

# 2022年度成果報告会

プログラムNo.5

新たな燃料ポテンシャル(早生樹等)を開拓・利用可能とする”エネルギーの森”実証事業  
／「雪国(福井県坂井地区)におけるエネルギー向け早生樹の森づくりと  
一体型施業システム構築の実証事業」

坂井森林組合 齊藤 正実  
2023年2月1日

問い合わせ先  
坂井森林組合  
E-mail: f-sakai@sakai-sinrin.jp  
TEL: 0776-74-2120

# 事業概要

## 1. 期間

開始 : 2022年2月

終了(予定): 2023年3月

## 2. 最終目標(助成期間内)

### ①「エネルギーの森」造成条件の整理

助成期間内では、収量推測データ取得のため、約3.0ha(約1.0ha/年×3年、8~10箇所程度)の伐採および植林を行う。

またそれぞれの試験地において造成条件(標高、土質、植栽密度など)を整理する。助成期間終了後は、実証結果を以て選定する植林方法で、2,400ton/年の生産が可能な面積に植林を行う。

### ②施業コストの低減(伐採・林地残材込みの搬出・植林・育林)

現在の木質燃料チップの買取価格では、既に赤字傾向であるため、伐採・搬出・植林・育林のトータルコストの削減を目指す。

## 3. 成果・進捗概要

①「エネルギーの森」造成条件の整理: 実証試験地3か所(約1ha)に植林を実施。

②施業コストの低減: 実証試験地におけるコストデータを取得。

# 事業者概要

表1 事業者概要

事業者名	坂井森林組合
設立年月日	1988年3月1日
所在地	【本所】 福井県あわら市御簾尾15-6 【WOODリサイクルセンターさかい】 福井県あわら市蓮ヶ浦68-18-1 【WOODバイオマスセンターさかい】 福井県あわら市蓮ヶ浦34-10-1
払込済出資金	65,775,000 円
組合員数	正組合員 1480名 准組合員 346名
役員・職員	●常勤理事 1名 ●非常勤理事 12名 ●非常勤監事 3名 ●事務職 14名 ●現場職 30名
事業内容	● <b>森林管理業</b> ● 森林病虫害防除業 ● 木質リサイクル事業 ● <b>木質バイオマス事業</b> ● 産業廃棄物処理業 (木くず) ● 一般廃棄物処理業 (木くず)



# 事業者概要

図1 あわら市・坂井市の位置

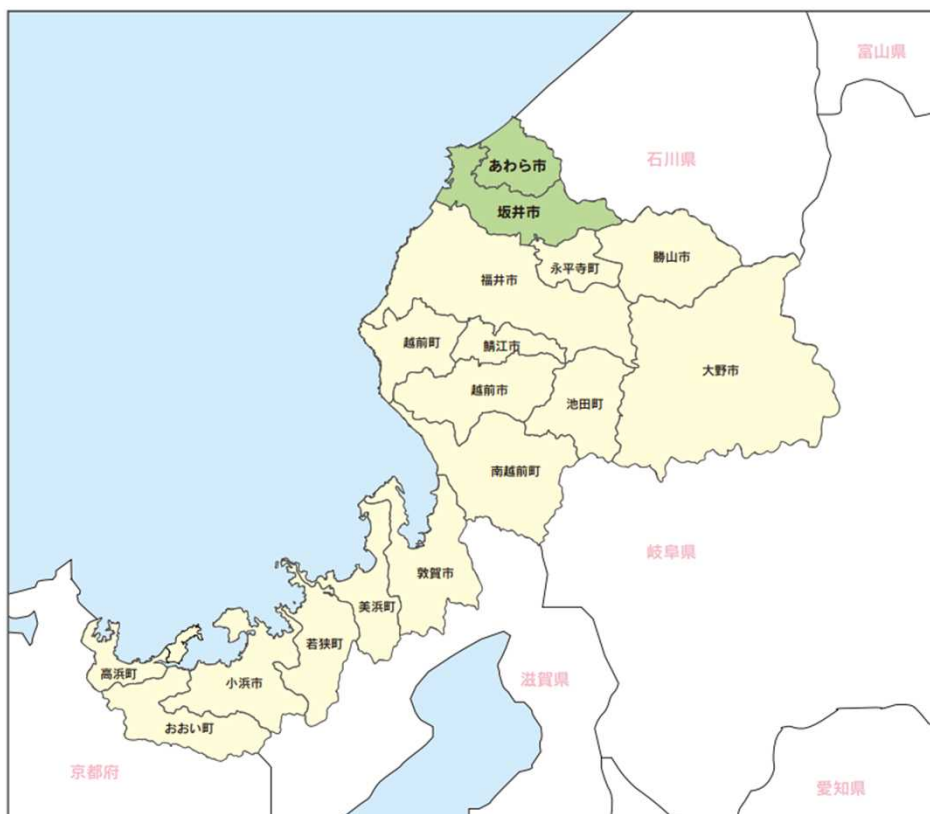


図2 管内の森林分布



〈図：あわら市・坂井市森林整備構想2020-2030より抜粋〉

表2 管内の森林資源状況

	全国	福井県	当組合管内
森林率	66.40%	74.50%	36.10%
民有林人工林率	41.00%	43.10%	61.10%

# 事業者概要

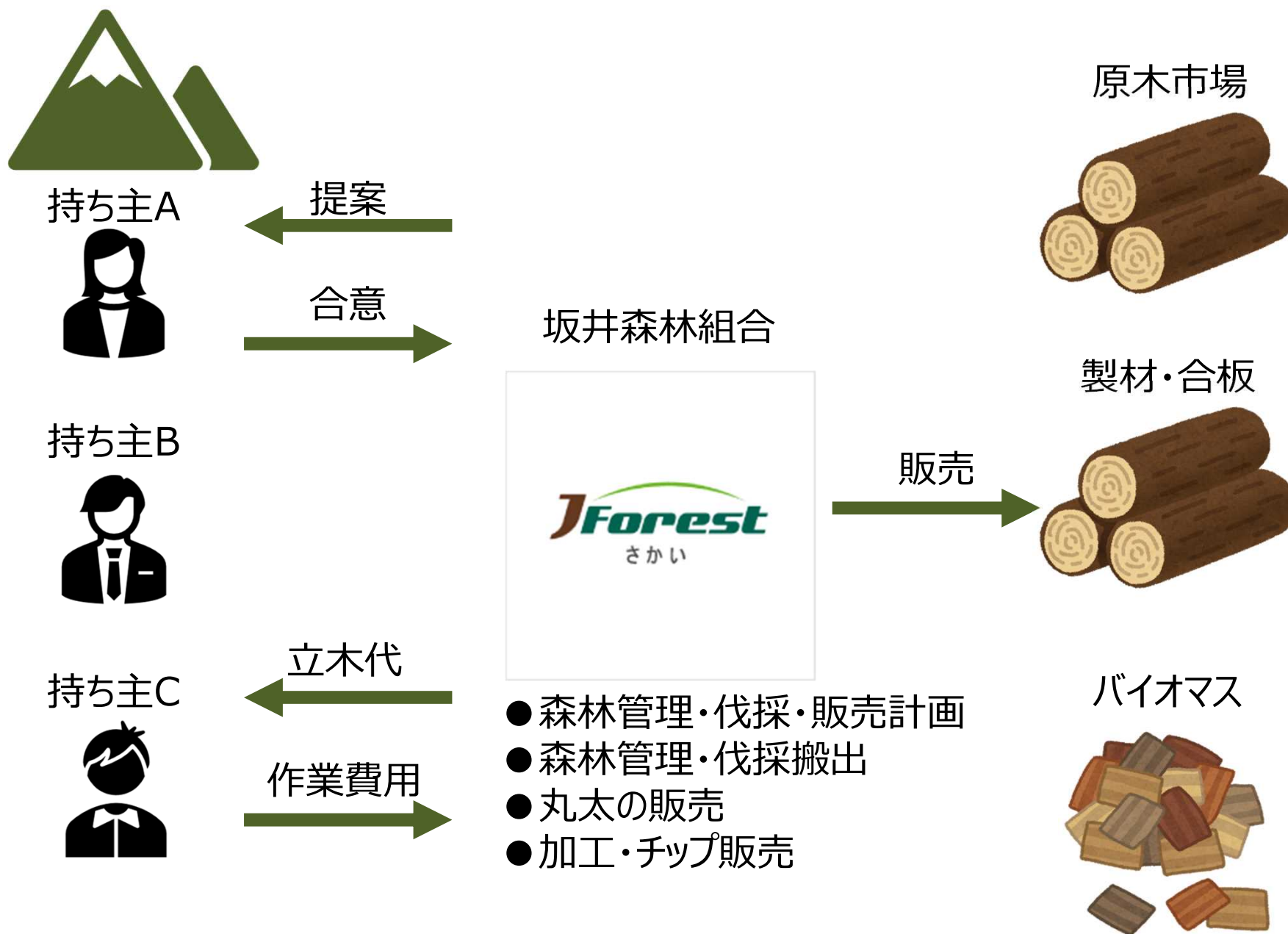


図3 森林組合の役割概要

# 事業背景

- ✓ 現在、木質バイオマス熱利用施設、発電所などに、4,800ton/年の木質チップを供給している。
- ✓ このうち、あわら市・坂井市の木質バイオマス熱利用施設向けの管内需要は約2,400ton/年（2021年提案当時）。
- ✓ 近年、地域内外で、熱利用施設、発電施設向けの**木質チップ**需要が増加している。

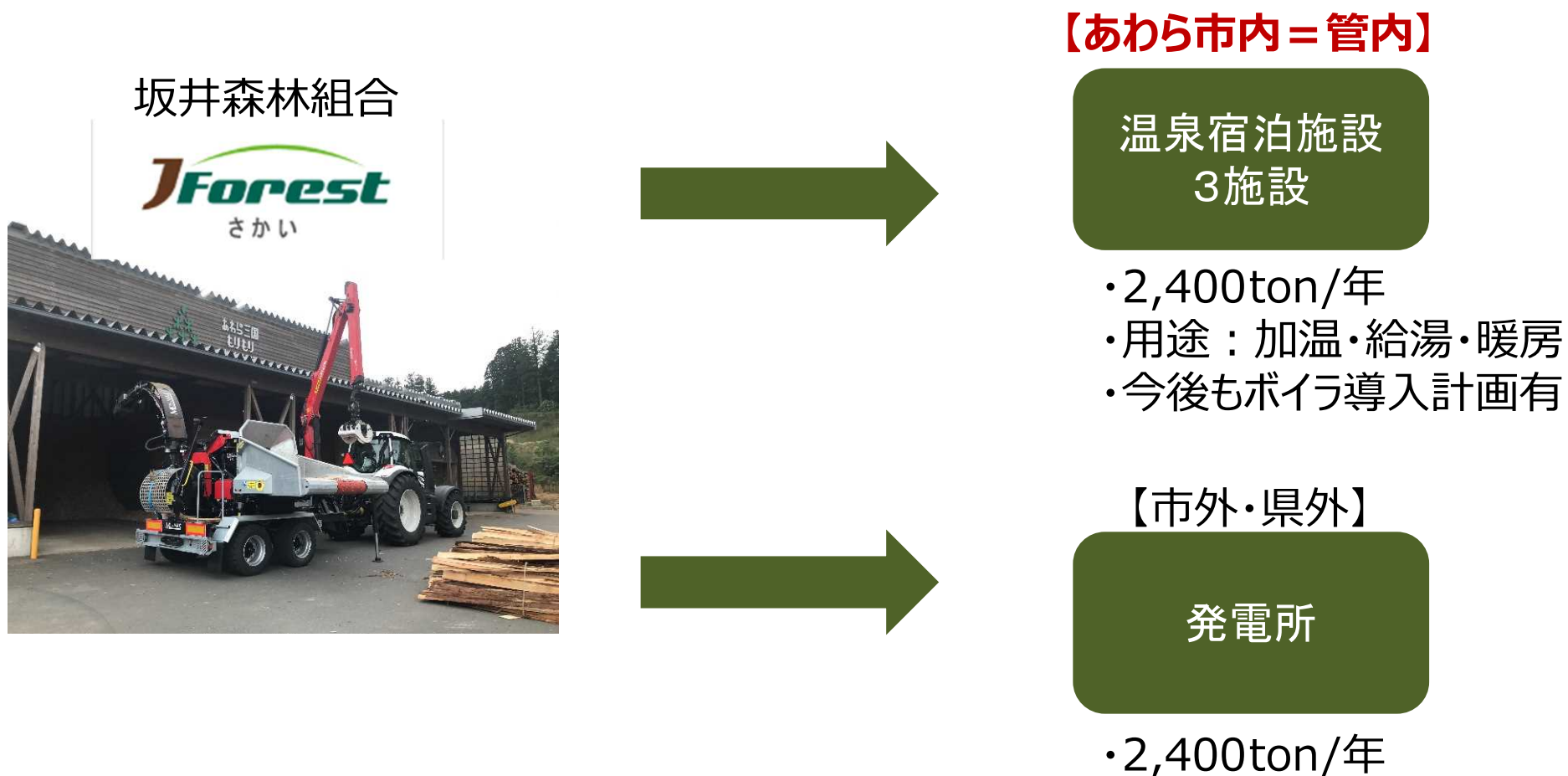


図4 木質バイオマス事業概要

## 課題

### コスト

#### 生産コスト > 販売価格

- ・主伐時再造林費が捻出できない
- ・燃料用丸太を搬出できない（量確保にもマイナス）

### 量

#### 需要量 >

#### 副産物としての燃料用丸太

- ・建材等の副産物という位置づけでは、建材需要に左右される。

**持続可能で安定的な供給状態ではない。**

## 目的

**地域内需要へ持続可能な安定供給確保**

**中長期的に成長の良い樹種・立地を選択し、  
施業並びにチップ製造コストを低減すること**

# 事業目標

<エネルギーの森 イメージ>



- ✓ 2,400ton/年（＝管内需要）分のエネルギーの森創出
- ✓ 早生樹（コウヨウザン）を用いて従来の森林経営サイクルを早める。
- ✓ 伐採→植林→育林サイクルを順次に複数の区画で行い、持続安定供給モデルを構築する。

この実現に向けて…

<本事業期間内の目標>

## ▶ 早生樹「エネルギーの森」造成要件の整理

- ✓ 当地域での植栽試験による、収量推測に関する情報を取得
  - 樹高、径、獣害などのリスク要因
- ✓ 造成条件の整理
  - 標高、植栽密度など

## ▶ 一体型施業による施業コストの低減

- ✓ 一体型施業による伐採・搬出・植林・育林のトータルコストの削減可能性を検討



# 実施内容

## <実施内容 大項目>

I 燃料生産のためのコウヨウザンの  
植林および育林方法の検証

「収穫量」・「コスト」の検証

II 施業（伐採・搬出）の実施  
とコスト検証

「コスト」の検証

III 燃料生産に特化した施業方法の  
経済性評価

適切な施業方法の選定  
(植林密度、伐期など)

# 実施内容と進捗概要

## 実施項目詳細 I 燃料生産のためのコウヨウザンの植林および育林方法の検証

### 1 植林の実施と生育状況の検証

項目	進捗・成果	今後
① 県内生育状況調査	県内 4 箇所での生育状況を視察調査。	—
② 実証試験地選定・施業	事業地(林地)合計0.9ha（3箇所）に植林を実施した。	引き続き、事業地の確保および植林を実施する。
③ 成長量比較	②試験地毎に初期の樹高・地際径データを取得予定（豪雪のため雪解け次第実施）。	活着状況、樹高・地際径を継続して観察し、各試験地の成長状況を比較する。
④ 土壌等調査	適地選定として、既存樹種（スギ）の成長状況を参考とした。	早生樹林は従来のスギ・ヒノキに比較して、痩せ地になりやすい可能性があり、影響について調査する。

### 2 低コスト育林の実施と生育状況の検証

項目	進捗・成果	今後
① 下刈りの低減	・事業地に防草・獣害対策シートを敷設した。	防草・獣害対策シートの効果について観察する。
② 獣害対策等の検討（雪害が生じた場合は対策を実施）	・コストデータを取得、コスト削減額を算出した。	

# 実施内容と進捗概要

## Ⅱ 施業の実施とコスト検証

### 1 一体型施業システムの実施とコストの検証

項目	進捗・成果	今後
①一体型施業システムの実施	I-1-② 事業地で一体型施業を実施し、コストデータを取得→削減額を算出した。	—

### 2 山林内における乾燥およびチップングのコスト

項目	進捗・成果	今後
①立木乾燥法の検証	コストおよび効果について聴取調査を実施した。	立木乾燥法の効果について検証予定。
②山土場乾燥の検証	(来年度以降実施事項)	山土場乾燥について検証予定。

## Ⅲ 燃料生産に特化した施業方法の経済性評価

### 1 施業方法の経済性評価

### 2 施業方法の選定



最終年度に実施

# スケジュール

項目	2022.2	2022年度	2023年度	2024年度
I - 1 - ① 県内生育状況調査		■		
I - 1 - ② 実証試験地選定・施工		■	■	■
I - 1 - ③ 成長量比較		■ 継続観察		
I - 1 - ④ 土壌等調査			■ データ取得	
I - 2 - ①② 低コスト育林の実施と生育状況の検証		■ 継続観察		
II - 1 一体型施業システムの実施とコストの検証		■		
II - 2 山林内における乾燥およびチップングのコスト検証		■		
III 燃料生産に特化した施業方法の経済性評価		■ 試算		■ 評価・選定

# 進捗状況 I - 1 - ① 県内生育状況調査

県GC園内（坂井市内）



県試験地（福井市内）



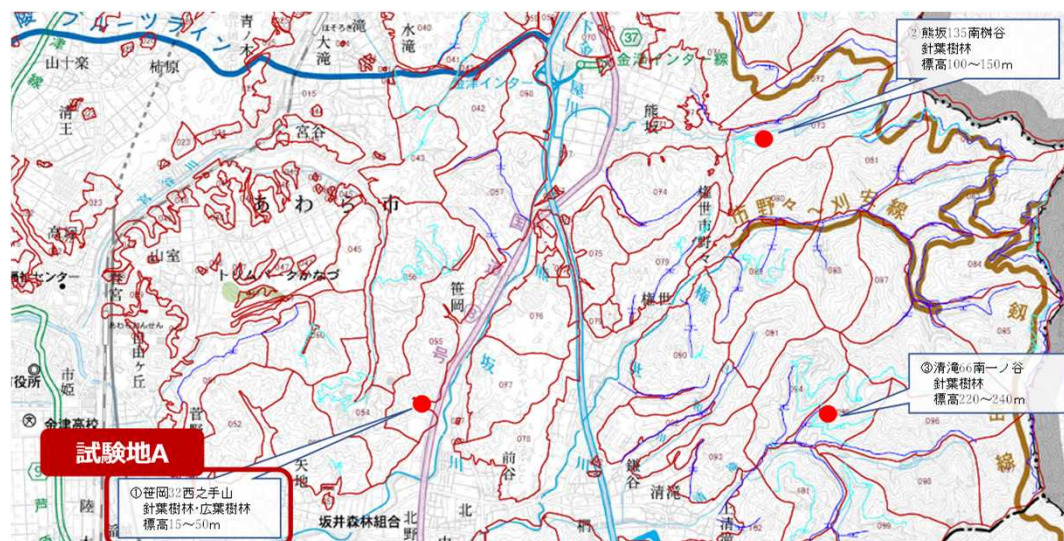
県試験地  
（福井市内）

# 進捗状況 I-1-②③実証試験地選定・施工

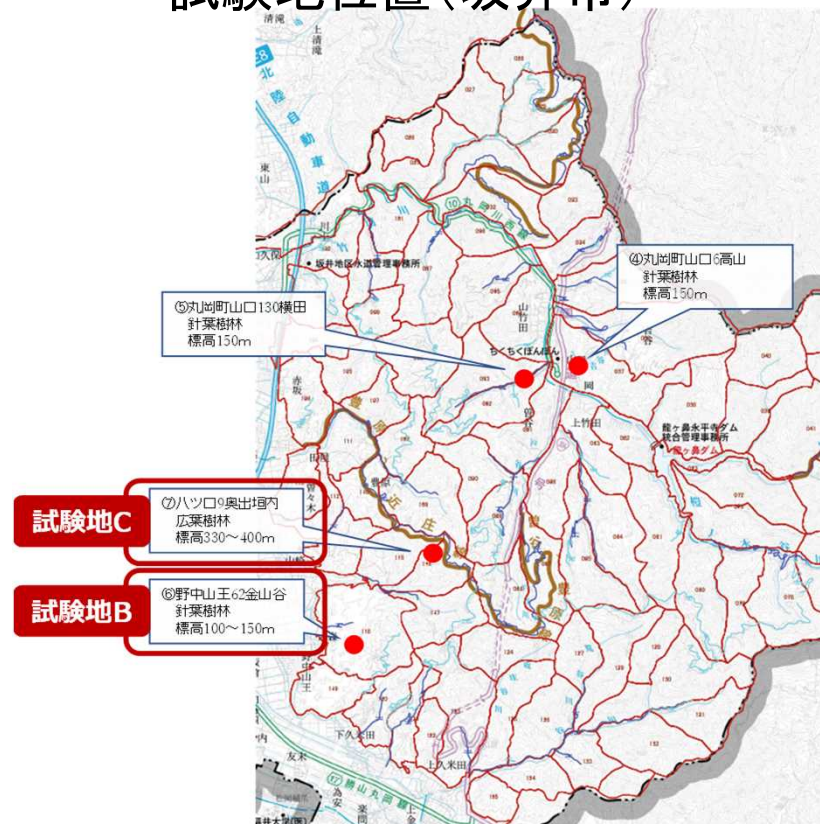
✓ 生育適地とされる標高400mを上限として、標高毎に、低 (A) ・中 (B) ・高 (C) の試験地を選定した。

	位置	標高 (m)	樹種	樹齡 (年生)	面積 (ha)	立木密度 (本/ha)	平均樹高 (m)	平均胸高直径(cm)	haあたり材積 (m <sup>3</sup> /ha)	収量比数	形状比
試験地A	あわら市笹岡	15~50	スギ	35-40	0.48	543.62	21.95	35.03	574.34	0.59	62.65
試験地B	坂井市野中山王	100~150	スギ	60	0.3	311.61	24.93	45.36	566.98	0.48	54.92
試験地C	坂井市八ツ口	330~400	広葉樹	-	0.3	-	-	-	-	-	-

試験地位置(あわら市)



試験地位置(坂井市)



# 進捗状況 I-1-②③実証試験地選定・施工

## 植林パターン

	植栽密度	植栽間隔	防草× 獣害対策シート
①	3,000本/ha	1.8m	有り
②	1,500本/ha	2.5m	有り
③	3,000本/ha	1.8m	無し
④	1,500本/ha	2.5m	無し

- ✓ 試験地A・Bで①～④の全パターンを試験。
- ✓ 試験地Cでは②・④の1,500本/haのみ試験。
- ✓ 防草×獣害対策は、木綿生地に忌避剤となる木タールをしみ込ませたマルチング材を使用。
- ✓ 比較のため、同じ試験地にスギを植栽した。

# 進捗状況 I-1-②③実証試験地選定・施工 試験地A



作業前



作業中 (搬出)



植林中



植林後(1,500本/ha)



植林後(3,000本/ha)



シート敷設



# 進捗状況 I-1-②③実証試験地選定・施工 試験地B・C



シート敷設後 (1,500本/ha) \_試験地B



シート敷設後 (3,000本/ha) \_試験地B



広葉樹伐採中\_試験地C



植林中\_試験地C

# 進捗状況 I - 2 - ①②低コスト育林の実施と生育状況の検証

## 「下刈」

- ✓ 従来（スギの場合）：年1回×8年間実施。
- ✓ 本事業：
  - ・下刈を年1回×3回とする。
  - ・防草シートを利用する。

## 「獣害対策」

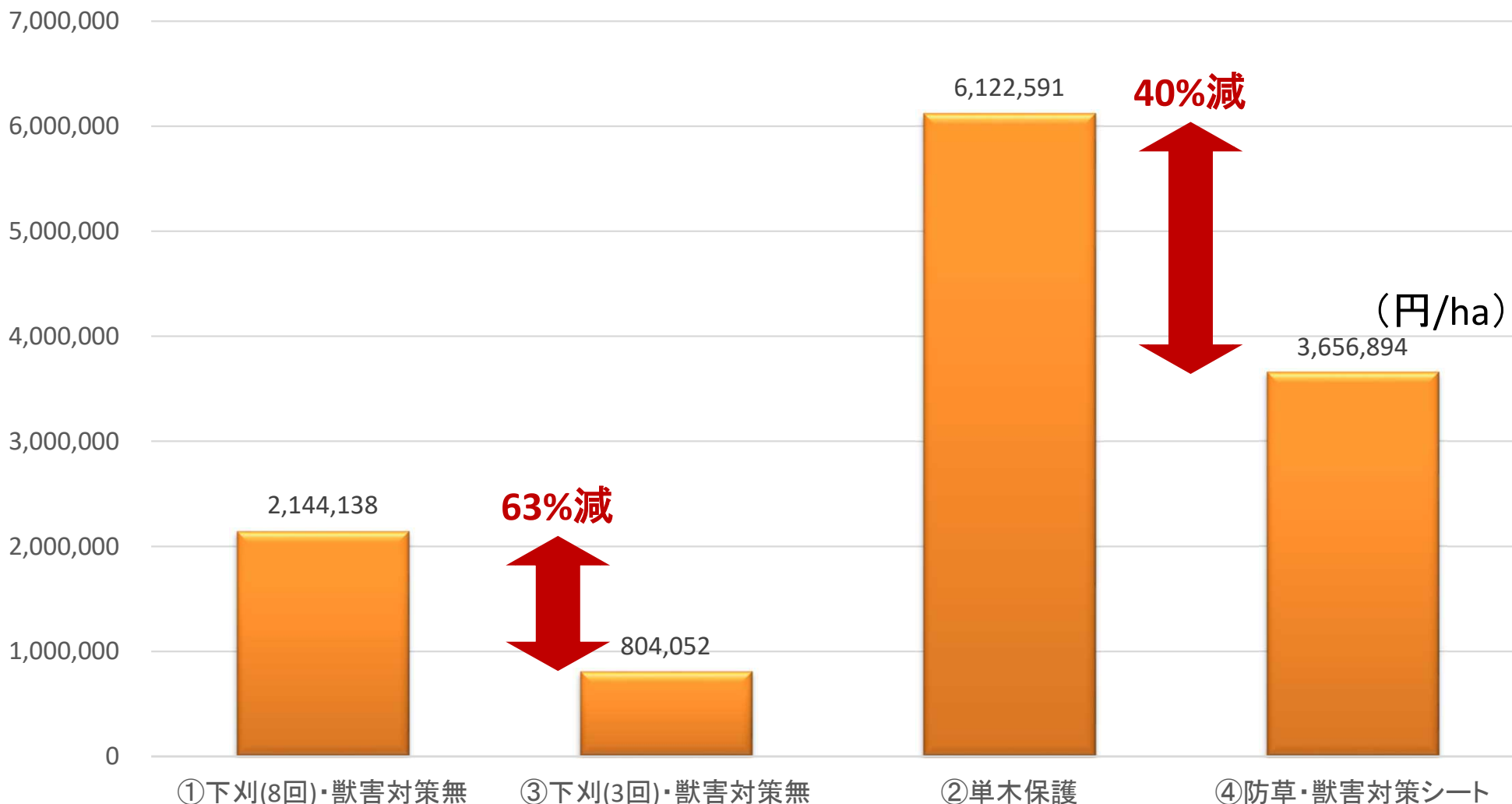
- ✓ 従来：対策しないか、単木保護を実施
- ✓ 本事業：防草シートに木タールをしみ込ませたものを**獣害対策としても併用する。**

	パターンNo		獣害対策	下刈	除間伐
従来型施業	①	回数	なし	1回/年×8年	80年伐期 3～5年おきに6回程度実施
		方法		草払機	
従来型施業	②	回数	1回	なし	
		方法	単木保護		
本事業で検証	③	回数	なし	1回/年×3回	15-20年伐期
		方法		草払機	
本事業で検証	④	回数	1回		なし
		方法			

防草・獣害対策の試験パターン

# 進捗状況 I - 2 - ①②低コスト育林の実施と生育状況の検証

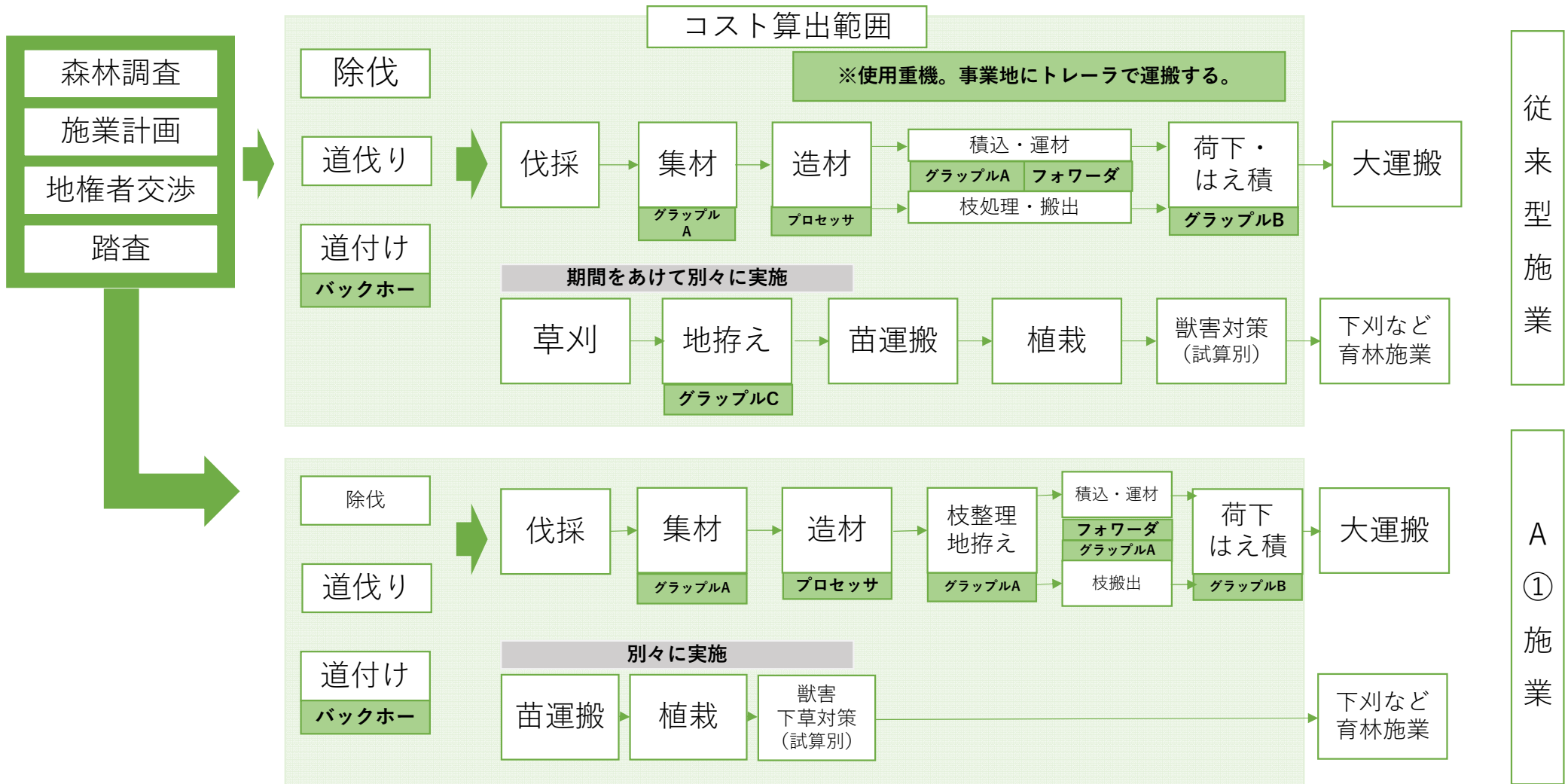
- ✓ 従来の①下刈(8回)・獣害対策無に比較して、③下刈(3回)・獣害対策無は63%減
- ✓ 従来の②単木保護に比較して、④防草・獣害対策シートは40%減
- 防草・獣害対策シートの効果は未だ明らかではないため、今後の観察が必要。



パターン別の下刈・獣害対策コスト

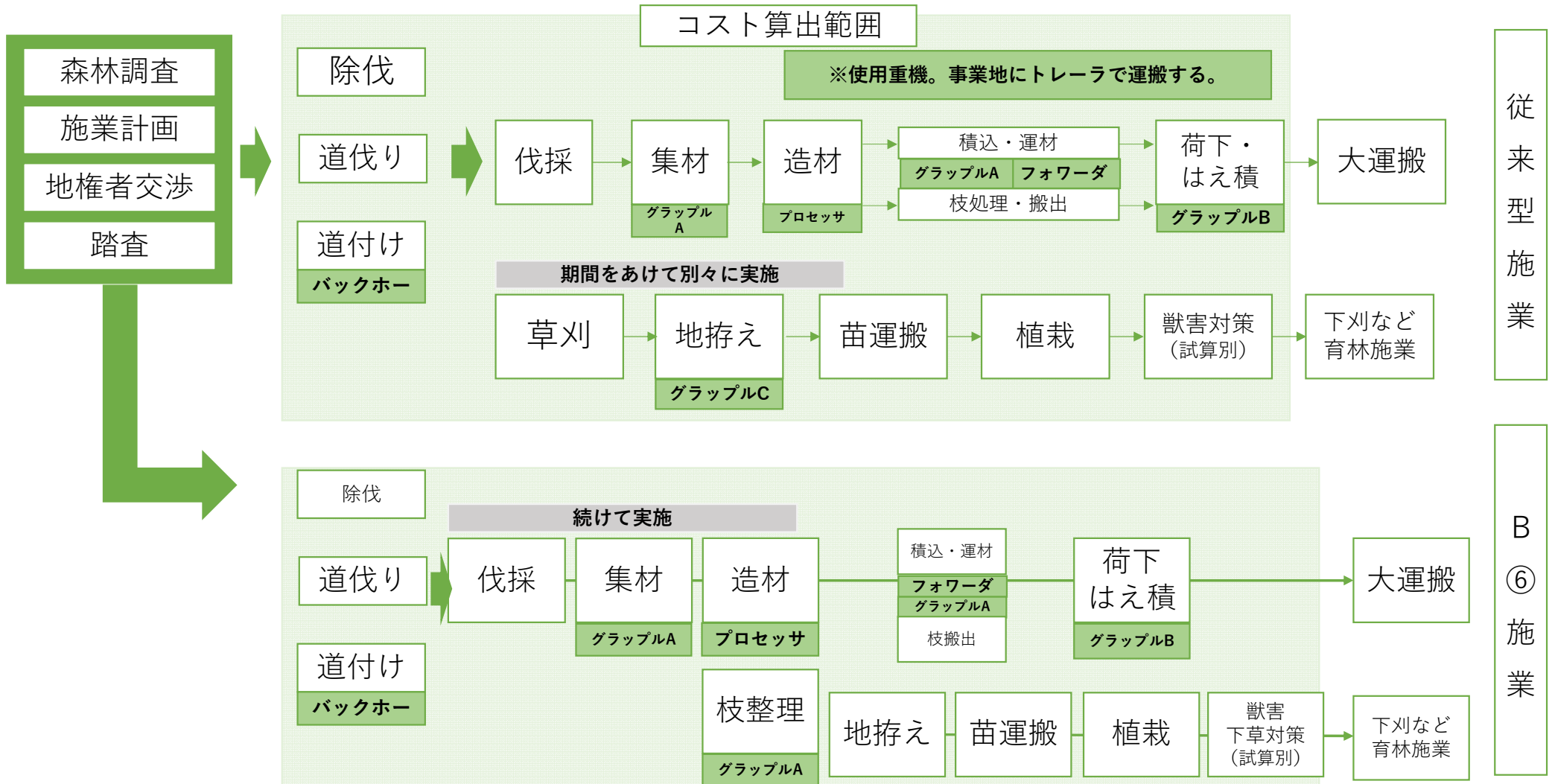
# 進捗状況 II - 1 施業の実施とコスト検証\_試験地A・C

- ✓ 伐採施業時に地拵えも行うこと、下草が繁茂する前に植栽を計画することで
  - 「除伐・下刈」の削減
  - 「地拵え」の省力化・重機運搬の削減 をする。



# 進捗状況 II - 1 施業の実施とコスト検証\_試験地B

- ✓ 施業を同時進行することで
  - 「除伐・下刈」の削減
  - 「地拵え」「苗運搬」の省力化・重機運搬の削減 をする。



# 進捗状況 II - 1 施業の実施とコスト検証

- ✓ 本事業地では、伐採搬出・植林の一体型施業によって、12-16%のコスト削減できると想定される。
- ✓ 主に、植林を見越した伐採搬出時での「枝の処理・地拵え」のコスト（労力）がほぼ半減したことによる。

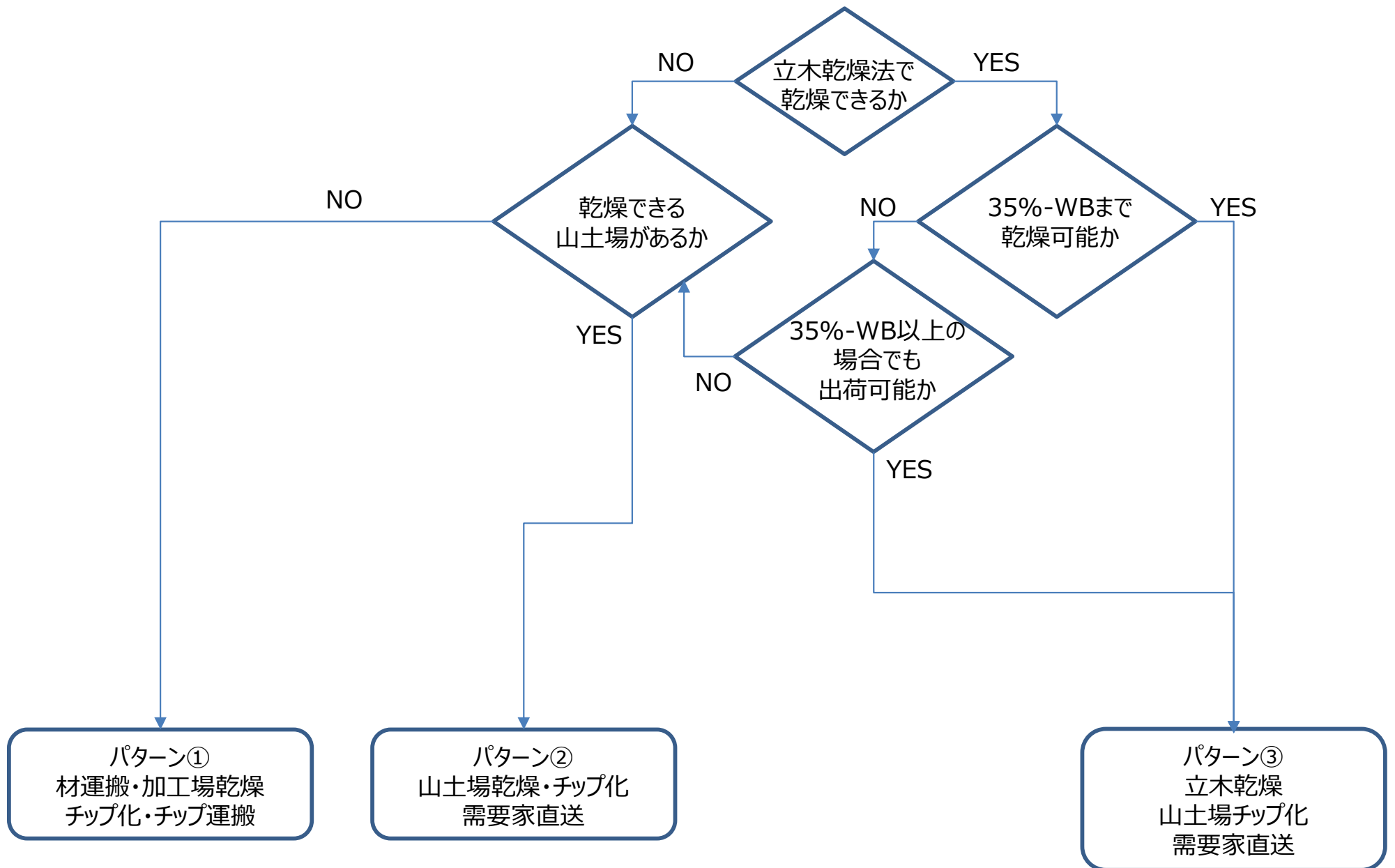
試験地別施業コスト（円/ha）

	従来	一体型施業	削減率
A①笹岡	7,352,346	6,379,288	13%
B⑥野中山王	8,424,600	7,043,032	16%
C⑦八ツ口	5,823,898	5,102,992	12%

試験地別施業コスト（円/m<sup>3</sup>）

	従来	一体型施業	削減率
A①笹岡	8,549	7,418	13%
B⑥野中山王	9,260	7,742	16%
C⑦八ツ口	13,039	11,425	12%

# 進捗状況 II - 2 山林内における乾燥およびチップングのコスト検証



※含水率別に試算

# 進捗状況 II - 2 山林内における乾燥およびチップングのコスト検証

## 「パターン① 材運搬・加工場乾燥・チップ化・チップ運搬」

工程	大運搬	搬入・集積	工場乾燥	チップ加工	チップ積込	チップ運搬
必要設備	トラック	グラップル		チップパー	ローダー	箱トラック

## 「パターン② 山土場乾燥・チップ化需要家直送」

工程	山土場乾燥	重機回送	チップ加工・積込	チップ運搬
必要設備			チップパー	箱トラック

## 「パターン③ 立木乾燥・山土場チップ化需要家直送」

工程	立木乾燥	重機回送	チップ加工・積込	チップ運搬
必要設備			チップパー	箱トラック

### コスト試算結果

パターン	円/m <sup>3</sup>	円/ton
①	2,977	4,838
②	1,863	3,027
③-1	2,435	3,957
③-2	2,435	3,044

- ✓ ①～③-1 : 35%-WB出荷
- ✓ ③-2 : 50%-WB出荷

- ✓ 同じ水分率条件であれば、②→①→③の順でコスト低い。①より③は約18%のコスト低減。
- ✓ ②の場合は、**原木の天然乾燥に適した山土場が必要だが、林内では場所が限られる**ため、立木乾燥法の効果があれば、**パターン③の方が現実的**である。
- ✓ 来年度以降、立木乾燥の効果などの実証試験を行う。



# 進捗状況 Ⅲ 燃料生産に特化した施業方法の経済性評価

- ✓ 今年度事業の実証・検討結果として、現状よりはコスト低減が見込める。
- ✓ ただし、マイナス収支から脱することはできない結果となった。

現状		今年度検討結果	
販売価格 (円/m <sup>3</sup> ) ※ <sup>1</sup>	8,308	チップ販売価格 (円/m <sup>3</sup> ) ※ <sup>1</sup>	8,308
伐採搬出費 (円/m <sup>3</sup> ) ※ <sup>2</sup>	8,273	伐採搬出費 (円/m <sup>3</sup> ) ※ <sup>2</sup>	7,194
チップ製造運搬費 (円/m <sup>3</sup> ) ※ <sup>3</sup>	2,977	チップ製造運搬費 (円/m <sup>3</sup> ) ※ <sup>3</sup>	2,435
収支 (円/m <sup>3</sup> )	-2,943	収支 (円/m <sup>3</sup> )	-1,321

※ 1 現販売価格13,500円/tの立米換算※ 35%-WB・サイロ着  
 ※ 2 試験地A・B・C平均値×115%※従来型に比較して15%低減をしたため。  
 ※ 3 パターン①材運搬・加工場乾燥・チップ化・チップ運搬の費用



コスト低減

※ 1 左記同様。  
 ※ 2 試験地A・B・C平均値  
 ※ 3 パターン③立木乾燥・山土場チップ化需要家直送の費用



マイナス収支

- ✓ 上記コストには**立木代、植林育林費は含まれない。**

# 進捗状況 Ⅲ 燃料生産に特化した施業方法の経済性評価

- ✓ 本事業での実証・検討結果のチャンピオンデータを用いると、プラス収支に転じるが、事業地が林道と面している場合や、林内に開けた乾燥土場がある場合など非常に限定的。

チップ販売価格 (円/m <sup>3</sup> )	8,308
伐採搬出費 (円/m <sup>3</sup> )	6,180
チップ製造運搬費 (円/m <sup>3</sup> )	1,863
収支 (円/m <sup>3</sup> )	265

- ✓ 育林費 約365万円/ha (防草・獣害対策シート) を捻出するためには、1ha材積が500m<sup>3</sup>の場合、1m<sup>3</sup>あたり7,300円の収益を要する。

➤ **獣害対策込みの育林費の低減**と、**チップ販売価格を上げる**ことを検討する。

# まとめ(今年度→来年度以降)

## I 燃料生産のためのコウヨウザンの植林および育林方法の検証

### 1 植林の実施と生育状況の検証

- 試験地(林地)合計0.9ha (3箇所) に植林を実施し、本地域での生長状況について調査比較していく。

### 2 低コスト育林の実施と生育状況の検証

- 獣害対策を行う場合、防草・獣害対策シート利用は従来に比較し、コスト削減(40%減)の可能性がある。当該シートの効果は未だ明らかではないため、今後の観察をする。

## II 施業の実施とコスト検証

### 1 一体型施業システムの実施とコストの検証

- 伐採搬出・植林の一体型施業によって、12-16%のコスト削減できると想定される。

### 2 山林内における乾燥およびチップングのコスト検証

- 従来の加工場でのチップングに比較して、立木乾燥法を用いた工程では約18%ほどのコスト低減が見込める。立木乾燥法の効果は今後実証する。

## III 燃料生産に特化した施業方法の経済性評価

- 従来よりはコスト低減可能性が見込めたものの、木質チップ販売のみではマイナス収支になる結果となり、プラス収支になる場合も、植林育林コストまでは賄える状態ではない(補助金等は考慮していない)。
- **獣害対策込みの育林費の低減と、チップ販売価格を上げる(交渉する)ことを検討する。**