

[報告]

ヒートアイランドに関する気温観測および 数値予測実験の結果について

安藤 晴夫 田村 英寿* 岩坪哲四郎* 市野 美夏**

横山 仁 山口 隆子*** 石井康一郎 平口 博丸*

(*財)電力中央研究所 **非常勤研究員 ***現・都市地球環境部

1 はじめに

東京都環境科学研究所は、2002年の夏から東京都区部にヒートアイランド観測システム METROS を設置し、気象観測を行ってきた^{1,2)}。このうち、METROS20 による多項目高精度気象観測は、2004年度末で終了した。2005年度は、小学校の百葉箱を利用した METROS100 により、都区部の約 100 地点で気温・湿度の観測を行なった。また、(財)電力中央研究所と当所との共同研究として、これまでに構築した数値予測モデル³⁾を、弱風日以外の条件での熱環境やその対策導入を予測評価するために改良し、METROS 観測解析結果と比較・検証した。ここでは、これらの概要について報告する。

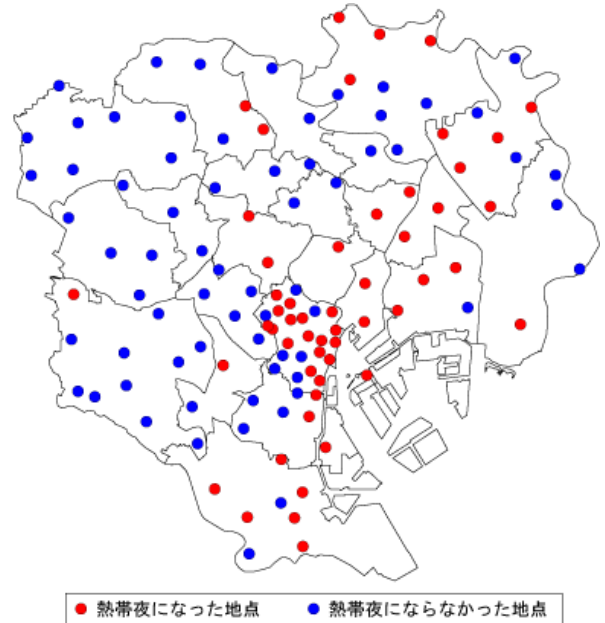


図2 熱帯夜地点の分布 (2005年7月27日)

2 2005年度夏期の気温分布

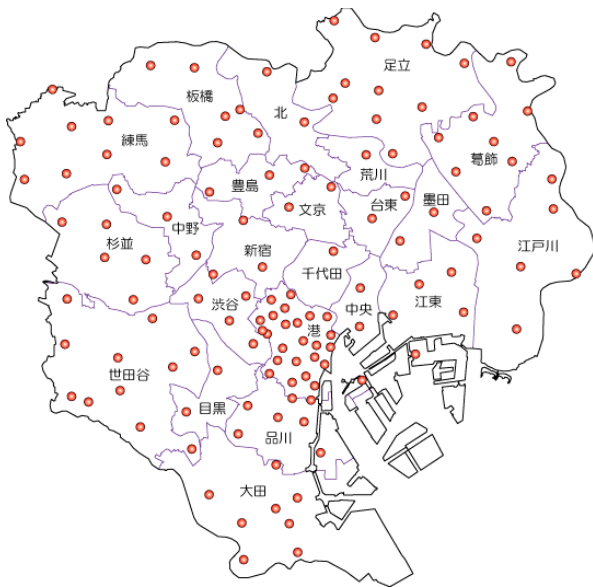


図1 2005年度の気温・湿度観測地点
(港区内の27地点は港区役所が観測)

(1) 観測方法

2005年度は、港区を除く都区部の100地点の百葉箱内に温湿度ロガーを設置し、10分間隔で気温・湿度の観測を行った。港区内については、区が独自に27の観測地点を設け、METROS100 と同一の方法で観測を行ない、そのデータの提供をうけて、都区部全域を対象に解析を行った(図1)。

(2) 観測結果

2005年度の気温観測結果のうち、7~8月については、毎日午前4時と午後2時の気温分布と真夏日および熱帯夜を記録した地点の分布図を作成し、毎週ホームページ上に速報として掲載した。

<http://www2.kankyo.metro.tokyo.jp/heat2/index.htm>

(環境局 HP)

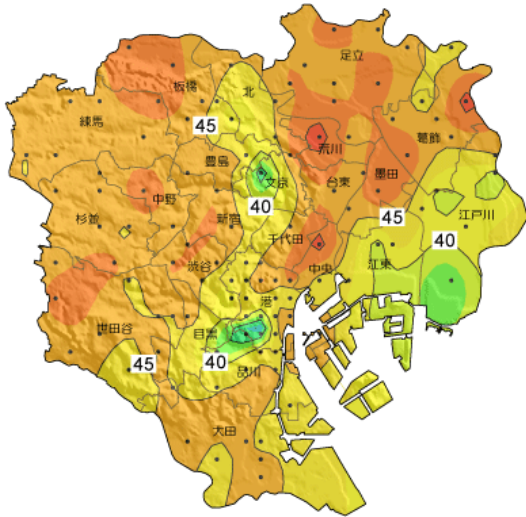


図 3-1 真夏日日数

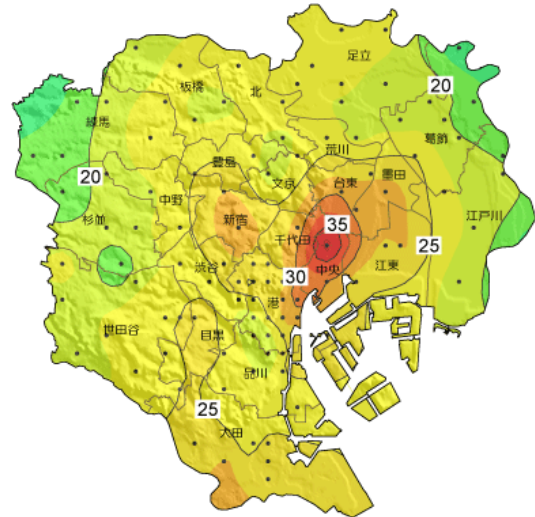


図 3-2 熱帯夜日数

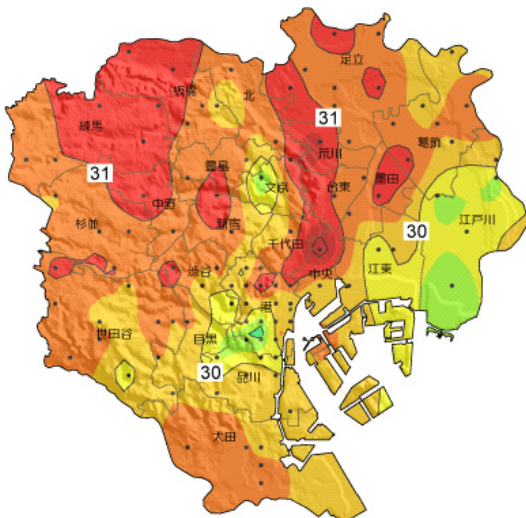


図 3-3 日最高気温平均値 (°C)

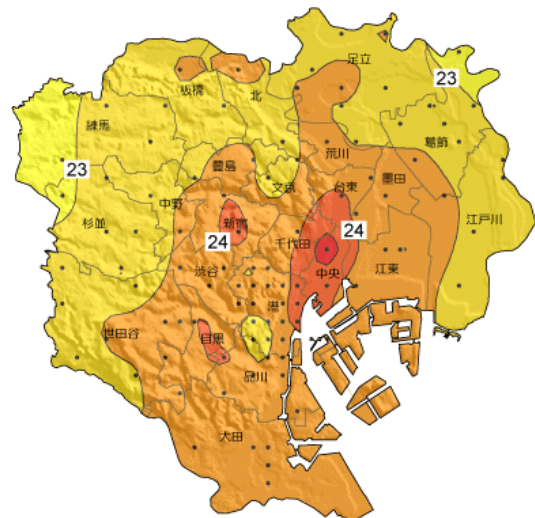


図 3-4 日最低気温平均値 (°C)

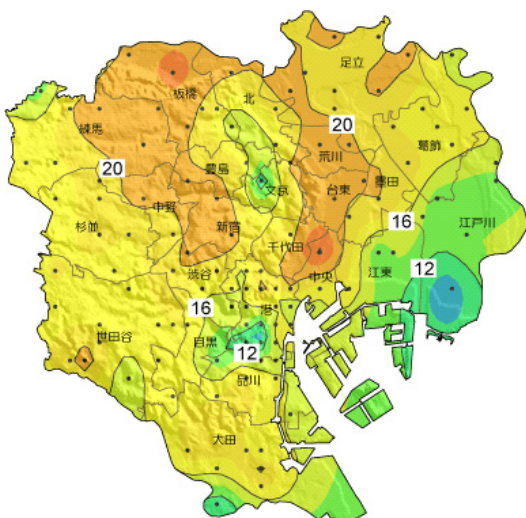


図 3-5 30°C以上の時間割合 (%)

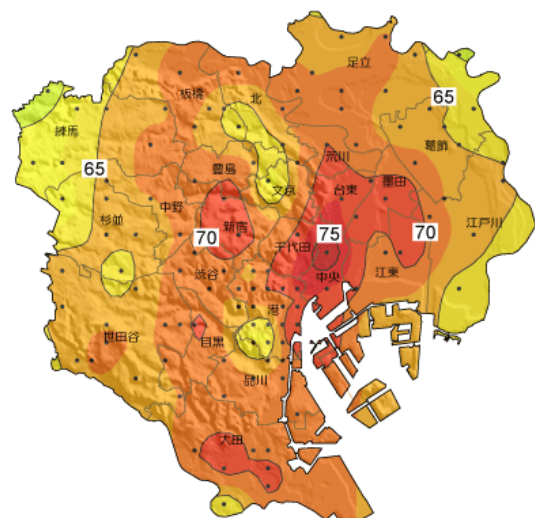


図 3-6 25°C以上の時間割合 (%)

表 1 真夏日、熱帯夜の発生日数 (2005 年 7—8 月)

	真夏日	熱帯夜
全地点	21 日	11 日
90%以上の地点	36 日	18 日
1 地点以上	48 日	36 日

図 2 は、その一例で、2005 年 7 月 27 日に熱帯夜になった地点を赤丸で、ならなかった地点を青丸で示した。この日は、沿岸部から東側に熱帯夜の地点が分布している。表 1 は、2005 年 7、8 月の真夏日および熱帯夜の発生日数を、発生地点数により区分して示したもので、すべての地点が真夏日になったのは 21 日、熱帯夜になったのは 11 日であったことを表している。また、真夏日の場合、全域で一斉になる傾向が熱帯夜よりも強いことが分かる。

図 3 は、夏期の気温データを期間集計して作成した各種の気温分布図である。集計期間は、2002～2004 年度の結果と比較するために 7 月 20 日～9 月 30 日とした。

2005 年夏期の気温分布の特徴は、これまでに報告²⁾した 3 ヶ年と同様に、日中の気温に関する真夏日日数、日最高気温平均値、30℃以上の時間割合は、値の高い地域が都心から北側に広がり、夜間の気温に関する熱帯

夜日数、日最低気温平均値、25℃以上の時間割合は、東京湾岸の都心部で値が高かった。

2002～2005 年の全体的な傾向を比較するため、各年別に真夏日日数と熱帯夜日数の全地点平均日数を求めた。2002、2003、2004、2005 年の真夏日日数は、それぞれ 42、33、48、45 日で、2005 年は 2004 年の猛暑について真夏日日数が多かった。一方、熱帯夜日数は、それぞれ 26、14、29、24 日で、2005 年の熱帯夜日数は 2002 年よりもむしろ少なかった。

なお、港区内の詳細な観測結果については、次の港区役所の HP 上に掲載されている。

<http://www.city.minato.tokyo.jp/joho/tokei/kankyo/heatisland/2005/top.html> (港区役所 HP)

3 広域的な風を計算に考慮するための数値予測手法の開発³⁻⁵⁾

気象条件の違いがヒートアイランド対策技術の効果に及ぼす影響度を検討するための予備的な検討として、以下を実施した。

- (1) 電中研ヒートアイランド予測モデル (CHARM) の改良地衡風 (広域的な気圧傾度によって発生する風、ここでは広域風と同義) を計算に考慮できるよう、以下のモ

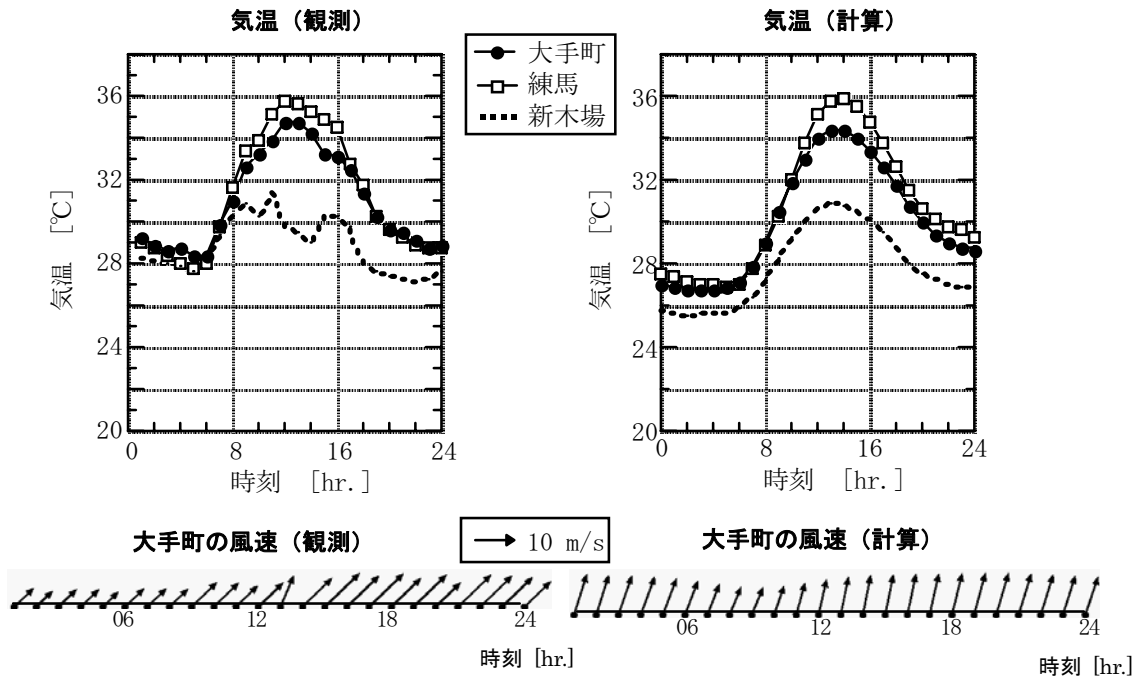


図 4 西風の地衡風日 (8 月 8 日) における気象庁観測データと計算結果との比較

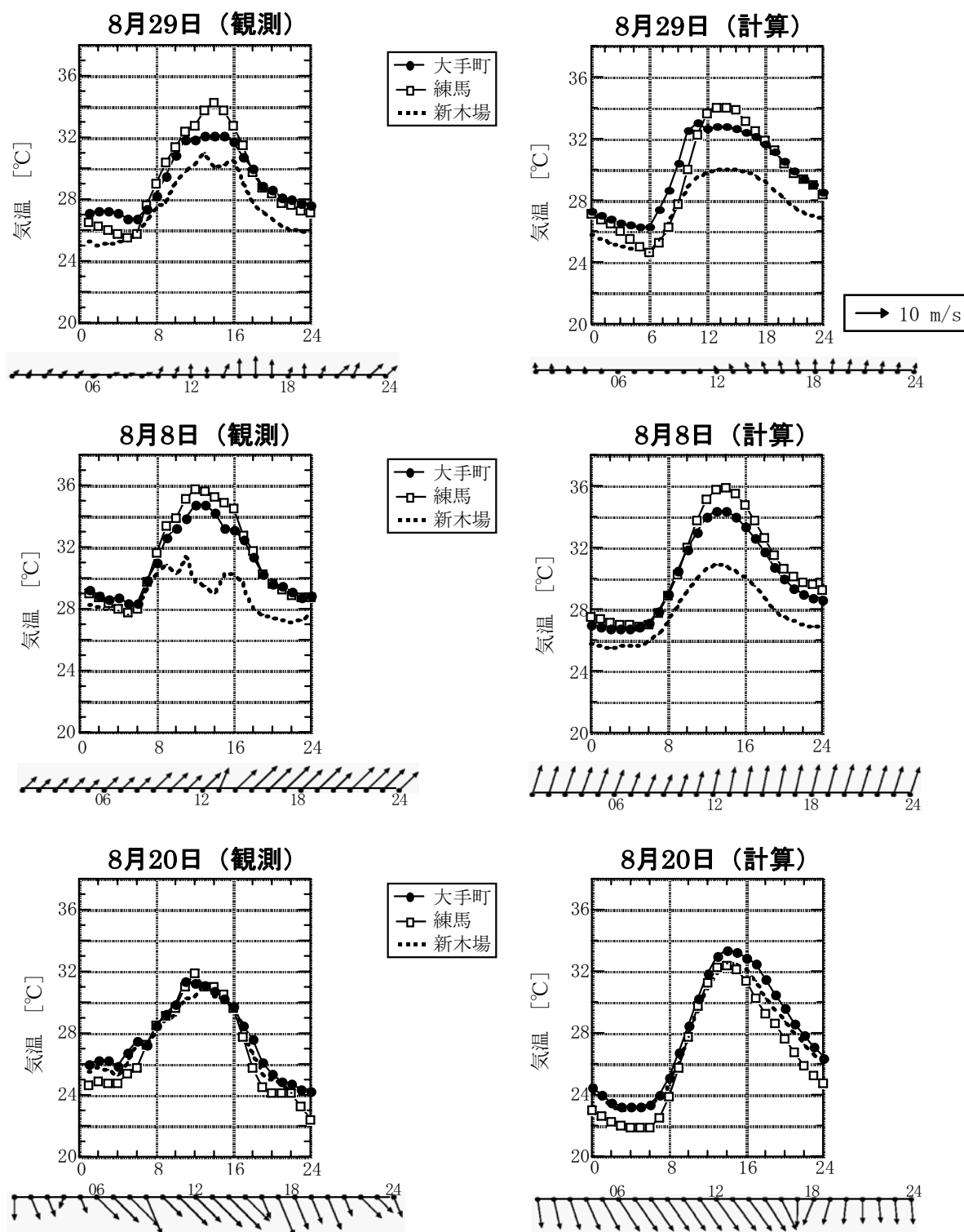


図5 気象庁実気象観測データ（左）と計算結果（右）との比較
 (上：3地点の気温、下：大手町の風速、横軸は時刻 [hr.])

デル改良を行った。

ア 時間的に変化する地衡風の項を水平方向の運動方程式中に組み込んだ。

イ 弱風日を想定して法線方向の変化をゼロと仮定していたこれまでの側方境界条件（気温や水蒸気量）に対して、境界の値を直接設定できるようにした。

(2) 改良した CHARM による再現性の確認

改良したモデルを東京 23 区に適用し、2002 年 8 月における様々な地衡風場（弱風日、西風日、強い南東風日）の晴天日 3 日間を対象とした再現計算を実施した。東京 23 区内の気象庁地上気温観測データからは、日中の湾岸と内陸の気温差が西風日に大きくなり、強い南東風日に小さくなるという特徴が見られた。こうした特徴が計算結果にも現れていることが確認された。例として、西風日について気象観測データと計算結果とを比較した結果を図 4 に、各地衡風場について気象観測データと計算結果とを比較した結果を図 5 に示す。

(3) 地衡風の影響特性の評価

東京の都心部を対象として、地衡風の風向・風速のみを変えた計算結果の相互比較を行った。その結果、都市の気象環境や人工排熱増加時の気温変化に及ぼす地衡風の影響に関して、以下の知見を得た。

ア 地衡風風向が南西風の場合、日中の南よりの風（海風）が強まり（都心の地上 45m 風速は、地衡風ゼロで 2m/s、強い地衡風で 11m/s）、都心部の気温は低下する。逆に北東風の場合、地上付近の風向が北より（陸風）となり、都心部の気温は上昇する（図 6）。

イ 都心部の地上付近の風速が大きいほど、人工排熱増

加に伴う地上気温変化量は小さい。また、地表から放出された人工排熱は主に水平移流と鉛直拡散によって希釈されるが、風速が大きいほど前者の効果が支配的となり、後者の効果は現れにくい。

3 人工排熱分布の推定

人工排熱の時空間的な分布は、数値シミュレーションの入力条件として極めて重要な情報である。また、人工排熱の制御はヒートアイランド対策技術の一つでもあり、その変化量に関する時空間的な分布も重要となる。本研究では、建物および道路交通量が変化した場合の人工排熱分布を推定した。

(1) 建物排熱の推定

東京都都市整備局の都市計画地理情報システムデータをもとに、建物の用途（事務所・店舗・ホテル・病院・スポーツ施設・住宅・工場）および床面積規模（用途別に 1~6 段階）別に、空調および給湯機器（複数の機器が各比率で混在する場合も考慮）を想定した上で（工場を除く）、夏季の平均的な日における 1 時間毎の排熱量を顕熱・潜熱別に算定した。また、将来的な機器の性能向上および建物の省エネ性能向上を見込んだ、15、30 年後の排熱分布も予測した（図 7）^{6,7)}。格子間隔は数値シミュレーションモデルの計算格子間隔にあわせて 500m とした。東京 23 区全体の格子数は約 2,500 である。

(2) 道路交通排熱の推定

道路交通センサスデータをもとに、夏季における自動車空調なども考慮し、建物排熱と同様、夏季の平均的な日における 1 時間毎の排熱量を顕熱・潜熱別に推定した。

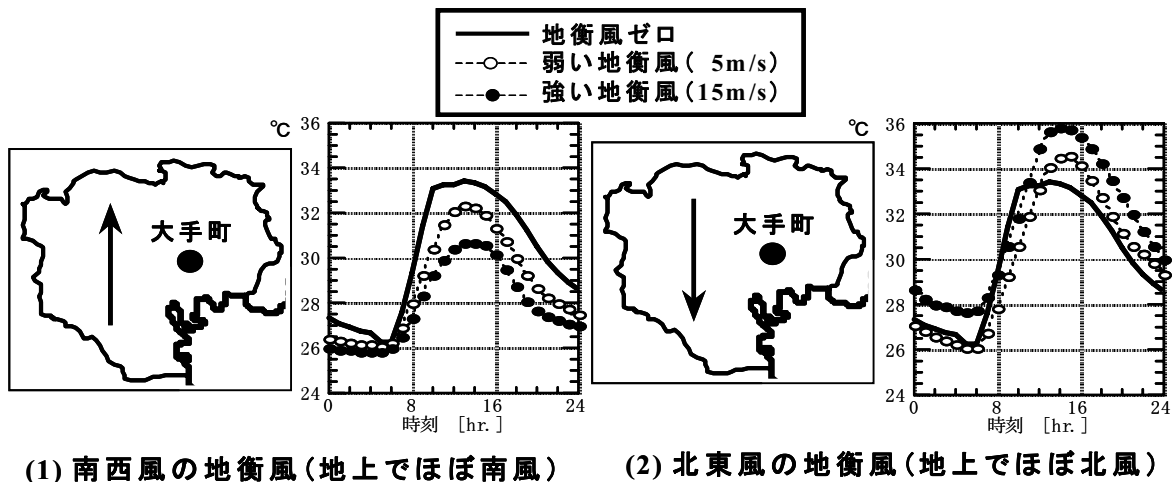


図 6 地衡風の風向と地上気温（大手町）との関係

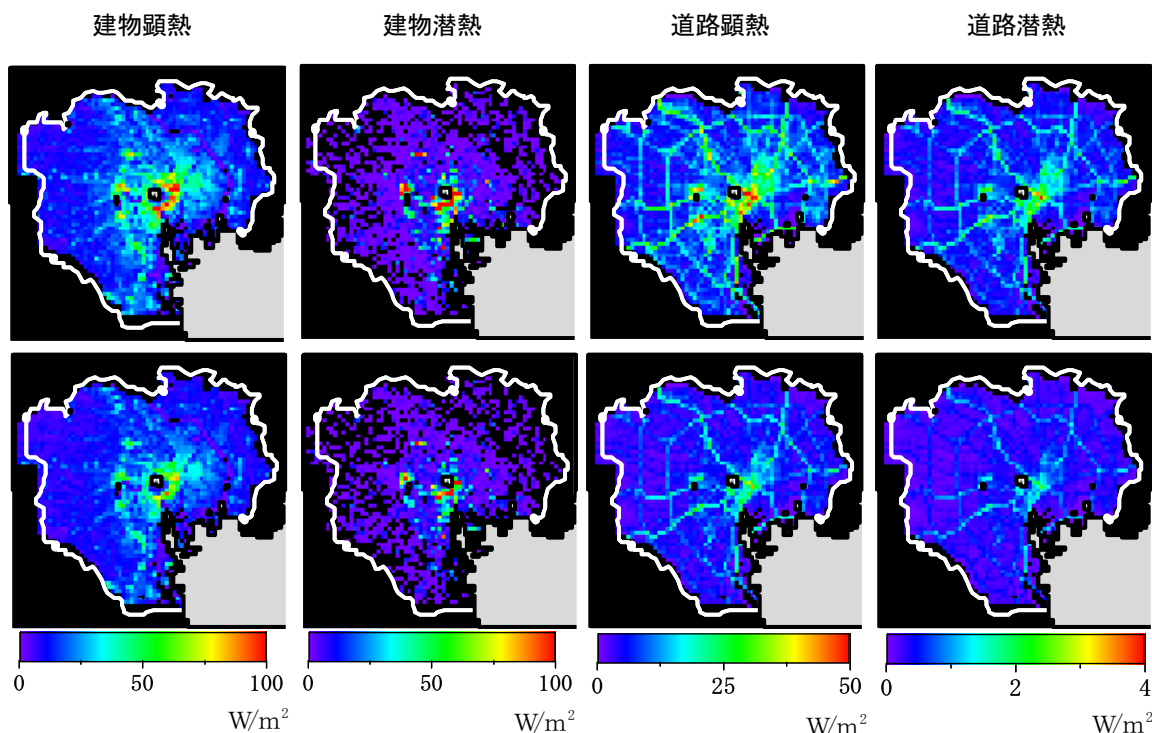


図7 日平均排熱量の分布 (上：現状、下：30年後)

燃料消費原単位は車種(4種類)別・燃料種別に想定し、旅行速度は幹線道路・細街路別に設定した。なお、新設道路は環境局自動車公害対策部の設定⁸⁾に従った。また、将来的な燃費の向上、旅行速度の改善を見込んだ、15、30年後の排熱分布も解析した(図7)。東京23区全体の格子数は建物排熱の場合と同様に約2,500である。

参考文献

- 1) 安藤晴夫・塩田勉・森島濟・小島茂喜・石井康一郎・泉岳樹・三上岳彦：2002年夏期における都区部気温分布の特徴について、東京都環境科学研究所年報 2003, pp.81-87 (2003)
- 2) 横山仁・安藤晴夫・山口隆子・市野美夏・秋山祐佳里・石井康一郎・三上岳彦：夏期における東京都区部のヒートアイランドの実態について—2002年～2004年におけるMETROS観測結果—、東京都環境科学研究所年報 2005, pp.3-9 (2005)
- 3) 田村英寿・石井康一郎・横山仁・岩坪哲四郎・平口博丸・安藤晴夫・山口隆子・三上岳彦・市野美夏・秋山祐佳里：三次元数値シミュレーションによる東京23区のヒートアイランド対策効果予測、電力中央研究所研究報告、N05032, (2006)
- 4) Hidetoshi Tamura, Koichiro Ishii, Hitoshi Yokoyama,

Tetsusiro Iwatsubo, Hiromaru Hirakuchi, Haruo Ando, Takako Yamaguchi, Takehiko Mikami, Mika Ichino and Yukari Akiyama : Numerical prediction of heat island mitigation effect on decrease in air temperature in Tokyo, 6th symposium on the Urban Environment, The 86th AMS Annual Meeting, 6URBAN-JP.1.10, (CD-ROM preprint) (2006)

- 5) 田村英寿・平口博丸：広域風の影響下での都市熱環境予測手法の開発、電力中央研究所研究報告、N05033, (2006)
- 6) 総合エネルギー調査会：今後のエネルギー政策について報告書、統合部会・需給部会報告書 (2001)
<http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g10713bj.pdf>
- 7) 環境省HP：平成16年度第1回地球温暖化対策技術検討会 (2004)
http://www.env.go.jp/earth/gijyutsu_k/16_01/index.html
- 8) 東京都環境局自動車公害対策部：平成12年度都内自動車走行量及び自動車排出ガス量等算出調査報告書 (2002)