

morinos 建築秘話 41-50

構造性能検証:常時微動測定(morinos 建築秘話 41) ... - 1 -

たくさんの協働で生まれた morinos～建築の軌跡～
(morinos 建築秘話 42)..... - 2 -

環境性能を総合的に評価する CASBEE ～環境負荷低減の
取り組み～(morinos 建築秘話 43)..... - 8 -

CASBEE S ランク ～環境品質向上の取り組み～
(morinos 建築秘話 44)..... - 13 -

アカデミーの土やヒノキ樹皮の左官壁(morinos 建築秘話
45)..... - 21 -

見えない熱を見る～夏の実測その1～(morinos 建築秘話
46)..... - 25 -

断熱で熱を遮る～夏の実測その2～(morinos 建築秘話
47)..... - 27 -

現在から未来まで写す「竣工写真」(morinos 建築秘話 48)
..... - 30 -

冬の日常?～冬の実測その1～(morinos 建築秘話 49) ... -

35 -

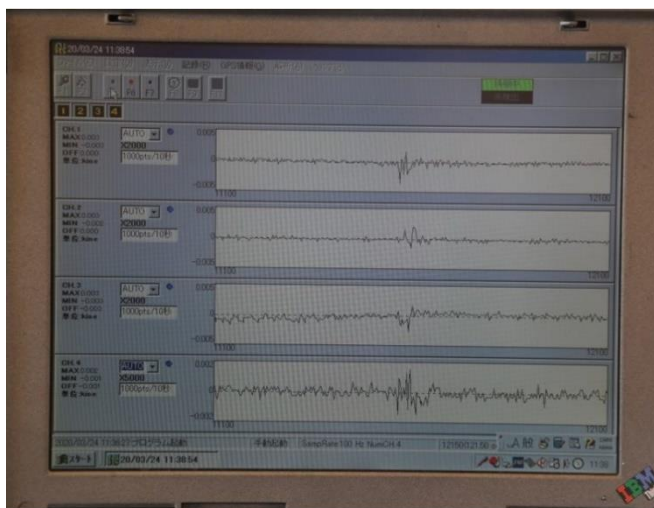
冬の表面温度はどのくらい?～冬の実測その2～
(morinos 建築秘話 50)..... - 37 -

2020年04月17日(金)

構造性能検証:常時微動測定(morinos 建築秘話

41)

構造性能を検証するために、実際の建物で常時微動測定という振動測定をしました。



いくつかの振動測定がありますが、そのうちの一つの方法として常時微動測定があります。
建物は常に(常時)人間が感じない程度の小さな振動(微

動)をしていて、その振動をセンサーにより計測することができます。この計測を常時微動測定といいます。
この振動測定から、建物の振動性状を示す指標の一つである固有振動数を求めることができます。
尚、新築の2階建て木造住宅の平均的な固有振動数は6.0Hz程度です。

常時微動測定の結果を表1に示します。固有振動数は、東西方向で11.0Hz程度、南北方向で6.9Hz程度です。最近の一般2階建て住宅の固有振動数は5.5~6.5Hz程度であることを考えると、高い剛性を有する建物です。
常時微動測定の固有振動数から、建物の弾性剛性と建物の最大耐力を推定したものを表2に示します。
構造設計における剛性および許容耐力を表3に示します。構造設計における値に対する常時微動測定による推定値の比率を表4に示します。但し、最大耐力と許容耐力、降伏変位と許容耐力時変位のそれぞれについて異なる事項ですので、単純に比較することはできません。

表1 常時微動測定結果

各方向	固有振動数 Hz	固有周期 sec	減衰定数
東西方向	11.035	0.091	0.016
南北方向	6.934	0.144	0.036
ねじり方向	7.813	0.128	0.022
一般の木造2階建住宅	5.5~6.5程度	0.15~30.181程度	0.02~0.05程度

表2 常時微動測定から推定した建物の耐震性能

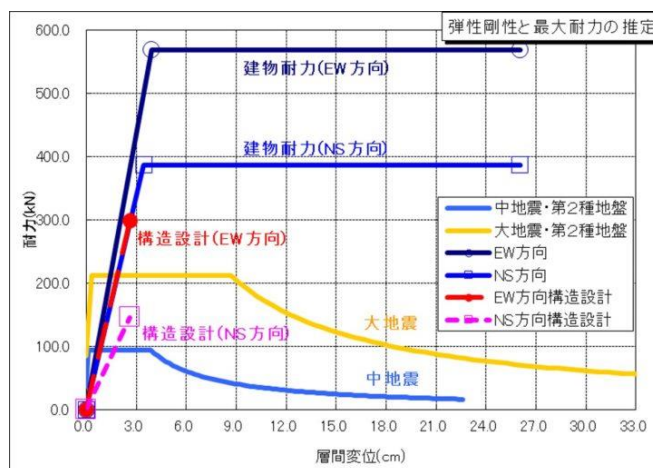
各方向	弾性剛性 kN/m	最大耐力 kN	降伏変位 cm
東西方向	14603	568.9	3.90
南北方向	11238	386.8	3.44

表3 構造設計での建物の耐震性能

各方向	剛性 常時微動 ／剛性構造設計	最大耐力 常時微動 ／許容耐力構造設計	許容耐力時 変位構造設計 ／降伏変位常時微動
東西方向	1.284	1.909	1.486
南北方向	2.029	2.663	1.313

表4 構造設計の値に対する常時微動測定による推定値の比率

各方向	剛性 kN/m	許容耐力 kN	許容耐力時変位 cm
東西方向	11369	298.0	2.62
南北方向	5539	145.2	2.62

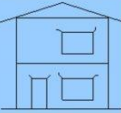
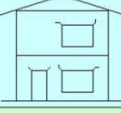
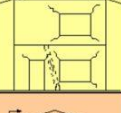
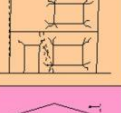
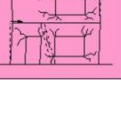


剛性について、東西方向も南北方向も構造設計における剛性よりも常時微動測定による推定剛性が高いです。
これは、木材の材料品質・乾燥・施工精度のばらつきなどを構造設計時に考慮するために「構造架構」の剛性(実質的には強度)を安全側に低減して設計したため、構造設計で算入していない土塗り壁の剛性の影響などであると考

えられます。すなわち、①設計での想定以上に「構造架構」の施工精度が良く、②当該建物には実質的な剛性・耐力が設計値以上にある、などが考えられます。
常時微動測定の結果と、中地震及び大地震における必要耐力曲線としたものと比較します。
非常に高い性能を有することが分かります。構造設計時の剛性を併記しました。

実大振動実験の破壊概要と常時微動測定による固有振動数を表5に示します。
実大2階建て建物の振動実験では、固有振動数が5.0Hz以上の建物に対して、阪神大震災レベルの強い地震動を入力した場合に、内外装材に多少亀裂が生じた程度でした。

表5 実大振動実験の破壊概要（総じたもの）との比較

加振前の固有振動数 Hz	実大振動実験結果を総じった結果	模式図	損傷程度
6.5Hz以上	【新築木造建築を超えている値】 躯体被害ほとんどなし 内外装材の開口部に亀裂 残留変形無し		本物件 軽微
5.5～6.5Hz	【新築木造建築の平均的な値】 躯体被害ほとんどなし 内外装材の開口部に亀裂 残留変形無し		軽微
5.0Hz以上	躯体被害ほとんどなし 内外装材の開口部に亀裂 残留変形無し		軽微
4.5～5.0Hz	躯体に被害有り 内外装材の亀裂進展 残留変形無し		小破
3.5～4.5Hz	筋かい座屈破壊、接合部引張破壊 土台割れ 接合金物の釘浮き 残留変形1/350程度		中破
2.5～3.5Hz	躯体被害甚大 接合部破壊、部材亀裂有 残留変形1/50程度		大破
2.5Hz以下	躯体被害甚大 逆位相確認 通し柱折損(亀裂)		大破(倒壊)

先進的な設計事務所や工務店などでは、この常時微動測定を木造住宅などの性能検証の方法のひとつとして利用しています。

新築の建物が建設されたときに測定して設計時の耐震性能を確認することに利用したり、改修の前後で測定して耐震性能が高まっていることの検証に利用したりされています。

測定対象も木造住宅や事務所のほか、社寺建築などの測定も実施しています。

教授 小原 勝彦

2020年04月18日(土)

たくさんの協働で生まれた morinos～建築の軌跡～(morinos 建築秘話 42)

木造建築教員の辻の視点で morinos の竣工までの道のりをまとめてみました。
本当にいろいろな人の関わりでこの施設が実現したんだと感じます。

Episode 0 ドイツ・ロッテンブルグ大学との教育連携
morinos の始まりは、2014 年ドイツ BW 州のロッテンブルク林業大学(以下、HFR)との教育連携を締結したことに始まります。(HFR との連携の歴史は[特設ページ](#)から)

私もこの連携の中で何度かドイツを訪れ、ドイツの森林に対する意識の高さに触れました。

2015 年にはフライブルグの森林環境教育施設「森の家」に行きました。

この施設は幼児ではなく、青少年をメインターゲットにして環境リテラシーを高めていました。

都市にほど近い場所にこのような施設がドイツ BW 州だけで3つもあることに驚きました。



フライブルグ森の家には、グリーンウッドワーク用の見慣れた削り馬もたくさん。

BW 州最大の環境教育施設は、HAUS DES WALDES (ハウスデスヴァルデス)です。(morinos の原型になった施設)

・[ドイツ報告 01-HAUS DES WALDES \(ハウス・デス・ヴァルデス\)](#)

2018 年初めに松井匠講師が「森林環境教育施設の建築視察」として訪問し、館長のライヒレ氏から、設計時の注意点や運用時の工夫など、数々のヒントをもらいました。



HAUS DES WALDES (ハウスデスヴァルデス)。運用・展示・経営など、数々の経験談を設計に活かしました。

視察では、ロツテンブルク林業大学の建築教員デデリッヒ先生や、環境教育教員のフックス先生の丁寧な案内で、4つの「森の入口」施設を見学し、運用時に「納戸が足りなくなる問題」や「運用者と設計者のイメージ共有の大切さ」を経験談から学びました。その後、しっかりと設計に活かしています。

このようにドイツでは、市民の身近なところに森林や林業に親しむ環境が整備され、林業だけにとどまらない森林の多面的機能がわかりやすく伝えられています。岐阜県は、森林面積 全国 5 位、森林率 全国 2 位の森林県。そこで日本初となる「森の入り口」となる施設を建設するという知事の決断で森林総合教育センター(morinos)の計画がスタートしました。

◆視察協力:

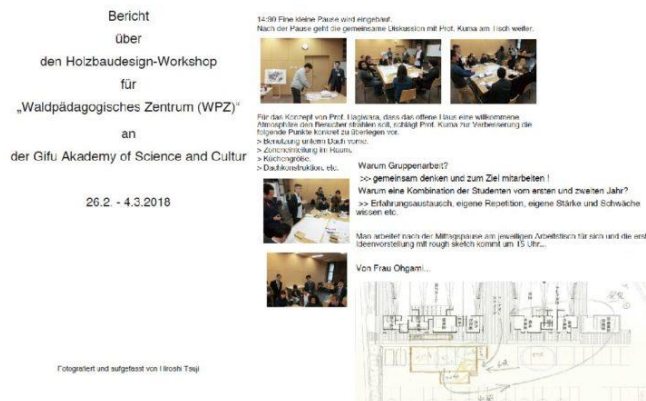
ハウス・デス・ヴァルデス(ベートル・ライヒレ氏)
フライブルグの森の家(マーガレット・ハンセン博士)
フェルトベルグの自然の家(ステファン・ブフナー氏)
ドイツロツテンブルク林業大学(バスティアン・カイザー学長、
ルドガー・デデリッヒ先生、フックス・オトマー先生)
◆通訳 (株)江真コンサルティング(江嶋景子さん)

Episode 1 基本構想のワークショップ

morinos の基本構想は、2018 年 2 月~3 月。

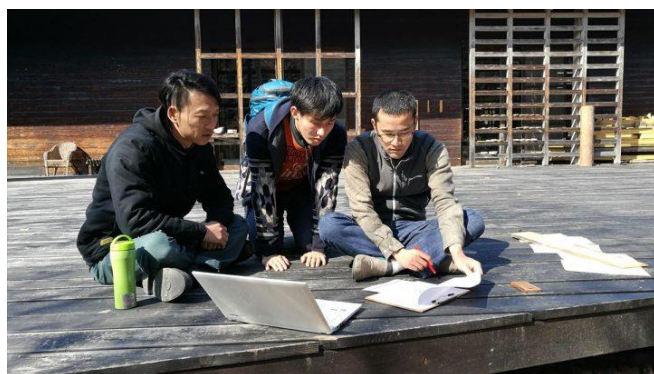
HFR から学生とデデリッヒ教授をお呼びして、1 週間の短期設計ワークショップでお互い議論しながら作り上げる計画で考えていました。さらに、最終日には建築家:隈研吾さんに講評をいただき基本構想を固めてしまおうという狙いです。

しかし、残念ながらデデリッヒ教授が病気のため急遽来日できなくなり、アカデミーの学生主体で進めることに。この時の報告書は 52 ページにドイツ語でまとめて HFR にお送りすることで、後日計画案に対するコメントをいただきました。



この WS の様子はブログでも報告しています。

- ・[森林総合教育センター 木造建築ワークショップ スタート](#)
- ・[木造建築デザインワークショップ 計画案プレゼンテーション](#)
- ・[建築家 隈研吾氏と一緒にデザインワークショップ](#)



環境教育や林業専攻の学生や教員にもインタビュー

最終日に行われた隈さんや学長を囲んでの WS で、現在の morinos のイメージが概ね出来上がりました。

◆参加学生:玉置さん(16 期生)、八代さん(16 期生)、大上さん(17 期生)、坂田さん(17 期生)、佐藤さん(17 期生)

◆WS 参加者:参加学生に加え、建築家 隈研吾さん、涌井学長、長井さん(隈事務所)、林政部長、ナバさん、建築教員他多数の方々

◆報告書とりまとめ:辻寛事務所(辻さん)

Episode 2 学生と協同の基本設計

2018 年 4 月からは、基本構想を受けて建築イメージを実際に建てられるように検討が始まりました。基本構想 WS 時に 2 年生だった 16 期生の 2 人は卒業し、17 期生に引き継いで動線計画や 3D モデル、構造解析を開始しました。夏までに実施設計に移行できる段取りをしています。

2018 年 6 月には中間報告として、涌井学長、ナバさん、関係部署の方にプレゼンです。学生主導で計画の説明していきます。



学生が学長に対して中間報告をしている様子



基本設計段階の morinos。概ね現在の計画の形が出来上がっています。

・森林総合教育センター計画 学長へ進捗報告

中間報告で概ね方向性が確認できたため、ここで頂いたアイデアも加えて、基本設計を詰めていきます。
2018年8月には、基本設計の最終計画を全校生へ向けての発表する講評会も開催しました。
この講評会には意匠原案の隈さんにも2度目の来校をいただきました。
また、2月のWSには来られなかったHFRのデデリッヒ教授もお招きでき、ドイツでの環境教育の視点でのアドバイスをいただくことができました。

このあと、年度内実施設計完成に向けて進んでいきます。



講評会のあと、全校生+隈さん、デデリッヒ教授を囲んで集合写真

・隈研吾氏と涌井学長とデデリッヒ教授と語ろう！「森林総合教育センター基本設計講評会」

- ◆基本設計担当学生：意匠担当：大上さん(17期生)、構造担当：坂田さん(17期生)
- ◆基本設計講評会参加者：アカデミー全校生、建築家 隈研吾さん、涌井学長、長井さん(隈研吾建築都市設計事務所)、教職員他多数の方々
- ◆通訳：辻寛事務所(辻さん)

Episode 3 設計事務所と協同の実施設計

2018年9月から始まった実施設計。
さすがに授業の片手間に私たち教員、学生だけでは実施設計、計画通知を行うのは困難。そこで、県内設計事務所の方と協働で進めました。

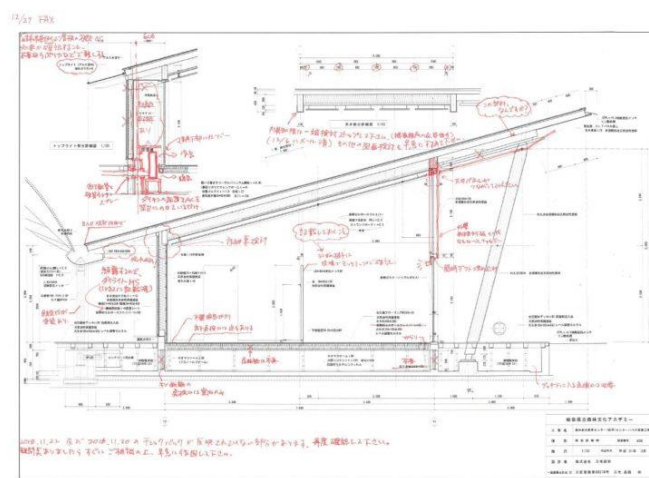
ですが、今回のV柱を構造に見込んだ少し特殊な木造建築。

すんなりと実施設計にまとめ上げるには至らず、木質構造の専門家チームも加わり、V字柱の必要断面(末口径)を決めたり、天井パネル内に収めるための母屋寸法や水平構面の取り方などを密に打ち合わせながら進めました。

また意匠面でも、各部の見付け(正面から見た寸法)や雨仕舞、断熱設計など、各部ディテールも並行して詰めていきます。

重要な意匠のポイントに関しては、隈研吾建築都市設計事務所の長井さんに相談をして、隈さんにも確認いただき、アドバイスを何度となくいただきました。

何度も原寸図や施工図を書いては、打ち合わせをしてを繰り返し、未成熟な部分も残しつつ、2019年3月に実施設計が完了。



図面のチェックのやり取り

今回の協働で、関係者が互いに手探りの状況もありましたが、地域材を活用した木造建築の設計によって、県内設計者の技術力向上も図れたのではないかと思います。

- ◆連携設計事務所:株式会社三宅設計(主担当:安藤さん、代表:三宅さん)
- ◆構造設計:木構堂(担当:速水さん)
- ◆意匠アドバイス:隈研吾建築都市設計事務所(隈さん、長井さん)
- ◆照明計画:ヤマギワ(岡野さん、西澤さん)
- ◆実施設計担当学生:意匠担当:大上さん(17期生)、構造担当:坂田さん(17期生)

Episode 4 工務店、設計事務所と協同の工事
年度が変わって 2019 年 4 月。いよいよ工事の開始です。

施工にあたっては、アカデミー本校舎にも携わられた木造建築を得意としている工務店さんが元受けとして受注していただき安心。大工さんの腕前には定評があります。

実施設計通りに工事を進めるための施工監理者には、実施設計とは別の設計事務所に入っただき新しいチームで竣工を目指します。

いろいろな方が関わることで、多方面からのチェック体制が整い、今回の建築での知見が広く伝わっていきます。

さて木材の段取りにあたっては、林業教員全員に加わっただき、構造事務所から出てきた必要な寸法のヒノキ原木を探しに 4 月早々に演習林に。

・[演習林で丸太材の物色・・・](#)

6 月には本格的に工事がスタートすることになり、起工式が開催されました。

起工式では、古田知事、涌井学長も玉串奉納をされ、出席者全員が手にした木の枝で morinos プログラムの試行も披露されました。

・[『森林総合教育センター\(仮称\)』起工式](#)



起工式のスティック・プログラム

夏休みに当たる 8 月に入ると林業教員はじめ、学生の有志によって伐倒・集材プロジェクトが始動。

12 本伐倒する丸太の内、一本は三ツ紐伐りにも挑戦。

- ・[大径木伐倒・集材プロジェクト授業\(伐倒編\)](#)
- ・[三ツ紐伐りで建築用材伐採](#)
- ・[大径木伐倒・集材プロジェクト授業\(集材編\)](#)



ヒノキ丸太の集材プロジェクト。バックホウで集材。

その後搬出された丸太は工務店の加工場に輸送され、選木、刻みが行われ現場に戻ってきました。

加工時には我が子の出来具合を見るために林業の先生も郡上市白鳥町にある加工場に見学に行くほど。

- ・[木材検査と丸太の選木](#)
- ・[センターハウス丸太柱の加工](#)



加工を待つヒノキ丸太

11 月に入ると、同時並行で進んでいた基礎工事と丸太を含む木構造が一緒になる建て方で一気に morinos の形で見えてきました。

・[morinos の 100 年生ヒノキ柱立つ](#)



建て方の様子

この辺りから、大工さんが 10 人以上、現場に入り、いろいろな工事が同時進行していきます。
電気屋さんや左官屋さん、ガラス屋さんなど、様々な業種の職人さんたちが竣工を目指して一気に工事が加速していきました。

12 月には、隈研吾さん(三度目の来校)が来られて、丸太の仕上げや、樋の色など、ご指導いただきました。

・[隈研吾先生による morinos 建築施工指導](#)



隈さんに現場を見ていただいて、いろいろご指導いただきました。

2020 年に入ると、仕上げ段階に入り、現在見えている天井やガラス、床材などが施工され完成のイメージが高まってきます。

工事の途中では何度も、学生と現場見学。
各部のディテールや断熱施工の様子、職人さんの手際のない動き方など、現地でしか味わえない感覚を緊張感のもと体感できたのではないのでしょうか。
学内にこれだけの現場が動いているというのは学生にとっては幸せでした。



学生と現場見学

卒業式直前には、客員教授の挟土秀平さんによる指導で

学生、教員が参加しての壁塗り体験も開催。

・[挟土秀平さんによる morinos の壁塗り体験指導](#)



挟土さんの指導による学生の壁塗り

3 月末には県産材を活用した各種家具が搬入されて竣工しました。(シンボル左官の仕上げが少し残ります)



中心に据えられる大型テーブルの組み立て

施工にかかわられた方は数えきれないほどいらっしゃいます。

◆施工: 澤崎建設株式会社(現場監督: 渡邊さん、施工図: 谷合さん、代表: 澤崎さん)

- ・大工棟梁: 猪島さん
- ・木工事: 澤崎建設の大工さんたち
- ・仮設工事: 蓑島(蓑島さん)
- ・土、地業工事: 澤崎建設(田中さん)
- ・鉄筋工事: 共栄鉄筋(半野田さん)
- ・型枠工事: 山田組(山田さん)
- ・コンクリート工事(市原さん)
- ・屋根工事: 尾藤建築板金(尾藤さん)
- ・左官工事: 籠原左官店(籠原さん)
- ・金属工事: 郡上金属工業(日置さん)
- ・ガラス工事: 丸奏(瀬口さん)
- ・塗装工事: 河合塗装(河合さん)
- ・木製建具工事: ヒラシタ建具(平下さん)
- ・電気設備工事: 興陽電気(河辺さん、桑波田さん)
- ・機械設備工事: 畑中水道(畑中さん)
- ・造り付け家具: デックス(木村さん、山口さん)

・薪ストーブ工事:東陽(清水さん)
 ◆施工監理:株式会社ダイナ建築設計(主担当:関口さん、代表:松本さん)
 ◆シンボルの左官壁:秀平組(客員教授の挟土秀平さん、秀平組の職人さんたち)、学生有志
 ◆アカデミーの土づくり:森林総合教育課(川尻さん)、学生さん
 ◆置き家具:飛騨産業(入江さん、野田さん)
 ◆演習林丸太伐採:林業専攻教員、林業専攻、エンジニア科学生有志
 ◆現場監理助言:隈研吾建築都市設計事務所(隈さん、長井さん)

※建物の詳しい説明は morinos 建築秘話シリーズをご覧ください。

[morinos 建築秘話シリーズ](#)

関わられた方を思い出しながら書いたつもりですが抜けいていたらごめんなさい。

准教授 辻充孝



私(辻)と松井先生、現場監督の渡辺さん。竣工した morinos で撮影。

Episode 5 morinos 始動

2020 年度からいよいよ morinos の運用が始まります。これから、もっともっと歴史が刻まれていくことでしょう。

私の視点で、morinos 建設の軌跡をまとめましたが、私の知らないところで、もっとたくさんの人の関わりもあったと思います。

協働でしか生まれない建築。誰が欠けてもこの建築はできなかったでしょう。

これから morinos の活用が進めば進むほど、さらにたくさんの人が関わり、森と人がつながっていくことを期待しています。

◆建物概要

建物名称: morinos(モリノス)

意匠原案: 隈研吾

基本・実施設計: 岐阜県立森林文化アカデミー木造建築スタジオ

(教員: 辻充孝、松井匠、第 17 期学生: 坂田、大上)

株式会社三宅設計(安藤)

設計監理: 株式会社ダイナ建築設計(関口)

施工: 澤崎建設株式会社(渡邊)

事務調整: 森林総合教育課(川尻、鈴木)、前事務局長(久松)

延床面積: 129.04 m²

総工費: 88,533,000 円

設計期間: 2017 年 2 月～2019 年 3 月

施工期間: 2019 年 4 月～2020 年 3 月

2020年04月21日(火)

環境性能を総合的に評価する CASBEE ～環境

負荷低減の取り組み～(morinos 建築秘話 43)

CASBEE という言葉を聞いたことはあるでしょうか。

Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency の頭文字です。

???

日本語に訳すと「建築環境総合性能評価システム」。

……！

やっぱりよくわかりません。

ですが、日本らしい非常にユニークな評価システムで、簡単に言うと、建築物の「エコ度」を総合的に評価する仕組みです。

建築の専門家でも、CASBEE をしっかり評価できる人は少ないと思います。

(森林文化アカデミー木造建築専攻では「環境性能設計2」の授業で、住宅版 CASBEE 評価を学びます。)

この CASBEE 評価の何がユニークかというと、単純に性能をあげれば良い評価になるわけではなく、性能を向上しつつ、同時に環境負荷を減らさないとイケません。

つまり下の計算式で求められる環境性能効率 BEE で評価するのです。

分子の環境性能(Quality)を向上しつつ、分母の環境負荷>Loading)を減らさないと、環境性能効率 BEE が向上しません。

環境性能効率 **Q** 環境品質・性能
(Building Environmental Quality & Performance)

$$BEE = \frac{Q}{L}$$

Building Environmental Efficiency (Reduction of Building Environmental Loading)
L 環境負荷

環境性能 Q は 100 点満点で考え、50 点が普通の建物です。環境負荷 L も非常に多いと 100 点満点で 50 点が普通の建物です。(環境負荷は 0 に近づくほど性能が良いです)

ですので、何も工夫していない一般的な建物は環境性能効率 BEE は 1.0 になります。(下の計算式)

$$BEE = \frac{Q=50}{L=50} = 1.0$$

一方で、超高断熱にして、高効率設備も導入して、免震装置も入れて、敷地内の緑化もどんどんやって…と、非常に高性能な建物を設計したとしましょう。

環境性能 Q は 100 点満点です。

ですが、建設時や運用時、解体時にエネルギーをたっぷり使ったり、敷地周辺に排熱や騒音をまき散らして環境負荷もたっぷり 100 点だとすると、環境性能効率 BEE は 1.0 と普通の建物と同じになります。(下の計算式)

非常に快適

$$BEE = \frac{Q=100}{L=100} = 1.0$$

エネルギーも2倍

また、段ボールハウスのように、非常に寒く環境性能が低くて Q は 25 点、ですが建設・運用・廃棄のエネルギーも少ないので環境負荷 L も 25 点だと、環境性能効率 BEE は 1.0 と、これも普通の建物と同じです。(下の計算式)

快適さは半分

$$BEE = \frac{Q=25}{L=25} = 1.0$$

エネルギーも半分

では、どうすればいいかというと、環境性能 Q を高くしながら、環境負荷 L を減らしていけばいいのです。

極端な例だと、環境性能 Q が 100 点、環境負荷 L が 25 点で、BEE が 4.0 と、実に 4 倍もの性能になります。

非常に快適

$$BEE = \frac{Q=100}{L=25} = 4.0$$

エネルギーは半分

morinos がどんな評価になるのか、ちょっと面白そうですね。

では、どのような項目で評価するか見てみましょう。

総合的な環境評価ツールなので、非常にたくさんの項目で評価していきます。

具体的には、

環境品質 Q にも3つの大項目がありさらに中項目、小項目

目と細分化されていきます。
Q1:室内環境で、23 項目
Q2:サービス性能で、30 項目
Q3:室外環境(敷地内)で、4 項目
の環境性能 Q だけで、57 項目

環境負荷低減性 LR(Load Reduction)にも3つの大項目があり、
LR1:エネルギーで、7 項目
LR2:資源・マテリアルで、13 項目
LR3:敷地外環境で、15 項目
の環境負荷低減性 LR だけで、35 項目

建物全体で考えるとなんと合計 92 項目も評価する必要があるのです。

非常に大変ですが、CASBEE で評価することによって、幅広い視点で建物を考えることができるようになります。

では、morinos の CASBEE 評価はどのくらいでしょうか。
CASBEE 建築(新築)で評価してみました。

CASBEE では、それぞれの項目を 5 段階レベルで評価しますが、レベル 3 が一般的な建物性能、レベル5高い性能、レベル1が低い性能を示します。

今回のブログでは分母側の環境負荷低減性 LR 項目について、主要な項目を見てみましょう。
(分子側の環境品質 Q は別の機会に紹介します。)

非常に専門的で長くなりますが、環境性能に少しでも関心のある方は、ぜひお読みください。

LR1 エネルギー
LR1 は、エネルギー全般に関する取り組みを評価する項目が並びます。

◆LR1.1:建物外皮の熱負荷抑制
環境負荷低減の最も基本的な事項です。建物の断熱や日射遮蔽によって、暖冷房の使用エネルギー削減を評価する項目です。
・エネルギー消費量予測 67%削減(morinos 建築秘話 17)

で紹介した通り



Morinos の暖冷房負荷 PAL*は 236MJ、省エネ基準

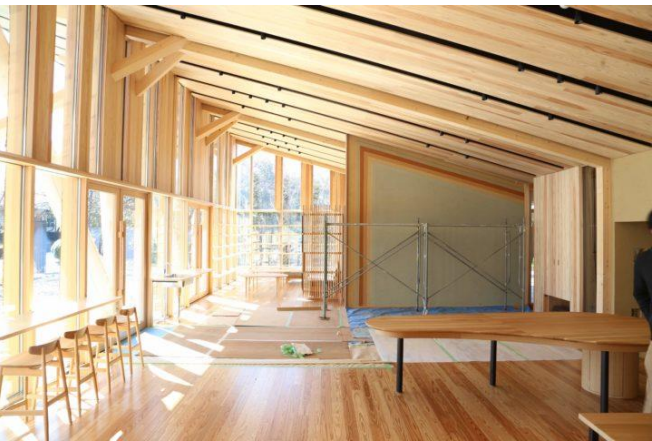
(一般的な建物)は 470MJ ですので、概ね半分です。

20%削減以上がレベル5ですので、morinos は余裕でレベル5になります。

◆LR1.2:自然エネルギー利用
昼光利用や通風利用など直接自然エネルギーを利用して環境負荷を減らす取り組みを評価する項目です。

・昼光利用のねらいと効果:日中は照明いらず(morinos 建築秘話 19)

で紹介した通り、各方位に大開口を設け、特に南面は吹き抜け上部に壁をランダムに配置したハイサイドライトを設けることで、空間全体に光を取り入れています。



ハイサイドライトから空間の奥まで届く昼光

また、春や秋の気持ちいい季節には建具を開け放つことで通風効果も得られます。

風速 1.5m/s(美濃市 6 月頃)、風圧差係数 0.05 と想定し、ざっと換気回数を計算してみると、東のエントランスと南の建具1面だけ開けると5回/h 程度、南3面の建具を開け放つと8回/h 程度の通風が得られます。5 回/h 以上程度の換気回数で、体感できる程度の通風効果が得られますので、開口部を開け放つと適度な風の心地よさが得られそうです。

入力項目					換気回数による確認		
通風経路	部屋の種別	外部に面する開放可能な面積	外部に面する開放可能な面積	居室面積の合計	参照風速 Vref[m/s]	1.5	
		面積	面積		風圧係数 Cdp	0.05	
		Am[m ²]	Am[m ²]	Af[m ²]	空間の天井高さ H[m]	3.5	
		①◇△A	②◇△B	E	換気回数 n[回/h]	換気回数 Q[m ³ /h]	判定
①	主たる居室	6.03	4.27	119	5.05	0.58	5回/h相当以上
②	主たる居室	6.03	12.80	119	7.91	0.91	5回/h相当以上

オリフェスの式より換気回数を算出した例



東面の大開口はフルオープンで、通風に加え来場者を迎えます

また、昼光利用と通風効果によるエネルギー削減を計算してみると、

○昼光利用で、11.23MJ/m²年

(ハイサイド分 21 m²、床面照度 200lx(6W/m²)、有効時間 8 時間、有効日数 245 日、晴天率 60%と想定)

○通風利用で、25.45MJ/m²年

(利用人数 20 人×顕熱 55W の発熱、照明+家電で 15W/m²、有効時間 8 時間、有効日数 152 日、有効期間 50%と想定)

となり、合計で 36.68MJ/m²年程度の削減を見込めます。

これを入れてレベル判定を行うと、最高レベルのレベル5になります。

◆LR1.3:設備システムの高効率化

空調や照明などの高効率化によって、使用するエネルギー削減を評価する項目です。

こちら

・エネルギー消費量予測 67%削減(morinos 建築秘話 17)

で紹介した通り

Morinos のエネルギー設計値は 46.1GJ、省エネ基準(一般的な建物)は 143.2GJ ですので、概ね 67%削減です。

40%削減以上がレベル5ですので、morino 設計値は余裕でレベル5になります。

◆LR1.4.1:モニタリング

エネルギー使用の状況をモニタリングして効率的な運用につなげる取り組みを評価する項目です。

morinos は、アカデミー本校舎との切り分けができず単独のエネルギー使用量も含めて、現状では機器自体もモニタリングできない状況です。

今後、分電盤などに計測器の設置等で、モニタリングできる仕組みを考えていきたいと思っています。

ここは、一般的な状況なのでレベル3となります。

こういった、環境への取り組みの不足箇所の気付きも CASBEE の効果です。

今後の設置によって、レベル向上が見込める要素です。

◆LR1.4.2:運用管理体制

施設の運用管理体制の状況を評価する項目です。

morinosは施設管理体制が組織化され、責任者が指名されており、一般的な施設運用のレベル3となります。

さらなるレベルアップには、施設のエネルギー消費の目標値の計画や、定期的な設備性能検証などをする必要があります。モニタリングの設置に合わせて検討したい項目です。

LR2 資源・マテリアル

LR2 は使われた材料やリサイクルのしやすさなどの評価項目が並びます。

◆LR2.1.2:雨水利用システム導入

雨水利用を評価する項目です。

morinos では、

・雨樋のデザインと機能、雨水タンク(morinos 建築秘話 12)

で紹介した通り、活動プログラム用に手押しポンプと 921ℓ の地下雨水タンクが設置されています。

これで、1段階評価があがり、レベル4となります。

さらなるレベルアップには、雨水利用率を求めて 20%以上の雨水利用が求められます。



このほか、LR2.1 では節水や雑排水利用を評価しますが morinos は一般的なレベル3です。

◆LR2.2.3, LR2.2.4:リサイクル材の使用

構造躯体やそれ以外の部位にリサイクル材を使用しているかを評価する項目です。

断熱材には、新聞紙をリサイクルしたセルロースファイバー断熱材を建物全体に使用しています。

・セルロースファイバー 断熱材の選択(morinos 建築秘話 20)

その他には、特にリサイクル材は使用しておらず、一般的な建築と同等のレベル3となります。



morinos の屋根にセルロースを吹き込んでいる様子

◆LR2.2.5:持続可能な森林から算出された木材適正な木材の使用率を評価する項目です。

Morinos は当然すべての材が岐阜県産材で、証明書も取得し合法的に伐採された材ばかりです。

ウッドマイルズ算出においても、産地などの確認を行っていきました。

・木材の輸送過程を見つめるウッドマイルズ(morinos 建築秘話 34)

木材全体の 50%以上が持続可能な森林からの木材でレベル5ですので、適正木材使用率 100%の morinos は余裕のレベル5です。

< 集 出 結 果 概 要 >	
製品名称	morinos
算出対象範囲	構造材、下地材、造作材、仕上材
算出地点所在地	岐阜県産地
算出地点所在地	岐阜県 美濃市菅代88
供給者名称	岐阜県
木材使用量	94 m ³
炭素固定量(CO ₂ 換算)	63 t-CO ₂
想定使用期間	100 年
ウッドマイルズ	123 km
ウッドマイルズ	11,568 m ³ ・km
ウッドマイルズCO ₂	10 kg-CO ₂
ウッドマイルズCO ₂	967 kg-CO ₂



◆LR2.2.6:部材の再利用可能性向上への取り組み
まだまだ先の話ですが建物解体時に、リサイクルできる取り組みを評価する項目です。ライフサイクルを考えた際に非常に重要な環境負荷低減の取り組みになります。

morinos は、通気層を介して、構造躯体と仕上げ材が容易に分別可能となっており、内装材と設備が交錯せず改

修・解体時も容易にそれぞれ取り外せます。

・二層構造の屋根や壁 ～防露・防雨設計～(morinos 建築秘話 25)

また、木造軸組建築物の優位性として、構造躯体が容易に分解でき再利用が可能です。

当然レベル5になります。

◆LR2.3.1:有害物質を含まない材料の使用

シックハウス症候群や環境ホルモンによる内分泌攪乱などの健康影響を及ぼす化学物質(揮発性炭化水素、有機塩素系化合物、農薬、金属化合物など)のきわめて低い材料の使用を評価する項目です。

揮発性有機化合物(VOC)は環境性能 Q の項目で評価するため、ここでは対象外としています。

morinos は塗料や接着剤などにこだわり、レベル 5 となります。

◆LR3.2:フロン・ハロンの回避

消火剤や発泡断熱材等で、フロン・ハロンが使用されてきた歴史があり、オゾン層破壊の原因にもなっていました。そこで ODP(Ozone Depleting Potential)や GWP(Global Warming Potential)の低い材料を評価する項目です。

Morinos のメインの断熱材セルロースファイバーには当然、ODP も GWP も含まれておりませんが、基礎断熱に用いた発泡断熱材フェノバードはどうでしょう。

フェノバードの発泡ガスは非フロン系で、ODP はほぼ 0、GWP は 11 です。(参考として代替フロンの HFC134a で 1430 なので今回の断熱材は極めて小さいです。)



床下の基礎断熱はフェノールフォームの一種、フェノバード

LR3 敷地外環境

敷地の外に対する負荷を評価する項目です。敷地内の評

価は環境性能Qで評価しますので建物周辺の緑化などはここでは対象外です。

◆LR3.1:地球温暖化への配慮

地球温暖化対策の取り組み具合をライフサイクルCO₂で評価する項目です。

建物の一生を考えた際に、建設段階、運用段階、修繕・更新・解体の3つの段階でそれぞれ評価していきます。

今回は60年間、建物を使用する想定で計算してみました。

ライフサイクルCO ₂		kg-CO ₂ /年㎡				
	morinos	一般的な木造建築	S造	RC造	SRC造	
建設	10.47	10.47	10.47	11.76	14.00	
運用	12.63	44.11	44.11	44.11	44.11	
修繕・更新・解体	11.80	11.80	11.80	12.42	12.31	
合計	34.90	66.38	66.38	68.29	70.42	

morinos は 34.90kg-CO₂/年㎡となり、一般的な木造建築66.38 kg-CO₂/年㎡と比べて47%のCO₂排出量を削減したということがわかります。(建設や修繕などは、総量を使用期間の60年で割った値)

一般的な木造建築で見ると、運用時が最も多く全体の66%を占めます。

建設時に製造エネルギーの少ない自然素材で造る「材料のエコ建築」も大切ですが、いかに運用時の電力やガスなどの運用CO₂(エネルギーも同様)を減らす「運用のエコ建築」が重要かがわかります。

この話は建築秘話 17 でも書いているので参考にしてください。

・エネルギー消費量予測 67%削減(morinos 建築秘話 17)

さて、CASBEE 評価は、50%削減以上がレベル5ですので、惜しくも届かずレベル4.8 になりました。

◆LR3.2.1:地域への大気汚染の防止

燃焼機器のNO_x、SO_x、ばいじんなどの大気汚染物質を評価する項目です。

Morinos は燃焼機器である薪ストーブを設置しています。

・「土の洞窟」と針葉樹を燃やせる薪ストーブ(morinos 建築秘話 18)

薪ストーブ AGNI-CC は、一次燃焼で燃え残った微粒子やガスにもう一度新しい空気を噴射させ、二次燃焼するクリーンな排気を実現したシステムで、さらに2つの触媒によって、低温から高温までフルレンジで、クリーン燃焼を実現している点が特徴になり、今回はレベル4と想定しました。



二次燃焼+触媒を利用した薪ストーブ

◆LR3.2.2:地域の温熱環境悪化の改善

地域環境に対して、温熱環境の悪化に対して行っている対策を評価する項目です。

Morino では事前調査として、美濃気象観測所のデータを分析しました。

また、建物形状を抑え、敷地内の風通しやに配慮しています。

同時に、日射反射率 40%以上の屋根の板金によって、敷地外への熱的な影響を低減しています。

また 67%の省エネ化によって建築設備からの排熱も抑えられます。

これらを総合して判断してレベル5となります。

◆LR3.2.3.1:雨水排水負荷低減

地域への雨水排水の負荷を評価する項目です。

Morinos の外構は舗装せず、基本的に自然浸透としています。

屋根への雨水は一部を雨水タンクへ蓄える計画です。

この対策によりレベル4となります。

◆LR3.2.3.3:交通負荷抑制

適切な駐車台数の確保、周辺の渋滞の緩和策についての取り組み評価の項目です。

また、自転車の利用(代替交通手段の利用)や循環バスルートを推進することで、評価が上がります。

morinos には屋根付きの駐輪場がまだなく、その分評価が下がりますが、今後の整備によって向上する可能性のある項目です。

その他、ゴミの抑制への取り組みや、汚水処理などの取り組みを評価しました。

また、騒音、振動、悪臭、風害、砂塵、日照障害についても

規制地域であれば評価を行います morinos は評価対象外です。

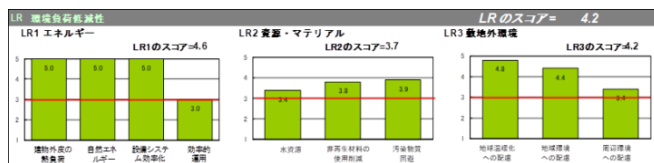
◆LR3.3:光害の抑制

適切な明るさが得られているか、動植物に影響を与える過剰な明るさになっていないか、室内のグレア対策がなされているかなどの適切な光への取り組みを評価する項目です。

以上が CASBEE 評価の分母側、環境負荷低減性 LR の 35 項目です。

まとめてみると平均レベル 4.2 です。(一般的な新築木造建築がレベル3)

なかなかいい数値になったのではないのでしょうか。



スコアも出ました。

環境負荷 L は 19 点です。(100 点が環境負荷が最大になるので、なるべく少ない方が良い。)

つまり、環境品質 Q はまだ不明ですので現状は下記の通りです。

$$BEE = \frac{Q = ??}{L = 19}$$

あとは、環境品質 Q をいかに高くできるかで、morinos の環境性能効率 BEE(エコ度)が決まってきます。

今回のブログでは、これまでの建築秘話の話題もいたるところで引用されています。環境の総合評価という意味合いが感じられたでしょうか。そんなことまで考えるの?という項目もあったのではと思います。

ですが、まだ下半分だけの評価です。もっとボリュームのある上半分が残っています。

上半分の分子側の環境品質 Q の 57 項目についてはまた別の機会に紹介します。楽しみにしてください。

※建物の詳しい説明は morinos 建築秘話シリーズをご覧ください。
morinos 建築秘話シリーズ

准教授 辻充孝

2020 年 04 月 23 日(木)

CASBEE S ランク ~環境品質向上の取り組み

~(morinos 建築秘話 44)

環境性能効率 BEE で建物のエコ度が評価できる CASBEE。今回は、分母にあたる環境負荷 L の評価 35 項目を見てきました。

・環境性能を総合的に評価する CASBEE ~環境負荷低減の取り組み~(morinos 建築秘話 43)

ここで、CASBEE 評価において重要な点を2つ確認しておきます。

1点目は、CASBEE では環境性能に着目して評価するシステムのため、

・建物の美しさなどの審美性は評価しない

・費用対効果や市場価値、収益性などの経済性は評価しない

ことになっています。

この2つの項目は建築を計画するうえで非常に大切な要素ですが、あえて環境性能に特化することで、余計なバイアスを外してエコ度を評価できるようになっています。

morinos の審美性に関しては、建築秘話 建築計画シリーズをご覧ください。

2点目として、各種取り組みの重要性です。

今回は環境負荷の 35 項目を評価しましたが、すべて同列に扱われているわけではありません。それぞれ重要性を考慮して計算されています。

例えば、地球温暖化への配慮は環境負荷 L の 100 点中 10 点分の重みですが、morinos での対応が不十分だったモニタリングは 100 点中4点分の重みになっており、評価内容によって重要性を加味して点数を導き出しています。

さて今回は、分子側の環境品質 Q の 57 項目を見ていきます。

Q1:室内環境で、23 項目

Q2:サービス性能で、30 項目

Q3:室外環境(敷地内)で、4項目

これ以降、各項目を専門的な視点もまじえて細かく説明していますので、覚悟してください。

とりあえず結果(環境性能効率 BEE)が見たい方は、最後に記載してますので飛ばしていただいて結構です。

Q1 室内環境

温熱環境や音、光、空気環境などの室内環境全般の適切さを評価する大項目です。

Q1.1:音環境

◆Q1.1 室内騒音レベル

外部騒音と設備騒音が室内に影響をもたらす状況の評価

する項目です。
morinos は竣工しており、騒音が変動しませんので普通騒音計で計測してレベルを判定します。
日中に騒音レベルを 35 秒間測定すると平均で 31.2dB と非常に静かな状況(5m離れてささやき声が聞こえるレベル)でしたので、レベル 5 となります。
周囲の状況が静かなことも影響しています。



◆Q1.2 遮音

開口部の遮音性能や、界壁遮音性能、界床遮音性能(軽量衝撃源、重量衝撃源)を評価します。
morinos は平屋建てで一室空間のため、界壁遮音や界床遮音は対象外になります。

◆Q1.3 吸音

内装材による吸音のしやすさを評価します。
吸音性能が高まると、残響が抑制されて会話の聞き取りやすさが向上し、外部騒音も減衰することで喧騒感の低減につながります。
morinos は特に吸音用の仕上げを用いていませんので、最低のレベル1になります。
ですが、施設の利用目的から、動物のはく製や各種展示物を置かれることが想定でき、多少の吸音効果が見込めるのではと考えています。

Q1.2 温熱環境

◆Q1.2.1.1 室温

室内空気温度は温熱環境の基本的な指標であり、快適な室温が実現できるかを評価します。
学校建築においては、冬期 18℃以上、夏期 28℃以下の室温が実現できるのが標準(レベル3)ですが、状況に合

わせてコントロールできる幅が高い(レベル 5 で冬期2℃以上、夏期24℃以下)と、高評価になります。
morinos は、断熱や日射熱制御性能を考慮して、ゆとりをもって暖冷房設備を選定していますので、レベル5になります。

・薪ストーブとエアコンの空調設備計画(morinos 建築秘話 29)



余裕を持った空調設備計画

◆Q1.2.1.2 外皮性能

外界からの熱侵入の抑制機能について評価します。
基本的に、屋根や壁、窓の断熱性能と日射遮蔽性能のことです。

・断熱と日射熱制御を考慮した温熱性能(morinos 建築秘話 28)

で紹介した通り、morinos の外皮はかなり高性能に出来上がっています。

非住宅建築では、設備で空調することが基本のため、住宅ほどの高性能な評価(住宅でも省エネ基準はまだまだですが)になっていません。

(最高等級のレベル5でも、断熱性能は、窓U値 3.0W/m²K 以下、外壁や屋根1.0W/m²K 以下、窓の日射遮蔽性能 SC0.2 程度)

morinos は、レベル5と比べても、窓のU値で 1.5 倍程度、屋根や壁で5倍以上高い性能となっています。日射遮蔽性能は、概ねレベル5の 0.2 以下程度です。



昼光が建物の奥まで届いています。

◆Q1.2.1.3 ゾーン別制御性

室内空間の温度むらを無くすために、細やかなゾーニング空調を行うシステムの採用を評価します。

学校は対象外の用途ですが、morinosに設置された薪ストーブは、発熱量が高い放射暖房設備のため、近寄ると非常に暖かいですが、離れると放射熱は 2 乗に比例して減衰する性質があります。

そのため、利用者が自ら心地よい距離を取って活動することで、ローテクではありますがゾーニング空調のように使用することができます。



距離感で暖かさが変化する放射暖房設備：薪ストーブ

◆Q1.2.2 湿度制御

夏期には快適性を求めた除湿と冬期には健康面を考慮した加湿などの湿度制御の評価を行います。

Morinos では過剰な湿度コントロールを行いませんので標準的なレベル 3 として評価しています。

◆Q1.2.3 空調方式

利用者に局所的な不快感を与えないように、居住域の上下温度差や気流速度を軽減するための空調方式を評価します。

・薪ストーブとエアコンの空調設備計画(morinos 建築秘話 29)



床下エアコンの吹き出し口

で紹介した通り、morinos の空調方式は3種類。(薪ストーブ、床下エアコン、壁付けエアコン)

特に床下エアコンは、上下温度差や気流感の軽減に有効です。

また薪ストーブも気流感を感じることなく熱を享受できます。

空調方式はレベル5となります。

Q1.3 光環境

◆Q1.3.1.1 昼光率

昼光率は直射日光を除く屋外の照度(全天空照度)に対する室内の測定点の照度の比で、採光可能性を示す指標です。値が高いほど評価が高くなります。

morinos の昼光率を概算で計算してみました。建物中心の机上面の昼光率は、約7%程度。

学校建築では、一般的に 1.5~2.0%程度なので、見た目の印象と同様4倍近い昼光率が得られています。

レベル5が 2.5%以上なので、当然レベル5の評価となります。

・昼光利用のねらいと効果：日中は照明いらず(morinos 建築秘話 19)



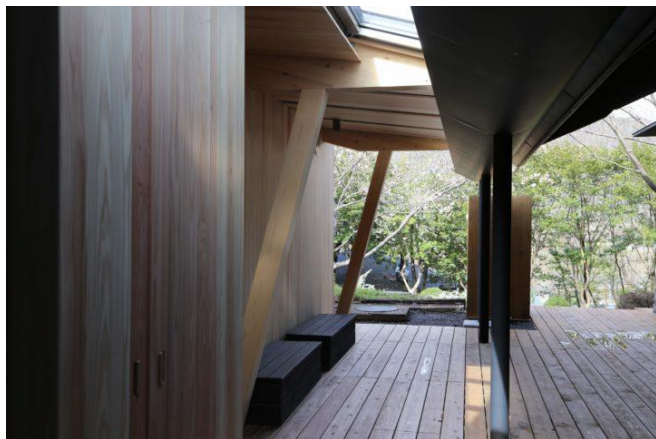
部屋の奥まで昼光が届きます。

◆Q1.3.1.3 昼光利用設備

積極的に昼光利用を意図して設けられたトップライト、ハイサイドライト、ライトシェルフや光ダクト、集光装置などを評価します。

morinos はハイサイドライトによって、空間の奥まで昼光を取り入れる仕組みを入れています。

また北のバックヤードではトップライトを設置することで、適度な明るさの取得に寄与しています。



バックヤードに設けられたトップライト

◆Q1.3.2 グレア対策(昼光制御)

開口部に庇やオーニング、ブラインドなどによる窓際のまぶしさ(グレア)対策を評価します。

morinos は大きく張り出した大屋根を庇に見立てていますが、それ以外のスクリーンなどは取り付けしておらず、一般建築より劣るレベル 2 となります。

今後の活動の中で、利用者、運営者によって、ガラスに和紙を貼ったり、緑のカーテンや外部スクリーンの取り付けによって、グレアを感じる場所に対策ができることを期待しています。

◆Q1.3.3 照度

机上面の明るさを照度で評価します。

・照明計画と光の質(morinos 建築秘話9)

で紹介した通り、設計段階から、照度設計を行い、夜間でも適切な明るさができるように計画しています。学校用途では最高等級にレベル4になります。



照度設計された照明計画

◆Q1.3.4 照明制御

点灯、消灯、調光によって室内の明るさ、照明位置を制御できる度合いを評価します。

morinos は室内ほぼ全ての照明で調光も行うことができ、利用実態に合わせて適切な明るさの実現できます。ほぼワンルームながら照明回路も 11 回路(内 8 回路は調光付き)あり、場所ごとに適切にコントロールできます。

(レベル 5)



Q1.4 空気質環境

◆Q1.4.1 化学汚染物質(発生源対策)

シックビルディングの原因となった揮発性有機化合物(VOC)に配慮しているかを評価します。

使用している建築材料は、大半が無垢のスギやヒノキですが、構造用合板などの建材においても VOC の中でもホルムアルデヒドの放散の少ない F☆☆☆☆のみを使用しており、レベル5となります。

現在の新築では毒性の強いアスベストは使用されませんので評価対象外です。既存建物では注意が必要です。

◆Q1.4.2 換気量

換気量が十分にとられているかと評価します。

morinos でも計画段階で換気量の計算を行い、必要量の換気が得られる換気扇の導入をしています。

◆Q1.4.2.2 自然換気性能

開閉可能な窓が十分に設けられているかを評価します。

高層建築だと、開閉可能な窓の設置は困難ですが、平屋の morinos では各部に出入口を設け、オープン状態で固定できる仕組みも入れており、十分な換気量が得られます。

具体的に見ても、開口可能な面積が 24.24 m²、床面積 129.04 m²ですので、床面積に対して約 1/5 程度(レベル5で 1/15 以上)とかなり大きな開口面積が確保できていますのでレベル 5 になります。



全開口できる開き戸。コンシールドで固定もでき、片側だけ開けるとウインドキャッチャーにもなります。

◆Q1.4.2.3 取り入れ外気への配慮

外気取り入れ口は可能な限り良質な新鮮空気を取り込める様に配慮されるべきです。汚染源としては、車や工場などの排気が考えられますので、一定以上(6m以上)の距離を取るか、汚染源とは異なる方位に向けることが大切です。

Morinos は周囲に、汚染源として考えられるものは少なくレベル5です。

◆Q1.4.3 CO2 の監視(運用管理)

空気質を適正に維持するための体制がとられており、有効に機能しているかを評価します。

CO2 監視が手動でも行えればレベル3ですが、現在は特にCO2 観測装置を用意していませんので、レベル1としています。

CO2 計測器を置いて、常時見れるようにすることも環境教育の一環となると考えられますので、手配してみましよう。

また、管理マニュアルや常時監視システムでさらなるレベルアップも図れます。

◆Q1.4.3.2 喫煙の制御

非喫煙者が煙に曝されない対策を評価します。

アカデミー本校舎も含めて、morinos では、敷地全体で原則禁煙区域となっており、喫煙スペースにも目隠し等で人目に触れないような仕組みとなっています。

Q2 サービス性能

機能性や維持管理、耐震性能など、各種性能を評価する大項目です。

Q2.1 機能性

◆Q2.1.1.3 バリアフリー計画

訪れる人が特段の不自由なく施設を利用できるかを評価します。2000 m²以上の場合はバリアフリー新法の適合が義務となっています。

具体的には出入口の中(これは基準を満たしています。)や、アプローチ、駐車場、トイレ、案内表示などが対象となりますが、morinos の外構やサイン計画はまだ計画途上。車いす用の駐車スペースなども想定はあるものの、表示などが追いついていません。

今後のレベルアップは確実ですが、現状は対象外として評価します。

◆Q2.1.2.1 広さ感・景観

利用者にとって、広く感じられる空間や景観が楽しめる空間は、心理性・快適性を向上させます。ここでは、天井高さによる広さ感、開放感を評価します。

morinos の天井高さは概ね 3.7m と高めのためレベル5となります。

天井高さがそのまま開放感や快適性に寄与するわけではありませんが、morinos は写真の印象からも開放感が感じられますよね。



天井が高く開放感のある室内

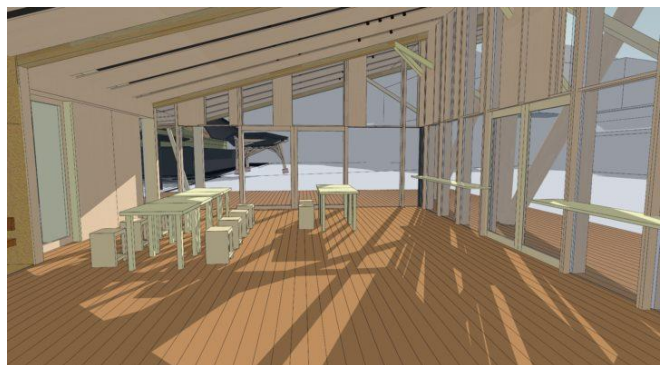
◆Q2.1.2.3 内装計画

魅力的で居心地のよい空間を構成する建物全体のコンセプトや機能の配慮事項を評価します。

morinos は建物コンセプトで、本物の素材(擬木ではなく無垢材など)を中心に構成することを決め、各所にこだわりをもって計画しています。

また、照明計画も建物本体と一体化して内装を決める段階で、3D パースを用いて検討してきました。

これらの取り組みによってレベル5になります。



3D パースでインテリアも検討

◆Q2.1.3 維持管理に配慮した設計

内装仕上げや設計で、維持管理のしやすさを評価します。また、掃除用具室やモップの乾燥スペースなど維持管理機能の確保についても評価します。

特に面積の大きな morinos のフローリングは、

・表層圧縮・ACQ・圧密 3種類の床材(morinos 建築秘話5)

で紹介した通り圧密フローリングに、UV セラミックコーティングを施し、防汚性、耐磨耗性の高い床となっています。その他一般的な対策を施しました。



圧密フローリングに、UV セラミックコーティング

Q2.2 耐用性・信頼性

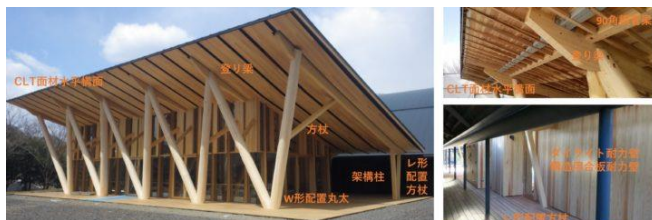
◆Q2.2.1.1 耐震性

建物の耐震性能(許容応力度設計、限界耐力設計、時刻歴応答計算など)を評価します。

morinos では、許容応力度設計で構造設計を行っています。

・事前に1ステップ: morinos 構造計算の流れ(morinos 建築秘話 35)

設計条件として、標準層せん断力係数 $C0$ が通常 0.2 のところを 0.25 (1.25 倍の安全率) として想定しています。また、壁量は 1.28 倍のゆとりを見ていることから、建築基準法に定められた 60% 増の耐震性を有しています。(レベル 5)



◆Q2.2.1.2 免震・制震・制振性能(内部設備保護)

地震や強風による揺れによって内部設備等の性能低下や建物の機能維持ができなくなることに対する対策の評価です。

Morinos は免震や制震(地震制御)・制振(強風制御)システムは導入していませんので、一般的な建築としてレベル 3 となっています。

◆Q.2.2.1 躯体材料の耐用年数

躯体材料の耐用年数を評価します。木造建築ですので、シロアリと腐朽に対する劣化軽減の取り組みで評価することになります。

morinos の構造躯体は、コンクリートベタ基礎の上に、構造成製材規格等に規定された耐久性区分 D1 に指定されたヒノキを中心に構成されています。

また、外壁は通気構法とし、床下点検口などの設置も行っています。(レベル 5)

・構造システム "WOODS" (morinos 建築秘話 32)

◆Q2.2.2 外壁・内装仕上げ材の補修必要間隔

外壁仕上げ材の補修間隔を評価します。

外壁、内装とも杉板の本実板張りですので、30 年程度を想定(CASBEE 戸建より)しており、レベル 5 となります。



◆Q2.2.5 空調・給排水配管・主要設備の更新必要間隔

各種設備機器の更新必要間隔について評価します。

給水は架橋ポリエチレン管を使用し、40 年以上の耐用を見込んでいます。交換も容易な計画です。

エアコンに関しては、特に取り組みは行っておらず一般的な耐用年数の 15 年程度を見込んでいます。

◆Q2.4.1 空調・換気設備の災害時対応

災害時などを想定し、設備の二重化やバックアップ体制などを評価します。

暖房設備に関しては、バイオマス燃料で非電化の薪ストーブと電力を用いるエアコンの2機種を想定し、それぞれ単独で暖房負荷を処理できる容量となっています。

・薪ストーブとエアコンの空調設備計画(morinos 建築秘話 29)

◆Q2.4.2 給排水・衛生設備、電気設備、配管支持、通信設備の災害時対応

各種設備の災害時の際に利用できるように2重に経路を確保したり、無停電装置の導入などを評価します。

morinos では特別の対策を行っておらず、一般的な非住宅建築まで至らずレベル1となっています。

Q2.3 対応性・更新性

◆Q2.3.1.2 空間の形状・自由さ

空間の形状・自由さを「壁長さ比率」を用いて評価します。壁長さ比率とは、「外周壁の長さ+耐力壁の長さ」を「専有面積」で割ったもので、どのくらい動かせないものがあるかを示す指標です。値が小さいほど「空間の形状・自由度」が大きいと判断できます。

morinos の外周長さは、52.38m、唯一ある壁のシンボルの左官壁の長さは 3.5m です。

ですので、動かせない壁長さ $55.88 \text{ m} \div \text{床面積 } 129.04 \text{ m}^2 = 0.433$ となります。

0.3≦レベル3<0.5になります。(レベル5には0.1未満が必要)

あれだけの大空間でレベル3と感じますが、非住宅建築物の評価用CASBEEですので、数千㎡の建物も想定しています。床面積が小さくなるとその分外周長さ割合が増えるため、壁長さ比率は上げにくいのです。

◆Q2.3.2 荷重のゆとり

積載荷重のゆとりを想定しておく、将来他の用途に転用する際にも可能性が広がります。そこで、積載荷重のゆとりで評価します。

morinosは、設計荷重を2900N/㎡として、充足率が1.297でしたので、積載荷重を3761N/㎡として計画していましたので、レベル5となります。(学校建築物は、3500N/㎡以上がレベル5)

◆Q2.3.3 空調設備、給排水管、電気配線、通信配線の更新性

空調配管や給排水管の更新時に構造体や仕上げ材を痛めることなく更新、修繕ができるかなどを評価します。

morinosのエアコンは外壁に面して設置され、建築を痛めることなく修繕できるのでレベル4となります。

レベル5にするためには、ISS(インタースティシャル・スペース・システム)によって、建築と設備が統合されたシステムを設計したことになりますが、morinosの性質上、ここまでの仕組みは必要ないと判断しました。

給排水管と通信配線は構造躯体、仕上げ材を痛めることなく改修(レベル5)でき、電気配線は構造躯体を痛めることなく改修(レベル3)できます。

Q3 室外環境(敷地内)

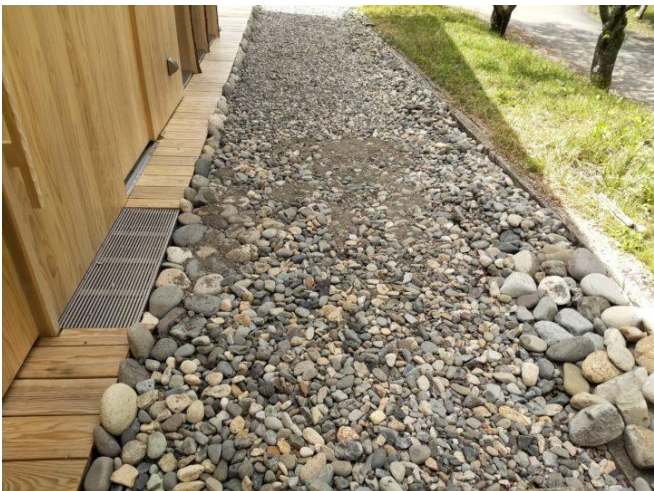
敷地内の生物環境や景観への配慮などを評価する大項目です。

◆Q3.1 生物環境の保全と創出

敷地内の動植物環境や緑化状態、自生種の保全や小動物の生息域の確保に配慮事項などを評価します。

morinos周辺の外構計画は順次計画を進めていて、緑化計画も進行中です。

例えば、岐阜県ならではの岩石状況が確認できる小石や木チップ、スギの実、削り屑の小道などの整備も進んでいます。(レベル5)



岐阜県の岩石状況が確認できる小石が敷かれた搬入路

◆Q3.2 まちなみ・景観への配慮

周囲の景観になじむような素材や色合いに配慮したり、歴史性の継承などの取り組みを評価します。

morinosは既存の情報センターの軒高さに合わせ、岐阜県産のスギの外壁を利用し景観に配慮している。(レベル5)

・白い薄化粧の丸太と無塗装の外壁(morinos 建築秘話23)



既存の情報センターの軒高に合わせた屋根の高さ

◆Q3.3.1 地域性・アメニティの配慮

地域固有の材料を使用したり、ピロティなどのを開放したりと、地域性やアメニティへの配慮を評価します。

morinosは、地域性のある地元の木材利用を行い、ピロティの設置や、建物内外を連続させ中間領域を形成しています(レベル5)



室内外がシームレスにつながる両引き戸とその先にある大きなピロティ

◆Q3.3.2 敷地内温熱環境の向上

夏期の敷地内歩行空間の暑熱環境を緩和する取り組みについて評価します。

morinosは、敷地にゆとりがあることで、風の通り道が確保でき、舗装を極力行わないことで歩行者の暑熱環境を緩和しています。(レベル4)

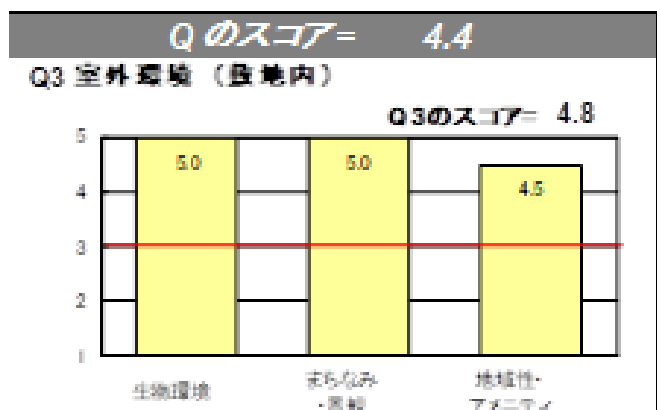
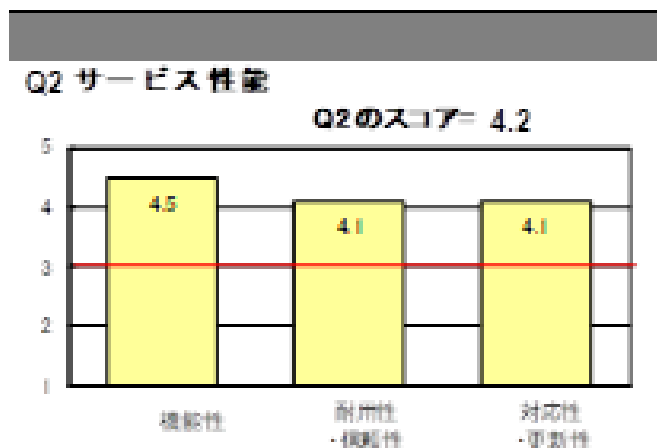
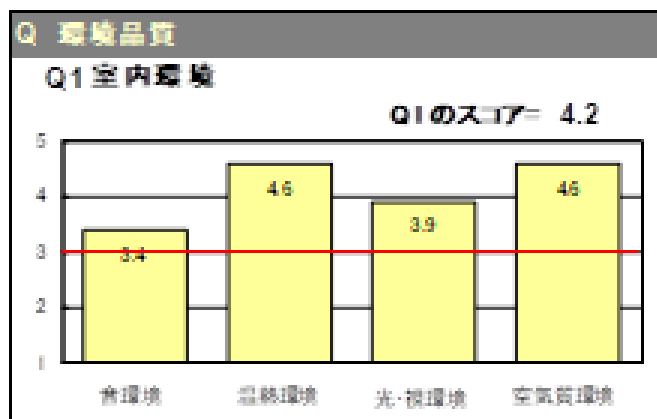
屋上や壁面緑化の推進やエアコンの室外機を高い位置に設置するなどでレベルアップが計れます。

以上が CASBEE 評価の分子側、環境品質 Q の 57 項目です。

まとめてみると平均レベル 4.4 です。(一般的な新築木造建築はレベル 3)

前回のブログで紹介した環境負荷低減性 LR の 4.2 より良い結果になっています。

・環境性能を総合的に評価する CASBEE ～環境負荷低減の取り組み～(morinos 建築秘話 43)



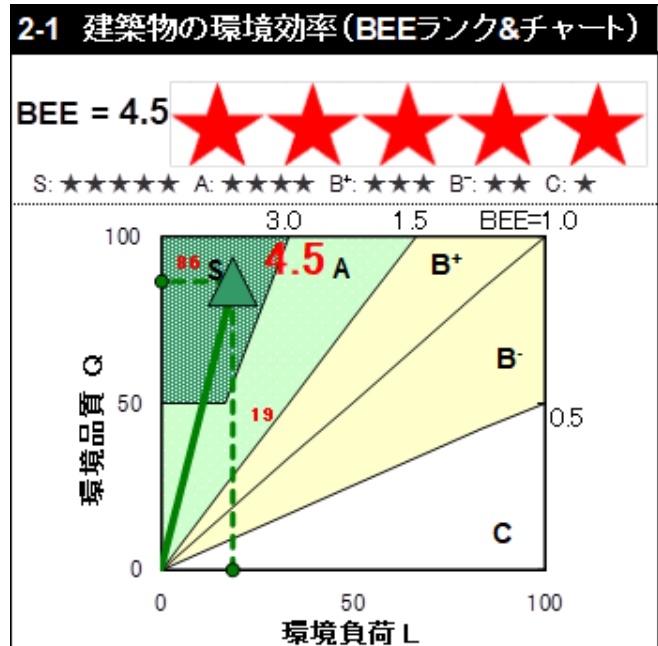
スコアも出ました。

環境品質 Q は 86 点です。(100 点満)

これで、前回の環境負荷 L の 19 点と合わせると、環境性能効率 BEE が計算できます。

環境性能効率 BEE = 環境品質 Q: 86 点 ÷ 環境負荷 L: 19 点 = 4.5

です。つまり、一般的な建物(BEE 1.0)に比べて 4.5 倍のエコ度となりました。最高等級の五つ星、S ランクです。



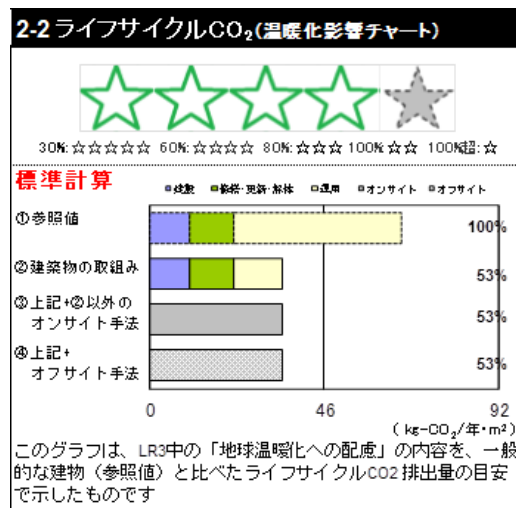
一方で、ライフサイクル CO2 は四つ星(星 4.8)となり、惜しくも五つ星とはいきませんでした。

①参照値が一般的な建築物の CO2 排出量です。

②建築物の取り組みが morinos の評価になります。概ね半減しています。運用時だけだと 7 割近く減らしています。

創エネ設備を搭載していない状態でほぼ半減ですので、morinos に太陽光発電などを乗せて敷地内で CO2 削減ができれば(③オンサイト手法)五つ星になります。

また、排出量取引(④オフサイト手法)を用いても同様です。



全体の環境性能のレーダーチャートは下図になります。

2020年05月07日(木)

アカデミーの土やヒノキ樹皮の左官壁(morinos 建築秘話 45)

東のメインエントランスを入ると、真っ先に目に飛び込んでくる十二単のような色鮮やかな左官壁。



自然の色が織りなす美しい仕上がりです。今回はこの左官壁についてのお話です。

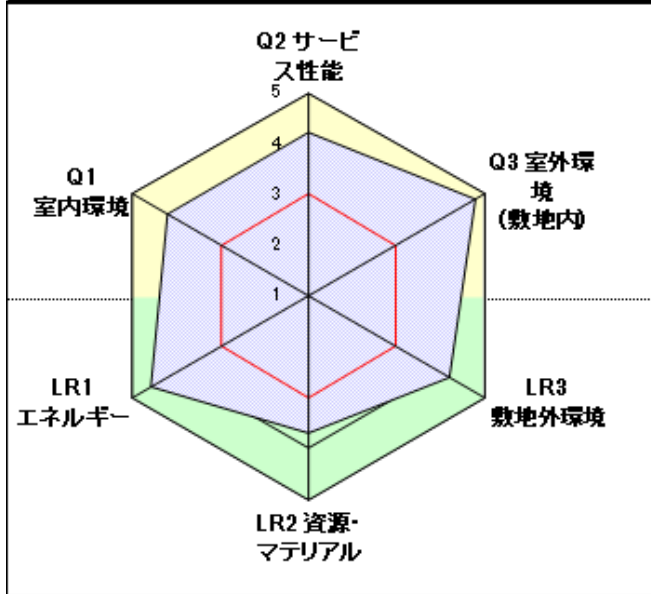
この左官壁は、計画初期から morinos で唯一の間仕切り壁として、シンボリックに何か面白いテーマで仕上げられないかとの考えがありました。工事途中までは、アカデミーで採掘した土で、学生のワークショップもまじえて土地の色に染めようと計画していました。

ある時、涌井学長より森林文化アカデミー客員教授の挾土秀平さんに塗っていただいていたという提案から、急遽、挾土秀平さん率いる職人社秀平組にお願いすることに。

結果は見ての通り morinos にふさわしい素晴らしい出来栄です。それもそのはず、この重層的な色合いは自然の土の色です。



2-3 大項目の評価(レーダーチャート)



環境品質の3項目と環境負荷低減性の3項目、計6項目がバランスよく向上していることがわかります。

すでに高い環境性能の morinos ですが、今後の取り組みでまだ向上できる余地がありますので、運用しながら改善が期待できます。

CASBEE の建築評価 92 項目(住宅版は 48 項目)を見てきましたが、いかがでしたか。そんなことまで考えるの? というものもあったのではないのでしょうか。

温熱性能だけに特化して造るのでもなく、自然素材でつくればいいものでもなく、たくさんの人が利用する建築は特に、幅広い視野をもって総合的に考える必要があります。

その気付きのひとつになるのが、今回紹介した CASBEE です。

今回の最初にしたように、費用対効果や市場価値、収益性などの経済性は評価しない環境性能に特化した評価のため、全てのレベルを最高等級にするのが最上級的设计というわけではありませんが、これまで考えていなくて、ちょっとした工夫で向上できる要素もいろいろあります。

これをきっかけに、視野を広げて建築を見る目を養っていただければ幸いです。

※建物の詳しい説明は morinos 建築秘話シリーズをご覧ください。
morinos 建築秘話シリーズ

准教授 辻充孝

十二単のような重層的な左官壁



0 層目から 10 層目まで合計 11 回も塗り重ねて地層のように表現しています。(この経緯は下の morinos マニアックを参照)

- 0層目:シーリングボードにラス+モルタル下地
- 1層目:演習林の山土と森のようちえんの子どもたちが作った藁
- 2層目:中塗土とスサ
- 3層目:高山市松之木町の赤い土(学生を交えた WS 施工)
- 4層目:アカデミー演習林の山土と松之木町の土の混合(学生を交えた WS 施工)
- 5層目:アカデミーの山土(学生を交えた WS 施工)
- 6層目:本庄の土
- 7層目:黒泥
- 8層目:垂炭
- 9層目:アカデミーのヒノキ樹皮(細かく裁断したもの)+海藻糊+砂
- 10 層目(9層目に重ねて):アカデミーのヒノキ樹皮(荒い裁断と細かい裁断のミックス)+海藻糊+ほんの少し砂
- 11 層目(9層目に重ねて):アカデミーのヒノキ樹皮(細かく裁断したもの)+海藻糊
- 12 層目(9層目に重ねて):アカデミーのヒノキ樹皮(荒い裁断と細かい裁断のミックス)+海藻糊

さすがにこれだけ塗り重ねるには時間がかかりました。実に2か月以上の大作です。

このうち、3層目から5層目までは、アカデミー学生も挾土秀平さん指導の元参加して塗っています。卒業式直前の非常に貴重な体験でした。

・挾土秀平さんによる morinos の壁塗り体験指導

また、最終の 9 層目、10 層目(塗り重ね)はアカデミーのヒノキ樹皮仕上げです。



9 層目の細かいヒノキ樹皮に海藻糊



最終仕上げに使った荒めのヒノキ樹皮

樹皮を塗るという誰もやったことがない仕上げに挑戦していただきましたが、アカデミーや地域の土の上に樹皮があるという morinos を象徴するような壁に仕上がりました。

挾土秀平さんの左官壁というと、芸術的で、簡単に触れることができない、傷を付けたら大変と考えてしまいそうですが、今回の壁は表面が多少削れても地層のように下の層が出てきて、それも建物の歴史になっていくことをテーマに仕上げていただいています。(morinos マニア

ック参照)

自然の素材感だけがもつ、年月とともに美しく変化していく過程が楽しんで下さい。



morinos マニアック 左官扉はどこにいった??? –

この左官壁が出来上がるまでに、実はたくさんの物語がありました。

計画当初は工務店の左官職人に土の洞窟と同じように塗っていただく予定でした。



ですが、学長から本学の客員教授に就任され、岐阜県が誇る職人社秀平組の挟土秀平さんに塗ってもらってはとのことで、無理を承知でお願いしていただき承諾を頂き

ました。
工事も中盤を過ぎた時期です。

ただそうすると、挟土さんの芸術作品ともいえる左官壁をどのように運用するかは大きな課題でした。
というのも、施設の活用想定から、子どもから大人まで多世代の来場者を見込むことから、壁にどうしても傷がつくことも考えないといけません。その際、メンテナンスに手間とお金がかかっては運営を圧迫してしまいます。

そこで挟土さんには、事前に施設運用や建物のコンセプトをお伝えして、2019年12月初めに副学長、川尻さん、現場監督さん、私の4人で秀平組に伺い、どのような壁にするかを相談しに行きました。

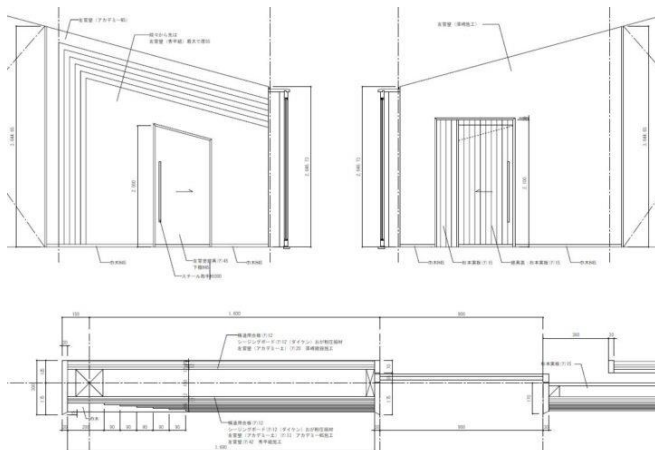
といっても、こちらも腹案がなければ何も進まないかもしれません。
アカデミー側の案は、手で触れる下の方はWSでラフに仕上げ傷ついても参加者がまた修繕できるもの、上部行くほど上品に秀平組の技術が活かされた芸術的な壁にシームレスにつながるというものです。

ですが伺った際、すでに挟土さんの頭の中には壁のイメージが描かれていたようでした。

片流れの建物にそって、十二単のように、いろいろな産地の土を塗り重ねて地層を描くというものです。
自然な色合いが折り重なって空間に彩りを与えてくれます。
また、一番下の地層はアカデミーの土を使って、学生ワークショップで塗っていきましよう。表面が多少削られても下の地層が見えてきて、それが建物の歴史になるというものです。

こちらが想定していたよりも、建物コンセプトに合った素晴らしい提案でした。
さらに、この壁に取り付け収納庫入口への扉も、当初は木製建具の想定でしたが、建具に締め藁を取り付けて土で塗り込み「動く土の建具」にしてはとの提案。これも素晴らしい。

これらのアイデアに興奮しながらアカデミーに戻り、早速図面に起こしてみました。
隈事務所にも確認をとり、非常にいいですねとの返答。



この図面と完成した土壁と比べてみると、あれっ！明らかに違う！！となりますよね。

挾土さんからも提案のあった「動く土の建具」がなくなっています。

この計画変更にも大きな転機がありました。

12月末に現場を見に来られた隈さんとの一コマです。この日は忙しく、まず現場を見ていただき、埋木の納め方や、丸太の塗装、樋の色合い、左官壁の仕上げ方など、細かな相談から、丁寧な指導まで充実の時間。学生も背後から聞き耳を立ててました。

その後、7人の建築学生とゼミ形式で、お互いに木の建築の魅力を語り合いました。隈さん「カッコつけないで馬鹿になって尋ねることが大事。それに、何かを思いつくときというのは、1人じゃない。3、4人で気楽にミーティングしている特に生まれる。いつでも対話の中からアイデアの種が出てくる」

さらに、後半の隈さんと涌井学長との特別対談のさなか、お二人が座っているクマヒダ家具(デザイン:隈さん、製作:飛騨産業)に携わられた飛騨産業の岡田社長とのやりとりで、岡田社長「隈さんがもう少しこうした方がいいよねと言って、修正して現物を見てもらったら、やっぱり前の方がよかったねと。」隈さん「せっかくやってもらって、前に戻すのは、先が読めていない馬鹿みたいに見えるのが怖くて、本来言いにくいけど、そんなことは恐れずきちんと言わないといけないと。」

- ・[隈研吾先生と語ろう。木造建築の魅力](#)
- ・[隈研吾先生と涌井史郎学長による特別対談](#)

これらの隈さんの言葉からこの後現場で一波乱。

....

...

..

ゼミ、対談を経て帰る直前、再度現場を見られていました。

帰りの新幹線の時間もあるなか、現場を見られているのを不思議に思い近寄ってみると、

隈さんから「いつ切り出そうかと考えていたんだけど・・・」と、少し言いにくそうに、「シンボリックな左官壁として、開口部の位置を変更した方がいいと思うんだが・・・。」(午前中の現場のあと、対談中に考えてた??)

現場監督さんはじめ、関係者の皆さん、少し凍り付きました。工事終盤で、まさかの大変更??

ちょうど挾土さんから提案のあった「動く土の建具」。確かにここに開口部があるのと無いのとで、空間の印象がガラッと変わります。

初期からの動線計画だったため建具の有無など考えたこともありませんでしたが、ここにメスを入れるとは。確かに建具が無い方が空間全体が引き締まって、自然な土の色合いのシンボリックな壁として映えます。

主要利用者のナバさんも、当初は嫌がっていましたが、隈さんとも対話を繰り返すことで、利用状況を想定しても実はアリかもと・・・。

隈さんに乗ってみるかということに。

変更動線とランダム格子の一角に移動した建具スケッチを書いて確認し、変更案を隈事務所に送付。夕方には、隈事務所から OK の返答メール。対話を重ねて順次詰めていきました。

飛騨産業の岡田社長との対談にあったように、言いにくいこともしっかり伝える隈さん。

挾土さんにもデザイン変更に応えていただき、気持ちよく仕上げていただきました。

建物もより良くなっていますよね。

准教授 辻充孝

2020年09月02日(水)

見えない熱を見る～夏の実測その1～

(morinos 建築秘話 46)

見えない熱を見る？

いったい何のこと？

と思われるかもしれませんが、サーモカメラを使って熱を可視化することができます。

morinos では、いろいろな計測器を設置して設計通りの性能が出ているのか確認をしています。

夏真っ盛りでは、どんな状況になっていたのでしょうか。

建築秘話 27 で夏場の屋根の表面温度について書いています。

なんと、よく晴れた日は 90℃ 近くまで上がる計算結果。

建築秘話 27 から抜粋「日射強度 900W/m²(よく晴れた日)、屋根の日射吸収率 90%(黒い屋根)、風速 1 m/s (扇風機弱程度の風)と仮定すると、屋根表面温度は 90℃ くらいまで上がります。(無風だと 110℃ まで上がります)」

実際はどうだったのでしょうか。

今年も美濃市は非常に暑い日が続きました。美濃気象観測所のデータを確認すると、8月16日に 38.2℃、17日に今年最高気温の 39.7℃、そして18日は 38.1℃を記録しています。

今回紹介する実測データは、高温3日目の2020年8月18日の morinos での実測データです。

13:00の時点で南デッキの水平面日射量は、701W/m²、この時の morinos 周辺の外気温は 36.8℃。風速は、地表面ではほとんど感じません。

体感的にも溶けそうなほど暑いです。



この実測データから、屋根表面の温度を計算してみます。

表面温度 = 外気温 + (日射吸収率 ÷ 表面熱伝達率) × 日射量

で計算できます。

省エネ法では、日射吸収率 0.8(80%)を使います。校舎の黒っぽい屋根に近い日射吸収率です。また、表面熱伝達率は省エネ基準では 23W/m²Kを使います。風速 3m/s 程度の想定ですが、今回の地表面の微風速から屋根高さでもここまでの速さではないと想定して 1 m/s 程度を考えると、14W/m²K の値くらいでちょうどかな。

つまり、

今回の実測状況での屋根表面温度は、36.8℃ + (0.8 ÷ 14W/m²K) × 701W/m² = 76.9℃ と予想できます。

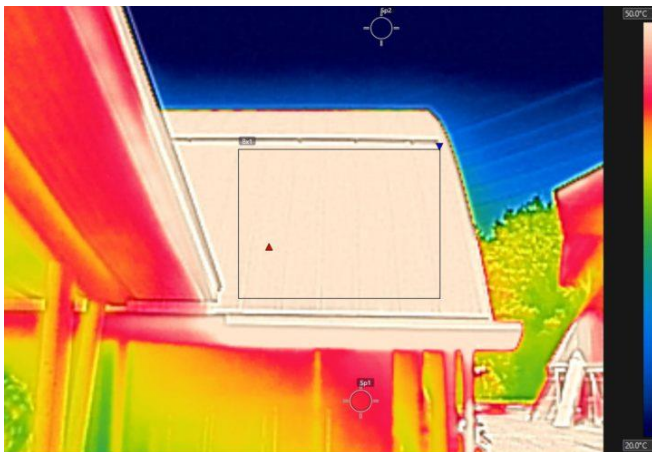
実際の屋根表面温度はどうだったのでしょうか。

アカデミーで使用している広角レンズの FLIR E8 のサーモカメラで撮影してみます。
(アカデミーはいろいろ機材がそろってますね。木造建築専攻で所有している主要な機材はこのページでも見れます。)



上の写真は可視画像です。アカデミー本校舎の南面の屋根が大きく写っています。(左手前が morinos)

下の写真はアカデミー本校舎のサーモ画像。
温度分布は 20℃以下(青)～50℃以上(白)の範囲で色分けされています。



アカデミー本校舎(情報センター)の屋根(写真中央の四角で囲った範囲 Bx1)は平均 87.3℃です。

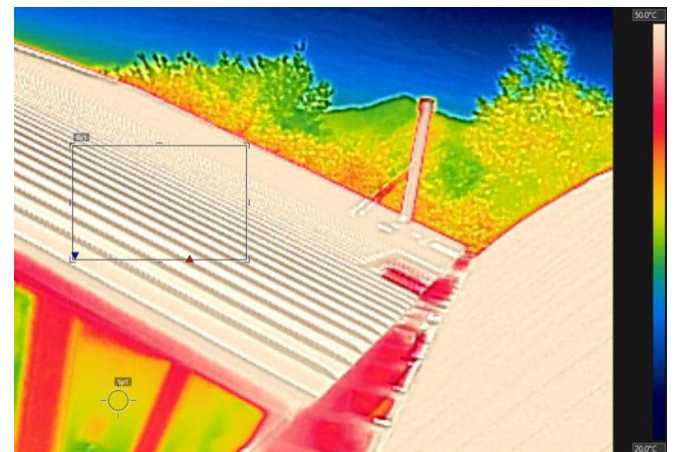
計算値の 76.9℃より 10℃以上高くなっています。風速が 1 m/s より遅かったのかもしれませんが。
影になっている外壁(写真下の Sp1)は 44.5℃。外気温が 36.8℃なので、7.7℃高いです。地表面反射などの日射の影響で熱くなっています。

余談ですが、今回の空(写真上の Sp2)は 18.5℃です。宇宙空間はおおよそマイナス 270℃。ですが、大気中の水蒸気などの影響でそこまでの低温は観測されません。

昼間も空への熱放射(熱が宇宙に向かって逃げている)が行われていますが、太陽からやってくる日射熱が支配的なので全くわかりませんが、日射の無くなる夜間にも、常に宇宙空間に向かって熱放射が行われています。放射冷却といいます。そのため、デッキなんかでゴロツとしてみると涼しく(寒く)感じます。

冬には、氷点下までいかない外気温でもこの放射冷却で冷やされたデッキなどで、霜がおりるのをよく見ますよね。屋根や底があれば放射冷却を防ぐので、霜はおりません。

さて、話は夏に戻って、morinos の屋根表面はどうでしょうか。脚立から撮影してみました。



morinos の屋根(写真の左の四角で囲った範囲 Bx1)は平均 66.2℃です。本校舎の屋根より 22.1℃低く、計算より 10.7℃低いことになります。

これには2つ理由があって、緩勾配とはいえ、北に傾斜した屋根で日射を斜めに受けたため、日射強度が下がったこと。

近年、板金屋根の日射反射率が上がったこと。(カタログには色毎に反射率が書かれていることが多いです)

morinos で使用した屋根の日射吸収率は 0.6(60%)です。20%も日射熱吸収を抑えられています。上の計算

式で計算しなおすと、66.8℃です。おおむね実測とあっています。

また、西側に5m以上張り出した屋根の影響で、ピロティの外壁(写真下のSp1)は37.6℃。外気温が36.8℃です。1℃程度の上昇ですんでいます。

利用する人にとっては、屋根表面温度はそれほど影響ありません。実際には、室内に入ってくる熱が重要です。この話は次の機会に紹介します。

准教授 辻充孝

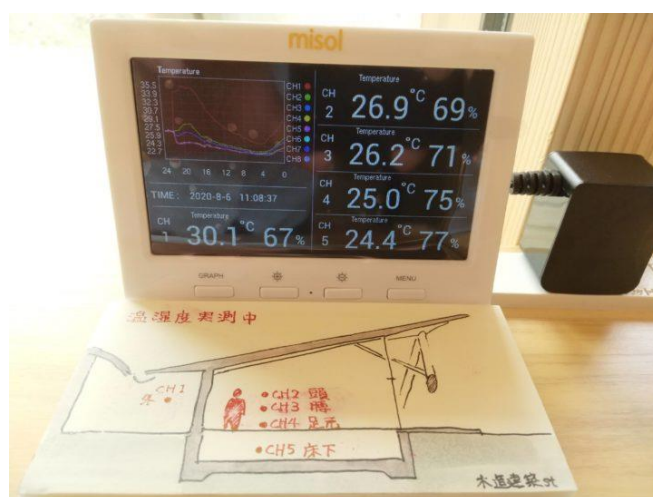
2020年09月03日(木)

断熱で熱を遮る～夏の実測その2～(morinos 建築秘話 47)

建築秘話 46「見えない熱を見る～夏の実測その1～」に続き、今回は室内の夏の実測です。

室内と室外に温湿度データロガーを設置して、温湿度変化を記録しています。

下の写真のような表示装置を morinos 来場者の誰もがみれるように設置しました。



計5か所の温湿度が同時に見ることができます。

上の写真は2020年8月6日11:08の時点(エアコンはかけてます)で、

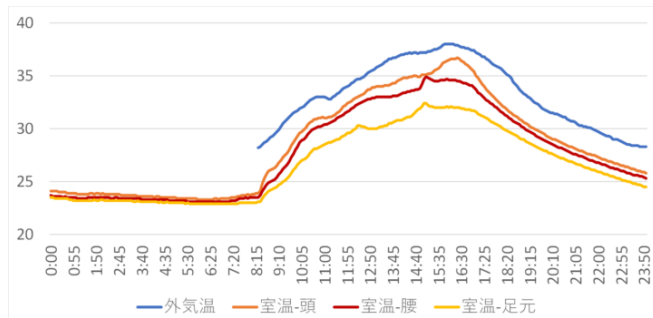
CH1は「北側の外部」30.1℃
CH2は「室内の頭の高さ」26.9℃
CH3は「室内の腰高さ」26.2℃
CH4は「室内の足元」25.0℃
CH5は「室内の床下」24.4℃

です。morinos に来たらカウンターに置いてますので、見て下さいね。

表示パネルの左上に24時間の変化グラフが表示されて、過去の変化が見れます。大きく変動しているのが外気温(一番上の折れ線グラフ)で、一日前は35.5℃まで上昇して、明け方に25℃くらいまで下がり、現在(11時)は30.1℃に上がってきつつあるのが読み取れます。一方の室温4か所はそれほど大きな変動はありません。

この夏場の気温変化は別の機会に紹介することにして、今回は前回の続きのサーモ画像でいろいろ検証してみます。

「夏の実測その1」で屋根表面温度について紹介しましたので、同じ測定日の2020年8月18日の温湿度変化を確認してみます。



青い線が外気温です。(深夜から明け方はデータ欠損しています。)サーモ画像を撮影した13時の時点で、35.6°C(気象観測所の36.8°Cより1°C程度低めです。)最も暑くなったのが16時の38°C。暑さと日射量は蓄熱によって時間ピークがずれるのが普通です。

室内では、13時の時点で、頭の高さが33.9°C、腰高が32.9°C、足元が30.0°Cと、高さ違いで4°Cほど温度差があります。

外気温とまで行きませんが室温が妙に高いですね。なんで???と思って、当日の写真を見てみると……この暑い中、開口部全開で、薄着以上の人(笑)もいます。何かのプログラムの途中でした。(※このような室内環境は熱中症のリスクが相当高いので家では我慢しないで冷房してくださいね。)



各部の表面温度(下の写真)を見ていくと、西側のガラス窓(Bx1)は33.5°C、中央の左官壁(Bx2)は29.9°C、床(Bx3)は31.5°Cです。

室温と比較すると、少し表面温度が低いです。特に中央の左官壁は3°C程度低くなっています。

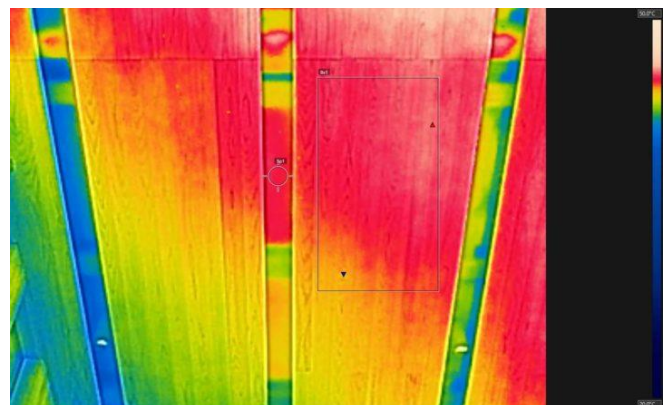
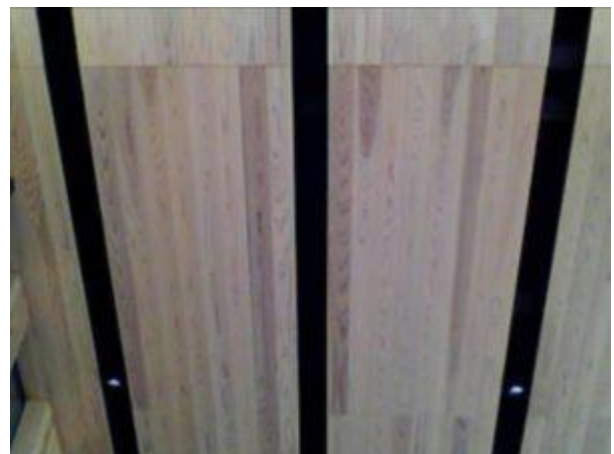
直射日光が当たらないため、温度上昇が抑えられ、朝の低温を蓄熱し、湿気を吸った水蒸気が気化していることが要因かと推測します。



さて、ここからが本題です。

室内はほぼ外気と同等ということがわかりました。では天井面はどうでしょうか。前回の建築秘話で書いた屋根表面の高温(66.2°C)が伝わってきているのでしょうか。

まずは、半屋外のピロティ部分の天井。外部なので屋根の断熱材は入っていません。



計測結果は、天井パネル面(写真の右側四角 Bx1)の平均で 45.7℃。
黒いスリット内(写真中央の○印 Sp1)で 45.6℃ でした。

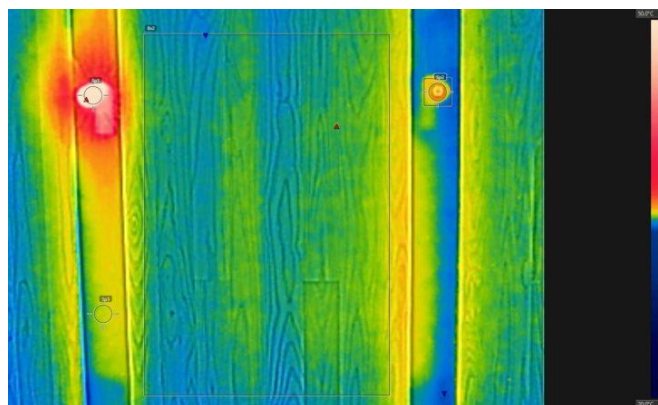
かなり熱いことがわかります。
冬の床暖房の設定温度が 24～30℃程度。壁面に取り付けるパネルラジエーターでも 40℃程度ですので、天井全面が暖房器具に変わっています。

つまり、建築秘話 46 で書いた屋根表面温度の 66℃がスムーズに天井に伝わってきています。
スリット内は CLT パネル 36 mmの熱抵抗と屋根通気層の性能だけ。熱貫流率 U 値は 2.08W/m²K。
屋根表面温度 66℃、ピロティ外気温 36.8℃で、天井面温度を計算すると 42.3℃となり、ほぼ計算通りです。
天井部分は、ここに空気層と杉板 15 mmがありますが、たいした性能ではないので、ほぼ同じ温度になってました。

では、室内はどうでしょうか。

屋根にはセルロースファイバー断熱材が 240 mmとたっぷり入っています。(参照:熱貫流率 U 値と室内表面温度－焚き火の暖かさの秘密(morinos 建築秘話 22))

断熱があると、逆に熱が逃げないので夏は暑そうと考えるかもしれませんが本当にそうでしょうか。



天井パネルの温度(写真中央の四角 Bx1)の平均値で 35.1℃。断熱がないピロティ部分より 10℃も低いです。

断熱によって、屋根表面の熱い温度が伝わりにくくなっています。計算でも妥当性を確認してみます。

屋根表面温度 66℃、室温 33.9℃(頭の高さの実測値のため天井付近はもう少し高いと考えられる)で、天井面温度を計算すると 34.5℃となり、ほぼ計算通りになっています。

一方で、LED 照明をつけた部分(写真左上の Sp1)は 60.0℃。LED が省エネで発熱しにくいとはいえ、やっぱり熱くなります。

照明を点灯していない LED 器具(写真右上の Sp2)は 36.1℃、通常のスリット内(写真左下の Sp3)は 35.4℃ と天井面とさほど違いはありません。

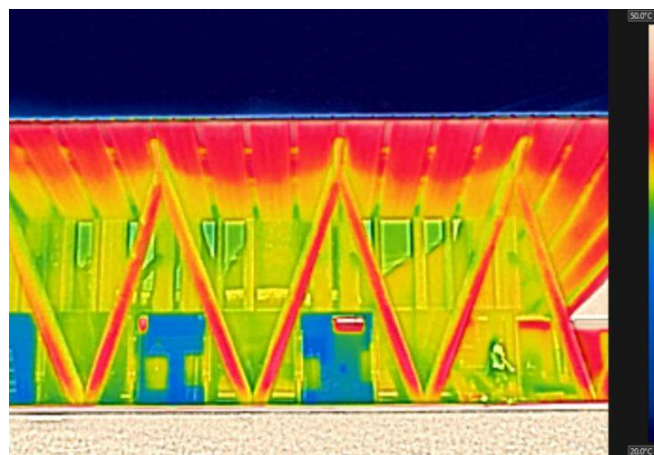
断熱が入ることで、天井面の温度を抑えることが実測でも確認できました。

つまり開口部から入ってくる熱をいかに抑えるかがポイントになります。

最後に外部環境を整えることについても書いておきます。

下のサーモ画像は、morinos の南の外観です。

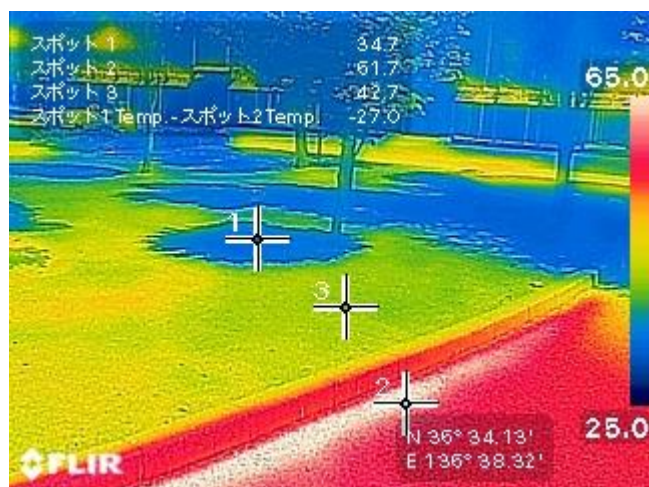
外壁面の温度は建築秘話で紹介した通り 40℃程度ですが、手前の真っ白になっているのが、砂利部分です。なんと 57.7℃。熱い！！



砂利は日射を吸収し続けて温度が上がればなしのため、どんどん高温になってきます。

この熱い熱が再放射されたり、日射が反射して建物内に入ってきます。上部を外に倒した V 字丸太の足元の方が温度が高いのはこのためです。

一方、下の写真は公園を撮影したサーモ画像です。



アスファルト部分(右下の赤い部分:スポット 2)では 62℃近くまで温度が上がっていますが、芝生では日なた(スポット 3)でも 43℃、日陰(スポット1)では 35℃程度です。(この時の外気温は 33℃程度)

植物は日射が当たっても、高温にならないための蒸散作用があり、葉の温度が上がりにすぎない様になっています。

現在、morinos の外構計画が進んでいます。数年後には緑豊かになるはずです。

そうすると、今以上に良い環境で活動できることになります。

常に進化していく morinos を楽しみに。

准教授 辻充孝

2020 年 09 月 17 日(木)

現在から未来まで写す「竣工写真」(morinos 建築秘話 48)

真夏の森林文化アカデミーで morinos の「竣工写真」撮影がありました。

建築プロカメラマンの千葉顕弥さんにお越しいただき、一泊二日でじっくり撮影です。



千葉顕弥さんの morinos 撮影

酷暑で大汗をかきながらの撮影ですが、静かに集中してファインダーを覗く千葉カメラマン。

この日は最高気温 36.1 度でしたが、風もなく地面からの照り返しで 40 度近くを感じる過酷な環境……！

でも morinos 広場に集まった子どもたちは、ポンプの雨水で水たまりをつくって入ったりして、元気に走り回っています。

実は「人がいて、建物が使われている様子」を撮ってもらいたくて、子どもたちのいる日に千葉さんをお呼びしたのです。



morinos 竣工写真
建物東面入口(撮影:千葉顕弥)



morinos 竣工写真
建物南面(撮影:千葉顕弥)



morinos 竣工写真
建物東面エントランスポーチ(撮影:千葉顕弥)



morinos 竣工写真
ワークショップの様子(撮影:千葉顕弥)

ぼくと辻さんと morinos チームの鈴木さんで、家具配置をずらしたりして撮影アシスト。
どんな写真を撮りたいのかその場で話し合っ決めて、すぐにそれを撮影。たまに画像の確認をして次の場所へ、という流れで進みます。建築の竣工写真撮影って、かなり忙しいのです。



千葉顕弥さんの morinos 撮影
撮影中の千葉さん。この時の光で、どんなカットがいいか、場を感じながら考えます。



家具は移動。構図の中に入らないように、またはどのくらい入れるかで調整します。



千葉颯弥さんの morinos 撮影

千葉さんが構えると、あたりがシーンと静かになります。

さすが千葉さんは、てきぱき無駄のない動きでどんどん撮影していきます。

ファインダーを覗いてからシャッターを切るまでの数秒間、空気がピンと張り詰めます。



カフェスペース(撮影:千葉颯弥)

夜景もお願いしました。

morinos は照明計画も力を入れているので、室内からの光で夜に浮いた姿をお願いしました。

「日が暮れた後の 30 分間で一気に撮ります。真っ暗になってしまうと V 字丸太が逆光になって建物全体の印象に勝ってしまうので。」

と千葉さん。

日没後に、光源となる太陽光線が淡い状態になり、ソフトで暖かい金色になる時間帯を撮影用語で「マジックアワー」とか「マジックタイム」といいます。天文学用語だと「薄明」です。この時間に撮った写真は、なんとも言えないノスタルジックな黄昏の空気に包まれます。

(※薄明(はくめい)……日の出前と日没後のうすあかりの状態。地平線または水平線下の太陽からの光が、上空大気で散乱して生じる。)



だんだん日没が近づいてきました。

morinos 竣工写真
外観夜景南面(撮影:千葉顕弥)



morinos 竣工写真
外観夜景南面斜めから(撮影:千葉顕弥)



照明の光量を指示する千葉さん。調光できる器具にしてよかった……。

「室内照明を 3/4 まで調光してもらえますか。外部の照明は切っていいです。」と千葉さん。

なんという繊細な光加減……。
光を抑えた瞬間、morinos が景色にしっとりと溶け込んでいくのがはっきりわかります。
ぼくも辻先生も、なるほど……と感動。



竣工写真で見る morinos
外観夜景南ファサード全景(撮影:千葉顕弥)

よく“写真は瞬間をとらえるもの”と言われます。確かにカメラのシャッターは瞬間的に降りて、その時の光を元に写真ができる仕組みです。

でも、千葉さんの撮った写真からは、瞬間だけでなく、もっと長い時間を感じませんか？
一瞬の出来事ではなく、その前後数秒間のこと。いえ、それよりももっと長い時間、これからここで流れていくであろう時間まで感じさせてくれます。morinos がこれから永くたくさんの人に使われていく未来の光景が写されたような、とても幸福な写真です。どうしてこんな写真が撮れるのでしょうか。



morinos 竣工写真
遠景から見下ろす morinos 広場(撮影:千葉顕弥)

千葉さん、大変な酷暑の中、素晴らしい撮影をしていただきありがとうございました。



200819_025

200819_026



200819_027



200819_028



200819_029



200819_030

後日千葉さんから、83 カットのアタリ写真が送られてきました。

わたしたちの契約は 20 カット。ここから厳選します。

これが……いい写真が多くて悩ましい……。見れば見るほど悩みそう……。

そこで、辻先生とぼくで別々に選定し、付き合わせてみて、考えようということにしました。

すると、選んでいたのは 7 割が同じ写真！
設計段階でデザインの話がたくさんして、morinos の良さを共有していることもあってか、とてもスムーズでした。
残り 3 割は「千葉さんらしいカット」「ポスターなどで使えそうなカット」「ディティールのカットはいつでもこちらで撮れそうなので除外」という基準で、なんとか 20 カット選びました。

自分が設計に関わった建物を、一流のカメラマンに撮ってもらい、たくさんのいい写真から厳選していく、という贅沢で楽しい時間でした。

morinos の WEB ページでほぼ全ての竣工写真を公開していますので、是非ご覧ください。

現在、フォトアルバムを作成中。こちらはまだ完成していませんが、今後アカデミーにきた人は閲覧できます。

改めて千葉顕弥さんにこの場を借りて御礼申し上げます。ありがとうございました！

木造建築教員:松井匠

2021年01月14日(木)

冬の日常?～冬の実測その1～(morinos 建築

秘話 49)

2020年暮れから2021年初冬にかけて、寒波の到来とともに morinos 周辺でも降雪がありました。

下の写真は2021年1月8日の morinos です。コロナ渦の影響で、年末から一般来場者の方はご遠慮いただいていますので静かな年はじめです。デッキの雪も踏み固められず、きれいなままです。

室内では、スタッフの方だけが日常?(来場者がいないのは非日常?)業務として、いろいろ面白い企画を練っているようです。



morinos 周辺のフィールドもこの雪化粧です。いつもの賑やかさとは異なり、静謐な印象が強いレアな写真です。



1月8日は晴れ間もありますが、雲も多く、晴れたり曇ったりの天気。しかも明け方は氷点下5℃という厳しい冷え込み。

morinos では、夏の実測報告でも紹介した温湿度を記録する装置を設置して来場者の誰もが現在の気温を見れるようにしています。

morinos の冬日常?の温熱環境はどうだったでしょうか。

特に冷え込みが激しかった1月8日～10日の温度データを見てみます。



まずは外気温と日照時間を見てみます。

折れ線グラフが外気温です。

実践が morinos の建物北側で実測したデータです。寒すぎて計測器がうまく動かずデータが欠損している部分があります。

点線が、気象庁が設置している美濃気象観測所のデータです。長良川添いにあり morinos よりも少し気温が低いですが、概ね同様の変化を示しています。

オレンジの棒グラフは日照時間です。

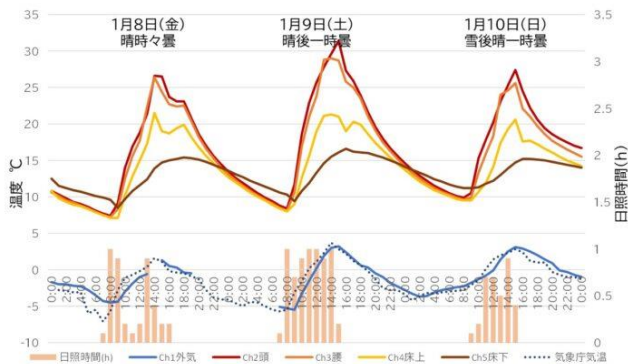
1時間ごとの集計ですので、右のメモリの1まで伸びているとその時間は晴れていたことになります。

8日は朝の冷え込みが厳しく実測で-4.5℃(気象観測所データは-7.1℃)。日中に気温が上がりますが、最高気温1.6℃という冷え込みです。晴時々曇で日照時間もまばら。

9日の朝は-5.5℃。この日は比較的晴れ間も多いですが、最高気温は3.2℃。10日の朝も-2.8℃、日中にと3.1℃。

美濃市1月上旬の平年値(1981年～2010年の平均)は、最低気温が-0.6℃、最高気温が8.5℃ですので、3日続けてかなり寒い日でした。

では、morinos 室内はどうだったでしょうか。先ほどの外気温に重ねてみます。



折れ線グラフが4本あり、高さを変えて計測しています。床下(濃茶)、床上(黄色)、腰高(オレンジ)、頭高(赤)です。

明け方は3日とも 10℃を少し切るくらい。日中は 25℃～30℃。かなり暖かいというか暑すぎるくらいです。

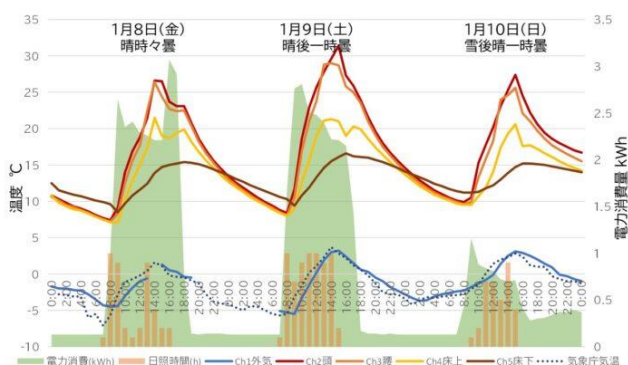
morinos での熱供給は、①日中のたっぷりの日射熱、②薪ストーブ、③床下(床上)エアコン、④その他(人体や OA 機器等)です。

熱供給や建物性能については過去の建築秘話も参考にしてください。

- ・断熱と日射熱制御を考慮した温熱性能(morinos 建築秘話 28)
- ・薪ストーブとエアコンの空調設備計画(morinos 建築秘話 29)

スタッフの方に運用状況を聞くと、朝 morinos に着いたらいつも床下エアコンと薪ストーブに着火するとのこと。徐々に日射が入ってきて暖かくなったらエアコンをきったり、薪ストーブの炎を緩めたりするようです。来場者がいる場合は、(冬なのに)扉をあけっぱなしことも・・・Σ(・□・;)。

そこで、電力消費量も合わせて実測していますので、上のグラフに重ねて、エアコンの稼働状況を見えます。



緑の山が電力消費量で、右のメモリで見ます。緑の山の大きさを見ると、8 日(金)、9 日(土)が大きく、朝から夕方までエアコン2台稼働、10 日(日)は1台稼働ということがわかります。

さすがに冷え込んだ日は朝から2台運転ですが、平年程度であれば、エアコン1台+日射取得となりそうです。

2台稼働していると、1時間で約 2.5kWh の電力消費量です。27 円/kWh の電気単価とすると、68 円/時間程度。外気温でエアコンの効率も変わりますが、10 日(日)の1台運転時は 1kWh 以下ですので、27 円/時間を切っている感じですね。

温度変化を見てみると、頭と腰の高さの温度変化はあまりなくほぼ同じように推移しています。足元は少し低めですが、朝から同じように温度が上がっています。これは、日射熱と床下エアコンのゆるい熱源のため、上下の温度ムラが出にくい状況にあるためです。安定しています。

例えば石油ファンヒーターだと、120～140℃と高温の空気をを出しますので、一気に上方に行ってしまい上下の温度ムラが出てしまいます。

また、床下は床下エアコンの影響で、ほんのり上昇しますが温度変化が緩やかです。ここに熱を蓄えておくと、扉をあけ放った際も、暖かい空気が一気になくなるということがない熱だまりになります。

もう一つの冬の建具の開放対策は、床や壁、天井の素材への蓄熱です。蓄熱できていれば、外気が一気に入ってきて、建具を閉めれば壁の熱が放熱されてすぐに元の室温に戻ります。(部材への蓄熱は別の建築秘話で書きますね。)

日中 30℃を超えて少し暑めの日もあります。これはエアコン、薪ストーブ、日射熱の3つが合わさってしまっているために発生しています。それぞれの熱供給を分散して取り込めればいいのですが、実はなかなか難しい。

朝の室温がもう少し高ければ、明け方のエアコンをつけずに、日射熱取得まで粘って(+薪ストーブ)熱供給できて良いのですが、建物の運用上、朝の室温を高温に維持するのがなかなか難しいのです。

住宅であれば、就寝時まで使用していますので、例えば 0 時に暖房を切っても翌朝 8 時までの 8 時間程度の室温降下時間ですが、morinos は 18 時には暖房や日射の熱供給がストップします。朝の 8 時までは無暖房で 14 時間。さすがに下がってしまいますね。

例えば上のグラフで、10日の夕方以降も電力消費もあります。これは会議のために夜まで照明を使用していたため、薪ストーブも使用しています。ちなみに翌日の11日(月)の朝の室温は14.5℃です。この温度であれば、太陽が出るまで薪ストーブだけでもアリかもしれません。

そこで、考えられる工夫としては、帰り際に薪ストーブに薪を多めに放り込んで、流入空気を絞って少しずつ燃焼させることでしょうか。

冬に建具を開け放ったり、夜間使用しないなど、morinos の特殊な運用方法でも、いろいろ考えていくと面白そうです。

准教授 辻充孝

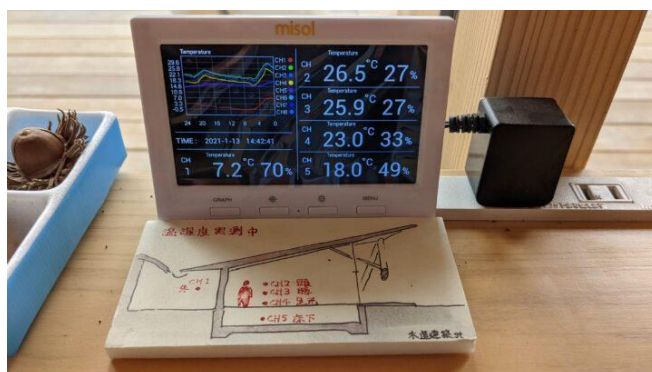
2021年01月15日(金)

冬の表面温度はどのくらい？～冬の実測その2

～(morinos 建築秘話 50)

1月13日(水)14:45 分頃に morinos の表面温度を計測しました。この日は晴れたり曇ったりの冬空です。

計測時のタイミングは曇りでした。その時の温湿度は下の状況です。(オレンジ色は実測値、黒は計算値)



建物の北側外気温湿度は、7.2℃70%と、概ね平常通りくらいの気温です。

室内温湿度は、床下 18.0℃49%、室内の足元から 23℃33%、腰高 25.9℃27%、頭の高さ 26.5℃27%です。

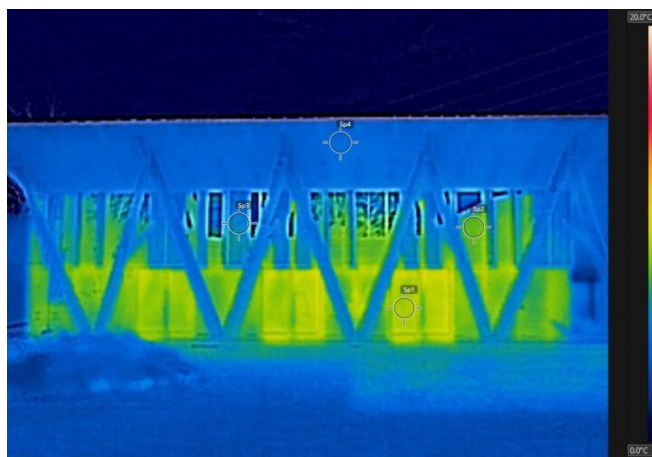
暖かい環境で仕事されてますね。

では、各部の表面温度はどんな感じでしょうか。

まずは南から見た外部のサーモ画像です。温度目盛りが右側にあり、0℃～20℃の範囲を取っています。

暖かいところは、熱が漏れている部位です。

測定場所は、○印で示しています。写真をクリックすると拡大でき測定 No が読み取れます。



室内に面していない軒裏(Sp4)が、5.3℃です。北側外気温は 7.2℃ですので、方位や測定の時間差や風速、熱放射の影響で、低くなっていますが、5.3℃を比較する表面温度の指標として他の部位を見ていきます。

外から見て最も暖かい(熱が漏れている)のは建具のガラス(Sp1)(Ug 値 2.6W/m² K)で、9.7℃。建具は開け閉めする関係で、重量を軽く仕上げたかったので、トリプルガラス(3枚ガラス)ではなく、ペアガラス(2枚ガラス)です。

では、トリプルガラス(Sp2)(Ug 値 1.50W/m² K)の場所はどうでしょう。計測すると 8.6℃。高い位置にあるので、室温は 1~2℃程高いため熱が逃げやすい不利側に働きますが、ペアガラスより 1.1℃低い状態で、やはり断熱性能が高いです。

ではもっと断熱性能が高い外壁部分(Sp3)(U 値 0.3W/m² K)はというと、6.3℃。断熱性能が上がるにしたがって、表面温度が低く(熱が逃げにくく)なっているのがわかります。

U 値と表面温度の説明は、熱貫流率 U 値と室内表面温度－焚き火の暖かさの秘密(morinos 建築秘話 22)を参照。

表面温度の計算値と比較してみます。
外気温が 5.3℃、室温 26℃の場合で計算するとペアガラスで 11.3℃、トリプルで 8.7℃、外壁で 6.0℃とほぼ実測値とあってきます。
もしシングルガラスだったと仮定して計算すると外部の表面温度は 18.7℃と相当熱が漏れることになっていました。
今回の建具は全てペアガラス(アカデミー本校舎も全てペア)でしたが、シングルと比べてこれほど差が出てきますので、効果は大きいです。

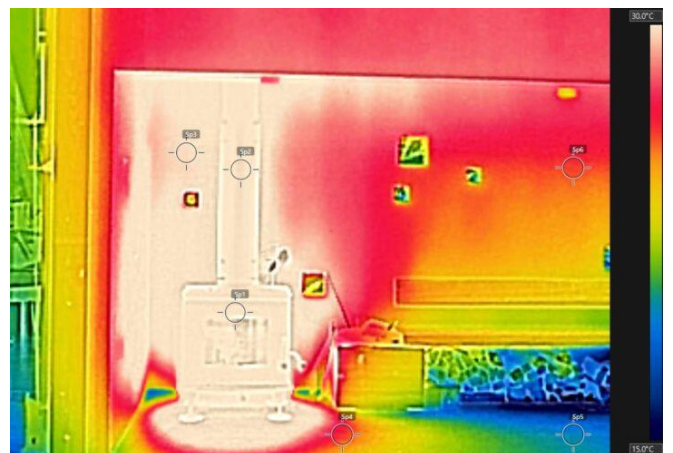


次に室内を見てみます。同様に温度目盛りが右側にあり、15℃~30℃の範囲(以下の室内は全てこのレンジ)を取っています。
温度ムラが少ないので、全体がのっぺりした同じような色合いです。高性能建物を示すいい傾向です。

各部を順番に見ていきます。カッコ内は外部と同じ外気温を 5.3℃、室温 26℃とした場合の計算値。
床面(Sp1)は 23.8℃(床下 18℃、無断熱フローリング U 値 2.90W/m² K で計算すると 22.5℃)
外気に面していない内部の壁(Sp2)は 24.3℃(室内の温度ムラが無いとすると基本は室温と同じ 26℃)
天井(Sp3)は 25.2℃(天井 U 値 0.19W/m² K で 25.6℃)
上部外壁面(Sp4)は 25.3℃(外壁 U 値 0.3W/m² K で 25.3℃)
トリプルガラスの開口部(Sp5)は 23.5℃(ガラス U 値 1.5W/m² K で 22.6℃)
となっています。計算予測値ともかなり精度よくあっています。

最も大きな温度差が付いているのは床と外壁ですが、1.5℃の温度差に収まっています。
非常に安定した室内表面温度です。
体感温度は概ね(室温+表面温度)÷2で表せますので、建物のどこに行ってもヒヤッとすることはありません。
昔の家の窓際が寒いのは、室温が低いからではなく冷えた窓に体温を奪われるためです。

この日、朝のうちは薪ストーブをつけていたのですが、私がかがった 14 時半にはすでに消えてました。ですが、左官壁に囲まれた薪ストーブ周辺はほんのり暖かめ。どのような温度でしょうか。

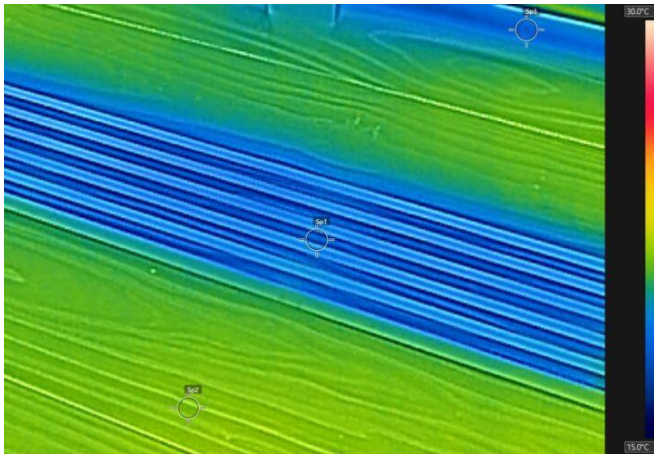


薪ストーブ本体(Sp1)は 55.4℃。薪ストーブ使用中の表面は 200~300℃ですので、火が消えてそれなりに時間が経ってます。

断熱煙突表面(Sp2)は 35.0℃
薪ストーブ背後の壁(Sp3)は 29.8℃
薪ストーブ近くの土間(Sp4)は 26.4℃
薪ストーブから離れた土間(Sp5)は 19.9℃
薪ストーブから離れた壁(Sp6)は 26.2℃

薪ストーブ周辺の温度は、概ね上で見た一般的な morinos の表面温度よりも少し高めです。朝に炊いた薪ストーブの熱を左官壁が蓄えているようです。唯一低くなっているのは、薪ストーブから離れた土間です。一般床よりも低いですが、これも熱容量が大きいために暖まりにくいからです。昼過ぎまで薪ストーブをつけていれば逆転していたかもしれません。一度暖まってしまうと、冷めにくい特徴があるので活用したいものです。

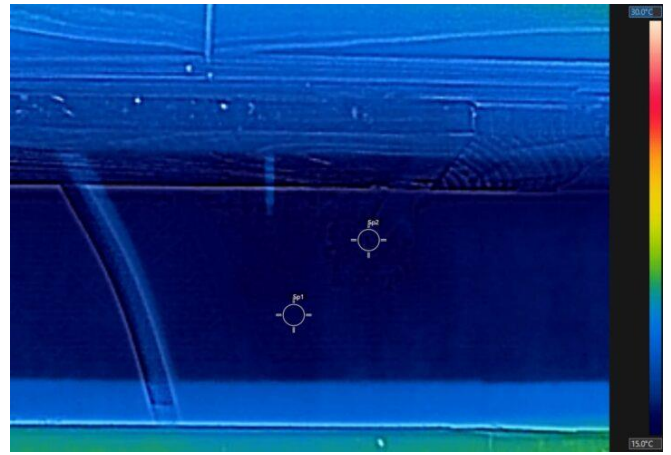
最後に、床下と繋がるスリット部分です。morinos は基礎断熱(床下も室内と見立てる)のため、床下と室内がつながってます。



床下は日射熱が入りませんので、室温(床付近 23℃)より少し低めの床下室温(床下 18℃)です。

表面温度を測ってみると、
床下と繋がるスリット(Sp1)は 19℃
室内の床(Sp2)は 21.7℃
窓際の床(Sp3)は 18.3℃
となりました。
中央の床より少し低めです。また、窓際の床は、ガラス面を伝ってくるコールドドラフトの影響で、さらに少し低めの温度です。といっても 18℃以上キープしています。

では床下内部はどうでしょう。床のスリットを取り除き覗き込んでみました。



床下は断熱材でがっちりガードされています。

床下表面温度(Sp1)は 15.4℃
熱橋になりやすい鋼製束(断熱補強あり)(Sp2)は 12.9℃

気になっていた床を支える鋼製束廻りの温度も比較的安定していました。この温度であれば結露の心配もありません。

ある瞬間を切り取っただけですが、表面温度のまとめでしたがいかがですか。
私としても思いのほか計算予測と合ってました。これも工事の施工精度がいいからですね。
いくら設計段階で緻密に計算しても、施工が悪いと台無しになってしまいます。設計と施工がしっかりかみ合って、はじめて良い建物が完成します。
さらに上手く運用すれば、予想外の心地よさも現れてきます。
morinos はまだ1歳にもなっていません。これから上手に付き合っていきたいですね。

morinos マニアック—————

表面温度の計算は、室内と室外の気温がずっと続いたらという(定常状態)の計算結果。
現実には刻々と変化(非定常状態)する内外の気温変化、日射、これらが伝わるときの蓄熱など、さまざまな条件が影響します。

そこで、今回の計測では変化の少ないタイミングを見計らって計測しています。
外気温データを見ると、この日は 11 時から 15 時までの間で、0.5℃以内の気温変化、しかもほぼ薄曇りで直射光もなし。
上記の計算結果が概ねあっているのもうなずけます。

准教授 辻充孝