

## 第7回目 湿度/結露(教科書 pp.52~60)

### ◎ 前期の学修内容:熱環境

建築環境工学分野では、そのほかに「光」環境,「空気」環境,「音」環境分野を学修→後期

考える対象

- ①すまい,住居,建物そのもの  
→熱エネルギーのやり取り  
(人の存在はあまり関係ない)
- ②人とのかわり:湿度の考え方を導入  
→「建物」と「人」との関係
- ③太陽:外からの影響を考慮  
→「太陽」と「建物」と「人」の関係

### ◎ 前期の中間3回分の学修内容

・7回目(中間の1回目):水分(水蒸気)そのものの性質と湿度

・8回目(中間の2回目):人と熱環境(特に湿度)との関係

→どのように感じるか?暑い?寒い?快適?不快?(熱環境に対する私達の評価)

補足)一般には「快適」≠「不快ではない」であるが、「不快ではない」であれば十分かもしれない

※建築環境工学の特色:人間と環境の関係を考える(難しいけど,面白い)

・9回目(中間の3回目):温熱環境における目標値(数値目標,設定温度)を考える

例)夏季のエアコンの設定温度は28℃

→栗原先生の授業(「環境設備学」や「環境設備システム学」)に繋がる

→→どのようにすれば快適になるか?どのようにすれば目標を達成できるか?目標を実現するにはどのようにすればよいか?

→→→そのためには,まずは目標値の設定が必要(建築環境「工学」のような工学分野の特徴)さらに,どのような値を目標値として設定すればよいか?

補足)さらに,ソフト面での対応もあり得る(「住みこなし」)

**0 今日の内容: 結露 (の現象) をきちんと言葉で説明できるようになる**

→現象を理解できる(≡現象を説明できる)

**1 湿度とはどのようなものなのか?**

- (1) 基本のポイント: たった2つ!!
- (2) 身近な例(?): 朝ご飯を食べた後, お昼ご飯までの間の間食(チョコレートを食べる)
- (3) 2種類の湿度の「違い」(相対湿度と絶対湿度の「違い」)
- (4) 結露とはどのような現象か?

**2 発展3つ**

- (1) ヒートブリッジ(熱橋)
- (2) 空気線図
- (3) 結露の防止策についての補足

**1 湿度とはどのようなものなのか?**

(1) **基本のポイント: たった2つ!!** ←覚えるのではなく, 理解しよう(もしくは自分の経験とリンクさせよう)

①空気中に含むことのできる水蒸気(水分, 気体)の量は, 空気の**温度**によって変わる(決まる)

例) お砂糖をお湯に溶かすとき

熱いお湯: たくさん溶ける

ぬるいお湯: あまり溶けない

②空気中に含むことができなくなった水蒸気(水分, 気体)は, **水滴(液体)**になる

例) 冷たいペットボトルを買ってきたとき(例えば, 机の上にしばらくおいておくと)

しばらくすると, ペットボトルの周りに水滴がつく

←水滴は, ペットボトルの中身(お茶やジュース)ではなく, 空気中の水蒸気に由来する

(2) 身近な例(?)

→朝ご飯を8時に食べた後,お昼ご飯までの間に間食(5個のチョコレートを食べる)することを考えてみよう

⇒同じ状況でも見方が違うと評価が変わる

	幾つチョコレートを食べたか? (「絶対湿度」に相当)	もっと欲しいか? お腹のすき具合は?	欲しい個数と食べた個数の割合は? 満足度は? (「相対湿度」に相当)
9時	○○○ 3個食べた	○○ 2個残す	
10時	○○○○○ 5個食べた	ちょうど満足	
11時	○○○○○ 5個食べた	お腹が減っているの で,あと2個欲しい	
12時 (ご飯前)	○○○○○ 5個食べた	もっとお腹が減っている ので,あと5個欲しい	

(3) 2種類の湿度の「違い」(相対湿度と絶対湿度の「違い」)

注) 個数はあくまで例, 割合もあくまで例(実際の温度における水蒸気の量や割合とは異なる)

	35℃	25℃	20℃	15℃	単位
絶対湿度					
相対湿度					

※教科書 p.53 の右下の○で囲まれた「割合が実用上同じとみなせる」という話も要確認!

※補足 2つ(前ページの(3)の補足)

①日本語の問題

「絶対湿度:乾燥空気 1kg に含まれる水蒸気の量」は正しい表現か?

⇒「『乾燥』空気」には水蒸気が含まれていないはず。日本語の表現としても、おかしい!

→「湿った空気の中の乾燥空気 1kg に対して、何 kg (何 g) の水蒸気があるのか」

②2つの湿度の「使い方」の違い

┌絶対湿度 (g/kg, g/kg(DA)):主に機械向き(設備の問題)

| →エンタルピー(熱量)に関係する

| →空調に関連する

└相対湿度(%):主にヒト(人間)向き

→汗をかいた時の汗の蒸発のしやすさに関係

→「暑さ」、「不快さ」に関係する(温熱環境の評価)

例)梅雨の時の相対湿度 100%→汗が蒸発せず、暑く、不快に感じる

冬の時の相対湿度 30%→汗が蒸発して、からっとする(快適に感じる)

補足)私達が経験できる最も低い相対湿度の一つ:飛行機の機内(10%以下になることも)

(4)結露とは、どのような現象か?

結露:空気の温度が露点温度以下になった際に生じる水滴

(露点温度を「我慢の限界」と考えてもよいかもしれない)

	結露の原因	結露を起こさないためには? 結露防止「対策」
空気の温度	・空気の温度が下がると結露が生じやすい ⇒露点温度以下になると結露が生じる	・温度を下げない ・温度のムラをつくらない ・温度差をつけない →どこも同じようにあたためる
空気中の水蒸気量	・空気中の水蒸気量が多いと結露が生じやすい 注)人体からの水蒸気(汗,呼吸)も考える必要がある	・水蒸気を追い出す →換気をしっかり行う

※原因と対策は、基本的には対になっている(対応している)

注)このような状況の時に必ず結露するとはなかなか言いにくい → しやすい/しにくい 程度

ただし、露点温度以下になると必ず結露する←でも、露点温度は空気の状況で大きく変わる

### 結露が生じる場所

- ┌表面結露:目に見えるところで →カビの原因, 建材の劣化を招く
  - | 仕組みは同じ (ただし, 見えるので何とかしやすい)
- └内部結露:目に見えないところで →カビの原因, 建材の劣化を招く(見えないので困る)
  - +断熱性が悪くなる(水の熱伝導率は大い)
  - 特に, 断熱材の中での結露には注意

### 2 発展3つ

(1) ヒートブリッジ(熱橋) →教科書 p.59 を参照

建材のある部分にある熱エネルギーの移動がしやすいところ  
→熱伝導率が大きく, 温度が下がり, 結露しやすいので注意

(2) 空気線図 →教科書 p.55 を参照

※教科書 p.56 の問題は, 自分で確認しておきましょう。今日配布の演習問題に類題があります。

※※気温, 相対湿度, 絶対湿度の3つのうち, 2つがわかれば, 残りの1つもわかる。

→空気の状態がわかる便利な図

※来年前期の「環境設備システム学」では目盛りが追加される。

→比エンタルピー(配布資料 67 頁を参照)

空気の持つ熱量(熱エネルギーの量)を知りたい時は、比エンタルピーを使う。

→ここで使われるのは「絶対湿度」(比エンタルピーは絶対湿度から計算する。式は配布資料 67 頁を参照)。

→比エンタルピーを使えば、水蒸気の持つ熱量(熱エネルギーの量)を換算できる。

→→空調(空気調和, Air Conditioning(エアコン))に話につながる。

例えば、ヒートポンプの必要な能力を決める時に役立つ(どのくらいの熱量(熱エネルギーの量)を室内に入れるか?室内から出すか?)。

ヒートポンプ:熱エネルギーを「室内から屋外」(夏季),「屋外から室内」(冬季)に移動させるための装置

それに対して,

ヒト(人間)では、汗の蒸発のしやすさが大切なので、相対湿度を使う。

### (3) 結露の防止策についての補足(教科書 pp.58~60)

・室内で発生する水蒸気(ここは各自で確認)

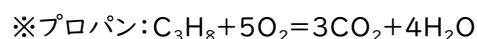
→浴室,洗面,トイレなどの水回りから

→台所(料理をするとき)から

→意外に,人間からも

→暖房器具からも

→→特に,開放型燃焼器具(開放型,密閉型については教科書 p.92 参照)



・隣室の結露防止対策

→全部暖房室にしてしまう(「ムラ」を作らない)。

・防湿層・透湿層・通気層について

→どうしてこんなふうになるのか(仕組み)を理解したい

防湿層:水蒸気を防ぐ(通過させない),透湿層:水蒸気を通過させる

【【補足】】-----

③ 湿度と結露(教科書 pp.52~60)

I 湿度(教科書 pp.52~56)

補足:エンタルピー

0℃の乾燥空気と0℃の水を基準として計った湿り空気の保有する熱量(熱エネルギーの量)をエンタルピー(全熱量)と言う。

[湿り空気のエンタルピー]=[乾燥空気のエンタルピー]+[水蒸気のエンタルピー]

= [乾燥空気の加熱に必要であった顕熱]+

{ [0℃の水を蒸発させるために必要であった潜熱]+[水蒸気の加熱に必要であった潜熱]}

$$h = C_p \cdot \theta + x \cdot (r + C_v \cdot \theta) = 1.005 \cdot \theta + x \cdot (2501.1 + 1.846 \cdot \theta) \quad \langle 1 \rangle$$

ここで,

$h$ : 湿り空気のエンタルピー [kJ/kg(DA)]

$\theta$ : 湿り空気の温度 [°C]

$C_p$ : 乾燥空気の定圧比熱 [kJ/kg·K]

$C_v$ : 水蒸気の定圧比熱 [kJ/kg·K]

$x$ : 湿り空気の絶対湿度 [kg/kg(DA)]

$r$ : 0℃における水蒸気の蒸発潜熱 [kJ/kg]

注) 上記のような乾燥空気 1kg あたりのエンタルピーは, 正確には「比エンタルピー」と言うが, 建築分野の慣例で「エンタルピー」と言うことが多い。

→「エンタルピー」は, 空気が混合された後の様子や空気の状態が変化した後の様子を, 熱量(熱エネルギーの量)の面に注目して, 知るために用いられる。また, 空調機(冷凍機)の性能を把握するためにも用いられる。

【参考文献】(順に, タイトル, 編著者名, 出版社, 発行年月, 価格, ISBN。[])内は熊本県立大学図書館所蔵情報)。

[1]『最新建築環境工学 改訂4版』(田中俊六, 武田仁, 岩田利枝, 土屋喬雄, 寺尾道仁, 井上書院, 2014年2月, ¥3,000+税, ISBN:978-4-7530-1757-7) [和書(2F), 525.1||Ta 84, 0000375755]

→改訂3版もあり(2006年3月, ISBN:4-7530-1742-7) [和書(2F), 525.1||Ta 84, 0000300425]

建築環境工学 I(第7回目) [火曜日・08:40~10:10・中講義室2]

2026.06.02  
環境共生学部・居住環境学専攻  
辻原万規彦

復習プリント

学年: \_\_\_\_\_ 学籍番号: \_\_\_\_\_ 名前: \_\_\_\_\_

今日の講義の内容を, 自分なりに, 整理してください。まとめてください。

学年: \_\_\_\_\_ 学籍番号: \_\_\_\_\_ 名前: \_\_\_\_\_

室内の気温が  $20^{\circ}\text{C}$ , 相対湿度が 60%で, 外気温が  $5^{\circ}\text{C}$ の時, 窓ガラスの室内側の表面温度を求めてください。次に, 教科書 p.55 の空気線図を用いて, 窓ガラス表面での結露の有無を判定してください。ただし, 窓ガラスの熱貫流率を  $6.3\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ , 窓ガラス表面の(室内側総合)熱伝達率を  $9\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ とします。