

# 日射熱制御と夏の実測

## 1. はじめに

太陽の恵みは第2回で紹介した昼光のほかに熱エネルギーがある。昼光は1年を通して適度な光を取り込みたいが、日射熱の考え方は、夏と冬で逆転する。つまり、冬は取り込み、夏は遮るといふ、正反対のことを両立する必要がある。今回は、日射熱制御の考え方と、夏の実測分析を解説する。

## 2. 日射熱制御の考え方

日射熱制御において検討したいポイントは、①方位毎の日当たりや樹木、隣棟の影響、②季節や時間による変化、③ガラス面

の熱取得と熱損失など、複合的に考えて開口部を設計する必要がある。

まずは、建物周辺を航空写真と現地を確認する。北側はアカデミー校舎が近接しほとんど日が当たらないが、南は駐車場で開けていて影になる要素はない。東は演習林が迫っているため朝日は遅めである。西は下り斜面であるが、すぐ近くに桜並木がある。

そこで方針として、南と東に4m近い深い庇を出し、季節ごとの日射をコントロールし、西は桜並木の遮蔽効果を期待した。葉の無い冬期は日射を取り込み、夏は樹木

で日差しを遮る。

太陽の動きは風と違いほぼ確実に読めるため、日射熱制御の検討にはシミュレーションが効果的である。

図は、3月10日のシミュレーションと実際の日当たりであるが、ほぼシミュレーション通りに日射が入っていることがわかる。

次に、太陽は時間によって移動する熱源ということをお忘れてはいけない。深い庇も朝夕の真横からの日差しには効果がない。ただし、夏と冬で日の出方位が異なり、冬の朝日は南東、夏は北東から昇る。

東の大開口部の検討において、最も寒い2月初旬は、南東から日が昇るため部屋の奥深くまで入り込み熱を供給する。一方、最も暑くなる8月上旬の朝日は、北東にある建物と演習林に阻まれて日射が差し込まない。8時頃ようやく建物に日射が当たり始めるが、日の出から3時間経ち太陽高度が上がるため東の4.5mの長い庇で制御される。

最後の検討は、ガラスの熱取得と熱損失のバランスである。ガラスは日射が入りやすいが熱が逃げやすい。morinosで主で使用したトリプルガラスは、熱貫流率U値1.5 W/m<sup>2</sup>K、日射熱取得率η値0.58(58%の熱取得)である。

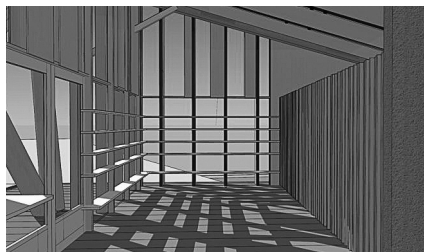
グラフは、冬期の標準的な日射量と外気温の条件で計算した熱移動の早さである。濃い線が熱損失で、終日熱がゆっくり逃げて行くことがわかる。山なりの線が各方位別の熱取得である。南と水平面(屋根)が、最も熱取得が大きく、東西は、朝や夕方に熱が入ってくるが、最大でも南の半分程度である。

冬の熱収支で考えると、南はガラス面が大きな方が有利で、東西は少し不利になる。

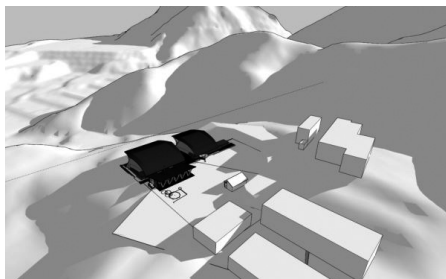
一方夏は日射による温度ムラができ、冷



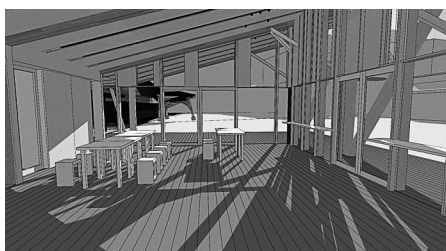
四角がmorinos。東に15°ほど傾いている。出典国土地理院撮影の空中写真(2008年撮影)



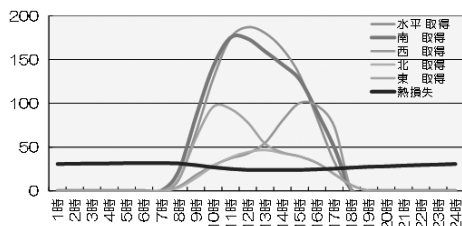
3月10日15:00の光のシミュレーション(上)と実際の写真(下)



2月1日9:00の南西からの遠景。周辺の山も朝の日差しに影響する。



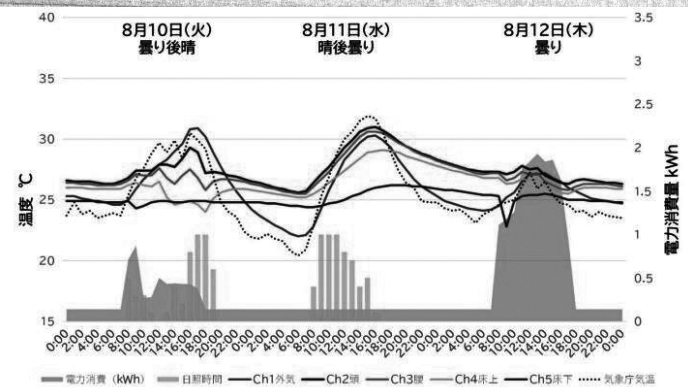
2月1日9:00の内部の様子



冬期のトリプルガラスの方位別、時間別の熱取得と熱損失 [W/m<sup>2</sup>]



室内のサーモ画像(表面温度は天井35.1℃、西側ガラス窓33.5℃、中央の左官壁29.9℃、床31.5℃)



2021年8月10日(火)～12日(木)の実測データ  
(折れ線グラフは温度変化:上下振幅が大きい線が外気温(実線:実測、点線:アメダス)、その他は下から床下、足元、腰高、頭の高さの室温、面グラフは消費電力量、棒グラフは日照時間を示す。)

房が効いた部屋で少し木漏れ日が降り注ぐのが好きという人や、夏の日射はやっぱり嫌で部屋の奥がいいなど、利用者が心地いい居場所を、季節や時間に合わせて探すのも楽しみの一つである。

### 3. 開放状態の夏の実測データ分析

morinosでは、室内外の5か所に温湿度データロガーを設置し、来場者の誰も見られるようにしている。設置場所は「北側の外部」「室内の頭の高さ」「室内の腰高さ」「室内の足元」「室内の床下」である。

最高気温38.1℃の猛暑を記録した2020年8月18日の室温を確認すると、13時の時点で、頭の高さが33.9℃、腰高が32.9℃、足元が30.0℃と、4℃ほど上下温度差がある。体験プログラムの実施中で開口部全開のため、外気温(36.8℃)と大きな差はない状況であった。

サーモ画像から左官壁の蓄冷効果が少し見て取れる。

また、日射の当たった屋根外部表面温度の実測値は66.2℃と高温だったが、天井表面温度は断熱材の効果で35.1℃であった。一方、無断熱のピロティ部の天井表面温度は45.7℃であり、不透明部位は断熱が入ることで、熱流入をかなり抑えることが実測でも確認できた。

### 4. 締め切り無冷房時の夏の実測データ分析

morinosの完全休館日で最も暑かった2021年8月10日(火)から12日(木)の3日間を分析する。

休館日(無冷房)の8月11日(水)は晴時々曇りで一日中日射があり、外気温の最高値は30.3℃(実測値)であった。

室内の様子を確認すると、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ある。(足元25.2℃、腰高25.5℃、頭25.6℃)

徐々に日射が入り室温が上昇する。12時には足元27.4℃、腰高28.8℃、頭29.3℃と暑くなった。14時には足元28.4℃、腰高30.2℃、頭30.6℃と、2時間で1℃程度上昇している。日照時間は半分くらいになってきたが、このあたりから徐々に西日の影響が出てくる。

最も暑くなった16時には、足元29.0℃、腰高30.6℃、頭31.0℃まで上がった。ここから室温が下がっていき翌朝は27℃程度に落ち着く。

高断熱の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、ガラス面から日射が入ってくるため、無冷房で閉め切っていると30℃を超える。しかし庇による日射遮蔽の効果で、外気温と同程度がそれ以下で、温室のような暑さにはなっていない。

仮に、断熱が弱いと屋根からの日射や、日射遮蔽が不十分だと温室のように50℃を超えることがある。

西日の影響を10日(火)の夕方を確認する。14時頃から晴れてきて、室温の上昇があり、14時には足元24.6℃、腰高26.3℃、頭27.7℃。16時には足元24.9℃、腰高27.5℃、頭29.3℃で最高室温を記録。これ以降は徐々に室温が下がる。

電力消費量を

見ると夕方に少し冷房を使用している。(1時間あたり0.4kWh程度で、17時には冷房を停止している。)

この時期の日没は18:50頃のため、桜並木による日射遮蔽とエアコンの緩い運転が効いていると考えられる。

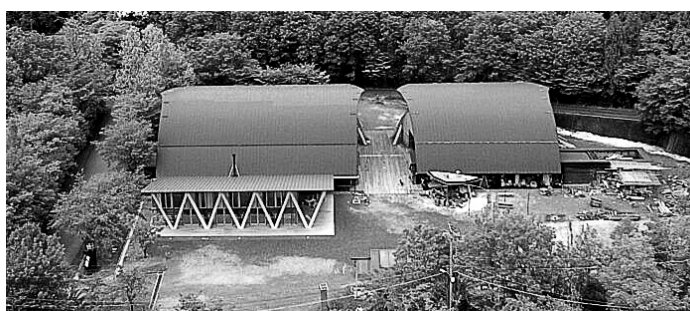
また、日射による急激な温度上昇がみられないことから、室内仕上げの蓄冷によって、急激な室温上昇につながっていないことが考えられる。

### 5. おわりに

日射の考え方と夏の実測を紹介した。断熱と日射熱制御をしっかりすることで、安定した室内環境をつくりだすことができる。冷房設備を併用することで、緩やかな温度変化のある室内環境になり、自由な席移動で涼しい場所を見つけるフリーアドレスに対応できる。

最も暑い日の実測や絶対温度分析など、morinosのより詳しい内容は建築秘話(<https://www.forest.ac.jp/facilities/morinos/>)を参考

岐阜県立森林文化アカデミー  
教授 辻 充孝



南からの航空写真 morinosの西(左)側に桜の木が繁っている。(現在は手前に芝生広場が拡がっている)