

WRFによる名古屋都市圏温熱環境・風環境シミュレーション（その4） 2030年代・2050年代・2070年代における将来予測の比較

正会員 ○高橋 佑輔^{*1} 正会員 黒木 美早衣^{*1}
正会員 飯塚 悟^{*2} 正会員 金原 和矢^{*3}
正会員 伊藤 奨^{*1} 正会員 日下 博幸^{*4}
正会員 原 政之^{*5}

都市 温熱環境 将来予測
気象モデル WRF

1. 序

地球温暖化のような大規模スケールの現象解析と、都市ヒートアイランドのような局所スケールの現象解析を併せて行うための手法として、近年、数値モデルを用いたダウンスケーリング研究が多くの注目を集めている。

筆者らは既報^{1), 2)}において、領域気象モデル WRF (Weather Research and Forecasting) を用いて 2070 年代の名古屋都市圏における温熱環境・風環境の将来予測を行ってきた。この将来予測は全球スケールから都市スケールまでのダウンスケーリングである。これまでは 2070 年代のみを対象としてきたが、持続可能な都市環境を考えていく上では、2070 年代に限らず中長期的な環境の推移を把握することも重要である。本報では、2070 年代に加えて、2030 年代と 2050 年代を対象とした将来予測も行い、その変化を比較する。

2. シミュレーションの概要

2.1 解析領域と解析日時

本研究では、名古屋都市圏（図 1 の第 3 領域）を対象として、2030 年代、2050 年代、2070 年代それぞれの年代の温熱環境の将来予測を行った。また、比較のために現状再現として 2010 年の解析も行っている。

将来予測、現状再現解析ともに、8 月の 1 ヶ月間を対象とした。ただし、助走計算を含めるため、それぞれ 7 月 30 日 9 時から時間積分を開始した。

2.2 シミュレーションモデル

領域気象モデル WRF を用いた。図 1 と表 1 に示す第 1 領域から第 3 領域の 3 段階のネスティングを使用した。解析条件の詳細、WRF の予測精度に関しては文献 1, 2 を参照されたい。

2.3 将来予測手法

将来予測は Kimura らの擬似温暖化手法³⁾を用いて行った（擬似温暖化手法の詳細については文献 1, 2 も参照）。この手法ではバックグラウンドとして将来の地球温暖化の影響を考慮することができる^注。本研究では、IPCC SRES (Special Report on Emissions Scenarios) A1B シナリ

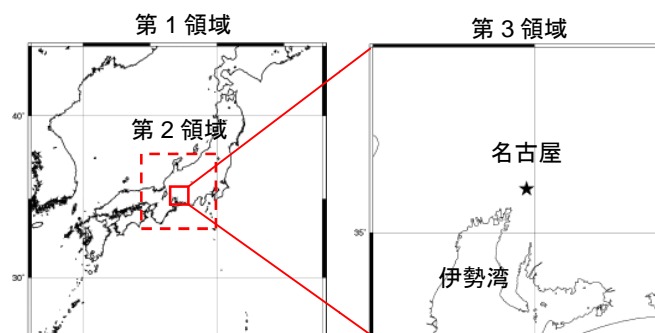


図 1 解析領域

表 1 解析領域の大きさと格子数

領域	大きさ [km ³]	格子数
第 1 領域	1975 × 1975 × 21	79 × 79 × 34 (水平格子 25 km)
第 2 領域	500 × 500 × 21	100 × 100 × 34 (水平格子 5 km)
第 3 領域	120 × 120 × 21	120 × 120 × 34 (水平格子 1 km)

オ⁴⁾に基づいて擬似温暖化手法を適用した。将来予測においては本来、それぞれの年代に対する土地利用シナリオや人工排熱シナリオなども考慮する必要がある。しかし筆者らの知る限り、これらの将来シナリオは未だ十分に計画・整備されていない。そこで本研究では、土地利用データや人工排熱データは現状再現解析と同じものを用いた。これらの将来シナリオの導入は今後の課題である。

3. 解析結果

3.1 気温日変化

図 2 に 2010 年、2030 年代、2050 年代、2070 年代それぞれにおける名古屋（図 1 の★印位置）の気温（地上 2m）の日変化を示す。ただし、ここに示す気温は時刻別に 8 月の 1 ヶ月分を平均したものである。図 3 は図 2 の 2030 年代、2050 年代、2070 年代それぞれの結果と、2010 年の結果との気温差の日変化である。2030 年代、2050 年代、2070 年代の結果は全て、現状に対する気温上昇が 1 日を通じてほぼ一定となっており、それぞれ約 1.5℃、約 2.5℃、約 3℃の上昇である。また、年代が進むにつれて、気温上昇率は徐々に小さくなっている。これらは、本研

究で行っている将来予測が地球温暖化の影響のみを考慮していることと、その地球温暖化に関する CO₂ 排出シナリオとして A1B シナリオを用いているためと考えられる。ここで、A1B シナリオは高成長社会シナリオと呼ばれるものであり、CO₂ 排出量が 2050 年代でピークを迎え、その後徐々に抑えられるシナリオである。このシナリオが反映され、2050 年代–2070 年代間では 2030 年代–2050 年代間に比べて地球温暖化率が緩和され、その結果、気温上昇率が小さくなったと考えられる。

3.2 気温ヒストグラム

図 4 に 8 月 1 ヶ月間の気温のヒストグラムを示す。年代が進むに従い、全体的に分布が高温側にシフトしていることが分かる。ピーク時間数を持つ気温は、2010 年と 2030 年代で 27℃、2050 年代と 2070 年代で 29℃である。2010 年以外のケースは全て最低気温が 25℃以上となり、8 月 1 ヶ月間全ての日で熱帯夜が生じる結果となっている。また、猛暑日とされる 35℃以上となる時間数は、2010 年で 25 時間、2030 年代で 70 時間、2050 年代で 113 時間、2070 年代で 139 時間となっている。2010 年から 2030 年代にかけては、35℃以上となる時間数が 2.8 倍、2070 年代に至っては 5.6 倍となっており、年代が進むにつれて猛暑となる時間数が激増している。

3.3 月平均気温分布

図 5 は 2010 年、2030 年代、2050 年代、2070 年代それぞれにおける名古屋都市圏（図 1 の第 3 領域）の 1 ヶ月平均気温分布（全 744 時間を平均）を示したものである。年代が進むにつれて、名古屋都市圏全域においてほぼ均一に気温が上昇しており、全ての年代において名古屋を中心とするヒートアイランドが形成されている。

4. まとめ

2030 年代、2050 年代、2070 年代における名古屋都市圏温熱環境の将来予測を行った。今回用いた将来シナリオの場合、2030 年代、2050 年代、2070 年代の名古屋の月平均気温は、2010 年の現状と比較してそれぞれ約 1.5℃、約 2.5℃、約 3℃上昇する結果となった。また、2030 年代以降では 8 月 1 ヶ月間全ての日で熱帯夜が生じた。

注 擬似温暖化手法を適用する際のグローバルモデルとしては、大気海洋結合モデル MIROC を用いた。本研究では、1 つのグローバルモデルのみで擬似温暖化手法を用いているため、この点に不確実性を含むことに注意されたい。

謝辞 本研究は文部科学省「気候変動適応研究推進プログラム」の一環として行ったものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 飯塚ら (2010) 日本建築学会環境系論文集, 75 (647), pp.87-93.
- 2) 飯塚ら (2011) 日本建築学会環境系論文集, 76 (662), pp.425-430.
- 3) F. Kimura et al. (2007) The Final Report of the ICCAP, Research Institute for Human and Nature (RIHN), Kyoto, Japan.
- 4) IPCC Forth Assessment Report (2007) Climate Change 2007.

*1 名古屋大学大学院環境学研究科 修士課程
 *2 名古屋大学大学院環境学研究科 准教授・博士（工学）
 *3 名古屋市役所 修士（工学）
 *4 筑波大学計算科学研究センター 准教授・博士（理学）
 *5 独立行政法人海洋研究開発機構 技術研究主事・修士（理学）

Graduate Student, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University
 Associate Prof., Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University
 Nagoya City Hall
 Associate Prof., Center for Computational Sciences, University of Tsukuba
 Research Scientist, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

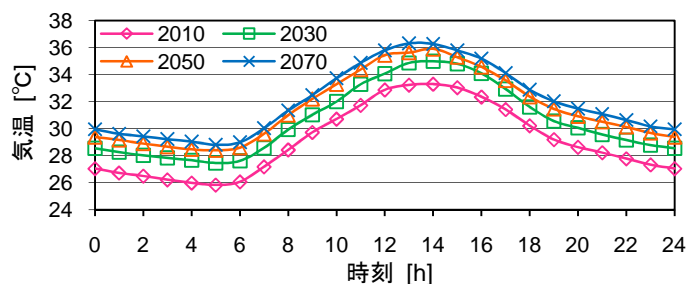


図 2 気温日変化の比較（名古屋，地上 2m）

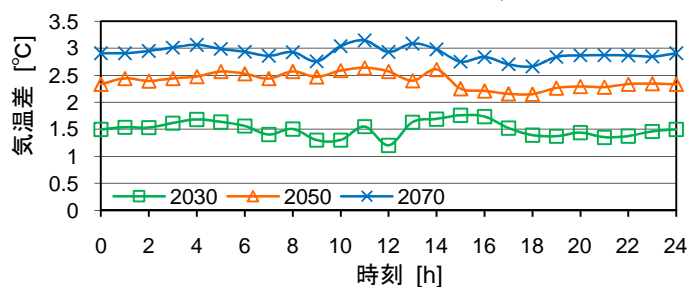


図 3 気温差の日変化（名古屋，地上 2m）

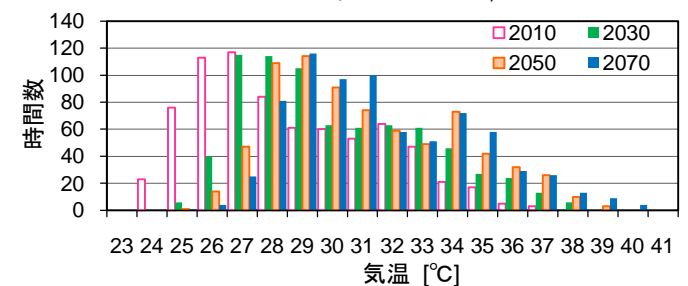


図 4 気温ヒストグラム（名古屋，地上 2m）

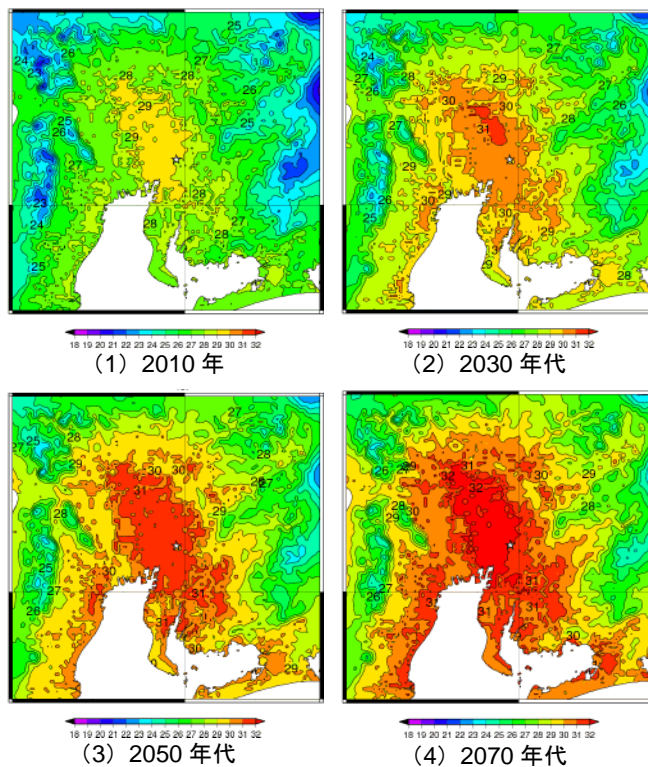


図 5 月平均気温分布（744 時間平均，地上 2m）