

林業のコストパフォーマンス を考える

技術的開発課題と経済的システム開発課題

森林総合研究所 研究コーディネーター

宇都木 玄

C1: 再造林・素材生産・流通運搬

P1: 川下に応じた付加価値創出(立木価格)

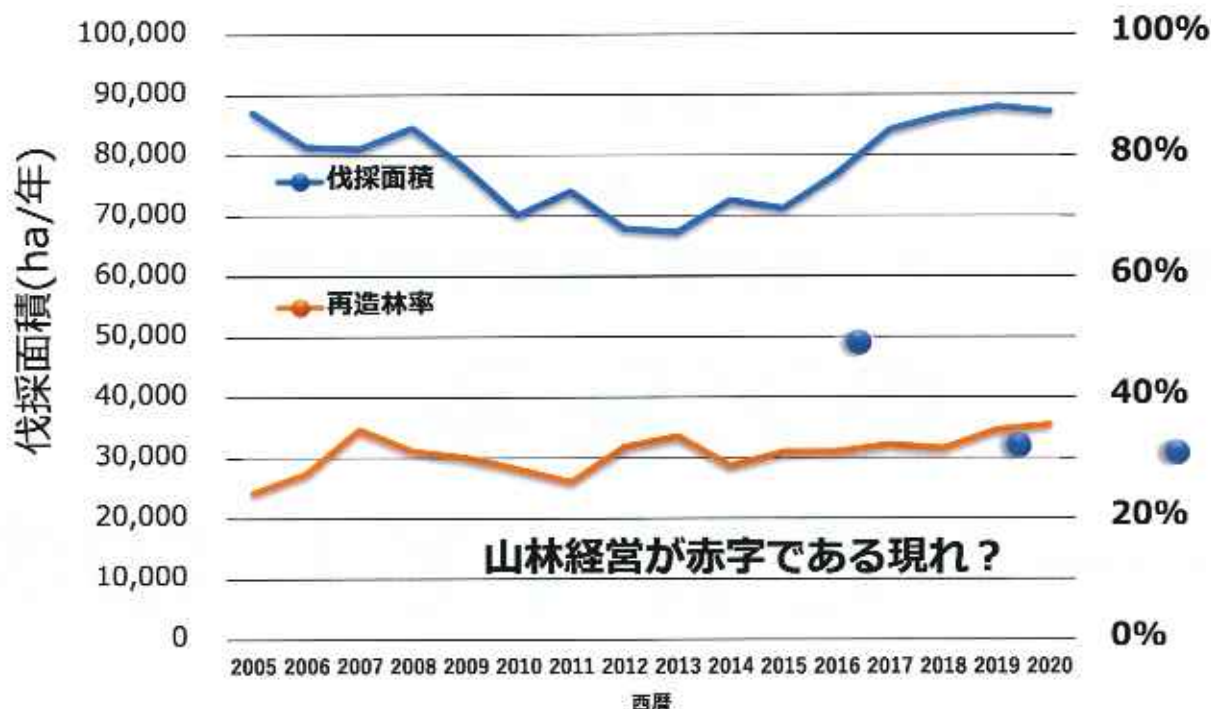
C2: 資源把握（コストと精度）

P2: MAI

問題点1：再生産（循環）できない林業



再造林ができない→実は収奪型になっていることの認識を持つ



2005年から2020年

林業経営体による

山林経営が成り立たなければ、持続的な木材産業は成り立たない！

問題点2 スピードが違う

同じ作業スピードで回らないと、どこかの作業が遅れる！



造林-保育：人力作業→遅い

同じ場所で数年間作業(下刈り)→遅い

強労働→若手いない→人手不足

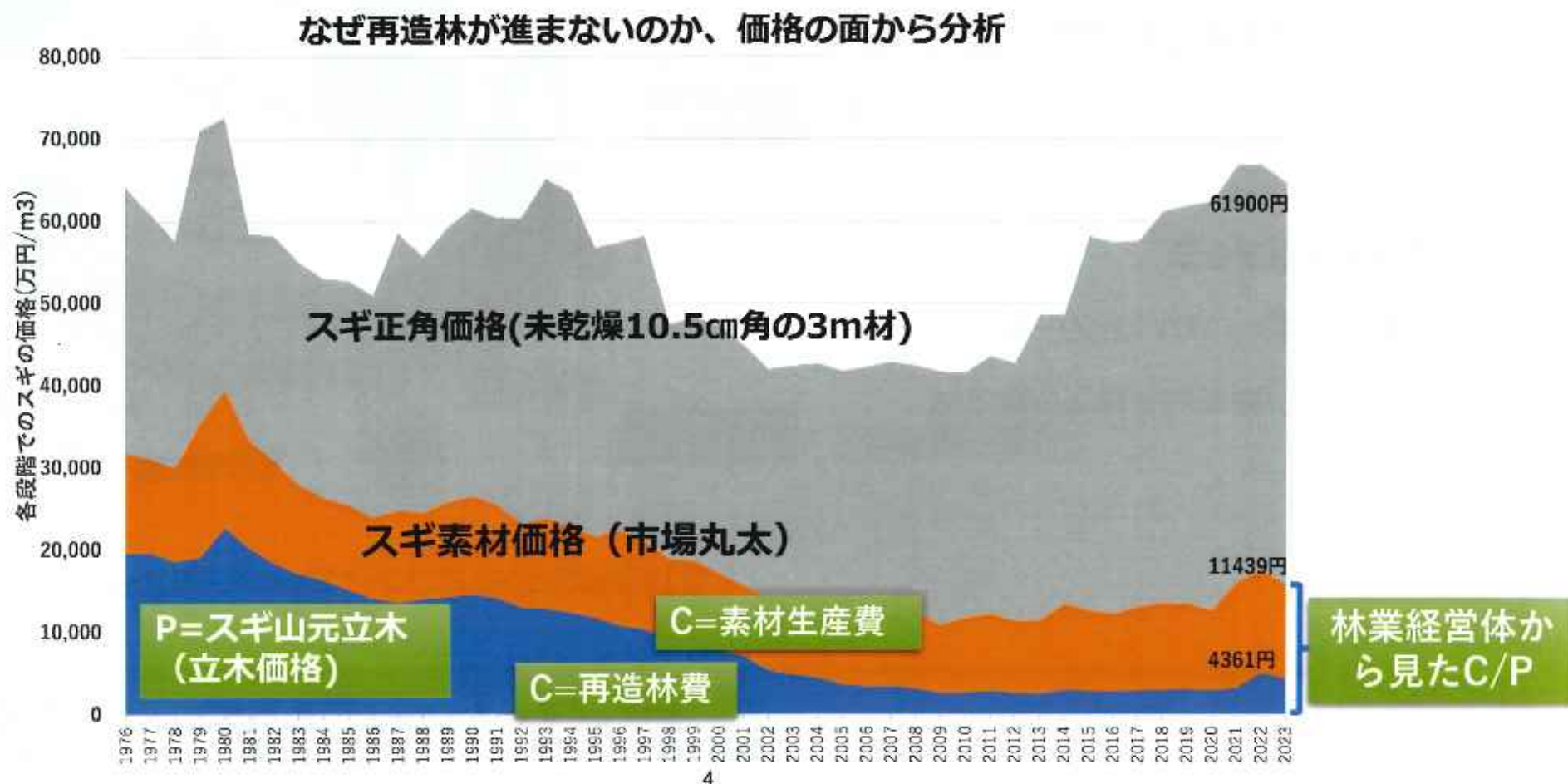
さらに作業遅れる

素材生産：機械化作業→早い

(伐採・搬出)

機械作業→若手いる

立木価格、丸太価格、柱材の価格変化



赤字の原因：林業経営体の商品の原価割れ



解決策 1

約3000千円/m³から

造林経費を捻出

値段&費用(円/m³)

12000
10000
8000
6000
4000
2000
0

日本

海外先進国



日本の平均
(立木価格2017スギ)



海外先進国の例

丸太価格



100 \$/m³
で大きな変動はない

やるべきこと1

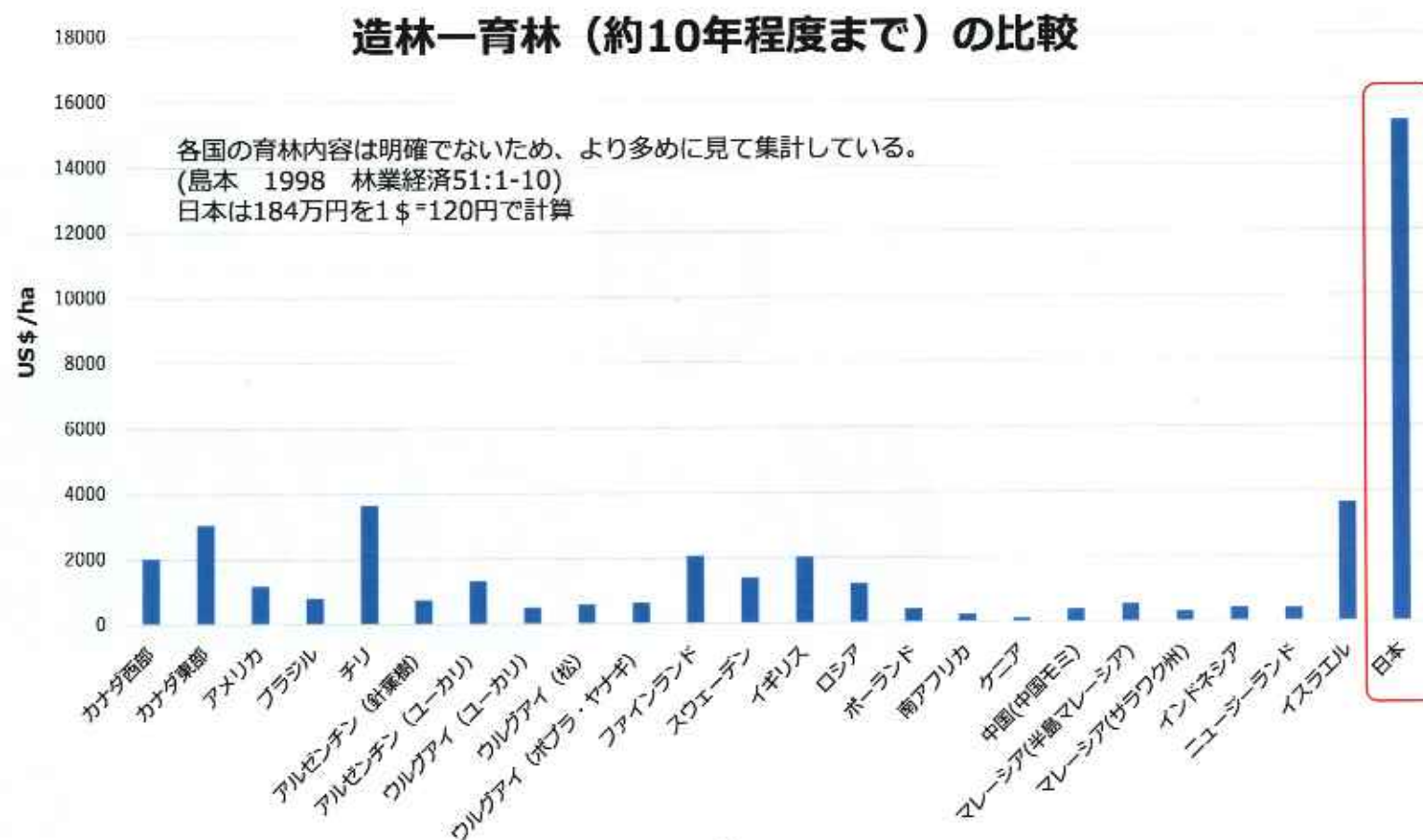
1. 素材生産
コストを下げる

価格交渉力

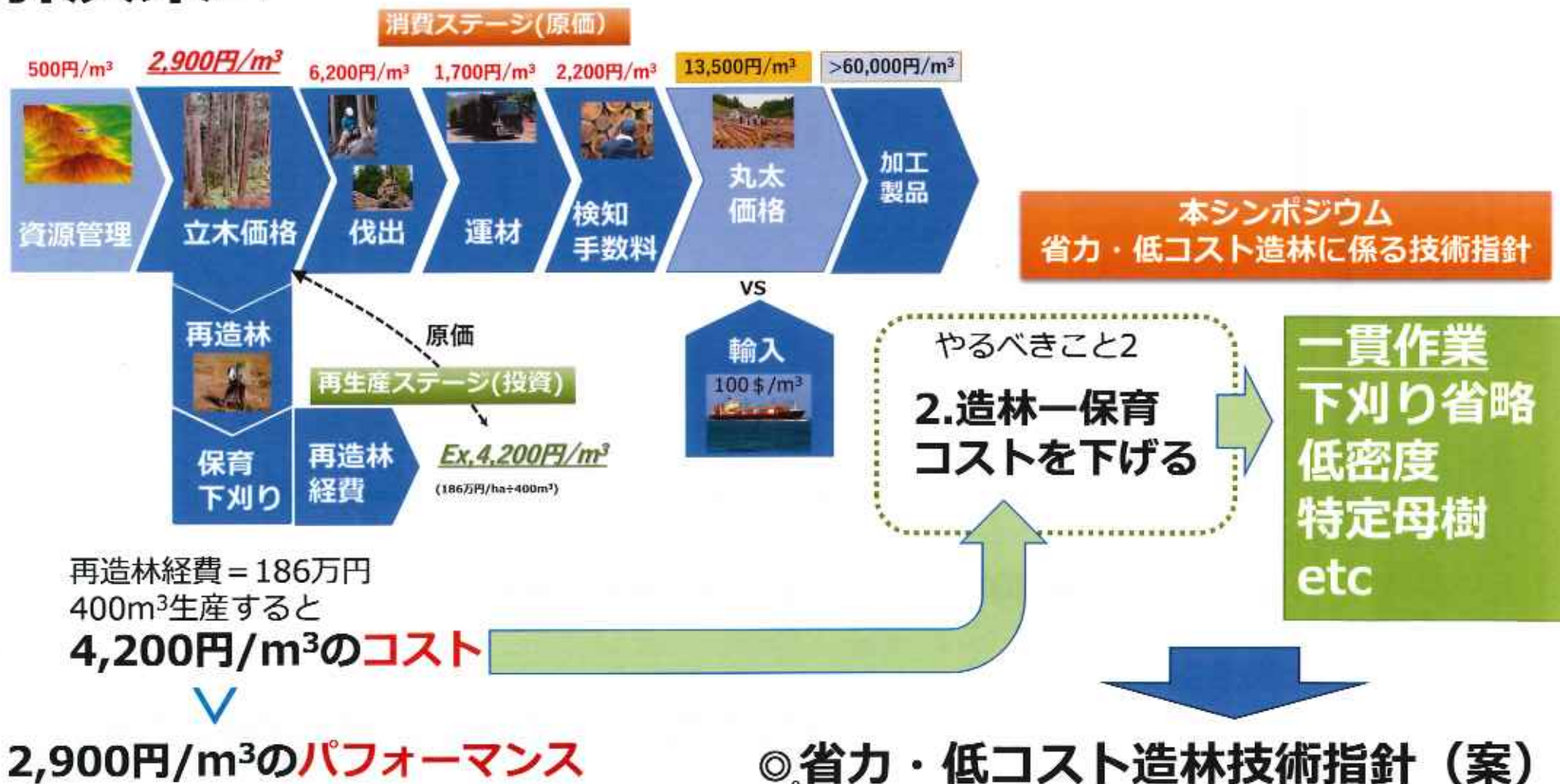
機械化の推進

安全面の向上

世界の再造林経費 Cost



解決策2



もう一つのパフォーマンス

$$\text{林業事業体の売り上げ(円/ha)} = \text{MAI} \times \text{伐採齢} \times \text{立木価格}$$

材積(m³/ha)

(円/m³)

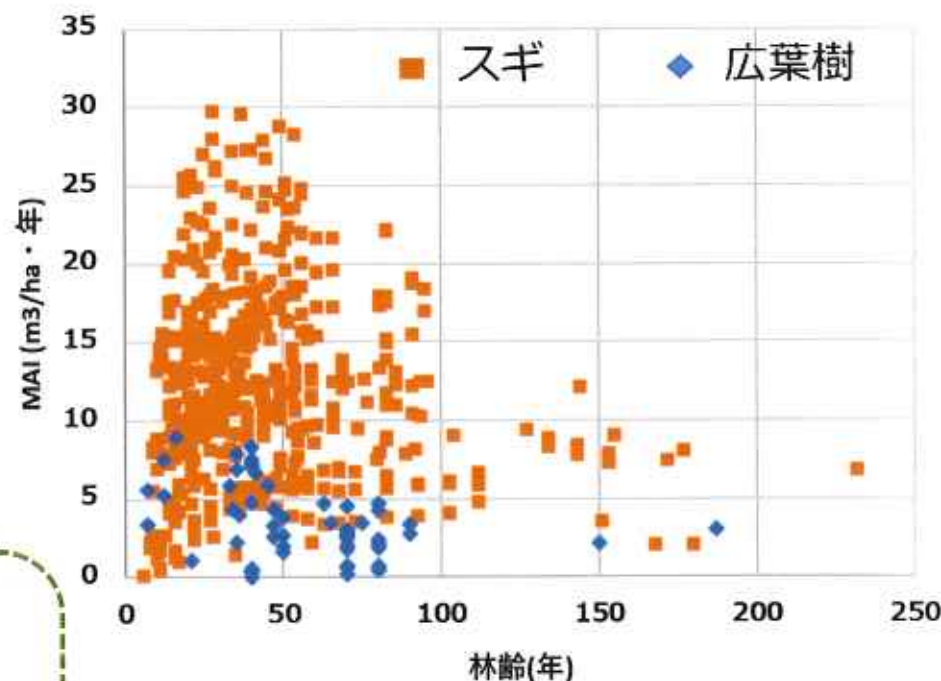
◎ MAI = 平均連年成長量(m³/ha/年)

アパートの経営に例えれば

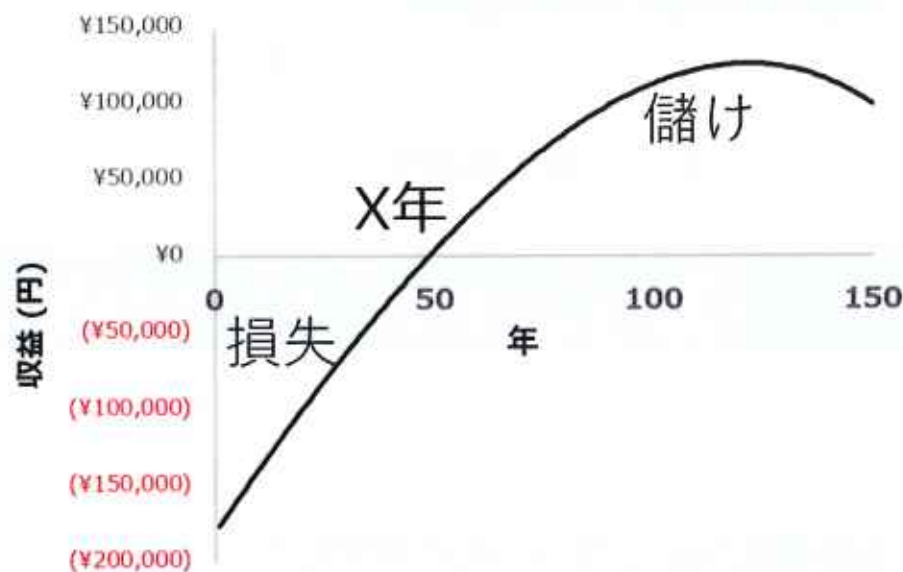
MAI = 居住率 (ex 駅に近いと居住率が高くなる)

年間家賃(利益) = 居住率 × 単価

年間家賃 × 住居年数 = アパートの売り上げ



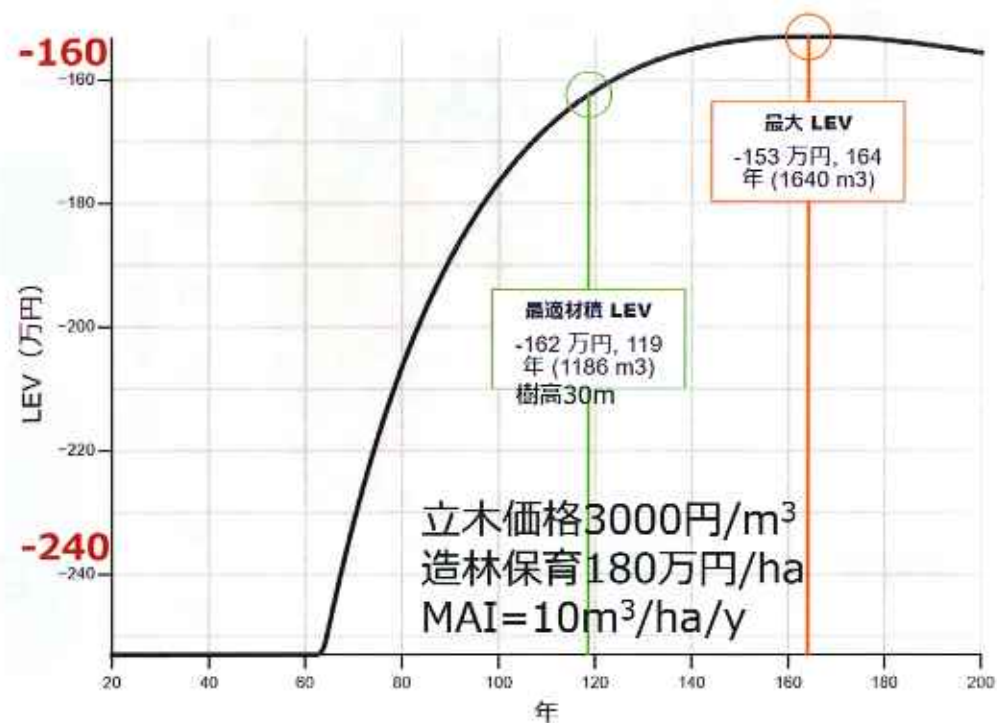
収益の予測が必要



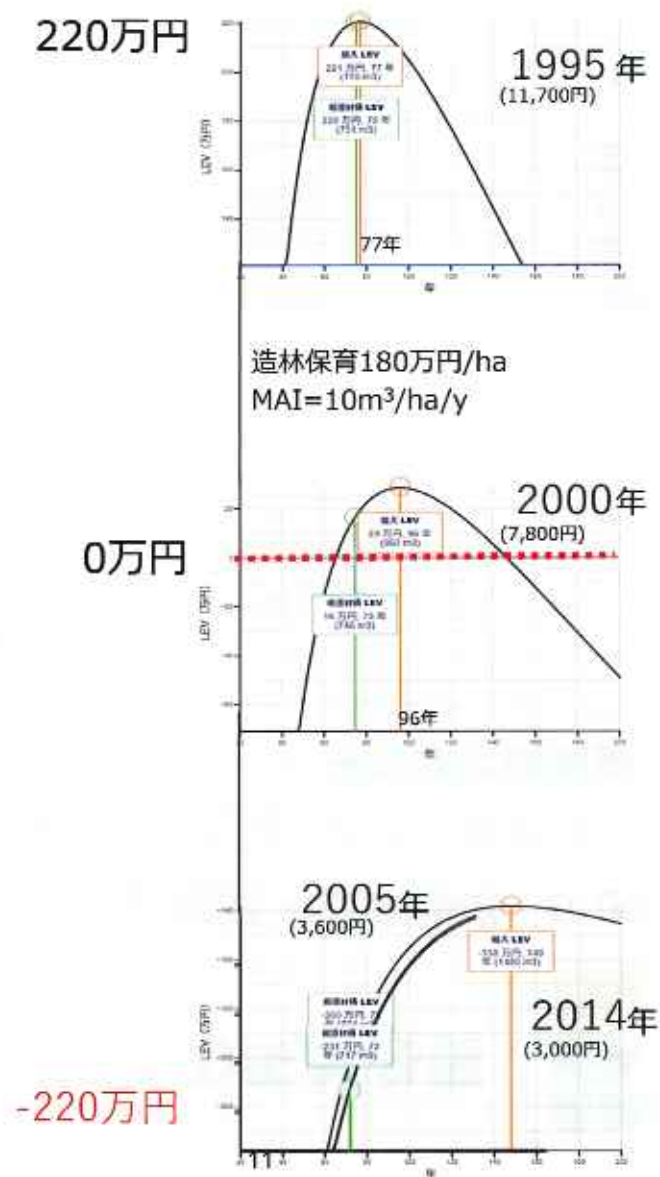
時間軸のある経済活動
予定利回り = 割引率

90万円が10年後に100万円になる利回りは1%

現在の日本の林業収支構造



収支を比較する



解決策3

3本の矢が必要

素材生産効率化
造林－保育の効率化
MAIに基づくゾーニング

- 立木価格 5,000円/m³ 30%オフ
- 造林・保育 120万円/ha 35%オフ
- 平均連年成長量10m³/ha
- 立木価格 5,000円/m³
- 造林・保育 120万円/ha
- 平均連年成長量17m³/ha 170%オン

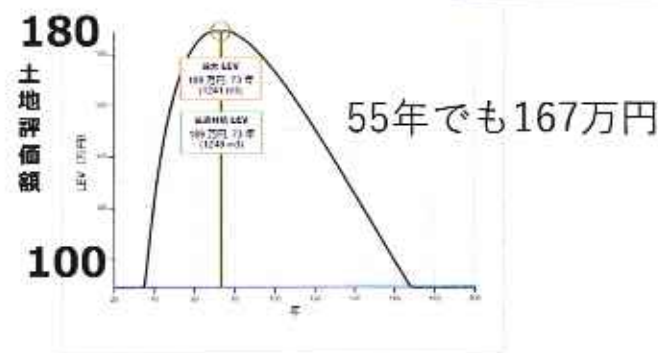
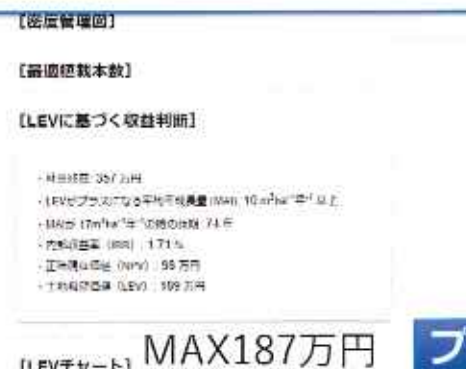
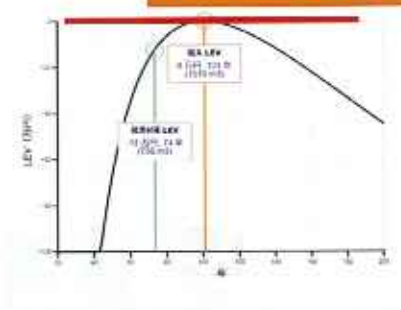
素材生産技術

造林-保育技術

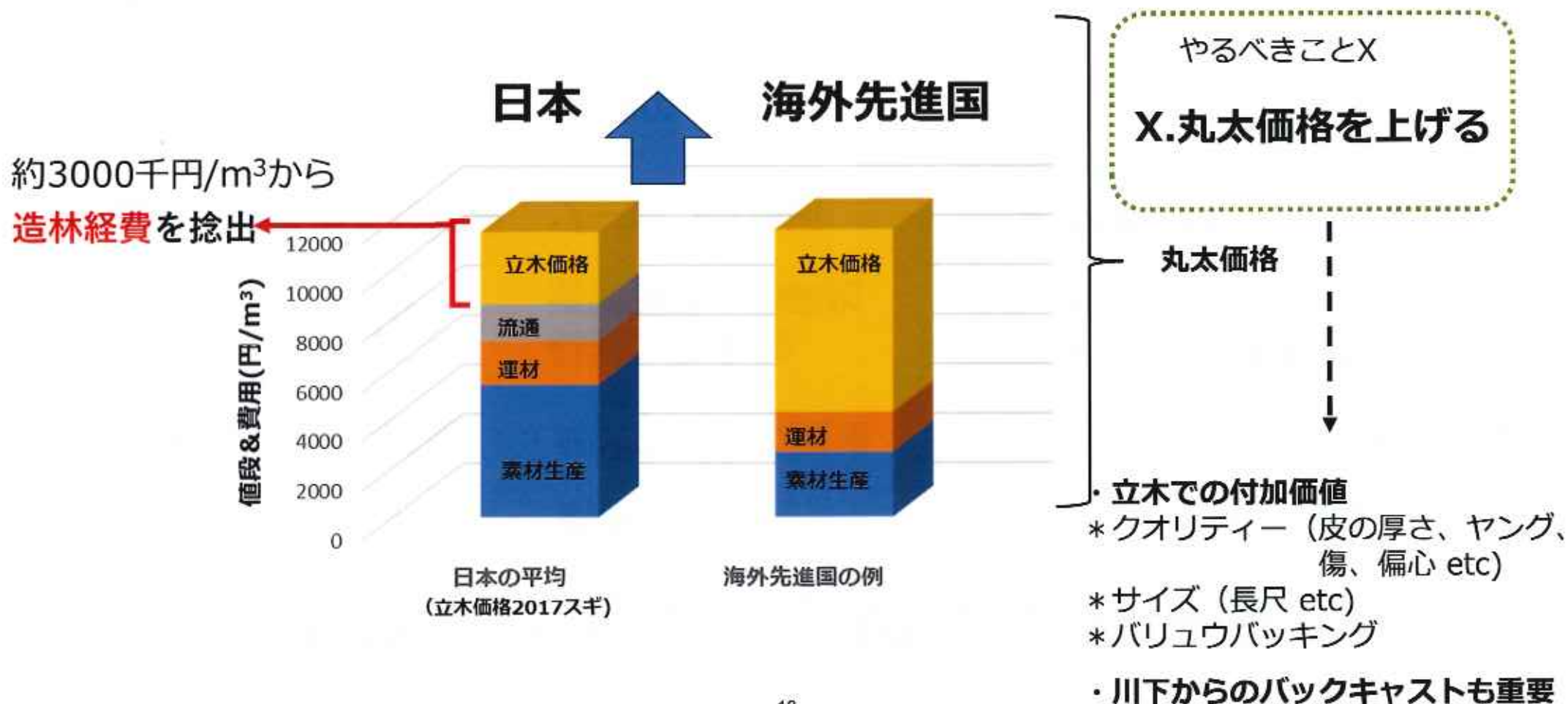
森林管理技術



【LEVチャート】 **マイナス収支！**



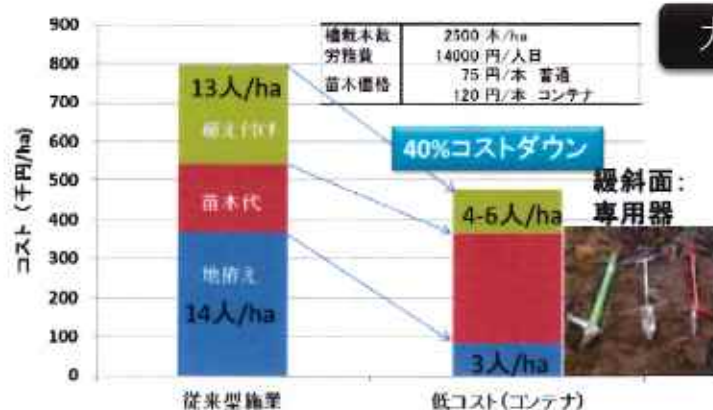
解決策X 丸太の価格、最終商品の価格



どの問題をどのように解決する技術か？

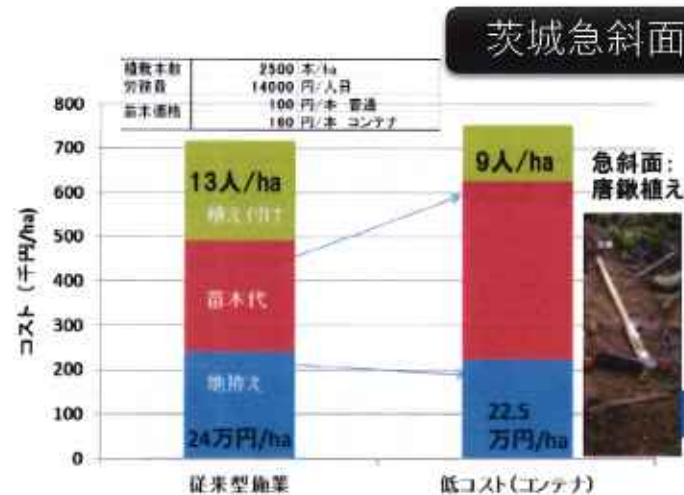
	基本情報	DEM GNSS GIS
三本の矢	再造林がされない問題	育林コストの削減
	素材生産が高い問題	機械の高度化 流通運搬の効率化
	林業をどこでやるか問題	ゾーニング技術
	林業が危険である問題	機械化
	労働者が少ない問題	機械化
X	木材が安い問題	付加価値の創出
		DEM GNSS GIS
		エリートツリー 低密度 下刈りの機械化
		機械自動化技術 急傾斜地への対応 法律・トラック・システム
		資源管理と予測 (在庫管理、ICT、バリューバックিং)
		機械自動化技術
		機械自動化技術 機械運転補助技術
		貿易のあり方 解決策Xと同等

一貫作業システムは本当に低コスト？



(` 艸 `)

機械でできる地拵え面積！



一粒で2度おいしい 機械地拵え

1. 労働生産性の向上

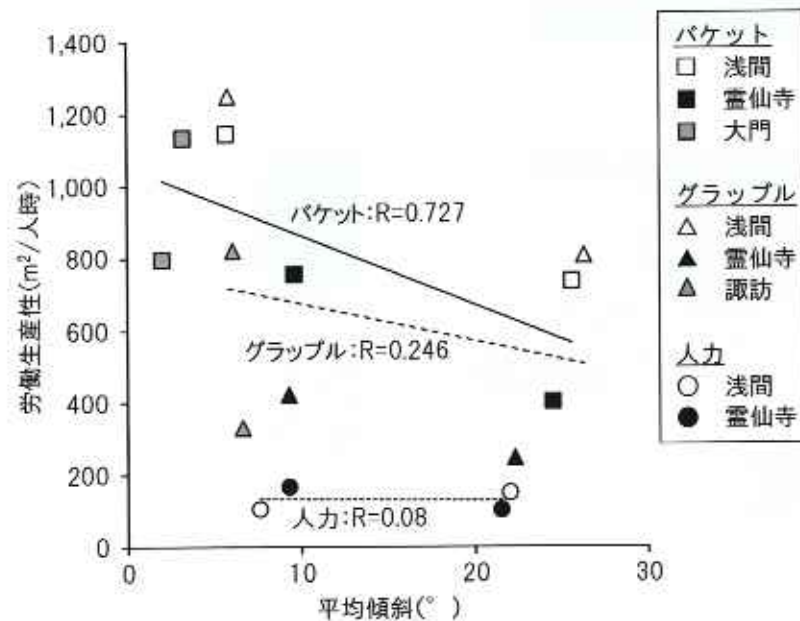
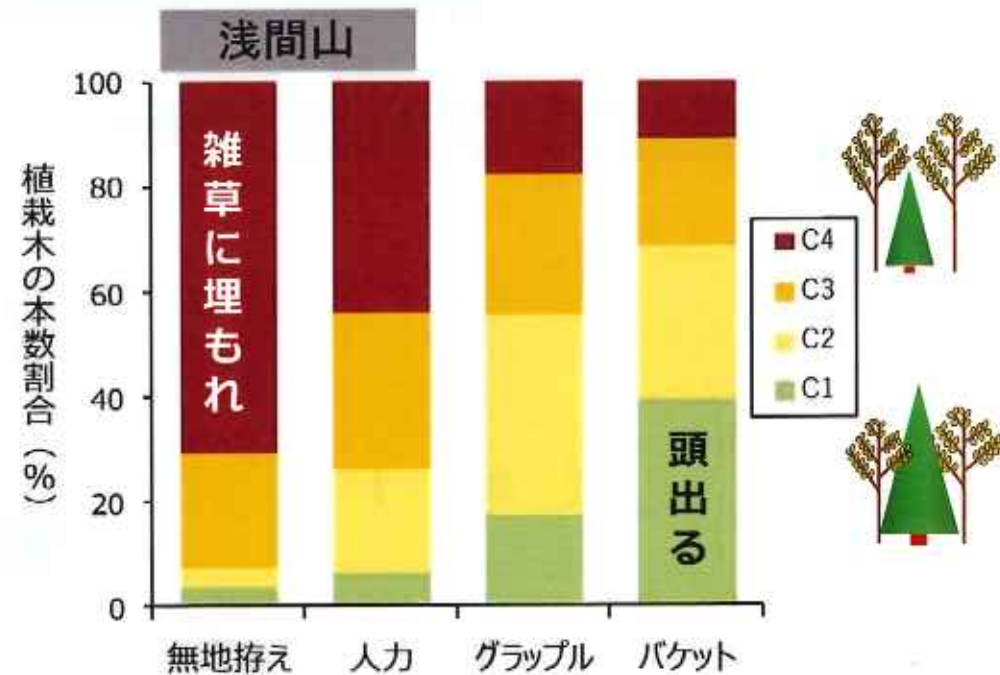


図-4 地拵えの労働生産性と傾斜の関係

2. 雑草繁茂の抑制



機械地拵えの種類と効果

クラッシャ地拵え



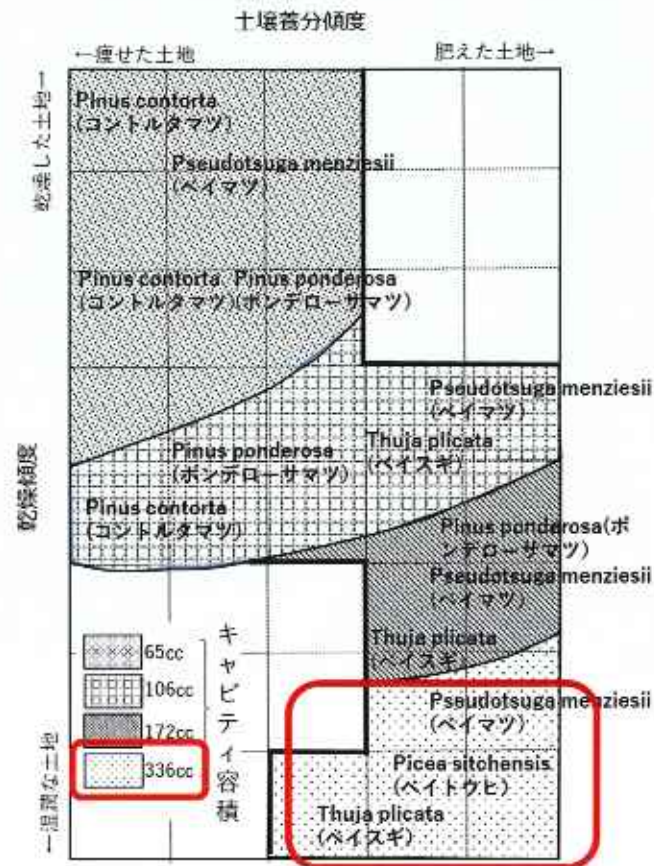
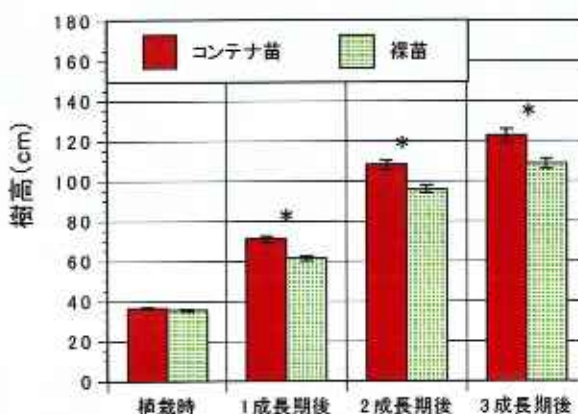
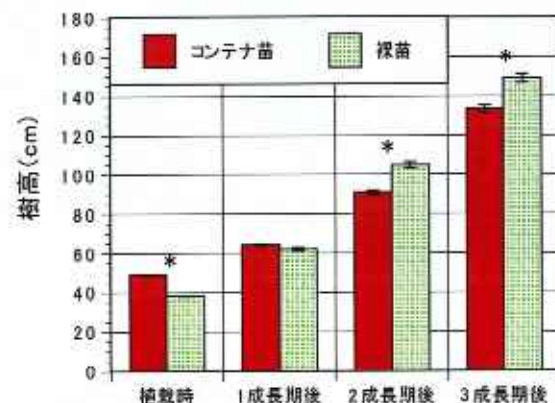
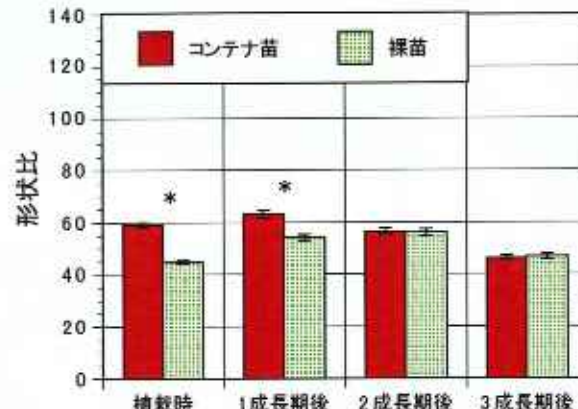
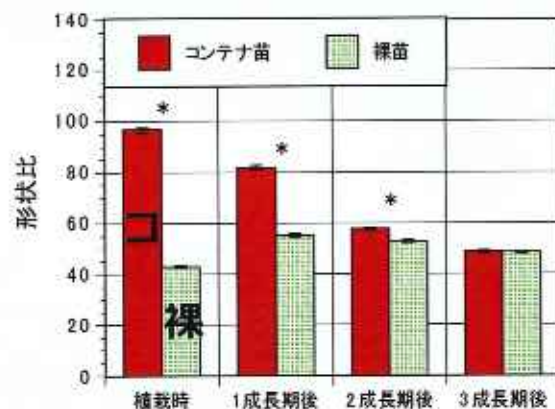
バケット地拵え



コンテナ苗を考えよう 形状比とコンテナサイズ

50cm/0.5cm=形状比100

雨塚山

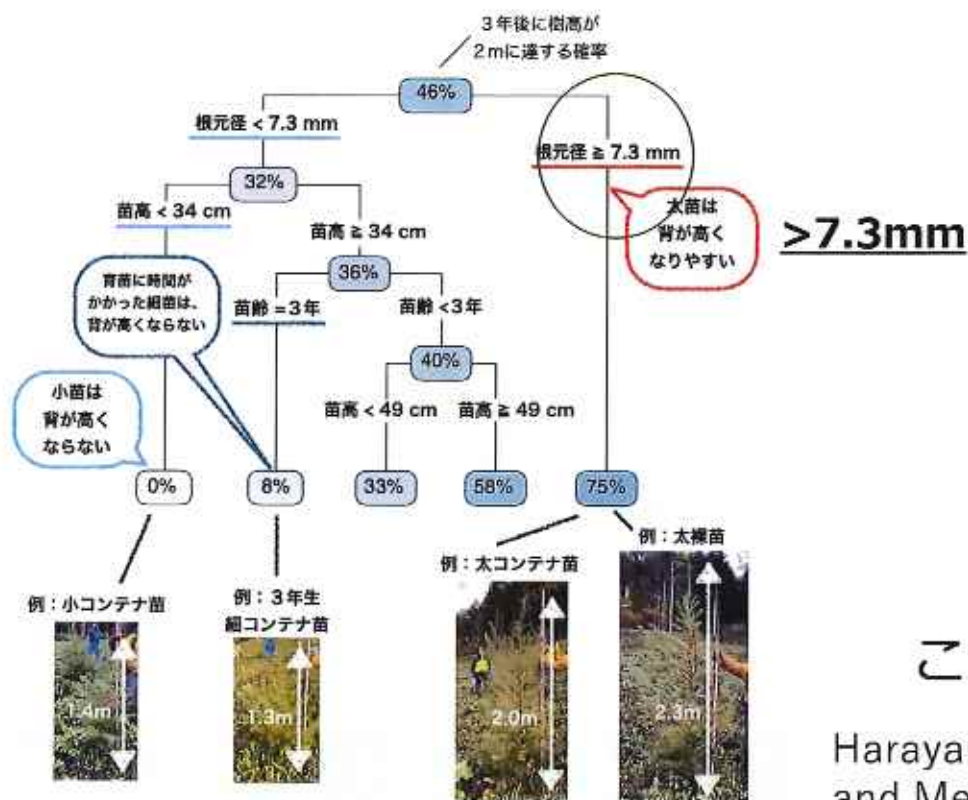


形状比と山での初期成長を、競合植生の観点から観察していくべき

カラマツの苗木栽植の分析事例

カラマツの事例

3 成長期後、競合植生に勝つ2mを超えた初期条件



とにかく太い苗が重要

▶ 苗高が50cmでは
形状比70程度を意味する

120cmの大苗ならば、直径1.7cm

こうした結果をスギでも考えることが必要

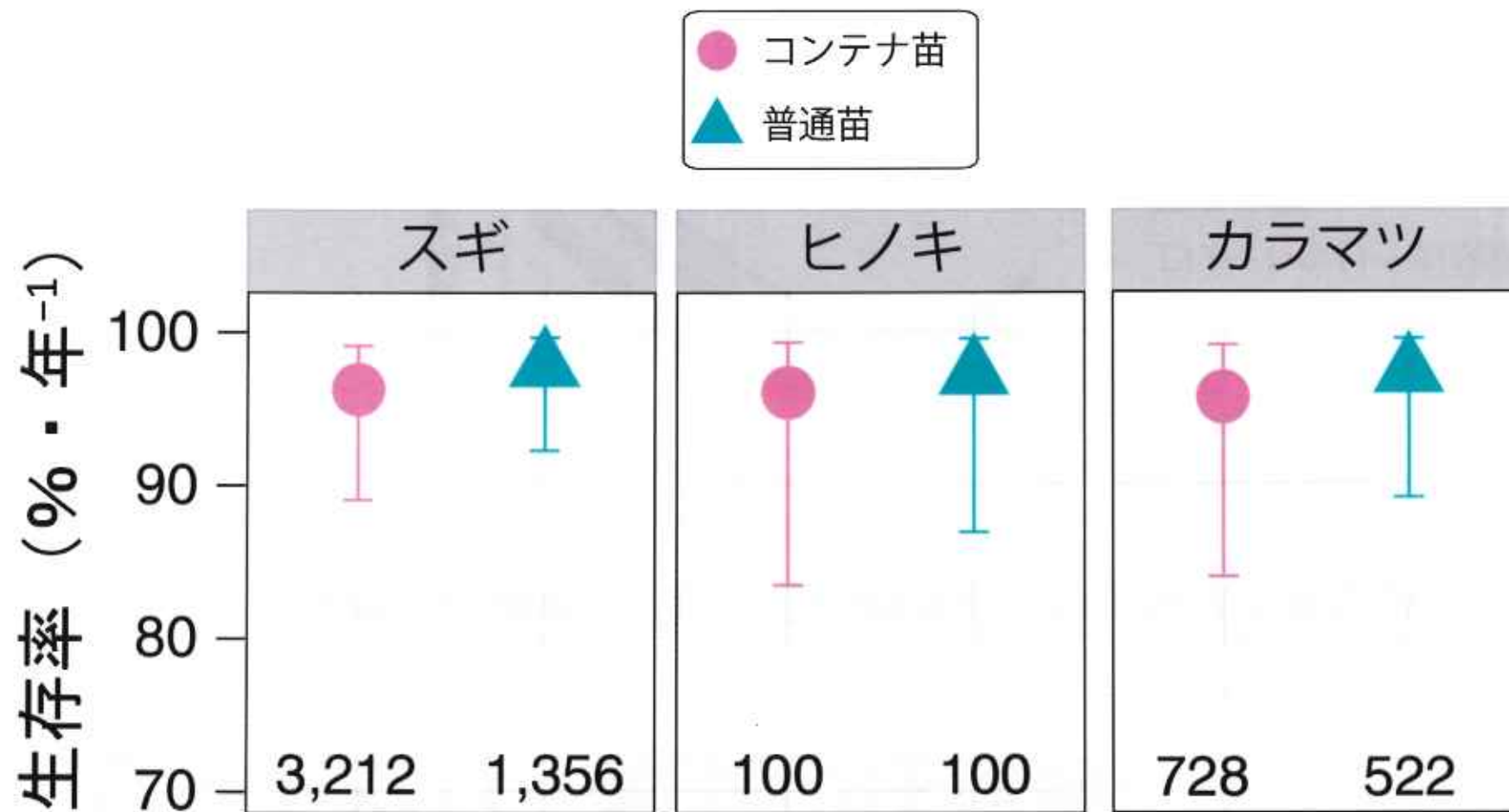
Harayama et al (2023) Effects of Seedling Size, Stock Type, and Mechanical Site Preparation Method in Initial Survival and Growth of Japanese Larch Seedling. Forests

コンテナ苗の新規格

少し高いか？ 注意して観察の必要あり

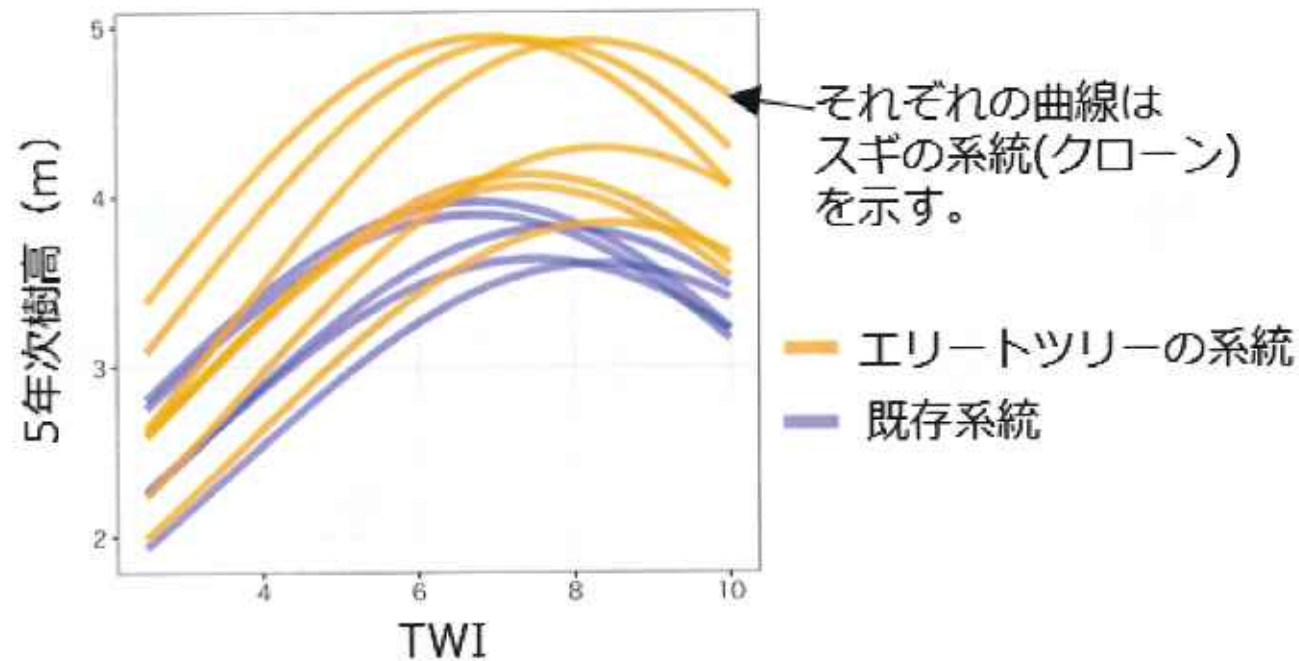
樹 種	1号		2号		3号		4号		5号		6号		コンテナの容 量
	苗長	根元径	苗長	根元径	苗長	根元径	苗長	根元径	苗長	根元径	苗長	根元径	
すぎ	80t	7.0t	60t	5.5t	50t	4.5t	40t	4.0t	30t	4.0t	-	-	A:100cc以上 B:200cc以上 C:300cc以上 D:400cc以上
推奨容量	114 C・D		109 B・C・D		111 A・B・C		100 A・B		75 A・B				
ひのき	-	-	60t	4.5t	50t	4.5t	40t	4.0t	30t	4.0t	-	-	
推奨容量			B・C・D		A・B・C		A・B		A・B				
かみまつ	-	-	60t	5.5t	50t	4.5t	40t	4.0t	30t	4.0t	-	-	
推奨容量			B・C・D		A・B・C		A・B		A・B				
あかまつ	-	-	-	-	-	-	40t	9.0t	30t	7.5t	20t	4.5t	
推奨容量							A・B・C・D		A・B・C・D		A・B・C・D		
くろまつ	-	-	-	-	-	-	40t	9.0t	30t	7.5t	20t	4.5t	
推奨容量							A・B・C・D		A・B・C・D		A・B・C・D		

コンテナ苗の生存率



エリートツリー植栽の注意点

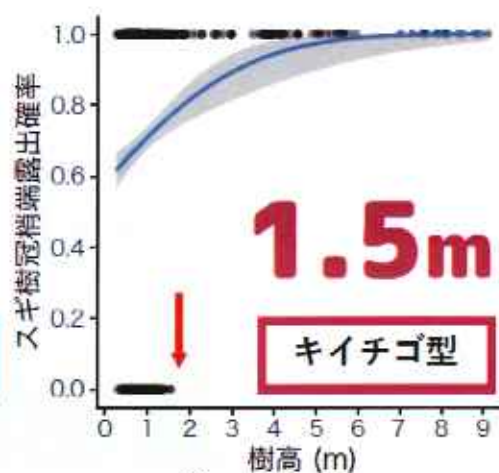
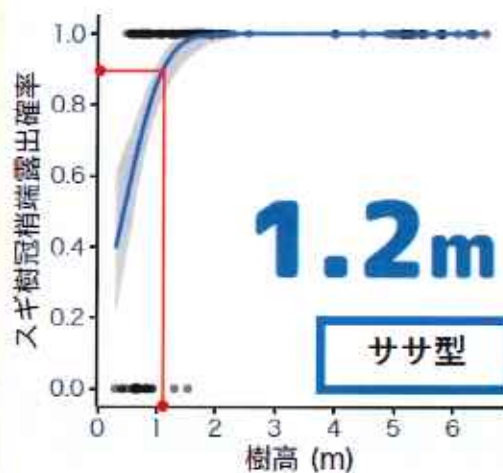
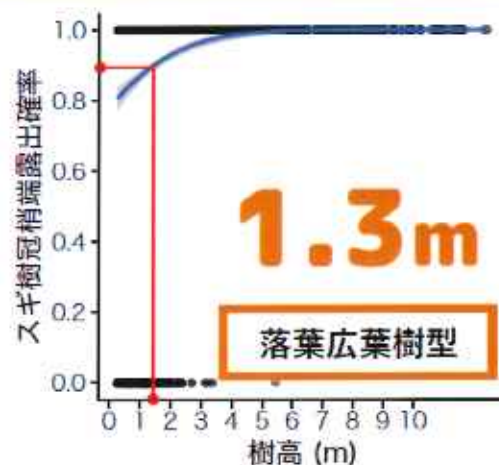
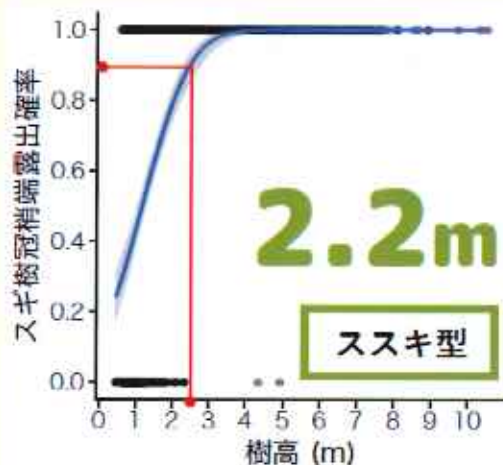
水分的に適地でないとその性能を十分に発揮できない



苗木の供給が多くなるまでは、MAI²²などを参考に適地に植栽すべし

雑草の種類と下刈り

下刈りの1年後にスギ植栽木の梢端部が
周辺の雑草木から抜ける確率



雑草木の種類によって下刈りが必要な高さが異なる。

誰が決めたか、植栽密度

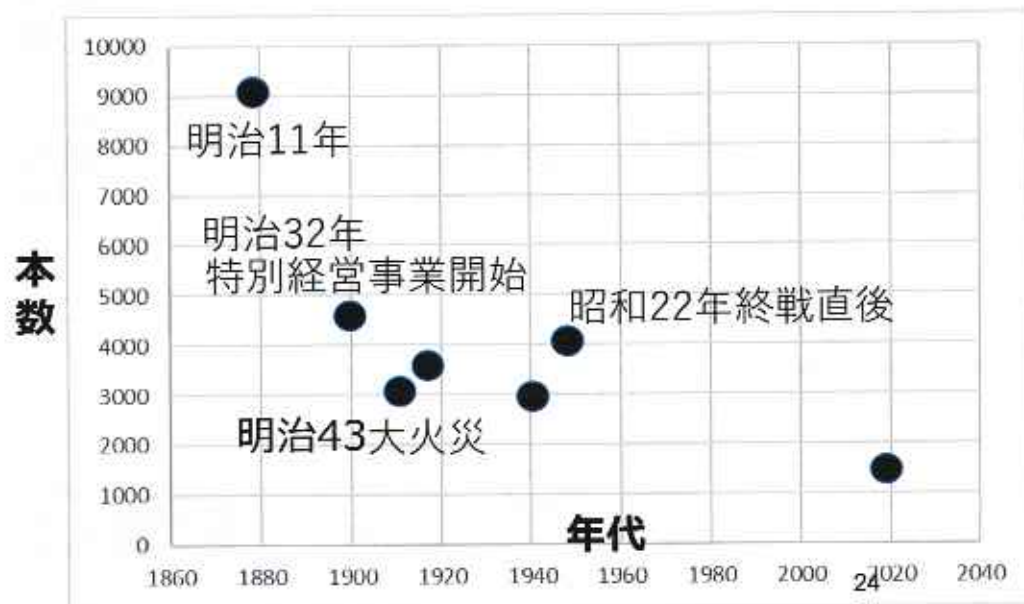
吉野林業,尾鷲林業,山口県川上林業,石川県アテ林業,千葉県山武林業,熊本県小国林業 4,000-12,000本

吉野北山林業,山形県金山林業,鳥取県智頭林業 3,000-4,000本

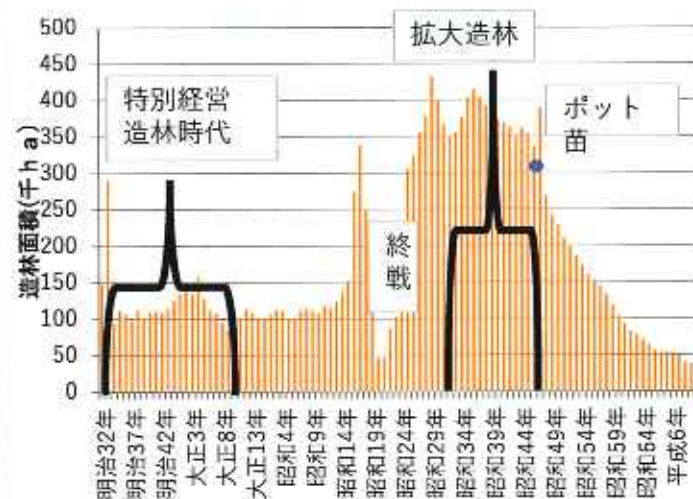
飫肥林業750-2,000本

元来、**山作後は密植に**、山作を長期間行う場合は疎植のように、山での作付けの関係で決まってきたらしい

明治43年の大災害で大きく荒廃し、民有林では補助金の問題で、国有林では苗数の問題から3000本となった



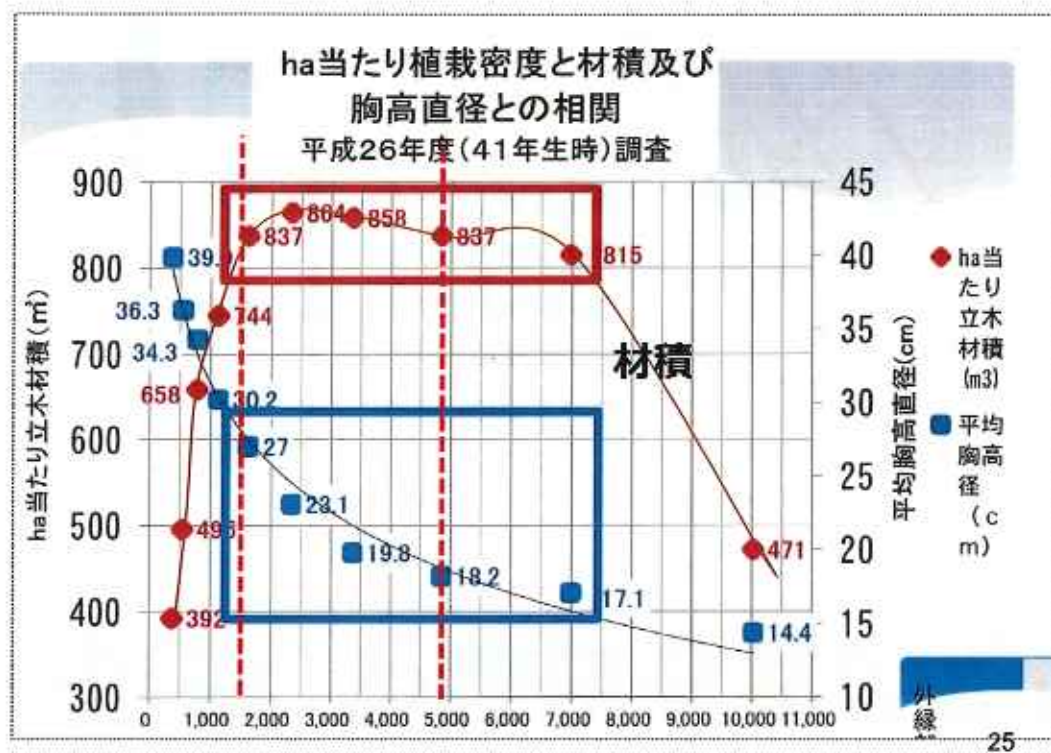
植栽本数はどうしてきめられた？ 倉田益二郎 1982現代林業



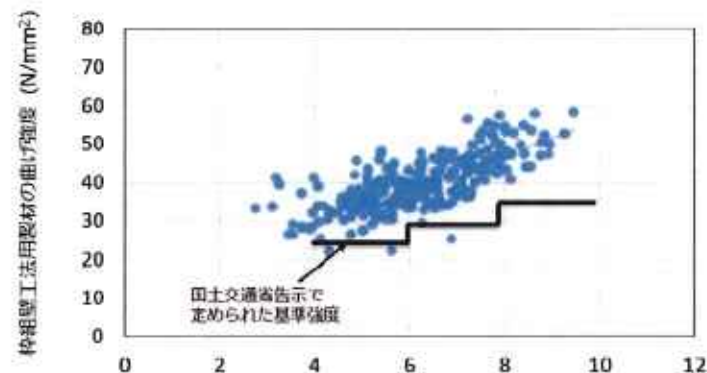
植栽密度 解っていること

低密度植栽での成林は見られるが、
目標材積を考える必要がある。

宮崎南部森林管理署 林分密度試験資料



ヤング等の心配は小さい



ヤング率 (kN/mm²)
エリートツリーを活かす育苗と育林、施業モデル

低密度植栽されたスギ壮齡林の調査から、植栽本数が1,000~1,700本/haで間伐を行っている林分でも、植栽本数が2,000~3,000本/haで間伐を行った林分と比較して遜色のない生育を示す事例があることがわかりました。また、調査対象のスギ林から立木を伐採し、木材の強度を調べたところ、対照林に比べてやや弱いものの、建築材としての利用が十分可能なことがわかりました。

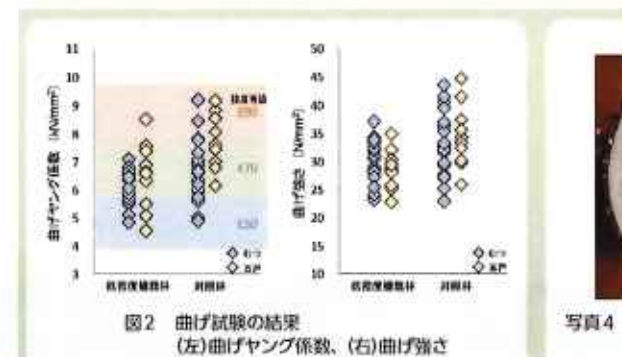
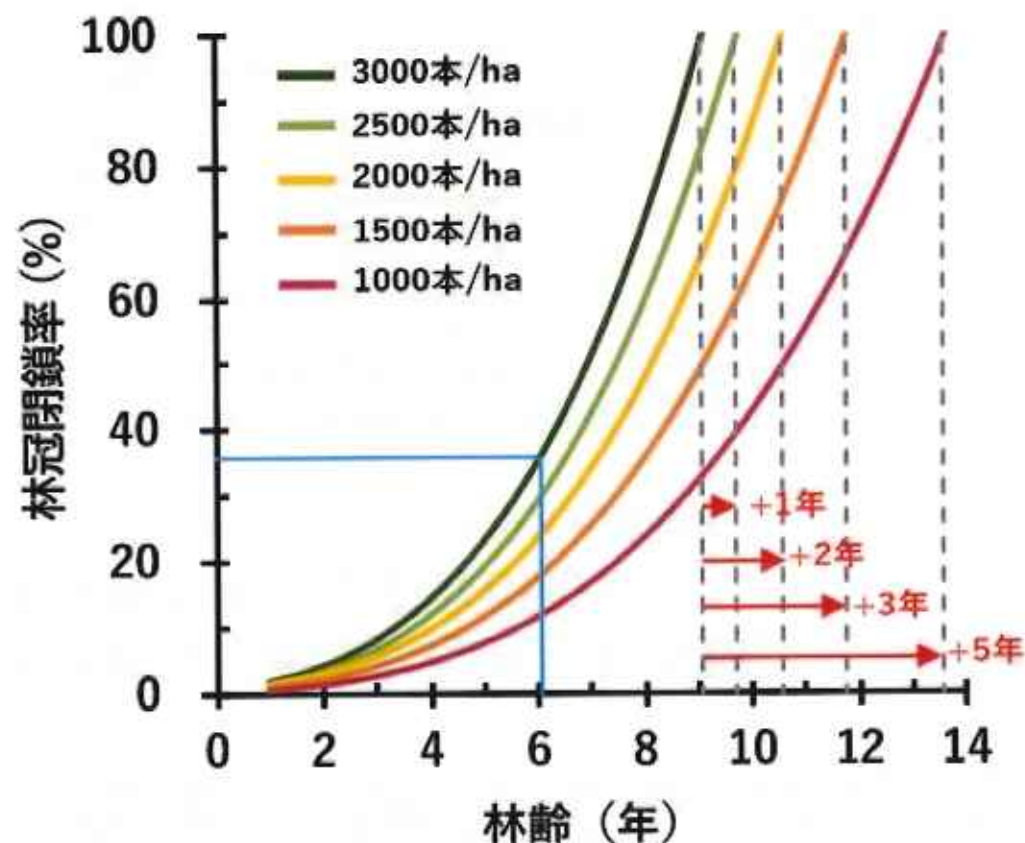


図2 曲げ試験の結果
(左)曲げヤング係数、(右)曲げ強度

写真4

低コスト再造林に役立つ“下刈り省略手法” アラカルト

ツル伐りや除伐も含めた密度試験はこれから



林冠の完全な閉鎖は植栽密度を2,000～1,000本/haに下げた場合に2～5年遅れることがわかり、ツル植物の繁茂や競合植生の衰退の遅れにより、除伐コストが大きくなる可能性が指摘される。

素材生産技術展開

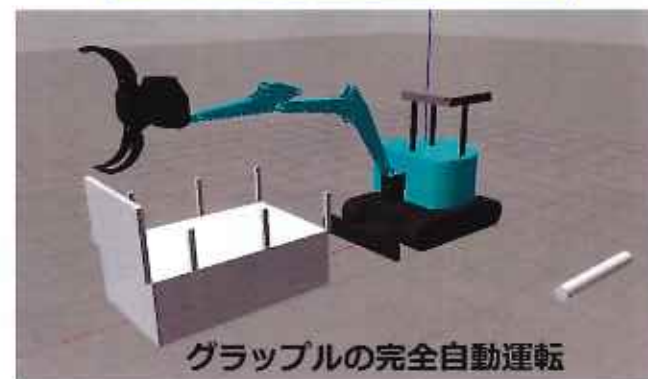
ICTハーベスタと バリューバッキング



フォワーダの自動運転

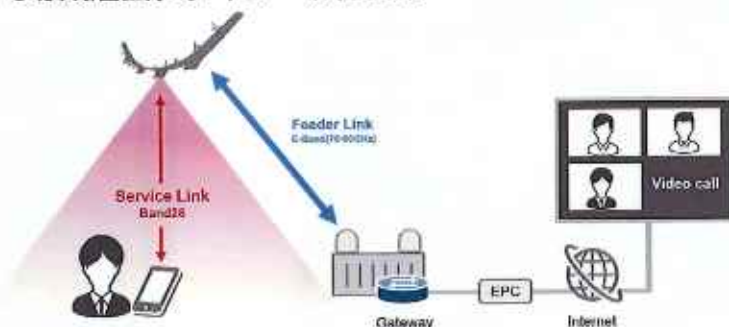


グラップルの軽労化 グラップルの自動運転



すべてに通じるGNSS情報

HAPS等成層圏グライダー通信基地



GNSS-RTKによる
高精度な位置情報(数cm)

解決策1

情報化施工



林道の精緻化

自動運転



素材生産の
効率化

解決策2

苗木位置



自動生成植栽計画
と植え付けナビ

下刈り自動化



ルネットワーク

保育の機械化₂₈

解決策3

立地評価



MAIの評価と
ゾーニング

解決策X

タイムリー
在庫管理



地上LiDAR

最適採材
(バリューバックিং)



川下との連携によ
る付加価値創出

予定調和は成り立つか？

森林に求められる機能→様々(林業、多様性、土砂流出防備、水源涵養)

かつては「生産・経済」と「公益・環境」が高い林業技術により両立

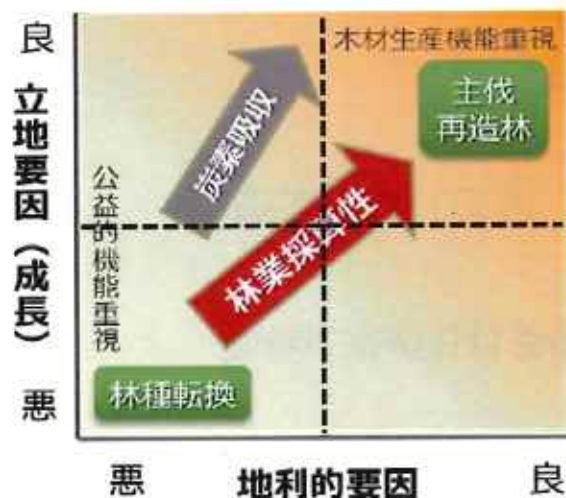
「林業における予定調和論」

現在：収益の悪化 時間軸と世の中の要請の不釣り合い ⇔ 予定調和はすべての森林で成り立つのか？

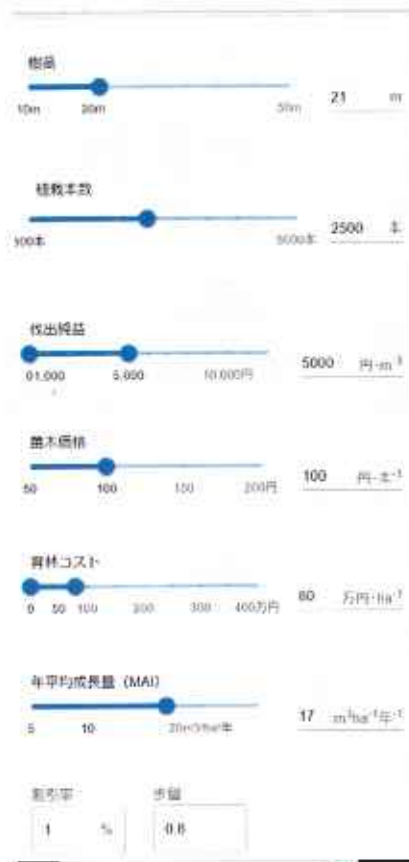
早くから世界標準の木材価格で林業をしてきたヨーロッパでは、「**環境林**」と「**経済林**」を分けてきた。両立すべき林業・林地もあるかもしれないが、林業をする森林を切り分けて、そこは合理的に経営すべきでは？ 一つの森林に複数の効能を求めない方がよいのではないか？

終わりに

- ・ 立木価格 5,000円/m³
- ・ 造林・保育 80万円/ha
- ・ 平均連年成長量 17/m³/ha



これくらいを目指して

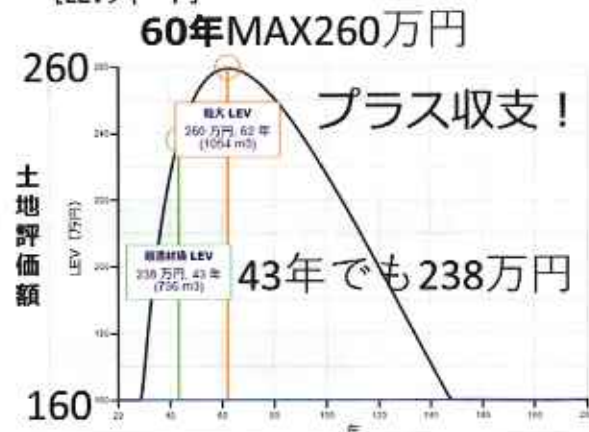


LEV on Stand Density Management

【LEVに基づく収益判断】

- ・ 林業純益 188 万円
- ・ LEVがプラスになる平均年成長量 (MAI) 8 m³/ha・年⁻¹ 以上
- ・ MAIが 17m³/ha・年⁻¹の時の伐期 44 年
- ・ 内部収益率 (IRR) 2.3 %
- ・ 正味現在価値 (NPV) 83 万円
- ・ 土地価値 (LEV) 238 万円

【LEVチャート】



投資の参入を得られれば林業は魅力的産業に