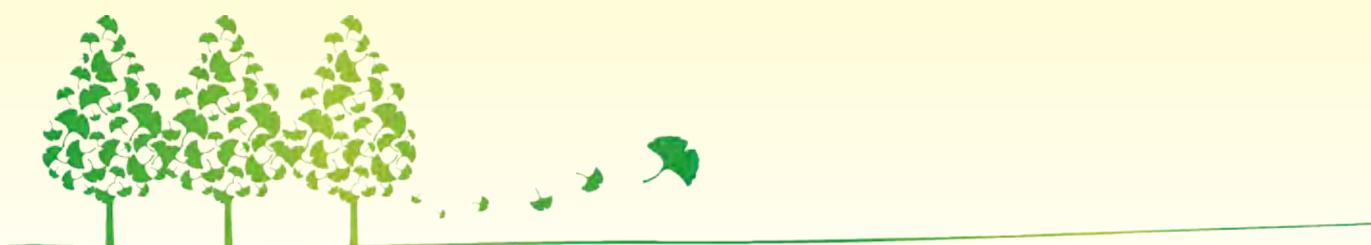


# 夏の暑さ対策の手引



 東京都環境局

平成28年11月

# 夏の暑さ対策の手引

## 目 次

はじめに.....	1
<b>第Ⅰ部 基礎編</b>	
第1章 東京の「暑さ」の現状.....	3
1-1 猛暑日や熱帯夜の増加.....	3
1-2 熱中症患者の発生.....	3
1-3 年平均気温の推移.....	4
1-4 東京のヒートアイランド現象.....	4
第2章 暑さ対策の考え方と手法.....	5
2-1 暑さの原因とその影響.....	5
2-2 暑さ対策の考え方.....	5
2-3 暑さ対策の手法一覧.....	6
2-4 熱を「ださない」.....	7
2-5 熱を「ためない」.....	7
2-6 熱を「もらわない」.....	8
第3章 夏の暑さ対策の用途別メニュー.....	9
3-1 建物における対策.....	10
① ビル（オフィスビル・商業ビル、公共施設）.....	10
② 集合住宅.....	11
③ 戸建住宅.....	12
④ 倉庫・工場.....	13
⑤ 街区.....	14
3-2 まちなかにおける対策.....	15
① 公園.....	15
② 広場.....	16
③ 道路.....	17
④ 屋外イベント会場.....	18
コラム 「打ち水」「uchimizu」について.....	19
<b>第Ⅱ部 技術編</b>	
第4章 暑さ対策に関する技術情報.....	21
4-1 各技術の紹介.....	23
4-2 事例の紹介.....	40
参考資料等.....	46

## はじめに

東京では、猛暑日や熱帯夜が増加しており、また、多くの熱中症患者が発生するなど、夏の「暑さ」は重要な課題となっています。都民の生活環境の改善という観点に加え、東京を訪れる多くの観光客への「おもてなし」、そして、東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会開催という観点から、東京の夏の暑さ対策を進めていくことが求められています。

今回作成した「夏の暑さ対策の手引き」は、こうした現状を踏まえ、一般の方から専門家までの様々な立場の方に暑さ対策について分かりやすく伝え、実践していただくことを目的に、簡単な表現やイラスト等も多く用いるとともに、「基礎編」と「技術編」の二部構成としています。

また、省エネルギー化などにより熱を「ださない」、緑化などにより熱を「ためない」、日除けなどにより人が熱を「もらわない」という考え方に基づき、排熱の低減等都市における気温上昇を緩和する取組に加え、人が感じる暑さを和らげる取組について整理し、記載しています。さらに、ビルや公園など用途別の暑さ対策メニューをまとめるとともに、個々の暑さ対策を実施する上で必要な情報を記載し、あわせて、先駆的な取組事例も紹介しています。

多くの方々が本手引を入門書<sup>\*</sup>として活用し、暑さ対策に取り組んでいただければ幸いです。

なお、本手引は、平成 18 年に作成した「ヒートアイランド対策ガイドライン」の追補的な役割を有しています。

※さらに詳しくヒートアイランド対策等の情報について知りたい方は、「ヒートアイランド対策ガイドライン（環境省）」（平成25年3月）や「まちなかの暑さ対策ガイドライン（環境省）」（平成28年5月）、「ヒートアイランド現象緩和に向けた都市づくりガイドライン（国土交通省）」（平成25年12月）等を参照してください。

---

## 第 I 部 基礎編

## 第1章 東京の「暑さ」の現状

### 1-1 猛暑日や熱帯夜の増加

100年前には東京では、猛暑日（最高気温が35℃以上の日）はほとんど観測されませんでした。しかし、最近では、年間で10日を超える年が頻繁に現れるようになってきました（図1-1）。また、熱帯夜（夕方から翌日の朝までの最低気温が25℃以上になる夜）の日数は着実に増え、2010年には56日を記録しました（図1-2）。

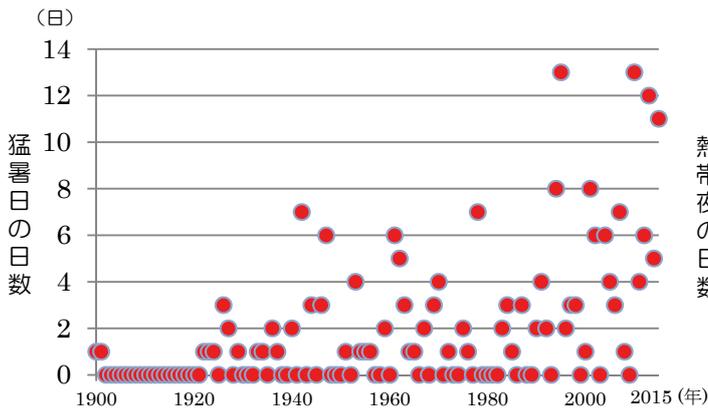


図 1-1 東京の猛暑日日数の推移<sup>1</sup>

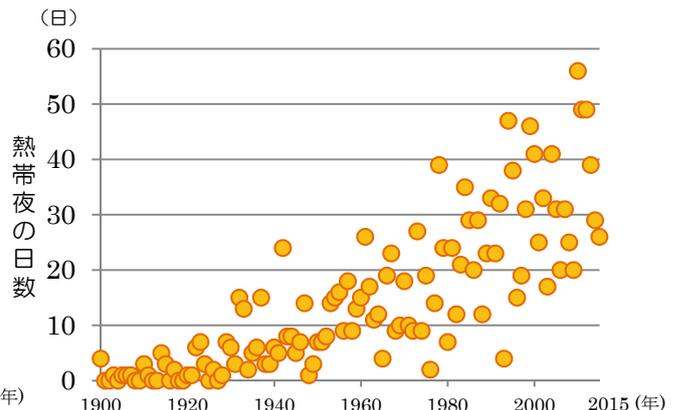


図 1-2 東京の熱帯夜日数の推移<sup>2</sup>

### 1-2 熱中症患者の発生

夏の暑さの影響もあり、都内では6月から9月までの間、多くの方が熱中症で救急搬送されています（図1-3）。日最高気温が高いほど救急搬送者数が増加する傾向が見られ（図1-4）、暑さ対策が重要な課題となっています。

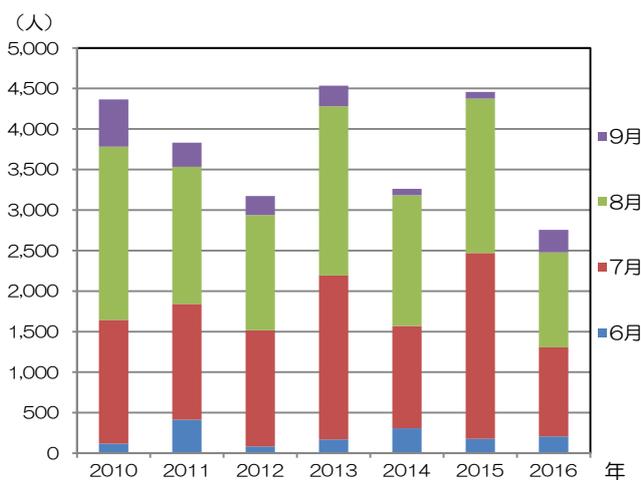


図 1-3 東京都における月別の救急搬送者数の推移<sup>3</sup>

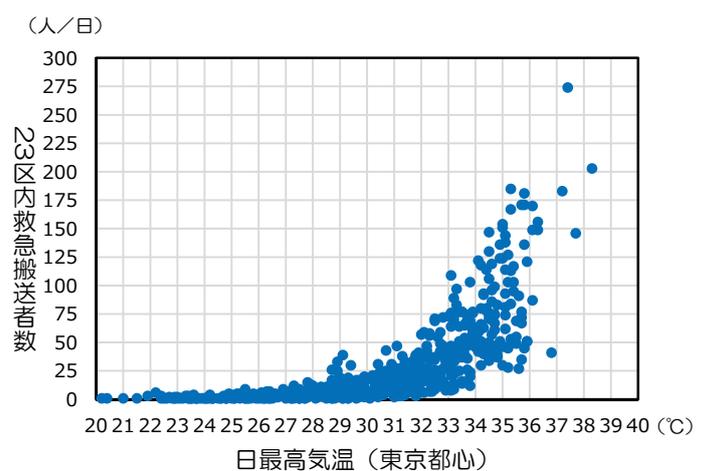


図 1-4 23区の内熱中症救急搬送者数と日最高気温の関係<sup>4</sup>

### 1-3 年平均気温の推移

東京の気温が高くなっている原因として、地球温暖化と都市化によるヒートアイランド現象<sup>※</sup>が考えられます。

過去 100 年の間に、世界の平均気温は約 0.7℃、日本では平均気温が約 1.2℃上昇しているのに対し、東京の平均気温は約 3℃上昇しています（図 1-5）。

このように、東京では、ヒートアイランド現象が現れています。

※ヒートアイランド現象：都市部にできる局地的な高温域のこと。郊外に比べ都心部ほど気温が高く、等温線が島のような形になることからこの名前がついている。

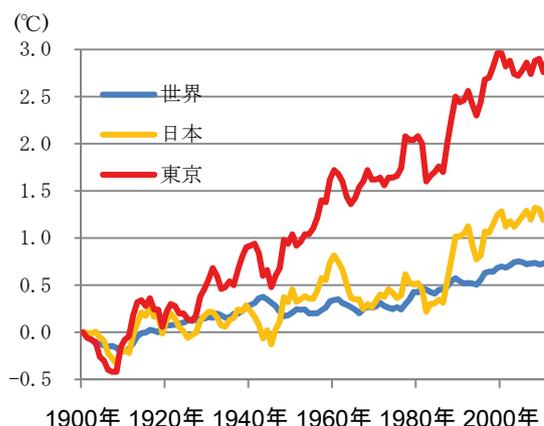


図 1-5 世界、日本、東京の年平均気温偏差の推移<sup>5</sup>

### 1-4 東京のヒートアイランド現象

都市化に伴う東京のヒートアイランド現象は、気温分布からも見て取れます。

東京では、都市化が進んでいる地域で郊外に比べて気温が高くなる傾向があり、特に夜間では都心部を中心として気温が高くなる傾向が顕著となっています（図 1-6）。

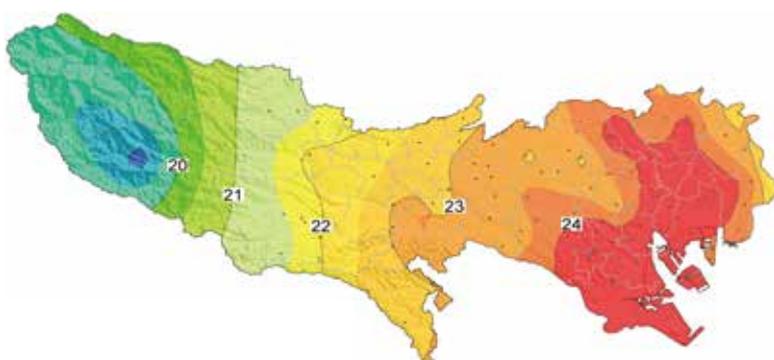


図 1-6 平均最低気温（℃）の分布<sup>6</sup>

#### 熱中症に注意！！

熱中症は、適切な対応を取れば防ぐことができます。

こまめに水分を補給し、日なたを避けたり、帽子、日傘を活用しましょう。我慢せずに冷房を使うことも重要です。

また、暑さに体が慣れていないと、熱中症になりやすく、より注意が必要です。例えば、梅雨明けの蒸し暑い日に熱中症が多発するのは、暑い環境に体が慣れていないことも影響しています。日頃からウォーキング等で汗をかく習慣を身につけていれば、暑さに強くなり、熱中症にもかかりにくくなります。



図 1-7 熱中症対策のイメージ<sup>7</sup>

## 第2章 暑さ対策の考え方と手法

東京では、省エネルギー化や緑化の推進等の取組が進められていますが、都市の高温化は継続し、人が夏に感じる暑さは厳しさを増しており、また、熱中症患者も多数発生しています。

こうした現状を踏まえ、中・長期的に都市における気温上昇を緩和する対策に加え、即時的に人の感じる暑さを和らげる対策に取り組むことが重要です。

### 2-1 暑さの原因とその影響

都市化による暑さの原因は、大きく次の2つに整理できます。

- 空調機器や自動車が熱を **だす**
  - 建物や地面が熱を **ためる**
- あわせて、

- 日射に加え、これらの熱を人が **もらう**
- ことにより、人への影響（熱中症や睡眠障害等）が生じています。



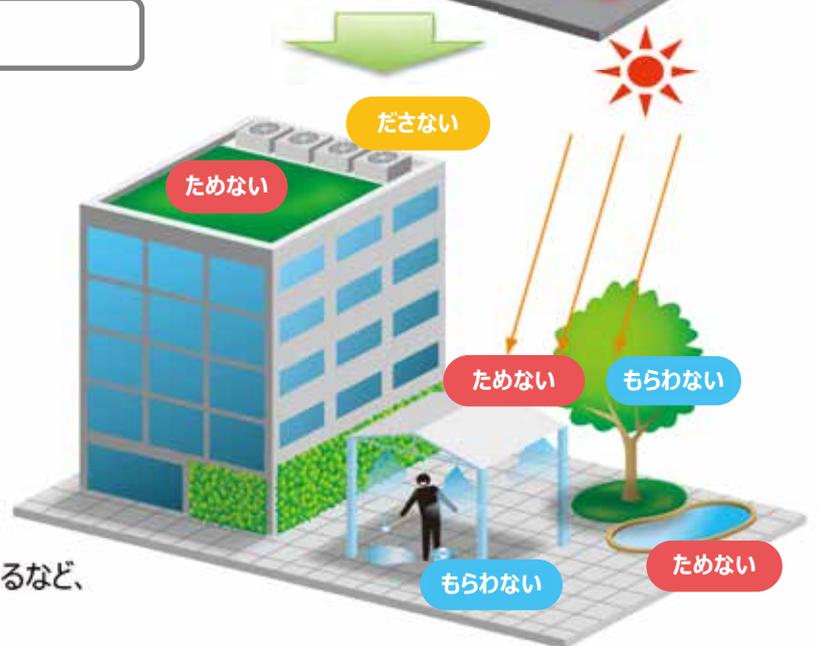
### 2-2 暑さ対策の考え方

都市の暑さを緩和するため、次の対策をとることが必要です。

- エネルギーの使用を抑えて **熱を ださない**
- 緑や水、対策技術を活用し、建物表面や地面を改善して **熱を ためない**

- あわせて、
- 日除けやドライ型（微細）ミストを利用するなど、**人が熱を もらわない**
- ことにより、人への影響を軽減することも必要です。

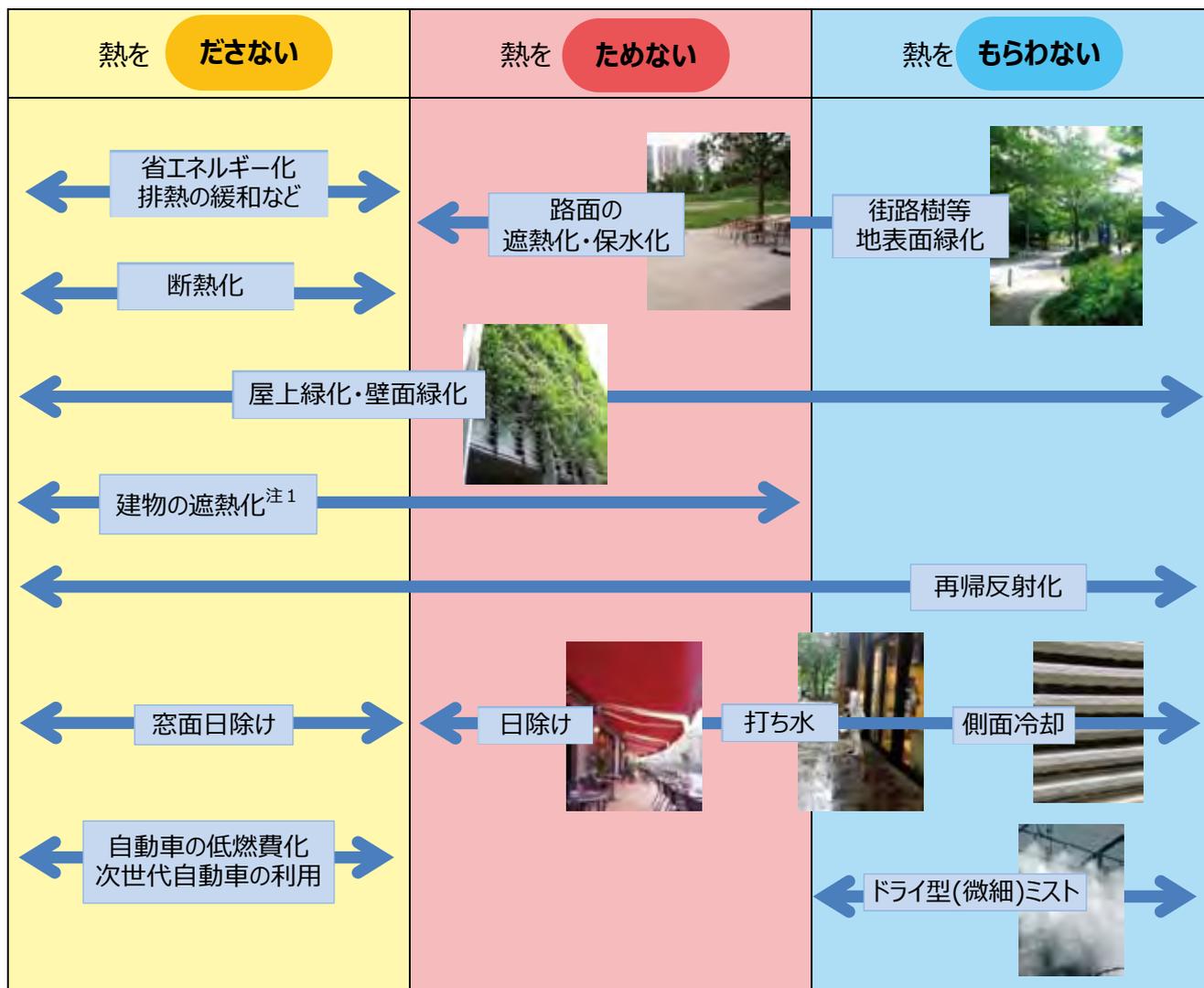
これらの対策により、夏でもまちなかで心地よく過ごせる環境の実現につながります。



暑さ対策のポイントは  
「ださない」「ためない」「もらわない」!

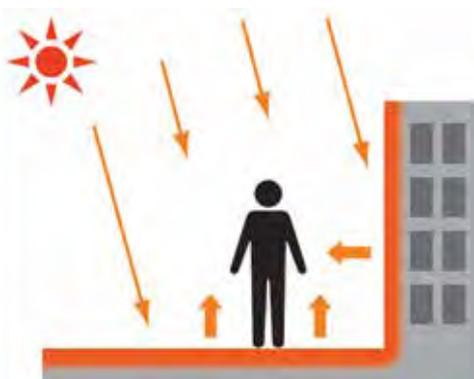
## 2-3 暑さ対策の手法一覧

暑さ対策の主な手法を整理すると以下のようになります。



### 暑さ対策による「体感温度\*の低下効果」

※体感温度:ここでは標準有効温度(SET\*)を使用。  
詳細は後述 p.8 を参照



まちなかでは、気温が30℃でも日射や壁・地面からの赤外放射で体感温度が40℃近くになることも

(「まちなかの暑さ対策ガイドライン(平成28年5月)」(環境省)を参考に作成)



日除けの体感温度の  
低下効果: 5~7℃  
これに加えて  
・保水化・打ち水: 1℃  
・側面冷却: 1~2℃  
・ドライ型(微細)ミスト: 1℃

日除け、路面の保水化等、側面冷却、ドライ型(微細)ミストにより、40℃だった体感温度が30℃に!

注1 冬場は、「熱をだす」(排熱の増加)につながる可能性があります。

参照 第4章③遮熱化(建物屋根面での対策) p.25、⑤遮熱化(建物窓面での対策) p.27

## 2-4 熱を「ださない」

空調機器や自動車からの排熱は、空気を暖め、気温上昇の一因となっています。熱を「ださない」対策は、この排熱を抑える取組であり、都市における気温上昇を緩和する機能を有します。

### 【熱を「ださない」手法】

排熱は、空調機器等を動かすために、電気やガス、ガソリン等を使用することから発生します。この電気等の使用を抑えること、すなわち省エネルギー化が、熱を「ださない」ことにつながります。

そのための手法として、高効率な空調機器や低燃費な自動車を利用すること、断熱や遮熱化、緑化等により、建物等に入る熱を削減して冷房の負荷を減らすことが挙げられます。

また、空調機器の排熱は、水を利用して潜熱として大気に放出する、あるいは地下に埋設した管を通して地中に放出するなどの手法<sup>※</sup>により、直接空気を暖めることを避けることができます。

※排熱の緩和：後述 p.29 参照

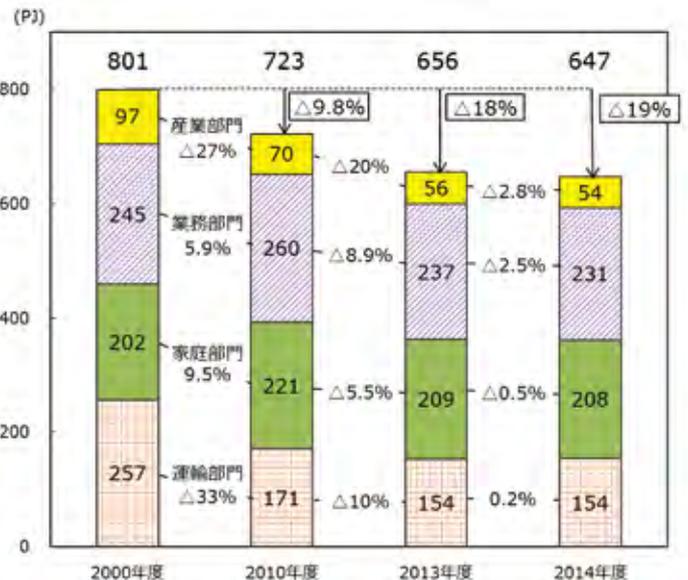


図 2-1 都内エネルギー消費量の推移<sup>1</sup>

温暖化対策である省エネルギー化は、暑さ対策でもあります。

## 2-5 熱を「ためない」

建物表面や地表面が日射により熱をため（蓄熱）、放熱することで、空気を暖め、気温上昇の一因となるとともに、暖められた建物表面等からの熱によって、人の感じる暑さが増しています。熱を「ためない」対策は、この蓄熱を抑える取組であり、都市における気温上昇を緩和し、また、人への影響を軽減する機能を有します。

### 【熱を「ためない」手法】

建物表面のコンクリートや地表面のアスファルトは、緑地等に比べ、日射エネルギーを熱としてためやすく、放熱することで空気を暖めます。

植物や水面は、日射エネルギーの多くを水が蒸発する際の潜熱として大気中に放出しており、熱をためにくく、放熱を抑えられます。地表面等の遮熱化も、日射エネルギーを反射させ、蓄熱を抑えることができます。

また、建物の形状・配置を工夫することで、風通しを良くし、建物表面や地表面にたまった熱を逃がすことができます。

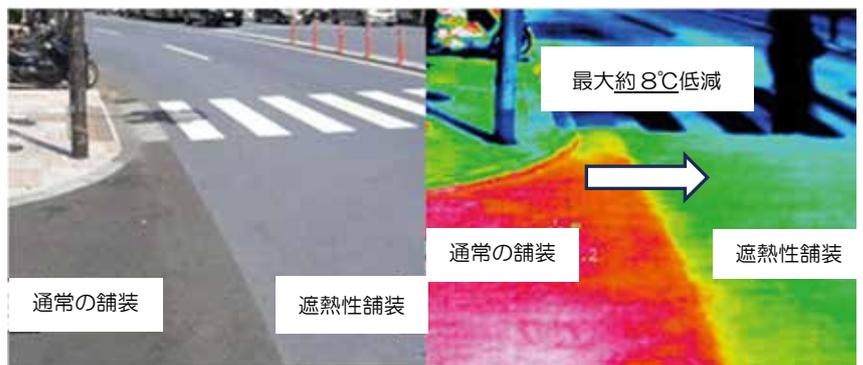


図 2-2 遮熱性舗装による路面の温度変化<sup>2</sup>

## 2-6 熱を「もらわない」

夏の厳しい暑さは、人を不快にさせ、また、熱中症等の健康被害の要因ともなります。熱を「もらわない」対策は、快適性の向上、熱中症等の予防など、人への影響を軽減する機能を有します。

### 【暑さの要素】

人が感じる暑さ（体感温度）には、気温だけでなく、湿度や風の強さ、さらには太陽からの日射や高温化した道路・壁面などから出される熱（赤外放射）などが影響します。

### 【熱を「もらわない」手法】

この「人が感じる暑さ」を和らげる（＝人が熱を「もらわない」）ためには、日除け等により日射を遮ることに加え、緑化や打ち水等により周囲の地表面や壁の温度を下げることや、ドライ型（微細）ミストを用いて周囲の気温を下げることも有効です。

また、空調機器の排熱やビルから反射される日射が人に当たらないように工夫することも、熱を「もらわない」ことにつながります。

### 【クールスポット】

まちなか全体で、体感温度を下げるためには長期的な取組が必要ですが、人が多く集まる屋外で、局所的な取組を行うことは比較的容易で、即時的な効果を上げられます。局所的に暑さを和らげる対策を実施した場所・空間を「クールスポット」として増やしていくことが、快適なまちを実現する上で求められています。

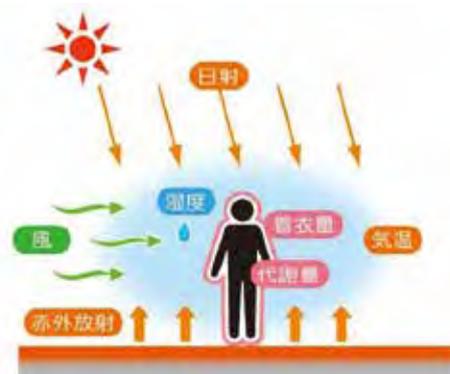


図 2-3 体感温度に影響する要素<sup>3</sup>



図 2-4 クールスポットのイメージ<sup>4</sup>

### 体感温度指数

体感温度指数は、暑さの複数の要素（気温、湿度、風速、放射（日射や路面などからの赤外放射）等）について計算し、人が感じる暑さを一つの数値で表したものです。熱中症予防に活用されている湿球黒球温度（WBGT）や快適性の評価に適した標準有効温度（SET\*）などがあり、これらの指標を用いて、様々な暑さ対策について評価することも行われています。

#### 湿球黒球温度 WBGT (Wet Bulb Globe Temperature)

気温、自然湿球温度、黒球温度を用いて算出します。屋内外の熱中症予防の指標として普及し、「暑さ指数」などとして使われています。WBGTによる熱中症の予防指針が示されており、WBGT28℃以上で「嚴重警戒」とされています。

#### 標準有効温度 SET\* (Standard Effective Temperature)

気温、相対湿度、風速、黒球温度（又は平均放射温度）、人の代謝量、着衣量を用いて算出します。空調分野の技術者などの間で広く使われている体感温度指標です。快適性を評価するために考えられた指標であり、32℃を超えるあたりで「不快」と感じる傾向にあるようです。



図 2-5 WBGT 測定装置の例<sup>5</sup>  
WBGTを自動的に計算する測定機器も市販されています。

## 第3章 夏の暑さ対策の用途別メニュー

都市は、オフィスビル・商業ビルや住宅、公園や道路など、様々な用途の建物や空間によって構成されています。都市における気温上昇を抑制し、また、人が感じる暑さを和らげるためには、建物や空間に合わせて、都民、事業者、行政など多様な主体が連携して対策を積み重ねていくことが重要です。

そこで本章では、それぞれの建物や空間の特徴に応じた対策例について、「建物における対策」と「まちなかにおける対策」とに分けて整理しました。

### 3-1 建物における対策 (p.10~14)

3-1では、ビル（オフィスビル・商業ビル・公共施設）、集合住宅、戸建住宅、倉庫・工場、街区の5種類を設定し、それぞれの建物における特徴に応じた対策例を紹介しています<sup>※</sup>。建物においては、以下の取組が一般的な対策として挙げられます。

- **省エネルギー化（高効率機器の導入、再生可能エネルギーの利用 など）**
- **断熱化（屋根面、壁面、窓面 など）**
- **緑化（屋上緑化、壁面緑化 など）**
- **排熱位置の工夫**
- **地表面の保水化**

### 3-2 まちなかにおける対策 (p.15~18)

3-2では、公園、広場、道路、屋外イベント会場の4種類を設定し、それぞれのまちなか空間の特徴に応じた対策例を紹介しています<sup>※</sup>。まちなかにおいては、以下の取組が一般的な対策として挙げられます。

- **日除け<sup>よ</sup>の設置**
- **緑陰や緑地等の創出**
- **ドライ型（微細）ミストの設置**

※各対策の効果や費用などの詳細については第二部技術編（p.20～）を御参照ください。

## 3-1 建物における対策

### ① ビル（オフィスビル・商業ビル、公共施設）

#### 【特徴】

空調、照明、OA 機器などのエネルギー消費に伴う排熱があり、コンクリートの建物表面やアスファルトの地表面が熱をためやすい。

#### 【対策】

- ・ 省エネルギー機器の導入や建物の断熱の強化により、排熱を減少（熱をださない）
- ・ 緑化や遮熱化により、建物表面や地表面の蓄熱を抑制（熱をためない）
- ・ 建物建設の際には、建物形状に配慮し風通しを確保（熱をためない）
- ・ 敷地内の緑化・保水化や日射の再帰反射により、建物周辺の快適性を向上（熱をもらわない）



#### 各対策の説明（第4章参照）

省エネルギー機器の導入→p.29 排熱の緩和→p.29 排熱位置の工夫→p.29

断熱化→p.24 遮熱化→p.25、27 再帰反射化→p.28

壁面緑化→p.26 屋上緑化→p.23 建物形状の工夫→p.31

建物外構での対策（緑化・遮熱化・保水化など）→p.32～35 など

## ② 集合住宅

### 【特徴】

コンクリートの建物表面やアスファルトの地表面が熱をためやすいほか、各戸の空調設備からの排熱がある。

### 【対策】

- ・ 建物の断熱の強化や省エネルギー機器の導入により排熱を減少（熱をださない）
- ・ 緑化や遮熱化により建物外皮や地表面への蓄熱を抑制（熱をためない）
- ・ 建物建設の際には建物形状に配慮し風通しを確保（熱をためない）
- ・ 歩行空間やベランダでの日除けや緑のカーテン、側面冷却技術を用いて快適性を向上（熱をもらわない）



### 各対策の説明（第4章参照）

断熱化→p.24 屋上緑化→p.23 壁面緑化→p.26 遮熱化→p.25、27、33  
 再帰反射化→p.28 建物形状の工夫→p.31 日除け→p.36 側面等の冷却→p.37  
 省エネルギー機器の導入→p.29 排熱位置の工夫→p.29  
 建物外構での対策（緑化・遮熱化・保水化など）→p.32～35 など

③ 戸建住宅

【特徴】

窓面から日射が侵入し、また、屋根面などが熱をためやすいほか、空調設備からの排熱がある。

【対策】

- ・ 建物の断熱の強化や省エネルギー機器の導入により排熱を減少（熱をださない）
- ・ 日除けや緑のカーテンを設置して室内への日射の侵入を防ぎ、空調負荷を減らして排熱を減少（熱をださない）
- ・ 雨水タンクに集めた水などを利用した打ち水や敷地の緑化により、地表面への蓄熱を抑制（熱をためない）

●壁面・窓面での対策

- 断熱化 ださ ない
- 遮熱化 ださ ない ため ない
- 壁面緑化（緑のカーテン）  
ださ ない ため ない もら わ ない
- 日除け（すだれなど）  
ださ ない ため ない もら わ ない

●屋根面での対策

- 断熱化 ださ ない
- 遮熱化 ださ ない ため ない

●設備の対策

- 省エネルギー機器の導入 ださ ない

●その他の対策

- 打ち水 ため ない もら わ ない

●クールスポットづくり

- 日除け ださ ない ため ない もら わ ない
- 側面冷却 ださ ない ため ない もら わ ない

●建物外構での対策

- 緑化 ださ ない ため ない もら わ ない
- 保水化 ださ ない ため ない もら わ ない

各対策の説明（第4章参照）

断熱化→p.24 遮熱化→p.25、27、33 壁面緑化→p.26 日除け→p.36  
 省エネルギー機器の導入→p.29 側面等の冷却→p.37 打ち水→p.39  
 建物外構での対策（緑化・保水化など）→p.32～35 など

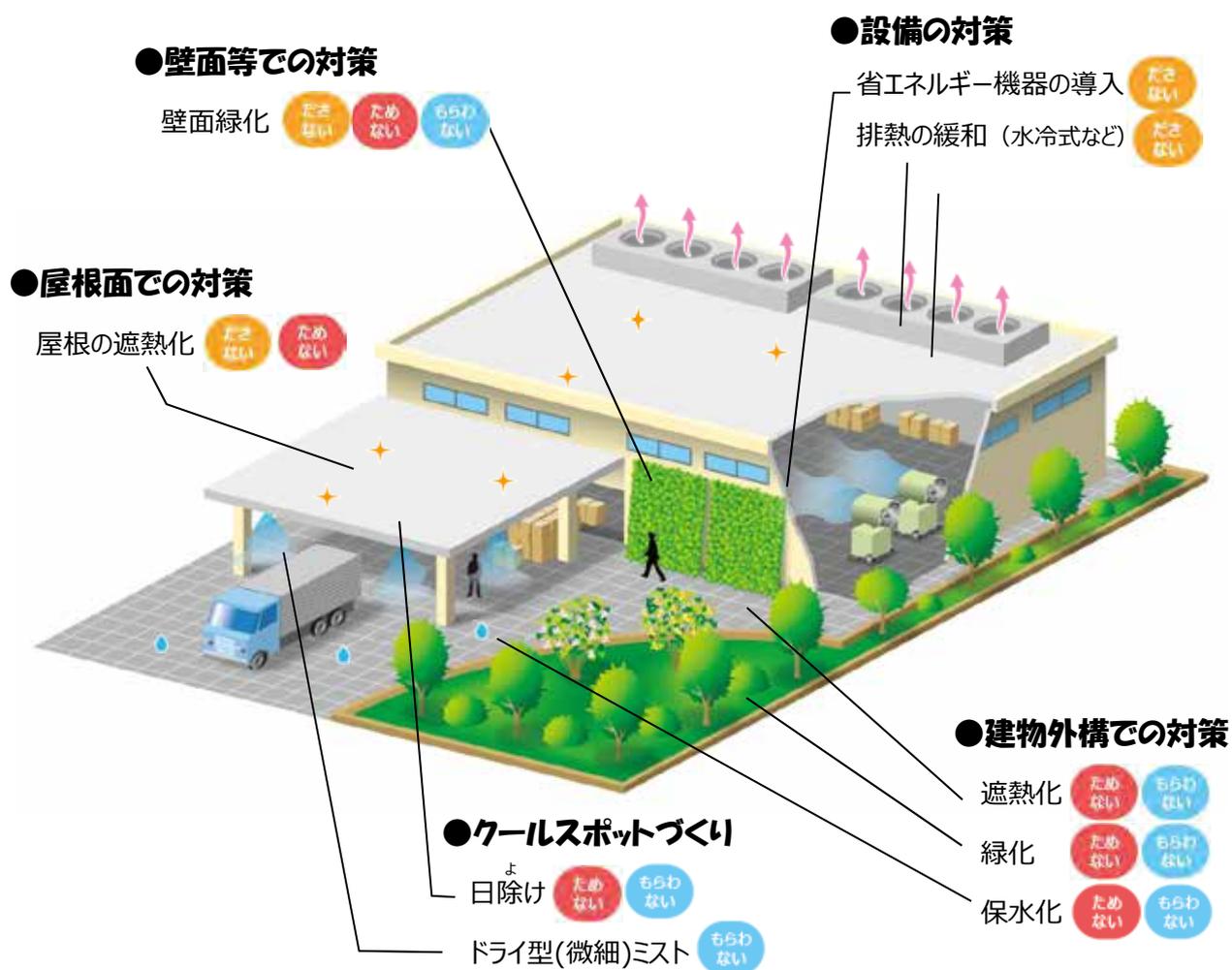
## ④ 倉庫・工場

### 【特徴】

金属製の屋根やアスファルトの路面が熱をためやすいほか、空調設備からの排熱がある。

### 【対策】

- ・ 屋根の遮熱化などにより建物への熱の侵入を防ぎ、排熱を減少（熱をださない）
- ・ 省エネルギー機器を導入することで、建物からの排熱を減少（熱をださない）
- ・ 緑化や遮熱化などにより建物表面やアスファルトの地表面への蓄熱を抑制（熱をためない）
- ・ 屋外作業場の一部にクールスポットを設け、作業環境の快適性を向上（熱をもらわない）



### 各対策の説明（第4章参照）

省エネルギー機器の導入→p.29 排熱の緩和→p.29 断熱化→p.24

屋根の遮熱化→p.25 壁面緑化→p.26 日除け→p.36 ドライ型（微細）ミスト→p.38

建物外構での対策（緑化・遮熱化・保水化など）→p.32～34 など

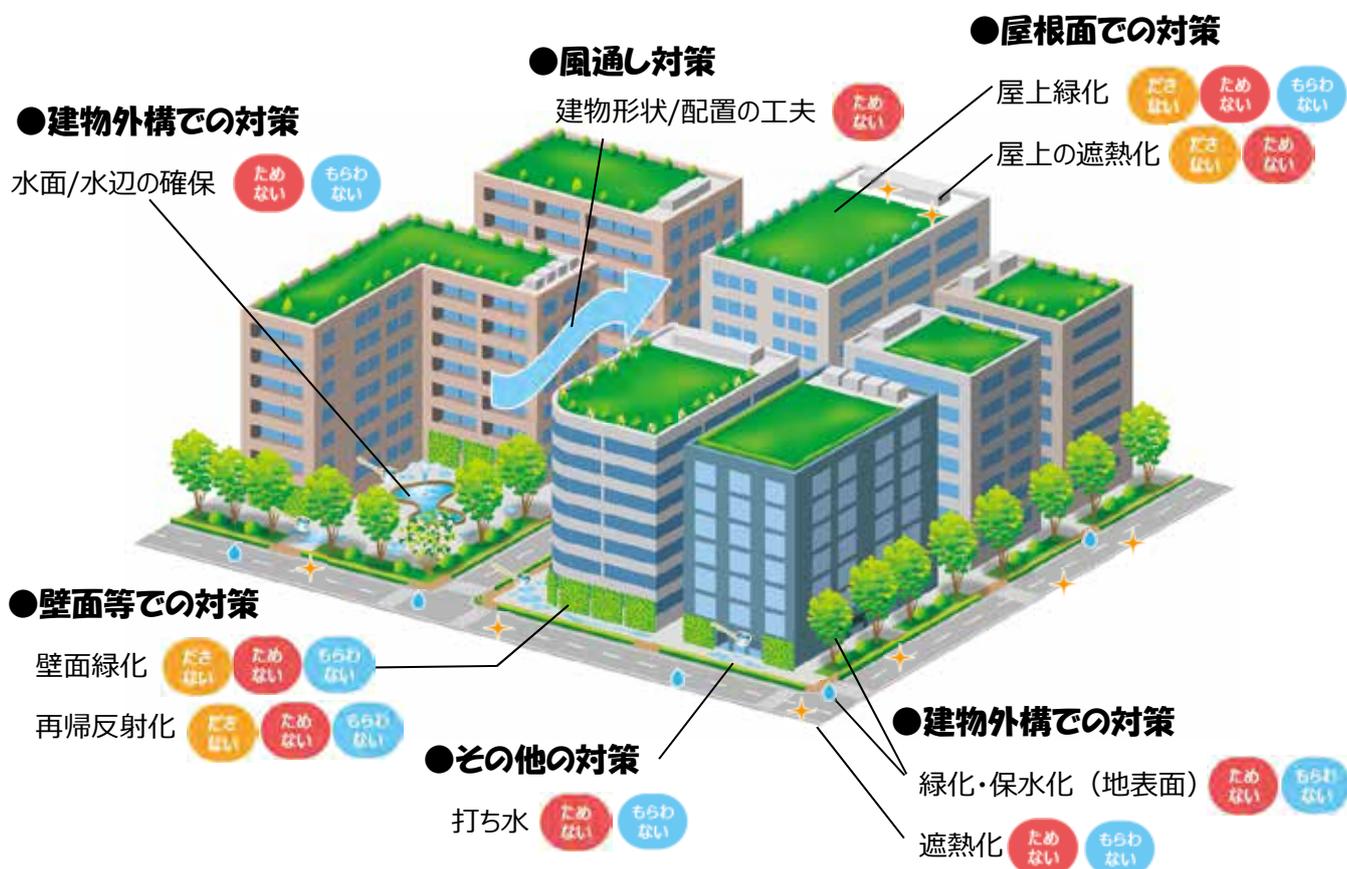
⑤ 街区

【特徴】

街区内の建物からの排熱があり、また、熱をためやすい。

【対策】

- ・ 建物の屋上などに緑化・遮熱化などを行うことで、建物表面への蓄熱を抑制（熱をためない）
- ・ 建物の断熱の強化や省エネルギー機器の導入により排熱を減少（熱をださない）
- ・ 街区一帯で緑化や保水化の整備を行うことで、快適性を向上（熱をもらわない）
- ・ 建物建設の際には、風通しを確保するため建物の形状や配置を工夫（熱をためない）
- ・ まちなかで打ち水を行うなど、来街者を含めてまち全体で一体となった暑さ対策を実施



各対策の説明（第4章参照）

水面/水辺の確保→p.35 建物形状の工夫→p.31 屋上緑化→p.23 壁面緑化→p.26  
 打ち水→p.39 再帰反射化→p.28  
 建物外構での対策（緑化・遮熱化・保水化など）→p.32～34 など

## 3-2 まちなかにおける対策

### ① 公園

#### 【特徴】

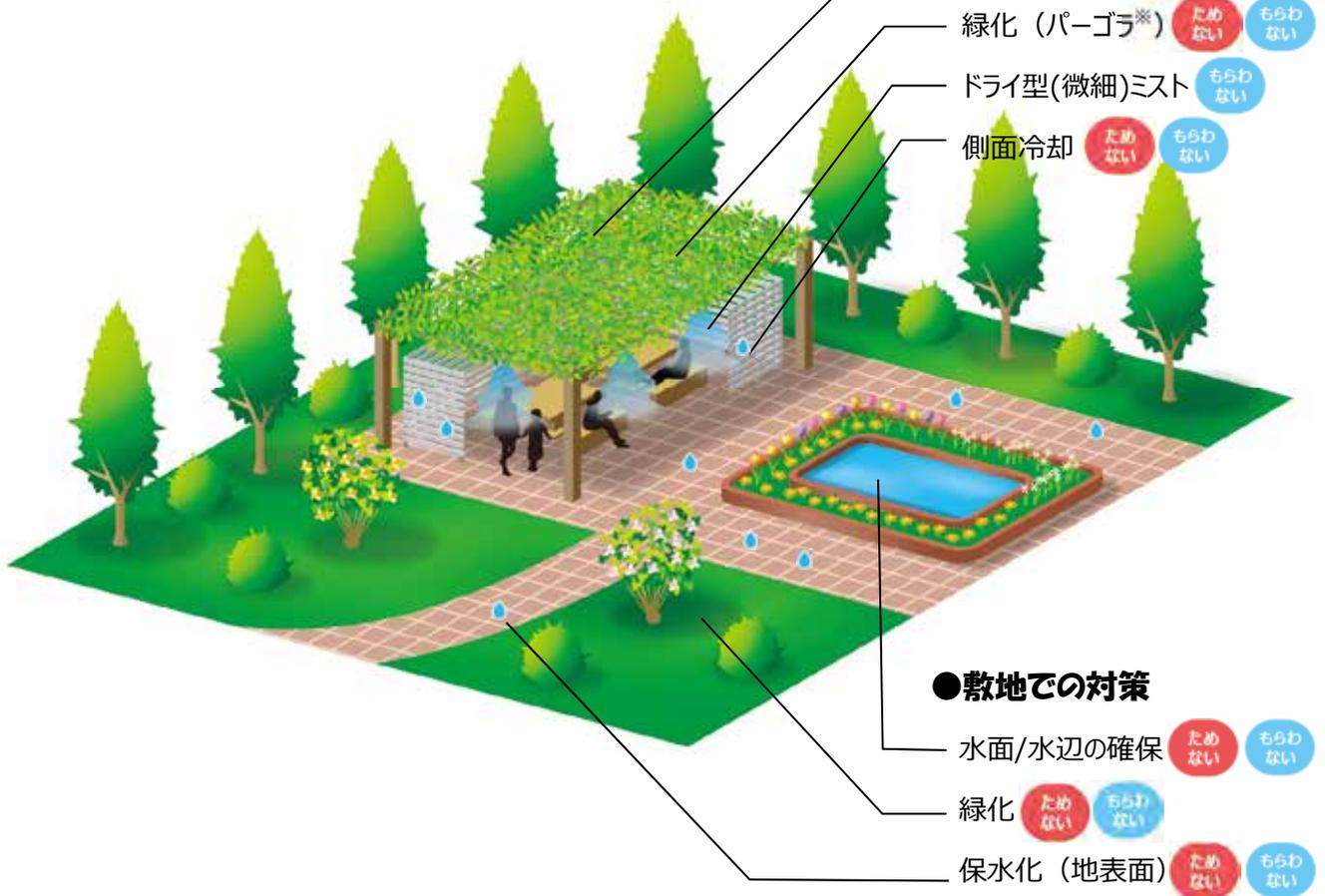
日射を遮るものが少なく、アスファルトやコンクリート面が熱をためる。

#### 【対策】

- ・ 緑地や水面を増やし、保水化することにより地表面への蓄熱を抑制（熱をためない）
- ・ 日除け<sup>よ</sup>や側面冷却技術などを活用したクールスポットをつくり、快適性を向上（熱をもらわない）

#### ●クールスポットづくり

- 日除け<sup>よ</sup> ためない もらわない
- 緑化（パーゴラ<sup>※</sup>） ためない もらわない
- ドライ型（微細）ミスト もらわない
- 側面冷却 ためない もらわない



※パーゴラ つる性の植物を絡ませる棚などです。

#### 各対策メニューについての詳細（第4章参照）

日除け<sup>よ</sup>→p.36   ドライ型（微細）ミスト→p.38   側面等の冷却→p.37  
水面/水辺の確保→p.35   緑化→p.32   保水化→p.34   など

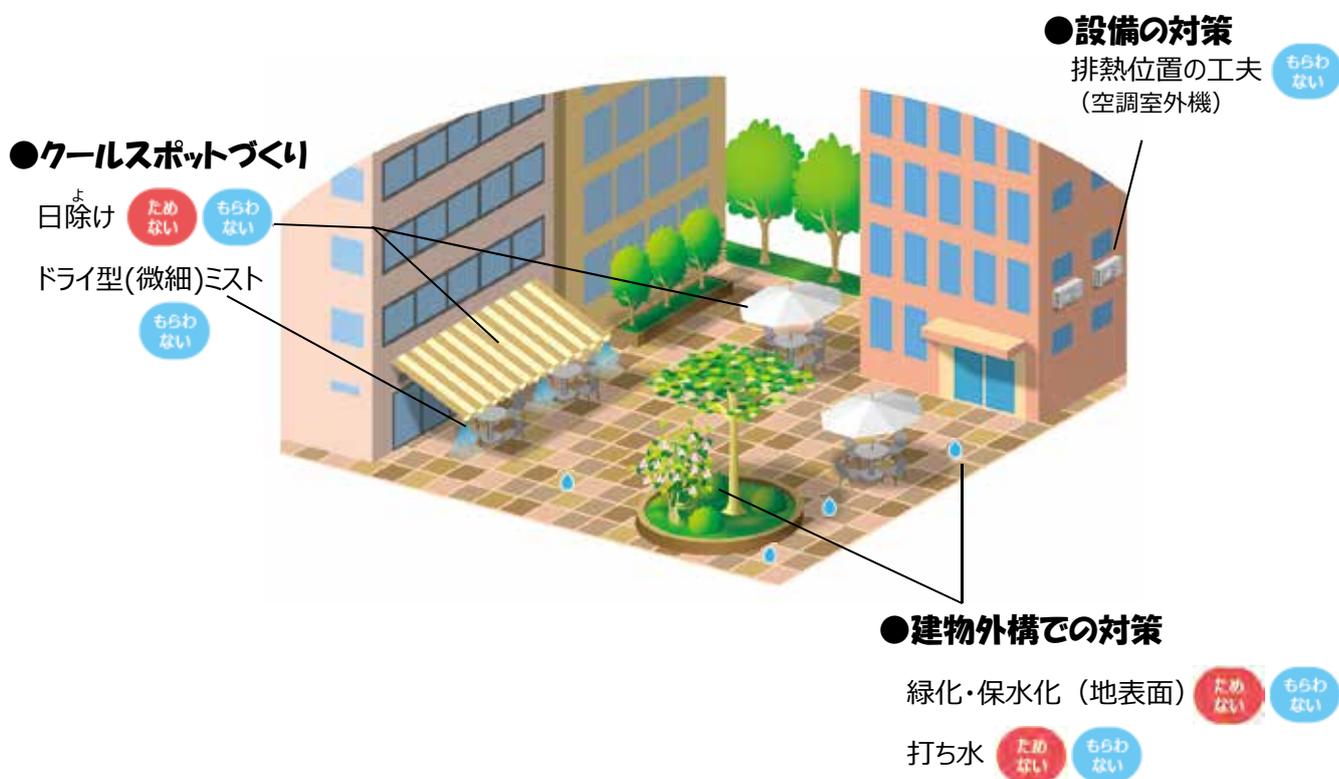
## ② 広場

### 【特徴】

まちなかの広場は建物のコンクリートや地表面のアスファルトに囲まれており、熱をためやすいほか、周辺建物の空調設備からの排熱もある。

### 【対策】

- ・ 緑化や保水化により地表面への蓄熱を抑制（熱をためない）
- ・ 人が憩う場所に日除けやドライ型(微細)ミストを設置することで快適性を向上（熱をもらわない）
- ・ 空調室外機を歩行空間から離れた場所に設置し、人に排熱が当たることを防止（熱をもらわない）
- ・ まちなかで打ち水を行うなど、来街者を含めてまち全体で一体となった暑さ対策を実施



### 各対策の説明（第4章参照）

日除け→p.36    ドライ型(微細)ミスト→p.38    排熱位置の工夫→p.29    打ち水→p.39  
 建物外構での対策(緑化・保水化など)→p.32~34    など

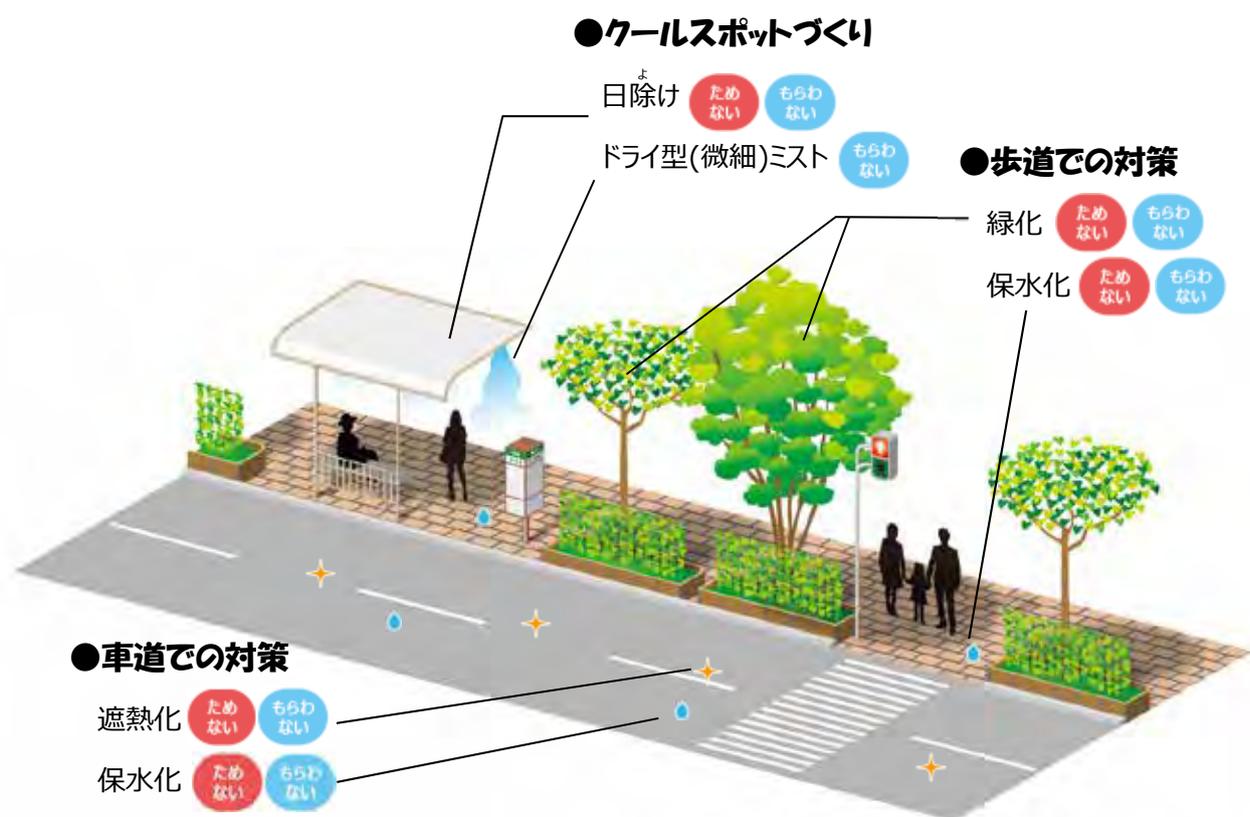
### ③ 道路

#### 【特徴】

車道・歩道にアスファルト面が多く熱をためやすいほか、自動車等による排熱もある。

#### 【対策】

- ・ 車道の遮熱化・保水化、歩道の緑化・保水化により地表面への蓄熱を抑制（熱をためない）
- ・ 街路樹により緑陰をつくり、バス停には日除け<sup>よ</sup>やドライ型（微細）ミストを設置することで快適性を向上（熱をもらわない）



#### 各対策の説明（第4章参照）

日除け<sup>よ</sup>→p.36   ドライ型（微細）ミスト→p.38   緑化→p.32   保水化→p.34  
遮熱化→p.33   など

④ 屋外イベント会場

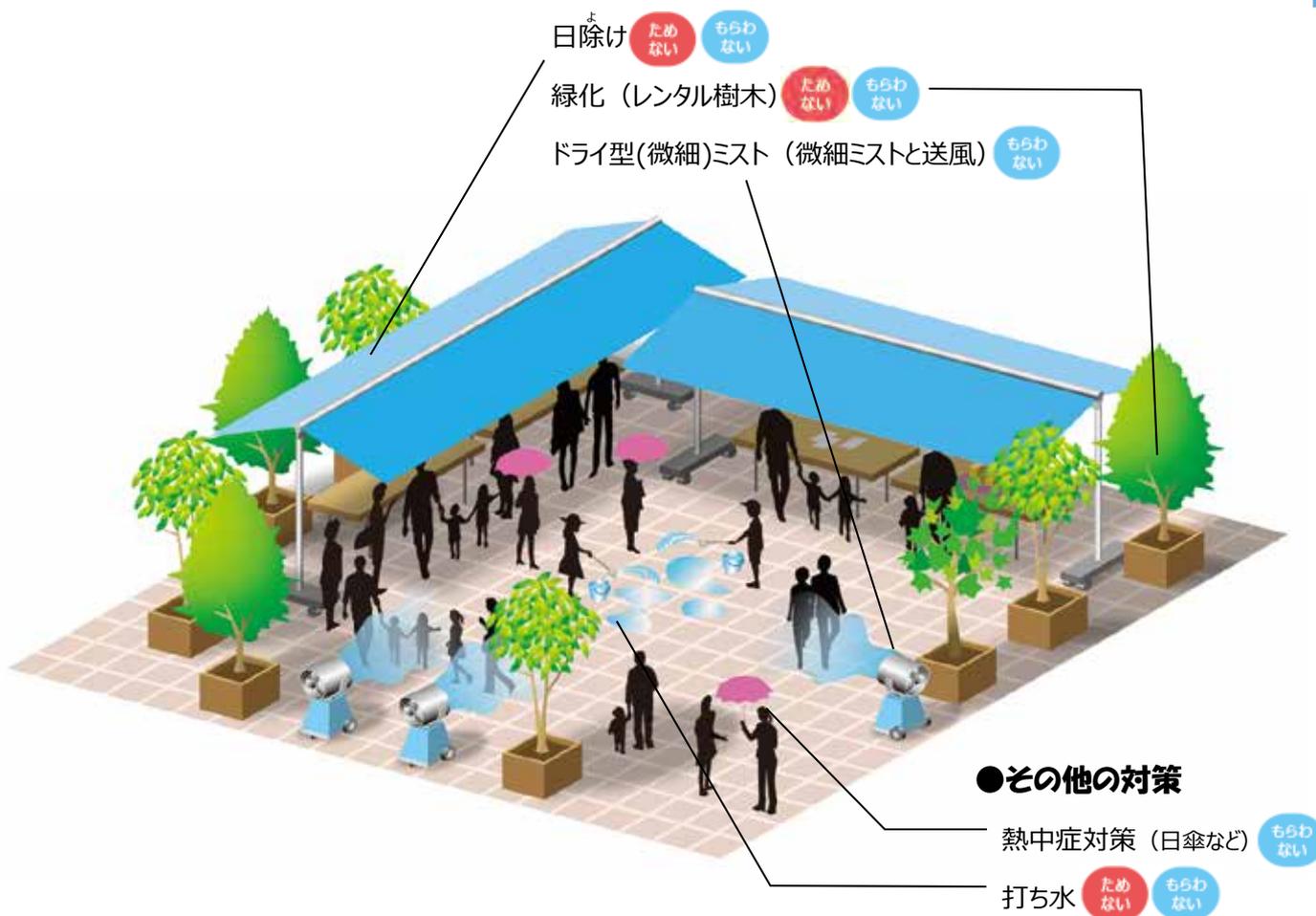
【特徴】

炎天下にたくさんの人が集まり長時間の行列を作るなど、人が熱をもらいやすい。

【対策】

- ・ 日除けや、日射を遮る樹木を仮設することで快適性を向上（熱をもらわない）
- ・ ドライ型（微細）ミスト付送風機器などにより体感温度を下げることで快適性を向上（熱をもらわない）
- ・ 打ち水により地表面温度を下げることで快適性を向上（熱をもらわない）
- ・ 日傘の貸出しや十分な飲料水の提供などにより、熱中症を予防（熱をもらわない）

●クールスポットづくり



各対策の説明（第4章参照）

日除け→p.36 緑化（レンタル樹木）→p.32 熱中症対策→p.4「**熱中症に注意！！**」  
 打ち水→p.39 ドライ型（微細）ミスト→p.38 など

## コラム「打ち水」"uchimizu"について

### 打水文化研究事始め — 打ち水の文化的背景について —

地面を打つ水の音。日射して輝く滴とひとりと濡れた路面。そしてどこからともなく聞こえてくる風鈴の音…。「打水」は今でも多くの人々に街の懐かしい風情と四季の情緒を感じさせる風景ですが、最近では見かける事が少なくなりました。それはクーラーや舗装道路そしてマンションなどの高層住宅の普及により失われていった夏の風物詩なのかもしれません。

「打水」というと夏の暑さをやわらげたり、乾燥した地面を湿らせて埃がたたないようにする目的で行われているように思われがちですが、一昔前の日本においては打水は大事な礼節作法でもありました。日常生活において特に大事なお客様が家に訪ねてくる時には、家中の掃除に加えて門の内外から玄関まで掃除と打水をするのが一般的で、お客様に心地よく家に来ていただくという「もてなしの心」を意味する習慣でもあったのです。

何気ない「打水」という習慣ですが、そこには日本人の生活の知恵や清潔意識のみならず人生観の一端があらわれているとも言えるでしょう。「打水」を考える事で私達は昔から受け継がれてきた自分達の生活文化を知ることができるのかもしれません。

(特定非営利法人日本水フォーラム※「打ち水大作戦」ホームページより)

日本で昔から実施されてきた「打ち水」。

2020年の東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けて、今改めて、暑さ対策の一つとして、また、「おもてなし」の一環として、注目されています。

誰でも気軽に取り組める「打ち水」。「暑さ対策として何かしたいけど、何をすればいいかわからない…」という方、下記【打ち水の作法】を御参考に、ぜひ一度トライしてみたいかがでしょうか。



(丸の内 de 打ち水 / 東京丸の内盆踊り 2016)

平成 28 年 7 月 22 日

#### 【打ち水の作法】

- その一 水を用意する（水の有効利用のため、雨水やお風呂の残り湯などを使用）
- その二 水を撒く（朝・夕が効果的です）
- その三 涼を得る（撒いた水が周囲を冷やし、涼しい風が吹いてきます）

※ 特定非営利法人「日本水フォーラム」

ヒートアイランド現象に対する打ち水の効果を検証する社会実験として、2003年からスタートした「打ち水大作戦」。以来その本部事務局を務めるとともに、環境問題や水資源の大切さ、水を生かすことの重要性も発信し続けています。打ち水大作戦の参加者数は現在、推定で年間約400万人以上。皆さんの御参加をお待ちしています。

---

## 第Ⅱ部 技術編

## 第4章 暑さ対策に関する技術情報

本章では、前章で紹介した対策メニューについて、効果などの関連情報をまとめました。

- ・「対策の3つの視点」には、効果が見込めるものに「○」を記載
- ・「導入コスト」には、導入コストの目安（低：数千円/m<sup>2</sup>～高：数十万円/m<sup>2</sup>）を表示
- ・技術に関する詳細の情報は、『4章4-1 各技術の紹介』を参照ください。

対象	対策メニュー	対策の3つの視点			導入コスト 低←→高	維持管理 点検や清掃	特徴や留意点等	
		熱を ださ ない	熱を ため ない	熱を もらわ ない				
建物	屋根面	①屋上緑化	○	○	○		○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・屋上庭園の利用や景観向上などの効果</li> <li>・維持管理コストがかかる。</li> <li>・屋上の耐荷重、定期的なメンテナンス等が必要</li> </ul>
		②断熱化※	○			参照 p.24		<ul style="list-style-type: none"> <li>・建設時の方が導入しやすい。</li> <li>・夏冬ともに省エネルギー化の効果がある。</li> </ul>
		③遮熱化	○	○				<ul style="list-style-type: none"> <li>・改修時も導入しやすい。</li> <li>・比較的簡易で低コストな施工方法あり（遮熱塗料塗布など）。</li> <li>・断熱性能の低い屋根は、冬の暖房エネルギー消費量を増加させる場合がある。</li> </ul>
	外壁や窓面	④壁面緑化 緑のカーテン含む	○	○	○		○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・景観の向上</li> <li>・緑化周辺の暑さ緩和（居住者・歩行者等）</li> <li>・定期的なメンテナンス等が必要</li> </ul>
		②断熱化※	○			参照 p.24		<ul style="list-style-type: none"> <li>・建設時の方が導入しやすい。</li> <li>・夏冬ともに省エネルギー化</li> <li>・窓面の断熱性能が重要</li> </ul>
		⑤窓面の遮熱化	○					<ul style="list-style-type: none"> <li>・改修時も導入しやすい。</li> <li>・比較的簡易で低コストな施工方法あり（遮熱フィルム貼など）。</li> <li>・反射した日射が地上面の熱環境を悪化させる可能性がある。</li> </ul>
		⑥再帰反射化	○	○注1	○	参照 p.28		<ul style="list-style-type: none"> <li>・外壁・窓面にあたる日射を上空に反射（再帰）させて建物内への熱の侵入を減らし、地上の熱環境への影響を軽減</li> <li>・歩行空間に面した外壁・窓面の利用が効果的</li> </ul>
	設備	⑦省エネルギー化	○			参照 p.29		<ul style="list-style-type: none"> <li>・改修時にも導入しやすい。</li> <li>・設備機器などの高効率化による省エネルギー化</li> <li>・再生可能エネルギーの利用など</li> </ul>
		⑦排熱の緩和 （水冷式空調など）	○			参照 p.29	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水冷式は、クーリングタワーによって大気中に排出する排熱を緩和（潜熱化）</li> <li>・地中熱ヒートポンプは、地中内に排熱を放出するため、地上の熱環境への影響を軽減</li> </ul>
		⑦排熱位置の工夫			○	参照 p.29		<ul style="list-style-type: none"> <li>・空調設備の室外機の配置は、室外機からの排熱が歩行者に当たらないように、設置場所や向きを工夫し、ショートサーキットにも配慮</li> </ul>
風通し	⑧建物形状の工夫		○		参照 p.31		<ul style="list-style-type: none"> <li>・建物を建設する際、地域の風向きを考慮して風通しを阻害しないような建物配置や形状の工夫</li> <li>・熱がたまりにくい街区の形成</li> </ul>	

注1 建物外壁面の対策のみ効果があります。

※断熱を取り入れる際は、専門家（建築士など）と相談をして、工法等の検討を行うこと推奨します。

対象	対策メニュー	対策の3つの視点			導入コスト 低←→高	維持管理 点検や清掃	特徴や留意点等
		熱を ださない	熱を ためない	熱を もらわない			
建物外構や道路など	⑨緑化		○	○		○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 景観の向上</li> <li>・ 樹木のせん定等のメンテナンスが必要</li> </ul>
	⑩遮熱化		○	○	参照 p.25		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 改修時も導入しやすい。</li> <li>・ 歩道面の場合、遮熱反射した日射が歩行空間の熱環境を悪化させる可能性がある。</li> <li>・ 比較的簡易で低コストな施工方法（遮熱塗料塗布など）</li> </ul>
	⑪保水化		○	○		○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 常時、湿潤状態に保つには、給水システムや定期的な散水が必要</li> <li>・ 給水や清掃等のメンテナンスが必要</li> <li>・ 降雨時の雨水流出の抑制に寄与</li> </ul>
	⑫水面・水辺の確保		○	○	参照 p.35	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 景観の向上</li> <li>・ 清掃等メンテナンスが必要</li> <li>・ 中水や下水再生水等の有効活用が望ましい。</li> </ul>
その他	⑬日除け	○注2	○	○	参照 p.36		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 人が感じる暑さを和らげるには日差しを遮るのが最も効果的</li> <li>・ 日射反射率が高い素材や、日除け自体が熱くならない形状のものを選ぶとより効果的</li> <li>・ 設置には建築物として確認申請等の手続が必要になる場合がある。</li> </ul>
	⑭側面等の冷却		○	○	参照 p.37	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 保水性等のある壁面（ルーバー等）に給水し、気化熱を利用して表面温度低減</li> <li>・ 人がとどまるテラスなどで実施すると効果的</li> </ul>
	⑮ドライ型（微細）ミスト			○		○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 微細なミストを噴霧して局所的に気温を低下させるもので、視覚的にも涼しげな効果</li> <li>・ 日除け等との組み合わせるとより効果的</li> <li>・ 風が強いと効果を体感しにくい。</li> </ul>
	⑯打ち水		○	○	参照 p.39		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 路面温度が低下して体感温度も下がる</li> <li>・ 雨水やお風呂の残り水、下水再生水等の利用が望ましい。</li> <li>・ 朝・夕に実施すると効果的</li> </ul>
	熱中症対策			○	—		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 夏の外出時に日傘をさしたり、こまめに水分補給を行うなどの対策</li> <li>・ 暑さが厳しいときには無理をせずに冷房を使う。</li> </ul>

注2 建物窓面の対策のみ効果があります。

『4章4-1各技術の紹介』では、暑さの対策を以下の2つの分類に分けて説明をしています。

- ・ 緩和策とは、都市における気温上昇を緩和させる対策としています。→ 熱を「ださない」、熱を「ためない」
- ・ 適応策とは、人が感じる暑さを和らげる対策としています。→ 熱を「もらわない」

## 4-1 各技術の紹介

### ① 屋上緑化（建物屋根面での対策）

ださない

ためない

もらわない

概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・屋上（屋根）に人工軽量土壌などの植栽基盤を敷き、その上を芝生や樹木などで緑化する対策です。</li> </ul>
効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・屋上（屋根）緑化の土壌などによる断熱効果（省エネルギー効果）や、植物の蒸散による建物の蓄熱低減は、緩和策として有効です。また、屋上庭園やガーデニングとして活用した場合は、屋上利用者のための適応策としても有効です。</li> </ul> <div style="text-align: center;">    </div>
<p>写真 4-1 郁文館夢学園屋上庭園 平成 22 年度屋上緑化部門「環境大臣賞」 屋上・技術特殊緑化技術コンクール（財団法人都市緑化機構）</p>	
導入コスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・芝類やセダム類による屋上緑化の設置に要する費用は、数万円/m<sup>2</sup>（材料+施工費）<sup>1</sup></li> </ul>
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・散水、施肥、落ち葉等清掃、除草、病害虫駆除、せん定、点検等が必要です。</li> </ul>
留意点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・屋上面の耐荷重及び防水、耐根対策の考慮が必要です。</li> <li>・植物は散水など一定の管理をすることで、蒸散による効果が得られます。</li> </ul>
事例	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東京スクエアガーデン（東京都中央区）</li> <li>・豊島区役所（東京都豊島区）</li> </ul>
参考	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境省 まちなかの暑さ対策ガイドライン（平成 28 年 5 月）</li> <li>・東京都環境局 緑化計画の手引き（平成 27 年 4 月）</li> <li>・東京都環境局 東京都建築物環境計画書制度マニュアル（平成 25 年 2 月）</li> <li>・特定非営利活動法人屋上開発研究会ホームページ （<a href="http://www.sky-front.or.jp/index.html">http://www.sky-front.or.jp/index.html</a>）</li> </ul>

② 断熱化（建物の屋根・外壁・窓面等での対策）

ださない ためない もらわない

<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建物を断熱材（熱を断つ材料）で覆うことで、建物内外の熱の移動を抑える対策です。</li> <li>・窓面等（開口部）からの熱損失が高いため、窓面等での断熱対策が重要となります。</li> <li>・断熱の工法としては、建物の外側から断熱材で覆う「外断熱」と建物の内側から断熱材で覆う「内断熱」などがあります。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="359 571 837 929"> <p>冬の暖房時に外に熱が逃げる割合の例</p> </div> <div data-bbox="885 571 1372 929"> <p>夏の冷房時に外から熱が入る割合の例</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">図 4-1 平成 4 年省エネ基準レベルの断熱性能の住宅での計算例<sup>2</sup></p>
<p>効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建物の断熱性を高めることは、外の寒さや暑さを建物内に入れないようにして室内を一定の温度に保つため、建物内の快適性が向上し、省エネルギー効果があります。そのため空調設備からの排熱が減り、緩和策として有効です。</li> </ul>
<p>導入コスト</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・断熱の場所及び工法により、導入コストには幅があります。</li> </ul>
<p>維持管理</p>	<p>—</p>
<p>留意点</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・断熱の場所及び工法により、新築時の方が導入しやすい場合があります。</li> <li>・導入の際は、専門家（建築士など）と相談の上、工法等の検討を行うことを推奨します。</li> </ul>
<p>事例</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東京都都市整備局 住宅の省エネルギーフォームガイドブック（平成 27 年 3 月）リフォーム実施事例参照</li> <li>・東京都環境局 東京都建築物環境計画書制度ホームページ 公表建物参照 (<a href="http://www7.kankyo.metro.tokyo.jp/building/area_select.html">http://www7.kankyo.metro.tokyo.jp/building/area_select.html</a>)</li> </ul>
<p>参考</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東京都環境局 東京都建築物環境計画書制度マニュアル（平成 25 年 2 月）</li> <li>・東京都都市整備局 住宅の省エネルギーフォームガイドブック（平成 27 年 3 月）</li> <li>・建築環境・省エネルギー機構 CASBEE-建築(新築)(2016 年版)、CASBEE-建築（既存）(2016 年版)、CASBEE-戸建（新築）(2016 年版)、CASBEE-戸建（既存）(2011 年版)、CASBEE-すまい改修チェックリスト（2015 年版）、既存住宅省エネ改修ガイドライン（平成 25 年版）</li> </ul>



④ 壁面緑化 ※緑のカーテン含む（建物壁面や窓面での対策）

ださない

ためない

もらわない

<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建物壁面（外壁）等に緑化を行う対策です。</li> <li>・建物壁面緑化は、事例も多く、住宅のベランダの小規模なものから、校舎などの壁全面を覆う大規模なものまで各地で実施されています。</li> <li>・つる性植物などを利用して、建物の壁面やベランダ、窓を覆う壁面緑化のことを緑のカーテンといいます。</li> </ul> <div data-bbox="528 510 935 775" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">バルコニー内部からみた壁面緑化</p> <div data-bbox="976 405 1401 860" data-label="Image"> </div> <p>写真 4-2 株式会社パソナ農援隊提供（東京都千代田区）</p>
<p>効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建物壁面（緑化面）の表面温度の上昇を抑えるため、省エネルギー効果や建物の蓄熱低減により、緩和策として有効です。</li> <li>・緑化周辺は植物の蒸散効果があり、熱環境が緩和され、また、緑化が日除けになる場合など、適応策としても有効です。</li> <li>・通常の壁に比べて水平方向に0.5m離れた地点での体感温度指標 SET*は、1℃程度低いことが確認されています<sup>5</sup>。</li> </ul> <div data-bbox="746 1021 1031 1447" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1050 1021 1423 1447" data-label="Figure"> </div> <p style="text-align: center;">写真 4-3 緑のカーテン [左] 緑のカーテンにおける熱環境<sup>6</sup> [右]</p>
<p>導入コスト</p>	<p>・壁面緑化の設置に要する費用は、数万～十数万円/m<sup>2</sup>（材料+施工費）<sup>7</sup></p>
<p>維持管理</p>	<p>・散水、施肥、落ち葉等清掃、病害虫駆除、せん定、点検等が必要です。</p>
<p>留意点</p>	<p>・灌水設備の故障により早期に枯失するおそれがあり、注意が必要です。</p>
<p>事例</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東京駅八重洲口グランルーフ（東京都千代田区）</li> <li>・虎ノ門ファーストガーデン（東京都港区）</li> </ul>
<p>参考</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東京都環境局 壁面緑化ガイドライン（平成 18 年 3 月）</li> <li>・環境省 まちなかの暑さ対策ガイドライン（平成 28 年 5 月）</li> <li>・環境省 グリーンカーテンプロジェクトホームページ (<a href="http://funtoshare.env.go.jp/green/">http://funtoshare.env.go.jp/green/</a>)</li> </ul>

⑤ 遮熱化（建物窓面での対策）

ださない    ためない    もらわない

概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建物の窓面等（開口部）で日射を反射させる対策です。</li> <li>・窓ガラス、塗料や窓フィルム等があります。</li> </ul>
効果	<p>・窓面の日射を反射させるため、建物への熱の侵入を低減し、夏の冷房エネルギー消費量が減少して（室内温度は約 2℃低減<sup>8</sup>）、空調設備からの排熱が減るため、緩和策として有効です。ただし、窓面からの日射を反射することによって、建物への熱の侵入も低減するため、冬の暖房エネルギー消費量が増加する可能性があります。</p> <div style="text-align: center;"> <p>【対策無しの場合】                      【日射遮蔽フィルムを利用した場合】</p> <p>日射量                      日射量                      日射遮蔽フィルム</p> <p>反射量                      反射量                      透過量</p> <p>顕熱量(※1)                      伝導熱量(※2)                      伝導熱量</p> <p>ガラス                      ガラス</p> <p>※1：顕熱量：直接大気を暖める熱、大気温度との差によって生じる          ※2：伝導熱量：建物内部に伝わる熱、室内に影響を及ぼし、建物室内温度との差によって生じる</p> <p>図 4-3 日射遮蔽フィルム概念図<sup>9</sup></p> </div>
導入コスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・窓用日射遮蔽フィルムに要する費用は、数万円/m<sup>2</sup>（材料+施工費）<sup>4</sup></li> </ul>
維持管理	<p>—</p>
留意点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日射反射フィルムなどによる対策は、既存の建物への導入も容易です。</li> <li>・改修時の対応も可能です。</li> <li>・冬の暖房エネルギー消費量が増加する場合があります。日射反射と断熱性を兼ねた材料を選定した場合は、夏冬共に省エネルギー効果があります。</li> </ul>
事例	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東京都都市整備局 住宅の省エネルギーガイドブック事例紹介</li> </ul>
参考	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境省 環境技術実証事業（ETV）ヒートアイランド対策技術分野（建築物外皮による空調負荷低減等技術）ホームページ (<a href="http://www.env.go.jp/policy/etv/field/f05/">http://www.env.go.jp/policy/etv/field/f05/</a>)</li> <li>・東京都環境局 東京都建築物環境計画書制度マニュアル（平成 25 年 2 月）</li> <li>・東京都都市整備局 住宅の省エネルギーガイドブック（平成 27 年 3 月）</li> <li>・建築環境・省エネルギー機構 CASBEE-建築(新築)(2016 年版)、CASBEE-建築（既存）(2016 年版)、CASBEE-戸建（新築）(2016 年版)、CASBEE-戸建（既存）(2011 年版)、CASBEE-すまい改修チェックリスト（2015 年版）、既存住宅省エネ改修ガイドライン（平成 25 年版）</li> </ul>

## ⑥ 再帰反射化（建物壁面や窓面での対策）

ださない

ためない

もらわない

概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建物壁面等が受けた日射の一部を上空に返す（再帰反射）対策です。</li> <li>・窓面に適用するフィルムのほか、外壁に適用できるタイルが開発されています。</li> <li>・近年、建物窓面の日射反射を高めて建物内部への熱侵入を抑制するフィルム等が普及し、窓からの日射反射による歩行空間の熱環境の悪化が懸念されています。この点を考慮して、日射の反射を上空へ返す(再帰反射)技術が開発されています<sup>10</sup>。</li> </ul>
効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建物の外壁及び窓面からの日射を上空に返す（再帰反射）ため、地表面の蓄熱を防ぐ緩和策として有効です。また、歩行者空間への暑熱の影響を減少させるための適応策としても有効です。</li> <li>・窓面の再帰反射フィルムの効果については、従来の外壁や高反射窓フィルムを設置した場合と比べて、建物前面道路の路面温度は5℃程度低くなることが確認されています（南面・西面）<sup>11</sup>。</li> <li>・窓面に再帰反射フィルムを採用した場合、「⑤遮熱化（建物窓面での対策）」（前述 p.27）と同様の効果があります。</li> <li>・外壁面を再帰反射化した場合、外壁面への蓄熱を抑制するため、緩和策としても有効です（熱を「ためない」効果があります。（※1））。</li> </ul> <div data-bbox="430 974 1292 1400" style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">図 4-4 通常の遮熱化のイメージ図 [左] と再帰反射のイメージ<sup>11</sup> [右]</p>
導入コスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工法等により、導入コストには幅があります。</li> </ul>
維持管理	—
留意点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・窓用再帰反射フィルムなどによる対策は、既存の建物への導入も容易です。</li> <li>・改修時の対応も可能です。</li> </ul>
事例	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東京電機大学東京千住キャンパス<sup>12、13</sup>（東京都足立区）</li> </ul>
参考	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境省 まちなかの暑さ対策ガイドライン（平成 28 年 5 月）</li> <li>・環境省 環境技術実証事業（ETV）ヒートアイランド対策技術分野（指向性反射技術）ホームページ （<a href="http://www.env.go.jp/policy/etv/field/f05/p3.html">http://www.env.go.jp/policy/etv/field/f05/p3.html</a>）</li> </ul>

⑦ 省エネルギー化・排熱の緩和・排熱位置の工夫（建物設備の対策）

ださない ためない もらわない

<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・空調やその他の設備機器等の高効率化などにより、省エネルギー化を進める対策です。</li> <li>・空調設備からの排熱の潜熱化や大気への放出を抑制して、気温の上昇を抑制する対策です。</li> <li>・空調設備等による排熱の位置を工夫することにより地表面の熱環境に配慮する対策です。</li> </ul>											
<p>効果</p>	<p>・排熱による気温上昇を抑制する方法として、主に以下のものがあります。これらは緩和策として有効です。</p> <p>(1) 空調やその他の設備機器等の高効率化や再生可能エネルギー利用（自然採光、自然通風、太陽光、地中熱など）による省エネルギー化によって排熱を減らします。</p> <p>(2) 空調設備からの排熱を緩和し、気温上昇を抑制する策として次の2つの対策があります。</p> <p>①水冷式<sup>注1</sup>を採用することにより、設備からの排熱を潜熱化（冷却塔の利用によって排熱を顕熱<sup>A</sup>ではなく潜熱<sup>B</sup>として放出）し、気温上昇を抑制します。</p> <p>②地中熱ヒートポンプ方式を利用することにより、排熱を地中に放出するため、気温上昇を抑制します。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div data-bbox="391 1131 901 1579"> <p>図 4-5 事務所建物におけるエネルギーフローのイメージ<sup>16</sup></p> </div> <div data-bbox="997 784 1356 1131"> <p>グラフ 4-1 東京 23 区の人工排熱の排出源別<sup>14</sup></p> </div> <div data-bbox="1029 1288 1396 1556"> <table border="1"> <caption>大気への排出の内訳(%)※</caption> <thead> <tr> <th rowspan="2">自然由来</th> <th>日射</th> <th>16</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>貫流熱</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>人体</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>機器(電力等)由来</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table> </div> </div>	自然由来	日射	16	貫流熱	7	人体	13	機器(電力等)由来	64	合計	100
自然由来	日射		16									
	貫流熱	7										
人体	13											
機器(電力等)由来	64											
合計	100											
<p>・空調室外機からの排熱の位置を「地上から高い位置」や「人に向けない位置」に工夫することにより、排熱から人が受ける影響を少なくすることは、適応策として有効です。また、ショートサーキット（空調設備から吐き出された排熱を吸い込むこと）を防ぐように配置にすることで、省エネルギー効果もあります。</p> <p><sup>A B</sup>空調設備における顕熱と潜熱の解説</p> <p>顕熱：空冷式の空調機器や自動車などから出される熱の多くは顕熱で、直接空気を暖めます。</p> <p>潜熱：水分の蒸発に使われる熱（気化熱<sup>注2</sup>）のこと。水冷式の空調機器などは排熱のほとんどを潜熱として放出しおり、直接空気を暖めません（湿度は上昇します）。</p>												

導入コスト	・手法等により、導入コストには幅があります。
維持管理	—
留意点	設備機器等の更新時に対応が可能です。
事例	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東京スカイツリータウン／地域冷暖房<sup>注3</sup>（地中熱ヒートポンプ）</li> <li>・東京都環境局 東京都建築物環境計画書制度ホームページ 公表建物参照 (<a href="http://www7.kankyo.metro.tokyo.jp/building/area_select.html">http://www7.kankyo.metro.tokyo.jp/building/area_select.html</a>)</li> </ul>
参考	<ul style="list-style-type: none"> <li>・経済産業省 トップランナー制度（2015年3月）</li> <li>・経済産業省 家庭の省エネ徹底ガイド春夏秋冬（2015年3月）</li> <li>・東京都都市整備局 住宅の省エネリフォームガイドブック（平成27年3月）</li> <li>・東京都環境局 東京都建築物環境計画書制度マニュアル（平成25年2月）</li> <li>・建築環境・省エネルギー機構 CASBEE-建築(新築)(2016年版)、CASBEE-建築(既存)(2016年版)、CASBEE-戸建(新築)(2016年版)、CASBEE-戸建(既存)(2011年版)、CASBEE-すまい改修チェックリスト(2015年版)、既存住宅省エネ改修ガイドライン（平成25年版）</li> <li>・特定非営利活動法人地中熱利用促進協会ホームページ (<a href="http://www.geohpaj.org/">http://www.geohpaj.org/</a>)</li> <li>・東京都地球温暖化防止活動推進センターホームページ (<a href="https://www.tokyo-co2down.jp/index.html">https://www.tokyo-co2down.jp/index.html</a>)</li> </ul>

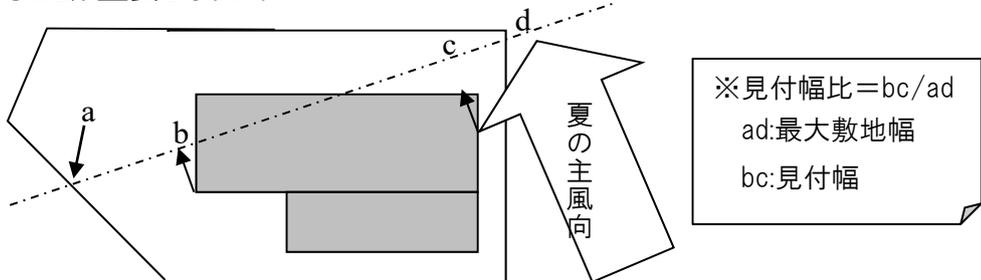
注1 水冷式とは 空調設備のクーリングタワー（水の蒸発を利用して温水を冷却する装置）を利用して空調設備の排熱の大部分を潜熱として外気に放出する方式です。

注2 気化熱とは 水が気体になるときに吸収する熱のこと。水が蒸発するためには熱が必要になります。その熱は、水が接しているものから奪います。

注3 地域冷暖房とは 複数の建物に対して、冷温水や蒸気を一つの施設から供給するシステムです。

⑧ 建物形状の工夫（建物風通し対策）

ださない ためない もらわない

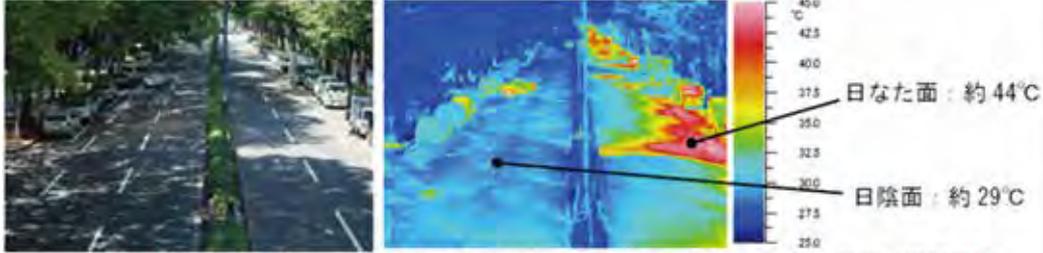
<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建物の建設時には、建築物の配置や形状が夏の主風向の通風を妨げない等、風向や風の通り道に配慮して建物配置や形状を工夫するなどの対策です。</li> <li>・連続したオープンスペース（開放的な空間）の創出により風を都市空間に流入させることが重要となります。</li> </ul>  <p style="text-align: right;">図 4-6 風に対する見付け幅の考え方<sup>15</sup></p>
<p>効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・風の通りがよくなることで建物等の蓄熱を抑制するため、緩和策として有効です。</li> </ul>
<p>導入コスト</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・規模等により、導入コストには幅があります。</li> </ul>
<p>維持管理</p>	<p>—</p>
<p>留意点</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大規模開発などの場合は、建物が周辺において、歩行者に悪影響（強風）を及ぼさないよう配慮が必要です。</li> </ul>
<p>事例</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大手町・丸の内・有楽町地区「風の道」<sup>16</sup></li> <li>・東京都環境局 東京都建築物環境計画書制度ホームページ 公表建物参照 (<a href="http://www7.kankyo.metro.tokyo.jp/building/area_select.html">http://www7.kankyo.metro.tokyo.jp/building/area_select.html</a>)</li> </ul>
<p>参考</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東京都環境局 東京都建築物環境計画書制度マニュアル（平成 25 年 2 月）</li> <li>・国土交通省 ヒートアイランド現象緩和に向けた都市づくりガイドライン(平成 25 年 12 月)</li> <li>・大手町・丸の内・有楽町地区まちづくり懇談会 大手町・丸の内・有楽町地区まちづくりガイドライン 2014（平成 26 年 5 月）</li> <li>・東京都都市整備局 品川駅・田町駅周辺まちづくりガイドライン 2014（平成 26 年 9 月）</li> <li>・建築環境・省エネルギー機構 CASBEE-建築(新築)(2016 年版)、CASBEE-建築（既存）(2016 年版)、CASBEE-戸建（新築）(2016 年版)、CASBEE-戸建（既存）(2011 年版)、CASBEE-ヒートアイランド（2010 年版）、CASBEE-まちづくり（2007 年版）</li> </ul>

⑨ 緑化（建物外構や道路などへの対策）

ださない

ためない

もらわない

<p>概要</p>	<p>・歩行空間に樹冠の大きな樹木を植えることにより、緑陰を創出する対策や、低木や芝生などを植えることによって、表面温度の上昇を抑制する対策です。緑陰を創出する対策のうち樹木以外の対策としてパーゴラ※<sup>1</sup>（藤棚）などがあります。</p>  <p style="text-align: right;">写真 4-5 適切な樹木配列の例<sup>17</sup></p>
<p>効果</p>	<p>・蒸散効果により、地表面温度の上昇を抑えるため、緩和策として有効です。また、緑化による緑陰や蒸散効果などにより、適応策としても有効です。</p>  <p style="text-align: center;">東京都渋谷区表参道，2008年9月9日12時，気温29℃（資料）平成20年度環境省調査 写真 4-6 街路樹による路面表面温度の上昇抑制効果<sup>18</sup></p>
<p>導入コスト</p>	<p>・植樹に要する費用は樹種や大きさ、植栽場所等によって異なり、数万円/本（材料＋施工費）程度で、その他に支柱設置や灌水設備設置の費用等が必要。<sup>19,20</sup></p> <p>・パーゴラの設置に要する費用は、大きさにより異なり、100～200万円/1基（本体のみ、施工費別）前後<sup>19</sup>。</p>
<p>維持管理</p>	<p>・散水、施肥、落ち葉等清掃、除草、病虫害駆除、せん定や刈り込み等が必要です。</p>
<p>留意点</p>	<p>・植樹による日射遮蔽では、冬季に日射を妨げない落葉樹を選定する等の工夫が必要です（視界を遮らないよう留意）。</p>
<p>事例</p>	<p>・東京都建設局道路 表参道（都道413号）</p> <p>・東京都環境局中防合同庁舎（駐車場の緑化）</p>
<p>参考</p>	<p>・東京都都市整備局 公開空地等のみどりづくり指針に関する手引（平成19年）</p> <p>・東京都環境局 東京都建築物環境計画書制度マニュアル（平成25年2月）</p> <p>・東京都環境局 植栽時における在来種選定ガイドライン（平成26年5月）</p> <p>・東京都環境局 駐車場緑化ガイド（平成21年6月）</p> <p>・東京都環境局 幼稚園・保育所等における芝生化のススメ（基礎知識編・事例編）（平成27年7月）</p> <p>・建築環境・省エネルギー機構 CASBEE-建築(新築)(2016年版)、CASBEE-建築(既存)(2016年版)、CASBEE-戸建(新築)(2016年版)、CASBEE-戸建(既存)(2011年版)、CASBEE-ヒートアイランド(2010年版)</p>

※1 パーゴラとは つる性の植物を絡ませた棚などです。

（前述 p.15 3-2 まちなかの空間における対策 ①公園 参照）

⑩ 遮熱化（建物外構や道路などへの対策）

ださない ためない もらわない

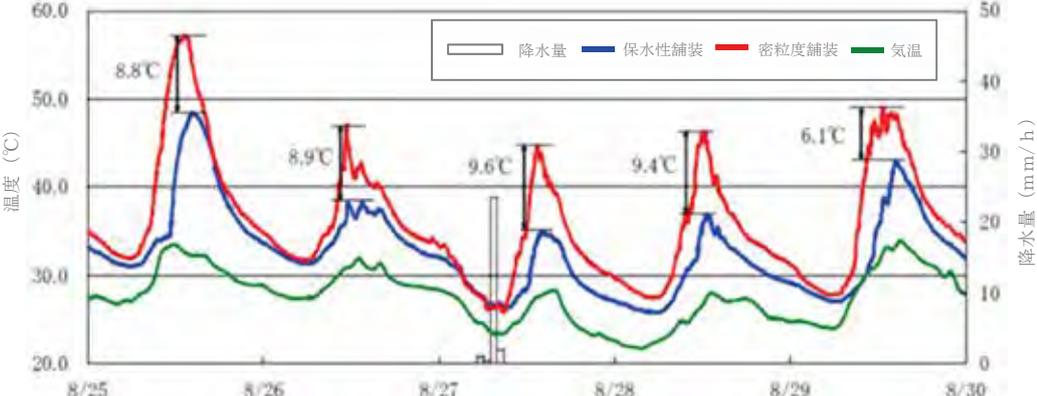
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>建物外構や道路において、路面等の舗装表面に当たる日射の一部を反射させる特殊な顔料や材料を塗布し、又は充填する対策です。</li> </ul>
効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>路面等に当たる日射の一部を反射させて表面温度の上昇を抑えるため、緩和策の効果があります。ただし、路面上の人が受ける熱環境として、路面から反射した日射量は増えます。</li> <li>路面等の遮熱化の効果としては、通常のアスファルトと比較して次のことが確認されています<sup>2 1</sup>。             <ul style="list-style-type: none"> <li>①表面の温度は、日中日なたの場合、5～10℃程度低く、気温より10～15℃高くなります。夜間の場合1～3℃程度低く、気温と同程度になります。</li> <li>②体感温度は、路面からの赤外線放射が少なくなることでその低減に寄与します。ただし、日中の場合、反射した日射が歩行者に当たるため、場合によっては体感温度指標 SET*が通常のアスファルトより高くなる場合があります。夕刻の場合は、1℃程度低いことが確認されています。</li> </ul> </li> </ul> <div data-bbox="1061 548 1412 907" data-label="Diagram"> </div> <p style="text-align: right;">図 4-7 遮熱性路面の概要<sup>2 2</sup></p> <div data-bbox="414 974 1244 1332" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">写真 4-7 路面の温度変化 遮熱性舗装（左）とサーモグラフィ画像（右）<sup>2 2</sup></p>
導入コスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>遮熱性舗装の場合、数千円/m<sup>2</sup>（材料+施工費）<sup>2 3</sup></li> <li>遮熱性ブロックの場合、1万円/m<sup>2</sup>前後（材料+施工費）<sup>2 4</sup></li> </ul>
維持管理	—
留意点	<ul style="list-style-type: none"> <li>塗布型の種類の中には強い臭気を発する場合があるので、周辺環境への影響について配慮が必要です。</li> </ul>
事例	<ul style="list-style-type: none"> <li>東京都建設局道路 内堀通り（千代田区）、外堀通り（新宿区、文京区）など</li> <li>皇居楠公駐車場</li> </ul>
参考	<ul style="list-style-type: none"> <li>東京都環境局 東京都建築物環境計画書制度マニュアル（平成 25 年 2 月）</li> <li>建築環境・省エネルギー機構 CASBEE-建築(新築)(2016 年版)、CASBEE-建築(既存)(2016 年版)、CASBEE-戸建(新築)(2016 年版)、CASBEE-戸建(既存)(2011 年版)、CASBEE-ヒートアイランド(2010 年版)</li> </ul>

## ⑪ 保水化（建物外構や道路などへの対策）

ださない

ためない

もらわない

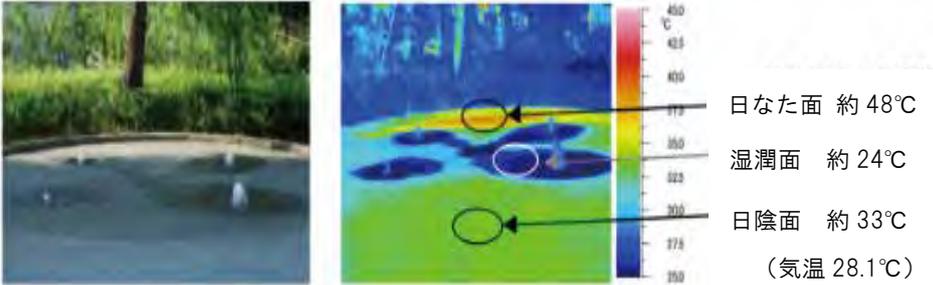
<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建物外構や道路の路面等において、保水性の高い舗装やブロック等（舗装表面に吸水・保水性能を持つ保水材を充填）を敷設する対策です。</li> </ul>  <p>図 4-8 保水性路面の概要<sup>25</sup> 写真 4-8 丸の内パークビルディング中庭（東京都千代田区）</p>
<p>効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・路面等を濡れた状態に保つことで、気化熱を利用した表面温度の上昇抑制や冷却の効果があり、緩和策として有効です。また、路面温度の上昇が抑制されることにより赤外放射が低減されるため、適応策としても有効です。</li> <li>・路面等の保水性効果は、通常のアスファルトとして比較して次のことが確認されています。             <ol style="list-style-type: none"> <li>① 路面の表面温度は、最大 10℃程度低下し、日陰で散水すると気温以下にまで低下することが確認されています<sup>25</sup>。</li> <li>② 体感温度として、体感温度指標 SET* は、通常のアスファルトと比べて、高さ 0.6m 地点では 2℃程度低いことが確認されています<sup>25</sup>。</li> </ol> </li> </ul>  <p>グラフ 4-2 密粒度舗装との温度差（平成 15 年八重洲）<sup>26</sup></p>
<p>導入コスト</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保水性舗装の場合、数千～1万円/m<sup>2</sup>前後（材料+施工費）<sup>27</sup></li> <li>・保水性ブロックの場合、1万円/m<sup>2</sup>前後（材料+施工費）<sup>28,29</sup></li> </ul>
<p>維持管理</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・舗装面の定期的な清掃、灌水設備の定期的な清掃・点検が必要です。</li> </ul>
<p>留意点</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・路面温度の上昇を抑制する効果は、路面の湿潤程度により影響を受けるため、舗装面を湿潤な状態に保てるよう、給水システムの併用や定期的な散水が必要です。</li> </ul>
<p>事例</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・丸の内パークビルディング中庭の給水型保水性舗装（東京都千代田区）</li> </ul>
<p>参考</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東京都環境局 東京都建築物環境計画書制度マニュアル（平成 25 年 2 月）</li> <li>・建築環境・省エネルギー機構 CASBEE-建築(新築)(2016 年版)、CASBEE-建築(既存)(2016 年版)、CASBEE-戸建(新築)(2016 年版)、CASBEE-戸建(既存)(2011 年版)、CASBEE-ヒートアイランド(2010 年版)</li> </ul>

⑫ 水面・水辺の確保（建物外構や道路などへの対策）

ださない

ためない

もらわない

<p>概要</p>	<p>・公園や駅前広場、建物敷地などに噴水や水景施設などを設置する対策です。</p>  <p>写真 4-9 丸の内パークビルディング中庭</p>
<p>効果</p>	<p>・水面の気化熱により、表面温度の上昇抑制や冷却効果があります。そのため、表面温度低下により、緩和策として有効です。また、温度低下によって赤外線放射が低減されるため、適応策としても効果が期待できます。</p>  <p>噴水施設などにおける熱画像測定（港区東京ミッドタウン 2008/9/9 14時<sup>30</sup>）          ※日なた面と比べて表面温度差最大-24℃</p> <p>写真 4-10 東京都港区東京ミッドタウン</p>
<p>導入コスト</p>	<p>・設置場所や規模により、導入時コストには幅があります。</p>
<p>維持管理</p>	<p>・定期的な清掃・点検が必要です。</p>
<p>留意点</p>	<p>・水資源の有効利用の観点から中水や下水再生水等の利用が望まれます。          ・清掃等のメンテナンスが必要です。</p>
<p>事例</p>	<p>・ザ・ペニンシュラ東京（東京都千代田区）の水景施設          （環境省 平成 19 年度クールシティ中枢街区パイロット事業）</p>
<p>参考</p>	<p>・一般社団法人日本水景協会(<a href="http://www.jala.gr.jp/index.html">http://www.jala.gr.jp/index.html</a>)          ・建築環境・省エネルギー機構 CASBEE-建築(新築)(2016 年版)、CASBEE-建築(既存)(2016 年版)、CASBEE-戸建(新築)(2016 年版)、CASBEE-戸建(既存)(2011 年版)、CASBEE-ヒートアイランド(2010 年版)、CASBEE-まちづくり(2007 年版)</p>

※1

ださない

ためない

もらわない

⑬ 日除け（その他の対策）

<p>概要</p>	<p>・屋根、オーニング<sup>注1</sup>、すだれ、テント、パラソルなどの人工日除けを設置する対策です。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">写真 4-11 店舗(都内)                      写真 4-12 住宅(都内)</p>
<p>効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日射を遮り、また、影になる地表面の温度上昇を抑制することから、体感温度が低減するため、適応策として有効です。また、地表面温度の温度上昇の抑制は、緩和策としても有効です。</li> <li>・温度等の低減効果について、日なたのアスファルト地表面の温度が 60℃に達することがあるのに対して、日除け下の地表面の温度は、気温よりも 2～3℃高い程度にまで抑制することが確認されています。また、日除け下の体感温度指標 SET*は、日向よりも 2～6℃程度低くなることを確認されています<sup>3 1</sup>。</li> <li>・窓面に日除けを設置した場合、建物内への日射の侵入を低減し、夏の冷房エネルギーの消費量が減少して、空調からの排熱が減るため、緩和策として有効です（熱を「ださない」効果があります（※1））。</li> </ul>
<p>導入コスト</p>	<p>・人工日除けの設置に要する費用は、施工方法や形状・素材によって異なり、導入コストには幅があります。</p>
<p>維持管理</p>	<p>・定期的な点検等が必要です。</p>
<p>留意点</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日除けの色や材質によっては、日除けそのものが熱くなることによる影響があるため、日射の反射率が高い製品を選ぶなど配慮が必要です。</li> <li>・強風時、積雪時には破損する可能性があり、管理に注意が必要となります。</li> </ul>
<p>事例</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・住宅におけるオーニングの設置（東京都足立区）</li> <li>・店舗におけるオーニングの設置（東京都台東区）</li> </ul>
<p>参考</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境省 まちなかの暑さ対策ガイドライン（平成 28 年 5 月）</li> <li>・一般社団法人日本オーニング協会ホームページ(<a href="http://www.awning-j.com/">http://www.awning-j.com/</a>)</li> </ul>

※1 オーニングとは 可動式テントことです。

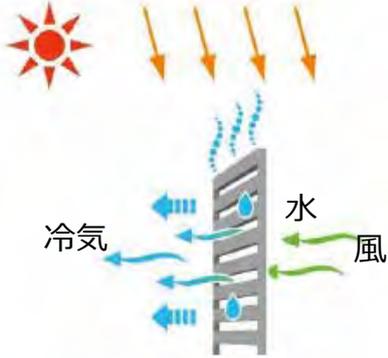
※1

ださない

ためない

もらわない

⑭ 側面等の冷却（その他の対策）

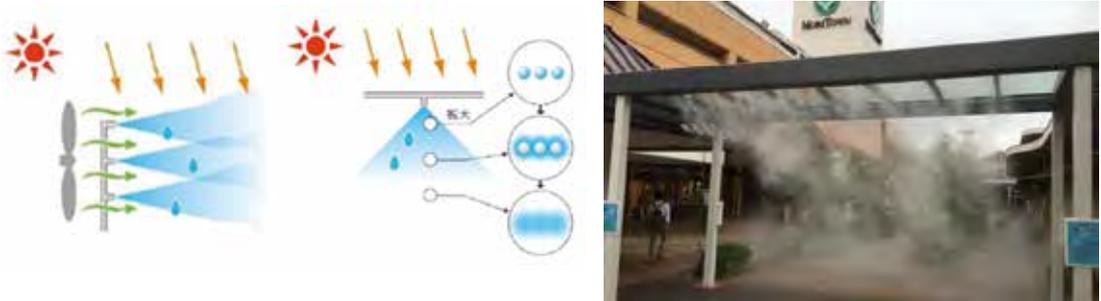
<p>概要</p>	<p>・人の側面に、親水性や保水性のあるルーバーやブロックなどを設置する対策です。</p>  <p>写真 4-13 冷却ルーバーの設置例 大阪府高槻市アクトモール商店街</p>
<p>効果</p>	<p>・人の側面（冷却ルーバー、壁面等）に給水し、気化熱を利用して表面温度を低下させ、人が受ける赤外放射・体感温度の低減を図ることから、適応策として有効です。また、壁面等の蓄熱抑制するため、緩和策としても有効です。</p> <p>・通風性のあるルーバーやブロックを用いることで通過する風を冷やすことができます。</p> <p>・温度低下に関する効果として、次のことが確認されています<sup>3 2</sup>。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①表面温度 2～5℃程度低下 （日なた設置、散水面）</li> <li>②周辺温度 1～1.5℃程度低下 （日陰設置）</li> <li>③体感温度指標 SET* 1～2℃低下 （日陰設置・風下側 1 m、日陰・冷却面）</li> </ul> <p>・建物側面（ガラス面、外壁面）を冷却して表面温度上昇抑制した場合、空調設備からの排熱を抑制し、緩和策としても有効です（熱を「ださない効果」があります（※1））。</p>  <p>図 4-8 冷却ルーバーの概要<sup>3 2</sup></p>
<p>導入コスト</p>	<p>・設置場所、手法等により、導入コストには幅があります。</p>
<p>維持管理</p>	<p>・水道代、定期的な保守点検が必要です。</p>
<p>留意点</p>	<p>・日射遮蔽（日除けなど）と組み合わせた方が効果を体感しやすいです<sup>3 2</sup>（体感温度の低下）。</p>
<p>事例</p>	<p>・エムスマートシティ熊谷（埼玉県熊谷市）（技術事例紹介 後述 p.42 参照）</p>
<p>参考</p>	<p>・環境省 まちなかの暑さ対策ガイドライン（平成 28 年 5 月）</p>

⑮ ドライ型（微細）ミスト（その他の対策）

ださない

ためない

もらわない

<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・圧力をかけて水をノズルから噴射することにより、微細なミストを噴霧する設備を設置する対策です。</li> <li>・屋外、半屋外などの人通りの多いアーケードや駅前、イベント会場での使用が一般的です。</li> </ul>  <p>図 4-9 ドライ型（微細）ミストの概要<sup>33</sup>      写真 4-14 モリタウン（東京都昭島市）</p>
<p>効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・圧力をかけて大気中へ微細なミストを噴霧し、噴霧直後に蒸発する際の気化熱を利用して気温等を低減し、適応策として有効です。また、噴霧されるミストの粒子径は、製品によって異なりますが 10～30μm と微細であり、短時間で気化するため人が濡れを感じることなく暑さを和らげることができます。</li> <li>・微細なミストを噴霧することで、気温は平均 2℃、瞬間時には 5℃の低下し、体感温度指標の SET*は 2℃程度低下することが確認されています<sup>33</sup>。</li> <li>・送風機と組み合わせて、目的とする場所を効果的に冷やす製品もあります。湿度や気温センサーによる制御のもと稼働するシステムを導入する場合があります。</li> </ul>
<p>導入コスト</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ドライ型（微細）ミスト設置に要する費用は製品の規模等により異なり、数十万～数百万円（材料＋施工費）</li> <li>・送風ファン付ドライ型（微細）ミストは製品や大きさにより異なり、数十万円/個前後（本体のみ）</li> </ul>
<p>維持管理</p>	<p>水道代・ポンプ電気代、定期的な保守点検</p>
<p>留意点</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気温が 25℃以下でミストを噴霧すると不快となる傾向が確認されています<sup>33</sup>。このことから一定の気象条件の下での使用が望まれます。</li> <li>（例として、「気温 27℃以上、湿度 70%未満、風速 3m 未満、降雨なし」等）</li> </ul>
<p>事例</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・駅前広場におけるドライ型（微細）ミスト噴霧装置の導入（東京都練馬区）</li> <li>・東京ビックサイトバス停（東京都江東区）（技術事例紹介 後述 p.44 参照）</li> <li>・東京都内イベント会場（技術事例紹介 後述 p.45 参照）</li> </ul>
<p>参考</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境省 まちなかの暑さ対策ガイドライン（平成 28 年 5 月）</li> </ul>

⑩ 打ち水（その他の対策）

ださない

ためない

もらわない

<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・打ち水とは、庭先や路面などに散水（打ち水）をして、夏の暑さを和らげる対策です。</li> <li>・最近では各地で打ち水イベントが行われており、地域の連携や環境学習などの場としても利用されています。</li> </ul>  <p style="text-align: center;">写真 4-15 虎の門ヒルズでの打ち水の様子（平成 28 年 7 月 22 日）</p>
<p>効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・路面にまかれた水が蒸発した際、気化熱により地表面の熱が奪われ、地表面温度が低下することから、緩和策と適応策のいずれにも有効です。</li> <li>・地表面の温度低減効果としては、日中の打ち水後（約 20 分後）に、10℃程度低下<sup>3 4</sup>したことが確認されています。</li> </ul>
<p>導入コスト</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・打ち水を行う場合は、規模等により費用がかかる場合があります。</li> </ul>
<p>維持管理</p>	<p>—</p>
<p>留意点</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・朝・夕に打ち水を行うと涼しさが持続して効果的です。日中の日差しが強い時間帯に水をまいてもすぐに乾いてしまうため、また、同じ理由から日なたよりも日陰にまく方が効果的です。</li> <li>・水道水は利用せずに、雨水や風呂の残り湯、中水、下水再生水などの二次利用水を利用しましょう。</li> </ul>
<p>事例</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・打ち水プロジェクト 2015〈丸の内 de 打ち水〉（大手町・丸の内・有楽町夏祭り 2015 実行委員会）など</li> </ul>
<p>参考</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・打ち水大作戦ホームページ（都内各地の打ち水イベント情報など） （<a href="http://uchimizu.jp/">http://uchimizu.jp/</a>）</li> </ul>

## 4-2 事例の紹介

ここでは、夏の暑熱ストレス軽減効果のある暑熱対応技術について、ビル（公共施設）、集合住宅、街区及び戸建住宅、公開空地、広場、バス停、屋外イベント会場の6つの場面での事例を紹介します。

### ① ビル（公共施設）での事例

技術・設備	屋上緑化、水辺、緑化パネル、自然採光・自然換気 等
設置場所	東京都豊島区 豊島区役所
特徴	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 「豊島の森」という名の大規模な屋上庭園を整備。緑化の他、ビオトープや水槽も有しており、植物・水面からの気化熱により、気温上昇及び屋上面の温度上昇を抑制している。</li><li>・ 緑化パネルによる壁面緑化を実施し、壁面の温度上昇抑制等に寄与</li><li>・ 大きな吹き抜け空間を設け、自然採光と自然換気を可能とするなど、省エネルギー化にも積極的に取り組んでいる。</li></ul>



写真 4-16 屋上緑化とビオトープ（水景施設）<sup>1</sup>



写真 4-17 豊島区役所<sup>2</sup>



写真 4-18 吹き抜け空間<sup>3</sup>

## ② 集合住宅での事例

技術・設備	敷地緑化、緑のカーテン
設置場所	東京都板橋区 エコヴィレッジ板橋本町のエコヴィレッジシリーズ住宅
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 緑や風など自然の力を利用して、快適な温熱環境が形成されるよう設計。緑地の配置、植栽の種類等を工夫し、夜間には、北側に配置された緑地に冷気が形成されて住居内に涼しい風が入るとされている。</li> <li>・ 居室内への日射の侵入を防ぐため、各住居の南側バルコニーに緑のカーテンやシェードを取り付けるためのフックを標準装備。</li> <li>・ 定期的なワークショップで継続的な普及啓発を実施している。</li> </ul>

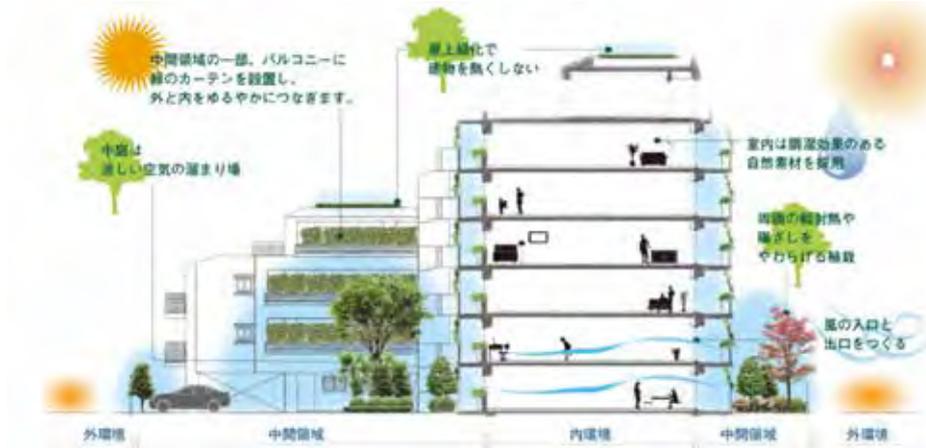


図 4-10 概念図<sup>4</sup>



写真 4-19 敷地緑化<sup>5</sup>



写真 4-20 敷地緑化<sup>6</sup>



写真 4-21 屋上緑化（菜園）<sup>7</sup>



写真 4-22 緑のカーテン<sup>8</sup>

### ③ 街区及び戸建住宅での事例

技術・設備	蒸発冷却ルーバー、保水性舗装
設置場所	埼玉県・熊谷市 エムスマートシティ熊谷
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 通風に配慮した建物配置などの街区設計に加え、体感温度のコントロールに着目した戸建住宅設備の整備が図られている。</li> <li>・ 街区全体を冷涼な環境にするための工夫として、夏の主風向の風上の位置にはクールスポットとなる緑陰の充実した公園を設置している。</li> <li>・ 戸建住宅の外構に保水性舗装と散水設備、1階テラスには水の気化熱を活用する冷却ルーバーが設置され、パッシブな冷却設備を複合的に導入。</li> <li>・ 保水性舗装に散水することにより、通常の舗装に比べ、地表面の温度上昇が10℃程度抑制される<sup>9</sup>。蒸発冷却ルーバーが設置されたテラスは体感温度<sup>10</sup>で3℃程度涼しく感じられる<sup>11</sup>。</li> </ul>



図 4-11 街区全体での風の流れのレイアウト<sup>12</sup>



写真 4-23 保水性舗装と散水<sup>13</sup>



写真 4-24 冷却ルーバー<sup>14</sup>



写真 4-25 冷却ルーバー<sup>15</sup>

#### ④ 公開空地（広場）での事例

技術・設備	給水型保水性舗装、緑化、水景施設、ドライ型（微細）ミスト
設置場所	東京都千代田区 丸の内パークビルディング
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>保水性舗装の保水状態を保つために、舗装下部に給水管を約 780m<sup>2</sup>敷設。実測調査では通常舗装に比べ、表面温度は最大 15℃低減<sup>16</sup>。</li> <li>水景施設の設置、高木による緑陰の形成、壁面緑化、ドライ型（微細）ミストなど、複合的な対策を実施。</li> <li>まちの人々にとって、快適なクールスポットとなっている。</li> </ul>



写真 4-26 保水性舗装<sup>17</sup>



写真 4-27 水景施設<sup>18</sup>



写真 4-28 壁面緑化とドライ型（微細）ミスト<sup>19</sup>



写真 4-29 壁面緑化とドライ型（微細）ミスト<sup>20</sup>

## ⑤ バス停での事例

技術・設備	ドライ型（微細）ミスト
設置場所	東京都江東区 東京ビッグサイト（都営バス停留所 4 番乗り場付近）
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ドライ型（微細）ミストと送風機を組み合わせることで、バス停での待ち時間に感じる暑さを軽減し、快適性の向上を図っている。</li> <li>・ バス待ちの人数が一定ではなく不在の時間帯もあることを考慮して、人感センサーが設けられているほか、温度・湿度・風速の計測によりドライ型（微細）ミストの効果が低減する条件下では、稼働を停止するよう自動制御されている。</li> <li>・ ドライ型（微細）ミストは自然風の影響を受けやすく、風で水粒子が流されると効果を実感しにくい。本事例ではドライ型（微細）ミストに送風機が併設されることによって、水粒子の流れが制御され、効果的に涼感を与えられるよう工夫されている。</li> </ul>



写真 4-30

三角トラス（支柱）に取り付けたドライ型（微細）ミスト<sup>21</sup>



写真 4-31 設備の全景<sup>22</sup>



写真 4-32 送風機<sup>23</sup>

## ⑥ 屋外イベント会場での事例

技術・設備	日除け、ドライ型（微細）ミスト、緑化設備 など
設置場所	東京都内イベント会場
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成 28 年夏季に、気温が 34℃、WBGT が 32℃を超える日もある中 行われた屋外イベント会場で、各種暑さ対策技術を設置。</li> <li>気温等低減効果を測定した結果、気温で 1 ～ 2℃程度、WBGT で 1 ～ 3℃程度低減したことを確認。</li> </ul> <p>(詳細は、東京都環境局ホームページを参照してください。)  <a href="http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/other/countermeasure/">http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/other/countermeasure/</a></p>

### (設備／技術の解説<sup>24)</sup>)

#### フラクタル日除け

布の空隙によって、効率よく風を通すことで、布自体が熱くならず、輻射熱を抑制できる。



#### 緑化+フラクタル日除け +ドライ型（微細）ミスト

天井部にフラクタル日除け、壁面に植物を植え付けたベンチ、ドライ型（微細）ミスト発生装置を備えた休憩スポット。



#### 太陽光発電+日除け +ドライ型（微細）ミスト

日除けにドライ型（微細）ミストを装着。ドライ型（微細）ミストの稼働を太陽光発電により行うことで、電気が取れない場所への設置も可能。



#### 日除け+ドライ型（微細）ミスト

日除け（直径 3 m の大型パラソル）にドライ型（微細）ミストを装着。



#### ドライ型（微細）ミスト+360度ファン

ポール上部の周囲に配置されたノズルからミストを噴霧



#### 日除け+ドライ型（微細）ミスト

高反射遮熱性生地の日除けにドライ型（微細）ミストを装着



#### 親水性不織布テント+水冷ベンチ

- ・テント布地を水で濡らすことで放射冷却効果
- ・座面内に水を循環させ表面温度を低下するベンチ



## 参考資料等（各章ごとに記載）

### 第 1 章

- <sup>1</sup> 気象庁データを基に作成。なお、2015 年より観測地点が千代田区大手町から北の丸公園に移転している。
- <sup>2</sup> 気象庁データを基に作成。なお、2015 年より観測地点が千代田区大手町から北の丸公園に移転している。
- <sup>3</sup> 総務省消防庁データを基に作成
- <sup>4</sup> 東京都環境科学研究所作成（データ集計期間：2010 年～2015 年の 6-9 月）
- <sup>5</sup> 気象庁資料を基に作成（1900 年からの偏差、5 年移動平均）
- <sup>6</sup> 東京都環境科学研究所作成（データ集計期間：2013 年 7 月 1 日～9 月 30 日）
- <sup>7</sup> 出所：熱中症環境保健マニュアル 2014（環境省）

### 第 2 章

- <sup>1</sup> 出所：都における最終エネルギー消費及び温室効果ガス排出量総合調査「2014 年度速報値」  
[http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/other/emissions\\_tokyo.html](http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/other/emissions_tokyo.html)
- <sup>2</sup> 出所：東京都建設局
- <sup>3~5</sup> 環境省 まちなかの暑さ対策ガイドライン（平成 28 年 5 月）

### 第 4 章（4 - 1 各技術の紹介）

- <sup>1</sup> 日本政策投資銀行『都市環境改善の視点から見た建築物緑化の展望』（平成 16 年）
- <sup>2</sup> 経済産業省資源エネルギー庁ホームページ 一般向け省エネ情報> 住宅による省エネ  
[http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saving/general/housing/](http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/general/housing/)
- <sup>3</sup> 東京都環境局『ヒートアイランド対策ガイドライン（平成 18 年 3 月）』ヒートアイランド現象緩和効果
- <sup>4</sup> 環境省 平成 18 年度環境技術実証モデル事業検討会資料
- <sup>5</sup> 環境省 まちなかの暑さ対策ガイドライン（平成 28 年 5 月）3.7 壁面等の緑化
- <sup>6</sup> 環境省 グリーンカーテンプロジェクトホームページ 涼しさのヒミツ  
<http://funtoshare.env.go.jp/green/secret.html>  
成田健一「緑のカーテンが教室の温熱環境に及ぼす効果」  
<http://leo.nit.ac.jp/~narita/profile/paper/ceis2007-midoriK.pdf>
- <sup>7</sup> 鈴木弘孝 壁面緑化の研究と普及に向けた諸課題 城西国際大学 概要 22(7), 1-25, (2014)
- <sup>8</sup> 環境省 熱中症予防情報サイトホームページ 暑熱環境を緩和させる様々な工夫や技術  
[http://www.wbgt.env.go.jp/doc\\_scheme.php](http://www.wbgt.env.go.jp/doc_scheme.php)
- <sup>9</sup> 環境省 平成 18 年度環境技術実証モデル事業検討会資料  
「ヒートアイランド対策技術 実証事業試験要領作成の方向性」
- <sup>10</sup> 環境省 まちなかの暑さ対策ガイドライン（平成 28 年 5 月）3.3 壁面等の再帰反射化
- <sup>11</sup> 渡部ほか、ファサードの遮熱化が都市環境に及ぼす熱的影響：その 6 再帰反射フィルムの実建物への適用及び複層ガラスへの導入，日本建築学会大会学術講演梗概集 2014(環境工学 II), 75-76, (2014-09-12)
- <sup>12</sup> 笹原ほか，東京電機大学東京千住キャンパスの省 CO2 実現に向けた取り組み その 11 竣工初年度における光性能及び再帰反射フィルムの性能評価，空気調和・衛生工学会大会，2013
- <sup>13</sup> 下ほか，建築開口部の再帰反射化による屋外熱環境の改善－その 2：再帰反射フィルムの実物件への適応と都市スケールでの効果－，日本ヒートアイランド学会第 10 回全国大会
- <sup>14</sup> 環境省 ヒートアイランド対策マニュアル～最新状況と適応策等の対策普及に向けて～（平成 24 年 3 月）
- <sup>15</sup> 環境局 東京都建築物環境計画書制度マニュアル（平成 25 年 2 月）IV.3 風環境の配慮
- <sup>16</sup> 大手町・丸の内・有楽町地区まちづくり懇談会  
大手町・丸の内・有楽町地区まちづくりガイドライン 2014（平成 26 年 5 月）
- <sup>17</sup> 東京都ホームページ 公開空地等のみどりづくり指針の運用について  
[http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/seisaku/midori\\_oasis/](http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/seisaku/midori_oasis/)
- <sup>18</sup> 環境省 ヒートアイランド対策ガイドライン改訂版（平成 25 年 3 月）

- 19 一般社団法人建設物価調査会, 建設物価 (平成 27 年 11 月)
- 20 一般社団法人建設物価調査会, 建設物価, 土木コスト情報 2015 年秋号 (平成 27 年 10 月)
- 21 環境省 まちなかの暑さ対策ガイドライン (平成 28 年 5 月) 3.5 地表面等の遮熱化
- 22 東京都建設局から提供
- 23 一般社団法人建設物価調査会 建設物価 (平成 27 年 11 月)
- 24 一般社団法人建設物価調査会, 土木コスト情報 2015 年秋号 (平成 27 年 11 月)
- 25 環境省 まちなかの暑さ対策ガイドライン (平成 28 年 5 月) 3.4 地表面等の保水化
- 26 東京都土木技術・人材育成センター年報調査研究編 平成 16 年度 保水性舗装の路面温度低減機能の持続性と路面性状
- 27 一般社団法人建設物価調査会, 建設物価 (平成 27 年 11 月)
- 28 株式会社建設物価サービス, 建設資材情報 (平成 27 年 11 月)
- 29 一般社団法人建設物価調査会, 建設物価, 土木コスト情報 2015 年秋号 (平成 27 年 10 月)
- 30 環境省、ヒートアイランド対策ガイドライン平成 24 年度版
- 31 環境省 まちなかの暑さ対策ガイドライン (平成 28 年 5 月) 3.2 人工日除け
- 32 環境省 まちなかの暑さ対策ガイドライン (平成 28 年 5 月) 3.8 壁面等の保水化・親水化
- 33 環境省 まちなかの暑さ対策ガイドライン (平成 28 年 5 月) 3.9 微細ミスト噴射
- 34 加藤ほか、打ち水の都市熱環境緩和作用に関する研究, 土木学学会第 60 回公演会公演概要集 (平成 17 年)

#### 第 4 章 (4 - 2 事例の紹介)

- 1~3 豊島区役所提供
- 4~8 株式会社リブランより提供
- 9 平山ほか、パッシブクーリングアイテムによる戸建住宅街区のクールスポット創出に関する研究 (その 3) 開発初期の住宅地における屋外環境の検証, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東) (平成 27 年 9 月)
- 10 体感温度指標の一つ SET\* (前述 p.8 参照) の値
- 11 平成 27 年度東京都調査
- 12 ミサワホーム株式会社ホームページ
- 13~15 株式会社ミサワホーム総合研究所より提供
- 16 原田ほか、丸の内パークビルディング・三菱一号館の設備構築：省エネルギーかつ高品質な執務環境の実現と復元建物の美術館としての再生, 空気調和・衛生工学 86(7), 603-608 (平成 24 年)
- 17~20 三菱地所株式会社より提供
- 21~23 東京ビッグサイト 都営バス停留所 4 番乗り場にて撮影
- 24 都内イベント会場にて撮影

平成31(2019)年1月発行

印刷物規格表 第2類

印刷番号(30)94

環境資料30106号

## 夏の暑さ対策の手引

編集・発行 東京都環境局地球環境エネルギー部環境都市づくり課  
〒163-8001 新宿区西新宿二丁目8番1号  
電話 03-5321-1111(代) 内線42-762  
<http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/other/countermeasure/>

印刷 株式会社成光社  
〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町14-9  
電話 03-3808-0703

