

熱中症の勉強【中学生向け】

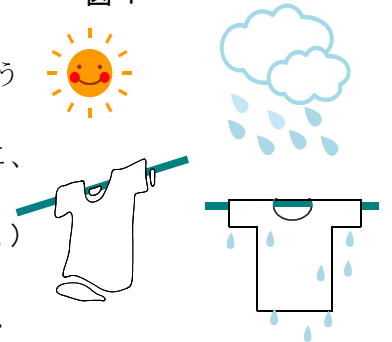
今週は、5月中旬にも関わらず県内で30℃を超える最高気温を記録するなど、気温もぐんぐん上昇しています。

また、湿度も高まってきました。体が暑さに十分順応できていないこの時期から夏に向けて、特に注意したいのが「熱中症」です。

熱中症は、気温や湿度の高い環境下で、体内の水分や塩分のバランスが崩れ、体温調節機能がうまく働かなくなってしまうために現れるさまざまな症状の総称です。消防庁が発表した令和2年6月から9月の全国における熱中症による救急搬送人員の累計は64,869人でした。そのうち112人が命を落とされています。救急搬送の件数は8月に43,060件とピークがありますが、6月にも6,336件を数えることから、注意が必要です。

さて、風呂上がりに濡れたままでいると、体が冷えます。これは、体について水滴が蒸発するときの気化熱によるものです。気化熱とは、物質が液体から気体に変化する時に周囲から熱を奪う（吸収）現象のことです。だから、体が濡れていると、ついて水滴が体温を奪って蒸発しようとするので冷たくなります。（温度が下がる。）アルコールで手指を消毒すると「冷たい」と感じるのは、水より蒸発しやすいアルコールがどんどん気化（蒸発）し、熱を奪っていくため、その部分が「冷たい」と感じる訳です。

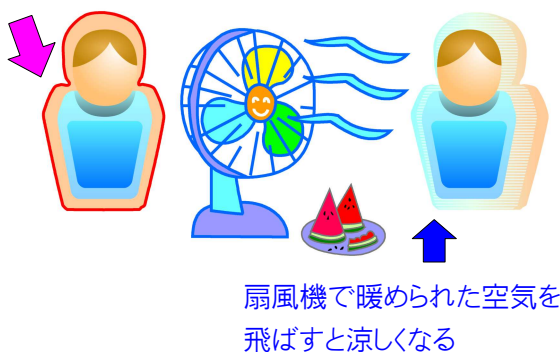
図1



暑い夏、気温が上昇すると体温も上昇します。私たちのからだは体温を調節するために汗を出し、その気化熱によって体温を下げようとしますが、高い湿度がジャマをします。天気が雨のときは湿度が高いので洗濯物がなかなか乾きませんが（図1）、それと同じように、湿度が高いと汗が蒸発しにくくなります。気化熱による熱の放散が少なくなるため、体内の熱を外に逃がすことができなくなり、（図2）体の中に熱がこもりやすくなります。体内に熱がこもり体温が上昇すると、熱中症の危険度が高まります。特に温度・湿度が高い日は、エアコンや扇風機の使用と併せて、体の中に熱がこもらないように衣服を工夫して暑さを調節することが必要になります。学校でも、その一環として半袖・短パン着用の励行を進めます。

人は自分の体温で暖められた
空気をまとっている。

図2



扇風機で暖められた空気を
飛ばすと涼しくなる

湿度が低い(スペースがある)
と汗が蒸発しやすい。
湿度が高い(スペースがない)
と汗が蒸発しにくい。
空気は、気温によって取り込める水蒸気の量が決まっている。
30℃では30.3g 20℃では17.3gまで

Wet Bulb = 湿球 Globe = 球体 (ここでは黒い球体) → Globe Temperature = 黒球温度

前のページで熱中症には「湿度」が大きく関わること、温度・湿度が高い日は、エアコンや扇風機の使用と併せて、体の中に熱がこもらないように衣服を工夫して暑さを調節することが必要と記しました。その2としまして熱中症を示す暑さ指数(WBGT)について紹介します。

暑さ指数 (WBGT (湿球黒球温度) : Wet Bulb Globe Temperature) は、熱中症を予防することを目的として1954年にアメリカで提案された指標です。単位は気温と同じ (°C) で示されますが、その値は気温とは異なります。WBGTは人体と外気との熱のやりとりに着目した指標で、影響の大きい ①気温、②湿度、③輻射熱(ふくしゃねつ)など周辺の熱環境、この3つを取り入れた指標です。生徒の皆さんも乾湿計(湿度を求める温度計)をご覧になったことがあるかと思います。これで①気温と②湿度が求められます(図1)。これに輻射熱を測定する黒球(図2)の値を組み込み求めます。輻射熱とは日射しを浴びたときに受ける熱や、地面、建物、人体などから出ている熱です。温度が高い物からはたくさん出ます。少々乱暴なたとえ方となりますが「光があたると熱に換わる。」というものです。例をあげると、たき火にあたると暖くなるのは、周りの気温が高くなったからではなく、あたった光が熱に換わった(輻射熱)ためです。ですから、自分の前に人がきて、たき火の光が見えなくなると、途端に寒くなります。夏になると体育館の屋根は太陽光に高いところから照らされます。すると、屋根が輻射熱により暖められ、しばらくすると体育館全体が暑くなってしまいます。また、光を反射するようにすることで輻射熱の影響を小さくしているのが消火活動の際に消防士の方が着用している消防服です。アルミ箔で輻射熱を反射して内側の温度が上がらないようになっています。

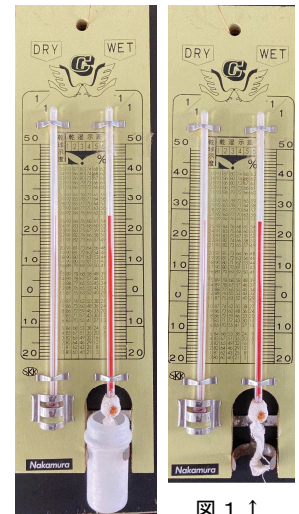
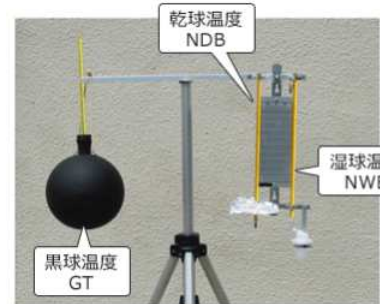


図1 ↑



暑さ指数(WBGT)測定装置

さて、暑さ指数の算出方法ですが、難しいようで簡単です。

◎屋外での算出式

$$WBGT(°C) = 0.1 \times \text{乾球温度} + 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.2 \times \text{黒球温度}$$

◎屋内での算出式

図3 $WBGT(°C) = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.3 \times \text{黒球温度}$

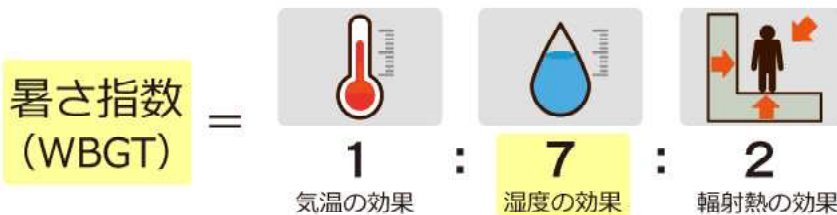


図2 : 出典「暑さ指数(WBGT)の詳しい説明」(環境省)

https://www.wbgt.env.go.jp/doc_observation.php

図3 : 出典「暑さ指数(WBGT)について学ぼう」(環境省)

https://www.wbgt.env.go.jp/wbgt_lp.php

【中学生に問題です。解いてみてください。】

1 次の文の①、②、③に入る適切な言葉の組み合わせを下のア～エから選びなさい。

熱中症を引き起こす条件は、「①」と「②」と「③」によるものが考えられます。

「①」の要因は、気温が高い、湿度が高い、風が弱いなどがあります。

「②」の要因は、激しい労働や運動によって体内に著しい熱が生じたり、暑い環境に体が十分に対応できないことなどがあります。

「③」の要因として、激しい筋肉運動や慣れない運動、長時間の屋外作業、水分補給できない状況などがあります。

その結果、熱中症を引き起こす可能性があります。

- ア ①気化熱 ②環境 ③行動 イ ①環境 ②からだ ③行動
ウ ①現象 ②体温調節機能 ③からだ エ ①外部 ②内部 ③環境

2 暑さ指数 (WBGT) は

◎屋外では

$$\text{WBGT}(\text{°C}) = 0.1 \times \text{乾球温度} + 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.2 \times \text{黒球温度}$$

◎屋内では

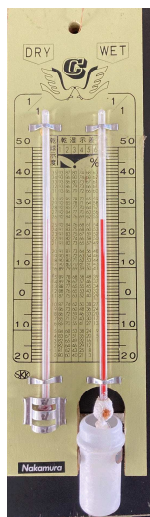
$$\text{WBGT}(\text{°C}) = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.3 \times \text{黒球温度}$$

で求められます。また、下の表は、暑さ指数と熱中症運動予防指針（熱中症について注意すべき運動の目安）を示したものです。

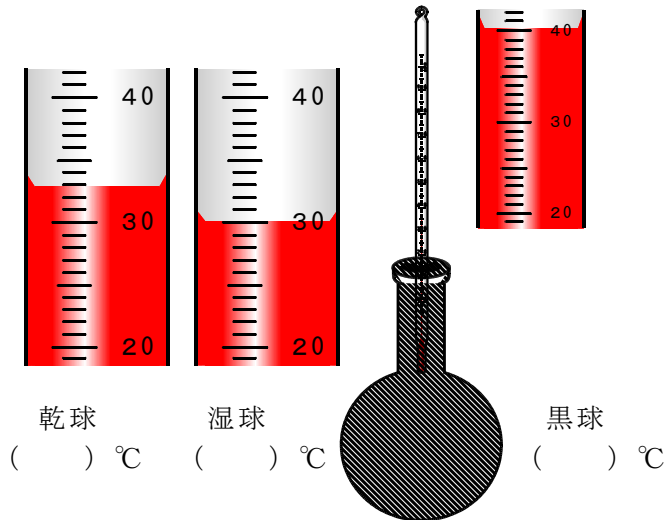
7月のある日、尚英中の校庭と体育館で暑さ指数 (WBGT) を測定しました。それぞれの暑さ指数を求め、その値から熱中症運動予防指針を枠内に書きなさい。

暑さ指数 (WBGT)	熱中症運動予防指針 (概要)
31 以上	危険 運動は原則禁止
28 ~ 31	厳重警戒 激しい運動は中止
25 ~ 28	警戒 積極的に休憩
21 ~ 25	注意 積極的に水分補給
21 以下	ほぼ安全 適宜水分補給

◎参考：環境省HP（公財）日本スポーツ協会「スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック」
暑さ指数を5段階でチェック！



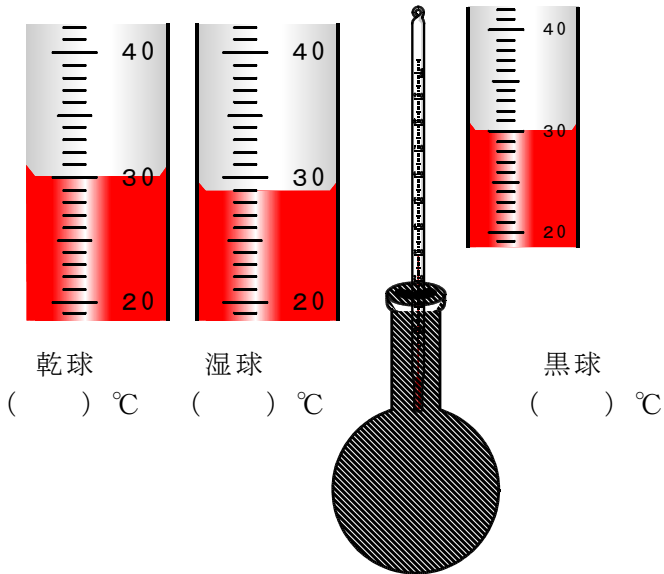
乾球 湿球



(1) 屋外で測定しました。
暑さ指数 (WBGT) はいくらですか。

計算

暑さ指数 (WBGT) = °C



(2) 屋内で測定しました。
暑さ指数 (WBGT) はいくらですか。

計算

暑さ指数 (WBGT) = °C

1の解答 イ ①環境 ②からだ ③行動

2の解答

暑さ指数(WBGT)は

◎屋外では

$$WBGT(^{\circ}C) = 0.1 \times \text{乾球温度} + 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.2 \times \text{黒球温度}$$

◎屋内では

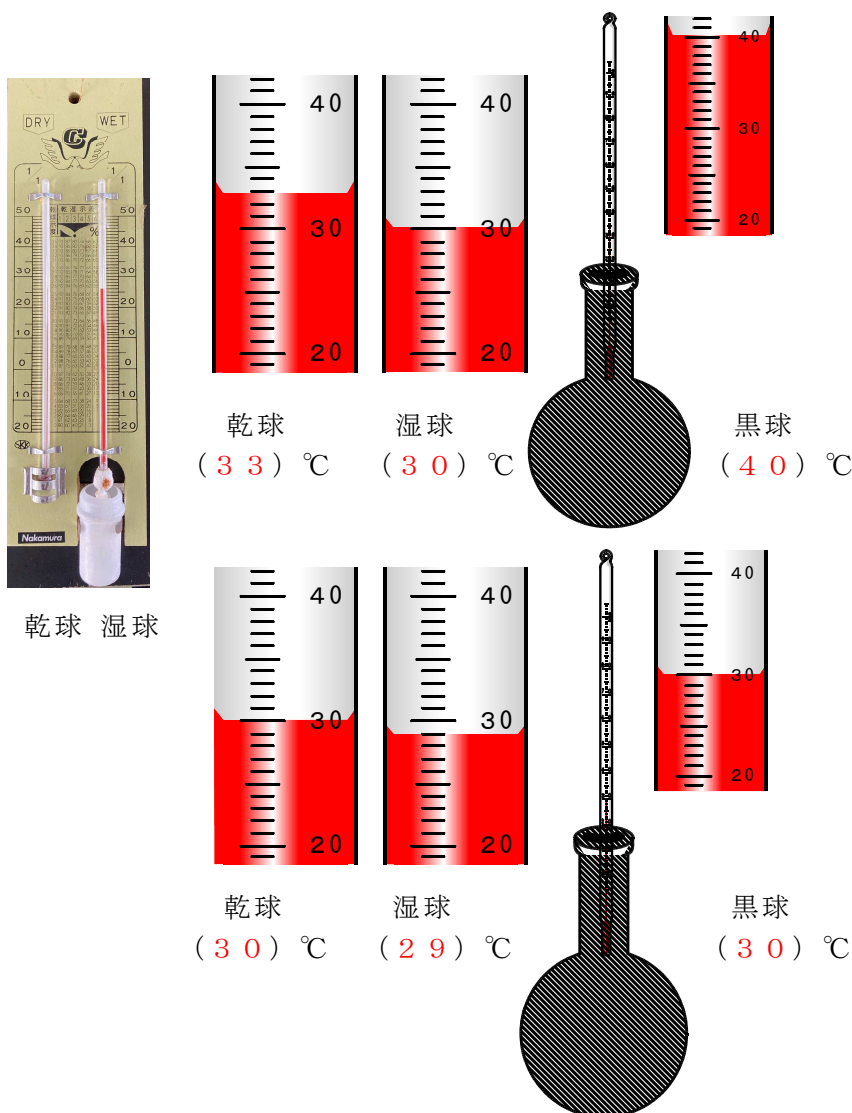
$$WBGT(^{\circ}C) = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.3 \times \text{黒球温度}$$

で求められます。また、下の表は、暑さ指数と熱中症運動予防指針(熱中症について注意すべき運動の目安)を示したものです。

7月のある日、尚英中の校庭と体育館で暑さ指数(WBGT)を測定しました。それぞれの暑さ指数を求め、その値から熱中症運動予防指針を枠内に書きなさい。

暑さ指数(WBGT)	熱中症運動予防指針(概要)
31以上	危険 運動は原則禁止
28~31	厳重警戒 激しい運動は中止
25~28	警戒 積極的に休憩
21~25	注意 積極的に水分補給
21以下	ほぼ安全 適宜水分補給

◎参考：環境省HP(公財)日本スポーツ協会「スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック」
暑さ指数を5段階でチェック!



(1) 屋外で測定しました。
暑さ指数(WBGT)はいくらですか。

$$\text{計算 } 0.1 \times 33 + 0.7 \times 30 + 0.2 \times 40$$

$$\text{暑さ指数(WBGT)} = 32.3^{\circ}C$$

危険 運動は原則禁止

(2) 屋内で測定しました。
暑さ指数(WBGT)はいくらですか。

$$\text{計算 } 0.7 \times 29 + 0.3 \times 30$$

$$\text{暑さ指数(WBGT)} = 29.3^{\circ}C$$

厳重警戒 激しい運動は中止