

## 6. JR 前橋駅での技術導入検証

### 6.1 実施場所の概要

実施場所は、半屋外環境である JR 前橋駅である。群馬県前橋市は、全国でも有数の暑い地域として知られている。また、JR 前橋駅は中規模の高架下駅であるため、大規模で複雑な形状の駅に比べて温熱環境面での課題が整理しやすい。そのため、暑熱対策技術の導入効果を評価するうえで適していると考えられる。

駅周辺地域は市街化されており、周辺には企業や学校が立地している。主な利用者層として通勤・通学での利用が予想され、1日の平均乗車人員は約1万人である<sup>1</sup>。

図 6.1 に実施場所である JR 前橋駅の位置を、図 6.2 に実施場所の周辺状況写真を示す。

JR 前橋駅は、群馬県の中心都市である高崎駅の北東に位置する JR 東日本の両毛線の駅であり、東西方向の線路に沿った横長の平面形状の駅舎となっている。JR 前橋駅の南北には駅前広場がそれぞれ整備されており、駅前にはゆとりある空間が広がっている。

また、JR 前橋駅の北側には群馬県庁、前橋市役所が立地しており、前橋市によって北側駅前広場の屋根、バスロータリーが近年整備された。なお、北側駅前広場の屋根には暑熱対策としてミスト噴霧設備が設置され、夏季に運用されている。

駅構内は南北を結ぶ改札外通路と、そこから高架のホームまでの経路となる、東西の改札外通路、改札内通路からなる。特徴としてホームへの階段、エスカレータ以外の開口部は有していない。

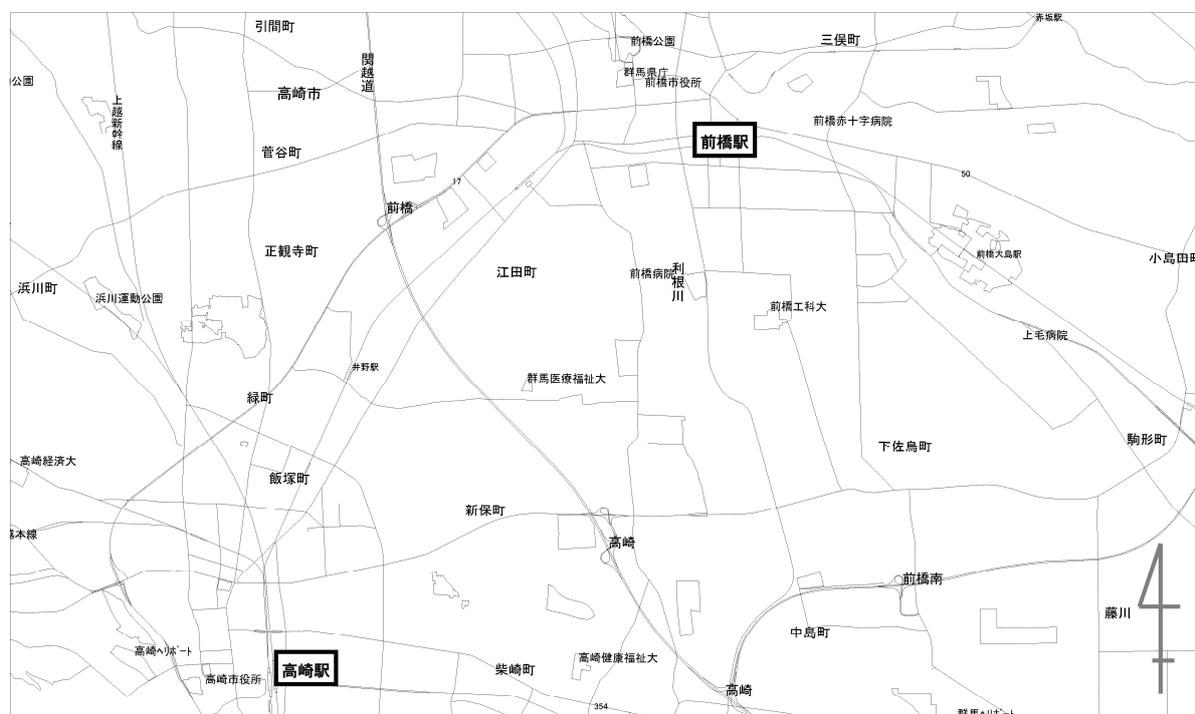


図 6.1 実施場所位置図 (JR 前橋駅)

<sup>1</sup> 参考 URL : [http://www.jreast.co.jp/passenger/2014\\_02.html](http://www.jreast.co.jp/passenger/2014_02.html)

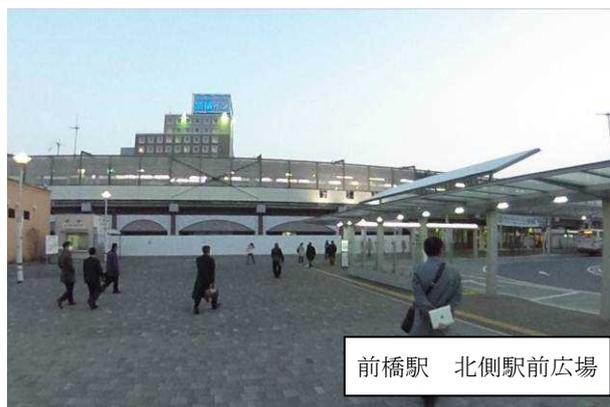


図 6.2 実施場所の周辺状況写真（JR 前橋駅）

## 6.2 実施体制

図 6.3 に示す体制により実施する。

なお、業務の一部を再委任により効率的に実施し、さらに大学等の研究機関から適切な助言等を得つつ有効な事業の実施に努める。また、現況把握、および、技術導入による効果把握のための熱環境測定等、調査実施、調査データの整理、分析については、JRE 設計と早稲田大学田辺研究室、東海大学中野研究室の共同研究として実施する。

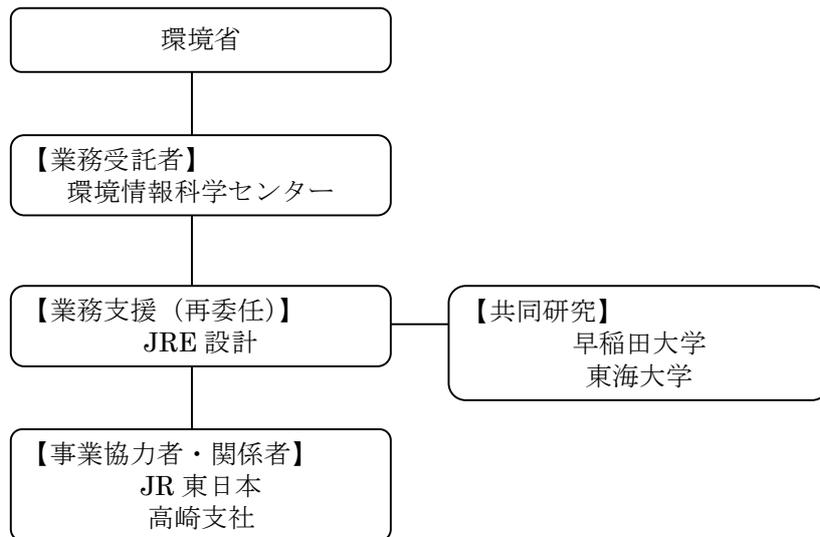


図 6.3 実施体制（JR 前橋駅）

### 6.3 実施スケジュール

2 か年の実施スケジュールを表 6.1 に示す。

平成 27 年度に実施する現況把握にもとづいて暑熱対策として効果的な技術を選定し、平成 28 年度に暑熱対策技術の効果把握を行う。

表 6.1 実施スケジュール（JR 前橋駅）

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
H27 年度	想定 CO2 削減メカニズムの検討		→											
	導入する暑熱対策技術の検討		→											
	熱環境長期測定（現況把握）				→									
	熱環境集中測定（現況把握）					→								
	現況把握データの検討							→						
	H27 年度成果のとりまとめ										→			
H28 年度	暑熱対策技術の試運転、測定準備		→											
	熱環境長期測定（効果把握）			→										
	熱環境集中測定（効果把握）				→	→								
	検証結果の検討							→						
	鉄道駅の検証結果とりまとめ										→			

## 6.4 現況把握調査

対象地における熱環境等の現況を把握するために、平成 27 年度夏季に熱環境調査を実施した。

- ・ 構内は直達日射の影響がないため、屋外に比べ緩やかな温度変化を示す。
- ・ 夕方以降、構内に熱が滞留する。
- ・ 対策導入場所の SET\*は高くても 28℃程度、WBGT も 22～23℃（曇天日）に留まる。
- ・ 構内気流速度は 0.2～0.4m/s 程度（屋外風速 0.6～1.0 m/s）。
- ・ コンコースでは電車の発着にあわせて利用者の通過が発生する利用形態である。

図 6.4 に調査実施場所を示す。熱環境調査は、一般の旅客が利用する JR 前橋駅の改札外、および、改札内コンコースを対象とし、駅職員が利用する駅事務室等は調査の対象外とした。

熱環境調査は、対象環境の経時的な変化を捉えることを目的とする長期測定と、利用者近傍の温熱環境の詳細を捉えることを目的とする集中測定を実施した。

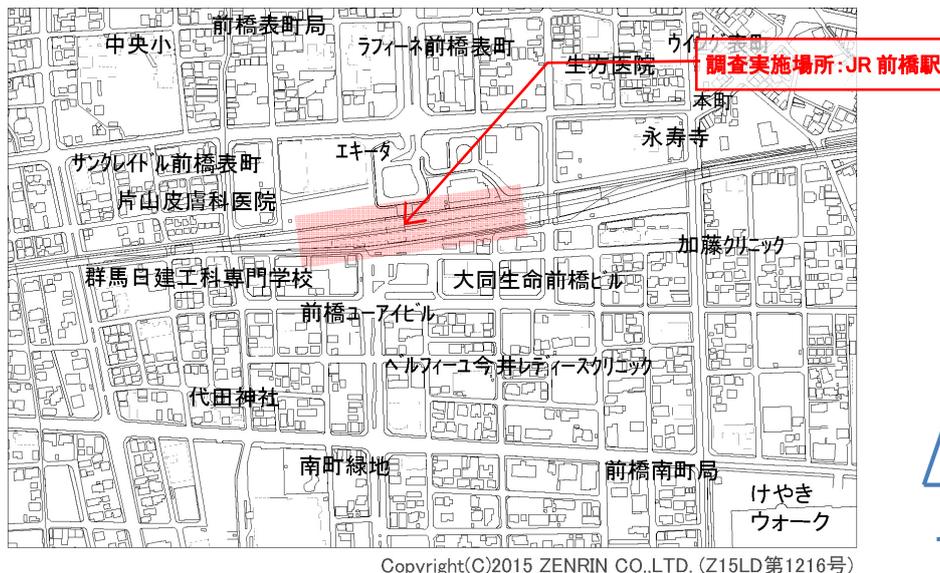


図 6.4 H27 年度調査の実施場所（JR 前橋駅）

### 6.4.1 熱環境調査の実施

#### 1) 実施概要

##### ①長期測定

長期測定は対象地における夏季の熱環境の経時変化を把握するために実施した。

2015 年 8 月 6 日に測定器の設置、2015 年 10 月 23 日に測定器の撤去作業を行い、測定期間全体では 8 月～10 月となっている。ただし、後述するが 2015 年 8 月中旬以降の夏季の気候が著しく冷涼であったため、分析対象データは測定期間前半の晴天日が比較的連続した 2015 年 8 月 6 日から 2015 年 8 月 11 日の 6 日間とした。

表 6.2 に長期測定の測定項目を示す。長期測定は、屋外気象として日射量、風向・風速、温湿度と、駅構内における温湿度を計測した。

表 6.2 長期測定の測定項目一覧 (JR 前橋駅)

測定場所	測定間隔	測定項目
高崎車両センター 屋上	10 分	日射量、温湿度、風向・風速
前橋工科大学 学内 (屋外)	10 分	日射量、温湿度
構内	1 分	温湿度

屋外気象については、JR 前橋駅周辺で測定器の設置が可能な場所がなかったため、JR 前橋駅の西隣の駅である JR 新前橋駅北側に立地する高崎車両センターの屋上において、日射量、および、温湿度、風向・風速の測定を行い (図 6.5)、また、JR 前橋駅の北側に立地する前橋地方気象台 (群馬県前橋市大手町 2-3-1) のデータ、および、提供を受けた JR 前橋駅の南側に立地する前橋工科大学 (群馬県前橋市上佐鳥町 460-1) の学内に設置された測定点のデータより、屋外気象の状況について確認を行った (図 6.6)。

相互のデータの比較により、前橋駅の屋外に設置した測定点 (後述の測定点 17 ホーム、および、測定点 18 北側駅前広場の上家下部) と概ね同様の温度の推移を示しており、高崎車両センター屋上と概ね同様の日射量の変化を捉えることが出来ている前橋工科大学の気象台データを、本対象地の屋外気象データ (日射量、温湿度) とすることとした (図 6.7)。



図 6.5 屋外気象の測定点  
(高崎車両センター 屋上)



図 6.6 屋外気象の測定点  
(前橋工科大学 学内)

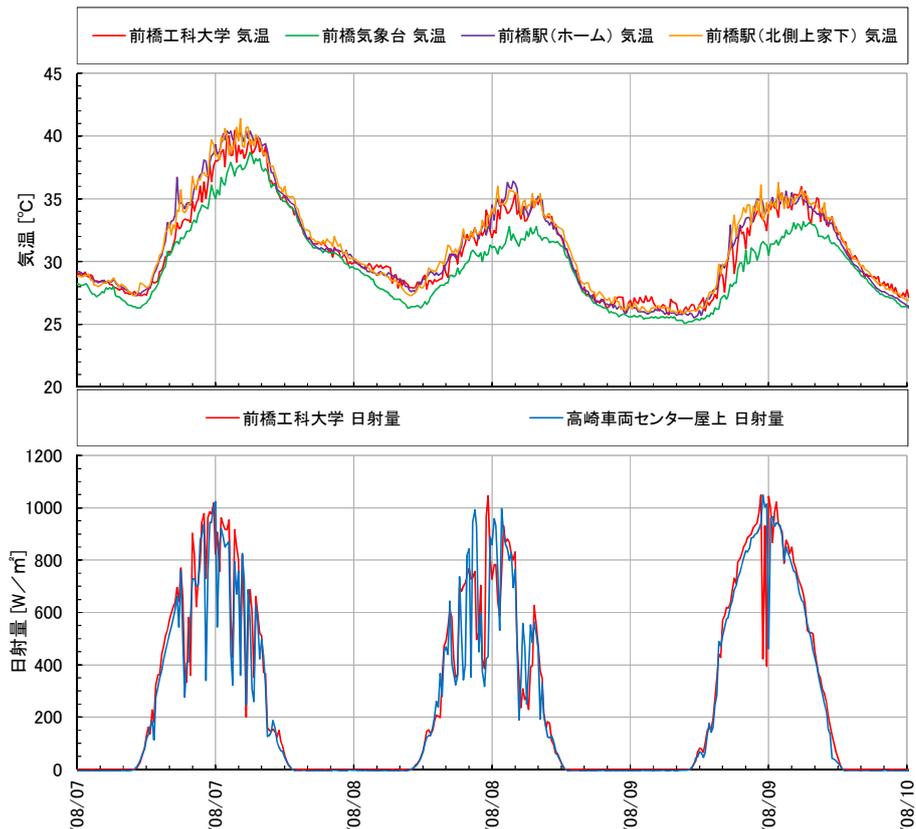


図 6.7 屋外気象データの比較（上：気温／下：日射量）

図 6.8 に JR 前橋駅構内の長期測定点を示す。

測定点は、改札外コンコースに 10 点、改札内コンコースに 6 点、屋外測定点としてホームに 1 点、北側駅前広場の上家下部に 1 点の計 18 点を設けた。なお、長期測定のための測定器設置箇所は、一般の利用者の流動を阻害しないよう、案内サインの吊元、および、天井部分に既設されていた掲示物用の吊金物に固定し、測定高さは床上約 3.0m となっている。

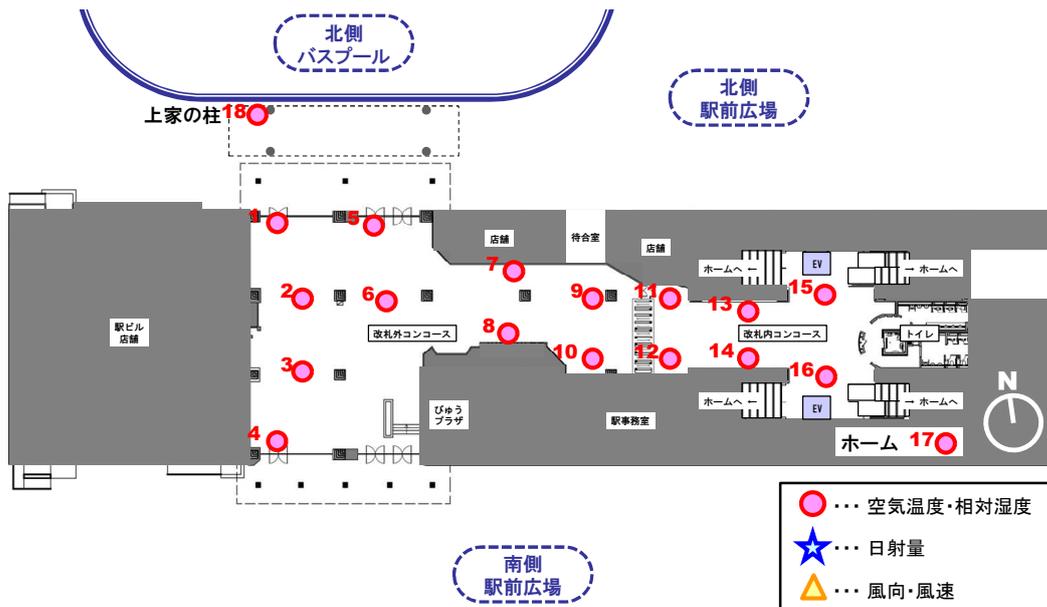


図 6.8 JR 前橋駅構内の温湿度測定点

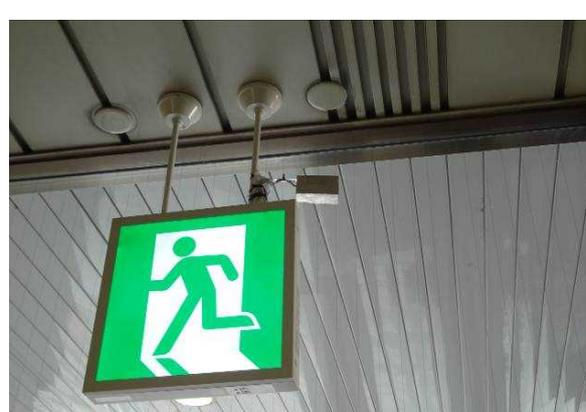


図 6.9 各測定点の機器設置状況①



図 6.10 各測定点の機器設置状況②

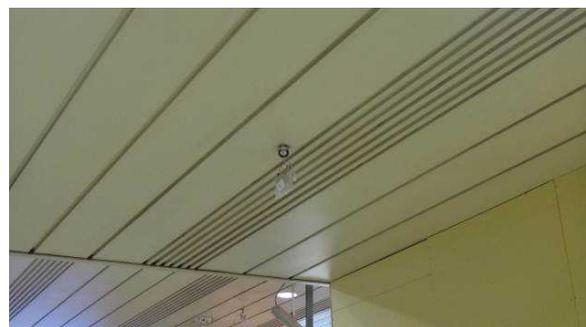


図 6.11 各測定点の機器設置状況③



図 6.12 各測定点の機器設置状況④

## ②集中測定

集中測定では、長期測定では把握が困難な居住域高さにおける温湿度や、長期測定では実施していない温熱環境特性を把握するために実施した。

図 6.13 に集中測定における JR 前橋駅構内の測定点を示す。測定点は、居住域環境測定に 9 点、放射環境測定に 3 点、風環境と CO<sub>2</sub> 濃度測定に各 1 点を設けた。

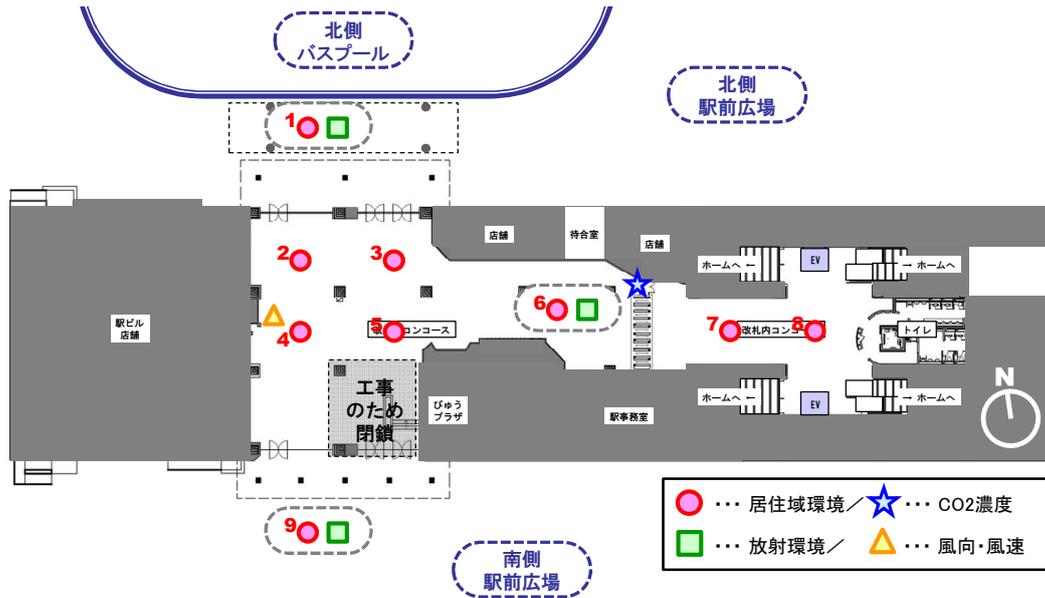


図 6.13 JR 前橋駅構内における集中測定の測定点

集中測定は、8月23日（日）、8月24日（月）、8月28日（金）、8月29日（土）の延べ4日間実施し、10:00~17:00（8月29日のみ10:00~13:00）の1時間毎に各測定項目について計測を行った。

表 6.3 に集中測定の各測定項目の詳細を示す。

集中測定では、居住域環境として測定高さ 1.1m における温湿度、気流速度、グローブ温度の計測と、放射環境として測定高さ 1.1m における長短波放射収支の計測、および、構内熱画像の撮影、風環境として構内における風向・風速の計測、構内の空気滞留状況の目安として改札付近における測定高さ 1.1m の CO2 濃度の計測を実施した。

また、利用者の JR 前橋駅構内における温熱環境に対する心理量を求めるために、熱的快適性調査も併せて実施した。

表 6.3 集中測定の測定項目一覧（JR 前橋駅）

測定項目	使用機器	測定間隔等
居住域環境	温湿度計	1 分間隔 3 分間の測定値の平均を測定値とした
	グローブ温度計（黒色・ピンク色）:(φ 40mm)	グローブ温度は 3 分間静置後の値を測定値とした
	熱線式風速計	1 秒間隔の 180 サンプルの平均を測定値とした
放射環境	長短波放射収支計 構内熱画像	上下、前後、左右の 6 面を捉えた 3 軸方向それぞれで 10 秒間隔 4 分間静置後の定常値を測定値とした
風環境	風向・風速計	10 秒間隔
CO2 濃度	CO2 濃度計	10 分間隔



図 6.14 集中測定の実施状況

### ③施設利用状況

集中測定の際に実施した熱的快適性調査の設問に、利用者の施設利用状況（利用目的、到着後経過時間、滞在予定時間）を尋ねる項目を設けた。

日中のコンコースにおける滞在人数、および平均滞在時間を計数することを計画したが、JR 前橋駅の利用特性として、駅構内における滞在人数が極端に少なかったため、滞在人数および平均滞在時間の計数は取り止めとした。

表 6.4 に熱的快適性調査の内容を示す。

表 6.4 集中測定時の熱的快適性調査の内容

◆ 回答者属性					
性別	性別をお聞かせ下さい				
	男性	女性	—	—	—
年齢	年齢をお聞かせ下さい				
	10歳代	20歳代	30歳代	—	—
	40歳代	50歳代	60歳以上	—	—
	職業をお聞かせ下さい				
職業	社員/自営業等	主婦	学生	パート/アルバイト	その他
◆ 施設利用状況					
利用目的	前橋駅を日頃どのような目的で利用されますか				
	通学/通勤	遊び/旅行	駅での買い物	待ち合わせ	その他
利用頻度	前橋駅を日頃どの程度の頻度で利用していますか				
	ほぼ毎日	週に数回	月に数回	ほとんど利用しない	—
滞在時間	この場所についてからどの程度の時間が経過していますか				
	5分未満	10分程度	20分程度	30分以上	—
◆ 熱的快適性評価					
温冷感	いま、この場所での暑さ・寒さの程度はどうか				
	暑い	暖かい	やや暖かい	どちらでもない	—
	やや涼しい	涼しい	寒い	—	—
適温感	いま、この場所での暑さ・寒さがどうあれば良いと思いますか				
	今よりも涼しい方が良い	このままで良い	今よりも暖かい方が良い	—	—
気流感	いま、この場所で風を感じますか				
	はい	いいえ	—	—	—
適気流感	いま、この場所での風がどうあれば良いですか				
	今よりも強い方が良い	このままで良い	今よりも弱い方が良い	—	—
熱的 快不快感	いま、この場所での快適さ・不快さの程度はどうか				
	非常に快適	快適	やや快適	どちらでもない	—
	やや不快	不快	非常に不快	—	—
熱的 受容度	いま、この場所での暑さ・寒さを受け入れられますか				
	受け入れられる	受け入れられない	—	—	—
乾湿感	いま、この場所での湿度をどう感じますか				
	非常に湿っている	湿っている	どちらでもない	乾いている	非常に乾いている
適乾湿感	いま、この場所での湿度がどうあればよいと思いますか				
	今より高い方が良い	このままで良い	今より低い方が良い	—	—

## 2) 結果概要

### ①長期測定

はじめに、2015年8月、9月における外気温の変化傾向を図6.15に示す。

駅舎の温熱環境に関する既往研究<sup>2</sup>では夏季を平均気温が安定して25℃を超えている期間と定義しており、その定義にもとづくと8月23日までが25℃を超えている夏季となるが、16日～23日は25℃をまたいで平均気温が上下している。また、8月12日以降は曇天日や雨天日が多く、お盆明けはかなり気温が低下した状態が続いていたことが分かった。そのため、8月11日までが夏季の気候として妥当であると判断した。中でも、晴れが3日間連続していた8月9日～8月11日の中日である、8月10日を夏季晴天日の代表日として、8月10日（以降、晴天代表日）における外気温と日

<sup>2</sup> 海野ほか、駅空間における夏季温熱環境の改善手法に関する研究 その1～その4、日本建築学会大会学術講演会、2013・2014

射量の経時変化を図 6.16 に示す。

日射量のピークは 10:00~12:00 にかけてみられ、 $900 \text{ W/m}^2$ 程度であった。外気温は 12:00~15:00 頃までピークが継続しており、最高気温は約  $38^\circ\text{C}$ となっていた。一方、最低気温は 6:00 頃にみられ、概ね  $26^\circ\text{C}$ 程度となっていた。

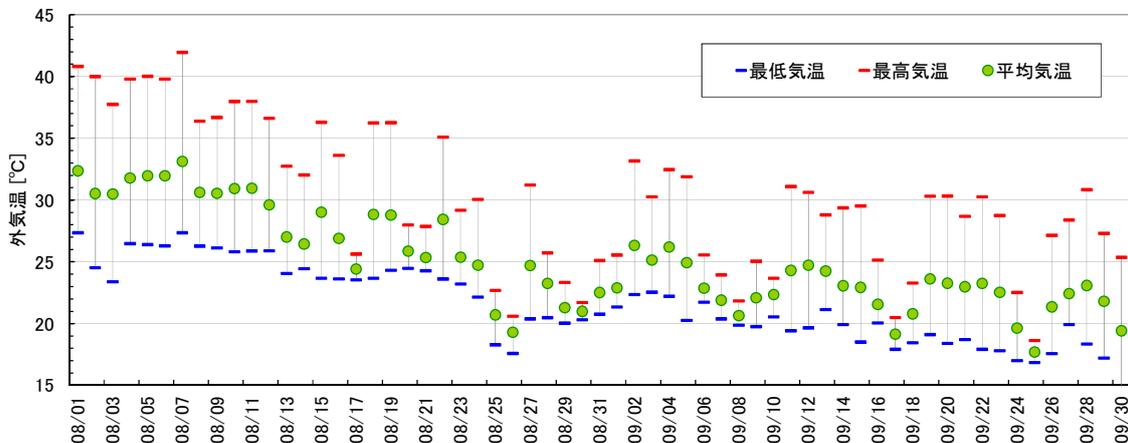


図 6.15 2015 年 8 月、9 月における外気温の推移

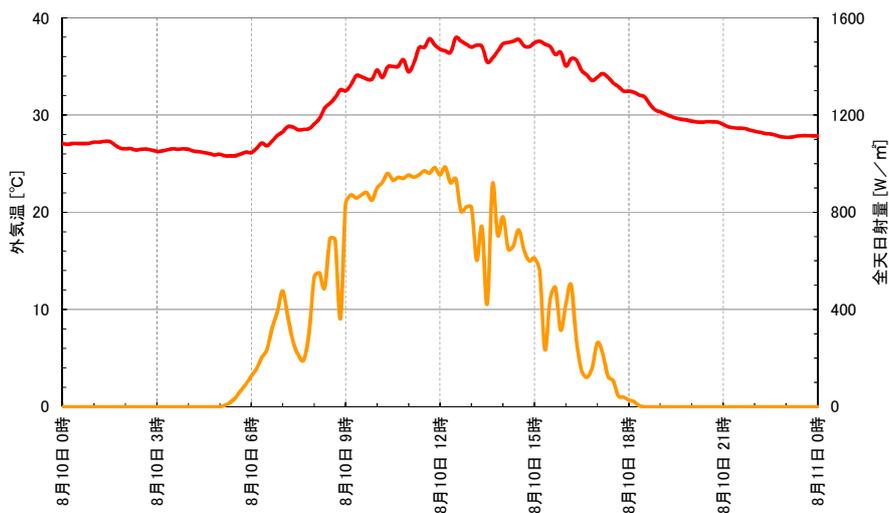


図 6.16 外気温（赤線）、日射量（黄線）の経時変化（晴天代表日・8 月 10 日）

つづいて、JR 前橋駅構内における長期測定の結果として、晴れが 3 日間連続していた 8 月 9 日～8 月 11 日の気温、および相対湿度を図 6.17 に示す。なお、凡例に示す各系列は各測定点番号と対応しており、表 6.5 に示すとおりである。

なお、測定結果について、改札内コンコースの測定点 14 については、センサ不良のため気温、相対湿度ともに欠測していた。

測定結果をみると、いずれの日も類似した経時変化傾向を示しており、午前中は外気温の上昇に伴って、構内気温も上昇する傾向がみられる。ただし、構内における気温の上昇の程度が外気温の

上昇に比べて緩やかであり、9:00 頃には屋外と構内の気温が逆転する傾向がみられ、17:00 頃までは外気温を構内気温が下回る傾向が継続することがわかる。

また、18:00 以降の構内気温の変化傾向も緩やかであり、外気温が低下する夕方から夜間にわたって構内気温が外気温ほどは低下せず、30℃程度で推移する傾向がみられた。

表 6.5 JR 前橋駅構内の測定点番号リスト

	測定点	気温 ラベル	相対湿度 ラベル		測定点	気温 ラベル	相対湿度 ラベル
改札外1 (南北方向に抜ける通路)	測定点1	TA01	RH01	改札内1 (改札内の東西方向通路)	測定点11	TA11	RH11
	測定点2	TA02	RH02		測定点12	TA12	RH12
	測定点3	TA03	RH03		測定点13	TA13	RH13
	測定点4	TA04	RH04		測定点14	TA14	RH14
	測定点5	TA05	RH05	改札内2 (階段・エスカレータ下)	測定点15	TA15	RH15
	測定点6	TA06	RH06		測定点16	TA16	RH16
改札外2 (改札までの東西方向通路)	測定点7	TA07	RH07	ホーム上家	測定点17	TA17	RH17
	測定点8	TA08	RH08	北側駅前広場 (上家の柱)	測定点18	TA18	RH18
	測定点9	TA09	RH09				
	測定点10	TA10	RH10				

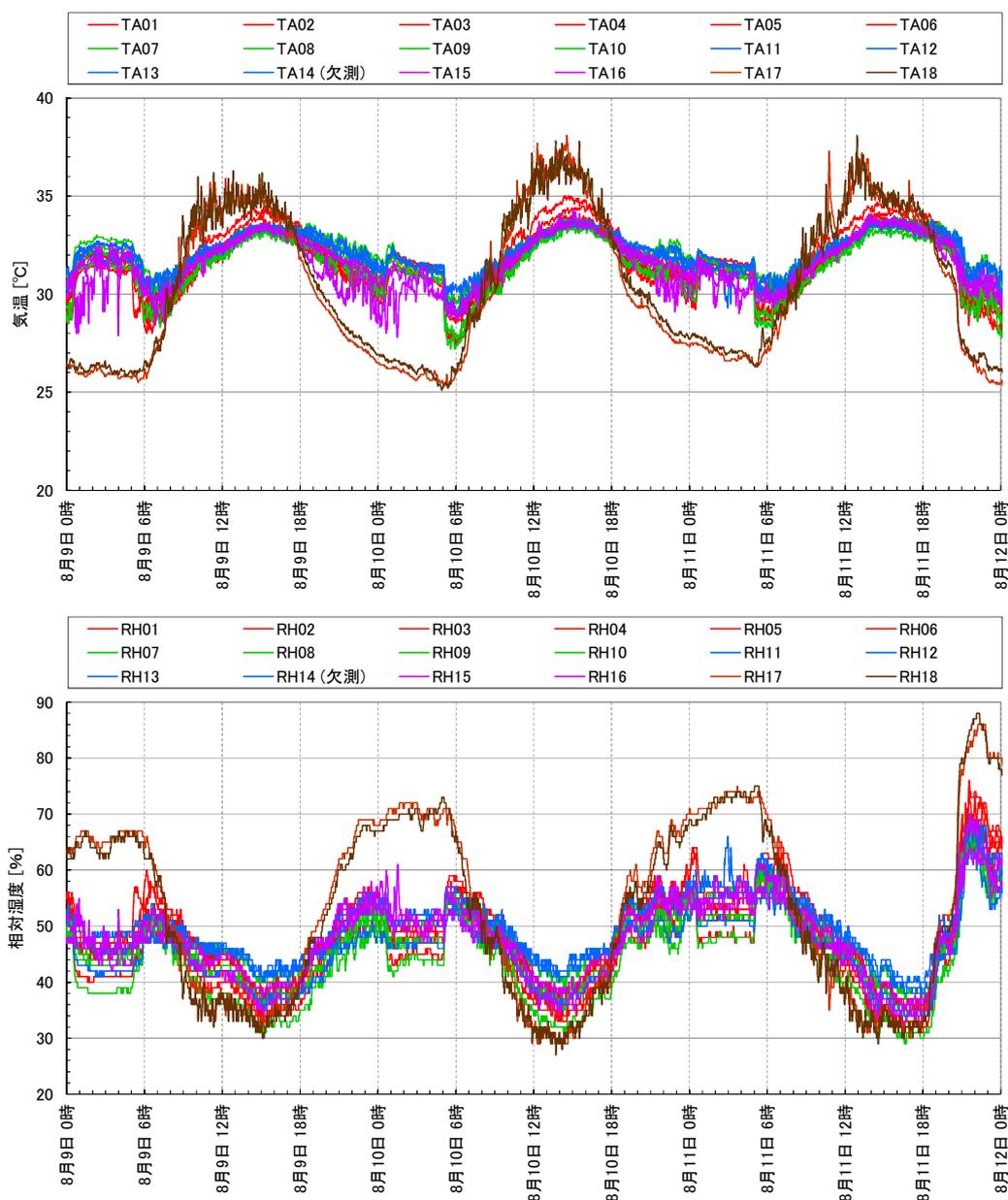


図 6.17 JR 前橋駅構内における長期測定結果（上：気温／下：相対湿度）

次に、晴天代表日である 8 月 10 日の気温の経時変化傾向を図 6.18、気温の平面分布を図 6.19 に示す。

なお、凡例は前述の表 6.5 と同様で、上図が改札外コンコースの南北に通過可能な開口部のある自由通路の測定点、中図が改札外コンコースの東西方向に通過する自由通路、および、改札内コンコースの改札付近の測定点、下図が改札内コンコース、および屋外の測定点の結果を示しており、TA17 は比較対象としたホームの測定点である。

全体的には、先述したとおり、構内の熱が有効に排出されておらず、夕方から夜間にかけて構内気温が外気温に比べて高くなっており、熱が滞留する傾向が窺える。

各図を仔細に確認すると、1:00～5:00の夜間、改札外コンコースの南北の出入り口を閉鎖しており、その結果、同時間帯において、外気温は26℃程度と低下しているにもかかわらず、顕著に気温が高くなっていることがわかる。また、日中の傾向として、改札外コンコースの開口部付近の測定点であるTA01とTA04では、屋外の高温の空気が流入するため、他の測定点に比べて気温が高い傾向がみられる。

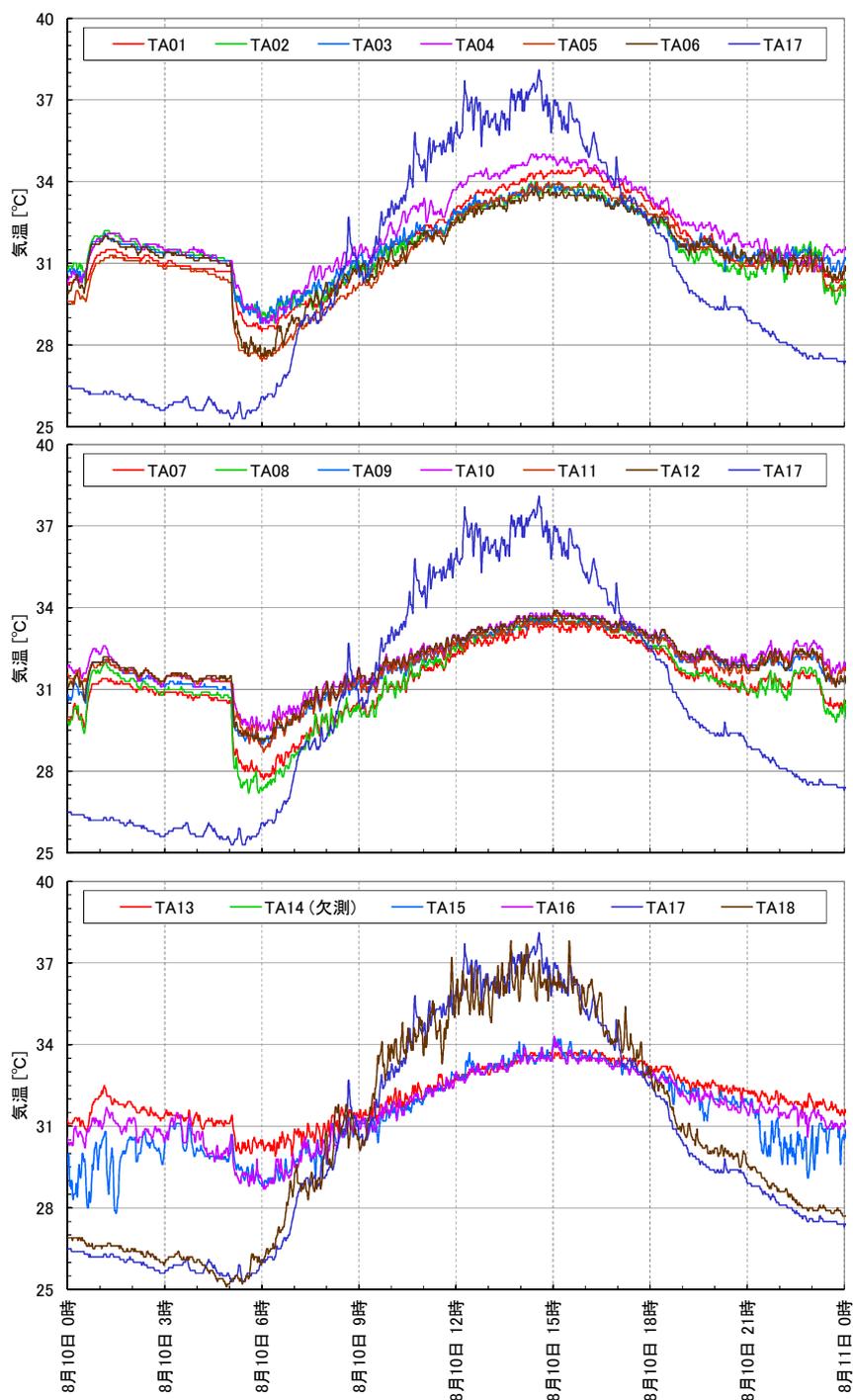


図 6.18 JR 前橋駅構内における気温の経時変化 (晴天代表日・8月10日)

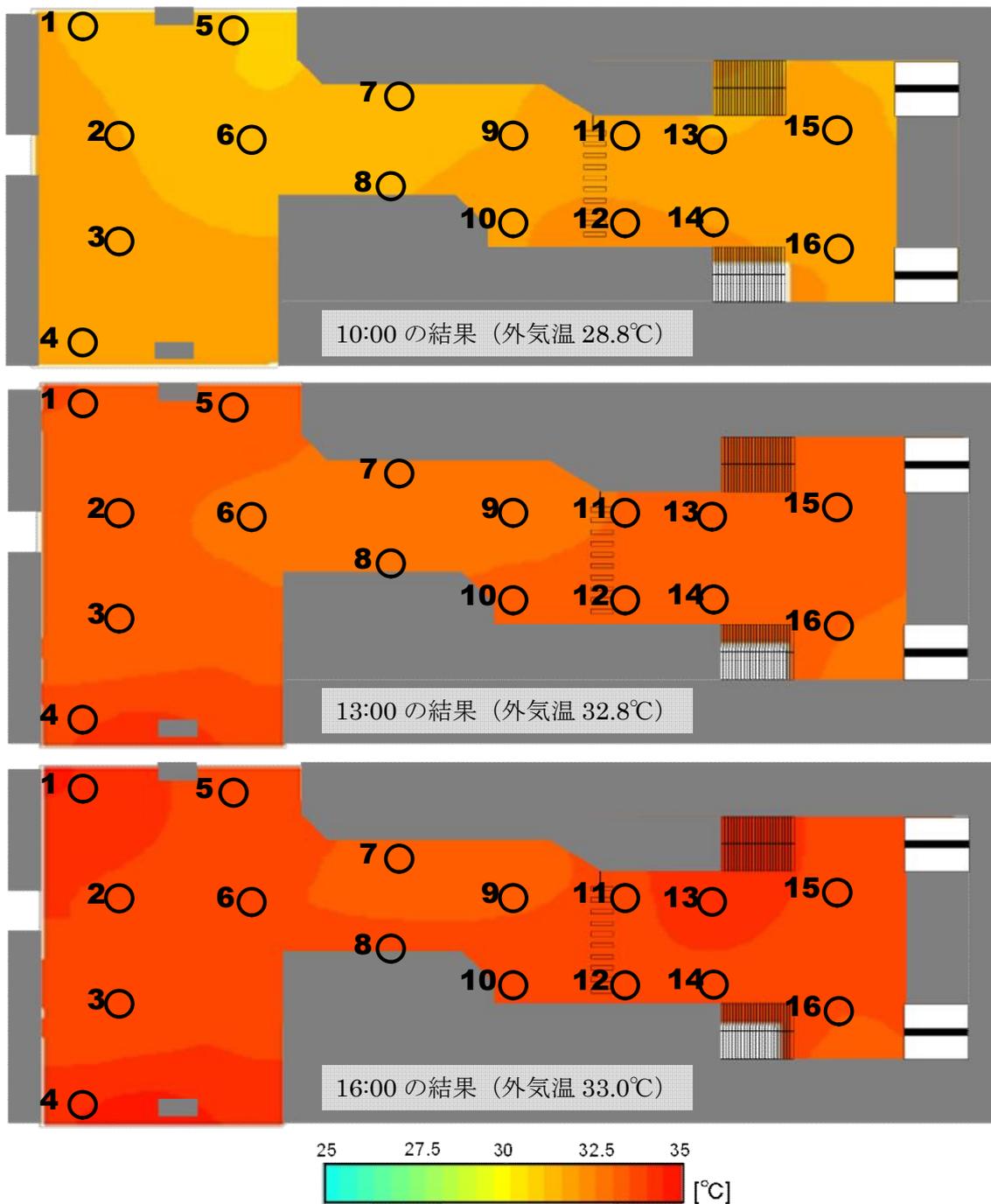


図 6.19 JR 前橋駅構内における気温の平面分布（晴天代表日・8月10日）

一方で、TA05、TA06、TA07、TA08 では、開口部が開放された直後、他の測定点比べて値が低くなる傾向がみられ、屋外の低下した空気が影響が及ぶことが窺える。

また、改札内コンコースの測定点である TA13 では、構内に設置した測定点の中で最も高い値で推移する傾向がみられた。

改札内コンコースでは、通路の突きあたり部分に階段、エスカレータが設置され、屋外空間と接しているが、それ以外には改札外コンコースから改札内コンコースにかけて有効な開口部が無いこ

とから、最も熱が滞留しやすい空間となっている可能性が示唆される。

最後に、TA15、TA16 では、いずれも階段、エスカレータ下に設置した測定点であるが、TA15の方が時間経過に伴う値の変動が大きく、北側の階段やエスカレータから、屋外空気の影響を受けやすいことがわかる。

## ②集中測定

表 6.6 に集中測定を実施した 8 月 23 日（日）、8 月 24 日（月）、8 月 28 日（金）、8 月 29 日（土）の 4 日間の天候を示す。いずれの日も、曇天日であり、8 月 24 日のみ一時晴、それ以外は、一時雨であった。

また、集中測定の際に実施した熱的快適性調査、および、利用者の施設利用状況（利用目的、到着後経過時間、滞在予定時間）の把握については、4 日間で得られた延べ回答者数が 56 件（各日内訳：8 月 23 日 18 件、8 月 24 日 18 件、8 月 28 日 12 件、8 月 29 日 8 件）であった。JR 前橋駅の利用形態として、発着する電車にあわせて利用者が往来し、構内にはほとんど滞在することなく通過するという傾向であったことから、構内の滞在者を対象とした熱的快適性調査等についての回答者数が非常に少ない状況となっている。

表 6.6 集中測定の実施各日における天候（気象庁・過去の気象データ<sup>3</sup> より）

	昼（6:00～18:00）
2015年8月23日（日）	曇、一時雨
2015年8月24日（月）	曇、のち一時晴
2015年8月28日（金）	曇、のち一時雨
2015年8月29日（土）	雨、のち曇

次に、集中測定の結果として、構内の風向・風速測定結果を図 6.20、居住域環境測定による気流速度の平均値を図 6.21 に示す。

集中測定各日ごとの構内の風向・風速測定結果をみると、いずれの日も風速は 0.3～0.5 m/s 程度、風向は南方向であった。これより、南北に開口部がある改札外コンコースでの計測であるため、夏季の卓越風向である南側から外気が流入し、北側開口部に流れていることが確認できる。

つづいて、各時間帯に計測を行った居住域環境測定による結果をみると、屋外の測定点が 0.6～1 m/s 程度の風速が得られているのに対して、いずれの測定点も 0.2～0.4 m/s 程度と非常に低い値となっていた。

<sup>3</sup> <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>

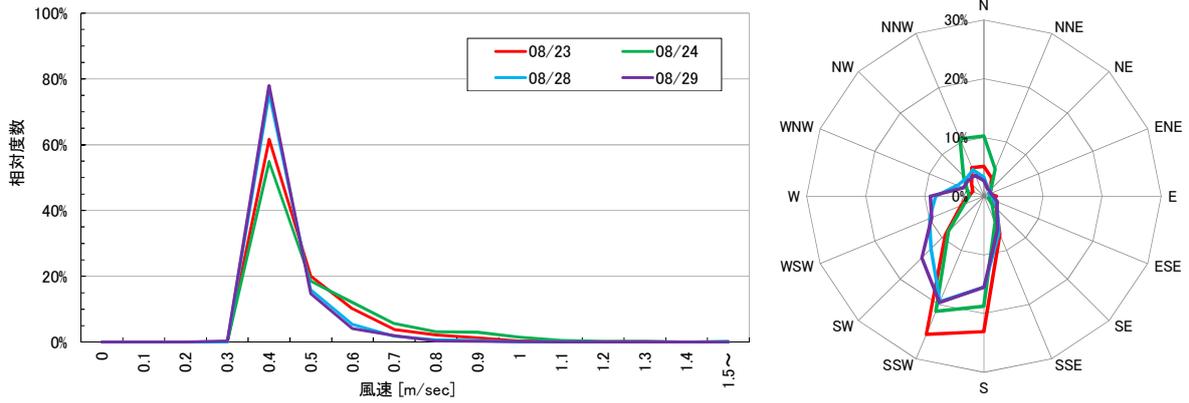


図 6.20 構内の風向・風速測定結果（集中測定）

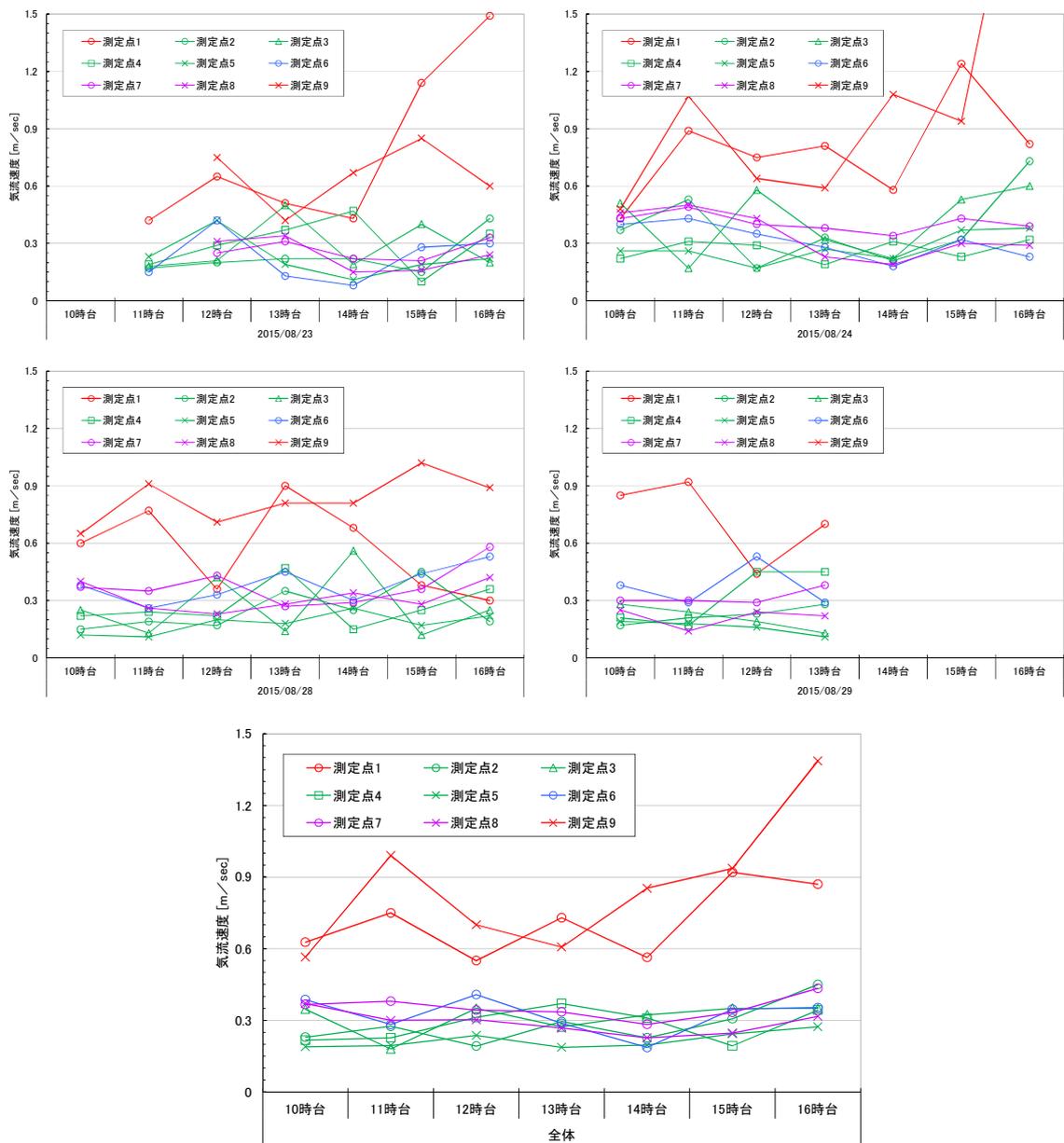


図 6.21 居住域環境測定における気流速度測定結果（集中測定）

次に、居住域環境測定による気温、および、グローブ温度測定結果を図 6.22 に示す。また、8月23日の14時台における構内熱画像を図 6.23 に示す。

これより、気温とグローブ温度の傾向は概ね共通しており、屋外の日射の影響を受ける測定点1、測定点9が気温に比べて高い値を示しており、特に南側の測定点9のグローブ温度は、曇天日にもかかわらず気温に比べて5°C程度高い値となっていた。

また、構内熱画像をみると、グラフの傾向と同様に、均一な温度環境となっており、一部、内照式の案内サインや券売機などが高温となっていた。ほとんど同一の表面温度ではあるが、天井面が床面に比べて若干温度が高い様子がうかがえる。

以上より、JR前橋駅構内の放射環境は、局所的な不快を引き起こす高温か所はみられず、全体的に一様な放射環境であることが確認できた。

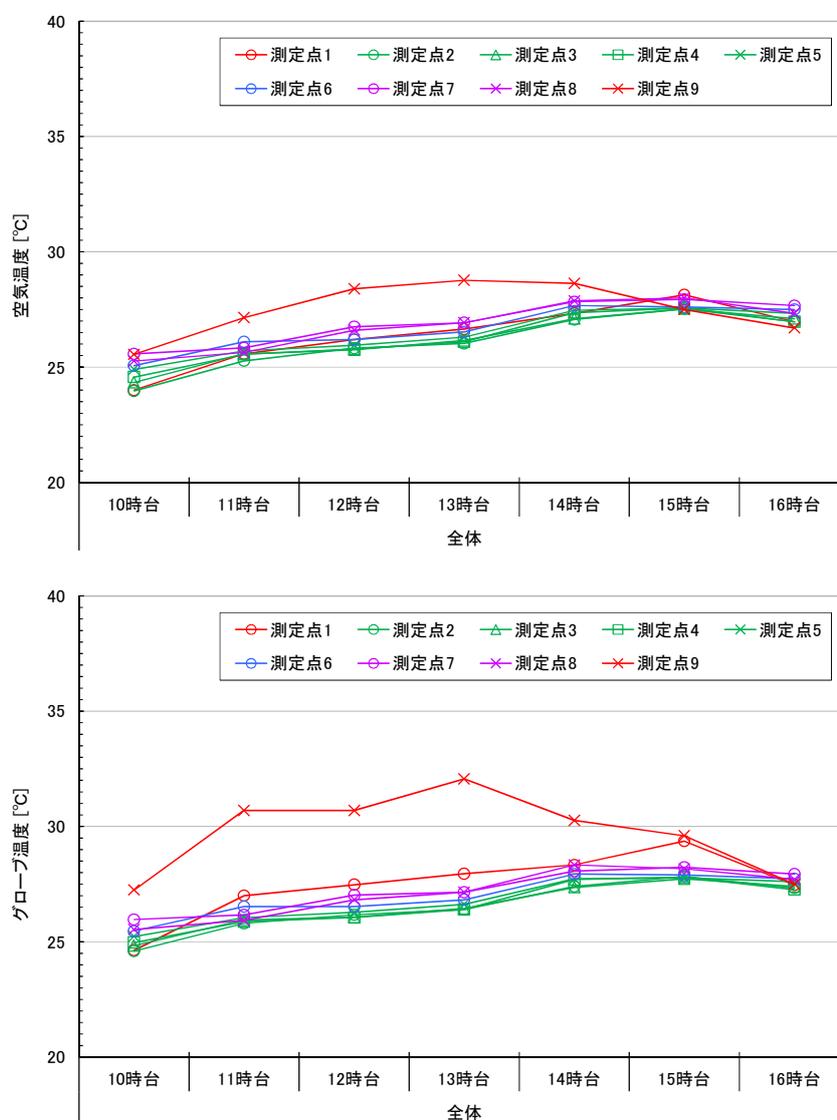


図 6.22 居住域環境測定における気温とグローブ温度測定結果（集中測定）

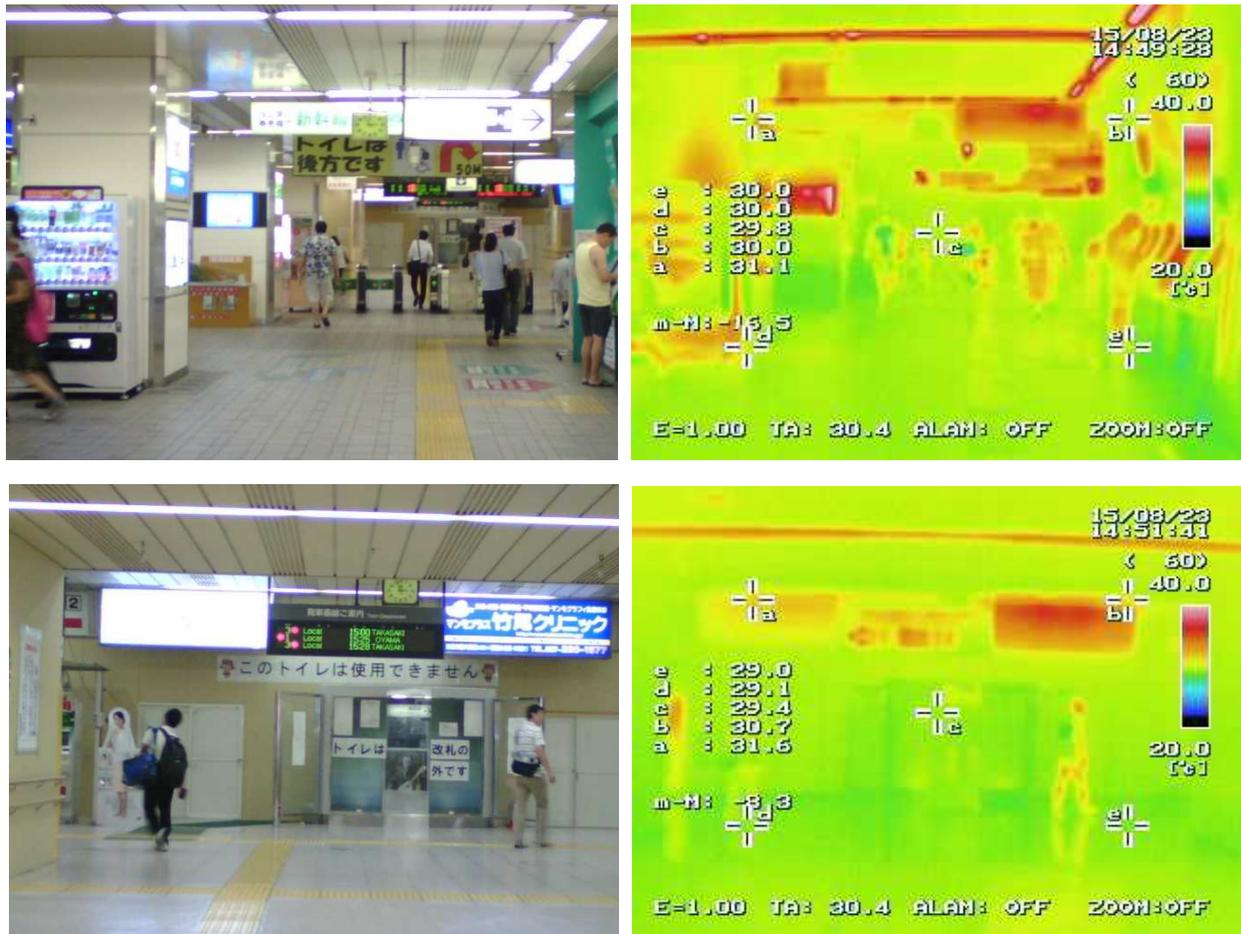


図 6.23 8月23日14時台における構内熱画像（上：改札外／下：改札内）

次に、JR 前橋駅構内の熱環境について、総合的な熱環境評価を行うために、居住域環境測定 の値を用いて、SET\*、およびに WBGT の値を求めた。なお、SET\*の算出にあたっては、気温、相対湿度、気流速度、平均放射温度は居住域環境の測定結果を用い、着衣量は夏季を想定した 0.5 clo、代謝量は歩行時を想定した 1.6 met とした。

SET\*の算出結果を図 6.24、WBGT の算出結果を図 6.25 に示す。

集中測定を実施した各日は、いずれも曇天であったため、前述したとおり構内の気温が低く、SET\*、WBGT とともにあまり上昇する傾向はみられず、駅舎の温熱環境研究に関する既往研究<sup>4</sup>でしきい値とされている SET\*32℃を超える状況はみられなかった。

SET\*の値が比較的高かった 8月23日、および 8月24日の結果をみると、構内の SET\*の値は概ね 29℃で推移しており、測定点ごとの違いをみるならば、改札内の測定点である測定点 7、測定点 8 において若干値が高い傾向がみられ、南北の開口部により通風が得られている改札外コンコースに比べて、熱環境としては不利な状況にあることが窺える。

<sup>4</sup> 河又ほか、大規模空調空間を有する駅の熱的快適域に関する研究 その 1～その 4、日本建築学会大会学術講演会、2012

つづいて、WBGTの結果をみると、屋外の測定点である測定点1と測定点9を除いた測定点では、日ごとに概ね一定の値で推移していた。

WBGTの算出では、算出に用いる温熱環境の値として気流速度が含まれないため、気温、グローブ温度など今回の測定で測定点ごとの違いがあまりみられていないことから、このような傾向を示したと考えられる。

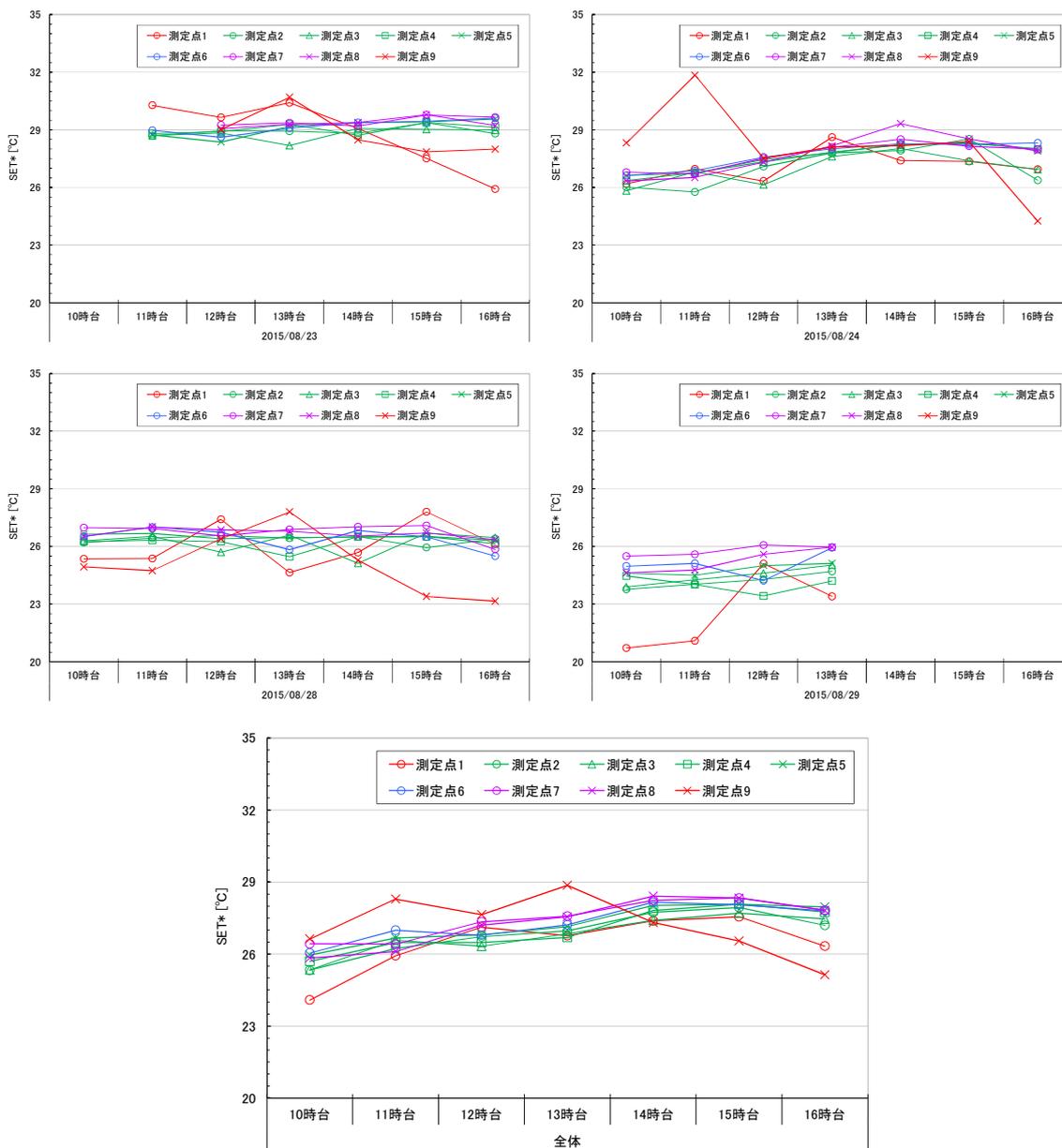


図 6.24 居住域環境測定結果にもとづく SET\*算出結果 (集中測定)

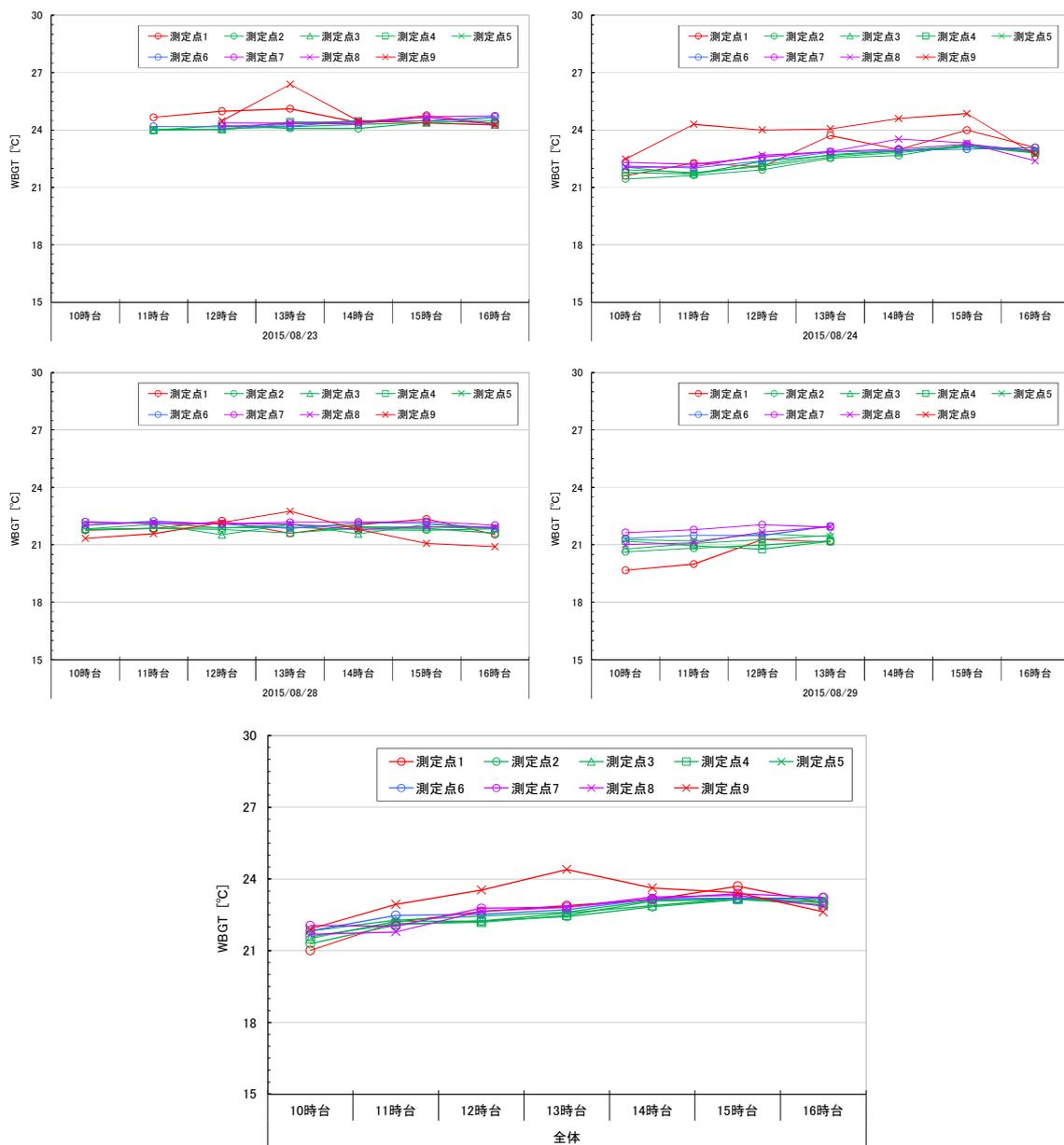


図 6.25 居住域環境測定結果にもとづく WBGT 算出結果（集中測定）

集中測定時の居住域環境測定結果にもとづいて算出した SET\*、WBGT 結果は、いずれも曇天日であったため、前述したとおりあまり温度が上昇しておらず、夏季の状況を反映しているとは言い難い側面がある。したがって、夏季晴天時を想定した SET\*、WBGT を算出することとした。

SET\*の算出では、気温、相対湿度を長期測定データより用い、平均放射温度は気温と同等、気流速度は集中測定の結果を参考とし、より不利な環境を想定して 0.1 m/s として設定した。また、着衣量は夏季を想定した 0.5 clo、代謝量は歩行時を想定した 1.6 met とした。WBGT の算出では、長期測定においてグローブ温度を測定していないため、構内環境のみを計算対象とし、黒球温度を乾

球温度と同等して算出を行った。なお、SET\*、WBGT のいずれも夏季の晴天代表日である 8 月 10 日の長期測定データを用いた。

SET\*の算出結果を図 6.27、WBGT の算出結果を図 6.28 に示す。

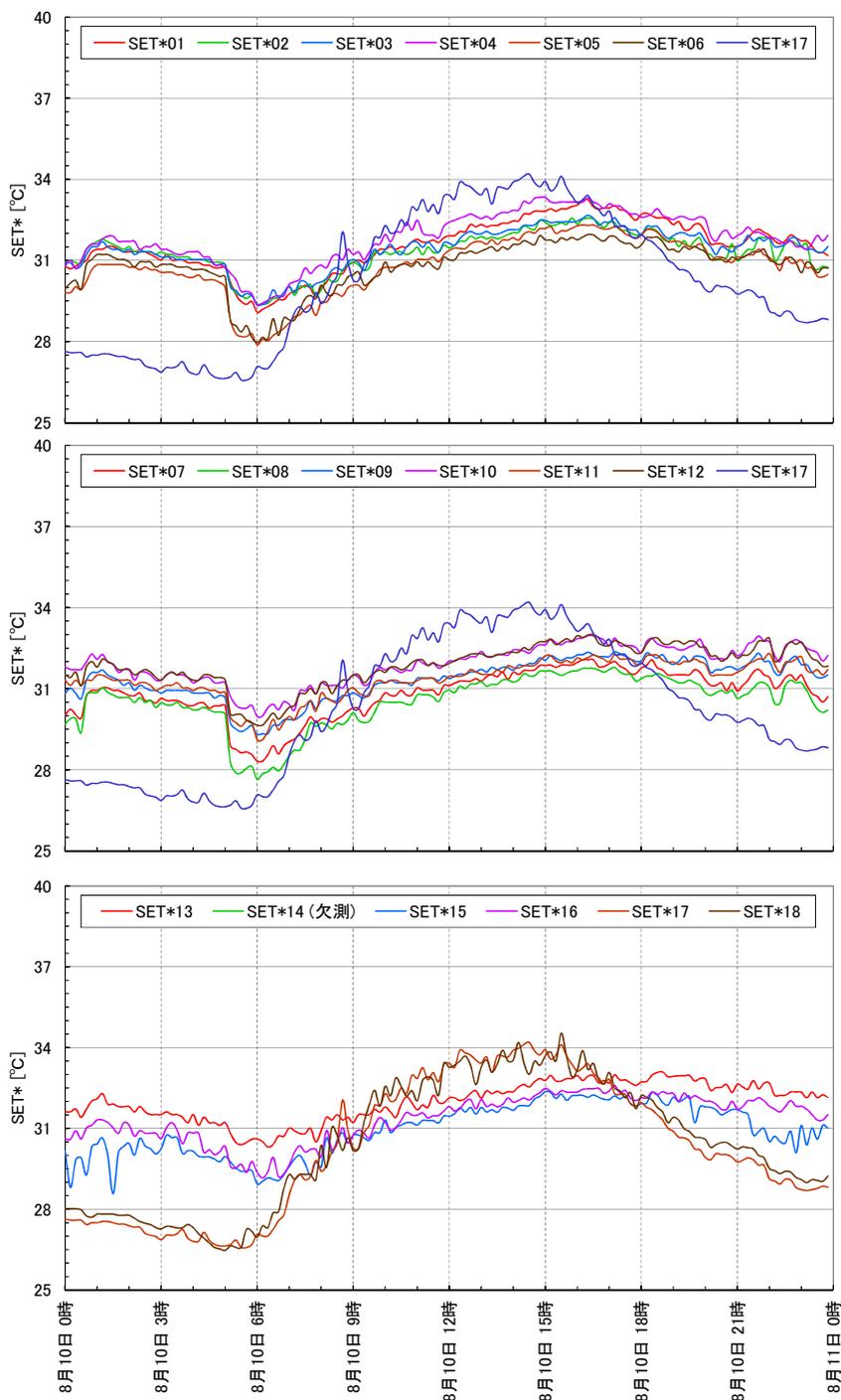


図 6.26 居住域環境測定結果にもとづく SET\*算出結果 (晴天代表日・8 月 10 日)

SET\*の算出結果より、しきい値である SET\*32°Cを超える状況が各測定点にみられた。特に、改札内コンコースの測定点である SET\*13 では、11:00 頃から SET\*32°Cを超えており、そ

の状況が深夜の 0:00 頃まで継続していた。その他の改札付近の測定点でも SET\*32℃を超える状況がみられ、通風が得られにくい場合、この部分の熱環境が悪化しやすいと考えられる。

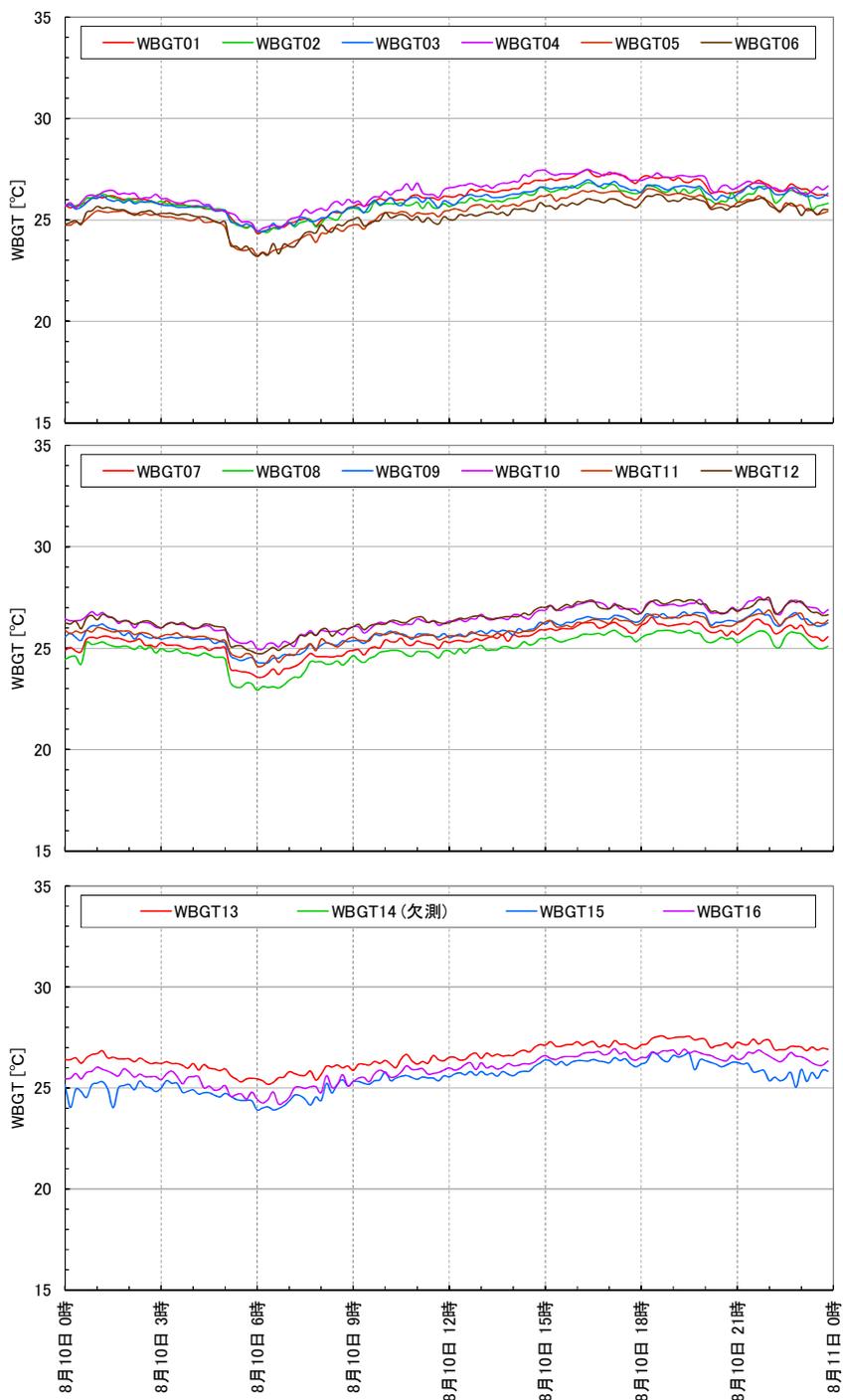


図 6.27 居住域環境測定結果にもとづく WBGT 算出結果（晴天代表日・8月10日）

一方、WBGT の結果では、放射環境がそれほど悪化した状況ではないため、WBGT28℃を超えるような測定点はみられなかった。

最後に、集中測定の日における改札付近での CO2 濃度測定結果を図 6.29 に示す。

いずれの日も概ね 500ppm 程度で値が推移しており、利用環境の変化に伴う CO2 濃度の変動はみられないことが確認できた。

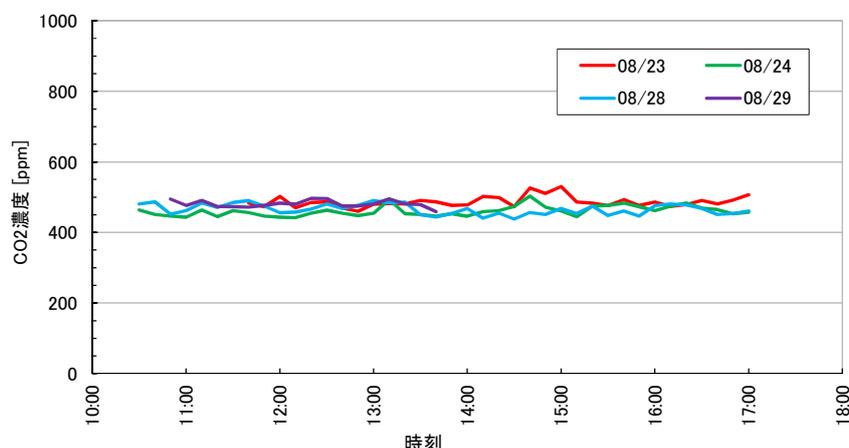


図 6.28 改札付近での CO2 濃度測定結果（集中測定）

### ③熱的快適性調査、および、利用者の施設利用状況

集中測定の際に実施した熱的快適性調査の結果を図 6.29、図 6.30 に示す。

4 日間で得られた延べ回答者数は、前述したとおり 56 件であった。

回答傾向は、性別では概ね男女同数、年齢では 19 歳以下が約 5 割を占めている。また、職業では、年齢と関連して学生が多くを占めている。

施設利用状況として、利用目的では「待ち合わせ」が約 20%、「通勤、通学」が約 30%、「遊びや旅行」が約 30%となっており、JR 前橋駅の主な利用者は通勤、通学が中心であるためその傾向が現れると想定していたが、その他の利用が多くみられる結果となっていた。

また、利用頻度では「ほとんど利用しない」と「月に数回」で 6 割が占められており、普段あまり利用していない方の回答が多かったと言える。

回答時点での滞在時間は、「5 分未満」と「10 分程度」で約 8 割が占められており、発着する電車にあわせて駅を利用する短時間滞在者が多い傾向がみられた。

つづいて、温冷感では「暑い」側の回答が 3 割程度みられ、適温感でも「今よりも涼しいほうが良い」の回答がほぼ同様の 3 割程度みられた。

一方、熱的快不快感では、不快側の申告は 2 割程度に留まっており、熱的受容度でも 8 割程度が「受け入れられる」と回答されている。

集中測定時の SET\*の結果からも同様の傾向が窺え、測定結果と熱的快適性調査の回答に整合性が取れていることが確認できた。

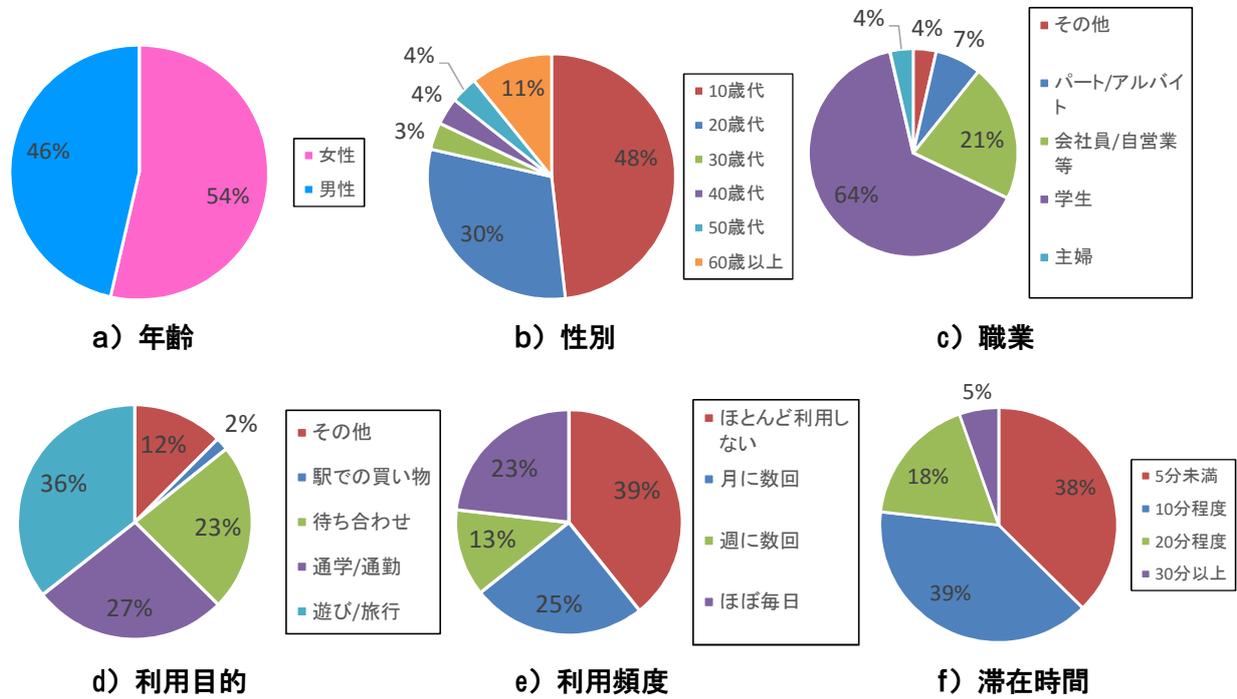


図 6.29 熱的快適性調査の回答結果（集中測定 属性、施設利用状況）

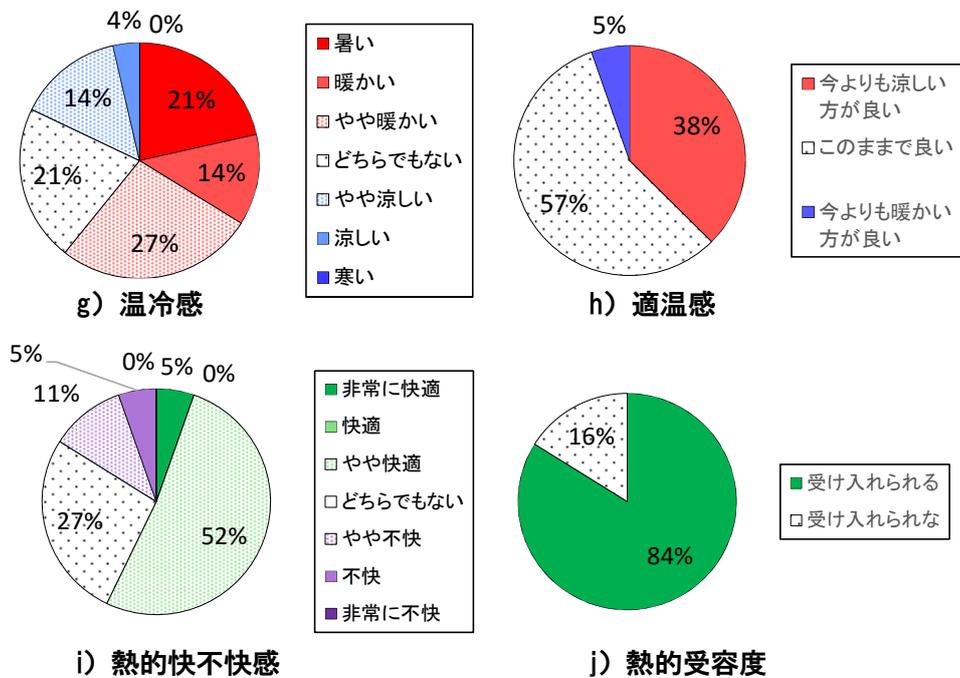


図 6.30 熱的快適性調査の回答結果（集中測定 熱的快適性評価）

## 6.5 技術の選定と効果予測

JR 前橋駅に導入する暑熱対策技術を図 6.31 に示す。現地での施工の可否、および現況把握のための実測調査をとおして最も効果が高いと考えられる天井冷房システムを改札内コンコースに設置することとした。

天井冷房システムの選定、および、設置位置決定の理由は、JR 前橋駅構内の気流速度が低く、気温が高いという測定結果と、2. 2.1.1 に示したように天井冷房システムは、気流速度が低く、空気が滞留しやすい空間で冷却効果を得られやすい技術であるということから、JR 前橋駅構内における熱環境の改善効果が期待できること、更には CO<sub>2</sub> 削減メカニズムに最も効果的に影響すると考えられる技術と考えられることから天井冷房システムを採用した。参考資料 1 で示したメーカーの組み立て工場内の環境は、壁面等の断熱性能が非常に低く（無断熱）、内部空間の気温が上昇しやすいという点で、駅舎の特徴と類似していたため、同様な効果が得られると予測される。

また、設置位置は、南北の開口部からの通風により気流が乱れやすい改札外コンコースではなく、改札内コンコース部分に設置することが、システムの特性上、合理的かつ熱環境改善の高い効果が期待できる。

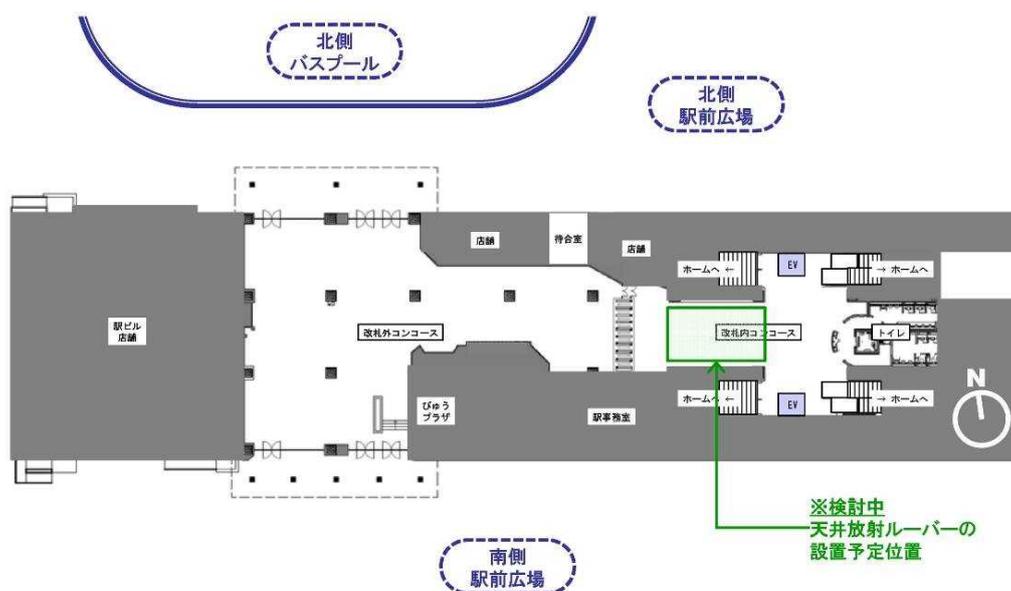


図 6.31 暑熱対策技術の設置位置

## 6.6 技術の導入

### 6.6.1 設計図と設計の際の留意点

JR 前橋駅における天井冷房システムの設置範囲を図 6.32、図 6.33 に示す。

設置範囲は、改札内コンコースのスロープ部分の天井、約 50 m<sup>2</sup>の範囲とし、同図にこの範囲に天井冷房システムの設置を計画するうえで、場所の制約などの留意が必要な点を示した。

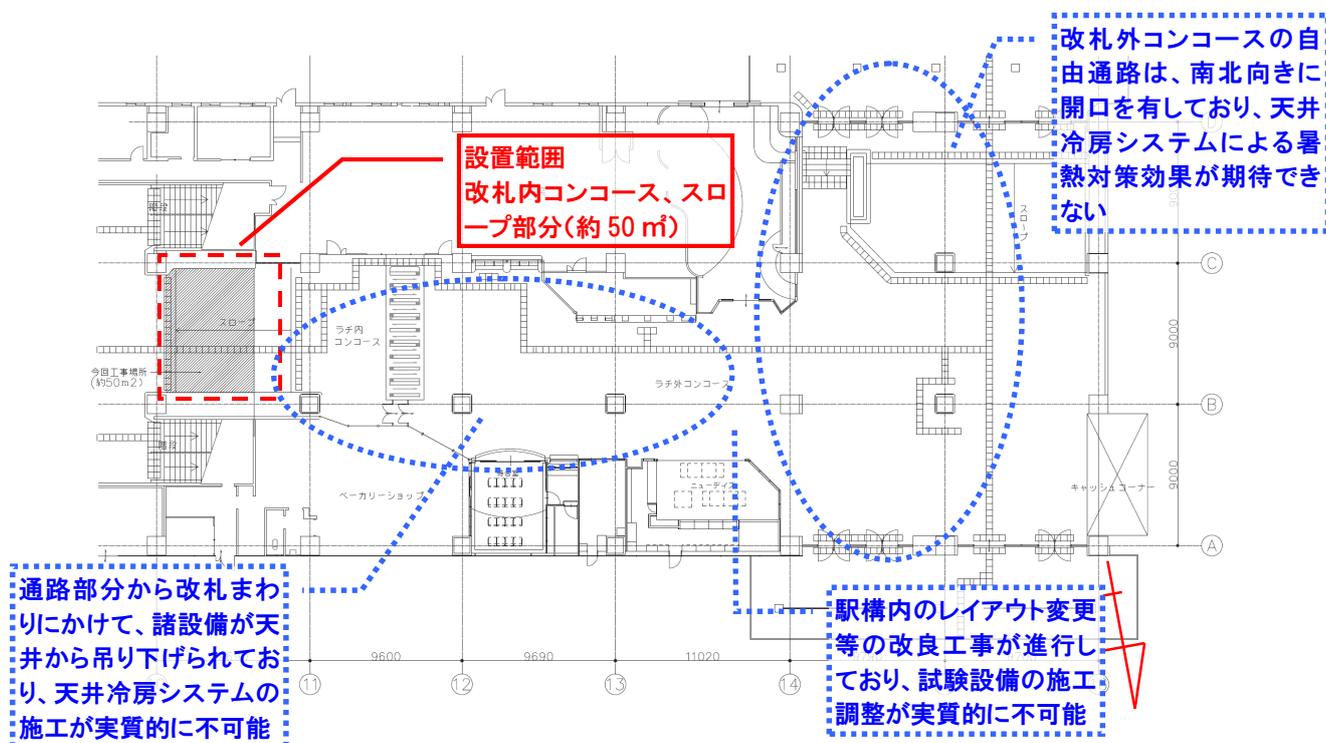


図 6.32 JR 前橋駅平面図（天井冷房システムの設置位置）

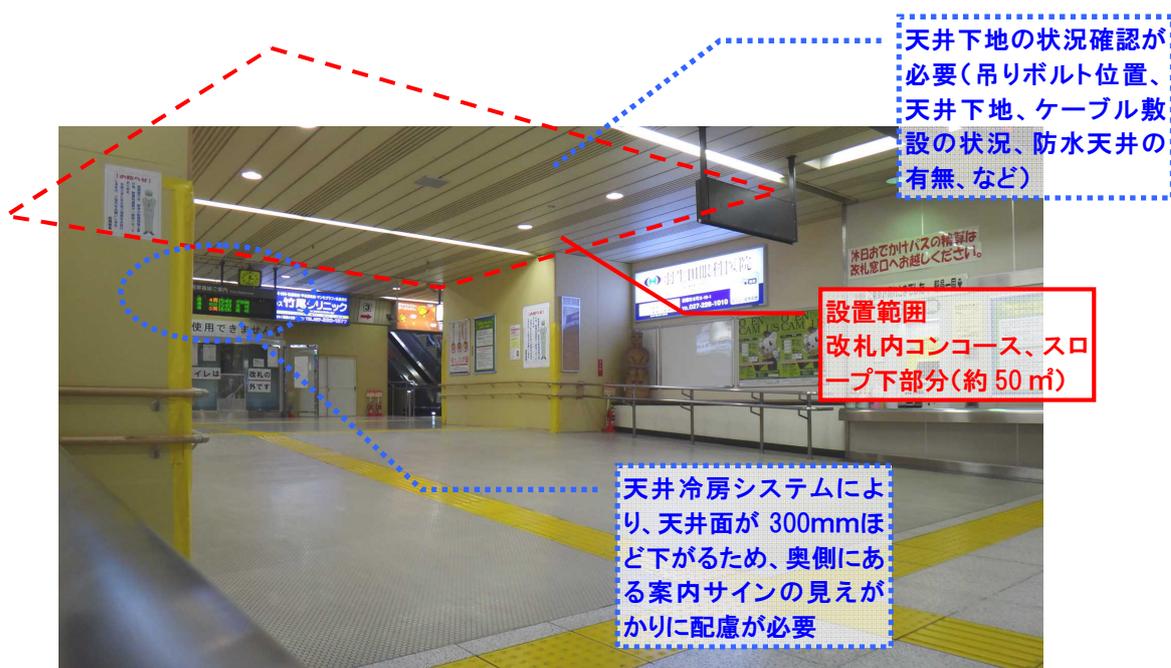


図 6.33 天上位冷房システムの設置位置（改札側からホーム階段側をみる）

図 6.34～図 6.36 に天井冷房システムの参考写真を、図 6.37 に天井冷房システムの平面レイアウトを示す。改札内コンコースの通路幅は約 9m となっており、天井冷房システムの冷却フィンの最小幅が 115mm の間隔であるため、天井に敷設されている照明器具等の設備の状況を考慮しながら、ピッチを調整して設置する。蛍光灯やダウンライトといった照明、スピーカ等の設備部分はフィン間隔を飛ばすことで、間隔をあけてフィンを設置することで対応する。



図 6.34 天井冷房システム参考写真（冷却フィン、結露水を受ける化粧ルーバー）



図 6.35 天井冷房システム参考写真（天井からの吊り下げ部の詳細状況）



図 6.36 天井冷房システム参考写真（上：ヘッダ、下：冷水の送水管）

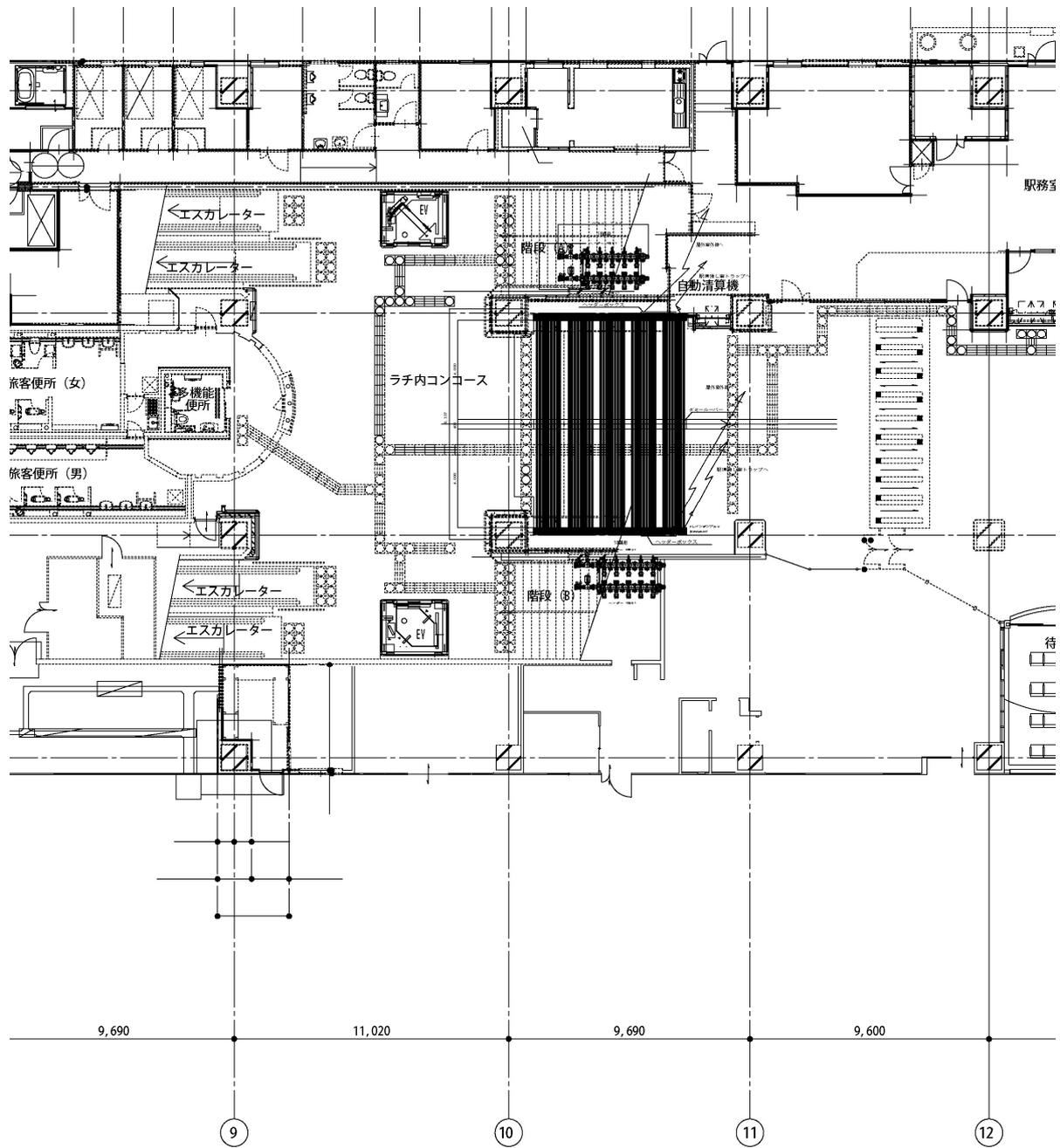


図 6.37 天井冷房システムの平面レイアウト図

## 6.7 平成 28 年度の効果評価計画

### 6.7.1 運用計画

JR 前橋駅における暑熱対策技術の効果の測定について、以下に示す運用計画とする。

- ・日中の時間帯を対象としたスケジュール運転を行い、冷水温度を地下水相当の  $17^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$  として、コンコース空間における冷却効果を確認する。

- ・天井冷房システムについて、冷水の流量、および、敷設面積（冷却フィンの系統分けによりフィン間隔をあけた設置状況を模擬）による効果の違いを把握する。
- ・効果の測定においては、地下水相当温度の冷水を室外機のヒートポンプにより生成するため、運転状況（行き・還りの冷水温度、循環流量、使用電力量）を仔細に測定し、データとして保存する。

## 6.7.2 平成 28 年度対策効果測定方針

### ①長期測定

天井冷房システムによる効果を 6～9 月の長期間の傾向により評価するために、設置位置周辺での気温、相対湿度、グローブ温度を経時的に測定する。測定内容を表 6.7 に示す。

平成 27 年度に得られた測定結果との比較に加えて、評価対象期間となる平成 28 年 6～9 月の 4 か月について、暑熱対策設備の運転（非運転）の期間を設定し、各期間の測定データを比較することにより対策による効果を示す。なお、運転（非運転）期間は天候状況を確認したうえで設定する。

また、測定点については、平成 27 年度測定とは目的が異なるため、設置した対策技術の周辺を重点的に設置することとする。ただし、対策による冷却効果がどの範囲に及ぶのか、確認するために、改札内コンコース、改札外コンコースともに平成 27 年度測定と共通する測定点を選定して設ける

表 6.7 平成 28 年度対策効果把握のための長期測定内容

測定項目	測定間隔	使用機器
構内温湿度	10 分	温湿度計 ※設置高さは H27 年度測定と同様
構内グローブ温度	10 分	グローブ温度（黒色） ：簡易グローブ球（φ 40mm） ※設置高さは床上 2.5m の位置に吊り下げ
屋外気象	10 分	（前橋工科大学 学内） 日射計、温湿度計

### ②集中測定

SET\*算出のための構内風環境、放射環境を把握することを目的として、特に暑い時期となる 7 月、8 月については、対策設備周辺の居住域における詳細なデータを取得するために、各月 2 日程度の集中測定を行う。

測定項目は、気温、相対湿度、グローブ温度、気流速度の居住域環境の 4 要素に加えて、サーモカメラによる構内熱画像撮影を行う。測定内容の詳細を表 6.8 に示す。

測定時間帯は、朝夕のラッシュ時間を避けた日中（10:00～17:00）とし、測定点はコンコースを移動しながら複数地点での計測を行う。

表 6.8 平成 28 年度対策効果把握のための集中測定内容

測定項目	使用機器	測定間隔等
居住域環境	温湿度計	1 分間隔 3 分間の測定値の平均を測定値とする
	グローブ温度計（黒色・ピンク色）:(φ 40mm)	グローブ温度は 3 分間静置後の値を測定値とする
	熱線式風速計	1 秒間隔の 180 サンプルの平均を測定値とする
放射環境	構内熱画像	適宜

また、対策後の SET\* の算出にあたっては、長期測定で得られた屋外気温と、各モデル地区で使用する標準気象データの一致の程度を確認し、乖離がみられる場合は、標準気象データによる SET\* の算出を行う。その際、屋外気温に対する、駅構内の各測定点における気温との関係式を作成し、その関係式にから標準気象データによる各測定点の値を設定したうえで SET\* の算出を行う。

### ③利用者ヒアリング

暑熱対策技術導入による熱環境に対する利用者評価を把握するために、対策技術設置位置周辺での利用者へのヒアリングを実施する。利用者へのヒアリングは、夏季集中測定にあわせて実施し、熱的快適性評価についても回答を求める。

なお、熱的快適性評価は、利用者の熱環境に対するその瞬間の心理量を尋ねるもので、利用に伴う環境変化のシーケンスを適切に捉えるのは難しいと考えられるため、改札内コンコースの対策設備近傍での回答と、それ以外の箇所での回答を比較することで、対策設備近傍で体感される冷却効果の検討を行う予定である。

また、利用者へのヒアリングについては、一般の旅客としての利用者に加えて、普段駅で勤務している駅職員にも協力を求め、改札内コンコースにおける利用者評価としての得る方針とする。