

「新しい林業」経営モデル実証事例報告

川上と川下のデータ連携を柱とする コスト削減と山元還元の実証事業

ドローンtoハウジング



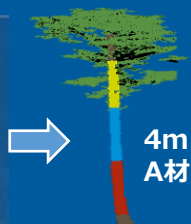
JAPAN WOOD DESIGN
AWARD 2022



森林のデジタル倉庫
立木の利用材積算定



在庫照会と受注生産

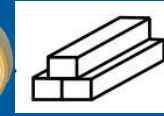


垂直統合の生産体制
地域循環の流通構造

↓
コスト削減と山元還元



大型パネルと連携
建築部材のリスト化
最適な木取り



代表林業経営体 北信州森林組合
代表支援機関 信州大学

→委託：ウッドステーション、森林連結経営
支援機関 精密林業計測

課題と解決策



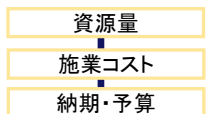
解決策：1本1本の立木情報を在庫とする受注生産

2 森林のデジタル在庫照会：資源量と施業コスト

・必要な資源量が確保できるか
ドローン計測から算出する1本1本の立木の在庫情報に、建築に必要な丸太情報を照会。過不足なく資源が調達できる施業候補地が挙がる。

・施業コストはどれほどか
ドローン計測から森林状況に合わせた施業方法を決定。施業にかかる人日も合わせて算出。候補地毎の施業コストを算出する。

地域内の建築需要を地域内の森林で賄うことで、無駄な輸送コストや流通コストを削減。



3 必要な量を適期に伐採

丸太需要者(大型パネルのWS)からの建築需要を立木情報に置き換えて、ICTハブスターにワークオーダー指示。

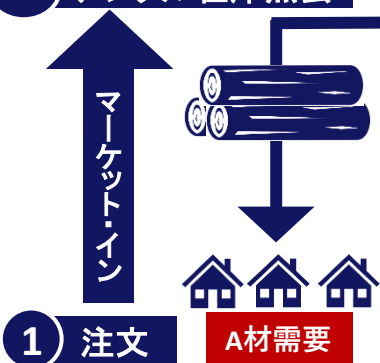
将来的には、情報の先行取引が成立すれば、**受注生産**でジャストインタイムの伐採、マーケットインが可能になる。



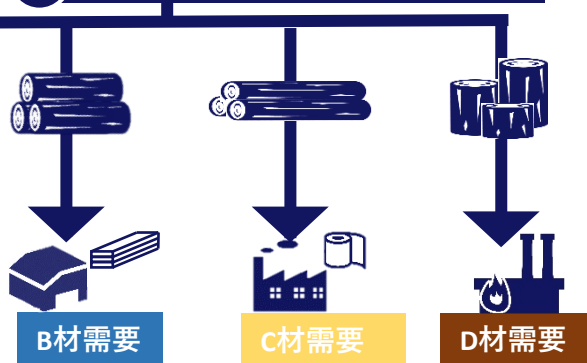
1 川下需要を集約

・ウッドステーション(株)の技術開発により、建築需要から利用材積の丸太情報が提供される。
・信州大学は丸太情報を、対象地の森林のデジタル在庫の立木情報に反映し、該当する径級、長さ、本数、品等を集約する。

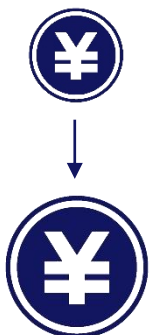
2 デジタル在庫照会



3 乱尺造材 (必要量のみ伐採)



安定価格



課題解決：建築と森林にもたらすメリット

川下のメリット

資材調達の安定

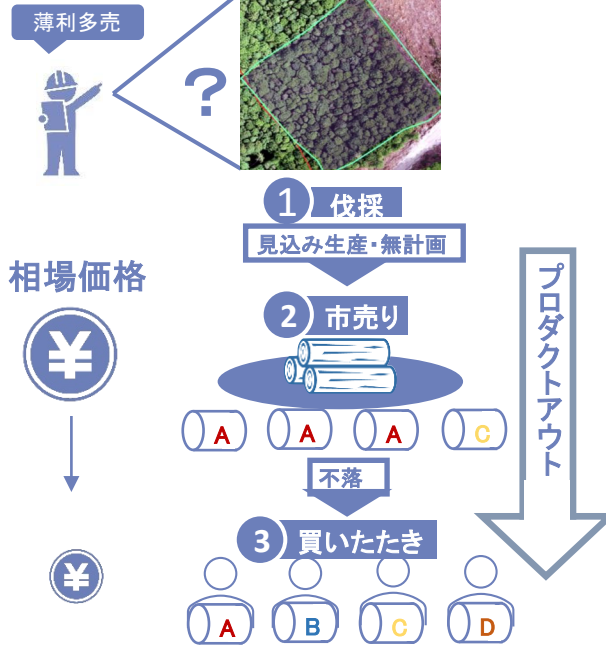
建築情報と照合した無駄のない伐採計画は、生産過程での製品在庫を最小限にする。森林在庫からの丸太の先行予約は、質と量を担保し、川下側に**資材調達の安定**という大きなメリットをもたらす。

川上のメリット

森林の収益安定

川下から注文分のみでの伐採は、**需要先との直接取引**により、市売りにおける木材価値の低下を回避し、安定価格が実現する。適切な計画に基づく伐採は森林の健全性を維持し、**安定した利益の確保は山主還元**につながる。

国産材生産の課題



ロードマップ



川上と川下のデータ連携を柱とするコスト削減と山元還元の実証事業

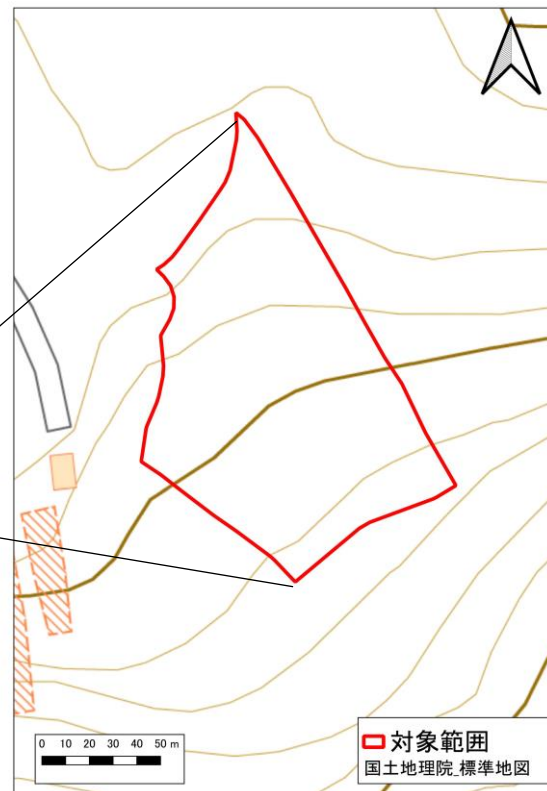
技術 〔業務内容〕	令和4年度	令和5年度	令和6年度	技術開発と普及
森林資源調査				ドローンレーザ等による森林調査及び解析 丸太利用材積の算定技術
主伐				ICTハーベスタへ必要な丸太情報を含みワーク オーダー、乱尺造材、造材歩留まり
流通・販売				山土場から産地直送で大型パネル製造の木材 店に販売し、流通コストの削減
再造林・保育				ホロレンズ装着による再造林の誘導植栽 ドローンによる苗木、枯死木の自動抽出
経営モデルの構築				普及展開可能な経営モデルを構築する ・川上のデジタル在庫による受注生産 ・森林直販による流通コストの削減 ・研究成果シンポジウム、パンフレット作成

令和5年度 月別スケジュール

[川上と川下のデータ連携]

- ① 事前現地確認と伐採・運送に関する打ち合わせ
- ② 設計変更に伴うプレカット材数量の修正、乱尺長さや製材品の数量確定
- ③ 丸太木取り(断面)の確認と丸太数量確定
- ④ 対象立木の選定と現地確認
- ⑤ 伐採開始
- ⑥ 丸太納品 **第1回現地検討会** (5/29) 木島平カラマツ林
- ⑦ 製材、乾燥、養生開始
- ⑧ 製材品の検品
- ⑨ 製材品納品、プレカット、大型パネル化
- ⑩ **上棟** (11/9、11) 松本市貸家2棟
- ⑪ **第2回現地報告会** (11/30) 伊那市産学連携拠点 (Inadani-sees)

	4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月	
	前半	後半	前半	後半	前半	後半	前半	後半	前半	後半	前半	後半	前半	後半
信州大学	①③	④	⑤											
北信州森林組合	①	④	⑤	⑥										
小林木材	③			⑥	⑦	→				⑧				
ウッドステーション	②③									⑧	⑨	→		
タツミ	②									⑧	⑨	→		
早稲田大学	②③													
国興	②													⑩



現地検討会（5/29）

長野県下高井郡木島平村
カラマツ林約1.3ha
(一部スギ・広葉樹もあり)

- ・ 周辺にはスキー場があり、例年積雪の多い地域
- ・ 12月中旬頃には積雪があり、春まで融雪しない
- ・ 対象地西側にはスキーのジャンプ台と建物が存在
- ・ ジャンプ台にアクセスするための道路が存在
- ・ JR飯山駅から車でのアクセスが良い
- ・ 全域で電波の受信状況が良い

対象地概要 長野県木島平村(北信州森林組合管内)

○樹種構成

- ・カラマツ林(約65年生)
- ・カラマツ/スギ/広葉樹/アカマツ

○面積

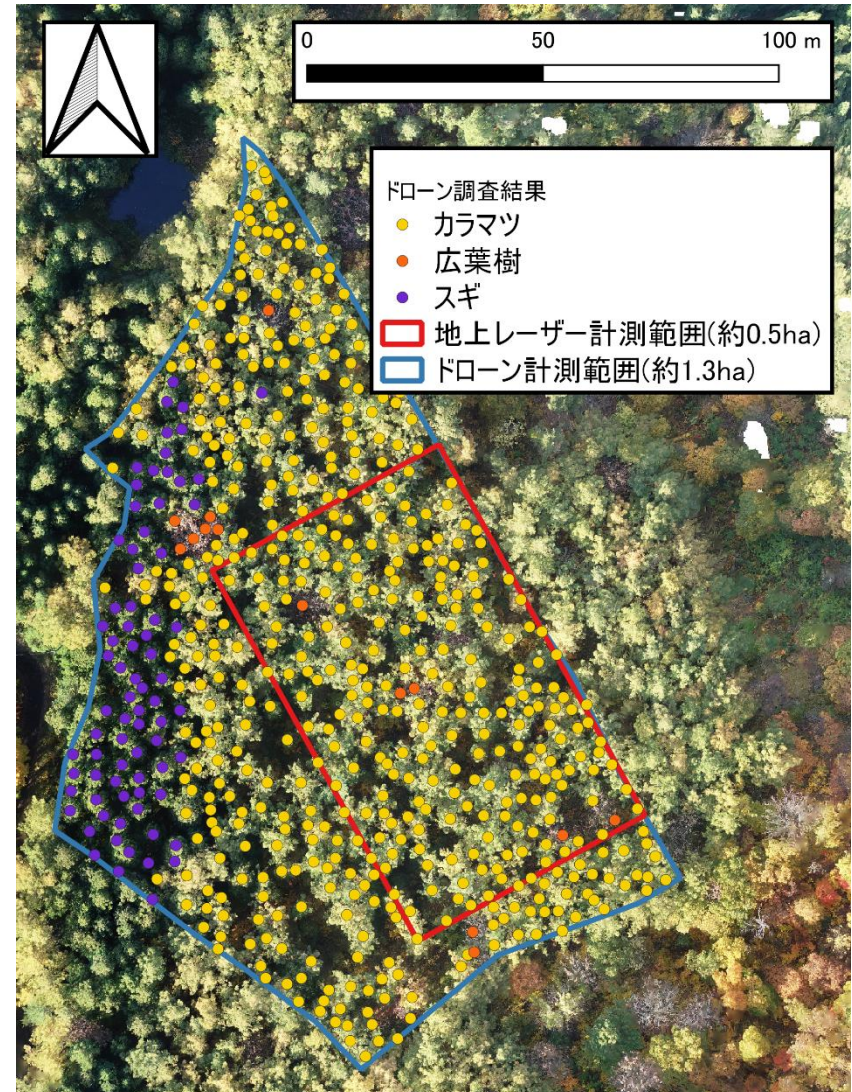
- ・ドローン計測面積 : 約1.3(ha)
- ・地上レーザー計測範囲 : 約0.5(ha)

○ドローン調査結果(実証事業で実施)

- ・カラマツ : 511(本)
- ・スギ : 76(本)
- ・広葉樹 : 14(本)

○特徴

- ・立木密度 : 約460(本/ha)
- ・下層植生 : 低木が多数
- ・傾斜 : 平均傾斜15°



単木点群の抽出

○単木点群の抽出

- ・単木点群抽出前の計測点群(図-1)
- ・計測点群に位置情報を付与(図-1)
- ・計測点群から単木点群を自動抽出(図-2)
- ・単木点群の自動抽出結果を手動修正
- ・計測範囲内に220本のカラマツを確認

○幹点群の抽出

- ・単木点群から直径を高精度に算出するためには幹と枝の点群を分類する必要あり
- ・単木点群の枝やノイズ点群を手動で分類し、幹点群のみを抽出(図-4)

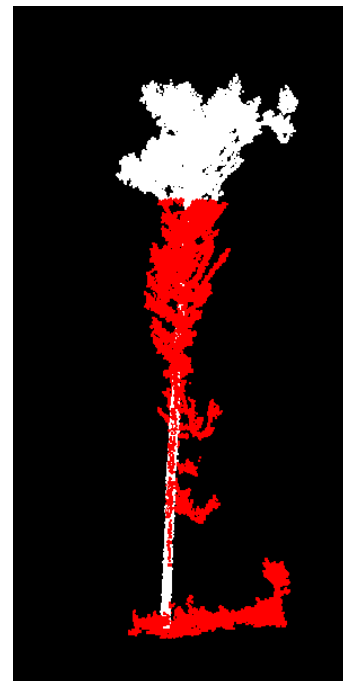


図-3:ノイズ点群あり

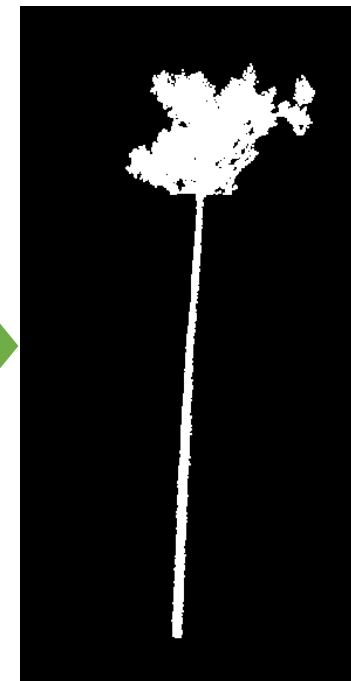


図-4:ノイズ点群なし

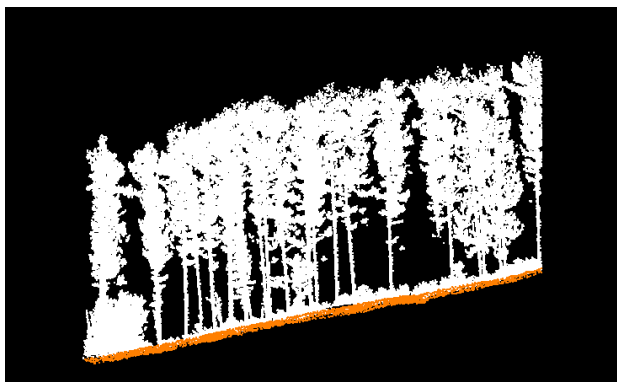


図-1:計測点群

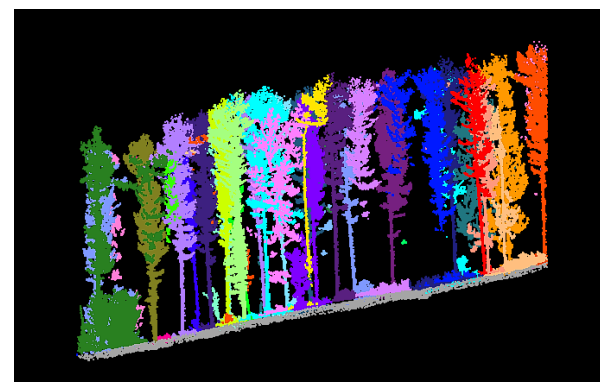


図-2:単木点群の抽出

高さごとの円盤点群から直径の算出

○高さごとの円盤点群の抽出

- ・直径を算出するためには幹点群から円盤状に点群を切り出す必要あり
- ・幹点群から幅10cmごとに円盤状の点群を自動抽出(図-2)

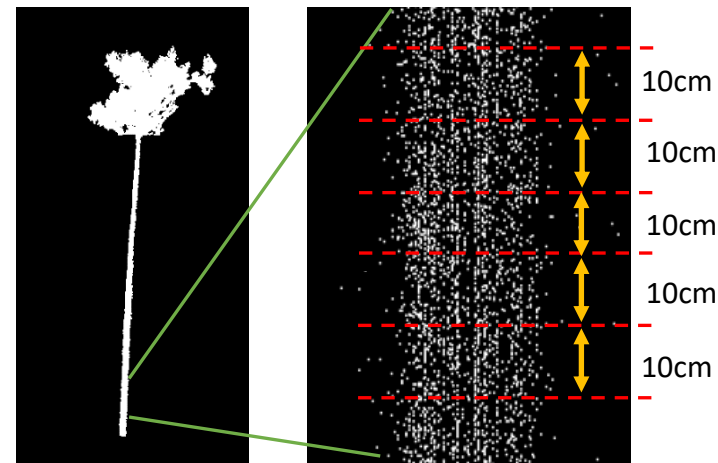


図-1: 単木の幹点群

図-2: 幅10cmごとに点群抽出

○円盤点群から直径の算出

- ・円形フィッティングのアルゴリズムを使用
- ・円盤点群から直径の算出(図-3)
- ・直径の算出と同時に円の中心点の位置情報を算出(※曲がりの算出で使用)
- ・220本の全ての高さで直径を算出

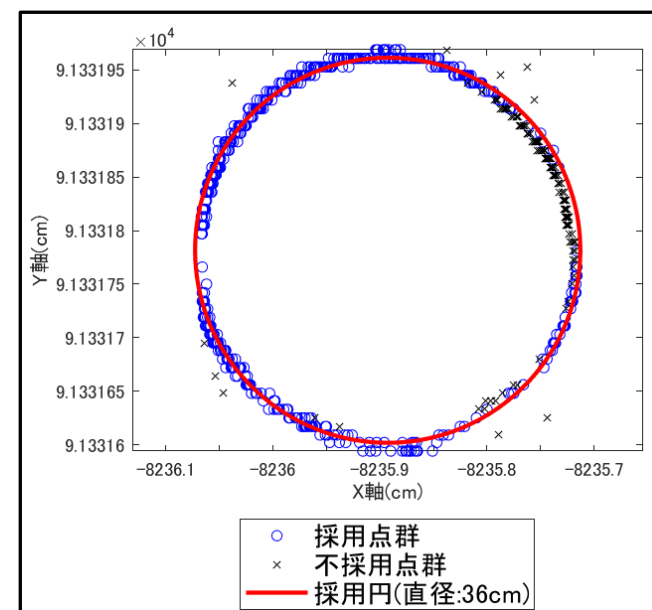


図-3: 点群からの直径算出

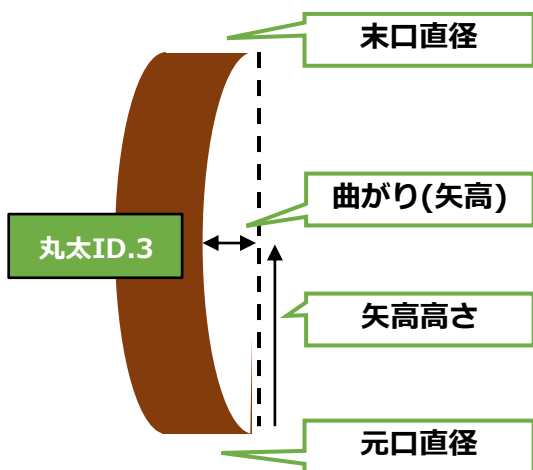
造材シミュレーションプログラムの開発

○造材シミュレーション概要

- ・計測範囲内の全立木(220本)で単木ごとにシミュレーションを行う
- ・単木ごとに丸太の切り出しをシミュレーションする(図-1)
- ・切り出した丸太ごとに丸太情報(長さ・直径・曲がり)を計算する(図-2)
- ・丸太情報を計算したものを集計し、Excelデータで出力する
- ・丸太情報をもとにExcelデータから丸太の検索が可能である

②丸太情報を計算

- ・末口直径
- ・元口直径
- ・曲がり(矢高)



③丸太情報の集計

TreeID	丸太ID	元口高さ (m)	末口高さ (m)	矢高高さ (m)	元口直径 (cm)	末口直径 (cm)	矢高 (cm)
31	1	0.4	4.4	3	40.33	35.86	2.42
31	2	0.8	4.8	3.5	39.54	35.47	2.37
31	3	1.3	5.3	3	39.12	34.98	1.72
31	4	1.7	5.7	3	38.6	34.61	2
31	5	2.1	6.1	3.5	38.1	34.26	2.34
31	6	2.5	6.5	3.5	37.63	33.92	2.54
31	7	2.9	6.9	3.5	37.14	33.6	1.55
31	8	3.3	7.3	3.5	36.68	33.3	1.57
31	9	3.7	7.7	6.2	36.27	33.02	2.26
31	10	4.1	8.1	6.2	35.86	32.76	2.11

図-2: 丸太情報の計算

住宅対象木の伐採

○伐採と造材の様子



K製材所へ丸太納品

○住宅対象木としての使用可否

- ・対象地で造材された丸太は小林木材(製材所)に運搬した
- ・運搬した丸太は一本ずつ検品を行った(図-1)
- ・製材所の方が曲がり、直径、木口品質から丸太の住宅対象木としての使用可否を判断した
- ・検品結果は以下の通りとなった(表-1)
- ・運搬した丸太の本数が30本だったのに対して、使用可能な丸太は7本のみとなった

表-1 丸太と製材品の検品結果

検品結果		
運搬丸太本数	30	本
曲がりによる欠落	9	本
直径不足による欠落	9	本
木口品質による欠落	5	本
使用可能本数	7	本

青字は立木ナンバー



K製材での検品の様子

プレカット生産と大型パネル生産

割れ



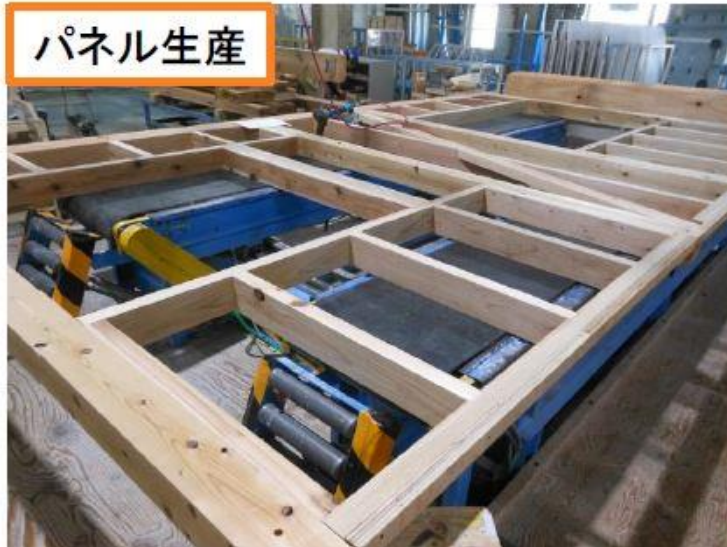
割れ



ヤニ



パネル生産



パネル完成





検証材①



検証材②



検証材③



検証材④



➤ 報告会の実施 11月30日 伊那市産学連携拠点 [inadani sees](#)

ドローン to ハウジング - 森林直販で住宅用丸太の造材から上棟まで
信州大学プレスリリース ⇒ [こちら](#)



国内初の実証：建築からの受注生産で
木島平カラマツ林から松本市で上棟
大収穫：素晴らしいメンバーでゴールまで繋がったこと。
課題と反省を生かしNext



令和6年度取組み内容

- **ホロレンズ使用で再造林地の下刈り検証**
- **スギ人工林での採材シミュレーション**
スギ林でモデル構築、受注生産の対象地に活用
R 5 カラマツ林の建築情報をもとにデジタル在庫からの受注、細り表作成、採材シミュレーションの机上計算
- **経営モデルの構築 他地域での普及展開**

目指す姿 国産材産直サプライチェーン



山元還元
再造林

再造林なし

Gain
¥ × 2

Gain
¥ × 1

Cost
¥ × 4

Pay
¥ × 6

再造林の推進

丸太の付加価値を高めて再造林費用を確保

地域社会の課題に挑戦

課題	水平分業型	策 垂直統合化	策 流通改善
社会	<ul style="list-style-type: none"> 人口減少 少子高齢化 産業の衰退 	<ul style="list-style-type: none"> 収益性の確保 雇用の創出 確実な再造林 	<ul style="list-style-type: none"> コスト削減 地域活性化 山元還元



策 木材産業の垂直統合化

大型パネル技術は、建築の部材情報から丸太情報まで遡り、森林のデジタル在庫情報から一貫した生産管理を行うことができる。垂直統合型工場は同じ敷地内で丸太から大型パネルまで生産するため、大幅に輸送コストを削減する。さらに、利益が分散しないため、丸太の付加価値を最大化することができる。

策 流通構造の改善

建築と森林のデータ連携による受注生産は、原木市場を介さない丸太の直接販売、無在庫生産、木材の地域内消費を可能とする。地域循環の流通構造では市場手数料、在庫管理と運送コストの大幅なコスト削減を実現する。流通コストの削減は森林産業の収益性確保、山元還元へと繋がる。

Win-Winの関係