

## 参考資料 2 「ヒートアイランド現象の要因変化の推定方法」

本マニュアルではヒートアイランド現象が顕著な大都市（東京都区部、名古屋市、大阪市、福岡市）を対象に、ヒートアイランド現象の主な要因である①地表面被覆の人工化、②都市形態の高密度化、③人工排熱の増加の3つの要因の経年変化に着目して整理しています。3つの要因に関連する指標の経年変化を把握するため、対象都市における各指標の推定に必要な統計データ等が概ね利用可能な1950年代以降の変化を比較しています。

基本的な考え方として、まず各都市においてGIS（地理情報システム）データや消費エネルギー量等の詳細なデータが利用可能な年を基準年として各指標の推定を行い、各指標と相関があり、かつ過去においても利用可能な統計データの経年変化を各指標に適用し、各指標の経年変化を推定しました。

### 1. 地表面被覆状況の変化の推定方法

#### 1.1 自然的被覆の変化

国土地理院の「細密数値情報（10m メッシュ土地利用）」や「数値地図 5000（土地利用）」において三大都市圏のデータが整備されており、1970年代半ば以降の以下に示す年の土地利用の経年変化を把握することが可能です。

- ・首都圏（細密数値情報：1974, 1979, 1984, 1989, 1994）
- ・中部圏（細密数値情報：1977, 1982, 1987, 1991, 1997／数値地図 5000：2003）
- ・近畿圏（細密数値情報：1974, 1979, 1985, 1991, 1996／数値地図 5000：2001, 2008）

そこで、三大都市圏の対象都市（東京都区部、名古屋市、大阪市）について、細密数値情報と数値地図 5000 の土地利用データを利用し、現在の陸域（各都市の行政区域）内における以下の各被覆面の面積率を求め、1970年代以降の自然的被覆（山林・農地等、公園・緑地等、水面）の変化を図1に整理しました。

- ・山林・農地等：山林・荒地等、田、畑・その他の農地
- ・公園・緑地等：公園・緑地等（運動競技施設や遊園地等も含まれる）
- ・水面：河川・湖沼等、海
- ・自然的被覆：山林・農地等、公園・緑地等、水面の合計

いずれの都市も宅地化によって山林・農地等が減少しており、特に名古屋市における山林・農地等の減少が大きいことがわかります。また、海面の埋立により水面も減少しています。一方、公園・緑地等（公園内等には一部人工的な被覆も含まれます）は整備により増加していますが、自然的被覆（山林・農地等、水面、公園・緑地等の合計）全体では減少しています。

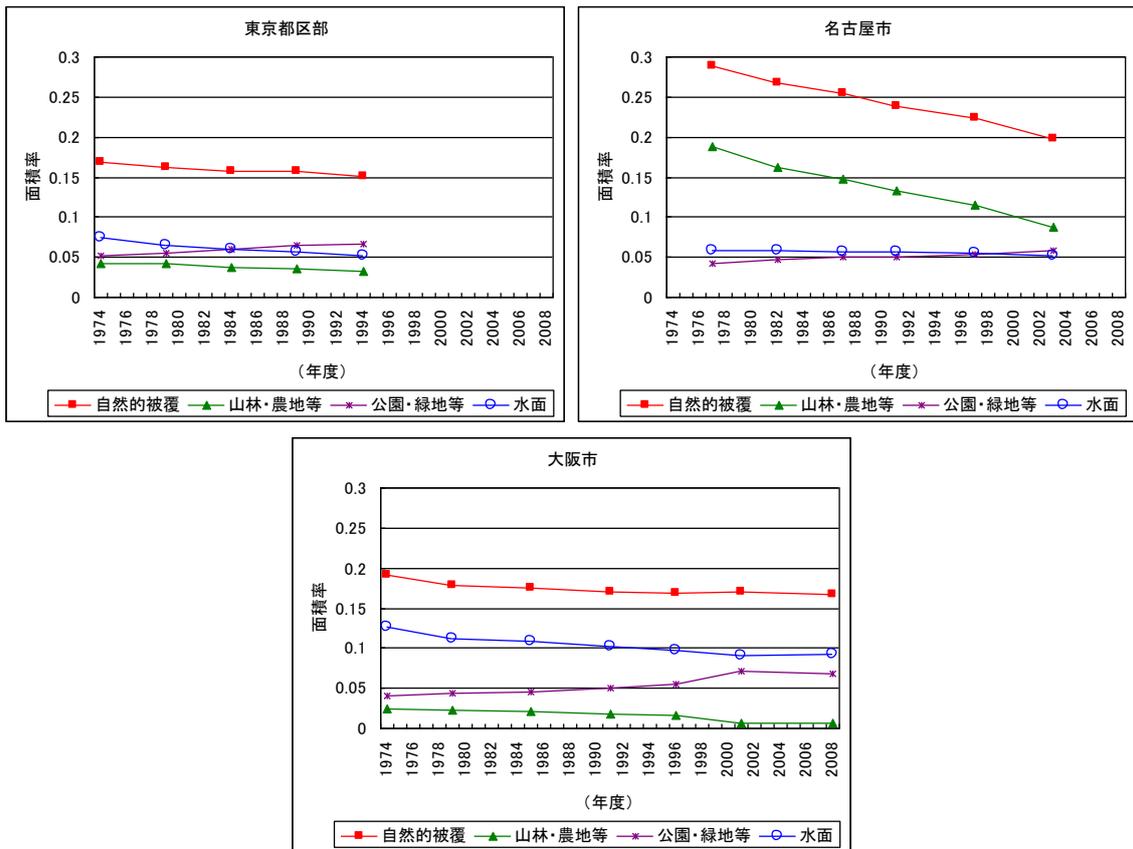


図1 自然的被覆面積率の推移

## 1.2 人工的被覆の変化

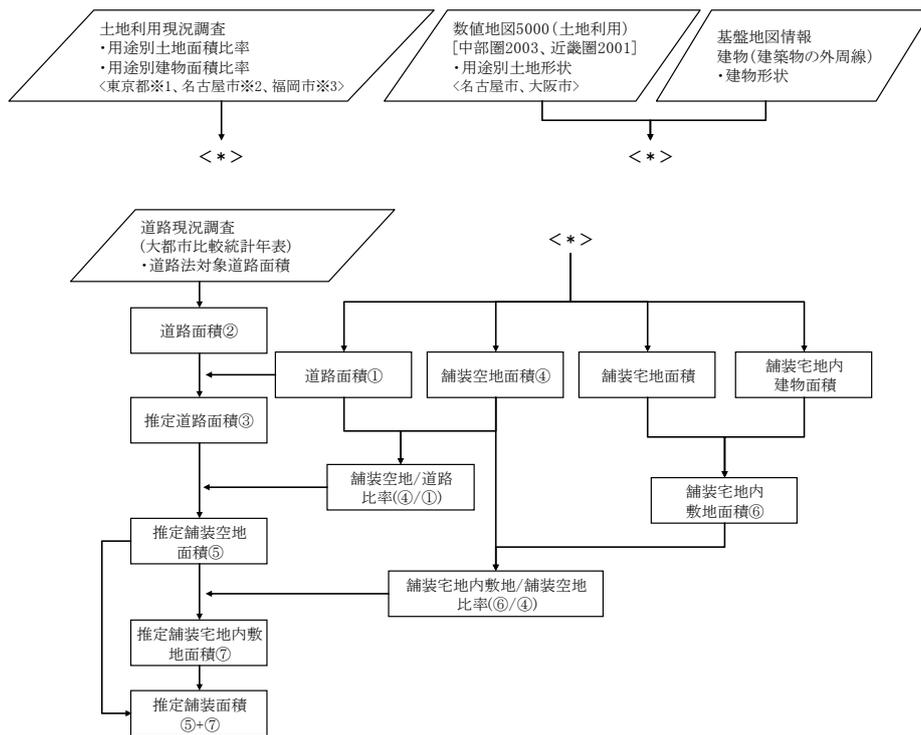
### 1) 舗装面積率

各都市における舗装面積率の推移を図2に示す推定方法で整理しました。

まず、各都市において土地利用現況調査等の詳細データが得られる時期において、道路面積率や舗装面積率、宅地面積率の推定を行い、「数値地図5000(土地利用)」や基盤地図情報の建物(建築物の外周線)のGISデータを利用する場合は、「平成18年度ヒートアイランド現象の実態把握及び対策評価手法に関する調査報告書」(以下、「平成18年度調査」と言います。)の推定方法に従い、国勢調査メッシュ人口、事業所統計データ等を併せて用い、舗装面積の推定を行いました。

過去の時期の推定については、長期にデータが存在する道路台帳の道路面積(道路法の対象道路の面積)の推移(図3~図6)を求め、上記のGISに基づく道路面積、土地利用現況調査等に基づく宅地内敷地の舗装面積等との関係を適用して、舗装面積率の推移を推定しました。

図7に舗装面積率の推定結果を示します。都市化の進展により舗装面積率が増加しており、名古屋市と福岡市は東京都区部や大阪市よりも変化が大きくなっています。



※1：東京都土地利用現況調査、※2：名古屋市都市計画概要  
 ※3：ヒートアイランド現象の緩和に資する緑地等に関する検討調査報告書（国土交通省都市・地域整備局）

図2 舗装面積率の推移の推定方法

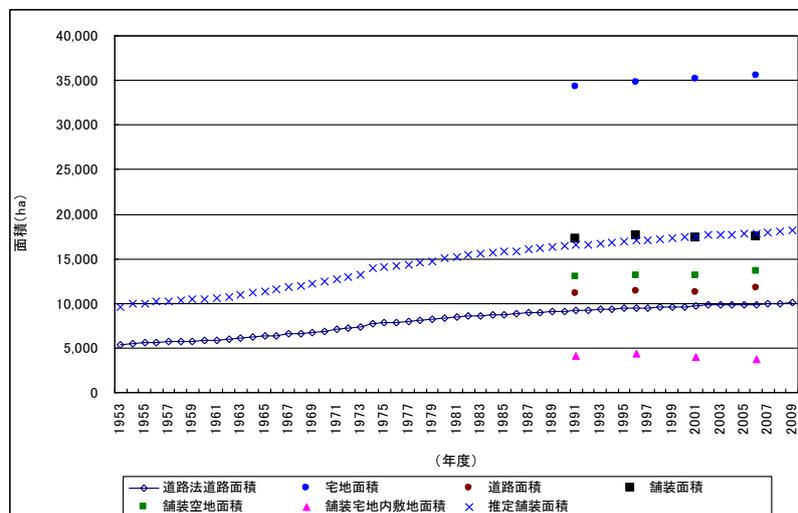


図3 舗装面積等の推移（東京都区部）

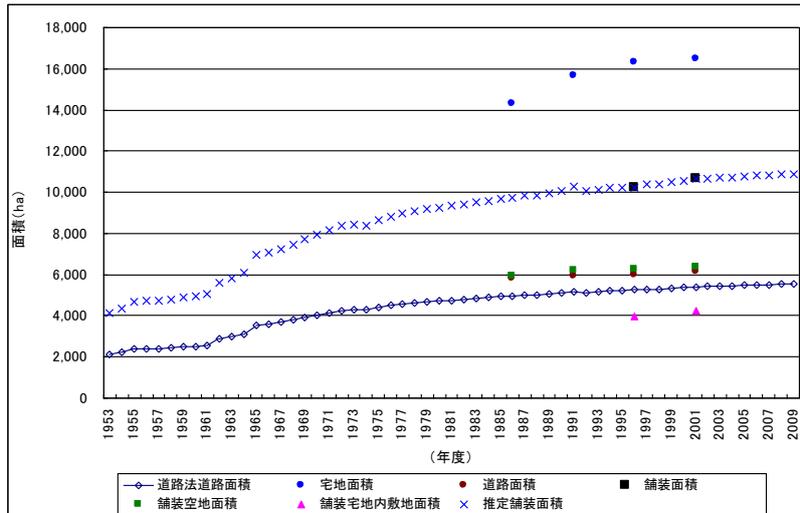


図4 舗装面積等の推移（名古屋市）

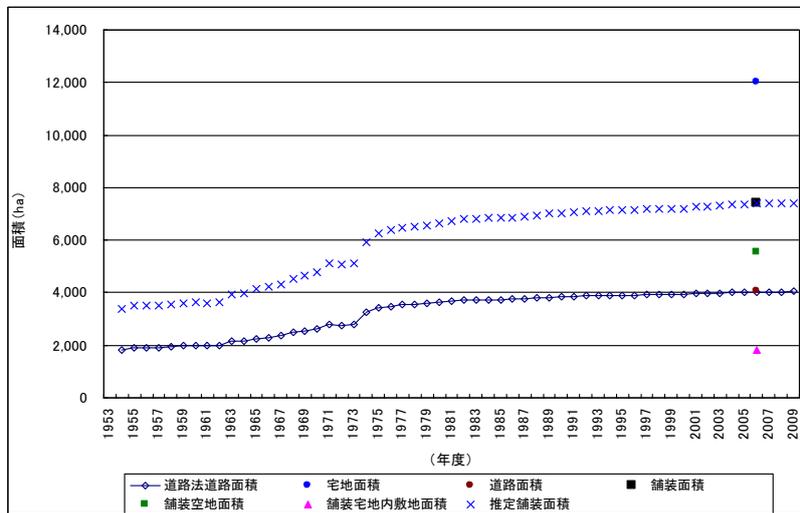


図5 舗装面積等の推移（大阪市）

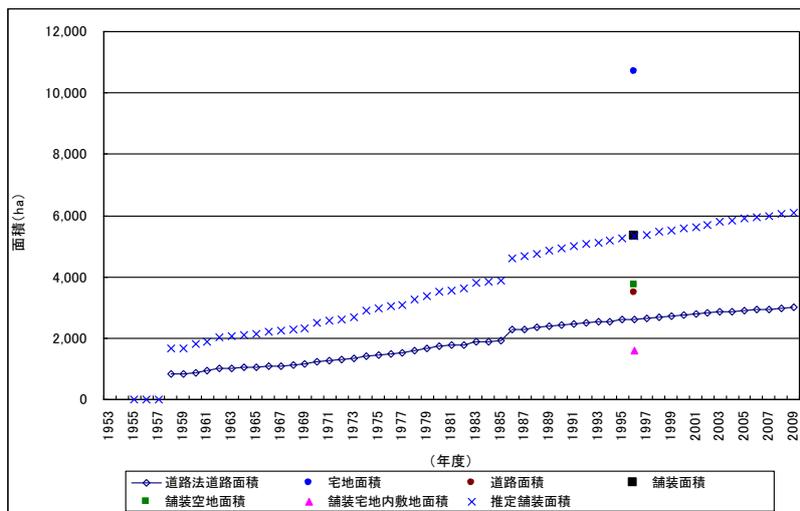


図6 舗装面積等の推移（福岡市）

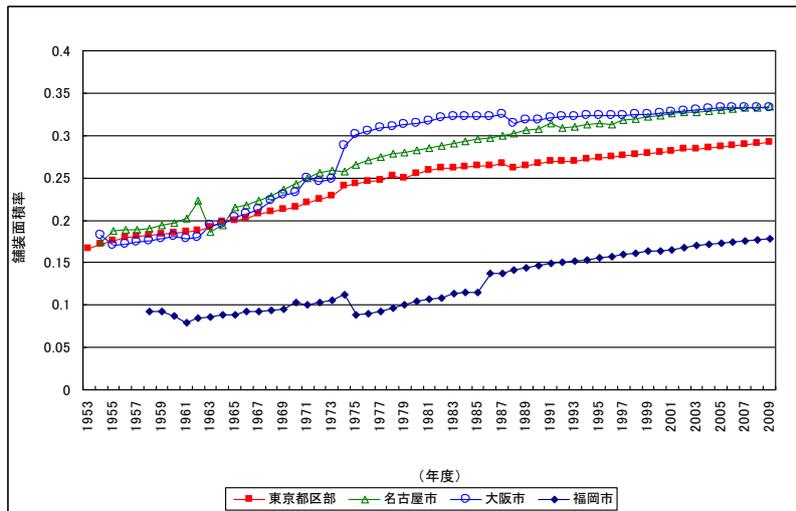


図7 舗装面積率の推移

## 2) 建物面積率

図8の流れにより、土地利用現況調査データ等の詳細な資料を利用できる近年の時期に関しては、土地利用現況調査結果データ等を用い、固定資産税課税対象の宅地面積の変化率（図9～図12）を用い推定しました。なお、建物面積に関する長期の統計データは精確に整備されたものがないため、長期の統計データとして利用可能な固定資産税課税対象の宅地面積を基に推定しています。

各都市における建物面積率の推定結果を図13に示します。名古屋市や福岡市は建物面積率の増加が続いており、まだ現在もスプロール化が進行している状況が見られますが、スプロール化がほぼ落ち着いた東京都区部や大阪市では、1970年代後半以降、建物面積率はあまり変化していません。

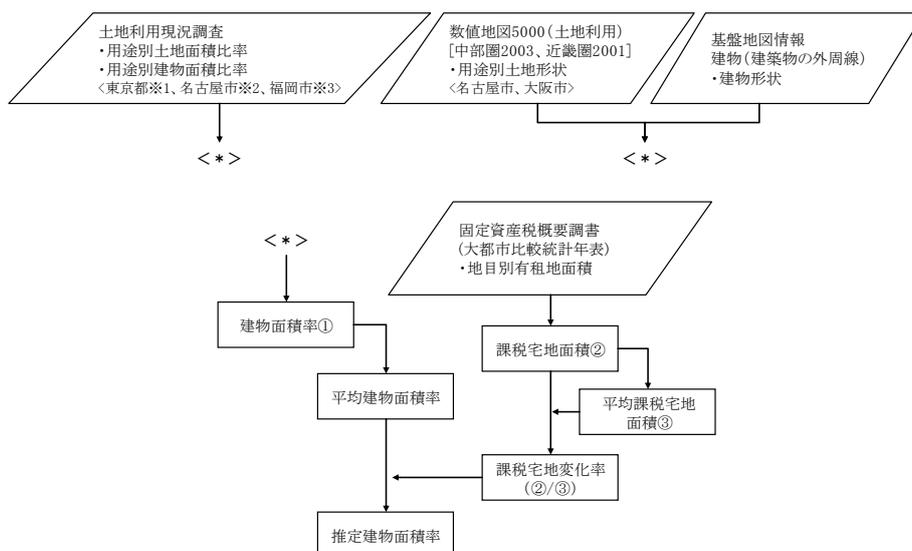


図8 建物面積率の推定方法

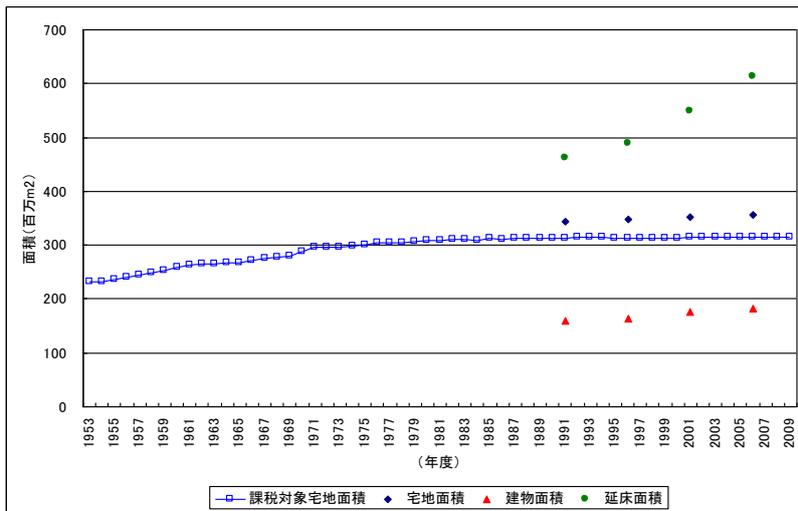


図9 建物面積や宅地面積等の推移（東京23区）

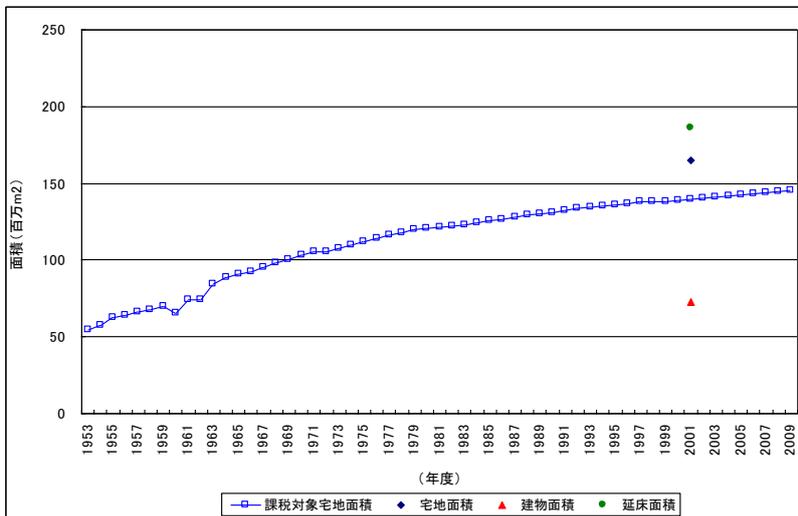


図10 建物面積や宅地面積等の推移（名古屋市）

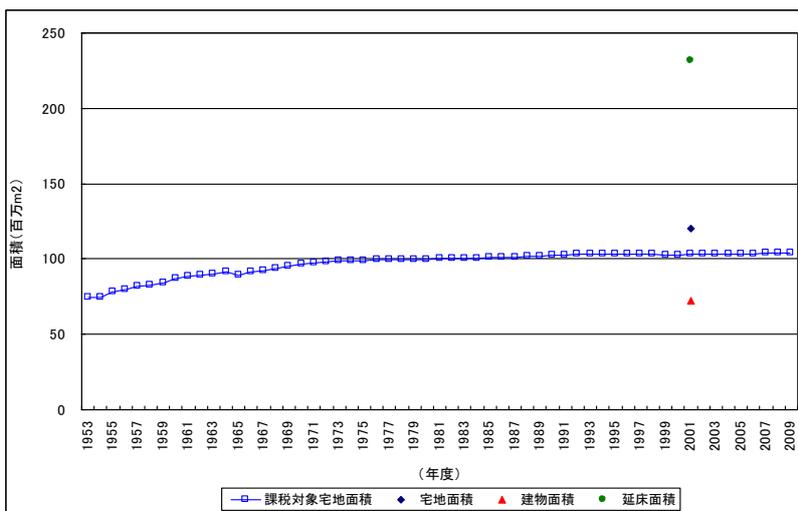


図11 建物面積や宅地面積等の推移（大阪市）

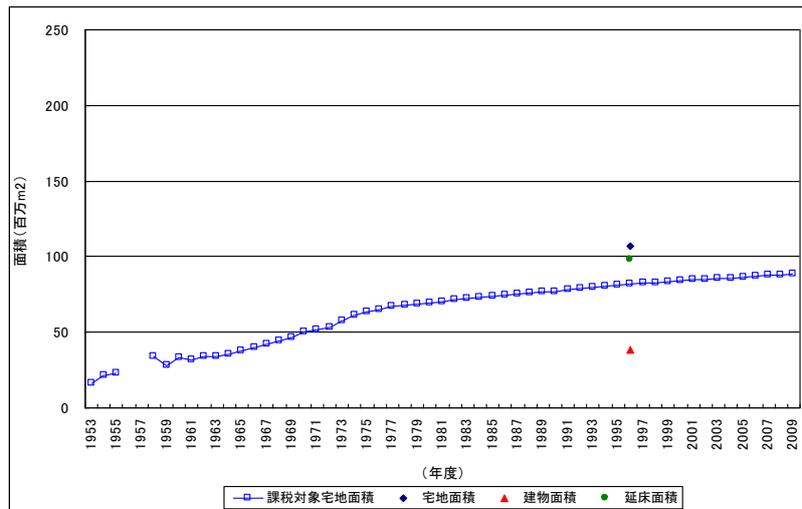


図 12 建物面積や宅地面積等の推移（福岡市）

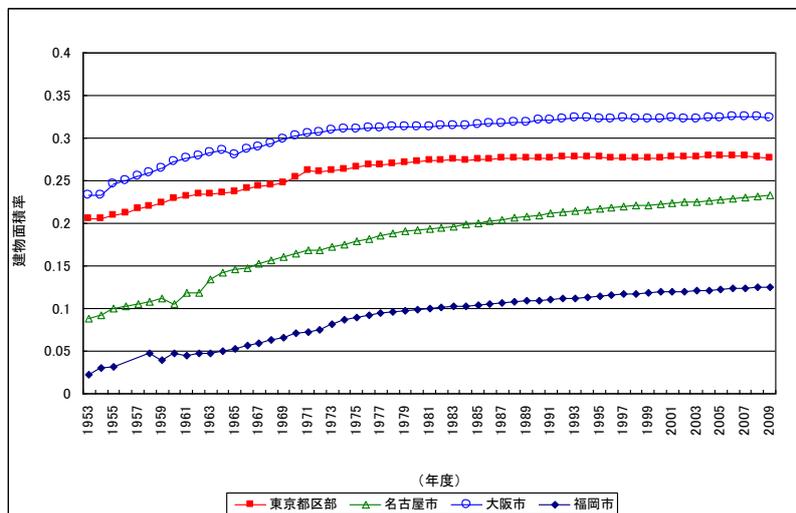


図 13 建物面積率の推移

## 2. 都市形態の変化の推定方法

建物面積率の推定方法と同様に、各都市において都市計画 GIS データ、あるいは数値地図（5000 土地利用）、基盤地図情報の建物（建築物の外周線）等のデータが利用できる近年の時期においては、それらのデータと国勢調査メッシュ人口、事業所統計メッシュデータを合わせて用い、推定を行いました。前述の平成 18 年度環境省調査の推定方法と同様に、延床面積と建物面積より平均階数を求め、図 14～図 17 に示す固定資産税の課税対象床面積データの推移との関係を利用して、平均建物高さ（階数）を推定しました（図 18）。なお、推定に用いた建物面積率は 1.2 2) で求めた建物面積率を用いています。平均建物高さの推移を見ると、いずれの大都市も徐々に建物が高くなってきていることがわかります。

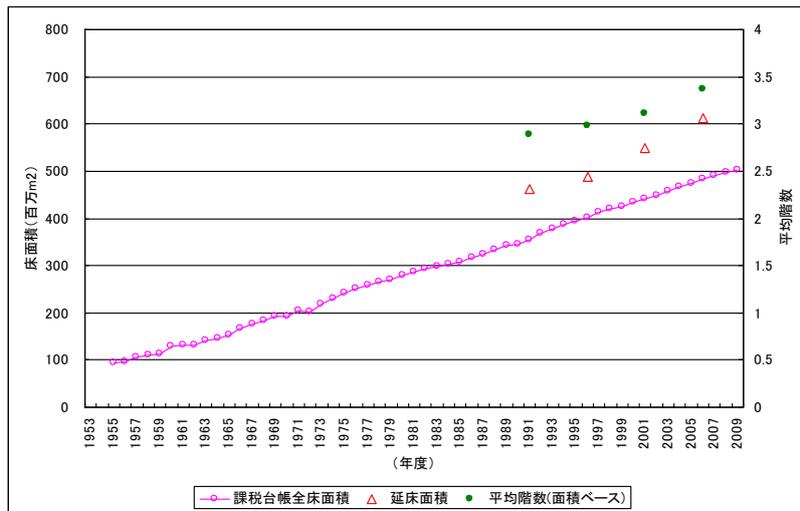


図 14 東京 23 区における延床面積等の推移 資料) 大都市比較統計年表 東京都土地利用現況調査

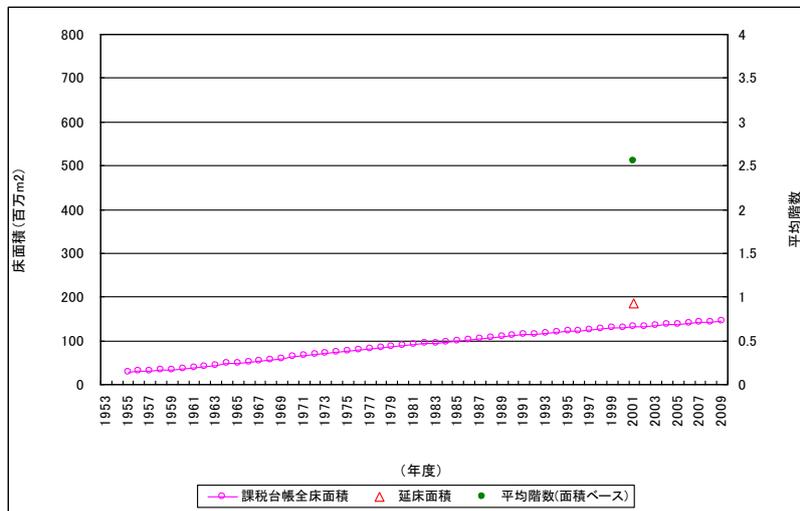


図 15 名古屋市における延床面積等の推移

資料) 大都市比較統計年表 基盤地図情報、数値地図 5000、国勢調査、事業所統計調査

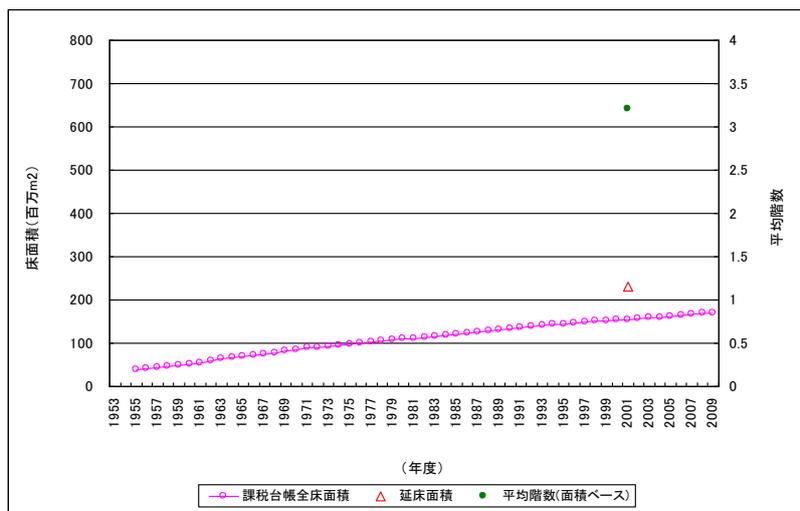


図 16 大阪市における延床面積等の推移

資料) 大都市比較統計年表 基盤数値情報、数値地図 5000、国勢調査、事業所統計調査

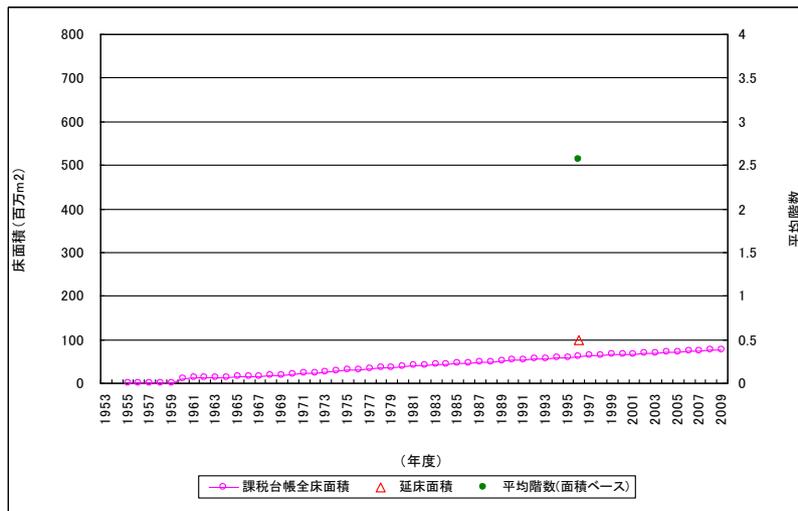


図 17 福岡市における延床面積等の推移

資料) 大都市比較統計年表 基盤数値情報、数値地図 5000、国勢調査、事業所統計調査

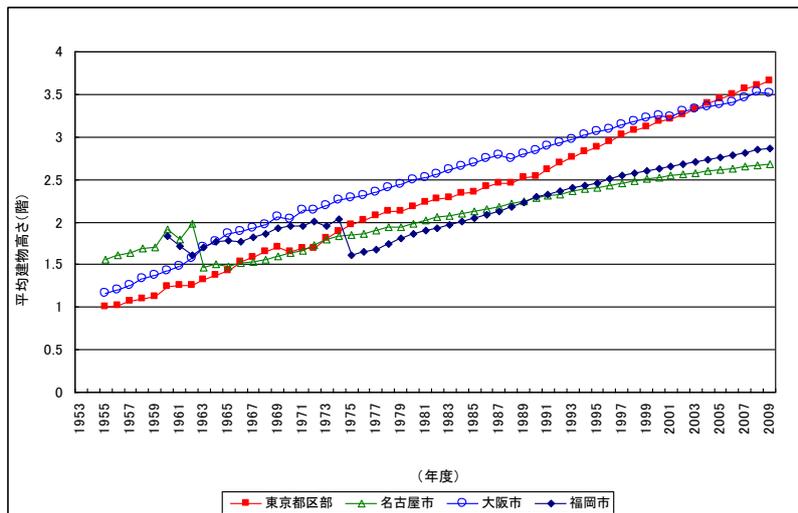


図 18 平均建物高さの推移

### 3. 人工排熱の排出状況の変化の推定方法

「平成 15 年度都市における人工排熱抑制によるヒートアイランド対策調査報告書」(国土交通省・環境省)の推定方法に従って、大都市における建物、自動車、工場、清掃工場、火力発電所からの排熱量の推移をそれぞれ把握しました。

上記報告書において、都市における人工排熱には「供給段階の排熱(供給エネルギー量)」、「消費段階の排熱(消費エネルギー量)」、「排出段階の排熱(環境への排熱量)」があると整理されています。「排出段階の排熱」の顕熱は長期間に遡った経年的なデータの入手、推定に限界があるため、本マニュアルにおいては、上記の報告書で主要な人工排熱源として対象とされている建物、自動車、工場、清掃工場、火力発電所について、「消費段階の排熱※(消費エネルギー量)」の推移を把握しました。

### 3.1 建物からの排熱

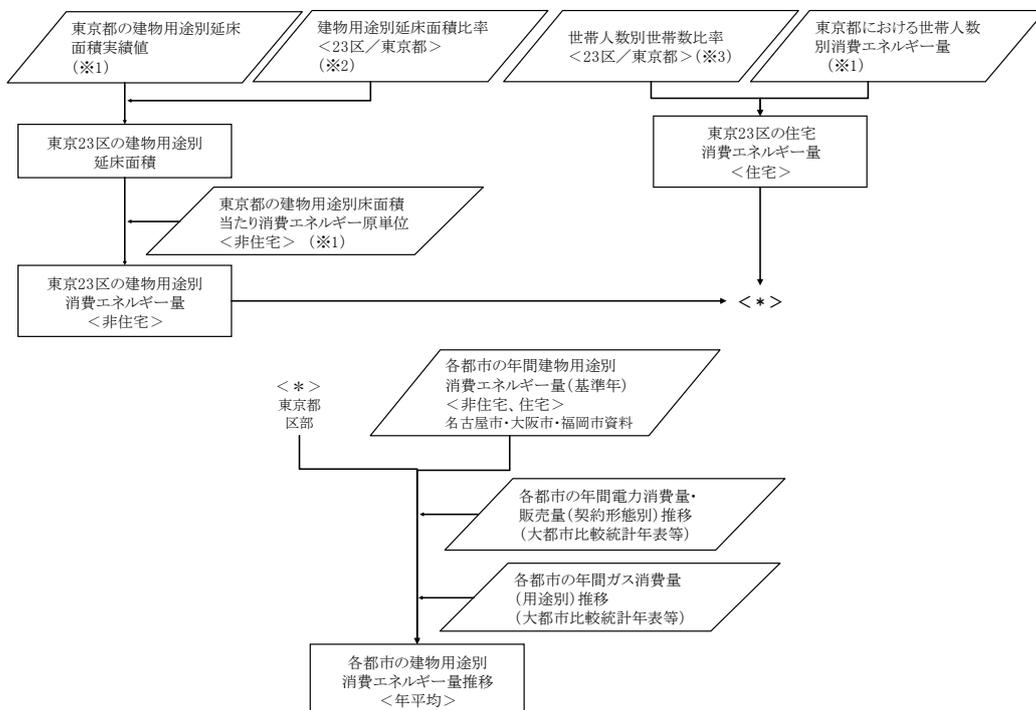
図 19 の流れにより、建物からの排熱について推定を行いました。

建物からの排熱（消費エネルギー量）を推定するに当たって、名古屋市、大阪市、福岡市については、各都市の資料に基づく建物の年間用途別消費エネルギー量実績値を用いました。また、東京都区部については、東京都の建物用途・床面積当たりの消費エネルギー原単位（業務）や住宅の世帯人数当たりの消費エネルギー原単位に、東京都の用途別延床面積実績値や世帯数データを適用して建物の年間用途別エネルギー消費量を推定しました。

以上のように各都市の年間消費エネルギー量を基準年において把握あるいは推定を行った上で、基準年における消費エネルギー量の推移を、対象都市の契約形態別の電力使用量の推移（図 20）や用途別のガス消費量の推移（図 21）を活用して推定しました。

なお、建物の空調エネルギー使用は、電気やガス主体への転換が起こる 1970 年代以前には、重油等の燃料が主に使用されていたと考えられますが、各都市における重油等の燃料使用を適切に把握できる統計がなく、今回の当該時期の推定に当たっては、重油等の燃料使用に係る排熱は考慮していません。そのため、データの取扱いには留意する必要があります。

各都市の建物の排熱量（消費エネルギー量）の推移（図 22～図 25）を見ると、住居系、非住居系（業務・商業建物等）のいずれも排熱量が増加し続けており、東京都区部では特に非住居系の建物からの排熱量の割合が多く、近年の増加が大きいことがわかります。



- ※1：都における温室効果ガス排出量総合調査（H12年実績）
- ※2：東京都土地利用現況調査（H13・H14年）
- ※3：東京都統計年鑑

図 19 建物排熱（消費段階）の推定の流れ

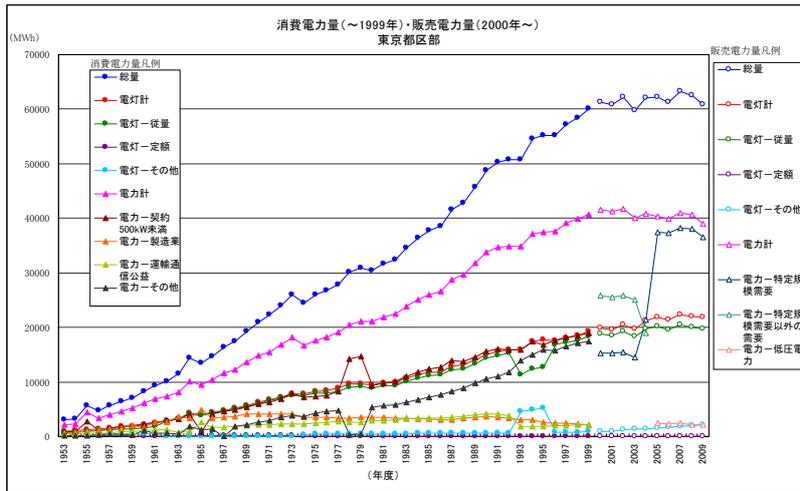


図 20 契約形態別電力使用量の推移（東京都区部の例）

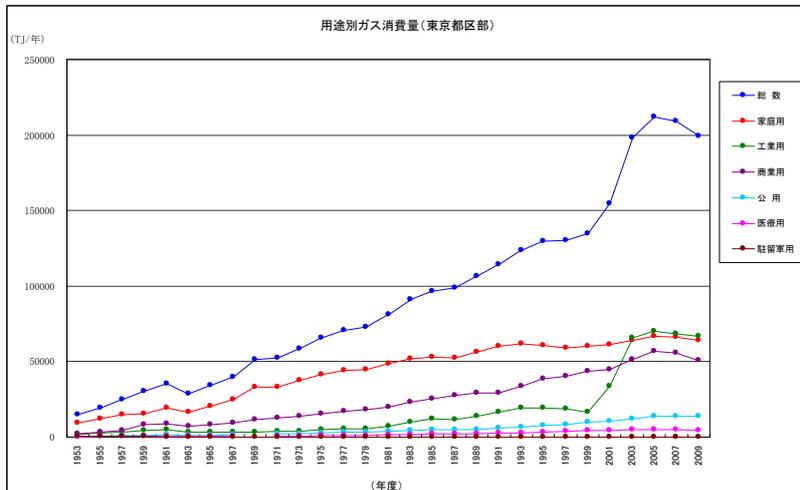


図 21 用途別年間ガス消費量の推移（東京都区部の例）

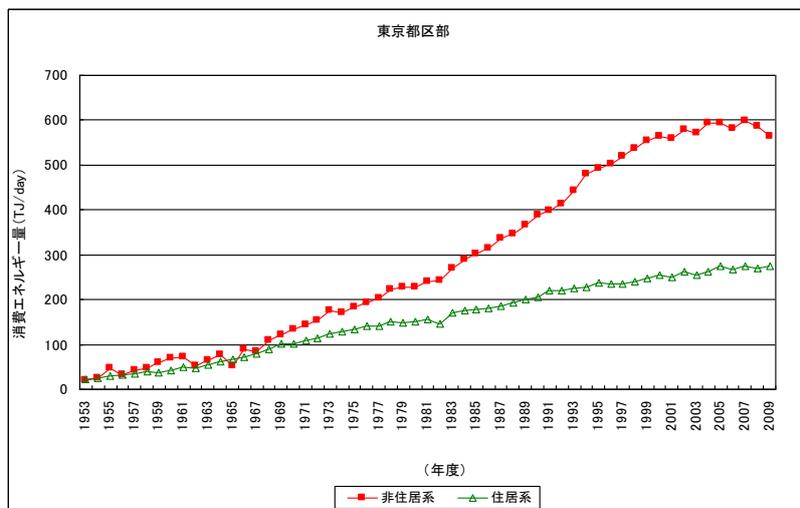


図 22 建物からの排熱量（消費段階）の推移（東京都区部）

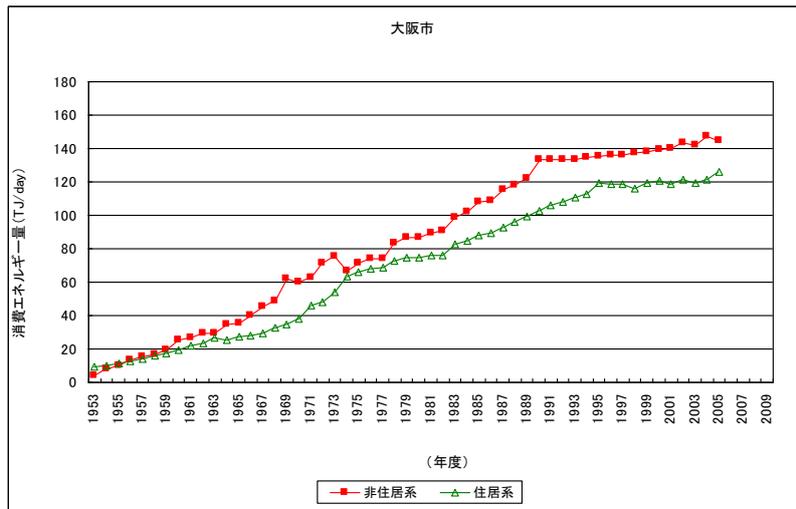


図 23 建物からの排熱量 (消費段階) の推移 (大阪市)

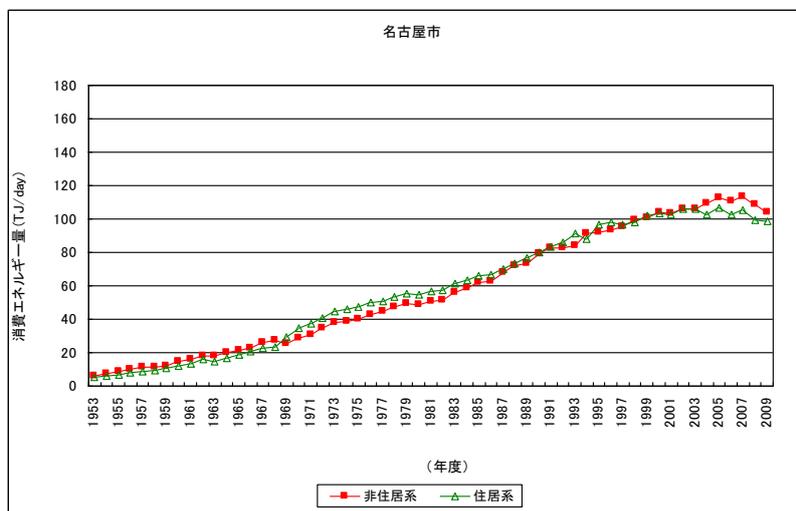


図 24 建物からの排熱量 (消費段階) の推移 (名古屋市)

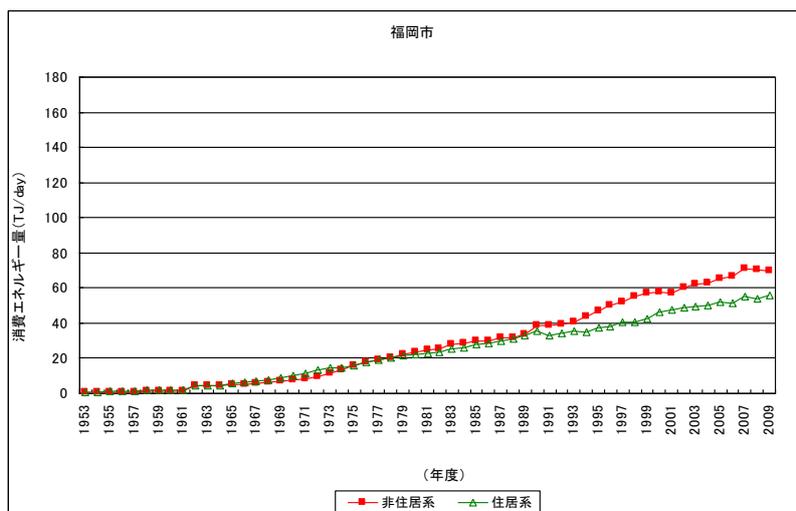


図 25 建物からの排熱量 (消費段階) の推移 (福岡市)

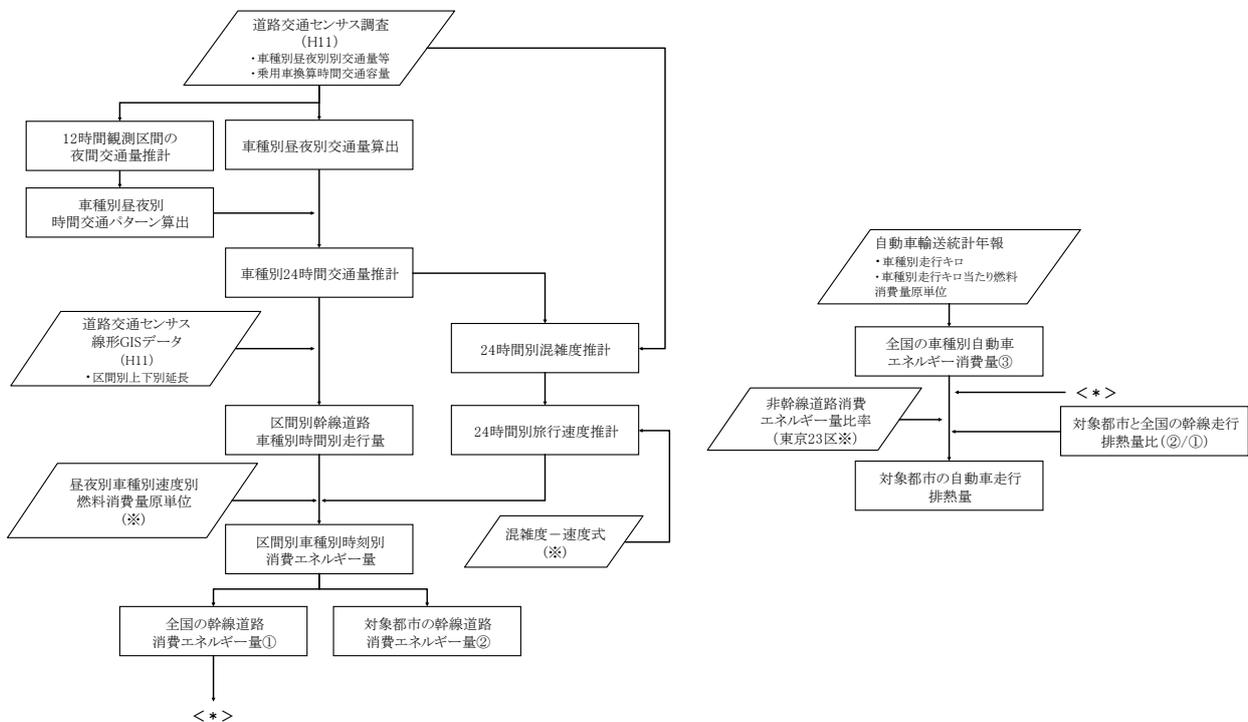
### 3.2 自動車からの排熱

自動車の走行やカーエアコンの使用等による燃料消費に伴う排熱量（消費エネルギー量）の経年変化を図 26 の流れで推定しました。

まず、基準年として平成 15 年度の国土交通省・環境省調査で用いられた 1999 年（平成 11）年の道路交通センサス調査データ及び道路交通センサス調査区間毎の道路線形 GIS データを用いて、同調査の推定方法及び昼夜別車種別速度別燃料消費量原単位により、1999 年における全国及び対象都市の幹線道路からの排熱（消費エネルギー量）を推定しました。また、対象都市における非幹線道路からの排熱（消費エネルギー量）については、同調査における東京 23 区の小幹線道路と幹線道路からの排熱の比を適用して求めました（図 27）。

次に、自動車輸送統計における全国の車種別走行キロの推移（図 28）と車種別走行キロ当たりの燃料消費量原単位の推移により、全国の車種別消費エネルギー量の推移を推定しました（図 30）。なお、軽自動車の走行キロの統計がない 1986 年以前における軽自動車の消費エネルギー量については、全国軽自動車協会連合会資料より軽自動車と全自動車の保有台数の関係の推移（図 29）を利用して推定しました。

こうして推定した全国の自動車からの消費エネルギー量と自動車輸送統計による全国の消費エネルギー量との基準年における関係から、全国の自動車消費エネルギー量の経年の変化率を算出しました。その上で、幹線道路における対象都市の消費エネルギー量と全国の消費エネルギー量の比を利用し、対象都市における排熱量を推定しました。図 31 を見ると、1990 年代半ばまでは増加を続けていましたが、その後は横ばいからわずかに減少に転じています。



※国土交通省・環境省：平成 15 年度都市における人工排熱抑制によるヒートアイランド対策調査報告書

図 26 自動車排熱（消費段階）の推移の推定の流れ

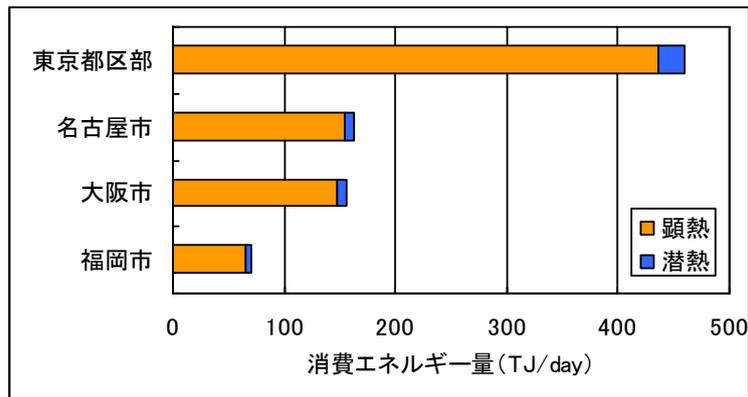
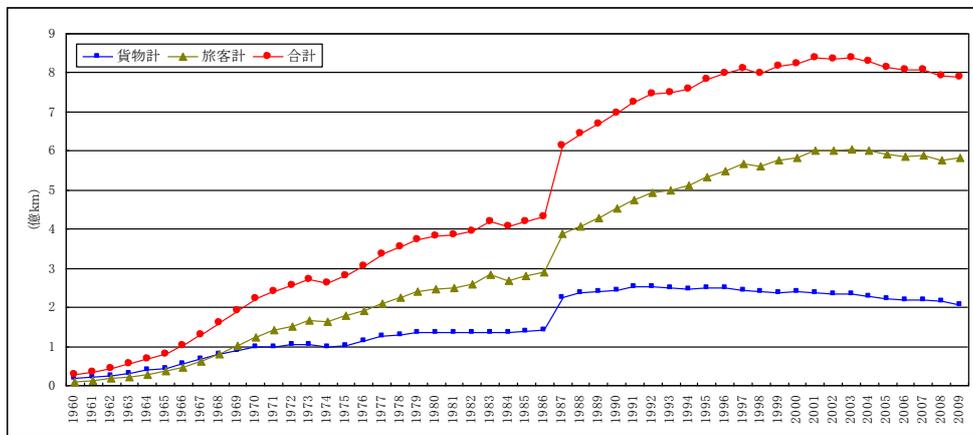


図 27 各都市の自動車からの排熱量 (消費段階) : 1999 年



注) 1987年より軽自動車の集計が追加された  
 図 28 全国の車種別自動車走行キロ数の推移

資料) 自動車輸送統計年報

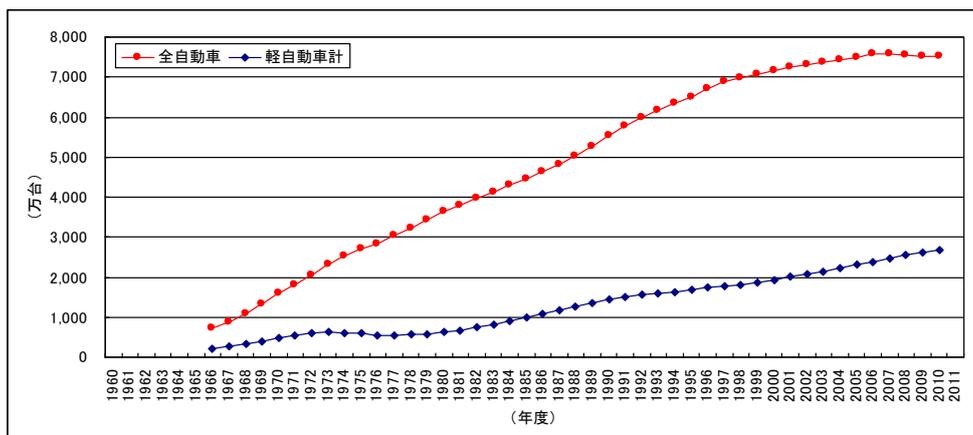


図 29 全国の軽自動車及び全自動車の保有台数の推移

資料) 全国軽自動車協会連合会資料

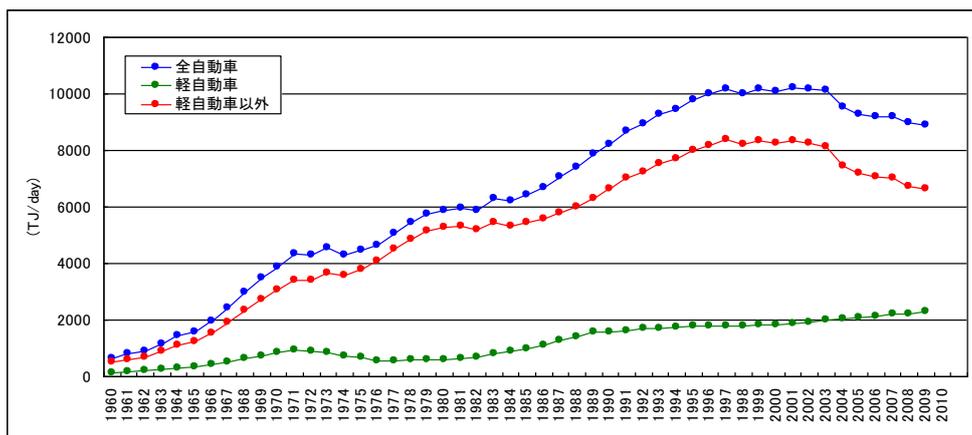


図 30 全国の自動車排熱（消費エネルギー）量の推移

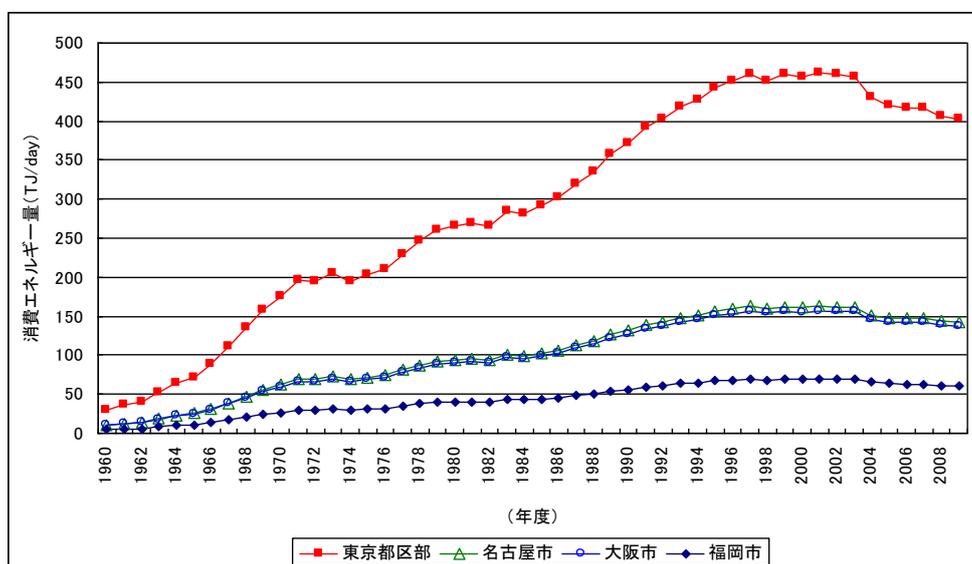


図 31 対象都市の自動車からの排熱量（消費段階）の推移

### 3.3 工場からの排熱

総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）における全国の製造業の最終エネルギー消費量（図 33）を利用し、工業統計調査（経済産業省）の都道府県別、市町村別の製造品出荷額等を用いて、全国に対する対象の都府県のシェア（図 34）、対象都府県に対する対象都市のシェア（図 35）により各々配分し、各都市の工場からの消費段階の排熱（消費エネルギー量）を求めました。なお、1990 年以前の総合エネルギー統計では、非エネルギー利用の製造業分が不明（産業合計）のため、1990 年以降における非エネルギー利用に関する製造業の産業合計に対する比率を適用し、エネルギー利用分の消費量（図 33 の赤線部分）を推定しました。全国から各都市への消費エネルギー量の配分に際して、製造業の製造品出荷額あたりの消費エネルギー量に地域差がある可能性は考慮されていませんので、データの取扱いには留意する必要があります。

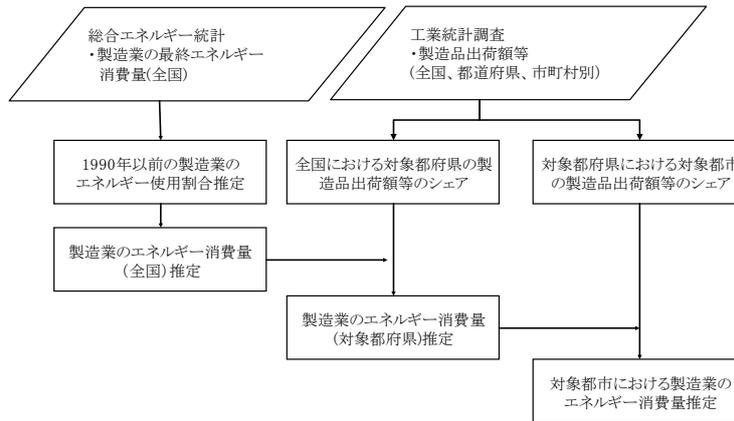


図 32 対象都市の工場からの排熱（消費段階）推定の流れ

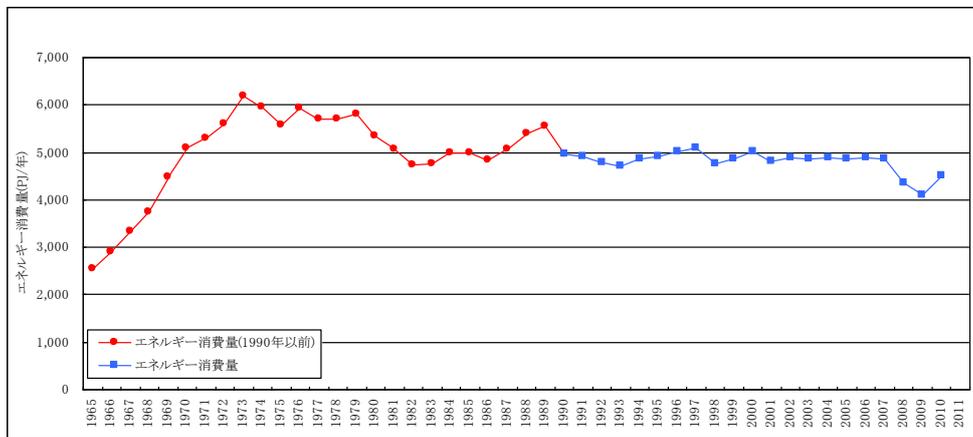


図 33 全国における製造業のエネルギー消費量（エネルギー利用）の推移  
資料）資源エネルギー庁：総合エネルギー統計

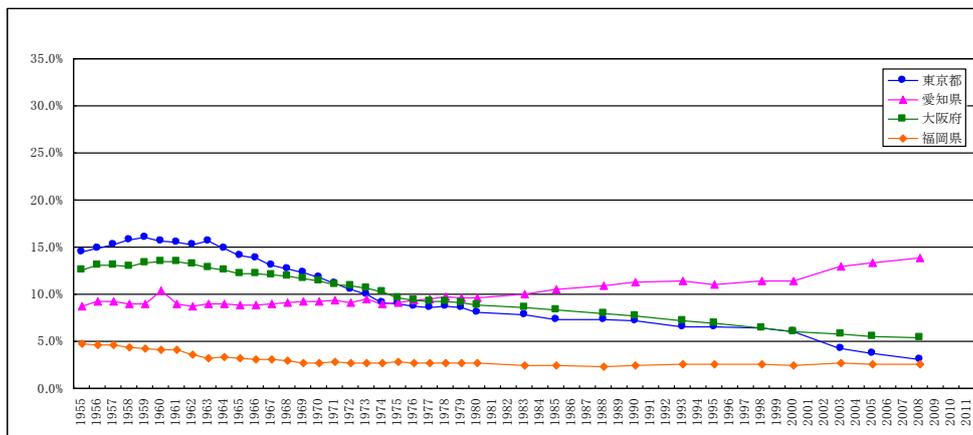


図 34 全国の製造品出荷額等に対する対象都府県のシェアの推移  
資料）経済産業省：工業統計調査

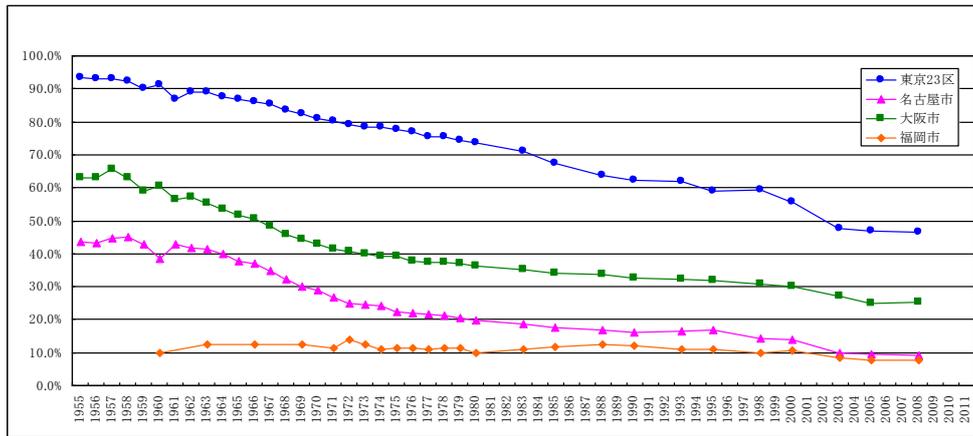


図 35 各都府県の製造品出荷額等に対する対象都市のシェアの推移  
資料) 経済産業省：工業統計調査

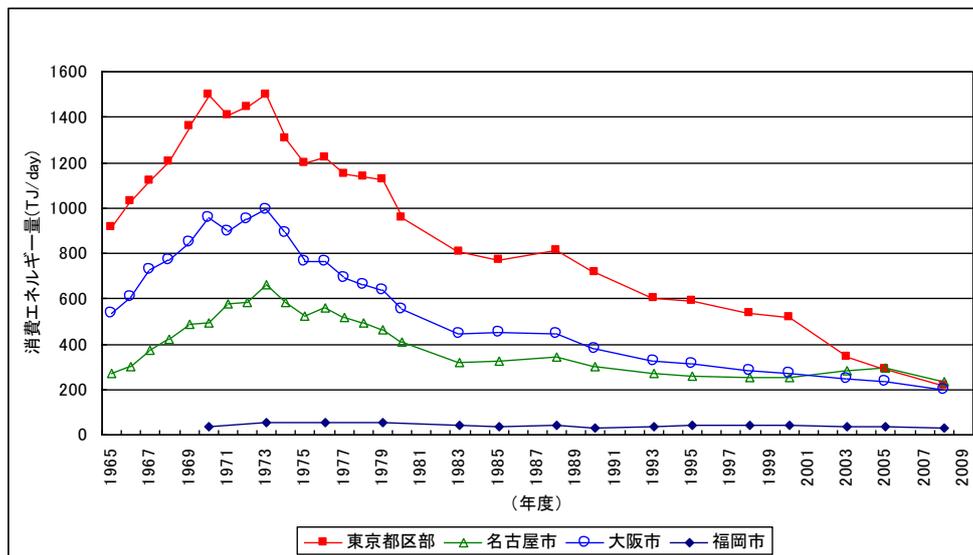


図 36 工場からの排熱量（消費段階）の推移

### 3.4 清掃工場からの排熱

清掃工場からの排熱（消費段階）は、まず環境省の一般廃棄物処理実態調査のデータが利用可能な時期（2009年）については、焼却施設ごとのごみ焼却量、低位発熱原単位、ごみ組成（水分率）等より対象都市内の清掃工場の消費段階の排熱（消費エネルギー量）を推定し、一方、過去の清掃工場の排熱については、図 37 に示すように、対象都市のごみ焼却量の推移（図 38）に対して、大都市におけるごみ発熱量の推移（図 39）とごみ水分量の推移（図 40）に関するデータを利用して消費段階の排熱（消費エネルギー量）を推定しました（図 41）。

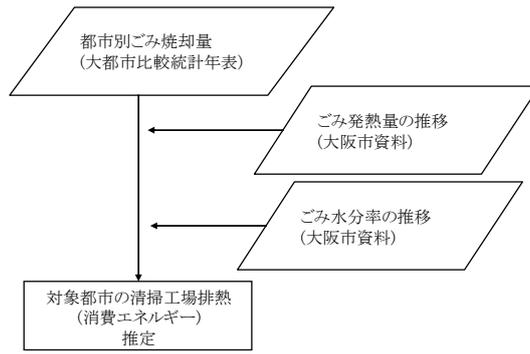


図 37 清掃工場からの排熱（消費段階）の推定の流れ

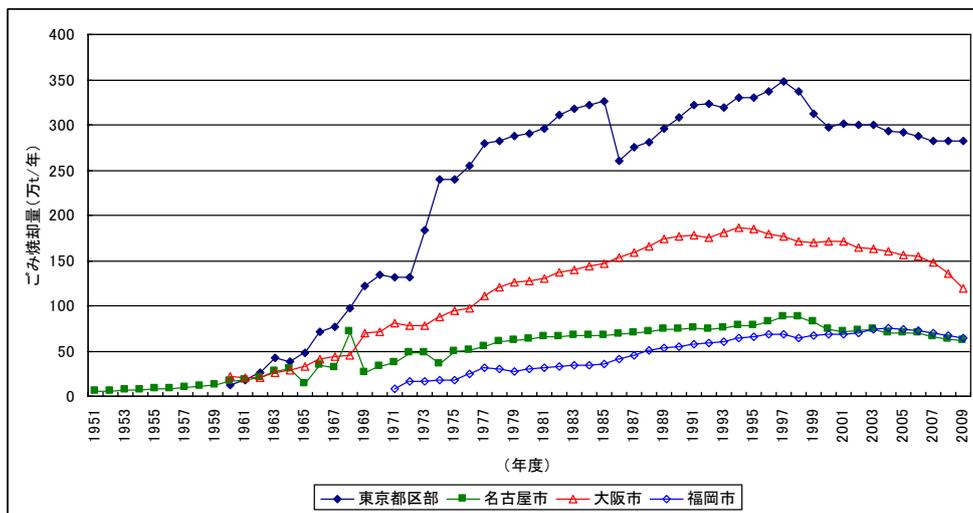


図 38 対象都市のごみ焼却量の推移 資料) 大都市比較統計年表

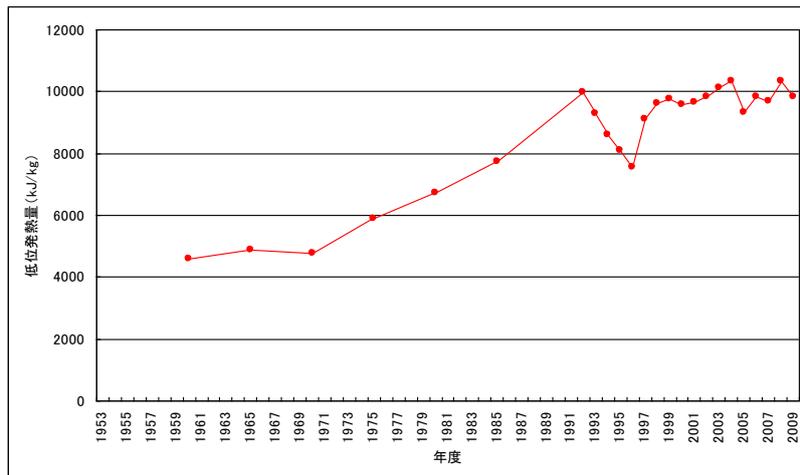


図 39 ごみ発熱量の経年推移（大阪市） 資料) 大阪市資料

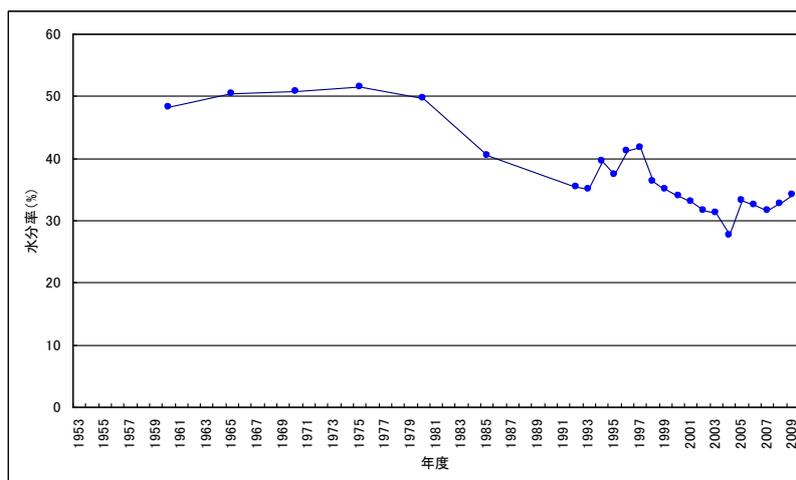


図 40 ごみの水分率の推移 (大阪市) 資料) 大阪市資料

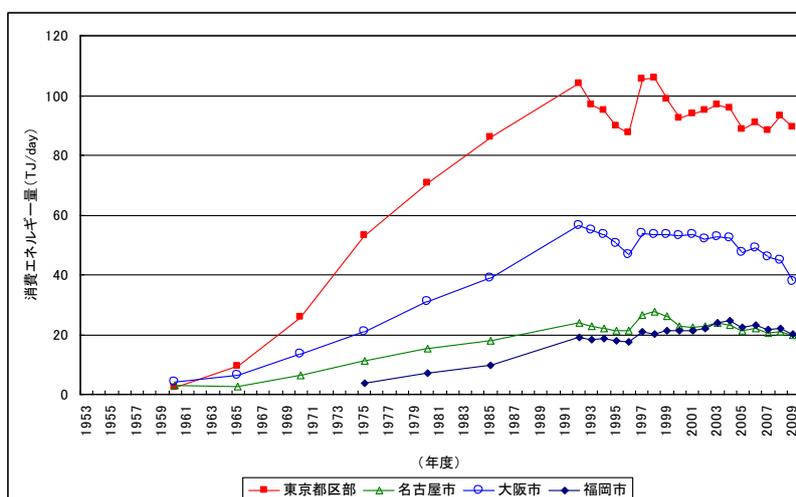


図 41 清掃工場からの排熱量 (消費段階) の推移

### 3.5 火力発電所からの排熱

火力発電所からの排熱 (消費段階) には、発電電力分や地上・煙突からの排熱、温排水が含まれます。図 42 のように、各都市でこれまでに存在した火力発電所 (表 1) を調査し、これらの火力発電所の設備諸元 (定格出力等) のほか、火力発電所の平均熱効率の推移 (図 43)、電力会社別の最大発電容量データと年間発電量実績データより推定した火力発電所の設備利用率の推移 (図 44) を用い、火力発電所からの消費段階の排熱 (消費エネルギー量) を推定しました。図 45 に示すように、発電所の新設や施設の増強・改良あるいは廃止の際に大きな変化が生じています。火力発電所はバックアップ電源の役割を有していますが、気温の年変動に応じた発電量の変化に加え、原子力発電所の稼働停止時における発電量の増加も含まれており、都市化の進行と直接的に関係しているわけではありません。

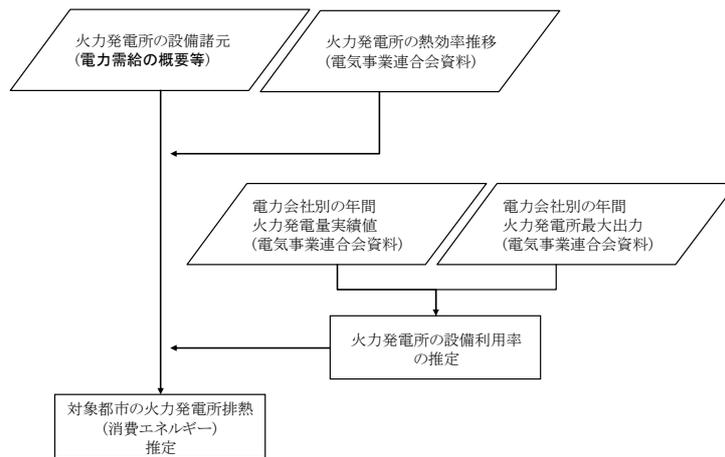


図 42 対象都市の火力発電所排熱（消費段階）の推定の流れ

表 1 対象都市における火力発電所の改廃

所在地	事業者名	発電所名	ユニットNo.	使用燃料	定格出力 (万kW)	運転開始	運転終了	
東京都区部	東京電力	大井火力発電所	1号機	原油	105	1971年8月		
			2号機	原油		1972年2月		
			3号機	原油		1973年12月		
		品川火力発電所	1-1号機	都市ガス	114	2001年7月		
			1-2号機	都市ガス		2002年3月		
			1-3号機	都市ガス		2003年8月		
			旧1号機	原油	40.5	1960年	1996年3月	
			旧2号機	原油		1961年	1996年3月	
		旧3号機	原油	1961年	1996年3月			
		新東京火力発電所	旧1号機～6号機	石炭	48.2	1956年2月	1973年6月	
	重油			1973年6月		1984年1月		
	東京電燈	浅草火力発電所			石炭、一部重油	2.5→7.5	1926年	1963年5月
	名古屋市	中部電力	新名古屋火力発電所	旧1号機	石炭(～1972)→重油	125.6	1959年	1992年
旧2号機				石炭(～1972)→重油	1992年			
旧3号機				石炭(～1972)→重油	1992年			
旧4号機				石炭(～1972)→重油	1992年			
旧5号機				石炭(～1972)→重油	2002年			
旧6号機				石炭(～1972)→重油	1964年			2002年
7号機				LNG	145.8			1998年12月
8号機			LNG	160	2008年10月			
大阪市	関西電力	南港発電所	1号機	LNG	60	1990年11月		
			2号機	LNG	60	1991年2月		
			3号機	LNG	60	1991年10月		
		春日発電所	旧1号機	重油	15.6	1963年	2001年	
			旧2号機	重油	15.6	1964年	2001年	
		大阪発電所	旧1号機	重油、LNG	15.6	1959年4月	2003年12月	
			旧2号機	重油	15.6	1959年10月	2003年12月	
			旧3号機	重油	15.6	1960年2月	2003年12月	
		旧4号機	重油、瀝青質混合物	15.6	1960年3月	2003年12月		

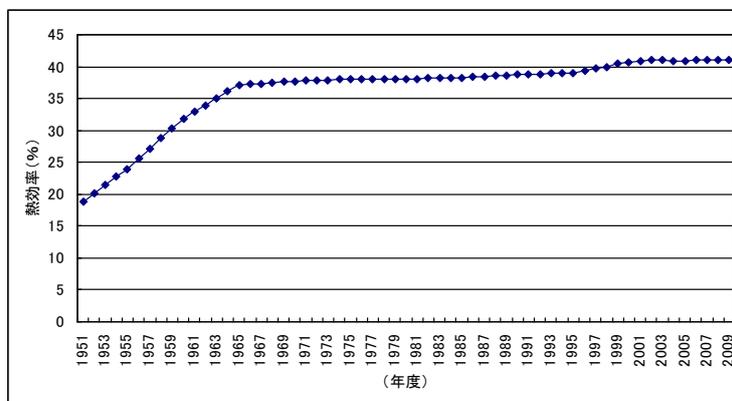


図 43 火力発電所の平均熱効率の推移 (資料) 電気事業連合会：図表で語るエネルギーの基礎 2008-2009

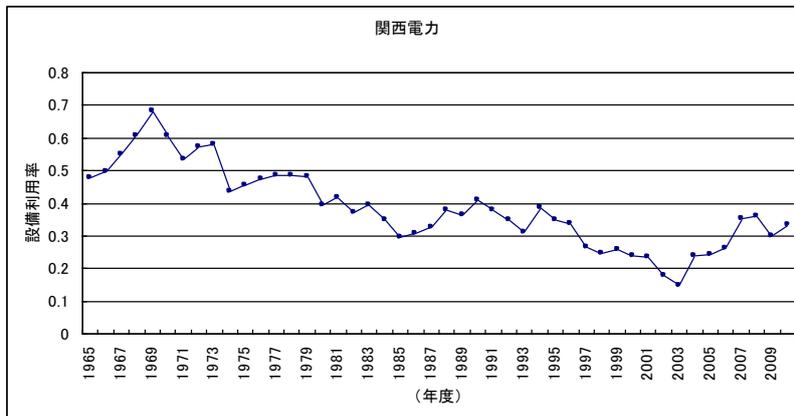
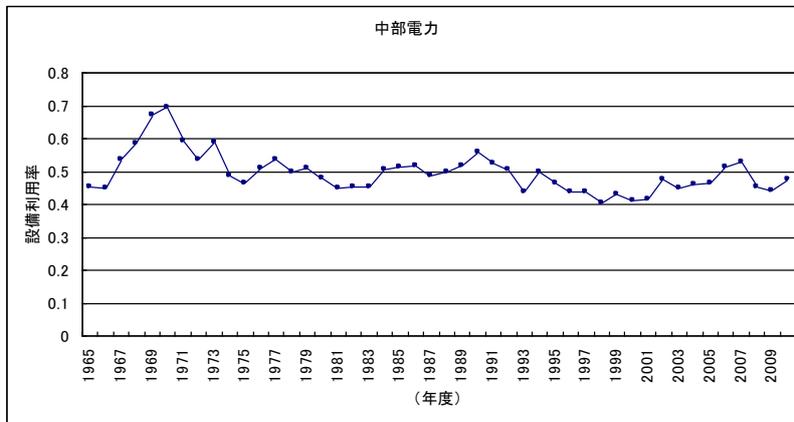


図 44 電力会社別の火力発電所の施設利用率の推移

資料) 電気事業連合会：電力調査統計

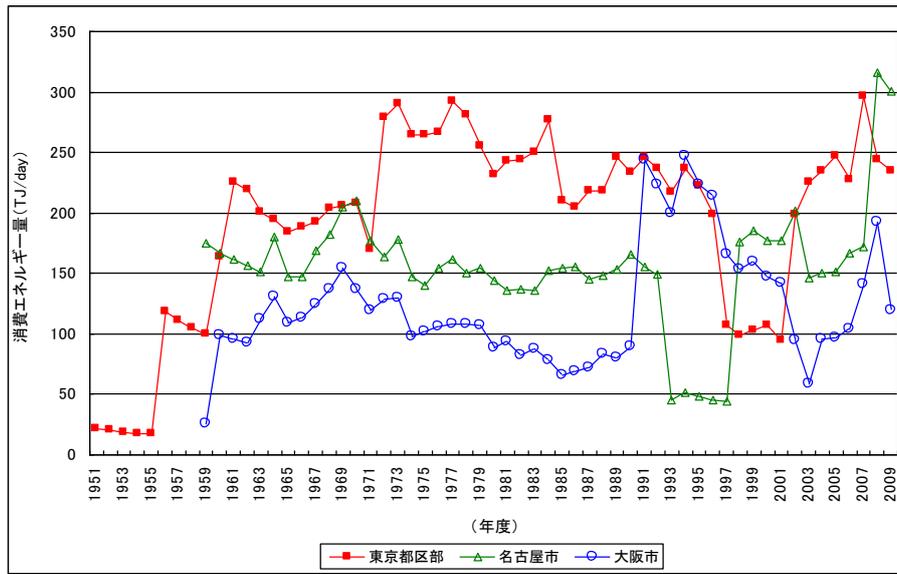


図 45 火力発電所からの排熱量（消費段階）の推移