

# 遠赤外線低温乾燥機について

株式会社MITOMI



## 【稼働中の木材乾燥機(BD方式)】





## 【稼働中の乾燥試験機(IRLD方式)】





## 【稼働中の乾燥試験機(IRLD方式)】



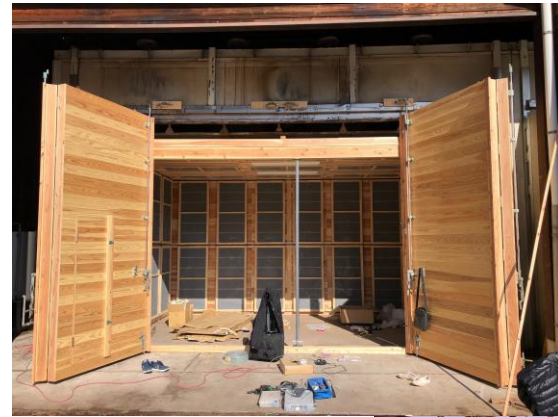


## 【稼働中の乾燥試験機(IRLD方式)】





## 【稼働中の乾燥試験機(IRLD方式)】



## 【稼働中の乾燥試験機(IRLD方式)】



※躯体は全て無垢杉材を使用



# 遠赤外線低温乾燥機について

## ●遠赤外線低温乾燥機とは

従来の高温の蒸気や、乾燥した熱風を用いて、木材を加熱し伝導と対流による乾燥方法とは異なり、

大量の遠赤外線が飛び交う機内環境にて、遠赤外線ヒーターの輻射エネルギーによる木材内水分の蒸散を行う乾燥機です。

従来の乾燥機よりも低ランニングコスト、高品質の木材産生ができるところが特徴です。

	遠赤外線低温乾燥機	高温高速度乾燥機
機内温度	40～45℃	75～120℃（針葉樹は高温、広葉樹は低温）
躯体構造	木造軸組	主に金属製
熱源	遠赤外線ヒーター	主にボイラーやシーズヒーター
消費エネルギー(m <sup>3</sup> )	200～600W	3～8kW
木材加熱方法	輻射	伝導・対流
躯体構造・材質	軸組み(基本)、木製	パネル構造、金属製(SUS、AL、防錆鋼板など)
換気・排気	なし	あり
空気対流	なし	あり (強風速／気流方向は高指向※主にターボファンを使用)
乾燥期間(含水率30%⇒10%弱)	7～21日	15時間～10日
シーズニング	不要	必要（5～21日程度）
乾燥スケジュール管理	不要	必要
乾燥木材の混載	様々な含水率や異なる樹種の同時投入が可能 (途中での出し入れも可能)	異含水率および異樹種の同時投入は不可
初期費用(2×2×4.5m例)	500万円～(躯体250万円+乾燥システム250万円)	1,800万円～(躯体1,450万円+ボイラー等350万円)
メンテナンス	ほぼ不要	必要（定期的）
耐用年数	10年～（保証期間:ヒーター5年、制御装置2年）	10年～



# 遠赤外線低温乾燥機について(木材分野)

## ●特長

- ・従来の乾燥法と比べて被乾燥木材の強度が、120～130%向上する。
- ・高温乾燥機と比べて、管理・メンテナンスが非常に楽。
- ・色艶・香りの良い材ができ、割れが発生しにくい。(天然の防腐、防虫成分の油脂や木精成分の減失が極めて少ない)
- ・杉5%以下、檜6%以下まで乾燥可能。
- ・ランニングコストが非常に低い(弊社内設置1.5×2×2mで24時間稼働で約2,100円/月※1kw/17.7円)
- ・40～45℃の輻射主体乾燥なので、過乾燥しにくく、含水率の異なる材や、異なる樹種を同時に投庫・混載可能。
- ・乾燥スケジュールの管理が不要。
- ・耐用年数は、躯体:10年、電気回路(ヒーターおよび制御装置):5年(保証期間はヒーター5年、制御装置2年)
- ・乾燥後の含水率のもどりがほぼ無い、また狂いや暴れの発生も少ない。
- ・ネジやクギの保持性が高い。

## ●乾燥期間

(杉・檜の場合)

柱材:40～50%⇒15%程度:5日～3週間 / 気乾重量(15%程度)⇒10%程度:約3日～1週間

板材:40～50%⇒15%程度:2日～1週間 / 気乾重量(15%程度)⇒10%程度:約2日～3日

繊維飽和点(30%)⇒8%:約1ヶ月

※大量の遠赤外線に暴露する(IRLD方式)ので、従来型低温乾燥機(BD方式含む)の半分以下の期間で乾燥ができる。

(その他)

広葉樹板材(ウォールナット):16%⇒8%:3週間

広葉樹板材(栗):40%⇒14%:約1ヶ月 気乾までは15日間

杉黒芯持ち柱材:140%⇒8%:約7週間

# 遠赤外線低温乾燥機について(木材分野)

## ■参考乾燥期間

樹種	形状	参考サイズ	初期含水率	最終含水率	乾燥期間	備考(繊維飽和点30%⇒8%)	備考(気乾15%⇒8%)
杉	板(柾目)	30mm(厚)	46%	8%	2週間	10日間	4日間
杉	柱(芯持ち/背割無)	130×130mm(辺)	56%	6%	4週間	21日間	9日間
ヒノキ	板(板目)	30mm(厚)	48%	7%	2週間	11日間	5日間
ヒノキ	柱(芯持ち/背割無)	130×130mm(辺)	51%	7%	3週間	15日間	8日間
黒檀	板	18mm(厚)	36%	8%	3週間	16日間	10日間
マホガニー	板	50mm(厚)	28%	8%弱	3週間	—	12日間
メイプル	板	46mm(厚)	24%	7%	3週間	—	12日間
栗	柱(芯持ち/背割有)	150×150mm(辺)	63%	3%	6週間	18日間	8日間
メイプル	板	40mm(厚)	52%	7%	4週間	21日間	11日間
ウォールナット	板	45mm(厚)	16%	8%弱	3週間	—	19日間
杉	柱(黒芯持ち/背割無)	120×105mm(辺)	134%	5%	6週間	25日間	14日間

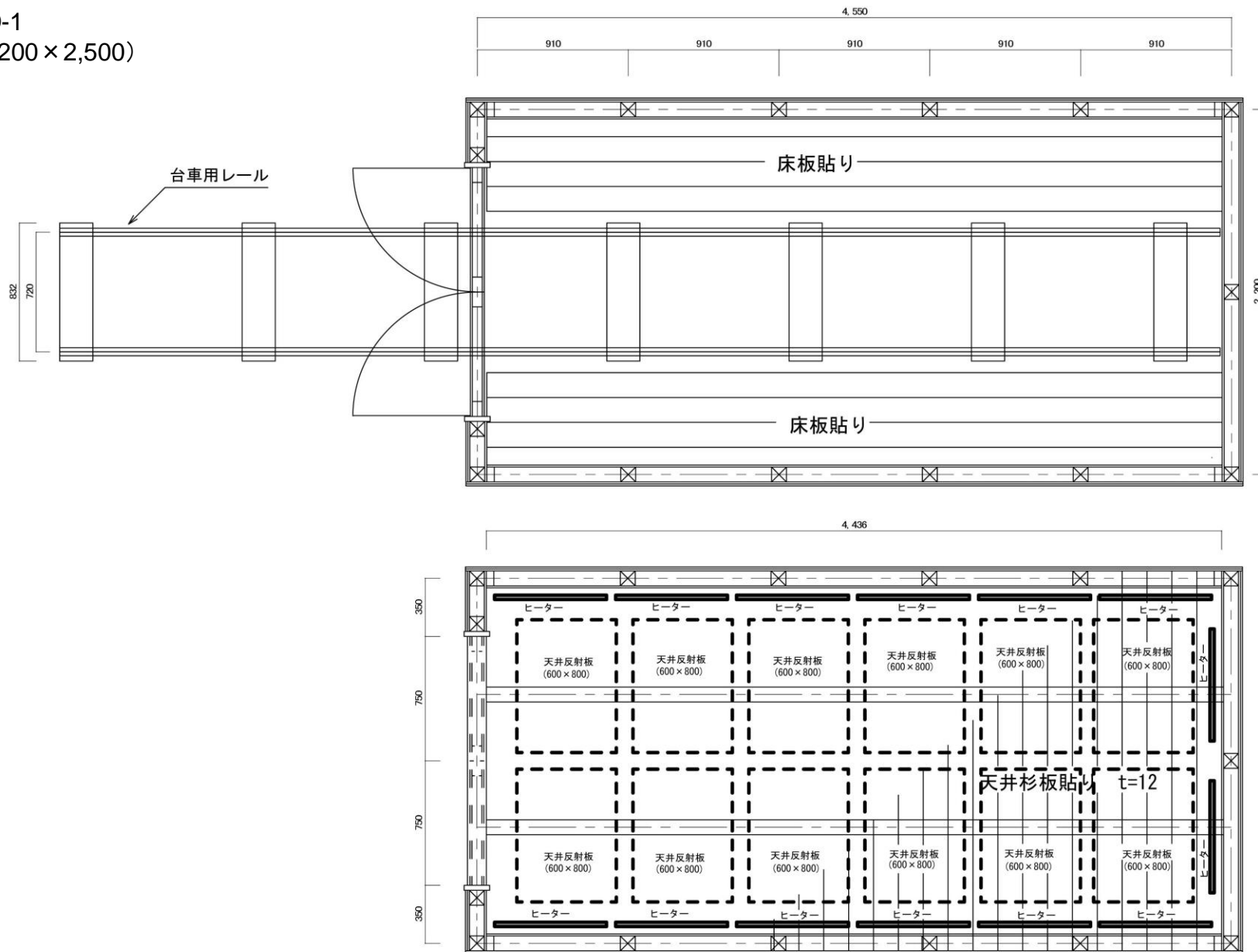
※測定は高周波型含水率計もしくは重量比計測を使用

●基本容積出力	乾燥機容量	木積容量	最大出力	最大カロリー	最大J/h	最大蒸散水分量/h
	1m <sup>3</sup>	0.3m <sup>3</sup> (300L)	840W	722Kcal	3024kJ	1339.8ml



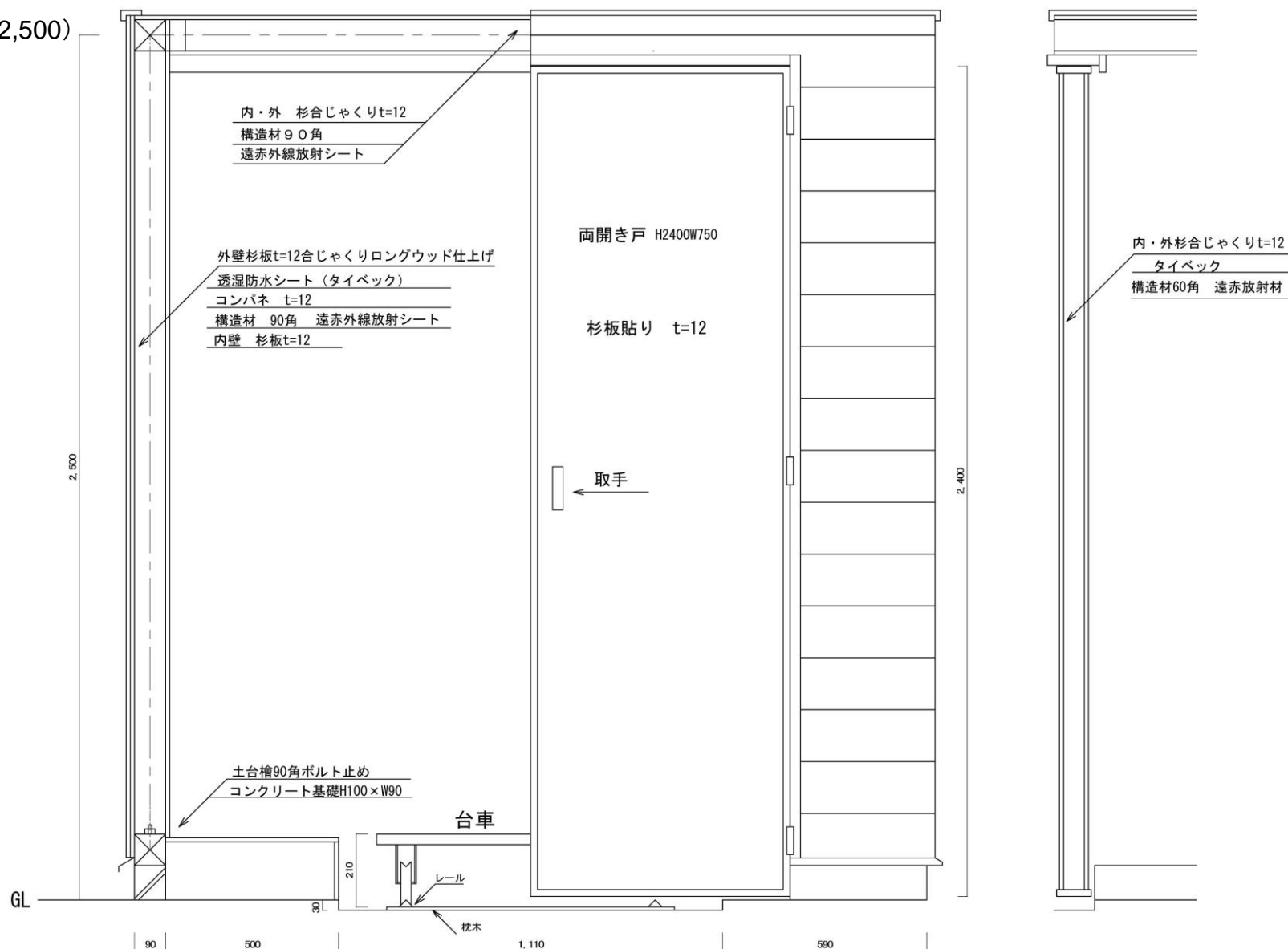
# 遠赤外線低温乾燥機について(木材分野)

■ 図面例①-1  
(4,550 × 2,200 × 2,500)



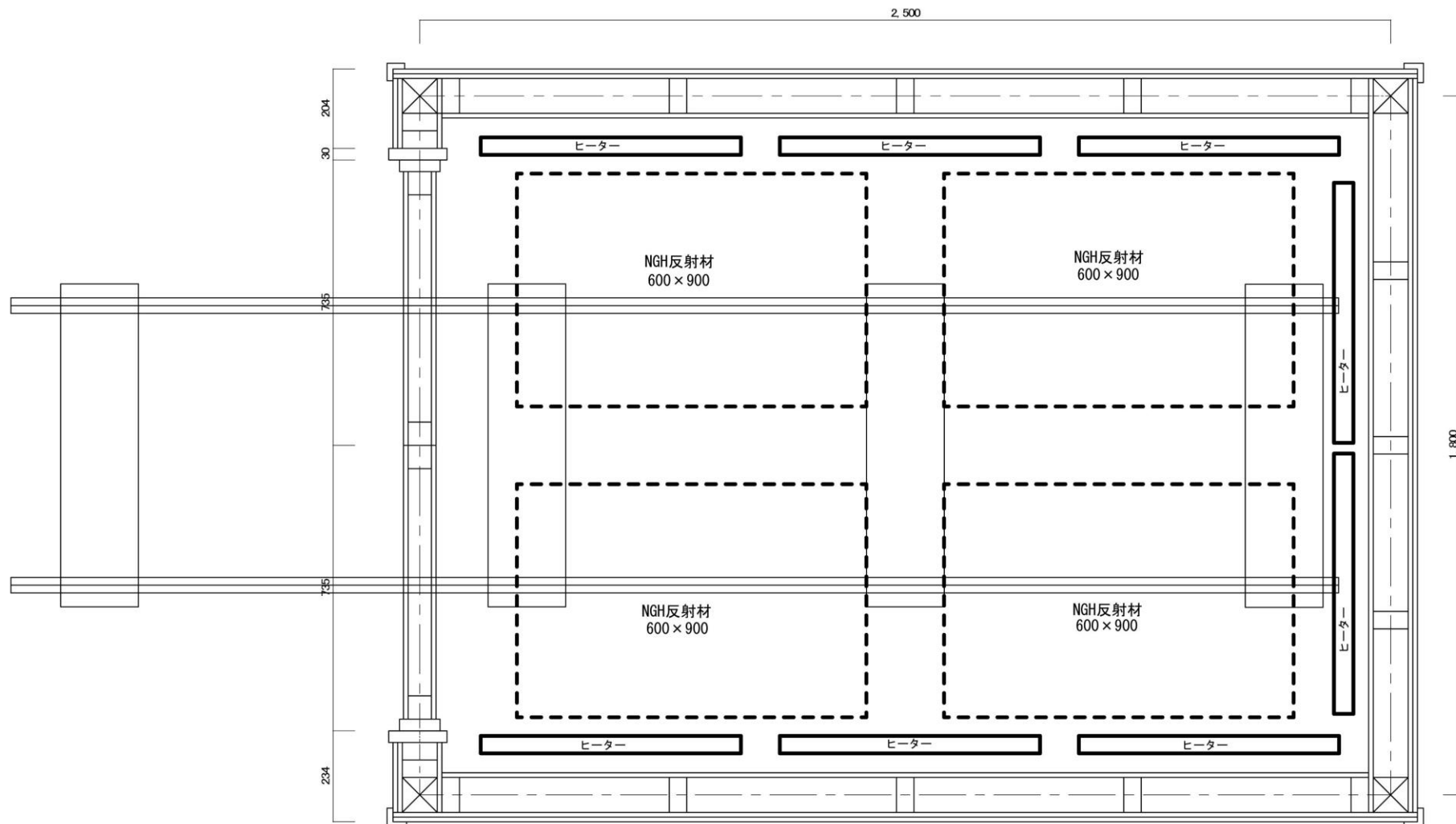
# 遠赤外線低温乾燥機について(木材分野)

■ 図面例①-2  
(4,550 × 2,200 × 2,500)



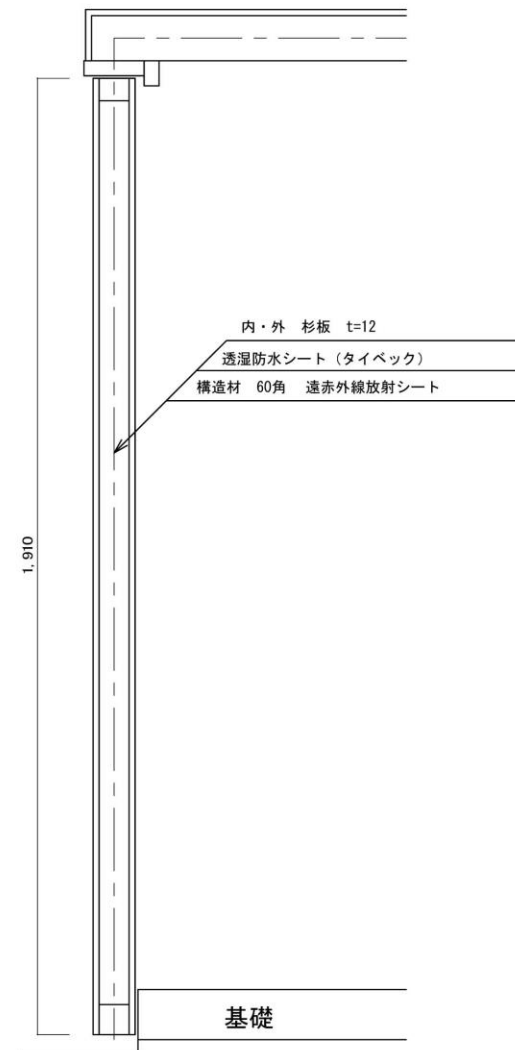
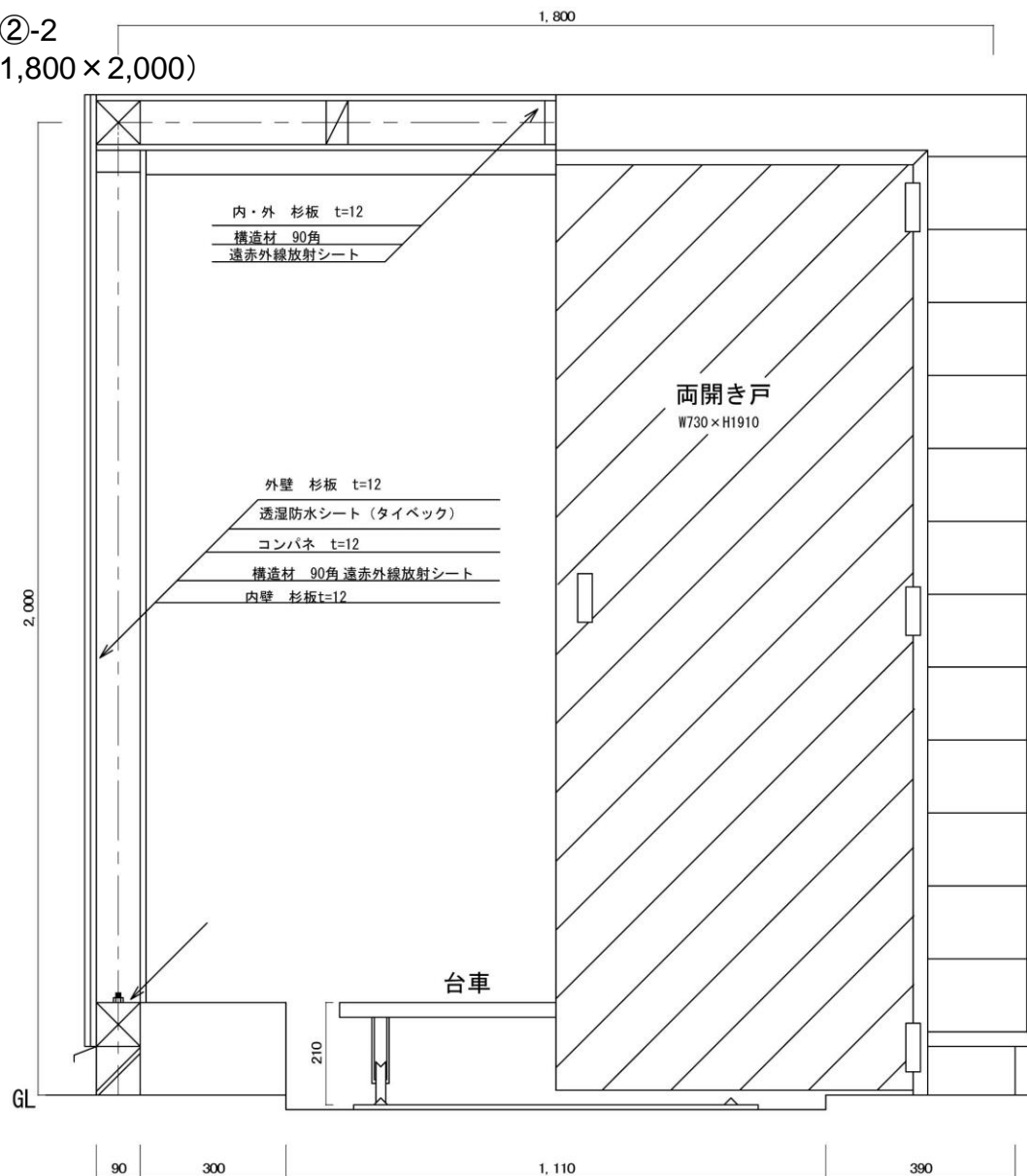


■ 図面例②-1  
(2,500 × 1,800 × 2,000)



# 遠赤外線低温乾燥機について(木材分野)

■ 図面例②-2  
(2,500 × 1,800 × 2,000)

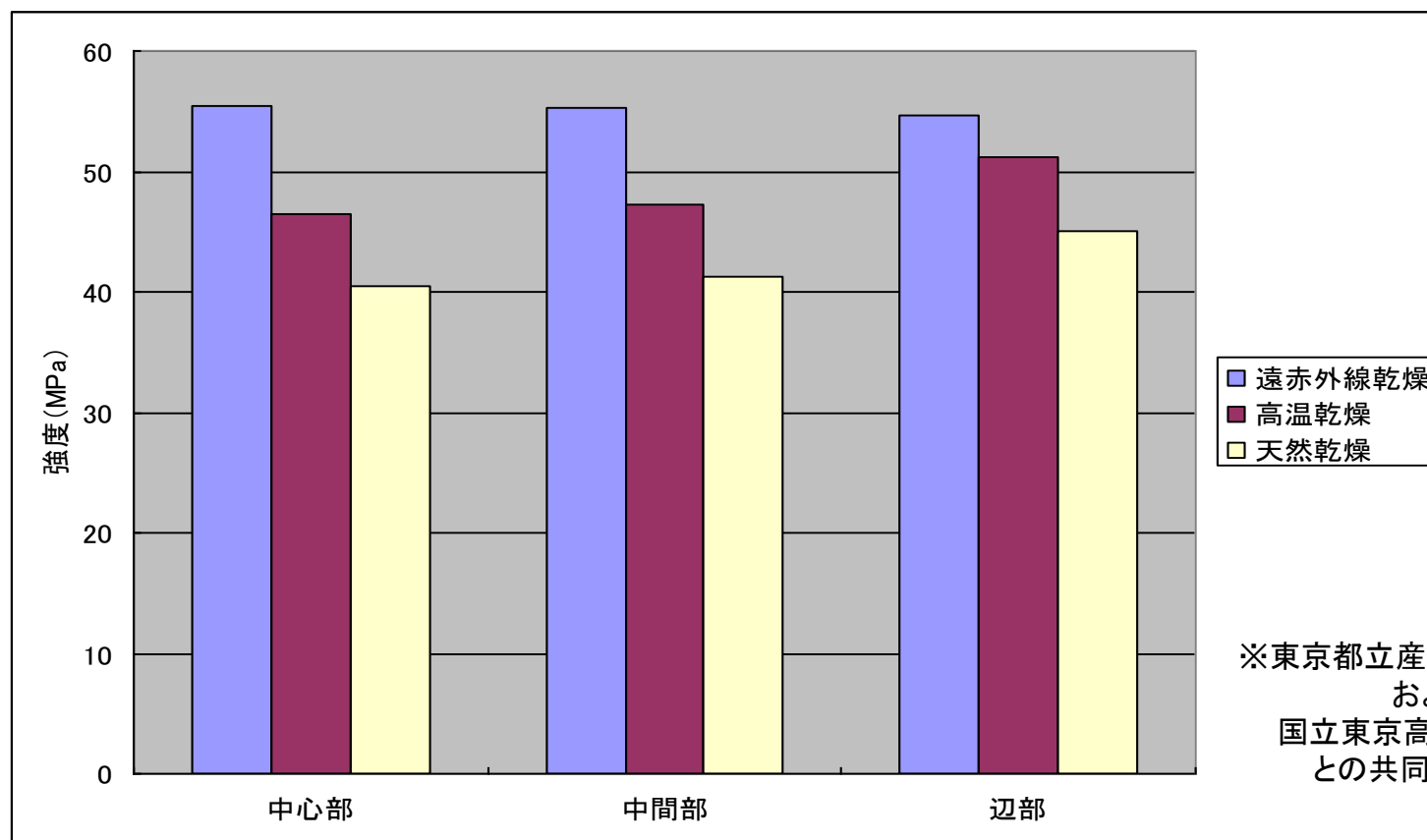




## ●遠赤外線乾燥機より産生された乾燥木材と、高温乾燥木材、天然乾燥木材との強度比較

■各乾燥方法および各部位の縦圧縮強度[MPa]

	遠赤外線乾燥	高温乾燥	天然乾燥
中心部	55.4	46.4	40.5
中間部	55.3	47.2	41.2
辺部	54.6	51.2	45.1



# 遠赤外線低温乾燥機について(木材分野)

## ●木材強度向上の理由

- ・遠赤外線により、木材内のリグニンのエステル化が促進される。(高分子の重合度が向上)
- ・遠赤外線により、木材内の含水率の差異(偏水)が均等化されながら乾燥が進むので、乾燥応力(残留応力)が木材内に残留しにくい。
- ・45°C以下なので、木材構成分子(セルロース・リグニン・ヘミセルロース)のガラス転移点を越えないため、結晶結合の劣化・変質影響が少なく乾燥できる。
- ・遠赤外線により、木材内のセルロース・ヘミセルロース同士の水素結合が促進される。
- ・具体的には、赤外線・遠赤外線の波長のうち、2.7 $\mu\text{m}$ 近辺、5.9  $\mu\text{m}$ と6.6  $\mu\text{m}$ をピークとした4.9~8.2  $\mu\text{m}$ の帯域、そして11.7  $\mu\text{m}$ 近辺のものが直接、木材内の個々の水分子に作用し、水分子外周部の水素原子の化学結合(水素結合)を解くこと、および分子間力(クーロン力)を上回るエネルギーを与えることにより、極めて効率良く、かつ偏り無く分散的に気化させることができる。これにより、個々の水分子がセルロースとの水素結合をエネルギー飽和を迎えた順で離散していくので、単純な伝導熱による水分子群全てにかかる気化エネルギー飽和点到達による水分子集団の気化の場合と異なり、セルロース・リグニン・ヘミセルロース同士の水素結合強度(結合率)を高めることになる。
- ・上記より遠赤外線により、木材内の強度分布が均質化する。
- ・高温乾燥や減圧乾燥で木材内に発生してしまうマイクロクラック等がほぼ無い。具体的には、高温乾燥の液相から気相(水蒸気化)による400倍の体積増大や、減圧による凝集氷傷が原因のマイクロクラックや残留応力。
- ・よって硬くて粘り強い木材の産生が可能になる。クギやネジ等の金物の保持性も向上する。
- ・副次的に、将来のあばれや狂いも少なくなる。

# 遠赤外線低温乾燥機について(木材分野)

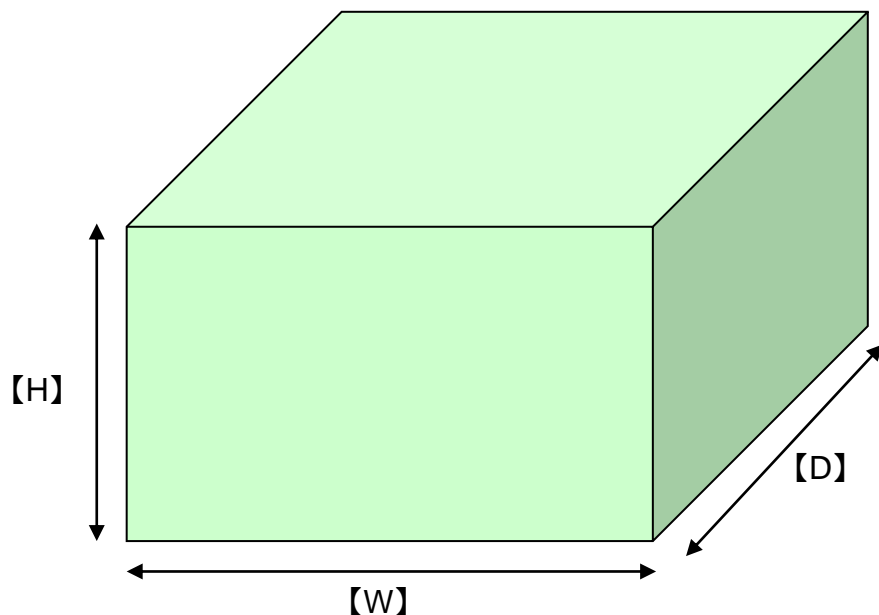
## ●現在、取得できているデータおよびご利用者様の声

- ・含水率50～80%程度のグリーン材を、含水率15%まで低下させる、期間は約2～3週間
- ・含水率16～20%程度の二次乾燥材を、含水率10%以下まで低下させる、期間は3日～2週間
- ・最大で含水率を3～4%まで低下させることができる。
- ・反りやクラックの発生率は、天日乾燥木材と比較して、概ね1/3以下(スギ・ヒノキ)
- ・もどりは、ほぼ発生しない。(平衡含水率15%に対して一度8%まで低下させた木材は3週間経過後も8%を維持)
- ・加工者の意見として、非常に刃の入りが良く、チップなどの切削時のトラブルも皆無とのこと。
- ・楽器用木材を当乾燥機で乾燥させた場合、極めて濁りの無いブライتنا音になる。
- ・加工後の板目材のあばれやくるいがほとんど発生しない。(乾燥応力/残留応力が少ない)
- ・シーラー(目止め)や塗料の乗りが非常に良い。
- ・樹脂の発生(漏出)が極めて少ない。
- ・異なった樹種を、混合して乾燥機に入庫可能。
- ・乾燥途中での開庫や木材の投入出が可能。
- ・木材の中心部まで偏りなく乾燥させることができる。
- ・樹皮付き材でも問題なく乾燥できる。
- ・高温乾燥材と比べて色、艶、香りが強く残る。また、撥水性も高い。
- ・クリア塗装後の白濁が発生しにくい。
- ・オイルフィニッシュの際に、必要以上のオイルを吸収しない。



## 【価格について／完成品(小型)】

完成状態で運送可能な最大サイズ(外寸W+H+D=4,500mm)まで。運送費は概ね2~6万円  
※それ以上のサイズは現地組立になります。



扉の位置、内部棚の構造、その他、要望に応じて設計可能です。

参考のため、事前に乾燥対象物や投庫量をご教示ください。

※ランニングコストは、1 m<sup>3</sup>あたり15kW/月(140~390円)程度となります。

サイズ(mm)			概算価格(税抜)
W	H	D	
450	450	450	380,000
900	900	900	1,100,000
1,000	1,000	1,000	1,340,000
1,200	1,200	1,800	1,700,000

※内部設置用棚、多チャンネル精密温湿度計、送料、設置時の組立・現場調整費用などを除く、本体のみの参考概算価格です。

## 【価格について／木造躯体をお客様で設営していただく場合(大型)】

躯体材料と躯体設営コストを除いた電気系システムの金額は、乾燥機躯体の内側の床、壁、天井の面積の合計に比例します。

躯体製作コストを除いた、ヒーターパネル、制御装置、遠赤外線放射材、電気工事の金額は概ね躯体内側総面積の合計(m<sup>2</sup>)×3~4万円で算出します。

例: 7m×3m×3mの場合

内側面積 = 7×3m×4面 + 3×3m×2面  
= (21×4=84m<sup>2</sup>) + (9×2=18m<sup>2</sup>) = 102m<sup>2</sup>  
= 102m<sup>2</sup>×4万円 = 408万円  
= 102m<sup>2</sup>×3万円 = 306万円  
= 306~408万円となります。

4.5m×2m×2mの場合

内側面積 = 4.5×2m×4面 + 2×2m×2面  
= (9×4=36m<sup>2</sup>) + (4×2=8m<sup>2</sup>) = 44m<sup>2</sup>  
= 44m<sup>2</sup>×4万円 = 176万円  
= 44m<sup>2</sup>×3万円 = 132万円  
= 132~176万円となります。

※いずれも施工費用および現場指導費等の諸費用を含みます。

## ■設置までの流れ(木造の乾燥機躯体はお客様に製作していただく場合)

- ・乾燥機の大きさや開口部構造や台車の有無、その他要求仕様などを、お打ち合わせさせていただきます。
- ・電気系システムの御見積と、乾燥機躯体図面案を提出いたします。
- ・躯体製作にあたり現場にて、現場監督や担当大工様、電気工事担当者様と事前お打ち合わせ、工程の確認、および現調全般を行います。  
また、お打ち合わせの内容に合わせて躯体図面の修正や御見積の修正などを行います。
- ・躯体建築開始 ～ 壁、天井工事中で遠赤外線放射材の充填作業を弊社にて行います。  
躯体構造によっては、工事途中で壁内等へ、弊社による電源やセンサーの配線工事が必要となる場合があります。  
お客様には電気容量の増加手続き、躯体までの1次電源工事を行っていただきます。
- ・躯体がほぼ完成した状態で、弊社がヒーターパネルの取り付けや配線工事を行います。
- ・乾燥機完成 ～ 試運転を行います。  
試料木材の乾燥テストを行います。
- ・稼働初期 ～ 要求性能に合わせて、ヒーターや制御機器の調整を行います。



## ■テスト用貸し出し機(木材および食品乾燥用)

従来機との比較や乾燥期間・乾燥度合いの検証等、自由にご活用ください。

※貸し出し期間は最長60日までとなっております。(長期試験をご要望の場合は、相談に応じます。)



### ●テスト用貸し出し機仕様

外形寸法、重量	W400mm×H400mm×D680mm (内寸/W24mmH32mmD60mm)／約11Kg
定格出力	AC100V／80W
重量	約11Kg
材質	杉無垢材
機能	温度検知制御
乾燥対象物	木材全般ならびに野菜類・果物類・魚介類・肉類など食品全般

## ■乾燥性能評価について

事前に遠赤外線低温乾燥機の性能評価を行いたい場合は、乾燥をご希望の未乾燥材(1,500×1,250×600mm以内)をお送りください。

お送りいただきました未乾燥材料を、弊社の遠赤外線低温乾燥機を用いて乾燥試験を実施させていただきます。

乾燥試験終了後、乾燥完了材料の返送ならびに『初期含水率～乾燥後最終含水率の計測、重量変化の計測、乾燥期間について』

のレポートを提出させていただきます。