

CASBEE[®] HI (ヒートアイランド)

Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency

建築環境総合性能評価システム

●評価マニュアル(2017年版)

編集：JSBC 一般社団法人
日本サステナブル建築協会

企画・発行：IBEC 一般財団法人
建築環境・省エネルギー機構

本マニュアル、評価ソフトの利用上の注意

- ・本マニュアル及び評価ソフトの使用は、各使用者の自己責任でお願い致します。本マニュアル及び評価ソフトの評価結果、及びこれらの使用によって生じたいかなる種類の損害に関して、CASBEE 評価認証を受けた物件を除き、一般社団法人日本サステナブル建築協会、並びに一般財団法人建築環境・省エネルギー機構は、一切の責任を負いません。
- ・「CASBEE」は一般財団法人建築環境・省エネルギー機構が保有する登録商標です。広告物やカタログ、ウェブサイト、商品、サービス等に「CASBEE」の名称を使用する際には、使用許諾申請が必要です。詳しくは CASBEE のウェブサイト (<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/>) をご覧下さい。

目 次

はじめに	3
CASBEE とは.....	4
PART I . CASBEE-HI の基本的考え方	5
1. CASBEE-HI 整備の背景・目的・位置付け.....	5
2. CASBEE-HI による評価の枠組み	10
3. 評価方法	18
4. 評価手順.....	22
5. ケーススタディ	29
PART II . 採点基準	30
1. 風通し.....	30
2. 日陰	40
3. 外構の地表面被覆等.....	42
4. 建築外装材料.....	45
5. 建築設備からの排熱.....	48
6. 参考資料	52
PART III . 解説・資料	63
1. CASBEE-HI 開発の背景.....	63
2. CASBEE-HI の定義、定式化	73
3. 感度解析	78
4. 風環境データベース.....	108
PART IV . CASBEE の全体像	120
1. サステナビリティ推進のための方策	120
2. CASBEE の枠組み：CASBEE ファミリー	120
3. CASBEE 開発の背景.....	124
4. CASBEE による評価のしくみ	126
5. CASBEE による評価範囲の基本的な考え方	127
6. CASBEE の活用.....	128
— 資 料 編 —	129
あとがき	149
研究体制	150

はじめに

都市におけるヒートアイランド対策が急務との認識がひろまっています。このヒートアイランド現象に対して、建築分野が大きな影響要因となっていることが近年の諸研究・調査より明らかになってきました(例えば、本マニュアル PART I など)。特に、建築物に起因するヒートアイランド現象は責任が明確であること、抑制対策の効果が大きいこと、などの特徴から、その対策を具体的に展開・促進することが急がれており、その対策の効果を簡易かつ的確に評価するためのツールが求められていました。

このような背景を受けて、建築におけるヒートアイランド対策を評価するツールとして CASBEE-HI (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency for Heat Island Relaxation: ヒートアイランド対策に関する建築環境総合性能評価システム)のマニュアルを開発・整備し、2005 年に初版を発刊致しました。2005 年版では、非住宅建築のみを対象とするなど、限定的な扱いでありましたが、更なる検討を重ね、2006 年版では住宅(集合住宅)を含め、より広範な対象を想定したマニュアルとしてリファインしました。更に、2010 年版では、低炭素化社会へ向けての採点基準の厳格化などの見直しを行いました。その後 7 年間を経て、ヒートアイランドに関する行政の動向や、世の中に普及した新しい建材・設備などの扱いを踏まえ、この度 2017 年版としてマニュアルを改定・発刊することに致しました。本ツールを適用して、ヒートアイランド対策に資する建築設計・改修等の推進に役立てていただければと念願致します。

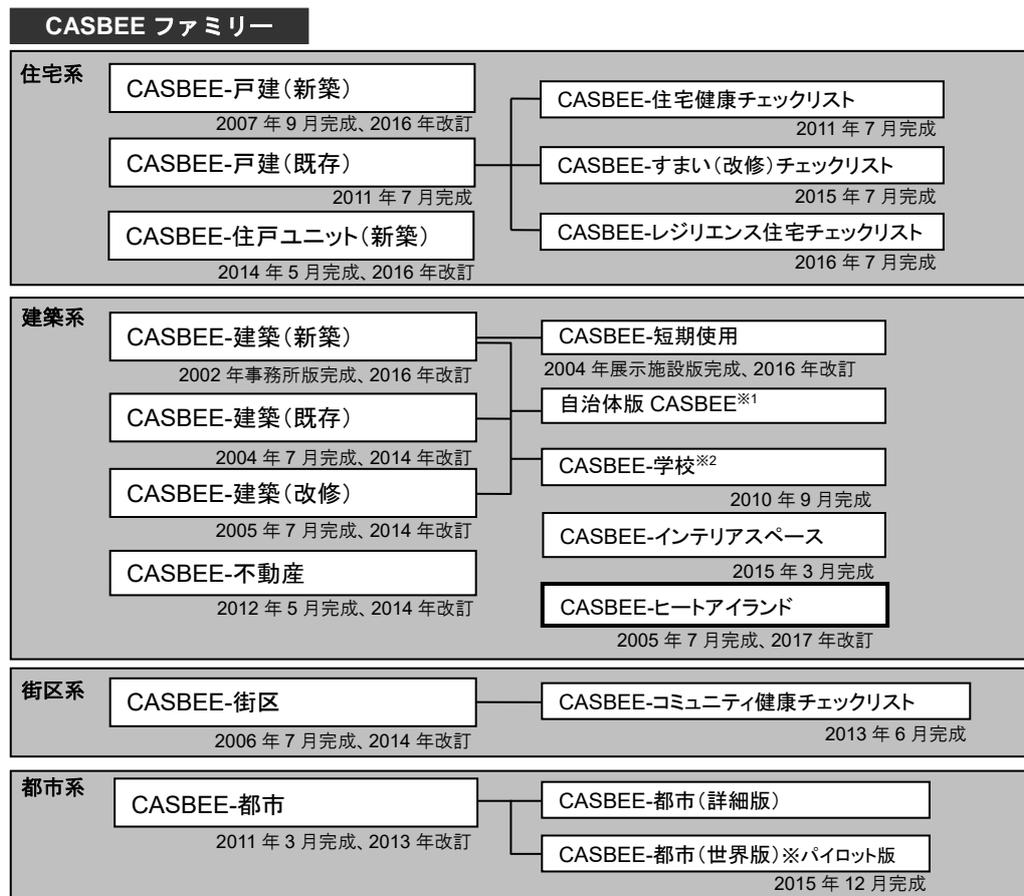
一般社団法人 日本サステナブル建築協会(JSBC)
建築物の総合的環境評価研究委員会
委員長 村上 周三

CASBEE とは

「CASBEE」(建築環境総合性能評価システム)は、建物を環境性能で評価し、格付けする手法である。省エネルギーや環境負荷の少ない資機材の使用といった環境配慮はもとより、室内の快適性や景観への配慮なども含めた建物の品質を総合的に評価する。CASBEEによる評価では「Sランク(素晴らしい)」から、「Aランク(大変良い)」「B+ランク(良い)」「B-ランク(やや劣る)」「Cランク(劣る)」という5段階の格付けが与えられる。

CASBEEには図 I .1.1に示すような評価する対象のスケールに応じた住宅系、建築系、街区系、都市系の評価ツールがありこれらを総称して「CASBEEファミリー」と呼んでいる。

CASBEEは、2001年より国土交通省の支援のもと産官学共同プロジェクトとして設置された研究委員会において開発が進められているもので、2002年には最初の評価ツール「CASBEE-事務所版」が、その後2003年7月に「CASBEE-新築」、2004年7月に「CASBEE-既存」、2005年7月には「CASBEE-改修」が完成した。CASBEEの評価ツールは、①建築物のライフサイクルを通じた評価ができること、②「建築物の環境品質(Q)」と「建築物の環境負荷(L)」の両側面から評価すること、③「環境効率」の考え方をを用いて新たに開発された評価指標「BEE(建築物の環境効率、Built Environment Efficiency)」で評価する、という3つの理念に基づいて開発された。CASBEEファミリーに関しては、「PART IV CASBEEの全体像」にて、詳述する。CASBEE-HIの位置付けや枠組みに関しては、「PART I CASBEE-HIの基本的な考え方」にて解説する。



※1) CASBEE-名古屋(2004.04施行)、CASBEE-大阪(2004.10施行)、CASBEE-横浜(2005.07施行)など、全国の自治体で開発が進んでいる。

※2) CASBEE-学校は文部科学省が企画・開発したツールであり、小中高校の施設管理担当者を主なユーザーとしている。

図 I .1.1 CASBEEファミリーの構成

PART I . CASBEE-HI の基本的考え方

CASBEE-HI は建築物に起因する実効的なヒートアイランド対策を見出すことを意図した「評価ツール」である。本ツールは次のように活用することを想定している。第一は設計支援への活用である。建築主や建築設計者等が簡便、かつ的確にヒートアイランド対策に資する設計内容を見出せるよう支援する。第二は格付けへの活用である。新築・既築を問わず、ヒートアイランド対策のための配慮がどの程度なされているかを評価するのに用いることができる。第三は施策展開への活用である。本ツールの利活用により自治体等が良好な環境性能水準を誘導するのに役立てることができる。その他、本ツールは教育への活用も視野に入れたものとなっている。大学等での建築専門教育や、実務専門家の継続的職能開発にも役立てることができる。PART I は利用者にCASBEE-HIを適用するに当たって、その基本的考え方やマニュアル適用の骨子を的確に理解してもらおう視点から記述したものである。

1. CASBEE-HI 整備の背景・目的・位置付け

1.1 背景

1.1.1 地球環境問題の深刻化と持続可能社会の構築

地球温暖化・オゾン層破壊など地球環境問題が深刻化してきていることは周知のとおりである。ここに、「持続可能な社会」の構築が人類に課せられた最大の課題の一つとして広く認識されるに至っている。2005 年 2 月には京都議定書が発効され、一層の温室効果ガス削減努力が必要とされている。

1.1.2 ヒートアイランド現象の深刻化

地球環境問題に加えて、都市環境問題が深刻化している。特に日本は気候的に蒸暑地域に存することからヒートアイランド現象に伴う都市の温暖化・熱帯夜の増加・熱中症患者の増加などが顕在化し、深刻な状況を呈している。ここに、早急に有効なヒートアイランド対策を講じることが求められている。以下に、都市の温暖化等の状況を概説する。

(1) 都市の温暖化

図 I .1.2 は、1900 年以降の日本の 6 都市の年平均気温の上昇傾向を示したものである。「20 世紀中の地球全体の平均気温の上昇が約 0.6°C であるのに対し、日本の大都市の平均気温上昇は 2~3°C に及ぶ」との指摘³⁾、^{附 1)}がある。これらは地球の温暖化にも増して、都市の温暖化が深刻であることを示している。近年の都市の温暖化の傾向として、図 I .1.3 に示すように日中の気温が高温な状態に至る時間と範囲の拡大が挙げられる。都市居住者が高温な環境に曝される時間が増加している⁴⁾。

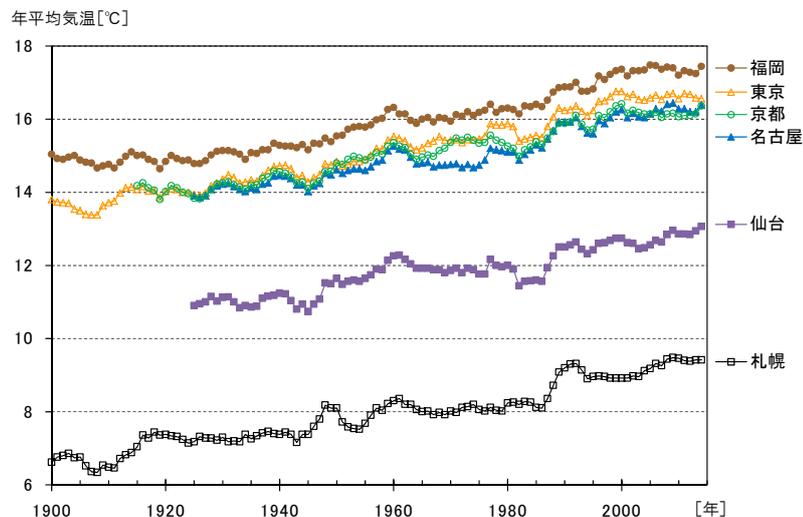


図 I .1.2 日本の 6 都市の年平均気温変動の比較 (5 年移動平均)

(気象庁提供資料より作成、東京の観測地点が 2014 年 12 月に千代田区大手町から北の丸公園へ移転している。)

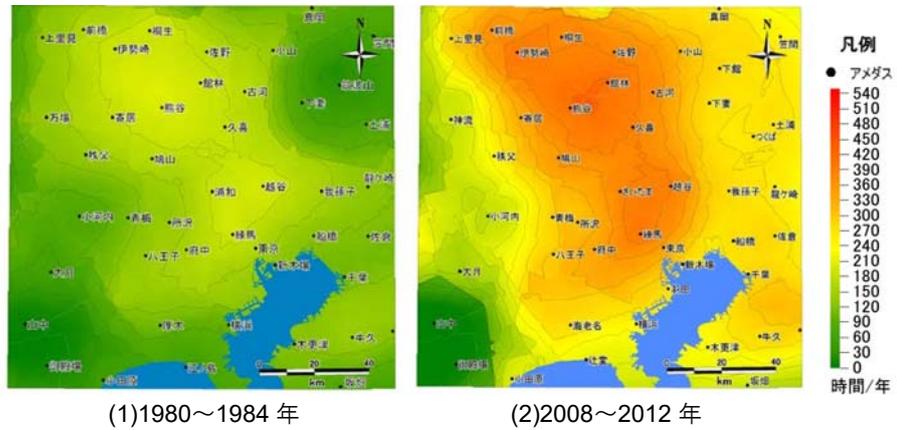


図 I.1.3 関東地方における 30℃以上の合計時間数の分布(5年間の年平均時間数)
ヒートアイランド対策ガイドライン改訂版(2013, 環境省)⁵⁾より引用

(2) 都市における熱帯夜の増加

図 I.1.4 は、東京都心部における熱帯夜の増加傾向を示したものである。同図から、急速な熱帯夜の増加傾向が読み取れる。過去 60 年間で熱帯夜の出現日数は約 3 倍に増加しており、近年では、年間 30 日を超える年が現れている。

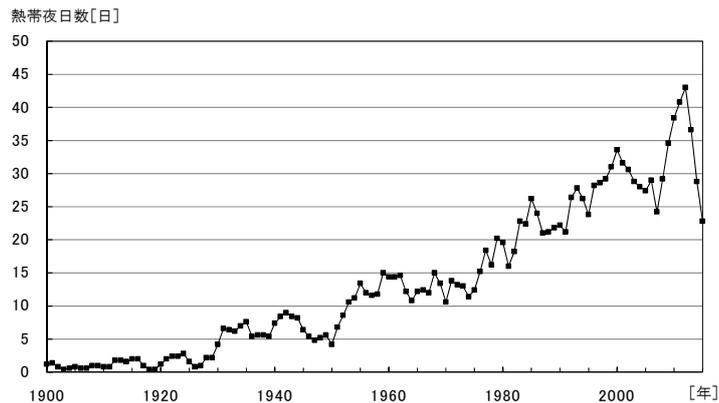


図 I.1.4 東京の熱帯夜の日数 (5年移動平均)
(気象庁提供資料より作成、東京の観測地点が⁶⁾2014年12月に千代田区大手町から北の丸公園へ移転している。)

(3) 熱中症患者の増加

近年の都市における昼間の高温化や熱帯夜の増加は、都市居住者の不快感の増大に加え、熱中症等の健康障害を引き起こすことが指摘されている^{4,6)}。図 I.1.5 に示すように、東京都内の 7 月～9 月における熱中症による救急搬送人員数は、2010 年以降、毎年 2500 人を超える搬送者数で推移している。

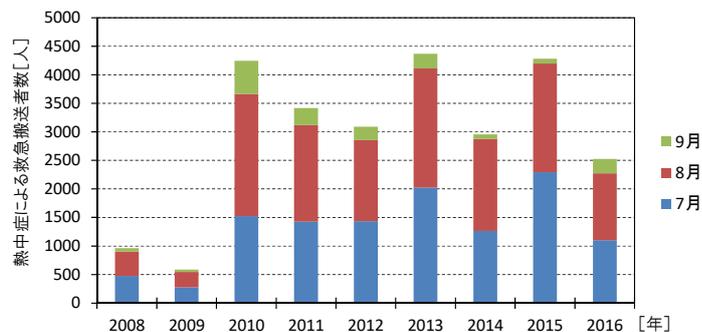


図 I.1.5 熱中症による救急搬送人員数
(総務省消防庁提供資料より作成)

1.1.3 ヒートアイランド対策のための政府の対応

前記等の事態を踏まえて、政府はヒートアイランド対策に関する諸施策を打ち出した。特に、建築と関係の深い施策として以下が打ち出された。

(1) 「ヒートアイランド対策大綱」の公表

政府(ヒートアイランド対策関係府省連絡会議)は 2004 年 3 月に、「ヒートアイランド対策大綱」を取りまとめ公表した³⁾、附 1)。

(2) 「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」の公表

国土交通省は 2004 年 7 月に、住宅局長名で都道府県知事宛に「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」を通知した⁷⁾、附 2)。

(3) 「ヒートアイランド対策ガイドライン及び改訂版」の公表

環境省は、2009 年 3 月に「ヒートアイランド対策ガイドライン」を公表し⁸⁾、2013 年 3 月に「ヒートアイランド対策ガイドライン改訂版」を公表した⁵⁾。

(4) 「ヒートアイランド対策大綱」の改訂

政府(ヒートアイランド対策関係府省連絡会議)は 2013 年 5 月に、「ヒートアイランド対策大綱の改訂」を取りまとめて公表した⁹⁾。

(5) 「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」の公表

国土交通省は 2013 年 12 月に、「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」を公表した¹⁰⁾。

(6) 「まちなかの暑さ対策ガイドライン」の公表

環境省は 2016 年 5 月に、「まちなかの暑さ対策ガイドライン」を公表した¹¹⁾。

(7) 「アスリート・観客にやさしい道づくりに向けた提言」の公表

国土交通省は 2016 年 10 月に、「アスリート・観客にやさしい道づくりに向けた提言」を公表した¹²⁾。

1.1.4 ヒートアイランド現象に及ぼす建築分野の影響

都市におけるヒートアイランド現象に対して、建築物が大きな影響を及ぼしているとの認識がある。例えば、国土交通省と環境省とが共同して実施した「都市における人工排熱抑制によるヒートアイランド対策調査報告書」(2004 年 3 月、国土交通省・環境省)¹³⁾によれば、東京都の 23 区では、建築物からの排熱量が全体の人工排熱量の約半分を占め、最大の人工排熱排出源になっている(図 I .1.6 参照)。このように、建築物はヒートアイランド現象の発生に大きな影響を及ぼしている。建築物を対象としたヒートアイランド対策の推進が、都市のヒートアイランド現象の緩和には不可欠と認識すべきである。

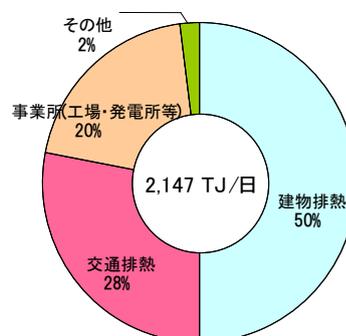


図 I .1.6 東京 23 区の人工排熱源の構成比 (排熱段階)
(参考文献 8 より作成)

※日射や人体に起因する排熱を含む

1.1.5 建築スケールでのヒートアイランド対策推進の必要性等

前述のように、ヒートアイランド現象の発生に関して、建築物が大きな影響を及ぼしているとの認識がある。ここに、建築物におけるヒートアイランド対策の推進が強く求められる。

一方、建築物に起因するヒートアイランド現象は、後述(2.3 参照)するように、明確に定義することができ、的確な対応策を立案することができる。換言すれば、建築物起因のヒートアイランド現象は責任範囲を明確に捉えることが可能で、ヒートアイランド対策の実効を上げやすいという利点がある。

1.2 CASBEE-HI 開発整備の目的等について

建築スケールでのヒートアイランド対策を具体化するには、的確な評価手法を整備する必要がある。ここに、評価ツールとして CASBEE-HI を開発した。以下に、CASBEE-HI 開発整備の目的等について述べる。

1.2.1 建築物におけるヒートアイランド対策に関する評価ツールの整備

都市におけるヒートアイランド対策は都市スケール、街区スケール、建築スケールなどさまざまなスケールでの取り組みがなされなければならない。都市を個々の建築物の集積とみれば、都市のヒートアイランド対策を実践するには、建築スケールでの個々のヒートアイランド対策を出発点として、その効果を集積することが重要である。その過程では、個々の建築物周辺の気候を改善すると共に広域へのヒートアイランド負荷の削減にも効果的に寄与する必要がある。

ここに、定量的分析によるヒートアイランド対策の効果の評価に基づいた、建築スケールでのヒートアイランド対策に関する評価ツール CASBEE-HI を開発・整備する。

1.2.2 建築起因のヒートアイランド対策の立案や第三者評価等を支援

CASBEE-HI を用いて、建築関係者が適切なヒートアイランド対策を見出すことを支援する。また、CASBEE-HI を用いて、ヒートアイランド対策を自治体の担当者が評価したり、第三者が環境格付けしたりするためにも役立つ。以上を踏まえ、CASBEE-HI はそのユーザーとして次などを想定している。

- ・ 建築主
- ・ 建築設計者
- ・ 自治体関係者
- ・ 第三者

1.2.3 都市のヒートアイランド現象緩和と暑熱環境の改善に貢献

同上等を通じて建築起因の個々のヒートアイランド対策の効果を集積させることにより、都市のヒートアイランド現象緩和と暑熱環境の改善に貢献する。

1.3 CASBEE-HI の位置付け

1.3.1 「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」との関係

CASBEE-HI は、前述の国土交通省住宅局長の通達、「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年7月)を受けて、建築物に係わるヒートアイランド対策の具体策を評価するツールとして整備されたものである。

1.3.2 CASBEE-建築(新築)との関係

CASBEE-HI は、次節で説明するように、図 I.1.7 に示す CASBEE-建築(新築)におけるヒートアイランド対策に関する評価である Q3(室外環境(敷地内))における「3.2 敷地内温熱環境の向上」、L3(室外環境(敷地外))における「2.2.2 温熱環境悪化の改善」の内容を補完する立場から整備されている。建築物全体の評価は、CASBEE-建築(新築)により行い、特にヒートアイランド対策のための建築設計に特化した評価の場合には、CASBEE-HI により行う。

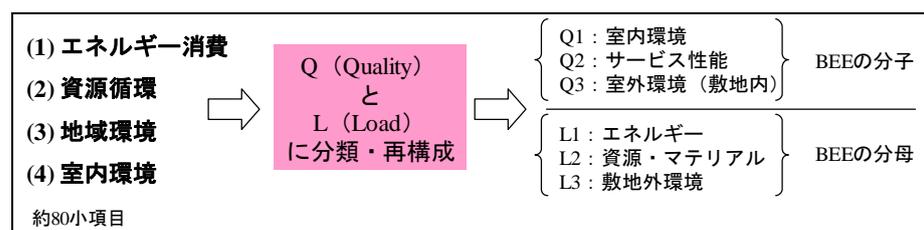


図 I.1.7 CASBEE-建築(新築)における評価項目Q(建築物の環境品質・性能)とL(建築物の環境負荷)による分類・再構成
(CASBEE-HIではQ3とL3を詳細化した)

1.4 2017 年版における改訂の概要

1.4.1 2010年以降の行政のガイドラインの動向調査と環境省の「ヒートアイランド対策ガイドライン改訂版(2013年3月)」⁵⁾に対するLR_{HI}とQ_{HI}の位置付けの整理

2005年に第一版、2006年に第二版、2010年に第三版が公表されて以降、熱中症の被害が増加し、これに対する社会的関心も高まっている中で、環境省は、適応策という観点から「ヒートアイランド対策ガイドライン改訂版(2013年3月)」⁵⁾を公表し、それを受けた各行政のガイドラインの変化などがあつた。これらの行政の動向を追跡調査するとともに、環境省のガイドラインの対策(緩和策と適応策)について、CASBEE-HIにおけるLR_{HI}とQ_{HI}の位置付けや対応関係について概念整理をした。

1.4.2 新建材に係わる評価項目等の改訂

外壁面の対策として、2006年版では外壁緑化、日射反射率の高い建材を施した面を対策面として定義していた。外壁面で反射した材料は通常はそのまま地表面や舗装面、もしくは隣棟の外壁面に到達し、天空に日射を直接跳ね返すわけではない。そのため、2010年版では外壁対策面積には日射反射率の高い材料は加えないこととしていた。近年、太陽光を再帰的に反射する新建材が開発され、第三者機関で認証が整備された。再帰反射は、太陽光の入射と逆向きに反射するため、歩行者空間の放射環境を改善することが可能である。そこで、Q_{HI-4}及びL_{HI-4}の外壁対策面積率の評価において、再帰性反射材料に限り、対策面積に組み込むための変更を行った。また、既存の建材についても各種認証について、最新のものに更新した。

1.4.3 建築設備からの排熱に係わる改訂

省エネ法の改訂、建築物省エネ法への移行を受けて、LR_{HI-5}①の時間最大消費エネルギーの基準値について、現状の世の中の標準的水準と、今後の誘導的水準を勘案して評価基準の見直しを行い、CASBEE-建築(新築)のレベル水準との整合を図るための修正を行った。

参考文献

- 1) 日本建築学会編、建物のLCA指針(案)—地球温暖化防止のためのLCCO₂を中心として(CD-ROM付) 一、日本建築学会、平成11年11月
- 2) 日本建築学会編、シリーズ地球環境建築・専門編3 建築環境マネジメント、彰国社、平成16年1月
- 3) ヒートアイランド対策関係府省連絡会議、ヒートアイランド対策大綱、平成16年3月
- 4) 環境省、平成12年度ヒートアイランド現象の実態解析と対策のあり方について報告書、平成13年3月
- 5) 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
- 6) 環境省、平成14年度ヒートアイランド現象による環境影響に関する調査検討業務報告書、平成15年3月
- 7) 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、平成16年7月
- 8) 環境省、ヒートアイランド対策ガイドライン、平成21年3月
- 9) ヒートアイランド対策関係府省連絡会議、ヒートアイランド対策大綱の改訂、平成25年5月
- 10) 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
- 11) 環境省、まちなかの暑さ対策ガイドライン、平成28年5月
- 12) 国土交通省、アスリート・観客にやさしい道づくりに向けた提言、平成28年10月
- 13) 国土交通省・環境省、都市における人工排熱抑制によるヒートアイランド対策調査報告書、平成16年3月

附

- 1) ヒートアイランド対策関係府省連絡会議、ヒートアイランド対策大綱、平成16年3月
- 2) 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、平成16年7月

2. CASBEE-HI による評価の枠組み

2.1 CASBEE-HI の評価対象空間

2.1.1 CASBEE-HI の評価対象

CASBEE-HIはヒートアイランド対策の観点からCASBEE-建築(新築)による性能評価を補完する位置付けとなっている。CASBEE-建築(新築)における環境効率BEEの評価では、分子側のQはQ1(室内環境)、Q2(サービス性能)、Q3(室外環境(敷地内))の3項目に分けて評価し、分母側のLはL1(エネルギー)、L2(資源・マテリアル)、L3(敷地外環境)の3項目で評価する。CASBEE-HIでは、この中のQ3(室外環境(敷地内))とL3(敷地外環境)の中の屋外暑熱環境の改善効果、ヒートアイランド負荷に係わる部分をより詳細に評価するという位置付けになっている。室内の温熱環境・エネルギー消費等はCASBEE-建築(新築)で評価されるものであるため、CASBEE-HIの評価対象には含まない。

2.1.2 敷地を取り囲む仮想閉空間の設定

従来のヒートアイランド対策の研究では、都市スケールの気候に着目し、各種対策手法が都市全体の気候に与える影響について検討が加えられてきたが、個別の建築計画における工夫の積み重ねから全体の気候改善をめざす場合、従来とは異なる評価の枠組みが必要である。

CASBEE-HIでは、都市を個別の建築物の集積として捉え、CASBEE-建築(新築)に倣って、敷地を囲む仮想閉空間(Control Volume C.V.)を考える(図 I .2.1)。この仮想閉空間の内側は設計者の設計範囲であり、設計内容が暑熱環境の改善や外部への熱的負荷低減に大きく影響する範囲と捉えることができる。この仮想閉空間の内側に対しては、歩行者空間等のような人間の存在する領域の暑熱環境の改善効果から環境の質(Quality、以降 Q_{HI} と表記)を評価する。一方、外側に対しては、外部への影響をなるべく減らすべきという観点から、仮想閉空間外へのヒートアイランド負荷(外部への熱的環境負荷)(Load、以降 L_{HI} と表記)の削減という視点から評価し、この L_{HI} の削減効果をここでは LR_{HI} (Load Reduction for Heat Island Relaxation)と表記する。 Q_{HI} と L_{HI} 、 LR_{HI} の評価方法については、PART I の2章2.3節、4章及びPART III「CASBEE-HI解説資料」の2章で説明する。なお、本マニュアルでは表現の煩雑さを避けるために、仮想閉空間の内側、外側のことを単に敷地内、敷地外と表記することもある。

2.1.3 Q_{HI} を評価するための歩行者空間等

仮想閉空間の内側における暑熱環境の改善効果(Q_{HI})は、人間が存在する地上2~3mの領域(歩行者空間等)を対象に評価する。ここで言う歩行者空間等には歩行者空間のほか屋上庭園やピロティ等のような敷地内の屋外において人が存在する領域全体(屋外生活空間)を含む。

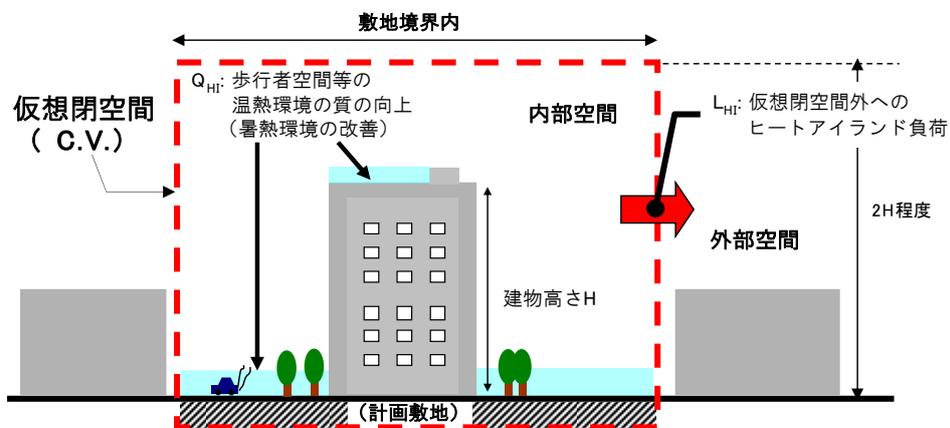


図 I .2.1 評価のための仮想閉空間

2.1.4 ヒートアイランド現象の緩和策、適応策に基づくCASBEE-HIにおける評価指標の位置付け

1.1.3節に示すように、近年、政府はヒートアイランド現象に関する幾つかの施策を打ち出している。その中で、環境省が示した「ヒートアイランド対策ガイドライン改訂版」では、ヒートアイランド現象の緩和(以下、緩和策)とヒートアイランド現象により生じる人の健康等への影響の抑制・軽減(以下、適応策)の双方の対策の必要性が指摘されている。図 I .2.2に環境省「ヒートアイランド対策ガイドライン改訂版」における緩和策・適応策の概念図を、また表 I .2.1に緩和策・適応策の関係を整理したものを示す。図 I .2.2に示す様に、緩和策はヒートアイランド現象の原因の削減に着目する対策である。一方、適応策は人に対する影響抑制(行動変化による影響抑制、影響抑制に効果的な原因対策)に着目する対策である。CASBEE-HIの評価指標の中で L_{HI} が緩和策に、また Q_{HI} が適応策の中の影響抑制に効果的な原因対策に対応する概念と考えられる。

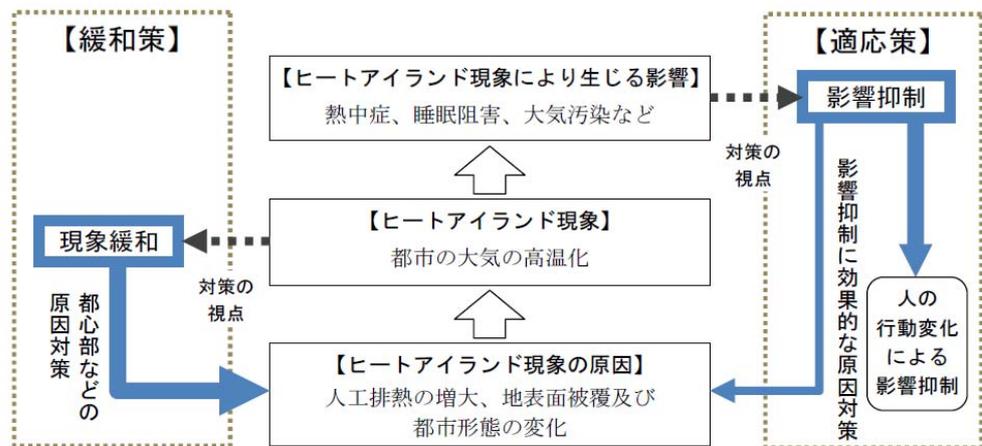


図 I .2.2 ヒートアイランド現象に対する緩和策・適応策の概念図
「ヒートアイランド対策ガイドライン改訂版」(環境省、2013)より引用

表 I .2.1 環境省「ヒートアイランド対策ガイドライン改訂版」における緩和策と適応策の関係

	緩和策	適応策
定義	ヒートアイランド現象を生じさせない様に、その原因を削減する対策	ヒートアイランド現象がある程度生じることは避けられないものとする前提に立ち、長期的な対策が必要とされる緩和策による効果が表れるまでの間、これにより生じる健康影響などを可能な限り軽減する対策
目的	気温上昇抑制	人の熱ストレスの軽減
施策の手法	被覆改善や排熱削減などのハード面の手法	街路樹整備などのハード面と熱中症予報などのソフト面の手法
評価指標	都市スケールの気温	局所的な体感温度、個人的な熱ストレス
効果が現れるまでの期間	長期的な対策の積み重ねが必要	局所的な街路樹整備、広域的な情報提供など比較的短期に実施可能
効果的な対策の実施場所	原因が密集している都心部など	人通りの多い街路樹や熱ストレスに脆弱な高齢者等の関連施設周辺

2.2 CASEE-HI の評価における3段階の空間スケール

建築物の立地に応じて、ヒートアイランド対策の効果は異なると考えられるため、個々の敷地の特性に対応可能な評価手法を策定する必要がある。そこでCASBEE-HIでは、①地域の特性や、②計画敷地周辺の街区状況を配慮した上で、③建築計画レベルでの対策を検討する仕組みとしている。

(1) 地域特性への配慮

地域の風や気温は個別性が強い。都市によって異なることはもちろんのこと、同一都市の中でも、風環境等は大きく異なる。従って、ヒートアイランド対策の評価システムは地域の気候特性、特に風の特性を踏まえる必要がある。そこで、CASBEE-HIでは、日本全国の「広域風環境データベース」(詳細はPART III 4.風環

境データベースを参照)を参考として用意し、評価者が、評価対象地域の風環境を把握したうえで評価できるしくみとしている。

(2) 計画敷地周辺の街区状況(風環境に着目した立地条件)への配慮

計画敷地周辺の街区状況(風環境に着目した立地条件)には種々の特徴がある。前面に大きな道路が存在する場合、風上側に大規模な公園や空地がある場合、隣接する街区に巨大なビルが存在する場合等々が想定される。これら周辺の街区状況により、当該敷地に流入する風速や流入空気の温度などの条件が左右される。そこで、当該敷地に流入する風の状況と空気温度条件を表 I .2.2 のように3つの立地条件に分類し、その分類に応じて適切に評価出来るようにしている。

なお、東京区部、大阪市部については、計画地周辺の詳細な風環境を把握するための「街区レベルの風環境データベース」(詳細はPART III 4.風環境データベース参照)が整備されているので、立地条件の分類を選択する際に利用することができる。

(3) 建築計画レベルでの配慮

評価シートを用いて、建築計画におけるヒートアイランド対策に係わる事項の検討・評価を行う。CASBEE-HIの具体的な評価対象はこのレベルである。

表 I .2.2 風環境に着目した立地条件の分類

		流入する空気温度	
		良好(涼しい)	暑い(熱気)
風上側の 状況	風上に遮蔽物が多い	—	立地条件① 空地の少ない市街地など
	風上に遮蔽物が少ない	立地条件② ウォーターフロントや風上に大規模な緑地や公園がある場合など	立地条件③ 風上に大規模な空地や幹線道路等がある場合など

2.3 CASBEE-HI における評価指標

2.3.1 仮想閉空間外へのヒートアイランド負荷: L_{HI} (緩和効果に係わる指標)

対象領域内の建築物の建設等により、敷地外への熱的影響がどの程度になるかを示す指標が必要となる。そこで、敷地外の①気温や②温熱感指標 SET^* (Gagge他,1986)¹⁾(解説参照)の上昇を助長する要因を各時刻のヒートアイランド負荷 $L_{HI}(t)$ として評価する。これを式で示すと、(1)式となる。同式より算定される $L_{HI}(t)$ が小さい方が良い状態と評価される。

$$L_{HI}(t) = w_{L1}(t) \times (\text{気温上昇に対する負荷}) + w_{L2}(t) \times (\text{SET}^* \text{ 上昇に対する負荷}) \quad (1)$$

ここで、 $w_{L1}(t)$ は敷地を取り囲む仮想閉空間(図 I .2.1)の外部の気温上昇に対する負荷の重み(寄与率)、 $w_{L2}(t)$ は仮想閉空間外部の SET^* 上昇に対する負荷の重み(寄与率)を示す係数である。解説に示すように、 SET^* の評価の中には気温の影響も含まれているが、これとは別に気温上昇への負荷も加えて評価するのは、例えば熱帯夜のように単純に SET^* では測れない気温上昇そのものによる問題への影響を考慮するためである。現在のヒートアイランド対策の主要な目標は、①日中の暑熱環境の改善、②夜間の気温の低下(熱帯夜の削減)であると考えられる。①は SET^* で評価されるが、②は夜間の主として非空調時における室内環境の改善が目標であり、これに係わる負荷は、屋外空間の SET^* よりも気温そのものから評価するほうが適切であると考えられる。そこでCASBEE-HIでは、日中は $w_{L2}(t)$ を大きく、そして夜間は $w_{L1}(t)$ を大きく与え、各時刻の $L_{HI}(t)$ を評価する(詳細はPART III「CASBEE-HI解説・資料」3.1.3項参照)。

2.3.2 仮想閉空間内の暑熱環境の改善効果: Q_{HI} (適応効果に係わる指標)

敷地内の屋外の暑熱環境がどの程度改善されるかを示す指標が必要となる。そこで(2)式を導入する。同式から算定される $Q_{HI}(t)$ が大きいほど良い状態と評価される。

$$Q_{HI}(t) = w_Q(t) \times \langle \text{SET}^* \text{ の許容上限値} - \text{SET}^*(x,y,z,t) \rangle \times V_{許容} \quad (2)$$

但し、 $w_Q(t)$ は敷地内の歩行者空間等に人間の存在する確率を示す重み係数(詳細はPART III 3.1.3項参照)、 $\langle \rangle$ は Q_{HI} の評価領域内の空間平均値、 $SET^*(x,y,z,t)$ は各時刻の各位置の SET^* 、 $V_{許容}$ は Q_{HI} の評価領域内にお

いてSET*が許容上限値(ここでは40°Cと設定)を超えない領域の体積である。

(2)式は敷地内の歩行者空間等におけるSET*が許容上限値を超えない空間領域が広いほど良いという考えに基づいている。また、 $Q_{HI}(t)$ で問題とするのは人間がいる時の歩行者空間等の暑熱環境の改善効果であるので、実際にそこに人間の存在する確率の時刻変化を示す重み係数 $W_{\alpha}(t)$ を右辺に乗じている。

(2)式の値を高めるためには、歩行者空間等に対する①風通し、②日陰、③地表面被覆手法や被覆材等、④建物外装材、⑤建築設備からの排熱量や排熱部位等への配慮が重要である。これらの配慮を適切に組み合わせることにより歩行者空間等の暑熱環境の改善や悪化防止が可能となる。

2.3.3 ヒートアイランド対策に関する建築物の環境効率: BEE_{HI}

(1)式、(2)式から与えられる各時刻の $L_{HI}(t)$ 、 $Q_{HI}(t)$ の日積算値から BEE_{HI} (Built Environment Efficiency for Heat Island Relaxation) を評価する。すなわち、

$$BEE_{HI} = \sum Q_{HI}(t) / \sum L_{HI}(t) \quad (3)$$

ここで、 $\sum Q_{HI}(t)$ 、 $\sum L_{HI}(t)$ は各時刻の $Q_{HI}(t)$ 、 $L_{HI}(t)$ の日積算値を示す。 BEE_{HI} を高めるためには、 $\sum Q_{HI}(t)$ を大きく、 $\sum L_{HI}(t)$ を小さくすることが大切である。

2.3.4 評価シートを用いた BEE_{HI} の評価

(3)式から BEE_{HI} を正しく算出するためには、理想的には詳しい気候の数値解析を行う必要がある。しかし、あらゆる建築物の計画段階において、その都度、詳細な数値解析を行うことは実際上困難であり、CASBEE-建築(新築)と同様に、机上の検討でより簡易に BEE_{HI} を求めることが可能な評価手法が必要とされる。CASBEE-HIでは、評価者が計画段階で環境効率 BEE_{HI} 等を評価、チェックできるよう、3章で解説する評価シートを用いた評価方法を準備している。この評価法では、ヒートアイランド負荷は L_{HI} そのものではなく、その削減効果 LR_{HI} (Load Reduction for Heat Island Relaxation)をまず評価し、その値から L_{HI} を算定するという方法を採用している(詳細は3.2節参照)。

2.3.5 まとめ

BEE_{HI} は、夏の日中の暑熱環境の改善効果、夜間の気温低下効果(熱帯夜の削減効果)を総合的に評価するために、全日の L_{HI} 、 Q_{HI} の積算値から算定する。ここで、 L_{HI} は敷地を取り囲む仮想閉空間(図 I .2.1)の外部の気温上昇およびSET*上昇に影響する負荷から評価し、 Q_{HI} は仮想閉空間内の人間が存在する地上2~3mの領域(歩行者空間等のような屋外の生活空間)の人間が存在する時間帯におけるSET*から評価する。SET*を含めて評価するので、対象敷地内の計画に伴う顕熱放散の増加だけでなく潜熱放散の増加や風速の低下も負荷として考慮される(詳細はPART III 2章参照)。また、 Q_{HI} の評価対象空間を歩行者空間等のような屋外の生活空間とすることにより、緑化部位や建築設備からの排熱の排出位置の違いも評価に反映される。

解説) 温熱感指標SET*

標準新有効温度 SET*(Standard Effective Temperature)は、気温だけでなく風速、湿度、放射などが人間の温熱感に与える影響を総合的に考慮した体感温度を示しており、この値が40°Cを超えると体温調整が難しくなると言われている(中山編、1981)²⁾。SET*は室内温熱環境の評価にしばしば用いられてきたが、近年、これを用いた屋外の温熱環境の評価もなされるようになってきている(例えば、吉田他、2000)³⁾。この場合、室内環境の評価では考慮されない日射の影響も考慮した屋外空間の放射計算と流体計算の連成解析を行い、これにより得られる①風速、②温度、③放射環境、④湿度の情報と、⑤人体の活動状態(代謝量)および⑥着衣量からSET*が評価される(図 I .2.3参照)。

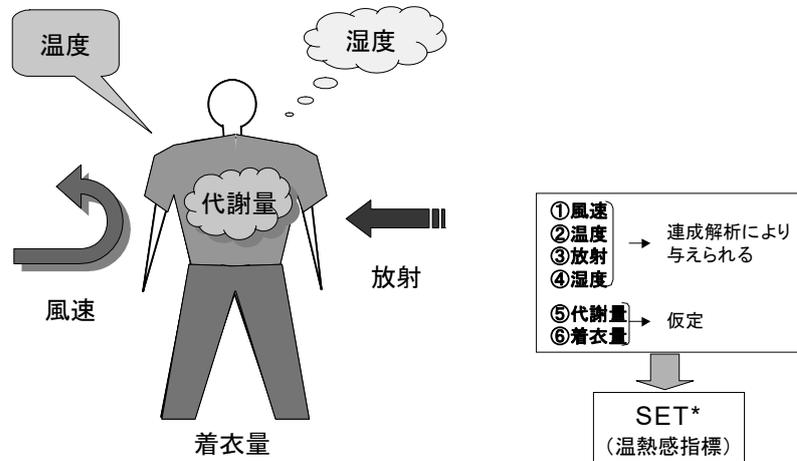


図 I.2.3 SET*の概念図

2.4 CASBEE-HI の使用者(評価者)

CASBEE-HIの使用者としては、CASBEE-建築(新築)に準じ、建築主、設計者、自治体など、広く建築関連関係者を想定している。

2.5 CASBEE-HI の使用(評価)段階

ヒートアイランド対策では、敷地内の風通しを確保する建築物配置計画などが大事であり、図 I.2.4のフェーズ1の基本設計初期段階における検討が重要である。しかし、竣工建物であっても、既存建物にあっても、地表面や外壁面被覆の改善や排熱量の低減など、現状評価、対策による改善効果等の評価に活用することができる。

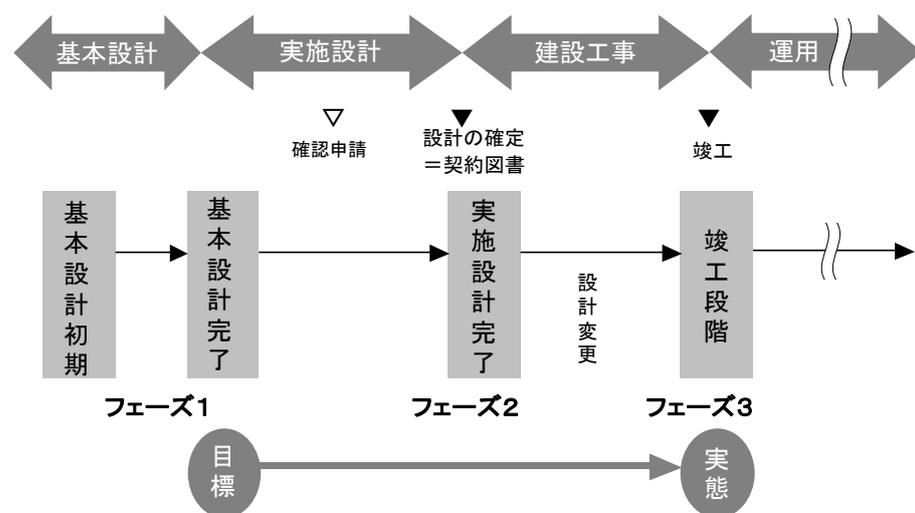


図 I.2.4 CASBEE-HI の評価段階(新築の場合)

2.6 CASBEE-HI の評価対象建築物(18種類)

CASBEE-HIが評価対象とする建築物の主要用途は、CASBEE-建築(新築)に準じ、事務所、学校、物販店、飲食店、病院、ホテル、集会所、工場の非住宅用途、および住宅用途(集合住宅)としている。これらの

建築物を、建物用途、立地条件、法定容積率^{注1)}について分類することにより、評価対象建築物を18種類に分類している(図 I .2.5)。なお、複合用途(非住宅系用途と住宅系用途の複合用途建築物)について評価できる仕組みとしている。

$$\begin{pmatrix} \text{非住宅用途} \\ \text{住宅用途} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \text{立地条件 ①} \\ \text{〃 ②} \\ \text{〃 ③} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \text{法定容積率400\%超} \\ \text{〃 200\%超—400\%以下} \\ \text{〃 200\%以下} \end{pmatrix}$$

図 I .2.5 CASBEE-HIの評価対象建築物の分類
(※立地条件は表 I .2.2参照)

注1)法定容積率とは、当該地域に関する都市計画において定められた容積率をいう。

但し、計画単位で適用される建築基準法上での緩和措置(例:総合設計制度による公開空地の設置による容積率の緩和、特例容積率適用区域制度による容積率割増など)は含まない。

2.7 CASBEE-HI の評価シート(6種類)

(1) 評価シートの分類に対する基本的な考え方

評価シートは、評価対象とする建築物の風環境に着目した立地条件(2種類^{注1)}・法定容積率(3種類)に応じて、表 I .2.3に示す6種類に分類することを基本的な考えとする。しかしながら、使用者の便益を考慮して、見かけ上の評価シートは1種類のシートに集約し、立地条件と法定容積率を指定することにより、自動的に6つの分類に応じた重み係数が選択される仕組みとしている。

注1)立地条件②と③の重み係数は感度分析の検討結果等を踏まえて同じとしている。(PART I 3.4「重み係数」参照)

表 I .2.3 CASBEE-HI 評価シートの分類に対する基本的な考え方

風環境に着目した 立地条件の分類		法定容積率		
		容積率600%	容積率400%	容積率200%
		法定容積率が400% を超えるもの	法定容積率が400% 以下かつ200%を超 えるもの	法定容積率が 200%以下のもの
立地条件①	空地の少ない市街地等	①-600	①-400	①-200
立地条件② および③	ウォーターフロントや風上に大規模な緑地や公園がある場合等および風上に大規模な空地や幹線道路等がある場合	②-600 ③-600	②-400 ③-400	②-200 ③-200

評価シートを作成するにあたって実施した感度解析は、広く普及していると想定される建築計画手法(ヒートアイランド対策)を対象に行っているため、想定される範囲を著しく逸脱した計画に対しては、評価シートによるヒートアイランド対策の評価によらず、CFD解析等をはじめとする別途の手法により、ヒートアイランド対策の効果を検討することが望ましい。なお、特殊な計画上の配慮事項については、評価結果表示シートにある計画上の配慮事項欄に記載する。

(2) 評価シートの構成

CASBEE-HIの評価シートは、図 I .2.6に示すように、メインシート、採点シート、スコアシート、評価結果表示シートの4つのシート群から成る。メインシートは建築物の概要、評価パラメータ、概観パース等を入力する。メインシートの立地条件の分類を入力することにより、各々に割り当てられた重み係数が自動的に選択される。

採点シートは、ヒートアイランド対策に関する建築計画上の配慮項目、評価パラメータとその採点基準、スコア欄から成る。配慮項目欄は大項目・中項目・小項目から成り、小項目の評価スコアをプルダウンメニューから選択すると、中項目スコアが算定され、さらに設定された項目間の重み係数を乗じて、 Q_{HI} (敷地内の暑熱環境の改善効果(適応効果に係わる指標))と L_{HI} (敷地外へのヒートアイランド負荷(緩和効果に係わる指標))に関するスコアが算定されるようになっている。その際、 L_{HI} は、まず LR_{HI} (Load Reduction for Heat Island Relaxation)として評価される。これは「ヒートアイランド負荷の低減が高得点になる」より「ヒートアイランド負荷低減性(緩和効果そのもの)の増大が高得点になる」ほうが評価システムとして理解しやすいからである。なお、これらの重み係数は、東京・大阪等をモデルとした広汎的なパラメトリックスタディの結果を踏まえて定められている。他の地域においては、これらの重み係数を調整することで、地域特性に応じた評価を行うことができる。

<参考文献>

- 1) A.P.Gagge, J.A.J.Stolwijk and Y.Nishi: A Standard predictive index of human response to the thermal environment, ASHRAE Transactions, 92(1),pp.709-731、1986
- 2) 中山昭雄編: 温熱生理学、理工学社、1981
- 3) 吉田伸治、村上周三、持田灯、大岡龍三、富永禎秀、金相璣: 対流・放射・湿気輸送を連成した屋外環境解析に基づく緑化の効果の分析、日本建築学会計画系論文集、第529号、pp.77-84、2000

評価シート

メインシート



ヒートアイランド対策に関する建築環境総合性能評価システム
The Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency for Heat Island Mitigation
バージョン : CASBEE-HI2017(ver1.0)

Table with columns for building name (モデルビルXX), location (東京都), and various performance metrics like floor area ratio (49.2%), building height (39.1%), and energy consumption (240 MJ/m2).

Table for heat island countermeasures (ヒートアイランド対策のための建築設計に当たっての配慮事項) with columns for item, sub-item, and evaluation score.



ヒートアイランド対策のための建築設計に当たっての配慮事項

Table for heat island countermeasures (ヒートアイランド対策のための建築設計に当たっての配慮事項) with columns for item, sub-item, and evaluation score.

評価結果

評価結果: 1.00 (総合評価)

Main evaluation results section including: (1) Building Overview (建物概要), (2-1) Indoor Environmental Performance (室内環境性能), (2-2) Outdoor Environmental Performance (室外環境性能), (3) Design Considerations (計画上の配慮事項), and (4) Heat Island Countermeasures (ヒートアイランド対策).

採点シート

スコアシート

評価結果表示シート

図 I.2.5 CASBEE-HIの評価シート群の構成

3. 評価方法

3.1 採点基準の考え方

CASBEE-HIでは、 Q_{HI} (敷地内の暑熱環境の改善効果)と LR_{HI} (敷地外へのヒートアイランド負荷低減性)それぞれを採点し、最終的にその結果を基に BEE_{HI} (Built Environment Efficiency for Heat Island Relaxation:ヒートアイランド対策に関する建築物の環境効率)を指標として評価する。各評価項目の採点基準は、CASBEE-建築(新築)に準拠し、以下の考え方に従って設定されている。

- 1) レベル1～5の5段階評価とする。
- 2) 原則として、必須要件を満たしている場合はレベル1、一般的な水準と判断される場合はレベル3と評価できるような採点基準とする。
- 3) 一般的な水準(レベル3)とは、評価時点の一般的な技術・社会水準に相当するレベルをいう。

3.2 評価システム概要

(1) 評価項目の採点

Q_{HI} (敷地内の暑熱環境の改善効果)と LR_{HI} (敷地外へのヒートアイランド負荷低減性)それぞれに含まれる評価項目について、各々設定された採点基準(レベル1～レベル5)に従って、採点を行う。レベル1は1点、レベル5は5点として、それぞれの項目の得点が決まる。

(2) 評価結果

評価結果は、「スコアシート」と「評価結果表示シート」に集約される。

評価項目ごとの採点の結果からまず、中項目スコアが算定され、立地条件および法定容積率による分類ごとに設定された重み係数を乗じて、 Q_{HI} ならびに LR_{HI} のスコアが算出される。

「評価結果表示シート」では、 Q_{HI} (敷地内の暑熱環境の改善効果)と LR_{HI} (敷地外へのヒートアイランド負荷低減性)のそれぞれについて、項目ごとの評価結果がレーダーチャートと棒グラフおよび数値で表示される。さらに BEE_{HI} の結果がグラフと数値で表示され、これらによって、評価対象の特徴を多角的かつ総合的に把握することができる。

BEE_{HI} は、 Q_{HI} と LR_{HI} の得点 SQ_{HI} (Score of Q category for Heat Island Relaxation)、 SLR_{HI} (Score of LR category for Heat Island Relaxation)に基づき、 Q_{HI}/L_{HI} として、以下の式で求められる。

$$BEE_{HI} = \frac{Q_{HI}: \text{暑熱環境の改善効果}}{L_{HI}: \text{ヒートアイランド負荷}} = \frac{25 \times (SQ_{HI} - 1)}{25 \times (5 - SLR_{HI})} \quad (1)$$

また、グラフ座標上で縦軸の Q_{HI} 値と横軸の L_{HI} 値でプロットされる環境効率の位置により、SランクからCランクまで、5段階のヒートアイランド対策に関する建築物の環境効率ランキングが表示される。

3.3 評価項目

CASBEE-HIの評価項目は、表 I .3.1に示すように、2004年3月に発表された「ヒートアイランド対策大綱」、同年7月に策定された「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」等を参考に、①風通し、②日陰、③外構の地表面被覆等、④建築外装材料、⑤建築設備からの排熱の5つを大項目として位置付ける。また、中項目は大項目に対応して、建築計画において配慮すべき基本方針として位置付け、敷地内の屋外の歩行者空間等を対象とした暑熱環境の改善効果(Q_{HI})と敷地外へのヒートアイランド負荷低減性(LR_{HI})に区分して評価する。小項目には中項目を実現する上で重要と考えられる建築計画上の配慮項目を取り上げる。

表 I.3.1 評価項目一覧

大項目	中項目	小項目		解説頁
1. 風通し	Q _{HI} -1 敷地内の歩行者空間等へ風を導き、暑熱環境を改善する	①敷地周辺の風の状況を把握し、敷地内の歩行者空間等へ風を導く建築物の配置・形状計画とする		29-30
		②芝生・草地・低木等の緑地や通路等の空気を設けることにより、風の通り道を確保する		31
	LR _{HI} -1 風下となる地域への風通しに配慮し、敷地外への熱的な影響を低減する	①建築物の配置・形状計画に当たっては、風下となる地域への風の通り道を遮らない		31-32
		②夏の卓越風向に対する建築物の見付け面積を小さくする		32-33
		③風を回復させるよう、建築物の高さ、形状、建築物間の隣棟間隔等を勘案する		34-38
2. 日陰	Q _{HI} -2 夏期における日陰を形成し、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善する	①中・高木の緑地やピロティ、庇、パーゴラ等を設けることにより、日陰の形成に努める		39-40
3. 外構の地表面被覆等	Q _{HI} -3 敷地内に緑地や水面等を確保し、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善する	①緑地や水面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		41
		②敷地内の舗装面積を小さくするよう努める ・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)を避けるよう努める		42
	LR _{HI} -3 地表面被覆材に配慮し、敷地外への熱的な影響を低減する	①地表面の被覆材に配慮する	A. 緑地や水面を確保する。または、保水性の高い被覆材を選定するよう努める	42-43
			B. 日射反射率の高い被覆材を選定するよう努める	42-43
4. 建築外装材料	Q _{HI} -4 建築外装材料等に配慮し、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善する	①屋上(人が出入りできる部分)の緑化に努める		44
		②外壁面等の材料に配慮する		44
	LR _{HI} -4 建築外装材料等に配慮し、敷地外への熱的な影響を低減する	①屋根面の緑化等と高反射材料を選定するよう努める	A. 屋根面の緑化等に努める	45
			B. 日射反射率の高い屋根材を選定するよう努める	45
		②外壁面等の材料に配慮する		46
5. 建築設備からの排熱	Q _{HI} -5 建築設備に伴う排熱の位置等に配慮し、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善する	①建築設備(空調設備)に伴う排熱は、建築物の高い位置からの放出に努める		47
		②建築設備(燃焼設備)に伴う高温排熱は、建築物の高い位置からの放出に努める		47
	LR _{HI} -5 建築設備からの大気への排熱量を低減する	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。		48-49
		②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		49-50
		③排熱のピークシフトをはかる ・蓄熱システムなどがあるが、全日評価の場合には評価をしない。日中のみを評価する場合に評価する		50

3.4 重み係数

重み係数は、立地条件および法定容積率による分類ごとに、数値解析をベースとした感度分析(PART III 3「感度分析」参照)による分析結果をもとに決定されている。表 I .3.2および表 I .3.3、図 I .3.1～図 I .3.4に重み係数を示す。

表 I .3.2 重み係数(立地条件①の例)

		1.風通し	2.日陰	3.外構の 地表面被覆	4.建築外装 材料	5.建築設備 からの排熱
Q _{HI} の 重み	①-600	0.30	0.20	0.15	0.15	0.20
	①-400	0.32	0.21	0.16	0.16	0.15
	①-200	0.34	0.23	0.18	0.17	0.08
LR _{HI} の 重み	①-600	0.17		0.22	0.15	0.46
	①-400	0.22		0.27	0.19	0.32
	①-200	0.25		0.36	0.23	0.16

表 I .3.3 重み係数(立地条件②および③の例)

		1.風通し	2.日陰	3.外構の 地表面被覆	4.建築外装 材料	5.建築設備 からの排熱
Q _{HI} の 重み	②-600 ③-600	0.32	0.19	0.15	0.15	0.19
	②-400 ③-400	0.34	0.20	0.16	0.15	0.15
	②-200 ③-200	0.36	0.21	0.19	0.16	0.08
LR _{HI} の 重み	②-600 ③-600	0.20		0.20	0.15	0.45
	②-400 ③-400	0.25		0.25	0.19	0.31
	②-200 ③-200	0.28		0.35	0.22	0.15

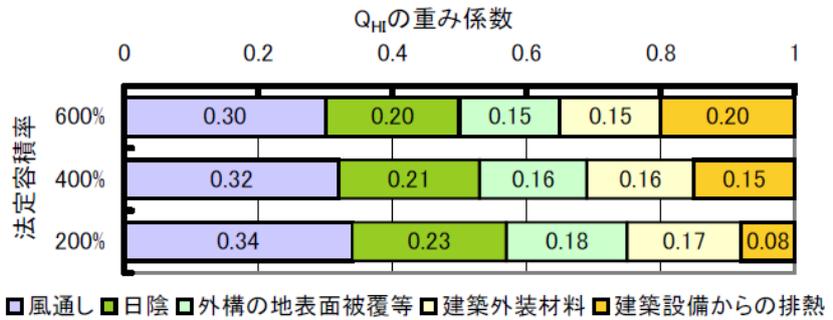


図 I .3.1 Q_{HI}の重み係数(立地条件①の例)

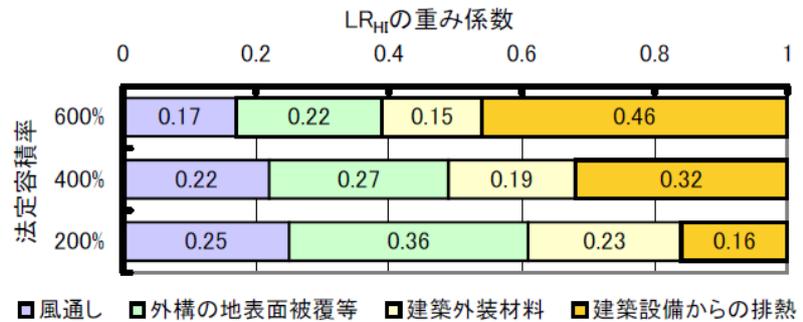


図 I .3.2 LR_{HI}の重み係数(立地条件①の例)

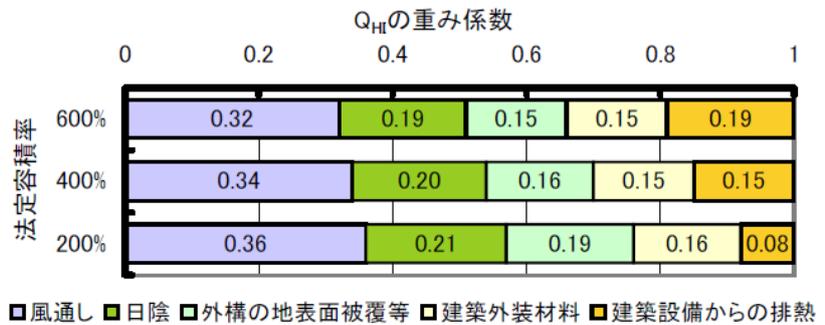


図 I .3.3 Q_{HI}の重み係数(立地条件②および③の例)

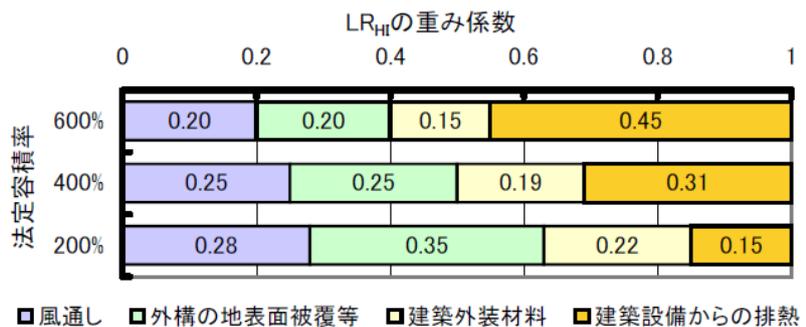


図 I .3.4 LR_{HI}の重み係数(立地条件②および③の例)

4. 評価手順

4.1 評価シートの構成

図 I .4.1に評価シートの全体構成を示す。評価シートは、入力用に「メインシート」(図 I .4.2参照)と「採点シート」(図 I .4.3参照)、出力用に「スコアシート」(図 I .4.4参照)と「評価結果表示シート」(図 I .4.5参照)が用意されている。

これらの評価シートは、いずれもCASBEEのホームページ(<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/>)から電子データを手入手できる。

使用者(評価者)は、本マニュアルを参照しながら、画面上で必要な事項(黄色いセルで表示されている)を入力することにより、簡易に建築物のヒートアイランド対策を評価することができる。

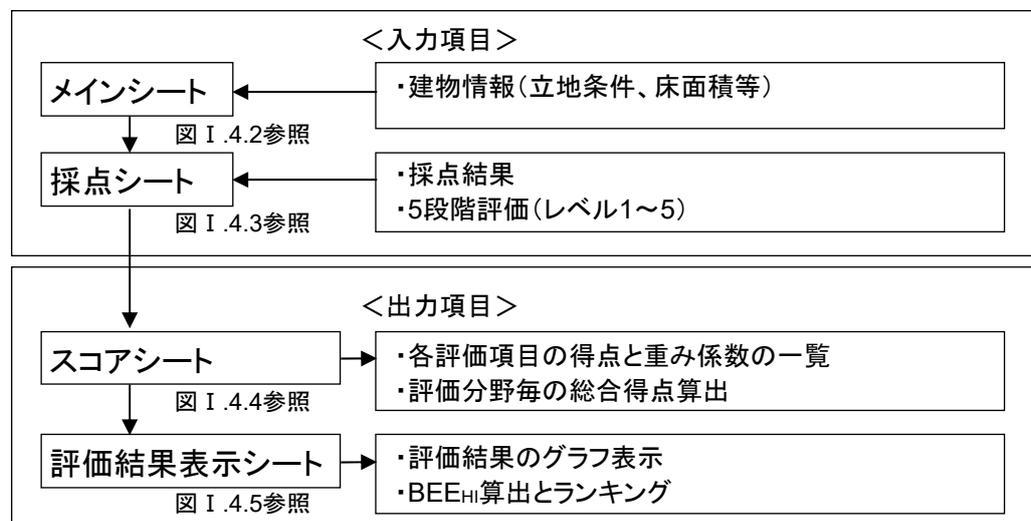


図 I .4.1 評価シートの全体構成

4.2 メインシートと記入例

図 I. 4.2にメインシートと記入例を示す。メインシートは評価者が最初に入力を行うシートである。評価対象建築物の基本情報(名称、用途、規模等)およびヒートアイランド対策の評価パラメータを本マニュアルのPART IIを参照しながら入力する。(図 I. 4.2中黄色いセル部分)

CASBEE [®] HI		ヒートアイランド対策に関する建築環境総合性能評価システム The Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency for Heat Island Relaxation バージョン : CASBEE-HI_2017(ver1.0)				
メインシート						
① 建築物の概要		② 評価パラメータ	マニュアルPART IIを参照			
■ 建築物の名称	モデルビルXX	風通し	建蔽率(建物概要より自動計算)	61.9 %		
■ 建設地	東京都		容積率(建物概要より自動計算)	495.2 %		
■ 気候区分	地域区分IV		空地率(建物概要より自動計算)	38.1 %		
■ 地域・地区	商業地域、防火地域		夏期卓越風向	SW(南西)		
■ 建物用途	事務所	夏期卓越風向に対する見付面積比	80.0 %			
■ 法定容積率	800 %	隣棟間隔指標Rw	0.25			
■ 立地条件 ※1	②ウォーターフロントや風上に大規模な緑地や公園がある場合等	日陰	中・高木の水平投影面積率	5.0 %		
■ 延床面積比率	非住宅系用途 60.0% 住宅系用途 40.0%		バーゴラ等水平投影面積率	28.0 %		
■ 竣工年(予定/竣工)	2011年6月 予定	外構の 地表面被覆等	外構造の緑被率	8.0 %		
■ 敷地面積	3,150 m ²		外構造の水被率 ※2	2.0 % × α		
■ 建築面積	1,950 m ²		外構造の中・高木の水平投影面積率 ※3	5.0 % × β		
■ 容積対象延床面積	15,600 m ²		舗装面積率 ※4	30.0 %		
■ 階数	地上20階、地下1階	建築外装材料	外構造の保水性対策面積率	8.0 %		
■ 構造	S+SRC造		高反射対策を施した面積率	1.0 %		
■ 平均居住人員	400 人(想定値)		屋根面の緑被率	5.0 %		
■ 年間使用時間	2300 時間/年(想定値)		屋根面の水被率 ※2	0.0 % × α		
③ 評価の実施	■ 実施日	2010年7月29日	屋根面の中・高木の水平投影面積率 ※3	0.0 % × β		
	■ 作成者	〇〇〇	屋根面の保水性対策面積率	1.0 %		
	■ 確認日	2010年7月29日	高反射対策を施した屋根面積率	1.0 %		
	■ 確認者	〇〇〇	外壁面対策面積率	3.0 %		
関連指標値	PAL	240 MJ/年m ²	建築物からの 排熱	時間最大消費エネルギー量	非住宅系用途 住宅系用途 面積加重平均	80.0 W/m ² 50.0 W/m ² 68.0 W/m ²
	CEC/AC	1.01		容積率による補正值	56.1 W/m ²	
	CEC/L	0.75		建築物使用時間または排熱発生時間数	非住宅系用途 住宅系用途 面積加重平均	12.0 時間 5.0 時間 9.2 時間
	CEC/V	0.65		排熱温度の抑制手法	特になし	
	CEC/EV	0.64	空調設備の排熱場所	屋上		
	CEC/HW	対象外	燃焼設備の排熱場所	屋上		
				排熱の夜間移行	0.0 %	

図 I. 4.2 CASBEE-HI のメインシートと記入例

4.3 採点シートと記入例

図 I. 4.3に採点シートと記入例を示す。採点シートは使用者(評価者)が実際に採点入力を行うシートであり、シート内の評価項目ごとに示される採点基準に従って、レベル1~5により評価する。採点基準は、小項目ごとにレベル1~5の段階設定がされており、スコア欄では、そのレベル数をプルダウンで選択(図 I. 4.3中黄色いセル部分、レベル3の場合は3を選択)する。なお、評価パラメータの右欄に、メインシートで入力した評価パラメータが参照値として表示されているので、この値と採点基準を照らし合わせてレベルを決定する。Q_{HI}-3、LR_{HI}-3、LR_{HI}-4の各小項目については、メインシートで入力した評価パラメータ毎に掛率を乗じ、合算した新たな評価パラメータが自動計算され、表示される。

4.4 スコアシートと出力例

図 I. 4.4にスコアシートと出力例を示す。スコアシート上には採点シートで入力された評価点等が自動的に一覧表示される。そして、各評価項目の評価点に重み係数を乗じた結果を順次合算し、Q_{HI}-1~Q_{HI}-5、LR_{HI}-1、LR_{HI}-3~LR_{HI}-5までの総合得点SQ_{HI1}~SQ_{HI5}、SLR_{HI1}~SLR_{HI5}、並びに評価分野Q_{HI}の総合得点SQ_{HI}、および評価分野LR_{HI}の総合得点SLR_{HI}が最下段に自動表示される。重み係数(図 I. 4.4中青いセル部分)はあらかじめ設定されているので、このシートにおいて使用者(評価者)が入力する箇所はない。

4.5 評価結果表示シートと出力例

図 I. 4.5に評価結果表示シートと出力例を示す。評価結果表示シートでは、Q_{HI}(敷地内暑熱環境の改善効果)とLR_{HI}(敷地外へのヒートアイランド負荷低減性)さらにBEE_{HI}(Built Environment Efficiency for Heat Island Relaxation:ヒートアイランド対策に関する建築物の環境効率)の結果がそれぞれについて、グラフと数値で表示される。また、評価者が計画上、ヒートアイランド対策のために特に配慮した事項や評価の際に考慮した事項などを任意に記載できるようになっている。

プルダウンメニュー

ヒートアイランド対策のための建築設計に当たっての配慮事項					立地条件	②ウォーターフロントや風上に大規模な緑地や公園がある場合等					
大項目	中項目	配慮項目	小項目	評価パラメータ	評価パラメータ参照値	採点基準					小項目スコア
						レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	
1. 風通し	Q _{air-1} 敷地内の歩行者空間等へ風を導き、暑熱環境を改善する	①敷地周辺の風の状態を把握し、敷地内の歩行者空間等へ風を導く建築物の配置・形状計画とする	定性評価	—	(評価しない)	風を導く工夫を特にしていない	(評価しない)	風を導く工夫をしている	(評価しない)	2	
			空地率	38.1 %	20%未満	20%以上40%未満	40%以上60%未満	60%以上80%未満	80%以上	4	
	LR _{air-1} 風下となる地域への風通しに配慮し、敷地外への熱的影響を低減する	①建築物の配置・形状計画に当たっては、風下となる地域への風の通り道を遮らない	定性評価	—	風下地域への風の通り道を遮る	(評価しない)	風下地域への風の通り道と特に関係しない	(評価しない)	風下地域への風の通り道を遮らないよう配慮している	3	
			②夏期の卓越風向に対する建築物の見付け面積を小さくする	夏期卓越風向に対する建築物の見付け面積比	80.0 %	100%以上	80%以上100%未満	60%以上80%未満	40%以上60%未満	40%未満	1
		③風を回復させるよう、建築物の高さ、形状、建築物間の隣接間隔等を勘案する	隣接間隔指標Rw	0.25	0.2未満	0.2以上0.3未満	0.3以上0.4未満	0.4以上0.5未満	0.5以上	2	
2. 日陰	Q _{air-2} 夏期における日陰を形成し、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善する	①中・高木の緑地やピロティ、庇、バーゴラ等を設けることにより、日陰の形成に努める ・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	(中・高木の水平投影面積率)+(バーゴラ等の水平投影面積率)	33.0 %	0%	10%未満	10%以上20%未満	20%以上30%未満	30%以上	3	
3. 外構の地表面被覆等	Q _{air-3} 敷地内に緑地や水面等を確保し、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善する	①緑地や水面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	(緑被率)+(水被率)×2+(中・高木の水平投影面積率)×1.5	19.5 %	0%	10%未満	10%以上20%未満	20%以上30%未満	30%以上	4	
			②敷地内の舗装面積を小さくするよう努める ・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(駐車場等)を避けるよう努める	舗装面積率	30.0 %	40%以上	30%以上40%未満	20%以上30%未満	10%以上20%未満	10%未満	1
	LR _{air-3} 地表面被覆材に配慮し、敷地外への熱的影響を低減する	①A緑地や水面を確保する、または保水性が高い被覆材を選定するよう努める	(緑被率)+(水被率)×2+(中・高木の水平投影面積率)×3+保水性対策面積率	35.0 %	0%	合計値	合計値	合計値	合計値	合計値	4
			①B日射反射率の高い被覆材を選定するよう努める	高反射対策を施した面積率	1.0 %	36%	0%	15%未満	15%以上30%未満	30%以上45%未満	45%以上
4. 建築外装材料	Q _{air-4} 建築外装材料等に配慮し、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善する	①屋上(人が出入りできる部分)の緑化に努める	定性評価	—	(評価しない)	(評価しない)	人が出入りできる屋上がないまたは特に緑化していない	人が出入りできる屋上があり、一部緑化している	人が出入りできる屋上を広く緑化している	4	
			②外壁面等の材料に配慮する ・特に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等に努める。	外壁面対策面積率	3.0 %	(評価しない)	(評価しない)	10%未満	10%以上20%未満	20%以上	3
	LR _{air-4} 建築外装材料等に配慮し、敷地外への熱的影響を低減する	①A屋根面の緑化等に努める	(緑被率)+(水被率)×2+(中・高木の水平投影面積率)×3+保水性対策面積率	6.0 %	0%	合計値	合計値	合計値	合計値	合計値	3
			①B日射反射率の高い屋根材を選定するよう努める。	屋根高反射対策面積率	1.0 %	7.0 %	(評価しない)	(評価しない)	20%未満	20%以上40%未満	40%以上
		②外壁面等の材料に配慮する	外壁面対策面積率	3.0 %	(評価しない)	(評価しない)	10%未満	10%以上20%未満	20%以上	3	
5. 建築設備からの排熱	Q _{air-5} 建築設備に伴う排熱の位置等に配慮し、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善する	①主たる建築設備(空調設備)に伴う排熱は、建築物の高い位置からの放出に努める ・冷却塔、室外機等からの排熱	排熱位置	屋上	(評価しない)	ほとんどを低層部(10m以下)またはGLに設置	設備容量の50%程度を低層部(10m以下)に設置	設置しないまたはほとんどを屋上に設置	(評価しない)	4	
			②主たる建築設備(燃焼設備)に伴う高温排熱は、建築物の高い位置からの放出に努める ・煙突經由排熱 (コージェネレーション発電機、吸気式冷凍機、ボイラー等)	排熱位置	屋上	(評価しない)	放出部を低層部(10m以下)に設置	放出部を50%程度低層部(10m以下)に設置	設置しないまたはほとんどを屋上に設置	(評価しない)	4
	LR _{air-5} 建築設備からの大気への排熱量を低減する	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。 ・建築物の熱負荷抑制 日射遮蔽(中高木、庇、ルーバー等)/断熱強化により冷房に伴う排熱を抑制 ・設備システムの高効率化 省エネルギー空調、照明、換気、昇降機設備の導入 ・自然エネルギーの活用 (敷地周辺に保有する自然エネルギーポテンシャルの活用) 自然通風による排熱の抑制 昼光利用による排熱の抑制 ・未利用エネルギーの活用 (敷地周辺に保有する都市排熱の活用) ごみ焼却場排熱の利用による排熱の抑制 下水処理場熱の活用による排熱の抑制 海水、河川水、井水、地中熱等の利用 ・高効率インフラの導入 地域冷暖房 (地域冷暖房プラントからの当該建築物冷房排熱の大気放出は当該建築物の排熱量に算入する)	時間最大消費エネルギー量 原単位(W/m ²)	198.1 W/m ²	130 W/m ² 以上	100 W/m ² 以上 130 W/m ² 未満	85 W/m ² 以上 100 W/m ² 未満	60 W/m ² 以上 85 W/m ² 未満	60 W/m ² 未満	5	
			容積率による補正値								
		②建築物の使用時間数(h)または排熱発生時間数	120 時間	20時間以上	16時間以上 20時間未満	11時間以上 16時間未満	6時間以上 11時間未満	5時間未満	3		
		③排熱のピークシフトをはかる※ ・蓄熱システムなど ※全日評価の場合は評価しない、日中のみ評価の場合に評価	排熱の夜間移行率	非評価	(評価しない)	(評価しない)	40%未満	40%以上80%未満	80%以上	4	

図 I.4.3 CASBEE-HI の採点シートと記入例

ヒートアイランド対策のための建築設計に当たっての配慮事項				立地条件 ②ウォーターフロントや風上に大規模な緑地や公園がある場合等					
大項目	中項目	小項目	小項目スコア	重み係数	中項目スコア	Q ₁₄ : 敷地内暑熱環境の改善効果		LR ₁₄ : 敷地外へのヒートアイランド負荷低減性	
						重み係数	重み×スコア	重み係数	重み×スコア
1. 風通し	Q _{HI} -1 敷地内の歩行者空間等へ風を導き、暑熱環境を改善する	①敷地周辺の風の状況を把握し、敷地内の歩行者空間等へ風を導く建築物の配置・形状計画とする	2	0.180	3.0	0.36	1.08		
		②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	4	0.180					
	LR _{HI} -1 風下となる地域への風通しに配慮し、敷地外への熱的な影響を低減する	①建築物の配置・形状計画に当たっては、風下となる地域への風の通り道を避らない	3	0.094	3.0			0.28	0.84
		②夏期の卓越風向に対する建築物の見付け面積を小さくする	1	0.093					
③風を回復させるよう、建築物の高さ、形状、建築物間の隣接間隔等を勘案する		5	0.093						
2. 日陰	Q _{HI} -2 夏期における日陰を形成し、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善する	①中・高木の緑地やピロティ、庇、バーゴラ等を設けることにより、日陰の形成に努める ・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	3	0.210	3.0	0.21	0.63		
		②敷地内の舗装面積を小さくするよう努める ・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)を避けるよう努める	1	0.083					
3. 外構の地表面被覆等	Q _{HI} -3 敷地内に緑地や水面等を確保し、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善する	①緑地や水面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	4	0.107	2.6	0.19	0.51		
		②敷地内の舗装面積を小さくするよう努める ・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)を避けるよう努める	1	0.083					
	LR _{HI} -3 地表面被覆材に配慮し、敷地外への熱的な影響を低減する	①A緑地や水面を確保する、または保水性の高い被覆材を選定するよう努める	4	0.350	4.0			0.35	1.40
		①B日射反射率の高い被覆材を選定するよう努める							
4. 建築外装材料	Q _{HI} -4 建築外装材料等に配慮し、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善する	①屋上(人が出入りできる部分)の緑化に努める	4	0.080	3.5	0.16	0.56		
		②外壁面の材料に配慮する ・特に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	3	0.080					
	LR _{HI} -4 建築外装材料等に配慮し、敷地外への熱的な影響を低減する	①A屋根面等の緑化等に努める	3	0.125	3.0			0.22	0.66
		①B日射反射率の高い屋根材を選定するよう努める。 ②外壁面等の材料に配慮する	3	0.095					
5. 建築設備からの排熱	Q _{HI} -5 建築設備に伴う排熱の位置等に配慮し、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善する	①主たる建築設備(空調設備)に伴う排熱は、建築物の高い位置からの放出に努める ・冷却塔、室外機等からの排熱	4	0.040	4.0	0.08	0.32		
		②主たる建築設備(燃焼設備)に伴う高温排熱は、建築物の高い位置からの放出に努める ・煙突経由排熱 (コージェネレーション発電機、吸収式冷凍機、ボイラー等)	4	0.040					
	LR _{HI} -5 建築設備からの大気への排熱量を低減する	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。 ・建築物の熱負荷抑制 日射遮蔽(中高木、庇、ルーバー等)/断熱強化により冷房に伴う排熱を抑制 ・設備システムの高効率化 省エネルギー空調、照明、換気、昇降機設備の導入 ・自然エネルギーの活用 (敷地周辺が保有する自然エネルギーポテンシャルの活用) 自然通風による排熱の抑制 昼光利用による排熱の抑制 ・未利用エネルギーの活用 (敷地周辺が保有する都市排熱の活用) ごみ焼却場排熱の利用による排熱の抑制 下水処理場余熱の利用による排熱の抑制 海水、河川水、井水、地中熱等の利用 ・高効率インフラの導入 地域冷暖房 (地域冷暖房プラントからの当該建築物冷房排熱の大気放出分は当該建築物の排熱量に算入する) ②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 ③排熱のピークシフトをはかる※ ・蓄熱システムなど ※全日評価の場合は評価しない、日中のみ評価の場合に評価	5	0.052	4.3			0.15	0.64
			3	0.052					
			5	0.046					
	4								
						1.00	3.1	1.00	3.5

図 I.4.4 CASBEE-HI のスコアシートと出力例

CASBEE[®] HI

評価結果

作成日 2010年7月29日 作成者 増田 裕 確認日 2010年7月29日 確認者

① 建築物概要

建物名称	モデルビルXX	敷地面積	3,150 m ²	外観バース等 図を貼り付けるときは シートの保護を解除してください
建物用途	事務所	建築面積	1,950 m ²	
建設地	東京都	建築率	61.9 %	
気候区分	地域区分IV	延床面積	15,600 m ²	
地域・地区	商業地域、防火地域	容積率	495.2 %	
竣工年	2011年6月 予定	階数	地上20階、地下1階	
法定容積率	600 %	構造	S+SRC造	
立地条件	②ウォーターフロントや風上に大規模な緑地や公園がある場合等	平均居住人員	400 人	
		年間使用時間	2,300 時間/年	

②-1 環境性能評価結果 (バーチャート)

敷地内の暑熱環境改善効果 $SQ_{HI} = 3.4$

Q _{HI} -1 敷地内の風通し $SQ_{HI1} = 3.0$	Q _{HI} -2 日陰の形成 $SQ_{HI2} = 5.0$	Q _{HI} -3 緑地・水面の確保 $SQ_{HI3} = 2.5$	Q _{HI} -4 建築外装材料 $SQ_{HI4} = 3.0$	Q _{HI} -5 排熱位置等 $SQ_{HI5} = 4.0$
--	--	---	---	--

敷地外へのヒートアイランド負荷低減性 $SLR_{HI} = 3.8$

LR _{HI} -1 敷地外への風通し $SLR_{HI1} = 3.2$	LR _{HI} -3 地表面被覆材 $SLR_{HI3} = 4.0$	LR _{HI} -4 建築外装材料 $SLR_{HI4} = 3.0$	LR _{HI} -5 排熱量の低減 $SLR_{HI5} = 4.3$
---	---	---	---

②-2 環境性能評価結果 (レーダーチャート) ②-3 環境効率 BEE_{HI}

$BEE_{HI} = \frac{\text{敷地内の暑熱環境改善 } Q_{HI}}{\text{敷地外へのヒートアイランド負荷 } L_{HI}}$

$= \frac{25 \times (SQ_{HI} - 1)}{25 \times (5 - SLR_{HI})}$

$= \frac{62.3}{28.7} = 2.1$

③ 計画上の配慮事項

評価分野	中項目	小項目	計画上の配慮事項 記入欄
敷地内の暑熱環境改善効果	Q _{HI} -1 敷地内の風通し	① 敷地周辺の風の状況を把握し、敷地内の歩行者空間等へ風を導く建築物の配置・形状計画とする ② 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	
	Q _{HI} -2 日陰の形成	① 中・高木の緑地やピロティ、庇、パーゴラ等を設けることにより、日陰の形成に努める	
	Q _{HI} -3 緑地・水面の確保	① 緑地や水面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 ② 敷地内の舗装面積を小さくするよう努める	
	Q _{HI} -4 建築外装材	① 屋上(人が出入りできる部分)の緑化に努める ② 外壁面等の材料に配慮する	
	Q _{HI} -5 排熱位置等	① 主たる建築設備(空調設備)に伴う排熱は、建築物の高い位置からの放出に努める ② 主たる建築設備(燃焼設備)に伴う高温排熱は、建築物の高い位置からの放出に努める	
敷地外へのヒートアイランド負荷低減	LR _{HI} -1 敷地外への風通し	① 建築物の配置・形状計画に当たっては、風下となる地域への風の通り道を遮らない ② 夏季の卓越風向に対する建築物の見付け面積を小さくする ③ 風を回復させるよう、建築物の高さ、形状、建築物間の隣棟間隔等を勘案する	
	LR _{HI} -3 地表面被覆材	①A 緑地や水面を確保する。または、保水性の高い被覆材を選定するよう努める ①B 日射反射率の高い被覆材を選定するよう努める	
	LR _{HI} -4 建築外装材	①A 屋根面の緑化等に努める ①B 日射反射率の高い屋根材を選定するよう努める ② 外壁面等の材料に配慮する	
	LR _{HI} -5 排熱量の低減	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 ② 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 ③ 排熱のピークシフトをはかる	

Suffix HI: Heat Island Relaxation
 凡例 Q: Quality L: Load LR: Load Reduction SQ: Score of Q category SLR: Score of LR category BEE: Built Environment Efficiency
 備考 注1: 当該建築物における標準的デザイン時の得点が3点。NAは評価対象外とした項目を示す。敷地選定に関わる評価は対象外。
 注2: Q_{HI}は、敷地内の暑熱環境改善効果(Q_{HI})のスコア(SQ(Q_{HI}-1~Q_{HI}-5)のスコアにそれぞれの重み係数を乗じた合計値)から算定。
 L_{HI}は、敷地外へのヒートアイランド負荷低減性(LR_{HI})のスコア(SLR(LR_{HI}-1, LR_{HI}-3~LR_{HI}-5)のスコアにそれぞれの重み係数を乗じた合計値)から算定。

図 I.4.5 CASBEE-HI の評価結果表示シートと出力例

(1) 建築物概要

図 I. 4.6に、評価結果表示シートのうち、①建築物概要の表示部分を示す。ここでは、メインシートで入力した建築物の概要が一覧表示される。また、外観パースなどを添付するスペースがある。

(1) 建築物概要				
建物名称	モデルビルXX	敷地面積	3,150 m ²	外観パース等 図を貼り付けるときは シートの保護を解除してください
建物用途	事務所	建築面積	1,950 m ²	
建設地	東京都	建築率	61.9 %	
気候区分	地域区分IV	延床面積	15,600 m ²	
地域・地区	商業地域、防火地域	容積率	495.2 %	
竣工年	2011年6月 予定	階数	地上20階、地下1階	
法定容積率	800 %	構造	S+SRC造	
立地条件	②ウォーターフロントや風上に大規模な緑地や公園がある場合等	平均居住人員	400 人	
		年間使用時間	2,300 時間/年	

図 I. 4.6 評価結果表示シートのうち(1)建築物概要の表示部分と出力例

(2) 環境性能評価結果

図 I. 4.7に、評価結果表示シートのうち、(2)環境性能評価結果の表示部分を示す。この部分では、スコアシートで集計された結果等がグラフ表示される。

(2)-1 環境性能評価結果(バーチャート)

Q_{HI}(敷地内暑熱環境の改善効果)の評価結果は、表の上欄に「Q_{HI}-1敷地内の風通し」、「Q_{HI}-2日陰の形成」、「Q_{HI}-3緑地・水面等の確保」、「Q_{HI}-4建築外装材料」、「Q_{HI}-5排熱位置等」の項目ごとにバーチャートで表示される。また、LR_{HI}(敷地外へのヒートアイランド負荷の低減性)は表の下欄に、「LR_{HI}-1敷地外への風通し」、「LR_{HI}-3地表面被覆材」、「LR_{HI}-4建築外装材料」、「LR_{HI}-5排熱量の低減」の項目ごとにバーチャートで表示される。

(2)-2 環境性能評価結果(レーダーチャート)

さらに、Q_{HI}-1からLR_{HI}-5まで9項目の得点が左上のレーダーチャートに一括して表示され、対象建築物におけるヒートアイランド対策の特徴が一目でわかるようになっている。

(2)-3 環境効率(BEE_{HI})

Q_{HI}(敷地内暑熱環境の改善効果)とLR_{HI}(敷地外へのヒートアイランド負荷低減性)の評価結果から算出されるBEE_{HI}(ヒートアイランド対策に関する建築物の環境効率)を表示する。

Q_{HI}とL_{HI}の値はそれぞれQ_{HI}分野の総合得点SQ_{HI}およびLR_{HI}分野の総合得点SLR_{HI}から導かれる。表の右側にBEE_{HI}の計算式を示す。ここで、まず分子のQ_{HI}は、敷地内暑熱環境の改善効果の得点SQ_{HI}(1点~5点)をQ_{HI}のスケールである0~100の数値に変換するため、 $Q_{HI} = 25 \times (SQ_{HI} - 1)$ と定義する。一方、分母のL_{HI}は、敷地外へのヒートアイランド負荷低減性の得点SLR_{HI}(1点~5点)をやはり環境負荷L_{HI}のスケールである0~100の数値に変換するため、 $L_{HI} = 25 \times (5 - SLR_{HI})$ と定義する。表の左側は、縦軸にQ_{HI}、横軸にL_{HI}をとってBEE_{HI}を表示したグラフで、原点(Q_{HI}=0、L_{HI}=0)およびQ_{HI}値とL_{HI}値の座標点を結ぶ直線の勾配がBEE_{HI}値を示す。CASBEE-建築(新築)等と同様、C(劣っている)からB⁻、B⁺、A、S(大変優れている)の5ランクに分割される領域によってヒートアイランド対策に関する建築物の性能評価結果をランキングしている。

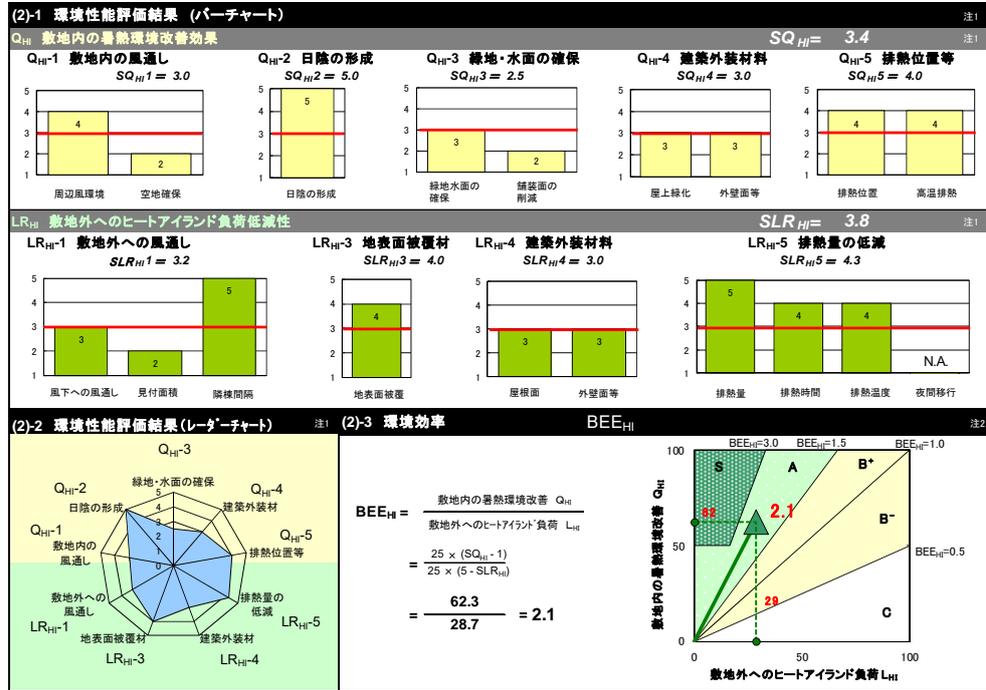


図 I.4.7 評価結果表示シートのうち環境性能評価結果の表示部分と出力例

(3) 計画上の配慮事項

図 I.4.8に、評価結果表示シートのうち、計画上の配慮事項の記載部分を示す。小項目欄右側の「計画上の配慮事項」欄に、評価者が計画上、特に配慮した事項や評価の際に考慮した事項などを記載できるようになっている。評価基準によることができないような取り組みについては、ここに取り組み内容と評価の考え方を記載し、評価者の判断で独自の評価を行ってもよい。

(3) 計画上の配慮事項			
評価分野	中項目	小項目	計画上の配慮事項 記入欄
Q _{HI} : 敷地内の暑熱環境改善効果	Q _{HI} -1 敷地内の風通し	① 敷地周辺の風の状況を把握し、敷地内の歩行者空間等へ風を導く建築物の配置・形状計画とする ② 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	
	Q _{HI} -2 日陰の形成	① 中・高木の緑地やピロティ、庇、パーゴラ等を設けることにより、日陰の形成に努める	
	Q _{HI} -3 緑地・水面の確保	① 緑地や水面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 ② 敷地内の舗装面積を小さくするよう努める	
	Q _{HI} -4 建築外装材	① 屋上(人が出入りできる部分)の緑化に努める ② 外壁面等の材料に配慮する	
	Q _{HI} -5 排熱位置等	① 主たる建築設備(空調設備)に伴う排熱は、建築物の高い位置からの放出に努める ② 主たる建築設備(燃焼設備)に伴う高温排熱は、建築物の高い位置からの放出に努める	
LR _{HI} : 敷地外へのヒートアイランド負荷低減	LR _{HI} -1 敷地外への風通し	① 建築物の配置・形状計画に当たっては、風下となる地域への風の通り道を遮らない ② 夏季の卓越風向に対する建築物の見付け面積を小さくする ③ 風を回復させるよう、建築物の高さ、形状、建築物間の隣接間隔等を勘案する	
	LR _{HI} -3 地表面被覆材	①A 緑地や水面を確保する。または、保水性の高い被覆材を選定するよう努める ①B 日射反射率の高い被覆材を選定するよう努める	
	LR _{HI} -4 建築外装材	①A 屋根面の緑化等に努める ①B 日射反射率の高い屋根材を選定するよう努める ② 外壁面等の材料に配慮する	
	LR _{HI} -5 排熱量の低減	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 ② 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 ③ 排熱のピークシフトをはかる	

図 I.4.8 評価結果表示シートのうち配慮事項記載部分

5. ケーススタディ

ケース 1 (立地条件①、非住宅系建物)

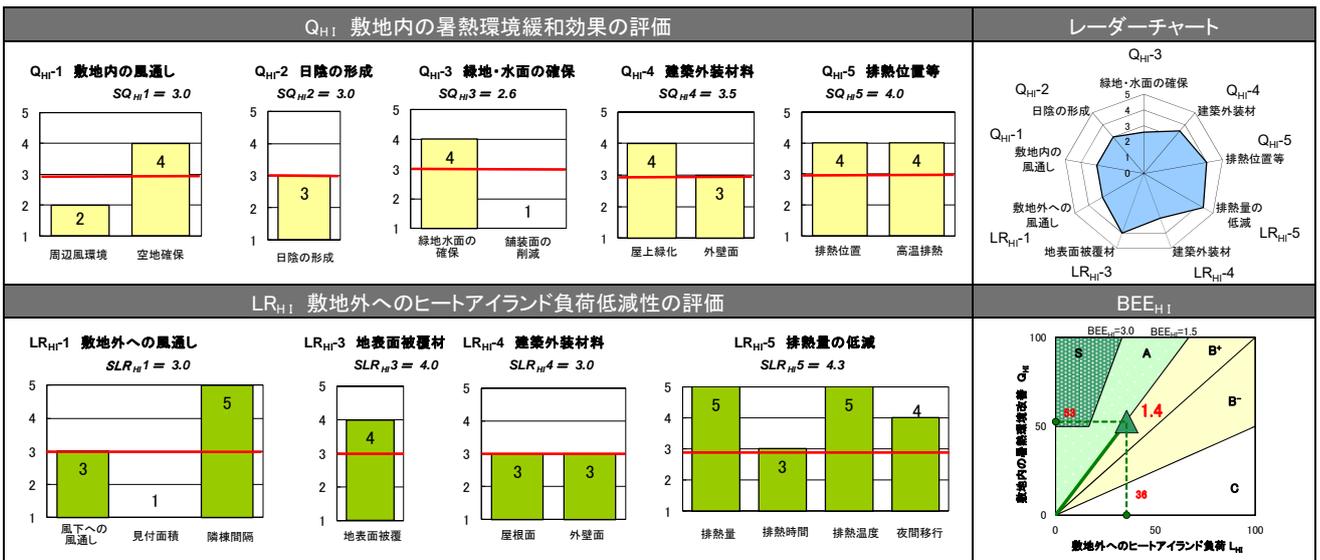
評価結果 ランク B* (BEE_{HI}: 1.4)



評価建物の概要	
建物用途	事務所
所在地	神奈川県
敷地面積	45,980 m ²
延床面積	54,767 m ²
階数	地上 11 階、地下 1 階
竣工	1994 年 9 月竣工
法定容積率	200 %
実容積率	119 %
卓越風向	南
空地率	72.8%
地表面緑被率	15.5 %

評価建物の特徴

(1)周辺環境、風通し 風向に対して熱負荷低減を優先し、東西軸の建物配置とした。一方で、空地率を 72%とし、空地を積極的に緑化した。(2)日陰 空地に面する通路等に中高木を配置し、歩行者への日陰形成を行った。(3)外構の地表面被覆 メインエントランスの奥に池を配置しており、眺望を良くするとともに敷地における水被率を高めている。車寄せや搬入道路を効率的に計画し舗装面積を小さくしている。(4)建築外装材料 低層棟の一部に屋上緑化を試験的に導入している。(5)建築設備からの排熱 冷却塔、空調室外機、非常用発電機等を全て屋上に設置しており、高い位置からの放出に努めている。その他、熱負荷の低減に資する各種省エネ対策を導入し、時間最大消費エネルギー量を現時点での ZEB 相当まで低減している。



採点の考え方

評価分野	中項目	計画上の配慮事項
風通し	Q _{HI-1}	建物計画では、敷地内の夏期卓越風向が南であるが、建物熱負荷抑制を優先して、東西に長い平面形状で両端をコアとした。一方で、駐車場を建物地下に配置し、芝生・低木を広範囲に配置することで、敷地内の空地率を 70%以上にすることができた。
	LR _{HI-1}	敷地内中央部に高層建物(11 階)を配置し、北側・南側には低層建物(3 階)を十分な離隔を取って配置しており、隣棟間隔指標は 1.5 を超えている。
日陰	Q _{HI-2}	中・高木の緑地やピロティ、庇、パーゴラ等の水平投影面積率が 12.3%であるため、レベル 3 とする。
地表面被覆	Q _{HI-3}	メインエントランスの奥に池を配置しており、眺望を良くするとともに敷地における水被率を高めている。車寄せや搬入道路を効率的に計画し舗装面積を小さくしている。
	LR _{HI-3}	敷地内に芝生や池、中・高木を適切に配置することにより地表面対策面積率を 42.7%でレベル 4 となる。
建築外装材料	Q _{HI-4}	高層棟の屋上の人が出入りできる部分の上部にヘリコプターホバリングスペースをグレーチングとしており、軽量化と日射遮蔽を図った。また、低層棟の一部に屋上緑化を試験的に導入している。
	LR _{HI-4}	屋上緑化を試験的なレベルで一部に導入している。屋上緑化規模は敷地面積の 0.4%であり、屋根面、外壁面ともレベル 3 となる。
建築設備からの排熱	Q _{HI-5}	冷却塔、空調室外機、非常用発電機等を全て屋上に設置しており、高い位置からの放出に努め、レベル 4 となる。
	LR _{HI-5}	上述した空調負荷を低減させる建物配置計画とした上で、自動制御ブラインド付きエアフローウィンドウ、水蓄熱システム+低温大温度差搬送システムなど各種省エネ設備を導入することで、時間最大消費エネルギー原単位を 23.7[W/m ²]に抑えることができた。

PART II. 採点基準

1. 風通し

Q_{HI-1} 敷地内の歩行者空間等へ風を導き、暑熱環境を改善する

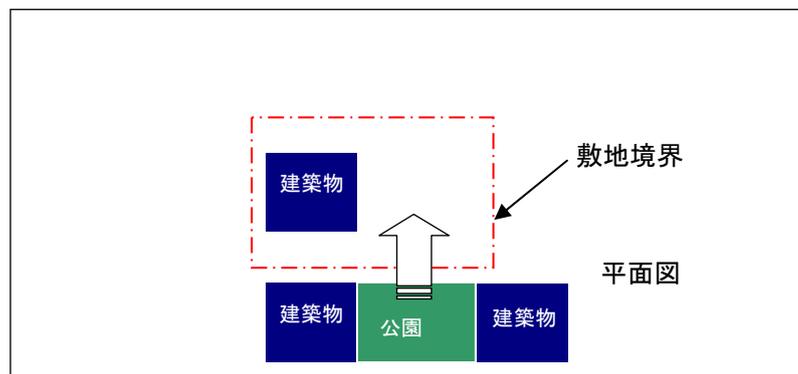
① 敷地周辺の風の状況を把握し、敷地内の歩行者空間等へ風を導く建築物の配置・形状計画とする

建築物の配置・形状計画にあたっては、敷地周辺の風の状況を把握し、敷地内の歩行者空間等へ、風を導く工夫をおこなう。

レベル	内容
レベル1	(該当するレベルなし)
レベル2	風を導く工夫を特にしていない
レベル3	(該当するレベルなし)
レベル4	風を導く工夫をしている
レベル5	(該当するレベルなし)

□解説

- ・敷地内の歩行者空間等に風を導き、暑熱環境を改善するという観点から評価する。
- ・定性評価とし、工夫をしている場合にはレベル4、特に工夫をしていない場合にはレベル2とする。工夫をする際は、夜間の卓越風向にも配慮する。(図Ⅱ.1.1参照)
- ・敷地周辺の風環境は、街区レベルの風環境データベース(図Ⅱ.1.2及びPARTⅢ参照)を参照して把握する。



図Ⅱ.1.1 風を導く工夫の例

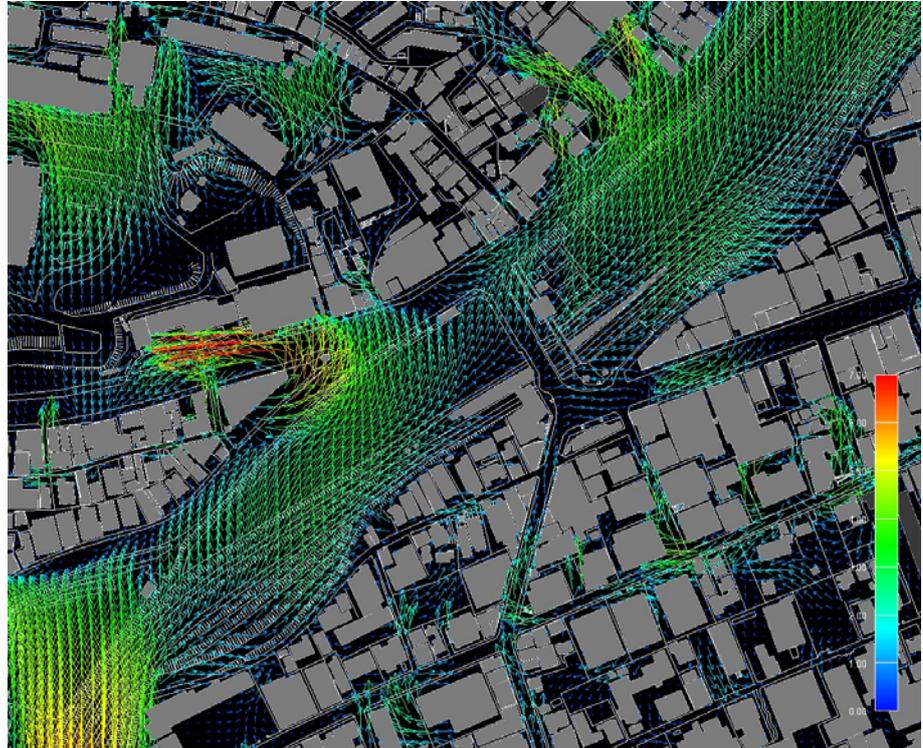


図 II.1.2a 風環境データベース(東京)の例 歩行者レベルの風速分布図

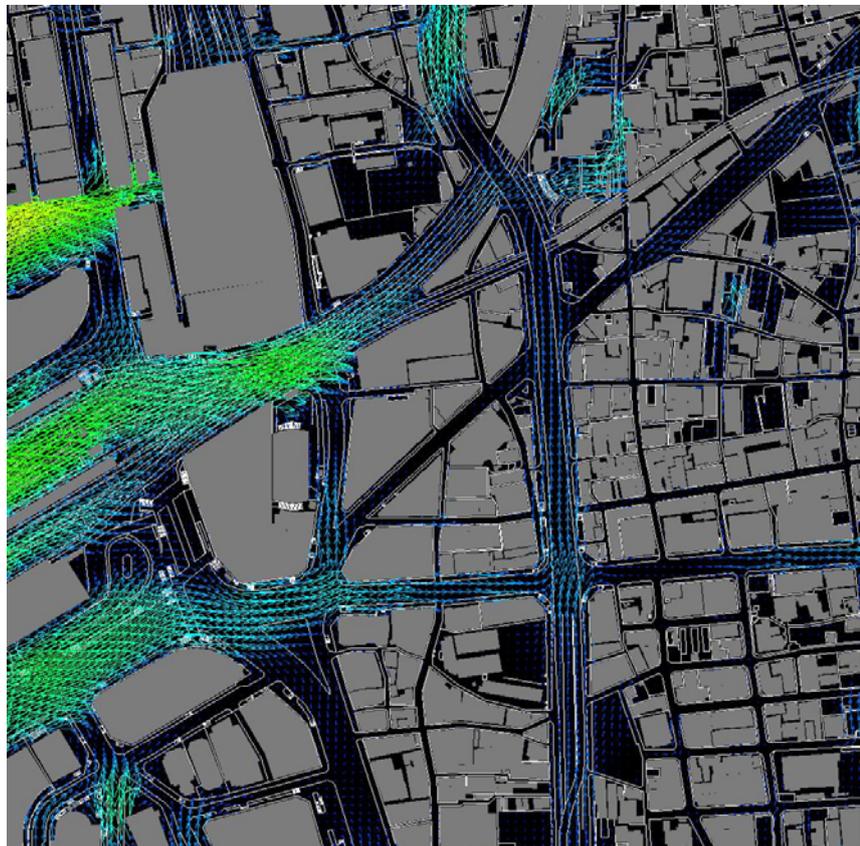


図 II.1.2b 風環境データベース(大阪)の例 歩行者レベルの風速分布図

② 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

建築物の配置計画にあたっては、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、敷地内の風の通り道を確保する。

レベル	内容
レベル1	空地率が20%未満
レベル2	空地率が20%以上40%未満
レベル3	空地率が40%以上60%未満
レベル4	空地率が60%以上80%未満
レベル5	空地率が80%以上

□解説

- ・空地を設けることにより、風の通り道を確保し、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善するという観点から、敷地面積に対する空地面積の比率(空地率)により評価する。
- ・空地率は、 $100\% - \text{建蔽率}(\%)$ とする。
- ・ピロティや1m以上の庇部分は、建蔽率に含まれるが、評価の主旨より、空地として扱ってよい。
- ・その場合の空地率は、 $(\text{敷地面積} - \text{1階床面積}) / \text{敷地面積} \times 100(\%)$ と考えてよい。

LR_{HI}-1 風下となる地域への風通しに配慮し、敷地外への熱的な影響を低減する

① 建築物の配置・形状計画にあたっては、風下となる地域への風の通り道を遮らない

建築物の配置・形状計画にあたっては、敷地周辺の風の状況を把握し、夏期の卓越風の風下となる地域への風の通り道を確保する。

レベル	内容
レベル1	風下地域への風の通り道を遮る
レベル2	(該当するレベルなし)
レベル3	風下地域への風の通り道と特に関係しない
レベル4	(該当するレベルなし)
レベル5	風下地域への風の通り道を遮らないよう配慮している

□解説

- ・風下地域への配慮としては、近隣地域への風通しへの配慮と、より広域的な観点からの建築物による風に対する抵抗を考える必要がある。①では、近隣地域への風の通り道を遮らないという観点で評価する。続いて②、③では、広域的な観点からの建築物による風に対する抵抗を評価する。
- ・具体的には、近隣の住宅街、公園、学校、グリーンベルト等、風の道となっている地域への風通しを評価する。(図Ⅱ.1.3参照)
- ・定性評価とし、風下地域への風の通り道を遮らないように配慮している場合にはレベル5、風下地域への風の通り道を遮ると思われる場合にはレベル1、風の通り道と特に関係しない場合にはレベル3とする。
- ・敷地周辺の風環境は、街区レベルの風環境データベース(図Ⅱ.1.2a, 図Ⅱ.1.2b, 及びPARTⅢ参照)を参照して把握する。

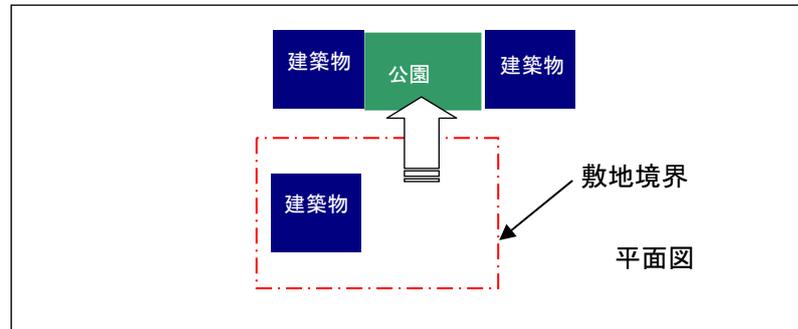


図 II.1.3 風下地域への風の通り道を遮らない配慮の例

② 夏期の卓越風向に対する建築物の見付け面積を小さくする

建築物の配置・形状計画にあたっては、夏期の卓越風を遮らないよう、卓越風向に対する建築物の見付け面積を小さくする。

レベル	内 容
レベル1	卓越風向に対する建築物の見付面積比が 100%以上
レベル2	卓越風向に対する建築物の見付面積比が 80%以上 100%未満
レベル3	卓越風向に対する建築物の見付面積比が 60%以上 80%未満
レベル4	卓越風向に対する建築物の見付面積比が 40%以上 60%未満
レベル5	卓越風向に対する建築物の見付面積比が 40%未満

□解 説

- ・広域的な観点から風下地域全体への配慮として、次のように考える。風下地域の風速の低下を招く要因は建築物による風に対する抵抗である。したがって、まずは、卓越風向に対する見付面積をできるだけ小さくすることで風速の低下を防ぐことが重要である。一方で、同じ見付面積であっても卓越風向に沿う向きの建築物の配置密度が粗であるならば、すなわち、隣棟間隔が大きければ、建築物により低下した風速は敷地内である程度回復することになる。したがって、②では、まず、卓越風向に対する見付面積率を評価し、次の③では、卓越風向に沿う向きの隣棟間隔から風速の回復への配慮を評価する。
- ・卓越風向に対する建築物の見付面積比は、以下で定義する。(図 II.1.4a参照)

$$S_b / (W_s \times H_b) \times 100(\%)$$

- ・基準高さHbは{(基準容積率/基準建蔽率)×階高}とする。
- ・階高は(建築物の高さ/階数)とする。
- ・卓越風向が敷地辺に直交しない場合には、できるだけ卓越風向に近い直交風向を卓越風向に置き換えて評価してもよい。
- ・複数棟の場合はすべての建築物を考慮して見付面積を算出する。
- ・不整形敷地の場合は図 II.1.4bにより最大敷地幅を定義する。

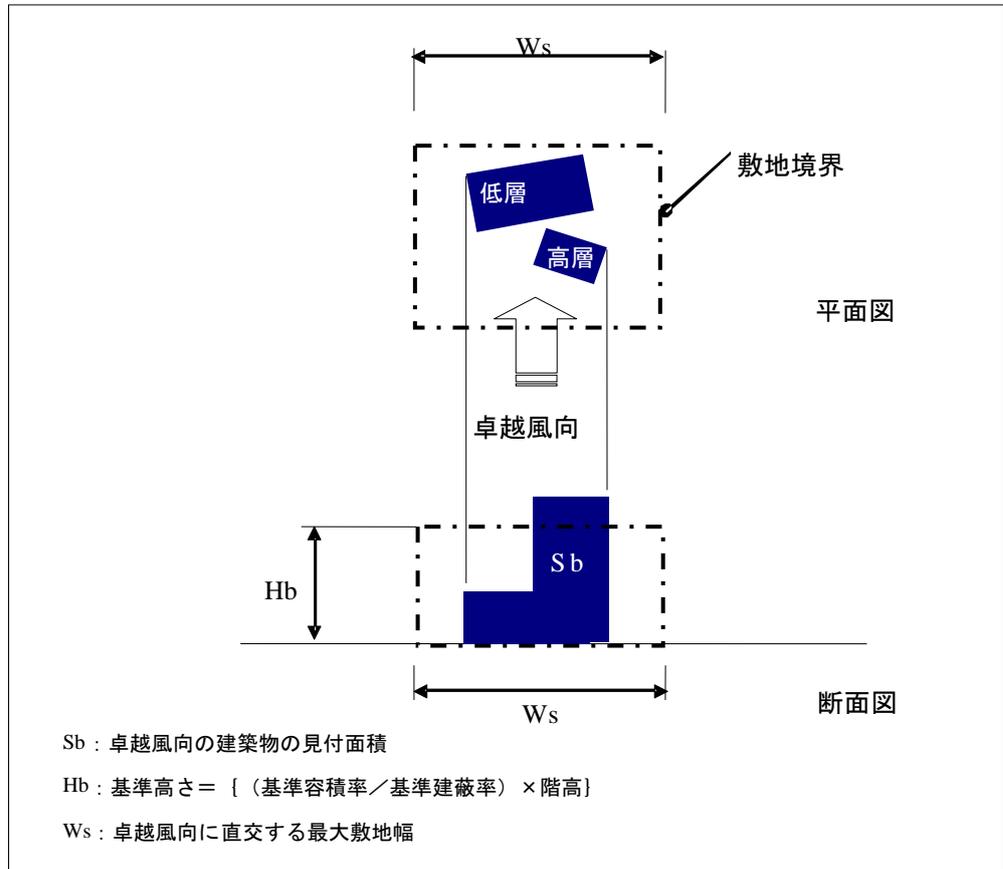


図 II.1.4a 卓越風向に対する建築物の見付面積比の定義

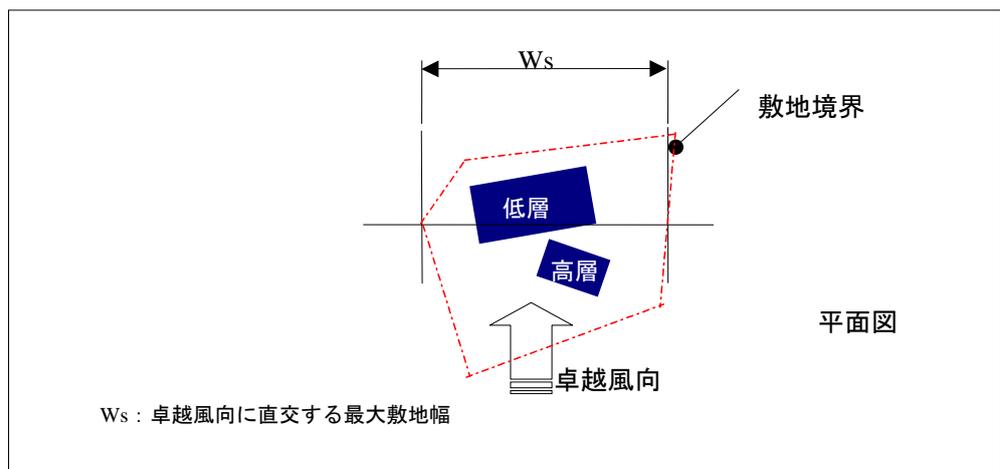


図 II.1.4b 不整形敷地の場合の Ws の定義

③ 風を回復させるよう、建築物の高さ、形状、建築物間の隣棟間隔等を勘案する

建築物の後流域での風の回復を促進するため、夏期の卓越風に沿う方向について、建築物の高さ(H)に応じた敷地境界からの後退距離(W_d)を確保する。

レベル	内 容
レベル1	隣棟間隔指標 R_w が 0.2 未満
レベル2	隣棟間隔指標 R_w が 0.2 以上 0.3 未満
レベル3	隣棟間隔指標 R_w が 0.3 以上 0.4 未満
レベル4	隣棟間隔指標 R_w が 0.4 以上 0.5 未満
レベル5	隣棟間隔指標 R_w が 0.5 以上

□解 説(図Ⅱ.1.5 参照)

- ・③では、基準高さ H_b の1/2以上の高さの建築物について、卓越風向に沿う向きに隣棟間隔から風速の回復への配慮を評価する。
- ・基準高さ H_b は②と同様に{(基準容積率/基準建蔽率)×階高}とする。
- ・卓越風向に沿う方向の後退距離(W_1, W_2)を評価する。
- ・卓越風向に沿う方向に対して最大敷地幅(W_d)となる敷地境界を決め、後退距離を評価する。
- ・隣棟間隔指標として以下を定義する。

$$R_w = (W_1 + W_2) / H$$

- ・夏期の卓越風向が敷地辺に直交しない場合には、できるだけ卓越風向に近い直交風向を卓越風向に置き換えて評価してよい。
- ・不整形敷地の場合は図Ⅱ.1.5bにより最大敷地幅(W_d)等を定義する。
- ・セットバックがある場合の後退距離は図Ⅱ.1.6a, 図Ⅱ.1.6bにより算出する。
- ・同一敷地内に複数棟がある場合の算定方法は、図Ⅱ.1.7aによる。その際、高さに大きな差がある2棟が近接している場合の考え方は、図Ⅱ.1.7bによる。
- ・複数棟かつ不整形敷地の場合は図Ⅱ.1.7cにより最大敷地幅(W_d)等を定義する。

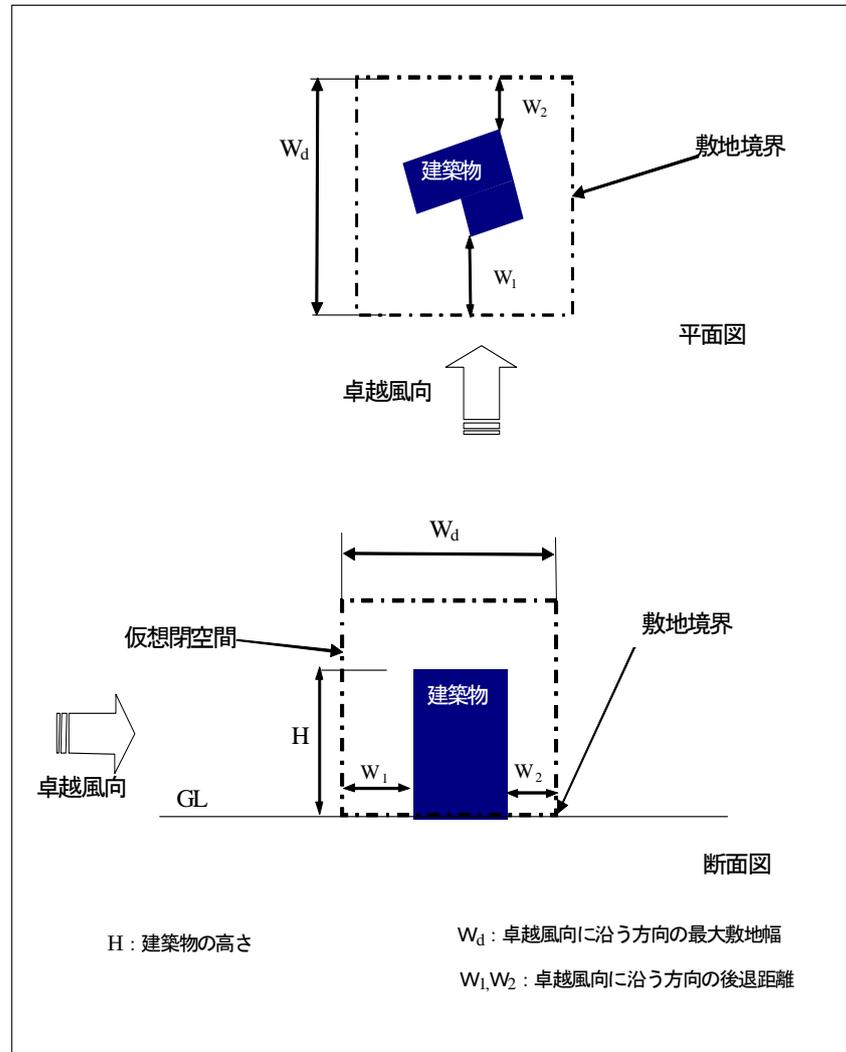
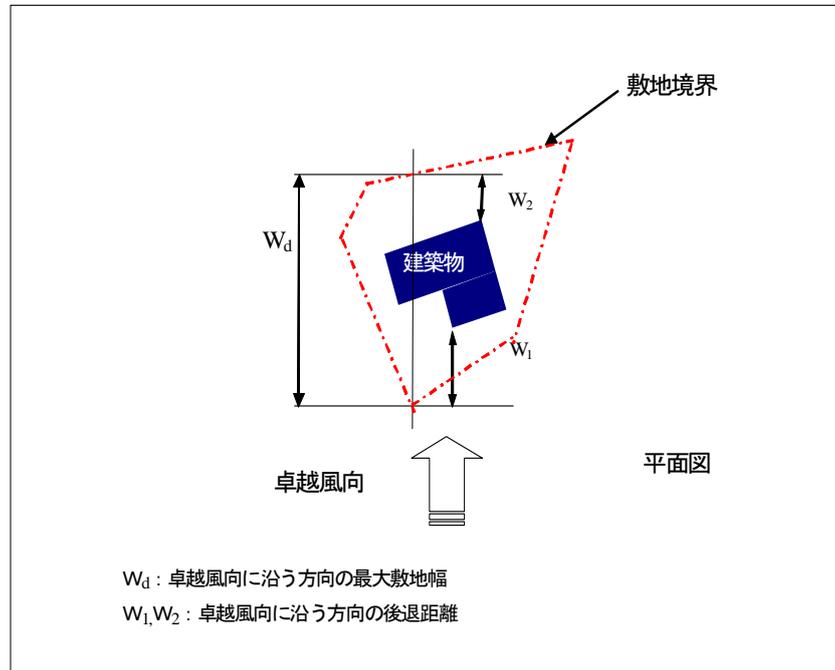
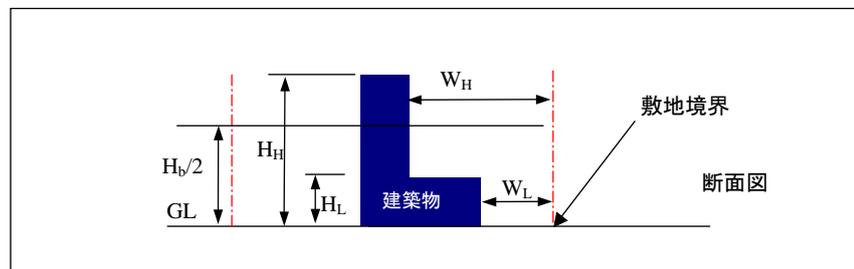
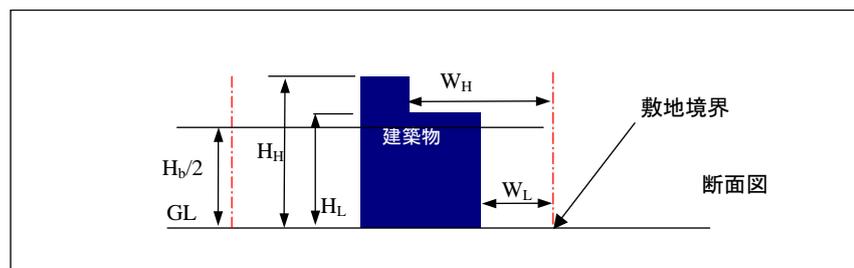


図 II.1.5a 敷地境界からの後退距離 W_1, W_2 および建築物の高さ H の定義

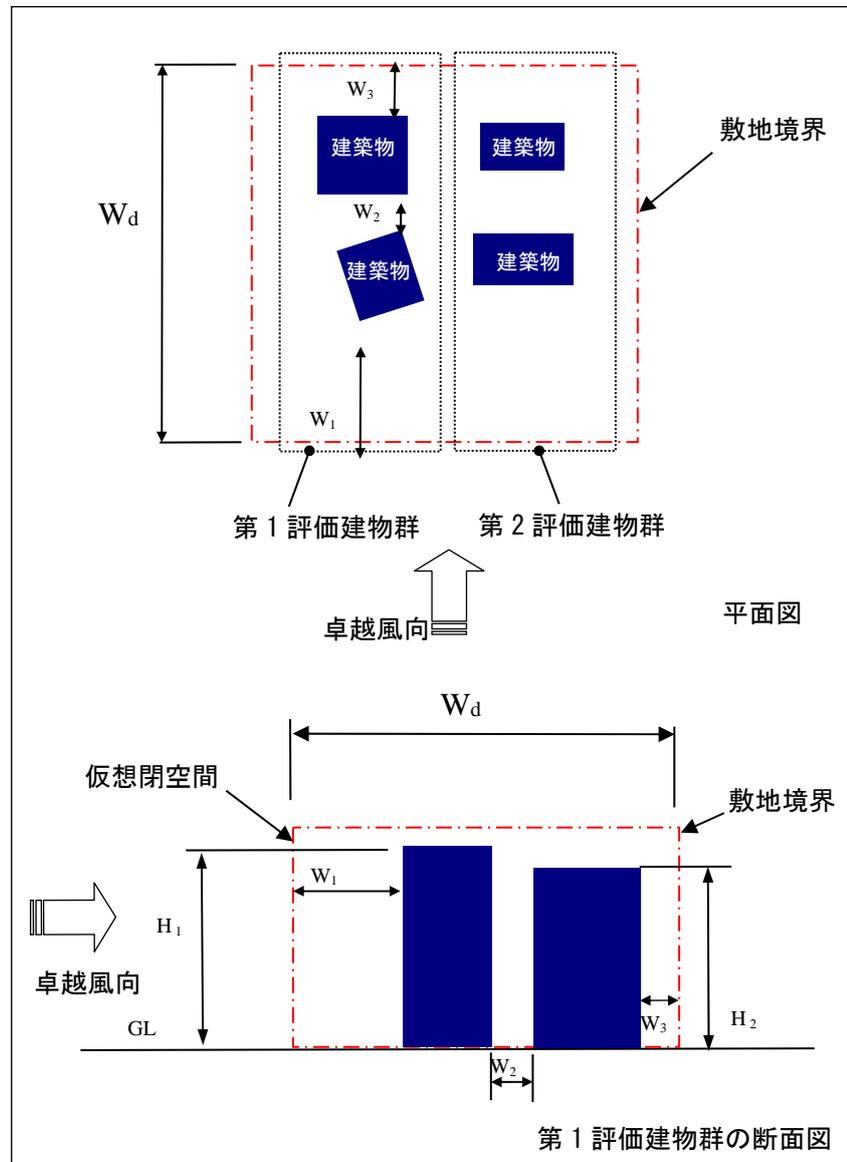
図 II.1.5b 不整形敷地の場合の最大敷地幅 W_d および後退距離 W_1, W_2 の定義

・ $H_b/2$ より低い位置にセットバックがある場合、風上側・風下側によらず、セットバックしている側の後退距離は W_H/H_H で評価する。

図 II.1.6a セットバックしている建築物の場合の W/H の評価方法 1

・ $H_b/2$ 、あるいはそれより高い位置にセットバックがある場合、風上側・風下側によらず、セットバックしている側の後退距離は $(W_H+W_L)/2/H_H$ で算出する。

図 II.1.6b セットバックしている建築物の場合の W/H の評価方法 2



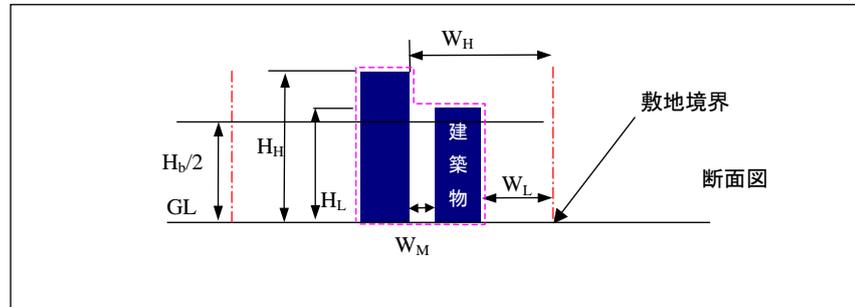
- ・卓越風向に沿って、複数の評価建物群が考えられる場合は、それぞれの評価建物群について評価する。
- ・敷地境界からの後退距離・隣棟間隔(W)は、最も狭い部分で評価するものとする。
- ・高さの異なる2棟の隣棟間隔に対する高さ(H)は、風上側の建築物の高さとする。
- ・このとき、高さに大きな差がある2棟が近接している場合については、図Ⅱ.1.7bによることができる。
- ・セットバックがある場合は、図Ⅱ.1.6a、図Ⅱ.1.6bに準じて評価する。
- ・ひとつの評価建物群について隣棟間隔指標は以下で定義する。(図Ⅱ.1.7aの第1評価建物群の例)

$$R_w = \{W_1/H_1 + (W_2/H_1 + W_3/H_2 + \dots + W_{N+1}/H_N)\}/N$$

(ただし、Nは建物棟数)

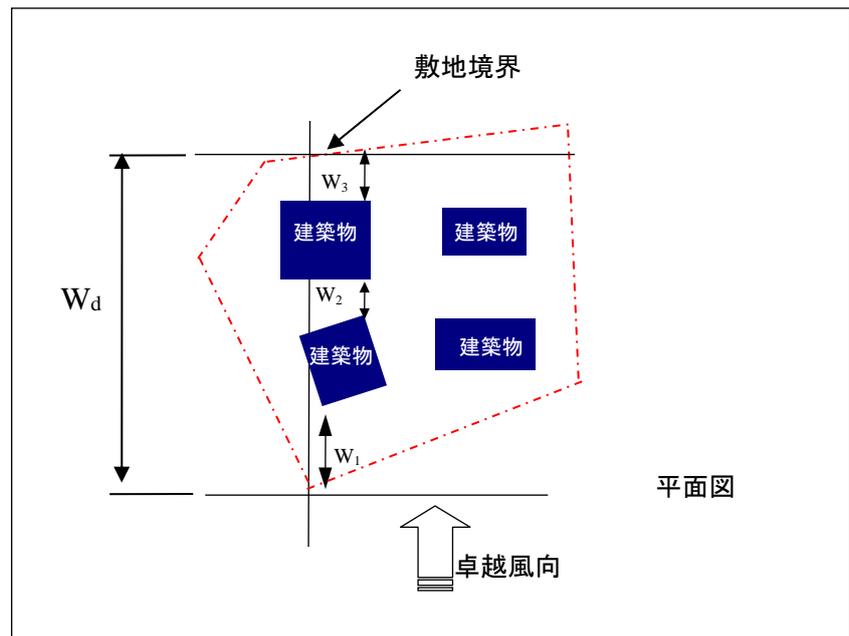
- ・複数の評価建物群がある場合は、それぞれについて R_w を求め、平均をとるものとする。

図Ⅱ.1.7a 同一敷地内に複数棟がある場合の評価方法



- ・ $H_b/2$ 、あるいはそれより高い位置において、高さに大きな差がある2棟が近接している場合、2棟を一体としてセットバックした建築物(図Ⅱ.1.6b参照)とみなすことができるものとする。
- ・ ただし、 $(H_H - H_L) > W_M$ を満たすことを条件とする。
- ・ このとき、セットバックしている側の後退距離は $(W_H + W_L) / 2 / H_H$ で評価する。

図Ⅱ.1.7b 高さに大きな差がある2棟が近接している場合の W/H の評価方法



図Ⅱ.1.7c 複数棟かつ不整形敷地の場合の最大敷地幅 W_d および後退距離の定義

2. 日陰

Q_{HI}-2 夏期における日陰を形成し、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善する

① 中・高木の植栽やピロティ、庇、パーゴラ等を設けることにより、日陰の形成に努める

中・高木の植栽やピロティ、庇、パーゴラ等を設けることにより、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。

レベル	内容
レベル1	水平投影面積率 0%
レベル2	水平投影面積率 10%未満
レベル3	水平投影面積率 10%以上 20%未満
レベル4	水平投影面積率 20%以上 30%未満
レベル5	水平投影面積率 30%以上

□解説

- ・日陰を形成することにより、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善するという観点で評価する。
- ・以下の定義による中・高木、ピロティ、庇、パーゴラ等の水平投影面積率により評価する。

<水平投影面積率>

$$=(\text{中・高木の水平投影面積} + \text{ピロティ、庇、パーゴラ等の水平投影面積}) / \text{全敷地面積} \times 100(\%)$$

- ・敷地面積は全敷地面積とする。
- ・中・高木の水平投影面積は、<中・高木の樹冠面積> × <本数>とする。(図 II.2.1参照)
- ・樹冠面積の算定方法は、6.1「樹冠面積、緑地面積の算定方法(1)」による。
- ・ピロティ、庇、パーゴラ等の水平投影面積は図 II.2.2のように算定する。

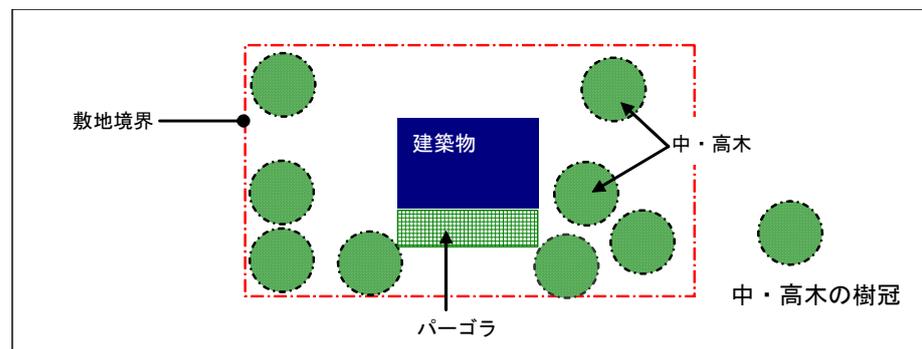


図 II.2.1 中・高木およびパーゴラの水平投影面積

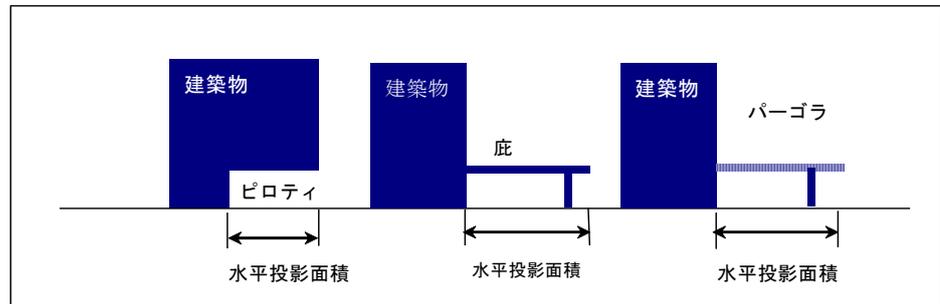


図 II.2.2 ピロティ、庇、パーゴラ等の水平投影面積の算定方法

3. 外構の地表面被覆等

Q_{HI}-3 敷地内に緑地や水面等を確保し、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善する

① 緑地や水面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

緑地や水面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。特に、南側、西側等の日射の影響が強い場所において効果が高い。

レベル	内容
レベル1	緑被率＋水被率＋中・高木の水平投影面積率 0%
レベル2	緑被率＋水被率＋中・高木の水平投影面積率 10%未満
レベル3	緑被率＋水被率＋中・高木の水平投影面積率 10%以上 20%未満
レベル4	緑被率＋水被率＋中・高木の水平投影面積率 20%以上 30%未満
レベル5	緑被率＋水被率＋中・高木の水平投影面積率 30%以上

□解 説

- ・緑地や水面を確保することにより、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善するという観点で評価する。
- ・芝生・草地、低木等の緑被率と水被率および中・高木の水平投影面積率の合計値で評価する。
- ・緑被率、水被率、中・高木の水平投影面積率はそれぞれ以下の式で定義する。なお、中・高木の水平投影面積に対する下式中の掛け率については、6.2「CASBEE-HIIにおける中・高木の蒸発散効果の考え方」に解説する。

$$\langle \text{緑被率} \rangle = \langle \text{緑地面積} \rangle / \langle \text{全敷地面積} \rangle \times 100(\%)$$

$$\langle \text{水被率} \rangle = 2.0 \times \langle \text{水面面積} \rangle / \langle \text{全敷地面積} \rangle \times 100(\%)$$

$$\langle \text{中・高木の水平投影面積率} \rangle = 1.5 \times \langle \text{中・高木の水平投影面積} \rangle / \langle \text{全敷地面積} \rangle \times 100(\%)$$

- ・緑地面積、中・高木の水平投影面積の算定方法は、6.1「樹冠面積、緑地面積の算定方法」による。
- ・ウォーター・ミスト等によって直接水分を蒸散させ、気温等の上昇を抑制する場合には、ミスト噴霧時の水分蒸散量を同等の緑地面積に置き換えて評価する。同等の緑地(芝生)面積(m²)は、以下の式により、算出する。なお、緑地(芝生)の単位蒸散量は、夏期の晴天日の日中において0.01L/(min・m²)として計算する。

〈ウォーター・ミスト等の換算緑地面積〉

$$= \langle \text{ノズル1個あたり噴霧量(L/min・個)} \rangle \times \langle \text{ノズル個数} \rangle / \langle \text{緑地(芝生)の単位蒸散量(L/min・m}^2\text{)} \rangle$$



ウォーター・ミスト設置例(2005年愛知万博会場)

② 敷地内の舗装面積を小さくするよう努める

敷地内の舗装面積を小さくするよう努める。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)を避けるよう努める。

用途	内容
レベル1	舗装面積率 40%以上
レベル2	舗装面積率 30%以上 40%未満
レベル3	舗装面積率 20%以上 30%未満
レベル4	舗装面積率 10%以上 20%未満
レベル5	舗装面積率 10%未満

□解説

- ・舗装面積を小さくすることにより、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善するという観点で評価する。
- ・舗装面積率は、 $\frac{\text{舗装面積}}{\text{全敷地面積}} \times 100(\%)$ で定義する。
- ・暑熱環境改善のため、保水性の高い舗装材等を用いた部分については除外してよい。
- ・明らかに直達日射の当たらない部分やピロティ部分等の舗装面積は除外してよい。

LR_{HI}-3 地表面被覆材に配慮し、敷地外への熱的な影響を低減する

①地表面の被覆材に配慮する

地表面には、蒸発冷却効果が高い材料、または日射反射率が高い被覆材を選定するよう努める。

レベル	内容
レベル1	地表面対策面積率 0%
レベル2	地表面対策面積率 15%未満
レベル3	地表面対策面積率 15%以上 30%未満
レベル4	地表面対策面積率 30%以上 45%未満
レベル5	地表面対策面積率 45%以上

ここでは、地表面の被覆において、蒸散効果が見込める被覆を行った場合と、日射反射率の高い材料にて被覆を行った場合について評価を行う。評価は地表面対策面積率にて評価を行う。地表面対策面積率の定義を以下に示す。なお、「蒸散効果のある材料による被覆面積」、「高反射対策を施した面積」については、以下に示す。

$$\text{地表面対策面積率} = \frac{\text{蒸散効果のある材料による被覆面積} + \text{高反射対策を施した面積}}{\text{敷地面積}}$$

A. 緑地や水面を確保する、または、保水性の高い被覆材を選定するよう努める

□解 説

地表面からの蒸発冷却効果を高めることにより、敷地外への熱的な影響を低減するという観点から、「蒸発冷却効果の高い被覆面積」で評価する。「蒸発冷却効果の高い被覆面積」には、芝生・草地、低木等、水面、中・高木、保水対策面を含み、これらの蒸発冷却効果を芝生面積に置き換えた合計値で評価する。なお、中・高木の水平投影面積に対する下式中の掛け率については、6.2「CASBEE-HIにおける中・高木の蒸発散効果の考え方」に解説する。

＜蒸散効果のある材料による被覆面積率＞

$$= \text{＜緑被率＞} + \text{＜水被率＞} + \text{＜中・高木の水平投影面積率＞} + \text{＜保水性対策面積率＞}$$

・緑被率、水被率、中・高木の水平投影面積率、保水性対策面積率はそれぞれ以下の式で定義する。

$$\text{＜緑被率＞} = \text{＜緑地面積＞} / \text{＜全敷地面積＞} \times 100(\%)$$

$$\text{＜水被率＞} = 2.0 \times \text{＜水面面積＞} / \text{＜全敷地面積＞} \times 100(\%)$$

$$\text{＜中・高木の水平投影面積率＞} = 3.0 \times \text{＜中・高木の水平投影面積＞} / \text{＜全敷地面積＞} \times 100(\%)$$

$$\text{＜保水性対策面積率＞} = \text{＜保水性対策を施した面積＞} / \text{＜全敷地面積＞} \times 100(\%)$$

・緑地面積、中・高木の水平投影面積の算定方法は、6.1「樹冠面積、緑地面積の算定方法(1)」による。

・保水性の高い被覆材は、6.3「保水性の高い材料」に示す試験方法や評価方法により評価、認証された材料または同等の材料とする。

・透水性建材による舗装面は、蒸発冷却効果はないものとし、「保水性対策を施した面積」に含まない。

B. 日射反射率の高い被覆材を選定するよう努める

□解 説

地表面に、日射反射率の高い被覆材を選定することで、域内に入射した日射を域外へと放出する効果を＜高反射対策を施した面積率＞として評価する。

$$\text{＜高反射対策を施した面積率＞} = \text{＜高反射対策を施した面積＞} / \text{＜全敷地面積＞} \times 100(\%)$$

・地表面被覆材の日射反射率を高めることにより、敷地外への熱的な影響を低減するという観点で評価する。

・日射反射率の高い被覆材は、6.4「日射反射率の高い材料」に示す試験方法や評価方法により評価、認証された材料または同等の材料とする。

・歩道・車道・駐車場・広場などの人や車の立ち入ることが出来る空間(人の立ち入ることが出来る屋上も含む)に用いられる日射反射率の高い被覆材料は、人体等に対する反射日射の影響(熱、光)を考慮し、人の立ち入らない屋上・屋根などに用いられる被覆材料と比較して小さな反射率(おおむね25～35%程度)の被覆材料が用いられる。

本項目の評価は、＜蒸散効果のある材料による被覆面積＞と＜高反射対策を施した面積＞の両方の合計量にて評価を行う。

4. 建築外装材料

QH-4 建築外装材料等に配慮し、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善する

① 屋上(人が出入りできる部分)の緑化に努める

屋上のうち、人が出入りできる部分の緑化に努める。

レベル	内 容
レベル1	(該当するレベルなし)
レベル2	(該当するレベルなし)
レベル3	人が出入りできる屋上がないまたは特に緑化していない
レベル4	人が出入りできる屋上があり、一部緑化している
レベル5	人が出入りできる屋上を広く緑化している

□解 説

- ・人が出入りできる屋上部分に緑化を施すことにより、歩行者空間等の暑熱環境を改善するという観点で、定性的に評価する。
- ・「広く緑化」とは当該屋上面積の概ね80%以上を緑化している場合とする。

② 外壁面等の材料に配慮する

特に建築物の南側や西側外壁面等の日射の影響が強い部位の緑化等に努める。

レベル	内 容
レベル1	(該当するレベルなし)
レベル2	(該当するレベルなし)
レベル3	外壁面対策面積率 10%未満
レベル4	外壁面対策面積率 10%以上 20%未満
レベル5	外壁面対策面積率 20%以上

□解 説

- ・外壁面に緑化、保水性建材を施す、または外壁面・窓面に再帰性反射材料を施すことにより、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善するという観点で評価する。
- ・再帰性反射材料は、6.5「再帰性反射材料」に示す試験方法や評価方法により評価、認証された材料または同等の材料とする。
- ・外壁面対策面積率は、以下の式にて定義する。外壁の緑被面積の算定は、6.1「樹冠面積、緑地面積の算定方法(2)⑤」等による。

〈外壁面対策面積率〉

$$= (\langle \text{外壁緑被面積} \rangle + \langle \text{保水性対策を施した面積} \rangle + \langle \text{再帰性反射材料を適用した面積} \rangle) / \langle \text{全外壁面積} \rangle \times 100(\%)$$

なお、ベランダへの保水性対策の導入を評価する場合は、分子に保水性対策を施した面積、分母に全ベランダ面積を追加する。

LR_{HI}-4 建築外装材料等に配慮し、敷地外への熱的な影響を低減する

①屋根面の緑化等と高反射材料を選定するように努める

屋根面における緑化等蒸発冷却効果のある材料、高い反射率の材料を施した面積について評価する。

レベル	内 容
レベル1	(該当するレベルなし)
レベル2	(該当するレベルなし)
レベル3	屋根面対策面積率 20%未満
レベル4	屋根面対策面積率 20%以上 40%未満
レベル5	屋根面対策面積率 40%以上

ここでは、屋根面において、緑化を行った場合と、日射反射率の高い材料にて被覆を行った場合について評価を行う。評価は屋根面対策面積率にて評価を行い、その定義は以下に示す。

屋根面対策面積率

$$= \langle \text{屋根面における蒸散効果のある材料による被覆面積率} \rangle + \langle \text{屋根面高反射対策面積率} \rangle$$

A. 屋根面の緑化等に努める

□解 説

屋根面の緑化により、敷地外への熱的な影響を低減するという観点で評価する。

- ・屋根面における蒸散効果のある材料による被覆面積率は、以下の式にて算出する。
- ・屋根面の緑化面積、中・高木の水平投影面積の算定は、6.1「樹冠面積、緑地面積の算定方法(1)、(2)①-④」による。

$\langle \text{屋根面における蒸散効果のある材料による被覆面積率} \rangle$

$$= \langle \text{緑被率} \rangle + \langle \text{水被率} \rangle + \langle \text{中・高木の水平投影面積率} \rangle + \langle \text{保水性対策面積率} \rangle$$

- ・屋根面における緑被率、水被率、中・高木の水平投影面積率、保水性対策面積率の定義は、LR_{HI}-3①と同じとする。

B. 日射反射率の高い屋根材を選定するよう努める

□解 説

- ・屋根面に日射反射率の高い屋根材を使用することにより、敷地外への熱的な影響を低減するという観点で評価する。

$$\langle \text{屋根面高反射対策面積率} \rangle = \langle \text{高反射対策を施した面積} \rangle / \langle \text{全屋根面積} \rangle \times 100(\%)$$

- ・日射反射率の高い被覆材は、6.4「日射反射率の高い材料」に示す試験方法や評価方法により評価、認証された材料または同等の材料とする。
- ・高い長波放射率は、夜間の放射冷却を促し、夜間の冷房負荷削減にも効果がある。

② 外壁面等の材料に配慮する

レベル	内 容
レベル1	(該当するレベルなし)
レベル2	(該当するレベルなし)
レベル3	外壁面対策面積率 10%未満
レベル4	外壁面対策面積率 10%以上 20%未満
レベル5	外壁面対策面積率 20%以上

□解 説

- ・外壁面に緑化、保水性建材を施す、または外壁面・窓面に再帰性反射材料を施すことで、敷地外への熱的な影響を低減するという観点で評価する。
- ・再帰性反射材料は、6.5「再帰性反射材料」に示す試験方法や評価方法により評価、認証された材料または同等の材料とする。
- ・外壁面対策面積率は、 Q_{HI-4} ②と同様に以下の式にて定義する。外壁の緑被面積の算定は、6.1「樹冠面積、緑地面積の算定方法(2)⑤」による。

<外壁面対策面積率>

$$= (\text{<外壁緑被面積>} + \text{<保水性対策を施した面積>} + \text{<再帰性反射材料を適用した面積>}) / \text{<全外壁面積>} \times 100(\%)$$

なお、ベランダへの保水性対策の導入を評価する場合は、分子に保水性対策を施した面積、分母に全ベランダ面積を追加する。

5. 建築設備からの排熱

Q_{HI}-5 建築設備に伴う排熱の位置等に配慮し、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善する

① 主たる建築設備(空調設備)に伴う排熱は、建築物の高い位置からの放出に努める

レベル	内 容
レベル1	(該当するレベルなし)
レベル2	冷却塔、室外機等のほとんどを低層部(GL+10m 以下)に設置
レベル3	冷却塔、室外機等の設備容量の 50%程度を低層部(GL+10m 以下)に設置
レベル4	冷却塔、室外機等を設置しない、またはほとんどを屋上に設置
レベル5	(該当するレベルなし)

□解 説

- ・主たる建築設備(空調設備)に伴う排熱を建築物の高い位置から放出することにより、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善するという観点で評価する。
- ・冷却塔、室外機等を対象とする。
- ・GL+10m以下は、概ね1階2階の屋上レベルに相当する。
- ・地域冷暖房方式の場合には、レベル4とする。
- ・住宅用途の場合は、レベル4とする。
- ・複合用途の場合は、非住宅用途部分のレベルと住宅用途部分のレベル(レベル4)から、延床面積比率を考慮して適切なレベルを設定する。

② 主たる建築設備(燃焼設備)に伴う高温排熱は、建築物の高い位置からの放出に努める

レベル	内 容
レベル1	(該当するレベルなし)
レベル2	高温排熱の放出部を低層部(GL+10m 以下)に設置
レベル3	高温排熱の放出部を設備容量の 50%程度低層部(GL+10m 以下)に設置
レベル4	設置しないまたはほとんどを屋上に設置
レベル5	(該当するレベルなし)

□解 説

- ・主たる建築設備(燃焼設備)に伴う高温排熱を建築物の高い位置から放出することにより、敷地内歩行者空間等の暑熱環境を改善するという観点で評価する。
- ・煙突経由排熱(コージェネレーション発電機、吸収式冷凍機、ボイラー等)を対象とする。
- ・高温排熱とは概ね100℃以上のものとする。
- ・地域冷暖房方式の場合には、レベル4とする。
- ・住宅用途の場合は、レベル4とする。
- ・複合用途の場合は、非住宅用途部分のレベルと住宅用途部分のレベル(レベル4)から、延床面積比率を考慮して適切なレベルを設定する。

LR_{HI}-5 建築設備からの大気への排熱量を低減する

① 建築物の外壁・窓等を通しての熱損失の防止及び空気調和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

エネルギーの効率的利用により、建築設備から大気への排熱量を低減するという観点で評価する。主には以下のような対策や措置により、効果がある。

- ・建築物の熱負荷抑制
 - 日射遮蔽(中・高木、庇、ルーバー等)、断熱強化により冷房に伴う排熱を抑制
- ・設備システムの高効率化
 - 省エネルギー空調、照明、換気、昇降機設備の導入
- ・自然エネルギーの活用(敷地周辺が保有する自然エネルギーポテンシャルの活用)
 - 自然通風による排熱の抑制、屋光利用による排熱の抑制
- ・未利用エネルギーの活用(敷地周辺が保有する都市排熱の活用)
 - ごみ焼却場排熱の利用による排熱の抑制
 - 海水、河川水、井水、地中熱、下水処理水等の利用
- ・高効率インフラの導入
 - 地域冷暖房(地域冷暖房プラントからの当該建築物の大気放出分は、当該建築物の排熱量に算入する)

時間最大消費エネルギー量

レベル	内容
レベル1	時間最大消費エネルギー量原単位 130 W/m ² 以上
レベル2	時間最大消費エネルギー量原単位 100 W/m ² 以上～130 W/m ² 未満
レベル3	時間最大消費エネルギー量原単位 85 W/m ² 以上～100 W/m ² 未満
レベル4	時間最大消費エネルギー量原単位 60 W/m ² 以上～85 W/m ² 未満
レベル5	時間最大消費エネルギー量原単位 60 W/m ² 未満

□解説

- ・建築設備から大気への排熱量は、建築物からの冷房排熱と建築物が都市を冷却する効果を相殺すれば、敷地内に投入され消費されたエネルギー量がすべて排熱になるという考え方に基づくことができる。そこで、日単位の消費エネルギー量のうち大気に排出されたエネルギー量で評価する。
- ・真夏の時間最大消費エネルギー量原単位と建築物の使用時間数または排熱の発生時間数にて評価する。
- ・エネルギーシステムが未定の場合には、目標とする時間最大消費エネルギー量で評価する。
- ・大気に放出されない排熱(例えば、給湯、もしくは、河川水、井水、下水処理水等の未利用エネルギーを活用した場合等)はその分のエネルギー量を差し引く。
- ・大気の熱を吸熱する機器(ヒートポンプ給湯機など)は、夜間の気温低下に対して効果があるという報告も行われているが、現在の評価体系に反映できるまでの情報が蓄積されていないため、評価対象としない。
- ・容積対象延床面積あたりの時間最大消費エネルギー量原単位(W/m²)とする。
- ・新築建築物においては、真夏の時間最大消費エネルギー量原単位の計画値とする。
- ・時間最大消費エネルギー量原単位は、冷房熱源機器の設置機器容量計画値を用いて評価しても良い。なお、その場合は、実稼働時の機器余裕率を考慮してよい。
- ・既存建築物においては、消費エネルギー量(二次換算エネルギー量)の実測値を用いることが望ましい。
- ・地域冷暖房方式の場合は、地域冷暖房プラントにおける当該建築物冷房分の時間最大消費エネルギー量を算入する。算定方法は以下による。

<地域冷暖房プラントにおける当該建築物冷房分の時間最大消費エネルギー量>

=<当該建築物の時間最大冷熱需要量(W/m²)>/<地域冷暖房プラントのシステム成績係数>

- ・住宅用途の場合は、標準的な時間最大消費エネルギー量原単位を50W/m²として評価する。

・複合用途の場合は、非住宅用途部分と住宅用途部分の延床面積比率により、加重平均値が自動計算される。

【時間最大消費エネルギー量の容積率による補正值について】

・実容積率と法定容積率の違いを評価に反映するため、以下のように、時間最大消費エネルギー量の容積率による補正值が自動計算され、入力シートに表示される。

$$\begin{aligned} &< \text{時間最大消費エネルギー量の容積率による補正值} > \\ &= < \text{補正前の時間最大消費エネルギー量原単位} (W/m^2) > \times R/R_o \\ &\text{ここで、} R: \text{実容積率}(\%), R_o: \text{法定容積率}(\%) \end{aligned}$$

建築物の使用時間数または排熱の発生時間数

レベル	内 容
レベル1	建築物の使用時間数または排熱の発生時間数 20 時間以上
レベル2	建築物の使用時間数または排熱の発生時間数 16 時間以上 20 時間未満
レベル3	建築物の使用時間数または排熱の発生時間数 11 時間以上 16 時間未満
レベル4	建築物の使用時間数または排熱の発生時間数 6 時間以上 11 時間未満
レベル5	建築物の使用時間数または排熱の発生時間数 6 時間未満

□解 説

- ・建築物の使用時間数、排熱の発生時間数は、最も長いと想定される夏期の1日あたりの時間数にて評価する。
- ・住宅用途の場合は、標準的な排熱の発生時間数を5時間として評価する。
- ・複合用途の場合は、非住宅用途部分と住宅用途部分の延床面積比率により、加重平均値が自動計算される。

②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

レベル	内 容
レベル1	(該当するレベルなし)
レベル2	特に工夫をしていない
レベル3	気温上昇の抑制に努めるべく、標準的な工夫をしている
レベル4	レベル3とレベル5の中間レベルの工夫をしている
レベル5	気温上昇の抑制に努めるべく、全面的な工夫をしている

□解 説

- ・空調用の屋外機などからの排熱を評価対象とし、温度上昇に直接影響する顕熱の大気への放出を削減するという観点から評価する。
- ・「標準的な工夫」とは、排気温度をできる限り低く抑える等の工夫を言う。(例:空調用屋外機の排気が吸込側にショートサーキットしないような配置をしている)
- ・「全面的な工夫」とは、水噴霧、水冷化^{※1)}などの手段を用いた排熱の潜熱化、河川水や下水、井水、地中熱などのヒートシンクの利用、排熱回収等によって、おおむね80%以上^{※2)}の顕熱排熱の抑制や低下の取り組みをした場合を言う。
- ・住宅用途の場合は、レベル5とする。
- ・複合用途の場合は、非住宅用途部分のレベルと住宅用途部分のレベル(レベル4)から、延床面積比率を考慮して適切なレベルを設定する。

※1 例:吸収冷凍機、遠心冷凍機など

※2 空調排熱だけでなく、発電にともなう排熱等も考慮して比率を算定する。

③ 排熱のピークシフトをはかる

蓄熱システムなどにより、排熱のピークシフトをはかる。

レベル	内 容
レベル1	(該当するレベルなし)
レベル2	(該当するレベルなし)
レベル3	夜間移行率 40%未満
レベル4	夜間移行率 40%以上 80%未満
レベル5	夜間移行率 80%以上

□解 説

・蓄熱システムなどにより、排熱のピークシフトをはかる。

・全日(昼間+夜間)のヒートアイランド現象を評価する場合には評価しない。日中(昼間)のみを評価する場合に評価する。

6. 参考資料

6.1 樹冠面積、緑地面積の算定方法

中・高木による樹冠面積、芝などの植物による緑地面積の算定方法は、原則として都市緑地法に基づく方法とする。ただし都市緑地法に基づく樹木の樹冠や地被植物の地上部の水平投影面積の算定方法には、以下の2つの考え方がある。

1) 緑化施設整備計画認定制度(都市緑地法第60条)における算定方法(同法施行規則23条、以下"施行規則23条")

・成長時を計画・予定した植物の水平投影面積

2) 緑化地域制度(都市緑地法第34条)における算定方法(同法施行規則9条、以下"施行規則9条")

・植栽時の実際の水平投影面積

CASBEEでは、植物が将来にわたって健全に成長し、計画者や施設管理者が計画・予定する樹冠面積や緑地面積を評価することを主眼に置き、上記1)の計算方法に則りつつ、評価者による算定のしやすさ等を考慮し、2)又は他の算定方法を一部と併用したものとす。

なお、本評価マニュアルにおける樹木の定義は以下の通りである。

・中・高木 : 植栽時点において樹高1.0m以上の樹木を差す。下記(1)にて評価する。

・低木 : 植栽時点において樹高1.0m以下の樹木を差す。下記(2)にて評価する。

(1) 中・高木の水平投影面積(樹冠面積)

・中・高木は、樹冠(成長時)の水平投影面積とする。すなわち、植栽時の樹冠の広がりではなく、樹木が成長したときに想定される樹冠の広がりを算定することを原則とする。(施行規則 23 条)

特に既存樹木が多い場合にはこの方法を推奨する。

・また植栽時の樹高にあわせ、表 II.6.1 に示す半径の円形の樹冠を持つものとみなし、この「みなし樹冠」を水平投影した面積としてもよい。(施行規則 9 条)

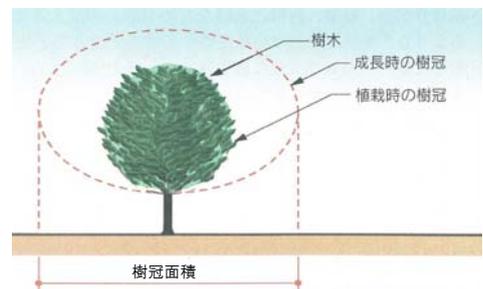


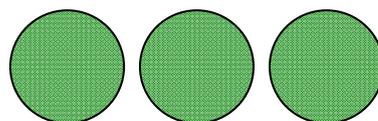
表 II.6.1 樹木のみなし樹冠の半径

植栽時の樹高	みなし樹冠の半径	みなし樹冠の面積
4.0m 以上	2.1m	13.8 m ²
2.5m 以上 4.0m 未満	1.6m	8.0 m ²
1.0m 以上 2.5m 未満	1.1m	3.8 m ²

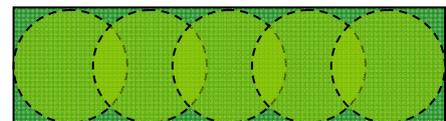
※この算出方法は、樹木の樹高が1m 以上のものに限る。

・中・高木同士の樹冠が重なる場合は重複分を省いて合計する。(施行規則 23 条)

ただし、複数の樹木が林立し樹冠が重なり合っている場合などは、以下の方法により樹冠面積を求めてもよい。(平塚市「緑化の手引き」をもとに、一部 CASBEE にて改変)



樹冠が重なっていない場合：
(各樹木の樹冠面積の合計)

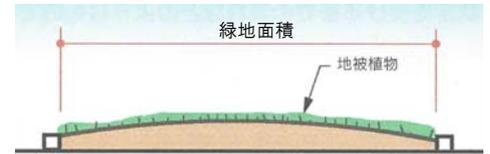


樹冠が重なっている場合：
(樹冠の外周を直線で囲んだ面積)

(2) 地被植物、低木等の緑地面積

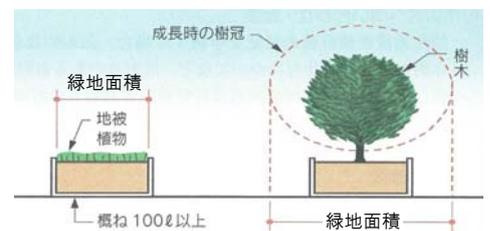
① シバ、その他の地被植物や低木の緑地面積

- ・シバやその他の地被植物、低木は、その植物が成長時に覆うものと計画した範囲の水平投影面積とする。(施行規則 23 条 をもとに、一部 CASBEE にて改変)



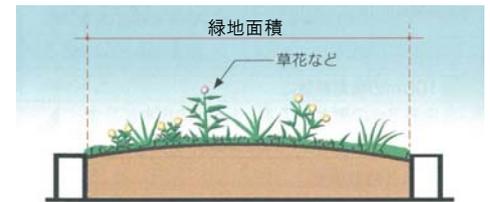
② プランタ・コンテナ等の緑地面積

- ・プランタやコンテナ等の容器を利用した植栽は、その容量が概ね 100 リットル以上の場合に、(1)や(2)①の方法に準じて算定する。
- ・プランタやコンテナを壁面緑化に使用した場合は、⑤壁面緑化における面積算定方法を適用する。(施行規則 23 条)



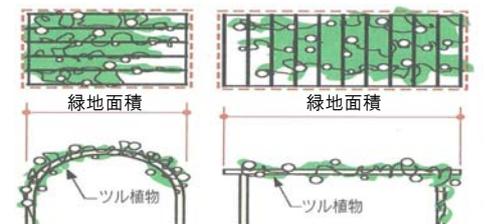
③ 花壇、その他の緑地面積

- ・草花やその他これに類する植物が生育するための土壌、あるいはその他の資材で表面がおおわれている部分(緑化施設)の水平投影面積とする。(施行規則 9 条)



④ 棚ものの緑地面積

- ・地上や屋上に、棚ものを設置する場合は、植物が成長時に棚を覆うものと計画した範囲の水平投影面積とする。(施行規則 23 条)

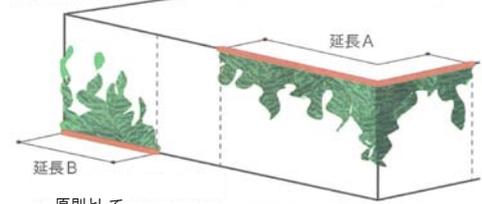


⑤ 壁面の緑地面積

ア. 垂直壁面の場合

- ・地上から登はんさせる緑化、屋上等壁面の上部から下垂させる緑化の場合は、緑化しようとする部分の水平延長に 1m を乗じた面積とする。(施行規則 23 条)
- ・ただし、蔓性植物の伸長を支える金網等がある場合で、明らかに 1m 以上伸張することが確認できる根拠があれば、その範囲とすることができる。(CASBEE 独自)
- ・壁面に植栽基盤等の資材を設置する緑化の場合は、それら資材に覆われた部分の面積とする。(CASBEE 独自)

垂直壁面の場合

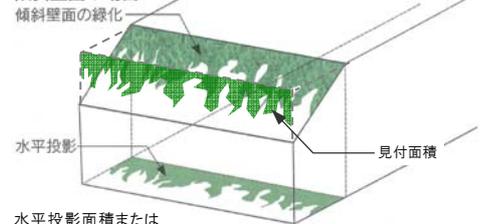


原則として
 緑地面積 = $(A+B) \times 1.0m$
 ただし、1m以上伸張することが確認できる場合はその範囲

イ. 傾斜壁面の場合

- ・緑化しようとする部分の水平投影面積または見付面積のいずれか大きい値とする。(施行規則 23 条をもとに、一部 CASBEE にて改変)

傾斜壁面の場合



水平投影面積または
 見付面積の大きい値

〈参考文献〉: 「あなたのまちの緑化を進める制度 都市緑地法に基づく制度の手引き」
 国土交通省公園緑地課 編集発行 2006.07

6.2 CASBEE-HI における中・高木の蒸発散効果の考え方

6.2.1 日陰における LR_{HI} の取り扱いについて

庇や中・高木で形成された日陰によって、日射受熱面を仮想閉空間内の上方に移動することができる(図 II.6.1参照)。

日陰が形成されれば、ないときよりも地表面温度は低下し、 Q_{HI} の評価空間(人の存在する空間)の暑熱環境は改善されるため、 Q_{HI} を増加させる。一方で、日射受熱面を仮想閉空間内の上方に移動しただけなので、 LR_{HI} の評価空間における日射取得量は変わらず、日陰を形成しても LR_{HI} の評価空間全体でみたときの日射受熱量は変わらない。そこで、本改訂版では「2.日陰」の項目は Q_{HI} のみを評価することとし、 LR_{HI} -2の評価は削除した。

一方、日陰を形成する要素のうち、中・高木は蒸発散により、 LR_{HI} の評価空間内においても顕熱を潜熱へ変換できる。従って、 LR_{HI} を削減する効果もある。一方で、芝生等の蒸発散の効果は LR_{HI} -3で評価しているため、中・高木による蒸発散効果については別途、 LR_{HI} -3に組み入れて評価することとした。

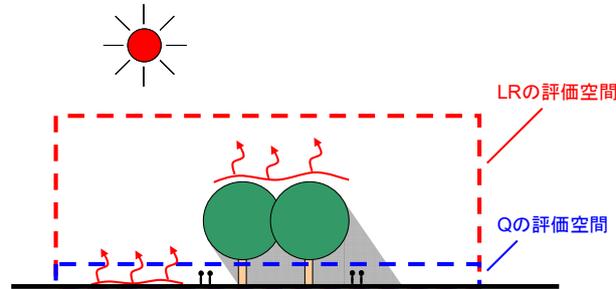


図 II.6.1 日陰の有無による日射受熱面の変化のイメージ

6.2.2 蒸発散に関する中・高木の水平投影面積の取り扱いについて

1) 中・高木からの蒸発散を、「3. 外構の地表面被覆等」の Q_{HI} -3、 LR_{HI} -3における蒸発散の効果の中に含めるものとし、水平投影面積に対する割増率は次の①と②の掛け率を考慮して、与えられるものとした。

① 中・高木の水平面投影面積と等しい蒸散面積の芝生に対する掛け率
(中・高木と芝生の蒸散量の比)

② 中・高木の蒸散による温度低下の地表面付近の歩行者環境に対する影響度の掛け率
(中・高木と芝生の影響度の比)

2) LR_{HI} については、①のみで水平投影面積を割増す。
(仮想閉空間内の顕熱をどれだけ除去したかを評価)

3) 一方、 Q_{HI} については、①と②の積で水平投影面積を割増す。

(中・高木の樹冠部分で冷えた空気の影響により人間がいる空間の暑熱環境がどの程度改善されるかを評価)

6.2.3 算定根拠とした既往研究

1) 中・高木と芝生の蒸散量の測定結果

芝生 : コウライシバによる夏期の実測結果¹⁾ : 3.6mm/日

中高木: 日本の主要な造園樹木(単木)における夏期晴天時(280cal~)の実測結果²⁾³⁾
(15m²以上の樹冠面積を有する単木の実測値をもとに蒸発量(mm)に換算)

イチヨウ: 9.5mm/日、5.4mm/日、14.3mm/日

プラタナス: 20.0mm/日、22.0mm/日、18.2mm/日

以上の結果より単純に比率を求めると、イチヨウ1.5~3.9倍、プラタナス5.1~6.1倍となる。

2) 中・高木と芝生の蒸散量の比較測定結果

植物の緑被毎の水分蒸散速度を測定し、その結果から緑化による蒸散に伴う潜熱消費量を算出した論文⁴⁾がある。1997年9月2日の気象観測データを使用し、10:00から17:00までの毎時の蒸散速度の平均値を元に2つのケーススタディエリアを対象として推計した結果より、芝生面(コウライシバ)からの蒸散量を1とした場合は以下の倍率となる。

ケヤキ(高木): 12.1~12.6倍

3) 配置密度の異なる樹木の蒸散量の比較測定結果

鉢植えの植栽(サザンカ)を用いて配置密度の異なる状態で蒸散量を測定した研究⁵⁾では、単木の場合には密配置の場合と比較して1.6倍の蒸散量の差があるとしている。

6.2.4 掛け率の設定

1) 中・高木の水平面投影面積と等しい蒸散面積の芝生に対する掛け率

単木の場合の中・高木と芝生の蒸散量の比率については、上記 (1)、(2) より、5.0倍が適当とした。

一方、敷地へ植樹する「樹木群」として考えた場合には、風速低減等による蒸発効率の低下を多少勘案すべきとの観点から、中・高木の単木と、(3)で示した単木と密配置との比較結果より、単木:樹木群の比が 1.6:1.0 として、掛け率については $5.0/1.6 = 3.11$ となる。

以上より、樹木群の安全側をとって、3.0倍とする。

2) 中・高木の蒸散による温度低下の地表面付近の歩行者環境に対する影響度の掛け率

樹高H、樹冠直径を0.7Hの球形の樹冠を有する中・高木を想定し、 Q_{HI} の評価高さを2.0(m)とし、その半分の値の高さ1.0(m)を放射環境の評価点と仮定した場合、中・高木と芝生の立体角投射率の比は以下で表される。

$$\langle \text{樹木と芝生の立体角投射率の比} \rangle = \frac{\left(\frac{0.35H}{0.65H-1} \right)^2}{\left(\frac{0.35H}{\sqrt{1+(0.35H)^2}} \right)^2} = \frac{1+(0.35H)^2}{(0.65H-1)^2}$$

ここで、 $\langle \text{樹木と芝生の立体角投射率の比} \rangle = 1$ となるのは、 $H \approx 4.3(\text{m})$ であり、立体角投射率或いは立体角投射率の比と樹高の関係は図 II.6.2のとおりとなる。

$\langle \text{樹木と芝生の立体角投射率の比} \rangle$ は樹高Hの増加とともに急激に減少し、0.3程度の値に収束することがわかる。ここでは樹高 $H=8(\text{m})$ を平均値と考え、 $\langle \text{樹木と芝生の立体角投射率の比} \rangle = 0.5$ を用いることとする。

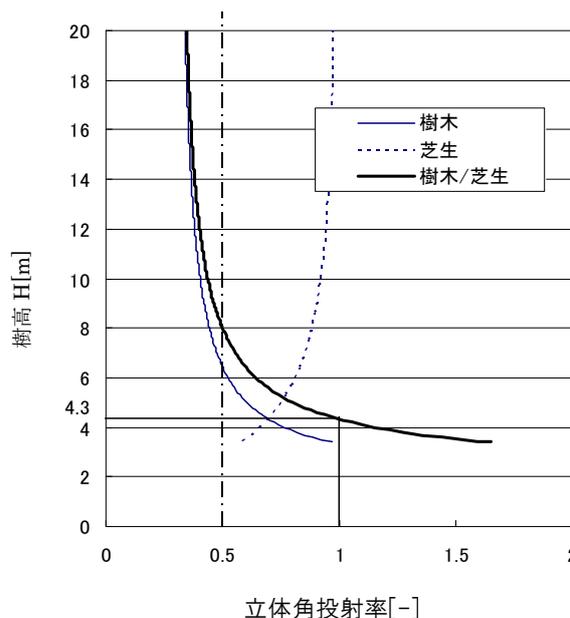


図 II.6.2 立体角投射率と樹高の関係

CASBEE-HI 「3.外構の地表面被覆等」における中・高木の蒸発散効果(まとめ)

①中・高木の水平面投影面積と等しい蒸散面積の芝生に対する掛け率=> 3.0

②中・高木の蒸散による温度低下の地表面付近に対する影響度の掛け率=> 0.5

従って、中・高木の水平面積への掛け率は、

$$Q_{HI-3} = > ① \times ② = 1.5$$

$$LR_{HI-3} = > ① = 3.0$$

〈参考文献〉

- 1) 小野 芳,柳 雅之,工藤 善,手代木 純,奥水 肇(2006):屋上緑化における植物の蒸発散量 日本緑化工学会誌 No.32/1, 74-79
- 2) (社)日本造園学会編(1978):造園ハンドブック 技報堂,p1229
- 3) 東京農工大学農学部田崎忠良研究室(1974):街路樹の水分代謝に関する調査 ―とくに水分代謝機構からみた樹勢診断―,pp.29
- 4) 野島義照(1998):都市における植生からの蒸散による夏期の温熱環境改善力に関する研究、京都大学博士論文、p138-157
- 5) 成田健一, 萩島理, 谷本潤, 高野武将(2006):都市域における樹木の蒸散特性 オアシス効果に関する野外実験, 日本建築学会環境系論文集, No.608, 59-66

6.3 保水性の高い材料

保水性材料は、一般に販売される製品が増えてはいるが、材料中の水の量などにより蒸発冷却効果に変化する。このような背景のもと、環境省の環境技術実証事業(以降、環境省ETV事業)の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)において、屋根・屋上用保水性建材の実証が行われている¹⁾。また、大阪ヒートアイランド対策技術コンソーシアム(以降、大阪HITEC)においても、保水性舗装ブロックの認証が行われている²⁾。日本ヒートアイランド対策協議会においても、保水性舗装(歩行者系、①土舗装系、②ブロック舗装系)の認証が行われている³⁾。環境省ETV事業の実証項目とその試験方法を表Ⅱ.6.2に、大阪HITECの認証項目とその試験方法、認証基準を表Ⅱ.6.3に、日本ヒートアイランド対策協議会の認証項目とその試験方法、認証基準を表Ⅱ.6.4に示す。なお、2017年度までの環境省ETV事業では技術の性能を実証し、その結果をHPで公表することを目的としたものであり、認証基準を設けた「認証」と異なる点に留意すべきである。すなわち、2017年度までの環境省ETV事業では必ずしも対象とした技術に環境保全効果等があるとは限らなかった。一方、2018年度以降の環境省ETV事業では環境保全効果等がある環境技術のみを対象とすることとなった。

高い蒸発性能を有する材料がヒートアイランド対策に有効である。各制度の蒸発性能試験方法の概要を以下に説明する。いずれの制度も蒸発効率が主な性能の指標である。

環境省ETV事業及び日本ヒートアイランド対策協議会の蒸発性能試験は、200mmx200mmx製品厚さの試験体1体で行う。試験体を24時間水中に浸せきした後、湿潤状態で30分間自然に水切りする。試験体にランプを照射して、温度、熱流、質量を連続的に24時間測定する。測定データより、蒸発効率、恒率蒸発期間、積算蒸発量、積算温度が算出される。

大阪HITECの蒸発性能試験法は、200mmx200mm以下、厚さ8cm以下の平板状で無地かつ凹凸のない平滑な表面仕上げのブロックを対象とする。側面を断湿加工した供試体を24時間含水させた後、30分間水を切る。気温40℃、相対湿度50%で3時間以上馴染ませた後、表面温度、質量、供試体の上部空気温度・湿度を連続的に測定する。測定データより、蒸発開始後10時間までの平均蒸発効率が算出される。なお、供試体の湿気伝達率はろ紙を用いて別途測定する。なお、蒸発効率の平均化時間は、環境省ETV事業と日本ヒートアイランド対策協議会では12時間、大阪HITECでは10時間となっている。

表Ⅱ.6.2 環境省ETV事業における屋根・屋上用保水性建材の実証項目、参考項目と試験方法

	項目	試験方法
実証項目	保水性	JIS A 5371(プレキャスト無筋コンクリート製品) (JSTM H 1001)
	吸水性	JIS A 5371(プレキャスト無筋コンクリート製品) (JSTM H 1001)
	蒸発性	蒸発性能試験 JSTM H 1001
参考項目	熱伝導率	熱伝導率試験
	日射反射率	日射反射率試験
	比熱	比熱試験

表Ⅱ.6.3 大阪HITECにおける保水性舗装ブロック*の認証項目、評価方法と認証基準

	項目	評価方法	認証基準
認証項目	蒸発効率	蒸発性能試験法	蒸発効率 $\beta < 20\%$ の場合は日射反射率 40%以上
	日射反射率	JIS K 5602 (塗膜の日射反射率の求め方)	20% \leq $\beta < 30\%$ の場合は日射反射率 28%以上 30% \leq $\beta < 40\%$ の場合は日射反射率 22%以上 40% \leq $\beta < 50\%$ の場合は日射反射率 15%以上 50% \leq β の場合は日射反射率は問わない

*保水性舗装ブロックはJIS A 5371(プレキャスト無筋コンクリート製品)の保水性平板または保水性ブロックに準じる。

表 II.6.4 日本ヒートアイランド対策協議会における保水性舗装(歩行者系、①土舗装系、②ブロック舗装系)**の認証項目、評価方法と認証基準

	項目	評価方法	認証基準
認証項目	保水性	JIS A 5371 附属書 B 保水性試験	0.15 g/cm ³ 以上
	吸水性	JIS A 5371 附属書 B 吸水性試験	70.0%以上
	蒸発性	蒸発性試験 JSTM H 1001	40.0%を超える

**保水性舗装(歩行者系)は日本道路協会の舗装設計施工指針第5章歩道・車道等による。

(参考文献)

- 1) 環境省水・大気環境局、環境省環境技術実証事業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)実証試験要領、2016.7
- 2) 大阪ヒートアイランド対策技術コンソーシアム「大阪HITEC」、ヒートアイランド対策技術認証制度申し込み案内、2016.12改訂版
- 3) 日本ヒートアイランド対策協議会、ヒートアイランド対策認証制度実施の要領について(申し込み案内)、2017.8改訂版

6.4 日射反射率の高い材料

ヒートアイランド対策への関心の高まりから、高反射率塗料、高反射率防水シート、高反射率屋根材、高反射率舗装は一般市場に流通している。高反射率塗料の性能はJIS K 5675(屋根用高日射反射率塗料)で規定され、塗膜の日射反射率はJIS K 5602(塗膜の日射反射率の求め方)により求められる。他の高日射反射率の材料もこれに準じて評価される。

環境省の環境技術実証事業(以降、環境省ETV事業)の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)における、屋根・屋上用高反射率防水仕上塗料、屋根・屋上用高反射率防水シート、屋根用高反射率瓦、屋根・屋上用高反射率塗料の実証¹⁾の概要を表 II.6.5に示す。また、大阪ヒートアイランド対策技術コンソーシアム(以降、大阪HITEC)における、屋根用高日射反射率塗料、高日射反射率舗装(車道を除く)、高日射反射率防水シート、高日射反射率屋根材(瓦、化粧スレート、金属など)の認証²⁾の概要を表 II.6.6に示す。日本ヒートアイランド対策協議会における、遮熱舗装(歩行者系)、屋根用高日射反射率塗料、屋根用高日射反射率材料(瓦、化粧スレート、金属屋根材)の認証³⁾の概要を表 II.6.7に示す。なお、2017年度までの環境省ETV事業では技術の性能を実証し、その結果をHPで公表することを目的としたものであり、認証基準を設けた「認証」と異なる点に留意すべきである。すなわち、2017年度までの環境省ETV事業では必ずしも対象とした技術に環境保全効果等があるとは限らなかった。一方、2018年度以降の環境省ETV事業では環境保全効果等がある環境技術のみを対象とすることとなった。

外壁や舗道を高反射率化する場合には、通行人などへの反射日射の影響が現れないよう注意する必要がある。特に高層ビルの外壁を高反射率化した場合、都市の地表面近傍に入射する日射熱は増える傾向となるため望ましくない。また、日射反射率は時間とともに低下することが指摘されており、大阪HITECの認証制度では暴露3年後の日射反射率保持率が汚染促進試験方法により評価される。汚染促進試験方法の概要を以下に示す。

大阪HITECの日射反射率の汚染促進試験方法は、QUV装置によりUVB-313の4時間照射と4時間結露を3回繰り返した(計24時間)後に、重量比でSoot: 5%, Dust: 47%, Salts: 20%, Particle Organic Matter: 28%の混合液をスプレーにより塗布し、流水により洗浄し、オープンで1時間乾燥させる。初期と汚染後の日射反射率をJIS K 5602(塗膜の日射反射率の求め方)に従って測定し、日射反射率保持率を算出する。なお、日本ヒートアイランド対策協議会の認証制度では、高日射反射率塗料と屋根用高日射反射率材料に対し暴露180日後の日射反射率保持率90%以上が規定されている。

表 II.6.5 環境省ETV事業における屋根・屋上用高反射率防水仕上塗料、屋根・屋上用高反射率防水シート、屋根用高反射率瓦、屋根・屋上用高反射率塗料の実証項目と試験方法

	項目	試験方法
実証項目	日射反射率	JIS K 5602(塗膜の日射反射率の求め方)
	明度	JIS K 5600-4(塗膜の視覚特性に関する試験方法)
	長波放射率	JIS R 3107(板ガラス類の熱抵抗及び建築における熱貫流率の算定方法)

表 II.6.6 大阪HITECにおける屋根用高日射反射率塗料**、高日射反射率舗装(車道除く)、高日射反射率防水シート**、高日射反射率屋根材(瓦、化粧スレート、金属**など)の認証項目、評価方法と認証基準

	項目	評価方法	認証基準
認証項目	日射反射率	JIS K 5602(塗膜の日射反射率の求め方)	初期の日射反射率 40%以上(準基準 30%以上) 暴露3年後の日射反射率保持率 70%以上
	明度	JIS K 5600(塗料一般試験方法第4部塗膜の視覚特性)	
	長波放射率*	JIS R 3107(板ガラス類の透過率・反射率・放射率・日射熱取得率の試験方法)	
	暴露3年後の日射反射率保持率	汚染促進試験方法	

*金属系の材料の場合には、追加で長波放射率の測定が課される。長波放射率は大きいものが望ましい。

**上記評価項目に加え、屋根用高日射反射率塗料の塗膜性能はJIS K 5675(屋根用高日射反射率塗料)に、プレコート鋼板は母材の種類毎にJIS G 3322、JIS G 3312、JIS G 3318に、高日射反射率防水シートの性能はJIS A 6008(合成高分子系ルーフィングシート)に、準じる必要がある。

表 II.6.7 日本ヒートアイランド対策協議会における遮熱舗装(歩行者系)、屋根用高日射反射率塗料、屋根用高日射反射率屋根材(瓦、化粧スレート、金属屋根材)の認証項目、評価方法と認証基準
(1)遮熱舗装(歩行者系)***

	項目	評価方法	認証基準
認証項目	日射反射率	JIS K 5602(塗膜の日射反射率の求め方)	明度 L'により、基準となる日射反射率と、近赤外波長域日射反射率(波長範囲:780nm~2500nm)が異なる。 L' ≤ 40.0 では、日射反射率 ≥ 20.0、且つ、近赤外波長域日射反射率 ≥ 30.0 40.0 < L' < 80.0 では、日射反射率 ≥ 5/8L' - 5.0、且つ、近赤外波長域日射反射率 ≥ 6/8L' L' ≥ 80.0 では、日射反射率 ≥ 45.0、且つ、近赤外波長域日射反射率 ≥ 60.0 180日後の日射反射率保持率 90%以上。
	明度	JIS K 5600(塗料一般試験方法第4部塗膜の視覚特性)	

(2) 屋根用高日射反射率塗料****、屋根用高日射反射率屋根材(瓦、化粧スレート、金属屋根材)****

	項目	評価方法	認証基準
認証項目	日射反射率	JIS K 5602(塗膜の日射反射率の求め方)	明度 L*値により、基準となる日射反射率と、近赤外波長域日射反射率(波長範囲: 780nm ~ 2500nm)が異なる。
	明度	JIS K 5600(塗料一般試験方法第4部塗膜の視覚特性)	L* ≤ 40.0 では、日射反射率 ≥ 30.0、且つ、近赤外波長域日射反射率 ≥ 40.0 40.0 < L* < 80.0 では、日射反射率 ≥ 3/4L*、且つ、近赤外波長域日射反射率 ≥ L* L* ≥ 80.0 では、日射反射率 ≥ 60.0、且つ、近赤外波長域日射反射率 ≥ 80.0 ただし、屋根用高日射反射率屋根材(瓦)は、2025年度までの経過措置として、明度 L* ≤ 40.0 では、日射反射率 ≥ 25.0、且つ、近赤外波長域日射反射率 ≥ 35.0 180 日後の日射反射率保持率 90%以上。

*** 遮熱舗装(歩行者系)は日本道路協会の舗装設計施工指針第5章歩道・車道等による。

**** 屋根用高日射反射率塗料の塗膜性能はJIS K 5658(建築用耐候性上塗り塗料)、屋根用高日射反射率屋根材(瓦)はJIS A 5208(粘土がわら)に、同(化粧スレート)はJIS A 5423に、同(金属屋根材)は母材の種類毎にJIS G 3322、JIS G 3312、JIS G 3318に、準じる必要がある。

〈参考文献〉

- 1) 環境省水・大気環境局、環境省環境技術実証事業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)実証試験要領、2016.7
- 2) 大阪ヒートアイランド対策技術コンソーシアム「大阪HITEC」、ヒートアイランド対策技術認証制度申し込み案内、2016.12改訂版
- 3) 日本ヒートアイランド対策協議会、ヒートアイランド対策認証制度実施の要領について(申し込み案内)、2017.8改訂版

6.5 再帰性反射材料

建築物壁面への高反射率化技術の適用は、反射日射が歩行者の暑熱環境を悪化させるため推奨されないが、再帰性反射材料を建築物壁面や窓面に適用すると、入射日射の多くが天空に反射され、歩行者の暑熱環境の悪化を抑制した上でヒートアイランド対策効果が期待出来る。冷房負荷の削減を目的に窓面の遮熱性を向上させると反射日射が歩行者の暑熱環境を悪化させる場合があるが、再帰性反射フィルムを適用すると冷房負荷の削減とともに、歩行者の暑熱環境も改善される。

大阪ヒートアイランド対策技術コンソーシアム(以降、大阪HITEC)における、再帰性高日射反射率外壁材、再帰性高日射反射率窓フィルムの認証¹⁾の概要を表Ⅱ.6.8に示す。上方日射反射率は、入射側の1/2の反射角度範囲の反射率であるため、反対側の1/2の反射角度範囲を吸収体で立体的に覆って測定する。下方日射反射率は、覆わない状態で測定した(半球)日射反射率と上方日射反射率の差分から求める。日射反射率は、再帰性高日射反射率外壁材はJIS K 5602(塗膜の日射反射率の求め方)、再帰性高日射反射率窓フィルムはJIS A 5759(建築窓ガラス用フィルム)に準じて算出する。

表Ⅱ.6.8 大阪HITECにおける再帰性高日射反射率外壁材、再帰性高日射反射率窓フィルム*の認証項目、評価方法と認証基準

対象技術	項目	評価方法	認証基準
再帰性高日射反射率外壁材	上方日射反射率	上方／下方日射反射率測定法	上方日射反射率 40%以上(準基準 30%以上)
	下方日射反射率		下方日射反射率 30%未満(準基準 30%未満、且つ「上方日射反射率×0.75」未満)
再帰性高日射反射率窓フィルム	上方日射反射率	上方／下方日射反射率測定法	上方日射反射率 10%以上**
	下方日射反射率		下方日射反射率 10%未満**

*再帰性高日射反射率窓フィルムの遮へい係数はJIS A 5759(建築窓ガラス用フィルム)の試験方法に準じ、0.85以下とする。

**再帰性高日射反射率窓フィルムの上方／下方日射反射率は、基材である厚さ3mmのフロートガラスの測定値に対し、同じ基材に対象のフィルムを貼合した資料の測定値との差分(増分)で規定する。

〈参考文献〉

- 1) 大阪ヒートアイランド対策技術コンソーシアム「大阪HITEC」、ヒートアイランド対策技術認証制度申し込み案内、2016.12改訂版

PART III. 解説・資料

1. CASBEE-HI 開発の背景

1.1 ヒートアイランド現象とは

1.1.1 ヒートアイランド現象とは

ヒートアイランド現象とは、都市の気温が郊外に比べて島状に高くなる現象である。都市と郊外の最大気温差をヒートアイランド強度と言い、ヒートアイランド強度は都市の人口と正の相関があることが指摘されている¹⁾。IPCC第5次評価報告書²⁾によると、陸域と海上を合わせた世界平均地上気温は1880年から2012年の期間に0.85°C上昇している。表Ⅲ.1.1に1931年から2016年の観測値から換算した100年当たりの日本の都市における気温の上昇率を示す³⁾。都市化の影響が比較的小さいとみられる中・小都市15地点(網走、根室、寿都、山形、石巻、伏木、飯田、銚子、境、浜田、彦根、多度津、宮崎、名瀬、石垣島)平均は、気温の上昇率は1.5°Cである。一方、大都市(札幌、仙台、名古屋、東京、横浜、京都、広島、大阪、福岡、鹿児島)における気温の上昇率は2.0~3.3°C/100年と見積もられる。そのため、大都市においてヒートアイランドによる気温影響は地球温暖化によるものより大きいと考えられている。

表Ⅲ.1.1 大都市及び中小都市における気温の上昇率(ヒートアイランド監視報告 2016、気象庁より作成)
統計期間: 1931~2016年

都市	都市化率 (%)	気温の変化量(°C/100年)				
		平均気温			日最高 気温(年)	日最低 気温(年)
		年	冬	夏		
札幌	75.1	2.7	3.4	1.9	1.0	4.5
仙台	69.9	2.4	3.0	1.4	1.2	3.2
名古屋	89.3	2.9	3.0	2.2	1.3	4.0
東京※	92.9	3.3	4.4	2.0	1.7	4.5
横浜	59.4	2.8	3.5	1.8	2.4	3.6
京都	60.2	2.7	2.6	2.3	1.1	3.8
広島※	54.6	2.0	1.6	1.6	1.0	3.2
大阪※	92.1	2.7	2.7	2.2	2.2	3.6
福岡	64.3	3.1	2.9	2.2	1.7	5.0
鹿児島※	38.8	2.8	2.7	2.3	1.3	4.0
中・小都市※	16.2	1.5	1.6	1.2	1.1	1.9

※4 地点(東京、広島、大阪、鹿児島)及び中・小都市中の2地点(飯田、宮崎)は、観測場所の移転に伴い移転前のデータを補正している。

1.1.2 ヒートアイランド現象の環境影響

動植物はその土地の気候に馴化して生育しており、気温の影響を無視することは出来ない。過去の気候変動の研究から、氷河期における地球全体の気温は現在より5~9°C低かったと推定されている。気温1°Cの変化は南北の水平距離に換算すると100km以上に相当するとされている⁴⁾。したがって、動植物のエコシステムが自然界の気候変動で多大な影響を被ったことは想像に難くない。

人はその日の天候に対応するため、こまめに着衣の調整や建物の空調を行う。気温は人にとっても基本的な環境要素の一つであると言える。ヒートアイランド現象は人が集まる都市で発生する現象であるため人への直接的影響が大きいと考えられる。また、気温の経年変化が大きく見られることから環境への影響も懸念される。

表Ⅲ.1.2はヒートアイランドによる人や環境への影響を夏と冬で対比したものである⁵⁾。夏の気温上昇は、冷房需要の増加や熱中症患者の発生等、マイナスの影響を及ぼすケースが多い。冬においては熱ストレスの軽減等ヒートアイランド化は人にとってプラス側に作用する側面があるが、媒介生物の越冬等、好ましくない項目も見られる。これらの環境影響を総合的に捕らえることが重要である。また、ヒートアイランド現象の地域性についても十分に配慮する必要がある。

1.1.3 ヒートアイランド現象の問題点

表Ⅲ.1.2のヒートアイランド現象による環境影響項目を参考として、ヒートアイランド現象の問題を以下に列挙する⁶⁾。

1) 夏期エネルギー需要の増大

夏期に都市の気温が上昇すると、建物の冷房負荷が大きくなり空調のエネルギー需要の増大を来す。

2) 人間影響

夏期日中の高温化と熱帯夜の増加は、都市生活を送る上で暑さという不快感や熱中症のリスク等人間影響に係わる問題である。東京消防庁の資料から1980年代に比べて熱中症の搬送人員はここ30年間で10倍以上に増加したという報告例もある。

3) 大気汚染

ヒートアイランドの上昇流が海風循環の構造を変化させ都市大気の拡散低下を招いて大気汚染が顕著化する現象や、気温上昇による光化学オキシダント発生の促進作用が指摘されている。

4) 集中豪雨、生態系

ヒートアイランドによる風系の変化が都市で発生する局地的な集中豪雨の誘因になるという指摘がある他、都市域の温度環境の変化が陸域・水域の生態系に影響を及ぼすのではないかと危惧されている。

表Ⅲ.1.2 ヒートアイランド現象による環境影響項目⁵⁾

影響の分類	影響項目	
	夏季	冬季
1. 健康影響		
1-1 熱ストレスの変化による健康影響	<ul style="list-style-type: none"> 外部環境生活者(屋外労働、スポーツ)の熱ストレスの増加 幼児、高齢者、経済的弱者の熱ストレスの増加 熱中症以外の諸疾患(循環器系疾患等)の増加 	<ul style="list-style-type: none"> 幼児、高齢者、経済的弱者の熱ストレスの減少 暖冬化による疾病の減少
1-2 冷暖房の普及による健康影響	<ul style="list-style-type: none"> 冷房空間の与える生理的影響 冷房空間と屋外環境との往来による熱ストレスの増加 	<ul style="list-style-type: none"> 暖房空間と非暖房空間の往来によるヒートショックの減少
1-3 ウイルス感染による健康影響	<ul style="list-style-type: none"> 媒介生物の繁殖力の増強(繁殖回数増加) 気象変化(気温上昇、低湿)によるウイルスの活性化 細菌の増殖・食物の腐敗 	<ul style="list-style-type: none"> 媒介生物の生息域・時期の拡大(国内での熱帯シカの越冬) 気象変化(気温上昇、低湿)によるウイルスの活性化 地下空間などでの媒介生物の定着
1-4 その他の健康影響	<ul style="list-style-type: none"> 睡眠障害 	<ul style="list-style-type: none"> 低湿度環境における呼吸器疾患の増加
2. 生態影響		
2-1 生育環境(気象条件)の変化	<ul style="list-style-type: none"> 高温、低湿環境による既存植物の成長量の減少 生息域の北上、特定種の減少・増加 都市湾岸の水生生物への影響 	<ul style="list-style-type: none"> 気温較差の減少による休眠の阻害、休眠打破の阻害 生息域の北上、特定種の減少・増加 都市湾岸の水生生物への影響
2-2 生育環境(生物間相互作用)の変化	<ul style="list-style-type: none"> 生物の孵化、生育時期と餌食関係の変化 	<ul style="list-style-type: none"> 生物の孵化、生育時期と餌食関係の変化
3. 気象・大気質への影響	<ul style="list-style-type: none"> 熱雷の発生による局所的な集中豪雨 光化学オキシダントの生成 	<ul style="list-style-type: none"> 混合層内の大気汚染濃度の上昇 積雪量・積雪時期・融雪時期の変化
4. エネルギー消費への影響	<ul style="list-style-type: none"> 冷房需要の増加によるCO₂排出量の増 水需要の増加 	<ul style="list-style-type: none"> 暖房需要の減少によるCO₂排出量の減少 給湯エネルギー減少によるCO₂の減少

1.1.4 都市が高温化する原因

都市の気温を上昇させる要因として以下のものが考えられる⁶⁾。

- 1) 都市域で発生する人工排熱
- 2) 緑地の減少に伴う地表の蒸発冷却能力の低下
- 3) コンクリート、アスファルト等の建材の蓄熱作用
- 4) 市街地の通風阻害による熱のよどみ
- 5) 天空率の低下による放射冷却の抑制作用
- 6) 細塵や大気汚染物質による温室効果、等

図Ⅲ.1.1は都市における気温上昇の要因を模式的に表したものである。都市域では地表面の不透水性等により地表面被覆が高温化する上に、都市活動に伴って人工排熱が発生する。そして、大気を暖める熱の発生量が自然界よりも大きくなる。また、建物群は風を低減させ都市域の換気効率の低下を来す。その結果、細塵等による温室効果も相まって、都市空間は熱を運びやすい性質を有する。

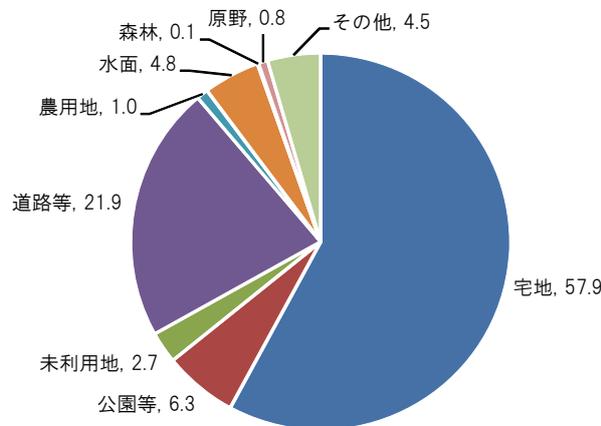


図Ⅲ.1.1 都市における気温上昇の要因⁷⁾

1.2 ヒートアイランド現象と建築

1.2.1 地表面被覆と建築

東京23区の土地利用割合を図Ⅲ.1.2に示す。宅地57.9%、道路等21.9%であり、建物と道路で全体の79.8%を占めており、森林、水面、農用地、原野、公園等を足し合わせると13.1%である。したがって、東京23区の地表面の8割近くは建物、道路等の人工的な構造物で被覆されており、水面・公園等の自然要素による被覆割合は2割に満たないということになる。ヒートアイランド対策として、都市の中で最も面積割合が大きい宅地の地表面被覆の改善が重要視される。宅地は、住宅地区、商業地区、工業地区等から構成されており、地区の特性に応じた地表面被覆対策の検討が必要である。特に、公共施設の地表面被覆対策は率先して実施されることが望ましい。



図Ⅲ.1.2 東京23区の土地利用割合[%]

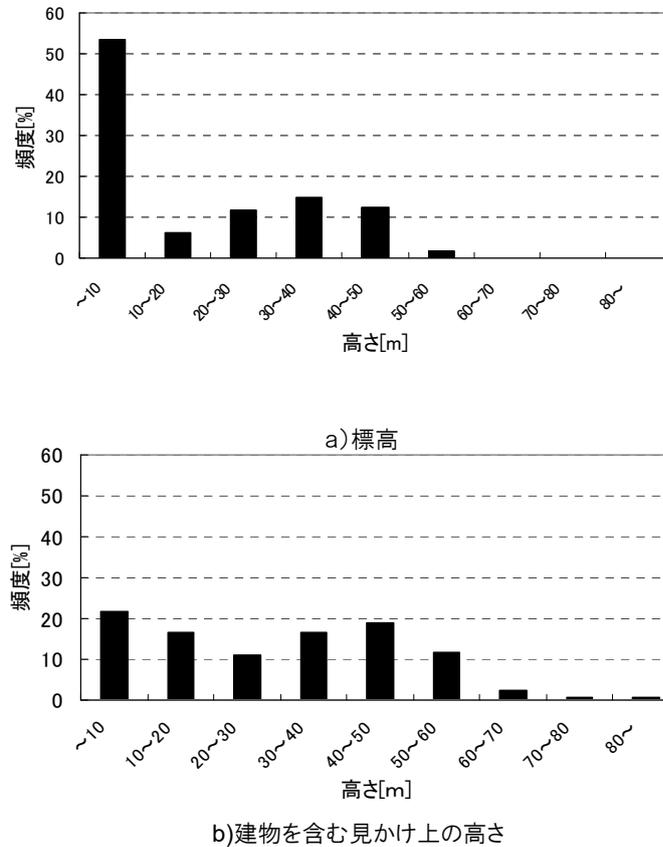
* 東京都土地利用現況調査(2013年、東京都都市整備局)から作図

1.2.2 人工排熱と建築

国土交通省・環境省は、「都市における人工排熱抑制によるヒートアイランド対策調査報告書(2004年3月、国土交通省・環境省)」において、東京23区における建物、交通、事業所等から発生する人工排熱についてのデータを分析して時空間データベースを整備した。人工排熱の日集計値(8月平均を想定)を調べると東京23区全体で約2,000TJ/日⁹⁾であり、この値を東京8月の日射日総量値と比較すると、快晴日の1割、月平均日の2割に相当する。したがって、東京23区の人工排熱は日射量と比較してコンパラブルな熱源であり、これを無視することは出来ない。次に、建物の寄与であるが、人工排熱の中で建物からの発生量が最も大きく、全体の半分を占めている⁹⁾。建物からの人工排熱は、住宅・商業地区等で発生するため人への影響も懸念される。したがって、人工排熱対策において建物を対象にした方策は極めて重要である。

1.2.3 風通しと建築

地表面の起伏・凹凸は風通しを考える上で重要な要素である。図Ⅲ.1.3は東京23区の地表面の起伏・凹凸の状況を調べたものである⁹⁾。a)は国土地理院5mDEMIによる標高の頻度分布を示したものである。標高0m前後の地域が東京23区全体の5割を占めており、標高40mをピークとするなだらかな分布が見られる。b)は航空機レーザー計測データから建物の海拔高さを求め、頻度分布としたものである。なお、地表面の分割は5mメッシュで分析した。a)とb)の分布形状は明らかに異なっており、風通しを評価する上で建築物の寄与の大きさをうかがい知ることが出来る。



図Ⅲ.1.3 国土地理院 5mDEM と航空機レーザー計測データによる
地表面の起伏・凹凸の状況(東京 23 区)⁹⁾

1.3 ヒートアイランド現象に対する政府・自治体等の対応

1.3.1 ヒートアイランド現象に対する政府の対応

ヒートアイランド現象は、慢性化・深刻化の様相を極めており長く都市環境問題の一つとされてきた。政策的対応については今世紀に入り急速な進展が見られた。まず、2001年10月に環境省がヒートアイランド現象は都市の熱大気汚染であるとの見解を公表¹⁰⁾したのを皮切りとして、内閣府の総合規制改革会議がヒートアイランドの問題を審議し、「規制改革推進3ヶ年計画(改定)(2002年3月29日閣議決定)」において「都市のヒートアイランド現象の解消」を明記した¹¹⁾。これを受けて、同年7月19日に閣議決定された都市再生基本方針¹²⁾では都市再生施策の具体的施策例としてヒートアイランド対策が掲げられており、同基本方針に沿って指定される都市再生緊急整備地域の整備に当たっては、緑、水、大気、エネルギー等、都市の環境の保全・改善へも配慮する旨、明記されている。同年9月には環境省・国土交通省・経済産業省等関係省庁からなるヒートアイランド対策関係府省連絡会議が設置され、総合的な対策推進体制が整備された。そして、「ヒートアイランド対策大綱(2004年3月30日、ヒートアイランド対策関係府省連絡会議)」¹³⁾がとりまとめられた。大綱では、ヒートアイランド対策の推進に当たって、①人工排熱の低減、②地表面被覆の改善、③都市形態の改善、④ライフスタイルの改善等が必要であることと、⑤観測・監視体制を強化することによって、今後も推進体制を維持して大綱に盛り込まれた施策を実施することが明記されている。その後、国土交通省は2004年7月に、住宅局長名で都道府県知事宛に「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」¹⁴⁾を通知した。環境省は、2009年3月にヒートアイランド対策ガイドラインを公表した¹⁵⁾。同ガイドラインでは、地方公共団体等において地域の社会的・自然的特性に応じた効率的・効果的ヒートアイランド対策の推進を図るため、①現状の把握、②目標の設定、③対策実施計画の策定、④対策実施と評価を実施する旨が明記されている。図Ⅲ.1.4は対策実施計画の策定のイメージを表している。

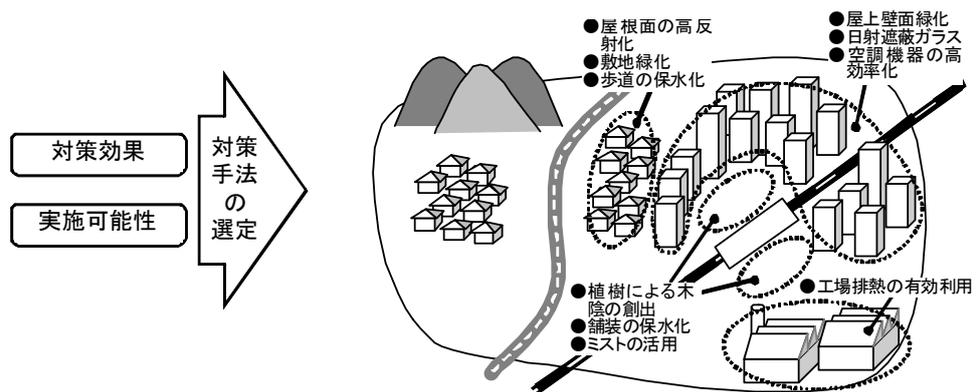
その後、環境省は2013年3月にヒートアイランド対策ガイドライン改訂版を公表し¹⁶⁾、緩和策(ヒートアイランド現象の対策)に加えて適応策(ヒートアイランド現象により生じる影響の抑制)の観点を示した。これを受けて、ヒートアイランド対策関係府省連絡会議は、2013年5月にヒートアイランド対策大綱の改訂を取りまとめて公表し¹⁷⁾、人の健康への影響等を軽減する適応策を新たに追加した。また、国土交通省は2013年12月にヒートアイランド現象緩和に向けた都市づくりガイドラインを公表し¹⁸⁾、風の道を活用した都市づくりのためのガイドラインを提示した。

その後、環境省は平成28年5月にまちなかの暑さ対策ガイドラインを公表し¹⁹⁾、歩行者空間等の暑さ対策のためのガイドラインを提示した。また、国土交通省は2016年10月にアスリート・観客にやさしい道づくりに向けた提言を公表し²⁰⁾、オリンピックに向けて車道(アスリート)、歩道(観客)の暑熱化対策の提言を示した。

環境省の検討などでは、様々な暑さ対策技術が開発されており、それらは Q_{HI} や LR_{HI} を通し、以下の様に評価されると考えられる。

- ・日陰の形成に寄与するオーニング、フラクタル形状の日除け、メッシュ日除けなどは Q_{HI-2} において「水平投影面積率」を指標として評価される。
- ・蒸発冷却効果を有する送風機付き微細ミスト噴霧設備等は Q_{HI-3} におけるウォーター・ミスト等と同様に「換算緑地面積」を指標として評価される。また、保水ブロック等は Q_{HI-3} 及び LR_{HI-3} における「保水性対策を施した面積」を指標として評価される。
- ・外壁面等の材料への配慮に該当する冷却ルーバー、緑化冷却ルーバーなどは Q_{HI-4} 及び LR_{HI-4} における「外壁面対策面積率」を指標として評価される。

ただし、上記の技術に対しては2017年時点では客観的な評価方法は確立されていない。今後は、学会、評価機関、メーカー等が協力して客観的な評価方法を検討する必要がある。



図Ⅲ.1.4 「対策実施計画の策定」の効果的な進め方の模式図(環境省)¹⁵⁾

1.3.2 ヒートアイランド現象に対する自治体の対応

ここでは自治体の政策展開動向について説明する。

(1) 東京都の取り組み

東京都の場合、屋上緑化の義務付けが社会的に注目を集め、それ以降もヒートアイランド対策全般に積極的な取り組みが見られるので以下に紹介する。まず、2002年1月に「東京都環境基本計画」²¹⁾が策定され特に取り組みを強化すべき5つの戦略プログラムの一つとして、ヒートアイランド対策が位置付けられた。その後、建物敷地の舗装対策や都道での保水性舗装の試験施工、都庁舎グリーン化プロジェクトなどのパイロット事業や、ヒートアイランド観測網整備等が急ピッチで実現された。さらに、2002年8月には「ヒートアイランド対策推進会議」が設置され、同会議の検討を経て2003年3月には「ヒートアイランド対策取組方針」²²⁾が打ち出される等、各局の施策の総合化・効率化が図られた。民間事業者や都民が、建物の新築や改修時に、地域の熱環境に応じたヒートアイランド対策に取り組んでもらうため、熱環境マップ、東京モデル(地域特性別対策メニュー)、および建物用途別の対策メニューを「ヒートアイランド対策ガイドライン」として取りまとめられた(2006年3月)²³⁾。また、東京都は環境確保条例に基づき建築物環境計画書制度を2000年12月より創設(2002年6月施行)することにより、延床面積1万平方メートルを超える建築物の新築および増築に当たり、建築主に建築物環境計画書の提出を義務付けてきたところであるが、2005年10月1日より同制度に「ヒートアイランド現象の緩和」を新たな分野として追加を行った。これにより、従来の3分野(「エネルギー使用の合理化」、「資源の適正利用」、「自然環境の保全」)と共に、「ヒートアイランド

現象の緩和」の分野について同制度に係わる建築物の環境性能が東京都のホームページで公表されるようになった。さらに、環境基本計画2016では「気温上昇の抑制策に加え、熱ストレスの発生の増加等の影響の抑制に着目した適応策も実施していく必要がある。」と記載されており、2016年11月に「夏の暑さ対策の手引」が公表されるなど、体感温度の抑制も重視されているところである。

表Ⅲ.1.4に対策エリアごとのヒートアイランド対策事業を一覧する(ホームページの資料²⁴⁾に再構成)。ヒートアイランド対策取り組み方針で決定されたヒートアイランド対策推進エリアを中心として、保水性・遮熱性舗装、屋上・壁面緑化等の各種対策が計画されており、2014年度の総事業規模は307億円である。

表Ⅲ.1.4 都区市によるヒートアイランド対策事業(東京都、2014年度計画)

事業	都心エリア	新宿エリア	大崎・目黒 エリア	品川駅周辺 エリア	エリア外	事業規模
保水性舗装	○	○			○	15箇所、2.1ヘクタール
遮熱性舗装	○	○	○		○	55箇所、20.6ヘクタール
河川護岸緑化	○				○	50箇所、8 km
街路樹再生	○			○	○	37箇所、94.5 km
公園・広場整備	○	○	○		○	78箇所、25.1ヘクタール
屋上緑化	○	○	○		○	117箇所、4.8ヘクタール
壁面緑化(グリーンカーテンを除く)	○		○		○	275箇所、1.3ヘクタール

(2) 自治体の対策目標

政府のヒートアイランド対策大綱の決定に伴い、自治体の環境基本計画やガイドライン等においてヒートアイランド対策が積極的に位置付けられている事例がいくつか見られる。例えば、東京都環境基本計画(2016年3月)、大阪府市ヒートアイランド基本方針(2014年3月)、埼玉県ヒートアイランド対策ガイドライン(2009年3月)、横浜市ヒートアイランド対策取組方針(2006年3月)、千葉市ヒートアイランド対策方針(2005年11月)などがあげられる。

表Ⅲ.1.5は主な自治体のヒートアイランド対策の目標をまとめたものである²⁵⁾。多くの自治体は熱帯夜日数の削減を目標に掲げているのが特徴であり、中には具体的な数値目標を置いているものも見られる。また、歩行空間における夏期日中の暑熱環境の改善が目標設定されているところもある。

表Ⅲ.1.5 地方公共団体におけるヒートアイランド対策の目標

計画など	策定年月	目標
東京都環境基本計画	2016年3月	真夏に人々の感じる暑さが軽減されるエリアが増加している
横浜市ヒートアイランド対策取組方針	2006年3月	市域全体でヒートアイランド現象による熱帯夜日数の減少 特に都心部及び都心部周辺において、熱帯夜日数の減少
大阪府市ヒートアイランド基本方針	2014年3月	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の日数を現状より3割減らす 目標2: 屋外空間にクールスポットを創出するとともに、人の健康への影響等を軽減する適応策を推進し、夏の昼間の暑熱環境の改善を図り、体感的な温度を下げる

(3) 自治体の助成

各自治体では建物緑化に対して助成金事業が実施されている。屋上緑化、壁面緑化などの緑化の種類や建物の種別に応じて助成規模(面積 m^2 、長さ m 等)、補助率、助成単価(円/ m^2 、円/ m 等)、限度額が定められており、プランターの有無や土厚等により条件が細かく異なる場合がある。住宅、事務所等向けの緑化助成として屋上緑化、壁面緑化、敷地緑化に関して一覧したのが表Ⅲ.1.6である。

日射反射率を高めた塗料に対する助成も行われている。例えば、千代田区では半額助成で上限30万円²⁶⁾、港区は半額助成で上限30~100万円²⁷⁾、墨田区は経費1割の助成で上限20~50万円²⁸⁾となっている。また、ウォーター・ミストの備品・工事費用等の助成も行われている²⁹⁾。

なお、これらの助成は定期的に実施されているとは限らないので、詳しくは自治体に問い合わせる必要がある。

表Ⅲ.1.6 主な自治体の建物および敷地内の緑化の助成事業の事例(2017年8現在のwebサイトから情報を整理)

都道府県	自治体	屋上緑化		壁面緑化		敷地内緑化(接道部含む)	
		助成事業(単価)	助成限度額	助成事業(単価)	助成限度額	助成事業(単価)	助成限度額
北海道	札幌市	-	3,000万円	-	3,000万円	-	3,000万円
宮城県	仙台市	1~5万円/m ²	300万円	0.1万円/m	10万円	-	10万円
埼玉県	さいたま市	1万円/m ²	50万円	2万円/m ²	100万円	1~2万円/本	20~30万円
	川口市	2万円/m ²	40万円	0.1万円/m	2万円	0.1~0.7万円/m	2~14万円
	戸田市	2万円/m ²	50万円	2万円/m ²	100万円	-	-
千葉県	千葉市	2万円/m ²	100万円	1万円/m ²	100万円	-	-
	市川市	0.5~3万円/m ²	50万円	0.5万円/m ²	10万円	-	-
東京都	浦安市	-	-	-	-	0.8万円/m	16万円
	千代田区	3万円/m ²	200万円	0.5万円/m ²	50万円	3万円/m ²	200万円
	中央区	3万円/m ²	200万円(他と合算)	0.5万円/m ²	200万円(他と合算)	1~2万円/m ²	200万円(他と合算)
	港区	2.5万円/m ²	500万円	1.5万円/m ²	45万円	-	-
	新宿区	1.5~3万円/m ²	30万円	0.5万円/m ²	10万円	-	-
	文京区	2万円/m ²	40万円(他と合算)	1万円/m ²	40万円(他と合算)	-	-
	台東区	2万円/m ²	30万円	0.5万円/m ²	15万円	1万円/m	10万円
	墨田区	1万円/m ²	40万円	1万円/m ²	40万円	2万円/m	40万円
	江東区	1.5~3万円/m ²	30万円	1万円/m ²	30万円	-	-
	品川区	1~3万円/m ²	30万円	1.5万円/m ²	30万円	-	-
	目黒区	2~3万円/m ²	30万円	0.2~2万円/m ²	30万円	-	-
	大田区	2万円/m ²	50万円	2万円/m ²	50万円	-	-
	世田谷区	1.5~2万円/m ²	50万円	1万円/m ²	50万円	0.1万円/m	25万円
	中野区	-	-	-	-	1万円/m	-
	杉並区	2~2.5万円/m ²	100~150万円	0.8~1.25万円/m ²	100~150万円	0.2~1.2万円/m	50~100万円
	豊島区	-	50万円	-	30万円	-	50万円
	北区	2万円/m ²	100万円	0.5万円/m ²	20万円	-	-
	荒川区	2万円/m ²	30万円	1万円/m ²	30万円	0.6~1.4万円/m	-
	板橋区	2万円/m ²	40万円	1万円/m ²	40万円	1.6万円/m	50万円
	練馬区	2万円/m ²	80万円	1万円/m ²	80万円	1万円/m	80万円
	足立区	1.5万円/m ²	30万円	0.5万円/m ²	30万円	1.5万円/m	30万円
	葛飾区	2万円/m ²	60万円(他と合算)	0.75万円/m ²	60万円(他と合算)	0.8~2.3万円/m	100万円
	八王子市	-	-	-	-	0.6万円/m	6万円
	三鷹市	数値不明		-	-	1~1.4万円/m	-
	昭島市	1.8~5万円/m ²	40万円	0.5万円/m ²	20万円	0.6~1万円/m	12~20万円
	調布市	-	-	-	-	1万円/m	-
	小平市	-	-	-	-	0.6~1.4万円/m	12~18万円
東村山市	-	-	-	-	0.4~0.6万円/m	12万円	
国分寺市	-	-	-	-	0.8万円/m	-	
国立市	-	-	-	-	0.8~1.3万円/m	24~39万円	
狛江市	-	-	-	-	0.5~0.8万円/m	15~24万円	
羽村市	1.5~2万円/m ²	25万円	1.5~2万円/m ²	25万円	1.5~2.5万円/m	20万円	
瑞穂町	-	-	-	-	-	10万円	
神奈川県	横浜市	-	50~500万円	-	50~500万円	-	50~500万円
	川崎市	1万円/m ²	100万円	1万円/m ²	50万円	0.5万円/m	-
	横浜資質	2万円/m ²	20万円	1万円/m ²	20万円	0.1~2.25万円/本	5~8万円
	藤沢市	-	20~100万円	-	10~50万円	-	-
	逗子市	-	-	0.5万円/m ²	10~30万円	生垣用樹木の無償配布	
	相模原市	2万円/m ²	20万円	1万円/m ²	20万円	-	-
	厚木市	1.25万円/m ²	50万円	-	-	-	-
石川県	金沢市	2.5万円/m ²	50万円	0.25万円/m ²	50万円	-	-
岐阜県	各務原市	-	30万円	-	30万円	-	-
静岡県	浜松市	-	-	-	-	生垣用樹木の無償配布	
	三島市	0.66万円/m ²	50万円	0.66万円/m ²	50万円	-	-
愛知県	名古屋	1.5万円/m ²	500万円	1.5万円/m ²	500万円	0.5万円/m	500万円
	岡崎市	1.5万円/m ²	30万円	0.45万円/m ²	10万円	0.3万円/m	4.5万円
	豊田市	3~5.4万円/m ²	500~900万円	3~5.4万円/m ²	500~900万円	1.5~5.4万円/m ²	500~900万円
	小牧市	3万円/m ²	500万円	3万円/m ²	500万円	0.5万円/m	500万円
	長久手市	2~3万円/m ²	50~500万円	2~3万円/m ²	50~500万円	0.2~0.5万円/m	6~500万円
京都府	京都市	1万円/m ²	30万円	1万円/m ²	15~20万円	1万円/m ²	15~20万円
大阪府	府条例適用区域(大阪市等)	-	300万円	-	300万円	-	300万円
兵庫県	神戸市	-	-	0.5~1万円/m	5~20万円	0.5~1万円/m	5~20万円
	姫路市	-	-	ツタ苗支給		0.3~0.5万円/m	6~10万円
	西宮市	-	15万円	-	10万円	-	5万円
	宝塚市	-	-	0.35万円/m	3.5~7万円	0.75万円/m	7.5~15万円
岡山県	岡山市	-	20万円	-	20万円	0.3万円/m	5~10万円
広島県	広島市	-	50万円	-	50万円	-	50万円
山口県	下関市	-	20万円	-	20万円	-	-
香川県	高松市	5万円/m ²	50万円	0.5万円/m ²	20万円	0.5~0.75万円/m	15万円
福岡県	北九州市	-	-	1万円/m ²	15万円	1万円/m ²	15万円
	福岡市	-	-	-	-	1万円/m ²	10万円
長崎県	長崎市	2万円/m ²	100万円	0.1万円/m	3~20万円	0.4万円/m	4~20万円
大分県	大分市	1.4万円/m ²	50万円	0.5万円/m	15~30万円	-	3.5~7万円
宮崎県	宮崎市	-	50万円	-	20万円	-	20万円
鹿児島県	鹿児島市	2万円/m ²	50万円	2万円/m ²	50万円	-	-
沖縄県	那覇市	1万円/m ²	50万円	0.5万円/m ²	20万円	-	-

※ これらの助成は定期的に実施されているとは限らないので、詳しくは自治体に問い合わせる必要がある。

1.4 ヒートアイランド対策のための建築設計評価ツール、CASBEE-HIの開発・整備の必要性

1.4.1 ヒートアイランド対策と建築物

地区全体のヒートアイランド対策を短期間で一斉に実施することは困難である。多くの開発は個々の建築物レベルで実施されることが多いため、建築物を単位としてヒートアイランド対策を着実に行使していくことが現実的である。長期的に見た場合、ヒートアイランド対策を施した建築物が地区レベルでストックされることになり、地区全体の環境改善効果も期待される。

民間の建築物および敷地は有形固定資産であるから固定資産台帳から所在や持ち主を特定化する事は容易である。建築確認等の社会制度を活用すると行政が指導・管理しやすいという側面もある。

したがって、建築スケールの視点からヒートアイランド対策を検討することにより、現実的な対応策を講じることが可能である。

1.4.2 CASBEE-HIとヒートアイランド対策

建築物が地表面被覆、人工排熱、風通しの観点からヒートアイランド影響が大きいことは先述の通りである。しかし、環境改善のためとは言え、施主・設計者等にヒートアイランド対策に伴う経済的負担を強いることは困難である。ヒートアイランド対策を建築物に関して推進する場合、ある程度インセンティブを働かせる必要がある。

CASBEE-HIは、「ヒートアイランド対策に関する建築物の環境効率(BEE_{HI})」を定量的に把握することを目的としており、他の建築物と横並びで評価点が与えられることに特徴がある。建築コストを勘案しながら効果的なヒートアイランド対策を選定するための設計支援としてガイドラインや設計マニュアル、評価ツール等が整備されている。これらを活用して施主・設計者等は、対象建築物に対してBEE_{HI}の数値を自ら算出することが出来る。今後、自治体等が建築物のBEE_{HI}の算出結果を公表する制度を設けたり、BEE_{HI}の算出結果に基づいて助成・融資等の優遇措置を講じたりするようになれば、施主・設計者等がプラス側の評価を求めて高得点を目指すだろう。その結果、建築業界に対してヒートアイランド対策に資する方向付けを自然な形で誘導することが可能になると思われる。それに伴い、熱環境に配慮した建材、高性能機器等の新たな環境ビジネスの創出も期待される。

1.4.3 CASBEE-HIの今後の課題

建築物には、オーナー、設計・施工者、居住者、管理者等様々な主体が関わっている。各々の主体がヒートアイランド対策を十分に理解して対処する必要がある。例えば、屋上緑化に散水を怠れば蒸発効率が低下して温度上昇を招くので注意を要する。したがって、設計時のみならず、運営・管理の段階でも適正な対応が図られるようにしなくてはならない。

<参考文献>

- 1) H.E.Landsberg: The Urban Climate, Academic Press, 1981
- 2) IPCC: Fifth Assessment Report (AR5), Climate Change 2013: The Physical Science Basis, 2013
- 3) 気象庁:ヒートアイランド監視報告2016、2017.7
- 4) B-11 地球温暖化による生物圏の脆弱性の評価に関する研究(平成11～13年度)－(3)森林生態系の脆弱性評価に関する研究－、環境庁地球環境研究総合推進費
(<http://www.env.go.jp/earth/suishinhi/wise/j/J01B1100.htm>、2010年6月2日閲覧)
- 5) ヒートアイランド現象による環境影響評価調査検討委員会・環境情報科学センター:平成15年度ヒートアイランド現象による環境影響に関する調査検討業務報告書、2004.3
- 6) 日本学術会議社会環境工学研究連絡委員会・ヒートアイランド現象専門委員会:ヒートアイランド現象の解明に当たって－建築・都市環境学からの提言－、2003.7
- 7) 日本建築学会:ヒートアイランドと建築・都市－対策のビジョンと課題－、丸善、2007.8
- 8) 国土交通省・環境省:都市における人工排熱制御によるヒートアイランド対策調査報告書、2004.3 (PART1にて前出)
- 9) 足永靖信、東海林孝幸:東京23区の用途毎建物高さの集計－航空機レーザー計測データを活用した場合－、空気調和・衛生工学会論文集、No. 115, pp. 51-54, 2006.10
- 10) 環境省:ヒートアイランド現象の実態解析と対策のあり方について、2001.10
- 11) 内閣府総合規制改革会議:規制改革推進3ヶ年計画(改定)、2002年3月29日閣議決定
- 12) 都市再生本部:都市再生基本方針、2002年7月19日閣議決定
- 13) ヒートアイランド対策関係府省連絡会議:ヒートアイランド対策大綱、2004.3
- 14) 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
- 15) 環境省:ヒートアイランド対策ガイドライン、2009.3
- 16) 環境省、ヒートアイランド対策ガイドライン改訂版、2013.3
- 17) ヒートアイランド対策関係府省連絡会議、ヒートアイランド対策大綱の改訂、2013.5
- 18) 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、2013.12
- 19) 環境省、まちなかの暑さ対策ガイドライン、2016.5
- 20) 国土交通省、アスリート・観客にやさしい道づくりに向けた提言、2016.10
- 21) 東京都:東京都環境基本計画、2002.1
- 22) 東京都ヒートアイランド対策推進会議:ヒートアイランド対策取組方針、2003.
- 23) 東京都:ヒートアイランド対策ガイドライン、2006.3
- 24) <https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/attachement/H26heatilandtaisakujigyoku.pdf> (2017年8月29日閲覧)
- 25) http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/basic/plan/master_plan/body.html (2017年8月29日閲覧)
<http://www.city.yokohama.lg.jp/kankyo/mamoru/heat/images/h-houshin.pdf> (2017年8月29日閲覧)
<http://www.pref.osaka.lg.jp/attach/1144/00147393/housin.pdf> (2017年8月29日閲覧)
- 26) <http://www.city.chiyoda.lg.jp/koho/machizukuri/kankyo/hojo/heat-island.html> (2017年8月29日閲覧)
- 27) <https://www.city.minato.tokyo.jp/chikyukankyou/kankyo-machi/kankyo/hojo/hansha.html> (2017年8月29日閲覧)
- 28) http://www.city.sumida.lg.jp/kurashi/kankyou_hozen/ecojoyoseiseido.files/jyoseikinn.pdf (2017年8月29日閲覧)
- 29) http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/other/countermeasure/cool_spot/ (2017年8月29日閲覧)

2. CASBEE-HI の定義、定式化

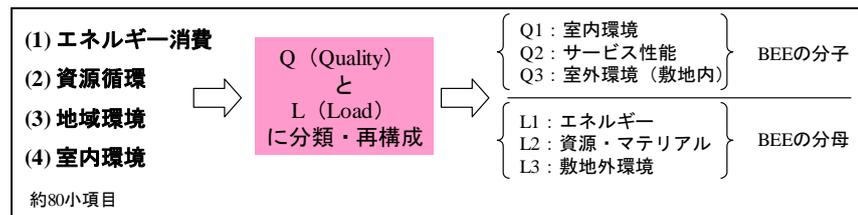
2.1 基本コンセプトならびに定義

2.1.1 CASBEE-建築(新築)とCASBEE-HIの関係

ヒートアイランド対策の効果を評価するためには、まず評価軸を定める必要がある。しかし、ヒートアイランドには様々なスケールの多くの現象が関与しており、生じる問題も様々であるため、評価の視点が異なれば対策効果の評価も異なったものとなる。CASBEE-HIは、建築計画におけるヒートアイランド対策の効果を定量的に評価するという観点から開発されたものであり、CASBEE-建築(新築)で導入された環境効率の考え方を踏襲している。CASBEE-建築(新築)にも、ヒートアイランドに関する評価が含まれているが、ここで提案するCASBEE-HIは、より詳しくヒートアイランドを評価するためのサブシステムと位置付けられる。本章では、CASBEE-HIによる評価の基礎となる「ヒートアイランド対策に関する建築物の環境効率(BEE_{HI}: Built Environment Efficiency for Heat Island Relaxation)の基本コンセプトと定義、定式化について述べる。

上述したように、CASBEE-HIはヒートアイランド対策の目的からCASBEE-建築(新築)による評価を補完することを目的としており、CASBEE-建築(新築)における評価項目(図Ⅲ.2.1)中のQ3(室外環境(敷地内))とL3(敷地外環境)の中の屋外暑熱環境、ヒートアイランド負荷に係わる部分をより詳細に評価するという位置付けになっている。従って、室内の温熱環境・エネルギー消費等は評価対象には含めない。

2.1.2 建築計画におけるヒートアイランド対策の目標



図Ⅲ.2.1 CASBEE-建築(新築)における評価項目Q(建築物の環境品質)とL(建築物の環境負荷)による分類・再構成(CASBEE-HIではQ3とL3を詳細に評価)

ヒートアイランドに関して、主として問題とされているのは、

- ①気温上昇による夏期の冷房用エネルギー消費の増大や熱帯夜の増加
(日中のエネルギー需要の逼迫、夜間の非空調時の室内温熱環境の悪化とこれに伴う新たな冷房需要の発生等)、
 - ②大気汚染(高温化による光化学反応の活発化等)、
 - ③屋外空間における人間の健康と快適性の悪化(熱中症の増加等)等である。
- ①と②は広域の都市スケールの気候に係わる問題である。これに関しては、各分野で種々の検討が行われているが、建築物の建設に伴う地表面の人工被覆化や建築設備からの排熱がこのような広域の気候に係わる問題をもたらす大きな原因の一つであることは明らかであり、その対策を講じる上で建築分野の果たすべき役割は大きい。一方、③はよりミクロな建築物・街区スケールの気候にも関係する問題であり、建築計画上の配慮の有無、適否により大きく変化する。従って、建築物周辺のミクロな気候を適切に制御し、③の観点からも良好な都市空間を実現することも建築分野に課された責務である。このためには、多くの対策技術の中から、①、②だけではなく③の改善にも効果的な対策技術を見出し、推進する必要がある。

2.1.3 建築物の集積としての都市

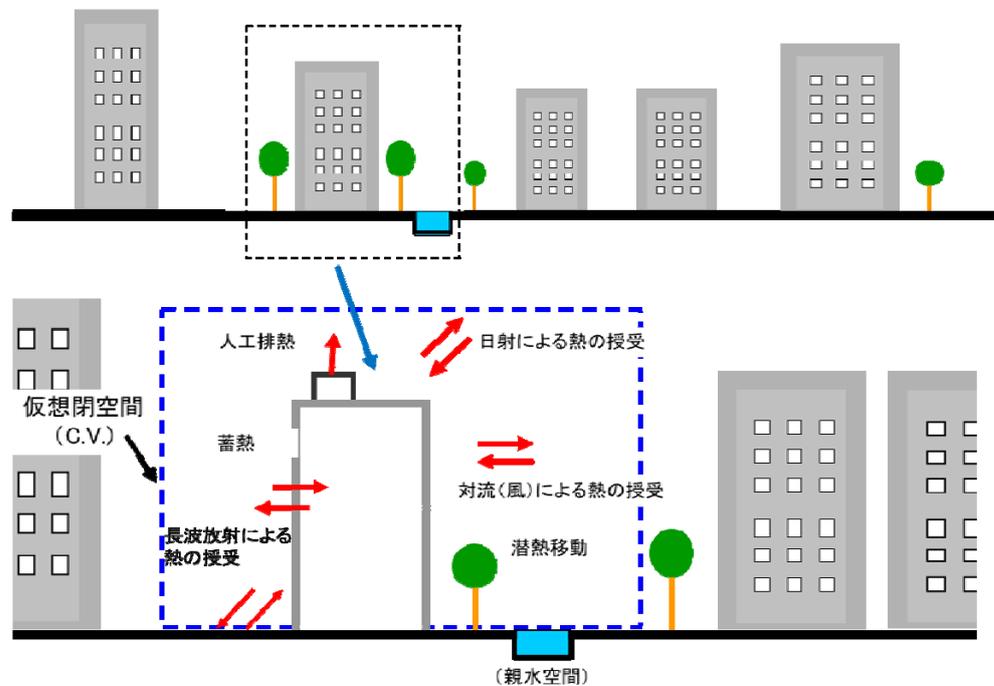
従来のヒートアイランド対策の研究では、都市スケールの気候に着目し、各種対策手法が都市全体の気候に与える影響について検討が加えられることが多かったが、個別の建築計画における工夫の積み重ねから全体の気候改善をめざす場合、別の視点も必要である。CASBEE-HIでは、都市を個別の建築物の集積として捉え、個々の建築物周辺のミクロな気候(図Ⅲ.2.2)を改善するための建築計画上の種々の対策の中で、同時に広域への負荷の削減にも効果的に寄与する手法を優先的に選択するための評価手法の提案をめざした。個々の建築物に着目した場合、責任範囲が明確で、対策の実効を上げやすいという利点がある。

2.1.4 評価のための仮想閉空間の設定

以上のような考えに基づき、CASBEE-建築(新築)に倣って、敷地を囲む仮想閉空間(Control Volume: C.V.)を考える(図Ⅲ.2.2及びPART I の2.1節の図 I .2.1参照)。この仮想閉空間の内外では、①放射(日射、長波)、②風による熱移動(移流、拡散)、③建築設備等の人工排熱、等による各種の熱移動がある(図Ⅲ.2.2)。

敷地境界の内部に対しては、建築主や建築家はその力を及ぼし得るので、敷地内の環境の改善効果を最大化させることにより、環境の質(Q_{HI})の向上のために努力することが可能である。一方、敷地境界の外部は、いわば公的空間であるので、これに対する影響、負荷(L_{HI})は最小化されなければならない。このような考え方に基づいて2.1.5項に示すヒートアイランド対策に関する建築物の環境効率が定義される。

なお、以下では建築物単体の敷地を仮想閉空間とする場合について述べていくが、一つのプロジェクトにおいて複数の建築物群を同時に計画する場合は、その開発範囲全体を仮想閉空間とすることも可能である。街区や地区を対象とする総合的な環境性能評価については、「CASBEEまちづくり」が既に開発済みであり、ヒートアイランド対策に関する評価体系はCASBEE-HIと基本的な考え方を一にしている。



図Ⅲ.2.2 建築物の集積としての都市

2.1.5 ヒートアイランド対策に関する建築物の環境効率の定義

ここでは、都市化に伴う気候変化の中で、①「気温上昇」と、これに伴う②「屋外空間における暑熱快適性の悪化」を助長する要因をヒートアイランド負荷と考える。そして、図Ⅲ.2.2に示した仮想閉空間内の暑熱環境の改善効果 Q_{HI} (適応効果に係わる指標)と仮想閉空間外へのヒートアイランド負荷 L_{HI} (緩和効果に係わる指標)について、大項目、中項目、小項目に分類して評価するとともに、ヒートアイランド対策に係わる建築物の環境効率(BEE_{HI})を次式により評価する。

$$BEE_{HI} = Q_{HI} / L_{HI} \quad (1)$$

ここで、 Q_{HI} : 仮想閉空間内の暑熱環境の改善効果(適応効果に係わる指標)

L_{HI} : 仮想閉空間外へのヒートアイランド負荷(緩和効果に係わる指標)

(1)式に従うと、 Q_{HI} を大きく、 L_{HI} を小さくすることが対応策の基本となる。逆に、 Q_{HI} が小さく、 L_{HI} が大きいうことはヒートアイランド対策の観点からみて歓迎されない状態である。なお次項に示すように、ここでは Q_{HI} 、 L_{HI} を時間の関数として評価し、それらの日積算値から BEE_{HI} を評価する。

2.2 BEE_{HI} の定式化

2.2.1 仮想閉空間外へのヒートアイランド負荷 L_{HI} の評価式の定式化

CASBEE-HI では屋外の暑熱環境を評価するための指標として SET*(Standard Effective Temperature)(Gagge他,1986)¹⁾を採用する。そして、対象領域内の建築物の建設等により、敷地外の①気温、②SET* がどれだけ上昇するかという観点から各時刻のヒートアイランド負荷 $L_{HI}(t)$ を評価する。すなわち、

$$L_{HI}(t) = w_{L1}(t) \times (\text{気温上昇に対する負荷}) + w_{L2}(t) \times (\text{SET*上昇に対する負荷}) \quad (2)$$

ここで、 $w_{L1}(t)$ は敷地を取り囲む仮想閉空間(図Ⅲ.2.2中のC.V.)の外部の気温上昇に対する負荷の重み(寄与率)、 $w_{L2}(t)$ はC.V.外部のSET*上昇に対する負荷の重み(寄与率)を示す係数であり、時間の関数として与えられる。SET*の評価の中には当然気温の影響も含まれているが、これとは別に気温上昇への負荷も加えるのは、単純にSET*では測れない気温上昇そのものによる問題への影響を考慮するためである。

現在のヒートアイランド対策の主要な目標は、①日中の暑熱環境の改善、②夜間気温の低下(熱帯夜の削減)であると考えられる。①はSET*で評価されるが、②の目的は、夜間の主として非空調時の室内環境の改善であり、これに係わる負荷は、屋外空間のSET*よりも気温そのものから評価するほうが適切である。そこでCASBEE-HIでは、日中は $w_{L2}(t)$ を大きく、そして夜間は $w_{L1}(t)$ を大きく与え、各時刻の $L_{HI}(t)$ を評価する(詳細は3.1.3項参照)。ここで、 $L_{HI}(t)$ の評価のための入力値としては、C.V.の境界面を単位時間あたりに通過する熱量(顕熱、潜熱)や運動量を利用する。

以下では、 $L_{HI}(t)$ の評価式の導出過程を示す。

(1) 想定条件

均等な地表面条件(建築物密度、発熱等)が続く市街地内の領域1(図Ⅲ.2.3参照)において、周辺とは状況の異なる建築物が建設されるという状況を考える。この領域1の建築物の建設前の状態においては、図Ⅲ.2.3のline x_1 、 x_2 、 x_3 を通過する熱量(顕熱、潜熱)、運動量は同一であったのが、領域1内における新たな建設行為により、単位時間あたりにline x_2 を通過する顕熱量に ΔS 、潜熱量に ΔE 、運動量に ΔM の変化が生じたという状況を考える。

但し、

ΔS : 単位時間にline x_2 から流出する顕熱量と領域1に流入する顕熱量の差(流出-流入)[W]

ΔE : 単位時間にline x_2 から流出する潜熱量と領域1に流入する潜熱量の差(流出-流入)[W]

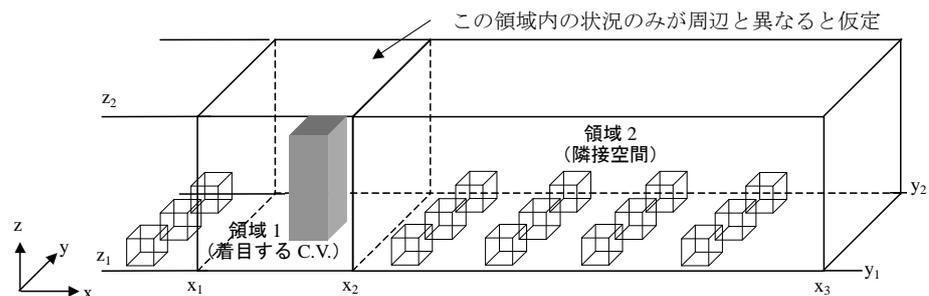
ΔM : 単位時間にline x_2 から流出する運動量と領域1に流入する運動量の差(流出-流入)[kgm/s²]

以下の流れに従って、 $\Delta S(t)$ 、 $\Delta E(t)$ 、 $\Delta M(t)$ から $L_{HI}(t)$ を求める。

- ① $\Delta S(t)$ 、 $\Delta E(t)$ 、 $\Delta M(t)$ による隣接空間の気温、湿度、風速の変化を評価
- ② 隣接空間の気温、湿度、風速の変化に伴う隣接空間のSET*の変化を評価
- ③ 以上、①、②から $\Delta S(t)$ 、 $\Delta E(t)$ 、 $\Delta M(t)$ によるSET*(t)の変化を評価
- ④ 以上の結果からヒートアイランド負荷 $L_{HI}(t)$ を算出

(2) $\Delta S(t)$ 、 $\Delta E(t)$ 、 $\Delta M(t)$ による隣接空間の気温、湿度、風速の変化

ここで、主風向は図Ⅲ.2.3のx方向であり、風下側に隣接する空間(図Ⅲ.2.3の領域2)内では下部(地表面及び建物外表面)からの発熱量と上面から流出する顕熱量がほぼバランスしているという状況を想定する。



図Ⅲ.2.3 想定する評価領域と隣接空間

また流れ直交方向(図Ⅲ.2.3のy方向)には均等に図Ⅲ.2.3に示す状況が続いており、y方向への熱の移動は無視し得ると考える。この場合、熱の移動の主たるものは主流方向(x方向)成分と考えられる。ここで、 $l \times x_2$ を通じて領域1から風下側に流出する全流量を $Q[m^3/s]$ とし、瞬時一様拡散を仮定した時の領域2の気温上昇を $d\langle\theta\rangle$ と表すとすると、 $d\langle\theta\rangle$ は次式から評価される。

$$d\langle\theta\rangle \cong \frac{\Delta S}{C_p \rho Q} \quad (3)$$

但し、 C_p :比熱、 ρ :密度

同様に、隣接空間(領域2)の絶対湿度の変化と ΔE の関係は(4)式で、風速の変化と ΔM の関係は(5)式で表すことができると仮定する。

$$d\langle q\rangle \cong \frac{\Delta E}{l \rho Q} \quad (4)$$

$$d\langle u\rangle \cong \frac{\Delta M}{\rho Q} \quad (5)$$

q:隣接空間内の絶対湿度、 l :水の蒸発潜熱

(4)式は潜熱の変化量と絶対湿度qの関係を示したものであるが、SET* は絶対湿度qではなく、相対湿度 ϕ の関数として表される。従って、(4)式の関係は相対湿度を使って表現し直す必要がある。相対湿度 ϕ を絶対湿度qと飽和水蒸気圧の関数として表し、さらに東京の夏期の屋外の日中の標準状態として、 $\theta = 31.8[^\circ\text{C}]$ 、 $q = 0.018[\text{kg/kg}]$ ($\phi = 60\%$)を仮定し、飽和水蒸気圧を温度 θ の関数として近似すると、

$$\begin{aligned} d\phi &\cong \frac{\partial\phi}{\partial q} dq + \frac{\partial\phi}{\partial\theta} d\theta \\ &\cong 3200 \times dq - 2.8 \times d\theta \end{aligned} \quad (6)$$

(6)式に(3)式、(4)式を代入すると、

$$d\langle\phi\rangle \cong 3200 \frac{\Delta E}{l \rho Q} - 2.8 \frac{\Delta S}{C_p \rho Q} \quad (7)$$

となる。

(3) 隣接空間の気温、湿度、風速の変化に伴う隣接空間のSET*の変化

隣接空間(図Ⅲ.2.3中の領域2)におけるSET*の変化($d\langle SET^* \rangle$)が(8)式で表されると考える。

$$d\langle SET^* \rangle \cong \underbrace{\frac{\partial\langle SET^* \rangle}{\partial\langle\theta\rangle}}_a d\langle\theta\rangle + \underbrace{\frac{\partial\langle SET^* \rangle}{\partial\langle u\rangle}}_c d\langle u\rangle + \underbrace{\frac{\partial\langle SET^* \rangle}{\partial\langle\phi\rangle}}_e d\langle\phi\rangle + \dots \quad (8)$$

東京の夏期の屋外の日中の標準状態として、前述した気温、相対湿度の他に、風速 = 1.1m/s、平均放射温度(MRT) = 45°C、エネルギー代謝率 = 1.5Met、着衣量 = 0.5cloを仮定すると、(8)式中のa、c、e項に表される気温、湿度、風速の変化のSET*上昇への寄与は以下のように求められる。

$$\frac{\partial\langle SET^* \rangle}{\partial\langle\theta\rangle} \cong \underline{1 [^\circ\text{C}/^\circ\text{C}]} \quad (9)$$

$$\frac{\partial\langle SET^* \rangle}{\partial\langle u\rangle} \cong \underline{-2 [^\circ\text{C}/(\text{m/s})]} \quad (10)$$

$$\frac{\partial\langle SET^* \rangle}{\partial\langle\phi\rangle} \cong \underline{0.1 [^\circ\text{C}/\%]} \quad (11)$$

(3)、(5)、(7)、(9)、(10)、(11)式を(8)式に代入し、まとめると、

$$d\langle SET^* \rangle \cong 0.7 \times \frac{1}{C_p \rho Q} \Delta S + 320 \times \frac{1}{l \rho Q} \Delta E + 2.0 \times \frac{1}{\rho Q} (-\Delta M) \quad (12)$$

以上の結果、(12)式より顕熱上昇(+ ΔS)、潜熱上昇(+ ΔE)、運動量減少(- ΔM)のSET*上昇への寄与率が決定される。

(4) 仮想閉空間外へのヒートアイランド負荷 $L_{HI}(t)$

仮想閉空間(図Ⅲ.2.3の領域1)の外部の気温上昇に対する負荷の重み(寄与率)を $w_{L1}(t)$ 、 SET^* 上昇に対する負荷の重み(寄与率)を $w_{L2}(t)$ とし、ヒートアイランド負荷が次式で評価できると考える。

$$L_{HI}(t) = w_{L1}(t) \times (\text{気温上昇に対する負荷}) + w_{L2}(t) \times (\text{SET}^* \text{上昇に対する負荷}) \quad (2) \text{(再掲)}$$

ここで、気温及び SET^* 上昇に対する負荷は、それぞれ気温と SET^* の上昇量 $d\langle\theta\rangle$ 、 $d\langle SET^* \rangle$ に比例するとするならば、(2)式と(3)式、(12)式より次式の関係が得られる。

$$L_{HI}(t) \propto \frac{1}{\rho Q} \left[\left(\frac{w_{L1}(t) + 0.7w_{L2}(t)}{c_p} \right) \Delta S(t) + w_{L2}(t) \left(\frac{320}{t} \right) \Delta E(t) + 2.0w_{L2}(t) (-\Delta M(t)) \right] \quad (13)$$

ここでは、(13)式を参考に次式により $L_{HI}(t)$ を定義する。

$$L_{HI}(t) = \left[\left(\frac{w_{L1}(t) + 0.7w_{L2}(t)}{c_p} \right) \Delta S(t) + w_{L2}(t) \left(\frac{320}{t} \right) \Delta E(t) + 2.0w_{L2}(t) (-\Delta M(t)) \right] \quad (14)$$

ここで、 c_p : 空気の比熱(1.003×10^3 [J/kg·K])

l : 水の蒸発潜熱(2.5×10^6 [J/kg])

ΔS : C.V.境界面から単位時間あたりに放散される顕熱量の変化(流出-流入)[W]

ΔE : C.V.境界面から単位時間あたりに放散される潜熱量の変化(流出-流入)[W]

ΔM : C.V.内の建物等の存在による単位時間あたりの運動量の変化(流出-流入)[kgm/s²]

(14)式により、顕熱上昇(+ ΔS)、潜熱上昇(+ ΔE)、運動量低下(- ΔM)から $L_{HI}(t)$ が評価される。

ただし、放射により上方へ放散される熱量は、外部空間の温熱環境を悪化させる要因とはならないと考えて、 L_{HI} の評価には含めないものとする。

2.2.2 仮想閉空間内の暑熱環境の改善効果: Q_{HI} の評価式の定式化

PART I の2.3節で述べたように、C.V.内の人間が存在する地上2~3mの領域(歩行者空間等のような屋外の生活空間)の人間が存在する時間帯における暑熱環境の改善効果から Q_{HI} を評価する。

ここでは、各時刻の暑熱環境の改善効果($Q_{HI}(t)$)を SET^* から評価する。

すなわち、

$$Q_{HI}(t) = W_Q(t) \times \langle (SET^* \text{の許容上限値} - SET^*(x,y,z,t)) \rangle \times V_{許容} \quad (15)$$

但し、 $W_Q(t)$ は敷地内の歩行者空間等に人間の存在する確率を示す重み係数(3.1.3項参照)

$\langle \rangle$ は Q_{HI} の評価領域内の空間平均値

$V_{許容}$ は Q_{HI} の評価領域内(地上2~3m)において SET^* が許容上限値以下となる領域の体積

気温低下による通風の利用可能性の増大、それに伴う非空調時(主として夜間)の室内環境の改善効果も Q_{HI} の評価に含めるべきという考え方もあるが、室内環境(Q1)はCASBEE-建築(新築)で評価されるべき項目と考え、当面、 Q_{HI} の評価対象から除外した。ここでは、 Q_{HI} の評価対象は SET^* 評価される屋外暑熱環境に限定し、夜間の気温低下の効果は L_{HI} の評価((14)式)を通じて、 Q_{HI}/L_{HI} の評価に反映される。

2.2.3 ヒートアイランド対策に関する建築物の環境効率 BEE_{HI} の評価

(14)式、(15)式から与えられる各時刻の $L_{HI}(t)$ 、 $Q_{HI}(t)$ の日積算値($\sum L_{HI}(t)$ 、 $\sum Q_{HI}(t)$)から BEE_{HI} ($\sum Q_{HI} / \sum L_{HI}$)を評価する。次章では1次元及び3次元の気候解析を利用して種々のヒートアイランド対策の効果を評価した結果を示す。ただし、3次元CFD解析の場合、計算時間の関係から日積算値を求めることは現状では困難であるので、日中の代表時刻を対象とする評価を行っている。

<参考文献>

- 1) A.P.Gagge, J.A.J.Stolwijk and Y.Nishi: A Standard predictive index of human response to the thermal environment, ASHRAE Transactions, 92(1), pp.709-731, 1986

3. 感度解析

3.1 感度解析の目的とその方法

3.1.1 感度解析の目的

CASBEE-HIの評価シートを整備するに当たり、建築における各ヒートアイランド対策の効果の定量的評価を行う必要がある。そのために、数値シミュレーション手法を用いて、それぞれの対策の効果の感度解析を行う。具体的には、都市内の代表的な街区を対象として、ヒートアイランド対策を行った場合と行わない場合の、環境に与える影響を数値シミュレーションにより解析する。本検討結果は、ヒートアイランド対策のための建築計画に関する自己評価シートにおける評価項目間の重み付け根拠の基礎とする。

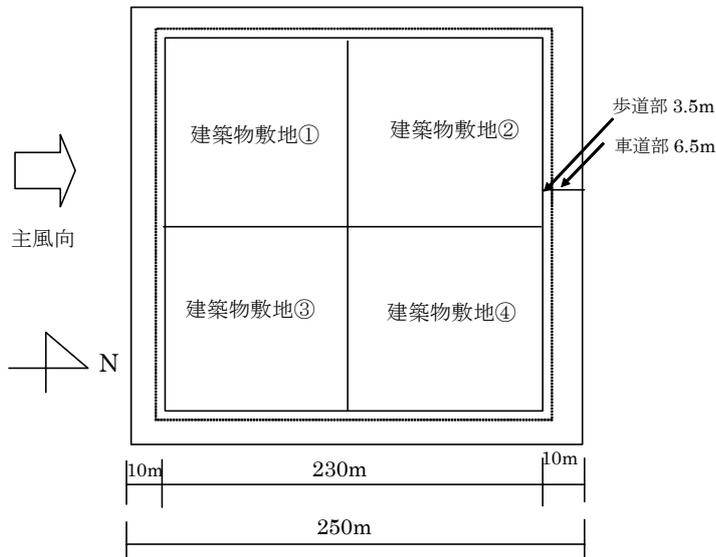
3.1.2 計算対象

計算対象は、大規模高層街区を想定した容積率600%(法定容積率)の街区、中規模街区を対象とした容積率400%(法定容積率)の街区、小規模街区を対象とした容積率200%(法定容積率)の街区とする。また、街区の立地条件として、Part Iの2.2節で述べた立地条件の類型化(表I.2.1)に対応させて、①内陸部の連続した街区、②沿岸部に立地する街区、③内陸部であるが風上に大きな空地が存在している街区を想定する。なお、解析では非住宅系(ここでは、事務所等を想定)および住宅系の用途の建築物を対象としている。但し、3次元CFDでは、容積率600%と400%は事務所等を対象とし、容積率200%では住宅を対象とした。以下にそれぞれの計算対象について解説する。

(1) 600%街区(法定容積率)

容積率600%街区の建築物群(4棟)を対象とする。

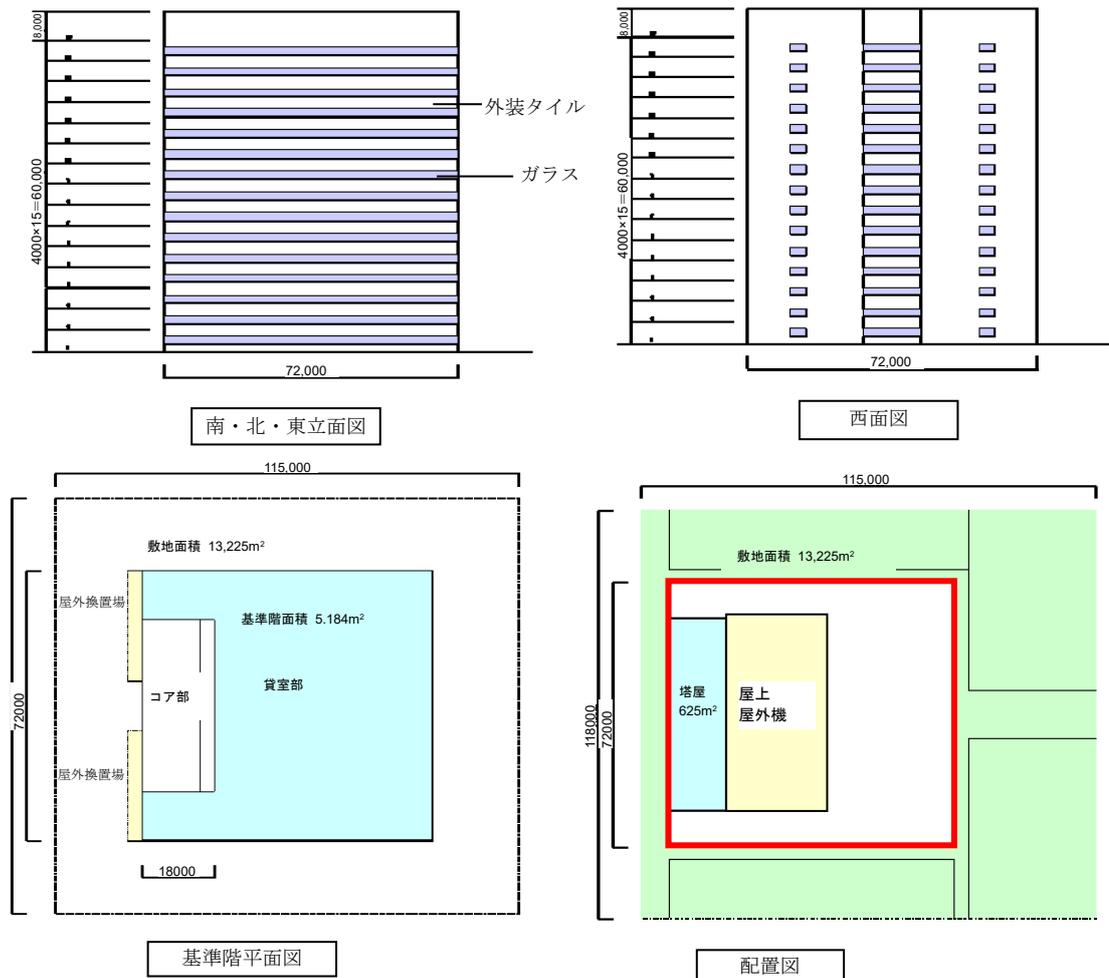
図Ⅲ.3.1に今回、検討するモデル街区の平面図を示す。250m四方の街区であり、道路幅は片側10m(全体で20m)、うち歩道部3.5m、車道部6.5m(2車線)とする。道路条件は固定とする。



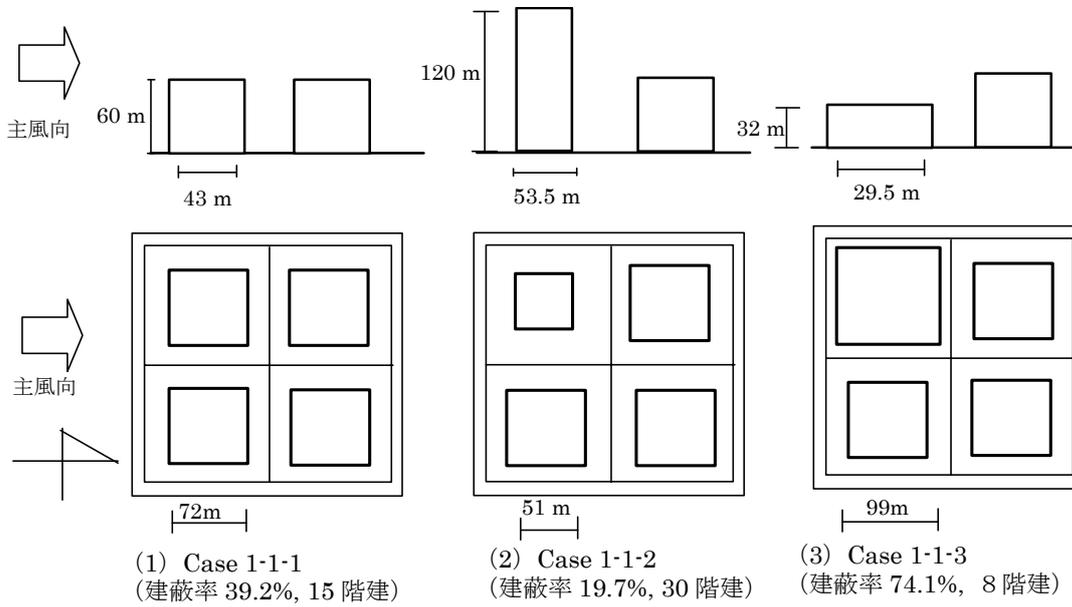
図Ⅲ.3.1 容積率 600%モデル街区(敷地率 84.6%)

図Ⅲ.3.1に示すモデル街区の南西角の一区画(建築物敷地①)の建築物を新たに開発したケースの検討を行う。

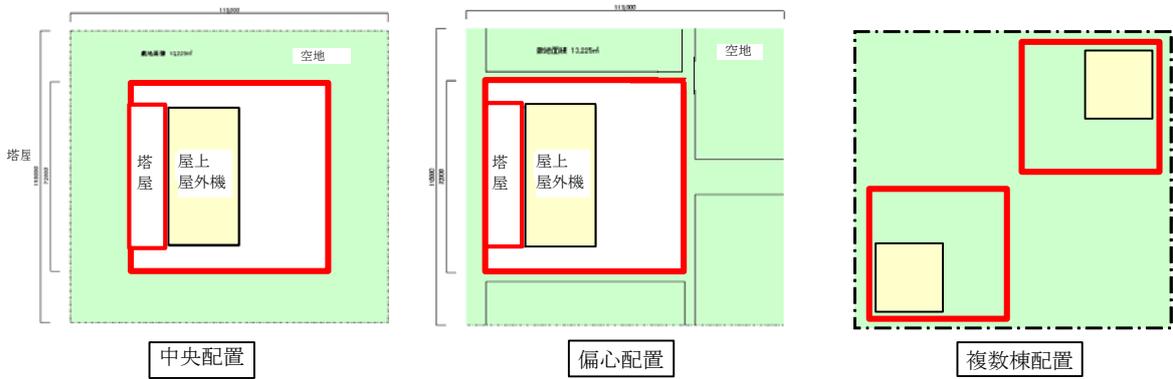
また図Ⅲ.3.2に示す建築物をパラメトリックスタディの基本ケースとする。地上15階、地下1階、延床面積78,385m²、建築面積5,184m²の事務所ビルを想定している。基本ケースの窓面積率は東・南・北面が37.5%、西面が7.5%である。また後述する検討ケースにおける建築物配置や建築物形状のバリエーションについて図Ⅲ.3.2～図Ⅲ.3.9に示す。また建築物配置に関しては図Ⅲ.3.4に示す偏心配置を基本ケースとする。



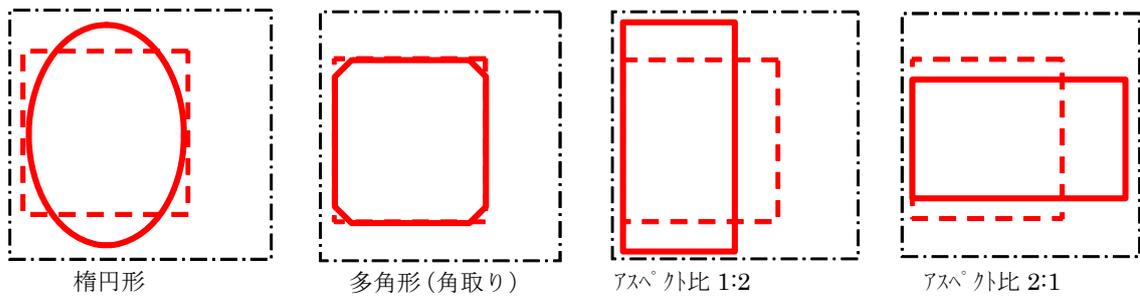
図Ⅲ.3.2 容積率 60%建築物モデル(基本ケース)



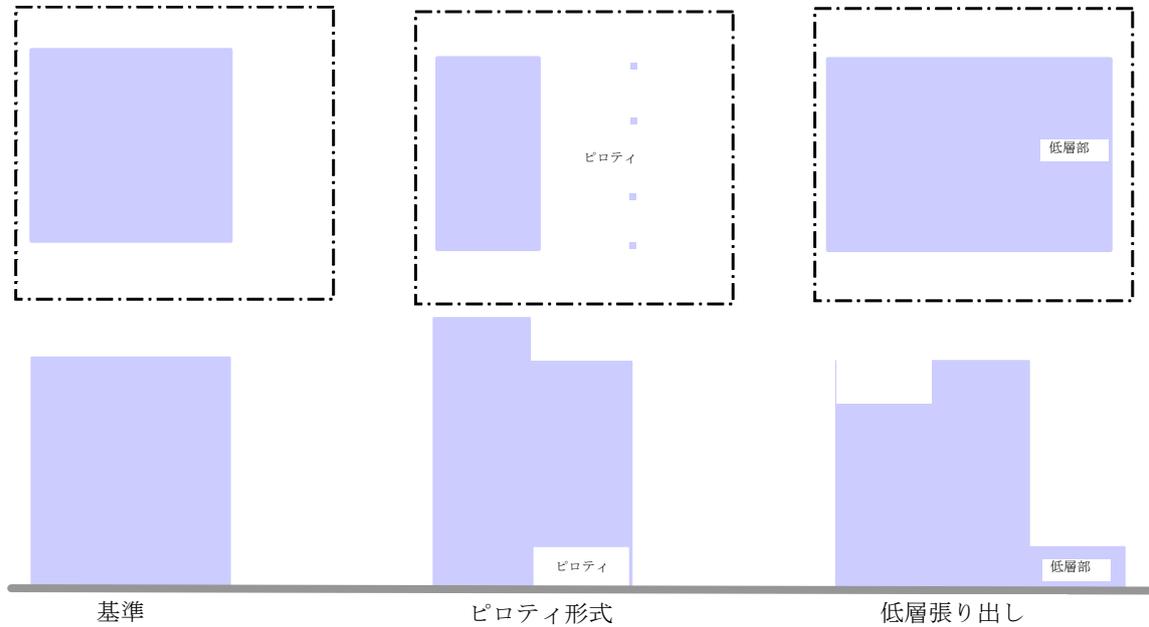
図Ⅲ.3.3 建築物高さの変化(中層・高層・低層)



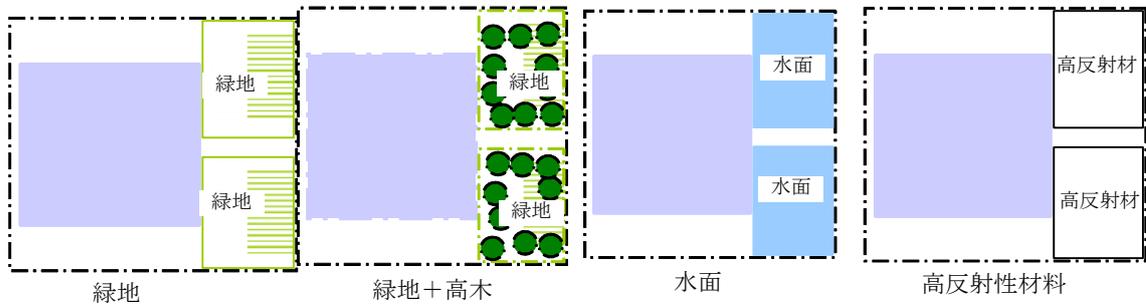
図Ⅲ.3.4 建築物配置ケース



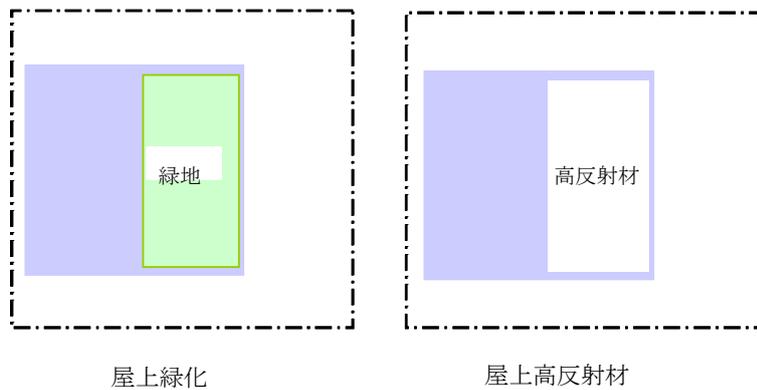
図Ⅲ.3.5 建築物平面形状検討ケース



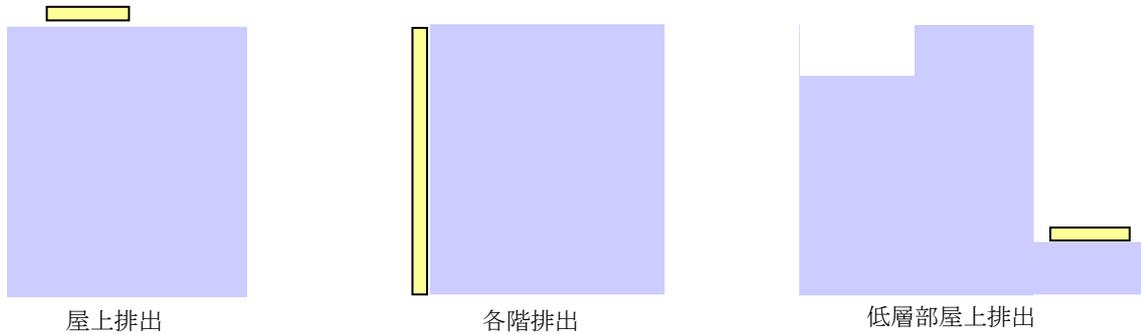
図Ⅲ.3.6 建築物断面形状検討ケース



図Ⅲ.3.7 外構計画検討ケース



図Ⅲ.3.8 屋上計画検討ケース

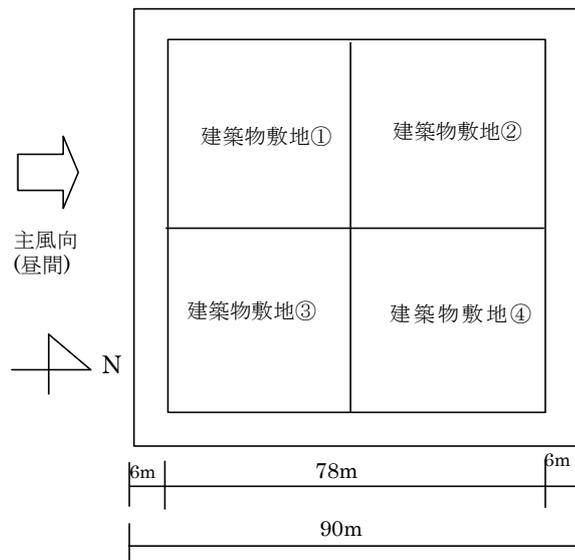


図Ⅲ.3.9 排熱場所検討ケース

(2) 400%街区(法定容積率)

容積率400%の街区の建築物群(4棟)のうちの一棟を新たに開発した場合を対象とする。前項の容積率600%の街区ケースとは異なり、建蔽率が高く比較的建てこんでいる街区(空地の取りにくい街区)を想定する。

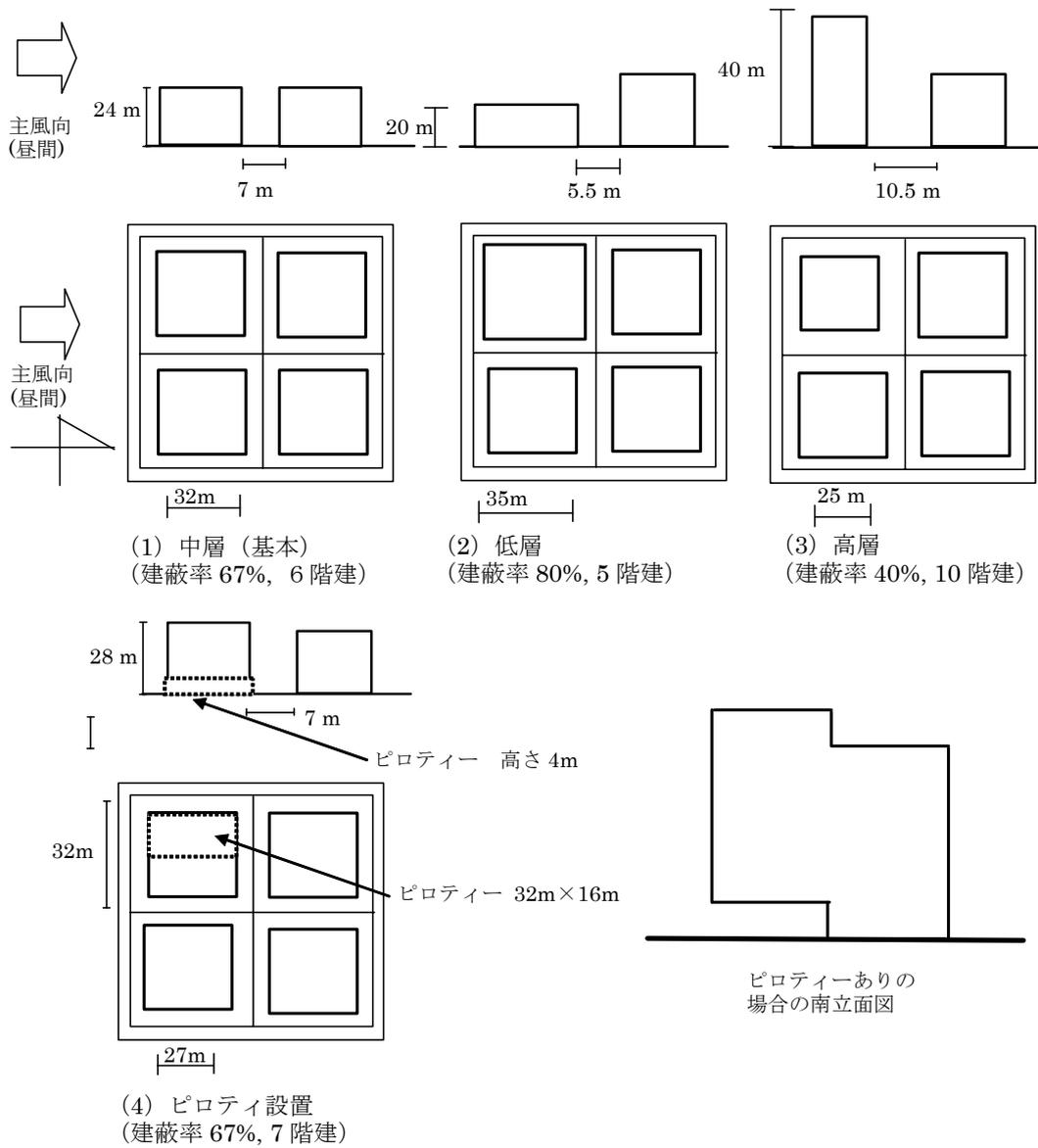
図Ⅲ.3.10に今回、検討するモデル街区の平面図を示す。90m四方の街区ブロック(敷地は39m四方(1521㎡)×4)であり、道路幅は片側6mとする。道路条件は固定とする。



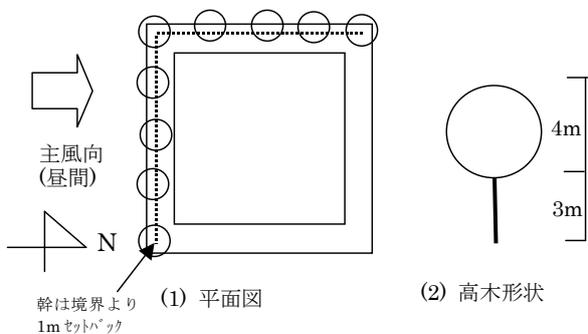
図Ⅲ.3.10 容積率 400%モデル地区(敷地率 75.1%)

図Ⅲ.3.10に示すモデル街区に、図Ⅲ.3.11の(1)に示した4棟の建築物を配置したケースを基本ケースとする。このうち街区敷地内の南西角の一区画の建築物を変更したケースの検討を行う。建築物形状モデルは図Ⅲ.3.11に示す4つとする。図Ⅲ.3.11の(1)の1棟の建築物延べ床面積は、6,084㎡である。また建築物外壁面に対する窓面積率は25%とする。

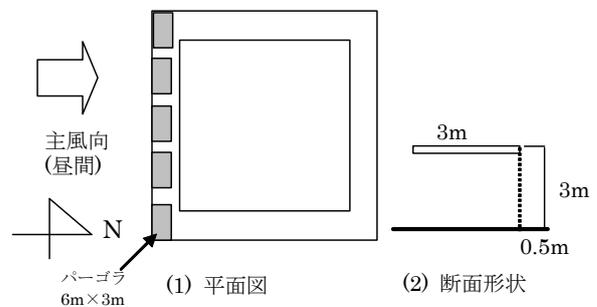
さらに高木の設置・パーゴラの設置を想定した日陰の形成が温熱環境に与える影響について検討を行う。それぞれの配置ケースを図Ⅲ.3.12、Ⅲ.3.13に示す。



図Ⅲ.3.11 計算対象(業務系 容積率 400%)



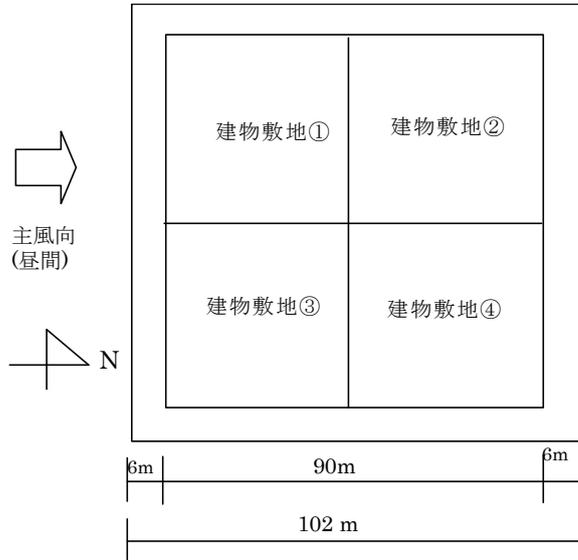
図Ⅲ.3.12 高木配置計画



図Ⅲ.3.13 パーゴラ配置計画

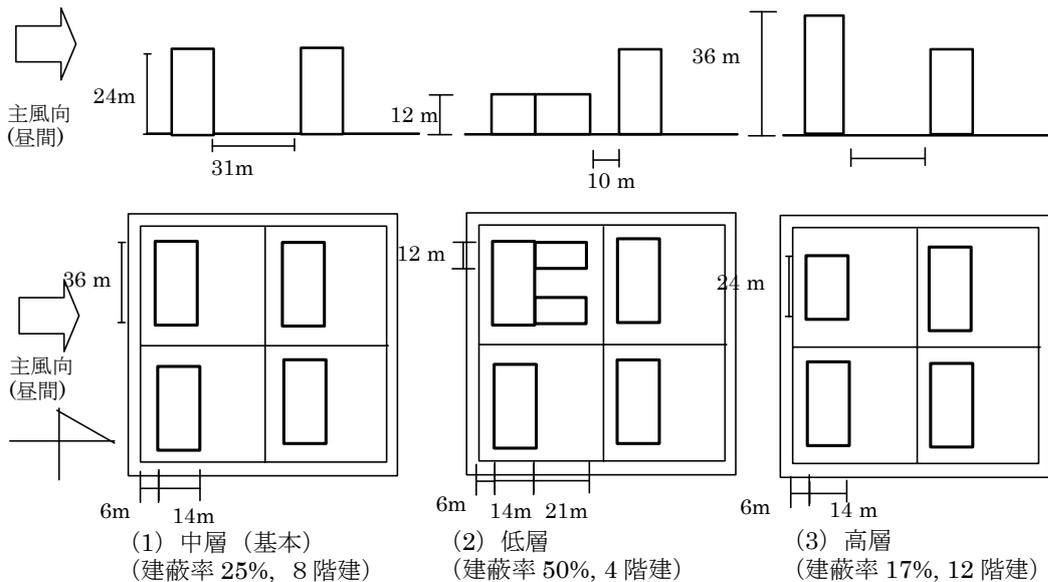
(3) 200%街区(法定容積率)

容積率200%の街区の集合住宅群(4棟)のうちの一棟を新たに開発した場合を対象とする。図Ⅲ.3.14に今回、検討するモデル街区の平面図を示す。102m四方の街区ブロック(敷地は45m四方(2025㎡)×4)であり、道路幅は片側6mとする。道路条件は固定とする。

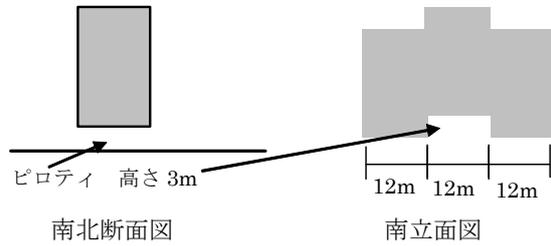


図Ⅲ.3.14 容積率 200%モデル街区(敷地率 77.9%)

図Ⅲ.3.14に示すモデル街区に、図Ⅲ.3.15の(1)に示した4棟の建築物を配置したケースを基本ケースとする。このうち街区敷地内の南西角の一区画の建築物を変更したケースの検討を行う。建築物形状モデルは図Ⅲ.3.15に示す3つとする。図Ⅲ.3.15の(1)の1棟の建築物延べ床面積は、4032㎡である。また、外構計画に関しては、図Ⅲ.3.16に示すように日陰の形成に関する外構計画について、(1)高木・(2)パーゴラについて検討する。高木、パーゴラのサイズは400%街区の場合と同様とする。

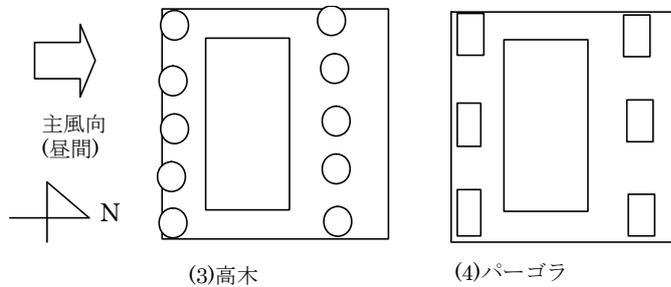


図Ⅲ.3.15(1) 計算対象(住宅系 容積率 200%)



(4) ピロティあり(中層)
(建蔽率 25%, 9 階建)

図Ⅲ.3.15(2) 計算対象(住宅系 容積率 200%)



図Ⅲ.3.16 外構計画

(4) 立地条件

立地条件を考慮し、表Ⅲ.3.1に示す3つのパターンについて検討を行う。立地条件①に関しては図Ⅲ.3.11(1)の中層街区が並んだ場合を想定している。

表Ⅲ.3.1 立地条件の分類

		流入する空気温度	
		良好(涼しい)	暑い(熱気)
風上側の状況	風上に遮蔽物が多い	—	立地条件① 空地の少ない市街地等
	風上に遮蔽物が少ない	立地条件② ウォーターフロントや風上に大規模な緑地や公園がある場合	立地条件③ 風上に大規模な空地や幹線道路等がある場合

3.1.3 計算モデル

(1) 3次元CFD解析

3次元CFD解析では、建築物形状を正確に再現して、詳細な熱環境分布を検討することができる。この特徴を生かして、3次元CFDでは、①建築物形状、②建築物配置、③外構条件、④建築物外皮条件、⑤建築設備からの排熱位置について検討を行う。今回の3次元CFD解析では、大成建設技術研究センターが有する屋外環境解析システム[森川・伊藤 他、1995]¹⁾²⁾を利用する。本システムはCFDによる気流計算と放射計算の連成シミュレーションシステムである。乱流モデルには標準 $k-\epsilon$ モデルを採用しており、放射計算における拡散反射にはラジオシティ法を採用している。

(2) 1次元キャンピーモデル

CASBEE-HIでは、各配慮項目に掲げられた要因パラメータの感度を重み係数として予め用意しておく必要がある。都市の建築物を起源とするヒートアイランド要因は複雑多岐にわたる。従って、想定する項目に対する重み係数を系統的に特定するためには、効率的な数値実験が必要になる。そこで、CASBEE-HIでは、都市大気を鉛直1次元で取り扱う、いわゆる1次元都市キャンピーモデルに基づく数値実験を行いその結果をもとに重み係数を付与した。本節では、この1次元解析について解説する。

検討には、UCSS[ヴタンカ・足永 他、2000]³⁾、Revised-AUSSSM[菟島・谷本 他、2001]⁴⁾を用いた。乱流の取り扱い、前者が $k-\epsilon$ (2方程式)モデル、後者が都市キャンピー用にチューニングした混合距離(0方程式)モデルである。いずれも都市大気と設備システムを含む建築物や植生を含む地被状態との相互作用が動的に評価出来る特徴を有する。都市大気の手扱いは鉛直1次元であるため、結果は対象街区にだけヒートアイランド対策が施された場合の要因効果ではなく、都市域全体が施策された場合のそれを意味する点に留意が必要である。尚、最終的な重み係数はこの点を踏まえて決定しているが、多数回の数値実験を行う上で、これらの1次元解析は有用である。検討の結果、各配慮項目に関する要因効果はUCSSとRevised-AUSSSMでほぼ同様の傾向を示した。よって、以降では、UCSSによる結果を中心に述べる。

(3) L_{HI} と Q_{HI} の取り扱い

L_{HI} と Q_{HI} の定義を2章に従い、以下に示す。

$$Q_{HI}(t) = W_Q (40^\circ\text{C} - \text{SET}^*) \times V_{\text{許容}} \quad (3-1-1)$$

ここで $V_{\text{許容}}$ は、屋外評価領域中の SET^* が許容上限値以下となる領域の体積(街区空地面積の内許容上限以下となる領域の面積×高さ方向の厚み)である。本解析では、 SET^* の許容限界値を 40°C と設定した。3次元CFDの場合は、領域内において SET^* に水平方向の空間分布が生ずるので、0と屋外評価領域体積の間の値を取りうる。3次元CFDの場合、屋外評価領域がすべて SET^* が許容上限値以下であれば、 $V_{\text{許容}}$ は敷地内空地面積に等しくなる。一方、1次元キャンピーモデル解析では、水平方向は1質点で評価するため、 $V_{\text{許容}}$ は、屋外評価領域か0かのいずれかの値を取る。(3-1-1)式に従えば、 $\text{SET}^* > 40$ の場合、 $(40 - \text{SET}^*)$ は負となるが、 $V_{\text{許容}}$ は、0となるので、 Q_{HI} は常に0以上の値を取る。いずれの場合においても、 $V_{\text{許容}}$ の高さ方向厚みは1mとする。

$$L_{HI}(t) = \left[\left(\frac{W_{L1}(t) + 0.7 \cdot W_{L2}(t)}{c_p} \right) \Delta S(t) + W_{L2}(t) \left(\frac{320}{t} \right) \Delta E(t) + 2.0 W_{L2}(t) (-\Delta M(t)) \right] \quad \dots(3-1-2)$$

ここで、 $\Delta M(t)$ は、Part3の2.2節で述べたように、C.V.内の建築物等の存在による運動量変化を意味し、3次元CFD解析においては、流出の運動量一流入の運動量とした。1次元キャンピーモデルの計算では、C.V.の上空面における運動量フラックス値とした。また $W_Q(t)$ は外部空間に人がいる確率を意味し、1次元キャンピーモデルの計算においては、図Ⅲ.3.17で定義する時刻別の値を設定する。 $W_{L1}(t)$ 、 $W_{L2}(t)$ については種々検討の結果、日中(6-19時): $W_{L1}(t)=0.1$ 、 $W_{L2}(t)=0.9$ 、夜間(20-翌朝5時): $W_{L1}(t)=0.9$ 、 $W_{L2}(t)=0.1$ とした。また、3次元CFD解析の L_{HI} の評価において、歩行者への影響により重点をおくため、対象を上層部と下層部に分割し、下層部により大きな重みを与えて評価した。具体的な方策は次の通りである。

- 1) 上層(周辺建物高さ以上)の部分と、下層(周辺建物高さ以下)を分けて評価し、上層・下層それぞれについて敷地境界から流出する運動量、発生する顕熱量、潜熱量を評価する。
- 2) 運動量の場合、基準値として、中層ケース(標準ケース)において、流入する運動量を算出し、それからの増分を ΔM とする。
- 3) 顕熱の場合、中層ケース(標準ケース)において、流入する平均気温を基準とした顕熱の流出量を ΔS とする。
- 4) 潜熱の場合、中層ケース(標準ケース)において、流入する平均絶対湿度を基準とした潜熱の流出量を ΔE とする。
- 5) 運動量・顕熱・潜熱について、上層:下層の重みを0.2:0.8とする。即ち、

$$\Delta M = 0.2 \cdot \Delta M(\text{上層}) + 0.8 \cdot \Delta M(\text{下層})$$

$$\Delta S = 0.2 \cdot \Delta S(\text{上層}) + 0.8 \cdot \Delta S(\text{下層})$$

$$\Delta E = 0.2 \cdot \Delta E(\text{上層}) + 0.8 \cdot \Delta E(\text{下層})$$

以上の L_{HI} と Q_{HI} に従い、それぞれの対象の BEE_{HI} の評価を行う。今回の解析においては、1次元キャノピーモデルの場合、Part I の2.3節に従い、日積算値 $\sum Q_{HI} / \sum L_{HI}$ を検討しているのに対し、3次元CFDの場合では、午後2時の1時刻を対象に Q_{HI} / L_{HI} を検討する。

3.1.4 計算ケース

表 III.3.2、III.3.3、III.3.4、III.3.5、III.3.6にそれぞれ600%街区、400%街区、200%街区の検討ケース一覧を示す。また400%街区に対しては3次元CFD解析により、表 III.3.1に示す3つの立地条件に対して検討を行う。3次元CFD解析に対しては①建築物形状、②建築物配置、③外構条件、④建築物外皮条件、⑤建築設備機器からの排熱量と排熱位置について検討を行う。これらの設定条件に関しては図 III.3.2～図 III.3.9を参照。一方、一次元都市キャノピーモデルについては、①外構計画、②建築物外皮計画、③建築設備機器からの排熱量と排熱位置についてそれぞれの検討パラメータをいくつか振って検討を行う。建築物外皮条件における保水性建材の利用に関しては、計算条件として壁面緑化と変わらないのでこれに含める。

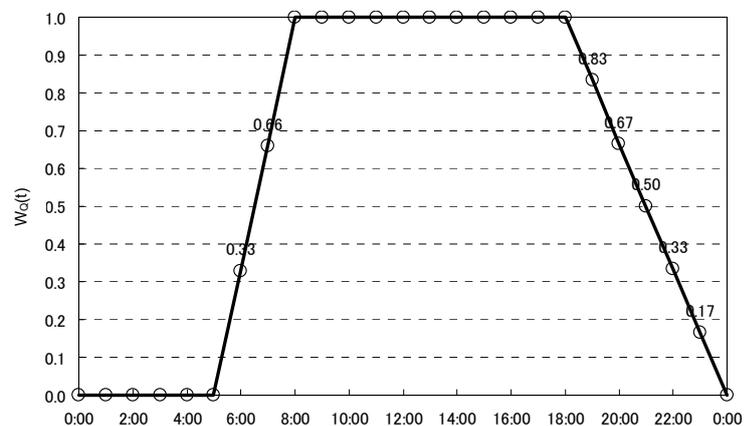


図 III.3.17 W_q の時変動

表Ⅲ.3.2-A 600%(法定容積率)街区検討ケース

Case	建物高さ	棟数	配置	平面形状	アスベク比	断面形状	空地(外構)条件			建物外皮条件				排熱量	排熱位置	検討事項
							緑地率	水面率	高反射率	屋上緑化	壁面緑化	屋上高反射	壁面高反射			
Case 1-1-1	中層	1	偏心	方形	1:1	整形	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	建物高さ (空地率)
Case 1-1-2	高層	1	偏心	方形	1:1	整形	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 1-1-3	低層	1	偏心	方形	1:1	整形	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 1-2-1	中層	2	偏心	方形	1:1	整形	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	棟数 配置
Case 1-3-1	中層	1	中央	方形	1:1	整形	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 1-4-1	中層	1	偏心	楕円	1:1	整形	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	建物形状
Case 1-4-2	中層	1	偏心	角取	1:1	整形	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 1-4-3	中層	1	偏心	方形	1:1	ヒロティ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 1-4-4	中層	方形	偏心	方形	1:1	低層張出	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 1-5-1	中層	1	偏心	方形	1:2	整形	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	アスベク比
Case 1-5-2	中層	1	偏心	方形	2:1	整形	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 1-6-1	中層	1	偏心	方形	1:1	整形	25%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	外構条件
Case 1-6-2	中層	1	偏心	方形	1:1	整形	25% +高木	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 1-6-3	中層	1	偏心	方形	1:1	整形	0%	25%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 1-6-4	中層	1	偏心	方形	1:1	整形	0%	0%	25%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 1-7-1	中層	1	偏心	方形	1:1	整形	0%	0%	0%	40%	0%	0%	0%	基準	屋上	建物外皮 条件
Case 1-7-2	中層	1	偏心	方形	1:1	整形	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	基準	屋上	
Case 1-7-3	中層	1	偏心	方形	1:1	整形	0%	0%	0%	0%	0%	40%	0%	基準	屋上	
Case 1-7-4	中層	1	偏心	方形	1:1	整形	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	基準	屋上	
Case 1-8-1	中層	1	偏心	方形	1:1	整形	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	屋上	建築 設備 排熱
Case 1-8-2	中層	1	偏心	方形	1:1	整形	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	—	
Case 1-8-3	中層	方形	偏心	方形	1:1	低層張出	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	低層 屋上	
Case 1-8-4	中層	1	偏心	方形	1:1	整形	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	各階 均等	

マイクロCFD:23, キャンペー:29, 全52ケース

(注)建物外皮条件における壁面緑化・壁面高反射性材料の100%とは、窓面を除いた部分の壁面面積に対する100分率を示す。

表Ⅲ.3.2-B 600%(法定容積率)街区検討ケース

Case	建物高さ	棟数	配置	平面形状	アスペクト比	断面形状	空地(外構)条件			建物外皮条件				排熱量	排熱位置	検討事項
							緑地率	水面率	高反射率	屋上緑化	壁面緑化	屋上高反射	壁面高反射			
Case 2-1-1	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	外構条件
Case 2-1-2	中層	—	—	—	—	—	15%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 2-1-3	中層	—	—	—	—	—	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 2-1-4	中層	—	—	—	—	—	60%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 2-1-5	中層	—	—	—	—	—	0%	15%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 2-1-6	中層	—	—	—	—	—	0%	30%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 2-1-7	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	15%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 2-1-8	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	30%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 2-1-9	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	60%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 2-2-1	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	15%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 2-2-2	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	30%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 2-2-3	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	60%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 2-2-4	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	0%	25%	0%	0%	基準	屋上	
Case 2-2-5	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	基準	屋上	
Case 2-2-6	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	基準	屋上	
Case 2-2-7	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	0%	25%	0%	0%	基準	屋上	
Case 2-2-8	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	基準	屋上	
Case 2-2-9	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	基準	屋上	
Case 2-2-10	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	基準	屋上	
Case 2-2-11	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	基準	屋上	
Case 2-2-12	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	基準	屋上	
Case 2-3-1	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	0%	0%	0%	75%	屋上	建築設備排熱	
Case 2-3-2	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	屋上		
Case 2-3-3	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	屋上		
Case 2-3-4	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	—		
Case 2-3-5	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上		
Case 2-3-6	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	低層屋上		
Case 2-3-7	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上50% 低層50%		
Case 2-3-8	中層	—	—	—	—	—	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	各階均等		

マイクロCFD:23, キャンピー:29, 全52ケース

(注)建物外皮条件における壁面緑化・壁面高反射性材料の100%とは、窓面を除いた部分の壁面面積に対する100分率を示す。

表Ⅲ.3.3 400%街区検討ケース(3次元CFD)

Case No.	建築物高さ	日陰	立地条件
Case 1-1-1	中層	なし	立地条件①②③
Case 1-1-2	低層(1棟)	なし	立地条件①②③
Case 1-1-2'	低層(4棟)	なし	立地条件①
Case 1-1-3	高層(1棟)	なし	立地条件①②③
Case 1-1-3'	高層(4棟)	なし	立地条件①
Case1-2-1	中層	ピロティ	立地条件①
Case1-2-2	中層	高木	立地条件①
Case1-2-3	中層	パーゴラ	立地条件①

(注)立地条件①②③については、表Ⅲ.3.1を参照。

表Ⅲ.3.4 400%街区検討ケース(1次元キャンピーモデル)

Case No.	空地(外構)条件			建物外装条件				建築設備からの排熱			
	草地率	水面率	高反射	屋上緑化	壁面緑化	屋上高反射	壁面高反射	排熱量	排出位置	排出時間	
Case 2-1-1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	昼間	外構条件
Case 2-1-2	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	昼間	
Case 2-1-3	16%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	昼間	
Case 2-1-4	33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	昼間	
Case 2-1-5	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	昼間	
Case 2-1-6	0%	16%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	昼間	
Case 2-1-7	0%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	昼間	
Case 2-1-8	0%	0%	16%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	昼間	
Case 2-1-9	0%	0%	33%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	昼間	
Case 2-2-1	0%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	基準	屋上	昼間	建物外皮条件
Case 2-2-2	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	基準	屋上	昼間	
Case 2-2-3	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	基準	屋上	昼間	
Case 2-2-4	0%	0%	0%	0%	25%	0%	0%	基準	屋上	昼間	
Case 2-2-5	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	基準	屋上	昼間	
Case 2-2-6	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	基準	屋上	昼間	
Case 2-2-7	0%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	基準	屋上	昼間	
Case 2-2-8	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	基準	屋上	昼間	
Case 2-2-9	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	基準	屋上	昼間	
Case 2-2-10	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	基準	屋上	昼間	
Case 2-2-11	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	基準	屋上	昼間	
Case 2-2-12	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	基準	屋上	昼間	
Case 2-3-1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	75%	屋上	昼間	建築設備排熱
Case 2-3-2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	屋上	昼間	
Case 2-3-3	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	屋上	昼間	
Case 2-3-4	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	—	昼間	
Case 2-3-5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	地上	昼間	
Case 2-3-6	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上 50% 地上 50%	昼間	
Case 2-3-7	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	各階均等	昼間	

ミクロCFD:14, キャンピー:28×業務系・住宅系, 全70ケース

(注)建築物外皮条件における壁面緑化・壁面高反射性材料の100%とは、窓面を除いた部分の壁面面積に対する100分率を示す。

表Ⅲ.3.5 200%街区検討ケース(3次元 CFD)

Case No.	建築物高さ	緑地 (草地)	日陰	立地条件
Case 1-1-1	中層	なし	なし	立地条件①②
Case 1-1-2	低層	なし	なし	立地条件①②
Case 1-1-3	高層	なし	なし	立地条件①②
Case 1-2-1	中層	なし	高木	立地条件①
Case 1-2-2	中層	なし	パ・ゴラ	立地条件①
Case 1-2-3	中層	なし	ヒロティ	立地条件①

表Ⅲ.3.6 200%街区検討ケース(1次元キャノピーモデル)

Case No.	空地(外構)条件			建築物外装条件				日陰	建築設備からの排熱			
	草地率	水面率	高反射	屋上緑化	壁面緑化	屋上高反射	壁面高反射	高木	排熱量	排出位置	排出時間	
Case 2-1-1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	各階均等	昼間	外構条件
Case 2-1-2	19%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-1-3	38%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-1-4	75%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-1-5	0%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-1-6	0%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-1-7	0%	0%	19%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-1-8	0%	0%	38%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-1-9	0%	0%	75%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-1-10	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-1-11	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-1-12	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-2-1	0%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	0%	基準	各階均等	昼間	建物外皮条件
Case 2-2-2	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-2-3	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-2-4	0%	0%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-2-5	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-2-6	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-2-7	0%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	0%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-2-8	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-2-9	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-2-10	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-2-11	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-2-12	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	基準	各階均等	昼間	
Case 2-3-1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	75%	各階均等	昼間	建築設備排熱
Case 2-3-2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	各階均等	昼間	
Case 2-3-3	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	各階均等	昼間	
Case 2-3-4	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	各階均等	昼間	
Case 2-3-5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上	昼間	
Case 2-3-6	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	地上	昼間	
Case 2-3-7	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	基準	屋上 50% 地上 50%	昼間	

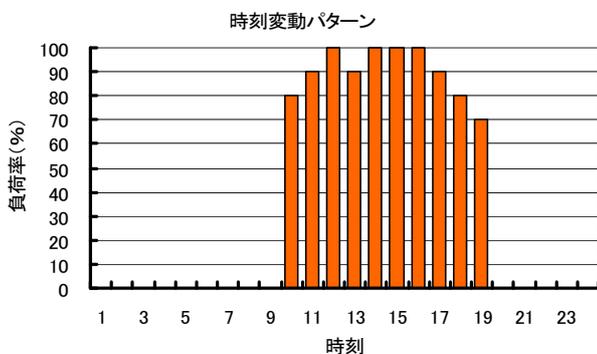
ミクロ CFD:9, キャノピー:29×業務系・住宅系, 全 67 ケース

3.1.5 計算条件

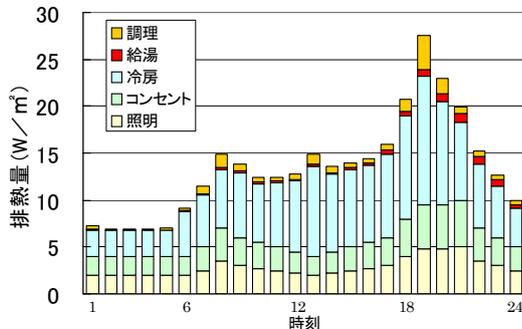
典型的な夏日(快晴で気圧配置が安定しており広域スケールの気象の影響が少ない)であった2002年の7月20日を対象とする。表Ⅲ.3.7に2002年の7月20日の気象条件を示す。3次元CFD解析では、午後2時と午後8時を計算対象とする。1次元キャノピーモデルによる解析では終日を計算対象とする。また建築設備からの排熱量は、標準状態のピーク時で単位床面積当り135W/m²(業務系)および28.3W/m²(住宅系)とする。またその時間変動パターンを図Ⅲ.3.18に示す。また対象となる壁体構成は屋上スラブがRC120ミリ、断熱材50ミリ、壁がRC100ミリ、断熱材60ミリである。室温は空調運転時(8-21時)において27℃とし、夜間は成り行きである。詳しくは文献6を参照されたい。

表Ⅲ.3.7 検討対象日の気象条件(2002年7月20日, 東京都)

時刻	気圧(現地) hPa	気圧(海面) hPa	気温 ℃	相対湿度 %	風向	風速 m/s	日照 時間	全天日射量 W/m ²
20日 01時	1007.9	1012	27.5	67	SW	4.7	—	—
20日 02時	1007.6	1011.7	27.3	68	SSW	4.8	—	—
20日 03時	1007.3	1011.4	27.3	68	SW	5.6	—	—
20日 04時	1007.7	1011.8	27.1	69	SW	4.3	—	—
20日 05時	1007.8	1011.9	27	69	SW	5.3	—	5.6
20日 06時	1007.8	1011.9	27.5	68	SW	4.2	1	105.6
20日 07時	1007.8	1011.9	28.3	66	SW	4.5	1	258.3
20日 08時	1007.7	1011.7	30.2	61	SW	3.1	1	447.2
20日 09時	1007.5	1011.5	30.9	59	SW	3.1	1	608.3
20日 10時	1007.1	1011.1	31.7	59	SE	1.9	1	783.3
20日 11時	1006.8	1010.8	32.3	60	SSE	2.4	1	861.1
20日 12時	1006.3	1010.3	32.1	58	S	2.2	1	897.2
20日 13時	1005.8	1009.8	33	53	S	3.7	1	911.1
20日 14時	1005.2	1009.2	33.8	49	SSW	3.9	1	850.0
20日 15時	1005.1	1009.1	32.1	57	SW	3.7	1	725.0
20日 16時	1004.9	1008.9	30.9	64	S	3.4	1	558.3
20日 17時	1004.7	1008.7	30.4	65	S	3.7	1	366.7
20日 18時	1004.9	1008.9	29.9	65	S	3.6	1	177.8
20日 19時	1005.1	1009.1	29.6	65	SSW	2.8	0.5	30.6
20日 20時	1005.4	1009.4	29	67	SW	3.8	—	0
20日 21時	1005.7	1009.7	28.6	69	SW	3.5	—	—
20日 22時	1005.9	1009.9	28.2	71	SW	3.4	—	—
20日 23時	1005.8	1009.8	28.2	70	SW	2.7	—	—
20日 24時	1005.8	1009.8	28	72	SW	2.1	—	—



(1) 業務系



(2) 住宅系

図Ⅲ.3.18 建築設備からの排熱の時間変動パターン
(文献5中の冷房負荷パターン等を参考に、負荷パターンを作成)

3.2 計算結果

3.2.1 600%街区

(1) 3次元CFD解析

600%街区を対象とした計算結果を以下に示す。検討ケースは表Ⅲ.3.8に示す通り。詳細は3.1.2計算対象を参照のこと。

表Ⅲ.3.8 検討ケース (3次元、600%街区)

		変更条件
case1-1-1	建築物高さ	中層(基準)
case1-1-2		高層
case1-1-3		低層
case1-2-1	棟数	2棟
case1-3-1	配置	中央
case1-4-1	建築物形状	楕円
case1-4-2		角取
case1-4-3		ピロティ
case1-4-4		低層張出
case1-5-1	アスペクト比	1:2(南面大)
case1-5-2		2:1(西面大)
case1-6-1	外構条件	緑地率 25%
case1-6-2		緑地率 25%+高木
case1-6-3		水面率 25%
case1-6-4		高反射率 25%
case1-7-1	建物外皮条件	屋上緑化 40%
case1-7-2		壁面緑化 100%
case1-7-3		屋上高反射 40%
case1-7-4		壁面高反射 100%
case1-8-1	建築設備排熱	排熱量 50%
case1-8-2		排熱無し
case1-8-3		低層屋上排熱
case1-8-4		各階均等排熱

(注) 外構条件の緑地率・水面率・高反射率は、敷地面積に対する比率である。また、建物外皮条件の屋上緑化・屋上高反射は、屋上面積に対する比率である。

表Ⅲ.3.9 に計算結果を示す。また、図Ⅲ.3.19～図Ⅲ.3.26に比較図を示す。なお、 Q_{HI} および L_{HI} は、真夏の昼間(午後2時)の計算結果をもとに算定している。

建築物の影響(図Ⅲ.3.19)

Q_{HI} は低層で大幅に悪化し、高層で大幅に改善する。結果、 Q_{HI}/L_{HI} は高層で大幅に改善する。

棟数の影響(図Ⅲ.3.20)

Q_{HI} への影響は小さく、 L_{HI} が増となる。結果、 Q_{HI}/L_{HI} がやや悪化する。

配置の影響(図Ⅲ.3.21)

Q_{HI} 、 L_{HI} は中央配置でやや改善し、結果 Q_{HI}/L_{HI} もやや改善する。

平面形状の影響(図Ⅲ.3.22)

この中では、ピロティでの Q_{HI}/L_{HI} の改善が顕著であり、主に Q_{HI} が改善する。

アスペクト比の影響(図Ⅲ.3.23)

アスペクト比を2:1(西面が大きい)とした場合に Q_{HI}/L_{HI} 改善効果が大きく、風に対する見つけ面積の減少とともに Q_{HI}/L_{HI} が改善している。

空地(外構)条件の影響(図Ⅲ.3.24)

緑地25%、緑地25%+樹木、水面率25%の順に Q_{HI}/L_{HI} が改善される。高反射化は Q_{HI} がやや悪化し、 Q_{HI}/L_{HI} がやや悪化する。

建物外皮条件(図Ⅲ.3.25)

壁面緑化100%のとき、最も Q_{HI}/L_{HI} 改善効果が大きい。ただし、 Q_{HI} の改善が大きく、 L_{HI} の改善はわずかである。屋上緑化や高反射化は L_{HI} を改善するものの、 Q_{HI} の改善は見られない。壁の高反射化は Q_{HI} 、 L_{HI} とも影響が小さく、 Q_{HI}/L_{HI} ではほとんど標準ケースと差がない。

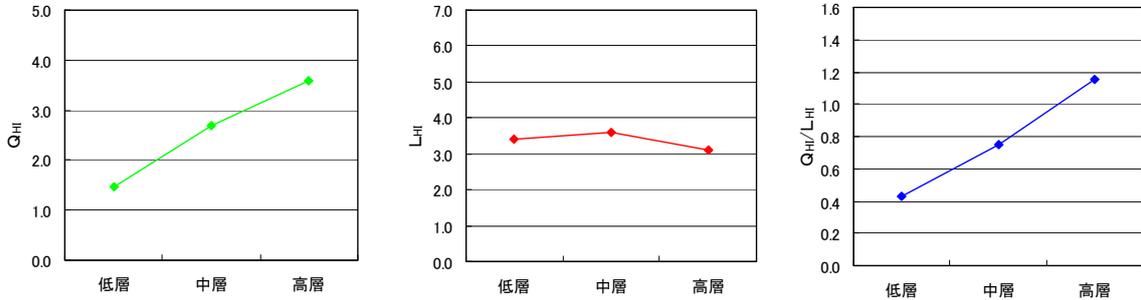
排熱量・排熱位置(図Ⅲ.3.26)

排熱量を減らすことにより Q_{HI}/L_{HI} の改善する。ただし、 Q_{HI} の改善はわずかで、 L_{HI} の改善効果による。低層屋上への排熱は L_{HI} が若干悪化し、結果 Q_{HI}/L_{HI} でみて若干悪化する。各階均等排熱は Q_{HI} が若干改善し、 Q_{HI}/L_{HI} でみて若干改善する。

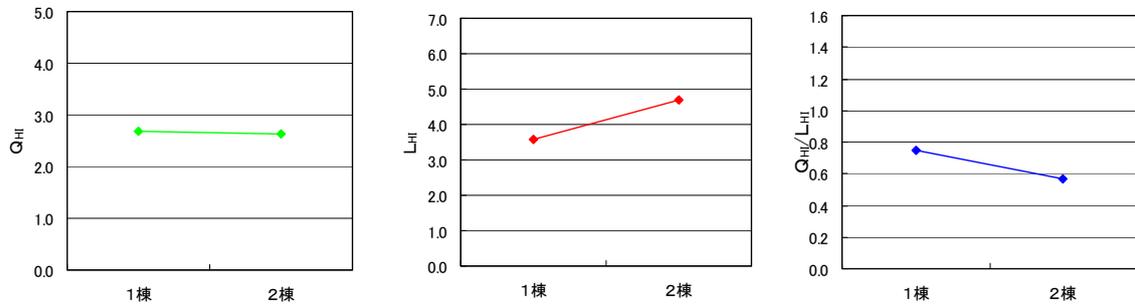
表Ⅲ.3.9 計算結果一覧(3次元、600%街区)

	変更条件	L_{HI}	Q_{HI}	Q_{HI}/L_{HI}
建築物高さ	中層(基準)	3.58	2.69	0.75
	高層	3.10	3.58	1.16
	低層	3.39	1.47	0.43
棟数	2棟	4.68	2.64	0.57
配置	中央	3.23	2.85	0.88
建築物形状	楕円	3.82	2.20	0.58
	角取	3.64	2.85	0.78
	ピロティ	3.48	3.79	1.09
	低層張出	3.84	2.63	0.69
アスペクト比	1:2(南面大)	4.44	2.21	0.50
	2:1(西面大)	3.03	3.38	1.11
外構条件	緑地率25%	3.55	2.91	0.82
	緑地率25%+高木	3.73	3.24	0.87
	水面率25%	3.53	3.17	0.90
	高反射率25%	3.54	2.56	0.72
建物外皮条件	屋上緑化40%	3.57	2.69	0.75
	壁面緑化100%	3.51	2.87	0.82
	屋上高反射40%	3.57	2.71	0.76
	壁面高反射100%	3.53	2.70	0.77
建築設備排熱	排熱量50%	3.52	2.68	0.76
	排熱無し	3.45	2.71	0.79
	低層屋上排熱	4.01	2.76	0.69
	各階均等排熱	3.61	2.79	0.77

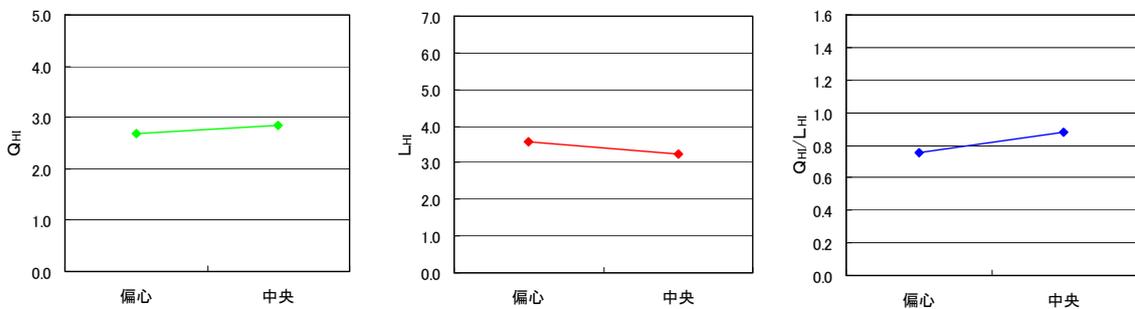
(注) Q_{HI} および L_{HI} は、真夏の昼間(午後2時)の計算結果をもとに算定している。



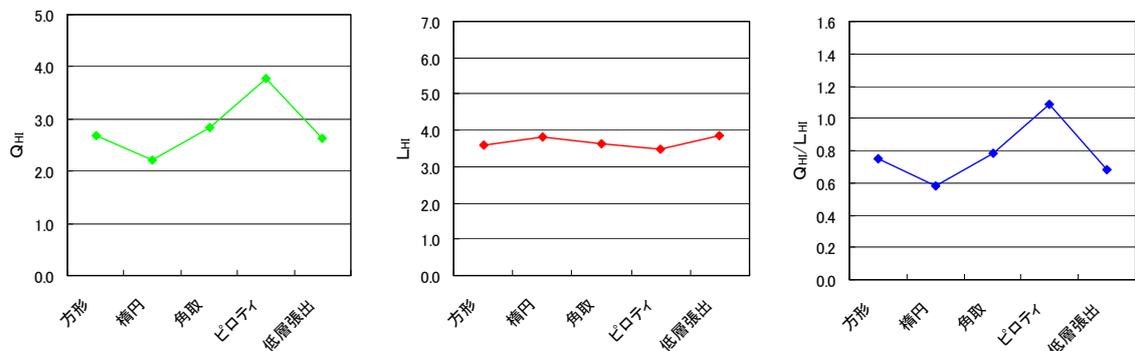
図Ⅲ.3.19 建築物高さの影響(3次元、600%街区、中層が標準)



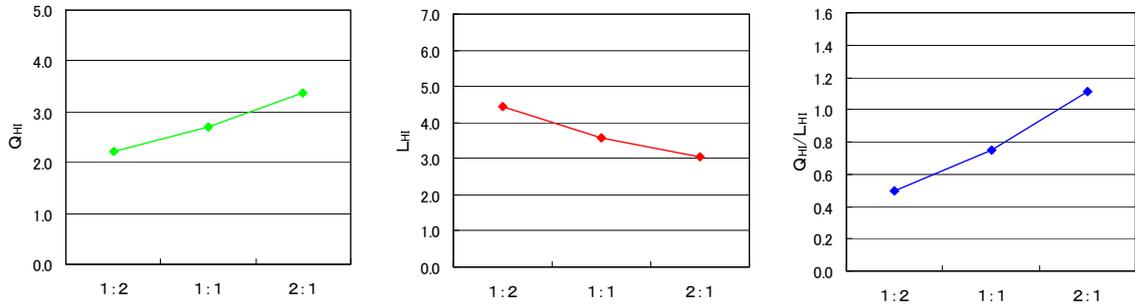
図Ⅲ.3.20 棟数の影響(3次元、1棟が標準)



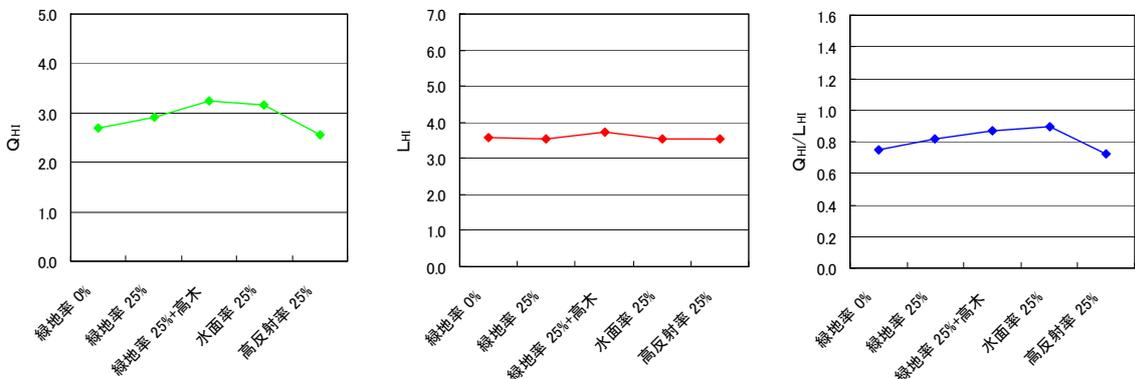
図Ⅲ.3.21 配置の影響(3次元、600%街区、偏心が標準)



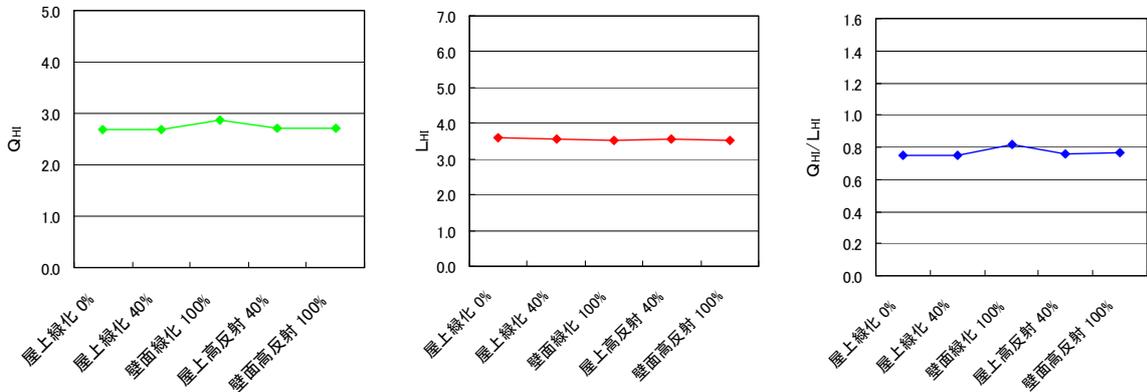
図Ⅲ.3.22 平面形状の影響(3次元、600%街区、方形が標準)



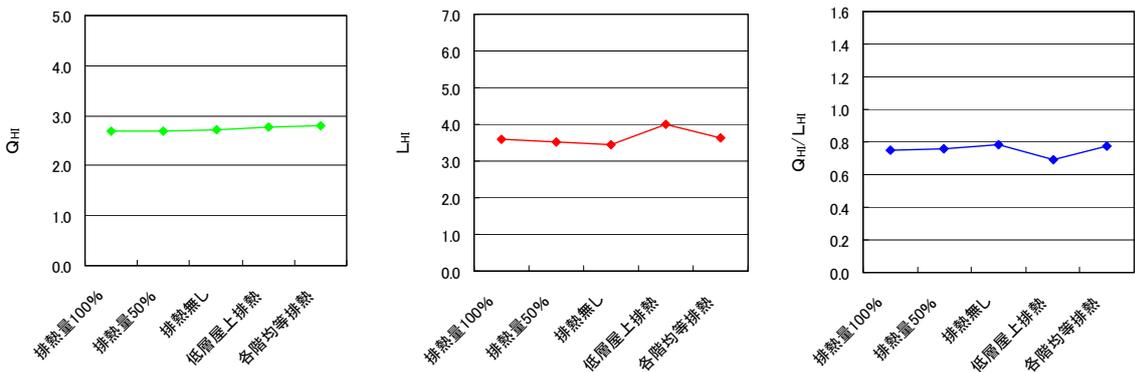
図Ⅲ.3.23 アスペクト比の影響(3次元、600%街区、東西面の幅:南北面の幅=1:1が標準)



図Ⅲ.3.24 空地(外構)条件の影響(3次元、600%街区、緑地率0%が標準)



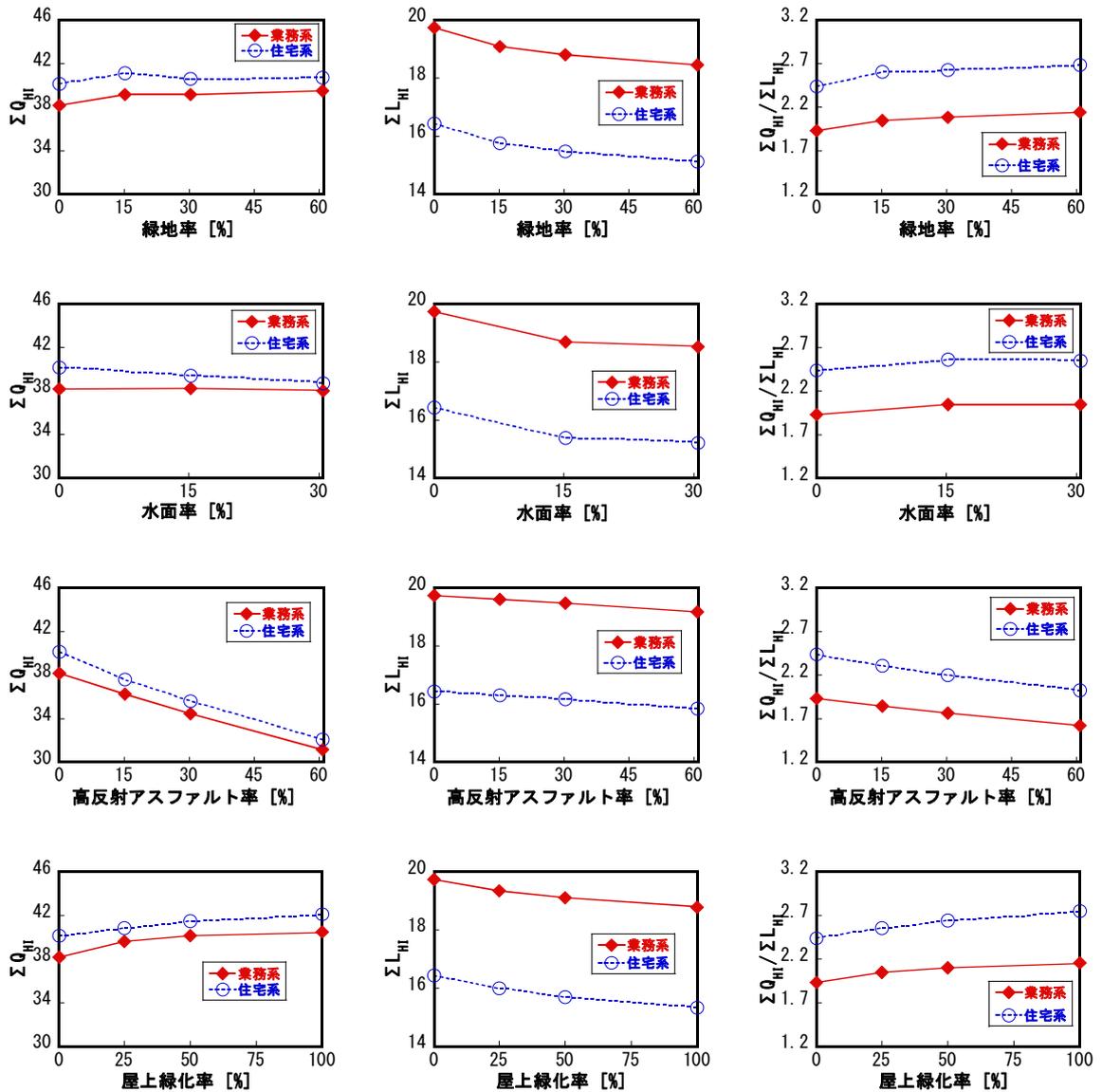
図Ⅲ.3.25 建物外皮条件の影響(3次元、600%街区、屋上緑化0%が標準)



図Ⅲ.3.26 排熱量・排熱位置の影響(3次元、600%街区、屋上が標準)

(2) 1次元キャンピーモデル

1次元キャンピーモデル(UCSS)による600%街区における各種対策の感度解析結果を図Ⅲ.3.27に示す。なお、 ΣQ_{HI} および ΣL_{HI} は真夏の24時間の積算値で、街区面積で基準化して表示してある。



図Ⅲ.3.27(1) 1次元キャンピーモデル(UCSS)による各種対策の感度解析結果

(1次元、600%街区)

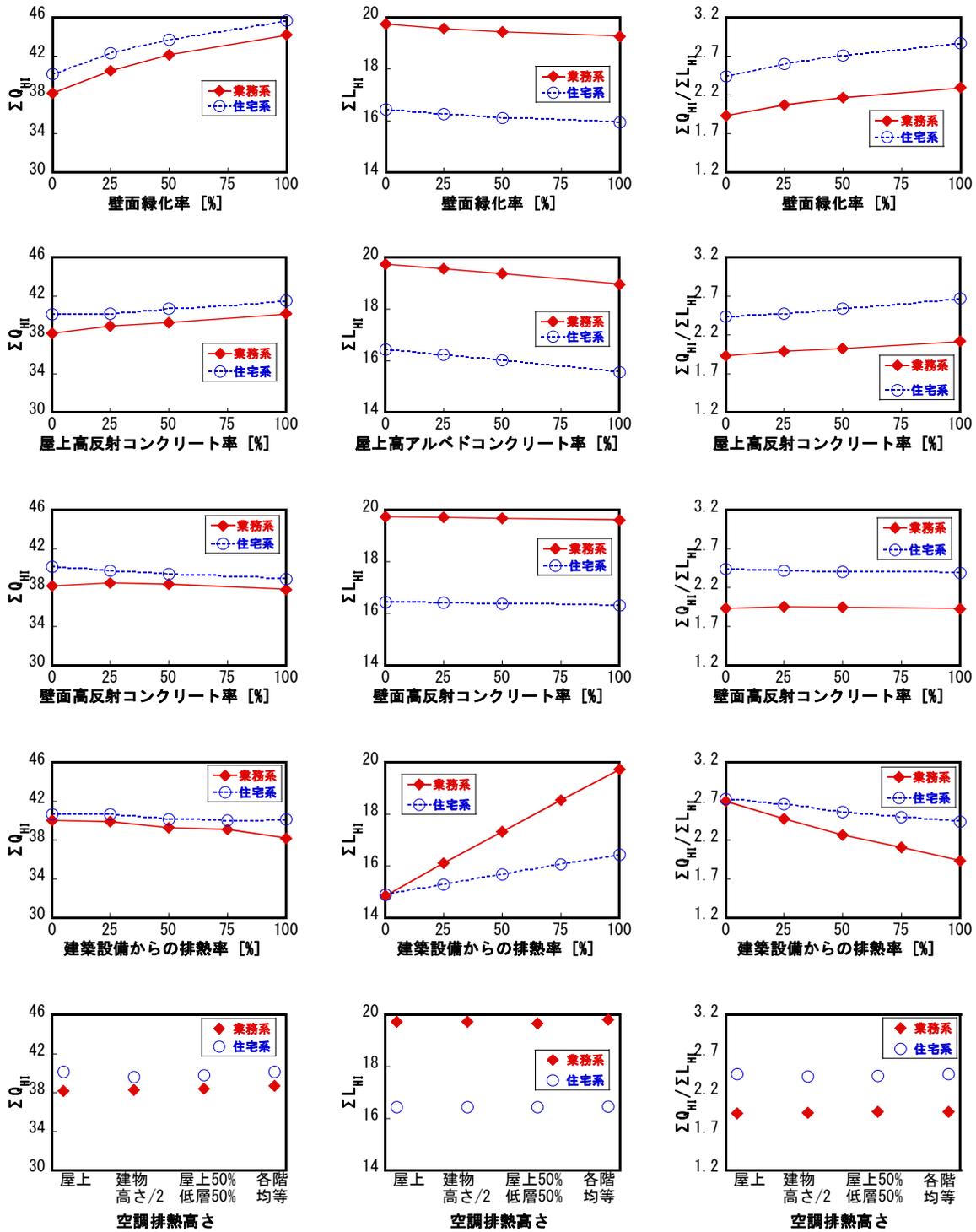


図 III.3.27(2) 1次元キャンピーモデル(UCSS)による各種対策の感度解析結果

(1次元、600%街区)

600%街区の場合、 Q_{HI} の改善に寄与するのは、壁面緑化、屋上緑化、屋上高反射コンクリート等であり、高反射アスファルト(地表面)、壁面高反射コンクリートは Q_{HI} が悪化する。 L_{HI} の削減には、建築設備からの排熱、屋上緑化、地上緑化、水面等が効果的である。排熱については、特に業務系で影響が大きい。 Q_{HI}/L_{HI} で見ると、建築設備からの排熱、壁面緑化、屋上高反射コンクリート、地上緑化等の効果が相対的に大きいことが分かる。

3.2.2 400%街区

(1) 3次元CFD解析

400%街区を対象とした計算結果を以下に示す。検討ケースは表Ⅲ.3.10に示す通り。詳細は3.1.3 計算ケースを参照のこと。建築物形状については、立地条件①、②に相当する流入条件を与えて解析を実施している。

Ⅲ.3.11 に計算結果を示す。また図Ⅲ.3.28に計算結果をグラフにして示す。なお、 Q_{HI} および L_{HI} は、真夏の昼間(午後2時)の計算結果をもとに算定している。

表Ⅲ.3.10 検討ケース (3次元、400%街区)

Case No.	条件	
Case1-1-1	建築物高さ 立地条件① 立地条件②(1棟のみ) 立地条件③(1棟のみ)	中層
Case1-1-2		低層(1棟)
Case1-1-2'		低層(4棟)
Case1-1-3		高層(1棟)
Case1-1-3'		高層4棟
Case1-2-1	日陰	ピロティ
Case1-2-2		高木
Case1-2-3		パ・ゴラ

表Ⅲ.3.11 計算結果一覧 (3次元、400%街区)

		変更条件	L_{HI}	Q_{HI}	Q_{HI}/L_{HI}
Case2-1-1	建築物高さ (立地条件①)	中層	2.78	1.35	0.49
Case2-1-2		低層(1棟)	2.92	1.02	0.35
Case2-1-2'		低層(4棟)	2.39	1.02	0.43
Case2-1-3		高層(1棟)	1.70	2.92	1.72
Case2-1-3'		高層4棟	0.91	2.40	2.64
Case2-2-1	日陰	ピロティ	2.98	4.14	1.39
Case2-2-2		高木	2.78	1.72	0.62
Case2-2-3		パ・ゴラ	2.83	1.86	0.66
Case2-1-1	建築物高さ (立地条件②)	中層	3.15	1.75	0.55
Case2-1-2		低層(1棟)	3.84	1.36	0.35
Case2-1-3		高層(1棟)	2.38	3.59	1.51
Case2-1-1	建築物高さ (立地条件③)	中層	3.17	1.52	0.48
Case2-1-2		低層(1棟)	3.72	1.19	0.32
Case2-1-3		高層(1棟)	2.44	3.18	1.30

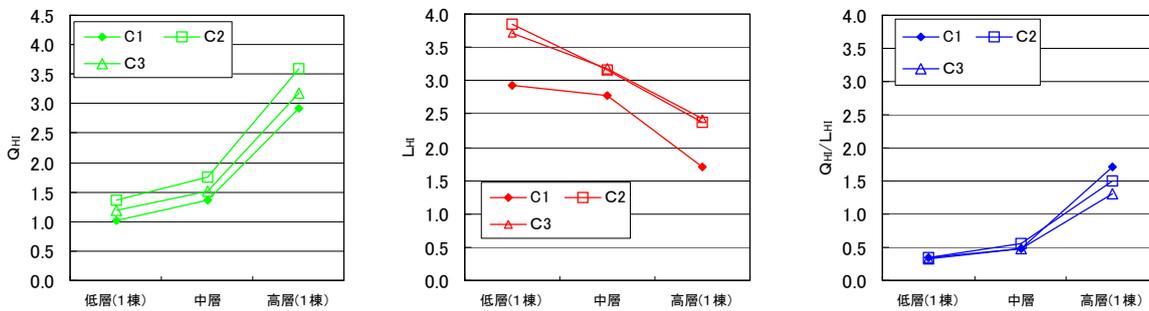
1) 建築物高さの影響(図Ⅲ.3.28(a) (b))

まず、立地条件①をみると、 Q_{HI} については、低層は1棟でも4棟でも悪化し、高層は1棟でも4棟でも大きく改善されている。 L_{HI} については、低層は1棟でも4棟でもやや悪化し、高層は1棟でも4棟でも大幅に改善される。結果、 Q_{HI}/L_{HI} は、低層でやや悪化、高層は1棟でも4棟でも大幅な改善となった。

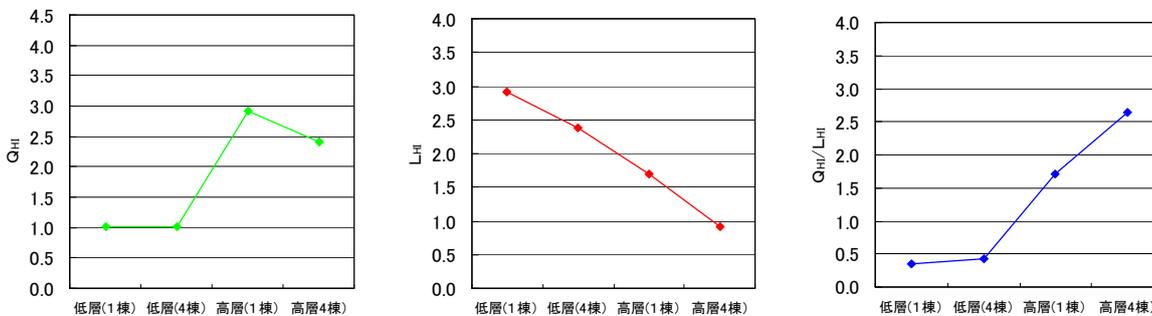
次に、立地条件②についてみる。 Q_{HI} が全体的に改善されるが、傾向は立地条件①と同様である。 L_{HI} は、立地条件①に比べて低層の時の悪化がやや大きい。最終的な Q_{HI}/L_{HI} でおおむね立地条件①と同様の傾向となる。また、立地条件③については、 Q_{HI} が立地条件②よりやや悪化するものの、立地条件②とほぼ同様の結果である。

2) 日陰の影響(図Ⅲ.3.25(c))

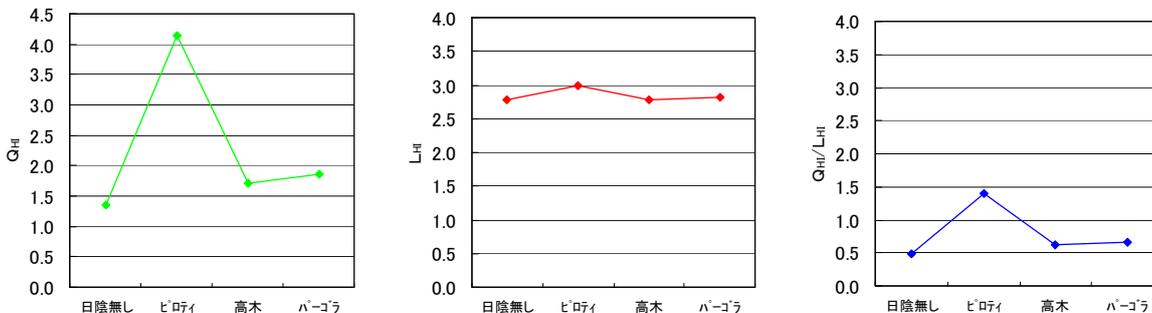
日陰により、主に Q_{HI} が改善されている。特にピロティの効果が大きい。



(a) 建築物高さの影響(3次元、400%街区、C1~C3は立地条件①~③に対応)



(b) 建築物高さの影響(3次元、400%街区、低層(4棟)・高層(4棟)は街区内外4棟の変更)



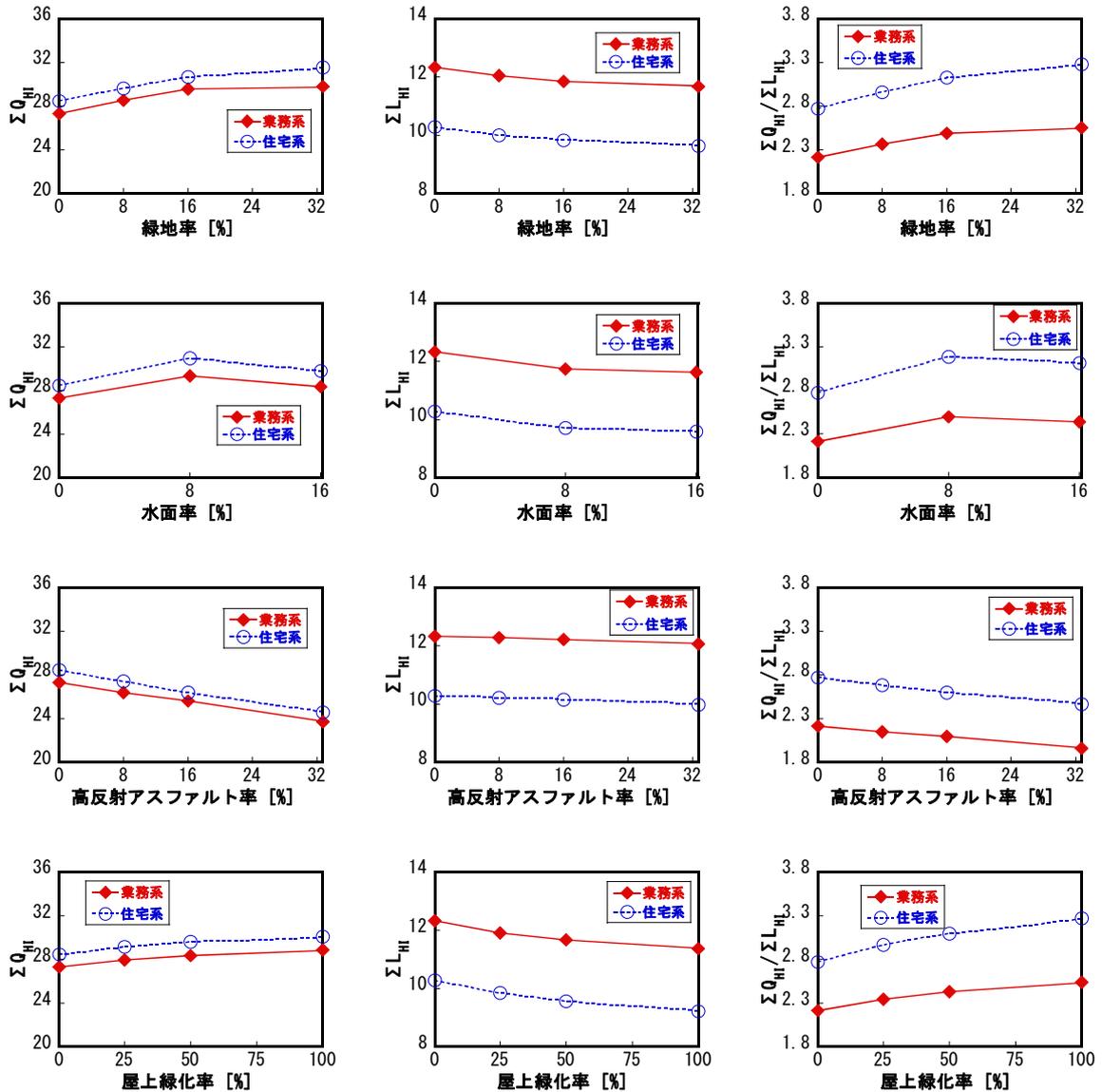
(c) 日陰の影響

図Ⅲ.3.28 計算結果(3次元、400%街区)

(2) 1次元キャンピーモデル

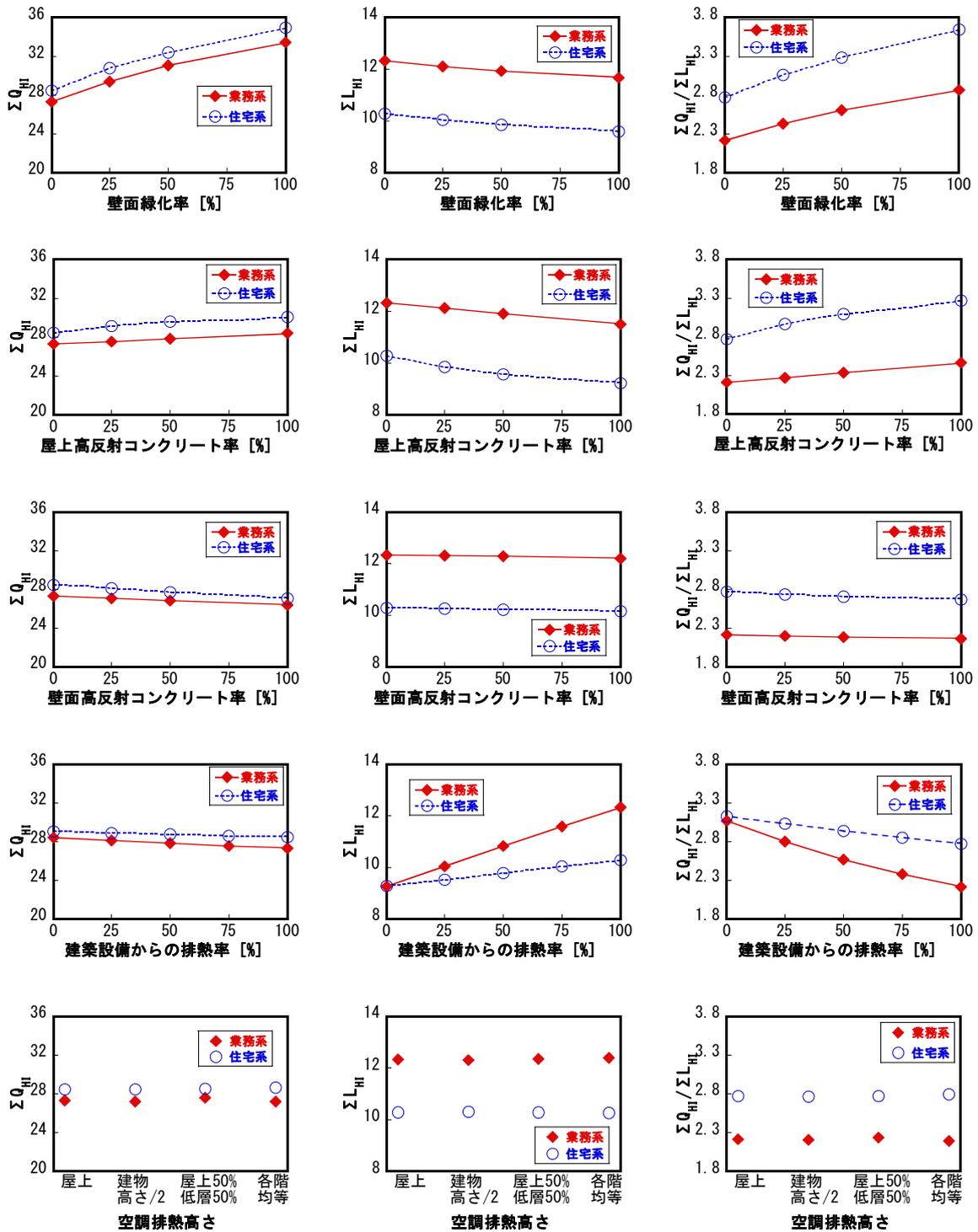
UCSSIによる400%街区における各種対策の感度解析結果を図Ⅲ.3.29に示す。なお、 ΣQ_{HI} および ΣL_{HI} は真夏の24時間の積算値で、街区面積で基準化して表示してある。

600%街区の場合同様、 Q_{HI} の改善に寄与するのは、壁面緑化、屋上緑化、屋上高反射コンクリート等であり、 L_{HI} の削減には、建築設備からの排熱、屋上緑化、地上緑化、水面等が効果的である。



図Ⅲ.3.29(1) 1次元キャンピーモデル(UCSSI)による各種対策の感度解析結果

(1次元、400%街区の場合)



図Ⅲ.3.29(2) 1次元キャブーモデル(UCSS)による各種対策の感度解析結果

(1次元、400%街区の場合)

3.2.3 200%街区

(1) 3次元CFD解析

200%街区を対象とした計算結果を以下に示す。検討ケースは表Ⅲ.3.12に示す通り。詳細は3.1.3 計算ケースを参照のこと。建築物形状については、立地条件①②に相当する流入条件を与えて、それぞれ、2回の解析を実施している。

表Ⅲ.3.13 に計算結果を示す。また図Ⅲ.3.30に計算結果をグラフにして示す。なお、 Q_{HI} および L_{HI} は、真夏の昼間(午後2時)の計算結果をもとに算定している。

表Ⅲ.3.12 検討ケース (3次元、200%街区)

Case No.	条件	
Case1-1-1	建築物高さ 立地条件①	中層
Case1-1-2		低層
Case1-1-3		低層
Case1-2-1	日陰	ピロティ
Case1-2-2		高木
Case1-2-3		ハコラ

表Ⅲ.3.13 計算結果一覧 (3次元、200%街区)

		変更条件	L_{HI}	Q_{HI}	Q_{HI}/L_{HI}
Case2-1-1	建築物高さ (立地条件①)	中層	1.03	0.78	0.76
Case2-1-2		低層	0.51	1.07	2.08
Case2-1-3		高層	1.12	1.12	1.00
Case2-2-1	日陰	ピロティ	1.11	2.31	2.08
Case2-2-2		高木	0.45	1.28	2.87
Case2-2-3		ハコラ	0.98	1.58	1.62
Case2-1-1	建築物高さ (立地条件②)	中層	1.46	2.95	2.02
Case2-1-2		低層	1.24	2.02	1.62
Case2-1-3		高層	1.37	3.11	2.27

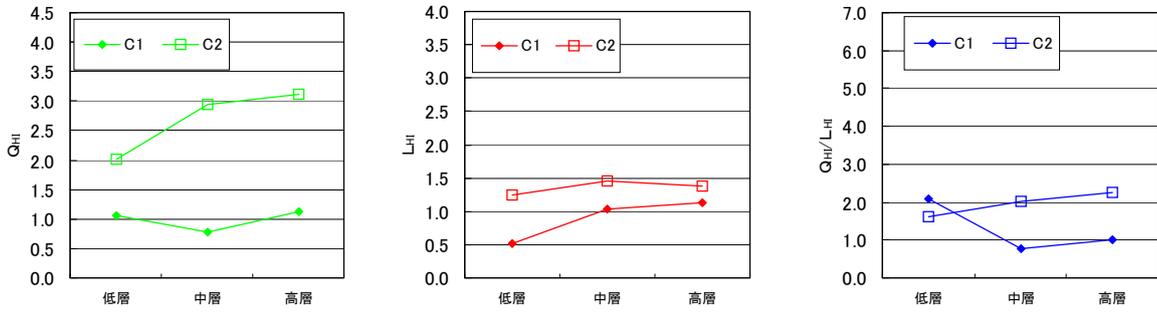
1) 建築物形状の影響(図Ⅲ.3.30(a))

まず、立地条件①をみると、 Q_{HI} については、低層でも高層でもやや改善されている。600%や400%と異なり、低層で改善された理由は、低層モデルの建築物配置が「コの字」配置となっており、日陰部分のMRTが低くなったことによると思われる。(後述するように立地条件②では風速の低下の影響が顕著となり Q_{HI} が悪化している。) L_{HI} については、低層で改善し、高層はやや悪化する。結果、 Q_{HI}/L_{HI} は、低層で改善し、高層はやや改善となった。

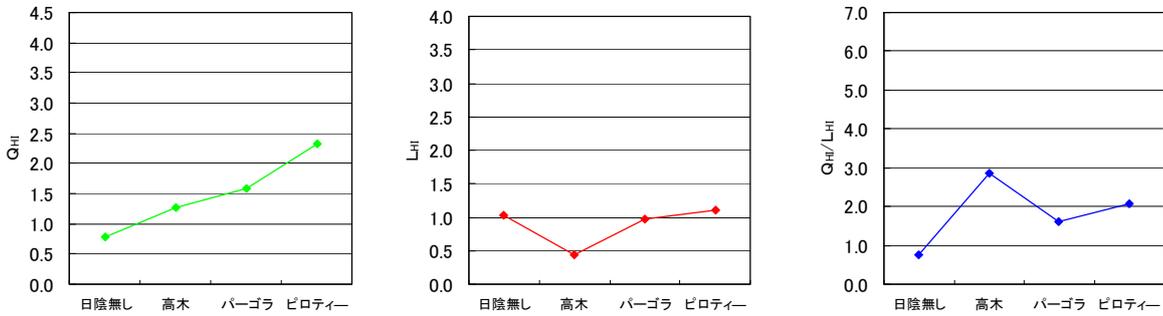
次に、立地条件②についてみる。 Q_{HI} については、600%や400%と同様の傾向となり、低層で悪化し、高層で改善している。 L_{HI} については、低層でも高層でもやや改善し、結果、 Q_{HI}/L_{HI} は、低層で悪化、高層は改善となった。

2) 日陰の影響(図Ⅲ.3.27(b))

日陰により、主に Q_{HI} が改善されている。特にピロティの効果が大きい。



(a) 建築物高さの影響(3次元、200%街区、C1~C2は立地条件①~②に対応)

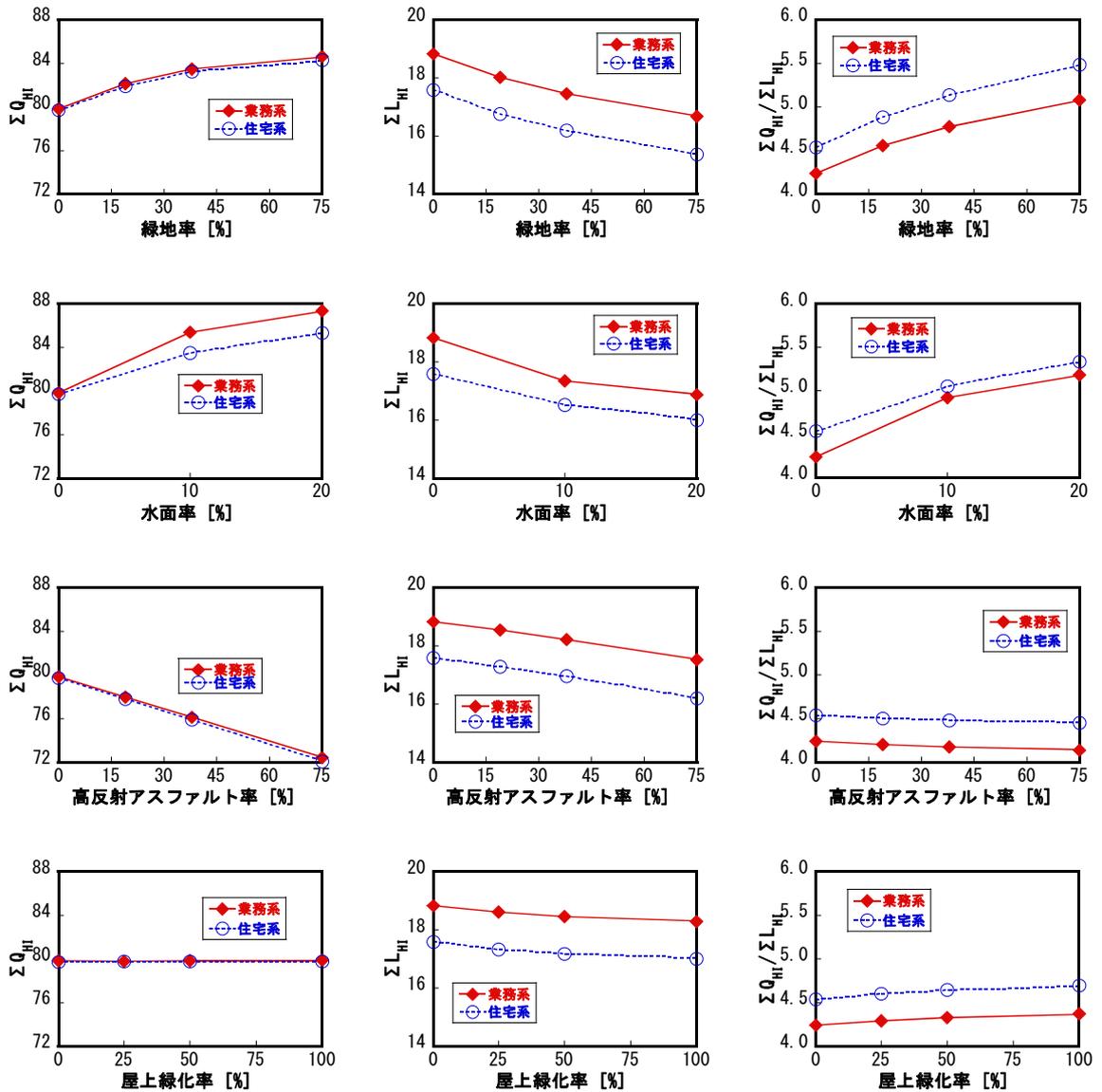


(b) 日陰の影響

図Ⅲ.3.30 計算結果(3次元、200%街区)

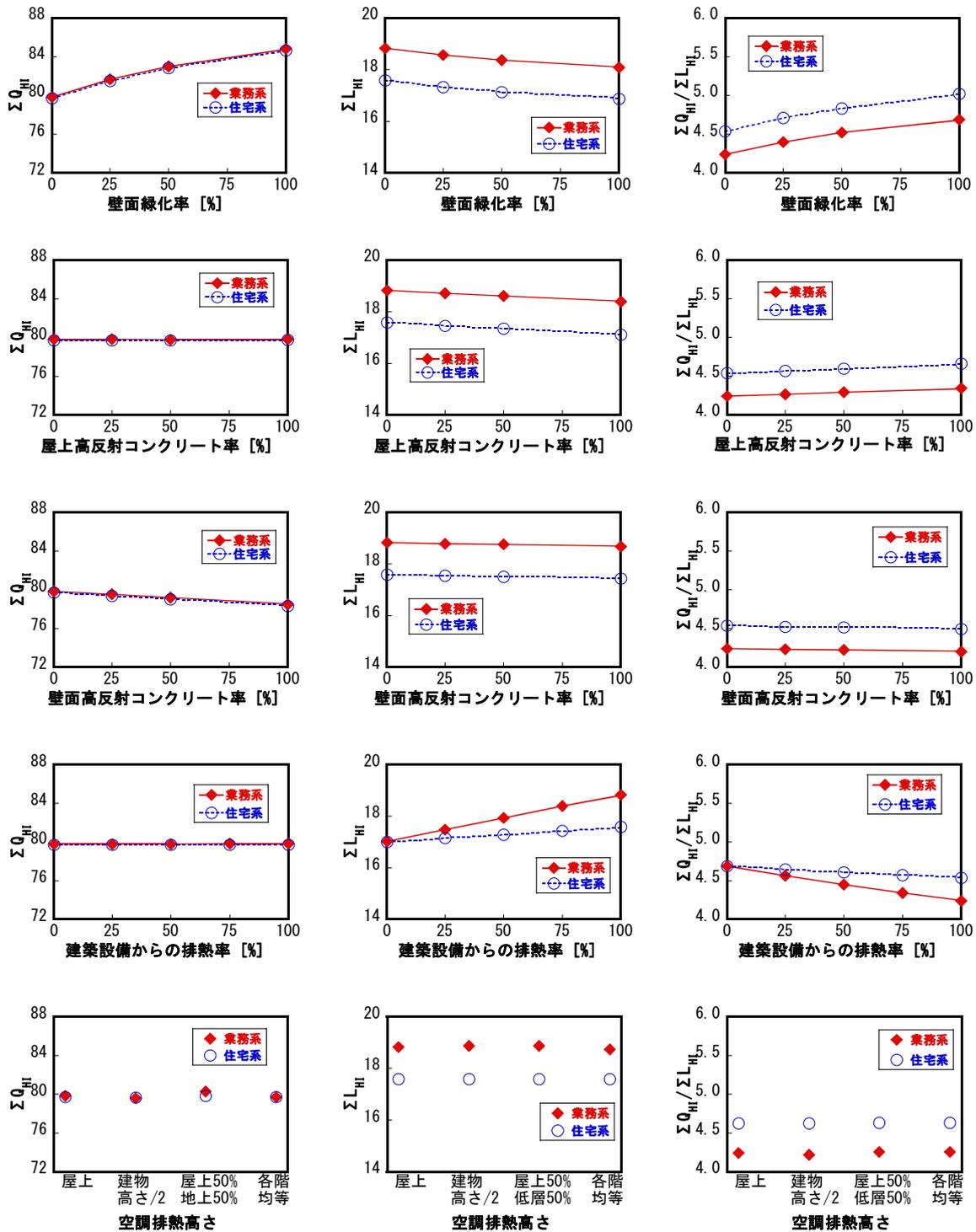
(2) 1次元キャンピーモデル

1次元キャンピーモデル(UCSS)による200%街区における各種対策の感度解析結果を図Ⅲ.3.31に示す。なお、 ΣQ_{HI} および ΣL_{HI} は真夏の24時間の積算値で、街区面積で基準化して表示してある。600%および400%街区の場合とほぼ同様の傾向であるが、600%および400%街区と比較して、緑地率や水面率の効果が大きくなっている。



図Ⅲ.3.31(1) 1次元キャンピーモデル(UCSS)による各種対策の感度解析結果

(1次元、200%街区)



図Ⅲ.3.31(2) 1次元キャパシーモデル(UCSS)による各種対策の感度解析結果

(1次元、200%街区)

3.3 まとめ

今回ネット容積率600%街区、400%街区、ならびに200%街区を対象に3次元CFD解析ならびに1次元キャンピー解析により業務系および住宅系建築物に対するヒートアイランド対策の効果に関する感度解析を行った。

建築物高さに対しては、いずれの街区でも、高層にすることにより Q_{HI} / L_{HI} が向上することが確認された。緑地の効果に関しては、比較的空地の大きく取れる600%街区ではその効果が大きかった。日陰の効果に対しては、ピロティ設置による効果が大きかった。これは、ピロティを設置することにより評価対象面積が大きく増加したためと考えられる。

立地条件に関しては、立地条件②(ウォーターフロントや風上に大規模な緑地や公園がある場合)、③(風上に大規模な空地や幹線道路等がある場合)の場合は Q_{HI} も L_{HI} も立地条件①に比べ増加する傾向にあるが、 Q_{HI}/L_{HI} で見た場合、傾向は立地条件①と同様に高層で改善する傾向であった。

また、建築物形状・配置以外の要因でみるといずれの街区とも、 Q_{HI} の改善に寄与するのは、壁面緑化、屋上緑化、地上緑化等であり、高反射アスファルト(地表面)、壁面高反射コンクリートは Q_{HI} が悪化する。 L_{HI} の削減には、建築設備からの排熱、屋上緑化、地上緑化、水面等が効果的である。 Q_{HI}/L_{HI} で見ると、建築設備からの排熱、壁面緑化、地上緑化等の効果が相対的に大きかった。また、業務系では、特に建築設備からの排熱量の減少が Q_{HI}/L_{HI} の改善に寄与が大きかった。

〈参考文献〉

- 1) 森川泰成, 伊藤宏, 工藤圭子, 西村正和, 屋外環境計画手法に関する研究 —その1 解析システムの概要—, 日本建築学会大会学術講演梗概集D-1, pp.945-946, 1995
- 2) 伊藤宏, 森川泰成, 工藤圭子, 西村正和, 屋外環境計画手法に関する研究 —その2 市街地におけるSET*算出例—, 日本建築学会大会学術講演梗概集D-1, pp.947-948, 1995
- 3) ヴタンカ・足永・浅枝; 都市大気境界層の乱流モデリング(都市建築計画における都市気候予測システムの開発 その1), 日本建築学会計画系論文集, No.536, pp.95-99, 2000.10
- 4) 萩島・谷本・片山・大原; 改良・建築-都市-土壌連成系モデル(AUSSSM)による都市高温化の構造解析 第1報 モデルの理論構成および標準解, 日本建築学会計画系論文集, No.550, pp.79-86, 2001.12
- 5) 住宅・建築省エネルギー機構, 都市再開発におけるコージェネレーションシステム導入推進に関する調査, 1992.4
- 6) 足永靖信、ヴタンカ: 空間平均処理を施した3次元都市キャンピーモデルの開発—都市建築計画における都市気候予測システムの開発 その2—, 日本建築学会環境系論文集、第586号, pp. 45-51, 2004.12

4. 風環境データベース

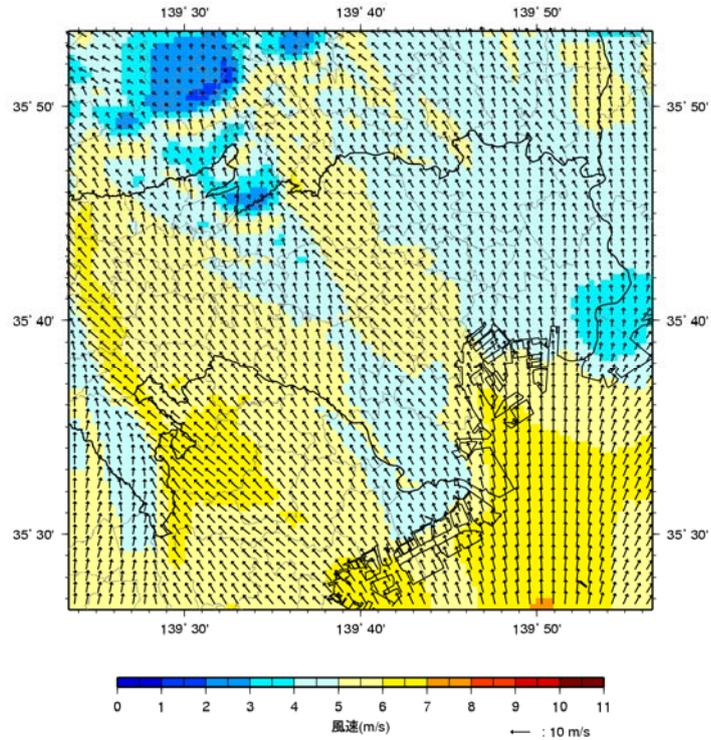
4.1 LAWEPS を利用した広域風環境データベース

地域の風や気温は個別性が強く、都市によって異なるとともに、同一都市内でも大きく異なっており、評価者は、地域の風環境を事前に調査することが求められる。そこで、CASBEE-HIでは、東京と大阪については、近年、風力発電施設の立地選定のために開発された局所風況予測システムLAWEPS (Local Area Wind Energy Prediction System) (村上他, 2003)¹⁾(日本気象協会)²⁾の結果を利用し、500mメッシュごとの高さ50mにおける風速、気温の空間分布に関するデータベースを作成している。

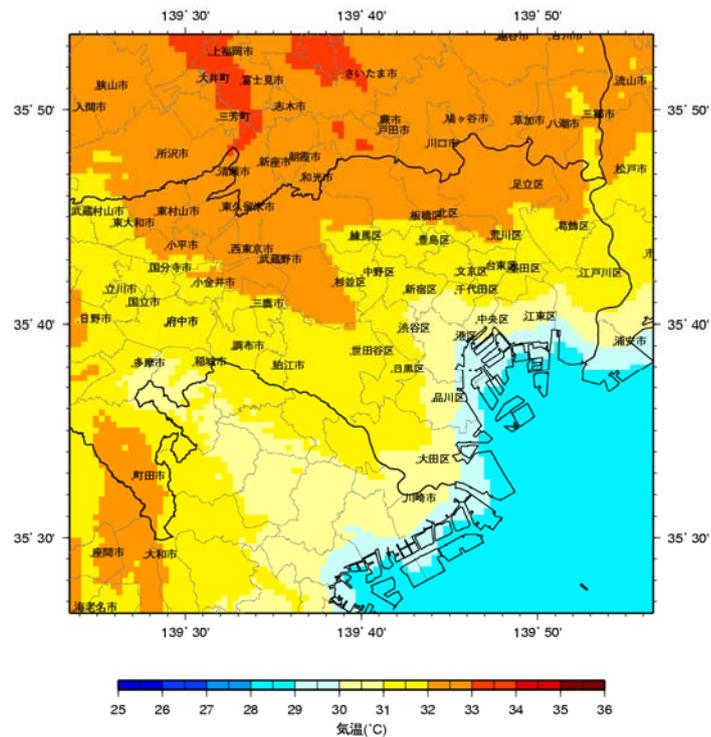
局所風況予測システムLAWEPSはNEDOの委託による研究プロジェクト「離島用風力発電システム等技術開発の中の局所的風況予測モデルの開発(研究代表:村上周三 (独)建築研究所理事長)」により、日本気象協会、(株)大林組、イー・アンド・イー・ソリューションズ(株)、東京大学生産技術研究所、名古屋工業大学、東北大学等からなる開発グループにより開発されたものである。LAWEPSの概要については[注]を参照されたい。

図Ⅲ.4.1、図Ⅲ.4.2に典型的な東京の夏の晴天日の日中(14時)と夜間(22時)の風速と気温分布を示す。図Ⅲ.4.3、図Ⅲ.4.4は大阪の例である。ここで、典型的な夏の晴天日は、①気圧配置が南高北低の夏型である ②気温が高い ③日照が十分あり降水がない ④海陸風による風系の変化が明瞭である ⑤気象観測データとLAWEPSの予測結果の対応がよい、等の条件により選定している。

他の都市における同様の広域風環境データベースの作成に関しては、日本気象協会 (<http://www.jwa.or.jp/>)を照会されたい。

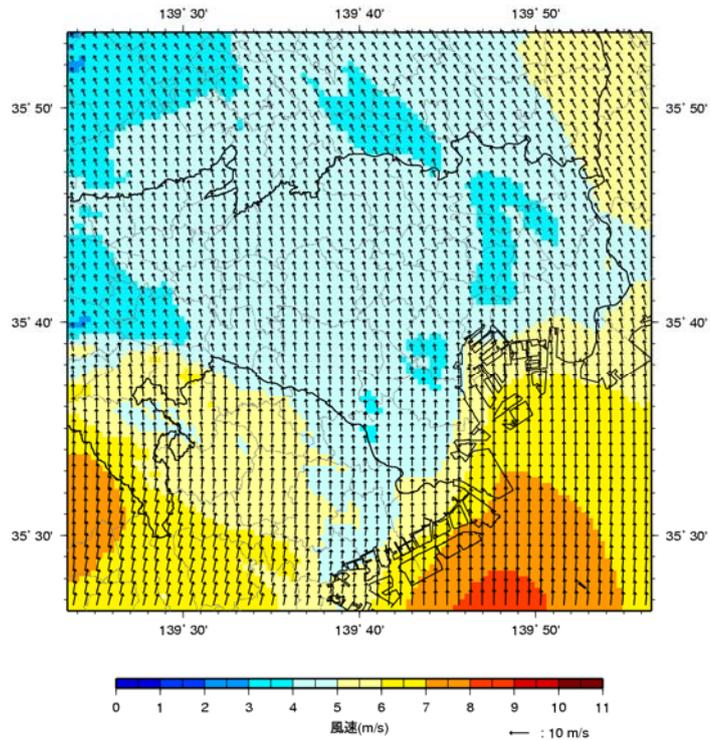


(1)風速ベクトル分布

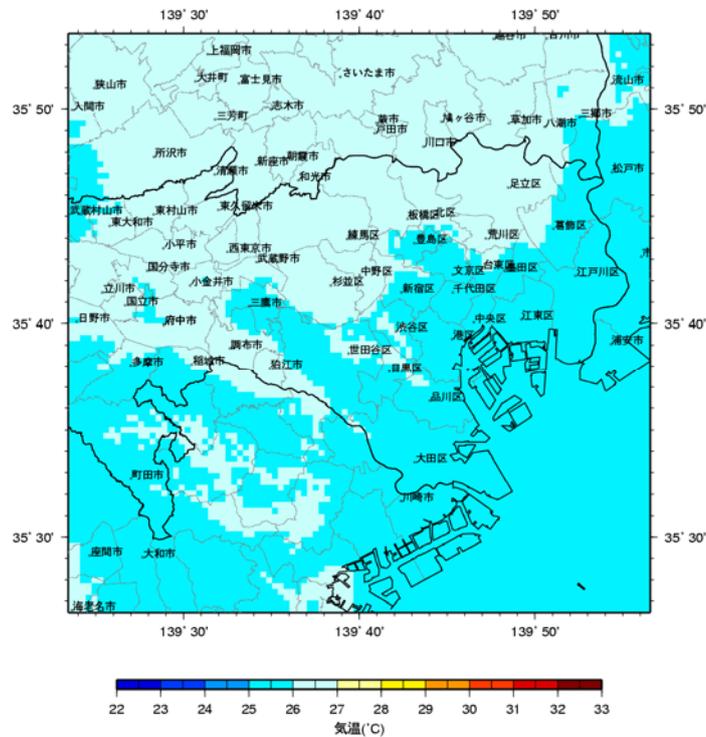


(2)気温分布[°C]

図Ⅲ.4.1 東京の典型的な夏季晴天日における日中の風速及び気温分布
(2000年7月17日、14時、高さ50m)

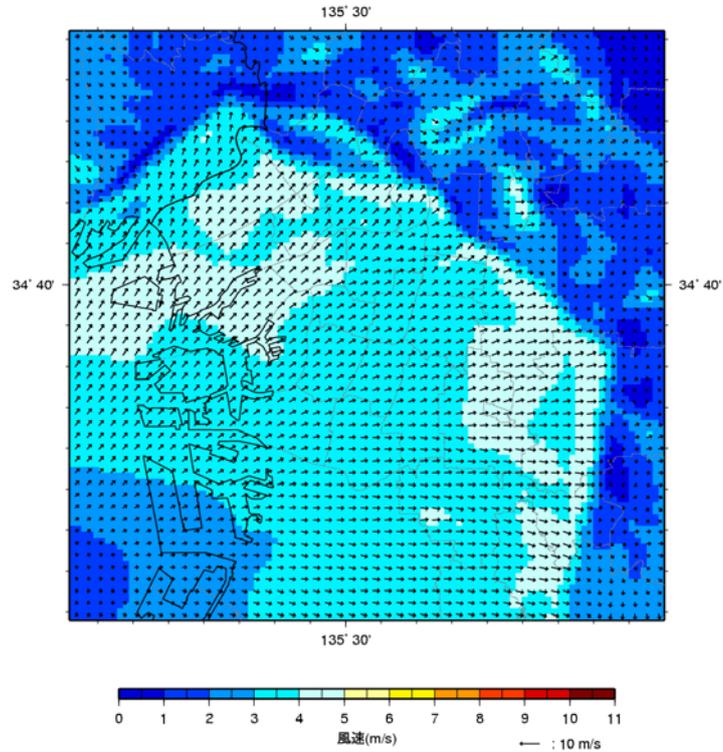


(1) 風速ベクトル分布

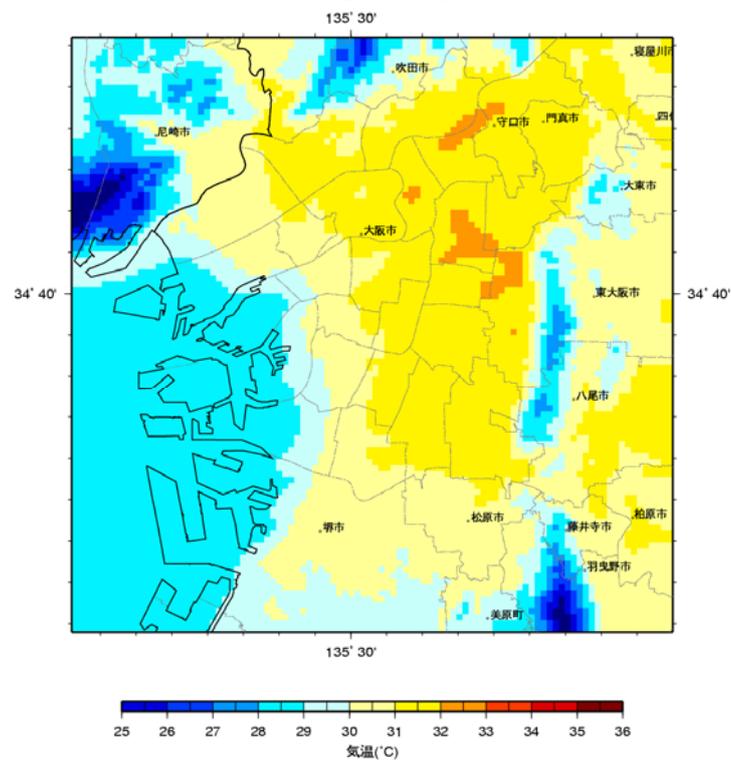


(2) 気温分布[°C]

図Ⅲ.4.2 東京の典型的な夏季晴天日における夜間の風速及び気温分布 (2000年7月17日、22時、高さ50m)

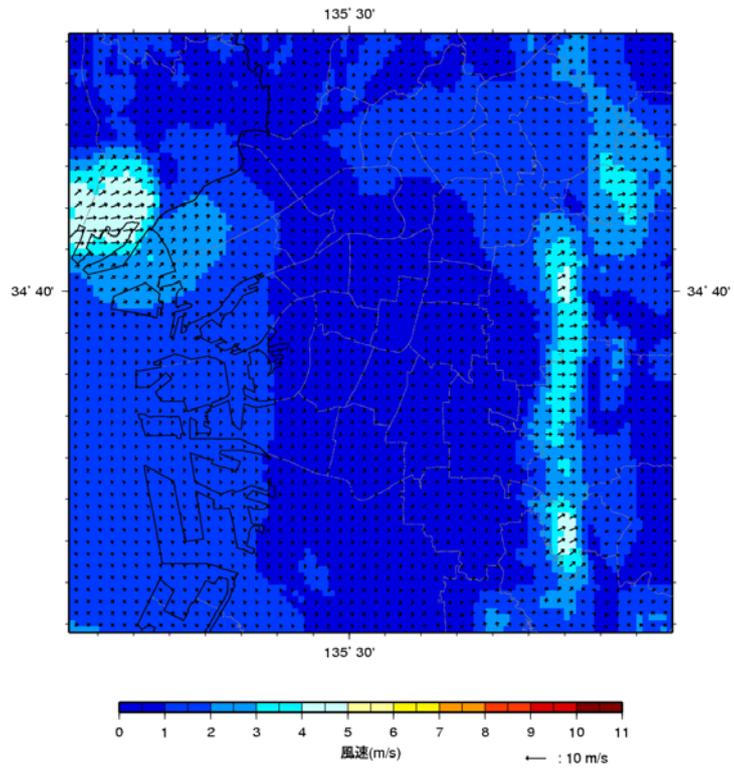


(1) 風速ベクトル分布

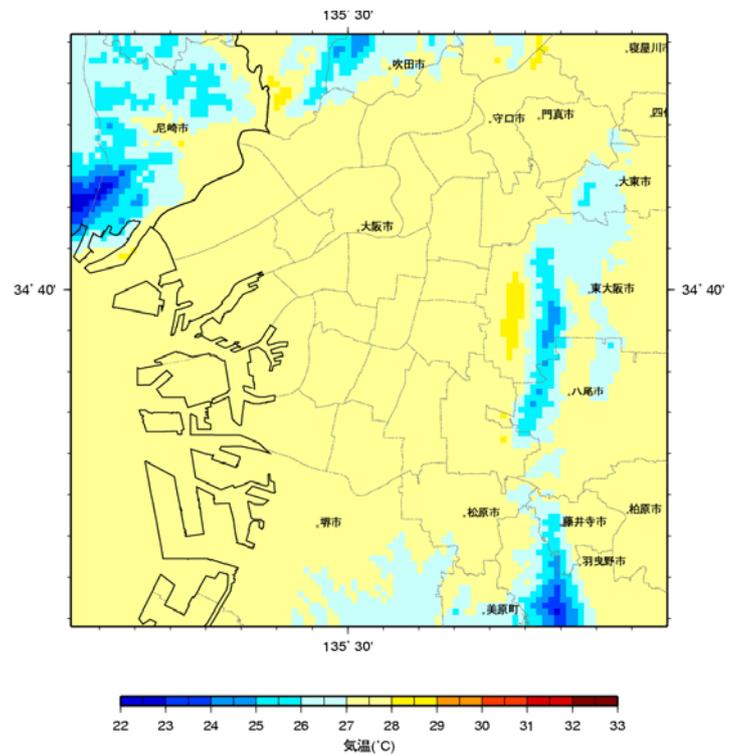


(2) 気温分布[°C]

図Ⅲ.4.3 大阪の典型的な夏季晴天日における日中の風速及び気温分布
(2000年8月16日、14時、高さ50m)



(1) 風速ベクトル分布



(2) 気温分布[°C]

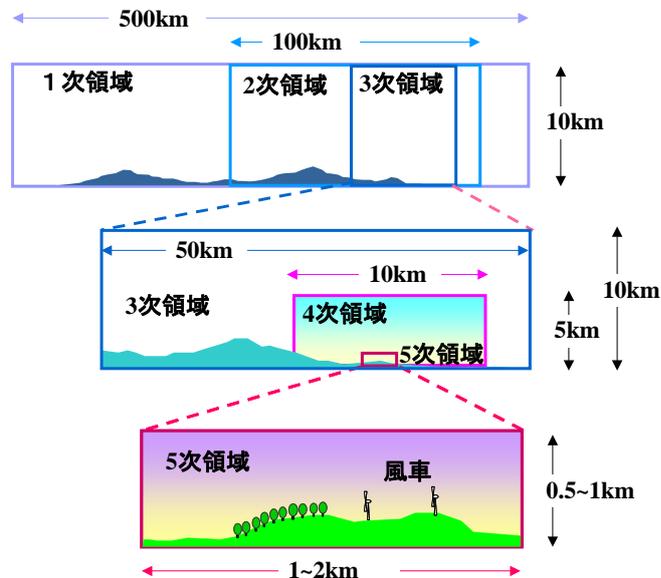
図Ⅲ.4.4 大阪の典型的な夏季晴天日における夜間の風速及び気温分布 (2000年8月16日、22時、高さ50m)

[注] 局所風況予測システムLAWEPSの概要

①5段階の計算領域

LAWEPSは、日本気象協会開発の気象モデルANEMOS (Area-oriented Numerical simulation and Environmental assessment Modeling System)と、数値流体力学の最新の知見を反映させた改良型 $k-\epsilon$ モデルに基づく工学モデル(長野・服部、2003)³⁾をベースに、5段階の領域モデルから構成されている。図Ⅲ.4.5に示すように、大規模山岳や海陸風から、風車近傍の小地形や植生まで、風況に影響を与えるさまざまな要素が考慮されており、1次領域から3次領域までは、気象モデルANEMOSにより解析し、4次領域、5次領域の解析には工学モデルを用いる。

気象モデルによって解析される3次領域(500mメッシュ、図Ⅲ.4.5)までは、日本全国の風況分布をすでに計算・データベース化しており、各高度の年平均風速分布や風配図・風況曲線などを簡単な操作で閲覧することが出来る(日本気象協会HP参照)²⁾。さらに詳細な計算が必要な場合には、上記データベースおよび地形・土地利用(植生)データを入力条件として、工学モデル計算システムにより最小10mメッシュまでの計算が可能である。



[1次領域]	解析領域のサイズ	水平方向	約 500 k m,	鉛直方向	約 10km
	水平方向のメッシュ幅		約 5km		
[2次領域]	解析領域のサイズ	水平方向	約 200 k m,	鉛直方向	約 10km
	水平方向のメッシュ幅		約 2km		
[3次領域]	解析領域のサイズ	水平方向	約 50 k m,	鉛直方向	約 10km
	水平方向のメッシュ幅		約 500 m		
[4次領域]	解析領域のサイズ	水平方向	10~50 k m,	鉛直方向	約 5km
	水平方向のメッシュ幅		約 100m		
[5次領域]	解析領域のサイズ	水平方向	約 1 k m,	鉛直方向	約 1km
	水平方向のメッシュ幅		約 10 m		

図Ⅲ.4.5 LAWEPS の 5 段階の解析領域

②計算モデル

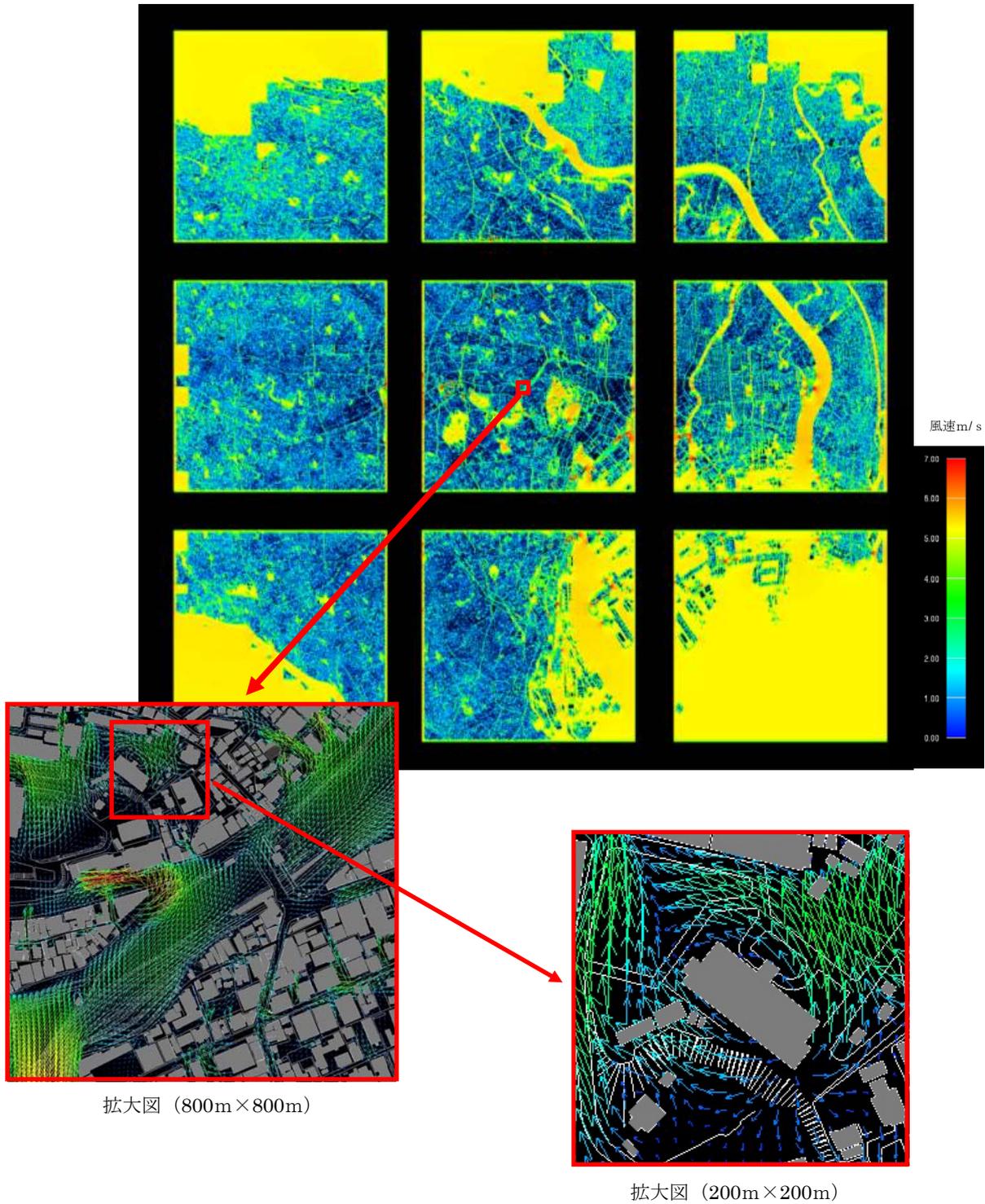
CASBEE-HIでは、3次領域(500mメッシュ)の結果を利用して、広域風環境データベースを作成する。LAWEPSでは、前述したように1次領域から3次領域までは、日本気象協会の局地気象モデルANEMOSを使用して解析を行う。その概要を表Ⅲ.4.1に示す。

表Ⅲ.4.1 局地気象モデルANEMOSの概要

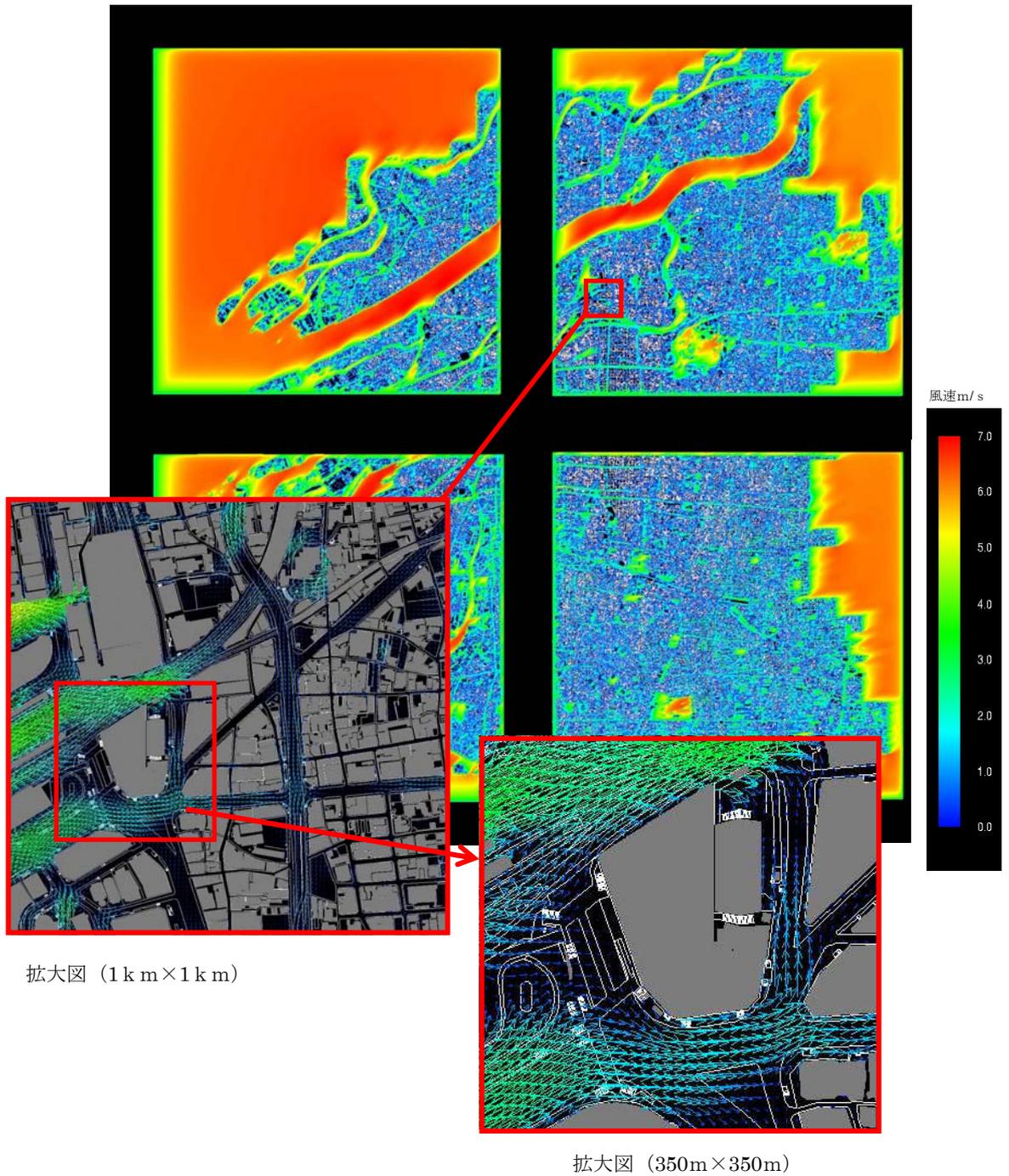
項目	概要
基礎方程式	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水平風の運動方程式 2. 熱力学方程式 3. 水蒸気保存式 4. 乱流エネルギー方程式 5. 静水圧平衡式 6. 連続の式
物理過程	<ol style="list-style-type: none"> 7. 大気—地表面のエネルギー交換 8. 地表面温度予報 9. 大気境界層での乱流輸送 10. 放射過程 11. 凝結過程 12. 降水過程
数値計算手法	<ol style="list-style-type: none"> 13. 空間差分は中央差分 14. 時間差分はADI法 15. 上部境界条件は放射境界条件 16. 側面境界条件は放射境界条件(水平風)、移流境界条件(その他)
入力条件	<ol style="list-style-type: none"> 17. 客観解析データ(気象庁 GPV など) 18. 標高データ(国土数値情報など) 19. 土地利用データ(国土数値情報など) 20. 積雪深データ(国土数値情報、積雪深平年値) 21. 海面温度データ(客観解析値 near goos など)

4.2 街区スケールの風環境データベース

前述の広域スケールの風データベース(LAWEPS)から得られるのは500mメッシュごとの上空の気候データである。より詳細に地表付近の風の流れを調べたい場合には、建築物群を組み込んだ風環境データベースが必要となる。そこで、東京23区および大阪市について建築物形状を組み込んだ3次元CFD解析を行い、敷地周辺の立地条件の影響も反映した歩行者レベルの風環境データベースを準備した。具体的なデータベースの作成方法については[注]を参照されたい。図Ⅲ.4.6に東京23区全体の街区風環境解析結果の全体、および一部の拡大図を示す。また、図Ⅲ.4.7に大阪市全体の街区風環境解析結果の全体、および一部の拡大図を示す。実際には、全体の解析結果から、必要となる評価対象建築物敷地周辺の結果を拡大し、データを切り出す必要があり、利用に当たっては、(財)建築環境・省エネルギー機構(<http://www.ibec.or.jp/>)に照会されたい。また、他の都市における同様の街区スケールの風環境データベースの作成に関しては、大成建設(株)技術センターに照会されたい。
(<http://www.taisei.co.jp/giken/index.html>)



図Ⅲ.4.6 東京23区の風環境データベースの全体像(30km×30km)
(2000年7月17日、14時、高さ1.5m)



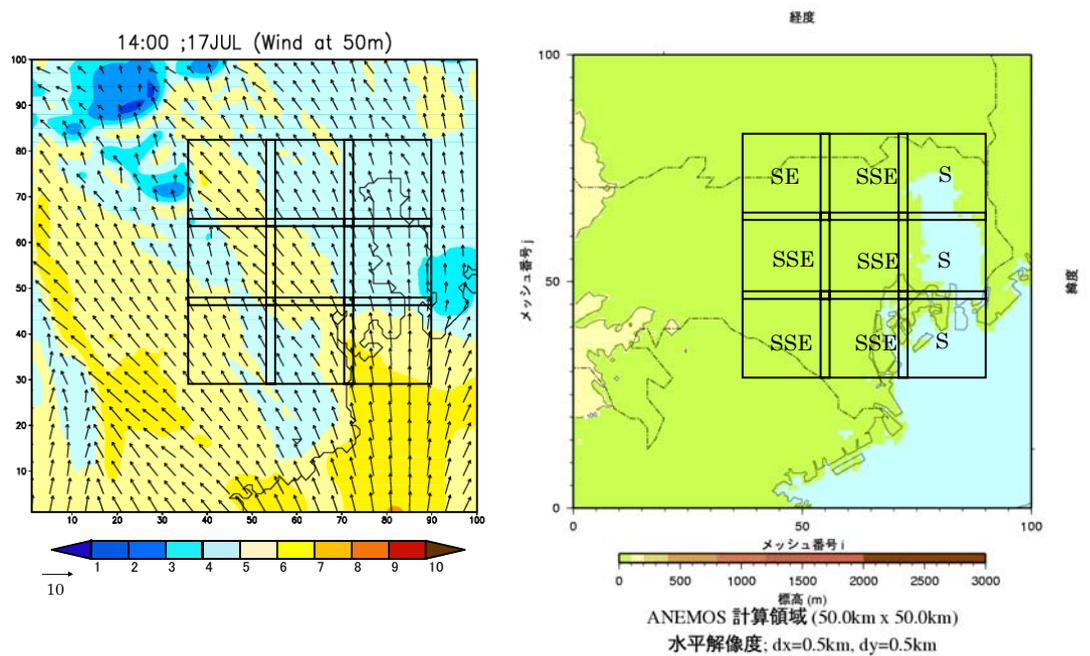
図Ⅲ.4.7 大阪市の風環境データベースの全体像(20km×20km)
(2000年8月16日、14時、高さ1.5m)

[注]データベースの作成方法

東京23区風データベース

① 領域分割

図Ⅲ.4.8のように東京23区をほぼ覆う約30km×30kmを対象とし、この範囲を10km×10kmで9つの領域に分割した。各対象領域の流入風向は、図Ⅲ.4.8に示すように、LAWEPSによる2000年7月17日14時の計算結果を参照し、下図(右)のように決定した。



図Ⅲ.4.8 領域分割

② 解析概要

以下に示すような条件で9つの領域の解析を行った。

解析空間 : 各領域の解析空間は10km×10km×上空400mとした。
(各領域に対し、周囲に500mのバッファ域を設けた。)

建築物データ : 地図情報に基づき1領域当たり最大約39万棟の建築物を再現。
(建築物データは2000年版の住宅地図情報(株ゼンリン)に基づいており、地形は考慮されていない。)

メッシュ : メッシュ分割は水平方向8m間隔の直交メッシュとし、
 $1250 \times 1250 \times 35 = 54,687,500$ メッシュとした。

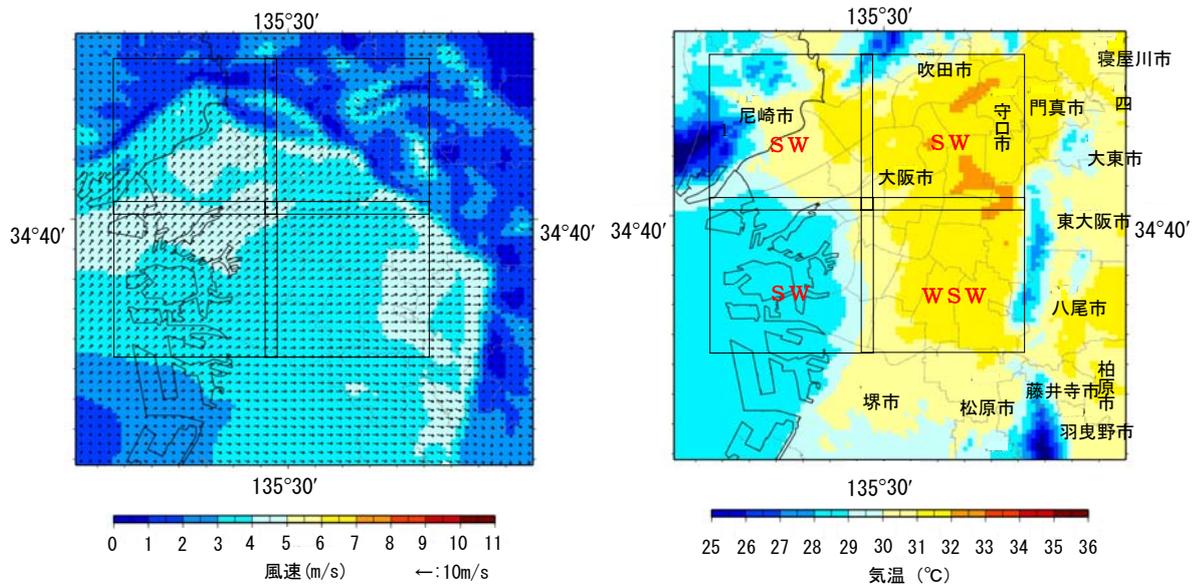
乱流モデル : 標準k- ϵ モデルとした。

流入条件 : 1/4乗則、風速は高さ74.6mで風速10m/sとした。

大阪市風データベース

① 領域分割

図Ⅲ.4.9のように大阪市をほぼ覆う約20km×20kmを対象とし、この範囲を10km×10kmで4つの領域に分割した。各対象領域の流入風向は、図Ⅲ.4.9に示すように、LAWEPSによる2000年8月16日14時の計算結果を参照し、下図(右)のように決定した。



図Ⅲ.4.9 領域分割

② 解析概要

各領域の計算方法は東京23区風データベースと同様。ただし、建築物データは2004年版を利用し、流入条件は高さ80mで10m/sとした。

〈参考文献〉

- 1) 村上周三、持田灯、加藤信介他：局所風況予測システムLAWEPSの開発と検証、日本流体力学会誌「ながれ」、22(203), pp.375-386, 2003.10
- 2) 日本気象協会ホームページ(<http://www.jwa.or.jp/>)
- 3) Y.Nagano and H.Hattori:A new low-Reynolds-number turbulence model with hybrid time-scales of mean flow and turbulence for complex wall flows, Proc. 4th International Symposium on Turbulence, Heat and Mass Transfer, Antalya, Turkey, pp.12-17, 2003

PART IV. CASBEE の全体像

1. サステナビリティ推進のための方策

大量の資源・エネルギーを消費・廃棄している建築分野において、サステナビリティを推進するための具体的な技術手段、政策手段の開発と普及は急務である。サステナブル建築を推進する手段として環境建築教育、情報発信、法律等による規制などが考えられるが、最も実効性のある手法は、評価システムに基づく市場メカニズムの導入であると言われている。現に、1980年代後半からサステナブル建築推進の動きが急速に広がるなかで、BREEAM(Building Research Establishment Environmental Method^{*1})、LEED™(Leadership in Energy and Environment Design^{*2})等、多くの建築物の環境性能評価手法が広く世界的関心を集めるに至っている。そして、評価の実施および結果の公表は、今や建物の発注者やオーナー、設計者、ユーザー等に対する優れたサステナブル建築を開発し普及するためのインセンティブとして最も有望な方策の一つと見られている。

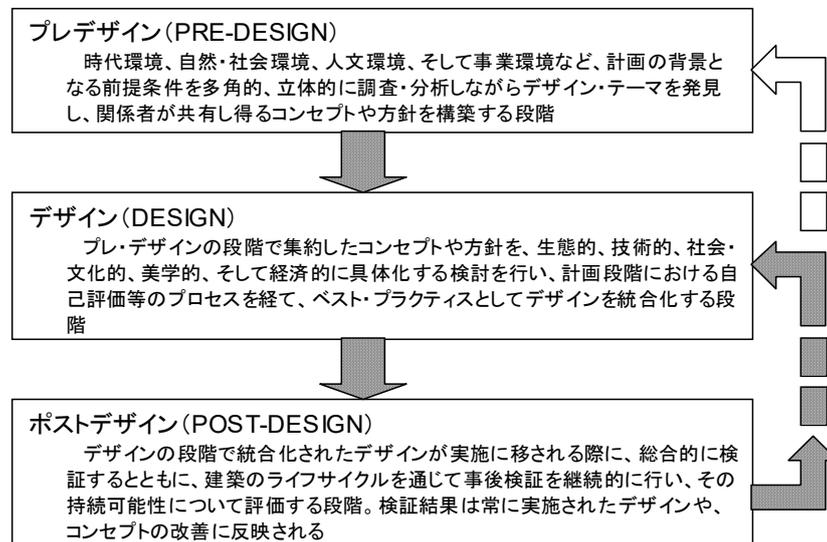
CASBEEは、以下を基本方針として開発された。

- ① より優れた環境デザインを高く評価し、設計者等に対するインセンティブを向上させるような構成とする。
- ② 可能な限りシンプルな評価システムとする。
- ③ 幅広い用途の建物に適用可能なシステムとする。
- ④ 日本・アジア地域に特有の問題を考慮したシステムとする。

2. CASBEE の枠組み: CASBEE ファミリー

2.1 建築物のライフサイクルと4つの基本ツール

CASBEEは図IV.2.1に示される、プレデザインに始まり、デザイン、ポストデザインとつながる建築デザインプロセスの流れ^{*1}に沿って開発された。



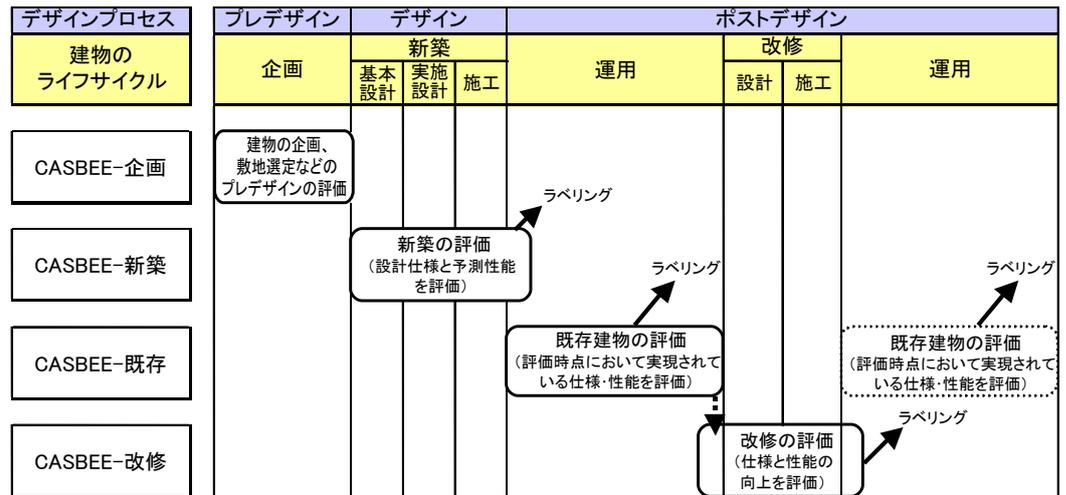
図IV.2.1 建築物の循環的デザインプロセス

*1 イギリス建築研究所(1990)

*2 US グリーンビルディング協会(1997)

*3 日本建築学会地球環境委員会サステナブル・ビルディング小委員会「サステナブル・ビルディングに関する国内外の動向調査と提言」(2001)

CASBEEは建築物のライフサイクルに対応して、CASBEE-企画、CASBEE-建築(新築)、CASBEE-建築(既存)、CASBEE-建築(改修)の4つの評価ツールから構成され、デザインプロセスにおける各段階で活用される。(図IV.2.2)。これら4つの基本ツールおよび次節に示す個別目的への拡張のためのツールを総称して、「CASBEEファミリー」と呼んでいる。各ツールにはそれぞれ目的とターゲットユーザーが設定されており、評価対象とする様々な建物の用途(事務所、学校、集合住宅等)に対応できるように設計されている。



図IV.2.2 建築物のライフサイクルとCASBEEの4つの基本ツール

CASBEE-企画(開発中)

プロジェクトの企画(プレデザイン)の際に、オーナーやプランナーを支援することを目的とする。大きくは、以下の二つの役割を想定している。

- 1) プロジェクトの基本的な環境影響等を把握し適切な敷地選定を支援する。
- 2) 企画段階でのプロジェクトの環境性能を評価する。

CASBEE-建築(新築)

設計者やエンジニアが、設計期間中に評価対象建築物のBEE値等を向上させるための自己評価チェックツールであり、設計仕様と予測性能に基づき評価を行う。専門家による第三者評価を行えば、ラベリングツールとしても活用される。

CASBEE-建築(既存)

既存建築ストックを対象とする評価ツールで、竣工後約1年以上の運用実績に基づき評価する。資産評価にも活用できるものを意図して開発された。

CASBEE-建築(改修)

「CASBEE-建築(既存)」と同様、既存ストックを対象とし、今後重要性が増すESCO事業やストック改修への利用も視野に入れており、建物の運用モニタリング、コミショニングや、改修設計に対する提案等に活用できるツールである。

2.2 個別目的への CASBEE の活用

CASBEEの基本ツール群を発展させ、多様な個別目的にも対応可能なものとしている。

(1) 戸建住宅への適用

CASBEEの基本ツールの評価対象に集合住宅は含まれているが、戸建住宅は含まれない。戸建住宅を評価するための評価ツールとして「CASBEE-戸建(新築)」と「CASBEE-戸建(既存)」を開発した。

(2) 集合住宅の住戸部分に対する評価

集合住宅は建物全体については、CASBEE-建築(新築)で評価されるが、住棟の中の位置によって性能が変わると考えられる住戸単位の性能については評価することができない。住戸ごとの環境性能を評価するためのツールとして「CASBEE-住戸ユニット(新築)」を開発した。

(3) 短期使用建築物への適用

仮設建築物のように短期間の使用を意図して建設される建物について評価を行うツールとして「CASBEE-短期使用」が開発された。これは「CASBEE-建築(新築)」の拡張版として位置付けられている。

(4) 地域特性への配慮

「CASBEE-建築(新築)」は、前述のように地方自治体での建築行政にも利用できる。活用する自治体では、気象条件や重点施策等、各地域の事情に合わせ、重み係数などの変更を行い使用することができる。各自治体では、省エネルギー計画書と同様に建築確認申請時に行政への届出を義務づけることで、その地域に建設される建築物の環境性能向上に役立てることができる。

一例として、名古屋市建築物環境配慮制度による「CASBEE名古屋」が2004年4月より実施された。

なお、地域特性に対するフレキシビリティはCASBEEファミリーに共通のものと考えてよい。

(5) ヒートアイランド影響への詳細評価

東京や大阪等の大都市圏ではヒートアイランド現象に関する問題が深刻化している。CASBEE-ヒートアイランドは、建築物におけるヒートアイランド対策の取組みを評価するツールとして開発された。これは基本ツールに含まれるヒートアイランドに関する評価項目に対して、より詳細かつ定量的な評価を行う役割を持つ。

(6) 不動産市場における活用

環境配慮建築物の普及を促進する上では、建築物の環境対策を不動産の付加価値向上に結び付ける仕組みが必要とされる。特に既存建築物については、建物所有者や、投資家、建物利用者、管理者など、新築時と異なったステークホルダーが対象となるため、これらの人々が利用しやすい評価の仕組みが必要とされる。このため、評価対象を特に不動産の付加価値向上に関連する項目に絞り込み、評価基準を大幅に簡易化した、「CASBEE-不動産」を開発した。評価対象は、竣工後1年以上の運用実績がある既存建築物である。

(7) 地区スケールへの拡張

CASBEEの基本ツールは、単体建築物を評価対象としているが、建築物群となった際の環境性能を評価することも重要である。最近の都心再開発に多く見られるように、周辺の街区を一体として計画を行う場合、例えば地区全体で面的なエネルギー利用を推進することで、周辺環境に対するプラス効果、すなわち環境品質(Q)の向上が期待される。たとえ棟ごとに建築主が異なっても街区内の建物に対して共通の制約を課すことにより、地区全体での環境性能向上に取組むことができる。このような「都市再生」を通じた取組みや、複数建物を含む地区一帯での取組み評価も視野に入れた上で、「CASBEE-街区」(旧名: CASBEEまちづくり)を開発した。

(8) 都市スケールへの拡張

地区スケールを超えて都市スケールにおける環境性能を評価するツールとして「CASBEE-都市」を開発した。これは地方公共団体の環境施策の実施を支援する目的で開発されており、行政が自らの環境施策とその効果を市区町村の行政区単位で評価するものである。

CASBEE-都市には、標準版以外に、CO2排出量などを評価者が詳細に計算するための詳細版と日本以外の世界の都市を評価対象とする「CASBEE-都市(世界版)」(2016年7月時点ではパイロット版)がある。

(9) 一般向けのチェックリスト開発

一般的に、CASBEEの評価を実施するためには専門的な知識や技能が必要となるが、建築物の環境配慮はそれを使用する一般の方や住まい手の方が係ることも必要であり、専門技術者以外にCASBEEを普及させることも大きな課題である。これに対応するため、以下のチェックリストが開発されている。

「CASBEE-健康チェックリスト」は、居住者の健康に影響する住まいの要素について居住者自らがチェックするツールであり、健康・快適性に関する住まいの性能を簡単に把握することができる。「CASBEE-すまい改修チェックリスト」は、耐震性や省エネ性、バリアフリー性などに関する住まいの性能を、居住者が簡単にチェックするツールであり、その後の改修に繋げることを目的としている。「CASBEE-レジリエンス住宅チェックリスト」は、住まいと住まい手の自然災害に対する対策度・対応度をチェックするためのツールであり、防災対策の有無について住まい手自らが気づくことにより、対策を促進させることを目的としている。

表Ⅳ.2.1 CASBEE の拡張ツール

(2017.10 現在)

用途	名称	概要
戸建住宅評価	CASBEE-戸建(新築) CASBEE-戸建(既存)	戸建住宅におけるCASBEE評価
集合住宅の住戸部分評価	CASBEE-住戸ユニット(新築)	集合住宅の住戸部分のCASBEE評価
短期使用建築物	CASBEE-短期使用	現在は全用途に対応
個別地域適用	—	CASBEE-建築(新築)を地域性に合わせて変更
ヒートアイランド対策評価	CASBEE-ヒートアイランド	CASBEEにおけるヒートアイランド評価の詳細版
不動産市場における活用	CASBEE-不動産	既存建築物を対象とした、不動産市場におけるCASBEE評価の活用
建築群(地区スケール)の評価	CASBEE-街区	地区スケールにおける主として外部空間のCASBEE評価
都市スケールの評価	CASBEE-都市 CASBEE-都市(世界版)※	行政が自らの環境施策とその効果を市区町村の行政区単位で評価 (※世界版については2017年10月現在、パイロット版)
一般向けチェックリスト	CASBEE-健康チェックリスト CASBEE-すまい改修チェックリスト CASBEE-レジリエンス住宅チェックリスト	住宅・建築物の環境配慮を促進するための一般向け簡易的評価ツール

3. CASBEE 開発の背景

3.1 環境性能評価の歴史的展望

(1) 第一段階の環境性能評価

日本において最も初期から行われてきた建築物の環境性能評価は、建築物の主として屋内環境の性能を評価するための手法であり、言い換えれば、基本的に建物ユーザーに対する生活アメニティの向上、あるいは、便益の向上を目指した評価である。これを建築物の環境性能評価の第一段階と呼ぶことができる。この段階では、地域環境、地球環境を開放系とみなすことが一般的であり、外部に与える環境負荷に関する配慮は希薄であった。この意味で、環境評価の前提となる理念は、逆の意味で明快であった。

(2) 第二段階の環境性能評価

1960年代には、東京などの都市域で大気汚染やビル風等に対する一般市民の関心が高まり、これらの問題への対応が環境影響評価という形で社会に定着した。この時はじめて環境性能評価の中に環境負荷の視点を取り入れられることになった。これを建築物の環境性能評価の第二段階とすることができる。ここでは、ビル風、日照阻害など、建物の周辺に対する負の側面(いわゆる都市公害)のみが環境影響(すなわち環境負荷)として評価された。言い換えれば、第一段階における評価の対象は私有財としての環境であるのに対し、第二段階のそれは主として公共財(或いは非私有財)としての環境である。

(3) 第三段階の環境性能評価

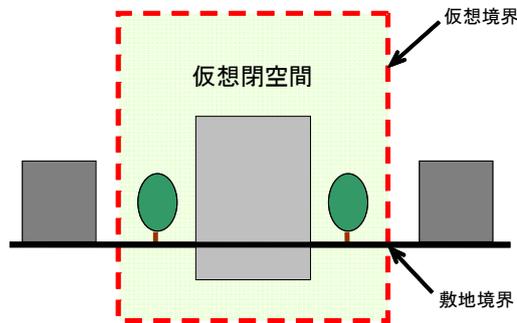
次の第三段階は、1990年代以降に地球環境問題が顕在化してから話題になった建築物の環境性能評価である。これに関しては、既に多くの研究実績に基づく具体的な手法が提案されており、BREEAM、LEED™、SB Toolなどがこれに含まれる。このような建築物の環境性能評価手法は、近年先進国を中心にして急速に社会に普及し、世界各国で環境配慮設計や環境ラベリング(格付け)の手法として利用されている。

この段階における評価の重要な点は、建設行為の負の側面、言い換えれば、建築物がライフサイクルを通じて環境に及ぼす環境負荷、すなわちLCAの側面にも配慮したことである。その一方で、従来型の建築物の環境性能もまた、第一段階と同様に評価対象に含まれている。ここで指摘すべきは、上記のいずれの評価ツールにおいても、第一段階と第二段階における、性格の異なる2つの評価対象の基本的な相違が明確に意識されていないことである。すなわち概念の異なる評価項目が並列に並んでいて同時に、評価対象の範囲(境界)も明確に規定されていない。この点において、第三段階の評価手法の考え方は、第一段階、第二段階に比べて評価対象の枠は拡張された反面、環境性能評価の前提としての枠組みが不明瞭になってしまったと考えられる。

3.2 第四段階の環境性能評価:新しいコンセプトによる建築物の総合的環境性能評価

以上のような背景から、既存の環境性能評価の枠組みを、サステナビリティの観点からより明快なシステムに再構築することが必要という認識に立って開発されたのがCASBEEである。そもそも前述した第三段階の環境性能評価の開発は、地域や地球の環境容量がその限界に直面したことからスタートしたものであるから、建築物の環境性能評価に際して環境容量を決定できる閉鎖系概念の提示は欠かせないことである。それゆえ、CASBEEでは**エラー! 参照元が見つかりません。**に示されるように建築敷地の境界や最高高さによって区切られた仮想閉空間を建築物の環境評価を行うための閉鎖系として提案した。この仮想境界を境とする敷地内の空間はオーナー、プランナーを含め建築関係者によって制御可能であり、一方敷地外の空間は公共的(非私有)空間で、ほとんど制御不能な空間である。

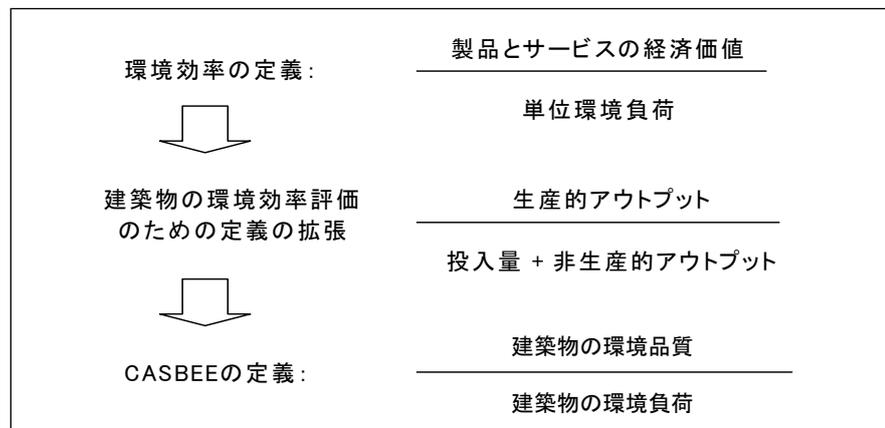
環境負荷はこのような概念の下で、「仮想閉空間を越えてその外部(公的環境)に達する環境影響の負の側面」と定義される環境要因である。仮想閉空間内部での環境の質や機能の改善については、「建物ユーザーの生活アメニティの向上」として定義する。第四段階の環境性能評価では、両要因を取り上げた上でそれぞれ明確に定義し、区別して評価する。これによって評価の理念がより明確になる。この新しい考え方こそがCASBEEの枠組みの基盤となっている。



図IV.3.1 敷地境界によって区分される仮想閉空間

3.3 環境効率(エコ・エフィシェンシー)から BEE(建築物の環境効率)へ

CASBEEでは建築敷地内外の2つの要因を統合して評価するために、エコ・エフィシェンシー(環境効率)の概念を導入した。エコ・エフィシェンシーは通常「単位環境負荷当たりの製品・サービス価値」と定義される⁴。そこで、「効率」は多くの場合、投入量(インプット)と排出量(アウトプット)との関係で定義されるので、エコ・エフィシェンシーの定義を拡張して新たに「(生産的アウトプット)を(インプット+非生産的アウトプット)で除したものの」というモデルを提案することができる。図IV.3.2に示すようにこの新しい環境効率のモデルからさらに建築物の環境効率(BEE; Built Environment Efficiency)を定義し、これをCASBEEの評価指標とした。



図IV.3.2 環境効率(エコ・エフィシェンシー)の概念から BEE への展開

⁴ 持続可能な発展のための世界経済人会議(WBCSD)

4. CASBEE による評価のしくみ

4.1 2つの評価分野:QとL

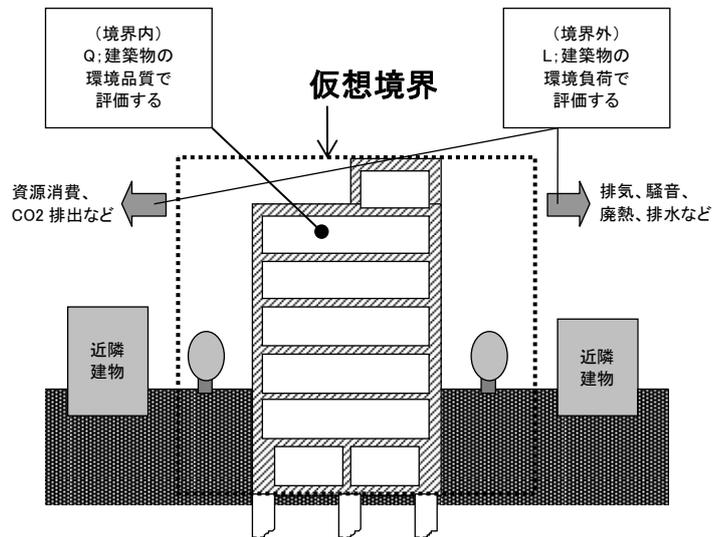
CASBEEでは、敷地境界等によって定義される「仮想境界」で区分された内外2つの空間それぞれに関係する2つの要因、すなわち「仮想閉空間を越えてその外部(公的環境)に達する環境影響の負の側面」と「仮想閉空間内における建物ユーザーの生活アメニティの向上」を同時に考慮し、建築物における総合的な環境性能評価のしくみを提案した。CASBEEではこれら2つの要因を、主要な評価分野Q及びLとして次のように定義し、それぞれ区別して評価する。

・Q(Quality) 建築物の環境品質:

「仮想閉空間内における建物ユーザーの生活アメニティの向上」を評価する

・L(Load) 建築物の環境負荷:

「仮想閉空間を越えてその外部(公的環境)に達する環境影響の負の側面」を評価する



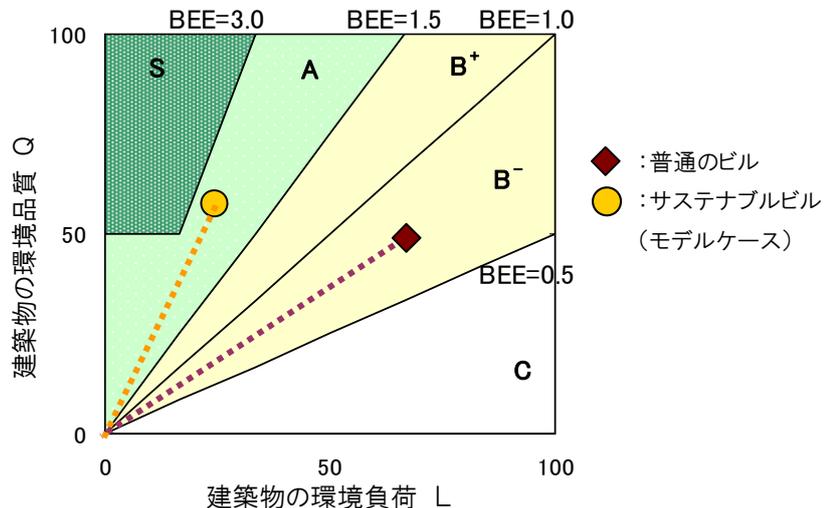
図IV.4.1 仮想閉空間の概念に基づく「Q; 建築物の環境品質」と「L; 建築物の環境負荷」の評価分野の区分

4.2 環境効率(BEE)を利用した環境ラベリング

前項で整理したように、QとLの2つの評価区分を用いた環境効率(BEE)は、CASBEEの主要概念である。ここで、BEE(Built Environment Efficiency)とは、Q(建築物の環境品質)を分子として、L(建築物の環境負荷)を分母とすることにより算出される指標である。

$$\text{建築物の環境効率(BEE)} = \frac{\text{Q(建築物の環境品質)}}{\text{L(建築物の環境負荷)}}$$

BEEを用いることにより、建築物の環境性能評価の結果をより簡潔・明確に示すことが可能になった。Qの値が横軸のLに対して縦軸にQがプロットされる時、グラフ上にBEE値の評価結果は原点(0,0)と結んだ直線の傾きとして表示される。Qの値が高く、Lの値が低いほど傾きが大きくなり、よりサステナブルな性向の建築物と評価できる。この手法では、傾きに従って分割される領域に基づいて、建築物の環境評価結果をランキングすることが可能になる。グラフ上では建築物の評価結果をBEE 値が増加するにつれて、Cランク(劣っている)からB⁻ランク、B⁺ランク、Aランク、Sランク(大変優れている)としてランキングされる。



図IV.4.2 BEEに基づく環境ラベリング

5. CASBEE による評価範囲の基本的な考え方

CASBEEは建築物の環境性能について着目し、その総合的な評価を行うためのツールである。従って、建築物に関わるすべての性能や質を評価することを目的としていない。特に、審美性とコスト/収益性に関しては、それぞれの専門分野で評価体系がすでに別途形成されていると考えられることなどから、CASBEEの評価対象から除外した。

(1) 審美性の評価について

CASBEEでは「建築物の環境品質」としてユーザーの生活アメニティや働きやすさに重点を置いて評価する。ここには建物の配置、形状、外装材料等の景観配慮や、地域性に対する配慮に関する取組みについて含めるが、客観的評価が困難な「建物の美しさ」などの審美的デザイン性の評価は取り扱わないこととした。

(2) コスト/収益性の評価について

事業主が建築物の環境性能の向上にどれだけ投資するかについては、できあがった建物の市場価値や、そこで営まれる事業がもたらす収益等、地球環境問題とは別の視点が判断要素の大部分を占める。民間、公共を問わず、広範な建築物の用途に適用できる評価ツールを目指すCASBEEにおいては、このような費用対効果の評価は個別の事業環境に応じた事業者の判断に委ねるべきと考え、評価の対象に含まないこととした。

なおCASBEEは、幅広い経済性を前提として、「品質と環境のベストバランス」を考えるための指標としての役割を持つものであり、評価項目の中には「地域に対する配慮」のような社会的視点も含んでいる。

6. CASBEE の活用

CASBEEは現在、以下に示すさまざまな目的での活用が行われている。

6.1 建築行政への活用

名古屋市は環境保全条例に基づいて、延床面積2000㎡を超える建築物の新築・増築・改築をする建築主に対し、CASBEE名古屋による評価結果の届出を義務付ける、建築物環境配慮制度を2004年4月より運用開始した。また、横浜市は名古屋市と同様に、CASBEE横浜による届出制度を2005年7月より開始した。2016年4月現在、24の地方公共団体でCASBEEの活用が既の実施されており、その他の自治体でも導入の検討が進められている。詳細についてはCASBEEのホームページを参照のこと。

6.2 民間での活用

(1) 設計者のための環境配慮設計への活用

建築物の設計を行う際に環境性能面からのチェックを行い、建築主等へ環境に配慮した設計の内容を客観的に明示できるような評価ツールとする。また、建築主、設計者等が自らISO14000等による環境マネジメント行動を評価するための間接的目標設定の指標としても活用できるものとする。

(2) 建築物の資産評価に利用可能な環境ラベリングへの活用

建築物の資産評価の際に活用できる環境ラベリングツールとしての利用が可能なものとする。特に第三者機関による認証を取得することで、公的な信頼性を得たラベリングとして、資産評価に反映することが容易となる。

(3) ESCO 事業やストック改修での利用を視野に入れた環境性能診断/改修設計への活用

ESCO(Energy Service Company)事業やストック改修への利用も視野に入れた、建物の運用モニタリング・コミショニングや改修設計に対する提案等に活用できるツールとする。CASBEE-建築(改修)の評価においては、省エネ改修等に活用可能なツールとする。

(4) 設計コンペ・プロポーザル、PFI 事業者選定への活用

CASBEEは、設計コンペ・プロポーザルの採点や、PFI事業者選定の評価、設計段階における環境性能条件の確認などへの活用が進みつつある。建築物の総合環境性能表示は、建築主と設計者、あるいは建物所有者と入居者などの間で環境に関する性能目標を取り決める場合にも活用できる。地方自治体のみならず民間建築主が設計者に対して総合環境性能目標を条件提示することや、限られた予算内で最大限の環境性能を発揮する設計提案をした設計者の得点を上げるなどの活用方法も考えられる。

(5) 国際的ツールとしての活用

海外におけるCASBEEの活用としては、中国天津に建設された泰達MSD 低炭素モデルビル(H2ビル)が、2014年3月にCASBEE-新築でSランクの認証を取得した。また、2015年12月にはCOP21の日本パビリオンにおいて「CASBEE-都市(世界版)」が都市レベルの環境性能評価ツールとしてリリースされ、CASBEEの理念であるBEEの考え方に基いて、世界中のあらゆる都市の評価が可能となった。2016年には、マレーシア・イスカンダール開発庁とマレーシア工科大学および日本の共同研究により「CASBEE-Iskandar(イスカンダール)」評価マニュアルのパイロット版が開発されている。一方、国際標準化機構ISOでは、2010年6月に、ISO21931-1「構築物の環境性能評価手法のための枠組み：第一部 建築物」が発行されたが、そのほか、建築物や街区、都市の環境性能評価手法に関する数々の国際規格化作業が進められている。このような国際規格化は、環境ラベルの多国間相互認証などの形によって今後、建築物や街区、都市の環境性能評価手法の更なる国際的な普及につながると期待される。日本が参加する機会が増えている中国・アジアなどの国際コンペなどにも総合環境性能評価システムが活用される日は近いといえよう。

— 資 料 編 —

ヒートアイランド対策大綱

平成25年5月8日
ヒートアイランド対策
推進会議

第1 はじめに

ヒートアイランド現象とは、都市の中心部の気温が郊外に比べて島状に高くなる現象であり、近年都市に特有の環境問題として注目を集めており、大気に関する熱汚染とも言われている。

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第4次評価報告書によれば、過去100年で、地球全体の年平均気温が約0.7℃上昇した(統計期間:1906～2005年)。一方、日本では、気象庁によると、都市化の影響が少ないと考えられる地点の平均では、年平均気温が100年あたり約1.5℃の割合で上昇しているのに対し、主要な大都市では年平均気温が約2～3℃の割合で上昇しており(統計期間:1931～2010年)、大都市では、地球温暖化の傾向に都市化の影響が加わり、気温の上昇は顕著になっているといえる。

また、近年大都市を中心として、気温上昇による熱中症患者数の増加等、人の健康や生活への影響が顕著になっている。

ヒートアイランド対策については、これまで関係府省や地方公共団体においてヒートアイランド現象緩和に資する各種の施策が講じられてきているところである。しかしながら、今後、ヒートアイランド対策を一層適切に推進するためには、対策に関する各種の施策を相互に連携させ、体系立てて実施していく必要があるという認識のもと、平成14年3月に閣議決定された「規制改革推進3か年計画(改定)」の中で、①関係各省からなる総合対策会議を設置するなど総合的な推進体制を構築する、②ヒートアイランド現象の解消対策に係る大綱の策定について検討し結論を出す等が定められた。

これを受けて、同年9月、ヒートアイランド対策関係府省連絡会議が設置され、大綱の策定について検討を開始した。さらにヒートアイランド対策に係る大綱を平成15年度内に策定すべきであることが、平成15年3月、「規制改革推進3か年計画(再改定)」において、閣議決定され、関係府省連絡会議において、平成16年3月、ヒートアイランド対策に関する国、地方公共団体、事業者、住民等の取組を適切に推進するため、基本方針を示すとともに、実施すべき具体の対策を体系的に取りまとめたヒートアイランド対策大綱を策定し、総合的なヒートアイランド対策を体系立てて実施してきたところである。

本大綱は、これまでの対策・調査研究などの実績、その他知見の集積及び関係府省における新たな施策の展開を踏まえ、ヒートアイランド対策を一層強化するため、平成16年3月に策定されたヒートアイランド対策大綱の見直しを行ったものである。

第2 ヒートアイランド現象の現状

1. ヒートアイランド現象の現状

(1) 平均気温の長期的な上昇傾向

地球全体の平均気温が過去100年で約0.7℃上昇しているのに対し(統計期間:1906～2005年)、日本の大都市として代表的な東京、名古屋などの6都市においては、年平均気温が100年あたり2～3℃の割合で上昇しており(統計期間:1931～2010年)、大都市では、地球の温暖化の傾向に都市化の影響が加わり、気温の上昇が顕著になっていると言える。

(2) 夏季及び冬季の高温化の状況

近年における高温化の傾向として、夏季においては大都市部を中心として①気温が30℃を超える状況の長時間化と範囲の拡大、②夜間の最低気温の上昇による熱帯夜の出現日数の増加が見られる。また、それに伴い、住民が高温にさらされる延べ時間が増加していると考えられる。

また、冬季においては、大都市部を中心として気温の上昇が顕著であり、冬日の年間日数の減少が見られる。

2. ヒートアイランド現象の原因

ヒートアイランド現象の原因としては、①空調システム、電気機器、燃焼機器、自動車などの人間活動より排出される人工排熱の増加、②郊外における水田や都市において暑熱環境を改善してきた緑地、水面の減少と建築物・舗装面の増大による地表面の人工化、③密集した建築物により、風通しが阻害され、天空率が低下する都市形態の高密度化が挙げられる。

3. ヒートアイランド現象の影響

(1) 夏季における影響

地表面の人工化によって、これまで自然に行われていた蒸発散量が減少し、地表面や建築物の高温化を招き、これらからの多大な熱放射によって、大気内に熱が蓄えられ、都市の熱環境を悪化させている。

屋間の高温化や熱帯夜の出現日数の増加に伴い不快さが増大しており、熱中症に伴う死者数と真夏日、熱帯夜の日数との間に相関があるとの報告もなされている。平成 22 年夏季(7~9月)には熱中症によって 53,843 人が救急搬送され、そのうち4割以上は 65 歳以上の高齢者であったことが明らかになっている。

また、建物の高密度化により、夜間の放射冷却が進まず、日中に蓄えた熱を明け方まで持ち越しやすくなる。

さらに、夜間の気温が高くなるほど、就寝中に目が覚めてしまう人の割合が増加するとの報告もなされている。

加えて、高温化による冷房需要の増加とそれに伴うエネルギー消費量が増加している。冷房等による人工排熱の増大はより一層の気温上昇を招く悪循環を形成している。

なお、ヒートアイランド現象による光化学オキシダント生成の助長や局地的集中豪雨との関連性も指摘されている。また、都市部における生物多様性にも影響を与える可能性があり、感染症を媒介する生物の分布・個体数の変化などによる人間活動や社会経済への影響も懸念されている。

(2) 冬季における影響

都市域の高温化により発生する上昇気流が逆転層に遮られて生じる混合層(ダスト・ドーム)を形成することが指摘されている。

一方で、冬季の高温化は暖房エネルギーを削減するという影響も報告されている。

ヒートアイランド現象は、都市に特有の大気に関する熱汚染とも言われている。

第3 基本方針

暑熱環境が劣悪な都市部と郊外部との気温差を軽減することを目的として、都市の熱環境の把握と現象の要因・寄与度分析及び対策に関する効果分析を行いながら、総合的かつ効果的なヒートアイランド対策の実施を図る。

ヒートアイランド現象は、長期間にわたって累積してきた都市化全体と深く結びついており、これまでに多岐にわたる施策が実施されたものの、施策の効果として都市部の気温が明らかに低下するまでには至っていない。このため、ヒートアイランド現象を緩和する対策も長期的なものとならざるを得ない。よって、対策の成果が現れにくい点を考慮しつつ、実行可能なものを継続的に対策を進めていくとともに、短期的に効果の現れやすい暑熱環境による人への影響を軽減する適応策も併せて実施していくことが重要である。

また、長期的な取組を進めていく上では、ヒートアイランド現象の実態監視に努めながら、調査研究により得られた最新の科学的知見や技術の進展に合わせて、大綱に盛り込まれた施策等を柔軟に見直し、段階的に対策を強化していくことが合理的である。

ヒートアイランド対策は、これまで①人工排熱の低減、②地表面被覆の改善、③都市形態の改善、④ライフスタイルの改善を柱として進められてきたが、⑤適応策の推進についても対策の柱の一つとして位置付け、国民の理解と協力の下で対策を推進していく。

ヒートアイランド現象は、人工排熱、地表面被覆、都市構造や地形・気象条件など多岐にわたる要因により形成され、ある要因が別の要因に影響を及ぼすなどメカニズムが複雑である。ヒートアイランド対策の更なる推進のため、因果関係の解明や現象のメカニズム、さらにはその影響の評価に関する調査研究を一層推進する。また、業務系街区・住宅系街区といった地区の特性、昼間・夜間といった時間的条件などにより、現象が異なってくることから、より効果的な対策を進めていくため、各種条件下における対策の効果や、効果的な対策の運用体制や対策の目標値の設定等についても調査研究を進める。特に、人の暑熱環境の改善には人が暑さを感じるメカニズムの把握に努めた上で、気温のみならず地表面温度や湿度等の指標を有効に活用し、対策の効果を定量的に把握する調査研究を進める。さらには、様々な対策の効果を総合的に評価する手法について検討を行う。なお、これらの調査結果については総合的かつ効果的なヒートアイランド対策の実施のために広く公表を行う。

ヒートアイランド現象は地域性の強い問題であり、国における対策の推進に当たっては、関連地方公共団体との十分な連携が必要である。また、ヒートアイランド現象は広範な社会・経済活動と結びついていることから、国、地方公共団体、事業者、住民など関係者が個別の施策を推進しながら、施策間・関係者間で適切に連携を図るとともに、地球温暖化対策、都市政策、交通政策、エネルギー政策など、関連する分野との連携を図っていく。特に、地方公共団体においては、ヒートアイランド現象の緩和に向けて、都市環境気候図を活用したり、関連部局が連携して対策を推進することが期待される。また、ヒートアイランド現象が顕著な都市部においては、市街地の整備が緊急かつ重点的に行われる都市再生緊急整備地域など、効果的かつ効率的にヒートアイランド対策を行うことができると判断される地域を対象に、関連地方公共団体や研究機関、事業者等と連携しながら、集中的に関連施策を実施する。

第4 ヒートアイランド対策の推進

ヒートアイランド対策の実施に当たっては、ヒートアイランド現象のメカニズム、各対策による効果等に関する調査研究の進展を踏まえ、下記に示す対策の中から各地域の状況に応じた対策を選択・実施することでより効果的な対策を講じることが重要である。また、必要に応じて対策の追加や優先して推進すべき対策を検討していく。

1. 工排熱の低減

<目標>

省エネルギーの推進、交通流対策等の推進、未利用エネルギー等の利用促進により、空調システム、電気機器、燃焼機器、自動車などの人間活動から排出される人工排熱を低減させる。

(具体的施策の業績指標)

- ・機器の省エネルギー目標
トップランナー方式により、ガソリン乗用自動車:24%(平成27年度)、自動販売機:34%(平成24年度)等、26品目にわたる特定機器に関する省エネルギー目標を設定。
- ・住宅、建築物の省エネルギー化率
新築住宅 :42%(平成22年度)→100%(平成32年度)
新築建築物:71%(平成22年度)→100%(平成32年度)
- ・次世代自動車の普及
2020年(平成32年)までに、乗用車の新車販売に占める次世代自動車(ハイブリッド自動車、電気自動車、プラグインハイブリッド自動車、燃料電池自動車、クリーンディーゼル自動車、CNG自動車等)の割合を最大で50%とする。
- ・三大都市圏環状道路整備率
56%(平成23年度)→約75%(平成28年度)
- ・開かずの踏切等の踏切遮断による損失時間
128万人・時/日(平成23年度)→121万人・時/日(平成28年度)
- ・信号制御の高度化により短縮される通過時間
対策実施箇所において約9千万人時間/年短縮(平成28年度)
- ・都市鉄道ネットワークの充実により創出される利用者数
206千人/日(平成28年度)

【具体的施策】

- 1)エネルギー消費機器等の高効率化の促進
 - エネルギーの使用の合理化に関する法律(以下、省エネ法)に基づく特定機器(電化製品、自動車、ガス・石油機器等)について、トップランナー方式により、省エネルギー性能の向上を推進する。今後、省エネルギー基準達成の目標年度に到達次第、特定機器ごとに達成度合いを評価し、この結果を踏まえ、省エネルギー基準の見直し及び次の目標年度の設定を実施するとともに、特定機器の拡大についても検討を進めていく。
 - 家電製品・ガス石油機器等の省エネルギー性能の比較が消費者に容易となる省エネルギーラベリング制度と、小売事業者による表示制度である統一省エネラベルにより、省エネルギー型製品の普及促進を図る。
 - 省エネルギー技術戦略等の新技術開発への取組によりエネルギー消費機器等の高効率化を促進する。
 - 産業・民生(家庭・業務)・運輸における省エネルギー設備・システムや技術等の導入など省エネルギー投資、信号灯器のLED化等のエネルギー消費機器の高効率化に対する支援を行う。
- 2)省エネルギー性能の優れた住宅・建築物の普及促進
 - 省エネ法における住宅・建築物の省エネ基準について、外壁・窓等の断熱性能に加え、照明・空調・給湯等の設備性能も含めて総合的に評価する一次エネルギー消費量による基準に見直した。住宅金融支援機構のフラット35SIによる省エネルギー性能等に優れた住宅の取得支援、防災・省エネまちづくり緊急促進事業、民生(家庭・業務)部門における効率性の高い機器導入への補助等により、省エネルギー性能の優れた住宅・建築物の普及を促進する。
 - 包括的な省エネルギーサービスを提供するESCO(Energy Service Company)事業を国や地方公共団体の公共施設やオフィスビル等省エネルギー余地が大きい建物について積極的に活用するよう促すことにより、省エネルギー性能の優れた建築物の普及を促進する。

3) 低公害車の技術開発・普及促進

○クリーンエネルギー自動車を含む低公害車の導入を行う民間事業者等に対する補助及び低利融資、自動車重量税及び自動車取得税の減免・自動車税のグリーン化等の税制上の支援措置、低公害車の技術開発を実施することにより、低公害車の普及を促進する。

4) 交通流対策及び物流の効率化の推進並びに公共交通機関の利用促進

○交通需要マネジメント(TDM)施策の推進、環状道路等の整備の重点的推進による通過交通を迂回させるなど自動車交通の流れの变革、路上工事の縮減、ETCの普及促進、道路交通情報通信システム(VICS)の推進、開かずの踏切等の対策、信号機の系統化・感応化、交通管制システムの高度化等の推進、路上駐(停)車対策、交通情報提供事業の促進対策等を総合的に推進すること等により、都市部の交通渋滞を緩和する。

○物流活動の中核となる拠点的な空港・港湾から高速道路等のICへのアクセス道路の整備等や橋梁補強、バイパス整備等を通じ、国際海上コンテナ車の通行支障区間の解消を図る。

○都市鉄道・都市モノレール・新交通システム・路面電車等の整備、公共車両優先システム(PTPS)の整備により、公共交通機関の利用を促進する。

○都市内において自転車の利用を促進するために、自転車が安全・快適に利用できるための環境整備を推進する。

○平成18年4月に施行された改正省エネ法により、一定規模以上の輸送事業者及び荷主に対し、毎年度省エネ計画の策定・提出、エネルギー使用量等の報告を義務付け、運輸部門における省エネ対策の着実な施行を図る。

5) 未利用エネルギー等ヒートアイランド対策に資する新エネルギーの利用促進

○未利用エネルギーを活用した地域冷暖房の普及、新エネルギー利用促進のための補助等により、未利用エネルギー等新エネルギーの利用を促進する。

○地方公共団体主導した再生可能エネルギーや未利用エネルギーの導入促進のため、地球温暖化対策法に基づく地方公共団体実行計画における導入目標の設定の在り方、条例との連携等について検討する。

○地域特性等を踏まえた二酸化炭素排出量削減に向けて、都市未利用熱の活用や大規模駅周辺等の低炭素化等、他地域のモデルとなるべき事業による新しい社会基盤の集中整備を支援する。

2. 地表面被覆の改善

<目標>

緑地・水面の減少、建築物や舗装などによって地表面が覆われることによる蒸発散作用の減少や地表面の高温化を防ぐため、地表面被覆の改善を図る。

(具体的施策の業績指標)

- ・都市緑化等による温室効果ガス吸収量
105万t-CO₂/年(平成22年度)→107万t-CO₂/年(平成28年度)
- ・都市域における水と緑の公的空間確保量
12.6m²/人(平成22年度)→13.5m²/人(平成28年度)

【具体的施策】

1) 民間建築物等の敷地における緑化等の推進

○緑化地域制度、地区計画等緑化率条例制度による建築物の緑化の義務付け、緑地協定制度による住民合意に基づく緑化の推進、緑化施設整備計画認定制度による民間事業者の自発的な緑化の推進等により、市街地の大半を占める民有地の緑化を進め、地表面被覆の改善を図る。

○住宅や建築物の整備に関する各種事業において、緑地整備等への補助等を引き続き実施する。

○一定割合の空地を有する大規模建築物について、容積率の割増等を図る制度(総合設計制度)を活用し、緑化やオープンスペース確保を推進する。

2) 官庁施設等の緑化等の推進

○官庁施設において、構内緑化や屋上緑化等を推進する。

○環境を考慮した学校施設(エコスクール)の整備推進に関するパイロット・モデル事業の実施などにより、公立学校の屋上・壁面及び校庭の緑化を推進する。

3)公共空間の緑化等の推進

○都市域において、市街地における都市公園等の整備を引き続き推進する。また、市街地中心部等において、土地の有効利用を図りつつ、緑地空間を確保するため、立体都市公園制度の活用を進めるとともに、借地方式による都市公園整備を推進し、より一層の緑地の整備を図る。

○都市部において、幹線道路の植樹帯設置等の道路緑化を推進する。

○臨海部における廃棄物海面処分場跡地等において、港湾緑地の整備を行い、港湾空間の緑化を推進する。

○下水処理場の緑化等を推進する。

4)水の活用による対策の推進

○都市域において、河川基底流量の増加、湧水の再生や下水処理水の活用による水路の再生、既存調整地の貯水容量の拡大や学校・都市公園さらには一般家庭等における貯留浸透施設の設置促進等により水面積の拡大を図る。特に、特定の河川流域における一定規模以上の開発行為等に対し雨水浸透施設の設置を法令により義務付けるとともに、税制により設置や維持管理に対する優遇措置を講じる。また、都市域及びその周辺部に現存し、気温の上昇を和らげる可能性のある農地や水面である農業用水路の適切な維持管理を図る。これらの取組等により、健全な水循環系の構築を推進する。

3. 都市形態の改善

<目標>

都市において緑地の保全を図りつつ、緑地や水面からの風の通り道確保等の観点から水と緑のネットワークの形成を推進する。また、長期的にはコンパクトで環境負荷の少ない都市の構築を推進する。

(具体的施策の業績指標)

・都市域における水と緑の公的空間確保量(再掲、2. を参照)
12.6m²/人(平成22年度)→13.5m²/人(平成28年度)

【具体的施策】

1)水と緑のネットワーク形成の推進

○緑の拠点の形成、公園、河川、道路、下水道等の事業間連携などにより、広域的視点に基づく水と緑のネットワーク形成を推進する。平成16年に策定した「首都圏の都市環境インフラのグランドデザイン」及び平成18年に策定した「近畿圏の都市環境インフラのグランドデザイン」に基づき、自然的環境の保全・再生・創出を図るとともに、グランドデザインから得られた知見などを踏まえ、近郊緑地保全制度における新たな区域の指定などの検討を実施する。また、水と緑のネットワーク形成による効果の検証やNPOや各事業者間等の連携の方策等について、更に検討を進める。

○特別緑地保全地区制度、緑地保全地域制度、地区計画等緑地保全条例制度、市民緑地制度等の推進による都市に残された緑地や都市近郊の比較的大規模な緑地の保全を図るとともに、管理協定制度の推進によるきめ細かな管理、緑地管理機構制度の推進による多様な主体が参画した緑地の保全等により都市の緑地の一層の保全を図り、水と緑のネットワークの形成を推進する。

2)環境負荷の小さな都市の構築に向けた都市計画制度の活用の推進

○人工排熱の削減を図るほか、コンパクトな市街地を形成するとともに、地域の風の流れに配慮して斜面緑地、水辺地、農地等の連続性を確保すること等、都市全体の自然被覆率を高めて大気・気象に配慮した都市を実現することを盛り込んだ「環境負荷の小さな都市の構築に向けた都市計画運用指針」の活用による都市計画の運用を推進する。

○「都市の低炭素化の促進に関する法律」に基づき、ヒートアイランド対策も含め、都市機能の集約化とそれに合わせた公共交通機関の利用促進を軸とした低炭素まちづくりを推進する。

○温室効果ガスの大幅削減などの高い目標を掲げて先駆的な取組にチャレンジする「環境モデル都市」等の選定を通じ、ヒートアイランド対策も含めた低炭素型の都市・地域づくりを推進する。

○地球温暖化対策推進法に定める地方公共団体実行計画制度を推進すべく、地域の自然的社会的条件に応じた施策の立案・策定ノウハウの提供をするほか、グリーンニューディール基金制度を活用し、計画に基づき地方公共団体が実施する地球温暖化対策を支援する。

○地域特性等を踏まえた二酸化炭素排出量削減に向けて、都市未利用熱の活用や大規模駅周辺等の低炭素化等、他地域のモデ

ルとなるべき事業による新しい社会基盤の集中整備を支援する。

4. ライフスタイルの改善

<目標>

都市における社会・経済活動に密接に関連するヒートアイランド現象を緩和するために、ライフスタイルの改善により都市の熱の発生抑制を図る。

(具体的施策の業績指標)

- ・二酸化炭素排出削減量
- クールビズ・ウォームビズの推進
- 約110万t-CO2(平成24年度)
- 省エネ機器の買い替え促進
- 約1035万t-CO2(平成24年度)

【具体的施策】

1) ライフスタイルの改善に向けた取組の推進

○人工排熱の低減のための冷暖房温度の適正化、エネルギー消費量のより小さい製品への積極的な買い替え及び利用、太陽光・太陽熱エネルギー利用、夏季の軽装推進、夏期休暇取得の促進や、水による熱環境の改善を図るための市民活動等による打ち水の実施、雨水貯留・利用の促進等、ヒートアイランド現象の緩和につながる取組の普及啓発活動を実施する。

2) 自動車の効率的な利用

○エコドライブの推進のための広報活動等を実施し、自動車の効率的な利用を推進する。

5. 人の健康への影響等を軽減する適応策の推進

<目標>

ヒートアイランド現象によって生じる暑熱環境による人の健康への影響等を軽減するため、短期的に効果が発現可能な適応策の導入を推進する。

(具体的施策の業績指標)

目標値等の設定に向け検討に着手

【具体的施策】

- ヒートアイランド現象による国民への影響を最小限にするため、取りうる適応策の効果を定量的に評価した上で、都市における必要な適応策導入量について定量的に把握し、住民等が適応策導入の効果が実感できるような効率的な適応策の実施方法を明確にする。その上で、地方自治体や事業者に対し、地域や街区、事業の特性に応じた適応策の実施を促す。特に、気温以外の湿度や地表温度等の指標を適切に使用し、地方自治体等が適応策の効果を簡易に把握できる手法や、かつての住環境やライフスタイルを活用した対策及び夜間の対策等についても調査研究を行う。
- 建築物の壁面や窓の外側を覆うようにする性の植物を育てるいわゆる緑のカーテンに関する、地方公共団体の取組の情報収集及び提供等により、事業者や住民等が行う緑化活動の普及・推進を図る。
- 気象データより全国各地における暑さ指数(WBGT)の予報値を算出し、熱中症予防情報として提供することで、人のライフスタイルや暑熱回避行動による熱ストレスの低減を促す。

第5 観測・監視体制の強化及び調査研究の推進

1. 観測・監視と実態把握

対策の効果を把握・評価するための基礎資料として、ヒートアイランド現象の実態把握のための観測・監視体制の強化に努める。その一環として、数値シミュレーションモデルを活用して気温や風の分布を再現するシステムの構築を進める。

また、ヒートアイランド対策の調査研究に資するため、人工衛星による土地被覆データ、植生データ等の整備や、観測・監視体制の強化に資する人工衛星データの解析手法の研究開発の推進、ヒートアイランド現象を緩和や増大させる土地利用に着目し、その変化を明らかにしておく。

さらに、これまでの国の調査研究は首都圏を中心に進められてきたが、京阪神等の大都市地域でも地方公共団体と連携して進めていく。実態調査・把握に当たっては、土地利用などの基礎データの整備及び実測データの補強等を図る。

ヒートアイランド現象に係る調査研究を一層促進するため、必要なデータをホームページなどを活用して公表する。

2. 原因・メカニズム・影響に関する調査研究

人工排熱、土地利用、海陸風、蓄熱された熱の放射等ヒートアイランド現象に関連する諸要因の関連性や寄与度の評価、大規模な風系の違いによるヒートアイランド現象の特徴の相違に関する解析等を進め、原因やメカニズムの解明を図る。

特に土地利用については、緑地等の持つヒートアイランド現象の緩和機能に着目した調査研究についても実施する。

さらに、ヒートアイランド現象が環境に与える影響について、調査研究を推進する。

3. 計画的な施策展開のための調査研究

総合的な対策推進のため、地理情報を利用して都市空間の熱環境を地図化しまちづくり等で活用する手法や、数値シミュレーションモデル等により様々なヒートアイランド対策を総合的に評価するシステム等を開発する。

これに加え、東日本大震災を受けて夏期を中心に節電の取組が広く市民に普及しており、こうした節電等のエネルギー需給構造の変化等によって、都市の熱環境に与える影響の把握や、構造変化に適したヒートアイランド対策手法について調査・検討を行う。

建築物に関する対策については、ヒートアイランド対策等を含む建築物の総合的な環境性能を評価するシステムCASBEE(建築物総合環境性能評価システム)の開発及び普及を推進する。また、屋上緑化等について、技術的課題に対応するための手法・工法等についての調査・取りまとめを行う。

高密度な市街地の冷房等の排熱を地下管路を循環する水を用いて海水等に排出するシステム(都市排熱処理システム)については、効果や環境への影響、事業方策等について調査検討し、その実現可能性を検討する。

ヒートアイランド現象の原因や影響に関する研究を踏まえ、路面温度を低下させる等の可能性のある舗装について、その効果や気温への影響、耐久性等について、技術的な調査研究を進める。

雪氷の冷房等への活用について、実用化に向けた技術開発を推進する。

ヒートアイランド対策として効果が期待される先進的環境技術について、その効果等を第三者が客観的に実証・検証し、利用者による環境技術導入の適正な選択を可能にすることにより、当該環境技術の普及を促進する。

地方公共団体における一層の対策を支援するために、これまでのヒートアイランド対策の取組状況を把握し、その阻害要因について整理を行う。また、導入した施策の効果を簡易に把握して効果的な対策を計画する手法の実用化や普及に努める。

4. その他

今後大都市におけるヒートアイランド現象が顕在化していくことが考えられる諸外国との情報交換に努める。また、国、地方公共団体、大学及び研究機関の間で調査研究に係る連携が重要であり、その成果の集積、関係者間の相互利用の促進を図る。

資料編

・参考図

都市	100年あたりの上昇率 (°C/100年)		
	平均気温		
	年	1月	8月
札幌	+2.7	+3.7	+1.4
仙台	+2.3	+3.0	+0.8
東京	+3.2	+4.5	+1.8
名古屋	+2.9	+3.1	+2.4
京都	+2.7	+2.7	+2.5
大阪	+2.8	+2.6	+2.5
福岡	+3.1	+2.9	+2.5
大都市平均	+2.8	+3.2	+2.0
中小規模の都市平均	+1.5	+1.7	+1.1

表1 日本の大都市における平均気温上昇率(統計期間:1931~2012年)(作成:気象庁)

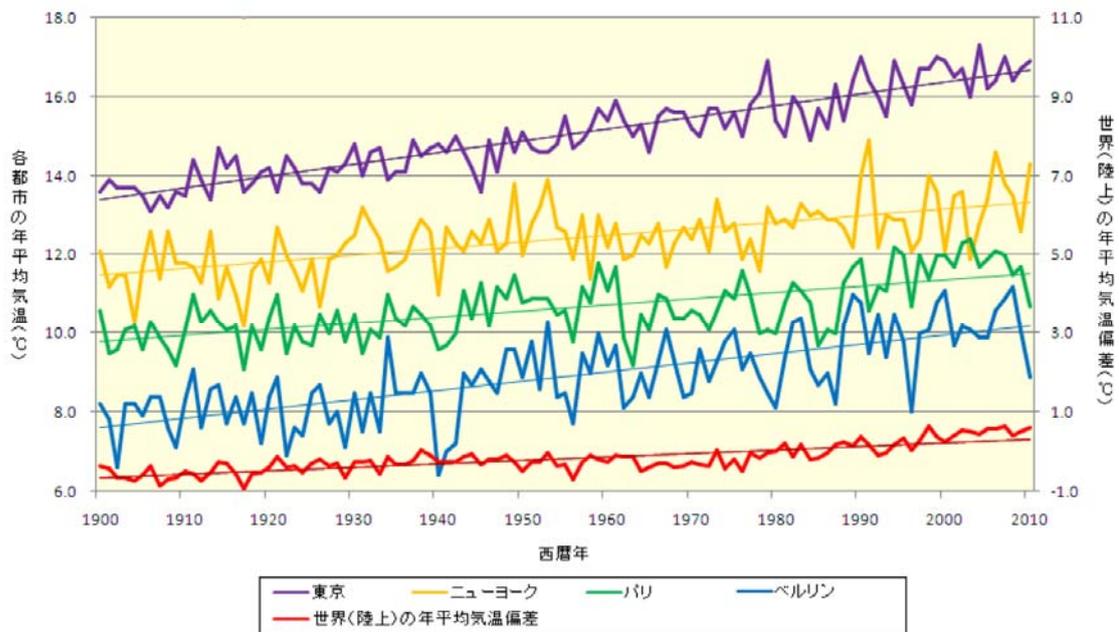


図1 世界の大都市の気温変動比較(出典:気象庁)

左軸は東京(大手町)、ニューヨーク(CENTRAL PARK)、パリ(LE BOURGET:パリ中心部より10数kmの地点)の各都市の年平均気温を示す。右軸は世界の年平均気温偏差を示し、世界の陸上の気象観測所における月平均気温の偏差データをもとに、気象庁で算出(1971年~2000年の平均値からの偏差として表している)。

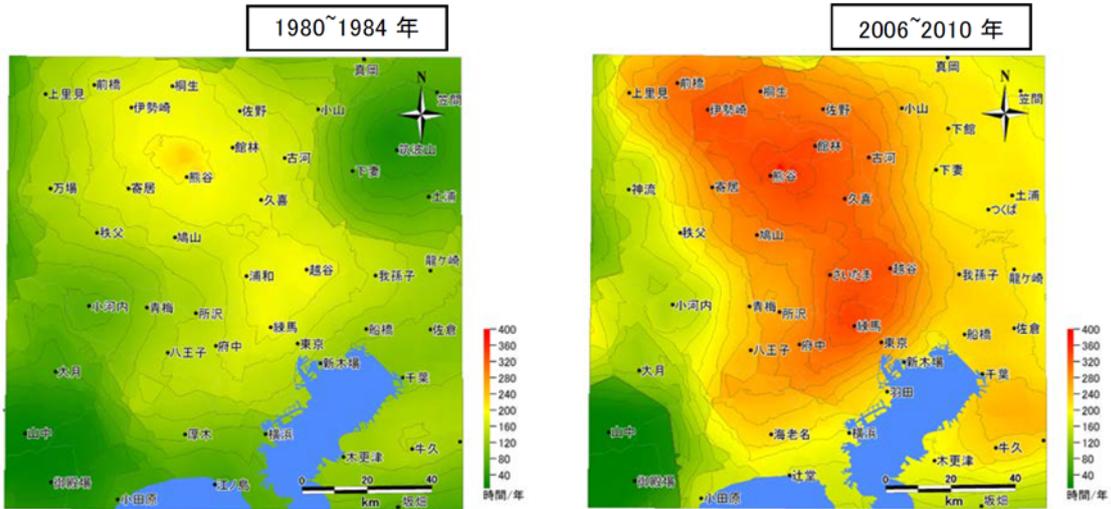


図2 関東地方における30℃以上の合計時間数の分布(出典:環境省)

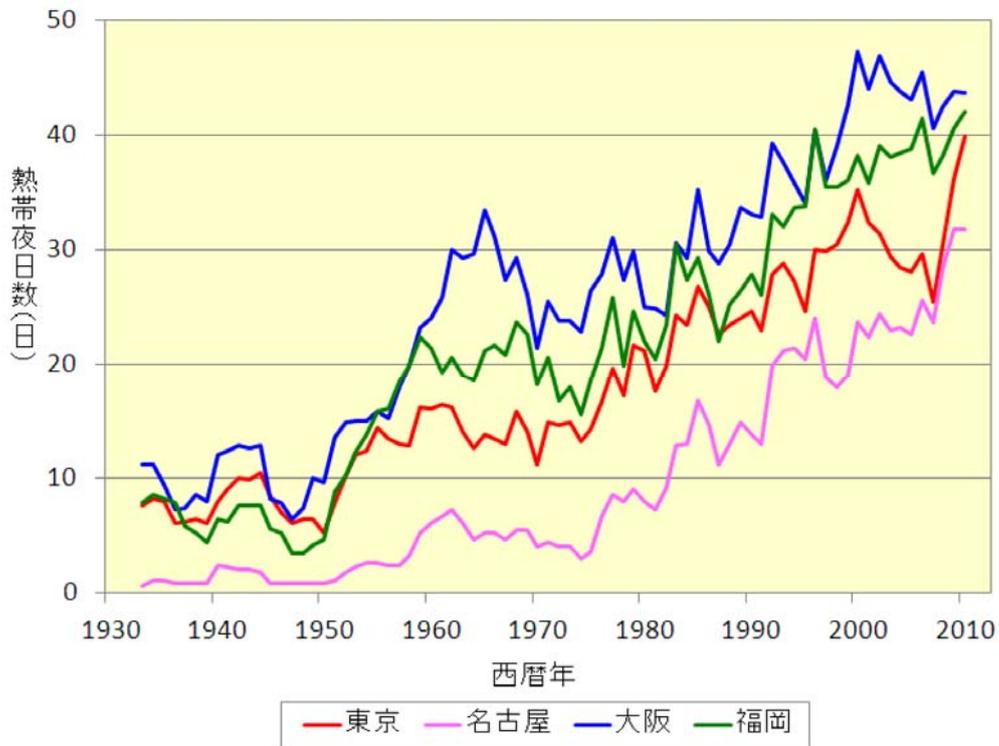


図3 4都市における熱帯夜日数(5年移動平均)(作成:気象庁)

各地点について、最低気温25℃以上の年間日数を5年移動平均したもの
 (注:大阪の熱帯夜日数の経年変化には観測地点が移転した影響が含まれている)

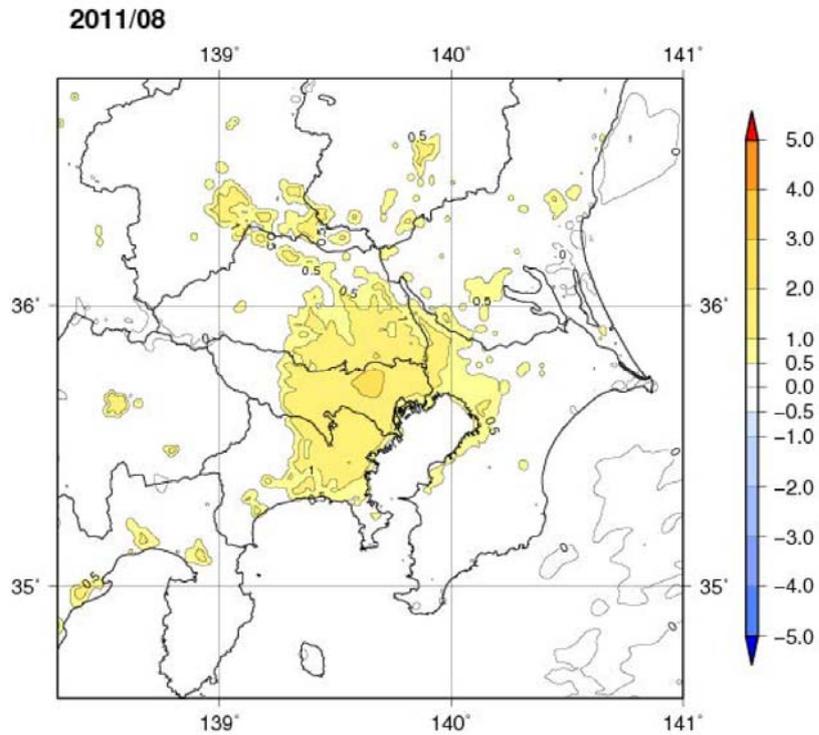


図4 首都圏の夏のヒートアイランド現象の解析結果(出典:ヒートアイランド監視報告(平成23年, 気象庁))

平成23年8月の月平均気温における都市化の影響による気温上昇量。

ヒートアイランド現象はどのようにして起こるのか

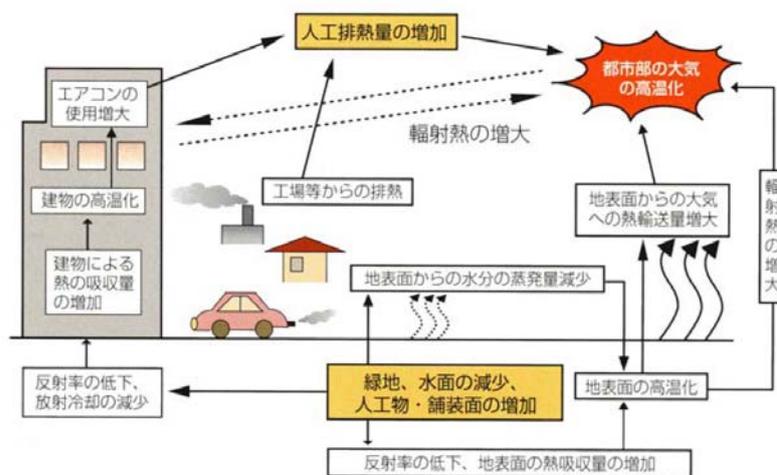


図5 ヒートアイランド現象の原因(出典:環境省)

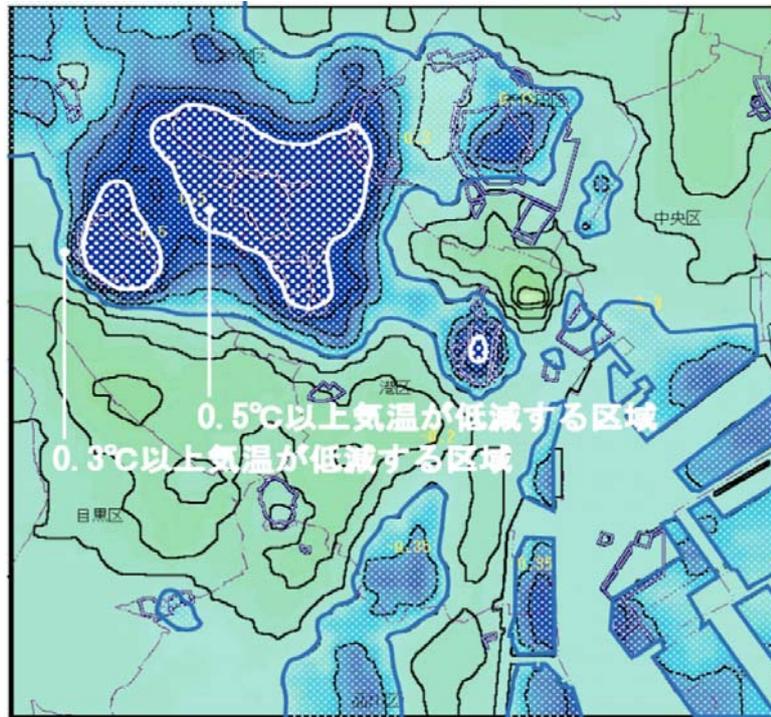


図6 現況の気温分布と緑地保全・緑化施策を総合的に講じた場合のシミュレーション結果の気温差(13:00)(出典:国土交通省)

東京都心部(10km四方)で緑地保全・緑化施策を総合的に講じた場合(緑被率を現況の27.3%から39.5%に向上)、日平均・日最高・日最低気温が平均で0.3°C低下するとの試算結果が出ている。

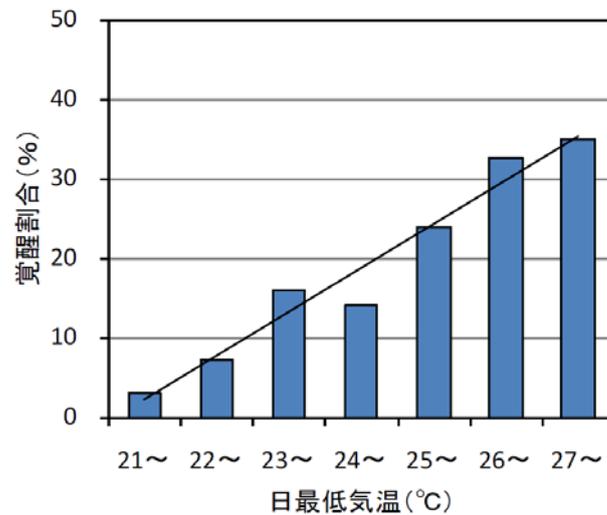


図7 日最低気温と覚醒割合(出典:環境省)



図8 様々な人工排熱(出典:環境省)

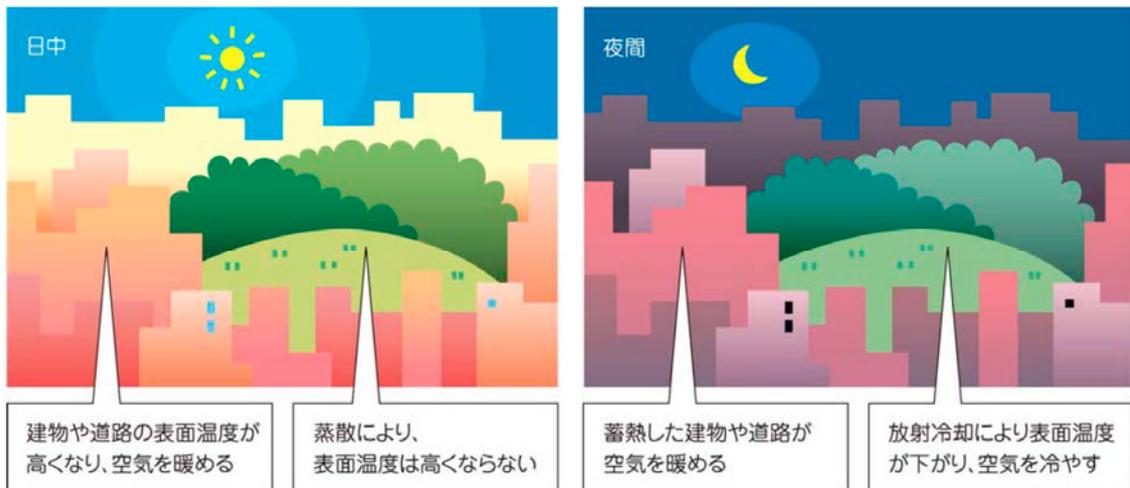
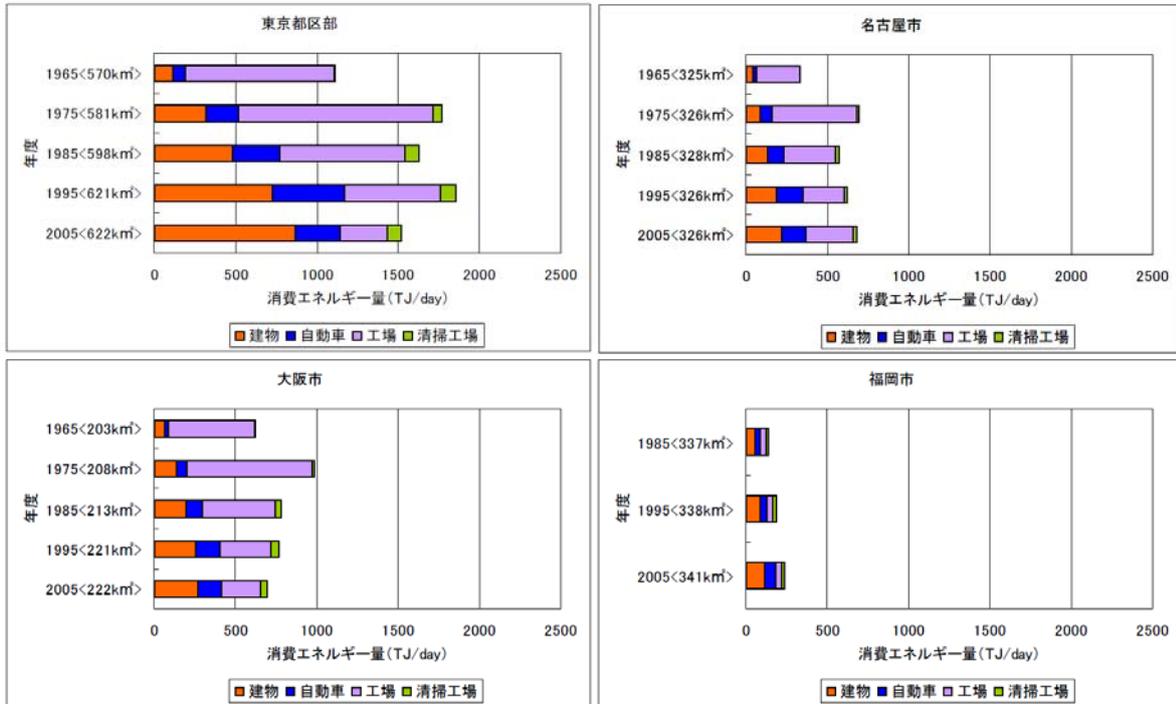


図9 地表面の状態と気温の関係(出典:環境省)



図10 天空率と放射の関係(出典:環境省)



注) 図中の<>内の値は対象となる都市域の面積(km2)を表している。

図11 各都市における人工排熱の推移(出典:環境省)

・各省施策の取りまとめ

ー人工排熱の低減

施策名	施策名
<ul style="list-style-type: none"> ・信号灯器のLED化の推進 ・信号機の系統化・感応化、交通管制システムの高度化等の推進 ・路上駐(停)車対策 ・交通情報提供事業の促進 ・公共車両優先システム(PTPS)の整備 	警察庁
<ul style="list-style-type: none"> ・道路交通情報通信システム(VICS)サービスの推進 	警察庁、国土交通省 などと共同
<ul style="list-style-type: none"> ・トッランナー方式による機器の性能向上 ・トッランナー対象機器の普及のための表示制度 ・エネルギー使用合理化技術の戦略的開発 ・省エネルギー設備・システムの導入促進 ・省エネ法に基づく住宅・建築物の省エネルギー化の推進 ・グリーンエネルギー自動車の普及拡大 ・固体高分子形燃料電池に係る技術開発 (うち 燃料電池自動車 分) ・水素物性及び水素貯蔵材料に係る研究開発 ・水素ステーションに係る技術開発、関連規制の見直し等 ・水素ステーションに係る実証 	経済産業省
<ul style="list-style-type: none"> ・未利用エネルギー等新エネルギーの利用促進 ・未利用エネルギーを活用した地域冷暖房 ・省エネ法による運輸部門対策の導入 	経済産業省、国土交通省
<ul style="list-style-type: none"> ・自動車重量税・自動車取得税の減免 ・自動車税のグリーン化 ・低公害車等の導入に係る融資制度 	経済産業省、国土交通省、環境省共同
<ul style="list-style-type: none"> ・木材を活用したヒートアイランド現象の緩和 	農林水産省
<ul style="list-style-type: none"> ・下水熱の有効利用 ・交通需要マネジメント(TDM)施策の推進 ・省エネ法等に基づく住宅・建築物の省エネルギー化の推進 ・住宅金融支援機構のフラット35Sによる省エネルギー性能等に優れた住宅の取得支援 ・防災・省エネまちづくり緊急促進事業による省エネルギー性能の優れた住宅・建築物の普及促進 ・低公害車普及促進対策費補助 ・環状道路等の整備 ・路上工事の縮減 ・ETCの普及促進 ・マルチモーダル交通体系の構築への支援 ・都市鉄道・都市モノレール・新交通システム・路面電車等の整備 ・自転車利用の促進 ・開かずの踏切等の対策 	国土交通省
<ul style="list-style-type: none"> ・地球温暖化対策法に基づく地方公共団体実行計画制度を活用した低炭素化の推進 ・未利用熱の活用に係る事業の推進 ・電動式塵芥収集車導入補助事業 ・地球温暖化対策技術開発・実証研究事業(うち、交通低炭素化技術開発分野) ・小規模地方公共団体対策技術率先導入補助事業 ・温泉エネルギー活用加速化事業 	環境省

一 地表面被覆の改善

施策名	担当府省庁
・環境を考慮した学校施設(エコスクール)の整備推進	文部科学省
・都市農地の保全	農林水産省
<ul style="list-style-type: none"> ・緑化地域制度の推進 ・地区計画等緑化率条例制度の推進 ・緑地協定制度の推進 ・緑化施設整備計画認定制度の促進 ・市街地再開発事業における緑化の推進 ・優良建築物等整備事業における緑化の推進 ・公営住宅等整備事業における緑化の推進 ・住宅地区改良事業等における市街地の緑化の推進 ・住宅市街地総合整備事業における市街地の緑化の推進 ・防災・省エネまちづくり緊急促進事業における緑化の推進 ・新規都市機構賃貸住宅における緑化の推進 ・総合設計制度の活用の促進 ・官庁施設の緑化の推進 ・都市公園の整備の推進 ・立体都市公園制度の活用の推進 ・借地方式による都市公園の整備の推進 ・道路緑化の推進 ・港湾緑地の整備 ・健全な水循環系の構築に関する取組の推進 ・下水処理場の緑化等の推進 ・雨水貯留浸透施設の設置等の推進 ・下水処理水の活用 	国土交通省

一 都市形態の改善

施策名	担当府省庁
・ヒートアイランド対策も含めた低炭素型の都市・地域づくりの推進	内閣官房
・都市山麓グリーンベルトの整備 ・下水道による都市の水・緑環境の整備 ・大都市圏における都市環境インフラのグランドデザインの推進 ・特別緑地保全地区制度の推進 ・緑地保全地域制度の推進 ・地区計画等緑地保全条例制度の推進 ・市民緑地制度の推進 ・管理協定制度の推進 ・緑地管理機構制度の推進 ・環境負荷の小さな都市の構築に向けた都市計画制度の活用 の推進 ・ヒートアイランド対策も含めた低炭素都市づくりの推進	国土交通省
・地球温暖化対策法に基づく地方公共団体実行計画制度を活用した低炭素化の推進 ・グリーンニューディール基金制度を活用した地方公共団体による地球温暖化対策の推進 ・未利用熱の活用に係る事業の推進	環境省

一 ライフスタイルの改善

施策名	担当府省庁
・新エネルギーに関する広報活動 ・省エネルギーに関する広報活動	経済産業省
・エコドライブの推進	警察庁、経済産業省、国土交通省、環境省共同
・ヒートアイランド対策に関する広報 ・地球温暖化防止のための国民運動	環境省

一 適応策の推進

施策名	担当府省庁
・緑のカーテン等の緑化活動の普及・推進	国土交通省
・ヒートアイランド現象に対する適応策の推進 ・熱中症予防情報の提供・モニタリング	環境省

—観測・監視体制の強化及び調査研究の推進

施策名	担当府省庁
・人工衛星による地球環境観測	文部科学省
・健全な水循環系の構築に関する取組の推進 ・ヒートアイランド解析システムを用いた解析及び調査研究 ・国土現況モニタリング ・CASBEE(建築物総合環境性能評価システム)の開発及び普及の推進 ・路面温度を低下させる等の可能性のある舗装に関する調査研究 ・効果的なヒートアイランド対策のための都市計画に関する技術の調査研究	国土交通省
・ヒートアイランド対策に関する調査 ・地中熱利用の普及方策の検討 ・環境技術実証事業	環境省

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

1. 目的

近年、都市の中心部の気温が郊外に比べて島状に高くなるヒートアイランド現象が大都市を中心に顕著なものとなっている。この原因として、人間活動により排出される人工排熱の増加、緑地や水面の減少と建築物や舗装面の増大による地表面の人工化が挙げられている。

建築物は、都市の最も主要な構成要素であることから、一つ一つの建築物について、ヒートアイランド現象緩和のために適切な整備を図ることは、都市全体のヒートアイランド現象を緩和するために有効である。また、建築主や設計者の主体的な取り組みによってヒートアイランド現象緩和のための配慮が可能であることから、建築物の適切な整備によるヒートアイランド対策の推進は実効的なものである。

特に、我が国においては、都市再生等が重要な政策課題となっており、建築物の整備等を推進するとともに、ヒートアイランド対策と調和のとれたものとして行うことが求められている。

本ガイドラインは、こうした状況を踏まえ、建築物の整備に当たり、ヒートアイランド現象緩和に係る配慮すべき事項を計画・設計の指針としてとりまとめたものである。

2. 本ガイドラインの位置付け等

「ヒートアイランド対策大綱」(平成16年3月30日ヒートアイランド対策関係府省連絡会議決定)に基づき、建築物の建築主等がヒートアイランド現象緩和のための自主的な取組を行うための設計ガイドラインとして作成し、公表するものである。

なお、本ガイドラインは、ヒートアイランド現象緩和の観点から、建築物の計画・設計に当たって配慮すべき事項を示すものであり、事業者又は所有者等に対し、何らかの義務を負わせ、又は規制を課すものではない。

3. 基本的な考え方

- ① 建築物の設計に当たってのガイドラインとして、敷地周辺の状況を踏まえた建築物におけるヒートアイランド現象の緩和に向けた適切な対応のための配慮事項について定める。
- ② このため、設計におけるヒートアイランド対策の視点から、配慮事項は、建築敷地外の気温上昇等に係る熱的影響を低減するとともに、敷地内の温熱環境を良好な状態に保つ観点から、科学的知見に基づき有効であり、かつ、客観的評価が可能なものを定めている。
- ③ なお、本ガイドラインに示す配慮事項は、ヒートアイランド対策に特化したものであり、建築物の総合的な環境性能を向上させる観点からは、建築物総合環境性能評価システム(CASBEE)を併せ活用して、総合的な評価を行うことが適切である。

4. 建築物の設計に当たって配慮すべき事項

建築物の設計に当たっては、ヒートアイランド現象緩和のため、建築敷地外の気温上昇等に係る熱的影響を低減するとともに、敷地内の温熱環境を良好な状態に保つ観点から、次に示す事項に配慮するものとする。

なお、配慮事項については、地域特性や敷地条件等を踏まえて、必要に応じて選択するものとする。

(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。

- ・ 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。
- ・ 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。

(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。

- ・ 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。
- ・ 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。

(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。

- ・ 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。
- ・ 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。

(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。

- ・ 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。

(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。

- ・ 建築物の外壁、窓等を通しての熱損失の防止及び空気調和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。
- ・ 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。
- ・ 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。

あとがき

本研究は、国土交通省住宅局支援の下、一般社団法人日本サステナブル建築協会内に設置された産官学連携による「建築物の総合的環境評価研究委員会」(委員長:村上周三(一財)建築環境・省エネルギー機構理事長)の活動成果の一部であり、この成果が今後、より多方面で活用され、持続可能な社会の構築に寄与することを期待するものである。

2017年10月現在(順不同)

<建築物の総合的環境評価研究委員会>

委員長:村上周三(建築環境・省エネルギー機構)、副委員長:伊香賀俊治(慶應義塾大学)、幹事:林立也(千葉大学)、委員:赤司泰義(東京大学)、岩村和夫(東京都市大学)、清家剛(東京大学)、坊垣和明(東京都市大学)、野城智也(東京大学)、峯村高志、中野美智子(国土交通省)、澤地孝男、山海敏弘(建築研究所)、渡邊美樹(都市再生機構)、海老原勉(東京都)、佐々木晴子(大阪府)、井上聡(中部電力)、太田勇(ミサワホーム総合研究所)、岡崎充隆(長谷工コーポレーション)、岡本泰英(東京電力エナジーパートナー)、織間正行(久米設計)、木虎久隆(関西電力)、木村敏郎(三井ホーム)、古閑幸雄(大林組)、笹本太郎(東京ガス)、佐藤正章(鹿島建設)、高井啓明(竹中工務店)、田中康夫(住友林業)、団栗知男(大阪ガス)、近田智也(積水ハウス)、豊原範之(大成建設)、野田一路(NTTファシリティーズ)、長谷川巖(日建設)、長谷部弥(清水建設技術研究所)、林哲也(積水化学工業)、福島朝彦(日本環境技研)、水口浩士(大和ハウス工業)、柳井崇(日本設計)、吉田昌司(三井不動産)、渡辺直哉(旭化成ホームズ)、八木一彰、遠藤純子、早津隆史(日本サステナブル建築協会)

<CASBEE 研究開発委員会>

委員長:村上周三(建築環境・省エネルギー機構)、副委員長:伊香賀俊治(慶應義塾大学)、幹事:林立也(千葉大学)、委員:赤司泰義(東京大学)、岩村和夫(東京都市大学)、佐藤正章(鹿島建設)、清家剛(東京大学)、高井啓明(竹中工務店)、半澤久(北海道科学大学)、坊垣和明(東京都市大学)、野城智也(東京大学)、専門委員:秋元孝之(芝浦工業大学)、大黒雅之、小柳秀光(大成建設)、三井所清史(岩村アトリエ)、柳井崇(日本設計)、協力委員:北田透(国土交通省)、オブザーバー:山口信逸(ポリテック・エィディティ)、事務局:八木一彰、遠藤純子、早津隆史(日本サステナブル建築協会)

<ヒートアイランド検討小委員会>

委員長:持田灯(東北大学大学院)、幹事:林立也(千葉大学)、大風翼(東京工業大学)、委員:足永靖信(建築研究所)、大岡龍三(東京大学)、岡本泰英(東京電力エナジーパートナー)、加藤弘之(大阪ガス)、木虎久隆(関西電力)、近藤靖史(東京都市大学)、笹本太郎(東京ガス)、佐藤大樹(大成建設)、竹林英樹(神戸大学)、手代木純(都市緑化機構)、丹羽英治(日建設総合研究所)、三坂育正(日本工業大学)、吉田伸治(奈良女子大学)、専門委員:柳井崇(日本設計)、三井所清史(岩村アトリエ)、協力委員:本田卓也(国土交通省)、事務局:八木一彰、早津隆史(日本サステナブル建築協会)

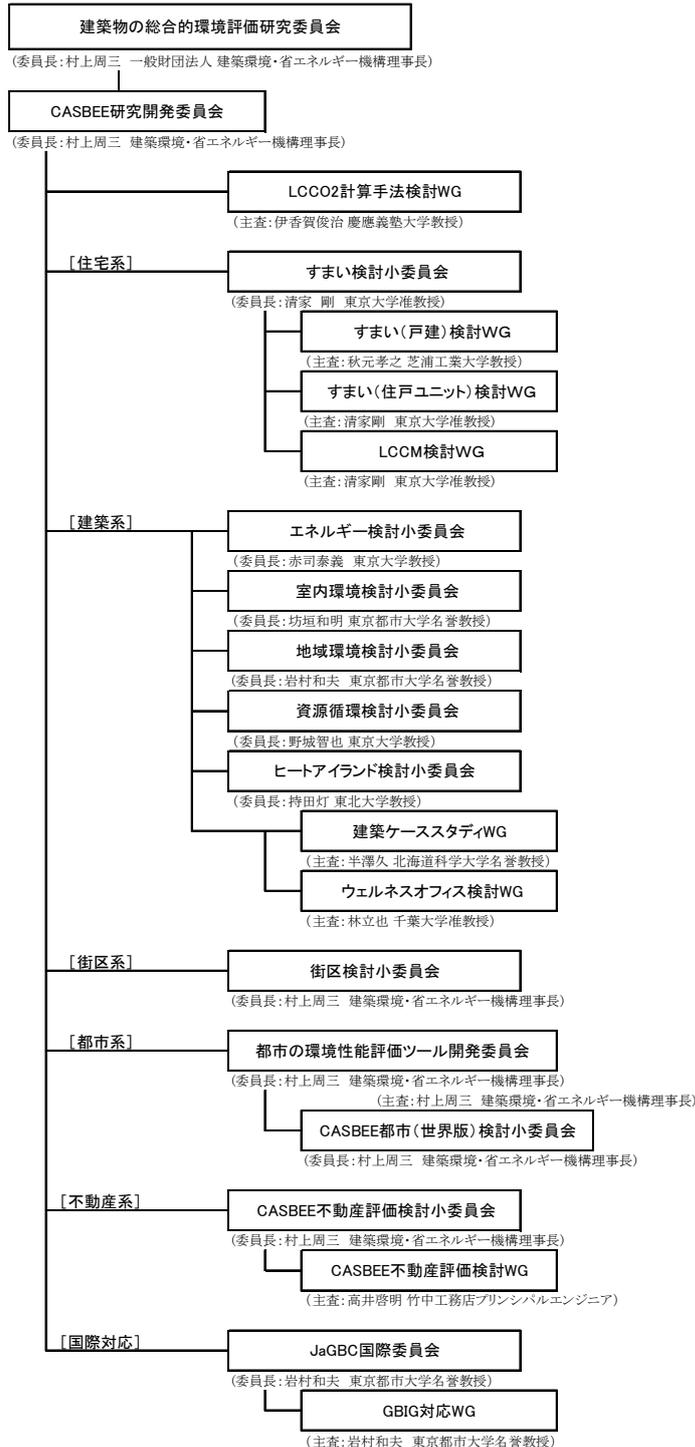
<建築ケーススタディWG>

委員長:半澤久(北海道科学大学)、幹事:秋元孝之(芝浦工業大学)、委員:石井卓哉(清水建設)、大西直紀(鹿島建設)、岡本泰英(東京電力エナジーパートナー)、奥田篤(東京ガス)、佐々木真人(日本設計)、瀧澤壘(竹中工務店)、林立也(千葉大学)、村上正吾(大成建設)、事務局:八木一彰、早津隆史(日本サステナブル建築協会)

研究体制

CASBEEの研究開発は、政府支援のもとに産官学共同プロジェクトとして立ち上げられ、一般社団法人日本サステナブル建築協会内に設置された、建築物の総合環境評価研究委員会および傘下の小委員会(下図参照)がその主体的な運営にあっている。

(2017年10月現在)



建築環境総合性能評価システム CASBEE-HI 評価マニュアル (2017 年版)

初 版 平成 29 年 10 月 17 日発行

改訂一版 令和 2 年 12 月 25 日

編 集 一般社団法人 日本サステナブル建築協会 (JSBC)

企画・発行 一般財団法人 建築環境・省エネルギー機構 (IBEC)

〒102-0083 東京都千代田区麹町 3-5-1 全共連ビル麹町館

TEL 03-3222-6723 FAX 03-3222-6696

e-mail casbee-info@ibec.or.jp URL <http://www.ibec.or.jp/CASBEE>

※不許複製