

2) - 2 ヒートアイランド緩和に資する都市形態の評価手法の開発

【個別重点】

Study on an estimation method of urban morphology for the reduction of urban heat islands

(研究期間 平成 18～20 年度)

環境研究グループ

Dept. of Environmental Engineering

足永靖信

Yasunobu ashie

UHI countermeasures are becoming increasingly important in the Tokyo area in recent years. In this research project, the Earth Simulator, a powerful super computer system, was applied for the first time to find a solution to an urban environmental problem. The CFD technique was adopted to simulate air flow and temperature fields with a 5-m horizontal resolution over scales ranging from the building scale to the entire area of the 23 wards of Tokyo. With the use of the results simulated by the Earth Simulator, urban redevelopment plans which can contribute to the creation of open spaces in the center of Tokyo are discussed from the viewpoint of air temperature mitigation.

【研究目的及び経過】

ヒートアイランド対策大綱では人工排熱の低減、地表被覆の改善、都市形態の改善等が記載されており、保水性舗装の導入や機器の省エネなど個々の対策は積極的に進められてきた。一方、都市スケールの対策については十分に検討が進んでおらず、例えば海風が都市空間に流入することによる気象緩和効果を定量化した事例は少ない。本研究では、スーパーコンピュータを活用した大規模数値解析をヒートアイランドの問題に適用することにより、建築物から都市スケールに至る熱環境解析手法を開発する。そして、建物群の配置形態、オープンスペースの連続性等と都市空間の風通しの関係を詳細に調べることにより、ヒートアイランド緩和効果を検討する。図 1 に研究概要を示す。

【研究内容】

現実の建物配置・形状を解像して計算する方法は CFD (Computational Fluid Dynamics; 数値流体力学) と呼ばれている。ヒートアイランドの数値モデルには大きく、メソスケールモデル、キャノピーモデル、CFD の 3 つが存在する。このうち、CFD を用いれば都市空間の気温分布を細かい解像度で知ることが出来るが、計算負荷の増大は避けられないのが実情であった。

本研究課題では、これまで地球温暖化予測等に使用されてきたスーパーコンピュータ (地球シミュレータ、海洋研究開発機構所有) を活用し、CFD の方法によりヒートアイランド現象を詳細かつ広域に数値解析する技術開発を行う。

東京の地形、建物配置、排熱、上空の気象条件などをコンピュータ内に仮想的に作成する。また、広域解析に適用するに当たり、圧力影響等のモデル修正も実施する。

解析領域は、東京 23 区全域を含む水平 33km 四方、鉛直方向の上端は標高 500m とする (図 2)。空間の分割は水平 5m メッシュ、鉛直 1~10m 程度とし、総メッシュ数は約 50 億 (バッファ領域を含む) である。計算ノード数 300 で 16 時間を要した。都市環境を対象にした計算の中では世界最大規模であると思われる。計算方法の詳細は文献を参照されたい¹⁾。

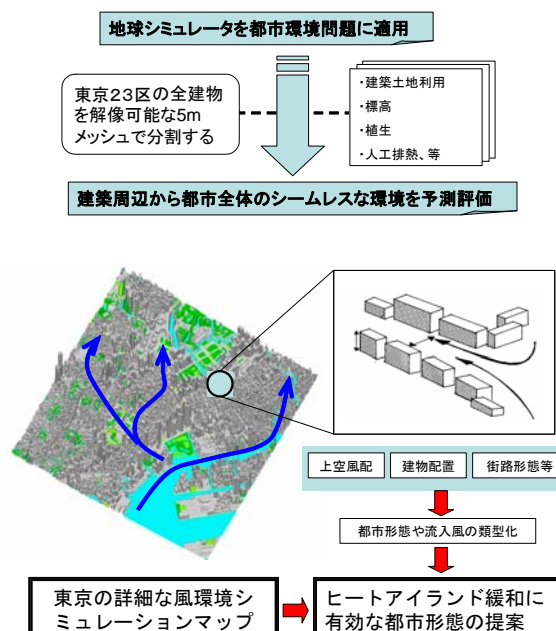


図 1 研究概要

【研究結果】

計算結果から 500m メッシュ平均として地上 100m と地上 10m の風速比と気温差の関係を調べると、両者の間に密接な関係が見られた。風速比が高まると気温差が小さくなる。すなわち、風通しが良い地域は気温が低い。風速比が小さい地域では気温差は 4~5℃に達しており、このような場所は統計的な地域類型では都市型に該当し、都心に数多く見られた。

計算結果の一例として、地上 10m における気温分布を図 3 に示す。この時間帯はほぼ南風が卓越しており、北方の風下になるに従い気温が高くなる。特に、練馬から埼玉にかけて気温が高い。一方、解析領域の右側の臨海部では気温が相対的に低いことがわかる。具体的なデータをここでは示さないが、このような傾向は、東京都の定点観測網 METROS (Metropolitan Environmental Temperature and Rainfall Observation System ; 首都圏環境温度・降雨観測システム) でも見られる。気温分布を細かく見ると、部分的に高温な領域が縞状に形成されていることがわかる。この縞状の高温域 (thermal stripe) は南北に存在しており、地域の風向に沿って分布している。本研究により、都市で発生した熱の移流・拡散の状況を詳細に把握することが出来た。

高分解能の計算結果は、コンピュータを使えば自在な縮尺で表示できるが、ディスプレイの大きさに制限があるので地域全体を判読できるような表示は難しい。一方、都市計画基本図のように大判の用紙へ出力しておけば、デジタル処理のような融通はきかないものの、会議のテーブル上に地図を広げれば数人で一緒に細部を目視できるので計画の討議を行うには適している。そこで、本研究成果の啓蒙・普及に向けて、図 4 に示す「東京ヒートマップ」を作成した。「東京ヒートマップ」は、地球シミュレータによる計算結果を A0 版でカラー印刷したものである。持ち運びを考えて A4 サイズの折りたたみ式としている (ミウラ折り)。地図を広げると、東京 23 区全域の気温分布 (地上 2m) を一望できる。裏面を使って風の状況についても詳細に描かれている (都心 10km 四方、地上 10m)。一般の方からヒートアイランド対策の専門家まで幅広い活用が見込まれる。

【参考文献】

- 1) 足永靖信、東海林孝幸、河野孝昭：地球シミュレータを用いた東京都心 10km 四方における高解像度のヒートアイランド解析、日本建築学会環境系論文集、第 616 号、pp. 67-74、2007.6

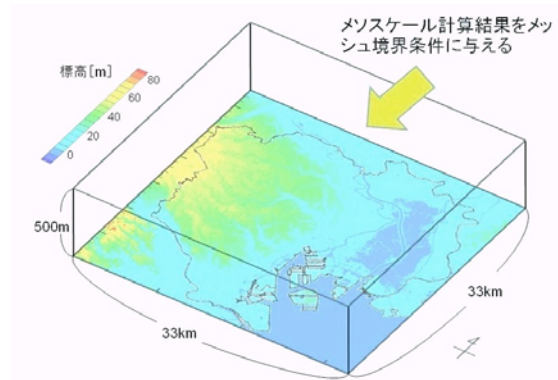


図 2 CFD 解析領域

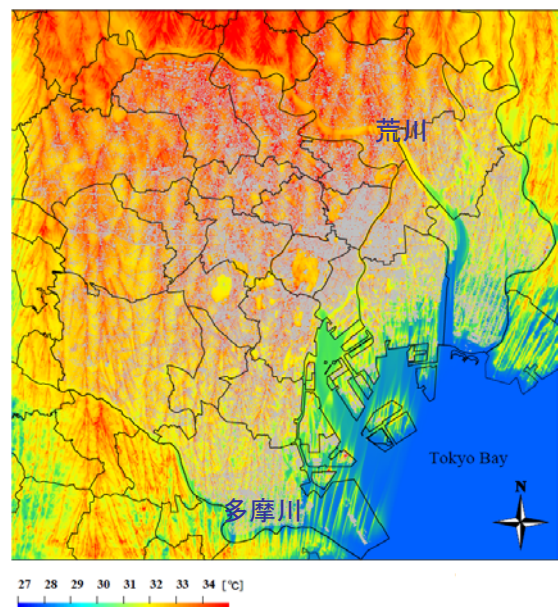


図 3 地上 10m における気温分布 (2005 年 7 月 31 日 14 時)

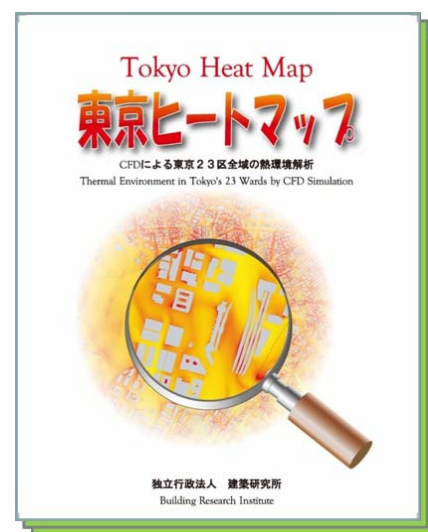


図 4 東京ヒートマップ (建築研究所)