

日本の諸都市のヒートアイランド対策ガイドラインについて

Countermeasure Guidelines against Heat Island Phenomena for Japanese Several Cities

福井大学大学院工学研究科
Faculty of Engineering, University of Fukui
吉田 伸治
Shinji Yoshida

キーワード：ヒートアイランド（Heat Island）、ガイドライン（Guideline）、日本（Japan）、東アジア（East Asia）、比較分析（Comparative Analysis）

1. 背景と目的

都市の温暖化（ヒートアイランド現象）による夏季の都市熱環境の悪化は、冷房エネルギー消費の増加、熱中症患者の増加等の多様な環境問題を引き起こしている。近年、この問題を緩和するための各種対策技術の提案、並びにその評価が行われ、実際の都市・建築計画に活用され始めている。これらの優れた計画・設計の普及・推進を図るためには、これを後押しするガイドラインの制定、計画・設計案の環境性能の評価システムの整備が必要である。このうちガイドラインについては、国土交通省、環境省、関東以西の地方自治体（都府県、市区、エリア）等に制定例があるものの、形式、数値目標の有無等、多くの点について内容が異なるため、ガイドライン毎の差異の比較・分析が困難である。一方国外に目を向けると、中国、東南アジアの急激な経済発展に伴う都市の拡大により、高度経済成長期の日本以上の深刻な熱・空気汚染が顕在化しており、これらの問題を共通に考えるための国際ガイドラインの提案が求められつつある。

この様な課題に対して、筆者らは、2012年度より日本建築学会・地球環境委員会・都市と気候適応小委員会（主査：大岡龍三）内に「東アジア諸都市のヒートアイランド対策ガイドライン検討WG（主査：吉田伸治）」を設け、日中を中心とする東アジア諸都市におけるヒートアイランド対策の国際的なガイドラインの提案、並びに日中の諸都市のガイドラインを比較分析する活動を続けている。本稿はこのWGの現在までの活動を紹介する。本稿前半では、日本国内ならびに東アジアで提案されているヒートアイランド対策ガイドライン（GL）の現状を整理する。本稿後半では、国内で提案されている各ガイドライン間の差異を比較・分析した内容を報告する。

2. 日本国内のガイドラインの整理

2.1 はじめに

前章に示した様に、国内では、国土交通省、環境省、関東以西の地方自治体（都府県、市区、エリア）等がガイドラインを制定している。本章では上記の区分に基づき整理する。

2.2 国土交通省が提案するガイドライン

国土交通省の提案するガイドラインは、「ヒートアイランド現象緩和のための建築設計ガイドライン」^{文1)}と呼ばれるものであり、2004年に制定された。2005年に整備されたCASBEE-HI^{文2)}は、このガイドラインに基づき建築物に関わるヒートアイランド現象緩和策を評価するためのツールであり、両者は深く関連している。表1はその関係を纏めたものであり、この内容に基づき国内のヒートアイランド対策のための建築計画・設計を行う上で配慮すべき数値目標を整理すると以下の点があげられる。

- ① 敷地内空地を40%以上設けるべきである。そのうち、10%は樹木、草地、水面、遮熱塗料をはじめとするヒートアイランド現象を緩和する要素に被覆されるべきである。
- ② 通風を確保するため、夏季の卓越風向に直交した方向から対象を臨む場合の見付面積率を80%以下に抑えるべきである。

以上の様に、CASBEE-HIと建築設計ガイドラインには明確な数値目標が示されている点に大きな特徴がある。これはこのガイドラインの実務における建物・敷地の計画・設計への活用を意図したものであることが理由と考えられる。

表1 ヒートアイランド現象緩和のための建築設計ガイドラインとCASBEE-HI数値目標との関係

項目 No	各項目の内容	数値目標 (CASBEE-HI レベル3最低値)
(1)風通し		
建築物の配置・形態計画に当たっては、敷地周辺の風の状況を十分に把握して、敷地内の歩行者空間等へ風を導くとともに、風下となる地域への風の通り道を遮らないよう、次の項目に配慮すること。		
(1)-①	芝生・草地・低木等の緑地や通路等の空地を設けることにより、風の通り道を確保すること。	空地率 40%以上
(1)-②	夏の常風向に対する建築物の見付け面積を小さくする等、建築物の高さ、形状、建築物間の隣棟間隔等を勘案することにより、風の通り道を遮らないように努めること。	卓越風向に対する建築物の見付け面積比が 80%未満 隣棟間隔指標 0.3 以上
(2)日陰		
外構計画に当たっては、夏期における日陰を形成し、敷地内の歩行者空間等での暑熱環境を緩和するよう、次の項目に配慮すること。		
(2)-①	中・高木の緑地を確保することにより、日陰の形成に努めること。特に、建築物の南側や西側等の日射の影響が強い場所における日陰の形成に努めること。	・中・高木、ピロティ、庇、パーゴラ等の水平投影面積率 10%以上
(2)-②	ピロティ、庇、パーゴラ等を設けることにより、歩行者空間等の暑熱環境の緩和に努めること。	・建物南側、西側等の日影形成に対する工夫の評価は無。
(3)外構の地表面被覆		
外構計画に当たっては、敷地内に緑地や水面等を確保することにより、歩行者空間等の地表面等の温度の上昇を抑制するよう、次の項目に配慮すること。		
(3)-①	芝生・草地・低木等の緑地や水面等を確保することにより、地表面温度や地表面近傍の気温等の上昇を抑制すること。	・緑被率+水被率+中・高木の水平投影面積率 10%以上 ・被覆種による効果の重み付け差異あり (水効果 2 倍、中・高木 1.5 倍)
(3)-②	敷地内の舗装面積は小さくするよう努めること。特に、建築物の南側や西側等の日射の影響が強い場所においては、広い舗装面 (駐車場等) を避けるように努めること。	・舗装面積率 30% 未満 ・直達日射の当たらない部分、ピロティ部の舗装面積を含まないことで、建物南側、西側等の日影形成の効果を重ね付けしている。
(3)-③	舗装する場所には、保水性・透水性が高い被覆材を選定するよう努めること。	地表面対策面積率 (蒸散効果のある材料+高反射対策を施した面の面積率) 15%以上
(4) 建築外装材料		
建築物の外装計画に当たっては、建築物の空気調和設備等の負荷を低減するとともに、歩行者空間等での暑熱環境の緩和や隣地等への熱放散を抑制するよう、次の項目に配慮すること。		
(4)-①	日射反射率の高い屋根材を選定することにより、建築物への入熱量を抑制すること。	・屋根面対策面積率 20%以上 (レベル4 参照、レベル3 が最低)
(4)-②	屋根面や外壁面の緑化に努めること。特に、低層部の屋根面、建築物の南側や西側の壁面等の日射の影響が強い部位の緑化に努めること。	・外壁面対策面積率 10%以上 (レベル4 参照、レベル3 が最低) ・蒸発冷却効果のある材料と高反射対策の面積を併せて評価 ・蒸発冷却効果のある材料の被覆面積の算定には、被覆種の差異による効果の重み付け差異あり。
(5) 建築設備からの排熱		
建築設備の計画に当たっては、歩行者空間や隣地等への排熱を抑制するよう、次の項目に配慮すること。		
(5)-①	建築物の外壁、窓等を通しての熱損失の防止及び空調設備等に係るエネルギーの効率的利用のための措置を講ずることにより、大気への排熱量を低減すること。特に、設備容量が大きい建築物、長時間使用が想定される建築物においては、一層の排熱量の低減に努めること。	・時間最大消費エネルギー量原単位 120W/m ² 未満 ・建築物の使用時間数又は排熱の発生時間数 16 時間未満 ・夜間以降率 40%以上 (日中の現象の影響評価時のみ考慮、レベル4 参照、レベル3 が最低)
(5)-②	建築設備に伴う排熱は、建築物の高い位置からの放出に努めること。	冷却塔、室外機の設備容量の 50%程度を低層部 (GL+10m 以下) に設置
(5)-③	建築設備に伴う排熱は、低温排熱にすること等により、気温上昇の抑制に努めること。	・高温排熱の放出部を設備容量の 50%程度を低層部 (GL+10m 以下) に設置

2.3 環境省が提案するガイドライン

環境省が提案するガイドラインは「ヒートアイランド対策ガイドライン」^{文3)}と呼ばれるものであり、2009年に「ヒートアイランド現象の計画的実施に関する調査検討会 (委員長 尾島俊雄)」により提案された。これは、次節に述べる地方自治体、公共団体等が計画的にヒートアイランド対策を進める際に参考となる

表 2 環境省 HIGL に示された対策技術のメカニズム・ねらい・影響範囲（空間スケール）の関係

No	対策手法		対策に期待される効果					対策効果の発現が期待される空間スケール			
			現象緩和		影響抑制		エネルギー消費の削減	都市	地区	街区	
			日中の緩和	夜間の緩和	日中の暑熱緩和	夜間の暑熱緩和				道路・歩道・駐車場	建物・建物敷地
1-1	風を活用した対策	海風・山谷風の活用	○	○	○	○		○	○		
1-2		河川からの風の活用	○		○			○	○		
2-1	緑を活用した対策	公園・緑地等の活用	○	○	○	○		○	○		
2-2		街路樹の活用	○	○	○	○				○	
2-3		駐車場の緑化	○	○	○					○	
2-4		建物敷地の緑化	○	○	○	○					○
2-5		屋上緑化	○	○			○				○
2-6		壁面緑化	○	○	○		○				○
3-1	水を活用した対策	噴水・水景施設の活用	○		○						○
3-2		舗装の保水化と散水	○	○	○	○				○	
3-3		建物被覆の親水化・保水化	○	○			○				○
3-4		打ち水の活用			○	○				○	
3-5		ミストの活用			○						○
4-1	反射を活用した対策	遮熱性舗装の活用	○	○	○	○				○	
4-2		屋根面の高反射化	○	○			○				○
5-1	人工排熱対策	地域冷暖房システムの活用	○	○	○	○	○		○		○
5-2		建物排熱の削減	○	○	○	○	○				○
5-3		自動車排熱の削減	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6-1	普及啓発	情報提供による熱中症の予防対策			○						

ものを意図して制作された。そのため、建築設計以外のまちづくり等の広範な分野への活用を意図したものであるため、明確な数値目標が示されていない点が前節の「建築設計ガイドライン+CASBEE-HI」とは異なる。環境省のガイドラインの最も大きな特色は、ヒートアイランド対策のための各種手法の効果、活用事例等を取り纏めたデータシートを提示している点にある。表 2 はこのデータシートに掲載された対策技術に関して、そのメカニズム、ねらい、影響範囲（空間スケール）の関係を纏めたものである。

2.4 地方自治体が提案するガイドライン

地方自治体の中では、東京、大阪、関東以西の主要都市、ならびにこれらの都市を持つ都府県において独自のガイドラインを制定している。その大半は前節の環境省のガイドラインと同様に数値目標を伴わないものが多い。これは、自治体にとっては、街・地域全体のまちづくり、環境計画などの多様な目的に対して参照可能なガイドラインが望ましいため、国交省のガイドライン（2.2 節）の様な定量的な数値目標を設ける事が困難なためと考えられる。

3. 周辺諸国におけるガイドライン -中国のガイドラインを中心に-

1 章に述べたように、東アジア諸都市においてヒートアイランド対策ガイドライン制定の動きが見られる。例えば、孟らは中国の気候区分に配慮した住宅地における建築設計ガイドライン「城市居住区热环境设计标准」^{文4)、文5)}を提案している。また、林らも台湾において EEWH-HI (Ecology, Energy Saving, Waste Reduction, Health)^{文6)} という評価システムを提案している。これらは日本国内のガイドラインの内、国交省のガイドラインに非常に似たものであるため、東アジア諸都市のための国際ガイドラインを考える場合、国交省型のガイドラインを基本とする方が多国間で採用されやすいものとなり得ることが予想される。以

下、本章では参考として孟らのガイドライン「城市居住区热环境设计标准」の概要を紹介する。

3.1 「城市居住区

体の概要

図1に中国側ガイドラインの評価スキームを示す。このガイドラインは Standard Design Method (SDM) と Performance Evaluation Method (PEM) の2つの評価手法により構成されている。このうち、SDM はパラメータ値の比較に基づく第一段階の評価に対応し、これを満たさない場合、並びにやや詳しく分析する場合に PEM が実施される。

3.2 SDM の概要

SDM では、① Ventilation、② Shading、③ Permeability and Evaporation、④ Green Spaces and Greening、の4つのカテゴリーに対する達成基準が定められている。表3に SDM の評価項目毎の達成基準と筆者の気づく点を整理する。

熱:

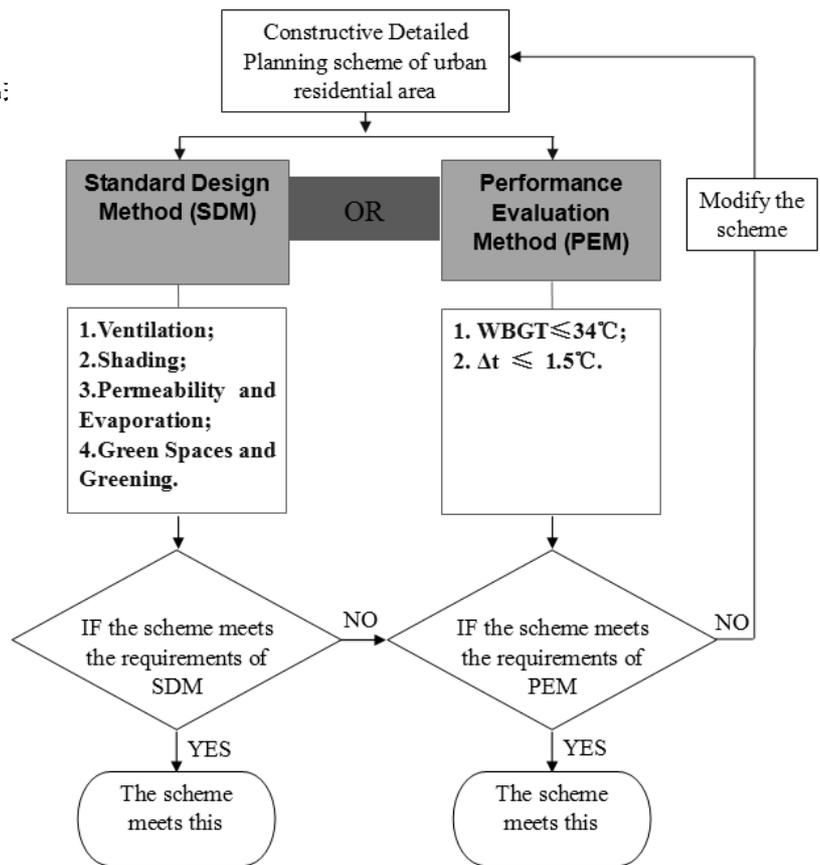


図1 中国側ガイドラインの評価スキーム

表3 SDM の評価項目の概要

評価項目	SDM 達成基準	備考 (筆者の補足、コメント等)
Ventilation	① Average frontal area ratio の値が地域区分毎の基準値以下である事。 Frontal area ratio 最大見付面積に対する卓越風向の見付面積の比 ② Ventilation Area Ratio が 10% 以上 (気候区分が暑い地域、かつ卓越風向側の建物高さが 80m を超える場合に確認する必要あり)。 Ventilation Area Ratio 建築面積に対するピロティ部の面積の近似値に対する比	①の尺度は日本とは異なる。日本は卓越風向時の建物の投影面積と空隙面積の比。 ②は下限が無いのが気になる (構造・耐震的視点に不安あり)。風穴階のようなものの取扱いは?
Shading	Shading coverage ratio の値が地域区分毎の基準値以上である事。 Shading coverage ratio 敷地内の Hardened ground (Square, Sidewalk 等) の種別面積に対する日影を作るものの水平投影面積の比	敷地内の土地利用毎に基準があるのは分かりやすい。 Hardened ground の定義がやや不明 (水面等は含まない?)。
Permeability and Evaporation	以下の指標の値が地域区分毎の基準以上である事。 ① Penetration area ratio 被覆種 (Hardened ground) 毎の面積に対する透水性被覆面積の割合。単位は%。 ② Ground permeability coefficient 敷地内構造物の透水係数の最小値。被覆材料の面積に応じた重み付け平均により算出。単位は mm/s。 ③ Evaporation capacity 1 日の単位面積当たりの蒸発フラックス。単位は kg/(m ² day)。	敷地内の土地利用毎に基準があるのは分かりやすい。
Green Spaces and Greening	以下の基準に基づく緑地と緑化が必要。 緑地: 緑地面積比が 30% 以上 緑化: 緑地 100m ² あたりに 3 本の木が植栽されていること。 屋根面の 50% 以上を屋上緑化可能な仕様にする必要あり。	木について明確な定義無し。どんな木でも良いのか?

表 4 PEM、DUTE で出力並びに取り扱われる諸量の算出方法

評価項目	算出方法
WBGT	<p>広州での熱環境実測の結果から得られた以下の回帰式を用いて算出される。</p> $WBGT = 1.157T_a + 17.425RH + 2.407 \times 10^{-3}SR - 20.550$ <p>T_a : 気温[°C] (キャノピーモデル (CTTC model) で計算) RH : 相対湿度[%] (キャノピーモデルで計算された気温、TMD (標準的気象データ) の相対湿度、気温による関数から算出。) SR : 日射量[W/m²] (日影面積、天空率に基づく評価式を使用^{文4)})</p>
Average wind velocity ratio	<p>実市街地の一部をモデル化した対象における CFD 解析を 16 風向に対して行うことにより得られた回帰式を用いて算出される。</p> $R_{ave} = -0.507\rho\zeta_s + 0.244\kappa + 0.697$ <p>ρ : Building coverage ratio (建蔽率に相当) ζ_s : Average frontal area ratio (表 3 参照) κ : Ventilation area ratio (表 3 参照)</p>
Air temperature within residential areas	<p>キャノピーモデル「Cluster Thermal Time Constant (CTTC) model」の改良版を用いて算出。</p> $t_a = t_{a-TMD} + \Delta t_{sol} - \Delta t_{lw} - \Delta t_{lat}$ <p>t_a : キャノピー内の気温[°C] t_{a-TMD} : 対象地域の典型的気象データによる外気温[°C] Δt_{sol} : 日射に依る気温上昇 [°C] Δt_{lw} : 長波長放射に依るキャノピー外への放熱による気温低下 [°C] Δt_{lat} : 潜熱放散に依る気温低下 [°C] CTTC model の詳細については文献 7, 8 を参照されたい。</p>

表 5 日中ガイドラインの比較

	長所・特長	短所・課題
中国	SDM の評価項目・基準と実務での計画・設計案の対応付けが比較的容易。地域区分毎の基準が定めている。	①評価尺度・基準の精度、設定理由等に疑問が残る。 ②人工排熱に関する基準は無い。
日本	計画・設計案の優劣をつけやすい。 →BEE で環境性能の高い案というランク付けができる。	①計画・設計案と評価項目・基準の関係が分かりにくい。 →設計案の変更が複数の評価項目の結果に作用する。 →「どのような空間設計案を作ると良い評価になるのか」を考えるためには試行錯誤が必要。 ②国内の様々なヒートアイランド対策ガイドラインの差異の関係に配慮している訳ではない。地域区分毎の基準は無い。

3.3 PEM の概要

PEM は計画・設計案の性能・課題を詳しく分析するための評価システムである。この評価には、華南理工大の研究チームが開発したソフト「DUTE」が用いられている。DUTE は AutoCAD 内のサブ機能的要素として組み込まれており、①WBGT、②Average wind velocity ratio、③建物キャノピー層におけるキャニオン空間内の気温、の 3 つの諸量の時間変化を出力することが可能である。これらのうち、PEM の評価基準として WBGT、ヒートアイランド強度 (キャニオン空間の気温と地域の代表気温の差) が用いられる。なお、諸量の算出には、表 4 に示す様に、華南理工大の研究チームの研究成果に基づく算出式が用いられている。また、中国国内都市毎の気象条件のデータベース(TMD, TMY)を解析に用いている。PEM の長所はキャノピーモデル、簡単な関数により得られる指標を適用し、計算の簡易化を図っている点が挙げられ、逆に短所 (課題) は、①関数、指標等の精度 (例えば、WBGT は広州での観測結果で作った関数であるにも関わらず、これがすべての地域で適用されるのは妥当か?)、②詳しい評価に位置づけられるにも関わらず、計算的にはキャノピーモデルを用いた比較的簡易な計算であるため、対象地域内の熱環境要素の 3 次元的空间分布に基づく課題の評価・分析を行う事ができない点、が挙げられる。

3.4 中国側ガイドラインの長所と課題

前節までに、中国側のヒートアイランドガイドライン「城市居住区热环境设计标准」の概要を説明した。表 5 はこのガイドラインの特性 (長所・短所) を整理したものであり、日本側の比較対象として 2.2 節で取り上げた「CASBEE-HI+建築設計ガイドライン」の分析例を併記する。中国側の長所は、第一段階評価の SDM の基準が実務の計画・設計案と対応付けし易い点にあるのに対し、課題は人工排熱の排出位置・方法に関する取扱いの記述が無い点があげられる。一方、日本側については、BEE に基づく評価の採用によ

り計画・設計案の優劣を判断する事が容易である点が長所であるものの、実務における計画・設計案と評価項目・基準の関係が分かり難い、地域の気候区分等に配慮した基準は設けられていない、等の課題があると考えられる。

4. 国内ガイドラインの提案項目の比較・分析

4.1 はじめに（調査の目的）

2、3章の説明より、東アジア諸都市に対する国際ガイドラインを考える場合、数値目標の設けられた国交省型のものを基本仕様とする方が、各国のガイドラインに含まれる情報を組み込み易いものと考えられる。しかし、国内では数値目標を伴わないガイドラインの方が多く現状にある。これらの多様性に配慮した国際ガイドラインを提案するためには、何らかの方法により国交省型ガイドラインと他を相互比較する必要がある。そこで、本章では国内多くのガイドラインの基本形に当る環境省ガイドラインを相互比較の基軸に据えた比較・分析を行う。

4.2 調査対象

表 6 に調査対象とするガイドラインを示す。3都府県（東京都、大阪府、埼玉県）、5市町村（千代田区、千葉市、大阪市、枚方市、堺市）、6地区（全て東京都内）を対象とする。

表 6 調査対象

1. 都府県：3
①東京都ヒートアイランドガイドライン、 ②大阪府ヒートアイランドガイドライン、 ③埼玉ヒートアイランドガイドライン
2. 市区：5
①千代田ヒートアイランド対策、 ②千葉ヒートアイランド対策指針、 ③大阪市ヒートアイランド対策推進計画、 ④堺市ヒートアイランド対策指針、 ⑤枚方市暑気対策指針
3. 地区：6（全て東京都内）
①品川駅・田町駅周辺まちづくりガイドライン、 ②大手町・丸の内・有楽町地区まちづくりガイドライン、 ③中野駅周辺まちづくりガイドライン、 ④竹芝地区まちづくりガイドライン、 ⑤渋谷駅中心地区まちづくりガイドライン、 ⑥環状2号線周辺地区まちづくりガイドライン

ガイドライン(GL)比較調査票

1. GL名(策定年度) 千葉市ヒートアイランド対策方針(H17年11月)

2. 自治体情報

2-1 自治体名 千葉市

2-2 自治体の人口 961813

2-3 自治体の面積[km2] 3540

3. GLの掲げる目標(例: 熱帯夜日数の削減)

①冷暖房機器の適せ運転等の省エネルギーの実践、建築物の断熱性の向上、未利用エネルギー、自然エネルギーの利用などによる都市の人工排熱量の低減

②公園・緑地の整備、建築物の屋上・壁面の緑化、道路等の透水性の向上などによる地表被覆の改善

③風の通り道が確保された都市と市街地の形状の配慮などによる都市形態の改善

④市民・事業者の理解を深め対策を普及するライフスタイルの改善

4. 建築設計GL+CASBEE-HIとの関係

4-1 建築設計GL、CASBEE-HIがGL内で引用されているか?(True or false) FALSE

4-2 設定される対策メニュー実施のための数値目標設定に建築設計GL、CASBEE-HIが反映されているか?(True or False) FALSE

5. 対策メニューと環境省HIGLとの関係

5-1 各自治体で掲げる対策項目と環境省HIGLの関係を下記フォーマットで記述してください。

整理No	対策名	数値目標の有無	対応する環境省HIGL内の対策メニュー番号(複数回答可、対応するメニューが無い場合は[99]と入力)
1	エネルギー消費機器の高効率化	FALSE	5-2
2	空調システムの高効率化	FALSE	5-2
3	エネルギー消費機器の最適利用	FALSE	5-2
4	空調システムの適切な運転	FALSE	5-2
5	低公害車の導入	FALSE	5-3

< 中 略 >

データ集計	現象緩和					影響抑制		エネルギー消費の削減	対策による影響の期待される空間スケール			その他
	日中の現象緩和	夜間の現象緩和	日中の暑熱緩和	夜間の暑熱緩和	都市	地区	道路・歩道・駐車場		建物・建物敷地			
○の数	7	7	6	6	7	1	2	1	6	3		
比率	0.212	0.212	0.182	0.182	0.212	0.100	0.200	0.100	0.600	#DIV/0!		
	総計					33			10			

図 2 調査シートの記入例（千葉市ヒートアイランド対策方針の例）

4.3 調査方法

図2に本調査で用いた評価シート（Excel）を示す。ガイドライン毎に5つの項目（1.ガイドライン名、2.自治体情報、3.ガイドラインの掲げる目標、4.建築設計ガイドライン（GL）、CASBEE-HIとの関係、5.ガイドライン内に示される各種対策メニューと環境省ガイドライン（HIGL）に示された対策技術（表2）との関係）に整理される情報を入力する。入力後、シート下部の「データ集計」ボタンにより作動するマクロ機能を用いて、調査対象ガイドライン内の対策メニューと環境省ガイドラインの対策メニューの対応関係を調査し、各ガイドラインの特長を明らかとする。

表7 ガイドラインの掲げる目標の比較

1-①東京都	①敷地の草化・裸地化、樹木緑化、道路の緑化や保水性舗装による地表面温度の上昇の抑制、 ②屋上・壁面緑化により建築物の屋上表面温度上昇の抑制や省エネルギーに寄与、 ③屋根面への高反射率塗料の適用により蓄熱を抑制、④建築物や交通による人工排熱の削減、 ⑤各地域の特性や建物の用途別に合わせた対策メニューの実施
1-②大阪府	目標1：住宅地域における夏の夜間の気温を下げ、2025年までに夏の熱帯夜数を現状より3割減らす（現状の熱帯夜数：大阪49日、豊中36日、枚方29日、堺21日） 目標2：屋外空間にクールスポットを創出し、夏の日中の熱環境の改善を図り、体感温度を下げる
1-③埼玉県	①地表面、屋上の緑化、高反射塗装等の活用による地表面被覆の改善 ②建物の空調設備や車からの人工排熱の低減 ③都市形態の改善（風の道の利用、人やものの移動に伴う熱負荷の少ないまちづくりなど） ④ライフスタイルの改善（冷房温度の引き上げ、暖房温度の引き下げ、服装の工夫、エコドライブ、公共交通機関の利用促進、すだれ、打ち水など）
2-①千代田区	①緑化の推進、②人工被覆の改善、③人工排熱の抑制、④水辺の創出・復活、⑤都市形態の改善（コンパクトで環境負荷の少ない都市の構築）
2-②千葉市	①冷暖房機器の適正運転等の省エネルギーの実践、建築物の断熱性の向上、未利用エネルギー、自然エネルギーの利用などによる都市の人工排熱量の低減、②公園・緑地の整備、建築物の屋上・壁面の緑化、道路等の透水性の向上などによる地表面被覆の改善、③風の通り道が確保された都市と市街地の形状の配慮などによる都市形態の改善、④市民・事業者の理解を深め対策を普及するライフスタイルの改善
2-③大阪市	平成32（2020）年度までの計画期間内に年平均気温及び熱帯夜日数を現状以下にする。（現状：年平均年平均気温17.2℃、熱帯夜日数43.5日）
2-④枚方市	市街地を中心とした夏季の暑さの緩和を目的とする「暑気対策」の実施
2-⑤堺市	①市域全体でヒートアイランド現象による熱帯夜数の減少を図る。 ②街区レベルにおいてクールスポットを創出することにより、街区空間における夏季の昼間の高温化を改善する。
3-①品川・田町駅	①環境モデル都市づくり（環境に配慮した都市づくりの作法、風の道をつくる、水と緑のネットワークをつくる、CO ₂ 削減など、環境に配慮した多様な取組）、②千客万来の都市づくり、③東京サウスゲートの形成
3-②大手町・丸の内・有楽町	①時代をリードする国際的なビジネスのまち、②人々が集まり賑わいと文化のあるまち、③情報化時代に対応した情報交流・発信のまち、④風格と活力が調和するまち、⑤便利で快適に歩けるまち、⑥環境と共生するまち、⑦安心・安全なまち、⑧地域、行政、来街者が協力して育てるまち
3-③中野駅周辺	（特に記載なし）
3-④竹芝地区	竹芝地区とその周辺地域が持つ魅力的な資源を生かしたまちづくりを進める
3-⑤渋谷駅中心地区	谷を冷やす ～緑・水を活かした谷空間の環境づくり～（HI関連の記載のみ抜粋）
3-⑥環状2号線周辺地区	熱を抑える、熱を蓄えにくくするまちづくり（HI関連の記載のみ抜粋）
4(参考) 建築設計 GL	①敷地周辺の風の状況を十分に把握して、敷地内の歩行者空間等へ風を導くとともに、風下となる地域への風の通り道を遮らないよう建築物の配置・形態計画の配慮 ②夏期における日影を形成し、敷地内の歩行者空間等での暑熱環境を緩和する外構計画 ③敷地内に緑地や水面等を確保することにより、歩行者空間等の地表面等の温度の上昇を抑制する外構計画 ④建築物の空気調和設備等の負荷低減とともに、歩行者空間等での暑熱環境の緩和や隣地等への熱放散を抑制する建築物の外装計画 ⑤歩行者空間や隣地等への排熱を抑制する建築設備の計画

4.4 調査結果

(1) ガイドラインの掲げる目標の比較

表7にガイドライン毎の掲げる目標の比較を示す。まず、都府県（1-①～③）に着目する。東京については、都内の地域別、建物用途ごとに個別の対策メニューの実施の必要性を述べている点に特徴がある。大阪については、夜間の気温低下による熱帯夜日数3割減という数値目標を掲げている点に特徴がある。埼玉については、着衣・冷暖房の調整、打ち水の実施をはじめとするライフスタイルの改善にまで言及している点に特色がある。次に、市・区レベル（2-①～⑤）に着目する。これらの中では大阪市、堺市において熱帯夜日数削減の目標が掲げられている点が特徴として挙げられるが、これは大阪府のガイドラインを参考に作られているためと考えられる。最後に、地区レベル（3-①～⑥）に着目すると、品川・田町駅地区（3-①）の様子地域の立地特性に配慮した目標が掲げられている場合もあるものの、ヒートアイランド対策以外の多様な目標が含まれる点に特色があり、この目標のみでは実際の地域内建物の計画・設計に活用しにくい点に課題がある。

(2) ガイドラインに示される各種対策メニューの比較

本項では、各ガイドラインに示される対策メニューの差異を、環境省ガイドライン内に示された対策技術（表2）と関連付ける事により分析する。具体的には、各々のガイドライン内に記述される各種対策メニューと表2中に示される対策手法を関連付け、表2中央ならびに右側に記載の期待される効果（現象緩和、影響抑制、エネルギー消費削減）、対策効果の発現が期待される空間スケール（都市、地区、街区）毎の「○」の数を集計することにより、各ガイドラインの特性を抽出する。

図3に対策メニューの実施により改善が期待される効果（ねらい）の割合の比較を示す。日中における効果の割合が夜

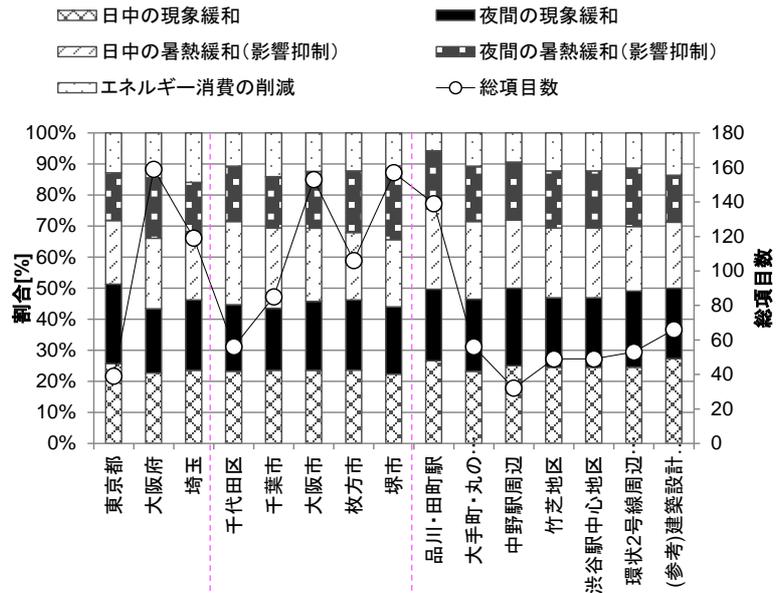


図3 ガイドラインに期待される効果（ねらい）の比較

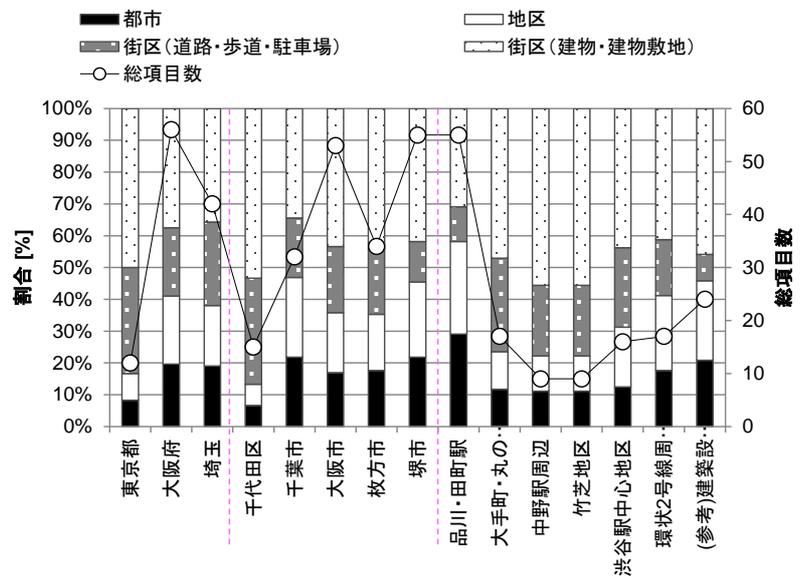


図4 ガイドラインの影響範囲（空間スケール）の比較

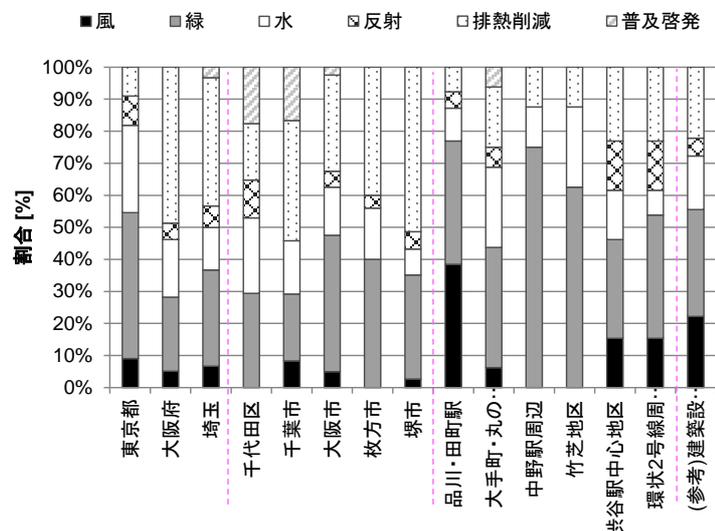


図5 採用される対策手法（メカニズム）の比較

間のそれよりやや大きい事、ヒートアイランド現象緩和に期待する割合が暑熱緩和に期待する割合より大きい事が分かる。しかし、項目数は別として、全体的にガイドライン間の差は小さい。図4に対策メニューの実施による改善の及ぶ影響範囲（空間スケール）の比較を示す。図3に比べ、ガイドライン間の差異が大きいこと、街区（建物・建物敷地）内への対策効果に期待する項目の割合が大きいこと、が分かる。図6は図5の差異の要因を分析するため、採用される対策手法（風、緑、水、反射、排熱削減、普及啓発）の割合をまとめたものである。これを見ると、敷地内緑化、屋上緑化等による「緑」を活用した手法、「排熱削減」による手法の割合が大きい事が分かる。これらの手法は表2の項目2-4~2-6、5-1~5-3に示す様に街区（建物・建物敷地）の欄に○が付されていることより、この空間スケールの環境改善に寄与することがわかる。従って、多くのガイドラインがこれらの項目に対応する対策メニューを採用していることが図5の結果に大きく作用したものと考えられる。また、品川・田町駅地区では、「風」を活用した対策手法の採用割合が4割弱の値を示し、他のガイドラインに比べ極めて大きい。これが図4における都市、地区への影響を期待する割合を大きくする要因となったものと考えられる。

4. まとめ

- 1) 日本国内、東アジア（特に中国）で提案されているヒートアイランド対策ガイドラインの現状整理、並びに各ガイドライン間の差異を分析した。
- 2) ガイドラインのねらいについてはガイドライン間の差が小さいものの、影響の及ぶ範囲についてはガイドライン毎の差異が強く表れることが明らかとなった。
- 3) 本稿で適用した分析方法を東アジア各国のヒートアイランド対策ガイドラインに適用し、その差異を分析することが今後の課題である。

謝辞 本研究は、独立行政法人 科学技術振興機構（JST）の戦略的国際科学技術協力推進事業（研究交流課題名「東アジアの諸都市の気候変化のメカニズムとその予測・計測・評価技術（研究代表：持田灯）」の一環として実施したものである。またガイドラインの収集・分析・取り纏めは、日本建築学会・地球環境委員会・都市と気候適応小委員会・東アジア諸都市のヒートアイランド対策ガイドライン検討WG（主査：吉田伸治）の活動によるものである。関係各位に深甚なる謝意を表します。

[参考文献]

- [1] 国土交通省, ヒートアイランド現象緩和のための建築設計ガイドライン, 2004. 7.
- [2] 一般社団法人 日本サステナブル建築協会編, CASBEE-HI 評価マニュアル (2010年度版), 2010.7
- [3] 環境省, ヒートアイランド対策ガイドライン, 2009.3
- [4] The ministry of housing and urban-rural development of the People's Republic of China, Design standard for thermal environment of urban residential area, 2011.
- [5] Q. Meng et al, Introduction of design standard for thermal environment of urban residential areas, 8th International Conference on Urban Climates, 558, 2012.
- [6] EEW-HI, <http://en.wikipedia.org/wiki/EEWH>
- [7] H. Swaid, and M. E. Hoffman, Prediction of urban air temperature variations using the analytical CTTC model, Energy and Buildings, 14(4) p. 313-11, 1990.
- [8] M. M. Elnahas, and T. J. Williamson, An improvement of the CTTC model for predicting urban air temperatures, Energy and Buildings, 25(1), p. 41-9, 1997.