

『環境（温熱）』 ※用語の定義を人に説明できるくらい理解し、数値は覚える！

「温熱6条件」

人が感じる温度感覚の要素のうち、室内環境側の要素として**温度（気温）、湿度、風速（気流）、周壁の輻射（放射）**の4要素があるが、その他にそれら4要素の影響を受ける人間側の要素として**作業量（メット値）・着衣量（クロ値）**の2つの要素がある。

人の温熱感覚は最終的にこれら6要素の影響により決まる。

この**6要素**による温熱感覚を尺度として数値化したものに**新有効温度（ET*）**や**標準新有効温度（SET*）**がある。

「新有効温度（ET*）」

実在環境から標準環境に移動したときに、実在環境と同じ体感温度となる標準環境の**気温**が、実在環境におけるET*

ある室内環境にいる人が、そのときと同じ熱交換をして同じ温熱間隔になる湿度50%（人体の**ぬれ率**（発汗状態）や**平均皮膚表面温度**が同一になる湿度）の室温（ET*度）。

「標準新有効温度（SET*）」

新有効温度を標準化した指標で、湿度50%、気流は静穏（0.1m/s程度）、MRT（放射の影響のない室温）、椅座位（代謝量1.0~1.2met）、着衣量0.6clo（ワイシャツ）の状態に標準化し、ある室内環境にいる人が、そのときの同じ熱交換をして同じ温熱感覚になる室温（SET*）。

アメリカのASHRAE（アシュレイ：冷凍空調学会）によると、**80%以上の人が環境に満足感を得るのは、標準新有効温度が、22.2~25.6度の範囲**としている。

「成人の代謝量」

椅座安静時の場合、**単位体表面積あたり**のエネルギー代謝量は、**58.2W/m²**となり、この値が**1MET (メット)**となる。

なお、エネルギー代謝量は身体の表面積に比例する。

成人の標準的な体格の体表面積は 1.6~1.8 m²程度なので、椅座安静時での**一人あたり**の代謝量は**100W/人**程度となる。

「PMV (予想平均温冷感申告)」 (ISO 規格)

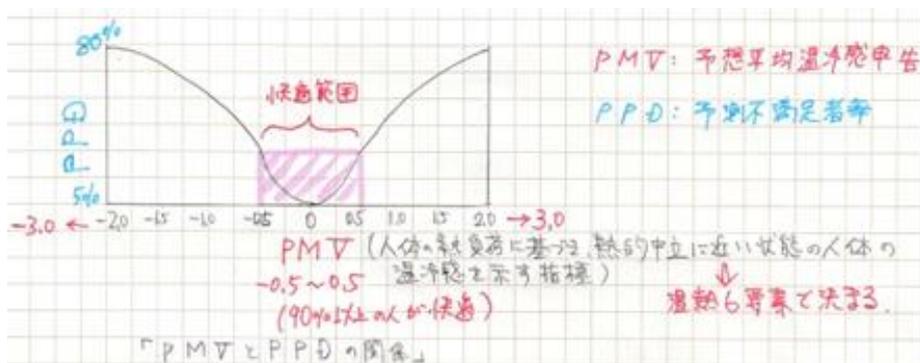
熱くも寒くもない**熱的中立**に近い状態で、大多数の人が感じる**温冷感の平均値**を理論的に予測した指標であり、**温熱6要素**を複雑な理論式に代入して求める。

主に**均一な室内環境**に対する温熱指標であるため、**不均一な放射環境**、**上下温度分布**が大きな環境及び**通風環境**、また、**暑熱環境**や**寒冷環境**に対しては、**適切に評価できない**場合がある。

PMV の評価指数は、**-3 (かなり寒い)** から **+3 (かなり暑い)** までの温熱感スケールで表され、ISO (国際標準化機構) では、PMV による快適範囲として、**-0.5 < PMV < +0.5** を**推奨**している。この快適範囲は、**90%以上**の人が暑くも寒くもない**熱的中立 (ニュートラル)** 状態である。

「PPD (予測不満足者率)」 (ISO 規格)

PMV の温冷感スケールに対応して、**熱的に不満足**を感じる人の割合を示す PPD があり、ISO では **PPD が 10%未満**となる温熱指標を**推奨**している。



「不快指数 (DI)」

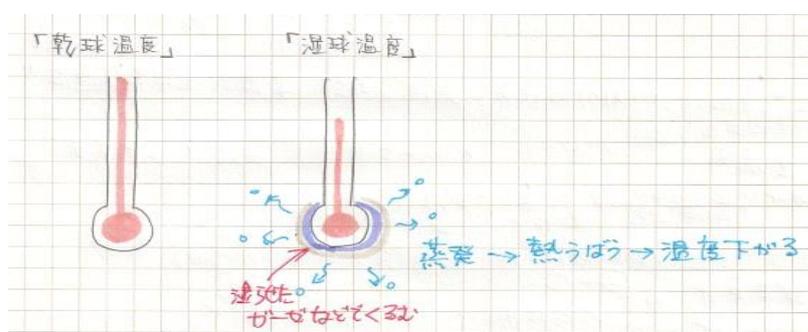
温度と湿度の組合せにより、人体が感じる不快感の程度を表す指標であり、主に夏季において、戸外の蒸し暑さによる不快感を表すものである。

温熱の局所不快を防ぐためには、放射の不均一性（放射温度の差）の限界を 10°C以内にすることが望ましい。

$$\text{不快指数(DI)} = 0.72 \times (\text{乾球温度} + \text{湿球温度}) + 40.6$$

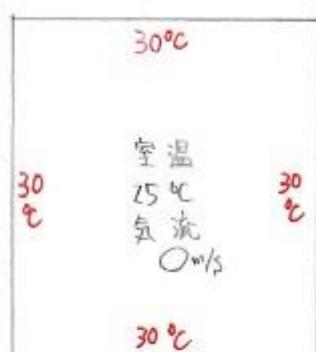
DI=75 以上→半数不快

DI=80 以上→全員不快



「平均放射温度 (MRT)」 湿度は影響しない！

周壁からの熱放射により人体が受ける熱量の影響を表す指標で、気温、気流（風速）、グローブ温度（黒球温度：輻射熱）より求まり、近似的には周壁の平均表面温度をいう。



MRT = 30°C



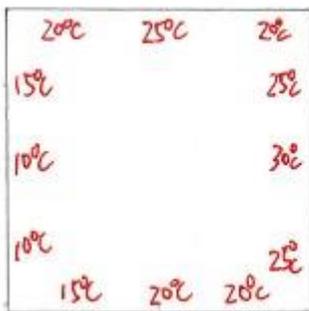
MRT = 25°C

「作用温度(OT)」 ←体感温度と考える。 **湿度は考慮しない!**

人体周囲の気温、気流、**放射**が人体に与える影響を評価する指標であり、**効果温度**ともいう。

室温と周壁面温度との差が比較的大きく、暖房時の暖房効果を表すのに適している。

作用温度 (OT) は、一般に、**発汗の影響が小さい環境下** (湿度は考慮しない) における熱環境に関する指標として用いられ、**空気温度と平均放射温度の重み付け平均**で表される。



$$\text{温度の平均} = \frac{10 + 15 + 20 + 25 + 30}{5} = 20^{\circ}\text{C}$$

重み付け平均 (重要度を加味した平均)

$$\frac{10 \times 2 + 15 \times 2 + 20 \times 4 + 25 \times 3 + 30 \times 1}{12} = 19.58^{\circ}\text{C}$$

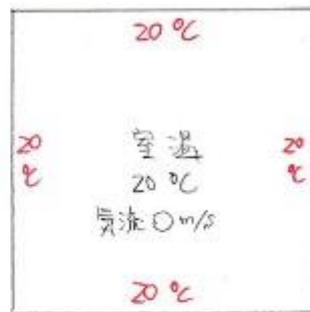
静穏気流 (0.2m/s 以下) の場合には、「**作用温度**」は**気温 (室温)** と**平均放射温度 (MRT)** との**平均値**で表され、この値は**グローブ温度とほぼ一致**する。

OT = 気温 + 平均放射温度 (MRT) / 2 ≒ グローブ温度



$$\text{MRT} = 10^{\circ}\text{C}$$

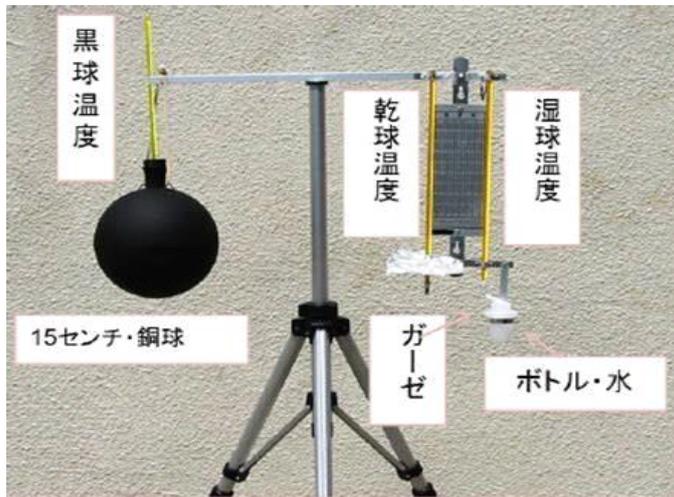
$$\text{OT} = \frac{25 + 10}{2} = 17.5^{\circ}\text{C}$$



$$\text{MRT} = 20^{\circ}\text{C}$$

$$\text{OT} = \frac{20 + 20}{2} = 20^{\circ}\text{C}$$

「グローブ温度計」



グローブ温度計（放射熱を加味した温度を測定。黒球で周囲放射熱を吸収）

【画像引用元】 https://th.bing.com/th/id/OIP.fff7GfKe_GjOvguYY19xXwAAAA?pid=ImgDet

「自然室温」

エアコンなどの冷暖房を使用していない状態の室温。

「上限温度差」

<椅座位の上下温度差>

椅座位の場合、くるぶし（床上 0.1m）と頭（床上 1.1m）との上下温度差は、3°C以内が望ましい。

<一般的な限界上下温度差>

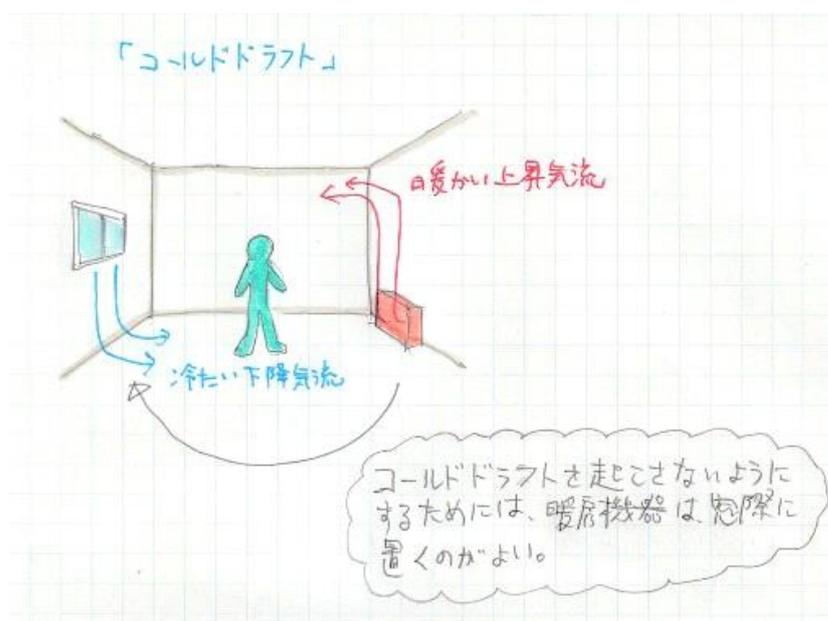
冷たい窓や壁面に対する放射の不均一性の限界は室温と 10°C差以内、上下方向で 5°C以内とされる。

「床暖房表面温度」

人間の体温は 36°C前後であるが、皮膚表面温度は 31~34°C程度であり、同程度の温度で長時間接触し続けると低温火傷を引き起こす恐れがあるため床暖房の設定温度は、29°C以下（床表面温度の上限で 30°C以下）にすることが望ましい。

「コールドドラフト」

コールドドラフトとは、冬期に窓面や外気給気口から冷気が下降し、床を伝って流れる現象をいう（上下に温度差ができる）。



「人体からの総発熱量（顕熱+潜熱）」

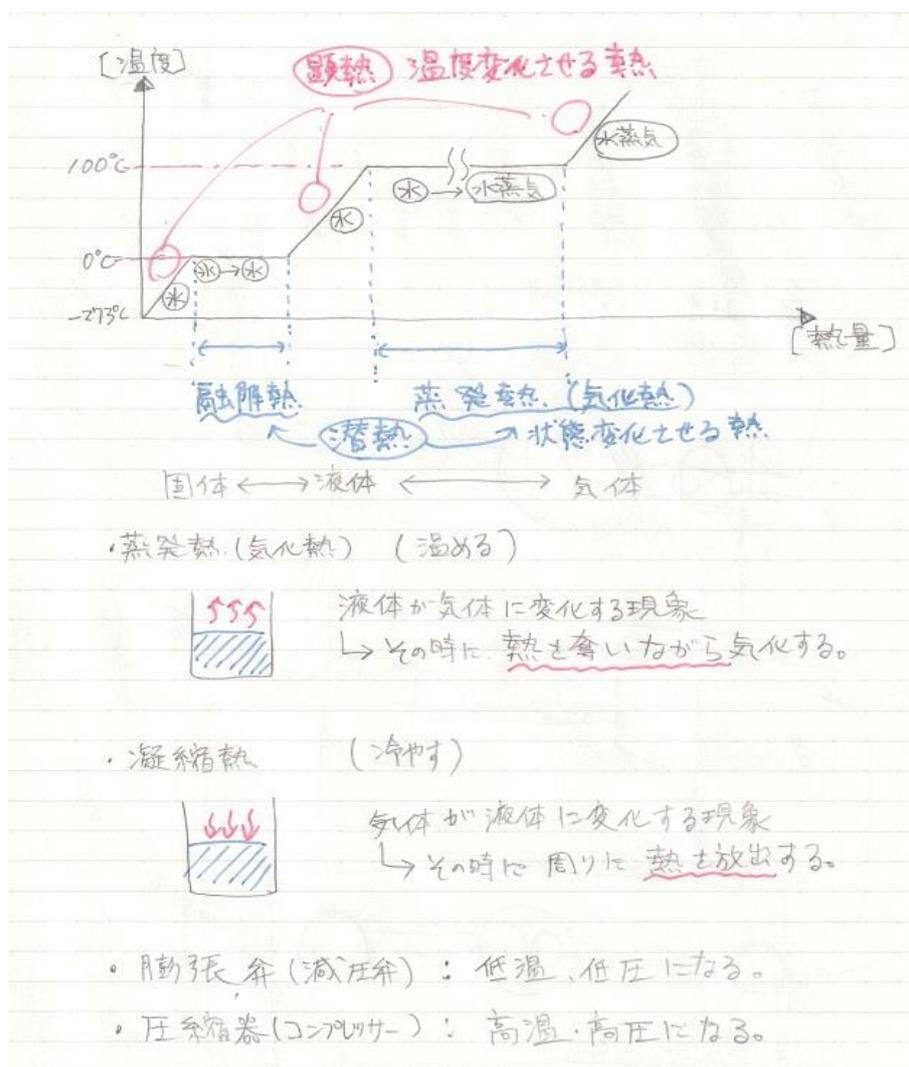
<顕熱>

対流や放射による放熱など**温度の変化**を伴う熱をいう。

<潜熱>

発汗など水蒸気の蒸発による放熱など**湿度の変化**を伴う熱をいう。

作業の程度に応じて**代謝量**が増えるにつれて、一般に人体からの総発熱量（顕熱+潜熱）に占める**潜熱**発熱量の比率は増加する。



「エネルギー代謝率 (RMR)」

労働代謝（活動代謝）の基礎代謝に対する比率で表され、人間の**作業強度**を表す指標であり、活動に必要としたエネルギー量が、**基礎代謝量の何倍**にあたるかを求める数値である。

年齢・性・体格などに**影響されない**。

活動時のエネルギー（労働代謝）から、安静時のエネルギー（基礎代謝）を引いた数値を、基礎代謝エネルギーで除す。

一日の全エネルギー消費は、**約 60%**が**基礎代謝**、**約 30%**が**生活活動量**（運動含む）、**約 10%**が**食事誘発性熱産生**で消費される。

「室内の暑さ指数 (WBGT) (°C)」

人体と外気との熱のやりとりに着目した指標で、**熱中症を予防**することを目的としたもの。

湿球温度と**グローブ温度**（黒球温度）から求められる。

$$\text{WBGT 値} = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.3 \times \text{グローブ温度}$$

暑さ指数 (WBGT) が **28°C** を超えると、**熱中症** にかかる人が**急に増える**。

暑さ指数 (WBGT) が **33°C** では、すべての生活活動で熱中症が起こる可能性がある**「危険」** ランクに相当する。

「平衡含湿率(平衡含水率)」

材料を一定の温湿度の湿り空気中に十分に長い時間放置しておき、**含湿量が変化しなくなった状態(平衡状態)**に達したときの、材料の**乾燥質量**に対する**含湿量**の割合である。

木材の場合、ある一定の温湿度下におくと、やがて吸湿も放湿もしない状態（平衡状態）となり、この時の含水率が**平衡含水率**といい、屋外で 15%（気乾状態）、屋内で 12%程度となる。

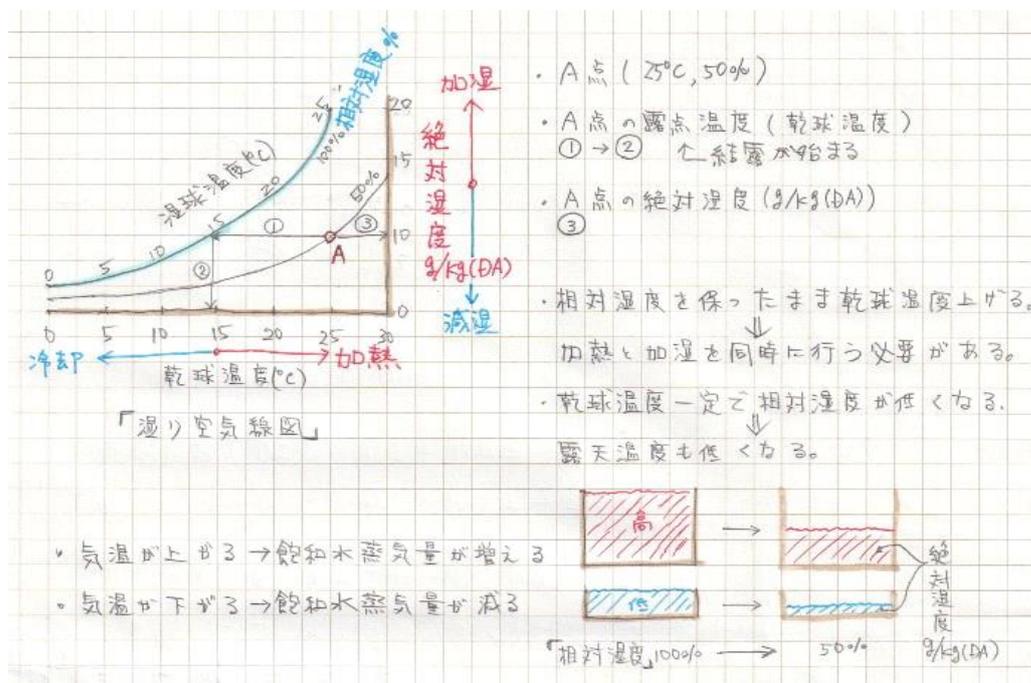
「デグリーデー（度日：どにち）(°C・day)」

値が**大きくなるほど暖房（冷房）負荷が増える**。

暖房（冷房）使用期間中において、室内における暖房（冷房）設定温度と毎日の日平均温度（一日あたりの平均外気温度）との**差**を求め、その**温度差**を暖房（冷房）期間にわたって**積算した値**をいい、その**地域の寒さ（暑さ）の程度**を示す指標となる。

「露天温度、相对湿度、絶対湿度、表面温度、表面結露」

<湿り空気線図>



空気の**温度**によって、含むことのできる最大水蒸気量が変化する。

→**高温**になるほど、含む得る**最大水蒸気量が増える**。

・**露点温度**とは、絶対湿度を一定に保ちながら空気を冷却した場合に、**相対湿度が 100%**となる温度のことで、このとき空気に含まれる**水蒸気量 = 飽和水蒸気量**となる。

・**表面結露**の発生の有無は、表面近傍空気の絶対湿度から求まる露点温度より表面温度が小さい場合、相対湿度が 100%となり**表面結露**が発生する。

換気を行うと、一般に室内の絶対湿度が低下するので、**表面結露の防止に有効**である。

・**相対湿度 [%]**は、人の感覚に応じて補正されていない**物理量**である。

・暖房室につながり、屋外に接した北側の非暖房室は**結露しやすい**。

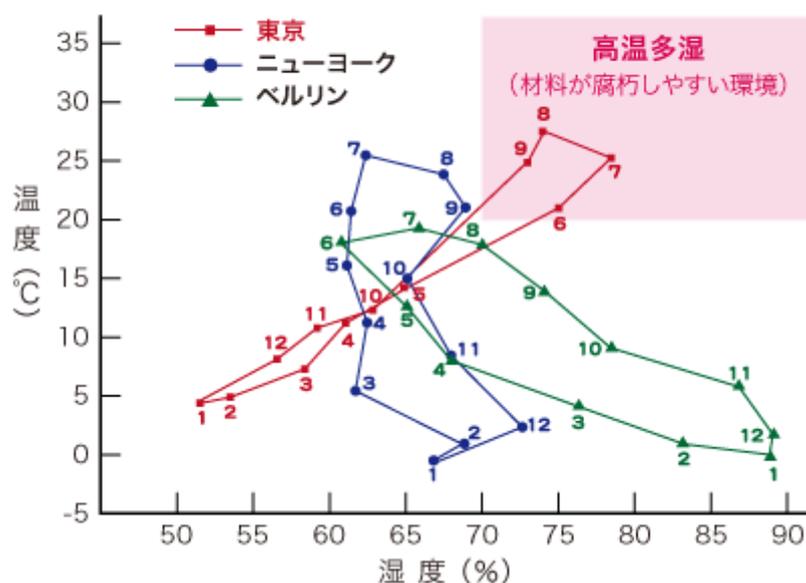
・外壁の**出隅部分 (熱橋部分)**の室内側表面温度は、室内側表面積より屋外側表面積のほうが大きくなるため、一般に断熱部分の室内側表面温度に比べて**外気温度に近くなる**。

・「**飽和絶対湿度**」は、ある温度の空気が含むことのできる限界の水蒸気量を、単位乾燥空気当たりの水蒸気量で示したものである。

「クリモグラフ」

気温、相対湿度、降水量等の気候要素のうち、2種類を座標軸にとり、一般に、月ごとの値をプロットして年間の推移を示した図であり、各地の気候特性を理解するために利用される。

日欧米のクリモグラフ(気候図)比較



【画像引用元】日建ホーム

<https://www.n-home.co.jp/wp-content/uploads/2019/04/94ecb2e07fe5e11cc28b146d6e063e1e.png>

「汚染物質濃度規定値」 ※下記数値は全て覚える！

中央管理方式の空気調和設備」やビル管理法において、下記の基準が定められている。

浮遊粉塵量 → 空気 1m³ につき **0.15mg** 以下

CO 含有率 → **6ppm** (0.0006%) 以下

CO₂ 含有率 → **1000ppm** (0.1%) 以下

温度 → **18°C**以上 **28°C**以下

相対湿度 → **40%**以上 **70%**以下

気流 → **0.5m/秒**以下

ホルムアルデヒド → **0.1mg/m³**以下 **0.08ppm** 以下

【バツ問例】

- ・ コールドドラフトは、暖房時の室内において、外気により冷やされた窓ガラスからの放射熱伝達により生じる現象である。
- ・ 予測平均温冷感申告（PMV）の値が 0 に近づくと従って、予測不満足者率（PPD）は高くなる。
- ・ 相対湿度を一定に保ったまま乾球温度を上昇させるには、加熱と除湿を同時に行う必要がある。
- ・ 平均放射温度（MRT）は、室温によらず、グローブ温度及び気流速度の計測値から概算で求められる。
- ・ 作用温度（OT）は、空気温度、平均放射温度及び湿度から求められる指標である。
- ・ 中央管理方式の空気調和設備を用いた居室において、許容されるホルムアルデヒドの量の上限は、0.15mg/m³ である。
- ・ 床暖房時の床表面温度は、一般に、人が触れたときに温かく感じるよう、体温よりやや高めにするのが望ましい。