

3 企業訪問等現地調査結果（個別）

- ・フィンランドは19の県に分かれており、地方分権が進んでいる。今回、中央スオミ県、北カレリア県、カイヌー県などフィンランド東南部の林業が盛んな地域での調査を行った。

(1) 8月30日(金)～31日(土) -①FinnMETKO-

① 林業機械展【フィンメトコ (FinnMETKO)】



○視察内容

【イベントの概要】

- ・フィンランド最大の林業機械販売展示会。展示エリアは150ヘクタール以上(図3-1-1)。
- ・2024年度の出展者は340社以上、来場者は約30,700人。
2年に1度の隔年開催(同一場所)で次回は2026年9月3日から5日までの開催予定。
- ・屋外と屋内のエリア、作業デモンストレーション、試乗、競技エリア、バイオマスエネルギー関連などの展示がある。
- ・平日があつたにも関わらず、多くの子供・若者・女性が来場していて、各ブースで楽しんで林業に親しめる工夫があつた。
- ・ランチなどを食べる場所は数カ所あるが、どこも非常に混んでいた。また、一度同行者と別れると再集合に時間がかかってしまう。できるだけ少人数ごとの行動が良いかもしれない。

【フォワーダ】

- ・〈サンボ〉中型機で日本へ導入されている。雪上含む傾斜20～25度まで対応。
- ・〈コマツ〉コマツ825のベースマシンにコマツ純正G25ヘッドがついたフォワーダに試乗した。やはりベースマシンの油圧及び油量とも多く余裕があり、反応が速過ぎて少し苦戦したが、徐々に慣れた。ベースマシンの高さ的に日本では輸送が難しいかなと感じた(全高3850mm)。
- ・〈プロシルバ〉バンダラムフォワーダ：それぞれのタイヤに独立してモーターが付いている。森林の中で移動しても、それぞれのタイヤが上下して水平に進む。最大上下可能範囲は1.2m。幅は2.8mのみ。フォワーダはハーベスタ以上の幅はいらない。
- ・〈プロシルバ〉高さ0.6m位の伐根までなら乗り越えることが可能。
- ・〈プロシルバ〉フォワーダが一度通り過ぎた時に、全てのセンサーの角度を記録して自動運転に繋げることが可能な重機を開発中。
- ・〈プロシルバ〉ヨーロッパ中心に、環境に優しい運転などが求められている。今のモデルは各タイヤの回転速度を管理できるので、タイヤの無駄な空回りすることを防ぐことができるので環境に配慮することが可能。
- ・運搬の際の地上高が3.8mを下回るものは、一部の小型のものを除いて見つけることが出来なかった(*日本の公道ではトレーラに載せた状態で地上高3.8m、許可を得れば4.3mが運搬できる高さとなる)。
- ・上記の問題意識をいくつかのメーカーブースで尋ねてみたが、反応は鈍かった(日本経験のあるプロシルバは除く)。

【ハーベスタ】

- ・〈コマツ〉カラーマーキングの種類は、日本と同様で2色までしか活用していない（このことをブースの説明員に聞いたところ、最初は3色可能と回答された。次の日に改めて確認を求めたところ、2色までとの回答。このようなことは、海外展示会では結構起こりがちに感じる。海外視察では注意が必要と改めて思った）。現場では林道沿いの納品先ごとに仕分けるまでしか利用することを考えていない。そこから、運材トラックには1種類しか積載しないので混ざることはない。
- ・〈コマツ〉コマツ 901XC のベースマシンに日本でも最も多く使われているコマツ C93 ヘッドを搭載したハーベスタに試乗した。実際の伐倒は禁止されていたが、ヘッドの動きはスムーズで日本の機械より力強く感じた。走行性能は高く 36 kmの走行速度を確保していた。キャビン内は広く快適で作業しやすい環境だった。
また、林内の走行軌跡をコンピューターの画面に正確に映し出すことができていた。やはりフィンランドは環境上（下層植生の有無や本数密度の違いなのか）位置情報を日本よりは正確に得られているようだった。
- ・〈ジョンディア〉ティンバーライト（モジュールシステム）では、ハーベスタヘッドから生産データを取得し、事務所にそのデータを送ることが可能。伐倒した木の位置や生産情報が把握できる。ハーベスタの量と事務所の価格情報を基に決済している。
- ・〈ボンセ〉PONSSSE Manager を活用することで生産データの管理や、オペレータの仕事量、休憩時間を把握でき、オペレータ同士の比較や給料への反映もできるようになっている。
- ・〈ケスラ〉SH 型のハーベスタヘッドが日本で一番売れている。ヒノキの処理、品質を保ちながら処理できるのが特徴。ローラー式ハーベスタ RH25 型のハーベスタでマツやスギを処理するためによく売れている。現在 RH26 型が新型機。
- ・〈ケスラ〉ハーベスタヘッドだけを作っているメーカーで一番のシェア。機械自体を作らないメーカーなので、どんなソリューションが求められているのかを知る必要があり、適用範囲が広い、掘削機にも適したヘッドを作っている。
- ・位置の記録や誘導についての技術もハーベスタ等への実装はあまり進んでいない印象。RTK や CLAS（ヨーロッパでは EGNOS）技術などの活用はむしろ日本の方が積極的かと感じた。
- ・今回の押し技術は「インテリジェントなブームコントロール」のようであった。
(立木を掴む技術が日本で需要があるかは未知数)

【バイオマス】

- ・〈ジョンディア〉フォワードに、グラップルではなくハーベスタ（またはフェラバンチャ）ヘッドを付けることでバイオマス集材に使用できるようにしている。バイオマス材が多い現場では、オペレータが伐倒して、その後グラップルに付け替えて集材している現場がある。25度までの傾斜対応。

【その他】

- ・〈クロノス〉大型草刈りヘッドを汎用型トラクターに装着し、広範囲の草刈りが可能。
- ・〈Risutec〉コンテナ苗植栽機が展示されていて、それなりの関心を集めていた。Risutec 社の植栽機は 10t (0.45) クラスの油圧ショベルにも装着できるものがあって、大型の Bracke 社の植栽機と比較して日本でも活用しやすいかもしれない。これはスペインで利用されているとのこと。
- ・ウインチアシスト（テザーシステム）について：数年前のエルミアでは各企業がプッシュしていたが、今回は地味に展示されているものが多かった。北米や NZ では「ゲームチェンジャー」と呼ばれているが、傾斜地のないフィンランドではあまり関心を集めないのかもしれない。
- ・〈ケスラ〉日本は重要な市場。意見交換して製品に反映させるのが大事。トラクターの装備品、木材収集装備が主な事業。
- ・〈ケスラ〉トラクターの装備は 64 年前から作っていて経験がある。農家や個人が使う小さいものまでラインナップしている。
- ・〈ケスラ〉山火事対策としてトラクターにつけるタンクを販売している。フォワードとしても使える。山火事対策の展開として消防材がある。炎に水を当てて消火すると水蒸気が発生するのが難点なため、炎の隣に燃えない区域をつくり延焼を防いでいる。1%の濃度で難燃材をつくって撒くと難燃の表面ができて火がつかなくなる。生分解性。水平距離 50m 先、高さ 45m まで届く。クレーンにホースも付いていて直接消火もできる。グラップルも難燃性。給水は 10 分で満タン。最低 150 馬力のトラクターが必要。今後、軽量版も検討している。タンクとトレーラーで価格 20 万ユーロ。

→<https://youtu.be/Z1s2Nz0vVQA?si=YCxjvKH3k4RQTe5S>

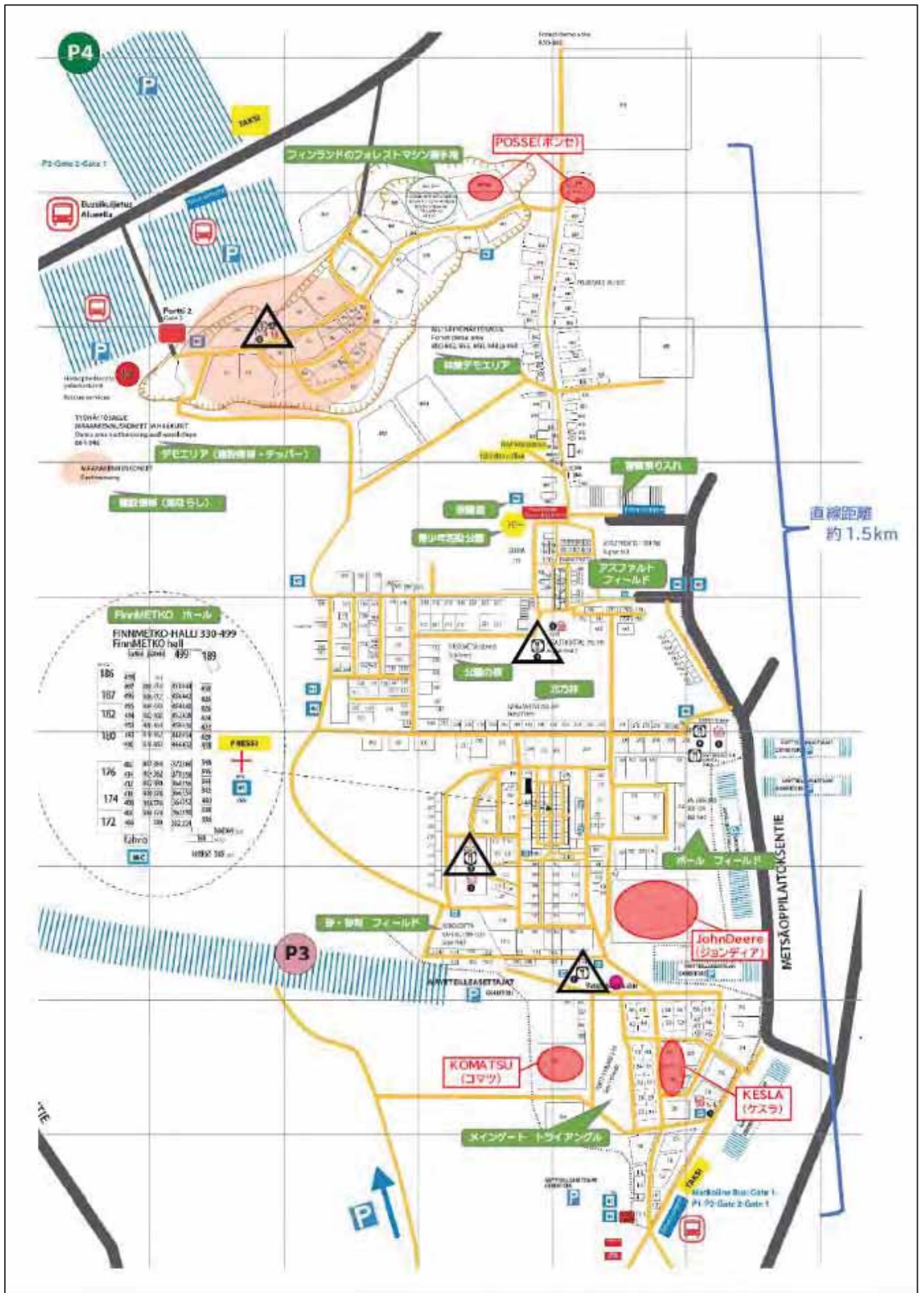


図 3-1-1 フィンメトコ会場位置図



【サンポ】 ブース



試乗する参加者



【プロシルバ】 ブース



担当者から話を聞く参加者



【コマツ】 ブース



担当者から話を聞く参加者



【ジョンディア】 ブース



フォワーダの実演



【ポンセ】ブース



フォワーダの競技会



【ケスラ】ブース



山事用の消火機



コンテナ苗植栽器具



植栽アタッチメント (Risutec)

(2)9月1日(日) -②森林博物館-

② 森林博物館



○視察内容

【施設の概要】

- ・フィンランドにおける森林の歴史や現状を様々な形で展示、紹介している。
- ・森で暮らす動植物の解説、生活の場や産業、文化としての森などあらゆる方面から森林を捉えた資料を展示している。自然科学としての樹木だけでなく、森と人との深い関わりについて展示を通して学ぶことができる。

【展示内容】

- ・林業機械の歴史
約120種類の林業機械が展示されている。チェーンソー伐倒、馬搬などの手作業～林業機械が導入されるまでの歴史を展示とともに学ぶことができる。フィンランドでは1960年代には林業機械が導入され、現在まで進化を遂げている。
- ・木材利用
フィンランドで最初の工業生産木材製品は合板で1890年代に製造が始まった。シラカバは丈夫なのでフローリングなどの強度が必要な用途に、針葉樹は柔らかいので室内装飾に使用されていた。



過去の林業風景の模型展示



プロトタイプのエコロジー展示

③ 林業機械メーカー【ケスラ (KESLA) 社】



○視察内容

【会社の概要】

- ・フィンランド有数の林業機械メーカー。1960年設立。従業員数約260名。
- ・2023年度グループ売上高5億5,400万ユーロ。2018年売上高：4,500万ユーロ（約56.7億円）
- ・ヨエンスーの本社・工場のほか、下記に拠点が所在。
 - フィンランド：ケサラハティ、イロマンツィ（シリンダーや歯車などの部品工場）
 - ドイツ：アッペンヴァイアー
- ・日本では住友建機(株)が2015年から提携。

<製造所(ケサラハティ)>

- ・2024年で工場設立50周年。

【林業機械の製造】

- ・鉄板切断、溶接加工を行っており、ハーバスタヘッドとグラップルヘッド、フォワーダヘッド（グラップル）を製造している。トラッククレーンはヨエンスーの工場で作るが、ヨエンスー向けの部品も製作し、ヨエンスーの工場を組み立てを行う。
- ・鉄板切断30t/週、30～50mmまでの鉄板を扱っており、2シフト体制。
- ・切断はレーザーカッター、プラズマカッターで実施。以前はガスカッターだったが使わない。
- ・機械加工の作業は3箇所、溶接を先に行うこともある。
- ・ハーバスタヘッド、トレーラグラップルの骨組みを作るためのプレス作業を実施。プレス機械は3つ（7.2m・650t、6m・400t、3m・400tまでを扱う）。
- ・溶接作業は3箇所あり。溶接は車両の骨組みのような複雑な箇所は人の手で行っており、大部分はロボット（機械）が作業。
- ・溶接部品はすべて箱に納められている。溶接作業の担当者と部品を収集する担当者が完全に分離しており、作業の効率化を進めている。
- ・塗装はクレーンに機械を吊って移動させながら1時間程度で下記の作業を行う。
- ・塗装：最初に小さなパレットで表面を綺麗にする（パレットを投げ込む）→フッ素で清掃、乾燥→ウェットペイント、乾燥。
- ・搬送トラックのグラップル（6m15cm～9m10cmの伸び）の組み立てを行っている。
- ・製造している機械は既に関手が決まっており、関手の希望に応じた仕様（オプション）とするため全く同じ機械を製造することはほとんどない。
- ・在庫のために作ることは無い。特注装備、機械の色は何色でも対応できる。
- ・顧客のオプションはデータで管理。代理店で顧客のニーズを把握しケスラで見積を作る。
- ・試運転では伸びや持ち上げの要素を確認。情報は記録して後で問題があった時にロットが分かるようにする。

- ・個人用のクレーンも、業務用のクレーンを作っている。業務用は農業用トラクターには取り付けられない。日本で使われているのは314などの機種。フォワーダは10t～14tまでである。
- ・部品は97%自社で作っているが、油圧ホースやユニットは外注。
- ・油圧ポンプなどの組み立ても部品がすべて箱に納められている。
- ・クレーン1500台/年、ハーバスタヘッド250台/年製造。新型コロナウイルスやウクライナの関係で外注部品を集めるのが難しくなったが、これは他社も同様。
- ・ケサラハティ工場でグラップル等の大半の部品の組立を行う。

【ハーバスタの計測精度・キャリブレーション】

- ・ハーバスタを組み立てた後に試運転して、直径測定が正しいかどうか確認。出荷時にキャリブレーションは鉄パイプで行って精度を確認している。EUの法律で誤差2%以内にしなさいといけない。北欧やフィンランドが一番厳しい。
- ・StanForDに準拠し、全てが適合するようにしている。
- ・誤差2%以内とは：ハーバスタ測定と人力測定の誤差が2%未満ということ。ハーバスタで造材中、ランダムで人力の測定要求がオペレータに出される。オペレータが造材後、実際に直径を測定する。測定道具を取り上げたことが機械に記録され、直径データも記録される。機械が誤差を計算。誤差が2%に収まらない場合、キャリブレーションの指示が機械からオペレータに行く。
- ・測定は毎日行う。特に気温でずれが出てくるため。伐採の精度は90%以上が求められ、それが達成できないオペレータは失業してしまう。
- ・燃料材の測定は直径ではなく重量で行っている。
- ・長さのキャリブレーションは30cmおきに測定。90%の精度が必要。90%とは→工場受入時は一般材で誤差±1cm、パルプ材で誤差±5cmがフィンランドでは許容範囲で、すべての木がその誤差内で収まれば精度100%ということ。
- ・伐採現場では、ハーバスタの測定データで山主への支払いを計算するため、キャリブレーションは大事。フィンランドではそれが普通になっている。
- ・キャリブレーションの頻度は、発注ごとに生産指示ファイル（APTファイル）をハーバスタに入力する際に測定指示が出る（ランダム）。基本は、オペレータ本人が計測する。買い手が抜き打ちで測定を要求したり、買い手が自分自身で測定したりすることもある。証拠はPDFで保存。第三者の民間会社が精度保証をしていることもある。
- ・製材所でも長さを測定する機械があるが、現場と長さが違う可能性がある。どちらが正しいかは議論になるが、すぐに現場が不適切だったという判断にはならない。
- ・機械は労働時間の登録もできる。作業員が機械を立ち上げると情報が事務所に送信される。休憩時間やその他の時間（メンテナンス時間など）も登録される。

〈製造所（ヨエンスー）〉

- ・この工場では、部品は作らないので他の工場から送られてきた車体に搭載するクレーン部分を溶接するところから作業。
- ・クレーンは回転台やエクステンション部分など6つの大きな部品から組み立てられる。
- ・溶接ロボットが2台あり、2シフト制。500台/年ほど生産。
- ・近年、人の手が必要な作業は少なくなってきた。
- ・塗装は部品を吊り作業する。塗装レーンの長さ400m。製品がレーンを通るために6時間かかる。
- ・トラックにつけるクレーン部分は、ブース式（キャビンのような）とオープン式（屋根なし）の割合は半々となっている。
- ・クレーンのモデルはいくつかあって、クレーンが折りたたまれるタイプと、荷台の上に載せて運ぶタイプがある。
- ・トラックの車体そのものへの取り付けは行っていない。
- ・最近、リサイクル機械に取り付けるクレーンの取り扱いが増えてきている。
- ・新製品、新モデルを作るのであれば1～2年はかかる。
- ・これまでクレーン操作には複数のレバー操作が必要だったが、新しい制御システムでは動作が自動化されてきている。
- ・フィンランド国内で原木搬送用トラックのクレーンをつくっているのはケスラだけ。プロシルバなどのメーカーも使ってくれている。
- ・以前は納入まで4～5カ月待ちだったが、現在は受注後8週間ほどで納入できる。
- ・開発研究部門に10～20名在籍。
- ・基本的に、自社予算で開発。たまにEUの助成がある。
- ・先駆的な機械導入にはEUの補助がある。10～30%補助率。
- ・林業機械の3大メーカーの中でも、日本のような小規模マーケットに適した機械開発にも対応できる可能性が高い（例えば、キャビンの高さを少し低くして、公道輸送に対応など）。



出荷待ちの原木搬送用トラックのクレーン *工場内は写真撮影 NG



(参考) 至る所で走る原木等搬送用トラック

④ 小規模な製材工場【カイヴォスプー (Kaivospuu) 社】



○視察内容

【工場の概要】

- ・ 1988 年創立の製材所。
- ・ 細いシラカバの加工から工場創業。
- ・ その当時は、長さ 3.1m 直径 10~20cm で、そのような材は従来パルプ材となっていたが、一般材として使うのが新しかった。
- ・ しかし、シラカバ家具用の取引先が潰れたため、トウヒとマツの加工を始めた。
- ・ 製材生産としては 10 万 m³/年ほどで、珍しい工場。
(規模的にはフィンランド国内では小・中程度)

【原木の集荷】

- ・ 小径木をメインに活用して、マツ 65%、トウヒ 35%の割合。
- ・ 原木の集荷範囲は 100km 以内。
- ・ 受け入れている材長は、3.1m・3.7m・4.3m。

【取引】

- ・ 支払いは、自動選木機の量で行う（ハーバスタデータでは行っていない）。
- ・ 誤差 2%以内の基準は伐採事業者（ハーバスタデータ）と同じなため、お互いに大きな差異が出ることはない。
- ・ 体積で購入、樹種ごとに価格設定、必要な物を注文して購入するスタイル。
- ・ 受け入れ土場では、一人の森林所有者や 1つの山林からのものは、一つのはい積にしておく。

【原木在庫、仕分け】

- ・ 原木在庫は 700~800 m³/週。
- ・ 自動選木機（22 ポケット）があり、全量計測・仕分けする。
- ・ 形質不良はまずは人が選別し、その後 3 台のカメラでも選別する。
- ・ 自動選木する際に、末口・元口をそろえる振分機にかける。
- ・ カラーマーキングは現場のフォワーダ仕分け用なので活用していない。

【製品生産】

- ・ 製材ラインは完全自動で 1 人で管理。
- ・ 製品寸法による分別は 2 人、2 シフトで行っている。
- ・ 工程は皮むき、切る、寸法分け、包装の流れ。
- ・ 製品歩留 45%。10%木屑が出るため乾燥用燃料としている。チップはパルプ工場に販売。
- ・ 出荷先は家具メーカーが多いエストニアが多い。日本にも間柱を出荷している。



物件別のはい積（*工場内は写真撮影 NG）



カラーマーキングの様子



運材時にそのまま自動選木機に投入される様子



自動選木機



選木機のポケット



選木後、末口元口がそろったはい積



製品



製品を運搬する連結トレーラ



⑤ 地域評議会【北カレリア評議会】



【概要】

- ・ 森林地帯の色濃い地域である北カレリア地方の森林産業の発展に携わっている。
- ・ EU から開発資金を受け、地域の活動（プロジェクト）に対して支援。
- ・ 北カレリア地方では森林分野のみに携わっている会社が 500 以上。従業員 6,000 人以上。
- ・ バイオシス国際事業成長・研究開発エコシステムというプロジェクトで北海道と長野県と提携。
- ・ 関係者と協力関係を強めて相互発展を図っていきたい考え。



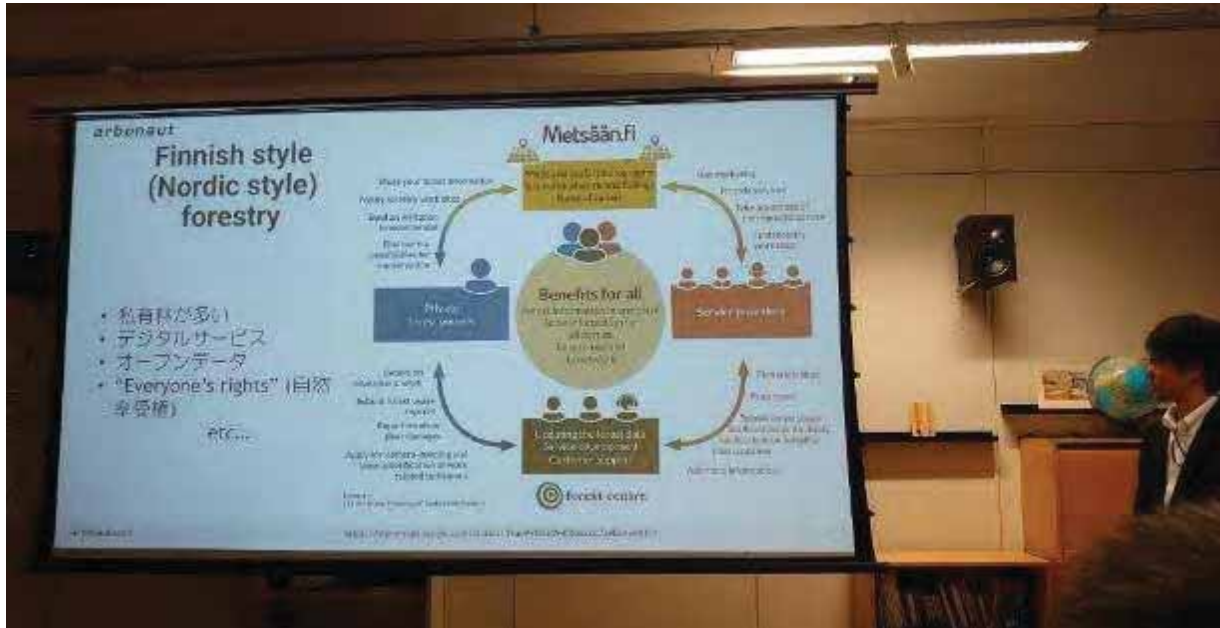
北カレリア評議会（知事）の概要説明



バイオシスの概要説明

(4)9月3日(火) -⑥アルボナウト・⑦ジョンディア・⑧森林センター・
⑨コリ国立公園-

⑥ 森林調査・ソフトウェア会社【アルボナウト (Arbonaut) 社】



○視察内容

【会社概要】

- ・1994年創業。
- ・リモートセンシングによる森林情報の収集から具体的なデータ活用まで、一連の林業経営プロセスを包括したシステムを提供する林業ソフトウェア会社。
- ・主な業務としては、航空機等を用いた高精度な森林調査、調査データの解析、森林資源管理用 GIS ソフトウェアの開発、森林所有者などと通信するためのインターネット顧客関係管理ソリューション、コンサルティング&ノウハウ指導など。
- ・本社はヨエンスー、ヘルシンキにもオフィスあり。
- ・約30カ国においてプロジェクトを行っている。
- ・WWF(世界自然保護基金)と共同で、野外サンプルプロットの使用、空中レーザスキャンによるサンプリング、衛星画像を組み合わせた、熱帯林の炭素蓄積評価のための手法を開発。
- ・日本人も在籍しており、今後の情報交換・共有を期待できる。

【森林資源解析】

- ・「デジタルツインをつくり責任ある森林経営を推進すること」をミッションと捉えている。
- ・森林情報システムのLiDAR(ライダー)情報について、誤差は樹高±2m以内、密度10%以内になるよう現地調査で補正している。フィンランドでは、このデータに基づいて取引が行われている(具体的な点群データの取得方法の説明はなかった)。
- ・国が、毎年ローテーション(6年で一巡)で国土全体を航空レーザ計測及びその解析の発注を行っており、その解析について受注している。LiDARの計測は森林の計測を主目的としている。
- ・6年ごとのLiDARにより、どのように森林が変わったかをデータ化、分析をして、その結果を国に渡すことで、国民はアプリを利用することで林分データを知ることができる。
- ・そのデータに基づいて森林管理、意思決定を行う。

【資源情報の活用】

- ・上記、解析データはオープンデータとなっており、伐採等の基礎データとして活用されている。
- ・オープンデータのフォーマットには、las、tif、shpのほか、各種主題図(WMSレイヤ)がある。
- ・解析データは年々古くなることから、年成長量等により蓄積補正等を行っている。
- ・東南アジアのプランテーション(集約的に経営されている人工林)では単木管理までしているが、フィンランドではしていない。理由としては、①点群の数、情報量が少ない、②下層木の精度が出ない、③材積は分かるが樹種の識別ができないなどがある。
- ・単木解析はまだ行われていない。あくまでセグメント単位での解析。
- ・蓄積の算出は、LiDAR3次元データの解析による(具体的な解析手法の説明はなかった)。

- ・フィンランドではオペレータが作業道の選定や伐採について多くの判断をする。キャビン内で見える地図は、樹高や土壌が判別できる。樹種の情報や伐採したい種類も分かる。
- ・データを見える化することで、現場のことを事務所で把握できるようにする。主題図はアルボナウト製のアプリ（フリー）で閲覧可能。オフライン可能。
- ・民間の境界は毎週集めて更新しており、森林情報は毎日更新している（境界情報の取得方法やGNSSの精度を高めるRTKやEGNOSの説明はなかった）。
- ・アルボナウトはカスタマイズGISを提供している。basicで1ライセンス当たり月額20ユーロ。ユーザーのニーズに合わせて機能の追加、カスタマイズが可能。
- ・航空機LiDARによるデータ取得とそのオープンデータ化によって、森林GIS及びGNSS技術は日進月歩である。



会社の外観



会社の概要説明



GISシステムの説明



オフィスの様子

⑦ 林業機械メーカー【ジョンディア (John Deere) 社】



○視察内容

【会社の概要】

- ・ 1837年創業の世界的な農業機械・建設機械メーカー。農機を含むと世界最大手。
- ・ 正式名称 Deere & Company。
- ・ 本社はアメリカ、ヨーロッパ本社はドイツに所在。
- ・ 全世界で 7.5 万人の雇用。
- ・ フィンランドには、タンペレとヨエンスー工場の2つの拠点がある。
- ・ ヨエンスーでは製品開発、製品テストなど。タンペレには工科大学があり、ノウハウのあるスタッフを配置できる。
- ・ ヨエンスーの工場は 1972 年に設立。当初から林業機械を製造。1995 年から林業機械専用の工場。

【ジョンディア】

- ・ 日本国内の農業機械代理店はヤンマー。
- ・ アメリカでは日立建機製の油圧ショベルを販売している。
- ・ 大型ハーベスタ専用マシン、大型フォワーダは欧州で 20%のシェア。

【ワラタ関連】

- ・ 2000 年、林業用機材製造の世界的大手企業 Timberjack の買収に伴い、ワラタと合併。
- ・ John Deere Forestry Oy と Outokummun Metalli Oy が、2003 年にハーベスタヘッドの開発と製造を専門とする会社である「Waratah OM Oy」を設立。ジョンディア及びワラタブランドの製品開発・サポートやハーベスタヘッドの組立はここで担当している。
- ・ ワラタは主にハーベスタ・プロセッサヘッド、測定・制御システムを生産。
- ・ ワラタのハーベスタヘッドは、日本では日立建機日本が採用。日立建機では、ワラタの「木材を効果に売れる長さに切断する新システム」を 2019 年に導入した。
- ・ 日立建機では、ハーベスタシミュレータをレンタル提供している。

【工場の概要】

- ・ 従業員 450 名。
- ・ ヨエンスー工場と直接繋がっている工場が 2 つ（フランス、アメリカ）あり、ディーゼルエンジンを作っている。工場で作られている電力は再生可能エネルギーを利用。
- ・ ヨエンスーでは、CTL システムに特化しておりハーベスタとフォワーダのみを生産。骨組とクレーンの溶接はするが、それ以外は組み立てのみ。
- ・ 傾斜地が多いドイツ、オーストリアの場所では、全木や全幹システムも想定しており、ウインチなども利用。
- ・ 全木システムは北米で生産している。
- ・ プロセッサでのデータ収集もできる。
- ・ ハーベスタは 4 つのモデルラインナップがあり、小さなサイズの間伐用から大きな皆伐施業用のものまである。

【林業機械の製造】

- ・溶接→加工→塗装→組み立てを行っている。
- ・主要ラインに本体が流れ、脇のサブラインでコンポーネントを組み立て取り付けていく。
- ・完成した機械の試運転は1日程度かかる。
- ・工場では生産の始めの段階のみ人の手で行っており、残りはロボットが作業。
- ・工場内に溶接された部品を運ぶのは、自動運転ロボット。
- ・溶接作業もロボットにて行っている。
- ・組み立てについても、最近はロボットにて行っている。
- ・作業の指示書をPCで表示できる。溶接の品質管理も細かく表示している。
- ・作業員が塗装を行う。作業は2人1組で行い、前後の作業もできるように教育している。
- ・発注ベースで生産するため、在庫は持たない。
- ・発注から引き渡しまでは大体9日かかる。8台/日生産、2シフト制。

【ハーベスタの生産データの活用】

- ・最近、機械同士のやり取りやクラウド情報の活用が増えている。
- ・アルボナウトを通じてハーベスタの情報をフォワーダに送ることができる。マネージャーも確認、指示できる。
- ・ジョンディアの機械にティンバーマティックマップというソフトが標準搭載されている。アルボナウトの画面等はソフト上で切替。自動切替もあり、アクセルが入るとマップに切り替わる。
- ・ワラタの機械にはマップソフトや測定器も標準で入っている。
- ・現場で5種類から15種類くらいは木材を扱う。1現場10種類の木材を扱うことはある（同じ樹種でも径級の違いがあるため）。
- ・フォワーダがマップを見ながらカラーマーキングで仕分けされた材を運んでくる（これはGNSSの設置場所や制度の情報が重要かと思うが説明はなかった）。
- ・カラーマーキングは製材所と共有というより、フォワーダとハーベスタ間で共有。伐採指示書で指示されることもある。

【林業機械の機能開発状況】

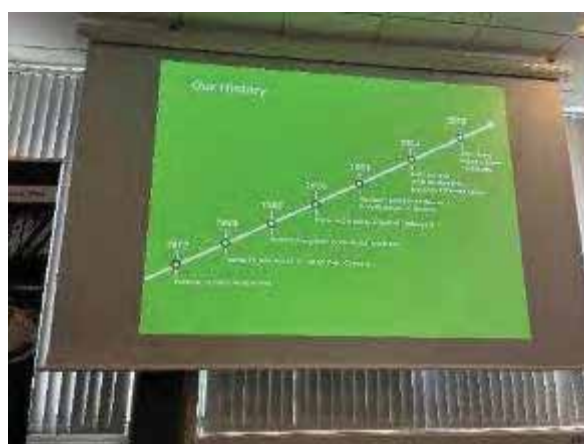
- ・2013年からインテリジェントブームコントロール(IBC)を導入している。
- ・オペレータは、ハーベスタヘッドを目的の場所に持っていきときに、センサーがヘッドの位置を認識し、システムがブームの動きと伸びを自動的に調整してくれるため、ブーム制御は正確、迅速、簡単になる。



会社の外観（*工場内は写真撮影NG）



会社の概要説明



会社の歴史



対象としている林業機械のイメージ



ハーベスタ・フォワーダのデータ連携



TimberMatic Maps で見られるもの



生産データの見える化



冬の伐採現場でのデータ活用



インテリジェント ブーム コントロールの説明



⑧ 森林管理機関【森林センター ヨエンスー支局 (Forest Centre)】



○視察内容

【組織の概要】

- ・国立（農林省）の森林管理機関（forest centre）。地域レベルの国機関（間接的な州管理組織）として、全国 13 の森林センターが合併され 2012 年設立。森林法の施行を監督する機関。
- ・森林所有者への林業生産活動や生態系保護等の支援、森林資源データ収集や情報提供サービス、森林計画・林道工事・自然管理等の事業を行っている。
- ・林業生産活動については、無料で伐採時のコストと収入の見積もりや地域の木材購入者や伐採事業者の情報提供サービスも行っている。

【森林資源情報】

- ・マッピングベースで森林情報を管理している。林分毎の詳細な情報提供が目標なのでレーザ計測を利用し、6年で全国を一巡、3年で空中写真を更新、2010年以降、マッピングサービスを提供。全ての森林所有者が林分情報を確認できるようにオープンデータにしている。
- ・面積や林齢、位置図等の森林情報をオープンデータにしており、その情報は森林所有者が閲覧したり関係者が施業提案をする際に活用されている。
- ・国の予算を活用して、無料で提供している。
- ・伐採地の検討など、施業の決定に十分使える。

【計測範囲・計測精度】

- ・1 エリア 30,000 km²、森林は 25,000 km²
- ・グランドトゥールス（精度向上）を目的に1 エリア毎に700 か所のプロット調査・測定を実施。
- ・各エリアで直径、樹種、樹高を計測。単木の位置情報も取得。レーザデータとプロット調査の結果を紐づけして精度を高めている。調査は2社に依頼。
- ・樹高モデルも作成。高さから位置から樹冠エリアを抽出。これが林分解析の基礎単位となる。
- ・情報の精度は、材積、直径±10%以内。森林蓄積の解析手法はそれぞれの企業秘密。
- ・成長予測モデルを10年前に公開。10年後の成長が予測でき、施業提案もできる。6年おきにプロットデータの更新を実施し始めた。

【オープンデータの閲覧システム】

- ・森林所有者がログインするには、銀行口座の情報が必要。
- ・境界が変わった時は自動的にアップデートされる。
- ・施業の提案はソフト上でも行われる。

【補助制度等】

- ・伐採の10日前には、森林使用の事前報告が必要。
- ・毎年、13万4千件の森林使用の電子申請の報告を受け、自動的に確認している。
- ・森林所有者に支援金を出している。植栽 200 ユーロ/ha、除伐 70%補助。実施後に支援金を申請。除伐以外は計画が必要。条件として、①間伐率が高くないこと、②残存木が法律に基づいていること、③伐採量が十分であることなどが求められる。申請先は各森林センター。

【データ更新】

- ・伐採をした場合、所有者の伐採申請に基づいて、ハーベスタのデータを入れて情報を更新。伐採位置情報や間伐率を入れる。情報は早い場合、伐採して2日後に入ってくる。
- ・フィンランドでは、森林（上もの）と土地（下もの）は一元的に管理されている。
- ・国が境界をしっかりと把握している。所有者変更の届出は人口システムで管理していて、届け出があれば必要な情報を各機関に振り分けられる。相続人が誰かは基本的にははっきりしている。
- ・小班の一部を伐採し造林した場合、ハーベスタの軌跡やヘッドの位置で伐採範囲が分かるので、その範囲が新たな造林範囲になる。ハーベスタには送信機能があり、データの大半は森林センターに送られ、API（アプリやプログラム同士を Web 上で繋ぐもの）を介し更新・確定される（材積データなどは活用しない）。
- ・現在、コマツが唯一 GNSS 機能を有している。ポンセは今回の機械展で紹介されていた。ジョンディアも試運転している。どの会社も RTK や EGNOS などの精度補正機能は使っていない。



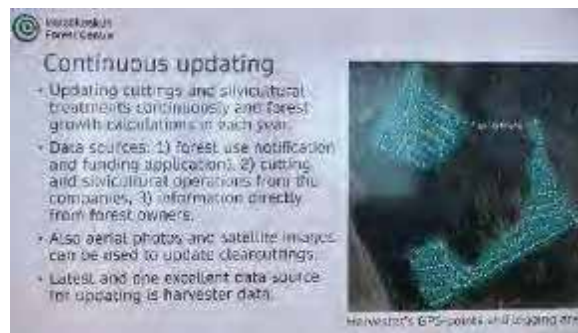
レーザ計測エリアと撮影プログラム



樹木単位の区画



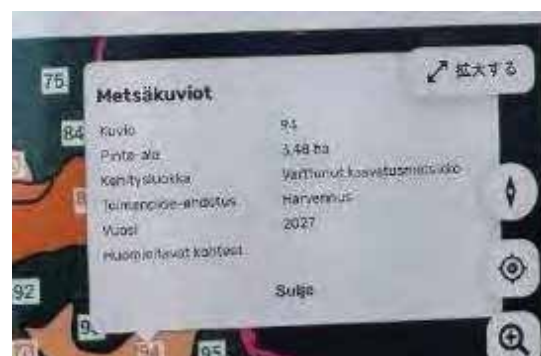
計測精度



GPS でのハーベスタ軌跡



オープンデータの見え方（一例 森林面積や次回施業が必要となる時期などの情報が表示）



⑨ コリ国立公園



○視察内容

- ・ コリ国立公園はフィンランドの国民風景の一つ。
- ・ 1991年に設立され、現在はメツァハリタス（国営の森林管理機関）によって管理されている。
- ・ 立入禁止表示等に地域材と思われる材が使用されるなど、環境に配慮されているものもある。



フィンランドを象徴するような景色



国立公園の看板



立入禁止表示（カバ）



公園内の散策道



集合写真

(5)9月4日(水) -⑩ポウヤンタイミ・⑪クフモ・⑫クロスラム・⑬S. クイッティネン-

⑩ 種苗生産施設【ポウヤンタイミ (Pohjantaimi) 社】



○視察内容

【会社の概要】

- ・正社員4名、季節雇用者2～25名。
- ・フィンランド内に苗畑を5つ保有、トウヒ（1～2年生）、マツ、シラカバ、カラマツを生産。（*トウヒ以外は1年生、カラマツの出荷先は国内とスウェーデン半々）
- ・4,000万本/年を生産。フィンランドで2番目に多い数。
- ・昨年度はフィンランド全体で1.7億本生産。今までで一番多い数量。
- ・全てコンテナ苗生産となっており、コンテナはスリットタイプが主流。
- ・苗木生産の他に、植栽や下刈りの作業も実施している。

【苗木生産】

- ・種は品種改良している。発芽率はトウヒとマツは99.6%、カラマツ80%以上。
- ・土はピートを使用。機械で播種している。種は軽いので糖をコーティングしている。そのため、発芽率が10%下がる。
- ・コンテナ苗の大きさは3種類あり、大（BCC64）、中（BCC81か100）、小（BCC121）。
- ・土壌が豊かで植生が良いところは大を使用。小は生産しやすくコストパフォーマンスが良いため、森林庁が利用している。
- ・越冬は外または冷凍庫。冷凍庫で越冬した苗はカビなどの耐久性が高い。植え付ける環境が良ければどちらでも良い。ただし、凍結させた苗木の方は扱いが楽で成長が良い。
- ・機械植えの苗にすべてのサイズが使用できるが、向いているのは中と大。
- ・温暖化の影響は春が寒くなり、秋が温かくなっている。また、意識の高まりで除草やピートの生産をやめよう（CO2を多く出すため）という動きがある。今後、生産に影響が出るかもしれない。
- ・出荷用のコンテナに移動させるのは人力。冷凍は段ボールに入れる。出荷はパレットに載せる（専用の台に収納）。冷凍は400万本貯蔵できる。
- ・大手への卸売りは10～20セント（17～33円）、カラマツ大苗30セント（50円）、小売りは20～55セント（33円～91円）。
- ・価格の要素は、個数と種類、包装、出荷先。
- ・種は不足したことはない。ただし、豊凶等の関係でトウヒが今後無くなる可能性がある。無くなると採種する必要があるが、発芽率が下がる。

【植栽作業】

- ・植栽時期は年2回。4～6月と8月～9月。夏は文化的に休暇に入っているため植えない。環境に適した苗を選ぶ。北部は小さい苗を使用。
- ・コンテナ苗の植栽は人で行っている。機械での植栽はコストパフォーマンスが悪く、機械メーカーしか行っていない。急傾斜等で条件が厳しい場所はそもそも植栽しない。



コンテナ苗容器（左から大・中・小）



コンテナ苗の根巻き状況



コンテナ苗と施設



施設内の散水



出荷用（トラックに積み込む）



冷蔵施設（保管用）

⑪ 大規模な製材工場【クフモ (KUHNO) 社】



○視察内容

【工場の概要】

- ・従業員は164名。出荷マークの『URSUS(ヒグマの意)』は世界的に有名。
- ・周辺地域の国有林と私有林、一部国外から原木を調達。

【原木の集荷】

- ・原木消費量 MAX120 万 m^3 /年だが、現在 80 万 m^3 /年（現在の製品生産 42 万 m^3 /年）。
- ・取扱樹種は、欧州アカマツ8割、トウヒ2割。8-40cmの小径木を中心に集荷し、製材。
- ・原木の集荷範囲は100km以内。木くずは町内でバイオマス関連に利用。
- ・受け入れている材長は、2.7m、4.6m、5.4m。
- ・国有林は見積り数量(工場で検知で数量確認)、私有林は ICT ハーベスタのデータで取引実施。

【原木在庫、仕分け】

- ・在庫は2週間分程度、多い時は7万 m^3 /月で約1カ月分。
- ・夏の休暇中にあるメンテナンス前に原木在庫を使い切る。
- ・在庫量は、ハーベスタデータから製材した量を引いて確認（私有林材）。
- ・土場の丸太には、ブルーステイン（青変菌の変色）防止に湖水をかけ保管。
- ・自動選木機にはポケットが70個あり、自動選木機により選木。
- ・用材生産前に末口・元口をそろえる振分機にかける。

【生産】

- ・用材を生産、ラミナは日本にも出荷。
- ・歩留まり44%（原木2.2 m^3 →用材1 m^3 のイメージ）。
- ・製材ラインは2つ。メインは15cm以上。小径木ラインは8-15cm。
- ・製材コンベアは高速（小径木200m/分、メインライン180m/分、太め材100m/分）。
- ・検知、仕分け、剥皮後に工場内へ、1本1本レーザとカラーカメラによりスキャンされ、形状や欠点等に応じて最適な丸太の位置を確認して木取（2ローター）。
- ・主ラインのコクピットでは1人管理が可能。2人体制で1時間毎交代。
- ・工場内のライン確認は主にメイン画面で行い、エラーも可能な部分は遠隔操作で対応。
- ・全ての板（ラミナ）はカメラで分別。長さを測り、品質と節をチェック。
- ・省人化・オートメーション化が進む。機械の故障時などでは従業員が集まって対応していた。
- ・欠点などを除去して長さが異なるものを最終的に自動でサイズ別に数十種類に仕分けしていた。
- ・人材確保のため、専門学校に行きながら働く「見習い制度」を導入。2019年以降スタッフ20名増。
- ・乾燥機は通過するタイプと箱型タイプの2種、48万 m^3 /年。

【製品】

- ・製品を積み込むトラックの最大重量は76t。100 m^3 積載可能。



会社の概要説明



工場の土場（在庫・湖水）



工場の土場（マーキング済）



選木・原木の保管状況



チップ生産



部品等の在庫



主ラインのコクピット



原木投入口でトラブルあった時には、遠隔操作グラップルで作業



ICTハーベスタのデータによる取引に向けて、原木に寸面を入れなくなると末口の向きが分からなくなると言われることも（工場でも仕分けに活用している）。フィンランドの工場では、製造ラインの中で振分機を活用して末口元口をそろえていた。



直線的でスピードが速い生産ライン



スキャン後に最適な木取りを機械判断しながら、生産状況などもリアルタイムで見える化



映像等による製造ラインの確認



最終的な品質チェックは目視



不具合等で5名程度が集まる様子



長さが異なっているラミナ



長さ不揃いの大量のラミナ



ポケット毎にサイズ選別



大型トレーラでの製品搬送

⑫ CLT 製造工場【クロスラム社 (CrossLam) 社】



○視察内容

【工場の概要】

- ・ 2004 年設立 CLT 製造工場（国内初）。従業員 27 名（内、20 名が工場、7 名が事務員と役員）。
- ・ 近隣に木材加工工場が集積(Wood Polis)。近隣に製材工場や乾燥施設、ウッドチップ・ペレット工場、窓・ベッド・木造建築の会社などもある。

【原木の集荷】

- ・ 使用樹種はトウヒで、白い表面に競争優位性がある。また、強度が高く、木材を工場周辺で集め、副産物も燃料として使用しているため環境にも配慮している（原材料の 20%は木屑になり、熱利用している）。
- ・ 原材料はクフモ製材所から調達。

【生産】

- ・ CLT の厚さは 3cm から 30cm、サイズは 3.2m×12m が最大。
- ・ 6 名体制で 3 シフト。夜も稼働。自動化して少人数で運用している。
- ・ ポリウレタン樹脂を使用し、圧縮接着にて接着している。
- ・ 一軒家からマンション、公共施設にまで材料供給。
- ・ 一軒家は価格が高い物件。マンションは通常は 8 階建てで最大 13 階建て。通常、1 階部分は鉄筋コンクリート。
- ・ 年間生産量は 1 万㎡。住宅、マンション、公共物件の生産量はそれぞれ 1/3 ずつ。
- ・ コストは R C < C L T < 在来工法。

【その他】

- ・ 生産した CLT は国内で全て消費している。
- ・ フィンランド全体の CLT 需要量全体を国内でカバーできずに国外から輸入している。
- ・ ドイツが CLT 生産・使用ともに一番多い。
- ・ 森林認証材 (PEFC) を使用しており、環境配慮は消費者や製材所にとって一般的。



CLT 生産工程



CLT 生産施設 (プレス)

⑬ 伐採請負業者【S. クイツティネン (S.Kuittinen) 社】



○視察内容

【会社の概要】

- ・ 1952 年に起業。1960 年代に林業を始めた。造材部門は 100 名、メンテナンス部門は 6 名。
- ・ 伐採量 100 万 m³/年。島での伐採 12 万 m³/年。輸送 45 万 m³/年。
- ・ 取扱高が 15 年で 3 倍。
- ・ 業務内容は機械伐採、土工、森林改良工事、木材の陸上・水上輸送の請負、木材の売買。
- ・ 2017 年、北カレリア起業家オブザイヤーとして表彰される。
- ・ 活動区域は東フィンランド周辺、湖は 2 つの地域で伐採活動。
- ・ 将来ビジョンとしては、伐採して工場まで運搬というプロセスの全てを行うこと。現在も行っているが更に発展させていきたい。もう一つは整備とメンテナンス、部品の小売りを拡大させていきたい。

【所有機械】

- ・ ハーベスタ 27 台、フォワーダ 31 台、運材トラック 6 台所有。
- ・ 機械の稼働率は、一部の機械は 1 シフト制だが、消耗しないので長く使用できる。
- ・ 機械は 4～6 年で更新している。1～1.5 万時間の仕様で中古市場に出る。海外に売られることもある。
- ・ 機械が新しい（環境配慮型）と入札に有利になることもあり頻繁に更新。
- ・ 機械の運搬について、橋梁では 4.5m の高さ制限がほとんどで特に問題はない。

【生産（伐採）】

- ・ 山で材を仕分けする際にカラーマーキングを使用するが、ハーベスタとフォワーダの仕分けのためだけに利用している。
- ・ 1 樹種に 4 種類ほど仕分けがあるが、カラーマーキングがない時代でも、ハーベスタが材を置く位置により仕分けができたため、2 色でも対応できている。
- ・ ハーベスタの効率のためにはフォワーダは混載するのが基本的な考え方。そのコツは見た目が似ていない樹種を混載すること。または、荷台を 2 つに分けて仕分けを行う。荷台を分ける器具も販売されている。
- ・ 複数の機械メーカーでの生産管理について、ログフォースやウッドフォースを発注者が使用しているため、林業機械のデータをそのシステムに合わせている。ログフォースは運搬用のシステムになり、搬送車やフォワーダの情報のやり取りをすることで、円滑に進められる。別のシステムを使用したい場合、ハーベスタ内にシステムを入れる必要がある。
- ・ 買い手（製材所）から生産指示ファイル（APT ファイル）が会社送到られてきて、それをハーベスタに送る。毎月、APT ファイルで発注があり、長さの種類の情報が入っている。大幅な変更はファイルの再送があり、小さな変更の場合は電話のこともある。その変更情報を基にウッドフォースで修正する。

- ・オペレータの生産管理はシステムがあり、これで運搬量を報告する。これは給料のためのシステムになる。
- ・機械メーカーごとに強みがあるため、適地に合わせて機械を選定・使用している。
- ・伐採現場は基本的に製材工場からエリアの指定がある。製材所のニーズに合わせてある程度自由に現場を組み合わせる。
- ・船の輸送費は距離にもよるが 10~20 ユーロ/m³。
- ・島伐採の割合は 15%ほど（注：フィンランドには多くの湖に島があり、森林施業が行われている）。

【流通】

- ・フィンランドは個人所有林が多い。国有林もあり、大手3社も森林も保有している。国有林が製材所に立木で売り、それを買う。また、小中企業から立木を買うこともある。
- ・フィンランドでは立木販売（80%）がよくあるが、大手の森林所有者の山土場売り（20%）もある。
- ・製材所での材積の確認は選木機がなくても、必ず重量を量る器具があるため計測できる。
- ・伐採後の植える責任は森林所有者にある。ただ、最近では森林企業も植栽後の手入れをパッケージとして伐採の営業をすることで、木を買い取っている。競争が激しいので包括的なサービスを提供している。森林組合がこれを担うこともある。



島での伐採についての説明



運搬に使っていた船



メンテナンスルーム



社内に取りそろえたメンテナンス工具



運材用トラック



運材用トラック荷台

(6)9月5日(木) -⑭モトアヨ(伐採現場)・⑮リベリア林業専門学校-

⑭ 伐採現場【モトアヨ社】



○視察内容

【伐採現場の概要】

- ・大手伐採業者（モトアヨ社：motoajo 社）の現場。
- ・80年生の皆伐現場、2.5haでフィンランドでは平均的な面積。
- ・間伐遅れの天然林であり、通常よりも混み合った林分。
- ・1班1シフト体制。オペレータがベテランなので1シフトで現場は回る。1シフト10時間労働。2シフトでは8時間以内。
- ・ハーベスタ（Ponsse Scorpion+H7）、フォワーダ（Ponsse 機種名未確認）。

【伐採・運材】

- ・主伐時の平均的なha本数は600本ほど。
- ・立木に刃を入れる際に尿素を吹き付けて防菌処理している。
- ・残存木の判断はオペレータが行う。立ち枯れ木は残すようにしており、ha当たり20本残すことになっている。
- ・生産指示ファイル（APTファイル）は同じものを現場が変わっても使用している。価格は変えている。
- ・APTファイルの予定数量に達したとき、チェックボックスを消すことでその材は作らなくなる。
- ・カラーマーキングは赤と青の2色。マツとトウヒの区別で使用。
- ・フォワーダはトウヒとカバのパルプ材、ケミカルパルプの3種類を積んで効率良く作業。
- ・材の置き方は材種毎に林道脇に山にしており、向きは関係ない。一部の製材所では丸太の向きを変えられないため、元口の向きをそろえるような指示がある場合もある。
- ・運材は製材所の車ではなく、運材会社が運ぶ。

【伐採後の植栽】

- ・植栽は所有者の意向で本数を決める。
- ・伐採後に重機バケットで2m毎に掘り返して、盛土部分に植栽する。
→https://youtu.be/3yDgMgX0tqY?si=VRGvfXYD_mFgbq3n
- ・植栽行程の参考
→https://youtu.be/nJk-M40q3pE?si=JYRXvn1g2DvM_Rq0

【その他】

- ・労働安全を大切にしている。現場に標識があり、現場に入る際に電話をすることになっている。発注元の製材所の名前も入っている。
- ・枝条等の林地残材は後から収集する場合もある。現場でチップ化することもある。
- ・境界に縄（目印）がついている。所有者やバイヤーがつける。



現場概要の説明



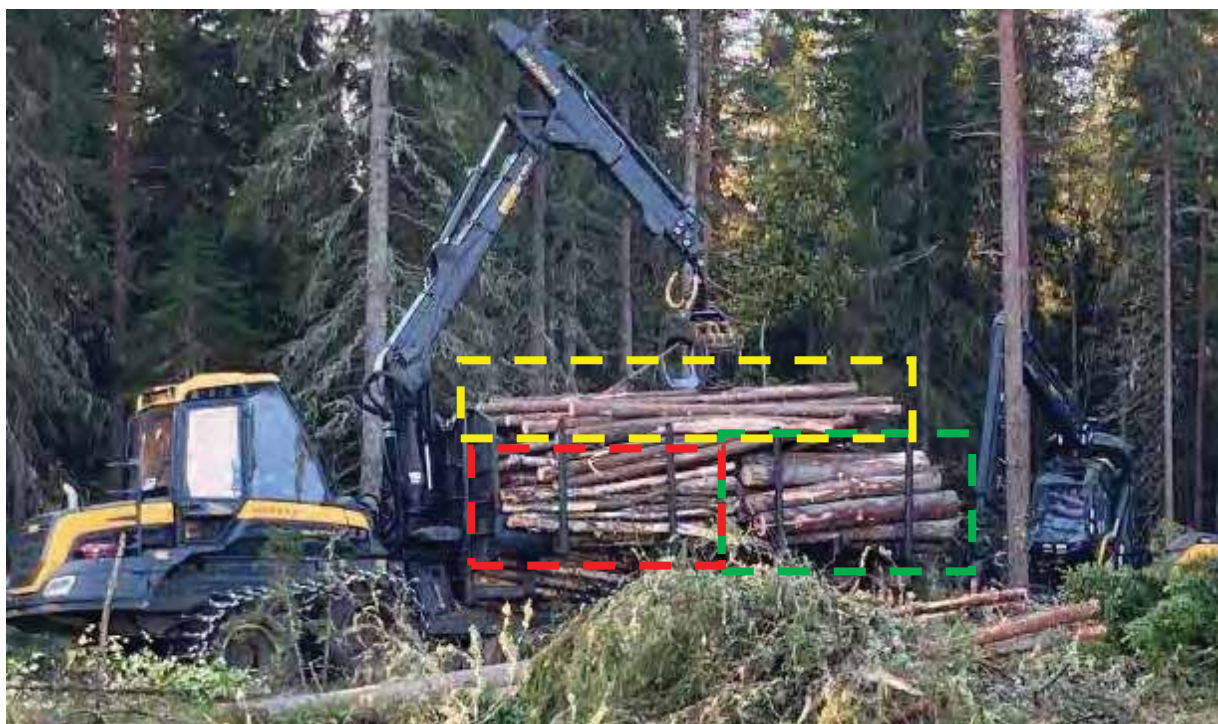
はい積み状況



ハーベスタ（林業専用、360度回転コクピット）



ハーベスタによる林内集積



フォワーダによる運材（土場まで長さ・種類の異なる材を混載）

⑮ リバリア林業専門学校 (Riveria)



【概要】

○視察内容

【学校の概要】

- ・北カレリア郡の職業教育のための教育機関。
- ・林業機械オペレータ、林業機械整備士、運材トラック運転手のトレーニングを行っている。
- ・250 台の学生、40 名のスタッフ。30 台の林業機械、4 台の運材トラック、25 台のシミュレータを保有。

【設備】

- ・シミュレータは10年ほどで更新。単純なシミュレータは1.5万～3万ユーロ。測定機器が付いているものは7～8万ユーロ。
- ・電気エンジンのフォワーダがあり、クレーン操作のシミュレータとして活用。

【教育】

- ・森林関係会社の幹部にも教育を行っており、フィンランドの伐採技術をオペレータだけでなく、会社の幹部や製材所にも理解してもらうことが重要との理念。
- ・職員（教員）も教育を受けて、生産性や技術レベルのアップを図っている。
- ・機械整備専門の学生用に整備の作業場がある。溶接等を学ぶ。オペレータの学生も2週間整備を学ぶ。
- ・学校が請け負う伐採等の作業現場で作業（実習）を行う。作業を重ねることで事業体に行けるような下準備を行う。

【その他】

- ・機械伐採のマニュアルを販売しており、日本語版もある。
- ・海外の林業を発展させるプログラムもあり、先方と共に考えて体験談を補助的に伝えることができる。



フォワーダの電動シミュレータ



360° 実習状況が確認できる実習管理棟

【詳細内容】

○学校関係

- ・森林分野を含む8つの教育分野があり、300以上の資格タイトルを取得可能。職業教育と継続教育を行っており、毎年17,000人以上の生徒を受け入れている。750人の従業員がおり、実践重視。
- ・ヴァルティモにある林業トレーニングセンターは1970年から実施。
- ・学校としての成果が出ることで、広い範囲から学生に来てもらうことができる。既に現場で働いている人にも知識を高めてもらうことで人材の維持にも繋がる。
- ・「教育で夢をかなえる」という理念が重要。夢をかなえるためには教育は大事ということ。
- ・リバリアは森林分野の教育はヨエンスーとヴァルティモの2か所で行っている。ヴァルティモは2,000人ほどの人口。うち生徒は200名。大半が村外から就学。フィンランドでは中学卒業後、高校に進学するか職業学校に進学するかを選択する。
- ・森林での作業に何が重要か、スキルアップに繋がるような教育内容が何なのかを検討している。
- ・1990年代初めにはシミュレータを使い、学習を簡単にする取組をしていた。機械的な動きに慣れ、間違いを減らすことができる。少ない資金でもシミュレータなどを活用し、高レベルの教育を与えている。評価対象に資格試験をあげ、目標達成の方法を考えさせる、学習後にフィードバックを実施。
- ・デジタル化は重要。多くのシミュレータでも活用できるようメーカーとも交渉してきた、時間はかかったが、学習の経緯を見るためにシステムを構築。課題が生徒と教員が共有できるようにした。
- ・オペレータの短所や伐採モデルを活かすための訓練を行っている。
- ・伐採の方法を教える場合、共通言語を整理するところから始める。第二段階として、現場作業モデルが効率よいか考え、最後にシミュレータにて学生の評価を検討。これにより教員の負担が減る。教員が学習プロセスと作業プロセスを理解することで学習プロセスを指導することができる。
- ・シミュレータ→現場シミュレータ→現場というステップが重要。
- ・専門家の目の動きを調査して、示すというを行っている。
- ・1から技術を教える場合、シミュレータから教え始める。半日操作し、半日は別の事を学ぶ。シミュレータのメーカーはどこでも同じ。ただし、ジョンディアのティンバースキルという学習環境を活かしたいから、ジョンディアの使用を多くしている。
- ・生徒に宿題を出し、授業後にも練習できるようにしている。
- ・中等教育は無料、会社からの教育は有料。
- ・コースを1周できるトラックもあり、不整地形でフォワーダの運転もできる。

○その他

- ・シラカバとヨモギの花粉症がある。
- ・中央フィンランドでは、エネルギー原材料を集めるために伐根を集荷することがある。
- ・森林内の道（林道等）は、幅や車廻しの規格があり、タピオという研究機関が林道の規格や間伐モデル等の設定をしている。
- ・虫による被害はあり、南部のトウヒ林分は被害に弱くなっている。これから中部地方も増えていくと思われる。株につく菌があり南部では被害がある。一番被害が多い樹種はトウヒ。土壌が豊かな場所で菌が付きやすい。
- ・気候変動によって極端な天候が多く、近年は例年よりも風倒木が多く発生している。
- ・ヘラジカとムースの獣害はあるが、クマ被害はない。ヘラジカの個体数は多くないが、集まる場所の被害が多い。マツの苗を食べてしまう。ハンターの数も多い。森林所有者はもっと害獣の数を減らしたいと思うが、ハンターは獲物の数が多い方が良いと思っている。
- ・苗木段階を超えれば獣害はない。

(7)9月6日(金) -⑩ヘルシンキ市街-

⑩ ⑩木造建築物【ヘルシンキ市街】



ヘルシンキ中央図書館「Oodi」

【概要】

《ヘルシンキ中央図書館》

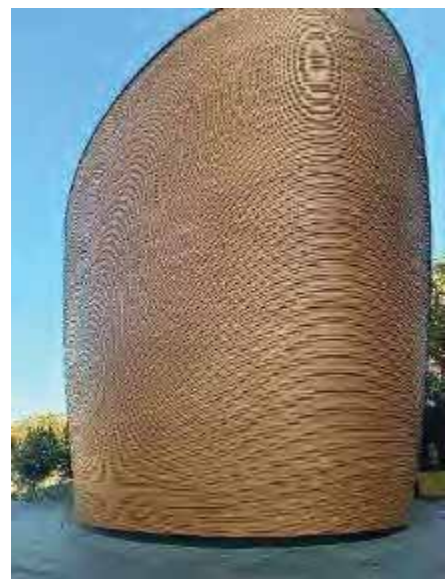
○外装にふんだんに木材を使った大規模施設。2階は大きな梁が、木材で覆われている。3階は木質の床材も使われ緩やかなスロープになっており、個人で仕事や読書にいそむ人々やミーティングをしている団体が、同じ室内で大きく干渉し合うことなく過ごす空間となっていた。

《カンピ礼拝堂》

○集成材を多用したひときわ目を引く施設。建設は2012年ということで、10年経過しても色あせた外装となっておらず、メンテナンスの重要性を再認識させる。



図書館内部



カンピ礼拝堂



ストラエンソ社本社



ストラエンソ社本社



ヘルシンキ市内サウナ（外壁に木材利用）



WOOD CITY(Anttinen Oiva Architects 設計)

4 参加者のコメント

*本意見は、参加者個人の意見・感想であり、会社等を代表した意見ではありません。

■北海道の林業（または自社の事業活動）に一番参考となった事例、取り入れたい技術等

（林業全般）

- ・北海道とフィンランドは地形や気候等の類似した面も多いが、やはり諸条件に違いもあることからフィンランドの方式をそのまま北海道に導入することは難しいかもしれないが、省力化等を図るためにも北海道でもより一層 ICT 技術等の導入を進める必要があると感じた。
- ・林業が簡潔に整理されている国だと感じた。例えば苗木規格が3種類であること、樹種の種類を絞っていること、生産地と林業に向いていない土地を分けていること、補助金の仕組みなど。北海道では、みんな口を揃えて林業は難しいと言う（特に初心者には複雑）ため、林業をハードルの高くない産業にするためには、簡素化していくことも必要だと感じた。
- ・森林データの整備や ICT ハーベスタを用いた生産管理など国全体でシステムが構築されていること
- ・生産現場と受け入れ機関とのデータ共有について、特にスマートデバイスにより現場で取得したデータをいかにスムーズにデータベースに落とし込むか、あるいは他ソフトウェアと連携するかが重要となり、その点で Api 連携がキーとなる。今後、自社スマートデバイスの運用にあたって、ワークフローのボトルネックを精査し、独自 Api の構築を検討したい。
- ・造材、造林現場の傾斜がほぼないことや熊笹が植生してないなど、北海道との環境のちがいがあり、すべてがフィンランドのように実行するには、課題が多いと思われる。
- ・企業の規模が大きいから実現可能なこともあり、そのまま道内で展開するのは難しいが、企業が製品の付加価値を上げる開発に投資し、試験研究機関が研究を進め、行政と一体となって販売を促進する好循環の仕組みが協議会を中心にできあがっていた。

（森林情報）

- ・森林センターで公開している森林情報について、道では、似た仕組みで「森まっぴ」を公開しているが、イマイチ道民に普及されていない印象がある。もっと国民に広く周知してもよいのではないか。

（造材作業・機械化）

- ・モトアヨ社の造材現場を間近で見ることができてよかった。皆伐の緩傾斜においては参考にできる。ポンセやケスラ等のハーベスタを取り入れ作業効率があがるよう努めたい
- ・フィンランドの造材作業はハーベスタとフォワーダのみで、はい積みまで行う。
- ・はい積みまで機械施業の為、人手不足への対応や労働災害防止対策にも寄与すると考える。
- ・北海道内で傾斜等々で条件が合わない地域は別として導入できる地域は積極的に導入の検討しても良いと思う。
- ・皆伐地で機械オペレーターの判断で 20 本/ha 枯損木などを残し、人工林でも鳥や昆虫の生息地として機能を意識したり、環境条件が厳しい場所では皆伐再造林を行わなかったりという環境や生物多様性に配慮した施業について参考になりました。
- ・フィンランドでは、大型林業機械による効率化・省力化とあわせて、非常にシンプルな施業・流通体系が構築されており、地形・気候・歴史等の諸条件が違うため、今回の視察内容をそのまま北海道の林業に取り入れていくことは難しいことではありますが、「路網・通信インフラ・高性能林業機械の導入促進」といった基盤整備を通じて、林業従事者が減少していく中でも、一定の森林整備事業量を確保していくことは可能であり、現在行っているスマート林業の進展とあわせて森林施業と流通体系を大きく転換させ、林業全体の効率化や省力化を図っていく必要があると感じました。
- ・伐採作業の班編成について、ハーベスタ1台・フォワーダ1台の2人体制の少人数制で作業を行っており、ハーベスタは地形や伐採範囲など森林データをモニターで確認し伐採を行い、材長・径級などをハーベスタの ICT 機能により人力検知をせず、データで管理を行っていた。フォワーダ側ではハーベスタで伐採した数量・位置情報などをモニターで情報共有を行いながら作業をすることで少人数でも確実に効率よく作業を行っていた。今後、労働者不足に対応するため、少人数でも木材生産量を維持するには森林データの活用や機械同士の情報共有などの技術が日本の林業機械にも広く導入されることを期待したい。

（生産・流通）

- ・ハーベスタの伐採情報を元に丸太の販売材積を確定し、売買が行われていることに非常に関心を持ちました。各社の検知の手間も省くことができ、また、精度の高いハーベスタ情報を利用できることで両者の材積計測の違いによる材積誤差を減らすことができるため、より効率的な丸太流通に貢献できるのではないかと思います。また、生産された丸太の位置情報、材積等の情報を製材所に伝え、都合のつくタイミングで運材してもらおう仕組みも、極や集積所を作る手間が減るので、とても良い仕組みだと思いました。

- ・フィンランドでは、位置情報を、地図のほかに林業機械・材の情報にも活用していることが参考になった。
- ・流通面では製材工場が素材生産の発注元となっている点が非常に興味深かった。北海道では商社などが果たしている機能との比較ができると流通面に貢献できるのではと感じた。
- ・ハーバスタ検知について正確なデータ（径級、長さ、本数、伐った場所等）をより多くの事業者や森林所有者と共有していた。日本ではまだまだ寸目入れが主流で、自動選木機をもつ工場自体が少なく課題を感じた。もう少し既存の木材工場の集約化ができると、ハーバスタのデータもしっかり使えるようになると思う。
- ・フィンランドでは、工場での原木受け入れ時などに人力での検知を行わないなど、ICT技術等を導入し様々な工程を省くことで良い意味で単純で省力・効率化されており、生産性が向上することで高収益に繋がっていると感じた。また、人材育成もその分効率的である印象を受けた。
- ・ハーバスタ=フォワードシステムを円滑に進めるための現場判断・連携（カラーマーキングを活用した仕分け方法が普及していること。具体的には、フォワード運搬時に、カラーマーキングでの選択肢の少なさ（赤・青・赤青・なしの4種）を補うため、採材後の角度を変えた置き方や荷台への載せ方を工夫していることなど）・ハーバスタ=フォワードシステムを円滑に進めるための現場判断・連携

（製材）

- ・大規模製材工場クフモ社の製材後のスキャナーが興味深かった。今後、自社において、ラミナーや原板等の選別においてスキャナーの導入を検討したい。

（造林）

- ・造林（特に植栽工程）作業が思ったより機械化されておらず、他国の労働力なども使っていることが興味深かった。造林に割くコストの詳細の分析、造林作業の季節性を分析し、北海道の現状と比較したい。

（人材育成）

- ・リベリア校のような教育機関が北海道にも必要（ベテランオペレータの再教育の為）
- ・リベリア林業専門学校の教員が学校教育に関する指導を受けており、その取り組みは北の森づくり専門学院でも参考にできるのではないかと思います。

■北海道の林業で ICT 等を使う上での課題（フィンランドとの違い）

（全般）

- ・ICTツールの扱いに関し現場のフォローが課題。メインツールが自国製品ではない場合が多く、複数の既存アプリの連携、併用が必須となる。また、ハード、ソフト相互のデータ連携にあたり、OSのアップデート等によるアプリの不具合、あるいは電波の送受信の不具合などが相当頻度で発生することから、こうしたあらゆるトラブルに対し臨機応変に対応できる人材の確保・育成が必要。また、作業システムが正常に機能しないことを想定し、バックアップ、代替ワークフローを事前に構築しておくことも重要。なお、システム環境が自社内完結のクローズドな運用となっている例が多いように思われるので、位置情報、資源情報などの公共性の高いデータについては、関係機関と双方向で共有・活用できるような、より高度なインターフェイス、データ共有の仕組みづくりの検討が必要。
- ・現場で働く人々の高齢化が進んでおり、新しいことに取り組む姿勢を持ちにくい点や、機器導入に伴う費用負担が課題だと思います。
- ・「自然の中の仕事」が林業のメリットの一つ。なにもかも機械化というのは実は人間と自然を遠ざける・職業の幅を狭める可能性があるため、ICT化を進める際は、配慮が必要と感じた。
- ・フィンランドでは、自然との触れ合いを特に大切にしている文化がある。ある程度人が山林内に入ることもありなのだということに気づいた。

（林業の違い）

- ・取り扱っているデータや技術は日本と変わらないが、それを関係者間で技術・データの中身を理解し合い、上手く使っていた印象を持ちました。リベリア学校でも生徒だけでなく、現役のオペレーターや会社のトップ、製材所も最新の技術を学ぶ仕組みがあるのが、この関係性を支えていることが分かりました。日本でも現状の技術で運用してみて、動きながら少しずつ改善していくと同時に、新しい技術を関係者全員で学んでいく必要があると感じました。
- ・フィンランドに比べて傾斜が急や山が多く、ハーバスタですべての木を伐採することは不可能であるので、ハーバスタヘッドで検知した情報のみで売買を行うことは現実的ではないと思いました。しかし、例えば、山においてある丸太情報（本数や径級、曲がり具合など）がスマホで発信し、製材所でリアルタイムに取得できるならば、アマゾンのネットショッピングの感覚で丸太の売買が可能になるのではないかと思います。

- ・地形や樹木の特徴など前提条件が異なるので、フィンランドの技術を取り入れるだけでなく、日本でどう活用していくのか考えていく必要があると感じた。
- ・ICT ハーベスタデータを活用した木材取引を行う場合でも、北海道の多くの森林ではデータの送受信には簡易基地局等の設置が必要であり、そのコスト等を踏まえると通信インフラの整備が必要不可欠と考えます。（フィンランド滞在中はローミングにより携帯電話を使用していましたが、圏外となる場所が無かったことに大変驚きました。）
- ・フィンランドの博物館を見学し、昔の機械や、馬搬のようすの写真などを見て、その進化がとても興味深かった。

(森林情報)

- ・フィンランドの下層植生と日本の多種多様な下層植生では、やはり精度に差があると感じた。GPS、RTK や衛星情報を活用することにおいては、日本の方が進んでいるように感じた。フィンランドではそもそも詳細なデータが地面の反射を利用して正確に林内から取り出せ、上手く利用できる国土であり、日本では特に造林の ICT を利用した機械化は中々難しいように感じる。植付機械も稼働率が低く、いろいろな課題があると思う。
- ・北海道では、情報の精度 100% を求めることがあるが、フィンランドではそうではない印象を受けた。人口減少が進んでいく中では、精度向上を第 2 ステップとすることで、新たな可能性が開けるかもしれないと感じた。

(造材作業・機械化)

- ・北海道にはハーベスタがたくさん導入されているのにせっきくのデータを生かしきれず、いまだに山土場や工場土場での丸太計測を行なっている
- ・北海道はフィンランドとは異なりハーベスタ等の機械作業が困難な地形もあることから、ICT ハーベスタの機能を最大限活用するために 20~30° の傾斜地でも作業が可能なケーブルアシストシステム等の有用性の検証も重要と感じた。
- ・素材生産については、これまで協議会等で検討されてきた内容を整理すれば良いと思うが、生産の前後の工程（現場の確保と造林工程）について、北海道の状況を精査する必要があると思われる。

(生産・流通)

- ・山側の人工数を減らす為、素材買入側が現物とハーベスタデータの誤差を許容範囲と認識しハーベスタデータ通り原木を買い受けしてもらえる環境作り。
- ・造材側の径級受入れ作業や運転手側の発送伝票記入が不用になる事から、その手間分、原木価格を安く設定などで誤差の理解を得れる可能性はある。
- ・ICT 機能をもつハーベスタのデータ管理について、フィンランドではハーベスタで伐採した情報データを伐採作業時ではフォワードとの情報共有し、丸太の運搬時には運材業者が集積された木材のデータ読み取りを行い、製材工場到着後には木材を自動選別機による機械検知により選別を行い、ハーベスタの採材データの管理が出来ていた。現在の北海道の林業では、伐採後から製材工場まで人力検知を行っているため、ハーベスタでデータ化したものを有効活用するには、伐採から運搬、製材工場に届くまですべての工程が機械検知に対応する必要があり、その問題をどう解決し広めていくかが課題だと思われます。
- ・フィンランドでは、自動選木機あるいはトラックスケール等の計量機器がほとんどの工場にあり、無検知材の受入が可能な環境が整っているが、道内の工場では自動選木機が導入されている工場は多くない。このことから、協議会で実証している LiDAR 計測の取組等の新たな仕組みの更なる実証・確立及び各関係者との意見交換・合意形成が重要と感じた。
- ・ICT 生産管理は、「物流」、「情報流」、「金の流れ」、「商流」の全てに関わる。どれか 1 つも欠くことができない。「物流」については季節を問わずに円滑な運送を支える路網の整備（ネット上でどこにどれだけモノがあるか分かってでも取りに行けない）、「情報流」では、通信環境や ICT リテラシー（生産した情報がリアルタイムに共有できない）、商売の支払い根拠となる数量（ICT ハーベスタの生産数値を信じて決済がされる）など大きく異なる部分を感じたが、道内にあうやり方で工夫すれば ICT 等の活用は可能とも感じた。
- ・製材工場側において自動選木機などの普及が課題

(造林)

- ・植栽は人が行うほうが低コストであるため、機械は少ないと聞いた。
- ・造林関係：原木の生産・流通の省力化等も重要であるが、造林分野は特に機械化が進んでおらず作業時期は夏期となり労働負荷が大きい。また、植栽・下刈りは同様の人員で行っている事業体も多く、片一方のみの省力化等ではなくセットでの省力化等が重要。特に下刈りは、フィンランドでは下層植生が旺盛ではないため、下刈りがほぼ不要ということなので、日本独自の手法を推進もしくは他の先進国の事例を収集するなどの必要性を感じた。

■その他（自由記載）

- ・北海道は本州と比較して、地形条件が良く、高性能林業機械の導入も進んでいる。北海道が先導して ICT 化を進めていくことで、日本の林業の発展に繋がっていくのではないかと思う。
- ・フィンランドで得た知識等を活かして、あらゆる関係者の省力化等に繋げるため、ICT 等の技術の普及に努めていきたい。
- ・懇親会では、フィンランドも苦しかった時代があり、人口が少ない中で効率よくやろうと頑張った時代があるおかげで今があると聞いた。国が安定して、今の人たちは昔より頑張らなくなったのでこの先が心配。でもその繰り返しで世界全体が向上していくとも。
- ・フィンランドとの違いは多数あったが、国内においてはやはり北海道がフィンランドの状況に近いと思えた。フィンランドに習う点が多いと思われる。一方で、必ずしもすべての工程が ICT 化されていたわけではなく、あえて ICT 化する必要がない部分を今一度検討する必要があるとも感じた。
- ・ICT について、結局話を聞くだけで現実味を感じられなかった。例えば、ハーバスターの操作盤や工場データがどのように処理されるのかを PC の画面で確認しながら実務を見られるような体験があれば、より良かったかもしれません。
- ・苗木がとにかく安くて驚いた。
- ・研修の行程が少しタイトだった（4日目～6日目）年配の人は体力が厳しいと思われる。ただ、道庁の方が配慮してくださって、柔軟に予定を変更していただき、休憩なども多めにとれた。
- ・ハードな日程での視察となりましたが、今回学んだことを参考に、現在、町有林をフィールドに実施しているスマート林業実証事業に積極的に参画し、その成果の一部を町内民有林の森林整備に還元していきたいと考えています。また、今回の視察事業の参加にあたり、事務局の皆さんには大変お世話になりました。この場を借りて厚くお礼申し上げます。
- ・今回、訪れたコリ国立公園では、湖に点在する島々と森林、静かな空が見渡す限り広がる景色を眺めることができました。フィンランドの作曲家シベリウスはフィンランドの原風景ともいわれるこの景色に着想を得て、『フィンランディア』を作曲したとのこと。これまでの日常ではクラシック音楽を聴くことは全くない生活を送っていましたが、滞在した日々や森の風景を思い出しながら、時々「フィンランディア」をかけてみるのもいいかなと思っています。
- ・一番驚いたのは駅に改札がないこと！単に無人改札ではなく、改札自体を取っ払ってしまったということにカルチャーショックを覚えました。これぞ文化が異なるということでしょうが、日本と同面積ぐらいの国土に北海道と同じぐらいの人口が暮らす国で、徹底した合理化を進めると必然的にそうなるのかなと思いました。

5 報告会の開催

令和7年（2025年）2月にフィンランド調査の結果を道内の市町村や事業者等に普及していくための「フィンランド林業・木材産業調査報告会」を札幌市で開催した。報告会は、YouTube 配信を併用して開催し、約360名以上の参加があった。

《日 時》 令和7年2月20日（木）13:00～15:00

《場 所》 TKP 札幌ホワイトビル ホール2B(2階)（札幌市中央区北4条西7丁目 1-5）

《参加者》 約360名（市町村、林業事業体、製材工場、森林所有者、北海道森林管理局、道など）

《次 第》

・開催挨拶

北海道水産林務部森林計画担当局長 立原泰直

・フィンランド林業・木材産業調査の概要

北海道水産林務部森林海洋環境局成長産業課 竹内 喜莉子

・フィンランドにおける「林業の概要（北海道との比較）」「森林資源把握」「森林所有者関係」

北海道根室振興局森林室 主査（計画指導） 鈴木 信明

・フィンランドの森林づくりについて（川上側の視点から）

枝幸町 農林課課長 高瀬孝弘、南宗谷森林組合 業務課長 西澤真也

・フィンランドの木材産業について

（株）きょうもく 代表取締役 森谷 浩久

・北海道とフィンランドの違いからスマート林業について考える

北海道大学 森林政策学研究室 助教 尾分達也



開会挨拶、発表、会場での意見交換の様子

（注）北海道庁 HP で、報告書・概要版（<https://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/gid/186374.html>）
報告会（<https://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/gid/215845.html>）を公開

6 フィンランド林業・木材産業調査報告書（概要版）

スマート林業 EZO モデル構築協議会

1 調査の趣旨

フィンランドで展開されている先進技術を活用した林業・木材産業の取組について北海道での適用が可能か現地調査を行った。特にこれまで道内で実証を進めてきた「ICTハーベスタを活用したデジタルデータによる生産・流通」について重点調査した。

2 調査期間・訪問先等

〔期 間〕令和6年（2024年）8月29日～9月7日（10日間）

〔訪問先〕林業事業体、製材工場など9社・3団体、林業機械展（FinnMETKO）

〔調査者〕道内の森林・林業関係者（産官学）計19名

3 調査結果

（1）フィンランドの森林・林業等の概要

- ・気候や樹種構成（ヨーロッパアカマツ、トウヒ、カンバ）は道内と似通っているが、湿地や岩盤の多い土壌や、笹類や高茎草本がない植生は、道内と異なっている。
- ・森林は個人が5割所有。2系統の共同組織があり組合員は一部重複。所有者の8割が森林管理組合（日本の森林組合に類似）の組合員で組合のサポートを受け木材取引や森林管理を実施。人力・コンテナ苗植栽、簡易保育、70年程度での主伐が標準。
- ・ハーベスタやフォワーダの林業専用機が生産・運搬に活躍（CTLシステム）。伐採から工場の受入まで必要な情報がデジタル化・共有されている（StanForD*準拠）
*Standard for Forest machine Data and communication
（管理者と現場間で情報をやり取りするための標準的な記述形式を定めたデータ規格）
- ・道路網が整備されており、道ばたに置かれた丸太を大型トラック（64t超）が集材。
- ・約80万m³の原木を消費する大型製材工場ではレーザ等で判読した形状等に応じ、最適な木取りを行い、高速ライン（180m/分）で処理。主ラインは1人管理が可能。



写真－1 フィンランドの森、路網とハイ積み、大型運材車、フォワーダ、製材工場

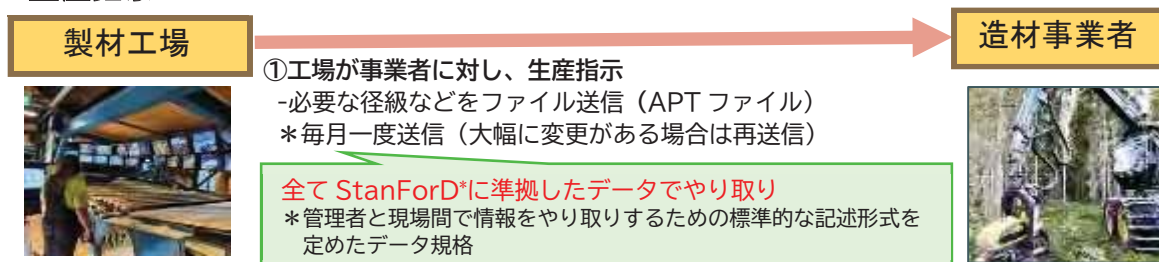
(2) 北海道林業への適用の可能性

① 木材生産・流通へのデジタルデータ活用

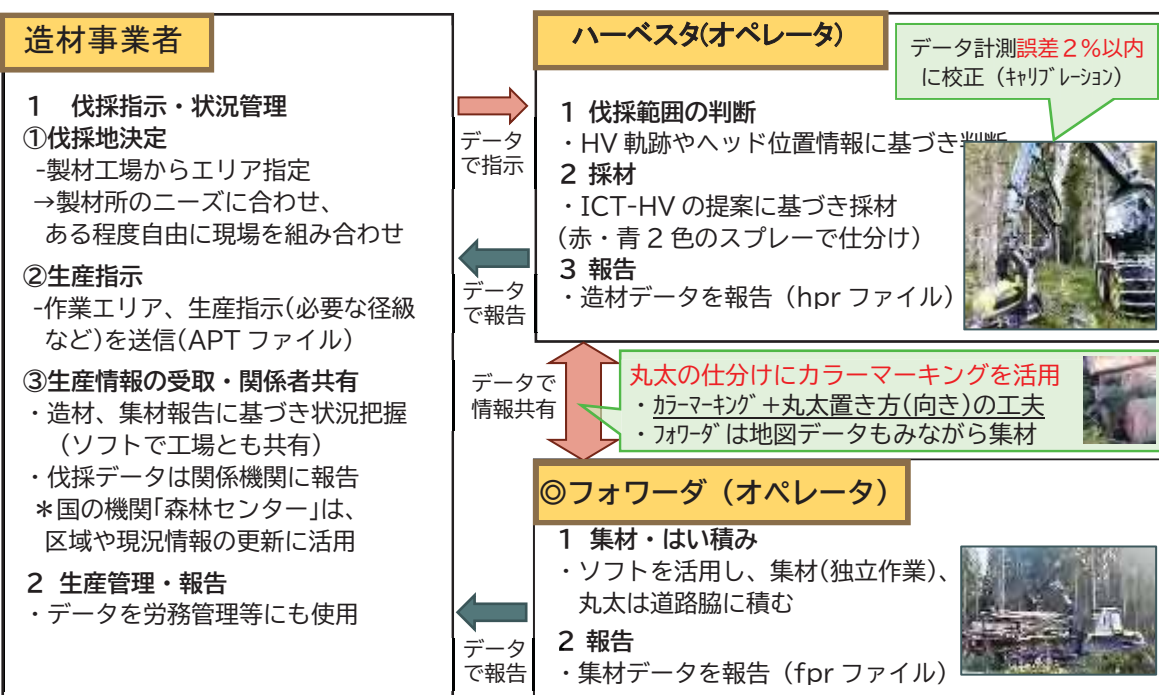
- ・フィンランドではICTハーベスタを活用し、円滑な伐採・流通が行われており（図-1）、森林所有者への還元割合も高い（図-2）。
- ・人口減少が急速に進む道内でもデジタルデータを活用した生産・流通を推進する必要。
⇒北海道の林業においてICTハーベスタを活用する際の課題や必要な対応について「信頼性の確保」や「仕分けの効率化」といった観点から整理（次頁、表-1）

図-1 ICTハーベスタを活用した木材生産・流通の概要

1 生産指示



2 生産



3 運搬



図-2 北海道とフィンランドの素材生産収支イメージ



表-1 道内での ICT ハーベスタを活用した生産・流通の課題・必要な対応

	フィンランド調査・道内の現状	課題・対応
信頼性確保	<ul style="list-style-type: none"> ・フィンランドでは、測定精度は±2%以内が許容範囲 ・道内では機械での計測自体が一般的ではない（これまでの北欧の機械を活用した道内の実証において、精度は確認済） 	<p>(当面)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・<u>ハーベスタ検知の精度・特徴の理解拡大</u> →特に製材工場を対象とした理解促進 <p>(将来)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・<u>安定的に精度を担保する仕組</u>→事業者による定期的な校正（キャリブレーション）・民間機関等による確認 ・川上・川中の合意形成（材積計算方法や取引額）
データ標準化	<ul style="list-style-type: none"> ・フィンランドでは、全メーカーが StanForD に対応 ・道内導入のハーベスタには StanForD 対応の海外機種もあるが、未対応のメーカーや機種も多い状況。対応機種でも出力形式・命名規則等がメーカー毎に異なる 	<p>(当面)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・メーカーによらず、利用可能な簡易プラットフォームの使用（出力後に個別変換し、データを共通化） <p>(将来)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内メーカーも含めた規格化（StanForD 対応） ・<u>StanForD 準拠を前提にした入・出力方法の統一化</u>（海外・国内メーカー間でも共通のルールづくり） ・世界基準改正時に日本の現状の取り入れを働きかけ
仕分けの効率化	<ul style="list-style-type: none"> ・フィンランドでは、ICT ハーベスタで径級等の異なる丸太を色分け（カラーマーキング） ・赤・青2色の区分けと丸太の置き方(角度)を工夫し、集材 ・道内民有林では、山土場で造材、木口に寸面を記載し管理 	<p>(当面)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・4色（赤・青・赤青・無）による<u>デジタル材(寸面無)受入</u> ・<u>仕分け工夫（置き方等）</u>により、多い採材種にも対応 <p>(将来)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原木の種類や量を適切に管理し、トラックで工場まで運材する際に情報を途切れず伝達する<u>仕組みの構築</u>
流通・受入の効率化（デジタル化）	<ul style="list-style-type: none"> ・フィンランドでは、大型工場が全ての材を材種によらず引き取ることが多い。生産情報はリアルタイムに共有される。 ・道内では、検収後に運材が始まり「リードタイムが長い」。現場に聞取りで生産数量を把握しており「受入・生産が見通しづらい」、規模が小さく受入品目に制限がある工場も多く「需要に応じた供給が煩雑」 	<p>(当面)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中間土場での仕分け機能の強化や<u>小さい「はい」位置管理</u>など、<u>データ連携</u>による効率的な仕分け(実証) ・「<u>生産状況見える化ソフト(試行版)</u>」による情報共有 ・原木・路網情報のデータ化 <p>(将来)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・道路情報の地図上への搭載による運材の効率化、<u>工場の生産管理のデジタル化</u> ・道内で活用できるよう複数工場が受入を行う場合の<u>リードタイムや生産管理等の課題解決の寄与度測定</u>
販売額の向上	<ul style="list-style-type: none"> ・フィンランドでは、工場が必要な材種（長さ・太さ）を事前に生産指示ファイル（APT ファイル）として、ICT ハーベスタに入力、機械提案に基づき生産 ・道内では担当者の判断による見込生産が主 	<p>(当面)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・単価の高い材を運材車単位分集めて流通する仕組 ・生産指示機能の活用（APT ファイルに基づく採材） <p>(将来)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・<u>全量を付加価値つけて引き取る流通の仕組み作り</u> ・<u>生産指示できる人材の育成</u>（APT ファイル作成人材）

② 森林資源のデジタルデータでの把握等

・フィンランドでは国主体で資源を把握し、事業者・所有者と共有する体制が確立（図-3）
⇒道内での必要な対応等について「資源把握」・「情報共有」の観点でとりまとめ（表-2）

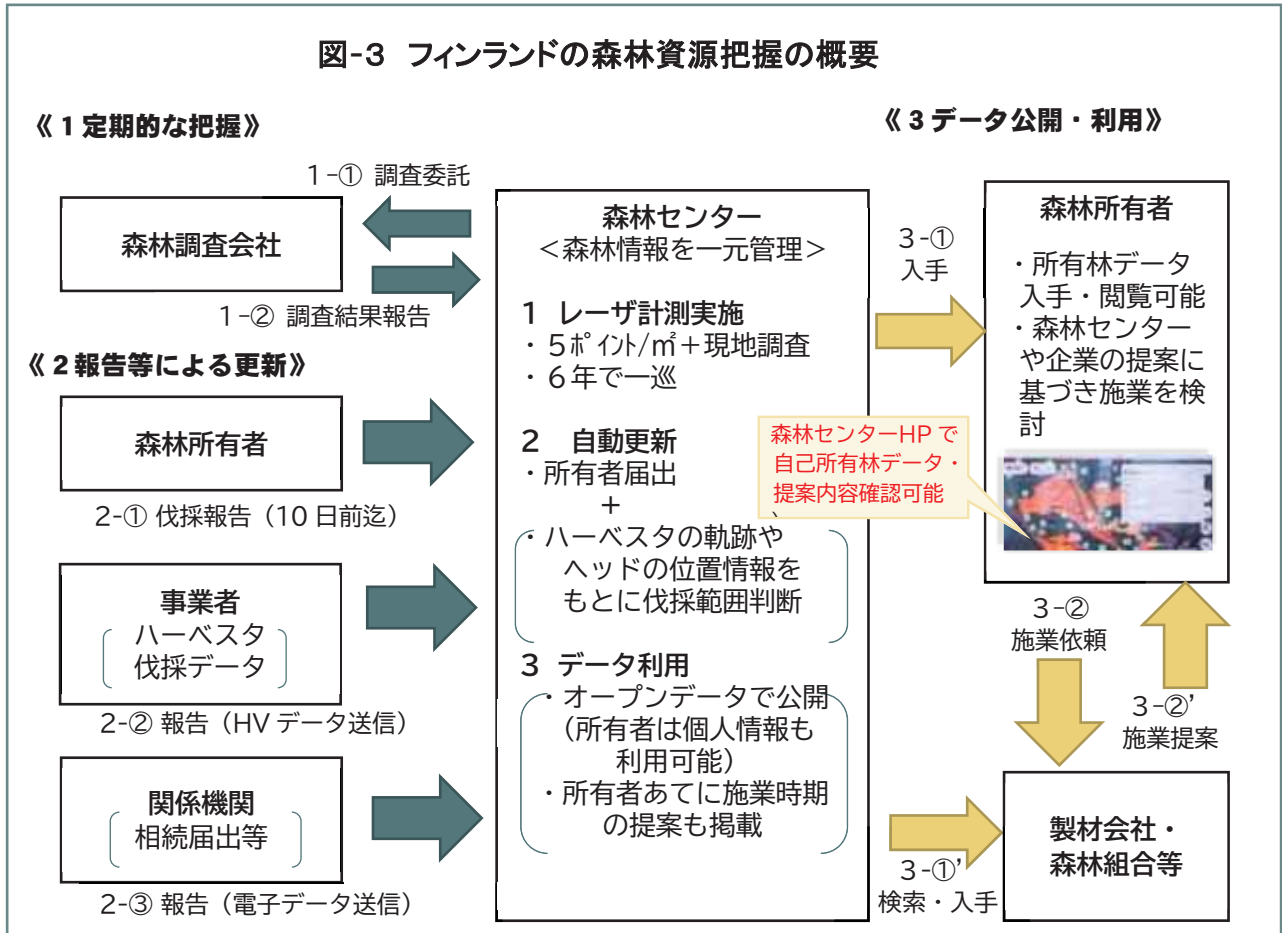


表-2 道内での森林資源の把握等を進める上での課題・必要な対応

	フィンランド調査・道内の現状	課題・対応
資源把握	<ul style="list-style-type: none"> ・フィンランドでは、国が航空レーザ計測を定期的実施（6年に1度）。材積推定精度は、林分レベル（単木ではない、誤差は±10%以内） ・国（国交省・林野庁）は、全国で航空レーザ計測と航空写真による調査を実施…全道域をカバーし、定期的にフィンランド同様の精度（同一水準）で計測しているデータはない 	<p>（当面）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・①国が進めている航空レーザ計測による基盤データ（DEM）整備を元に林分成長を予測した資源管理システムを構築、②UAV等により必要箇所の資源を必要な時期に把握 ・森林の成長に伴い資源情報は変化するため、行政（国・道や市町村）が定期的に計測するコスト負担や管理主体の議論が必要
情報共有	<ul style="list-style-type: none"> ・フィンランドでは国主体に情報公開・共有（事業者も一定数の情報にアクセス可能） ・道内の民有林について、最低限の森林・地図情報は揃い、個人情報以外はオープンデータ化。市町村と北海道はクラウドで個人情報も情報共有 	<ul style="list-style-type: none"> ・民間の事業者が森林施業を進めていく上で <ul style="list-style-type: none"> ①「必要な所有者情報と正確な資源情報を把握し、所有者に提案するための情報共有・提供のあり方」の検討 ②「各データを有機的に結びつけ、森林地図データに森林情報を重ねて使用・分析することができる体制」の検討が必要

③ 植栽の機械化

- ・フィンランドでは植栽率や機械化の進捗（人力主体）は道内と大きく変わらないが、コンテナ苗の利用状況やその後の保育作業は大きく異なっている（表-3）。
⇒道内での必要な対応等について、地拵え、植栽、下刈ごとにとりまとめ（表-4）

表-3 植栽分野の機械化等（フィンランドと北海道の比較）

区分	フィンランド	北海道
更新方法 （植栽・天然更新）	植栽8割 *コンテナ苗木の植栽が主流 	植栽9割（※） （※林業統計等当年の伐採面積に対する植栽面積より算出）
地拵え・伐根処理	・伐根の除去は行わない ・伐根高の切下げを行う場合有	・伐根をグラップル等で処理 （除去・除去しない場合も有）
コンテナ苗の利用状況	9割以上 （2021年の生産量は約1億5,200万本） 	コンテナ苗利用拡大推進方針で推進 （2022:229万本 →2028:500万本）
植栽本数	1,400～2,000本/ha 	1,500～2,200本/ha
植栽作業の機械化	1～2%（器具使用、 <u>人力が主</u> ）	<u>クワ使用、人力が主</u> 、機械無（一部実証）
植栽位置	掘削機による盛土部に植栽 （苗間・列間という概念なし）	苗間・列間幅を基に位置を指定 （トンボ立て・ロープ張り）
植栽位置把握	植栽時には未把握（資源把握時計測）	未把握
保育作業	<u>簡易な下刈（手刈り程度）</u> を実施	3～5年は <u>下刈が必要</u>
保育作業の機械化	ほぼ不要（手刈り程度）	人力。一部、機械導入。除伐も実施
施業体系（参考）	搬出間伐2回、70～80年生で主伐	搬出間伐2～3回、30～60年生で主伐

表-4 道内での造林分野での機械化等を進める上で必要な対応

	フィンランド調査・道内の現状	対応
地拵え	伐根位置把握 ・フィンランドでは、未把握（下刈不要のため、必須ではない）	・伐採前の樹頂点や伐採後の根張りのUAV確認など、植栽や下刈りの効率化に向けた高精度な位置把握
	伐根処理 ・フィンランドでは、未処理。機械展で専用機械（トラクタ）展示あり	・マルチャーや専用機械による完全処理、既存機械での伐根高切下げ
植栽	設計・位置誘導 ・フィンランドでは、盛土部に植栽（湿地が多く条件が異なる） ・道内では、苗間・列間を決めて作業	・GNSS等で位置把握、手元の機器（タブレットや機械搭載モニタ）に表示された位置に移動 *協議会が表示用試作ソフト開発中
	機械化 ・フィンランドでは、人力（コンテナ苗）。機械展で植栽専用機械展示あり	・ <u>機械 or プランティングチューブでの効率化（コンテナ苗の推進とセット）</u>
下刈	機械化 ・フィンランドでは、簡易な手刈り ・道内では人力主体、機械化を推進（機械走行可能な処理が必要）	・苗木や伐根の位置情報を活用し、苗木や障害物を回避して走行する仕組み、機械導入による労務軽減

（3）報告書（全体版）について

- ・木材利用や企業訪問、参加者感想なども記載
（掲載先：北海道庁 HP>水産林務部>森林海洋環境局長産業課>スマート林業の推進）



Ⅲ 資料編

1 参考とした文献、HP 等

(1) フィンランドの社会・経済等について

- 1) 外務省（フィンランド共和国基礎データ） 令和6年4月26日
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/finland/data.html> (2024.10 閲覧)
*フィンランドの経済などの概要データが記載
- 2) 在フィンランド日本国大使館（フィンランド経済の概要（令和5年12月））
<https://www.fi.emb-japan.go.jp/files/100602155.pdf>
*フィンランドの森林産業の概略などが記載
- 3) 2023年の出生数、人口動態統計と人口（フィンランド統計局）（2023）
<https://stat.fi/en/statistics/synt>
*フィンランドの合計特殊出生率が記載
- 4) 北海道庁（北海道データブック 2024）
<https://www.pref.hokkaido.lg.jp/ss/tkk/databook/>
*北海道の生活や経済データについて記載
- 5) StanForD2010
<https://www.skogforsk.se/english/projects/stanford/stanford-2010/>
*標準規格 Stanford2010 について記載
- 6) 林野庁
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/index1.html>
*全国の森林面積等について記載

(2) フィンランドの林業について（国内文献）

- 1) 「フィンランド・スウェーデン・ドイツにおける森林管理認証の動向 ―グループ認証と地域独自の認証プログラムの展開―」（2021年2月）一般社団法人 緑の循環認証会議
https://sgec-pefcj.jp/d/20210323HP_2020_SGEC_WG_Hayafune_Shiga_Rrep.pdf
*フィンランド林業の概要や森林管理認証について記載
- 2) 「フィンランド・スウェーデンの機械化林業技術と北海道への適用」佐々木尚三（2019）北方林業 vol. 70 No. 1
*フィンランド、スウェーデンの機械作業システムや北海道との比較について記載
- 3) 「フィンランドにおける収穫木材の測定システム」アルト・ルムカイネン：原文、佐々木尚三：翻訳（2022）北方林業 vol. 73 No. 3
*フィンランドの機械作業システムや北海道との比較について記載
- 4) 「欧州における林業経営の実態調査」（2011年7月）社団法人 日本経済調査協議会
https://www.nikkeicho.or.jp/new_wp/wp-content/uploads/shinrin_takagi_final_overseareview.pdf
*欧州4カ国（ドイツ、オーストリア、フィンランド、スウェーデン）の林業市場環境及び林業市場の実態の概要が記載
- 5) 「地域森林管理の長期持続性 欧州・日本の100年から読み解く未来」志賀 和人・山本 伸幸・早船 真智・平野 悠一郎編著（2023）日本林業調査会
*フィンランドの森林所有者共同組織等について記載
- 6) 「クリーンウッド」利用推進事業のうち、「生産国における現地情報の収集」（H31.3）、
「追加的措置の先進事例収集事業」（R2.3）（林野庁、フィンランド抜粋）
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/goho/kunibetu/fin/attach/pdf/info-2.pdf>
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/goho/kunibetu/fin/attach/pdf/info-4.pdf>
*フィンランドの林業・林産業の概況について記載

(3) フィンランドの林業について（フィンランドの各機関など）

- 1) フィンランド国立森林センター
<https://www.metsaan.fi/>
*森林所有者や事業者向けのサービス提供サイト
- 2) フィンランド天然資源研究所(Natural Resources Institute Finland (Luke))
<https://www.luke.fi/en>
*フィンランドの森林に関する研究機関。統計情報サイト
- 3) フィンランド森林産業連盟
<https://www.metsateollisuus.fi/en/statistics>
*フィンランドの森林に関する統計情報も提供するサイト
- 4) MHY（森林管理組合）
<https://www.mhy.fi/>
*森林管理組合のHP
- 5) フィンランドの植栽
https://youtu.be/3yDgMgX0tqY?si=VRGvfXYD_mFgbq3n
*植栽の様子盛り土の部分に植栽 植栽行程 の動画（現地での情報提供）
- 6) Finnish road map to a circular economy 2016-2025(Sitra:フィンランド・イノベーション基金)
<https://www.sitra.fi/wp/wp-content/uploads/2017/02/Selvityksia121.pdf>
*フィンランドの「サーキュラーエコノミー」のロードマップ(2016-2025)
- 7) The Finnish Bioeconomy Strategy
https://www.biotalous.fi/wp-content/uploads/2022/08/Biotalousstrategia_esitys_EN.pdf
*フィンランド政府による、「バイオエコノミー戦略」の紹介
- 8) 公共建築における木材利用（環境省 (ym.fi)）
<https://ym.fi/en/wood-in-public-construction>
*フィンランド政府（環境省）による、公共建築物での木材利用、Wood Building Programme など
- 9) フィンランド製材協会
<https://sahateollisuus.com/>
*最近の木材需給状況等の情勢が記載
- 10) Wood measuring methods used in Finland 2023(Metsäteho Oy)
<https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja-2024-9-EN-Wood-measuring-methods-used-in-Finland-2023.pdf>
*木材調達開発会社、フィンランドの木材測定方法について記載

(4) 道内の取組（スマート林業に関する協議会の取組など）

- 1) スマート林業 E20 モデル構築協議会（北海道）の取組
 - ・令和5年度林業イノベーション現場実装シンポジウム
https://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/morihub/attach/pdf/240208_04_hokkaido.pdf
 - ・令和4(2022)年度 【成果報告会】北海道地域
https://www.jafta.or.jp/contents/files/jigyو_consulting/2022sma_hokkaido.pdf
 - ・令和3(2021)年度 【木材流通編】スマート林業マッチングミーティング
https://www.jafta.or.jp/contents/files/jigyو_consulting/2021sma_hokkaido.pdf
 - ・令和2(2020)年度 【東日本ブロック】スマート林業 Web マッチングミーティング
【東日本ブロック】地域協議会の取組事例紹介
https://www.jafta.or.jp/pdf/R02smart-shiryo/2020sma_hokkaido.pdf
- 2) 「新しい林業」経営モデル実証事業の取組「北欧をモデルにした北海道・十勝型機械化林業経営」
 - ・「成果報告書」（令和5年3月、令和6年3月）
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/routai/keiei.html>

2 準備等

(1) 企画・周知

これまで令和3年からスマート林業 E20 モデル構築協議会の実証にも参画していただいたケスラ、ポンセ、ジョンディアをはじめとした林業機械メーカー等から、最新のフィンランドの林業の状況（特に、ICT ハーバスタデータの有効活用によるデジタル流通の状況）を直接聞き取ることを主目的として渡航を企画した。

併せて、2年に一度開催される世界最大規模の林業機械展“Finn METKO”にも参加し、最新技術の見聞を深めるとともに、出展各社の状況について聞き取りを行うこととした。渡航時期としては、機械展の開催される8月末に実施することとし、関係機関と調整を行った。

渡航に際して、事前に3月から数回、フィンランドの企業側と Web 会議を行い受入先の調整を行った。

また、スマート林業の取組が全道に広がるよう、渡航半年前にスマート林業 E20 モデル構築協議会から下記の道内林業関係者を対象として本企画の周知を行い、参加者の募集を行った。

- (1) 北海道林業事業体登録制度にて登録された林業事業体
- (2) 道内市町村
- (3) 林業・木材産業関係企業・団体

(2) 通訳

通訳は、ヨナス・キリシ氏（Joonas Kirsi. 通訳事務所 KURKI）に依頼した。ヨナス氏は、ヘルシンキ大学大学院日本語・日本文化専攻で日本語を学んだ後、日本で2年間働いた経歴の持ち主である。

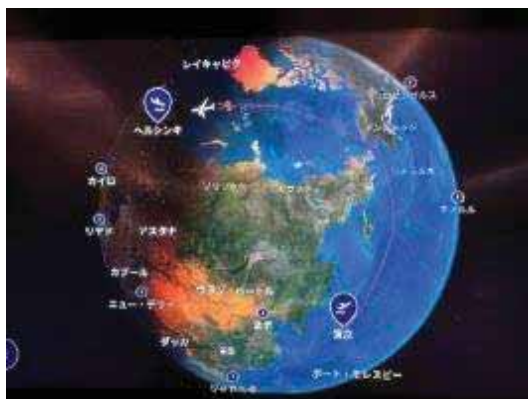
平成30年から実施されている北海道立北の森づくり専門学院（北森カレッジ）のフィンランド研修等でも活躍しており、林業の専門用語にも詳しい。

Tulkkitoimisto Kurki（通訳事務所 KURKI）
<http://www.tulkkikurki.fi>
+358-(0)50-3465-048 info@tulkkikurki.fi



(3) 飛行機の利用

飛行機は、現地の機械展に向けた適当な便があったため、フィンエアーを使用した（羽田～ヘルシンキ往復）。2024年8月時点で、ロシアのウクライナ侵攻の影響でロシア上空を通過するルートは中止となっており、行きは北極経由の北回り、帰りはアジアを横断する南回りの運行便に搭乗した（いずれも13時間程度）。



《ヘルシンキまでの航路》



《帰国前、飛行場での参加者集合写真》



令和6年度フィンランド林業・木材産業調査報告書

2025（令和7）年3月発行

発行／スマート林業EZ0モデル構築協議会