

林産試 だより

ISSN 1349-3132



Web会議で他機関と研究の打ち合わせ

- 特集『令和2年（2020年）北海道森づくり研究成果発表会』パート I
- 令和2年（2020年）北海道森づくり研究成果発表会について . . . 1
- ・CLTに適した保存処理方法の開発 2
- ・改良された水性高分子-イソシアネート系接着剤を用いた
道産CLTの生産性向上の試み 3
- ・道産CLT現し仕上げの建築物における断熱性と気密性 4
- ・防腐薬剤処理木材（カラマツ）の耐用年数は何年なの？
（第2報）～耐用年数を任意に設定する手法について～ 5
- ・森林の循環利用を学ぶための児童用木育ツールの開発 6
- 行政の窓
- 〔北海道高性能林業機械化基本方針の改定について〕 7
- 林産試ニュース 8

6
2020



(地独)北海道立総合研究機構
林産試験場

令和2年（2020年）北海道森づくり研究成果発表会について

企業支援部 普及連携グループ 大西人史

森林研究本部（林業試験場・林産試験場）では、森林整備や木材利用に関する研究成果、技術、活動事例をわかりやすく紹介し、本道における森づくりや木材利用に関する知識を深め、技術の向上を図ることを目的とした研究成果発表会を、北海道水産林務部と共催で毎年開催しています。

本年は5月14日（木）に「令和2年北海道森づくり研究成果発表会」として、北海道立道民活動センター（かでの2・7、札幌市中央区北2条西7丁目）で開催を予定していましたが、新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止の観点から開催を中止することとしました。

しかし、研究発表の新たなスタイルを作ることで研究員の意識改革や新たなユーザーの掘り起こしにもつなげたいという思いから、発表の場をWeb上に移した「インターネット版 令和2年（2020年）北海道森づくり研究成果発表会」を開催することにしました。

開催方法は、ホームページに特設ページを設け、口頭発表スライド（林産試験場発表課題のみ）とポスターのPDFを掲載します。また、一般部門を含めた全ての口頭発表のスライドをFacebookに随時掲載し（写真）、コメント機能により、発表者と閲覧者との簡易な双方向性コミュニケーションを図ります。

公開期間は、林産試験場発表分の口頭発表スライドが令和2年6月1日（月）～6月30日（火）まで。それ以外は令和2年6月1日（月）～8月31日（月）までとなります。

ホームページとFacebookは相互にリンクされていますので、従来よりも多くの方々に閲覧して頂けると思います。従来の成果発表会に参加できなかった遠方の方々にもアプローチできることで、新たな研究ニーズ把握の効果も期待しています。

口頭発表課題は、一般部門では、北海道森林管理局から1件、北海道の総合振興局から3件の計4件となります。

森林研究本部部門では、林業試験場から6件、林産試験場から5件の計11件となり、次の3つのテーマに分けられています。

1. 「森林資源の循環利用のために（林業技術）」
2. 「森林資源の循環利用のために（木材利用技術）」

3. 「森の役割と森からの恵み」

さらに、森林研究本部長による「森林研究本部の研究概要」も掲載されます。

これらについて、Facebookのコメント欄で多くの質問や意見をお待ちしています。

ポスター発表課題は、一般部門では森林総合研究所北海道支所から1件、北海道水産林務部と総合振興局から2件の計3件、森林研究本部部門は、林業試験場7件、林産試験場10件の計17件をホームページへ掲載します。これらについては、メールでの質問や意見をお待ちしています。

本誌では今回掲載された課題のうち、林産試験場の課題を今月号から8月号まで3回に分けて特集します、こちらもぜひご一読ください。



写真 Facebookのイメージ

CLTに適した保存処理方法の開発

林産試験場 性能部 保存グループ 宮内 輝久,
林産試験場 技術部 生産技術グループ 大橋 義徳

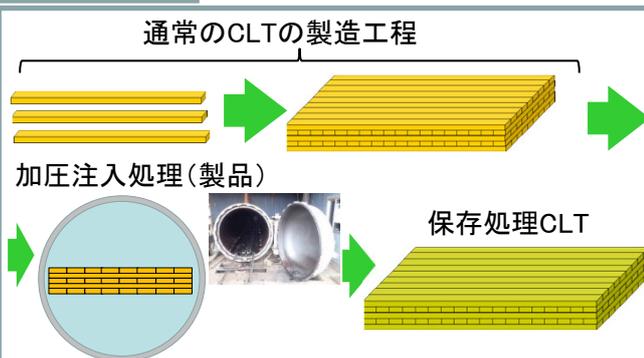
研究の背景・目的

CLT（直交集成板）を用いた建築物の数は年々増加しており、その用途は戸建て・集合住宅、店舗、その他公共建築物など多岐にわたります。住宅の品質確保の促進等に関する法律（品確法）や公共建築物の木造計画・設計基準では、使用環境や期待される耐用年数に応じ、保存処理（防腐・防蟻処理）木材・木質材料の使用が求められる場合があります。また、生物劣化のリスクの高い常暑地域などにおいては保存処理は必要不可欠であると考えられます。本検討では、加圧注入処理によるCLTの保存処理方法について検討を行いました。その結果を基に、保存処理のCLTの活用方法を整理しました。

研究の内容・成果

CLTの加圧注入処理方法として、出来上がったCLTパネルに処理をする方法（以下、製品処理）とあらかじめ処理されたラミナを積層接着するラミナ処理について検討を行いました。試作した保存処理CLTの性能評価として、はく離試験や薬剤の浸潤状態の評価を行いました。

製品処理



【性能評価の結果】

はく離試験: 加圧注入処理は接着性能に影響しないことを確認しました。

浸潤状態の評価: CLTの断面に対し高い浸潤が得られました(写真1)。

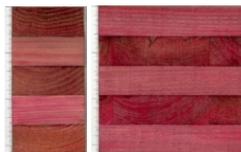
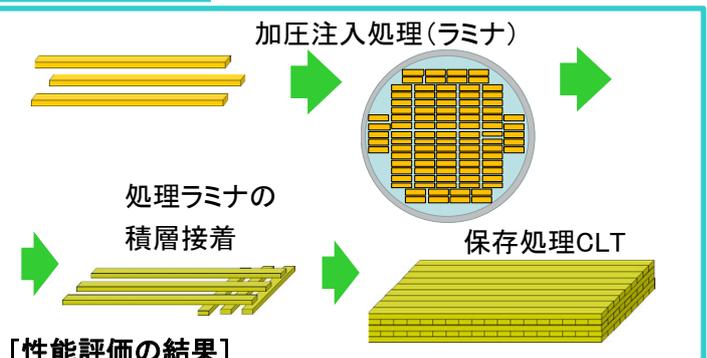


写真1 浸潤の様子

【処理方法の特徴】

寸法変化がほとんどなくプレカット後の製品への処理が可能です。注薬缶に入る大きさに切断する必要があります。

ラミナ処理



【性能評価の結果】

はく離試験: 加圧注入処理は接着性能に影響しないことを確認しました。

浸潤状態の評価: CLTの断面に対し高い浸潤が得られました(写真2)。

【処理方法の特徴】

この方法ではラミナの段階で処理するため、あらゆるサイズのCLTの処理が可能です。また、ラミナの断面に対し広範囲に薬剤が浸透しているため、プレカット後の処理はほとんど必要ありません。



写真2 浸潤の様子
(上)銅系薬剤
(下)非銅系薬剤

以上の方法を用いて製造される保存処理CLTについて、それぞれの特徴使用環境を考慮した活用方法について取りまとめました。

今後の展開

本発表では、加圧注入処理を用いたCLTの保存処理技術について検討するとともに、その活用方法を提案しました。今後は、より低コストで効率的なCLTの保存処理方法の開発を進めるとともに、構法による対策と保存処理CLTを組み合わせた劣化対策技術を充実させることで、CLTを用いた建築物の安全性や建築物の資産価値の向上を図り、道産材および道産材を用いた木質材料の需要増に貢献したいと考えています。

【謝辞】本研究は農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）」の支援を受けて行いました。

改良された水性高分子-イソシアネート系接着剤を用いた 道産CLTの生産性向上の試み

林産試験場 技術部 生産技術グループ 宮崎 淳子, 大橋 義徳, 松本 和茂
利用部 資源・システムグループ 古俣 寛隆, 石川 佳生, 渡辺 誠二

研究の背景・目的

道産材を用いたCLTは国産材の中でも強度性能や意匠性に優れ、道内外で注目されています。道産CLTを使用した建築物は年々増加しており、今後も需要の増加が期待されます。林産試験場では道産CLT製造の黎明期から製造技術の開発に携わり、現在は供給力の強化を目指した検討を進めています。

ここでは、CLTのために改良された水性高分子-イソシアネート系接着剤を用いてCLTの生産性向上を 検討した結果を報告します。

研究の内容・成果

■ CLTの製造工程と生産性向上のためのアイデア

CLTの製造における接着工程の中で、圧縮が最も時間を要します(図1)。CLTの製造コストを検討した結果、コスト低減の方法の一つとして、1プレスあたりの製造量を増加することが挙げられました。

1プレスあたりの製造量は「堆積時間（接着剤塗布から圧縮開始までの時間、図1）」以内に積層できる量で決まります。水性高分子-イソシアネート系接着剤（水ビ）の 堆積時間は一般に約10分で、5層5プライのCLTの場合、1プレスで1体製造されます。最近改良された水ビは堆積時間が延長されており、1プレスあたりの製造量を増やせる可能性があります。

そこで、堆積時間の長い水ビ（改良型水ビ）を使用し、**どのくらいの堆積時間が許容され、1プレスの生産量を どれだけ増やすことができるのか**を検討しました。

■ 改良型水ビによるCLT製造量への影響

改良型水ビを用い、堆積時間を延ばした条件で、カラマツCLT（5層5プライ、130（厚）×1050（幅）×3500（長）mm）を製造し^{*1}、接着性能を調べました。

その結果、**堆積時間が25分でも良好な接着性能が得られることがわかりました（表1）**。

堆積時間25分のときに、上記サイズのCLTの製造量を試算した結果、**1プレスで4体まで増やせることがわかりました（図2）^{*2}**。これをもとに、5層5プライのCLT4体を1回のプレスで製造する場合の製造原価を試算すると、**約3割削減可能**であると試算されました。

^{*1} 主剤：硬化剤の配合比=100：15、塗布量210～220g/m²、圧縮条件0.9MPa・60分。

^{*2} 堆積時間の延長のみを考慮した試算結果です。実際の製造では、プレスの開口部の最大高さ、側圧のための装置、接着剤のみだしによるCLT同士の接着防止など、考慮しなければならない事項があります。

今後の展開

道産CLTの普及促進のため、今後も道内におけるCLTの需要と供給体制に即した製造技術の開発を進めます。本研究の一部は、北海道から委託された「CLT生産効率向上に関する調査研究委託業務」（H29）により実施しました。

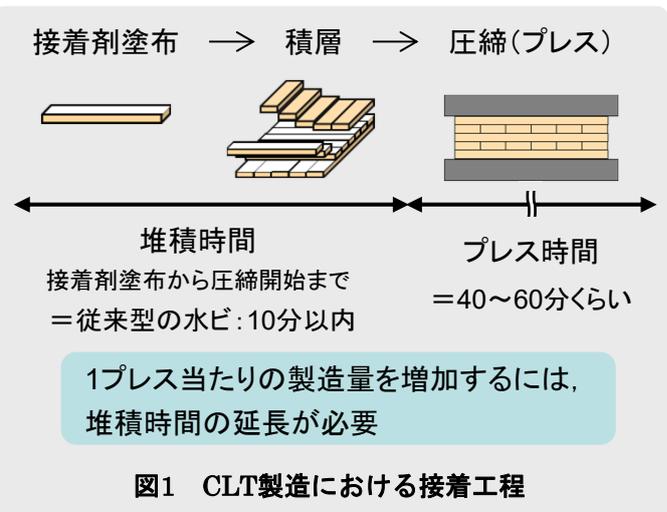
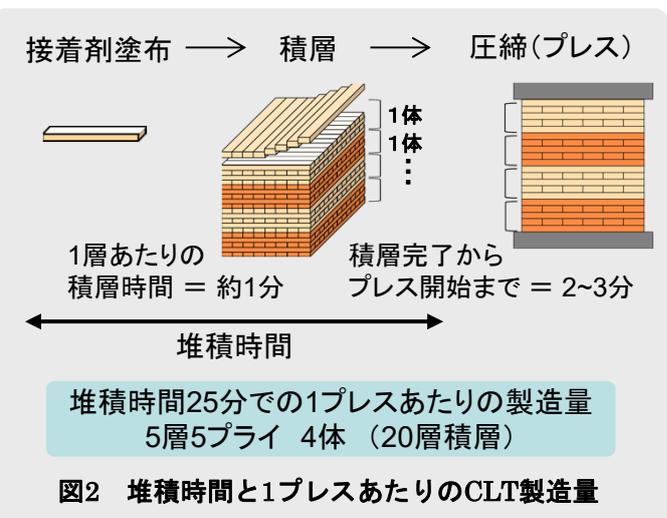


表1 接着性能試験の結果
(直交集成板のJAS 減圧加圧剝離試験)

接着剤	堆積時間	剝離率	基準適合率
従来型	6分	0.7%	100%
改良型	25分	1.8%	100%



道産CLT現し仕上げの建築物における断熱性と気密性

林産試験場 性能部 構造・環境グループ 今井 良, 富高 亮介

研究の背景・目的

北海道のような寒冷地の建築物には高い断熱性・気密性が求められることから、新しい建築材料であるCLTを用いた建築物においても、これらのデータ蓄積が欠かせません。平成31年に林産試験場内に建設した実験棟“Hokkaido CLT Pavilion”を対象に、断熱性・気密性の評価を行いました。

研究の内容・成果

測定対象 ・階数：地上1階 ・延床面積：84.01m² ・最高軒高：3:65m
 の概要 ・屋根・壁：カラマツ・トドマツCLT（5層5プライ、150mm厚）
 ・床：カラマツ・トドマツCLT（5層7プライ、210mm厚）
 ・屋根と床は押出法ポリスチレンフォーム（以下XPS）200mmで外断熱



断熱性能測定

測定概要

- 令和元年10～12月に実施
- 測定項目：室内の温度・湿度および暖房消費電力
- 推定精度を高めるため開口部をXPS50mmで覆い、ガラス面からの日射取得や熱流を低減



壁の断熱条件（3条件）

- ① 無断熱
- ② XPS50mm外断熱付加
- ③ XPS100mm外断熱付加

気密性能測定

測定概要

- 令和元年6～7月に実施
- 測定方法：JIS A2201に則る
- 玄関をビニルシートで塞ぎ、送風機で排気し室内を減圧隙間から流入する空気量と室内外の圧力差の関係から気密性能を推定



気密施工の仕様

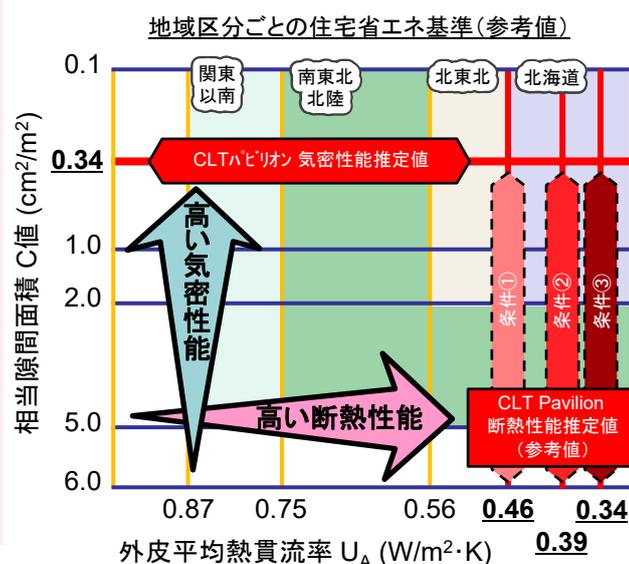
- 壁-屋根：気密パッキン
- 壁-床：外周部防水シート立ち上げ
- 床-床：相欠き+構造用ビス

測定結果

- 建物内外の温度差と暖房出力の関係から、建物の断熱性能の指標となる外皮平均熱貫流率 U_A を推定

- ➔ 条件① $U_A=0.46 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- 条件② $U_A=0.39 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- 条件③ $U_A=0.34 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

※ただし、開口部を断熱補強した状態での測定結果であり、一般的な建物の断熱性能値との単純比較はできない



測定結果

- 建物の気密性の指標となる相当隙間面積C値を推定
➔ $C=0.34 \text{ cm}^2/\text{m}^2$
推定値はH11省エネ基準(北海道)をクリア
- 気密確保の要因
➤ 床に大判パネルを使用=合板敷きと比較し、ジョイント部が減少
➤ 床・屋根のパネル間=相欠き+引き寄せ効果の高い半ネジの構造用ビスによる接合

今後の展開

今後は、接合仕様と断熱性・気密性の関係の解明や熱橋対策技術の開発等に取り組み、居住性能に優れた道産CLT建築物の設計に活用できる技術資料の作成を目指します。

防腐薬剤処理木材（カラマツ）の耐用年数は何年なの？（第2報） —耐用年数を任意に設定する手法について—

林産試験場 性能部 構造・環境グループ 小林 裕昇

研究の背景・目的

防腐薬剤処理木材（カラマツ）を用いた屋外の柵状木質構造物の基準となる耐用年数は、鉛直部材（土中埋込み型）で17年、水平部材（土壌近接型）で23年、水平部材（非接地型）で28年と推定されることを、前年度に報告しました。一方、この基準となる耐用年数を任意に設定（延長）したい場合も考えられるため、その手法のひとつについて解説します。

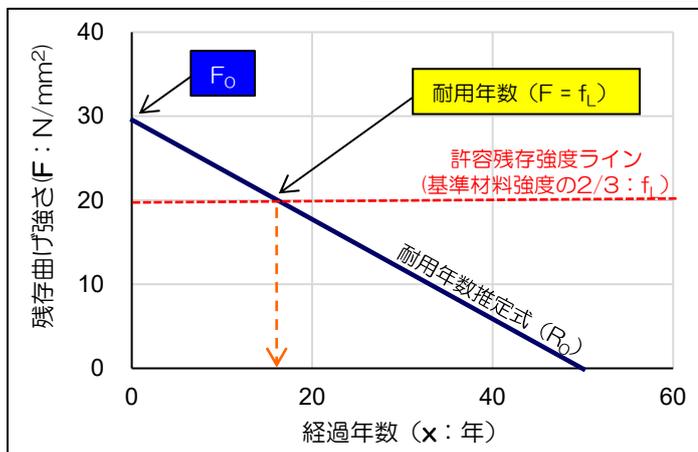
研究の内容・成果

林産試HP → <https://www.hro.or.jp/list/forest/research/fpri/manual/saku.htm>

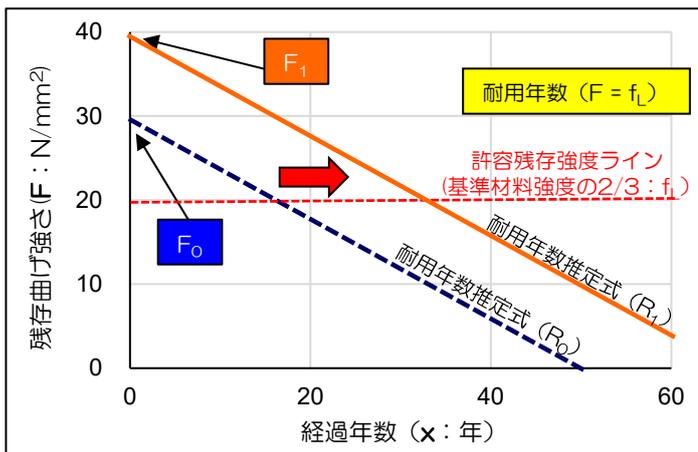
① 耐用年数推定の基本となる式

耐用年数推定式： $F = F_0 - ax$

F_0 ：初期強度（基準材料強度）
 a ：低減係数



② 耐用年数を任意に設定（延長）するには？



- 基準となる耐用年数推定式 (R_0) を耐用年数推定式 (R_1) とすることで、任意に耐用年数の設定が可能です
- ただし「 F_0 」は基準材料強度（建設省告示第1452号）を採用しているため、初期強度を「 F_1 」に変更することは出来ません

今後の展開

北海道庁が発行している「土木用木材・木製品設計マニュアル」へ記載すると共に、各地域での講習会の開催を行うことで、本技術の普及を広く図る予定です。また耐用年数を任意に設定する手法についても精度の向上を図っていきます。

③ 部材の断面寸法を大きくする

- 許容曲げモーメントにおける「強度」と「断面係数」の関係を利用して、任意に設定（延長）する方法を考えます

【許容曲げモーメント (M)】

$$M \text{ (N} \cdot \text{mm)} = F \text{ (強度_N/mm}^2\text{)} \times Z \text{ (断面係数_mm}^3\text{)}$$

※ 断面係数とは「部材の断面性能を表す値」です。曲げモーメントに対する強さ・抵抗力と言えます

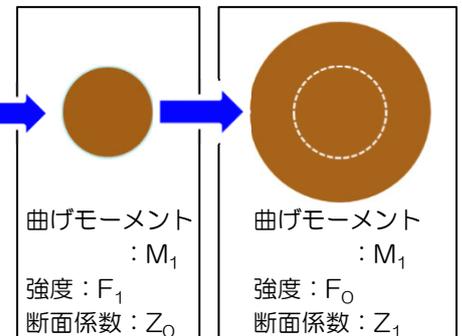
- 許容曲げモーメントの式から、以下の関係が求められます

$$M_1 \text{ (任意に耐用年数を設定)} = F_1 \times Z_0 = F_0 \times Z_1$$

【基準耐用年数】



【任意に耐用年数を設定】



- 初期強度は「 F_1 」に変更出来ないため「 F_0 」のままとし、断面寸法を大きくした断面係数「 Z_1 」の値を求めます
- 耐用年数を任意に設定（延長）するのに必要な断面積の増加分を求めるため、暫定的に初期強度「 F_1 」は「仮想 F_0 」と考え、その値を算出します

A：任意の耐用年数に必要な「強度（ F_1 ）」を求めます。

B：「強度（ F_1 ）」が「基準材料強度（ F_0 ）」の何倍（ F_1/F_0 ）になるのかを求めます。

C：Bで得られた値を「断面係数（ Z_0 ）」に乗算し、「断面係数（ Z_1 ）」を求めます。

D：「断面係数（ Z_1 ）」から断面係数の公式を用い、断面を逆算します。

森林の循環利用を学ぶための児童用木育ツールの開発

林産試験場 技術部 製品開発グループ 北橋 善範,
 札幌市立大学 小宮 加容子, 北海道立総合研究機構 日高 青志,
 工業試験場 万城目 聡, 印南 小冬, 林業試験場 佐藤 孝弘

研究の背景・目的

◆林業・木材産業は木質資源の生産と森林の適切な維持管理を担う重要な産業ですが、特に児童において「森林伐採や木材利用は環境破壊につながる」という悪いイメージを持つことが多く、正しい知識の普及が必要です。

◆そこで本研究では森林の循環利用（図1）を楽しくわかりやすい形で伝えることを目的として、学校への出前授業での活用を想定した児童用木育ツール（カードゲーム型）を開発しました。



図1 森林の循環利用 概念図

研究の内容・成果

1) 森林・木材に関する学習内容等の調査・分析

- ① 文献・教科書調査 ② 教員・木育マイスター等への聞き取り調査



ゲームに盛り込む内容の精査

③ 既存の森林・環境学習ツール調査



ゲーム仕様の設定

ゲームの目的

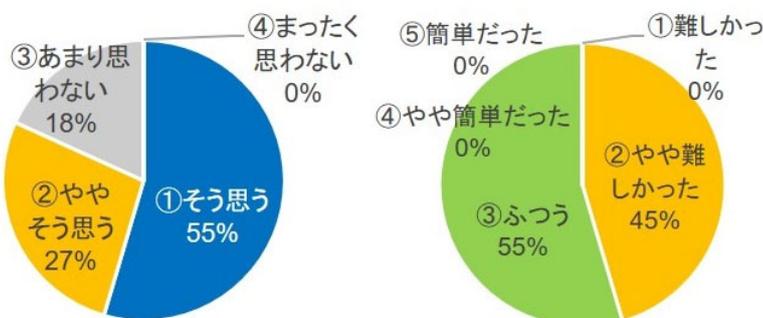
森林を循環利用しながら多様性のある森を作る

ゲームの仕様

- ① プレイ人数は4名（主な対象は小学校高学年）
- ② プレイヤー全員が共有する山について、各人は自らの判断で【伐る】【植える】【育てる】のアクション（1巡につき計3回まで）を行う
- ③ 【伐る】で伐採した樹木は樹齢・樹種に応じて様々な「製品」に交換できる
- ④ 全員が終了で1巡となり、その時の森の状態を数値化した「理想の森ポイント」が増減する。これを5巡まで繰り返す。
- ⑤ 5巡後、アクションの適切性、所有製品、終了時の森の状態で得点計算が行われ、順位が決まる

2) ツールの試作と実証試験（写真1）

●大学生らによるテストプレイ後のアンケート結果（n=13）



Q1: 森林や木材に興味を持つきっかけになりましたか？

Q2: ゲームのルールは難しかったですか？



写真1 試作品とプレイの様子

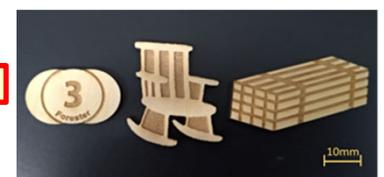


写真2 木質化したカードの一部

まとめ：効率的に森林の循環利用への理解を深めることができたが、難易度は要改善

今後の展開

今後はゲームの木質化（写真2）、児童対象のテストプレイによる難易度調整を行った後、木育マイスターへの周知、出前授業等での活用を図ります。

行政の窓

北海道高性能林業機械化基本方針の改定について

北海道では、生産性や安全性の向上などを目指し、高性能林業機械をより効果的に活用する作業システムの推進や普及を図るため、平成5年10月に策定した「北海道高性能林業機械化基本方針」（最終改定：平成21年5月）について、北海道林業を取り巻く状況の変化や新たな技術の実用化などを踏まえ、高性能林業機械導入事業体及びオペレータ、機械メーカー等を対象とした調査を実施するとともに、林業の専門的な知識を有する学識経験者や林業関係者の意見等を幅広く聴取する「北海道高性能林業機械化推進協議会」を開催し、約10年ぶりに全面改定を実施しました。



北海道高性能林業機械化基本方針（令和2年5月改定）の概要

(全文掲載URL：<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/rrm/kikaikakihonhousin.htm>)

第1 方針の位置づけ

- 北海道にふさわしい作業システムの構築に向けて、ICTやIoT、AIなどの先進技術を活用し、森林施業の効率化・省力化の促進や、生産性・安全性の向上などを加速させるため、本道における機械化の推進方向を示すもの
- 「北海道森林づくり基本計画（2017～2026）」に合わせ令和8年度までの方針期間として改定

第2 北海道の森林・林業の現状

- 人工林資源が利用期を迎え、伐採量は増加。伐採量に占める人工林の割合も増加
- 道内における死亡労働災害は、チェーンソー伐倒作業中が最も多い状況

第3 北海道の林業における林業機械化の現状

- 高性能林業機械の保有台数は、10年間で倍増し全国一
- ハーベスタやフォワーダの保有台数が大きく伸び、森林作業道作設用の機械も増加
- 全道的に全木・全幹集材システムから短幹集材システムへの移行が進展



フォワーダ

第4 北海道の林業における林業機械化の課題

- 伐倒・造材工程においては、生産性はもとより、安全性を向上させる必要
- 施業全体の生産性に直結する集材・巻立て工程においては、さらなる効率化を促進する必要
- 高い技術力を保有するオペレータを育成する必要



ケーブルアシストにより急傾斜で伐倒作業を行う林業専用機

第5 めざす姿 ～北海道林業イノベーションの推進～

- スマート林業の推進（ICT/IoT技術やAIなどの先進技術を幅広く活用）
- 林業機械の進展（走行性や安定性が高い北海道林業に適した林業専用機の開発等）

第6 高性能林業機械を活用した作業システムの推進

- 間伐と主伐の伐採区分に応じた作業システムの普及

区分	森林作業道作設	伐採	(木寄せ)	造材	集材	巻立て	地拵え	植え付け	下刈り
間伐	ザウルスロボ	ハーベスタ	グラップル(ウィンチ)	ハーベスタ	フォワーダ(スキッド)	グラップル			
主伐	バックホウ	フェラーバンチャ		プロセッサ			グラップル(レーキ・バケット)	コンテナ苗の活用	乗用型刈払機

- 安全性を向上させるためハーベスタやフェラーバンチャによる機械伐倒
- 集材工程の改善による効率化

第7 北海道における機械化に関する目標

- 高性能林業機械を活用した作業システムの普及により機械伐倒率を引き上げる事を目標

区分	平成30年度	令和8年度
主伐	47%	60%
間伐	38%	



ハーベスタによる伐倒

(水産林務部林務局林業木材課事業体育成係)

林産試ニュース

■林産試験場の新型コロナウイルス対応

新型コロナウイルス感染症に対する緊急事態宣言の解除に伴い、視察・見学や、各種研修、設備使用等での林産試験場へのご来場についても6月1日（月）より制限を解除しました。とはいえ、まだ同感染症の収束には至っていないため、ご来場に際しての留意事項を[林産試験場ホームページ](#)に掲載しますので、ご確認をお願いします。

■インターネット版令和2年（2020年）北海道森づくり研究成果発表会を実施しています

新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止のため中止となりました「令和2年北海道森づくり研究成果発表会」，「令和2年林産試験場研究成果発表会」に代わり，「インターネット版令和2年（2020年）北海道森づくり研究成果発表会」として口頭発表スライド，ポスターをWeb上で公開しています。6月1日から8月31日まで（一部課題は6月1日から6月30日まで），特設ホームページとフェイスブックでご覧いただけます。詳細は本号冒頭に記載しておりますので，ご参照ください。



【インターネット版成果発表会トップページ】

■北森カレッジの授業が始まりました

北海道立北の森づくり専門学院では，新型コロナウイルス感染症拡大に伴う国の緊急事態宣言を受け休業中でしたが，5月18日（月）から分散登校が始まり，ガイダンスや個人面談，休業中に出された課題のフォローアップを行い，6月1日（月）より，本格的な授業が開始されました。



【分散登校でのガイダンスの様子（5月22日撮影）】

林産試験場庁舎棟北側では，5月21日（木）に校舎の基礎コンクリートが打設され，着々と工事が進んでいます。工事車両も出入りしていますので，林産試験場，学院へお越しの際はご注意ください。



【工事の様子（5月26日撮影）】

（道立北の森づくり専門学院）

林産試だより

2020年6月号

編集人 林産試験場
HP・Web版林産試だより編集委員会
発行人 林産試験場
URL：http://www.hro.or.jp/fpri.html

令和2年6月1日 発行
連絡先 企業支援部普及連携グループ
071-0198 北海道旭川市西神楽1線10号
電話 0166-75-4233（代）
FAX 0166-75-3621