

morinos 建築秘話 61-71

お気に入り場所をつくる家具。～morinos の家具 3～ (morinos 建築秘話 61).....	- 1 -
美濃市の暑い日常～夏の実測その3～(morinos 建築秘話 62).....	- 4 -
閉め切り冷房ナシの morinos の夏～夏の実測その4～ (morinos 建築秘話 63).....	- 6 -
蒸し暑さを絶対湿度で見る～夏の実測その5～(morinos 建築秘話 64).....	- 7 -
気温と湿度の快適性評価 PMV 分布～夏と冬の温熱実測～ (morinos 建築秘話 65).....	- 9 -
・蒸し暑さを絶対湿度で見る～夏の実測その5～(morinos 建築秘話 64).....	- 11 -
エネルギー消費量の実測(morinos 建築秘話 66).....	- 13 -
エネルギー73%削減 morinos の実績(morinos 建築秘話 67).....	- 15 -
morinos エネルギーの用途分解(morinos 建築秘話 68) - 17 -	
杉の木7本が蓄えている二酸化炭素の排出量(morinos 建 築秘話 69).....	- 19 -
健康で元気で幸せに働けるスマート・ウェルネスオフィス (morinos 建築秘話 70).....	- 22 -
morinos スタッフのオフィス環境の主観評価(morinos 建 築秘話 71).....	- 25 -

2021年04月23日(金)

お気に入り場所をつくる家具。～morinos の家具3～(morinos 建築秘話 61)

■お弁当を食べてくつろげる「小さな豆型テーブル」と「節ありソファ」



あえて節のある材を使った広々した【ブナ】のソファ。子どもも大人もゴロンと寝転がれます。

morinos の設計がスタートしたとき、ナバさんからもらった設計要望に、「お気に入りのカフェと図書館とサロンが合わさったような空間」とありました。

ここは morinos の端っこ。ゆっくりくつろいで本を読んだり、お弁当を食べたりできるような「居場所」にしたいと考えました。

そこで、寝転がれる大きなソファを置いています。このソファは、板に木の節があります。節は、そこに枝があった証拠。それが「木の生えている姿」を連想させるデザインになっているのです。スタッフが疲れた時にお昼寝してもいいかも……。morinos はあたらしい働き方ができる場所です。

テーブルは小さく丸っこい豆型。お子さんが木のおもちゃで遊んだり、お弁当や水筒を置いたりしやすい高さです。カドがないので、見た目にも優しい印象で、精巧にできた曲線なので、触るととってもいい感じ。



曲線の触り心地がいい【ブナ】のテーブルです。

■森と人をつなぐ本や道具がある「無垢の可動本棚」と「展示できる道具棚」



本棚は全て可動式になっていて、何段か外せば大きなパネルを展示したりできます。森と人をつなげる名著や、設計原案に携わっていただいた特別招聘教授の隈研吾先生の本、スイス naef(ネフ)社

のカラフルな木のおもちゃなど、外から見ても「へー、おもしろそうなものが並んでる」と思えるようになっています。



外からみた morinos カフェスペース。何かワクワクしませんか？

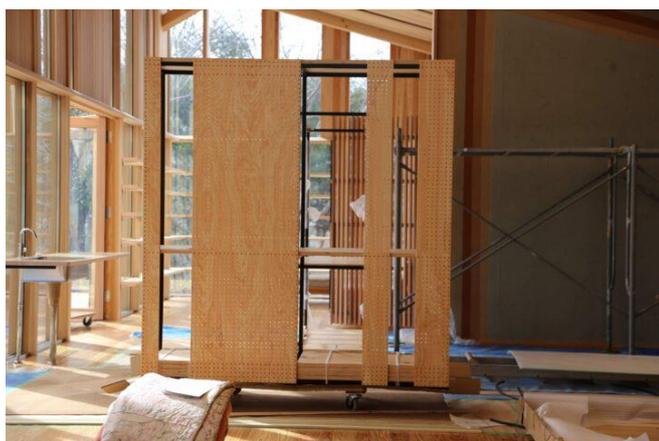
この「展示」という考え方は morinos 全体に巡っている設計指針です。

木のよさ、おもしろさ、身近さ、加工する技術を、あらゆる部分から感じとることができます。

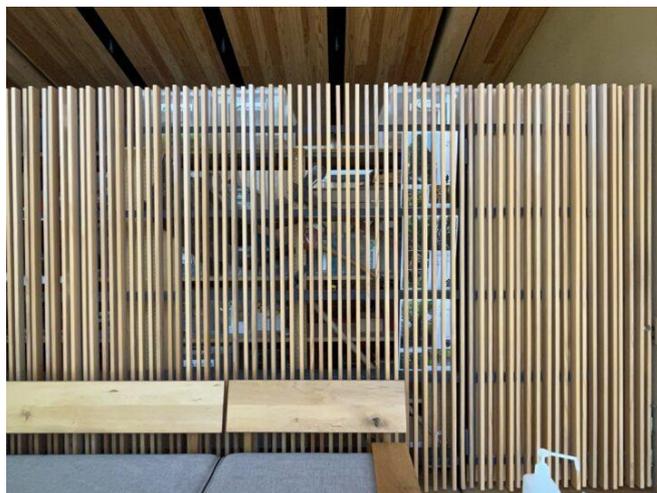
そして、それを主張しすぎず、さりげなくデザインしています。

「見せる収納」と呼ばれるランダム格子の奥にも、秘密が隠されています。

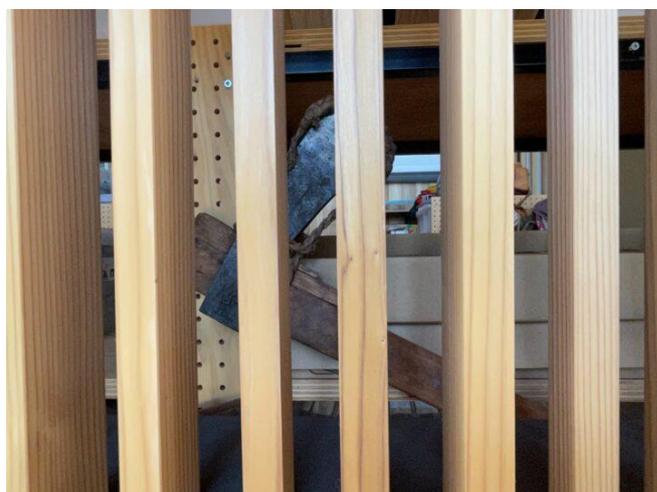
道具だなに有孔ボードが貼ってあり、格子の奥に道具をチラッと展示しているのです。



搬入中の有孔ボードつき道具棚



「あれは何に使うのかな……？」



チラッと斧が……



扉の裏にも展示してあります。

morinos は 2020 年 7 月に開館して 3 月末までに 73 もの楽しいプログラムを開催しており、その道具がここにしまっておりまして。

ぜひ格子の隙間から覗いてみてください。

■土の洞窟の「丸ノコなぐりベンチ」



【ウダイカンバ】なんと大工さんが「電動丸鋸」で表面を加工し、伝統的な名栗仕上げにしてくれました。玄人好みの逸品。

ストーブの脇の居場所は「丸ノコなぐりベンチ」が設置されています。
このベンチについては、以前の記事でしっかりレポートされていますが、
使い始めて半年経つと、ベンチの下に薪が置いてありました。
想定通りの使い方です。
ベンチの奥行きよりも長い薪だとストーブに入らないので、ベンチからはみ出ないようになっていれば、座った時も邪魔になりません。

いかがでしたでしょうか？
全3回に渡って家具を紹介しました。
どの家具も県産材で出来ていて、すべての形に理由があることがお分かりいただけたと思います。
morinosの家具がつくりだす「居場所」を体験しに来てくださいね。

木造建築教員:松井匠

2021年09月03日(金)

美濃市の暑い日常～夏の実測その3～(morinos 建築秘話 62)

morinos の建つ美濃市は全国でも1位、2位を争う暑い地域。今年も全国一の最高気温を記録しました。

気象庁のデータによると

2021年8月29日(日)は同じ岐阜県の大治見が全国1位で37.6℃、2位が美濃市で37.0℃です。

翌日の8月30日(月)は逆転して美濃市が1位で36.8℃、2位が大治見で36.5℃です。

外気温が体温より高くなると体から放熱ができず殺人的です。

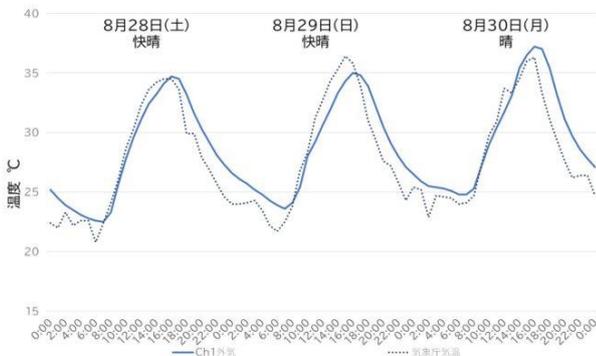
このように毎年のように暑い美濃市ですが、morinos はどのような状況でしょうか。

この暑かった2日を含み快晴が続いた8月28日(土)～30日(月)の3日間の実測データをご紹介します。

まずは外気温のデータを見てみます。

下記の実線が morinos 北の軒下の実測データ。点線が気象庁 美濃気象観測所の観測データです。

計測地が数百メートル異なりますが、ほぼ同じ傾向を示しており、3日目は37.2℃(実測値)まで上がっています。

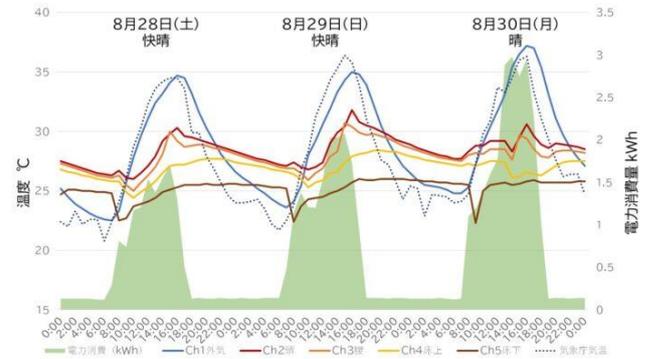


では、この時の室内はどのような環境でしょうか。

上の外気温のグラフに4カ所で計測した室温(折れ線)と電力消費量(緑の面)を重ねてみます。

一番下の茶色い線が床下、黄色が足元、オレンジが腰高、赤が頭の高さの室温です。

暑い日でしたのでエアコンで冷房を使用しています。使用状況は電力消費量を示す緑の面グラフで確認できます。



グラフを見ていくと、床下の室温が1段階低いことが確認できます。3日間平均で25.2℃、最高気温26.0℃です。

理由は4つほど考えられます。①冷たい冷気は比重が重いので床下に沈んでいます。②また床下空間は日射が直接届かず安定しており、③かつ建具の開け閉めでも影響が少ないためです。④さらに、エアコンが床付近に設置されていることも影響しています。

居住空間(黄色:足元、オレンジ:腰高、赤:頭の高さ)の3カ所はどうでしょうか。

運用状況のインタビューからコロナ対策もあり、エアコンをかけた状態でも窓開けを行っているとのこと。そのため外気が流入して、効率的に冷房ができていない状況を想像しながらデータを見てください。

当然、足元が一番涼しく、3日間平均で26.9℃、最高気温28.4℃と子どもたちの活動する高さは比較的良好です。

ですが、腰高は平均27.9℃、最高気温30.7℃(2日目15時)。

頭の高さは平均28.4℃、最高気温31.8℃(2日目16時)と、夕方に室温が上がり勝ちです。

夕方が室温のピークになっています。時間帯を考えると西日の影響が大きいことがわかります。

測定個所が西側の図書コーナーということもありますが、東や南に比べて屋根の出が短いことが悪さをしています。

計画時は、西側にある桜の木(下の航空写真)に着目し、図書コーナーから桜の木を近くに感じ、心地よい影を落としてくれることを期待していました。



南からの航空写真 morinos の西(左)側に桜の木が繁っている

実際、極端な日差しは感じられませんが、葉の隙間から日射が差し込みそれが室温の上昇を促しています。

もう一点、暑さに影響するものとして、南の砂利敷広場からの照返しです。

朝から昼、夕方にかけて徐々に日射が地面に反射して室内に入ってきています。それが夕方の西日でダメ押しをされています。

この外構部分は現在、緑化工事が進行中です。来年度にはさらに心地よい室内環境に仕上がっていることでしょう。

morinos はフリーアドレスの働き方なので、自由に席を移動して涼しい場所を見つけて活動します。

では、この暑い時期の電気代はどのくらいだったのでしょうか。

3日目夕方の最大電力消費量は1時間あたり最大3kWh程度です。アカデミーの電気代は概ね16円/kWh(基本料金含む実績値)ですので、 $3\text{kWh} \times 16\text{円/kWh}$ で、1時間で最大48円程度の電気代です。

この3日間(72時間)で55.18kWh(緑の面グラフ合計)でしたので、3日間の電気代は883円です。

1室空間なので全館を空調した場合の電気代として高いと感じるか安いと感じるかは人それぞれですが、健康のためにも暑すぎない空間を実現できる建物性能と設備性能を計画して運用しましょうね。

morinos の電力消費量についての実測分析はまたの機会に紹介します。

空調設備に関しては、下記のブログも参考にしてください。

・薪ストーブとエアコンの空調設備計画(morinos 建築秘話 29)

メインのエアコンは、床下に沈めたエアコン(下記写真)です。暖房は床下に吹き出しますが、冷房は上部から床上に吹き出すように設定しています。



表面温度に着目した夏の実測1、2のブログは下記からご覧いただけます。

・見えない熱を見る～夏の実測その1～(morinos 建築秘話 46)

・断熱で熱を遮る～夏の実測その2～(morinos 建築秘話 47)

准教授 辻充孝

2021年09月04日(土)

閉め切り冷房ナシの morinos の夏～夏の実測その

の4～(morinos 建築秘話 63)

今回は最も暑かった夏の実測データを紹介しましたが、閉め切った室内で冷房を使用していない時の素のままの morinos の性能はどの程度なのでしょう。

8月でスタッフも含めて morinos が完全休館日は3日間しかありません。morinos の皆さん、働きすぎで無人の良いデータがとれません(笑)

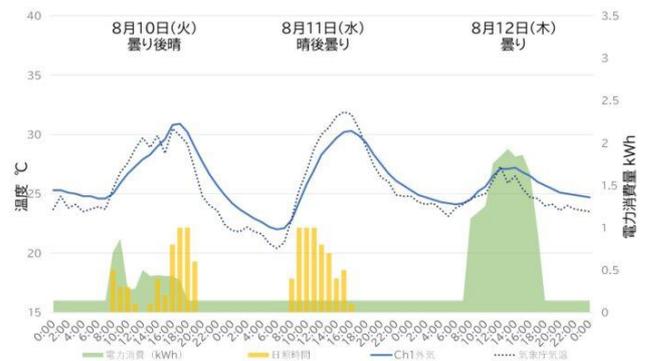
そのうち最も暑かった8月11日(水)を含む8月10日(火)から12日(木)の3日間を見てください。

まずは外気温と日照時間、電力消費量(エアコン稼働時間)です。

青い実線が morinos 北側での実測値、青い点線が美濃気象観測所の値です。概ね同じ傾向を示しています。黄色い棒グラフが日照時間を示しており、1時間毎のデータなので、右のメモリで1まで伸びているとその時間は晴れていたということになります。緑の面グラフが電力消費量(右目盛り)を示しています。

8月11日(水)の様子を見てみると、外気温は夕方30.3℃(実測値)、31.9℃(気象庁アメダス)と、ものすごく暑くはないけど夏らしい暑い日です。日照時間から午前中は晴、午後から少し雲が出て日照時間が少なくなっていますが、一日中太陽が出ていた感じでした。快晴時の西日の影響も見なかったのですが、少し雲があったようです。

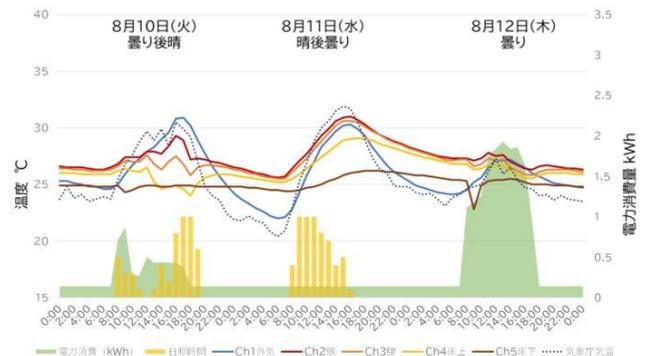
電力消費量を見ると、11日は常に1時間当たり0.14kWh(2.24円/h)と換気やセキュリティなどの最低限の機器だけ稼働しています。翌12日は2.00kWh弱(32円/h)まで増加していますので、エアコンを使用しています。前日の10日は、午後から晴れてきて、電力消費も多くないため、少人数でゆるく活動していた感じでしょうか。西日の影響はこちらで少し確認できそうです。



では、上のグラフに、4カ所で計測した室温を重ねてみます。(下図)

一番下から、茶色が床下、黄色が足元、オレンジが腰高、赤が頭の高さです。

床下は25℃程度で安定しています。12日にぐっと23℃近くまで下がっているのはエアコン稼働の影響でしょう。



11日(水)の室内の様子です。

明け方6時が最も涼しく、足元から頭の高さまで安定して涼しい環境です。

足元25.2℃、腰高25.5℃、頭25.6℃です。

そこに日射が入ってきて、室温が上昇していきます。

10時の時点で足元26.4℃、腰高27.3℃、頭27.7℃です。

12時には足元27.4℃、腰高28.8℃、頭29.3℃と、さすがに暑くなってきました。この時間までは快晴で南からの日照です。次年度からは南面の緑化計画によって地表面反射が抑えられてマシになっていくと考えられます。14時には足元28.4℃、腰高30.2℃、頭30.6℃です。2時間で1℃程度上昇中です。日照時間は半分くらいになってきましたが、このあたりから徐々に西日の影響が出てきます。

最も暑くなった16時には、足元29.0℃、腰高30.6℃、頭31.0℃まで上がりました。

ここから室温が下がっていき翌朝は27℃程度に落ち着きます。

断熱が強化されているため外気が暑くなくても明け方の涼しい空気は逃げにくいですが、ガラス面から日射が入ってくるため、さすがに閉め切っていると30℃を超え

ます。ですが外気温と同程度かそれ以下で、温室のような暑さにはなっていません。

morinos はなかなかの日射遮蔽ができていないのではな
いかと考えます。

もし断熱が弱いと、屋根から熱が入ってきたり、日射遮蔽
が不十分だと温室のように 50℃を超えることがあります。
古民家の調査に行くと、無断熱の2階は大変な暑い状
況をよく体験します。

morinos の屋根も外部表面温度が 80℃を超えますが、
断熱によって室内に熱が入ってこないのです。
この状況は下記のブログを参照してください。

- ・見えない熱を見る～夏の実測その1～(morinos 建築秘話 46)
- ・断熱で熱を遮る～夏の実測その2～(morinos 建築秘話 47)

西日の影響を見るために前日 10 日(火)の夕方も見てみ
ます。

10 日(火)は昼から晴れてきて、ゆるーく冷房を使用し
ており 1 時間あたり 0.4kWh 程度(6.4 円/h)で、17 時
には冷房を停止しています。

この日は 14 時頃から晴れてきて、室温の上昇がみられ
ます。

14 時には足元 24.6℃、腰高 26.3℃、頭 27.7℃で
すが、

16 時には足元 24.9℃、腰高 27.5℃、頭 29.3℃で最
高室温を記録します。そこまでの暑さではないです。

これ以降は徐々に室温が下がってきます。

morinos は山間部ですが、西に向かって下がっている
地形のため、日没時間が早いことは無く、この時期の日没
は 18:50 頃。桜の木による日射遮蔽とエアコンの緩い運
転が効いているのでしょう。

また、日射が出ても急激な温度上昇がみられないことか
ら、室内仕上げで蓄冷されており、多少の熱では急激な室
温上昇につながっていないことが考えられます。

准教授 辻充孝

2021 年 09 月 09 日(木)

蒸し暑さを絶対湿度で見る～夏の実測その5～

(morinos 建築秘話 64)

建築秘話 62(最も暑い日)と建築秘話 63(無人状態)は
室温に着目して夏の実測データを見てきましたが、日本
の夏は湿気も体感に大きく影響します。

今回は湿度に着目して分析してみます。

下記のグラフが、最も暑かった3日間の 2021 年 8 月
28 日(土)～8 月 30 日(月)の湿度の変化です。
この期間の温度変化については、下記ブログをご覧ください。

・美濃市の暑い日常～夏の実測その3～(morinos 建築
秘話 62)

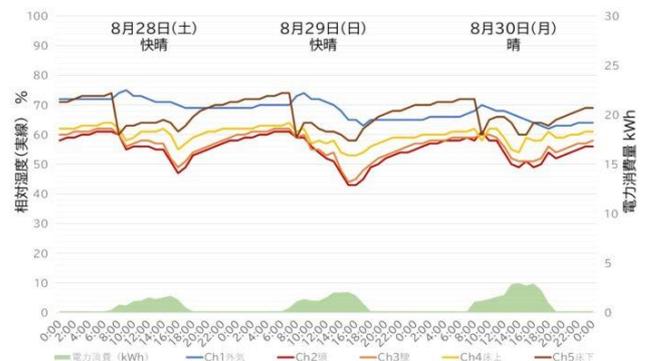
※運用状況のインタビューからコロナ対策もあり、エア
コンをかけた状態でも窓開けを行っているとのこと。
そのため外気が流入して、効率的に冷房ができていない
状況を想像しながらデータを見てください。

青が外気湿度(平均 68%)、茶色が床下(平均 67%)、黄
色が足元(平均 59%)、オレンジが腰高(平均 56%)、赤
が頭の高さ(平均 55%)の湿度です。緑の面グラフが電
力消費量で、エアコンの稼働時間が想定できます。

一般的に、カビやダニ、ウイルス等の観点からも 40～
60%が適湿と言われています。室内は概ねこの範囲に入
っています。

エアコンの稼働時に湿度が一気に下がっていることが確
認できます。

室内の高さ別にみると、足元から頭の高さに上がるにつ
れて湿度が下がっているのがわかります。



「相対湿度」と「絶対湿度」

この温湿度計でよく見る湿度●%は、正確には「相対湿
度」と呼ばれています。

これは、空気の持てる最大の水蒸気(水)の量は気温によって変化するため、その気温の最大含める水蒸気量に対してどのくらいの割合を含んでいるかを示しています。

気温が高いとたくさん水蒸気を含めるため、同じ水蒸気量であれば室温の高い頭の高さの方が相対湿度が下がるわけです。

この「相対湿度」に対して、具体的な量を示す値に「絶対湿度」があります。さらにややこしいことに、「絶対湿度」には2種類の表示があります。

1つ目は、空気1m³に対して0gの水蒸気を含んでいるかを示す「容積絶対湿度」。単位はg/m³です。
2つ目は、乾燥空気1kgに対して0gの水蒸気を含んでいるかを示す「重量絶対湿度」。単位はg/kg(DA)です。DAは乾燥空気(Dry Air)を示します。高校物理でよく見るのはこちらです。

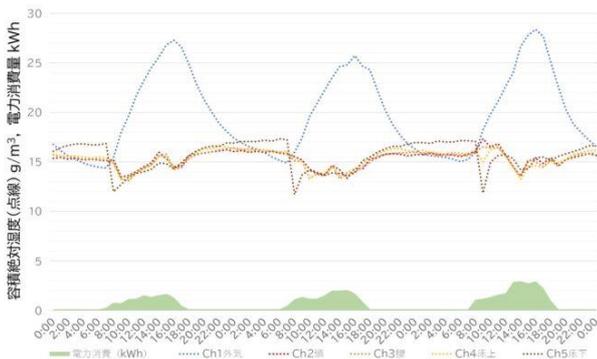
気温によって、空気の重さが変わりますが、20℃の空気1m³で約1.2kg程度です。そのため、「容積絶対湿度」と「重量絶対湿度」には2割ほどの違いが生じます。どちらの絶対湿度の単位で表現されているか注意が必要です。

空気1kgと言われてもイメージしにくいと思いますので、このブログでは1m³の空気に含まれる水蒸気量を示す「容積絶対湿度」で表現します。1m³の空気もイメージが難しいですが…。

※例えば20℃の空気には1m³あたり最大17.3g含めますので、20℃100%は17.3gの水蒸気があり、50%では半分の8.65gの水蒸気が存在していることになります。
30℃100%では約30g/m³、10℃100%では9.4g/m³と、同じ100%の相対湿度でも気温が高くなると、多くの水蒸気を含めると覚えてください。

暑い日の分析

では、上の相対湿度の図を容積絶対湿度に置き換えてみましょう。(下図)



相対湿度と違って、室内は15g/m³前後でほとんど同じような水蒸気量になっています。冷房時に絶対湿度が下がっていますので除湿が効いています。

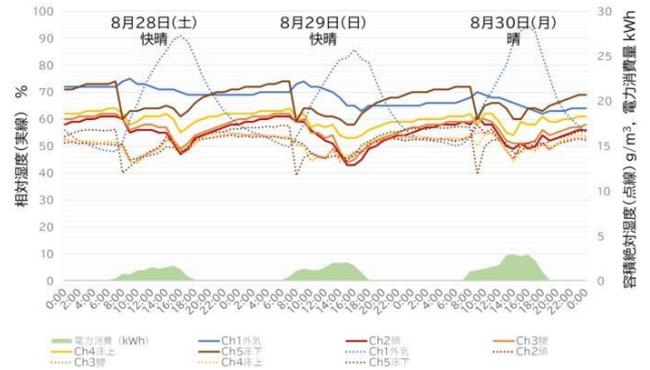
一方外気は、相対湿度は70%程度で推移していましたが、絶対湿度で見ると14~28g/m³と、一日の中で大きな変動があります。

水蒸気は、拡散しやすく閉め切った室内ではほとんど同じような絶対湿度(水蒸気量)になると言われますがその通りの結果になっています。

つまり、窓開け通風を行うと、日中外気の28g/m³が一気に室内に入ってきて、絶対湿度が一気に上がり(相対湿度も同時に上がります)、蒸しとした感じになってしまいますので、通風のタイミングが注意が必要です。

絶対湿度の基準はありませんが、15g/m³を超えると水蒸気の持っている熱によって蒸し暑さを感じやすい状況になります。

相対湿度と容積絶対湿度を重ねたグラフで見てみます。(下図)実線が相対湿度(左目盛り)、点線が容積絶対湿度(右目盛り)です。



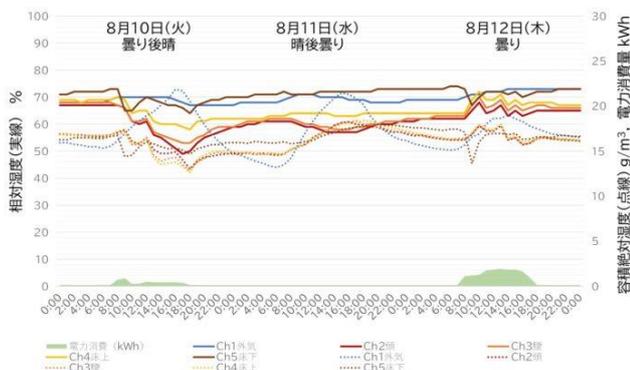
外気の絶対湿度の変動の大きさが目立ちます。外気の明け方は14g/m³と水蒸気量も少なく比較的過ごしやすいですが、日中は28g/m³以上の水蒸気量がありかなり蒸しとした感覚になっていたはずですが。

室内は、15g/m³程度で安定しており可能ならもう少し絶対湿度を下げたいところですが、特に暑かった3日間ですので、程よい空調運転がなされていると考えられます。

無冷房時の分析

下記のグラフが、冷房を使用していない時期の2021年8月10日(火)~8月12日(木)の相対湿度(実線)と容積絶対湿度(点線)の変化です。(11日が無人時)この期間の温度変化については、下記ブログをご覧ください。

・閉め切り冷房ナシのmorinosの夏~夏の実測その4~(morinos 建築秘話 63)



11日が冷房もなく無人時の湿度変化なので、11日だけの数値を見てみます。

外気: 相対湿度 67～71%、絶対湿度 13.2～21.5g/m³(日較差 8.3 g/m³)
 床下: 相対湿度 70～73%、絶対湿度 15.8～18.0g/m³(日較差 2.2 g/m³)
 足元: 相対湿度 62～64%、絶対湿度 14.6～18.4g/m³(日較差 3.8 g/m³)
 腰高: 相対湿度 58～62%、絶対湿度 14.6～18.4g/m³(日較差 3.8 g/m³)
 頭高: 相対湿度 57～61%、絶対湿度 14.5～18.3g/m³(日較差 3.8 g/m³)

冷房を使用していないため、相対湿度変化は内外通して緩やかです。

ただ絶対湿度(点線)の外部はやはり大きく変化しています。室内の変動は緩やかです。

冷房をしていないため、室内も夕方にかけて18g/m³を超えており、蒸し暑さを感じる状況でしょう。

次回は、温度と湿度の両方から心地よい室内環境になっていたかを分析してみます。

准教授 辻充孝

2021年09月11日(土)

気温と湿度の快適性評価 PMV 分布～夏と冬の温

熱実測～(morinos 建築秘話 65)

morinos では、これまで夏と冬の温度と湿度の分析をそれぞれに行ってきました。

・見えない熱を見る～夏の実測その1～(morinos 建築秘話 46)

・断熱で熱を遮る～夏の実測その2～(morinos 建築秘話 47)

・美濃市の暑い日常～夏の実測その3～(morinos 建築秘話 62)

・閉め切り冷房ナシの morinos の夏～夏の実測その4～(morinos 建築秘話 63)

・蒸し暑さを絶対湿度で見る～夏の実測その5～(morinos 建築秘話 64)

・冬の日常?～冬の実測その1～(morinos 建築秘話 49)

・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)

・人がいないときの室温は?非日常の morinos～冬の実測その3～(morinos 建築秘話 55)

ですが夏期は、気温が適温でも湿度が高ければ何か蒸し暑く心地よくないことは経験されている方も多いのではないのでしょうか。

一方、冬期は、暖房すると乾燥すぎて肌がかさついたり、インフルエンザウイルスの流行と関係がありそうと聞かれた方もいるでしょう。

つまり、室温だけでは心地よさが適切に評価できません。今回は、気温と湿度の関係から心地よさの分析を行ってみましょう。

快適性に関しては過去たくさんの研究者の方が評価を試みられています。

代表的なものを上げてみると、

- ・オルゲーの生気候図
 - ・不快指数
 - ・エクセルギー指標
 - ・PMV 指標
- があります。

■快適性評価 PMV

今回はこの中から PMV 指標を取り上げて分析してみたいと思います。

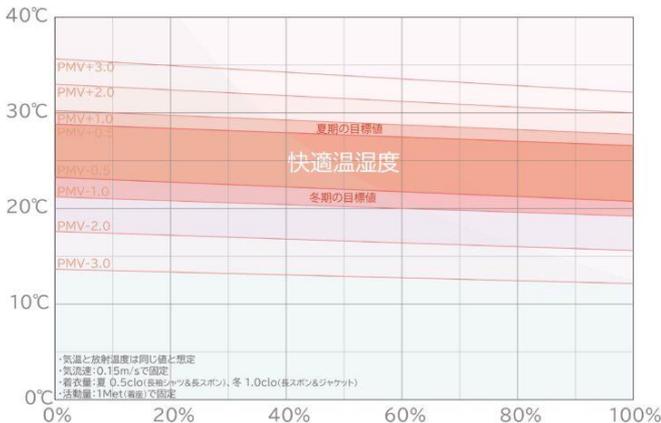
PMV(Predicted Mean Vote)とは、“平均予想温冷感申告”と訳され、人がどれくらい快適かを表す指標で、温度、湿度、放射温度、気流速、着衣量、活動量の6つの要素から算出されます。1994年に国際規格(ISO7730)になって、世界各国で活用されている信頼できる指標です。

とは言っても、温度以外にも着衣量や活動量などの6つの要素が複雑に絡み合うため、一目でどのくらいの快適性なのか判断しにくい部分があります。

そこで、不確定要素をある程度固定して計算した値を事前に用意して温度と湿度がどの範囲に入ると心地よいか見てみます。

PMVの固定条件

- ・気温と放射温度は同じ値と想定
- ・気流速:0.15m/s(室内を想定)で固定
- ・着衣量:夏0.5clo(長袖シャツ&長スボン)、冬1.0clo(長スボン&ジャケット)
- ・活動量:1Met(着座)で固定



PMVは数値(下表)で表され0(ゼロ)が最も良い状況で中立 Neutralと言われています。それでもすべての人が満足するわけではなく、5%の人は不満足と感じる想定です。

±0.5の範囲は、ほんの少し暖かかったり、涼しかったり、変化を楽しめる範囲として「心地よい」と私がつけた表現、それ以外の表現はISO7730で規定されています。

上図の濃い範囲PMV-0.5~0.5が心地よい範囲で、この中に温湿度が入っていれば9割の方は心地よく感じます。

上下±1の範囲に入ると、25%の方(4人に1人)が不快に感じはじめ、±2の範囲では75%の方が不快に感じています。

設定で固定している着衣や活動量、通風によっては違った感じ方になることは注意が必要です。

PMV	温冷感	PPD(不満足率)
+3	暑い Hot	99%
+2	暖かい Warm	75%
+1	やや暖かい Slightly warm	25%
+0.5	心地よい	10%
0	中立 Neutral	5%
-0.5	心地よい	10%
-1	やや涼しい Slightly cool	25%
-2	涼しい Cool	75%
-3	寒い Cold	99%

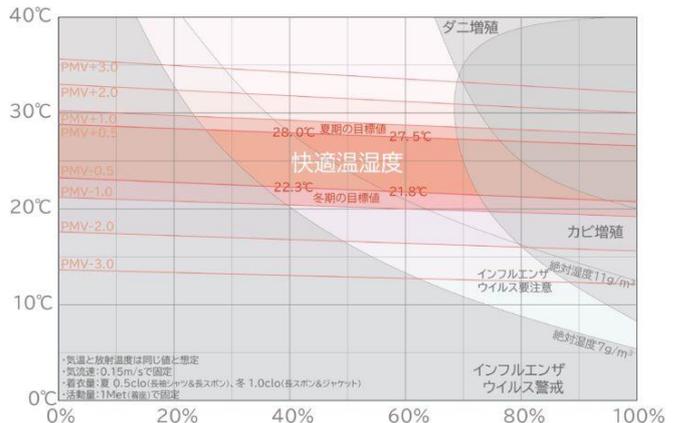
さらにもう少し適切な温湿度域を絞ってみます。

高温、高湿になるとカビやダニが活発に活動します。また、低温低湿ではインフルエンザウイルスの流行のリスクが伴います。

この範囲(目安)をプロットして追記したのが下記の快適温湿度範囲になります。

割と狭くなってしまいました。

ここに実測データをプロットしてみます。夏に2期間、冬に3期間の計5つの分析を示します。



※参考:天井扇(中ノッチ程度の0.3m/s)などで、常に気流感がある場合は、+0.6°C程度、扇風機や通風(1m/s)がある場合は、+1.5°C程度の範囲まで広がります。また、0.5clo(半袖シャツ&半袖スボンおよびTシャツ&ショートパンツ)の服装の場合、それぞれの気流速の快適性範囲が、+1°C程度の範囲まで広がります。

■夏の実測データ

①活動中(冷房アリ)の特に暑い夏の温湿度変化 2021年8月28日(土)~30日(月)
特に暑かった3日間を抜き出し、冷房をつけつつ活動している状況のプロットです。

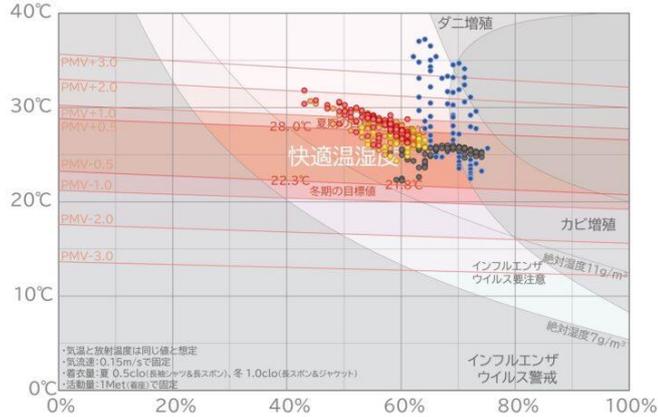
※運用状況のインタビューからコロナ対策もアリ、エアコンをかけた状態でも窓開けを行っているとのこと。そのため外気が流入して、効率的に冷房ができていない状況を想像しながらデータを見てください。

気温と湿度の分析は下記の建築秘話をご覧ください。

・美濃市の暑い日常～夏の実測その3～(morinos 建築秘話 62)

・蒸し暑さを絶対湿度で見る～夏の実測その5～(morinos 建築秘話 64)

青い点が外気温、グレーが床下、黄色が床上、オレンジが腰高、赤が頭の高さを示しています。



外気温(青)を見てみると、60%以上の高湿な位置にあり、しかもかなりの高温(右上の方向)になっている時間帯があります。ここまできると PMV も3を優に超えておりまぼすべての人が「暑い」となります。

明け方は多少高湿ですが、快適湿度域にあり、外気のポテンシャルがうかがえます。

一方、室内(黄色、オレンジ、赤)は、比較的、快適湿度域内にとどまっています。

一時期、頭の高さや腰高で、PMV が 1 を超えており、暖かいから暑い状況です。平面的な温度の分布は計測していませんが、場所を移動することで、その人の心地よい空間を見つけられるかもしれません。

床下(グレー)は、快適範囲内にある状況を維持できており、外部の影響を受けにくいことがわかります。

エアコンの能力は、ゆとりがありますので、運用側でコントロールできますし、比較的良い室内環境を維持できていることが確認できます。

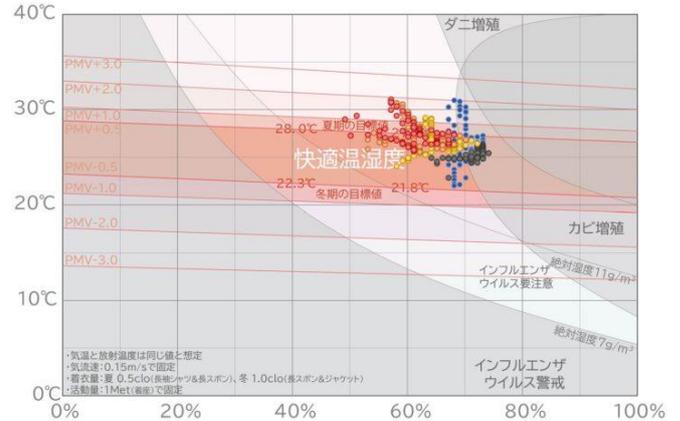
②締め切りで冷房なしの暑い夏の温湿度変化 2021年8月10日(火)～12日(木)
無人で冷房なしの自然室温状態の暑かった3日間を抜き出したプロットです。

気温と湿度の分析は下記の建築秘話をご覧ください。
・閉め切り冷房なしの morinos の夏～夏の実測その4～(morinos 建築秘話 63)

・蒸し暑さを絶対湿度で見る～夏の実測その5～

(morinos 建築秘話 64)

青い点が外気温、グレーが床下、黄色が床上、オレンジが腰高、赤が頭の高さを示しています。



外気温(青)を見てみると、①の暑い日に比べると、かなり穏やかな夏の暑い日です。PMV が 2 近くなる時間帯もあり、日中は7割以上の方は不快を感じます。やはり、明け方から午前中、夜間、快適湿度域にあり、外気のポテンシャルがうかがえ通風や外気冷房のポテンシャルが感じられます。

無人で閉め切って冷房を使用していない室内(黄色、オレンジ、赤)はどうでしょうか。

さすがに頭の高さで PMV が 0.5 を超え時間帯が結構あり、外気と同程度の PMV が 2 近い時間帯も見られます。半数以上の方が不快を感じそうです。

外壁がガラス張りの morinos ですが、大屋根の効果もあり、そこまでの温室状態にはなっていないことが確認されました。

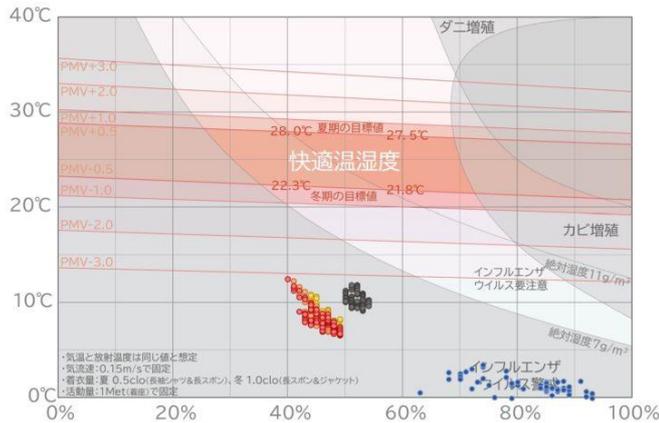
足元(黄色)は比較的快適湿度域にあります。これは、外気や室内上部の影響を受けにくい床下(グレー)の冷気だまりが影響していると考えられます。

■冬の実測データ

③人の活動が無く日射がない寒い日の温湿度変化
2021年1月1日(金)～3日(日)
無人で暖房なしの自然室温状態の特に寒く日射もなかった3日間を抜き出したプロットです。

気温の分析は下記の建築秘話をご覧ください。
・人がいないときの室温は？非日常の morinos～冬の実測その3～(morinos 建築秘話 55)

青い点が外気温、グレーが床下、黄色が床上、オレンジが腰高、赤が頭の高さを示しています。



さすがに室内、室外すべてが PMV-3(ほぼすべての人が寒さによる不快感を感じる)を下回る寒さです。

よく見てみると、3つのグループに分類されています。

特に外気(青)は、0°C近くまで下がっており、ばらつきが大きいです。時間帯によって湿度のバラつきがあります。

一方室内(黄色、オレンジ、赤、グレー)はある程度まとまっており、特に床下(グレー)は3日間通してほとんど温湿度が変化していないことがわかります。

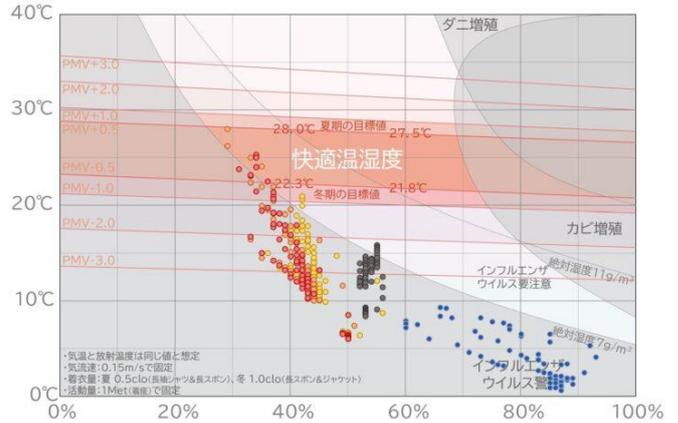
足元(黄色)、腰高(オレンジ)、頭高(赤)の3か所とも、ほぼ同じような温湿度を形成しており、低温ですが、上下温度差がほとんどありません。これは、日射や暖房といった熱供給がほとんどないため、空気の流動が起こりにくいためと考えられます。

④人の活動が無く平年並みの温湿度変化 2021年1月5日(火)~6日(水)
無人で暖房ナシの自然室温状態の平均的な寒さの2日間を抜き出したプロットです。

気温の分析は下記の建築秘話をご覧ください。下記ブログでは3日間の分析ですが、初日は暖房があるため、後半の2日間を抜き出しています。

・人がいないときの室温は？非日常の morinos~冬の実測その3~(morinos 建築秘話 55)

青い点が外気温、グレーが床下、黄色が床上、オレンジが腰高、赤が頭の高さを示しています。



外気(青)を見ると④の特に寒い時期に比べると、日射の影響もあり、多少高温域でばらついていることがわかります。それでも、日射がある日中を含めても全てが PMV-3 以下の寒さの状況です。ちょうど絶対湿度が 7g/m³ 以下のラインに沿って分布しています。

一方室内(黄色、オレンジ、赤、グレー)は、同じ無人で無暖房ですが、③に比べてバラつきが大きくなっています。これなガラス面からの日射熱が入ることで、日中と夜間の温度差がついたことと、内部の空気が対流を始めたためと考えられます。

とはいえ、快適温湿度域にはほとんどの時間帯が届いておらず、日射だけでは、快適な室内環境には至らない状況です。

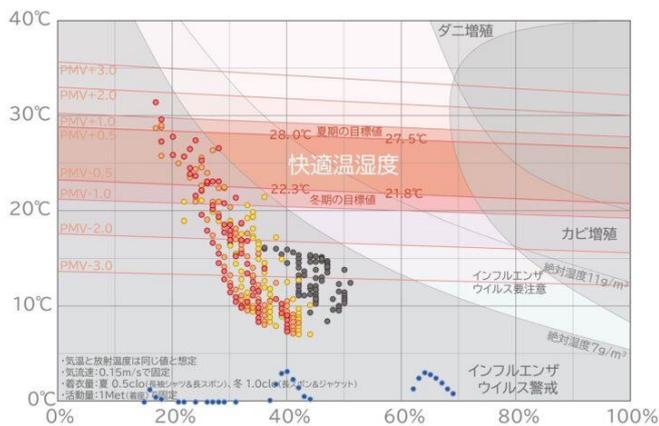
床下(グレー)には、日射熱が直接入ることはありませんが、室内の影響で、③に比べても変動が大きい状況です。

⑤活動中の冬の日常の温湿度変化 2021年1月8日(金)~10日(日)
暖房も併用している特に寒い日(半分以上が氷点下)の冬の3日間のプロットです。

気温の分析は下記の建築秘話をご覧ください。

・冬の日常?~冬の実測その1~(morinos 建築秘話 49)

青い点が外気温、グレーが床下、黄色が床上、オレンジが腰高、赤が頭の高さを示しています。



外気を見ると、半分以上は氷点下の寒い日なので、この範囲からはみ出ており表示されていません。日中、晴れていても5℃には届かない特に寒かった3日間です。

室内(黄色、オレンジ、赤、グレー)を見渡すと、無人で無暖房だった④と同じような傾向がみられます。

これは、冬の温度分析でも触れた通り、夕方から朝までの半日以上無暖房の状況で、室温が下がってしまうためです。

日中は日射の影響もあり、30℃を超える時間帯もありますが、その分、日較差が大きくなっています。

また、快適温湿度域に照らし合わせると、全体的に低湿寄りになっているのが見て取れます。

今年度の冬には、夜間の薪ストーブ運用と、薪ストーブ上のポットによる加湿なども試してみて、状況を考えていきたいです。

准教授 辻充孝

2021年10月08日(金)

エネルギー消費量の実測(morinos 建築秘話 66)

morinosの電力消費量を1年間にわたり実測してきましたので、今回はエネルギー消費量の実績値を概観していきます。

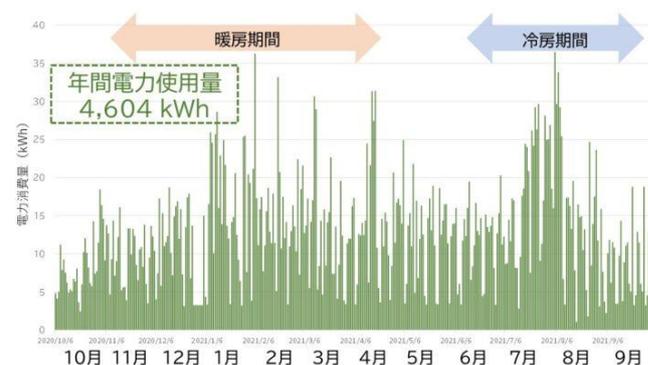
morinosで使用しているエネルギーは電気(+薪)。ガスや灯油は使用していません。電気を使用している用途は、空調(暖房、冷房)、照明、換気、OA機器等の家電です。

冬期に薪ストーブも併用していますが、今回は薪の使用量は考えないことにします。

電力消費量の実績値

では一年間の電力消費量を見てみます。

測定期間は、2020年10月6日~2021年10月5日までの365日、1年間分365日の1日毎の実績値です。



1年間の電力使用量は4,604.25 kWhでした。

年間4,604 kWhと聞いてもなかなかピンとこないと思いますが、皆さんの家に届く毎月の電気明細に使用量がkWhで記載されています。先月分は何kWhだったでしょうか。

私が環境家計簿として総務省のデータから整理した一般家庭の電力消費を見ると、美濃市(5地域)の4人家族でガス併用住宅の電気のみで、年間5,678 kWh程度(オール電化住宅では年間7,383 kWh)ですので、一般家庭の電気より2割ほど少ない程度の電力消費量(オール電化からは4割弱少ない)になります。

環境家計簿については、教員研究成果として動画と資料を公開していますので参考にしてください。

では、電力消費量を概観していきます。上図の365本の棒グラフを眺めてみると伸びたり縮んだり日によってバラついているのがわかります。

暑さが厳しく冷房を掛けたり、夜間に遅くまで打ち合わせをして照明をつかったり、休館日でほとんど電気を使わなかったりと、活動の履歴が見れて面白いです。傾向を見ると、暖房期間や冷房期間での電力消費量が伸びているのが確認できます。

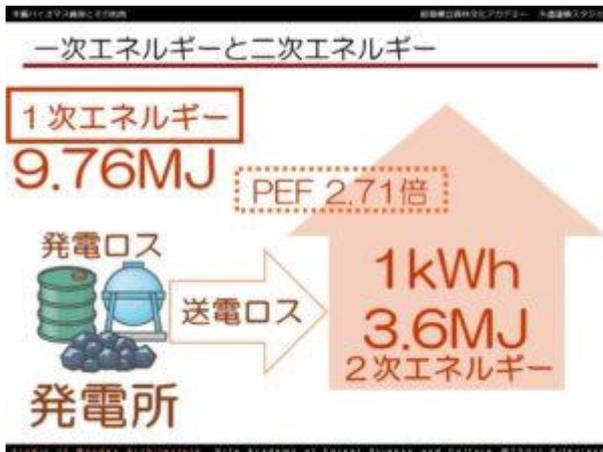
1次エネルギー消費量の実績値
次にエネルギー消費量として見ていきます。

morinos で消費される電気(2次エネルギーと呼びます)は、遠く沿岸の火力発電所で発電された電気です。発電所での発電ロスや送電ロスで、発電所に投入されたエネルギー(1次エネルギーと呼びます)の4割弱しか morinos で電気をつかえていない状況です。

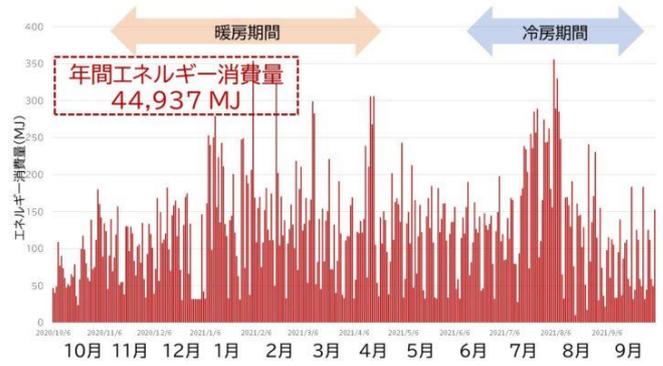
この発電所に投入されるエネルギーのことを1次エネルギーと呼んで、省エネを考える時には世界的にもこの1次エネルギーで考えることが基本です。

では、morinos の電力消費量を1次エネルギーに換算してみます。

建築物省エネルギー法で、換算係数が決められており、9.76 MJ/kWh です。つまり 1kWh(=3.6MJ のこと)の電気を morinos で使用すると 9.76 MJ(メガジュール)のエネルギーを発電所に投入しないとイケないことを示しています。



計算は簡単で、使用した電気を 9.76 倍するだけで1次エネルギー(MJ)に換算できます。

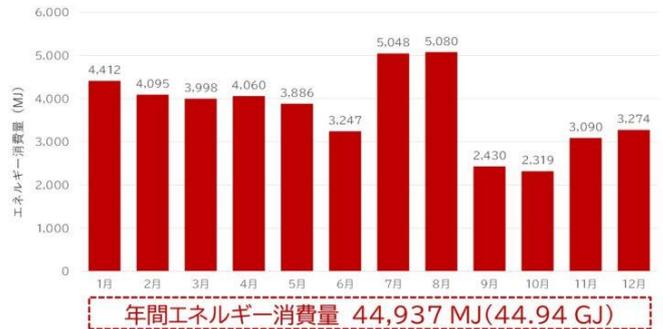


グラフの増減のイメージは変化してませんが、単位が1次エネルギーの MJ に変化しています。

月別エネルギー消費量
365 日のエネルギーの増減を見ても、なかなか消費量のイメージがつかえません。

ひと月ごとに集計してみます。これであれば、皆さんの家庭の電力とも比較できるようになります。

夏のエネルギーの増加が顕著に表れています。日本でもトップクラスの暑さの美濃市ですので、しかたないところでしょうか。



冬期のエネルギーは多いの？少ないの？

上の morinos の月別エネルギー消費量(赤)に美濃市(5地域)の4人家族のデータを重ねてみます。(morinos が赤、4人家族の電気をオレンジ、ガスや灯油はグレーで表示)

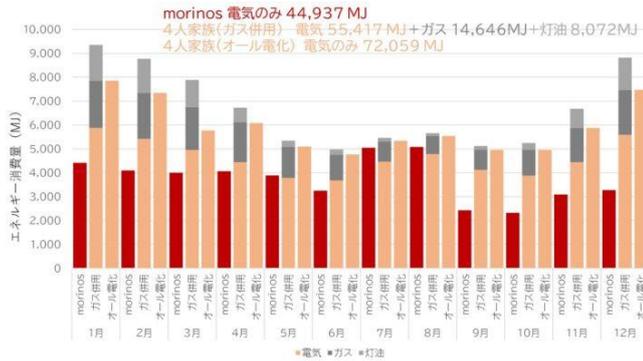
先にも書きましたが全体としては2割から4割程度少ないエネルギー消費量です。

当然、住宅と施設という用途の違いが大きいため、比較の対象にはなりません。同程度の床面積(120 m²程度)としてエネルギー消費量のイメージはできるでしょうか。

住宅と非住宅の面積当たりの目安は

・エネルギー消費量予測 67%削減(morinos 建築秘話 17)

でも書いていますが、一般的に非住宅の方が大きくなりますので、良好な結果と言えるでしょう。



見比べると、夏期はやはり morinos のエネルギーが多く、冬期や中間期は少ない傾向にあります。暑い美濃市で morinos の大きな室内を冷房しているわけですから夏期のエネルギーが増えるのも分かります。冬期は大きなガラス面からの日射熱取得が大きいのと、曇っていても薪ストーブを使用していることから電気のエネルギーが減っているのでしょう。

次回は、設計段階での評価との比較や、暖房や冷房にどの程度使用しているのかを詳細に分析していきます。

准教授 辻充孝

2021年10月09日(土)

エネルギー 73%削減 morinos の実績 (morinos 建築秘話 67)

今回は morinos のエネルギー消費量を概観しました。

今回は、設計値と比較しながら詳細に見ていきます。設計段階でのエネルギー消費量予測は、46.10 GJ です。一般的な同種別、同規模の建物に比べて 67%削減予想です。なんと1年半前に建築秘話で書いてます。

・エネルギー消費量予測 67%削減(morinos 建築秘話 17)

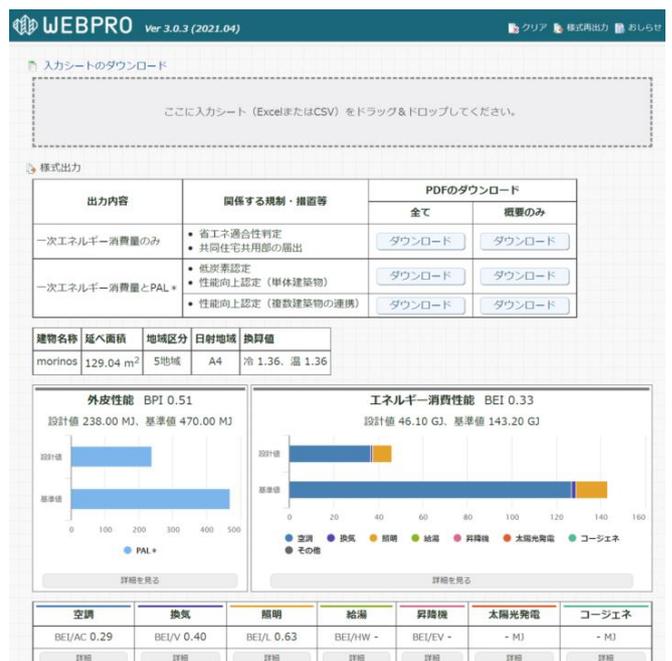
さて、morinos の実績値はというと、前回の建築秘話で紹介した 44,937 MJ です。つまり、44.94 GJ のことです。

おお！！、ほとんど同じ！すごいね！というのは早計です。

薪ストーブも併用しているのに一緒？とか、OA 機器やセキュリティは設計段階で考慮していたの？とか、もう少し詳細に分析する必要があります。

設計段階でのエネルギー消費量の予測

現在は、建築研究所のエネルギー消費性能計算プログラムのバージョンが上がって Ver.3.0.3(2021.9 月現在)です。当時入力したデータがあるので、再計算すると前回と同じ値になりました。大きな計算エンジンは変化が無いようです。



詳細な計算データを見ていくと、

1次エネルギーの設計値は 46.10 GJ(基準エネルギー: 143.20 GJ)
その内訳は

暖房の設計エネルギー:22.25 GJ
冷房の設計エネルギー:14.15 GJ(暖冷房の空調基準エネルギー:126.97 GJ)
換気の設計エネルギー:0.78 GJ(基準エネルギー:1.97 GJ)
照明の設計エネルギー:8.89 GJ(基準エネルギー: 14.26 GJ)
です。(四捨五入の関係で合計値と少し誤差があります。)

ここには、その他エネルギーとして考える OA 機器等が含まれておりません。

参考値として「平成 25 年省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説 I 非住宅建築物(IBE)」によると、学校(5000 m²程度)のその他エネルギーは 217.6 MJ/m²・年程度です。
morinos の床面積 120.04 m²を乗じると、26,121 MJ が年間のエネルギー消費量です。

その他エネルギーの目安:26.12 GJ となります。

ここまでの morinos の実績値、設計値、標準値をグラフ化しておきましょう。



その他(OA 機器等)の用途を含めないと 67%削減見込みでしたが、その他用途を含めると 57%の削減見込みです。

morinos のエネルギー消費量は 44.94 GJ なので、予測よりさらに 37%エネルギー削減がなされており、一般的な同種別、同規模の建物に比べて 73%削減となりました。

昨年度はコロナ渦の影響もあり、不規則な活動も多かったと考えられますが、建物性能を踏まえた計算予測よりさらに削減されていたことは、薪ストーブの活用や、窓の

開け閉め、こまめな照明のオンオフなど、運営スタッフのこまめな行動がもたらした結果だと思えます。

次年度以降も継続的に計測していく予定です。

准教授 辻充孝

2021年10月11日(月)

morinos エネルギーの用途分解(morinos 建築

秘話 68)

前回、前々回とエネルギーを概観し、エネルギー消費量の削減実績を見てきました。

- ・エネルギー消費量の実測(morinos 建築秘話 66)
- ・エネルギー73%削減 morinos の実績(morinos 建築秘話 67)

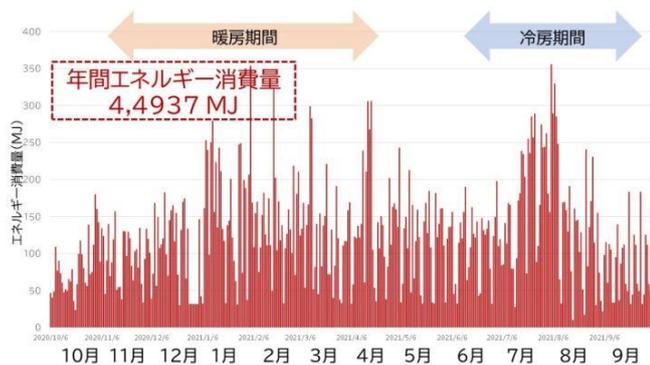
1年間のエネルギー消費量が電気を使用して 44.94 GJ ということはわかっていますが、暖房にどのくらい、冷房にどのくらいといった内訳がわかりません。

今回はエネルギーの用途毎の内訳を季節や時間の変動から推計していきます。
この作業を用途分解と呼びます。

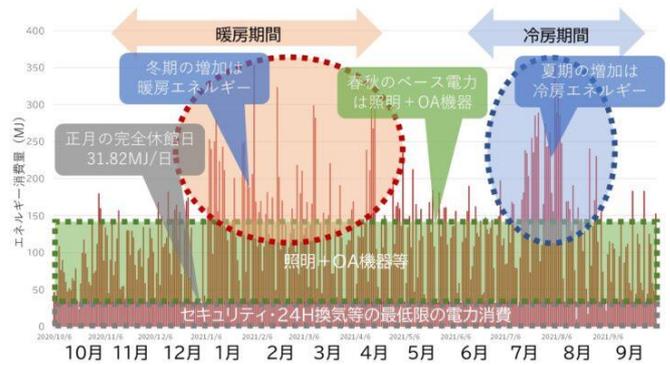
エネルギー消費の季節ごとの変化分析
再び 365 日の1日ごとの変化を見えます。(下記)
いろいろな気づきがありますよね。

夏や冬に電力が増えており冷房や暖房エネルギーが発生しているとか、1月前半(正月)は、誰も使用していない無人の状態のため、電力消費は少ないながらも一定に発生しているとか…

これらのヒントからエネルギーを用途毎に分解します。



日ごとの変化を見ながら、私の方で確認ポイントを書き込んだ図を下図に示します。



換気エネルギー、セキュリティのエネルギー

まず着目するのは、誰も使用していないはずの正月に発生している少ない電力消費です。(グレーの吹き出し)
建物を使用していないはずなのに電力消費があるということは、365 日常に稼働している設備があるということです。具体的には、換気装置とセキュリティ設備です。
つまり年間通して毎日 31.82 MJ のエネルギーを消費しています。

照明エネルギー、その他エネルギー

次に、換気と同じく、年間通して使用するのが照明や OA 機器などのその他エネルギーです。(緑の吹き出し)
暖房や冷房を使用していない月を参考にどのくらい使用しているか推計します。

暖房エネルギー、冷房エネルギー

最後に、冬期の暖房と夏期の冷房です。(青い吹き出し)
冬と夏に突出しているエネルギーが暖房と冷房のエネルギーとして使われているわけです。

どのように推計していったかは最後に書いた morinos マニアックを参照してください。

morinos の用途別エネルギー

用途分解を行った結果、morinos の用途毎のエネルギー消費量の推計ができました。

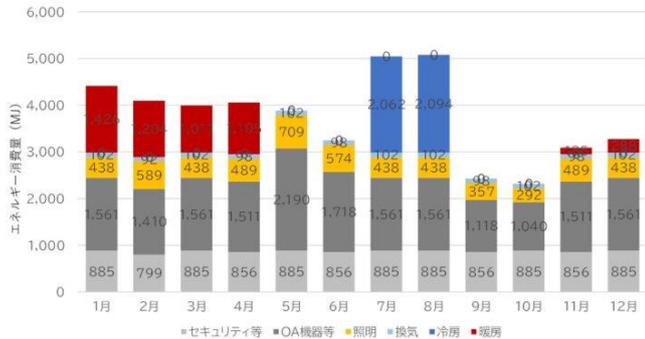
まずは、月ごとの変化を確認します。

セキュリティ(薄グレー)と OA 機器等(濃いグレー)が比較的大きな割合を占めています。
これらは、活動を安全に円滑にするために必要なエネルギーですので、仕方がないところです。

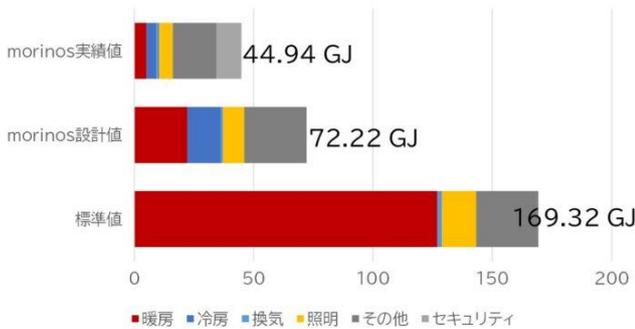
夏期に目立つのはやはり冷房エネルギー(青)です。今年(2021年)の夏は暑かったのしかたないところでしょうか。先月、外構の芝が植えられ、来年度は多少冷房負荷が下がることが期待できますので、どう変化するか楽しみます。

冬期の暖房エネルギー(赤)はそれほど大きくありません。やはり日射熱の活用と薪ストーブが効果を発揮しているようです。

照明エネルギー(黄)や換気エネルギー(水色)はそれほど大きくはありませんね。



では、年間通して、設計値や標準値と比較するとどのような感じでしょうか。前回の建築秘話のグラフの電気を用途毎に置き換えてみます。



全体的に少なく運用できているのがわかります。特に標準値の75%を占める空調(暖房+冷房)エネルギーが、morinosでは圧倒的に少なくなっています。これは、建物性能(断熱や日射熱制御)に加え、運用が効果を発揮しているのでしょう。

こうなってくると、その他エネルギー(グレー)なども気になってきますね。

准教授 辻充孝

morinos 建築秘話の全話はHPから見れます。

morinos マニアック-----

morinos の用途分解

実測データからは、電気の使用量がわかりませんが、これを暖房や冷房、照明などの用途毎に分解していきます。用途分解に決まった方法はありませんが、予測しやすいところ、わかっているところから少しずつ進めるのがコツです。

① 正月の完全休館日のエネルギー消費量 31.82 MJ/日より、換気とセキュリティのエネルギーを想定します。1年間であれば、31.82 MJ/日×365日=11,614 MJです。月ごとにも算出します。

② ①のエネルギーを換気とセキュリティに分離します。morinosの換気扇は24時間稼働しています。機種はFY-16PDEDで60Hzでは14Wで稼働します。そのため、1年間の電力消費は、14W×24h×365日=122.64kWhです。1次エネルギーに換算すると、122.64kWh×9.76MJ/kWh=1,197 MJです。①から換気分を引くとセキュリティ分も求まります。

換気エネルギー:1,197 MJ

セキュリティエネルギー:10,417 MJ

③ 次に暖冷房を使用していない月を5、6、9、10月と想定し、これらの月のエネルギーから①(換気+セキュリティ)を引いた値が、照明とその他エネルギーと想定できます。

④ さらに、③の4カ月の照明+その他エネルギーの平均をとるとちょうど2,000 MJになり、1月~4月、11月~12月から①と2,000 MJを除くと、冬期の残った分が暖房エネルギー、夏期の残った分が冷房エネルギーと推計できます。

暖房エネルギー:5,170 MJ

冷房エネルギー:4,156 MJ

⑤ ③の照明とその他を分離していきます。5、6、9、10月の照明を使用しそうな夕方から夜間(17時~8時)の電力を除くと、6.30 MJ/hになり、日中のその他エネルギーの見込みが立ちます。1日で8時間その他エネルギーを運用していると想定すると、50.4 MJ/日となり各月の日数を掛け合わせると、月々のその他エネルギーが求まります。それを、2,000 MJから差し引くと照明エネルギーを推計できます。

照明エネルギー:5,691 MJ

その他エネルギー:18,306 MJ

これで、使用した電気エネルギーを用途毎に分解できました。

高価なBEMS[Building and Energy Management System](ベムス)を設置すると、用途毎に常時モニターすることもできますが、光熱費明細からもこのように概ね推計できます。

2021年10月18日(月)

杉の木7本が蓄えている二酸化炭素の排出量

(morinos 建築秘話 69)

3回にわたって1件間実測した morinos のエネルギー消費量の分析を行ってきました。

- ・エネルギー消費量の実測(morinos 建築秘話 66)
- ・エネルギー73%削減 morinos の実績(morinos 建築秘話 67)
- ・morinos エネルギーの用途分解(morinos 建築秘話 68)

エネルギー消費量がわかれば、そこから二酸化炭素(CO₂)排出量や光熱費に置き換えて考えることも可能です。

今回は CO₂ や光熱費に関してみてみます。

カーボンニュートラル宣言

2015年に採択されたパリ協定を受けて、世界の主要国で CO₂ などの温室効果ガス排出量を実質ゼロへの目標が掲げられています。

日本も、2020年10月に菅首相がカーボンニュートラル宣言を行い、2050年にはネットゼロを目指すことになりました。

中間目標としては、第5次エネルギー基本計画の2030年に温室効果ガス排出量を2013年比で26%削減だったものを2021年4月に46%削減に引き上げ、各分野でのさらなる強固な対策が必須となります。

温室効果ガスには CO₂ のほかにもメタンや一酸化二窒素、代替フロン等があり、世界的に見た CO₂ の温室効果ガスに占める割合は、2019年時点で65%ですが、日本では90%近くが CO₂(森林吸収除く)です。そのため、日本では温室効果ガス削減というと、CO₂ を基本的に考えてよいと考えられます。

エネルギーと CO₂

エネルギー削減と CO₂ 削減、似たようなイメージを持っているかもしれません。

エネルギー起源の CO₂ が日本の温室効果ガスに占める割合の85%程度を占めているので、エネルギー消費を減らすことが CO₂ 削減につながるのには確かです。

つまり、まず考えるべきは、省エネと創エネで化石由来のエネルギーを減らすことです。

ですが、エネルギーとは異なり CO₂ を削減する手法は他にもあります。

再生可能エネルギーの利用や原子力による電気の使用、森林吸収、カーボンオフセット等の手法です。なるべくならリスクの少ない手法で、我慢することなく減らしていきたいものです。

morinos の CO₂ 排出量

morinos の CO₂ 排出量を計算してみましょう。電力消費量から換算できます。

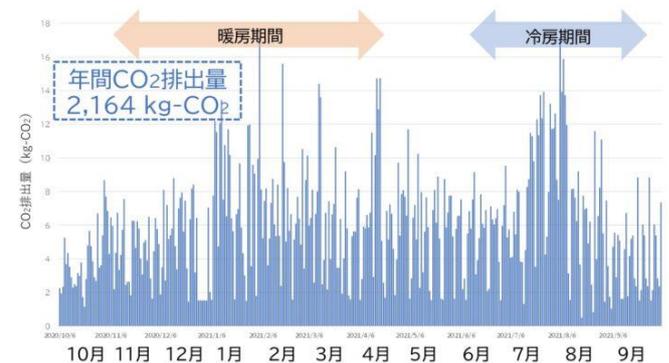
CO₂ 排出量は同じ電力使用量でも、電力事業者ごとに異なり、再生可能エネルギーを中心に発電している事業者から購入すれば CO₂ 排出量は少ないですし、古い石炭火力発電の電力を中心に使用している事業者から購入すれば同じ電力消費量でも CO₂ 排出量は多くなります。

この電気1kWhあたり、どのくらいの CO₂ が排出されているかを示す CO₂ 排出係数は、毎年、環境省が公表しています。下記リンクの排出係数の小さな事業者に変えるだけでも CO₂ 排出量が減らすことができます。温室効果ガス排出量 算定・報告・講評制度(環境省 HP)

アカデミーが契約している電気事業者は、R1年度実績の電力事業者はリストになかったため、代替値の0.000470 t-CO₂/kWh(0.470kg-CO₂/kWh)を用いて計算してみます。

これは、morinos で1kWhの電力を使用すると、0.470kgのCO₂を発生していることとなります。

「エネルギー消費量の実測(morinos 建築秘話 66)」では、電力使用量に一次エネルギー換算係数を乗じて、一次エネルギーに換算しましたが、今回は CO₂ 排出係数を電力使用量に乗じることで CO₂ 排出量に換算できます。



今回は電力だけなので、グラフの見たい目は、電力消費量やエネルギーと変わりません。

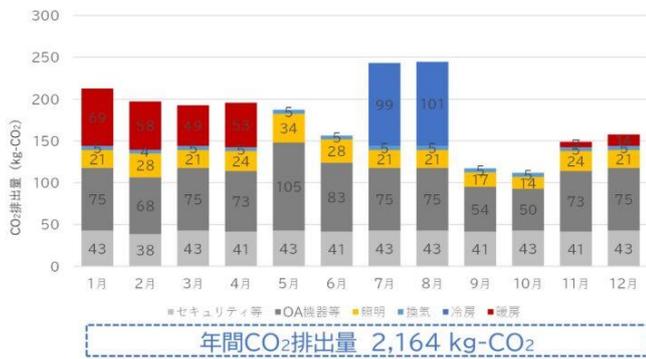
多い時で1日あたり18kgのCO₂を出しています、年間では、2,164kgのCO₂排出量です。年間約2tのCO₂排出量ということになります。

2 tと聞いてもなかなかピンときません。別のたとえに置き換えてみましょう。【※】

- ・杉の木(36～40年生)約7本が蓄えている量
 - ・杉の木(36～40年生)約250本が1年間に吸収する量
 - ・日本人1人あたりの年間CO2排出量
- ※林野庁HP「森林はどのぐらいの量の二酸化炭素を吸収しているの?」より1haあたり1,000本と想定した値

CO2は、なかなかイメージしにくいですが、いかがでしょう。
アカデミーの学生さんなら木に例えるとイメージしやすいかな。

当然、用途別にも換算し直せます。(下記グラフ)
月々200kg弱のCO2排出量です。夏の冷房で月に100kgのCO2排出といったところです。



設計段階のライフサイクルCO2との比較

設計段階では、CASBEEで評価した際にライフサイクルCO2(LCCO2)が計算されています。

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

再度確認してみましょう。

※ブログ時点の評価からCO2モニターの設置などで、評価が少し向上しています。



上のグラフを見ると①～④まであります。

①の参照値は、標準的な同規模、同用途の建築のCO2排出量です。

②の建築物の取り組みは、評価したmorinosが排出するCO2排出量です。

③は太陽光発電など敷地内での削減の取り組みを評価に加えた場合です。

④はカーボンオフセットやカーボンクレジットなどの敷地外での取り組みを評価に加えた場合です。

morinosには単独の太陽光発電やカーボンオフセット等を行っていませんので②が設計段階での評価です。

②のグラフを見ると、建設、修繕・更新・解体、運用の3つの段階で評価されており、床面積1㎡あたり、1年あたりで表示されています。

※建設時は、短期間の工事期間に大量のCO2を排出しますが、耐用年数に応じて割り戻して1年あたりで表記しています。

上記の値に床面積、耐用年数(今回は60年想定)を乗じれば総量を求めることもできます。

②のグラフを見ると、運用時が大きく削減されちようど、建設、修繕・更新・解体、運用が1:1:1程度になっています。今回の実測は運用時の1年間の値ということになります。

更なる省エネと創エネを組み合わせるとゼロエネルギービルディング(ZEB)になると運用時がゼロになりますので、建設、修繕・更新・解体をどのように減らすのかが次のステップになってきます。

鉄筋コンクリート造や鉄骨造に比べて、木造建築は建設時のCO2排出量が少ないと考えられます(工法によって差異がありますが)、詳細なデータがそろっていない

め、CASBEE 建築では鉄骨造と同等として計算されてしまっています。

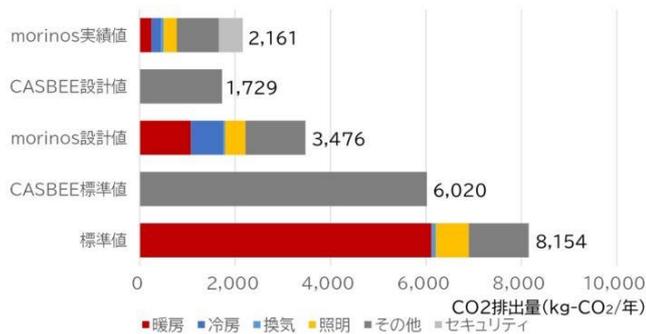
CASBEE 戸建てでは、詳細な計算データから鉄骨造の概ね半分程度の CO2 排出量としていますので、適切に建設されれば、建設時の CO2 排出量を削減することができると考えられます。(個別に計算すれば建設時の CO2 も出せますが、膨大な計算が必要です)

世界のトレンドは木造建築になってきました。

※CASBEE において、建設段階での削減は高炉セメントなどのリサイクル建材の使用や既存躯体の再利用で減らせます。また 修繕・更新段階では、内外装の更新周期の長い建材の利用等で減らせます。

今回の実測は運用時のみですので、運用時のみを取り出して、実績値(最上段)と、設計値(エネ評価と CASBEE)、標準値(エネ評価と CASBEE)を並べてみましょう。

概ねエネルギー評価と同様の結果で、運用の工夫で CO2 排出量を減らしているのがわかります。(CASBEE 設計値にはその他エネルギーが入っていないので注意)



morinos の光熱費

次に光熱費にも換算してみます。

森林文化アカデミー全学の電気単価は、実績から基本料金を加味して約 16 円/kWh 程度です。

電力使用量に単価を乗じると光熱費が想定できます。

年間で、7万円強です。

一般家庭の光熱費が4人家族で25万程度[※]ですので、1/4程度の光熱費になります。

※自立循環型住宅への省エネルギー効果の推計プログラムのデフォルト値の光熱費



夜間にあまり使用しないという特殊な運用ですが、一般家庭と比べて少ないと感じませんか。

断熱や日射取得などの躯体性能の強化と LED 照明やエアコンなどの省エネ設備と、運用者のこまめな開口部の開け閉めや機器のオンオフなどの取り組み効果です。



月々の光熱費を見ても、多い月で8,000円を超えるくらいです。冷房で1月3,400円くらいですね。

エネルギーから CO2 や光熱費といろいろ換算できます。わかりやすい指標で、考えてみるとエネルギーが身近に感じられます。光熱費がエネルギーや CO2 よりもイメージしやすいかな。

准教授 辻充孝

2021年11月09日(火)

健康で元気で幸せに働けるスマート・ウェルネスオフィス(morinos 建築秘話 70)

国交省、経産省、環境省のあり方検討会のロードマップでは、2030年の新築建築物はエネルギー消費を実質ゼロにするZEB(ゼロエネルギービルディング)を目指すことになりました。

2050年にはストック平均でのZEBを目標に今後、政策が展開されていきます。

建物のライフサイクルで考えると60年程度使用する一般的な建物の運用時のエネルギーやCO₂、光熱費は、建設時の2~3倍を占めます。

ZEBのように、この運用時のエネルギーをゼロにすることが、CO₂の排出抑制に加えて、長期にわたってコストも抑えることにつながります。

これらの運用時のエネルギーやコストの削減が大切なのは当然のことですが、実はもっと大切なことがあります。

スマート・ウェルネスオフィス

スマート・ウェルネスオフィスという言葉聞いたことがあるでしょうか。

これは働き手が健康で元気で幸せに働けるオフィスモデルの概念で4つの階層で示されます。(下図)

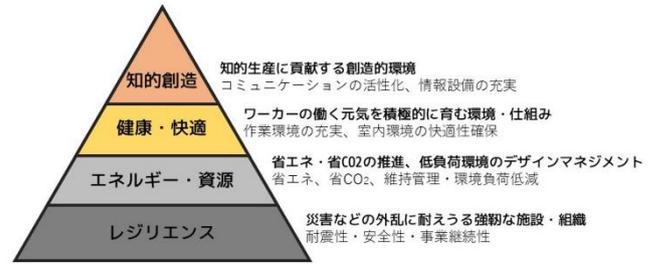
ベースとなるのは最下段のレジリエンスです。これは耐震・耐風性能に加え、非常時の建物利用者の生命確保に加え、事業継続を可能とする建物と組織です。

morinosでも耐震性能や劣化対策性能はしっかり確保しています。運用面でも管理体制やルールづくりをしっかり進めています。

2段目には、環境負荷を低減する建物性能と運用です。morinosでは、省エネ性(省CO₂)を高める性能を実現し、常に実測によって状況を確認、フィードバックを行っています。

さらにその上(3段目)に健康、快適性があります。温熱環境や空気質、音、光環境といった建物利用者やワーカーが健康で快適に建物を利用できる内容が含まれます。

最上段には施設本来の目的である知的生産性の向上(作業効率向上、意欲向上、人材確保の優位性など)を支援するハードとソフトがあるべきです。



この最上段に配置された知的創造や知的生産性の大切さが世界中で注目を集めています。

地域や状況にもよりますが、この運用時のエネルギーコスト(光熱費)を1とすると、家賃が10、人件費が100くらいの比率があるとも言われます。

例えば15坪のオフィスに5人が働いていたとして、電気代が1.5万円とすると、家賃が15万円、人件費は150万円(37.5万×5人)。ありえそうな金額です。つまり、オフィスでは人件費が最もお金がかかるのです。

働きやすい環境で、仕事の効率(知的生産性)や売上が10%アップしたとすると光熱費の10倍(15万円)の価値が生まれます。

同時に、この施設で働きたいという有能なワーカーを得られたり、つなぎ留める手助けにもなります。

さらに、このような施設では、経営としての将来展望も有望で、総合評価として不動産市場におけるESG投資の対象としても効果的です。

morinosのウェルネスオフィス評価

このウェルネスオフィスを評価する客観的な指標に、以前紹介したCASBEEの拡張版としてCASBEE-ウェルネスオフィスがあります。

1基本性能としての「健康性・快適性」、「利便性」、「安全性」に加え、2運営管理、3プログラムの3つの分類で評価します。

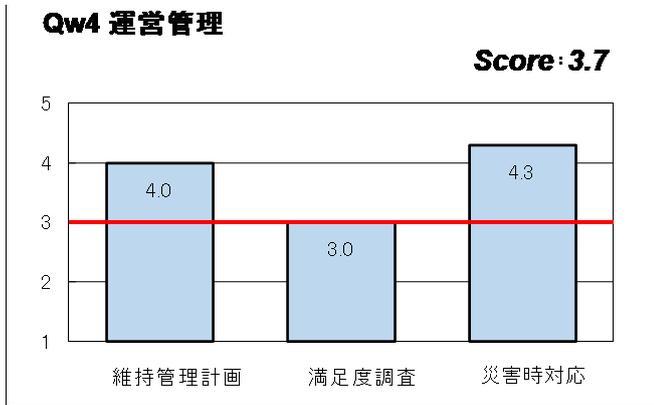
morinosのCASBEE-ウェルネスオフィスの総合評価としてはSランク(★★★★★)です。

※この評価結果は筆者の辻充孝による自己評価による結果です。

また、使用する建材等も配慮し、VOC等の汚染物質を発生を抑える取り組みを徹底しました。
 災害時の非常用電源対応等は確保できていませんが、昼光利用と薪ストーブで、最低限の活動を行え得るように考えています。

QW4 運営管理

健康性・快適性・利便性・安全性に優れたオフィスの維持管理に関する要素(維持管理、満足度など)を評価します。

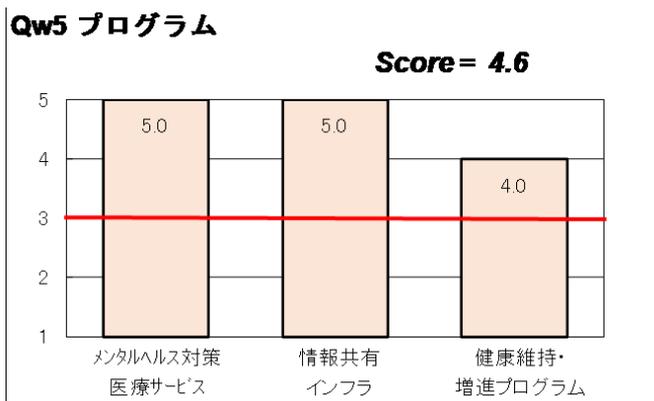


清掃のしやすさに配慮した室内仕上げや点検しやすい床下空間などを確保しました。
 また、継続的に、温湿度、CO2、エネルギーをモニタリングし、運用にフィードバックしています。

定期的な満足度調査は行っておらず、竣工後1年が経過した時点で実施したのみとなっています。

QW5 プログラム

ワーカーの健康性・快適性・利便性・安全性に優れたソフト(プログラム)の要素を評価します。

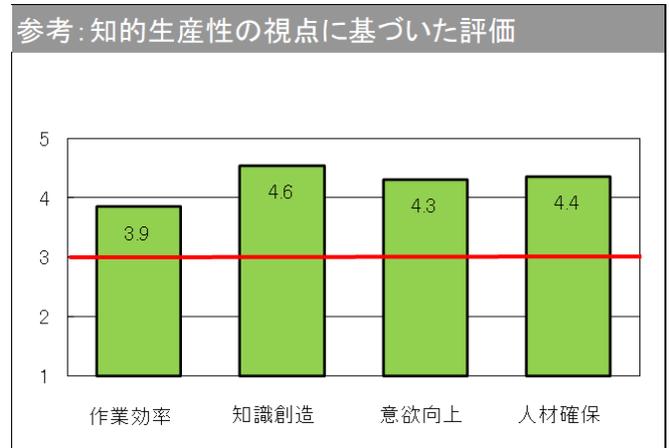


岐阜県の施設のため、定期的な健康診断、ストレスチェックを実施しており、カウンセラー制度もあります。
 また、岐阜県独自のセキュリティの高いネットワークへの接続とセキュリティを分離したオープンネットワークが整備されています。
 運用時においても、必要最低限の感染症対策を整備しています。

知的生産性評価

知的生産性とは大きな概念であり、中間指標として「作業効率の向上」「知的創造の誘発」「意欲の向上」「優秀な人材の確保」などがあります。

これまでの評価内容をこの4つの指標と関連付けて、参考を示しています。



4つの項目について、バランスよく向上していることが伺えます。

今回紹介した客観的評価を行う CASBEE-ウェルネスオフィスでは、なかなか良い評価を得られていますが、実際に morinos で働くワーカーの方の主観的な評価はどのようなものでしょうか。

次回は、主観的な評価と合わせて紹介したいと思います。

准教授 辻充孝

2021年11月10日(水)

morinos スタッフのオフィス環境の主観評価

(morinos 建築秘話 71)

今回はウェルネスオフィスの客観評価ツールとして、建築の仕様や設備など、第三者が定量的に評価可能な項目を評価する「CASBEE-ウェルネスオフィス」の評価を紹介しました。

今回は、「客観評価ツール」の対となる「主観評価ツール」の評価を紹介したいと思います。

主観評価ツールは、ワーカーの満足度、健康感などを評価するツールで、物理的条件や周辺環境に対する、個人の生理心理を介した評価を聴取するツール(アンケート)です。

つまり、客観評価では断熱や日射熱取得などの建物性能で評価するのに対し、今回紹介する主観評価では、実際に働いているワーカーにより「暑い」「寒い」等を評価します。

CASBEE-オフィス環境チェックリスト(2019)

今回、主観評価に用いたのは、同じCASBEE開発委員会で提案され、質問内容が精査されている「オフィス環境チェックリスト」です。

3つの大項目に対して計54個の質問項目がある詳細版と16項目に絞った簡易版の2つをmorinosで働く6名の方に記入いただいています。

規模が小さなmorinosのため、少な目の人数となっています。

これらの結果から満足いく評価や、やや不満に感じる評価が見えてきました。不満足な部分に関しては今後の改善検討に役立つ内容になっています。



Q1 オフィス内の特に作業場所(主に滞在するデスクなど)の環境や設備の状況について
それぞれの質問に対して、

ポジティブ要因は、非常に当てはまる(3点)、やや当てはまる(2点)、あまり当てはまらない(1点)、まったく当てはまらない(0点)の点数、

ネガティブ要因は、ない(3点)、めったにない(2点)、たまにある(1点)、よくある(0点)の点数で評価しています。

最初の大項目は、オフィス内の特に作業場所の環境や設備の状況について聞いています。

全体の平均点で2.38点となり、おおむね働きやすい環境になっています。特にポジティブ要素の点数が高い結果です。

快適に立ち仕事ができるデスクの導入の質問が低い結果です。確かにスタンディングデスクなどが設置されていません。

ネガティブ要素に対しては、特に、作業スペースや収納場所が狭いことや、会話や設備機械音が気になるという項目が低い評価となりました。

Q1 オフィス内の特に作業場所(主に滞在するデスクなど)の環境や設備の状況について	2.38
機能促進要因の充足(ポジティブ要因の充足)	2.69
Q1-1 緑を感じることでできる植栽などがある	2.83
Q1-2 快適に立ち仕事ができるデスクが導入されている	1.67
Q1-3 作業・休息のどちらにも適した椅子がある	2.83
Q1-4 オフィス内から外の景色を楽しむことができる	3.00
Q1-5 空間の開放感を感じる	3.00
Q1-6 屋外に接した閉閉可能な窓が十分に導入されている	3.00
Q1-7 働きやすい内装・インテリアとなっている	2.17
Q1-8 日々のワークスタイルに合ったデスクを自由に選択できる	2.67
Q1-9 日中、屋外からの光を感じる	3.00
機能阻害要因の除去(ネガティブ要因の除去)	2.10
Q1-10 作業スペースや収納場所が狭いと感じる	1.33
Q1-11 暑さや寒さによって不快に感じる	2.00
Q1-12 空調の気流を不快に感じる	2.50
Q1-13 空気の乾燥やジメジメ感を感じる	2.33
Q1-14 空気よみや埃っぽさ、嫌な臭いを感じる	2.50
Q1-15 明るさのムラを感じる	2.17
Q1-16 作業スペースが暗いと感じる	2.00
Q1-17 日差しや照明器具がまぶしいと感じる	2.33
Q1-18 外部の音などが気になる	2.33
Q1-19 他の人の会話や設備機械音が気になる	1.50

Q2 オフィスもしくはビル全体の環境や設備について

二つ目の大項目は、オフィスもしくはビル全体の環境や設備について聞いています。

全体の平均点で2.20点となり、おおむね必要十分な環境になっています。特にネガティブ要素の点数が高い結果です。

低い評価項目を見てみると、使いやすいミニキッチンの設置や打ち合わせブースの選択、仮眠スペース、ロッカーやシャワー室の設置などがあげられています。

確かにハードウェアとして十分に配慮されていない項目でもあります。

Q2	オフィスもしくはビル全体の環境や設備について	2.20
機能促進要因の充足(ポジティブ要因の充足)		
Q2-1	利用しやすいリフレッシュスペースがある	2.83
Q2-2	利用しやすい食事・喫茶場所がある	2.33
Q2-3	利用しやすいミニキッチンなどがある	1.67
Q2-4	状況に応じて打ち合わせスペースを選択することができる(会議室, 打ち合わせブース等)	1.83
Q2-5	利用しやすい場所に設置された階段がある	-
Q2-6	利用しやすい仮眠をとるためのスペースがある	1.17
Q2-7	利用しやすい社内情報共有インフラがある	2.50
Q2-8	利用しやすい会話を促進する空間がある(ホワイエ, ラウンジ等)	2.33
Q2-9	待ち合わせや会話がしやすいエントランスホールがある	2.33
Q2-10	ビル内でバリアフリー化が進んでいる	2.00
Q2-11	日々の運動を促進するための設備が充実している(ロッカー, シャワー室, 駐輪場等)	1.33
Q2-12	設備等が充実した, 快適なトイレがある	2.00
Q2-13	安全で快適なエレベーターがある	-
機能阻害要因の除去(ネガティブ要因の除去)		
Q2-14	水道水に嫌な味やにおいを感じる	2.83
Q2-15	トイレで待つこと	2.83
Q2-16	エレベーターで待つこと	-
Q2-17	コンセント容量, 配線等に不満を感じる	2.67
Q2-18	通信ネットワークにストレスを感じる(通信のスピード, WiFi接続環境等)	2.17
Q2-19	打ち合わせスペースが足りないと感じる(会議室, 打ち合わせブース等)	2.33

Q3 入居ビルでの取り組みや所属する組織について
 最後の大きな項目は、施設全体での取り組みや所属する組織についてです。

全体の平均点で 2.00 点となり、まずまず良好な体制となります。

低めの評価としては、環境改善のための定期的なアンケートの実施や、ワーカーに対する健康増進プログラム、避難訓練、非常時対応マニュアル、防犯対策などがあげられています。

Q3	入居ビルでの取り組みや所属する組織について	2.00
機能促進要因の充足(ポジティブ要因の充足)		
Q3-1	オフィスもしくはビル環境改善のための定期的なアンケートが行われている	1.50
Q3-2	メンタルヘルス維持・向上のための十分な取り組みが行われている(ストレスチェックの実施等)	2.00
Q3-3	分煙・禁煙に対する十分な取り組みが行われている	2.83
Q3-4	充実した健康増進プログラムが実施されている(クラブ活動・フィットネスクラブ利用等への費用補助)	1.17
Q3-5	階段の利用を促進するための掲示が充実している	1.00
Q3-6	建物周辺に快適な緑地スペースがある	3.00
Q3-7	まちなみや周辺の建物と景観が調和している	2.83
Q3-8	定期的な避難訓練が実施されている	1.83
Q3-9	非常時対応マニュアルが作成されており、十分に周知されている	1.83
機能阻害要因の除去(ネガティブ要因の除去)		
Q3-10	防犯上, 不安を感じる	1.50
Q3-11	災害時や緊急時に不安を感じる	2.17
Q3-12	ビル全体を通して, 不衛生さを感じる	2.33
Q3-13	ビル全体の管理・運営方法に対して, 不満を感じる	2.00

計 51 項目の評価の内、エレベーター、階段に関する 3 項目を除いた 48 項目が今回の評価です。

全て満点だと 144 点に対して、今回の6名の方の平均点の合計は 106.33 点。74%の割合です。

CASBEE-オフィス健康チェックリスト 簡易版(2019) (16項目)

上記の 51 項目の質問に答えるのはなかなか手間がかかるため、オフィス健康チェックリストには 16 項目に絞った簡易版もあります。

今回は同じ6名の方に簡易版にも答えていただきました。

当然ながら 51 項目評価と同じような結果となっています。点数が低かったのは、施設内のバリアフリー化と健康増進プログラム、明るさのムラに関してです。

CASBEE-オフィス健康チェックリスト 簡易版(2019)(16項目)		点数平均
機能促進要因の充足(ポジティブ要因の充足)		
1	働きやすい内装・インテリアとなっている	2.67
2	利用しやすいリフレッシュスペースがある	2.83
3	利用しやすい社内情報共有インフラがある	2.00
4	利用しやすい会話を促進する空間がある(ホワイエ, ラウンジ等)	2.50
5	ビル内でバリアフリー化が進んでいる	1.83
6	設備等が充実した, 快適なトイレがある	2.00
7	充実した健康増進プログラムが実施されている(クラブ活動・フィットネスクラブ利用等への費用補助)	1.17
8	まちなみや周辺の建物と景観が調和している	2.67
9	非常時対応マニュアルが作成されており、十分に周知されている	2.00
機能阻害要因の除去(ネガティブ要因の除去)		
10	暑さや寒さによって不快に感じる	2.33
11	空気のおよみや埃っぽさ, 嫌な臭いを感じる	2.33
12	明るさのムラを感じる	1.83
13	水道水に嫌な味やにおいを感じる	2.83
14	コンセント容量, 配線等に不満を感じる	2.67
15	打ち合わせスペースが足りないと感じる(会議室, 打ち合わせブース等)	2.33
16	ビル全体を通して, 不衛生さを感じる	2.50
合計		36.50

計 16 項目の評価なので、全て満点だと 48 点に対して、今回の6名の方の平均点の合計は 36.5 点。76%の割合です。

客観評価と主観評価の比較

客観評価である「CASBEE-ウェルネスオフィス」での総合評価は、75.4 点/100 点の S ランクでした。

今回の主観評価の全体では、詳細版で 74%、簡易版で 76%の評価となり、概ね客観評価と一致しています。



それぞれの項目で見ても弱点となりうる項目は共通していることから、計画段階で「CASBEE-ウェルネスオフィス」の評価を行うことで、運用時のワーカーの満足度もある程度予測することも可能ではないかと考えられます。

働きやすい環境を作ることで仕事の効率(知的生産性)を高めることは、ワーカーの仕事へのモチベーションを高め、より良い施設・運営につながるプラスのスパイラルを生み出します。

准教授 辻充孝