

5 測定結果

5.1 2017年夏(測定期間)の天候の特徴

2017年の関東周辺では、7月中旬と8月下旬を除いて、曇天が継続し、雨となる日も多く、一般的な夏の「太平洋高気圧に覆われて晴天が持続し、厳しい暑熱環境が継続する」期間がほとんどなかった。

図5-1に測定期間中の、環境省が気温、湿度に加え黒球温度を観測している小石川植物園(東京都文京区)の2017年の毎日のWBGT最高値(赤折れ線)、気象庁観測点(千代田区北の丸公園)での日降水量(青棒グラフ)、日照時間(ピンク棒グラフ)の変化及び小石川のWBGT日最高値の過去5年間(2012~2016年)平均値(黄点線)を示したが、前述の天気傾向と同様であった。

図5-2には14測定地区の最寄りの気象庁観測所(アメダス)における毎日の日照時間を示したが、日照時間が少ない状況は小石川に限った現象ではなく、7月中旬を除いて、ほとんどの期間で日照時間の少ない日が続いた。このように日照は少なかったが、全般に湿度が高く、8月以降もWBGTは比較的高く経過した時期もあった。

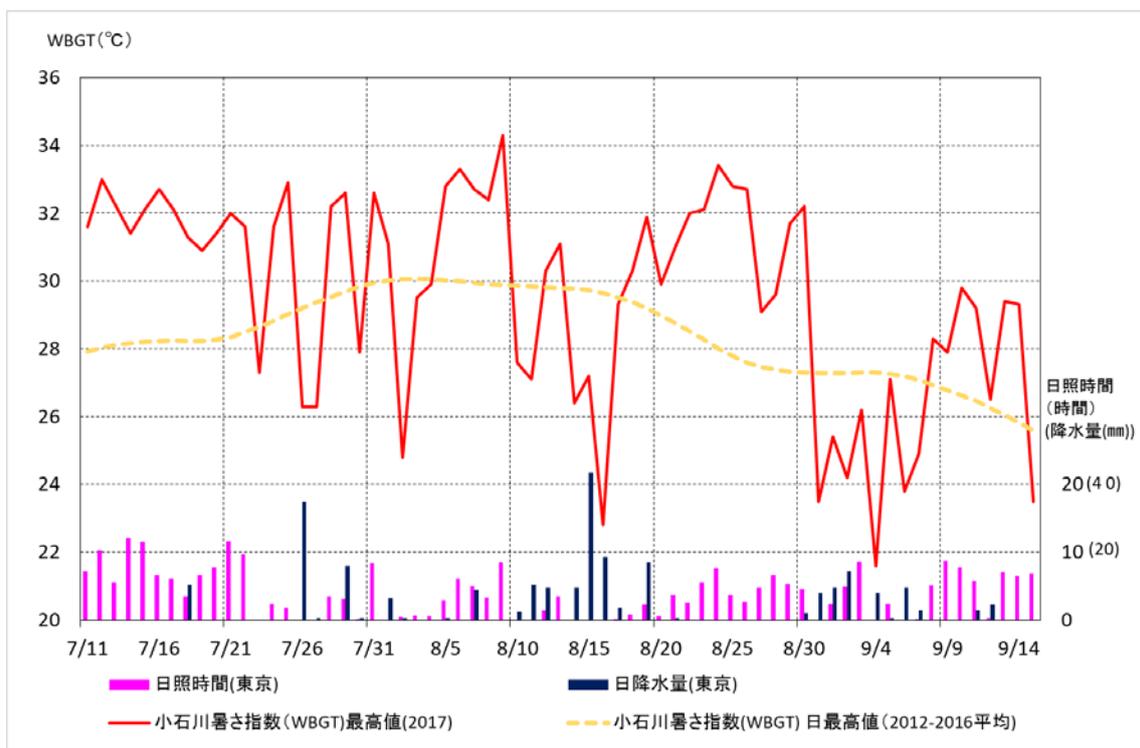


図5-1 小石川のWBGT等でみた測定期間の気象経過

注：この期間の日照時間の最大値は14時間から12時間程度

なお、昼の長さは、7月11日：14時間20分、9月15日：12時間26分

測定地点	新国立競技場周辺・皇居外苑周辺・国技館周辺・馬事公苑周辺	有明・お台場地区周辺	東京スタジアム周辺	霞ヶ関カンツリー倶楽部周辺	埼玉スタジアム2002周辺	幕張メッセ周辺	釣ヶ崎海岸サーフィン会場周辺	江の島ヨットハーバー周辺	横浜国際総合競技場周辺	伊豆ペドローム周辺	福島あづま球場周辺
アメダス	東京	江戸川臨海	府中	所沢	越谷	千葉	茂原	辻堂	横浜	三島	福島
7/11	7.2	12.8	12.3	10.4	11.2	9.0	12.3	9.6	8.4	10.1	11.7
	10.3	11.9	10.5	9.0	7.3	11.1	7.8	12.5	12.6	1.1	2.3
	5.6	9.5	7.5	6.8	5.3	11.2	11.8	6.9	9.5	1.4	0.2
	12.1	11.2	11.7	8.3	9.9	12.4	13.2	11.6	13.3	11.8	9.7
	11.5	11.7	11.6	9.9	8.8	12.4	12.8	12.7	12.9	9.9	5.5
	6.6	6.5	6.7	6.4	4.9	7.0	7.2	7.2	6.7	7.6	0.8
	6.1	6.0	6.1	6.9	8.4	5.9	5.3	3.9	6.7	4.5	8.7
	3.5	3.2	3.4	3.3	4.1	3.0	4.0	4.6	3.6	8.2	2.6
	6.6	9.6	10.3	11.2	5.7	6.7	10.9	10.2	9.7	11.2	7.5
	7.7	11.1	11.7	10.6	8.7	8.3	10.4	10.1	5.6	12.3	7.3
7/21	11.6	12.5	12.4	12.2	11.5	8.1	11.0	13.1	12.9	12.7	11.9
	9.7	10.7	10.8	10.3	9.4	10.9	12.0	11.1	10.2	7.8	4.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.7	0.0	0.2	0.0	0.0
	2.3	2.4	3.5	3.6	2.0	2.1	1.5	4.9	4.6	0.2	0.0
	1.8	5.5	1.1	1.2	1.1	1.4	2.9	2.8	6.4	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	9.6
	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	1.7	3.4
	3.5	6.6	3.6	3.6	2.4	6.4	5.8	5.8	8.5	5.2	1.7
	3.1	1.1	2.1	1.4	1.1	2.2	5.4	3.1	4.3	1.9	0.0
	0.1	0.9	0.0	0.1	0.0	0.6	3.9	0.0	1.2	1.2	0.6
8.4	11.8	9.1	8.7	6.9	11.8	7.5	11.1	10.8	11.9	5.6	
8/1	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.4	2.7	1.7	1.0	4.6	0.3
	0.5	0.8	0.0	0.3	0.1	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3
	0.7	0.5	1.7	2.1	3.1	0.3	0.0	1.0	2.5	5.6	0.8
	0.6	0.4	1.5	0.6	1.1	0.0	0.6	0.3	0.5	6.6	0.0
	2.9	6.2	3.6	4.3	3.2	5.7	4.0	9.6	6.8	10.4	4.1
	6.1	8.3	6.6	3.9	2.4	3.0	4.5	10.2	9.5	9.7	2.8
	5.0	8.2	6.2	4.4	5.3	5.0	8.5	6.7	4.8	3.7	2.0
	3.3	4.7	3.8	4.4	2.8	5.9	5.1	4.7	5.1	2.0	0.7
	8.5	9.3	7.1	8.0	8.9	10.1	9.9	9.4	9.8	11.7	0.4
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.3	1.4	2.7	5.0
8/11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.5	1.7	1.9	1.6	1.2	0.9	0.8	2.4	3.1	2.3	0.1
	3.5	5.0	1.3	1.0	2.5	5.7	6.4	2.2	4.7	0.6	0.2
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.4
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	0.0	0.0	1.0	0.7	0.4	1.9	0.3	0.0	2.3	0.5
	0.8	1.5	0.0	0.0	0.6	4.6	3.1	4.3	3.2	3.6	0.0
	2.2	4.5	3.1	3.4	2.2	1.5	1.2	7.5	4.9	7.1	0.0
	0.6	1.8	0.5	0.7	0.4	1.0	0.9	1.6	*	1.9	0.0
8/21	3.7	7.2	3.1	2.5	3.4	1.8	6.4	6.9	3.1	5.4	1.1
	2.6	4.8	3.7	3.2	4.6	5.7	5.6	4.6	3.2	0.4	1.0
	5.6	6.0	6.1	4.5	6.1	7.4	8.1	10.5	10.6	10.9	2.6
	7.6	8.0	7.3	7.9	6.2	8.3	6.7	7.4	9.2	9.2	2.3
	3.7	6.0	4.5	3.4	3.4	7.3	8.5	7.6	6.7	9.5	2.2
	2.7	4.5	3.6	2.7	1.3	6.1	5.8	5.0	4.8	8.9	4.4
	4.8	4.2	2.4	2.2	5.9	4.1	3.1	3.5	4.8	6.6	6.2
	6.7	7.3	7.9	7.5	5.2	5.3	3.7	9.2	8.1	9.3	0.4
	5.3	8.4	8.0	4.9	4.4	5.1	6.0	6.2	6.4	4.2	5.8
	4.6	9.2	3.5	2.9	3.7	5.0	8.7	9.8	5.8	5.7	0.0
0.0	0.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.4	0.2	6.1	4.1	
9/1	2.3	1.4	3.3	4.7	3.3	0.3	0.0	0.6	2.3	2.0	8.7
	4.9	4.5	5.3	4.9	4.5	3.3	0.9	6.6	5.9	4.4	0.1
	8.6	9.2	8.2	8.7	8.3	8.6	8.1	5.3	6.9	2.3	10.4
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	9.8
	2.3	3.9	3.0	6.7	1.1	2.3	1.0	5.2	5.2	8.1	8.4
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	0.1	0.2	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.1	0.0	2.1	0.0
	5.1	5.3	3.5	5.5	4.7	4.7	3.4	1.1	3.0	1.7	7.3
	8.7	8.7	8.7	9.4	9.0	9.1	11.3	9.8	8.8	8.3	11.9
	7.8	10.1	9.2	9.4	7.5	10.7	8.4	10.3	7.3	9.8	9.2
9/11	5.8	7.8	5.4	5.0	3.8	8.0	8.7	6.7	6.2	4.6	0.6
	0.3	0.5	0.1	0.1	0.1	0.4	0.8	0.0	0.0	1.4	1.7
	7.1	7.5	6.6	5.2	6.5	8.2	8.7	9.9	9.2	10.2	10.7
	6.5	8.2	7.9	9.1	8.2	5.1	3.7	7.9	8.4	7.8	7.4
	6.9	6.1	4.9	6.6	6.8	5.2	3.9	2.5	3.6	1.7	9.9

5時間未満

5時間以上8時間未満

8時間以上

* 横浜8月20日欠測

図 5-2 14 測定地区近傍の日照時間(気象庁データ)

5. 2 各地区のWBGTの変動（標準点）

各測定地区での、標準点での測定結果について、測定期間のWBGTの日最高値の変動を図5-3に示した。図5-3中の横線は、(公財)日本体育協会が出している「熱中症予防運動指針」(図5-4)のランク分け。

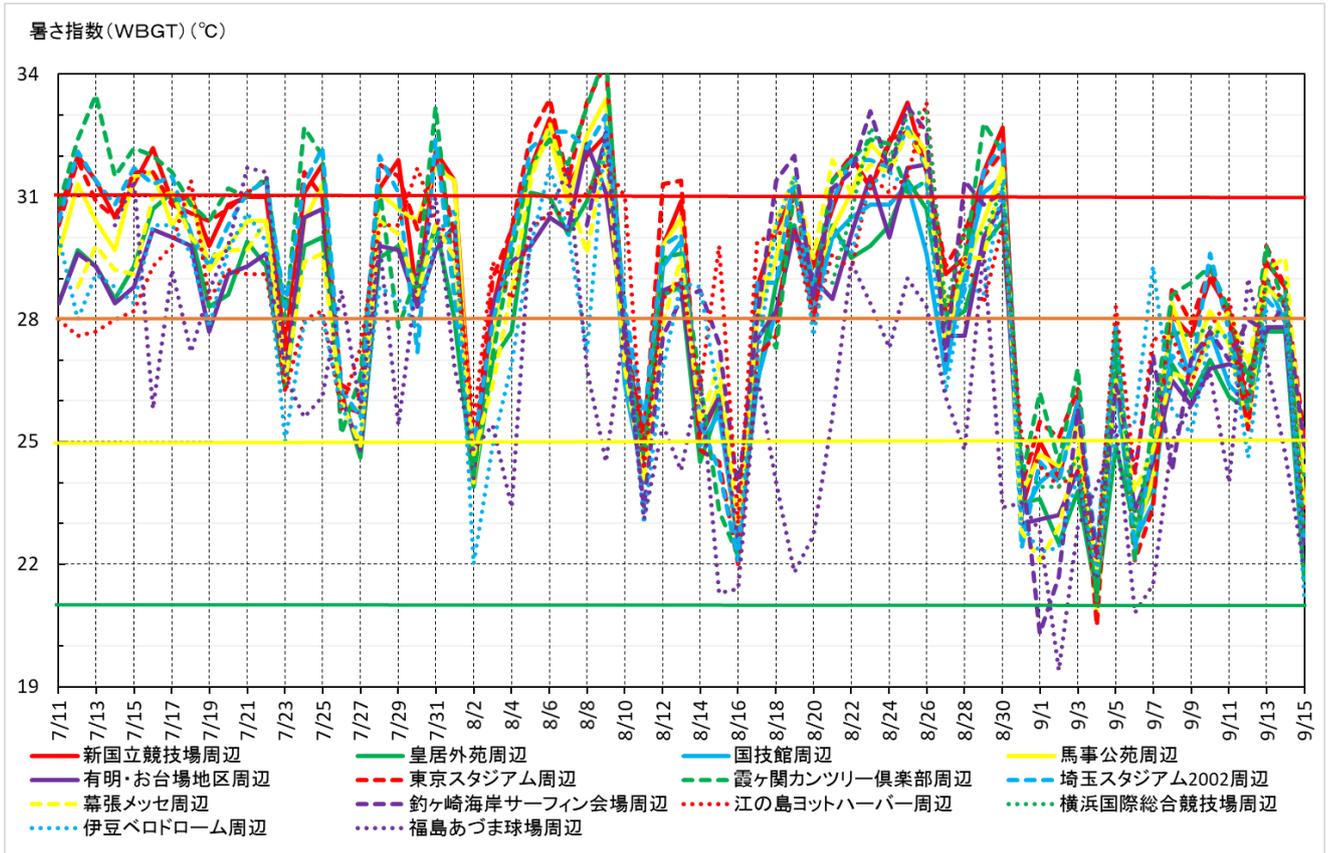


図5-3 日最高WBGTの変動（14地区、標準点）

14地区全体として、WBGTが31°Cを超える日が多く厳しい暑熱環境であったが、測定の後半は変動が大きく、8月中旬、9月初旬には大きく低下した。

全地区でほぼ同様に変動しているが、福島あづま球場周辺では、他の地区と異なる経過を示している場合も多く、地理的にかなり離れていることを反映している。

気温 (参考)	暑さ指数 (WBGT)	熱中症予防運動指針	
35°C以上	31°C以上	運動は原則中止	WBGT31°C以上では、特別の場合以外は運動を中止する。特に子どもの場合は中止すべき。
31~35°C	28~31°C	厳重警戒 (激しい運動は中止)	WBGT28°C以上では、熱中症の危険性が高いので、激しい運動や持久走など体温が上昇しやすい運動は避ける。運動する場合には、頻繁に休息をとり水分・塩分の補給を行う。体力の低い人、暑さになれていない人は運動中止。
28~31°C	25~28°C	警戒 (積極的に休息)	WBGT25°C以上では、熱中症の危険が増すので、積極的に休息をとり適宜、水分・塩分を補給する。激しい運動では、30分おきくらいに休息をとる。
24~28°C	21~25°C	注意 (積極的に水分補給)	WBGT21°C以上では、熱中症による死亡事故が発生する可能性がある。熱中症の兆候に注意するとともに、運動の合間に積極的に水分・塩分を補給する。
24°C未満	21°C未満	ほぼ安全 (適宜水分補給)	WBGT21°C未満では、通常は熱中症の危険は小さいが、適宜水分・塩分の補給は必要である。市民マラソンなどではこの条件でも熱中症が発生するので注意。

図 5-4 熱中症予防運動指針

次ページ以降（図 5-5(a)~(n)）に、各地区ごとのWBGTの日最高値、日最低値を示した。このグラフは環境省熱中症予防情報サイトで公表された。

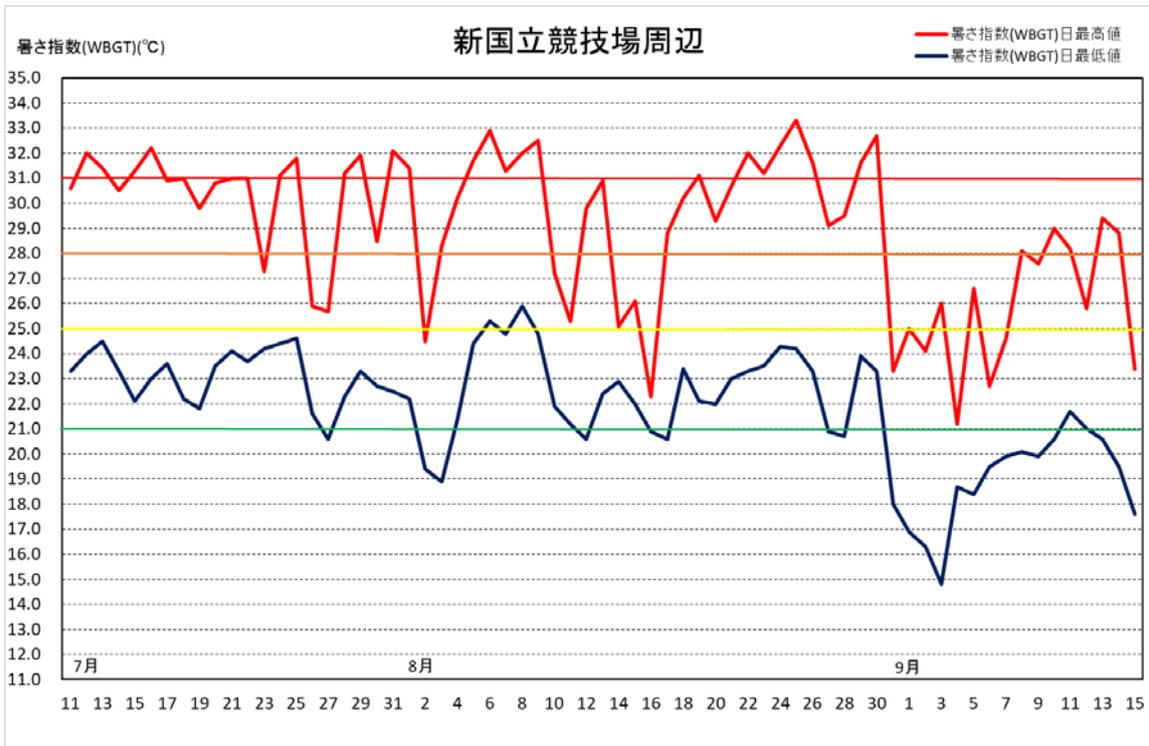


図 5-5(a) 日最高・日最低 WBGT の変動 (新国立競技場周辺)

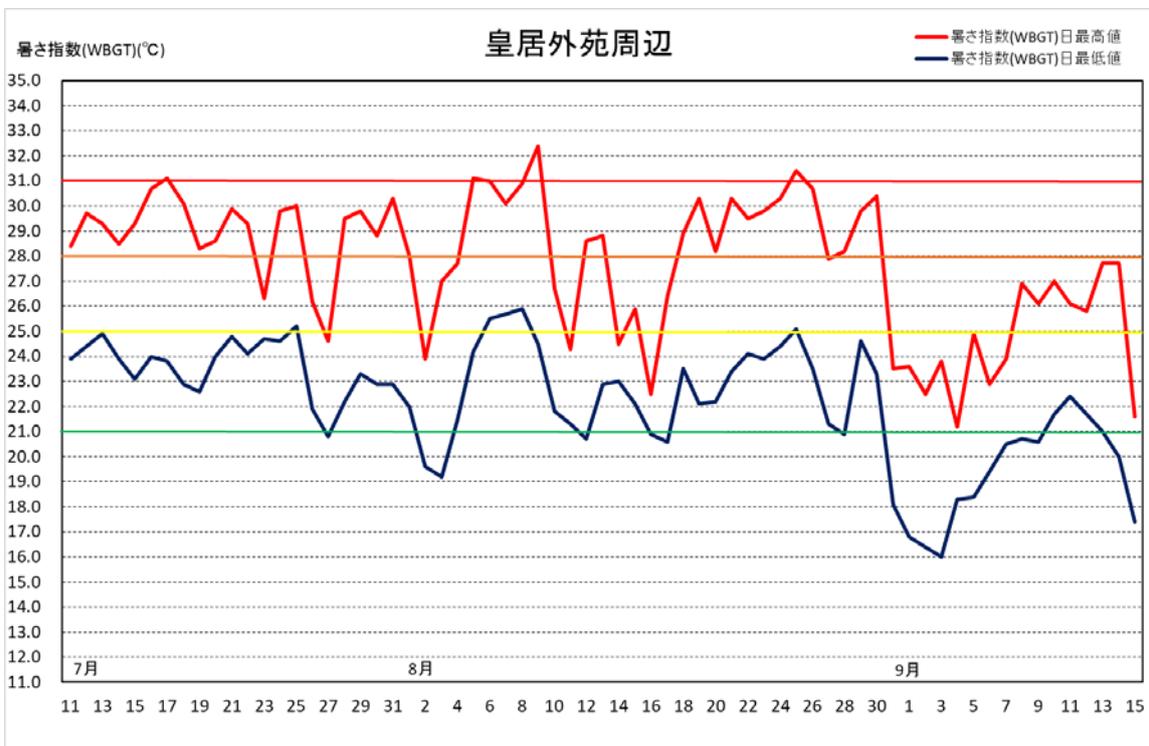


図 5-5(b) 日最高・日最低 WBGT の変動 (皇居外苑周辺)

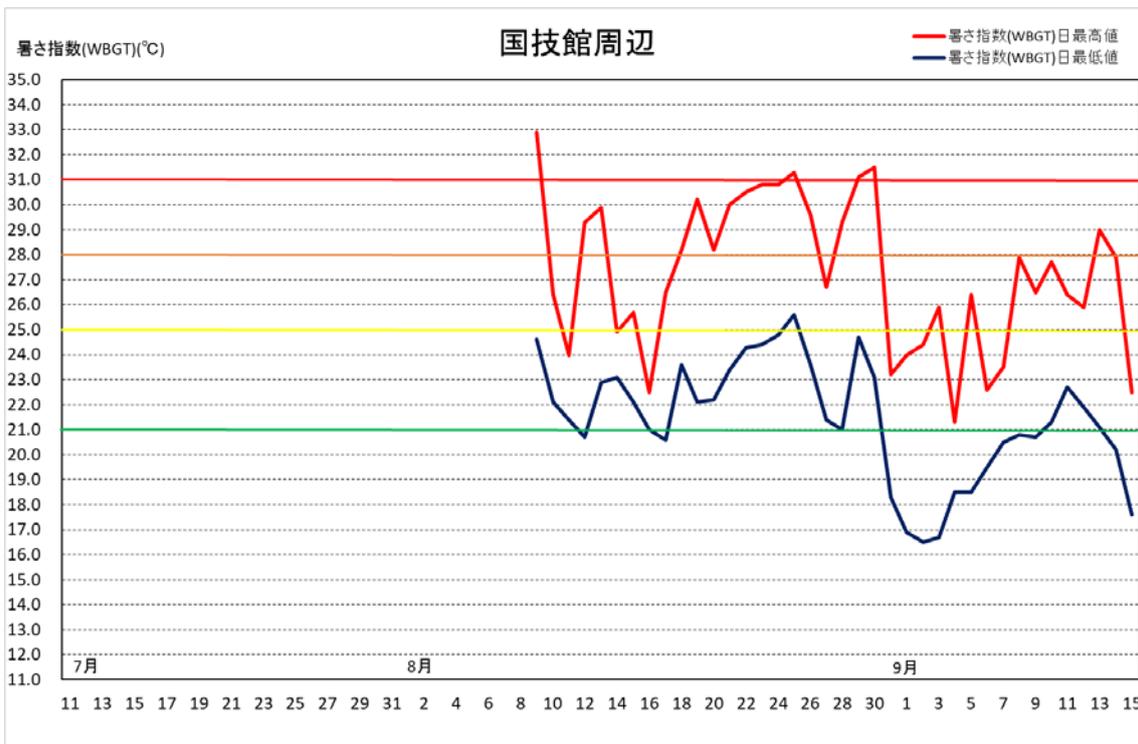


図 5-5 (c) 日最高・日最低 WBGT の変動 (国技館周辺)

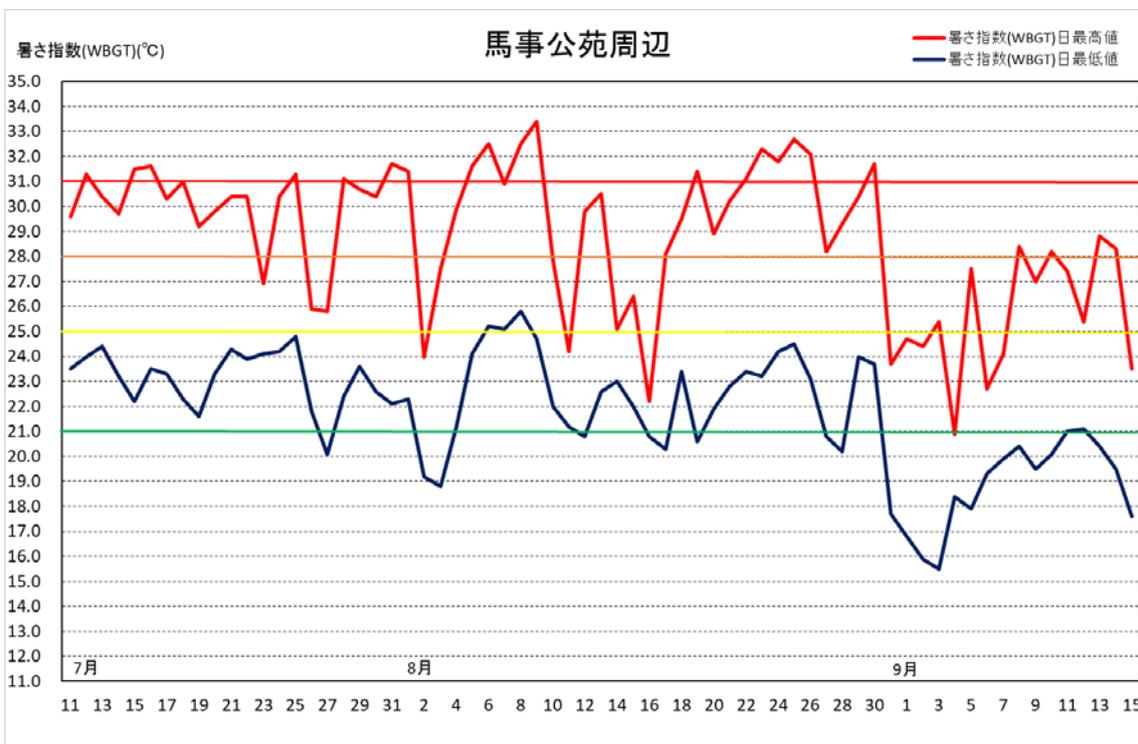


図 5-5 (d) 日最高・日最低 WBGT の変動 (馬事公苑周辺)

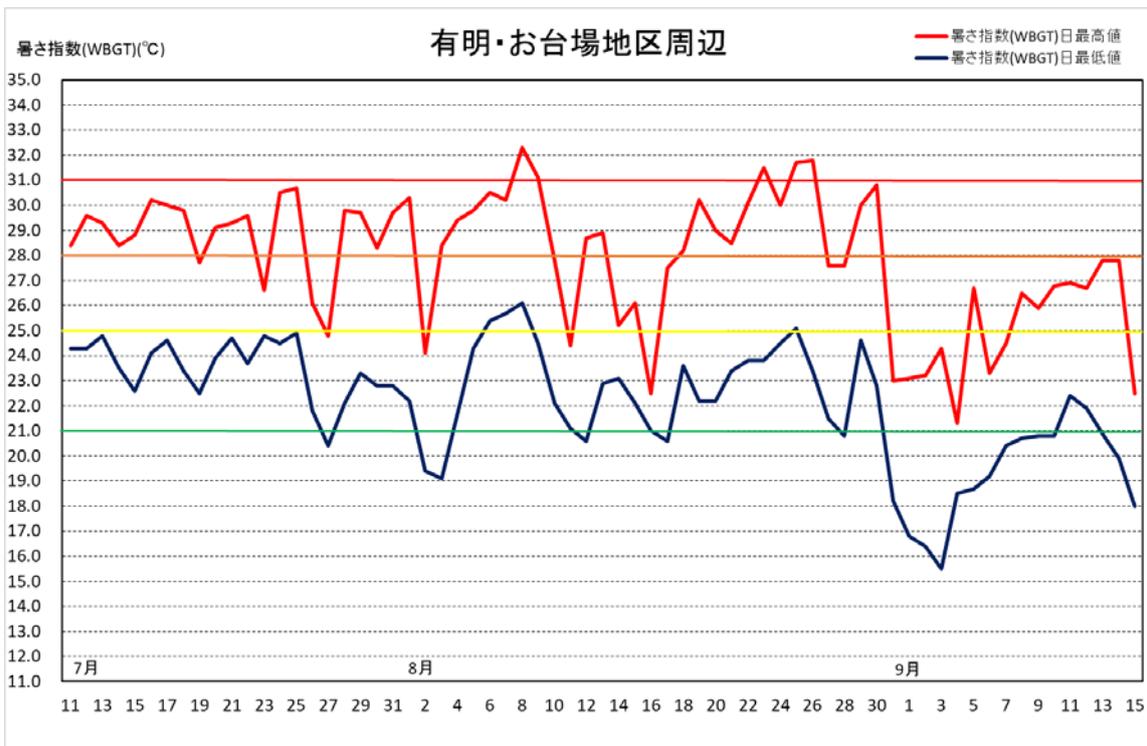


図 5-5(e) 日最高・日最低 WBGT の変動 (有明・お台場地区周辺)

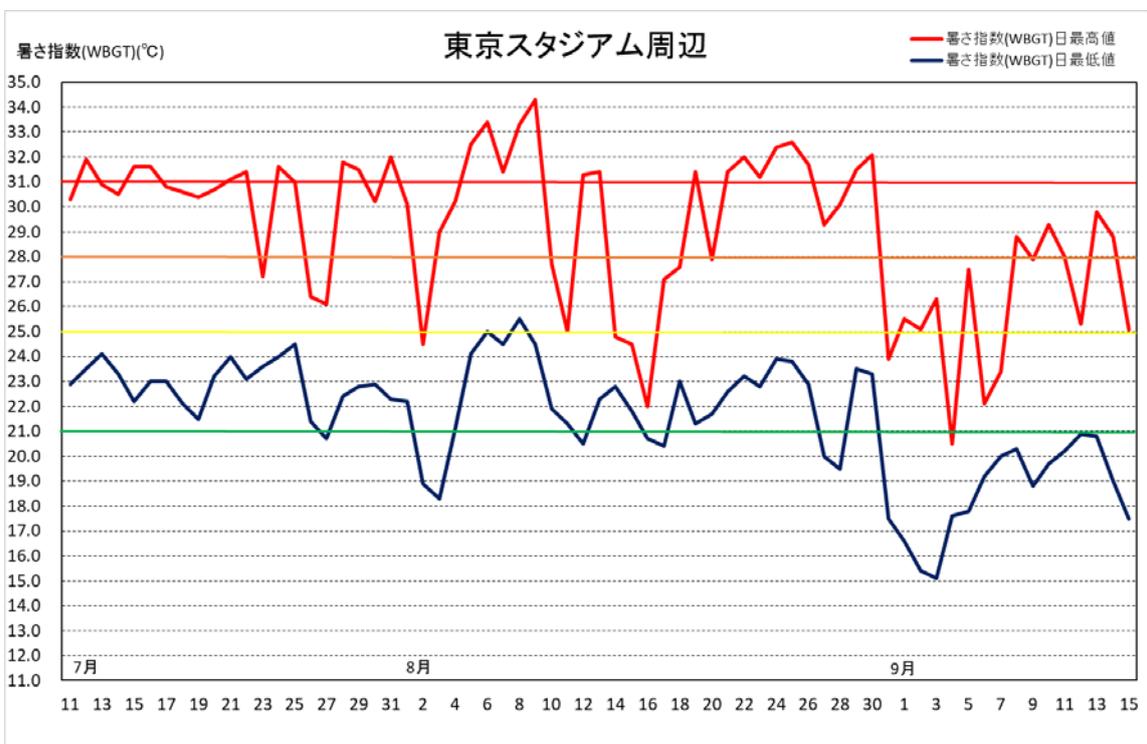


図 5-5(f) 日最高・日最低 WBGT の変動 (東京スタジアム周辺)

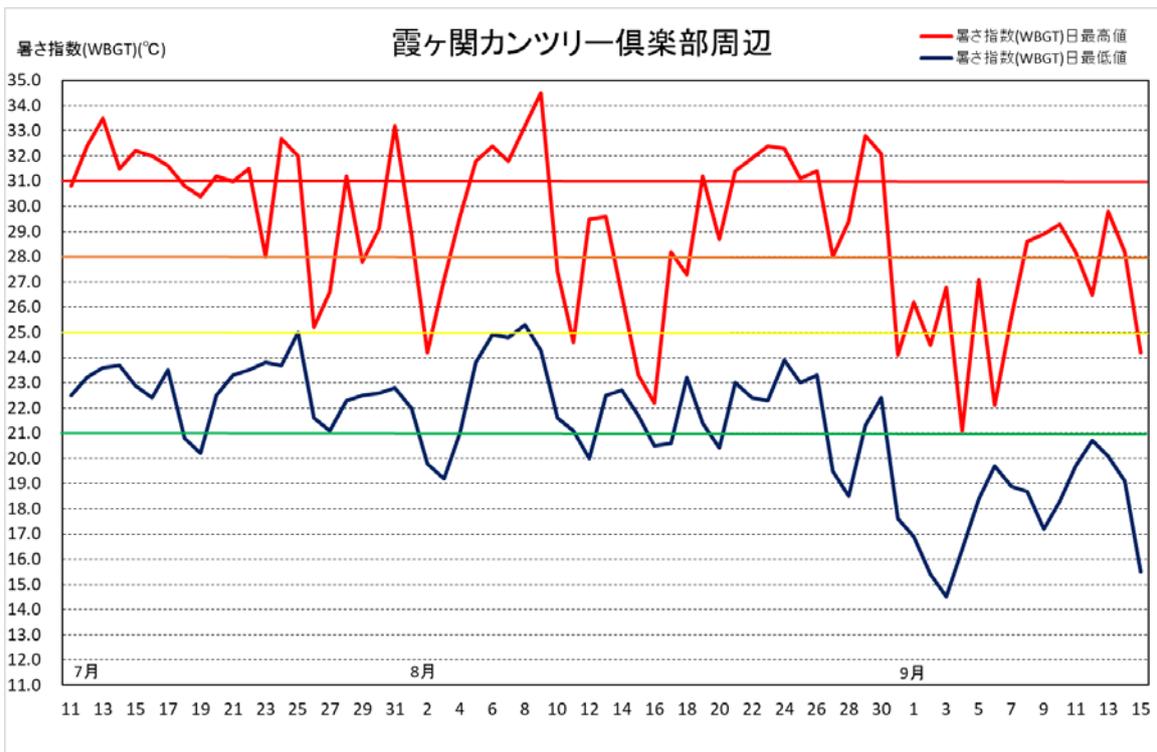


図 5-5 (g) 日最高・日最低 WBGT の変動 (霞ヶ関カンツリー倶楽部周辺)

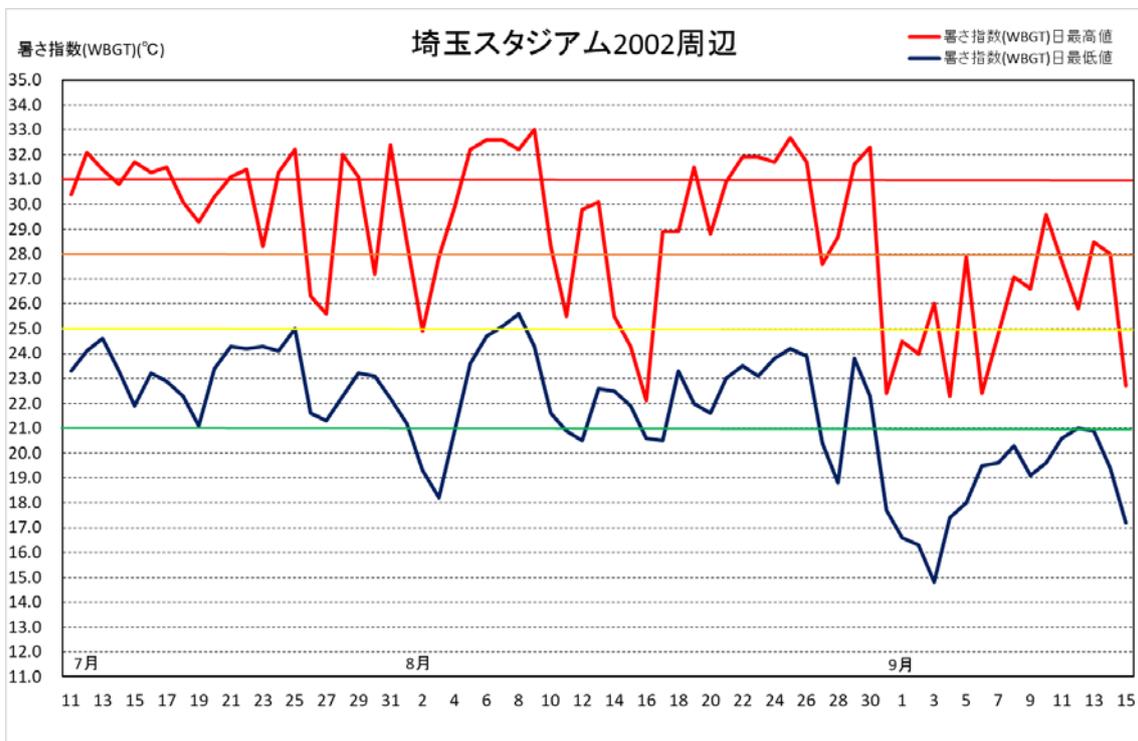


図 5-5 (h) 日最高・日最低 WBGT の変動 (埼玉スタジアム 2002 周辺)

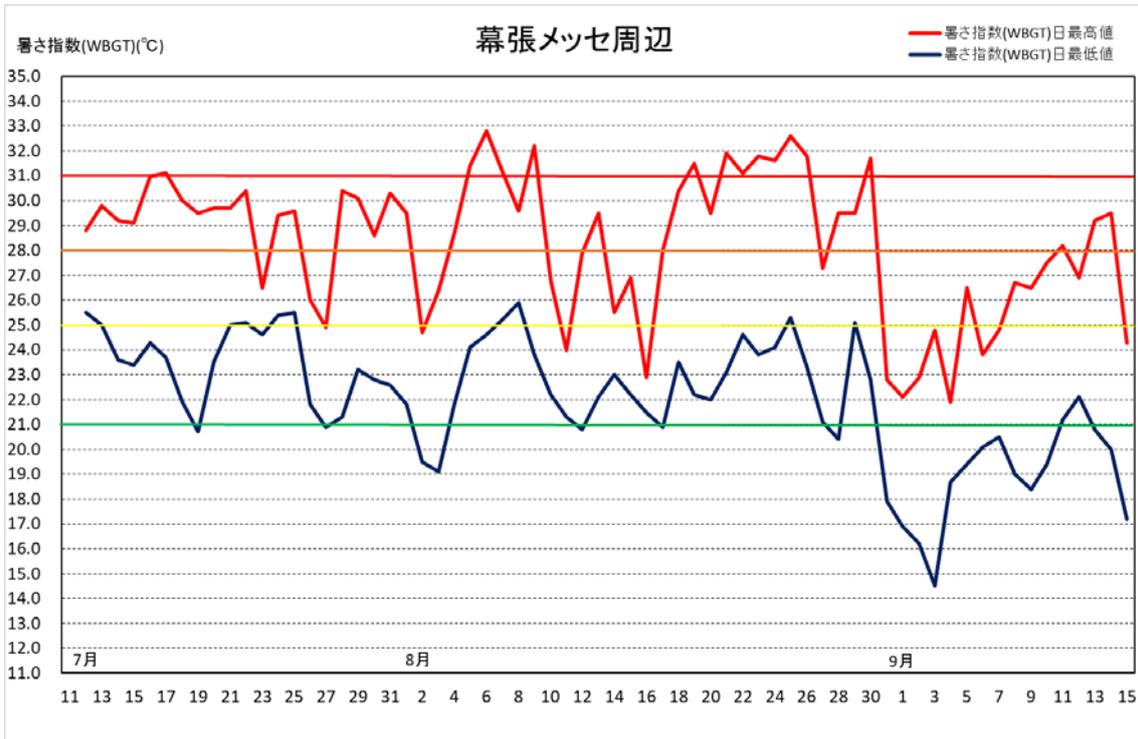


図 5-5(i) 日最高・日最低 WBGT の変動 (幕張メッセ周辺)

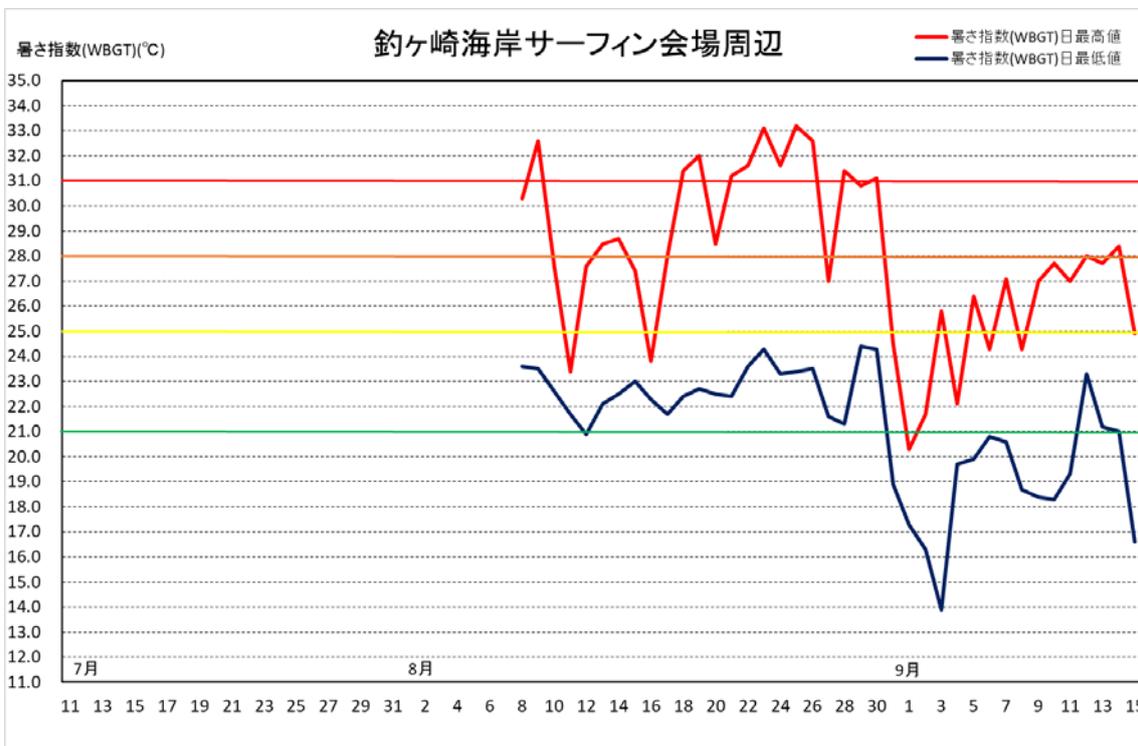


図 5-5(j) 日最高・日最低 WBGT の変動 (釣ヶ崎海岸サーフィン会場周辺)

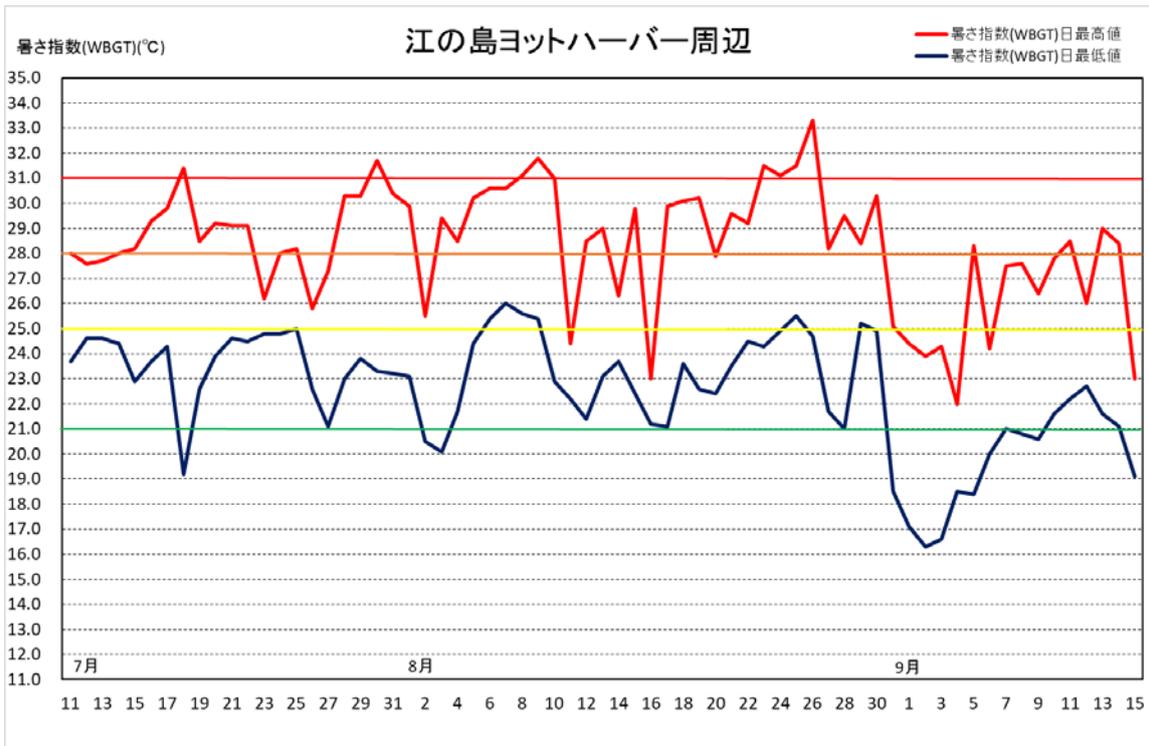


図 5-5(k) 日最高・日最低 WBGT の変動 (江の島ヨットハーバー周辺)

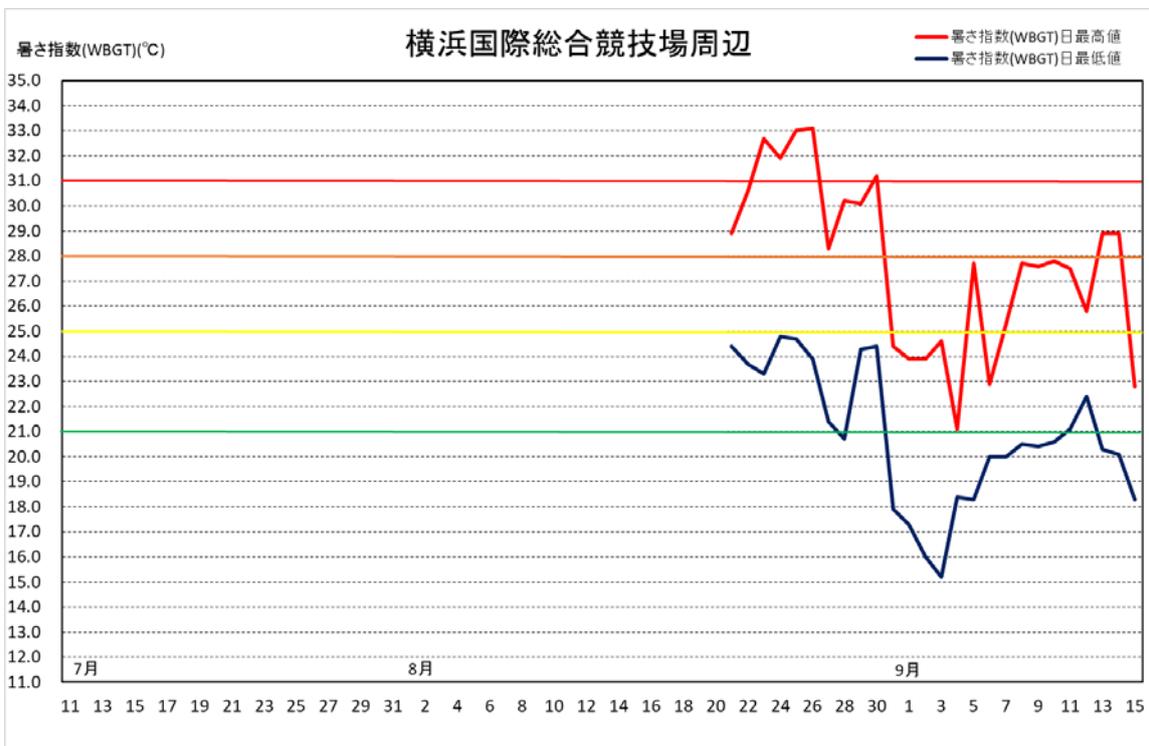


図 5-5(l) 日最高・日最低 WBGT の変動 (横浜国際総合競技場周辺)

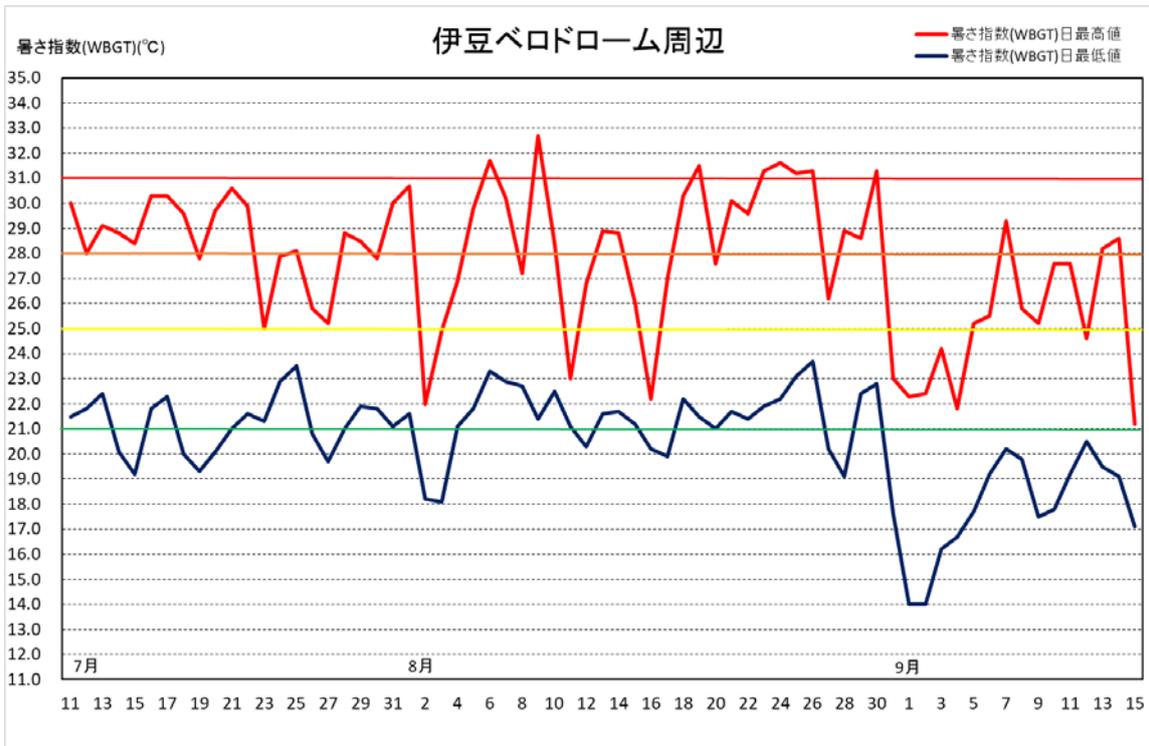


図 5-5 (m) 日最高・日最低 WBGT の変動 (伊豆ペロドローーム周辺)

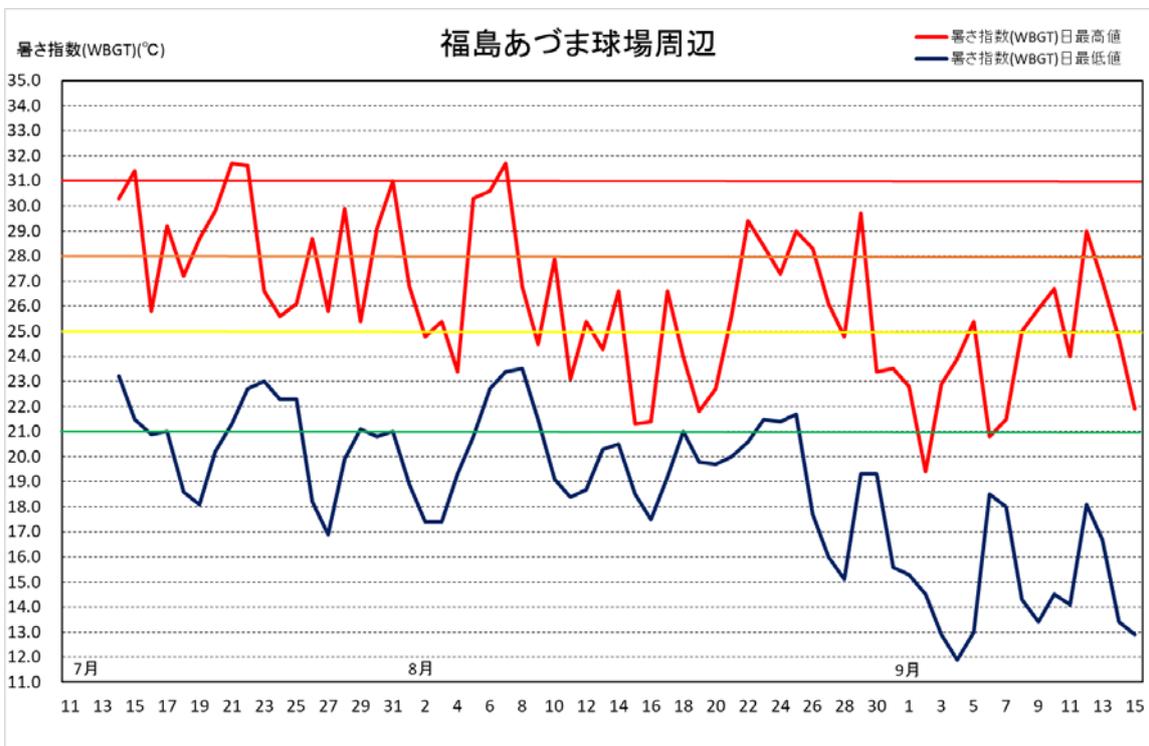


図 5-5 (n) 日最高・日最低 WBGT の変動 (福島あづま球場周辺)

5. 3 晴天の日の日中の暑熱環境の変化

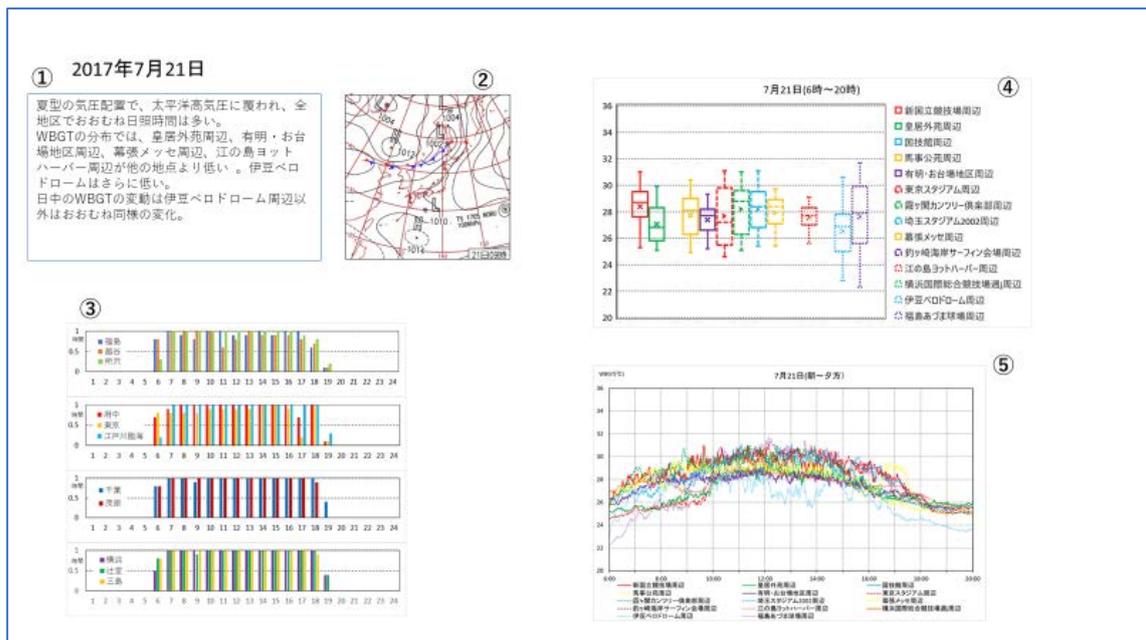
14 地区の多くが比較的晴天であったと日として、各測定地区近傍の気象庁アメダス観測点での日照時間が多かった日を 7 日間選んで、その日の気象状況と各地区での日中の WBGT を求めた。

○手法

- ・ 対象日 測定地区近隣の気象庁アメダスで日照時間 8 時間以上の地点が多かった 7 月 21 日、22 日、31 日、8 月 9 日、24 日、25 日、9 月 9 日（図 5-2 参照）
- ・ 6 時から 20 時（朝から夕刻）の各地区での WBGT の変動と分布を、折れ線グラフ、箱ひげ図で表現。箱ひげ図から分布と最大値を把握した。

○結果

対象日毎の結果を以下の内容でまとめた。



① : 気象概況、WBGT の分布・変動のまとめ

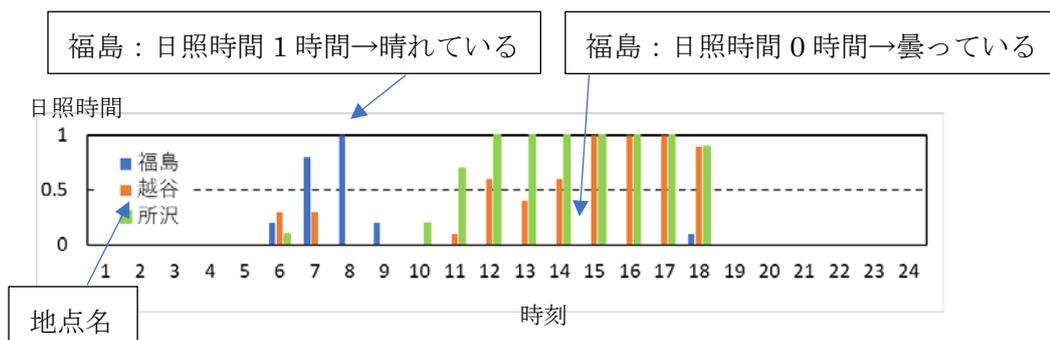
晴天日であっても、WBGT の分布や変動には大きな違いが生じる。これは、気圧配置などの影響も想定されるため、気象概況を記載した。

② : 地上天気図 (図 5-6)

天気予報の解説などで紹介される、高気圧や低気圧、前線の配置を示したもの（出典：気象庁ホームページ）。

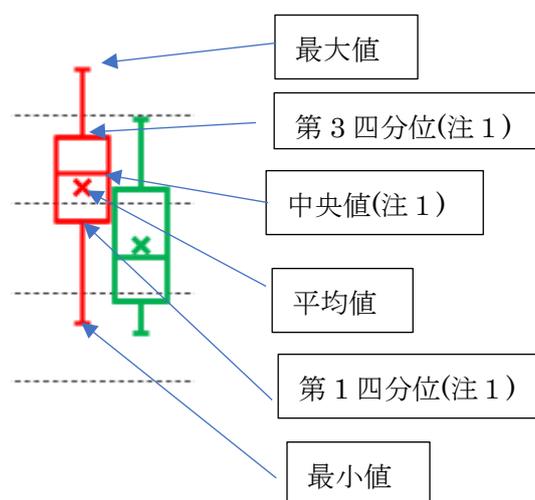
③ : 近接の気象庁アメダス 11 か所の日照時間の変化 (図 5-7)

14 地区の近隣の気象庁アメダス (図 5-2 参照)での 1 時間ごとの日照時間について示したもの。各時刻の日照時間が 1.0 時間の場合は日差しがかげることがなく晴天が継続し、逆に 0.0 時間の場合は曇っていて日差しが全くなかったことを示す。この資料からその地方がおおむね晴れていたか、曇っていたか、ときどき雲によって陽射しが遮られたかを判断することができる。



④ : WBGT の分布 (図 5-8)

6 時から 20 時までの 14 時間には、1 分間隔での測定で、840 個の WBGT が求まる。その値がどのような分布をしているかを一目で把握するために「箱ひげ図」を用いた。840 個の分布の中央値、平均値の他、中央値を挟んで全体の 25% 上下の分布 (合わせて 50% のデータが存在する範囲) を「箱」で示し、さらに、最小値や最大値の範囲を「ひげ」で表現している。これにより、平均的には他の地区と同様の分布だが、日中の最高値はかなり高いなどの特徴が把握できる。



注 1 : 四分位とはデータを昇順に並べて、4 等分したもの。小さい値から数えて、総数の 1/4 番目に当たる値が第 1 四分位、真ん中に当たる値が第 2 四分位 (=中央値)、3/4 番目に当たる値が第 3 四分位となる。

(総務省統計局ホームページ : <http://www.stat.go.jp/koukou/howto/process/graph/graph5.htm>)

⑤ : WBGTの変動 (図 5-9)

対象時間内の WBGT の変動を折れ線で表した。何時頃から WBGT が上昇しているか、夕方も WBGT が高いままかなどの特徴が把握できる。

【例】

7月22日 有明・お台場地区周辺 (紫の実線)、東京スタジアム周辺 (赤の破線)

④箱ひげ図より、中央値、平均値はおおむね同じだが、最大値、最小値が大きく異なる。

⑤折れ線グラフより、紫の実線は朝方も 26℃前後、日中 28℃前後で大きな変化はしていない。赤の破線は朝方 24℃だが日中ピークには 32℃弱まで上昇し、午後に下降し紫の実線を下回る。

2017年7月21日

夏型の気圧配置で、太平洋高気圧に覆われ、全地区でおおむね日照時間は多い。

WBGT の分布では、皇居外苑周辺、有明・お台場地区周辺、幕張メッセ周辺、江の島ヨットハーバー周辺が他の地点より低い。伊豆ペロドロームはさらに低い。

日中の WBGT の変動は、伊豆ペロドローム周辺以外はおおむね同様の变化。

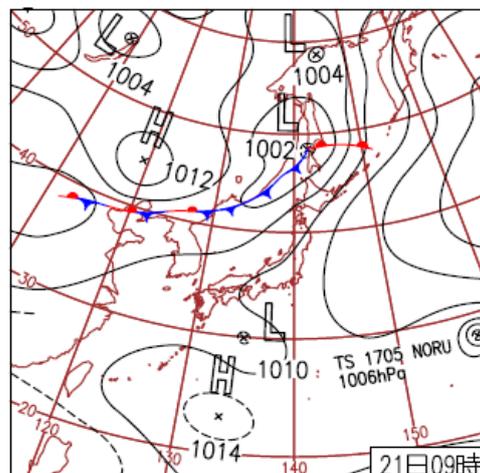


図 5-6(a) 7月21日9時の地上天気図

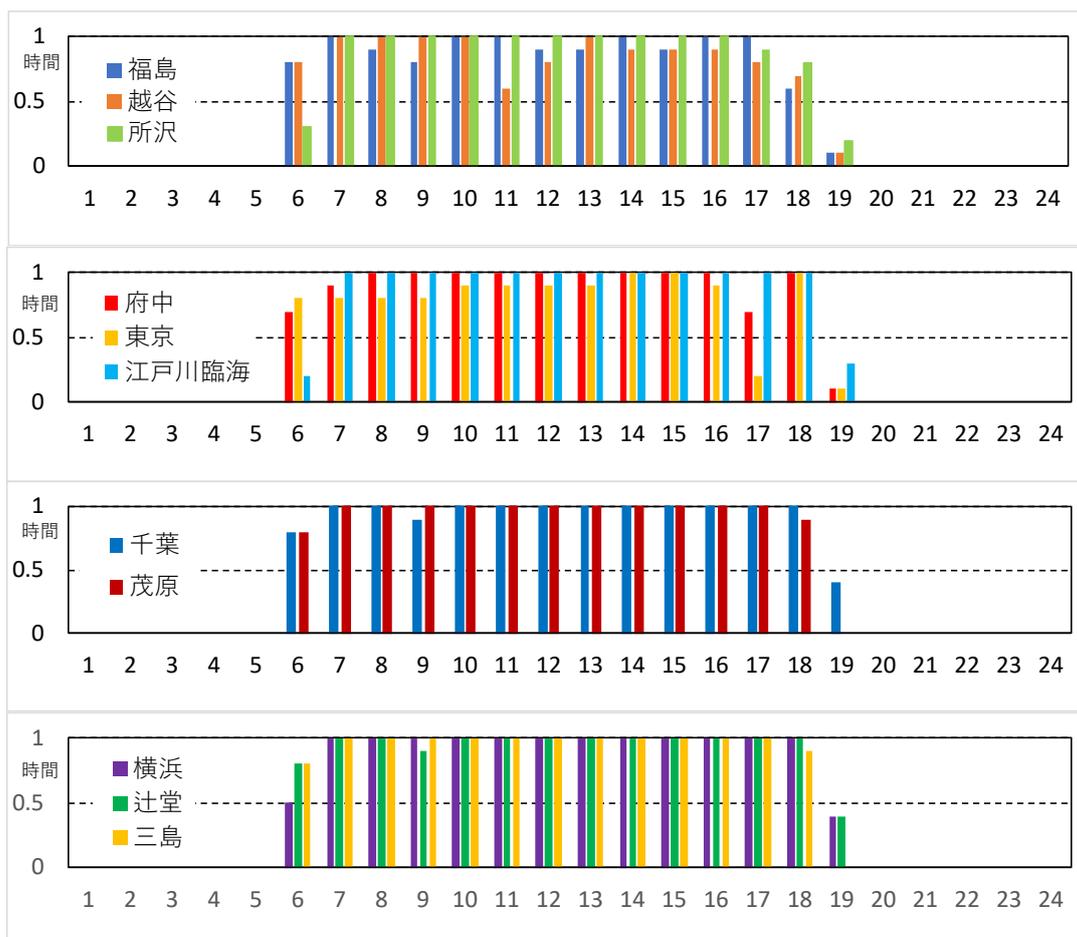


図 5-7(a) 7月21日のアメダスの毎時の日照時間

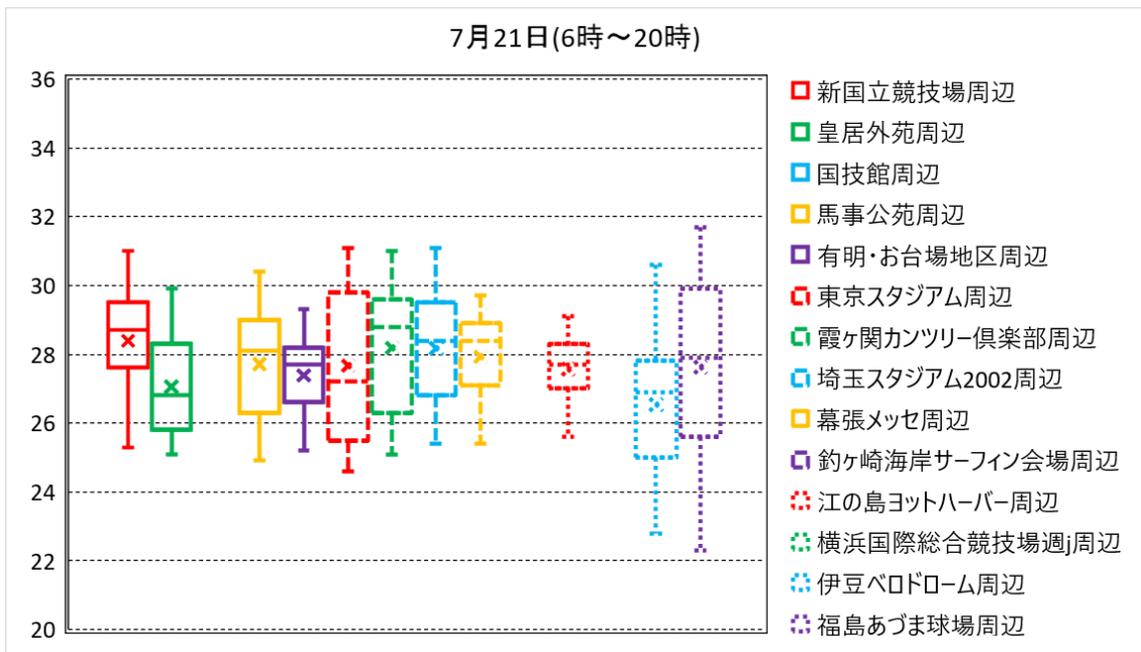


図 5-8(a) 7月21日のWBGTの分布

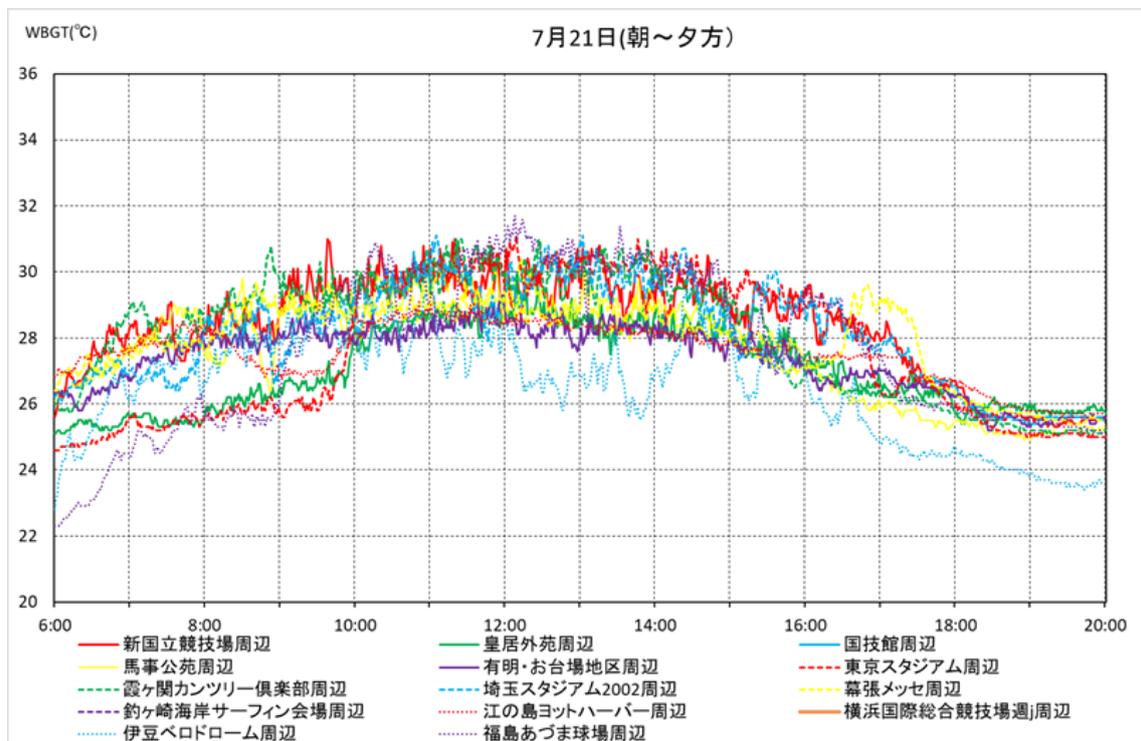


図 5-9(a) 7月21日のWBGTの変動

2017年7月22日

夏型の気圧配置で、太平洋高気圧に覆われ、全地区でおおむね日照時間は多いが、前日より雲に日照が遮られる時間(日照時間 60分未満)が各地で見られる。

WBGT の分布では、皇居外苑周辺、有明・お台場地区周辺、幕張メッセ周辺、江の島ヨットハーバー周辺が他の地点より低い。伊豆ペロドローム周辺はさらに低い。福島あづま球場周辺は分布の上端が関東地区定と同程度。日中の変動は福島あづま球場周辺以外はおおむね同様の変化。

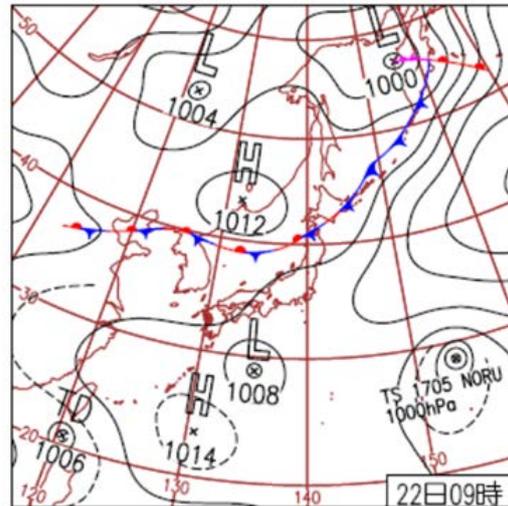


図 5-6(b) 7月22日9時の地上天気図

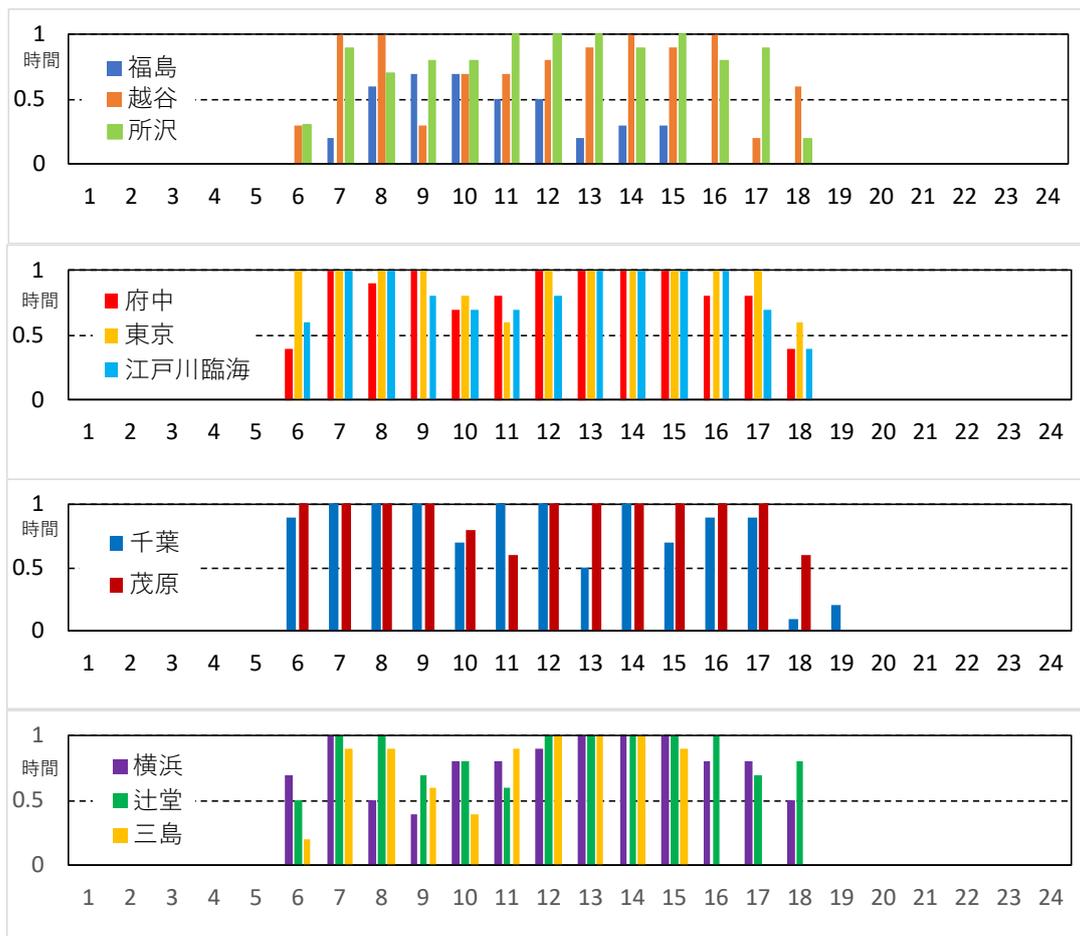


図 5-7(b) 7月22日のアメダスの毎時の日照時間

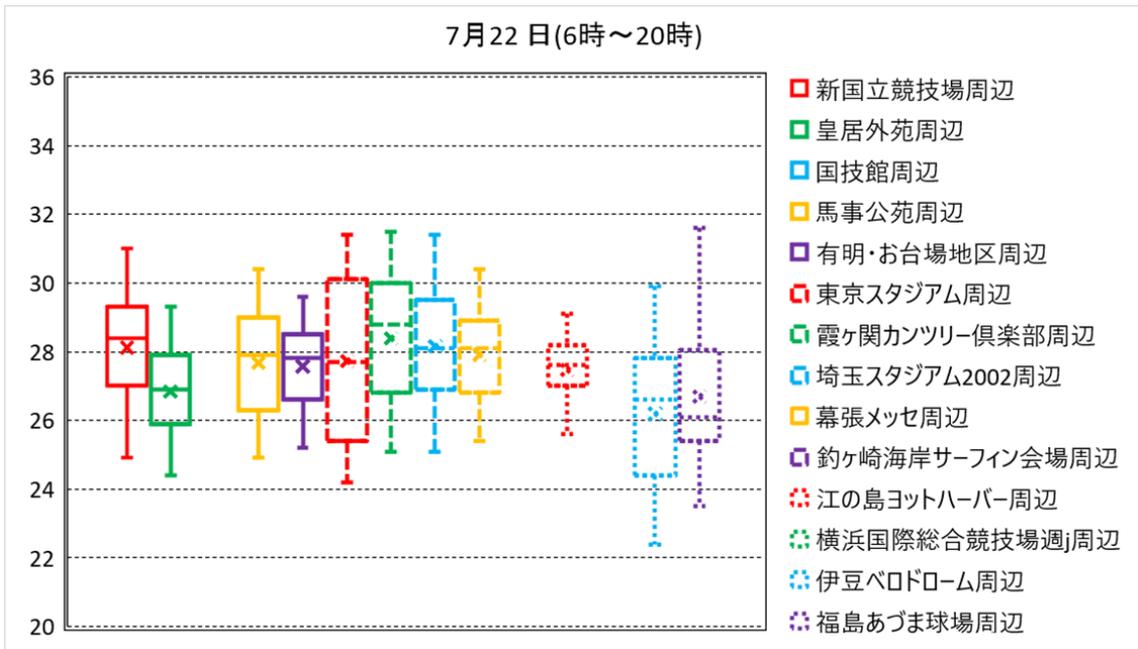


図 5-8 (b) 7月22日のWBGTの分布

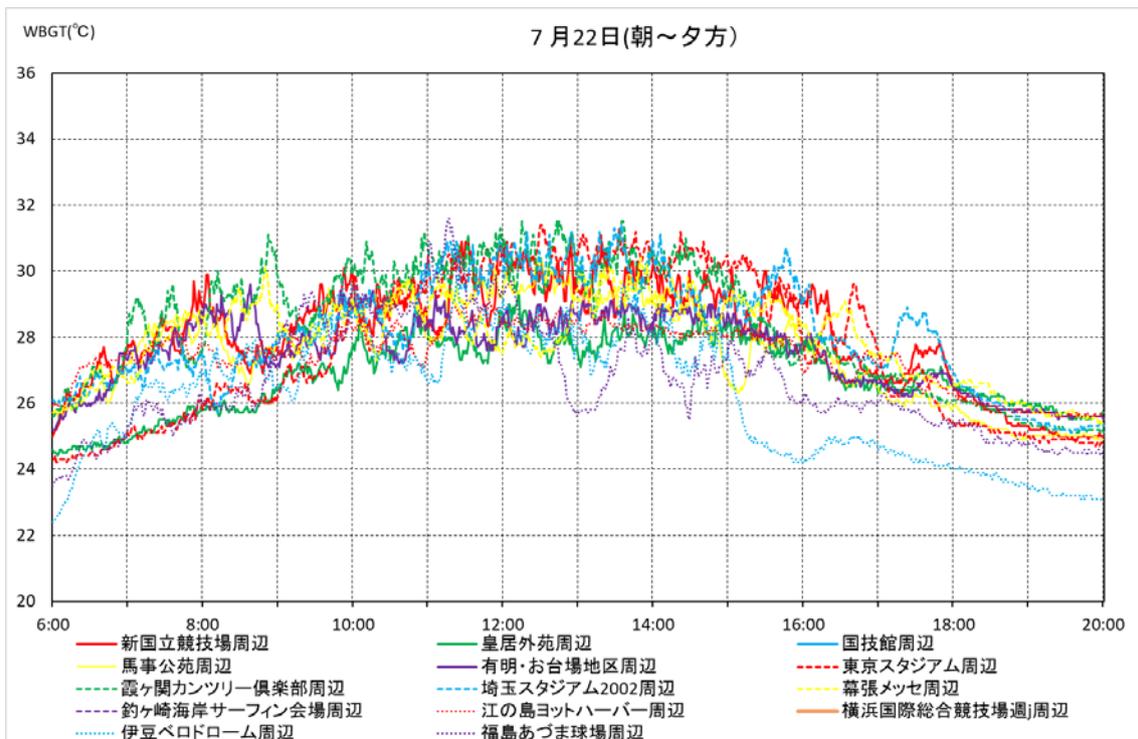


図 5-9 (b) 7月22日のWBGTの変動

2017年7月31日

オホーツク海の高気圧に緩やかに覆われ、太平洋側は雲が出やすいパターン。福島から関東の広い範囲で、日照時間が60分に満たない時間帯が多く、時々曇っていることを示している。

WBGTの分布では、平均値・中央値は28℃前後が多いが、分布の上端は、新国立競技場周辺、東京スタジアム周辺、霞ヶ関カンツリー倶楽部周辺、埼玉スタジアム 2002 周辺など比較的内陸で高くなっている。WBGTの変動でも上記地点は高めに経過している。伊豆ペロドローム周辺は日中他地区より低く経過。

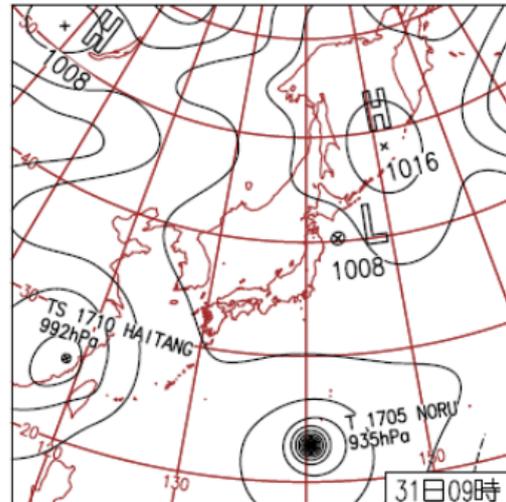


図 5-6(c) 7月31日9時の地上天気図

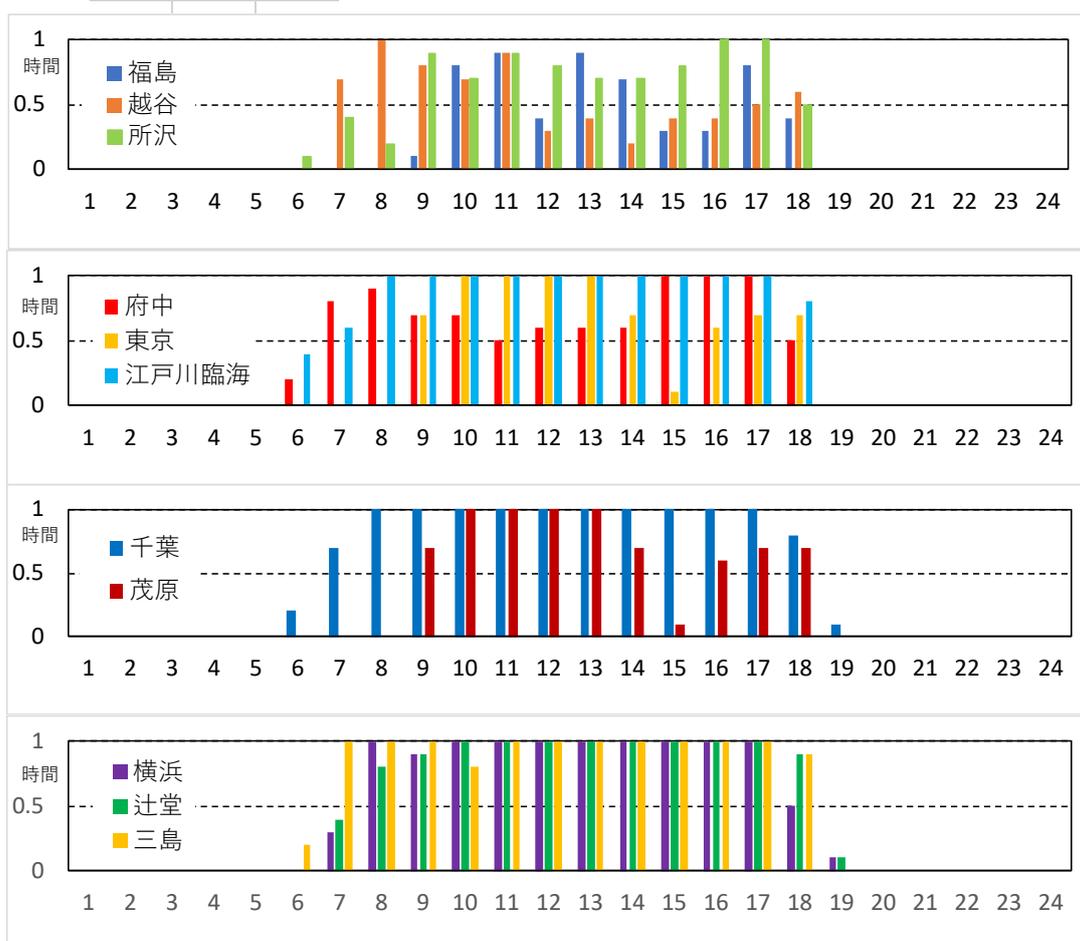


図 5-7(c) 7月31日のアメダスの毎時の日照時間

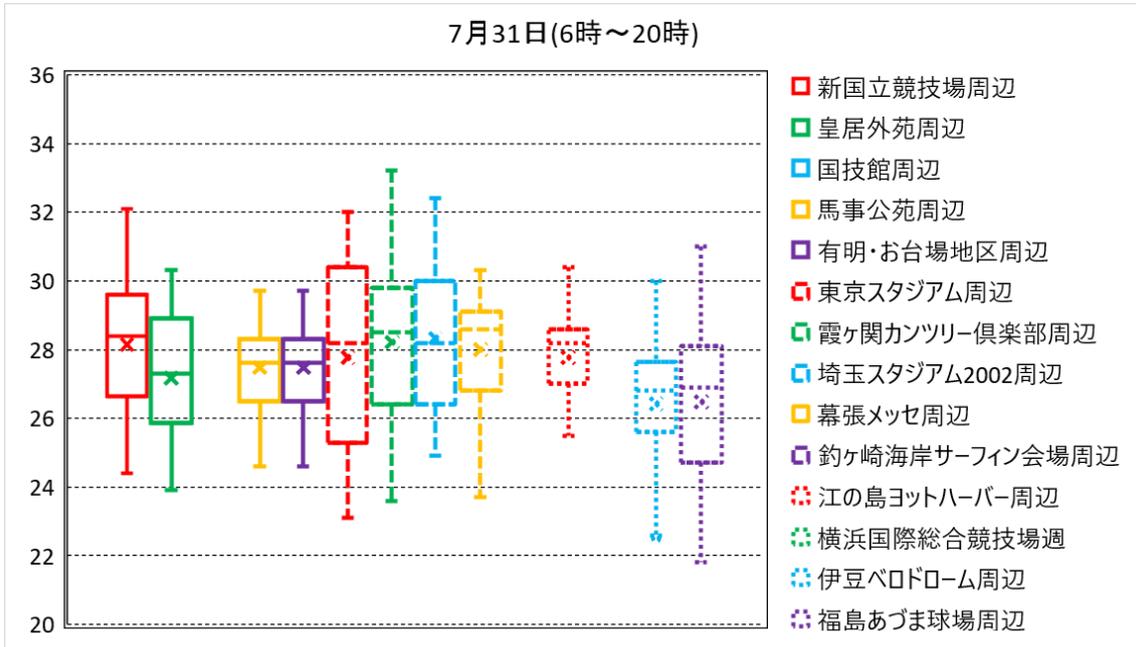


図 5-8(c) 7月31日のWBGTの分布

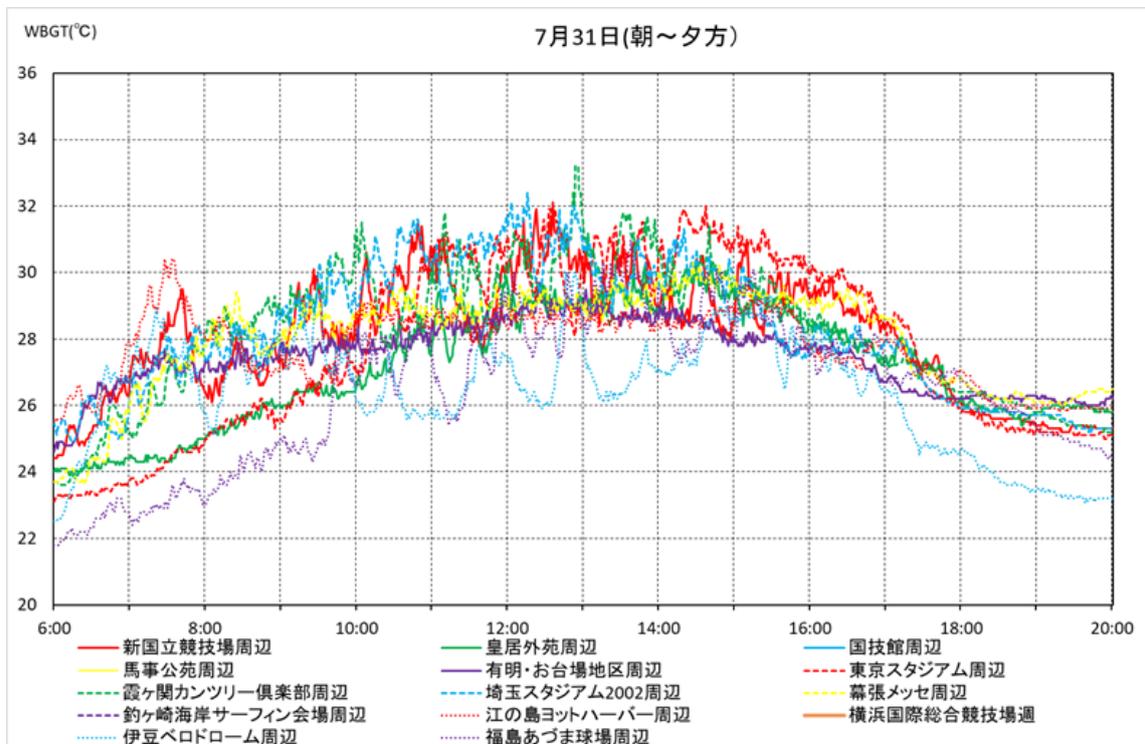


図 5-9(c) 7月31日のWBGTの変動

2017年8月9日

東北地方を通過して低気圧の南側に位置する関東地方では、西風が卓越し(フェーン現象)午前中は晴天が継続、午後雲に覆われる時間帯もあった。福島は曇天。

WBGT の分布では、平均値・中央値は 29~30℃で、この夏最も高くなった。分布の上端は、東京スタジアム周辺、霞ヶ関カンツリー倶楽部周辺で 34℃を越すほか、多くの地点で 32℃を超過。WBGT の変動では、早朝 6 時頃から 28℃を越し、8 時以降 31℃超過地点が増えている。

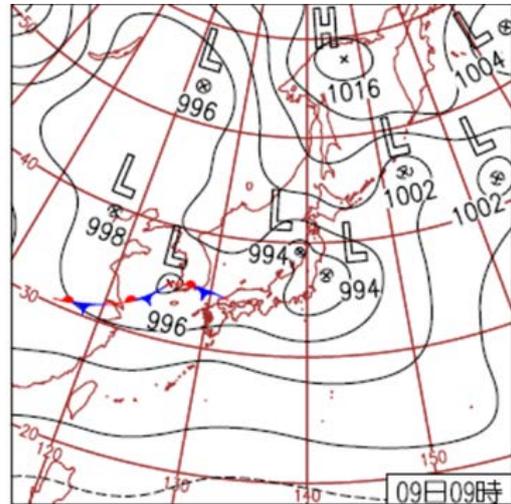


図 5-6(d) 8月9日9時の地上天気図

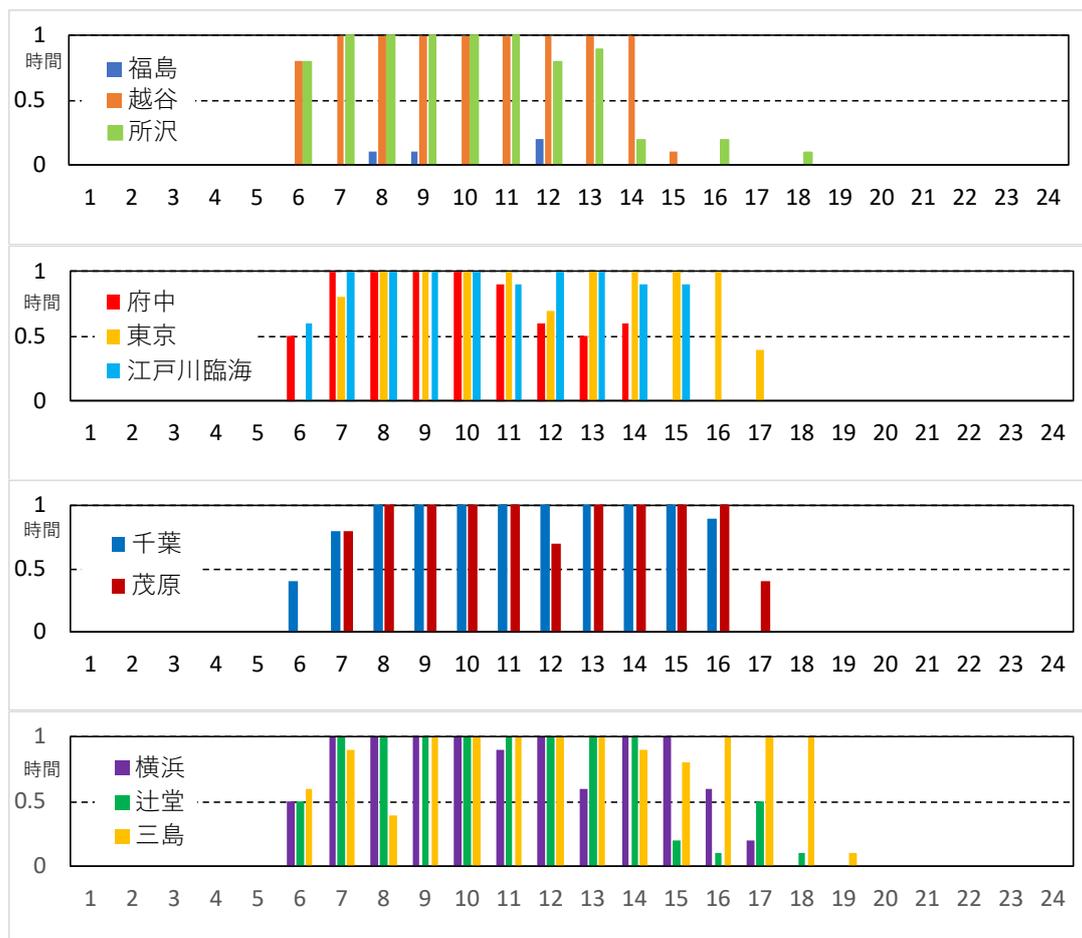


図 5-7(d) 8月9日のアメダスの毎時の日照時間

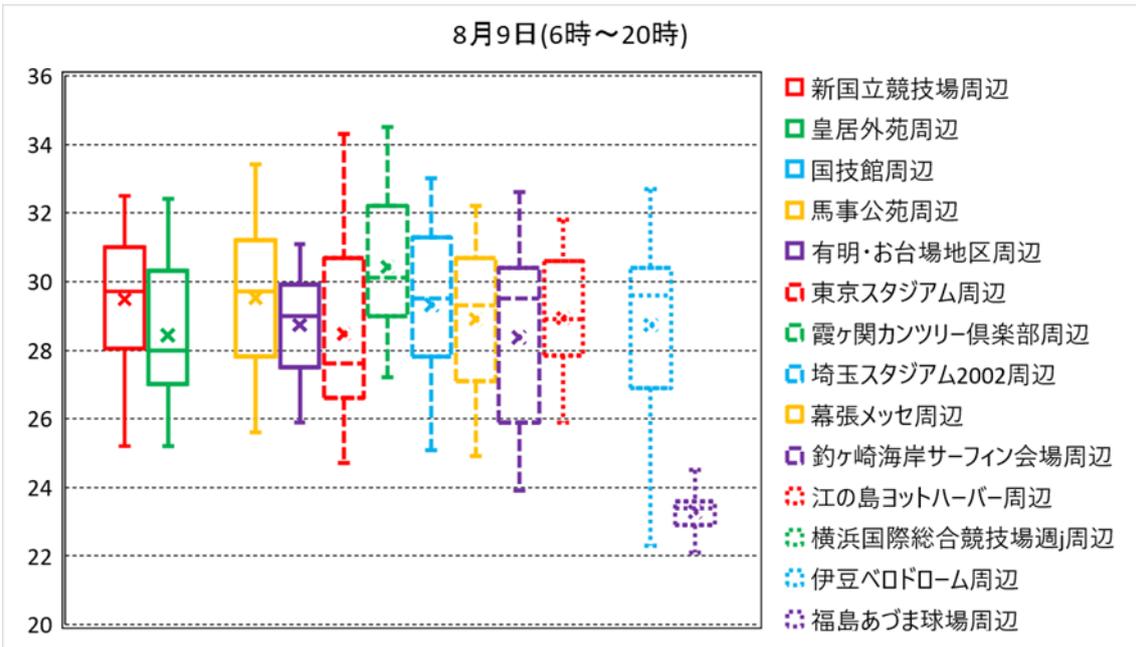


図 5-8(d) 8月9日のWBGTの分布

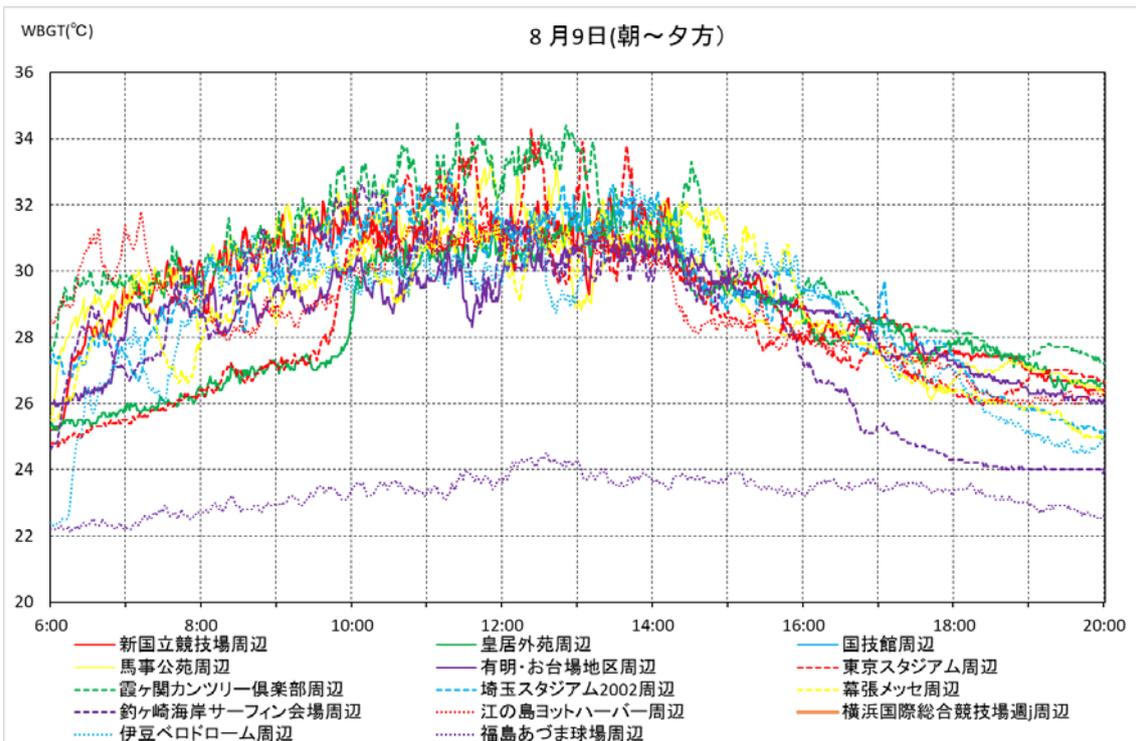


図 5-9(d) 8月9日のWBGTの変動

2017年8月24日

南海上の太平洋高気圧と沿海州の前線の間中に位置し、関東では午前後半から日照時間が増えている。福島は早朝を除き曇天。

WBGTの分布では、福島あづま球場周辺を除き、平均値・中央値は28℃前後、分布の上端は、31～32℃で地区間のばらつきは少ない。東京スタジアム周辺、霞ヶ関カンツリー倶楽部周辺で34℃を超えるほか、多くの地点で32℃を超過。

WBGTの変動では、9時頃から28℃を超し、11時以降31℃超過地点が増えている。

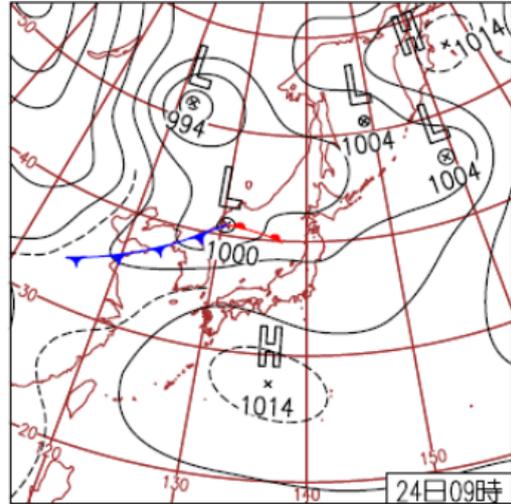


図 5-6(e) 8月24日9時の地上天気図

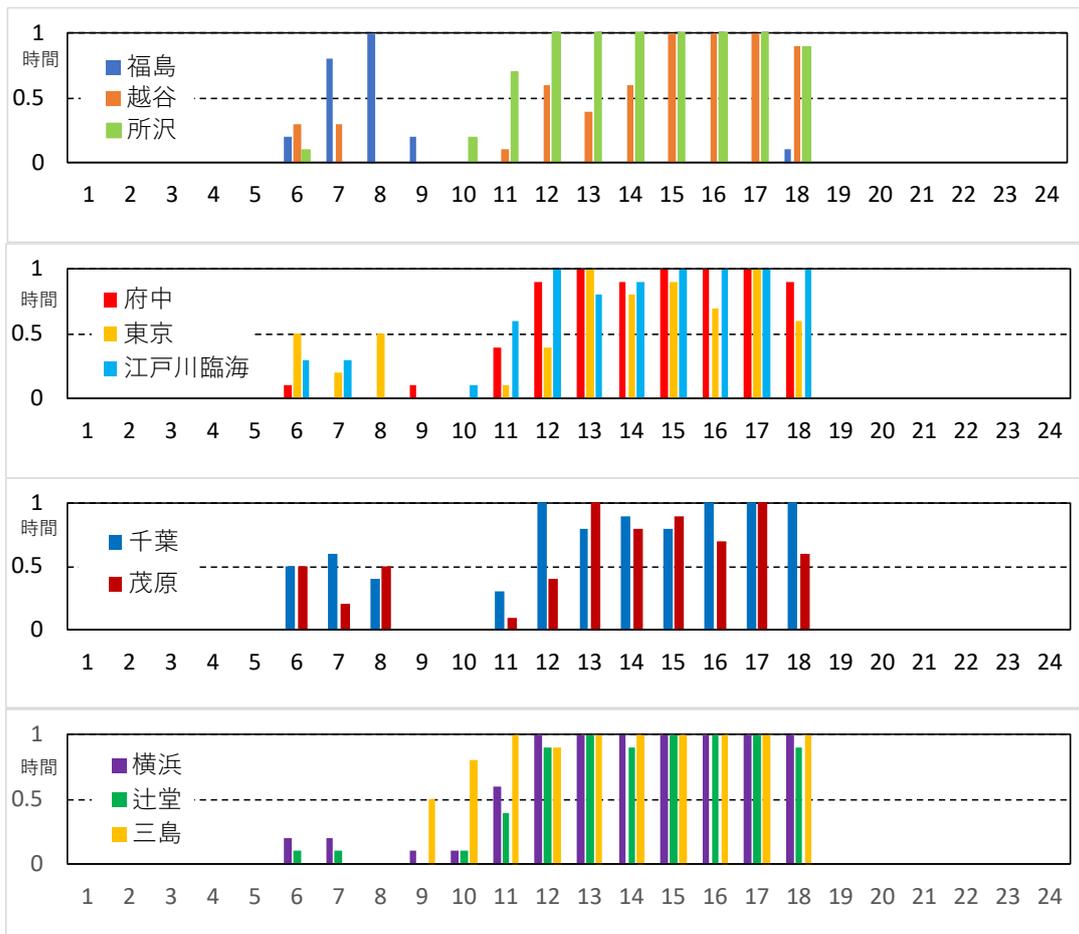
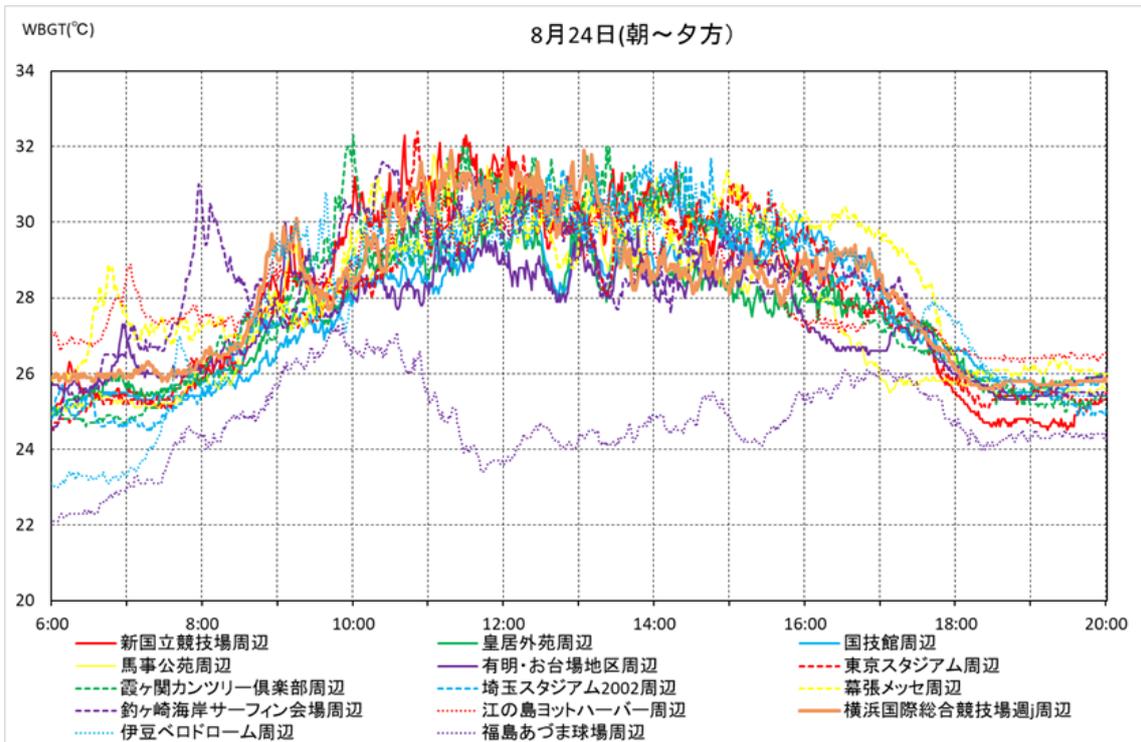
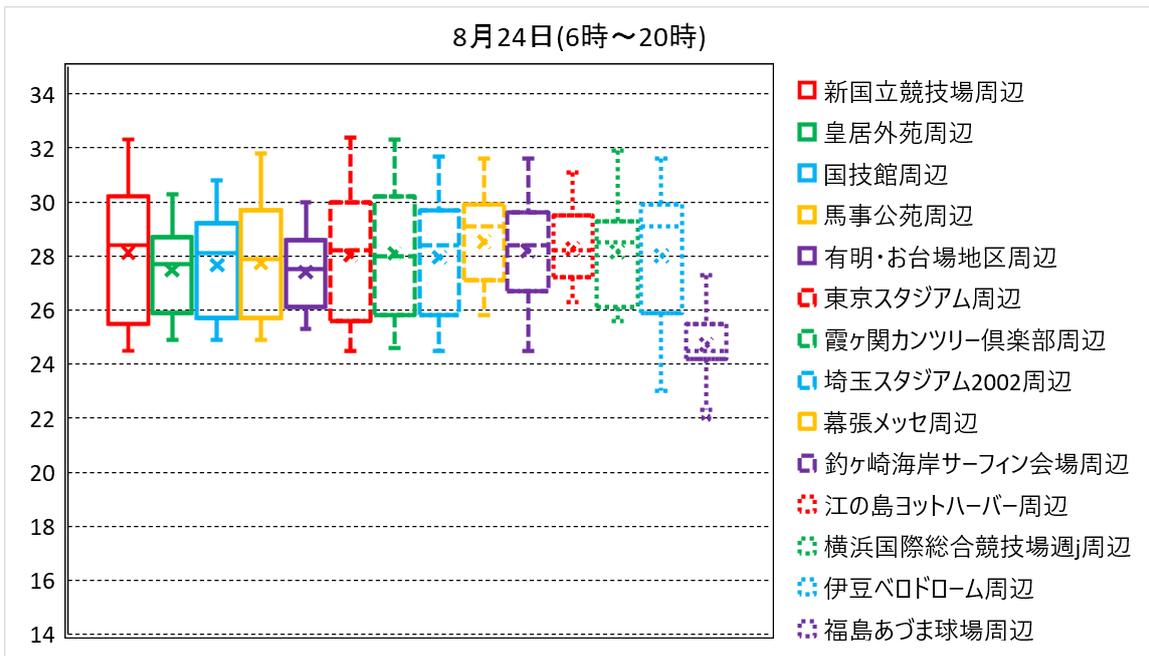


図 5-7(e) 8月24日のアメダスの毎時の日照時間



2017年8月25日

東北地方を横切る前線の南側で、関東地方では西風が卓越する。前線が近いため前日(24日)より、日照時間が少ない地点が多い。福島は午後に陽射しが戻る。

WBGTの分布では、福島あづま球場周辺を除き、各地区とも平均値・中央値は29℃前後、分布の上端は、釣ヶ崎海岸サーフィン会場周辺、横浜国際総合競技場周辺が高い。

WBGTの変動では、8時前から28℃を超し、9時以降31℃超過地点が増えている。

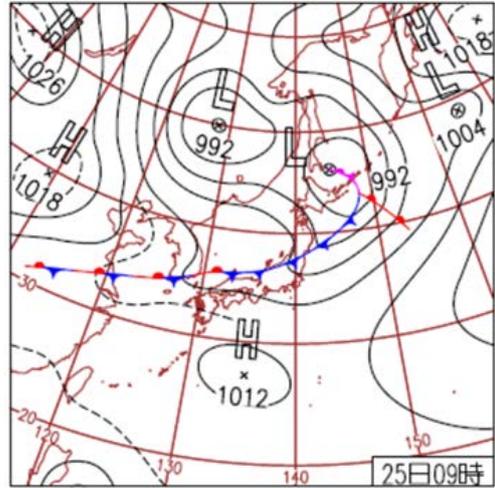


図 5-6 (f) 8月25日9時の地上天気図

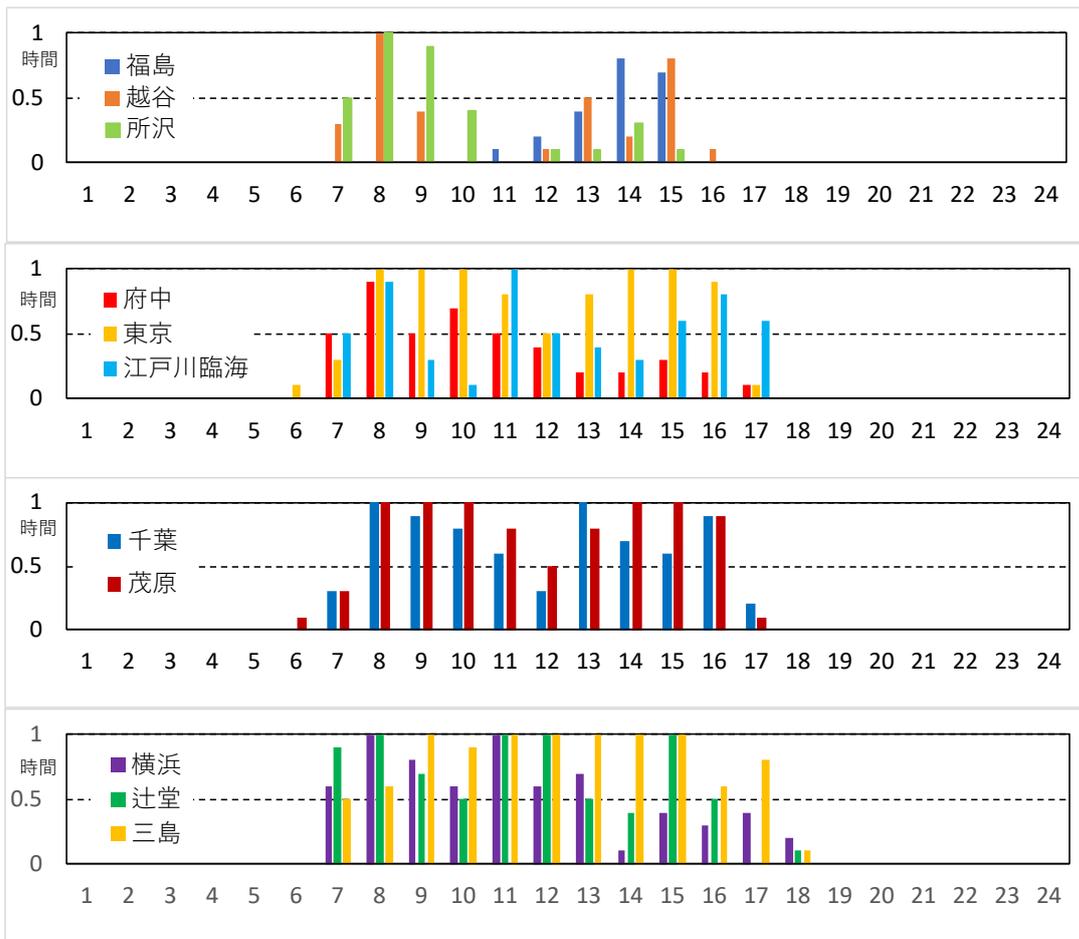


図 5-7 (f) 8月25日のアメダスの毎時の日照時間

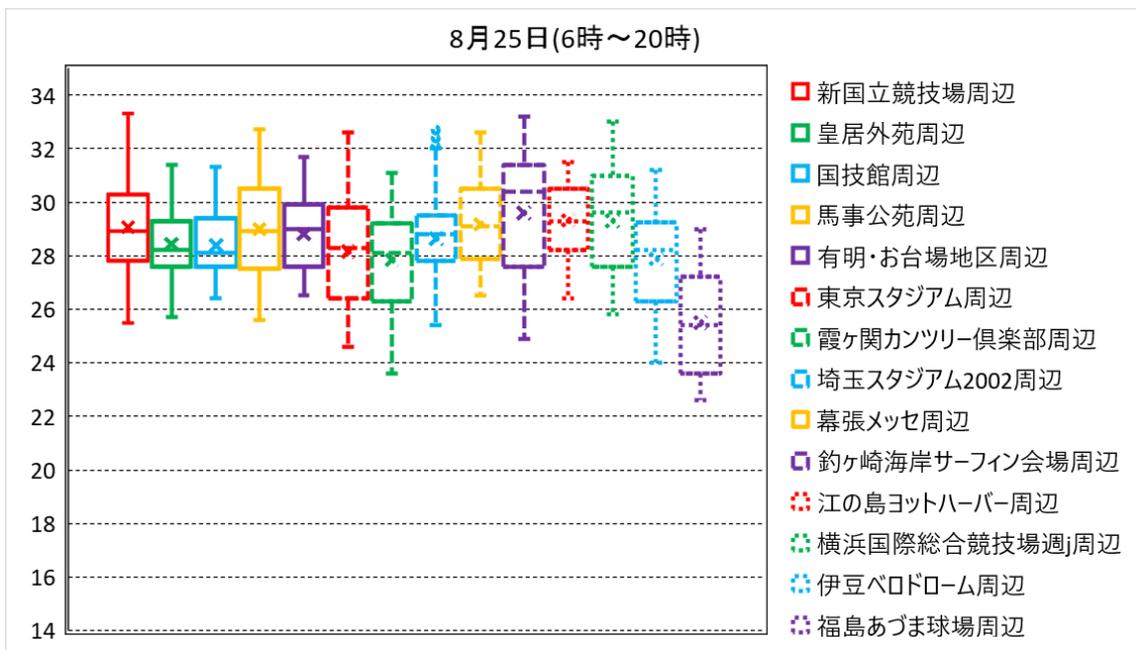


図 5-8(f) 8月25日のWBGTの分布

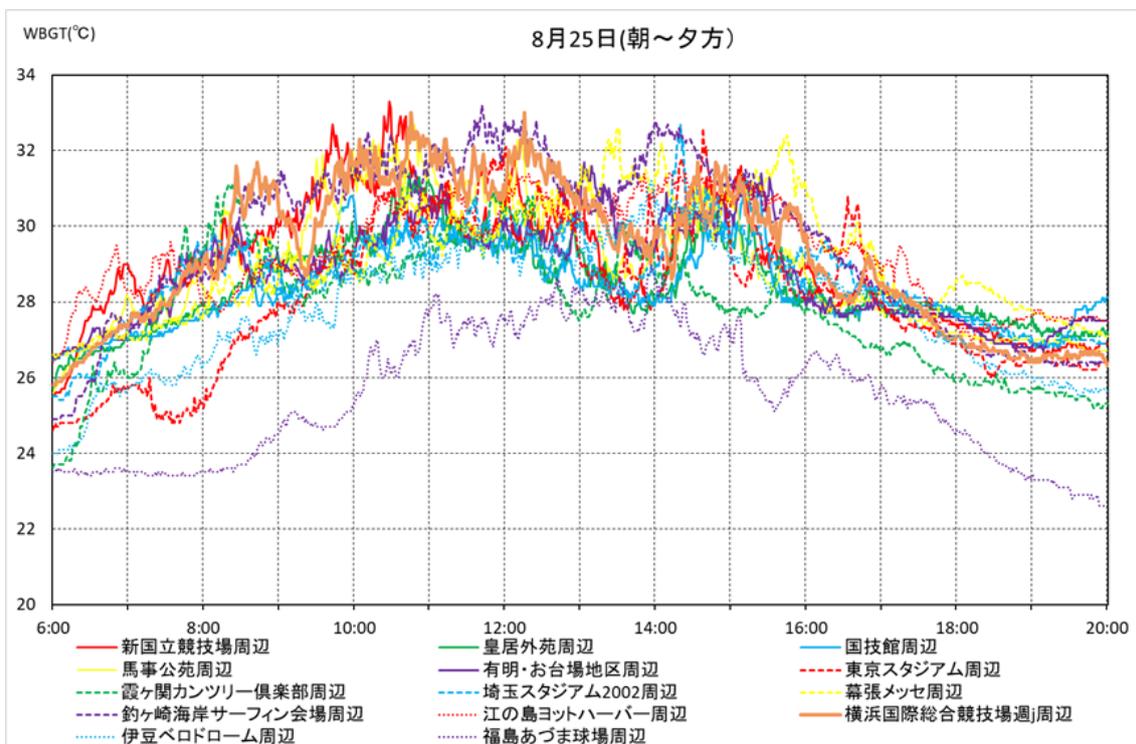


図 5-9(f) 8月25日のWBGTの変動

2017年9月9日

大陸からの移動性高気圧に覆われて、関東・東北はいずれも晴れ。日照時間は 60 分またはそれに近い地点が多い。

WBGT の分布では、福島あづま球場周辺を除き、各地区とも平均値・中央値は 24℃弱、分布の上端は 26~28℃。

WBGT の変動では、早朝に比べ 6℃近く上昇している地区が多い。7月、8月に比べ WBGT そのものは低い。

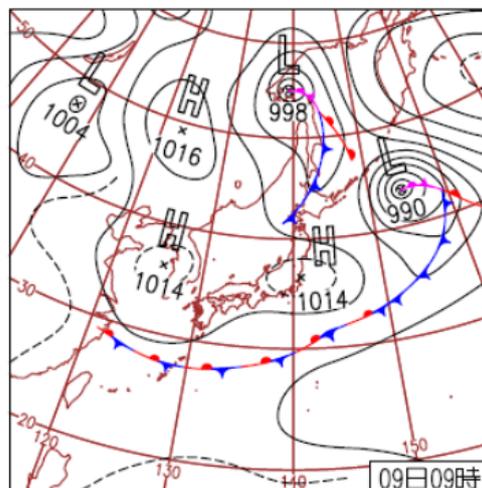


図 5-6(g) 9月9日9時の地上天気図

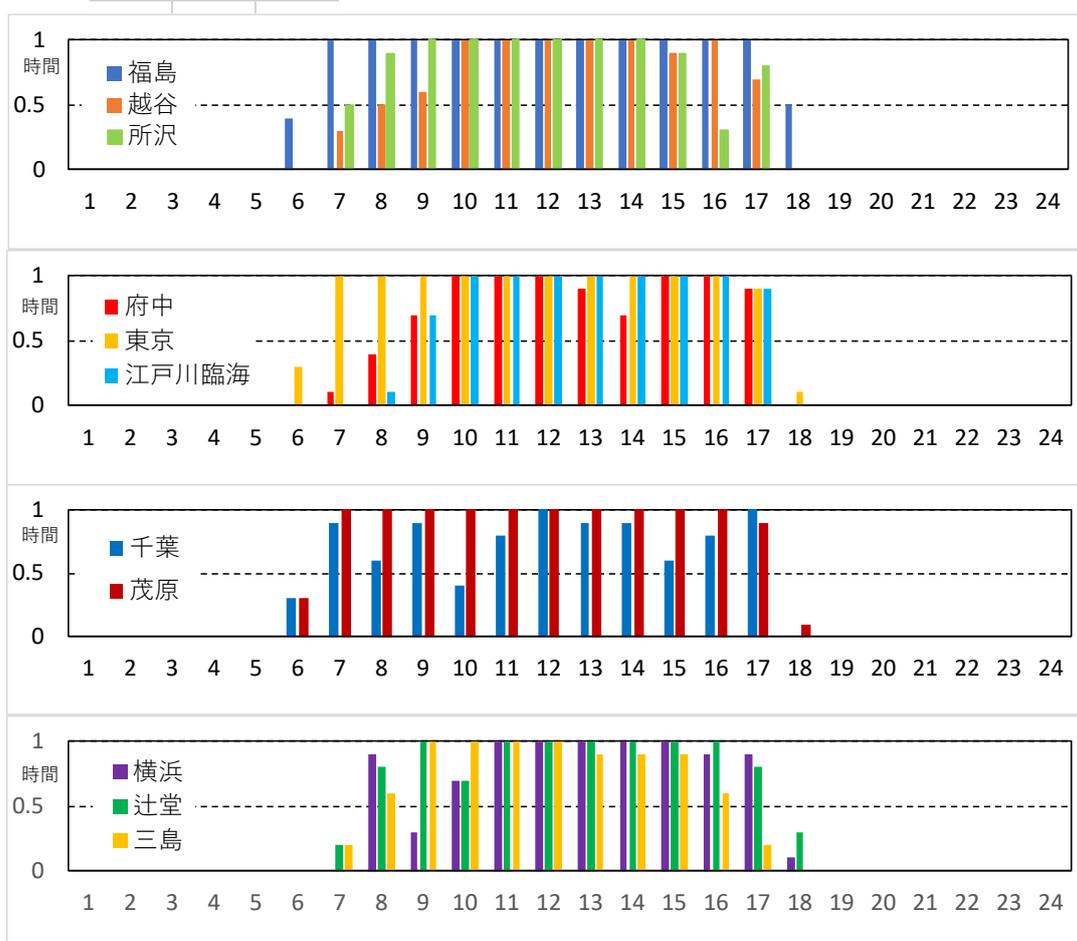


図 5-7(g) 9月9日のアメダスの毎時の日照時間

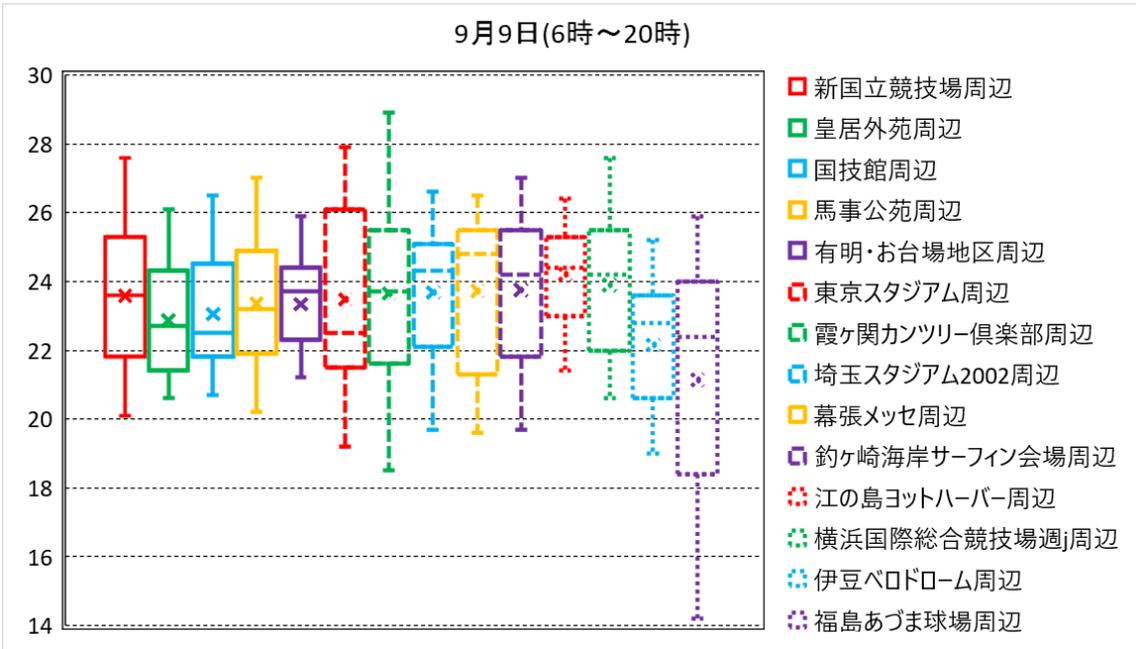


図 5-8(g) 9月9日のWBGTの分布

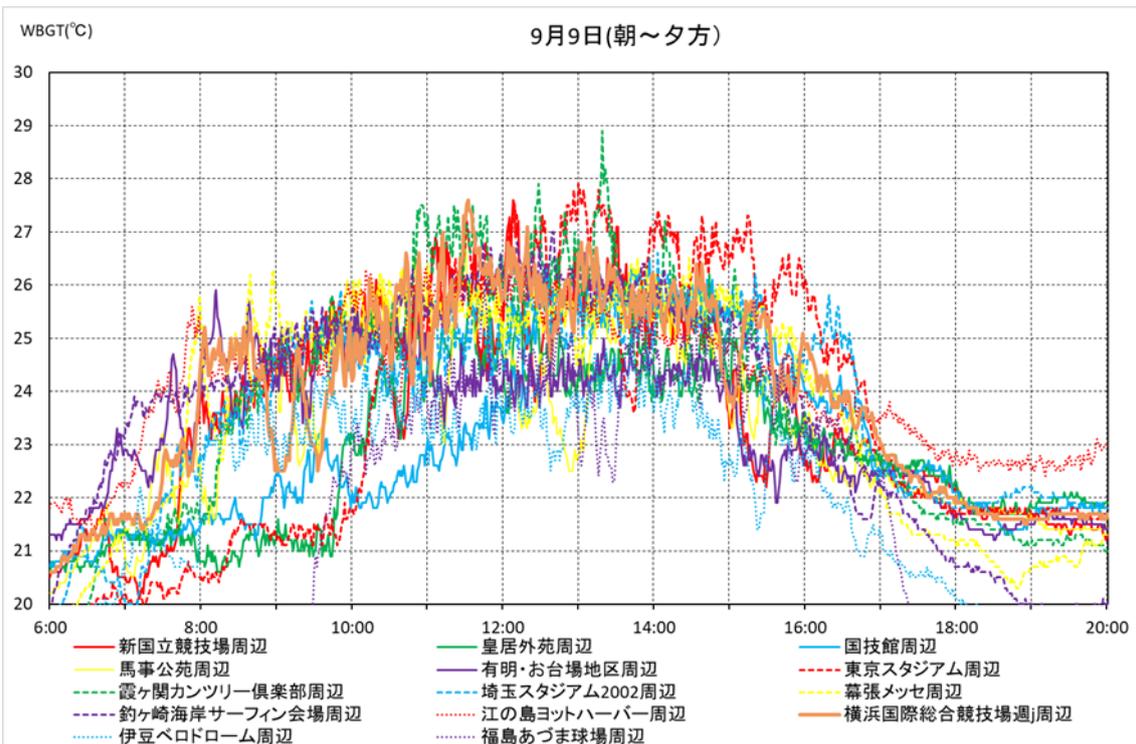


図 5-9(g) 9月9日のWBGTの変動