

3. ガイドラインの再改訂に向けた骨子（案）の作成

3. 1 最新の暑さ対策技術と実装事例

1) 調査方法

国内事例と海外事例の調査を実施した。

(1) 国内事例調査

①地方公共団体における採用技術調査

地方公共団体等で導入が期待される暑さ対策について、地方公共団体で実施している暑さ対策や、地方公共団体等が実施している助成事業で採用実績のある対策技術に関する情報を収集・整理した。

地方公共団体の事業として実施している暑さ対策については、「2. 1. 2 地方公共団体等への個別ヒアリング」実施時に得た情報を整理した。また、調査対象とした助成事業については以下に示す。

表 地方公共団体等における暑さ対策の助成事業

地方公共団体等	事業名
東京都	東京 2020 大会に向けた暑さ対策推進事業
千代田区	ヒートアイランド対策助成制度
大阪府	都市緑化を活用した猛暑対策事業補助金

②技術・製品等ヒアリング

ガイドラインに掲載している関連技術について、最新の技術情報や導入事例などをヒアリングした。ヒアリング対象を以下に示す。ヒアリング結果の詳細は巻末に添付した。

表 関連技術・製品ヒアリング対象

	対象者	対象技術・製品等	ヒアリングトピックス
1	いけうち	微細ミスト	景観づくりへの活用
2	BX テンパル	テント	広大な日除け
3	東鉄工業	緑陰とミストの組合せ	デザイナーとの連携
4	パナソニック	極微細ミスト	
5	Green Tokyo 研究会	日陰検索アプリ	
6	アイカサ	レンタル日傘	熱中症警戒アラートとの連携
7	積水樹脂	冷却ベンチ	
8	ミサワホーム総合研究所	冷却ルーバー	
9	大林道路	保水性舗装	デザイン性に優れた舗装（涼畳）
10	三菱地所	快適なまちづくり	丸の内ストリートパーク
11	都市緑化機構	緑を活用したまちづくり	壁面緑化等

(2) 海外事例調査

以下の2つの方法により気候変動適応等の事例を検索し、得られた情報のうち新規性、地方自治体への適用性の観点からガイドラインに掲載すべきと考えられるものを抽出した。

①欧州委員会と欧州環境庁による気候適応プラットフォーム、Climate-ADAPT (<https://climate-adapt.eea.europa.eu/>) のデータベースにおいて事例を検索した。なお検索に当たっては、以下の通り検索条件を設定し絞り込みを行った。

- Type of Item
Adaptation options, Case studies, Guidance, Publications and reports, Research and knowledge projects
- Adaption Sectors
Buildings, Health, Urban
- Climate Impacts
Extreme Temperatures

②WEB 検索エンジン (Google) にて下記のキーワード、またはそれらの組み合わせを用いて事例の検索を行った。

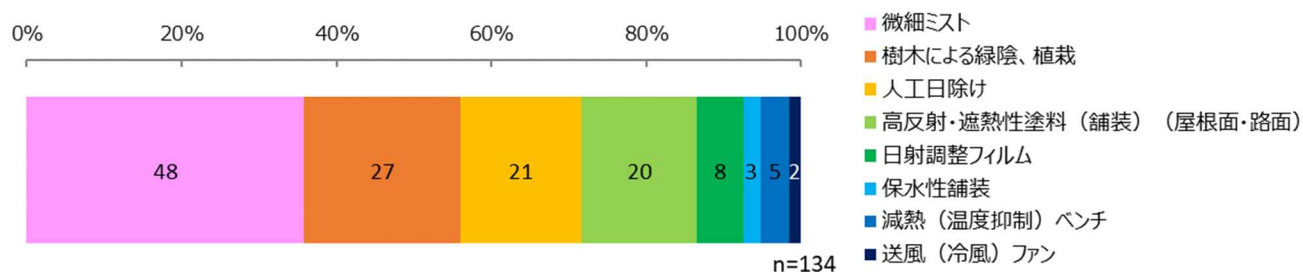
検索ワード
heat, reduction, adaption, solution, management, measure, way, practice, technology, cooling, urban heat, heat island, heat wave

2) 国内事例調査結果

(1) 地方公共団体で採用されている暑さ対策技術

東京2020大会に向けた暑さ対策推進事業（平成29～31年）とヒートアイランド対策助成制度（平成28～令和1年）、都市緑化を活用した猛暑対策事業（令和2年）で助成を受けた事業は78件であった。

78件の事業の中で、134個の暑さ対策設備が設置・施工された。設置・施工された暑さ対策設備は「微細ミスト」が最も多く48件、次いで「樹木による緑陰・植栽」が27件であった。



(2)暑さ対策の個別技術

①微細ミスト

・濡れに対する意識の変化

ミストによる濡れに対する意識の寛容化があり、人の近くから噴霧するケースが増えた。

・極微細ミストの開発

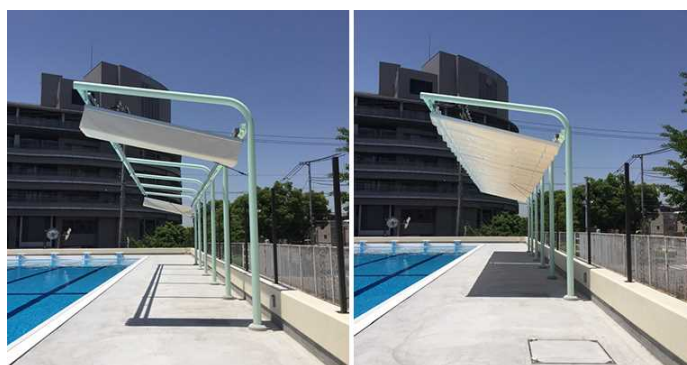
2 流体ミストによる極微細ミストも開発されており、人の近くから噴霧することで、風の影響を受けにくくかつ濡れを感じにくく、人の皮膚温を下げることで効果的に熱を逃がすことができる。



②人工日除け（オーニング・シェード）

・プールサイドでの設置

気温と水温が一定以上になると学校でのプール学習が中止になり、プールサイドにオーニングを設置する事例が見られた。



・大きな日陰の創出

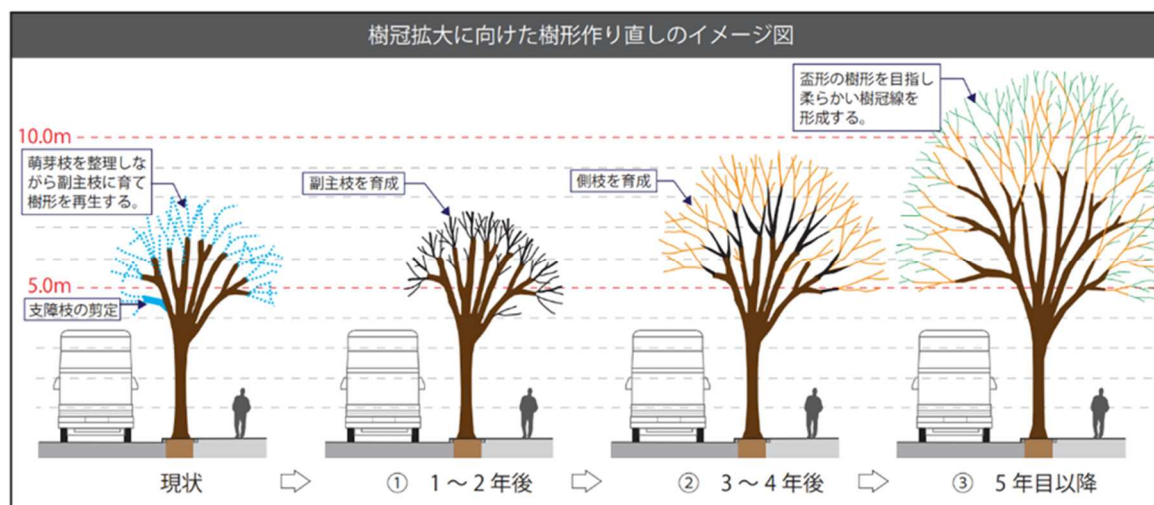
幼保施設のグラウンドなどの広い空間に、開閉式のテントで大きな日陰を作る方法を開発し、日射を遮りながら幼児が屋外で遊べる空間創出事例が見られた。



③緑化

・街路樹の管理方針

一部の地方公共団体では、街路樹を暑熱適応の重要なインフラとして位置づけ、これまでの「コンパクト化」から「樹冠拡大」を目指す方向に切り替えている（埼玉県川口市の例）。



・街路樹の剪定方法等の工夫

枝を残す剪定方法に変更するとともに、落ち葉清掃は地域の障がい者施設に委託することで、地域に雇用を提供している（神奈川県横浜市の例）。

・つる性植物

成長の早いゴーヤなどが育てやすいが、一年草は枯れた植物を取り除くなどの作業が必要になる。一方でヘデラ等の多年草で日射遮蔽が可能になるには3年程度の時間がかかるため、計画的に実施する必要がある。

・芝生

まちなかでの芝生の活用によるにぎわいづくりの事例が見られ、利用頻度が高くなるほど、刈込頻度を高める必要があるが、ロボットの活用が有効である（国土交通省）。



・緑化による暑さ対策施設を普及させるポイント

ア) 涼しくなること（日射が遮蔽できるよう植栽基盤がしっかりしていること）

イ) 風対策がなされていること（植栽基盤の重量が活用されていること）

ウ) 低価格であること

④ソフト対策

・IoT による効率性

IoT を活用し、暑さ対策が必要かつ効果を発揮しやすい気象条件のみで可動するようにシステム化している（冷却ルーバーの例：右図）。

・IoT による運用管理

IoT を活用し、暑さ対策の稼働状況を遠隔で管理できるようにシステム化している（微細ミストの例）。

・男性の日傘利用の促進

男性の日傘利用は文化として根付いていないが、日傘を体験した男性からは好意的な感想が聞かれるため、まずは体験機会を創出するためにイベントなどで貸し出すなどが有効である。

・日陰経路検索アプリ

大丸有地区で日陰ルートや快適空間を検索できるアプリサービスを提供している（TOKYO OASIS の例）。



(3)まちづくりにおける暑さ対策の視点

①まちの快適性の向上

・デザイン

市民が良いと思えるデザインに配慮した製品づくりをすることが、結果的にまちなかへの暑さ対策の実装を推進する（デザインが評価された木陰のトンネルの例：左下）。

舗装にもデザインが求められており、暑さ対策としての環境性能と景観性能を両立させることで、主に民間での導入が進んでいる（景観配慮型保水性舗装の例：右下）



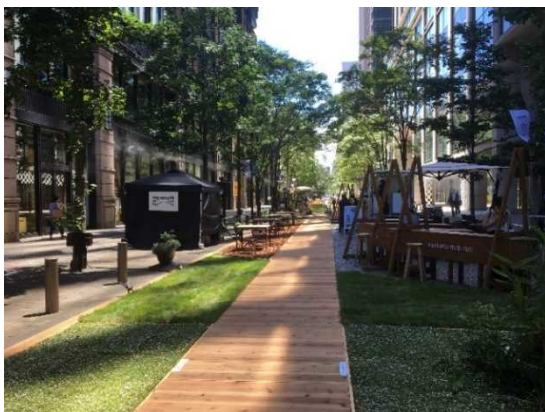
・エンターテインメント性

庭園にミストで雲を作り出したり、夜にイルミネーションとミストを組み合わせで演出したりするなどの涼しさとエンターテインメント性を掛け合わせた対策のニーズがある。



・快適性向上の一つとしての暑さ対策

持続可能なまちづくりに向けて、まちなかの暑さ対策を快適なまちづくりの一つと位置付けて、まちなかのにぎわいづくりを推進する（Marunouchi Street Park の例）。



②暑さ対策とベンチとの併設

・快適性の向上に重要なベンチ

まちなかの快適性には、「緑が豊か」「季節を感じる」のほかに「座れる場所がある」なども重要な要素である（TOKYO OASIS でのアンケート結果の例）

・省スペース型の遮熱ベンチ

日本のまちなかにはベンチが少ないが、高齢者のまち歩き等を促すうえでも、省スペース型で遮熱型のベンチの導入が進むことが期待される。



3) 対策技術情報の調査結果（海外事例）

①シュツットガルトの換気回廊¹

ドイツのシュツットガルトでは、風のパターンや冷たい空気の流れ方などの気象条件を地図化し、都市設計に活用している。特に「換気回廊」という、木々を側面に配した開けた土地の連なりを設け、夜の冷たい風の通り道とすることで、風の乏しい同都市での換気を助けている。また、緑地の拡大や屋上緑化の促進なども行っており、都市計画レベルで暑熱対策に取り組んでいる。

②スマートグリーンルーフ²

スマートグリーンルーフは屋上に設けられる通常の植生の改良版である。これは植生層の下に雨水を貯留する層を持ち、自動的に灌漑を行うものである。これによりポンプやタンク等の追加的な装置や散水の労力を省くことができる。また、貯水機能により内水被害の軽減にも寄与している。

③タタバニアの局所熱警報システム³

ハンガリーのタタバニアでは、市民全体に行き届く高温警報システムが整備されている。警報情報は国から市、企業等の組織、そして市民へと伝えられるが、重要な特徴はその伝達が、急速に、様々な手段（雇用主からの通知、地元のラジオ、テレビ、市のホームページ、フェイスブックなど）で行われることである。これは民間企業を含む地元組織との綿密な連携が実現したもので、市内のほぼ全人口が警報を受け取ることを実現している。

¹ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/stuttgart-combating-the-heat-island-effect-and-poor-air-quality-with-green-ventilation-corridors> （2021 年 12 月閲覧）

² <https://unalab.eu/en/documents/unalab-technical-handbook-nature-based-solutions> （2021 年 12 月閲覧）

³ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/tatabanya-hungary-addressing-the-impacts-of-urban-heat-waves-and-forest-fires-with-alert-measures> （2021 年 12 月閲覧）

④パリの都市農園^{4 5}

パリでは建物の屋上の広さ 14,000 m²の都市農園を設置し、自然と豊かな実りを提供している。

都市農園は、都市の植生面積を増やす有効な手段の一つである。緑化による冷却効果に加え、レクリエーションの提供、保水性の向上による内水被害の軽減、生物多様性の向上、遊休土地の貸し出しによる収益化など複数の利点を持っている。



⑤ハンブルクの屋上緑化補助金⁶

ドイツのハンブルクでは、建物の所有者に対し、グリーンルーフの設置費用の最大 60%を補助している。狙いは、市街地の拡大と緑地面積の確保を両立し、増加する高温や豪雨などの極端な気候現象に対応することである。また、屋根の所有者は冷房コストを減らすことができる。この取り組みにより、ハンブルクのグリーンルーフ面積は 50%以上増加した。

⑥フェニックスの高反射舗装⁷

アメリカのフェニックスでは、ヒートアイランド現象の緩和のため複数の道路で高反射化を行っている。既存の舗装の上に高反射塗料を塗布することでアスファルトの蓄熱を避けようという狙いである。結果として、舗装表面温度は 10℃程度、気温は 0.3℃低下した。

⑦太陽光パネル下部スペースの活用⁸

代替エネルギーの発電装置として期待される太陽光パネルを暑熱対策に活用することができる。パネルの下部スペースが陰になることを活かし、歩道や駐車場（ソーラーカーポート）などの上部に設置することで、気候変動緩和策と気候変動適応策を同時に行うことができる。日本ではソーラーカーポートは建築物に当たるため、設置の際は建築基準法などの関係法規を遵守する必要がある。

⁴ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/adaptation-options/urban-farming-and-gardening> (2021 年 12 月閲覧)

⁵ <https://hillslife.jp/innovation/2021/09/06/rooftop-farm-in-paris/> (2021 年 12 月閲覧)

⁶ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/four-pillars-to-hamburg2019s-green-roof-strategy-financial-incentive-dialogue-regulation-and-science> (2021 年 12 月閲覧)

⁷ <https://www.fox10phoenix.com/news/phoenixs-cool-pavement-technology-coming-to-9-neighborhoods> (2021 年 12 月閲覧)

⁸ <https://resin-cities.eu/resources/library/> (2021 年 12 月閲覧、ゲストとしてログイン後 ADAPTATION OPTIONS LIBRARY 内参照)

⑧生物活性建材⁹

生物活性建材とは、表面に植物が自生できるように作られた建材のこと。既存の壁面を緑化する場合と比べ、建築物の意匠を損ねず、あるいは向上させることもできる。

⑨パッシブ冷却建築^{10 11}

パッシブ冷却建築とは、受熱を減らし（断熱や窓面の日射遮蔽など）、放熱を増やす（換気や適切な開口部配置）仕組みを用いた建築手法のこと。この手法を用いることで、より小さいエネルギーコストで快適な環境を実現することができる。太陽角度を考慮した建物の方向設定、景観や庭のデザイン、蓄熱の少ない素材選択なども重要である。

⑩ベルリンの緑地規制¹²

ドイツのベルリンでは建築物を新築・改築する際に、その敷地内を一定以上、緑地等の使用形態に用いることを求める規制がある。ただし、ベルリンの場合、庭などの地上に設ける緑地だけでなく、グリーンルーフやグリーンウォールも緑地に含めることができ、都市部での緑地確保と市街地確保の両立に関する問題に一つの解決策を示している。日本でも類似の制度は存在するが、ベルリンの制度で特徴的なのは、建築・開発の規模に関わらず規制が適用されることと、緑地に限らずアスファルトやコンクリートに被覆されていない地表面など、生態学的に有効な地表面（ecologically-effective surface）をそれぞれに見合った係数を掛けた上で、求められる値の算出に含めることができる点である。

⁹ <https://unalab.eu/en/documents/unalab-technical-handbook-nature-based-solutions> （2021 年 12 月閲覧）

¹⁰ <https://core.ac.uk/download/pdf/82747062.pdf> （2021 年 12 月閲覧）

¹¹ <https://www.yourhome.gov.au/passive-design/passive-cooling> （2021 年 12 月閲覧）

¹² <https://www.berlin.de/sen/uvk/en/nature-and-green/landscape-planning/baf-biotope-area-factor/> （2021 年 12 月閲覧）

3. 2 ガイドライン再改訂に向けた骨子（案）

2.2 で抽出したガイドライン改訂版の現状と課題を踏まえ、3.1 で収集した事例等を参考に骨子（案）を作成した。

部	章	節	課 題	改訂骨子（案）
序章	概要	ガイドライン作成の背景	最新知見	・グラフのデータ更新
		ガイドラインの目的		
		ガイドラインの対象者と構成		
		ガイドラインが対象とする暑さ対策		
第1部 基礎編	第1章 まちなかの暑さと暑熱ストレス	1. 1 人が感じる暑さ	課題③ 地公体のニーズの把握と対応	・主な体感温度指標を暑さ指数（WBGT）に変更（SET*の（説明）文言はそのまま）
		1. 2 まちなかの暑さと涼しさ	課題③ 地公体のニーズの把握と対応	・暑さ指数（WBGT）の低減量を追加
		1. 3 夏の暑さと暑熱ストレス		
		新設 1. 4 国民が暑さを感じている場面と時間（1. 3 ？）	課題② 行政課題とのミスマッチ	・国民が暑さを感じている場面と時間
		追加	課題① 住民の理解度を向上	・暑さ対策に関する住民への普及啓発資料（コラム）
	第2章 まちなかの暑さ対策	2. 1 まちなかに求められる暑さ対策		
		2. 2 暑さ対策のポイント	課題③ 地公体のニーズの把握と対応	・暑さ指数（WBGT）の低減量を追加

		2. 3 暑さ対策の事例	課題① 住民の理解度を向上	・環境教育事例の追加
			課題③ 地公体のニーズの把握と対応	・緑化施策事例の追加（デザインの工夫をした緑陰事例） ・日傘シェアリング事例の追加 ・木陰の経路検索アプリのコラムを追加 ・近傍からのミスト噴霧事例の追加 ・プールサイドへのオーニング設置事例の追加 ・広範囲の人工日除け設置事例の追加 ・省スペース型の遮熱ベンチの事例を追加 ・快適なまちづくり事例のコラムを追加（丸の内ストリートパーク事例等）
		2. 4 暑さ対策による効果	課題③ 地公体のニーズの把握と対応	・暑さ指数（WBGT）を主とした SET*の併記
		2. 5 暑さ対策の進め方		
	第2部 対策編	第3章 暑さ対策技術	3. 1 暑さ対策技術の概要	
		3. 2 暑さ対策技術シート	課題③ 地公体のニーズの把握と対応	・暑さ指数（WBGT）の低減効果を追加 ・ 1 緑陰を積極的に拡大させる樹木「剪定方法」を追加 ・ 1 落ち葉清掃を障害者施設に委託する事例のコラムを追加
			最新知見 技術情報の追加	・ 6 芝生の効果的な運用方法（ロボット活用）を追加 ・ 8 IoT を活用した冷却ルーバーの効果的な運転方法を追加 ・ 9 IoT を活用した微細ミストの運転管理方法を追加

	第4章 対策技術選 定の際の確 認事項		課題③ 地公体のニーズの把握と対応	・ SET*の低減効果を WBGT の区分に変更する。 参考：WBGT ランクは 3℃刻みのため、それに合った区分とする
第3部 技術情報編	第5章 体感温度の 把握	5. 1 体感温度指標	課題③ 地公体のニーズの把握と対応	・ 主な体感温度指標を暑さ指数（WBGT）に変更 改訂版 再改訂版 1) 標準有効温度 SET* ⇒ 1) 暑さ指数 WBGT 2) 暑さ指数 WBGT ⇒ 2) 標準有効温度 SET*
		5. 2 実測等による把握方法	課題③ 地公体のニーズの把握と対応	・ 主な体感温度指標を暑さ指数（WBGT）に変更 改訂版 再改訂版 1) 標準有効温度 SET* ⇒ 1) 暑さ指数 WBGT 2) 暑さ指数 WBGT ⇒ 2) 標準有効温度 SET* ・ 携帯型 WBGT 計の使い方マニュアルを追加
		5. 3 シミュレーションによる把握		
	第6章 体感温度に よる効果把握			
参考資料		簡易体感温度指標による効果把握		
		補遺 1 簡易体感温度計算方法について		
		補遺 2		

		透過性のある日射遮蔽物 (テントや日傘) の対策効果		
--	--	-------------------------------	--	--