

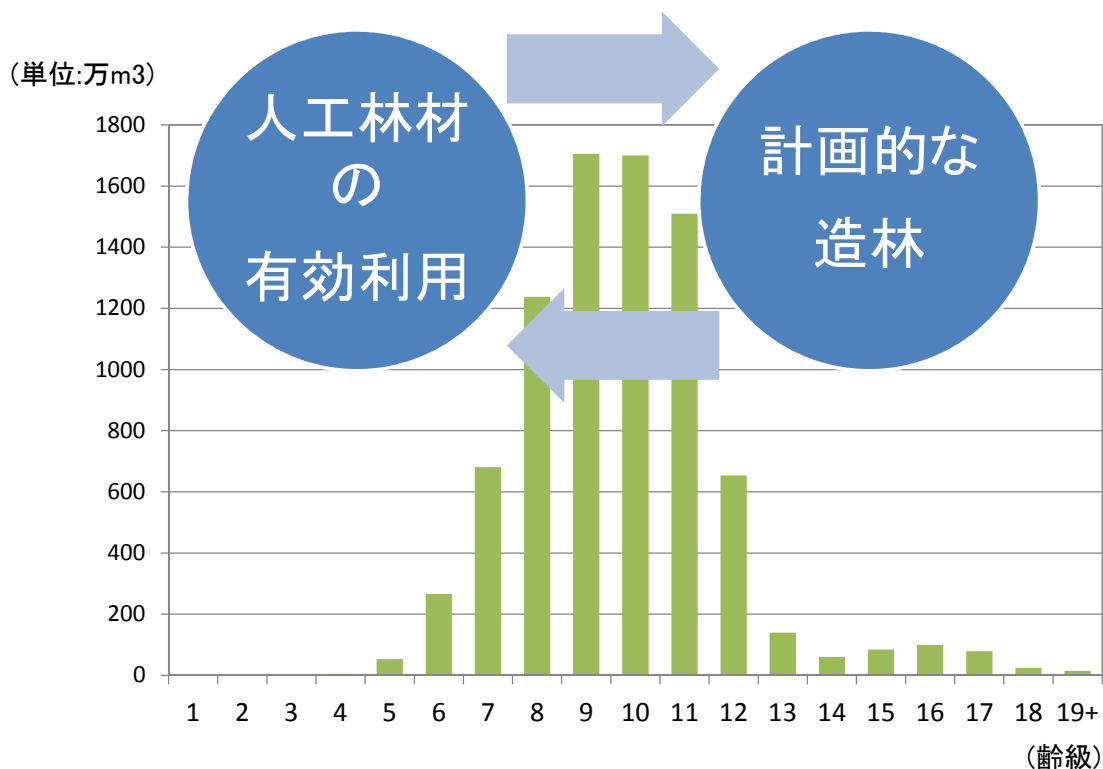
# 素材生産における 作業システム構築の事例について

林野庁  
北海道森林管理局  
森林技術・支援センター

平成29年11月28日

1

## 北海道森林管理局における現在の人工林資源の齢級別配置

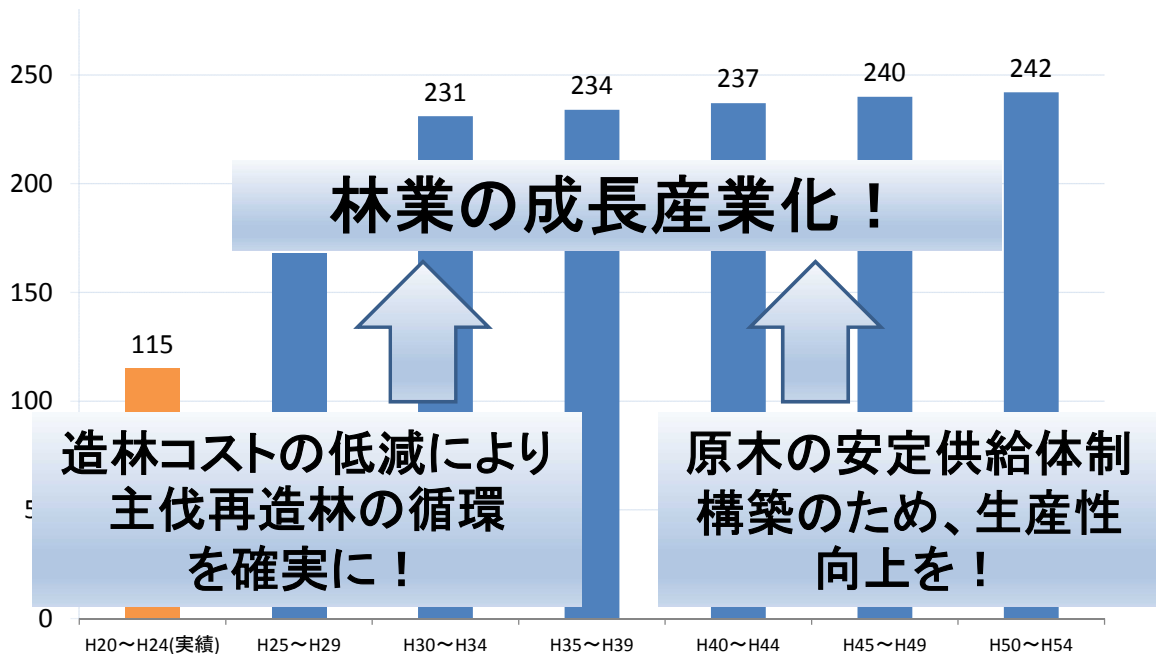


※数値は「森林資源の現況(平成24年度版)」を参照

2

## 伐採量の見通し

(単位:万m<sup>3</sup>)



※それぞれの数値はそれぞれ5年ごとの平均値を表しており、H20~H24は実績値(国有林野事業統計書)、それ以降は林政審国有林野部会(H23.5.20「今後の収穫量の見通し」)をもとに、現行の伐採計画量や、人工林資源状況を勘案し推計した見込み値。

3

## 本日の話の流れ

### 1 作業システムとは

### 2 北海道型作業システムの構築と実証事例

- (1) 北海道型作業システムとは
- (2) 実証事業概要
- (3) 功程調査・作業日報分析結果
- (4) 路網配置の違いによる利益比較

4

# 作業システムとは

木材生産現場における、「作業」と「機械」と「人」の有機的な組合せ

立木の伐倒(伐木)、枝払い・玉切り(造材)、林道端や土場への搬出(木寄せ・集材)までの一連の作業プロセス

作業システムの構築は、事業体の経営判断に基づくものであるが、

- ・ 選択のバラエティが大きい
- ・ 収益性を左右する投資判断でもある

しかし

作業システムの決定における基準は、その現場における木材生産の収益性の確保だけではなく、中・長期的な事業量の見通しや事業地の林況、事業体の現場技能者の状況等、様々な側面がある。

5

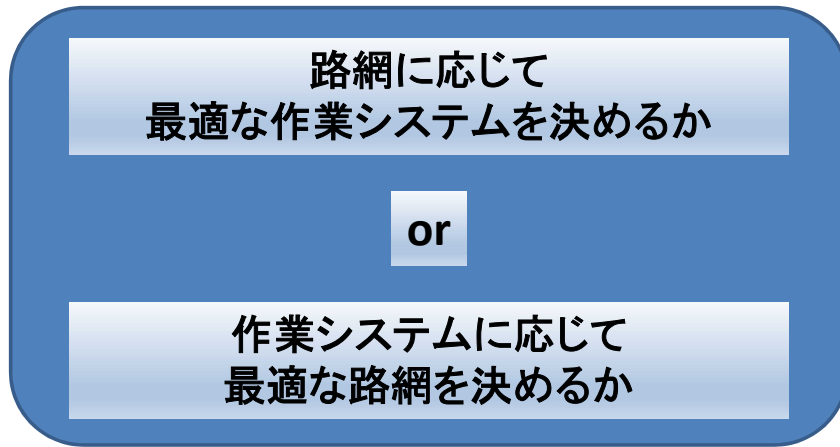
## 作業システムの種類・例

区分	作業システム	最大到達距離(m)		作業システムの例			
		基幹路網から	細部路網から	伐採	木寄せ・集材	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	グラップル ウインチ	(ハーベスタ)	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 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	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	プロセッサ	トラック
急峻地 (35° ~)	架線系	500 ~1500	500 ~1500	チェーンソー	タワーヤーダ	プロセッサ	トラック

(路網・作業システム検討委員会最終報告から一部改変して引用)

注：この表は、現在採用されている代表的な作業システムを、使用されている林業機械により現しつつ、傾斜および路網密度と関連づけたものであり、林業機械の進歩・発展や社会経済的条件に応じて変化するものである。地域において、今後の路網整備や資本装備の方向を決めるに当たっては、地域における自然条件、社会経済的条件を踏まえた工夫や経営判断が必要である。「グラップル」にはロングリーチ・グラップルを含む

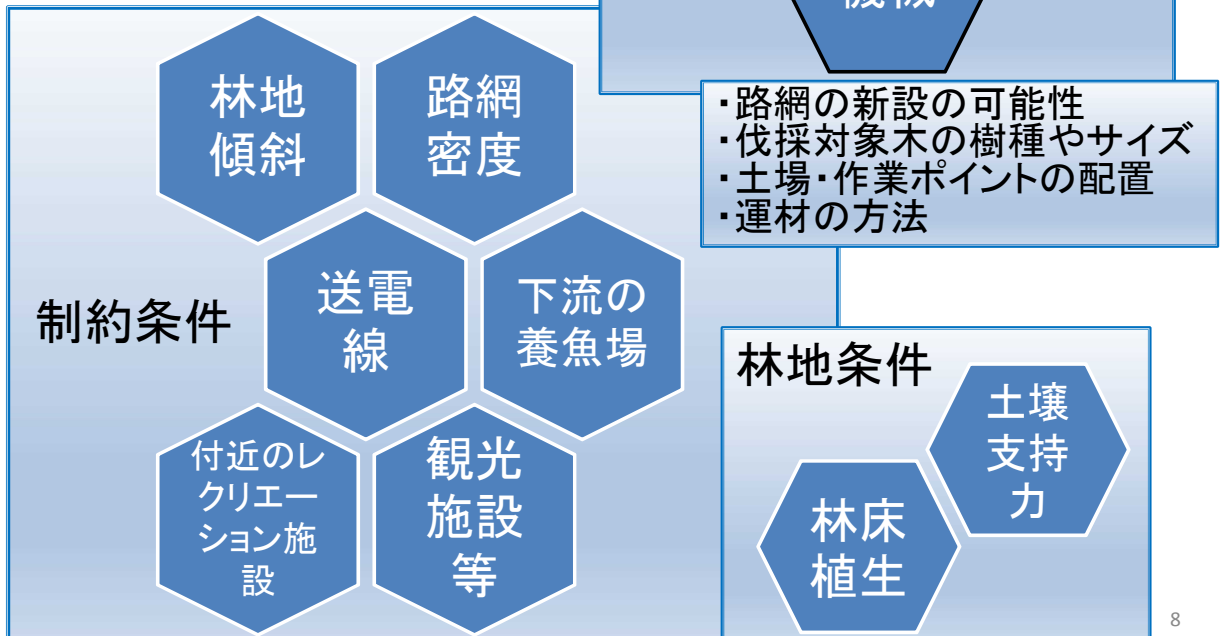
“路網”と“作業システム”は、  
相互に密接に関連している。



“現在”と“将来”の資源状況や施業を  
勘案して決めるのが理想

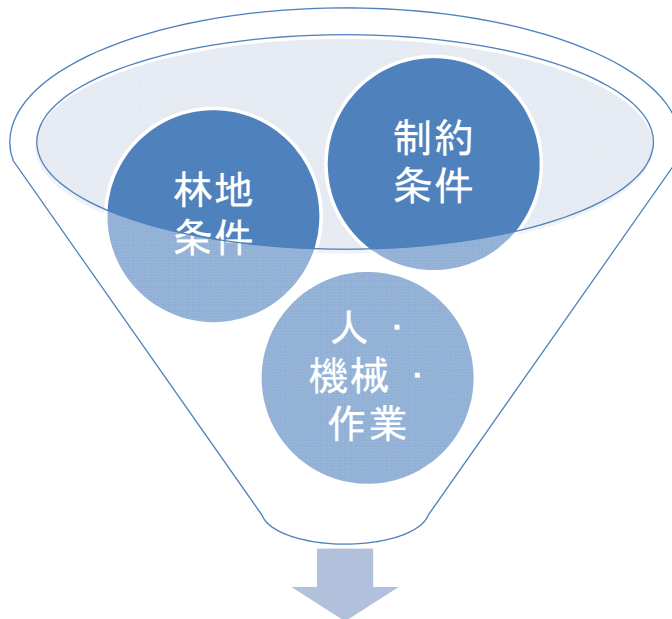
7

### 作業システムの 選択の考え方



8

## 作業システムと生産性



生産性の高い作業システムを選択・導入  
(より収益が得られる)

9

## 作業システムと生産性

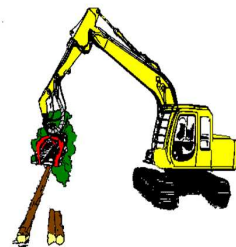
- ・ 生産性は、技能者1人当たりの素材生産量 ( $\text{m}^3/\text{人日}$ ) で表す
- ・ 人件費はコストに占める割合が高いため、生産性の向上がコスト縮減の鍵
- ・ 通常、数人のチーム(セット)で、伐採から山土場での巻立を行う
- ・ 1人当たりの生産量と、セット当たりの生産量は異なる

セット当たりの生産量が同じでも、セット当たりの人数が異なれば大きく生産性は変わる

“1セットにふさわしい生産量をよりすくない人数で”

10

# 北海道型作業システムの構築 と実証事例



森林技術・支援センター

11

## 森林資源の循環利用・持続的な林業 (林業の収益性向上のためには)

素材生産における労働生産性の向上によるコストの低減が課題



高性能林業機械の性能を最大限に発揮させる  
高効率・低コスト作業システムの構築の必要



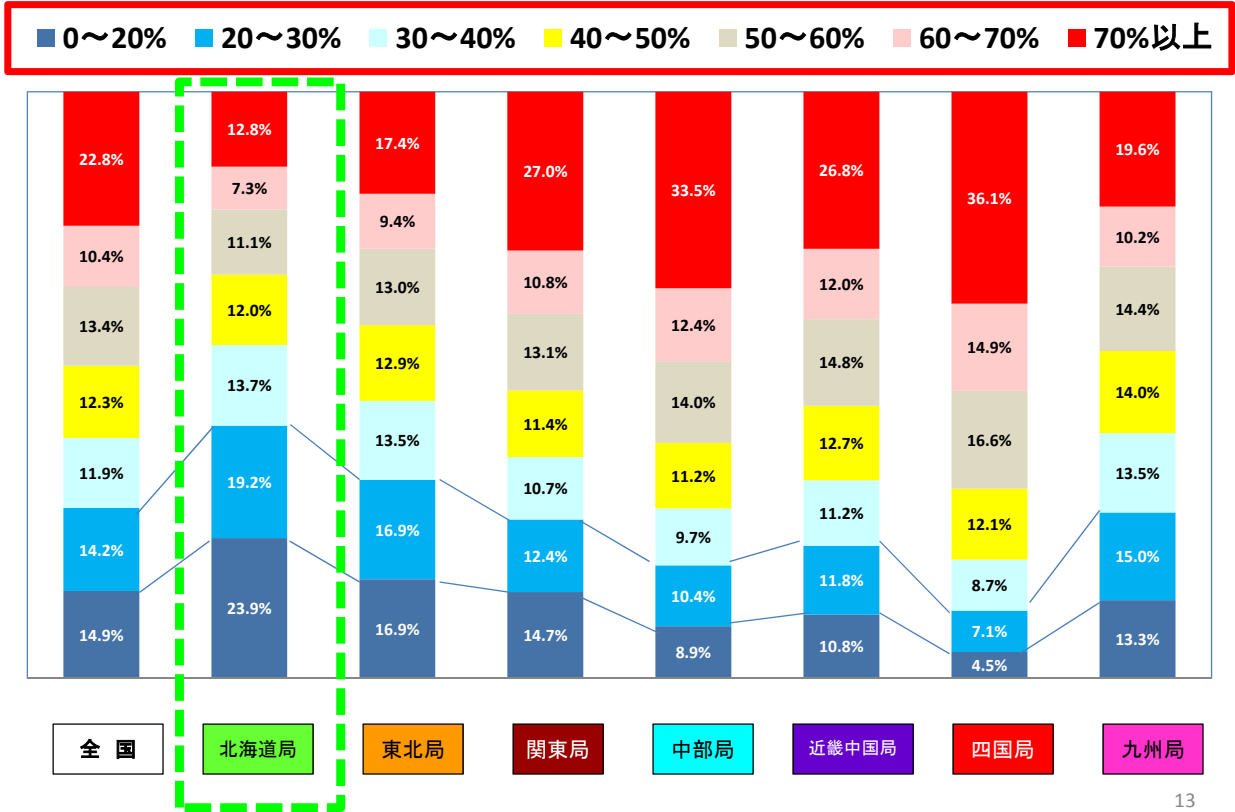
フォワーダによる集材距離が長い個所も多く、  
高効率、低コスト作業の効果の発現が十分とは言えない



効果的な作業システムに対応し得るモデル的な路網作設  
北海道の地形特性にマッチした高効率・低コスト作業の確立  
北海道型作業システム

12

# 森林管理局別傾斜分布



13

## 北海道型作業システムの前提

- 北海道の地形特性(緩傾斜、平易な地形)を最大限活用
- 高性能林業機械を用いた車両系作業システム
- 路網のベースは施業地全体をカバーできる林業専用道
- フォワーダによる集材距離が概ね200m以内  
(最長でも500m以内を上限)となる森林作業道の配置
- 山土場を必要としない(小規模分散土場)作業仕組み

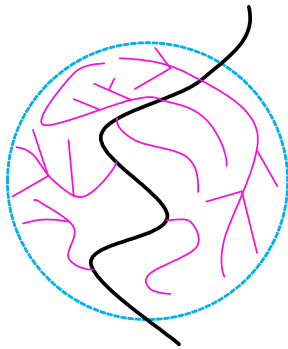


検証・実証可能なモデルフィールドの設定

14

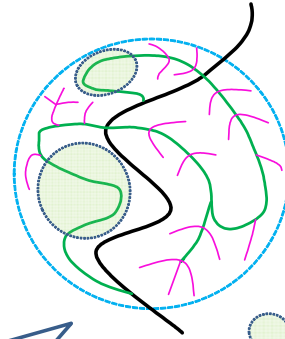
# 旧型作業システムと北海道型作業システムの 路網比較イメージ

## 旧型作業システム イメージ



— 林道  
— 集材路

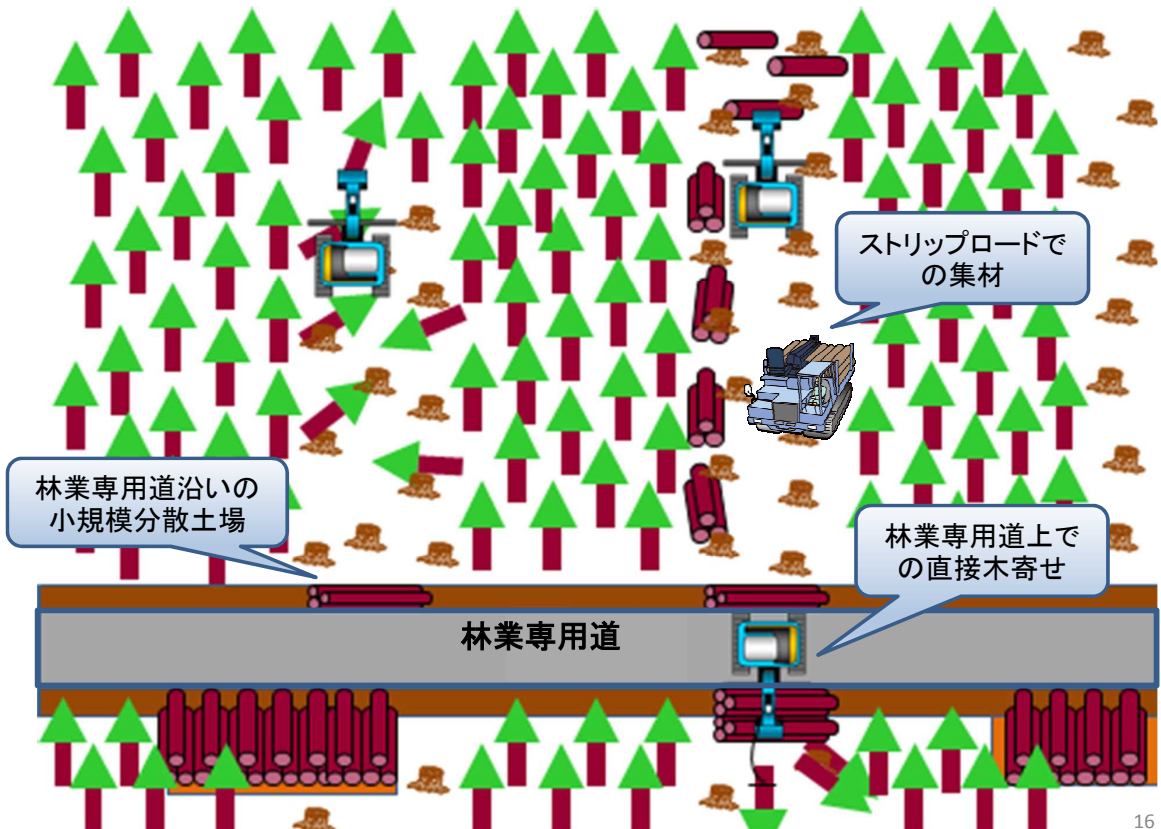
## 北海道型作業システム イメージ



— 林道  
— 林業専用道  
— 森林作業道  
● ストリップロードエリア

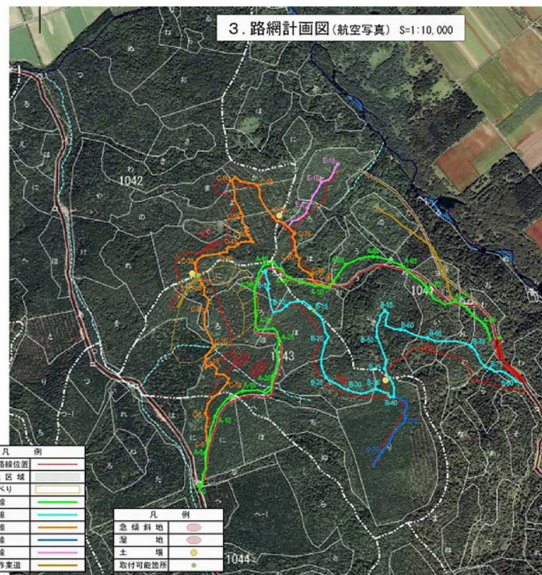
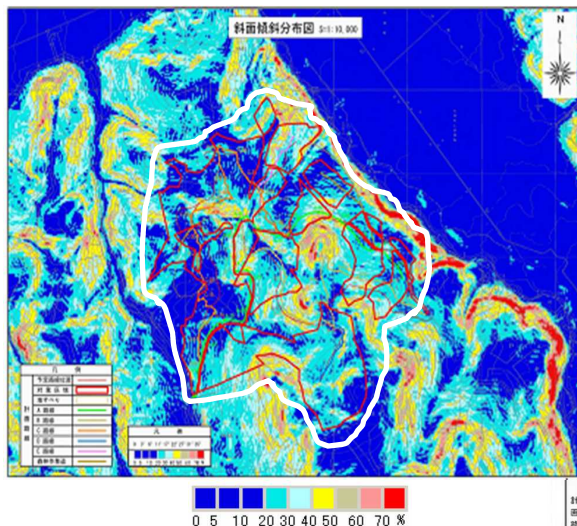
- ・全域を網羅するよう林業専用道を配置し、大型トラックが入るエリアを広げ、森林作業道の延長を短くする。
- ・ストリップロード・・・列状間伐の伐採列を切り盛りを行わず、フォワーダが数回程度走る道  
〔緩傾斜地・平坦地部分対象〕

## 北海道型システムのイメージ図





# 上川中部森林管理署 1040～1044林班 (上川郡美瑛町)



- ・ 対象林地面積: 147ha(人工林面積)
- ・ 大部分が15° ~20° 未満の傾斜地
- ・ 主にトドマツとアカエゾマツ造林地
- ・ 林齢: 33~48年
- ・ 蓄積: 160m<sup>3</sup>/ha



## 年度別実施内容(平成25～28年度)

### 平成25年度

(事業の流れ)・モデルフィールドにおける林業専用道の調査及び設計

- ・ 北海道型作業システム検討委員会の立ち上げ
- ・ 現行作業システムの工程・経費等データ収集
- ・ 北海道型作業システムのシミュレーション
- ・ 現地検討会の開催

### 平成26年度

(事業の流れ)・モデルフィールドにおける林業専用道の開設

- ・ 現地ゾーニング、作業方法等を踏まえた北海道型作業システムの特記仕様書等の検討

### 平成27年度

(事業の流れ)・森林整備(間伐)事業の発注・実行

- ・ モデルフィールド内の提案(調査)区域における功程調査等データ収集

### 平成28年度

- ・ 功程調査等データ、事業日誌データの分析、完了報告

# 林業専用道の開設（平成26年度）

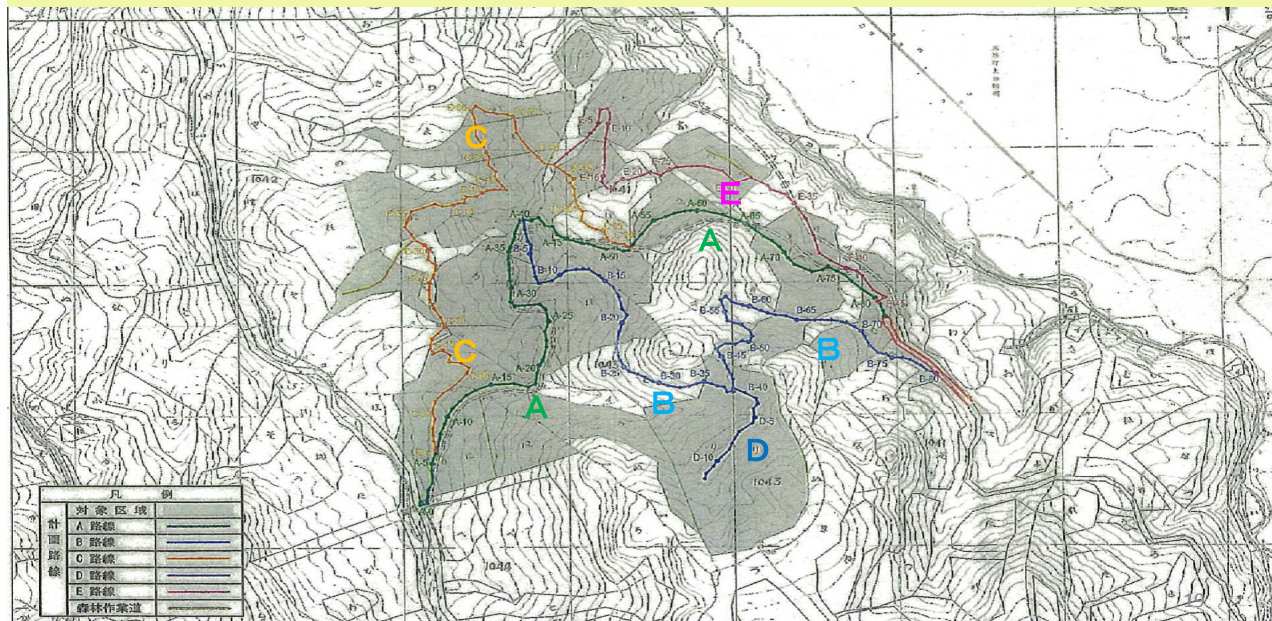
林業専用道 4路線(B~E路線)延長7,137mを新設

A 2,628m(既設林道)

B 2,381m C 2,549m D 420m E 1,787m A~E 合計 9,765m

○路網密度 19m/ha → 68m/ha(人工林のみ)

15m/ha → 52m/ha(人工林と天然林の場合)へ 向上



高性能林業機械が林内に直接アクセスしやすい設計。



盛り土や林専道沿いの未立木地を土場として活用。

## 採用した作業システム

### 【作業システムA】

ハーベスタ → グラップル → フォワーダ → グラップル  
 (2人2台) (1人1台) (1人1台) (1人1台)  
 伐倒・枝払・玉切り 集材積込 運搬 荷下し・巻立

5人体制

林業専用道からの直接木寄せ・造材、  
 または、伐採列をストリップロードとしたハーベスタ伐木造材、フォワーダ集材

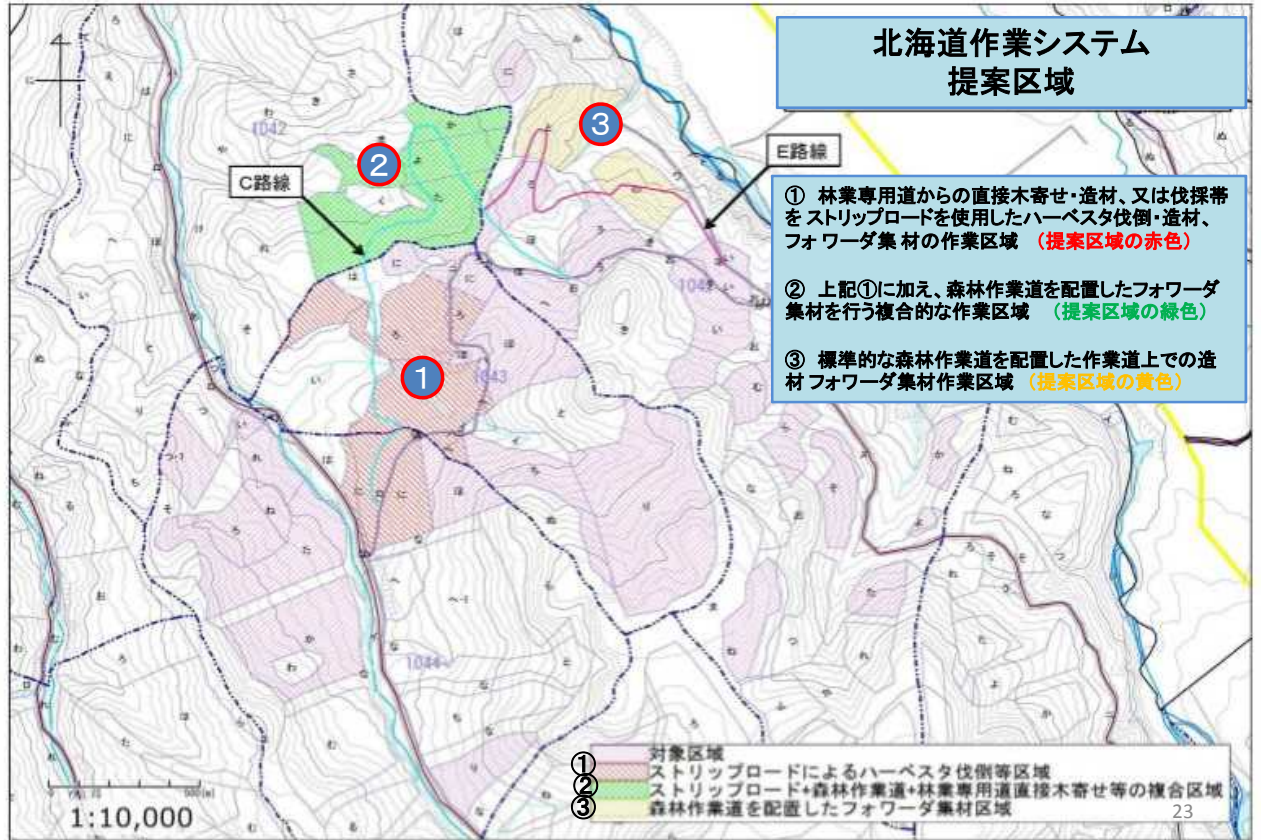
### 【作業システムB】

チェンソー → グラップル → プロセッサ → グラップル → フォワーダ → グラップル  
 (1人1台) (1人1台) (1人1台) (1人1台) (1人1台) (1人1台)  
 伐倒 木寄せ 枝払・玉切り 集材積込 運搬 荷下し・巻立

6人体制

標準的な森林作業道を配置し、森林作業道上での造材、フォワーダ集材

# 北海道型作業システム提案区域の事業実行（平成27年度）



## 北海道型作業システム提案区域の林況・事業実績

	作業システム	面積(ha)	路網密度(m/ha)		出材量実績(m <sup>3</sup> )
			林業専用道	森林作業道	
提案区域1	A	28.36	59	8	945
提案区域2	A : 32% B : 68%	21.71	53	105	666
提案区域3	B	11.28	49	164	395
合計		61.35	55	71	2,006

※ 路網密度・林業専用道には既設林道を含む



ハーベスタによる伐木造材



グラップルによるフォワーダへの積込み



林業専用道沿いに材を集積



ストリップロードでのフォワーダ走行



ストリップロードで、土壌浸食等の恐れがある箇所では枝条を敷き詰めた様子

## 土場における工期調査結果

	フォワーダ 搬入回数 (A)	1台あたり 平均積載量 (B)	搬入量 (A) × (B) = (C)	作業システム 人数 (1)	労働生産性 (C) ÷ (1)
提案区域 1	13	6.2 m <sup>3</sup>	80.6 m <sup>3</sup>	5人	16.1 m <sup>3</sup>
提案区域 2 - ①	16	6.2 m <sup>3</sup>	99.2 m <sup>3</sup>	5人	19.8 m <sup>3</sup>
提案区域 3	16	3.0 m <sup>3</sup>	48.0 m <sup>3</sup>	6人	8.0 m <sup>3</sup>

※ 1 各区域とも土場までの平均集材距離 200 m での作業で計測

※ 2 各区域とも先行伐倒していない状態で計測

区域3は、作業システムB。フォワーダに満載せず走っている状況、伐倒、木寄せ、造材が遅れている状態。

		(1) 作業人日	経費(A) 千円	生産量(B) m3	生産コスト(A/B) 円/m3	コスト比較 対 区域3	労働生産性 (B)/(1)
区 域 1	伐木造材(木寄)	12	810		857	25%	
	集材・巻立	18	1,091		1,155	27%	
	搬出路等作設	0	0		0	0%	
	検知・その他	10	142		150	18%	
	計	40	2,044	945	2,163	25%	23.6
区 域 2	伐木造材(木寄)	27	1,275		1,915	55%	
	集材・巻立	28	1,579		2,371	55%	
	搬出路等作設	6	273		409	81%	
	検知・その他	13	178		267	79%	
	計	74	3,305	666	4,963	57%	9.0
区 域 3	伐木造材(木寄)	30	1,366		3,458	100%	
	集材・巻立	31	1,715		4,342	100%	
	搬出路等作設	5	199		504	100%	
	検知・その他	10	134		339	100%	
	計	76	3,415	395	8,645	100%	5.3
全 区 域 合 計		190	8,764	2,006	4,369		10.6

※ 経費(A)は、機械損料と賃金。

※端数処理の関係で誤差が出る欄がある。

表3 提案区域の生産コストと労働生産性

		(1) 作業人日	経費(A) 千円	生産量(B) m3	生産コスト(A/B) 円/m3	コスト比較 対 区域3	労働生産性 (B)/(1)
区 域 1	伐木造材(木寄)	12	810		857	25%	
	集材・巻立	18	1,091		1,155	27%	
	搬出路等作設	0	0		0	0%	
	検知・その他	10	142		150	18%	
	作業システムA 計	40	2,044	945	2,163	25%	23.6
区 域 2	伐木造材(木寄)	27	1,275		1,915	55%	
	集材・巻立	28	1,579		2,371	55%	
	搬出路等作設	6	273		409	81%	
	検知・その他	13	178		267	79%	
	作業システムA&B 計	74	3,305	666	4,963	57%	9.0
区 域 3	伐木造材(木寄)	30	1,366		3,458	100%	
	集材・巻立	31	1,715		4,342	100%	
	搬出路等作設	5	199		504	100%	
	検知・その他	10	134		339	100%	
	作業システムB 計	76	3,415	395	8,645	100%	5.3
全 区 域 合 計		190	8,764	2,006	4,369		10.6

※ 経費(A)は、機械損料と賃金。

※端数処理の関係で誤差が出る欄がある。

4分の1

4倍



## 4 路網配置の違いによる利益比較

3つの提案区域全体を1つの施業団地と捉えて、

林業専用道を作設した場合 と、

作設しない場合(既設林道のみ) の

生産コスト を算出



初回間伐から主伐までの利益を試算する。

33

### 路網設置状況別 生産コスト (その1)

ケース		① 既設林道		② 林業専用道新設		③ 路網整備後	
平均集材距離		645m		248m		248m	
		作業人日	経費 (千円)	作業人日	経費 (千円)	作業人日	経費 (千円)
直	伐木	41	1,831	41	1,823	41	1,823
	造材(木寄せ)	28	1,640	28	1,628	28	1,628
	小計	69	3,471	69	3,452	69	3,452
接	集材	123	7,230	48	2,858	48	2,858
	巻立	29	1,528	29	1,528	29	1,528
	小計	152	8,757	76	4,386	76	4,386
経	搬出路等作設	20	852	11	472		
	その他	19	266	19	266	19	266
	検知	14	188	14	188	14	188
費	小計	53	1,306	44	926	33	454
	計	273	13,535	189	8,764	178	8,292
	(人員輸送費+機械類運搬経費) 固定費計		539		539		539
合計		273	14,074	189	9,303	178	8,831
林業専用道新設費 (※16,859円/m)					11,422		
総計			14,074		50,725		8,831

34

## 路網設置状況別 生産コスト (その2)

ケース	① 既設林道		② 林業専用道新設	
	作業人日	生産費(千円) (円/m3)	作業人日	生産費(千円) (円/m3)
伐採毎のコスト (生産量)				
初回間伐 (2,006m3)	273 (20)	14,074 7,016	189 66%	9,303 4,637
2回目間伐 (2,006m3)	263 (10)	13,655 6,807	178 64%	8,831 4,402
3回目間伐 (2,006m3)	258 (5)	13,438 6,645	178 66%	8,831 4,402
主伐 (15,092m3)	256 (2.5)	13,330 6,618	178 67%	8,831 4,402

※ ①での搬出路等作設に係る作業人日は、下段( )内数のとおり設定。

35

## 利益の比較

丸太収入から生産費を差し引き、どのような利益が見込まれるか・・・

伐採年度	丸太価格 円/m3	生産費 円/m3	生産量 m3	利益見込額(千円)	
				(丸太価格-生産費) × 生産量	
				既設林道	専用道新設(A)
1回目 H17年度	6,500	前スライドから	2,006	-1,035	3,737
2回目 H27年度	7,044	前スライドから	2,006	475	5,300
3回目 H37年度	8,600	前スライドから	2,006	3,922	8,421
主伐 H52年度	11,100	前スライドから	15,092	67,643	101,087
合計			21,110	71,005	118,545

既設林道のみで実行した場合、初回間伐では、1,035千円の赤字、

2回目間伐から黒字に転じ 主伐後 合計71,005千円の利益

林業専用道を新設した場合、初回間伐から黒字となり

67% UP

主伐後 合計118,545千円の利益

36

## まとめ 1

### ハーベスタ・フォワーダシステム & 森林作業道を作設せず林内走行を前提としたストリップロード



労働生産性の向上・コスト低減

今回は、  
ハーベスタ(2台) + グラップル(2台) + フォワーダ (1台) = 計5台  
による作業システムを採用(改善の余地もあり)

他の事業現地においても、伐採方法や地形条件や所有する機械の性能など、諸条件を勘案し、最適なシステムを選択することが肝要

37

## まとめ 2

### 林業専用道の路網密度を高める北海道型作業システム



森林作業道の延長が短くなるため、その作設コストと集材コストの削減がなされる。



さらに2回目以降の間伐・主伐までのトータルコスト削減と利益拡大が見込まれた。



林業専用道の開設効果は、その後の造林・保育作業においても、高効率・低コスト化につながり、  
森林整備全体のコスト低減にも効果的と考えられる。

38

# 林業の成長産業化を現実のものに

製材工場等の設備  
自動選別機等

夢…“儲かる北海道の林業”  
を世界に発信！

運材・販売の仕組み  
中間土場等、契約方法

## 高効率作業システム

市町村森林整備計画・森林経営計画  
適切な森林作業道（ストリップロード）  
高性能林業機械（導入・レンタル）  
オペレーターの技術向上

## 集約化

市町村森林整備計画  
森林経営計画

民有林・国有林  
地域の森林林業関係者  
一体となって！

## 林業専用道

市町村森林整備計画