25t/時の性能で、1日4時間稼働100t/日、年間250日稼働想定
- 自然乾燥により30-45%wb
- 間伐材等:一般木質 = 9:1
- 原木:林地残材 = 7:3



# 現地調査 錦バイオマスセンター(山口県岩国市)

## 買取価格

素材区分	樹種区分	持込みの場合 (円/t)	現地で引き取る場合※1 (円/t)
間伐等由来の用材 (A~C材: 3mΦ14cm以上)	スギ ヒノキ	7,700	5,000
間伐等由来の用材 (D材: 3mΦ14cm未満)	スギ ヒノキ	7,000	4,300
一般用材 (D材: 3mΦ14cm未満)	スギ ヒノキ	6,000	3,300
間伐材等由来の未利用素材 (E材: 枝葉・端材・先端部等の 林地残材)	スギ ヒノキ 広葉樹	2,700	0
一般の未利用素材 (E材: 枝葉・端材・先端部等の 林地残材)	スギ ヒノキ 広葉樹	1,300	1,400円/tの引取運賃を ご負担いただきます。

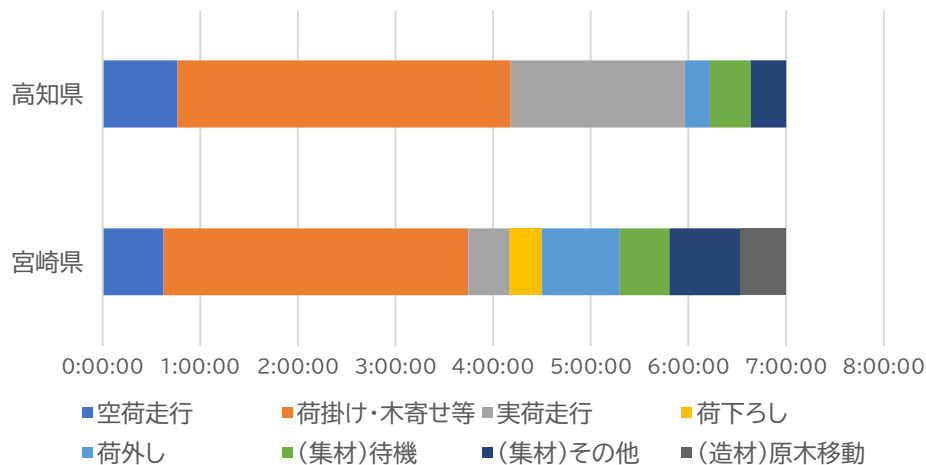
- 県森連等の情報も活用して受入れ価格を設定
- バイオマス材の運搬コストを **2,700円/t**と設定
- 周辺地域は、スイングヤードやタワーヤードによる全木集材が多い地域で、今後はバイオマス特化型の作業システムを検討したいという意向有
- 廿日市市(55km程度)の発電所へ納入する予定であり、20tトレーラーで2往復/日

# 目次

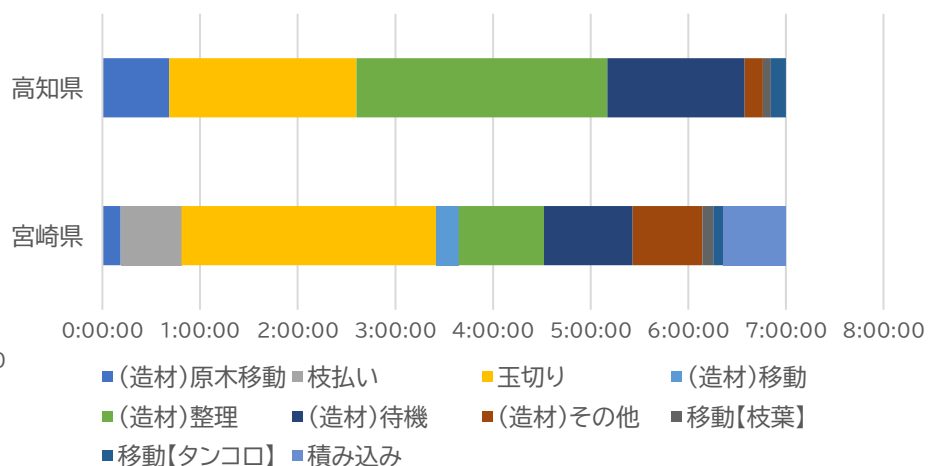
1. 事業背景・目的と調査概要
2. 実証調査の内容
  - ✓ 高知県(有限会社 川井木材)
  - ✓ 宮崎県(株式会社 マルサン)
  - ✓ 山口県(山口県東部森林組合)
3. 実証調査結果概要と一般化したコスト試算
4. 枝条チップの生産量と運搬距離の関係
5. 架線集材により林地残材を利用していくためには

# 実証地の功程調査結果(1日あたりの時間)

## 集材作業の発生時間



## 造材作業の発生時間



- 宮崎県では、荷外しのために集材機から荷下ろしポイントまでの移動が発生した。また、玉切り作業全体の15%程度でチェーンソーによる玉切り作業を実施しており、枝払い作業はほぼ全てチェーンソーによる作業であった。
- 高知県では、実荷走行が空荷走行を大きく上回るのは、下げ荷集材であり造材ポイントへの荷下ろしに慎重であったためである。また、オートジョーカーの使用により、荷外しの時間が少ない結果となった。
- 高知県では、造材ポイントと荷下ろしポイントが同じであったため、玉切時間よりも(造材)整理の時間が多い結果となった。

# 現地調査先の特徴

## 宮崎県

- 3人作業であり、複数の作業を兼務していた。
- 特に、盤台(荷下ろしポイント)と造材ポイントが離れており、そのためにグラップルによる材の移動が必要となっていた。
- 高知県(70-80年生)と比較して林齢は低い(46-61年生)が、径級は大径木が多かった。
- 大径木は、プロセッサでの材送りや玉切りが困難であったため、チェーンソーによる作業が発生した。
- 施業場所と自社ストックヤードが40km程度離れており、また、端材納入先も30km程度離れているため、輸送に時間とコストがかかっている。
- 端材の運搬は3人作業とは別の作業員が1往復実施している。
- 造材ポイントのスペースが手狭であり、木材市場行の材は、造材ポイントから30mほど離れた場所へ再度極積みしている。
- 端材のみを木質バイオマス利用している。
- 末木枝条は利用方法を検討中
- 定置式集材機の架設撤去は、合計35人工(9か月に1回)必要

## 高知県

- 3人作業であるが、集造材は2人で実施しており、残りの1人は(調査当時は)末木枝条の運搬のみの作業であった。
- 荷掛け手とハーベスタ作業者がそれぞれリフトライナー・タワーヤードのリモコンを所持していたため、効率的な集造材作業となっていた。
- 荷下ろしポイントと造材ポイントが同様であったため、造材作業へすぐに移行することができていた。
- オートチョーカーの使用により、荷外し時間を短縮していた。
- 下げ荷集材であったため、集材した何本かは、荷下ろしの際に落ちた衝撃で裂けていた。
- 林地残材は全て収集利用しており、タンコロは未加工のままチップ事業者へ供給し、末木枝条は自社所有の移動式チップパーで破碎し、木質バイオマス発電所へ供給していた。
- 末木枝条は、折り曲げながらコンテナへ積み込むことで、減容化していた。
- タワーヤードの架設撤去は、合計6人工(1~3週間に1回)必要

# 実証調査結果をベースとした

## 一般化コスト試算

### ガイドブックの補足説明

#### ① 条件の整理



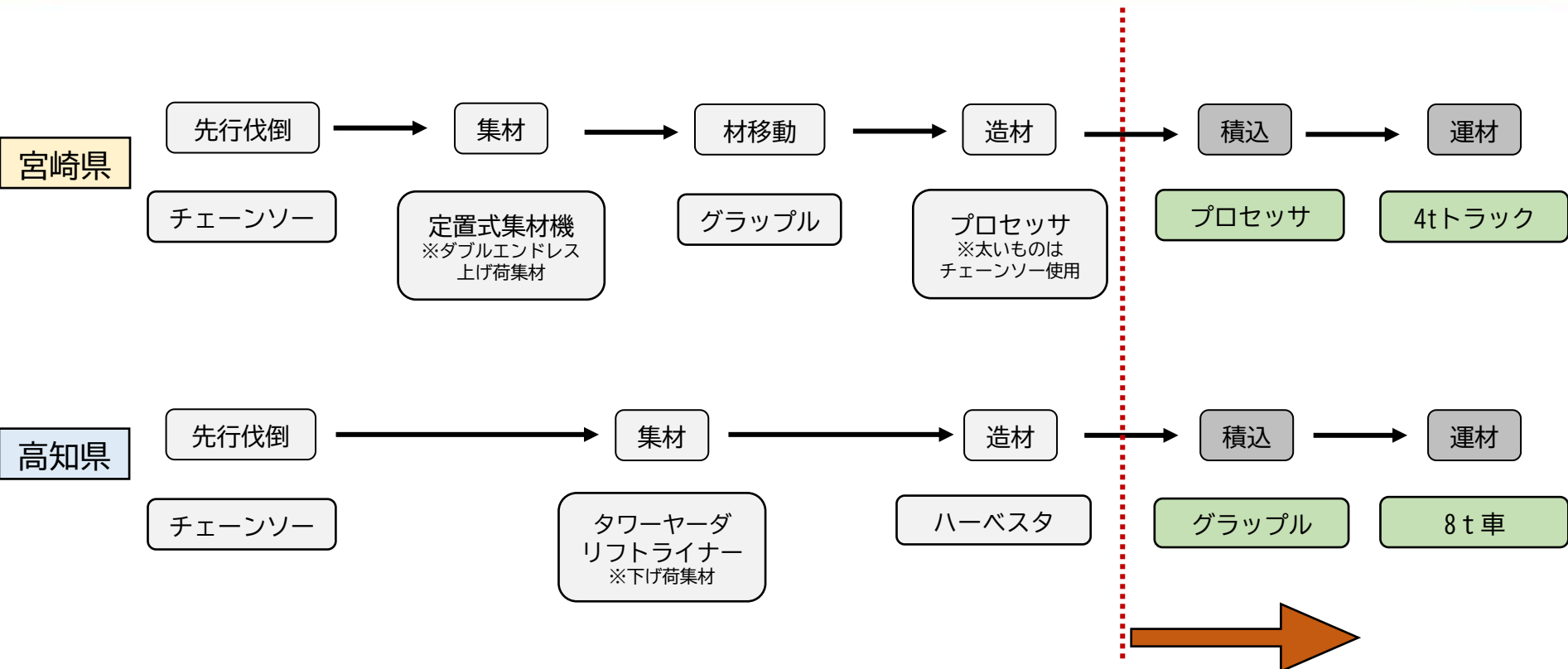
# 【前提】なぜ、全木集材なのか

修正版



架線集材方法		林地残材収集の考え方
①	全木集材	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 素材生産と同時に収集することが可能である。</li><li>✓ 林地残材の収集コストは、山土場での集積まで素材生産コストに含まれるため、<u>残材運搬以降でコストが発生する。</u></li><li>✓ 根株を除く全ての林地残材が利用可能である。</li><li>✓ 3つの集材方法の中で、最も<u>低コストで林地残材を収集可能</u>である。</li><li>✓ 林内ではなく山土場で造材するため、素材の<u>生産性も高く林内作業より危険性が低い。</u></li><li>✓ 山土場での作業のため、プロセッサやハーベスタを利用することが可能である。</li><li>✓ 発生した林地残材を<u>一カ所に集めやすい。</u></li></ul>
②	全幹集材	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 素材生産と同時に収集できるものは、端材(タンコ口等)のみである。</li><li>✓ 端材の収集コストは、「全木集材」と同様に、<u>端材運搬以降でコストが発生する。</u></li><li>✓ 枝条部分を利用する場合は、単独で枝条を収集するコストが発生する。</li><li>✓ かさ密度は、未木枝条よりも端材の方が高い。</li><li>✓ 林内でチェーンソー等による枝払いが発生するため、全木集材と比較して素材の<u>生産性はやや低下し、林内作業の危険性も上がる。</u></li><li>✓ 地曳集材時は、障害物などに引っ掛かりづらい。</li></ul>
③	短幹集材	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 素材生産と同時に収集できるものはほぼ無し(一部の端材のみ)。</li><li>✓ 林地残材の収集には不向きである。</li></ul>

# 【前提】 調査結果を基にした生産コストの考え方



- 全木集材では、造材工程までは用材と林地残材の工程は同一であるため、**赤破線よりも右側の工程**からの作業が**林地残材生産コスト分**となる。

# 試算条件(使用機械別の機械損料)

使用機械	諸元	機械出力 (kW)	燃料消費率 (L/kw)	燃料消費量 (L/h)	1日損料 (円)
チェーンソー	0.060L	3	—	0.38	210
グラップル	0.45m <sup>3</sup>	63-77	0.144	9.1-11.0	7,980
グラップル	0.7m <sup>3</sup>	113	0.144	16.27	10,130
集材機	51.6kN	75	0.108	8.1	19,660
タワーヤード	—	210	—	45	59,070
フォワーダ	N4	81	0.114	9.22	6,900
プロセッサ	0.45m <sup>3</sup>	73	0.144	10.57	12,190
ハーベスタ	0.7m <sup>3</sup>	113	0.144	16.27	15,570
ダンプトラック	4t積	135	0.04	5.4	4,150
ダンプトラック	8t積	179	0.04	7.16	7,460
ダンプトラック	10t積	246	0.04	9.84	10,040
セミトレーラー	20t積	235	0.075	17.63	9,270
セミトレーラー	25t積	235	0.075	17.63	10,180
チッパー	400kW	390	0.191	74.49	73,190

※機械損料等は、治山林道必携(日本治山治水協会/日本林道協会、2024年)、森林施業プランナーテキスト(森林施業プランナー協会、2023年)、メーカーカタログ、森林利用学(丸善出版、2024年)等から引用(購入費は補助率1/2の公的助成の活用を想定)。

※フォワーダの「N」はローダなし、数値は積載量。

※燃料費は、軽油149円/L、混合燃料173円/Lと設定。

※タワーヤードの燃料消費量は、メーカーカタログ記載のディーゼルエンジン「IVECO N67」の燃料消費率を確認し、ヒアリング値(45L/h)に近かったことを確認済

# 試算条件(各種数量)

種類	買取り価格	引用事例
用材	15,900円/m <sup>3</sup>	R6森林林業白書 スギ平均価格
端材	6,000円/t	宮崎県事例
末木枝条	2,700円/t	山口県事例
枝条チップ	12,000円/t (水分50%程度)	高知県事例

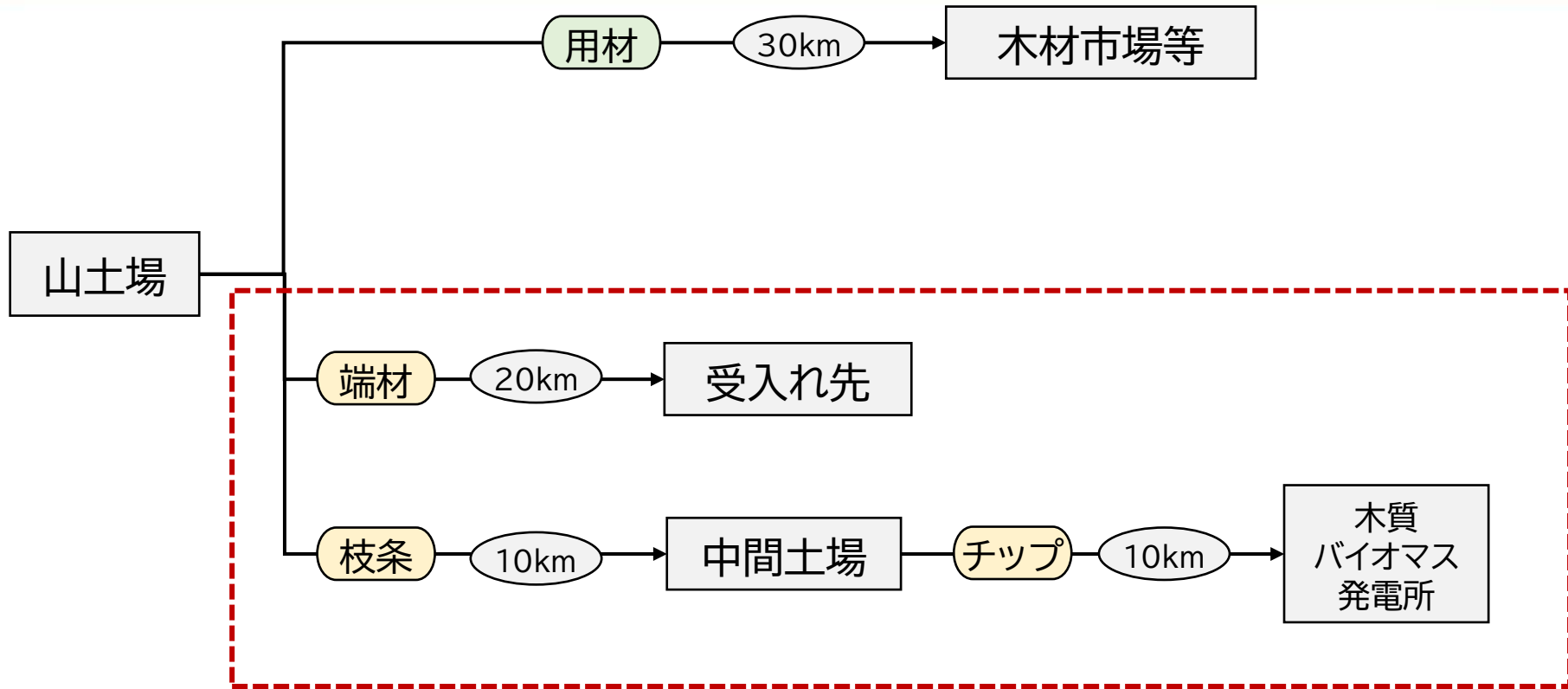
内容	数量	引用先
人件費 (管理費15%)	24,852円/人日 (3,728円/人日)	国土交通省公共工事設計労務単価(特殊作業員)
定置式集材機 ・素材生産量 ・端材発生量	20m <sup>3</sup> /日 5t/日	実証調査結果及び林野庁資料(高度架線技能者技術マニュアル2014)、論文等
タワーヤード ・素材生産量 ・端材発生量 ・枝条運搬量 ・破砕量 ・枝条チップ運搬量	30m <sup>3</sup> /日 7.5t/日 20t/日 50t/日 9t/日	
人数、機械作動時間、 機械作動日数	適宜	実証調査結果参照

## 《参考文献》

・森林利用学会誌33(1)2018年 片桐 岡山県における車両系作業システムおよび架線系作業システムによる皆伐作業の生産コストの比較

・森林利用学会誌34(3)2019年 平山ら 欧州製自走式搬器を利用した全木集材と全幹集材の労働生産性

# 試算条件(山土場以降の流れ)

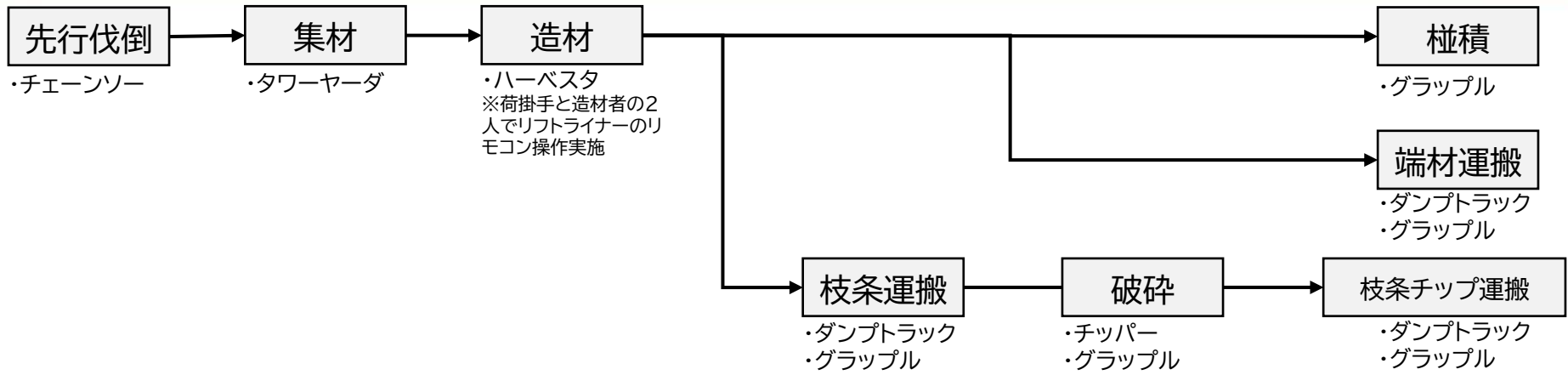


- 用材は、20t積セミトレーラー(20m<sup>3</sup>/台)で、30km先の木材市場へ運搬
- 端材は、チップ化せずに20km先の受入れ先(チップ工場など)へ運搬
- 枝条は、10km先のチップーのある中間土場へ運搬
- 枝条チップは、10km先の木質バイオマス発電所へ運搬

# 実証調査結果をベースとした 一般化コスト試算

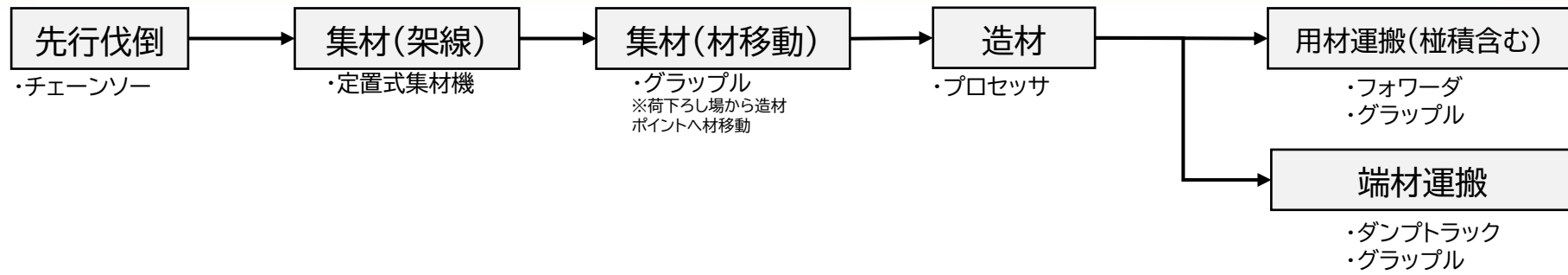
## ② 結果

# タワーヤード(全木集材)の生産コスト試算と作業システム



作業工程	作業員の person 費				作業工程	林業機械の機械経費				人件費 機械経費 合計 (円/日) A+B+C	生産量等	生産コスト		
	単価 (円/日)	管理費 (15%)	人工 数	小計 (円/日) A		使用機械	燃料費		機械損料					
							作動時間 (h)	燃料費 (円/日) B	作動日数 換算(日)				機械損料 合計(円/日) C	
先行伐倒	24,852	3,728	0.9	100,030	先行伐倒	チェーンソー	4.5	296	0.9	189	232,648	用材(m³/日)	用材(円/m³)	
架設撤去			0.6		集材	タワーヤード	6.2	41,571	1.0	59,070		30.0	7,750 ※市場等への運送費除く	
集造材			2.0		造材	グラップル(0.7)	3.7	13,577	1.0	17,915				
					ハーベスタ	1.9	0.5							
端材運搬			0.5	14,290	端材運搬	ダンプトラック(8t)	3.0	4,681	0.5	7,720	26,691	端材(t/日)	端材(円/t)	
					グラップル(0.45)	1.0	0.5		7.5		3,560			
枝条運搬			1.0	28,580	枝条運搬	ダンプトラック(8t)	5.5	8,327	1.0	11,450	48,357	枝条(t/日)	枝条(円/t)	9,010
					グラップル(0.45)	1.5	0.5		20.0		2,420			
破碎			1.0	28,580	破碎	チップパー	5.5	70,389	1.0	81,170	180,139	チップ製造(t/日)	チップ製造(円/t)	
					グラップル(0.45)	6.5	1.0		50.0		3,600			
枝条チップ運搬	0.5	14,290	枝条チップ運搬	ダンプトラック(10t)	1.5	3,637	0.5	9,010	26,937	チップ運搬(t/日)	チップ運搬(円/t)			
			グラップル(0.45)	1.0	0.5		9.0		2,990					

# 定置式集材機(全木集材)の生産コスト試算と作業システム



	作業工程	作業員の人件費				作業工程	林業機械の機械経費					人件費 機械経費 合計 (円/日) A+B+C	生産量等	生産コスト	
		単価 (円/日)	管理費 (15%)	人工 数	小計 (円/日) A		使用機械	燃料費		機械損料					
								作動時 間 (h)	燃料費 (円/日) B	作動日数 換算(日)	機械損料 合計(円/日) C				
定置式集材機 【全木集材】	先行伐倒	24,852	3,728	0.5	105,746	先行伐倒	チェーンソー	2.5	164	0.5	105	177,367	用材 (m³/日)	用材 (円/m³)	
	架設撤去			0.2		集材	集材機	5.3	7,345	1.0	23,650				
	集造運材			3.0		造材	グラップル(0.45)	0.7	0.5	12,190	20.0		8,870 ※市場等への運送 費除く		
						造材	プロセッサ	4.9	7,717	1.0					
						用材運搬	フォワーダ	1.5	9,020	0.5				11,430	
							グラップル(0.45)	4.7		1.0					
	端材運搬			0.5		14,290	端材運搬	ダンプトラック(4t)	3.0	3,894	0.5		6,065	端材 (t/日)	端材(円/t)
							グラップル(0.45)	1.0	0.5		5.0			4,850	

・ 集材する材の径級が大きい場合は、林内でのチェーンソー造材作業が発生したり、プロセッサによる材送りや玉切りが難しいため、山土場でのチェーンソー造材作業が発生します。

# 定置式集材機の生産コスト 試算のポイント①

	作業工程	作業員の人件費			
		単価 (円/日)	管理費 (15%)	人工数	小計(円/日) A
定置式集材機 【全木集材】	先行伐倒	24,852	3,728	0.5	105,746
	架設撤去			0.2	
	集造運材			3.0	
	端材運搬			0.5	14,290

• 事業予定地での作業コストを試算する場合、人工数や機械の作動時間・日数などを実情に合わせて設定

✓ 本事例での計算方法

▼先行伐倒の人工

1か月に1回程度、10人/回で先行伐倒を実施  $10人 \div 20日 = 0.5人/日$

▼架設撤去の人工

9か月に1回程度、架設5日5人作業、撤去2日5人作業で実施  $35人/回 \div 9ヵ月/回 \div 20日/月 = 0.2人/日$

# 定置式集材機の生産コスト 試算のポイント②

	作業工程	林業機械の機械経費				
		使用機械	燃料費		機械損料	
			作動時間 (h)	燃料費 (円/日) <b>B</b>	作動日数 換算(日)	機械損料 合計 (円/日) <b>C</b>
定置式集材機 【全木集材】	先行伐倒	チェーンソー	2.5	164	0.5	105
	集材	集材機	5.3	7,345	1.0	23,650
		グラップル(0.45)	0.7		0.5	
	造材	<u>プロセッサ</u>	<u>4.9</u>	<u>7,717</u>	1.0	12,190
	用材運搬	フォワーダ	1.5	9,020	0.5	11,430
		グラップル(0.45)	4.7		1.0	
	端材運搬	ダンプトラック(4t)	3.0	3,894	0.5	6,065
		グラップル(0.45)	1.0		0.5	

- 作業工程毎の使用機械を整理して、**作動時間**や日数を設定
- 本試算では、機械毎の燃料費や機械損料は、一般事例としてメーカーカタログや文献(治山林道必携、森林施業プランナーテキスト、森林利用学等)から引用
  - ≪燃料費の計算例≫造材プロセッサの場合:  $4.9\text{h/日} \times 10.57\text{L/h} \times 149\text{円/L} = 7,717\text{円/日}$
  - ※機械損料は、1日の損料に作動日数換算値を乗じた値

# 定置式集材機の生産コスト 試算のポイント③

	作業工程	人件費 機械経費 合計(円/日) <b>A+B+C</b>	生産量等	生産コスト
定置式集材機 【全木集材】	先行伐倒	177,367	用材 (m <sup>3</sup> /日)	用材 (円/m <sup>3</sup> )
	集材		20.0	<b>8,870</b> ※木材市場等への運送費除く
	造材			
	用材運搬			
	端材運搬	24,249	端材(t/日)	端材(円/t)
			5.0	<b>4,850</b>

- A、B、Cを合計した数値が、1日あたりに発生する経費(人件費と機械経費の合計)  
※架設撤去の人件費含む
- 端材は、主伐林分の径級や造材方法により発生量の変動。発生量が把握できない場合は、まずは文献の数値を利用し、蓄積量や想定される素材生産量から算出。

(材積比率の例)素材:枝葉:梢端部:端材 = 85:2:8:5      ※「森林利用学」より引用

# 目次

1. 事業背景・目的と調査概要
2. 実証調査の内容
  - ✓ 高知県(有限会社 川井木材)
  - ✓ 宮崎県(株式会社 マルサン)
  - ✓ 山口県(山口県東部森林組合)
3. 実証調査結果概要と一般化したコスト試算
4. 枝条チップの生産量と運搬距離の関係
5. 架線集材により林地残材を利用していくためには

# 【前提】 末木枝条のチップングは必要か

修正版



- ≪条件≫ 枝条の運搬量は20t/日、枝条チップの生産量は50t/日、枝条チップの運搬量は9t/日
- 中間土場でチップ化した場合とチップ化せずに末木枝条のまま販売した場合の収入を試算したところ、移動式チップターの機械損料を考慮しても、本条件下では、チップ化の有無に関わらず一定の利益が生じる
- 中間土場でチップ化しない場合も収支はプラスとなったが、収支は僅少となり、収支面では山土場や中間土場でチップ化して販売した方が有利

※条件設定はスライド27参照

枝条 (t/日)	枝条 (円/t)	合計 (円/t)
20.0	2,420	9,010
チップ製造 (t/日)	チップ製造 (円/t)	
50.0	3,600	
チップ運搬 (t/日)	チップ運搬 (円/t)	
9.0	2,990	

チップ化  
する方が有利

チップター性能や運搬距離で  
差が発生

※各生産量や運搬量が減ると、機械の稼働率が下がり、機械損料の増加や単位当たりの各コストが増加することに留意

# 枝条チップの生産量と運搬距離の関係

- チッパー4種類(①横入れ式400kW、②タブ式400kW、③タブ式300kW、④タブ式200kW)をベースに、枝条チップの生産量と輸送距離から見た、枝条チップの生産コストを比較

《試算例》	作業員の人件費		林業機械の機械経費				人件費 機械経費 合計 (円/日) A+B+C	運搬量等 (t/日)	生産コスト (円/t)	
	人工 数	人件費 (管理費含む) A	機械名	作動時間 (h)	燃料費 (円/日) B	機械損料 (円/日) C				
端材運搬 片道20km運搬	0.5	14,290	グラップル(0.45)	1	1,481	3,990	26,691	7.5 (端材)	3,559	
			ダンプトラック(8t)	3	3,201	3,730				
枝条運搬 片道10km運搬	1	28,580	グラップル(0.45)	1.5	2,459	3,990	48,357	20 (末木枝条)	2,418	
			ダンプトラック(8t)	5.5	5,868	7,460				
枝条破碎 (チップ生産)	1	28,580	グラップル(0.45)	6.5	9,344	7,980	180,139	50 枝条チップ	3,603	
			チッパー	5.5	61,045	73,190				
チップ運搬 片道10km運搬	0.5	14,290	グラップル(0.45)	1	1,438	3,990	26,937	9 (枝条チップ)	2,993	
			ダンプトラック(10t)	1.5	2,199	5,020				

※**橙色網掛け**:試算の数値が変わる箇所  
 ※計の不一致は四捨五入によるもの

# 枝条チップの生産量と運搬距離(考え方)

《試算例》	作業員の人件費		林業機械の機械経費				人件費 機械経費 合計 (円/日) A+B+C	運搬量等 (t/日)	生産コスト (円/t)	
	人工 数	人件費 (管理費含む) A	機械名	作動時間 (h)	燃料費 (円/日) B	機械損料 (円/日) C				
端材運搬 片道20km運搬	0.5	14,290	グラブプル(0.5㎡)	1	1,481	3,990	26,691	7.5 (端材)	3,560	
			8tトラック	3	3,201	3,730				
枝条運搬 片道10km運搬	1	28,580	グラブプル(0.5㎡)	1.5	2,459	3,990	48,357	20 (末木枝条)	2,418	
			8tトラック	5.5	5,868	7,460				
枝条破碎 (チップ生産)	1	28,580	グラブプル(0.5㎡)	6.5	9,344	7,980	180,139	50 枝条チップ	3,603	
			チップパー	5.5	61,045	73,190				
チップ運搬 片道10km運搬	0.5	14,290	グラブプル(0.5㎡)	1	1,438	3,990	26,937	9 (枝条チップ)	2,993	
			10tトラック	1.5	2,199	5,020				

距離が遠くなると人件費は1日となる場合がある。

機種が変わると燃料費や機械損料が変動する。

距離が遠くなるとトラックの作動時間が増える。

生産量の変動すると、最も生産コストに影響する。

※運搬量が増えればコストも下がるが、1日の作動時間やトラックのサイズも変わり、積込時間も増加する。

# 枝条チップの生産量と運搬距離(試算結果)

(円/t)		枝条チップ生産量						
		10t/日	20t/日	30t/日	40t/日	50t/日	60t/日	
枝条チップ運搬距離(片道)	10 Km	①	23,420	14,420	11,410	9,910	9,010	8,410
		②	23,550	14,480	11,460	9,950	9,040	8,430
		③	21,660	13,530	10,830	9,470	8,660	8,120
		④	19,540	12,470	10,120	8,940	8,240	7,760
	20 Km	①	23,590	14,590	11,580	10,080	9,180	8,580
		②	23,720	14,650	11,630	10,120	9,210	8,600
		③	21,830	13,700	11,000	9,640	8,830	8,290
		④	19,710	12,640	10,290	9,110	8,410	7,930
	30 km	①	25,890	16,890	13,880	12,380	11,480	10,880
		②	26,020	16,950	13,930	12,420	11,510	10,900
		③	24,130	16,000	13,300	11,940	11,130	10,590
		④	22,010	14,940	12,590	11,410	10,710	10,230

	チップの種類
①	横入れ式400kW
②	タブ式400kW
③	タブ式300kW
④	タブ式200kW

※枝条チップの販売価格は、12,000円/t  
 ※販売価格を下回るコストの箇所を橙色網掛け  
 ※タブ式は上方から投入する破砕機

- **おおむね30t/日の生産量から収支がプラス**
- **チップ運搬距離が30kmでも、試算上では40～50t/日の生産量があれば収支がプラス**
- **1日のチップ生産量が少ない場合は、移動式チップターの稼働率が低下する等、試算結果よりもコストが増加する可能性あり**
- **末木枝条はかさ密度が低いいため、この枝条部分を多く運搬し、1日の運搬回数を増やすことで収入を増やすことが可能**

# 【参考】減容化の工夫

- 高知県の事例では、グラップルを回しながら枝条を切り離しつつ、枝条の長さをおおよそ均一化してコンテナへ積載することで、積載量を増やす工夫実施



# 目次

1. 事業背景・目的と調査概要
2. 実証調査の内容
  - ✓ 高知県(有限会社 川井木材)
  - ✓ 宮崎県(株式会社 マルサン)
  - ✓ 山口県(山口県東部森林組合)
3. 実証調査結果概要と一般化したコスト試算
4. 枝条チップの生産量と運搬距離の関係
5. 架線集材により林地残材を利用していくためには

# 【前提】 架線集材を選択する時の条件

区分	分類	最大到達距離(m)		森林作業システム例			
		基幹路網 から	細部路網 から	伐倒	集材・木寄せ 造材	造材 (枝払い、玉切り)	運搬
緩傾斜地 (0°~15°)	車両系	150 ~200	30 ~75	ハーベスタ チェーンソー グラップルバケット	(ハーベスタ) グラップル ウインチ	(ハーベスタ) プロセッサ	フォワーダ トラック
中傾斜地 (15°~30°)	車両系	200 ~300	40 ~100	ハーベスタ チェーンソー グラップルバケット	グラップル ウインチ	(ハーベスタ) プロセッサ	フォワーダ トラック
	架線系		100 ~300	チェーンソー	スイングヤーダ タワーヤーダ	プロセッサ	フォワーダ トラック
急傾斜地 (30°~35°)	車両系	300 ~500	50 ~125	チェーンソー	グラップル ウインチ	プロセッサ	フォワーダ トラック
	架線系		150 ~500	チェーンソー	スイングヤーダ タワーヤーダ 集材機	プロセッサ	トラック
急峻地 (35°~)	架線系	500 ~1,500	500 ~1,500	チェーンソー	スイングヤーダ タワーヤーダ 集材機	プロセッサ	トラック

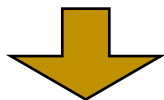
※下記の資料を基に作成  
 ・林野庁 2019 路網を活かした森林作業システム  
 ・林野庁 2024 森林総合監理士(フォレスター)基本テキスト

- 宮崎県の事例では、主に路網作設の有無で判断
- 高知県の事例では、施業面積は1ha以上、蓄積量は400m<sup>3</sup>/ha、平均傾斜20度以上、幅員4m以上で判断

# 架線集材により林地残材を利用していくためには

ここまでの  
試算について

- チップ化の有無、チップ生産量、チップ運搬距離等、林地残材のコストを中心に試算



これ以降の  
試算について

- 実際に全木集材作業を進める場合は、素材生産も含めた一体的な試算が必要



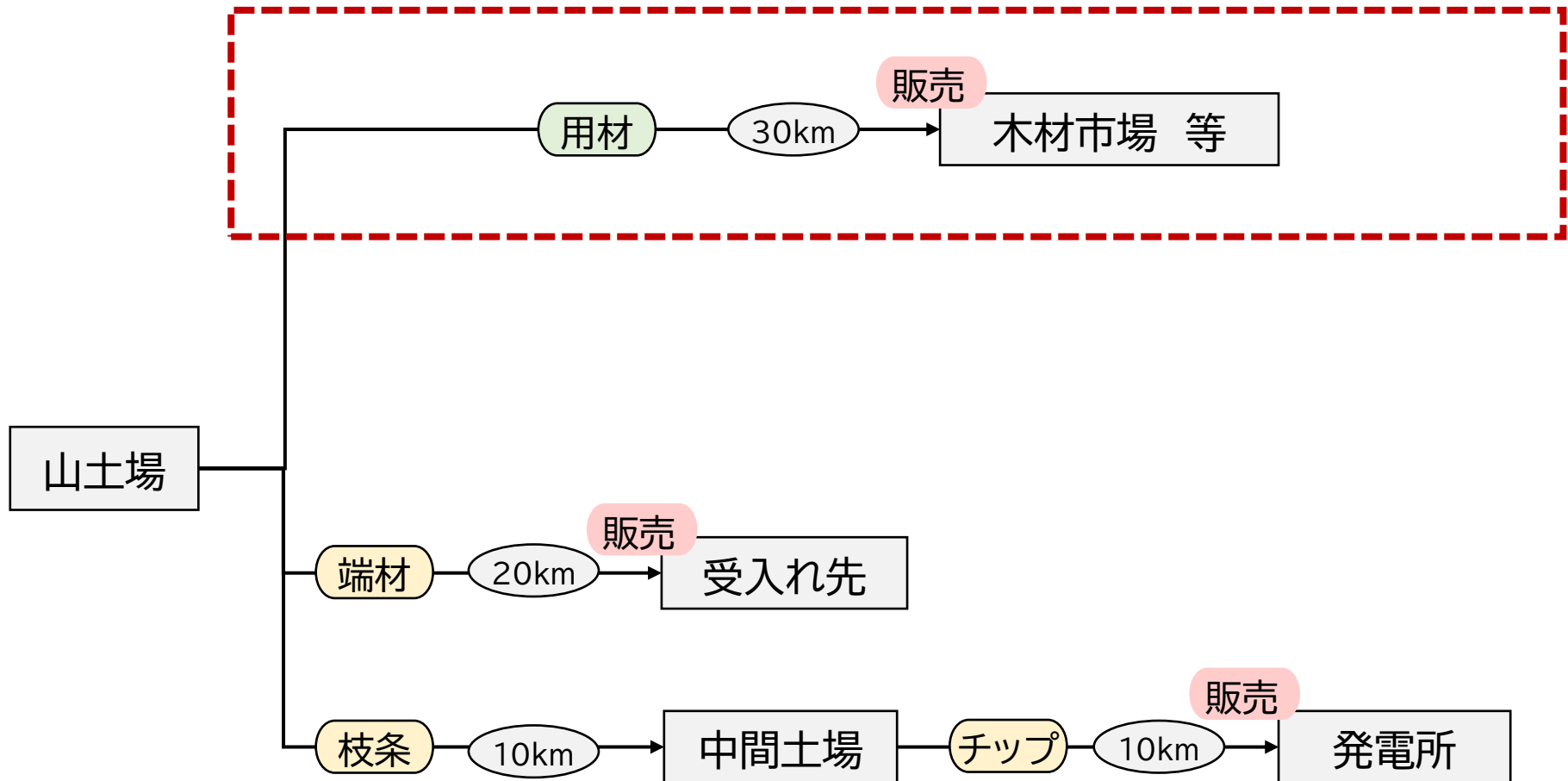
- **伐採面積と森林蓄積量の違いから見た架線集材を実施する場合の、単位面積当たりの予想収支を試算**

追加  
条件

- ✓ 用材は、20t積セミトレーラー(20m<sup>3</sup>/台)で、30km先の木材市場へ運搬
- ✓ 木材市場の手数料は売上の8%、極積料は900円/m<sup>3</sup>と設定
- ✓ 素材生産量は、蓄積量の0.85倍 (スライド34より ガイドブックP4)
- ✓ 枝条チップと端材を販売

# 試算条件(山土場以降の流れ)

スライド28を再編集

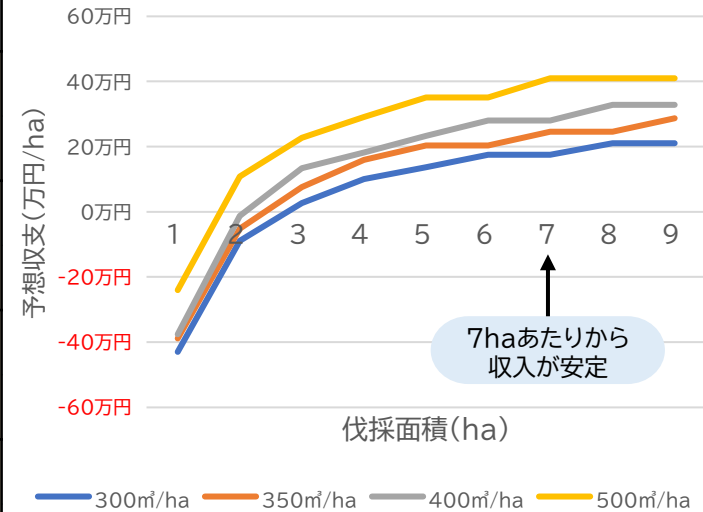


# 販売収支の比較(伐採面積・蓄積) ①定置式集材機

伐採量: m<sup>3</sup>  
 予想収支: 円/ha

定置式集材機 (全木集材)		伐採面積						
		1 ha	2 ha	3 ha	4 ha	5 ha	6 ha	7 ha
蓄積量 300 m <sup>3</sup> /ha	伐採量	255	510	765	1,020	1,275	1,530	1,785
	予想収支	-430,467	-89,579	26,491	100,441	136,141	174,391	174,391
350 m <sup>3</sup> /ha	伐採量	298	595	893	1,190	1,488	1,785	2,083
	予想収支	-388,563	-52,394	75,531	158,831	203,456	203,456	245,106
400 m <sup>3</sup> /ha	伐採量	340	680	1,020	1,360	1,700	2,040	2,380
	予想収支	-376,439	-12,279	133,921	181,521	232,521	280,121	280,121
500 m <sup>3</sup> /ha	伐採量	425	850	1,275	1,700	2,125	2,550	2,975
	予想収支	-240,706	107,901	226,901	290,651	350,151	350,151	409,651

定置式集材機(全木集材)単位面積当たりの  
 予想収支の推移



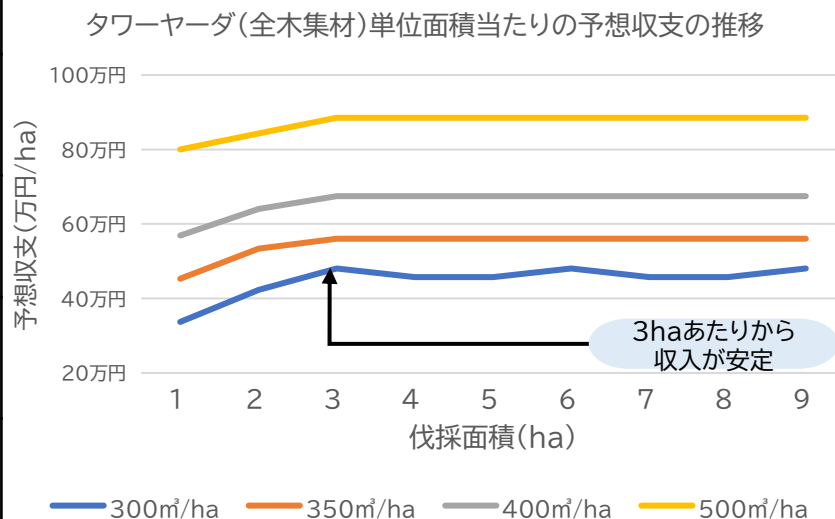
- ❖ 3ha以上の施業地であれば、林地残材を収集しても収支がプラス
- ❖ 伐採面積が7ha程度から収入が安定
- ❖ 小面積の場合は、収支がマイナス(架設撤去の人工数により)
- ❖ 伐採面積が小面積のとき、用材のみでの収支はマイナスだが、林地残材を販売することでの収入増により、収支合計がプラスとなる場合あり

※伐採面積が小さいと、チップー等の機械の稼働率が下がり機械損料が増加してしまうことに注意が必要

# 販売収支の比較(伐採面積・蓄積) ②タワーヤード

伐採量:m<sup>3</sup>  
予想収支:円/ha

タワーヤード (全木集材)		伐採面積					
		1 ha	2 ha	3 ha	4 ha	5 ha	
蓄積量	300 m <sup>3</sup> /ha	伐採量	255	510	765	1,020	1,275
		予想収支	337,083	422,971	480,391	457,441	457,441
	350 m <sup>3</sup> /ha	伐採量	298	595	893	1,190	1,488
		予想収支	453,362	533,681	560,456	560,456	560,456
	400 m <sup>3</sup> /ha	伐採量	340	680	1,020	1,360	1,700
		予想収支	568,761	640,521	674,521	674,521	674,521
	500 m <sup>3</sup> /ha	伐採量	425	850	1,275	1,700	2,125
		予想収支	800,544	843,151	885,651	885,651	885,651



- ❖ 伐採総面積が1haから収支がプラス
- ❖ 3ha以上になると収入が安定
- ❖ 定置式集材機と比較して、張替回数は増えるが架設撤去に係る人工数は少ないため、小面積の施業からでも収支がプラス

※伐採面積が小さいと、チップー等の機械の稼働率が下がり機械損料が増加してしまうことに注意が必要

# ガイドブックについて

- ✓ 全木集材(架線)により、林地残材を収集するための考え方や試算をまとめたガイドブック
- ✓ 当協会HPでもデジタル版をダウンロード可能





**ご清聴ありがとうございます。  
ございます。**

