

予習確認プリント

学年：_____ 学籍番号：_____ 名前：_____

・人間の温冷感に影響を与える 6 要素とは、どのようなものですか？それらの一つ一つの要素はどのような仕組み（過程）で、人間の温冷感（暑さや寒さの感覚）に影響を与えますか？

・人体と周囲の環境は、互いに、どのように熱のやりとりをしていますか？

・顕熱と潜熱には、どのような違いがありますか？

・温度と湿度を計測する際に使用する代表的な機器には、どのようなものがありますか？

※予習の段階に比べて、授業を聞き終わった段階では、何がわかりましたか？

第 8 回目 環境と人体の熱平衡 (教科書 pp. 61～64)

※おおよそ板書の 1 面が、配付資料の半ページに相当 (のつもりでスペースを確保)

◎ 前期の中盤の学修内容

- ・ 6 回目 (中盤の 1 回目) 水分 (水蒸気) そのものの性質と湿度
- ・ 7 回目 (中盤の 2 回目) 人と温熱環境 (特に湿度) との関係
- ・ 8 回目 (中盤の 3 回目) 目標値 (数値目標, 設定温度) を考える

○ 今日の内容 : 人と周囲の温熱環境との関係を説明できるようになろう

(例) どうして暑いと感じるのか? 寒いと感じるのか? その仕組みは?

1 今日のポイントは 1 つだけ!!

→

2 実態の把握 : 温熱環境を測定する際に用いる機器 (この資料ではもう一度は出て来ず)

→ 配布資料 p. 76～p. 77 を参照

→ 測定の仕組みを説明できるように

注) 熱電対の読み方は「ねつでんつい」

注) グローブ温度計の仕組みは教科書 p. 63 も参照

3

4

3 周りの温熱環境のどんな要素がどのように変わると、どのように人間は反応するか？

(1) 前提

熱エネルギーのやりとり

- ①
- ②
- ③
- ④

例) 注射の時のアルコール消毒

(液体→気体, 気化熱)

教科書 p. 62 を参照

┌ 顕熱

└ 潜熱

(2) 実際の熱 (エネルギー) のやりとり

②対流 (空気が動いて熱エネルギーが移動) (② : 「(1) 前提」の数字に対応)

$$[\text{熱エネルギーの移動量}] = [\text{対流熱伝達率}] \times [\text{温度差}]$$

a

要素の変化	物理的なお話	人間の反応

b

パターン①気温が体温より高いとき ([体温] < [気温])

要素の変化	物理的なお話	人間の反応

パターン②気温が体温より低いとき ([体温] > [気温])

要素の変化	物理的なお話	人間の反応

③放射 [熱エネルギーの移動量] = [放射熱伝達率] × [温度差]

※太陽で考えてみよう

要素の変化	物理的なお話	人間の反応

④相変化

汗の蒸発によって、人間の表面から熱エネルギーが人間の周囲へと移動する (奪われる)

⇒

要素の変化	人間の生理的な反応	物理的なお話	人間の反応

⑤着衣の抵抗 (熱抵抗)

要素の変化	物理的なお話	人間の反応

注) 実際には、放射+対流の合わせ技で熱が移動

⑥代謝量 (人間が活動するために必要な熱エネルギーを体内で生産, 活動量ともいう)

要素の変化	物理的なお話	人間の反応

◎まとめ

私たちが、「暑い」もしくは「寒い」と感じる感覚 (温冷感) に影響を与える要素とその単位
 →測定できる要素でまとめてみると

- ①
- ②
- ③
- ④
- ⑤
- ⑥

4 人間全体としては、どのように周りの温熱環境と熱エネルギーのやりとりをしているか？

産熱

熱エネルギーをつくり出す

放熱

熱エネルギーを周囲に放出する

(移動させる)

+

熱エネルギーを使う

(違うエネルギーに変換)

「放熱＝産熱」でない時

- ・ 風邪で「ねっ」が出たとき：ウイルスとたたかうために体温を上げる
- ・ 熱中症：放熱が上手く行かない時←体調が悪くなってしまう
- ・ 冬山での凍死：過剰に放熱してしまう

発展 「人間-環境系」として全体をひとつの系として捉える考え方

系：まとめ、仕組みの全体、などの意味

「感・知・認・動」モデル

【補足】-----

4 体感温度 (教科書 pp. 61~68)

1 環境と人体の熱平衡 (教科書 pp. 61~64)

1-3 温熱環境の測定 (教科書 pp. 63~64)

参考文献 [1] も参照のこと。

→ 3 年生後期配当の『居住環境調整工学実験』で使う測定器が多いので、詳細はその時に説明。

→ <http://www.pu-kumamoto.ac.jp/~m-tsuji/kougi.html/jikkenn.html/kyojikkenn.html>

「①温度／②湿度」の補足

アスマン通風乾湿温度計 (→仕組みをしっかりと理解する) は、ドイツの気象学者 R. Assmann が 1887 年に考案した。温度計自体は、ガラス製温度計 (ガラス容器に水銀を封入)。湿球温度計の示度は、感温部が水の蒸発により冷やされて乾球温度計の示度よりも低くなる。これらの差を用いて相対湿度を計算する (JIS の表、もしくは Sprung (スプリング) の公式などを用いる)。



写真 自記式温度計
(出典：佐藤計量器製作所の HP)



写真 湿度温度プローブ*1
(出典：ヴァイサラの HP)



写真 デジタル温湿度計*2
(出典：佐藤計量器製作所の HP)

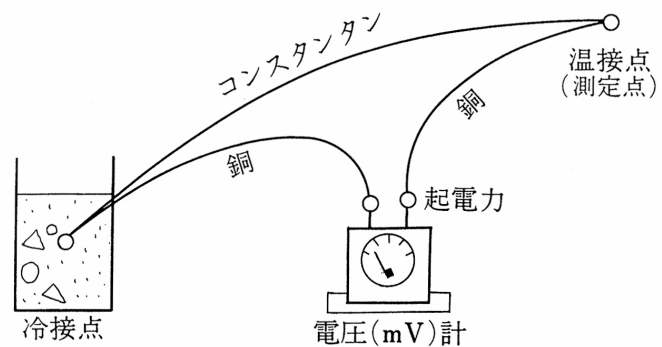


図 熱電対のダイアグラム*3
(出典：参考文献 [1], p. 70)

(注意)

- *1：温度センサは「白金測温抵抗体」、湿度センサは「静電容量式センサ」。
- *2：温度センサは「サーミスタ (測温体)」，湿度センサは「高分子抵抗変化型湿度センサ」。
サーミスタは金属 (マンガン，ニッケル，コバルトなど) の酸化物からなる半導体で，温度が高くなるにつれて抵抗値が小さくなる素子のこと。
- *3：図の組み合わせは，T 型熱電対という。コンスタンタンは，銅とニッケルの合金。1821 年ドイツ人のゼーベックによって発見された「ゼーベック」効果 (温度差によって起電力が生じる現象) による。

「③風速」の補足



写真 三杯式風速計
(出典：ヴァイサラの HP)



写真 熱線式風速計*1
(出典：日本カノマックスの HP)



写真 超音波風速計*2
(出典：ソニックの HP)

(注意)

*1：「熱式」と言う場合もある。気流の冷却効果を利用。

*2：原理的に、風速 0 m/s (風速ゼロメートル) を測定できる。応答性も良い。

「⑤各種温度計器」の補足



写真 カタ寒暖計 (カタ温度計)
(出典：柴田科学の HP)



写真 WBGT 計
(出典：京都電子工業の HP)

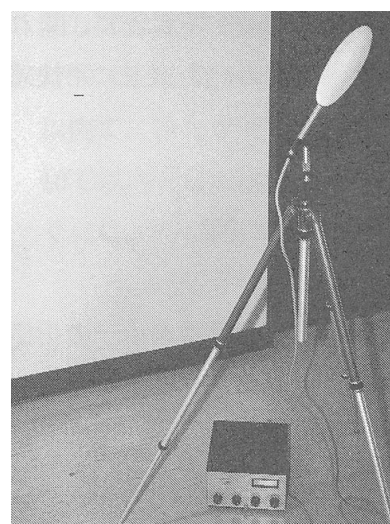


写真 コンフォートメーター
(出典：参考文献 [2], p. 73)

【参考文献】(順に, タイトル, 編著者名, 出版社, 発行年月, 価格, ISBN。[] 内は熊本県立大学学術情報メディアセンター図書館所蔵情報)。

[1] 『快適な温熱環境のメカニズム 豊かな生活空間をめざして』(空気調和・衛生工学会編, 空気調和・衛生工学会 (丸善), 1997 年 12 月, ¥4,500+税, ISBN: 4-87418-019-1) [和書 (2 F), 528.2 || Ku 28, 0000225353, 0000225354]

→新版あり (改訂第 2 版, 2006 年 3 月, ¥3,624+税, ISBN: 4-87418-037-X) [和書 (2 F), 528.2 || Ku 28, 0000302144]

[2] 『環境工学教科書 第二版』(環境工学教科書研究会編著, 彰国社, 2000 年 8 月, ¥3,500+税, ISBN: 4-395-00516-0) [和書 (2 F), 525.1 || Ka 56, 0000275620, 0000308034]

→第三版あり (2020 年 2 月, ISBN: 978-4-395-32146-9) [和書 (2 F), 525.1 || Ka 56, 0000387929]

【参考 URL】

[1] 佐藤計量器製作所のホームページ

<http://www.sksato.co.jp/>

[2] ヴァイサラ (日本) のホームページ

<https://www.vaisala.com/ja>

[3] 日本カノマックスのホームページ

<http://www.kanomax.co.jp/index.html>

[4] ソニックのホームページ

<http://www.u-sonic.co.jp/>

[5] 柴田科学のホームページ

<http://www.sibata.co.jp/>

[6] 京都電子工業のホームページ

<https://www.kem.kyoto>

学年：_____ 学籍番号：_____ 名前：_____

次の問のそれぞれの記述のうち、①～④で最も不適当なものはどれか。それぞれの理由もあわせて述べよ。

【1】

- ①気流の速度が変わると、同じ温度でも体感温度は変わる。
- ②気圧は、温度と並んで温熱感覚についての主要な要素である。
- ③温度が高くても湿度が低ければ不快感は少ない。
- ④温度が同じであっても、服装が変われば温熱感も変わる。

答え：

[理由]

【2】

- ①椅座安静状態における成人の単位体表面積当たりの代謝量は、約 $100\text{W}/\text{m}^2$ である。
- ②グローブ温度計は、つや消し黒塗りの無発熱球の放射と対流による平衡温度を測定するものである。
- ③室内における温熱感覚は、室温、湿度、風速、周壁の平均表面温度などによって定まる。
- ④着衣による断熱性能は、一般にクロ [clo] という単位が用いられる。

答え：

[理由]