

## 9章 暑熱対策技術評価のとりまとめ

### 9.1 個別技術評価

各検証場所での実測結果やヒアリング結果をもとに検証した個々の技術について、定量的な熱環境改善効果、効果に影響を及ぼす要因、留意点、副次的効果についてとりまとめた。各項目にまとめた内容を次に示した。

項目	内容
1) 熱環境改善効果	本事業の夏季検証で評価に必要な熱環境要素を評価できた結果をまとめた。 気象条件や技術の設置状況が異なる複数の測定結果が得られた場合は値に幅をもたせた。
2) 効果に影響を及ぼす要因	本事業での検証により明らかになった、効果に影響を与える環境条件や、設置状況を示した。 要因の変化による体感温度への影響が本事業の実測結果により検証できるものについては、効果の違いを、計算により推定した。
3) 設置する上での留意点	2) で示した効果に影響を及ぼす要因以外に、本事業の施工上もしくは運用上で明らかになった留意点を挙げた。
4) 副次的効果	定量的な熱環境改善効果以外に、視覚的に涼しさを感じさせる定性的な評価などについて、本事業で実施したヒアリングをもとに記述した。

1)・2)で行っている各熱環境要素および体感温度の評価方針については4章～8章で報告した各検証実施場所での評価方法と同じであるが、参考資料8に改めてまとめて記載した。

#### 9.1.1 オーニング

##### 1) 熱環境改善効果

日中の強い日差しを遮り、南中時(12時台)には9割の日射を遮蔽する効果があった。熊谷市役所前バス停での検証結果では、体感温度はSET\*で6.9℃の低下、WBGTで2.1℃の低下が見られた。

表 9.1 日除け(オーニング)の熱環境改善効果(日向との比較)

熱環境要素への影響

気温(℃)	湿度(%)	風速(m/s)	MRT(℃)
-	-	-	-24.5

体感温度への影響

SET*(℃)	WBGT(℃)
-6.9	-2.1

※評価条件

基準とした気象条件

	気 温 (°C)	湿 度 (%)	風 速 (m/s)	MRT (日向) (°C)
8月6日12時(熊谷)	34.4	49.6	1.0	79.2

評価点

高さ 1.1m、オーニング下のほぼ中央部分に位置する地点

対照地点

日向 (高さ 1.1m)

技術設置状況

- ・ 検証に用いたオーニングは約 6 m×3 m のサイズのものを使用
- ・ 日射透過率 10%、日射反射率 71.2% (共にメーカー資料より) のオフホワイト色の生地を使用した。



図 9.1 熊谷市役所前バス停に設置した自動開閉式のオーニング (右は閉じた状態)

2) 効果に影響を及ぼす要因

オーニングの効果に影響を及ぼす要因としては、①生地の性質、②設置面積があげられる。

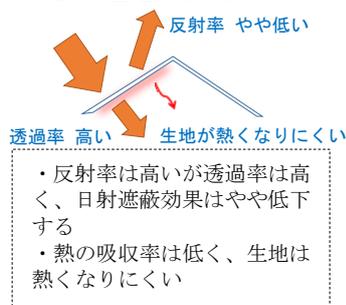
①生地の性質

検証では高反射率の生地を用いたが、高反射加工の有無や生地の色・厚さによって日射反射率や透過率は異なる。また、生地の色などの違いにより熱の吸収率が上昇し、生地自体が熱くなって生地からの長波放射量が増加し、体感温度改善効果が小さくなる場合もある。

例 1 : 高反射加工された白色オーニング (熊谷市役所前で設置)



例 2 : 簡易テントなど、白地だが、生地が薄いもの



例 3 : 濃い色のオーニング

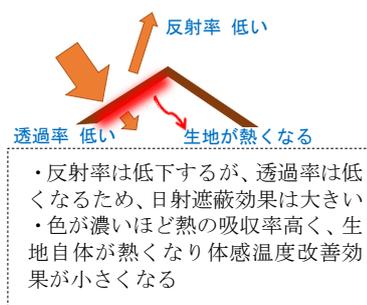
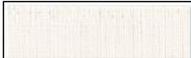


図 9.2 生地の性質の違いの例

表 9.2 オーニング生地の色などの違いによる日射反射・透過特性の例（高反射加工生地の場合）

			
日射透過率 %	10.0	20.2	5.1
日射反射率 %	71.2	48.3	23.2
日射吸収率 % (1 - 吸収率 - 反射率)	18.8	31.5	71.7

※熊谷市役所前で設置したオーニングの生地

## ②設置面積

設置面積によっても効果は異なる。面積が広いほど、日陰面積が大きくなり、地表面からの長波長放射量が減り、体感温度改善効果は大きくなる。

## 3) 設置する上での留意点

- ・台風などの強風で煽られる危険性がある。熊谷市役所前の検証では 10m/s 以上の風速では自動的にオーニングが巻き取られるものを採用した。
- ・設置工事の際、基礎の掘削が必要である。
- ・基本的に電気の使用はないが、熊谷市役所前の検証で導入していたような開閉式のオーニングで自動開閉を行う場合には、タイマー制御と開閉動作に電力を使用する。

## 9.1.2 フラクタル形状の日除け

### 1) 熱環境改善効果

日中の強い日差しを遮り、夏季の南中時（12 時台）には 8 割以上の日射を遮蔽する効果があった。東京ビッグサイト前海上公園と堺市綾ノ町電停での検証結果から、体感温度は SET\*で 3.3～4.9℃の低下、WBGT で 0.9℃～1.3℃の低下が見られた。

表 9.3 フラクタル形状日除けの熱環境改善効果（日向との比較）

熱環境要素への影響

気温 (°C)	湿度 (%)	風速 (m/s)	MRT (°C)
-	-	-	-18.6～-13.1

体感温度への影響

SET* (°C)	WBGT (°C)
-4.9～-3.3	-1.3～-0.9

## ※評価条件

### 基準とした気象条件

	気 温 (°C)	湿 度 (%)	風 速 (m/s)	MRT (日向) (°C)
8月9日12時 (ビッグサイト)	37.0	32.3	1.3	70.0
8月10日12時 (ビッグサイト)	32.5	55.7	1.1	61.2
7月27日12時 (堺)	31.9	54.9	0.8	73.5
7月28日12時 (堺)	32.7	53.1	0.9	73.4

### 評価点

高さ 1.1m、日除け下のほぼ中央部分に位置する地点

### 対照地点

日向 (高さ 1.1m)

### 技術設置状況

- ・東京ビッグサイトの検証場所では、6.5m×1.8m のサイズの日除けを、堺の検証場所では 3.75m×1.8m のサイズの日除けを設置した。



図 9.3 実証事業で設置したフラクタル形状日除け (左:東京ビッグサイト海上公園、右:堺市綾ノ町電停)

## 2) 効果に影響を及ぼす要因

フラクタル形状の日除けの効果に影響を及ぼす要因としては、①設置向きと太陽高度や方位、②設置面積が挙げられる。

### ①設置向きと太陽高度や方位

東京ビッグサイト前海上公園、堺市綾ノ町電停における検証結果で示したように、フラクタル形状日除けの日射遮蔽性能は、太陽高度や太陽方位、また、日除けの設置向きによって影響を受けることが分かった。影響を定量的に評価するため、季節別、時刻別に安定した日射環境で繰り返し測定する必要があるが、天候不順等により十分な測定データが得られなかった。そのため、以下ではフラクタル形状日除けの日射透過率の理論値を参考に、影響の程度を示した。

下図は、フラクタル形状日除けの日射透過率を太陽の仰角と方位角との関係で示したものである。そこに、日除けを南に正対させて設置した場合の太陽軌道 (青) と綾ノ町電停のように 45

度、東に向きをずらして設置した場合の太陽軌道（赤）を示した。

これを見ると、フラクタル形状日除けの設計上、南中時の太陽高度（仰角）が70度（8月中旬ころ）になるときの日射透過率が最も小さく10%以下となる。そこから太陽高度、方位がずれると透過率が上昇する。綾ノ町電停で実測した7月末（南中高度75度）の場合、日除けを南に正対させた場合、12時の透過率が理論値で10%程度になるところ、実測結果では透過率が20%程度となったが、実際の綾ノ町電停での日除け設置向き（南東向き）を考慮した太陽軌道を想定すると理論値でも20%程度となる。また、日除けを90度ずらして真東もしくは真西に向けて設置すると南中時の透過率は30%程度にもなることが分かる。

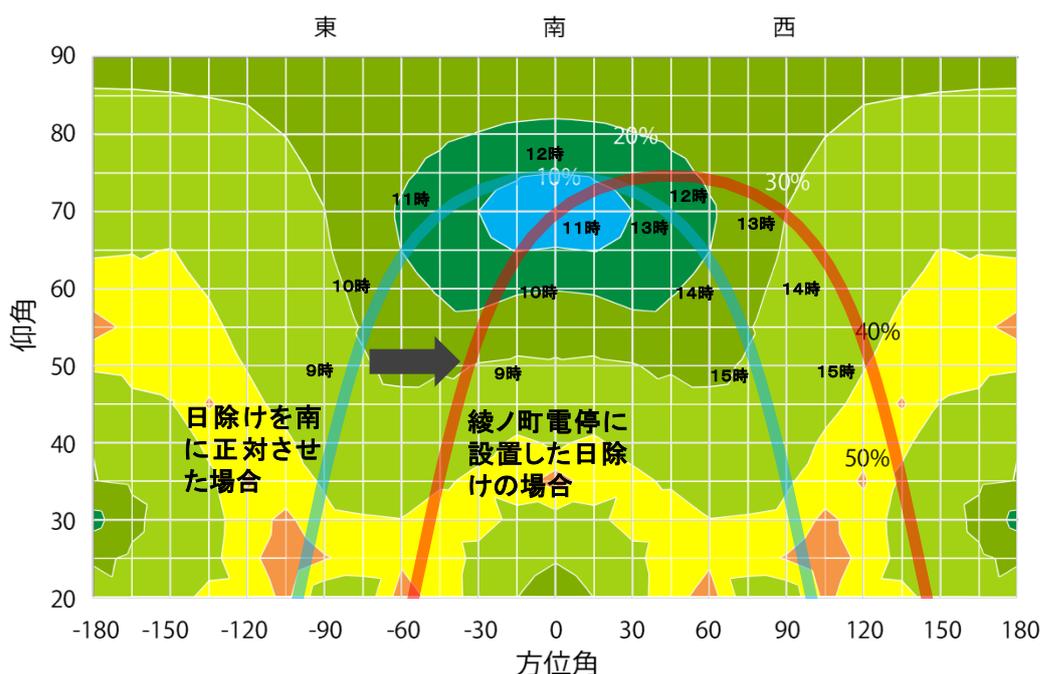


図 9.4 フラクタル形状日除けの日射透過率と太陽軌道

※2016年7月28日の太陽軌道を想定。南に正対させた場合を青、綾ノ町電停に設置した向きの場合を赤で示した。  
京都大学 酒井 敏 氏からの提供図を加工した

そこで、堺市綾ノ町電停での7月末（7月28日11:30～12:30）の評価結果を用いて、仮に日除けを真南に向けた場合と、真東もしくは真西に向けた場合を想定した場合の体感温度への影響を算出した。

算出条件

基準とした気象	気温 32.7℃、湿度 53.1%、風速 0.9m/s
日除けサイズ	3.75m×1.8m
評価点	高さ 1.1m
対照地点	日向

実測の透過率から 10%ポイント減少させた場合（日除けを真南に向けた場合を想定）と 10%ポイント増加させた場合（真東もしくは真西に向けた場合を想定）の変化を MRT に置き換えて体感温度への影響を検討すると、以下のように MRT でそれぞれ 2.5℃、SET\*にしてそれぞれ 0.7℃程度の差が生じることが分かる。

表 9.4 設置方位による効果の違い

季節	熱環境要素への影響				体感温度への影響	
	気温変化量 (℃)	湿度変化量 (℃)	風速変化量 (m/s)	MRT 変化量 (℃)	SET* (℃)	WBGT (℃)
日除けを真南に向けた場合を想定	—	—	—	- 20.0 (73.4→53.4)	- 5.3 (40.4→35.1)	- 1.2 (30.7→29.5)
日除けを南東に向けた場合 (実測値)	—	—	—	- 17.5 (73.4→55.9)	- 4.7 (40.4→35.7)	- 1.1 (30.7→29.7)
日除けを真東 (西) に向けた場合を想定	—	—	—	- 15.0 (73.4→58.4)	- 4.0 (40.4→36.3)	- 0.9 (30.7→29.8)

※括弧内は具体的な数値。表記例：(対策前温度→対策後温度)。尚、値は小数点第 2 位で四捨五入している。

フラクタル日除けは、季節や時間帯によって日射遮蔽性能が変化することを認識することが必要である。また、方位特性を有しているフラクタル形状日除けの場合、設計時、設置時に製品の設置方位に留意する必要がある。

## ②設置面積

設置面積によっても効果は異なる。面積が広いほど、日陰面積が大きくなり、地表面からの長波長放射量が減り、体感温度改善効果は大きくなる。

### 3) 設置する上での留意点

- ・設置工事の際、基礎の掘削が必要である。

### 4) 副次的効果

東京ビッグサイト前海上公園での検証では、「日除けが気になって来た」といった声を得られ、特徴的なデザインにより人の目を引き人の来訪を促す効果があることがわかった。

## 9.1.3 メッシュ日除け (+散水)

### 1) 熱環境改善効果

日射遮蔽や散水に伴う表面温度上昇の抑制により、平均放射温度 (MRT) は約 16.5℃低下し、体感温度は SET\*で約 5.0℃の低下、WBGT で約 1.6℃の低下が見られた。

表 9.5 メッシュ日除けの熱環境改善効果（日向との比較）

熱環境要素への影響

気温 (°C)	湿度 (%)	風速 (m/s)	MRT (°C)
-	-	-	-16.5

体感温度への影響

SET* (°C)	WBGT (°C)
-5.0	-1.6

※評価条件

8月3日12時、大阪の気象条件を基準とし、1.4m×2.2mのメッシュ日除けが地上2.5mに設置されている状況を想定し、メッシュ日除け直下、高さ1.1mの評価点と日向、高さ1.1mの対照地点それぞれにおける熱環境指標の算出結果を比較した。

基準とした気象条件

	気温 (°C)	湿度 (%)	風速 (m/s)	MRT (°C)
2016/8/3 12時 (大阪)	33.1	41.5	0.8	83.2

評価点

高さ1.1m

対照地点

日向 (高さ1.1m)

技術設置状況

- ・サイズ：1.4m×2.2m
- ・高さ：2.5m
- ・メッシュ（ステンレス製）の上部からのミスト散水により給水
- ・15秒ミスト散布→3分停止のインターバル運転
- ・メッシュの透過率：0.32（実測値）、放射率：0.35
- ・1時間あたり0.08ℓ/m<sup>2</sup>程度の水を使用



図 9.5 大阪ビジネスパークでの実証事業で設置したメッシュ日除け

## 2) 効果に影響を及ぼす要因

メッシュ日除けの効果に影響を及ぼす主な要因として、①相対湿度、②面の大きさ、③メッシュの含水状態が挙げられる。ここでは環境条件や設置状況の違いにより上記の①～③が変化した場合を想定して、効果の違いを評価した。算出条件は特に記載がない限り上述の1)と同様としている。

### ①相対湿度

大阪ビジネスパークでの検証により、メッシュ日除けに設置した熱電対 15 点の平均値を基に相対湿度と表面温度-気温差の相関をみた結果、両者には下図のように正の相関があることがわかった。

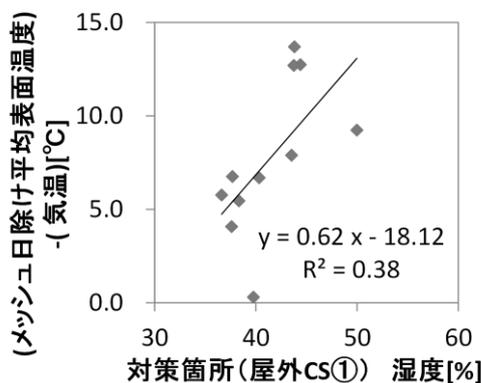


図 9.6 メッシュ日除けの表面温度と湿度の関係

上述の表面温度と相対湿度の関係を基に相対湿度（40-60%）が熱環境緩和効果へ及ぼす影響を評価した。湿度が低い程表面温度は低下するため MRT の低減量は湿度 40%のときに最大となった。SET\*と WBGT の低減量に関しては湿度の違いによりその絶対量が異なるため、MRT 変化に準じた変化とはなっておらず、湿度 50%のときに低下量が最大となった。

表 9.6 湿度による効果の違い

熱環境要素への影響					体感温度への影響	
相対湿度	気温変化量 (°C)	湿度変化量 (%)	風速変化量 (m/s)	MRT 変化量 (°C)	SET* (°C)	WBGT (°C)
40%のとき	-	-	-	-16.5 (83.2→66.7)	-5.0 (42.6→37.6)	-1.6 (30.0→28.4)
50%のとき	-	-	-	-16.4 (83.2→66.8)	-5.6 (44.1→38.5)	-1.6 (31.4→29.8)
60%のとき	-	-	-	-16.3 (83.2→66.9)	-5.4 (45.6→40.2)	-1.6 (32.8→31.2)

※括弧内は具体的な数値。表記例：(対策前温度→対策後温度)。尚、値は小数点第2位で四捨五入している。

### ②面の大きさ

メッシュ日除けの面が大きいほど、評価点に到達する日射、長波長放射量が低減され、放射環境は改善される。その結果、体感温度も低下する。

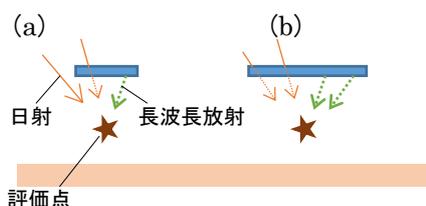
そこで (a) 日除け面積 3.0m<sup>2</sup> (b) 6.0m<sup>2</sup> の設置パターンを想定し、暑熱緩和効果への影響を

検討したところ、面積を2倍にすることで体感温度（SET\*）の低減量が約0.1℃大きくなることがわかった。

表 9.7 面の大きさによる効果の違い

熱環境要素への影響					体感温度への影響	
日除け面積	気温変化量 (°C)	湿度変化量 (%)	風速変化量 (m/s)	MRT 変化量 (°C)	SET* (°C)	WBGT (°C)
(a)3.0m <sup>2</sup>	-	-	-	-16.5 (83.2→66.7)	-5.0 (42.8→37.8)	-1.6 (30.2→28.6)
(b)6.0m <sup>2</sup>	-	-	-	-16.8 (83.2→66.4)	-5.1 (42.8→37.7)	-1.6 (30.2→28.6)

※括弧内は具体的な数値。表記例：(対策前温度→対策後温度)。尚、値は小数点第2位で四捨五入している。



上述のように面の大きさが効果向上に寄与するため、可能な限り面が大きいことが望ましい。

### ③メッシュの含水状態

メッシュ日除けへのミスト散布の運用時、部分的にミストの付着がない乾燥部分が観察され、そのためメッシュに設置した計15点の熱電対はそれぞれの含水状態に応じた異なる値を示した。そこで、15点の平均値を(a)含水・乾燥が混合した表面温度、15点の最低値を(b)十分に含水している部分の表面温度であると仮定し、それぞれの値の相対湿度との関係と比較した(下図)。その結果、(b)含水は(a)含水・乾燥と比較して8～9℃程度表面温度が低いことがわかった。

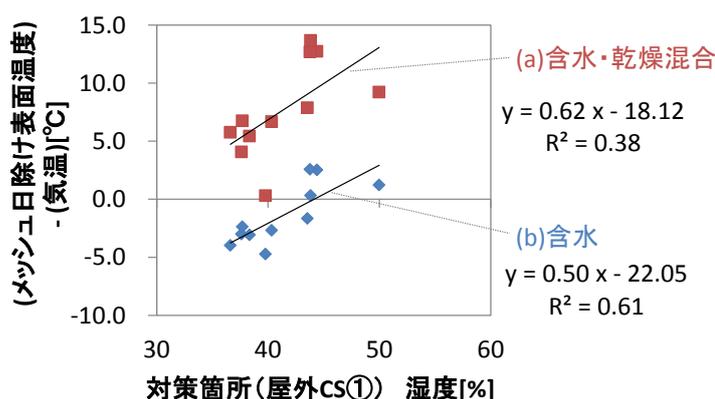


図 9.7 メッシュ日除けの表面温度と湿度の関係

上述の(a)含水・乾燥混合(b)含水それぞれにおけるメッシュ表面温度と湿度の関係を用い、含水状態が暑熱緩和効果に及ぼす影響を評価した(下表)。体感温度(SET\*)の低減量は(b)含水が(a)含水・乾燥混合と比較して約0.1℃大きくなることがわかった。なお、下表での算出におい

てメッシュの表面温度は、(a) 含水・乾燥混合が 40.9℃、(b) 含水が 31.7℃となった。

表 9.8 含水状態による効果の違い

	気温変化量 (°C)	湿度変化量 (%)	風速変化量 (m/s)	MRT 変化量 (°C)		SET* (°C)	WBGT (°C)
(a) 含水・乾燥混合	-	-	-	-16.5 (83.2→66.7)	⇒	-5.0 (42.8→37.8)	-1.6 (30.2→28.6)
(b) 含水	-	-	-	-16.6 (83.2→66.6)		-5.1 (42.8→37.7)	-1.6 (30.2→28.6)

※括弧内は具体的な数値。表記例：(対策前温度→対策後温度)。尚、値は小数点第2位で四捨五入している。

含水部分が多いほど効果向上に寄与するため、メッシュ日除けに均一散水できる方法を採用することが望ましい。また長期の屋外暴露が可能な耐候性を確保できる範囲内で、親水性の高い材料を採用すること、表面親水加工を実施することが有効であると考えられる。

### 3) 設置する上での留意点

- ・強風時にもミストが飛散せずにメッシュに付着するよう、風の影響が小さい位置にミストのノズルを設置する（例：メッシュを2重としてその間に設置）ことが望ましい。
- ・風の影響を受ける場合は強風時に自動停止可能な制御システムとすることが望ましい。

### 4) 副次的効果

大阪ビジネスパーク（クリスタルタワー）での検証では、夏季/秋期ともにメッシュ日除けの視覚的・体感的な散水の効果により、「涼しいと感じた」と回答した利用者がいた。

## 9.1.4 冷却ルーバー

### 1) 熱環境改善効果

気温や放射温度 (MRT) が低下することで体感温度が改善される一方、湿度の増加や風速の低減は体感温度改善にマイナスの影響を与える。各要素が複合的に影響した結果、設置状況や気象条件の違いに応じて、体感温度は SET\* で 1℃～2.7℃の低下、WBGT で 0.2℃～0.9℃の低下が見られた。

表 9.9 冷却ルーバーの熱環境改善効果（日除けのみの環境との比較）

熱環境要素への影響

気温 (°C)	湿度 (%)	風速 (m/s)	MRT (°C)
-0.7~-0.4	+2.4~+2.9	-0.5~±0	-13.0~-6.7

体感温度への影響

SET* (°C)	WBGT (°C)
-2.7~-1.0	-0.9~-0.2

※評価条件

基準とした気象条件

	気温 (°C)	湿度 (%)	風速 (m/s)	MRT (日陰) (°C)
8月6日12時(熊谷)	34.4	49.6	1.0	54.9
7月27日12時(堺)	31.9	54.9	0.8	54.8
7月28日12時(堺)	32.7	53.1	0.9	54.9

評価点

熊谷・堺：高さ1.1m、ルーバー面から垂直に0.3m離れた地点

対照地点

日陰（高さ1.1m）

（熊谷ではオーニングのみ、堺ではフラクタル形状の日除けのみの環境）

技術設置状況

- ・高さ1.8m（うち冷却面1.7m）のものを使用し、堺市の検証場所では1面、熊谷市の検証場所では3面設置した。堺市ではフラクタル日除け下に、熊谷ではオーニング下に設置した。
- ・堺市綾ノ町電停での検証では幅3.6m×高さ1.7mのルーバーに14l/h程度使用していた。熊谷市においても同程度の水をルーバーのサイズに応じて使用していた。

2) 効果に影響を及ぼす要因

冷却ルーバーの効果に影響を及ぼす要因は、①相対湿度、②主風向とルーバーの設置向き、③人が囲まれる面積の広さ、④ルーバーの外側の環境、⑤設置方位が挙げられる。

①~④の要因について、各種条件における実測データを踏まえ、環境条件や設置状況が変化した場合を想定して、効果の違いを表した。8月6日12時の熊谷の気象条件を基準として、要因による体感温度への影響の違いを明確にするため、比較しやすい仮想環境を想定して算出した。

## 算出条件

基準とした気象	気温 34.4℃、湿度 49.6%、風速 1.0m/s
ルーバーサイズ（1面あたり）	高さ 1.7m、幅 5 m
評価点	高さ 1.1m、ルーバーから 0.3m 離れた点
対照地点	日陰

### ①相対湿度

相対湿度が低いほどルーバー表面温度は低下する。熊谷市役所前及び堺市綾ノ町電停での検証により、相対湿度が低いほど、ルーバー面温度（ルーバーとルーバー間を含む面としての温度）が気温より低下することがわかった。

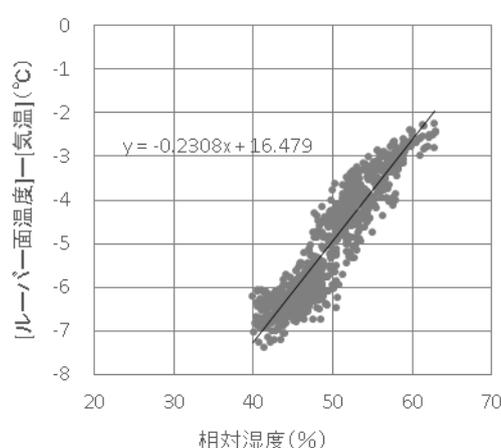


図 9.8 相対湿度とルーバー面温度の低下量の関係  
(熊谷市と堺市の検証施設での実測結果より算出)

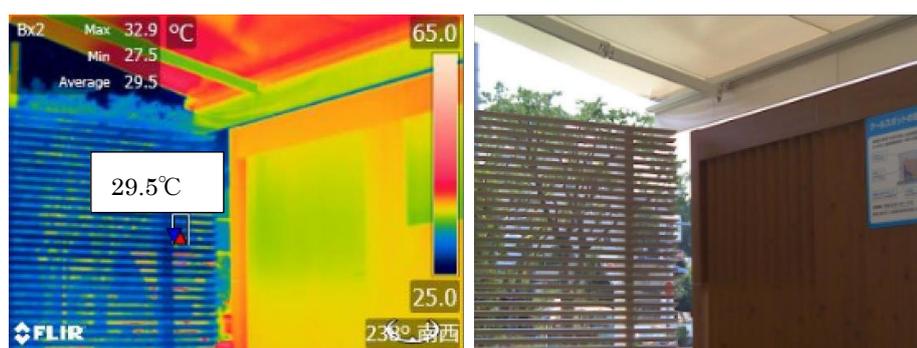


図 9.9 8月6日12時の表面温度（気温 34.4℃、湿度 49.6%）

ルーバー面温度が低下することにより、評価点の気温低下量と放射温度（MRT）低下量が大きくなり、体感温度の改善効果が高くなる。気温 34.4℃、風速 1.0m/s の条件下で、相対湿度のみ 40%、50%、60%と変化させたところ、下記のようにルーバー面の温度が変化し、体感温度への影響としては、湿度が 10%ポイント低くなると SET\*の低下量が 0.4℃程度大きくなることわかる。

表 9.10 湿度による効果の違い

相 対 湿度	ルーバー面 温度 (°C)	熱環境要素への影響				体感温度への影響	
		気温変化 量 (°C)	湿度変化 量 (%)	風速変化 量(m/s)	MRT 変化 量 (°C)	SET* (°C)	WBGT (°C)
40%	27.2	-0.9 (34.4→33.5)	3.1 (40.0→43.1)	0	-8.7 (52.7→44.0)	-2.6 (34.5→31.9)	-0.9 (28.3→27.3)
50%	29.5	-0.6 (34.4→33.8)	2.7 (50.0→52.7)	0	-7.9 (52.7→44.7)	-2.3 (35.4→33.2)	-0.7 (29.6→28.9)
60%	31.8	-0.3 (34.4→34.2)	2.2 (60.0→62.2)	0	-7.1 (52.7→45.5)	-1.8 (36.6→34.8)	-0.5 (31.0→30.6)

※括弧内は具体的な数値。表記例：(対策前温度→対策後温度)。尚、値は小数点第2位で四捨五入している。  
 ※設置した冷却ルーバーは1面として、主風向に平行になるように設置し、風速が遮られない場合を想定した。  
 ※ルーバーで遮蔽する敷地は緑地とし、表面温度は気温+3°Cとした。  
 ※湿度変化による表面温度の低下は、熊谷市役所前バス停及び堺市綾ノ町電停での検証で得られた関係から求めた。  
 ※気温変化量・湿度変化量は、ルーバーを1面設置し、風は平行風であった堺市綾ノ町電停で得られた基準温度と評価点の気温低下量・湿度増加量の関係から求めた。  
 ※各変化量は日除けのみの環境との差

②主風向とルーバーの設置向き

ルーバーによって通風が阻害されると、風速が減少する。熊谷市役所前バス停の検証場所では冷却ルーバーが自然の風を遮り施設内の風速が減少していた。

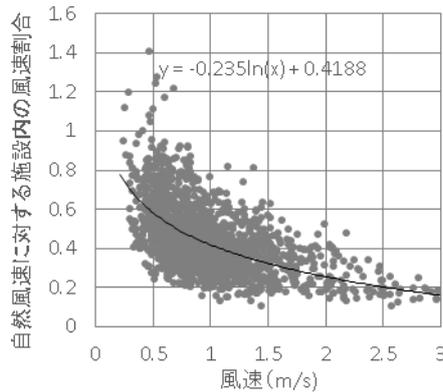


図 9.10 自然風速と施設内風速の関係 (熊谷)

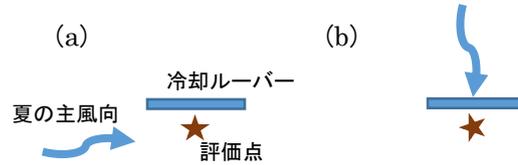
ルーバーで通風が阻害され、風速が減少することにより、風速が減少しない場合よりも体感温度改善効果は小さくなる。

主風向とルーバーが平行になる場合には通風が阻害されることなく、体感温度改善効果にマイナス影響を与えない。主風向に対してルーバーを平行に設置して、風速が変化しない場合 (a) と、垂直に設置して風速が減少する場合 (b) を想定すると、体感温度への影響は2°C程度の差があることがわかった。

表 9.11 風向に対する設置方向による効果の違い

熱環境要素への影響					体感温度への影響	
主風向に対する設置方向	気温変化量 (°C)	湿度変化量 (%)	風速変化量 (m/s)	MRT 変化量 (°C)	SET* (°C)	WBGT (°C)
(a) 平行	-0.6 (34.4→33.8)	2.7 (49.6→52.2)	0	-8.0 (52.7→44.7)	-2.3 (35.4→33.1)	-0.7 (29.6→28.9)
(b) 垂直	-0.7 (34.4→33.8)	2.9 (49.6→52.5)	-0.5 (1.0→0.4)	-8.0 (52.7→44.7)	-0.3 (35.4→35.1)	-0.4 (29.6→29.1)

※括弧内は具体的な数値。表記例：(対策前温度→対策後温度)。尚、値は小数点第2位で四捨五入している。  
 ※ルーバーで遮蔽する敷地は緑地とし、表面温度は気温+3°Cとした。  
 ※(a)の場合の気温変化量・湿度変化量は、堺市綾ノ町電停で得られた堺市綾ノ町電停で得られた基準温度と評価点の気温低下量・湿度増加量の関係から求めた。  
 ※(b)の場合の気温変化量・湿度変化量は、ルーバーを超えてくる風の影響を受けると考えられるため、熊谷市役所前バス停で得られた基準気温・湿度と評価点の気温低下量との関係から気温変化量を求め、また、湿度については平均低下量を用いた。  
 ※(b)の場合の風速変化量は、熊谷市役所前バス停で得られた自然風速と評価点風速の関係から求めた。  
 ※各変化量は日除けのみの環境との差



### ③人が囲まれる面積の広さ

ルーバーで囲まれる面が多くなるほど、放射環境は改善される。その結果、体感温度も低下する。ただし、通風が阻害される場合には、放射温度低下量が大きくても体感温度改善効果は小さくなる。

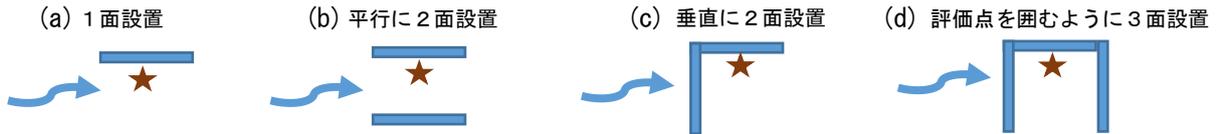
下記に示した (a) ~ (d) の設置パターンを想定して、体感温度への影響を検討したところ、冷却面が2面であつ風速の低減がない場合 (b) が最も体感温度の低下量が大きく、3面設置を想定した場合 (d) では冷却面が多く MRT 低減量が多い一方、風速の低減により、体感温度低下の程度が小さくなることがわかった。

表 9.12 人が囲まれる面積の広さによる効果の違い

熱環境要素への影響					体感温度への影響	
自然風速	気温変化量 (°C)	湿度変化量 (%)	風速変化量 (m/s)	MRT 変化量 (°C)	SET* (°C)	WBGT (°C)
(a) 1面	-0.6 (34.4→33.8)	2.7 (49.6→52.2)	0	-8.0 (52.7→44.7)	-2.3 (35.4→33.1)	-0.7 (29.6→28.9)
(b) 2面 (平行)	-0.6 (34.4→33.8)	2.7 (49.6→52.2)	0	-9.0 (52.7→43.7)	-2.6 (35.4→32.8)	-0.8 (29.6→28.8)
(c) 2面 (垂直)	-0.7 (34.4→33.8)	2.9 (49.6→52.5)	-0.5 (1.0→0.4)	-9.0 (52.7→43.7)	-0.6 (35.4→34.8)	-0.5 (29.6→29.0)
(d) 3面	-0.7 (34.4→33.8)	2.9 (49.6→52.5)	-0.5 (1.0→0.4)	-9.9 (52.7→42.7)	-0.9 (35.4→34.5)	-0.6 (29.6→28.9)

※括弧内は具体的な数値。表記例：(対策前温度→対策後温度)。尚、値は小数点第2位で四捨五入している。  
 ※ルーバーで遮蔽する敷地は緑地とし、表面温度は気温+3°Cとした。  
 ※ (a)・(b) の場合は、主風向に平行になるように設置し、風速が遮られないとした。気温変化量・湿度変化量は、平行風であった堺市綾ノ町電停で得られた基準温度と評価点の気温低下量・湿度増加量の関係から求めた。  
 ※ (c)・(d) の場合の風速変化量は、熊谷市役所前バス停で得られた自然風速と評価点風速の関係から求めた。気温変化量・湿度変化量についても、ルーバーを超えてくる風の影響を受けると考えられるため、熊谷市役所前バス停で得られた基準気温・湿度と評価点の気温低下量との関係から気温変化量を求め、また、湿度については平均低下量を用いた。

※ 各変化量は日除けのみの環境との差



冷却ルーバーに囲まれた対策施設内は風速が弱く、SET\*を上昇させる影響を及ぼす。SET\*は屋内の温熱環境の評価指標として用いられてきた指標であり、屋外では風速の影響評価は研究段階であるが、一般的な指標として SET\*を使用している。

また、ここでの評価では、風速は1分平均値を用いているが、実際の自然の風は短い時間での乱れがあり、心理的に感じる風は平均風とは異なることがわかっている。

平山らの研究<sup>77</sup>では、冷却ルーバーを設置した場所では、気温や風速の乱れが大きく、特有の涼しさをもたらしていることが確認されている。

②・③より、冷却面に囲まれる面積がより大きくなるように設置することで、放射環境の改善効果が高くなる一方で、主風向と垂直方向に設置すると、通風が阻害され体感温度改善効果が少なくなってしまうため、夏の主風向を把握し、平行になるようにルーバーを設置することが望ましい。



<sup>77</sup> 平山由佳里, 佐藤理人, 太田勇, 浅輪貴史, 微気象の時間・空間的な変化が熱的快適性に与える影響—蒸発冷却手法適用空間における「気温の低下」と「気温の乱れ」—, 日本ヒートアイランド学会第11回全国大会, 2016

#### ④ルーバーの外側の環境

ルーバーで遮る環境の違いにより、体感温度の低下量は異なる。冷却ルーバーの外側がアスファルトなどの高温化しやすい人工被覆の場合、冷却ルーバーの設置による放射温度の低下量がより大きくなる。下記に、外側の環境が緑地だった場合と、人工被覆だった場合とを比較すると、体感温度への影響は0.7℃程度の差があることがわかった。

表 9.13 ルーバーで遮蔽する外側の環境による効果の違い

外側の環境	熱環境要素への影響				⇒	体感温度への影響	
	気温変化量 (°C)	湿度変化量 (%)	風速変化量 (m/s)	MRT 変化量 (°C)		SET* (°C)	WBGT (°C)
(a) 緑地	-0.6 (34.4→33.8)	2.7 (49.6→52.2)	0	-8.0 (52.7→44.7)	⇒	-2.3 (35.4→33.1)	-0.7 (29.6→28.9)
(b) 人工被覆	-0.6 (34.4→33.8)	2.7 (49.6→52.2)	0	-11.1 (55.8→44.7)		-3.0 (36.2→33.1)	-0.9 (29.8→28.9)

※括弧内は具体的な数値。表記例：(対策前温度→対策後温度)。尚、値は小数点第2位で四捨五入している。

※主風向に平行になるように設置し、風速が減少しないとした。

※緑地と人工被覆の表面温度は、実測値をもとに、それぞれ気温+3℃または+25℃とした。

※各変化量は日除けのみの環境との差



そのため、遮蔽する敷地がアスファルト等の人工被覆と緑地とがある場合、人工被覆を遮るように設置するとより効果が高い。

#### ⑤設置方位

西日時の利用が想定される場所では、ルーバーを西面に置くことで、西日よけとしての効果も加わる。

#### 3) 設置する上での留意点

- ・風速が強い場所等に設置する場合には、ベンチが風下になった際に水が飛散し、人が濡れる可能性があるため、ルーバー前面に植栽等を設置し、ルーバーに当たる風を弱めることも有効である。
- ・ルーバー下部まで流れた水は地面に落ちるため、保水性の高い路面や土が適している。
- ・設置工事の際、基礎の掘削が必要である。

#### 4) 副次的効果

下記のような評価が実際の施設利用者から得られ、視覚的にも涼しさを感じさせる技術であることがわかった。

- ・水が滴る様子が感覚的に涼しく感じられる
- ・ルーバーを通ってくる風が涼しく感じられる。



図 9.11 検証事業で設置した冷却ルーバー（上左：大阪市大阪ビジネスパーク、上右：堺市綾ノ町電停、下：熊谷市役所前バス停）

### 9.1.5 緑化冷却ルーバー

#### 1) 熱環境改善効果

前項で述べた冷却ルーバーと同様、気温や放射温度（MRT）が低下することで体感温度が改善される一方、湿度の増加や風速の低減は体感温度改善にマイナスの影響を与える。東京ビッグサイト前海上公園の検証結果では、気象条件の違いにより、体感温度は SET\* で最大 1.2℃ の低下、WBGT で最大 0.3℃ の低下が見られた。

表 9.14 緑化冷却ルーバーの熱環境改善効果  
（日除けのみの環境との比較）※平行風の場合のみの結果

熱環境要素への影響

気温 (°C)	湿度 (%)	風速 (m/s)	MRT (°C)
±0	±0	±0	-4.3~-2.3

体感温度への影響

SET* (°C)	WBGT (°C)
-1.2~-0.7	-0.3~-0.2

## ※評価条件

### 基準とした気象条件

	気 温 (°C)	湿 度 (%)	風 速 (m/s)	MRT (日陰) (°C)
8月9日12時 (ビッグサイト)	37.0	32.3	1.3	50.9
8月10日12時 (ビッグサイト)	32.5	55.7	1.1	46.6

### 評価点

高さ 1.1m、ルーバーから 0.3m 離れた地点

### 対照地点

日陰 (高さ 1.1m)

(フラクタル形状の日除けのみの環境)

### 技術設置状況

- ・東京ビッグサイト前海上公園の検証場所では、フラクタル日除け下に、高さおよそ 1.8m、幅 5.0m のルーバー (多孔質の緑化基盤をルーバー状に配置したもの) をベンチの背面に 2 箇所設置した。
- ・使用水量は 1 日あたり 138ℓ (2 箇所合計)
- ・月に一度メンテナンスを行っていた (植物の点検及び枯れた植物が見られた場合の交換)

## 2) 効果に影響を及ぼす要因

緑化冷却ルーバーの効果に影響を及ぼす要因は、①相対湿度、②主風向とルーバーの設置向き、③人が囲まれる面積の広さ、④ルーバーの外側の環境、⑤設置方位、⑥ブロックの湿潤状態が挙げられる。

①・②・④の要因について、環境条件や設置状況が変化した場合を想定して、各種条件における実測データを踏まえ、効果の違いを表した。8月10日12時の東京ビッグサイト前海上公園の気象条件を基準として、要因による体感温度への影響の違いを明確にするため、比較しやすい仮想環境を想定して算出した。

### 算出条件

基準とした気象	気温 32.5°C、湿度 55.7%、風速 1.1m/s
ルーバーサイズ (1面あたり)	高さ 1.8m、幅 5 m
評価点	高さ 1.1m、ルーバーから 0.3m 離れた点
対照地点	日陰

### ①相対湿度

相対湿度が低いほど灌水により冷却される緑化基盤面の温度は低下する。東京ビッグサイト前海上公園での実測で得られた湿度とルーバー面温度 (緑化基盤と基盤間の植物や空間を含む面としての温度) の関係性を示す。ただし、灌水チューブの設置位置の違いにより、灌水チューブ設置側のルーバー面の方が温度低下が大きくなっていた。

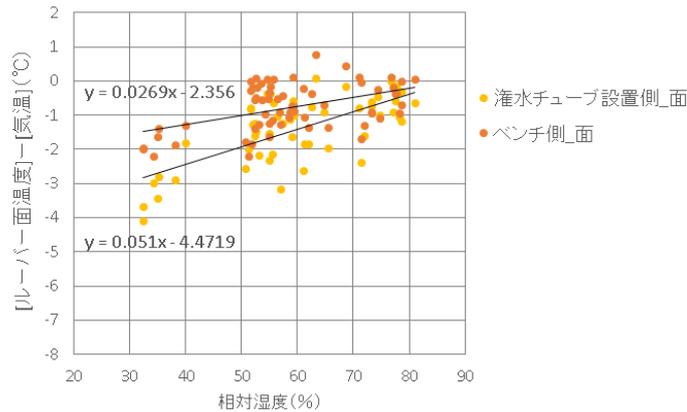


図 9.12 相対湿度とルーバー表面温度の低下量の関係

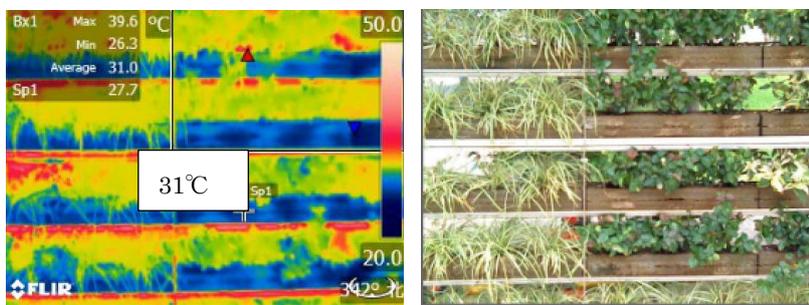


図 9.13 緑化冷却ルーバー面温度（ベンチ側）（8月10日気温 32.5°C、湿度 55.7%）

温度低下が大きくなっていた灌水チューブ側のルーバー面温度と湿度の関係を用いて、気温 32.5°C、風速 1.1m/s の条件下で、相対湿度のみ 40%、50%、60%と変化させたところ、下記のようにルーバー面の温度が変化し放射温度 (MRT) 低下量がより大きくなるが、体感温度への影響は大きく見られなかった。

表 9.15 湿度による効果の違い

相対湿度	ルーバー面温度 (°C)	熱環境要素への影響				体感温度への影響	
		気温変化量 (°C)	湿度変化量 (%)	風速変化量 (m/s)	MRT 変化量 (°C)	SET* (°C)	WBGT (°C)
40%	30.1	0	0	0	-2.9 (46.6→43.8)	-0.8 (31.4→30.7)	-0.2 (26.1→25.9)
50%	30.6	0	0	0	-2.7 (46.6→43.9)	-0.7 (32.2→31.4)	-0.2 (27.6→27.4)
60%	31.1	0	0	0	-2.5 (46.6→44.1)	-0.7 (33.1→32.4)	-0.2 (28.9→28.7)

※括弧内は具体的な数値。表記例：(対策前温度→対策後温度)。尚、値は小数点第2位で四捨五入している。  
 ※ルーバーで遮蔽する敷地は緑地とし、表面温度は気温+3°Cとした。  
 ※主風向に平行になるように設置し、風速が減少しないとした。  
 ※主風向とルーバーが平行の場合、実測では気温・湿度に変化は見られなかったため、変化量はなしとした。  
 ※湿度変化による表面温度の低下は、東京ビッグサイト前海上公園での検証で得られた関係のうち、よりプロックの湿潤状態を保っていた灌水チューブ側の面の温度との関係から求めた。  
 ※各変化量は日除けのみの環境との差

## ②主風向とルーバーの設置向き

ルーバーによって通風が阻害されると、風速が減少する。東京ビッグサイト前海上公園の検証場所では緑化冷却ルーバーが風を遮り、風下側の風速が減少していた。

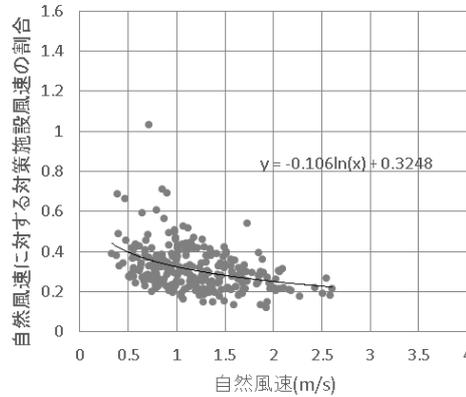


図 9.14 自然風速と対策設備側の風速の関係（ルーバーが風上側の場合）

ルーバーによって通風が阻害されることで、風速が減少しない場合よりも体感温度改善効果は小さくなる。

下記に示したように、緑化冷却ルーバーに対して風が平行に吹いた場合（a）は風速の低減がなく、放射環境の改善効果が体感温度改善に結びついているが、ルーバーに垂直に吹く風の場合（b）、風速の低減が体感温度の改善にマイナス影響を与えることがわかる。

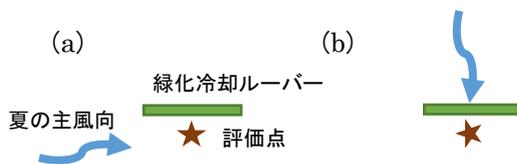


表 9.16 風向に対する設置方向による効果の違い

主風向に対する設置方向	熱環境要素への影響				⇒	体感温度への影響	
	気温変化量 (°C)	湿度変化量 (%)	風速変化量 (m/s)	MRT 変化量 (°C)		SET* (°C)	WBGT (°C)
(a) 平行	0	0	0	-2.6 (46.6→44.0)	⇒	-0.7 (32.7→31.9)	-0.2 (28.3→28.2)
(b) 垂直	0	0.3 (55.7→56.0)	-0.7 (1.1→0.4)	-2.6 (46.6→44.0)		+2.2 (32.7→34.9)	+0.2 (28.4→28.6)

※括弧内は具体的な数値。表記例：(対策前温度→対策後温度)。尚、値は小数点第2位で四捨五入している。  
 ※ルーバーで遮蔽する敷地は緑地とし、表面温度は気温+3°Cとした。

※ (b) の場合の気温変化量・風速変化量は、東京ビッグサイト前海上公園で得られた北風（ルーバーが風上の場合。ルーバーを超えてくる風）の際の湿度と気温低下量・湿度増加量の関係から求めた。

※ (b) の場合の風速変化量は、東京ビッグサイト前海上公園で得られた北風（ルーバーを超えてくる風）の際の自然風速と評価点風速の関係から求めた。4章で示したように、南風（ルーバーにぶつかる風）の際にも風は低減するが、その低減の程度は異なる。

※各変化量は日除けのみの環境との差

このため、夏の主風向を把握し、平行になるようにルーバーを設置することが望ましい。

### ③人が囲まれる面積の広さ

実証事業では1面のみでの設置で効果測定を行ったが、面が多いほど放射環境改善効果は高くなることが考えられる。しかし、②で示したように同時に風速低減による体感温度改善効果への悪影響にも配慮が必要である。

また、保水して冷却される緑化基盤部分の露出を大きくし、同時に、風速の低減影響をできるだけ小さくするため、植物の過度な生長を管理することが望ましい。

### ④ルーバーの外側の環境

ルーバーで遮る環境の違いにより、体感温度の低下量は異なる。緑化冷却ルーバーの外側が人工被覆などの高温化しやすい構造物の場合、放射温度の低下効果がより大きく表れる。下記に、外側の環境が緑地だった場合と、人工被覆だった場合とを比較すると、体感温度への影響は0.5℃程度差があることがわかった。

表 9.17 ルーバーで遮蔽する外側の環境の違いによる効果の違い

外側の環境	熱環境要素への影響				体感温度への影響	
	気温変化量 (℃)	湿度変化量 (%)	風速変化量 (m/s)	MRT 変化量 (℃)	SET* (℃)	WBGT (℃)
(a) 緑地	0	0	0	-2.6 (46.6→44.0)	-0.7 (32.7→31.9)	-0.2 (28.3→28.2)
(b) 人工被覆	0	0	0	-4.5 (48.6→44.0)	-1.3 (33.2→31.9)	-0.3 (28.5→28.2)

※括弧内は具体的な数値。表記例：(対策前温度→対策後温度)。尚、値は小数点第2位で四捨五入している。

※主風向に平行になるように設置し、通風が阻害されないとした。

※緑地と人工被覆の表面温度は、実測値をもとに、それぞれ気温+3℃、または+25℃とした。

※各変化量は日除けのみの環境との差



このため、遮蔽する敷地がアスファルト等の人工被覆と緑地とがある場合、人工被覆を遮るように設置するとより効果が高い。

### ⑤設置方位

前節の冷却ルーバーと同様、西日時の利用が想定される場所では、ルーバーを西面に置くことで、西日よけとしての効果も加わると考えられる。

### ⑥緑化基盤の湿潤状態

緑化基盤の側面を日陰にすることで、湿潤状態が保たれ、表面温度が低くなるため、緑化冷却ルーバーを日陰に設置する工夫が必要である。また、灌水チューブの取り付け位置についても、冷やしたい面の近くに取り付けるなどの工夫が必要である。

### 3) 設置する上での留意点

- ・設置工事の際、基礎の掘削が必要である。

### 4) 副次的効果

下記のような評価が東京ビッグサイト前海上公園の施設利用者から得られ、視覚的にも快適さを感じさせる技術であることがわかった。

- ・緑が涼しい気持ちにさせてくれる
- ・自然を感じる



図 9.15 実証事業で設置した冷却ルーバー（東京ビッグサイト前海上公園）

## 9.1.6 樹木ポット

### 1) 熱環境改善効果

樹木ポットについては、日陰部分を増やす効果、反射日射や散乱日射を遮る効果、熱くなった路面からの赤外放射の影響を低減させる効果があった。

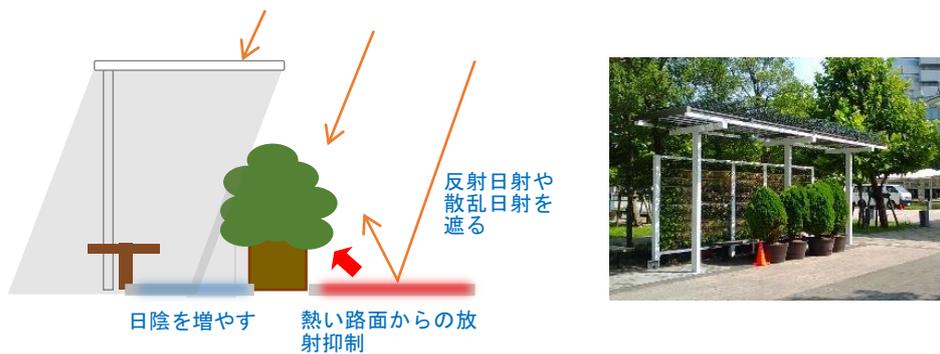


図 9.16 実証事業で設置した樹木ポットと効果のイメージ

表 9.18 樹木ポットの熱環境改善効果  
 (日除けと保水ブロック+打ち水の環境との比較)  
 ※通風を阻害しないように設置した場合の結果

熱環境要素への影響

気温 (°C)	湿度 (%)	風速 (m/s)	MRT (°C)
-	-	-	-3.3

体感温度への影響

SET* (°C)	WBGT (°C)
-0.9	-0.2

※評価条件

基準とした気象条件

	気温 (°C)	湿度 (%)	風速 (m/s)	MRT (日陰/打ち水) (°C)
8月10日12時(ビッグサイト)	32.5	55.7	1.1	47.6

評価点

高さ 1.1m、樹木ポットから約 0.7m 離れた地点。地面は保水ブロックで評価時間の 3 時間前 (9 時) に打ち水を行っていた。

対照地点

フラクタル形状の日除け下の日陰で、地面は保水ブロックで評価時間の 3 時間前 (9 時) に打ち水を行っていた地点。(高さ 1.1m)

技術設置状況

・東京ビッグサイト前海上公園の検証場所では、幅 0.8m 高さ 1.36m 前後の樹木ポットを 8 月 10 日のみ試験的に 5 基設置を行った。

## 2) 効果に影響を及ぼす要因

樹木ポットの効果に影響を及ぼす要因は、①設置位置と日射の関係、②主風向と樹木ポットの設置向きが挙げられる。②の要因について、実測データを踏まえ、環境条件や設置状況が変化した場合を想定して、効果の違いを表した。8 月 10 日 12 時の東京ビッグサイト前海上公園の気象条件を基準として算出した。

### ①設置位置と日射の関係

日除けが作り出す影が小さい場合に追加的に設置したり、夕方に西日が入る場所など時間帯により日が差し込んでしまう場所に日陰を作り出すための補完的な役割を果たすため、設置場所の日射環境を把握して設置することが望ましい。

### ②主風向と樹木ポットの設置向き

樹木ポットを並べて設置することで通風が阻害されると、風速が減少する。東京ビッグサイト

前海上公園の検証場所では樹木ポットの列が風を遮り、風下側の風速が減少していた。

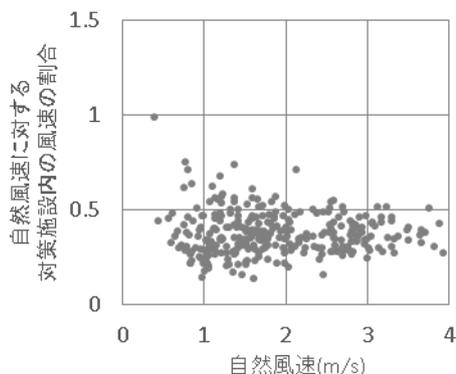


図 9.17 自然風速と対策設備側の風速の関係（樹木ポットが風上側の場合）

樹木ポットの列によって通風が阻害されることで、風速が減少しない場合よりも体感温度改善効果は小さくなる。

下記に示したように、樹木ポットの列に対して風が平行に吹いた場合（a）は風速の低減がなく、放射環境の改善効果が体感温度改善に結びついているが、樹木ポットの列に垂直に吹く風の場合（b）、風速の低減が体感温度にマイナス影響を与えることがわかる。

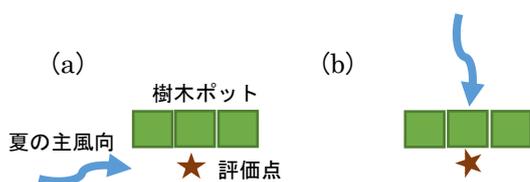
表 9.19 風向に対する設置方向による効果の違い

主風向に対する設置方向	熱環境要素への影響				体感温度への影響	
	気温変化量 (°C)	湿度変化量 (%)	風速変化量 (m/s)	MRT 変化量 (°C)	SET* (°C)	WBGT (°C)
(a) 平行	0	0	0	-3.3 (47.6→44.3)	-0.9 (33.0→32.0)	-0.2 (28.4→28.2)
(b) 垂直	0	0	-0.7 (1.1→0.4)	-3.3 (47.6→44.3)	+1.5 (33.0→34.4)	+0.1 (28.4→28.5)

※括弧内は具体的な数値。表記例：(対策前温度→対策後温度)。尚、値は小数点第2位で四捨五入している。

※(b)の場合の風速変化量は、東京ビッグサイト前海上公園で得られた自然風速と評価点風速の関係から求めた。

※各変化量は日除け下で保水ブロックに打ち水が行われていた環境との差



このように、通風が阻害されると体感温度改善効果が少なくなってしまうため、夏の主風向を把握し、風を遮らないように樹木ポットを設置または適宜移動させることが望ましい。

### 3) 設置する上での留意点

- ・植物の管理のため、日々給水が必要となる。
- ・重量が軽いものは、転倒防止対策や防犯対策が必要となる。

#### 4) 副次的効果

検証では1日の試験的設置であったため、利用者の評価は得られなかったが、緑化冷却ルーバーと同様、緑が視覚的に快適さを感じさせる効果が期待できる。

### 9.1.7 保水ブロック

#### 1) 熱環境改善効果

路面が湿潤に保たれることで高温化を抑制し、放射環境を改善する効果があった。東京ビッグサイト前海上公園と熊谷市役所前バス停での検証結果から、体感温度は SET\* で最大 0.5℃ の低下、WBGT で最大 0.2℃ の低下が見られた。

表 9.20 保水ブロックの熱環境改善効果（日除けのみの環境との比較）

熱環境要素への影響

気温 (°C)	湿度 (%)	風速 (m/s)	MRT (°C)
-	-	-	-2.1～-0.1

体感温度への影響



SET* (°C)	WBGT (°C)
-0.5～0	-0.2～0

#### ※評価条件

##### 基準とした気象条件

	気温 (°C)	湿度 (%)	風速 (m/s)	MRT (°C)
8月9日12時(ビッグサイト)	37.0	32.3	1.3	51.4
8月10日12時(ビッグサイト)	32.5	55.7	1.1	47.5
8月6日12時(熊谷)	34.4	49.6	1.0	54.7

##### 評価点

高さ 1.1m の地点

##### 対照地点

日陰 (高さ 1.1m)

(熊谷ではオーニングのみ、ビッグサイトではフラクタル形状の日除けのみの環境)

##### 技術設置状況

- ・東京ビッグサイト前海上公園の検証場所では、幅 1.8m の日除け下のうち、幅 1m の範囲に、熊谷市役所前バス停の検証場所では施設内の日除け下全体 (3m×6m) に保水ブロックが敷設されていた。
- ・東京ビッグサイト前海上公園では、朝 5 時に 1 回、およそ 6.7l/m<sup>2</sup> をスプリンクラーで散水、熊谷市役所前バス停では朝 9 時頃に市役所職員による打ち水を行っていた。



図 9.18 実証事業で設置した保水ブロック（左：東京ビッグサイト前海上公園、右：熊谷市役所前バス停）

## 2) 影響を及ぼす要因

保水ブロックの効果に影響を及ぼす要因は、①相対湿度、②日射環境が挙げられる。

これらの要因について、実測データを踏まえ、環境条件や設置状況が変化した場合を想定して、効果の違いを表した。

### ①相対湿度

相対湿度が低いほど湿潤状態の路面温度は低下する。その結果、放射温度（MRT）低下量がより大きくなり、体感温度が改善する。熊谷市役所前での検証では、下図のような相対湿度とブロック表面温度の関係がみられた。

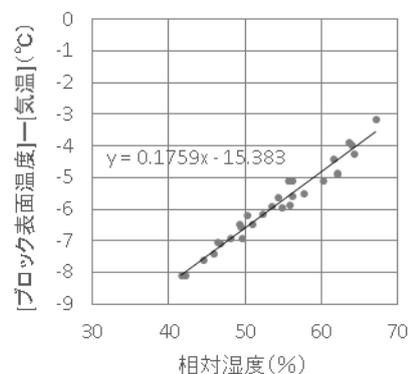


図 9.19 相対湿度と保水ブロック表面温度の低下量の関係（8月3日～8月6日 9:00～16:00のデータから導出）

8月6日12時の熊谷市役所前バス停の気象条件で、相対湿度のみ40%、50%、60%と変化させたところ、下記のように表面温度が変化し放射温度（MRT）低下量に影響を及ぼし、体感温度にもSET\*で0.1℃ずつ差が表れることがわかった。

## 算出条件

基準とした気象	気温 34.4℃、風速 1.0m/s
保水ブロック敷設範囲	日除下全面 (3 m×6 m)
評価点	高さ 1.1m
対照地点	日陰

表 9.21 湿度による効果の違い

相対湿度	表面温度 (℃)	熱環境要素への影響				体感温度への影響	
		気温変化 量 (℃)	湿度変化 量 (%)	風速変化 量(m/s)	MRT 変化 量 (℃)	SET* (℃)	WBGT (℃)
40%	26.1	0	0	0	-2.3 (54.7→52.4)	-0.6 (35.0→34.4)	-0.2 (28.3→28.1)
50%	27.9	0	0	0	-2.1 (54.7→52.6)	-0.5 (35.9→35.4)	-0.2 (29.8→29.6)
60%	29.6	0	0	0	-1.8 (54.7→52.9)	-0.4 (37.1→36.7)	-0.1 (31.2→31.0)

※湿度変化による表面温度の低下は、熊谷市役所前バス停での検証で得られた関係から求めた。

※括弧内は具体的な数値。表記例：(対策前温度→対策後温度)。尚、値は小数点第2位で四捨五入している。

※各変化量は日除けのみの環境との差

## ②日射環境

保水ブロックへの打ち水は路面温度上昇抑制に効果的であるが、打ち水を行った路面に日射が当たるかどうかによって効果が異なる。

東京ビッグサイト前海上公園での実測結果から、打ち水の効果を日向と日陰で評価した。

このとき、打ち水を朝9時と11時に実施したが、日向では、打ち水直後の11時には打ち水なしの箇所に比べて打ち水をした路面では表面温度が5℃程度低くなるものの、日が当たることで乾いてしまうことで、1時間後の12時には体感温度の改善効果はSET\*にして0.1℃程度であった。一方、日陰での打ち水の効果はSET\*にして0.3℃となり、効果的であることがわかった。

## 算出条件

基準とした気象	気温 32.5℃、湿度 55.7%、風速 1.1m/s
保水ブロック敷設範囲	幅 1.8m の日除下のうち 1 m 幅の範囲
評価点	高さ 1.1m
対照地点	日陰

表 9.22 日射環境による効果の違い

日射環境と打ち水有無		熱環境要素への影響		体感温度への影響	
12時の路面温度 (°C)	MRT 変化量 (°C)	SET* (°C)	WBGT (°C)		
(a) 日向・打ち水なし	53.5	-	-		
(b) 日向・打ち水あり	51.7	-0.3 (62.8→62.5)	-0.1 (36.8→36.7)	-0.02 (29.5→29.5)	
(c) 日陰・打ち水なし	41.2	-	-		
(d) 日陰・打ち水あり	32.8	-1.0 (47.5→46.5)	-0.3 (32.9→32.6)	-0.07 (28.4→28.3)	

※括弧内は具体的な数値。表記例：(対策前温度→対策後温度)。尚、値は小数点第2位で四捨五入している。  
 ※表面温度は東京ビッグサイト前海上公園での7/29の値を用いた。「日陰」としている環境でも、11時すぎまでは路面に日射が当たるため、打ち水を9時と11時に実施した。  
 ※(b)・(d)の変化量はそれぞれ打ち水なし条件の(a)・(c)に対する低減量を求めた。  
 ※気温・湿度・風速に変化はないため記述を省略した。

このように、路面が日向になると、表面が乾きやすくなるため、日陰が保たれる場所に設置することが有効である。

### ③敷設面積

面積によっても効果は異なる。ブロックの敷設面積が大きい方が、地表面からの長波長放射量が減り、より効果が大きくなる。

### 3) 設置する上での留意点

・ブロックの湿潤を保つために、散水システムを導入するか、人による打ち水を行う方法でもよい。

## 9.1.8 水景施設

### 1) 熱環境改善効果

冷たい水面により、放射環境を改善する効果があった。熊谷市役所前バス停での検証結果から、体感温度はSET\*で最大0.3°Cの低下、WBGTで最大0.1°Cの低下が見られた。

表 9.23 水景施設の熱環境改善効果（日除けのみの環境との比較）

熱環境要素への影響

気温 (°C)	湿度 (%)	風速 (m/s)	MRT (°C)
-	-	-	-1.3

体感温度への影響

SET* (°C)	WBGT (°C)
-0.3	-0.1

※評価条件

基準とした気象条件

	気温 (°C)	湿度 (%)	風速 (m/s)	MRT (°C)
8月6日12時(熊谷)	34.4	49.6	1.0	54.4

評価点

高さ 1.1m の地点

対照地点

日陰（高さ 1.1m）

（オーニングのみの環境）

技術設置状況

熊谷市役所前バス停の検証場所では日除け下に 1.5m×1m サイズの親水部分と手水鉢備えた施設が設置されており、地下水を 180ℓ/h 使用していた。

熱環境改善効果の評価では親水部分と手水鉢部分を含めた 2.8m×1.0m のサイズが地面の高さの水面であるとして水面の放射改善効果を評価した。

検証では 17°C 程度の地下水を流し、親水部分に溜まる水はおよそ 23°C 前後に保たれていた。

## 2) 効果に影響を及ぼす要因

水景施設の効果に影響を及ぼす要因は、①水温、②水面の大きさが挙げられる。

### ①水温

流水面を流れる水や下流部分に溜まる水温が低いほど、放射温度が低くなり、体感温度改善効果は大きくなると考えられる。

熊谷市役所前での検証のように、17°C 程度の地下水を流し、水面が 23°C になった場合 (a) のほかに、27°C 程度の水道水を流し水面が 30°C になった場合 (b) を比べると、水温が低い (a) の場合のほうがやや体感温度改善効果が大きいことがわかる。

表 9.24 水温による効果の違い

	水温 (°C)	熱環境要素への影響				体感温度への影響	
		気温変化 量 (°C)	湿度変化 量 (%)	風速変化 量(m/s)	MRT 変化 量 (°C)	SET* (°C)	WBGT (°C)
地下水	23	0	0	0	-1.3 (54.4→53.0)	-0.3 (35.8→35.5)	-0.1 (29.7→29.6)
水道水	30	0	0	0	-0.9 (54.4→53.5)	-0.2 (35.8→35.6)	-0.1 (29.7→29.6)

※括弧内は具体的な数値。表記例：(対策前温度→対策後温度)。尚、値は小数点第2位で四捨五入している。  
 ※各変化量は日除けのみの環境との差

熊谷市役所前での検証では日除けの下に水景施設を設置していたが、日除けがなく、水景施設に日射が当たり、水温が温められた場合、40°C程度まで上昇する可能性がある。

また、手や足を直接濡らして涼む場合にも、低い水温のほうがより冷たさを感じる。

## ②水面の大きさ

冷水が流れる面や溜まる面をできるだけ多く確保するほうが効果が大きくなる。

## 3) 設置する上での留意点

- ・少ない水量で水流を確保できるように、また、安全性への配慮として、水深が浅い設計が望ましい。ただし、日射が当たると水温が上昇しやすくなることに留意が必要である。
- ・人が直接水に触れる施設なので、水質への配慮が必要である。
- ・排水の整備が必要である。
- ・水盤の清掃などが使用状況により必要である。
- ・設置工事の際、排水整備等に掘削が必要である。

## 4) 副次的効果

下記のような評価が実際の施設利用者から得られた。

- ・子どもの遊び場として丁度いい
- ・水が流れている様子が見られるのがよい



図 9.20 実証事業で設置した水景施設 (熊谷市役所前バス停)

## 9.1.9 送風機付き微細ミスト噴霧

### 1) 熱環境改善効果

気温が低下し、風速が強くなることで体感温度が改善される一方、湿度の増加は体感温度改善にマイナスの影響を与える。各要素の複合影響により、体感温度は SET\*で 2.9~3.2℃の低下、WBGT で 0.2℃~0.3℃の低下が見られた。

表 9.25 送風機付き微細ミストの熱環境改善効果（実測値）  
（日除けのみの環境との比較）

熱環境要素への影響

気温 (°C)	湿度 (%)	風速 (m/s)	MRT (°C)
-1.0	+4.7~+4.8	+1.5~+1.6	-

体感温度への影響

SET* (°C)	WBGT(°C)
-3.2~-2.9	-0.3~-0.2

※評価条件

基準とした気象条件

	気温 (°C)	湿度 (%)	風速 (m/s)	MRT (日陰) (°C)
7月27日12時(堺)	31.9	54.9	0.8	55.2
7月28日12時(堺)	32.7	53.1	0.9	55.9

評価点

高さ 1.1m の地点

対照地点

日陰 (高さ 1.1m)

(フラクタル形状の日除けのみの環境)

技術設置状況

- ・堺市綾ノ町電停での検証では、噴霧ノズル 2 個が送風機についた機器を 2 台設置していた。
- ・高さ 2.7m 程度の位置に設置し、人がベンチに座った場合に、人の左右両側の斜め上から人の上半身を冷却するように送風機の向きを調整した。
- ・1日あたり 37ℓ 程度の水を使用。(1回あたり 5分間の噴霧で、10時から19時の電車本数分(47本)稼働していた場合の水量)
- ・送風機の運転とミスト噴霧のために電気を使用する。堺市綾ノ町電停での検証では、2.5kwh/日の電力を使用した。
- ・稼働時の消費電力が比較的大きいため、堺市綾ノ町電停での検証では人感センサーを設置し、人が近づいたときに稼働するシステムを採用した。

## 2) 効果に影響を及ぼす要因

送風機付き微細ミストの効果に影響を及ぼす要因は、①風速、②送風の向きが挙げられる。①の要因について、実測データを踏まえ、環境条件が変化した場合を想定して、効果の違いを表した。

### ①風速

自然風速が弱いほど送風機付き微細ミストによる気温の低下量や風速の増加量が大きくなり、体感温度の改善効果が高い。

8月27日12時の堺の気象条件を基準として、風速条件が変化した場合を想定して、効果の違いを検討した。

#### 算出条件

基準とした気象	気温 31.9℃、湿度 54.9%、風速 0.8m/s
設置状況	噴霧ノズル 2 個が送風機についた機器 2 台。高さ 2.7m の位置に設置。(堺市での検証と同じ設置状況)
評価点	高さ 1.1m
対照地点	日陰

表 9.26 自然風速の違いによる効果の違い

熱環境要素への影響					体感温度への影響	
自然風速	気温変化量 (℃)	湿度変化量 (℃)	風速変化量 (m/s)	MRT 変化量 (℃)	SET* (℃)	WBGT (℃)
0.4m/s のとき	-1.3 (31.9→30.6)	+5.3 (54.9→60.2)	+2.1 (0.4→2.6)	-	-5.4 (37.2→31.7)	-0.7 (29.7→29.0)
0.8m/s のとき	-1.0 (31.9→30.9)	+4.8 (54.9→59.7)	+1.6 (0.8→2.4)	-	-3.2 (35.3→32.1)	-0.3 (29.4→29.1)
1.2m/s のとき	-0.7 (31.9→31.2)	+4.3 (54.9→39.2)	+1.1 (1.2→2.3)	-	-1.8 (34.2→32.4)	0.1 (29.2→29.3)

※括弧内は具体的な数値。表記例：(対策前温度→対策後温度)。尚、値は小数点第2位で四捨五入している。

※気温変化量・湿度変化量・風速変化量は、堺市綾ノ町電停で得られた自然風速との関係から求めた。

※各変化量は日除けのみの環境との差

### ②送風の向き

装置の規模によるが、全身がばく露する気温や風速を一様に改善することは難しいため、特定の部位を対象として冷却するように送風機の向きを調整するが、冷却する部位によって、人の全身の温冷感や快適感を改善させる程度に違いあることに留意が必要である。

上腕部や頸部の皮膚温が全身の温冷感を支配する重要な因子であることが指摘されており、人の上半身を冷却するように送風機の向きを調整することが有効である。

## 3) 設置する上での留意点

・今回の検証事業で用いた技術のなかでは、送風機付き微細ミストの消費電力は最も大きかった。また、本技術は稼働直後から効果が得られる。そのため、冷却ルーバーのように連続的に送水す

るのではなく、人が使うときのみ稼働させるために人感センサーを備えるなど、省エネに配慮することで、地球温暖化対策効果を高めることができる。

- ・送風機付きでない微細ミストの場合は、ミストが風に流されてしまうことがある。その際に、噴霧量や周囲の設置向きにより道路の視認性が悪くなる可能性もあるので注意が必要である。
- ・ミスト装置は年に1～2回の点検が推奨されている。

#### 4) 副次的効果

堺市綾ノ町での検証では、「ミストがあったので（検証場所に）来てみた」といった声が得られ、見る人に涼しいイメージを与え、人の来訪を促す効果があることがわかった。

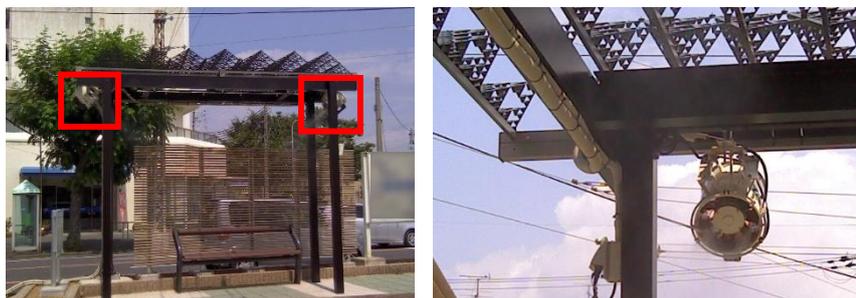


図 9.21 実証事業で設置した送風機付き微細ミスト（堺市綾ノ町電停）

### 9.1.10 天井冷却システム（半屋外空間での設置）

#### 1) 熱環境改善効果

駅構内の天井面に冷水を通すフィンを設置し、フィンで冷やされた空気が自然対流により下降することで設備設置範囲直下での気温を約1℃冷却する効果があった。体感温度効果としては、SET\*で最大1.2℃、WBGTで最大0.9℃の低下がみられた。

表 9.27 天井冷房システムによる熱環境改善効果（実測値）

熱環境要素への影響

気温 (°C)	湿度 (%)	風速 (m/s)	MRT (°C)
-1.5～-0.5	+0.3～+2.0	-0.1～+0.1	-1.8～-0.8

体感温度への影響

SET* (°C)	WBGT (°C)
-1.2～-0.4	-0.9～-0.3

## ※評価条件

### 基準とした気象条件

	気温 (°C)	湿度 (%)	風速 (m/s)	MRT (°C)
8月8日 11時 (改札外 1.1m)	32.3	46.0	0.13	32.2
8月8日 12時 (改札外 1.1m)	32.4	45.0	0.18	32.5
8月8日 13時 (改札外 1.1m)	33.1	44.0	0.23	33.5
8月8日 14時 (改札外 1.1m)	33.3	45.0	0.27	33.3
8月8日 15時 (改札外 1.1m)	33.6	44.7	0.22	34.0
8月8日 16時 (改札外 1.1m)	33.8	45.0	0.19	33.8
8月8日 17時 (改札外 1.1m)	33.4	46.0	0.3	33.8

### 評価点

天井冷房設備直下中央位置 (高さ 1.1m)

### 対照地点

改札外コンコース・出入口付近 (高さ 1.1m)

### 技術設置状況

・JR 前橋駅での検証に用いた天井冷房システムは改札内コンコース天井部 22.63m<sup>2</sup>に設置した。



図 9.22 JR 前橋駅での天井冷房システム設置状況

## 2) 効果に影響を及ぼす要因

天井冷房システムの効果に影響を及ぼす要因は、①空間内の気流、②設置面積が挙げられる。

### ①空間内の気流

天井冷房システムはフィンで空気を冷やすことによって冷房効果を得る仕組みである。

冷房効果は空間内の空気温度、相対湿度によって決まる。ただし、気流の影響を受けやすいため、空気が水平方向に移動しない閉鎖空間では効率的である一方、半屋外環境の駅空間のように気流が非定常に発生する場合は居住域での効果が小さくなる可能性を有する。

設置場所の通風環境を把握し、通風量が少ない条件の場所に適用するのが効果的である。

## ②設置面積

設備の冷却面直下での効果が最も高いため、設置面積がより大きくなる設置方法が望ましい。

## ③設備との距離

放射環境の改善効果もみられるため、比較的高い天井に設置する場合には放射環境改善効果が小さくなる可能性がある。

### 3) 設置する上での留意点

- ・JR 前橋駅での検証では、ヒートポンプ式熱源機で冷水を生成したため、冷水は循環させる方式で使用した。地下水を通水する際は、水質の影響について検討を要する。
- ・天井冷房システムは、水を通水した冷却フィンと、冷却フィンに付着した結露水を排水するためのドレンを内蔵した化粧ルーバーからなる。冷却フィン表面の汚れは冷却効率を阻害する可能性を有する。
- ・化粧ルーバー内のドレンレールに埃や虫などが留まることで、ドレン水のオーバーフローの可能性がわずかだが存在することから、各部の定期的な清掃が必要となる。

#### 9.1.11 水冷ベンチ

##### 1) 体感温度改善効果

ベンチの座面を冷やすことで、臀部から直接、放熱することで、人の温冷感や快適感を改善させることを目的としており、本事業では被験者実験により水冷ベンチに座ることで約 13W/m<sup>2</sup> 放熱し、体感温度にすると SET\* で 2.4℃ の低下に相当すると推定された。

表 9.28 水冷ベンチの体感温度改善効果

SET* (°C)	-2.4
-----------	------

これは、熊谷市役所前で実施した被験者実験での結果であり、実験条件によって体感温度改善効果は異なる。実験内容と結果については参考資料 6 参照

##### ※評価条件

###### 基準とした条件・技術設置状況

ベンチには汲み上げた地下水を導水し、ベンチの表面温度が 25～26℃程度になるように流量などを調整した。導水量は、1.2～1.5ℓ/min であった。

##### 2) 効果に影響を及ぼす要因

水冷ベンチへの放熱量は、ベンチの表面温度、ベンチと臀部表面を隔てる着衣等の熱コンダクタンス (W/(m<sup>2</sup>・°C)) によって異なる。例えば、水道水をベンチに導水する場合は、夏季水温を仮に 27℃程度とすると、ベンチの表面温度は 29℃程度になると推定される。また、地下水 (汲み上げた直後の水温 17℃程度) の水量を増やせば、ベンチの表面温度を 20℃近くにまで冷やすことができる。

着衣の違いによる熱コンダクタンスは、ジーンズ等の比較的厚い生地で約 38 W/(m<sup>2</sup>・°C)、実験で用いた比較的薄い生地のトレーニングウェアの場合で約 50 W/(m<sup>2</sup>・°C) であった。

SET\*は、以下の表に示すとおり、ベンチ表面温度、着衣の熱コンダクタンスの違いによって、1.1～3.4°C低下すると推定される。

表 9.29 水冷ベンチの効果に影響を及ぼす要因と体感温度の改善の目安

ベンチ温度 (°C)	着衣等の熱コンダクタンス (W/(m <sup>2</sup> ・°C))	臀部温度 (°C)	伝導放熱 (W/ m <sup>2</sup> )	推定 SET* 変化量 (°C)
29	38	32.1	5.9	-1.1
26	38	31.1	9.6	-1.8
23	38	30.3	13.7	-2.6
29	50	32.1	7.8	-1.5
26	50	31.1	12.7	-2.4
23	50	30.3	18.2	-3.4

※各要因どうしの関係は熊谷市役所前で実施した被験者実験から求めた蓄熱量と SET\*の関係から求めたものを用いた。

このため、水冷ベンチを設置する場合には、ベンチの表面温度に留意する必要がある。流す水の温度に留意するほか、日射の影響によりベンチ表面温度が上がらないよう、日陰に保たれる場所に設置することが望ましい。

### 3) 設置する上での留意点

・ベンチの表面温度が高くなると体感温度改善効果が小さくなる一方で、低すぎるとベンチ表面に結露が発生し、座ると臀部の着衣が濡れてしまう。

ベンチ表面の結露は、その時の気温と相対湿度、さらにベンチの表面温度との関係によって発生する。下図に示したように、ベンチの表面温度が気温・相対湿度条件に応じた露点温度を下回ると結露が生じる。例えば、気温 35°C・相対湿度 60%の条件ではベンチ表面温度が約 26°C、気温 30°C・相対湿度 60%の条件では約 22°Cを下回ると結露が発生する。

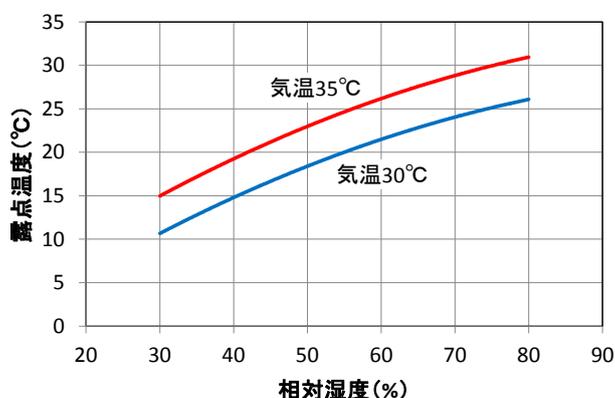


図 9.23 気温・相対湿度と露点温度の関係

そのため、水道水レベルの温度の水を導水する、もしくは地下水等の冷たい水を使う場合には気象条件に応じてベンチへの導水量や水温を制御する機構が望まれる。また、座ると濡れる可能性があることを喚起する注書きを掲示するなどの対策も必要である。

- ・排水の整備が必要である。熊谷市役所前の検証では、水景施設の足元の親水部分の水として利用していた。
- ・設置工事の際、基礎の掘削が必要である。

#### 4) 副次的効果

熊谷市役所前バス停の検証場所においては、見た目は通常のベンチと変わらないものの、座ると冷たい水冷ベンチは好評価を得ていた。高齢者の利用者でも冷たすぎるとい声はなく、ちょうどよい冷たさを与えられていたと考えられる。



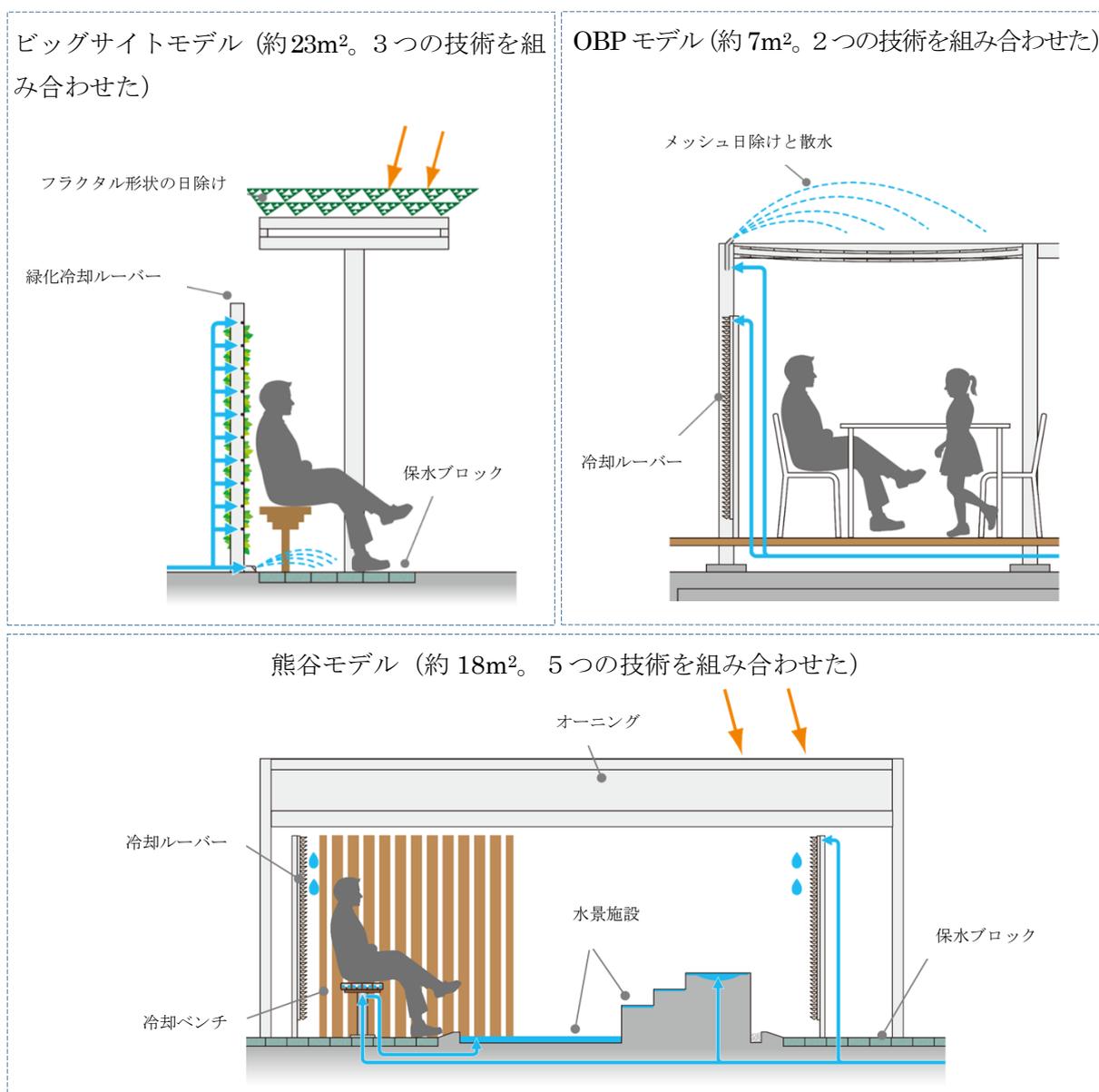
図 9.24 実証事業で設置した水冷ベンチ（熊谷市役所前バス停）

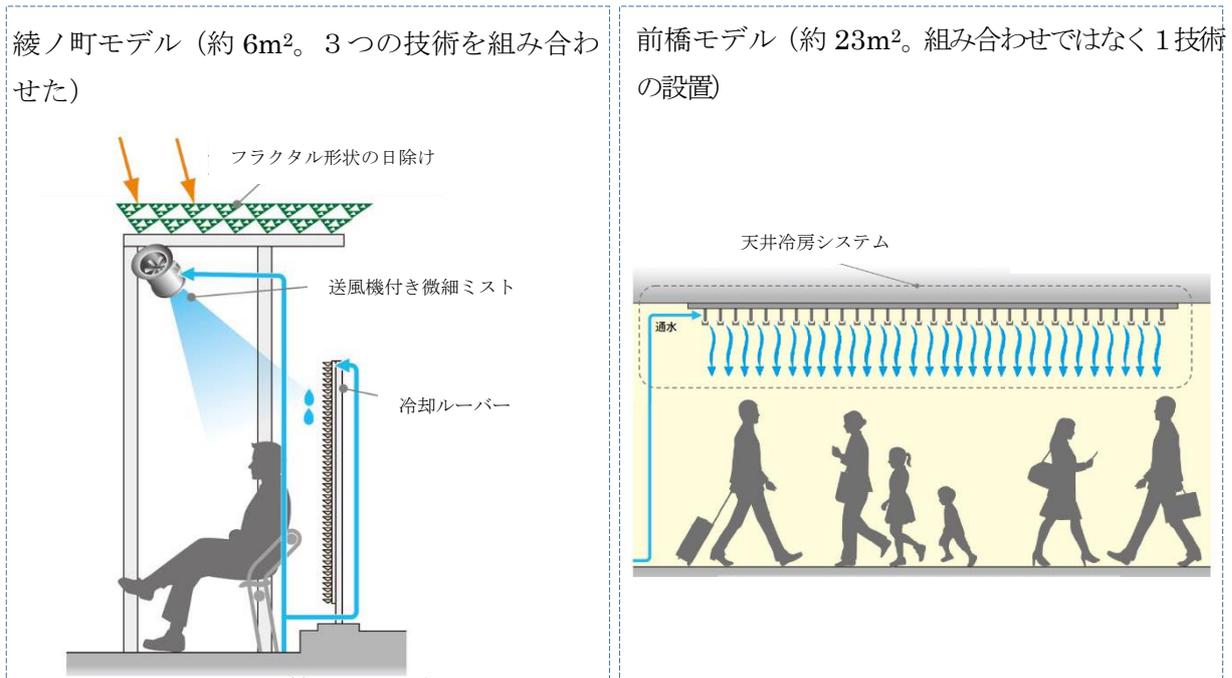
## 9.2 技術間評価

9.1 でまとめた技術別の評価や留意点を踏まえた上で、今後技術を導入する際に参考とするための各技術の比較方法を検討した。定量的な環境性能を比較するための方法と、導入のしやすさなどを含めた総合性能を比較する2つの方法を示す。

### 9.2.1 環境性能の比較方法の検討

各技術の環境性能を比較するという視点で、①体感温度改善効果と②技術稼働によるエネルギー消費量について、散布図に表した。図に示した対象は、9.1 に挙げた11の個別技術と、本事業の検証場所で検証した各モデル（技術の組み合わせ）、さらに参考として空調室を利用した場合の体感温度改善効果とエネルギー消費量についても示した。各モデルを以下に再掲する。





また、指標とした体感温度改善効果と技術稼働によるエネルギー消費量は下記の方針で、値を定め、散布図に表した。

### ①体感温度改善効果

本事業での実測で得られた熱環境改善効果の数値を用いた。9.1の1) 熱環境改善効果で示した SET\*の低減量を用い、幅を持って示されている数値については、最大値を用いた。(例：フラクタル形状の日除けの SET\*低減効果は - 4.9℃～ - 3.3℃としているが、ここでは「4.9」を用いた)

技術の組み合わせによる総合評価としての各モデルの体感温度改善効果は、各検証場所の7～8月の実測値のうち、の正午前後の最大値を用いた。

空調室の体感温度改善効果は、設定温度 28℃で空調が稼働している部屋の SET\*を 28℃と仮定し、屋外日向（熊谷市役所前の8月の測定の日向地点を想定）との差と、日陰環境（熊谷市役所前の8月の測定で設置していた仮設テント下を想定）との差を求めた。

尚、求めた SET\*低減量は、オーニング・メッシュ日除け・フラクタル形状の日除けの3技術及び技術の組み合わせの総合評価は、対照地点が日向であり、それ以外の技術は日陰（それぞれの施設の日除下）地点を対照としているため、プロットの色を分けて示した。

### ②技術稼働によるエネルギー消費量

技術の稼働に要する電力量を用いた。水を使用する技術は地下水を使用することを想定し、運用時に使用した水量の揚水にかかる1時間あたりの電力量 (Wh) を求めた。ただし、ここでは清浄な地下水が揚水できる既設の井戸があると仮定して稼働時の消費電力量のみを扱い、新規に井戸掘削に要するエネルギーや、浄化が必要なエネルギーは考慮していない。また、今回指標と

したエネルギー消費量は稼働に使用する電力のみを対象としたが、製品のライフサイクル(製造、使用から廃棄まで)の観点からもエネルギー消費量の評価が必要になる場合もあり得る。

空調室のエネルギー消費量については、仮想空調室を想定し(参考資料2)、2010年8月の気象条件でシミュレーションから1時間あたり電力消費量(平均値)を求めた。なお、同規模で比較するため、平米あたりの値を用いた。

以上より、技術間の環境性能の比較は図9.26のように表わされた。

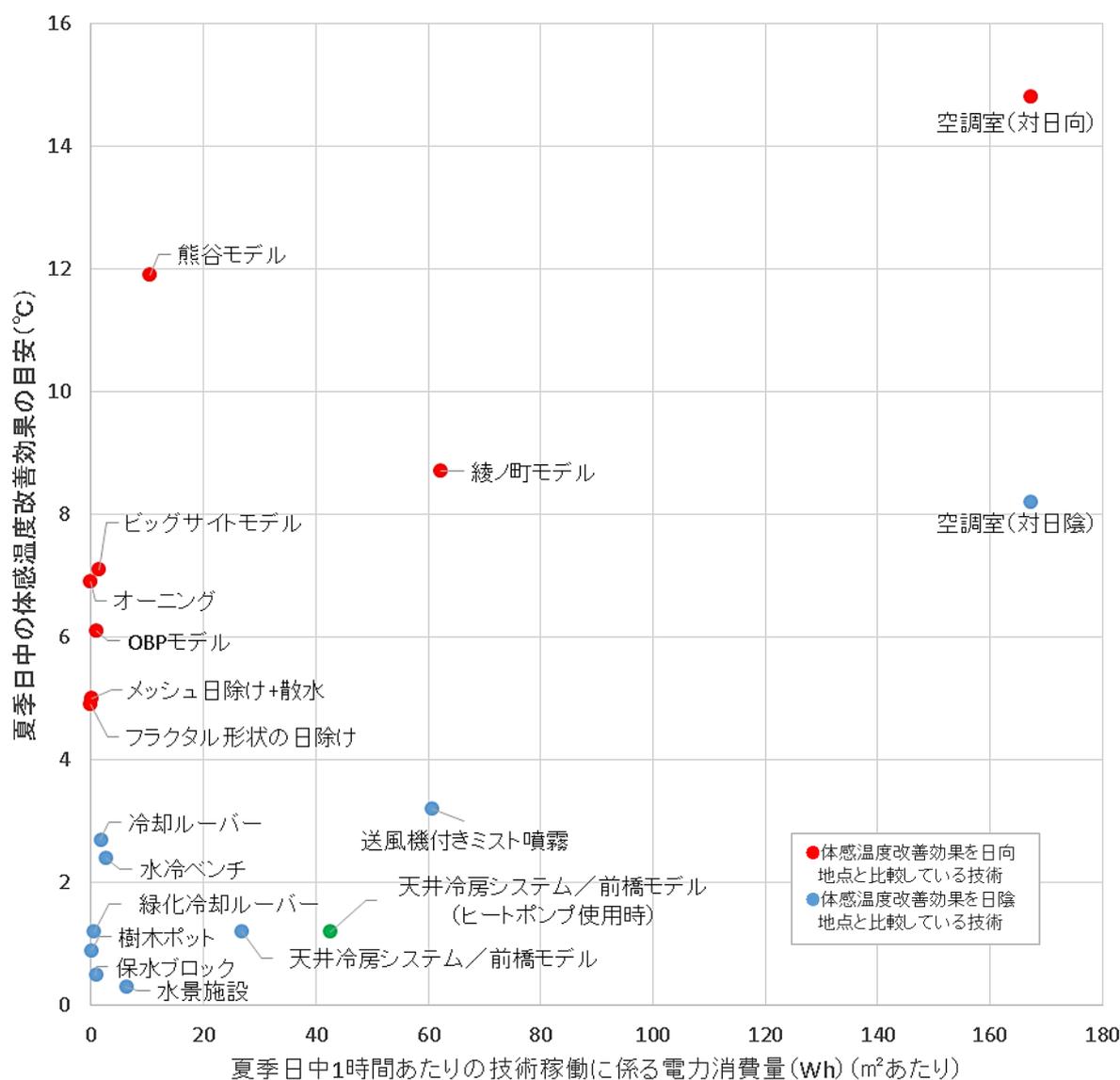


図 9.26 本事業で検証した技術の環境性能の比較

※体感温度改善効果は、技術ごとに異なる気象条件下で実測を行った結果から求めた値であるため、目安の値である

エネルギー消費量については、11 技術の中で最も電力消費量が多い送風機付きミスト噴霧においても空調の半分以下であり、低炭素な暑熱対策が実現していることがわかる。また、冷水が必要な技術は水景施設、水冷ベンチ、天井冷房システムの3技術であるが、天井冷房システムで、地下水を使用せずに上水をヒートポンプ式熱源を使って冷やした場合のエネルギー消費量と

比較すると（図中緑のプロット）、地下水を使用する場合よりも 1.5 倍程度大きいエネルギーを要することがわかった。また、熱環境改善効果は、日除け以外の技術では2℃前後の効果であるが複数技術を組み合わせることによって効果が高まることがわかる。

### 9.2.2 総合性能の比較方法の検討

より多面的に技術を比較するために、環境性能に加え、コスト面での導入のしやすさ、技術導入時や運用時における配慮事項の多さ、視覚的效果を含めてレーダーチャートに示すことを試みた。

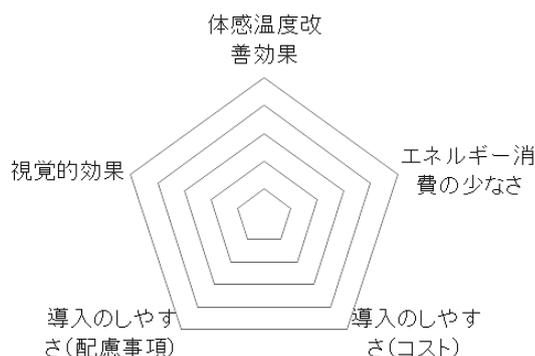


図 9.27 レーダーチャートの凡例

以下にレーダーチャート作成方針を示した。ただし、本事業において採用した技術設置条件での、体感温度改善効果、視覚的效果、配慮事項やエネルギー消費量、製品価格を元に作成しているため、必ずしも一般的な評価ではないことに留意されたい。

①体感温度改善効果：SET\*低減効果が大いほど評価が高くなるような段階評価を行った。9.2.1 と同じく、各技術、9.1 での 1) 熱環境改善効果で示した SET\*の低減量から、段階評価を行った。幅で示されている数値については、低減量が最大のものを用いた。

- ・日向を対象としている日除け 3 技術
  - 6℃以上：5 ポイント
  - 6℃未満：4 ポイント
- ・日陰を対象としている 8 技術
  - 3℃以上：5 ポイント
  - 2℃以上：4 ポイント
  - 1℃以上：3 ポイント
  - 1℃未満：2 ポイント

②エネルギー消費量：9.2.1 と同じく、技術の稼働に要する電力量を想定した。水を使用する技術は地下水を使用することを想定し、運用時に使用した水量の揚水にかかる 1 時間あたりの電力量 (Wh) を求め、エネルギー消費量が少ないほど評価が高くなるような段階評価を行った。なお、同規模で比較するため、設置面積で除し、平米あたりの値で比較をした。

- 0Wh : 5ポイント
- 50Wh 未満 : 4ポイント
- 100Wh 未満 : 3ポイント
- 150Wh 未満 : 2ポイント
- 150Wh 以上 : 1ポイント (参考 : 空調室 167Wh/m<sup>2</sup>)

③導入のしやすさ (コスト) : 本事業で採用した製品価格が低いほど評価が高くなるような段階評価を行った。同程度の規模で比較するため、10m<sup>2</sup>程度の規模の敷地に設置する価格としている。基本的に工事費用は含まない製品価格を用いた。(保水ブロックは工事費含む価格)

- 50万以下 : 5ポイント
- 100万まで : 4ポイント
- 150万まで : 3ポイント
- 200万まで : 2ポイント
- 200万以上 : 1ポイント

④導入のしやすさ (配慮事項) : 導入又は運用時に配慮すべき項目の量が少ないほど評価が高くなるような段階評価を行った。本事業で明らかになった施工上もしくは運用上に配慮すべきことを挙げ、カウントした。レーダーチャートには、引き出し線で配慮事項の内容を簡潔に記述した。

- 0～2点 : 5ポイント
- 3点 : 4ポイント
- 4点 : 3ポイント
- 5点 : 2ポイント
- 6点 : 1ポイント

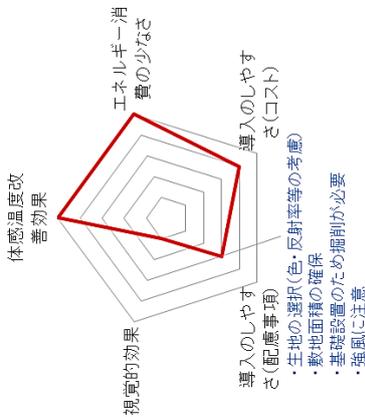
⑤視覚的効果 : 視覚的好評価が多いほど評価が高くなるような段階評価を行った。本事業の各検証場所で実施したヒアリング回答のうち、該当技術について視覚的好評価を述べた回答数の割合を算出した。レーダーチャートには、引き出し線で得られた声の一例を記述した。

- 75%以上 : 5ポイント
- 40%以上 : 4ポイント
- 25%以上 : 3ポイント
- 10%以上 : 2ポイント
- 10%未満 : 1ポイント

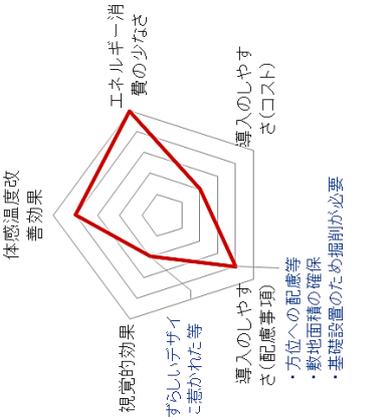
※例えば、7人中3人が緑化冷却ルーバーの緑がいい/涼しげといった回答をしていた場合、43%となり4ポイント。

以上の方針で求めた技術ごとのレーダーチャートは図 9.28 のように表わされた。今後、屋外または半屋外空間で暑熱対策をする場合の参考にできるものであるが、実際技術を導入する際には、各場所の立地条件や制約、利用目的や利用者の嗜好などを捉えた上で、導入を進める必要がある。

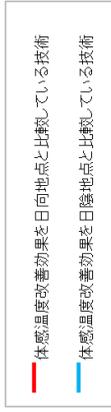
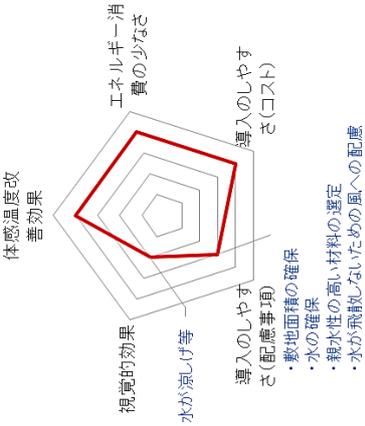
### オーニング



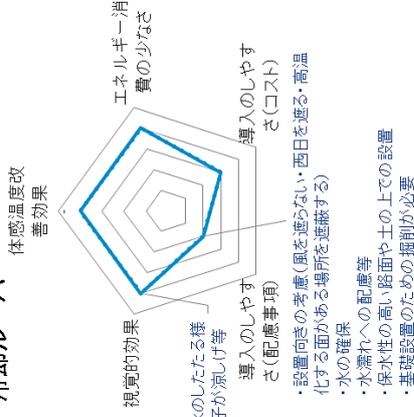
### フラクタル形状の日除け



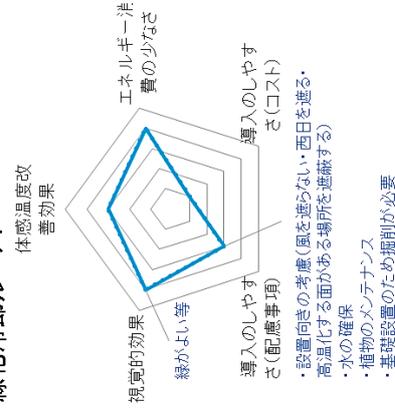
### メッシュ日除け+散水



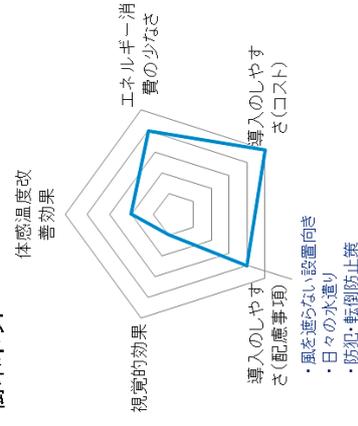
### 冷却ルーバー



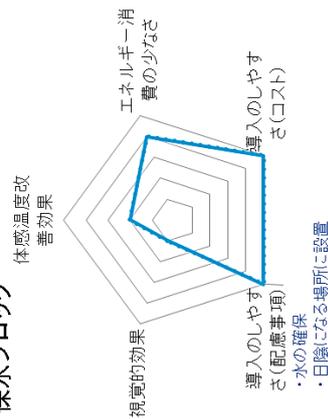
### 緑化冷却ルーバー



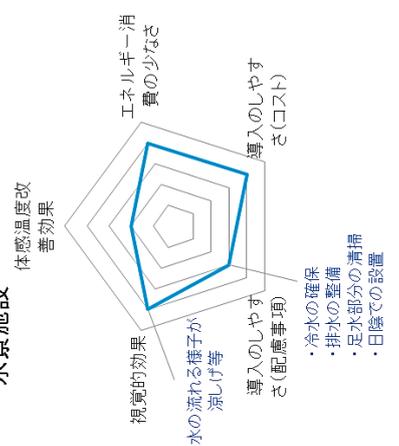
### 樹木ポット



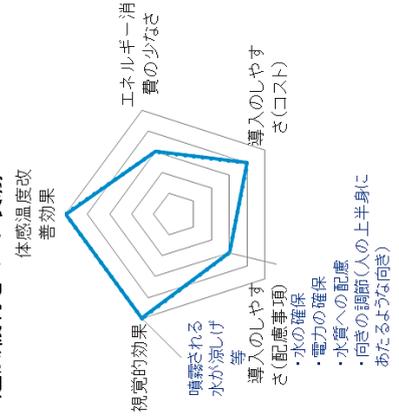
### 保水ブロック



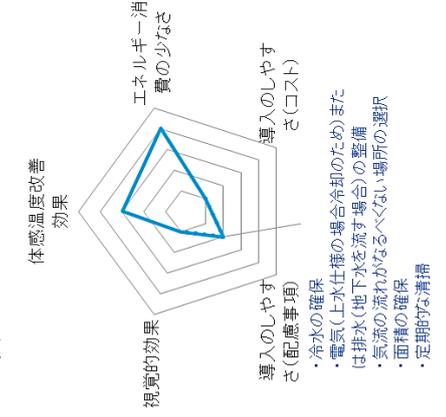
### 水景施設



### 送風機付きミスト噴霧



### 天井冷房システム



### 水冷ベンチ

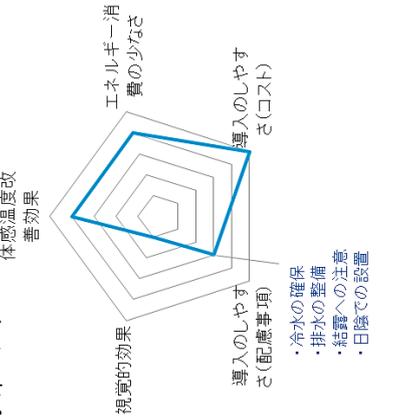


図 9.28 本事業で検証した技術の総合性能の比較