

都市気候モデルの作成と その応用

気象庁気候・海洋気象部気候情報課情報係長

いしはら こうじ
石原 幸司

1. 都市気候モデル開発の経緯

気象庁では、気象研究所で開発された気候モデルを用いて、地球温暖化の進行に伴う気候変化のシミュレーション結果を、平成8年度より「地球温暖化予測情報」として公表しています。同予測情報は現在、第4巻まで公表されており、昨年刊行された「地球温暖化予測情報第4巻」では、今まで使われてきた地球全体を対象とした全球気候モデル（水平解像度約400km）をもとに、さらに日本付近だけを細かく計算する地域気候モデル（水平解像度40km）を用いたシミュレーション結果を公表しました。図1は全球気候モデルと地

域気候モデルによる現在の1月の降水量の再現分布を示しています。この図を見ると、水平解像度の細かい地域気候モデルの方が1月の日本海側の降水が多い状態を再現しており、地域ごとの細かい気候変化を予測するためには、より水平解像度の細かい気候モデルによるシミュレーションが重要であることがわかります。

図2は大気中の二酸化炭素濃度が年率1%で増加し続けた場合のおよそ70年後の冬（1月）が現在の冬からどの程度気温が変化するかを、地域気候モデルを用いて予測した結果です。この図を見ると、九州、北海道をはじめ日本付近のほぼ全域で2以上の上昇を予測していることがわかります。しかし、水平解像度40kmの地域気候モデルでも、市町村レベルでの温暖化対策策定に必要な

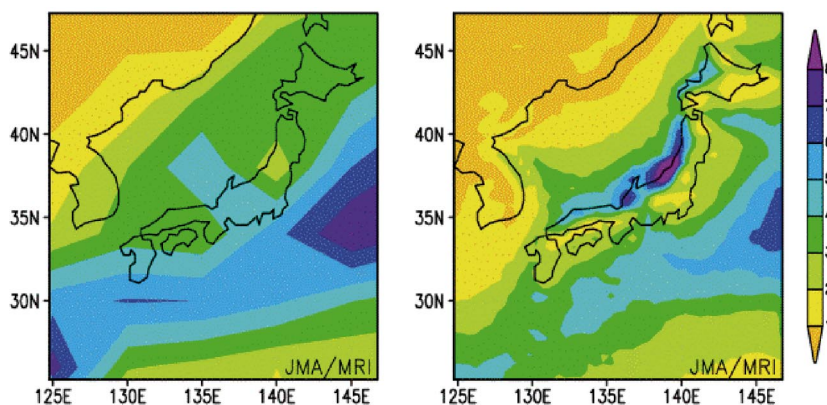


図1 全球気候モデル（左）と地域気候モデル（右）を用いての現在の1月の降水量の再現分布（単位：mm/日）

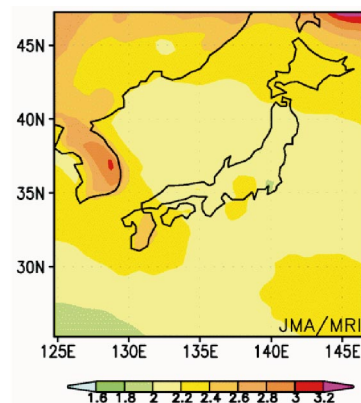


図2 地域気候モデルを用いての約70年後の1月の気温変化（単位： $^{\circ}\text{C}$ ）

な、より細かい情報の提供にはまだまだ不十分であると言わざるを得ません。特に、日本の多くの大都市圏付近では都市化に伴うヒートアイランド現象といった都市独特の気候（都市気候）が出現しており、地球温暖化に伴う昇温とは別の原因でさらに気温が高くなっています。例えば、この100年間に日本の中小都市の年平均気温はおよそ1.0の割合で上昇しましたが、東京（大手町）の年平均気温はその3倍のおよそ3.0 /100年の割合で上昇しています。これは、都市化に伴う昇温がいかに関東地方の気温を上げているかを示しています。

そこで、地球温暖化進行時におけるヒートアイランド現象を含む詳細な気温変化などを評価し、地域における対策策定に資するために、気象庁では平成14年度より、ヒートアイランド現象を再現できる都市気候モデルによる、水平解像度1kmの詳細なシミュレーションに取り組んでおり、現在は関東地方を対象とした実験を進めています。

2. 都市気候モデルに与えるデータ

この都市気候モデルでは、地表面の境界条件として標高などの地形データや土地利用データ、人工排熱量データを与え、大気データとしては数値



図 4 都市気候モデルの地形（2 km メッシュ）
国土地理院提供の国土数値情報（平成9年版）に基づく。

予報で用いられている客観解析結果を与えることで、気温、風、湿度の分布を計算することができます（図 3 参照）。

地形データや土地利用データは、国土地理院が公開している国土数値情報を利用しています。このモデルでは各メッシュに対して、国土数値情報をもとに土地利用形態を都市、森林、水面、裸地、草地、水田の六つのカテゴリーに分け、そのおののから大気に放出される熱や水蒸気の量を面積加重平均することで、各格子のエネルギーフラックス値としています。図 4 は平成9年（1997年）時の標高データ、図 5 は土地利用データから求めた草地、都市カテゴリーの分布（ともに2 km メッシュ）です。

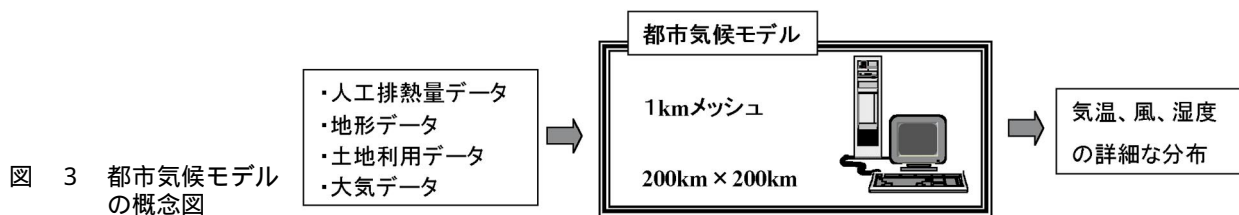


図 3 都市気候モデルの概念図

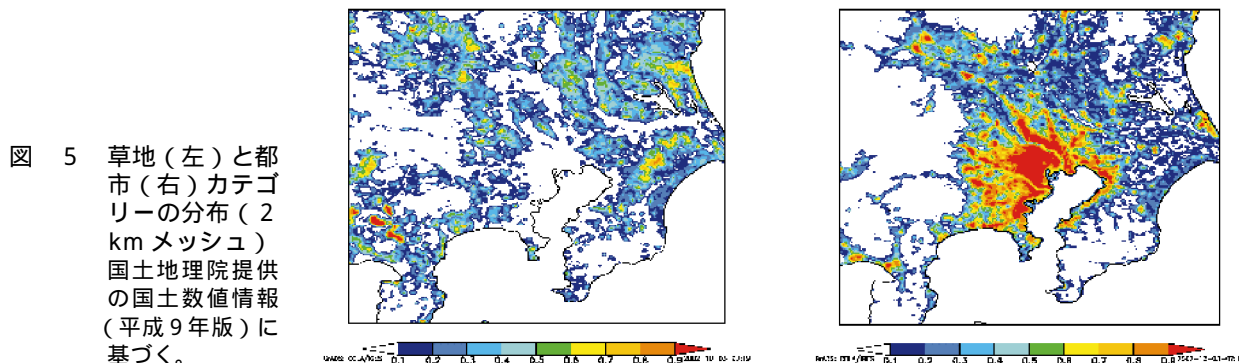


図 5 草地（左）と都市（右）カテゴリーの分布（2 km メッシュ）
国土地理院提供の国土数値情報（平成9年版）に基づく。

また、人工排熱量データは、メッシュごとのエネルギー消費量データをもとに算出されたデータを用いており、現在は資源環境技術総合研究所（現：産業技術総合研究所）で算出された1990年頃の人工排熱量データを利用しています（詳細は、資源環境技術総合研究所「大都市における夏季高温化対策技術の評価手法の開発」（平成9年3月）を参照）。

3. 開発の現状

現在、都市気候モデルは水平解像度2 kmで現在のヒートアイランド現象の再現実験を行っています。結果の一例として、2002年8月6日16時のシミュレーション結果を図6に示します。図6は水戸付近の気温を基準とした気温差の分布図です。この図を見ると、東京湾沿岸から埼玉県、群馬県にかけての内陸部に水戸との気温差が4以上の高温域が広がっていることがわかります。今後は、モデルの水平解像度を現在の2 kmから開発目標としている1 kmに細密化して、再現実験を行い実用化に向けた精度の評価を行うこととしています。

4. 「地球温暖化精密予測情報」の提供に向けて

都市気候モデルは土地利用データ、人工排熱

温室効果ガス排出シナリオ

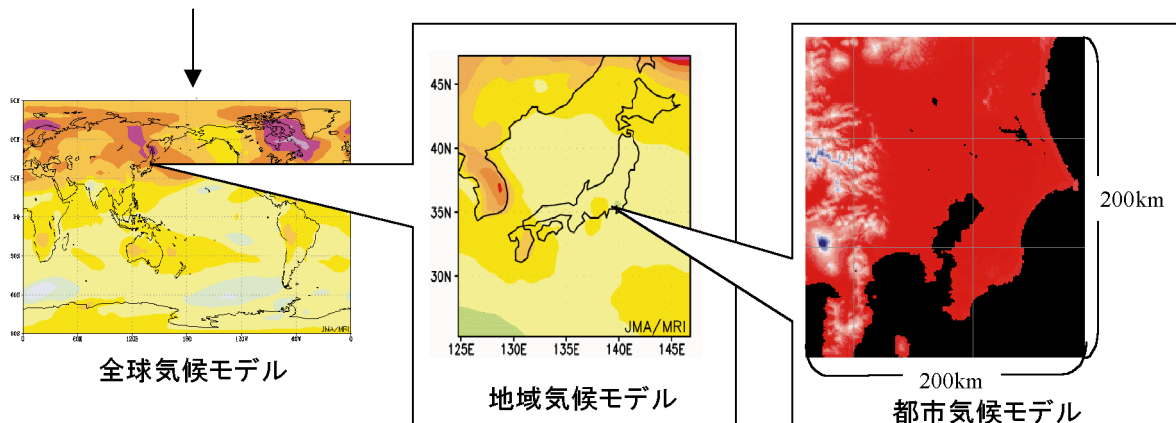


図7 都市気候モデルを用いた「地球温暖化精密予測情報」の提供の概念図

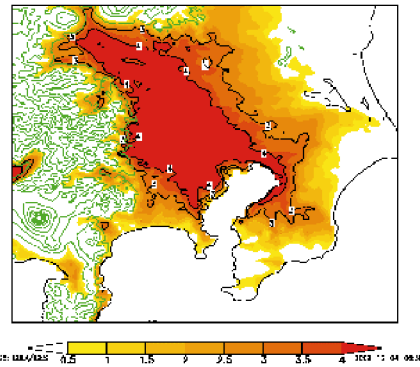


図6 2002年8月6日16時における、水戸との気温差の分布（2 kmメッシュ）

量、大気データを境界条件に与えることで、詳細な気温分布などが計算可能となります。ここで、各種境界条件に地球温暖化進行時（例えば約100年後）を想定した仮想データを与えると、地球温暖化進行時の詳細な気温分布等を推定することとなり、その結果を平成14年度より「地球温暖化精密予測情報」として提供していく予定です。

ここで、土地利用データ、人工排熱量データとともに、将来の社会変化等を考慮に入れたシナリオの形で与える必要があります。また、都市気候モデルによる予測には、その期間に対応した地域気候モデルおよび全球気候モデルの予測が不可欠（図7参照）で、多くの事例について予測を行うためには、地域気候モデルによる予測を冬のみならず通年で行う必要があります。「同予測情報」の提供に向けた開発等を行っています。