

第3回 アスリート・観客にやさしい道の検討会

平成28年7月19日(火) 9:00~10:00

中央合同庁舎3号館 11階 特別会議室

議 事 次 第

1. 開 会

道路局長挨拶

2. 議 事

- (1) 路面温度上昇抑制機能を有する舗装技術の効果確認について
(説明)
- (2) 取組みの方向性(骨子案)について(説明)
- (3) 意見交換

3. 閉 会

(配布資料)

- 資料1 委員名簿
- 資料2 検討会の流れについて
- 資料3 路面温度上昇抑制機能を有する舗装技術の効果確認
- 資料4 アスリート・観客にやさしい道づくりに向けた取組み
の方向性(骨子案)

参考資料1 舗装技術効果確認の各種データ

参考資料2 現地効果検証の概要

アスリート・観客にやさしい道の検討会

委員名簿

(委員)

尾縣 貢	公益財団法人日本陸上競技連盟専務理事
神田 昌幸	公益財団法人東京オリンピック・パラリンピック 競技大会組織委員会施設整備調整局長
瀬古 利彦	DeNA ランニングクラブ総監督
西倉 鉄也	東京都建設局長
花岡 伸和	一般社団法人日本パラ陸上競技連盟副理事長
平田 竹男	内閣官房東京オリンピック競技大会・ 東京パラリンピック競技大会推進本部事務局長
◎屋井 鉄雄	東京工業大学大学院 環境・社会理工学院土木・環境工学系教授
結城 和香子	読売新聞編集委員

(敬称略)
(五十音順)

◎は座長

検討会の流れについて

○平成27年4月17日(金)第1回検討会

○平成27年6月19日(金)第2回検討会

- ・路面温度上昇抑制機能を有する舗装技術の効果検証計画

○平成27年7月15日～平成27年9月27日 データ取得

- ・国道246号及び関東技術事務所で観測

○平成28年7月19日(火)第3回検討会(本日)

- ・路面温度上昇抑制機能を有する舗装技術の効果確認
- ・取組みの方向性(骨子案)



○平成28年8月下旬 現地効果検証(予定)



○平成28年9月頃 第4回検討会(予定)

- ・取組みの方向性とりまとめ



対策の本格実施

■これまでの指摘事項

大分類	中分類	小分類	指摘事項
舗装	走りやすさ	眩しさ	反射によるまぶしさを防ぐため舗装の色について配慮してほしい。
		滑りやすさ	石畳などだと雨天時に滑りやすい。
		傾き	かまぼこ状の路面は片斜面を歩いているような感じになるのでできるだけフラットが望ましい。
		硬さ	路面が硬すぎると足への衝撃が大きくなる。
	性能	温度・反射熱	7時半にスタートしてもゴール時には33～34度となる場合、マラソンをするには危険。温度がなるべく下げられ、反射熱がこない道にしてほしい。
		湿度等	高温多湿による熱射病を避けるため、WBGTの表示が必要。そのためにも、湿球温度、乾球温度、黒球温度を測ることが必要。 暑さ対策には打ち水が最も効果的（ただし中途半端は問題）。 中途半端なミストはかえってマイナスとなる。
			路面の濡れ
		その他	施工時期
	情報提供	気象	天候の変化やゲリラ豪雨の情報を提供できないか。 自分の疲れを自身でコントロールできるよう、路面温度情報を表示するといった工夫が必要。
			選手位置情報
情報提供全般		どこにどういう情報提供をだすのか検討するのが大事。 ICTを積極的に活用し、スマホと連動させたい。	
		暑さ対策	高齢者や暑さに慣れていない外国人への対応として、緑化や座れる場所が必要。 暑さ対策として、観客席や屋根を設置する必要はないか。
道路空間利活用	自転車	歩道を安全にするためにも、自転車が車道を安全に走行できる空間の整備が必要。	
	その他	サイネージを路上に置くための柔軟な対応が必要。 木陰やオープンカフェなどの設置、デジタルサイネージや広告などは、柔軟な対応が必要。	

大分類	中分類	小分類	指摘事項
現地効果検証	検証の対象		障害の種類やレベルによっても発汗量は変わる。
			高齢者や外国人の観客も念頭に入れる必要がある。
	時間帯		実際に競技が行われる時間帯も考慮する必要がある。
			暑熱対策は一番厳しい時間帯を想定して行うのがよい。
			検証は昼の時間帯でよいのではないか。
	現地条件		壁面等の沿道の状況により現象の起こり方が違うことに留意が必要。
計測		WBGTは、舗装から離れた場所でも差が出るのか、影の影響も考慮するとよい。 現地観測は適宜観測場所を増やして分析するなど、必要に応じて検討すべき。	
その他	緑化		オリンピックを契機として、緑を増やしていく環境づくりが必要だということについて理解を深める取組みを進めていくことが望ましい。これにより、オリンピックのときだけではなく環境整備ができる。
			街路樹の樹形が大きくなると木陰ができて観客には非常に効果がある。
	実験の継続性		実験の効果があるなら継続的に検証をして、いずれ技術を世界に輸出するとともに、日本国内でも広げてもらいたい。
	コース・開始時間		マラソンコース・開始時間の決定には時間がかかる。
			オリンピック・パラリンピックではクリーンベニューの問題がある。いずれにしてもコースや時間帯は交通規制等の関係から、議論を踏まえて考えていく。 折り返しのコースが採用されると、観客の待ち時間が長くなることに注意が必要。
その他		政府としては服装に関する情報発信や壁面をどうするかについて総合的に考える必要がある。	

黒字:第1回検討会 青字:第2回検討会

路面温度上昇抑制機能を有する 舗装技術の効果確認

国土交通省 道路局

平成28年7月

1. 路面温度上昇抑制機能を有する舗装技術の効果検証概要

2. 計測結果の分析

- (1) 各舗装の路面温度上昇抑制効果
- (2) 人体への影響(暑さ指数)
- (3) 散水量の検討

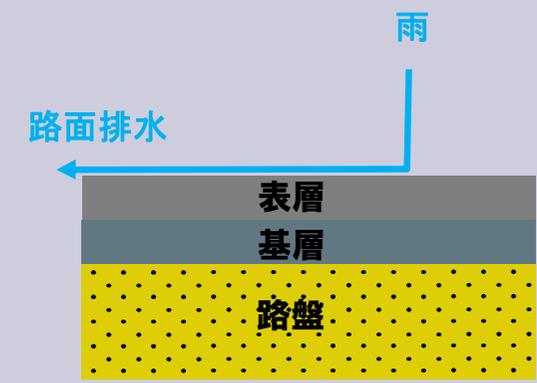
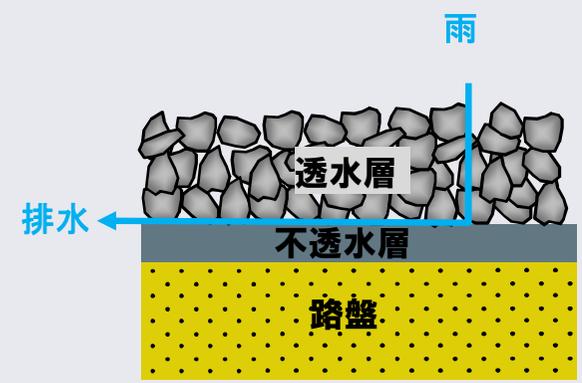
1. 路面温度上昇抑制機能を有する 舗装技術の効果検証概要

○路面温度上昇抑制機能を有する舗装には、主なものとして、保水性舗装と遮熱性舗装がある。

	概要	イメージ図	施工方法
保水性舗装	<p>舗装の空隙に 保水材を充填し、それに吸収された水が蒸発散する際の気化熱によって路面温度を低減する舗装</p>		<p>振動ローラによる保水材注入</p>
遮熱性舗装	<p>表面で赤外線を反射させて路面温度の上昇を抑制する舗装</p>		<p>遮熱材の吹き付け</p>

(参考)その他の舗装技術

○その他の代表的な舗装として、密粒舗装（一般的な舗装）、排水性舗装が挙げられる。

	概要	イメージ図
(一般的な舗装) 密粒舗装 (<p>水密性が高く、雨水は路面上を流れて排水される。 交差点付近は密粒舗装で施工。</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a dense aggregate pavement. From top to bottom, it consists of three layers: a top surface layer (表層), a base layer (基層), and a subgrade (路盤). A vertical blue line labeled '雨' (rain) falls from the top. A horizontal blue arrow labeled '路面排水' (road surface drainage) points to the left, indicating that water flows over the surface. The subgrade is depicted as a yellow dotted pattern.</p>
排水性舗装	<p>空隙率大きい透水層を通りぬけた雨水が不透水性の層の上を流れることで、車の雨天走行時の安全性向上と、道路交通騒音減少の効果をもつ舗装。</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a permeable pavement. From top to bottom, it consists of three layers: a top layer of aggregate (透水層), an impermeable layer (不透水層), and a subgrade (路盤). A vertical blue line labeled '雨' (rain) falls from the top. A horizontal blue arrow labeled '排水' (drainage) points to the left, indicating that water passes through the permeable layer and flows over the impermeable layer. The subgrade is depicted as a yellow dotted pattern.</p>

効果検証概要(国道246号)

・国道246号において舗装を施工し、路面温度の上昇を抑制する機能の検証及び競技の際のアスリート等の走りやすさの検証に活用するための基礎データを収集した。

路面温度上昇抑制機能検証

【H27.7.15～9.27の間、連続調査】

- 1) 路面温度：舗装表面から1cm下で連続計測
- 2) WBGT：気温、湿度と黒球温度から算出
- 3) 気象状況：日射量、降水量、気温・湿度、風向・風力

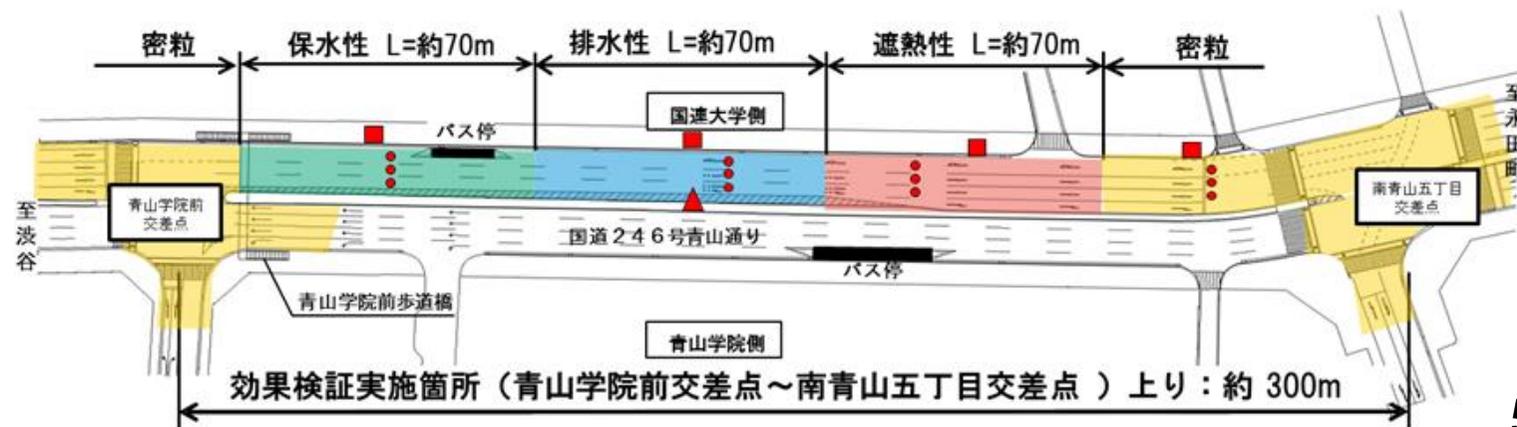
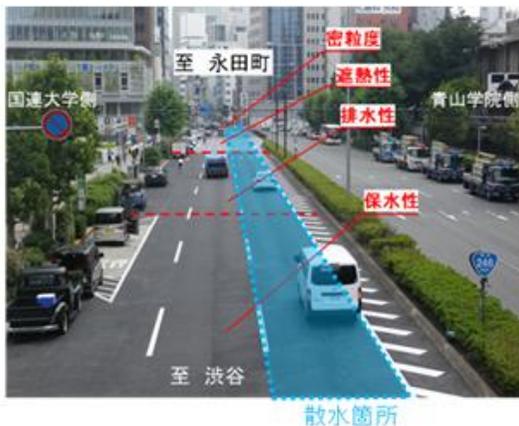
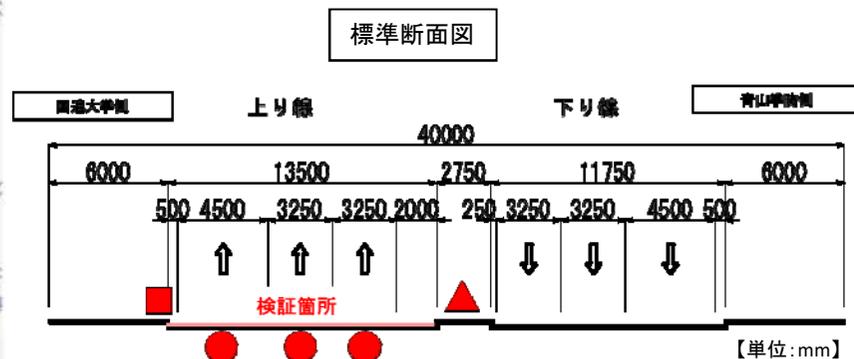
【H27.8.1、散水実験実施】

- 1) 7～10時台に計5mm散水
- 2) 13時台に1mmを散水

競技の際にアスリート等の走りやすさの検証に活用するための基礎データ

【施工時に測定】

- 1) まぶしさ：色彩色度計から明度・彩度を測定
- 2) 滑り抵抗：測定器により動的摩擦係数を測定
- 3) 平坦性：路面性状測定車による測定
- 4) 透水性：現場透水試験による測定



2. 計測結果の分析

(1) 各舗装の路面温度上昇抑制効果

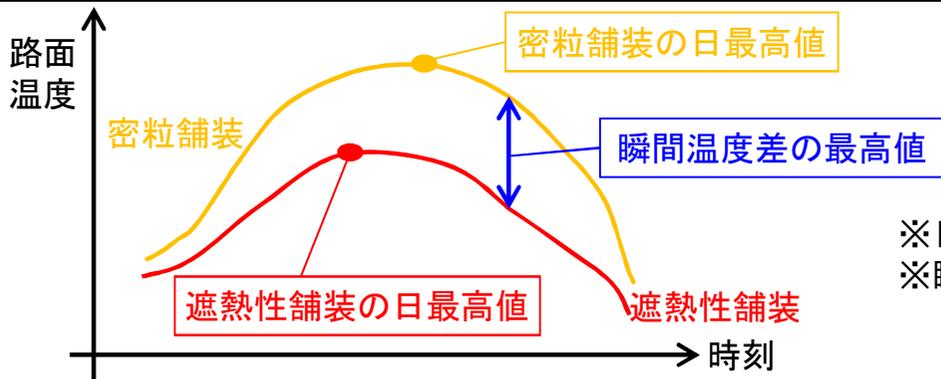
各舗装の路面温度上昇抑制効果 (国道246号)

晴天・曇天・雨天の代表的な一日の例

天気	散水	年月日	路面温度			参考
			密粒舗装	遮熱性舗装	保水性舗装	
晴天	—	平成27年 7月22日	日最高値 57.4℃	日最高値 47.9℃ 瞬間温度差の最高値 9.8℃	日最高値 54.1℃ 瞬間温度差の最高値 4.3℃	7月18日以 降連続4日 降雨無し
			7時半 35.4℃	34.3℃(密粒との差1.1℃)	35.6℃(密粒との差-0.2℃)	
			10時 49.4℃	42.9℃(密粒との差6.6℃)	46.7℃(密粒との差2.8℃)	
○	平成27年 8月1日	日最高値 53.8℃	日最高値 46.2℃ 瞬間温度差の最高値 7.6℃	日最高値 45.3℃ 瞬間温度差の最高値 9.3℃	7月26日以 降連続6日 降雨無し	
曇天	—	平成27年 7月29日	日最高値 43.7℃	日最高値 40.0℃ 瞬間温度差の最高値 4.4℃	日最高値 42.2℃ 瞬間温度差の最高値 2.8℃	7月26日以 降連続3日 降雨無し
			7時半 37.7℃	36.0℃(密粒との差1.7℃)	36.8℃(密粒との差0.9℃)	
			10時 38.7℃	36.2℃(密粒との差2.5℃)	37.4℃(密粒との差1.3℃)	
雨天	—	平成27年 7月16日	有意な差は見られなかった			

P8

P10



※日最高値：一日のうちで、最も路面温度が高くなった時の値
 ※瞬間温度差の最高値：一日のうちで、「遮熱性舗装又は保水性舗装」と「密粒舗装」の路面温度の差が最も大きくなった時の値

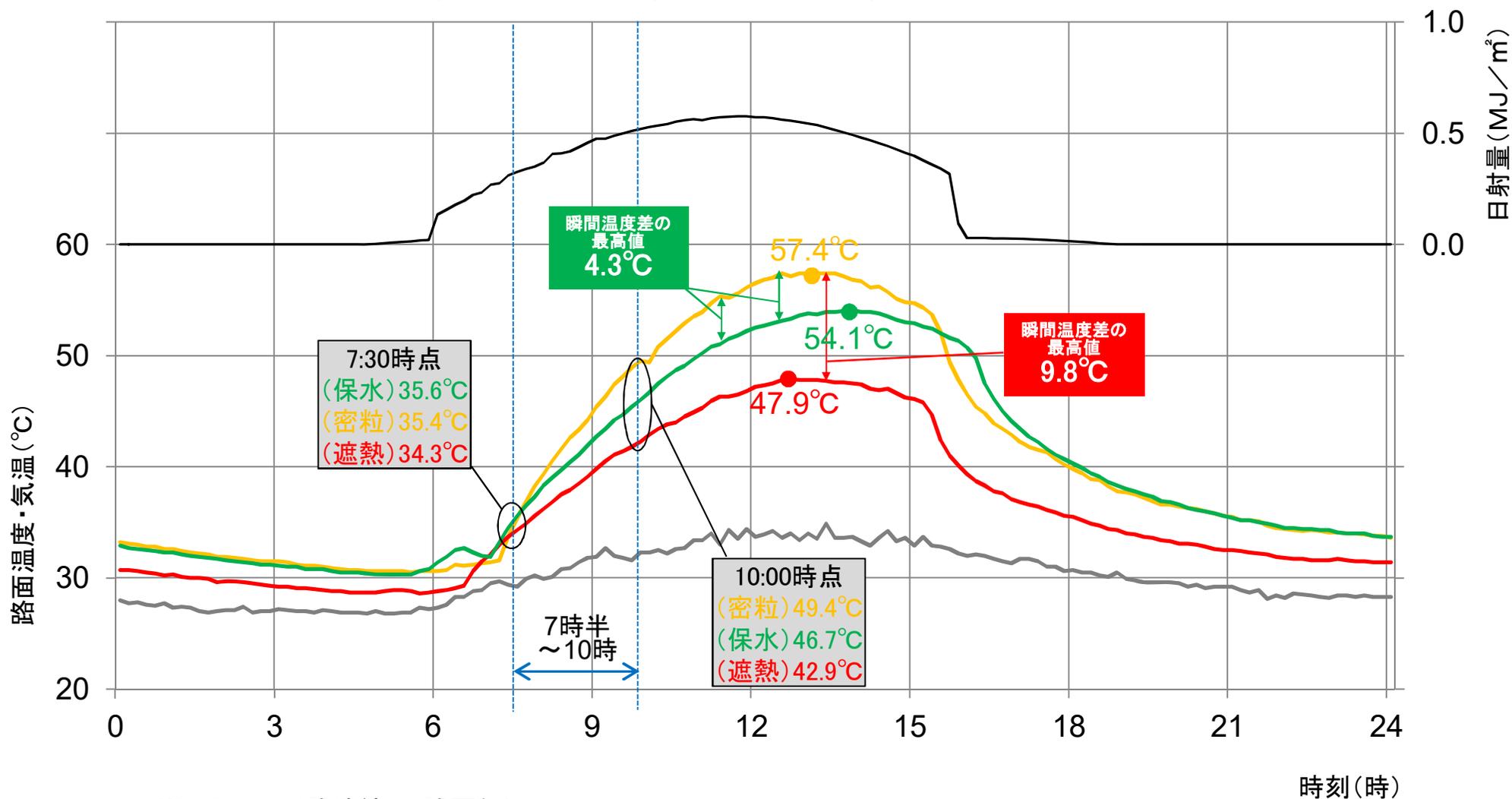
比較している温度のイメージ(遮熱性舗装の場合)

各舗装の路面温度上昇抑制効果(晴天時・散水なし) 国土交通省

・「晴天時・散水なし」の場合は、遮熱性舗装の効果が保水性舗装より大きい。

【晴天時の路面温度変化の例】平成27年7月22日国道246号(第3通行帯)

— 密粒舗装 — 遮熱性舗装 — 保水性舗装 — 気温 — 日射量



※ 7月18日以降連続4日降雨無し

- ・散水車を利用し、第3通行帯全体に散水を実施。

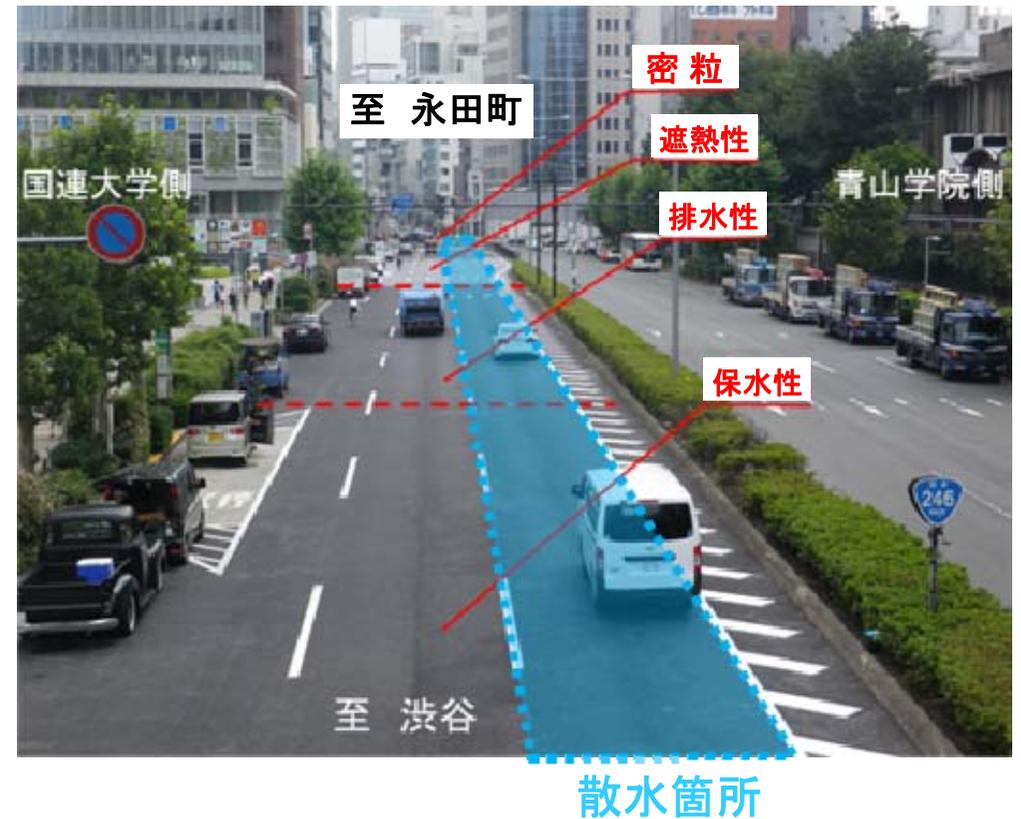
【散水実験について】

- ・8月1日、国道246号第3通行帯において実施。
- ・7～10時台に計5mm、13時台に1mmの散水を実施。

散水状況



散水範囲

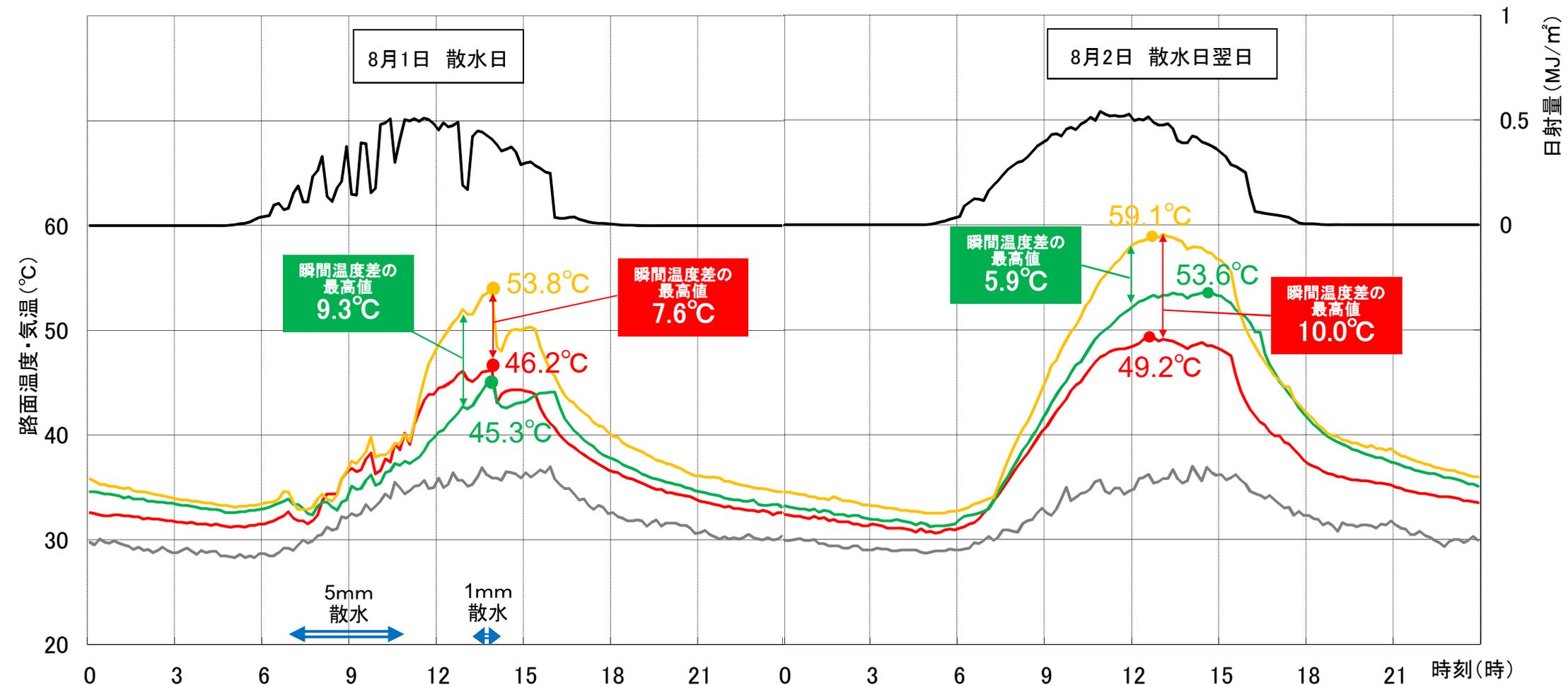


各舗装の路面温度上昇抑制効果(晴天時・散水あり) 国土交通省

- ・散水を行った場合は、保水性舗装の効果が遮熱性舗装より大きい。
- ・散水の効果は長続きせず、継続的な効果発現には、継続的な散水が必要となる。

【晴天時・散水ありの路面温度変化の例】平成27年8月1日～2日国道246号(第3通行帯)

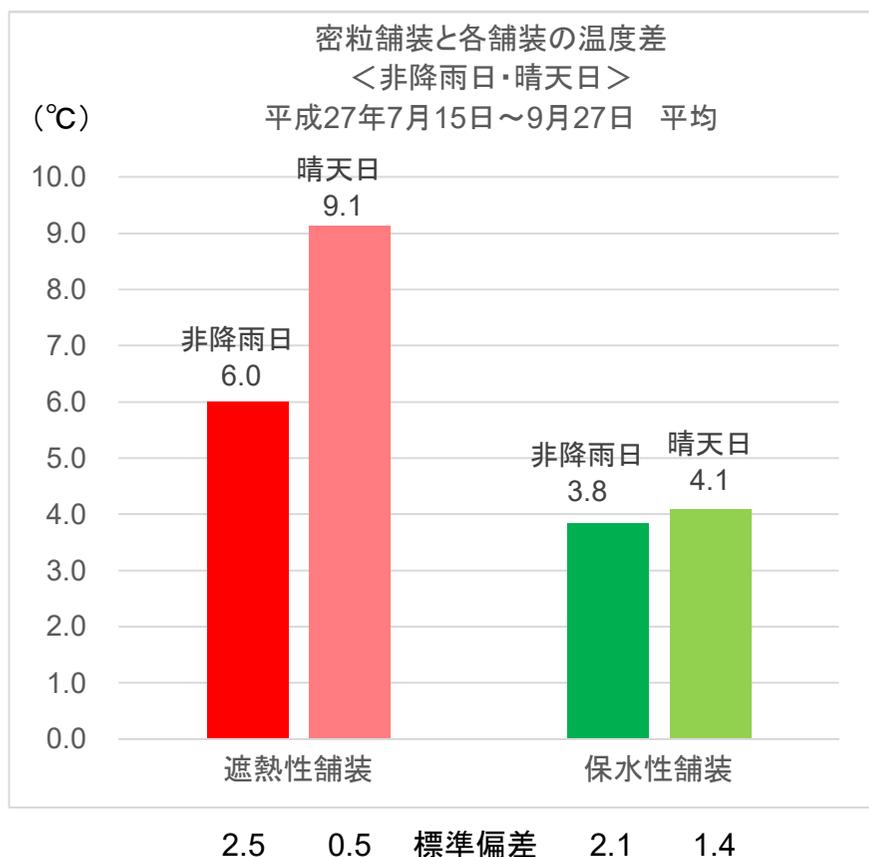
— 密粒舗装 — 遮熱性舗装 — 保水性舗装 — 気温 — 日射量



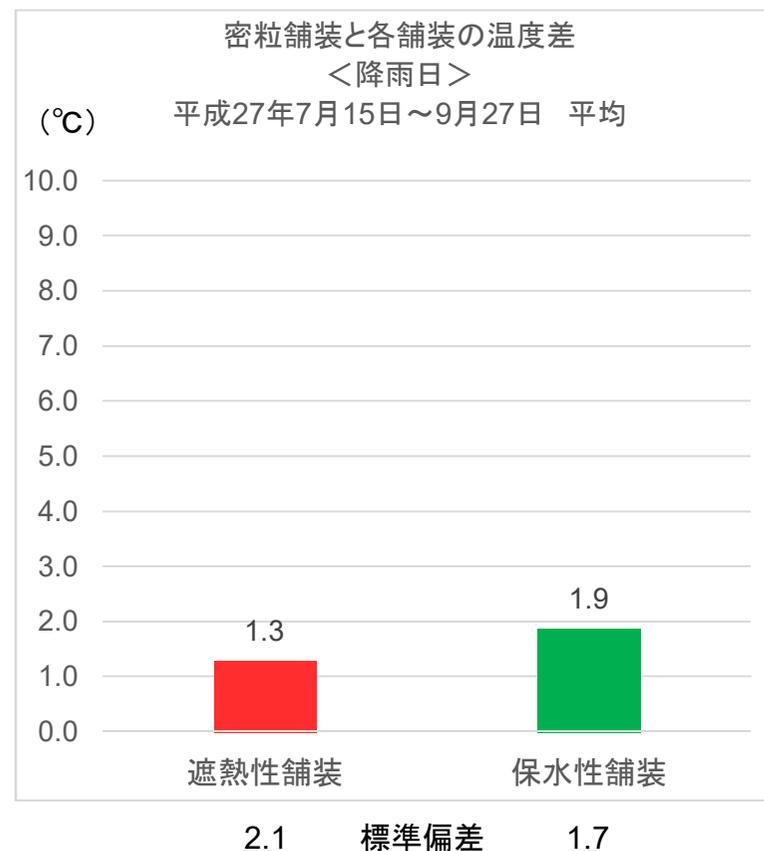
各舗装の路面温度上昇抑制効果(期間中総括)

- ・非降雨日及び晴天日で平均値を比較すると、遮熱性舗装の効果が保水性舗装より大きい。
- ・降雨日で平均値を比較すると、わずかに保水性舗装の効果が遮熱性舗装より大きくなるが、その値はいずれも小さく、差も小さい。

＜非降雨日(49日)・晴天日(7日)＞ 国道246号 (第3通行帯)



＜降雨日(26日)＞ 国道246号 (第3通行帯)



※非降雨日:終日晴れまたは曇天、晴天日:1日の日射時間が9時間以上、降雨日:降雨(散水含む)が認められた日

※温度差:一日のうちで、「遮熱性舗装又は保水性舗装」と「密粒舗装」の路面温度の差が最も大きくなった時の値

※標準偏差:各データが平均値からどれだけ離れているかを平均的に表した数値

2. 計測結果の分析

(2) 人体への影響(暑さ指数)

暑さ指数(WBGT)とは

Wet Bulb Globe Temperatureの略称。人体の熱収支に影響の大きい湿度、輻射熱、気温の3つを取り入れた指標で、乾球温度、湿球温度、黒球温度の値を使い計算。

暑さ指数(WBGT)の算出式

屋外での算出式

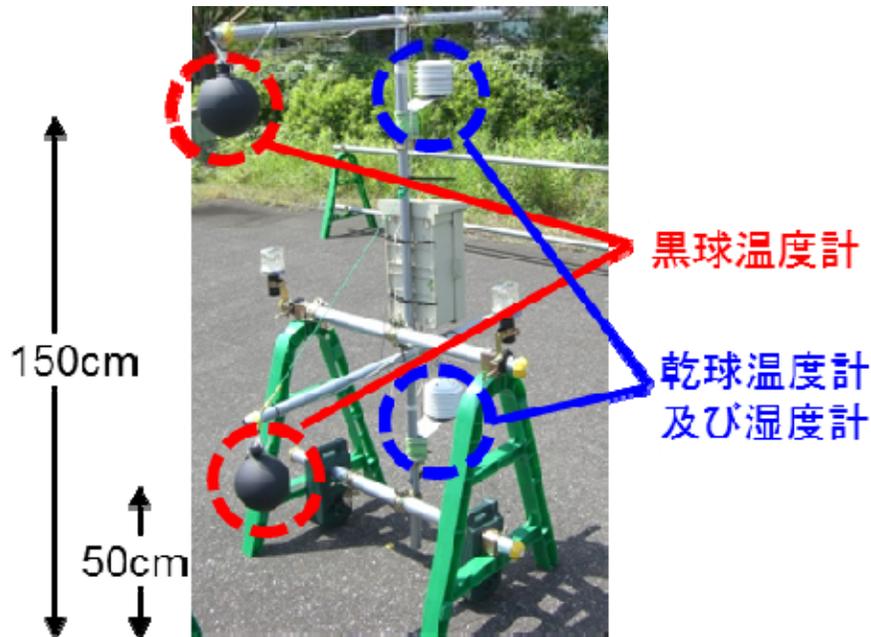
$$WBGT(^{\circ}C) = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.2 \times \text{黒球温度} + 0.1 \times \text{乾球温度}$$

今回使用している算出式

(湿球温度は湿度と乾球温度から算出)

屋内での算出式

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



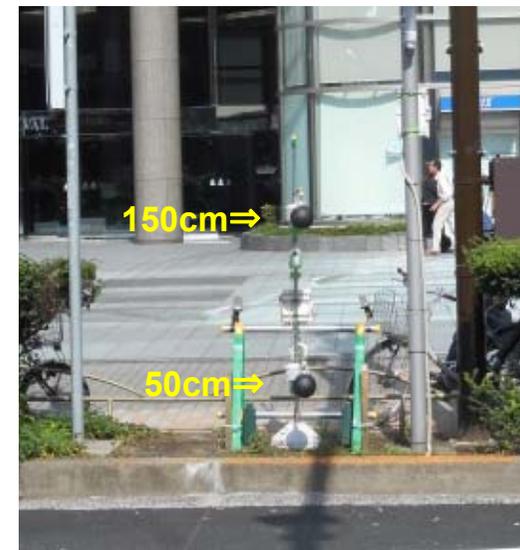
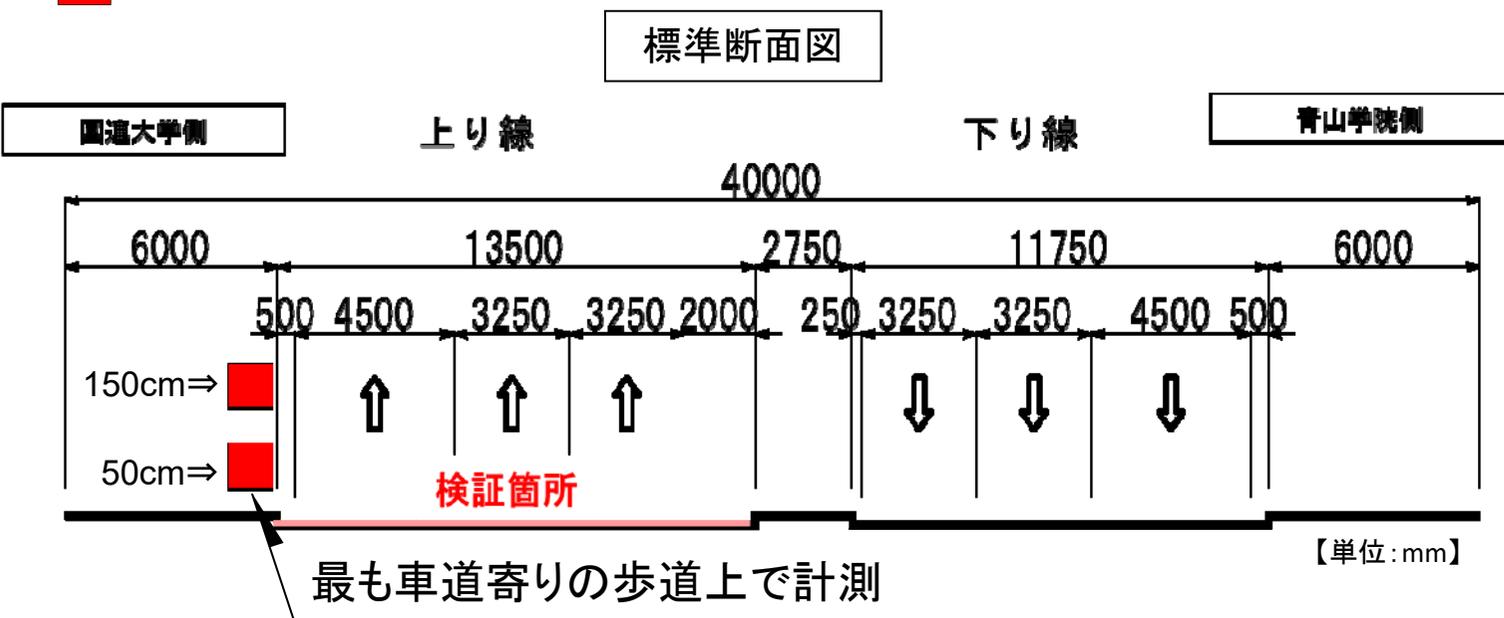
今回使用したWBGT測定装置

運動に関する指針

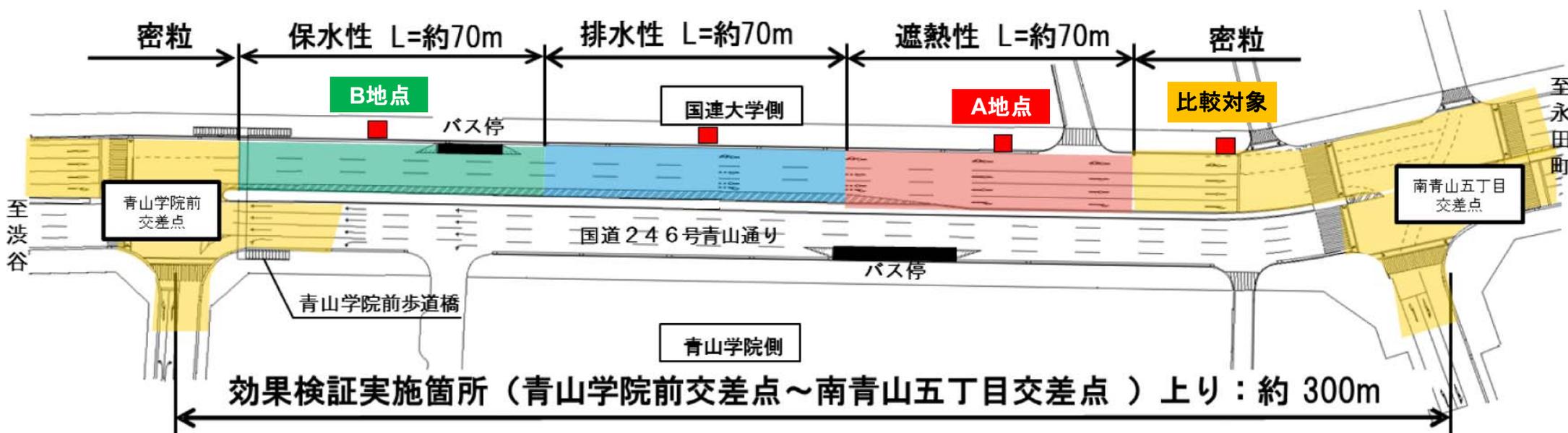
WBGT	熱中症予防運動指針	
31℃以上	運動は原則禁止	WBGT温度が31度以上では、皮膚温より気温の方が高くなる。特別の場合以外は運動は中止する。
28～31℃	嚴重計画(激しい運動は中止)	熱中症の危険が高いため激しい運動や持久走など熱負担の大きい運動は避ける。運動する場合には積極的に休息をとり水分補給を行う。体力低いもの、暑さに慣れていないものは運動中止。
25～28℃	警戒(積極的に休息)	熱中症の危険が増すので、積極的に休息をとり、水分を補給する。激しい運動では、30分おきくらいに休息をとる。
21～25℃	注意(積極的に水分補給)	熱中症による死亡事故が発生する可能性がある。熱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を飲むようにする。
21℃未満	ほぼ安全(適宜水分補給)	通常は熱中症の危険性は小さいが、適宜水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。

人体への影響(暑さ指数(WBGT))の計測箇所

■ : WGBT計測箇所



国道246号での実際の計測状況



人体への影響(暑さ指数(WBGT)の舗装による違い)

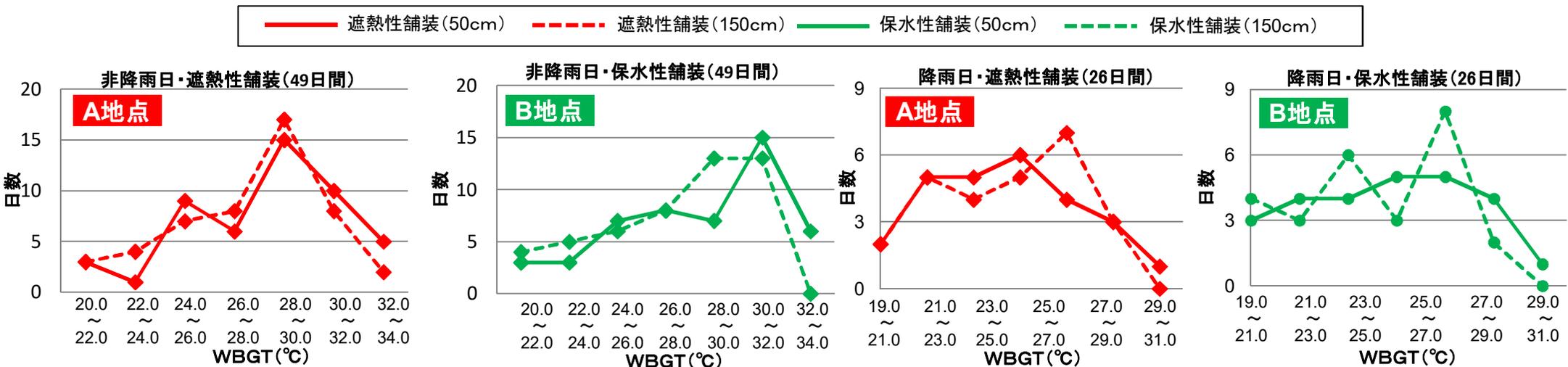
・WBGTを環境舗装(遮熱性・保水性)と密粒舗装とで比較すると、差分の大半が±1℃以内に分布しており、環境舗装と密粒舗装の間に有意な差は見られなかった。

	高さ	差分※の 平均値	標準 偏差	-1.0~1.0℃での データ集中度合い
A地点 遮熱性舗装 (密粒舗装のWBGT との差分の比較)	150cm	-0.10℃	0.50	97%
	50cm	0.21℃	0.53	94%
B地点 保水性舗装 (密粒舗装のWBGT との差分の比較)	150cm	0.13℃	0.78	88%
	50cm	0.12℃	0.78	89%

※差分: 遮熱性または保水性舗装のWBGTから密粒舗装のWBGTを引いたもの
※国道246号での計測期間中平均値

・非降雨日のWBGTは、路面から50cm地点では、150cm地点よりも高い傾向を示している。

日最高WBGTの分布



※7月15日~9月27日の各舗装のWBGTの最高温度を比較

2. 計測結果の分析

(3) 散水量の検討

効果検証概要(関東技術事務所:千葉県松戸市)

・関東地方整備局関東技術事務所の試験フィールドを活用し、路面温度の低減が効果的に得られる散水量及びタイミング等の基礎データを収集した。

路面温度上昇抑制機能検証

【H27.7.15 ~9.27の間、連続調査】

- 1) 路面温度: 舗装表面から1cm下で連続計測
- 2) WBGT : 気温、湿度と黒球温度から算出
- 3) 気象状況: 日射量、降水量、気温・湿度、風向・風力

【散水実験実施】

- ・19時散水: 1,5,10mmずつ散水 (H27.8.5)
- ・9時散水: 1,5,10mmずつ散水 (H27.7.27)

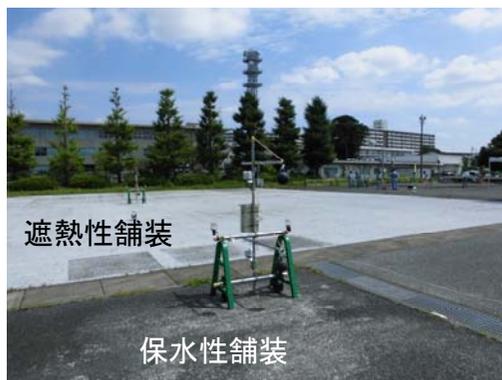
競技の際にアスリート等の走りやすさの検証に活用するための基礎データ

【舗装性能検証】

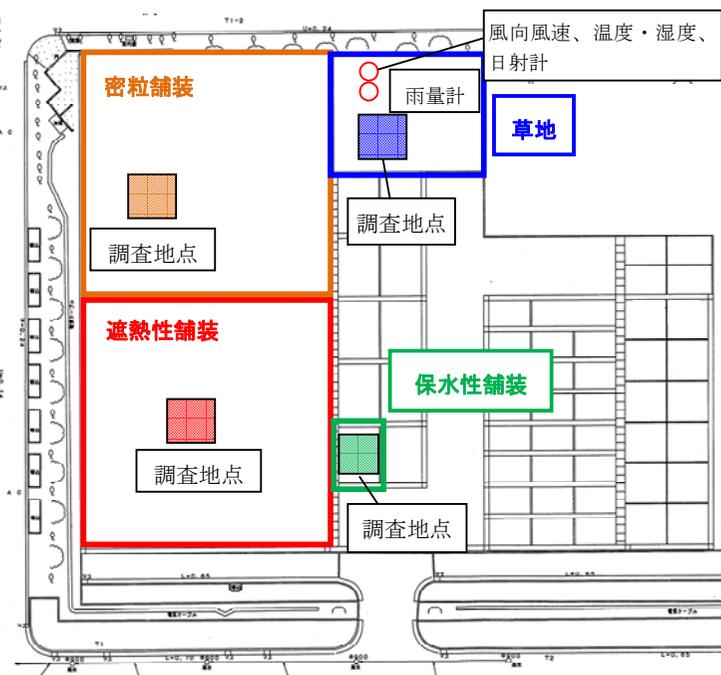
- 1) 滑り抵抗
- 2) 明度



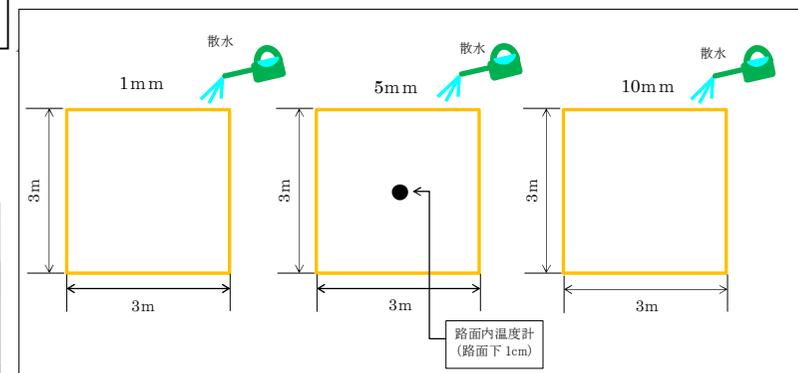
散水状況



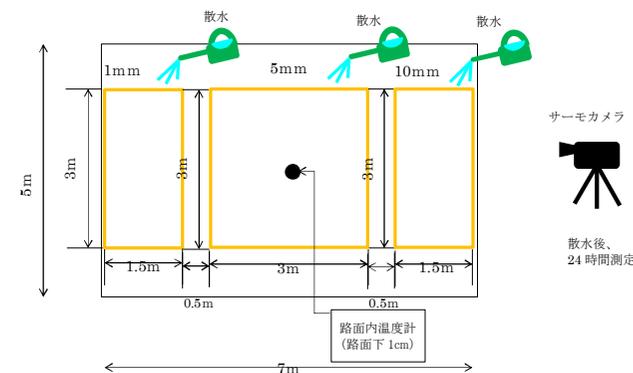
関東技術事務所 試験フィールド



舗装毎 (密粒、遮熱)



舗装毎 (保水・草地)



サーモカメラ

散水後、24時間測定



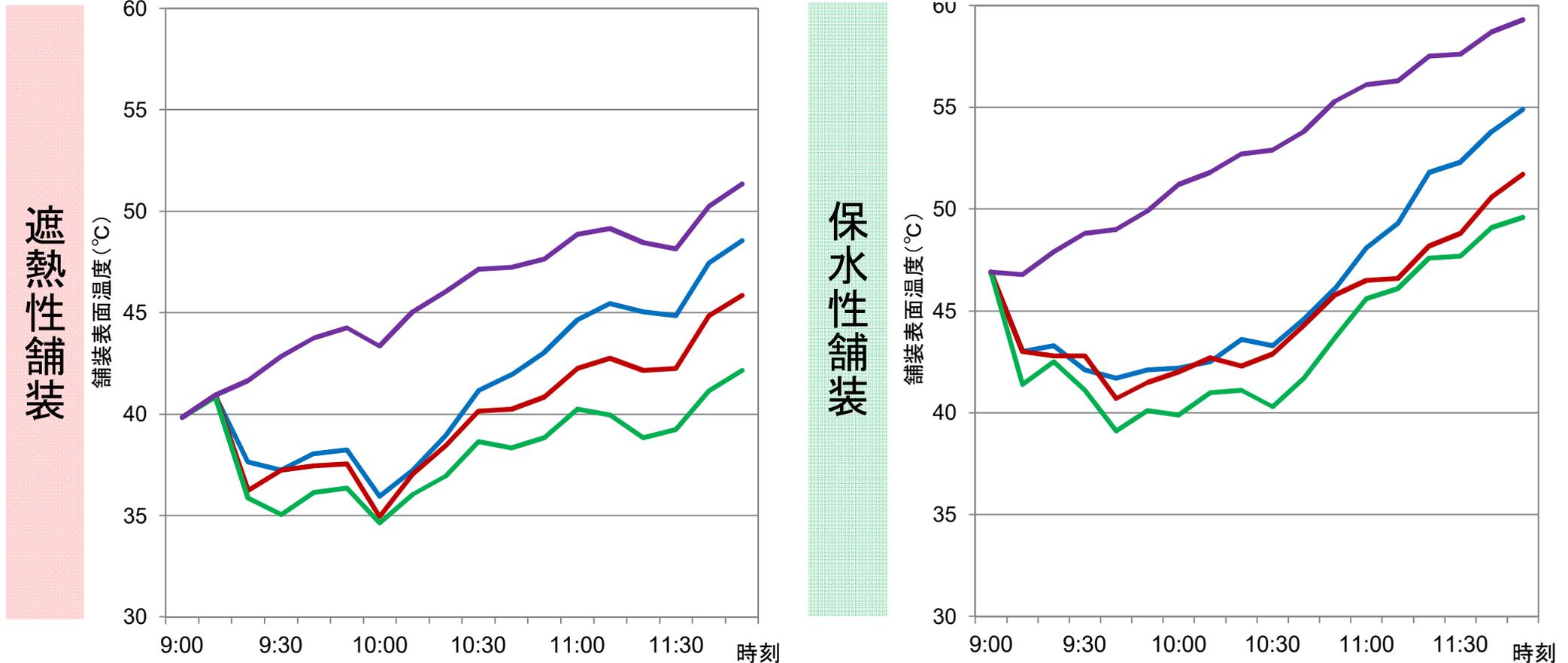
サーモカメラ

散水後、24時間測定

散水量の検討(舗装別・散水量別の散水効果の確認)

- ・非散水と3種類の散水量(1mm、5mm、10mm)で、舗装別・散水量別に表面温度を計測。
- ・遮熱性舗装では、散水直後は散水量による差は小さいが、時間が経過するほど散水量が少ない方が温度上昇が大きい。
- ・保水性舗装でも、散水直後は散水量による差は小さいが、時間の経過とともに散水量の少ない方から温度上昇速度が速くなる。

— 非散水 — 1mm散水 — 5mm散水 — 10mm散水



※関東技術事務所試験フィールドでの計測結果(H27.7.27(9時散水))

1 アスリート・観客にやさしい道づくりに向けた取組みの方向性 (骨子案)

1. アスリート・観客にやさしい道づくりに向けた留意点

○路面温度上昇抑制機能を有する舗装

- ・滑りやすさ、照り返しなどによる眩しさなど、これまでの道路整備とは違った観点を考慮。
- ・W B G T等身体に与える影響に関する指標についても確認。
- ・効果の持続性等を踏まえた計画的な施工。
- ・散水の量とタイミングについて、資機材や水の確保に関する制約を踏まえた検討が必要。

○緑陰の形成

- ・道路緑化の計画的な推進及び既存の樹木の樹冠再生を通じた緑陰形成は、路面温度の低減とともに快適な道路空間の形成にも寄与。

○他の主体との連携

- ・道路空間の快適性に影響を与える壁面緑化等道路区域外の取組み、休憩施設やミストの設置、W B G Tや気象情報の提供などについて、関係機関と連携した取組み。

○その他

- ・取組みにあたっては、観客への快適な道路空間の提供も考慮。
- ・歩道を安全・安心な通行空間にするため、自転車の走行空間を確保。

2. 路面温度上昇抑制機能を有する舗装の検証結果

- ・保水性舗装、遮熱性舗装ともに一定の効果があることを確認。
- ・散水は路面温度の低減に効果的。
- ・晴天時、保水性舗装は散水により遮熱性舗装より高い路面温度上昇抑制効果を発現するが、散水が無い場合には効果が限定的になる。
- ・保水性舗装では、一定量まで散水量が増えるほど温度上昇抑制効果が継続する傾向が見られる。
- ・日陰の形成による路面温度や道路空間の温度低減への効果を確認。

3. アスリート・観客にやさしい道の整備に向けた課題と方向性

○路面温度上昇抑制機能を有する舗装

- ・舗装施工後の効果の持続性や既存の舗装更新のタイミング、現地の状況に留意し、計画的に整備。
- ・その際、散水しなくても効果が発現する遮熱性舗装を積極的に採用。
- ・継続的に散水が実施できる地区においては、保水性舗装を選択。

○散水方法

- ・散水は、資機材や水の確保に関する制約等を踏まえながら、量とタイミングについて検討の上、計画。

○緑陰の形成

- ・温度低減に効果的である緑陰形成に資する道路緑化を実施。
- ・既存の街路樹については、十分な樹冠が確保できるよう、剪定の方法や頻度について工夫。
- ・他機関との連携を図り、他の対策との組み合わせも検討。

○他機関との連携

- ・壁面緑化や屋上緑化、公開空地の緑化等の温度低減に資する取組みと連携した整備を図るなど、関係機関との連携を図る。
- ・他機関が行う取組みに対して、連携し対応。

○その他

- ・どのように取組みを組み合わせることが最も効果的かについて検討。
- ・大会開催期間中はもとより、将来にわたって快適な道路空間が提供できるよう、取組みを推進。

舗装技術効果確認の各種データ

国土交通省 道路局

平成28年7月

1. 国道246号における計測

- (1) 路面温度、気象状況等の観測結果
- (2) 舗装性能に関する基礎データ

2. 関東技術事務所における計測

- (1) 路面温度、気象状況等の観測結果

3. その他の検討事項

1. 国道246号における計測

(1) 路面温度、気象状況等の観測結果

・国道246号において舗装を施工し、路面温度の上昇を抑制する機能の検証及び競技の際のアスリート等の走りやすさの検証に活用するための基礎データを収集した。

路面温度上昇抑制機能検証

【H27.7.15～9.27の間、連続調査】

- 1) 路面温度：舗装表面から1cm下で連続計測
- 2) WBGT：気温、湿度と黒球温度から算出
- 3) 気象状況：日射量、降水量、気温・湿度、風向・風力

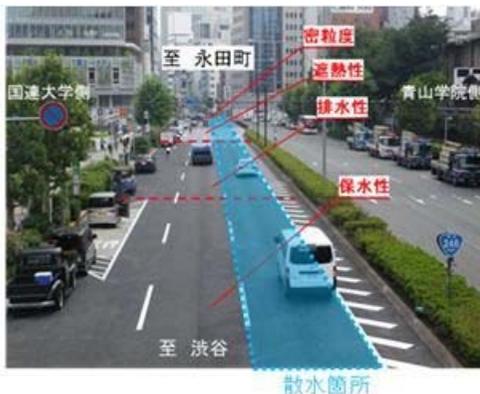
【H27.8.1、散水実験実施】

- 1) 7～10時台に計5mm散水
- 2) 13時台に1mmを散水

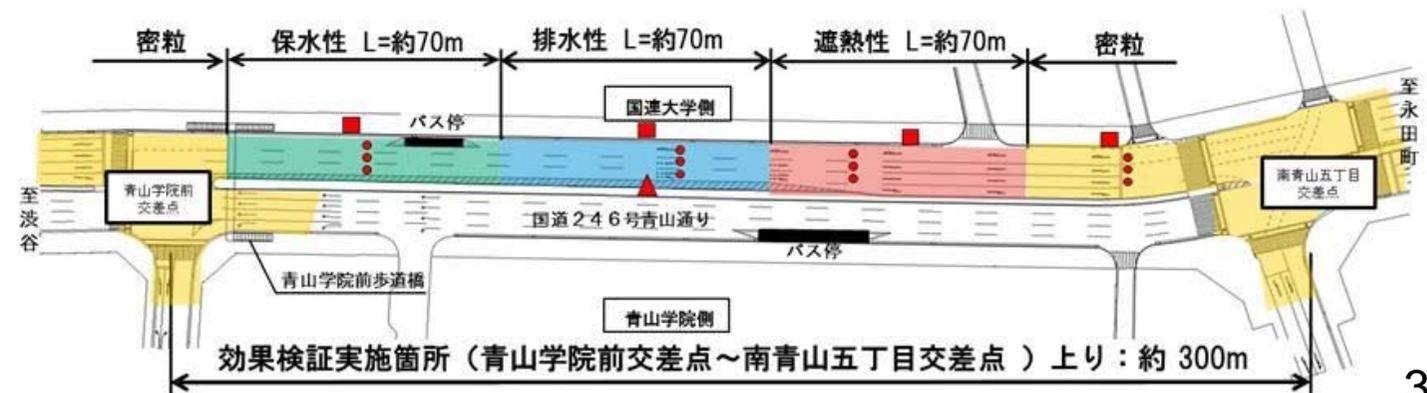
競技の際にアスリート等の走りやすさの検証に活用するための基礎データ

【施工時に測定】

- 1) まぶしさ：色彩色度計から明度・彩度を測定
- 2) 滑り抵抗：測定器により動的摩擦係数を測定
- 3) 平坦性：路面性状測定車による測定
- 4) 透水性：現場透水試験による測定



▲	: 気象観測 (日射量、降水量、気温・湿度、風向・風力)
●	: 路面温度
■	: WBGT

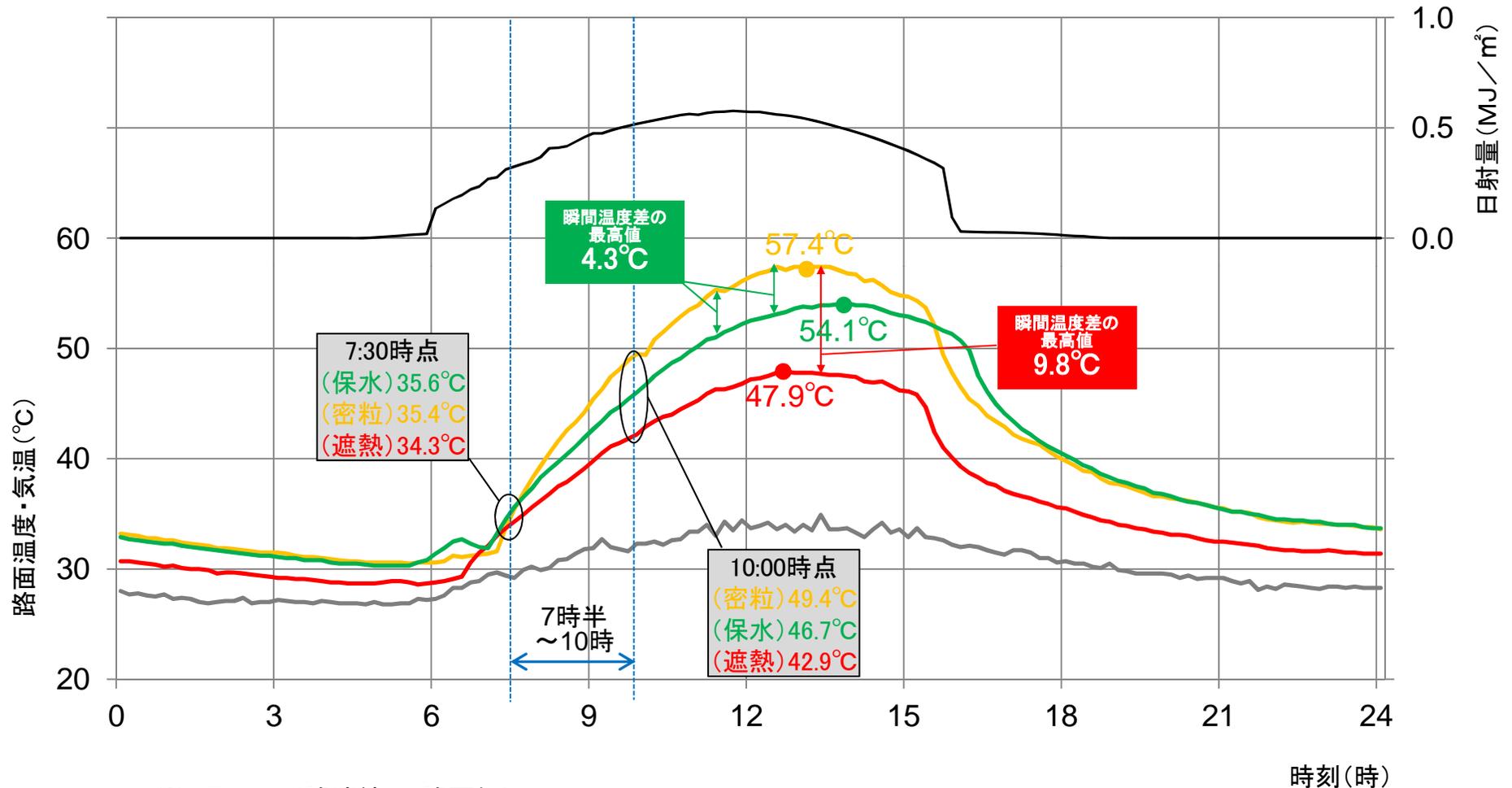


各舗装の路面温度上昇抑制効果(晴天時・散水なし)

・「晴天時・散水なし」の場合は、遮熱性舗装の効果が保水性舗装より大きい。

【晴天時の路面温度変化の例】平成27年7月22日国道246号(第3通行帯)

— 密粒舗装 — 遮熱性舗装 — 保水性舗装 — 気温 — 日射量



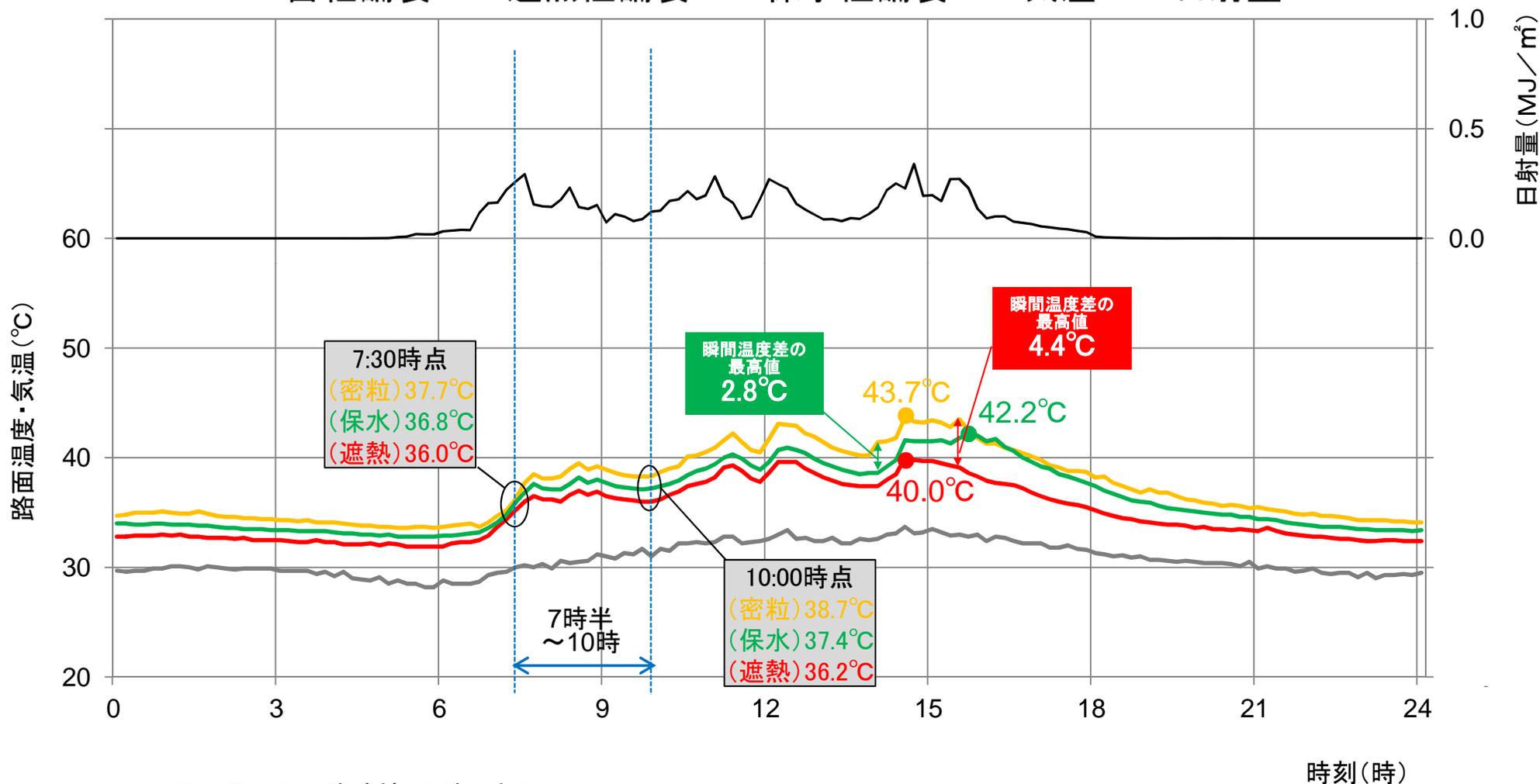
※ 7月18日以降連続4日降雨無し

各舗装の路面温度上昇抑制効果(曇天時)

・曇天の場合、各舗装の温度上昇抑制効果は晴天時より小さくなる。

【曇天時の路面温度変化の例】平成27年7月29日国道246号(第3通行帯)

密粒舗装 遮熱性舗装 保水性舗装 気温 日射量



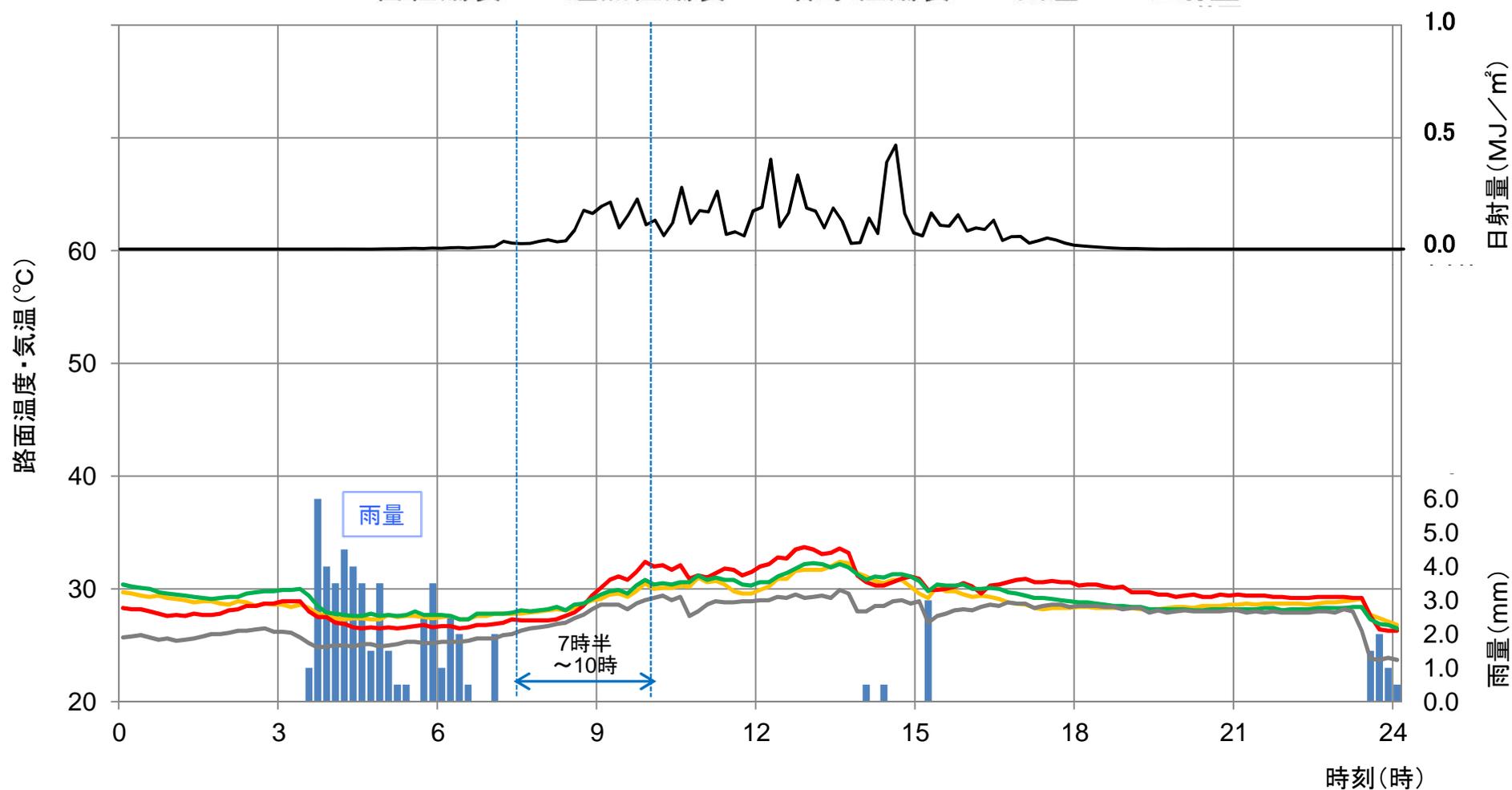
※ 7月26日以降連続3日降雨無し

各舗装の路面温度上昇抑制効果(雨天時)

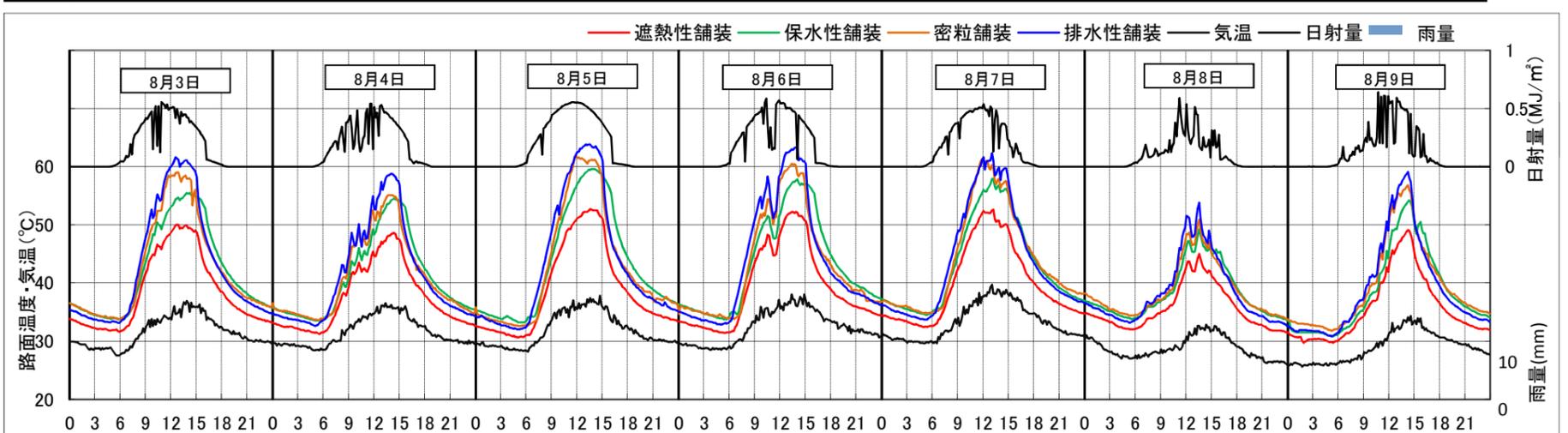
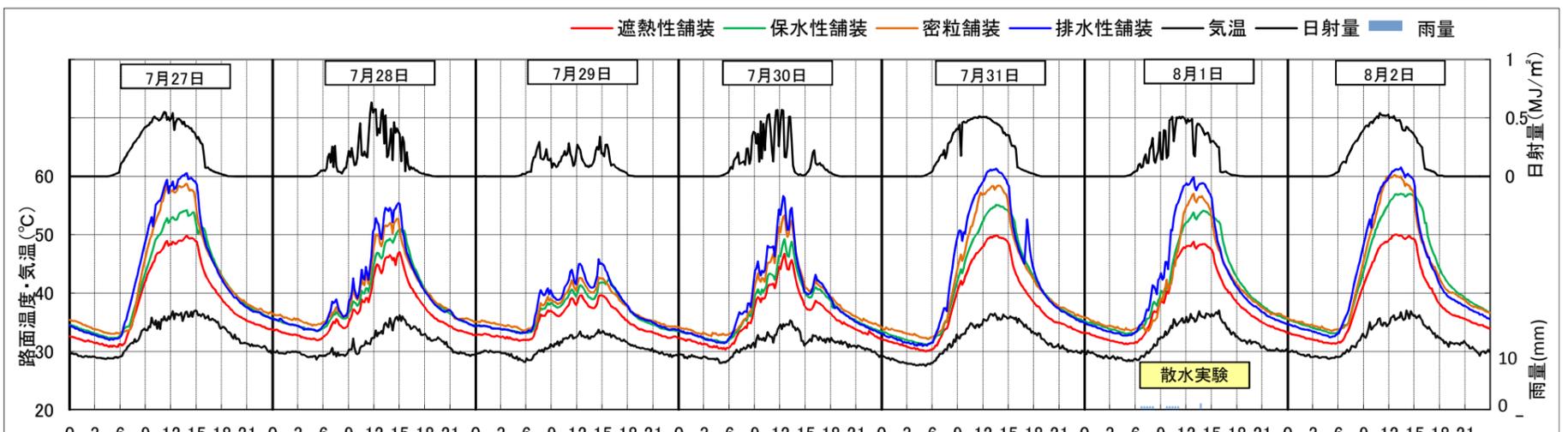
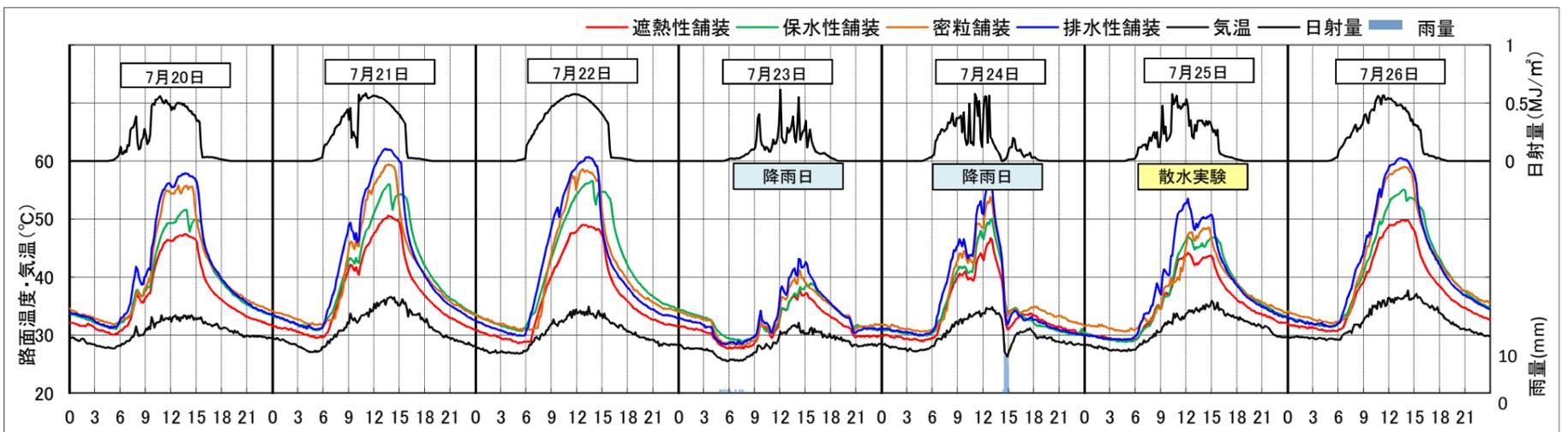
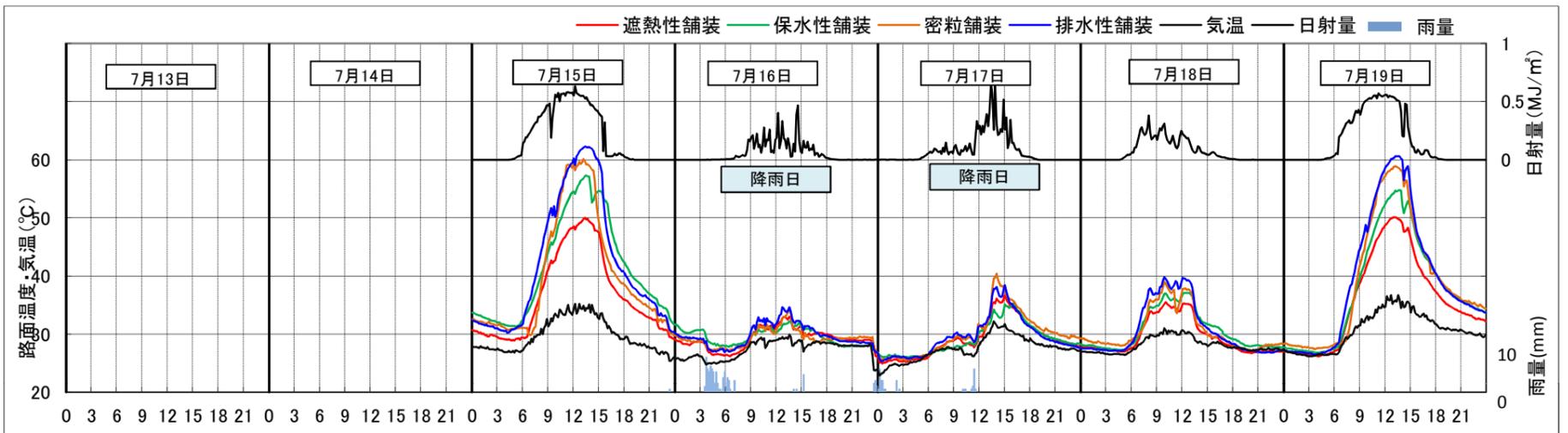
・雨天時では、遮熱性舗装、保水性舗装の有意な差は見られなかった。

【雨天時の路面温度変化の例】平成27年7月16日国道246号(第3通行帯)

— 密粒舗装 — 遮熱性舗装 — 保水性舗装 — 気温 — 日射量

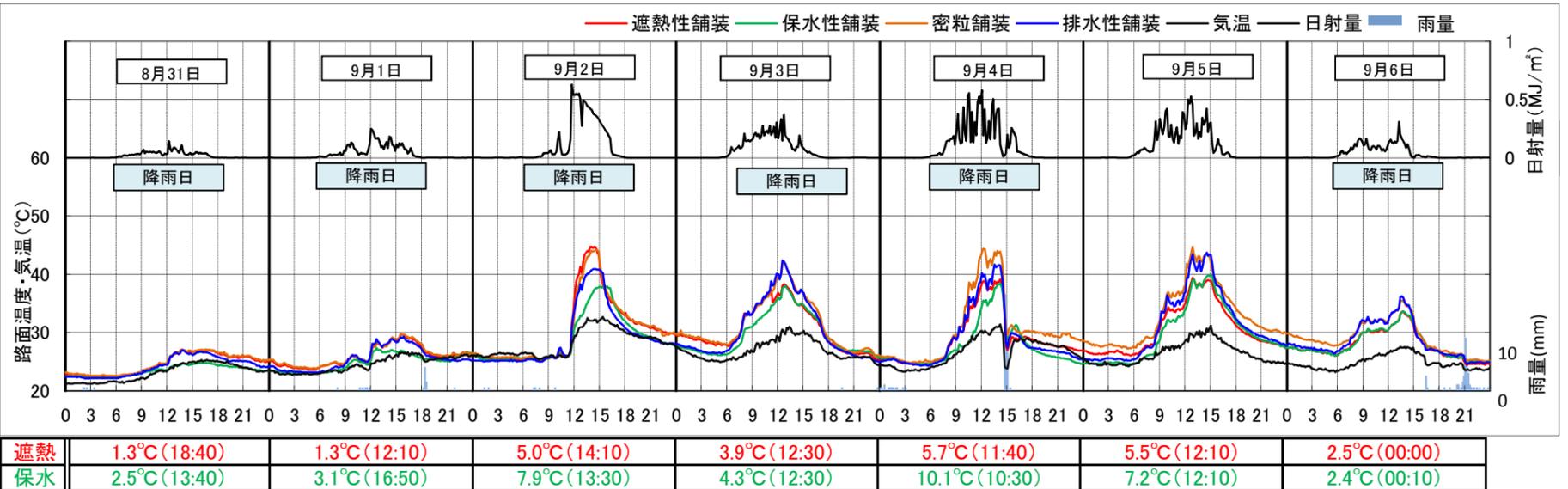
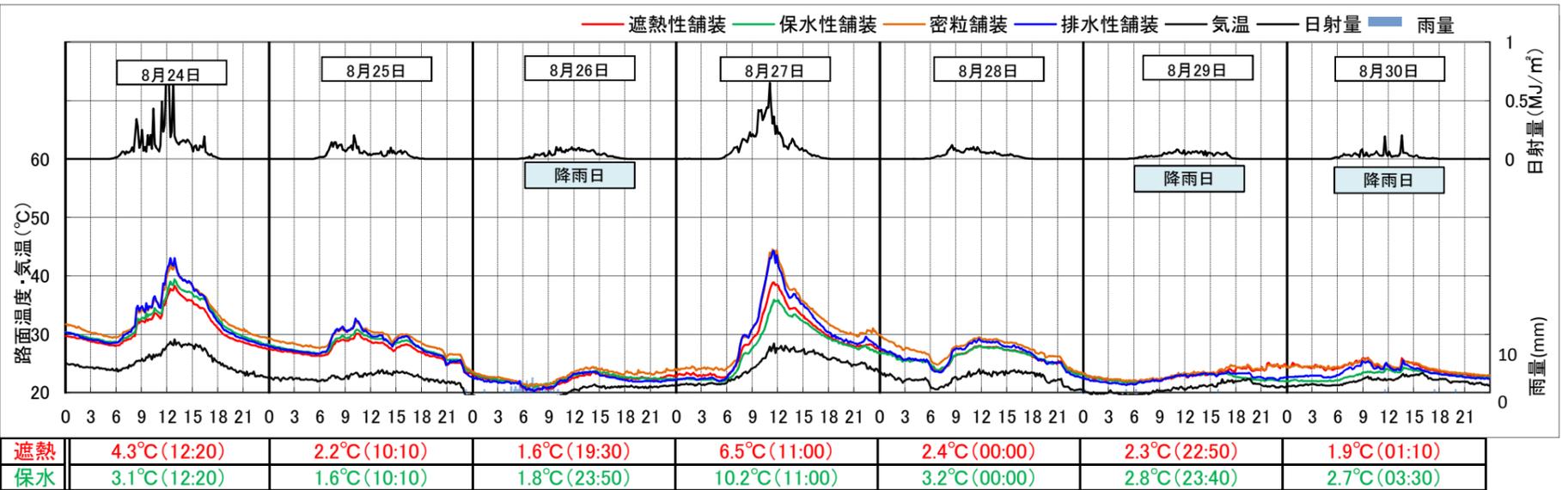
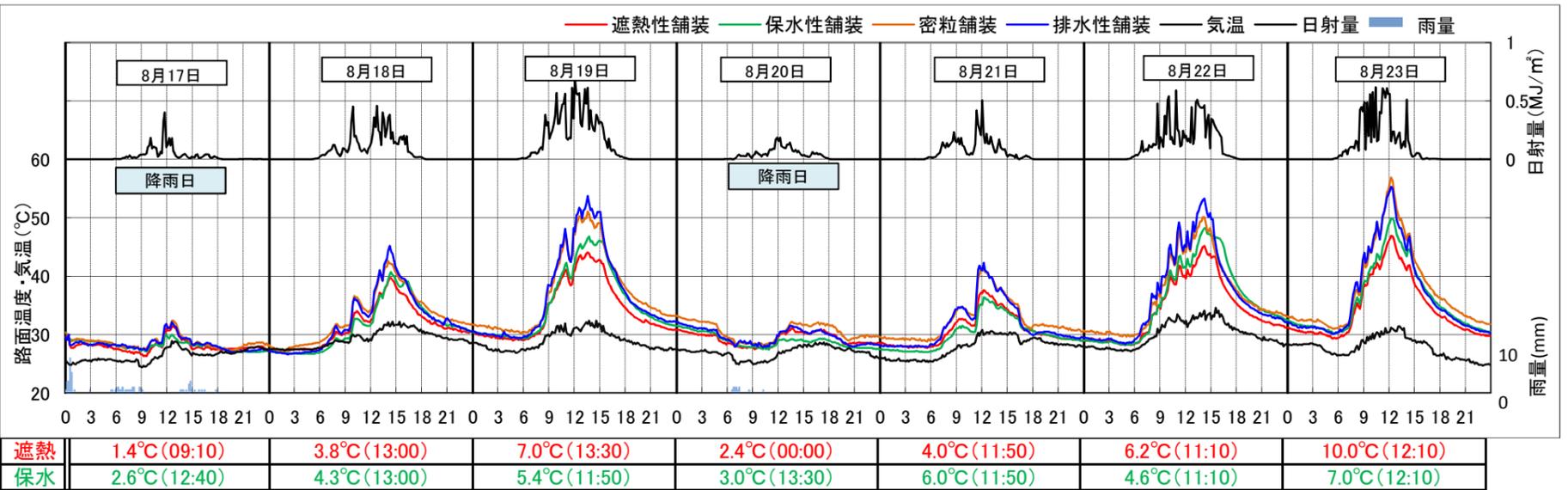
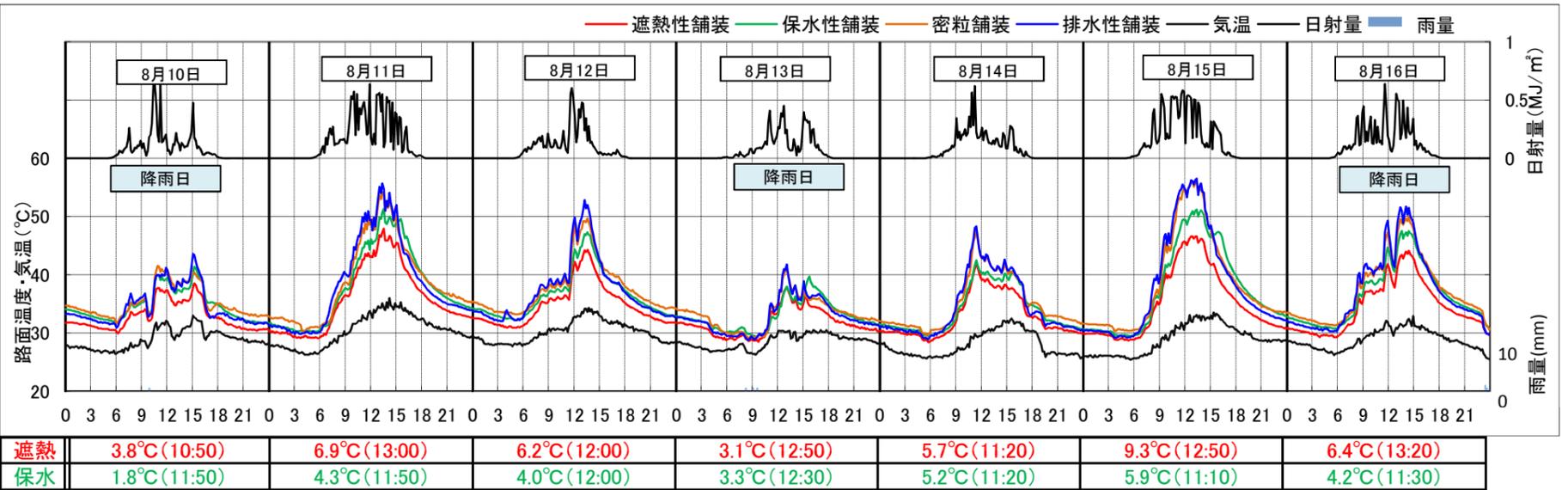


7/15~9/27 国道246号計測結果について (第1通行帯)①



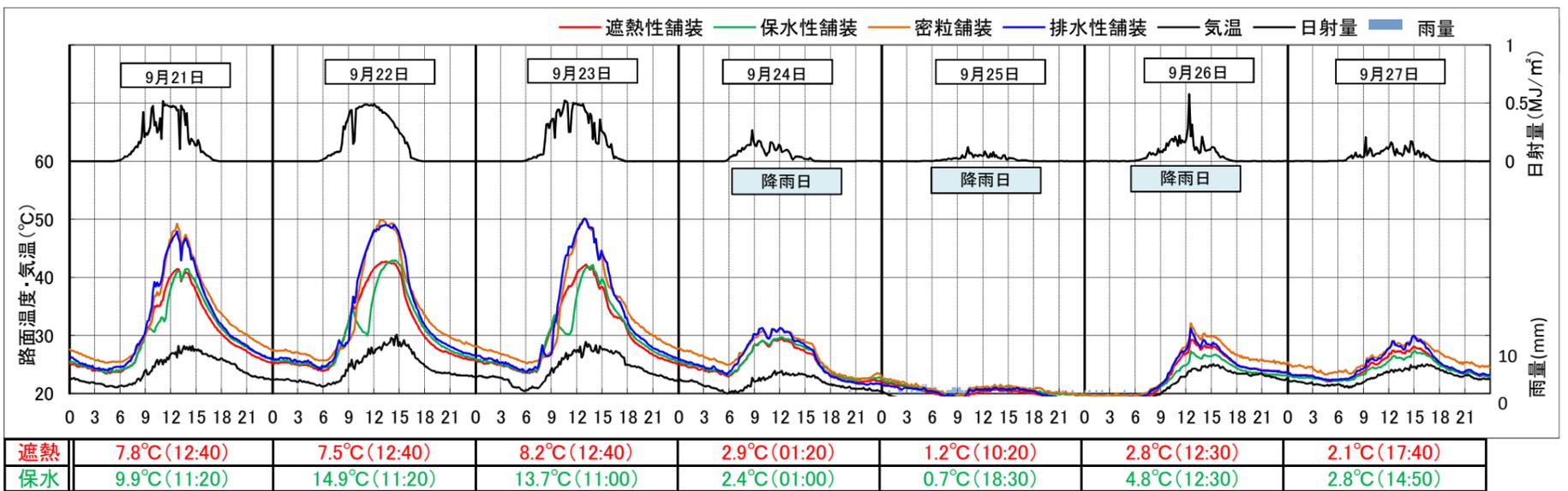
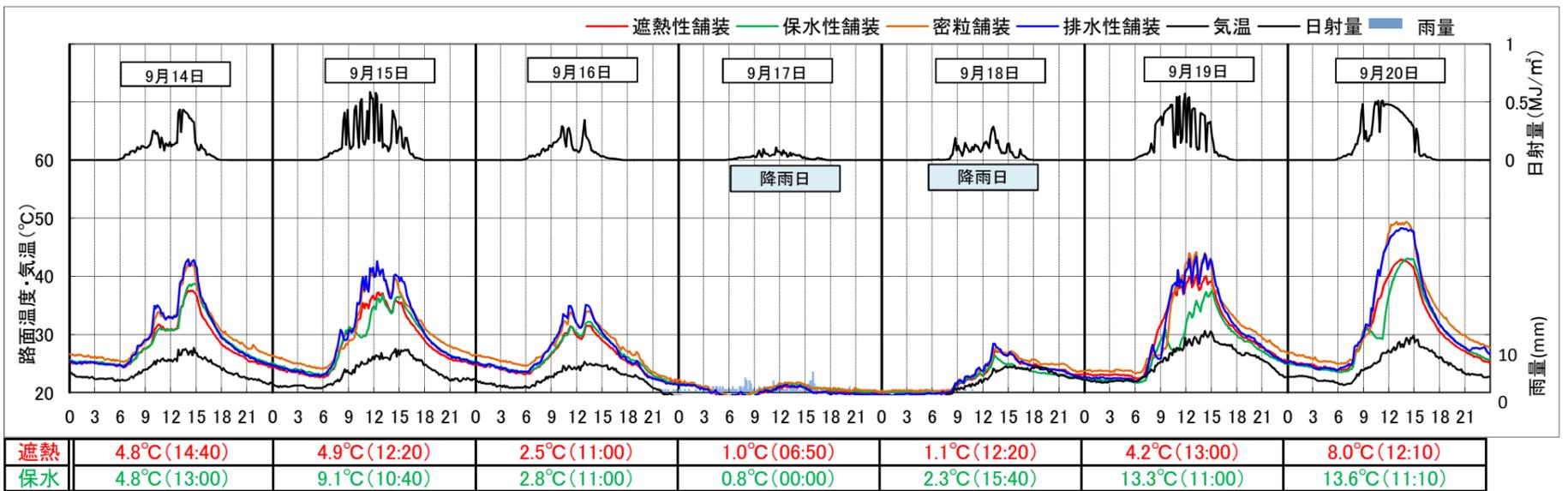
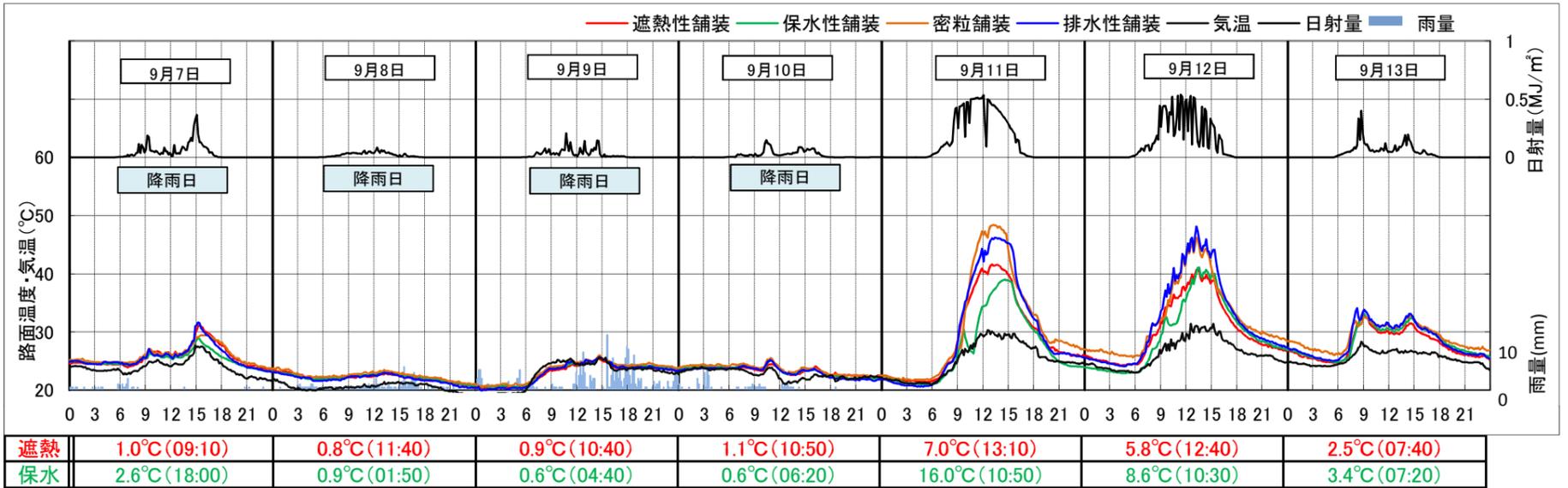
遮熱: 一日のうち、遮熱性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値
 保水: 一日のうち、保水性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値
 ※散水実験は第3通行帯で実施

7/15~9/27 国道246号計測結果について(第1通行帯)②



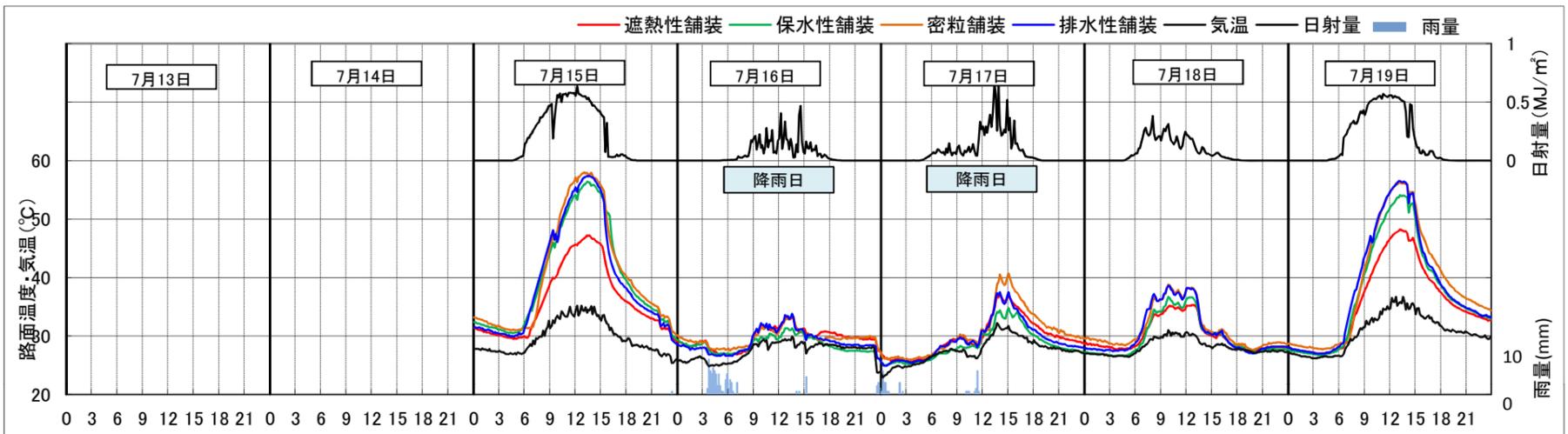
遮熱:一日のうちで、遮熱性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値
 保水:一日のうちで、保水性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値
 ※散水実験は第3通行帯で実施

7/15~9/27 国道246号計測結果について (第1通行帯)③

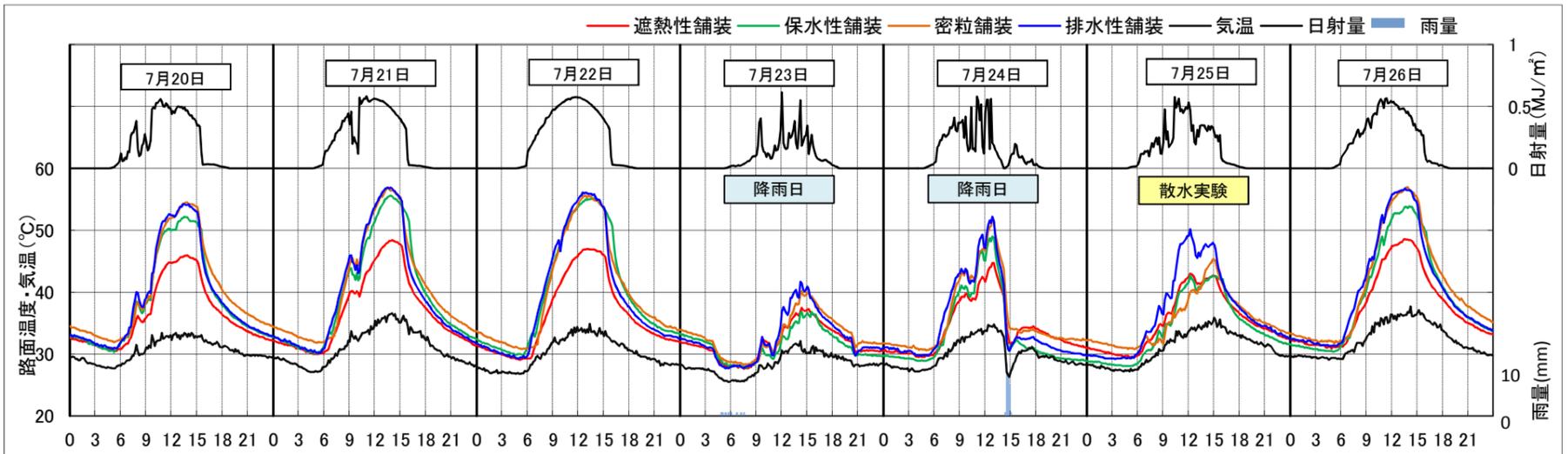


遮熱: 一日のうちで、遮熱性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値
 保水: 一日のうちで、保水性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値
 ※散水実験は第3通行帯で実施

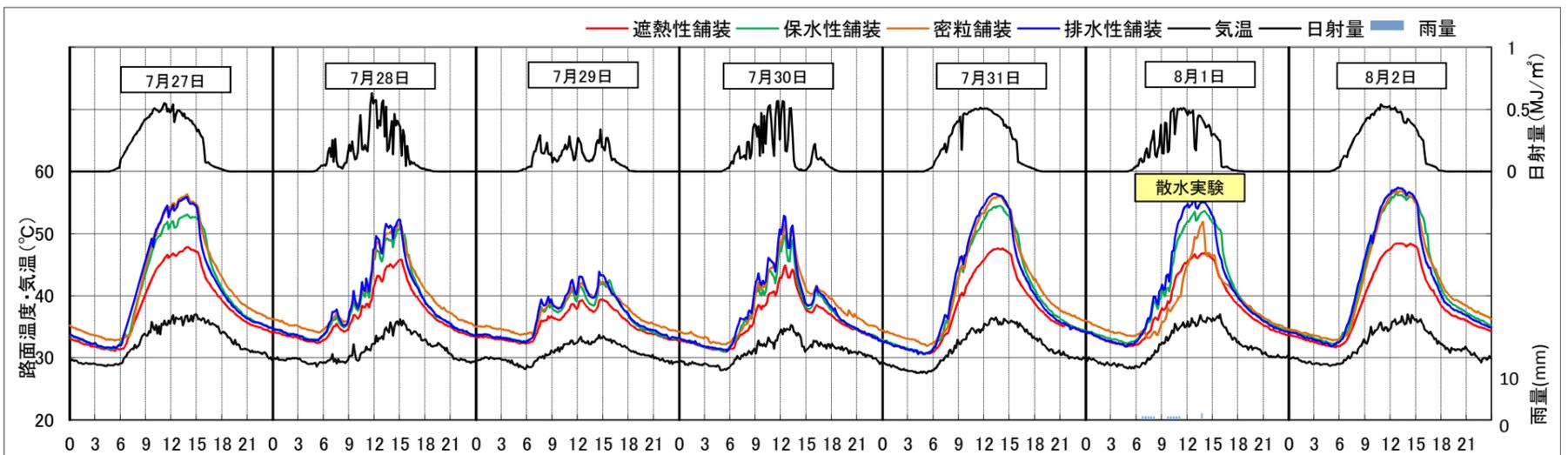
7/15~9/27 国道246号計測結果について(第2通行帯)④



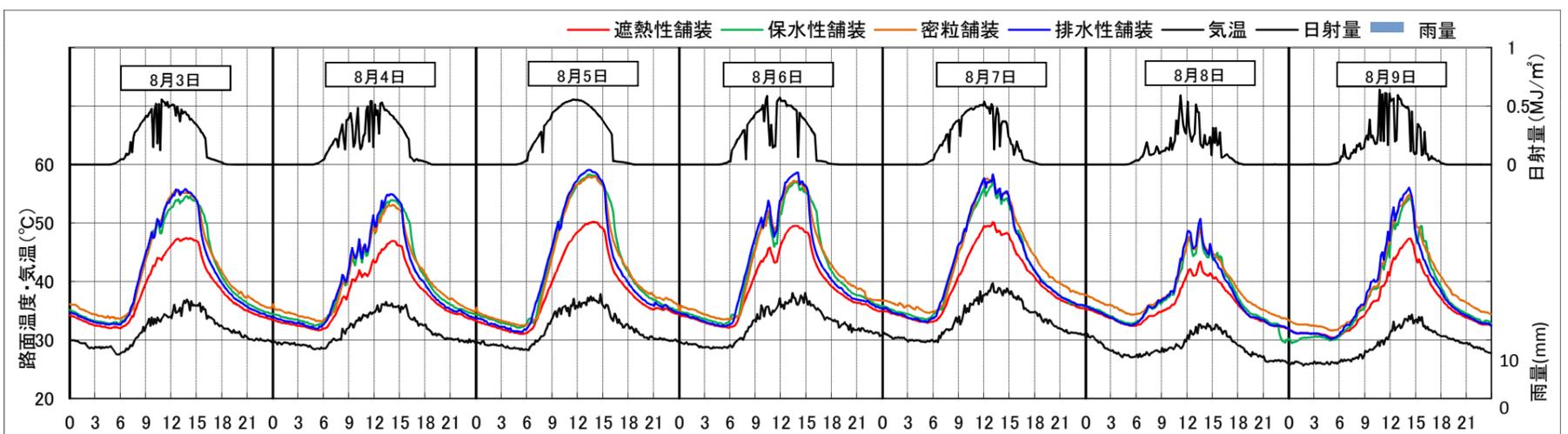
遮熱		11.4°C(12:00)	1.2°C(07:10)	3.9°C(15:00)	3.8°C(09:50)	8.4°C(12:40)
保水		3.1°C(11:20)	2.6°C(22:40)	6.1°C(14:00)	2.5°C(00:20)	3.4°C(15:50)



遮熱	8.8°C(15:00)	8.9°C(13:30)	8.7°C(12:40)	2.8°C(14:10)	7.1°C(12:50)	2.7°C(15:00)	8.5°C(13:50)
保水	2.8°C(16:40)	2.7°C(11:20)	1.4°C(00:20)	3.6°C(14:30)	5.0°C(14:30)	3.5°C(00:10)	3.9°C(11:00)



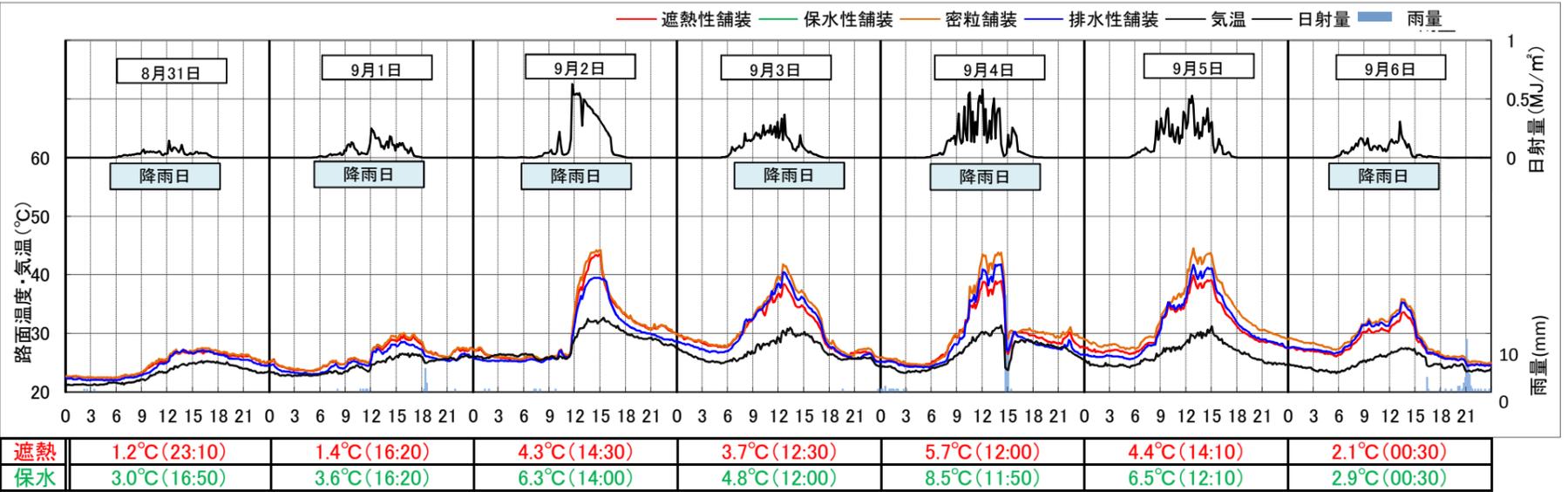
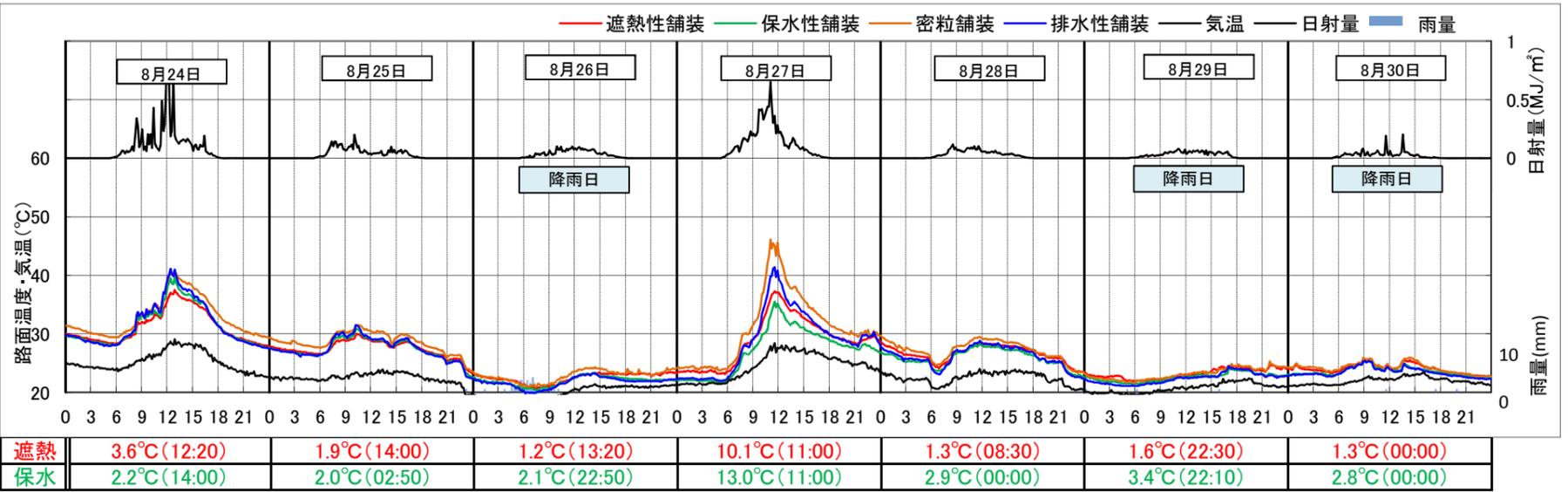
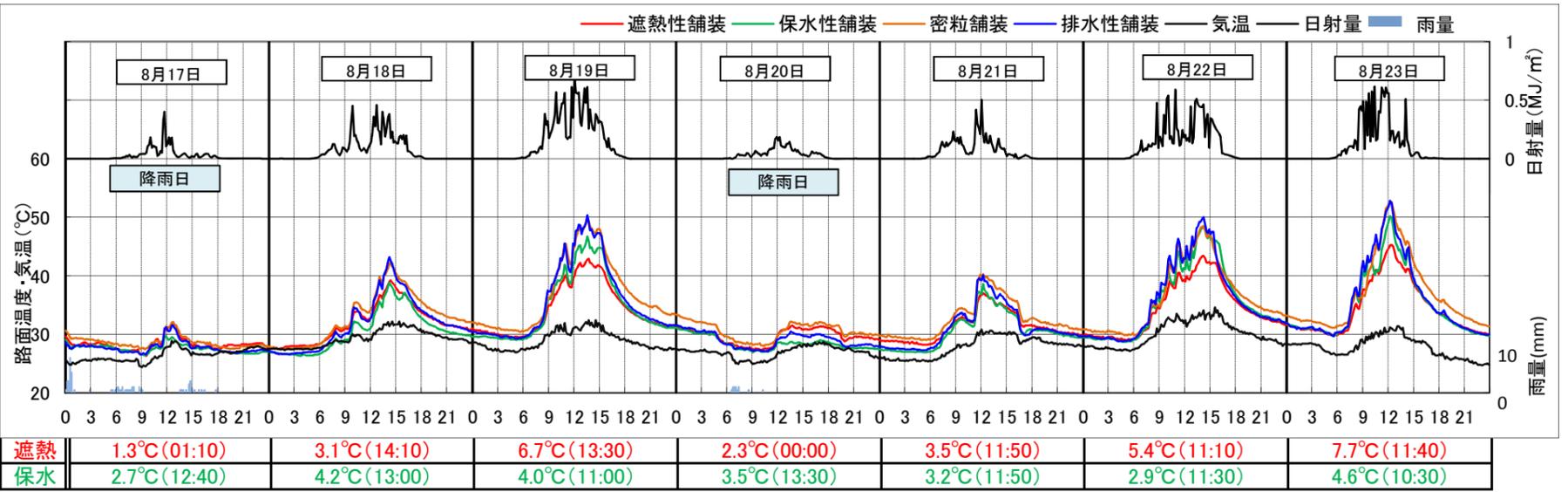
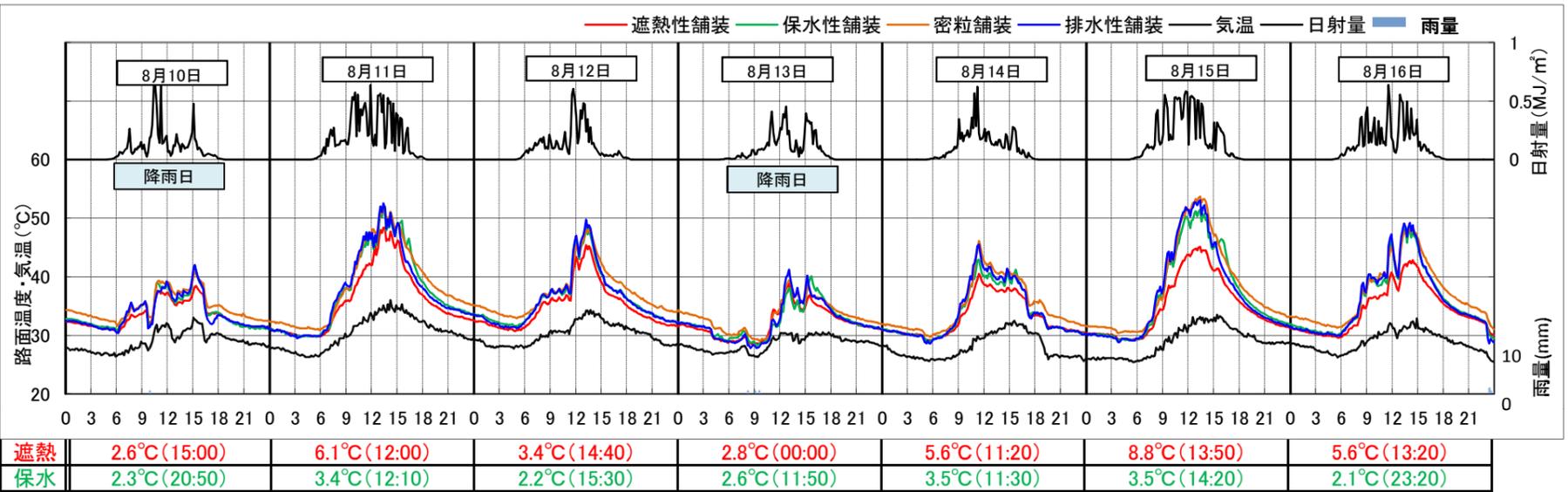
遮熱	8.7°C(13:10)	5.8°C(14:50)	3.0°C(15:10)	6.6°C(12:30)	8.6°C(13:50)	5.1°C(13:50)	8.7°C(12:10)
保水	3.9°C(12:20)	2.3°C(19:10)	1.6°C(13:30)	3.3°C(14:50)	1.9°C(11:30)	1.7°C(00:00)	1.2°C(21:00)



遮熱	8.6°C(11:50)	6.7°C(13:20)	8.5°C(11:40)	7.7°C(12:40)	8.1°C(12:10)	5.6°C(12:10)	7.6°C(13:00)
保水	2.3°C(12:10)	1.9°C(10:30)	1.4°C(22:50)	2.7°C(11:20)	2.8°C(12:10)	4.2°C(23:30)	3.6°C(00:20)

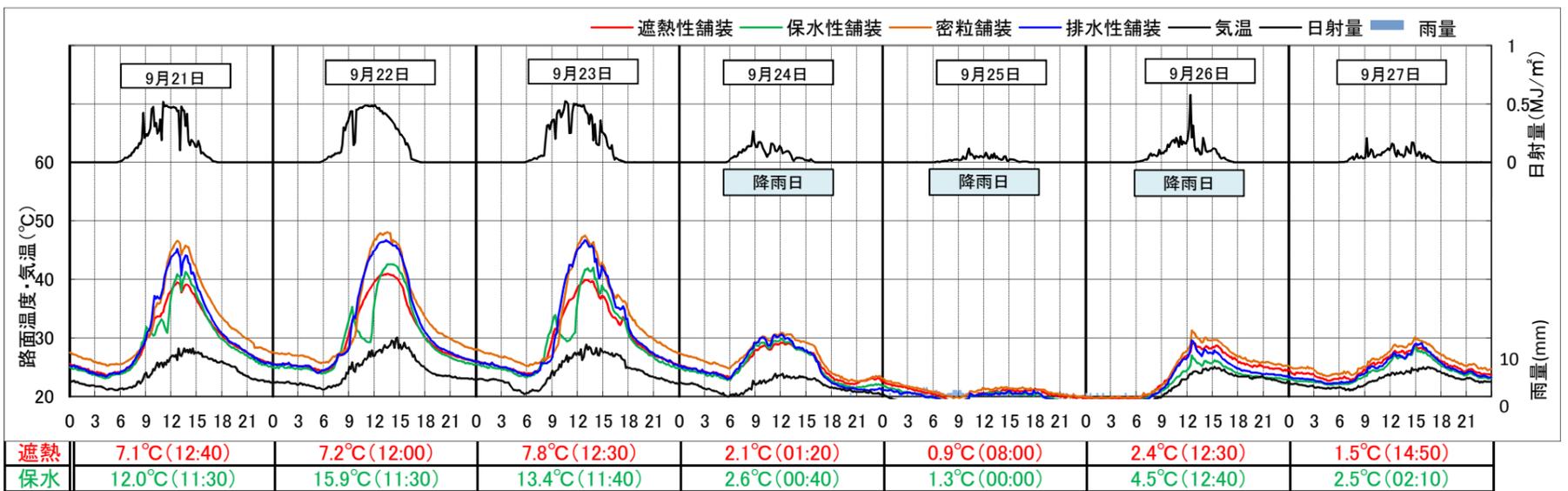
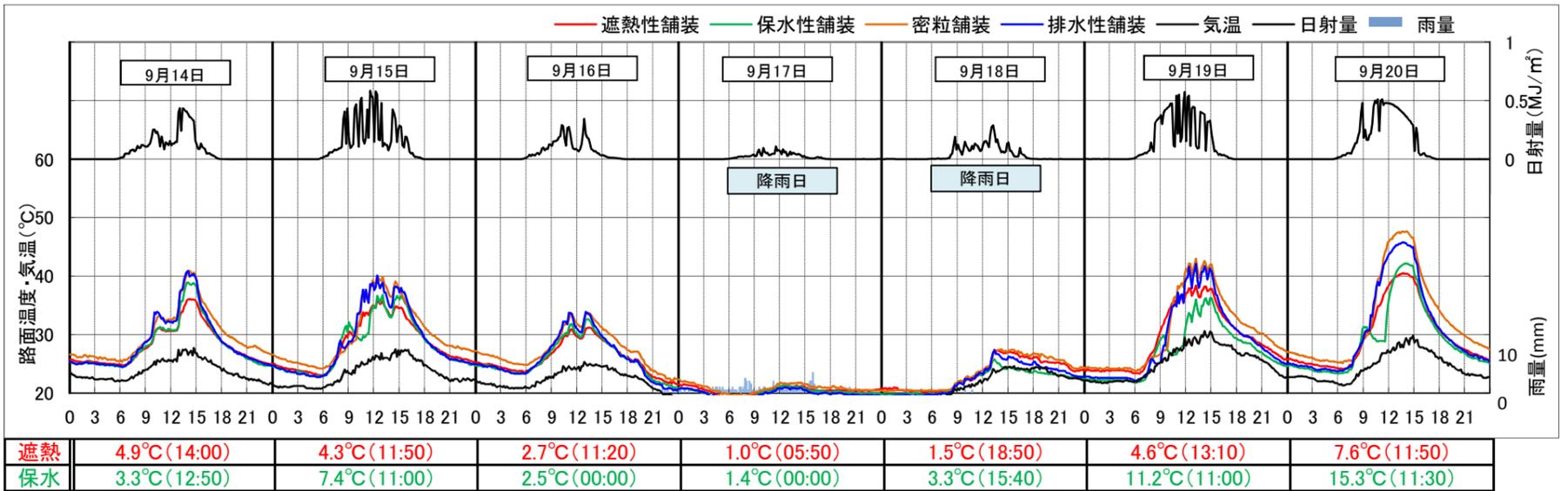
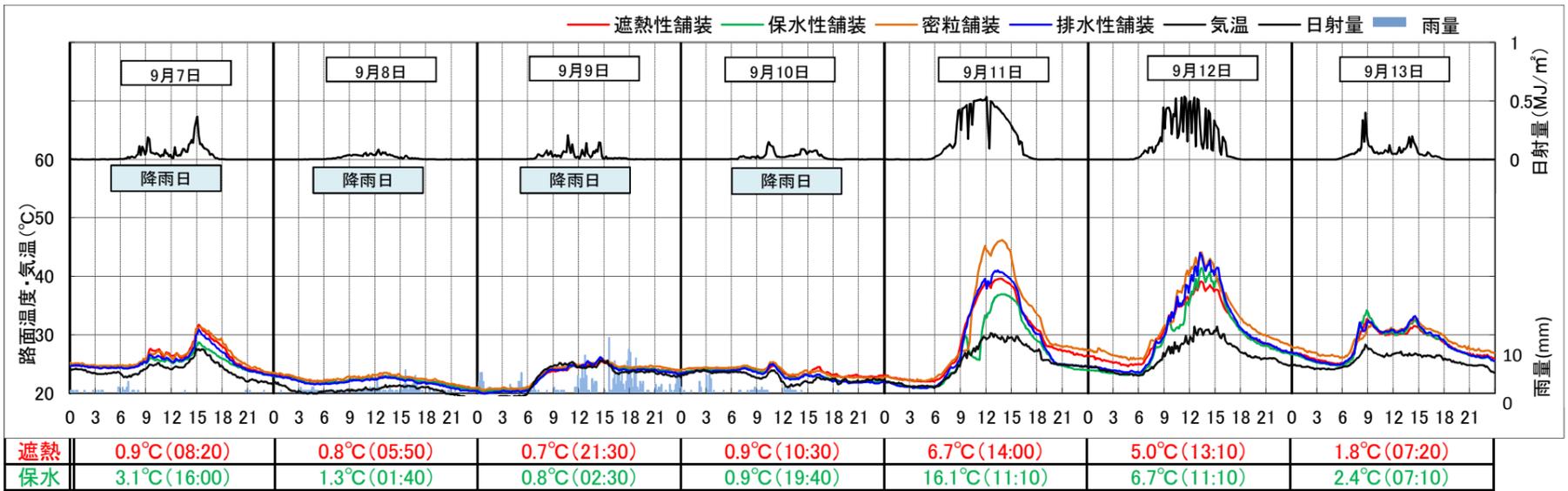
遮熱: 一日のうちで、遮熱性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値
 保水: 一日のうちで、保水性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値
 ※散水実験は第3通行帯で実施

7/15~9/27 国道246号計測結果について(第2通行帯)⑤



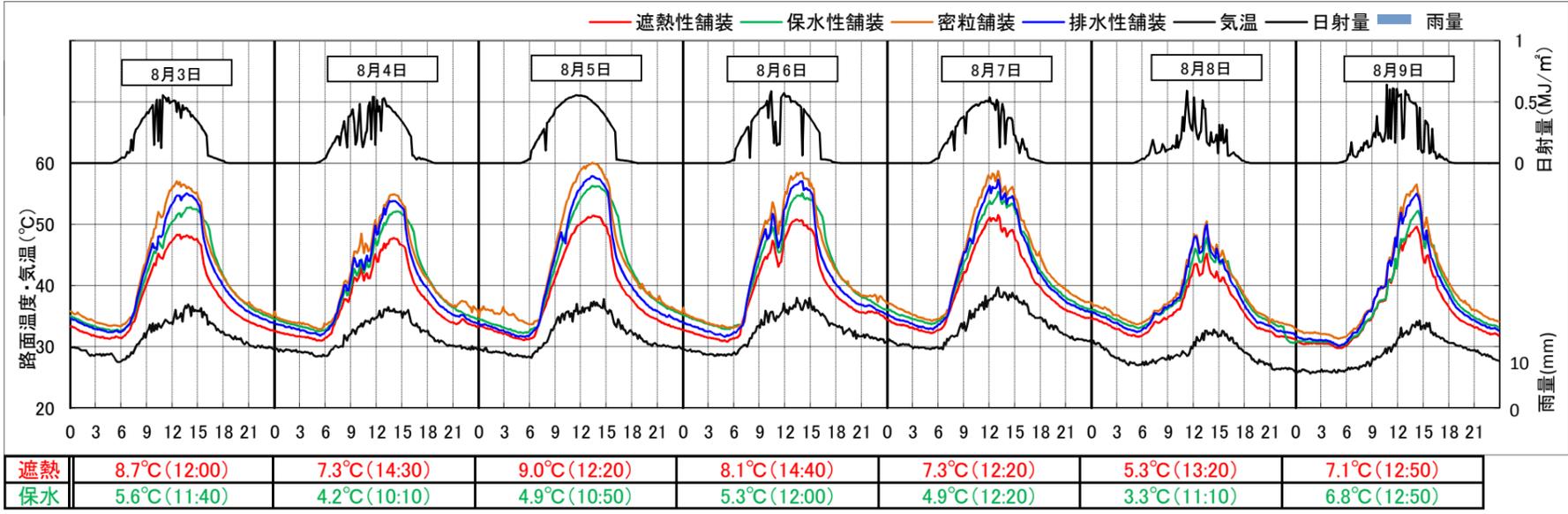
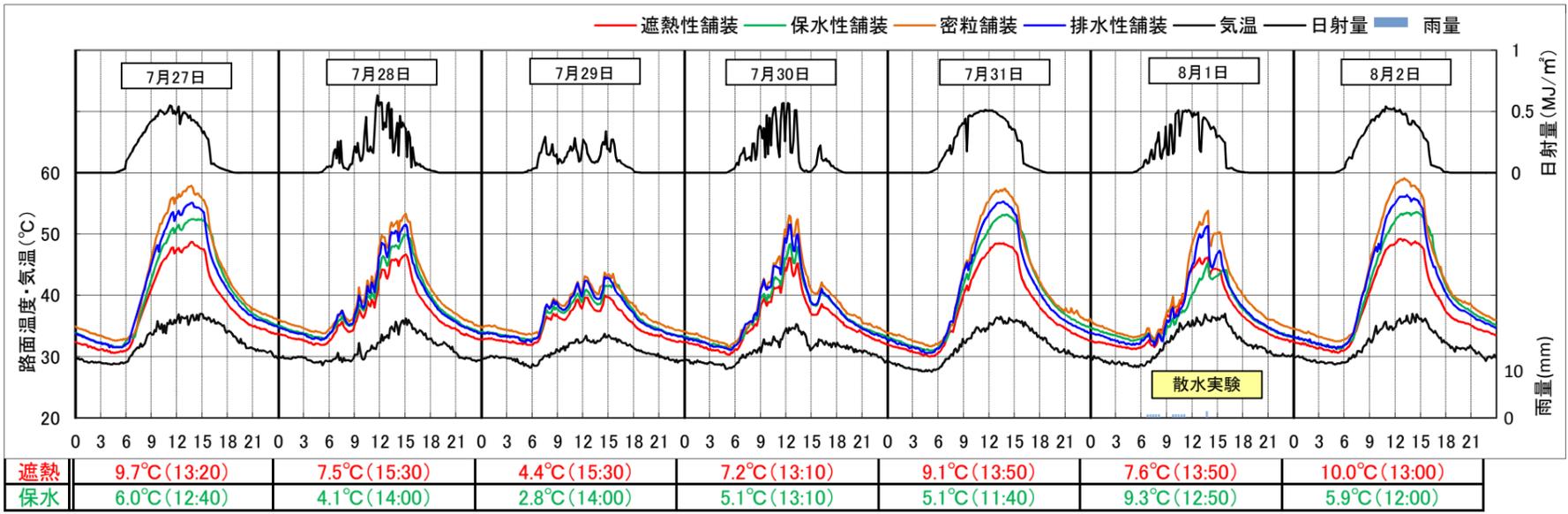
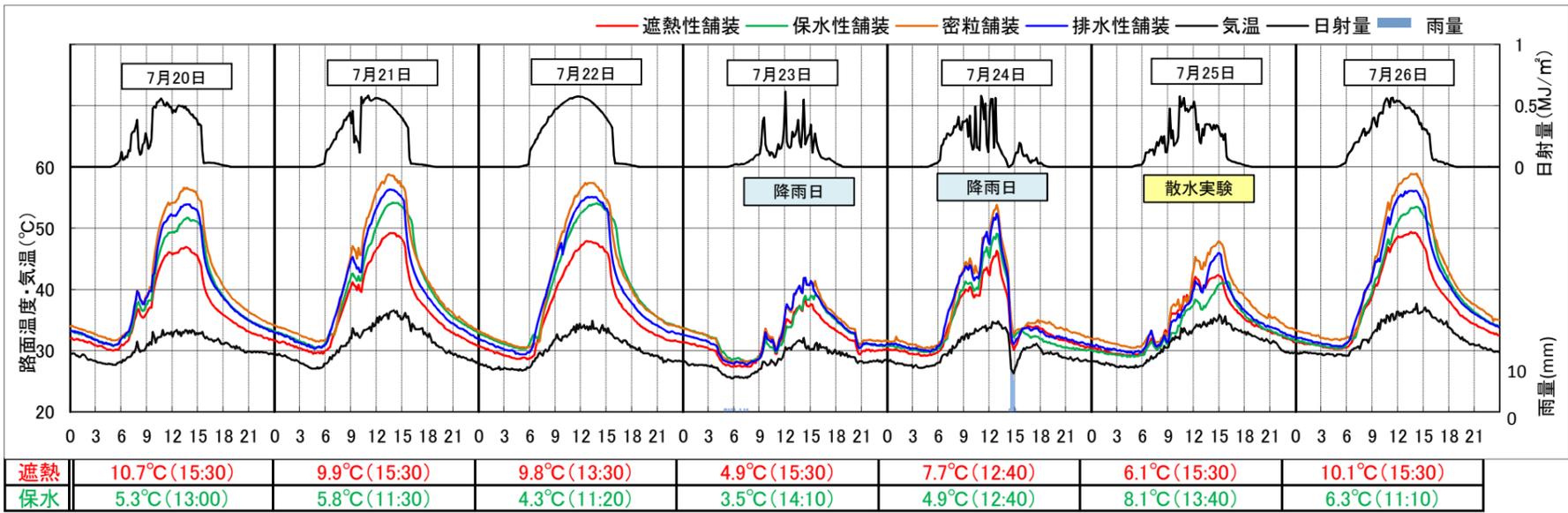
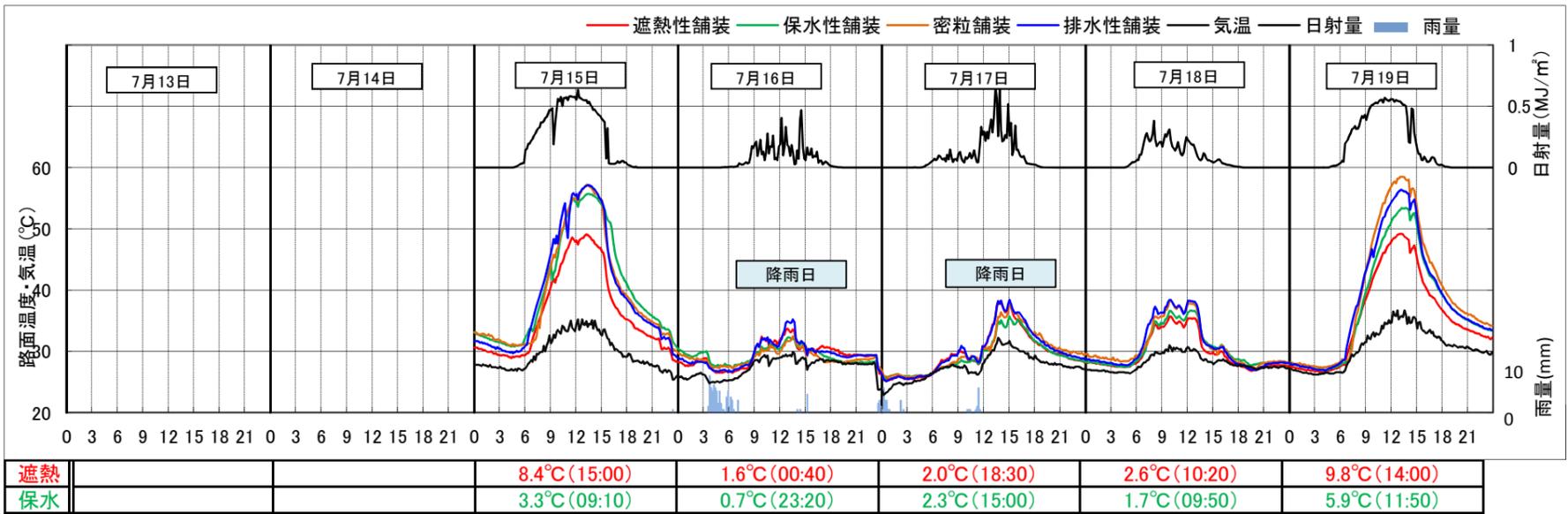
遮熱:一日のうちで、遮熱性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値
 保水:一日のうちで、保水性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値
 ※散水実験は第3通行帯で実施

7/15~9/27 国道246号計測結果について(第2通行帯)⑥



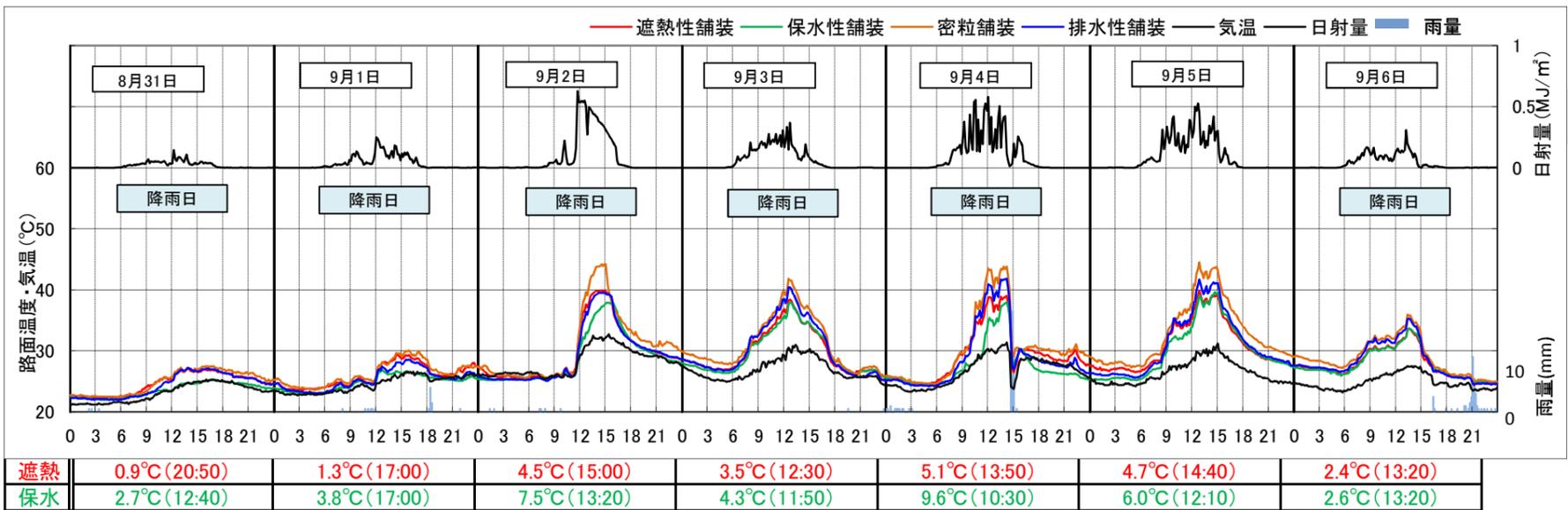
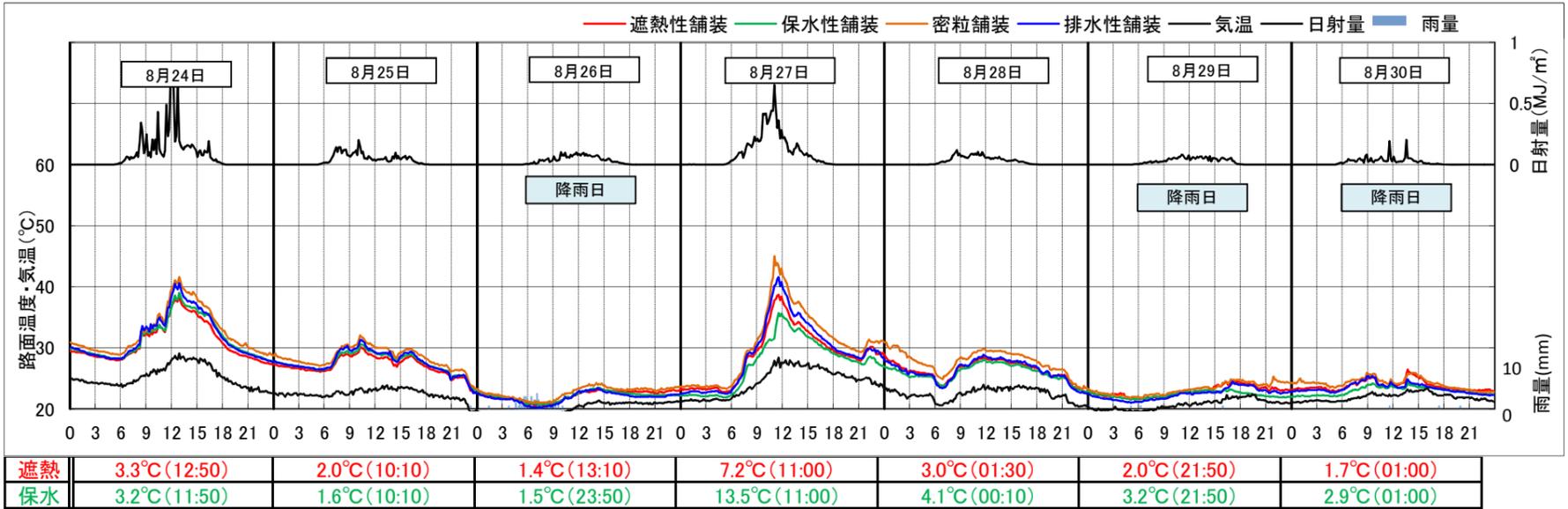
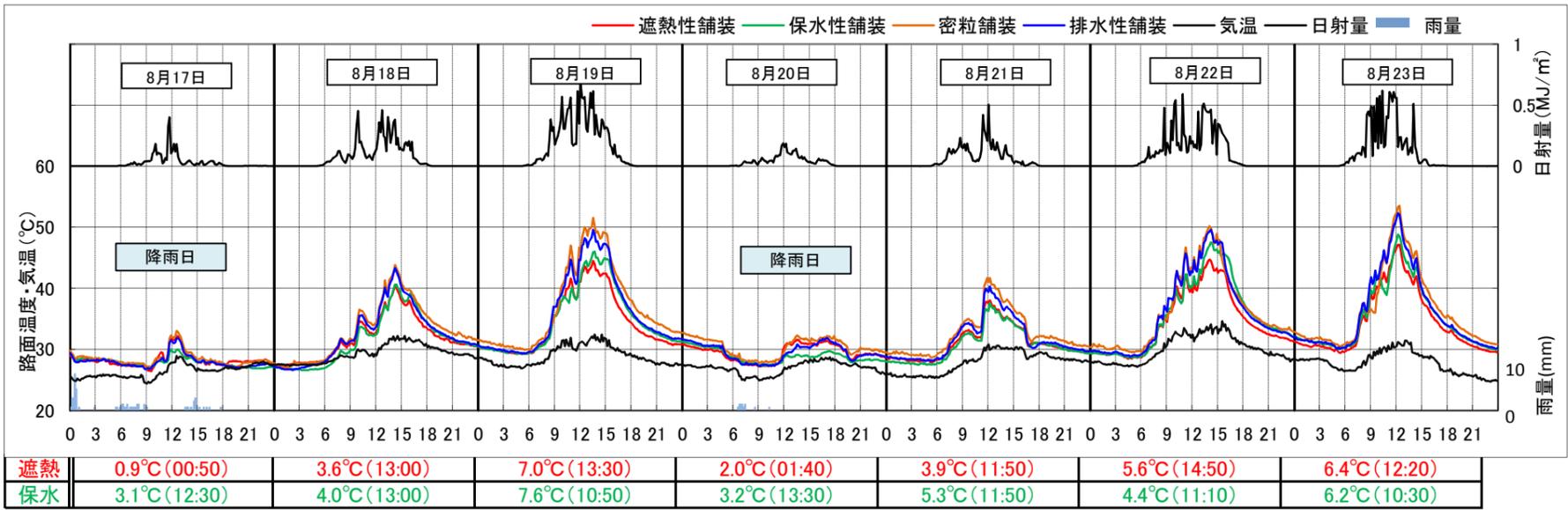
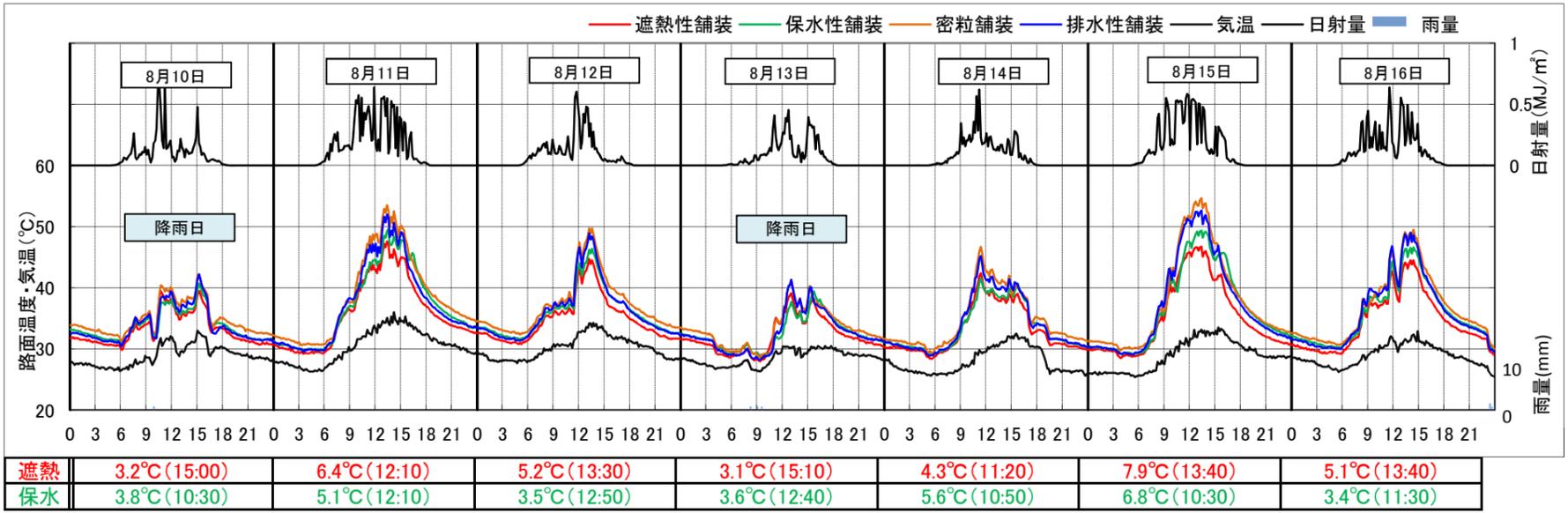
遮熱:一日のうちで、遮熱性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値
 保水:一日のうちで、保水性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値
 ※散水実験は第3通行帯で実施

7/15~9/27 国道246号計測結果について(第3通行帯)⑦



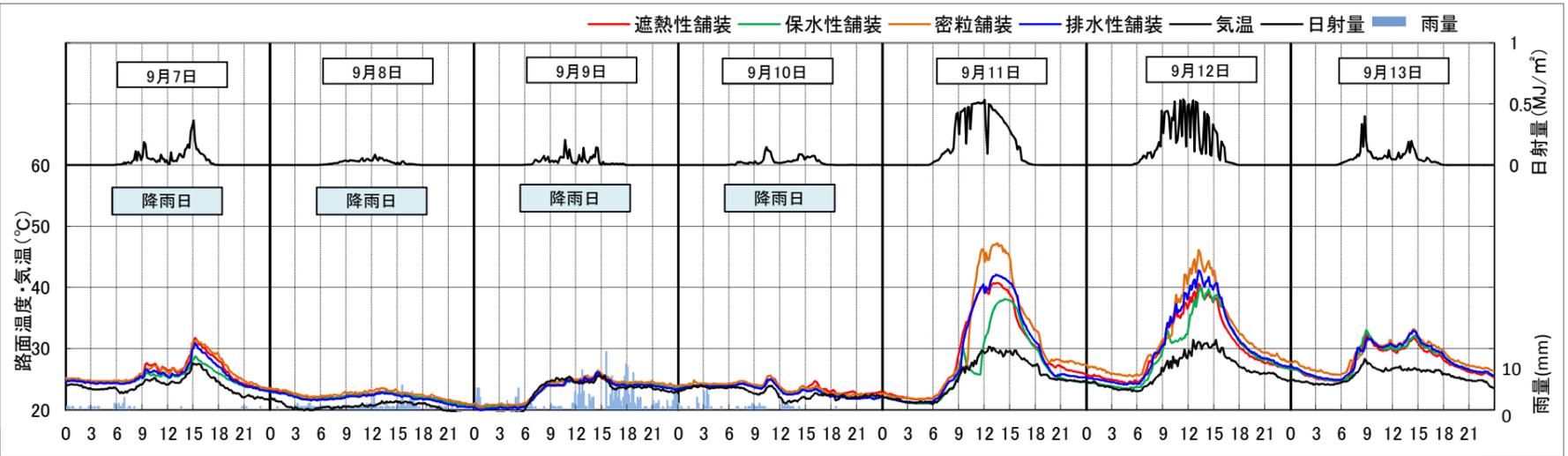
遮熱:一日のうちで、遮熱性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値
 保水:一日のうちで、保水性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値

7/15~9/27 国道246号計測結果について(第3通行帯)⑧

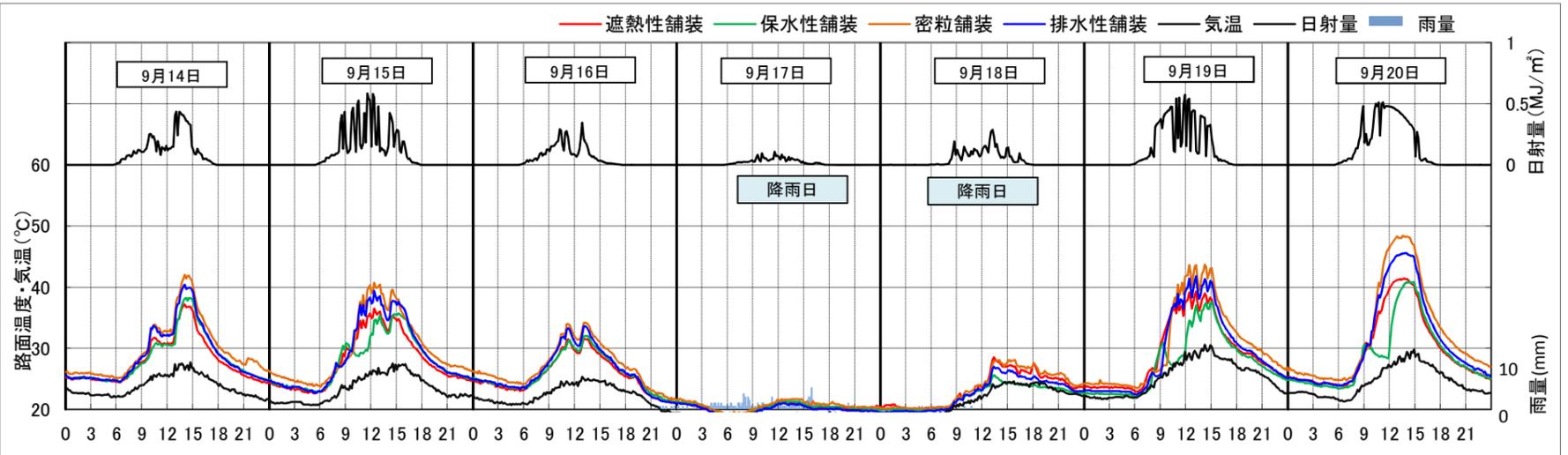


遮熱: 一日のうちで、遮熱性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値
 保水: 一日のうちで、保水性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値

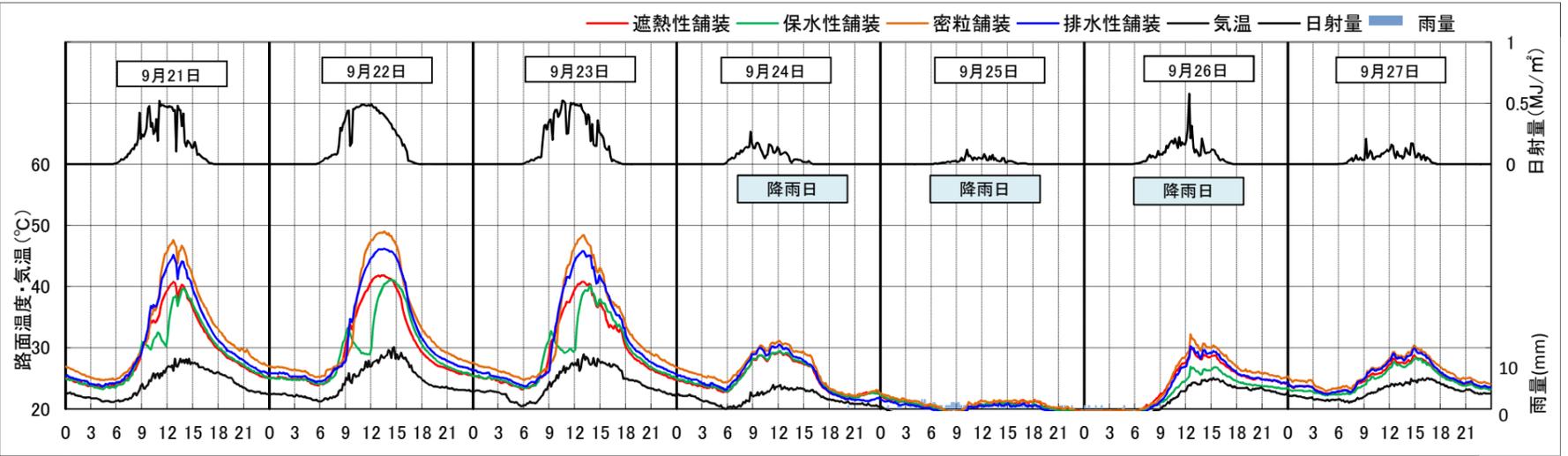
7/15~9/27 国道246号計測結果について(第3通行帯)⑨



遮熱	1.3°C (17:50)	0.7°C (11:10)	0.8°C (14:20)	1.0°C (01:50)	6.5°C (13:30)	5.5°C (13:10)	2.0°C (07:00)
保水	3.4°C (17:50)	0.7°C (11:10)	0.7°C (10:40)	0.9°C (01:50)	19.7°C (11:30)	10.4°C (11:30)	2.6°C (07:00)



遮熱	5.1°C (14:30)	4.6°C (11:40)	2.7°C (11:00)	1.1°C (16:00)	1.2°C (21:10)	5.1°C (15:00)	7.3°C (14:20)
保水	5.0°C (12:50)	9.9°C (11:30)	3.4°C (11:00)	0.9°C (16:00)	3.9°C (15:50)	12.6°C (11:50)	17.8°C (11:50)



遮熱	6.8°C (12:40)	7.3°C (14:00)	7.6°C (13:00)	2.1°C (00:20)	0.8°C (12:20)	2.0°C (12:30)	1.7°C (15:00)
保水	15.2°C (11:50)	18.3°C (11:50)	17.1°C (12:00)	1.9°C (00:10)	0.9°C (18:50)	5.3°C (12:30)	2.3°C (14:50)

遮熱: 一日のうちで、遮熱性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値
 保水: 一日のうちで、保水性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値

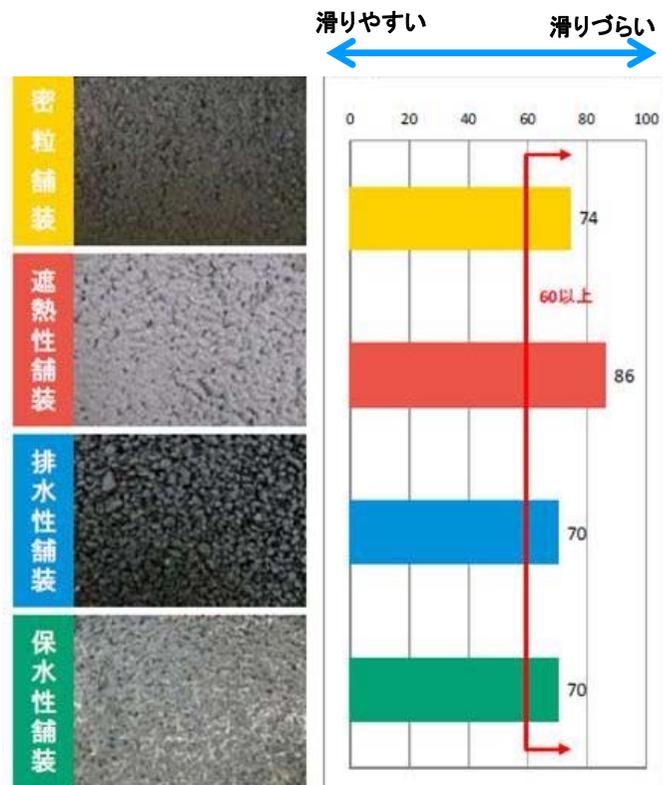
1. 国道246号における計測

(2) 舗装性能に関する基礎データ

滑り抵抗

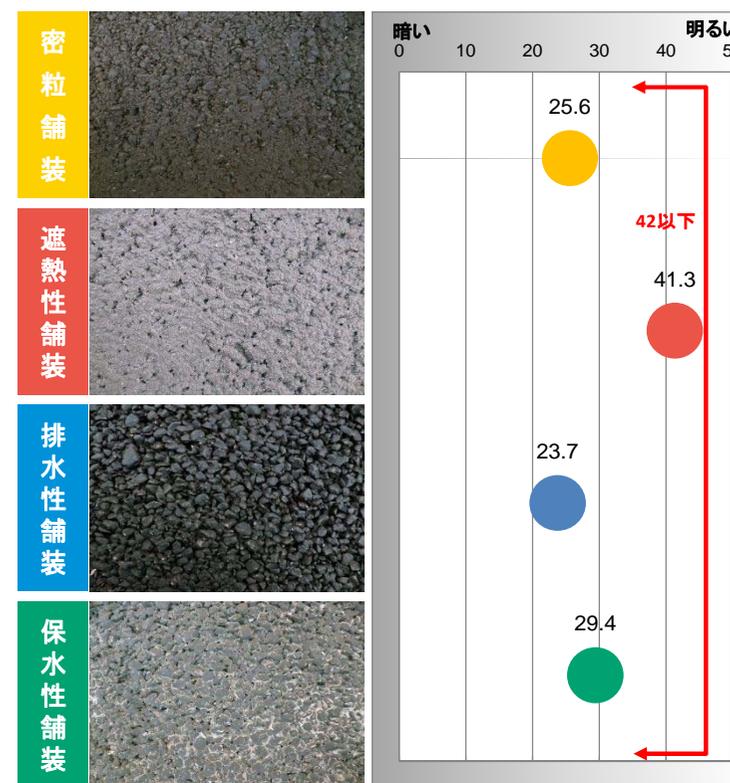
・施工後の試験で、全ての舗装において基準値※を満たしている(濡れた状態での試験)。

※路面温度上昇抑制舗装研究会 遮熱性舗装技術資料 標準値(案):60以上



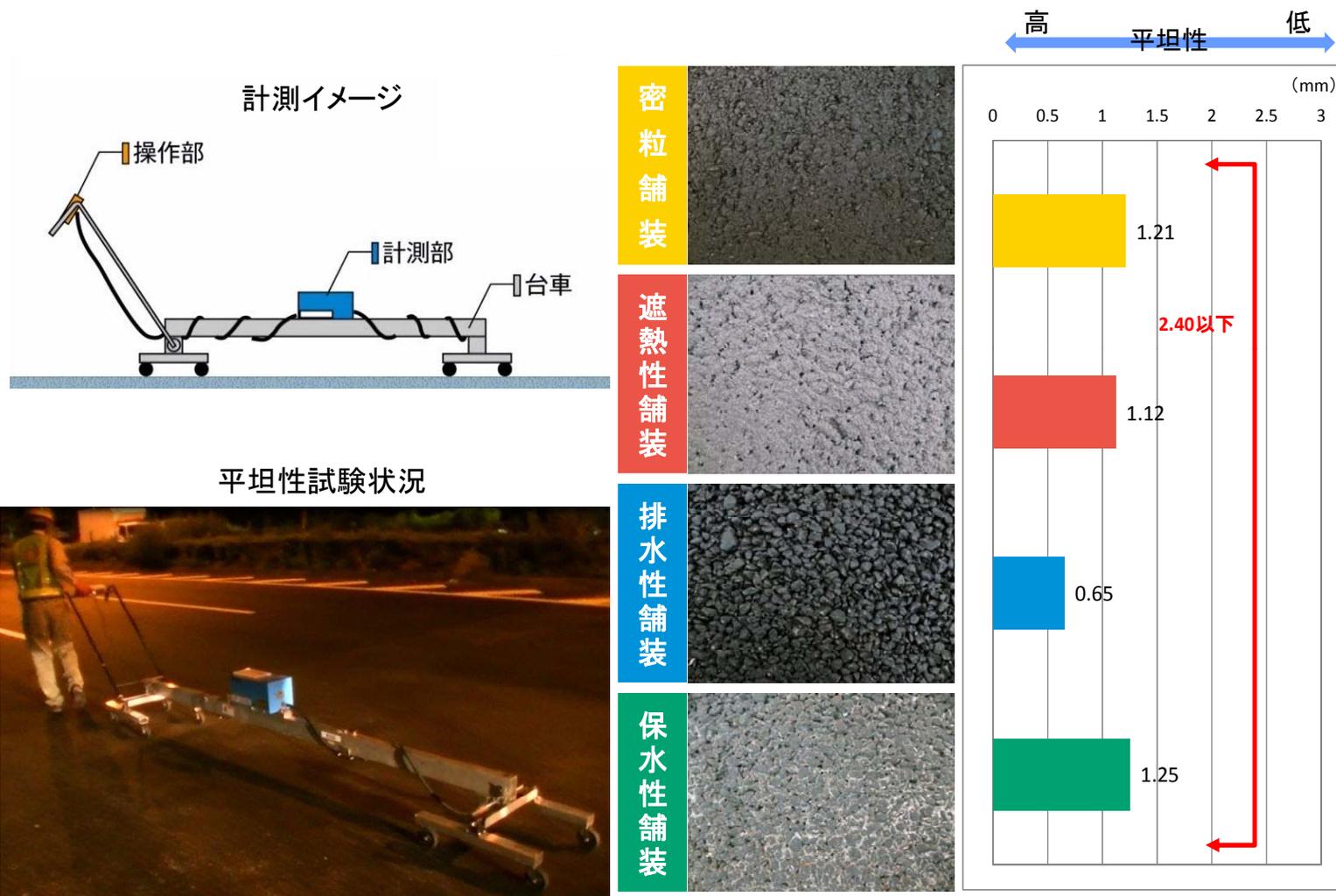
明度

・施工後の試験で、全ての舗装において東京都の遮熱性舗装の明度の基準値(42以下)を満たしている。



舗装性能に関する基礎データ(平坦性)

・施工後の試験で、全ての舗装において基準値※を満たしている。

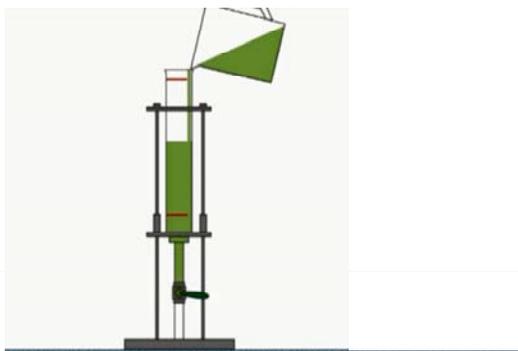


※関東地方整備局土木工事施工管理基準における規格値：2.40以下

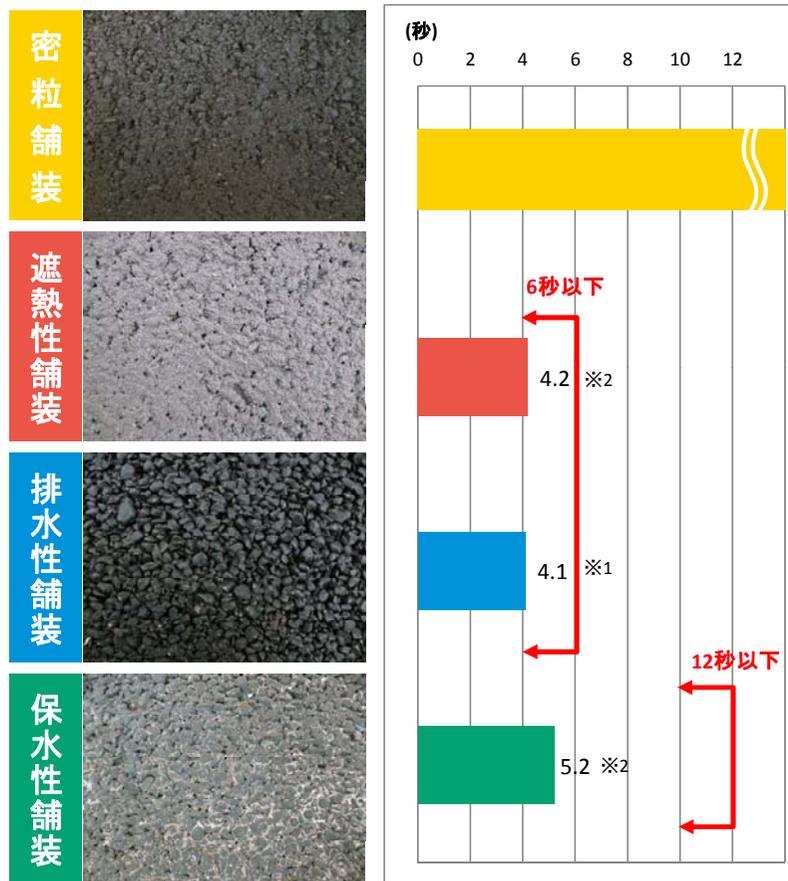
舗装性能に関する基礎データ(透水性)

・施工後の試験において、全ての舗装において基準値を満たしている。

計測イメージ



透水性試験状況



※1 関東地方整備局土木工事施工管理基準における規格値：
1,000ml/15秒以下(400ml/6秒以下)排水性舗装

※2 東京都土木工事施工管理基準：
1,000ml/15秒以下(400ml/6秒以下)遮熱性舗装
500ml/15秒(400mlでは12秒以下)保水性舗装

2. 関東技術事務所における計測

(1) 路面温度、気象状況等の観測結果

・関東地方整備局関東技術事務所の試験フィールドを活用し、路面温度の低減が効果的に得られる散水量及びタイミング等の基礎データを収集した。

路面温度上昇抑制機能検証

【H27.7.15～9.27の間、連続調査】

- 1) 路面温度: 舗装表面から1cm下で連続計測
- 2) WBGT : 気温、湿度と黒球温度から算出
- 3) 気象状況: 日射量、降水量、気温・湿度、
風向・風力、

【散水実験実施】

- ・19時散水: 1,5,10mmずつ散水 (H27.8.5)
- ・9時散水: 1,5,10mmずつ散水 (H27.7.27)

競技の際にアスリート等の走りやすさの検証に活用するための基礎データ

【舗装性能検証】

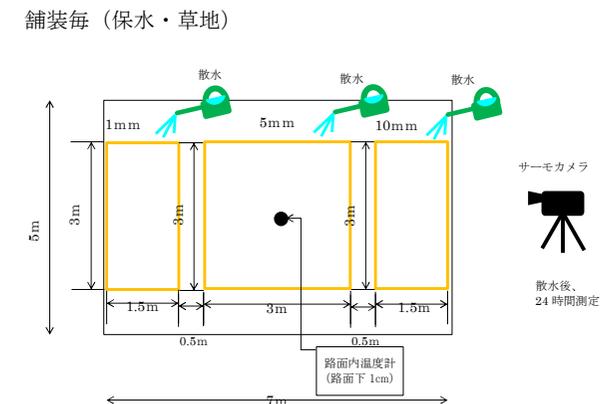
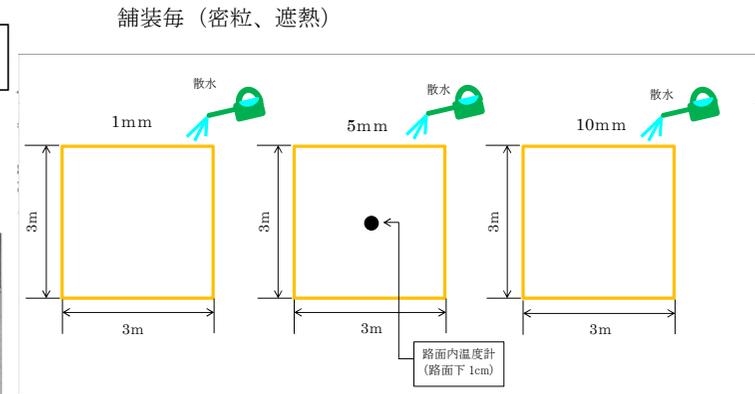
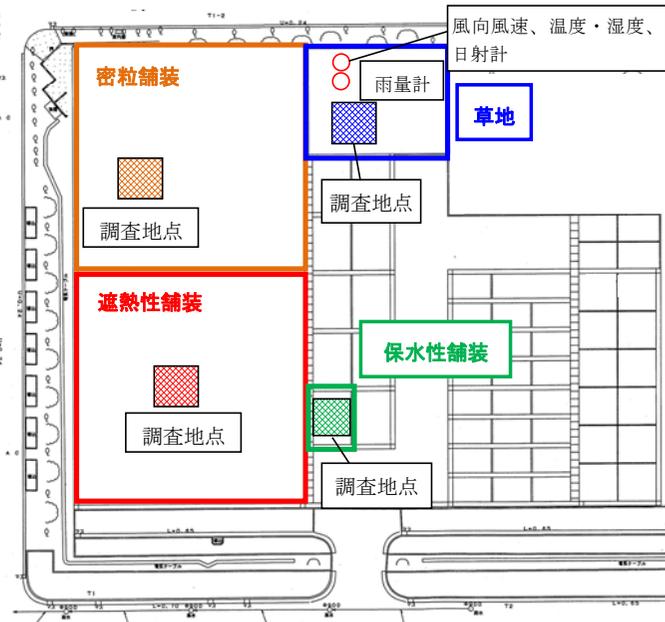
- 1) 滑り抵抗
- 2) 明度



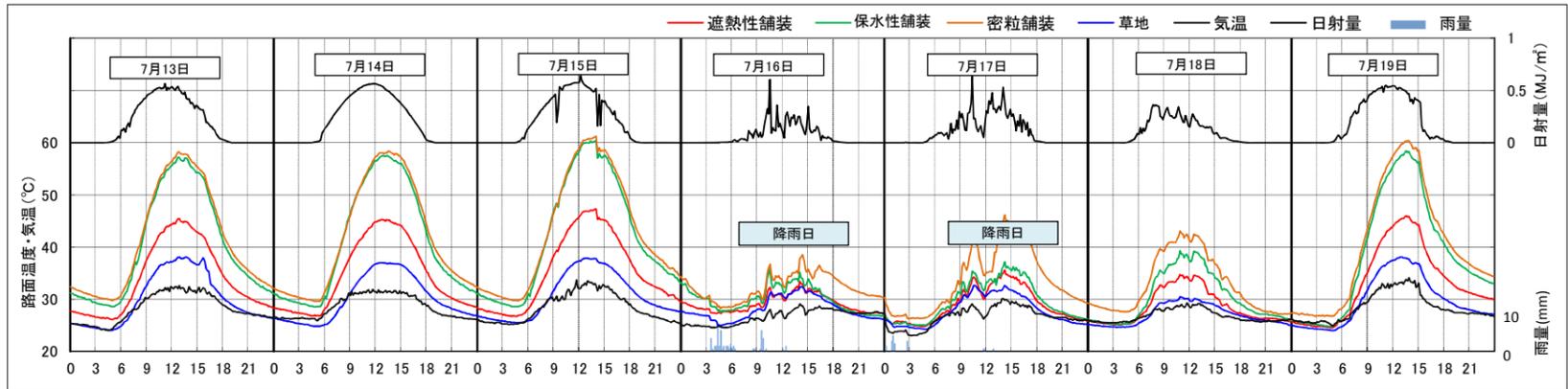
散水状況



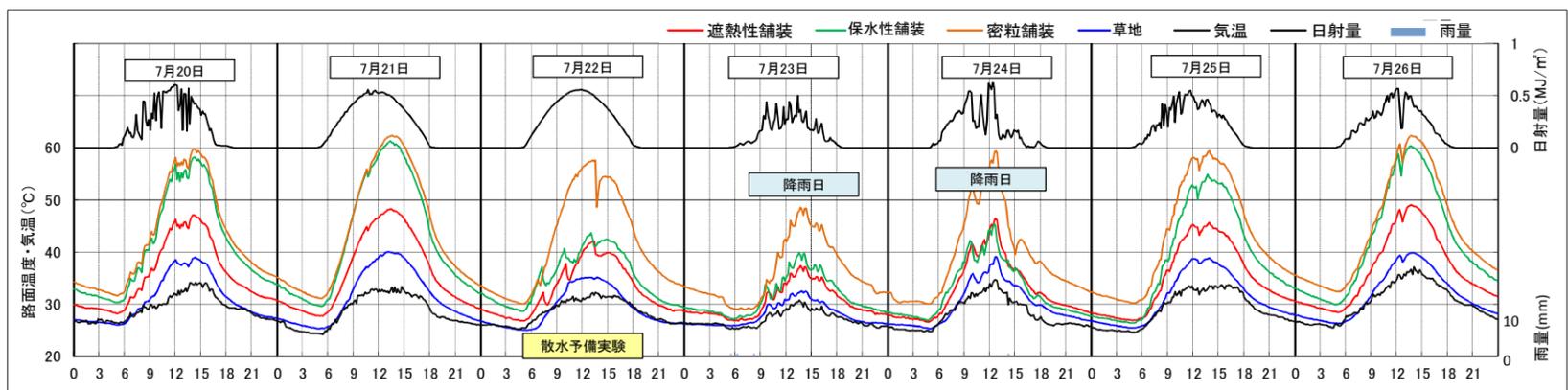
関東技術事務所 試験フィールド



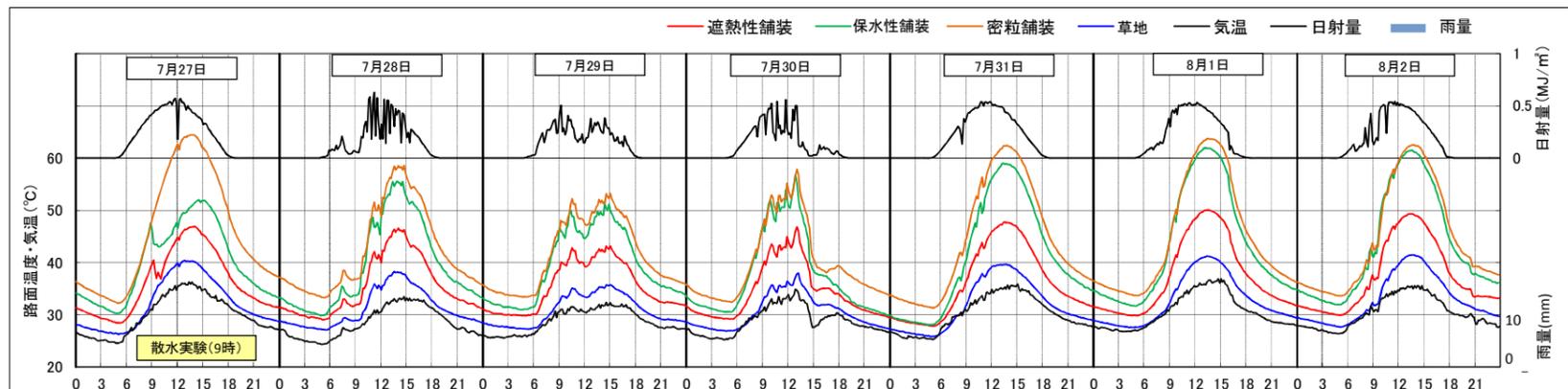
7/13~9/27 関東技術事務所計測結果について (1)



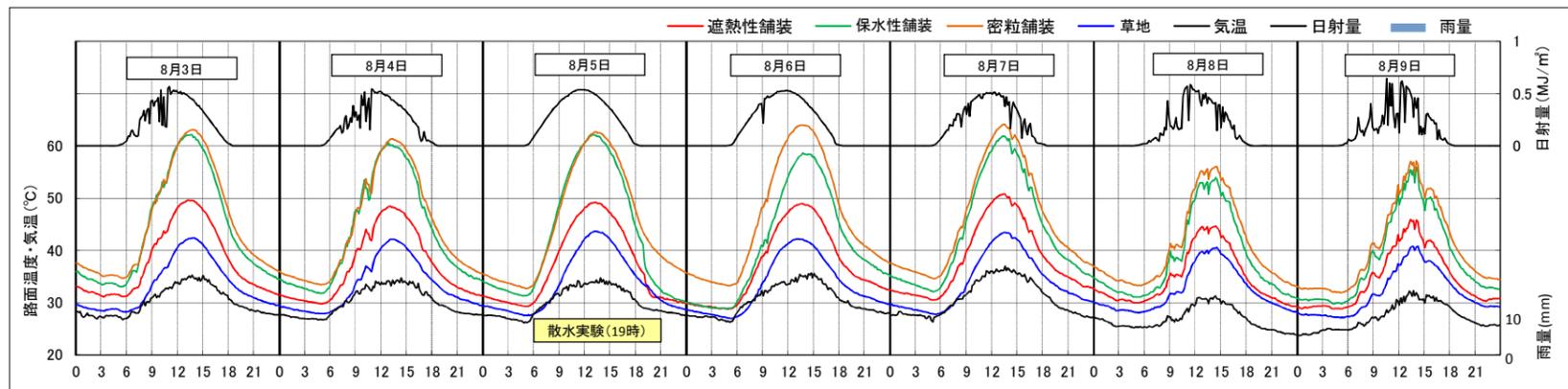
遮熱	13.0 °C(13:20)	13.5 °C(14:30)	14.0 °C(14:00)	5.7 °C(14:20)	10.6 °C(14:10)	8.4 °C(10:50)	14.7 °C(14:00)
保水	2.3 °C(7:50)	1.9 °C(6:10)	1.8 °C(6:10)	5.0 °C(17:30)	9.0 °C(14:20)	4.4 °C(9:40)	2.6 °C(14:40)



遮熱	12.8 °C(14:40)	14.5 °C(14:20)	18.1 °C(10:30)	11.4 °C(14:20)	13.0 °C(12:50)	13.8 °C(13:40)	13.6 °C(15:00)
保水	3.1 °C(12:30)	3.6 °C(17:50)	16.9 °C(11:10)	10.0 °C(14:20)	17.2 °C(12:50)	7.9 °C(12:30)	4.3 °C(12:30)



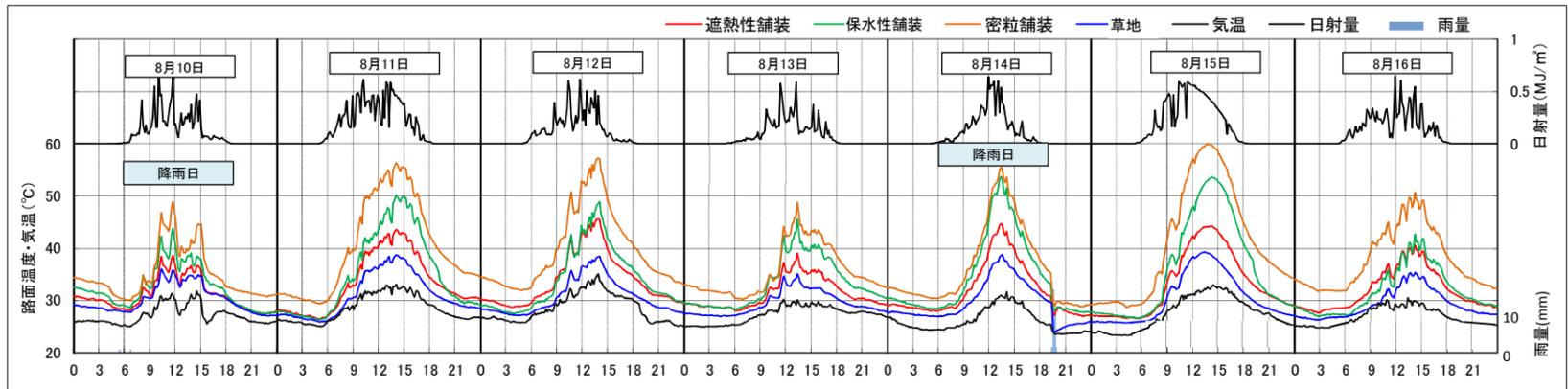
遮熱	17.9 °C(12:30)	12.3 °C(14:40)	10.1 °C(15:00)	11.0 °C(13:00)	14.8 °C(13:40)	14.1 °C(14:40)	13.5 °C(14:30)
保水	16.1 °C(12:00)	4.8 °C(11:10)	4.3 °C(10:50)	6.5 °C(14:30)	7.0 °C(10:50)	4.7 °C(16:00)	3.0 °C(17:20)



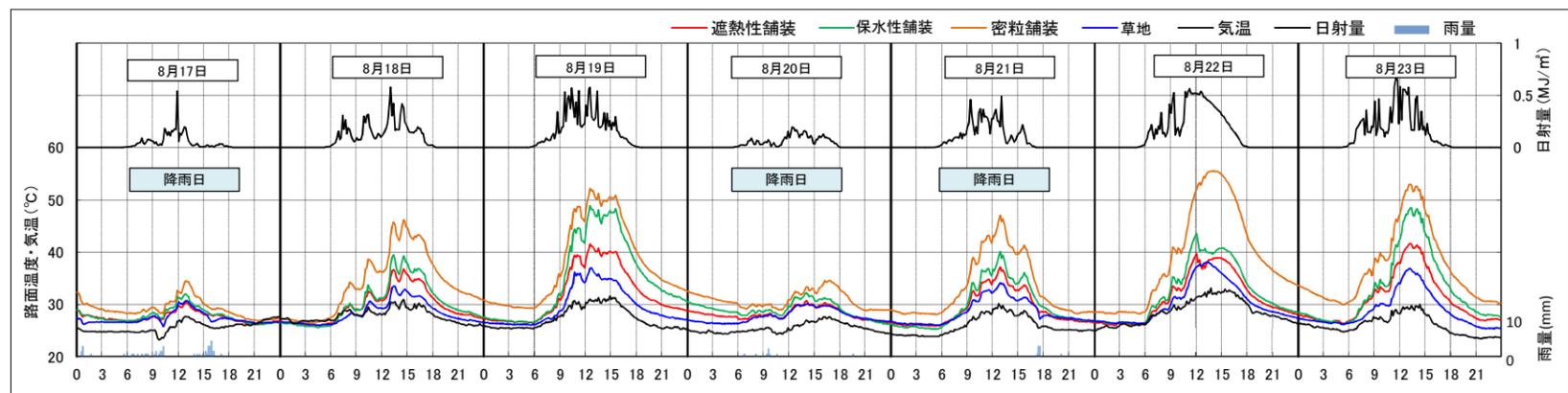
遮熱	13.8 °C(14:10)	13.1 °C(13:40)	13.6 °C(14:50)	15.2 °C(14:00)	13.4 °C(13:10)	11.6 °C(14:30)	11.3 °C(14:00)
保水	2.8 °C(18:20)	3.3 °C(16:30)	6.7 °C(20:20)	9.0 °C(10:20)	3.2 °C(15:30)	3.2 °C(16:40)	2.9 °C(17:50)

遮熱: 一日のうちで、遮熱性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値
 保水: 一日のうちで、保水性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値

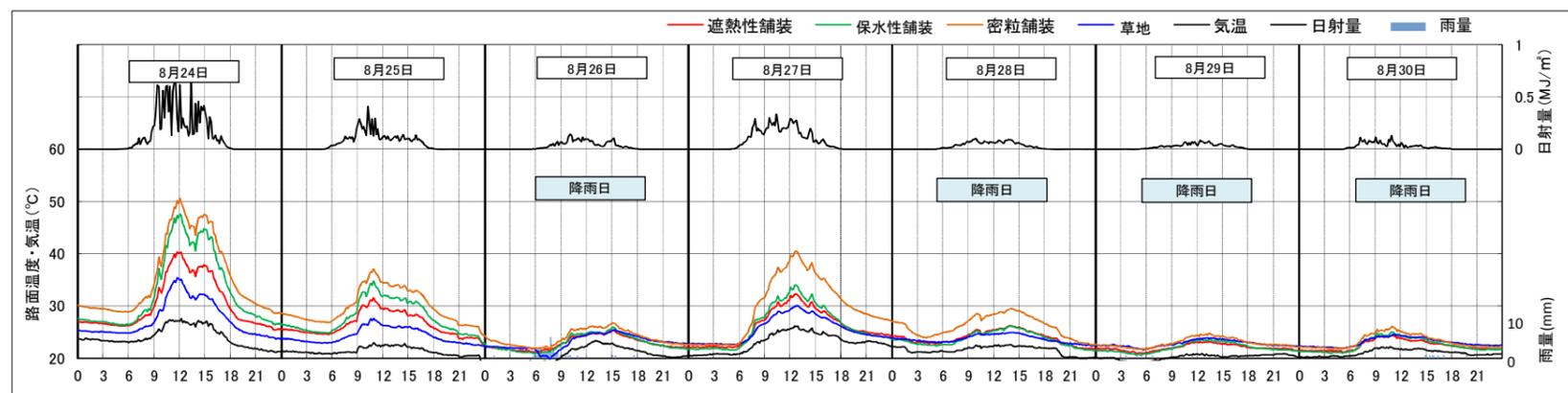
7/13~9/27 関東技術事務所計測結果について (2)



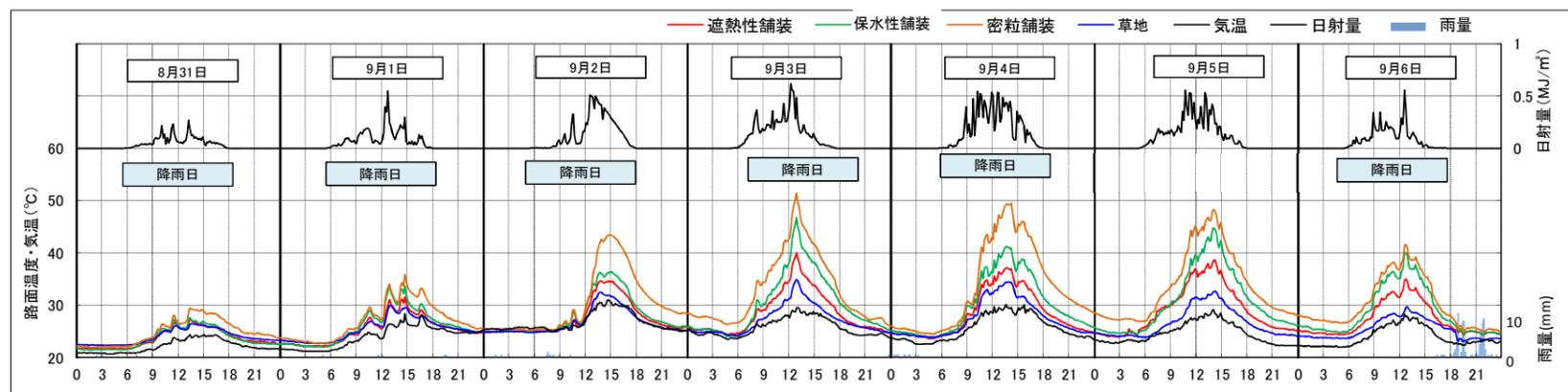
遮熱	10.3 °C(11:40)	12.8 °C(14:00)	11.7 °C(13:50)	9.7 °C(13:20)	10.8 °C(13:20)	15.8 °C(13:40)	10.1 °C(14:10)
保水	6.8 °C(15:00)	8.7 °C(11:10)	9.5 °C(13:00)	3.5 °C(13:30)	2.6 °C(16:10)	9.2 °C(11:30)	9.9 °C(10:00)



遮熱	4.3 °C(13:10)	9.5 °C(14:40)	10.8 °C(12:50)	4.6 °C(16:50)	9.9 °C(12:50)	17.3 °C(13:00)	11.5 °C(13:50)
保水	3.4 °C(0:00)	7.2 °C(14:40)	4.3 °C(11:30)	3.8 °C(17:10)	7.1 °C(13:00)	15.9 °C(13:50)	5.3 °C(7:20)



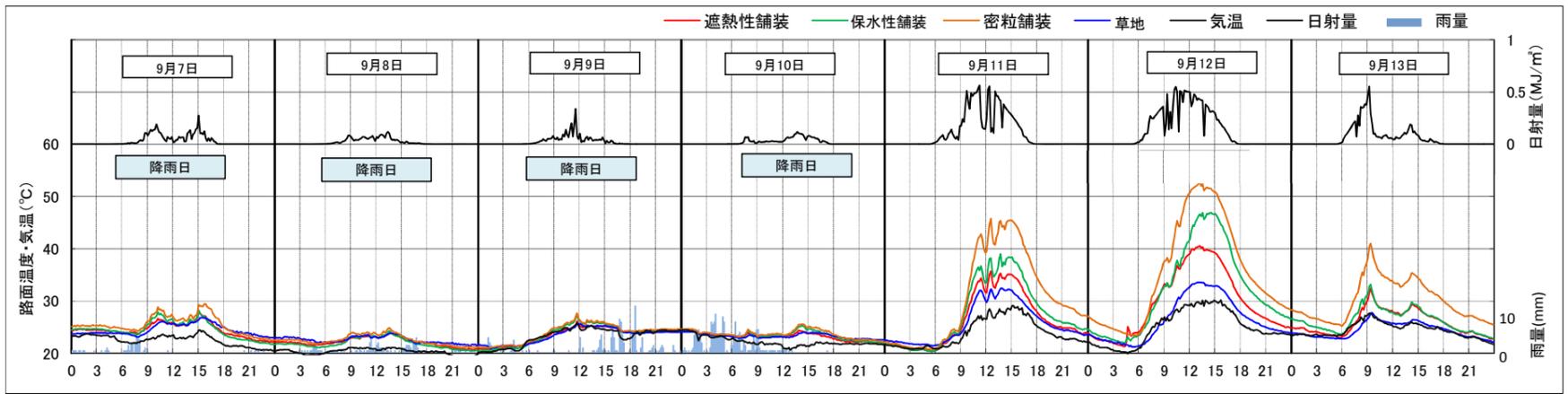
遮熱	10.4 °C(12:00)	5.8 °C(11:00)	1.7 °C(0:00)	8.2 °C(12:40)	3.4 °C(14:20)	1.7 °C(13:20)	1.7 °C(11:00)
保水	3.7 °C(17:30)	2.8 °C(11:50)	1.6 °C(0:00)	6.7 °C(13:00)	3.5 °C(0:10)	1.3 °C(13:20)	1.1 °C(10:10)



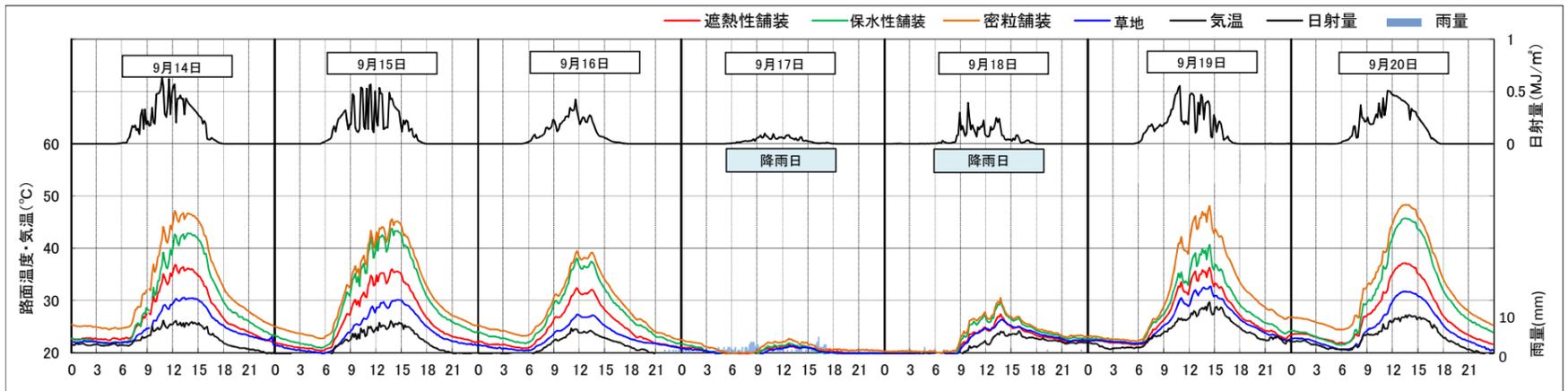
遮熱	2.8 °C(14:50)	4.3 °C(14:40)	9.0 °C(15:00)	11.4 °C(12:50)	12.5 °C(14:10)	9.9 °C(13:50)	6.7 °C(12:30)
保水	2.5 °C(17:20)	3.0 °C(16:50)	7.2 °C(14:50)	4.9 °C(11:40)	8.6 °C(14:10)	5.6 °C(11:40)	2.0 °C(11:30)

遮熱: 一日のうちで、遮熱性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値
 保水: 一日のうちで、保水性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値

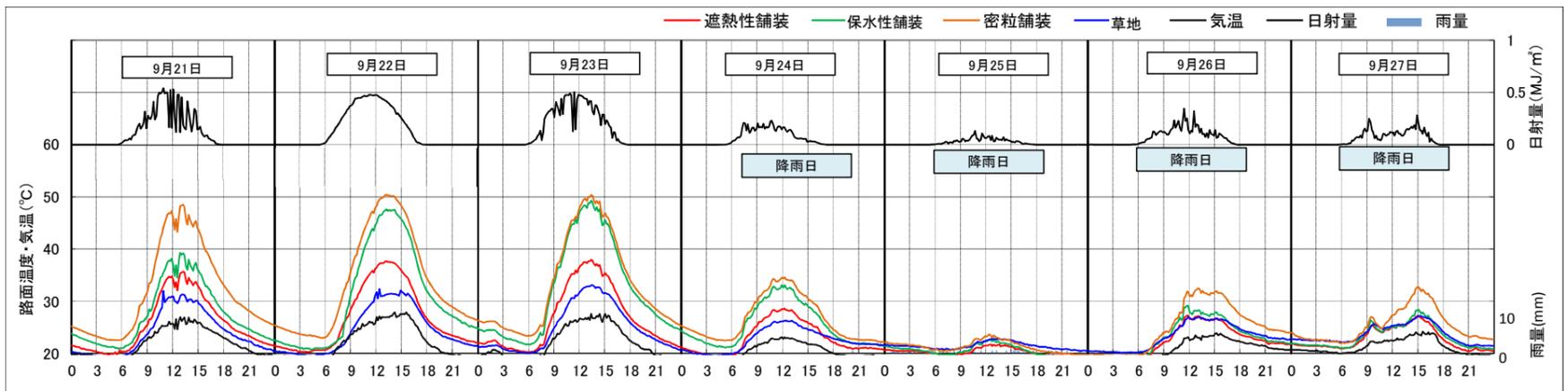
7/13~9/27 関東技術事務所計測結果について (3)



遮熱	2.5 °C(16:30)	1.1 °C(13:20)	1.7 °C(11:30)	1.4 °C(14:20)	10.4 °C(15:00)	12.1 °C(13:30)	8.8 °C(9:10)
保水	3.1 °C(16:30)	0.9 °C(2:40)	0.8 °C(0:00)	0.7 °C(15:50)	7.6 °C(13:50)	9.1 °C(11:50)	7.9 °C(9:30)



遮熱	10.8 °C(14:30)	9.6 °C(14:20)	7.2 °C(13:30)	1.4 °C(13:00)	3.1 °C(13:40)	11.9 °C(14:20)	11.3 °C(13:50)
保水	31.9 °C(9:20)	2.2 °C(16:30)	2.0 °C(14:20)	0.9 °C(21:50)	0.9 °C(5:20)	7.5 °C(14:30)	3.4 °C(9:30)



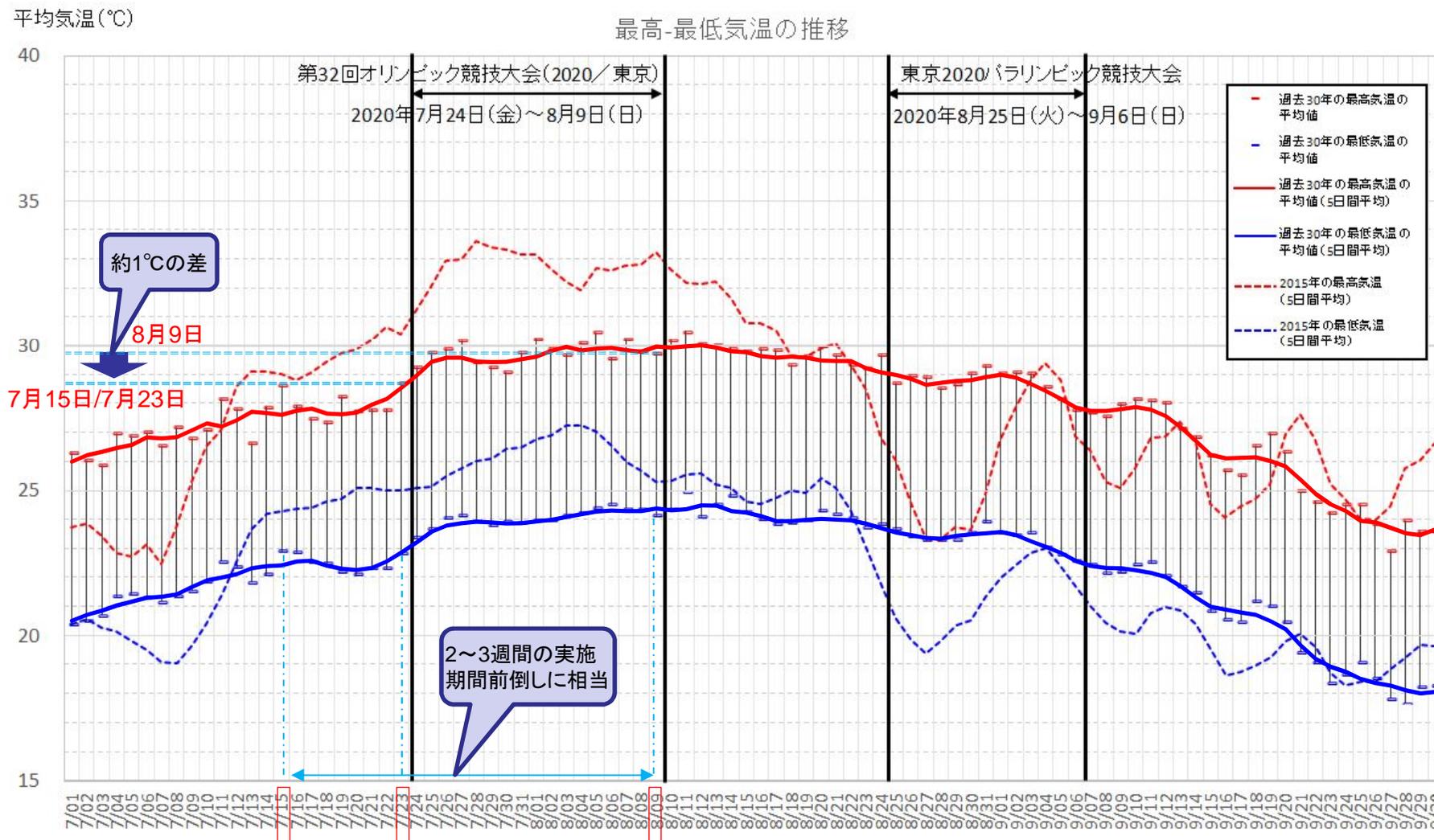
遮熱	12.9 °C(13:00)	12.8 °C(14:00)	12.4 °C(13:30)	6.0 °C(12:10)	2.1 °C(12:20)	5.3 °C(13:00)	5.6 °C(14:50)
保水	9.5 °C(13:00)	7.9 °C(8:00)	1.8 °C(3:20)	2.0 °C(13:30)	1.1 °C(11:30)	4.3 °C(15:50)	4.6 °C(16:40)

遮熱: 一日のうちで、遮熱性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値
 保水: 一日のうちで、保水性舗装と密粒舗装の路面温度の差が最も大きくなった時の値

3. その他の検討事項

東京の気温について(日別最低最高気温)

- ・過去30年の夏の日別の最低気温・最高気温を見ると、オリンピック期間中は最高気温が高い時期が続く傾向にある。
- ・1℃の気温低減効果でも、8月9日のマラソンを7月中旬に前倒しで実施するのと同等の効果となる。

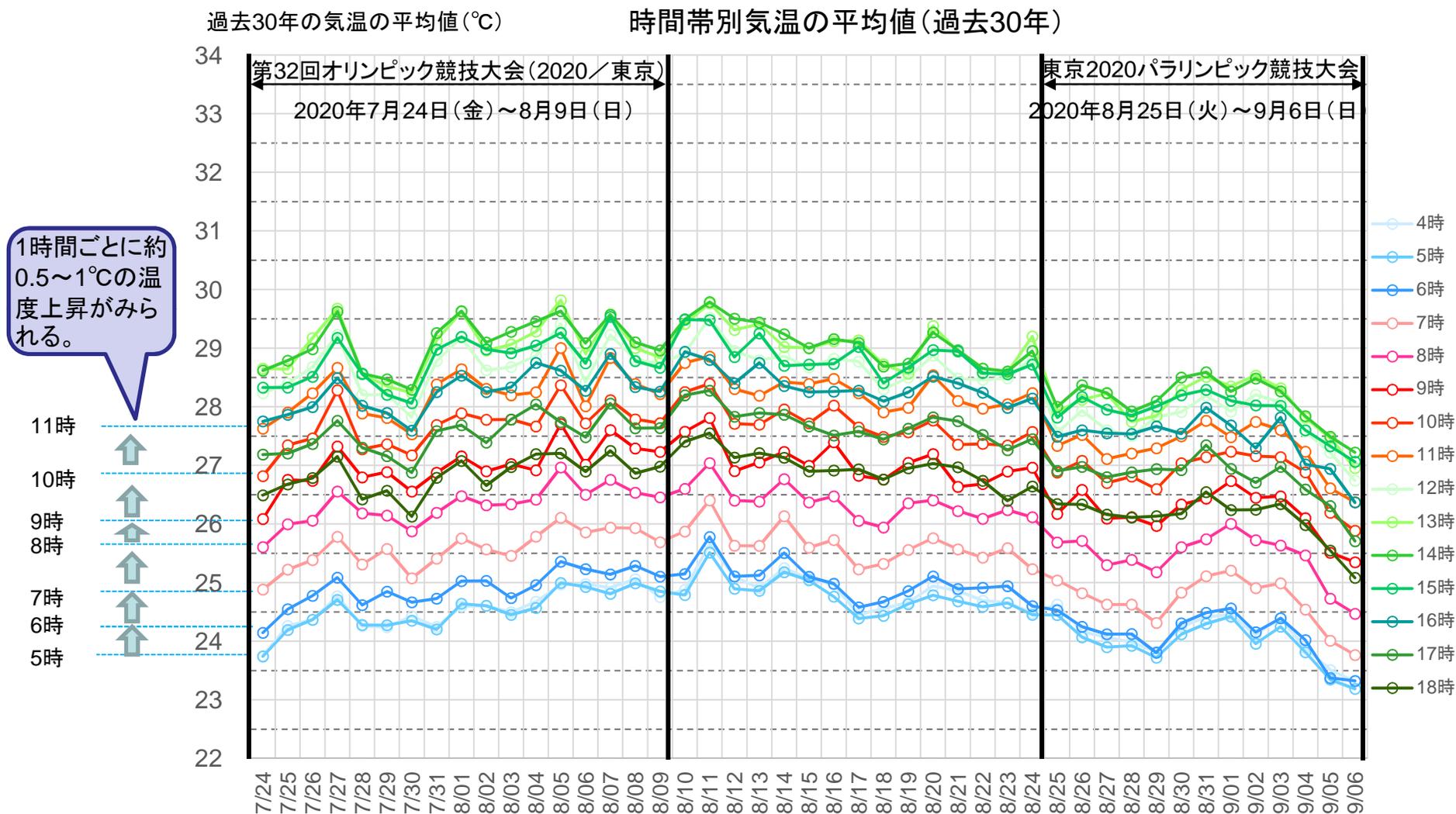


※出典: 気象庁データより作成

※過去30年間: 1986年～2015年の平均

東京の気温について(時間ごとの気温変化)

・オリンピック開催予定期間について、過去30年の時間ごとの東京の気温変化を見ると、午前中では1時間ごとに約0.5～1℃程度気温が上昇している。



※出典: 気象庁データより作成

※過去30年間: 1986年～2015年の平均

散水方法の検討(マラソンコースでの想定)

- ・1台の散水車では必要な水量を散水できないため、車線あたり、1mm散水の場合は連続して13台が、5mm散水の場合は連続して63台が走行する必要がある。
- ・1台の散水車の走行可能距離は25kmのため、全コースに散水する場合、1mm散水では計26台、5mm散水では計126台が必要となる。

【散水量が1mmと5mmの場合の散水車の必要台数の検討】

①速度の検討

25km/h ← 20.6km/h (世界記録)

・選手の前を散水しながら走行
・世界記録はH24を参考

②車線あたり台数の検討

散水能力 1.8L/s

6.9m/s(=25km/h)

3.25m (1車線)

1m

1台あたり1mに撒ける散水量
 $1.8L/s \div 6.9m/s = 0.26L$

必要散水量 (1車線1mあたり)

3.25L 1mm
16.25L 5mm

必要散水量を満たすために必要な台数
1mm散水: $3.25L \div 0.26L = 13$ 台 5mm散水: $16.25L \div 0.26L = 63$ 台

③走行距離の検討

6.9m/s(=25km/h)

6,500L

散水能力 0.26L/m(= 1.8L/s)

東京国道所有 最大規格6,500L

1台の走行可能距離
 $6,500L \div 0.26L = 25,000m (= 25km)$

スタート! →

ゴール ←

・1mm散水の場合: 13台/1車線
・5mm散水の場合: 63台/1車線

1班 → L=25.077km

2班 ← L=17.118km

散水容量限界 折り返し地点

<p>3.25L 1mm</p> <p>1mm散水の場合</p> <p>26台 が必要 (137,134L)</p>	<p>16.25L 5mm</p> <p>5mm散水の場合</p> <p>126台 が必要 (685,689L)</p>
---	---

※車いすマラソンの場合、速度は約1.5倍となることから、26台が水圧を下げながらコース全体の散水を行うことが想定できる。

1. 効果検証内容

- (1) 路面温度上昇抑制機能を有する舗装の「暑熱対策効果」を計測
- (2) 現地で「走りやすさ」等を体感

2. 場所

国道246号南青山五丁目交差点～青山学院前交差点（東京都港区・渋谷区）

3. 時期

平成28年8月下旬（予定）

■国道246号 現地効果検証箇所位置図



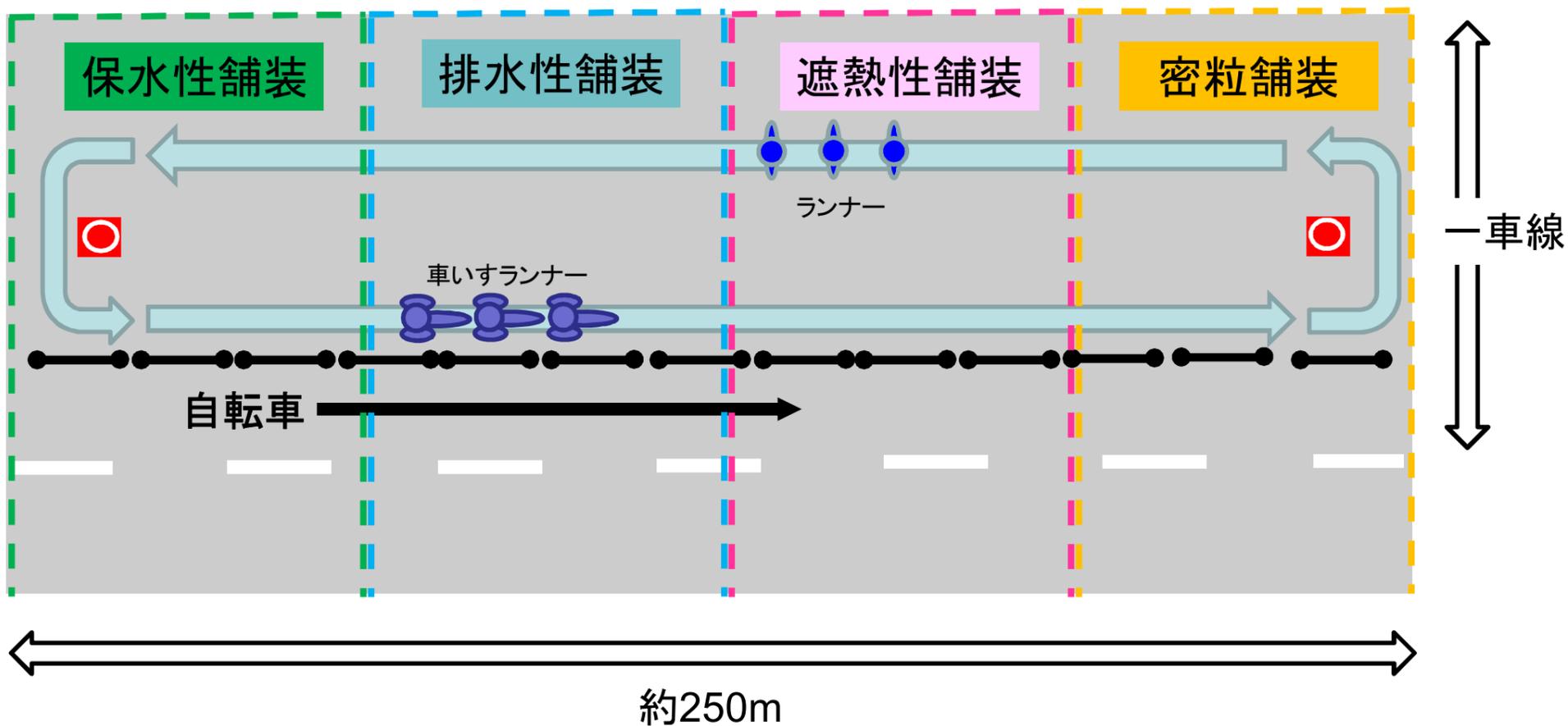
■国道246号現地状況写真



4. 計測項目

- 1) 路面温度
- 2) WBGT
- 3) 気象状況（日射量、降水量、気温・湿度、風向・風速）
- 4) 身体的影響（体温・体感温度、発汗量）

■試走イメージ



※関係機関との調整により変わることがある