

# 世界標準に向けた素材生産の機械化とその方向

2024年2月9日

一般社団法人 日本木材輸出振興協会 山 田 壽 夫

## 1. 日本の素材生産の状況

我が国の主伐の生産性は高性能林業機械の導入等により

1990年の**1.6m<sup>3</sup>/日人**から2021年には**7.3m<sup>3</sup>/日人**まで向上しています。



熊本県五木村  
所有山林の伐採現場  
2022年10月

## 2. スウェーデンの素材生産の状況

スウェーデンは1960年代の $2\text{m}^3/\text{日人}$ から、コンピュータの導入、特にICTの導入以降飛躍的に生産性が伸びている。

林業機械からのレポートは、2分間に一回の頻度で送信され、詳しいデータも15分から一時間に一度送られているなどによりビッグデータが集積され、そのデータにコントロールされた山元での短幹自動採材用のハーベスタにより生産性の向上に結び付いています。

2016年調査では平均 $40\sim 60\text{m}^3/\text{日人}$ とのこと、伐採して、工場までの生産コストが約 $1,680\text{円}(120\text{SKE})/\text{m}^3$ という、驚くべき数字です。



**KOMATSU** | Forestry Quality™

ハーベスター機の稼働状況









# Norra森林組合（スウェーデン北部）

組合員 1万6千人

面積120万ha

売上200百万ユーロ（260億円）

従業員320人（製材工場のみ、そのほか伐採・運材320人、伐採は50～60チームが担当）

製材工場3工場

原木40万立方×2工場80万立方

製材品40万立方

電柱6万本

所有者480skr/m<sup>3</sup>（約7,000円）

伐採・搬出120skr/m<sup>3</sup>（約1,700円）

製材機の

製材スピード45m~100m/分



• 2016年調査

### 3. ニュージーランドの素材生産の状況

ニュージーランドでは、傾斜地の伐倒をハーベスタで行うため、エクスカベータにウインチを搭載しアシストする**テザーシステム**など生産のコスト削減のためにあらゆる分野での機械化を進めています。

一方で可能なところは**18m**で採材し製材土場で丸太をスキャナーにかけ、**山元の35人分の省力化**を実現している例も見られました。

スウェーデンのように全森林に**Wi-Fi**の届かないニュージーランドですが、それでもタブレットや無線で補完・合理化し**30~120km**のトラック賃**800~1,440円/トン(0.97m<sup>3</sup>)**、配送コントロール費**80~120円/トン**と運送のコスト削減に努めています。

2017年の調査では工場までの素材生産は架線系**3,200円/トン**、車両系**2,160円/トン**という低コストを達成していました。



**TRACTIONLINE**

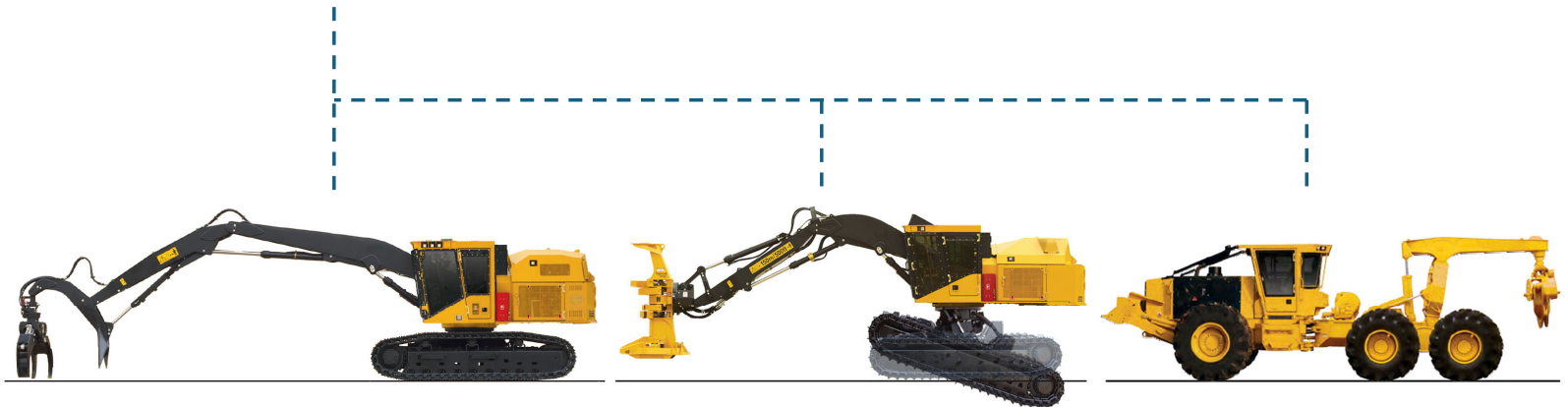
*The Original – TractionLine Steep Slope Winch Assist System.*





# TRACTIONLINE

*TractionLine Mk3 – Multipurpose Operation.*









PANPAC



















中古のブルドーザーを架線の先柱として利用  
伐根に排土板をあてて、支持力を確保



**HAWKEYE**

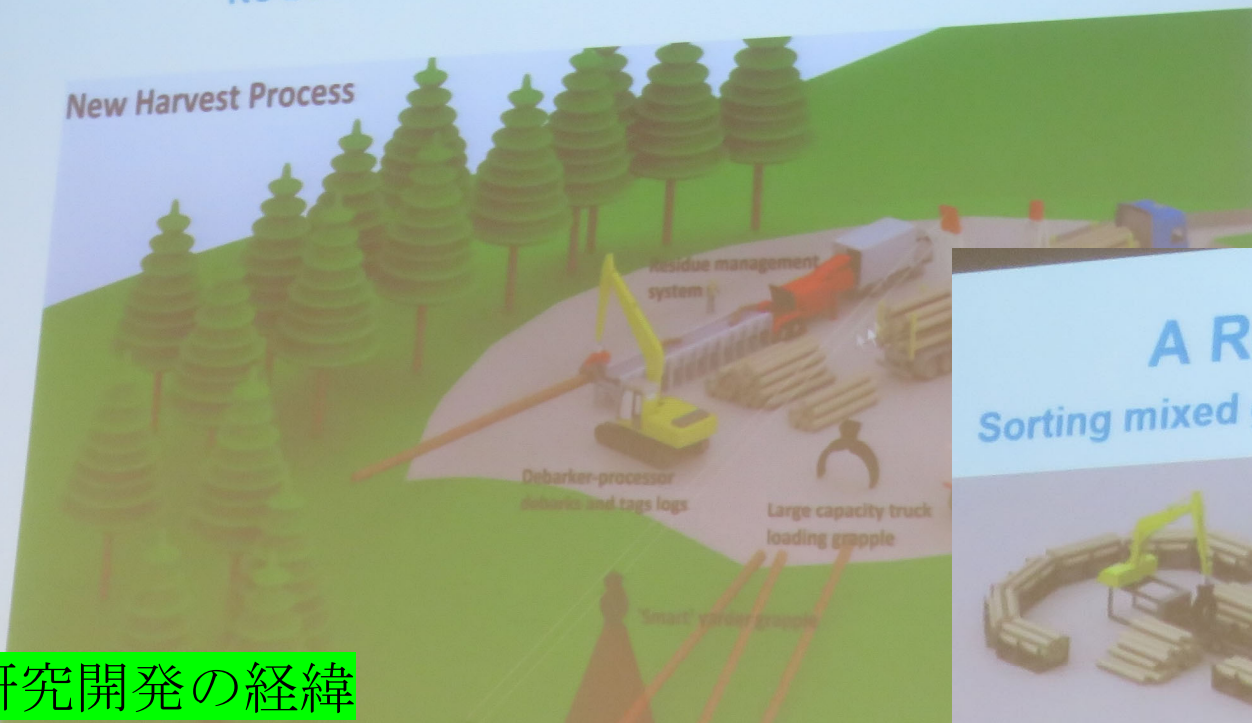




## A New Harvest Process

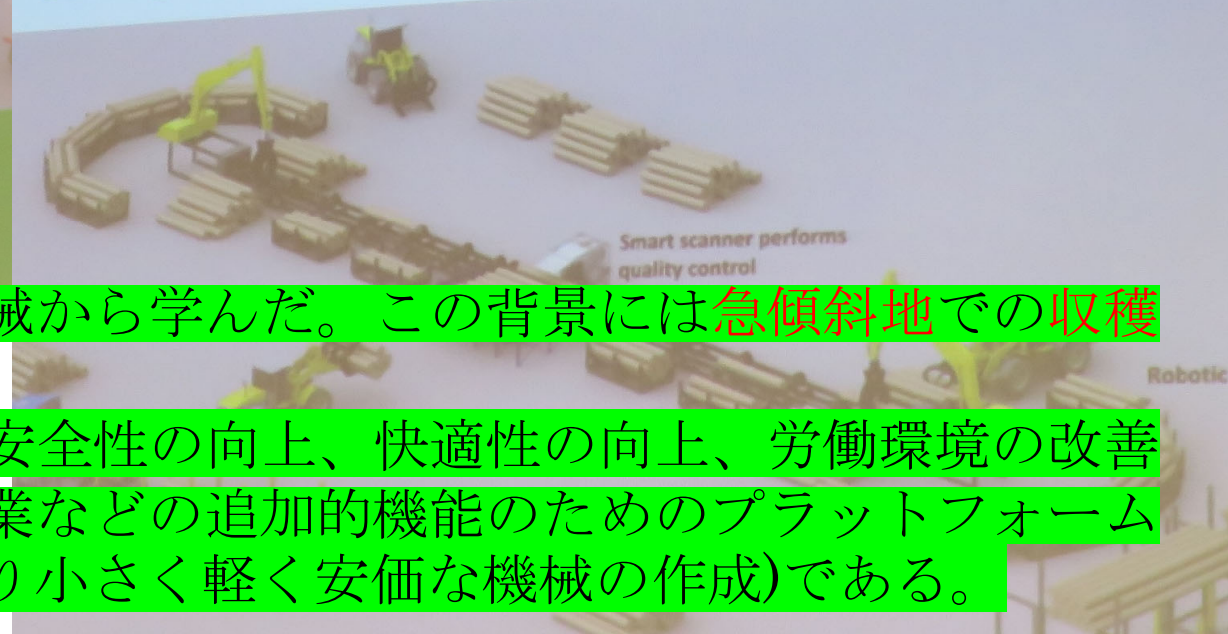
“No boots on the ground, no hands on the log”

### New Harvest Process



## A Robotic Log Sort Yard

Sorting mixed grade logs and automating truck loading



### 研究開発の経緯

- ・最初は米国やオーストラリアの林業機械から学んだ。この背景には急傾斜地での収穫システムの開発の必要性があった。
- ・遠隔操作（Why teleoperate?）は、安全性の向上、快適性の向上、労働環境の改善による労働者の定着向上、半自動化作業などの追加的機能のためのプラットフォームの提供、将来的には運転席の撤去（より小さく軽く安価な機械の作成）である。











#### 4. 米国の素材生産の状況

昨年米国ジョージア州では、フェラーバンチャーによる伐倒、スキッダによる集材・枝払い、プロセッサでの長尺採材・積込みとプロセッサによる枝払いの工程を省くなど山元での作業を極力簡素化し、大型トラックで、長尺のまま75km圏内を集荷し、伐倒搬出工場着890~1,400円（7~10ドル）/m<sup>3</sup>というコスト削減を実現していました。

長尺の丸太を製材工場で長さ、断面の木取り、欠点などをコンピュータが判読するシステムで、米国の最新鋭の80万m<sup>3</sup>の製材品を生産する工場では、1分間に300m近くで送材されて来る丸太を一人でコンピュータを使い処理していました。それだけ発展したコンピュータを使いこなして低コスト化を実現しているということです。





















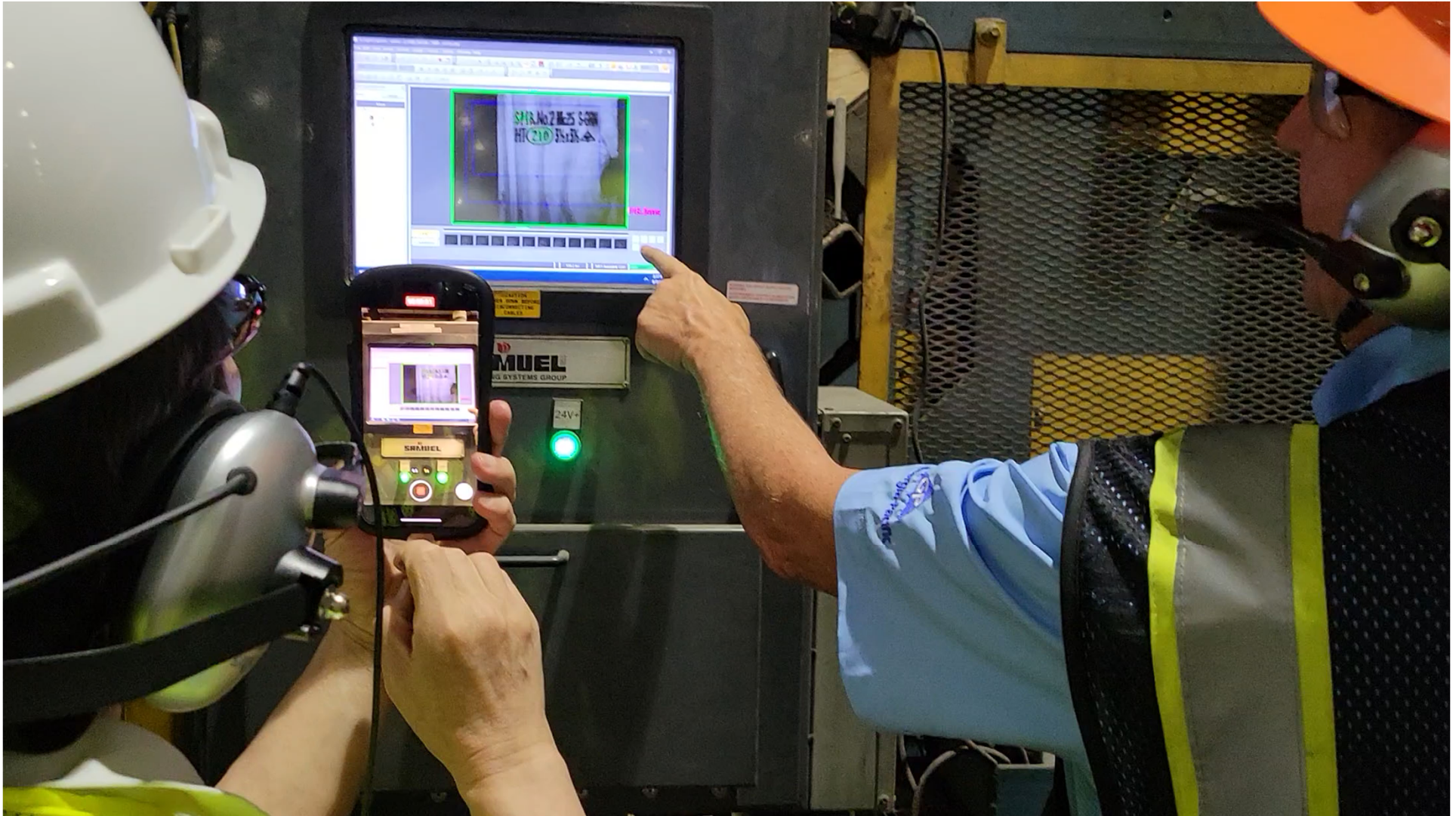












## 北欧地域

素材生産システムの合理化	合理化の仕組み	日本での取組状況
<p><b>StanForDシステム</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2016年スウェーデンの森林地帯もWi-Fi環境</li> <li>・ 1898年すでに乗用機械で伐倒作業</li> <li>・ 2012年主伐19万ha、1,000円/m<sup>3</sup>、2016年伐採搬出工場着1,680円/m<sup>3</sup>、</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 山元での短幹自動採材用のハーベスタを開発</li> <li>・ 最適採材のICT化、ビッグデータの構築</li> <li>・ 一台のハーベスタが100万本/年間、約1,000haのデータを採取</li> <li>・ 1997年フィンランドですでにStanForD的取組み</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 林業機械のヘッドでのデータ採取への取組みは研究で見られるものの、この10年組織的なビッグデータの構築の動きなし</li> </ul>



## ニュージーランド

素材生産システムの合理化	合理化の仕組み	日本での取組状況
<p>テザーシステム</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 大規模会社有林の団体で、機械化への取り組みを2014年開始</li> <li>・ Wi-Fiは森林地帯に届かず、それでもタブレットや無線で補完し合理化</li> <li>・ 2017年架線系3,200円/トン、車両系2,160円/トン</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 傾斜地の伐倒をハーベスタで行うため、エクスカベータにウインチを搭載しアシスト</li> <li>・ 30～120kmのトラック賃800～1,440円/トン 配送コントロール費80～120円/トン</li> <li>・ 18m採材を平土場で丸太にスキャン、山元の35人分の省力化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現在住友林業とキャタピラー社で<b>日本型を開発中</b></li> <li>・ 配送のコントロールは会社ごとに工夫、<b>組織的取り組みなし</b></li> <li>・ <b>3m、4mの採材中心</b>（山から7mの通し柱用丸太を運材しており、8m程度までは可か）</li> </ul>

## 米国

素材生産システムの合理化	合理化の仕組み	日本での取組状況
<p>山元作業の最小化</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・フェラーバンチャーによる伐倒、スキッダによる集材・枝払い、プロセッサでの長尺採材・積込み 合計3台3人作業</li><li>・2023年伐倒搬出工場着 890~1,400円/m<sup>3</sup></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・プロセッサによる枝払いの工程はなく、枝を折って簡素化</li><li>・大型トラックで、長尺のまま75km圏内を集荷</li><li>・乱尺の丸太を製材工場 で長さ、断面の木取り、 欠点などをコンピュータが判読</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・林道、作業道の道幅の制限から、10トントラック、場所によっては4トン程度のトラックで小運搬有</li></ul>



## 5. ニュージーランド、米国ジョージア州と我が国の相違

このニュージーランドと米国ジョージア州は、我が国とほぼ同じ約3,000万m<sup>3</sup>の木材を生産しています。

その伐出労働者はそれぞれ約4,000人と3,500人ということで、我が国の伐出労働者2万人とは大きくかけ離れており、AIなどの活用によって素材生産分野での労働力を機械に置き換えることが必要です。

我が国では世界標準に向けた年間約16,000人分の作業の機械開発があるということです。

(参考) 日本の林業従事者 (森林林業白書より)

	1985年	1990年	1995年	2000年	2005年	2010年	2015年
林業従事者	126,343 (19,151)	100,497 (14,254)	81,564 (10,468)	67,558 (8,006)	52,173 (4,488)	51,200 (3,020)	45,440 (2,750)
育林従事者	74,259 (15,151)	58,423 (10,848)	48,956 (7,806)	41,915 (5,780)	28,999 (2,705)	27,410 (1,520)	19,400 (1,240)
伐木・造材・ 集材従事者	46,113 (2,870)	36,486 (2,326)	27,428 (1,695)	20,614 (1,294)	18,669 (966)	18,860 (610)	20,910 (690)
その他の林業 従事者	5,971 (1,130)	5,588 (1,080)	5,180 (967)	5,029 (932)	4,505 (817)	4,930 (890)	5,130 (820)

## 6. 今後我が国の素材生産の合理化に必要な方向

(その1)

我が国の素材生産での抜本的改革の方向としては、もちろんこれまでの伐採現場などでのAI、ICT、Wi-Fi等を活用した素材生産の安全性・生産性の向上を追求することが1つの方向です。

(その2)

一方で、山元での現場の状況に応じて採材や小運搬(丸太の積み替え)を極力最小化することも模索して見る必要があります。5m、8mなどの長尺に採材、山元での桎積み、材積測定などの副作業をなるべく省略し、素材生産コストを縮減する。

山元から4t車から10t車で運材し、50km圏内にあるWi-Fiの通じる原木市場や大規模工場で質や欠点を含めて最新鋭のコンピュータ制御のスキャナーで付加価値が最大になるように採材(強度×含水率でも仕分け)し、そのデータを集積し生産性の向上に取り組むことも一つの方向だと考えます。

最新鋭の丸太生産スキャナーを開発し採材、そして20トン車、30トン車を使い最終加工場へ運搬する方式、すなわち我が国の林道・作業道の制約の上に立ったAI時代にふさわしい方式の導入です。



7. 「山林を足で歩かず丸太に手で触れない素材生産」は林業の機械化で可能

(1) 素材生産のすべての工程で手と足を直に使わない、機械を通じて使うシステムを追求し合理化する。

(2) 山元の現場の状況に応じてどんな小さな作業でも安全性の向上と低コスト化に向かって機械化にチャレンジすることが重要です。

(3) 難しいと諦めるのでは何事も成りません、目標を掲げなければ達成できないのです。

(4) 関係者が一丸となってAI等を活用した林業の機械化に取り組みましょう。