

特集：熱中症対策の最新動向 ―異常気象の“New Normal”への適応―

<総説>

室内用WBGT簡易推定図の開発と利用方法

齊藤宏之¹⁾⁵⁾, 佐古井智紀²⁾⁵⁾, 土川忠浩³⁾⁵⁾, 渡邊慎一⁴⁾⁵⁾

¹⁾ 独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所

²⁾ 信州大学繊維学部先進繊維・感性工学科

³⁾ 兵庫県立大学環境人間学部 環境人間学科

⁴⁾ 大同大学

⁵⁾ 日本生気象学会熱中症予防研究委員会

Development and use of a simplified WBGT estimation chart for indoor environments

SAITO Hiroyuki¹⁾⁵⁾, SAKOI Tomonori²⁾⁵⁾, TSUCHIKAWA Tadahiro³⁾⁵⁾, WATANABE Shinichi⁴⁾⁵⁾

¹⁾ National Institute of Occupational Safety and Health, Japan Organization of Occupational Health and Safety

²⁾ Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University

³⁾ School of Human Science and Environment, University of Hyogo

⁴⁾ Daido University

⁵⁾ Heat Disorders Prevention Research Committee, Japanese Society of Biometeorology

抄録

地球温暖化の進展の影響もあり、近年ますます夏季の猛暑が著しくなっている。熱中症に被災する人は年々増加の一途を辿っており、熱中症防止対策は喫緊の課題となっている。熱中症防止対策用の暑熱環境評価方法として、WBGT（湿球黒球温度）が労働分野、スポーツ分野、学校教育現場や一般生活環境でも広く用いられている。WBGTを測定するためには、WBGT測定器が必要であるが、熱中症が多く発生している一般生活環境では、WBGT測定器がない場合がほとんどである。一般生活環境の大半を占める日射のない室内において、気温と相対湿度からWBGTを推定するツールとして、2008年に日本生気象学会より「WBGT簡易推定図」が開発・公開された。この簡易推定図は広く用いられてきたが、日射のある環境で過小評価すること、日射のない室内では過大評価することが指摘されたこと、ならびに簡易推定図に適用範囲が明記されておらず、簡易推定図の転載により推定図のみが独り歩きし、誤用される危険性があること等の理由で、改訂が急務となった。このことから、日射のない室内のみに適用可能な改訂版の簡易推定図を、熱収支理論に基づいて開発し、2022年に公開した。改訂版の簡易推定図は、実環境との比較の結果、日射のない室内では非常に精度良く推測することが可能であった。改訂版の簡易推定図ならびに、簡易推定図が掲載されている「日常生活における熱中症予防指針」は、熱中症が多発している室内環境における熱中症対策に極めて有用であると考えられる。

キーワード：熱中症予防、暑熱環境、WBGT、室内、一般生活環境

連絡先：齊藤宏之

〒214-8585 川崎市多摩区長尾6-21-1

Nagao 6-21-1, Tama-Ku, Kawasaki, 214-8585, Japan.

Tel: 044-865-6111 E-mail: saito@h.jniosh.johas.go.jp

[令和7年4月9日受理]

Abstract

Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) is widely used in fields of labor, sports, school education, and general living environments as an informative parameter for preventing heat disorder. A WBGT measuring device is required to obtain this value. In general, in living environments where heat disorder often occurs, WBGT measuring devices are almost unavailable. In 2008, the Japanese Society of Biometeorology developed and released a “Simplified WBGT estimation chart for indoor environments” as a tool for estimating WBGT based on air temperature and relative humidity. This estimation chart has been widely used, but it underestimates WBGT in environments with sunlight and overestimates this value in indoor environments without sunlight. A risk of misuse has also been found in that the range of applicability of the simplified estimation chart is not clearly stated. A revised estimation chart, which can only be applied to indoor environments without sunlight, has thus been developed based on heat balance theory and released in 2022. This revised estimation chart was able to make very accurate estimations in indoor environments without sunlight as assessed by comparing it with actual WBGT measurements. The revised version of the estimation chart is extremely useful for countermeasures against heat disorder in indoor environments where heat disorder is common.

keywords: prevention of heat disorder, heat environment, WBGT, indoor, living environment

(accepted for publication, April 9, 2025)

I. はじめに

WBGT (Wet Bulb Globe Temperature, 湿球黒球温度) は、1957年にYaglou and Minardによって提唱された温度指標で、米軍の演習時の熱中症を防止するために開発されたものである[1]。ISO 7243として国際規格化[2]されており、我が国では和訳版がJIS Z8504として規格化されている[3]。WBGTは日射の有・無しによって、下記の式にて算出される。

日射のある場合：

$$WBGT=0.7t_{nw}+0.3t_g$$

日射のない場合：

$$WBGT=0.7t_{nw}+0.2t_g+0.1t_a$$

(t_{nw} : 自然湿球温度 (°C), t_g : 黒球温度 (°C), t_a : 乾球温度 (°C))

WBGTは上記の通り、自然湿球温度、黒球温度、乾球温度から算出される「温度」の指標である。環境からの熱ストレスは、温度が高いかどうか、かいた汗が蒸発可能な環境かどうかによって、人体への影響が決まる。WBGTによって気温、湿度、輻射熱(日射)の他、間接的ではあるが気流(風速)による熱ストレスを評価可能とされている。数々の暑熱環境指標が提唱されている中で、簡便かつ熱中症予防に有用であることから、WBGTは労働分野、スポーツ分野のみならず、学校教育現場や一般生活環境でも広く用いられている。労働環境では、厚生労働省の通達[4]にてWBGTの活用を求めているほか、米国ACGIH-TLV[5]や米国OSHA[6]等でもWBGTを用いた熱中症対策を行っている。スポーツ分野では日本スポーツ協会がWBGTを指標とした熱中症予防指針[7]を、学校教育現場では環境省及び文部科学省が[8]、一

般環境では環境省が各地の暑さ指数(WBGT)及び、それに基づく熱中症警戒情報をWebサイトで公表している[9]など、各分野にてWBGTによる熱中症予防対策が行われている。

WBGTは上述した通り、自然湿球温度、黒球温度、乾球温度から算出される指標であり、規格上はこれらの測定センサーを備えた測定器(自然湿球形WBGT計)が必要である。しかしながら、この型の測定器は高価かつ扱いにくいことから、湿球温度センサーを湿度センサーに置き換えた「電子式WBGT計」が広く市販されており、JIS B7922として規格化されている[10]。一般的に労働環境やスポーツ環境、教育環境等ではこの電子式WBGT計が用いられていることが多い。

一方で熱中症の大半は一般生活環境で発生しており、一般生活環境における熱中症対策が急務である。しかしながら、一般生活環境でWBGT測定器を用いて暑熱環境を評価することは現実的ではなく、気温・湿度での管理が求められる。

この問題を解決するために、日本生気象学会において気温・湿度からWBGTを簡易的に推定するツールが開発された。本報ではその開発過程ならびに実際の使用法について解説する。

II. WBGT 簡易推定図(旧版)の開発と公開

前述の通り、熱中症の大半が一般生活環境にて発生しており、その対策が急務である。一方で、一般生活環境ではWBGTを測定するためのWBGT計が普及しておらず、大半の場合において準備することも難しいことから、気温と相対湿度から簡易的にWBGTを推定する方法が求められた。これを受けて、日本生気象学会内に設置された熱中症予防研究委員会にて対応を協議し、2008年4月

		相 対 湿 度 (%)																			
気 温 (° C)		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100			
	40	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44			
	39	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	43			
	38	28	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42			
	37	27	28	29	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41			
	36	26	27	28	29	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37	38	39	39			
	35	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	36	37	38	38			
	34	25	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	36	37	37			
	33	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	32	32	33	34	35	35	36			
	32	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	31	32	33	34	34	35			
	31	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	30	30	31	32	33	33	34			
	30	21	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	29	30	31	32	32	33			
	29	21	21	22	23	24	24	25	26	26	27	28	29	29	30	31	31	32			
	28	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	30	31			
	27	19	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28	29	29	30			
	26	18	19	20	20	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27	28	28	29			
	25	18	18	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28			
	24	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27			
	23	16	17	17	18	19	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	25	26			
	22	15	16	17	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25			
	21	15	15	16	16	17	17	18	19	19	20	20	21	21	22	23	23	24			

図1 WBGT簡易推定図(旧版)

※「日常生活における熱中症予防指針」Ver.1～3に掲載されたもの

に発行された「日常生活における熱中症予防指針」(以下指針)のVer.1[11]にて、気温と相対湿度から簡易的にWBGTを推定する図が「WBGTと気温、湿度との関係」として掲載され、のちに発行された指針Ver.2(2011年5月発行)[12]において「WBGT簡易推定図」と命名された(図1)。

この推定図の適用範囲は、Ver.1に掲載された当初は室内には限定していなかったが、指針Ver.2[12]ならびにVer.3確定版(2013年3月発行)[13]では、室内で日射がない状態を適用範囲とする旨、指針本文に記載された。その後、簡易推定図(旧版)が屋外のデータを基に作成されたものであり、「室内で日射がない状態(黒球温度が乾球温度と等しい)」を適用範囲としたことが誤りであったとの判断がなされ、指針Ver.3訂正版(2021年3月発行)[14]では適用範囲を限定せず、「日射が強い屋外においてはWBGTを過小評価し、リスクを見落とす可能性があるため、屋外では黒球温度計を有するWBGT測定器を用いて測定し、熱中症のリスクを評価する必要がある。日射がない室内においては、熱中症のリスクを見落とすことのないよう、この図に示したWBGT値は実際の値より高い値を示している」との注意書きが記載された。

III. WBGT 簡易推定図(旧版)の問題点

指針Ver.1～3に掲載されてきたWBGT簡易推定図(旧版)は、「室内で日射のない状態」を中心に適用されてきたが、開発時において屋外のデータを基に作成されており、実態としては曇天の屋外において最もよく適合していた。この結果として、日射のある環境ではかなりの

過小評価、日射のない室内ではやや過大評価する傾向があることが指摘された。特に、日射のある環境で過小評価されることはリスクの見逃しに繋がり、熱中症防止を行う上で非常に問題となりうる。このことから、事実上「日射のない室内」もしくは、「日射のない(曇天の)屋外」が適用範囲とされるべきであったが、実際の現場では日射のある屋外でも使用されていた。

その原因として、旧版の簡易推定図では適用範囲が本文中に記載されたのみで図中には明記されておらず、図だけがガイドブックやパンフレット等に転載された結果、簡易推定図のみが独り歩きしてしまったことが挙げられる。様々な媒体に簡易推定図が転載され、活用されたが、適用範囲に関する注意事項が図中に記載されておらず、図だけが転載されてしまったため、過小評価の危険性のある日射のある屋外でも使われてしまっていた。

さらに、WBGT簡易推定図(旧版)が屋外のデータを基に作成されたことが判明したことを受けて、熱中症予防指針Ver.3訂正版にて適用範囲を限定しない一方で、日射の強い屋外での過小評価や、日射がない室内での過大評価についての注意書きを記載していた状況から、簡易推定図の立ち位置に混乱が生じた。このことから、簡易推定図の改訂が急務となった。

IV. WBGT 簡易推定図(改訂版)の開発

これらの問題を解決するため、日本生気象学会 熱中症予防研究委員会では、2021年に「WBGT簡易推定図検証ワーキンググループ」を組織し、WBGT簡易推定図の改訂を検討することとなった。

改訂版の簡易推定図を開発するに当たり、科学的根拠

室内用WBGT簡易推定図の開発と利用方法

に基づいた簡易推定図とすること、ならびに日射のない室内用とすることを前提とした。日射のない室内を適用範囲とすることから、気温 (t_a)、平均放射温度 (t_r)、黒球温度 (t_g) は等しいと仮定した。推定に使用した式ならびに出典は下記のとおりである。

- (1)WBGTの算出式 (日射のない条件下におけるWBGT算出式[2, 3])

$$WBGT=0.7t_{nw}+0.3t_g$$

(t_{nw} : 自然湿球温度 (°C), t_g : 黒球温度 (°C))

- (2)黒球温度 t_g の熱収支式[15]

$$\varepsilon_g \sigma [(t_r + 273)^4 - (t_g + 273)^4] + h_{cg}(t_a - t_g) = 0$$

(ε_g : 黒球の放射率 (無単位), σ : Stefan-Boltzmann定数 ($W/(m^2K^4)$), t_r : 平均放射温度 (°C), h_{cg} : 黒球の対流伝達率 ($W/(m^2K)$), t_a : 気温 (°C))

- (3)黒球の対流伝達率 h_{cg} : 下記の値のうち、大きい方を採用。

$$h_{cg} = 1.4 \left(\frac{\Delta T}{D} \right)^{\frac{1}{4}}$$

$$h_{cg} = 6.3 \frac{v_a^{0.6}}{D^{0.4}}$$

(D : 黒球の直径 (m), $\Delta T = |t_g - t_a|$ (°C), v_a : 風速 (m/s))

- (4)自然湿球温度 t_{nw} の熱収支式[2, 3]

$$4.18v_a^{0.444}(t_a - t_{nw}) + 10^{-8}[(t_r + 273)^4 - (t_{nw} + 273)^4] - 77.1v_a^{0.421}[p_{as}(t_{nw}) - RH \cdot p_{as}(t_a)] = 0$$

(v_a : 風速 (m/s), t_{nw} : 自然湿球温度 (°C), $p_{as}(t)$: 温度 t における飽和水蒸気圧 (kPa), RH : 相対湿度 (無単位))

- (5)飽和水蒸気圧の式 (Antoineの式) [16]

$$p_{as}(t) = e^{\left(16.6536 - \frac{4030.183}{235+t}\right)}$$

これらの式を用いて、日射のない環境下において、気温と相対湿度からWBGT推定式を導き出し、気温1°C単位 (21 ~ 40°C)、相対湿度5%単位 (20 ~ 100%RH) で四捨五入したWBGT推定値を示す図 (簡易推定図) を作成した (図2)。作成にあたっては、旧版の課題であった「適用範囲に関する注意事項が記載されずに、図だけが転載されてしまうこと」を避けるために、図中に「室内用」と明記するとともに、図の下に注意書きを記載した。この「室内用のWBGT簡易推定図 (改訂版)」は、日常生活における熱中症予防指針 Ver.3.1 (2021年発行) [17]およびVer.4 (2022年発行) [18]に記載されたほか、一般向けの小冊子である「日常生活における熱中症予防 (小冊子) 第3版」(2023年発行) [19]に記載された。

なお、WBGT推定の詳細については、文献[20]を参照のこと。

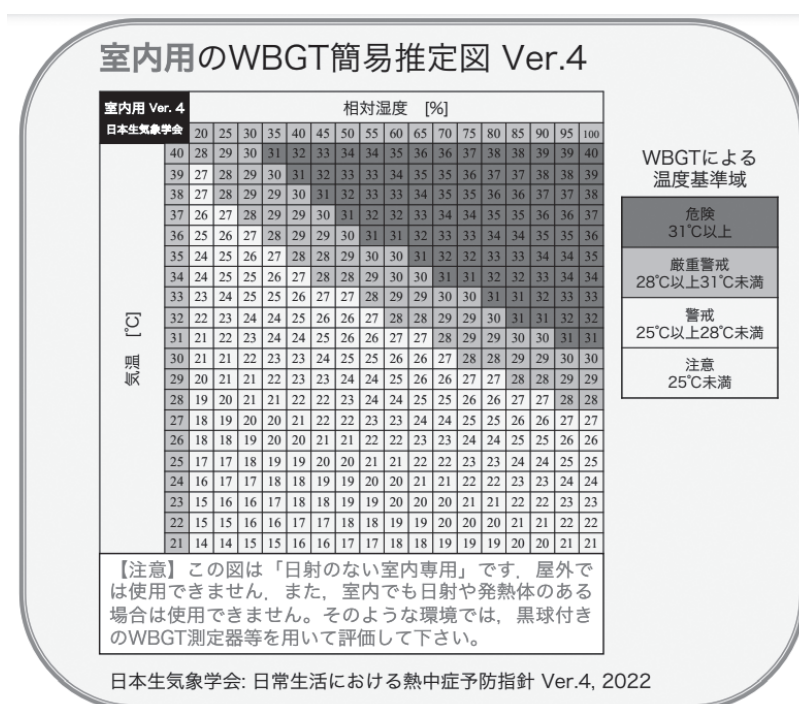


図2 室内用のWBGT簡易推定図 (改訂版)
「日常生活における熱中症予防指針 Ver.4」に掲載したもの

V. 室内用の WBGT 簡易推定図（改訂版）の検証

上述の通り，室内用WBGT簡易推定図（改訂版）は科学的根拠に基づいて開発されているが，既知の幾つかの数式を用いて導き出した推定値であることから，実測による検証が必要である。このことから，複数の室内環境にてWBGT測定器を用いた実測と，測定された気温，相対湿度を用いて新旧のWBGT簡易推定図にて推定した値を比較した（図3）。

A～Uの21箇所の日射の無い室内におけるWBGT推定値と実測値との差（ Δ WBGT）は，簡易推定図（旧版）を用いた場合で $+1.3 \sim +2.3^{\circ}\text{C}$ （平均 $+1.7^{\circ}\text{C}$ ）であったのに対し，簡易推定図（改訂版）に用いた推定式では $-0.3 \sim +0.3^{\circ}\text{C}$ （平均 $+0.1^{\circ}\text{C}$ ），簡易推定図（改訂版）で $-0.2 \sim +0.3^{\circ}\text{C}$ （平均 $+0.2^{\circ}\text{C}$ ）と，実測値との差は大幅に改善された。この結果から，日射のない室内において，簡易推定図（改訂版）はWBGT実測値と近い値を推定することが示された。

一方で簡易推定図（旧版）は日射のない室内では実測値よりも高い値を示すことが改めて示された。暑熱環境を過小評価するよりは多少過大評価した方が熱中症防止の観点からは望ましいとは言えるが，あまり過度に高い値を示すことは問題であり，今回の改訂によって推定精度が大きく改善されたことは非常に意義深いと考えられる。

VI. WBGT 簡易推定図の使用方法

今回改訂を行ったWBGT簡易推定図は，WBGT測定器がない場合でも，日射のない室内環境であればある程度の精度でWBGT値を推定するものである。実際に使用する際は，気温の測定値を図の縦軸で，相対湿度の推定値を図の横軸で選択し，交点に記載されている数値を読むことでWBGT推定値を得ることができる。

また，図中の推定値が書かれている枠は白，黄，オレンジ，赤で色分けされており，それぞれ図4の中の白：

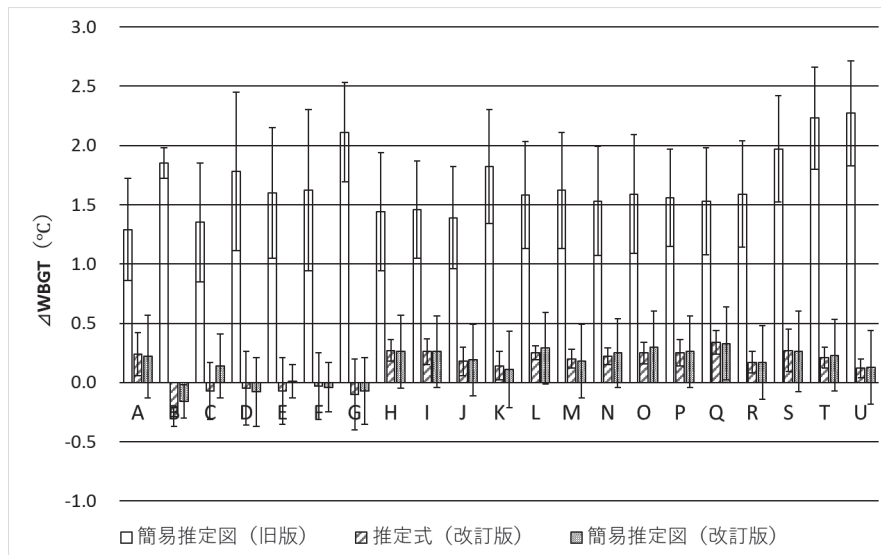


図3 日射のない室内での実測値と，新旧の簡易推定図および推定式（改訂版）を用いた推定値の差の比較

日常生活における熱中症予防指針

WBGT による 温度基準域	注意すべき 生活活動の目安	注意事項
危険 31°C以上	すべての生活 活動でおこる 危険性	高齢者においては安静状態でも発生する危険性が高い。外出はなるべく避け，涼しい室内に移動する。
嚴重警戒 28°C以上 31°C未満		外出時は炎天下を避け，室内では室温の上昇に注意する。
警戒 25°C以上 28°C未満	中等度以上の 生活活動で おこる危険性	運動や激しい作業をする際は定期的に充分に休息を取り入れる。
注意 25°C未満	強い生活活動 でおこる 危険性	一般に危険性は少ないが激しい運動や重労働時には発生する危険性がある。

図4 日常生活における熱中症予防指針[18, 19]

注意 (WBGT 25℃ 未満), 黄: 警戒 (WBGT 25℃ 以上 28℃ 未満), オレンジ: 厳重警戒 (WBGT 28℃ 以上 31℃ 未満), 赤: 危険 (WBGT 31℃ 以上) に対応している。この区分けは, 「日常生活における熱中症予防指針」に対応しているため, 数値を読まなくてもおおまかな危険度と注意すべき生活活動の目安がわかるようになっている。

なお, 簡易推定図は 2021 年に改訂されたが, 旧版が各所に転載されたこともあり, 未だに旧版が流通しているのが現状である。前述した通り旧版と改訂版では日射のない室内での推定精度が大幅に改善したばかりでなく, 適用範囲を日射のない室内に限る旨を図中に明記し, 日射のある環境での誤用を避けるよう配慮している。実際に簡易推定図を使用する際には, 推定図中にバージョン (現時点では Ver.3.1 あるいは Ver.4) が記載されているかどうか, 「室内用」と図中に明記されているかどうかを確認する必要がある。これらが記載されていない場合は旧版の可能性があるため, 日本生気象学会の Web サイト (<https://seikishou.jp/>) から最新の「日常生活における熱中症予防指針」あるいは「日常生活における熱中症予防 (小冊子)」を取得の上, 使用するよう留意願いたい。

VII. おわりに

地球温暖化の進展の影響もあり, 近年ますます夏季の猛暑が著しくなっている。熱中症に被災する人は年々増加の一途を辿っており, 熱中症防止対策は喫緊の課題となっている。熱中症が多く発生している一般生活環境において, WBGT (暑さ指数) を把握し, それに応じた有効な対策を取るための手段として, 今回開発 (改訂) した室内用 WBGT 簡易推定図ならびに, それを含む「日常生活における熱中症予防指針」は非常に有用と考えられる。簡易推定図ならびに熱中症予防指針が普及し, 熱中症の予防・防止につながることを期待する。

引用文献

- [1] Yaglou CP, Minard D. Control of heat casualties at military training centers. *American Medical Association Archives of Industrial Health*. 1957;16:302-316.
- [2] International Organization for Standardization. Ergonomics of the thermal environment: Assessment of heat stress using the WBGT (wet bulb globe temperature) index. ISO 7243:2017.
- [3] 日本規格協会. 熱環境の人間工学—WBGT (湿球黒球温度) 指数を用いた熱ストレス評価. JIS Z 8504:2021. Japanese Standard Association. [Ergonomics of the thermal environment: Assessment of heat stress using the WBGT (wet bulb globe temperature) index.] JIS Z 8504:2021. (in Japanese)
- [4] 厚生労働省, 職場における熱中症予防基本対策要綱. 令和 3 年 4 月 20 日基発第 0420 第 3 号, 一部改正令和 3 年 7 月 26 日基発 0726 第 2 号. Ministry of Health, Labour and Welfare. [Basic guidelines for preventing heatstroke in the workplace.] 2021/4/20 Kihatsu No.0420-3 and 2021/7/26 Kihatsu No.0726-3 (in Japanese) <https://www.mhlw.go.jp/content/11200000/000633853.pdf> (accessed 2025-04-06)
- [5] American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). 2024 TLVs and BEIs. Cincinnati: ACGIH; 2024.
- [6] Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Heat hazard recognition. <https://www.osha.gov/heat-exposure/hazards> (accessed 2025-04-06)
- [7] 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. Japan Sport Association. [A guidebook for preventing heatstroke during sporting activities.] (in Japanese) <https://www.japan-sports.or.jp/medicine/heatstroke/tabid1437.html> (accessed 2025-04-06)
- [8] 環境省・文部科学省. 学校における熱中症対策ガイドライン作成の手引き (令和 6 年 4 月追補版). Ministry of the Environment, Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. [Guidelines for the creation of heatstroke prevention guidelines for schools (April 2024 supplement)] https://www.mext.go.jp/content/20240426-mxt_kyousei01-000015427_03.pdf (in Japanese) (accessed 2025-04-06)
- [9] Ministry of the Environment. Heat Illness Prevention Information. <https://www.wbgt.env.go.jp/en/> (accessed 2025-04-06)
- [10] 日本規格協会. 電子式湿球黒球温度 (WBGT) 指数計. JIS B 7922:2023. Japanese Standard Association. [Electronic wet-globe temperature (WBGT) index meter.] JIS B 7922:2023. (in Japanese)
- [11] 日本生気象学会. 日常生活における熱中症予防指針 Ver.1. 日本生気象学会雑誌. 2008;45(1):34-42. Japanese Society of Biometeorology. [Guideline for the prevention of heat illness in daily life (Ver.1).] (in Japanese)
- [12] 日本生気象学会. 日常生活における熱中症予防指針 Ver.2. 日本生気象学会雑誌. 2012;49(2):104-118. Japanese Society of Biometeorology. [Guideline for the prevention of heat illness in daily life (Ver.2).] (in Japanese)
- [13] 日本生気象学会. 日常生活における熱中症予防指針 Ver.3 確定版. 2013. Japanese Society of Biometeorology. [Guideline for the prevention of heat illness in daily life (Ver.3, Final).] <https://seikishou.jp/cms/wp-content/files/news/shishin.pdf> (in Japanese) (accessed 2025-04-06)
- [14] 日本生気象学会. 日常生活における熱中症予防指針 Ver.3 訂正版. 2021. Japanese Society of Biometeorology. [Guideline for the prevention of heat illness in daily life (Ver.3, Revised).] <https://seikishou.jp/cms/wp-content/>

- files/yobousisin/20210305-104200.pdf (in Japanese) (accessed 2025-04-06)
- [15] International Organization for Standardization. Ergonomics of the thermal environment: Instruments for measuring physical quantities. ISO 7726:1998.
- [16] International Organization for Standardization. Ergonomics of the thermal environment: Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. ISO 7730:2005.
- [17] 日本生気象学会. 日常生活における熱中症予防指針 Ver.3.1. 2021. Japanese Society of Biometeorology. [Guideline for the prevention of heat illness in daily life (Ver.3.1).] <https://seikishou.jp/cms/wp-content/files/yobousisin210603/20210604-114336.pdf> (in Japanese) (accessed 2025-04-06)
- [18] 日本生気象学会. 日常生活における熱中症予防指針 Ver.4. 2022. Japanese Society of Biometeorology. [Guideline for the prevention of heat illness in daily life Ver.4.] <https://seikishou.jp/cms/wp-content/uploads/20220523-v4.pdf> (in Japanese) (accessed 2025-04-06) Japanese Society of Biometeorology. Guideline for the prevention of heat illness in daily life (Ver.4 in English). Jpn J Biometeor. 2023; 60:75-96.
- [19] 日本生気象学会. 日常生活における熱中症予防 (小冊子) 第3版. 2023. <https://seikishou.jp/cms/wp-content/uploads/008ab7fdbb0b958314827de9a7b8c74c> (in Japanese) (accessed 2025-04-06)
- [20] 渡邊慎一, 齊藤宏之, 土川忠浩, 佐古井智紀. 日本生気象学会「日常生活における熱中症予防指針」に掲載されている室内用のWBGT簡易推定図の開発経緯とその検証. 日本生気象学会雑誌, 2023;60:55-65. Watanabe S, Saito H, Tsuchikawa T, Sakoi T. [Development history and verification of the WBGT estimation chart for indoors published in the “Guideline of heat disorders prevention in daily life” by Japanese Society of Biometeorology.] Jpn J Biometeor. 2023;60:55-65. (in Japanese)