

Epistula

えびすとら

建設省建築研究所
Building Research Institute

Vol.29

発行：2000. 7

特集 ヒートアイランド現象のコンピュータ予測

ヒートアイランドとは

都市の気温は郊外よりも高く、等温線を描くと同心円状の分布を示すことから、ヒートアイランド(熱の島)と称されています。ヒートアイランド現象がはじめて観測されたのは19世紀のロンドンです。産業革命の時期に霧のロンドンで発見された点が興味深いところです。その後、世界中の多くの都市でヒートアイランド現象が観測され、日本の都市でも頻繁に発生する現象であることが分かっています。ここ数10年間の気温の経年変化を見てみましょう。表1に示すように主な都市の気温は上昇傾向にあり、1年あたりの気温上昇率にすると0.01~0.04 の値になります。地球温暖化はここ100年で約0.5 進んだと言われておりそれをはるかに上回るスピードです。

都市の高温化の原因

都市で発生するヒートアイランド現象。その原因は、都市の表面がコンクリート、アスファルト等で覆われて蒸発冷却能力が弱まったことや都市の集積化によって発生する人工排熱であると考えられています。関東地方をランドサット衛星から眺めると東京23区では過半の緑が消失していることが一見出来ず(図1)。東京都で消費されるエネルギー量は年間819兆kJ(東京エネルギービジョン、東京都)。この熱量で東京ドーム230杯分の水を沸騰させることができます(水の初期温度を20 と仮定したとき)。

ヒートアイランド現象の問題点

夏季における1 の気温上昇は東京都全体で160万kWの電力需要の増加を招くと言われています。この電力量は原子炉1基分の発電容量に相当します。建設省の試算によると7~9月の気温が1 下がると冷房用の電力料金は日本全体で年間200億円削減されることが分かっています。ローレンスバークレー研究所はアメリカ主要都市でヒートアイランド緩和策を講じた場合の省電力による経済効果を500億円程度と推定しています。熱帯夜日数の増加も気になるところです。東京の熱帯夜日数は戦前には年間数日レベルであったのが今では年間30~50日を記録することも希ではありません(図2)。冬の時期にヒートアイランド化が進むとこれらとはまた違った問題が生じます。都市上空に逆転層が形成されて蓋をしたような状態になり大気汚染が深刻化してしまうのです。このようにヒートアイランド現象は都市の省エネルギーや快適性・健康性の面で深刻な影響を投げかけているのです。

都市名	気温上昇率(/年)
札幌	0.0306
仙台	0.0129
新潟	0.0246
東京	0.0297
名古屋	0.0311
大阪	0.0263
広島	0.0425
高松	0.0342
福岡	0.0289
那覇	0.0226

Heat Island

表1：日本各都市の気温上昇率
(1961~1997年の気象庁の観測データから算出)

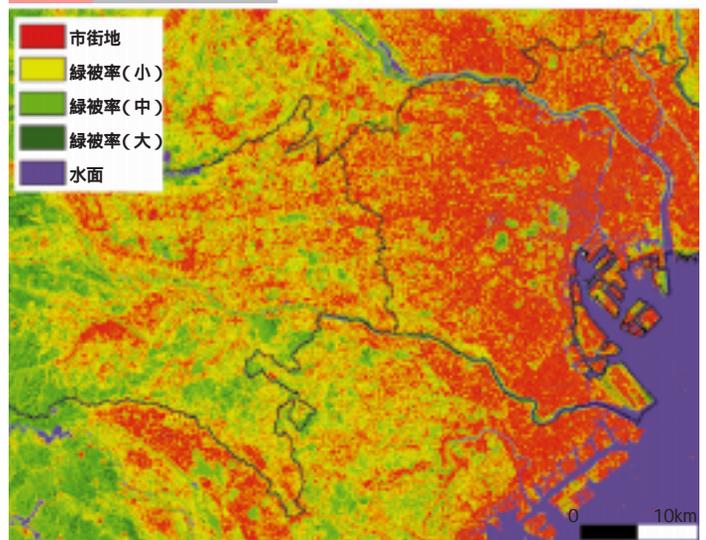


図1：ランドサット衛星から見た関東地方
(衛星データ提供：Space Imaging/宇宙開発事業団)

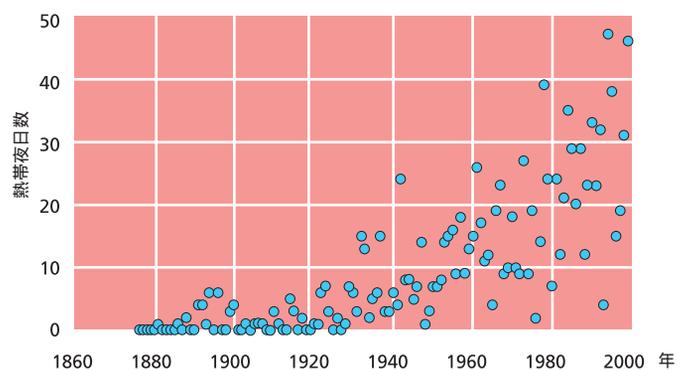


図2：東京の熱帯夜日数

都市開発によるヒートアイランド影響を予測するには

様々なスケールで発生するヒートアイランド現象に私たちはどのように対処すれば良いのでしょうか。建築研究所ではヒートアイランド現象を数値予測する技術開発に取り組んでいます。以下に最近の研究成果を紹介したいと思います。

ヒートアイランド解析を都市開発の場に適用する

総合技術開発プロジェクト「先端技術を活用した国土管理技術の開発(平成11～14年度)」において建築研究所は、ヒートアイランドを数値解析で捕らえ開発計画に適用する技術開発に取り組んでいます。図3はヒートアイランドに係わる環境影響評価の枠組みを示したものです。ヒートアイランド現象は様々なスケールで発生するので、風の性質や開発規模等を考慮していくつかのスケールのモデルを構築しておきそれらを結合(ネスティング)して全体を解析します。解析する主な項目は気温、湿度、風速、放射であり、都市空間の中でこれらがどのように分布するかを時間毎に知ることができます。海陸風や山谷風などの地域の気候風土に適した都市の建物配置、緑地配置、道路配置を評価する計画支援ツールとして活用が期待されています。少ししゃっかいなのは入力データの整備ですが、GIS(地理情報システム)を活用すると関連データの整備・統合化に大変便利です。取り扱うデータは、国土地理院のDEM(250m標高メッシュ) 国土庁の国土数値情報(100mメッシュ) 国土地理院の細密数値情報(10mメッシュ) 自治体の都市計画基本図(ベクターデータ)等であり、これらのデータを任意の場所、任意のメッシュサイズで解析プログラムの入力データに自動変換し、開発計画に際して迅速にデータ提供するシステムを目指しています(図4)。解析プログラムの解析データについてもGISで一括管理することでデータ検索、マップ化を容易に行うことができます。

ヒートアイランド予測のテクニック

共同研究「屋外空間の熱環境設計(平成9～11年度)」では都市気候予測プログラムの開発が行われました。建物が都市風に及ぼす影響やヒートアイランド化による都市のエネルギー効率の変化や人間への生理影響などを知るための工夫が凝らされています。例えば、1)複雑な地形に沿った曲線座標系を導入して境界条件の簡易化、計算の効率化を図る、2)温度成層理論をモデルに組み込んで昼間の対流現象や夜間大気の安定化などを再現する、3)風が建物に遮られて気流の乱れが増大する効果をモデルに組み込んで都市風を再現する、4)建物による日陰効果や屋上緑化、空調システムの特性を考慮して熱負荷計算を行うことによりエネルギー消費量を算出し、都市大気解析条件に組み込む、5)都市気候予測シミュレーションで得られた温熱4要素(気温、湿度、風速、放射)を体感温度に変換して屋外環境の評価を行う、といったことがあげられます。この解析プログラムと上記のGISを含めてシステム化したものをUCSS(Urban Climate Simulation System:都市気候予測システム)と称しています。以下にUCSSの活用例のいくつかを示します。

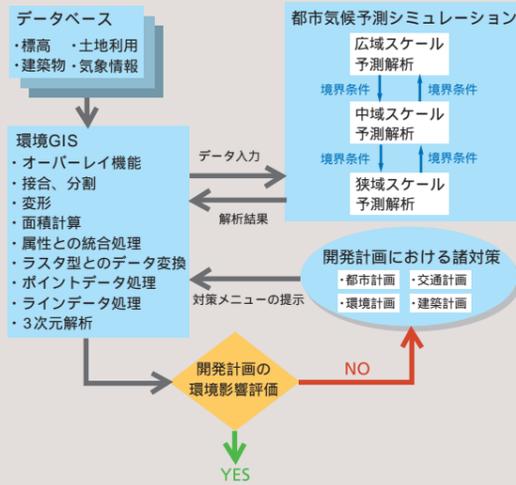


図3：ヒートアイランドに係わる環境影響評価

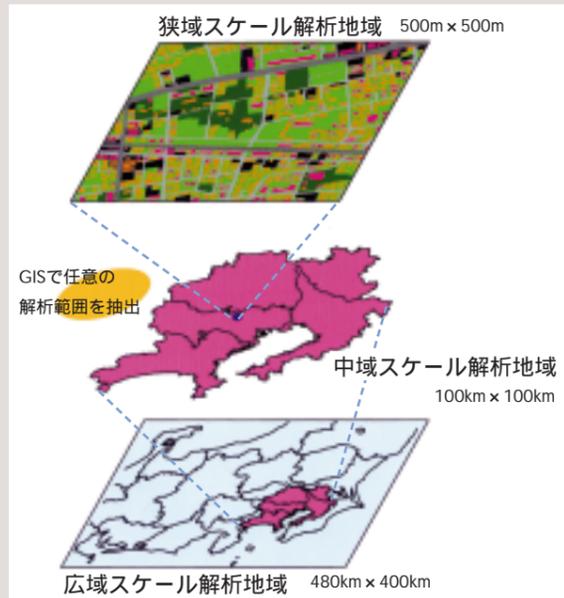


図4：解析エリアのイメージ



写真1：解析地区の航空写真

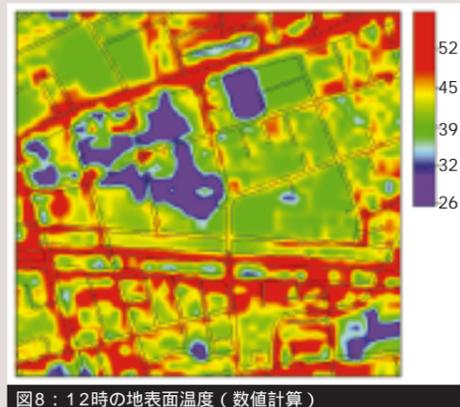


図8：12時の地表面温度(数値計算)

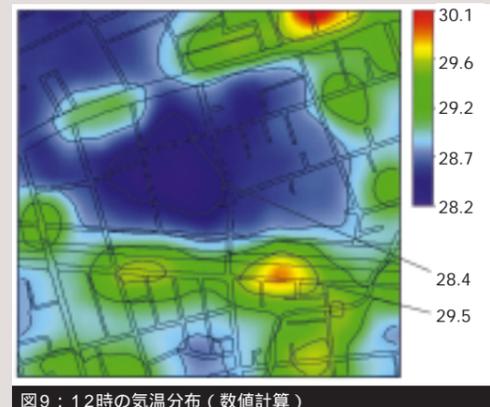


図9：12時の気温分布(数値計算)

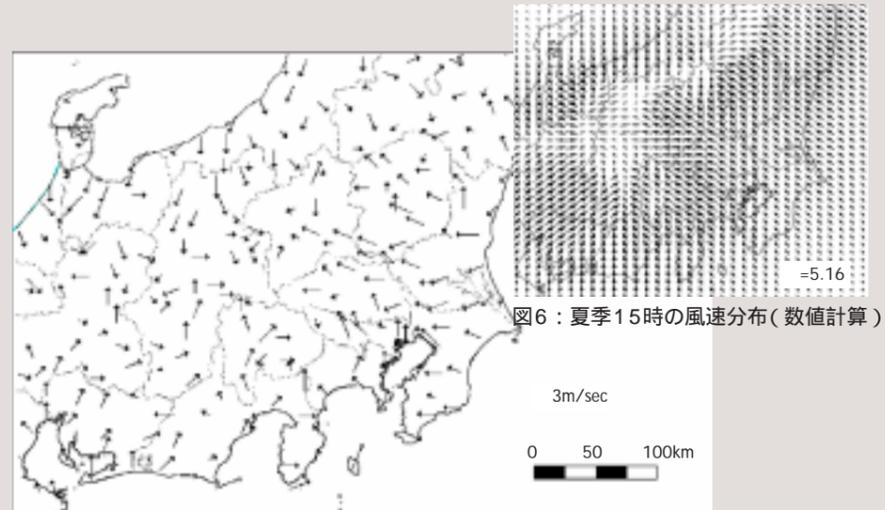


図5：夏季15時の風速分布(アメダスデータ1997年8月21日)

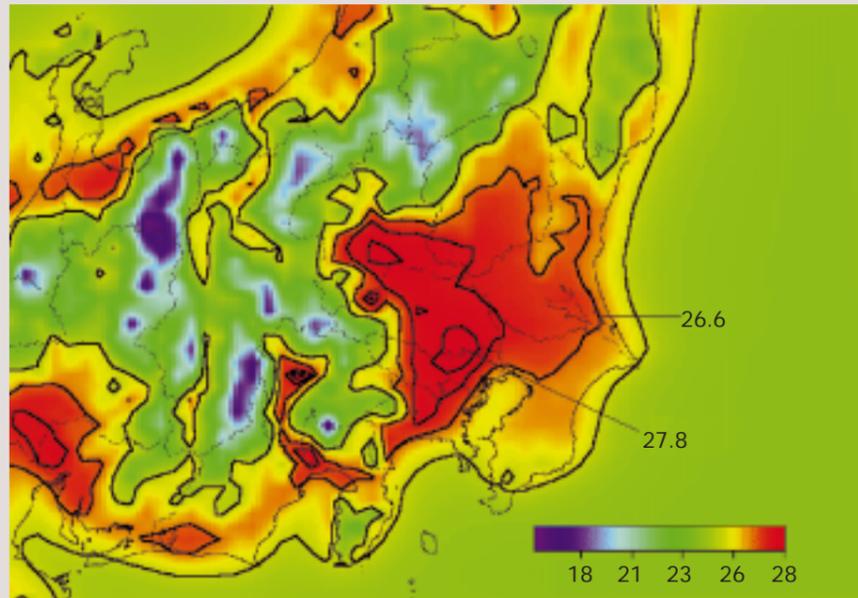


図7：夏季15時の気温分布(数値計算)

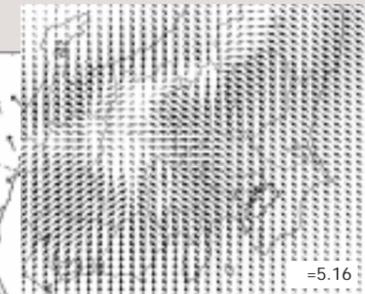


図6：夏季15時の風速分布(数値計算)

Heat Island

東京のヒートアイランド現象を予測する

夏季の晴天日では広大な関東平野に導かれるように海風が陸地に入り込んできます。5月から8月の期間で海陸風が生じる日数は全体の3分の1以上であると言われています。関東地域における本格的な風系調査は光化学スモッグ等の大気汚染が社会問題化した1970年代にさかのぼりますが、現在はアメダス観測が整備されたため手軽に気象データを入手できます。図5はアメダスデータを用いて関東及びその周辺地域の風速分布を示したものです。関東平野における海風の発達状況が見取れます。

標高や土地利用などの複雑な境界条件を入力し、数値計算を行った結果を見てみましょう。図6は日中の風速分布です。関東平野の奥部まで海風が進入しており、アメダスで見られた海風の特徴を良く再現していると言えます。この種の計算は、10年前前はスーパーコンピュータやワークステーションを用いることが多かったのですが、最近の高性能パソコンを用いれば数時間で計算できるようになりました。図7は気温の計算結果を示したものです。首都圏を中心として高温域(図中赤い表示)が形成されており、特に埼玉県あたりに暑熱化が著しいことがわかります。千葉県房総半島では海風の恩恵により気温が低めに表れており地域によって特徴が見受けられます。

もっと細かく見てみよう

写真1は東京都区部のある住宅地です。500m四方の領域についてGISを用いて10mメッシュに分割して、建物、緑地、道路等の土地利用分布を入力して計算を行いました。対流影響を考慮して上空1000mまでを解析領域とし、上空には風向風速の日変動データを設定しました。数値計算の結果を見てみましょう。図8の地表面温度分布は土地被覆の影響が顕著に見受けられます。道路部分が著しく高温化しており、中央の緑地部分が低温になっています。図9は気温の分布を示したものです。表面温度と同様、緑地の周辺ではクールスポットが形成されていることがわかります。大体1.0前後低くなっています。UCSSは、建物の熱負荷計算も行っているので冷房に要する電力量も知ることができます。都市の緑がエネルギー消費のピークカットの役割を担っていることが定量的に分かります。

今後の課題と都市気候情報の提供

ドイツでは地方自治体がクリマアトラス(気候地図)を作成し、都市気候情報を住民に提供する一方で街づくりに活用しています。我が国においても各地の気候特性を考慮し、その特性を活かすための施策が求められていると言えます。ヒートアイランドシミュレーションで得られた都市気候情報を有効に活用するには、冷房の電力料金や体感温度などの分かり易い尺度に集約して住民に提供する必要があります。地域の緑、水、風がどのように生活に関わるかを具体的な数値で示すことにより、環境の価値を身近なものとして理解することができるでしょう。

(足永 靖信)

基準認証研究センター

今回は基準類の国際調和に関する活動の内容について紹介します。

建築に関連する各種の基準類について国際的な調和を推進することは極めて重要な課題となっています。建築研究所においても、その対応のための研究活動を積極的に進めていますが、その中核的な役割を担っているのが、基準認証研究センターです。

他の関連研究と共に、ISO（国際標準化機構）やCIB（国際建築研究情報会議）などの活動に参加して、性能試験法に関する基準類のあり方などの研究を行っているほか、所内委員会の一つである「国際基準・規格委員会」の運営を担当し、所としての対応方針の検討や、関連する情報の収集・整理なども行っています。

最近の動きとしては、1998年から99年にかけて、耐火性能試験装置として、壁炉、柱炉、水平炉を整備しました。構造部材に荷重加熱を行い耐火性能を評価するもので、柱炉で22MN（約2,200ton）、壁炉で4MN

（約400ton）水平炉で1MN（約100ton）の荷重能力を有し、かつ、制御精度並びに規模においても世界最高の水準を誇っています。これにより、これまでにない高軸力下での試験結果など、国際的にも貴重なデータの蓄積を行うことが可能となっています。

今後は、建築分野の国際化の進展に伴い、この分野の活動の重要性はますます大きくなっていくものと思われます。基準認証研究センターでは、試験装置等を有効に活用しつつ、関係各部や所外の関係機関との連携の下、基準類の国際調和を目指した研究の推進を図っていきます。



柱用荷重加熱試験装置

第一研究部

分譲マンションストックは現在400万戸に達し、2010年には築30年以上のストックが100万戸を超えると予想されます。良質な住宅ストック形成の観点から、建替えが必要なマンションについては、建替えが円滑に行われる必要があります。しかし、分譲マンションの建替えは、区分所有者の合意形成が必要なことやマンション特性に応じた建替え手法が確立していないこと等から自力更新が進みにくいのが実状です。

このため、第一研究部ではマンション総プロ（9～13年度）において「分譲マンションの建替え手法の開発」に取り組み、自力更新をサポートする手法・制度開発を行っています。

方針決定の円滑化に向けた研究開発

合意形成に向けては、まず、建替えの必要性が共通認識される必要があります。建替えを想定したマンションの長期管理（運営）計画のルールづくり、既存マンションの老朽度評価とコスト・事業性評価からみた建替え判断指針の作成を行っています。

合意形成の進め方手法の開発

様々な区分所有者の意見調整を行い合意形成を円滑に導くために、推進組織の進め方、コーディネーターや専門家の適切な関わり方、居住者参加の設計計画手法、等に関する研究開発を行っています。

特性に応じた建替え手法・制度の開発

高齢者の多いマンション、団地型マンション、存不適格マンション等の特性に応じた建替え手法及び建替え問題への対応方策の開発を行っています。また、合意形成後の事業実施を円滑かつ安定的に進めるための「建替え事業法」の創設に向けたスキーム開発を行っています。

なお、第一研究部のように社会科学の領域を扱う分野では、実社会が実験の場になり得ます。今後、研究開発を行ったスキーム内容について、フィールドビリティ・スタディーを行い、その実用化・普及化を図っていく予定です。

編集後記

二酸化炭素、メタン、フロンといったガスは、温室効果ガスと呼ばれているそうです。いわゆる、地球温暖化の原因となるためです。これらは、産業の発展とともに、大量に大気に放出されてきたわけですが、現在のペースで温室効果ガスが増加すれば、100年後に約2度、気温が上昇するそうです。またこの2度という温度上昇は、日本が100年間に南に300km移動するのに相当するそうです。しかし、それとは別に

都市部特有の気温上昇の現象としてヒートアイランド現象があるわけです。ヒートアイランド現象による気温上昇はその数倍にもなると予測され、エネルギー問題のみならず、光化学スモッグなど人間に有害な現象を助長することも懸念されています。加熱する大都市を救うためには、建築物や交通機関の低エネルギー化を踏まえた都市構造の再構築、緑の活用、そして住民の意識改革などが必要でしょう。ヒートアイランド現象のコンピュータ予測による解析技術は、それら対応策を検討する上で有効な手段として今後も発展が期待されます。(Y.O)

平成12年度春季研究発表会開催

去る5月10日(水)から16日(火)までの5日間、都市防災研究センター棟において、平成12年度春季研究発表会を開催しました。

この発表会は、前年度に実施した研究成果を発表するもので、研究職員相互の情報交換、研鑽等の促進を図ることを目的として、毎年開催しているものです。

羽生所長(当時)の開会の挨拶に続き、基準認証、構造、住宅・建設経済、生産技術、地震、材料・部材、火災・環境・設備・計画、都市の各部門単位で、総合技術開発プロジェクト、先導研究及び官民連帯共同研究を織り交ぜて発表を行いました。

今年も、所外から講師の方をお招きして、各分野毎に研究の内容、方向性等についてご意見、ご感想を頂きました。参加者は、延べ約650名を得、多くの議論が交わされました。

平成12年度秋季講演会のご案内

毎年開催しております秋季講演会を、11月29日(水)、11月30日(木)の2日間の日程で、東京の有楽町朝日ホールにて開催する予定です。詳細につきましては、次号でお知らせする予定です。

出版のご案内(近刊)

BRI Proceedings No.8

「Workshop on MODELING OF DYNAMIC BEHAVIOR OF WOOD STRUCTURE」

BRI Research Paper No.145

「SEISMIC TEST FACILITY FOR THREE DIMENSIONAL BEAM-TO-COLUMN SUB-ASSEMBLAGES」(Isao NISHIYAMA)

建築研究資料No.95

「英国における公共建築とPFIの現状」(光井 裕二)

建築研究資料No.96

「成熟都市シミュレータVer.1.0 + 景観シミュレータVer.2.05 実務マニュアル」

(小林 英之)



スイレン
Photo K.Bogaki

Epistula

第29号 平成12年7月発行

編集：えびすつら編集委員会

発行：建設省建築研究所(企画部)

〒305-0802 茨城県つくば市立原1

Tel.0298-79-0642 Fax.0298-64-2989

えびすつらに関するご意見、ご質問をお寄せください。また、バックナンバーは、ホームページでご覧いただけます。
(<http://www.kenken.go.jp/epistula.html>)