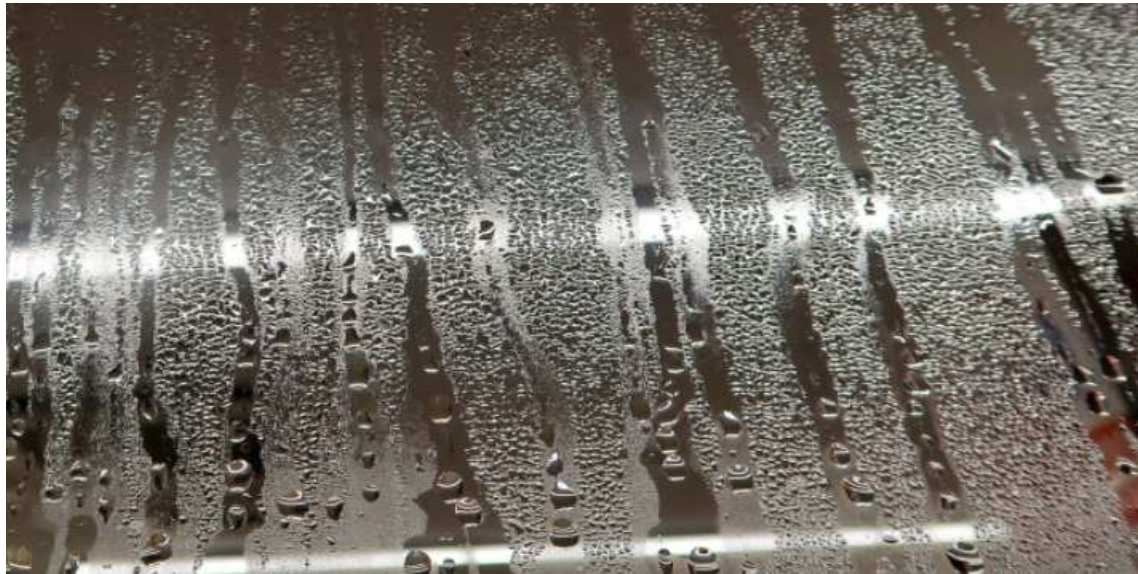


【結露のはなし】



株式会社創元設計

●結露はなぜ起こる？(メカニズム)

空気は温度によって、空気中に含むことができる水蒸気量が違います。
空気中に含むことができる水蒸気量は、**暖かい空気の方が多く、冷たい空気の方が少ない**です。

この各温度において、**水蒸気(気体)の状態**で含むことができる限界の数値のことを【**飽和水蒸気量**】といいます。

その飽和水蒸気量に対し、どれだけの水蒸気量があるかを示したのが、【**相対湿度**】です。
天気予報で湿度〇〇%と言っているのが、その割合です。

ある暖かい空気があって、温度を下げていくと相対湿度はだんだんと上がっていきます。
相対湿度が100%(すなわち飽和水蒸気量)に達すると、**水蒸気は気体としては存在することができなくなり、液体すなわち”水”になります**。これが「結露」です。

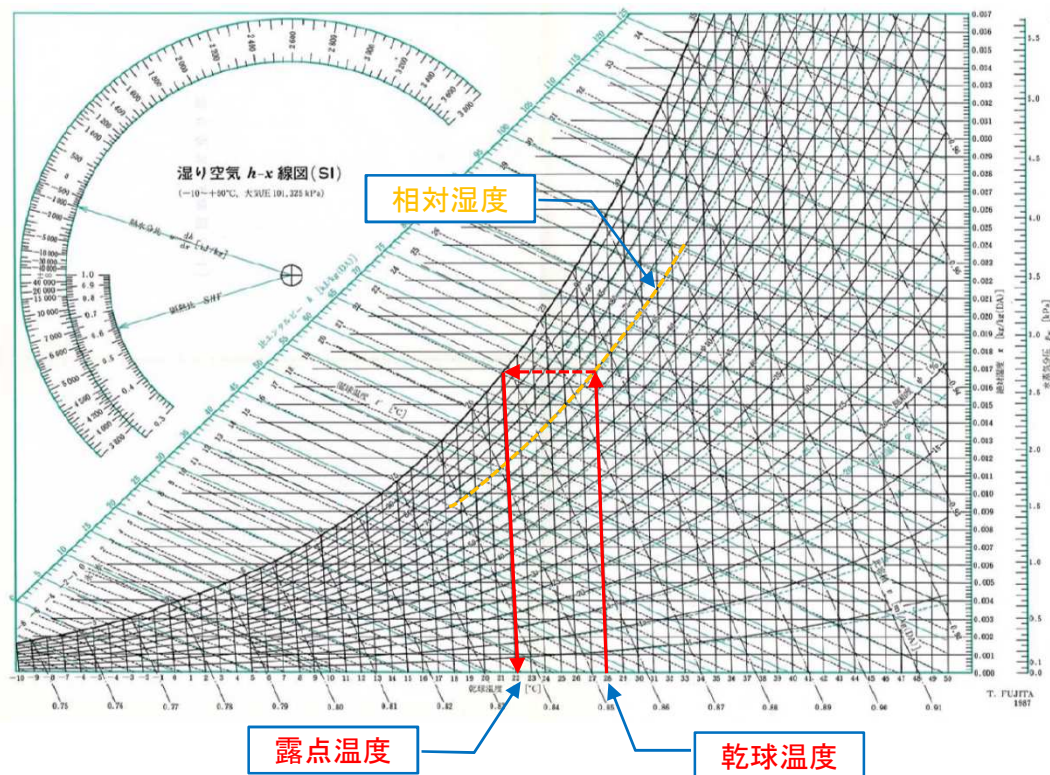
また、相対湿度が100%になる温度を【**露点温度**】といいます。

もともとの空気の**相対湿度が高ければ高いほど**、温度が下がった時に**気体として含むことが出来る余力が少なく**、その余力をオーバーしたものが”水”となり、いわゆる結露現象となります。

たとえば、相対湿度が限りなく100%近い空気は、すでに限界ギリギリなので、ほんの少しの温度差でも結露が発生してしまいます。

逆に、**乾燥した空気**は温度が高くても飽和水蒸気量に達する**余力を持っている**ので結露しにくいわけです。

● 湿り空気線図(参考)



上のグラフは「湿度空気線図」といって、温度や湿度、露点温度などの関係を示したグラフです。

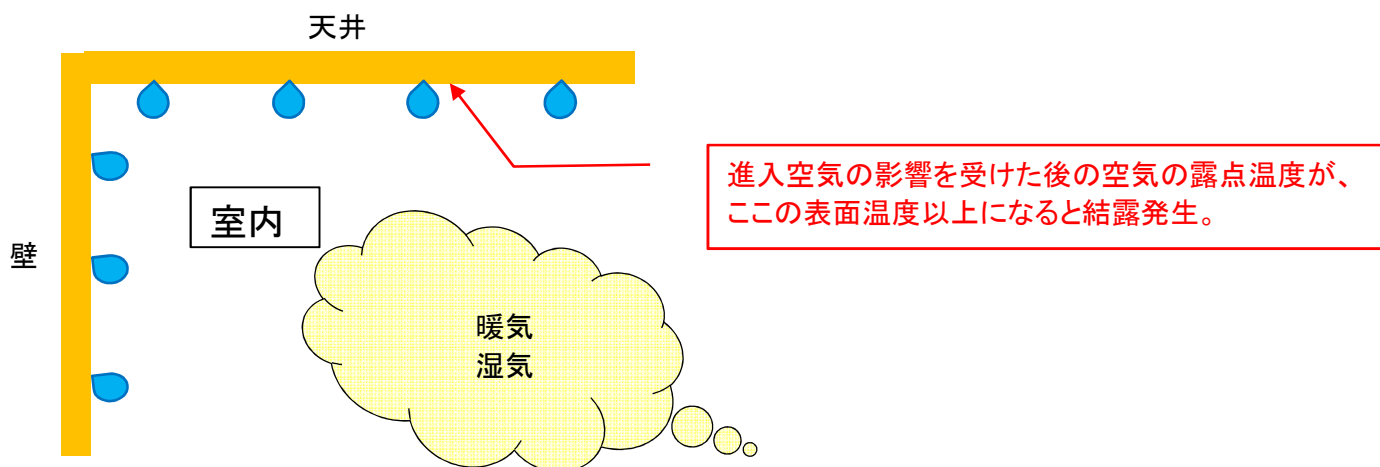
(専門的になるので、ここではこのグラフの詳しい読み取り方は割愛します。)

例えば、温度+28度、相対湿度70% の空気の露点温度は？ → 約+22°Cというのが読み取れます。

●表面結露と裏面結露(内部結露)

低温室における結露には大きく、「表面結露」と「裏面結露(内部結露)」があります。

1. **表面結露**とは、低温室の**室内面**に結露が発生することです。



当然のことながら、室を低温に保つことがその目的なので、壁や天井の表面温度は空気自体より若干冷たいです。

その低温室内に、外気(隣室)から高温多湿の空気が進入すると相対湿度が上がり、

表面温度がその露点温度以下であれば”水”となって結露の状態になります。

表面結露のほとんどは、この**外気の進入が原因**です。いかにして外気の進入を少なくするかがキモとなります。

【対策】

① 外気の進入を極力少なくするための策

- 1) 確実なトラック接車。
- 2) 速やかな扉の開閉。
- 3) ビニルノレン、エアカーテン等の設置。
- 4) 空氣的なバッファ(前室)を設ける。
- 5) 陽圧管理(他室とのエアバランス、省エネとの兼ね合い)

② 発生してしまった結露を改善するための策

1) 室内の除湿

→ クーラーの冷却運転に伴い、結果として除湿の機能はあるが、あくまで冷却を目的とした運転で、二次的に除湿効果があるといったものである。低温下で動く除湿機は特殊。
ある程度時間をかけて、徐々に除湿されるというイメージで、いったん”水”となってしまったものを短時間で消すのは困難。

2) 風を起こす。淀みをなくす。

→ うちわで仰ぐと涼しく感じたり、洗濯物に扇風機をあてると乾きが早かったりします。
これは、風をあてると水分の蒸発スピード早くなるからです。
結露箇所には風をあてて乾かす→水分を分散させる。

- ・クーラーの吹き出し方向を調節する。
- ・サーキュレーター等の設置。

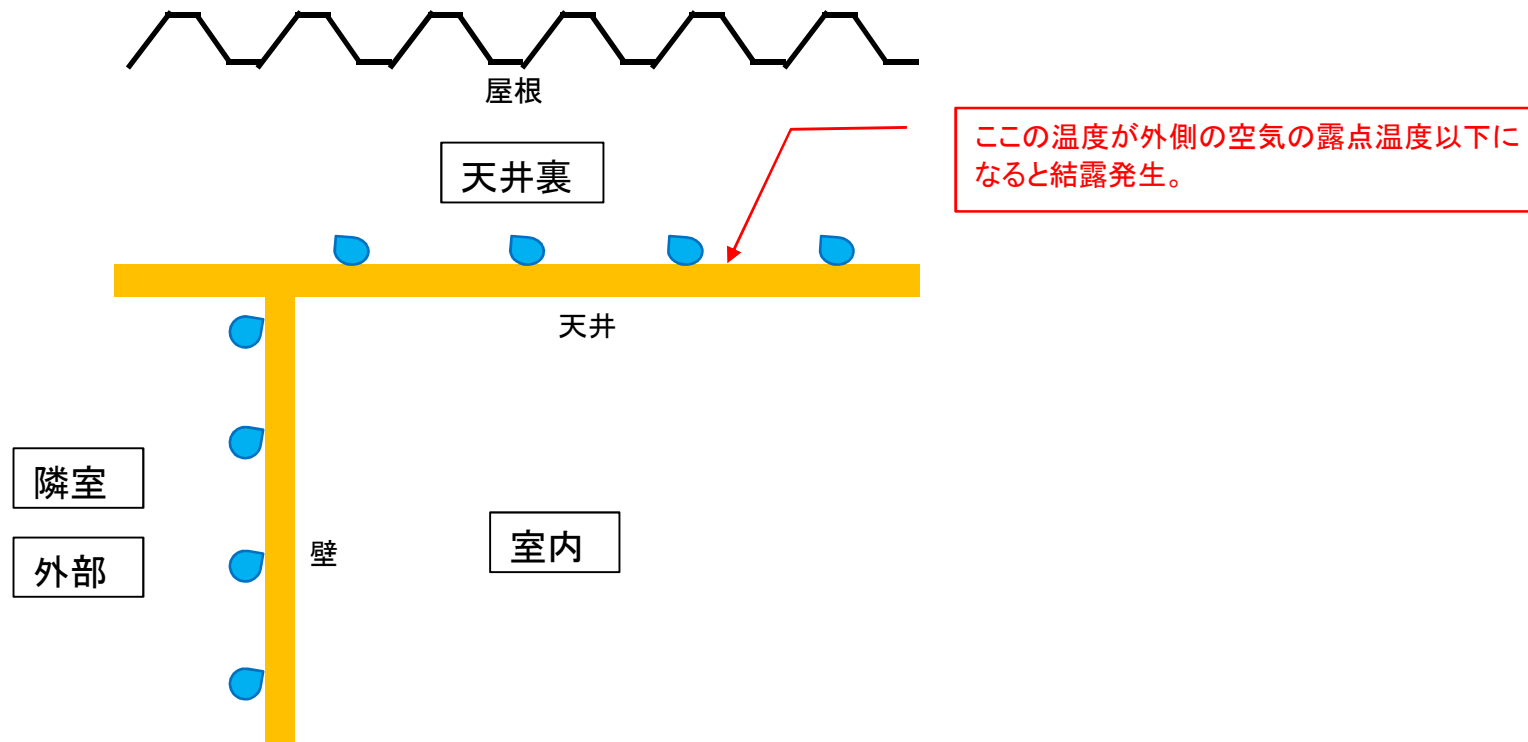
(風向きによって、そこは改善されたが別の箇所に結露が現れるケースも考えられます。

設置箇所や風向きはある程度試行錯誤になるかもしれません)

- ・シャッターボックスなど閉鎖的な空間になる箇所は通気性を持たせる。

3) ヒーターの設置(局所的な対策、ランニングコスト高)

2. **裏面結露(内部結露)**とは、低温室の壁材・天井材の**反対側又は材内部**に結露が発生することです。



【原因】

- 1) **断熱材の厚み不足**
- 2) **配管・配線等の貫通処理不良、防湿層の施工不良**
- 3) 天井裏、隣室の過度な多湿状態。
- 4) ダクト、冷媒配管等の表面結露の漏水
- 5) 天井裏は一般的に**真夏や屋根直下は結露しにくい**。梅雨時、曇天時、上階に部屋がある場合がリスク高い。
暑いことにより、逆に天井裏が露点温度以下になりづらい。
屋根自体に断熱性能を持たせることは結露対策としては逆効果。(省エネに対しては有利ですが。)

【対策】

- 1) 天井裏、隣室に除湿機設置。
- 2) 循環ファンの設置。
→ 外気導入は時期によってはかえって結露を助長することも。
- 3) 結露発生はするものと考え、結露水の排水ルート进行を設ける。(水抜き穴)

●補足(温度・湿度別露点温度の例)

乾球温度 ℃	相对湿度 %	露点温度 ℃
30	99	

乾球温度 ℃	相对湿度 %	露点温度 ℃
15	99	

30.0	99.0	29.8
30.0	90.0	28.2
30.0	80.0	26.2
30.0	70.0	23.9
30.0	60.0	21.4
30.0	50.0	18.4

15.0	99.0	14.8
15.0	90.0	13.4
15.0	80.0	11.6
15.0	70.0	9.6
15.0	60.0	7.3
15.0	50.0	4.7

※湿度が高いほど、温度と露点温度の差が小さい → 湿度が高いほど少しの温度差で結露が発生。