平成２８年度林業事業体との意見交換会

素材生産作業における 作業システムの評価と生産管理

1. 作業システムの分類と新技術
2. 作業コストと生産性
3. 作業システムの評価と日報の活用
4. サプライチェーンと生産管理

長谷川尚史
（京都大学フィールド科学教育研究センター和歌山研究林）

1．作業システムの分類と新技術

地形条件による作業システムの適性

- 緩傾斜地（傾斜25度以下）
  - そのまま車両系林業機械の林内走行が可能
  - ハーベスタ＋フォワーダ（CTL: Cut-to-Length）
  - 富士山麓，北海道など
- 傾斜地（傾斜25～35度）
  - 作業道の作設により車両系機械の使用が可能
  - チェーンソー＋プロセッサ＋フォワーダ
  - チェーンソー＋グラップル＋小型トラック
  - 日本各地
- 急傾斜地（傾斜35度以上）
  - 低密度路網と架線
  - チェーンソー＋従来型架線
  - チェーンソー＋タワーヤーダ
  - チェーンソー＋スイングヤーダ＋フォワーダ

作業システムのタイプ

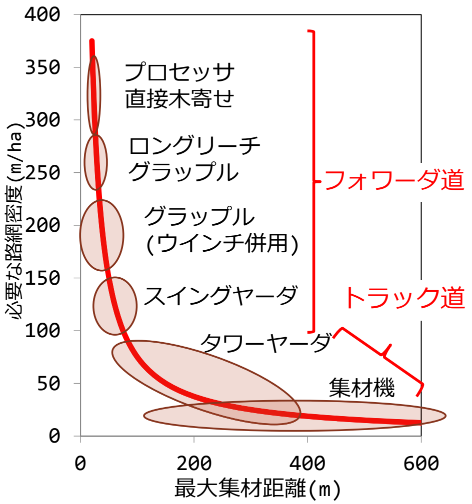
- 林内走行タイプ（CTLなど）
  - 生産性が非常に高い
  - 土壌等への環境負荷が高い
- 高密路網タイプ（グラップル，ウインチなど）
  - 斜面でも平地と同じ作業が可，道は多機能
  - 作設・維持コストが大，高度な技術が必要
- 長距離集材タイプ（架線など）
  - ほとんどの地形に対応可，環境負荷が低い
  - 高規格道が必要，労働負荷が高い，生産性が低め
  - 定性間伐とは相性が悪い（平面架線を除く）

路網密度と作業システム

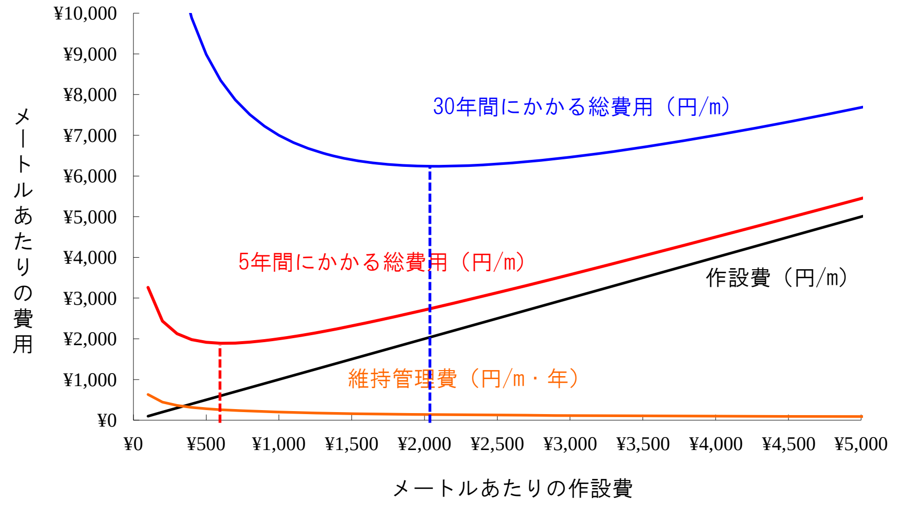
- 作業システムによって，必要な路網の規格・密度が異なる

どの作業システムを選択するか？

- 林分条件を勘案した上で決定
  - 木材搬出コスト
  - 中長期的な森林管理コスト
  - 目標林型と施業体系
  - 所有者・住民の意向
  - 路網作設にかかる環境リスク
    - 崩壊リスク
    - 生態系への影響



道にかかるコスト



集材方法の違い

- 材の処理

	作業性	残存木への影響	林地への影響	バイオマス利用	その他の特徴
短幹集材	斜面で悪	傷付きにくい (定性間伐可)	収奪少	別途収集が必要	ハーベスタ利用で有利だが，傾斜地では危険を伴う
全幹集材	中	中	少～中	根株・梢端のみ	中間型。カスケード利用で有利
全木集材	良	傷付きやすい	収奪多	根株・梢端・枝葉	傾斜地向き。一箇所で造材する機械造材で有利

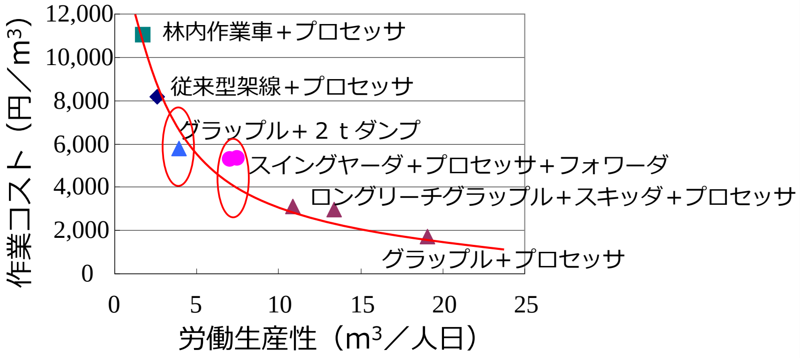
- どのようにシステムを構成するか？
  - 工程の設計と使用機械の選定，必要な路網整備
  - 工程のチェックと見直し，改良
  - 材の流通の方法
- 短幹集材（北欧・北米など）
  - ハーベスタ (伐倒+造材) → フォワーダ (集材) → トラック (短幹運搬)
- 全幹集材（ドイツなど）
  - チェーンソー (伐倒+枝払い) → スキッダ (グラップルorウインチ集材+スキッダ集材) → トラック (全幹運搬)
- 全木集材（オーストリアなど）
  - チェーンソー (伐倒) → タワーヤーダプロセッサコンビマシン (架線集材+造材) → トラック (短幹運搬)

その他の新技術

- プロセッサ・ハーベスタ
  - 材質測定機能付きヘッドによる高付加価値採材
  - ウインチアシストによる急傾斜対応機械
- 運材機械
  - GNSSおよびセンサを用いた自動無人走行
  - 運材トラックの隊列走行
- 架線系機械
  - 油圧駆動による搬器のリモコン運転
  - センサを用いた荷掛の自動化
- その他
  - パワードスーツ
  - 植栽・下刈り機械
- 情報管理
  - 森林クラウドによるサプライチェーンマネジメント

2．作業コストと生産性

（兵庫県全県プロジェクト（森林整備チーム）報告，2008）



- 労働生産性が高いと作業コストも低い
  - 労働生産性を上げることが低コスト化につながる
  - 10m³/人日が一つの目安
  - ただしあくまで目標は生産性向上ではなく**低コスト化**

ハーベスタ集材（間伐）

ハーベスタによる間伐（CTL: Cut-To-Length）
→林内走行可能な場所，または非常に高密に路網が入れられるところ

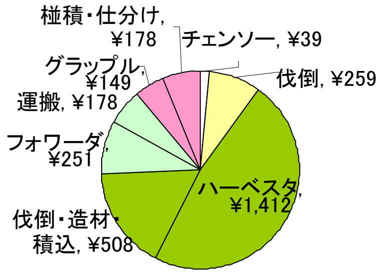
工程	伐倒 チェンソー	伐倒・造材・積込 ハーベスタ (0.45)	運材 運材車 （2ｔ）	椪積・仕分け グラップル (0.25)
作業員数	1人	1人	1人	1人

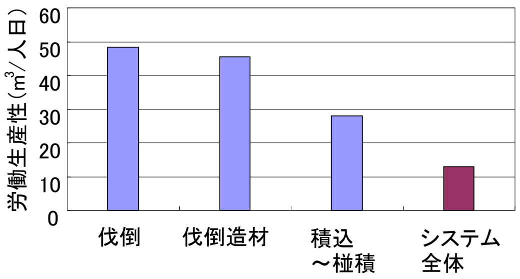
セット人員
4人

- 道端はハーベスタで伐倒
- 届かないところのみチェーンソーを使用

スギ　40-50年生
DBH=26.0cm
H=21.0m
作業道 129m

ハーベスタ集材の生産性とコスト





作業コスト　2,974円／m³　**労働生産性**　13.36m³／人日

- 功程が少ないため，システム全体の生産性が高い
- 積込～椪積がボトルネック
  - フォワーダの大型化が必要（2t→6t以上）

林内作業車による集材（間伐）

林内作業車とプロセッサの組み合わせ
→小規模作業道でとりあえずプロセッサを導入した例

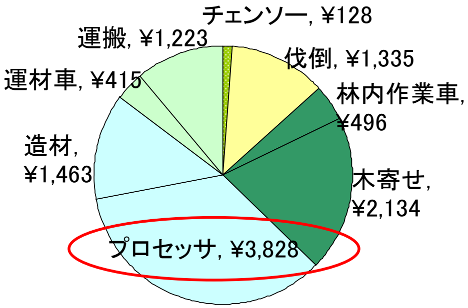
工程	伐倒 チェンソー	木寄せ 林内作業車	造材・積込 プロセッサ (0.25)	運材 運材車・林内作業車 （1ｔ）	椪積 グラップル
作業員数	2人	2人	1人	2人	

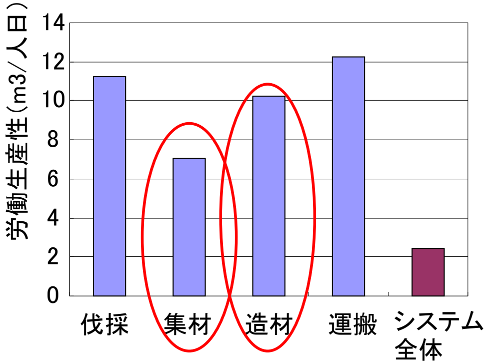
セット人員
4～5人

- 伐倒は二人一組
- 切り捨て間伐含む

スギ・ヒノキ　50年生
DBH=25.2cm
H=18.6m
作業道 300m

林内作業車による集材の生産性とコスト



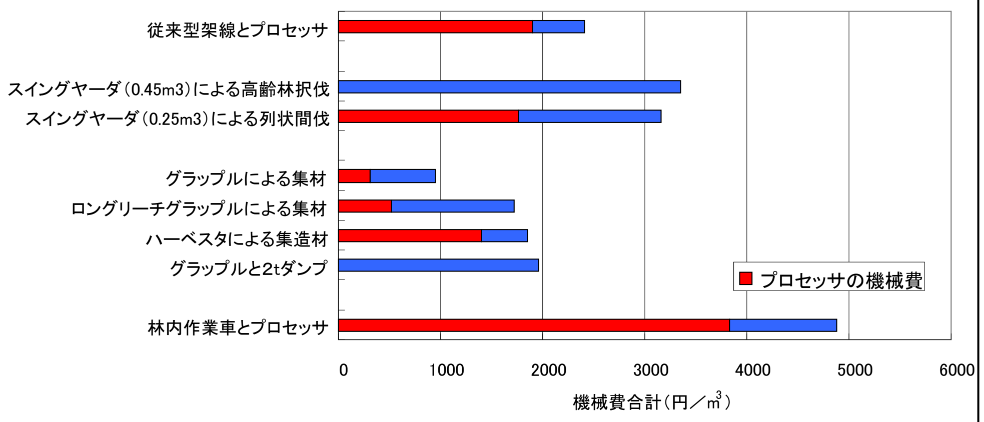


作業コスト　11,021円／m³　**労働生産性**　2.44m³／人日

- 集材工程の生産性が低い
  - ロングリーチグラップルでの列状間伐で60m³／人日→7m³／人日
  - 二人での集材，集材パワー不足
- 造材工程の生産性も低い
  - フルにプロセッサを稼働させると100m³／日→10m³／日
  - 木寄せの生産性が低く，材が回ってこない

何がコストに大きく影響を与えるか？

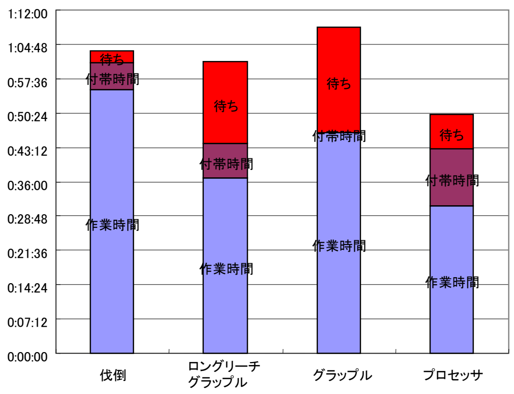
プロセッサ（ハーベスタ）の機械費の比率



- プロセッサの機械費に大きな差
  - 稼働率が異なるため（1日の生産量が異なる）
  - システム内の工程の連携を正しく評価して，コストを明らかにする必要性

待ち時間とコスト

（ロングリーチグラップルを用いた集材例）



- 伐出材積：10.62m^3
- 作業時間：約１時間
- 人件費：1.5万円/人日
- 搬出費：3,105円/m^3

57.9円/分 ロングリーチグラップル→24.4分=1411円→228円/m^3
（機械のみ）　（人件費込）

38.2円/分 グラップル→21.9分= 938円→165円/m^3
（機械のみ）　（人件費込）

80.8円/分 プロセッサ→13.7分=1108円→158円/m^3
（機械のみ）　（人件費込）

計 551円 (17%)

機械の稼働率と生産コスト

- 人件費１万円/人日として・・・
  - ケース１：従来型作業システム
    - ２人作業で4m^3/日の素材生産（2m^3/人日）
    - 人件費2万円/日，償却費1万円/日，その他経費1万円/日
    - 生産コスト＝4万円/4m^3＝1万円/m^3
  - ケース２：5,000万円の3点セット（年間100日稼働，5年で償却）
    - 4人作業で20m^3/日の素材生産（5m^3/人日）
    - 人件費4万円/日，償却費10万円/日，その他経費6万円/日
    - 生産コスト＝20万円/20m^3＝1万円/m^3
  - ケース3： 5,000万円の3点セット（年間200日稼働，5年で償却）
    - 4人作業で20m^3/日の素材生産（5m^3/人日）
    - 人件費4万円/日，償却費5万円/日，その他経費6万円/日
    - 生産コスト＝15万円/20m^3＝7,500円/m^3

コストに影響する要因

- 機械費（固定費＋変動費）
  - 高い機械は固定費も高い
    - グラップル38円/分，プロセッサ80円/分
  - 固定費に応じた出材量を確保
    - 一日に一つの班で，どのくらい出せるか？
- 人件費（育成費，保険費用等を含む）
  - 育成によって作業能率も大きく変わる
    - 人はグラップルと同じくらいの「固定費」
- 基盤整備（作設費＋維持管理費）
  - 立地・作業システム・資源の質・施業体系に見合った路網配置
    - トラックで直送？フォワーダで小出し？中間土場活用？
  - 維持管理費を考慮した工法選択
- 流通費（山土場から市場・工場）
  - 流通経路の変化への対応
    - 従来：近距離の市場，これから：遠距離大量輸送
  - 流通費によって，採材・歩留まりも大きく変わる

作業システムを改善するポイント

- 高価な機械をいかに遊ばせないか
- 工程の数を少なくする
- 年間稼働日数と一日の稼働率
  - → 年間事業量の確保
    - 施業の団地化、冬場の仕事確保
  - → いかにうまく連携作業を行うか
    - 伐採作業、木寄せ作業、造材作業の生産性のバランスが崩れると、待ち時間が発生する
    - プロセッサが１分遊ぶと80.8円のロスが発生
- 人が遊ばないようにする工夫も重要
  - 人は高性能機械なみに高価な資源
    （15,000円/6時間=2,500円/時間=42円/分）

3．作業システムの評価と日報の活用

- 作業をひとつのシステムとして捉える
  - 単一の功程を上げるだけでは全体の生産性は向上しない
  - システムの弱点（ボトルネック）を分析し，克服するための対策をとる

調和平均とは？
- 例えば，片道30kmの燃費が，行き15km/L，帰り10km/Lだったら？
  →(15+10)/2=12.5km/L？
- 行きは2L，帰りは3Lを消費しているので，(30+30)/(2+3)=60/5=12km/L
  →調和平均の式：2/(1/15+1/10)=2/(2/30+3/30)=2/(5/30)=2 x 6=12

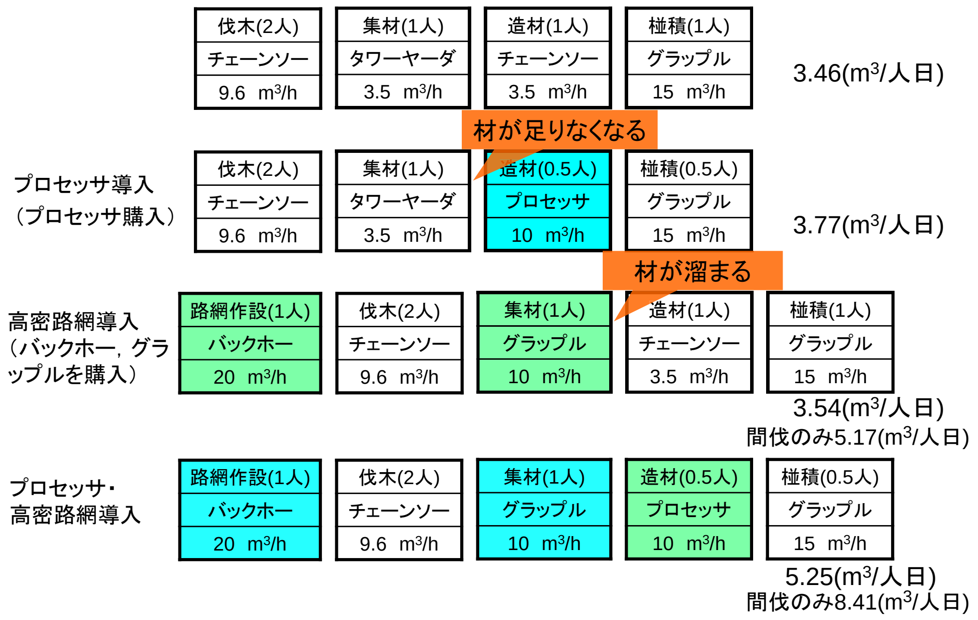
（作業の例）	伐木	集材	造材	椪積
使用機械	チェーンソー	タワーヤーダ	チェーンソー	グラップル
生産性(m³/時)	9.6	3.5	3.5	15
稼働（作業）率	0.9	0.8	0.8	0.5
人数	2	3	1	1

システム生産性＝(0.9+0.8+0.8+0.5)/4×4/(1/9.6+1/3.5+1/3.5+1/15)×6
=24.25(m³/日)

↑平均稼働率　↑生産性の調和平均　↑1日の実働時間

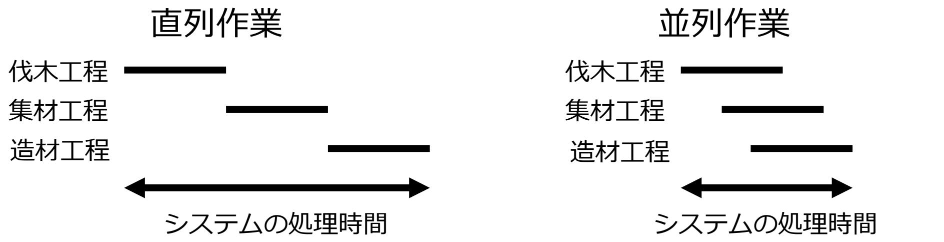
→労働生産性=3.46(m³/人日)　（一貫連携作業の場合）

システムの発展



連携作業（流れ作業）のシステム的分析

- 直列作業
  - 前の作業が完了してから，次の工程に移るもの
  - 一人または独立した専門作業班で，伐木～運搬等を行う場合など
  - 前後の工程に左右される待ち時間が少なくなるが，システムの処理時間は長くなる
- 並列作業
  - 前後の工程と同時進行で作業を行うもの
  - 同じ現場で同じ時間に流れ作業で伐木～運搬等を行う場合など
  - システムの処理時間は長くなるが，前後の工程の処理時間が異なれば待ち時間が生じる



生産性を上げるには？

- システム生産性は，平均稼働率と工程生産性の調和平均との積で表される
- 生産性を上げるには，各工程の生産性を上げるだけでなく，下記の手段が有効
  - 工程数を減らす
  - 各工程の稼働率を上げる
  - 各工程の生産性を揃える
- 生産性を解析することによって，ボトルネックの明確化と改善の方向性・目標（＋生産性の予測）が見える
  - 人員配置の変更
  - 新たな機械の導入（リースを含む）
- ただし，生産性が上がってもコストも上昇する可能性があるので，コスト試算を含めた検討が必要

作業システムの評価方法

- 生産単価＝生産量あたりにかかった費用（原価）
  - 原価＝機械費，人件費，消耗品費，事務費（，基盤整備費）など
  - 生産量＝時間観測
- 時間観測の方法：ビデオ観測
  - プロットを設定して，どの位置の木がどのくらいの時間で処理されるかを作業要素別に算出
  - 非常に細かい解析が可能
  - プロット設定，ビデオ解析に解析者の手間が掛かる
  - トラブル時間などが把握できず，「瞬間最大風速」的な生産性になりがち
- 時間観測の方法：日報分析
  - 伐区を設定して，各林分の木がどのくらいの時間で処理されるかを工程別に算出
  - 多くのデータを集めることができ，生産性が平均化される
  - 日報記録，図面作成に作業者の手間が掛かる
  - 作業区分が大まかになり，細かいボトルネック解析が難しい

作業時間の分類と原価計算

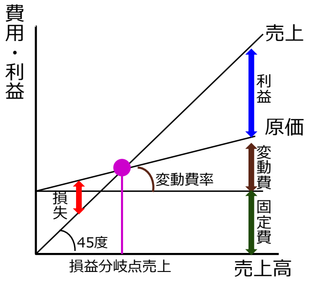
（林業技術ハンドブックより）

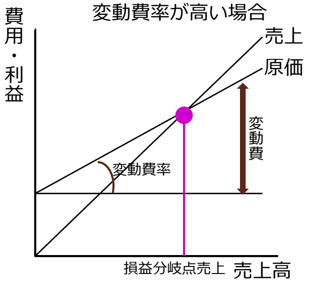
- 総作業時間
  - 作業時間
    - 生産時間
      - 固定時間（各工程の作業時間）
      - 変動時間（やり直し，作業待ち，未習熟などによる遅れ）
    - 非生産時間
      - 作業地の移動時間
      - 遅延時間（故障・修理・点検など）
      - 休止時間
  - 非作業時間
    - 除外時間（通勤時間など）

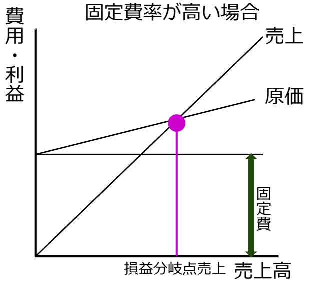
- 原価の三要素
  - 材料費（物件に関する費用）
    - 直接費：購入部品費等
    - 間接費：燃料・油脂費，機材消耗費（タイヤなど），器具部品等
  - 労務費（人に関する費用）
    - 直接費：直接労務賃金
    - 間接費：付帯人件費（賞与，退職手当，福利厚生費，労災保険等），間接労務費
  - 経費（その他）
    - 直接費：外注費（委託費）
    - 間接費：固定資産の減価償却費，保守修理費，管理費（固定資産税），保険料，資本利子，交通通信費

経営体としての状況を把握する

- 原価は変動費と固定費に分けることができる
  - 変動費：生産量に応じて増減する原価
  - 固定費：生産量にかかわらず発生する原価
  - 変動費率＝変動費/売上高
  - 損益分岐点＝固定費/（1-変動費率）
- 固定費および変動費率の大小により，経営の安定性が変わる







変動費型経営と固定費型経営

- 変動費型：安い林業機械を持つ自伐林家等の小規模経営体に多い
  - 変動費率が大きくなりがちなので，変動費を少なくするような改善項目をチェックする
  - 場合によっては，機械のリースなどを検討
  - 付加価値の高い製品の重点生産
- 固定費型：高い林業機械を複数台所有するような大規模経営体に多い
  - 固定費が大きくなりがちなので，年間稼働日数や稼働率，生産量をチェックする
  - 上記の項目が低い場合は，ボトルネック分析
  - 財務体質改善による金利負担の軽減も重要

原価の評価（損益分岐点の算出）

売上高100万円，経常利益10万円
変動費60万円，固定費30万円とすると

- 原価を構成する費目を変動費と固定費に分ける
- 限界利益を算出する
  - 限界利益＝売上高－変動費　　100－60＝40万円
- 変動費率，限界利益率を算出する
  - 変動費率＝変動費／売上高　　60／100＝0.6
  - 限界利益率＝限界利益／売上高　　40／100＝0.4
- 損益分岐点を算出する
  - 損益分岐点＝固定費／限界利益率　　30／0.4＝75万円
- 実際の売上高から，安全余裕率を算出する
  - 損益分岐点比率＝損益分岐点／売上高　　75／100＝0.75
  - 安全余裕率＝1-損益分岐点比率　　1－0.75＝0.25
- 損益分岐点図を書く

日報の解析

（長谷川，未発表）より

- 事業地別作業集計データ
  - 作業員別の日報データ
    - 伐採，造材，集材（機械），集材（玉かけ），運搬，作業道補修，回送，修理
  - 燃料使用簿
- 回送費データ
- 重機費および人件費の計算表
- 平成22年度間伐事業地
  - 事業地A（3月～4月，19日間，189m³）
  - 事業地B（5月～7月，39.5日間，334m³）
  - 事業地C（7月，9.5日間，94m³）
  - 事業地D（8月～9月，28日間，167m³）
  - 事業地E（9月～10月，27.5日間，319m³）
- この事業体では，3人で作業
  - 伐採(1～2人)：チェーンソー
  - 集材(2人)：スイングヤーダ（0.25m³，ザウルスヘッド）
  - 造材(1人)：プロセッサ（0.25m³）
  - 運搬(1人)：フォワーダ（3t積）

現場名　間伐事業地A　　平成○年○月

氏名	日	1	2	3	4	5	6	25	26	27	28	29	30	計
	曜日	金	土	日	月	火	水	月	火	水	木	金	土	
作業員A	伐採		1.0		1.0	0.8	1.0				1.0		1.0	16.5
	造材													0.0
	集材（機）					0.2								0.0
	集材（玉）													0.5
	運搬													0.0
	作業道													0.0
	回送													0.0
	修理													0.0
作業員B	伐採										1.0			2.6
	造材				1.0	0.7	0.9	1.0	1.0	0.5				12.7
	集材（機）													0.0
	集材（玉）					0.2								0.2
	運搬	0.8	0.5										0.8	3.7
	作業道		0.5											0.5
	回送													0.0
	修理	0.2				0.1	0.1						0.2	0.8
燃料簿	ハーベスタ				36.0	36.0		54.0	36.0	36.0				504.0
	スイングヤーダ	36.0			36.0		54.0			36.0				450.0
	フォワーダ	36.0				36.0	18.0	18.0	36.0				36.0	360.0
	50：1混合ｵｲﾙ													2.0
	チェーンｵｲﾙ										18.0			36.0
アワーメータ	ハーベスタ	1871	1871		1880	1886	1892	1941	1947	1951	1951		1951	80.0
	スイングヤーダ	875	880		880	882	882	944	944	944	944		944	69.0
	フォワーダ	1317	1323		1323	1323	1323	1370	1370	1370	1370		1374	57.0

事業地ごとの工程別生産性

（m³/日）

	全体	事業地A	事業地B	事業地C	事業地D	事業地E
伐採	11.97	－	11.05	9.43	6.25	12.71
集材	11.13	8.96	10.18	29.47	5.39	29.26
造材	17.34	23.63	15.38	16.26	14.94	18.87
運搬	21.75	52.51	13.91	29.47	20.58	27.03
システム生産性	8.95	9.95	8.45	9.93	6.03	11.60
労働生産性	3.28	4.82	2.88	3.96	2.07	4.20

（m³/人日）

- 労働生産性が低い
  - 伐採・集材がボトルネックになり，造材の生産性が低くなっている
  - 伐採の生産性の低さは，人数によってカバーする方がよい（作業の質）
- 現場によって大きく差が出た要因の分析を行い，今後の作業での改善につなげることが重要

機械費単価

年間180日稼働とすると・・・

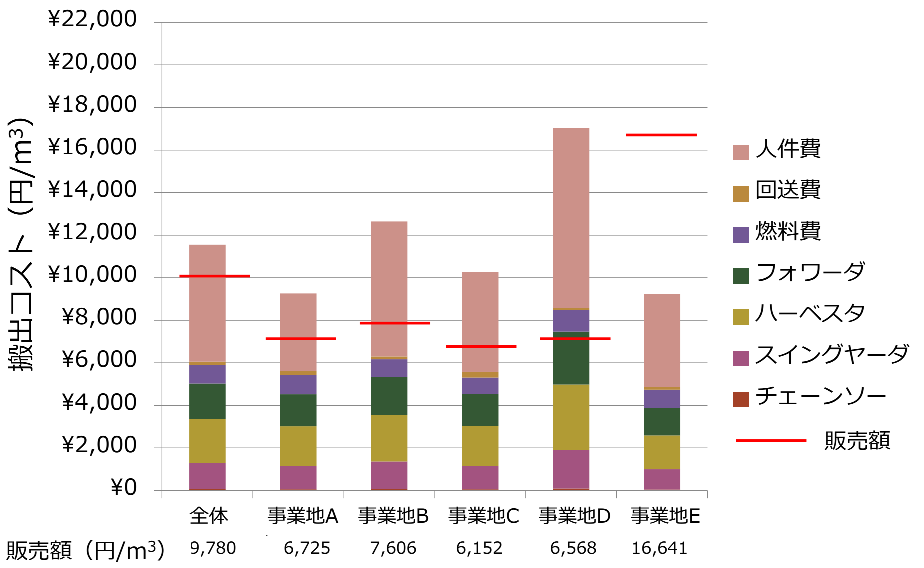
1日あたりの機械費（円/日）

	総負担額	補助金なし
チェーンソー	889	889
スイングヤーダ	10,995	15,990
ハーベスタ	18,497	26,247
フォワーダ	14,983	19,333
計	45,364	62,459

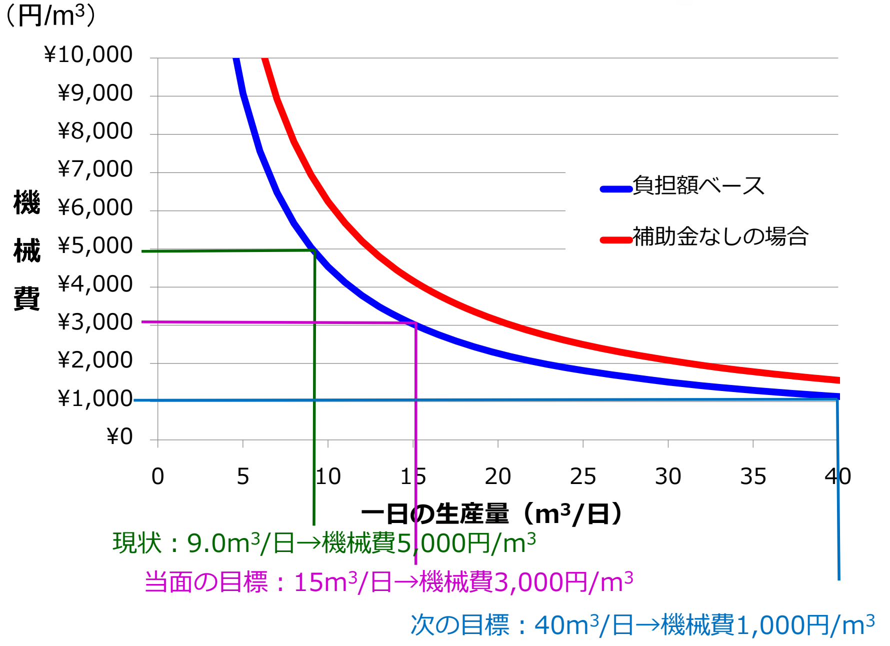
1分あたりの機械費（円/分）

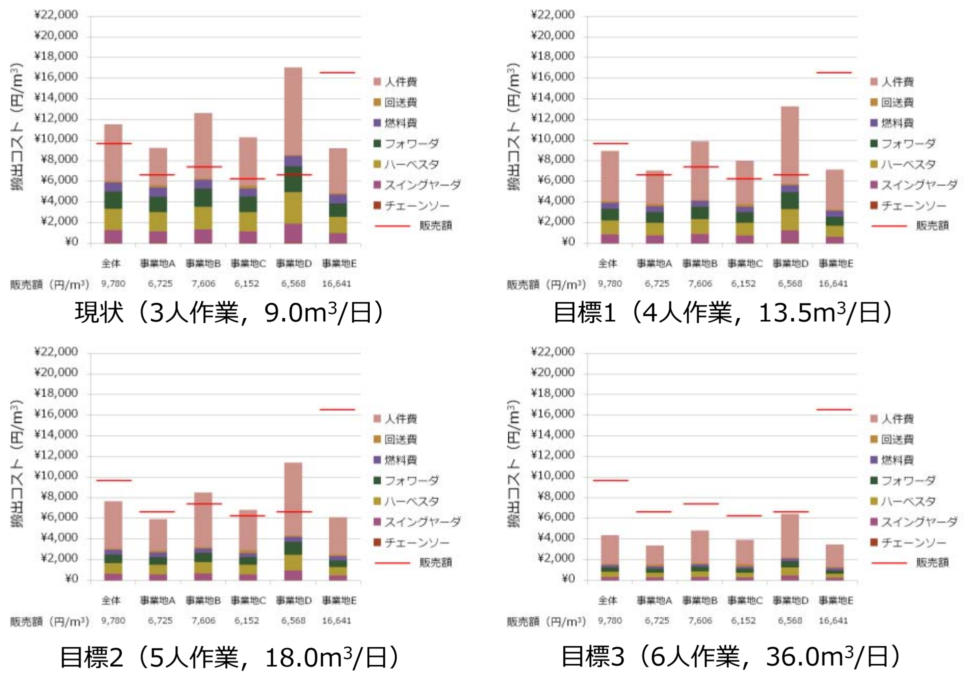
	総負担額	補助金なし
チェーンソー	2.5	2.5
スイングヤーダ	30.5	44.4
ハーベスタ	51.4	72.9
フォワーダ	41.6	53.7
計	126.0	173.5

生産コスト内訳（負担額ベース）



1日の生産量と機械費の関係





1日あたり出材量の重要性

- 機械費は，作業量にかかわらず，ほぼ固定的にかかる（解析例では負担額ベースで4.3万円/日）
  - 現在の１日の生産量（9m^3/日）では機械費が5,000円/m^3
  - 15m^3/日生産すると，3,000円/m^3に下がる
  - 長期的には，1,000円/m^3に下がる40m^3/日を目標に
    - プロセッサの本来の処理能力は70～90m^3 /日
- ただし，事業地の確保が問題となる
  - 現在は 9m^3 /日×180日=1,620m^3 /年
    →40m^3 /日×180日=7,200m^3 /年
  - 地域の団地規模・必要施業量に合わせて，追加の機械導入を検討しながら，生産性ではなく生産コストからみた作業システムの構築を

日報の調製に必要なデータ

- 作業に関するもの
  - 作業種の分類とそれぞれの作業時間
    - 例えば作業道に係る作業でも，作業道荒切り，木組み，バラス敷き，岩砕作業，路面処理，作業道補修，作業道支障木処理，土場整地など様々あり，どこまで分けるか？
- 機械に関するもの
  - 燃料簿，回送やトラブル処理等の副作業に係る時間，アワーメータ
- 成果に関するもの
  - 出材量・処理量
    - 立木材積ベースか丸太ベースか
- 林分条件に関するもの
  - 樹種，立木サイズ，傾斜，下層植生，路網密度，運材距離，図面
- 費用計算に関するもの
  - 原価計算に関する経費データ，材の売り上げデータ
- その他
  - 細かい気づいたこと（備考欄）

日報の効果

- めんどうだが・・・
- 日報の解析によって，現場ごと，工程ごとの生産性やコスト評価が可能
  - それぞれの現場で，何がよかったのか，悪かったのかが明らかとなり，改善・工夫の材料となる
  - 日報を取るだけでは不十分で，解析をしっかりと行い，ミーティング等で作業者に伝えることが必須
  - 計画の段階での見積もり精度向上の資料にもなる
- 作業者の能力評価も可能
  - がんばる人を正確に評価し報酬を出せば，励みになる
  - ただし，生産だけでなく安全などの日報も一体としないと，生産性向上のみを主眼とした危険な作業が行われる危険がある

4．サプライチェーンと生産管理

- これまでの木材流通
  - 川上側・川下側ともに，木材市場までしか見ていなかった
    - 木材市場で出した材がいくらで売れるか？
    - 木材市場で必要な材がどの価格でどのくらいの量を調達できるか？
  - 製材工場の大型化により，この体制が崩れてきている
    - 川中の要望：均一な質の材がまとまった量欲しい
    - →山側が要望に応えるにはどうすればいい？
- これからの木材流通
  - 川中で求められる質の材を，必要な時に必要なだけ供給する＝サプライチェーンの見直し
  - 工場の大型化の影響
    - 材がなければ工場が止まり，大損害
    - 実際に欧州の製材工場は大型化が進み，需給バランスを輸出入で補っている
    - 風倒木が通常価格で取引きされる例も

サプライチェーン

- サプライチェーン
  - 原料・材料が部品や半製品に加工され、最終製品が生産されて顧客に販売されるまでのモノの流れのこと（IT用語辞典より）
- サプライチェーンマネジメント（SCM）
  - サプライチェーンの端から端までの間には通常たくさんの企業や部署が関わっており、情報システムなどを通じて各主体の間で情報を共有し、需要変動などに素早く対応することにより流通の効率化を進めること（IT用語辞典より）
  - 要するに，生産（川上）・加工（川中）・販売（川下）について，商品と情報の流通を通して一体的に機能させる仕組み
- サプライチェーンの例
  - papiNet
    - 紙や林産物，木材を対象に，XMLをベースとした情報共有を行うための規格を定めている
    - 他企業間の電子商取引の効率化をはかり，需要と供給のタイムラグとムダをなくしている

森林資源配置と木材の需要に合った木材流通

- 住宅着工数には伸びしろがない
  - 構造用木材も，無垢材から集成材が主流となりつつある
  - 集成材以上に質が揃った無垢材でないと競争力が無い
    ＝品質の均等化（仕分け）と量の確保，多様な流通
- 木材利用の多様化
  - 木材の質に合わせたカスケード利用
    - S材：高級内装材（天井板・家具材など）
    - A材：用材（柱材などの構造用木材）
    - B材：ベニヤ材・ラミナ材
    - C材：パルプ材（チップ・将来的には工業原料）
    - D材：燃料材（チップ・ペレット・薪）

質と量が安定した供給体制の構築

市場でのセリ（高付加価値）

工場との契約取引（低コスト）

→FIT工場・地域需要

- 流通の現状と課題
  - これまではA材メイン。古い産地に対応して原木市場・工場が立地
  - B～D材の消費動向と拡大造林期の資源配置を考慮した流通
    - どこで仕分け，どのように流通させるか？
    - どのような仕組みで価格決定を行うか？

日本でのSCMに関する動き

- ノースジャパン素材流通協同組合（岩手県など，30.8万m³）
  - 岩手県を中心にした東北，北海道の素材生産事業体の共販組織
  - 組合が製材工場と出荷調整，価格交渉
  - 素材業者にとって材価の安定化，計画生産に効果
  - 製材工場にとってまとまった量の安定仕入れの効果
- 伊万里木材市場（佐賀県など，33.7万m³（素材のみ））
  - 九州一円に事業拡大，自らが直営素材生産・造林保育
  - 自社有林・請負事業地を立木在庫として機能させる
- 渋川県産材センター（群馬県）
  - 3mの無選別材を一手に引き取り選木機でA～C材に仕分ける，全量，定額取引
  - 素材価格の安定，素材生産作業の生産性向上に効果
- 木の駅
  - 全国一円に展開する林地残材の収集システム
  - 地域振興券（モリ券）の発行で地域経済にも貢献

森林の倉庫化

- 林業におけるサプライチェーン
  - 「価格」「量と質」「スピード」が求められる世界
  - 森林を倉庫とみなせば，「伐出業」は「需要に素早く対応して倉庫に在庫を取りに行く産業」。ただし，在庫の場所と品質，出庫方法や出庫コストなどを明確にしておく必要がある
  - 道端や中間土場を二次倉庫として機能させると，山側の運材負担が減り，川中にとっても臨時倉庫として活用できる
  - 個々の事業体が川中と個別に契約するのではなく，共同販売（生産調整）を行うことによって，価格競争力が出る
- 「倉庫」としての特性と課題
  - 森林は，勝手に製品の価値が上がる魔法の倉庫でもある
  - ただし，商品価値と出庫コストが見合わない不良在庫も多い
  - 植栽から主伐，再造林までをセットにして，費用対効果および経営リスク（多様な生産目標によるリスクマネジメント）を評価すべき

川中（市場・工場）までの輸送方法

- 理想：全幹材で川中まで運び，カスケード利用
  - 大型トラックが進入できる路網がない
  - あったとしてもカーブ半径の問題で長材で運べない
- 次善：短幹材を大型トラックで川中へ
  - 大型トラックが進入できる路網がない
  - あったとしても集落周辺がボトルネック
- 次々善：
  - 中間土場を設定して大型トラックに積み替える
  - 川中との立地次第では小型トラックでそのまま運ぶ
- 課題
  - どこに中間土場を設置するか？
  - どこまでなら小型トラックで運ぶ方がいいか？
  - フォワーダか小型トラックか？（作業システムにも影響）

生産管理

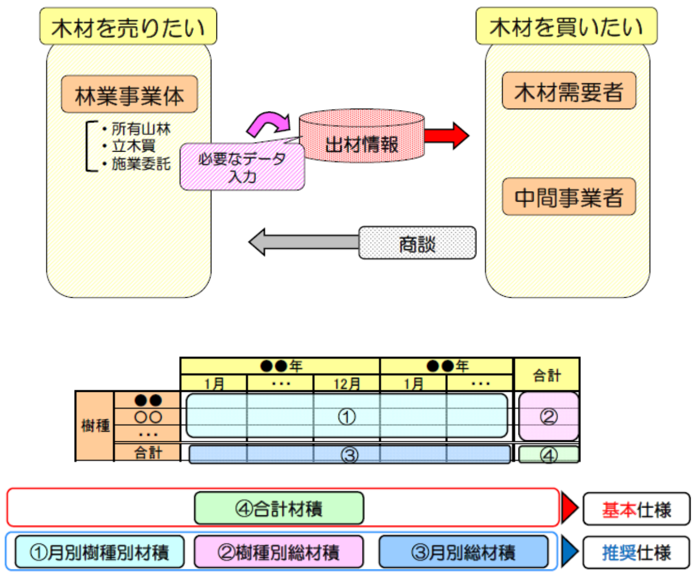
- 財・サービスの生産に関する管理活動（JIS Z 8141より）
  - 備考1. 具体的には，所定の品質Q(quality)・原価 C(cost)・数量及び納期 D(delivery, due date)で生産するため，又はQ・C・Dに関する最適化を図るため，人，物，金，情報を駆使して，需要予測，生産計画，生産実施，生産統制を行う手続き及びその活動
  - 2. 狭義には，生産工程における生産統制を意味し，工程管理ともいう。
- 要求される品質の製品を，要求される時期に，要求量だけを，効率的に生産すること（Wikipediaより一部改変）
  - 購買・原材料在庫管理・払出（材料・機械等の調達，納期管理，在庫管理，払出管理）
  - 生産計画（販売計画と連動した生産。中期～週次計画など）
  - 工程管理（月次計画・週次計画に従った工程・作業員割付）
  - 製品品質管理（ロット別・入庫日別の品質管理）
  - 製品出荷・在庫管理（出荷指図・物流手配）
  - 原価管理（製品の歩留まりのロット別，工程別管理）
  - 開発計画（新製品の開発立案など）
- 労務の安全管理（精神的な負担も）なども含まれる

素材生産において生産管理に必要な視点

- 川中・川下との需給情報の調整
  - 生産計画を立てるには，川中・川下の需要計画が必要（＝サプライチェーンの構築）
  - いかに需要に合わせた生産計画を立案・修正するか？
- 素材生産現場における工程管理
  - いかにロットごとに品質を揃えるか？
  - いかにリードタイム（発注してから納入されるまでの時間，または素材が準備されてから完成品になるまでの時間）を短くするか？

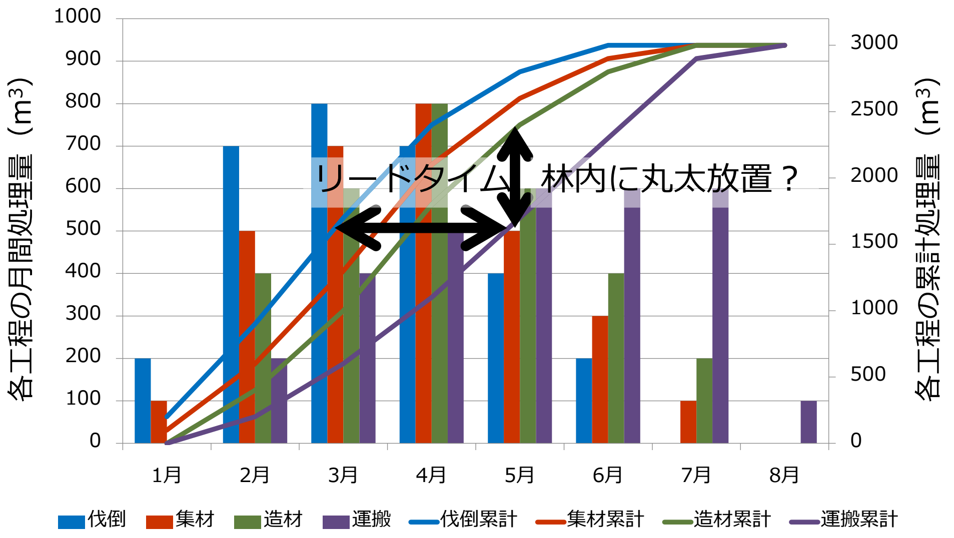
森林クラウドを利用した需給マッチング

（森林クラウドシステムに係る標準仕様書Ver3.1より）



テーブル	対象項目
出材T	都道府県 旧市町村 市町村 大字 字 地番本番 地番支番
出材T	合計材積
出材T	合計材積 製材用材積 合板用材積 パルプ用材積 バイオマス（燃料）用
出材T	伐採樹種名 伐採樹種林齢
出材T	伐採樹種名 伐採樹種林齢
出材材積T	年月
出材材積T	樹種

日報データを活用した工程分析例



まとめ

- 機械や路網は，森林資源を持続的に管理し，利用していくためのツール
  - 地域に合った路網密度と集材機械の選択が重要
  - 最近は情報関連の技術も進化
- 作業コストと生産性は密接な関係がある
  - 作業全体をシステムとして捉える
  - 生産性を評価し，改善していく
  - 特に1日の生産量が最も重要
  - 日報は面倒だが様々なメリット
- 生産管理へ
  - サプライチェーンによる需給調整と，工程管理
  - 効率の良い生産をして，安全で安定した楽しい職場に

事業体に把握しておいて欲しい項目

- コストについて
  - 所有機械の作業班当たり平均負担総額：約（　　　）万円 （グラップルやプロセッサなどの機械代金総額）
  - 年間稼働日数：約（　　）日，５年償却とした場合の機械償却費：約（　　　）円/日
  - 生産量：約（　　　）m³/班・年，約（　　　）m³/班・日 （年間生産量を稼働日数で割ります）
  - 生産量当たり機械償却費：約（　　　）円/m³
  - 目標生産量：約（　　　） m³/班・年，約（　　　）m³/班・日 （目標生産量を稼働日数で割ります）
  - 達成した場合の生産量当たり機械償却費：約（　　　）円/m³ （日あたり償却費を日あたり目標生産量で割ります）
- 作業システムについて
  - 主な集材機械：（　　　　　　），最大集材距離：約（　　）m
  - 目標とする路網密度：約（　　　）m/ha
  - 年間施業面積：約（　　　）ha・年，平均搬出材積：約（　　　） m³/ha
  - 目標年間生産量を達成するための必要施業面積：約（　　）ha・年 （目標生産量を平均搬出材積で割ります）
  - 現在のシステムのボトルネック：（　　　　　　　　　）
  - 次に導入を予定する機械：（　　　　　　　　　）
- 路網について
  - 年間路網作設距離：約（　　　）m・年，必要路網作設距離：約（　　　）m・年 （必要施業面積に目標路網密度を掛けます）
  - 路網作設単価：約（　　　）円/m，路網作設費用：約（　　　）円/ha （路網作設単価に目標路網密度を掛けます）
  - 最も重い作業機械の総重量（運材機械の場合，木材を含む）：約（　　）t
  - 作設路網の想定耐荷重：約（　　）t
  - 想定する最大時間降水量：約（　　）mm/時
  - 次回間伐の時期：約（　　）年後，次回間伐時にかかる路網補修費用：約（　　　）円/m
- 運材について
  - フォワーダ・小運搬トラックの積載量：約（　　）m³，平均運材距離：約（　　）m
  - フォワーダ・小運搬トラックの平均運搬回数：約（　　）回・日
  - １日あたり運搬可能量：約（　　）m³ /日 （積載量に運搬回数を掛けます）
  - 土場から主要な運搬先までの距離：約（　　　）km

評価のポイント

- コストについて
  - 機械を維持・活用するために，どの程度の年間事業量が必要？
  - 作業コストの試算をしている？見積もりの精度は？
  - 機械のメンテナンス体制は？リースした場合どうなる？
- 作業システムについて
  - 作業システムの特性（集材距離など）を把握している？
  - 使用機械と目標とする路網密度は整合している？
  - 現在のシステムに適合する潜在的事業地はどのくらいある？
  - 現在のシステムのボトルネックは？改善の方向性は？
  - 今後，機械の更新を含め，どのようなシステムへと発展させていく？
- 路網について
  - 作業機械と路体構造（支持力など）は整合している？
  - 作設単価の設定は妥当？維持管理費はどのくらいかかる？
  - 崩壊するリスクと防止するための技術開発・導入は？
  - 次にいつ使う？同じ機械？どのように補修して使う？
  - 次に使う時には，補修費用はどのくらいかかる？
- 運材について
  - 山土場の設置や山土場での仕分けなど，現場ごとに立地を考慮している？
  - 中間土場や林業専用道があれば，作業システムはどう変わる？