

2. 都市気候モデルで再現されたヒートアイランド現象

この章では、付録3に示す都市気候モデルを用いて再現した、関東、近畿、東海地方のヒートアイランド現象の解析結果等を示す。

2.1 2017年8月のヒートアイランド現象

関東地方では、東京都心部から埼玉県南東部で都市化の影響が明瞭に現れていた。
 近畿地方では、大阪平野東部で都市化の影響が明瞭に現れていた。
 東海地方では、愛知県西部で都市化の影響が明瞭に現れていた。
 2017年の都市化の影響は、関東地方では最近9年間の中で比較的小さく、近畿、東海地方では最近9年間の平均程度であった。
 都市化の影響は日中より夜間の方が大きかった。

2.1.1 2017年8月の概況

2017年8月は、日本の南海上で平年に比べて太平洋高気圧の西への張り出しが強かったため、沖縄・奄美では晴れた日が多く、月間日照時間はかなり多かった。また、月平均気温もかなり高かった（平年差+1.4で1946年の統計開始以来8月としては記録1位を更新）。西日本でも晴れて気温が高い日が多く、月平均気温は高かった。一方、北・東日本太平洋側では、上旬から中旬にかけてオホーツク海高気圧が出現したため、北東からの冷たく湿った空気が入りやすかった。また、太平洋高気圧の北・東日本への張り出しは平年に比べて弱く、前線や湿った気流の影響を受けやすかった。このため、北・東日本太平洋側では曇りや雨の日が多い不順な天候となって月間日照時間がかなり少なくなり、特に北日本太平洋側では気温の低い日が多かった。月降水量は、沖縄・奄美で少なかった一方、東日本日本海側では、気圧の谷や湿った気流の影響を受けたほか台風第5号の影響も受けたため、かなり多かった。（図2.1.1、図2.1.2）

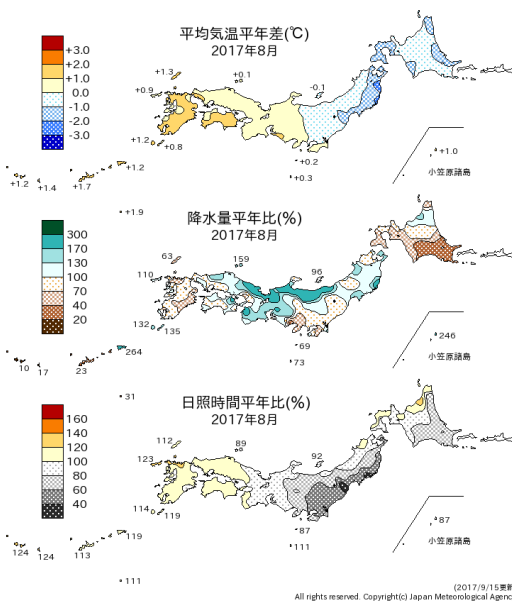


図 2.1.1 2017年8月の平均気温平年偏差(上図)、降水量平年比(中央図)、日照時間平年比(下図)の分布図

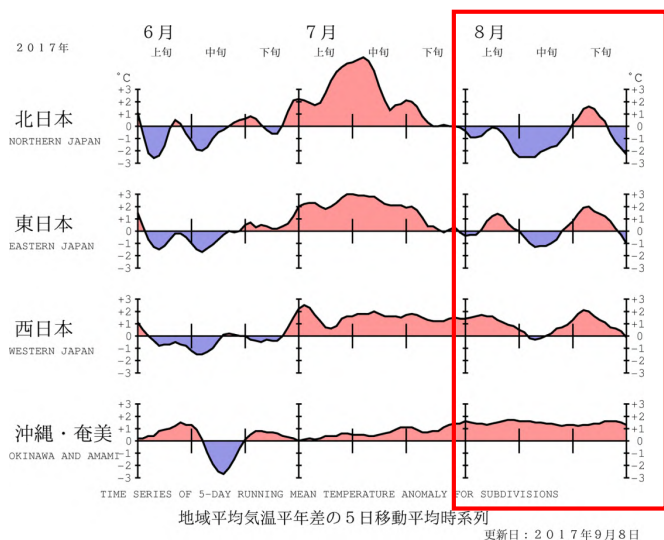


図 2.1.2 2017年夏(6~8月)の気温平年差の経過図

2.1.2 関東地方

関東地方における2017年8月の都市気候モデルによる解析結果を図2.1.3に示す。東京都心部を中心に関東平野の広い範囲で月平均気温の高い領域が広がっている。特に、東京都心部から埼玉県南東部にかけては、気温30以上となった時間の月合計の最大域(160~200時間域)が見られ、都市化の影響による気温上昇量や相対湿度の低下率が大きくなっている。都市化の影響による気温上昇量の最大域(+1.5~2.0域)がやや内陸に分布している要因としては、海風によって沿岸部が冷やされること、また、都市の影響により海風の内陸への流入が弱められることが指摘されている(気象庁, 2012、藤部, 2012b)。

なお、2017年各月での都市化の影響による平均気温の変化については、【資料9】(1)として巻末に掲載した。

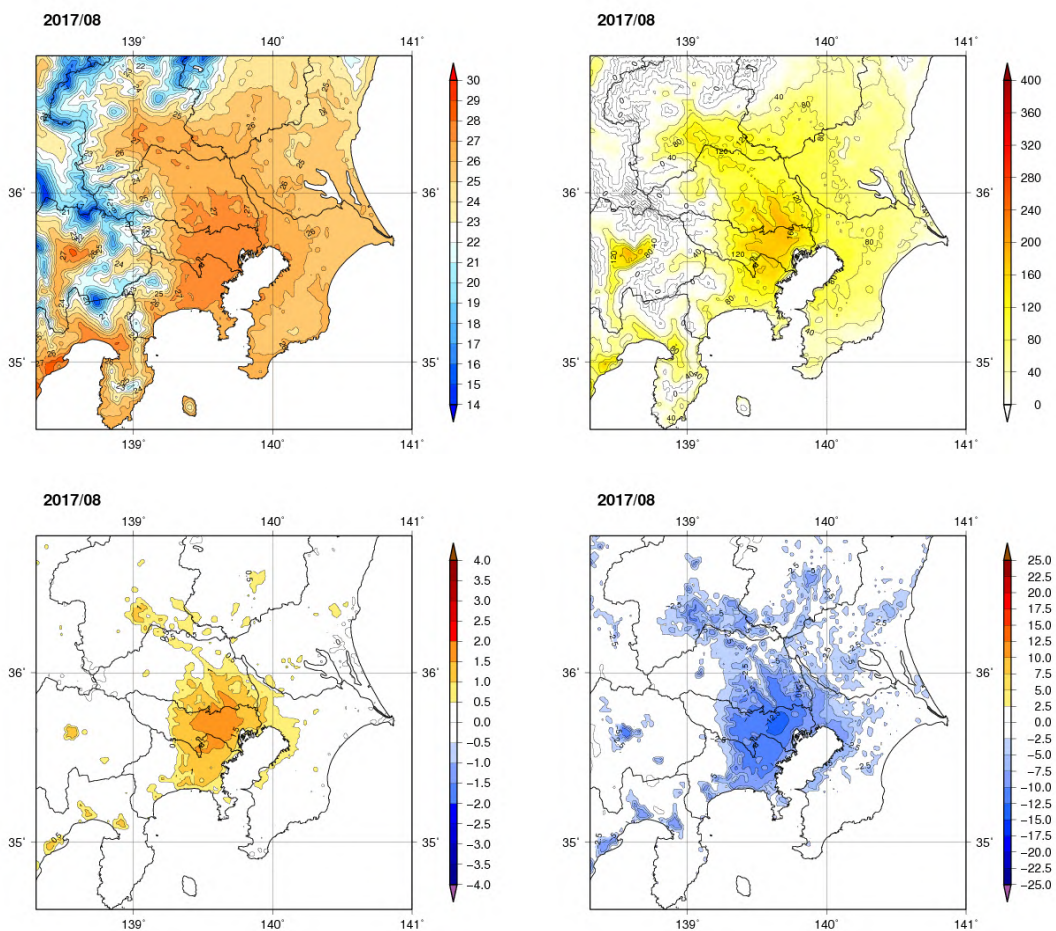


図 2.1.3 関東地方における2017年8月の平均気温(左上図、単位:)、気温30以上となった時間の合計(右上図、単位: 時間)、都市化の影響による平均気温の変化(左下図、単位:)、都市化の影響による平均相対湿度の変化(右下図、単位: %)の分布

最近9年間(2009~2017年)の8月の都市化の影響による平均気温の変化を比較すると(図2.1.4)年によって都市化の影響に違いが見られ、2017年は気温上昇量の最大域(+1.5~2.0℃)や+0.5℃以上の領域の広がり比較的小さかったことが分かる。これは、太平洋高気圧等の大きな規模の大気の流れの違いに伴って、ヒートアイランド現象(都市化の影響)が現れやすい晴れて風の弱い日(藤部, 2012b)の日数に違いが出てくるためと考えられる。

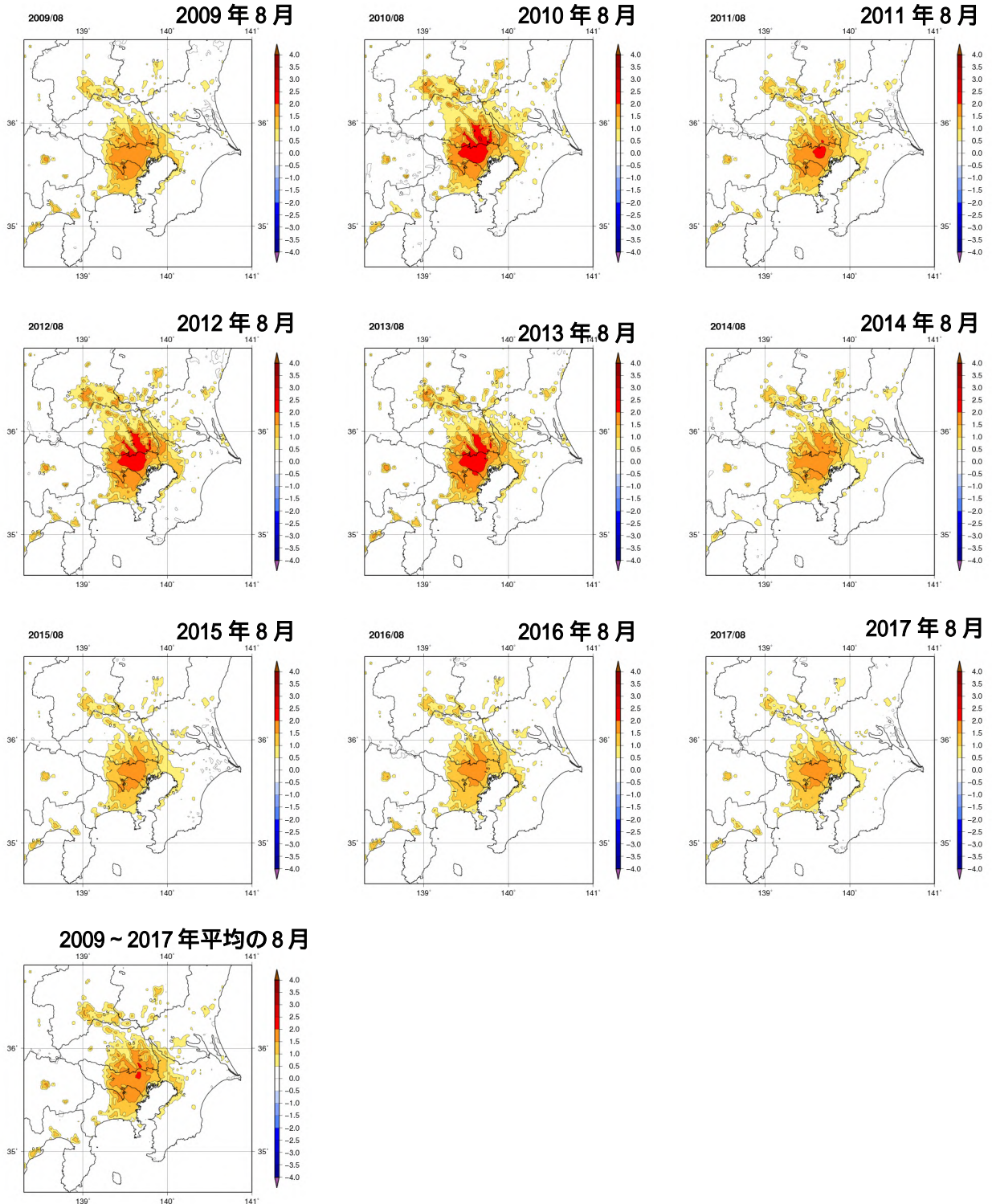


図 2.1.4 関東地方における 2009~2017 年 8 月の年別の都市化の影響による平均気温の変化()の分布及び 9 年間平均した都市化の影響による平均気温の変化()の分布

次に、2017年8月の夜間と日中¹⁹、それぞれ最低気温と最高気温の出やすい5時と15時の都市化の影響による平均気温の変化について見ると（図 2.1.5）日中（15時）より夜間（5時）の方が都市化の影響は明瞭に現れている。これは日最低気温で気温の上昇率が大きいという 1.1.1 項の結果と整合している。

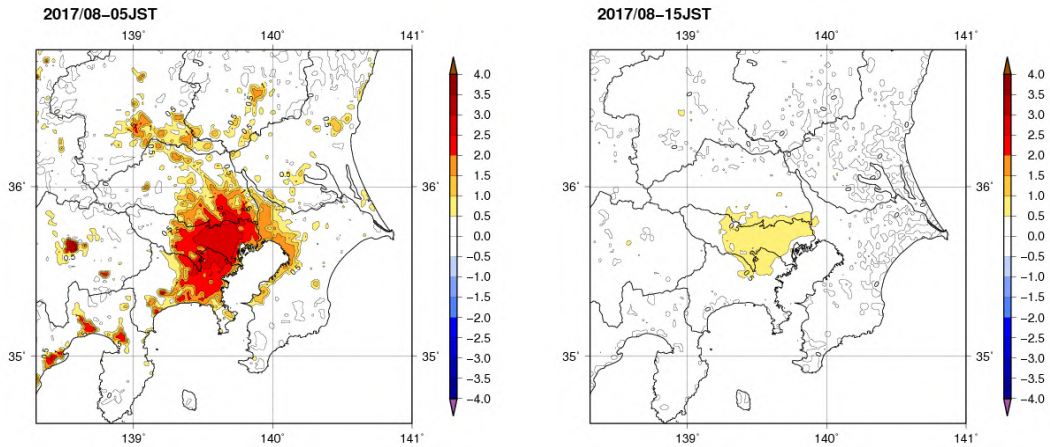


図 2.1.5 関東地方における 2017 年 8 月の 5 時（左図）と 15 時（右図）の都市化の影響による平均気温の変化（ ）の分布

¹⁹ ここでは、「夜間」を 18 時頃から翌 6 時頃、「日中」を 9 時頃から 18 時頃としている。また、以下の節、項でも同様。

【トピックス】夏の都市化の影響は晴れの日が多く暑いほど大きい

第 2.1.2 項で示したように、8月の気温に対する都市化の影響は年によって異なる(図 2.1.4)。ヒートアイランド現象(都市化の影響)が現れやすい主な条件は晴れて日照の多い日であることから、この条件の年ごとの違いが関連していると考えられる。そこで、都市化の影響が明瞭に現れている東京都心部を中心とした領域(図 T1 の緑枠内、以下「領域 A」という。)を対象に、都市化の影響による気温の変化量(モデル計算値)と観測された気温・日照時間(観測値)との関係を調べた。都市化の影響の指標としては各年の8月の都市化の影響による平均気温の変化量を領域 A の陸域で平均した値を用いた。観測データ(月平均気温、月間日照時間²⁰)の参照地点としては、領域 A 内で、8月の統計値が9年間均質なデータとして扱える9地点(鳩山、越谷、さいたま、青梅、所沢、東京、府中、八王子、羽田)を選出した(図 T1)。

領域 A 内の8月の都市化の影響による平均気温の変化量(モデル計算値)と9観測地点で平均した平均気温(観測値)の経年変化図(2009~2017年)及びその散布図を図 T2 に、また、領域 A 内の8月の都市化の影響による平均気温の変化量(モデル計算値)と8観測地点(羽田を除く)で平均した日照時間(観測値)

の経年変化図(2009~2017年)及びその散布図を図 T3 にそれぞれ示す。これらを見ると、8月の都市化の影響は平均気温や日照時間と強い相関があることがわかる。この結果より、日照時間が多い暑い夏ほど都市化の影響が大きくなることが確認できた。晴れて暑い夏の都市部では、都市化の影響の小さいところと比べて熱中症等のリスクがさらに高まることに注意が必要である。

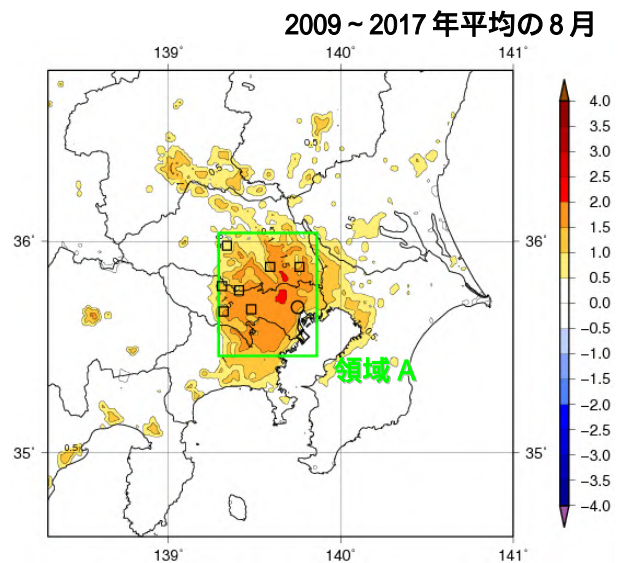


図 T1 関東地方における9年間(2009~2017年)平均した8月の都市化の影響による平均気温の変化()の分布

陰影は都市化の影響による平均気温の変化量()を示す。緑枠域(領域 A)は、9年間(2009~2017年)平均した都市化の影響による平均気温の変化の分布図において、1.5以上の比較的上昇量の大きい領域が概ね入るように選定。また、領域 A 内で観測データを参照する地点(9年間均質な観測データが揃う地点)は、 :東京、 :羽田、 : (北から及び東から順に)鳩山、越谷、さいたま、青梅、所沢、府中、八王子の9地点。なお、東京の気温は2014年12月の観測場所の移転に伴う影響を補正したものを利用した。羽田では日照時間の観測は行っていない。

²⁰ 日照時間とは直射日光が地表を照射した時間。現在、日照は、「直達日射量(太陽光線に対して垂直な面で受けた単位面積あたりの直達日射エネルギーの強さ)が0.12kW/m²以上」として定義している。

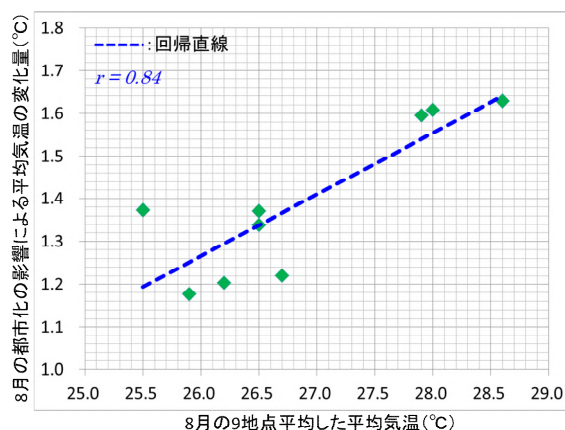
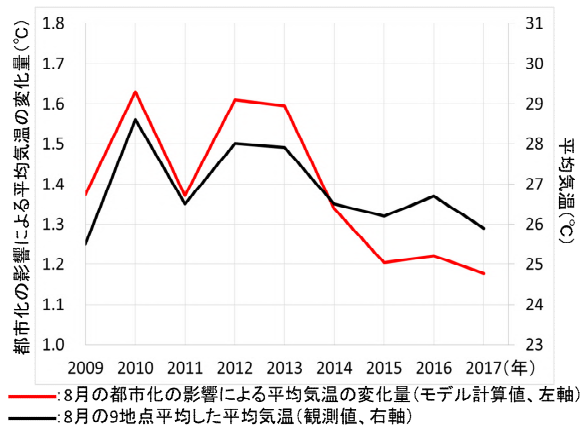


図 T2 8月の都市化の影響による気温の変化量(モデル計算値)と観測された気温(観測値)の経年変化図(2009~2017年)(左図)及びその散布図(右図)

モデル計算値は、図 T1 の緑枠内の陸域で平均した値。観測値は、8月の統計値が9年間均質なデータとして扱える9地点(鳩山、越谷、さいたま、青梅、所沢、東京、府中、八王子、羽田)で平均した値。東京は2014年12月の観測場所の移転に伴う影響を補正したものを利用している。右図の r は相関係数を示す。

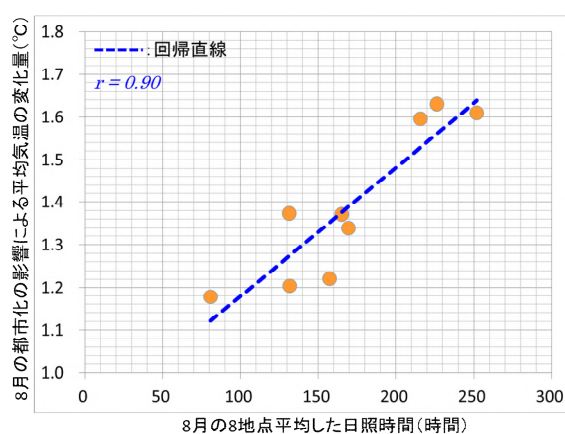
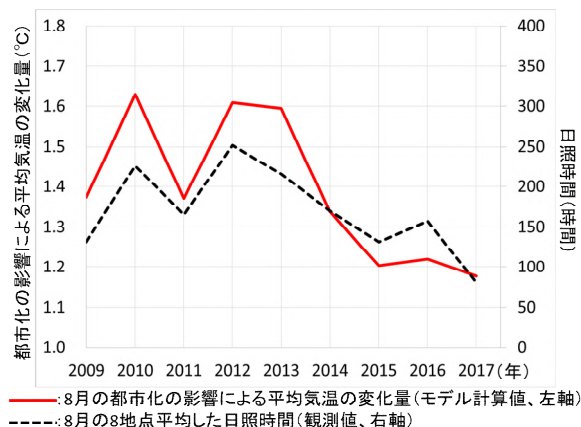


図 T3 8月の都市化の影響による気温の変化量(モデル計算値)と観測された日照時間(観測値)の経年変化図(2009~2017年)(左図)及びその散布図(右図)

モデル計算値は、図 T1 の緑枠内の陸域で平均した値。観測値は、8月の統計値が9年間均質なデータとして扱える8地点(鳩山、越谷、さいたま、青梅、所沢、東京、府中、八王子)で平均した値。なお、羽田は日照観測を行っていない。右図の r は相関係数を示す。

2.1.3 近畿地方

近畿地方における 2017 年 8 月の都市気候モデルによる解析結果を図 2.1.6 に示す。大阪平野や京都盆地、奈良盆地で高温となっており、月平均気温が 29 以上となっている。特に大阪平野東部では、都市化の影響による気温上昇量の最大域（+2.0～2.5 域）や気温 30 以上となった時間の月合計の最大域（280～320 時間域）が見られる。また、都市化の影響による相対湿度の低下率も大きくなっている。都市化の影響による気温上昇量の最大域（+2.0～2.5 域）がやや内陸に分布している要因としては、関東地方と同様に、海風によって沿岸部が冷やされること、また、都市の影響により海風の内陸への流入が弱められることが指摘されている（気象庁, 2012、藤部, 2012b）。

なお、2017 年各月での都市化の影響による平均気温の変化については、【資料 9】(2) として巻末に掲載した。

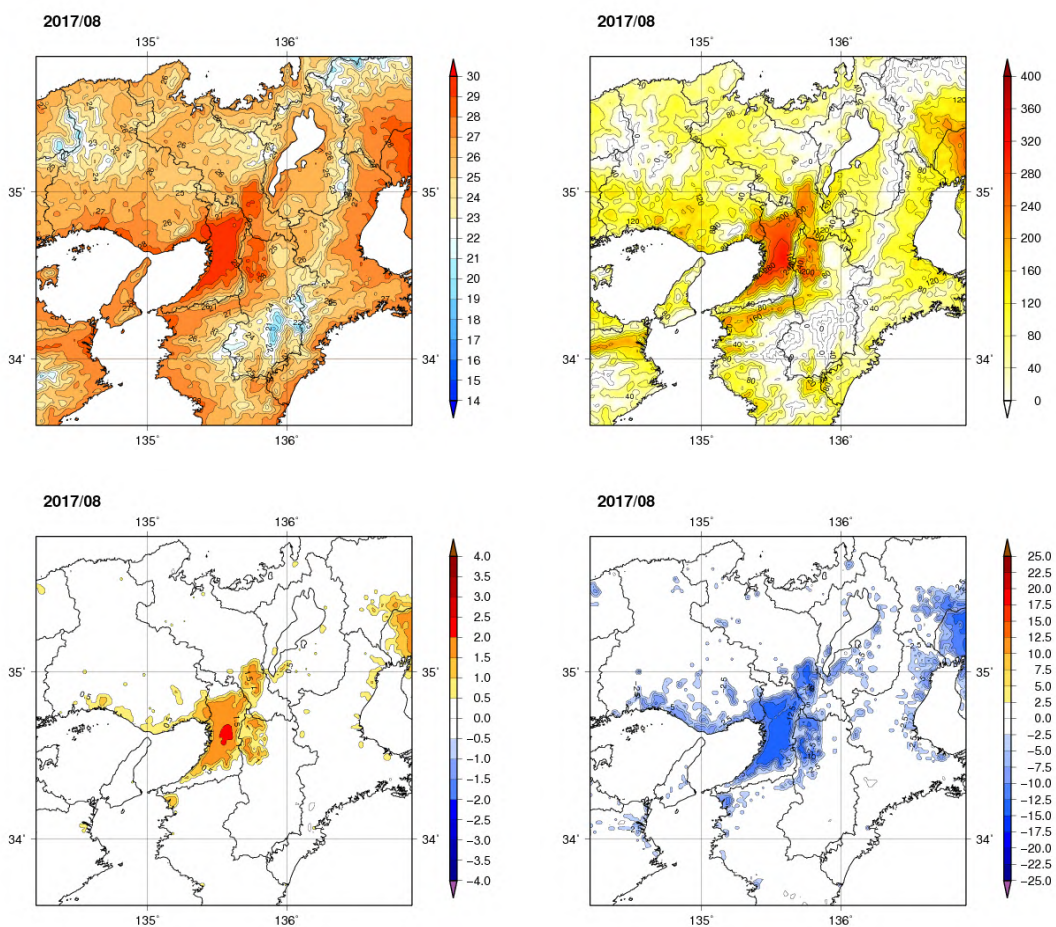


図 2.1.6 近畿地方における 2017 年 8 月の平均気温（左上図、単位：℃） 気温 30 以上となった時間の合計（右上図、単位：時間） 都市化の影響による平均気温の変化（左下図、単位：℃） 都市化の影響による平均相対湿度の変化（右下図、単位：%）の分布

最近9年間(2009~2017年)の8月の都市化の影響による平均気温の変化を比較すると(図2.1.7)年によって都市化の影響に違いが見られ、2017年は気温上昇量の最大域(+2.0~2.5 域)や+0.5以上の領域の広がり最近9年間の平均程度であったことが分かる。これは、太平洋高気圧等の大きな規模の大気の流れの違いに伴って、ヒートアイランド現象(都市化の影響)が現れやすい晴れて風の弱い日(藤部, 2012b)の日数に違いが出てくるためと考えられる。

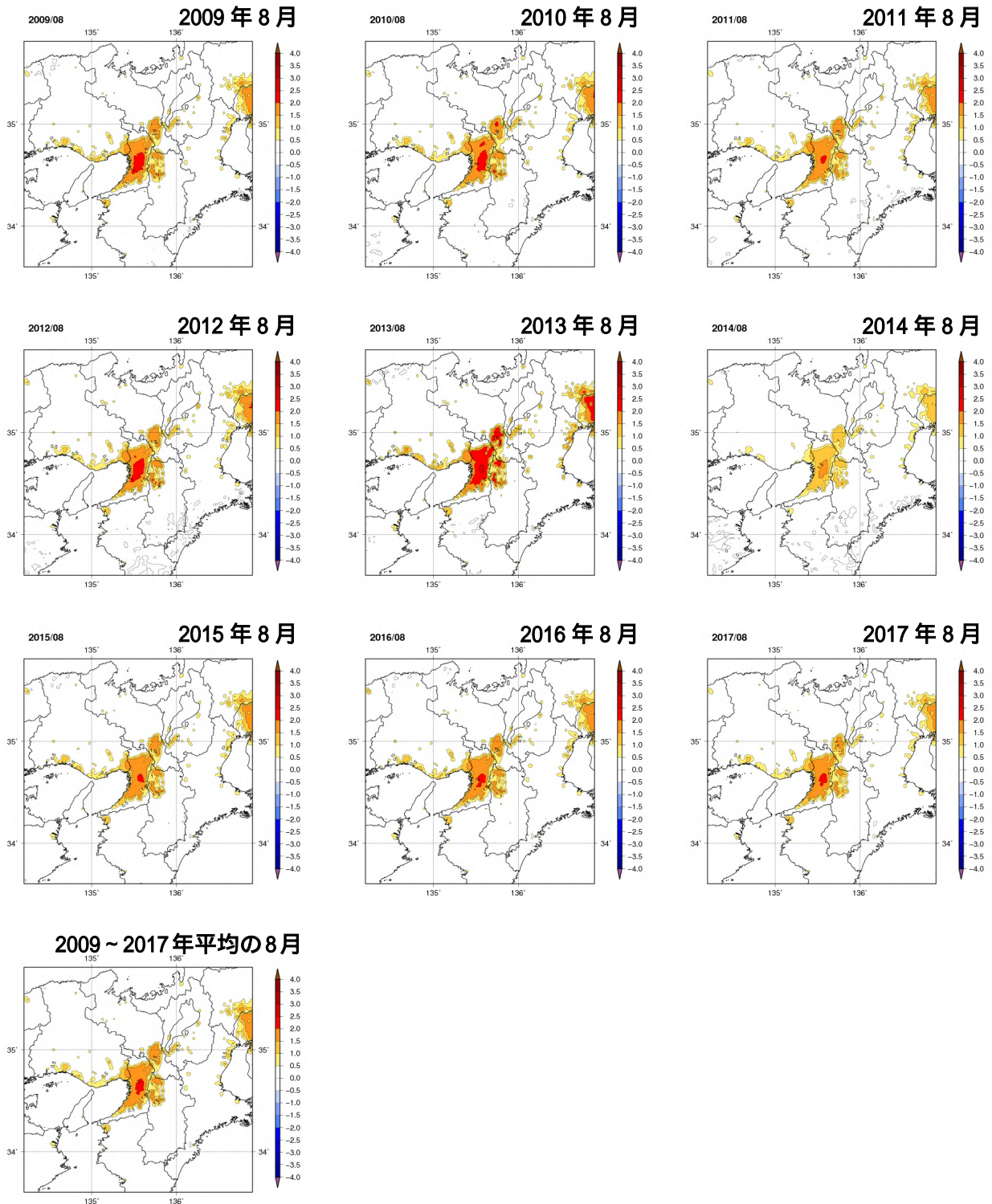


図 2.1.7 近畿地方における 2009~2017 年 8 月の年別の都市化の影響による平均気温の変化()の分布及び 9 年間平均した都市化の影響による平均気温の変化()の分布

次に、2017年8月の夜間と日中、それぞれ最低気温と最高気温の出やすい5時と15時の都市化の影響による平均気温の変化について見ると(図2.1.8)日中(15時)より夜間(5時)の方が都市化の影響は明瞭に現れている。これは日最低気温で気温の上昇率が大きいという1.1.1項の結果と整合している。

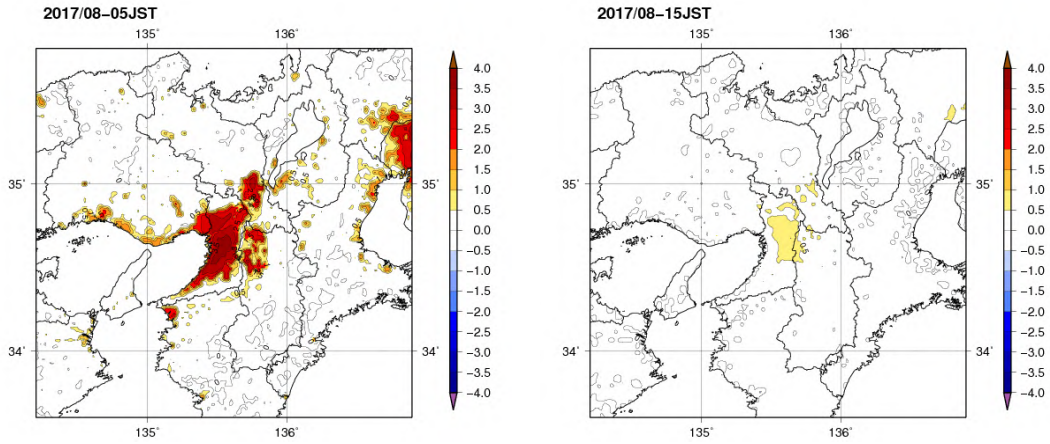


図 2.1.8 近畿地方における 2017 年 8 月の 5 時(左図)と 15 時(右図)の都市化の影響による平均気温の変化()の分布

2.1.4 東海地方

東海地方における2017年8月の都市気候モデルによる解析結果を図2.1.9に示す。愛知県西部に、月平均気温29以上の高温域が見られる。この付近は、気温30以上となった時間の月合計の最大域(240~280時間域)が見られ、都市化の影響による気温上昇量や相対湿度の低下率も大きい。都市化の影響による気温上昇量の+1.5以上の領域がやや内陸に分布している要因としては、前述の2つの地方と同様に、海風によって沿岸部が冷やされること、また、都市の影響により海風の内陸への流入が弱められることが指摘されている(気象庁, 2012、藤部, 2012b)。

なお、2017年各月での都市化の影響による平均気温の変化については、【資料9】(3)として巻末に掲載した。

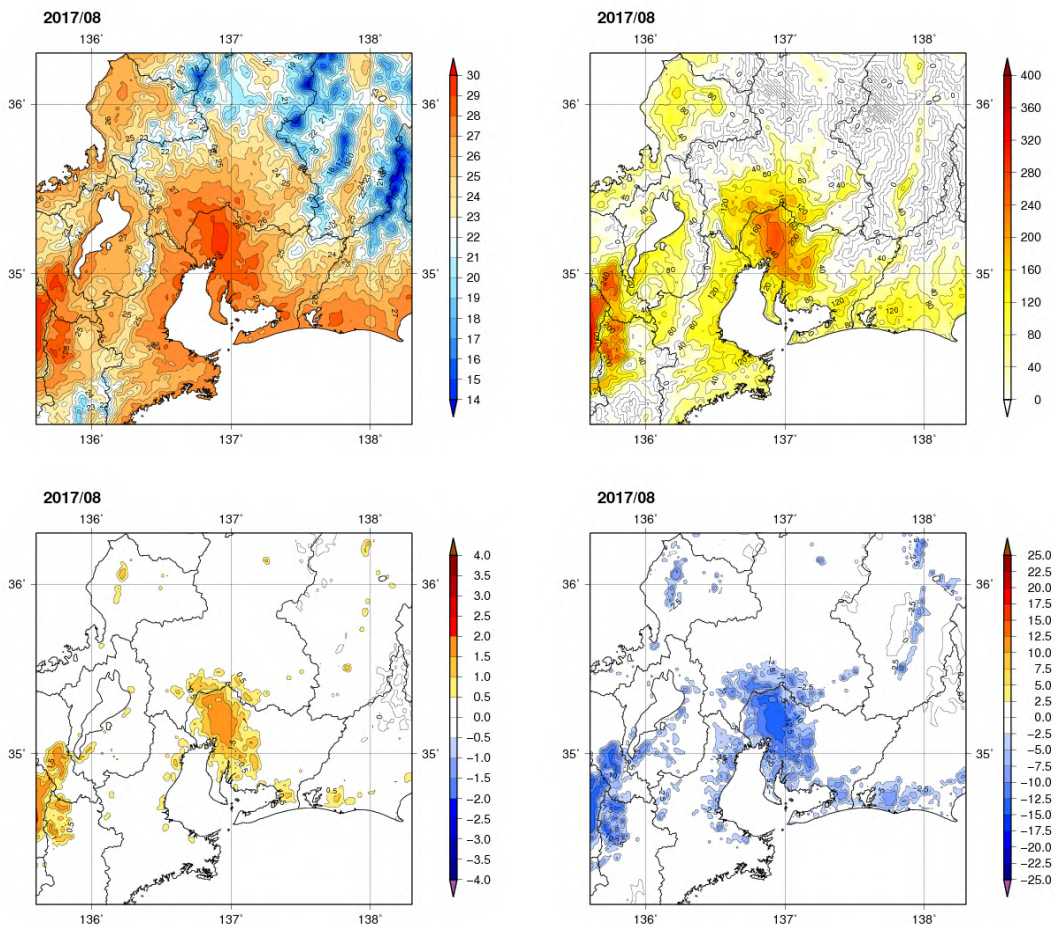


図 2.1.9 東海地方における2017年8月の平均気温(左上図、単位:℃)、気温30以上となった時間の合計(右上図、単位:時間)、都市化の影響による平均気温の変化(左下図、単位:℃)、都市化の影響による平均相対湿度の変化(右下図、単位:%)の分布

最近9年間(2009~2017年)の8月の都市化の影響による平均気温の変化を比較すると(図2.1.10)、年によって都市化の影響に違いが見られ、2017年は、気温上昇量の+1.5以上の領域や+0.5以上の領域の広がり最近9年間の平均程度であったことが分かる。これは、太平洋高気圧等の大きな規模の大気の流れの違いに伴って、ヒートアイランド現象(都市化の影響)が現れやすい晴れて風の弱い日(藤部, 2012b)の日数に違いが出てくるためと考えられる。

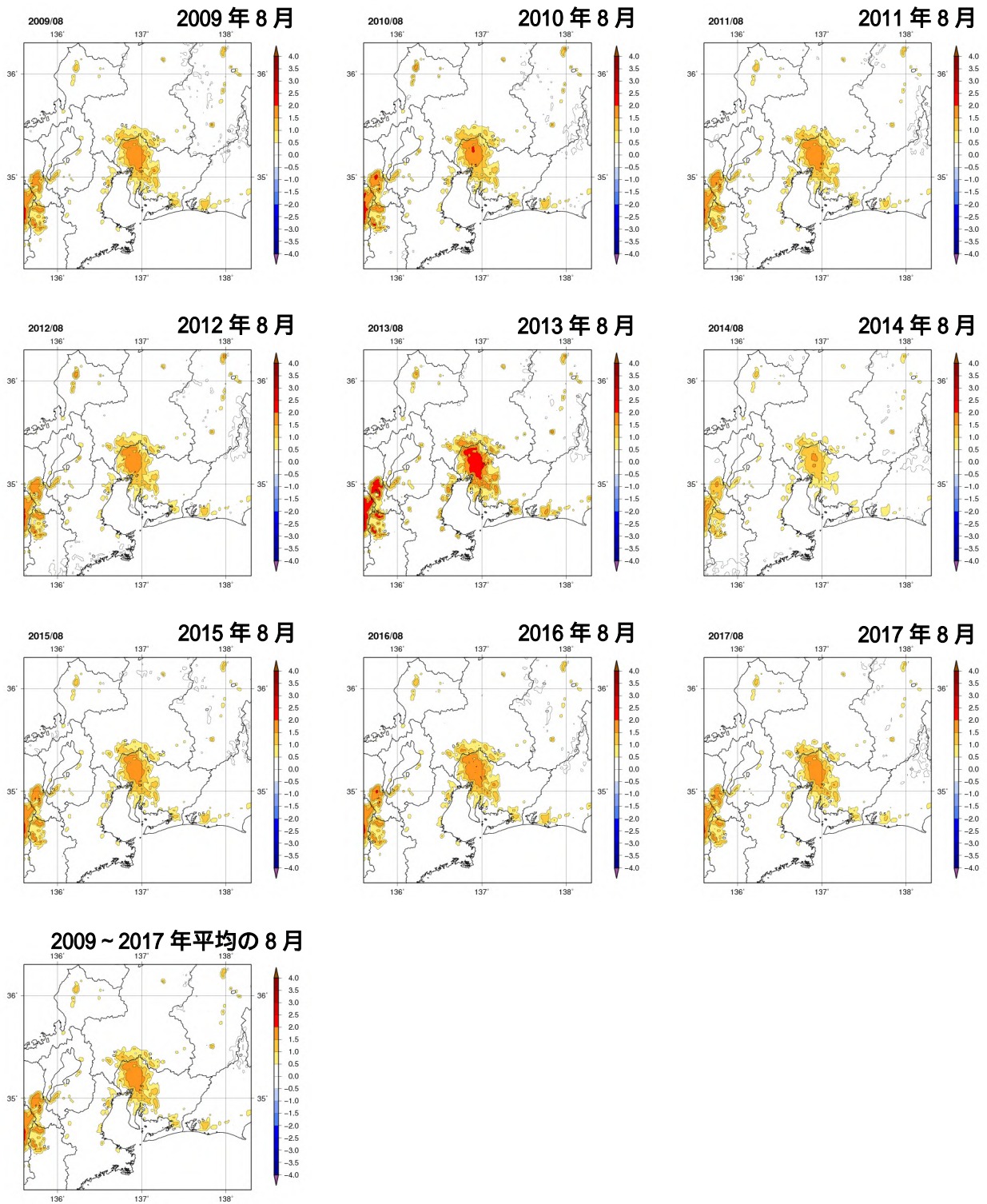


図 2.1.10 東海地方における 2009~2017 年 8 月の年別の都市化の影響による平均気温の変化 () の分布及び 9 年間平均した都市化の影響による平均気温の変化 () の分布

次に、2017年8月の夜間と日中、それぞれ最低気温と最高気温の出やすい5時と15時の都市化の影響による平均気温の変化について見ると（図2.1.11）、日中（15時）より夜間（5時）の方が都市化の影響は明瞭に現れている。これは日最低気温で気温の上昇率が大きいという1.1.1項の結果と整合している。

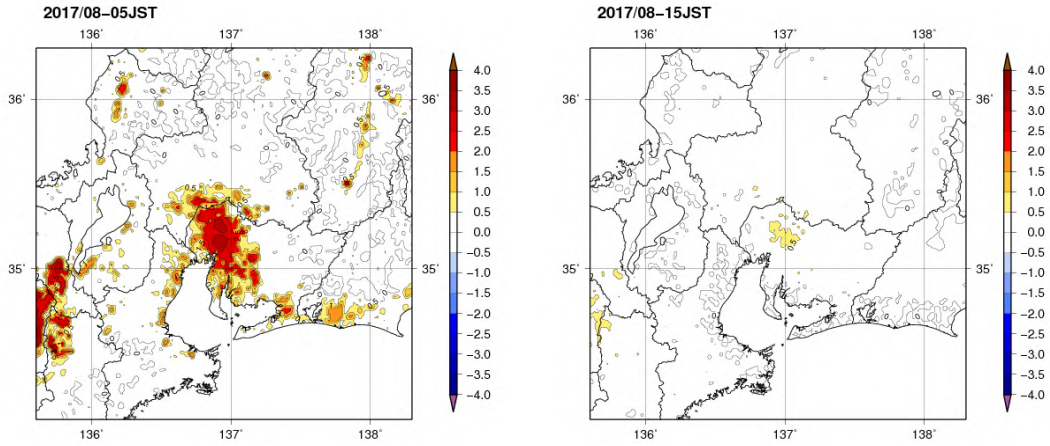


図 2.1.11 東海地方における 2017 年 8 月の 5 時（左図）と 15 時（右図）の都市化の影響による平均気温の変化（ ）の分布

2.2 夏と冬のヒートアイランド現象の比較

都市化の影響は夏より冬の方が大きい。

関東、近畿、東海の各地方における夏と冬のヒートアイランド現象の違いを、蓄積されている最近9年間のシミュレーション結果を用いて調べた。使用データは、夏が2009年から2017年までの8月、冬が2010年から2018年までの1月のものである。9年間平均した結果（図2.2.1～図2.2.6）を比較すると、どの地方も、8月に比べて1月の方が、都市化の影響が大きいことがわかる。この原因は主に夜間のヒートアイランド現象の違いにあると考えられる²¹。夜間における都市がある場合とない場合の気温差は主に放射冷却の違いが関連し、都市がある場合はない場合と比べて放射冷却が弱まる。また、冬は夏と比べて放射冷却の効果が大きい。このため、冬の方が夏と比べて都市化の影響が大きくなると考える。

また、関東地方では、都市化の影響による気温上昇量の大きい領域が、8月は内陸部に、1月は沿岸部を中心に現れている。これは、それぞれの季節で卓越する天候や風（季節風）等が違うことに影響されていると考えられるが、更なる調査を必要とする。

なお、2009年から2017年までの8月の都市化の影響による平均気温の変化については2.1節の図2.1.4、図2.1.7、図2.1.10に示し、2010年から2018年までの1月の都市化の影響による平均気温の変化については【資料10】として巻末に掲載した。

²¹ 冬の日中は、緑地よりもむしろ都市の方が低くなることが知られているが、それは、冬はほとんどの樹木が落葉するため、緑地において水分の蒸発による吸熱効果が小さくなること、また、太陽高度が低いために、都市においてビルの日陰が多くなることで気温が上がりづらいことが指摘されている（藤部, 2012a）。

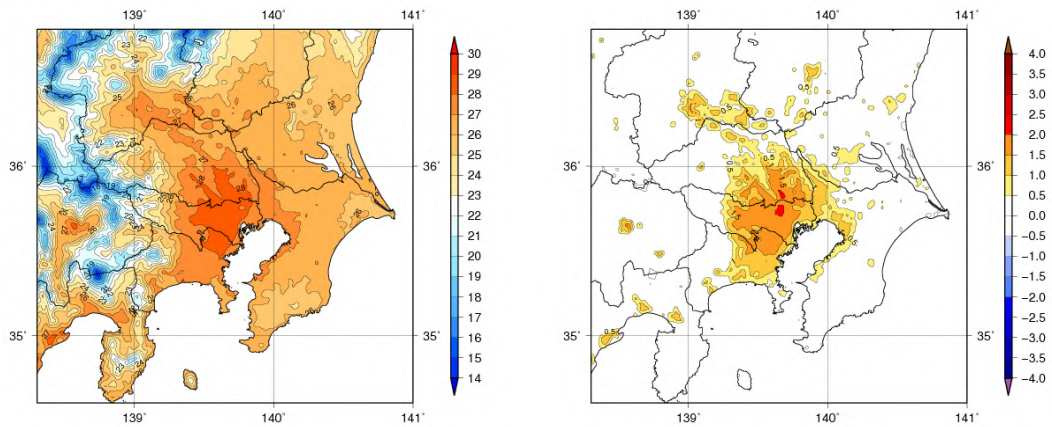


図 2.2.1 関東地方における 9 年間（2009～2017 年）平均した 8 月の平均気温（左図、単位：℃）と都市化の影響による平均気温の変化（右図、単位：℃）の分布

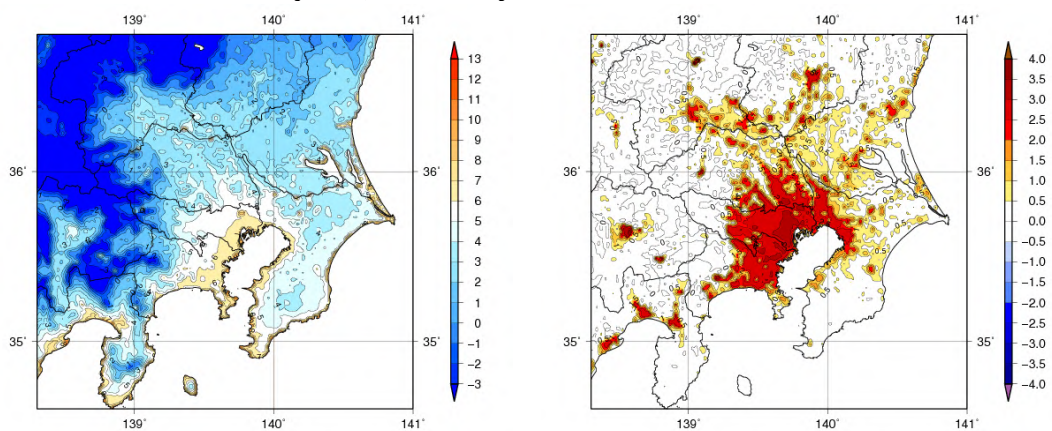


図 2.2.2 関東地方における 9 年間（2010～2018 年）平均した 1 月の平均気温（左図、単位：℃）と都市化の影響による平均気温の変化（右図、単位：℃）の分布

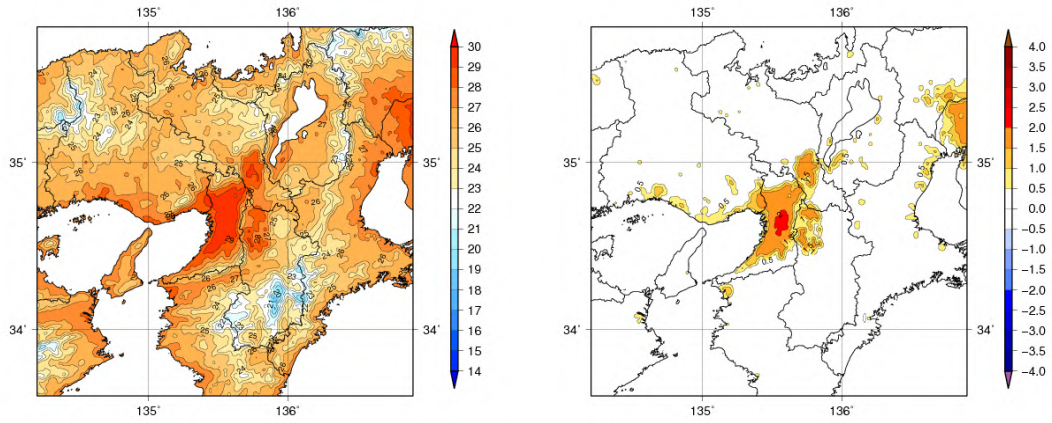


図 2.2.3 近畿地方における 9 年間（2009～2017 年）平均した 8 月の平均気温（左図、単位：℃）と都市化の影響による平均気温の変化（右図、単位：℃）の分布

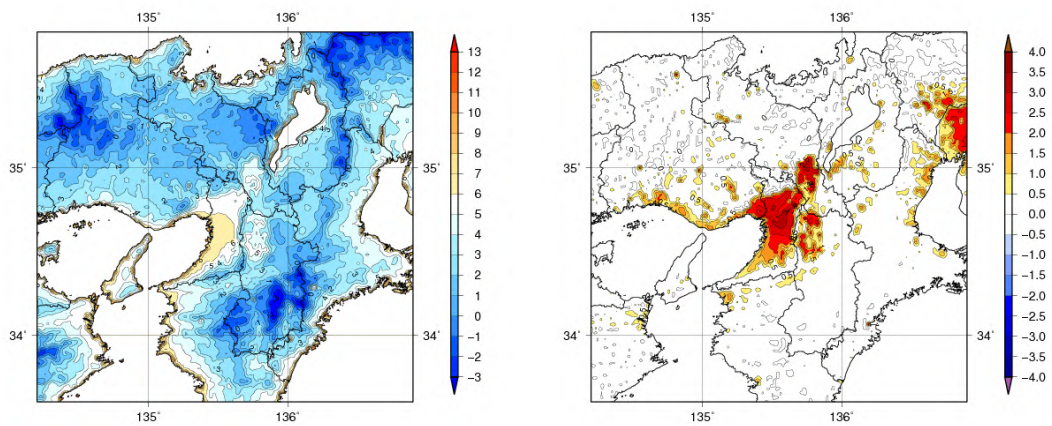


図 2.2.4 近畿地方における 9 年間（2010～2018 年）平均した 1 月の平均気温（左図、単位：℃）と都市化の影響による平均気温の変化（右図、単位：℃）の分布

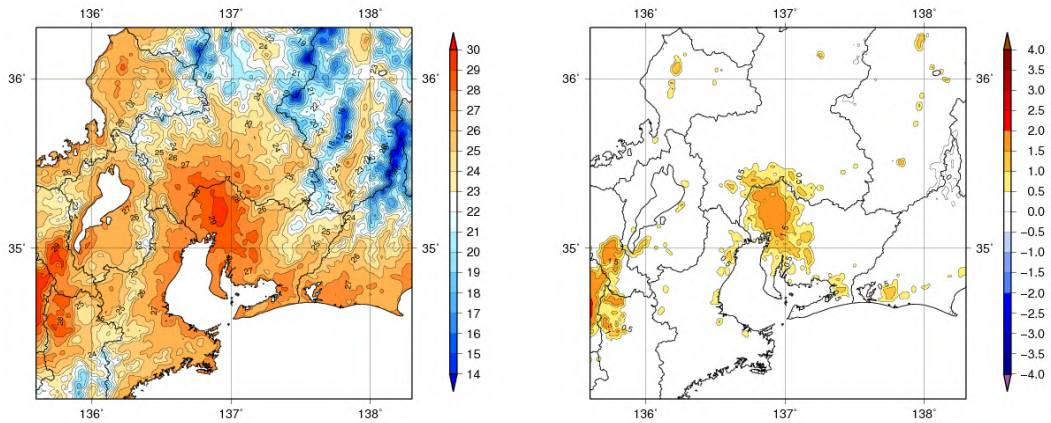


図 2.2.5 東海地方における 9 年間（2009～2017 年）平均した 8 月の平均気温（左図、単位：℃）と都市化の影響による平均気温の変化（右図、単位：℃）の分布

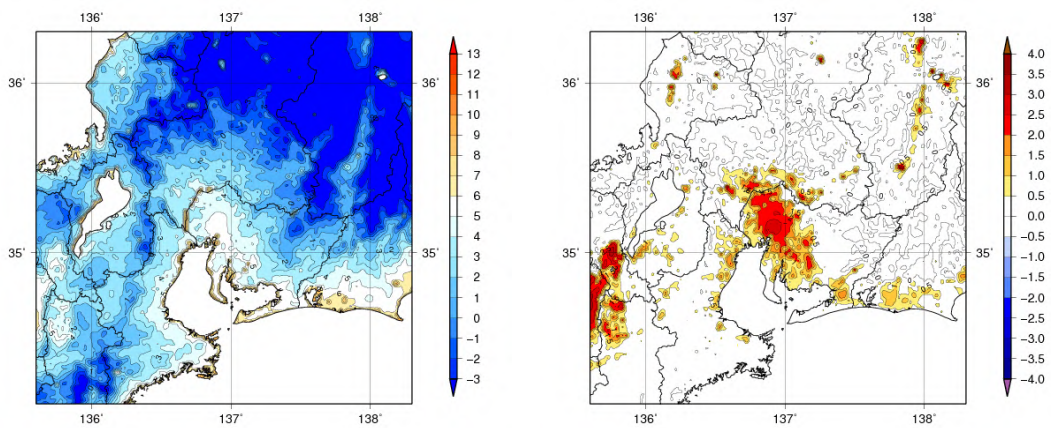


図 2.2.6 東海地方における 9 年間（2010～2018 年）平均した 1 月の平均気温（左図、単位：℃）と都市化の影響による平均気温の変化（右図、単位：℃）の分布