

2.3 都市の熱環境の整理手法

1) 把握対象とする都市及び熱環境の指標

熱環境形成に係わる要素

都市の熱環境を形成する要素としては、大局的には地球温暖化による気温上昇や年ごとの暖冬・冷夏等の気候傾向がある。また、都市化に伴い地域的な気温形成に寄与する要素としては、気温上昇に資するものとして都市化に伴う建築物・舗装面等の人工的な地表面被覆の増加、人工排熱の増加、都市形状の変化による夜間放射の減少が挙げられる。

一方、気温上昇を抑制する要素として、水面・緑地等の自然的被覆、熱の換気に寄与する海風、山風、上空風が挙げられる。

そこで、都市の熱環境に関連する情報として、都市の規模及び土地利用に関する情報及び風環境に関する情報を収集・整理した。

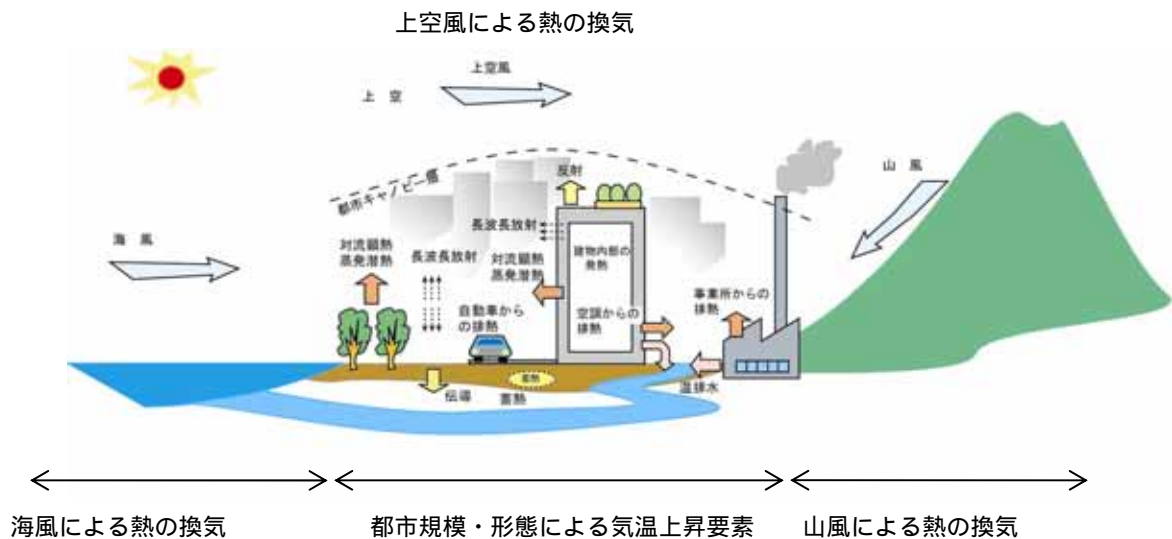


図 2 - 13 熱環境形成に係わる要素

実態把握対象都市

ヒートアイランド現象実態把握の対象都市として、都市の規模からみると表 2 - 1 に示す大都市圏及び中核市以上の規模を持つ都市が適当と考える。一方、気温等の実態把握の点からみると、アメダスでは最近 25 年程度の測定結果しかないため、それ以前から連続的に気温を観測している気象台または測候所といった地上気象観測地点が設置されていることが望ましい。また、地上気象観測地点が設置されていても大阪、神戸、広島、岡山などの都市は気象観測地点の移動等により気温測定結果の統計的連続性が損なわれている場合がある。

そこで、今回の実態把握にあたっては、高度経済成長期の 1960 年代からの地上気象観測結果の気温データの統計的連続性が確認されている都市のうち、気候特性等を考慮して表 2 - 2 に示す 16 都市を対象とした。

表 2 - 1 政令市及び中核市程度の都市

地域区分	政令市及び中核市
東北・北海道	札幌、旭川、仙台、秋田、郡山、いわき、盛岡、青森
関東	宇都宮、川越、東京、さいたま、千葉、横浜、川崎、船橋、横須賀、相模原
東海・中部	静岡、浜松、名古屋、豊橋、岡崎、豊田 長野、岐阜、
北陸	新潟、富山、金沢、福井
近畿	大阪、京都、神戸、堺、高槻、東大阪、奈良、姫路、和歌山
中国・四国	広島、岡山、倉敷、福山、高松、松山、高知
九州	福岡、北九州、大分、熊本、長崎、宮崎、鹿児島

太字は政令市

表 2 - 2 ヒートアイランド現象実態把握対象 16 都市

地域区分	対象都市
東北・北海道	札幌、旭川、仙台
関東	宇都宮、熊谷、前橋、東京、横浜、
東海・中部	名古屋、浜松、岐阜、甲府
北陸	新潟
近畿	京都
中国・四国	高松
九州	福岡

熱環境の状況を示す指標

別途検討を進めてきた気温上昇による環境影響の検討から、夏季と冬季、日中と夜間で生じる影響に違いがあることが把握できた。そこで、熱環境の変化を把握する指標として、夏季については最高気温、最低気温、真夏日日数、熱帯夜日数及び高温時間数とし、冬季については最高気温時間数とした。

表 2 - 3 気温上昇による各種影響と気温の指標との対応

影響		夏 季		冬 季	
		日中	夜間	日中	夜間
		最高気温・真夏日・高温時間数	最低気温・熱帯夜	最高気温	最低気温
健康影響		(-) 熱中症	(-) 熱中症・睡眠障害	/	/
エネルギー消費 ()	業務	(-) 冷房負荷増加	(-) 冷房負荷増加	(+) 暖房負荷減少	(+) 暖房負荷減少
	家庭	(-) 冷房負荷増加	(-) 冷房負荷増加	(+) 暖房負荷減少	(+) 暖房負荷減少
植物成長障害		(-) 高温ストレス	(-) 高温ストレス	(-) 休眠障害	(-) 休眠障害

、 、 は関連の強さ、+ - は影響の正負を示す
エネルギー消費の気温感応度については地域性が確認されている。

都市化の指標

対象都市の都市化の進展状況を把握するため、人口集中地区 (DID) の人口及び面積及び土地利用状況を整理した。

DID 人口及び面積は 1960 年から 2000 年の国勢調査結果をもとに整理した。これは都市活動に伴う人工排熱や都市域の拡がりを直接的に表すものではないが、都市域について高度経済成長期から現在まで連続したデータであり、都市の拡大時期、安定時期といった成長段階を示すために有効な指標であると考えられる。

また、土地利用状況の把握は、国土数値情報土地利用メッシュ (100m) をもとに気象観測地点周辺の状況を整理した。アメダス観測地点がおおむね 20 km 間隔で設置されていることから、対象範囲は気象観測地点周辺 20 km の範囲とした。国土数値情報土地利用メッシュは 1976 年から整備されており、最新年は 1997 年であることから、この間の変化の状況を整理した。

風環境の把握

風向・風速の空間分布を把握するために (財) 日本気象協会の気象モデルデータベース (全国風況マップ) を整理した。これは、2000 年 7 月 8 月の代表的な 10 日間の気圧配置と気象官署における観測結果を基に算出された 1 km メッシュデータである。なお、(財) 日本気象協会による過去 20 年間における年平均風速の変動の調査結果により、2000 年は全国的にみて特異な風況の年でないことが確認されている。

2) 都市の熱環境変化の状況

都市別の気温変化の傾向

対象都市の都市化による気温変化の傾向を把握するため、夏季(8月)と冬季(2月)の最高気温、最低気温及び年間の真夏日、熱帯夜日数について、1961~70年と1995~2004年の各10年間の差を整理した。(図2-13)

夏季の気温についてみると、宇都宮、前橋、岐阜などは最低気温よりも最高気温の上昇の方が大きく、名古屋、福岡は最低気温の上昇が大きくなっている。真夏日と熱帯夜についてみると、この傾向がさらに顕著に見られ、宇都宮、甲府、前橋の熱帯夜はほとんど増えていないが真夏日は15日程度増加し、東京、横浜、名古屋、福岡は真夏日より熱帯夜の増加が大きい。また、北日本の旭川、札幌、仙台については、気温の上昇があまりなく、仙台については気温の低下がみられる。

冬季についてみると、全般的に最高気温よりも最低気温が上昇している傾向にある。東京、横浜、札幌、福岡という大都市では最低気温が2以上上昇している。

夏季と冬季の最低気温の変化をみると、全ての都市で冬季の最低気温の上昇が大きくなっている。

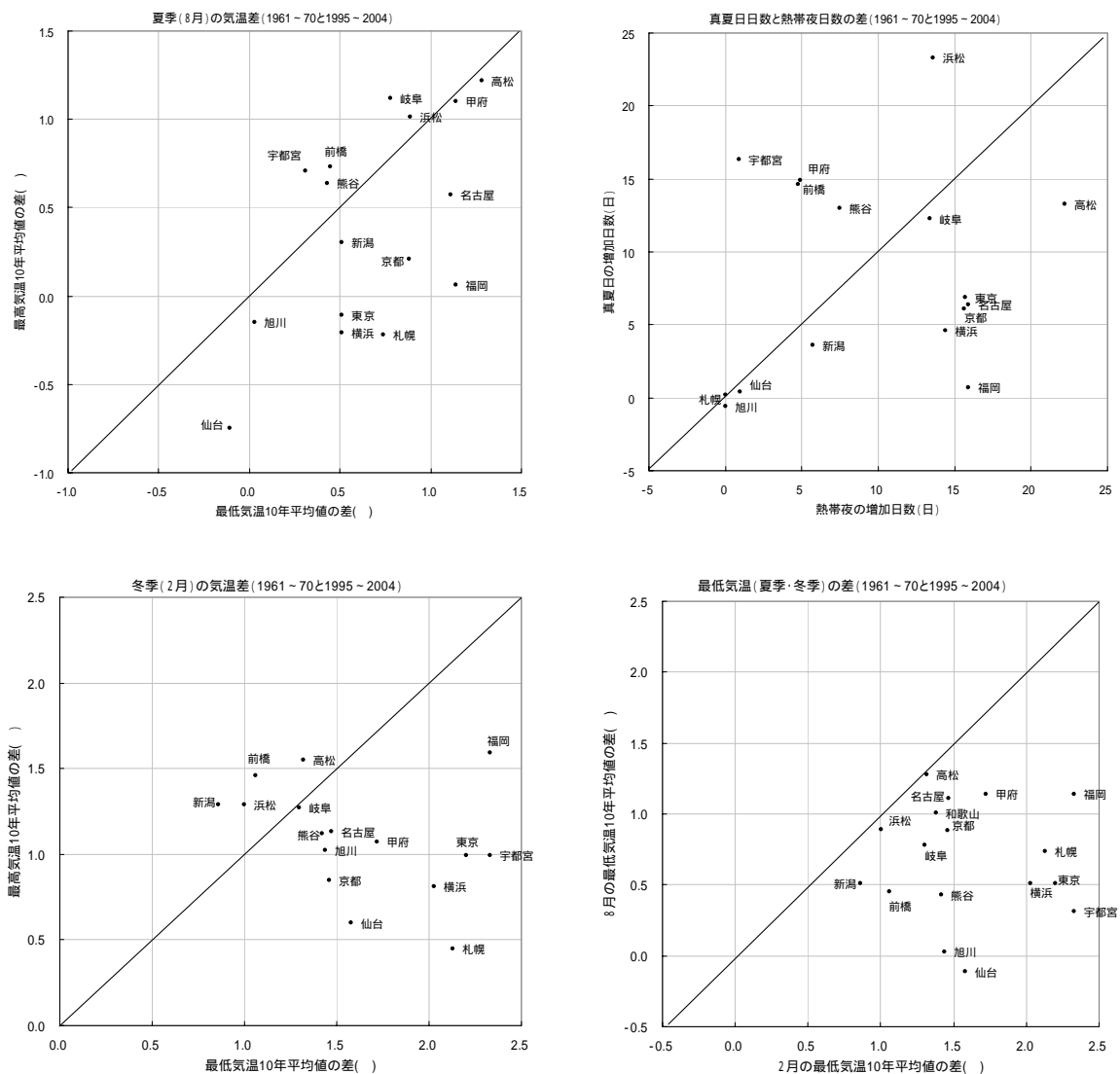


図2-14 都市別の1961~70と1995~2004の気温等の差

1950年代からの気温変化の長期傾向

都市の発展段階の違いや気候、地形等が気温変化の特性に反映されることが考えられるため、16都市について、1950年から現在までの気温の変化の状況を表2-3及び図2-14に整理した。気温変化の長期傾向の指標は2月、8月の最高気温・最低気温の月平均値、真夏日日数、熱帯夜日数とした。なお、冷夏年（1980年、1983年）は除外した。

表2-3 1950年代からの気温変化の長期傾向

都市	気温変化の特徴
旭川	8月の最高気温と2月の最高、最低気温の上昇傾向が見られる。
札幌	2月、8月の最低気温の上昇傾向が見られる。特に2月の最低気温の上昇は顕著である。
仙台	2月の最低気温の上昇が見られる。8月の最低気温もやや上昇している。8月の最高気温はやや低下傾向にある。熱帯夜は微増であるが、真夏日はあまり変化していない。
新潟	2月、8月ともに最高・最低気温が上昇傾向にある。また、1980年代以降熱帯夜の増加がうかがえる。
宇都宮	2月の最低気温と8月の最高気温が上昇傾向にある。真夏日が1990年代以降急増した。
前橋	8月の最高気温の上昇が特徴的であり、真夏日日数も継続的に増加している。最低気温もやや上昇傾向であり、熱帯夜日数も80年代以降増加している。冬季の気温上昇はあまり見られない。
熊谷	前橋と同様に8月の最高気温の上昇が顕著であり、真夏日日数も継続的に増加している。最低気温もやや上昇傾向であり、熱帯夜日数も80年代以降増加している。2月は最低気温の上昇が大きい。
東京	変化の中では熱帯夜の増加と2月の最低気温の上昇が顕著であり、真夏日は1990年代から急増している。また、年平均気温、8月の最低気温も上昇傾向にある。2月、8月の最高気温はあまり変化していない。
横浜	東京よりやや低い気温でほぼ同様の推移となっている。
甲府	前橋、熊谷と同様に8月の最高気温上昇が特徴的である。最低気温も80年代以上上昇傾向にあり、90年代から熱帯夜が出現してきた。
浜松	85年ごろから2月の気温が上昇傾向となり、90年ごろから8月の気温が上昇傾向となった。真夏日、熱帯夜日数の増加も90年代以降が顕著である。
岐阜	熊谷、岐阜よりもやや高い温度帯であるが経年変化としては2市と同様の変化が生じている。
名古屋	2月、8月の最高気温、最低気温及び平均気温の全てが上昇傾向にある。ただし、最低気温のほうの上昇幅は大きい。真夏日日数は微増であるのに対し、50年代にほとんどなかった熱帯夜日数が年20日程度まで増加している。
京都	8月の最高気温、最低気温、2月の最低気温が上昇傾向にある。真夏日日数、熱帯夜日数ともに90年代以降増加している。
高松	1980年代以降の気温上昇が顕著であり、1990年代に入り真夏日日数の増加も見られる。
福岡	2月、8月の最高気温はあまり上昇していないが、最低気温は上昇が目立つ。真夏日日数は増加していないが、熱帯夜は経年的に増加が続いている。

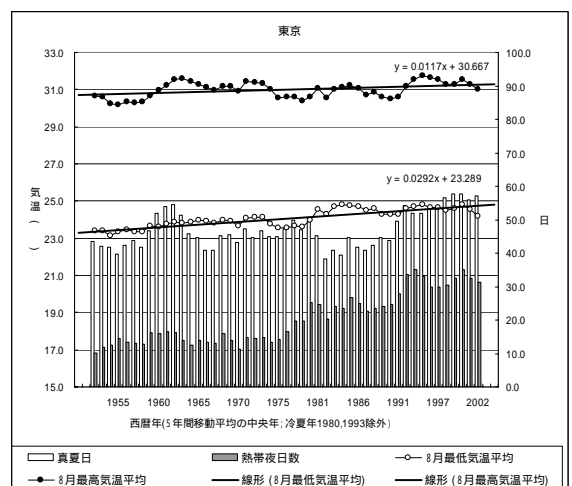
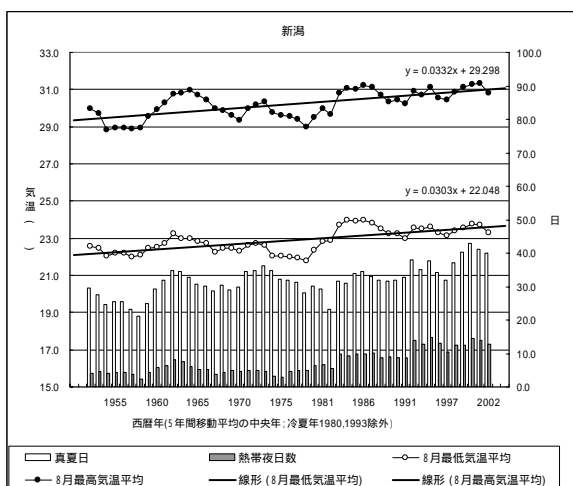
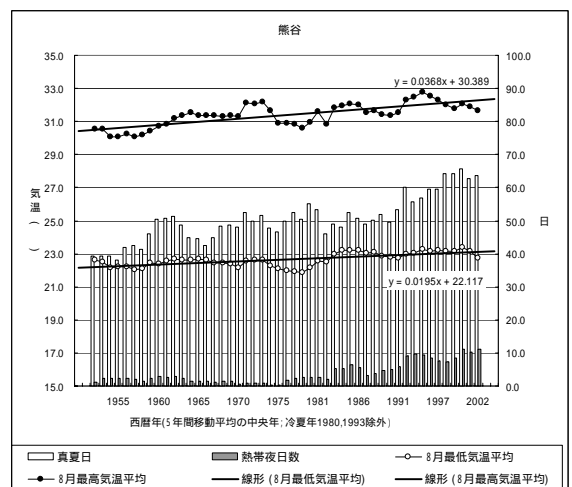
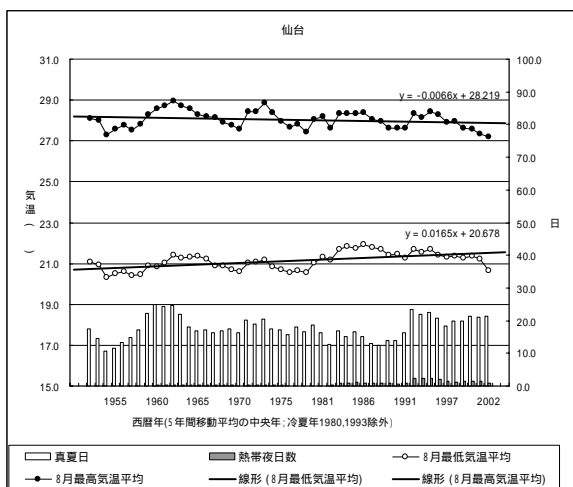
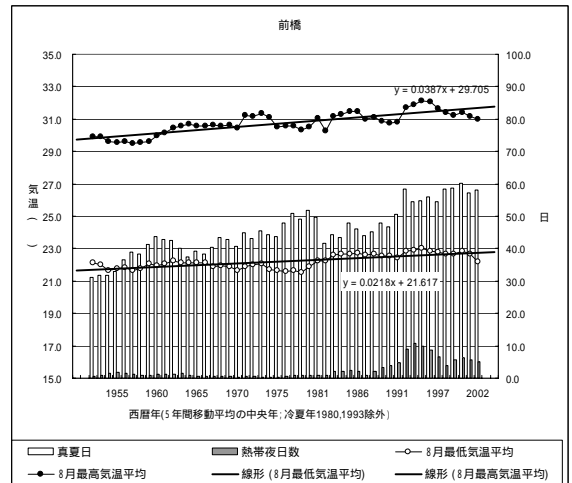
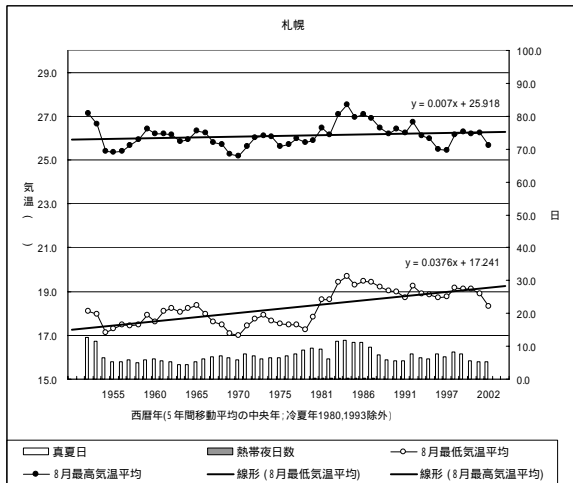
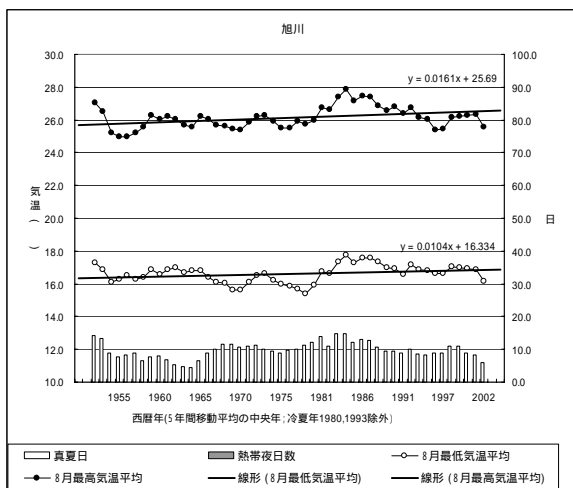


図2 - 15(1) 気温変化の長期傾向(夏季)

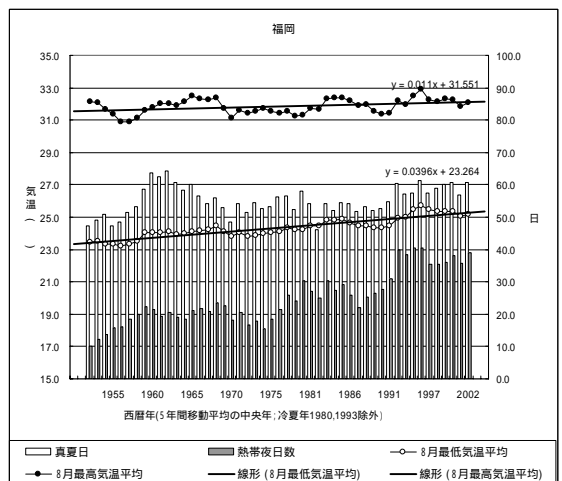
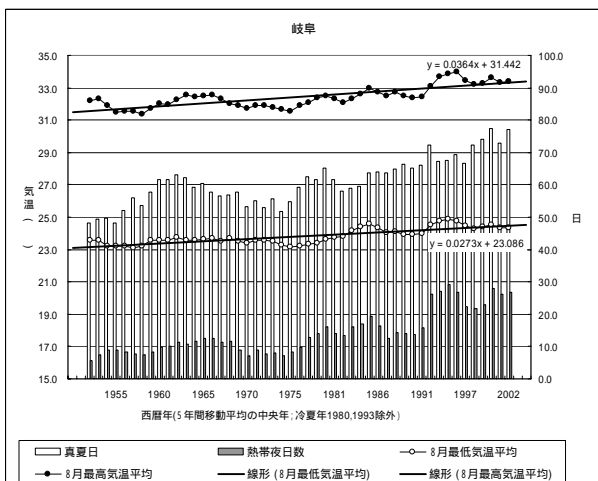
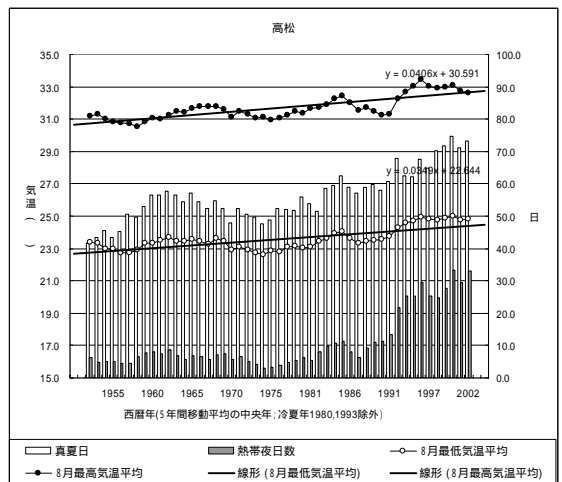
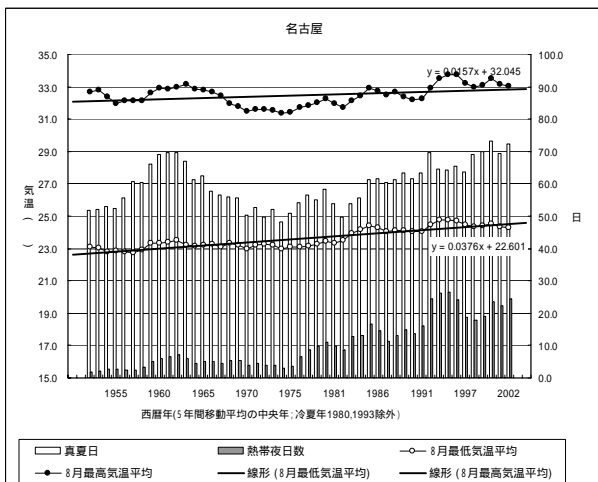
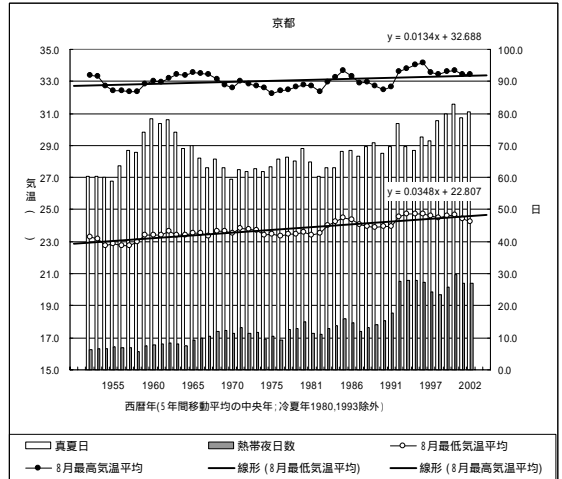
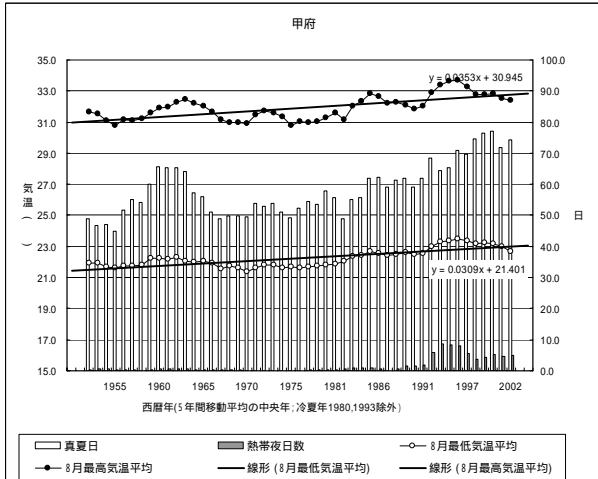
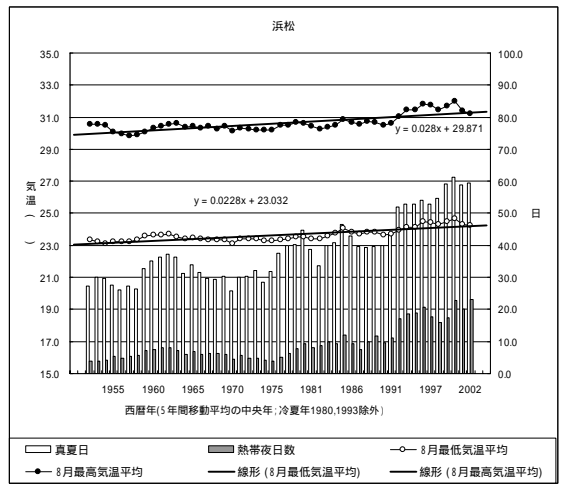
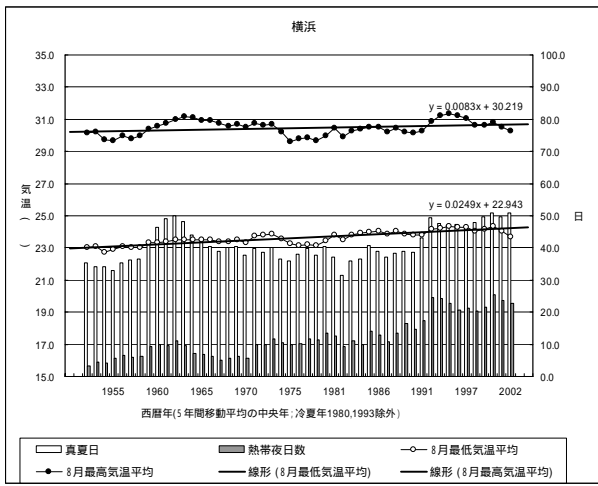


図 2 - 15(2) 気温変化の長期傾向(夏季)
44

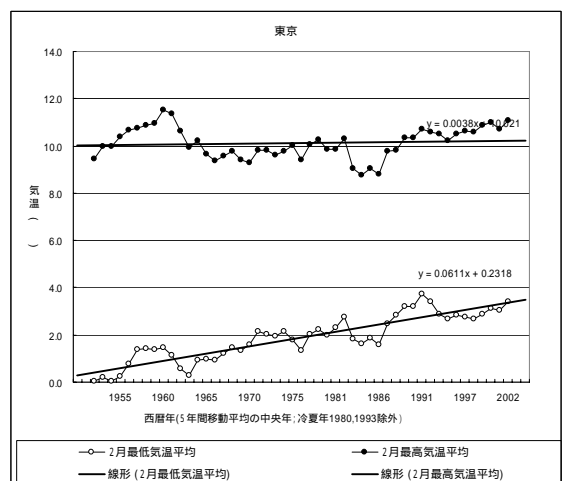
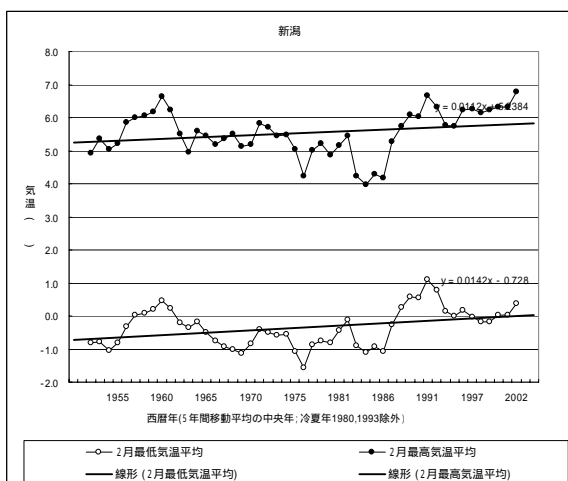
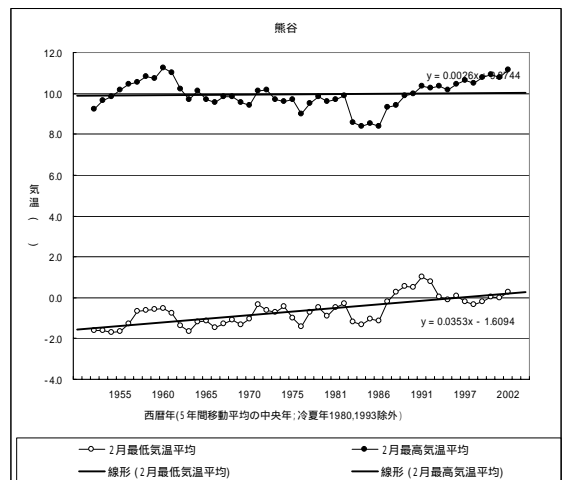
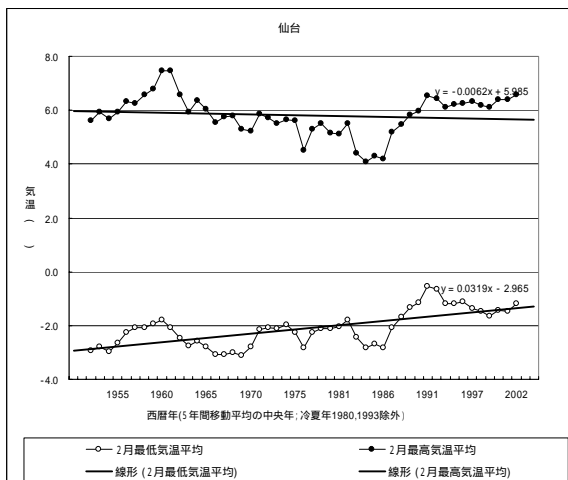
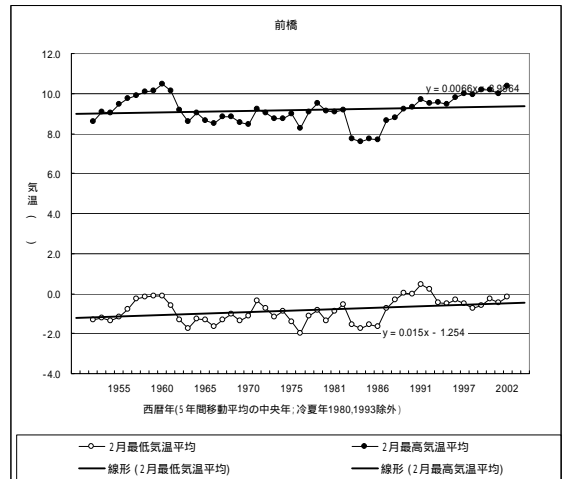
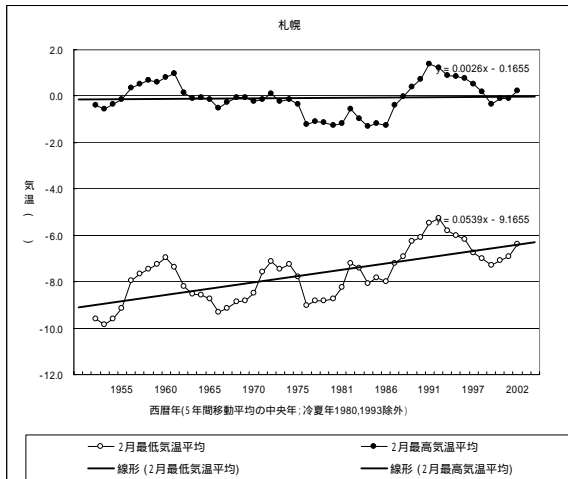
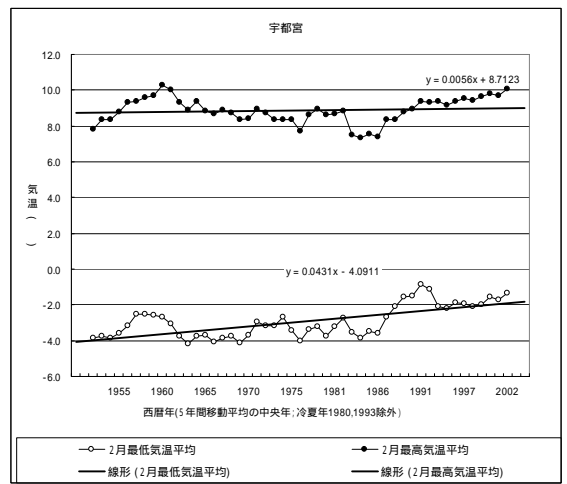
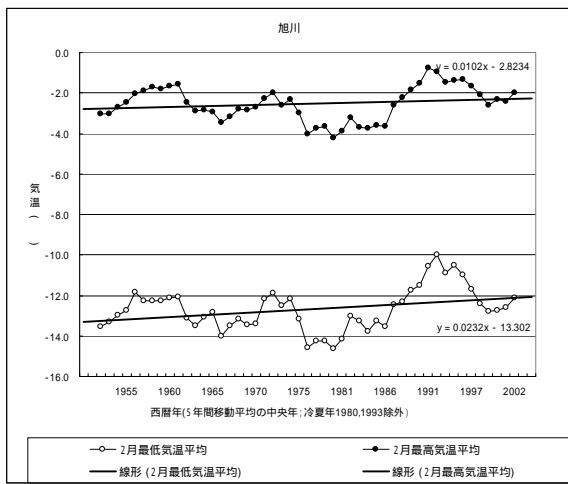


図2 - 15(3) 気温変化の長期傾向(冬季)

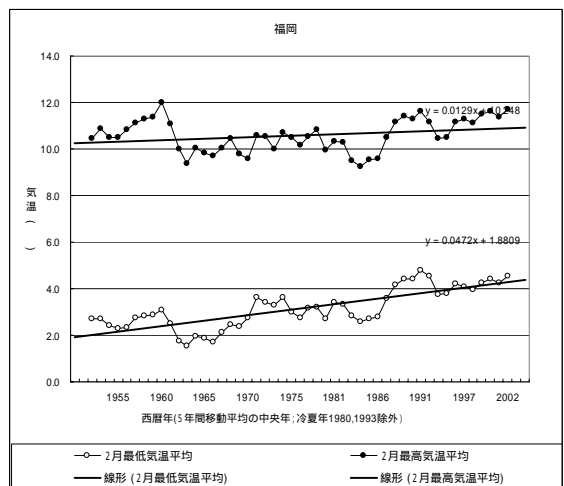
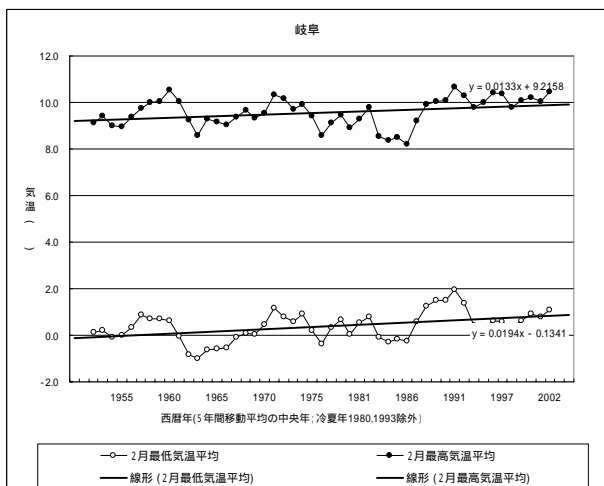
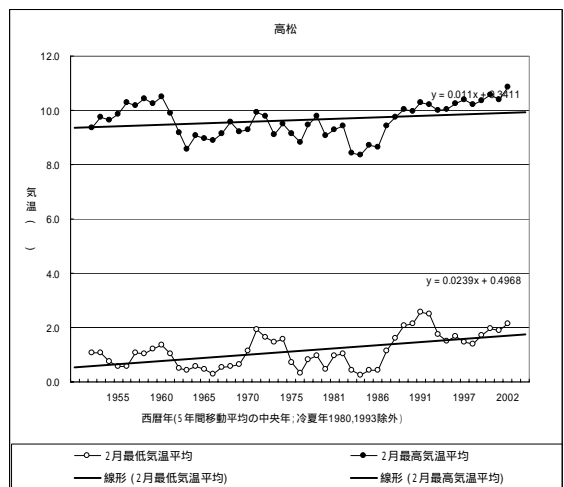
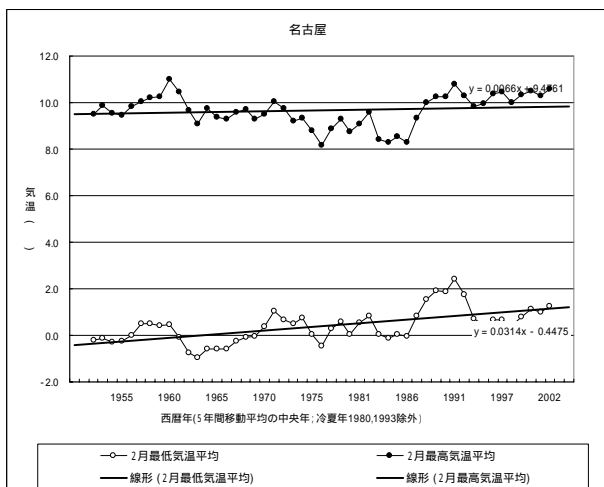
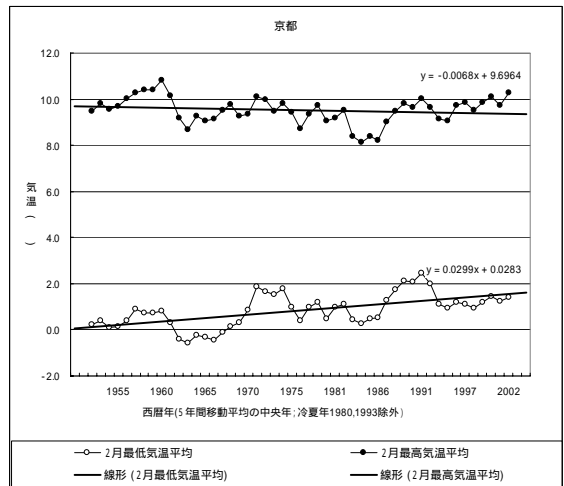
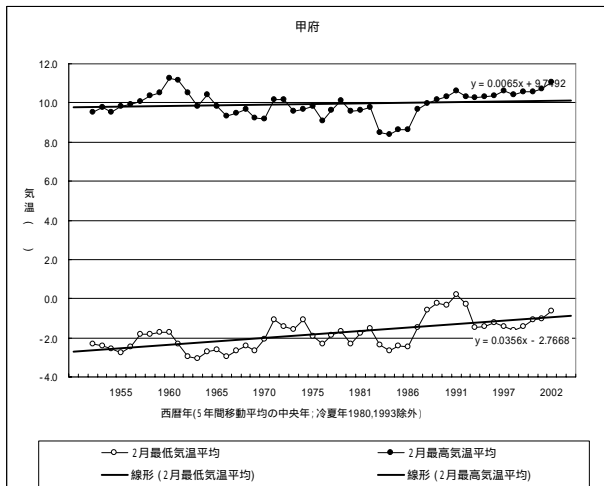
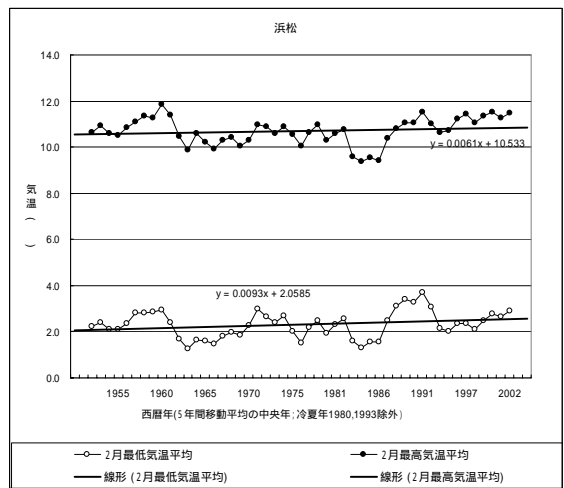
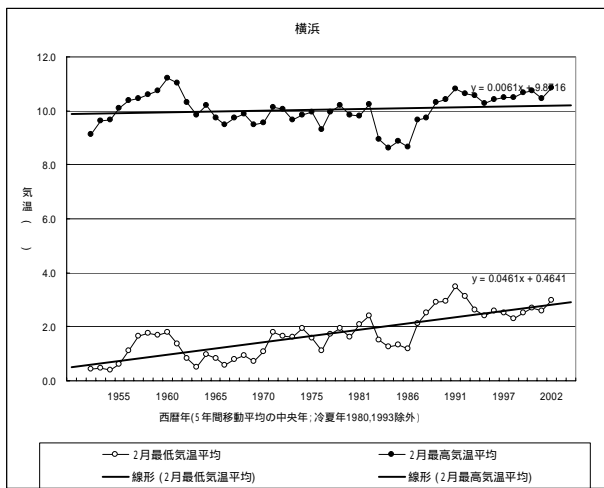


図 2 - 15(4) 気温変化の長期傾向 (冬季)

時刻別気温の変化

各都市の時刻別の気温変化を整理した。以下に代表的な都市における 1960 年代、80 年代及び最近 10 年間 (1995 ~ 2004) の時刻別気温差を示す。ただし、1960 年代の気象観測では、気温は 3 時間おきの値しか観測されていない。そこで、同測定地点における 1980 年代のアメダスデータの時間値より、1 時間前の値との気温比を求め、この値で未測定時刻の気温を推定する方法により、1 時間値を作成した。

東京、横浜、京都、福岡といった大都市においては、夜間の気温が上昇し、昼間はほとんど上昇していないか、逆に低下し、気温の日較差が縮小しているという結果となった。大都市のなかでは名古屋が唯一昼間の気温上昇がみられる。

一方、熊谷、甲府、岐阜といった内陸の都市は全ての時刻で気温が上昇しており、特に甲府、岐阜では昼間の上昇幅が最も大きくなっている。

気温の日周期についてみると、東京、横浜、京都、福岡の大都市は気温ピークがなだらかな形状であり、最高気温の上昇が抑制されているようにみられる。内陸都市はピークが急であり気温の日較差が大きくなっている。名古屋は内陸都市に近い傾向が見られる。

年代別では東京、横浜は 60 年代から 80 年代の間の上昇が大きく、名古屋では夜間は 60 年代から 80 年代の間、昼間は 80 年代以降の上昇が大きい。京都でもほぼ同様の傾向がみられる。福岡では昼間の気温はやや低下しているが、夜間の気温は上昇しており 80 年代以降の上昇がより大きくなっている。

浜松、高松では昼間、夜間とも気温上昇がみられ、夜間の上昇幅が大きくなっており、最近の気温上昇が顕著である。

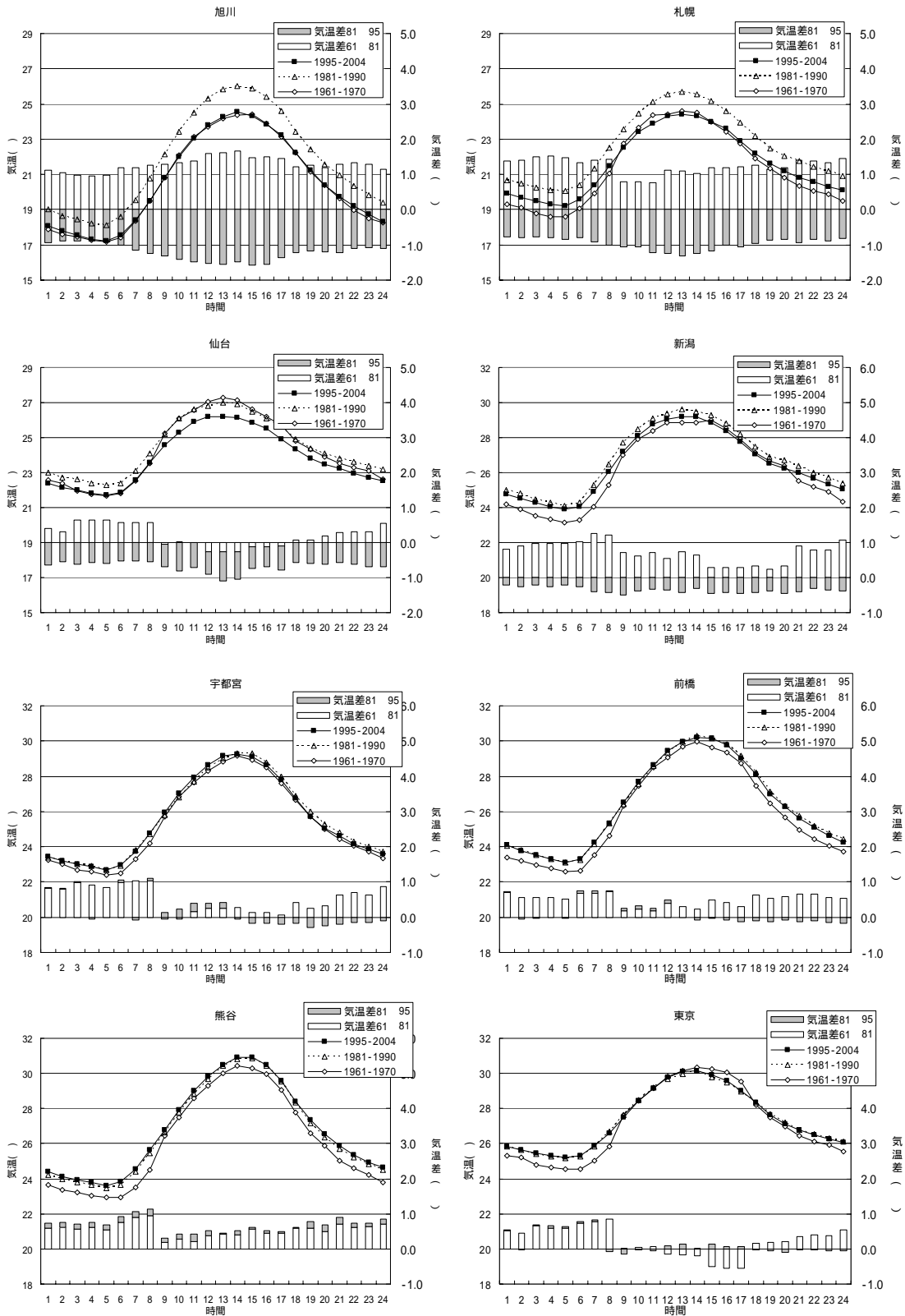


図2 - 16(1) 都市の時刻別気温変化 (60年代,80年代,最近10年間)

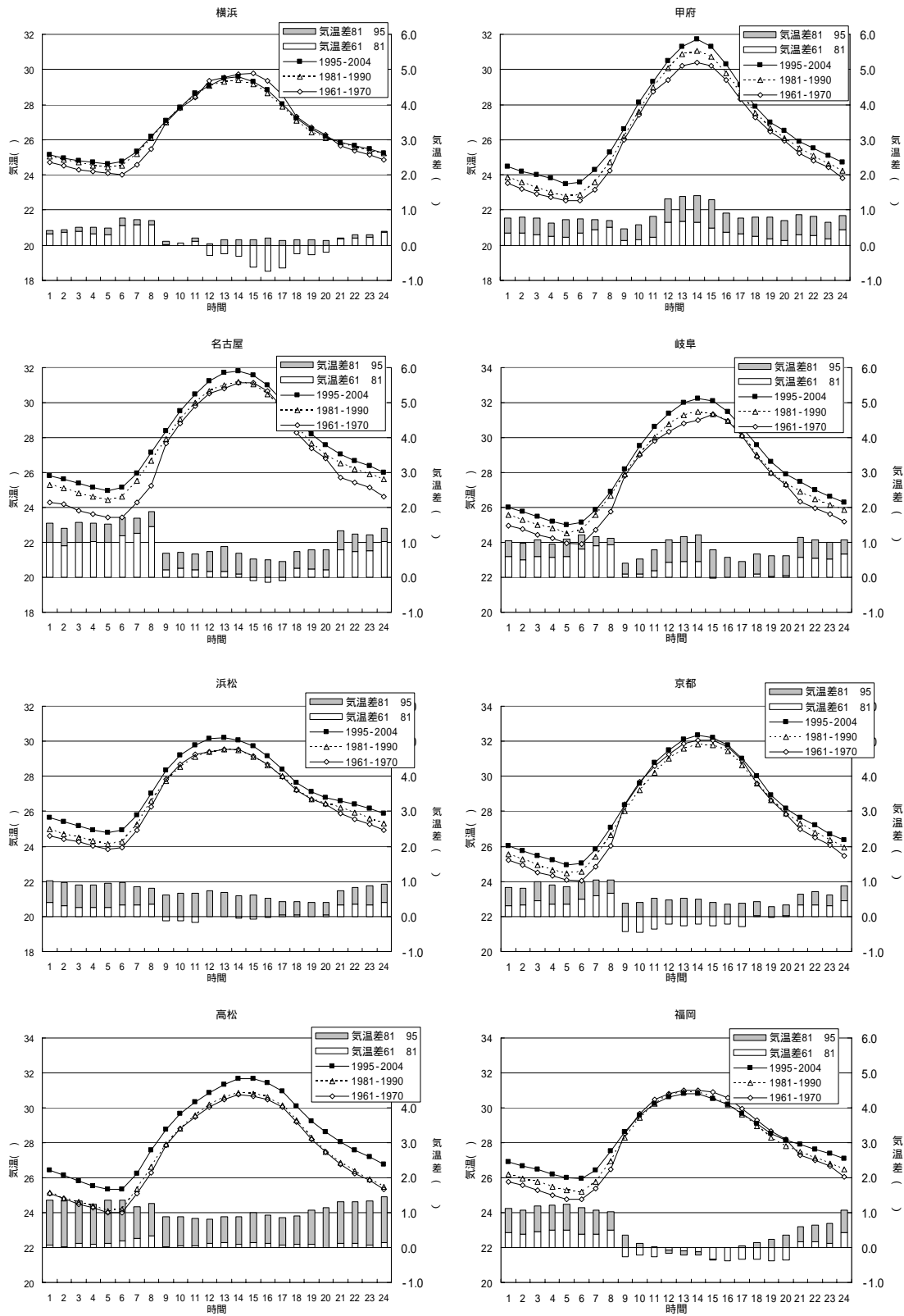


図 2 - 16 (2) 都市の時刻別気温変化 (60 年代, 80 年代, 最近 10 年間)

3) 都市化状況の把握

人口集中地区・面積の推移

対象都市の都市化の進展状況を把握するため、対象とした16都市の人口集中地区(DID)の人口及び面積及び土地利用状況を整理した。なお、東京については23区を対象とした。

東京を除くすべての都市でDID人口は増加傾向にある。ただし、前橋、甲府、岐阜、高松では1980年以降の伸び率は低下し、1990年以降横ばいかやや減少している。

DID面積は全都市で1980年までは大きく増加している。1980年以降は傾向が分かれており、札幌、仙台、宇都宮、熊谷、浜松、横浜は継続的に伸びている。旭川、新潟、前橋、熊谷、高松といった中規模の都市では1980年までに大きな伸びを示しているが、1980年代以降伸び率は低下し、横ばいに近い都市もある。東京は23区内のほぼ全域がDID面積となったため、増加余地がなくなっている理由で増加が止まっていると思われる。

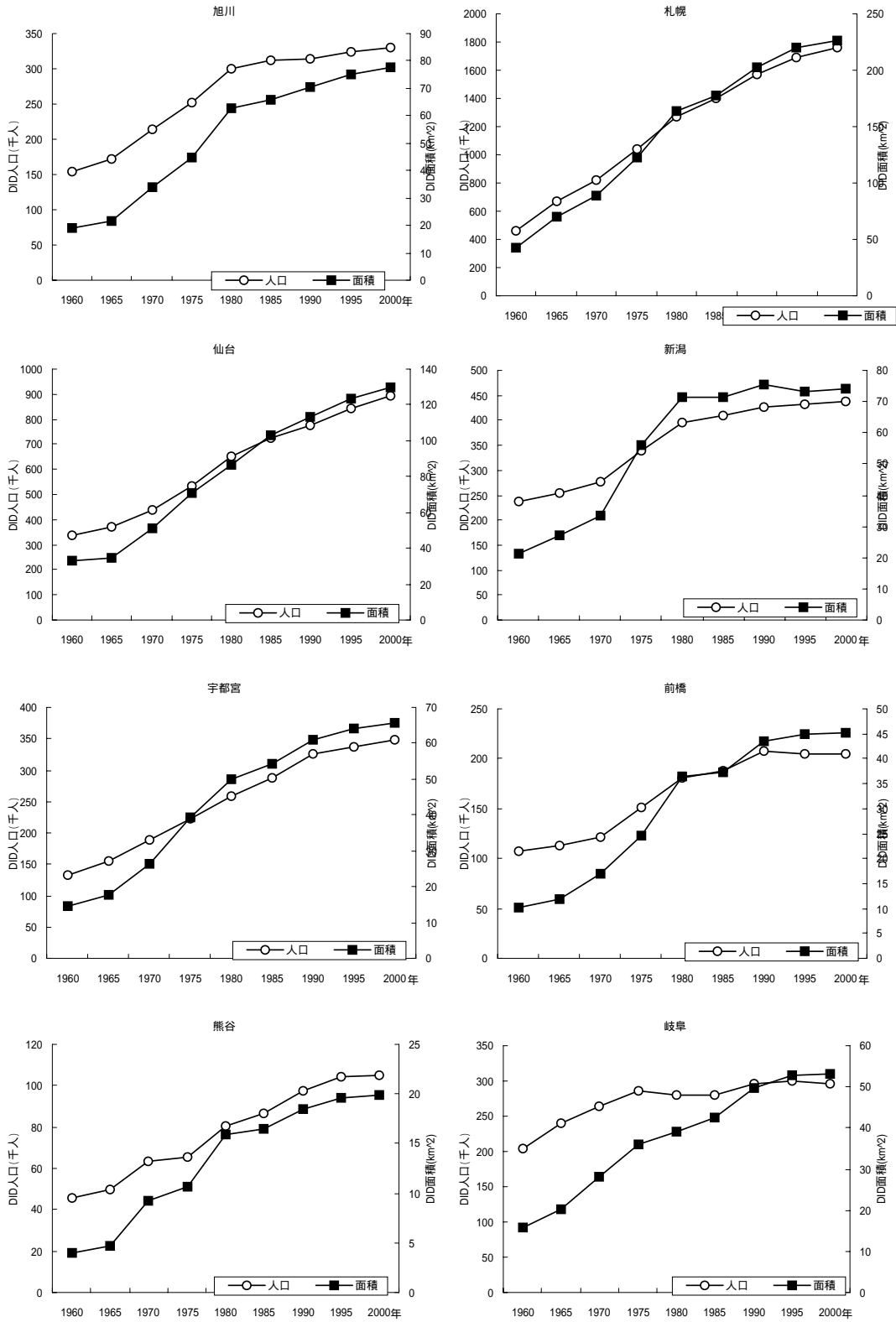


図 2 - 17(1) DID 面積・人口の経年変化

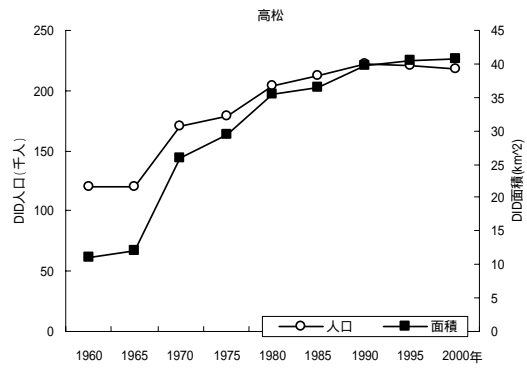
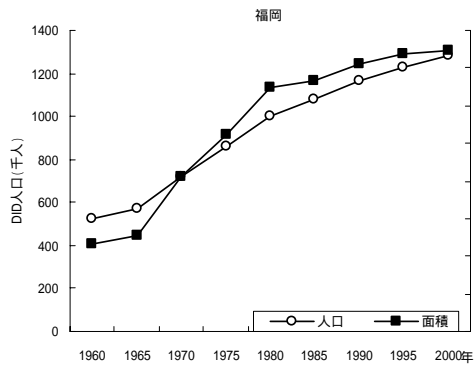
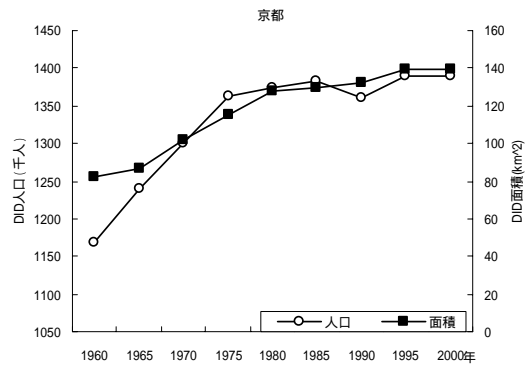
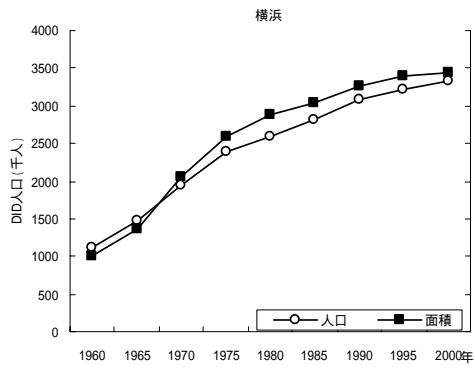
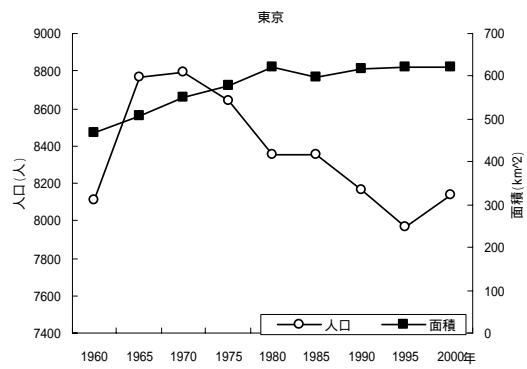
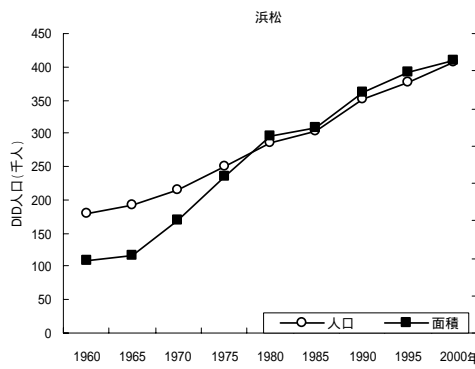
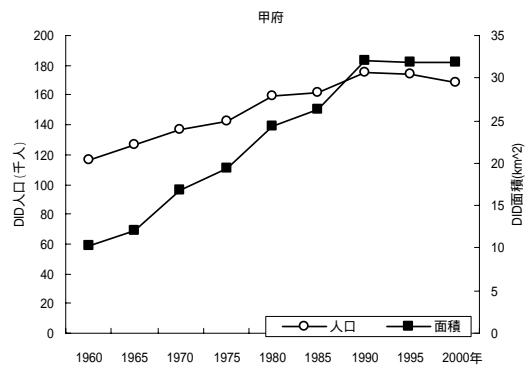
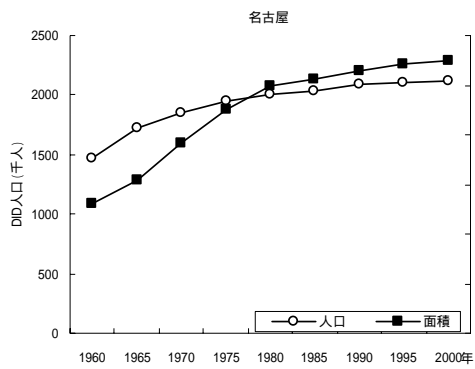


図 2 - 17(2) DID 面積・人口の経年変化

市街地の空間分布の把握

国土数値情報土地利用メッシュ(100m)により、1976年(昭和51年)と1997年(平成9年)における気象観測地点周辺20kmの土地利用状況を整理した。代表例として名古屋の状況を図2-18に示す。また、1976年調査結果と1997年調査結果では土地利用区分の凡例が異なるため、表2-4に示す分類により整理し、1976年から1997年の土地利用区分毎の増減を算出した。算出結果を図2-19に示す。

土地利用区分の増減の状況を見ると、すべての都市で「建物用地」の増加がみられる。一方、減少している土地利用区分は、東京、横浜では空地等である「その他の用地」や「幹線道交通地」など既に被覆が人工化されている部分が再開発されて「建物用地」等となっている。その他の大都市である札幌、仙台、名古屋、京都、福岡では気象観測地点近傍は東京等と同様の傾向が見られるが、2km以遠は農地や森林等が建物用地に置き換わっている。ただし、京都は土地利用の転換量が他の都市と比べて小さくなっている。

その他の都市においては、気象観測点直近から農地や樹林等が建物用地等に置き換わっており、自然的被覆が人工的被覆に転換していることが確認できる。

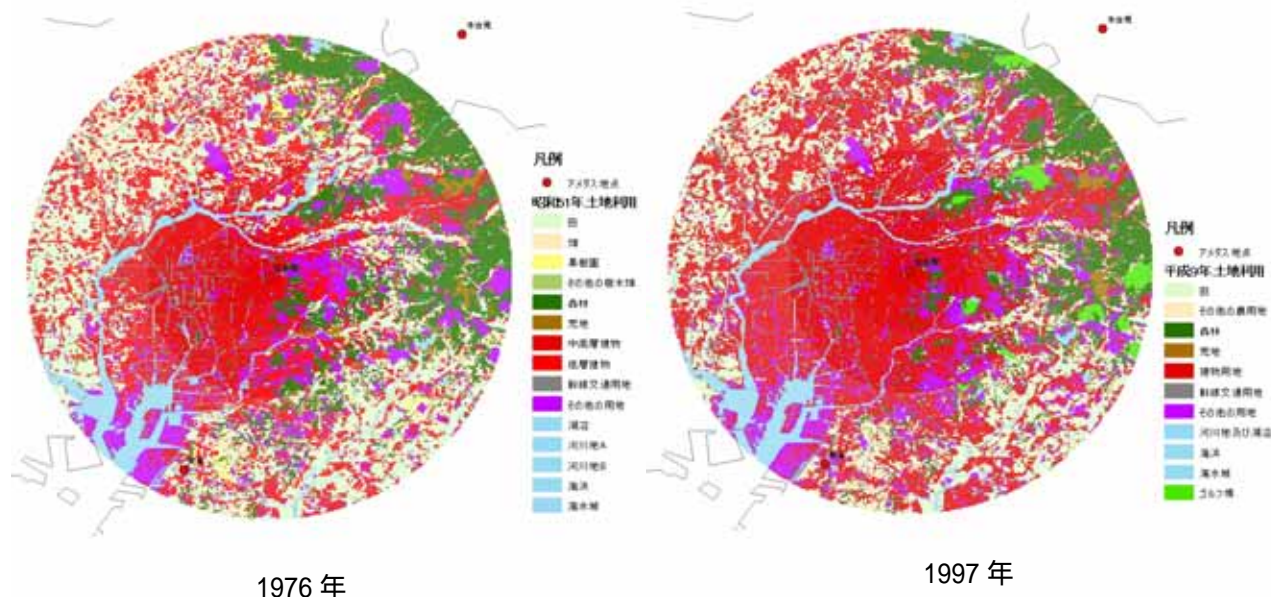


図2-18 気象観測地点20km圏の土地利用変化の状況(例:名古屋市)

表2-4 国土数値情報土地利用メッシュの土地利用区分(1976年と1997年の土地利用区分の対応)

1976年の区分	1997年の区分	整理後の分類	備考
田	田	農地	
畑	その他の農用地		
果樹園			
その他の樹木畑			
森林	森林	森林等	
荒地	荒地		
中高層建物	建物用地	建物用地	
低層建物			
幹線交通用地	幹線交通用地	幹線交通用地	
その他の用地	その他の用地	その他の用地	空地等
湖沼	河川地及び湖沼	水面	
河川地A			河川敷
河川地B			河川敷内の人工利用地
海浜	海浜		
海水域	海水域		
	ゴルフ場	ゴルフ場	

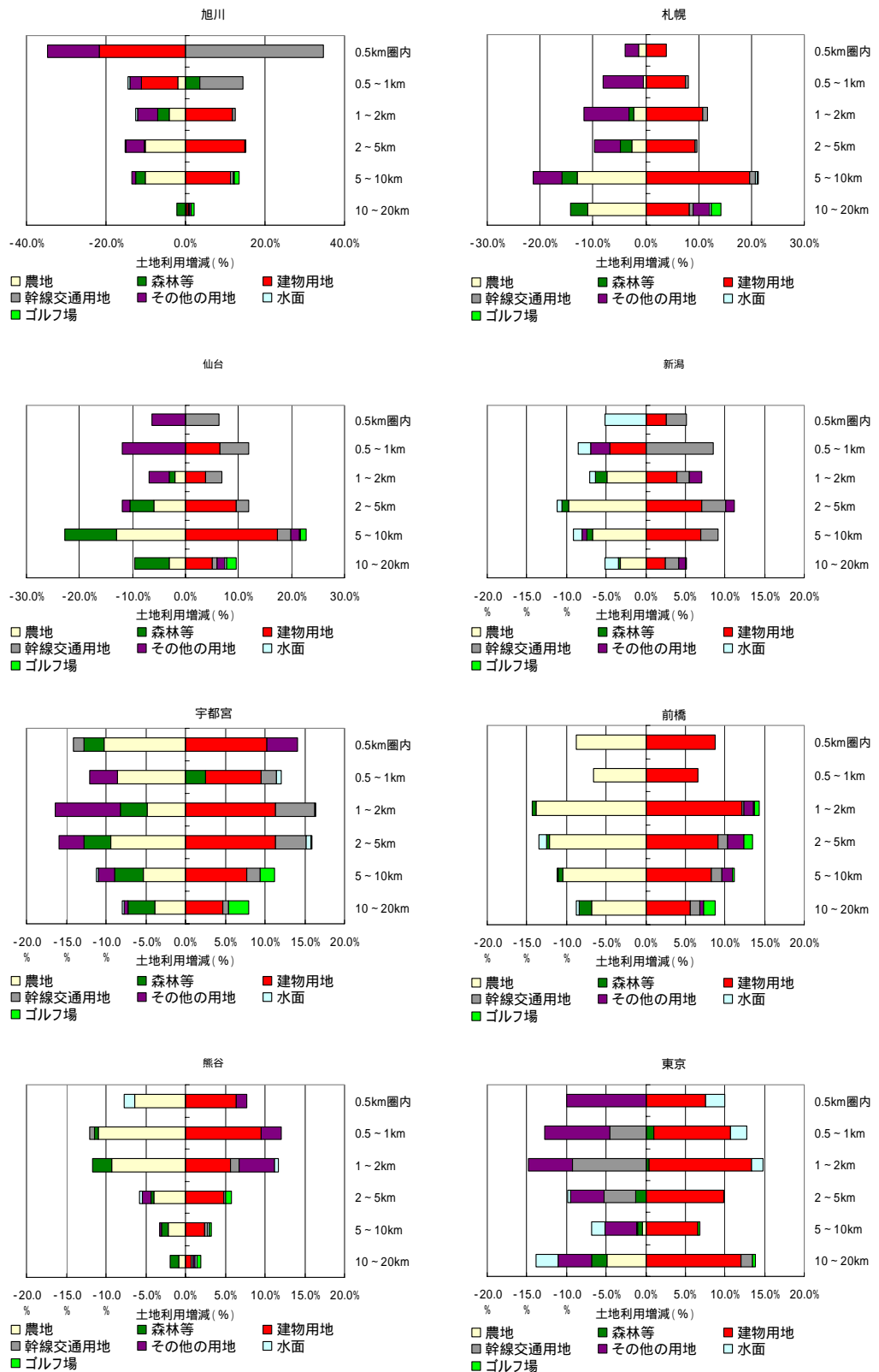


図 2 - 19(1) 気温観測地点からの距離圏別土地利用比率の増減

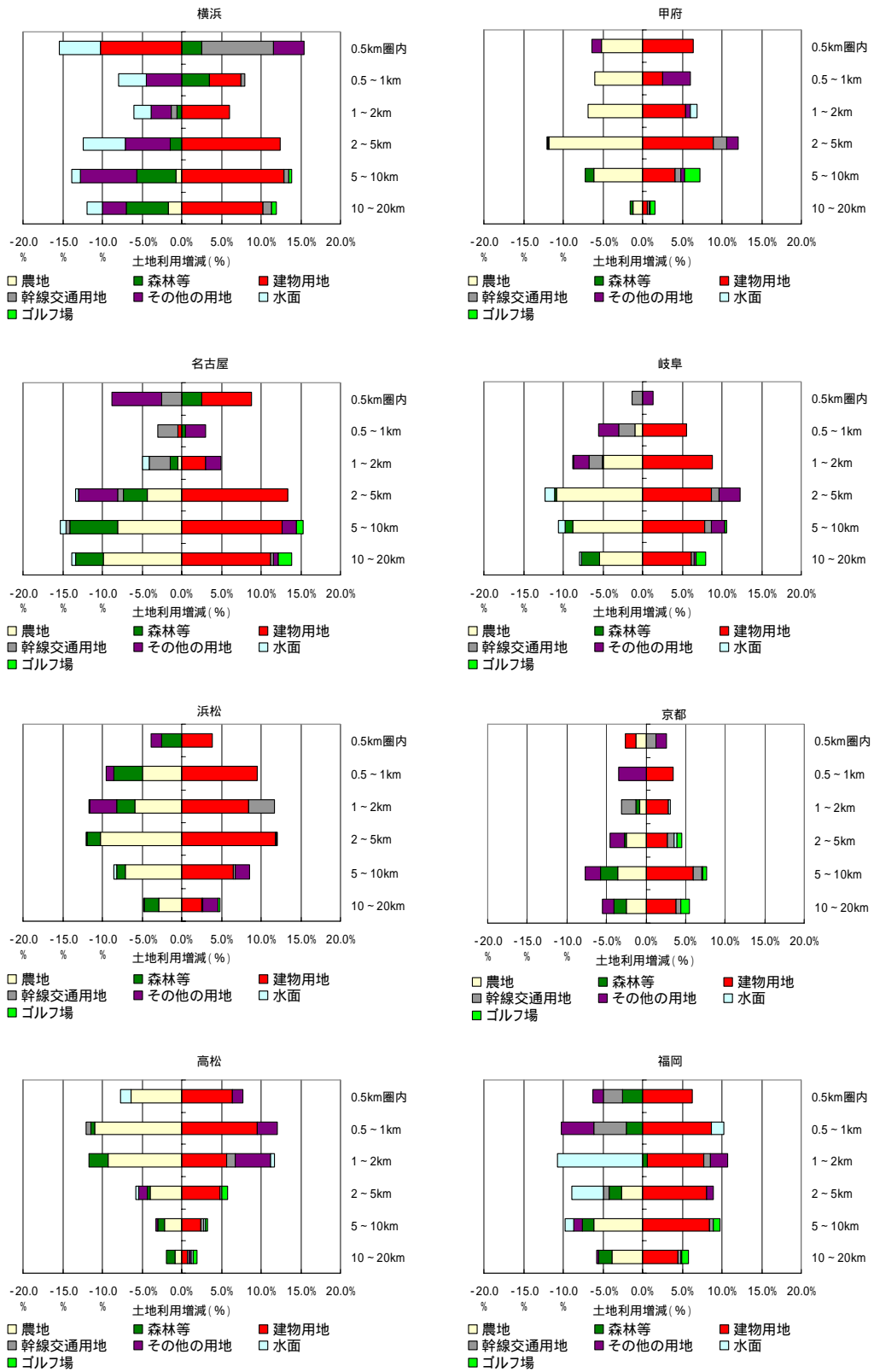


図 2 - 19(2) 気温観測地点からの距離圏別土地利用比率の増減