

# 林産試 だより

ISSN 1349-3132



北海道立北の森づくり専門学院新校舎（北森カレッジニュースより）

道産CLTの接合部設計技術開発	1
蒸気式乾燥装置の概要と乾燥室内の主な点検項目	5
行政の窓	
〔令和元年 特用林産統計について〕	8
林産試ニュース・北森カレッジニュース	9

3  
2021



道総研

(地独)北海道立総合研究機構

林産試験場

# 道産CLTの接合部設計技術開発

性能部 構造・環境グループ 富高 亮介

## ■はじめに

直交集成板（Cross Laminated Timber, 以下CLT）は、幅100mm、厚み30mm程度のラミナ（挽き板）を並べ、繊維方向が直交するように積層接着した木質材料です。厚く、大きなパネルをつくることのできるため、CLTを用いることで、建築設計の可能性は大きく広がります。また、品質の安定性、シンプルな施工、鉄筋コンクリート（RC）と比較し重量が軽い点などもメリットとして挙げられます。

北海道で1例目のCLT建築物は、2015年に北見市の協同組合オホーツクウッドピア敷地内に建設された「CLTセミナーハウス」でした。2018年竣工の「しりうち地域産業担い手センター」（写真1）は、知内町に建設された研修施設で、CLTのメリットを活かし、RC造と比較して、工期が約14%短縮されています。また、林産試験場でも、道産CLTの利用法の



写真1 しりうち地域産業担い手センター



写真2 Hokkaido CLT Pavilion (CLT実験棟)

提案と多雪寒冷地におけるCLTパネルの各種性能の実証を目的に、CLT性能評価実験棟「Hokkaido CLT Pavilion（以下、CLT実験棟）」（写真2）を敷地内に建設しました<sup>2)</sup>。軒（外壁から張り出した屋根部分）が2方向に張り出した建築デザインで、ラミナを直交して積層することで木材の強度の異方性を改善したという、CLTの特徴を活かしています。

このように、CLTの強度特性は構造設計に大きな自由度を与えます。例えば、壁を減らしたり、大きく張り出した屋根やバルコニーを設けたりすることも設計によっては可能です。一方、CLTそのものが大きな荷重に耐えられるということは、CLTを繋ぐ接合部にも大きな力が働くことを意味します。CLT構造の接合部は、材料強度に見合った性能を有する必要があります。

CLTを用いた建築物の普及のためには、多様な接合部技術の開発が必須と考えられます。本稿では、CLT接合部に関する林産試験場の取り組みを報告します。

## ■CLT構造の接合部

建築物には、地震、風等の水平力や、自重、積雪などの鉛直力等の外力が作用します。建築物の構造が成立するには、これらの外力に耐えられるよう、外力に抵抗する要素（耐力要素）が適切に配置されている必要があります。水平力に対する耐力要素の基本は「壁」です（水平力に抵抗する壁を「耐力壁」といいます）。一般的な木造建築物における耐

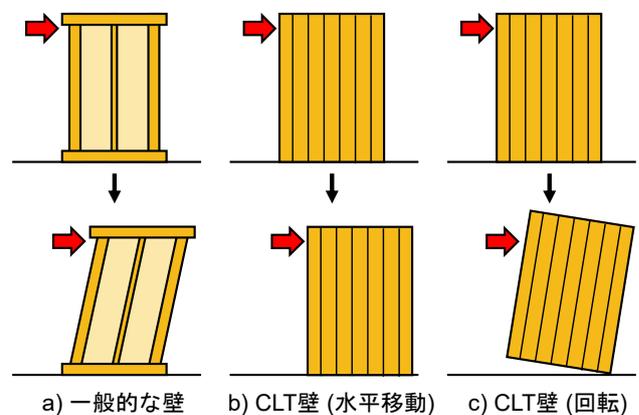


図1 水平力を受ける壁の主要な応答

力壁は、平行四辺形に変形しながら抵抗します（図1左）。一方、CLT壁は材料強度（とくに面内剛性）が高いため、長方形を保ったままの水平移動および回転が主要な応答となります（図1中央、右）。CLT壁の接合部は、このような力の流れを効率的に伝達することが求められます（水平移動に抵抗する接合＝せん断接合、回転に抵抗する接合＝引張接合）。以下では、CLT構造の代表的な接合部仕様について、研究成果を交えつつ紹介します。

### 1) 引きボルト接合・通しボルト接合（引張接合）

引きボルト接合は、ボルトとナット、座金しか必要とせず、シンプルな構成で大きな引張力に耐えることができます（写真3）。施工は、クレーンにより壁パネルを引きボルトの位置に合わせて設置、固定します。このため、引きボルトの施工位置や壁パネルの加工に一定程度の精度が求められます（写真4）。



写真3 引きボルト接合



写真4 壁パネルの設置（引きボルト接合部）

また、CLT実験棟では、長尺の通しボルトにより床と屋根を緊結する、通しボルト接合を新たに考案しました（写真5）。加工や施工の手間が少なく、意匠的にも優れた接合部を実現させました。

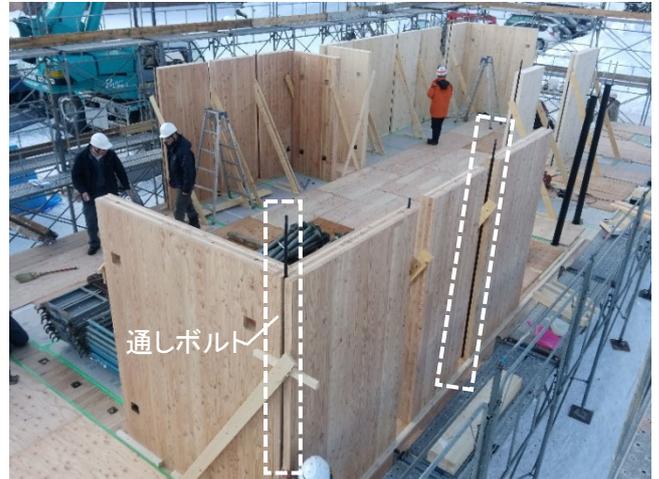


写真5 通しボルト接合

### 2) 金物ビス接合・長ビス接合（せん断・引張接合）

木造建築におけるビスを用いた接合は、近年普及が進み、多種多様なビスが市場に流通しています（写真6）。ビスを用いた接合は、接合金物とビスを併用する方法（金物ビス接合、写真7）と長尺のビスを用いて木材同士を接合する方法（長ビス接合、写真8）があり、それぞれ異なる特徴を有します。

金物ビス接合は、小径のビスを用いるのが主流ですが、カラマツ等の強度の高い樹種では、木材の強さが発揮される前にビスが破断してしまい、木材の強度優位性を活かしきれないという課題がありました。林産試験場では、カラマツCLTの強度特性を発揮した高耐力な接合部を実現するため、ビスの仕様と接合部性能の関係等について研究を進めており、ビスの大径化が金物ビス接合部の高耐力化およびコスト削減に有効であることを明らかにしました。

長ビス接合は、長尺のビスを斜めに打ち込み、壁と床や屋根とを緊結する接合です（写真8）。金物が露出せず、意匠性に優れる点がメリットのひとつで、室内側のCLTを現し仕様（＝壁紙等の仕上材を施工しない）とすることも多いCLT建築物とは、相性の良い接合方法と考えられます。CLT実験棟にも、林産試験場で実施した強度試験を元に設計した長ビス接合が使用されています。



写真6 様々な形状の構造用ビス  
(\*: 大径ビス, \*\*: 長尺ビス)

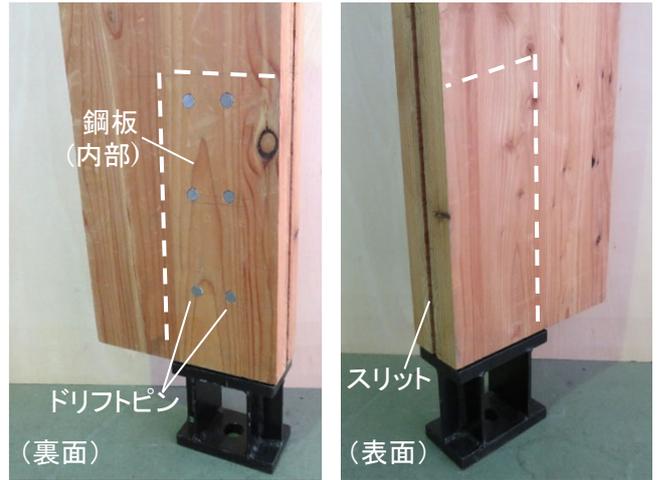


写真9 ドリフトピン接合

面から挿入したドリフトピンにより結合する接合方法です(写真9)。壁の内部に金物が収まり、外観に現れるのはドリフトピンの頭部のみであるため、意匠性や耐火性に優れた接合と言えます。前述のしりうち産業担い手センターには、林産試験場で強度データを収集したドリフトピン接合が使用されています。その仕様は、ドリフトピンの先孔が貫通しておらず、片面には金物が全く露出しなくなるという工夫がなされています(写真9右、ただし当該建物で実際に使用された仕様とは異なります)。



1) L型金物(壁-床接合部) 2) せん断金物(壁-壁接合部)



3) 帯金物(壁-壁接合部) 4) 引張金物(壁-基礎接合部)

写真7 金物ビス接合



写真8 長ビス接合(壁-屋根接合部)

4) ドリフトピン接合(せん断・引張接合)  
ドリフトピン接合は、スリットに鋼板を挿入し、側

5) スプライン接合・ハーフラップ接合(せん断接合)  
スプライン接合は、切り欠き加工したCLTを、合板やLVLといった板材(スプライン)とビスや釘で結合する接合方法です(図2左)。主に、床や屋根のパネル同士を水平方向に接合するのに使用されます。

CLT実験棟では、床と屋根のパネル同士の接合にハーフラップ接合を使用しました(図2右)。CLTに相欠き加工を施し、引き寄せ効果の高いビスで一体化します。スプライン接合と比較し、ハーフラップ接合はスプラインを必要とせず、また、ビス本数を減らすこ

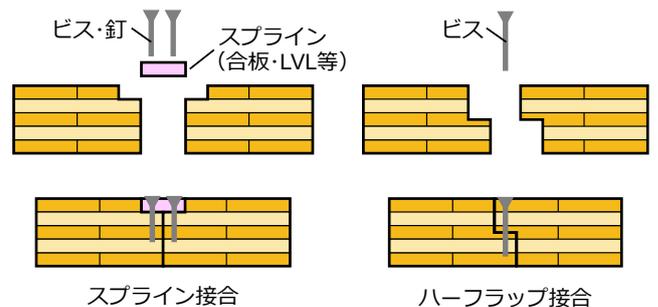


図2 スプライン接合、ハーフラップ接合

とができます。また、パネル間の密着度が高いため、気密性能の確保にも有効な接合方法です。

### ■おわりに

接合部は、設計で要求される力に耐えられる強度を持っていないといけませんが、同時に、粘り強さも有している必要があります。設計耐力まで耐えきった途端に壊れ、耐力が消失してしまう接合部はよくありません。特に、CLT構造においては、壁パネルの面内剛性が極めて高い（＝大きな力がかかっても変形しない）ため、大きな外力（たとえば地震力）を受けても建物が倒壊しないように設計するには、接合部が適切な「強度」と「粘り強さ（壊れても、すぐには耐力が消失しない性質）」を持っていることが求められます。本稿で紹介したように、CLT構造の接合方法には様々な種類があり、それぞ

れ異なった特徴があります。接合性能、施工方法、コスト等を考慮しつつ、最適な接合方法を選択することが、「接合部設計」であると言えます。林産試験場では、設計の選択肢の幅を拓かれる多様な接合部技術の開発を目指し、今後も研究に取り組みます。

### ■参考資料

- 1) 一般社団法人北海道林産技術普及協会：しりうち地域産業担い手センターが完成，ウッドエイジ2018年9月号，P.5-8（2018）<https://rinsan-fukyu.jp/wp-content/uploads/201809B.pdf>
- 2) 大橋義徳：道産CLTを用いた実験棟の建設，林産試だより2019年5月号，P.1-8（2019）  
<http://www.hro.or.jp/list/forest/research/fpri/dayori/1905/1905-1.pdf>

# 蒸気式乾燥装置の概要と乾燥室内の主な点検項目

技術部 生産技術グループ 土橋 英亮

## ■はじめに

未乾燥の木材には多くの水分が含まれていて、置かれた環境になじむまで水分を放出します。これに伴い、木材にはねじれや曲がり、割れ等の損傷が生じてしまいます。また、木材の適度な乾燥はカビや腐朽の発生を防ぎ、接着力や釘の保持力、塗装性等の加工性や強度性能を向上させることが知られ、古くから家具や建具等には乾燥材が使われてきました。近年では、建築用途においても品質・性能の確かな乾燥材を安定供給することが求められています。

木材を乾燥する方法には天然乾燥と人工乾燥があります。天然乾燥とは、木材を積み重ねて屋外で自然に乾燥させる方法で、設備費はほとんど必要なく、エネルギー経費もかからないという利点があります。一方、人工乾燥は各種の乾燥装置を使用してエネルギーを投入し、天然乾燥では到達できない乾燥状態まで短時間に木材を乾燥することができます。天然乾燥と違い乾燥条件をコントロールすることができるため割れ等の損傷を防ぐことが可能になります。

現在最も普及している人工乾燥装置は蒸気式乾燥装置で、日本木材乾燥施設協会発行の乾燥機納入実績調査では、令和元年の納入実績で、蒸気式乾燥装置が室数で木材乾燥装置全体の約74%、容量で約84%を占めています。蒸気式乾燥装置は、乾燥室内が蒸気や木材から放散される成分にさらされるため、良質な乾燥材を生産するためには適切な維持管理が欠かせません。そこで本稿では、蒸気式乾燥装置の概要と、乾燥室内の主な点検項目について紹介します。

## ■蒸気式乾燥装置の概要

図1は蒸気式乾燥装置の乾燥室内の主要な部品を示した模式図です。蒸気式乾燥装置では、外部に設置したボイラー（写真1）で発生させた蒸気を加熱管（写真2）に送り、室温を上げます。

湿度の調節は加湿管（写真3）からの生蒸気噴射と、吸排気ファン（写真4）の作動（あるいは吸排気筒のダンパー開閉）による室内空気の排出と外気の取り込みにより行います。

温湿度の制御は乾球温度と湿球温度を測定することで行います。このため、湿球温度センサーにはガーゼを取り付け（写真5）、ガーゼの端部を湿球用

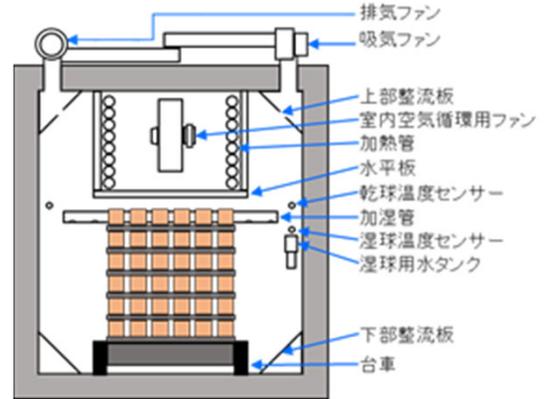


図1 蒸気式乾燥装置の模式図



写真1 ボイラー

写真2 加熱管



写真3 加湿管

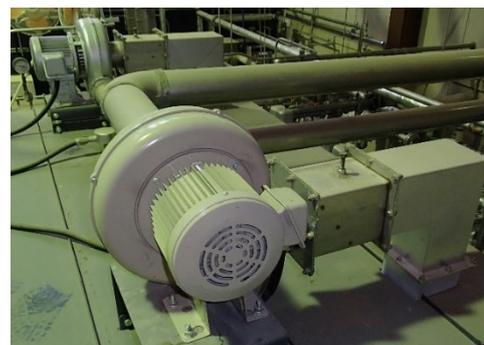


写真4 吸気ファン（手前）と排気ファン（奥）

水タンクに浸すことで、常にガーゼが濡れた状態を保てるようになっています。

室内の温湿度のむらを少なくするために、室内空気循環用ファン（写真6）は常時回転させ、風上・風下の温湿度むらを軽減するため、一定時間ごとに回転方向を逆にします。図1に示したように乾燥室の上部にファンがあるものを上部送風式、乾燥室の壁面にファンがあるもの（写真7）を側部送風式と呼びます。

上部送風式では、乾燥室内の天井と床の角に、空気の循環を良くするための整流板（写真8）が取り付けられています。また、整流板の裏側に吸排気用の管がある場合は、上部整流板に通気孔（写真9）が設けられています。



写真5 湿球温度センサー



写真8 下部整流板



写真6 室内空気循環用ファン



写真9 上部整流板の通気孔



写真7 側部送風式のファン

## ■乾燥室内の主な点検項目

### ①湿球温度センサー

新規に乾燥を開始する時にはガーゼを交換しますが、センサーの先端が露出していないか、水タンクの水位が適切かを確認する必要があります。なお、樹脂成分の多い木材を長期間乾燥する場合等では、乾燥途中でガーゼが汚染して正確な湿球温度を測れなくなることがあります（写真10）。乾燥の中盤以降で、湿球用水タンクへの給水に問題がなく、吸排気ファンが作動しているのに湿球温度が下がらない時は、ガーゼに樹脂成分等が固着してタンクの水を吸い上げられない状態になっていると考えられます。このような場合は乾燥装置を停止し、安全に十分留意してガーゼ交換を行ってください。



写真10 汚染した湿球センサーのガーゼ

### ②蒸気・水の漏れ

乾燥室内には水や蒸気の配管が多くありますので、経年による配管接合部のパッキン等の劣化や配管自体

の穴開きが起こり、水や蒸気が漏れることがあります。水が被乾燥材に付着した場合は局部的に含水率が高い状態になります。大量の蒸気漏れが発生した場合も、液化した水分が被乾燥材に滴下し、被乾燥材の含水率が局部的に高くなってしまいます。わずかな蒸気漏れであれば、被乾燥材に水が滴下するのは免れるかもしれませんが、乾燥室内が意図せず加湿されることとなりますので、吸排気ファンが余分に作動することになり、エネルギーロスが大きくなります。このため、水の配管はガーゼ交換の時に点検するようにします。蒸気配管は、乾燥室が空の状態加熱管に蒸気を通し、漏れが無いか確認するのが最良ですが、乾燥機の運転後に水平板の裏側を観察して水が溜まっていないか確認することで、蒸気漏れが無いか推察することができます。

## ■おわりに

ここまで、蒸気式乾燥装置の概要と乾燥室内の主な点検項目を紹介しました。これらの他にも、乾燥室外での蒸気漏れやバルブの動作不良、ファン回転時の異音等に留意し、異常を放置しないことが良質な乾燥材の生産と事故防止にとって大事な要素になると思います。

## ■引用文献

- 1) 日本木材乾燥施設協会 KD REPORT VOL.63 (令和2年6月発行, <http://www.mokushin.com/kanso/kdreport/kdreport63.pdf>)

# 行政の窓



## 令和元年 特用林産統計について



### 【特用林産物生産額】

令和元年における道内の特用林産物の生産額は、全体の96%を占めるきのこ類が減少したことにより、総額は約107億円（前年比94%）と、前年を下回りました。

### 【きのこ類の生産動向】

令和元年のきのこ類の生産量は17,622トン（前年比95%）と前年を下回りました。このうち、道内で最も生産量の多い「生しいたけ」（原木および菌床）は、生産量が6,719トン（前年比93%）、生産額は約48億円（前年比91%）と、前年を下回りました。

また、近年、生産が伸びてきたきくらげ類ですが、令和元年の生産量が生換算で190トン（前年比60%）と前年を大きく下回ったものの、都道府県別では岐阜県に次ぐ、第2位の生産量となっています。

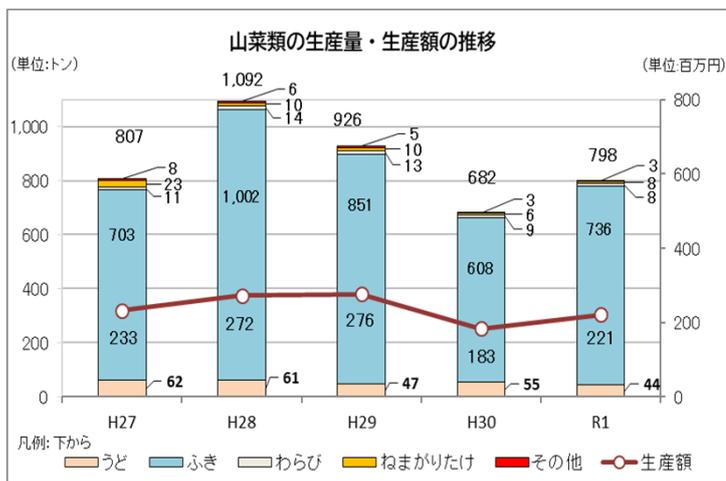
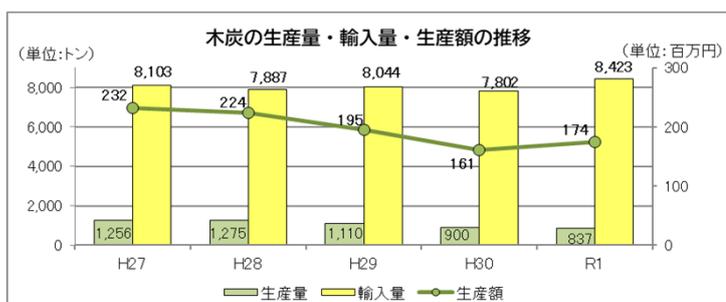
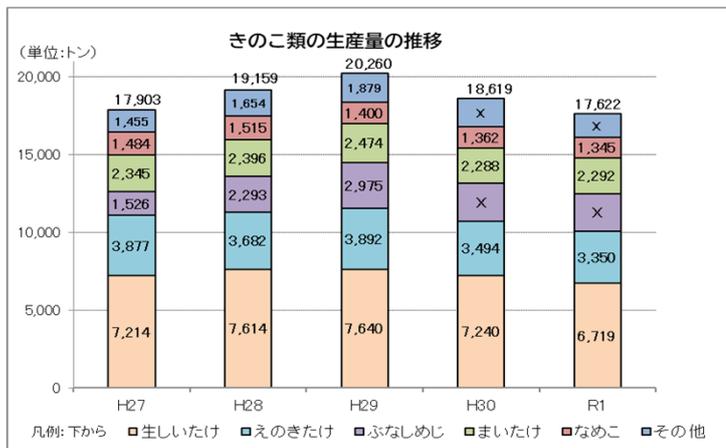
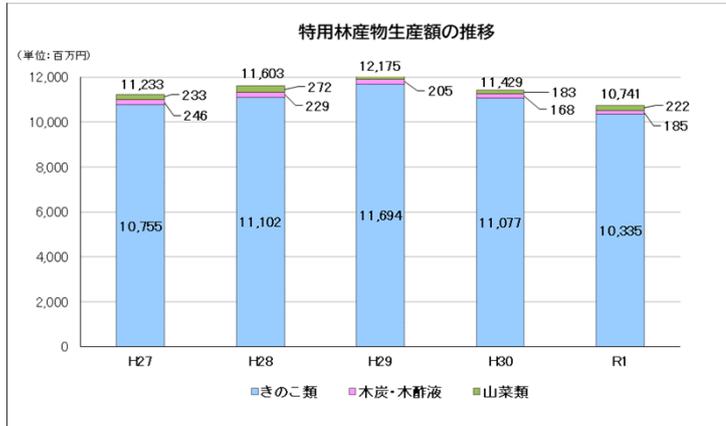
### 【木炭の生産動向】

令和元年の生産量は837トン（前年比93%）、生産額は174百万円（前年比108%）と、生産量は前年を下回ったものの、生産額は前年を上回りました。

### 【主な山菜類の生産動向】

道内における山菜類の生産量は、天然物の採取が中心のため、天候に左右される特徴があるものの、令和元年は生産量が798トン（前年比117%）、生産額は221百万円（前年比121%）と、いずれも前年を上回りました。

※上記生産額は、全て推計額となります。  
 ※平成30年度以降の統計調査結果の公表にあたっては、調査対象者数が2以下の場合、個人または法人その他の団体に関する調査結果の秘密保護の観点から、当該結果を「X」表示とする秘匿措置を施しています。また、全体（計）からの差し引きにより、秘匿措置を施した当該結果が推定できる場合についても「X」表示としています。



(水産林務部林務局林業木材課木材産業係)

# 林産試ニュース

## ■林産技術普及協会理事会との懇談会を行いました

2月19日（金）、旭川市マルウンホールにて、（一社）北海道林産技術普及協会理事会と林産試験場との懇談会が行われました。林産試験場の研究成果からの話題提供に対し、関連業界から意見、要望をいただきました。地域の産業に直接貢献する研究を進めていくうえで、貴重な意見交換の場となりました。



【意見交換の様子】

## ■研究功績賞を受賞しました

林産試験場利用部微生物グループの米山彰造研究主幹が、「道産きのこの育種および栽培技術の研究に取り組み、永年にわたって北海道のきのこ産業の振興に大きく貢献」している功績により、全国林業関係試験研究機関協議会から研究功績賞を授与されました。



【場長（左）より表彰状伝達の様子】

## 北森カレッジニュース

## ■新校舎の見学会を開催しました

完成した校舎の見学会を2月22日に行いました。

当日は、設計から現場監理を担当した株式会社遠藤建築アトリエ今谷室長にお越しいただき、直接設計者からお話を聞ける貴重な時間となりました。新校舎を計画するに当たってのコンセプトやこだわり、工夫点など丁寧に説明していただきました。

また、最後に学生たちへ「近い将来『木』を通じて建築ともつながることができれば嬉しい。4月からこの校舎で楽しい学生生活を送ってください。」とメッセージをいただきました。

初めて新校舎に入った学生たちは、新年度からの生活を想像し、テンションが上がりっぱなしの見学会でした。

（北海道立北の森づくり専門学院 舟生憲幸）



【完成した新校舎の外観】



【今谷室長の説明】



【1階通路は道産スギ材の壁】

林産試だより

2021年3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3年3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