

東京オペラシティビル

モイスターミスト噴霧による環境改善効果把握実験

報告書

<試験結果速報>

平成 20 年 6 月 25 日

都市計画設計研究所
（株）竹中工務店 技術研究所
双葉リース（株）

目 次

1. 実験の目的	3
2. 実験および計測の概要	3
2. 1 実験および計測場所	4
2. 2 実験および計測スケジュール	6
2. 3 実験機器および設置台数	6
2. 4 計測機器および計測方法	7
3. 各測定場所における実測結果	8
3. 1 実測期間の外気条件	8
3. 2 ロビー①	10
3. 3 ロビー②	12
3. 3 アトリウム③	14
3. 4 ガレリア⑥	16
3. 5 ガレリア⑦	18
3. 6 サンクンガーデン④	20
3. 7 サンクンガーデン⑤	22
4. 温熱環境評価による考察	24
4. 1 ロビー①	25
4. 2 ロビー②	26
4. 3 アトリウム③	27
4. 4 サンクンガーデン④	28
4. 5 サンクンガーデン⑤	29
4. 6 ガレリア⑥	30
4. 7 ガレリア⑦	31
5. 設計指針の基礎的考察について	32
6. まとめ	33
7. 謝辞	35

1. 実験の目的

ヒートアイランド対策やCO₂削減としてミスト装置が注目され始めている。しかしながらその噴霧量や設置台数、有効範囲等についての設計指標となるものがない。

このような現状をふまえ、東京オペラシティビル内の各屋内外をお借りして計測実験を行なうことにより、モイスターミストによる空間冷却等の効果を確認し、ミスト装置を設置する際の設計指針作成を目標とした基礎データの採取を行なうことが目的である。

本報告書は平成20年5月21日から5月27日にかけての約1週間で実測した結果および考察を報告するものである。

測定場所は、ビルの屋内、半屋外、屋外の3タイプである。

2. 実験および計測の概要

実験は、東京都新宿区の東京オペラシティビル内の各フロアにおける空間において行なった。2.1より詳細を示す。（*東京オペラシティビル 住所:東京都新宿区西新宿3-20-2）

また、表2-1に実験および実測期間全体の作業工程を示す。

表2-1 実験・計測スケジュール

	搬入、設置、準備	測定	撤収、位置変え(設置)	備考	
前日(5/19) ※指定搬入車寄せ	機器等搬入 15:00 ミスト設置 16:00~17:00 機器は指定保管場所に搬入			・ミストはロビーに夜間残置 ・機器は保管場所へ	
1日目(5/21) ①、② オフィスロビー2F	機器設置 8:00~9:00 測定準備 8:30~9:00	測定 9:00~16:00	アトリウムに一部移設 ミスト設置 16:00~17:00 その他 指定保管場所に搬入	・2Fアトリウムのミストは夜間残置 ・3Fアトリウムのミストは保管場所へ ・機器は保管場所へ	
2日目(5/22) ③ アトリウム2F+3F					
3日目(5/23) ④ サンクン・エスカ部分1F	ミスト設置 8:00~9:00 機器設置				
4日目(5/26) ⑥ ⑦ ガレリア南・北2F	8:00~9:00 測定準備 8:30~9:00			指定保管場所に搬入 16:00~17:00	・清掃センターからガレリア北側水栓の蛇口借用
5日目(5/27) ⑤ サンクンガーデンB1F					・ミストは5/28迄保管 ・機器は、平日の昼間に搬出
最終日(5/28) デモンストレーション アトリウム2F	ミスト設置 10:00~11:00	デモ運転 13:00~16:00	ミスト 16:00~17:00	・デモ運転は、オーナー視察対応実施	

<凡例>ミスト:ミスト噴霧器・バリケード等、機器:環境測定機器、指定保管場所:B1F旧八千代銀行部分

<報告等>

※ TOCビルに、測定前と夕方の作業後に報告する。 ※防災センターには、朝の作業前と夕方の作業後に報告する。

※ 設備センターには、昼間に報告・協議を行う。 ※清掃センターには、昼間に報告する。

※デリバリーセンターとは、搬入及び搬出及び館内の機器等の移動作業について事前に調整する。

2. 1 実験および計測場所

1) B1F

- ・屋内：サンクンガーデン⑤

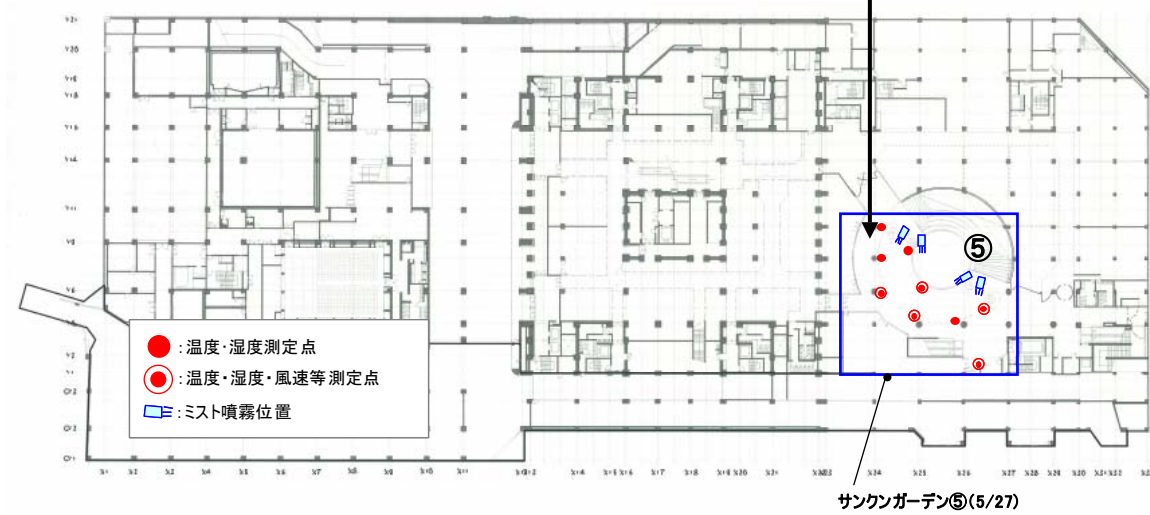


図 2-1 B1F 平面図

2) 1F

- ・屋内：アトリウム③
- ・半屋外：ガレリア⑥（南）
- ・屋外：サンクンガーデン④

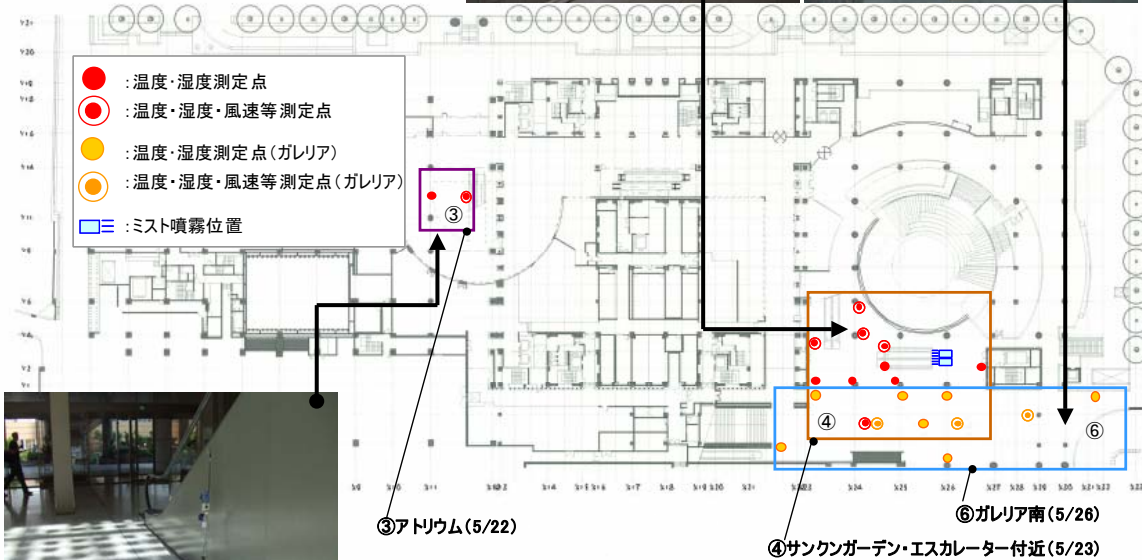
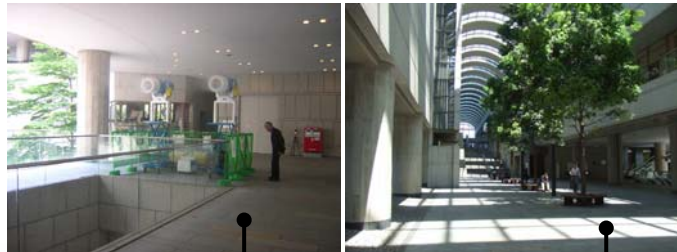
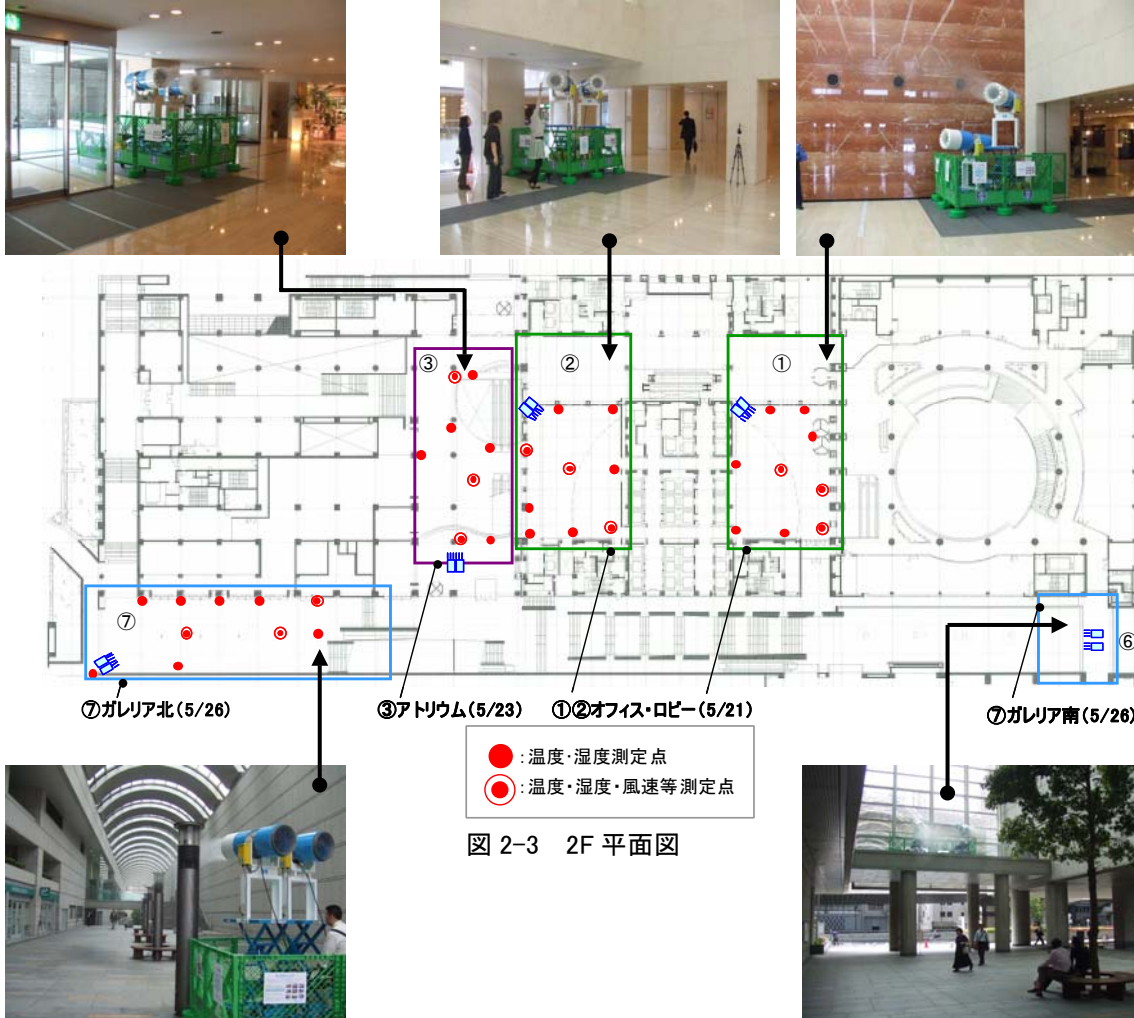


図 2-2 1F 平面図

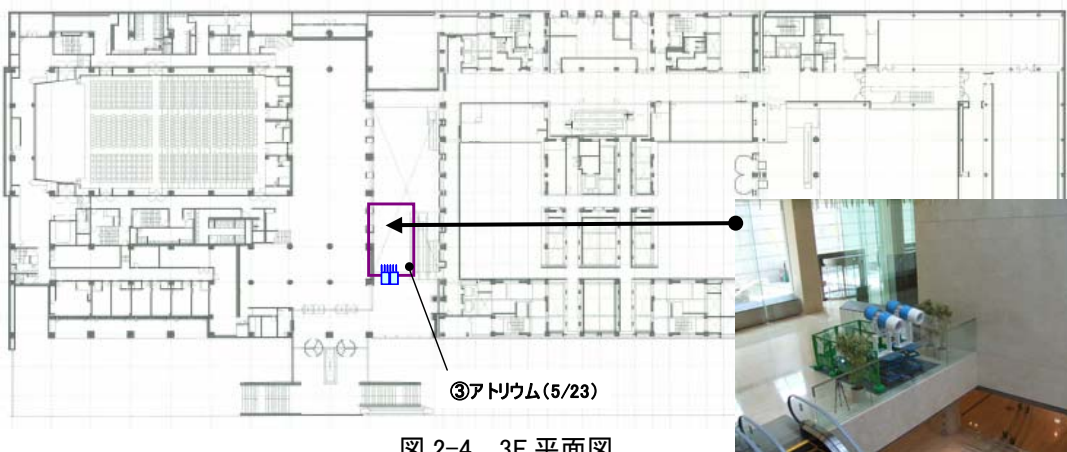
3) 2F

- ・ 屋内：ロビー①および②、アトリウム③
- ・ 半屋外：ガレリア⑥（南）および⑦（北）



4) 3F

- ・ 屋内：アトリウム③



2. 2 実験および計測スケジュール

1) 実験および測定期間：平成 20 年 5 月 21 日（火）～27 日（火）、28 日（デモ日）

2) 実験および測定時間：9:00～16:00

3) 実験および計測スケジュール

以下の表 2-2 に実験および計測スケジュールを示す。

表 2-2 実験・計測スケジュール

	1日目	2日目	3日目	4日目		5日目
	5/21	5/22	5/23	5/26		5/27
場所	ロビー①、②	アトリウム③	サンクンガーデン④	ガレリア⑥	ガレリア⑦	サンクンガーデン⑤
階数	2F	2F+3F	1F	2F		B1F
噴霧開始時刻	9:00			9:50	9:30	9:00
噴霧終了時刻	16:00			16:00	16:10	15:30

2. 3 実験機器および設置台数

1) 実験機器

実験機器であるミスト噴霧器については、双葉リース㈱の製品であるモイスチャーミストを使用した。以下の表 2-3 に製品の仕様を示す。

表 2-3 実験機器仕様

概要	形式	噴霧量	吐出量	送風量	モーター出力・電流
モイスチャーミスト	MM12-SF	36L/h	—	2400m ³ /h	AC100V・230w/50Hz・3.8A
プランジャーポンプ	MMP100-3	—	180L/h	—	AC100V・750w/50Hz・12A
18～250L ポリタンク	水タンク	—	—	—	—

2) 設置台数（噴霧状況）

- ・ ロビー①：2 台
- ・ ロビー②：2 台
- ・ アトリウム③：4 台（2F：2 台、3F：2 台）
- ・ サンクンガーデン④：2 台
- ・ サンクンガーデン⑤：4 台
- ・ ガレリア⑥：2 台
- ・ ガレリア⑦：2 台

※ ロビー①およびアトリウム③・2F、ガレリア⑦については湿度の上昇により床面に水滴が確認できたため、1 台もしくは 2 台共に一時停止した時間帯がある。

※ サンクンガーデン④は強風のため、時間帯でミスト噴霧の方向を変更した。

2. 4 計測機器および計測方法

1) 計測機器

計測方法および計測機器については表 2-4 に示す

表 2-4 計測機器

測定種類	測定項目	測定機器		測定点数	備考
外界条件	気温・湿度	おんどとり	RTR-53	9~11点*	測定場所によっては日除けシェルターを設置
	風速	風速計	AM09S or AM09T	3~5点*	TR式微風速計
放射特性温熱環境	温熱快適性	グローブ温度計	グローブ球+おんどとり	1点*	—

※ 測定場所 1 箇所につき、各測定機器を上記の点数ずつ設置した。

※ 測定機器の設置個所や設置個数等の詳細は温度・湿度分布図（3. 各測定場所における実測結果）を参照。

2) 計測方法

計測機器の設置方法について、概要を図 2-5 に示す。基本的に屋内空間であるロビー①・②およびアトリウム③については温湿度計測器であるおんどとりに日除けシェルターを設置しなかった。また、半屋外空間であるガレリア⑥・⑦や屋外空間であるサンクンガーデンでは日除けシェルターの台数の制約があるため、日射が当たる可能性の高い場所のみ設置した。

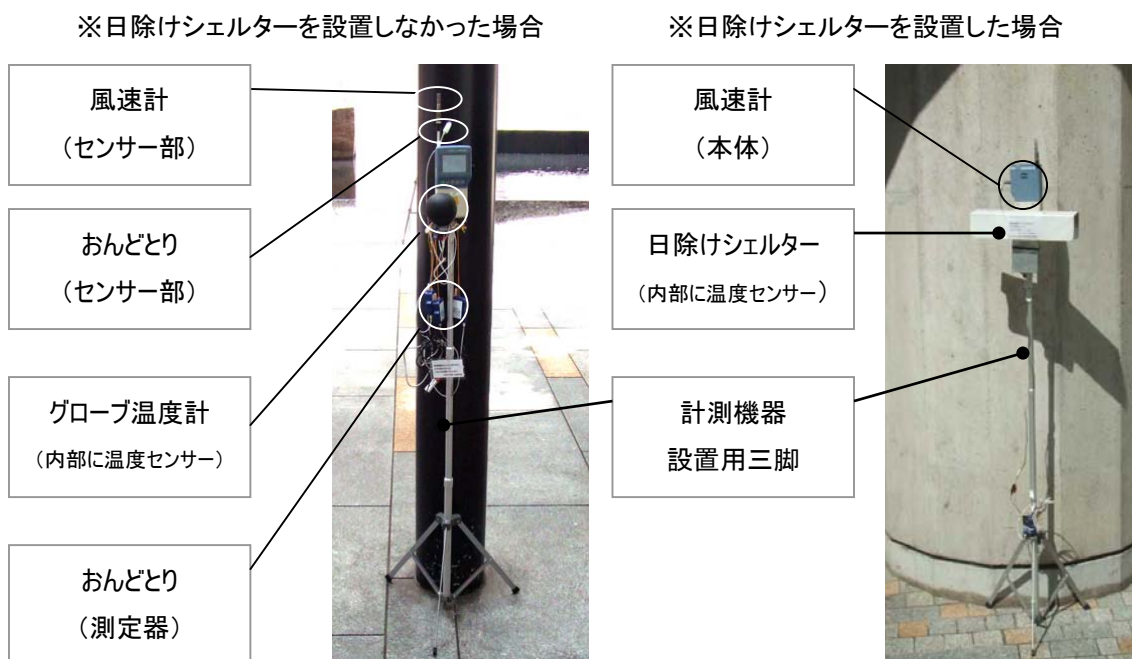


図 2-5 計測機器詳細

3. 各測定場所における実測結果

3. 1 外気条件

計測期間における外気条件について、東京都千代田区大手町にある気象庁のデータを用いて検証を行なった。

図 3-1 に気象庁のデータと東京オペラシティで経年的に実測されているデータの比較を行なった。これより、気温については約 1℃の差が生じているもののほぼ同じ変化を示しており、特に実測期間中については東京オペラシティの気温が高く、最大で約 2℃高かった。また、湿度についてはグラフに示した期間については東京オペラシティの方が最大で約 20%高かった。

よって、気象条件は概ね同じ傾向を示しているため、以下の気象庁（大手町）における日射量・降水量・風向・風速のデータを参考にする。

図 3-2 に日射量と降水量のグラフ、図 3-3 に気温と相対湿度のグラフ、図 3-4 に風向・風速のグラフを示す。

図 3-2 より、実測日である 5/21～23 と 5/26、27 について日射量のグラフより天候に恵まれた日であることがわかる。また、降雨も日夜を問わず確認されなかった。

図 3-3 より、5/23 で最高気温が約 28℃となり、安定した晴天日が続いた。

図 3-4 より、5/27 においては昼間に北風、夜間に南風となっているものの、実測期間を通して基本的に昼間に南風、夜間に北風であり夏に近い風向の傾向が確認できた。

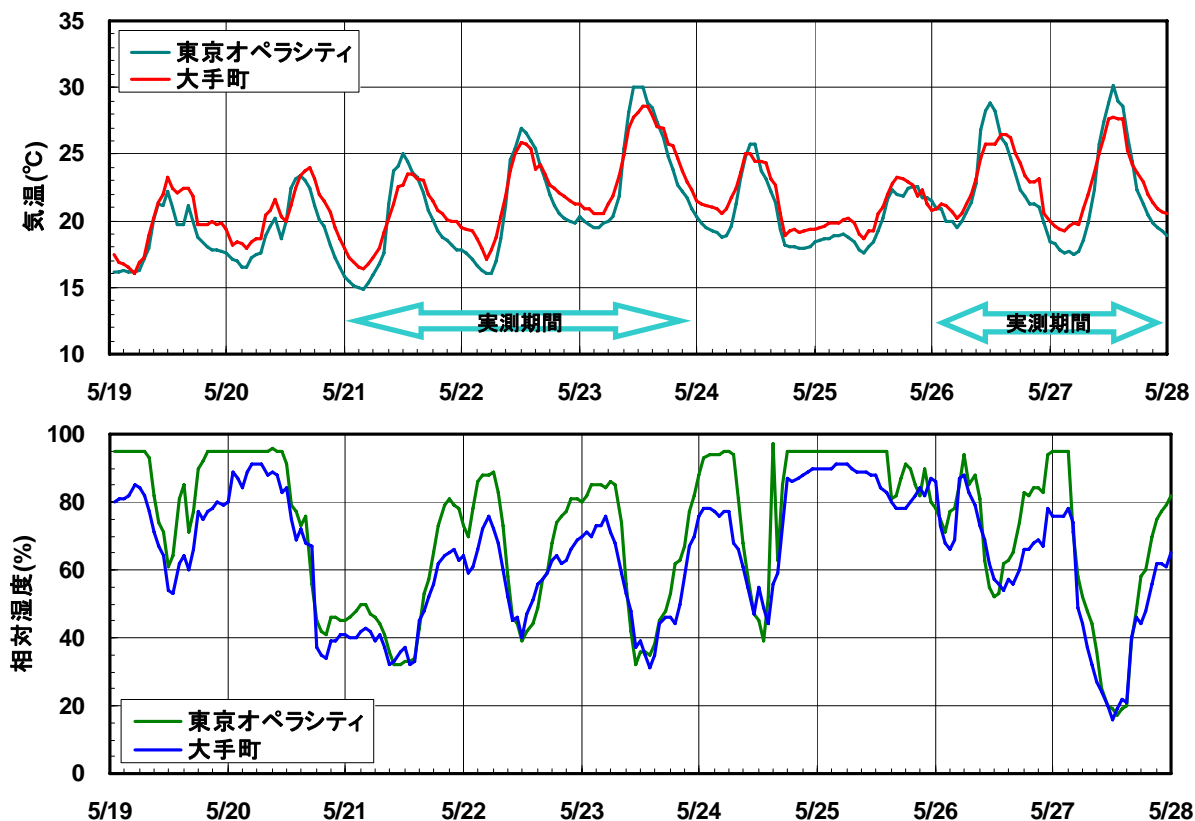


図 3-1 東京オペラシティと気象庁(大手町)における気温・湿度の比較

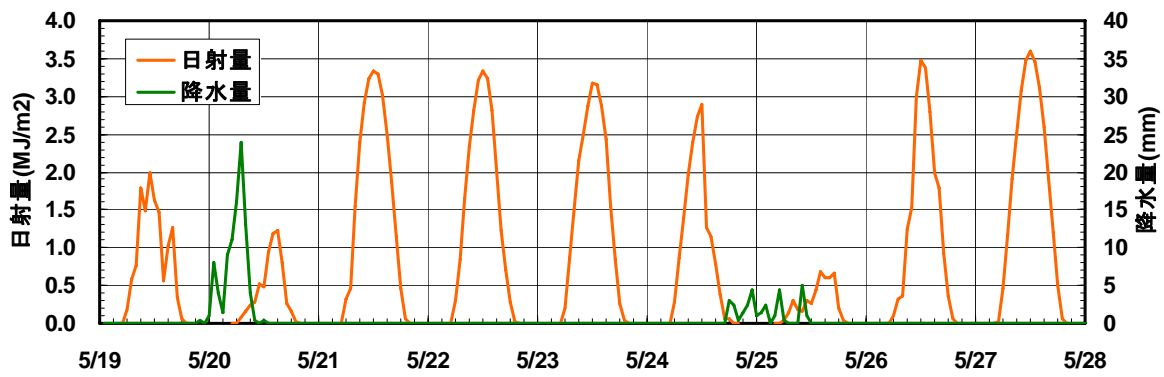


図 3-2 実測期間の日射量および降水量

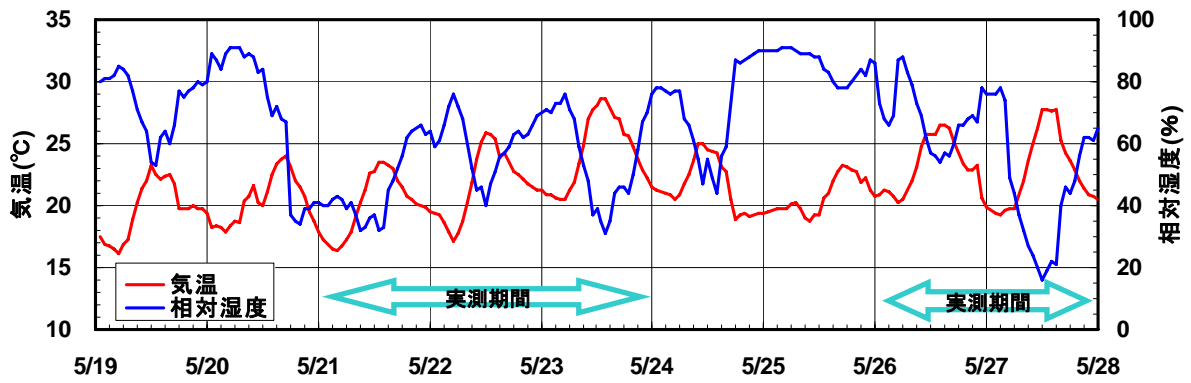


図 3-3 実測期間の気温および相対湿度

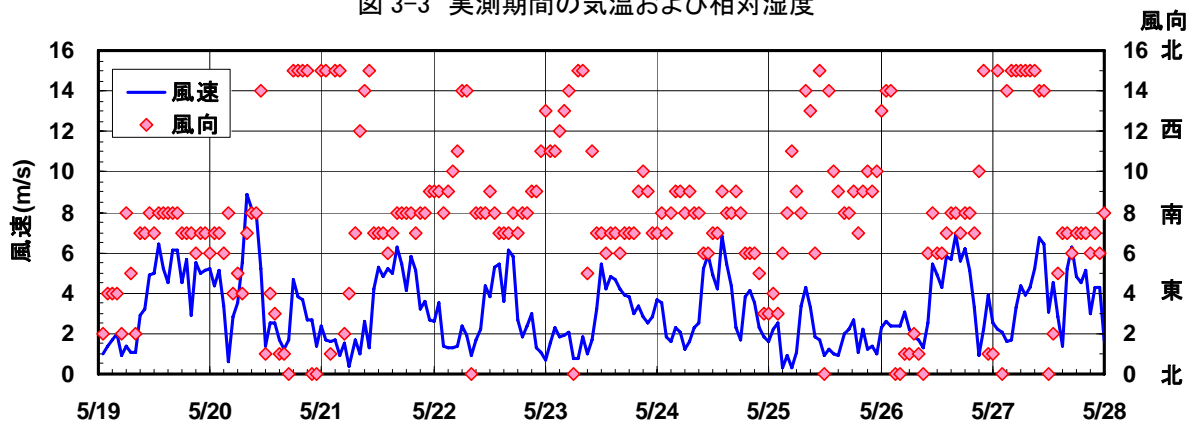


図 3-4 実測期間の風向・風速

3. 2 ロビー①

図 3-5 にロビー①における気温とグローブ温度のグラフを示す。ミスト噴霧開始後、全体的にミストによる気温低減効果が出ており、噴霧開始前後の温度差は約 2°C 程度で瞬時の効果が出ていた。図 3-6 より湿度は約 60% の値付近を変位しており、ミスト噴霧によって多少の湿度上昇はあるものの実測時間帯を通してほぼ一定値であった。

図 3-7 に温度・湿度の時刻別分布図を示す。これより、最も噴霧開始前後のミスト冷却効果があった場所は測定点①-10 で 2.9°C であり、次いでミスト噴霧器から約 24m 離れた測定点①-5 で温度差は 2.8°C であった。これは、今回使用したミスト噴霧器が巨大なファンでミストを起こすものであるため、ファンによるミスト効果の直進性を確認できたと考える。

さらに、ミストの効果ほとんどないと思われる測定点①-1 と比べると測定点 5 は 2.9°C 温度が低くなった。また、測定点①-4、①-5、①-6 については他の測定点と比べ 12 時以降も気温上昇が抑えられている。これは測定点①-2 側のミスト噴霧器のみが稼動したことによる効果であり、測定点①-5 と①-9 を比較すると 15 時 50 分の時点で約 2°C の温度差が生じた。

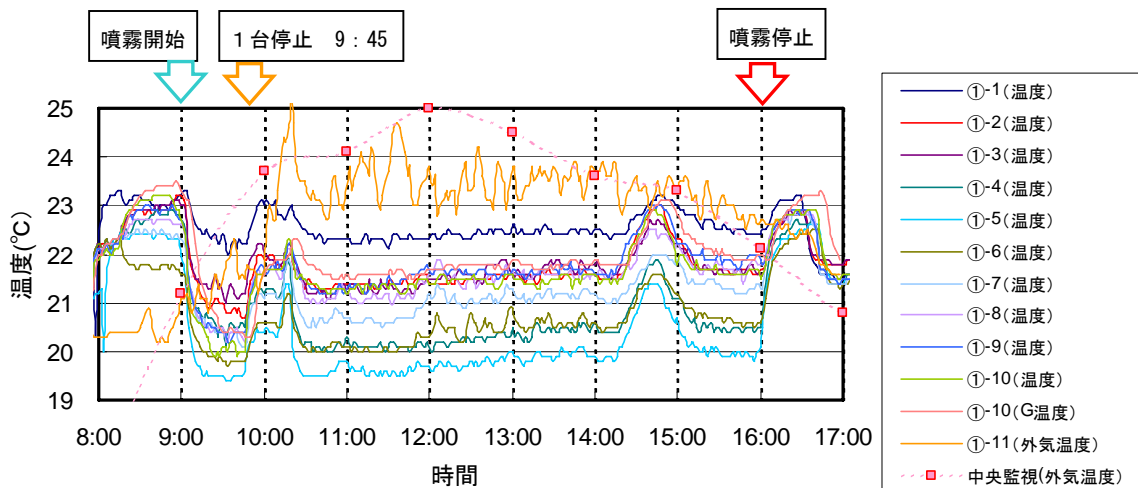


図 3-5 ロビー①における気温とグローブ温度の経時変化

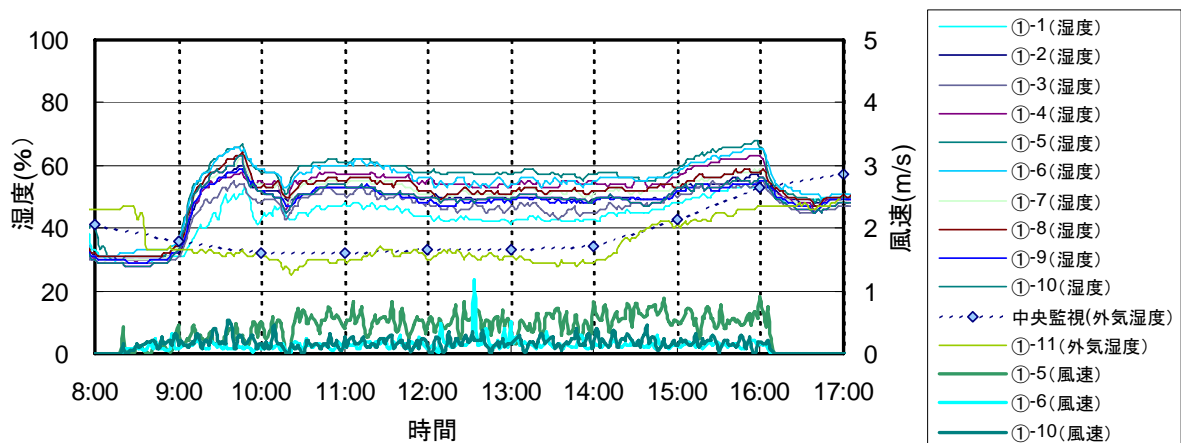


図 3-6 ロビー①における湿度と風速の経時変化

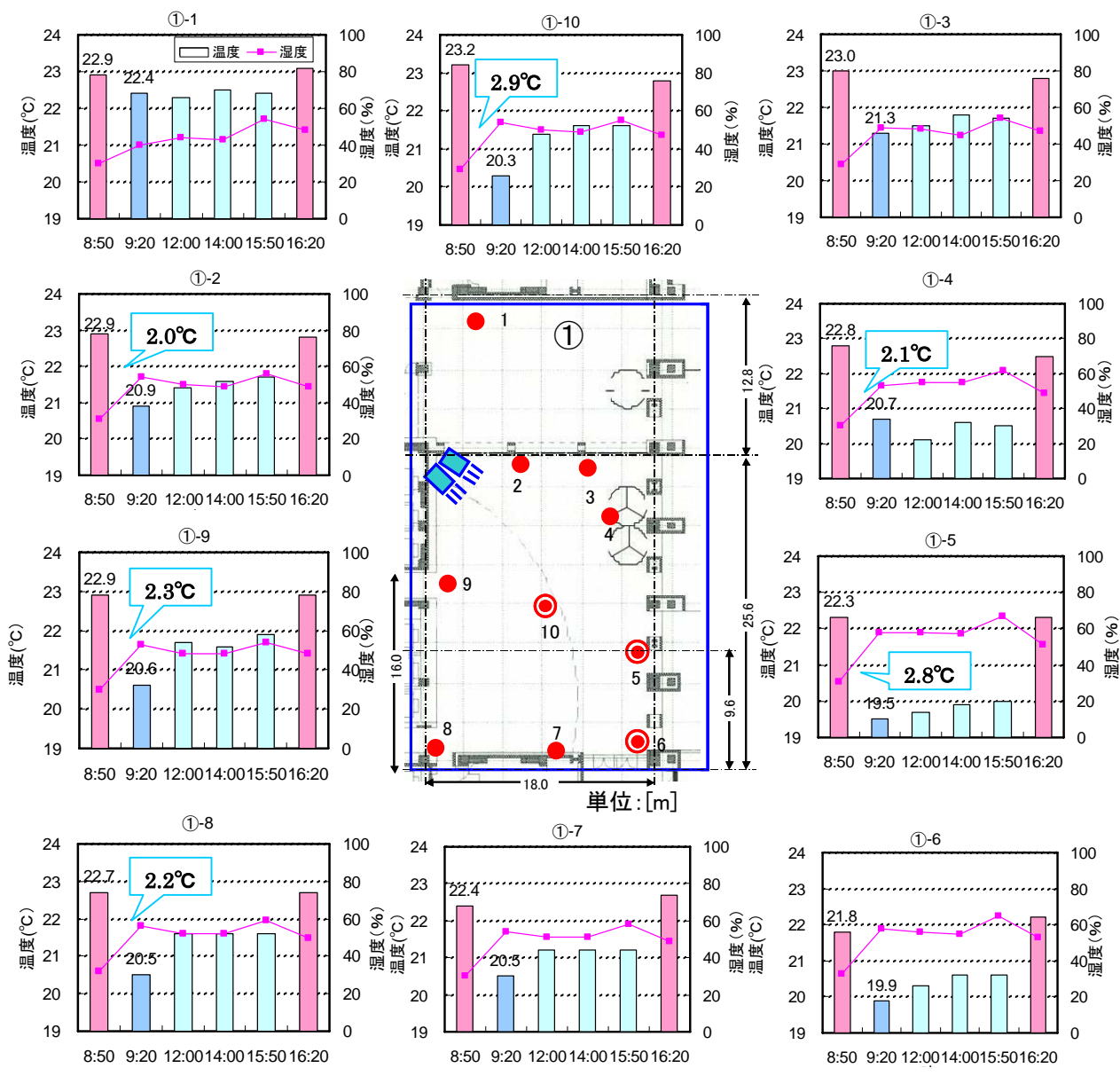


図 3-7 ロビー①(2F)における温度・湿度分布図

※温度を示す棒グラフの凡例
 ■ : ミスト噴霧なし
 ■ : 2台噴霧
 ■ : 1台噴霧 (測定点 2 側)

※噴霧開始および停止時刻の 10 分前と 20 分後の棒グラフ(右・左各 2 本づつ)および中間期の 12 時、14 時の棒グラフを示す。



3. 3 ロビー②

図 3-8 にロビー②における気温とグローブ温度のグラフを示す。ロビー①と同様にミスト噴霧後、全体的に噴霧開始前後で約 2℃程度の温度差が出ており、ミスト冷却効果の即時性が確認できたとともに、元の気温が①に比べ、1~2℃高いにも関わらず同じようなミストの効果が出ていた。

図 3-9 より湿度については、ミスト噴霧後徐々に上昇し、噴霧停止直前では 60%程度となった。

また図 3-10 に温度・湿度の時刻別分布図を示す。これより噴霧開始前後で最も気温差のあった個所は測定点②-9 であり、2.8℃となった。測定点②-1 および②-8 以外では噴霧停止直前の 15 時 50 分に気温が 22℃以下となっており、ミスト噴霧器の周辺を除いた空間全体にミストの冷却効果が確認できた。

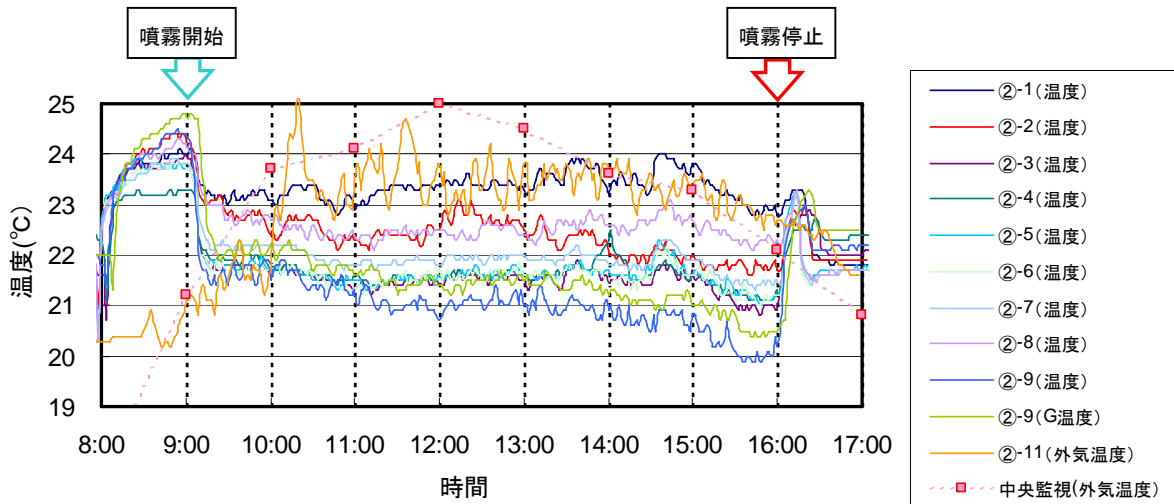


図 3-8 ロビー②における気温とグローブ温度の経時変化

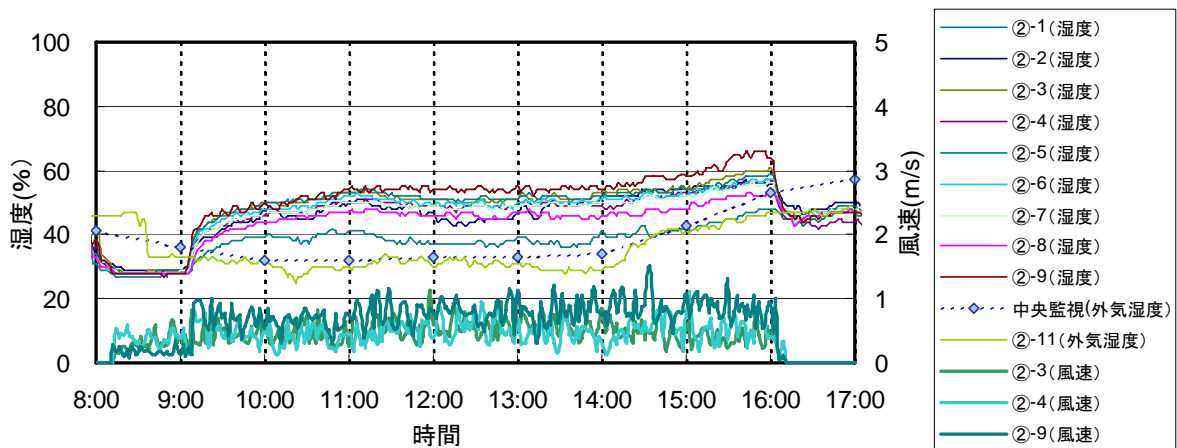


図 3-9 ロビー②における湿度と風速の経時変化

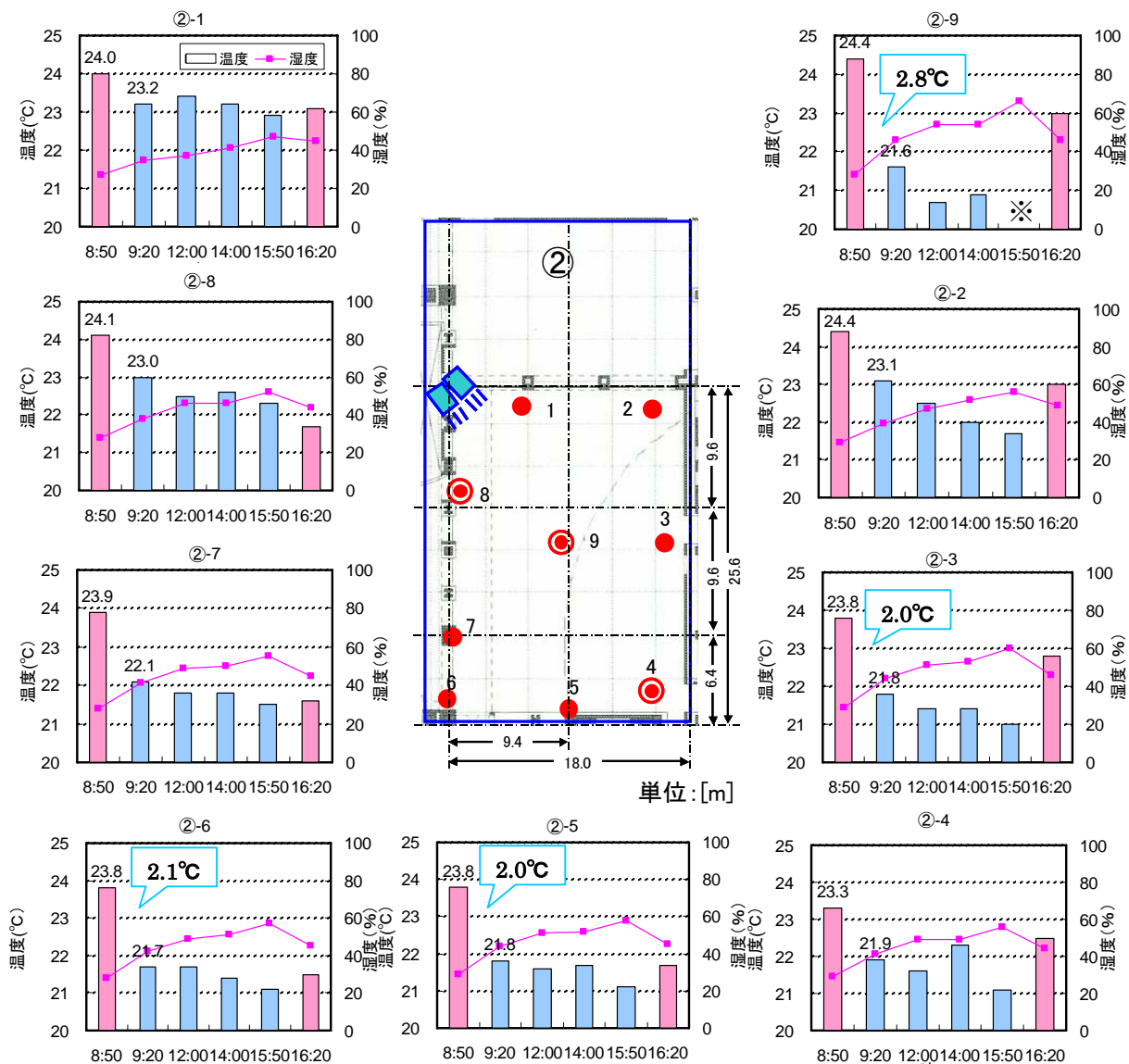


図 3-10 ロビー②(2F)における温度・湿度分布図

※温度を示す棒グラフの凡例
 ■ : ミスト噴霧なし
 ■ : 2台噴霧

※噴霧開始および停止時刻の 10 分前と 20 分後の棒グラフ(右・左各 2 本づつ)および中間期の 12 時、14 時の棒グラフを示す。
 ※②-9における温度棒グラフはちょうど 20°C を示していたため、グラフでは表示されていない。



3. 4 アトリウム③

図 3-11 に温度・湿度のグラフを示す。ミスト噴霧開始前後における冷却効果の即時性が確認できたとともに、日射の影響があり、空調の効きが弱くなる大空間においてもミスト噴霧開始前後の温度差が約 0.5~3.5℃あったことがわかった。図 3-12 に湿度・風速のグラフを示す。これより、最大で約 70%と湿度が実測時間を通して高い値を示した。

また、アトリウムの計測では、日射の影響がないと考えていたため、おんどとり（温湿度計測器）のセンサー部を日射遮蔽シェルターで覆わなかった。しかし、11時30分に数箇所の測定点において測定機器へ日射が当たることが確認できた。これにより温度・湿度については11時30分以降で日射の影響を含んだ結果となった。

図 3-13 に温度・湿度の時刻別分布図を示す。噴霧開始前後で最も温度差のあった箇所が測定点③-4であり、温度差は3.6℃であった。また、測定点③-4付近である測定点③-3や③-8においても3.2℃程度の温度差であり、アトリウム以外の他の測定場所と比べミスト噴霧器4台分の効果が出ていると考えられる。

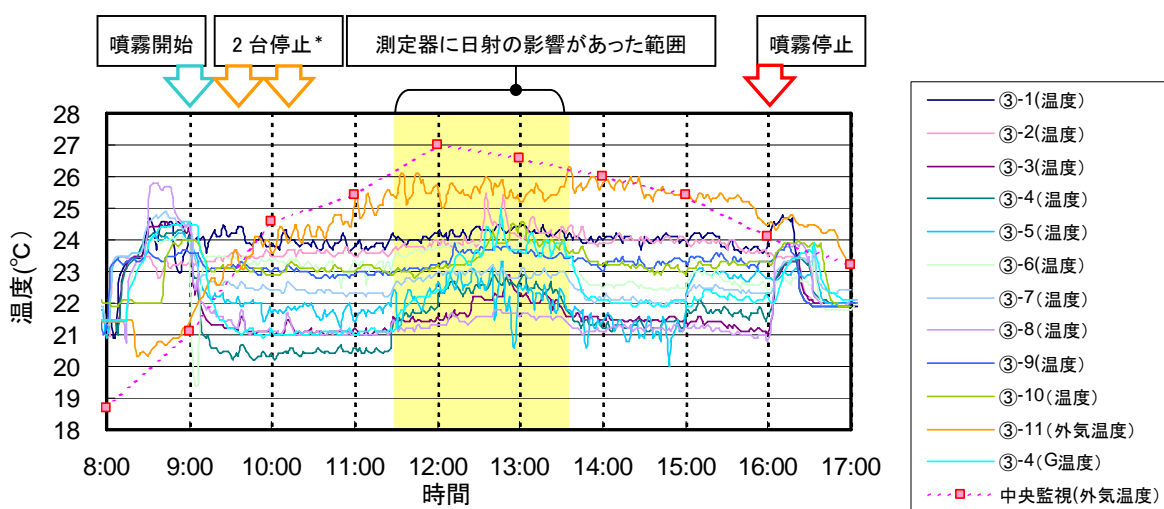


図 3-11 アトリウム③における気温とグローブ温度の経時変化

※2台停止した2分後に2台とも噴霧再開した。

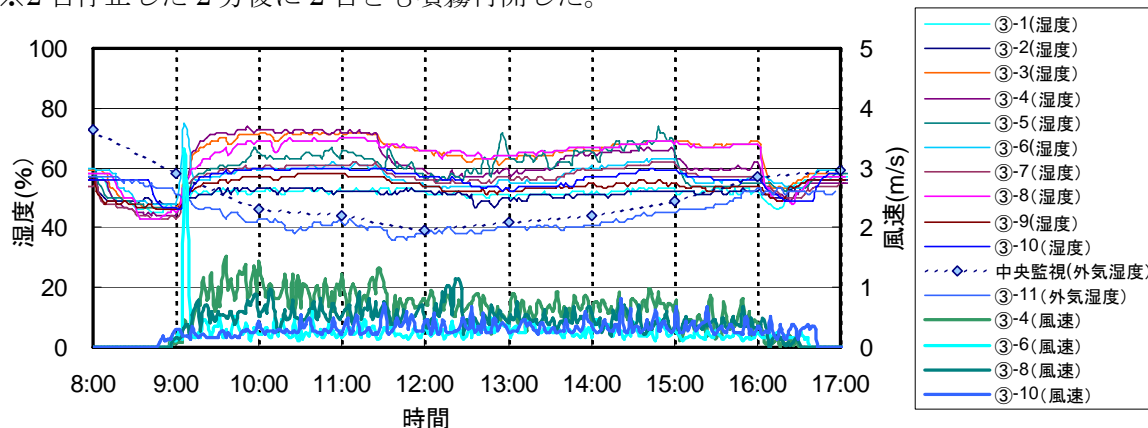


図 3-12 アトリウム③における湿度と風速の経時変化

また、測定点③-9および③-10では噴霧開始前後で 0.4℃および 0.8℃であった。これはミスト噴霧によって冷却された空気が重力流となって測定点③-9および③-10に降りてきたと考えられるが、その効果は若干であった。

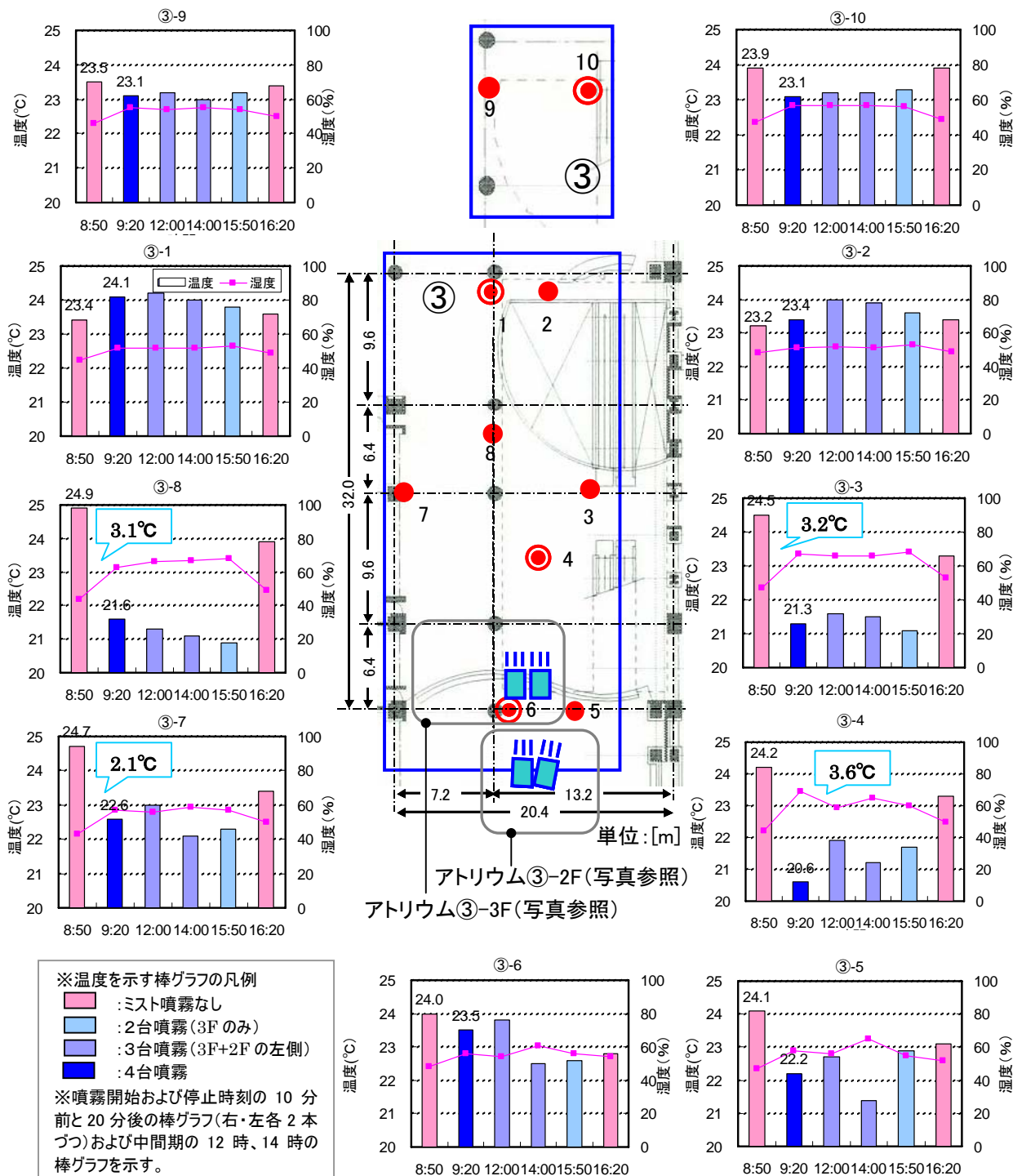
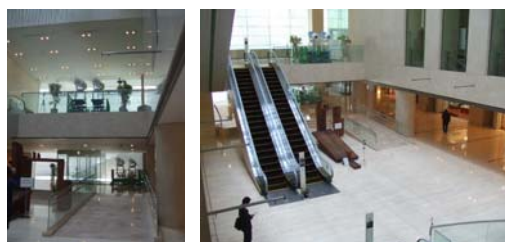


図 3-13 アトリウム③(2F)における温度・湿度分布図

3. 5 ガレリア⑥

図 3-14 に温度のグラフを示す。今回、日除けシェルター付きの測定点を数点設けたが、昼過ぎまで欠測していた。また、残りの測定点はシェルター無のため、日射の影響が含まれる測定点が存在した。

ミスト噴霧開始前後で約 0.5℃の温度差が生じ、図 3-15 より湿度が若干上がっていることがわかった。

計測が正しく行なわれた 13 時 20 分以降を比較すると、測定点 10 の外気温度に比べ最大で約 1.5℃の温度差が生じており、これがミストによる冷却効果であると考えられる。

図 3-16 に温度・湿度の時刻別分布図を示す。各測定点別に比較するとミスト噴霧前後による温度差は他の計測場所と比べほとんどなかった。これは図 3-14 の結果とあわせて、ミストを噴霧する位置が他の測定場所と違い、2F からの吹き降ろしのみであったため、他の測定場所で確認されたミストの直進的な冷却効果が得られなかったことに加え、風の影響で効果が拡散してしまったことが考えられる。

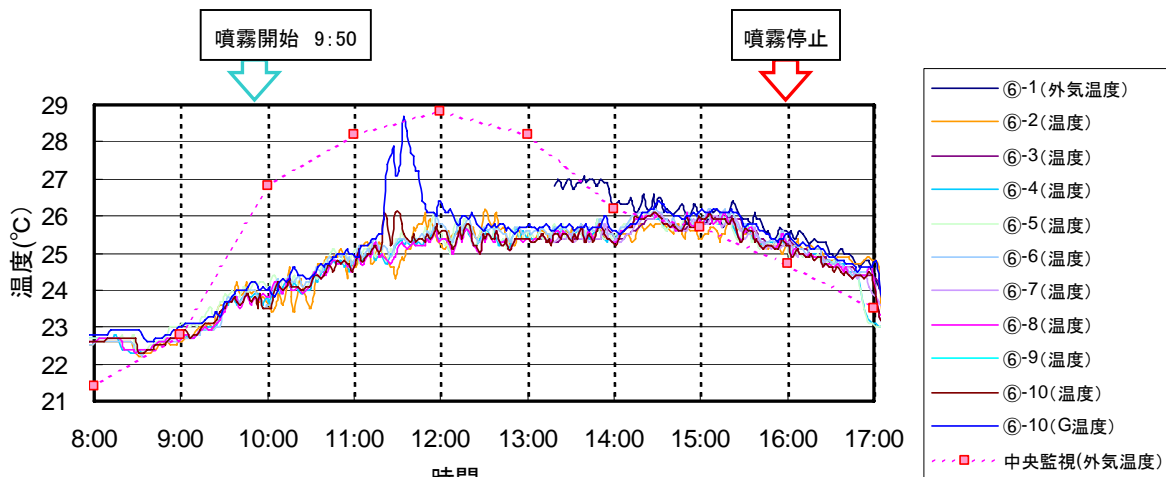


図 3-14 ガレリア⑥における気温とグローブ温度の経時変化

※今回はミストの噴霧効果の届かないと考える測定点⑥-1を外気温度と設定した。

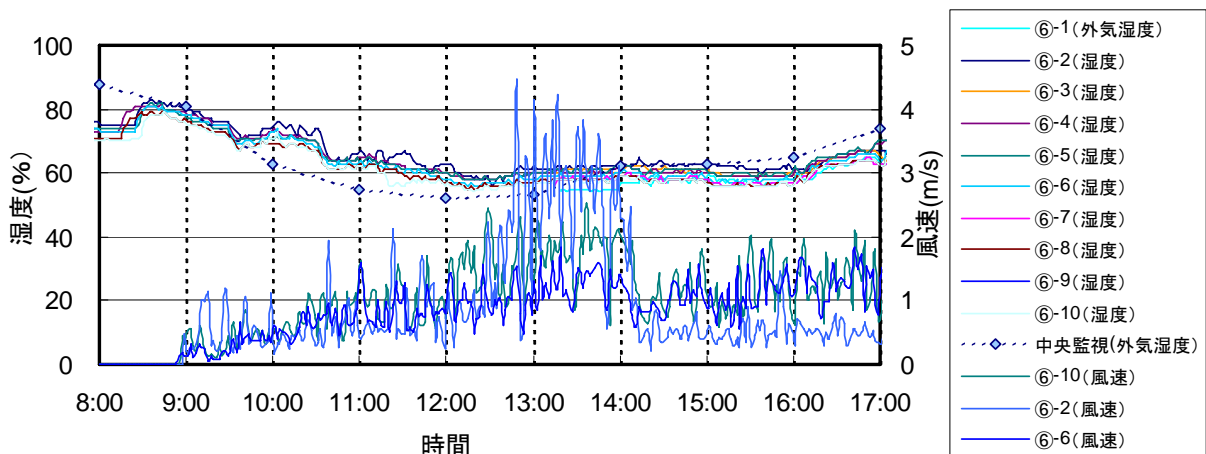
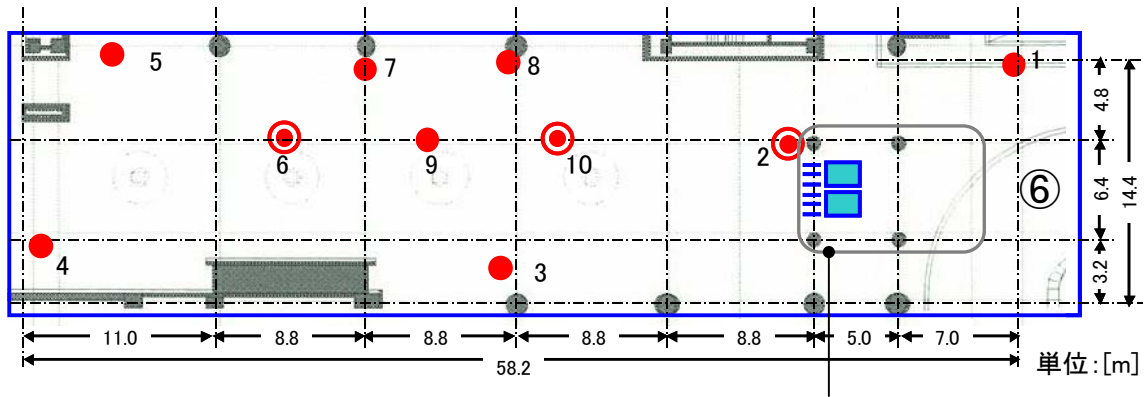
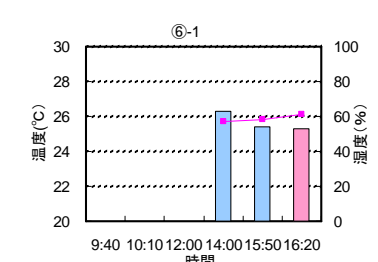
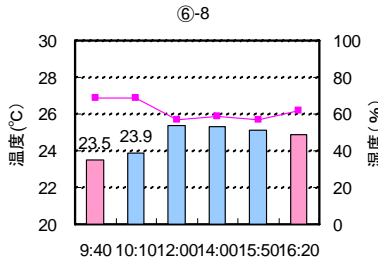
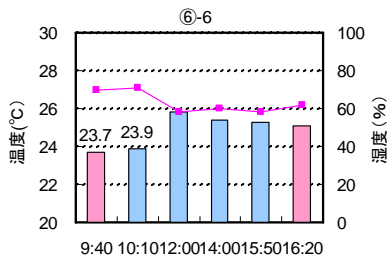
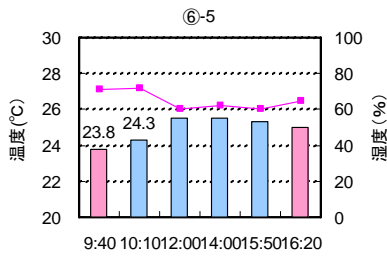


図 3-15 ガレリア⑥における湿度と風速の経時変化



ガレリアの2Fより噴霧(写真参照)

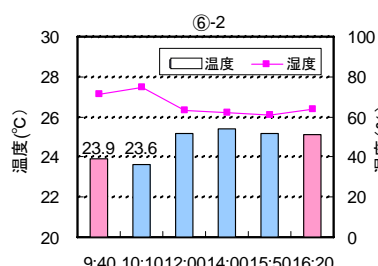
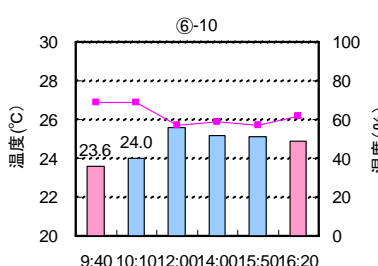
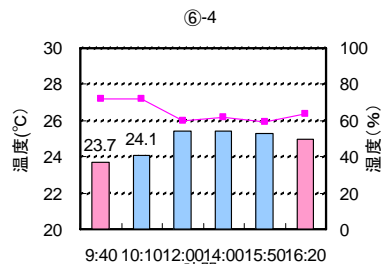


図 3-16 ガレリア⑥(1F)における温度・湿度分布図

※温度を示す棒グラフの凡例 ※噴霧開始および停止時刻の10分前と20分後の棒グラフ(右・左各2本づつ)および中間期の12時、14時の棒グラフを示す。

- ピンク色 : ミスト噴霧なし
- 青色 : 2台噴霧



3. 6 ガレリア⑦

図 3-17 に温度のグラフを示す。これよりミスト噴霧開始後の冷却効果の即時性が確認でき、ミスト噴霧効果がほとんどないと思われる測定点⑦-10 との比較により最大約 2℃の温度差があることがわかった。

図 3-18 に湿度と風速のグラフを示す。ミスト噴霧開始前においても 80%ほどの湿度が確認できるが、ミスト噴霧によって最大で約 85%まで上昇した。これによりガレリアの床面に水滴が確認されたため、1台のみの運転とした。

図 3-19 に温度・湿度の時刻別分布図を示す。噴霧開始前後の温度差が最も大きかった測定点⑦-4 が 1.7℃であり、測定点⑦-1 から⑦-4 にかけて温度差が大きくなっていることがわかった。また、測定点⑦-7 および⑦-8 についても温度差が 1.6℃と同様の冷却効果が確認され、測定点⑦-5 および⑦-6 についても 1.4℃となった。よって約 60m 離れた箇所までミスト噴霧による冷却効果が確認できた。

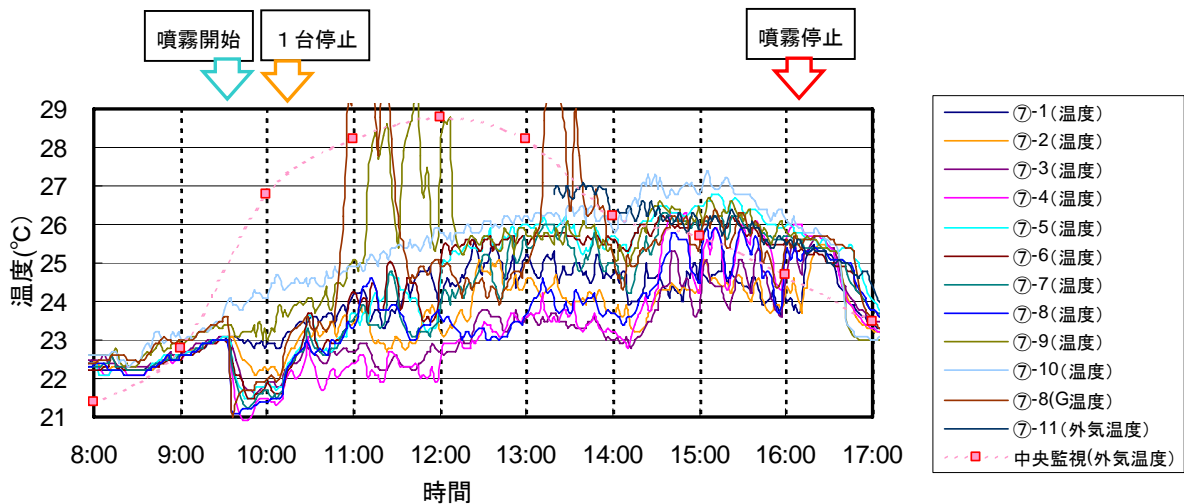


図 3-17 ガレリア⑦における気温とグローブ温度の経時変化

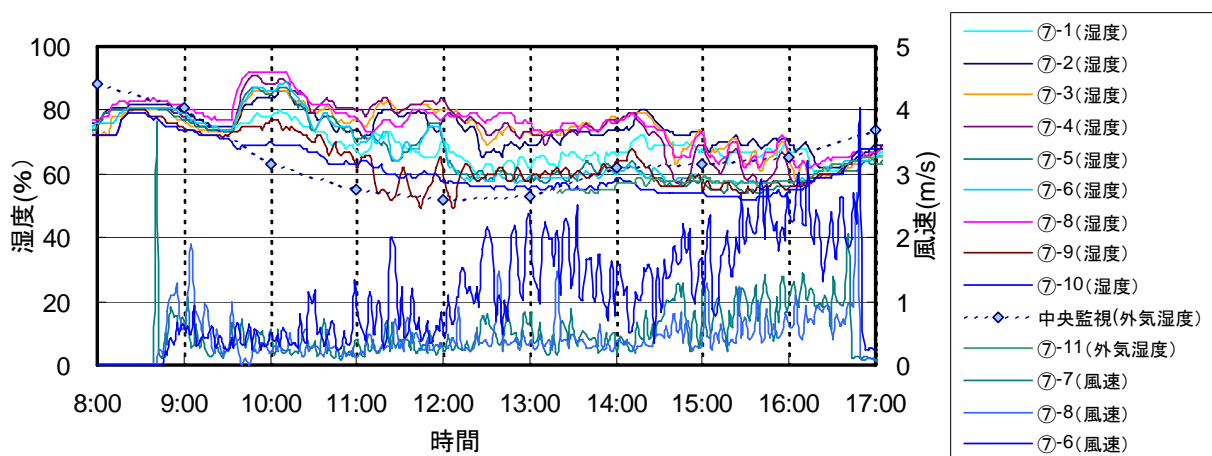


図 3-18 ガレリア⑦における湿度と風速の経時変化

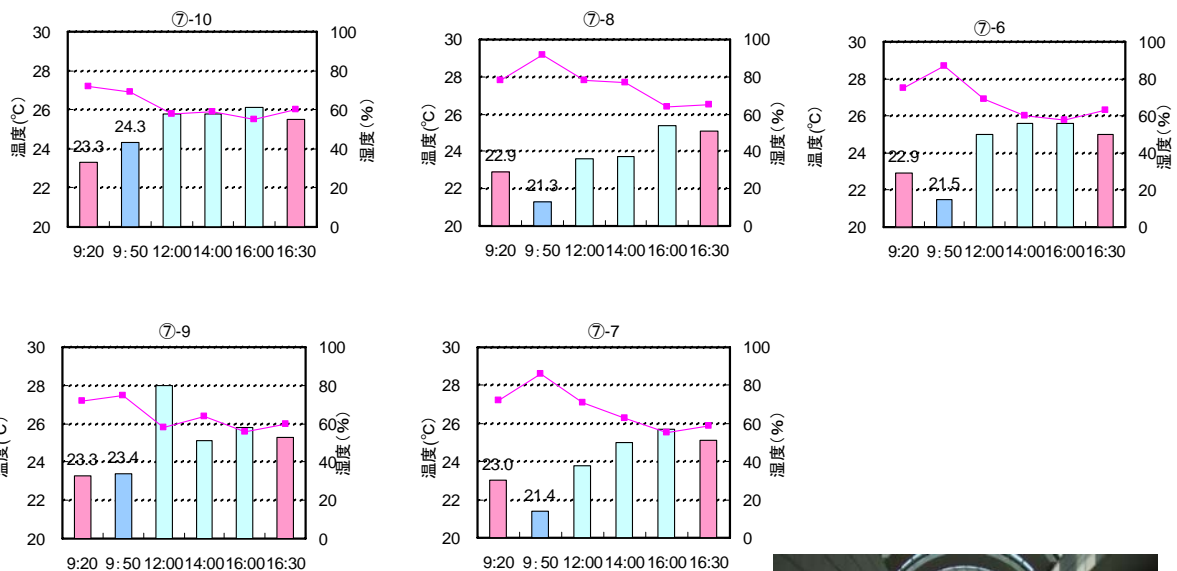
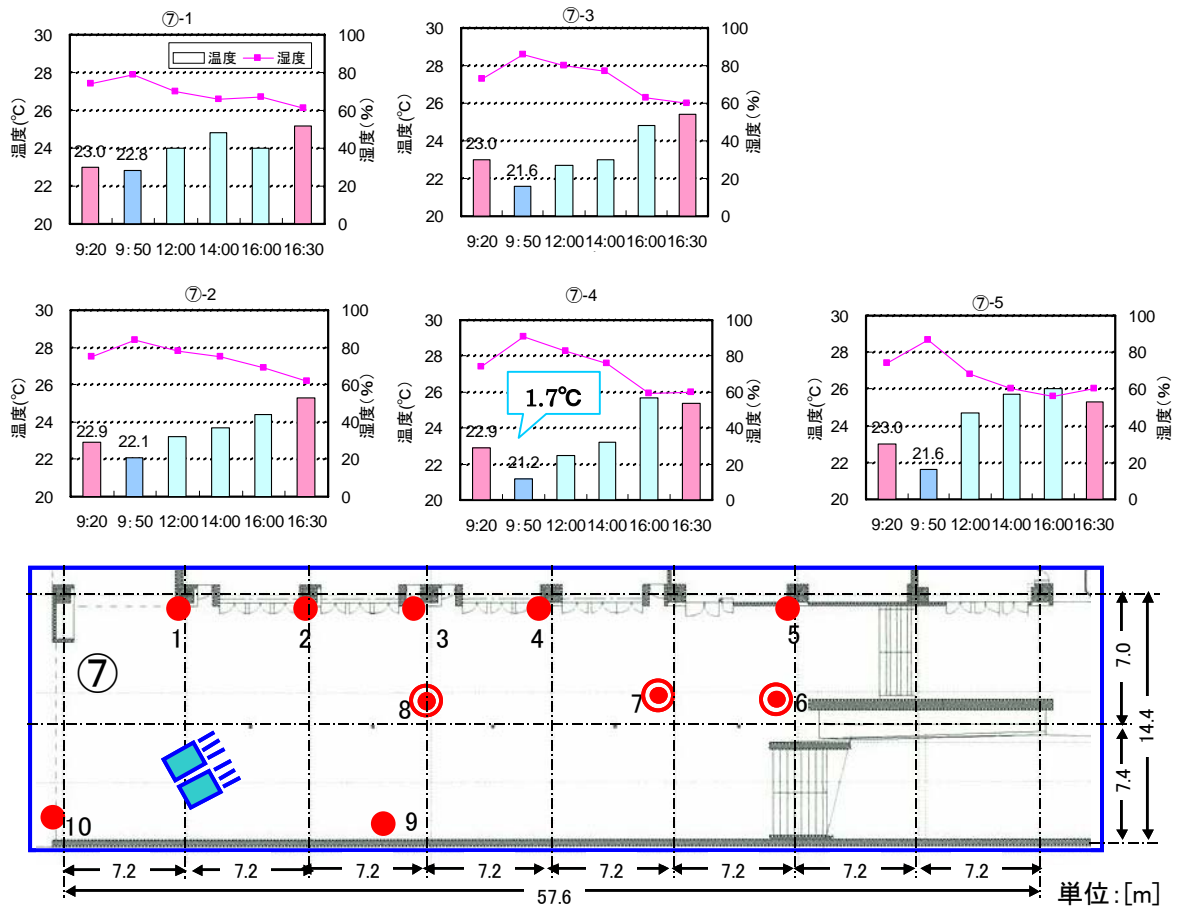


図 3-19 ガレリア⑦(2F)における温度・湿度分布図

※温度を示す棒グラフの凡例

- ：ミスト噴霧なし
- ：2台噴霧
- ：1台噴霧

※噴霧開始および停止時刻の 10 分前と 20 分後の棒グラフ(右・左各 2 本づつ)および中間期の 12 時、14 時の棒グラフを示す。



3. 7 サンクンガーデン④

図 3-20 に温度のグラフを示す。実測当日は図 3-21 より風速の値がかなり大きかったが、全測定点を外気温度と比較すると最大で約 2℃の温度差が生じ、温度上昇を抑えていることがわかった。

また、測定点④-3 および④-4 については図 3-21 より風速が弱まっている 10 時 30 分までの範囲について特に温度降下が確認できる。これは風速が弱まればミスト噴霧による効果がエスカレーターを越えて確認でき、さらに図 3-21 の湿度のグラフを見ると測定点④-3 では湿度が急上昇し、測定点④-4 について湿度はさほど変わっていない。これにより、ミストが直接当たった場合、ミストの冷却効果(外気温度との差)は測定点④-3 から最大約 3℃であり、ミストが直接当たらなくても測定点④-4 から約 2℃であることが確認できた。

図 3-22 に温湿度の棒グラフを示す。ミスト噴霧前後の温度差は最大で測定点④-3 における 3.4℃であった。この時間帯は比較的風が穏やかであり、ミストの効果が直接反映されたものとする。また 12 時、15 時については、風速が徐々に大きくなり、ミスト噴霧器の向きも変更しているため、ミストによる冷却効果は確認できなかった。

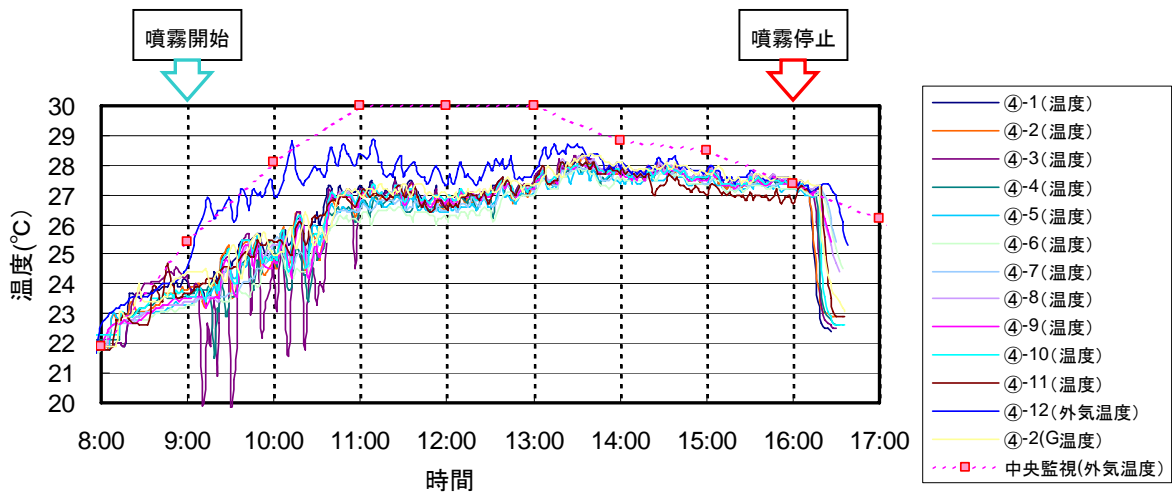


図 3-20 サンクンガーデン④における気温とグローブ温度の経時変化

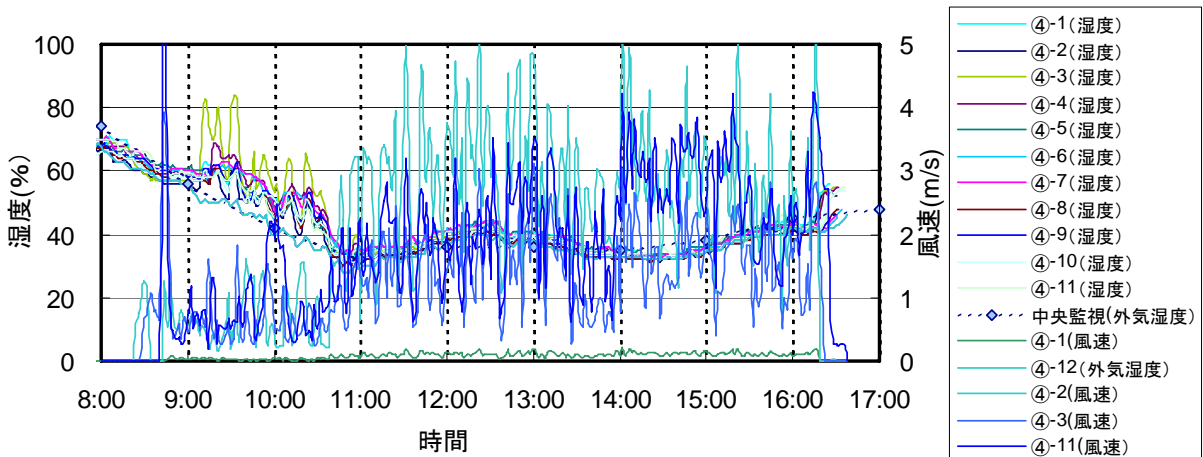


図 3-21 サンクンガーデン④における湿度と風速の経時変化

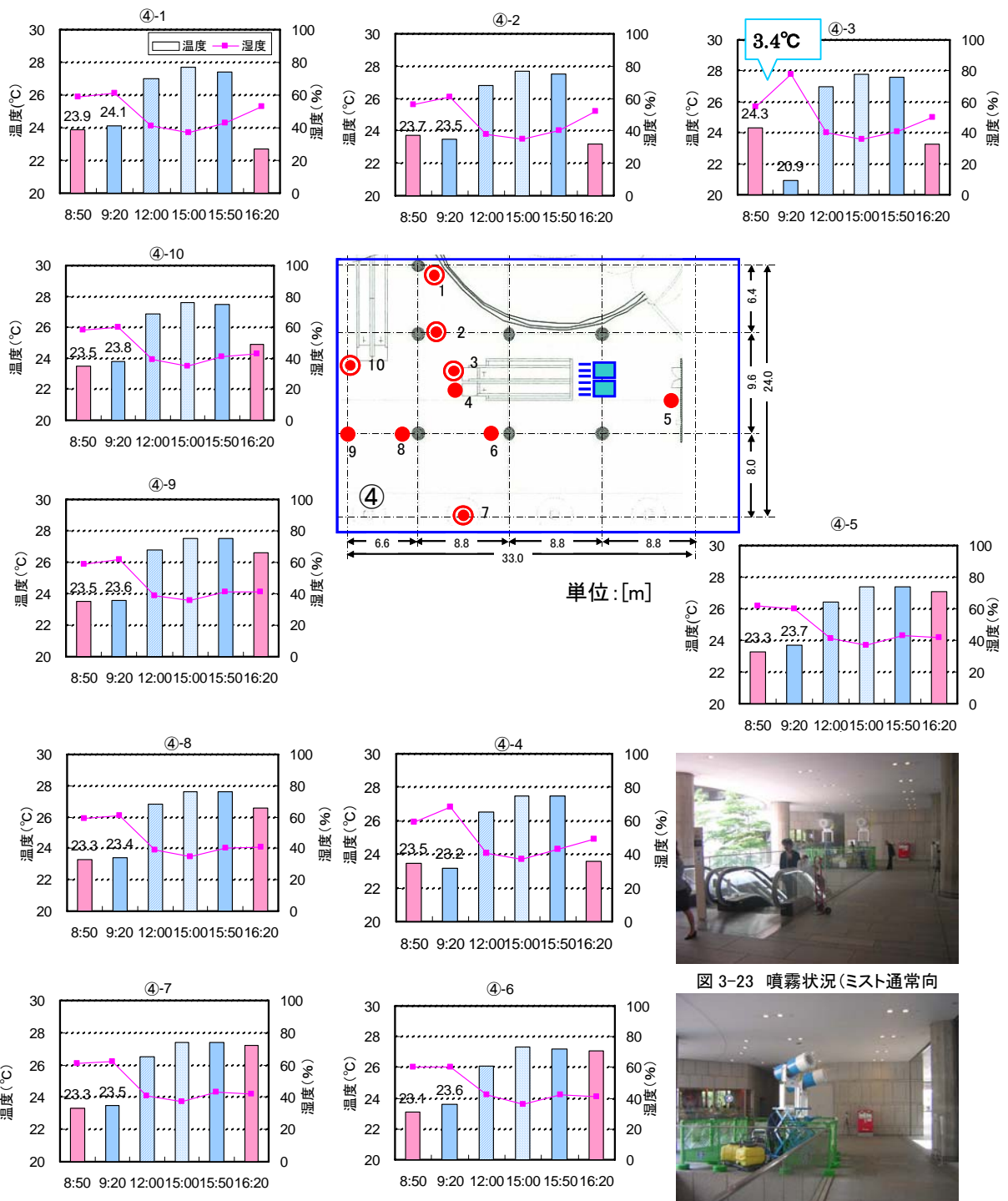


図 3-22 サンクンガーデン④(1F)における温度・湿度分布図

※温度を示す棒グラフの凡例

- :ミスト噴霧なし
- :2台噴霧(ミスト向き通常)
- :2台噴霧(ミスト向き変更1)
- :2台噴霧(ミスト向き変更2)

※噴霧開始および停止時刻の10分前と20分後の棒グラフ(右・左各2本づつ)および中間期の12時、15時の棒グラフを示す。



図 3-23 噴霧状況(ミスト通常向)



図 3-24 噴霧状況(ミスト向き変更1)



図 3-25 噴霧状況(ミスト向き変更2)

3. 8 サンクンガーデン⑤

図 3-26 に温度のグラフを示す。屋外空間であるが、ミスト噴霧開始前後および停止前後の温度変化が顕著に見られ、最大で約 2℃の温度差が確認できた。また、ミストの効果がないと考えられる測定点 10 と他の測定点の比較から最大で約 3℃の温度差が見られた。特に 13 時以降に測定点 10 では温度が上昇しているのに対し、ミスト噴霧空間では温度上昇が抑えられている。図 3-27 に湿度と風速のグラフを示す。風速は屋外としては比較的穏やかであり、湿度は 20～40%程度であった。

図 3-28 に温度・湿度の時刻別分布図を示す。ミスト噴霧前後の温度差は測定点⑤-7 で最大約 1.4℃となり次いで測定点⑤-1 について約 1.2℃となった。他の測定場所と同様にミスト噴霧による冷却効果の直進性が確認できた。

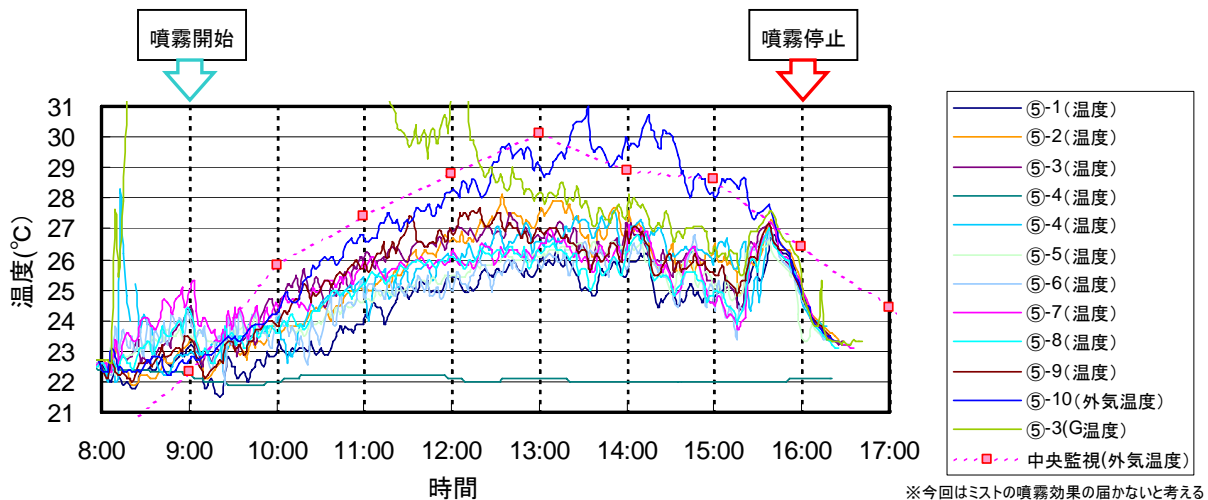


図 3-26 サンクンガーデン⑤における気温とグローブ温度の経時変化

※今回はミストの噴霧効果が届かないと考える測定点⑤-10を外気温度と設定した。

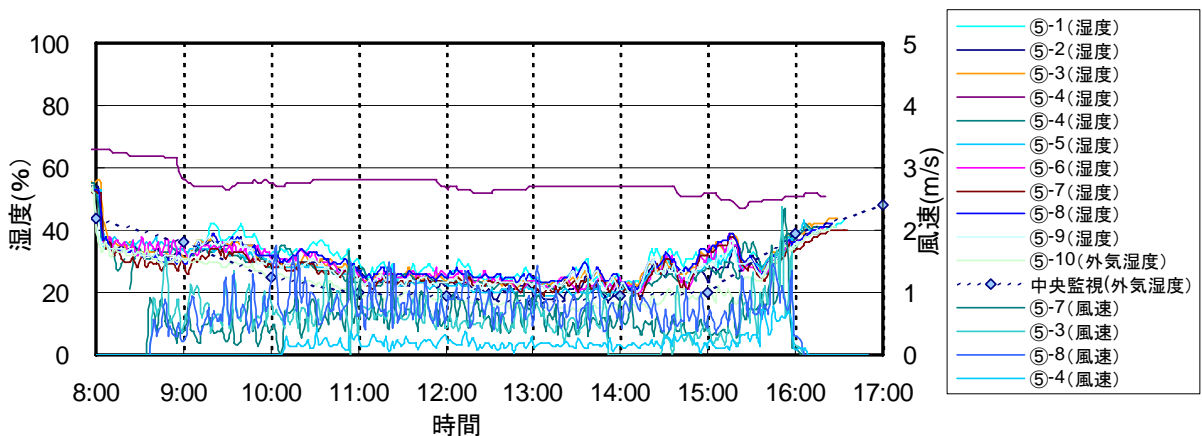


図 3-27 サンクンガーデン⑤における湿度と風速の経時変化

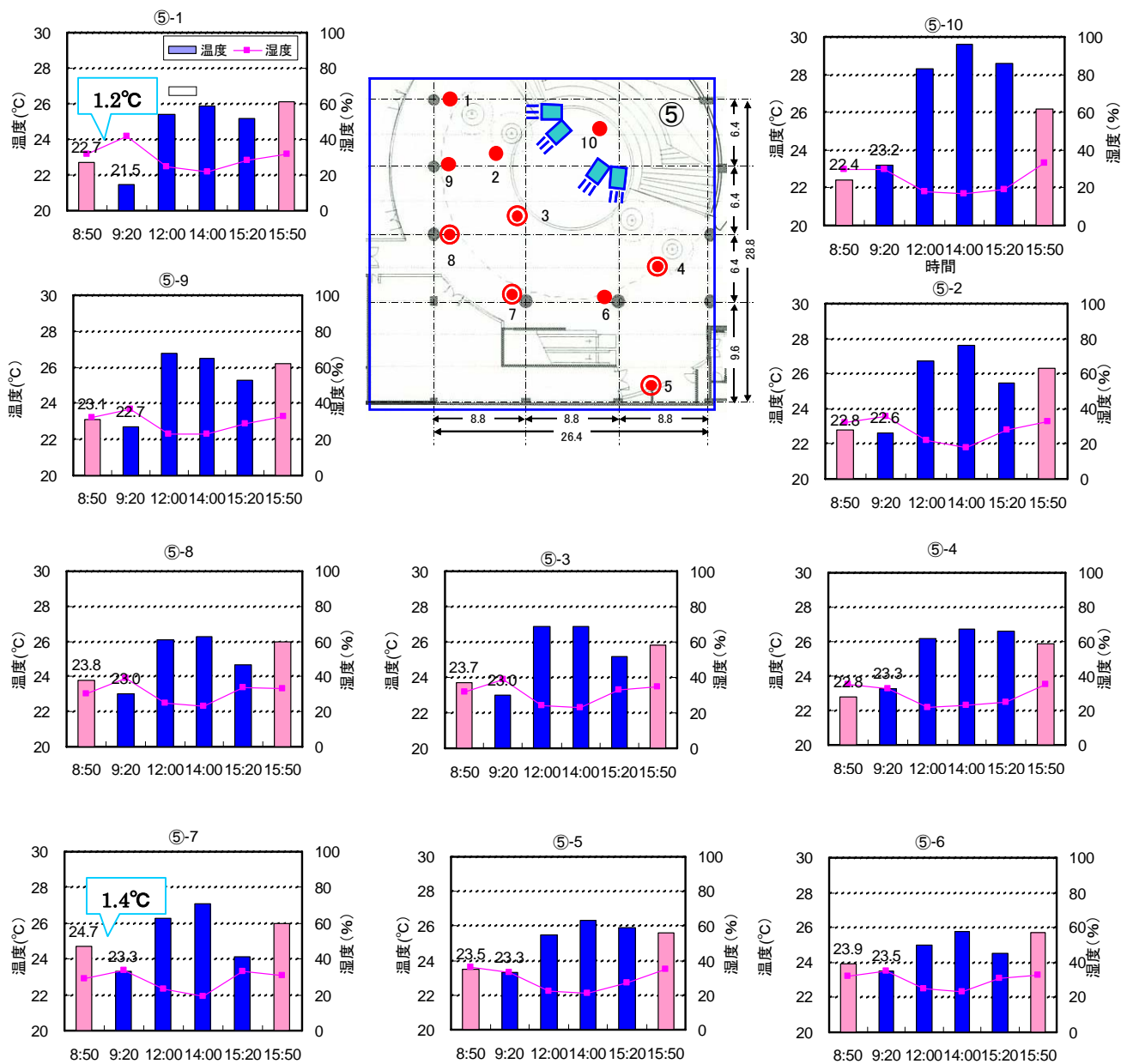


図 3-28 サンクンガーデン⑤における温度・湿度分布図

※温度を示す棒グラフの凡例

- : ミスト噴霧なし
- : 4台噴霧

※噴霧開始および停止時刻の 10 分前と 20 分後の棒グラフ(右・左各 2 本づつ)および中間期の 12 時、14 時の棒グラフを示す。



4. 温熱環境評価による考察

各測定点の実測結果より、温熱環境指標である SET* と PMV を算出した。算出時の条件設定として、今回の実測対象空間では着衣量を 0.9[clo]、代謝量を 1.5[Met]とした。なお、考察には、屋内・半屋外空間では PMV を、屋外空間では SET* を主に使用した。また、今回の考察では PMV の快適範囲を $-1 < PMV < 1$ とした。

表 4-1 SET* と PMV について

PMV	人の暑さ・寒さの感覚を、温熱環境の6要素*から数値化した温熱指標。 対象環境の暖かさ・涼しさの程度を0を中立として-3(寒い)から3(暑い)までの数値で表現する。 PMV=0では95%の人が快適と感じるとされる。
SET*	PMVとともに人の暑さ・寒さの感覚を温熱環境6要素*を元に数値化した体感温度。 PMVは直接的に感覚量を数値で示すため、わかりやすいが、SET*は皮膚からの蒸発損失に風速が考慮され推定精度がPMVより高く、具体的な温度として評価されるため、主に屋外で使用される指標である。 一般には「温熱感覚及び放熱量が実在環境におけるものと同等となるような相対湿度50%の標準環境の気温」と定義される。

表 4-2 温熱環境の6要素

代謝量	人体の代謝量をメット[met]という単位で表したもので、1.4metで軽い立・歩行作業を示す。
着衣量	衣服の断熱性を示した値でクロ[clo]という単位で表される。1[clo]で半袖シャツ+肌着+ジャケット+ズボン+ソックス+靴の着用を示す。
空気温度 湿度	今回の実測では床上から1.5mの空気温度および湿度の値を採用。
放射温度	人が周辺環境から受ける放射熱量を温度として示したものである。
気流(風速)	人体が動いている場合は、動きも含めた相対気流として定義される。

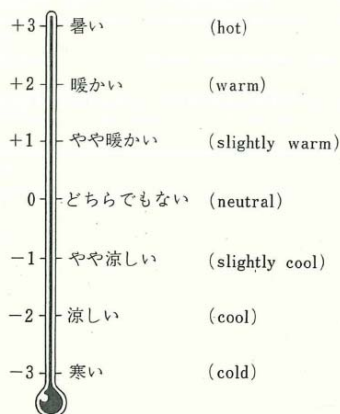


図 4-1 PMV の数値と体感度合

表 4-3 SET* の数値と温冷感・生理状態

SET*	温冷感	生理状態
>37.5	非常に暑い、非常に不快	体温調節ができない
34.5~37.5	暑い、許容できない	おびたしい発汗
30.0~34.5	暖かい、不快	発汗
25.6~30.0	やや暖かい、やや不快	軽い発汗、皮膚血管拡張
22.2~25.6	快適、許容できる	中性
17.5~22.2	やや涼しい、やや不快	皮膚血管収縮
14.5~17.5	涼しい、許容できない	軽い体冷却
10.0~14.5	寒い、非常に不快	ふるえ

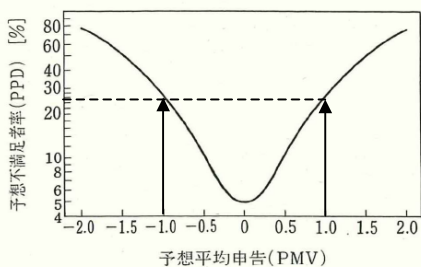


図 4-2 PMV の数値と不満足者率の推移

4. 1 ロビー①

図 4-2 に SET* のグラフを示す。ミスト噴霧開始によって SET* の値が約 2°C 下がった。さらに、ミスト噴霧停止後は SET* の値がすぐに上昇していることがわかった。

また、図 4-3 に PMV のグラフを示す。ミスト噴霧によって、最も快適である PMV=0 の値に近づいていることが確認できた。

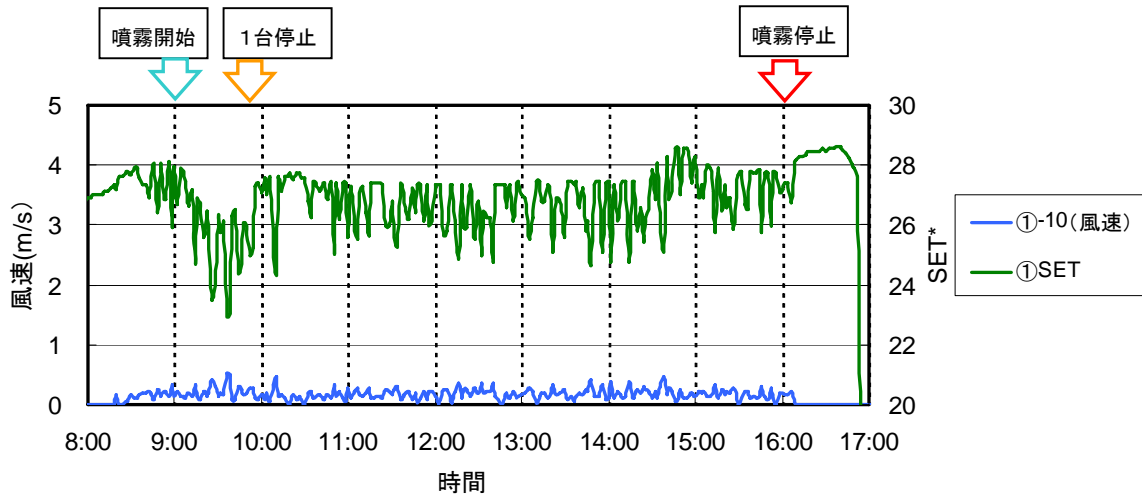


図 4-2 SET* の経時変化

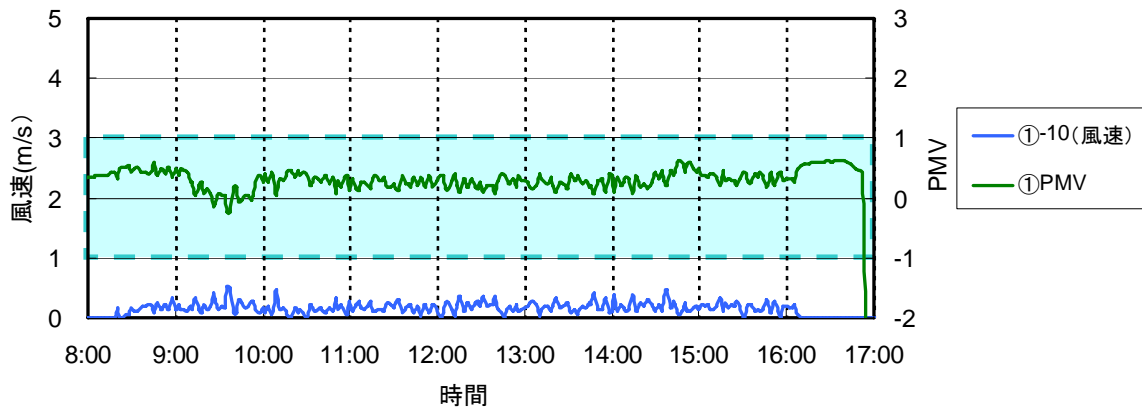


図 4-3 PMV の経時変化

4. 2 ロビー②

図 4-4 に SET* のグラフを示す。ミスト噴霧によって SET* の値が約 4℃下がった。これはロビー①と比べ約 2 倍の降下幅であった。さらに風速のグラフを見るとロビー①と比べ、約 2 倍となっており、ミストが直接当たることによる快適性の向上が考えられる。

図 4-5 に PMV のグラフを示す。ロビー②と同様にミスト噴霧によって最も快適である PMV = 0 の値に近づいているとともに、噴霧前後の変化の幅がロビー①と比べ大きいことがわかった。

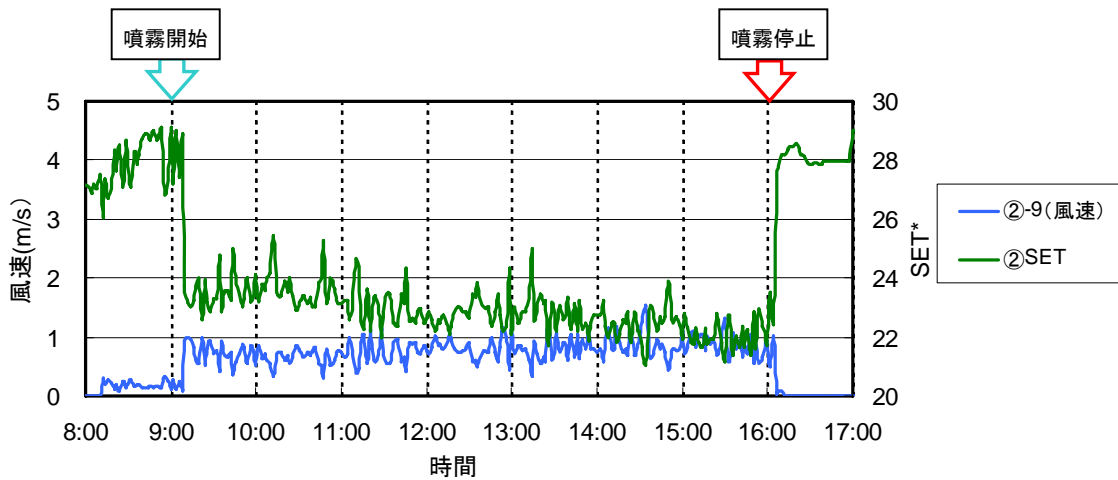


図 4-4 SET* の経時変化

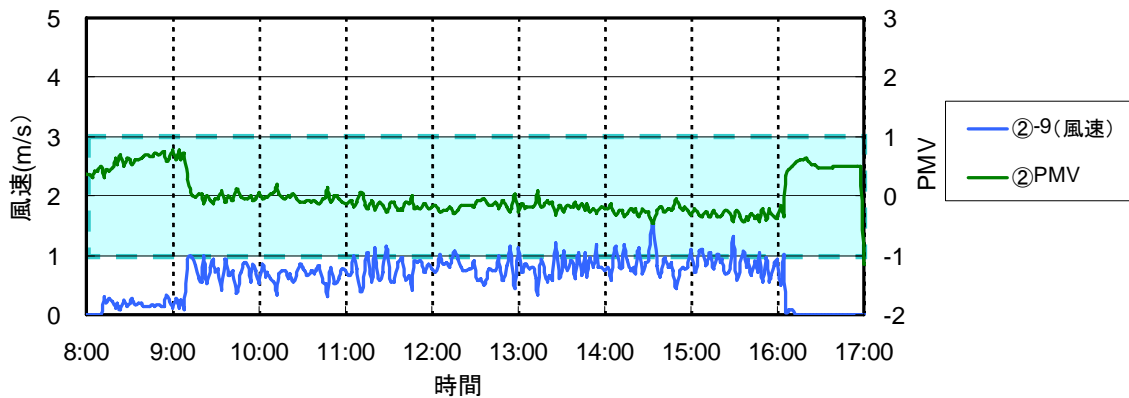


図 4-5 PMV の経時変化

4. 3 アトリウム③

図 4-6 に SET* のグラフを示す。これより、ミスト噴霧によって SET* の値が約 8℃ 降下していることがわかった。これはミスト噴霧による温度変化の幅と比べかなり大きく、ミスト噴霧によって快適性がかなり上がったと考えられる。

また、図 4-7 に PMV のグラフを示す。ミスト噴霧によって最も快適な PMV=0 に近づいていることがわかった。日射の影響があるものの噴霧時間を通して快適性が保たれていたと考えられる。

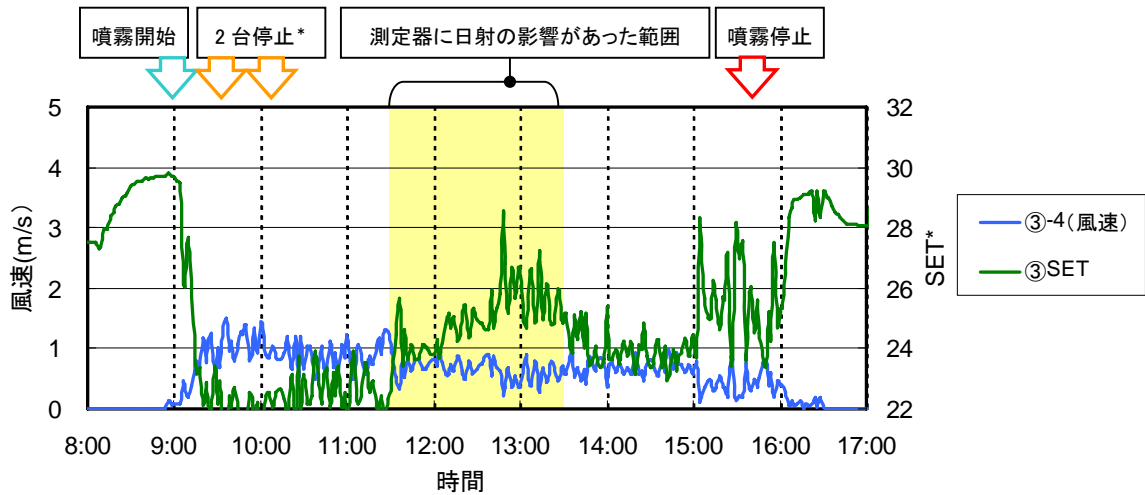


図 4-6 SET* の経時変化

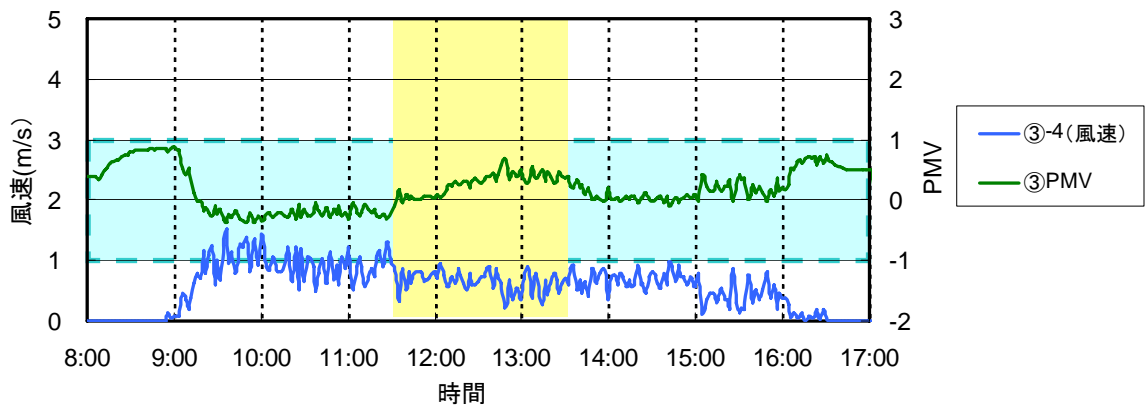


図 4-7 PMV の経時変化

4. 4 ガレリア⑥

図 4-8 に SET* のグラフを示す。ミスト噴霧後に SET* の値が徐々に低下し、一旦は上昇するもののミスト噴霧時間全体として値の上昇が抑えられている。また、12 時～14 時の範囲では、SET* が外気温度よりも最大で約 2℃ 低かった。

図 4-9 に PMV のグラフを示す。ミスト噴霧によって PMV=0 の値に近づいているもののその後は値が上昇してしまっている。

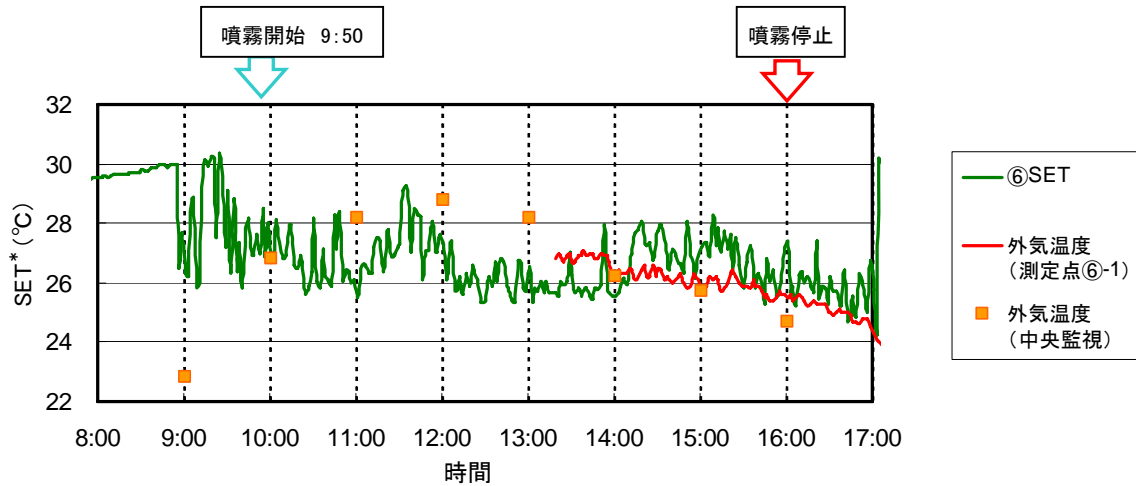


図 4-8 SET* の経時変化

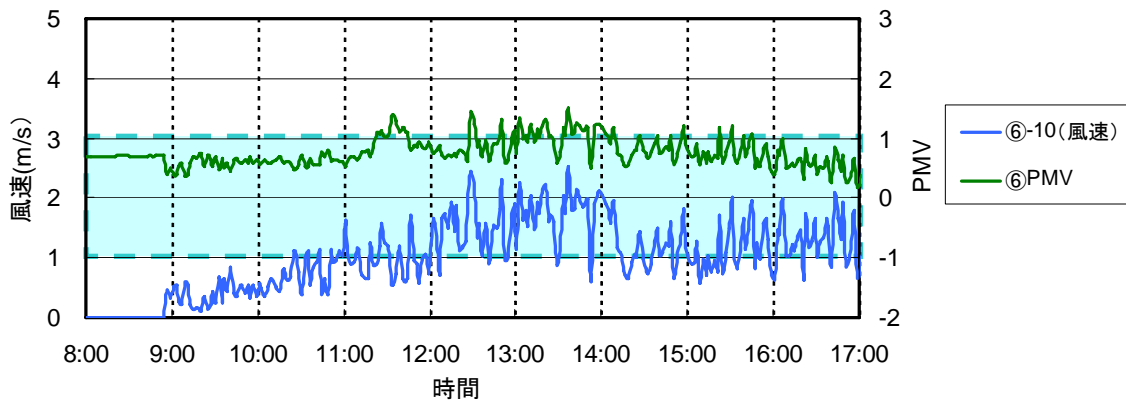


図 4-9 PMV の経時変化

4. 5 ガレリア⑦

図 4-10 に SET* のグラフを示す。ミスト噴霧により約 2.5℃の降下が確認できた。

図 4-11 に PMV のグラフを示す。ミスト噴霧により、PMV=0 の値に近づくことがわかったがその後は値が上昇した。

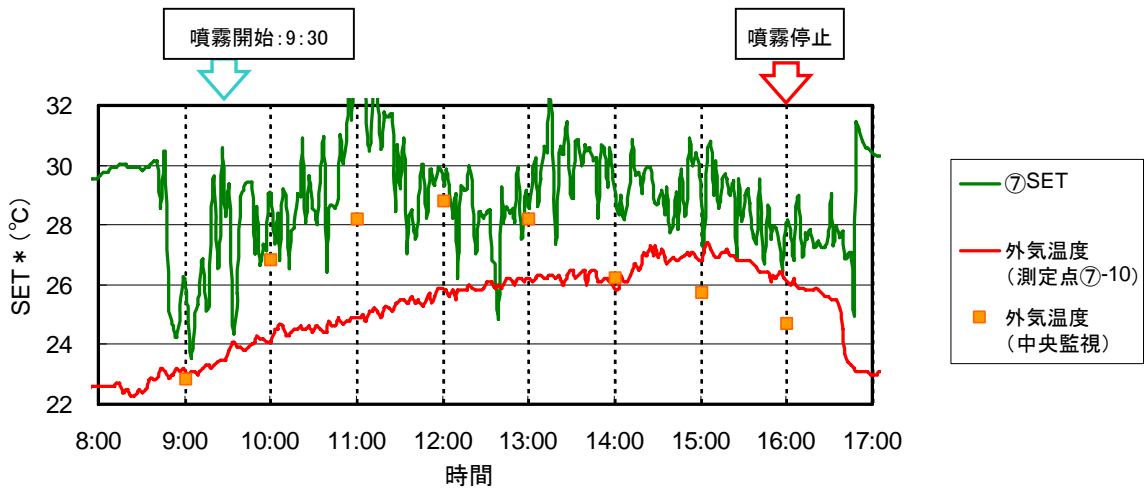


図 4-10 SET* の経時変化

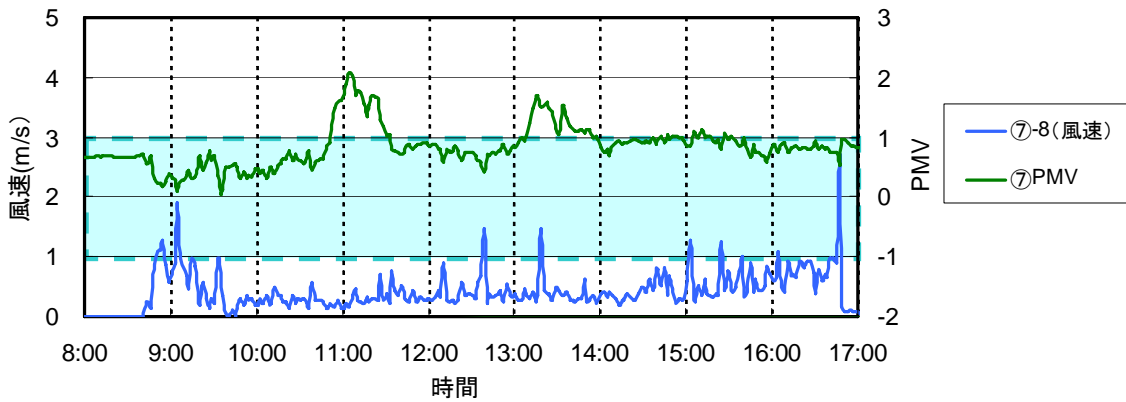


図 4-11 PMV の経時変化

4. 6 サンクンガーデン④

図 4-12 に SET* のグラフを示す。ミスト噴霧により明確な冷却効果は確認できないが、風速が弱い時間帯である 10 時 40 分頃までは 2℃程度の SET* の値降下が確認できる。また、11 時以降では SET* の値が外気温度よりも低いことがわかった。

図 4-13 に PMV のグラフを示す。ミスト噴霧によって PMV の値は若干下がるものの時間が経つにつれ PMV の値は上昇し、13 時以降では快適範囲である $-1 < PMV < 1$ の範囲を外れている。

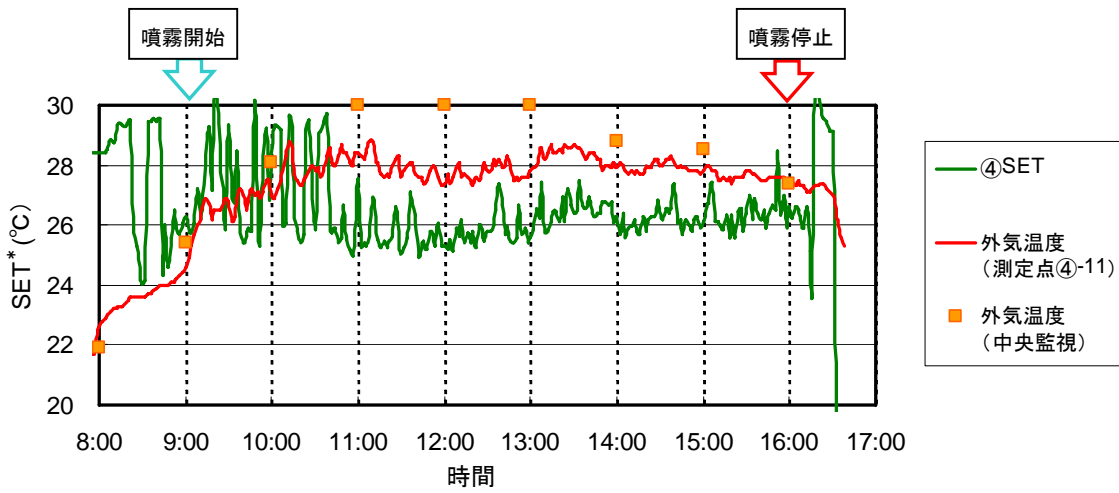


図 4-12 SET* の経時変化

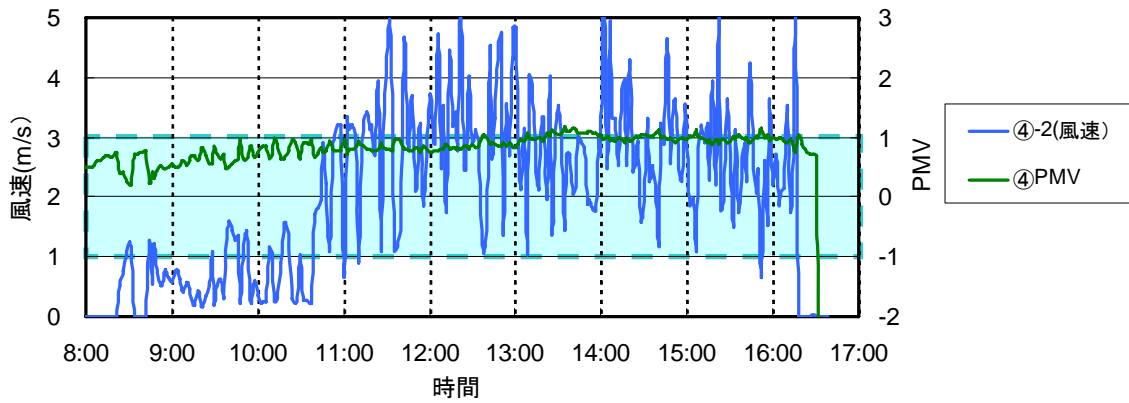


図 4-13 PMV の経時変化

4. 7 サンクンガーデン⑤

図 4-14 に SET* のグラフを示す。ミスト噴霧によって若干の SET* の値が降下したものの、その後ははっきりとしたミストによる冷却効果は確認できなかった。

図 4-15 に PMV のグラフを示す。こちらも同様にミスト噴霧後 PMV 値が上昇し、冷却効果は確認できなかった。

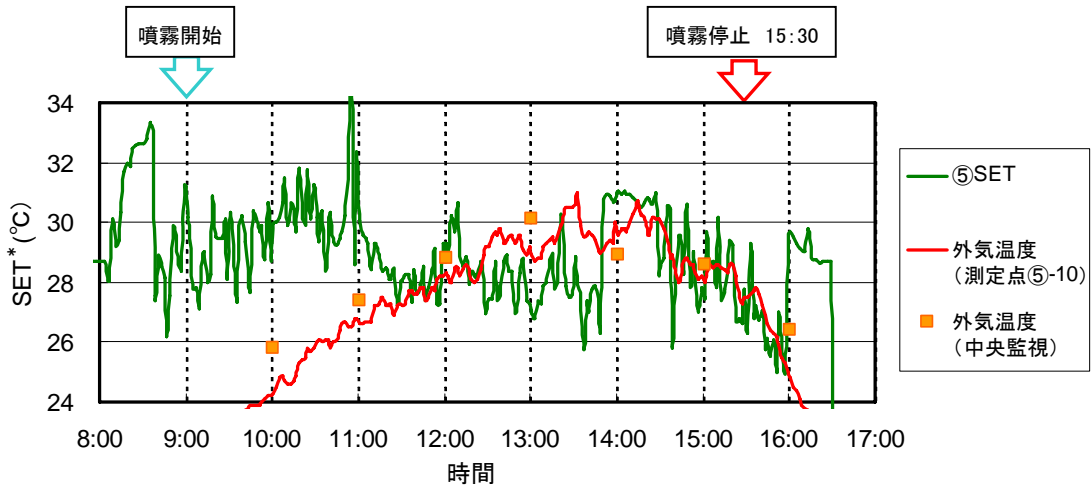


図 4-14 SET* の経時変化

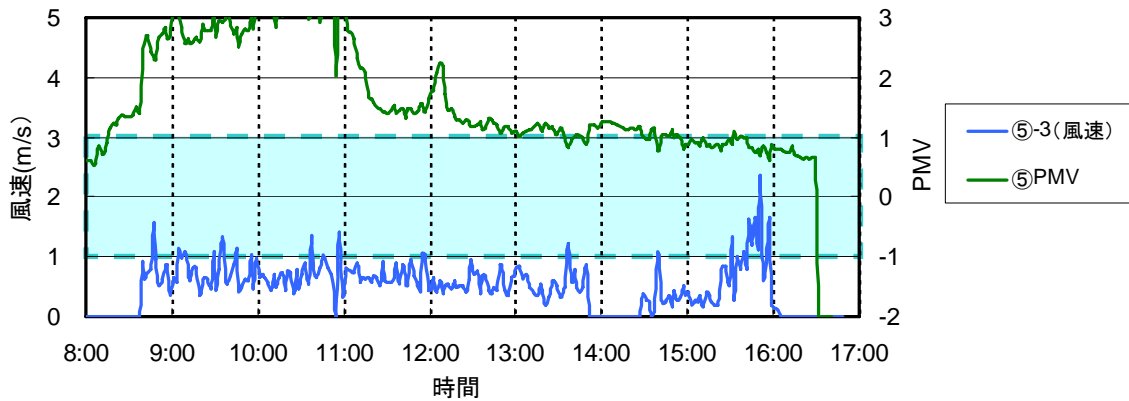


図 4-15 PMV の経時変化

5. 設計指針の基礎的考察について

図 5-1 および図 5-2 にロビー①・②・③における空調の還気温度（湿度）と外気温度（湿度）、ロビー①・②の還気口に近い今回の測定点の温度（湿度）を示す。ここで、ロビー③とはアトリウム③で3Fにミスト噴霧器を置いた空間のことを示す。

これより、5/21 のロビー①・②にミスト噴霧を行なった時間帯において、ロビー①・②の測定点については気温が下がっているものの、還気温度については下がっていない。ロビー③については還気温度が下がっているが、これはミスト噴霧と関係が薄いと考える。

また、湿度についてはミスト噴霧とともに上がっているが、ロビー①・②の測定点における上昇幅よりも小さい。

よって、今回の結果からはミストによって空調の還気温度が下がるという結果は得られなかった。今後はミスト噴霧時に還気温度の測定点を明らかにするとともに還気口付近での測定を行なうことで空調負荷を算出することや、換気量のデータを入手することでミストによる冷却効果を確認する必要がある。

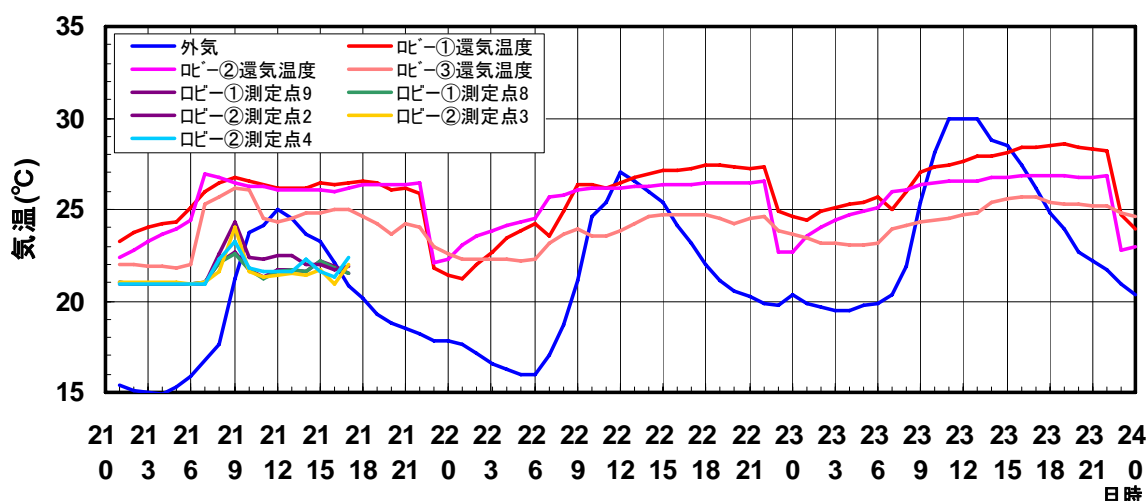


図 5-1 各測定項目における温度の経時変化

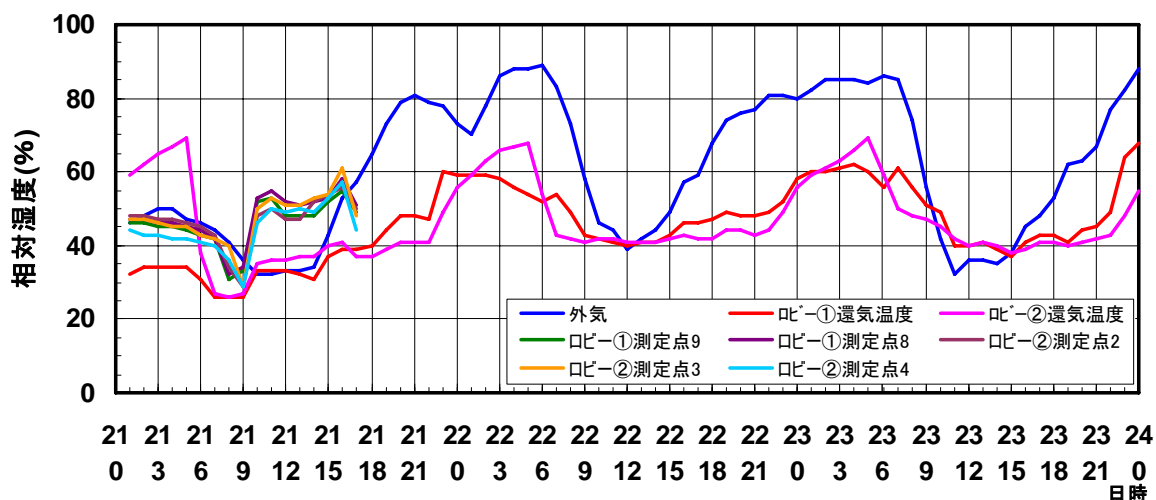


図 5-2 各測定項目における湿度の経時変化

6. まとめ

以下の実測結果のまとめを述べる。

◇屋内空間

➤ ロビー①および②

*温度・湿度・風速に関して

- －ミスト噴霧開始前後の最大温度差はロビー①で 2.9℃、ロビー②で 2.8℃であった。
- －湿度については両空間ともほぼ 60%近辺の値であった。
- －ミスト冷却効果の即時性と直進性が把握できた。
- －ロビー①においてはミスト噴霧器が 1 台でも最大約 2℃の温度低減効果があった。

*温熱環境評価に関して

- －ロビー②ではミスト噴霧により SET*の値が最大約 4℃降下した。この値はロビー①における降下幅の約 2 倍であった。
- －ミスト噴霧により PMV=0 の最も快適な状態に近づくことがわかった。

➤ アトリウム③

*温度・湿度・風速に関して

- －ミスト噴霧開始前後で最大 3.8℃の温度差が確認できた。
- －湿度についてはほぼ 50～70%程度であった。
- －ミスト冷却効果の即時性が把握できた。
- －ミスト噴霧器が測定空間に 4 台あるため、他の測定場所と比べミスト噴霧による温度降下幅が最も大きかった。

*温熱環境評価に関して

- －ミスト噴霧により SET*の値が最大約 8℃も降下することが確認できた。
- －ミスト噴霧によって PMV=0 の最も快適な状態に近づくことがわかった。

◇半屋外空間

➤ ガレリア⑥

*温度・湿度・風速に関して

- －ミスト噴霧により若干温度が下がったが、他の測定場所に比べ降下幅は小さかった。これは他の測定場所と比べ、吹き降ろしのミスト噴霧のみであったため、風による拡散やミストの直進的冷却効果が得られなかったことが起因すると考える。

*温熱環境評価に関して

- SET*については、ミスト噴霧後から徐々に値が降下し、全体的に値の上昇が抑えられていた。
- また、風速の値が大きくなった際にSET*の値が外気温度よりも低くなった。
- PMVについてはミスト噴霧によって若干値が下がったものの、その後は上昇傾向にあった。

➤ ガレリア⑦

*温度・湿度・風速に関して

- ミスト噴霧開始前後の温度差は最大1.7℃であった。
- 湿度が高く、最大約85%まで値が上昇した。

*温熱環境評価に関して

- SET*についてはミスト噴霧により若干は値が下がるものの、測定時間全体を通して外気温度よりも低くなることはなかった。
- PMVについてはミスト噴霧後すぐにPMV=0に近づいた後、値は上昇した。

◇屋外空間

➤ サンクンガーデン④

*温度・湿度・風速に関して

- サンクンガーデン④においてミスト噴霧開始前後で最大約3.4℃の気温差が見られた。また、ミスト噴霧によって外気温度より最大約2℃の気温降下が確認できた。
- 湿度について、ミスト噴霧時間に20~40%程度の値であった。
- 実測時間全体を通して風が強かった。

*温熱環境評価に関して

- SET*についてはミスト噴霧によって値は若干下がるもののはっきりとした効果は確認できなかった。
- 風速の値が大きい時間帯ではSET*の値は外気温度よりも低くなった。
- PMVについてはミスト噴霧によって若干は値が下がるものの、その後上昇した。

➤ サンクンガーデン⑤

*温度・湿度・風速に関して

- サンクンガーデン⑤ではミスト噴霧開始前後で最大約1.4℃の気温差が見られた。また、ミスト噴霧によって外気温度より最大約3℃の気温降下が確認できた。

－湿度について、ミスト噴霧時間に 20～40%程度の値であった。

*温熱環境評価に関して

－SET*についてはミスト噴霧によって値は下がるもののはっきりとした効果は確認できなかった。

－PMVについてはミスト噴霧によって若干は値が下がるものの、その後上昇した。

◇設計指針の基礎的考察について

今回の提供いただいた結果からはミストによって空調の還気温度が下がるという結果は得られなかった。今後はミスト噴霧時に還気温度の測定点を明らかにするとともに還気口付近での測定を行なうことで空調負荷を算出することや、換気量のデータを入手することでミストによる冷却効果を確認する必要がある。

7. 謝辞

本実測を実施するにあたり、東京オペラシティビル、東京オペラシティビルデリバリーセンター、東京オペラシティビル設備センター、東京オペラシティビル警備隊、東京オペラシティビル清掃センター、財団法人東京オペラシティ文化財団にご協力をいただきました。ここに、心より感謝の意を表します。