

## 4. 暑さ対策技術シート等の作成

### 1) 収集資料等

暑さ対策技術シートに反映する情報として、以下の情報源を収集した。

- ①2016 年度日本建築学会大会（九州）学術講演梗概集
- ②日本ヒートアイランド学会第 11 回全国大会予稿集
- ③日本ヒートアイランド学会論文集 Vol.10、2015（日本ヒートアイランド学会誌 Vol.11、2016）

暑さ対策に関連する研究で、効果や運用上の留意点などについて言及している箇所を抽出した。整理した情報は、以下の項目とした。

- ・文献名等（著者、題名、雑誌名等）
- ・技術分類（ガイドライン準じた技術分類）
- ・参照情報（ガイドラインへの反映情報の候補）
- ・文献概要（研究手法、結果等の概要）

### 2) 技術情報の整理

収集した 11 件の情報について、以下に整理した。

#### ①人工日除け－膜屋根

文献名等	村越太一ほか，駅空間における熱的快適性実測調査 その 39：膜屋根を有する駅舎の温熱環境特性，2016 年度日本建築学会大会（九州）学術講演梗概集
技術分類	人工日除け－膜屋根
参照情報	膜屋根下空間では透過日射により空間内の MRT が空気温度より約 3℃高くなっていた（気温 26℃、日射量 800W/m <sup>2</sup> ）。
文献概要	東京の K 駅を対象に、自由通路の天井が膜屋根となっている部分と通常の駅構内の熱環境を比較した。 空気温度を比較したところ、膜屋根空間の風通しが悪く、晴れた日には透過した日射の熱がこもり、18 時以降に膜屋根下の方が 1℃高くなっていた。 膜屋根下の MRT は、日射量の多かった 11 時に空気温度より 2.7℃、16 時でも 1℃高く、透過日射や熱がこもることが影響していた。 アンケート結果では、膜屋根下の自然光を魅力的と評価する割合が多く、通風性を確保することで、光環境と温熱環境の改善が両立できると指摘している。

②人工日除けーフラクタル形状日除け その1

文献名等	酒井敏ほか, フラクタル日除けによるクールアイランド実験, 日本ヒートアイランド学会第 11 回全国大会予稿集, 2016
技術分類	人工日除けーフラクタル日除け
参照情報	コンクリート構造物を広くフラクタル日除け (400m <sup>2</sup> ) で覆ったところ、日除け下のコンクリートが冷熱源となり、日中には日向のコンクリートエリアより気温にして 2℃弱、近傍の草地より 1℃弱低くなり、クールアイランドが形成されていた。
文献概要	屋外にある 100m×50m の都市模型の一部に、1 辺 20m のフラクタル日除けを 3 層構造で設置した。朝日や夕日も遮蔽し、日射透過率は常時 10%以下である。 フラクタル日除け下、日向のコンクリートエリア、近傍の草地の 3 箇所で長期的に気温を測定したところ、日中には日向のコンクリートエリアより気温にして 2℃弱、近傍の草地より 1℃弱低くなり、フラクタル日除け下にはクールアイランドが形成されていた。一方、フラクタル日除けは日射を遮るだけでなく地表面の放射冷却も抑制するため、夜間には草地の気温が最も低く、朝方には若干、フラクタル日除け下の気温が最も高くなった。

③人工日除けーフラクタル形状日除け その2

文献名等	山森賢也ほか, フラクタル日除けの快適性に関する被験者実験, 日本ヒートアイランド学会第 11 回全国大会予稿集, 2016
技術分類	日除けーフラクタル日除け
参照情報	フラクタル日除けの下の SET*は日向やパラソル下にくらべて約 3℃低くなっていた。また皮膚温についても同様にフラクタル下が低くなっており、快適感、温冷感の改善に貢献していた。
文献概要	フラクタル日除け下と、対照としてパラソル下、日向で被験者実験を実施した。実験実施日の最高気温は 36.6℃、風速 2.1m/s であった。 SET*はパラソル下と日向で約 42℃、フラクタル日除け下で 39℃と 3℃の差があった。パラソル下では短波放射量はフラクタル日除け下と同等であったものの、パラソル生地が高温化してパラソル下の長波放射量がフラクタル日除け下より 90W/m <sup>2</sup> 程度大きくなっていることがパラソル下の熱環境が改善していないことに影響している。 平均皮膚温は、日向>パラソル下>フラクタル日除け下となっており、結果的にフラクタル日除け下の快適感、温冷感が改善していた。

④壁面等の保水化・親水化－冷却ルーバー その1

文献名等	平山由佳里ほか, 親水・吸水性塗膜を施した表面濡れ性が高いパッシブクーリングルーバーシステムの開発と屋外実験による基本性能の把握, 日本ヒートアイランド学会論文集 Vol.10, 2015
技術分類	壁面等の保水化・親水化－パッシブクーリングルーバー (PC ルーバー)
参照情報	PC ルーバー面に対して垂直に風が吹いた場合の風下側の風速は2割程度、減衰していた。また、ルーバーの風下側 (ルーバー中心から 10cm) の気温は、風上気温と湿球温度の差分の2割程度、最大で4割程度低下した。
文献概要	<p>親水・吸水性塗膜を施したアルミを基材とする PC ルーバーを開発し、屋外環境下で性能を評価した。ルーバーの表面温度は、ルーバーが濡れている状態では表面温度分布が小さく、最大でも湿球温度+3.5℃程度であった。ルーバーの法線方向から風が流入した場合、ルーバー前後の風速比は 0.78 であり、ルーバーの抵抗により、風下側の風速が2割程度、減衰していた。</p> <p>また、ルーバーの中心部から風下側 10cm の気温は、湿球温度に対する冷却効率で評価したところ、冷却効率は 0~0.4 の範囲に分布し、風速が 1 m/s を越えてくると冷却効率が 0.2 程度に収束する傾向が見られた。</p> <p>冷却効率：<math>\beta = (T_a - T_0)/(T_a - T_{wb})</math></p> <p><math>T_a</math>：風上側気温 (°C)、<math>T_{wb}</math>：湿球温度 (°C)、<math>T_0</math>：風下側気温 (°C)</p>

⑤壁面等の保水化・親水化－冷却ルーバー その2

文献名等	平山由佳里ほか, 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 回全国大会予稿集, 2016
技術分類	壁面等の保水化・親水化－パッシブクーリングルーバー (PC ルーバー)
参照情報	PC ルーバーに囲まれた環境では、快適域として申告した SET*の値が室内にくらべて 3.4℃高くなっていた。これは PC ルーバーの環境では風速の乱れや気温の乱れが大きいことが PC ルーバー特有の涼しさをもたらしたものと考えられる。
文献概要	<p>室内と屋外+緑化、屋外+PC ルーバーの3条件において、被験者実験を実施した。各条件における快適温度 (SET*) を温冷感申告値から求めると、室内空調環境では 26.71℃、屋外+緑化で 28.11℃、屋外+PC ルーバーで 29.85℃となり、屋外+PC ルーバーは室内にくらべて 3.4℃高くなっていた。</p> <p>室内では風速の乱れがなく、屋外では風速の乱れと気温の乱れが見られ、気温の乱れを 10 分平均の気温の低下量と 1 秒毎の気温変動として定量化したところ、屋外+PC ルーバーは、屋外+緑化より気温の低下量と気温変動がともに大きく、対流熱伝達率が大きくなることで、快適温度の違いにつながったと考察している。</p>

⑥微細ミスト噴霧 その1

文献名等	宮嶋裕基ほか, 駅空間における熱的快適性実測調査 その 37: ミスト噴霧装置を有する駅の構内温熱環境, 2016 年度日本建築学会大会 (九州) 学術講演梗概集
技術分類	微細ミスト噴霧ー (粒径不明、ファンによる強制拡散)
参照情報	ミストを噴霧している環境では、その他の場所にくらべて、SET*が最大 1.8℃程度低くなっていた。
文献概要	群馬県にある Ts 駅の改札コンコース内に設置してあるミスト噴霧装置 (5 台設置) を対象に、ミストの影響がないと考えられる場所の熱環境と比較した。空気温度を比較したところ、ミスト環境は最大 2℃程度低く、相対湿度では明確な差は見られなかった。 SET*で比較したところ、ミスト環境は最大で 1.8℃、平均して 1℃程度 (図から読み取ったおおよその値) 低くなっていた。

⑦微細ミスト噴霧 その2

文献名等	成田健一ほか, 微細水ミスト噴霧による暑熱緩和効果の屋外実験 気温の瞬時変動の解析と体感評価の時間変化, 2016 年度日本建築学会大会 (九州) 学術講演梗概集
技術分類	微細ミスト噴霧
参照情報	微細ミストによる気温低下の持続時間は、大半が 5 秒以内であり、瞬間的には 5℃以上の低下が見られた。また、被験者による体感評価の申告値は、被験者の上半身の気温との相関が高くなる傾向が見られた。
文献概要	9 台の超音波風速温度計を用いて、着座する被験者の近傍の風と音仮温度 (音速の気温依存性を利用して求める気温) を 1 秒ごとに測定するとともに、被験者の体感評価の申告値も 1 秒ごとに記録した。 微細ミストによる気温低下の持続時間は大半が 5 秒以下であり、瞬間的には 5℃以上の低下が見られた。また、高湿度、強風になるほど気温低下量が小さくなり、ノズル数を半減すると気温低下は大幅に少なくなった。 被験者の体感評価の申告値と、被験者の各部位の気温との関係を見ると、腕、胸元、肩など、上半身の気温と体感申告との相関が高くなる傾向が見られた。また、皮膚温についてはミスト付着による温度低下の絶対量が小さく、申告値との関係も明確ではなかった。

⑧微細ミスト噴霧 その3

文献名等	Craig FARNHAM et al., Effect of water temperature on evaporation of mist sprayed from a nozzle, 日本ヒートアイランド学会論文集 Vol.10, 2015
技術分類	微細ミスト噴霧
参照情報	ミスト噴霧に用いる水の温度を上昇させると、噴霧後の蒸発が早くなり、濡れにくくなる。空気の冷却効果は、水温が高くなるとノズルの噴霧直後（数 cm 以内）の気温が若干、高くなるものの、少し離れたところの気温低下効果には影響は小さい。
文献概要	<p>微細ミスト噴霧に用いる水の水温が冷却効果等に及ぼす影響を調べた。</p> <p>蒸発率については、水温が 20℃から 60℃になると平均 7.3%高くなり、狭い環境などで噴霧する場合には濡れにくくなることから有利である。</p> <p>噴霧環境内の気温低下量は、水温が 20℃から 60℃になると 0.26℃少なくなったが実験ケースによっては影響が認められなかった。水温 92℃で噴霧した場合の影響を実測と CFD シミュレーションで確認したところ、ノズルから数 cm 以内の気温は高くなるものの、ノズルから 1 m のところでは湿球温度に近づいていた。</p> <p>また、高温水を微細ミストに使うことは、レジオネラ菌の対処法になる一方、ノズル自体が熱くなるため、火傷に注意する必要がある。</p>

⑨微細ミスト噴霧—送風ファン付き微細ミスト その1

文献名等	ファーナム・クレイグほか、ミストファンを使用し室内冷却するシステムの効果, 日本ヒートアイランド学会第 11 回全国大会予稿集, 2016
技術分類	微細ミスト噴霧—ミストファン
参照情報	工場内におけるミストファンの気温低下効果は、首振り式の場合、時間平均では 0.5℃、ピークは 1.2~3.0℃になった。湿度増加は 5~10%であった。また、人体を模擬した実験によりミストファンを皮膚に当てた場合の人体放熱量の変化を推定したところ、ミストファンが当たっている部分ではファンのみで 37W/m <sup>2</sup> の増加、ミストファンでは 55W/m <sup>2</sup> の増加が見られた。
文献概要	<p>工場内（面積約 40,000m<sup>2</sup>）でミストファン 6 台（噴霧量 0.51ℓ/h・台）を首振り状態で稼働させたところ、気温低下量は時間平均では 0.5℃、ピークは 1.2~3.0℃になった。湿度増加は 5~10%であった。</p> <p>また、水温を 37℃に一定に保つ水槽の周りに皮膚を模擬したシリコンラバー（シリコンラバーの表面は 34~35℃）を貼った実験装置にミストファンを当てた。水槽からシリコンラバーへの熱流束は、ミストファンを稼働させる前の時間平均で 73W/m<sup>2</sup>であったが、ファンを当てることで 110W/m<sup>2</sup>、ミストファンを当てることで 128W/m<sup>2</sup>となった。最大値では、ファンを当てることで 125W/m<sup>2</sup>、ミストファンでは 149W/m<sup>2</sup>であった。</p>

⑩微細ミスト噴霧－送風ファン付き微細ミスト その2

文献名等	平田裕貴ほか, 平均皮膚温から見るミスト噴霧の熱的快適性改善効果, 日本ヒートアイランド学会第 11 回全国大会予稿集, 2016
技術分類	微細ミスト噴霧－ミストファン
参照情報	ミストファンの効果は、人の皮膚を濡らして皮膚温を下げることで熱的快適性を改善させており、被験者実験では平均皮膚温が 2.3℃低下した。
文献概要	ミストファンによる皮膚温の低下効果を評価するために、3名の被験者で9月～10月にかけて計6回の実験を実施したところ、平均皮膚温は平均的に2.3℃、最大5℃低下した。既往研究で日向から日陰に移動すると平均皮膚温が2℃程度低下すると報告されていることを引用し、ミストファンは日向から日陰に移動するのと同様以上の効果があるとしている。

⑪冷水スカーフ

文献名等	佐々尚美, 省エネルギーを考慮した温熱環境調節に関する研究－冷水スカーフを用いた場合－, 2016年度日本建築学会大会(九州) 学術講演梗概集
技術分類	(分類なし)－冷水スカーフ
参照情報	冷水スカーフを首に使った場合、使わない場合とくらべて、SET*で約 0.9℃高くても、同様の温冷感および快適感を得ることができた。
文献概要	女子大学生を被験者として、被験者自身が「許容できる環境」に調節可能な人工気候室において、冷水スカーフを首に着用した場合と着用しない場合の人工気候室内の温熱環境を評価した。調節可能な温熱要素は気温と風速とした。同一被験者で6回、実験を繰り返し、実験室入室後 50 分から 60 分後までの室内の SET*の平均値では、冷水スカーフ有は 26.3℃、冷水スカーフ無は 25.4℃となり、「有」のほうが 0.9℃高かった。