



7月25日、2009「木になるフェスティバル」を開催しました。  
写真は「木質ペレットの製造実演」の様子です。

特集 2009木製サッシフォーラム	
北海道の戸建住宅における硝子張空間の計画	1
無加温温室の可能性	5
空気流通窓と温熱環境	8
意見交換会（抜粋）	13
「NHKおはようもぎたてラジオ便ー北海道森物語ー」林産試版	
〔DNAで木材の腐れを早く発見します〕	15
連載「道産木材データベース」	
〔ハルニレ・オヒョウ〕	17
職場紹介	
〔利用部 物性利用科〕	20
行政の窓	
〔森林整備加速化・林業再生事業（緑の産業再生プロジェクト）について〕	21
林産試ニュース	23

# 北海道の戸建住宅における硝子張空間の計画

北海道大学大学院工学研究科 森田謙太郎

はじめに

私は今、住宅に温室を作るための研究をしています。最初に北海道の住宅でどのような流れがあったかを説明します。従来、北海道では内と外を絶縁するという発想で住宅が造られてきました。そのために開口部を小さくして全体を断熱材で包むという造り方が主流になっており、縁側のような空間がなくなってしまいました。しかし最近内と外の間隔的な空間が必要であるという意見が出てきました。そこで、内と外を緩衝する考えかたが生まれて、屋内環境を快適に維持しつつ、外の快適な気候要素だけを取り入れるという発想の住宅が造られるようになってきました。具体的には、住宅の外側は断熱性能を維持しながら、ガラスで覆われた空間を設置し、ここで外との係わり合いを取ることが一般的です。これらの住宅が北海道だけでも今までに 40 軒ほど建っています。このような住宅がどのように造られていくようになったのかというのが私の研究テーマです。

表1 ガラス張り空間の用途

収納	保管	道具	除雪用具、園芸用具、遊具、自転車、スキー、スノーボード、薪
		食品	野菜、果物、漬物
	育成	植物 動物	観葉植物、越冬植物 犬、猫
余暇	寛ぎ	休息	昼寝をする、日光浴をする、景色を眺める、季節を感じる
		飲食	茶・酒を飲む、軽い食事をする、煙・臭いが出る食事をする
	娯楽	遊び	子供が遊ぶ、テレビを見る、音楽を聴く、楽器を弾く
		運動	トレーニングをする、ゴルフの練習をする
作業	家事	乾燥	洗濯物を干す、布団を干す、濡れた衣服・靴・傘を乾かす
		製造	漬物を漬ける、野菜を仕分ける
	趣味	工作	日曜大工をする、家具を修理する、スポーツ用品を手入れする
		園芸	鉢の植え替えをする、土・汚れの伴う世話をする
接客	応対	雑談をする、宅配物を受け取る、家族を見送る	
	展示	絵画を飾る、オブジェを置く、花を生ける	

## ガラス張り空間の用途

ガラス張りの空間を持つ住宅の居住者に、その用途をたずねたところ、収納・余暇・作業・接客の4つの目的(表1)があげられました。収納の場合は、道具・野菜・植物がその内容です。余暇の場合は、休憩・食事・運動の用途が目立ちます。作業の場合は、洗濯物やふとんの乾燥で、特に冬場に活用されています。また、漬物・日曜大工にも活用されているようです。接客は、簡単な応対をする際に用いられているようです。

## 居住者のガラス張り空間に対する評価

ガラス張り空間の評価のポイントを居住者に聞いたところ、温熱性・透明性・利用性・補修性の4つの観点(表2)があげられました。

温熱性は、プラス評価では、「冬季は日射があるので暖かい」・「季節を感じる事ができる」などがありましたが、大多数が「夏は暑さが厳しく、冬は寒すぎる」とマイナス評価になっています。

透明性に関しては、ガラス張りの空間なのでプライバシーの問題が考えられますが、「プライバシーに

表2 ガラス張り空間に対する評価

評価項目		(+) プラス評価	(-) マイナス評価
温熱性	夏期環境	配置・通風・樹木で暑さ対策が可能	暑さが厳しい、通風が取れない
	冬期環境	日射を受け集熱器の役割を果たす	寒さが厳しい、熱が外に逃げる
	気温変動	暑さ・寒さで季節を感じ取れる	夏冬・昼夜の気温差が激しい
	結露	高断熱ガラスのため結露しない	結露水を受ける二次的対策が必要
透明性	プライバシー	配置・樹木で視線対策が可能	生活・服装に気を使う
	開放感	落ち着く、開放的で広く感じる	
	明かり	照明で外部から綺麗に見える	
利用性	半屋外	土・水を使う場所として丁度良い	掃除が面倒なため土足で利用しない
	接客	簡易な接客をする場所として丁度良い	綺麗な状態を保つため作業で汚せない
	ゆとり	ゆとり空間としていろいろ使い道がある	
	計画意図		長時間いられない、意図通りつかえない
補修性	継続管理	ガラスのひび割れくらはいには気にしない	雨漏りする、雪水でガラスが汚れる
	費用		補修・管理に費用がかさむ

気を使う」というマイナス評価がある一方、「工夫次第で対策できるので気にならない」とする意見もありました。また、「明かりが外に漏れるときれい」・「開放的」などの評価がありました。

利用性は「土や水を使うところとしてちょうどよい」・「簡単な接客をする場所としてよい」という意見がありました。また、「掃除が面倒」・「汚れると接待に使える」などのマイナス評価もありました。

補修性では、雨漏りやガラスが割れる例が見られました。これらのマイナス評価の内容を解決しなければ、ガラス張りの空間は使われないと思います。

### 温室の温熱環境シミュレーション

夏冬の温度に焦点を当てて、温室内の温熱環境のシミュレーションを行いました。想定では、4m×4m、10畳程度の空間とし、建物の4方向をそれぞれ東西南北に向けています。屋根・床・壁の仕様は北方型住宅の仕様に準じています。

サッシは、室内側が木材で、ガラスをはさんで外側をアルミで固定する構造の木・アルミ複合サッシで、ガラスの放射率・日射吸収率等には、日射遮へい型のLow-Eガラスの一般的な数値を設定しています。室内温度等を決定するときには重要なのは壁面です。

壁面から対流で与えられる熱量、室内発熱から対流で与えられる熱量、隙間風で移動する熱量が室内温度を決定する指標です。これらの指標の元になるデータとして札幌市のアメダスの気象観測データから得られる屋外温度・屋外絶対湿度・水平面全天日射量を用いて実効放射量を算出しました。日付は、夏は7月7日、冬は2月20日を基準としました。

#### ・シミュレーションの結果

天井面だけがガラスの場合は、夏は非常に暑いのですが、その割に冬の温度が低いという結果になりました。天井面がガラスというのは温熱環境的な利点が少ないと思います。

南面だけがガラスの場合は、夏はそれほど暑くない割に冬は温度が上がるので利点があります。日射の角度が冬と夏で違うのでこのような結果になると思います。

北面だけがガラスの場合は、夏冬ともに昼夜の温度差が少ない結果になります。これは食べ物の貯蔵に向いていると思います。

壁の隣接2方向がガラス面の場合、夏はあまり方位による違いがありません。ただし、東側にガラス面が

ある場合は、午前中から暑くなり室内温度は外気温に対してプラス10℃程度になります。

冬は、南側と東西いずれかの面にガラスがある場合、北側と東西いずれかの面にガラスがある場合ではかなり違いがあります。暖かくするには南側にガラス面が必要です。この場合も東側にガラス面があると午前中から暖かくなりますが、午後の気温は西側にガラス面がある場合もあまり変わらないので、東側にガラス面を設置したほうに利点があります。

対向する2面にガラスがある場合は、東西にガラスをつけるよりも、南北にガラスをつけたほうが夏は温度が上がらず、冬は暖かくなるという利点があります。このガラス面の配置が他の配置に比べて、日中と夜間の差が少なくなります。私はこの配置がもっとも良いと思います。両方にガラス面があるので、視線的な開放感があり、それに加えて温熱性の挙動の変化が少ない(図1)なのでお勧めです。

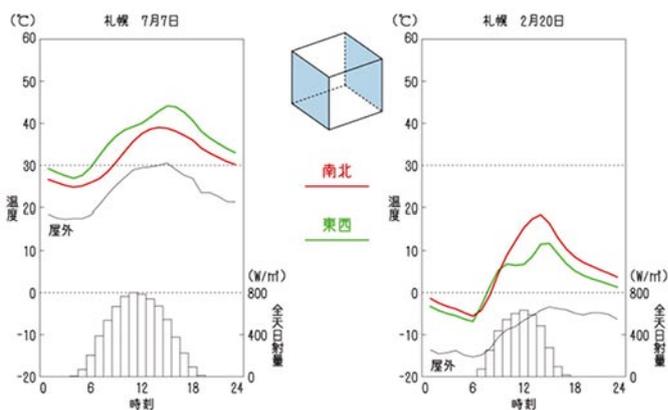


図1 シミュレーション結果の例 南北ガラス面

天井面と1壁面がガラスの場合、夏季は壁のどの面がガラスでもすべて同じ挙動を示します。気温は55℃まで上昇します。ガラスには日射遮へい型を使っているのでこの程度で抑えられますが、日射取得型では70℃以上に上昇すると考えられます。天井にガラス面を設置すると室温の挙動の差が大きくなります。冬場は南側にガラス面を設置したものの気温が高くなりました。

3面以上をガラスにすると、夏冬ともに室温の挙動に差が出なくなってきます。冬は南側のガラス面の有無で違いが出る程度です。ガラス面が多くなればなるほど、夏は暑く、冬は寒く、日中は暑くなり、気温の変化が大きくなります。屋根面と隣り合った2壁面がガラスの場合も、あまり差がありません。対向する2壁面と屋根面がガラスの場合、気温が50℃以上に

なる場合があります。これも、屋根面がガラスになると夏は暑く、冬は寒く、冬の日中は暑くなります。

1 壁面が普通の壁で、それ以外はすべてガラス面の配置は、気温の変化が最も出やすい(図2)配置です。

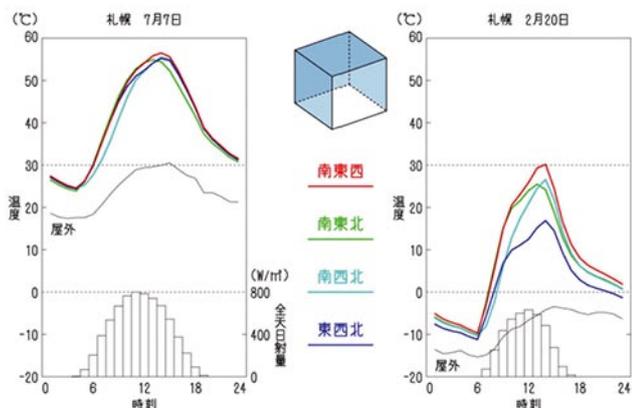


図2 シミュレーション結果の例 4面ガラス面

#### ・日除けなどによる温度制御シミュレーション

一番お勧めな南北面にガラスを配置したものと、一番挙動が激しい配置にしたものとで、どのように温度を調節できるかを計算しました。条件として、反射率80%程度の白い布のスクリーンを日よけにした場合、冬に電気床暖房で出力を何段階か設定した場合、そして自然換気をした場合を設定しています。換気は通風の影響を無視して温度差で換気を行っています。

#### ・日除けの効果

2面がガラスの場合のシミュレーション結果では、日よけの温度低下効果は、2～3℃程度です。しかし、直接日射があたると体感温度が上がるので、日よけはつけたほうが良いと思います。

#### ・換気の効果

2面がガラスの場合、開口部を朝の6時から夕方6時まで開けると、室温の上昇を外気温に対して、2～3℃程度抑えることができます(図3左)。これは外構の種類によって違いが見られない特徴があります。4面がガラスの場合は、夏は、開口が1箇所だけの場合は空気の抜け方が足りず、上下に2箇所温度差換気がしやすい場所に開口を作る必要があります。

#### ・暖房の効果

室温が10℃から30℃の間に入れば居住空間として使用可能だと考えています。2面がガラスの場合、夕方6時から朝の6時まで暖房を入れた場合、これに必

要な暖房は1㎡あたり150W程度になります(図3右)。暖房は夜間だけで十分です。150Wを16㎡分、深夜電力で運転して12,500円/月程度になります。暖房を入れる前は、-5℃から20℃になると予測されます。4面がガラスの場合、ガラス面が大きいので暖房の効果が落ちてしまいます。同様に暖房を入れた場合でも、明け方には5℃くらいまで落ちてしまいます。床暖房は300W程度まで施工可能ですが、この場合は温度が急に上昇して、せっかく温まった空気を逃がさなければいけないという問題が発生します。

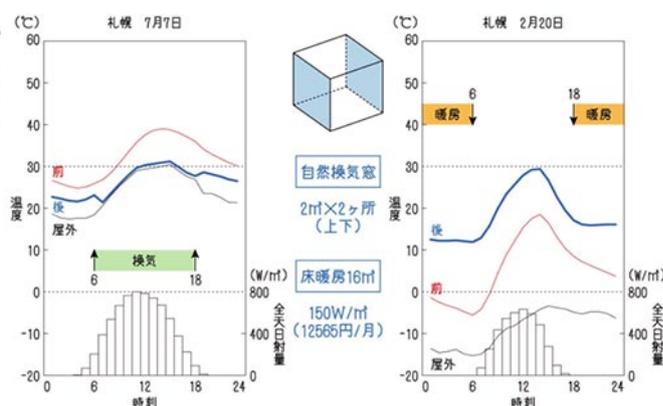


図3 換気と暖房の効果

#### 結露

植物の設置や洗濯物を乾燥する場合問題になるのは、湿度の上昇に伴う結露です。林産試験場と共同で温室(写真)を実際に作って、室内の状態がどうか実験をしました。室内に何も入れない場合は、絶対湿度と露点温度の変動から、ひどい結露はしないと考えられます。ここに洗濯物を干すとどうなるかという実験を行いました。



写真 実験温室

1日にできる洗濯物の量が約5kgで含水率40%とされていますので、シーツ6枚に水を含ませたものを朝の9時から温室内に設置しました。この結果、露点温度と室内温度があまり近づかなかったことから、洗濯物の乾燥程度ではそれほど結露を起こさないことがわかりました。

次に植物の場合です。室内を観葉植物で囲った条件で実験を行いました。その結果、給水から5日後では、室内の湿度が大幅に変わりました。夜間でも湿度を維持しますし、日中は日射にあわせて湿度が上昇します。室内温度と露点温度がかなり近づきます。計算上はまだ結露しませんが、実際に室内に入ると人の湿気で結露が始まるところを観察できました。植物を置いて、さらに洗濯物を干した場合は明らかに結露すると判断できます。シミュレーション上も冬季の午前中、7時から9時くらいに結露するという結果が出ています。

#### 温室の作り方

住宅に温室を作るには、まずどのように使うのかを設定する必要があります。居室に近い形で使うのか、あるいは食料貯蔵等で低い温度で使うのかを最初に決定して、それにあわせて形状等を決めなければ、結局使われない空間になってしまいます。

また、ガラス面が多いほど日中と夜の温度差が大きくなります。先ほどお勧めした南北面だけをガラスにした場合のように、断熱壁とのバランスを考える必要があります。ガラスは日射遮へい型以外では難しいと思います。日射調整として、日除け・換気・暖房の設備は必ずつけないと使える空間にはならないでしょう。結露はあるものとして考えて、天井面の日除けを結露除けでも使う、あるいはサッシ面にはじめから結露受けの準備をしておくなど、結露に対応した仕様にするべきです。

温室と住宅本体との境界面は断熱的には区切ったほうがいいと思います。居室側から見ると、温室内の温

度変化は外部のそれとほぼ等しいと考えられます。熱的に独立させないと温室内の熱が室内に入ってきてしまいます。温室の内部もLow-Eガラスを使うなどして断熱性を確保するべきです。外と温室と住宅の本体はまったく別個なもの扱うべきだと思います。

#### 温室環境をシミュレーションするソフトウェア

実際、温熱環境を予測しないとお施主さん等に説明のしようがありませんから、温室の環境をシミュレーションするために開発したソフトウェア(図4)を紹介します。これはWindows上で動作します。日付・設置場所・空間の幅・奥行き・高さ・方位を入力して、屋根・壁・床の仕様を、ガラスあるいは断熱層に設定します。さらに、床暖房の有無・換気の有無を設定します。すると、室内の温度と湿度を出力します。また、ガラスの種類を普通の単板ガラスからLow-Eガラスなど計5種類設定できます。さらに、日除けの有無・つける時間帯も設定可能です。床面の仕上げ色も日射吸収率に影響して、日中の温度の時間遅れに関係しますから設定可能です。暖房の出力・時間も設定可能です。自然換気の開口の大きさや時間も設定可能です。このソフトウェアを使うことによって温室の温度変化を捉えることができると考えています。



図4 開発したソフトウェア

(文責 性能部性能開発科 鈴木昌樹)

# 無加温温室の可能性

(株) アトリエaku 鈴木敏司

はじめに

私は、ここ数年森を都市の人間が利用できる環境にできないかと取り組んでいました。その一環として、平成 20 年 4 月、苫小牧で「イコロの森」をオープンしました。今回はそこで建設した、セルフビルドの木造無加温温室のプロジェクトについてご紹介します。

今回建設した温室は、農家の人たちが地元の木材を使って、自分たちだけで建設することを前提として考えました。構造は「Be-h@ us」と呼ばれる木造の工法を使いました。集成材を金物で緊結していく、パネルを使った在来工法です。今回の温室にはパネルはありませんが、木造の緊結金物を上手に使った温室は可能だろうかと挑戦してきました。さらに、道産材をどうやって使うのかに取り組んできました。北欧の材料で作るのではなく、道産材でぜひやりたいと、現在トドマツの間伐材を 100% 近く使っています。

## 「イコロの森」の概要

「イコロの森」(図 1) が今回の温室の背景ですから、お話をします。ここは、半分が雑木林、残りはカラマツ林の合計 100ha の森です。このうちの 30ha を森の中の庭という位置付けで、開発を始めました。ここに「イコロの森ガーデン」と名づけた庭があります。宿根草、北海道の土地で冬を越せる植物群のモデルガーデンです。およそ 2000m<sup>2</sup> ほどある大きな温室で宿根草の生産をしています。宿根草の生産場所で、この庭をモデルとして植物を生産し、販売所で販売をしています。この中に「森の学校」という施設(写真 1)があります。おおよそ 6m のスパンに対して集成材の柱を 2m ピッチで配置し、昇り梁をかけてあります。この「Be-h@ us」の工法は、すべて金物によるジョイントで、素人が特殊な材料を使わないでも金槌だけで打ち込んで直角を出していける、優れた工法だと思います。ここで使った材料は、大部分がトドマツの間伐材です。実際には四角いパネルをある空間の中に押し込めるといのは大変な精度が必要ですが、それが確保できる金物の工法として、これを北海道で少し広めていこうと思っています。東京・九州方面では、安い北欧材などの輸入材が多いわけですが、ある時期

北欧材の値段が高くなったこともありました。そういう意味で道産材も使える状況になったので、1 棟あたり 10 万くらいのコストアップにはなってしまいましたが、100% 道産材をなんとか実現できないかということでチャレンジしてきました。



写真1 森の学校

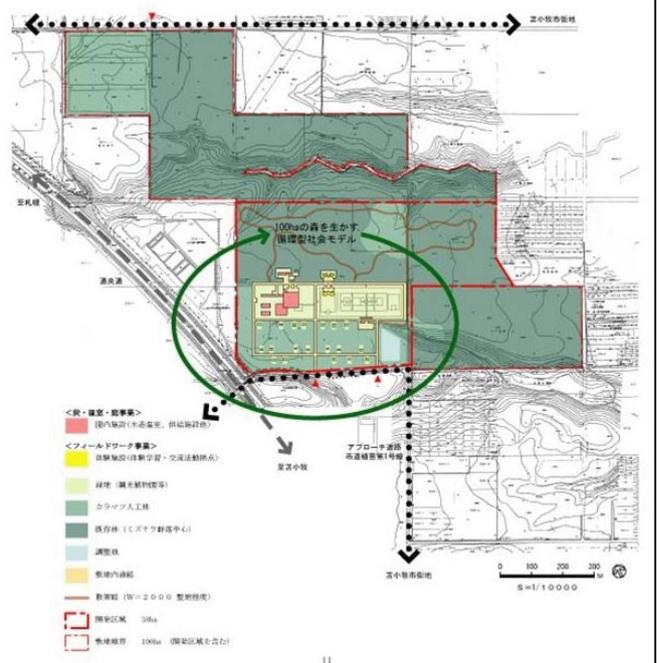


図1 イコロの森

## 無加温温室の可能性

写真 2 が今回紹介する温室です。柱と梁は最小限のフレームを組んで、金物でジョイントしています。我々がイメージしたのは、基礎断熱、スカート断熱で地面への熱の移動をいかにして遮断するかということです。また、地面から地熱が上がってくることでこの空間が暖房機を使うことなく 0℃ 以上にできないかということです。それが可能であれば、堆肥の発酵熱、地熱、太陽熱、その他の最小限のエネルギーを使って温室を維持できるのではないだろうかと考えました(図 2)。また、先ほどの 2000 m<sup>2</sup> の温室ですが、これも基礎断熱を施してあります。複雑な形状の屋根を持って

いるダッチライト型温室では、屋根に雪がたまるので、ある程度加温して雪を融かす必要があります。このようなスタイルに合わないのですが、基礎断熱がどの程度この温室の中に熱の遮断の効果を及ぼすのかを調査しています。



写真2 温室の状況

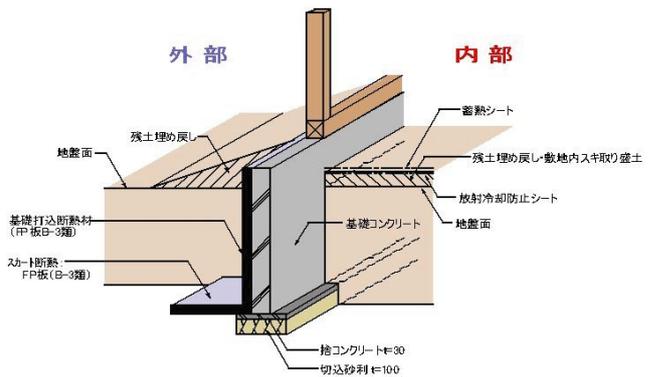
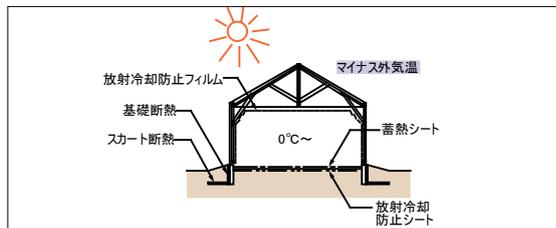
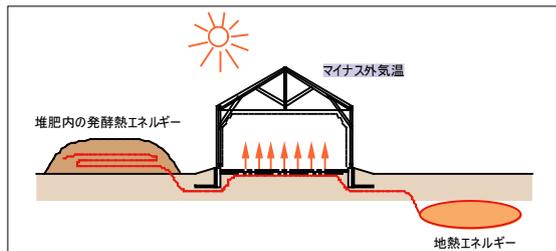


図3 基礎断熱の工法



CASE I 仮設型温室からの脱却を図る  
基礎断熱工法を採用したセルフビルドによる木造無加温温室



CASE II :CASE I の木造無加温温室に  
自然エネルギーを取り込んだ温室

図2 「イコロの森」における木造温室のイメージ

写真 3 が建設中の無加温温室の基礎です。外側に50mm 厚さの発泡ポリスチレンで断熱を施してあります(図3)。これは去年の2月に組立て始めましたので、冬の間は凍結したままでした。今年は初めての冬を迎えたので、温度を測定しています。ビニールハウスは冬に対しては無防備です。我々のアイデアは、夏場蓄えられた地熱によって下から熱を供給できるのではないだろうかということでした(図4)。実際には基礎を作ることが費用上大きな負担になったので、断熱には放射冷却防止フィルムをつけることしかしていませんが、これをもっと進化させていくことができるのではないかと思います。



写真3 木造無加温温室の基礎

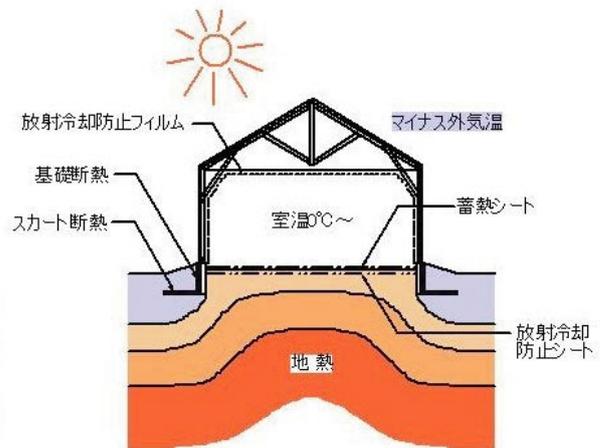


図4 冬期間の木造無加温温室のイメージ

自力で建設できることの意味

簡便に施工できて、かつ少しでも軽く、美しくすることを意図して、写真4のようなハイブリッドの構造体をデザインしました。図5の金物は、ドリフトピンを金槌で打ち込むとジョイントが締まって直角が出てくる仕組みです。これを使って骨組みができれば、あとは壁のパネルを組立てていけばよいという、非常に簡単な工法で自力での建設が可能です。農家にはさまざまな機械がありますし、1~2週間の時間を取ることができれば、あるいは地域で若い人たちの集まりがあれば、自分たちだけで建てるができます。1軒自力で建ててみようよというようなことができれば、それも無加温でできれば、北海道の農業の質が変わるのではないかと考えています。

材料が間に合わなかったのでトドマツの集成材を使用しましたが、当初はトドマツの100mm角の芯持ち材を使えないかと検討していました。トドマツを芯持ちのまま使うのは、建築の設計をする上ではなかなか勇気

がいます。しかし、このような農業施設の中で使う分には問題が少なく、林業と農業が結びついていくことができ、地域の木材の使用量も増えてくると思います。

また、この温室は今普及しているビニールハウスより初期投資はかかりますが、ビニールハウスが数年で更新されるのに対して、適切な維持管理をしていくことで、10年、20年使えるので、長い目で見ればトータルコストの低いものになるのではないかと考えています。



写真4 木造無加温温室の構造

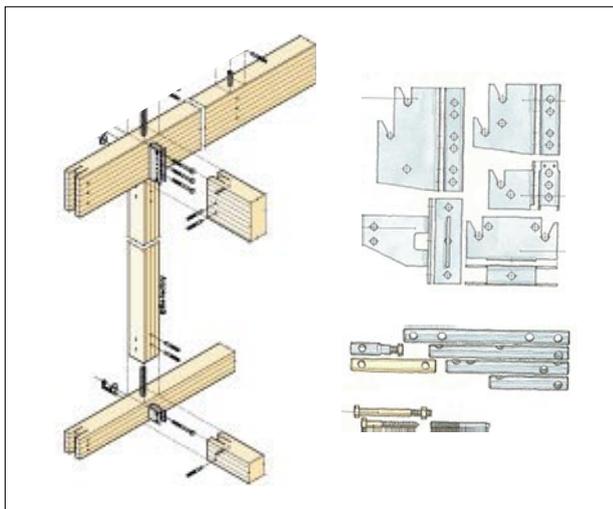


図5 使用した金物

#### この温室のテーマ

北海道で冬を越せる植物は、冬季間必ずしも20℃の温度が維持できる温室が必要ではありません。逆に0℃、悪くても-5℃以下にさえならなければ、春に芽が出るわけです。ある程度の温度が維持できれば生育できるというより、そのような環境を好む植物がこの温室で育つのではないかというのが我々の考えです。北海道の庭を構成するバラなども実は眠らせなければならぬのです。冬の寒い時間をどうやって作るか、そしてどうやって外よりも早く芽を出させるかが、この温室のテーマでもあります。

#### 無加温温室の現状

温室では、夜間に反射シートをかけて、地面から奪われる熱を反射させています。その他、木製のチップを敷く、あるいは発酵熱を利用するなどいくつかのチャレンジをしています。冬には、外気温は-15℃を下回ることもあります。温室は朝に一時的に氷点下になりますが、現在のところ無加温の状態での温室を維持しています。-5℃以下になることは、数回ありましたが、極めて短時間で、おおよそ目的の環境が創れるだろうということが確認されています。日中は、温度が上がり過ぎることが問題なので、窓や天窓を開けて温度を下げなければならないこともあります。

地中の温度は、日照がありますから熱が外から来ますが、一回温度が下がったものが回復している状態が続いていますので、これは蓄えられた地中からの熱が上がってきていると思います。現在の地温は、2～3℃ですが、おおむねプラスの温度で地中が維持されています。鉢ではなく、土で直接栽培する植物ならば、このメリットは大きいと思います。

#### 苫小牧と木炭

最後に余談ですが、炭の話をしてします。苫小牧の植苗という地区は、40～50年程前、首都圏に向けた炭の生産地だったそうです。そして、当時このあたりで炭窯を作っていた人方に出会うことができました。地中6mくらいの深さに粘土層があり、この粘土が炭窯を作るのに最適な材料です。そして、このあたりにあった伝統的な炭窯を作るという挑戦をしました。現在まだ製作途中ですが、今までこれで3回ほど炭を焼くことができました。炭や薪もカーボンニュートラルのエネルギーだと思っています。我々は宿根草の苗を生産する上でも炭を使っていますし、庭の中にも炭を入れたりしています。建築のほうでも、炭を使った吸湿などいろいろな効果があるのではないかとということで、いろいろな勉強会などを行っています。

#### おわりに

今回紹介した木造温室は、今年は無加温のままいけるといいます。来年は、チップを使った発酵熱のエネルギーを利用したり、炭を埋めるということにどのような効果があるかなど、北海道らしいエネルギーのかけられない生産施設づくりをチャレンジをしていきたいと思っています。

(文責 性能部性能開発科 鈴木昌樹)

## 空気流通窓と温熱環境

道立北方建築総合研究所 環境科学部 居住環境科 月館 司

はじめに

最近事務所ビルや商業ビルで、大きなガラス面を使った建物や設計が、本州ばかりではなく北海道でも増えています。しかし、窓を広く取る、あるいは外壁全体をガラスにすることによって、暖房に必要なエネルギーが増える、あるいは日射がたくさん入ってきて冷房に必要なエネルギーが増えるということが起きます。また、ドラフト、冷たい気流が発生して足元に当たるなど快適性に問題が生じる場合が多いという欠点があります。それを解決するために、ダブルスキンやエアフローウインドウというものが考え出されました。

### ・ダブルスキンとは

ダブルスキン（図1）は、当初はガラスの外にブラインドをつけたもので、日射がブラインドで吸収されて中に熱が入らず、冷房を削減する効果があるというものでした。ところが窓の外にブラインドがあると、風で傷んでしまいます。それを改善しようと外にもう一枚ガラスをつけたのが始まりだとされています。外側のガラスと内側のガラスの間にブラインドがあって、そこを自然換気します。

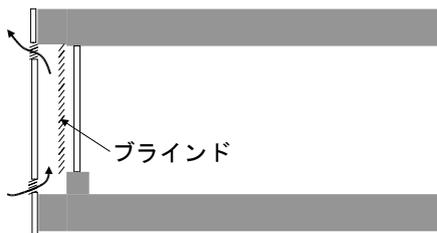


図1 ダブルスキンの模式図

### ・エアフローウインドウとは

エアフローウインドウ（図2）は、ダブルスキンと同じような構造で、ガラス2枚の間にブラインドがあります。ガラスの間を自然換気するのではなく、主に室内の空気をファンで送り込んで通気します。どちらも日射の遮へい、通気によって内側のガラスの温度が高くなります。それによって熱放射も改善されますし、ドラフトも防ぐことができます。

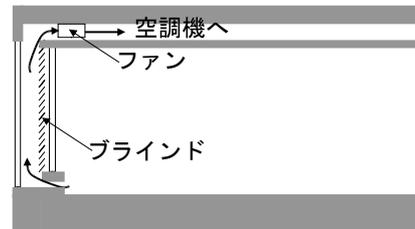


図2 エアフローウインドウの模式図

### ・ペリメータレス化とは

大きなビルでは窓側の空調と建物の奥側の空調を分けて行います。冬は窓側では暖房負荷が生じますが、建物の奥側は熱が逃げるところが無いので、人間や機器からの発熱で冷房負荷が発生します。すると窓側では暖房をしなければならない、奥のほうでは冷房をしなければならないということがまれに生じます。それを防ぐために、窓側がペリメータで奥側がインテリアといいます。窓側を高性能にすることによって、そのペリメータを意識しないで空調できるようにするのがペリメータレスという考え方です。

### 快適性と熱の伝わり方

快適性と言ってもここで取り上げるのは暑さ寒さのみです。どのように暑さ寒さが決まるかを示したのが図3です。人間から出る熱がたくさん周りに放熱されれば寒くなりますし、放熱する量が少なくなれば暑くなります。放熱の仕方にはいろいろ種類があります。

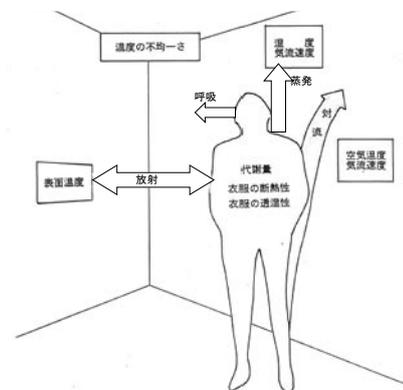


図3 快適性を決定する要因

## ・放射

放射は、窓や床などの表面と人間との直接の遠赤外線のやり取りです。よく遠赤外線の効果という話がありますが、遠赤外線は何か特別なものではなく、この空間はすべて遠赤外線に包まれています。空気の温度とは無関係な、表面と表面の温度の伝わりが放射です。

## ・対流

対流は、表面から空気で熱が伝わるものです。表面を流れる風が速ければたくさん熱が失われますし、風の温度が低ければたくさん熱が失われます。

## ・蒸発

汗をかくと水分が蒸発します。汗をかかなくても1時間に40gは蒸発します。蒸発量が多くなれば多くなるほど体から熱が奪われて寒くなります。回りの湿度によって暑さ寒さというのは違うのですが、22℃程度の普通の暖房環境では湿度が高くて低くてもあまり影響はないとされています。

## ガラスの熱収支

### ・日射の作用

日射には紫外線と可視光と赤外線と三つあります。一番エネルギーが大きいのは可視光ですが、図4に模式的に示したように普通のガラスでは80～90%はそのまま透過します。一部はそこで反射されて外に出て、一部はそこで吸収されます。吸収されたものは熱に変わって、つまり赤外線に変わって放射されます。さらに、吸収されることによってガラスの温度が高くなりますから、ガラスから空気に向かって対流で熱が移動します。これらの熱は、放射や対流による移動でそれぞれ室内側と外側に移動します。これらがどちらに振り分けられるかによって、断熱性、日射の遮へい性能が変わります。入ってきた熱が、室内側に出る分が少なく外側に多く出れば、たいへん遮へい性能が高いガラスで、室内側に多く出れば遮へい性能が低いガラスです。日射はガラスを透過しますが、赤外線はほとんど透過しません。Low-Eや熱線反射ガラスなどがありますが、金属コーティングをしたガラスはこの吸収や放射を小さくして反射を大きくするという特性があります。日射を全部反射したり、室内側からの放射も反射したりというような作用があります。

### ・ガラスの日射に対する特性

ガラスの日射に対する特性には、反射率・透過率・吸収率・遮へい係数・日射取得率のような値があります。例えば3mmの普通ガラスだと、反射が7～8%程

度、透過が85%程度、吸収が6%程度です。遮へい係数は3mmの普通ガラスを基準にして、このガラスの性能のときに1になります。3mm普通のガラスの透過率は、日射全体で見ると85.8%となっていますが、そのうち可視光は90%入ってきます。紫外線は64.8%と、波長によってもかなり違います。

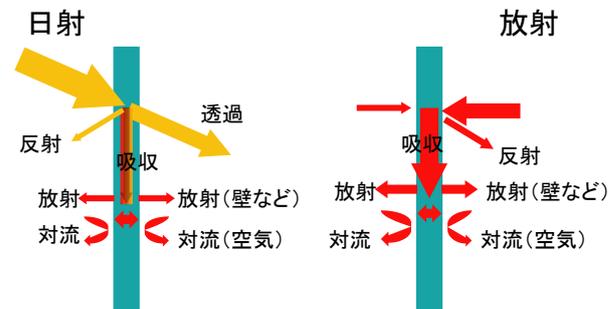


図4 ガラスの熱収支

## 快適さ

快適と感じる時の皮膚温は、33℃から34℃に保たれています。体の中では熱が作られていて、人間が何をしているかによって作られる熱量が変わってきます。それ以外に衣服の影響があります。これは断熱材と同じようなもので、その着ている組み合わせによって熱が逃げやすかったり逃げにくかったりします。対流や放射の前にこのような熱抵抗が加わります。

### ・温熱環境の指標

温熱環境を評価する指標が各種ありますが、一番良く耳にするものが不快指数だと思います。不快指数が75以上だとやや暑いとか、80以上だと暑くてたまらないというような指標です。

建築の中の環境をあらわすものは不快指数ではなくて、PMV（予想平均温冷感申告）や作用温度のような指標であらわされます。人間からどれだけ熱が逃げるのか、あるいは体の中でどれだけ熱が作られているのか収支の式を立てて計算したものがこれらの指標です。

### ・PMV

PMVは最近良く使われます。人間の代謝量から対流・放射で出て行く熱量と呼吸によって出て行く熱量を引いたものの収支から計算します。PMVと予測不満足度割合（その温熱環境に不満足、不快さを感じる人の割合）の割合がリンクしているのでたいへんわかりやすく、良く使われます。PMV -0.5から0.5の範囲だと、その環境を不満足に感じる人は10%くらいです。-2や+2のような値になると大部分の人が不満足に感じ

ます。

#### ・作用温度

作用温度は、空気温度と平均放射温度との平均です。たとえば、空気温度が 20℃で、放射温度が 15℃なら、作用温度は 17.5℃です。これは人間が感じる温度に近い温度です。

平均放射温度は、人間と壁との位置関係によって変わりますが、簡単に言えば表面温度の平均値です。例えば天井の表面温度に面積をかけたものと、壁の表面温度に面積をかけたものの和を全体の面積で割ったものが平均放射温度です。ですから、空気温度が低くても壁の温度が高ければ暖かく感じます。

逆に空気温度が高くても壁の温度が低ければ寒く感じます。ガラスの空間ですと空気温度が高くてもガラスの温度は低いからです、通常的环境よりも寒く感じるという問題点があります。

#### 快適性を阻害する要因

ドラフト・上下温度差・放射の非対称性は不快を招きます。国際規格の ISO 7730 に、多くの人を満足させるにはこれらの数値がどのような範囲に入ればよいのが示されています。

#### ・ドラフト

ドラフトは空気の温度・風速・風速の標準偏差から決定されます。風速の標準偏差は風速が一定であれば 0 になりますが、空調などには実際には風が強くなったり弱くなったりします。空気温度が 24℃で、風速が 0.15m/sec、これは普通の空調をしているような環境です。それに 0.18 ~ 0.12m/sec 程度の風速の変化が加わると、それを不快だと感じる人の割合は 7.5% です。気温が低いほど、風速が速いほど、乱れが大きいほど不快に感じます。

#### ・上下の温度差

上下の温度差は ISO の規格では床上 0.1m と 1.1m の温度差で規定されています。その温度差が 3℃以下であれば、不満足を感じる人はおおよそ 5%以下とされていて、目安とされています。温度差が大きくなればなるほど不快を感じる人は増えてきます。

#### ・放射の非対称性

熱い壁と冷たい壁があったとします。両側の放射の温度差が 10℃くらいあると 5%位の人が不満に感じます。天井が暖かい場合、例えば、5℃くらい温度差があると、頭が暑くて不快だと感じる人が 5%程度います。床の温度は、暖かければ暖かいほど良いのではないかと思われませんが、40℃近くなると低温やけどの可

能性も出てきますし、そこまでいなくても温度の高い空間にさらされていると、不快になります。ISO の規格では 19℃から 29℃の間を推奨しています。

#### ダブルスキンの実験

ダブルスキンを実際の建物で実験した例をご紹介します。写真は北広島の実験棟で、前面がすべてダブルスキンです。図 5 に示したように一般窓で 10 熱量が入ってくる時、ダブルスキンだと 3 程度しか入ってきません。それだけ冷房負荷を減らす効果が大きいのです。これをガラスの組み合わせや、開口の大きさを変えたらどうなるか、効果をいろいろ検討して設計できるように、熱の収支を計算できるようなプログラムを作って検討しています。通常ガラスにブラインドがあるもの、ダブルスキン、エアフローの条件で計算すると、侵入熱量が一般窓では 400W/m<sup>2</sup> 近くであるのに対し、エアフローやダブルスキンにするとおおよそ 150 ~ 200W/m<sup>2</sup> であるので、日射を防ぐ効果が大きいといえます。



写真 ダブルスキンの実験棟

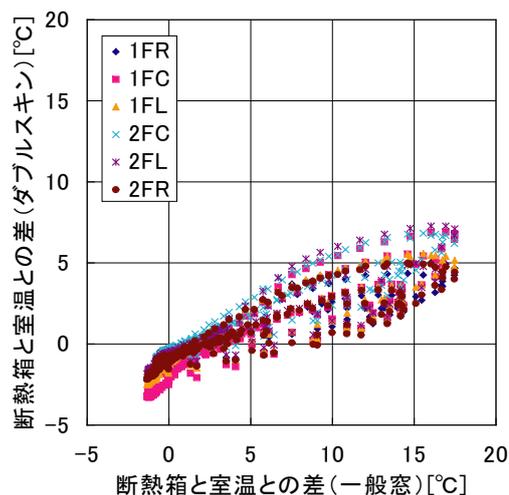


図5 取得熱の比較

#### ・室内環境の解析

室温が 26℃で、内側に通常の窓とブラインドがあるとしてシミュレーションをしました。ブラインドの

表面が 35℃だとすると、窓から 1m くらいの領域で PMV0.5 を超えて不快に感じる人が多くなります (図 6 上)。ところが、ダブルスキンなどで表面温度が 29℃に抑えられたとすれば、1m 以下の範囲でも PMV0.5 以下ということであまり暑く感じません (図 6 下)。このように表面温度が変わると暑さ寒さも変わってきます。

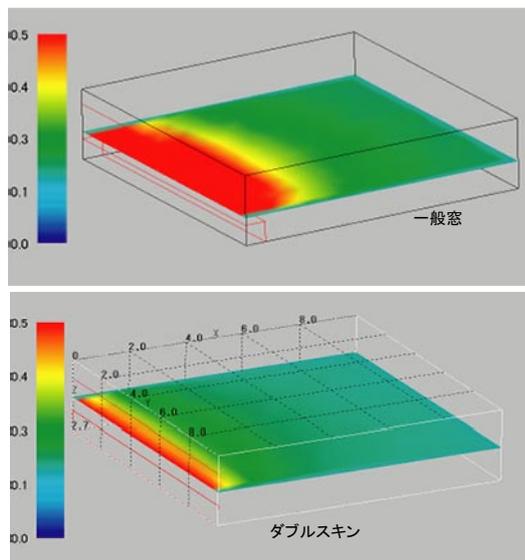


図6 ペリメータ環境の改善

### エアフローウィンドウ

奥行き 10m の幅方向 1m で床面積 10m<sup>2</sup> の事務所を考えます。必要換気量は 5m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> ですから、50m<sup>3</sup> くらいの換気量が必要です。50m<sup>3</sup> すべてをガラスの間を通さずに換気装置から排気したのがエアフローウィンドウを使わない場合、ガラス 2 枚の間にブラインドがあるだけという状態です。この風量を 25m<sup>3</sup>、50m<sup>3</sup> と変えていきます。12 月から 3 月末まで計算しました。

単純に換気装置を通して排気した場合は、窓で 80W くらいの暖房負荷が生じます (図 7)。それに対して 25m<sup>3</sup> 通気して、残り 25m<sup>3</sup> 排気すると、窓で発生する負荷は 55W 程度です。さらに 50m<sup>3</sup> 排気すると 45W 程度になり、窓から排気することによって窓で発生する負荷は、半分近くまで減らすことができます。ところが、換気負荷が若干増えますので、換気負荷と窓負荷の合計は、エアフローにすると若干増えます。しかし、この目的は、ペリメータレス化と、窓付近の環境を改善しようということですから、窓で発生する負荷が小さくなったということは、その窓付近の環境が改善されたということで、その目的では十分効果があります。

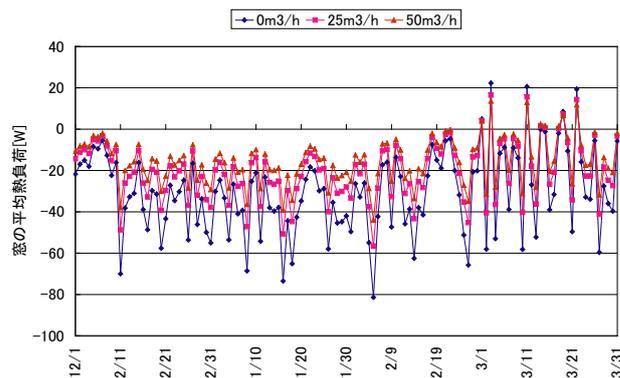


図7 エアフローウィンドウの暖房負荷

### ・エアフローウィンドウの問題点

室内の空気をガラスの間に通すと外のガラスで結露が発生します。二重窓で外側のガラスに結露するというのは普段から経験していることですが、そのような結露の問題が生じます。

東京でシングルガラス 2 枚のところを空気を通したときにどのくらい結露するかというのを計算しました。50m<sup>3</sup> くらい通気すると、一番多い日の一番多い時間帯で 60g 位の結露量が発生します。ところが、シングルガラス同士の組み合わせから、外をペアガラスに変えると結露は発生しなくなります。

北海道の場合は、外がシングルガラスだと間違いなく結露しますから、外側をペアガラスに、内側をシングルガラスにして同じように計算してみました。その結果、外がペアガラスでもかなり結露するということがわかりました。つまり、寒冷地ではエアフローウィンドウの運用は困難です。

冬は完全密閉型で、ガラス間の換気を運転しない、夏だけ運転するというのが技術的に可能ならば理想的です。夏の冷房負荷を削減する観点からは、外側をシングルガラスにして内側をペアガラスにしたほうが効果的です。外をペアガラスにすると熱抵抗が大きくなってしまいますから、ブラインドの熱が逃げにくくなります。

夏の冷房負荷削減を目的にするのであれば内側をペアガラスにしたほうが合理的です。内側をペアガラス、外側をシングルガラスの組み合わせは、冬は絶対通気してはいけない、密閉しなければならないという条件がつきます。

### ・エアフローウィンドウと熱交換換気

窓の中に空気を通すとそこで空気が温まったり、冷えたりします。それを使って空気の余熱に使えないかと計算した結果をご紹介します。外気温 0℃ の条件で、

ガラス間の空気の温度を計算します。日中に  $400\text{W}/\text{m}^2$  程度の日射があるとき、外気温が  $0$  度に対して通気層の中の温度は  $13^\circ\text{C}$  程度まで上がります。一番室内側のガラスの温度は、 $10$  数  $^\circ\text{C}$  ですから、外気をこの中に入れると温まって出てきます。実際、窓幅  $1\text{m}$  のところに  $20\text{m}^3$  通気すると、通気層の温度は  $7^\circ\text{C}$  くらいになります。通気をするので温度は下がってしましますが、外気よりも高くなります。

通気をしない場合 (図 8 右) には、透過日射が  $212\text{W}$  入ると、室内から  $86\text{W}$  の熱が逃げて、日射で窓に  $57\text{W}$  吸収されて、あわせて  $143\text{W}$  外に出て行きます。それに対して、外気を入れた場合は (図 8 左)、透過日射量は同じで、窓で吸収される熱量も同じ、ただ、ガラスの間の温度が低くなるので、室内から窓に移る熱量は  $86$  に対して  $101$  と増えます。ところが、通気の熱回収で温度が上がってきますから、そこで  $50\text{W}$  熱が回収できます。そうすると、通気なしの場合は窓からの熱損失が合計で  $161\text{W}$ 、それに対して通気をすると合計で  $126\text{W}$  と、通気をしないで換気を別にしたものと比べると、通気をしたほうがトータルの負荷は小さくなります。

問題になるのは、熱交換換気を行った場合です。熱交換換気でその効率が  $50\%$  だとすると、窓の負荷は同じですから  $86\text{W}$ 、換気の負荷は  $50\%$  の熱回収で半分になります。すると合計で  $173\text{W}$  ですから、このシステムよりも別に効率  $50\%$  の熱交換換気装置をつけたほうが負荷が小さくなります。

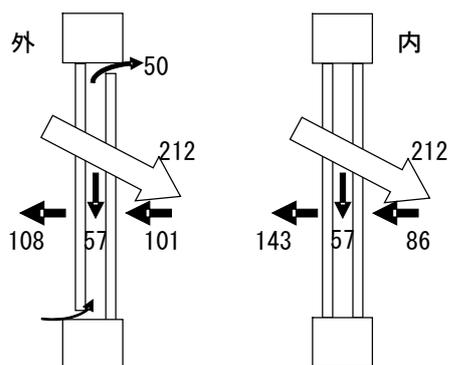


図8 窓による空気余熱のシミュレーション

## まとめ

ダブルスキンの目的は、冷暖房負荷の削減・ペリメータの環境改善です。夏季にはたいへん効果があります。冬季はどうかというと、ガラスが一枚増えるので、その分多少効果はあります。通気層を夏は開放して、冬はダンパー等で完全に閉鎖すれば、今までガラスが一枚だったものが2枚になりますからたいへん効果があります。その場合は、なるべく内側に高性能のものを使ったほうが合理的です。

問題は通気層内の汚れです。実際のダブルスキンの施工例では、何も触らなければほこりは目立たないので気になりませんが、ブラインドを触ると指の跡がくっきりつきます。1 シーズン経過するとかなり汚れますので、その汚れをどうするかという問題が生じます。誰も触らないような環境であればたぶん気になりませんが、中途半端に掃除をすると、これは問題になる可能性があります。

エアフローウィンドウも、目的は同じです。夏は、ダブルスキンと同じようにたいへん効果が大きいといえます。冬は、温暖地での負荷の削減効果は、熱交換換気と比べるとやや落ちます。しかし、ペリメータの環境改善ですとか、ペリメータレス化という意味ではたいへん大きな効果があります。

ただし、外部ガラスに結露する可能性があります。外部ガラスをペアガラスにすれば防ぐことができますが、夏季の冷房負荷削減効果は若干減少します。寒冷地では、冬季に通気した場合、外側ガラスの結露を防ぐのはたいへん難しくなります。

冬は稼動しないのが条件になりますが、そのときに通気の経路を密閉できるか否かがたいへん大きな課題になります。断熱性能としてはガラスが増えた分だけ効果は増えます。

冷房負荷を削減することに重点を置くならば内ガラスを高性能、冬季対策に重点を置くならば外ガラスを高性能にします。寒冷地の場合にはいずれにせよ適用は困難です。

(文責 性能部性能開発科 鈴木昌樹)

## 意見交換会（抜粋）

パネラー：森田，鈴木，月館（講演者，敬称略）

司会：性能部 性能開発科 平間昭光

平間： 3名の先生方からそれぞれ専門的な立場でお話をいただきました。会場の皆様には、いろいろなご意見があるのではないかと思います。それでは、意見交換会を始めたいと思います。

### 温室の結露を防ぐ

会場： 木製の温室を試作しています。温室内で結露が発生すると、木が水を吸って割れたり腐ったりするのではないかとこの心配がありますが、どのような解決方法があるのでしょうか。

鈴木： 温室を維持する環境によって違うと思います。熱帯のように、いつも湿度100%で、バナナの実がなる温室を木造で作るのは危険だと思われませんが、我々が日常生活している環境とあまり変わらない温室もあります。木はある条件下で腐りますから、その条件から外すことさえできればよいと思います。

金森（林産試験場）： 温室以外の構造物でも同じですが、腐りにくくするには、きちんとした基礎を作って地際部分からの腐れが抑制されるような手立てをとった上で、維持管理を継続していくというのが一番確実かと思います。割れについては、集成材が使われるのであれば、一般の無垢の乾燥材に比べて、寸法安定性からはかなり安全側にあるのではないかと思います。

### 温室の性能とコスト

会場： 1回の豪雪で壊れてしまう温室ではなく、もっときっちりしたものを作ればよいのではないかと考えていました。鈴木先生の写真はたいへん高価に見えますが、坪当たりの単価はいくらくらいになるのでしょうか。一般の家庭用のアルミの温室の何倍くらいでしょうか。

鈴木： 今は温室を実験的に作っているのですが、正確かどうかかわからないのですが、パイプの骨組みを土に刺すタイプのビニールハウスと比べるとコストの面では話にならないと思います。しかし、ビニールハウスのビニールは3年から5年程度の耐久性しかありませんから、数年で更新していくことと比べてどうかという

話だと思えます。鉄骨造などの温室と比べると、今回若干基礎が過大だったと思いますが、360㎡で600万円くらいでした。施工は自分たちで行い、基礎、プレカットも含めた材料費、硬質のフィルムを業者に張ってもらってという値段です。坪6万円くらいですから安くはないと思います。基礎を軽減できればもっと安くなると思います。ビニールハウスは、坪2～3万で、鉄骨の温室で坪7～8万かかるとは思いますが、農家が生産で使うとなると、基礎の作り方を工夫して自分たちで建てるとなれば、ぎりぎりコスト的に成立するかもしれません。集成材を使っていますので、芯持ちのトドマツを使えば、材料費は半分程度になる可能性があります。建物自体は維持管理の仕方次第で20～30年保ちます。通常のビニールハウスの塩ビフィルムが3年ごとに大量に廃棄物になるというのはちょっといやな感じがするので、施設型の温室になればと思います。



平間： 温室は、エクステリア商品の中ではかなり高額です。森田さんは実態調査で数多くの温室を調べられていますが、価格的な動向と、ユーザーの満足度など何か関連するようなお話がありましたら、いただきたいのですが。

森田： 価格はここ何年か変わっていないと思います。形態もほとんど変わっていません。札幌市内と釧路で調べた例がありますが、住宅の4%で温室をつけているので、ニーズはあるだろうと思います。満足度に関しては、暑すぎると使えないという意見があります。それが解消できればもっと欲しい人はいると思います。費用対効果では、少し高いという意見のほうが多いです。

## 温室内環境の制御

会場： ガラスとポリカーボネートでは、温室内の温度や日光の透過率の違いがあるのでしょうか。

月館： あまりポリカーボネートについて調べたことがないので正確なことは申し上げられませんが、ガラス1枚とポリカーボネート1枚であれば、どちらでも差はないと思います。透過率はガラスのほうがいいですが、ガラスにもいろいろな種類がありますから、場合によってはポリカーボネートの透過率がいい場合もあるかもしれません。

石井（林産試験場）： 我々はサンルーム、ウインターガーデンを検討していく上で、居室でも物置でもない空間をイメージしていました。半戸外空間として、準居室、つまり居室までの性能を要求はしないというイメージでした。外に出るのが大変な高齢者が家の中にいながら家の外にいるという環境を創りたいという考えでした。今日のお話では、それほどひどくない環境を創ることができるということですが、そういう考え方の温室の提案という可能性はあるのでしょうか。

森田： 準居室という環境が、どのような状態を目指しているかによるとと思いますが、寒いときに暖房して、日中暑いときに空気を抜けば要求する環境を実現できます。しかし、暖房費をかけて、結局日中には熱を逃がしてしまうのを許容するか否かだと思います。実際、室内のような環境を維持しようと思えば可能ですが、費用はかかると思います。どちらかという室内は室内で快適に保って、やや外よりの環境が欲しいときに使うということ想定しています。

会場： 温室が冬に寒いのはストーブを焚けば暖まりますが、夏の室温を下げるにはどうすればよいのでしょうか。換気扇で換気したほうが効果的なのか、それとも開放したほうが効果的なのか教えてください。

月館： 換気扇を使うよりも開口を大きく取ったほうが、風量は多いでしょう。換気扇で風量を大きくとるとするのは結構難しいのです。無風のときでも、大きくドアを開けたほうが、換気量が多くなる可能性が高いと思います。いずれにしても天井面がガラスですと、そこから日射が入ってくるので、完全に開放しない限りは、どうしても温度が上がってしまいます。天井面で日射の遮へいができればかなり違うと思いますが、それをまったくしない状況で日射を取り入れるとなると夏は開けられるところを開けるのが一番ではないかと思います。

会場： 熱交換換気は、カタログデータは良いのですが、メンテナンスを継続していないと、効率は徐々に落ちてきます。それよりも、第3種換気のほうが安全だと感じています。そこで、窓にその機能を持たせる可能性はあるのでしょうか。

月館： 窓を吸気口として排気は換気装置で排気する第3種換気の間接換気も考えられます。第1種換気のメンテナンスは確かに大きな問題ですが、私としては建物の性能が上がりますし、ビルなど換気の負荷が非常に大きな建物であれば、きちんとメンテナンスができるようにして、熱交換換気をしたほうがいいのではないかと考えています。



## 完全木造温室の可能性

会場： 温室のコストの問題に関して、基礎から木で作るという可能性はあるのでしょうか。最近の防腐処理技術で、例えば加圧防腐処理した丸太を束状の基礎として埋めていくのはどうでしょうか。

鈴木： 逆に林産試験場の方にお聞きしますが、何十年ものオーダーで土の中に打ち込めるような、しかも環境にやさしい木材があるのでしょうか。

平間： 実は私たちもそういったところで悩んでいます。クレオソートやCCAのような防腐剤を使えば、枕木等の実例から行くと20年くらい持つだろうといわれています。それに代わるものが、今の研究開発のポイントになります。しかし、実感としてはまだまだ厳しい点もあります。温室の基礎は、温度が高くなりまので、木を腐朽させる微生物が冬の間も活動できます。そうすると、無加温温室でもある程度熱が供給される場所で木を使うのは是非かというのは今後考えていく必要があります。

平間： 今回の講演は、北海道に合う建築物の提案を行うという非常に夢のある話でした。皆様方の企業活動、研究内容に役立てていただければと思います。

(文責 性能部性能開発科 鈴木昌樹)



林産試験場の職員が NHK のラジオ番組に出演し、提供した最新の研究情報について、番組でのやり取りを再現してお伝えしています。

(担当：企画指導部普及課)

## DNAで木材の腐れを早く発見します

出演：性能部 耐朽性能科 東 智則

放送日：平成21年5月27日（水）

### 木材の腐れは菌が原因

NHK 今朝の森物語は難しそうなテーマです。「DNAで木材の腐れを早く発見する」ということですが、どういことですか？

東 木材を腐らせているのは菌類で、きのこの仲間です。これらの菌類は木材を腐らす菌ということで、一般に「木材腐朽菌」と呼ばれています。

この菌が持っている DNA の配列を利用することで、木材の中にこのような菌類がいるかどうかを早期に調べることができます。もし木材腐朽菌があれば、一見大丈夫そうな木材でも、そのまま放置しておくと腐っていく可能性があります。

### PCR 法で菌の存在・種類を調べる

NHK 木材を腐らす菌が木についているとして、それを調べることで腐っていくことを防ごう、というわけですね。DNA の配列を利用するという話が出ましたが、それはどういうことなのでしょう？

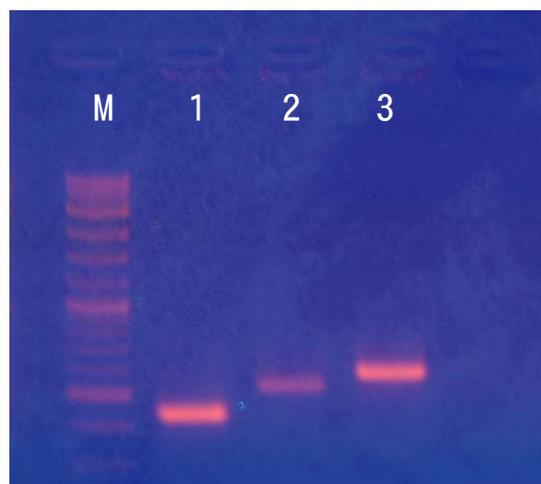
東 生物が持っている DNA の配列の中には、それぞれの生物の種類に特徴的な、その生物だけが持っている配列の部分があります。この部分を調べることで、木材腐朽菌がいるかどうか、あるいはどんな菌の種類かを調べることができます。

春に問題となった新型インフルエンザについての報道の中で、それが新型かそうでないかの判断に PCR 法という方法が使われているのを耳にした方もおられるかと思いますが。私たちも現在この PCR という方法を

使って、木材の中に木を腐らせるような菌がいるかどうか、またいたとすればそれがどんな種類の菌なのかといったことを調べるための研究を行っています。



木材腐朽菌の検出作業



PCR法により検出された菌のDNA泳動像  
M：分子量マーカー 1：イドタケ  
2：ナミダタケ 3：ワタグサレタケ

どうすれば木材の腐れを止められるか

NHK 新聞などをにぎわした新型インフルエンザについて DNA 遺伝子の状態から判断する、それと同じ方法でどんな種類の菌なのかを調べるわけですね。それでは、どういふことをすれば木材の腐れを防ぐことができるのでしょうか？

東 木材を腐らす菌を早く見つけることができれば、例えば通気を良くして湿気がたまらないようにするなど、菌が育ちにくいように環境を改善することができます。あるいは防腐剤で処理するなど対策を取ることができるので、腐れの進行を止めることができます。

木材を腐らせないことは温室効果ガスを発生させないこと

NHK 菌の種類がわかれば、菌の成長を抑える方法がわかり、対策を施すことで木が腐ることを抑えられるというわけですね。それでは、木の腐れを防ぐことができると、実際、私たちの生活にどのように役立つのでしょうか？

東 木材を腐らせないようコントロールできれば、住宅や野外の木造建築物を長寿命化、つまり長い期間使うことができます。木材を腐らせずに維持するということは、その間、炭素を木材の中に固定しておくこととなります。腐れ（分解）による二酸化炭素が放出されないの、それが温暖化防止にも役立つのではないかと期待できます。

DNA による木材腐朽診断を紹介したマニュアルが出ています

NHK 木が腐らないということは、樹木が二酸化炭素を吸って木の中にため込んでいるので、木が長持ちする分、二酸化炭素をため込んだままでいられる、温室効果ガスを抑えている、と言えるわけですね。最後にこの技術の実用化に向けた動きを教えてください。

東 木材を長い期間使うためにはメンテナンスが必要です。最近、住宅、あるいは野外の木造の建物の腐れを診断しメンテナンスを行うためのマニュアルができました。このマニュアルの中で、私どもの研究成果である DNA を利用した診断方法が紹介されています。実際の現場でこの研究が役に立つよう、まずはこの診断方法を広めることから取り組んでいきたいと思えます。

NHK 北海道立林産試験場発の技術が北海道の中で生かされるということですね。（以上）

## 連載「道産木材データベース」

林産試験場では、樹木の生態・形態、木材の性質・用途および関連の文献情報等を樹種ごとに取りまとめたデータベースを制作中ですが、ホームページへの公開を前に、記事部分を順次本誌で紹介しています。  
(担当：企画指導部普及課)

### ハルニレ・オヒョウ

名称 和名：ハルニレ  
別名：ニレ，アカダモ  
アイヌ語名：チキサニ *chi-kisa-ni*（我ら・こする（発火に使う）・木）など  
漢字表記：春楡  
英名：Japanese elm  
学名 *Ulmus davidiana* Planchon var. *japonica* (Rehder) Nakai  
分類 ニレ科ニレ属  
分布 北海道，本州，四国，九州，千島，サハリン，朝鮮半島，中国



ハルニレ

名称 和名：オヒョウ  
別名：オヒョウニレ  
アイヌ語名：アツニ *at-ni* (*at*（樹皮及び内皮から取った繊維）を取る木）など。樺太東海岸のアイヌはこの樹皮をオピウ (*opiw*) と呼び、オヒョウの名はここから出た。  
学名 *Ulmus laciniata* (Trautv.) Mayr  
分類 ニレ科ニレ属  
分布 北海道，本州，四国，九州，サハリン，朝鮮半島，中国，東シベリア，カムチャッカ

生態・形態 ハルニレは平地の適潤からやや湿った肥沃地に生える落葉樹。高さ 30m，太さ 1.5m に達する。樹皮は暗褐色で縦にやや深い割れ目があり，枝にコルク層が発達することがある（コブニレと呼ばれる）。葉は互生し全体に左右非対称の倒卵形から倒卵楕円形で先は急に鋭くとがり，二重鋸歯縁，基部はくさび形。

花は花弁がなく 4～5 月，葉に先だて咲き，赤褐色。翼果は 6 月に熟し，倒卵形，扁平，無毛，翼は膜質で先が凹み，種子はその中央部にある。

オヒョウは山地に生える落葉樹。高さ 25m，太さ 1m に達する。樹皮は灰褐色，縦に浅裂し下側からめくれるようにはがれてくる。皮層は繊維質で長い裂片になってはげる。葉は互生しハルニレ同様左右非対称の倒広卵形から長楕円形で上部は浅く 3～9 裂または分裂せず先は急に鋭くとがり，二重鋸歯縁，基部は鈍形ないしくさび形。花はハルニレと同様だが，淡黄色。翼果は 6 月に熟し，円形または広楕円形，扁平，無毛，翼は膜質で先に花柱裂片が残り，種子はその中央やや下にある。

この2種は北海道の高木では開花，結実がもっとも早く，時によってはヤチダモが開葉する前に翼果が落ちてくる。

2種合わせると広葉樹の中では北海道で6番目に蓄積が多く，総蓄積の1.3%，広葉樹の2.7%を占める。



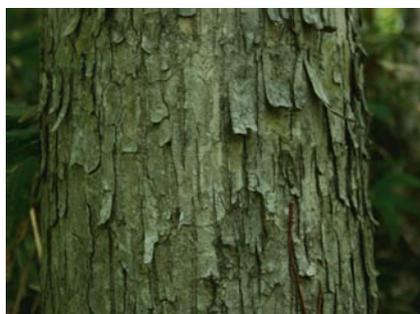
ハルニレ樹皮



ハルニレ葉



ハルニレ花 (左)，果実 (右，5月31日撮影)



オヒョウ樹皮



オヒョウ葉



オヒョウ果実 (5月18日撮影)

木材の性質 ハルニレは環孔材，やや重硬。辺心材の境界は明瞭。辺材は灰褐色，心材は暗褐色。年輪は明瞭。木理は概ね通直。肌目は疎。オヒョウは材質は類似するが，辺材は淡黄褐色，心材は淡紅色。



2種の辺・心材の違い  
(左オヒョウ，右ハルニレ)



ハルニレ木口面



ハルニレ板目面



ハルニレ柱目面

主な用途 ハルニレは器具材，家具材，太鼓の胴などに使われるが，ケヤキの代用とされることが多い。こぶを持つ材が銘木として珍重されることがある。割れにくいことから臼，杵に使われる。オヒョウはハルニレ同様に使われるが，家具材としてはより上質とされる。曲木に適する。アイヌは内皮から繊維を取り，衣服の主要な原料とした。織ったものをアツシ（厚司）という。

#### 物理的性質（ハルニレ）

気乾比重	0.63		
平均収縮率	0.42 %（接線方向）	0.22 %（放射方向）	

#### 機械的性質（ハルニレ）

曲げヤング係数	85 tf/cm <sup>2</sup>	圧縮強さ	400 kgf/cm <sup>2</sup>
曲げ強さ	800 kgf/cm <sup>2</sup>	せん断強さ	90 kgf/cm <sup>2</sup>

#### 加工的性質（ハルニレ）

人工乾燥の難易	狂いやすい	割裂性	小
切削その他の加工性	やや困難	表面仕上	不良
保存性	低い		

※木材の性質それぞれの意味については、連載1回目の2007年12月号で説明しています。

#### 引用（木材の性質に関する数値等）

・日本の木材：（社）日本木材加工技術協会 1989

#### 参考

・原色日本植物図鑑 木本編【II】：北村四郎・村田源 保育社 1979

・平成19年度 北海道林業統計：北海道水産林務部 2008

・図説樹木学－落葉広葉樹編－：矢頭猷一・岩田利治 朝倉書店 1966

・木の事典第1集第4巻：平井信二 かなえ書房 1980

・知里真志保著作集 別巻I 分類アイヌ語辞典 植物編・動物編：知里真志保 平凡社 1976

（文責：企画指導部 新田紀敏）

# 職場紹介

## 利用部 物性利用科

地球温暖化の原因となる二酸化炭素の発生を抑制するために、化石燃料の代替として、カーボンニュートラルな木質系バイオマスの燃料化が注目されています。

物性利用科は木質系バイオマスのエネルギー利用法として木質ペレットに関する研究を行っています。また、木材の基礎的物性の解明や木材物性の高度利用に関する研究を行っています。

### 最近の研究内容

○木質系バイオマス燃焼灰の有効利用に関する研究 (H18～19)

木質系バイオマスを燃焼した際に発生する燃焼灰を山に還元するという資源循環の観点から、燃焼灰を育苗や育林の肥料として活用することを検討しました。

燃焼灰は、飛散しやすく、窒素分に乏しいので、堆肥（原料は牛糞とチップ）と混合してペレット化しました（写真1）。

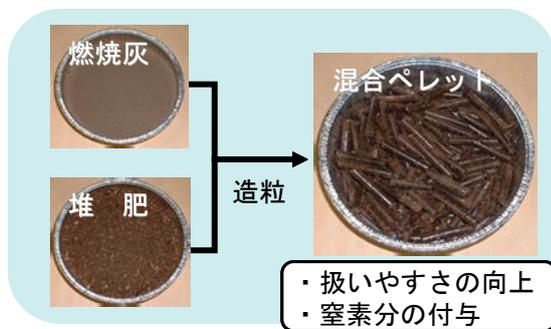


写真1 燃焼灰と堆肥の混合ペレット化

○廃棄物系バイオマスを利用した固形燃料に関する研究 (H20～22)

安価な農産廃棄物等をペレット燃料の原料とする技術開発に取り組んでいます。

○アルカリ処理による形状変化を用いた木材の利用技術に関する研究 (H17～18)

木材をアルカリ溶液に浸漬し、水洗・乾燥することによって形状変化が生じ、かさ高くなるとともに、木材の物理的・力学的特性が変化することを明らかにしました。

### 設備

○ペレット製造装置

おが粉状の粉碎物を熱と圧力で成形し、木質ペレットを製造することができます（写真2）。



写真2 ペレット製造装置

○調湿機能測定用装置

試験体を設置した装置内の湿度や温度を変化させることによって、炭化物の湿度調整性能や、木質ペレットの吸湿性等を測定することができます（写真3）。



写真3 調湿機能測定用装置

### 技術支援

物性利用科では、JISなどに準じて木炭や木酢液などの性能評価を行っています。また、ペレット燃料の製造や性能に関する技術指導や、アルカリ処理による木材の基礎的物性の変化等に関する技術相談も行っています。

# 行政の窓

## 森林整備加速化・林業再生事業（緑の産業再生プロジェクト）について

### 1 はじめに

金融危機に端を発した昨年度下期からの世界的な景気・経済の悪化により、我が国でも、最近上向き傾向にあるとはいえ、まだまだ厳しい状況が続くなか、国では、平成21年度の補正予算において、経済危機対策として、川上から川下、そして木材利用まで至る総合的な対策を進める「森林整備加速化・林業再生事業」を創設しました。

北海道では、この事業を導入して約120億円（予定）の基金を造成し、間伐等の森林整備の促進や間伐材等の活用による林業・木材産業の振興に取り組むこととしました。

ここでは、そのうち川下対策への支援について説明します。

### 2 事業概要

川下対策としては、森林資源を核とした林業・木材産業の再生を図るため、高性能林業機械等の導入による林外搬出を促進するとともに、木材加工施設や木造公共施設、木質バイオマス利用施設の整備、木材の流通経費への支援、道産木材の需要拡大につながる新たな商品開発などによる地域木材・木質バイオマス利用を一体的に促進します。

### 3 事業期間

平成21年度から平成23年度まで

### 4 支援を受けるためには？

これらの支援を受けようとする場合、事業主体は、各支庁単位に設置されている地域協議会地区部会の構成員になる必要があります。



森林整備加速化・林業再生事業（緑の産業再生プロジェクト）のイメージ（林野庁資料より）

## 5 事業内容

項目	支援対象	実施主体※	補助率
(1) 高性能林業機械等の導入	間伐材供給体制を確保するために必要な高性能林業機械の整備費	市町村、森林組合、林業者等の組織する団体、林業事業体等	素材生産量1000立方メートル当たり2百万円。ただし、その助成額は購入価格の1/2を上限
(2) 木材加工流通施設等整備	建築用等加工施設やストック・イ等の整備費	市町村、森林組合、林業者等の組織する団体、木材関連業者等の組織する団体、地域材を利用する法人等	1/2以内
	木質バイオマス加工施設の整備費	市町村、森林組合、林業者等の組織する団体、木材関連業者等の組織する団体、社会福祉法人、民間事業者等	定額単価
(3) 木造公共施設等整備	展示効果を有する地域材を活用した公共施設等の整備費	市町村、森林組合、林業者等の組織する団体、木材関連業者等の組織する団体、社会福祉法人、医療法人、民間事業者等	定額単価
(4) 木質バイオマス利用施設等整備	燃焼用ボイラーや発電用ボイラー等の木質バイオマス利用施設の整備費	市町村、森林組合、林業者等の組織する団体、社会福祉法人、民間事業者等	定額単価
(5) 特用林産施設整備	木炭やきのこ等の特用林産物の生産加工施設等の整備費	市町村、森林組合、林業者等の組織する団体等	1/2以内
(6) 間伐材安定供給コスト支援	燃料用間伐材等を安定的に買い取るための支援 (条件：間伐の安定取引協定の締結)	市町村、森林組合、林業者等の組織する団体、社会福祉法人、民間事業者等	定額単価
(7) 流通経費支援	間伐実施地域から加工施設までの運搬費を助成 (条件：間伐の安定取引協定の締結)	市町村、森林組合、林業者等の組織する団体、林業事業体、木材関連業者等の組織する団体、地域材を利用する法人等	定額単価
(8) 利子助成	安定取引協定の実施に資する原料の積極的な手当等に対応するための資金の借入利率の助成	森林組合、林業者等の組織する団体、林業事業体、木材関連業者等の組織する団体、地域材を利用する法人等	借入金の残高に、借入金の年利率(3.0%以内)を乗じて得た額の2/3以内
(9) 地域材利用開発	地域材の新たな製品開発に向けた実証試験等の取組	住宅生産者、林業・木材産業関係者等	定額単価

※ 実施主体は、地域協議会の構成員であることが必要です。

## 6 ホームページでの事業紹介

林業木材課のホームページでは、本事業の上記メニューの詳細について紹介していますので、ご覧下さい。

[http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/rrm/sinnrinnseibikasokuka\\_top.htm](http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/rrm/sinnrinnseibikasokuka_top.htm)

また、林野庁ホームページにおいて、緑の産業再生プロジェクト(森林整備加速化・林業再生事業)を紹介していますので、あわせてご覧ください。

[http://www.rinya.maff.go.jp/j/forester/f\\_zigyo/315.html](http://www.rinya.maff.go.jp/j/forester/f_zigyo/315.html)

(水産林務部林務局林業木材課 林業木材グループ)



# 林産試ニュース

## ■「木になるフェスティバル」 盛会でした

7月25日(土)に試験場構内で開催した第18回木のグランドフェア「木になるフェスティバル」は、今にも降り出しそうな天気にもかかわらず1,360名もの参加がありました。

「木のコースターづくり」や「木の枝の動物づくり」などの工作体験は今年も大にぎわい、木のおもしろ実験や科学体験、木々端販売、構内見学も好評でした。木のもつ様々な魅力、多少なりともお伝えできたものと思います。



## ■「北海道子ども木工作品コンクール展」 作品募集のお知らせ

9月12日(土)～10月2日(金)、木と暮らしの情報館において道内小中学生の出品による「第17回北海道子ども木工作品コンクール展」を開催します

(社)北海道林産技術普及協会、北海道木材青壮年団体連合会との共催)。

木工やレリーフなど、作品の募集を8月17日(月)から9月1日(火)まで行います。多数のご応募をお待ちしています。

お問い合わせは、林産試験場普及係(内線365,366)まで。

詳細は林産試験場ホームページでご覧下さい。  
<http://www.fpri.asahikawa.hokkaido.jp/event/grand/default.htm>

## ■「森林(もり)の市」に出展します

8月9日(日)10:00～16:00、旭川林業会館(旭川市永山町10丁目)において「第24回森林の市」が開催されます。森林や木の良さを広くPRしようと、旭川地域の林業・林産関係団体、行政が協力して行うもので、市民が参加・体験できる様々な催事が用意されます。

林産試験場は、子供向けの木工を行う予定です。

林産試だより

2009年 8月号

編集人 北海道立林産試験場  
HP・Web版林産試だより編集委員会  
発行人 北海道立林産試験場  
URL: <http://www.fpri.asahikawa.hokkaido.jp/>

平成21年8月3日 発行  
連絡先 企画指導部普及課技術係  
071-0198 旭川市西神楽1線10号  
電話0166-75-4233 (代)  
FAX 0166-75-3621