

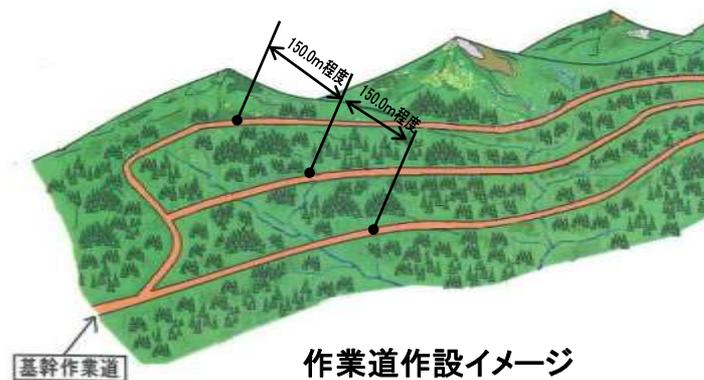
# (7) 高性能林業機械

- ①現状の林況(齢級)にあった機械を選択
- ②年間生産量と維持管理費を検討して決定
- ③地域の代理店等で修理対応が可能なメーカーを考慮
- ④トラクタに簡易なりモコン付ウインチを装備した機械がベスト
- ⑤生産性の検証のためハーベスタシステムを検討

- WARIO714(fendt Werner(S&R)社製)
- 生産国 : ドイツ
- 全長 : 4.75m
- 全幅 : 2.53m
- 重量 : 12t
- エンジン出力等 : 96kw/130s 6気筒
- ハーベスタ : KESLA社(スローク20SH)
- 走行速度が速く、安定した操作性
- 林業用としてキャビンが旋回
- 6.8mのクレーンとグラップル、ダブルウインチ
- 欧州で林業用として実績が豊富



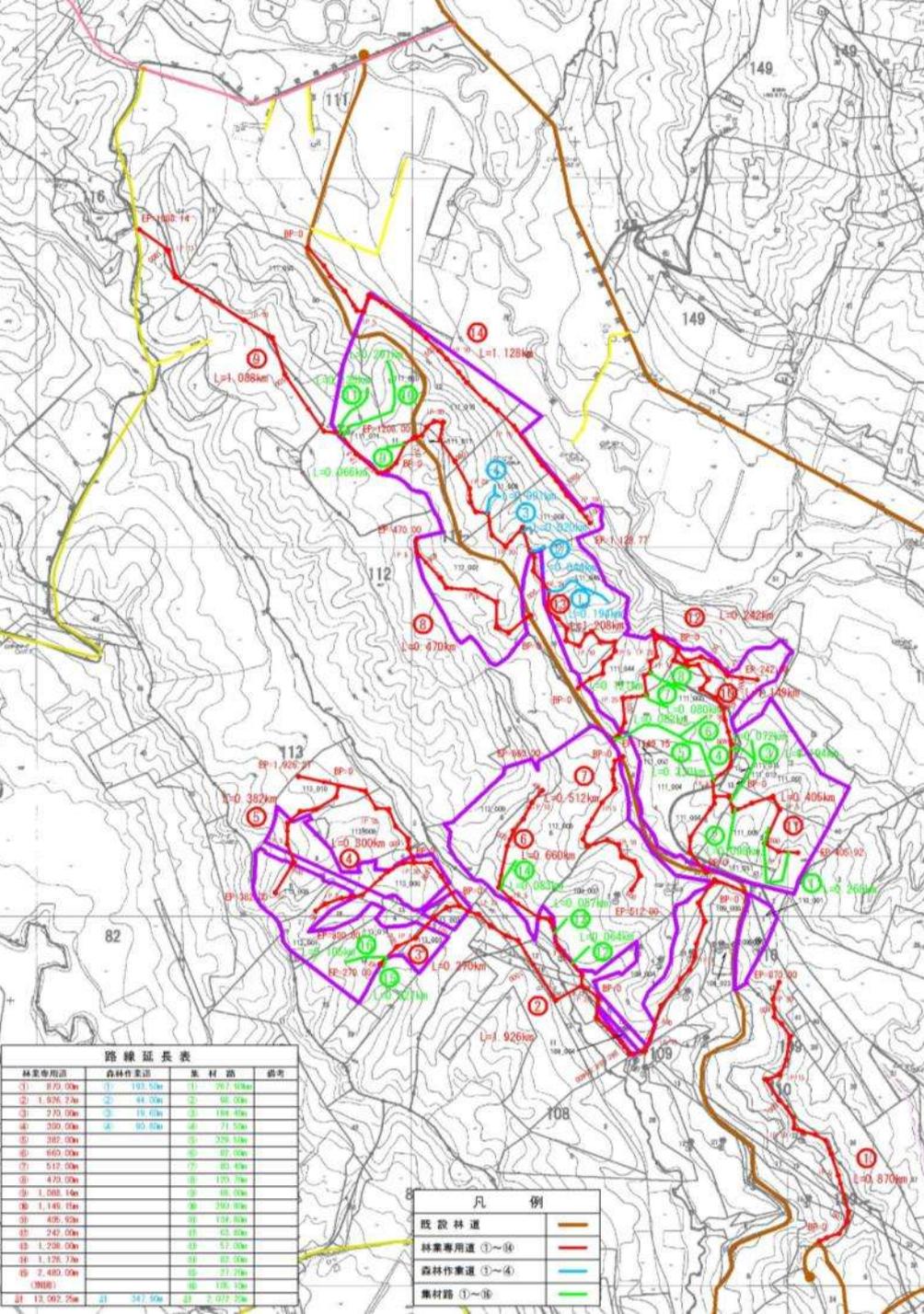
# (8)路 網



作業道作設イメージ

区分	規格	構造	開設延長
林業専用道(幹線作業道)	車道幅員3.0m	鶴居村森林組合スタンダード 凸型路盤・敷砂利厚0.3	10,612m (2,480m)
森林作業道(マシン道)	車道幅員3.0m	凸型路盤・敷砂利厚0.2	348m
林内作業線(集材路)	車道幅員3.0m	除根・敷砂利なし	2,072m

路網構造			
区分	林業専用道	森林作業道	林内作業線
幅員	車道幅員3.0m	全幅員3.0	全幅員3.0
縦断勾配	14.0%(Max16.0% Min 0.5%)	Max 16.0% (Min 0.5%)	Max 20.0%
曲線	R12m以上	R8m以上	—
横断勾配	凸型 5%以上(縦断勾配以上)	凸型 10%	—
路盤	敷厚0.3m(上層 ビリ)	敷厚0.2m	—(除根)
法面勾配	切土:0.8~1.0 盛土:1.2~1.5	切土:0.8 盛土:1.2	切土・盛土なし
排水施設	H=0.1m・L=1.0m	なし	なし



# ● 林業専用道 (幹線作業道)

- 路線数: 15路線
- 総延長: 13.1km
- 開設費: 128,647千円  
(9,800円/m)
- 基本: 多曲線・低勾配・小法面
- 地形に沿った曲線・縦断勾配
- 凸型路盤
- 切土・盛土高の最小化 (土工量の低減)
- 沢地形の回避
- 土砂流出・河川汚濁への配慮
- 経済的・効率的・効果的線形の選定



路線延長表

林業専用道	森林作業道	集材路	備考
① 0.92 00m	① 103.50m	① 297.80km	
② 1.826 73m	② 44.00m	② 98.00km	
③ 2.93 00m	③ 19.70m	③ 184.40km	
④ 300.00m	④ 80.00m	④ 71.50km	
⑤ 387.00m	⑤ 30.00m	⑤ 329.50km	
⑥ 660.00m	⑥ 30.00m	⑥ 37.00km	
⑦ 517.00m	⑦ 30.00m	⑦ 30.00km	
⑧ 473.00m	⑧ 170.00m	⑧ 170.00km	
⑨ 1,088.14m	⑨ 40.00m	⑨ 40.00km	
⑩ 1,149.15m	⑩ 250.00m	⑩ 250.00km	
⑪ 436.92m	⑪ 134.80m	⑪ 134.80km	
⑫ 242.00m	⑫ 63.80m	⑫ 63.80km	
⑬ 1,236.00m	⑬ 57.00m	⑬ 57.00km	
⑭ 1,126.73m	⑭ 87.00m	⑭ 87.00km	
⑮ 2,485.00m	⑮ 271.20m	⑮ 271.20km	
⑯ 300m	⑯ 128.50m	⑯ 128.50km	
⑰ 13,987.25m	⑰ 347.50m	⑰ 347.50km	

凡 例

既設林道	—
林業専用道 ①~⑯	—
森林作業道 ①~④	—
集材路 ①~⑯	—

## ● 森林作業道(マシン道)

- 路線数: 4路線
- 総延長: 348m
- 開設費: 1,260千円(3,600円/m)
  - 基本: 地形に沿った曲線・縦断勾配
  - 凸型路盤
  - 切土・盛土の最小化(路面形成のみ)



## ● 林内作業線(集材路)

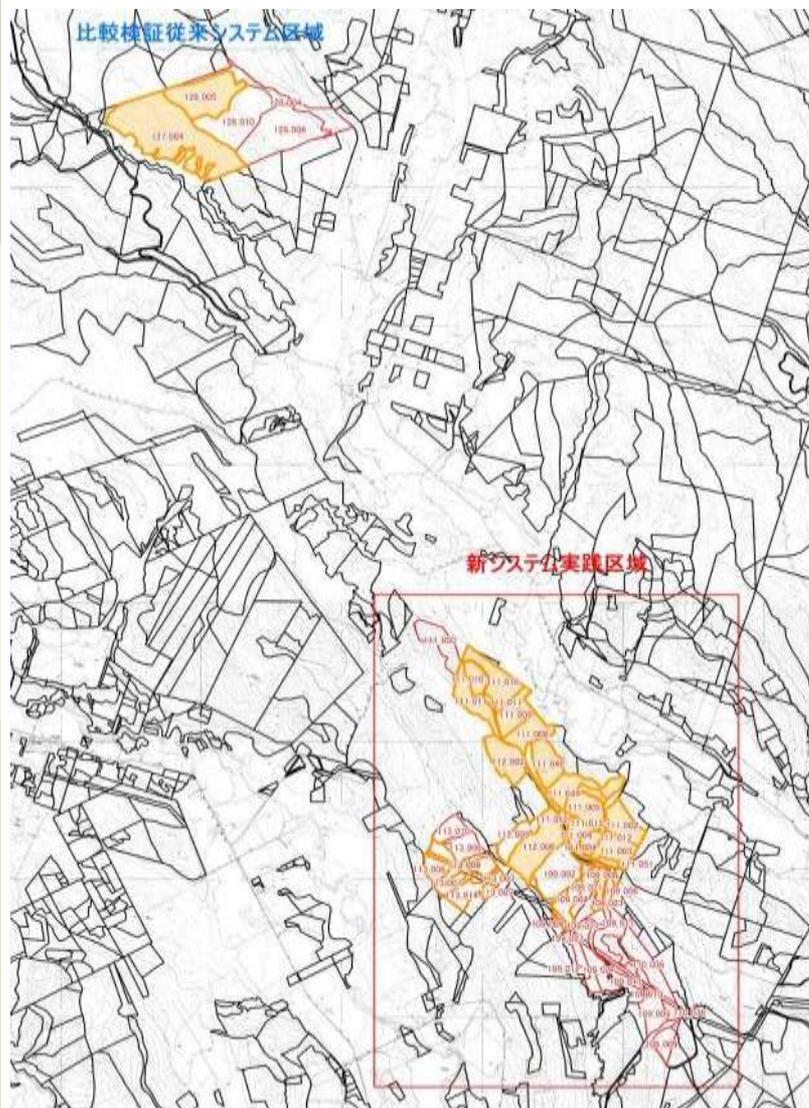
- 路線数: 16路線
- 総延長: 2,072m
- 開設費: 610千円(294円/m)
  - 基本: 除根のみ



- 事業計画区域: 195ha 全路網延長: 13,032m
- 路網密度: 67m/ha
- 平均集材距離: 56m (定数1.5)
- 最大集材距離: 112m

# 7) 実践結果

- ①間伐期間: 10月1日～2011年3月15日
- ②新システム間伐予定面積: 106ha ➡ 71ha
- ③従来システム間伐実施面積: 40ha
  - ・平均伐倒木高: 21m (標準地調査データ)
  - ・平均伐倒木径: 26cm (標準地調査データ)



	新システム	従来システム
施業団地	茂雪裡	茂雪裡
林 班	111-2 他	127-4 他
樹種 (林 齢)	カラマツ (40～49年生)	カラマツ (41年生)
成立本数 (ha当り本数)	38,380本 (548本/ha)	30,476本 (756本/ha)
蓄積 (ha当り蓄積)	20,230m <sup>3</sup> (289m <sup>3</sup> /ha)	11,690m <sup>3</sup> (290m <sup>3</sup> /ha)
間伐本数 (ha当り本数)	6,357本 (91本/ha)	6,083本 (151本/ha)
間伐方法	将来木	定性
間伐率	16%	20%
搬出率	90%	70%
搬出材積	2,200m <sup>3</sup>	1,838m <sup>3</sup>
支障木材積	120m <sup>3</sup>	0m <sup>3</sup>
間伐人工数	321.6人工	163.0人工
生産性	6.8m <sup>3</sup> /人日	11.3m <sup>3</sup> /人日
伐出コスト	6,120円/m <sup>3</sup>	4,640円/m <sup>3</sup>

※機械操作を習熟した時期の新システムの生産性は10～12m<sup>3</sup>/人日程度となっている。

# ● 施業結果と標準地調査

	技術者			林業機械					工程費用 円	工程単価 (工程費用÷材積) 円/m3	工程生産性 (材積÷人工数) m3/人日 本/人日	標準地調査 データ 稼動1ヶ月目 (各工程2日調査)		
	作業 工程	人工数	平均 日額	小計	使用機械	運転 日数	日額 損料	燃料費					小計	
新システム	準備	4.8	19,406	93,149				9,893	9,893	103,042	50 円/m3			
	間伐	伐倒	126.4	18,751	2,370,175	チェンソー	122	420	112,718	163,958	2,534,133	1,150 円/m3	49 本/人日 17.4 m3/人日	58本/人日 20.3m3/人日
		集材①	136.5	18,591	2,537,067	ハーベスタ グラップル	53 76	40,000 32,000	310,388	4,862,388	7,399,455	3,360 円/m3	16.1 m3/人日	17.3m3/人日
	作業	造材	40.0	19,421	776,840	ハーベスタ プロセッサ	25 13	40,000 34,500	118,223	1,566,723	2,343,563	1,070 円/m3	55.0 m3/人日	57.9m3/人日
		集材②	18.7	19,095	357,711	ハーベスタ グラップル	4 21	40,000 32,000		832,000	1,189,711	540 円/m3	117.4 m3/人日	
	後整理													
	間接事業費				326.4人日					18,300 円/人日		5,973,120	2,570 円/全m3	
	間伐人工数		321.6人日		全体人工数		326.4人日							
	生産性		6.8m3/人日		全体生産性		6.7m3/人日							
	伐出コスト		6,120 円/m3		全体コスト		6,170円/m3							

	技術者			林業機械					工程費用 円	工程単価 (工程費用÷材積) 円/m3	工程生産性 (材積÷人工数) m3/人日 本/人日			
	作業 工程	人工数	平均 日額	小計	使用機械	運転 日数	日額 損料	燃料費				小計		
従来システム	準備	9.0	18,037	162,333						162,333	90 円/m3			
	間伐	伐倒	34.5	18,037	622,276	フェラバンチャー チェンソー	13 19	27,000 525	218,510	579,485	1,201,761	650 円/m3	176 本/人日 53.3 m3/人日	
		集材①	46.5	18,037	838,720	グラップル	48	25,000		477,520	1,677,520	1,370 円/m3	39.5 m3/人日	
	作業	造材	27.0	18,037	486,999	ハーベスタ	28	34,500		411,480	1,377,480	1,010 円/m3	68.1 m3/人日	
		集材②	55.0	18,037	992,035	グラップル グラップル2 フォワーダ	12 18 26	25,000 26,000 24,933	558,800	1,975,058	2,967,093	1,610 円/m3	33.4 m3/人日	
	後整理	11.5	18,037	207,425				126	40	207,425	110 円/m3			
	間接事業費				203.0人日					20,100 円/人日		4,080,300	2,220 円/全m3	
	間伐人工数		163.0人日		全体人工数		183.5人日							
	生産性		11.3m3/人日		全体生産性		10m3/人日							
	伐出コスト		4,640円/m3		全体コスト		4,840円/m3							



# ●標準地調査結果

【高性能林業機械稼動1カ月目(各工程2日間調査結果)】

## 伐倒作業

調査日	12月13日		12月15日		12月15日		計		伐倒・枝払い 日平均作業量	
作業員名	高森力人		高森力人		大友真路					
作業時間(時:分)	7:30	1本当り	7:30	1本当り	7:30	1本当り	22:30	1本当り	7:30	
伐倒作業	本数(本)	70	—	52	—	52	—	174	—	搬出材積 2,200 間伐本数 6,357 平均材積 0.35m <sup>3</sup> /本
	伐倒時間(時:分:秒)	1:04:44	0:00:55	1:17:28	0:01:29	0:49:16	0:00:57	3:11:28	0:01:06	
	枝払時間(時:分:秒)	2:53:22	0:02:29	2:21:57	0:02:44	2:26:31	0:02:49	7:41:50	0:02:39	
	元口φ(cm)	33	—	31	—	31	—	32	—	
	樹高(m)	19	—	18	—	20	—	19	—	
	元口腐朽(本・%)	5	7.1%	4	7.7%	0	0.0%	9	5.2%	
	路網からの平均距離(m)	19		8		14		14		
掛木(本・%)	6	8.6%	8	15.4%	6	11.5%	20	11.5%		

## ウィンチ・クレーン集材

調査日	12月16日		12月17日		計		ウィンチ クレーン作業時間		
機械名(オペレーター)	ワリオ(稲本)		ワリオ(稲本)						
作業時間(時:分)	7:30	1本当り	7:30	1本当り	15:00	1本当り	7:30		
集材	ウィンチ クレーン 集材①	本数(本)	37	—	65	—	102	—	50本/人日 17.3m <sup>3</sup> /人日 0:03:16 本当たり
		引込み延長(m)	410	11	1,140	18	1,550	15	
		作業時間(時間:分:秒)	0:45:19	0:01:13	1:40:08	0:01:32	2:25:27	0:01:26	
	クレーン②	本数(本)	56	—	40	—	96	—	
		作業時間(時間:分:秒)	0:38:04	0:00:41	0:28:18	0:00:42	1:06:22	0:00:41	
		本数(本)	73	—	84	—	157	—	
土場までの距離(m)	5,500	75	7,140	85	12,640	81	27.5m <sup>3</sup> /人日		
作業時間(時間:分:秒)	1:20:04	0:01:06	1:41:31	0:01:13	3:01:35	0:01:09			

ハーベスタ(造材)

調査日		12月14日		12月20日		計		日平均作業量		
機械名(オペレーター)		ワリオ(橋本)		ワリオ(橋本)						
作業時間(時:分)		7:30	1本当り (m3当り)	7:30	1本当り (m3当り)	15:00	1本当り (m3当り)	7:30	材割合	
ハーベスタ 造材	A材 (合板用) (L=2.0m)	造材本数(本/日)	45		68		113	57	10%	
		作業時間(時間:分:秒)	0:25:56	0:00:35	0:29:35	0:00:26	0:55:31	0:00:29		0:27:45
		造材材積(m3)	5.7	(0:04:33)	7.9	(0:03:45)	13.6	0:04:05		6.8
	A材 (合板用) (L=3.0m)	造材本数(本/日)	47		65		112		56	10%
		作業時間(時間:分:秒)	0:27:15	0:00:35	0:28:05	0:00:26	0:55:20	0:00:30	0:27:40	
		造材材積(m3)	9.9	(0:02:45)	12.5	(0:02:15)	22.4	0:02:28	11.2	
	B材 (梱包材・ラミナー) (L=4.0m)	造材本数(本/日)	126		180		306		153	26%
		作業時間(時間:分:秒)	0:50:41	0:00:24	1:14:03	0:00:25	2:04:44	0:00:24	1:02:22	
		造材材積(m3)	19.3	(0:02:38)	27.9	(0:02:39)	47.2	0:02:39	23.6	
	C材 (おが粉材) (L=2.0m)	造材本数(本/日)	264		371		635		318	54%
		作業時間(時間:分:秒)	1:02:05	0:00:14	1:36:49	0:00:16	2:38:54	0:00:15	1:19:27	
		造材材積(m3)	12.3	(0:05:03)	20.2	(0:04:48)	32.5	0:04:53	16.3	
								57.9m3/人日 (3:17:14)		

## 8) 高性能林業機械の改良

- ① ナイロンロープへの交換  
(ウインチ作業の効率化)
- ② 牽引荷台フックの改良  
(牽引荷台取付けの簡素化)
- ③ タイヤチェーンの取付け  
(冬季作業の安全性の向上)
- ④ 小物入れ等の取付け  
(作業の効率化)



# 9) 新たな作業システム課題・評価と対策

## (1) 地域ビジョンと施業計画に関する事項

課題と評価	対策
① 【森づくりの方針】 ・フォレスターの提案は地域および組合にとって高いハードルである。	・実践区域をモデル地域として、所有者にモデル地域を見せて、合意形成を推進する。 ・また、北海道や村の協力を得つつ作業道整備を推進する。
② 【将来木施業】 ・地域に即した樹種別のha当り本数の検討が必要。 ・また、恒続林へ誘導するための下層植生と更新方法の検討が重要。	・地域として積極的に取り入れていくが、所有者意向を第一として、多様な方法で間伐を実施。 ・今後、低年齢段階の将来木施業に取り組む。 ・更新方法はササ排除による天然更新と、植栽による。 ・なお、ウインチ作業によるササのかく乱は期待できない。



## 課題と評価

## 対策

- ③ 【釧路湿原との関係】  
・新たな作業システムは湿原の環境保全に貢献できる。特に、土壌保全に配慮した集材方法は有効と考えられる。

- ・今後とも、作業システム概況図に準拠して施業を実施する。
- ・また、新たな作業システムについて積極的に情報発信を行う。特に土壌保全に配慮した集材方法について情報発信を行う。
- ・なお、凸型路面の路網は濁水流出の観点からも有効と考え積極的に取組む。

- ④ 【新たな取り組み】  
・地域森林資源の市場価値の向上と、安定した木材市場の確保

- ・森林認証：森づくりの方針と新たな作業システムを中心に森林認証(FSC)取得を検討する。
- ・集約化の推進：森林施業プランナー認定組合取得をはかり施業集約化を推進する。



## (2) 路網開設に関する事項

課題と評価	対策
<p>【路網規格と構造】</p> <p>① 実践事業では林業専用道(幹線作業道)、森林作業道(マシン道)、林内作業線(集材路)の3規格の道を委託で建設。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・路面は林内作業線以外全て凸型で、路面の降雨による荒廃はなく、地域として有効と評価。</li><li>・林内作業線を除根して建設したため、部分的にわだち化した。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・森林作業道、林内作業線は、直営で建設機械リースで建設をトレーニング。</li><li>・林業専用道および森林作業道は凸型路面を基本に開設を行う。</li><li>・林内作業線は除根を行わず使用することを検討。</li></ul>
<p>② 凸型路面では止水板(シスイエース)は不要(維持管理上からも)。</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>・凸型路面を基本に開設し、使用後に凸型に維持することで止水板は不要(今後設置しない)。</li></ul>



### (3) 高性能林業機械に関する事項

トラクター・ウインチ(WARIO714)	稼働時間	700時間(アワーメーター762)
トラクター・ハーベスタ(WARIO714)	稼働時間	630時間(アワーメーター900)

課題・評価		対策
①	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車体のいたる所のボルトの締めつけが悪く、稼働直後から緩みや・キシミなどが生じた。</li> <li>・当初納入時点検が十分でなかった可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作業着手時の点検を行いつつ作業を実施した。</li> <li>・3月末の1,000時間点検で再整備を行う。</li> </ul>
②	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ハーベスターのオイル漏れ(導入時1ヶ月後程度から)後部PTO接続部からと予測。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・早急かつ適切な修理が必要。</li> </ul>



課題・評価		対策
③	<ul style="list-style-type: none"> <li>・クレーン油圧ホース2本の破断(650時間-2本)。</li> <li>・後部にホースが集中するのが要因。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地元で修理可能な専門業者に修理依頼。予備ホースの保管。</li> </ul>
④	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ハイドバンに取付けた牽引用フック強度に不安がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ハイドバン加工により、PTO部のフック牽引使用を検討。</li> </ul>
⑤	<ul style="list-style-type: none"> <li>・後部PTO部の整備が難しい。特にオイル漏れなどの点検が行いづらい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・油圧ホースの結束と点検方法の工夫。</li> </ul>
⑥	<ul style="list-style-type: none"> <li>・クレーンを最大限に上げた状態でキャビン回転すると、クレーンとキャビンがぶつかる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・衝突しても良いガードの取付け。</li> </ul>
⑦	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フロントウィンドウの強化ガラスが見にくい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・個人差が有る。</li> </ul>
⑧	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ハーベスタマシンのキャビンの雨漏り。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ゴムシールドの取り換え。</li> </ul>



## 課題・評価

## 対策

⑨

・本体およびクレーン・ハーベスタの操作レバー（ジョイスティック）の統一性が無く、機械毎に異なる操作。

・運転者の限定。マニュアルの整備とパネルへのテプラー貼り付け。

⑩

・ジョイスティック取付け部の固定が弱い。

・固定の仕方、別メーカージョイスティックとの取り換えも検討。

⑪

・路面凹凸などの衝撃でキャビンが勝手に回転する。

・改善をメーカーに依頼。

⑫

・キャビンの回転速度が遅く感じる。

・改善をメーカーに依頼。



# (4) 作業工程に関する事項

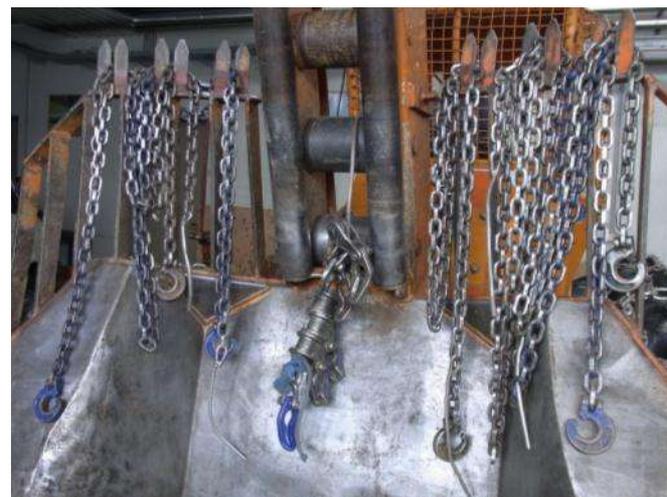
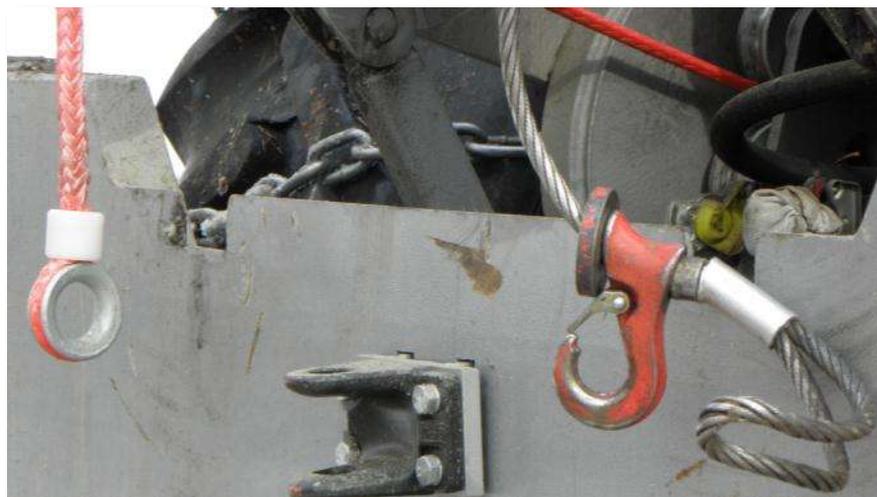
課題・評価	対策
① ・ウインチの送り出し機能が効く場合と、効かない場合が有る。(2台とも) 引き出し時にブレークが掛っているようだ。	・3月末の1,000時間点検で再整備を行う。
② ・大径材の引き上げ後に、ウインチをフリーにしてストップすると、ストップ後に1m程度巻きこむ。	・機能的な特徴なのか、故障なのか、3月末の1,000時間点検で再整備を行う。
③ ・クレーンの油量が少なく、同時操作を行うと、極端にクレーン速度が鈍くなる(ストレスを感じる)。	・ポンプの増設、クレーン操作手順の工夫。



課題・評価		対策
④	・グラップルがもう少し深い方が扱いやすい。	・グラップルの交換や、改善方法を検討。
⑤	・ハーベスタ使用時に、キャビンの揺れが著しく、身体の疲労が激しい。	・キャビンアブソーバーの改良。作業方法の工夫。
⑥	・ハーベスタの枝払い部が、枝にかかって止まった場合、その後丸太送りが出来ない。	・玉切方法の工夫(径30cmが限界)。ハーベスタ油量の改善。
⑦	・玉切時に、元口の追い上げ作業効率で全体作業が大きく変わる。	・伐倒木の見極め及びハーベスタ操作トレーニング。



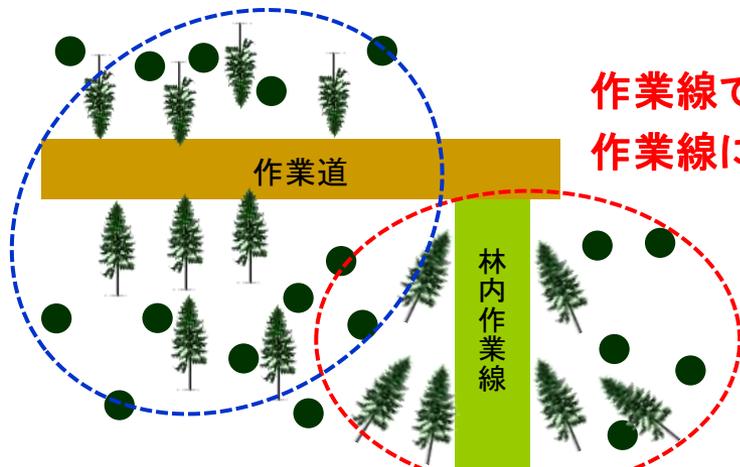
課題・評価		対策
⑧	・クレーン荷重(丸太φ 40 cm×3本)で、フロントが浮く。	・フロントに荷重添加。 マシン道の線形を工夫 (荷下げルートを優先)
⑨	・ウィンチワイヤーのフック部磨耗が激しい。	・定期的に切断編みなおし。 ・丸太結束をワイヤーから、チェーンへ切替。



# (5) 作業システムに関する事項

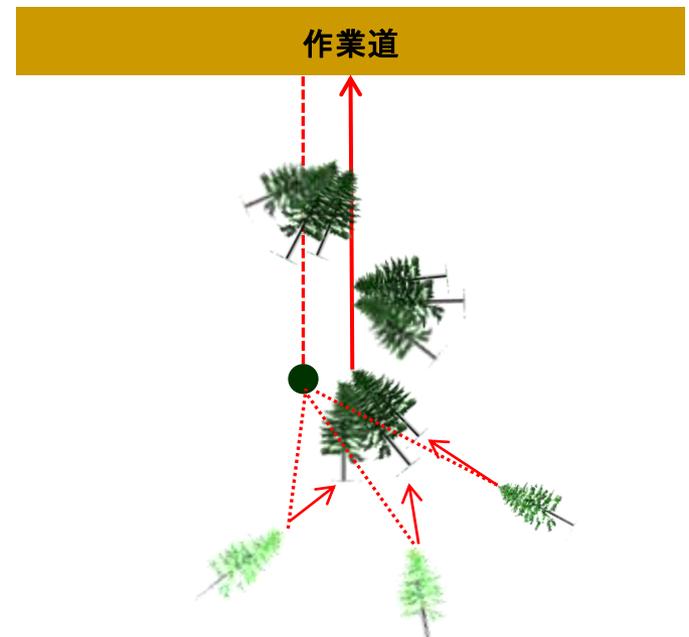
課題・評価	対策
① ・立木伐倒方向により、ウィンチの作業効率が大きく変わる。	・ウィンチ集材をイメージした伐倒のトレーニング。
② ・単木集材から複数木集材による作業の効率化。	・複数木集材をイメージした伐倒とウィンチ集材のトレーニング。

作業道では  
作業道に直角



作業線では  
作業線に鋭角

作業線からウィンチが  
遠いほど直線で引上げる



課題・評価	対策
<p>③ ・ハーベスタ伐倒・玉切→クレーン+牽引荷台による生産性向上への取組み。</p>	<p>・平坦地形・低齢級林分におけるトレーニング。</p>
<p>④ ・残存木の保護と次の間伐時のために被害木を残存。</p>	<p>・路端周辺の集材に伴う被害が予想される立木に、プロテクター等を検討。          ・路網周辺の被害木は、次の間伐時のガード木として、そのまま保残も検討。</p>



## 課題・評価

## 対策

⑤

全幹土場販売および全幹で組合土場へ運搬後の造材による作業の効率化。

- ・全幹土場販売ルート確保と販売、材積算出方法の検討。
- ・組合土場への全幹運搬は牽引荷台のロング化で対応検討。

④

・作業道管理の牽引グレーダーによる路面整備は有効であるが、削り過ぎ対策が必要。

- ・一定厚を整備するようにハイドバン後方に埋まりこみ防止のタイヤ等を装着した改良が必要。

