

## 節電の推進等による人工排熱対策

—節電等によるエネルギー需給変化を踏まえた人工排熱対策マニュアル—

平成27年3月

環境省

はじめに

現在の高度に発展した都市では、交通、情報通信など様々なインフラが整備され、都市に生活する人々の利便性を高めている。一方、この都市の機能を保つために大量のエネルギーが投入され、最終的にはこれが熱となって大気、水などの環境中に排出されている。特に夏季においては空調機器によるエネルギー消費が増大し、都市の熱環境を悪化させることが懸念される。

一方で、LED照明や電気自動車等、エネルギー効率が格段に改善された様々な省エネ技術が製品化され、社会への導入が進んでいる。また、コージェネレーションシステムや太陽光発電など、エネルギー利用の構造を変化させる技術の導入も進んでいる。

2011年3月の東日本大震災以降、原子力発電施設の稼働率が著しく低下し、電力使用制限や節電要請等がなされ、国民各層による節電の取り組みが実施され、特に電力のピークを迎える夏季の電力消費量が抑制されている。また、震災等の非常時における事業継続を確保するため、事業者による自家発電機器の導入等が進んでいる可能性もある。

上述のように、ここ数年、エネルギーの需要側と供給側の両面での変化が見られるが、都市におけるエネルギー消費量の変化は、ヒートアイランド現象の主要な原因の一つである排熱量の変化に直結する。そこで、主に夏季を対象として、震災後の節電の状況や省エネ設備等が排熱変化に及ぼす影響などの情報を整理し、取りまとめることとした。

1章ではヒートアイランド現象と人工排熱の関係について概説し、2章では東京と大阪を対象として夏季のエネルギー消費の推移を示し、続く3章では既往のアンケート調査等から実際の節電の取り組み状況を整理し、最後の4章では住宅における省エネ設備機器の排熱、事業所におけるコージェネレーションシステムの導入状況、また国における都市の排熱削減に向けた最新の検討状況等を整理した。

地球温暖化やヒートアイランド現象によって夏の暑さが厳しくなることが予想されるが、都市における熱の管理の重要性がより一層、高まり、地方公共団体に求められる視点の一つになると考えられる。都市の熱は本書で扱う人工排熱だけでなく、高温化するアスファルト道路などから発生する熱も多い。ただし、人工排熱対策は地球温暖化対策と共通する部分が多く、取り組みやすい分野である。本書が地域の熱環境保全を推進する際の一助となれば幸いである。

環境省水・大気環境局大気生活環境室

—目次—

1 章 ヒートアイランド現象と人工排熱	194
1.1 ヒートアイランド現象の概要	194
1.2 ヒートアイランド現象の原因	195
1.3 人工排熱の経年変化	197
2 章 震災後のエネルギー需給変化	203
2.1 推計方法	203
2.2 エネルギー使用量の変化率の推計	205
2.3 人工排熱の削減量の推定	208
2.4 人工排熱変化による気温への影響	211
3 章 継続的な節電に向けて	212
3.1 2011 年から 2013 年の事業所及び家庭における節電取り組み推移の把握	212
3.1.1 事業所での節電取り組み	213
3.1.2 家庭での節電取り組み	219
3.2 節電行動の継続性	222
3.3 節電を継続、促進させるための施策事例	224
4 章 各種省エネ技術の人工排熱	226
4.1 住宅設備における省エネ技術	226
4.2 コージェネレーションシステムの普及状況	237
4.3 都市の未利用熱利用	245
参考 震災後のエネルギー需給の変化の調査結果	

# 1章 ヒートランド現象と人工排熱

## 1.1 ヒートアイランド現象の概要

我が国の大都市におけるヒートアイランド現象は顕著であり、日中よりも夜間、夏季よりも冬季の気温傾向が強い。

地球温暖化と都市化によるヒートアイランド現象によって、気温が長期的に上昇傾向にある。都市化の影響が比較的少ないとみられる全国 15 地点で平均した年平均気温は、100 年あたり概ね 1°C 程度の割合で上昇している。一方、東京や大阪、名古屋といった都市においては、2～3°C 程度の割合で上昇している。

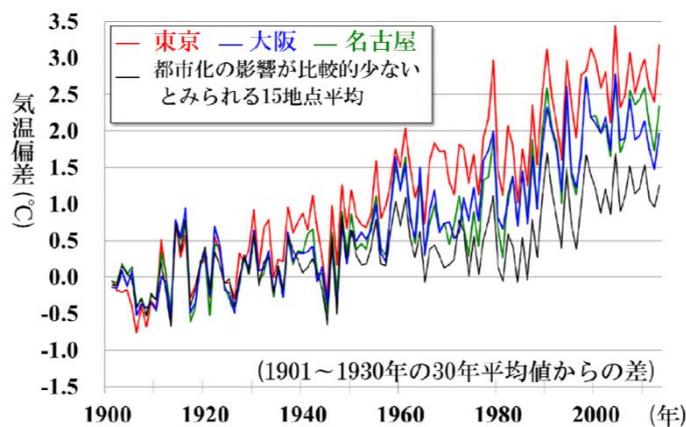


図 1.1 都市化の影響が比較的少ないとみられる 15 地点平均と東京、大阪、名古屋の年平均気温の長期変傾向の比較<sup>1</sup>

また、日中（最高気温）と夜間（最低気温）の別に見ると、日最高気温にくらべて日最低気温の上昇傾向が顕著であることが分かる。夜間は対流現象が日中にくらべて小さくなるため、都市の熱が地表付近にとどまり、夜間の気温上昇を促進している。

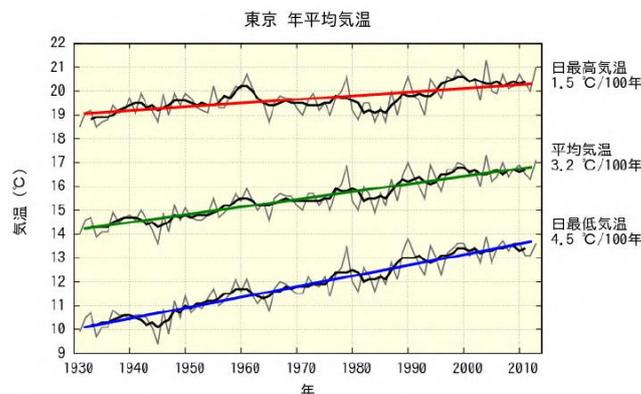


図 1.2 東京における年平均気温、日最高気温及び日最低気温の長期変化傾向<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 気象庁「ヒートアイランド監視報告」平成 25 年度

<sup>2</sup> 脚注 1 と同じ

季節ごとに1月と8月の気温変化率を見ると、1月の気温上昇が大きく、東京以北でその傾向が強くなっている。1月の札幌や東京における気温変化率は6℃/100年を超える変化となっている。

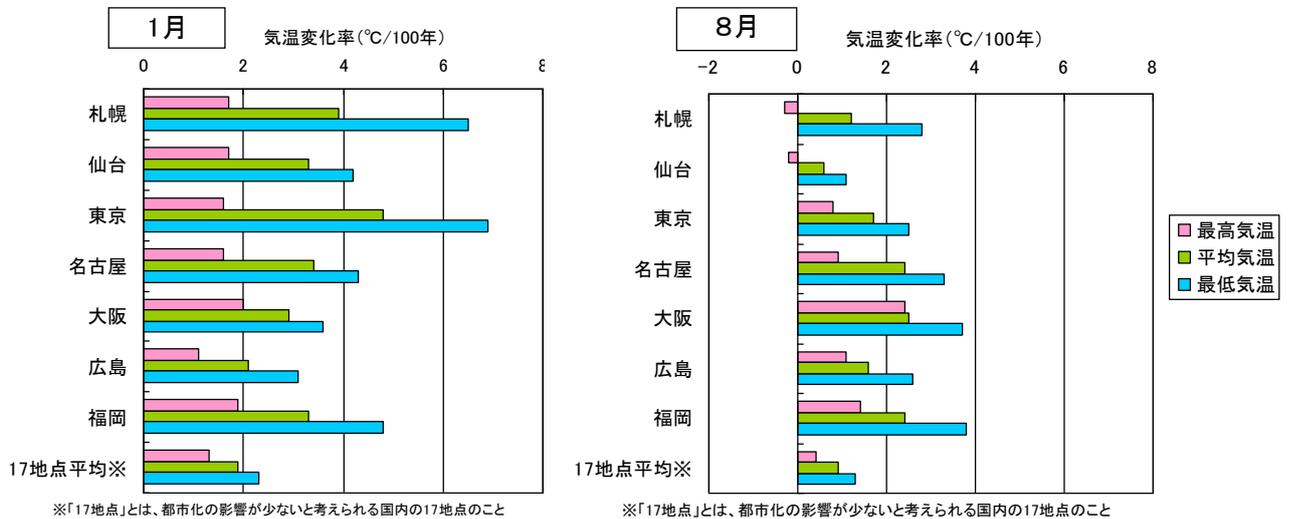


図 1.3 季節別の主要都市に気温の長期変化（統計期間は 1931～2010 年）

## 1.2 ヒートアイランド現象の原因

ヒートアイランド現象の主な原因は、人工排熱の増加、地表面被覆の人工化、都市形態の高密度化である。人工排熱は大気を暖める要因の約5割を占め、人工排熱のうち建物や事業所からの排熱が約6割、自動車からの排熱が約4割である。

ヒートアイランド現象の主な原因は、人工排熱<sup>3</sup>の増加（建物や工場、自動車などの排熱）、地表面被覆の人工化（緑地の減少とアスファルトやコンクリート面などの拡大）、都市形態の高密度化（密集した建物による風通しの阻害や天空率の低下）の3つが挙げられます。



図 1.4 ヒートアイランド現象の原因

<sup>3</sup> 大気、水、土壌などの環境媒体が受ける熱量（引用：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）

東京 23 区を対象に、1930 年代と現在の地表面熱収支の状況をシミュレーションにより計算したところ、被覆がアスファルトやコンクリート、建物などに变化したことにより、蒸発潜熱が減少し、対流顕熱が増加していた。また、エネルギー消費等により人工排熱が増加していた。

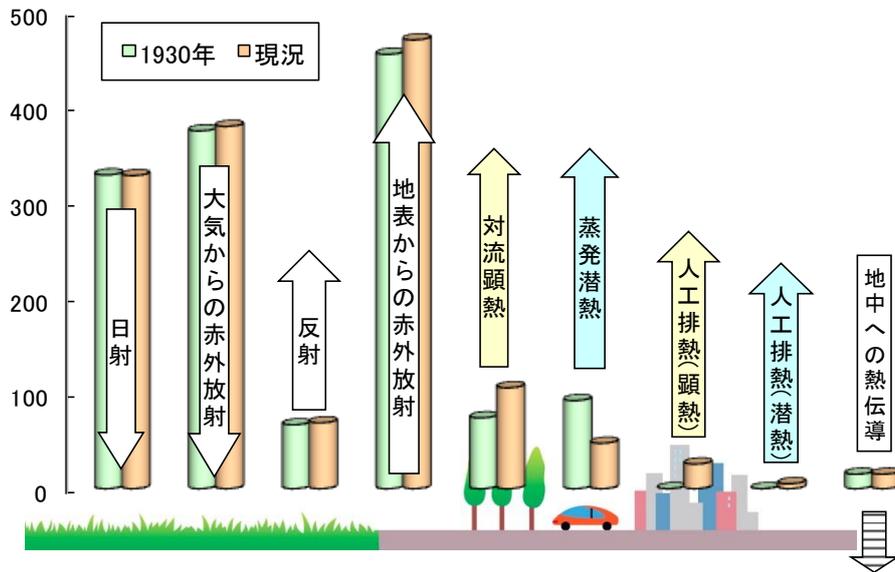


図 1.5 1930 年代と現在の地表面熱収支の比較 (東京 23 区)

上記の変化について、直接的に大気を温める顕熱の増加に注目した場合、地表面の人工化による対流顕熱の増加によるものが約 5 割、建物や事業所からの人工排熱が約 3 割、自動車排熱が約 2 割となっていた。

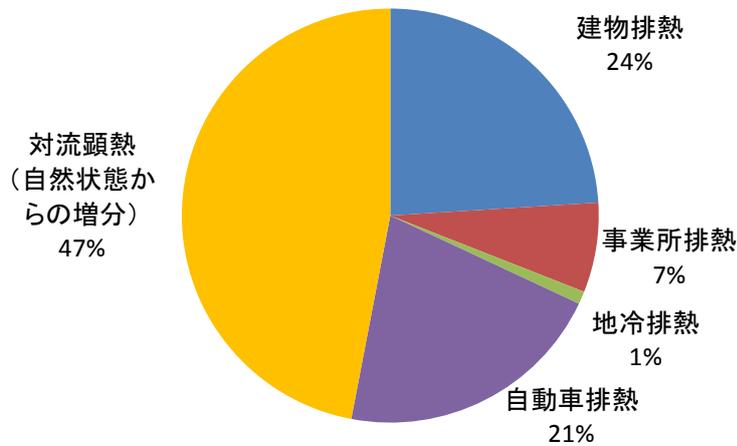


図 1.6 ヒートアイランド現象の原因となる顕熱量の割合 (東京 23 区)

### 1.3 人工排熱の経年変化

工場からの排熱は徐々に小さくなってきており、建物や自動車からの排熱が増加している。自動車については、近年横ばいかやや減少傾向にあるが、建物からの排熱は増加を続けており、かつ都市の排熱の中で主たる割合を占めるようになってきている。

以下では、「ヒートアイランド対策マニュアル（環境省）」平成 24 年 3 月に掲載された人工排熱の各都市における変化動向に関する記載等を引用した。ここで示す人工排熱は、主要な人工排熱源として建物、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）」の推移である。

#### 1) 建物からの排熱

建物からの排熱を住居系、非住居系（業務・商業建物等）に分けて示した。住居系、非住居系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、その増加が著しい。

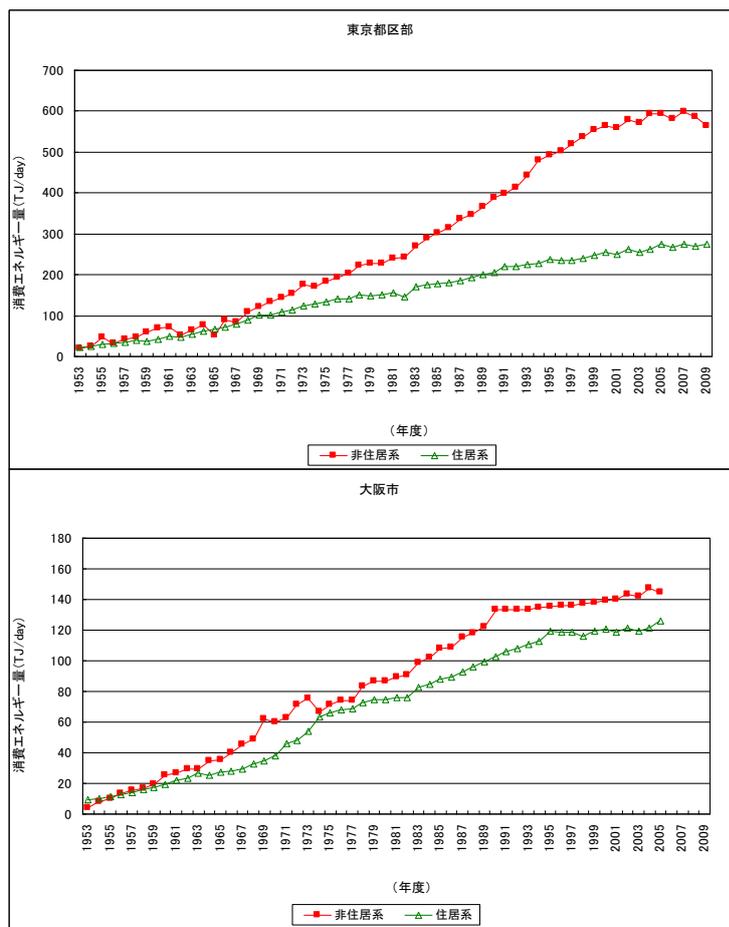


図 1.7 建物からの排熱量（消費段階）の推移（東京都区部、大阪市）

※注は次頁図 1.8 を参照の注を参照のこと

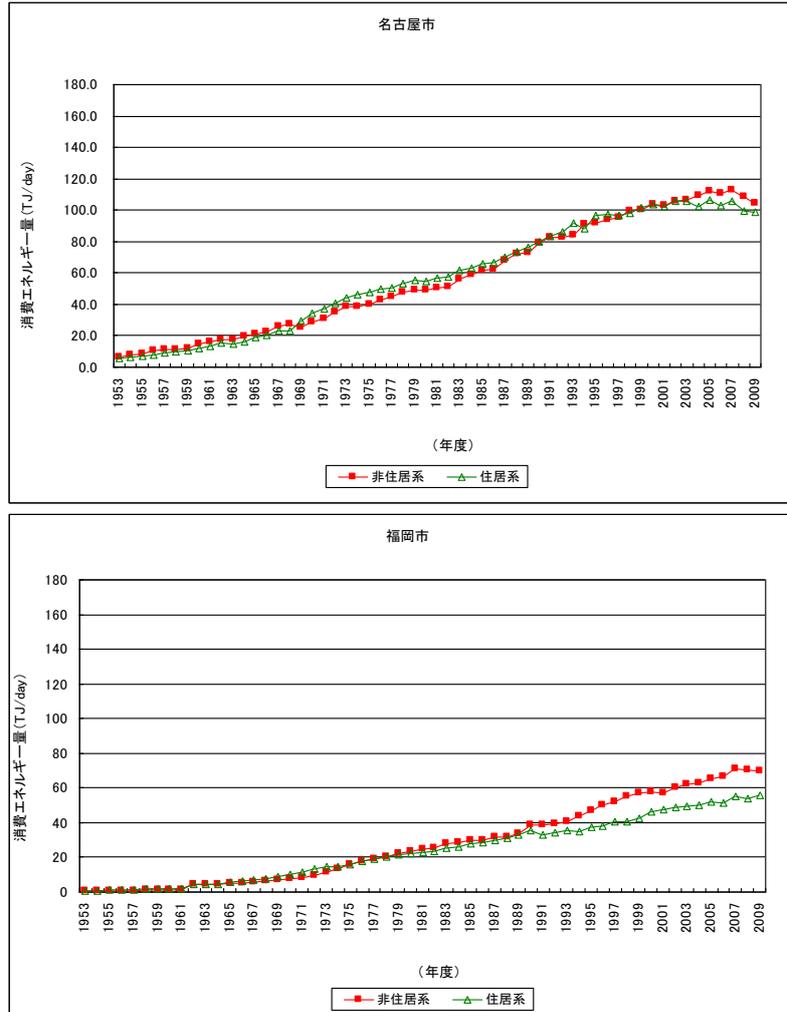


図 1.8 建物からの排熱量（消費段階）の推移（名古屋市、福岡市）

注 1) 各都市におけるエネルギー消費量実績値（民生業務、民生家庭）、契約形態別の電力使用量や用途別のガス消費量の推移（大都市比較統計年表）を用い、消費段階の排熱量の推移を推定した。

注 2) 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、重油などの燃料が主に使用されていたと考えられるが、各都市における燃料使用を適切に把握できる統計がない。

## 2) 自動車からの排熱

自動車走行に伴うガソリンや軽油等の燃料の消費段階の排熱量について、道路交通センサス調査や自動車輸送統計調査などに基づいて推定した各都市の自動車からの排熱量の推移を見ると、1990年代半ばまで増加を続けていたものの、その後はいずれの都市も、横ばいからわずかに減少に転じている。

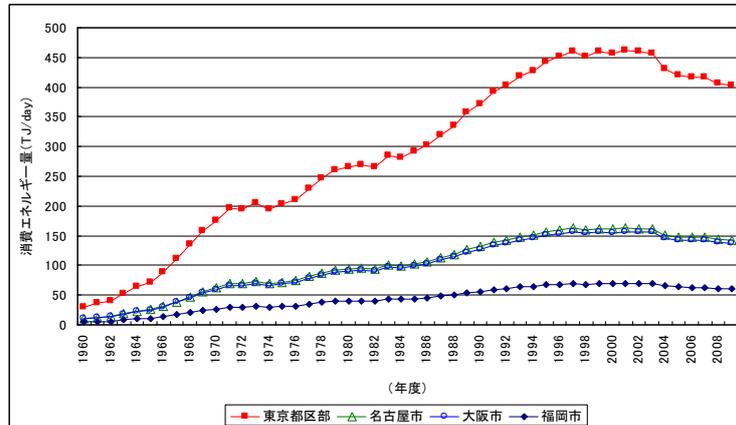


図 1.9 自動車からの排熱量（消費段階）の推移

注) 以下の資料を用いて各都市における消費段階の排熱量の推移を推定した。

- ・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，平成 16 年 3 月
- ・国土交通省：道路交通センサス調査（平成 11 年度）、自動車輸送統計年報（昭和 35 年度～平成 21 年度）
- ・(社)全国軽自動車協会連合会：軽三・四輪車および全自動車保有台数の年別車種別推移（昭和 41 年度～平成 21 年）

## 3) 工場からの排熱

工場の生産工程において使用される燃料や電力の消費に伴い、工場の煙突や地上付近から排出される熱を推計した。大都市の工場について、総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）と工業統計調査（経済産業省）に基づいて推定した消費段階の排熱量（エネルギー消費量）の推移を見ると、我が国の高度経済成長に伴い 1970 年代初期まで増加が続いたが、第 1 次オイルショック（1973 年）を契機に減少に転じ、工場の郊外移転や省エネルギーの進展などにより、都市部における排熱量は徐々に小さくなっている。

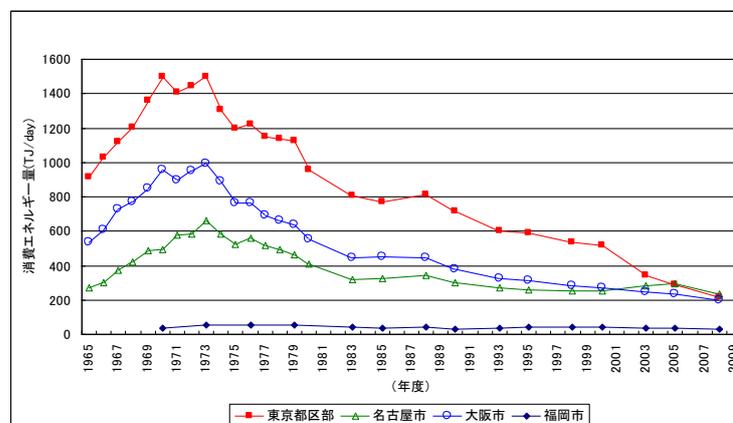


図 1.10 工場からの排熱量（消費段階）の推移

注 1) 総合エネルギー統計(資源エネルギー庁)と工業統計調査(経済産業省)より、各都市における消費段階の排熱量を推定した。  
 注 2) 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等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ない。

#### 4) 清掃工場からの排熱

都市における清掃工場からの消費段階の排熱量(エネルギー消費量)の推移を、ごみ焼却量とごみ発熱量の推移、ごみ質(水分量)の推移から推定した。なお、消費段階の排熱量には、ごみ発電の売電分や周辺施設への余熱供給分の熱も含まれる。

大都市への人口集中に伴うごみ焼却量の増加等により清掃工場からの排熱量も 1990 年代前半までは増加を続けたが、その後はごみの減量化等により横ばいから減少に変わっている。

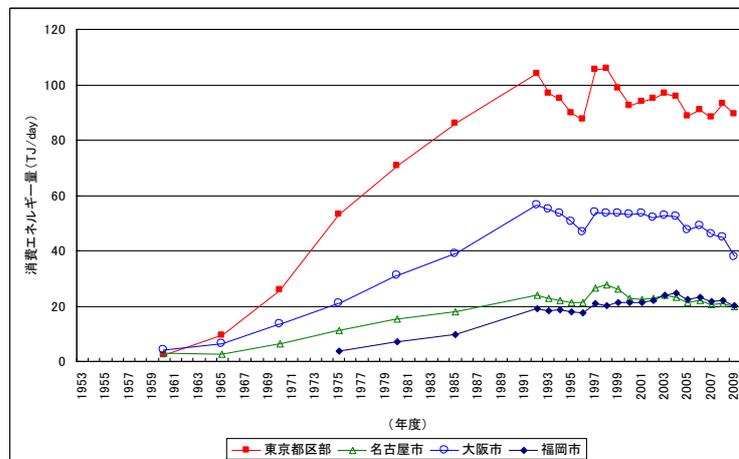


図 1.11 清掃工場からの排熱量(消費段階)の推移

注 1) 各都市のごみ焼却量(大都市比較統計年表)、ごみ発熱量及びごみ質の推移(大阪市資料)を用いて各都市における消費段階の排熱量の推移を推定した。  
 注 2) 清掃工場からの排熱量(消費エネルギー量)には、ごみ発電の売電分と周辺施設への余熱供給分も含まれる。

#### 5) 火力発電所からの排熱

対象都市に立地する火力発電所からの消費段階の排熱(エネルギー消費量)には、発電電力分や地上・煙突からの排熱や温排水が含まれる。

消費段階の排熱の推移を見ると、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る。火力発電所はバックアップ電源の役割を有しているが、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、都市化の進行との関係は明らかではない。

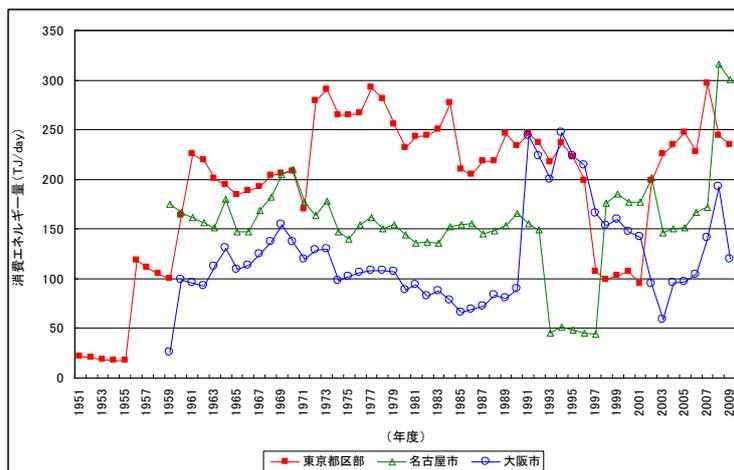


図 1.12 火力発電所からの排熱量（消費段階）の推移

注 1) 各都市の以下の火力発電所の定格出力と稼働期間、火力発電所の施設利用率や熱効率の推移（電気事業連合会資料）により消費段階の排熱（消費エネルギー量）を推定した。

- ・東京都区部：千住（～1963年）、新東京（1956～1984年）、品川（1960年～）、大井（1972年～）
- ・名古屋市：新名古屋（1959年～）
- ・大阪市：大阪（1959～2002年）、春日出（1963～2001年）、南港（1991年～）

注 2) 消費段階の排熱（消費エネルギー量）には、発電電力分や地上・煙突からの排熱、温排水が含まれる。

## 6) 各都市における人工排熱の経年変化

各都市におけるそれぞれの人工排熱の構成が経年的にどのように推移してきたかを図 1.13 に示した。

どの都市も共通しているが、かつて大きなウェイトを占めていた工場からの排熱（消費エネルギー）は徐々に小さくなってきており、建物や自動車からの排熱（消費エネルギー）が増加している。自動車については、近年横ばいかやや減少傾向に入っているが、建物からの排熱は増加を続けており、かつ都市の排熱の中で主たる割合を占めるようになってきている。

一方で、総量に関しては、1970年代の高度成長時期のピーク期よりも減少している。しかし、継続的な減少傾向にあるとは言えず、人工排熱対策は中長期の継続的な取組が重要であると言える。

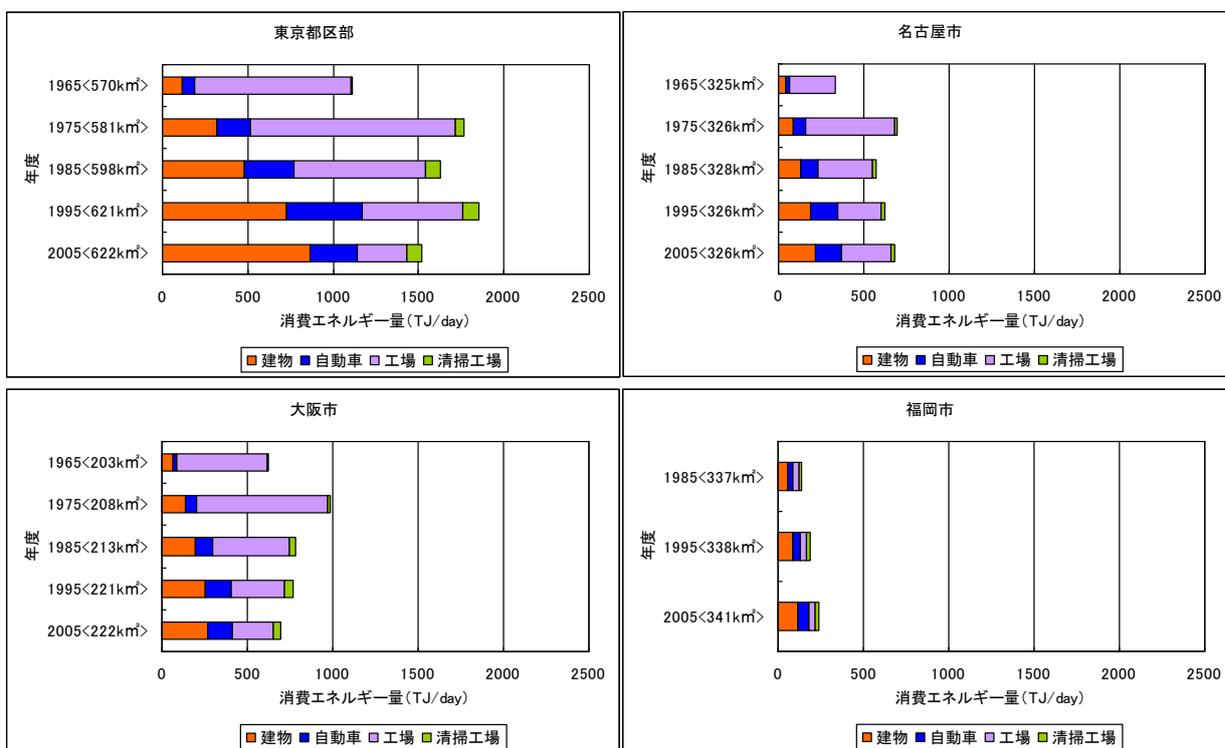


図 1.13 各都市における人工排熱（消費段階）の推移

注) 図中の<>内の値は対象となる都市域の面積(km<sup>2</sup>)を表している。

## 2章 震災後のエネルギー需給変化

2011年3月の東日本大震災以降、原子力発電施設の稼働状況が変化し、エネルギー供給能力が低下し、特に電力需要のピークとなる夏季のエネルギー需要量を抑制すべく、節電等が実施された。以下では、東京23区と大阪府の8月を対象に、震災前と2011～2014年までの4年間の排熱量の変化の推計結果を示す。(推計調査の詳細は、巻末の「参考 震災後のエネルギー需給の変化の調査結果」を参照のこと)

### 2.1 推計方法

東京23区と大阪府の8月を対象に、震災前と2011～2014年までの4年間の排熱量の変化につて、各年の気温の違いを補正しつつ推計した。

#### 1) 推計概要

東京23区や大阪府を含む地域におけるエネルギー供給事業者等が公表しているエネルギー使用量データ等から、震災前の過去数年間と震災後の各年度のデータを比較することにより、用途別・エネルギー種別ごとの震災後の夏(8月)のエネルギー消費量の変化率を求めた。その際、エネルギー消費量が年々の夏季の気温の変動に影響されることを考慮した。

次に用途別・エネルギー種別ごとの各年の夏のエネルギー消費量の変化率と「平成15年度調査」<sup>4</sup>の排熱量推計結果と「大阪府資料」<sup>5</sup>の2010年度のエネルギー消費量の結果をもとにして2011～2014年の東京23区と大阪府における人工排熱量を推計した。

なお、本推計では、消費した電力やガス等の二次エネルギーが全量熱となって環境中に排出されると考え、二次エネルギー消費量(以下、エネルギー消費量とする)と人工排熱量がほぼ等しいものとした。ただし、火力発電所については、消費したエネルギーの大部分が電気エネルギーと温排水等になるため、既往の調査<sup>6</sup>を参考に、大気への顕熱量のみを推定した。

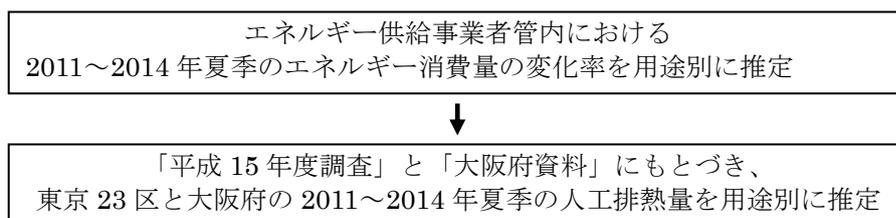


図 2.1 人工排熱の変化量の推定の流れ

#### 2) 気温補正の方法

エネルギー消費量はその日の気温に感応して変化することが知られている。気温の変動に影響される用途・エネルギー種別としては、業務ビル、住宅の電力とガスが挙げられる。

<sup>4</sup> 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、平成16年3月

<sup>5</sup> 大阪府域における2011年度の温室効果ガス排出量について

<sup>6</sup> 脚注4と同じ

- 住宅の電力を例に、気温を補正して各年の電力消費量の変化率を推計する手法をいかに示す。
- ①震災前（2001～2010年）の各年の8月の電力消費量と月平均気温との関係から、震災前の気温感応直線を求める。
  - ②震災後（2011～2014年）の各年の8月の電力消費量と月平均気温をプロットし、震災前の気温感応直線からの増減を求める。

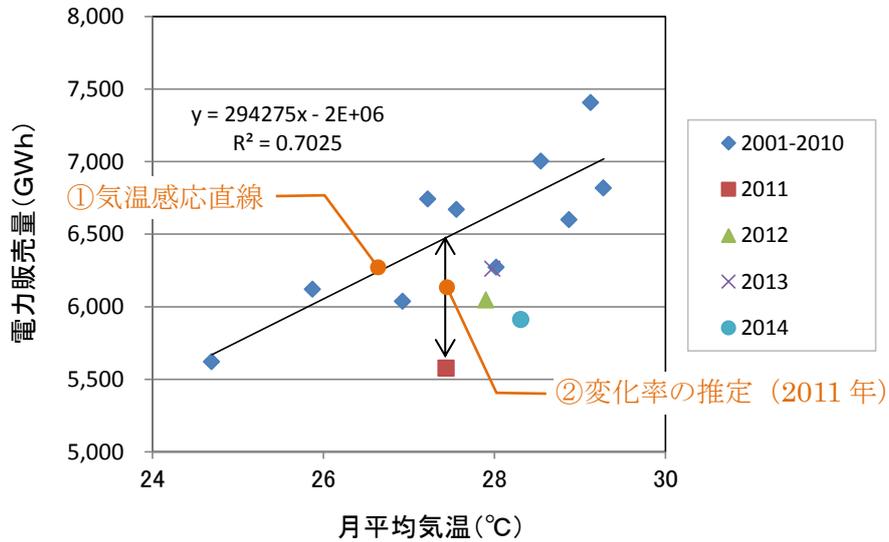


図 2.2 気温を補正したエネルギー消費量の変化率の推定（東京電力管内の住宅）

### 3) 推計した人工排熱種別とエネルギー種別

表 2.1 と表 2.2 に推計した人工排熱の種別に消費エネルギーの対応を示す。

表 2.1 東京 23 区の人工排熱の種別と消費エネルギーの対応表

人工排熱の種別		消費エネルギー		
		電気	ガス	燃料
建物	業務ビル（事務所、商業施設、ホテル、学校、その他）、地域冷暖房	○	○	
	住宅（戸建住宅、集合住宅）	○	○	
交通	鉄道	○		
事業所	工場	○		○
	火力発電所		○	

表 2.2 大阪府の人工排熱の種別と消費エネルギーの対応表

人工排熱の種別		消費エネルギー		
		電気	ガス	燃料
建物	業務ビル（事務所、商業施設、ホテル、学校、その他）、地域冷暖房	○	○	
	住宅（戸建住宅、集合住宅）	○	○	
交通	鉄道	○		
事業所	工場	○	○	○
	火力発電所		○	

## 2.2 エネルギー消費量の変化率の推計

### 1) 東京 23 区

東京 23 区における電力消費量は、震災直後に大きく減ったものの、その後、リバウンドする傾向が見られる。ガス消費量については、住宅では一定の傾向が見られないが、業務ビルではガス価格の高騰などにより消費量が徐々に減っている。

震災前（2010 年）と 2011～2014 年（8 月）の電気、ガス、燃料消費量等の変化の推移を図 2.3、表 2.3 に示す。

東京 23 区の電気消費量は、2011 年には全ての用途で削減率が 10～20%程度と大きく、震災直後の夏ということもあり、電力使用制限等による影響が大きいと考えられる。その後、2012 年、2013 年には削減率が小さくなる傾向が見られ、過剰な節電取組みに一定の見直しがなされた可能性が示唆される。2014 年には再度、電力の消費量が減ったが、2014 年の 8 月の天候は他の年にくらべて大きく異なり、本推計手法の性質（8 月の電力消費量は 7/16～8/15 の平均気温を与えている）から、このような結果が得られた可能性がある。

ガス消費量では、火力発電では 2014 年で 5%程度の増加が見られるが、住宅では一定に傾向が見えにくく、業務ビルは徐々に削減量が大きくなった。震災後、ガスは電力と異なり使用に制限がかからず、住宅における省エネが進まなかった一方、ガス価格が震災後に高騰したため業務ビルではガス消費量も減らす傾向にあったと推察される。

燃料消費量は、工場では 2011 年から 2014 年にかけて消費量が毎年小さくなった。

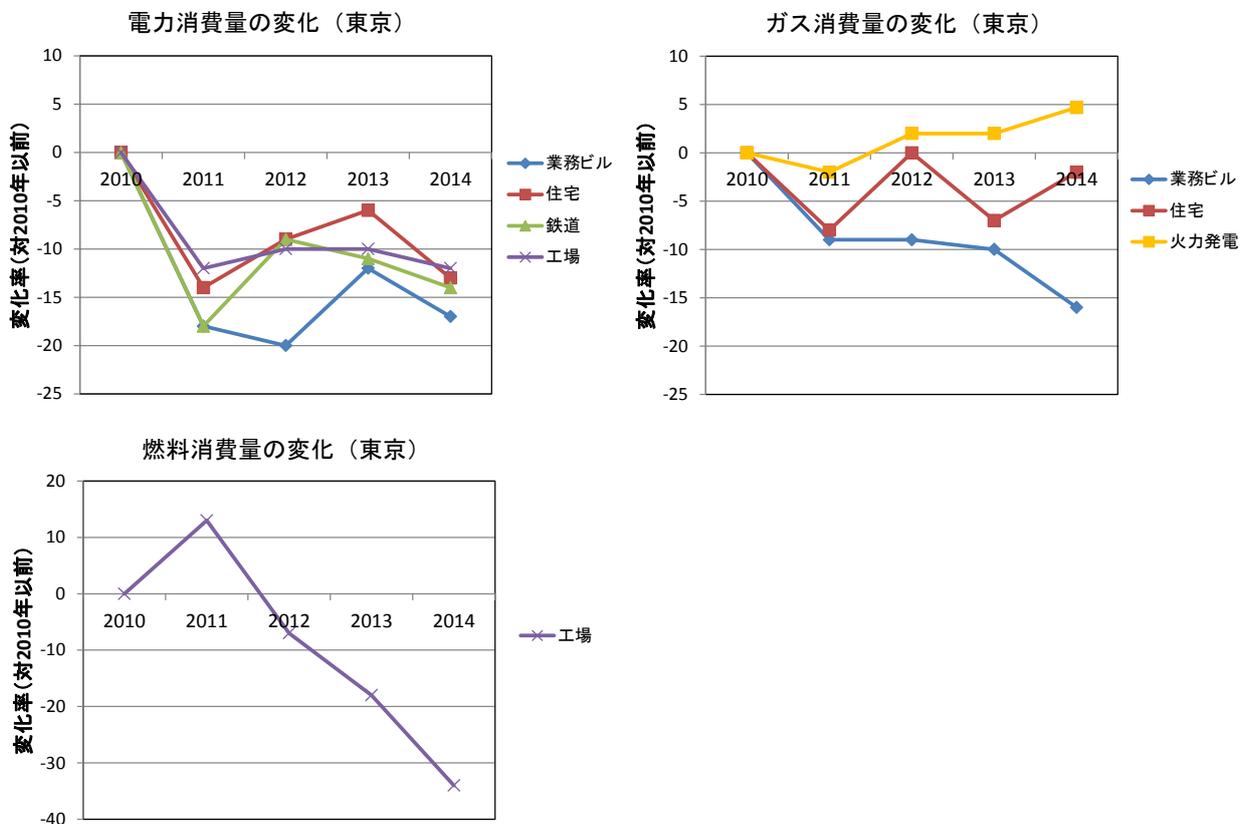


図 2.3 震災後の東京 23 区の電気及びガス消費量等の変化 (8 月)

表 2.3 震災後の東京 23 区の電気及びガス消費量等の変化 (8 月)

建物種別		エネルギー消費量の変化 (%)											
		電気				ガス				燃料			
		2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
建物	業務ビル (事務所、商業施設、ホテル、学校、その他)、地域冷暖房	-18 ※1	-11 ※1	-12 ※1	-17 ※1	-9 ※1	-9 ※1	-10 ※1	-16 ※1	-	-	-	-
	住宅 (戸建、集合)	-14 ※1	-9 ※1	-6 ※1	-13 ※1	-8 ※1	0 ※1	-7 ※1	-2 ※1	-	-	-	-
交通	鉄道	-18 ※2	-9 ※2	-11 ※2	-14 ※2	-	-	-	-	-	-	-	-
事業所	工場	-12 ※2	-10 ※2	-10 ※2	-12 ※2					+13 ※3	-7 ※3	-18 ※3	-34 ※3
	火力発電所	-	-	-	-	-1 ※2	+9 ※2	+7 ※2	0 ※2	-	-	-	-

※1：気温感応度より推定

※2：5年平均基準 (2006～2010年)

※3：2010年基準

## 2) 大阪府

大阪府における電気消費量は、住宅を除き、徐々に削減している状況である。住宅では震災後、2割程度の節電が継続している。

ガス消費量は、業務ビルでは東京 23 区と同様に徐々に削減率が大きくなる傾向が見られた。特に火力発電での消費量の増大が著しく、新たに府内で稼働した発電所などによる影響が推察された。

大阪府の電力消費量は、業務ビル、住宅、鉄道の各用途において、2011年から2014年にかけて徐々に減り、2014年には10%程度の削減率となっていた。住宅では震災後、2割程度の削減率が継続している。

ガス消費量は、業務ビルでは東京 23 区と同様に徐々に削減率が大きくなる傾向が見られた。特に火力発電での消費量の増大が著しく、これは2011年から稼働した境港発電所 5号機や、2013年以降は大飯原子力発電所の稼働停止などが影響しているものと考えられる。

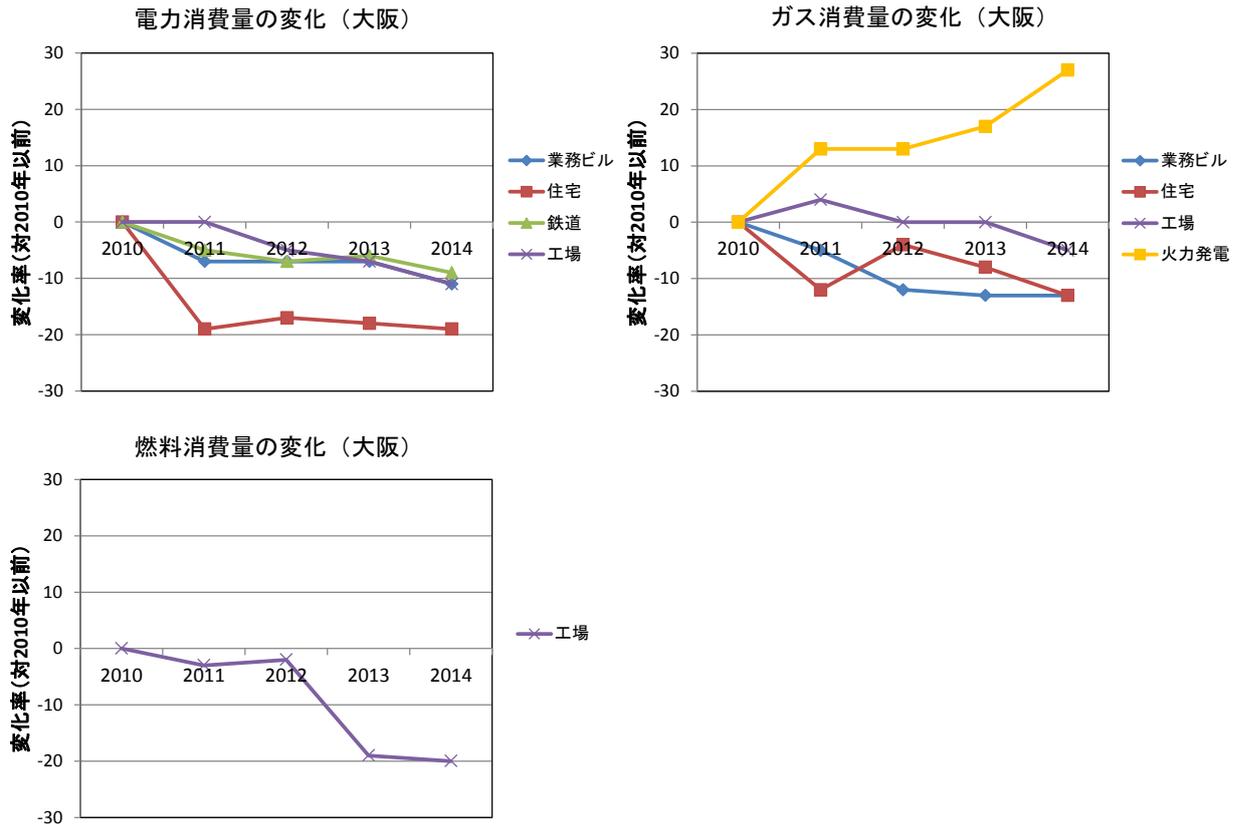


図 2.4 震災後の大阪府の電気及びガス消費量等の変化（8月）

表 2.4 震災後の大阪府の電気及びガス消費量等の変化（8月）

建物種別		エネルギー消費量の変化（%）											
		電気				ガス				燃料			
		2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
建物	業務ビル（事務所、商業施設、ホテル、学校、その他）、地域冷暖房	-7 ※1	-7 ※1	-7 ※1	-11 ※1	-5 ※1	-12 ※1	-13 ※1	-13 ※1	-	-	-	-
	住宅（戸建、集合）	-19 ※1	-17 ※1	-18 ※1	-19 ※1	-12 ※1	-4 ※1	-8 ※1	-13 ※1	-	-	-	-
交通	鉄道	-5 ※2	-7 ※2	-6 ※2	-9 ※2	-	-	-	-	-	-	-	-
事業所	工場	0 ※2	-5 ※2	-7 ※2	-11 ※2	+4 ※2	0 ※2	0 ※2	-5 ※2	-3 ※3	-2 ※3	-19 ※3	-20 ※3
	火力発電所	-	-	-	-	+31 ※3	+31 ※3	+35 ※3	+25 ※3	-	-	-	-

※1：気温感応度より推定

※2：5年平均基準（2006～2010年）

※3：2010年基準

### 2.3 人工排熱の削減量の推定

東京 23 区、大阪府ともに、震災前にくらべて 2014 年 8 月は業務ビル、住宅、工場、鉄道のいずれも震災前より排熱量が減っており、火力発電所からの排熱は稼働率や稼働数が増えたことにより大きくなっている。火力発電を含めた全体としても、東京 23 区、大阪府ともに 100TJ/day 以上の排熱量が削減されていると推定された。

ただし、電力使用制限の有無や急激な節電等が難しい工場用途の割合の違いなどから、東京 23 区では 2011 年に大きく減少し、その後若干のリバウンドが見られ、大阪府では震災以降、徐々に排熱削減率が大きくなっていった。

東京 23 区、大阪府ともに震災後、排熱量が減る傾向にある。震災前にくらべて 2014 年には東京 23 区で 14%の減少、大阪府で 9%減少していた（いずれも火力発電からの排熱を除く）。その傾向には違いがあり、電力使用制限が出された東京 23 区では震災直後の 2011 年 8 月の削減率が大きくその後、一旦、削減率が小さくなるものの、無理のない省エネ等が定着してきたことなどにより、2012 年以降、年々削減率が大きくなっている。

一方、大阪では、住宅での節電取り組み寄与が大きいのが、各用途で徐々に省エネが進んでいる状況である。

また、東京 23 区と大阪府では用途別の排熱量の割合が大きく異なり、特に工場の割合が東京 23 区では 1 割程度であるのに対し、大阪府では 5 割にもなる。工場ではもともと省エネが進められているため、短期間で大幅な省エネを達成することが難しいことなども両地域の違いに影響したと考えられる。

火力発電所からの顕熱排熱量は、東京 23 区、大阪府ともに増加しているものの、火力発電所からの排熱量の増加を含めても全体の人工排熱量は震災前にくらべて 100TJ/day 以上、減少していると推定された。なお、火力発電所からの顕熱排熱量については、大阪府で震災前に比する 35.2%まで増加したのに対し、東京 23 区では大きな変化が見られなかった。これは東京 23 区の火力発電所が最新の高効率施設を有しており、震災前からの稼働率が高く、震災後の稼働率の上昇余地が多くなかったためと推察される。

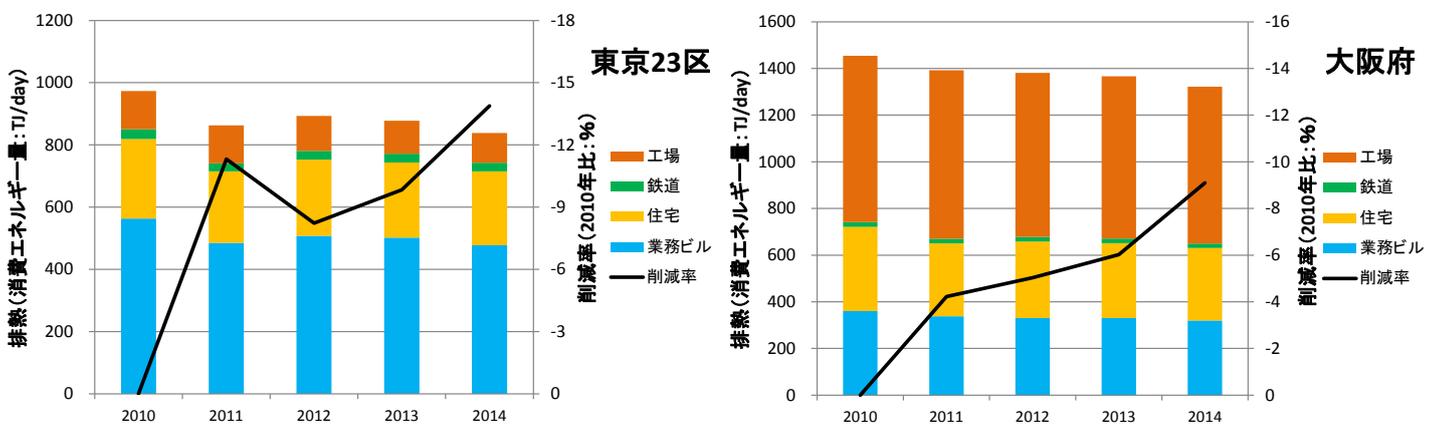


図 2.5 東京 23 区と大阪府における排熱量（エネルギー消費量）の推移

表 2.5 東京 23 区における 2011 年～2014 年のエネルギー及び人工排熱の変化量 (8 月)

建物種別		エネルギー種別	エネルギー消費量の変化 (%)				人工排熱の変化 (括弧内 (TJ/day))			
			2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
建物	業務ビル、地域冷暖房	電気	-18% ※1	-11% ※1	-12% ※1	-17% ※1	-13.8% (-77.8)	-9.8% (-55.1)	-10.8% (-61.1)	-15.2% (-85.6)
		ガス	-9% ※1	-9% ※1	-10% ※1	-16% ※1				
		燃料	-	-	-	-				
	住宅 (戸建、集合)	電気	-14% ※1	-9% ※1	-6% ※1	-13% ※1	-10.2% (-26.2)	-4.5% (-11.4)	-5.6% (-14.2)	-7.0% (-18.0)
		ガス	-8% ※1	0% ※1	-7% ※1	-2% ※1				
		燃料	-	-	-	-				
交通	鉄道	電気	-18% ※2	-9% ※2	-11% ※2	-14% ※2	-17.8% (-5.6)	-9.0% (-2.8)	-10.7% (-3.4)	-13.6% (-4.3)
		ガス	-	-	-	-				
		燃料	-	-	-	-				
事業所	工場	電気	-12% ※2	-10% ※2	-10% ※2	-12% ※2	-0.4% (-0.5)	-8.8% (-10.9)	-13.0% (-17.1)	-22.2% (-27.2)
		ガス	-	-	-	-				
		燃料	+13% ※3	-7% ※3	-18% ※3	-34% ※3				
合計						-11.3% (-110.1)	-5.3% (-80.1)	-9.7% (-94.6)	-13.9% (-135.1)	
事業所	火力発電所	電気	-	-	-	-	-0.4% (-0.2) ※4	+3.9% (+1.7) ※4	+3.1% (+1.3) ※4	0.0% (0.0) ※4
		ガス	-1% ※2	+9% ※2	+7% ※2	+0% ※2				
		燃料	-	-	-	-				

※1：気温感応度より推定

※2：5年平均基準（2006～2010年）

※3：2010年基準

※4：発電量から大気への顕熱量を推計した

表 2.6 大阪府内における 2011 年～2014 年のエネルギー及び人工排熱の変化量（8 月）

建物種別		エネルギー種別	エネルギー消費量の変化（％）				人工排熱の変化 （括弧内（TJ/day））			
			2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
建物	業務ビル、地域冷暖房	電気	-7% ※1	-7% ※1	-7% ※1	-11% ※1	-6.3% (-22.6)	-8.3% (-30.1)	-8.4% (-30.2)	-11.2% (-40.2)
		ガス	-5% ※1	-12% ※1	-13% ※1	-13% ※1				
		燃料	-	-	-	-				
	住宅（戸建、集合）	電気	-19% ※1	-17% ※1	-18% ※1	-19% ※1	-14.1% (-51.6)	-10.0% (-36.3)	-11.8% (-43.1)	-14.9% (-54.4)
		ガス	-12% ※1	-4% ※1	-8% ※1	-13% ※1				
		燃料	-	-	-	-				
交通	鉄道	電気	-5% ※2	-7% ※2	-6% ※2	-9% ※2	-4.7% (-1.0)	-6.7% (-1.4)	-6.2% (-1.3)	-9.2% (-1.9)
		ガス	-	-	-	-				
		燃料	-	-	-	-				
事業所	工場	電気	0% ※2	-5% ※2	-7% ※2	-11% ※2	+1.4% (+9.7)	-1.3% (-9.4)	-2.4% (-17.1)	-5.6% (-39.9)
		ガス	+4% ※2	0% ※2	0% ※2	-5% ※2				
		燃料	-3% ※3	-2% ※3	-19% ※3	-20% ※3				
合計						-4.5% (-65.5)	-5.3% (-77.2)	-6.3% (-91.7)	-9.4% (-136.4)	
事業所	火力発電所	電気	-	-	-	-	+30.7% (+15.4) ※4	+31.3% (+15.7) ※4	+35.2% (+17.7) ※4	+25.4% (+12.7) ※4
		ガス	+31% ※3	+31% ※3	+35% ※3	+25% ※3				
		燃料	-	-	-	-				

※1：気温感応度より推定

※2：5年平均基準（2006～2010年）

※3：2010年基準

※4：発電量から大気への顕熱量を推計した

## 2.4 人工排熱変化による気温への影響

東京 23 区の 2014 年 8 月の人工排熱は震災前とくらべて 14%削減していたが、既往の調査結果から全人工排熱による気温上昇への影響は 0.5~0.9℃程度であることから、震災前からの人工排熱の削減によって約 0.1℃程度の気温低減に寄与している可能性が推察された。

前項 2.3 において、震災前にくらべて都市の人工排熱が 2014 年には東京 23 区で 14%の減少、大阪府で 9%減少した（いずれも火力発電からの排熱を除く）ことを述べた。この人工排熱の削減が都市の気温変化にどの程度、影響しているかについて、環境省の既往の調査で得られた知見をもとに推察した。

平成 19 年度ヒートアイランド対策の計画的実施に関する調査において、関東広域シミュレーションの結果から、人工被覆、建物形態、人工排熱の 3 つの要因ごとに、時刻別の気温上昇への寄与を分析した。メカニズム分析の結果からは、都市の有無によって日中の気温上昇は最大でも 1~1.5℃程度であるが、夜間から明け方にかけては 3℃程度の上昇になることが分かった。そのうち、人工排熱による気温上昇の影響は、時間帯によって異なるものの、0.5~0.9℃程度の気温の上昇に寄与していることが分かる。

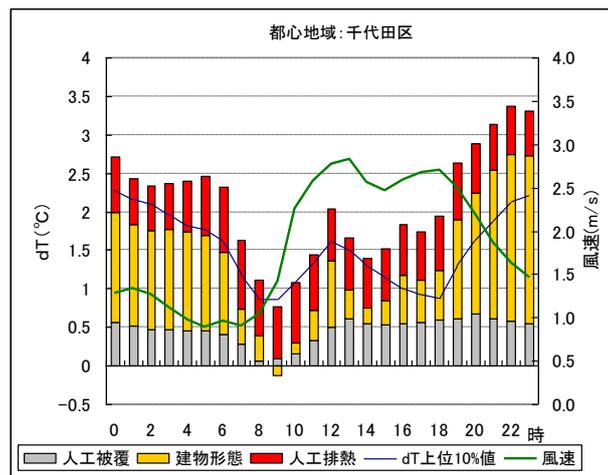


図 2.6 気温上昇が顕著な場所における要因別の時刻別気温上昇<sup>7</sup>  
千代田区（45 メッシュ中の気温上昇が顕著な 24 メッシュ平均）

人工排熱量と気温変化の関係がおおよそ線形関係にあるとすると、2014 年夏の東京 23 区における 14%の人工排熱の削減は、気温にすると最大で 0.126℃（0.9℃×0.14）程度であることが推察される。

<sup>7</sup>平成 19 年度ヒートアイランド対策の計画的実施に関する調査

### 3章 継続的な節電に向けて

#### 3.1 2011年から2013年の事業所及び家庭における節電取り組み推移の把握

東京都および東京電力管内の事業所では、2011年夏に多くの事業所で節電対策が行われ、その後は業務に支障がないものは定着しているが、全体的に実施率は低下している。

大阪府および関西電力管内の事業所では、数値目標が設定された2012年に実施率の山がある。

家庭における節電は、東京・大阪ともに年々緩和の傾向にある。

東日本大震災後の電力不足が懸念され、大幅な節電対策が進められた。2011年夏には東京電力管内で15%、関西電力管内で10%の数値目標が設定された。2012年夏は東電管内では数値目標なし、関西電力管内では10%の数値目標が設定された。2013年夏には具体的な数値目標を伴わない節電要請が行われた。本節では、事業所及び家庭における節電の状況等に関する各種調査結果から、節電取り組みの動向を示す。

節電取り組みを分析するにあたり、各種節電対策の全体への寄与はその需要割合によると考えられる。事業所（例としてオフィスビル）での用途別電力需要構成は図3.1、家庭での用途別電力需要構成は図3.2で表される。

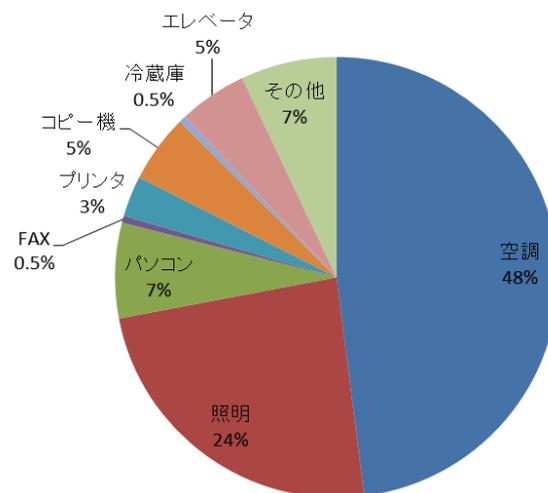


図 3.1 夏の14時のオフィスビルでの用途別電力需要構成<sup>8</sup>

<sup>8</sup> 資源エネルギー庁推計、オフィスビルでの14時断面の電力需要構成より

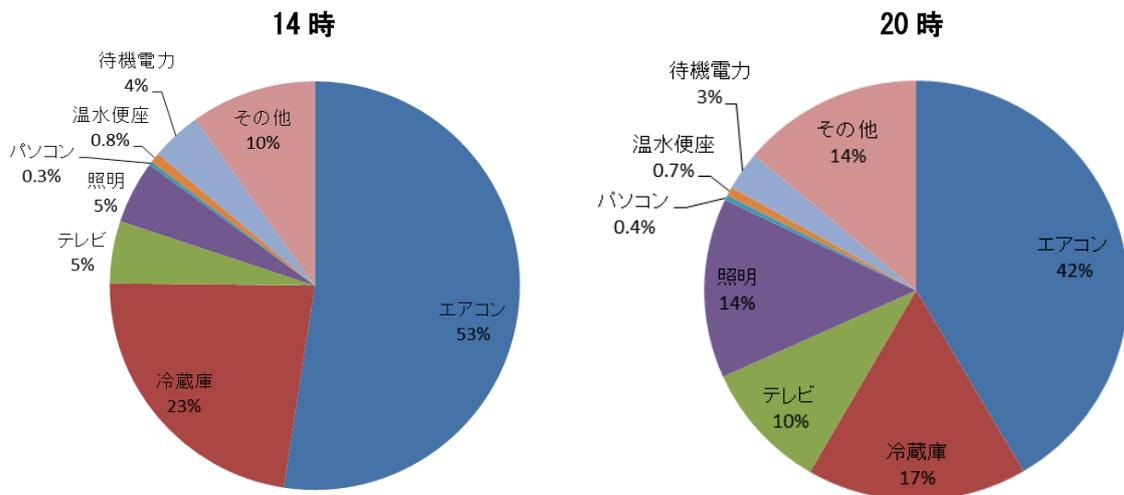


図 3.2 夏の家庭での用途別電力需要構成<sup>9</sup>

この用途別割合の傾向から、事業所での節電としては、空調や照明に対する節電対策、家庭での節電としては、空調に関する対策がもっとも寄与し、その他、冷蔵庫・照明・テレビ使用に対する行動が節電に結びつくと推定される。

### 3.1.1 事業所での節電取り組み

本項では、電気中央研究所が 2011 年から 2013 年に全国の事業所に対して行ったアンケート調査<sup>12</sup>及び東京都環境局が 2011 年から 2013 年に都内の大規模事業所<sup>10</sup>及び中規模事業所<sup>11</sup>に対して行ったアンケート調査をもとに夏の節電対策の推移を述べる。

#### 1) 東京都及び東京電力管内における節電対策推移

東京電力管内の事業所（産業部門・業務部門）での節電行動は、震災直後の 2011 年に多くの事業所で実施され、以降、緩和の傾向で推移している行動が多い。実施率が高く、この傾向が大きいのは、「照明の間引き」や「空調の設定温度変更」などの使用抑制対策である。（図 3.3）

<sup>9</sup> 資源エネルギー庁推計、全世帯平均の時間別電力需要構成より

<sup>10</sup> キャップ&トレード制度対象事業所。オフィスビル、テナントビル、商業施設、宿泊施設、教育施設、工場等

<sup>11</sup> 平成 24 年度に都民の健康と安全を確保する環境に関する条例第 8 条の 23 に基づく地球温暖化対策報告書を提出した事業者のうち、官公庁を除く全ての事業者

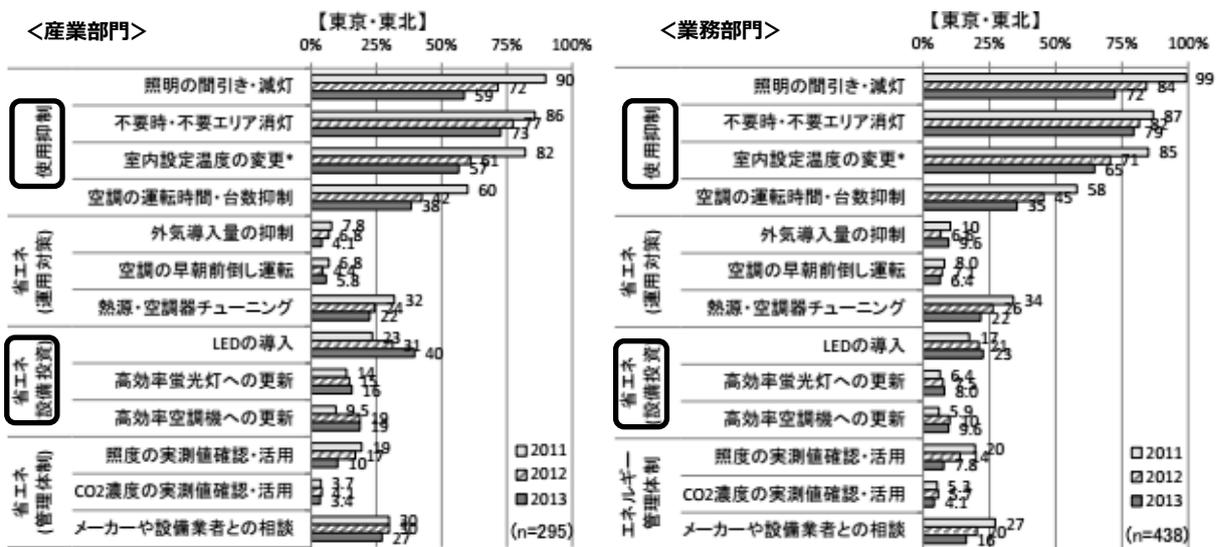


図 3.3 産業部門及び業務部門における照明と空調の主な節電対策の実施率の推移<sup>12</sup>

### ①空調設備に関する対策

空調設備に関する対策については、大規模事業所の執務室の設定温度について、図 3.4 のように 2011 年に 28℃設定の対策を行う事業所の割合が増加し、2012 年以降には緩和傾向にあるが、震災前の 2010 年よりは高い割合を維持している。設定平均値で見ると、2011 年には前年に比べて 1.5℃前後高い 27.3-27.5℃で、その後、低下しているものの、2013 年においても 2010 年よりも 1℃以上高い平均設定温度が維持されている。(図 3.5)

また、図 3.6 で表されるように外気導入量の削減の対策が定着しており、外気処理に係る空調エネルギーを削減でき、節電に結びついていると考えられる。

高効率空調機への更新も進んでおり (図 3.3) 特に工場での導入が進んでいる。

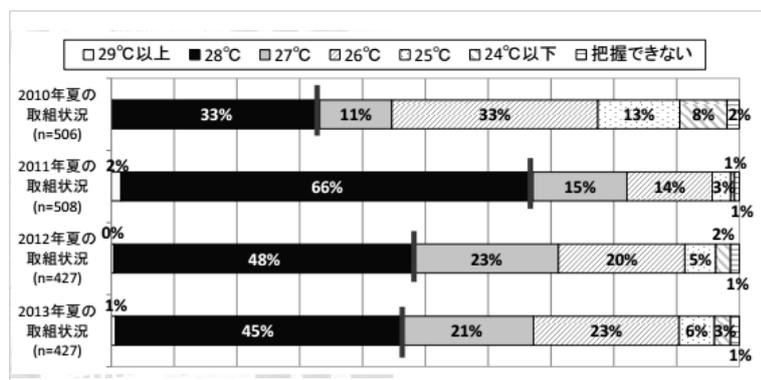


図 3.4 大規模事業所における主要な執務室の設定温度ごとの事業者数割合<sup>13</sup>

<sup>12</sup> 東日本大震災後の事業所節電行動の継続状況 (2013 年版) —3 年間のアンケート調査の比較—研究報告: Y13014, 電気中央研究所, 2014 年 4 月

<sup>13</sup> 東京における「2013 年夏の節電対策実施状況」等～大規模事務所への 2013 年夏の節電対策アンケート調査結果～, 東京都環境局, 2014 年 6 月

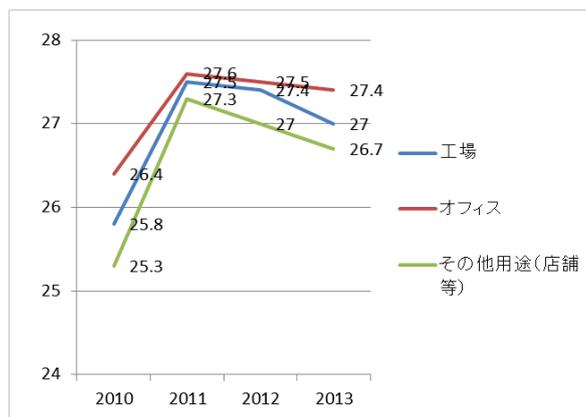


図 3.5 主な業務エリアにおける空調設定温度の変化（平均値）<sup>14</sup>

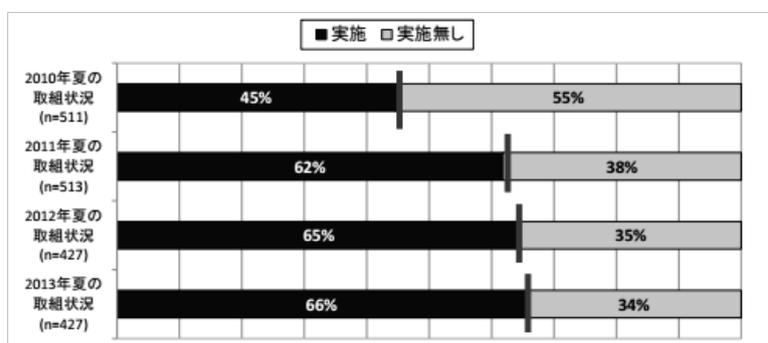


図 3.6 大規模事業所における室内 CO2 濃度管理による外気導入量の削減<sup>15</sup>

## ②照明に関する節電対策

照明に関する対策について、間引きの実施や照度の見直しが各事業所で実施されている。間引き率（震災前に比べた蛍光灯や電球の数の削減割合）は、2011 年から年々実施率は緩和している（図 3.7）。

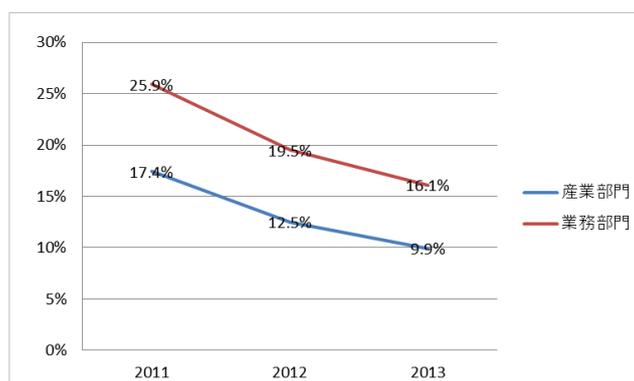


図 3.7 照明の間引き率の推移

<sup>14</sup> 以下、図 3.5、図 3.7、図 3.13、図 3.14、図 3.15、図 3.16 は脚注 12 と同じ

<sup>15</sup> 以下、図 3.6、図 3.9、図 3.10、図 3.11、図 3.12 は脚注 13 同じ

照度の見直しについては、大規模事務所内執務室では、750ルクス以上が主流であったのが、2011年以降500ルクスが主流になり定着している。中小規模事務所では、500ルクス以上750ルクス未満に設定している事業所が主流である。特に、店舗系（売場、客席等）をもつ事業所では、震災前には1000ルクス以上の設定の事業所が3割以上存在したが、2012年には12%の事務所へ減少している<sup>16</sup>。

LED導入、高効率蛍光灯への更新などの設備投資が年々増加している（図3.8）が、工場とオフィス他での導入事業者数を比べると、工場での実施が導入事業者数、伸び率ともに大きい（図3.3）。この傾向が、節電対策の緩和傾向にある一方、電力使用量の削減の維持がなされている要因となっていると考えられる。

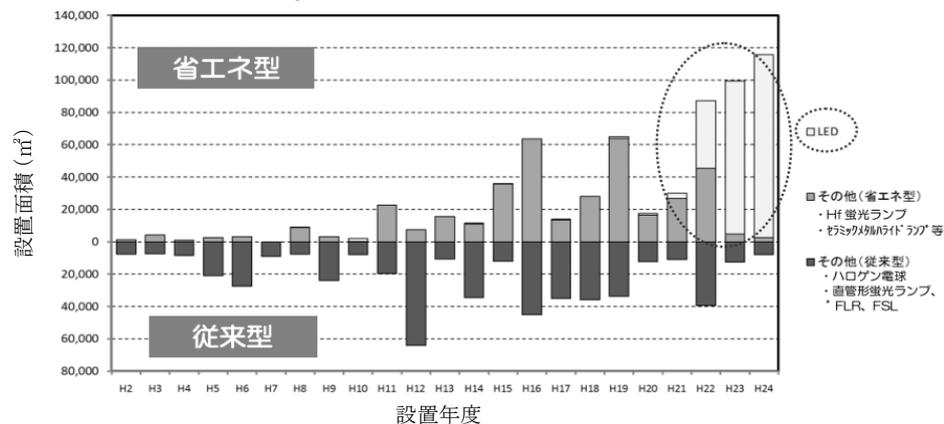


図 3.8 大規模事業所における照明器具設置状況<sup>17</sup>

### ③その他の節電対策

その他の節電対策として、震災前に比べて実施率が大幅に上がり、2012年、2013年と実施率が定着している項目としてはエレベータ機械室および電気室の30℃以上設定（図3.9）、洗浄便座暖房停止（図3.10）、便所洗面器給湯停止（図3.11）などがあげられ、これらは業務に支障がなく、実施が継続しやすい取組であったと考えられる。

震災後に節電対策として実施され、その後2012年には取り組みレベルが緩和されたがその後2013年には同程度の実施率で定着している項目として、ピークカット対策があげられ、具体的にはピーク時に熱源機器や空調ポンプの強制的な一時停止や、自家発電設備やコージェネレーション設備の優先的な運転が実施された。

一方、2011年には高い実施率で取り込まれたが、2012年以降には実施が年々緩和している項目としてエレベータの使用停止や時間シフトと生産減による節電である。エレベータの使用停止2011年の夏には7割の事業所で、実施されたが、2012年から4割前後に減少しており、負担が大きかったものと考えられる（図3.12）。また、時間シフト（輪番休業、休日追加・一斉休業、夜間・早朝シフト、季節外シフト）や生産減によって節電を実施した事業所は、2011年には大口工場で76%と高い割合で実施されたが、2012年になると30%未満となり、継続の困難が伺われる（図3.13）。

<sup>16</sup> 中規模事業所の節電アンケート集計・分析結果，東京都環境局，2014年6月

<sup>17</sup> キャップ&トレード制度24年度もCO2排出量22%削減，東京都報道発表資料，2014年3月12日

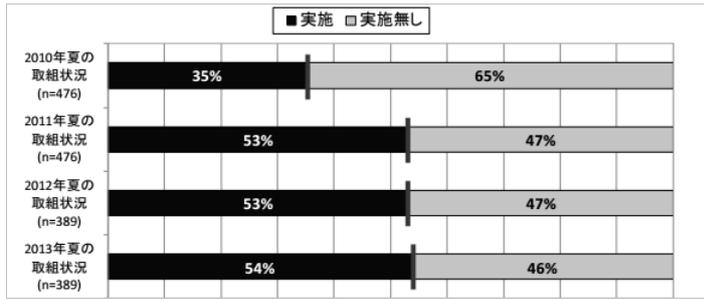


図 3.9 エレベータ機械室及び電気室の 30℃以上設定の実施率の推移

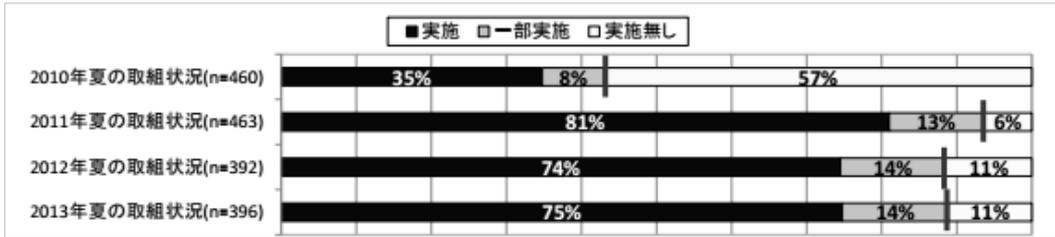


図 3.10 洗浄便座暖房の停止実施率の推移

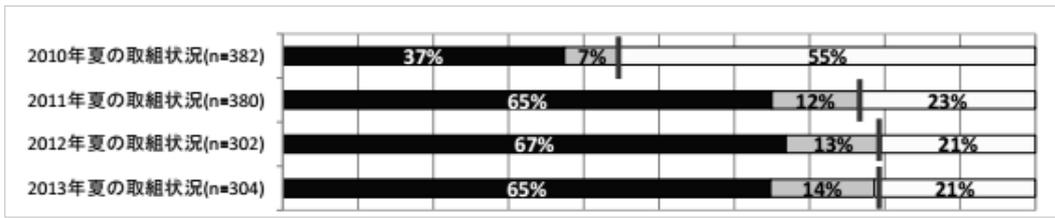


図 3.11 便座洗面給湯の停止実施率の推移

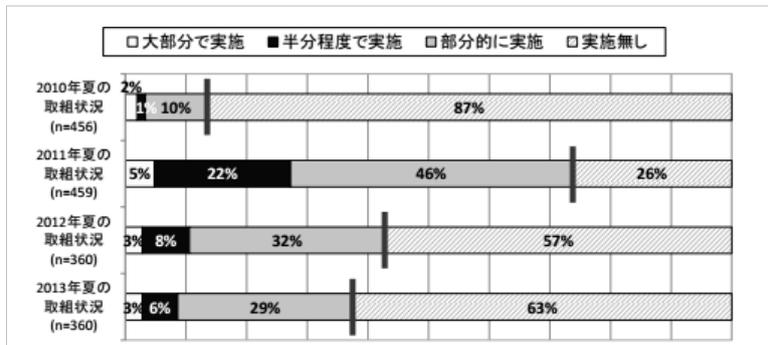


図 3.12 エレベータ使用停止実施率の推移

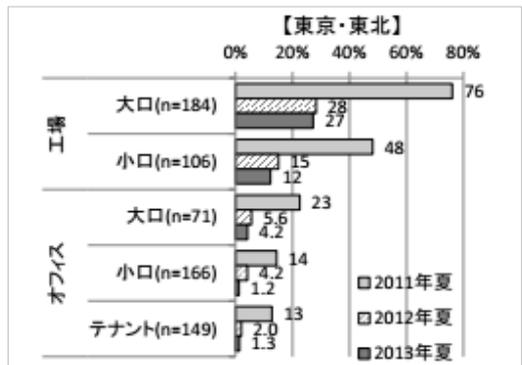


図 3.13 時間シフトや生産減による節電の実施率の推移

## 2) 大阪府及び関西電力管内の節電対策推移

関西電力管内の事業所の節電行動は、図 3.14 のように推移した。東京電力管内と比べて、変化の程度は少ないが、傾向としては東京電力管内と同様 2011 年以降緩和傾向、または、数値目標が設定された 2012 年にやや強化され、2013 年には 2011 年レベルに緩和されている節電行動が多い。また、東京と同様、LED 導入、高効率空調機への更新などの設備投資は産業部門・業務部門両方において 2011 年から 2013 年にかけて上昇傾向にあり、産業部門では特に熱源・空調器のチューニングの実施率の上昇も見られる。

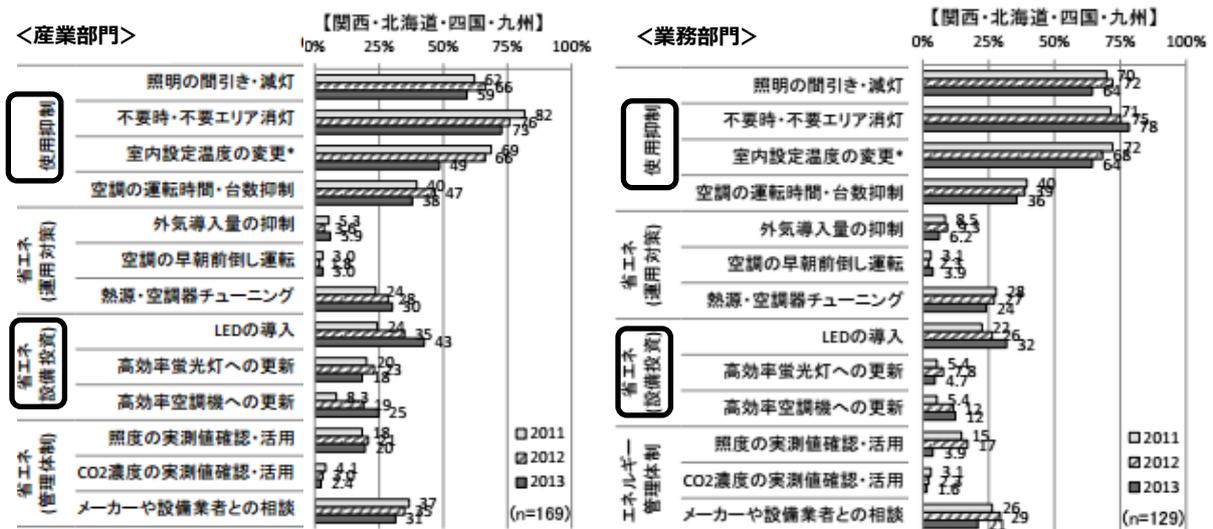


図 3.14 工場及びオフィス他における照明と空調の主な節電対策の実施率

### ①空調設備に関する対策

空調設定温度の変化を見てみると、実施の程度は東京電直管内と比べて低かったが、2012 年以降の低下も少なく、27℃前後の設定にとどまっている。

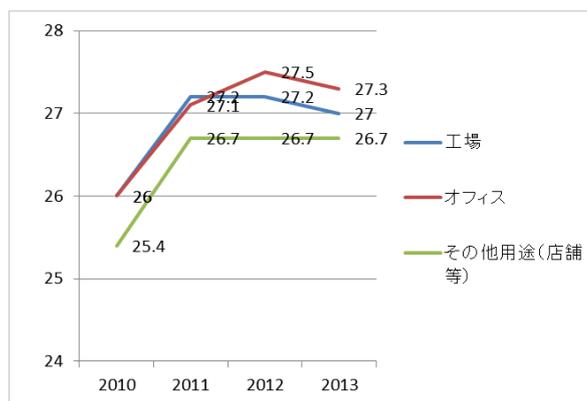


図 3.15 主な業務エリアにおける空調設定温度の変化 (平均値)

### ②照明に関する節電対策

照明の使用抑制対策は東京電力管内に比べて実施率は低いですが、3 カ年の変化はあまり見られず一定の実施率を保っている。LED の導入については、産業部門・業務部門両方において東京

電力管内と同様または高い実施率で進んでいる。

### ③その他の節電対策

節電のための時間シフト対策および生産減の実施状況を見ると、東京電力管内と比べると実施率は低かったが、工場では 2012 年に実施率が高まり東京電力管内よりも高い実施率であったが、2013 年に大きく低下した（図 3.16）。

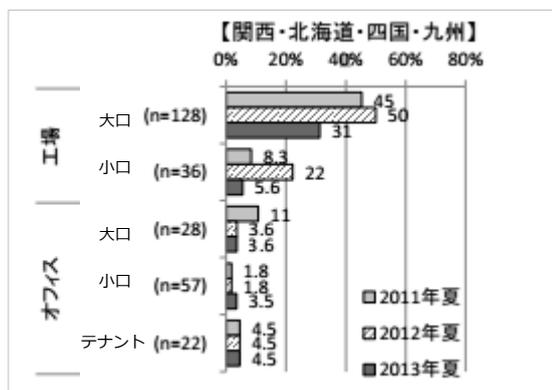


図 3.16 時間シフトや生産減による節電の実施率

### 3.1.2 家庭での節電取り組み

家庭を対象にした取り組みの実施状況を把握するため、電気中央研究所では 2011 年から 2013 年にかけてインターネットアンケート（東電利用世帯：2011 年 2,970 名、2012 年 1,517 名、2013 年 885 名、関電利用世帯：2012 年 1,119 名、2013 年 629 名）及びグループインタビュー（東電利用世帯：2011 年 20 名、2013 年 10 名、関電利用世帯：2013 年 10 名）を実施した<sup>18</sup>。

主な節電対策の実施率の推移が図 3.16 に表される。東京電力管内での実施率は 2011 年に顕著に高く、以降低下傾向である。一方、関西電力管内では 2012 年に実施率が東京電力管内を上回るものがあった。これは、原発停止により、原発依存度の高かった関西で電力不足が懸念され、節電要請が積極的に行われたためと推測される。2013 年には東京電力管内・関西電力管内ともに同程度に推移している。

<sup>18</sup> 家庭における 2013 年夏の節電実態 研究報告：Y13010, 電気中央研究所, 2014 年 4 月

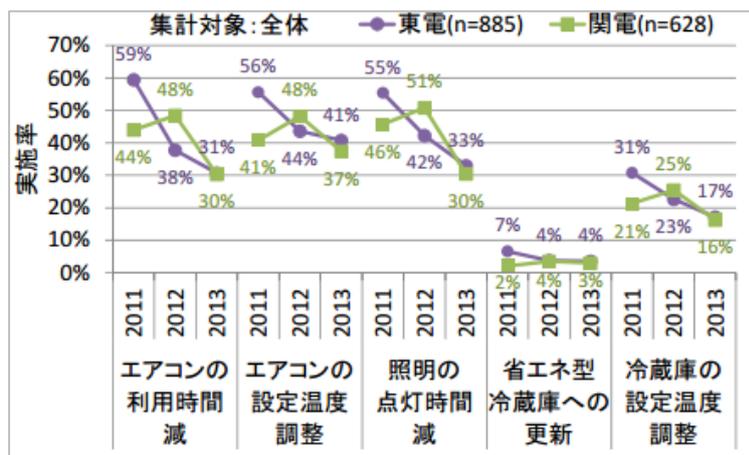


図 3.17 家庭における主要節電対策の実施率<sup>19</sup>

## 1) 東京都及び東京電力管内における節電対策推移

### ①空調設備に関する対策

夏のエアコン利用時間の削減や設定温度の調整の実施率は上記で見たように、2011年に高い実施率をみせ、以降減少傾向にある。設定した温度については、震災前と比べ、2011年以降、28℃設定にする家庭が多かった。2012年、2013年にかけて、28℃設定を維持する割合は低下するが、27℃に下げているにとどまっていると見られる。

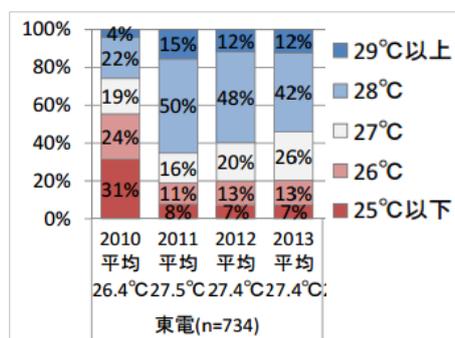


図 3.18 エアコンの設定温度

その他、エアコンではなく別の方法（扇風機など）で涼む方法の実践や、すだれ・よしずの利用、遮光カーテンの利用などが節電対策として実施された。

### ②冷蔵庫に関する節電対策

冷蔵庫に関する節電対策としては、「温度設定を弱める」「開閉回数の削減」「詰め込みすぎない」などの対策があげられるが、実施率については空調対策と同様年々減少傾向にある（図 3.17）。一方、壁から離す行動や省エネ冷蔵庫への買い替えなど、一度実施するとそのままの状態が保たれるものは、節電効果が維持されていると考えられる。

<sup>19</sup> 図 3.17、図 3.18、図 3.19、図 3.20、図 3.21、図 3.22 は脚注 18 と同じ

### ③照明に関する節電対策

2011年に5割以上の実施率があった点灯時間の削減は、2012年以降、3割～4割の実施率に減少している（図3.18）。一方、省エネタイプの照明器具や電球への交換が進んでおり、特に、性能向上と価格低下が進んでいるLED照明の導入が増加し、電力消費量削減に寄与していると考えられる。

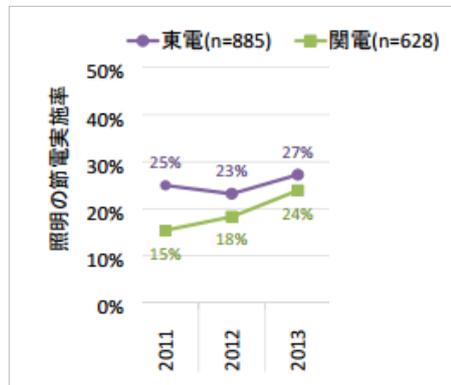


図 3.19 照明の節電対策（省エネタイプの照明器具や電球に交換した）の実施率

### ④その他

上記以外の節電対策としては、「電化製品を使わない時は主電源をオフにする」、「テレビの買い替え」や「炊飯器を使う場合はご飯をまとめて炊く」、「温水便座の保温機能をオフにする」等の対策が実施された。

一方、「契約アンペアを下げる」や「電気料金メニューを変更する」、「HEMSを導入する」などの取組も節電対策としてあげられるが、実施率は他の節電対策に比べて低い<sup>20</sup>。

## 2) 大阪府及び関西電力管内の節電対策推移

### ①空調設備に関する対策

設定温度について、震災直後は、東電管内よりも28℃設定にする家庭の割合が少なかったものの、2012年、2013年にかけて、実施割合が増加している。

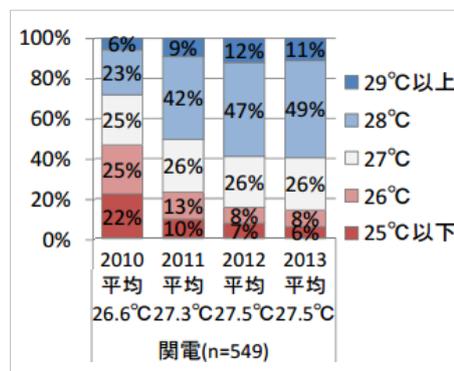


図 3.20 エアコンの設定温度

<sup>20</sup> 家庭や街中における節電対策に関する意識調査結果（2013年度調査），東京都環境局，2014年6月

## ②冷蔵庫に関する節電対策

東京電力管内と同じく、よく実施された対策は「設定温度を弱める」「開閉回数の削減」「詰め込みすぎない」といった行動である。全体的傾向と同じく 2012 年に実施率が上がり、2013 年には東京電力管内と同レベルの実施率に下がっている（図 3.17）。

## ③照明に関する節電対策

点灯時間削減の対策も他の対策と同様、2012 年に実施率が上がり、2013 年に下がるという傾向であった。省エネタイプの照明器具への転換は関西電力管内でも年々進んでおり、今後も導入の増加が期待できる。

## 3.2 節電行動の継続性

事業活動に悪影響が及ぶ節電行動は継続性がなく、実施率が低下している。

運用の最適化や無駄を認識して削減するといった対策は、事業活動へ悪影響がなく、今後も継続性がある節電行動として推進されるべきである。

LED などの高効率設備への更新の推進や、電力不足や電気料金の値上げを意識させ、節電意識を高める働きかけが必要とされている。

### 1) 事業所での節電の継続

東日本大震災後実施された節電対策の中でも、冷房設定温度を 28℃以上に設定することや、業務に支障がでるほどの過剰な照明の間引き、エスカレータ・エレベータの停止等の「ガマンの節電」や、生産量の調整などは、事業活動に悪影響があり、震災直後の 2011 年には実施されたものの、以降実施が見直されているものが多く、継続性が低いと考えられる。しかし、空調や照明など、電力消費割合が大きいものは、節電をやめてしまうと電力需要逼迫につながりかねないため無理のない程度の継続が必要とされる。

一方、例えば店舗系の事業所での照度について上記で述べたとおり抑制が行われたが、これに対して、従業員・お客様の反応を参照すると、「特に反応なし」と「ちょうど良い」を併せて 9 割を超し、お客様からの支持も確認できるように<sup>16</sup>、震災前に過剰だった可能性がある電力消費は、削減を実施してみて不都合が生じなかったため継続されるものもある。同様に、外気導入量制御や空調機チューニングなどの「運用の最適化」、過剰照明の間引きや不要箇所の稼働停止などの「ムダの削減」、また、照明空調等の設備の更新・効率化などの「ムダの削減」は事業活動へ悪影響がなく、継続性の高い節電行動として、今後も推進の有効性がうかがえる。

### 2) 家庭での節電の継続

東京電力・関西電力管内ともに、年々節電意識の低下も伺われ（図 3.21）、電力不足への切迫感の薄れなどから、節電意識が薄れ、いくつかの取り組みでの実施率の低下につながっていると考えられる。

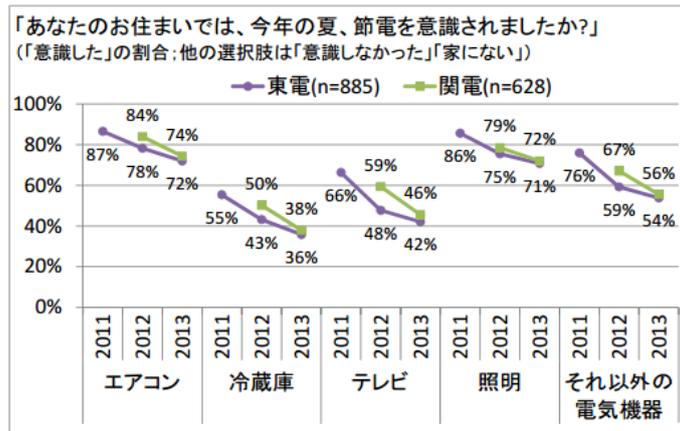


図 3.21 用途別の節電意識の推移

こうした状況の中で、事業所における節電と同様、「がまん」の節電効果は継続性がなく、エアコンの利用時間の削減や設定温度、照明点灯時間の削減は、生活に支障のない程度に節電努力を継続する必要がある。

LED への切り替えや省エネ家電への買い替えなど、一通りの対策を取った後の追加的な省エネ対策は、性能の向上などにより節電効果が高く、また一度実施するとその後意識せずとも節電を継続できるため、こういった設備更新の促進や、経済的なインセンティブを付与する仕組みが必要であると考えられる。

また、電気料金の値上げが節電行動を促進する一因となるとも考えられる。東京電力管内では 2012 年 9 月から平均 8.46%の値上げ、2013 年 5 月から平均 9.75%の値上げが行われた。電気料金上昇に対する意識調査では、節電意識を高めると感じている家庭は半数程度にとどまる。電力消費支出の増加は実感しづらいため、電力料金上昇の実態に対する認知度を高めて節電への意識を変える必要も示唆される。

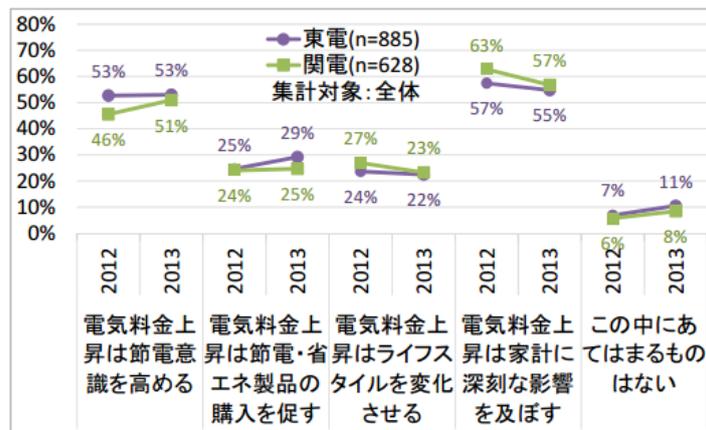


図 3.22 電気料金上昇の影響<sup>18</sup>

### 3.3 節電を継続、促進させるための施策事例

自治体から事業所に対して、義務化と、具体的な実行内容の提示で節電の継続を促している。家庭に対しては、ホームページや広報誌・回覧板などによる情報提供や、キャンペーン等での啓発を行うなどの工夫が行われている。

#### 1) 事業所への節電促進施策

大規模事業所対象には、東京都でキャップ&トレード制度を制定し、温室効果ガスの算定・報告、目標設定を求めており、2010年から削減義務が課せられている。節電対策メニューも提案され、『事業所向け「賢い節電」7か条』が節電対策メニュー例として提示されている。(図3.23)

<p><b>1 500ルクス以下を徹底し、無駄を排除、照明照度の見直しを定着化</b></p> <p>通年の取り組みが可能な対策として、2011年夏に東京で実践された照明の間引き・照度の見直しを定着化させる(執務室の机上は、500ルクス以下(300~500ルクス程度))</p>
<p><b>2 夏季は「実際の室温で28℃」を目安に、それを下回らないよう上手に節電 &lt;過剰な換気による冷気の流出を防止&gt;</b></p> <p>執務室の室温管理のために次の取組を実施 ①実際の室温を確認、②サーキュレーター(扇風機)を活用し室内の空気をかき混ぜる、③ブラインドを上手に利用(ブラインドの羽根は水平にし昼光利用と熱負荷軽減を同時実現)、④室内CO2濃度の適正管理で外気導入量を削減(不要な外気取入れは行わない)、⑤湿度管理も併せて行い、湿度が高い場合は室温を低めに設定</p>
<p><b>3 OA機器の省エネモード設定を徹底</b></p> <p>パソコンやプリンタの待機電力の削減や画面の輝度(ディスプレイなどの画面の明るさの度合い)の抑制など、オフィス機器等での通年の取組が可能な省エネ対策を徹底</p>
<p><b>4 電力の「見える化」で、効果を共有しながら、みんなで実践 &lt;「デマンド監視装置」で最大使用電力を把握&gt;</b></p> <p>デマンド監視装置やビルエネルギー管理システムで使用電力と消費電力の大きな設備等を把握。対策効果を把握しながら、事業主・ビルオーナー・テナント・顧客が一体となって、効果的な省エネルギー・ピークカットを実施</p>
<p><b>5 執務室等の環境に影響を与えず、機器の効率アップで省エネを</b></p> <p>エレベータ機械室・電気室の換気停止や温度設定の見直し(30℃以上)、フィルターの定期的な清掃などの保守管理の徹底など設備機器の効率的な運転を実施</p>
<p><b>6 エレベータの停止など効果が小さく負担が大きき取組は、原則的に実施しない</b></p> <p>オフィスや駅構内・ホーム等でのエレベータ/エスカレータの使用停止や、通勤時間帯の電車の空調20℃未満、道路・歩道照明の夜間消灯、夜間稼働や休日変更等への無理な転換、厳寒日での過度な暖房使用抑制など、労働環境の快適性等を過度に損なう取組は、日常での実施を前提としない</p>
<p><b>7 電力需給ひっ迫が予告された時に追加実施する取組を事前に計画化</b></p> <p>電力需給ひっ迫時は、そのひっ迫の程度に合わせて自動的に取組む対策を、事前に計画しておく(エレベータ/エスカレータの使用停止など)</p>

図 3.23 東京都事業者向け「賢い節電7か条<夏>」

また、「エレベータ機械室及び電気室の室内温度 30℃以上」や「室使用終了時の 5 分前以上に空調運転の停止、20 分以上前に熱源機器運転停止」、「パソコン、FAX、コピー機、プリンタ等において、省エネモード（スタンバイモード）に設定」など、より具体的な行動が「節電重点 10 対策」として示され、チェックシートが用意されている。このように義務化と、具体的な実行内容の提示により東京都の大規模事業所ではこれまでに述べたような節電取り組みが継続されていると考えられる。2011 年には埼玉県でも同制度を運用開始しており、今後他の自治体への広がりも予想される。

中小規模事業所を対象には、全国で省エネ無料診断の実施されている。各自治体で受診の推進の呼びかけがホームページやリーフレット配布などにより行われている。実績の例として東京都内の 2010 年から 2012 年の受診事業者は 1,588 事業者にのぼり、受診事業者に対して行ったアンケートでは、約 8 割の事業者が診断の効果があったと回答している。また、電気の削減量は実施前とくらべて平均 17.1%の削減が達成されている<sup>21</sup>。この他に、各自治体で省エネセミナーなど、事業者が具体的に節電の効果・方法を学んで実践できるための支援が行われている。

## 2) 家庭への節電促進施策

家庭への節電促進の施策としては、各自治体でホームページや広報誌・回覧板などを通じて具体的な節電方法についてわかりやすく情報提供が行われている。また、うちエコ診断員の派遣や、省エネナビ<sup>22</sup>の無料配布の実施も行われ、「見える化」により各家庭の電気消費実感してもらい行動に移してもらうための取り組みが進められている。

特徴的な取り組みとしては、2012 年にスマートライフ推進事業として、70 のモニター世帯に対する電気使用調査をもとに「世田谷流省エネアドバイスBOOK」を作成、出張所や図書館などで配布している。また、荒川区では、家庭の節電促進策の一つとして、あらかじめ節電マイレージコンテストを 2011 年から毎年実施している。一ヶ月分の電気使用量を前年同月と比較し、20%以上の使用量削減を達成した世帯に対し節電グッズや抽選で区内共通お買い物券を進呈という内容で、2011 年の実施では期間中延べ 5030 世帯（荒川区世帯数の約 5%）が 20%以上の節電を達成した<sup>23</sup>。

関西地域では、地域の美術館や博物館、ショッピングモール、飲食店、スポーツ施設等などについて、割引などの特典を配布したりやイベント情報等を紹介することで、夏の昼間に外出を促す、「家族でお出かけ節電キャンペーン」を 2012 年から開催し電力消費の削減を促している。

<sup>21</sup> 公益財団法人東京都環境公社 クールネット東京 省エネ診断を受けて（実績・実例）

<sup>22</sup> 家庭の分電盤（ブレーカー）に測定器を取り付けることにより電気の使用量を測定し、その数値を表示器でリアルタイムに表示する機器。

<sup>23</sup> 齋藤邦彦、月刊地域づくり平成 24 年 7 月特集 地域で取り組む節電対策 東京都荒川区 節電・省エネ型のライフスタイルへー荒川区の楽しく前向きな節電運動ー

## 4章 各種省エネ技術の人工排熱

本章では、現在、様々な分野で導入や検討が進められている省エネ技術に関する情報を収集し、排熱の視点から、導入に際して留意すべき事項等について整理した。

### 4.1 住宅設備における省エネ技術

住宅設備として、種々の高効率給湯器と太陽光発電を導入した場合の排熱への影響の評価方法と試算結果を紹介する。

ヒートポンプ式給湯器は夜間に吸熱し、太陽熱給湯器は日中に吸熱する。家庭用燃料電池は住宅地での排熱を増大させる影響があり、特に固形酸化物型（SOFC）は24時間運転を基本としているため夜間の排熱を増大させる可能性が示唆された。

#### 1) 対象とする設備機器

対象とする省エネ技術は、環境省で実施した平成22年度住宅設備等における対策効果の評価手法検討業務（以下、「平成22年度業務」という。）で検討対象とした設備機器とし、以下の2つの視点から選定されている。

- ①対策による排熱変化の評価に係る知見が不足していると考えられること
- ②夏期における影響が大きいと考えられること

以下に、対象設備機器を示す。

##### ■ 高効率給湯器

潜熱回収型給湯器

ヒートポンプ式給湯器

固体高分子形燃料電池コージェネレーションシステム（以下、PEFC-CGS）

ガスエンジンコージェネレーションシステム（以下、GE-CGS）

太陽熱給湯器

##### ■ 太陽光発電

また、平成22年度当時には販売が始まっていなかった設備機器として、平成24年度ヒートアイランド現象に対する適応策及び震災後におけるヒートアイランド対策検討調査業務（以下、「平成24年度業務」という。）で対象とした固体酸化物形燃料電池コージェネレーションシステム（以下、SOFC-CGS）についても対象とした。

各設備機器の詳細については、各調査報告書を参照。

#### 2) 排熱評価の枠組み

住宅設備機器からの排熱を評価する際、いくつかの指標で検討することが可能である。例えば、「排熱量変化」だけでなく、その結果形成される「気温変化」、さらには人の健康等の「環境影響」の視点などが考えられるが、ここでは排熱量のうち、直接的に大気を暖める「顕熱量」に着目した。

省エネ型の設備機器を導入することで、住宅地の排熱量が変化するだけでなく、発電所からの排熱量も変化し、生態系への影響を含め、多くの環境影響を及ぼす可能性がある。そこで、空間的な評価範囲については、「住宅エリア」だけでなく、広域的な環境負荷低減の観点から、エネルギー転換エリア（商用発電サイトや都市ガス製造サイト）における排熱変化量を加えた「広域エリア」も対象とする。

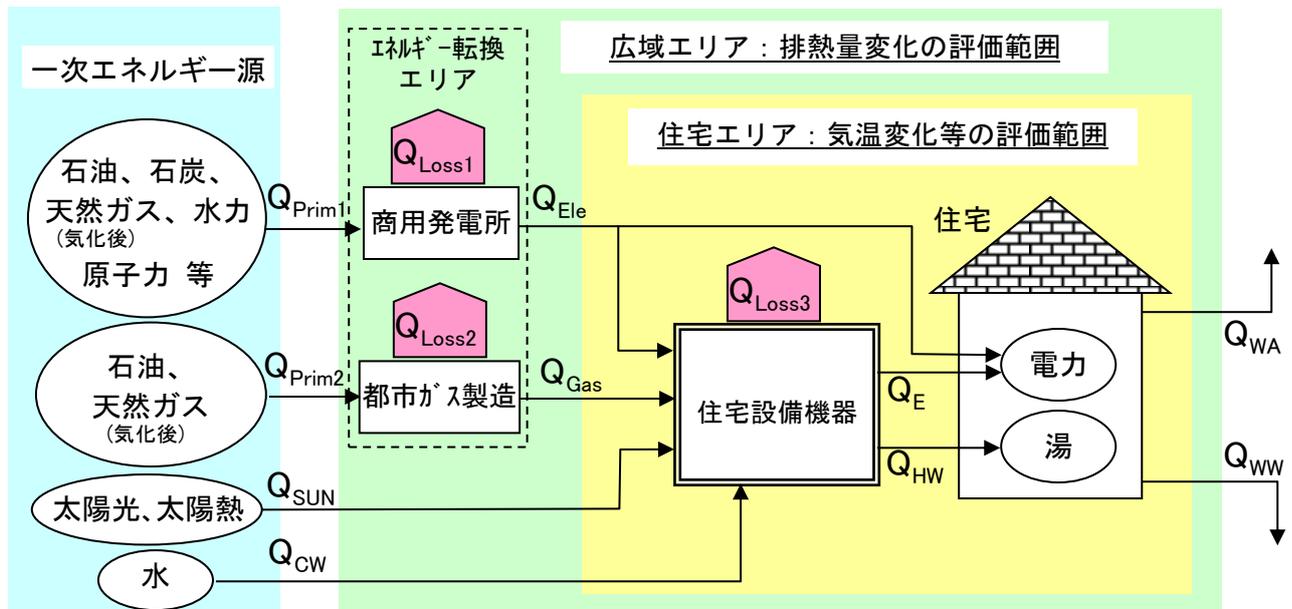


図 4.1 空間的評価範囲の模式図

- ここで、 $Q_{Prim1}$  : 商用発電に使用した一次エネルギー量  
 $Q_{Prim2}$  : 都市ガス製造に使用した一次エネルギー量  
 $Q_{SUN}$  : 太陽からの日射エネルギー量  
 $Q_{Loss1}$  : 商用発電時の排熱量（送配電ロス含む）  
 $Q_{Loss2}$  : 都市ガス製造時の排熱量（ガス配送の排熱等は無視した）  
 $Q_{Loss3}$  : 住宅設備機器からの排熱量（大気への顕熱移動量）  
 $Q_{Ele}$  : 商用発電所から供給される電力量  
 $Q_{Gas}$  : 供給される都市ガスの熱量（高位発熱基準）  
 $Q_{CW}$  : 給水熱量  
 $Q_{HW}$  : 給湯熱量  
 $Q_E$  : 住宅設備機器から供給される電力量  
 $Q_{WW}$  : 下水への排熱量  
 $Q_{WA}$  : 大気への排熱量

また、評価時期については、住宅エリアの排熱量変化と気温変化については、ヒートアイランド現象の影響が大きい夏期と熱需要の大きい冬期を対象とし、時刻別に評価することとし、

広域エリアの排熱量変化については、夏期と冬期の一日の総量を対象とする。

機器稼働条件については、評価時期に応じた標準給湯・電力需要パターンや実使用条件にもとづく効率性能、標準的な稼働時間などを踏まえ、実態に即した対策効果を評価する。

評価の枠組みを示す。

表 4.1 評価の枠組み

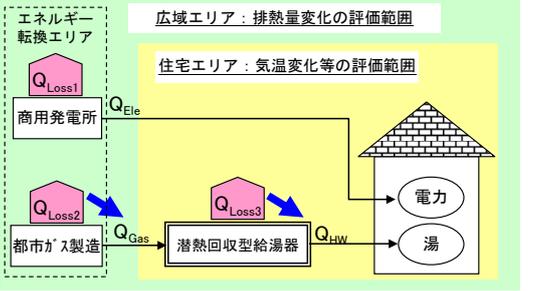
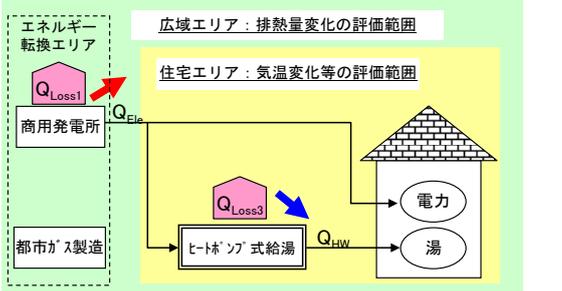
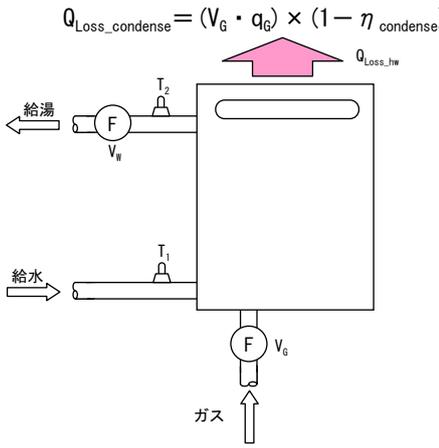
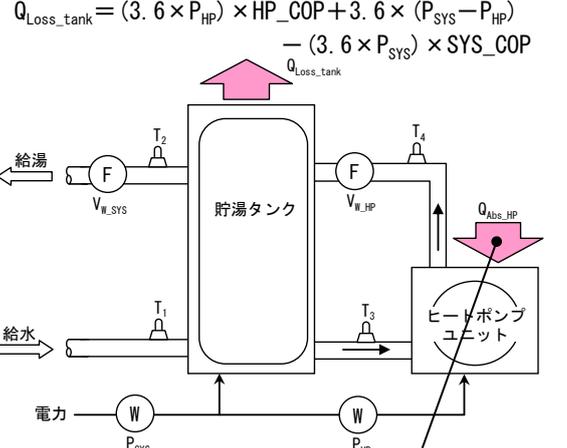
評価範囲		広域エリア（緑色領域）			
		エネルギー転換エリア		住宅エリア（黄色領域）	
評価指標*1		商用発電サイトからの排熱量 (大気・水系・顕熱・潜熱)	都市ガス製造サイトからの排熱量 (大気・水系・顕熱・潜熱)	住宅設備からの排熱量 (大気への顕熱排熱)	住宅地の気温変化
		$Q_{Loss1}$ (総排熱量)	$Q_{Loss2}$ (総排熱量)	$Q_{Loss3}$ (顕熱)	$\Delta T$
評価時間	夏期	日総排熱量	日総排熱量	時刻別排熱量	時刻別気温
	冬期	日総排熱量	日総排熱量	時刻別排熱量	気温推定の実施可能性を勘案して評価
機器稼働条件	効率	受電端全電力平均一次エネルギー転換効率	都市ガス製造平均効率	標準エネルギー需要パターンや実使用条件のもとでの機器効率	
	稼働時間	一定稼働*2	一定稼働	標準エネルギー需要パターンや実使用条件のもとでの稼働時間	

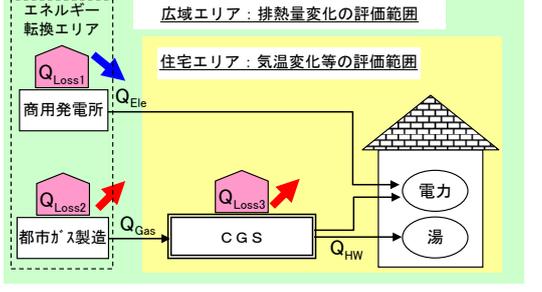
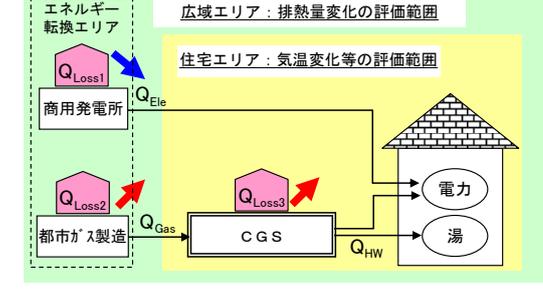
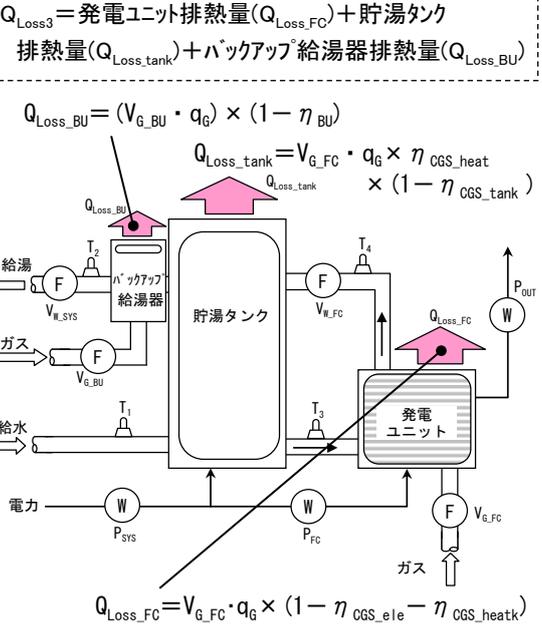
\*1 評価指標としての「環境影響」は、必ずしも定量的に評価する項目ではなく、評価の方向性を検討する際の指標として活用する。環境影響を定量的に評価する際には、その実施可能性を検討すること。

\*2 実際には、時間帯により発電電源構成発電量が異なるため、住宅設備機器による電力消費や発電の時間帯によって、商用発電の効率や商用発電サイトにおける排熱量は変動すると考えられるが、ここでは、発電所ごとの時刻別の稼働状況等が不明なため、一定とした。また、非化石エネルギーについても、排熱量をエネルギー転換効率から算出することになるが、これは見かけの排熱量であることに留意する必要がある。

### 3) 排熱の推計手法

各設備機器からの排熱の推計手法を示す。

機器名	潜熱回収型給湯器	ヒートポンプ式給湯器
<b>評価範囲</b> $Q_{Loss1}$ 、 $Q_{Loss2}$ ：発電サイト、都市ガス製造サイトの排熱量 $Q_{Loss3}$ ：対象設備機器の排熱量(顕熱のみ) $Q_{CW}$ 、 $Q_{WH}$ 、 $Q_{WA}$ は評価対象外		
<b>【<math>Q_{Loss1}</math>】</b> <b>【<math>Q_{Loss2}</math>】</b> <b>排熱推定方法</b>	$Q_{Loss1} = \text{電力供給量 } (Q_{Ele}) \times \frac{1 - \text{発電効率 } (\eta_{Ele})}{\text{発電効率 } (\eta_{Ele})}$ $Q_{Loss2} = \text{ガス供給量 } (Q_{Gas}) \times \frac{1 - \text{ガス製造効率 } (\eta_{Gas})}{\text{ガス製造効率 } (\eta_{Gas})}$	$Q_{Loss1} = \text{電力供給量 } (Q_{Ele}) \times \frac{1 - \text{発電効率 } (\eta_{Ele})}{\text{発電効率 } (\eta_{Ele})}$ $Q_{Loss2} = 0$
<b>【<math>Q_{Loss3}</math>】</b> <b>排熱推定方法</b> $Q_{Loss3}$ は顕熱排熱量のみを対象とするため、都市ガス燃焼時の潜熱量を差し引く。 都市ガスの燃焼時の排熱には高位発熱量の9.8%の潜熱が含まれることとする。	$Q_{Loss3} = \text{給湯時排熱量 } (Q_{Loss\_condense})$ $Q_{Loss\_condense} = (V_G \cdot q_G) \times (1 - \eta_{condense})$ 	$Q_{Loss3} = -\text{ヒートポンプ吸熱量 } (Q_{Abs\_HP}) + \text{貯湯タンク排熱量 } (Q_{Loss\_tank})$ $Q_{Loss\_tank} = (3.6 \times P_{HP}) \times HP\_COP + 3.6 \times (P_{SYS} - P_{HP}) - (3.6 \times P_{SYS}) \times SYS\_COP$  $Q_{Abs\_HP} = 3.6 \times P_{HP} \times (HP\_COP - 1)$
<b>留意事項等</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱効率には定格出力評価ではなく、実使用条件に近い状況で評価された結果を用いる(全機器同様)。</li> <li>潜熱回収型給湯器の場合、排ガス中に含まれる潜熱の割合は、従来型ガス給湯器より低減し、夏期では高位発熱量の6.8%、冬期では同5.8%とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>貯湯タンクからの時刻別排熱量は、タンク内の湯の沸き上げ率から推定する。</li> <li>稼働時間の設定は、実使用下の稼働状況を踏まえ、深夜だけでなく昼間の稼働も考慮する。</li> <li>機器効率の設定は、実使用条件による評価事例を踏まえて設定する。</li> </ul>
<b>記号凡例</b>	$Q_{Loss\_condense}$ ：潜熱回収型給湯器の排熱量 (MJ/h) $V_G$ ：消費したガス量 ( $m^3$ N/h) $V_W$ ：給湯量 ( $m^3$ /h) $\eta_{condense}$ ：熱効率 = $(V_W \cdot \rho \cdot c_p(T_2 - T_1)) / (V_G \cdot q_G)$ <b>【全機器共通記号】</b> $q_G$ ：ガス発熱原単位 (MJ/ $m^3$ N)：高位発熱基準 $\rho$ ：給湯温度における密度 (kg/ $m^3$ ) $c_p$ ：水比熱 (MJ/kg $^\circ$ C) $T_1$ ：給水温度 ( $^\circ$ C) $T_2$ ：給湯温度 ( $^\circ$ C) $\eta_{Ele}$ ：商用発電発電効率(36.9%) $\eta_{Gas}$ ：都市ガス製造効率(99%) 湯の沸き上げ率(貯湯タンクを有する機器) = (沸き上げられた水量) / (タンク内の貯水量)	

機器名	PEFC_CGS、GE_CGS	SOFC_CGS
<p><b>評価範囲</b></p> <p><math>Q_{Loss1}</math>、<math>Q_{Loss2}</math>：発電サイト、都市ガス製造サイトの排熱量  <math>Q_{Loss3}</math>：対象設備機器の排熱量(顕熱のみ)  <math>Q_{CH}</math>、<math>Q_{WH}</math>、<math>Q_{WA}</math>は評価対象外</p> 	<p><b>評価範囲</b></p> <p><math>Q_{Loss1}</math>、<math>Q_{Loss2}</math>：発電サイト、都市ガス製造サイトの排熱量  <math>Q_{Loss3}</math>：対象設備機器の排熱量(顕熱のみ)  <math>Q_{CH}</math>、<math>Q_{WH}</math>、<math>Q_{WA}</math>は評価対象外</p> 	
<p><b>【<math>Q_{Loss1}</math>】</b>  <b>【<math>Q_{Loss2}</math>】</b>  <b>排熱推定方法</b></p>	<p><math>Q_{Loss1} = (\text{電力供給量} - \text{CGS 発電量}) (Q_{Ele}) \times \frac{1 - \text{発電効率} (\eta_{Ele})}{\text{発電効率} (\eta_{Ele})}</math></p> <p><math>Q_{Loss2} = \text{ガス供給量} (Q_{GAS}) \times \frac{1 - \text{ガス製造効率} (\eta_{GAS})}{\text{ガス製造効率} (\eta_{GAS})}</math></p>	<p><math>Q_{Loss1} = (\text{電力供給量} - \text{CGS 発電量}) (Q_{Ele}) \times \frac{1 - \text{発電効率} (\eta_{Ele})}{\text{発電効率} (\eta_{Ele})}</math></p> <p><math>Q_{Loss2} = \text{ガス供給量} (Q_{GAS}) \times \frac{1 - \text{ガス製造効率} (\eta_{GAS})}{\text{ガス製造効率} (\eta_{GAS})}</math></p>
<p><b>【<math>Q_{Loss3}</math>】</b>  <b>排熱推定方法</b></p> <p><math>Q_{Loss3}</math> は顕熱排熱量のみを対象とするため、都市ガス燃焼時の潜熱を差し引く。</p> <p>都市ガスの燃焼時の排熱には高位発熱量の9.8%の潜熱が含まれることとする。</p>  <p><math>Q_{Loss_{BU}} = (V_{G_{BU}} \cdot q_G) \times (1 - \eta_{BU})</math></p> <p><math>Q_{Loss_{tank}} = V_{G_{FC}} \cdot q_G \times \eta_{CGS_{heat}} \times (1 - \eta_{CGS_{tank}})</math></p> <p><math>Q_{Loss_{FC}} = V_{G_{FC}} \cdot q_G \times (1 - \eta_{CGS_{ele}} - \eta_{CGS_{heatk}})</math></p>	<p><math>Q_{Loss3} = \text{発電ユニット排熱量} (Q_{Loss_{FC}}) + \text{貯湯タンク排熱量} (Q_{Loss_{tank}}) + \text{バックアップ給湯器排熱量} (Q_{Loss_{BU}})</math></p> <p><math>Q_{Loss_{BU}} = (V_{G_{BU}} \cdot q_G) \times (1 - \eta_{BU})</math></p> <p><math>Q_{Loss_{tank}} = (V_{G_{FC}} \cdot q_G \times \eta_{CGS_{heat}} - Q_{Loss_{RAD}}) \times (1 - \eta_{CGS_{tank}})</math></p> <p><math>Q_{Loss_{RAD}} = V_{G_{FC}} \cdot q_G \cdot \eta_{CGS_{heat}} - (V_{W_{SYS}} \cdot \rho \cdot c_p (T_2 - T_1) - \eta_{BU} (V_{G_{BU}} \cdot q_G)) - Q_{Loss_{tank}}</math></p> <p><math>Q_{Loss_{FC}} = V_{G_{FC}} \cdot q_G \times (1 - \eta_{CGS_{ele}} - \eta_{CGS_{heatk}})</math></p>	<p><math>Q_{Loss3} = \text{発電ユニット排熱量} (Q_{Loss_{FC}}) + \text{貯湯タンク排熱量} (Q_{Loss_{tank}}) + \text{ラジエータ排熱量} (Q_{Loss_{RAD}}) + \text{バックアップ給湯器排熱量} (Q_{Loss_{BU}})</math></p> <p><math>Q_{Loss_{BU}} = (V_{G_{BU}} \cdot q_G) \times (1 - \eta_{BU})</math></p> <p><math>Q_{Loss_{tank}} = (V_{G_{FC}} \cdot q_G \times \eta_{CGS_{heat}} - Q_{Loss_{RAD}}) \times (1 - \eta_{CGS_{tank}})</math></p> <p><math>Q_{Loss_{RAD}} = V_{G_{FC}} \cdot q_G \cdot \eta_{CGS_{heat}} - (V_{W_{SYS}} \cdot \rho \cdot c_p (T_2 - T_1) - \eta_{BU} (V_{G_{BU}} \cdot q_G)) - Q_{Loss_{tank}}</math></p> <p><math>Q_{Loss_{FC}} = V_{G_{FC}} \cdot q_G \times (1 - \eta_{CGS_{ele}} - \eta_{CGS_{heatk}})</math></p>
<p><b>留意事項等</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>貯湯タンクからの時刻別排熱量は、タンク内の湯の沸き上げ率から推定する。</li> <li>熱主電従の運転を基本とし、稼働時間は熱需要と電力需要の関係によって規定されるが、実使用下の稼働状況を踏まえて時間を設定する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>貯湯タンクからの時刻別排熱量は、タンク内の湯の沸き上げ率から推定する。</li> <li>電主熱従で一日24時間運転するため、給湯需要の少ない夏季など貯湯タンクが湯で満たされた場合、ラジエータから排熱されることを考慮する。</li> </ul>
<p><b>記号凡例</b></p>	<p><math>Q_{Loss_{FC}}</math>：発電ユニットの排熱量 (MJ/h)  <math>Q_{Loss_{tank}}</math>：貯湯タンクの排熱量 (MJ/h)  <math>Q_{Loss_{BU}}</math>：バックアップ給湯器の排熱量 (MJ/h)  <math>V_{W_{SYS}}</math>：給湯量 (m<sup>3</sup>/h)  <math>V_{W_{FC}}</math>：貯湯タンクに戻された湯量 (m<sup>3</sup>/h)  <math>V_{G_{FC}}</math>：発電ユニットガス消費量 (m<sup>3</sup> N/h)  <math>V_{G_{BU}}</math>：バックアップガス消費量 (m<sup>3</sup> N/h)  <math>T_3</math>：発電ユニットに送られた入水温度 (°C)  <math>T_4</math>：貯湯タンクに戻された出湯温度 (°C)  <math>P_{OUT}</math>：発電量(住宅での電力消費分) (kW)  <math>P_{SYS}</math>：システム全体の消費電力量 (kW)  <math>P_{FC}</math>：発電ユニットの消費電力量 (kW)  <math>\eta_{CGS_{ele}}</math>：発電効率=(3.6×<math>P_{OUT}</math>)/(<math>V_{G_{FC}} \cdot q_G</math>)  <math>\eta_{CGS_{heat}}</math>：排熱回収効率  <math>= (V_{W_{SYS}} \cdot \rho \cdot c_p (T_2 - T_1) - \eta_{BU} (V_{G_{BU}} \cdot q_G)) / (V_{G_{FC}} \cdot q_G)</math>  <math>\eta_{CGS_{tank}}</math>：タンク効率  <math>= (\text{タンクからの出湯熱量}) / (\text{タンクへ供給された熱量})</math>  <math>\eta_{BU}</math>：バックアップ給湯器の熱効率  <math>= (V_{W_{BU}} \cdot \rho \cdot c_p (T_2 - T_1)) / (V_{G_{BU}} \cdot q_G)</math></p>	<p><math>Q_{Loss_{FC}}</math>：発電ユニットの排熱量 (MJ/h)  <math>Q_{Loss_{tank}}</math>：貯湯タンクの排熱量 (MJ/h)  <math>Q_{Loss_{RAD}}</math>：ラジエータからの排熱量 (MJ/h)  <math>Q_{Loss_{BU}}</math>：バックアップ給湯器の排熱量 (MJ/h)  <math>V_{W_{SYS}}</math>：給湯量 (m<sup>3</sup>/h)  <math>V_{W_{FC}}</math>：貯湯タンクに戻された湯量 (m<sup>3</sup>/h)  <math>V_{G_{FC}}</math>：発電ユニットガス消費量 (m<sup>3</sup> N/h)  <math>V_{G_{BU}}</math>：バックアップガス消費量 (m<sup>3</sup> N/h)  <math>T_3</math>：発電ユニットに送られた入水温度 (°C)  <math>T_4</math>：貯湯タンクに戻された出湯温度 (°C)  <math>P_{OUT}</math>：発電量(住宅での電力消費分) (kW)  <math>P_{SYS}</math>：システム全体の消費電力量 (kW)  <math>P_{FC}</math>：発電ユニットの消費電力量 (kW)  <math>\eta_{CGS_{ele}}</math>：発電効率=(3.6×<math>P_{OUT}</math>)/(<math>V_{G_{FC}} \cdot q_G</math>)  <math>\eta_{CGS_{heat}}</math>：排熱回収効率  <math>= (V_{W_{SYS}} \cdot \rho \cdot c_p (T_2 - T_1) - \eta_{BU} (V_{G_{BU}} \cdot q_G)) / (V_{G_{FC}} \cdot q_G)</math>  <math>\eta_{CGS_{tank}}</math>：タンク効率  <math>= (\text{タンクからの出湯熱量}) / (\text{タンクへ供給された熱量})</math>  <math>\eta_{BU}</math>：バックアップ給湯器の熱効率  <math>= (V_{W_{BU}} \cdot \rho \cdot c_p (T_2 - T_1)) / (V_{G_{BU}} \cdot q_G)</math></p>

機器名	太陽熱給湯器	太陽光発電+従来型ガス給湯器
<b>評価範囲</b> $Q_{Loss1}$ 、 $Q_{Loss2}$ ：発電サイト、都市ガス製造サイトの排熱量 $Q_{Loss3}$ ：対象設備機器の排熱量(顕熱のみ) $Q_{CH}$ 、 $Q_{WH}$ 、 $Q_{WA}$ は評価対象外		
<b>【<math>Q_{Loss1}</math>】</b> <b>【<math>Q_{Loss2}</math>】</b> <b>排熱推定方法</b>	$Q_{Loss1} = \text{電力供給量 } (Q_{Ele}) \times \frac{1 - \text{発電効率 } (\eta_{Ele})}{\text{発電効率 } (\eta_{Ele})}$ $Q_{Loss2} = \text{ガス供給量 } (Q_{GAS}) \times \frac{1 - \text{ガス製造効率 } (\eta_{GAS})}{\text{ガス製造効率 } (\eta_{GAS})}$	$Q_{Loss1} = (\text{電力供給量} - \text{太陽光発電量}) (Q_{Ele}) \times \frac{1 - \text{発電効率 } (\eta_{Ele})}{\text{発電効率 } (\eta_{Ele})}$ $Q_{Loss2} = \text{ガス供給量 } (Q_{GAS}) \times \frac{1 - \text{ガス製造効率 } (\eta_{GAS})}{\text{ガス製造効率 } (\eta_{GAS})}$
<b>【<math>Q_{Loss3}</math>】</b> <b>排熱推定方法</b> $Q_{Loss3}$ は顕熱排熱量のみを対象とするため、都市ガス燃焼時の潜熱を差し引く。 都市ガスの燃焼時の排熱には高位発熱量の9.8%の潜熱が含まれることとする。	$Q_{Loss3} = \text{集熱パネル設置による排熱増減量 } (Q_{HEAT\_panel} - Q_{HEAT\_roof}) + \text{貯湯タンク排熱量 } (Q_{Loss\_tank}) + \text{バックアップ給湯器排熱量 } (Q_{Loss\_BU})$ <p><math>Q_{Loss\_tank}</math>：集熱量と給湯量の差分による推定</p> $= A \times Q_{SUN} \times \eta_{SOLAR} - (V_{W\_SYS} \cdot \rho \cdot c_p (T_2 - T_1) - \eta_{BU} (V_{G\_BU} \cdot q_G))$ <p>集熱パネル設置による排熱増減量 (<math>Q_{HEAT\_panel} - Q_{HEAT\_roof}</math>)：集熱効率等による推定</p> $= A \times Q_{SUN} \times (R_{roof} - R_{panel} - \eta_{SOLAR})$ $Q_{Loss\_BU} = V_{G\_BU} \cdot q_G \times (1 - \eta_{BU})$	$Q_{Loss3} = \text{太陽光パネル設置による排熱増減量 } (Q_{HEAT\_panel} - Q_{HEAT\_roof}) + \text{パワーコンディショナー排熱量 } (Q_{Loss\_PC}) + \text{従来型ガス給湯器排熱量 } (Q_{Loss\_conv})$ $Q_{Loss\_PC} = A \times Q_{SUN} \times \eta_{PV} \times (1 - \eta_{PC})$ <p>太陽光パネル設置による排熱増減量 (<math>Q_{HEAT\_panel} - Q_{HEAT\_roof}</math>)：発電効率等による推定</p> $= A \times Q_{SUN} \times (R_{roof} - R_{panel} - \eta_{PV})$ $Q_{Loss\_conv} = (V_G \cdot q_G) \times (1 - \eta_{conv})$
<b>留意事項等</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>集熱パネル設置による排熱増減量は、パネル排熱量から従来屋根面の排熱量を差し引いて推定する。集熱効率等により推定する方法と表面温度等を測定して推定する方法がある。</li> <li>貯湯タンクからの排熱量については、貯湯タンクからの排熱量を実測するか、集熱量と給湯量の差分から推定する方法がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽光パネル設置による排熱増減量は、パネル排熱量から従来屋根面の排熱量を差し引いて推定する。発電効率等により推定する方法と表面温度等を測定して推定する方法がある。</li> <li>発電効率等により推定した排熱には、顕熱と長波放射が含まれる。顕熱を分離するためには表面温度や放射特性を把握する必要がある。</li> </ul>
<b>記号凡例</b>	$Q_{SUN}$ ：日射量 (MJ/(h・m <sup>2</sup> )) $Q_{HEAT\_panel}$ ：集熱パネルからの排熱量 (MJ/h) $Q_{HEAT\_roof}$ ：従来屋根面からの排熱量 (MJ/h) $Q_{Loss\_tank}$ ：貯湯タンクの排熱量 (MJ/h) $Q_{Loss\_BU}$ ：バックアップ給湯器の排熱量 (MJ/h) $A$ ：集熱パネルの面積 (m <sup>2</sup> ) $R_{panel}$ ：集熱パネルの日射反射率 $R_{roof}$ ：従来屋根表面の日射反射率 $V_W$ ：給湯量 (m <sup>3</sup> /h) $T_{panel}$ ：集熱パネル透過体の表面温度 (°C) $T_{air}$ ：外気温 (°C) $\eta_{SOLAR}$ ：集熱パネルの集熱効率 $= (1 \text{ m}^2 \text{ あたりの集熱パネルの集熱量}) / Q_{SUN}$ $\eta_{BU}$ ：バックアップ給湯器の熱効率 $= (V_{W\_BU} \cdot \rho \cdot c_p (T_2 - T_1)) / (V_{G\_BU} \cdot q_G)$	$Q_{SUN}$ ：日射量 (MJ/(h・m <sup>2</sup> )) $Q_{HEAT\_panel}$ ：太陽光パネルからの排熱量 (MJ/h) $Q_{HEAT\_roof}$ ：従来屋根面からの排熱量 (MJ/h) $Q_{Loss\_PC}$ ：パワーコンディショナーの排熱量 (MJ/h) $Q_{Loss\_conv}$ ：従来ガス給湯器からの排熱量 (MJ/h) $R_{panel}$ ：太陽光パネルの日射反射率 $R_{roof}$ ：従来屋根表面の日射反射率 $A$ ：太陽光パネルの面積 (m <sup>2</sup> ) $T_{panel}$ ：太陽光パネルの表面温度 (°C) $T_{roof}$ ：従来屋根面の表面温度 (°C)、 $T_{air}$ ：外気温 (°C) $P_1$ ：太陽光パネルの発電量 (kW) $P_2$ ：パワーコンディショナーからの電力供給量 (kW) $\eta_{PV}$ ：太陽光パネルの発電効率 $= (1 \text{ m}^2 \text{ あたりの太陽光パネルの発電電力熱量}) / Q_{SUN}$ $\eta_{PC}$ ：パワーコンディショナー効率= $P_2 / P_1$ $\eta_{conv}$ ：従来型ガス給湯器の熱効率 $= (V_W \cdot \rho \cdot c_p (T_2 - T_1)) / (V_G \cdot q_G)$

#### 4) 排熱量の試算

試算に際しては、様々な条件を仮定して推計する必要があるが、基本的には平成 22 年度業務、平成 24 年度業務に準じた試算条件を設定した。

■対象季節：夏期

■エネルギー負荷：平成 22 年度業務、平成 24 年度業務に準じた負荷を設定した。

エネルギー負荷は夏季の状況を想定し、「住宅事業建築主の判断の基準におけるエネルギー消費量計算方法の解説<sup>24)</sup>」(以下、「判断基準解説」という。)に示されている PEFC\_CGS の実験で用いられた給湯需要が少なく電力負荷が多いデータを用い、低給湯エネルギー負荷とした。

表 4.2 低給湯エネルギー負荷 (出典) 判断基準解説

		日数	電力負荷 MJ/day	給湯負荷 MJ/day
夏季 平日	熱需要小	9	50.0	18.9
	熱需要大	11	63.4	23.8
	平均	20	57.4	21.6

電力と給湯負荷の割合は、73 : 27 となっており、給湯負荷の割合は3割以下となっている。

時刻別エネルギー負荷は、早稲田大学尾島研究室 A 調査<sup>25)</sup>の用途別時刻別変動パターンを用いて算出した。

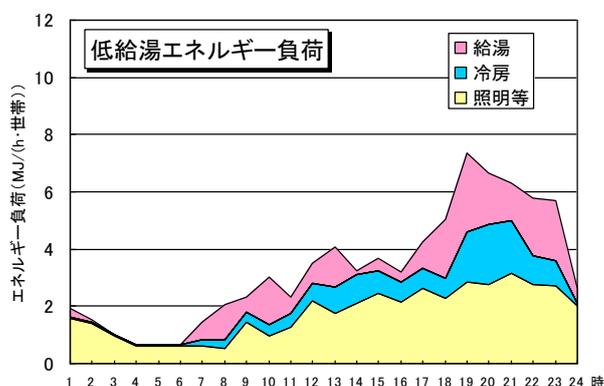


図 4.2 時刻別エネルギー負荷<sup>26)</sup>

■各設備機器の機器効率

各設備機器の機器効率は、平成 22 年度業務及び平成 24 年度業務に順じ、既往の文献等より実際の使用条件を反映した機器効率を設定した。

<sup>24)</sup> 財)建築環境・省エネルギー機構「住宅事業建築主の判断の基準におけるエネルギー消費量計算方法の解説」2010

<sup>25)</sup> 尾島俊雄研究室「建築の光熱水原単位〔東京版〕」1995

<sup>26)</sup> 「判断基準解説」の日用途別エネルギー負荷と「早稲田大学尾島研究室 A 調査」の時刻変動パターンより作成

表 4.3 各設備機器に設定した機器効率

設備機器		機器効率
従来型ガス給湯器		給湯効率：73.5%
潜熱回収型給湯器		給湯効率：84.7%
ヒートポンプ式給湯器	標準給湯需要パターンによる評価結果	ヒートポンプ COP：5.33 システム COP：4.07
	実使用条件での評価結果	ヒートポンプ COP：3.5 システム COP：2.0
燃料電池	PEFC_CGS	発電効率：27% 排熱回収効率：33%
	SOFC_CGS	発電効率：40% 排熱回収効率：33%
	GE_CGS	発電効率：15% 排熱回収効率：45%
太陽熱給湯機		集熱効率：50%
太陽光発電	低効率	発電効率：13%
	高効率	発電効率：16%

従来型のガス給湯器を用いた場合を「基準排熱量」とし、それぞれの設備機器に転換した場合の排熱量の変化を試算した。試算結果を以下に示す。

検討した推定手法により、標準的な住宅のエネルギー需要と既存のエネルギー効率等のデータに基づき夏期における各機器の排熱量変化を試算したところ、ガスエンジンコージェネレーションシステムを除き、広域エリアの排熱量はおおむね削減されることが分かった。一方、住宅エリアの排熱量変化も合わせて詳細に見ると以下のような特性が見られた。

#### ①潜熱回収型給湯器

- ・導入による排熱削減量は多くないものの、広域、住宅地、昼間、夜間のいずれも排熱量が削減される。

#### ②ヒートポンプ式給湯器

- ・エネルギー転換エリアの排熱量を増加させるが、それ以上に深夜の住宅エリアの大气から吸熱する。
- ・ただし、給湯量の日間変動が大きくなる場合など、給湯の使用条件によって機器効率が低下するとともに、貯湯タンクからの日中の放熱量が増大することが予想され、広域エリアの排熱総量の削減効果は大きくない可能性がある。

#### ③コージェネレーションシステム

- ・燃料電池コージェネレーションシステムは、エネルギー転換エリアの排熱量を削減

し、住宅エリアの排熱量を増加させる。

- PEFC（固体高分子型）の燃料電池コージェネレーションシステムは、一般的に熱主電従型で運転するため、給湯負荷の大きさによって稼働時間が変化し、給湯負荷の小さい夏期には稼働時間が短くなり、エネルギー転換エリアの排熱減少量と住宅地の排熱増加量も小さくなる。
- SOFC（固体酸化物型）の燃料電池コージェネレーションシステムは、PEFCとは異なり電主熱従型で運転する。また、セルの運転温度が700～1,000℃と高く、基本的には一日24時間の連続運転となる。そのため、給湯負荷の小さい夏期には、貯湯タンクに湯が満たされる状況が多く出現し、その場合、熱が使われずにラジエータから大気中に排熱され、住宅エリアの排熱量、特に夜間の排熱量が大きくなる可能性があることに注意が必要である。
- 燃料電池コージェネレーションシステムにくらべて発電効率の低いガスエンジンコージェネレーションシステムは、給湯需要が少ない夏期には、稼働時間が特に短く、エネルギー転換エリアの排熱量低減効果が少なく、結果として広域エリアの排熱量が増えてしまう可能性がある。

#### ④太陽熱給湯器

- 日中の住宅エリアの大気から吸熱する。
- 給湯需要の少ない夏期には貯湯タンクに供給した湯がタンク内に長時間残り、結果として貯湯タンクからの排熱量が大きくなる可能性がある。

#### ⑤太陽光発電

- 住宅エリアでは日中の排熱を増加させるが、エネルギー転換エリアの排熱削減効果が大きく、他の設備機器にくらべて広域エリアの排熱量低減効果が大きくなる可能性がある。
- 太陽光パネルの発電効率のわずかな違いが住宅エリアの排熱量の増減に大きく影響する。

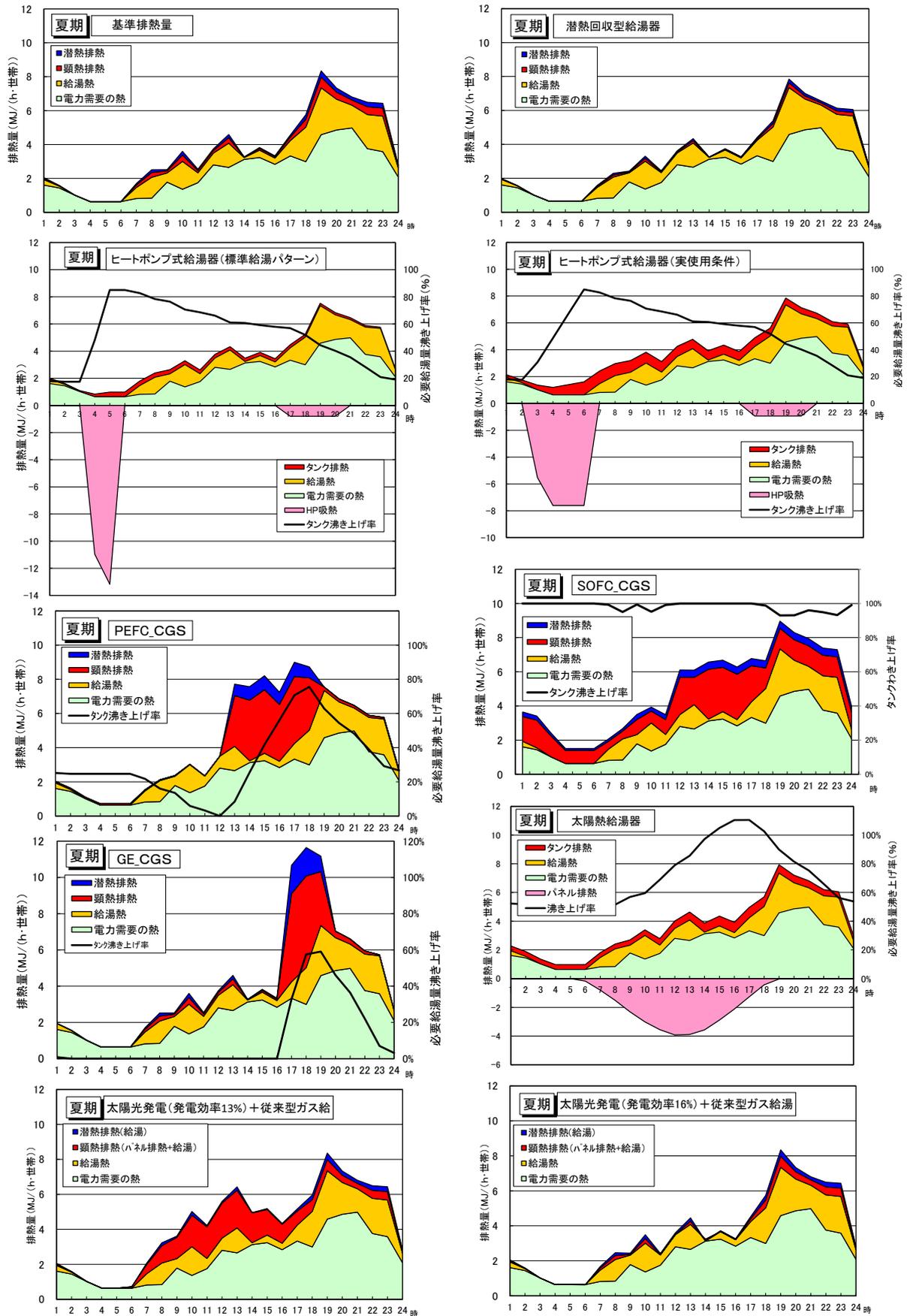


図 4.3 設備機器ごとの住宅からの排熱の時刻変動

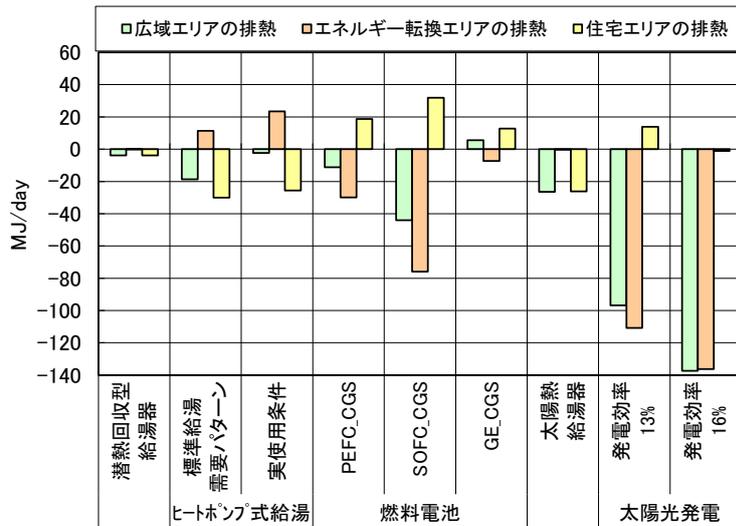


図 4.4 広域エリア、エネルギー転換エリア、住宅エリアの基準排熱量からの変化量

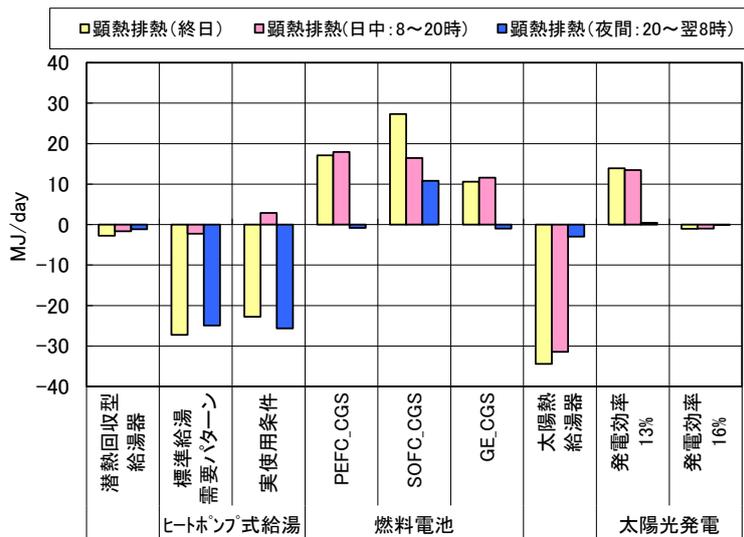


図 4.5 住宅エリアの終日・日中・夜間における基準排熱量からの変化量

## 4.2 コージェネレーションシステムの普及状況

発電で生じる熱エネルギーを有効利用することで省エネルギー・CO2 排出量の削減が期待されるコージェネレーションシステムの事業所における導入実績を紹介する。

BCP 用途としても利用できることもあり、東日本大震災以降、導入数が増加傾向にある。

一方、夏の排熱利用用途については冬に比べて少ないこともあり、有効利用の検討の必要性があることが示唆された。

### 1) 導入実績数、撤去数の推移

コージェネレーションシステムの導入実績数はサイト数、台数、発電容量ごとに図 4.6～4.8 のように推移している。各年度の新規導入数は、実線グラフで表されるように 2004 年度をピークに 2010 年度までは導入数が大きく落ち込んでいるのは燃料価格の高騰やリーマンショックの影響であると考えられている。その後、2011 年度以降導入数が増加し、2013 年度にやや減少している。導入量回復の要因としては、東日本大震災後の電源確保のニーズによる BCP 機能を果たすものとしてのシステム導入によるものが大きいと考えられる。

2014 年 3 月現在では、防災兼用機としてのコージェネレーションシステムは 410 台あり、総容量は 510,905kW を占めるという（コージェネレーションシステム全体 15,093 台、10,042,000kW）<sup>27</sup>。一方、破線グラフで表される撤去数についても 2011 年以降撤去数に伸びが見られる。しかし、発電容量については伸びが少ないため、発電容量の小さい小型のシステムの撤去が進んでいると考えられる。

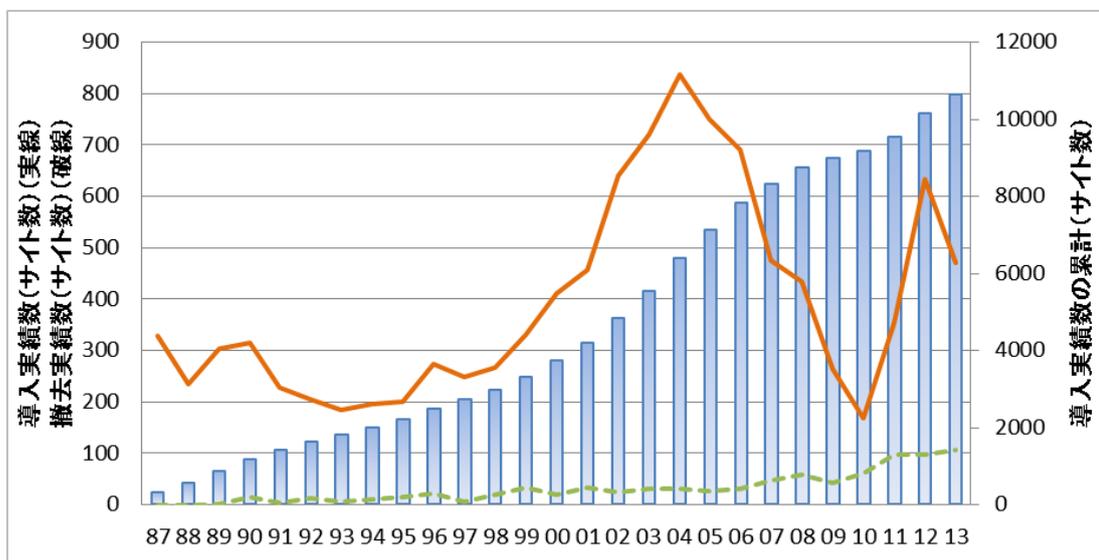


図 4.6 コージェネレーションの導入実績数および撤去実績数（サイト数）<sup>28</sup>

<sup>27</sup> コージェネレーションシステム財団ヒアリングによる情報

<sup>28</sup> (一財) コージェネレーションシステム・エネルギー高度利用センター、コージェネレーションシステム導入実績表（2013 年度版）

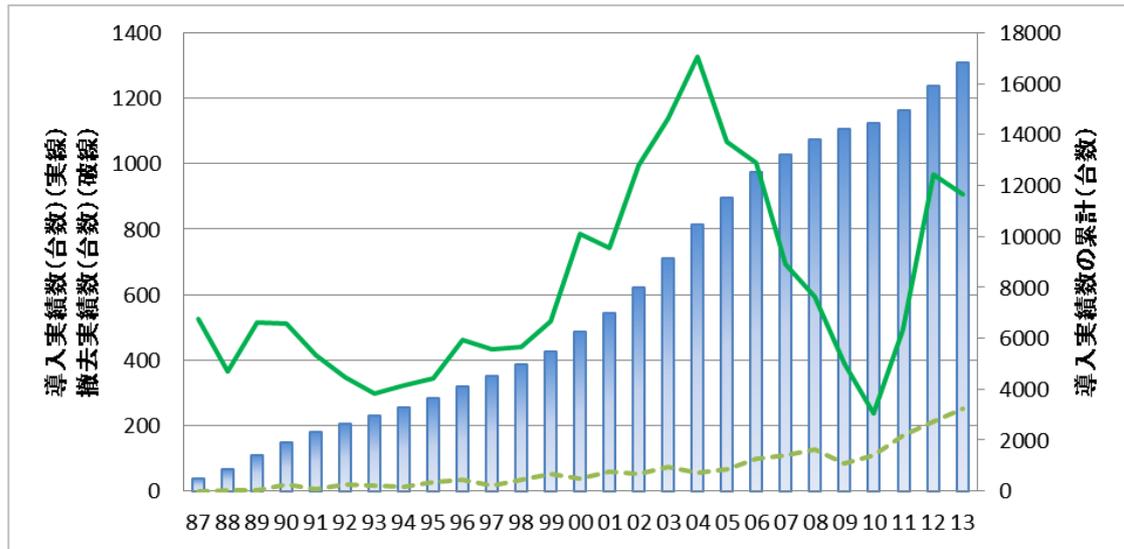


図 4.7 コージェネレーションの導入実績数および撤去実績数（台数）<sup>29</sup>

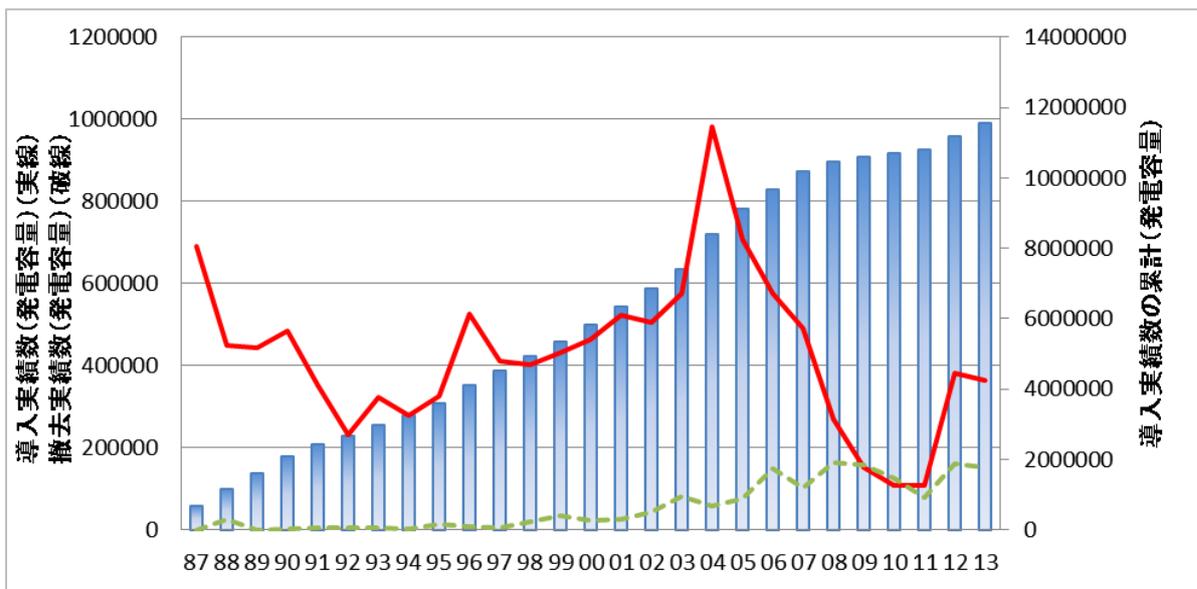


図 4.8 コージェネレーションの導入実績および撤去実績（発電容量 kW）

また、地域別の設置状況を 2011 年度<sup>30</sup>と 2013 年度<sup>31</sup>で比べると図 4.9～4.11 のようになる。ここでは東北地方、関東地方、近畿地方を取り上げる。サイト数・台数ともに、どの地域でも増加傾向にあり、特に関東地方での増加率が高い。一方発電容量の伸びは見られないため、増加しているシステムは発電容量の小さい小型のものが多いと推測される。

<sup>29</sup> 図 4.7、図 4.8、図 4.17 は脚注 28 から作成

<sup>30</sup> 平成 24 年度ヒートアイランド現象に対する適応策及び震災後におけるヒートアイランド対策検討調査業務報告書でまとめたデータを利用

<sup>31</sup> 脚注 28 と同じ

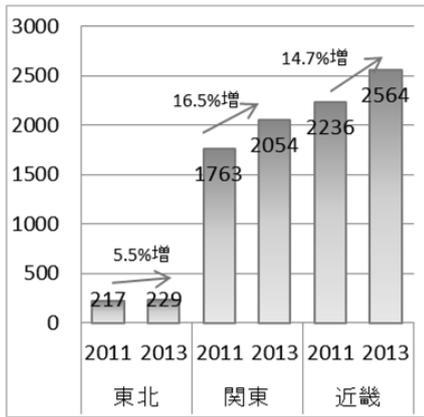


図 4.9 地域別コージェネレーションシステム設置サイト数推移

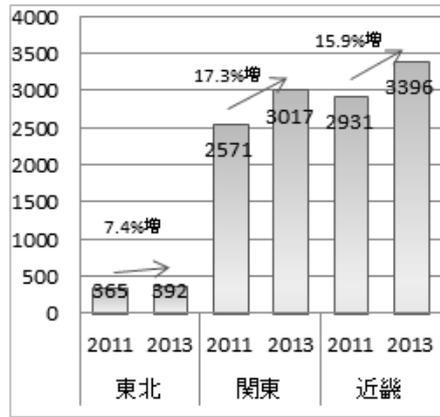


図 4.10 地域別コージェネレーションシステム設置台数推移

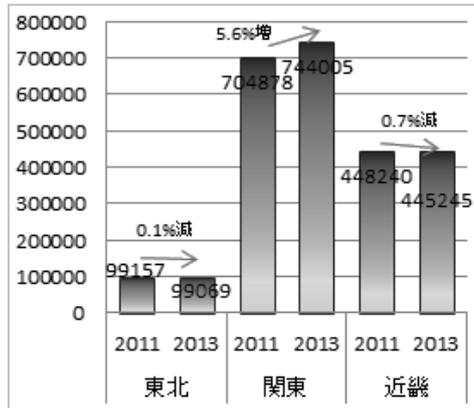


図 4.11 地域別コージェネレーションシステム設置発電容量 (kW) 推移

## 2) 大規模コージェネレーションシステムにおける発電実績

2013年及び2014年の電力調査統計（経済産業省）より最大出力1,000kW以上の自家発電所の発電力量状況からコージェネレーションシステムによる実際の発電力量状況を概観する。電力需要が高い8月の発電力量に着目すると、図4.12で表されるように、自家火力発電所の発電力量は5.3%減少している一方で、コージェネレーションシステムにより発電力量にはほぼ変化がないことから需要が減少した場合にもコージェネレーションシステムが優先的に発電に使用されている可能性が示唆される。

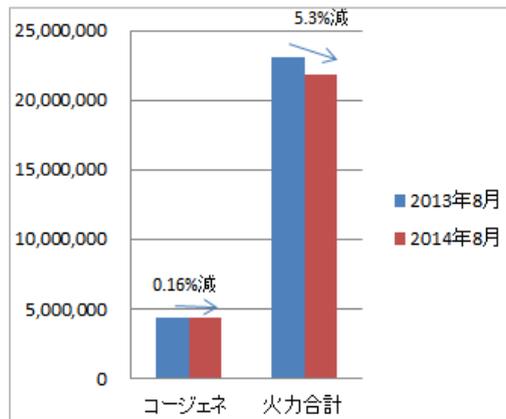


図 4.12 2013 年および 2014 年 8 月における全国の自家火力発電及び  
コージェネレーション発電量の推移 (千 kWh)

コージェネレーションシステムの発電力量を地域別に見ると、図 4.13 のように、近畿地域・関東地域での発電力量が他の地域に比べて大きい。2013 年と 2014 年の発電力量の違いについては地域により増減が異なるが、東北地域や関東地域ではやや減少、近畿地域ではやや増加している。

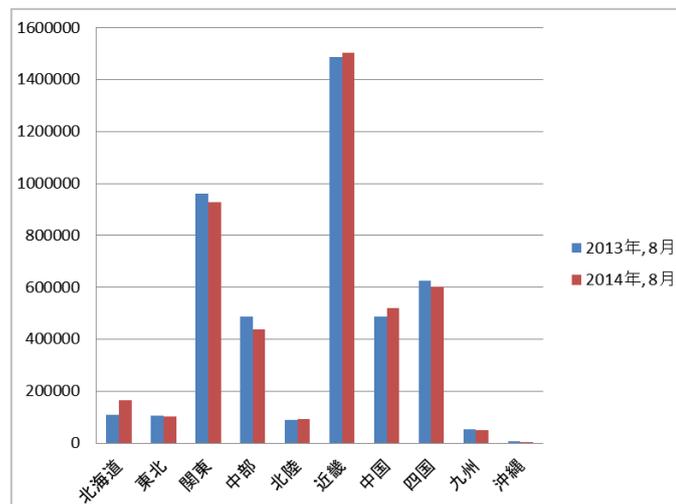


図 4.13 2013 年および 2014 年 8 月における地域ごとの  
コージェネレーション発電量 (千 kWh) の推移

火力自家発電力量に占めるコージェネ発電力量の割合を地域別に見ると、北陸や四国地域で割合が高く、半数を超えている。近畿地域では 45%程度、関東地域では 15%であり、東北地域では 2%程度にとどまる。

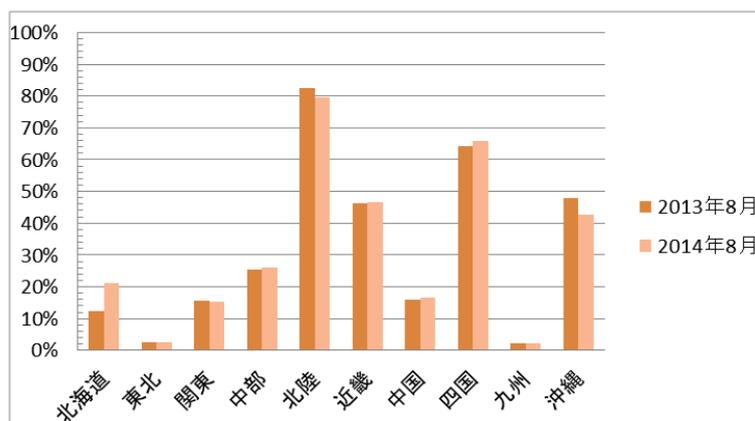


図 4.14 2013年および2014年8月における火力自家発電に占める  
コージェネ発電量 (千 kWh) の地域別割合

また、月別の発電力量の推移を年間で見ると、夏と冬に山があり、電力需要に準じて推移していると考えられる。

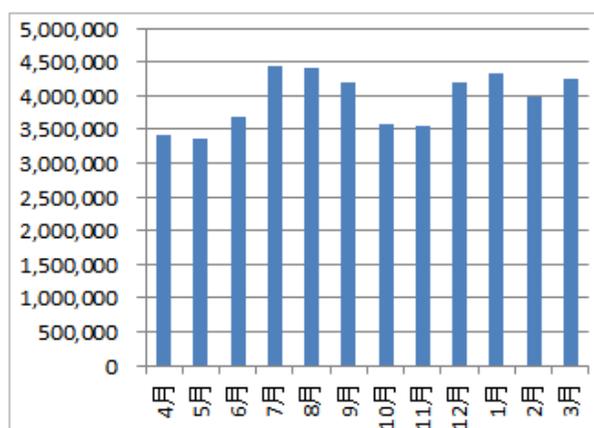


図 4.15 2013年のコージェネ発電量 (千 kWh) の年間推移

地域別に見ると、北よりの地域では冬が高い、南よりの地域では夏が高く冬が低いなどの地域特性が見られる。



図 4.16 2013 年 8 月における各地域別発電量の年間推移

### 3) 夏季における排熱について

コージェネレーションシステムでは近年高効率化が進んでおり、火力発電設備の平均発電効率である約 40%を上回る機器もある。さらに排熱を有効利用した場合に総合効率は 70~80% 前後に高まる (表 4.4)。

表 4.4 ガスエンジンコージェネレーションシステム性能事例<sup>32</sup>

項目		単位	A	B	C	D	E
発電機	定格出力	kW	350	930	2,430	5,750	8,730
	周波数	Hz	50	50	50	50	50
	発電電圧	V	6,600	6,600	6,600	6,600	6,600
	力率	%	0.95	0.90	0.98	0.90	—
効率	発電効率	%	40.5	40.0	41.6	43.5	45.6
	排熱回収効率	%	34.5	33.5	42.1	29.0	31.4
	総合効率	%	75.0	73.5	83.7	72.5	77.0

コージェネレーションシステムが導入されている事業所は排熱利用が見込まれる施設が多く、建物用途別に民生用コージェネレーションシステムの導入台数を見ると (図 4.17) 病院・介護施設、スポーツ・浴場施設、飲食施設などでの導入台数割合が多く、熱利用があまり見込まれない事務所などでの導入は少ない。

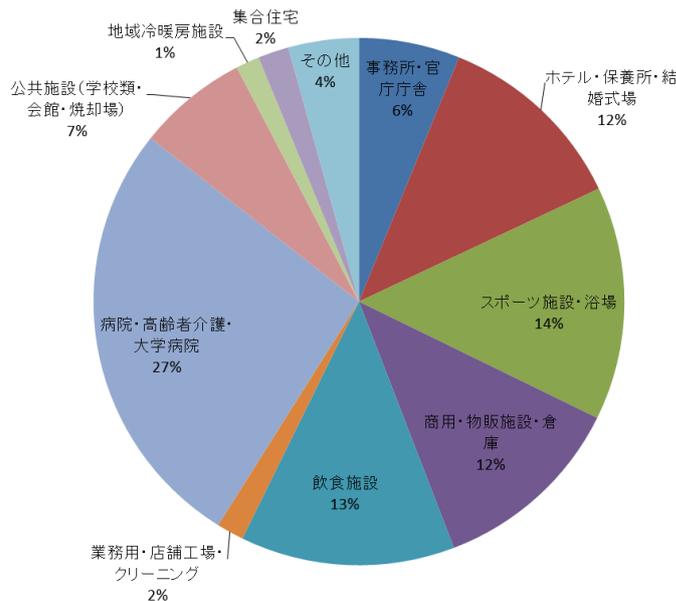


図 4.17 民生用コージェネレーションシステムの建物用途別累計設置台数割合

一方、建物用途や、季節によって、実際の排熱利用の状況は変化することが考えられるが、それぞれの導入施設における排熱利用用途や利用実績については、情報の収集や、調査研究項目として着眼されている例などは少なく、実際の排熱利用実態が不透明である。

大学施設を事例に、排熱利用を調査した例をみると、飯野ら (2010)<sup>33</sup>の調査では、排熱利用

<sup>32</sup> コージェネレーションシステム財団

<sup>33</sup> 飯野秋成, 富永祥秀, 日本建築学会北陸支部研究報告集 (53), 359-362, 2010 “大学施設におけるコージェネレーションシステムの熱利用に関する解析”

率は夏季に 5%程度（総合効率 10%程度）、冬季は外気温の低い日に 60%程度（総合効率 90%程度）、張ら（2010）<sup>34</sup>の調査では、夏季の排熱利用率は 20～28%、冬季の排熱利用率は 33～40%であった。これらの結果から夏季には冬季に比べて熱需要が少なく、排熱の有効されにくい状況が推測できる。このように夏季に排熱が有効利用されなかった場合には、大気中に排熱され、都市の熱環境に影響を与えかねないため、排熱の利用用途の見直しや、利用効率の改善を推進する必要があると考えられる。

---

<sup>34</sup> 張健, 許雷, 日本建築学会環境系論文集第 75 巻 第 645 号, 759-765, 2010, “コージェネレーションシステムを用いた大学キャンパスにおけるエネルギー調査—コージェネレーションシステムの運転実態 その一—”

### 4.3 都市の未利用熱利用

都市の未利用熱利用の一つとして国土交通省による「下水熱利用推進協議会」資料（第1回～第6回）による情報及び大阪市立大学大学院特命教授中尾正喜氏へのヒアリングをもとに、近年の下水熱利用の検討状況を紹介します。

より効率的な下水熱回収技術の開発が進められると同時に、地方公共団体への知識・ノウハウの共有のためのガイドラインの作成や、地域の下水熱利用可能性が把握できる下水熱ポテンシャルマップの作成が進められている。

熱利用熱の積極的な利用による省エネ効果が見込まれる中、年間を通して温度変動幅が小さい熱源として下水熱が注目されている。図 4.18 で表されるように、外気温度と比べ、夏季には 2～3℃程度低く、冬季には 10～12℃程度高いため、冬季には暖房、給湯、融雪など、夏季には冷房に利用可能である。

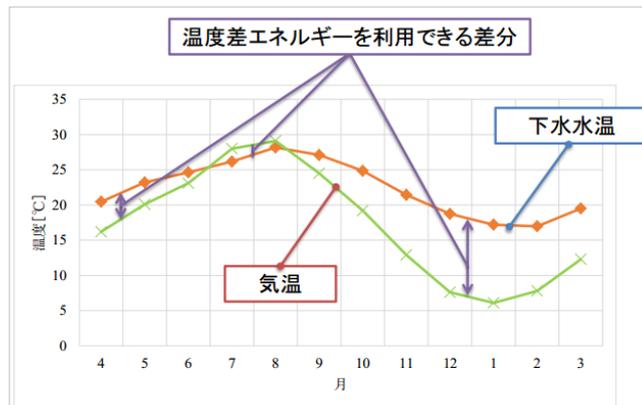


図 4.18 下水温度と気温との比較<sup>35</sup>

賦存量としては、利用可能熱量は 7,800Gcal/h (約 1500 万世帯の年間冷暖房熱源に相当) と、大きなポテンシャルを有する。一方、これまでの下水熱の国内利用のほとんどは下水処理場内に限られており、地域における利用事例は 12 箇所程度にとどまっていた。下水暗渠は熱需要の多い都市部に面的に存在するため広い範囲での導入・設置の可能性を持っている。管路からの採熱技術の発展により下水管路からの供給の普及が見込まれる。そのため、国土交通省では、平成 24 年より「下水熱利用推進協議会」が設置され、下水熱利用システムの情報・意見交換、課題の整理が行われている。以下に、下水熱の活用についてこれまでの実証実験や、利用普及に向けた進捗状況について述べる。

#### 1) 熱回収技術開発及び実証実験の動向

下水熱回収技術や、その実証実験が、NEDO による次世代型ヒートポンプシステム研究開発事業や国土交通省下水道革新的技術実証事業<sup>36</sup> (B-DASH プロジェクト)、また民間事業者により行われている。

<sup>35</sup> 平成 26 年 3 月、国土交通省水管理・国土保全局下水道部、下水熱利用プロジェクト推進ガイドライン (案) より

①国土交通省国土技術政策総合研究所 B-DASH プロジェクト「管路内設置型熱回収技術を用いた下水熱利用技術実証事業」（平成 24 年度採択事業）

研究体制：大阪市・積水化学工業株式会社・東亜グラウト工業株式会社 経堂研究体  
 実証地：大阪市福島区海老江下水処理場、大阪市下水道科学館  
 概要：らせん方式管路内設置型熱回収技術<sup>37</sup>の実証実験

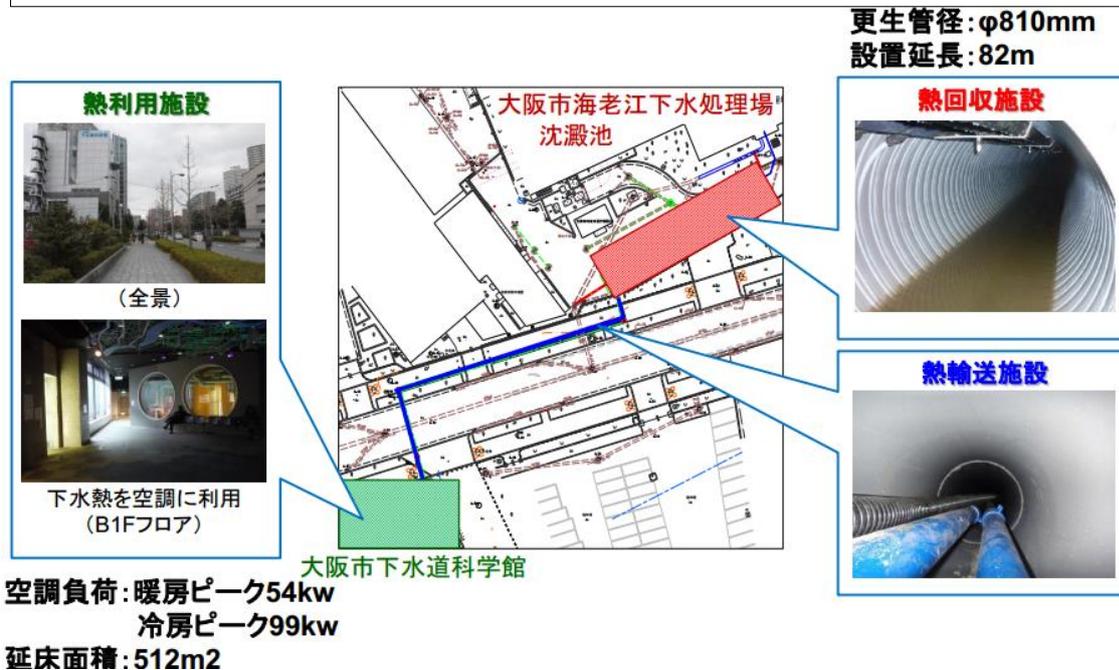


図 4.19 大阪市での管路内設置型熱回収技術実証実験<sup>38</sup>

管路更生工事と同時に下水熱回収システムを施工して、下水熱回収システムを構築。回収した熱はヒートポンプを介して空調・給湯利用を行うシステムを構成した。

実証結果として、エネルギー使用量は従来技術<sup>39</sup>29.7MWh/年に対して 25.6MWh/年、運転時 CO2 排出量は従来技術で 16,312ton/年に対して 14,079ton/年となり 14%の削減効果が認められた。この後、平成 25 年度より仙台市において、商業店舗の給湯利用を用途とした実管路・実負荷による研究・実証実験が実施されている。

この成果を踏まえ、管路内設置型熱回収技術を用いた下水熱利用導入ガイドライン（案）を刊行し、地方公共団体等の下水道事業者及び関連する民間企業等向けに、技術の概要・評価、導入の検討・計画・設計、維持管理についてとりまとめている。老朽が進む下水管路のリニューアルと同時に熱回収システムの設置が可能になるため、近年急増している老朽管路問題の解決と、熱回収システム設置コストの低減が期待される。

<sup>36</sup> B-DASH プロジェクト（下水道革新的技術実証事業：Breakthrough by Dynamic Approach in Sewage High Technology Project）は、下水道事業の発展のため、国土交通省が実証事業を採択し、国土技術政策総合研究所からの委託研究として民間企業が必要に応じて地方公共団体や大学等と連携しながら実証研究を実施している事業である。

<sup>37</sup> らせん更生管内部に熱媒館を配置し、下水熱との熱交換を行う方式。既設管径φ1000mm～2200mm・円形・管の屈曲角10度以下の管渠で施工可能（2014年2月時点）

<sup>38</sup> 下水熱利用推進協議会第6回協議会（平成26年11月11日）資料4-1\_国総研報告資料

<sup>39</sup> 管路外設置熱交換器による熱回収・利用

②新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）次世代型ヒートポンプシステム研究開発事業「都市域における下水管路網を活用した下水熱利用・熱融通技術」（平成 22 年～25 年度）

研究体制：大阪市立大学、(株)総合設備コンサルタント、中央復建コンサルタント(株)、関西電力(株)他

実証地：大阪市大正区千島下水処理場

概要：管路内及び管路外設置型熱交換器・スクリーンの開発、システム性能把握試験の実施

・熱交換器の開発

設置条件を考慮した様々な導入シナリオに対する熱交換器を試作した。

管路外に熱交換器能を付加するタイプ（二重管熱交換器、流下液膜交換器）と管路に熱交換器能を付加するタイプ（管底設置熱交換器、管一体型熱交換器）を開発、性能評価を行った。管路外設置型では流下液膜式熱交換器が、管路内設置型では管路底部設置型（並列型）の熱透過率が高いことがわかった。

・スクリーン（夾雑物対策装置）の開発

コンパクトで低コスト、また補足夾雑物は下水道へ自然流下可能なスクリーンを試作・効果検証した。結果、スプレー洗浄併用式が夾雑物除去能力及び取水の安定性に優れ、ドイツ製品より 1/2 以下のコストであると推定された。

・システム実証実験

下水処理場内に熱需要施設（宿泊施設での給湯利用）、排熱施設（データセンター）を想定した小規模試験装置を構築し、未処理水を用いた性能試験、実環境試験、シミュレーションを実施した。

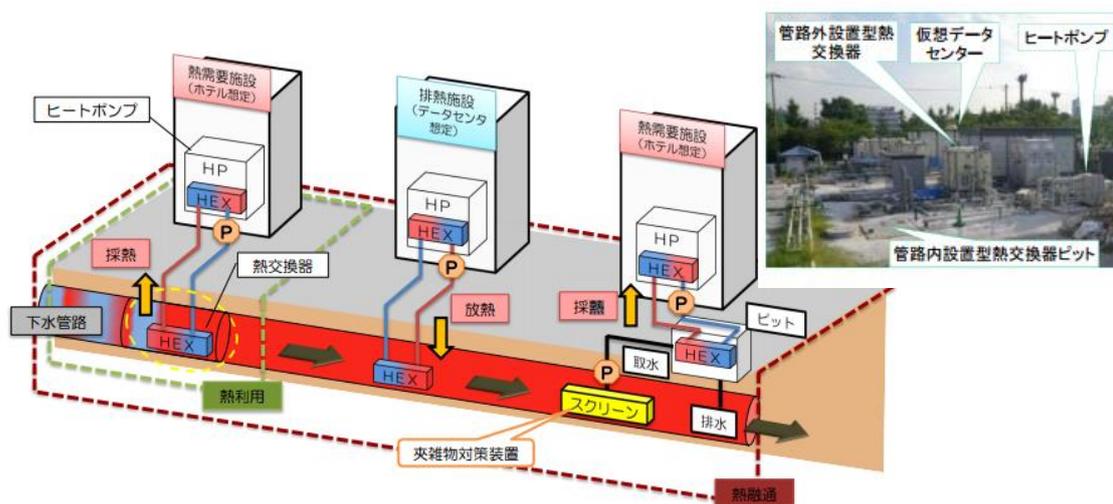


図 4.20 下水熱利用・熱融通システム性能把握試験<sup>40</sup>

実環境試験の結果、エネルギー削減効果は図のように、既存の熱供給システム（ガスボイラシステム）にくらべて一次エネルギー削減量は年間で約 330GJ となり、総合効率が 1.9 倍となった。ランニングコストは約 120 万円/年削減となった。

<sup>40</sup> 下水熱利用推進協議会第 4 回協議会（平成 25 年 10 月 17 日）資料 5-1\_次世代型ヒートポンプシステム研究開発状況報告書

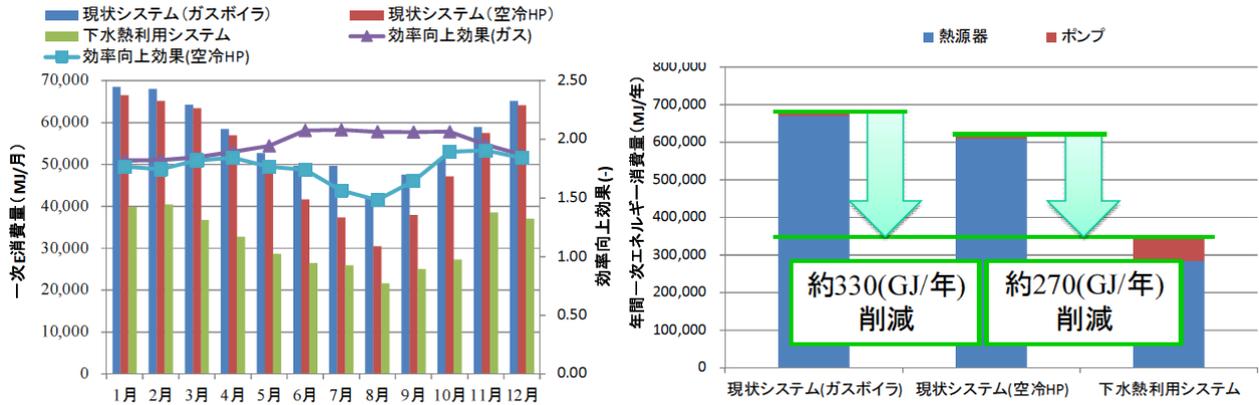


図 4.21 実証事業での一次エネルギー消費量削減効果<sup>41</sup>

このほか、GISを用いた熱受給マッチング手法の開発も行われた。秋冬や寒冷地を想定した条件での試験や、スクリーンの取水能力の向上、熱交換器設置条件の取りまとめなどの課題が検討されている。

## 2) 下水熱の地域における利用事例

現在、下水熱利用の普及が広くは進んでいないものの、処理場外での下水熱利用の事例となる地域が全国に存在する。幾つか事例を以下に紹介する。

事例	場所	熱供給対象施設	概要	効果など
札幌市下水熱地域暖房活用事業	北海道札幌市	区民保健センター	新川下水処理場を西区民保健センターに引き込み、ヒートポンプを用いて熱を回収し、西区民保健センター施設の暖房熱源として利用	エネルギー消費量年間約28%、CO <sub>2</sub> 排出量が年間約30%の削減 <sup>42</sup>
下水管内パイプ方式を使った融雪	新潟県新潟市	バス停	ヒートパイプを使って下水管内から採熱、降雪時の歩道融雪に利用	放熱量70W/m <sup>2</sup> 朝の降雪が午後4時には完全に融雪されている。 <sup>43</sup>
幕張新都心ハイテク・ビジネス地区	千葉県千葉市	宿泊施設・業務施設など	下水処理場から蓄熱式ヒートポンプシステムを利用して地区内の需要家に供給	総合エネルギー効率が地域冷暖房の平均値の約1.7倍 <sup>44</sup>
ソニーシティにおける下水熱利用	東京都港区	民間ビル	芝浦水再生センターに隣接するソニーシティ(ソニー本社へ下水処理水を空調用熱源として供給	下水処理水最大約6万m <sup>3</sup> /日の供給。年間22トンのCO <sub>2</sub> 削減(計画値) <sup>45</sup>

<sup>41</sup> 中尾正喜「都市における排熱利用の必要性」日本冷凍空調工業会主催、平成26年度高効率排熱回収機器の最新技術、基調講演より

<sup>42</sup> 下水道における地球温暖化防止対策検討委員会第1回委員会資料4 下水道分野における温室効果ガス削減の取り組み状況

<sup>43</sup> 下水熱利用推進協議会第3回協議会資料4 新潟市資料

<sup>44</sup> 下水熱利用推進協議会第1回協議会(平成24年8月24日)資料5 ヒートポンプ・蓄熱センター発表資料

後楽一丁目地区における地域冷暖房への下水熱利用	東京都文京区	宿泊施設・業務施設・娯楽施設など	後楽ポンプ所の未処理水を活用し、地域冷暖房プラントで冷温水を製造し、近隣の7施設(ホテル・業務ビル・娯楽施設など)に空調用熱源として供給	冷熱 65,101GJ/年、温熱 18,537GJ/年の熱需要量で、大気熱理容のヒートポンプ地域冷暖房と比べて約 20%の省エネ効果 <sup>46</sup>
ありそドームでの下水排熱理容蓄熱式ヒートポンプシステム	富山県魚津市	多目的施設	隣浄化センターで処理された下水処理水の熱エネルギーを、蓄熱式ヒートポンプで多目的施設の熱源として冷暖房に利用	通常時は夜間電力で運転し、蓄熱するため省エネ、ランニングコストの削減が見込まれる
枚方市営総合福祉会館「ラポールひらかた」	大阪府枚方市	体育施設	2km 離れた処理場の処理水の放流幹線に取水ポンプを設置し、建物内のヒートポンプで冷暖房用・プールの加温に使用後、一部再度トイレの洗浄用水として利用	ヒートポンプの運転は夜間に行い、得られた熱は氷蓄熱槽に氷として蓄熱し昼間に利用している。

上記の導入事例のほか、近年、下水熱利用プロジェクト構想構築支援事業における支援事業（平成 25 年～）でのモデル事業（対象地：十日市市保育施設、新潟市交通結節点、堺市大型商業施設）や、下水熱利用モデルの検討のためのフィージビリティ・スタディ（対象地：札幌市商業施設、神戸市福祉施設または集合住宅）として、各地域での事業化に向けた実地導入が進められている。

### 3) 下水熱利用普及に向けた活動

上述の実験や事例調査、フィージビリティ・スタディ、また、海外事例調査をふまえ、下水熱利用普及に向けた活動が行われている。下記に紹介する下水熱利用推進ガイドライン作成や下水熱ポテンシャルマップの作成のほか、下水熱を利用したまちづくりプロジェクトの構想の公募や、シンポジウムの開催等が行われている。

#### ①下水熱利用推進ガイドラインの作成

「下水熱利用推進協議会」の活動を踏まえ、国土交通省では下水熱利用促進のために、利用検討の起点となる主体（地方公共団体の都市開発部局や下水道局、民間デベロッパ等）が基礎的知見を取得し、検討への活用ができるような情報の共有が必要であるとして、平成 24 年にパンフレット「下水熱でスマートなエネルギー利用を」を作成し、下水熱に関する基礎情報の提供を行った。さらに平成 25 年からは、ガイドラインとして、下水熱利用に関する基礎情報の追加や、プロジェクト計画を始める上で、下水熱利用に適した条件を容易に理解できる気候条件や需要条件を整理。検討手順等の取りまとめを行っている。

・記載内容（平成 25 年時点の案）<sup>47</sup>

- (1) 下水熱の特徴、意義
- (2) 下水熱利用に関する規制緩和の動向

<sup>45</sup> 平成 24 年度国土交通省パンフレット「下水熱でスマートなエネルギー利用を～まちづくりにおける下水熱活用の提案～」

<sup>46</sup> 脚注 45 と同じ

<sup>47</sup> 第 4 回協議会資料 4 下水熱利用プロジェクト推進ガイドラインの作成について

- (3) 下水熱利用の主なシステム形態
- (4) 導入事例
- (5) 下水熱利用システム計画の進め方

## ②下水熱ポテンシャル<sup>48</sup>マップの作成

地方公共団体や民間事業者が下水熱利用の計画・設計にあたり、下水熱の賦存量、存在位置を把握できるようにするための情報基盤が不足している。そのため、下水熱の賦残量や存在位置を把握できるポテンシャルマップを国土交通省と環境省連携で開発中である。

### ・広域ポテンシャルマップ（平成 25 年度～）

下水熱利用の構想段階で都市・地域レベルで可視化されたることで、下水熱の利用機会を増加させるための活用が想定されている。管路上の各マンホールにおける日平均ポテンシャル<sup>49</sup>を図示するもので、下水道台帳電子データ、建物現況データ、都市計画データ等を用いて作成。これらのデータがない場合でも、下水道事業計画図、用途地域データを用いて作成する簡易手法も検討している。

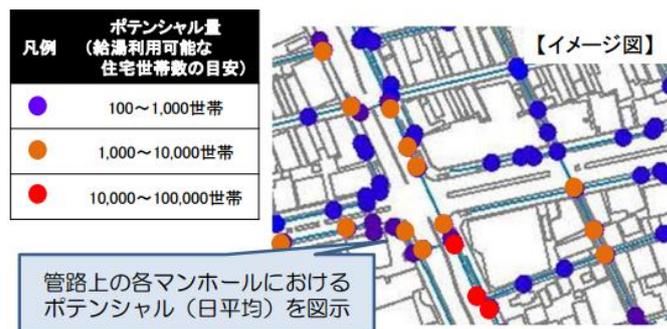


図 4.22 広域ポテンシャルマップのイメージ<sup>50</sup>

策定にあたっては、モデル地域として、仙台市（公共下水道事業区域及び周辺地域）、神戸市（旧市街地・人工島エリア、下水道ネットワーク幹線に沿ったエリア）、福岡市（天神、渡辺通地域、博多駅周辺地域、ウォーターフロント地域）の3地区が採択され、それぞれマップの試作が行われた。

<sup>48</sup> 下水管路位置における下水体積流量と下水温度差に容積比熱を乗じたもの

<sup>49</sup> 下水流量の全量を温度差 5℃で熱利用した場合におけるポテンシャルと定義。ただし、実際の下水熱利用では、必ずしも全量を 5℃の温度差で利用するものではない。

<sup>50</sup> 下水熱利用推進協議会第 6 回（平成 26 年 11 月 11 日）会議資料 2\_平成 26 年度下水熱等未利用熱ポテンシャルマップ策定事業について

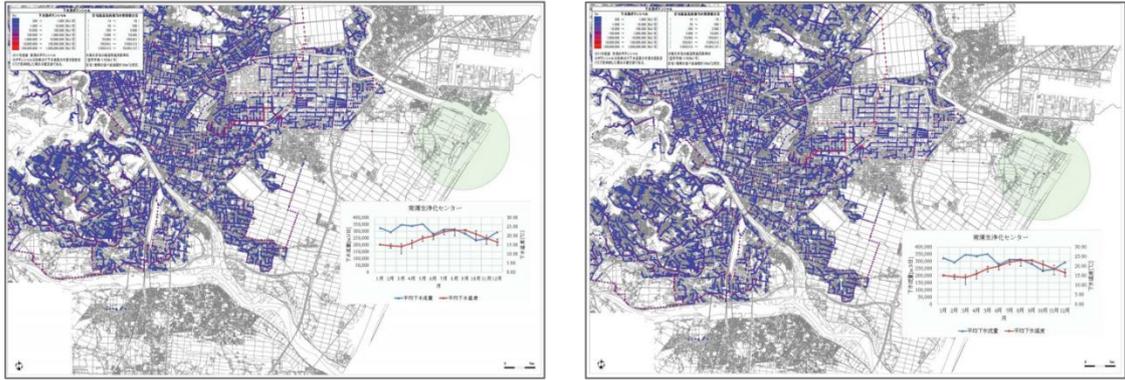


図 4.23 仙台市南東地域におけるポテンシャルマップ（左：夏季、右：冬季）

さらに地方公共団体が自らの自治体の下水熱賦存量・存在位置をマップ化し、民間事業者等が下水熱の利用を検討する際のツールとして提供できるようマップ作成プロセスを、手引としてまとめている。

・詳細ポテンシャルマップ（平成 26 年～）

事業化が見込まれる地区において具体的なフィージビリティ・スタディ調査を実施し、民間事業者がシステム設計や経済性・環境性等の事前評価を行う段階での活用が想定されている。機器容量の決定や、省エネ検討を行う際に必要な月別時刻別下水流量、月別下水温度を推計し、提示する詳細マップの作成を試みている。

平成 26 年には浦安市（新浦安駅周辺）、豊田市（豊田市駅通り再開発区域）、茨木市（旧東芝工場跡地）、神戸市（国際展示場周辺）、福岡市（ウォーターフロント地区）の 5 地区がモデル地区となりマップ策定がすすめられている。さらに、広域ポテンシャルマップと同様に、手引の作成も行われる。

4) 普及拡大のための技術課題や検討課題

これまでで述べたような術開発や普及拡大のための整備が進められる中、現存する課題として、下記のような項目が挙げられている。

技術開発に関する課題として、

- ・ 熱交換性能の向上
- ・ 耐久性や耐蝕性の向上
- ・ 導入や保守管理費用の評価とコストパフォーマンスの改善
- ・ 多様な下水熱回収器に対応した基準作り
- ・ 設備導入に対する補助金、研究に関する助成金などの公的支援

また、下水熱利用構想・導入から運用面での課題として、

- ・ 実使用者の下水熱利用イメージ把握
- ・ 法規制や許認可等行政手続きの再検証
- ・ 地域データ蓄積と共有
- ・ 台帳の不具合を見越したポテンシャルマップの精度向上やマップを作った後の民間事業者のコーディネート

- ・複数事業者の費用負担を含めた調停
- ・熱料金設定、徴収スキームの検討
- ・下水熱利用の導入が進んだ際のポテンシャルの変化に伴うポテンシャルマップの維持管理

上記のような課題が技術開発やガイドライン整備等と併せて取り組まれることで、下水熱利用が推進され、都市の人工排熱削減に資することが期待される。

## 参考 震災後のエネルギー需給の変化の調査結果

2011年3月の東日本大震災以降、原子力発電施設の稼働状況が変化し、エネルギー供給能力が低下し、特に電力需要のピークとなる夏季のエネルギー需要量を抑制すべく、節電等が実施された。そこで、東京23区と大阪府を対象に、震災前と2011～2014年までの3年間の変化を推計した。

### 1 調査概要

#### 1) 対象地域

東京23区と大阪府を対象地域とした。

東京23区は「平成15年度調査」<sup>51</sup>において人工排熱の排出状況が詳細に調査されており、大阪府は「大阪府域における2011年度の温室効果ガス排出量について」(以下、「大阪府資料」)において部門別、燃料別のエネルギー消費量が調査されている。

#### 2) 推計方法

東京23区や大阪府を含む地域におけるエネルギー供給事業者等が公表しているエネルギー使用量データ等から、震災前の過去数年間と震災後の各年度のデータを比較することにより、用途別・エネルギー種別ごとの震災後の夏のエネルギー消費量の変化率を求めた。その際、エネルギー消費量が年々の夏季の気温の変動に影響されることを考慮しつつ変化率を求めた。次に用途別・エネルギー種別ごとの各年の夏のエネルギー消費量の変化率と「平成15年度調査」の排熱量推計結果と「大阪府資料」の2010年度のエネルギー消費量の結果をもとにして2011～2014年の東京23区と大阪府における人工排熱量を推計した。

なお、本推計では、消費した電力やガス等の二次エネルギーが全量熱となって環境中に排出されると考え、二次エネルギー消費量(以下、エネルギー消費量とする)と人工排熱量がほぼ等しいものとする。ただし、火力発電所については、消費したエネルギーの大部分が電気エネルギーと温排水等になるため、既往の調査<sup>52</sup>を参考に、大気への顕熱量のみを推定した。



図1 人工排熱の変化量の推定の流れ

<sup>51</sup> 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、平成16年3月

<sup>52</sup> 脚注51と同じ

### 3) 推計したエネルギー種別

表 2.1 と表 2.2 に人工排熱の種別に対する消費エネルギーの対応を示す。

表 1 東京 23 区の人工排熱の種別と消費エネルギーの対応表

人工排熱の種別		消費エネルギー		
		電気	ガス	燃料
建物	業務ビル（事務所、商業施設、ホテル、学校、その他）、地域冷暖房	○	○	
	住宅（戸建住宅、集合住宅）	○	○	
交通	鉄道	○		
事業所	工場	○		○
	火力発電所		○	

表 2 大阪府の人工排熱の種別と消費エネルギーの対応表

人工排熱の種別		消費エネルギー		
		電気	ガス	燃料
建物	業務ビル（事務所、商業施設、ホテル、学校、その他）、地域冷暖房	○	○	
	住宅（戸建住宅、集合住宅）	○	○	
交通	鉄道	○		
事業所	工場	○	○	○
	火力発電所		○	

## 2 電気消費量の変化率の推定

「平成 15 年度調査」と「大阪府資料」に基づき人工排熱の推計を行う場合、電気消費量のデータは、用途別に把握する必要があることから、電気事業連合会が提供する契約形態別の電力販売量のデータを用いた。なお、当該データは月単位のデータとなる。この他、東京電力と関西電力のデータは管内合計値ではあるものの、建物用途ごとの分類はされていない。概要を表 7.2 に記した。

表 3 電気消費量のデータの整理

提供元	データの性質				更新時期	提供期間
	建物用途	規模	時刻	平休日		
東京電力、関西電力 (以下、東電、関電データ)	× (関電管内合計値)	×	○ (時間ごと)		1 日遅れ	2011 年 6 月～
電気事業連合会 (以下、電事連データ)	△ (契約形態別※)	×	×	×	2 カ月遅れ	1963 年～ (契約形態による)

※：大口産業別(鉄道、鉄鋼業等)の月別データも提供されている

以下に、電事連データにある契約形態を整理すると共に、対応する建物用途を整理した。

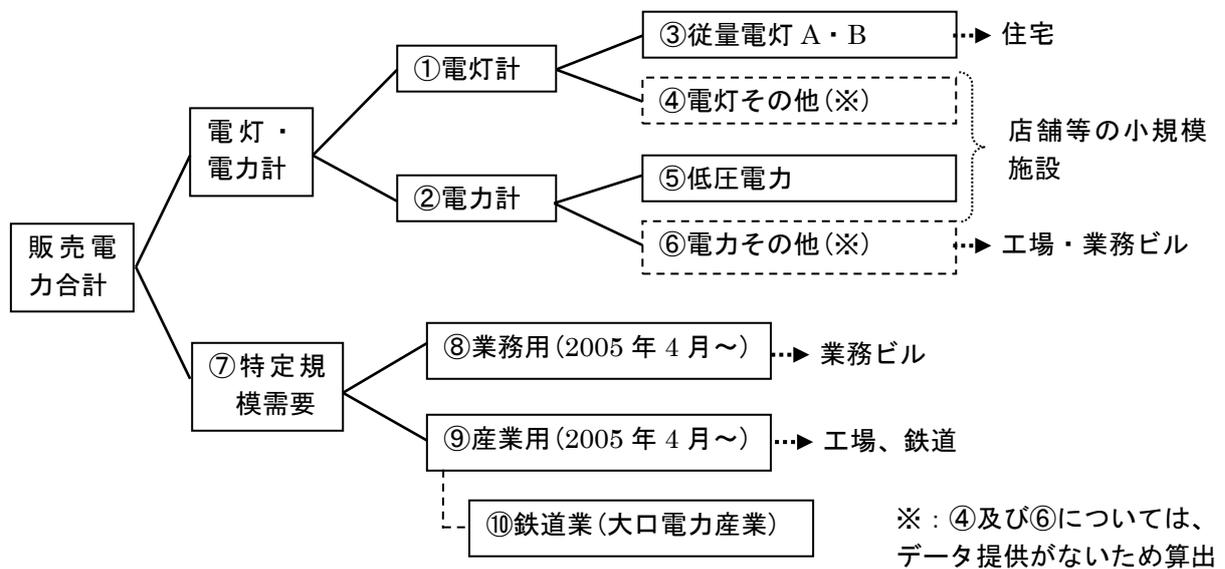


図2 電気消費量データの用途別分類

本調査では表4示した契約形態について、電力消費量の変化率を検討した。

表4 本検討における電気消費量の用途分類

用途区分	販売区分	データ使用期間
住宅	③従量電灯 A・B	2001～2014年
業務ビル	⑧特定規模需要（業務用）	2005～2014年
工場	⑨特定規模需要（産業用）－⑩鉄道業	2005～2014年
鉄道	⑩鉄道業(大口電力産業)	2001～2014年

電気消費量はその日の気温に感応して変化することから、電気消費量の変化率を推定する際には、昨年度までと今夏の電気消費量を単純に比較するのではなく、気温との関係を踏まえて検討する必要がある。ただし、工場等の産業部門全体については既往調査<sup>53</sup>により、気温感応度が見られないことが指摘されている。

<sup>53</sup>環境省：平成16年度ヒートアイランド現象による環境影響に関する調査検討業務報告書，平成17年3月

①東京 23 区

業務ビルおよび住宅における、2001～2010 年までと 2011～2014 年の電力販売量（8 月）について、月平均気温との関係を示す。電気販売量の変化率は、業務ビルは 2005～2010 年のデータ、住宅は 2001～2010 年のデータで作成した気温感応度上のプロットを基準とした。その結果、業務ビルでは 2011 年は－18%、2012 年は－11%、2013 年は－12%であり、2014 年は－17%と震災直後の 2011 年と近い販売量であり、住宅では 2011 年は－14%、2012 年は－9%、2013 年は－6%であり、2014 年は－13%と震災直後の 2011 年と近い販売量であった。

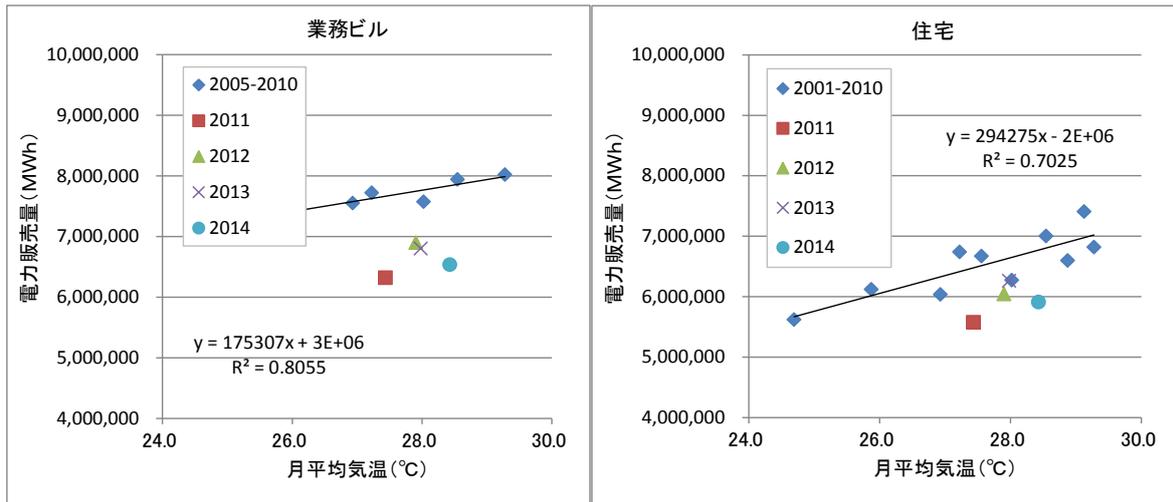
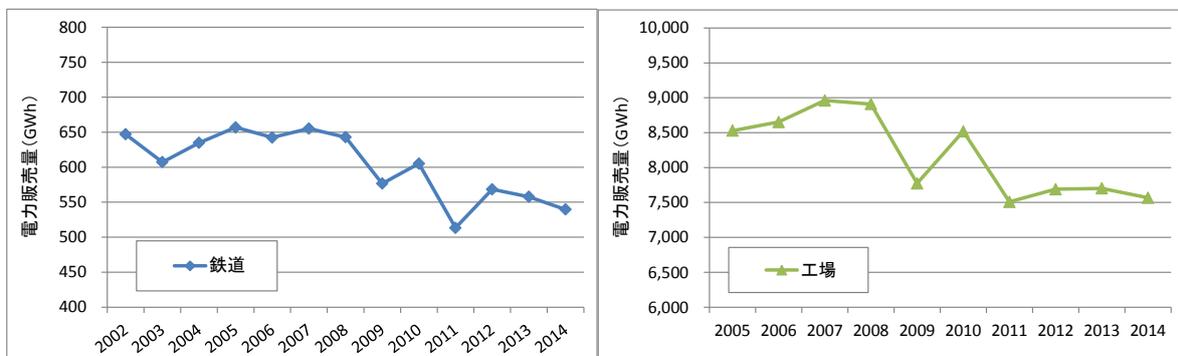


図 3 東京電力管内の気温と電力販売量の関係（8 月）

環境省の平成 15 年度調査に基づき、月平均気温は各世帯等による電気使用量の検針日のバラつきによる影響を考慮し、半月ずらした値を用いた。例えば 8 月であれば、7/16～8/15 の気象データを用いた。

鉄道及び工場については、本調査で取り扱ったデータにおいても気温感応度は見られなかったことから、過去 5 年間実績（8 月）の平均値との比較を行った。その結果、鉄道の電気販売量の変化率は、2011 年は－18%、2012 年は－9%、2013 年は－11%であり、2014 年は－14%と震災直後の 2011 年よりは大きいが過去 2 年と比べて電力販売量が減少しており、工場の 2011 年は－12%、2012 年、2013 年は－10%であり、2014 年は－12%と震災直後の 2011 年と同様の販売量であった。



鉄道

工場

図 4 東京電力管内の工場及び鉄道における電力販売量の経年変化（8 月）

表 5 に、これまで求めた電気消費量の変化率について整理した。

表 5 東京電力管内の用途区分別電気消費量の変化率（8 月）

用途区分		2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	比較基準
業務ビル	電力販売量 (MWh)	6,319,571	6,898,217	6,799,872	6,537,340	気温感応度 より推定
	削減率	-18%	-11%	-12%	-17%	
住宅	電力販売量 (MWh)	5,576,860	6,045,965	6,261,198	5,911,056	
	削減率	-14%	-9%	-6%	-13%	
鉄道	電力販売量 (MWh)	513,321	568,463	557,743	539,683	2006~2010 年 8 月（5 年平均）
	削減率	-18%	-9%	-11%	-14%	
工場	電力販売量 (MWh)	7,509,215	7,690,357	7,701,747	7,567,465	
	削減率	-12%	-10%	-10%	-12%	

②大阪府

業務ビルおよび住宅における、2001～2010年までと2011～2014年の電力販売量（8月）について、月平均気温との関係を示す。電気販売量の変化率は、業務ビルは2005～2010年のデータ、住宅は2001～2010年のデータで作成した気温感応度上のプロットを基準とした。その結果、業務ビルでは2011、2012、2013年は同じく－7%であり、2014年は－11%と過去3年と比べても電力販売量が減少しており、住宅では2011年は－19%、2012年は－17%、2013年は－18%であり、2014年は－19%と震災直後の2011年と同様の販売量であった。

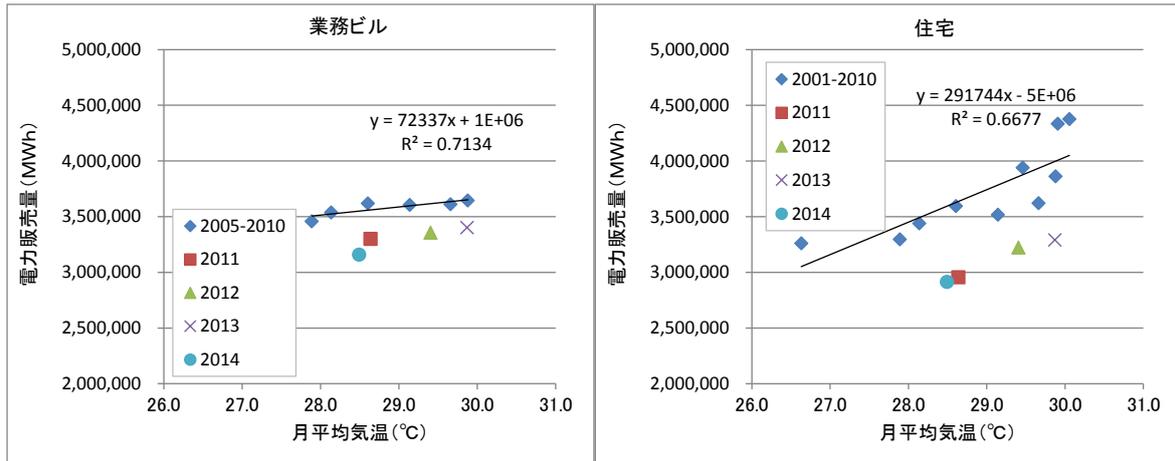


図5 関西電力管内の気温と電力販売量の関係（8月）

環境省の平成15年度調査に基づき、月平均気温は各世帯等による電気使用量の検針日のバラつきによる影響を考慮し、半月ずらした値を用いた。例えば8月であれば、7/16～8/15の気象データを用いた。

鉄道及び工場については、東京23区と同様に、過去5年間実績（8月）の平均値との比較を行った。その結果、鉄道の電気販売量の変化率は、2011年は－5%、2012年は－7%、2013年は－6%であり、2014年は－9%と過去3年と比べても電力販売量が減少しており、工場の2011年は0%、2012年は－5%、2013年は－7%であり、2014年は－11%と過去3年と比べても電力販売量が減少した。

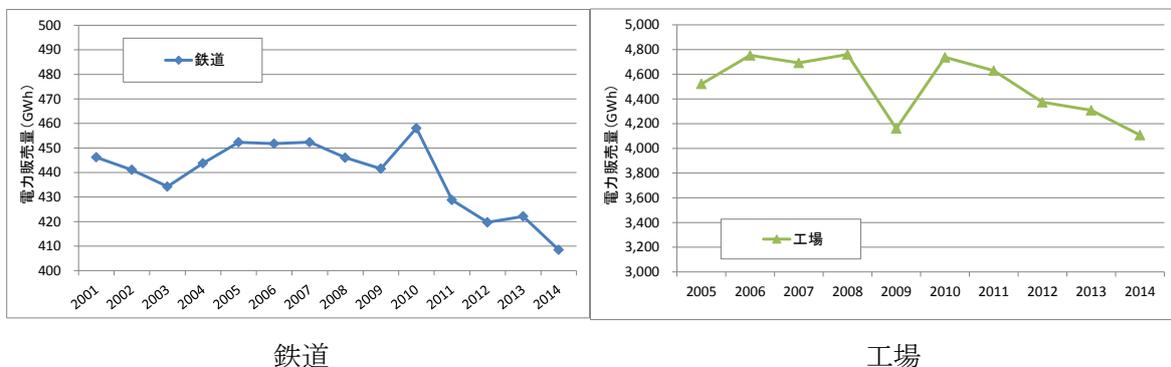


図6 関西電力管内の工場及び鉄道における電力販売量の経年変化（8月）

表 6 に、これまで求めた電気消費量の変化率について整理した。

表 6 関西電力管内の用途区分別電気消費量の変化率（8 月）

用途区分		2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	比較基準
業務ビル	電力販売量 (MWh)	3,300,741	3,354,880	3,400,904	3,158,820	気温感応度 より推定
	削減率	-7%	-7%	-7%	-11%	
住宅	電力販売量 (MWh)	2,955,132	3,221,133	3,290,352	2,913,169	2006~2010 年 8 月（5 年平均）
	削減率	-19%	-17%	-18%	-19%	
鉄道	電力販売量 (MWh)	428,784	419,680	422,117	408,494	
	削減率	-5%	-7%	-6%	-9%	
工場	電力販売量 (MWh)	4,629,450	4,373,761	4,308,879	4,107,827	
	削減率	0%	-5%	-7%	-11%	

### 3 ガス消費量の変化率の推定

「平成 15 年度調査」と「大阪府資料」に基づき人工排熱量の推計を行う場合、ガス消費量のデータは、用途別に把握する必要があることから、東京ガス、大阪ガスが提供する販売区分別のガス販売量のデータを用いた。

#### ①東京 23 区

東京ガスのデータは月単位のデータであり、2002 年からデータを入手することができた。表 7 には東京ガスにおける用途区分の一覧を示した。コージェネレーションによるガス消費量は、各用途に分類されていることが分かる。

表 7 東京ガスの用途区分一覧

用途分類	販売区分	データ使用期間
業務ビル、業務ビルにおけるコージェネレーション	業務用	2002～2014 年
住宅、住宅におけるコージェネレーション	家庭用	2002～2014 年

2002～2010 年までと 2011～2014 年のガス販売量（8 月）について、月平均気温との関係を示す。電気と同様にガス販売量の変化率を求めると、業務ビルでは 2011 年は－9%、2012 年は－9%、2013 年は－10%であり、2014 年は－16%と過去 3 年と比べてもガス販売量が減少しており、住宅では 2011 年は－8%、2012 年は 0%、2013 年は－7%、2014 年は－2%であった。

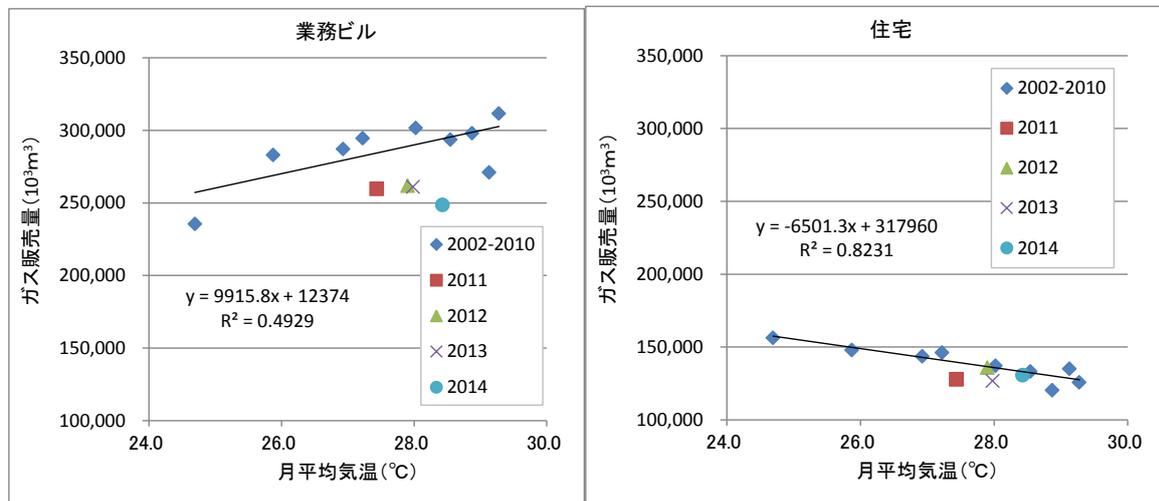


図 7 東京ガス管内の気温とガス販売量の関係（8 月）

環境省の平成 15 年度調査に基づき、月平均気温は各世帯等によるガス使用量の検針日のバラつきによる影響を考慮し、半月ずらした値を用いた。例えば 8 月であれば、7/16～8/15 の気象データを用いた。

電力事業者が発電に用いたガスの変化について把握するために、経済産業省資源エネルギー庁電力調査統計から表 8 に示す火力発電所におけるガスを含む燃料消費量のデータを得た。

表 8 東京 23 区内の火力発電所におけるガスを含む燃料消費量のデータの整理

発電方式区分	燃料種別	事業者区分	データの性質	データ使用期間
汽力発電 ガスタービン 内燃力	LNG 都市ガス 灯油 重油 原油 石炭など	電力会社ごと 一般電気事業者ごと 特定電気事業者ごと 特定規模電気事業者ごと	月ごと	2006～2014 年

表 9 に東京 23 区内のガスを燃料とした発電所について整理した。

表 9 東京 23 区内のガスを燃料とした火力発電所

発電所名	消費燃料	発電方式区分	総出力 (万 kW)
品川火力発電所	都市ガス	ガスコンバインド	114
大井火力発電所	原油	汽力	105

品川火力発電所の発電方式であるガスコンバインド方式は経済産業省資源エネルギー庁電力調査統計では汽力発電に含まれる。発電方式が汽力発電である発電所の都市ガスの消費量の推移を求めた。また、平成 26 年の 6 月に鹿島火力発電所の 7 系列 (126 万 kW) が稼働したため、年ごとの東京電力管内で稼働中の火力発電所の総出力と品川火力発電所の割合から東京 23 区内の都市ガスの消費量の推移を求めた。

火力発電所のガス販売量については、気温感応度は見られない。過去5年間実績（8月）の平均値との比較を行った。震災直後の2011年は-1%と大きな変化がなかったが、2012年は+9%、2013年は+7%であり、2014年は0%とガス販売量が震災前の水準に戻った。

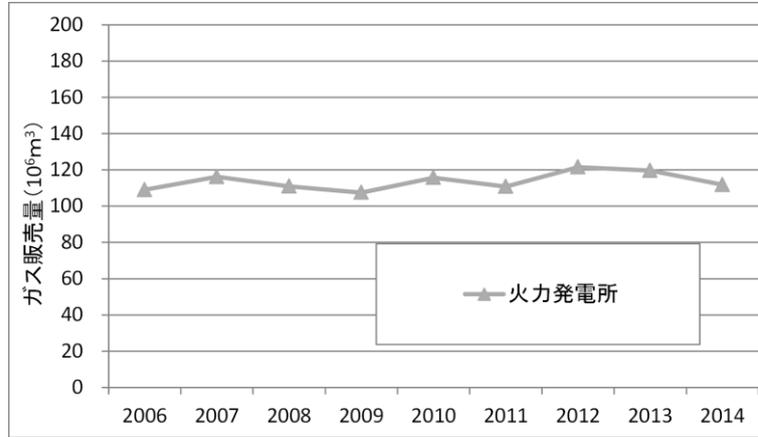


図8 東京23区の発電所におけるガス消費量の経年変化（8月）

表10に、これまで求めたガス消費量の変化率について整理した。

表10 東京23区の用途区分別ガス消費量の変化率

用途区分		2011年	2012年	2013年	2014年	比較基準
業務ビル、業務ビルにおけるコージェネレーション	ガス販売量 (千m <sup>3</sup> )	259,677	261,890	261,050	248,550	気温感応度より推定
	削減率	-9%	-9%	-10%	-16%	
住宅	ガス販売量 (千m <sup>3</sup> )	127,853	135,912	126,627	130,634	
	削減率	-8%	0%	-7%	-2%	
火力発電所	ガス販売量 (千m <sup>3</sup> )	110,799	121,563	119,632	111,807	2006~2010年8月(5年平均)
	削減率	-1%	9%	7%	0%	

## ②大阪府

大阪ガスのデータは月単位のデータであり、2003年からデータを入手することができた。表11には大阪ガスにおける用途区分の一覧を示した。コージェネレーションによるガス消費量は、各用途に分類されていることが分かる。なお、業務ビルでの消費量は、工業用を含む業務用から工業用を除き計算した。

表 11 大阪ガスの用途区分一覧

用途分類	販売区分	データ使用期間
業務ビル、業務ビルにおけるコージェネレーション	業務用(工業用を除く)	2003～2014年
住宅、住宅におけるコージェネレーション	家庭用	2003～2014年
工場、工場におけるコージェネレーション	工業用	2003～2014年

2003～2010年までと2011～2014年のガス販売量(8月)について、月平均気温との関係を示す。電気と同様にガス販売量の変化率を求めると、業務ビルでは2011年は-5%、2012年は-12%、2013年は-13%であり、2014年は-13%と過去2年と同様の販売量であり、住宅では2011年は-12%、2012年は-4%、2013年は-8%であり、2014年は-13%であった。

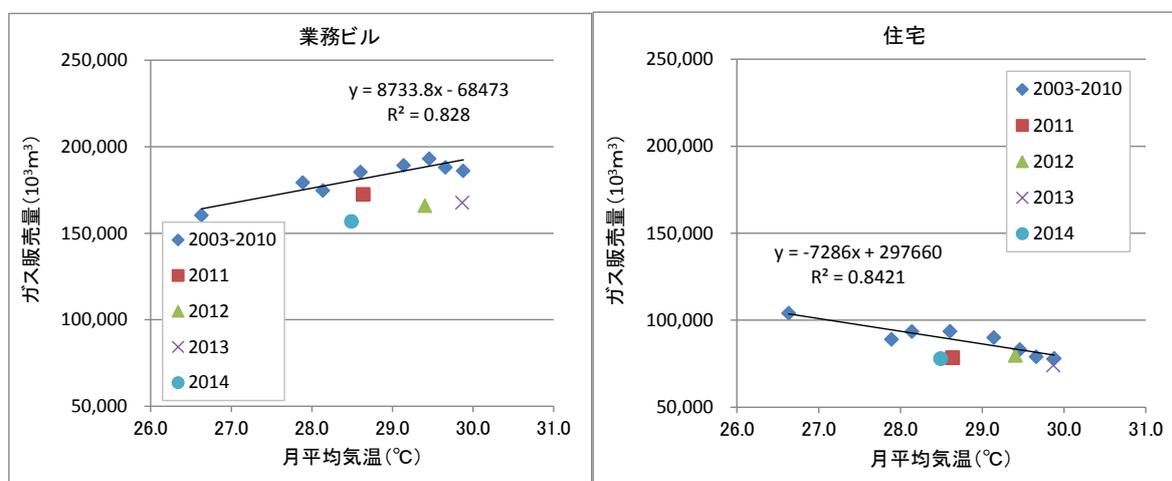


図 9 大阪ガス管内の気温とガス販売量の関係(8月)

環境省の平成15年度調査に基づき、月平均気温は各世帯等によるガス使用量の検針日のバラつきによる影響を考慮し、半月ずらした値を用いた。例えば8月であれば、7/16～8/15の気象データを用いた。

工場については、過去5年間実績（8月）の平均値との比較を行った結果、2011年は+4%、2012、2013年は0%であり、2014年は-5%と過去3年と比べてもガス販売量が減少した。

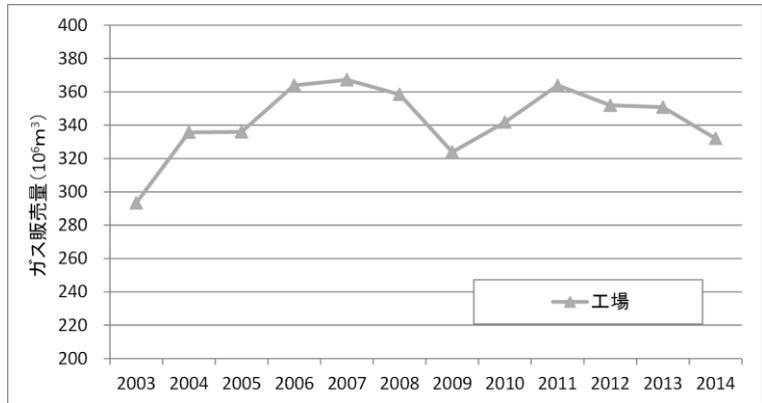


図 10 大阪ガス管内の工場等におけるガス販売量の経年変化（8月）

電力事業者が発電に用いたガスの変化について把握するために、経済産業省資源エネルギー庁電力調査統計から表 12 に示す火力発電所におけるガスを含む燃料消費量のデータを得た。

表 12 大阪府内の火力発電所におけるガスを含む燃料消費量のデータの整理

発電方式区分	燃料種別	事業者区分	データの性質	データ使用期間
汽力発電 ガスタービン 内燃力	LNG 都市ガス 灯油 重油 原油 石炭など	電力会社ごと 一般電気事業者ごと 特定電気事業者ごと 特定規模電気事業者ごと	月ごと	2006～2014年

関西電力圏内と大阪府内の火力発電所の定格出力の割合から、大阪府内の稼働中の発電所（南港発電所、堺港発電所、泉北天然ガス発電所）のガス消費量の推移を求めた。表 13 に大阪府内のガスを燃料とした発電所について整理した。

表 13 大阪府内のガスを燃料とした火力発電所

発電所名	消費燃料	発電方式区分	総出力 (万 kW)
南港発電所	LNG	汽力	180
堺港発電所	LNG	汽力	200
泉北天然ガス発電所	LNG	汽力	110

火力発電所のガス販売量については、気温感応度は見られない。震災直後の2011年に2010年に複数の火力発電所が稼働したため、2010年実績（8月）との比較を行った結果、2011、2012年は+31%、2013年は+35%であり、2014年は+25%とガス販売量が震災前よりも多くなっている。これは、2011年から境港発電所5号機が稼働した影響と考えられる。

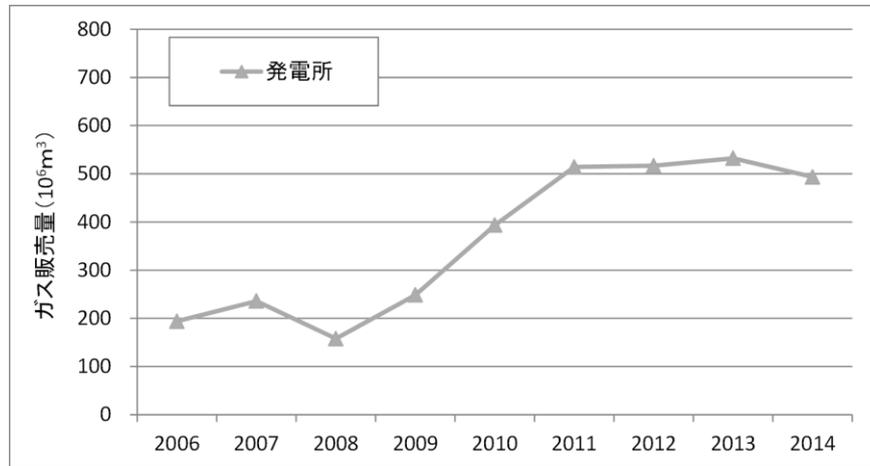


図 11 大阪府の発電所におけるガス消費量の経年変化（8月）

表 14 に、これまで求めたガス消費量の変化率について整理した。

表 14 用途区別ガス消費量の変化率

用途区分		2011年	2012年	2013年	2014年	比較基準
業務ビル、業務ビルにおけるコージェネレーション	ガス販売量 (千m <sup>3</sup> )	172,397	165,917	167,620	156,733	気温感応度より推定
	削減率	-5%	-12%	-13%	-13%	
住宅	ガス販売量 (千m <sup>3</sup> )	78,436	79,673	73,942	77,907	
	削減率	-12%	-4%	-8%	-13%	
工場、工場におけるコージェネレーション	ガス販売量 (千m <sup>3</sup> )	363,857	351,920	350,794	332,078	2006~2010年8月(5年平均)
	削減率	+4%	0%	0%	-5%	
火力発電所	ガス販売量 (千m <sup>3</sup> )	514,327	516,656	532,178	493,397	
	削減率	+31%	+31%	+35%	+25%	



図 13 に、2006 年～2014 年 8 月の消費量の推移を示した。燃料消費量は気温感応しないものとするが、経年的に消費量が低下する傾向にある。そのため、燃料消費量の変化率は、2010 年 8 月との比較で求めた。熱量ベースで変化率を求めると、2010 年比で 2011 年 8 月は+13%、2012 年は-7%、2013 年は-18%であり、2014 年は-34%と毎年燃料消費量が減少している。

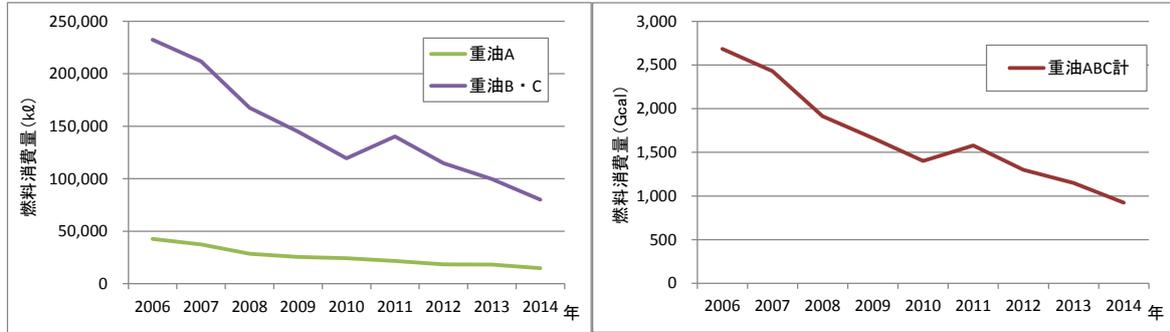


図 13 燃料消費量の推移 (8 月)

表 15 用途区分別燃料消費量の変化率

用途区分	A 重油、B・C 重油消費量 (GJ)							
	2011 年 8 月		2012 年 8 月		2013 年 8 月		2014 年 8 月	
工場における燃料消費量	1,579	+13%	1,300	-7%	1,148	-18%	924	-34%

## ②大阪府

燃料消費量のデータは、東京 23 区と同様の方法で求めた。

図 14 に、2006 年～2013 年 8 月の消費量の推移を示した。燃料消費量は気温感応しないものとするが、経年的に消費量が低下する傾向にある。そのため、燃料消費量の変化率は、2010 年 8 月との比較で求めた。熱量ベースで変化率を求めると、2010 年比で 2011 年 8 月は-3%、2012 年は-2%、2013 年は-19%であり、2014 年は-20%と毎年燃料消費量が減少している。

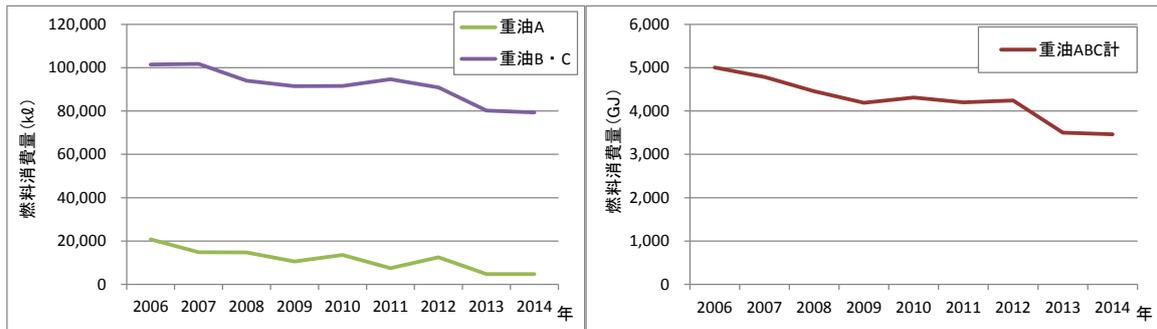


図 14 燃料消費量の推移 (8 月)

表 16 用途区分別燃料消費量の変化率

用途区分	A 重油、B・C 重油消費量 (GJ)							
	2011 年 8 月		2012 年 8 月		2013 年 8 月		2014 年 8 月	
工場における燃料消費量	4,200	-3%	4,242	-2%	3,499	-19%	3,464	-20%

### 1.5 エネルギー消費量の変化率のまとめ

以上を整理すると、2011～2014年（8月）の電気、ガス、燃料消費量の変化率及び消費段階の熱量は図15、表17のように整理される。

東京23区の電気消費量では、業務ビル、住宅、鉄道、工場の各用途において、震災直後の2011年に大きく減少し、2012年に減少量が一次小さくなるが、2013、2014と減少量が大きくなっている。

ガス消費量では、業務ビルは2011年から2014年にかけて削減量が毎年大きくなった。一方、住宅の消費量は2011年から2014年にかけて削減量の増減を毎年繰り返した。火力発電所は、2011年から2014年にかけて消費量が毎年大きくなった。

燃料消費量は、工場では2011年から2014年にかけて消費量が毎年小さくなった。

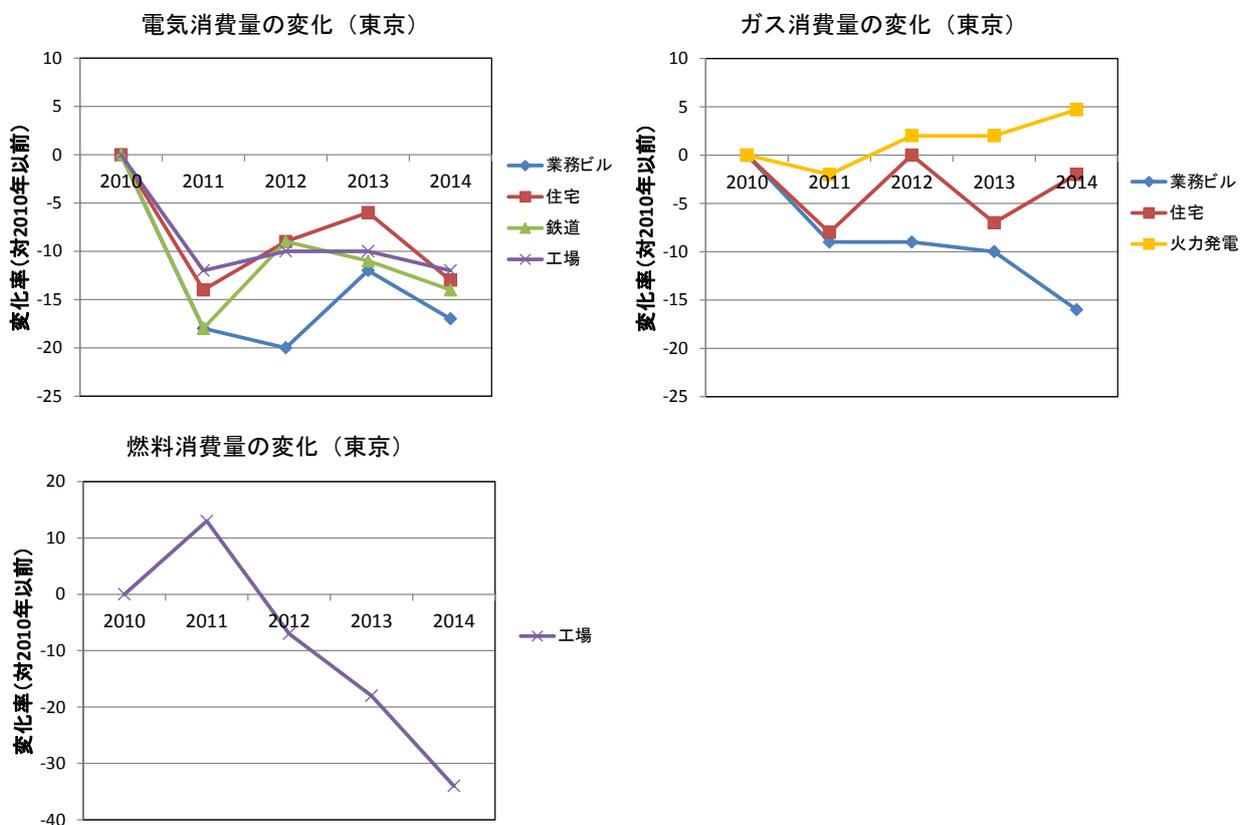


図15 震災後の東京23区の電気及びガス消費量等の変化（8月）

表 17 震災後の東京 23 区の電気及びガス消費量等の変化（8 月）

建物種別		エネルギー消費量の変化（％）											
		電気				ガス				燃料			
		2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
建物	業務ビル（事務所、商業施設、ホテル、学校、その他）、地域冷暖房	-18 ※1	-11 ※1	-12 ※1	-17 ※1	-9 ※1	-9 ※1	-10 ※1	-16 ※1	-	-	-	-
	住宅（戸建、集合）	-14 ※1	-9 ※1	-6 ※1	-13 ※1	-8 ※1	0 ※1	-7 ※1	-2 ※1	-	-	-	-
交通	鉄道	-18 ※2	-9 ※2	-11 ※2	-14 ※2	-	-	-	-	-	-	-	-
事業所	工場	-12 ※2	-10 ※2	-10 ※2	-12 ※2					+13 ※3	-7 ※3	-18 ※3	-34 ※3
	火力発電所	-	-	-	-	-1 ※2	+9 ※2	+7 ※2	0 ※2	-	-	-	-

※1：気温感応度より推定

※2：5年平均基準（2006～2010年）

※3：2010年基準

大阪府の電気消費量では、業務ビル、住宅、鉄道の各用途において、2011年から2013年にかけて消費量はほぼ横ばいであり、業務ビルと鉄道は2014年に消費量が減少した。工場においては震災直後の2011年から2014年にかけて削減量が毎年大きくなった。削減量としては住宅の削減量が約2割ともっとも大きかった。

ガス消費量では、業務ビルは震災直後の2011年よりも2012～2014年の削減量が大きかった。一方、住宅の消費量は震災直後の2011年に大きく減少し、2012年に減少量が一次小さくなるが、2013、2014と減少量が大きくなっている。工場では2011年には震災前よりも増加したが、2012、2013年にはほぼ震災前と同水準になり、2014年は震災前よりも減少した。火力発電所は、2011、2012年は震災前に比べて13%の増加となり、2013年以降は唯一稼働中であった原子力発電所である大飯発電所が停止した影響か、+17%、+27%とさらに増加した。

燃料消費量は、工場では2011、2012年は震災前より微減に留まったが、2013、2014年は約2割の減少になった。

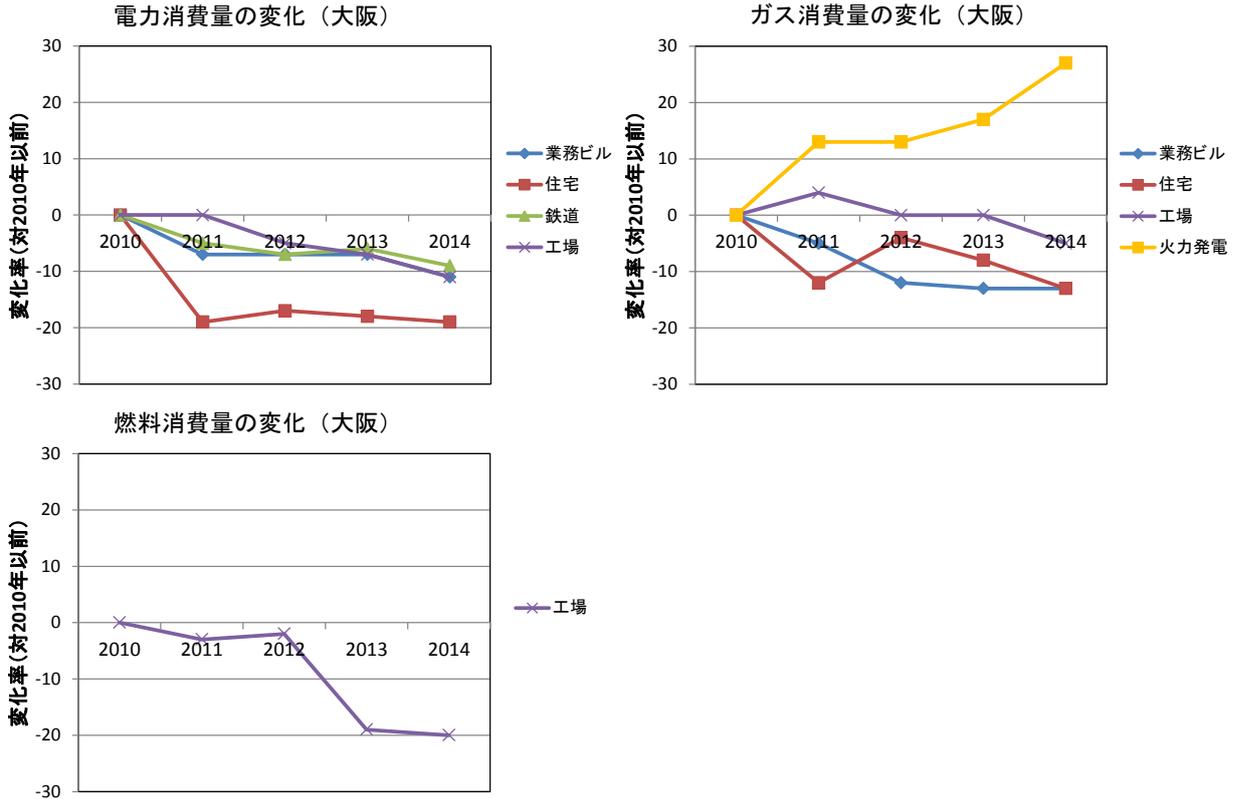


図 16 震災後の大阪府の電気及びガス消費量等の変化（8月）

表 18 震災後の大阪府の電気及びガス消費量等の変化（8月）

建物種別		エネルギー消費量の変化（%）											
		電気				ガス				燃料			
		2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
建物	業務ビル（事務所、商業施設、ホテル、学校、その他）、地域冷暖房	-7 ※1	-7 ※1	-7 ※1	-11 ※1	-5 ※1	-12 ※1	-13 ※1	-13 ※1	-	-	-	-
	住宅（戸建、集合）	-19 ※1	-17 ※1	-18 ※1	-19 ※1	-12 ※1	-4 ※1	-8 ※1	-13 ※1	-	-	-	-
交通	鉄道	-5 ※2	-7 ※2	-6 ※2	-9 ※2	-	-	-	-	-	-	-	-
事業所	工場	0 ※2	-5 ※2	-7 ※2	-11 ※2	+4 ※2	0 ※2	0 ※2	-5 ※2	-3 ※3	-2 ※3	-19 ※3	-20 ※3
	火力発電所	-	-	-	-	+31 ※3	+31 ※3	+35 ※3	+25 ※3	-	-	-	-

※1：気温感応度より推定

※2：5年平均基準（2006～2010年）

※3：2010年基準

## 5 東京 23 区内、大阪府内の人工排熱の削減量の推定

これまでに求めた用途別の電力、ガス、燃料消費量の変化率を用い、平成 24 年度、平成 25 年度調査で人工排熱を計算した手法を用い、東京 23 区と大阪府内の人工排熱の変化量を推定した。

ここで、用途別のエネルギー消費量の変化率は、東京電力管内、東京ガス管内の平均と東京 23 区内平均で変わらないものと仮定した。また、「平成 15 年度調査」における排熱量については、季節別の変動は考慮されておらず、年間のエネルギー消費量から 1 日当たりの人工排熱を計算していることには留意が必要である。大阪府内のエネルギー消費量の変化に関しても同様である。

### 1) 東京 23 区

#### ①業務ビル

「平成 15 年度調査」では、業務ビルのエネルギー消費を電力とガス消費量などから算出している。ここで、業務ビルにおける節電下の電気・ガス消費量の変化率を、「平成 15 年度調査」の中の排熱量に乗じることで、東京 23 区内業務ビルの人工排熱を推計した。

表 19 東京 23 区内業務ビルにおける人工排熱の変化量

		2010 年度	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
業務ビル	人工排熱 (TJ/day)	563.1	485.3	508.1	502.0	477.6
	変化率 (%)	—	-13.8	-9.8	-10.8	-15.2
	変化量 (TJ/day)	—	-77.8	-55.1	-61.1	-85.6

#### ②住宅

「平成 15 年度調査」では、住宅のエネルギー消費を電力とガス消費量などから算出している。ここで、住宅における節電下の電気・ガス消費量の変化率を、「平成 15 年度調査」の中の 2010 年度のエネルギー消費量に乗じることで、東京 23 区内住宅の人工排熱を推計した。

表 20 東京 23 区内住宅における人工排熱の変化量

		2010 年度	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
住宅	人工排熱 (TJ/day)	255.6	229.5	244.2	241.4	237.6
	変化率 (%)	—	-10.2	-4.5	-5.6	-7.0
	変化量 (TJ/day)	—	-26.2	-11.4	-14.2	-18.0

### ③鉄道

「平成 15 年度調査」では、鉄道のエネルギーを電力のみとしている。そのため、電力消費量の変化量がそのまま、人工排熱の削減量になると考えられる。

表 21 東京 23 区内鉄道交通における人工排熱の変化量

		2010 年度	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
鉄道	人工排熱 (TJ/day)	31.6	26.0	28.8	28.2	27.3
	変化率 (%)	—	-17.8	-9.0	-10.7	-13.6
	変化量 (TJ/day)	—	-5.6	-2.8	-3.4	-4.3

### ④工場

「平成 15 年度調査」では、工場のエネルギー消費を電力と燃料から算出している。ここでは、電力と燃料の割合を資源エネルギー庁総合エネルギー統計 (2010) の全国の産業合計から算出 (電力と燃料の割合はそれぞれ 53%、47%) し、工場の電気消費量と燃料消費量の削減率を乗じて人工排熱を推計した。

表 22 東京 23 区内工場における人工排熱の変化量

		2010 年度	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
工場	人工排熱 (TJ/day)	122.9	122.4	112.0	105.8	95.7
	変化率 (%)	—	-0.4	-8.8	-13.9	-22.2
	変化量 (TJ/day)	—	-0.5	-10.9	-17.1	-27.2

### ⑤火力発電所

「平成 15 年度調査」では、品川と大井の 2 箇所の火力発電所の排熱量を計算している。このうち、本調査では都市ガスを用いてガスコンバインド発電を行っている品川火力のみを対象に、ガス消費量の変化率を乗じて排熱量の変化量を求めた。

ただし、火力発電所については、消費したエネルギーの大部分が電気エネルギーと温排水等になるため、既往の調査<sup>1</sup>を参考に、発電量から大気への顕熱量を推定した。

表 23 東京 23 区内火力発電所における排出段階の排熱変化量

		2010 年度	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
火力発電所	発電量 (TJ/day)	235.5				
	大気への顕熱量 (TJ/day)	42.4	42.2	44.0	43.7	42.4
	変化率 (%)	—	-0.4	+3.9	+3.1	0.0
	変化量 (TJ/day)	—	-0.2	+1.7	+1.3	0.0

## 2) 大阪府

### ①業務ビル

「大阪府資料」では、業務ビルのエネルギー消費を電力とガス消費量などから算出している。ここで、業務ビルにおける節電下の電気・ガス消費量の変化率を、「大阪府資料」の中の2010年度のエネルギー消費量に乗じることで、大阪府内業務ビルの人工排熱を推計した。

表 24 大阪府内業務ビルにおける人工排熱の変化量

		2010年度	2011年	2012年	2013年	2014年
業務ビル	人工排熱 (TJ/day)	360.5	337.9	330.5	330.3	320.3
	変化率 (%)	—	-6.3	-8.3	-8.4	-11.2
	変化量 (TJ/day)	—	-22.6	-30.1	-30.2	-40.2

### ②住宅

「大阪府資料」では、住宅のエネルギー消費を電力とガス消費量などから算出している。ここで、住宅における節電下の電気・ガス消費量の変化率を、「大阪府資料」の中の2010年度のエネルギー消費量に乗じることで、大阪府内住宅の人工排熱を推計した。

表 25 大阪府内住宅における人工排熱の変化量

		2010年度	2011年	2012年	2013年	2014年
住宅	人工排熱 (TJ/day)	360.4	312.8	328.0	321.3	310.0
	変化率 (%)	—	-14.1	-10.0	-11.8	-14.9
	変化量 (TJ/day)	—	-51.6	-36.3	-43.1	-54.4

### ③鉄道

「大阪府資料」では、鉄道のエネルギーを電力のみとしている。そのため、電力消費量の変化量がそのまま、人工排熱の削減量になると考えられる。

表 26 大阪府内鉄道交通における人工排熱の変化量

		2010年度	2011年	2012年	2013年	2014年
鉄道	人工排熱 (TJ/day)	20.8	19.9	19.4	19.5	18.9
	変化率 (%)	—	-4.7	-6.7	-6.2	-9.2
	変化量 (TJ/day)	—	-1.0	-1.4	-1.3	-1.9

#### ④工場

「大阪府資料」では、工場のエネルギー消費を電力、ガス、燃料などの消費量から算出している。ここで、工場における電気・ガス消費量の変化率を、「大阪府資料」における2010年度のエネルギー消費量に乗じることで、大阪府内工場の人工排熱を推計した。

表 27 大阪府内工場における人工排熱の変化量

		2010年度	2011年	2012年	2013年	2014年
工場	人工排熱 (TJ/day)	712.3	722.0	702.9	695.3	672.5
	変化率 (%)	—	+1.4	-1.3	-2.4	-5.6
	変化量 (TJ/day)	—	+9.7	-9.4	-17.1	-39.9

#### ⑤火力発電所

「大阪府資料」では、大阪府内火力発電所における発電量を計算している。火力発電所については、消費したエネルギーの大部分が電気エネルギーと温排水等になるため、既往の調査<sup>54</sup>を参考に、発電量から大気への顕熱量を推定した。

表 28 大阪府区内火力発電所における排出段階の排熱変化量

		2010年度	2011年	2012年	2013年	2014年
火力 発電所	発電量 (TJ/day)	171.0	—	—	—	—
	大気への顕熱量(TJ/day)	50.2	65.6	65.9	67.9	63.0
	変化率 (%)	—	+30.7	+31.3	+35.2	+25.4
	変化量 (TJ/day)	—	+15.4	+15.7	+17.7	+12.7

<sup>54</sup> 脚注 51 と同じ

## 6 大阪府内における人工排熱削減量の推定結果と東京 23 区内との比較

### 1) 東京 23 区の人工排熱削減量

2011～2014 年夏季における東京 23 区の人工排熱を、エネルギー供給事業者等が公表している統計データを用い、「平成 15 年度調査」で用いた計算手法に基づき推計した。

建物の人工排熱を見ると、業務ビルの人工排熱量は合計では震災直後の 2011 年に－13.8%と大きく減少し、2012 年に減少量が一次小さくなるが、2013、2014 年と減少量が大きくなり、2014 年は－15.2%と大きく減少した。

住宅も業務ビルと同様の推移が見られ、震災直後の 2011 年に－10.2%と大きく減少し、2012 年に減少量が一次小さくなるが、2013、2014 年と減少量が大きくなり、2014 年は－7.0%の減少となった。

交通も業務ビルと同様の推移が見られ、震災直後の 2011 年に－17.8%と大きく減少し、2012 年に減少量が一次小さくなるが、2013、2014 年と減少量が大きくなり、2014 年は－13.6%の減少となった。

事業所の人工排熱としては、工場の人工排熱量は合計では毎年人工排熱量が小さくなり、2014 年には－22.2%となった。

火力発電所を除く人工排熱量の合計では 2011 年は震災直後の 2011 年に－11.3%と大きく減少し、2012 年に減少量が一次小さくなるが、2013、2014 年と減少量が大きくなり、2014 年は－13.9%の減少となった。

なお、火力発電所からの顕熱排熱量は、震災直後の 2011 年は－0.4%と大きな変化がなかったが、2012 年は＋3.9%、2013 年は＋3.1%であり、2014 年は 0%とガス販売量が震災前の水準に戻った。火力発電所の排熱量の増加を含めても東京 23 区内の人工排熱量は、震災前にくらべて減少していると推定された。

### 2) 大阪府内の人工排熱削減量

2011～2014 年夏季における大阪府の人工排熱を、エネルギー供給事業者等が公表している統計データを用い、「大阪府資料」で用いた計算手法に基づき推計した。

建物の人工排熱を見ると、業務ビルの人工排熱量の合計は 2011～2014 年にかけて毎年減少しており、2014 年は－11.2%と大きく減少した。

住宅は震災直後の 2011 年に－14.1%と大きく減少し、2012 年に減少量が一次小さくなるが、2013、2014 年と減少量が大きくなり、2014 年は－14.9%の減少となった。

交通は業務ビルと同様の推移が見られ、2011～2014 年にかけて毎年減少しており、2014 年は－9.2%と大きく減少した。

事業所の人工排熱としては、工場の人工排熱量は合計では震災直後の 2011 年に＋1.4%と増加したが、2012～2014 年にかけて毎年減少しており、2014 年は－5.6%となった。

火力発電所を除く人工排熱量の合計では、2011～2014 年にかけて毎年減少しており、2014 年は－9.4%と大きく減少した。

なお、火力発電所からの顕熱排熱量は、震災前にくらべて 2011～2014 年はそれぞれ 13.0%、13.3%、16.7%、27.7%増加していた。これは、原子力発電所の停止等によって火力発電の稼

働率が上昇したことが影響していると推察されるが、火力発電所の排熱量の増加を含めても大阪府内の人工排熱量は、震災前にくらべて減少していると推定された。

### 3) 大阪府と東京 23 区の削減量の比較

大阪府と東京 23 区の火力発電以外の人工排熱を比較すると、住宅を除き、大阪府にくらべて東京 23 区の削減率が大きくなっていった。特に東京 23 区の 2011 年における業務ビル、鉄道、工場の電力の削減率が大きく、電力使用制限が発令されたことなどが影響していると推察された。

大阪府の人工排熱は業務ビル、鉄道、工場で毎年減少傾向であり、一方東京 23 区の人工排熱は業務ビル、住宅、鉄道において震災直後の 2011 年に大きく減少し、2012 年に減少量が一次小さくなるが、2013、2014 年と減少量が大きくなり、火力発電所を除く人工排熱量の合計では 2014 年は -13.9% となり、2011 年の -11.3% と比べ人工排熱が減少している。

2012 年以降、大阪府では削減率が徐々に増加し、節電が定着もしくはより一層、促進されているものと考えられた。一方で、東京 23 区では特に住宅における削減率が 2011 年にくらべて 2012、2013 年には半分程度になっており、全体の削減率が 2012 年には若干少なくなった。しかし、2013 年には建物、交通、事業所の全ての種別で 2012 年より削減率が増加しており、無理のない節電が根付いている状況が伺われる。

火力発電所からの顕熱排熱量については、大阪府で震災前に比べる 35.2% まで増加したのに対し、東京 23 区では大きな変化が見られなかった。これは東京 23 区の火力発電所が最新の高效率施設を有しており、震災前からの稼働率が高く、震災後の稼働率の上昇余地が多くなかったためと推察される。

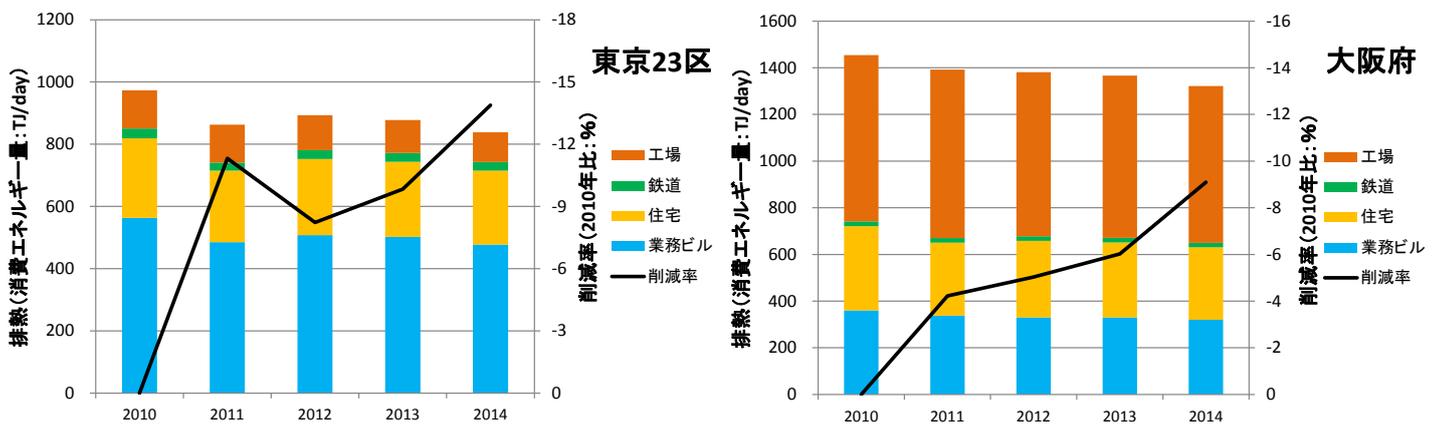


図 17 東京 23 区と大阪府における排熱量（エネルギー消費量）の推移

表 29 東京 23 区における 2011～2014 年のエネルギー及び人工排熱の変化量（8 月）

建物種別		エネルギー種別	エネルギー消費量の変化 (%)				人工排熱の変化 (括弧内 (TJ/day))			
			2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
建物	業務ビル、地域冷暖房	電気	-18% ※1	-11% ※1	-12% ※1	-17% ※1	-13.8% (-77.8)	-9.8% (-55.1)	-10.8% (-61.1)	-15.2% (-85.6)
		ガス	-9% ※1	-9% ※1	-10% ※1	-16% ※1				
		燃料	-	-	-	-				
	住宅 (戸建、集合)	電気	-14% ※1	-9% ※1	-6% ※1	-13% ※1	-10.2% (-26.2)	-4.5% (-11.4)	-5.6% (-14.2)	-7.0% (-18.0)
		ガス	-8% ※1	0% ※1	-7% ※1	-2% ※1				
		燃料	-	-	-	-				
交通	鉄道	電気	-18% ※2	-9% ※2	-11% ※2	-14% ※2	-17.8% (-5.6)	-9.0% (-2.8)	-10.7% (-3.4)	-13.6% (-4.3)
		ガス	-	-	-	-				
		燃料	-	-	-	-				
事業所	工場	電気	-12% ※2	-10% ※2	-10% ※2	-12% ※2	-0.4% (-0.5)	-8.8% (-10.9)	-13.0% (-17.1)	-22.2% (-27.2)
		ガス	-	-	-	-				
		燃料	+13% ※3	-7% ※3	-18% ※3	-34% ※3				
合計						-11.3% (-110.1)	-5.3% (-80.1)	-9.7% (-94.6)	-13.9% (-135.1)	
事業所	火力発電所	電気	-	-	-	-	-0.4% (-0.2) ※4	+3.9% (+1.7) ※4	+3.1% (+1.3) ※4	0.0% (0.0) ※4
		ガス	-1% ※2	+9% ※2	+7% ※2	+0% ※2				
		燃料	-	-	-	-				

※1：気温感応度より推定  
 ※2：5年平均基準（2006～2010年）  
 ※3：2010年基準  
 ※4：発電量から大気への顕熱量を推計した

表 30 大阪府内における 2011～2014 年のエネルギー及び人工排熱の変化量（8 月）

建物種別		エネルギー種別	エネルギー消費量の変化 (%)				人工排熱の変化 (括弧内 (TJ/day))			
			2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
建物	業務ビル、地域冷暖房	電気	-7% ※1	-7% ※1	-7% ※1	-11% ※1	-6.3% (-22.6)	-8.3% (-30.1)	-8.4% (-30.2)	-11.2% (-40.2)
		ガス	-5% ※1	-12% ※1	-13% ※1	-13% ※1				
		燃料	-	-	-	-				
	住宅 (戸建、集合)	電気	-19% ※1	-17% ※1	-18% ※1	-19% ※1	-14.1% (-51.6)	-10.0% (-36.3)	-11.8% (-43.1)	-14.9% (-54.4)
		ガス	-12% ※1	-4% ※1	-8% ※1	-13% ※1				
		燃料	-	-	-	-				
交通	鉄道	電気	-5% ※2	-7% ※2	-6% ※2	-9% ※2	-4.7% (-1.0)	-6.7% (-1.4)	-6.2% (-1.3)	-9.2% (-1.9)
		ガス	-	-	-	-				
		燃料	-	-	-	-				
事業所	工場	電気	0% ※2	-5% ※2	-7% ※2	-11% ※2	+1.4% (+9.7)	-1.3% (-9.4)	-2.4% (-17.1)	-5.6% (-39.9)
		ガス	+4% ※2	0% ※2	0% ※2	-5% ※2				
		燃料	-3% ※3	-2% ※3	-19% ※3	-20% ※3				
合計						-4.5% (-65.5)	-5.3% (-77.2)	-6.3% (-91.7)	-9.4% (-136.4)	
事業所	火力発電所	電気	-	-	-	-	+30.7% (+15.4) ※4	+31.3% (+15.7) ※4	+35.2% (+17.7) ※4	+25.4% (+12.7) ※4
		ガス	+31% ※3	+31% ※3	+35% ※3	+25% ※3				
		燃料	-	-	-	-				

※1：気温感応度より推定

※2：5年平均基準（2006～2010年）

※3：2010年基準

※4：発電量から大気への顕熱量を推計した